138

臭気と脱臭方法に関する調査報告書

（予備調査編）

（土木研究所資料　第1257号）

昭和52年6月

建設省土木研究所

臭気と脱臭方法に関する調査報告書（予備調査編）（土木研究所資料　第一二五七号）　昭和五二年六月　建設省土木研究所

89

序　　文

下水道施設，とりわけ終末処理場やポンプ場で発生する臭気問題については，これまで下水道施設の本来機能の能力向上に追われたため，施設の計画や建設の段階で下水道関係者にとって問題なしとはしないまでもどちらかというと第2義的な問題として取扱われて来た。これは我国の下水道の整備水準が低く一刻でも早くその水準を引き上げようとする指向の結果ともいえよう。現在も総額7兆5千億円という第4次下水道整備5箇年計画のもとに各地で下水道整備水準向上のため，管渠，ポンプ場，終末処理場の建設の進められているところである。

しかし，最近，終末処理場等の建設に際して，処理場建設予定地周辺住民による処理場建設反対運動が起り，施設用地の取得，工事の着手が非常に遅れる例が全国的に多くなって来ている。住民が処理場建設に反対する理由は地域によって多少の差はあるが，大部分は終末処理場そのものゝイメージに対する抵抗感と悪臭等の2次公害への危倶感の2つが基本となっている。

このため，下水道事業担当者は処理場を地下式にするとか覆蓋をかけて，上部を公園や厚生施設とし，住民の余暇活動の場所に提供したり，あるいは悪臭ガスの換気・捕集設備，脱臭設備を設け，2次公害に対する不安の解消を図ることを余議なくされている。しかし，これらの対策を取扱う技術はいずれもまだ試行錯誤的であり，特に臭気の捕集と脱臭の設備については，その設備の採用者，製作者によって全く異った見解をもっているといっても過言でない。

下水道の整備が進むのに伴なって終末処理場等の数が増え，しかもそれらの大半は人家の密集する市街地に建設されることとなるので，覆蓋化と換気，脱臭設備を設置する機会は今後ますます増えてくるものと思われる。このようなとき，科学的，技術的論拠があいまいなまま設備投資を行なうことは，経済的にも，資源エネルギー的にも将来に禍根を残すことになろう。

このような観点から，土木研究所では，昭和51年度より，「臭気と脱臭方法に関する調査」を開始し，単に終末処理場だけでなく管渠施設，ポンプ場を含めた下水道施設から発生する臭気について，その原因となる臭気物質を同定，定量し，挙動を明らかにするとともに，それらを効率的に捕集し除去するための集気，脱臭方法の検討を行ない，設備の設計と管理ならびに下水道施設からの臭気が環境に与える影響の評価方法に関する指針策定のための基礎的資料を得ることとした。

この調査の初年度である昭和51年度は，主として下水道施設における臭気と脱臭方法について問題点を整理することに重点をおいた。このため，臭気問題には深い造けいをもつ「財団法人日本環境衛生センター」に業務の一部を委託し，既往の文献や調査資料によって，下水道施設から発生する臭気の質や濃度の実態等を調べ，後年度に予定している実態調査に必要な臭気試料の採取方法や分析測定方法等に関する検討を行なった。

この報告書は，それらの成果をまとめたものであるが，記載事項が多く一種のデーターブック的な内容をもつものとなっている。したがって現場の第1線で下水道施設の計画や設計あるいは管理に当っている方々が臭気の問題に遭遇したときは本報告書から相当有用な情報が得られるものと確信している。そのような機会にはぜひ本報告書を御覧頂きたいと思う。

本報告書がそれによって，下水道施設からの悪臭問題解決に少しでもお役に立てば，調査を担当している者として幸甚のきわみである。

最後に，本報告書のとりまとめに当っては，日本環境衛生センターの重田芳広氏，石黒智彦氏のお二人に種々御尽力頂きました。ここに改めて深甚なる感謝の意を表したいと思います。

昭和52年6月

下水道部下水道研究室長

安　藤　　茂

目　　次

92

目　　次

緒　　言 …… 1

第Ⅰ編　既往の調査にみられる臭気測定データ …… 7
第１章　化学的臭気成分測定データ …… 7
第 1.1 節　事業場から発生する臭気成分 …… 7
第 1.2 節　下水道施設の臭気成分濃度 …… 15
1.2.1　終末処理場 …… 15
1.2.2　ポンプ場 …… 22
第 1.3 節　し尿処理場 …… 26
第 1.4 節　ごみ処理場 …… 30
第 1.5 節　へい獣処理場 …… 33
1.5.1　魚腸骨処理場 …… 33
1.5.2　化　成　場 …… 35
第 1.6 節　畜舎の臭気成分濃度 …… 37
第 1.7 節　臭気成分別濃度測定例（いわゆる悪臭５項目） …… 43
第２章　官能試験による臭気測定データ …… 46
第 2.1 節　下水終末処理場 …… 46
2.1.1　終末処理場 …… 46
2.1.2　ポンプ場 …… 52
第 2.2 節　し尿処理場 …… 55
第 2.3 節　ごみ処理場 …… 57
第 2.4 節　へい獣処理場（獣骨・魚腸骨・羽毛処理場など） …… 59
2.4.1　魚腸骨処理場 …… 59
2.4.2　化　製　場 …… 61
第 2.5 節　その他の事業場（工場）からの臭気 …… 65
2.5.1　たばこ工場 …… 65
2.5.2　食品工場 …… 67
2.5.3　クラフトパルプ工場 …… 67
第３章　六段階臭気強度表示法による臭気測定データ …… 68
第 3.1 節　し尿処理場からの臭気 …… 68
第 3.2 節　魚腸骨処理場 …… 69
第４章　化学的臭気成分分析と官能試験の同時測定データ …… 71
第 4.1 節　クラフトパルプ工場の臭気 …… 71
第 4.2 節　し尿処理施設の臭場 …… 72
第 4.3 節　下水道施設からの臭気（終末処理場，ポンプ場） …… 74

93

第Ⅱ編　臭気測定方法 …… 79
第1章　概　　論 …… 79
第2章　化学的測定方法 …… 80
第2.1節　悪臭防止法告示による方法 …… 80
2.1.1　環境庁告示第9号による方法 …… 80
2.1.2　環境庁告示第47号による方法 …… 90
第2.2節　ガスクロマトグラフ法 …… 103
2.2.1　硫黄化合物 …… 103
2.2.2　低級アミン類 …… 109
2.2.3　低級脂肪酸類 …… 115
2.2.4　アルデヒド類 …… 118
2.2.5　フェノール及びクレゾール類 …… 122
2.2.6　炭化水素類 …… 128
第2.3節　吸光光度法 …… 130
2.3.1　アンモニア …… 130
2.3.2　硫化水素 …… 130
2.3.3　メルカプタン類 …… 130
2.3.4　フェノール類 …… 130
2.3.5　アルデヒド類 …… 130
第2.4節　GC－MS法（ガスクロマト質量分析法） …… 132
2.4.1　揮発性有機汚染物質のGC法による水質定量分析 …… 133
2.4.2　GC－MS法による下水臭とし尿の分析 …… 141
第2.5節　臭気連続自動測定法 …… 147
2.5.1　電量滴定法 …… 147
2.5.2　GC法（炎光光度法） …… 150
第2.6節　化学的測定における試料採取方法 …… 152
2.6.1　低温濃縮法 …… 152
2.6.2　固体反応法 …… 158
2.6.3　溶液吸収法（フリテッド・バブラー法） …… 164
2.6.4　常温吸着法（ポーラスポリマービーズ法） …… 164
2.6.5　直接採取法 …… 164
第3章　官能試験方法 …… 164
第3.1節　空気希釈法 …… 164
3.1.1　三点比較式におい袋法 …… 165
3.1.2　注射器法 …… 173
3.1.3　無臭室法 …… 178
3.1.4　サイクロオルファクター …… 180

94

3.1.5　セントメーター …… 186
3.1.6　食塩水平衡法 …… 187
3.1.7　臭研木下式臭気測定法 …… 189
第3.2節　六段階臭気強度表示法 …… 191
3.2.1　六段階臭気強度 …… 191
第3.3節　快・不快強度表示法 …… 195
3.3.1　九段階法 …… 195
3.3.2　生活環境不快度 …… 196
第3.4節　官能測定法における試料採取法 …… 196
3.4.1　低濃度臭気採取法 …… 196
3.4.2　におい袋法 …… 196
3.4.3　除湿用採取瓶 …… 200
3.4.4　捕集容器中の臭気物質の安定性 …… 201
第3.5節　官能測定法における嗅覚パネルの選定方法 …… 206
3.5.1　嗅覚パネルの選定条件 …… 206
3.5.2　T&Tオルファクトメーター法 …… 207
3.5.3　日本環境衛生センター法 …… 211
3.5.4　嗅覚パネル育成法 …… 214
第4章　アンケート調査法（聞きとり調査法） …… 217

第Ⅲ編　脱臭対策へのアプローチの方法 …… 223
第1章　脱臭対策取り組み方のフローシート …… 223
第1.1節　悪臭対策の取り組み方 …… 223
第1.2節　脱臭方法のプロジェクトチーム活動 …… 224
第1.3節　脱臭装置メーカーへの発注の仕方 …… 225
第2章　悪臭発生源別の9型分類 …… 225
第2.1節　O・E・Rと悪臭公害の起り具合 …… 225
第2.2節　9型分類別の脱臭方法の選定 …… 226
2.2.1　悪臭発生源の9型分類 …… 226
2.2.2　脱臭方法の選択に関する比較考察 …… 227

第Ⅳ編　臭気捕集場所と捕集方法 …… 233
第1章　概　　論 …… 233
第2章　臭気捕集場所と捕集方法 …… 233
第2.1節　流入水受け入れ施設 …… 233
第2.2節　前曝気槽及び曝気槽 …… 233
第2.3節　汚泥処理関係施設 …… 234

第Ⅴ編　脱臭方法 …… 237
第１章　概　　論 …… 237
第1.1節　日本の現状 …… 237
第1.2節　欧米の現状 …… 240
1.2.1　アメリカ …… 240
1.2.2　欧　　州 …… 241
第２章　燃焼脱臭法 …… 244
第2.1節　直接燃焼脱臭法 …… 244
第2.2節　触媒燃焼法 …… 247
2.2.1　概　　要 …… 247
2.2.2　触媒の活性と種類 …… 248
2.2.3　触媒の反応温度 …… 249
2.2.4　触媒毒について …… 250
2.2.5　悪臭業種別の本法の適用例 …… 251
第2.3節　既設の火室を利用する方法 …… 252
2.3.1　魚腸骨処理場における燃焼脱臭法 …… 252
2.3.2　ボイラーによる燃焼脱臭 …… 253
第３章　吸　着　法 …… 254
第3.1節　物理吸着法（活性炭法） …… 254
3.1.1　概　　要 …… 254
3.1.2　吸着保持力 …… 256
3.1.3　一般的性状，その他 …… 258
第3.2節　化学吸着法 …… 261
3.2.1　イオン交換樹脂法 …… 261
3.2.2　石炭吸着法 …… 262
第４章　酸　化　法 …… 267
第4.1節　オゾン酸化法 …… 267
4.1.1　概　　要 …… 267
4.1.2　オゾンの一般的性質 …… 268
4.1.3　オゾン添加率 …… 268
4.1.4　オゾン発生装置とオゾンによる脱臭装置 …… 269
第4.2節　塩素ガス法 …… 271
4.2.1　概　　要 …… 271
4.2.2　臭腸骨加工場の例 …… 271
4.2.3　石けん工場の例 …… 273
第５章　薬液洗浄法 …… 274
第5.1節　概　　論 …… 274

96

第5.2節　酸・アルカリ洗浄法 …… 276
第5.3節　次亜塩素酸ソーダ法 …… 277

第6章　生物学的処理法 …… 278
第6.1節　概　　論 …… 278
第6.2節　ソイルフィルター法 …… 280
6.2.1　脱臭原理 …… 280
6.2.2　実際例フローシートの図面 …… 281
第6.3節　活性汚泥法 …… 281
6.3.1　脱臭効果 …… 281
6.3.2　実 験 例 …… 282
6.3.3　実 施 例 …… 288
第6.4節　その他の生物学的処理法 …… 289
第7章　中和剤法（エアーウィック） …… 290
第7.1節　脱臭原理 …… 290
第7.2節　中和剤の種類と用途 …… 292
第7.3節　中和剤の噴霧装置とフローシート …… 293
第7.4節　中和剤噴霧装置による脱臭法 …… 293
第8章　マスキング剤法 …… 294
第8.1節　木酢液利用による脱臭 …… 294
8.1.1　木酢液の脱臭効果 …… 294
8.1.2　畜産公害での利用 …… 295

第Ⅵ編　脱臭方法別の効果判定データ …… 299
第1章　燃焼脱臭法 …… 299
第1.1節　直接燃焼法 …… 299
第1.2節　触媒燃焼法 …… 300
第2章　吸　着　法 …… 301
第3章　薬液洗浄法 …… 303
第4章　微生物による方法 …… 303
第4.1節　ソイルフィルター法 …… 303

第Ⅶ編　下水道施設における脱臭対策 …… 307
第1章　施設の計画の際に留意すべきこと（用地設定上の必要条件） …… 307
第1.1節　用地の広さ …… 307
第1.2節　気象と地形 …… 307
第1.3節　周辺の環境条件 …… 307

第２章　具体的な対策 …… 308
第2.1節　概　　論 …… 308
第2.2節　施設別の具体策 …… 309
2.2.1　スクリーン室，ホッパー室，沈砂池 …… 309
2.2.2　最初沈殿池，前曝気槽，曝気槽 …… 309
2.2.3　汚泥濃縮槽，汚泥貯留槽，汚泥調整槽 …… 309
2.2.4　汚泥脱水機室 …… 309
2.2.5　汚泥乾燥機，汚泥焼却炉排ガス …… 309
2.2.6　ま　と　め …… 309

第Ⅷ編　総　括　編 …… 313
第１章　本調査の要約 …… 313
第２章　今後検討が必要な事項 …… 314
第2.1節　実態調査の必要性 …… 314
第2.2節　臭気測定方法の確立 …… 314
第2.3節　臭気ガスの密閉・捕集方法の検討 …… 314
第2.4節　脱臭装置の適正な評価 …… 315
第2.5節　臭気捕集，脱臭装置等の構造及び管理指針の策定 …… 315

結　　語 …… 319
あとがき …… 320
添付資料 …… 323
資料Ⅰ　外国における閾値の測定例 …… 323
資料Ⅱ　参考文献 …… 328
資料Ⅲ　下水処理に関する脱臭方法と測定方法についての文献要旨 …… 333

緒　　言

99

緒　　言

下水終末処理場，ポンプ場等の下水道施設から発生する臭気による付近住民の苦情は，近年に至って増大の兆しをみせており，今後の悪臭公害の推移を考えると，地方自治体にとって避けることのできない問題となることゝ思われる。

この調査は既往の調査測定データから，下水道施設から発生する臭気の実態を次のような内容で明らかにし，それらの悪臭物質を除去するための用地や水処理方式の選定，施設の改善，操業状況の見直し，脱臭方式の選定等について参考となる基礎資料を得ることを目的としている。

1）下水終末処理場，ポンプ場等を中心とした関連事業所の内外における臭気に関する化学測定データと官能試験データの収集と整理。

2）臭気の捕集方法と測定方法の収集と測定データ列記。

3）内外における一般的な脱臭方法と下水道施設に適すると思われる対策方法の検討。

緒　　言

下水終末処理場，ポンプ場等の下水道施設から発生する臭気による付近住民の苦情は，近年に至って増大の兆しをみせており，今後の悪臭公害の推移を考えると，地方自治体にとって避けることのできない問題となることゝ思われる。

この調査は既往の調査測定データから，下水道施設から発生する臭気の実態を次のような内容で明らかにし，それらの悪臭物質を除去するための用地や水処理方式の選定，施設の改善，操業状況の見直し，脱臭方式の選定等について参考となる基礎資料を得ることを目的としている。

1）下水終末処理場，ポンプ場等を中心とした関連事業所の内外における臭気に関する化学測定データと官能試験データの収集と整理。

2）臭気の捕集方法と測定方法の収集と測定データ列記。

3）内外における一般的な脱臭方法と下水道施設に適すると思われる対策方法の検討。

第Ⅰ編　既往の調査に見られる臭気測定データ

第1編　既往の調査にみられる臭気測定データ

第1章　化学的臭気成分測定データ

第1.1節　事業場から発生する臭気成分

日本環境衛生センターで過去に調査した臭気測定の結果を中心に国内の測定データ等[1)]を加えて，各事業所から発生する臭気成分をまとめたものが表Ⅰ．1～Ⅰ．5である。本表は各業種から発生する臭気成分の代表的な種類又は一部の成分として示してある。

1.1.1　化学工場系統

表Ⅰ．1　化学工場系統の臭気成分

事業名	臭気成分
クラフトパルプ製造業	硫化水素，メチルメルカプタン，ジメチルサルファイド，ジメチルジサルファイド，テルペン類
石油精製業	メチルメルカプタン，硫化水素，ジメチルサルファイド，オレフィン系およびパラフィン系炭化水素，アルデヒド，ケトン，アルコール誘導体，クレゾール
石油化学工業	エチレン，プロピレン，ブチレン，ブタジェン，酢酸エチル，酢酸ブチル，アンモニア，アセトアルデヒド，スチレン，フタル酸，ケトン類，アクリル酸エステル，テルペン類，ベンゾール，キシレン，トルエン，ナフタレン，酢酸エステル，ナフトキノン，オルトキシレン，ジオクチルフタレート，ジブチルフタレート，モノクロールベンゼン，ハロゲン化炭化水素 エステル，ケトン，ベンゼン，キシレン，トルエン アセチール キシレン，トルエン 炭化水素
食塩分解工場（ソーダ）	塩化水素，塩素
化学肥料工場	アンモニア
セロファン工場	硫化水素
医薬品製造業	メチルメルカプタン，アクロレイン，ジメチルジサルファイド，硫化水素

事業名	臭気成分
印刷業	トルエン，酢酸エチルなどの有機溶剤
塗装工場	トルエン，キシレン
メッキ工場	トリクレン（トリクロロエチレン）などの有機溶剤
繊維工場	硫化水素，二硫化炭素
潤滑油再生業	炭化水素
ゴム製造業	イソプレン，アリルメルカプタン
鉄鋼製造業	クレゾール類，各種炭化水素
アルミ製造業（精練）	フッ化水素
ドライクリーニング	トリクロロエチレン

1.1.2 動物系腐敗臭系統

表Ⅰ.2 動物系腐敗臭系統の臭気成分

事業名	臭気成分
屠畜場	アンモニア，メチルメルカプタン，硫化水素，トリメチルアミン，ジメチルアミン
へい獣取扱場	アンモニア，メルカプタン，硫化水素
化製場	アンモニア，トリメチルアミン，ジメチルアミン，インドール，スカトール，硫化水素，メルカプタン，酢酸，プロピオン酸，酪酸，アルデヒド
畜産業（牛，馬，豚，鶏など）	アンモニア，揮発性アミン，硫化水素
鶏糞乾燥工場	アンモニア
血液処理場	アンモニア，硫化水素，メルカプタン，アクロレイン
フェザー処理場	硫化水素，メルカプタン，カルボニル化合物，アンモニア
獣骨処理場	アミン，アルデヒド，サルファイド，アンモニア，脂肪酸類
獣脂処理業	硫化水素，アクロレイン，サルファイド類

1.1.3 植物系（醗酵，腐敗など）

表Ⅰ.3 植物系の臭気成分

事業名	臭気成分
ビート糖製造	メルカプタン，硫化水素
でんぷん製造	アミン

1.1.4 公共施設

表Ⅰ.4 ごみ処理場，し尿処理場，下水処理場，その他公共施設の臭気成分

事業名	臭気成分
ごみ処理場	トリメチルアミン，メチルアミン，プロピルメルカプタン，ジエチルサルファイド，メチルメルカプタン，プロピルアミン，アンモニア，塩化水素，アルコール類
尿尿，下水処理場	硫化水素，アンモニア，ピロリン，メルカプタン，スカトール，プロピオン酸，酪酸，酢酸，ジメチルジサルファイド，ジメチルアミン，トリメチルアミン
火葬場，魚市場，貯木場，運河，河川	硫化水素，メチルカプタン，硫化メチル，アンモニア，トリメチルアミン，低級脂肪酸

1.1.5 その他

表Ⅰ.5 自動車排ガス，塗装業の臭気成分

事業名	臭気成分
自動車	炭化水素，ホルムアルデヒド，アセトアルデヒド
塗装業	ベンゼン，ヘキサン，トルエン

表Ⅰ.6 [2]は，名古屋市が環境庁告示9号の測定方法に基ずいて，市内の悪臭発生源の敷地境界線で測定した結果で，多くの事業所でアンモニア，メチルメルカプタンが一部の事業所でトリメチルアミンが基準値（2.5）を越えている。

表Ⅰ.6　名古屋市内の測定結果

(昭和47年12月～48年4月) *単位：ppm

施設名	所在地	アンモニア	硫化水素	メチルメルカプタン	硫化メチル	トリメチルアミン
1.下水処理場	南区忠道町	(-)	(-)	＜0.005, 0.0063	(-)	-
2.汚泥処理場	〃	(-)～1.74	(-)	(-), 0.0066	(-)	-
3.化製場	西区山田町	(-)～1.07	(-)	(-)	(-)	(-)～0.0545
4.〃	中川区高畑町	(-)～1.50	(-)	0.0030, 0.0074	(-)	(-)
5.火葬場	熱田区千代田町	(-)	(-)	0.0029, 0.0030	(-)	(-), 0.0075
6.養鶏場	港区善進町	2.02, 2.03	(-)	0.0086	(-)	-
7.〃	〃	1.19, 2.41	-	-	-	(-)
8.〃	緑区鳴海町	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
9.〃	昭和区天白町	(-)～2.04	(-)	-	-	(-)
10.養豚場	港区大手町	2.74	(-)	0.0192	(-)	-
11.〃	昭和区天白町	(-)～1.47	(-)	(-)～0.0042	(-)	(-)

表Ⅰ.7[3]は，岐阜県が県下の悪臭発生事業所について環境庁告示9号の測定方法により測定したものでa）が敷地境界線，b）が発生源の気体排出口について測定したものである。測定結果をみると測定項目がアンモニアしか測定していない業種が多いせいもあるが，殆んどの事業所が基準値（1.5）以下であり，アンモニアはし尿処理場，下水処理場，トリメチルアミンはでん粉製造業等で基準を越している。

a）敷地境界線での測定

表Ⅰ.7　岐阜県下の測定結果（1974

業種	規模(生産量)	測定年月日	測定地点	悪臭物質（単位ppm） アンモニア	メチルメルカプタン	硫化水素	硫化メチル	トリメチルアミン
獣骨処理場	ボーンミール 100t/月 ペットフード 10t/月	S48. 12. 5 ～ S48. 12. 6	敷地境界	不検出	不検出	不検出	不検出	不検出
				0.1	〃	0.0008	〃	〃
				不検出	〃	0.0008	〃	〃
					〃	0.0008	〃	〃
				0.1	〃	0.0017	〃	〃
				不検出	〃	0.0024	〃	〃
セロファン製造業	セロファン 3,500t/月	S49. 1. 9 ～ S49. 1. 30	敷地境界		不検出	0.0005	不検出	
					〃	0.0004	〃	
					〃	0.0038	〃	
					〃	0.0016	〃	
					〃	0.0033	〃	
					〃	0.0028	〃	
		S49 1. 31	事業場周辺		不検出	0.0030	不検出	
					〃	不検出	〃	
					〃	0.0012	〃	
でん粉製造業	水あめ 40t/月	S49. 3. 6	敷地境界	0.6	不検出	0.0004	不検出	0.0165
				0.1	〃	0.0004	〃	0.0083
					〃	0.0006	〃	
			作業場内		0.0029	0.0032	不検出	
					0.0026	0.0030	〃	

業種	規模（生産量）	測定年月日	測定地点	悪臭物質（単位 ppm）				
				アンモニア	メチルメルカプタン	硫化水素	硫化メチル	トリメチルアミン
養鶏場	鶏 20,000羽	S48. 10. 18	敷地境界	0.6 0.2 0.3				
	鶏 8,000羽	S48. 11. 5		不検出 〃 〃				
	鶏 50,000羽	S48. 11. 5		不検出 〃 〃				
	鶏 400羽	S49. 3. 11		不検出 〃 0.1				
養豚場	豚 90頭	S48. 10. 22	敷地境界	0.1 0.1 不検出				
	豚 70頭	S48. 10. 22		不検出 〃 〃				
養牛業	牛 120頭	S48. 10. 23	敷地境界	不検出				
			敷地内	0.2 0.1				
ごみ処理場	処理量 20t/日	S48. 10. 19	敷地境界	不検出 0.2 0.2				
し尿処理場	48Kl/日	S48. 10. 8	敷地境界	2.8 1.2 0.1				
	〃 30Kl/日	S48. 10. 9	敷地境界	0.5 0.4				
			敷地内	0.1				
	〃 55Kl/日	S48. 10. 15	敷地境界	不検出 0.1 0.1				
	〃 300Kl/日	S48. 11. 7		0.1 0.3 0.3				
	〃 72Kl/日	S49. 10. 19		不検出 〃 0.2				
下水処理場	処理量 66.500Kl/日	S49. 3. 11	敷地境界	不検出 〃 3.3				
化製場	処理量 10t/月	S49. 3. 13 〜 S49. 3. 14	敷地境界	不検出 0.6 0.6				
			作業場内	0.6 0.3				

b) 排出口での測定

業種	規模	Ho (m)	He (m)	排出口でのH_2Sの基準値(Nm^3/hr)	排出口でのH_2Sの実測値(Nm^3/hr)
セロファン製造業	セロファン	70	85	160	1.5
	3,500t/月	70	84	152	0.3
	(生産)	65	80	138	0.3

107

表Ⅰ.8　静岡県下の測定結果

業種	採取場所	悪臭物質濃度（ppm） アンモニア	硫化水素	メチルメルカプタン	硫化メチル	臭気強度	測定月	測定時間	天候	気温(℃)	気温	風速	備考
吸着飼料	静岡市K工場　敷地境界（排突より10mの地点）	2.1				3	3	14:00～	晴	12.0	W	1.1	
	静岡市S工場　敷地境界（排突より15mの地点）	1.1				2	4	16:20～	〃	23.1	SSW	1.1	
	静岡市K工場　工場内（ドライヤー附近）	0.7	0.160	0.000		3～4	5	16:05～	〃	27.0	SSW	—	3月の測定と同一場所
	〃　敷地境界（排突より10mの地点）	0.2	0.003	0.000	0	2	5	15:20～	〃	〃	〃	1.3	
	〃　敷地境界（境界から10mの地点）	0.1				1～2	5	15:30～	〃	〃	〃	1.3	
魚腸骨処理	静岡市K工場　敷地境界	0.2				$(CH_3)_3N$ トリメチルアミン 0.014	12	15:00～	〃	20.0	W	1.1	
	〃　敷地境界	0.2				3	2	14:30～	〃	16.0	SW	1.3	12月の測定と同一場所
	〃　敷地境界	0.4				3	2	14:40～	〃	〃	〃	〃	
	静岡市U工場　工場より100mの地点	0.9				2	4	16:05～	〃	23.0	SSE	3.9	
	静岡市K工場　火力乾燥機から1mの地点	1.4				4	5	15:50～	〃	27.0	—	—	
し尿処理	静岡市T処理場　バッキ槽室内	0.4				4	3	15:30～	〃	11.0	—	—	処理能力　200t/day 処理方式：加温式消化処理方式
	〃　敷地境界（処理施設より200m離れた地点）	0.3				3	3	16:00～	〃	〃	W	1.5	敷地面積　19,000m²
	静岡市S処理場　バッキ槽室内	5.8				4	4	15:20～	〃	25.0	—	—	処理能力　300t/day 処理方式：湿式酸化処理方式
	〃　敷地境界	0.9				2	4	14:25～	〃	22.0	SEE	1.8	バキューム車排出作業中 敷地面積　12,500m²
	〃　敷地境界	0.7				2	4	14:35～	〃	21.7	〃	〃	
	〃　境界より50m離れた地点	0.4				1～2	4	14:50～	〃	21.4	〃	2.4	
セロファン紙製造	浜松市T工場　敷地境界	0.4	0.041	0	0	二硫化炭素 4 0.274	5	11:40～	〃	22.5	WSW	1.5	
	〃　敷地境界	0.2	0.089	0	0	二硫化炭素 4 0.415	5	11:45～	〃	〃	〃	〃	
	〃　境界より約400m離れた地点	0	0.008	0	0	二硫化炭素 1～2 0.104	5	12:10～	〃	〃	〃	〃	

表I.8[4]は，静岡市及び浜松市内の悪臭発生事業所を県公害研が環境庁告示9号に基ずいて測定したものである。測定項目はアンモニアが中心であるが，基準値の2.5倍を越している業種は吸着飼料（Fish solubleの穀類の吸着），魚腸骨，し尿処理場である。

なお，ここでいう臭気強度は六段階臭気強度で，アンモニア濃度との相関性はあると思われる。

表I.9[5]の内容は，業種別の悪臭成分別の差である。悪臭の化学測定データは，現在米国と日本が測定事例では圧倒的に多く，これらの表も日本で測定されたデータと同じ臭気成分が検出されていることを示している。

下水処理場については，ホルムアルデヒド，アセトアルデヒド等のアルデヒド類，トリメチルアミン，ジメチルアミン等のアミン類，ギ酸，酢酸，プロピオン酸，酪酸，吉草酸などの有機酸，メチルメルカプタン，硫化水素等が検出され，日本と同じ組成であることを示している。

表I.10は，悪臭物質グループ別に悪臭発生事業所をまとめたもので，同じく米国での測定データである。また，これらの悪臭成分を，薬液洗浄で脱臭する場合に使用すべき薬液の種類を参考までに示した。

表I.9　臭気を発生する製造工場

	Aldehydes	Amines	Phenols	Organic Acids	Mercaptanes	Ketones	Organic Sulfur Compounds	Organic Nitrogen Compounds	Hydrogen Sulfide
Foundry	×	×	×						
Rendering	×	×		×		×	×	×	
Pulp and Paper					×		×		×
Food Processing	×	×		×	×			×	
{Municipal Waste Treatment}	×	×		×			×	×	×
Paint and Varnish			×	×		×			
Grain Drying	×	×		×					
Fats and Oil	×	×		×					
Asphalt Roofing	×		×	×		×	×		×
Refining			×				×		×
Plastics	×	×	×			×			

表I.10　洗浄用化学薬品の選定

Compounds	Odor Source	Scrubbing Liquid
Aldehydes	Rendering and related industries	$NaHSO_3$, $KMnO_4$
Amines	Rendering, food processing, pharmaceutical industries	ClO_2, Cl_2, NaOCl, HCl, H_2SO_4, $KMnO_4$
Ammonia	Rendering, fish processing, fertizer	HCl
Hydrogen Sulfide	Pulp and paper manufacturing, water treatment facilities, rendering	NaOCl, Na_2CO_3
Mercaptans	Rendering, pharmaceutical, pulp and paper, waste treatment	NaOCl, ClO_2, Cl_2, NaOH, $Ca(OH)_2$, $KMnO_4$
Phenols	Plastics, pharmaceutical	NaOH, $Ca(OH)_2$
Carboxylic acids		NaOH, $Ca(OH)_2$, Na_2CO_3, $KMnO_4$

第1.2節　下水道施設の臭気成分測定

1.2.1　終末処理場

表Ⅰ.11[6]及びⅠ.12[7]の2表は愛知県及び都下水道局が測定したデータで，前者が環境庁告示9号に基ずき，後者はそれに加えて炭化水素類の組成分析を実施しており，曝気槽の臭気測定データとしては貴重である。

表Ⅰ.13からⅠ.19[8]はいずれも日本環境衛生センターが環境庁告示法を中心に測定したもので，単に曝気槽や沈砂地からの臭気のみならず，下水処理施設の中で臭気が発生する多くの施設からの臭気を測定している。

これらの結果でも判るように，曝気槽からはきわめて多くの炭化水素類が検出され，曝気槽の臭気はこれらに加えて硫黄系臭気等が加わったものといえる。

表Ⅰ.11　下水終末処理場の臭気測定結果（愛知県）

工場排水を70,000m³/日，都市下水を50,000m³/日，活性汚泥法により処理している。

測定年月日　昭和48年3月27日（環境）　　単位　ppm

	測定地点	アンモニア	トリメチルアミン	硫化水素	メチルメルカプタン	※硫化メチル	備考
1	事業場南　境界	0.02	0.001以下	0.001以下	0.0001以下	0.0001以下	NNW~NW 0.5~1.5m/S
2	〃　南東　〃	0.15	〃	0.002	〃	〃	NW~WNW 0.5~1.5m/S
3	〃　東　〃	0.01	〃	0.0001以下	〃	〃	W~WSW 0.5~1.5m/S
4	〃　西　〃	0.01以下	〃	〃	〃	〃	W~WSW 0.5~1.5m/S

※　二酸化いおうとの分離が困難であるので換算値である。

表Ⅰ.12　下水処理施設周辺における臭気成分の測定結果（S47.東京都）

単位　ppb
T；トレイス

敷地境界線における規制基準の範囲	調査箇所 / 臭気成分	A処理場 ばっ気そう室内部の大気	B処理場 第1沈殿池上1mの大気	B処理場 ばっきそう上1mの大気	Cポンプ所 沈砂池室内部の大気
2ppb~10ppb	メチルメルカプタン	1.86	12.3	3.24	0
20ppb~200ppb	ジメチルサルファイド	0	8.61	5.74	0
—	アクロレイン	0	15.5	2.17	9.5
—	ベンゼン	82.4	6.06	11.5	3.88
—	トリクロロエチレン	18.7	10.4	8.86	0
—	1,3,5-トリクロロエタン	34.5	1.92	3.38	0
—	トルエン	71.1	15.7	33.6	26.4
—	テトラクロロエチレン	6.0	18.3	4.88	0
20ppb~200ppb	硫化水素	3.7	11.4	T	0

111

		A処理場	B 処 理 場		Cポンプ所
敷地境界線における規制基準の範囲	調査箇所 / 臭気成分	ばつ気そう室内部の大気	第1沈殿池上1mの大気	ばつきそう上1mの大気	沈砂池室内部の大気
1000 ppb～5000 ppb	アンモニア	0	T	T	6.4
—	イソペンタン	6.38	6.38	5.41	T
—	ノルマルペンタン	5.89	4.16	2.98	T
—	2－メチルペンタン	5.37	2.38	1.11	T
—	3－メチルペンタン	1.90	1.38	1.04	T
—	ノルマルヘキサン	4.04	3.58	1.67	T
—	2－メチルヘキサン	T	T	T	T
—	3－メチルヘキサン	19.17	0.99	0.39	T
—	ノルマルヘプタン	5.46	23.2	5.21	T
—	エチルベンゼン	10.9	22.9	19.7	2.82
—	キシレン（m, p）	13.3	37.4	30.3	6.51
—	キシレン（o）	32.4	9.94	10.3	2.51
—	オクタン	39.6	13.2	5.9	25.6
—	アセトアルデヒド	0	T	T	T

112

表I.13　O処理場臭気測定結果（第1回）

（濃度 ppm）

調査項目 / 調査場所	イオウ化合物							低級脂肪族アミン					アルデヒド				脂肪族	
	硫化カルボニル	硫化水素	二硫化炭素	メチルメルカプタン	ジメチルサルファイド	ジメチルジサルファイド	二酸化硫黄	トリメチルアミン	トリエチルアミン	ジメチルアミン	イソブチルアミン	n-ブチルアミン	ホルムアルデヒド	アセトアルデヒド	プロピオンアルデヒド	n-ブチルアルデヒド	酢酸	プロピオン酸
曝気槽室内	0.004	−	0.001	0.003	0.001	trace												
曝気槽室内	0.004	−	0.001	0.002	0.002	−												
沈砂地排風機	0.001	−	0.001	−	−	−	trace											
曝気槽排気口	0.004	0.014	0.001	0.007	0.002	trace		0.002	−	0.002	−	−	−	0.003 以下	−	−	trace (0.2 以下)	trace (0.06以下)
曝気槽排気口	0.004	−	0.001	0.002	0.001	−												
曝気槽排気口	0.004	−	trace	0.003	0.001	−												
曝気槽排気口	0.005	−	−	trace	0.001	trace												
曝気槽室内	trace	−	trace	−	trace	−												
N_2 ガス曝気	trace	trace	−	trace	0.001	trace												
N_2 ガス曝気	trace	−	0.001	−	0.001	trace												

−：不検出

trace：0.001 ppm 以下の濃度

表I.14　O処理場臭気測定結果（第2回）

（濃度ppm）

測定場所＼調査項目	総炭化水素	アンモニア	メタン	非メタン	2メチルペンタン	3メチルペンタン	n－ヘキサン	2.4ジメチルペンタン	メチルシクロペンタン	ベンゼン	トルエン	MIBK	イソペンタン	2メチルヘキサン	1.3メチルシクロペンタン	2メチルヘプタン	エチルベンゼン	m，pキシレン	oーキシレン	アセトン
環境臭気対流口対岸	2.9		1.3	0.2																
同上放流口対岸			1.8	0.5																
曝気槽室内			7.8	8.7	0.002	0.013	0.012	0.003		0.047	0.011		0.017	0.004	0.016	0.004	0.004	0.033	0.023	0.054
曝気槽室内			9.1	8.3	0.001	0.001	0.002	0.002	0.005	0.002	0.007	0.014								
沈沙池排風機			2.2	2.5																
曝気槽排気口	17		1.2	0.2	0.002	0.001	0.002	0.002	0.006		0.020	0.010								
曝気排気口	21		7.0	8.9					0.455	0.539	0.072			0.036	0.219					0.113
N_2 ガス曝気		2.09																		
N_2 ガス曝気		0.16																		

M．I．B．K：メチルイソブチルケトンの略

表I.15　S処理場臭気測定結果（第1回）

（濃度ppm）

調査項目 / 測定場所	総炭化水素	アンモニア	硫黄化合物						アルデヒド				アミン		
			硫化水素	メチルメルカプタン	ジメチルサルファイド	ジメチルジサルファイド	硫化カルボニル	2硫化炭素	ホルムアルデヒド	アセトアルデヒド	プロピオンアルデヒド	n-ブチルアルデヒド	トリメチルアミン	ジメチルアミン	イソブチルアミン
消化汚泥貯留槽周囲	330														
汚泥焼却炉1号	220		−	−	−	−	0.370	0.064	0.13	0.22	0.04	−			
汚泥焼却炉5号	29.5		−	−	−	−	0.260	0.080	0.12	0.55	0.15	−			
汚泥処理工場真空ポンプ排気口															
汚泥処理工場真空ポンプ排気口		95.7/77.9	−	0.007	−	0.030	0.003	0.001					0.005	0.024	trace
曝気槽	11														
脱離液洗浄廃液口	60														
生し尿送水ポンプ			36.9												
脱臭塔出口	260		37.55	1.63	1.62										
消化汚泥貯留槽			658.8												
スクリーン槽脱臭塔入口	1500	84.6	63.24	3.73	1.01				0.01	0.01	0.18	−	0.003	0.012	trace
スクリーン槽脱臭塔出口		26.7	0.005	0.002	0.001	0.003	0.002	0.002							
着船場（船よりくみ上げ時）	440		24.3	1.0	0.632										

表I.16　S 処 理 場 No.2

(濃度 ppm)

調査項目	脂肪酸		炭化水素成分析													
	酢酸	プロピオン酸	プロパン,プロピレン	n-ペンタン	2メチルペンタン	3メチルペンタン	n-ヘキサン	2,4ジメチルペンタン	2メチルヘプタン	トルエン	エチルベンゼン	m,p キシレン	o キシレン	イソプロピルベンゼン	m,p エチルトルエン	o エチルトルエン
汚泥焼却炉1号			3.922	0.943		0.035	0.033	0.048		0.404	0.282		0.103	0.224		
汚泥焼却炉5号			0.631	0.224						0.355						
汚泥処理工場真空ポンプ排気口																
汚泥処理工場真空ポンプ排気口				0.024	0.024					0.526	0.039	0.042	0.020	0.080	0.015	0.018
脱臭塔出口							0.010			0.893	4.347	3.535	1.053		0.319	
スクリーン槽脱臭塔入口							0.041		0.011	1.249	4.775	5.377	1.617		0.743	

表I.17　S 処 理 場 No.4

(濃度 ppm)

調査項目 / 測定場所	総炭化水素	硫黄化合物			
		硫化水素	メチルメルカプタン	ジメチルサルファイド	アンモニア
脱臭塔前	3600				
スクリーン槽脱臭塔入口		483.1	5.12		614
スクリーン槽脱臭塔出口		224.0	2.33	0.361	1.36

表Ⅰ.18　S処理場臭気測定結果（第２回）

（濃度 ppm）

調査項目 / 測定場所	炭化水素組成分析								脂肪酸	
	ＭＥＫ	ＭＩＢＫ	ベンゼン	1.3メチルシクロペンタン	アセトン	イソブタン	イソペンタン	2メチルヘキサン	酢酸	プロピオン酸
汚泥焼却１号			2.992		0.997	0.035	0.895			
汚泥焼却炉５号	0.096		0.202		0.444		0.272			
汚泥処理工場真空ポンプ排気口			0.027	0.016	1.047				trace（0.2以下）	trace（0.06以下）
脱臭塔出口	0.008		0.032		0.199					
スクリーン槽脱臭塔入口	0.024	0.464	2.331		3.252			0.006	0.704	

表Ⅰ.19　M処理場測定結果　　測定日　7月31日　　天候　晴

測定場所	試料採取時間	風向	風速 m/sec	オーダ値	臭気濃度	臭気強度	においの質	臭突 高さ m	臭突 断面積 m^2	臭突 排出速度 m/sec	臭突 排出量 m^3/min	臭突 ガス温度 ℃	O.E.R	試料採取時の状況
沈砂池内（かきあげ時）	9:30			26.5	450	4.0								
第１沈澱池	9:55			17.5	56	3.5～4.0								
曝気槽	10:15			10以下	10以下		潮のにおい							
敷地境（沈砂池室わき）	10:50			12.5	18		風上のためにおいなし							
敷地境（第２沈澱池わき）														においがないので採取せず
敷地境	9:30	定まらず	2～3	14.5	28	2.0～2.5	採取場所が湿地帯であり，掘りかえされた土塊のにおいと思われ運河からのにおいではないと思われる。							
敷地境第１沈澱池わき	10:05	南～南西	4～5	11.5	14	2.0～2.5	沈澱池のにおい							

1.2.2　ポンプ場

表Ⅰ.20～表Ⅰ.29[8]は日本環境衛生センターが環境庁告示法で測定した大都市のポンプ場臭気測定データである。

表Ⅰ.20　臭気測定期間中のポンプ場の水質データ

	場所	Aポンプ所	Bポンプ所	Cポンプ所	Dポンプ所	Eポンプ所	Fポンプ場	Gポンプ所
水量等	送水量	m^3/日 35,300	m^3/日 338,600	m^3/日 4,500	m^3/日 154,550	m^3/日 96,200	m^3/日 17,400	m^3/日 9,900
	気温				30.4℃		35.5℃	36.5℃
水質等	試料名	流入下水	流入下水		流入下水	流入下水	流入下水	流入下水
	水温(℃)	22.0	22.0	24.8	26.8	28.0	27.0	25.5
	透視度(m)	5		10			6	3
	pH値	7.2	7.0	7.0	9.3	6.9	7.0	7.1
	COD(mg/ℓ)	66	75	42	153	120	190	40
	BOD(mg/ℓ)	90	146	72	230	150	145	62
	S.S(mg/ℓ)	210	362	19	270	126	47	35
	塩素イオン(mg/ℓ)	120		990				
測定年月日		49年7月30日	49年8月2日 10:02採取	49年7月31日	49年8月7日	49年8月6日 9:30採水	49年8月6日 10:00採取	49年8月7日 9:45採取
その他			土砂の流入がみられたのでSSの含有量高い。				色相 明茶色	色相 淡黄褐色

表Ⅰ.21　ポンプ所臭気測定結果

調査項目 / 測定場所	硫黄化合物					
	硫化水素	硫化カルボニル	二硫化炭素	メチルメルカプタン	ジメチルサルファイド	ジメチルジサルファイド
汚水沈砂池排風機						
雨水沈砂池排風機						
沈砂ホッパー	—	0.001	trace	0.002	0.001	0.001
雨水沈砂池室内	trace	0.006	0.001	0.008	0.006	0.003

表I.22　Bポンプ所臭気測定結果　（濃度 ppm）

調査項目 / 測定場所	総炭化水素	メタン	非メタン	アンモニア	硫化化合物				アルデヒド		脂肪酸	アミン		
					硫化カルボニル	二硫化炭素	メチルメルカプタン	ジメチルサルファイド	アセトアルデヒド	プロピオンアルデヒド	酢酸	トリメチルアミン	トリエチルアミン	ジメチルアミン
沈砂池室排気塔出口	10	8.5	0.4	0.11	0.001	trace	trace	trace	trace (0.003以下)	—	0.158	0.037	trace	0.001
敷地境（し渣搬出口前）														
〃														

炭化水素組成分析

プロパン,プロピレン	n－ブタン	3－メチルペンタン	n－ヘキサン	2メチルヘキサン	ベンゼン	n－ヘプタン	2メチルヘプタン	3メチルヘプタン	トルエン	エチルベンゼン	m,pキシレン	oキシレン	o,エチルトルエン	1,2,4トリメチルベンゼン	アセトン	
0.013	0.027	0.002	0.004	0.010	0.068	0.003	0.010	0.007	0.056	0.011	0.054	0.004	0.108	0.021	0.794	

表I.23　Cポンプ所臭気測定結果　（ppm）

調査項目 / 測定場所	硫黄化合物					
	硫化水素	メチルメルカプタン	ジメチルサルファイド	ジメチルジサルファイド	硫化カルボニル	二硫化炭素
沈砂池（かきあげ時）						
敷地境（マンション4F・5F）						
敷地境（治作側）	—	—	—	—	trace	trace
沈砂池室入口階段上	—	0.003	0.001	—	0.002	trace
敷地境（マンション側）						
敷地境（治作側）	—	—	—	—	trace	trace
敷地境（マンション側）	—	—	—	—	—	—

表I.24　ポンプ所臭気測定結果　（ppm）

調査項目 / 測定場所	総炭化水素	メタン	非メタン
敷地境（搬入路側）	11	2.7	3.1
吐出口	50	51	3.3
コンクリート塀			
し渣置場そば	8.8	4.2	1.0

表I.25　Eポンプ所臭気測定結果

(ppm)

調査項目 / 測定場所	総炭化水素	メタン	非メタン	硫黄化合物						
				硫化カルボニル	二硫化炭素	二酸化硫黄	硫化水素	メチルメルカプタン	ジメチルサルファイド	ジメチルジサルファイド
敷地境（正門）										
〃（し渣ホッパーわき）	220	OVER	24.6	−	−		0.046	0.560	0.123	0.031
〃（し渣ベルコン側）		2.2	5.2	0.001	0.001	trace	−	−	−	−
沈砂置場	38.0	33.5	2.7	0.026	−	−	0.007	−	−	−

表I.26　Eポンプ場臭気測定結果

(ppm)

炭化水素組成分析																		
イソペンタン	nペンタン	2メチルペンタン	3メチルペンタン	nヘキサン	2,4ジメチルペンタン	メチルシクロペンタン	2メチルヘキサン	ベンゼン	1,3メチルシクロペンタン	nヘプタン	トルエン	エチルベンゼン	m,pキシレン	oキシレン	イソプロピルベンゼン	m,pエチルトルエン	oエチルトルエン	1,2,4トリメチルベンゼン	アセトン
0.030	0.029	0.012	0.006	0.010	0.008	0.002	0.002	0.007	0.011	0.011	0.254	0.141	0.096	0.051	0.212	0.043	0.019	0.033	0.084

表I.27　Fポンプ所臭気測定結果

(ppm)

調査項目 / 測定場所	総炭化水素	メタン	非メタン	アンモニア	硫黄化合物						アミン		アルデヒド				脂肪酸	
					硫化カルボニル	硫化水素	二硫化炭素	メチルメルカプタン	ジメチルサルファイド	ジメチルジサルファイド	トリメチルアミン	不明成分	ホルムアルデヒド	アセトアルデヒド	プロピオンアルデヒド	nブチルアルデヒド	酢酸	プロピオン酸
敷地境（クリーニング屋前）																		
脱臭塔入口	95.0	40.0	19.0	0.14 / 0.25	0.003	trace	0.001	0.004	0.004	0.002	0.005	0.104	−	−	0.43	−	trace (0.3以下)	trace (0.1以下)
脱臭塔出口	61.0	36.5	13.3															

表I.28　Fポンプ場臭気測定結果

(ppm)

炭化水素組成分析															
n－ブタン	2メチルペンタン	3メチルペンタン	2,4ジメチルペンタン	ベンゼン	3メチルヘプタン	トルエン	エチルベンゼン	m, pキシレン	o．シキレン	イソプロピルベンゼン	m, pエルトルエン	o．エテルトルエン	アセトン	MEK	プロパン,プロピレン	イソブタン
0.004	0.009	0.014	0.005	0.548	0.017	0.997	0.177	0.117	0.084	0.367	0.238	0.151	2.775	0.192	0.020	0.007

表I.29　Gポンプ所臭気測定結果

(ppm)

調査項目 / 測定場所	総炭化水素	メタン	非メタン	炭化			水素組成分析				
				イソペンタン	n－ヘキサン	n－ペンタン	ベンゼン	n－ヘプタン	トルエン	m, pキシレン	アセトン
沈砂地排気口（阻水扉側）	19	13.5	2.0	0.001	0.001	0.002	0.003	0.003	0.005	0.003	
敷地境（阻水扉前側）	10	3.0	2.8								
〃（沈砂ホッパー搬出口前）	210	OVER	5.4								

第 1.3節　し尿処理場

表 I.30[9]はし尿臭の燃焼脱臭効果で燃焼温度は750℃で十分であり，それ以上の温度はNOXの発生を増加させることを示している。表 I.31[10]は愛知県下のし尿処理場の敷地境界線のデータでアンモニアが基準値を越えていることを示している。表 I.32[11]は発生源の検知管のデータで硫化水素，アンモニアがきわめて高いことを示している。

表 I.30　し尿処理場臭気の直火燃焼脱臭効果

試験項目		原臭気	装置出口排気〔燃焼温度℃〕		
			600	750	800
悪臭成分	H_2S ppm	85	0.07	不検出	不検出
	NH_3 ppm	75	1	不検出	不検出
	SO_2	−	300	250	250
	NOx	−	25	50	75
臭気濃度	ASTM 注射器法偕　約5,000		150	80	70
(一般人)	$\frac{\text{原臭気濃度}-\text{装置出口濃度}}{\text{原臭気濃度}}\times 100$ (%)		97	98.4	98.6

し尿を 100 m³/日，活性汚泥法により処理している。

表 I.31　し尿処理場敷地境界線付近の臭気測定結果

測定年月日　昭和47年12月26日（敷地境界線）

No.	測定地点	悪臭物質	濃度	採取時間	気温	備考
1	事業場敷地内	アンモニア 硫化水素	0.1 ppm ※検出限界以下	11:26~11:31 11:24~11:29	5.5℃	NNW 1m/S 以下
2	〃　南境界	アンモニア 硫化水素	0.34 検出限界以下	11:37~11:42 11:36~11:41	14.0	NW 1m/S 以下
3	〃南2東境界	アンモニア 硫化水素	0.58 検出限界以下	11:51~11:56 〃	15.0	SSW 1m/S 以下
4	〃 南東境界	アンモニア 硫化水素	1.67 検出限界以下	12:03~12:08 〃	15.0	SW~NW 1m/S 以下

122

表Ⅰ.32　し尿処理工程中より発生する臭気測定結果（北川式検知管法）

（ppm）

し尿処理場	A		B		C	
測定箇所＼測定ガス	H_2S	NH_3	H_2S	NH_3	H_2S	NH_3
投入口 a）	500	80	400		480	60
投入室						
ポンプ室						
貯留槽 b）	300	60	280	20	350	30
予備貯留槽 c）	380	60				
前処理機	50	70	20	50		
前処理涙液槽	60	100	40	80		
脱離液槽（消化槽）	500	100	200	40	450	50
消化槽安全弁	10,000		12,000			0
稀釈調整槽	60	0	30	15	100	
曝気槽						
水洗式脱硫器周囲	20		20			
ロータリーキルン乾燥物		33				
ロータリーキルン排気ガス		100				
脱水機室		5				5

a）バキューム車投入時　　b），c）シュレッダー，移送ポンプ運転時

表Ⅰ.33[12]はオルザット法による消化ガスの測定データで，この中には硫化水素が1.5％も含まれていることを示している。

表Ⅰ.34[13]）は環境庁告示法9号による測定データで敷地境界線では硫化水素，アンモニアに殆んど基準値（2.5）を越えていない結果を示している。

表Ⅰ.33　消化槽より発生するガス濃度

化学式	ガス名	濃度
CH_4	メタン	45.8 %
CO_2	炭酸ガス	38.8 %
N_2	窒素	8.6 %
H_2S	硫化水素	1.5 %
H_2O	水	2.3 %
$CH_3 \cdot SH$	メチルメルカプタン	12.4 ppm
$C_2H_5 \cdot SH$	エチルメルカプタン	1.2 ppm

表Ⅰ.34　し尿処理場の悪臭発生源におけるアンモニアおよび硫化水素測定結果

場所	地点	No.	アンモニア ppm	硫化水素 ppm	臭気強度	気動 m/sec	気温 ℃	湿度 %
岐阜羽島衛生センター	処理場周辺および境界線	1	0.070	0.004	2			
		2	0.277	0.007	*3			
		3	0.447	0.009	2	1.63	14.6	51
		4	0.430	0.003	1			
		5	0.218	0.004	1			
		6	0.378	0.012	*3			
		7	0.374	0.009	*3	2.03	14.9	60
		8	0.531	0.006	*3			
		9	0.551	0	2			
		10	0.206	0	2			
	処理場内	11	0.167	0.002	3			
		12	0.328	0.010	3	0.84	9.3	36
		13	0.586	0.129	2			
		14	0.368	0	2			
		15	0.388	0	3			
		16	0.346	0	4.5	2.61	17.6	47
		17	0.905	0.531	5			
岐北衛生センター	処理場	18	0.335	0	4	0.73	10.5	44
	塵芥	19	0.312	0.006	3.3	2.61	17.6	47
	処理場内	20	0.185	0.009	3			
		21	0.405	0.009	2			
		22	0.577	0.003	2	0.86	7.1	45
		23	0.371	0.011	1.5			
		24	0.466	0.005	3			
		25	0.360	0	2			
		26	0.147	0.001	3	2.96	9.5	66
		27	0.228	0.004	2			
		28	0.210	0.013	1			
	処理場周辺および境界線	29	0.547	0.003	2			
		30	0.416	0.004	*3			
		31	0.691	0.015	2			
		32	0.433	0.012	1	1.04	6.9	49
		33	0.480	0.012	1			
		34	0.248	0.002	2			
		35	0.184	0.002	2			
		36	0.910	0.002	2	2.59	8.5	59
		37	0.335	0.003	1			
		38	0.336	0.002	2			
		39	0.315	0	1			
中津川市し尿処理場	処理場内	40	0.390	0.026	1	0.06	18.2	51
		41	1.167	0.072	1			
		42	0.390	0.010	1			
		43	0.684	0.010	1			
		44	0.833	0.014	3	0.28	24.8	82
		45	1.313	0.853	3			
	処理場周辺および境界線	46	0.559	0.001	4			
		47	0.604	0.011	—	0.06	18.2	51
		48	0.238	0.007	2			
		49	0.439	0.014	1	0.28	24.8	82

表Ⅰ.35[14)]36[15)]37[15)]は日本環境衛生センターが過去に測定した2つの市のし尿処理の臭気測定例である。表Ⅰ.35は発生源の排ガスがその周辺で最も臭気濃度が高い個所で採取したデータである。

投入槽機ガスはバキューム車がし尿を投入した貯留槽の押し出された臭気にドラムスクリーン，砕細機の上，沈砂池等の臭気を集めたもので，し尿処理場の中でも臭気濃度が高い発生源の1つである。

表Ⅰ.36，37は別の市のし尿処理場の測定データで表Ⅰ.36 中のⅠ.1は水洗浄，薬液洗浄および化学吸着を組合わせた脱臭装置であり，又Ⅱ.2とⅣ.2は水洗浄脱臭装置である。表Ⅰ.37は敷地境の測定例でメチルメルカプタンが悪臭防止法の基準値（25）を越えている。

表Ⅰ.35　ガスクロマト分析等による測定結果

測定地点名	採取時間	硫化水素	メチルメルカプタン	硫化メチル	二硫化メチル	アンモニア
スクリーンカス除渣機	9/3 10時40分	56 ppb	11 ppb	6 ppb	5 ppb	0.51, 0.84 ppm
投入口そば	9/5 9時57分	95 ppb	35 ppb	3 ppb	—	0.75 p m
好気性消化槽硫酸溶液通し	9/3 14時10分	460 ppb	30 ppb	21 ppb	930 ppb	305 ppm
投入槽排ガス		658.8 ppm	5.6 ppm	21 ppm	—	
スクリーン焼却炉着火（定常）30分	4日 10時00分	9 ppb	11 ppb	—	—	
（着火1時間）硫酸溶液通し	4日 10時32分	20 ppb	13 ppb	—	—	0.78 ppm
汚泥処理室内中央部	4日 13時55分	8.2 ppm	86 ppb	—	—	
汚泥処理室入口境	5日 13時28分	1.8 ppb	33 ppb	—	—	
脱硫器　3 m	5日 10時 7分	460 ppb	54 ppb	—	—	0.15, 1.08 ppm
敷地境（好気性側）	5日 14時15分	13 ppb	1 ppb	—	2 ppb	0.53 ppm
敷地境（投入口側）	5日 14時26分	4 ppb	trace	trace	—	
遠心分離（ベルトコンベア）		5.6 ppm	149 ppb	—	—	

表Ⅰ.36　発生源測定結果　(単位ppm)

番号	試料採取場所	試料採取時間	硫化水素	メチルメルカプタン	ジメチルサルファイド	ジメチルジサルファイド
Ⅰ－4	160kℓ系脱臭塔入口	11日 12時	500	40	1	
Ⅰ－1	160kℓ系脱臭塔最終出口	11日 12時25分	20	1	0.1	0.8
Ⅱ－2	酸化70kℓ水洗脱臭塔出口	11日 15時～05分	0.053	0.38	0.15	0.025
Ⅲ－1	酸化100kℓ系投入槽付近	11日 11時05分~10分	0.001	0.001	0.001	trace
Ⅲ－4	酸化100kℓ系遠心分離機室(エァウィック使用)	11日 10時50分~55分	0.041	0.007	0.005	－
Ⅲ－5	〃 (エァウィック未使用)	11日 12時25分~30分	0.105	0.008	0.002	－
Ⅳ－2	酸化新100kℓ系水洗脱臭塔出口	11日 15時50分~55分	0.046			0.107

表Ⅰ.37　環境測定結果　(単位ppb)

番号	試料採取場所	試料採取時間	硫化水素	メチルメルカプタン	ジメチルサルファイド	ジメチルジサルファイド
環－1	事業所境界線車庫入口	12日15時48分 ~15時53分	6	4	－	－
環－2	〃 酸化70Kℓ脱臭塔	12日16時 5分 ~16時10分	10	5	2	trace
環－1	〃 酸化90Kℓ脱臭塔	12日16時21分 ~16時26分	13	5	trace	trace

traceはジメチルサルファイドでは約0.1 ppb以下，ジメチルジサルファイドでは約1 ppb以下の濃度である。

第1.4節　ごみ処理場

1.4.1　ごみ試料の乾燥時における臭気実験データ

1.4.1.1　ガスクロマトグラフ質量分析法による臭気物質の測定

(1) 測定結果

ごみ臭気の化学測定データは未だ殆んどないのが現状である。表Ⅰ.38は(2)の考察に示すように少量（2 kg）のごみを電気乾燥機で乾燥させ，発生する臭気を(3)に示す測定方法でGC－MS分析した結果である。

表Ⅰ.38　ガスクロマトグラフ質量分析法によるごみ臭気成分の同定結果

ピーク No	質量数	物質名または構造式	ピーク No	質量数	物質名または構造式
1			17	106	m ，o－キシレン
2	46	エチルアルコール	18		
3	58	アセトン	19	87 120	N, N－ジメチルアセトアミド？ C_9H_{12}
4	72 84	C_5H_{12} ジクロロメタン	20	142 120	n－デカン C_9H_{12}
5	86	n－ヘキサン	21	120	C_9H_{12}
6	118	クロロホルム	22	120	C_9H_{12}
7	132 98 100	1,1,1－トリクロロエタン 1,1－ジクロロエタン C_7H_{16}	23	94 120	フェノール C_9H_{12}
8	100 78 96	C_7H_{16} ベンゼン C_7H_{12}	24	134 136	$C_{10}H_{14}$ リモネン？
9	130	トリクロロエチレン	25	156 146	n－ウンデカン ジクロロベンゼン
10	100	メチルイソブチルケトン	26	108	クレゾール
11		不　明	27	108 136	クレゾール $C_{10}H_{16}$
12	92	トルエン	28		炭化水素　(C_{12} ？)
13		不　明	29		〃　(C_{12} ？)
14	164	テトラクロロエチレン	30		〃　(C_{12} ？)
15	106	エチルベンゼン	31		〃　(C_{13} ？)
16	106	o－キシレン	32		〃　(nC_{14} ？)
			33		〃　(C_{15} ？)
			34		〃　(nC_{15} ？)

(2) 考　察

ガスクロマト質量分析法を用いて，ごみ電気乾燥機による前処理過程で発生する臭気は，ごみの乾燥や焦げたときの特有の臭気で，その主成分がいかなる物質であるか今まで不明であったが，今回のGC－MS分析でその一部が明らかにされた。

検出成分のうち量の多かった物質はエチルアルコール，ヘプタン，トルエン，テトラクロロエチレン，m－p キシレンであった。量はそれほど多くはないが，嗅覚を刺激する量が小さいので臭気として問題となるのは，トリクロロエタレン，メチルイソブチルケトン，テトラクロロエチレンなどの塩素化炭化水素類である。

127

また，フェノール，クレゾールの量も多かったが，これらは，臭気を捕集したテドラーバックから発生したバックグランドの成分が，ガスクロマトのカラムより溶出した成分の疑が強いので注意が必要である。

量的にきわだって多かったのはエチルアルコールであるが，閾値が4.3 ppmなので臭気強度としての意味は余りない。

	検知閾値（センター）	Hellman Absolute	Hellman 50%認知	Hellman 100%認知	Leonardos 50%認知
エチルアルコール		4.26	53.3	53.3	10
アセトン	30	20.0	32.5	140.	100
メチルイソブチルケトン		0.1	0.28	0.28	0.47
トルエン		0.17	1.74	1.74	2.14
キシレン		0.08	0.27	0.27	
フェノール					0.047
トリクロロエチレン					21.4
ベンゼン					4.68
アンモニア	0.15				46.8
硫化水素	0.0005				0.0005
トリメチルアミン	0.0001				0.0002
硫化メチル	0.0001				0.001
メチルメルカプタン	0.0001				0.002
ピリジン					0.021
ホルマリン	0.41				1.0
吉草酸	0.0008				
SO_2			無水酢酸		0.47
酢　酸		0.14	0.36	0.36	1.0
酪　酸					0.001
塩　酸					10.0
パラクレゾール					0.001
スチレン	0.033	(34)			

(3) 分析方法

テドラーバッグに採取した試料のうち約1 ℓをテナックスGCを充てんした試料濃縮管に毎分200 m^2 の速度で適した試料ガス中の成分を吸着させる。（図I.2）

この試料濃縮管をGC－MSに接続し，検出器（TIC）の応答が安定した後，試料濃縮管の温度から200℃まで加熱昇温させることによって試料濃縮管に吸着された成分をGC－MSに導入する。

128

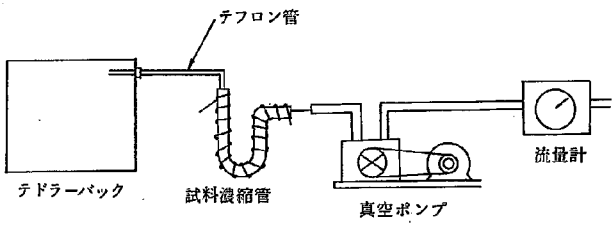


図 I.2　試料濃縮方法の概略図

表 I.39　GC－MS の分析条件

装置	島津 LKB 9,000 GC－MS
カラム	アピエゾングリース L 25％クロモソルブ W. AW. DMCS 処理 3 m × 3 mm φ
カラム温度	30℃ → 200℃（5 分後 10℃ / min 昇温）
キャリヤガス	He 30 mℓ/min
検出器	全イオン検出器（TIC）
セパレータ温度	270℃
イオン源温度	290℃
加速電圧	3.5 KV
イオン化電圧	70 ev
トラップ電流	60 μA

第 1.5 節　へい獣処理場

1.5.1　魚腸骨処理場[16)]

従来，日本で最も大きな悪臭公害の発生源であった魚腸骨処理施設は数年前から外国の新鋭処理方式が，わが国に導入され処理プロセスの密閉化，臭気の直燃脱臭方式との組み合せによって著じるしく悪臭発生量が減少した。本調査データは事業所敷地境（操業前の事前調査）と発生源のうち，主として脱臭装置の効果制定を中心に測定した。ATV（水洗装置），ボイラー燃焼脱臭，燃焼脱臭装置の出入口の臭気を環境庁告示 9 号の測定方法にもとずいて測定した。

129

表Ⅰ.40　魚腸骨処理場臭気測定結果（アトラス社製処理装置）

単位：V/V PPM

調査	記号	物質名 / 測定場所	硫化カルボニル	二硫化水素	硫化水素	メチルメルカプタン	硫化メチル	二硫化メチル	アンモニア	トリメチルアミン	ジメチルアミン	二酸化イオウ	酢酸	プロピオン酸	イソー酪酸	n－酪酸	イソー吉草酸	n－吉草酸	採取時間
事前調査	E- 1	敷地境	0.002	0.001	－	－	－	－	0.56	trace	trace	－	/	/	/	/	/	/	9月26日 12時20分
	E- 1	〃	/	/	/	－	－	－	0.36	trace	trace	－	/	/	/	/	/	/	9月26日 12時55分
	E- 2	〃	0.001	0.001	trace	－	－	－	0.32	trace	trace	－	/	/	/	/	/	/	11月26日 13時30分
	E- 4	〃	/	/	/	/	/	/	0.07	0.004	trace	/	/	/	/	/	/	/	11月14日 10時25分
	B- 6	〃	trace	trace	－	－	－	－	/	/	/	－	/	/	/	/	/	/	11月14日 14時00分
本調査	B- 1	ＡＴＶ入口	trace	－	3.82	8.40	0.686	0.310	320.0	45.56	0.378	trace	4.40	3.48	1.03	4.17	1.39	0.12	11月13日 10時25分
	F- 2	ＡＴＶ出口	trace	－	0.200	8.63	0.219	0.205	16 94	6.08	trace	trace	/	/	/	/	/	/	11月13日 11時25分
	F- 3	ボイラー煙突（カラダキ）	－	－	－	－	－	－	/	/	/	定量不能	/	/	/	/	/	/	11月11日 14時28分
	F- 3	ボイラー煙突（通常）	－	－	－	－	－	－	0.13	trace	－	〃	/	/	/	/	/	/	11月12日 11時10分
	F- 4	燃焼炉煙突（プラントエアー）	－	－	－	－	－	－	0.13	0.037	0.056	〃	/	/	/	/	/	/	11月14日 12時50分
	F- 4	燃焼炉煙突（原料室エアー）	－	－	－	－	－	－	0.07	0.024	0.004	〃	/	/	/	/	/	/	11月14日 11時40分
	B-10	敷地境	/	/	/	/	/	/	0.21	trace	－	－	/	/	/	/	/	/	11月14日 13時45分
	B- 9	〃	trace	trace	trace	－	－	－	/	/	/	－	/	/	/	/	/	/	11月13日 11時45分
	C- 7	ＡＴＶ水洗塔（室内空気）	/	/	/	/	/	/	/	/	/	－	－	－	0.007以下	0.007以下	－	－	11月13日 10時25分

/　：測定せず

－　：不検出

trace：1 ppb 以下であるがコンセキ有り

1.5.2 化 製 場

1.5.2.1 獣骨処理場[17)]

獣骨処理場も魚腸処理場と同様な公害的要素をもつ大きな問題業種である。調査を実施した獣骨処理場はオールプライト社（米国）のバッチ方式のレンダリングプラントで昭和45年に宮城県に設置され，装置の一部に臭気が発生する個所（クッカー出口のドレインパン）があり，そこの臭気は硫化水素18ppm，メチルメルカプタン0.4ppmを含んでいた。なお本プラントのクッカーからの臭気は燃焼脱臭している。

表I.41 発生源調査の測定成績

（単位：ppb）

試料採取場所	試料ガス濃縮量	試料分析月日	硫化水素	メチルメルカプタン	硫化メチル	ジメチルジサルファイド
燃焼脱臭前	1 ℓ	12月 9日	−	2.3	3.8	17
	1 ℓ	12月11日	−	3.1	11	34
	平均		−	2.7	7.4	2.6
燃焼脱臭後	1 ℓ	12月 8日	−	trace*(0.5)	−	6.9
	1 ℓ	12月11日	−	trace (0.4)	1.3	−
	平均		−	(0.45)	0.65	3.5
原料置場	1 ℓ	12月11日	0.9	6.4	0.9	4.2
原料置場（ホッパー上）	1 ℓ	12月11日	96	37	1.6	1.6
クッカ出口ドレンパン上	10 mℓ	12月11日	18,000	440	−	−
	5 mℓ	12月11日	11,000	400	−	−
	平均		14,500	420	−	−
クッカーもれガス	20 mℓ	12月11日	9,500	1,500	51	140
	10 mℓ	12月12日	8,100	1,200	28	29
	平均		8,800	1,350	40	85

* trace（こんせき）に相当する濃度は（ ）に示した。

表I.42 環境調査の測定成績

（単位：ppb）

試料採取場所**	試料ガス濃縮量	試料分析月日	硫化水素	メチルメルカプタン	硫化メチル	ジメチルジサルファイド
工場敷地境 1	1 ℓ	12月 8日	−	trace*(0.4)	trace (0.1)	−
工場敷地境 2	1 ℓ	12月 8日	−	trace (0.3)	trace (0.1)	−

* trace（こんせき）に相当する濃度は（ ）に示した。

1.5.2.2　フェザー関係処理場[18)]

本業種は魚腸骨・獣骨処理場の設置数からみると少ないが，操業時の悪臭発生は大きいので施設があると必らずといってよいほど公害問題を起している。ブロイラーの羽毛を加熱蒸解するクッカー（又はオートクレーブ）や乾燥時に臭気が発生し，その主成分は下記の6成分ではないかと思われる。

本測定データは兵庫県の公害研究所が1973年に測定したもので，アクロレイン以外は環境庁告示9号，アクロレインについての測定方法は不明である。

敷地境界線上の基準を適用すると，硫化水素，硫化メチルの2物質以外はすべて基準オーバーであり，メチルメルカプタンは基準値の17倍，トリメチルアミンは13倍と非常に高く，県条例の有害物質であるアクロレインについては基準値の19倍の濃度が検出されたことは注目に値する。本結果に基づく行政指導及び町との公害防止協定締結により，レンダリングクッカーを導入し，臭気の低減がはかられつつある。

表Ⅰ.43　O化学工業所（化製場）の臭気測定結果（48年6月26～27日）

採取場所	試料No	アンモニア (ppm)	トリメチルアミン (ppm)	硫化水素 (ppm)	メチルメルカプタン (ppm)	硫化メチル (ppm)	アクロレイン (ppm)
敷地境界	E－1	0.55	×0.013	0.0045	×0.026	0.010	ND
	E－2	0.55	0.001	0.005	×0.025	0.001	ND
	E－3	0.16	0.003	0.006	×0.034	0.001	ND
	W－1	×1.05	×0.049	0.007	×0.025	0.000	×0.57
	W－2	×2.16	×0.066	0.009	×0.026	0.001	ND
	W－3	－	－	0.005	×0.026	0.006	×0.22
	S－1	－	－	0.007	×0.026	0.001	ND
	S－2	－	－	0.003	×0.026	0.006	ND
発生源	1 羽毛の乾燥工程	20.0	0.064	0.016	0.031	－	ND
	2 〃	22.3	0.354	0.016	0.024	－	0.27
	3 足骨の乾燥工程	5.2	0.100	0.015	0.033	－	0.21
	4 羽毛の水洗及び脱水工程	5.2	0.052	0.015	0.168	－	0.03
	5 羽毛の蒸解工程	6.7	0.006	0.014	0.028	－	0.11
	6 足骨の煮沸工程	10.1	0.410	0.014	－	－	－
	7 半製品乾燥工程	6.3	0.010	0.014	0.024	－	0.29
	8 〃	2.9	0.040	0.011	0.034	－	0.16
	9 製品粉砕工程	5.8	0.042	0.012	0.029	－	0.23
	10 新装置の前	4.4	0.036	0.015	0.045	－	0.11
	11 鶏血保存場	3.3	0.008	0.015	0.068	－	0.26
	12 新装置エジェクター排ガス	－			0.062	－	2.44

注　－は“測定せず”，NDは“検出せず”（0.01 ppm以下）を示す。×は基準オーバーを示す。

182

第1.6節　畜舎（養豚場，養鶏場など）の臭気成分濃度

全国の悪臭公害苦情の中で畜舎関係は約40%を占め，事業所別で最大の苦情比率である。その理由は数が多く，大・中都市周辺の畜舎が住宅に囲まれてきたこと，及び飼養規模が零細なためふん尿処理が不十分（多くは簡単な沈殿池程度）で殆んど未処理放流であることなどがあげられる。

表Ⅰ.44から表Ⅰ.47[19]は愛知県公害調査センターが，環境庁告示9号の測定方法に基ずいて県下の畜舎臭気を測定したもので，し尿処理場の臭気と養豚場の臭気はきわめて似ており，鶏養乾燥排ガスはアンモニアが高濃度である例が多い。

表Ⅰ.44　養豚場の測定結果

面積約600 m²，頭数約200を飼育している。

測定年月日　昭和47年12月22日（環境）　　単位（ppm）

No. 採取場所	アンモニア	トリメチルアミン	硫化水素	メチルメルカプタン	硫化メチル	備　考
1　豚舎　南境界	0.29	0.0001以下	0.0011	0.0003以下	0.00005	
2　〃　北〃	0.78	〃	0.007	〃	0.00005以下	気温
3　〃　北〃	0.34	〃	0.037	〃	0.0006	8.5℃~11℃
4　堆肥舎近く	0.28	〃	0.0001	〃	0.00005以下	
5　豚舎東20m	0.33	〃	0.0069	〃	〃	

表Ⅰ.45　養鶏場の測定結果

敷地面積135,000 m²，飼育羽数約50万羽，鶏糞処理量25.320 ton/年の養鶏場であり，鶏糞乾燥機からの排ガスは水洗式脱臭装置で脱臭されている。

測定年月日　昭和47年12月22日（排出口）

採取場所	アンモニア	トリメチルアミン	硫化水素	メチルメルカプタン	硫化メチル	排ガス量	排ガス温度	煙突高さ	備　考
乾燥機の水洗塔出口	25 ppm 25 〃 17 〃	1ppm以下 〃 1　〃	2.4ppm	2.6 ppm	0.01ppm	19,497 (m^3/h)	28℃	10.7m	

表Ⅰ.46　養鶏場の測定結果

鶏糞乾燥を行っているが，脱臭装置がついているので，それを経た後で排出口の測定を行った。

測定年月日　昭和48年3月13日（排出口）　　単位（ppm）

採取地点	アンモニア	トリメチルアミン	硫化水素	硫化メチル	メチルメルカプタン	H_0 = 5.7 m
乾燥機脱臭	376.7	1以下	0.06以下	※	0.06以下	排ガス量1386 Nm/h
装置排ガス						温度 580℃

※　硫化メチルは二酸化いおうの妨害により確認できない。

表Ⅰ.47　養鶏場の測定結果

測定年月日　昭和47年12月22日（環境）

No.	採取場所	アンモニア	採取日時	トリメチルアミン	採取日時	備考
1	事業場敷地内	0.10ppm	14:23~14:32	0.0001ppm以下	14:17~14:24	11:00~12:00WNW2.0m/S
2	〃	0.28	14:43~14:48	〃	14:37~14:42	12:00~13:00WNW3.0m/S
3	〃	0.20	13:05~13:10	〃	12:57~13:02	13:00~14:00WNW2.5m/S
4	事業場南境界	0.27	14:01~14:06	〃	13:51~13:56	14:00~15:00 W 3.0m/S
5	〃 南々東境界	0.20	11:58~12:03	〃	11:51~11:56	15:00~16:00WNW3.0m/S
6	〃 南東境界	0.34	11:39~11:44	〃	11:33~11:38	
7	〃 南東250m	0.52	12:18~12:23	〃	12:13~12:18	

表Ⅰ.48は大阪市の本多らが測定した養豚関係の測定例[20]について整理したものであり，表Ⅰ.49は浜野らが1974年測定した養鶏場の臭気について測定した結果[21]でアンモニアが夏期に基準値を越しやすいことを示している。

表Ⅰ.48　畜産における臭気の発生源と特徴

分類	発生源	臭気の強さ	臭気の特徴
飼養場内	家畜，家禽（キン）の体臭	弱	硫化水素，アンモニア，メチルメルカプタン，トリメチルアミン，ジメチルサルファイト等
	畜舎の床上のふん尿	中	
	飼槽内飼料（配合）	弱	
	〃 （残飯）	強	ジメチルアミン，トリメチルアミン，酪酸等
	汚水溝	中	
ふん尿関係施設	ふん運搬装置	中	アンモニア，硫化水素，メチルメルカプタン，トリメチルアミン
	尿だめ	中	
	堆肥舎	弱	
	汚水処理施設	弱	アンモニア，メチルメルカプタン，硫化水素等
	ふん・汚泥貯留場	中	硫化水素，アンモニア，酪酸等
	ふん乾燥機	強	アンモニア，ジメチルアミン，酪酸，メチルメルカプタン，トリメチルアミン
	ふん焼却	弱ー強	アンモニア，ジメチルアミン，メチルメルカプタン
飼料関係施設	残飯飼料調整室	強	ジメチルアミン，トリメチルアミン，プロピルアミン，酪酸，メチルメルカプタン，プロピルメルカプタン等
	サイレージ	中	酪酸，アンモニア，硫化水素等
	乾燥貯蔵庫	弱	プロピルアミン，酪酸

表I.49　畜舎悪臭の実測例（敷地境界線，風下）

調査例	飼養条件			気候条件			悪臭成分測定結果				
	飼養家畜	飼養規模	畜舎のふん	調査	気温	温度	アンモニア	トリメチルアミン	硫化水素	メチルメルカプタン	硫化メチル
		羽・頭	堆積状況	季節	℃	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
規制基準値							1～2	0.005～0.02	0.02～0.06	0.002～0.004	0.01～0.05
（一般地域）							2～5	0.02 ～0.07	0.06～0.2	0.004～0.01	0.05～0.2
（順応地域）											
A	採卵鶏	1,000	卅	夏	34.0	74	4.8	0.037	0.0045	0.005	0.0025
				秋	10.5	57	0.64	不検出	0.0005	0.0004	0.0008
				夏	32.0	86	1.4	0.0091	0.0034	0.0093	0.001
B	採卵鶏	5,000	土	秋	13.5	61	0.82	0.0038	0.0009	0.0009	0.0011
				夏	33.0	66	1.04	0.0071	0.0066	0.011	0.0026
C	採卵鶏	10,000	卅※	秋	13.5	61	0.74	0.0042	0.0006	0.0007	0.0010
				夏	32.0	62	1.47	0.0042	0.0035	0.0039	0.0013
D	養豚	66	土	秋	11.0	49	1.12	0.0024	0.0008	0.0009	0.0015
				夏	34.0	71	1.10	0.0021	trace	0.0039	0.002
E	乳牛	49	+	秋	15.0	74	0.66	−	−	−	−
				夏	33.0	71	1.60	0.0085	0.0028	0.0056	0.001
F	肥育牛	60	卅	秋	14.0	64	0.90	不検出	0.0011	0.001	0.0014

※　火力乾燥実施，他は土壌処分（Soil Filter法）

表Ⅰ.50,[22] 表Ⅰ.51[4] はいずれも岐阜県公害センターが環境庁告示9号に基ずいて測定した畜舎の測定データで，いずれも低い測定結果しか得られていない。

表Ⅰ.50　畜舎周辺の臭気測定例

場所	地点	No	アンモニア (ppm)	硫化水素 (ppm)	臭気強度	気動 m/秒	気温 ℃	湿度 %
岐阜市畜産センター	豚舎周辺	50	0.244	0.003	—	0.13	16.4	74
		51	0.285	0.003	—			
		52	0.256	0.007	—			
		53	0.273	0.010	—			
		54	0.314	0.001	—			
		55	0.317	0.010	—			
		56	0.660	0.003	—			
		57	0.224	0.001	—			
		58	0.702	0.004	—			
	鶏舎周辺	59	0.129	0	※3	0.29	23.9	67
		60	0.595	0.005	※3			
		61	0.287	0	2			
		62	0.237	0.003	2			
		63	0.151	0	2			
		64	0.668	0	2			
		65	0.206	0	※3			
		66	0.432	0.007	1			
		67	0.066	0	1			
		68	0.141	0.020	—			

※：悪臭防止法施行令の岐阜県における規制値をうわまる値

—：測定せず

表 I. 51　静岡県下の測定結果（1973）

業種	採取場所	悪臭物質濃度（ppm） アンモニア	硫化水素	メチルメルカプタン	硫化メチル	臭気強度	測定月	測定時間	天候	気温(℃)	風向	風速	備考
養鶏	静岡市N養鶏場　鶏舎内	1.0	0.000	0.000	0.000	4	5	11:50～	曇	27.0	S	0.8	2月の測定と同一場所
	〃　敷地境界（鶏舎より80 cmの地点）	0.4	0	0.000	0.000	2	〃	11:26～	〃	〃	〃	〃	
	〃　敷地境界（鶏舎より1 mの地点）	0.3	0	0.000	0.000	2	〃	11:43～	〃	〃	〃	〃	
	静岡市Y養鶏場　鶏舎内	0.8				4	6	13:50～	曇	22.0	E	0.6	2月の測定と同一場所 鶏ふん火力乾燥装置は稼動
	〃　敷地境界（豚舎より1 mの地点）	0.2				3	〃	12:55～	〃	〃	〃	〃	中止中
養豚	富士市M養豚場　敷地境界（豚舎より3 mの地点）	0.7				2～3	12	13:20～	曇	5.0	E	0.5	規模：200頭 排水処理施設なし
	〃　敷地境界（豚舎より3 mの地点）	0.5				2～3	〃	13:30～	〃	〃	〃	〃	
	静岡市H養豚場　豚舎内	1.9				3～4	2	10:20～	晴	15.0	SE	—	飼育数80頭 畜舎の洗浄はしない
	〃　豚舎より3 mの地点	0.3				0	〃	10:35～	〃	〃	〃	0.7	ふんはオガ粉を使用して毎日処理　尿は尿だめに貯える。
	〃　豚舎より10 mの地点	0				0	〃	10:45～	〃	〃	〃	〃	配合飼料給与 豚舎は板がこい
	静岡市Z養豚場　豚舎内	1.2				4	2	12:30～	晴	16.0	S	—	飼育数80頭 畜舎の洗浄はしない
	〃　豚舎より1 mの地点	0.9				3	〃	12:45～	〃	〃	〃	1.4	ふん尿の処理は不完全のまま放流
	〃　豚舎より15 mの地点	0.1				0	〃	13:00～	〃	〃	〃	〃	市内食堂の残飯給与　豚舎は板がこいであるが開放部分が多い
	静岡市Z養豚場　豚舎内	1.6	0.001	0.000	0.000	4	5	14:00～	曇	27.0	N	—	2月の測定と同一場所
	〃　豚舎より1 mの地点	1.2	0	0	0.000	3	〃	14:15～	〃	〃	〃	1.4	
	〃　豚舎より15 mの地点	0.1				0	〃	14:25～	〃	〃	〃	〃	
	静岡市H養豚場　豚舎内	3.8				3	6	14:55～	雨	22.0	—	—	2月の測定と同一場所
吸着飼料	焼津市Y工場　敷地境界（排突より40～50 mの地点）	0				3～4	12	14:20～	曇	15.0	N	1.0	
	静岡市K工場　工場内（ドライヤー附近）	1.9				3～4	3	14:30～	晴	12.0	W	—	敷地面積2.376 m^2 脱臭方法～水洗→電気脱臭

表 I.52　静岡県下の測定結果

業種	採取場所	悪臭物質濃度（ppm） アンモニア	硫化水素	メチルメルカプタン	硫化メチル	臭気濃度	測定月	測定時間	天候	気温（℃）	風向	風速	備考
養鶏	富士宮市Y養鶏場　敷地境界　鶏ふん処理場（土壌脱臭施設から20ｍ地点）	0.6				4	12	11：10～	曇	7.5	E	0.6	鶏ふん火力乾燥→水洗→土壌脱臭処理，規模2万羽
	富士宮市F養鶏団地　敷地境界　鶏ふん処理場（土壌脱臭施設から20ｍ地点）	1.8				4～5	〃	14：05～	〃	4.0	S	0.8	鶏ふん火力乾燥→水洗→土壌脱臭処理，規模15万羽，処理場15 t/day
	〃　排気口 ウインドレス鶏舎	3.8				5	〃	14：40～	〃	5.0	〃	1.0	規模1万羽鶏舎15棟
	〃　敷地境界（排気口より10ｍの地点）	0.3				1～2	〃	14：30～	〃	2.0	〃	〃	
	富士市I養鶏場　鶏舎内 開放型鶏舎	0.3				3～4	1	16：00～	〃	17.0	NE	0.6	ケージ鶏舎，開放型 規模：2.5万羽
	〃　敷地境界（鶏舎より4ｍの地点）	0.3				3	〃	16：00～	〃	〃	〃	〃	ふんは週1回のわりで清掃しているが測定時は3日間
	〃　敷地境界（鶏舎より4ｍの地点）	0.2				3	〃	16：06～	〃	〃	〃	〃	（3日間分のふんが堆積）
	静岡県Y養鶏場　敷地境界　鶏ふん火力乾燥施設（鶏舎より1ｍの地点）	1.6				4	2	11：45～	〃	〃	N	0.3	ケージ鶏舎，開放型 規模：3,300羽
	〃　敷地境界	2.8				4	〃	12：00～	〃	〃	〃	〃	鶏ふん処理量 0.6 t/day
	〃　敷地境界	2.0				3	〃	12：13～	〃	〃	〃	〃	火力乾燥→水洗（鶏舎に接して乾燥機を設置してある）
	〃　敷地境界より8ｍの地点	0.9				3	〃	12：30～	〃	〃	〃	〃	
	静岡市N養鶏場　鶏舎内	1.2				4	〃	13：35～	晴	15.0	S	0.8	ケージ鶏舎，開放型（ビニールが貼ってある）
	〃　敷地境界（鶏舎より80cmの地点）	1.3				3	〃	13：45～	〃	〃	〃	〃	規模：3,700羽
	〃　敷地境界（鶏舎より1ｍの地点）	0.8				3	〃	13：55～	〃	〃	〃	〃	鶏ふん処理は6ケ月に1回（6ケ月間のふんが堆積）
	掘野市N養鶏場　敷地境界	1.3				2	3	14：30～	曇	7.0	〃	1.0	開放型鶏舎 規模：1.5万羽
	〃　敷地境界（鶏舎より3ｍの地点）	0.7				2	〃	14：20～	〃	〃	〃	〃	鶏ふんは45日に1回のわりで清掃しており測定時は20日目
	掛川市S養鶏場　排気口 ウインドレス鶏舎	15.2	0.005	0	0	5	5	14：50～	晴	23.0	WSW	0.3	規模：800羽
	〃　鶏舎内 鶏ふん舎内乾燥方式採用	1.1	0.001	0	0	3	〃	15：15～	〃	〃	〃	〃	ケージ鶏舎。送風乾燥方式，9.3羽/坪飼育，鶏ふん清掃後16日目に測定
	〃　鶏舎内 鶏ふん舎内自然乾燥	2.7	0.000	0	0	3	〃	15：25～	〃	〃	〃	〃	ケージ鶏舎堆積乾燥方式9.3羽/坪飼育，鶏ふん清掃後16日目に測定

表I.52[4]はI.51の続きであり，鶏舎乾燥機排出口や土壌脱臭施設（ソイルフィルター）排出口に至近の距離にある敷地境界線上ではアンモニアが基準値（2.5）の1 ppmを越えている。又，鶏舎より至近距離（0.8－1m）にある敷地境でも2例ほど1 ppmを越えており，鶏舎から敷地境までは少くとも10m程度は離さなければならないことを示している。

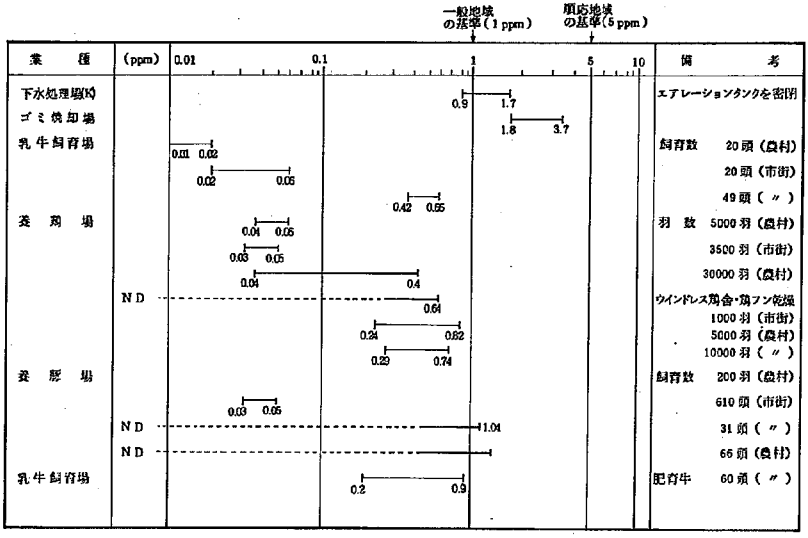
第1.7節　臭気成分別濃度測定例（いわゆる悪臭5項目）

図I.3から図I.7までの5図は兵庫県公害研究所が1974年までに県下の悪臭発生施設について，環境庁告示9号の測定方法を用いて測定した結果[23]をまとめたものである。この図では悪臭指定物質別に下水，ごみ，養鶏，養豚，養牛等の5種事業所について，それぞれの悪臭物質の検出濃度範囲を示してある。

アンモニアについてはごみ焼却場，下水処理場が高く，メチルメルカプタンについては，ごみ焼却場，乳牛飼育場，下水処理場の順で高い濃度が測定された。硫化水素についてはごみ焼却場が，硫化メチルについてはごみ焼却場と下水処理場が，又トリメチルアミンについては養鶏場，乳牛飼育場，養豚場が高かった。

なお，悪臭防止法のゆるやかな基準値（3.5）を越えているのはメチルメルカプタンのみで，ごみ焼却場が基準値の約10倍，乳牛飼育場が約7倍，下水処理場が約3倍となっている。

1.7.1　アンモニア



図I.3　アンモニアの濃度

139

1.7.2 メチルメルカプタン

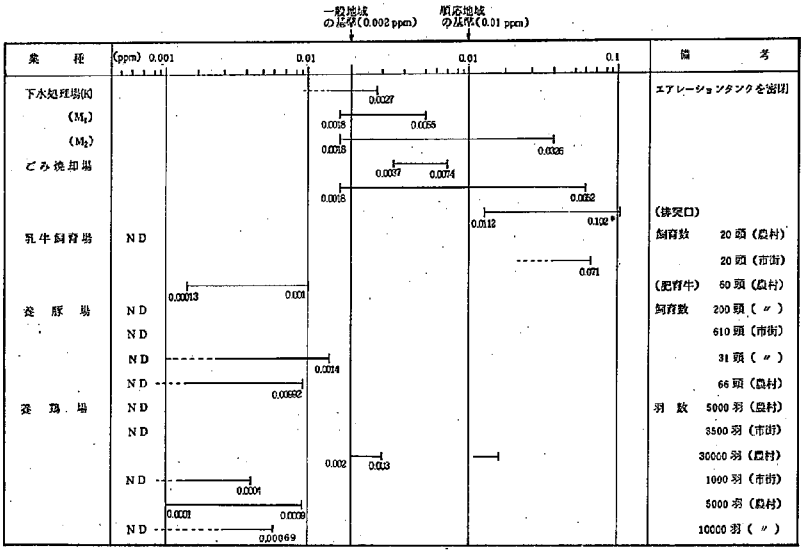


図 I.4 メチルカプタンの濃度

1.7.3 硫化水素

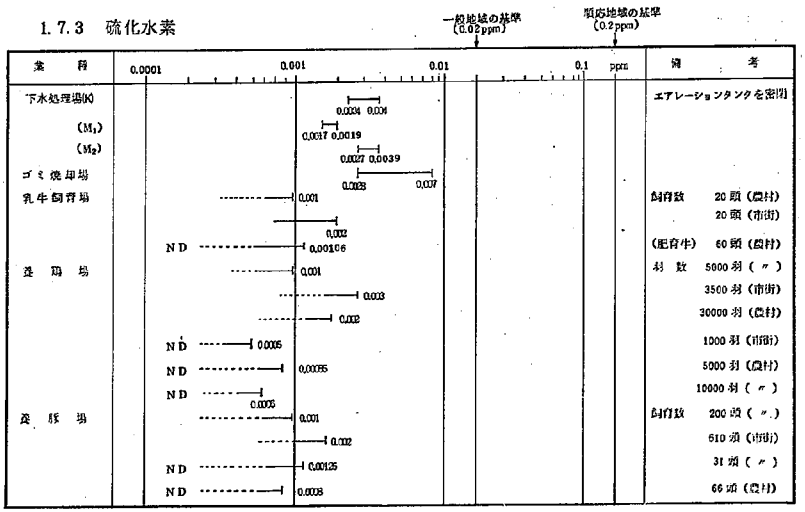


図 I.5 硫化水素の濃度

140

1.7.4　硫化メチル

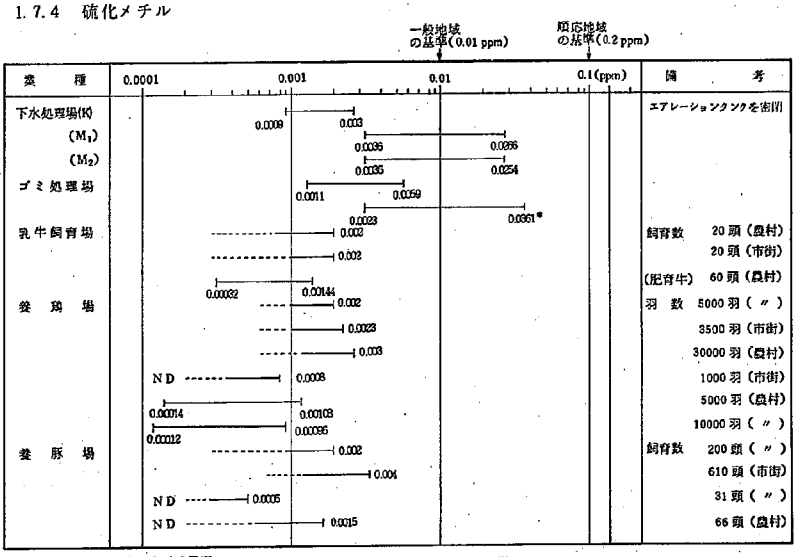


図 I.6　硫化メチルの濃度

1.7.5　トリメチルアミン

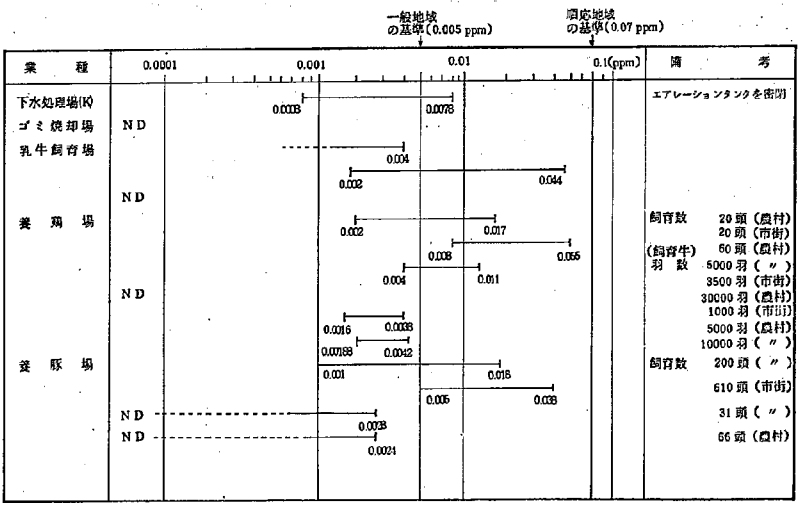


図 I.7　トリメチルアミンの濃度

141

第２章　官能試験による臭気測定データ

官能測定方法については本報告書第Ⅱ編第３章にゆずるが，環境庁告示９号よりも以前に一部の地方自治体や測定機関でＡＳＴＭ注射器法，におい袋法，無臭室法，オルファクトメーター等が用いられていた。

しかし，３点比較式におい袋法は都公害研が1969年悪臭の評価で公表してから急速に広まった測定方法で，判定は選定されたパネルが当るとはいえ比較的再現性や測定誤差が小さい方法として世の評価を受けてきた。

悪臭防止法と異なり，国でのレベルの規制値は未だないが，都と草加市（埼玉県）でそれぞれ規制値の条例をもっている。

臭気濃度の数値を評価する上で参考になるようにここに掲げておく。

東京都	発生源			草加市	発生源
	工業地域	準工・商業地域	その他		なし
	1000	500	300		
	敷地境				すべての事業所敷地境
	20	15	10		10

第2.1節　下水終末処理場

2.1.1　終末処理場

表Ⅰ.53　下水処理場と併設のし尿処理場臭気調査（発生源および敷地境）

番号	採取地点	採取時間	測定時間	臭気濃度	備考
14	スクリーンカス焼却炉（着火後１時間）	4日 10時32分	13時10分	1,300	9.5m/s，温度160℃
15	汚泥処理室入口境中央部床より1.5m	4日 13時28分	14時30分	24,000	
16	汚泥処理室内中央部床より約1.3m上	4日 13時55分	14時55分	32,000	
17	脱硫装置のふたを開けた時装置より3m	5日9時35分～37分	10時30分	240	ふたを開けて少し時間がたってからサンプリング
18	〃	5日10時7分～8分	11時 0分	560	ふたを開けて，すぐにサンプリング
19	敷地境	5日 13時26分	13時35分	320	西風微風 生し尿臭 3.5
20	敷地境	5日 13時32分	14時 0分	130	南風微風 生し尿臭 3.0
21	敷地境	5日 14時15分	14時50分	56	南風微風 生し尿臭 2.5
22	敷地境	5日 14時26分	15時15分	560	南風微風，生し尿臭 バキューム車3台投入時

表Ⅰ.53からⅠ.72までの20の表はいずれも日本環境衛生センターが昭和50年夏，某市下水処理場とポンプ場の幾つかの施設について，３点比較式におい袋法を用いて測定したものであり[8]，気体排出口や敷地境界線によっては東京都や草加市の基準値を越える測定データもあり，とくに汚泥焼却炉排ガス，汚泥脱水機室，汚泥貯留槽，沈砂池（特に薄渣掻上げ時），スクリ

147

表I.54　S処理場測定結果（№1）　測定日　7月25，26，27日　天候　晴

記号	測定場所	試料採取時間	風向	風速	オーダ値	臭気濃度	臭気強度	においの質	臭突 発生源の高さ	臭突 断面積	臭突 排出速度	臭突 排出量	臭突 ガス温度	O.E.R.	試料採取時の状況
									m		m/sec	m³/min	℃		
2－A	敷地境（正門）	7/25 9:20～35	東	m/sec 0.9	12.5	18	2.0～2.5	曝気槽のにおい							
2－B	〃　（洗浄槽）	7/25 10:40	南	1～3	10以下	10以下	2.0～2.5	曝気槽のにおい							
2－C	（汚泥焼却炉前）	7/25 10:15	南	1	12.5	18	2.0～3.0	曝気槽のにおい							
2－D	消化汚泥貯留槽周囲	7/26 9:45			10以下	10以下	2.5～3.5								液面より5m上で採取
2－E	汚泥焼却炉1号	7/27 10:35			38.8	7,500			30	0.708		(216.7)		(1.6×10^{6})	
2－F	〃　5号	7/27 11:05			33.3	2,400			50	0.95		(583.3)		(1.4×10^{6})	
2－G	汚泥処理工場 真空ポンプ排気口	7/25 11:25			13.5	22					10		31		
2－H	〃 真空ポンプ排気口	7/25 11:15～35	北		27.5	560		アンモニア臭	14.65	2.25	2.5	337.5	42	1.9×10^{5}	
2－I	〃 脱水機室排気口	7/25 9:40			10以下 10以下	10以下 10以下				1.3	12	936	29	9.4×10^{3}以下	
2－J	〃	7/25 9:58			15.5	35	3.0～4.0	アンモニア臭		0.55	17	564		2.0×10^{4}	
2－K	曝気槽	7/27 9:30			10以下										
2－L	脱離液洗浄廃液口	7/27 9:40			38.8	7,600		し尿臭							
2－M	生し尿送水ポンプ														採取場所変更
2－N	脱臭塔出口	7/26 9:30			51.5	140,000			8.35	0.289	15	260.1 (175)		3.6×10^{7} (2.5×10^{7})	

表Ⅰ.55　S処理場測定結果（№2）　測定日　7月25，26，27日　天候　晴

記号	測定場所	試料採取時間	風向	風速	オーダ値	臭気濃度	臭気強度	においの質	臭突 発生源の高さ	臭突 断面積	臭突 排出速度	臭突 排出量	臭突 ガス温度	O.E.R.	試料採取時の状況
2－O	消化汚泥貯留槽	7/27 9:50		m/sec	58.8	760,000	5.0	し尿臭	7.7 m	m^2	m/sec	m^3/sec (560)	℃	(3.1×10^5)	採取口がなく臭突より9mのシリコンチューブを介しているため十分な試料の採取ができない
2－P	敷地境（スクリーン槽室わき）	7/27 10:10	南	1	10	10	2.5～3.0	し尿臭							
2－Q	スクリーン槽 脱臭塔出口	7/26 9:50			51.5	140,000									
2－R	スクリーン槽 脱臭塔出口	7/26 12:00			27.5	560	3.5～4.0								
2－S	着船場（船よりくみ上げ時）	7/26 10:20			48.8	76,000	4.5								
2－T	脱硫ケーキ取出口付近	7/26 10:15					3.0～4.0	アンモニア臭							
2－U	消化汚泥天日乾燥床	7/26 10:25			10以下	10以下	2.5	化製場と同じようなにおい							
2－V	敷地境（汚泥濃縮槽）	7/26 9:25	南	2～3	10以下	10以下	2.5～3.0	消化槽のにおい							
2－W	脱臭塔前	7/26 9:25			61.3	1,300,000	4.0	し尿臭							

＜再測定＞

2－D	消化汚泥貯留槽周囲	11/5 10:45			26.4	440	4.0								消化槽の外側で採取 保温によるスチームの気散が見られる。
2－I	汚泥処理工場 脱水機室排気口	11/5 10:35			21.9	150	4.0					936 (7/25 測定)		1.4×10^5	
2－Q	スクリーン槽 脱臭塔入口	11/5 9:30			65.8	3,800,000	5.0								
2－R	スクリーン槽 脱臭塔出口	11/5 10:35			55.0	320,000	3.5					(560)		(1.8×10^5)	
2－T	脱硫ケーキ取出口付近	11/5 9:50			31.3	1,300	3.5								

ーン滓焼却炉等については脱臭対策が必要であることを示している。

曝気槽については排気量が多いので臭気濃度は小さいが，やはり覆蓋をして臭気を吸引し処理した方が低いO.E.R.になることを示している。ポンプ場は表Ⅰ．66からⅠ．72までの7つの表にデータは納められている。ポンプ場は街中に設置され，敷地も狭く，篩渣ホッパー付近やトラックに積み上げ時，沈砂ホッパー等の付近は臭気も強く，終末処理場と同様臭気対策が必要であることを示すデータがある。

表Ⅰ.56　O処理場測定結果　　測定日　8月8日　天候　くもり

測定場所	試料採取時間	風向	風速	オーダ値	臭気濃度	臭気強度	においの質
放流口対岸	8/8 6:20		m/sec 無風	14.5	28	2.0～2.5	
放流口対岸	6:13		無風	10以下	10以下	0～2.0	
曝気槽室内	7:56			19.5	89	2.0～2.5	曝気槽のにおい
曝気槽室内	7:52			22.5	180	2.5～3.0	曝気槽のにおい，ＤＤＴ様におい
沈砂池排風機	8:23			10以下	10以下	2.0	
曝気槽排気口	7:05～25			20 21.5	100 140	2.0～2.5 3.0	曝気槽のにおい
曝気槽排気口	7:40～44			10以下	10以下	2.0	
1－A放流水 N_2 ガス曝気	10:30			19.5	89		
1－B放流水 N_2 ガス曝気	10:20			15以下	30以下		
＜再測定＞							
曝気槽排気口	11/6 10:05			22.5	180	3.0	

なお，官能試験の測定結果におけるオーダ値，臭気濃度（三点比較式におい袋法）の記載法を次に示す。
オーダ値 $N = 10\log_{10} S$（S：臭気濃度）　臭気濃度 $S = \frac{N}{10^{10}}$

表Ⅰ.57　S－U処理場測定結果　　測定日　7月29・30日　天候　曇

測定場所	試料採取時間	風向	風速	オーダ値	臭気濃度	臭気強度
曝気槽	7/29 9:45		m/sec	16.5	45	3.5
高段沈砂池室排風機	7/29 10:15			10以下	10以下	
低段〃	7/29 10:10			13.5	22	2.0～2.5
低段沈砂池室（コンピュータ室わき）	7/29 9:45			29.5	890	3.5
敷地境（放流口）	7/29 10:30			17.5	56	3.5
敷地境（篩渣上げ場付近）	7/29 10:35			11.3	13	3.0
濃縮槽	7/30 9:38			21.5	140	4.0
汚泥処理工場排風機	7/30 9:58			18.5	71	4.0
汚泥調整槽	7/30 9:23			23.8	240	4.0
敷地境（専用橋付近）						
篩渣上げ場	7/30 10:28			12.5	18	3.0
5－Gの汚水を曝気	7/29			22.5	180	
＜再測定＞						
曝気槽	11/ 6 9:30			17.5	56	
敷地境（篩渣上げ場付近）				10以下	10以下	2.0

145

表I.58　M処理場測定結果　　測定日　7月31日　天候　晴

測定場所	試料採取時間	風向	風速	オーダ値	臭気濃度	臭気強度	においの質
沈砂池内（かきあげ時）	9:30		m/sec	26.5	450	4.0	どぶ臭
第1沈殿池	9:55			17.5	56	3.5～4.0	どぶ臭
曝気槽	10:15			10以下	10以下		潮のにおい
敷地境（沈砂池窒わき）	10:50			12.5	18		風上のためにおいなし
敷地境（第2沈殿池わき）							
敷地境	9:30	定まず	2～3	14.5	28	2.0～2.5	採取場所は運河からの臭有
敷地境（第1沈殿池わき）	10:00	南～南西	4～5	11.5	14	2.0～2.5	沈殿池のにおい

表I.59　S－M処理場測定結果　　測定日　8月3日　天候　晴

測定場所	試料採取時間	風向	風速	オーダ値	臭気濃度	臭気強度
汚泥焼却炉	10:15～50		m/sec	33.5	2,200	3.5～4.0
幹線排気	9:40			23.5	200	3.0
P・H調整槽排気	9:45			10以下	10以下	2.0
曝気槽	9:53			13.8	24	3.5
汚泥処理工場脱水機室排気	10:50			10以下	10以下	2.0～2.5
敷地境（焼却炉向って左）	10:20	東北東～東	1	10以下	10以下	0
敷地境（曝気槽側）	9:50	東北東	1	10以下	10以下	1.0～1.5

表I.60　O処理場測定結果　　測定日　8月1・2日　天候　1日，くもり　2日，晴

測定場所	試料採取時間	風向	風速	オーダ値	臭気濃度	臭気強度	においの質
汚泥焼却炉	8/2 9:45		m/sec	355 325	3,600 1,800	3.5～4.0	刺激臭
汚泥処理工場脱水機室排気	8/2 9:20			11.3	14	2.5	
敷地境（洗浄汚泥貯留槽側）	8/1 10:00	北東	1	20.0	100	2～2.5	沈殿池のにおい
曝気槽	8/1 9:23			20.5	110	3～3.5	
敷地境（曝気槽側）	8/1 9:45			14.5	28	2.5～3.0	汚泥焼却のにおい＋曝気槽のにおい
前曝気槽テストプラント（第2吸着装置）	8/1 9:45			22.5	180	3.0	甘ずっぱいにおい
汚泥調整槽脱臭塔入口	8/1 9:45			37.5	5,600	0.5	
〃 出口	8/1 10:15			36.5	4,500	3.5	うすくなると香料のにおい
敷地境（汚泥調整槽側）	8/1 9:58			34.5	2,800	4.0	

測定メモ
8－A……オーダ値　上段，8/2測定，下段8/3測定

前曝気槽テストプラント（第2吸着装置）	11/5 10:35			15	30	2.5	下水臭というより甘ずっぱいにおい

表Ⅰ.61　M処理場測定結果　　測定日　8月5日　天候　晴

測定場所	試料採取時間	風向	風速	オーダ値	臭気濃度	臭気強度	においの質
沈砂池	9:40		m/sec	17.5	56	2.0	どぶ臭
汚泥槽	10:25			22.5	180	2.5～3.0	
敷地境（汚泥槽側）	10:40	一定せず	1以下	15.5	35	2.5	汚泥槽のにおい，風向により獣脂のにおい
曝気槽排出口（北側）	10:50～11:00 11:50			21.5 25.5	140 350		
〃（南側）	10:15			14.5	28	3.0	
敷地境（曝気槽側）							
し渣ポッパ（搬出時）	9:20			32.5	1,800	3.5～4.0	どみ臭 すっぱい感じ
敷地境第一沈澱池東側	10:45	北北東～東	1以下	17.5	56	2.0～4.0	獣脂のにおい曝気槽のにおいも時々感じられた

測定メモ

曝気槽室内の中央よりやや北側において篩渣のかきあげを行なっていた。

＜再測定＞

曝気槽排出口（北側）	11/5 9:50	〃		13.5	222		
曝気槽排出口（南側）	11/5 9:40			17.5	56		

表Ⅰ.62　Aポンプ所測定結果　　測定日　7月31日　天候　曇

測定場所	試料採取時間	風向	風速	オーダ値	臭気濃度	臭気強度	においの質
沈砂池（かき上げ時）	9:28		m/sec	18.5	71	3.5	H_2S臭＋下水臭
敷地境（マンション4F・5F）							
敷地境（治作側）	9:40			13.5	22	3.0	
沈砂池入口階段上	9:25			23.5	220	3.5	
敷地境（マンション側）	10:20	南東	3	19.5	89		間欠的ににおう

＜再測定＞

敷地境（マンション側）	11/6 9:00			17.5	56	2.5	

表Ⅰ.63　Hポンプ所測定結果　　測定日　7月30日　天候　晴

測定場所	試料採取時間	風向	風速	オーダ値	臭気濃度	臭気強度	においの質
汚水沈砂池排風機	10:00		m/sec	18.8	76	2.0～2.5	下水臭
雨水沈砂池排風機							
沈砂ホッパー	9:45			26.5	450	4.0～4.5	下水臭
汚水沈砂池室内	9:30			19.5	89	4.0	アンモニア臭

147

表Ⅰ.64　Uポンプ所測定結果　　測定日　8月2日　天候　うす曇

測定場所	試料採取時間	風向	風速	オーダ値	臭気濃度	臭気強度	においの質
沈砂池室排気塔出口（総合排気）	9:30		m/sec	16.5	35	2.5～3.0	どぶ臭
敷地境（し渣搬出口前）	10:45			27.5	560	4.0	どぶ臭
〃				26.3	430		
	10:50			12.5	18	2.0～2.5	
				12.5	18		

＜再測定＞

敷地境	11/6 11:40	南南東		12以下	15以下	1.0	
沈砂池室内階段上				28.8	760	2.5～3	ベンゼン様溶媒臭＋下水臭

表Ⅰ.65　Sポンプ所測定結果　　測定日　8月6日　天候　晴

測定場所	試料採取時間	風向	風速	オーダ値	臭気濃度	臭気強度	においの質
敷地境	10:20	定まらず	m/sec 1	21.3	130	0	においなし
脱臭塔入口	9:50			24.5	280	3.5～4.0	曝気槽ごみ臭
脱臭塔出口	10:10			23.5	220	3.0	下水臭

2.1.2　ポンプ場

表Ⅰ.66　Aポンプ所測定結果　　測定日　7月30日　天候　晴

記号	測定場所	試料採取時間	風向	風速	オーダ値	臭気濃度	臭気強度	においの質	臭気				O.E.R.
									断面積	排出速度	排出量	ガス温度	
6-A	汚水沈砂池排風機	10:00		m/sec	18.8	76	2.0～2.5	下水臭	m^2 1125	m/sec	m^3/min (317)	℃	(2.4×10^4)
6-B	雨水沈砂池排風機												
6-C	沈砂ホッパー	9:45			26.5	450	4.0～4.5	下水臭					
6-D	汚水沈砂池室内	9:30			19.5	89	4.0	アンモニア臭					

表Ⅰ.67　Cポンプ所測定結果　　測定日　7月31日　天候　曇

記号	測定場所	試料採取時間	風向	風速	オーダ値	臭気濃度	臭気強度	においの質	試料採取時の状況
4-A	沈砂池（かき上げ時）	9:28		m/sec	18.5	71	3.5	H_2S臭＋下水臭	
4-B	敷地境（マンション4F・5F）								においがないので採取せず
4-C	敷地境（治作側）	9:40			13.5	22	3.0		屋根（スレート）からのもれ臭
4-D	沈砂池入口階段上	9:25			23.5	220	3.5		
4-E	敷地境（マンション側）	10:20	南東	3	19.5	89		間欠的ににおう	屋根（スレート）からのもれ臭

＜再測定＞

4-E	敷地境（マンション側）	11/6 9:00			17.5	56	2.5		屋根（スレート）からのもれ臭

140

表Ⅰ.68　Eポンプ所測定結果　　測定日　8月6日　天候　晴

記号	測定場所	試料採取時間	風向	風速	オーダ値	臭気濃度	臭気強度	においの質	試料採取時の状況
12—A	敷地境（正門）			m/sec					採取場所変更
12—B	〃（し渣ホッパわき）	9:30			47.5	56000	4.0～4.5	ごみ臭	し渣積込トラックそば
12—C	〃（し渣ベルコン側）	9:40			21.5	140	間欠的に3.0	下水臭	し渣かきあげ時
12—D	し渣置場	9:52			31.5	1,400	3.5	下水臭	

表Ⅰ.69　Dポンプ所測定結果　　測定日　8月7日　天候　晴

記号	測定場所	試料採取時間	風向	風速	オーダ値	臭気濃度	臭気強度	においの質	試料採取時の状況
14—A	敷地境階段上（搬入路側）	9:10~15		m/sec 1	19.5	89	2.0～2.5	沈砂池のにおい	
14—B	吐出口	10:05			23.5	220		どぶ臭＋H_2S臭	排水されていない。（滞留水）
14—C	コンクリート塀								風上になるため，においなし，採取せず。
14—D	沈砂置場そば	9:40			17.5	56	3.5～4.0		ポリプロピレンバッグにて採取
					17.5	56			テドラバッグにて採取 沈砂かきあげ時に採取

測定メモ

沈砂池には，皮革工場の排水が流入している。

近くに魚腸骨処理場，皮革工場があり，風向によってはポンプ所のにおいより強く感じれる。

表Ⅰ.70　Gポンプ所測定結果　　測定日　8月7日　天候　晴

記号	測定場所	試料採取時間	風向	風速	オーダ値	臭気濃度	臭気強度	においの質
13—A	沈砂池排気口（阻水扉側）	9:45		m/sec	18.8	76	2.0～2.5	
13—B	敷地境（阻水扉前側）	9:55			15	30	1.0	
13—C	敷地境（沈砂ホッパー排出口前）							
13—D	沈砂ホッパ室内	9:13			40.5	11,000	4.0～5.0	ごみ臭

＜再測定＞　Fポンプ場

						オーダ値	臭気濃度	臭気強度		
※	11—A	敷地境（クリーニング屋前）	11/6 11:40	南南東		12以下	15以下	1.0		
※	〃	沈砂池室内階段上				28.8	760	2.5～3	ベンゼン様溶媒臭＋下水臭	沈砂のかきあげはやっていない。

測定メモ

ポンプ所正門側周辺は清掃車が往来するたびにゴミ臭が感じられた。

ポンプ所と清掃工場と接する側は，ゴミ臭が感じられ，特にゴミピットに近い側は強く感じた。

149

表I.71　Bポンプ所測定結果　　測定日　8月2日　天候　うす曇

記号	測定場所	試料採取時間	風向	風速	オーダ値	臭気濃度	臭気強度	においの質	臭突 高さ	臭突 断面積	臭突 排出速度	臭突 排出量	臭突 ガス温度	O.E.R.	試料採取時の状況
9－A	沈砂池室排気塔出口（総合排気）	9:30		m/sec	15.5	35	2.5～3.0	どぶ臭	m	m^2	m/sec	m^3/min 1,464	°C	5.1×10^4	
9－B	敷地境（し渣搬出口前）	10:45			27.5	560	4.0	どぶ臭							し渣ホッパピット内ではトラックにし渣を積込中
					26.3	430									
9－C	〃	10:50			12.5	18	2.0～2.5								トラックが出てしまった後
					12.5	18									

測定メモ

9－B　オーダ値　上段……8/2 測定　　下段……8/3 測定

9－C　オーダ値　上段……ポリプロピレンバッグにて採取，　下段……テドラバッグにて採取

表I.72　Fポンプ所測定結果　　測定日　8月6日　天候　晴

記号	測定場所	試料採取時間	風向	風速	オーダ値	臭気濃度	臭気強度	においの質	臭突 高さ	臭突 断面積	臭突 排出速度	臭突 排出量	臭突 ガス温度	O.E.R.	試料採取時の状況
11－A	敷地境（クリーニング屋前）	10:20	定まらず	m/sec 1	21.3	130	0	においなし	m	m^2	m/sec	m^3/min	°C		
11－B	脱臭塔入口	9:50			24.5	280	3.5～4.0	曝気槽どみ臭							沈砂かきあげ時マスキング剤前日とりかえ
11－C	脱臭塔出口	10:10			23.5	220	3.0	下水臭	11	0.48	6.5	187.2	3.2	4.1×10^4	

2.1.3　管渠（マンホール）

本件に関しては内外のデータで悪臭に関する測定事例がなかった。

第2.2節　し尿処理場

し尿処理場の悪臭公害問題は下水終末処理場から較べても問題が大きく，全国で施設数が約1060カ所（s 51年11月調査）あるうち約10.6％が市街地にあり，これらの施設は何んらかの悪臭苦情の対象となっている場合が多い。表Ⅰ.73からⅠ.76の4つのデータはいずれも昭和47年から49年にかけて日本環境衛生センターが測定したもので[14)15)]，表Ⅰ.73からⅠ.75は大規模の酸化方式によるし尿処理場の臭気をＡＳＴＭ注射器法で測定したものである。

表Ⅰ.73の表中Ⅰ.1～Ⅰ.3の脱臭塔はアルカリ（苛性ソーダ溶液）洗浄＋化学吸着剤（鉄塩による硫化水素除去）であり，出口で臭気濃度10,000と未だ脱臭が十分でないことを示している。表Ⅰ.7.3のⅡ－1の脱臭装置は水洗のみである。2.本施設は汚泥焼却炉が3基あるが排ガスの臭気濃度が1,000程度あり，排ガス量が多いので，アフターバーナ処理を本調査後設置した。

表Ⅰ.74の脱臭装置は水洗のみである。

表Ⅰ.76は中規模のし尿処理場で消化槽，脱り液の無希釈曝気（好気性消化槽），活性汚泥法の処理方式でし尿投入槽，汚泥脱水機室，好気性消化槽等からの臭気が強いことを示している。本調査後この処理場では投入槽は燃焼脱臭方式，脱水機室と好気性消化槽はイオン交換樹脂と活性炭による方式で処理することとし，苦情を切り抜けたと聞いている。

表Ⅰ.73　注射器法による発生源データ

番号	採取場所	採取時間	臭気濃度	平均値	脱臭率(%)	備考
Ⅰ－1	脱臭塔最終出口 〃	11日12時26分 〃　〃　28分	3,000 10,000	6,500	93.5*	
Ⅰ－2	第2脱臭塔出口	〃　13時17分	10,000			
Ⅰ－3	第1　〃	〃　〃　5分	10,000			
Ⅰ－4	投入槽合流前排ガス	〃　12時　0分	100,000			
Ⅰ－4[1]	脱臭塔総合入口	〃　12時　5分 〃　12時　5分	10,000 100			H_2S検知管付サンプリング NH_3検知管付サンプリング
Ⅰ－5	汚泥焼却排ガス	〃　14時　2分 〃　〃　〃	1,000 300	650		
Ⅰ－6	遠心分離機室	〃　〃　34分 〃　〃　36分	10 10	10		
Ⅰ－7	脱硫器	〃　〃　10分	3,000			
Ⅰ－8	散水ろ床関係	〃　11時20分 〃　〃　〃	20 3			希釈調整槽 散水ろ床上
Ⅱ－1	脱臭塔入口	〃　15時　0分 〃　〃　〃	3,000 10,000	6,500		
Ⅱ－2	〃　出口	〃　〃　5分	500		93.0	

151

Ⅱ－3	散布ろ床排ガス	11日14時 5分 〃 〃 〃	1,000 300	650		
Ⅲ－1	投入槽付近	〃 11時 5分 〃 14時36分 〃 〃 〃	20 100 20			バキューム車投入なし バキューム車1台投入中 〃
Ⅲ－2	投入室付近	12日11時 7分	3			
Ⅲ－3	地下機械室(破砕機)	〃 〃 15分	3			
Ⅲ－4	遠心分離機室	〃 10時50分 〃 12時28分	20 10			エアウイック未使用 〃 未使用
Ⅲ－5	遠心分離機室	〃 〃 58分 〃 12時24分	100 20	60		〃 使用 〃 未使用
Ⅲ－6	汚泥焼却炉排ガス	〃 〃 5分 〃 〃 8分	1,000 300	650		
Ⅲ－7	脱臭塔入口	〃 11時40分	300	450		

表Ⅰ.74 注射器法による発生源データ

番号	採取場所	採取時間	臭気濃度	平均値	脱臭率(%)	備考
Ⅲ－7	脱臭塔入口	12日11時40分	600	450		
Ⅲ－8	〃 出口	〃 〃 40分 〃 〃 40分	300 300	300	33.3	
Ⅲ－9	スクリュープレス排気	〃 12時28分	20			
Ⅳ－1	脱臭塔入口	11日15時50分 〃 〃 55分	10,000 3,000	6,500		
Ⅳ－2	脱臭塔出口	〃 〃 53分 〃 〃 53分	1,000 3,000	2,000	69.2	
Ⅳ－3	汚泥焼却排ガス	12日12時16分 〃 〃 17分	600 100	350		
Ⅰ－4	投入槽合流前排ガス	11日12時 2分	100,000	100,000		

表Ⅰ.75 注射器法による環境臭気データ

番号	採取場所	採取時間	臭気濃度	備考
環－1	事業所境界線車庫入口	12日15時52分	10	バキューム車の出入が激しい，し尿臭
環－2	〃 酸化系脱臭塔	〃 16時 7分	10	酸化塔からの臭気
環－3	〃より5mでⅠ－5裏(火葬場)	〃 〃 23分	20	Ⅰ系脱臭塔排ガス臭，時々強い

152

表Ⅰ.76　発生源および環境測定データ（3点比較式におい袋法）

番号	採取地点	採取時間	測定時間	臭気濃度	備考
1	スクリーガス除渣機脇約50 cm横	3日 10時40分	13時 0分	180	
2	投入槽入口近く投入口より50 cm上	3日 11時 0分	11時30分	5,600	バキュームカー投入時
3	投入槽付近入口投入口より2 m上	3日 11時23分	13時30分	5,600	バキュームカー投入時
4	好気性消化槽曝気ガス	3日 13時25分	13時50分	2,400	煙突(口径60 cm φ，高さ9 m，1.0 m/s，温度34℃) 海水(200～300 t)，脱臭17 m³/min
5	好気性消化槽曝気ガス	3日 13時27分	14時 5分	4,300	
6	汚泥処理室，ベルトコンベア10 cm上	3日 14時23分	15時 0分	32,000	
7	汚泥処理室，遠心分離機脇約1 m横	3日 14時28分	15時15分	32,000	
9	好気性消化槽曝気ガス	4日 9時28分	10時15分	11,000	
10	好気性消化槽曝気ガス	4日 9時30分	10時45分	13,000	
11	投入槽吸引ガス脱臭前	4日 9時40分	11時 0分	320,000	煙突（口径19.6 cm/φ，風速6.5 m/s，温度32℃，高さ9 m）
12	投入槽吸引ガス脱臭前	4日 9時45分	11時30分	240,000	
13	スクリーンガス焼却炉（着火後17分）	4日 9時47分	11時45分	4,300	A重油0.9％S ガス温度110℃ 煙突口径55 cm×34 cm 9.5 m/s，温度160℃
14	スクリーンガス焼却炉（着火後は1時間）	4日 10時32分	13時10分	1,300	
15	汚泥処理室入口境中央部床より1.5 m	4日 13時28分	14時30分	24,000	
16	汚泥処理室内中央部床より約1.3 m上	4日 13時55分	14時55分	32,000	
17	脱硫装置のふたを開けた時装置より3 m	5日 9時35分~37分	10時30分	240	ふたを開けて少し時間がたってからサンプリング
18	〃	5日 10時7分~8分	11時 0分	560	ふたを開けて，すぐにサンプリング
19	敷地境	5日 13時26分	13時35分	320	西風微風 生し尿臭 3.5
20	敷地境	5日 13時32分	14時 0分	130	南風微風 生し尿臭 3.0
22	敷地境	5日 14時15分	14時50分	50	南風微風 生し尿臭 2.5
23	敷地境	5日 14時26分	15時15分	560	南風微風，生し尿 バキューム車3台投入時

注1）No 8 およびNo 21 の試料は試料の保存状態が不良で測定できなかった。
注2）備考欄の数値は六段階臭気強度表示法の値で臭気採取時に採取者が判定した値である。

第2.3節　ごみ処理場

ごみ処理場工場の官能試験法による臭気調査は，ゴミピットおよび灰ピット等発生源の場合には，臭気濃度つまりその臭気が閾濃度（嗅覚を刺激する最低濃度）に達するまでの清浄空気希釈倍数を求めることにより，敷地境の場合には，工場臭気の臭気濃度を測定するとともににおいの強さを6段階に分けて5分間の判定を記録することによって行なった。

まず，各工場のゴミピット，灰ピットの臭気について測定した臭気濃度の一覧表を表Ⅰ．77に示す。表中（　）内の数値は，試料採取時に採取者が判定した6段階臭気強度である。

表Ⅰ．77　ゴミピット，灰ピットの臭気濃度

工場 / 採取箇所	A	B	C	
			操業時	操業停止時
ゴミピット	370（4）	26（4）	98（4）	31（4）
灰ピット	55（3～4）	13（3）	32（3）（掻揚時）	0
			5～10（2）（掻揚時）	
配置場所	ゴミピット，灰ピットとも工場棟内	ゴミピット，灰ピットとも工場棟内	ゴミピット　工場棟内 灰ピット　工場棟外	

表Ⅰ．77に掲げたように，ゴミピットの臭気濃度は26～370，灰ピットは13～55で，各工場別にみると，灰ピット臭気よりゴミピット臭気の方が，2～7倍高い値を示した。また，工場の灰ピットにおいて灰掻揚時（クレーン稼動時）と掻揚げを行なっていない時の双方を比べると臭気濃度は，掻揚時の方が数倍高い値を示した。

つぎに，発生源調査と同一調査日に実施した各工場敷地境界における臭気濃度および臭気強度の測定結果一覧表を表Ⅰ．78にあげておく。

表Ⅰ．78　敷地境界における臭気濃度および臭気強度

工場 / 測定項目		A	B	C	
				操業時	操業停止時
臭気濃度		4試料とも採取試料ににおい感知せず	4試料中1試料にゴミ臭あり（臭気濃度5以下）他の試料ににおい感知せず	2試料中1試料に灰臭あり（臭気濃度5～15）	3試料中1試料にゴミ臭あり
臭気強度	瞬間値最大値（判定頻度）	2（1％）	2（8.9％）	4（1.6％）	3（5.4％）
	5分間平均値	4地点とも1以下	4地点とも1以下	1地点13.5 2地点1以下	2地点とも1以下
においの質		パネル1名が1回においを感知したが発生源のにおいか否か不明	ゴミ臭	灰臭 若干ゴミ臭（酸臭，ちゅう介臭）	ゴミ臭
風向・風速（調査時，測定点において）		北西～北東 4m/sec	北～東 1.5～2.3m/sec	北～東 2～2.3m/sec	北西 1.5～3.8m/sec
測定点の工場棟からの距離（水平距離）		約110m	約40m	約20m	

154

第2.4節　へい獣処理場

2.4.1　魚腸骨処理場

表I.79からI.81の3つの表はアトラス方式の魚腸骨処理場の測定データ[16]であり，表I.79は旧施設撤却後の跡地のにおいを測定したものである。表I.80でも判るようにアトラスプラントでクッカー臭気をATV水洗後，ボイラーで燃焼脱臭しても，工場敷地境では臭気濃度がおおむね10を越えており，20以上が7割を占める測定結果を示した。本施設はその後，住民との協定に従い，本年中に移転が決まっている。

表I.81は[24]クッカーからの臭気濃度が100万～300万もの高いものであることを示すと同時に，ボイラーの2次燃焼空気として脱臭しても臭気濃度で2,000以上にしか脱臭できない結果に終っていた。

表I.82は[24]ミーレン方式の魚腸骨処理場でドライヤー出口の臭気濃度70万が直燃脱臭装置のA重油使用で700，C重油使用で2,350（但し燃焼濃度700℃では1,100）であった。C重油の臭気濃度が高いのは主としてSO_2臭気による場合が多い。

表I.79　臭気濃度測定値（三点比較式におい袋法）

試料採取場所		試料 採取時間	試料 測定時間	臭気濃度	備考
施設敷地内	A－1	9/26 12:33	16:00	測定限界以下*)	臭気強度1
	A－2	9/26 13:15	16:15	〃	臭気強度2，魚臭＋セメント臭
	A－3	9/26 12:40	16:10	〃	臭気強度0
	A－4	9/25 12:50	15:20	〃	時おり，ドレンタンクからの重油臭が感じられる。臭気強度1
敷地境界線	B－1	9/25 13:00	16:20	〃	臭気強度0
	B－2	9/26 13:15	16:40	〃	重油タンクのにおい。（重油タンクのフタが開いている）臭気強度2
	B－3	9/25 13:15	15:40	〃	臭気強度0
	B－4	9/25 12:55	14:20	100	ドレンタンクからもれた重油臭が感じられる。臭気強度2～3
	B－5	9/25 13:05	15:45	測定限界以下	臭気強度1，時おり，草木のにおいが感じられる。
	B－6	9/26 14:05	16:30	〃	臭気強度0
	B－7	9/25 13:10	16:10	30	臭気強度3 魚臭汚水が流れている。
新設施内	C－1	9/26 12:25	14:50	測定限界以下	臭気強度0～1
環境	現場より20～50m風下	13:16~25	15:30	〃	臭気強度0

表Ⅰ.80　臭気濃度測定値（三点比較式におい袋法）

採取場所＼測定項目		試料採取時間（日時）	試料測定時間（日時）	臭気濃度	備考
B－8	工場敷地境	11月13日13時41分	11月13日15時25分	92	強度3.0　魚臭
A－5	屋外排水溝上	〃　14時00分	〃　16時35分	20	強度2.0
D－1	環境50m風下	〃　11時58分	〃　13時55分	44	強度2.5　東風2m/sec
B－9	工場敷地境	〃　11時45分	〃　14時15分	3	低濃度なので注射器法を用いた。強度2.0
B－6	工場敷地境	〃　14時00分	〃　16時30分	20	強度2.0
B－5	工場敷地境	〃　13時57分	〃　15時40分	50	魚臭，臭気強度2.5
B－4	工場敷地境	〃　13時34分	〃　16時45分	20	
B－8	工場敷地境	11月11日10時30分	11月11日13時35分	15以下	臭気強度2.0　魚臭系
B－4	工場敷地境	〃　11時33分	〃　13時40分	15以下	臭気強度2.5　魚臭系
B－3	工場敷地境	〃　13時50分	〃　16時　5分	30	臭気強度3.0

表Ⅰ.81　臭気濃度測定値（三点比較式におい袋法）

採取場所＼測定場所		試料採取時間	試料測定時間	臭気濃度	備考
C－3	シャープレス分離機前	12/6 10:05	14:05	110	シャープレス運転中止時 臭気強度　3.0
C－5	回収ピット脇	12/6 9:52	11:05	730	臭気強度　3.5
C－2	原料搬入室	12/6 9:47	11:40	100	臭気強度　3.0
C－11	原料コンベア横	12/6 10:08	13:20	65	臭気強度　2.5～3.0
C－6	パッカー前	12/6 10:00	13:40	540	臭気強度　3.0
F－3	ボイラー脱臭後	12/6 12:25	16:00	3,400	平均値 2,700
F－3	ボイラー脱臭後	12/6 12:15	14:35	2,000	脱臭効率 99.87％
F－1	ATV水洗塔入口	12/6 11:35	15:10	1,300,000	平均値 2,150,000
F－1	ATV水洗塔入口	12/6 11:42	16:20	3,000,000	

表Ⅰ.82　魚腸骨処理場測定結果一覧表（三点比較式におい袋法）

	測定対象ガス		測定日	プラント負荷（t/day）	プロセスガス量（kg/h）	〔A〕臭気度	ガス採取時の状態 直焔式脱臭装置 燃焼温度（℃）	直焔式脱臭装置 燃料消費量（kg/h）	直焔式脱臭装置 SO×実測値〔B〕(ppm)	参考：SO×関値 〔B〕/〔A〕(ppm)
本試験	直焔式脱臭装置出口排ガス（プロセスガスを焼却）	C-oil使用	74.03.22	150	23,450	1,320	700	441	－	－
		C-oil使用	74.03.23	280~300	23,450	1,100	700	430	410	0.37
参考試験	直焔式脱臭装置出口排ガス（室内空気燃焼）	A-oil使用	74.03.16	－	9,310	700	815	404	127	0.18
		C-oil使用	74.03.18	－	9,310	2,350	815	403	546	0.23
	パッケージボイラ出口排ガス（C-oil使用）		74.03.23	280~300	--	5,000	－	380	1,752	0.35
	ドライヤ出口排ガス		74.03.25	300	－	150,000		－		－
	プラント室内クッカー付近		74.03.25	300	－	750		－		－

注〕 C-oil　S分　2.33％　　A-oil　S分　0.8％

156

表Ⅰ.83　魚腸骨処理（ミーレン方式）の臭気測定データ（3点比較臭袋法）

項　　目	臭気度	保証値　（試験時間）
1. 脱臭機出口	280	300　（10:00～11:45）（15:30～17:00）
2. エバポレータ横	87	500　（13:20～14:05）
3. ドライアプレス横	115	500　（14:20～15:00）
4. 原料投入口周辺	340	参考値として，11月28日 タンパク組合会議室で（14:00 パネル5名にて官能　～16:00） 試験（簡便法）を行なった。
5. ドライヤ出口（水洗塔入口）	700,000	
6. 水洗塔出口	150,000	

表Ⅰ.84　測定結果（表Ⅰ.83の続き）

測定点	採取時間	パネルテスト時間	条件	臭気度（O.U/SCF）
a直焔式脱臭装置出口	11:00～11:05	13:00～14:00	焼却温度815℃	47
b排ガスボイラ出口	10:55～11:00	14:20～15:20		36
cプラント室	10:50～10:55	15:50～16:50	室温 25℃	※ 62
dドライヤー出口サイクロン	16:15～16:20	17:20～18:20	ガス温度 80℃	※ 1,400

註　1）※印は参考値とする。

2.4.2　化製場

獣骨・獣脂を熱加工して獣脂（Tallow），Meat bone meal 等を製造している事業所を化製場といい，かなり避地で操業していても悪臭公害問題を起している。表Ⅰ.82，83は宮城県のある獣骨処理工場を日本環境衛生センターが昭和47年に調査した時の測定データ[17]である。注射器法なので臭気濃度はやや低目に出されているきらいがある。

表Ⅰ.84から表Ⅰ.89までの6つの表はいずれも米国で測定されたデータで測定方法はＡＳＴＭ注射器法，又はオルファクトメーターによる連続臭気測定装置による臭気濃度である。

表Ⅰ.82　発生源調査成績（三点比較式注射器法）

試料採取場所	採取時間	測定時間	臭気濃度
原料置場上 40 cm	8：50	11：27	30～60
原料置場上 40 cm	8：50	11：35	60
レンダリングクッカーもれ臭	9：05	11：40	1,000＜
レンダリングクッカーもれ臭	9：05	11：45	2,000～4,000
ドレンパン上 10 cm	11：55	14：30	1,000～3,000
ドレンパン上 10 cm	11：56	14：45	1,000～2,000
燃焼装置未稼動	10：02	11：50	3,000～5,000
	10：03	12：00	2,000～3,000
	10：05	12：10	3,000～5,000
	11：07	12：20	60～100
燃焼装置稼動	11：08	12：30	200
	11：25	14：20	100～200

157

表Ⅰ.83　環境調査成績（三点比較式注射器法）

試料採取場所	採取時間	測定時間	臭気濃度
原料置場より西敷地境－1	8：41	11：05	3～10
原料置場より北東敷地境－2	9：50	11：10	10～20
原料置場より北東敷地境－3	9：52	11：15	10
原料置場より北東敷地境－4	9：54	11：20	10
事務所横－5	14：00	14：07	10＜
原料置場より南南西約70m－6	13：54	15：0	5～10

表Ⅰ.84は獣骨処理場（Rendering plant）で発生する臭気物質の閾値で，表Ⅰ.85はRendering processから発生する臭気のＧＣ分析のRetention timeによる同定結果を表わしたものである。

表Ⅰ.86からⅠ.91はRendering plantの臭気濃度とO.E.R.の測定値で測定データは日本のそれと類似しているのは興味深い。

表Ⅰ.84　獣骨処理場の主要発臭物質の閾値[25)]

Substance	Formula	Threshold Concentration, 1 Odor Unit		
		$\mu g/m^3$	ppm by volume	$\mu g/m^3$
Acrolein	$CH_2:CH\cdot CHO$	470	0.21[a]	13.3
Allyl amine	$CH_2:CH\cdot CH_2\cdot NH_2$	64,000	28[b]	1,800
Allyl mercaptan	$CH_2:CH\cdot CH_2\cdot SH$	47	0.016[b]	1.33
Amine, dimethyl	$(CH_3)_2NH$	85	0.047[a]	2.4
Amine, monomenthyl	CH_3NH_2	26	0.021[a]	0.74
Amine, trimethyl	$(CH_3)_3N$	0.5	0.00021[a]	0.014
Ammonia	NH_3	31,800	46.8[a]	900
Butyric acid	$CH_3CH_2CH_2CO_2H$	3.5	0.001[a]	0.1
Dibutyl sulfide	$(C_4H_9)_2S$	1,050	0.180[b]	30
Dimethylacetamide	$(CH_3)_3CON$	163,000	46.8[a]	4,600
Dimethylformamide	$(CH_3)_2HCON$	292,000	100[a]	8,260
Ethyl mercaptan	C_2H_5SH	2.5	0.001[a]	0.07
Hydrogen sulfide	H_2S	6.4	0.0047[a]	0.18
Oxidized oils		1.1	—	0.03
Pyridine	C_5H_5N	66	0.021[a]	1.9
Skatole	C_9H_8NH	1,150	0.220[b]	32.5
Sulfur dioxide	SO_2	1,200	0.47[a]	34

a Arthur D. Little, Inc. (1969)[1].

b Dalla Valle and Dudley (1939)[2].

表Ⅰ.85　獣骨処理場の主要発臭物質の同定結果[26)]

Important Odorous Peaks					Mass Spectrometer Identification Other Possibility			
OdorNote	Time, Sec.	Odor Panel Regression	Peak No.	Kovats Index	Kovats Index	Compound	Kovats	Compound
Sulfide	30		52		830	Dimethyl sulfide		
Grassy	237		16	1062	1010	Pentanal		
Sulfur	236	*	18	1073	1035–1105	Dimethl disulfide		
Sulfur	173	+	20	1028	970	(A sulfur compound)		
Cabbage	880	*	14	1325	1370	(Dipropylene sulfide)		
Sour	52		50	804	800	Trimethylamine		
					880	C_4 aldehyde		
Yeast	53		44	804	800	Vinyl butyl ether		
Amine	107		26	933				
Amine	107		28	1028	980	(An amine)	950	(Buthlamine)
Amine	248	+	36	1070	1015	(Butanedione)		
Amine	303		30	1115			1112	(Isobutylamine)
Amine	374		32	1161				
Amine	447		34	1187				
Oil	131		38	984	945–1000	Berzene		
Refinery	538		24	1227	1210	C_3 benzene		
Burnt	1233	+	40	1440	1390	(Dimethyl pyrazine)		
					1470	(Trimethyl pyrazine)		
					1510	(Dimethyl-ethyl-pyrazine)		
Rendering	1335	+	22	1488	1410	(Nonadienal)	1570	(Butyric acid)
Burnt	1687	*	42	1618	1700	Quinoline		
					1660	(A sulfur compound)		
Bitter	655	+	46	1251			1205	(Heptanal)
Unpleasant	474		56	1201	1150	(A sulfur compound)		
Unpleasant	1860	*	54	1634	1620	Me-indole or -indene	(1650)	(Isovaleric acid)
Cheesy	2002	+	48	1686			1690	(Valeric acid)
Unpleasant	2582	+	58	1812			(1810)	(Hexanoic acid)
Popcorn	810		60	1306	1260	Difurfuryl ether		

Note :Tentative identifications are in parentheses : estimated Kovats indices are in parentheses.
* Indicates most significant odorous peaks
+ Indicates other significant odorous peaks

表Ⅰ.8.6　へい獣処理施設における臭気濃度と臭気排出速度[27)]

発生源	臭気濃度（単位/scf[e]） 範囲	典型的な平均値	原料の典型的な水分の量（%）	原料のトン当りの排気ガス速度	臭気排出強度/原料のトン数	臭気排出強度/分
へい獣処理場[b] 乾式バッチ型	5,000～500,000	50,000	95	20,000	1.000×10^6	
血液処理装置[b] 乾式バッチ型	10,000～1,000,000	100,000	95	38,000	$3,800\times10^6$	
羽毛乾燥機[c] 蒸気管	600 to 2,500	2,000	20	77,000	153×10^6	
血液噴霧[c,d] 乾燥機	600 1,000	800	25	100,000	80×10^6	
室内臭気	10～1,000	100	65	10,000	1×10^6	
グリース乾燥タンク空気吹込み						
156°F		4,500				
170°F		15,000				
225°F		60,000				

a 系の固型産物には5%の水分を仮定する。
b 非凝縮性のガスは排出速度を測定する場合無視した。
c 排気ガスは25%の水分を含むと仮定される。
d 血液は何らかの認め得る分解が起る前に噴霧乾燥機で処理される。
e 標準状態の立方フィート

表Ⅰ.87　獣骨処理クッカーの排気ガス再加熱処理の脱臭効率

Odor Control Equipment	Exit Odor Conc, o.u./scf[b]	Exit Volume scfm	Odor Emission Rate, o.u./min	Odor Removal Efficiency, %c
Afterburner, at 1200°F[c]	120	750	90,000	99.4
Surface condenser, condensate at 80°F	500,000	25	12,500,000	50
Contact condenser, condensate at 80°F	10,000	10	100,000	99.0
Surface condenser, 140°F, followed by afterburner, 1200°F	75	90	7,000	99.98
Contact condenser, 140°F, followed by afterburner, 1200°F	25	90	2,000	99.99

a Vapors from cooker at 50,000 odor units per scf, 500 scfm at 25,000,000 odor units per minute

b Odor units per standard cubic foot

c Efficiencies based on odor emission rates

d Afterburner of diract-fired design, gases at 1200°F after incineration

表Ⅰ.88　NaOCl湿式スクラビング（パイロットテスト）結果

Odor Source	Odor Concentration*		Gas Residence Time in Packing
	Inlet	Outlet	
Tallow Cooker	1,200	23	1 sec
Tallow Cooker	1,200	5	3 sec
Fish Meal Dryer	6,000	35	1 sec
Fish Meal Dryer	6,000	2	3 sec
Feather Cooker	20,000	10	1 sec
Feather Cooker	20,000	14	3 sec
Wet Rendering	2,000	32	1 sec
Wet Rendering	2,000	10	3 sec
Paint Pigment Processing	100	14	1 sec
Paint Pigment Processing	100	5	3 sec
Varnish Cooker	50,000	2,000	1 sec
Varnish Cooker	24,000	175	3 sec

* Odor units/CF

** All gas samples were analyzed for odor content by use of an odor panel per ASTM Designation D 1391-57 (reapproved 1967), Atmospheres (Dilution Method).

160

表Ⅰ.89　獣骨処理場に設置した脱臭用スクラバーの効率

Odor Sources	Flow Rate cfm	Chemical Consumption Rate Glns per Hour	Cost	Odor Concentration/cf	
				Inlet	Outlet
Ⅰ Two feather mealidriers One Duke processors cooker gases from six feather meal cookers and feather storage area	32,000	15 gph	$ 0.34/hr	5000 to 25000	50 to 200
Ⅱ Gas from: Raw material receiving area. Three open type peak pans, and two expellers	21,000	8 gph	0.2/hr	Up to 1000	10 to 20
Ⅲ Cooker gases Raw material receiving room, cooker room, perk pans and expellers	21,000	8 gph	.20/hr	Up to 25000	＜10
Ⅳ Raw material receiving areas. Three animal cookers. Three perk pans. Two expellers. One feather cooker. Feather meal dryer. Grinding Room	55,000	15 gph	.34/hr	5000	10 to 15

* Scrubber installations include venturi scrubber followed by packed tower except application number 2 which has packed scrubbing tower only. Chemical scrubbing liquid is 1 % NaOCl aqueous solution. Cost based on 1972 dollar and cost of NaOCl.

第2.5節　その他の事業所（工場）からの臭気

2.5.1　たばこ工場

たばこ工場は全国に約40工場あり，市街地にある場合にはその特徴的な臭気の性質のために苦情の対象になりやすい。但しO.E.R.はへい獣骨処理施設やし尿処理施設から較べるとかなり低い。たばこ工場の臭気発生源は原料工場の中骨ロースター，葉の乾燥工程とシート工場（原料加工工場）の除湿工程（乾燥排気）等が中心である。

たばこ工場のO.E.R.は表Ⅰ.93のように10^5～10^6オーダーが多い。なお，測定データは日本環境衛生センターが昭和47年に測定したもの[28]で主としてASTM注射器法を用いて測定した。

1）中骨ロースター

表Ⅰ.90　排気量5 m^3/分の場合

コンデンサー稼動状況	試料採取場所	試料採取時間	炉内温度 ℃	*臭気濃度	臭気濃度の平均	脱臭効率 (%)
未稼動	脱臭前	15:00	48.5	270,000	240,000	
		15:00	48.5	210,000		
	脱臭後	15:00	653	210	5,100	
		15:01	653	**10,000		
稼動中	脱臭前	11:20	18	86,000	65,000	99.6
		11:20	18	45,000		
	脱臭後	11:20	725	185	260	
		11:20	725	330		

表Ⅰ.91　排気量30 m³/分の場合

コンデンサー稼動状況	試料採取場所	試料採取時間	炉内温度 ℃	臭気濃度	臭気濃度の平均	脱臭効率 (%)
未稼動	脱臭前	14:16	−	24,000	22,000	98.9
		14:15	−	20,000		
	脱臭後	14:15	660	200	250	
		14:16	660	300		
稼動中	脱臭前	13:11	19.5	36,000	46,000	99.3
		13:11	19.5	55,000		
	脱臭後	13:11	660	240	340	
		13:11	660	430		

＊補註　パネル2名の平均臭気濃度（次表Ⅰ.92および表Ⅰ.90も同様）

＊＊補註　運転時，バーナの燃料としてB重油を使用していたので，燃焼条件の変動の為か，またはSOなどの硫黄化合物ガスが一時的に発生したなどの原因のために臭気濃度が高くなったものと考えられるが，真の原因は不明である。

2）原料工場

表Ⅰ.92

試料採取場所	試料採取時間	臭気濃度	臭気濃度の平均	備考
第一乾燥室	15：10 15：12	140 100	120	
第二・三乾燥室	15：15 15：15	65 140	100	
第一冷却室	15：24 15：24	60 100	80	
第二冷却室	15：25 15：25	40 20	30	
第一・二調和室	15：15 15：15	1,100 220	660	

表Ⅰ.93　原料加工工程のロースト排気臭気測定（ASTM注射器法）

試料名	試料採取日時	臭気濃度	臭気濃度の平均	O.E.R.** (m^3/min)	脱臭効率(%)	においの質
第一水洗塔入口	S46.3.3 13.35	8,000			94	タバコの乾燥臭で香料のにおいもあり
第一水洗塔出口	S46.3.3 13.35	500		7.3×10^4		同上
第二水洗塔入口	S46.3.3 13.42	30,000			90	同上
第二水洗塔出口	S46.3.3 13.42	3,000		8.53×10^5		同上
ギャラリー排気	S46.3.3 13.37	6,000		3.6×10^5		同上
ボイラー燃焼前	S46.3.3 13.45	3,000	4,700		57	同上
同上	S46.3.3 13.45	10,000				
同上	S46.3.3 13.47	1,000				
ボイラー燃焼後	S46.3.3 13.40	3,000	2,000	2.14×10^5		酸臭特にSO_2臭でありタバコ乾燥臭はなし。
同上	S46.3.3 13.49	1,000				

＊乾燥作業停止中（加熱加工機，中骨加熱加工機のうち中骨加熱加工機が乾燥作業停止。

＊＊O.E.R.（Odor Emission Rate）……臭気排出強度，すなわち総臭気排出量である。
O.E.R.＝臭気濃度×排出ガス量（Nm^3/分）

162

2.5.2　食品工場

表I.94とI.95は静岡県下のある発酵食品と調味料製造工場の臭気調査例[29]で日本環境衛生センターが昭和50年に調査した測定例である。

表I.94　食品工場臭気調査結果（三点比較式におい袋法）

工場名	番号	採取場所	採取個所	採取月日	採取時間	測定時間	※排出速度	臭気濃度	発生源からの距離
N食品工場	1	発生源	乾燥排ガス	3月14日	9:10	14:10	m^3/min 2.0×10^6	1,000	0m
	2	〃	〃	〃	9:15	10:10	4.3×10^6	2,200	0
	3	環境	北側新幹線下	〃	10:19	11:05		710	30
	4	〃	F薬品正門前	〃	16:25	16:45		180	100
	5	〃	Y新道入口	〃	16:45	16:50		50	500
	6	〃	庁舎屋上	3月15日	10:32	11:10		2	1,000

表I.95　A食品工場臭気（注射器法）

サンプリング場所	時間	臭気濃度	OER[2]
終末処理場スタラーの上10 cm	14：12	50	−
遠心分離（アミノ酸）排気	14：31	600	≒ 1.0×10^6 m^3/分
グルタミン酸ソーダふるい分乾燥	14：40	100	≒ 5.3×10^5 m^3/分
天然調味料噴霧乾燥	14：47	2,000	≒ 8.4×10^7 m^3/分
有機化成湿式除じん前	15：00	6,000	≒ 2.5×10^6 m^3/分
同　コットレル出口	15：05	3,000	≒ 1.3×10^8 m^3/分
同	15：06	2,000	≒ 8.0×10^7 m^3/分
同　ドライヤー中間(環境)	15：09	25～50	−

1) 官能試験は橋先の河川敷　パネル3人　9月9日も同じ。
2) OER＝臭気濃度×排気量（Nm^3/hr）

2.5.3　クラフトパルプ工場

表I.96はクラフトパルプ工場内の環境臭気の測定例で日本環境衛生センターが昭和48年，山口県下において測定したもの[30]である。

表I.96　AパルプKK　臭気濃度測定結果

地点番号	試料採取場所	採取時間	測定時間	臭気濃度	備考
J－1	建材工場付近	15:35	17:00	2	臭気強度2～3
J－2	Aパルプ事務所前	16:00	17:03	50	3～4
J－3	連続蒸解釜と回収ボイラーの間	15:43 14:50	17:10 17:15	7 7	2～3 2～3
J－4	回収ボイラー付近 電気集塵機出口付近	14:50 14:55	17:23 17:28	200 200	臭気強度　5：陰圧ガス 5
J－5	ターペンチン排気付近 〃	15:16 15:15	17:35 17:42	2,000 800	5　検知管 H_2S 5　不検出

第3章　六段階臭気強度表示法

第3.1節　し尿処理場

六段階臭気強度は第2篇，第3章，第2節で述べるごとく工場敷地境界線やそれ以後の風下における環境臭気の測定に用い，その目的は主として環境下において臭気の時間的（10秒単位）変動をみることを中心にしており，測定は訓練を積んだパネルが4～6名で1班を構成し，1個所で5～30分間に来るにおいの強度と値について測定する。

表Ⅰ.97は，し尿処理場の敷地境界線が風下のそれ以後の測定場所において，昭和47年，日本環境衛生センターが測定したもの[15]で，悪臭防止法では単品の臭気物質について強度2.5を中心に規制基準値としている。

表Ⅰ.97　し尿処理場周辺の六段階臭気強度表示法の調査データ

番　号	調　査　場　所	採取日と時間	六段階レベル	備　　考
環－1	事業所境界線車庫入口	12日15:48～15:53	2.98	パネル3人　5分間の平均値
環－2	〃　酸化系脱臭塔	〃 16:05～16:10	3.34	同　上
環－3	〃　消化系脱臭塔	〃 16:21～16:26	3.06	同　上
環－4	〃　酸化新沈殿池	11日11時50分	1.3	パネル3人　約10秒の強い
環－5	〃　総合放流マンホール	〃　〃　52分	3.5	においの3人の平均値
環－6	〃　管理門付近	〃　〃　54分	3.7	同　上
環－7	〃　正門前	〃　〃　55分	4.3	同　上　こげ臭強い
環－8	〃　事業所入口	〃　〃　56分	3.7	同　上　ごみの腐敗臭
環－9	分譲住宅地	11日12時　5分	1.0	同　上　汚泥の焼却臭
環－10	〃　とGスタンプ中間	〃　〃　8分	3.2	同　上　同上とし尿臭
環－11	N製機正門前	〃　〃　11分	2.7	同　上　し尿臭
環－12	分譲住宅内	〃　〃　15分	1.5	同　上　同上と焼却臭
環－13	同　上	〃　〃　20分	2.8	同　上
環－14	同　上	〃　〃　26分	3.3	同　上
環－15	同上とGスタンプ	12日10時14分	2.5	同　上　汚泥の焼却臭
環－16	同　上	〃　〃　20分	3.3	同　上　焼却臭＋し尿臭
環－17	同　上	〃　〃　24分	3.1	同　上　〃　＋ウエスの臭い
環－18	S市火葬場うら	〃　〃　42分	0	同　上
環－19	Ⅰ葬儀場裏	〃　〃　50分	3.8	同　上　Ⅰ系脱臭排ガス臭
環－20	S商店角	〃　〃　54分	2.7	同　上　汚泥焼却臭
環－21	Ⅰ興産はずれ	〃　〃　56分	1.8	同上アスファルト臭＋焼却臭
環－22	H自治会　S宅前	〃　14時20分	2.5	パネル1名，汚泥焼却臭SSE*
環－23	〃　橋下道路上	〃　13時44分	3.5	同　上，同　上　S－SSE
環－24	〃　A地点	〃　〃　52分	3	同　上，同　上　S－SSE
環－25	〃　Mし尿場より	11日23時26分	2	同　上，町田し尿処理場臭
環－26	分譲住宅地内	〃　21時50分	3	同　上，散水ろ床臭
環－27	灌漑用水路　Dレース工場	〃　23時50分	2	同　上，同　上

＊　調査時の風向を示す。

第3.2節　魚腸骨処理場

表Ⅰ.98は魚腸骨処理場の敷地境界線と風下50m，90m，120mの4カ所について，昭和50年，日本環境衛生センターが実施したもの[16]で，図Ⅰ.8はその記録用紙における臭気変動の時間的変化を示したものである。

表Ⅰ.98　6段階強度表示データ集計表（5分間値）
S.49. 11:13　天候：晴　気温：11℃（10:50）

発生源からの距離	測定場所	測作時間	パネルNo.*	6段階臭気強度別判定回数						臭気強度の平均値	総平均値	風向 風速
				5	4	3	2	1	0			
敷	B－4	10:56	①	0	0	1	14	15	0	1.53		
		〃	②	0	0	1	10	14	5	1.23	1.10	
		11:01	③	0	0	3	8	0	19	0.53		
地	B－5	11:04	①	0	0	0	3	14	13	0.67		
		〃	②	0	0	0	5	10	15	0.67	0.56	
		11:09	③	0	0	2	2	0	26	0.33		
境	B－8	11:14	①	0	0	2	15	10	3	1.53		
		〃	②	0	0	4	19	7	0	1.90	1.57	
		11:19	③	0	0	8	7	0	15	1.27		
50 m	D－2	11:00	④	0	0	0	2	3	25	0.23		北～北西
		〃	5	0	0	0	0	1	29	0.03	0.16	
		11:05	6	0	0	0	0	7	23	0.23		3.2 m/sec
	D－3	11:25	④	0	0	1	6	10	13	0.83		北～北西
		〃	5	0	0	0	0	0	30	0.00	0.34	
		11:28	6	0	0	0	0	6	24	0.20		2.1 m/sec
	D－3	11:45	④	0	0	1	7	9	13	0.87		北東～北～西
		〃	⑦	0	0	1	10	9	10	1.07	0.90	
		11:48	8	0	0	0	8	7	15	0.77		2.4 m/sec
90 m	D－4	11:05	⑦	0	0	1	1	2	26	0.23		北～北北西
		〃	9	0	0	0	4	18	8	0.87	0.44	
		11:08	10	0	0	1	1	2	26	0.23		1.8 m/sec
	D－5	11:23	⑦	0	0	0	5	4	21	0.47		北北西
		〃	9	0	0	1	5	8	16	0.70	0.46	
		11:26	10	0	0	0	1	4	25	0.20		2.0 m/sec
120 m	D－6	11:30	⑦	0	0	1	6	7	16	0.73		北北西
		〃	9	0	0	2	4	10	14	0.80	0.68	
		11:33	10	0	0	0	2	11	17	0.50		2.2 m/sec

*）○印は，日環セ特殊公害課員　　無印は，一般モニター

表Ⅰ.99　測定場所判定頻度

測定場所	6段階臭気強度別判定頻度（%）					
	5	4	3	2	1＞	0
B － 4	0	0	5.5	35.6	32.2	26.7
B － 5	0	0	2.2	11.1	26.7	60.0
B － 8	0	0	15.6	45.6	18.9	20.0
D － 2	0	0	0	2.2	12.2	85.6
D － 3	0	0	1.1	6.7	17.8	74.4
D － 3	0	0	2.2	27.8	27.8	42.2
D － 4	0	0	2.2	6.7	24.4	66.7
D － 5	0	0	1.1	12.2	17.8	68.9
D － 6	0	0	3.3	13.3	31.3	52.2

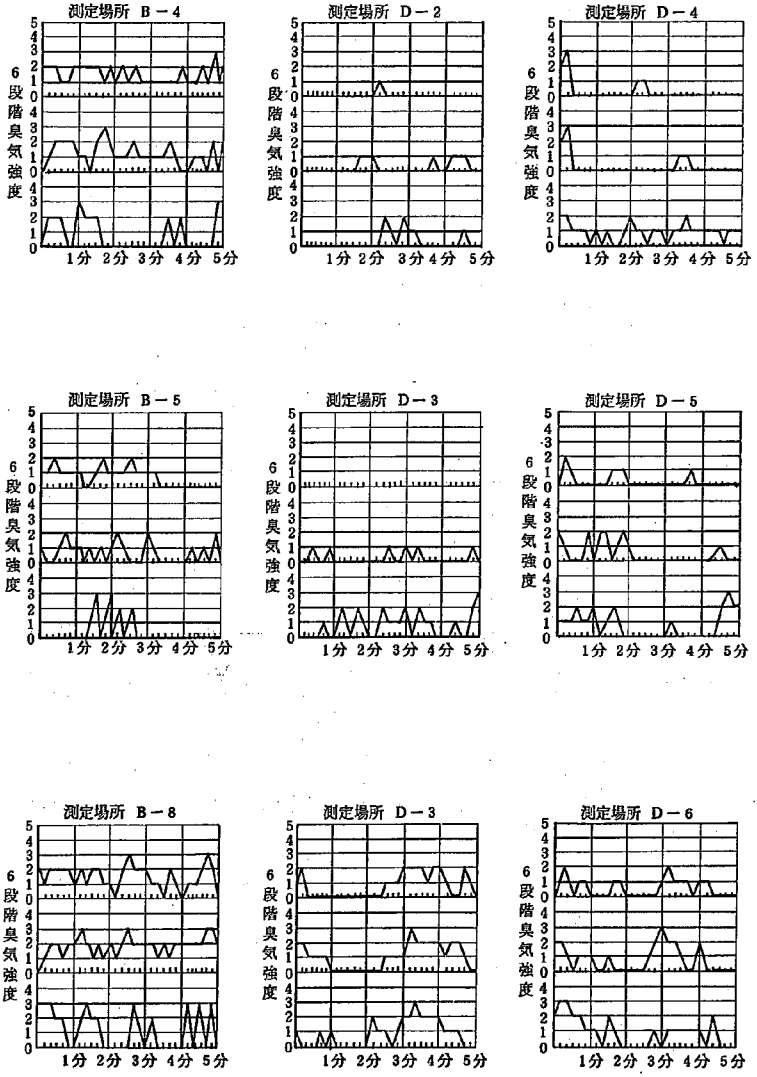


図1.8　臭気強度測定チャート（5分間値）

166

第4章　化学的臭気成分分析と官能試験の同時測定データ

官能試験データと化学的臭気成分分析データの両者からその事業所の臭気原因物質を推定する手法について，きわめて実験的な解析方法を試みたので，ここにその手法の1端を紹介する。

第4.1節　クラフトパルプ工場の臭気

表I.100～I.102はクラフトパルプを製造している工場からの臭気について化学的臭気成分と官能試験の双方で同時に測定した結果[31]を示すものである。

表I.102　発生源調査（単位ppm）

項目 / 施設名	測定値（ppm） H_2S	CH_3SH	$(CH_3)_2S$	$(CH_3)_2S_2$	臭気濃度
A工場					
ブローガス		317	361	285	10^7
脱水工程室内		1.2	1.4	1.1	3,000
回収ボイラー排気	356	5.0	8.4		
	394	6.7	110.3		
B工場					
ブローガス		653	390	1,191	10^7
回収ボイラー排気	105	5.2	6.9		21,000
排水処理施設					
沈殿池液面0m		0.04	0.05	0.09	120
1m		0.006	0.03	0.04	40
2m		0.002	0.02	0.02	40
3m		0.002	0.01	0.02	23

表I.101　環境調査

A工場 敷地境界線	測定値（ppm） H_2S	CH_3SH	$(CH_3)_2S$	$(CH_3)_2S_2$	臭気濃度
a	18	12	11	3	25
b	2	79	65	52	70
150m	82	56	29	3	100
500m		31	130	10	130
300m	42	31	14	2	50

クラフトパルプ工場の臭気はガスクロマト分析の結果，その主体が硫化水素，メチルメルカプタン，硫化メチル，ジメチルジサルファイドであり，それ以外にはα－ピネン，グワヤコール酸などがあるが，量的には小さいものと考えられる。

機器測定の結果を検出成分別にそれぞれの認知閾値（六段階臭気濃度2）で割り，その最大値を臭気濃度の推定値と考えると，つぎの結果がえられる。

なお，環境測定の場合，検出成分別の最大値が2－3成分で接近して臭気濃度に影響を与えているので，この場合は数成分の加算値を推定値とした。

臭気濃度の実測値とGC法データからの推定値をつぎの表に示す。

表I.102　化学的成分測定値と官能試験データとの対応

試料	臭気濃度 実測値	臭気濃度 推定値	推定値対象物質
発生源	21,000	17,500	H_2S
	10^7	4.5×10^6	CH_3SH
	3,000	1,714	〃
	10^7	9.3×10^6	〃
	120	57	〃
	40	27	CH_3SH, $(CH_3)_2S$, $(CH_3)_2S_2$
	40	17	〃
	23	12	〃
環境	25	25	H_2S, CH_3SH, $(CH_3)_2S$
	70	145	CH_3SH, $(CH_3)_2S$
	100	109	H_2S, CH_3SH, $(CH_3)_2S$
	130	110	CH_3SH, $(CH_3)_2S$
	40	51	H_2S, CH_3SH

なお，臭気強度2に対応する各成分濃度は，日本環境衛生センター測定値を採用した。

H_2S≒6 ppb，CH_3SH≒0.7 ppb，$(CH_3)_2S$≒2 ppb，$(CH_3)_2S_2$≒5 ppb として計算した。

測定方法はH_2S，CH_3SH，$(CH_3)_2S$．$(CH_3)_2S_2$は，悪臭防止法の官報の方法を採用し，官能試験の臭気濃度については三点比較式注射器法を用い，パネルメンバーは熟練パネル（環境衛生センター職員）と一般パネル（主としてアルバイト学生）の混成により4～5人で実施した。なお臭気のSamplingはポリプロピレン袋を主として用いた。

第4.2節　し尿処理施設の臭気

全国に約1060カ所あるし尿処理場は，下水道の普及で処理量の伸びは頭打ちとなったとはいえ，これらの施設からの臭気は養豚場，養鶏場などの畜産公害とともに動物系臭気の大きな発生源となっている。表I.103～I.104は代表的処理場で測定した同時測定の結果[31]である。

表I.103　し尿処理場臭気の機器測定と官能試験結果

	試験採取場所	測定値（ppm）					臭気濃度
		H_2S	CH_3SH	$(CH_2)_2S$	$(CH_3)_2S_2$	NH_3	
発生源	投入槽出口	500	40	1		36.6	10^6
	〃　脱臭出口	20	1	0.1	0.8	3.5	6.5×10^3
	汚泥焼却脱臭出口	0.053	0.38	0.15	0.026	1.2	500
	同上	0.046	0.26	0.54	0.107	18.0	200
	投入槽付近	0.020	0.008	0.001	0.001	1.7	20
	遠心分離室排気	0.105	0.020	0.002		0.5	60
	〃　消臭剤後	0.041	0.007	0.005		1.1	20
環境	事業所境界線	0.006	0.004			0.6	10
	同上	0.010	0.005	0.002		0.6	10
	同上	0.013	0.005			0.6	20

表I.104　し尿処理場臭気の臭気濃度の実測値とGC法データからの推定値

	臭気濃度		推定値対象物質
	実測値	推定値	
発生源	10^5	1.4×10^5	H_2S, CH_3SH
	6.5×10^3	4.3×10^3	〃
	500	543	CH_3SH
	200	461	CH_3SH, H_2S
	20	15	CH_3SH, H_2S
	60	46	H_2S
	20	17	CH_3SH, H_2S
環境	10	7	CH_3SH, H_2S
	10	9	〃
	20	9	〃

機器測定結果と官能試験結果との対応付け

（解析方法）

同測定結果に対して，各物質の定量値を各物質の閾濃度〔閾濃度測定法（無臭室法，注射器法，袋法）によって閾濃度が異なると思われるが，ここでは無臭室実験結果の臭気強度2に対する濃度をとった〕で除した値の最大値を臭気濃度の推定値と考え，この値（X）を独立変数，臭気強度の実測値（Y）を従属変数として，単相関分析を行なった。この臭気濃度の推定値は，つぎの考え方が前提となっている。つまり，臭気濃度とは，試料臭気が閾濃度に達すまでの無臭空気の希釈倍数で表わされるが，単一の悪臭物質の場合，理論的な臭気濃度は，その物質の物質濃度／

16P

閾濃度で推定される。これに基づき星加※は，混合臭気において，臭気濃度を $(OU)_T$，各物質濃度を C_1，C_2，…，Cn，個々の物質の閾濃度を Th，$Th_2 \cdots Thn$ とすると $(OU)_T = F(C_1/Th_1, C_2/Th_2 \cdots Cn/Thn)$ という関係が推定されると述べ，これを現場的経験則と名付けている。また，この関係を見る上でつぎのことが仮定となっている。

1. 機械的または化学的誤差が希釈のさいにないこと。
2. 希釈倍数と閾値を出した時の条件が同一で，安定し，かつ再現性のあること。
3. 悪臭成分個々の間の化学反応，悪臭の相乗，相殺作用のないこと。

この関係式にさらに次の仮定をつけ加えた。つまり，混合臭気を構成する各物質は，多成分系の中でも単一物質としての官能的な特性を失なわない。すなわち，$C_1/Th_1 < 1$，$C_2/Th_2 < 1 \cdots Cn/Thn < 1$ の場合，$F(C_1/Th_1, C_2/Th_2 \cdots Cn/Thn) < 1$，また逆に $C_1/Th_1 \geq 1$，$C_2/Th_2 \geq \cdots Cn/Thn \geq 1$ の場合，$F(C_1/Tn_1, C_2/Th_2 \cdots Cn/Thn) \geq 1$ となり，C_1/Tn_1，$C_2/Thn_2 \cdots Cn/Thn$ のうち1つでも > 1 の場合，$F(C_1/Th_1, C_2/Th_2 \cdots Cn/Thn) \geq 1$ となる。さらに説明を加えるとつぎのようになる。今，A，B，Cの3物質が各々Ca，Cb，Cc（たとえばppb）定量されたとすると，各物質濃度 C_N と臭気強度 Y_N の間では，$Y_N = n \log C_N + n'$ という関係が推定される。また臭気強度1に相当する各物質濃度をその単一物質の臭気濃度を推定するための閾濃度と仮定する。説明上，成分ABCがともに800 ppb定量されたとすると3物質とも閾濃度以上であり，判定はにおい有，さらにこの試料を1/10の濃度に希釈すると成分Aは閾濃度以上であり，成分B，Cは以下となり，判定はにおい有，さらに1/20の濃度に希釈するとすべて閾濃度以下となり判定はにおい無となる。そこでこの試料濃度は10と20の間ということになり，推定値は，成分Aの濃度（800 ppb）をAの閾濃度（Tha = 50）で除した値16となる。

第4.3節　下水道施設からの臭気（終末処理場，ポンプ場）

表I.105に下水道施設から発生する臭気について官能試験と機器測定を同時に行なったデータ[8]をしめす。

表I.105　下水処理場（一部し尿処理施設及びポンプ場を含む）の官能試験データと機器測定データとの関連（臭気濃度の実測値と推定値）

採取場所	臭気濃度 実測値	臭気濃度 推定値	推定値 対象物質
(1)曝気槽室内	89	29	CH_3SH
(1)同上	180	19	CH_3SH
(1)曝気槽排気口	120	28	H_2S
(1)同上	83	29	CH_3SH
(1)同上	180	29	CH_3SH
(2)汚泥焼却炉排ガス	7.5×10^3	150	CH_3CHO
(2)同上	2.4×10^3	360	CH_3CHO

なお，臭気強度1に対応する各成分濃度は，無臭室による実験結果を参考にした。

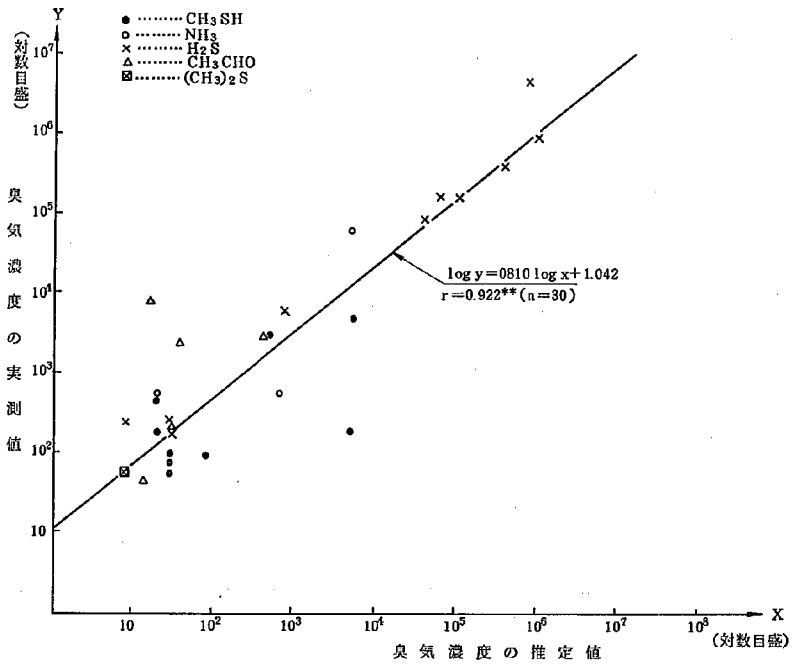
採取場所	臭気濃度		推定値
	実測値	推定値	対象物質
(2)汚泥処理真空ポンプ排気	560	640	NH_3
(2)生し尿関係脱臭塔出口	1.4×10^5	7.5×10^4	H_2S
(2)し尿消化汚泥貯留槽	7.6×10^5	1.3×10^6	H_2S
(2)し尿スクリーン槽脱臭塔入口	1.4×10^5	1.3×10^5	H_2S
(2) 同上 出口	560	18	NH_3
(2)し尿船付場（くみ上げ時）	7.6×10^4	4.9×10^4	H_2S
(2)し尿スクリーン槽脱臭塔入口	3.8×10^6	9.7×10^6	H_2S
(2) 同上 出口	3.2×10^5	4.5×10^5	H_2S
(3)ポンプ場沈砂池室入口	220	29	CH_3SH
(4)曝気槽上	45	13	CH_3CHO
(4)沈砂池室内	890	220	CH_3SH
(4)敷地境放流口	56	29	CH_3SH
(4)汚泥調整槽	240	26	H_2S
(4)曝気槽上	56	8	$(CH_3)_2S$
(5)ポンプ場沈砂ホッパ（作業中）	450	19	CH_3SH
(5) 〃 雨水沈砂池室内	89	77	CH_3SH
(6)汚泥焼却炉排ガス	2.7×10^3	440	CH_3CHO
(6)前曝気槽	180	4.9×10^3	CH_3SH
(6)汚泥調整槽脱臭塔入口	5.6×10^3	790	H_2S
(6) 同上 出口	4.5×10^3	5.6×10^3	CH_3SH
(6)敷地境（汚泥調整塔側）	2.8×10^3	480	CH_3SH
(7)曝気槽排風塔	230	8	H_2S
(7)汚泥槽	5.6×10^4	5.4×10^3	CH_3SH

CH_3SH ≒0.1 ppb
H_2S ≒0.6 ppb
CH_3CHO ≒1.5 ppb
NH_3 ≒100 ppb
$(CH_3)_2S$ ≒0.1 ppb
注）＊…再測定

解析結果

両測定値の対数値で相関分析を行なった結果，相関系数 $r=0.922$ と1％以下の危険率で両者の相関が有意であった。回帰方程式 $\log Y=0.810\log X+1.042$

なお，相関図ならびに解析結果を図に示した。



図Ⅰ.9　臭気濃度の実測値と推定値との関係

172

第Ⅱ編　臭気測定方法

第Ⅱ編　臭気測定方法

第1章　概　論

臭気の測定方法には，大別してガスクロマト等を用いる化学測定方法と嗅覚を用いる官能試験方法とがある。

化学測定は悪臭物質濃度と嗅覚応答レベル（閾値，六段階臭気強度）との対応，悪臭物質の定性・定量をすることにより，悪臭原因物質の究明，脱臭対策の基礎資料とするなどに多用されており，官能試験方法は悪臭の総合評価（臭気強度，においの性質），臭気の広播性（空気希釈倍数，臭気濃度），認容性（快・不快表示，生活環境不快度），公害的要素（規制基準）等を判定又は評価するには欠かせぬ測定方法である。

臭気の測定をするには基本的には，官能・化学の両測定方法を用いることが必要であり，両者のデータを相互補完的に用いて始めて悪臭の実態を把握することができる。

化学測定方法には次のようなものがある。

機器測定

ガスクロマトグラフィー ……大半の分析データは本法による。

ガスクロマト質量分析法 ……悪臭物質の定性的判定用に最近多用されている。

（高濃度の場合のみ
赤外分析分析
核磁気共鳴） ……高濃度の場合のみで測定例はわずかしかない。

マスフラグメントグラフィー……ガスクロマト質量分析計を用いて最近開発された分析法

吸光光度法

アンモニアにおけるインドフェノール法やピリジンピラゾロン法などに用いられているが，分析対象物質の範囲は少ない。

検知管法

北川式，ドレーゲル式等数種の方式があり，いずれも悪臭物質と特異的に発色する試薬を用いて簡単に定性・定量する方式である。悪臭関係の種類は約３０種である。

現在，悪臭の化学測定で公定された方法としては，以下に述べる８物質の環境庁告示の方法，高濃度の臭気ではＪＩＳ法（アンモニア，硫化水素，メチルメルカプタン等）などわずかの悪臭物質しか定められていない。

又，官能試験方法には空気希釈法（３点比較式におい袋法，ＡＳＴＭ注射器法等），直接表示法（六段階臭気強度，快・不快表示等），水希釈法（食塩水平衡法，臭研木下式等）などがある。

官能試験は空気希釈法が定量性に優れているので，その内の３点比較式におい袋法は，現在，都条例にもなって多用されている。

直接表示法は嗅覚で臭気強度や不快度を直接数値化する方法で，現在，悪臭防止法の規制基準設定に用いられている。

水希釈法は宮城県の県条例で食塩水平衡法を用いた規制が約１０年前より実施されていたので一

部の地域で普及されていたが，現在は，空気希釈法に切り変えられたところも多い。

第２章　化学測定方法

第2.1節　悪臭防止法告示による方法

2.1.1　環境庁告示第９号による方法

2.1.1.1　アンモニアの測定方法

(1) 敷地境界線における濃度の測定

(A) 試　薬

試薬は，次に掲げるところにより調整したものを用いるものとする。

(i) 酢酸・酢酸ナトリウム緩衝液

0.2規定の酢酸９００ミリリットル及び0.2規定の酢酸ナトリウム溶液１００ミリリットルを混合したもの

(ii) クロラミンT溶液

トシルクロルアミドナトリウム1.9グラムを水に溶解して全量を５０ミリリットルとしたもの（この溶液は，使用のつど調製するものとする。）

(iii) ピリジン・ピラゾロン混液

１－フェニル－３－メチル－５－ピラゾロン1.26グラムを摂氏７５度程度の水５００ミリリットルに溶解した後，室温まで冷却したもの及びビス（１－フェニル－３－メチル－５－ピラゾロン）0.1グラムを１００ミリリットルのピリジンに溶解したもの（この溶液は，使用のつど調製するものとする。）

(iv) アンモニウムイオン標準溶液

摂氏１３０度程度で乾燥したアンモニウム0.78グラムを水に溶解して全量を１リットルとしたものの一部を分取し，これを水で１００倍に希釈したもの（この溶液1ミリリットルは，アンモニア2マイクログラムに相当するアンモニウムイオンを含む。）

(B) 試料採取装置

試料採取装置は，図Ⅱ．１に掲げる構成のものであって，次の条件を具備しているものとする。

(i) 捕集用ろ紙は，直径約５センチメートルの円形のガラス繊維ろ紙（孔径約１３ミクロン）であって，２０パーセントの硫酸に浸し，乾燥器内で摂氏６０度程度で１時間乾燥した後，シリカゲルデシケータ中に保存したものであること。

(ii) 流量計は，毎分２～７リットルの範囲の流量を測定しうるものであること。

(iii) 吸引ポンプは，捕集用ろ紙をホルダーに装着した状態で毎分５リットル以上大気を吸引できる能力を有するものであること。

(C) 測定の手順

濃度の測定は，次の手順により行なうものとする。

(i) 試料の採取

2の試料採取装置に毎分5リットルの流量で5分間通気して，ろ紙上に試料を捕集する。

(ii) 吸光度の測定

試料を捕集したろ紙を30ミリリットルの水に5分間浸した後，かくはんしつつ洗う。次に，20ミリリットルの水で同様の操作を行ない，両洗浄液を合わせる。この洗浄液に約0.1規定の水酸化ナトリウム溶液を加えて水素イオン指数約3.7とした後，酢酸・酢酸ナトリウム緩衝液5ミリリットルを加える。これを分液ロートに移し，クロラミンT溶液0.45ミリリットルを加えて振り混ぜ，さらにピリジン・ピラゾロン混液15ミリリットルを加えて振り混ぜ，1分間放置する。次に，4塩化炭素をピペットを用いて正確に10ミリリットル加え，20秒間振り混ぜる。これを静置して4塩化炭素抽出層を分離し，ろ過した後，波長450ミリミクロン付近におけるろ液の吸光度を測定する。なお，吸光度の測定は，発色後30分以内に行うものとする。

(iii) 検量線の作成

アンモニウムイオン標準溶液0～40ミリリットルを段階的にとり，それぞれ水を加えて50ミリリットルとした後，酢酸・酢酸ナトリウム緩衝液5ミリリットルを加える。これを分液ロートに移した後，採取試料の測定と同様に操作し，吸光度による検量線を作成する。

(iv) 濃度の算出

(3)の検量線により試料中のアンモニアの量を求め，次式によりその大気中の濃度を算出する。

$$C = \frac{22.4\,A}{17V \times \frac{273}{273+t} \times \frac{P}{760}}$$

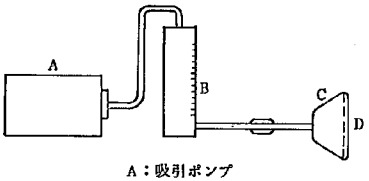
この式において，Cは大気中のアンモニアの濃度（単位：体積100万分率），Aはアンモニアの量（単位：マイクログラム），Vは採気量（単位：リットル），tは試料採取時の気温，Pは試料採取時の気圧（単位：水銀柱ミリメートル）を表わすものとする。

(2) 気体排出口における流量の測定

気体排出口における流量は，日本工業規格Z 8808に定める方法により測定した排ガス量に，同規格K 0099に定める方法により測定した排出ガス中のアンモニアの濃度（5分間平均濃度）を乗じて算出するものとする。

備 考

この測定方法における用語その他の事項でこの測定方法に定めないものについては，日本工業規格に定めるところによる。



A：吸引ポンプ
B：流量計
C：ホルダー
D：捕集用ろ紙

図Ⅱ．1　試料採取装置

2.1.1.2　メチルメルカプタン，硫化水素及び硫化メチルの測定方法

(1) 敷地境界線における濃度の測定

(A) 試　　薬

試薬は次に掲げるところにより調製したものを用いるものとする。

(i) メチルメルカプタン標準溶液

容量２００ミリリミットルの注射器にメチルメルカプタンガス５０ミリリットル及び精製ベンゼン５０ミリリットルを採取し，フッ素樹脂製のキャップをして振り混ぜて得られた溶液であって，次に定める方法によりその含有するメチルメルカプタンの濃度が測定されているもの，溶液５ミリリットルを容量250ミリリットルの共せん付三角フラスコにとり，エチルアルコール１５ミリリットル及び0.025規定の硝酸銀水溶液１５ミリリットルを加えて密せんし，５分間激しく振り混ぜる（濁りが生じる場合には，さらにエチルアルコール数ミリリットルを加え，濁りを消失させる。）次に，この溶液に鉄ミヨウバン指示薬（鉄ミヨウバン４０グラムを６０ミリリットルの水に溶解した後，６規定の硝酸２０ミリリットルを加え，さらに水を加えて全量を１００ミリリットルとし，使用直前にこの溶液を煮沸して窒素酸化物を除去し，水で４倍に希釈したもの）３～５ミリリットルを加え，0.025規定のチオシアン酸アンモニウム溶液で淡桃色となるまで滴定する（その所要量をａミリリットルとする）滴定後の液を振り混ぜた後，0.025規定の硝酸銀溶液で淡桃色が消えるまで滴定する（その所要量をｂミリリットルとする。）次に，0.025規定のチオシアン酸アンモニウム溶液で淡桃色となるまで滴定する（その所要量をｃミリリットルとする。）以上の滴定実験の結果から次式によりメチルメルカプタン標準溶液の濃度を算出する。

$$X = 0.24 \times (15 - a + b - c)$$

この式において，Xは，メチルメルカプタン標準溶液１マイクロリットル中に含まれるメチルメルカプタンの量（単位：マイクログラム）を表わすものとする。

(ii) 硫化水素標準溶液

容量２００ミリリットルの注射器に硫化水素ガス５０ミリリットル及び水５０ミリリットルを採取し，フッ素樹脂製のキャップをして振り混ぜて得られた溶液であって，

日本工業規格K0102に定める方法によりその含有する硫化水素の濃度が測定されているもの

(iii) 硫化メチル標準溶液

硫化メチル1.0グラムを精製ベンゼンに溶解して全量を１００ミリリットルとしたものの一部を分取し，これを精製ベンゼンで1,000倍に希釈したもの（この溶液１マイクロリットルは，硫化メチル0.０１マイクログラムを含む。）

(B) 装置及び器具

装置及び器具は，次に掲げるとおりとする。

(i) 試料ガス採取容器

図Ⅱ．２に掲げる形状のものであって，次の条件を具備しているもの

(a) ホウ硅酸ガラス製で，かつ，容量が１リットルのものであって，内部を１０規定のリン酸で洗い，水洗し，乾燥した後，外部をアルミはくで包んだものであること。

(b) 試料ガス採取口に内径0.21ミリメートル，長さ５センチメートルの毛細管を取り付けたものであること。

(ii) 試料濃縮管

図Ⅱ．３に掲げる形状のものであって，次の条件を具備しているもの

(a) ホウ硅酸ガラス製で内径が４ミリメートルのものであること。

(b) 内部を１０規定のリン酸で洗い，水洗し，乾燥した後，被検成分の分析に使用するものと同種のガスクロマトグラフ分離管充てんしたものであること。

(c) 外部にアルミはくを密に巻き，その上をガラス繊維テープで絶縁し，温度測定用熱電対を取り付け，ガラス繊維管に通したニクロム線を等間隔に巻き，再びガラス繊維テープで固定したものであること。

(iii) ガスクロマトグラフ分析装置

図Ⅱ．４に掲げる構成のものであって，次の条件を具備しているもの

(a) ガスクロマトグラフは，炎光光度検出器（水素炎イオン化検出器が併設されたもの）を有するもの又は炎光光度検出器及び水素イオン化検出器を同時に使用しうるものであること。

(b) ガスクロマトグラフのキャリーガス流路を試料導入部の直前において変更し，不純物除去管及び試料濃縮管に接続したものであること。

(c) 不純物除去管は，モレキュラーシーブ５A等を充てんし，液体酸素又は液体窒素により冷却したものであること。

(d) 分離管は，ガラス製で，かつ，内径が３ミリメートル，長さが３～５メートルのものであって，内面を１０規定のリン酸で洗い，水洗し，乾燥したものであること。

(e) 分離管充てん物は，褐色硅藻土担体を酸で洗った後，ジメチルジクロロシラン処理し，トリス（シアノエトキシ）プロパンを２５パーセント被覆したもの又はこれと同等以上の性能を有するものであること。

(f) 試料導入部の温度は，摂氏１３０度程度であること。

(g) 分離管の温度は，摂氏７０度程度であること。

(h) キャリヤーガスは，窒素ガスを使用し，その流量を毎分４０～５０ミリリットルとすること。

(C) 測定の手順

濃度の測定は，次の手順により行なうものとする。

(i) 試料ガスの採取

あらかじめ真空ポンプにより十分に脱気した試料ガス採取容器のバルブを開いて採気する。

(ii) 採取試料の濃縮

採気後１時間以内に試料ガス採取容器を図Ⅱ．５に掲げるところにより液体酸素で冷却した試料濃縮管に接続し，真空ポンプを用いて数分間吸引することにより試料ガス採取容器中の被検成分を試料濃縮管に捕集する。この場合において，試料濃縮管は，摂氏１００度程度で窒素ガスを流しながら空焼きし，空試験を行ない，妨害成分のないことを確認したものとする。

(iii) ガスクロマトグラフ分析

被検成分を捕集した試料濃縮管を液体酸素で冷却した状態で図Ⅱ．４に掲げるところによりガスクロマトグラフ分析装置に接続する。試料濃縮管にキャリヤーガスを流し，その流量が安定し，かつ，検出器の応答のないことを確認した後，試料濃縮管の温度を零下１８３度から摂氏１００度まで約２分間で加熱昇温させ，被検成分をガスクロマトグラフに導入する。

(iv) 検量線の作成

メチルメルカプタン標準溶液，硫化水素標準溶液若しくは硫化メチル標準溶液又はこれらを適宜段階的に希釈した溶液数マイクロリットルをそれぞれ液体酸素で冷却した試料濃縮管に注入した後，(3)と同様の操作を行なうことにより得られるクロマトグラフのピーク高さにより検量線を作成する。

(v) 濃度の算出

(iv)の検量線により試料ガス中のメチルメルカプタン，硫化水素又は硫化メチルの量を求め，次式によりその大気中の濃度を算出する。

$$C = \frac{22.4\,A}{1000\,M \times V \times \dfrac{273}{273+t} \times \dfrac{P}{760}}$$

この式において，Cは大気中の被検成分の濃度（単位：体積１００万分率），Aは被検成分の量（単位：ナノグラム），Mは被検成分物質の分子量，Vは試料ガス採取量（単位：リットル），tは試料ガス採取時の気温，Pは試料ガス採取時の気圧（単位：水銀柱ミリメートル）を表わすものとする。

(2) 気体排出口における流量の測定

気体排出口における流量は，日本工業規格Z 8808に定める方法により測定した排出ガ

ス量に，次に掲げる方法により測定した排出ガス中の硫化水素の濃度を乗して算出するものとする。

(A) 試　薬

2.1.1.2の(A)に定めるものと同様とする。

(B) 装置及び器具

2.1.1.2の(B)に定めるものと同様とする。

(C) 測定の手順

測度の測定は，次の手順により行なうものとする。

(i) 試料ガスの採取

あらかじめ窒素置換した試料ガス採取容器の内部を１０分の１気圧だけ減圧した後，試料ガス採取容器のバルブを開いて排出ガスを採取する。

(ii) 採取試料の濃縮

試料ガス採取後１時間以内に試料ガス採取容器から採取ガスの一部（硫化水素として0.2～１００ナノグラムを含む量）をガスシリンジにより分取し，液体酸素により冷却した試料濃縮管に注入する。

(iii) ガスクロマトグラフ分析

2.1.1.2の(C)の(iii)に定める操作と同様とする。

(iv) 検量線の作成

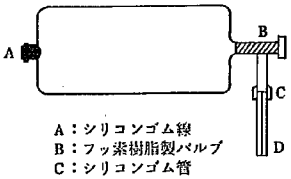
2.1.1.2の(C)の(iv)に定める操作と同様とする。

(v) 濃度の算出

2.1.1.2の(C)の(v)に定める方法と同様とする。ただし，tは排出ガスの温度，Pは排出ガスの圧力（単位：水銀柱ミリメートル）とする。

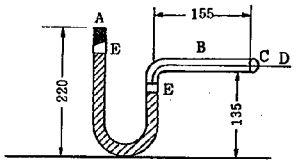
備　考

この測定方法における用語その他の事項でこの測定方法に定めのないものについては，日本工業規格に定めるところによる。



A：シリコンゴム線
B：フッ素樹脂製バルブ
C：シリコンゴム管
D：毛細管

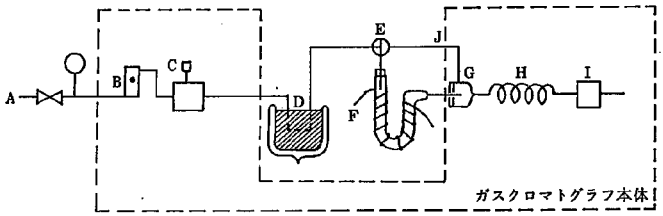
図Ⅱ．2　試料ガス採取容器



A：シリコンゴムせん
B：毛細管
C：エポキシ樹脂系接着剤
D：ステンレス製注射針
E：石英ガラスウール

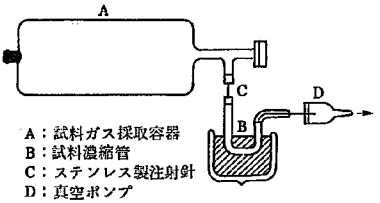
図Ⅱ．3　試料濃縮管

180



A：窒素ボンベ　　F：試料濃縮管
B：流量計　　G：試料導入部
C：流量調整弁　　H：分離管
D：不純物除去管　　I：検出器
E：三方コック　　J：バイパス流路

図Ⅱ．4　ガスクロマトグラフ分析装置



図Ⅱ．5　試料濃縮方式

2.1.1.3　トリメチルアミンの測定方法

(1) 敷地境界線における濃度の測定

(A) 試　　薬

トリメチルアミンの測定に用いる標準溶液は，トリメチルアミン水溶液をブロムクレゾールグリーンの0.1パーセントエチルアルコール溶液及びメチルレッドの0.1パーセントエチルアルコール溶液を体積比5対1で混合した指示薬を用いて0.1規定の塩酸で滴定することにより，濃度を測定したものとする。

(B) 装置及び器具

装置及び器具は，次に掲げるとおりとする。

(i) 試料採取装置

図Ⅱ．6に掲げる構成のものであって，次の条件を具備しているもの

(a) 捕集用ろ紙は，縦20センチメートル，横25センチメートルの長方形のガラス繊維ろ紙（孔径約13ミクロン）であって，20パーセントの硫酸に浸し，乾燥器内で摂氏60程度で1時間乾燥した後，シリカゲルデシケータ中に保存したものであること。

(b) 流量計は，毎分３０～１２０リットルの範囲の流量を測定し得るものであること。

(c) ブロワーは，捕集用ろ紙をホルダーに装着した状態で毎分１００リットル以上大気を吸引できる能力を有するものであること。

(ii) 試料濃縮管

図Ⅱ．７に掲げる形状のものであって，次の条件を具備しているもの

(a) ホウ硅酸ガラス製で内径が５ミリメートルのものであること。

(b) 内部を水酸化ナトリウム溶液で洗い，水洗し，乾燥した後，３０～６０メッシュのガラスビーズを充てんしたものであること。

(c) 外部にアルミはくを密に巻き，その上をガラス繊維テープで絶縁し，温度測定用熱電対を取り付け，ガラス繊維管に通したニクロム線を等間隔に巻き，再びガラス繊維テープ固定したものであること。

(iii) 試料分解濃縮装置

図Ⅱ．８に掲げる構成のものであって，次の条件を具備しているもの

(a) 窒素パックは，フッ素樹脂等の材質のものであって，１０リットル以上の窒素ガスを入れたものであること。

(b) 不純物除去管は，内部にモレキュラーシーブ５Ａ等を充てんし，液体酸素又は液体窒素で冷却したものであること。

(c) 分解試薬びんは，約４０パーセントの水酸化ナトリウム溶液２０ミリリットルを入れたものであること。

(iv) ガスクロマトグラフ分析装置

図Ⅱ．４に掲げる構成のものであって，次の条件を具備しているもの

(a) ガスクロマトグラフは，水素炎イオン化検出器を有するものであること。

(b) ガスクロマトグラフのキャリヤーガス流路を試料導入部の直前において変更し，不純物除去管及び試料濃縮管に接続したものであること。

(c) 不純物除去管は，モレキューラーシーブ５Ａ等を充てんし，液体酸素又は液体窒素により冷却したものであること。

(d) 分離管は，ガラス製でかつ，内径が３ミリメートル，長さが３～５メートルのものであって，内面を水酸化ナトリウム溶液で洗い，水洗し，乾燥したものであること。

(e) 分離管充てん物は，白色硅藻土担体にジグリセロールを１５パーセント，テトラエチレンペンタミンを５パーセント，水酸化ナトリウムを２パーセント被覆したもの又はこれと同等以上の性能を有するものであること。

(f) 試料導入部の温度は，摂氏１３０度程度であること。

(g) 分離管の温度は，摂氏７０度程度であること。

(h) キャリヤーガスは，窒素ガスを使用し，その流量を毎分４０～５０ミリリットルとすること。

(C) 測定の手順

182

濃度の測定は，次の手順により行うものとする。

(i) 試料の採取

(B)の(i)の試料採取装置に毎分１００リットルの流量で５分間通気して，ろ紙上に試料を捕集する。

(ii) 採取試料の分解及び濃縮

試料を捕集したろ紙を(B)の(ii)の試料分解濃縮装置中の分解びんに入れた後，吸引ポンプを用いて毎分0.2リットルの流量の窒素ガスを同装置に約４０分間吸引することにより発生するアミンを液体酸素で冷却した試料濃縮管に捕集する。この場合において，試料濃縮管は摂氏１００度程度で窒素ガスを流しながら空焼きし，空試験を行ない，妨害成分のないことを確認したものとする。

(iii) ガスクロマトグラフ分析

被検成分を捕集した試料濃縮管を液体酸素で冷却した状態で図Ⅱ．４に掲げるところによりガスクロマトグラフ分析装置に接続する。試料濃縮管にキャリヤーガスを流し，その流量が安定し，かつ，検出器の応答のないことを確認した後，試料濃縮管の温度を零下１８３度から摂氏１００度まで約２分間で加熱昇温させ，被検成分をガスクロマトグラフに導入する。

(iv) 検量線の作成

トリメチルアミンの標準溶液をエチルアルコールで適宜段階的に希釈した溶液数マイクロリットルを，それぞれガスクロマトグラフに注入して得られるクロマトグラフのピーク面積により検量線を作成する。

(v) 濃度の算出

(iv)の検量線により試料中のトリメチルアミンの量を求め，次式によりその大気中の濃度を算出する。

$$D = \frac{22.4\,A}{59000\,V + \frac{273}{273+t} \times \frac{P}{760}}$$

この式において，Dは大気中のトリメチルアミンの濃度（単位：体積100万分率），Aはトリメチルアミンの量（単位：ナノグラム），Vは採気量（単位：リットル），tは試料採取時の気温，Pは試料採取時の気圧（単位：水銀柱ミリメートル）を表わすものとする。

(2) 気体排出口における流量の測定

気体排出における流量は，日本工業規格Z 8808に定める方法により測定した排出ガス量に，次に掲げる方法により測定した排出ガス中のトリメチルアミンの濃度を乗じて算出するものとする。

(A) 試　　薬

2.1.1.3の(A)に定めるものと同様とする。

(B) 装置及び器具

183

装置及び器具は，次に掲げるとおりとする。

(i) 試料ガス採取装置

図Ⅱ．2に掲げる形状のものであって，次の条件を具備しているもの

(a) ホウ硅酸ガラス製で，かつ，容量が1リットルのものであって，内部を水酸化ナトリウム溶液で洗い，水洗し，乾燥した後，外部をアルミはくで包んだものであること。

(b) 試料ガス採取口に内径0.21ミリメートル，長さ5センチメートルの毛細管を取り付けたものであること。

(ii) 試料濃縮管

2.1.1.3の(B)の(ii)に定めるものと同様とする。

(iii) ガスクロマトグラフ分析装置

2.1.1.3の(B)の(iv)に定めるものと同様とする。

(C) 測定の手順

濃縮の測定は，次の手順により行なうものとする。

(i) 試料ガスの採取

あらかじめ窒素置換した試料ガス採取容器の内部を10分の1気圧だけ減圧した後，試料ガス採取容器のバルブを開いて排出ガスを採取する。

(ii) 採取試料の濃縮

試料ガス採取後1時間以内に試料ガス採取容器を図Ⅱ．5に掲げるところにより液体酸素で冷却した試料濃縮管に接続し，真空ポンプを用いて数分間吸引することにより試料ガス採取容器中の被検成分を試料濃縮管に捕集する。この場合において，試料濃縮管は，摂氏100度程度で窒素ガスを流しながら空焼きし，空試験を行ない，妨害成分のないことを確認したものとする。

(iii) ガスクロマトグラフ分析

2.1.1.3の(C)の(iii)に定める操作と同様とする。

(iv) 検量線の作成

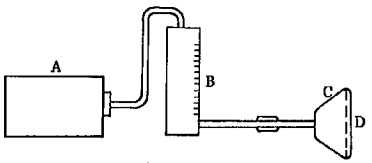
2.1.1.3の(C)の(iv)に定める操作と同様とする。

(v) 濃度の算出

2.1.1.3の(C)の(v)に定める方法と同様とする。ただし，tは排出ガスの温度，Pは排出ガスの圧力（単位：水銀柱ミリメートル）とする。

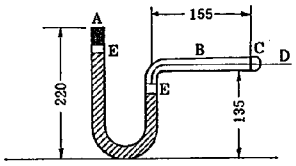
備　考

この測定方法における用語その他の事項でこの測定方法に定めないものについては，日本工業規格に定めるところによる。



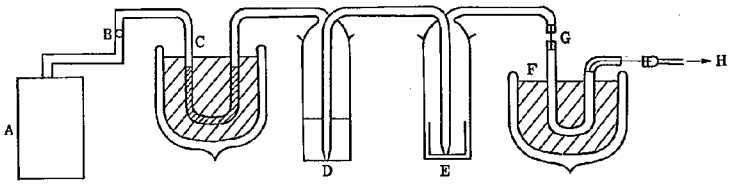
A：ブロワー
B：流量計
C：ホルダー
D：捕集用ろ紙

図Ⅱ．6　試料採取装置



A：シリコンゴムせん
B：毛細管
C：エポキシ樹脂系接着剤
D：ステンレス製注射針
E：石英ガラスウール

図Ⅱ．7　試料濃縮管



A　窒素バッグ
B　流量計
C　不純物除去管
D　分解試薬びん
E　分解びん
F　試料濃縮管
G　ステンレス製注射針
H　吸引ポンプ

図Ⅱ．8　試料分解濃縮装置

2.1.2　環境庁告示第47号による方法

2.1.2.1　アセトアルデヒドの測定方法

(1)　アセトアルデヒドの測定方法

(A)　概　　要

試料採取バッグに採取した試料ガスを，2，4－ジニトロフェニルヒドラジンのリン酸溶液に通し，アセトアルデヒドをアセトアルデヒド－2，4－ジニトロフェニルヒドラゾンとして捕集する。これを四塩化炭素で抽出し，水素炎イオン化検出器を有するガスクロマトグラフに導入し定量する。

(B)　試　　薬

185

(i) ｎ－ヘキサン

ガスクロマトグラフに注入（１０ミリリットルを，約１ミリリットルに濃縮し，その１０マイクロリットルを分取して注入する。）したときアセトアルデヒド－２，４－ジニトロフェニルヒドラゾンの保持時間にピークを生じないもの

(ii) 四塩化炭素

ガスクロマトグラフに注入（１０ミリリットルを約１ミリリットルに濃縮し，その１０マイクロリットルを分取して注入する。）したときアセトアルデヒド－２，４－ジニトロフェニルヒドラゾンの保持時間にピークを生じないもの

(iii) ２規定リン酸溶液

８５パーセントリン酸（プラスチック製容器に入ったものは使用してはならない。）４４ミリリットルを蒸留水（十分に蒸留精製した水を使用すること。）に溶かして１リットルとしたもの

(iv) 捕集溶液

２，４－ジニトロフェニルヒドラジン（特級を使用すること。）０.２グラムを２規定リン酸溶液１リットルに加え十分かくはんし，空気にふれないように清浄な部屋に一夜放置後，グラスフィルターで沪過し，この沪液のうち２００ミリリットルを１リットルの分液ロートにとり，ｎ－ヘキサン２００ミリリットルを加え５分間激しく振りまぜ静置した後，ｎ－ヘキサン層を分離し，２，４－ジニトロフェニルヒドラジン溶液層に再びｎ－ヘキサン２００ミリリットルを加え同様の洗浄操作を行い，その２，４－ジニトロフェニルヒドラジン溶液層を分離し，捕集溶液としたもの。

ただし，この溶液４０ミリリットルについて(iii)(C)に掲げる方法で空試験を行い，アセトアルデヒド－２，４－ジニトロフェニルヒドラゾン含有量が１リットルにつき５０マイクログラムを超える場合には，更にｎ－ヘキサンによる洗浄を繰り返して５０マイクログラム以下とし，捕集溶液としたもの（捕集溶液は環境大気により汚染されやすいため，調整後は酸及びｎ－ヘキサンで洗浄した硬質ガラス容器にすみやかに移し，密閉すること。）

(v) アセトアルデヒド標準溶液

アセトアルデヒド－２，４－ジニトロフェニルヒドラゾン５０.９ミリグラムを四塩化炭素に溶解して１００ミリリットルとしたもの。

なお，アセトアルデヒド－２，４－ジニトロフェニルヒドラゾンの合成は，次に定める方法によるものとする。

２，４－ジニトロフェニルヒドラジン１グラムを濃硫酸２ミリリットル及びエチルアルコール１５ミリリットルに溶解した溶液に，９０パーセント程度の純度のアセトアルデヒド０.５グラムを５ミリリットルのエチルアルコールに溶解した溶液を加える。析出したアセトアルデヒド－２，４－ジニトロフェニルヒドラゾンを吸引沪過後，蒸留水で洗浄し，更にエチルアルコールでよく洗浄し減圧乾燥を行う。このアセトアルデヒド－２，４－ジニトロフェニヒドラゾンは，融点が摂氏１６８度程度のものであ

ることとし，シリカゲルデシケーター中に保存する。

(C) 装置及び器具

装置及び器具は，次に掲げるとおりとする。

(i) 分液ロート

容量１００ミリリットル及び１リットルのもの（コック部にワセリン等を使用してはならない。）

(ii) 試料ガスのバッグ採取装置

図Ⅱ.10 に掲げる構成のものであって，次の条件を具備しているもの

(a) 試料採取袋は，ポリフッ化ビニルフイルム又はこれと同等以上の保存性能を有するプラスチックフイルム製であって内容積が５０リットル程度のものであること。

(b) 吸引ポンプは毎分１０リットル以上の大気を吸引できる能力を有するものであること。

(iii) 採取ガスの溶液捕集装置

図Ⅱ.11に掲げる構成のものであって，吸収ビンは，ディフューザー付（３番ガラスフイルター）のフリテッドバブラーを使用し，この中に２０ミリリットルの捕集溶液を入れ２連に連結したものであること。

(iv) 濃縮器

クデルナダニッシュ濃縮器又はエバポレーターを用いること。

(v) ガスクロマトグラフ分析装置

(a) ガスクロマトグラフは，水素炎イオン化検出器を有するものであること。

(b) 分離管は，ガラス製で，かつ，内径が３ミリメートル，長さが２～３メートルのものであって，内面をアセトンで洗い，水洗し，乾燥したものであること。

(c) 分離管充てん物は，白色ケイソウ土担体（８０～１００メッシュ）を酸で洗った後，ジメチルジクロロシラン処理し，シリコーンＯＶ－１７を１～３パーセント被覆したもの，又は，これと同等以上の性能を有するものであること。

(d) 試料導入部の温度は摂氏２４０度～２６０度であること。

(e) 分離管の温度は摂氏２００度～２３０度であること。

(f) キャリヤーガスは窒素ガスを使用し，その流量を毎分４０～５０ミリリットルとすること。

(D) 測定の手順

濃度の測定は，次の手順により行うものとする。

(i) 試料ガスのバッグ採取

図Ⅱ.10に掲げるところにより，試料採取バッグに毎分１０リットルの流量で５分間大気を送り試料を採取する。

(ii) 採取ガスの溶液捕集

採取した試料ガスは，すみやかに図Ⅱ.11に掲げるところにより毎分１リットルの吸引速度で試料ガス中の被検成分を捕集溶液中に捕集する（５０リットルを超える多

量の試料ガスを捕集溶液に通過させるとアセトアルデヒド－２，４－ジニトロフェニルヒドラゾンが加水分解するので注意する。）。なお，捕集溶液の携帯等にあたっては，硬質ガラス容器を使用することとし，プラスチック容器を使用してはならない。また，試料を保存する場合は，(iii)(a)により抽出を行い四塩化炭素として保存することが望ましい。

(iii) ガスクロマトグラフ分析

(a) 捕集後２本の吸収ビン中の捕集溶液を合わせて容量１００ミリリットルの分液ロートに移し，四塩化炭素を正確に１０ミリリットル加え２分間以上振りまぜ，静置する。四塩化炭素層を分離し，容量１０ミリリットルのメスフラスコに移して四塩化炭素で定容し，ガスクロマトグラフ検体とする。以降の分析及び試料の保存（１週間を限度とする。）にあたっては，四塩化炭素の蒸発による液量の減少を起さないよう注意する。

(b) ガスクロマトグラフ分析は，１０マイクロリットル程度の試料をマイクロシリンジにより試料口に注入して行う。その際，試料導入部が高温であり，四塩化炭素の急激な蒸発により注入量に誤差が生ずることが考えられるため，マイクロシリンジに試料を採取する際，その前後に少量（0.2～0.4マイクロリットル）の空気を吸引し，液層が空気層にはさまれた状態で採取量を読みとり，そのままガスクロマトグラフに導入する。

(c) 上記の操作により定量下限に達しない場合には，抽出液を濃縮器で１ミリリットルまで濃縮し，同様にガスクロマトグラフ分析を行うものとする（濃縮時に器壁に結晶が析出することがあるので注意すること。）。なお，捕集溶液の空試験によって，アセトアルデヒド－２，４－ジニトロフェニルヒドラジンの保持時間にピークが検出された場合には，これをブランクとして差し引いて定量を行うものとし，濃縮後定量した場合は，同様に濃縮して空試験を行うものとする。

(d) アセトアルデヒド－２，４－ジニトロフェニルヒドラジンのガスクロマトグラム上のピークが図Ⅱ．９のように分離した場合には，各々のピーク面積を加えたものを被検成分のピーク面積とする。

(iv) 検量線の作成

アセトアルデヒド標準溶液を四塩化炭素で適宜段階的に希釈した溶液数マイクロリットルを，それぞれガスクロマトグラフに注入して得られるクロマトグラフのピーク面積により検量線を作成する（アセトアルデヒドとして１０～１００ナノグラムの範囲を中心として検量すること。），

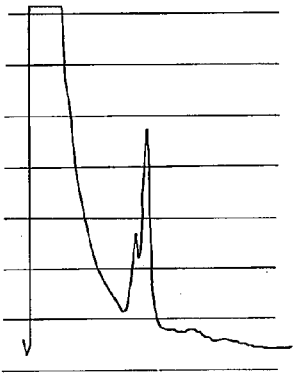
(v) 濃度の算出

(iv)の検量線により試料ガス中のアセトアルデヒドの量を求め，次式により，その大気中の濃度を算出する。

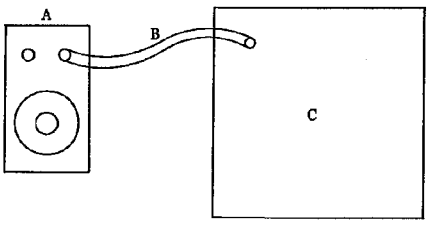
$$A = \frac{10,000}{x} \times \frac{1}{y} \times m$$

$$C = \frac{22.4\,A}{1{,}000 \times 44 \times V \times \frac{273}{273+t} \times \frac{P}{760}}$$

この式において，Cは大気中のアセトアルデヒド濃度（単位　体積１００万分率），Aは採気中のアセトアルデヒドの全量（単位　ナノグラム），xはガスクロマトグラフへの試料注入量（単位　マイクロリットル），yは注入試料の濃縮倍率，mは注入試料中のアセトアルデヒド量（単位　ナノグラム），Vは溶液捕集した気体量（単位リットル），tは溶液捕集時の気温，Pは溶液捕集時の気圧（単位　水銀柱ミリメートル）を表わすものとする。

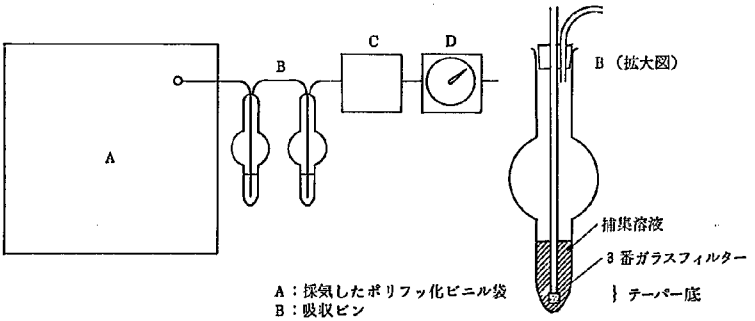


図Ⅱ．9　アセトアルデヒド－2,4－ジニトロフェニルヒドラゾンのガスクロマトグラフ



A：吸引ポンプ
B：フッ素樹脂パイプ
C：ポリフッ化ビニル袋

図Ⅱ．10　試料ガスのバッグ採気装置



A：採気したポリフッ化ビニル袋
B：吸収ビン
C：ポンプ
D：流量計

図Ⅱ．11　採取ガスの溶液捕集装置

2.1.2.2　スチレンの測定方法

(1)　スチレンの測定方法（本法）

(A)　概　　要

試料ガス採取容器（真空ビン）に採取した試料ガスを，液体酸素で冷却した試料濃縮管に通し，スチレンを濃縮捕集する。この試料濃縮管を加熱昇温させることにより，スチレンを水素炎イオン化検出器を有するガスクロマトグラフに直接導入し定量する。

(B)　試　　薬

スチレンの測定に用いる標準溶液は，スチレン1グラムを精製ベンゼンに溶解して全量を１００ミリリットルとしたもの。

(C)　装置及び器具

装置及び器具は，次に掲げるとおりとする。

(i)　試料ガス採取容器

図Ⅱ.12に掲げる形状のものであって，次の条件を具備しているもの。

(a)　ホウケイ酸ガラス製で，かつ，容量が1リットルのものであって，内部をアセトンで洗い，水洗し，乾燥した後，外部をアルミはくで包んだものであること。なお，外部から電熱線等で加温できる装置の付いているものが望ましい。

(b)　試料ガス採取口に内径0.21ミリメートル，長さ5センチメートルの毛細管を取り付けたものであること。

(ii)　試料濃縮管

図Ⅱ.13に掲げる形状のものであって，次の条件を具備しているもの。

(a)　ホウケイ酸ガラス製で内径が4ミリメートルのものであること。

(b)　内部をアセトンで洗い，水洗し，乾燥した後，白色ケイソウ土担体を酸洗いし，ジメチルジクロロシラン処理をしたもの（６０～８０メッシュ）を充てんしたものであること。

(c)　外部にアルミはくを密に巻き，その上をガラス繊維テープで絶縁し，温度測定用熱電対を取り付け，ガラス繊維管に通したニクロム線を等間隔に巻き，再びガラス繊維テープで固定したものであること。

(iii)　ガスクロマトグラフ分析装置

図Ⅱ.14に掲げる構成のものであって，次の条件を具備しているもの。

(a)　ガスクロマトグラフは，水素炎イオン化検出器を有するものであること。

(b)　ガスクロマトグラフのキャリヤーガス流路を試料導入部の直前において変更し，試料濃縮管に接続したものであること。

(c)　分離管は，ガラス製で，かつ，内径が3ミリメートル程度，長さが2メートル程度のものであって，内面をアセトンで洗い，水洗し，乾燥したものであること。

(d)　分離管充てん物は，白色ケイソウ土担体を酸で洗った後，ジメチルジクロロシラン処理し，ＳＰ－1,200を5パーセント，ベントン３４を1.７５パーセント被覆したもの，またはこれと同等以上の性能を有するものであること。

190

(e) 試料導入部の温度は，摂氏１８０度程度であること。

(f) 分離管の温度は，摂氏８０度程度であること。

(g) キャリャーガスは，窒素ガスを使用し，その流量を毎分４０～５０ミリリットルとすること。

(D) 測定の手順

濃度の測定は，次の手順により行うものとする。

(i) 試料ガスの採取

あらかじめ真空ポンプにより十分に脱気した試料ガス採取容器のバルブを開いて採気する。

(ii) 採取試料の濃縮

試料ガス採取容器を図Ⅱ.15に掲げるところにより液体酸素で冷却した試料濃縮管に接続し，真空ポンプを用いて５～１０分間吸引しながら真空ビンを摂氏１００度程度に加熱することによって真空ビン中のスチレンを試料濃縮管に捕集する。その後，更に１リットル程度の清浄窒素を真空ビンに注入し，同様の操作で容器中の被検成分の残留分を試料濃縮管に捕集する。この場合において試料濃縮管は，摂氏１００度程度で窒素ガスを流しながら空焼きし，空試験を行い，妨害成分のないことを確認したものとする。

(iii) ガスクロマトグラフ分析

被検成分を捕集した試料濃縮管を液体酸素で冷却した状態で図Ⅱ.14に掲げるところによりガスクロマトグラフ分析装置に接続する。試料濃縮管にキャリャーガスを流し，その流量が安定し，かつ検出器の応答のないことを確認した後，試料濃縮管の温度を零下１８３度から摂氏２００度まで約２分間で加熱昇温させ，被検成分をガスクロマトグラフに導入する。

(iv) 検量線の作成

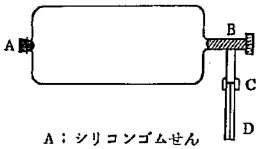
スチレンの標準溶液を精製ベンゼンで適宜段階的に希釈した溶液数マイクロリットルをそれぞれ液体酸素で冷却した試料濃縮管に注入した後，(D)(iii)と同様の操作を行うことにより得られるクロマトグラムのピーク面積により検量線を作成する。

(v) 濃度の算出

(D)(iv)の検量線により試料ガス中のスチレンの量を求め，次式によりその大気中の濃度を算出する。

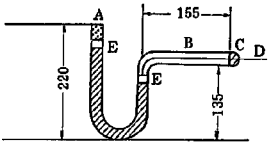
$$C = \frac{22.4\,A}{104\,V \times \frac{273}{273+t} \times \frac{P}{760}}$$

この式において，Cは大気中の被検成分の濃度（単位　体積１００万分率），Aは被検成分の量（単位　マイクログラム），Vは試料ガス採取量（単位　リットル），tは試料ガス採取時の気温，Pは試料ガス採取時の気圧（単位　水銀柱ミリメートリ）を表わすものとする。



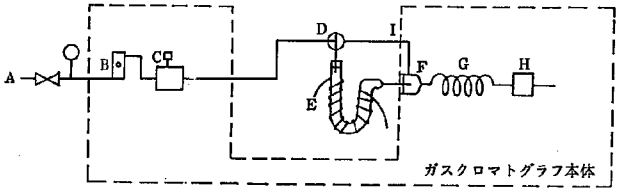
A：シリコンゴムせん
B：フッ素樹脂製パイプ
C：シリコンゴム管
D：毛細管

図Ⅱ.12　試料ガス採取容器



A：シリコンゴムせん
B：毛細管
C：エポキシ樹脂系接着剤
D：ステンレス製注射針
E：石英ガラスウール

図Ⅱ.13　試料濃縮管

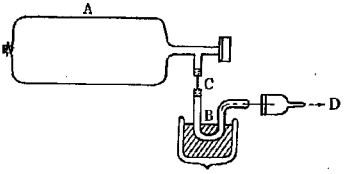


A：窒素ボンベ
B：流量計
C：流量調整弁
D：三方コック
E：試料濃縮管
F：試料導入部
G：分離管
H：検出器
I：バイパス流路

図Ⅱ.14　ガスクロマトグラフ分析装置

(2) スチレンの測定方法（別法）

低温濃縮法と異なり，テナックスGC等のポーラスポリマービーズ吸着剤を用い，常温で大気中の被検成分を捕集・濃縮する方法であり，加熱追い出しによりガスクロマトグラフに試料を導入する。試料の捕集効率，回収率とも低温濃縮法と同等の良好な性能を有するので，別法として掲げることとした。



A：試料ガス採取容器
B：試料濃縮管
C：ステンレス製注射針
D：真空ポンプ

図Ⅱ.15　試料濃縮方式

(A) 概　要

常温で，ポーラスポリマービーズを充てんした試料捕集管に試料ガスを通すことによりスチレンを濃縮捕集する。この試料捕集管に試料ガスを通すことによりスチレンを濃縮捕集する。この試料捕集管を加熱昇温させることにより，スチレンを水素炎イオン化検出器を有するガスクロマトグラフに直接導入し定量する。

192

(B) 試　薬

(i) スチレン標準溶液

低温濃縮法（以下原法という。）に準じたもの

(ii) ポーラスポリマービーズ

常温において炭素数6以上の炭化水素を吸着し，かつ，摂氏２００度前後ですみやかに吸着成分を脱着する性能を有するパラフェニレンオキサイド系等のポリマービーズであって，摂氏３５０度以上の耐熱性能を有するもの（６０～８０メッシュ，市販名テナックスーＧＣ等）

(C) 装置及び器具

装置及び器具は，次に掲げるとおりとする。

(i) 試料ガス採取装置

図Ⅱ.16に掲げる構成のものであって，次の条件を具備しているもの

(a) 試料捕集管

(ア) 図Ⅱ.17に掲げる形状のものであって，ホウケイ酸ガラス製内径5ミリメートル，長さ１８センチメートルのものであり，一方の開口部に注射針を装着できるものであること。

(イ) 内部をアセトンで洗い，乾燥した後，ポーラスポリマービーズを正確に0.6グラム充てんし，ビーズがこぼれないよう両端に少量の石英ウールをつめたものであること。

(ウ) フッ素樹脂製キャップ及びシリコーンゴムせんにより両端を密閉できるものであること。

(b) 吸引ポンプは，捕集管を装着した状態で毎分２００ミリリットル以上大気を吸引できる能力を有するものであること。

(c) 流量計は毎分０～１リットルの範囲で流量を測定しうるものであること。

(ii) ガスクロマトグラフ分析装置

原法に準じるが，図Ⅱ.18に示すように，試料濃縮管のかわりに，注射針を装着した試料捕集管をガスクロマトグラフに接続し，加熱炉等により試料捕集管を加熱し得るものとする。

(D) 測定の手順

濃度の測定は次の手順により行うものとする。

(i) 空試験

試料捕集管に窒素ガスを流しながら摂氏２３０度に加熱し，空焼きを行う。その後(D)(iii)の手順によりガスクロマトグラフ分析を行い，スチレンの保持時間に妨害成分のないことを確認する。

（熱処理時間は，捕集管調製時に１夜～１昼夜，その後は使用の都度５～１０分程度が適当である。）

(ii) 試料の採取

図Ⅱ.17に掲げるように試料捕集管を装着し，シリコンせんをはずし，毎分２００ミリリットルの流速で５分間採気する。

(iii) ガスクロマトグラフ分析

被検成分を捕集した試料捕集管を図Ⅱ.18に掲げるところによりガスクロマトグラフ分析装置に接続する。

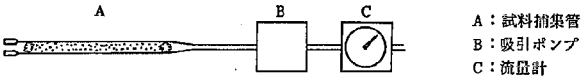
試料捕集管にキャリャーガスを流し，その流路が安定し，かつ，検出器の応答のないことを確認した後，試料捕集管の温度を室温から摂氏２００度まで約１分間で加熱昇温させ，被検成分をガスクロマトグラフに導入する。試料分析中は試料捕集管の温度は摂氏２００度を保持するものとする（試料管と注射針の密着のため，シールテープ等の使用が推奨されるが，その際加熱時の注射針の脱離に注意すること。）。

(iv) 検量線の作成

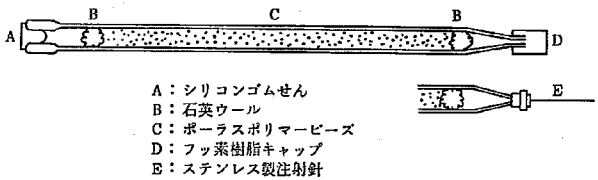
ステレン標準溶液又はこれを適宜段階的に希釈した溶液数マイクロリットルをそれぞれ室温の状態で試料捕集管に注入した後，(D(iii)と同様の操作を行うことにより得られるクロマトグラムのピーク面積により検量線を作成する。

(v) 濃度の算出

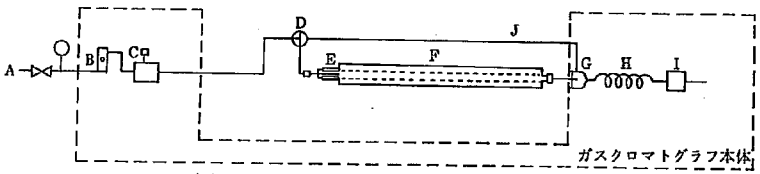
原法に準じる。



図Ⅱ.16　試料ガス採取装置



図Ⅱ.17　試料捕集管



図Ⅱ.18　ガスクロマトグラフ分析装置

194

2.1.2.4　二硫化メチルの測定方法

(1) 二硫化メチルの測定方法

(A) 概　　要

試料ガス採取容器（真空ビン）に採取した試料ガスを，液体酸素で冷却した試料濃縮管に通し，二硫化メチルを濃縮捕集する。この試料濃縮管を加熱昇温させることにより，二硫化メチルを炎光光度検出器を有するガスクロマトグラフに直接導入し定量する。

(B) 採　　薬

二硫化メチルの測定に用いる標準溶液は二硫化メチル1.0グラムを精製ベンゼンに溶解して全量を１００ミリリットルとしたものの一部を分取し，これを精製ベンゼンで1,000倍に希釈したもの（この溶液1マイクロリットルは，二硫化メチル0.01マイクログラムを含む。）

(C) 装置及び器具

装置及び器具は，次に掲げるとおりとする。

(i) 試料ガス採取容器

図Ⅱ.19に掲げる形状のものであって，次の条件を具備しているもの

(a) ホウケイ酸ガラス製で，かつ，容量が1リットルのものであって内部を１０規定のリン酸で洗い，水洗し，乾燥した後，外部をアルミはくで包んだものであること。

(b) 試料ガス採取口に内径0.2ミリメートル，長さ5センチメートルの毛細管を取り付けたものであること。

(ii) 試料濃縮管

図Ⅱ.20に掲げる形状のものであって，次の条件を具備しているもの

(a) ホウケイ酸ガラス製で内径が4ミリメートルのものであること。

(b) 内部を１０規定のリン酸で洗い，水洗し，乾燥した後，被検成分の分析に使用するものと同種のガスクロマトグラフ分離管充てん物を充てんしたものであること。

(c) 外部にアルミはくを密に巻き，その上をガラス繊維テープで絶縁し，温度測定用熱電対を取り付け，ガラス繊維管に通したニクロム線を等間隔に巻き，再びガラス繊維テープで固定したものであること。

(iii) ガスクロマトグラフ分析装置

図Ⅱ.21に掲げる構成のものであって，次の条件を具備しているもの

(a) ガスクロマトグラフは，炎光光度検出器（水素炎イオン化検出器が併設されたもの）を有するもの又は炎光光度検出器及び水素炎イオン化検出器を同時に使用しうるものであること。

(b) ガスクロマトグラフのキャリヤーガス流路を試料導入部の直前において変更し，不純物除去管及び試料濃縮管に接続したものであること。

(c) 不純物除去管は，モレキュラーシーブ５Ａ等を充てんし，液体酸素又は液体窒素により冷却したものであること。

(d) 分離管は，ガラス製で，かつ，内径が３ミリメートル，長さが３～５メートルの

ものであって，内面を１０規定のリン酸で洗い，水洗し，乾燥したものであること。

(e) 分離管充てん物は，褐色ケイソウ土担体を酸で洗った後，ジメチルジクロロシラン処理し，トリス（シアノエトキシ）プロパンを，２５パーセント被覆したもの又はこれと同等以上の性能を有するものであること。

(f) 試料導入部の温度は，摂氏１３０度程度であること。

(g) 分離管の温度は，摂氏７０度程度であること。

(h) キャリヤーガスは，窒素ガスを使用し，その流量を毎分４０～５０ミリリットルとすること。

(D) 測定の手順

濃度の測定は，次の手順により行うものとする。

(i) 試料ガスの採取

あらかじめ真空ポンプにより十分に脱気した試料ガス採取容器のバルブを開いて採気する。

(ii) 採取試料の濃縮

採気後１２時間以内に試料ガス採取容器を図Ⅱ.22に掲げるところにより液体酸素で冷却した試料濃縮管に接続し，真空ポンプを用いて数分間吸引することにより試料ガス採取容器中の被検成分を試料濃縮管に捕集する。この場合において，試料濃縮管は，摂氏１００度程度で窒素ガスを流しながら空焼きし，空試験を行い，妨害成分のないことを確認したものとする。

(iii) ガスクロマトグラフ分析

被検成分を捕集した試料濃縮管を液体酸素で冷却した状態で図Ⅱ.21に掲げるところによりガスクロマトグラフ分析装置に接続する。試料濃縮管にキャリヤーガスを流し，その流量が安定し，かつ，検出器の応答のないことを確認した後，試料濃縮管の温度を零下１８３度から摂氏１００度まで約２分間で加熱昇温させ，被検成分をガスクロマトグラフに導入する。

(iv) 検量線の作成

二硫化メチル標準容液又はこれを適宜段階的に希釈した溶液数マイクロリットルをそれぞれ液体酸素で冷却した試料濃縮管に注入した後(D)(iii)と同様の操作を行うことにより得られるクロマトグラムのピーク高さにより検量線を作成する。

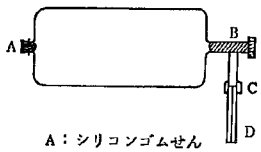
(v) 濃度の算出

(D)(v)の検量線により試料ガス中の二硫化メチルの量を求め，次式によりその大気中の濃度を算出する。

$$C = \frac{22.4\,A}{1{,}000 \times 94 \times V \times \frac{273}{273+t} \times \frac{P}{760}}$$

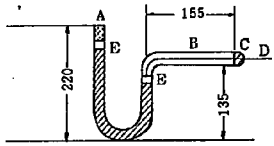
この式において，Cは大気中の被検成分の濃度（単位 体積100万分率），Aは被検成分の量（単位 ナノグラム），Vは試料ガス採取時の気圧（単位 水銀柱ミリメートル）を表わすものとする。

196



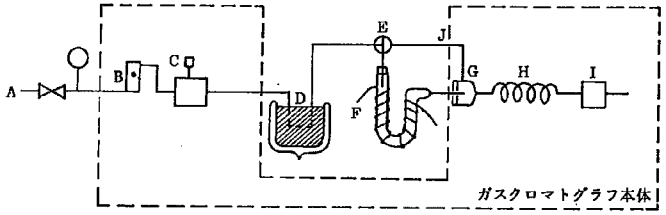
A：シリコンゴムせん
B：フッ素樹脂製パイプ
C：シリコンゴム管
D：毛細管

図Ⅱ.19　試料ガス採取容器



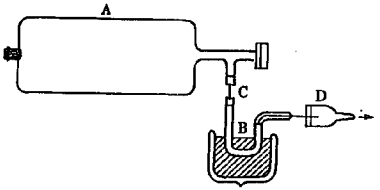
A：シリコンゴムせん
B：毛細管
C：エポキシ樹脂系接着剤
D：ステンレス製注射針
E：石英ガラスウール

図Ⅱ.20　試料濃縮管



A：窒素ボンベ
B：流量計
C：流量調整弁
D：不純物除去管
E：三方コック
F：試料濃縮管
G：試料導入部
H：分離管
I：検出器
J：バイパス流路

図Ⅱ.21　ガスクロマトグラフ分析装置



A：試料ガス採取容器
B：試料濃縮管
C：ステンレス製注射針
D：真空ポンプ

図Ⅱ.22　試料濃縮方式

197

（参　考）

表Ⅱ.1　悪臭物質の物理化学的性状及びACGIH許容濃度

物　質　名	化　学　式	分子量	比　重	融　点	沸　点	溶　解　性	ACGIH許容濃度
				℃	℃		ppm
アセトアルデヒド	CH_3 CHO	44.1	0.788	−123.5	21	水，アルコールに混和	100
スチレン	⬡-CH=CH_2	104.1	0.909	−33	145~146	アルコール，エーテル，アセトン等に可溶	100
二硫化メチル	CH_3-S-S-CH_3	94.2	1.057		116~118		
硫化水素	H_2 S	34.1		−82.9	−60.1	1 gを溶解するために必要な溶媒のg数 水：242mℓ（20℃） アルコール： 94.3mℓ（20℃）	10
メチルメルカプタン	CH_3 SH	48.1		−123	5.95	水への溶解度 23.3 g/ℓ	0.5
硫化メチル	CH_3-S-CH_3	62.1	0.846	−98.3	37.3	アルコール， エーテルに可溶	
トリメチルアミン	$(CH_3)_3$ N	59.1		−124	3.2~3.8	水に易溶 アルコールに混和	
アンモニア	NH_3	17.0		−77.7	−33.35	水に易溶 アルコール エーテルに可溶	25

注　ACGIH許容濃度とは，ACGIH（The American Conference of Governmental Industrial Hygienists）が定めている労働環境における有害物質の許容濃度である。

第2.2節　ガスクロマトグラフ法

2.2.1　硫黄化合物[32)]

(1) 緒　言

悪臭防止法案が昭和46年に制定された際，日本環境衛生センターは準備作業に参画した。その際悪臭の計測を，悪臭化合物の化学分析によって行うことを提案し，この基本方針が採用された結果，わが国独自の法規制をみるに至った。公害事象として悪臭に対する上記の考え方は，一つには当時わが国の汚染問題がしばしば深刻な政治紛争となる傾向があって，環境対策を正常なルールにしたがって進めるためには，全般に化学汚染の内容をもっと高い水準で把握することの必要性が痛感されていたことと，もう一つは，当時点ですでに臭気物質を含む多数の汚染質を1/100ppbの低濃度で分析することが可能になっており，今後の研究によりこれらを一般化することに技術上の障害はないと判断されたことの，以上2点が根拠となった次第である。この項は後者の環境計測の一般化の作業に関するものである。ここで硫化水素，メチルメルカプタン，ジメチルサルファイドを取りあげたのは，これらが代表的悪臭化合物として最初に規制対象とされたことに基づいている。

(2) 装置と操作法

(A) 原　理

上記三種硫黄化合物および濃度0.1 ppmまでを対象とした。したがって従来この条件に合った方法として，試料の低温濃縮，GC分離，FPD検出を採用した。

(B) 装置および操作法

198

試料採取：採取容器として1ℓのパイレックスガラス製で，テフロンーガラスバルブコックを備えた図Ⅱ.23に示す型のびんを用意する。また，やや濃度の高い10 ppb以上の試料に対しては，全く同型の200mℓのびんが用いられる。洗浄は約20mℓの10Nリン酸溶液，ついで約20mℓの蒸留水で行い，100°C窒素ガスで乾燥する。

試料採取に当たっては上記容器をあらかじめ真空ポンプで排気真空にし（約10分），大気あるいは排ガスはコックを開いて吸引採取する。この際必要に応じてテフロン製細管を用いる。

試料濃縮：採取試料はいったんガスクロマトグラフ用試料管に濃縮する。この試料管はコックなしの形式で，内径4 mmのガラスU字部分に充てん剤をつめ，導入用に注射針を備えたもので，図Ⅱ.24に示した。なお，充てん剤はカラム充てん剤と同じものでよく，25％トリスシアノエトキシプロパンシマライトAWとし，U字管外側はガラステープ絶縁ニクロム線を密に巻いて加温できるようにした。

採取びん，試料管および真空ポンプを図Ⅱ.25のように接続する。試料管を液体酸素で冷却し，ポンプを作動して吸引濃縮する。濃縮所要時間は1ℓに対し10分あるいはそれ以上とする。秒しかえの後，1ℓ程度の清浄窒素を採取びんに注入し，同様の操作で容器中

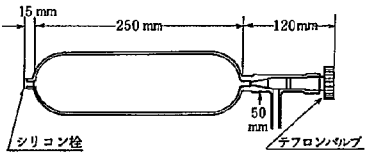
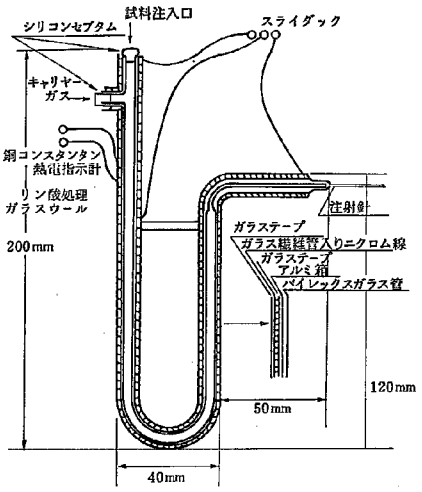
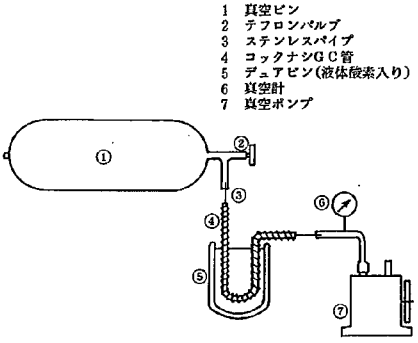


図 Ⅱ.23　1ℓ真空採取容器



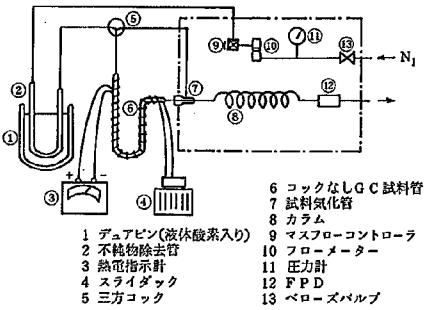
図Ⅱ.24　コックなしGC試料管



図Ⅱ.25　濃縮系統図

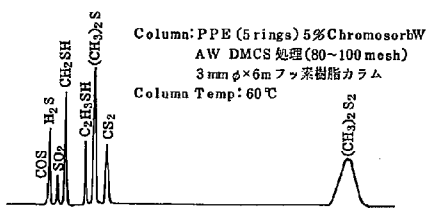
被検成分のわずかな残留分を追出し濃縮する。

ＧＣ導入分析：被検成分を濃縮した試料管は，液体酸素で冷却した状態でガスクロマトグラフに接続する。ついで，ガスクロマトグラフの流路を切りかえて試料管にキャリヤーガスを流し，キャリヤーガスの流量が安定し，また検出器の応答のないことを確認した後，液体酸素を取りはずし，試料管を－183°Cから70°C まで約２分間で加熱昇温し，ガスクロマトグラフ一般操作にしたがって被検成分を測定する。なお，導入系統において流路に液体酸素で冷却したモレキュラシーブ５Ａ充てん管（３mm φ×30 cm）を置き，キャリヤーガス中に含まれることのある硫黄化合物不純物を除く。ガスクロマトグラフ導入操作系統を図Ⅱ.26 に示す。

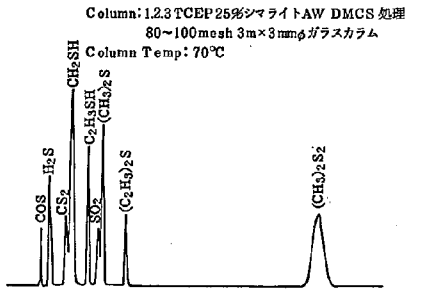


図Ⅱ.26　ガスクロマトグラフ導入系統図

ガスクロマトグラフ条件，５％ポリフェニルエーテル５リング，クロモソルブW・AWDMCS 処理３mm φ×６m ふっ素樹脂パイプ，60°C，窒素キャリヤー50 mℓ/分，または25％TCEP，シマライトAW・DMCS処理80～100メッシュ３mm φ×３m，70°C，窒素キャリヤー50 mℓ/分とした。この条件での硫黄化合物の分離結果をそれぞれ図Ⅱ.27，Ⅱ.28 に示す。



図Ⅱ.27　ＰＰＥカラムによる硫黄化合物の分離分析例



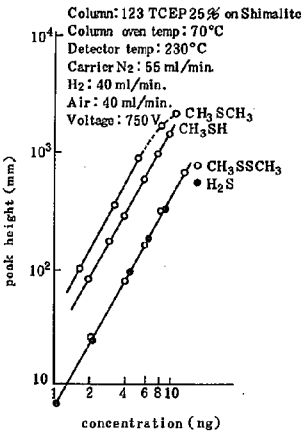
図Ⅱ.28　1,2,3 ＴＣＥＰカラムによる硫黄化合物の分離分析例

被検成分の濃度はあらかじめ作成した検量線から求める。検量線は前述の操作にしたがって，液体

酸素で冷却した試料管に標準試料数$\mu\ell$をマイクロシリンジで正確に注入し，各成分につき1ngから10ngの範囲で作成した。相当する硫黄化合物に対する炎光光度検出器の応答特性は1.74乗であった。これらの検量線を図Ⅱ.29に示した。

本法の分析誤差は1 ppbの試料について10％以内であった。

なお，検量に用いる標準試薬は次の要領で調整した。



図Ⅱ.29　含硫黄化合物の検量線

硫化水素標準：硫化水素ガス（大内新興製）100mℓを蒸留水100mℓに溶解して原液とする。原液はヨウ素滴定によって標定し，濃度を定める。この原液をエチルアルコールにて希釈して1$\mu g/\mu\ell$および10$\mu g/\mu\ell$の標準液とする。

メチルメルメルカプタン標準：メチルメルカプタンガス（製鉄化学製）100mℓをベンゼン100mℓに溶解して原液とする。原液はASTMD1219－61の硝酸銀滴定法により標定し，濃度を定める。この原液をさらにベンゼンにより希釈して1$ng/\mu\ell$および10$ng/\mu\ell$の標準液とする。

サルファイド標準：ジメチルサルファイド（和光純薬特級試薬）1.0 gをベンゼンに溶解して全量を用いて1,000倍，および10,000倍に希釈して10$ng/\mu\ell$の標準液とする。

なお，溶媒はすべて硫黄化合物の不純物を含まないものとする。

(3) 分析方法決定に関する検討事項

(A) 容器内での硫黄化合物の保存性

6種類の硫黄化合物について容器中の保存性を調べた。試料ガスは各500 ppbとし，室内乾燥空気中に混合した。保存状態を図Ⅱ.30に示す。なお，対比のために200mℓの硬質ガラス注射器に保存した結果をあわせて示した。

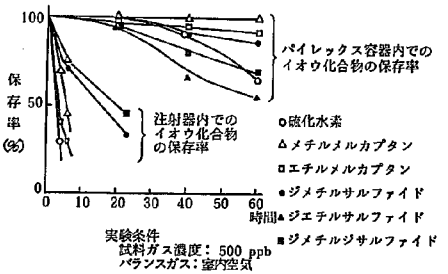
この結果20時間まで90％以上で，60時間70％以上の良い保有率であった。これに対し注射器はきわめて悪く，これはスリ表面の吸着のためと考えられる。この状況で各化合物の保存性の順序は，ジメチルサルファイド＞ジエチルサルファイド＞ジメチルジサルファイド＞メチルメルカプタン＞エチルメルカプタン＞硫化水素であった。

また，ジメチルジサルファイドも同じ傾向で減少しており，メチルメルカプタンが酸化変化する現象はなかった。

つぎに容器材質の適否を比較するために，硫化水素，メチルメルカプタン，ジメチルサル

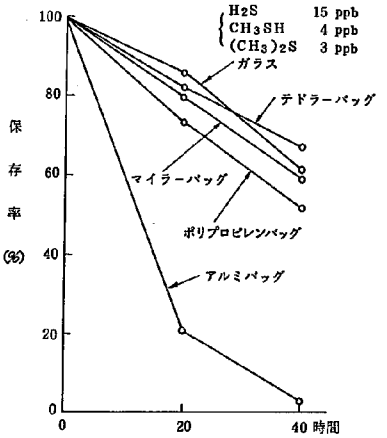
201

ファイドの ppb 濃度の試料について，5種類の容器中での保存率を求めた。ガラス容器のほか，テドラーバッグ，マイラーバッグ，ポリプロピレンバッグ，アルミバッグであった。各測定値にはばらつきがみられるが，3成分とも同じ減少傾向とみて差支えないので，それぞれ平均値をもって比較をとってみると図Ⅱ.31のようになる。



図Ⅱ.30　各種硫黄化合物の保存率

これらの実験では，リン酸処理ガラス容器と，テドラーバッグがほぼ同等の良好な成績を示し，20時間放置で80%以上の保存率であった。次はマイラーバッグがかなり良い値となっているが，これは被検試料の減衰とともに二硫化炭素とみなされる成分の増加が認められた。アルミバッグはもっとも不良であるが，この場合も同様の成分の発生があり，これらは採取容器として不適当と考えた。



図Ⅱ.31　材質の比較

(B)　濃縮操作

試料管の形式：硫黄化合物が吸着性があり，炎光光度検出器の検出適量が数mg の微量であるため，コックなしの試料を採用した。この形式は普通のコック付きの試料管適用外の試料，脂肪酸の導入用に加藤研究室で開発されたものであって，導入実験でみられるように微量硫黄化合物に対し満足すべき性能を示した。充てん物の効果は，液体酸素液面の線に凝縮させた被検成分が昇温方式で分離しつつ導入することにある。

濃縮における捕捉効率は，注射針を通し200 mℓ/mm を超えない範囲で100 % であった。実験は各5 ppb試料について，濃縮を2連に連結して求め，表Ⅱ.2 に示す結果であった。ドライアイス冷却を対比して示したが，硫化水素は全く捕捉されず，不適当であると考えた。

(C)　試料管に捕捉した状態での保存性

一旦液体酸素冷却で捕捉したあと，冷却状態で放置した場合の経時変化を調べた結果は，

202

図Ⅱ.32のとおりであった。また同時にドライアイス冷却を比較して示した。

液体酸素冷却でも硫化水素は減少するので，濃縮後は直ちに分析する必要がある。ドライアイスの場合でみれば，沸点の低い順に揮発減少すると考えられる。

(D) 回収率と精度

本操作法にしたがって標準試料の分析を繰返し，回収率と変動係数を求めた。結果を表Ⅱ．3に示した。

またあわせてテドラパックの結果も示した。

(E) カラム充てん剤の選択

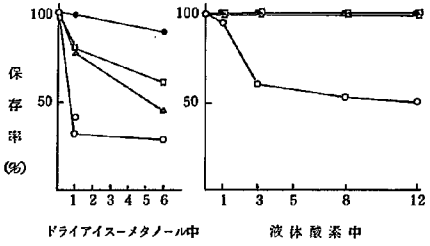
実際の環境分析に適するカラムをきめるために，幾つかの充てん剤について性能を調べた点をあげると表Ⅱ．4のとおりである。

表Ⅱ．2 捕捉効率の検討

悪臭物質 / 捕集剤	硫化水素	メチルメルカプタン	ジメチルサルファイド	ジメチルジサルファイド
ドライアイス・メタノール	0	100	100	100
液体酸素	100	100	100	100

表Ⅱ．3 回収率と分析精度

			硫化水素	メチルメルカプタン	硫化メチル
パイレックス製真空ビン	注入試料量		6.8 V/V ppb	8.0 V/V ppb	3.0 V/V ppb
	試料回収量	1	6.8	8.0	3.0
		2	6.2	7.1	2.7
		3	7.2	7.8	2.9
		4	6.8	8.0	3.0
		5	5.5	8.0	3.2
	回収率		95.6 %	97.3 %	98.7 %
	変動係数		10.20 %	5.00 %	6.13 %
テドラパック	注入試料量		14.8 V/V ppb	4.4 V/V ppb	3.2 V/V ppb
	試料回収料	1	14.8	4.4	3.2
		2	14.8	4.2	3.2
		3	14.5	4.2	3.1
		4	13.5	4.4	3.2
		5	12.7	4.4	2.0
	回収率		95.0 %	98.2 %	97.5 %
	変動係数		6.61 %	2.54 %	4.17 %



図Ⅱ.32 濃縮試料の安定性

203

表Ⅱ．4　各種分離剤による硫黄化合物の分離性能

充　て　ん　剤	分　離　状　態
1,2,3 Tris（2－cyanoethoxy）propane 25％ Shimalite AW. DMCS処理 80～100 mesh 3mmφ×3m Glass Colmm	CH_2 SCH_3 と SO_2 の分離困難 ピークはシャープで定量性良好 ただしH_2Sは若干テーリングする
Polyphenyl ether 5 ring 5％ Chromosorb W. AW. DMCS 処理 80～100mesh 3 mm φ×6 m FEP Column	H_2SとCOSのピークは接近するが，他の分離は良好 ピークはシャープで定量性良好
Polyphenyl ether 5 ring 5％+Phosphoric Acid 0.5％ Fulusin T 40～60 mesh FEP Column	同　上
Polyphenyl ether 5 ring 10％ Shimalite TPA 60～80 mesh 3mmφ×3m Glass Column	分離は同上 ただしピーク巾やや拡がる
Polyphenyl ether 5 ring 25％ Shimalite AW. DMCS 処理 80～100 mesh 3 mmφ×3 m Glass Column	ピークのテーリング著じるしく定量的扱いが困難である
Tricresyl phosphate 25％ Chromosorb W 80～100 mesh 3 mmφ×3m Glass Column	全体的な分離は良好であるが，H_2Sがややテーリング再現性が乏しい

中でもポリフェニルエーテルを液相とした場合が最も適当と考えられた。

2.2.2　低級アミン類[33)]

(1) 緒　言

従来からアミン類の測定には沪紙法・ガラスビーズ管法が用いられてきた。沪紙やガラスビーズ等の前処理が複雑なことや，水分の多い煙道排ガス中の分析においては試薬の脱着が起こるなど測定が難しい。一方溶液による捕集方法ではアミン類を硫酸塩の形で捕捉した後，直接ガスクロマトグラフ（GC）に注入する方法がすでに報告されているが，捕捉した溶液の一部をGCに注入するので環境分析には適さない。そこで日本環境衛生センターではこれら前述の測定方法の簡便化・分析精度の向上をはかるため，硫酸溶液で大気中アミン類を捕捉し水酸化カリウムで分解後，遊離したアミン類を低温濃縮し，GC分析する測定法を検討した。

(2) 方法の原理

環境および排ガス中におけるアミン類を硫酸溶液で反応捕捉する。次に強アルカリ溶液（水酸化カリウムもしくは水酸化ナトリウム）で捕捉した試料を分解し，遊離したアミン類を窒素ガス（もしくはヘリウムガス等）で追い出し液体酸素で冷却した試料濃縮管に再捕集して水素炎イオン化検出器を備えたガスクロマトグラフに導入し分析を行う。

(3) 試薬および装置

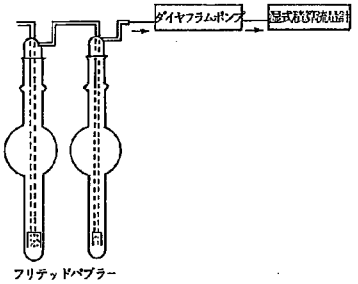
(A) 試　薬

(i) トリメチルアミン・ジメチルアミン標準液：TMA・DMA〔和光純薬剤〕を中和滴定

法によって標定する。これをもとに標準濃度を算出し標準原液をアセトンに希釈して数段階の濃度の標準液を調製する。

(ii) 吸収液：36 N硫酸溶液〔和光純薬超特級試薬〕を蒸留水を用いて360倍に希釈する。

(iii) 分解試薬：水酸化カリウム〔和光純薬特級試薬〕500 gを蒸留水に溶かし全容を1 ℓとする。



図II.33 アミンガス捕集装置

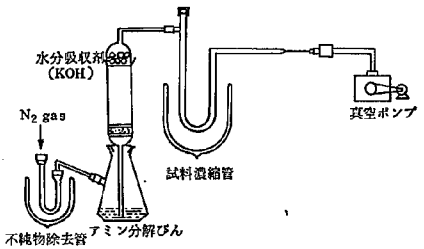
(B) 装　置

(i) ガスクロマトグラフ

水素炎イオン化検出器を備えた島津製ガスクロマトグラフGC−4APTF型を使用した。

(ii) 採取装置

図II.33に示す装置によって大気中のアミン類の採取と捕集効率の実験を行った。



図II.34 試料分解濃縮法

(iii) 濃縮装置

図II.34に示す試料分解濃縮によった。

(4) 測定方法

(A) 試料採取方法

0.1 N硫酸溶液10 mℓ をフリテッドバブラに入れ毎分1 ℓ～1.5 ℓの吸引速度で試料を採取する。この方法において環境および排ガス中の濃度は0.03ppm 以上で測定が可能である。（採取量10 ℓとして）

(B) 試料分解濃縮方法

採取した試料溶液を分解ビンに入れ10 N水酸化カリウム30 mℓ を加える。発生するアミン類を毎分約200 mℓの流量で全量3 ℓ～4 ℓのヘリウムガス（もしくは窒素ガス）を用いて追い出し，液体酸素で冷却された試料濃縮管に捕集する。被検成分を捕集した試料濃縮管を液体酸素で冷却した状態でガスクロマトグラフに接続する。その後キャリアガスの流量が安定しかつ検出器の応答のないことを確認した後，試料濃縮管の温度を−183 °C～70 °C まで約2分間で加熱昇温させ，被検成分をガスクロマトグラフに導入する。被検成分の濃度はあらかじめ作成した検量線から求める。

(C) ガスクロマトグラフ分析条件

検出器：水素イオン化検出器（F I D）

カラム：ガラス製　3 mm φ×3 m

205

充てん剤：（15%ジグリセロール＋15%テトラエチレンペンタミン＋2%KOHクロモソルブW AW DMCS 80～100メッシュ），

または（5%スクワラン＋2%KOH クロモソルブ104 80～100メッシュ）

カラム温度：70°C，130°C（Chromosor b 104）

検出器温度：150°C，200°C（　〃　）

導入口温度：120°C，180°C（　〃　）

キャリアガス流量：50mℓ/min N_2 ガス

水素ガス流量：50mℓ/min

空気量：1,000mℓ/min

(5) 測定方法の検討

(A) 分離充てん剤の選定

7種の充てん剤についてアミン類の分離および分析条件を検討した。検討したカラム充てん剤の分離クロマトグラムを図Ⅱ.35，36，37に示す。表Ⅱ．5に各種分離充てん剤によるアミン類の分離状況を示す。

Ⅰの充てん剤についてはTMAの分析に適したものと思われる。Ⅳの充てん剤についてはアルカリの使用状況ロット等により分離が不安定であるが，スクカランをコーティングしたⅤの充てん剤において分離状態や再現性，カラムライフに安定なものが得られた。Ⅶの充てん剤について検討した結果TMA，DMAについては他のアミン類の妨害はないが，

表Ⅱ．5　各種カラム分離剤によるアミン類の分離状況

	カラム		分離状況
Ⅰ	ジグリセロール テトラエチレンペンタミン KOH	15%クロモソルブ 15%W AW 15% DMCS 2% 80～100メッシュ	DMAとDEA，MMAとMEAが分離不能 ピークがシャープ 低濃度の分離分析可能
Ⅱ	スクワラン ウンデカノール KOH	12.5% 同　上 12.5% 2.5%	DMAとTMAが分離不能 ピークがシャープであるがテーリングが大きい
Ⅲ	ウンデカノール KOH	12.5% 同　上 2.5%	分離は良いが低濃度の分析困難
Ⅳ	KOH	クロモソルブ 2%　104 80～100メッシュ	ロットによってTMAとMMAが分離が不完全であるが他のアミン類は分離する 再現性が良くない
Ⅴ	スクワラン KOH	5%　同　上 2%	ロットによってTMAとMMAが分離が不完全であるが他のアミン類は分離する 再現性は良い。カラムライフが長い
Ⅵ	スクワラン KOH	5%クロモソルブ 2% 103 80～100メッシュ	TMAとDMAが分離不能
Ⅶ	ポリエチレングリコール 1000 ポリエチレンイミン KOH	20%シマライトAW 10% DMCS 3% 80～100メッシュ	TMA，DMA，MMAの分離が良いが水の影響が大きい

206

DMAについて再現性に問題がある。

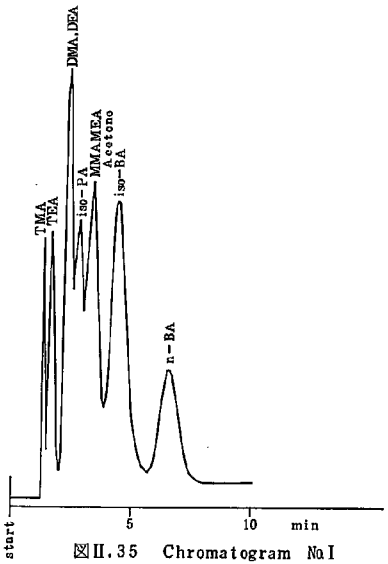
測定方法の検討に使用したカラム充てん剤はIおよびVである。

(B) 捕集効率の検討

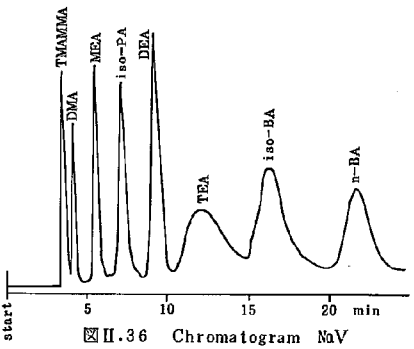
川崎市内（日環センター屋上）の大気にバランスガスとして10ℓのテドラバック内に約50ppb，0.1 ppmおよび5 ppm程度のジメチルアミンの標準大気を作製する。それぞれの標準大気について0.1 N H_2SO_4溶液10mℓを吸収液として，注入したフリテッドバブラを図II.33のように2個連結して毎分1ℓ～1.5ℓの吸引速度でテドラバック中のジメチルアミンを採取する。このように第1吸収塔と第2吸収塔で捕集された試料について，図II.34に示す装置を用いて定量操作法にしたがいジメチルアミンの分解回収を行う。その後常法に従がってGC分析を行い，第1吸収塔に捕集されたジメチルアミンと第2吸収塔で捕集されたジメチルアミンを比較し捕集効率を求めた結果，表II．6より明らかなように各濃度ともその捕集効率は十分満足できるものであった。

(C) 追い出しガス量による回収率

吸収液10mℓに25 μgのジメチルアミンを添加して標準試料を調製する。この標準試料について，追い出し量を変化させて回収率に与える影響について検討した。この結果表II．7から明らかなように，追い出しガス量は3ℓ以上あればジメチルアミンを100%回収



図II.35 Chromatogram NoI



図II.36 Chromatogram NoV

表II．6 捕集効率

濃度	I 第1吸収塔	I 第2吸収塔	捕集率%
低	0.55 μg	不検出	100%
中	21 μg	不検出	100%
高	940 μg	不検出	100%

※ 採取量10ℓ（1.5ℓ/min）
バランスガス：川崎大気

207

できることがわかった。

表Ⅱ．7　追い出しガス量の変化に伴なう回収率

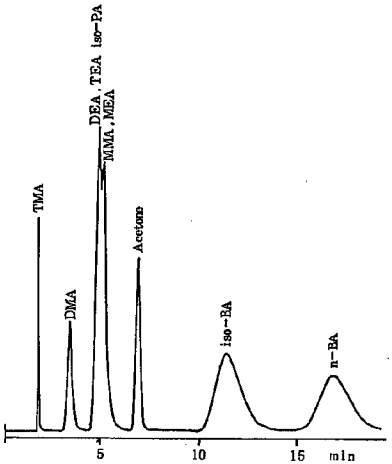
追い出しガス量	回収量	回収率
1 ℓ	0.58 μg	23.2 %
2 ℓ	2.2 μg	88.0 %
3 ℓ	2.5 μg	100 %
4 ℓ	2.5 μg	100 %
5 ℓ	2.5 μg	100 %

(D)　回収率と分析精度

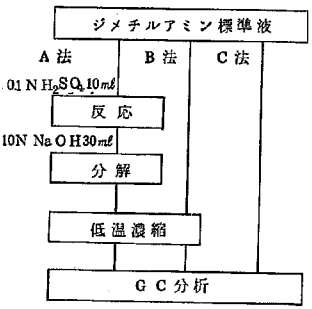
ジメチルアミン標準液数μℓを0.1 N H_2SO_4 溶液10mℓと反応させる。この標準液を用いて定量操作法にしたがってDMAの定量を行いその回収率および分析精度を調べた。

図Ⅱ.38に操作法の概要を示す。

図Ⅱ.38の操作を行い，試料濃度を変えて各操作過程A法，B法，C法における回収率を比較した。この結果表Ⅱ．8から明らかなように，直接ガスクロマトグラフに被検成分を注入した場合と試料濃縮管に低温濃縮した場合を比較すると後者の測定値が低くなる現象がみられた。また試料を直接濃縮管に低温濃縮した場合と吸収液に反応後，定量操作法にしたがって分析した場合を比較し分解回収率を求めるとその回収率はほぼ100%であった。また10mℓの吸収液に0.26μgのジメチルアミンを添加して定量操作法にしたがって分析を行いその分析精度を求めた結果，表Ⅱ．8から明らかなように変動係数1.88%で精度よく分析できること



図Ⅱ.37　Chromatogram　No.Ⅶ

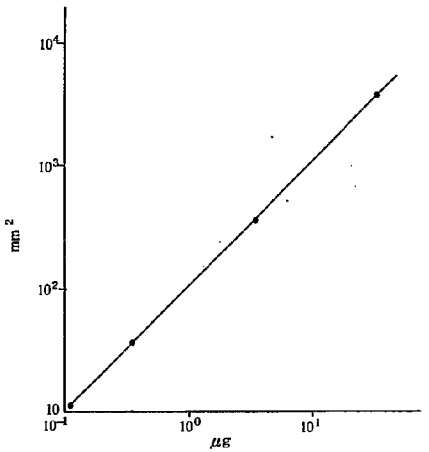


図Ⅱ.38　操作法

表Ⅱ．8　回収率

	0.26 μg			2.6 μg			3.1 μg		
	Aμg	Bμg	Cμg	Aμg	Bμg	Cμg	Aμg	Bμg	Cμg
1	0.25	0.25	0.26	2.5	2.4	2.6	31	30	30
2	0.25	0.25	0.27	2.4	2.4	2.8	31	31	31
3	0.26	0.24	0.26	2.4	2.4	2.6	31	31	31
4	0.26					2.8	31	31	
5	0.26							31	
6	0.25							31	
平均	0.255	0.246	0.265	2.433	2.40	2.70	31.00	31.00	31.00
変動係数	1.88%							1.88 %	
回収率 A/B×100%	103.6 %			101.3 %			100 %		
回収率 A/C×100%	96.2 %			90.1 %			100 %		

208



図Ⅱ.39　DMA検量線
Column：5% Squalane＋2%
KOH/Chromosorb 104
Column oven temp 130°C

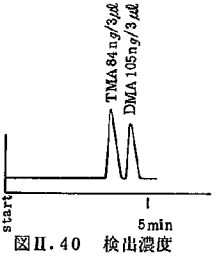
がわかった。

(E) 検量線

中和滴定法によって標定したジメチルアミン標準液をマイクロシリンジを用いて液体酸素で冷却した試料濃縮管の中に注入し定量操作法にしたがって検量線を作成する。これを図Ⅱ.39に示す。

(F) 定量限界

前述のＧＣ条件による検出定量限界は直接注入で30ngくらいと思われる。



図Ⅱ.40　検出濃度

(G) 照合試験

日立製作所，島津製作所，柳本製作所，環境科学センター，日本環境衛生センターの5機関でトリメチルアミン，ジメチルアミンの2種のアミンを溶液法・燐酸処理した沪紙法の2法によって同じサンプルを各5回繰り返したクロステストを行った。

これによって各分析機関でのクロス，DMA，TMAの再現性およびDMA・TMAの分析精度をみることができ，この結果を表Ⅱ．9，10，11，12，13に示す。

表Ⅱ.9　溶液吸収法によるＴＭＡの照合試験

Lab.		A	B	C	D	E
Repetition	1	2.75	2.93	2.03	2.7	1.04
	2	2.66	2.90	2.41	2.9	1.61
	3	2.60	2.95	2.44	3.0	1.61
	4	2.72	2.96	2.48	3.0	1.55
	5	2.85	3.13	2.08	2.7	1.55
M.V.μg		2.72	2.97	2.28	2.86	1.59
S.D.μg		0.10	0.09	0.20	0.14	0.07
C.V.		3.68	2.93	8.77	4.90	4.55

表Ⅱ.10　溶液吸収法によるＤＭＡの照合試験

Lab.		A	B	C	D	E
Repetition	1	30.6	21.7	31.3	28	23.5
	2	27.6	21.2	33.4	32	20.5
	3	32.0	22.1	32.0	32	27.0
	4	28.5	21.6	30.4	29	22.3
	5	28.6	21.4	31.3	30	21.6
M.V.μg		29.46	21.60	31.68	30.20	22.98
U.D.μg		1.79	0.35	1.12	1.79	2.50
C.V.%		6.08	1.62	3.54	5.93	10.88

209

表Ⅱ.11　フイルター法によるTMAの照合試験

Lab.		A	B	C	D	E
Repetition	1	2.88	3.17	2.30	2.6	1.38
	2	2.85	2.80	2.44	2.9	1.47
	3	4.45	3.05	2.27	3.1	1.33
	4	3.32	3.13	2.32	2.7	1.33
	5	2.25	3.14	2.19	2.9	1.33
M.V. μg		3.15	3.06	2.30	2.84	1.37
C.V. %		26.03	4.58	3.76	7.04	3.65

表Ⅱ.12　フイルター法によるMMAの照合試験

Lab.		A	B	C	D	E
Repetition	1	24.8	25.2	30.3	33	21.2
	2	28.5	22.2	26.7	24	23.5
	3	24.0	25.0	29.4	30	24.0
	4	24.5	22.3	27.6	26	22.6
	5	25.0	26.3	28.0	29	21.5
M.V. μg		25.36	24.20	28.40	28.40	22.56
S.D. μg		1.79	1.85	1.44	3.51	1.22
C.V. %		7.06	7.64	5.07	12.36	5.41

表Ⅱ.13　TMA，DMAの照合試験

Name	TMA		DMA	
Analysis	吸収法	ろ紙法	吸収法	ろ紙法
Sample	25	25	25	25
M.V. μg	2.47	2.54	27.18	25.78
S.D. μg	0.57	0.90	4.44	3.21
C.V. %	23.08	35.43	16.34	12.45

*　TMA：Trimethyl amine

**　DMA：Dimethyl amine

本測定法を用いて照合試験を行った結果，溶液吸収法において10%前後の分析精度を得た。

(6) 結　語

本測定法を用いることによってトリメチルアミン・ジメチルアミンを精度よく測定することができる。また，他のアミン類についても応用できるが，しかし，2種以上を同時に定性定量を行う場合には少なくとも2種以上の充てん剤を使用して分離定性定量を行う必要がある。

本研究は昭和48年度環境庁委託研究費によって行った。

2.2.3　低級脂肪酸類[34]

(1) 目　的

低級脂肪酸のにおいの閾値は1 ppb前後と低く，においの代表的成分であるが，いまだにその測定法は確立されていない。

大気中低級脂肪酸の捕捉法で一般に考えられるものに，沪紙法，ガラスビーズ法，溶液吸収法などがある。前者の二法についてはすでに47年度環境庁委託研究でその検討結果が報告され，現在引き続き検討が続けられている。この項では試料ガス中の低級脂肪酸分析のための，アルカリ溶液吸収法の検討結果について述べる。

(2) 試薬および装置

(A) 試　薬

脂肪酸標準液：各脂肪酸を適宜，n－ヘキサンに溶解して標準液とした。

吸収液：1%水酸化ナトリウム（W/V）を使用した。

遊離剤：10N－リン酸を使用した。

内標準物質：P－キシレン（またはm－キシレン）を適宜，n－ヘキサンに溶解して内標準液とした。

210

なお，試薬はすべて特級試薬を用いた。

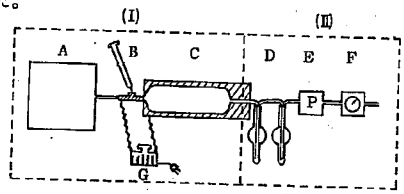
(B) 装　置

ガスクロマトグラフ：水素炎イオン化検出器を備えたShimadzu GC－3BF 型を使用した。

脂肪酸ガス発生装置および捕集装置：一定量の脂肪酸ガスを発生させ，これを溶液吸収法で捕集する装置を図II.41に示した。

ガス発生装置のガラス製部はすべてリン酸処理を行い，気化部およびバブラーまでの径路はヒーターによって，150～180°C の温度範囲に保った。

濃縮装置：抽出液を濃縮し，定量下限を下げるために図II.42のように氷－食塩で冷却しながら窒素ガスでバブリングさせた。

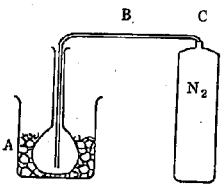


(I): apparatus for preparation of standard gas samples
(II): sampling set
A : mylar bag (20ℓ),
B : microsyringe
C : heater and glass tude
D : bubbler
E : diaphragm pump
F : gas meter (drytype)
G : slidac (voltage transformer)

図II.41　標準ガスサンプル準備装置とサンプリングセット

(3) 分析操作法

1％水酸化ナトリウム溶液を吸収液として，図II.41のように2本を連結したフリテッドバブラに試料ガスを通して脂肪酸を捕集する。この試料溶液を100mℓの分液ロートに入れ，エーテル25mℓを加え，さらに10N－リン酸5mℓを加えて2～3分間激しく振盪する。エーテル層を25mℓのメスフラスコにとり，内標準液を加えた後メスアップする。また定量限界以下の低濃度試料に対しては，エーテルで抽出の後，図II.42に示す装置で濃縮し内標準液を加えた後，1mℓにメスアップする。



A : sodium chloride and ice
B : teflon tube
C : N_2 (defusing ether from the flask)

図II.42　抽出液の濃縮装置

被検成分の測定は下記に示すGC条件で行った。

Column : glass I・D・3mm
Packing.: POSE + PEG 20M
Support : Shimalite TPA
Injection Temp.: 250 °C
Temp.: 140 °C
Wt. % 7.5　2.5
Carrier Gas : 50mℓ/min.
Detector : FID

(4) 測定法の検討

(A) 遊離試薬の選定

10mg の脂肪酸を吸収液に添加し反応固定させた後，12N－塩酸 10mℓ，10N－リン酸 10mℓ および 5mℓ の酸を加える方法で，脂肪酸を遊離させ，エチルエーテルで抽出してその回収率を調べた。いずれの場合も，その回収率はほぼ等しかったが，添加時，発熱の少ないリン酸が適当であった。定量には遊離試薬として 10N－リン酸 5mℓ を用いた。

(B) 抽出液量の影響

エチルエーテルの量を 10mℓ，25mℓ と変化させて，その抽出率を調べた。抽出液量の多いときの方が抽出率は高く，吉草酸では 95% 前後であった。抽出液量が多いほど，回収率は高くなるが抽出液濃度，濃縮時の液量などを考慮すると 25mℓ が適当であった。

抽出には 25mℓ の エチルエーテルを用い，抽出回数を 1 回とした。

(C) 脂肪酸濃度の影響

脂肪酸添加量を 1mg，2.5mg，25mg の 3 段階に変化させ，抽出率の変化を調べた。表Ⅱ.14 から明らかなように抽出率は脂肪酸濃度にほとんど影響されないことがわかった。また炭素数の多い脂肪酸の抽出率が高くなっていることが顕著に認められた。

表Ⅱ.14 溶液中の低分子脂肪酸の抽出率

サンプル添加量	C_2	C_3	i-D_4	n-C_4	i-C_5	n-C_5
	%	%	%	%	%	%
25.0mg	14.2	44.3	75.6	75.3	93.5	91.9
2.5mg	15.2	45.4	62.6	80.8	99.3	95.5
1.0mg	16.2	46.1	63.0	80.7	97.2	96.4

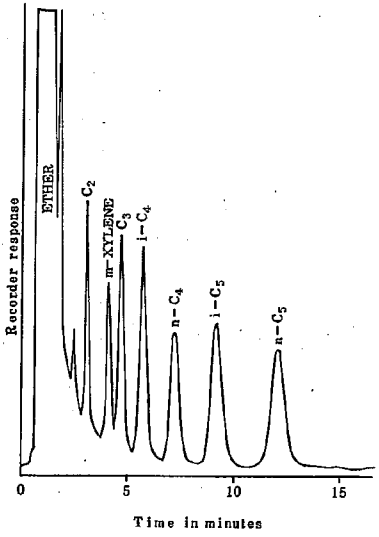
C_2 ：酢酸　　C_4 ：プロピオン酸
C_4 ：酪酸　　C_5 ：吉草酸

(D) 検量線

抽出率が脂肪酸により異なるので，検量線は抽出過程を含めたものを作成した。

(E) 濃縮時の回収率

定量下限を下げるために，図Ⅱ.42 に示す装置を用いて，濃縮操作法の検討を行った。濃縮の際に脂肪酸が揮発するのを防ぐため，エーテル溶液を食塩，氷で冷却し N_2 ガスでバブリングし，エーテルを蒸発させて濃縮した。



図Ⅱ.43 異型的な低級脂肪酸のガスクロマトグラム

212

脂肪酸濃度を100ng/$\mu\ell$から1ng/$\mu\ell$まで変化させ，エーテル溶液を25 mℓから1mℓまで濃縮したときの回収率を調べた。

この実験では標準液を直接使用したので，エーテルに含まれる水分の影響はない。しかし，抽出液には水が溶け込んでおり，濃縮時には相当の量（約100 $\mu\ell$）となる。水の飽和エーテル溶液は20 °Cで，1.2 %の水を含む。今後，無水硫酸ナトリウムなど脱水剤について検討する予定である。

なお，回収率のばらつきが大きいが，容器の改良を行えば，ばらつきは少なくなると考えられる。

表II.15　濃縮時の低級脂肪酸回収率

サンプル / 濃縮程度	C_2	C_3	i-C_4	n-C_4	i-C_5	n-C_5
	%	%	%	%	%	%
100ng/$\mu\ell$	79	73	73	73	72	74
10ng/$\mu\ell$	83	107	88	93	91	101
1ng/$\mu\ell$	83	78	72	73	71	33

(F)　回収率と分析精度

図II.41の装置に標準液500 $\mu\ell$注入し，2 ℓ/minで吸引することによって，約0.14 ppm～28 ppm の標準ガスを作製し，回収率は表II.16 から明らかなように，95 %前後と高かった。また，脂肪酸濃度が高いときは分析精度も高かった。脂肪酸濃度の低いときは濃度過程が入るため，試料添加を含めて10 %前後の変動係数であった。

なお，バランスガスに窒素を用いたときもその回収率，捕集効率は空気を用いたときに等しく，炭酸ガスの影響はみられなかった。

表II.16　標準ガスサンプルからの低級脂肪酸の回収率

Concn about 28 ppm

sample / item	C_2	C_3	i-C_4	n-C_4	i-C_5	n-C_5
Recovery(%)	105.9	100.9	104.9	95.0	100.0	100.3
	93.9	96.8	97.5	97.5	97.9	99.9
	97.5	98.5	98.6	98.6	97.2	99.2
	97.0	97.0	102.9	101.2	102.3	103.6
	90.0	87.4	92.5	92.0	86.8	91.4
	85.0	86.5	89.8	90.2	84.6	91.9
Average(%)	91.9	94.6	97.7	95.5	94.8	97.7
C.V. (%)	9.42	5.34	5.44	3.90	7.03	4.61

Concn about 0.14 ppm

sample / item	C_2	C_3	i-C_4	n-C_4	i-C_5	n-C_5
Recovery(%)	—	100.1	81.8	94.7	102.1	101.7
	—	96.4	77.1	97.2	86.8	106.9
	—	93.3	80.4	89.3	92.6	90.2
	—	107.6	91.6	102.0	112.7	111.6
	—	87.1	62.1	95.2	85.7	81.8
	—	79.1	59.0	86.4	88.3	83.5
Average(%)	—	93.9	75.3	94.1	94.7	98.0
C.V. (%)	—	9.70	15.11	5.42	10.25	11.59

Ambient air near the roof of Japan Environmental Sanitation Center was used as diluting gas

2.2.4　アルデヒド類[35]

(1)　緒　　言

カルボニル化合物は，においの代表的な成分としてあげられ，食品化学，燃焼排ガス，および化学工場などの各種製造工程から排出され，かつ，大気中のカルボニル化合物は，これらの排出ガスに加え，炭化水素の光化学反応によっても生成するといわれている。しかしながら大気中のカルボニル化合物の分離定量方法は，いまだに確立されていないのが現状である。L.J.Papa[36]らは，自動車排気ガス中のカルボニル化合物を2,4－ジニトロフェニエルヒドラジン誘導体としてガスクロマトグラフィで分離定量する方法の有用性を述べている

218

が，詳細な検討結果までは言及していない。

そこで日本環境衛生センターでは大気中のカルボニル化合物を2,4－ジニトロフェニルヒドラジン誘導体として捕集し，ガスクロマトグラフ分析をする方法について実験室内で検討し，あわせて石油化学工場周辺等の臭気調査にも応用して検討したので，その結果について述べる。

(2) 実　験

(A) 試薬および装置

(i) 試　薬

2,4－ジニトロフェニルヒドラジン吸収液：2,4－ジニトロフェニルヒドラジン1gを2N塩酸溶液に溶解し，蒸留水で全量を1ℓとする。

カルボニル化合物の標準溶液：2,4－ジニトロフェニルヒドラジン1gを濃硫酸2mℓ，およびエチルアルコール15mℓに溶解した溶液にカルボニル化合物0.005g／molを少量のエチルアルコールに溶解した溶液を加える。析出した2,4－ジニトロフェニルヒドラゾンを吸引沪過し，冷エチルアルコールでよく洗浄し減圧乾燥後，シリカゲルデシケータ中に保存する。このような操作法で合成した2,4－ジニトロフェニルヒドラゾン50mg（アルデヒド換気）をジクロルメタン50mℓに溶解し標準原液とする。標準溶液は適宜四塩化炭素あるいはn－ヘキサンで希釈して標準溶液とする。

n－ヘキサンは残留農薬用試薬，塩酸溶液はＳＳＧ試薬，その他は市販特級品試薬を使用した。

ただし，2,4－ジニトロフェニルヒドラジンはブランク（カルボニル化合物の保持時間と一致する物質）が，後述のガスクロマトグラフ条件により算出された分析値が3μg／g以下のものを使用した。

(ii) 装　置

ガスクロマトグラフは，水素炎イオン化検出器を備えた島津製作所製の島津GC－4BMPF型を用いた。試料の注入にはテルモ社製10μℓおよび100μℓのマイクロシリンジを用いた。

(A) 捕集方法

2個のフリデッドバブラーに各々吸収液を20mℓ入れ，バブラーを2連に連結して，毎分2ℓの吸引速度で試料ガスを捕集した。

(B) 分析操作方法

捕集した採取試料を分液ロートに移して，10mℓ の四塩化炭素を加え2分間振とうする。これを静置して四塩化炭素層をメスフラスコに移し，正確に10mℓにメスアップした後，このうちの100μℓを約1分間かかって徐々にガスクロマトグラフに注入する。次にあらかじめ2,4－ジニトロフェニルヒドラジン標準溶液を用いて作製した検量線より，被検成分のピーク面積の定量を行う。この分析には2m×3mm φガラス製カラムを使用し，カラム充填剤として4％OV－17 chromosorb W AW HMCCS 80～100 mesh を用いた。カラム温度は80°Cから270°Cまで毎分20°Cの昇温分析を行い，検出器温度は300°Cであった。

214

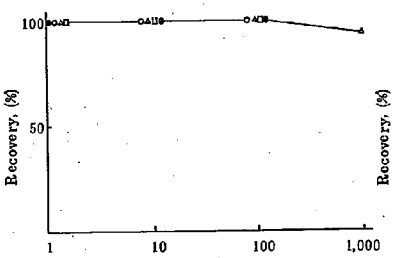
(3) 結果および考察

(A) 検量線の作成

2,4－ジニトロフェニルヒドラゾン標準溶液を適宜，四塩化炭素で希釈したものを数$\mu\ell$分取し，吸収液に添加し，10mℓの四塩化炭素で抽出する。その後抽出液を分析条件にしたがってガスクロマトグラフ分析を行い，得られたクロマトグラムのピーク面積から検量線を作成する。分離条件によってピークが2つに分離したときは，二つのピーク面積を加えたものを被検成分のピーク面積とする。

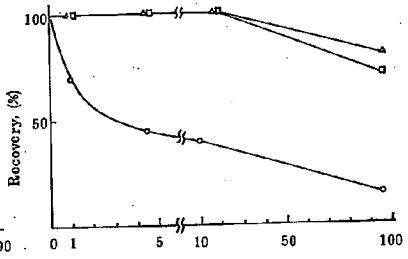
(B) 試料濃度と抽出効率との関係

ホルムアルデヒド，アセトアルデヒド，プロピオンアルデヒド，n－ブチルアルデヒドの2,4－ジニトロフェニルヒドラジン誘導体について10μgから1mgの範囲について抽出効率を調べた。その結果，吸収液中に100μgまで添加した場合の抽出効率はほぼ100%前後であったが，アセトアルデヒドのみについて1mg 添加した場合には1回の抽出では75% 前後であったが2回抽出したときには92～3% と抽出効率はよくなった。これを図II.44に示す。



図II.44 Relation between concentration and extraction efficiency

□ Formaldehyde △ Acetaldehyde
○ Propionicaldehyde
● n-Butyladehyde



図II.45 Persistence of carbonyl compounds in Tedlar bag

Dilution gas: N_2, Concentration of carbonyl compounds : 0.4 ppm
○ Formaldehyde △ Acetaldehyde
□ Propionicaldehyde

(C) 試料の安定性

(i) バック中の安定性

悪臭防止法の基準測定法として本法を用いるとすれば，毎分2ℓの吸引速度で5分間試料を採取したとして，数 ppm のホルムアルデヒドおよびアセトアルデヒドを定量することが計算的には可能である。しかしながら，吸収液中のBlank（被検成分と保持時間の一致する成分）のため実際には，数百 ppb 以上の濃度がないと「上記の条件に限定した場合には」定量が困難であることがわかった。そこで，100ℓのテドラバッグに毎分

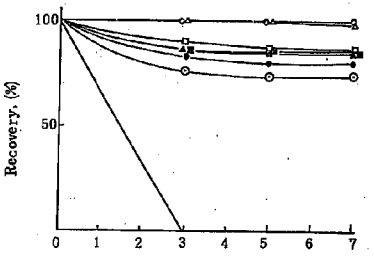
215

20ℓ の吸引速度で5分間試料を採取し，それからバッグ中の試料を毎分2ℓの吸引速度で吸引液に捕集し，それを分析，定量を行うとすると，バッグ中の試料の安定性の有無が必要となるので以下の検討を行った。

C_1～n－C_4のアルデヒドの原液を各々数μℓ採取し，日本オゾン(株)製造のパイレックス製1ℓ真空ビン中で気化させる。その中から1mℓをとり出し窒素を満たした20ℓテドラバッグに注入し，0.2～0.6 ppm の標準ガスを作製した。この試料を経時的に定量操作方法にしたがってガスクロマトグラフ分析を行い，アルデヒド類の安定性を調べた。その結果，アセトアルデヒド，n－ブチルアルデヒドは約1日間安定であったが，ホルムアルデヒドは1日後で80%前後に，またプロピオンアルデヒドはアセトンの影響が大きいので調べることができなかった。それを図II.45に示す。

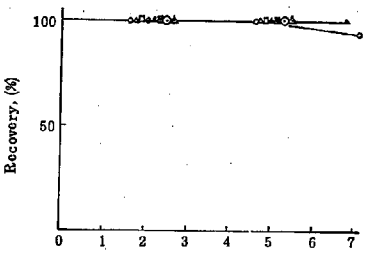
(ii) 吸引液中および抽出液中の安定性

各種カルボニル化合物2,4－ジニトロフェニルヒドラゾン10μg をそれぞれ吸収液50mℓ に添加し，吸収液中の経時変化と，四塩化炭素10mℓ で抽出した抽出液中の経時変化を調べた。その結果図II.46からあきらかなように吸収液中の試料よりも，抽出液中の試料の方が安定であった。また，ケトン類はアルデヒド類よりも安定性が著しく悪かった。



These samples were prepared by 100μg carbonyl－DNPH derivative in 50ml absorbing solution.
○ Formaldehyde △ Acetaldehyde
□ Propionicaldehyde
● n-Butylaldehyde
▲ iso-Butylaldehyde ■ Acetone
◉ Methyl-iso-butylketone

図II.46 0.1%DNPH－2N－HCℓ 溶液中におけるカルボニル－DNPH 誘導体の安定性



These samples were prepared by 100μg carbonyl－DNPH derivative in 50ml absorbing solution.
○ Formaldehyde △ Acetaldehyde
□ Propionicaldehyde
● n-Butylaldehyde
▲ iso-Butylaldehyde ■ Acetone
◉ Methyletylketone
△ Methyl-iso-butyl-ketone

図II.47 抽出液中におけるカルボニル DNPH 誘導体の安定性

216

(D) 分析精度と回収率

C_1～n－C_4のアルデヒドの原液をあらかじめ1ℓ真空ビン中において気化させ，その1mℓを分取（濃度約30 ppb）し窒素で満たした20ℓテドラバッグに注入する。このように調整した試料を常法にしたがってGC分析を行い，分析精度および回収率の検討を行った。その結果表Ⅱ.17からあきらかなように，第1吸収塔では70～80％前後が回収され，第2吸収塔において15～20％前後が回収された。したがって吸収塔を2連にすることによって90％以上の捕集効率を得ることができる。

2.2.5 フェノール及びクレゾール類[37]

2.2.5.1 測定方法

(1) 試　薬

(A) フェノール標準溶液

100mℓのメスフラスコにフェノール1グラムを精秤し，エタノールで正確に100mℓとしたもの。

(B) Oークレゾール標準溶液

100mℓのメスフラスコにOークレゾール1グラムを精秤し，エタノールで正確に100mℓとしたもの。

(C) mークレゾール標準溶液

100mℓのメスフラスコにmークレゾール1グラムを精秤し，エタノールで正確に100mℓとしたもの。

(D) Pークレゾール標準溶液

100mℓのメスフラスコにPークレゾール1グラムを精秤し，エタノールで正確に100mℓとしたもの。

(2) 装置及び器具

装置及び器具は，次に掲げるとおりとする。

(A) 試料ガス採取装置

図Ⅱ.48に掲げる構成のものであって，次の条件を具備しているもの。

(i) 試料捕集管

図Ⅱ.49に掲げる形状のものであって，次の条件を具備しているもの。

(a) ホウケイ酸ガラス製で，かつ，内径が5ミリメートル，長さが18センチメートルのものであって，一方の開口部に注射針を装着できるものであること。

(b) 内部をアセトンで洗い，水洗し，乾燥した後，ポーラスポリマービーズを正確に0.6グラムを充てんし，ビーズがこぼれないよう両端に少量の石英ウールをつめたものであること。

(c) フッ素樹脂製キャップ及びシリコーンゴムせんにより両端を密閉できるものであること。

表Ⅱ.17 回収率と変動係数

Substance	A(%)	B(%)	C(%)	D(%)
Formaldehyde	74.3	13.3	87.6	16.35
Acetaldehyde	74.3	30.1	104.4	3.35
Propionicaldehyde	58.1	29.6	87.7	9.25
n-Butyraldehyde	86.2	14.1	70.3	4.37

These results were obtained by five trials of same samples.
Concentration of sample gas : 50 ppb
A : Collection efficiency of first bubbler
B : Collection efficiency of second bubbler
C : Recovery efficiency (A+B)
D : Coefficiency variation

217

(ii) 吸引ポンプは，捕集管を装着した状態で毎分0.2リットル以上大気を吸引できる能力を有するものであること。

(iii) 流量計は毎分0～1リットルの範囲で流量を測定しうるものであること。

(B) ガスクロマトグラフ分析装置

図II.50に掲げる構成のものであって，次の条件を具備しているもの。

(i) ガスクロマトグラフは，水素炎イオン化検出器を有するものであること。

(ii) ガスクロマトグラフのキャリヤーガス流路を試料導入部の直前において変更し，不純物除去管及び試料捕集管に接続したものであること。

(iii) 不純物除去管はモレキュラーシーブ5Aを充てんし，液体酸素又は液体窒素により冷却したものであること。

(iv) 分離管は，ガラス製で，かつ，内径が3ミリメートル程度，長さが3メートル程度のものであって，内面をアセトンで洗い，水洗し，乾燥したものであること。

(v) 分離管充てん物は，白色ケイソウ土担体を酸で洗った後，処理し，FFAPを5パーセント，Bentone 34を10パーセント及びPRを1パーセント被覆したもの又はこれと同等以上の性能を有するものであること。

(vi) 試料導入部の温度は，摂氏180度程度であること。

(vii) 分離管の温度は，摂氏160度程度であること。

(viii) 検出器の温度は，摂氏180度程度であること。

(ix) キャリヤーガスは，窒素ガスを使用し，その流量を毎分40～50ミリリットルとすること。

(3) 測定の手順

濃度の測定は，次の手順により行うものとする。

(A) 空試験

試料捕集管に窒素ガスを流しながら摂氏230度に加熱し，空焼きを行う。その後，(C)の手順によりガスクロマトグラフ分析を行い，被検成分の保持時間に妨害成分のないことを確認する。（熱処理時間は，捕集管調整時に1夜～1昼夜，その後は使用の都度5～10分程度が適等である。

(B) 試料の採取

図II.48に掲げるように試料捕集管を装置し，シリコーンゴムせんをはずし，毎分0.2～1.0リットルの流速で5分間採取する。

(C) ガスクロマトグラフ分析

被検成分を捕集した試料捕集管を図II.50に掲げるところによりガスクロマトグラフ分析装置に接続する。試料捕集管にキャリヤーガスを流し，その流路が安定し，かつ，検出器の応答がないことを確認した後，試料捕集管の温度を室温から摂氏220度まで約1分間で加熱昇温させ，被検成分をガスクロマトグラフに導入する。試料分析中は試料捕集管の温度は摂氏230度を保持するものとする（試料管と注射針の密着のため，シールテープ等の使用が推奨されるが，その際加熱時の注射針の脱離に注意すること。）

218

(D) 検量線の作成

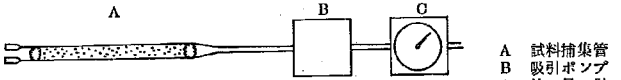
フェノール標準溶液，O－クレゾール標準溶液，m－クレゾール標準溶液若しくはP－クレゾール標準溶液を適宜段階的に希釈した溶液数マイクロリットルをそれぞれ室温の状態で試料捕集管に注入した後，(C)と同様の操作を行うことにより得られるクロマトグラムのピーク面積により検量線を作成する。

(E) 濃度の算出

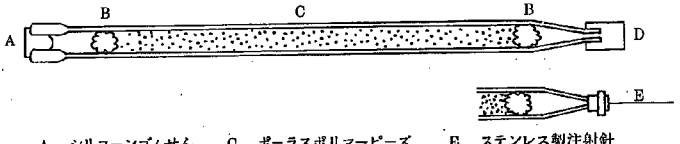
(D)の検量線により試料ガス中のフェノール，o－クレゾール，m－クレゾール又はp－クレゾールの量を求め，次式によりその大気中の濃度を算出する。

$$C = \frac{22.4\ A}{M \times V \times \frac{273}{273+t} \times \frac{P}{760}}$$

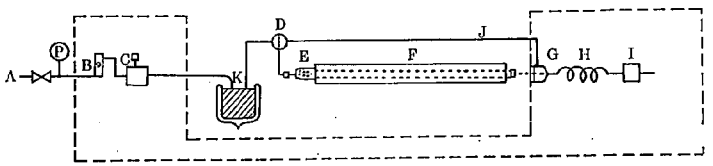
この式において，Cは大気中の被検成分の濃度（単位体積百万分率），Aは被検成分の量（単位マイクログラム），Mは被検成分物質の分子量，Vは試料ガス採取量（単位リットル）tは試料ガス採取時の気温，Pは試料ガス採取時の気圧（単位水銀柱ミリメートル）を表わすものとする。



図Ⅱ.48 試料ガス



図Ⅱ.49 試料捕集管



図Ⅱ.50 ガスクロマトグラフ分析装置

2.2.5.2 鋳物工場におけるフェノール・クレゾール測定結果例[36]

鋳物工場から排出されるフェノール・クレゾールを2.2.5.1に掲げる方法で測定した結果ならびに鋳物工場に関連する物質と臭気濃度の測定結果を表Ⅱ.19にまとめ，そのクロマト

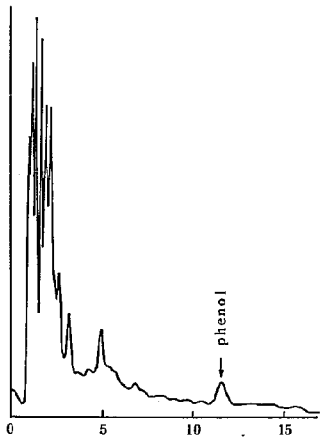
219

表Ⅱ.19　臭気濃度及び機器測定結果（鋳物工場，日本環境衛生センター測定，1976）

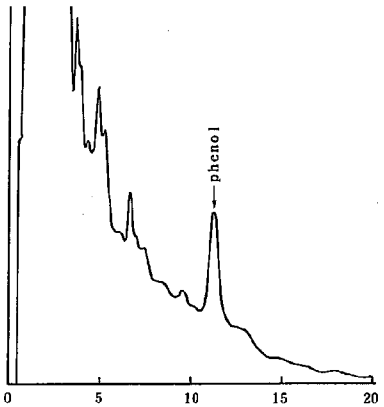
記号	測定場所	試料採取日時	アンモニア (ppm)	ホルムアルデヒド (ppm)	フェノール (ppm)	o-クレゾール (ppm)	m-クレゾール (ppm)	p-クレゾール (ppm)	臭気濃度の測定				
									測定時間	パネル人数	希釈倍数の調整範囲	臭気濃度	臭気濃度の平均値
A	造型工程換気設備	8月25日 14時10分	5.1	0.102	0.081	tr	tr	tr	15時30分	5	30～3,000	110	83
		8月25日 14時20分							15時	4	5～100	55	
B	同上	8月25日 14時15分	−	−	−	−	−	−	16時25分	5	10～100	42	
C	工場全体換気設備	10月 4日 14時10分	2.6	0.168	0.16	tr	ND	ND	17時30分	4	30～3,000	310	240
		10月 4日 14時35分							16時30分	4	10～3,000	170	
D	同上	10月 4日 14時20分	−	−	−	−	−	−	17時	4	10～300	55	
E	解体工程集じん設備	8月26日 10時	0.88	0.339	0.13	0.054	0.0032	0.035	11時45分	4	30～300	170	315
F	同上	8月26日 9時50分	−	−	−	−	−	−	11時20分	4	10～3,000	740	
G	同上	8月25日 14時50分	−	−	−	−	−	−	16時30分	5	10～300	35	
H	炭化砂搬送ダクト	8月26日 9時55分	−	−	−	−	−	−	10時40分	4	5～100	20	
I	工場敷地境（解体工程換気口付近）	8月27日 13時40分	0.38	0.028	0.004	ND	ND	ND	16時	4	5～30	9	
J	工場敷地境（工場正門）	8月27日 10時 5分	0.28	0.412	0.011	tr	ND	ND	11時55分	5	5～100	17	
		8月27日 10時 7分	0.48	1.15					11時30分	4	5	5以下	
K	環境	8月27日 14時58分	0.14	0.012	0.0038	tr	0.0014	0.0017	逆河のどぶ臭が強く測定できず				
L	環境（道路わき歩道）	8月27日 13時50分							15時45分	4	5～10	10以下	
M	同上	8月27日 13時47分	0.38	0.073	0.006	0.0001	0.0003	0.0002					

注　＊　O・E・R（Odor Emission Rate）＝臭気濃度×排気量（Nm^3/分）

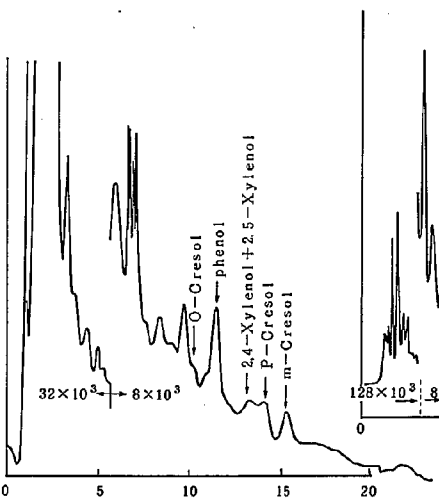
グラムを図Ⅱ．51～Ⅱ．57に示した。



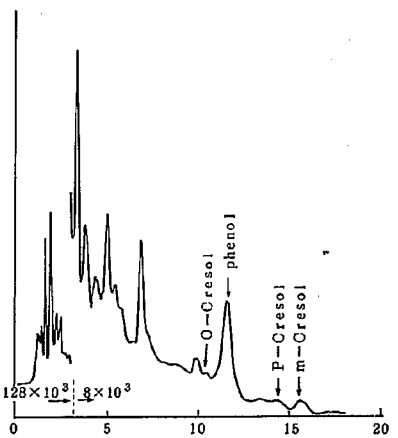
図Ⅱ．51　敷地境界（解体工程換気付近）I



図Ⅱ．52　工場敷地境正門前　J



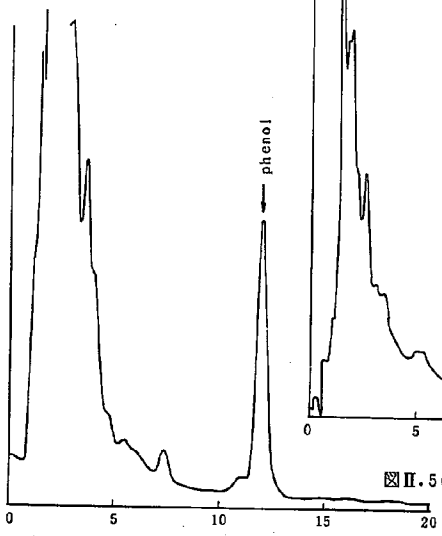
図Ⅱ．53　Aマンション前の運河提防上　K



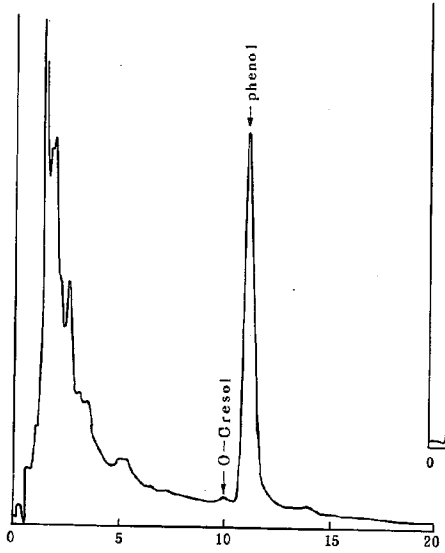
図Ⅱ．54　Aマンション付近（道路わき歩道）M

221

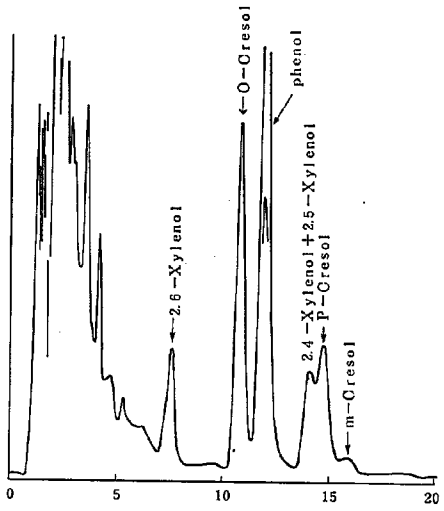
2）フェノール類



図Ⅱ.55　造型工程換気設備　A



図Ⅱ.56　工場全体換気排気　C



図Ⅱ.57　解体工程換気　E　2.7ℓ採取

2.2.6　炭化水素類

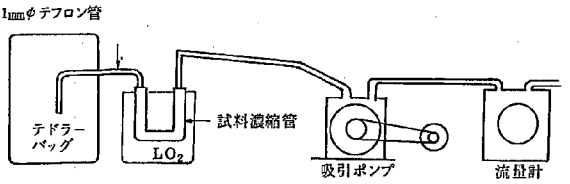
(1)　測定方法

(A)　試料の採取

C_2～C_5 の低沸点炭化水素用試料についてはダイアフラムポンプを用いてテドラーバッグに試料を採取し，C_6 以上の炭化水素用試料については，吸引ポンプを用いて流速200 mℓ/分（総量1 ℓ）で試料を液体酸素冷媒中の試料濃縮管に導入し濃縮する。この濃縮装置は図Ⅱ.58に示す。

(B)　試料の濃縮（C_2～C_5 炭化水素）

テドラーバッグに採取した試料は，テフロンパイプ（内径1 mm φ×130 mm）で液体酸素に冷却した試料濃縮管に接続し，吸引ポンプを用いて試料1 ℓ（流速200 mℓ/分）で濃縮した。濃縮操作方法を図Ⅱ.58に示す。

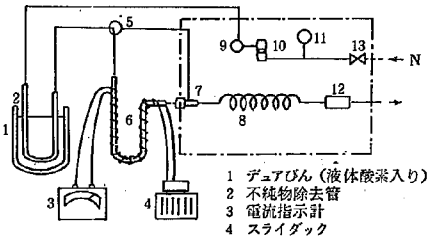


図Ⅱ.58　濃縮装置

(C)　ガスクロマトグラフによる分析方法

(i)　試料の導入

試料濃縮を終了した後，濃縮管を液体酸素中に冷却した状態で，図Ⅱ.59に示すようにガスクロマトグラフに接続する。ガスクロマトグラフの流量が安定し，かつ検出器の応答のないことを確認した後，液体酸素をとりはずし，試料濃縮管を－183 ℃から30 ℃（180 ℃）まで加熱昇温させ，30 ℃（180 ℃）で90秒（5分）間保持し試料をガスクロマトグラフに導入する。



1　デュアびん（液体酸素入り）
2　不純物除去管
3　電流指示計
4　スライダック
5　三方コック
6　コックなし（GC試料管）
7　試料気化室
8　カラム
9　マスフコーコントローラー
10　フローメーター
11　圧力計
12　FID
13　ベロースバルブ

図Ⅱ.59　ガスクロマトグラフ導入系統図

なお，（　）内の温度は C_6 以上の炭化水素成分分析における設定温度である。

ZC3

(ii) 分析条件

大気中炭化水素C_2～C_9を対象に次の分析条件で実施した。

○ C_2～C_5の低沸点炭化水素分析条件

ガスクロマトグラフ：島津GC－4BMPFE

検　出　器：水素炎イオン化検出器（FID）

分離カラム：○エタン・エチレン用

1％ Squalane on Activated Alumina（60～80 mesh）

2 m×3㎜φ ステンレスカラム

○C_2～C_5 炭化水素用

25％ Dimethyl Sulfolane on Chromosorb W

（AW DMCS）60～80 mesh，3 m×3㎜φ＋25％

Sebaconitrile on Chromosorb W（AW DMCS）

60～80 mesh，6 m×3㎜φ ステンレスカラム

カラム温度：エタン・エチレン用 ｝ 室温

C_2～C_5 炭化水素用 ｝

試料濃縮管：10％ PEG 6000 on Chromosorb W（AW DMCS）

60～80 mesh，30 cm×3㎜φ パイレックス

検出器温度：200℃

ガス流量：N_2　50 mℓ/min

Air　0.9 Kg/cm²

H_2　0.6 Kg/cm²

使用感度：$10^2 \times 1$

○ C_6以上の炭化水素分析条件

ガスクロマトグラフ：島津GC－4BMPF

検　出　器：水素炎イオン化検出器（FID）

分離カラム：25％ Apiezone Greare L on Chromosorb W

（AM DMCS）60～80 mesh，6 m×3㎜φ，ステンレスカラム

カラム温度：50℃ 1分間保持後8℃/㎜昇温200℃まで

試料濃縮管：Chromosorb G（AW DMCS）60～80 mesh，30cm×3㎜φ

検出器温度：230℃

ガス流量：N_2　40 mℓ/min

Air　1.0 Kg/cm²

H_2　0.5 Kg/cm²

使用感度：$10^2 \times 1$

(iii) 検量方法

テドラーバッグに採取した低沸点炭化水素（C_2～C_5）およびC_5以上の炭化水素用

224

n－ペンタン標準ガスをボンベ（1.63 ppm）から加えて混合し，ガスタイトシリンジを用いてその5 mℓを採取後，低温濃縮し，上記のガスクロマトグラフ分析により得られたピーク面積より検量線を作成し，相対感度法[39]により定量を行った。

成分濃度の算出は次のようにして行なった。

$$Cx = \frac{Ax \cdot C_5}{RSx \cdot A_5}$$

ここで，

Cx ：各成分濃度（ppb）

Ax ：各成分のピーク面積

C_5（ppb）：$C_5 = \frac{5\,m\ell \times 1.63\ ppm}{試料採取量\ (m\ell)} \times 10^3$

A_5 ：n－ペンタン標準ガス（1.63 ppm）5 mℓを低温濃縮し，分析した時のピーク面積

PSx ：相対モル感度（n－ペンタン＝1.0000）

第2.3節　吸光光度法

代表的な悪臭物質に適用可能な測定方法のみを選び，以下に述べる。

2.3.1　アンモニア

環境庁告示9号を参照のこと。

2.3.2　硫化水素

JIS K 0108 に定める排ガス中の硫化水素の測定方法（メチレンブルー法）を参照のこと。

2.3.3　メルカプタン類

JIS K 0092 に定める排ガス中のメルカプタンの測定方法（ジメチルパラフェニレンジアミン法）を参照のこと。

2.3.4　フェノール類

大気中のフェノール類は，4－アミノアンチピリン法が代表的である。

捕集液として，ほう酸ナトリュウム溶液を用い試料ガス中のフェノールを捕集して，4－アミノアンチピリン溶液及びフェリシアン化カリウム溶液を添加し，赤黄色に呈色させ，その吸光度を測定する方法である。

2.3.5　アルデヒド類

(1) 概　要

水溶性脂肪族アルデヒド（ホルムアルデヒドで代表させる）は塩化第二鉄が共存する場合，MBTH（3－メチル－2－ベンゾチアゾロンヒドラゾン塩酸塩）と反応して酸性媒質中で青色色素を形成する。環境空気中のアルデヒドを0.05％MBTH 水溶液中に捕集する。生じたアジンを塩化第二鉄－スルファミン酸溶液によって酸化して青色色素を生じ，これは628 nmで測定できる。

(2) 試薬の調製

試薬の準備，調製は以下に従って行なう。

225

(i) 捕集液：捕集液は0.05％MBTH水溶液である。この液が少し濁っている場合ろ過する。この液は少なくとも1週間安定で，その後薄黄色となる。もし液をかつ色びん中に入れ，冷所に放置すればいっそう安定である。MBTHは合成することもできるし購入することもできる。

(ii) 酸化液：スルファミン酸を1.6％，塩化第二鉄を1％含んだ水溶液を調製する。

(iii) ジメドン：ジメドン（1,1－ジメチルシクロヘキサン－3,5－ジオン）をホルムアルデヒドの標定に用いる。ジメドン1.07gを含む水溶液500mℓを調製する。

(iv) ホルムアルデヒド貯蔵液：37％以上の市販特級ホルマリン3mℓをホールピペットを用いて1ℓのフラスコにとり蒸留水で標線まで薄める。この溶液は，冷暗所に貯蔵すれば1週間位は保存できる。

(3) 測定法

(A) ホルムアルデヒド溶液の標定

清浄な乾燥したガラスせん付三角フラスコ3個を用意し，これらのフラスコ中にジメドン50mℓをとり，おのおのにホルムアルデヒド貯蔵液10mℓを加える。混合液をよく振り1液（できれば3液）放置し，あらかじめひよう量した溶融ガラスによってろ過する。上の沈殿物を五酸化リンを用いて排気しながら一定重量になるまで乾燥する。沈殿物の重量に0.1027をかければホルムアルデヒドの重量に換算できる。したがって37～39％ホルマリン1mℓ中のCH_2Oの重量(g)はそれゆえに次式で与えられる。

$$\frac{\text{沈殿物重量} \times 0.1027 \times 100}{2.7}$$

(B) 検量

0.05％MBTH溶液1mℓ中にホルムアルデヒドを0.1～0.7μg含む溶液をいくつか調製する。* 1時間放置後，試液10mℓを試験管中にとり，酸化液2mℓを加える。混合後完全に発色させるために少なくとも12時間放置する。液の吸光度を空試験液に対して628nmで測定する。吸光度測定に1cmセルを用いたとき，吸光度0～2.35の間でベールの法則が成り立ち，検量線は直線となる。

(C) 操作

ガスサンプリング装置の組み立ては，クロモトロープ酸法と同じである。流量計や流量調節器の代わりにあらかじめ検量したオリフィスを用いてもよい。

吸収液35mℓを吸収管にとり，0.5ℓ/minの流量で吸気する。サンプリングは24時間まで行なうことができる。サンプリング後，吸収液に水を加えて全量を35mℓとし，1時間放置する。その間にアルデヒドとMBTHの反応が完了する。試料10mℓを試験管にとり，酸化液2mℓを加えて十分混合する。さらに12分放置後，吸光度を曝気しない吸収液を空試験として628nmで測定する。検量線を用いて試験溶液中のアルデヒド濃度は次式で計算できる。

---

* 0.05％MBTH溶液中ではホルムアルデヒドはかなり安定で，溶液を13日間放置したところ，ホルムアルデヒドは5％減少したのみである。

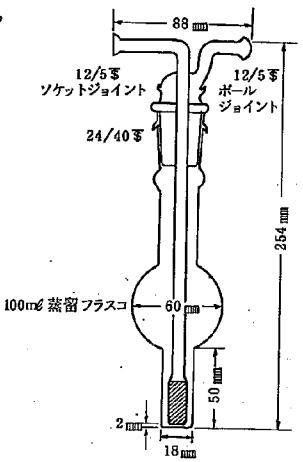
226

ホルムアルデヒド換算全アルデヒド濃度（ppm）$= 0.814 \frac{VC}{FT}$

Vは吸収液量（35mℓ），Cは吸収液1mℓ中のアルデヒド量（μg）（CH_2O換算），Fは流量（ℓ/min），Tはサンプリング時間（min）である。

大気中のガスの妨害は，次の化合物がMBTHと反応して発色する。芳香族アミン，イミノヘテロ環，カルバゾール，アゾ色素，スチルベン，シッフ試薬など，しかしこれらは大気中にほとんど存在しないものと思われる。

＊ 35mの吸収液中に0.5ℓ/minの流量で24時間空気をサンプリングする場合，ホルムアルデヒドの捕集率は平均84％である。



図Ⅱ.60 標準ガス吸収管

第2.4節 GC－MS法

水中の有機汚染質のGC－MS分析方法及び適用範囲は，表Ⅱ.20[40]に示すとおりである。

表Ⅱ.20 水中微量有機物の同定及び定量方法

Isolation Method	Sample Type	Significant Results	Reference
Head Gas Analysis Nitrogen stripping of (5-ml) sample (11-min) and adsorption on Tenex or Chromosorb 103 followed by back flushing onto GC	Model compounds, water, and waste-water	Good for gas analysis of less than 2 percent water-soluble organics of less than 200°C boiling point; concentration range 1–2, 500 μg/l	Bellar and Lichtenberg 41)
Air stripping (24 hr) and adsorption onto 1 mg carbon. Elution by carbon disulfide (7.5 μl) and capillary GC. GC-MS identification	Lake, spring, ground, and drinking water	136 organics identified; some quantitated. Industrial polluting discussed include auto fuels, solvents, diesel oils, and industrial chemicals; natural compounds discussed include C_3-C_{15} alkanes, terpenes, and others	Grob and Grob42)
Helium stripping (3-l), of 10-ml sample and adsorption onto microgradient column packed with a 10 percent DC-200 on 80/100 mesh AW Chromosorb G. Tube heated to elute organics onto capillary GC-MS	River water	Volatile organics only; 26 compounds identified and reproducibility demonstrated	Bergert *et al.* 43)
Macroreticular Resins (XAD-2) Adsorption and elution by diethyl ether, followed by evaporation and GC	Model compounds	Ambient pH for neutral compounds, acidic pH for acid type organics. Concentration range 10–100 μg/l. 78 ± 6.3 percent average recovery. Critical steps of analysis are resin purification, maintenance of wet resin bed, and solvent evaporation	Junk *et al.* 44)
1 to 4 l of water analyzed by eluting ether evaporating, and GC; GC-MS identification	Water supply in Iowa and Nebraska communities	70 compounds identified from Ames sample; total of 150 compounds identified. Limit of detection was 1 μg/l	Svec *et al.* 45)

Adsorption by 6 parallel 100-l columns, soxahlet extraction of resin by methanol-water, liquid-liquid extraction with *n*-hexane, evaporation, and GLC (EC and FID). Particulate fraction collected by glass fiber filters and analyzed	Model compounds, sea water	Concentration range 1–100 μg/l, recoveries average about 80 percent. Glass fiber filter contained 9.3 to 86 percent of model compounds at 1 μg/l	Osterroht[46]
Liquid-Liquid Extraction $CHCl_3$, evaporation and GC. GC-MS identification	Seven industrial wastewaters: petrochemical, petrorefining, synthetic rubber, chlorinated hydrocarbon, and polymer wastes	Characterization of effluents by relationship to product and raw material revealed discharges of unexpected compounds, specific pollutant problems, and treatment efficiency	Keith[47]
1 gallon: 200 ml 1:1 CH_2Cl_2: CS_2, evaporate to 0.3 ml; GC-MS identification	District of Columbia drinking water	1:1 CH_2Cl_2:CS_2 found better than either alone; 32 organics identified, estimated at 1–10 μg/l.	Scheiman *et al.*[48]
$CHCl_3$ evaporation and GC-MS	Paper mill effluents and river samples	21 compounds identified (terpenes); none of 6 found in study of the river	Alford[49]
	Pesticide plant effluent	44 compounds identified, 30 chlorinated (including pesticide byproducts)	
	Chlorinated by Purifax process	Only 2 chlorinated materials identified (2,4- and 2,4-chlorophenols)	
	Dye plant	16 compounds, 3 chlorinated benzoic acids	
Combination of Collection Method Carbon Absorption Liquid-Liquid Extraction Reverse Osmosis Macroreticular Resins Head Gas Analysis GC-MS identification	New Orleans drinking water	66 compounds identified by carbon adsorption; only a few confirmed by liquid-liquid extraction. Reverse osmosis method in development. No results reported for macroreticular resins.	EPA[50]
Direct Injection of Aqueous Samples Computer Controlled Quadropole type MS	Domestic and industrial wastewaters, tap water	Water vapor no significant effect on MS; Detection limit 1–50 mg/l by conventional GC-MS. Real time data acquisition from subsets of ions enables identification of 50 μg/l of a specific organic. Tap water contained 80–120 μg/l $CHCl_3$.	Harris *et al.*[51]

この表のように揮発性成分は，ヘッドスペース法によって水試料から有機物を気化させその後低温濃縮または常温吸着（ポーラスポリマービーズ）を行い，GC－MS分析に供する。

また高沸点成分は，液－液抽出法，活性炭または，Macroreticular Resins による吸着法などによって試料の濃縮が行われ，その後，GC－MS分析に供される。

以下に代表的な測定方法と測定結果について紹介することにする。

2.4.1 揮発性有機汚染物質のGC法による水質定量分析（加藤龍夫・仲山伸次論文）*[52]

(1) 概　要

従来，水質汚染の指標として，BOD，COD，DO，pH 等による方法が用いられてきた。しかし，今日のように多種多様の化学物質による汚染がすすんでいる現況に対しては，これらの方法では汚染を的確に把握することが困難である。このような化学物質による汚染に対処するには，個々の汚染質をつかまえることが必要になる。多成分の分析手段としてガスクロマトグラフが用いられ，すでに大気汚染の研究分野においては，そのすぐれた性能が認められている。この方法を水質分析に適用するには，試料水から目的成分を分離，濃縮する必

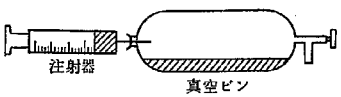
*横浜国立大学環境科学研究センター環境基礎工学研究室

要がある。そのための操作として吸着，蒸留，溶媒抽出，曝気[53)54)]等による方法が考えられてきた。しかしながら，いずれもppbオーダーという微量分析には適当であるとはいえない。前者3法は低濃度の低沸点揮発性成分に対してはほとんど効果がない。また，ボンベガスを用いる曝気法は，追い出し条件が一定にし難いこともあって定量用として用いるには困難があった。このような事情の下に水中微量有機物，とくに揮発性成分の定量法を確立することを目指し，気液平衡におけるヘンリーの法則の関係[55)]を分析に応用することを試みた。その結果，水中有機物を10^{-1}ppb濃度まで十分精度よく定量できることが確かめられたので報告する。

(2) 分析方法

分析に供する水試料量は200 mℓとする。1回の測定には，洗浄した1ℓ真空ビンを2つ用意する。この真空ビンをヒーターで加温し真空ポンプによって真空（0.1～0.3 mmHg）にする。この一方の真空ビンに試料水200 mℓを注射器によって注入する。操作は図Ⅱ.61に示す。

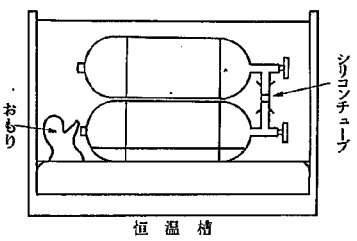
つぎに試料水を入れた真空ビンともう一つの真空ビンの口をシリコンチューブで接続する。ただし，使用するシリコンチューブは，使用前に乾燥器（120℃）に入れて十分脱ガス処理をする。接続された2本の真空ビンを試料水が入っている真空ビンが下にくるように針金で台に取り付ける。両方の真空ビンのテフロンコックを開けた後，台ごとおもりを付けて静かに70℃の恒温槽中に沈める。この状態を図Ⅱ.62に示す。



図Ⅱ.61

3時間後水中で上部の真空ビンのテフロンコックを閉め，恒温槽中より取り出し，上部の真空ビンを取りはずす。

つぎに真空ビン中に揮発した被検成分ガスを濃縮準備する。その操作は図Ⅱ.63に示す。まず高純度窒素ガスの不純物を除去して，それをパックに貯える。そして三方コックを介してパック中の窒素ガスを真空ビン中に導入する。1気圧の状態になったら真空ビンのテフロンコックを閉にする。



図Ⅱ.62

この真空ビンをヒーターで加温しながら真空ポンプで吸引してGC試料管に濃縮する。その操作は図Ⅱ.64に示す。この時吸引速度は200 mℓ/min 以下とする。

濃縮したGC試料管は，キャリヤー流路を引き出しL型接続管を備えた導入装置によってガスクロマトグラフに導入する。なお，成分の確認には上記同様の導入装置を備えたGC－MSを用いた。

229

(3) 分析条件

ガスクロマトグラフ

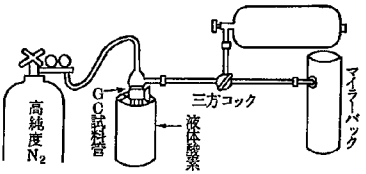
装置：島津GC－4BPF，同GC－4BMPF　デジタルインテグレター　ITG－4A

カラム：TCP25％，担体 chromosorb W AW 60/80 mesh，3m 3mm φステンレスカラム，また，アルコール類の分析に際しては，次のカラムを用いた。Reoplex 400，担体 chromosorb W AW 60/80 mesh 3m，3mm φ，ステンレスカラム

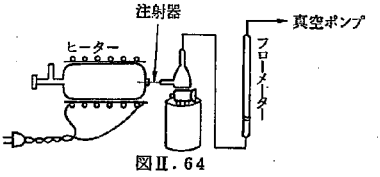
キャリヤーガス：窒素

温度：カラム 20℃→120℃ 6℃/min 昇温

デテクタ　180℃



図Ⅱ.63



図Ⅱ.64

GC－MS

装置：島津LKB－9000

カラム：TCP 25％，担体 chromosorb W AW 60/80 mesh，2.8m＋Silicone SE－52 25％，担体 chromosorb W AW 60/80 mesh，0.2m 3mm φ，ガラスカラム

キャリヤーガス：ヘリウム 30mℓ/min

温度：カラム 20℃→110℃ 6℃/min

インジェクション　160℃

セパレータ　180℃

イオン源　270℃

トラップ電流：60μA

加速電圧：3.5 kV

イオン化電圧：20/70eV

UVレコーダースピード：10mm/sec

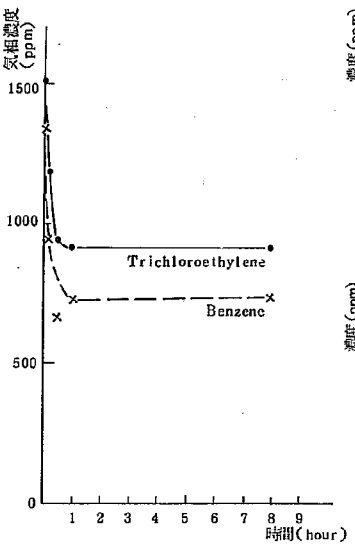
スキャンスピード：8

(4) 検討事項

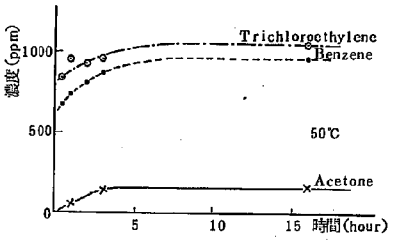
(A) 標準液の作成

標準液の作成は，以下のようにして行った。図Ⅱ.61に示した方法で真空ピン中蒸留水

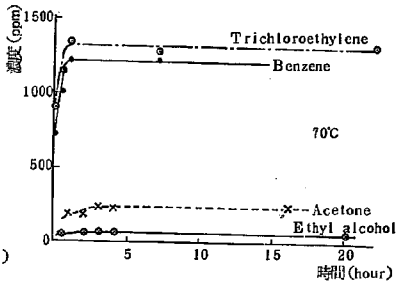
200 mℓを入れる。この中に所定の濃度となるように，10 μℓあるいは1 μℓ マイクロシリンジで試薬を注入する。濃度が薄い標準液作成の場合は，真空ビン中にマイクロシリンジで10 μℓ注入し，窒素ガスで希釈し，加温状態で真空ビン中の気体をガスタイトシリンジで採り，同様に水入り真空ビン中に注入する。また，Chloroethyleneのようなガス成分は，100%ガス1 mℓを真空ビン中に入れ標準ガスとし，同様の方法で水入り真空ビン中に用意した。この真空ビンを振とう機にかけて1時間振とうし溶解させ，これを標準液とした。この振とう機による準備において，試料の溶解速度を知るために，Benzene，Trichloroethyleneについて，振とう中の気相濃度の時間変化を調べた。この傾向を図II.65に示す。この結果振とう機にかける時間は1時間あれば十分で，それ以上室温下で



図II.65　溶解速度



図II.66



図II.67

は溶解しないと判断し，標準液の作成は上記手法をとることにした。つまり，本法による標準液の作成は，その基本の目的が70℃における気液平衡定数を求めることにある。この理由から最初70℃における溶解度以上に溶けていさえすればよいとの判断で，上記による標準液作成が妥当であると考えた。しかしながら，極微量の溶解状態についてはなお検討の余地はあると考えられる。

(B)　平衡時間の決定

溶解試料が，平衡に達する時間を調べるために，(A)の方法で作成した39.6 ppm の

231

Ethyl alcohol，39.5 ppmのAcetone，73.2 ppmのTrichloroethylene，43.9 ppmのBenzeneの4つの標準液について，(2)で述べた方法を用いて，気相中の各成分の濃度の時間変化を，恒温槽温度50℃と70℃の2通りについて調べた。これを図Ⅱ.66，67に示す。この結果，精度と分析時間における実用性とのかねあいを考えて，本分析方法における平衡操作時間を3時間と定めた。

(C) 恒温槽温度による影響

図Ⅱ.66，67に示したように，3時間後における各成分の最終平衡状態に対する割合は50℃ではAcetone．85%，Benzene 89%，Trichloroethylene 91%，70℃ではAcetone 94% それ以外は100であり，3時間でほぼ平衡に達したと言える。50℃を採用したが，後に示すように，50℃においても検量線の直線性が認められることより，対象によっては50℃でも十分分析法として用いることができると考える。

(D) 塩分濃度による影響

蒸留水に，塩化ナトリウムを0.5%，1%，2%，3%溶液になるように溶かし，それぞれの液に対するBenzene，Trichloroethylene，Ethyl acetate，Acetoneの4物質の平衡濃度の影響を調べた。図Ⅱ.68に示す。この結果にみられるように，塩析結果の影響が認められる。このことはまた海水，汽水の調査で補正を要することになる。

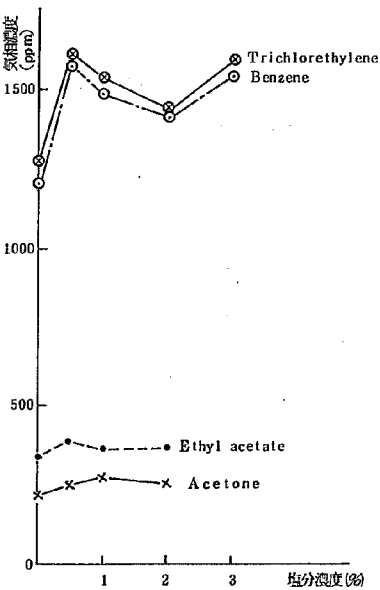
(E) 再現性

本法を用いて，恒温槽温度70℃における，Chloroethyleneのくり返し実験を行った。標準液は，(1)の方法で作成した13ppb溶液を用いた。実験は，5回行い，それぞれの気相部濃度は，0.51 ppm，0.43 ppm，0.43 ppm，0.44 ppm，0.46 ppmであり，変動係数は7.4%であった。

(5) 検量線の作成

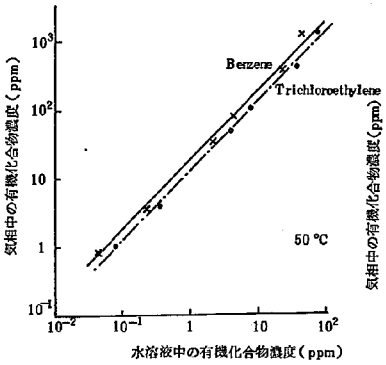
以上の検討に基づき，いくつかの成分の検量線を描いた。図Ⅱ.69は，恒温槽温度50℃におけるBenzene Trichloroethyleneの検量線を図Ⅱ.70は，70℃におけるChloroethylene，n-Hexane，Trichloromethane，Acetoneの検量線を示す。最小二乗法によるこれらの検量線の傾きは，それぞれ次のようになった。

Benzene 1.01，Trichloroethylene 1.05，n-Hexane 1.10，

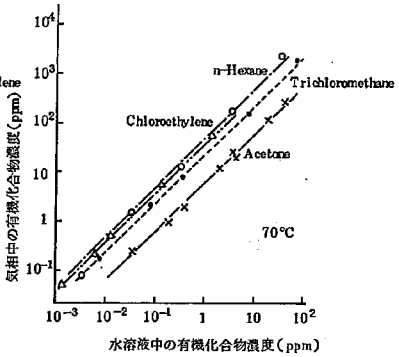


図Ⅱ.68 塩による影響

232



図Ⅱ.69　水－気相中の有機化合物濃度(ppm)



図Ⅱ.70　水－気相中の有機化合物濃度(ppm)

Trichloroethylene 1.14, Acetone 0.99 Chloroethylene 1.04

以上の結果より，試験濃度領域において，本法の分析値の試料濃度に対する直線性が十分認められた。このことより，水中有機化合物の定量は，本法により十分行いうるものであることが確認された。

(6) 定量方法

実際の試料水を分析した場合の本法における定量方法の基本を，以下に示す。標準液を作成するのと同じ方法で，試薬10 $\mu\ell$ をマイクロシリンジで採り，1 ℓ 真空ビン中に入れる。また，ガス体の場合，純ガス1 mℓ をガスタイトシリンジで採り，同様に真空ビンの中に入れる。この真空ビン中に窒素を導入し，常圧に戻す。この真空ビンから，ガスタイトシリンジで10 mℓ 採り，200 mℓ の水を入れた真空ビン中に入れ，1時間振とう後，2章の分析操作に従って，定量する。このときの気相部の濃度をCs ppb とする。このときの液の濃度は，試薬が液体の場合，試薬の密度をdとすると50d ppb 溶液となる。つぎに試料水を分析したときの気相部の濃度をCa ppb とすると，試料水の濃度は50dCa/Cs ppb となる。また，試薬がガス体の場合には，試薬の分子量をMとすると，5/24 M ppb溶液となり，このときの気相部の濃度をCs ppb，また，試料水の気相部の濃度をCa ppb とすると，同様に試料水の濃度は，5MCa/24 Cs ppb となる。従って，各成分について50 d/Cs 値および5 M/24 Cs値を求めておけば，常に気相部の濃度を測るだけで溶液濃度を知ることができる。なお，気相部の濃度決定は，通常の大気試料1 ℓ の分析と同様である。表Ⅱ.21 にいくつかの成分についての50 d/Cs 値，または，5M/24 Cs 値を示す。

(7) 実施例

(A) 水道水の分析

水道水中に有機塩素化合物のうち，Trichloromethane が含有されていることは，45年に朝霞浄水について著者らが確認し，[56] その後2，3の発表例もあるが，本定量法による

233

最も汚染されていない水の適用例として水道水の分析結果を示す。

試料は，横浜国大常盤台キャンパス内の水道口より採取したものである。

GC．MSにより確認された成分は，Chloroethylene，Acetone，Ethylalcohol，Tetrachloromethane，Trichloromethane，Trichloroethylene，Toluene，Bromodichlororomethane の8成分であった。またこれら各成分の濃度を表Ⅱ．22に示す。なお，検出成分のマススペクトル例，およびクロマトグラムを図Ⅱ．71，Ⅱ．72に示す。

ここに示された各々の成分は，河川水に含まれていたものか，それとも浄水場における塩素殺菌によるものであるかわからないが，その発生源について今後追求すべき課題である。

(B) 工場排水口

汚染水の例として，東京の中川放水路の第一製薬排水口地点の分析結果を以下に示す。

GC－MSにより確認された成分は，Chloroethylene Methyl alcohol，Benzene，Trichloroethylene，1,2－dichloroethane，Toluene，tetrachloroethylene であった。これに基づき，ガスクロマトグラフで定量を行った。各成分の濃度を表Ⅱ．23に示す。なお，検出成分のマススペクトル例，およびクロマトグラムを，図Ⅱ．73，74に示す。

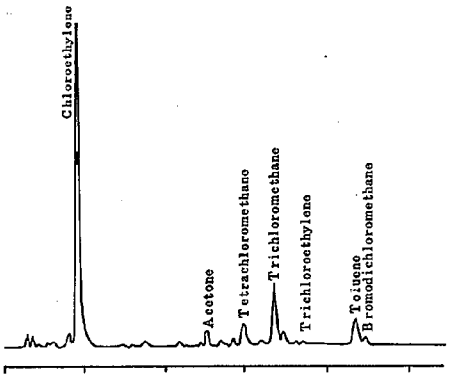
この実施例にみられるように，多くの工場の排水口から多量の有機溶剤が排出されて

表Ⅱ．21　各成分の50 d/Cs 値

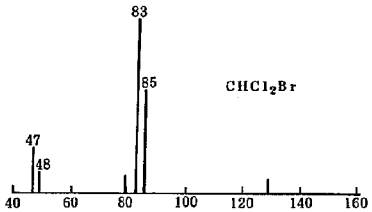
成　　分	50 d/Cs 値 ($\times 10^{-2}$)
Ethyl alcohol	65
Isopropyl alcohol	51
n-Butyl alcohol	59
Ethyl acetate	13
Acetone	17
Methyl ethyl ketone	35
Toluene	6.0
Benzene	3.6
n-Hexane	1.8
Trichloromethane	7.4
Trichloroethylene	5.7
1,2-Dichloroethane	12.
Chloroethylene	3.0
Chloroprene	3.3

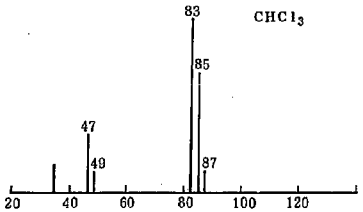
表Ⅱ．22　水道水中の有機化合物濃度

	水道水(A) (ppb)	水道水(B) (ppb)
Chloroethylene	5.7	3.5
Acetone	16.8	6.1
Tetrachloromethane	3.1	4.1
Trichloromethane	11.6	10.3
Trichloroethylene	0.3	0.6
Toluene	0.7	0.9



図Ⅱ．71　水道水のクロマトグラム

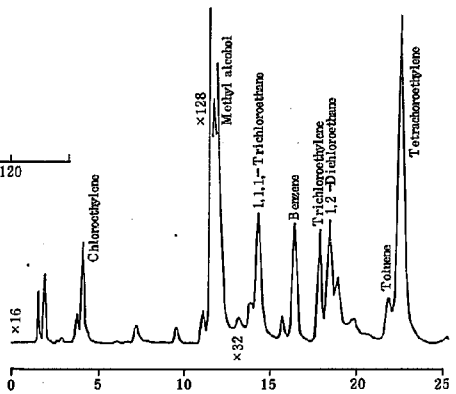




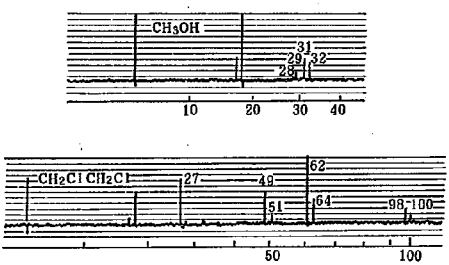
図Ⅱ.72　マススペクトル

表Ⅱ.23　第一製薬排水分析結果

	濃度(ppb)
Chloroethylene	8.7
Methyl alcohol	75000
Benzene	14.8
Trichloroethylene	60
1,2-Dichloroethane	14.3
Toluene	8.9
Tetrachloroethylene	508
1,1,1-Trichloroethane	111



図Ⅱ.73　工場排水のクロマトグラフ



図Ⅱ.74　マススペクトル

285

いる。これらの有機溶剤は処理することが難しく，そのままたれ流しの場合が多い。その結果，河川，海での溶剤汚染が増加している。今後，これらの有機溶剤による汚染を十分監視していく必要がある。

(8) 結　語

真空曝気法によって水中の微量有機揮発成分の定量が可能になった。本法では0.1から1000 ppbまたはそれ以上の濃度範囲で充分な定量性があり，化学工場排水，河川水，地下水，海水等の分析に有効である。今後環境研究の手段としてだけでなく，水中からの悪臭の評価など広く行政指導に役立てることができると考えられる。

2.4.2　GC-MS法による下水臭とし尿臭の分析：ポーラスポリマービーズによる常温吸着法の応用[57]

(1) 概　要

一般に大気中の悪臭成分の分析方法としては，低温濃縮法によって試料ガスを捕集し，GC，GC－MS法で分析する手法が多用されている[58),59)]，冷媒として液体酸素を用いる低温濃縮法は，低沸点成分の濃縮に最適であるが，試料ガス中の水や炭酸ガスも同時に捕集されるため，脱水脱炭酸過程を必要としている。

この過程で十分な脱水脱炭酸が行えないと，GC－MSを適用する場合，これらの成分がMS系に入るため，分析管の真空度が低下し，マススペクトルを得ることはできない，最近開発されたポーラスポリマービーズによる常温吸着法[60)]は，水や炭酸ガスの保持時間が，有機成分のそれより極端に短かいため，脱水脱炭酸剤を使用しなくても水や炭酸ガスを除去でき，冷媒を用いることなく簡便に試料ガスを濃縮できることが特徴である。

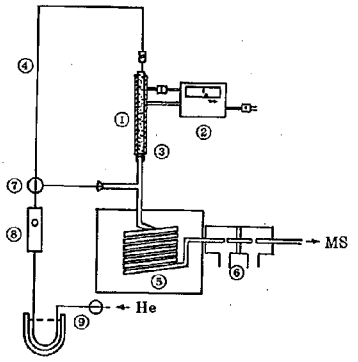
そこで著者らは，ポーラスポリマービーズ（ポラパックQ）の特徴と，加藤らが開発した常温吸着法によるGC分析法[61)]を利用して，下水道臭気およびし尿臭気をGC－MS分析し，種々の臭気成分が同定できたので報告する。

(2) 実験方法

(A) 装置および器具

GC-MS：島津製LKB 9000型GC-MSを使用し，この装置に試料濃縮管が接続できるようにキャリアーガス流路を変更した。またキャリアーガス中の不純物を除去するため，液体酸素または，液体窒素で冷却したモレキュラシーブ充てん管（3 mm φ × 30 cm）をキャリアーガス流路に取り付けた。これを図II.75に示す。

試料濃縮管と加熱装置：試料濃縮管は，注射針を取り付けることができる

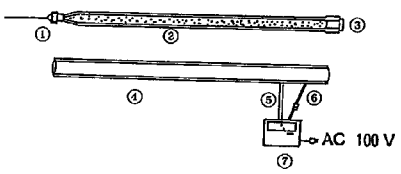


① 試料濃縮管と加熱炉，② 発振式指示調節温度計，③ ステンレス針，④ テフロン管，⑤ カラムとカラム槽，⑥ リハーゲ型ジェットセパレータ，⑦ 三方コック，⑧ フローメータ，⑨ 不純物除去トラップ

図II.75　試料導入系統図

236

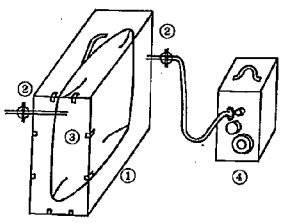
パイレックスガラス管（4㎜φ×15 cm）を使用し，この中にアセトン洗浄の後，減圧乾燥したポラパックQ（40～60メッシュ）を充てんした。このように作製した試料濃縮管は，250℃に加熱し毎分100mℓの窒素ガスを送りながら，充てん剤に含まれる不純物を取り除いた後に使用した。また試料追い出しのための加熱炉は，ニクロム線をガラス繊維管に入れ，濃縮管に密着するようにたばね，その温度制御には銅―コンスタンタン熱電対と発振式指示調節温度計を使用した。これらを図Ⅱ.76 に示す。



① 注射針　③ シリコン栓　⑤ 熱電対
② 試料濃縮管　④ 加熱炉　⑥ ニクロム線

図Ⅱ.76　試料濃縮管と加熱炉

試料採取器具：20ℓ のテドラーバッグ（サンエー工業製）とこれを入れるアクリル樹脂容器（高さ50 cm，横幅55 cm，縦幅30 cm）およびダイアフラム式吸引ポンプを使用した。

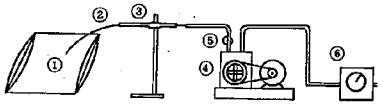


① アクリル製試料採集器　③ テドラーバッグ
② テフロンコック　④ ハンディサンプラー

図Ⅱ.77　試料採取方法

(B) 試料採取方法

図Ⅱ.77 に示すようにテドラーバッグをアクリル樹脂容器に入れ，ダイアフラム式吸引ポンプで容器内を減圧にすることによって試料ガスをバッグに採取する。



① テドラーバッグ　④ 真空ポンプ
② テフロン管　⑤ ニドルバルブ
③ 試料濃縮管　⑥ 乾式流量計

図Ⅱ.78　試料ガス濃縮系統図

(C) 試料濃縮方法

テドラーバッグに採取した試料のうち，約1ℓを試料濃縮管に毎分200mℓの速度で通して試料ガス中の成分を吸着，濃縮する。この濃縮装置を図Ⅱ.78 に示す。

(D) 分析方法

臭気成分を捕集した試料濃縮管を図Ⅱ.75 に示すようにGC―MS に接続し，GC―MSのキャリアーガスセパレータのバルブを閉じ約10分間，キャリアーガスを濃縮管に通して濃縮管中に捕集された空気，水，炭酸ガスを追い出す。その後キャリアーガスセパレーターのバルブをやや開き，試料濃縮管30℃から200℃まで約5分間で加熱昇温させ，臭気成分をGC―MSに導入する。なお試料濃縮管を加熱している約5分間，試料濃縮管に若干，残留している空気，水，炭酸ガスがGC―MSに導入されるので，トータルイオンコレクタ

237

ー（以下 TIC）の応答量によって，セパレータのバルブを開閉し，水が，カラムから溶出した後，バルブを全開にして臭気成分のGC−MS分析を行う。

(E) GC-MS分析の条件

カラム：25％アピエゾン，グリースL（担体クロモソルブW，AW，DMCS処理，80～100メッシュ）を長さ3m，内径3㎜のガラスカラムに充てん

カラム温度：50℃で5分間放置後，200℃まで10℃／分で昇温分析

試料注入口温度：250℃

セパレータ温度：270℃

キャリアーガス：ヘリウムガス28mℓ／分

チャートスピード；10㎜／分

検出器：TIC

イオン源温度：290℃

トラップ電流：60μA

加速電圧：3.5KV

スキャンスピード：7

UV レコーダチャートスピード：10 cm/sec

(3) 結果および考察

(A) 水分と炭酸ガスの影響

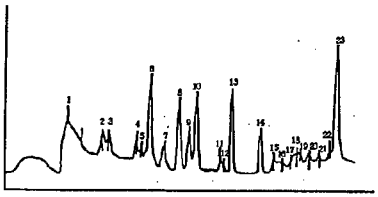
臭気成分の吸着に用いたポラパックQは，水分と炭酸ガスの保持時間が小さいため大半の水分，炭酸ガスは，濃縮管を通過し捕集されにくいが若干は吸着される。

そこで，この影響によってMS系の真空度が低下するのを防ぐため，試料濃縮管をGC−MSに接続した後，セパレータのバルブを閉じ約10分間，試料濃縮管にキャリアーガスを流すことによって，この影響が少なくなることがわかった。しかしながら，長時間この状態を続けるとキャリアーガスに含まれる不純物が捕集されるので，この影響を防ぐために試料濃縮管の直前に液体酸素，または液体窒素で冷却したモレキュラシーブ5Aトラップ（ステンレス4㎜φ×30cm）を置いて不純物を除去した。

(B) 下水道臭気の分析

下水道処理場の曝気槽，水面30cm付近の臭気をGC−MS分析した結果，得られたTICによるクロマトグラムを表Ⅱ.24，図Ⅱ.79にまとめた。

この結果，15成分が同定でき，トルエンなどの炭化水素や，クロロホルム，4塩化炭素およびテトラクロルエチレンなどの塩素化炭化水素が主体であった。これらの物質は，溶剤臭に合致するものと考えられる。またここで検出されたフェノール，



図Ⅱ.79 下水処理場曝気槽から発生する臭気のクロマトグラム

238

表Ⅱ.24　下水道処理場曝気槽排風塔

ピーク番号	質量数	成分名（構造式）	ピーク番号	質量数	成分名（構造式）
1		酸素，窒素，水，炭酸ガス，アルゴン	16	106	不明（脂肪族炭化水素？）
2	58	n－ブタン			キシレン
	136	トリクロロモノフルオロメタン	17		不明（脂肪族炭化水素？）
3	72	n－ペンタン	18	94	フェノール（ブランク）
	84	ジクロルメタン	19	94	フェノール（ブランク）
	186	1.1.2－トリクロロ－1.2.2－トリフルオロメタン（フレオン113）	20		不明（脂肪族炭化水素？）
4		不明	21		不明
5	96	ジクロロエチレン	22		不明
6	118	クロロホルム	23	108	クレゾール（ブランク）
7	132	ジクロロエタン			
8	152	四塩化炭素			
	78	ベンゼン			
9		不明			
10	130	トリクロロエチレン			
11		不明			
12		不明			
13	92	トルエン			
14	164	テトラクロロエチレン			
15		不明			
	106	エチルベンゼン			

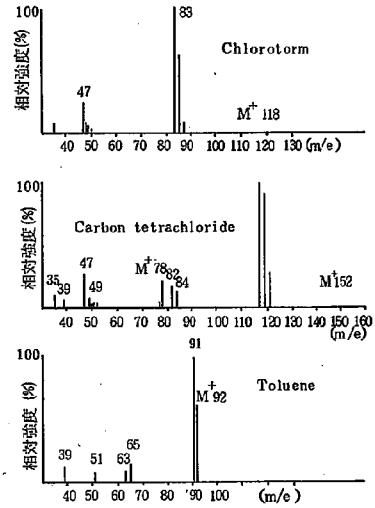
クレゾールは，テドラーバッグから発生する成分であり，下水道臭気に由来するものではない。

(C)　し尿臭気の分析

し尿処理場スクリーン槽脱臭前の排ガスをGC-MS分析した結果，得られたTICによるクロマトグラムを図Ⅱ.81に示し，そのピーク番号に対応する同定成分を表Ⅱ.25にまとめた。

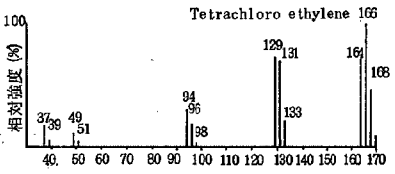
この結果，12成分が同定でき，多量のメチルメルカプタン，ジメチルサルファイドとベンゼン，trans－1,2-ジクロルエタンおよびトリクロルエチレンなどが主成分であり代表成分のマススペクトルは図Ⅱ.82～83に示した。これら検出成分のうちで，多量に検出されかつにおいの閾値の低いメチルメルカプタンとジメチルサルファイドが，し尿臭に関与するものと考えられる。なおし尿臭の代表成分としてその他，硫化水素やアンモニアがあげられるが，硫化水素は，ポニパックQの保持時間が短いため捕集されにくく，かつ

239

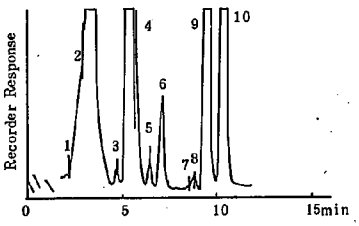


表Ⅱ.25　し尿処理場スクリーン槽脱臭塔前

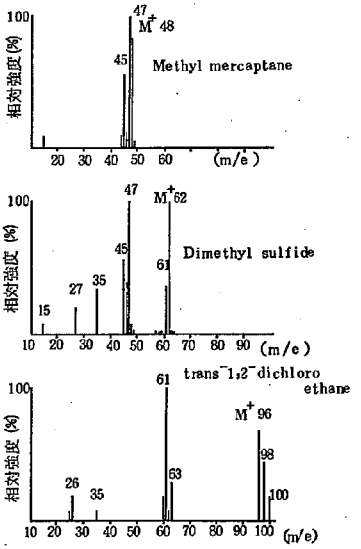
ピーク No	質量数	成　分　名　（構造式）
1		酸素，窒素，水，炭酸ガス，アルゴン
2	48	メチルメルカプタン
3	58	アセトン
4	62	ジメチルサルファイド
	84	ジクロロメタン（trace）
5	72	メチルエチルケトン
	98	1,1－ジクロロエタン
6	96	trans－1,－ジクロロエタン
	82	2－メチルフラン
7	132	1,1,1－トリクロロエタン
8	132	1,1,1－トリクロロエタン
	152	四塩化炭素
9	78	ベンゼン
10	130	トリクロロエチレン



図Ⅱ.80　ピーク 6, 8, 13, 14 の
マススペクトル

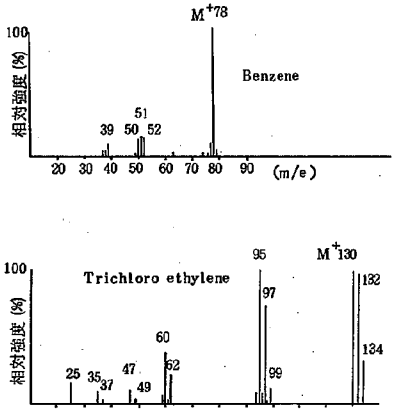


図Ⅱ.81　し尿処理場スクリーン
槽から発生する臭気のク
ロマトグラム



図Ⅱ.82　ピーク 2, 4, 6, 9, 10
のマススペクトル

240



図II.83　ピーク2，4，6，9，10のマススペクトル

空気，水，炭酸ガスとピークが重さなるため検出はできなかった。またアンモニアなどの塩基性成分は，この分析条件では測定できない。

(4) ま と め

ここで示した実施例と検出物質から本法は，とくにイオウ化合物，ハロゲン化合物，炭化水素，アルデヒド類に適用でき，低沸点有機物より比較的沸点の高い物質に適しているものと考えられる。また本法は，液体酸素等の冷媒を使用せずに，簡便に濃縮操作を行うことができることから，各種悪臭発生源から排出される臭気成分の同定方法として十分実用性があるものと考えられる。

241

第2.5節　臭気連続自動測定法

2.5.1　電量滴定法[62]

(1) 概　　要

まず，電量滴定法の原理について述べる。一般の滴定は，濃度既知の滴定試薬の溶液（標準溶液）を用意し，これを一定量採取した試料に加えてゆき，反応の当量点に達するまでに要した標準溶液の量から試料濃度を求める分析操作である。ところで電量滴定法は，標準溶液を試料と反応させるかわりに，滴定試薬を電流効率100％で電気分解によって生成させ，これを試料と反応させて，反応の当量点に達するまでに要した電気量から，ファラデーの法則＊に基づき試料の濃度を求めるのである。

たとえば，酸の定量を行う場合は，アルカリの標準溶液で滴定するかわりに，食塩または硫酸ナトリウムの水溶液を電解還元してアルカリを生成させ，このアルカリによって酸の滴定を行う。ここで，いま一定電流 i （mA）で電解を行い。中和点に達するまでに要した時間を t 秒とすれば，酸の量（Q）は次式で与えられる。

$$Q = i \cdot t / 96494 \quad (\text{ミリ当量})$$

連続電量滴定法は，文字どおり上記電量滴定を連続化したもので，いまこの方法をガスの連続分析に利用する場合の例について説明する。電解セルに適当な電解質の溶液〔試料ガス中の測定対象成分と選択的に反応する物質（滴定試薬）を電解によってつくりうるようなものを選ぶ〕を入れ，これを電流効率100％の条件下で電解しつつ，試料ガスを一定の流量で電解液中に導き，電解生成滴定試薬と反応させる。いま，電解電流が測定対象成分の濃度に比べて小さいうちは，電解生成試薬はことごとく消費されてしまうので，電解液中に存在しえないが，しだいに電解電流を増加してゆくと試料に対して当量点に達し，さらに電解電流を増加すれば電解生成試薬は試料に対して過剰となって電解液中に残るようになり，電解液の pH，酸化還元電位などが変化する。したがってガラス電極または白金電極を比較電極と共に電解液中に挿入しておき，電解液の pH または酸化還元電位によって電解電流を制御して，電解生成試薬と試料ガスの反応が，常に反応の当量点に保たれるようにすれば，電解電流を測定することにより，試料ガスの濃度を知ることができる。すなわち，試料ガスの流量を f （mℓ/min），測定対象成分ガス 1 グラム分子の当量数を n，平衡電解電流を i（mA）とすれば，濃度 C は，

$$C = 1.394 \times 10^4 \times \frac{i}{f \cdot n} \quad (\text{ppm})$$

で与えられる。

(2) 測定対象例

現在，連続電量滴定法による大気汚染物質の分析装置としては硫黄とオキシダントを対象としたものが発表されている。

242

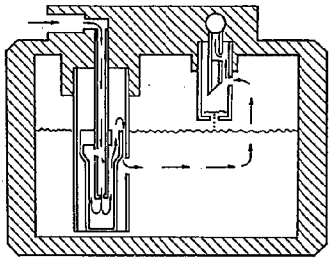
この中で悪臭物質の連続分析計として使用できるものは，Philips，ITT Barton，京都電気化学計器などの製品があり測定はTotal reduced sulfur（TRS）とし求められ，以下に代表的なものを紹介する。

(A) ITT BartonのMODEL 400硫化物分析計

これは硫化水素，メルカプタンなど硫化物の連続分析を目的としている。その滴定セルの構造を図Ⅱ.84に示したが，やはり電解で生成した臭素またはヨウ素による滴定であるので，二酸化硫黄とも同様に反応するため，二酸化硫黄の吸収液容器が組み込まれている。次に硫化物を測定する場合の反応式を示す。

$$H_2S + Br_2 \longrightarrow 2HBr + S$$

$$RSH + 2Br_2 + 2H_2O \longrightarrow RSO_2H + 4HBr$$



図Ⅱ.84 ITT Bartonの分析装置の滴定セルの構造

$$RSR' + H_2O + Br_2 \longrightarrow ROSR' + 2HBr$$

分析装置には，これらの硫化物を分別測定せず，常に全硫化物を測定するタイプと，3種類のフィルター溶液〔硫化水素のみを吸収除去する溶液，硫化水素とメルカプタン（RSH）を吸収除去する溶液，硫化水素とメルカプタンとチオエーテル（RSR'）を吸収除去する溶液〕を内蔵し，順次に切り換えて（手動切換え，または自動切換え）分別測定が可能なタイプとがある。

試料ガス流量は250mℓ/min，測定範囲は0～1000 ppmの間の7レンジ切換えとなっている。

(B) 京都電子工業㈱のSL-02形サルファーガス大気汚染監視装置

これも前記と同様の測定を行う目的の同じ原理に基づく装置であって，その構成を図Ⅱ85に示した。試料大気の吸引流量は200mℓ/min，測定範囲は硫化水素換算で0～1 ppm 0～3 ppm，0～10 ppmの3レンジ切換えとなっている。

(C) 電気化学計器㈱のGCT－2形硫化水素計

連続電量臭素滴定法に基づく前記の各装置と同様の硫化水素計である。

測定範囲は，0～0.2 ppm，0～1 ppm，0～2 ppm，0～10 ppm，0～20 ppm 0～100 ppm，0～200 ppm，0～1000 ppmの8レンジ切換えになっている。

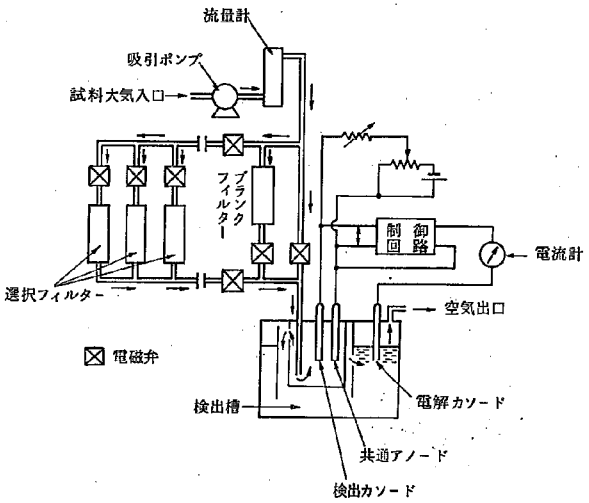
(3) フィリップス PW9780 H_2Sモーター

この装置には，校正用の標準H_2Sガス源を内蔵しており，3方向バルブを校正の位置に切り換えると，ダストフィルターを通過した空気はさらに活性炭フィルターを通って浄化されたのち，H_2Sガス源の部分に導かれ，ここで毎秒一定量のH_2Sが添加され，H_2S濃度一定のガスが測定セルに導かれるので，この状態でスパン調整を行うことができる。

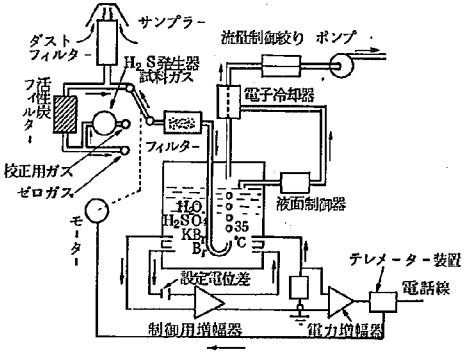
また妨害物質としてのSO_2は除去フィルターを通じて除去している。メルカプタン，サ

ルファイド類については硫化水素とともに応答するのでＴＲＳとして測定を行うとよい。

また，連続測定を続けると水分が蒸発して滴定セル内の電解液が減少する。そこで電解液の液面を検出し，あるレベル以下に減少するとペルチェ効果に基づく電子冷却装置を作動させて滴定セルからの排出ガスを冷却し，ガス中の水蒸気を凝縮させて再び滴定セル内に還流させ，常に一定の水位が保たれるようになっている。



図Ⅱ．85　京都電子工業㈱の SL-02 形分析装置の構成



図Ⅱ．86　Philips の分析装置の構成

244

2.5.2. ＧＣ法（炎光光度検出器使用）

(1) 概　　要

ＦＰＤは，ＧＣ用の検出器として開発されたものであり，特にイオウ化合物，リン化合物に選択性がある。測定原理は，イオウ化合物が還元炎下で燃焼されるとS_2 ラジカルが生じ，その際に 394 nm の光を発するものであり，この光を干渉フィルターを経て，その光量を光電子増倍管で増幅しレコーダで記録するものである。

イオウ化合物以外の成分との選択性は 10,000：1から30,000：1といわれ数 10 ppb の試料を直接検出することができる。

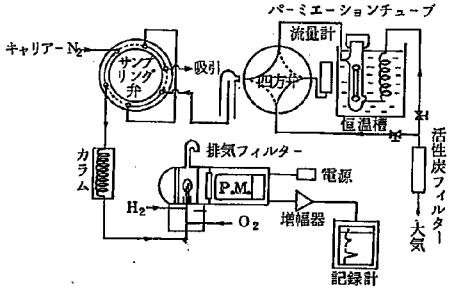
したがって悪臭イオウ化合物の定量は，この検出器を用いるＧＣ法によって精度よく行うことができるようになった。

悪臭防止法で規制された硫化水素，メチルメルカプタン，硫化メチル，２硫化メチルの測定は，この方法（環境庁告示９号 47 号）を用いている。

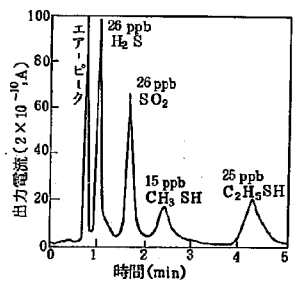
また間欠的連続測定装置としては，R.K.Stevens[63]らが開発した装置があり，約10 ppb 以上の硫化水素，二硫化イオウ，メチルメルカプタン，硫化メチル等を約15分に １回づつ自動分析ができるようになっている。FPD GCの測定系統図及び測定チャートを図Ⅱ.87, 88 に示す。

数ppb 程度の極微量イオウ化合物についてはＦＰＤの検出下限以下であるので何らかの濃縮操作を加えないと測定は不可能である。

田辺（島津製作所）[64]らは，電子冷源機を用いて濃縮管（Chromosob 101）を冷却し，その中に空気を過して悪臭イオウ化合物を濃縮後，加熱追い出しを行いＧＣ分析する方法の自動化を計っている。この方法は，既に富士市周辺のクラフトパルプ臭気について応用され，良好な成績を収めている。



図Ⅱ. 87　FPDガスクロマトグラフ法によるSO_2 計の測定 系統図



図Ⅱ. 88　大気中のSO_2，H_2S CH_3SH，C_2H_5SHのガスクロマトグラム

この測定装置によれば数 ppb 程度の悪臭イオウ化合物を約30分間の間隔で連続的に測定することができる。この装置のフローチャートとクラフトパルプ周辺大気の測定例を図Ⅱ.

245

89，90，91に示し，分析条件を以下に示す。

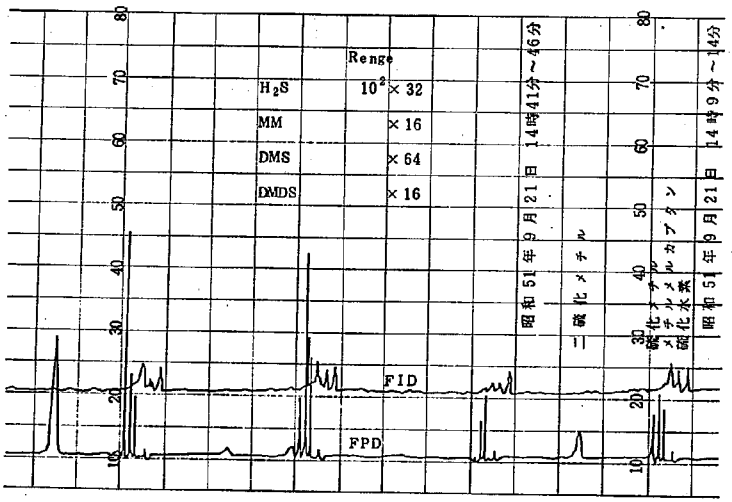
分析条件

自動連続装置の分析条件は次のとおり。

型	島津一 A 0 − 1
試 料 量	750mℓ（150m./min.，5分間吸引）
カ ラ ム	10% PPE シマライト 60～80mesh テフロン製 3mm φ×3m
カラム温度	70 ℃
パイプ温度	100℃
気化室温度	100℃
濃縮管上限温度	200℃
キャリヤガス	N_2 35mℓ/min
水素流量	40mℓ/min
空気流量	40mℓ/min
濃縮管充てん剤	クロモソープ101 60～80 mesh 約 0.1 g （2.6mm φ×6 cm）
濃縮管冷却温度	−60 ℃
濃縮管加熱速度	200 ℃/min
検 出 器	炎光光度検出器 （FPD）
分析周期	30 分

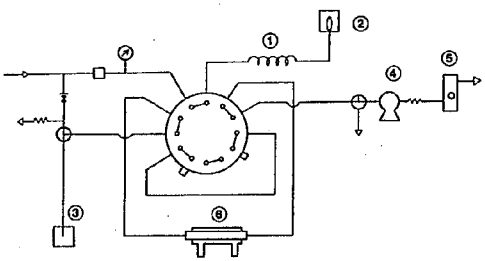
(2) 分析実測例

富士市における実測例を下記に示す。



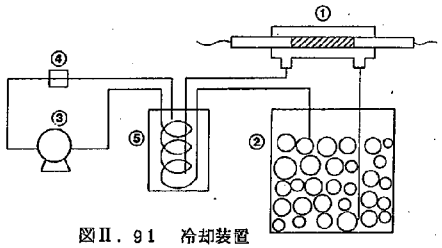
図Ⅱ．89 クラフトパルプ周辺大気の測定例

246



① カラム　② FPD
③ サンプル　④ ポンプ
⑤ ロタメーター　⑥ トラップ

図Ⅱ．90　フロー ダイアグラム



① コンデンサー　② 冷却ビン
③ ポンプ　④ 圧力調整装置
⑤ 前冷却ビン

図Ⅱ．91　冷却装置

第2.6節　化学的測定における試料採取方法

2.6.1　低温濃縮法[65)]

(1) 真空瓶法

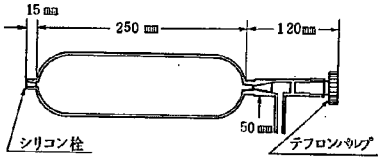
比較的濃度の高い試料つまり臭気発生源試料については真空瓶採取法がとられる。この種の採取瓶としては80 mℓから20 ℓまで，目的に応じていろいろの形式が試みられたが，現在使いやすいものとして1 ℓ標準型が市販されている。これはガラスーテフロンコックがついており，内容積が正確に表示されている。1 ℓ型の例を図Ⅱ．92に示した。

大気試料は通常水と炭酸ガスを多量に含むので濃縮にはその除去を必要とするけれども，1 ℓ程度であればこの操作を省いてさしつかえないことが多い。また小容量であれば直接GC試料管に濃縮すればよく，これらによって操作が簡略になる。

真空瓶は水，アセトンによって洗浄したのちあらかじめ真空ポンプで排気して用意する。とくに油分の汚れが禁物である。このさい数mmHgに達すれば十分で，1 mmHg以下の高真空にする必要はなく，その際の誤差は無視できる。採取は簡単でコックを開けて吸引するだけでよいが，数秒で採取が終るので，周囲の空気を吸い込まないよう注意する。また一定時間平均をとる場合には，ガラスかテフロンの毛管を接続して吸引する。

採取後は，一般に有臭物質は，吸着，吸収，分解をうけやすく放置によって減少，変質する傾向があるので，できるだけ速かに分析に供する。しかもむやみに神経質になっても意味

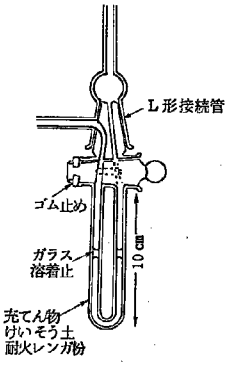
247



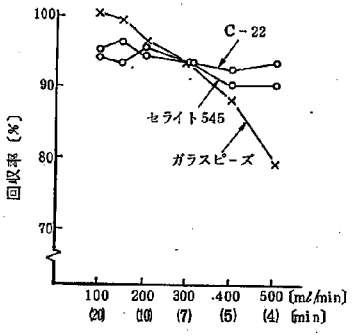
図Ⅱ．92　1ℓ真空採集容器

のないことで，理由のたたない慎重さは科学的であるとはいえない。この程度に関しては0.1 ppmに試料についての例では19時間放置でC_2H_5SH 16％，$(CH_3)_2$ S 7％減少となっている。

真空瓶は実験室に持ち帰えり，GC試料管に濃縮する。この濃縮系統を図Ⅱ．93 に示す。



図Ⅱ．93　GC試料管

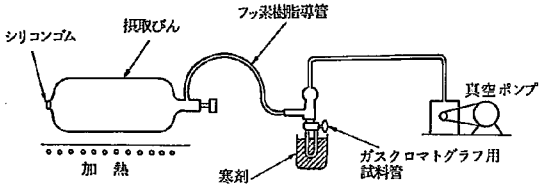


図Ⅱ，94　トリメチルアミンの濃縮速度と回収率

すべて気体試料はGC試料管に用意する。この時接続にはL型管が用いられる。濃縮操作はGC試料管のU字部分を液体酸素によって冷却し，コックを開けて真空ポンプを稼働する。ついで真空瓶のコックを慎重に開け，内容物を試料管に導いて濃縮する。この時排気速度が1ℓ／分を超えることがないように調節するが，確実のためには毛細管をつける。なお試料が水分を含み，器壁に水分が認められるような場合には，真空瓶を加温して吸引する。温度は60から100℃程度でよいが，順序として完全に真空にしてから温度を上げるのは効率が悪い。非常に水分量が多くこのためGC試料管がつまるようならば，この間に無水炭酸カリウムを充てんした脱水管を接続してこれを除く。とくに水分の影響を受けるのはアミン類であって，完全に水分を追い出さないと正確な分析値はえられない。

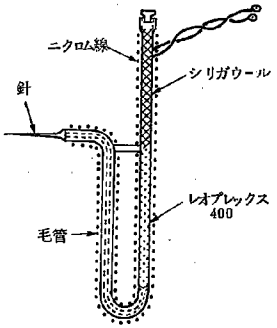
つぎにGC試料管についてのべる。環境試料をGC分析する方法としてGC試料管に用意して導入する手順をとることにして以来この方法は変更していないが，公害計測にGC分析が導入されてますます重要になってきた。これには現在研究の当初から使用し，改良を加えてきた4方コック付き試料管とその後考案したコック無し試料管の2種を用いている。

2ページ



図Ⅱ．95　真空びん採取系統図

参考は内容積 2.5 ～ 3 mℓ で，U字型部分に半分程度珪藻土耐火レンガを充填し，これをガラス溶融止めしている。コックは高真空ずりで10mmHg耐圧，共通ずりである。この試料管の性能と信頼性が汚染測定の成否にかかわる。真空グリースは最小限，慎重に塗布し，完全に気泡が残らないようにする。ゴム止めがしてあるが，普通はさらに輪ゴム5本で止めて，加圧に備える。使用にさいしてはあらかじめU字部を150℃に加熱，脱気して前の汚れを除去する。GC試料管の充填物は珪藻土耐火レンガの他ガラス粒，アルミナなど使用することもある。その性能は珪藻土は捕捉し易く，やや脱着し難く，ガラスは捕捉し難く，脱着し易いという差があるにすぎない。



図Ⅱ．96　高沸用GC管

図Ⅱ．94はトメチルアミンについて移しかえの試料処理速度についてC－22，セライト545，ガラスで比較実験したものである。これによればガラスは流速が増すと液体酸素の低温でも捕捉不完全となることがわかる。C－22は捕捉は十分であるが脱着導入がいっきに行難きく，95～96％止りを示している。このようにそれぞれ目的に応じて条件を選ぶべきであるが標準としては失敗の恐れの少ない珪藻土を用いるのは，上記の理由による。

なおコック無しGC試料管は，コックグリースによって妨害されて試料導入が不完全となる対象について用いられる。たとえば，高沸点成分や脂肪酸がこれに相当する。悪臭の規制が進む段階で必要となってくるであろう。

(2)　大量臭気濃縮法

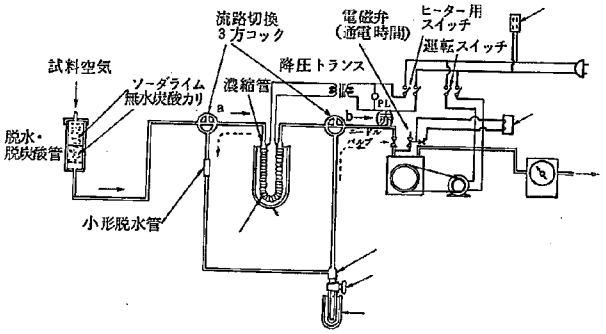
低温吸着による濃縮は液体酸素冷却の珪藻土耐火レンガ表面に極微量成分を吸着捕捉することに基づいている。GC試料管においてももちろん同じ機能に従っているが，環境試料採取ではその処理量

表Ⅱ.26　各種汚染質のppb相当における定量精度

	(%)		(%)
ヘキサン	100	酢酸エチル	91
アセトアルデヒド	100	エチルアルコール	88
ジメチルサルファイド	100	ベンゼン	100
アセトン	93	ブチルメルカプタン	91
アクロレイン	83	トリメチルカプタン	70

249

が大量となる点が異なってくる。この条件では空気中の酸素を捕捉せず－100℃ 以上の沸点をもつ成分，具体的には，C_2 炭化水素以上の汚染質を100％捕捉できる。悪臭成分は



図Ⅱ．97　臭気濃縮装置系統図

一般にかなり高い沸点を有するのが普通であるから，捕捉条件には余裕がある。この操作系統は試料採取＝濃縮→ＧＣ試料管移しかえ→ＧＣ分析である。環境悪臭測定においては，このために臭気濃縮装置が開発市販されており，現在まで環境臭気の分析を可能とし，そのデータを与えてきた唯一の装置となっている。この点比較すべきものがないのであって，悪臭防止法案の実施のよりどころとして重要な意味をもっている。

この装置は試料取入口，脱炭酸脱水管，濃縮管，吸引ポンプ，流量計系統，およびＧＣ試料管移し替え系統からなっている。

この装置は大気試料100ℓを10分間で採取できる性能を有しているが，この型式に至るまでに，過去8年の間に3回設計改良がなされてきたものである。各部分の基本となる諸元および操作はつぎのとおりである。

脱炭酸脱水管にはソーダライムと無水炭酸カリウムを充てんする。ここでは空気試料中の炭酸ガスと水の大部分を除去する。なおこれらを完全に除去するのは困難であり，またその必要もない。なおこの部分で悪臭成分が一部捕捉されることが考えられるが，決して理由なくつかまるわけでなく，実際に処理空気量が100ℓというように大容量の場合には，このような悪影響はほとんど認められない。濃縮管部分は長さ30cm，径2cmのU字型ガラス管に精製した珪藻土耐火レンガ粒を充填した。U字管の外側には加熱できるようにニクロム線が巻いてある。濃縮管の前後には3方コックをつけて，試料の採取時，移し替え時に流路の切替えができるようになっている。吸引ポンプは排気量20ℓ/min，到達真空度0.01mmHgの能力を有し，吸引ポンプとしての機能の他に真空ポンプの用をも兼ねさせてある。流量計は乾式積算流量計で，大気圧で作用させる。

ＧＣ試料管移し替え系統には，小型の脱水管を経て，L型管によってＧＣ試料管を接続す

260

る。

環境臭気試料の採取に当っては，まずつぎの諸点を準備する。濃縮管の点検，とくに水分を吸っていないことを確かめる。もし入口部分が水を含んで色がかわっていたら，加熱脱気して十分乾燥さす。脱炭酸脱水剤の入れ替え。新しいＧＣ管を用意する。なおポンプの油，グリースその他流路の不備は時々気付いたら直して整備しておく。付属品では液体酸素，50ｍコード，場合によっては500Ｗ発電機が入用である。

つぎに調査にでかけるさいには，いろいろの事態を考えてあらかじめ必要品を用意しておくようにする。たとえば，はさみ，ペンチ，ナイフ，輪ゴム，テープ，野帳，マジック，ビニル管，グリース，布，グラスウール，ドライヤー，ピンセット，さじ，試薬，コードなどである。

つぎに大気試料の採取操作を述べる。まず大型ジュワー瓶に液体酸素を満たし，濃縮管を冷却する。コックを採取系統図で示す実線矢印としてポンプを稼動する。吸引速度はバルブコックで加減するが，普通は100ℓ/10分程度に設定してあるので，実際は吸湿等で吸引が落ちることを注意すればよい。100ℓ採取して濃縮率は約10倍となる。採取が終ったら流路コックをＧＣ試料管移し替え流路に切り替えて，図では点線矢印の方向にする。ＧＣ試料管を冷却し，そのコックを開にする。ついで濃縮管の液体酸素をはずし，ニクロム線を加熱ポンプを稼働して，濃縮管から捕捉成分を追出してＧＣ試料管に移す。通常5分で移し替えは終るが，ひどく湿度の高い場合などは水分ができるまでなお時間がかかることもある。最後にＧＣ管コックを閉とし，ポンプを止めて，寒剤をはずして常温に戻し，分析に供する。

本法における定量精度は極低濃度標準の準備が不可能なため直接には確かめられないが，各成分ppb相当の繰返えし実験の結果，表Ⅱ．26の値がえられている。

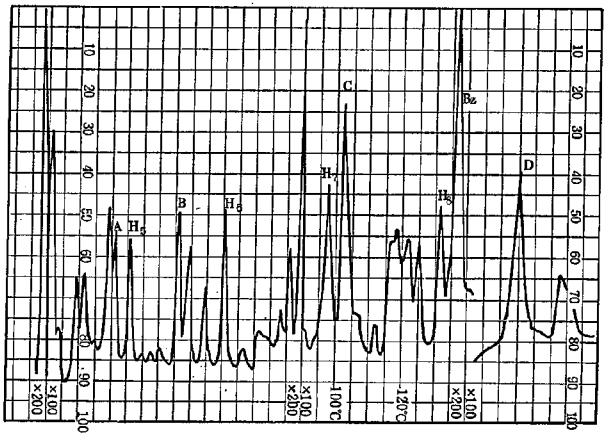
これらの操作は実際は極めて容易であって，なんら特別の専門技術を要しない。それはそのように工夫したことの結果である。しかし極低濃度の濃縮性能はすぐれており，すでに数年間にわたって各地の実施調査において環境悪臭調査用として十分実用になる性能が示されている。ただその後の全操作についても言えることであるが，各操作きめられたとおり確実に守ることだけ必要であって，この点がおろそかでデータがえられないのは何も悪臭分析に限らない。

本法による分析実施例を図Ⅱ．98，99に示した。図Ⅱ．98は石油化学コンビナート環境空気で，カラムはＴＣＰ，常温から130℃まで昇温，それ以上は定温とした。C_5，C_6 C_7，C_8などは炭化水素類でそれぞれノルマルの位置を示す。これらは大気中の自動車排気ガスに由来する。B_Zはベンゼンで多量存在するが，自動車起源か工場排出によるか，その量的配分はわからない。斜線のピークはコンビナート起源の汚染質で，1,3－ブタジェン，プロピレンオキサイド，酢酸エステル，エチレンジクロライドに相当する。図ではほぼ振り切れた程度がppb濃度となっている。この程度では臭気は感じられないはずで，事実採取時は無臭であった。この場合感覚で認める前に，汚染質を把握できることを示す。

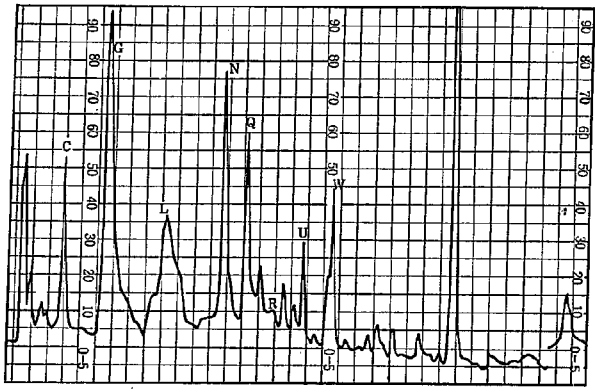
図Ⅱ．99は，パルプ工場から850ｍはなれたビル屋上空気を採取したものである。カラムはレオプレックス400，常温から180℃昇温；ピークＡはメチルメルカプタン，Ｃはジ

251

メチルサルファイド，Gはプロピルメルカプタン，Lはジエチルサルファイドに当る。Gは27 ppb，Cは12 ppbであった。Nはα－ピネンで，それに続く小ピーク群はテルペン混在成分である。この時は風が強く，臭気は時々感じる程度であった。測定値はこれらの状態の時間平均を示すものである。臭気の感じはS化合物単独でなく，チップ臭を含む特有のものであった。



図II．98　石油化学コンビナート周辺環境大気のガスクロマトグラム
（空気200 ℓを低温濃縮）



図II．99　パルプ工場周辺環境大気のガスクロマトグラム
（空気100 ℓを低温濃縮）

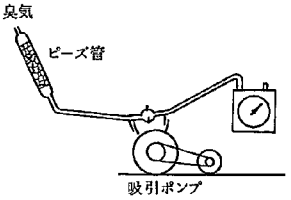
252

2.6.2　固体反応法

2.6.2.1　ガラスビーズ法[65]

採取容器を用いる濃縮法の欠点は，不安定な反応しやすい化合物の変化，および水分と炭酸ガス除去の二つの難点があった。本法は臭気の反応性を逆に利用し，それぞれ特有の試薬たとえばアミン類に1％のしゅう酸，含硫黄化合物には塩化第2水銀，アルデヒド類には，2.4－ジニトロフェニルヒドラジンというような反応試薬を15～28メッシュのガラスビーズまたはフィルターの表面につけて捕集する方法である。

図Ⅱ.100 のように吸引ポンプで臭気を通過させて採取する。採取量は臭気濃度にもよるが，通常2ℓ/mmで10～20ℓ，低濃度60～100ℓ程度とる。



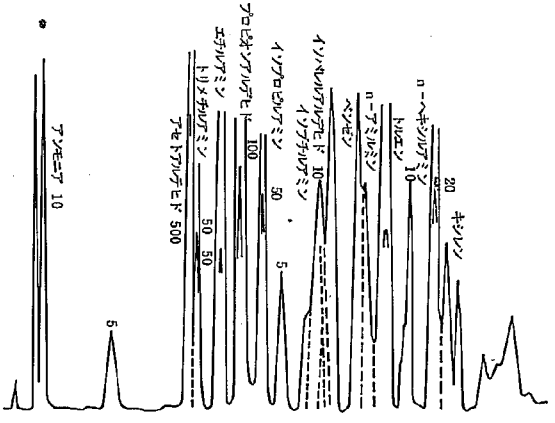
図Ⅱ.100　ビーズ管採取

アミン類に例をとれば，GC管を液体酸素に浸し，採取ビーズ管を加温状態でKOH飽和液5mℓに滴下し，発生アミン類をGC管に捕集し，ガスクロマトに導入する。

本法の利点は，採取試料を夏期でも1箇月ぐらいは保存できることである。

(1)　低級アミン類の例

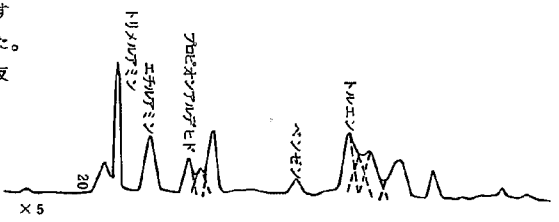
採取容器を用いる方法，吸着濃度法などの最大の難点は不安定な化合物を変化させないでおくこと，脱水脱酸などの操作で除去されるものに適用できないことである。このような場合に，逆にその反応性を利用してそれぞれ特有の反応試薬によって反応を固定して捕捉することが有利となる。従来このような目的にはインピンジャーあるいは洗気瓶を用いる溶液採取が採用されてきた。しかしガスクロマトグラフ分析においては，これは不適当であって新しく固体試薬を用い気固



図Ⅱ.101　環境空気ガスクロマトグラフ（臭気が著るしい場合）

253

反応によって濃縮する方法が考案された。臭気物質は一般に反応性が大きいため，この方法が効果的に適用できる。この場合，化学反応性を用いるため，選択性の高い分析結果が得られる。



図Ⅱ.102　環境空気ガスクロマトグラフ（臭気が少ない場合）

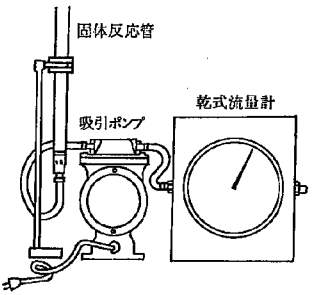
この方法が効果的に適用できる。この場合，化学反応性を用いるため，選択性の高い分析結果が得られる。この反応捕捉方法の一般的型式はガラスビーズの表面に1％程度の反応試薬を塗布したものをフィルター付ガラス管に充填して，これを濃縮管とする。

この時の操作は，採取→分解＝GC試料管準備→ガスクロマトグラフ分析の手順をふむ。採取は大体共通簡便であるが，分解回収操作はそれぞれの成分によって若干の差がある。

表Ⅱ.27　採取，分解に用いる試薬

臭気成分	反応捕捉試薬	分解試薬
アミン類	修酸	苛性カリ
含S化合物	塩化第2水銀	塩酸
有機類	フロイン酸ソーダ	トリクロル酢酸
アルデヒト類	2,4-ジニトロフェニルヒドラジン	無水フタル酸

これらの方法の一例としてアミン類に対する方法は以下のとおりである。ガラスビーズを塩酸ついで水で洗浄し，これに100 gに対し修酸1gおよびグリセリン0.2 gを均一に付着させる。この試薬付ガラスビーズを15 mm φ×200mm L長さのフィルター付ガラス管に充填し上部をガラスウールでとめる。採取にあたってはこれを吸引ポンプおよび流量計に接続し，10 l/1分以下の速度で50～100 l 採取する。採取方法は図Ⅱ.103に示す。なお管径は5～30mm まで各種あって試料によって選択して用いる。



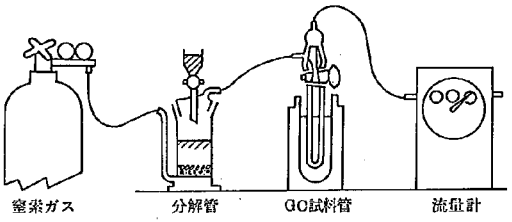
図Ⅱ.103　固体反応管による試料採取

このように，一旦採取固定した試料は持ち運びが容易であり，長時間保存で変化を受けない。つぎに採取試料は実験室において，分解，追出し，回収を行なう。このための装置は図Ⅱ.104に示した。

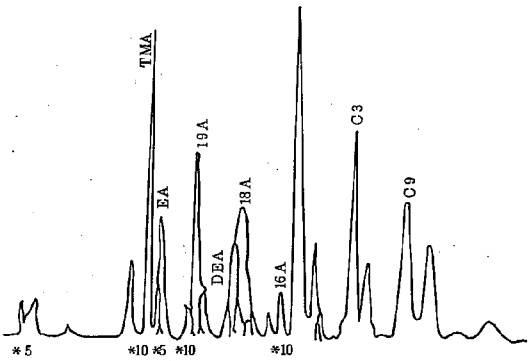
まずガラスビーズを分解管にうつし，分解管を65℃に加温する。GC試料管を液体

254

酸素で冷却し，苛性カリ飽和溶液5 mℓ を滴下し，窒素ガスを送って分解管内で再生したアミン類ガスを，ＧＣ試料管に捕集する。これに要する時間に流速100mℓ/1分で10分間とする。この場合追出しガスが緊密にビーズにふれることが重要で，100％ 追出し所要時間は主として，その良否によってきまる。魚腸骨工場付近の空気についての分析例は図Ⅱ.105に示した。



図Ⅱ.104　ビーズ良出し系統



図Ⅱ.105　環境空気ガスクロマトグラフ3

一般に低級アミン類は極性と沸点の関係でガスクロマト分離条件の設定が問題とされ，いろいろ検討されている。ここではクロモソープ103による分析結果を示す。温度は30℃～200℃昇温，TMAはトリメチルアミンで，炭素数にしたがってC_7までのアミン類が分離されている。通常，処理工場の悪臭には，アミン類の他にアルデヒドおよび，脂肪酸などがあるが，この分析方法で，アミン類が選択的に記録される。また同じく一般環境に常在する自動車排気ガスによるバックグランドも防止することができる。

(A)　ガスクロマトグラフ操作

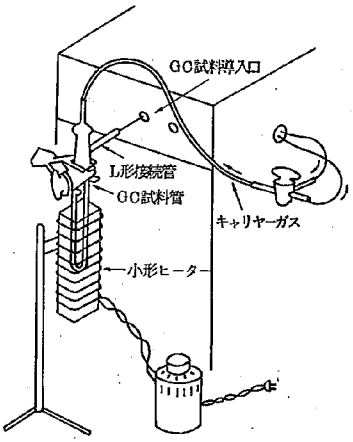
(1)　試料導入操作

環境分析において，すでにみられるように，ガスクロマトグラフ試料はＧＣ試料管に準備する。したがってガスクロマトグラフ導入にあたっては，それに応じた共通の方法がとられる。すなわちキャリャーガスを一旦装置外に引出し，針付Ｌ型管にＧＣ試料管を接続し，試料導入部からカラム入口に導く，この操作系統は図Ⅱ.106 に示した。

キャリャーガス流路をコックによって切替え，ＧＣ試料管Ｕ字部分を小型電熱炉で

255

100℃に加熱し，GC試料管コックを開いて濃縮試料を導入する。導入後数分たったらキャリヤーをもどし，針をぬいてつぎの試料の準備にうつる。ガスクロマトグラフは昇温にし，その後の分析操作は一般の試料と同じとする。この場合市販のガスクロマトグラフ装置を基準として，このような超微量分析においても特別の操作を最小限にとどめるように配慮してある。

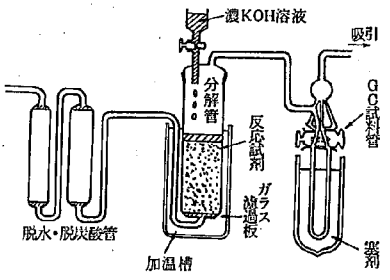


図Ⅱ.106　GC試料導入

なおこれらは現在もっとも普及している水素炎イオン化検出器の普及を基礎として，開発されてきたものであるが，最近の検出器の進歩から今後注目すべき技術に，フレームフトメトリック検出器と，放電型キャプチャー検出器があげられる。前者は含イオウ汚染に対し，後者は自動車汚染妨害除去を必要とする複雑汚染に対し，それぞれ効果が期待されている。悪臭防止法案がGC法を環境測定に採用するというきっかけを作ることになれば，この機器の一層の発達をうながすであろう。

(ii)　定性と定量

得られたチャートについては，普通の試料と同じく，ピークの位置によって定性を，また面積によって定量をおこなうのを常道としている。さらに厳密には極性の異なる2種類のカラムについて標準との比較によって確認する。この他定性においては消去管によるピークの除去，異なる検出器による応答，および質量分析等も利用される。定量は同じ条件で規定濃度のガス試料を導入して，その比較によってもとめる。標準試料は普通1ℓの標準試料瓶に数10～数100ppm 程度のガス試料を正確に作っておき，それから注射器で一定量を採取する。濃度の算定には試料ピ



図Ⅱ.107　ビーズ管臭気分解回収

256

ーク面積を既知量の標準物質面積と比較して，その気体容量μｅを求め，これを採取容量で割って濃度ppbを求める。いま空気量Aℓ，被検試料量Sμℓであるとすれば濃度Cは，$C=S/A\times10^3$ ppbとなる。この場合の濃縮効率は100％とし誤差は±10％程度と考えられる。

(2) アルデヒド類の例[66)]

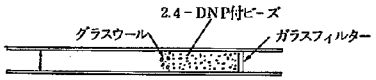
(A) 固体反応管の調整

試料捕集濃縮には反応管を使用するが，その調整は以下の方法に従った。

よく洗浄した15～28メッシュのガラスビーズに2,4－DNPを1％wtおよび市販特級リン酸を2％wt加えガラス棒にて良く混合する。

このガラスビーズをガラスフィルター付きガラス管に充填し，グラスウールでとめ固体反応管とする。その形状は図Ⅱ.108に示した。固体反応管1本に要する2,4－DNP付ビーズ量は5ｇ～10ｇである。

調製は全て無臭室（箱）あるいは薬品類のない清浄な室にて行ない，調製後はシリコンゴムにて密栓をして保存する。



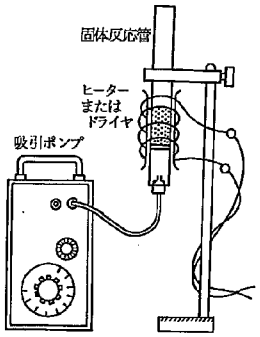
図Ⅱ.108 固体反応管の形状

(B) 試料採取

上記方法で調製した固体反応管に試料大気または排ガスを吸引して通す。吸引には交流100Ｖまたは電池式の小型ポンプを用いる。採取方法は図Ⅱ.123に示した。2,4－DNP付ビーズ量，採取流速および採取量は測定対象の濃度に応じて決められる。通常高低2通りに区別して以下の量とする。

表Ⅱ.28 試料採取

濃度	2,4－DNP付ビーズ量	採取流量	備考
低濃度	7ｇ	1～5 ℓ/min	固体反応管は50°Cに保温しそれができない場合には流量は3ℓ/min以下とする。
高濃度	5ｇ	1ℓ/min以下	



図Ⅱ.109 採取方法

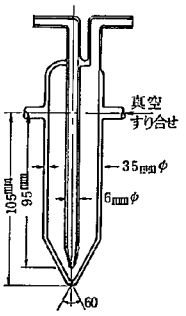
採取時には固体反応管を50°C前後に加温する。なおフィールドで温度調節ができない場合は流速を落とす必要がある。

(C) 分解再性

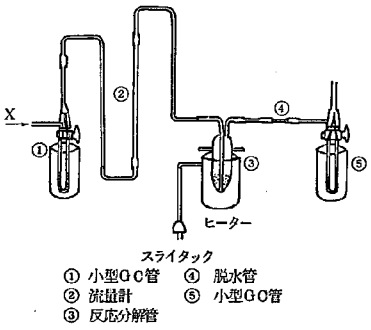
固体反応管は実験室に持ち帰り，アルデヒド類を捕捉した2,4－DNP付ビーズの全量を図Ⅱ.111に示す如き分解再性管に移し，窒素ガスを通しながら100°Cに加温して水分および他の揮発成分を追出し除去する。つぎに2,4－DNP付ビーズ重量の2倍量

257

の無水フタル酸をよくすりつぶしてこれに加え，ビーズと均一になる様に混合する。窒素ガスで分解再生管中の空気を置きかえてから，窒素流量200mℓ/　，温度220℃に調節した状態で30分間溶融分解する。曝気ガスは液体酸素冷却したＧＣ試料管に送り，再生アルデヒド類を吸着捕集する。再生ガスを捕集したＧＣ試料管は冷却状態で真空ポンプで内部を真空にしてからコックを閉じ，加温後ＧＣ分析に供する。分解再生管は図Ⅱ.125 に，分解再生装置は図Ⅱ.126 に示す。



図Ⅱ.110　分解再生管



図Ⅱ.111　分解再生装置

(D) ＧＣ条件

ＧＣ試料管はガスクロの導入系統に接続し常法に従って分析する。ＧＣ分析条件はつぎの通りである。

検出器ＦＩＤ；充填剤ＴＣＰ(Tricresyl phosphate)25% 60～80mesh chromosorb WAW；キャリヤーN_2 50m/min ；カラム　3mmφ×3m　ガラス又はステンレスカラム；温度50℃～120℃昇温。

なお定量は既知の標準と比較し半値巾法によるピーク面積によって行った。このうちアセトアルデヒドに関してはテーリング部分を含め計測した。

2.6.2.2, フィルター法

第Ⅱ編第2章の2.1.1.1，2.1.1.3及び2.2.2に掲げるアンモニア，トリメチルアミンの測定方法を準用

2.6.3　溶液吸収法（フリテッドバブラー法）

低級アミン，低級脂肪酸，吸光光度法の項参照

2.6.4　常温吸着法（ポーラスポリマービーズ法）

フェノール，クレゾール，スチレンの項参照

2.6.5　直接採取法（におい袋法，真空瓶法）

環境庁告示９号，４７号，におい袋法の項参照

第３章　官能試験方法

第3.1節　空気希釈法

官能試験方法のうち空気希釈法には，バッチ式によるものと連続式による二方法があり，それらを分類すると下記のとおりである。

ⅰ）　Static Method（Batch system）

無臭室法

注射器法

におい袋法

ⅱ）　Dynamic Method （Continuous）

Olfacto meter

Psychro－Olfactor

Scento meter

表Ⅱ.29　官能試験各法比較

項目 / 測定法	臭気採取方法	採取時間	希釈方法	特徴	欠点
無臭室法	マイラー又はテドラーバッグ 注射器 真空瓶	45～60分（2～5秒）	無臭空気中に直接任意に希釈	•嫌悪性のテストができる。 •環境条件に左右されにくい。 •基礎データテストに適する。	•設置費用がかかる。 •装置が大きく移動が困難。 •採取容器に臭いがつくため，官能試験までの時間を短かくする必要がある。
注射器法	注射器	2～5秒	無臭空気で2倍または10倍づつ希釈	•装置が簡単で価額が安い。 •嫌悪性テストができる。 •試験場所をそれほど選ばない。	•採取容器に臭いがつくため，官能試験までの時間を短かくする必要がある。
臭研木下式	蒸留水入り吸収瓶	1～3時間	無臭蒸留水に任意に希釈	•ガスの吸収量のチェックがいらない。 •任意の希釈倍率がとれる。	•一回の官能試験臭気量が少ない。 •水と反応する臭気には使えない。 •全ての臭気が水に対し同一の溶解度，同一の発臭性をもっているのではない。 •気液平衡に達したかどうか判別しにくい。 •瞬間最高濃度の試験ができない。

259

項目 測定法	臭気採取方法	採取時間	希釈方法	特徴	欠点
食塩水平衡法	1％食塩水	1～3時間	1％食塩水に任意に希釈	・ガス吸収量のチェックがいらない。 ・任意の希釈倍率がとれる。	・食塩水と反対する臭気には使えない。 ・全ての臭気が食塩水と同一の溶解度同一の発臭性をもっているのではない。 ・気液平衡に達したかどうか判定しにくい。 ・瞬間最高濃度の試験ができない。
オルファクトテスト	水又は有機溶液	1～3時間	無臭空気で任意に希釈	・官能試験中に濃度変化をさせられる。 ・数種類の臭気を混合させられる。 ・任意の希釈倍率がとれる。	・比較的に装置が大きくなる。 ・瞬間最高濃度の試験ができない。 ・採取時に気液平衡に達したかどうか判定しにくい。 ・臭気の嫌悪性のテストができない。
臭気瓶法	水又は有機溶液	1～3時間	無臭蒸留水で任意に希釈	・任意の希釈倍率がとれる。	・発生臭気濃度を推定しにくい。 ・瞬間最高濃度の試験ができない。 ・臭気をかぎにくい。 ・嫌悪性のテストが行ないにくい。 ・テスト臭気が原臭と異なる。
ニオイ紙法	直接ニオイ紙に吸着される(又は水等に吸収)			・器具は簡単 ・嫌悪性テストができる。	・希釈がむづかしい。 ・大気条件で左右される。 ・再現性がない。
3点比較式臭袋法	アルミ箔パッグ 注射器 テドラーパック マイラーパック (3ℓ)	5～60分 2～5秒	無臭空気中に直接任意に希釈	・装置は簡単で安い。 ・嫌悪性テストができる。 ・試験場所をそれほど選ばない。 ・自己吸入による試験であり無臭室法に近い。 ・技術はいらない。 ・先入観をのぞける。	・採取容器に臭がついたり反応する可能性があるため採取から試験までの時間を短かくする必要がある。 ・内容積をピタリ入れられない。 ・試験者の人数が7～8人いる。 (準備2～3人,パネル5人～6人))

3.1.1　三点比較式におい袋法

3.1.1.1　一　般　論[67]

(1) 概　要

においバッグ法は1963年にミルズら（John L. Mills, Robert T. Walsh, Karl D. Luedtk, Lewis K. Smith）のロサンゼルス大気汚染防止局や，1967年にヘメオン（Wesley C. L. Hemeon），1968年にターク教授（Amos Turk,ニューヨーク市立大）でマイラーバック（Mylar bag，マイラーはデュポン社のテトロンフィルムの商品名）やテフロンバッを用いて，悪臭のサンプリングやDynamic method（オルファクトメータ法など）による空気希釈法の測定などに用いていた。

日本では，1966年に重田らによって魚腸骨，獣骨，クラフトパルプ，化学工場などの悪臭測定のためのサンプリング用にテフロンシートをポリプロピレンでラミネートした袋，（30ℓ用）を使用し，無臭室による臭気希釈倍数を出すために使用した。1971年に石黒[68]らによってにおい袋をサンプリング用のみではなく検知閾値を求めるための容器として用

x60

い3点比較式におい袋法を考案した。

(2) におい袋の材質と特性

におい袋は一般に容量が2ℓ～50ℓまで各種あり，材質もテフロン，ポリプロピレン，テトロン（Mylar）などが主に用いられ，悪臭の吸着はテフロンがもっとも少ないといわれているが，テフロンは加工に不向きでラミネートができずポリプロピレンなどで袋周辺をラミネートして気密性のある袋にしなければならず，その点が割高となる。

テトロンは繊維をイギリスではテリレン，アメリカでダクロン，日本でテトロンとよび，糸にする代わりに薄いフィルム状にしたのがマイラー（Mylar）フィルムまたはテトロンフィルムで，このフィルムは強じんでちょっとやそっとでは破れない。

ポリプロピレンは前二者に比較するとややにおい吸着があるが，軽くて（比重0.89～0.92でプラスチック中いちばん軽い），丈夫で（70万回以上連続的に曲げてもひび割れを生じない）耐熱性がよく（熱可塑のプラスチック中でいちばん耐熱性がよい。溶融点165～170 ℃），吸湿性がない，化学薬品に侵されない（発煙硝酸，40%硝酸，ベンゼン，四塩化炭素，二硫化炭素にわずかに侵されるが，他の溶剤，グリス，油，酸，アルカリには侵されない），加工が容易で丈夫である。また価額もkg当りテトロンの約1/3，テフロンの約1/40である。

テフロン（Teflon）はポリ四フッ化エチレンのデュポンの商品名で，あらゆる薬品に侵されず，耐熱性もすぐれた（－100℃から260℃），耐水性（水吸収はない），耐光性は完全といってよく，摩擦係数が0.1以下と極度に低い。欠点は接着剤を拒否し，成形加工操作がむずかしく，高価であることなどがあげられる。

テトロンは吸湿性が少なく，日光，化学薬品に侵されず，耐熱性，電気絶縁性にもすぐれ丈夫である。

つぎに表Ⅱ.30に3者の性能と価額を比較してみる。

以上の3種の材質を用いて容量2ℓ～50ℓまでのもので，容量に使いやすいのは10ℓ～30ℓ程度のもので，通常はダイヤフラムポンプ（たとえば木下製ＳＫ031*）で，シリコンゴム管（内径7～10mmφ）をかいしてマイラーバックに採取する。

表Ⅱ.30　材質の性能と価格

	比　重	強さg/D	伸　び	連続耐熱	価格（円/kg）
ポリプロピレン	0.89～0.92	6～9	25	120℃	165～175
テトロン	1.38	4.6～6.2	19～23		500
テフロン				250℃	6,000

(3) 測定操作

採取時間は悪臭防止法の採取時間に合わせると5分間であるが，発生源の気体排出口で，臭気濃度が均一ならばもっと短時間で採取してよいが，濃度が不均一な環境臭気の場合は，

---

* 木下理化工業㈱製で10ℓ/分の通気量でケーシングが硬質エンビとステンレス製の2種ある。

261

採取者の嗅覚でにおいがあることを確かめながら5分間かかって採取するようにする。

硫化水素の吸着試験結果でもわかるように，ポリプロピレン袋で4時間後に8％しか減少していないので，4時間以内に嗅覚試験を行えば，じゅうぶんである。ただし，空気中でで不安定なメチルメルカプタンなどを含んだ悪臭の場合は，ただちに試験をするように心がける。

以下，東京都公害研究所が実施している操作を述べればつぎのとおりである。なお詳細は3.1.1.2及び3.1.1.3にのべるとおりである。

1) 約3ℓのテドラー等の袋に空気を満たす。

2) 空気を満たした袋に所定希釈倍数になるように，ガスタイトシリンジ0.1～50mℓで原臭気を注入する。その際，袋が針の部分から裂けないように小さく切ったビニーループを袋にはり，そこから原悪臭を注入し，注入後またビニールテープでふさぐ。

3) 無臭テドラー等の袋の2袋にも空気を満たし，ビニールテープをはり，針で穴をあけテープでふさいでおく。この2袋と先の試料を入れた袋に1，2，3の番号をふり，パネル（5名以上）にそれらを渡す。

4) パネルはにおい袋を押さないでノーズコーンを鼻にぴったり当てて呼吸作用を利用して袋内のにおいを自呼吸でかぎ，においの有無を調べる。他の2個とも違うにおい袋があれば，その番号を解答する。ただし，識別できないときは「不明」と答えるように前もって知らせておく。

5) 解答を集計し，つぎの集計処理を行って希釈倍数を判定する。

正確に1.00，不明（わからない）に0.33，不正解に0.00を与え，58％を中心に正規分布する目盛（正解率）を横軸にとり，縦軸に対数目盛をとり，測定点5～7点をプロットし58％の正解率のところをもって臭気希釈倍数とする。

(A) 本法の長所

悪臭濃度が高い場合は，ASTM注射器法のそれよりも10^{-3}～10^{-6}までの希釈でも1回の希釈系で薄められるのは，におい吸着の面から考えるとすぐれている。（注射器法の場合は3回～6回の10倍希釈系を作る必要がある）。

第2に注射器法の場合は5人のパネルがかぐ臭気量は最低200mℓ～300mℓ必要であるのに，実際はその1/2程度で試験をおえている。

第3に3点比較法を用いれば，順序の予想による先入観の誤差が防げる。

(B) 本法の問題点

悪臭採取の場合，事業場敷地境や風下などの環境臭気の場合は，においに強弱があり，注射器の採取のように瞬間採取ができない。電源がいる。採取後の袋運搬に不便である。ノーズコーンがプラスチック加工のためそれ自身においがある場合もある。袋のピンホールの漏れなどの問題点がある。

なお，3点比較法（Triangle test）は昔から広く用いられている官能試験の良法で，臭研木下式臭気測定の場合に常用してもよい結果を得ている。

測定データの精度を上げようとすれば，4試料中の一つの試料を当てる方法のほう

がよく（アトランダムに試料を当てた場合の正解率が3点比較法で33％，4点比較法で25％），また4試料あればそのうち2試料を当てさせる方法のほうが精度がよい（アトランダムの正解率は約16.6％）。

1試料の判定誤差を小さくさせようとすると，測定時間がかかり，限られた人員と時間での処理試料数が減少するので，これらのいずれを選ぶかはその測定の目的によって使いわけることも必要であると思う。

3.1.1.2 東京都公害研究所式高濃度測定法[68]（排出口測定）

(1) 測定のための必要器材

(A) 試料採取用器材

(i) 試料採取用ポンプ

流量が1分間当り5リットル以上のものとする。

また，ダイヤフラムポンプ等，無臭性にとみ，かつ，においの吸着の少ないものであること。

(ii) 採取用バッグ

内容積7～20リットル程度で，無臭性にとみ，吸着性，吸着性，透過性の少ないものであること。

(iii) 試料採取管および導管

内径6～10ミリメートル程度のもので無臭性にとんだものとする。

(iv) ドレン落し

(v) スクリューコック

(B) パネルテスト用器材

(i) 無臭空気吸引用ポンプ

流量が1分間当り10リットル以上のものとする。

また，ダイヤフラムポンプ等，無臭性にとみ，かつにおいの吸着の少ないものであること。

(ii) 注射筒

ガラス製シリンジあるいはガスタイトシリンジを用いる。

(iii) 注射針

(iv) 臭袋

外径12ミリメートル，長さ6センチメートルのガラス管を取りつけた内容積3リットルで無臭性にとみ，吸着性，透過性の少ないものとする。

(v) 鼻あて

(vi) シリコン栓（No 03）

(vii) セロハンテープ

(2) 試料採取

(A) 試料採取時間

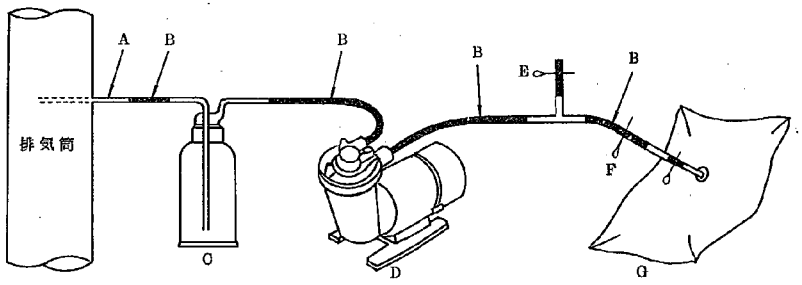
試料採取は約1～3分で行うものとする。

(B) 試料採取日

パネルテストを行う当日または前日とする。

(C) 試料採取方法

試料採取方法は図II.112に示す方法により行う。なお排ガス中の水分が採取用バッグ内において凝縮する恐れのない場合にはドレン落しを用いる必要はない。



A：試料採取管　B：導　管　C：ドレン落し　D：試料採取用ポンプ
E：バイパススクリューコック　F：サンプルスクリューコック　G：採取用バッグ

図II.112　試料採取装置

(D) 試料採取量

試料採取量は7～20リットル程度とする。

(3) パネルテスト

(A) パネルテストを実施する場所および雰囲気

パネルテストは，次に掲げる条件を満たしている場所で実施する。

(i) においを感じない場所

(ii) 人の出入りの少ない静かな場所

(iii) 発生源が見えない場所

(iv) 試料を調整しているところが見えない場所

(v) その他パネルが充分落ちつける場所

(B) パネルの人数と人選

(i) パネルの人数は6名以上とする。

(ii) パネルは嗅覚異常者を除くためのスクリーニング・テストに合格したものでなくてはならない。

(C) パネルに対する注意

(i) パネルテストの当日はパネルには，においの強い化粧および食事はひかえるように注意すること。

(ii) さらかじめパネルにはにおいのある袋が1つあることを知らせておく。

264

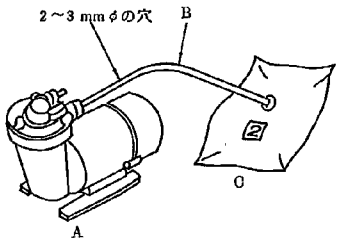
(D) パネルテストの実施手順

(i) 臭袋に「1」「2」「3」の番号を記入する。

(ii) 図Ⅱ.113に示すように無臭空気用ポンプを用いて，無臭空気を，臭袋に満たし，シリコン栓でとめる。

(iii) このとき，あらかじめ袋に残存していた空気は無臭空気で十分に置換されなくてはならない。

(iv) 無臭空気を満たした臭袋の一つに所定希釈倍数になるように，注射筒により原臭をラベルの上から注入する。注入後注射針による穴をセロハンテープで封じる。



A：無臭空器取引用ポンプ　B：シリコンチュブ
C：臭　袋

図Ⅱ.113　無臭空気の採取装置

(v) 無臭空気のみで満たした残りの2個の臭袋にも注射針でラベルの上に穴をあけセロハンテープで封じる。

(vi) このようにして作った付臭臭袋（付臭臭袋とは試料を注入した袋をいう）1個と無臭臭袋2個を1組としてパネルにわたす。

(vii) パネルは6で作った臭袋のシリコン栓をはずし，鼻あてをつけ，においをかぎ解答する。

(viii) パネルの解答が正解の場合は順次約3倍ずつ希釈倍数を上げていき，パネル個人の解答が不正解か不明になった希釈倍数でそのパネルのテストは終わる。

(4) 結果の求め方

(A) まず表Ⅱ.31のように各パネルごとの閾値（においを感じる限界の濃度）を常用対数として求める。

(B) で求めた各パネルの閾値の最大の値と最小の値とを除き，その他の値を平均したものがパネル全体の閾値となる。

(C) で求めた値を表Ⅱ.32により変換し，臭気濃度を求める。

表Ⅱ.31　個人嗅覚閾値を求める式

$$Xa = \frac{10\,g\ a_1 + 10\,g\ a_2}{2}$$

Xa ： パネルAの閾値（常用対数）
a_1 ： パネルAの解答が「正解」である最大の希釈倍数
a_2 ： パネルAの解答が「不正解」である希釈倍数

表Ⅱ.32　嗅覚閾値を求める式

$$y = 10^x$$

y ： 臭気濃度
x ： パネル全体の閾値（常用対数）

3.1.1.3　東京都公害研究所式低濃度測定法（敷地境界測定）

(1) 測定のための必要器材

(A) 試料採取用器材

(i) 試料採取用真空ビン　図Ⅱ.114に示すよ

265

うなガラス製内容積約10 リットル程度のものとする。

(ii) 真空ビン専用バック

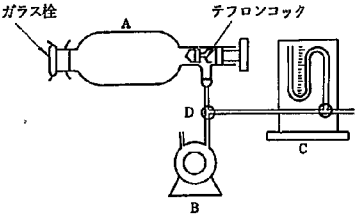
内容積約10 リットル 程度のもので，無臭性にとみ吸着性，透過性の少ないものであること。

(iii) 真空ポンプ

到達真空度が水銀柱約1ミリメートル以下の性能を有するものであること。

(iv) 水銀マノメーター

水銀マノメーターは水銀柱約２０センチメートル以下が計れるものであること。



A：真空びん　　B：真空ポンプ
C：水銀マノメーター　D：三方コック

図Ⅱ.114　試料採取用真空装置

(B) パネルテスト用器材

3.1.1.2（B）に同じ

(v) シリコン栓（№ 30）

中央に直径10ミリメートルの穴のあいているもの。

(2) 試料採取

(A) 試料採取時間

試料採取は最もにおいが強いと思われる時に，10秒以内で行うものとする。

(B) 試料採取日

3.1.1.2 (2)（B）に同じ

(C) 試料採取方法

(i) 図Ⅱ.114に示す方法により，真空ビンを水銀柱 10 ミリメートル以下になるまで減圧し，テフロンコックを閉じる。

(ii) (i)により用意された真空ビンを測定場所に運び，テフロンコックを開き試料を採取し，テフロンコックを閉じる。

(3) パネルテスト

(A) パネルテストを実施する場所および雰囲気

3.1.1.2 (2)（A）に同じ

(B) パネルの人数および人選

3.1.1.2 (2)（B）に同じ

(C) パネルに対する注意

3.1.1.2 (2)（C）に同じ

(D) パネルテストの実施手順

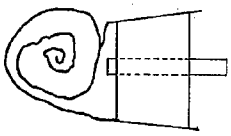
(i) 臭袋に「１」「２」「３」の番号を記入する。

(ii) 付臭臭袋を以下の手順によって作製する。

(a) 試料を採取した真空ビンを用意する。

z66

(b) 図Ⅱ.115に示すように，シリコン栓にガラス管を通し，専用バックを取り付ける。このとき専用バックをセロハンテープ等でシリコン栓に固定し，できるだけ小さくなるようにまるめ，ガラス管よりポンプで空気を抜きガラス管をシリコン栓（No 0 3）でとめておく。

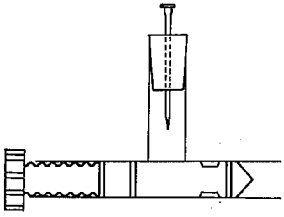


図Ⅱ.115　専用バックをとりつけたシリコン栓

(c) テフロンコックの栓を開き，ガラス栓を静かにはずし，すみやかに図Ⅱ.115の栓を真空ビンにつけ，テフロンコックを閉じる。

(d) テフロンコックの試料取り出し口に図Ⅱ.116のように穴太の注射針を通したシリコン栓（No 0 3）をつける。

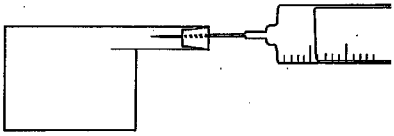
(e) テフロンコックを開き注射針を用いて，注射針から試料を採取する。このとき図Ⅱ.116のガラス管につけたシリコン栓は，はずす。



図Ⅱ.116　試料出し口

(f) 採取した試料を，臭袋に，所定希釈倍数になるように，一定量ガラス管を通して注入する。（図Ⅱ.117）

なお，注入する際にはあらかじめ，無臭臭袋から注入量以上の空気で約3リットルまで満たす。



図Ⅱ.117，臭袋への試料注入方法

(iii) このようにして作った付臭臭袋1個と無臭臭袋2個計3個を1組にしてパネルにわたす。

(iv) パネルは臭袋のシリコン栓をはずし，鼻あてをつけ，においをかぎ，においのある袋の番号を解答する。

(v) 同一の希釈倍数のみでパネルテストを数回行い，その全体の正解率を求める。

テストの回数はパネル全体について延回数が18回以上になるまで行う。

(D) 結果の求め方

(i) 正解率の算出は「正解」に1「不正解」に0，「不明」に0.33を与えて，パネル全体の平均正解率を求める。（これをMとする）

このパネル全体の平均正解率Mが0.58未満のときは，そのにおいの臭気濃度はその希釈倍数以下であると判定する。

なお最初に行う希釈倍数は基準値の濃度とする。

(ii) (a)の平均正解率が0.58以上のときは，その希釈倍数の10倍の希釈倍数において

267

再度同様にパネルテストを実施する。このとき求まるパネル全体の平均正解率をNとすると表Ⅱ.33による計算によりそのにおいの臭気濃度が求まる。

表Ⅱ.33　臭気濃度を求める式

$$Y : t \times 10^{\frac{M-0.35}{M-N}}$$

Y：臭気濃度
t：最初にパネルテストを行った希釈倍数
M：最初に行う希釈倍数での平均正解率
N：二度目に行う　〃　　〃

(1)　規制基準[69]

表Ⅱ.34　三点比較式臭袋法による悪臭の規制基準値

	排出口における規制基準	敷地境界線における規制基準
工業専用地域 工業地域	1,000	20
準工業地域 商業地域 近隣商業地域	500	15
上記以外の地域	300	10

備考 1. 悪臭とは人に不快感を与えるものであって，一般に低濃度多成分の混合気体である。

2. 「工業専用地域」「工業地域」「準工業地域」「商業地域」及び「近隣商業地域」とは，都市計画法（昭和43年法律第100号）第8条第1項第1号に掲げる工業専用地域，工業地域準工業地域及び近隣商業地域をいう。

3. 工場及び指定作業場は，排出口における規制基準と敷地境界線における規制基準をもとに満足すること。

3.1.2　注射器法[67]

(1)　測定方法の概要

これはアメリカにおけるASTM** で定められているStandard methodで，無臭の注射器100～200mlを10～20本用意しておく。水蒸気や湿度が高くない臭気の場合は，そのまま注射器で臭気をとり，シリコンキャップをして無臭のパネルが待機している場所にもってくる。

そこで別の注射器に細いゴム管を連結して1/10移し，これを無臭空気で10倍に希釈する。このようにして試料臭気の濃度に応じて10倍の希釈の系列を数本作り，毎秒20～30mlの押し出し速度で鼻孔内に希釈空気を送り，閾値を出す。無臭の状態で嗅覚試験を行なえば，ほぼ無臭室の測定データーと一致する。

American Society for Testing Materialsの略。

268

(2) 準　備

(A) 市販の100mℓまたは200mℓの注射器を100～200本購入する。無臭のクレンザと中性洗剤でワセリンなどをよくおとし，無臭の部屋で内筒と外筒を別々にして乾燥させる。

悪臭採集現場に運搬するには，新聞紙では印刷インクのにおいが，注射器のはいっていた厚紙の箱では馬糞紙様のにおいがそれぞれつくので，できるだけ無臭の紙，たとえば，上質の洋紙などにくるんでから，においのないダンボール箱に入れて持ってくるようにする。

(B) シリコンのゴム管（内径4mmφ）を長さ約25mmに切って，10個ほど用意する。

(C) 無臭の注射器用ゴムキャップを約40個ほど用意する。

(D) 悪臭調査場所の風上の近くに，野外の無臭の計測場所をあらかじめ定めておく。場所の広さは10～20m²あれば十分である。雨天が予想される場合は，軒先か室内で使用できるところを見つけておく。

(E) これまでに，使用された場所を参考までに速記すると，神社やお寺の境内，公民館や休校中の学校の校庭，公園やあずま屋，河原や農家の庭先などがある。

(F) パネル5～8名。

(G) 悪臭採取注射器を無臭の測定場所へ運搬する乗用車。

(3) 本測定法

注射器に採取された悪臭は，別の操作員がもつ無臭の100mℓの注射に，シリコンキャップをはずし，シリコンのゴム管で接続する。原悪臭がはいった方の注射器の内筒を静かに押して，別の希釈用注射器に約15mℓ程度入れる。

この場合，注意しなければならないことは，希釈用注射器のほうの内筒を引いて，悪臭を入れないことである。注射器接続部位の漏れがある場合は外気を吸引する危険をさけるため。

約15mℓの原悪臭のはいった注射器は，操作員の目の高さに上げて，正確に10mℓにし，無臭の外気を正確に90mℓとり，全量を100mℓとし，約30秒間待って内の悪臭が完全に均一するようにする。

操作員は，この10倍希釈悪臭をかいでみて，まだにおいが強ければ，同様の操作をしてもう10倍希釈する。このようにして10倍の希釈系列を作っていけば，必ず無臭になる希釈倍数の注射器があるわけで，わずかににおいが残っている注射器を，待機している4～8のパネルに，においがあるかどうかの正式の判定をしてもらう。

パネルの人員の約50%がにおいがあり，後の50%がないという希釈倍数をもって，本注射器法の臭気濃度（Odor Concentration）とする。

注射器からのにおいのかぎ方は，右利きの人は，左手に外筒をにぎり，人さし指の先端で針接続用の突起穴を押えてにおいがもれないようにし，右手を内筒の底部にたなごころで受けて，いつでも内筒を押し上げられるようにしておく。

注射器の先を鼻孔の正中線におき（ASTM法では鼻孔に先端を入れてかぐように指示している），試料の押出し速度は約20～30mℓ/秒で，呼吸の吸気時に合わせて，押し出してかぐ。

269

呼吸は深呼吸をせず，普通の呼吸量で行ない，第1回の呼吸でにおいがあるかどうかのおおまかな判定を下し，第2回の呼気で第1回目の判定が正確であったかどうかを確かめる。（この間約6秒間）。

4～5回もかいでいると嗅覚の疲労現象をおこし，逆に不正確になることもあるので注意を要する。

この場合，パネルがかいでいる注射器が完全に無臭であることが，必須の条件で，万一この注射器に何かのにおいがあれば，判定は不正確になるのみならず，臭気濃度が1けた低くでることもおこりうる。

どうしても，完全無臭の注射器が得られない応急の対策としては，その注射器の固有のにおいをパネルは十分に記憶しておき，この固有臭と対象試料とのにおいの相違があった希釈倍数をとるようにする。勿論このような方法はできるだけ避けるべきである。

(4) データ処理

測定されたデーターをなるべく生かして，正しい50%判定率を出すために，John L. Mills らはつぎのようなデータ処理方法を採用している。

たとえば，表II.35にあるように，Test No. 214は，パネルが7名おり，試料dを注射器法で，5,000倍に希釈した場合に，においを感知したパネルは0名，3,000倍希釈で1名（14%）2,000倍で3名（43%），1,000倍で4名（57%），500倍で6名（86%）であった。これをWeber－Fechner の法則* にのっとって，縦軸に対象，横軸に正規分布を直線にしたために，50%を中心にして上下に離れるにしたがって間隔が長くなる特殊なチャートに，パネルのにおい感知百分率の数字をプロットすると，図II.118 のようにほぼ直線となる。

表II.35 注射器その他の測定データ表

Test No.	希釈 No.	希釈倍数 a)	パネル人員	パネル感知人員	パネル感知人員
014 c)	A	50	6	1	17
	B	25	6	3	50
	C	10	6	5	83
214 d)	A	5,000	7	0	0
	B	3,000	7	1	14
	C	2,000	7	3	43
	D	1,000	7	4	57
	E	500	7	6	86
023 e)	A	1,000,000	6	0	0
	B	100,000	6	0	0
	C	10,000	6	5	83
	D	20,000	6	4	67
	E	50,000	6	1	17
034 f)	A	100,000	8	7	88
	B	5,000,000	8	1	13
	C	1,000,000	8	3	38
	D	500,000	8	6	75

a) 希釈倍数とは，パネルによって測定された希釈空気量を，無希釈の原臭気で割ったものである。
b) 0や100%の反応に，採用されない。
c) 油脂精製用クッカのジェットコンデンサとアフタバーナ脱臭装置からの排ガス（アフタバーナ温度890℃）
d) 直火燃焼や魚粕のロータリードライヤからの排ガス
e) 鶏内臓の精製にともなうクッカからの排ガス
f) 血粉乾燥や精製用クッカ

* Weber－Fechner の法則とは，動物や人間の4官（聴覚，味覚，嗅覚，皮膚感覚）は刺戟の大きさ（悪臭の場合は悪臭物質量）と，生体が感ずる感覚の強さはほぼ対数に比例するというものである。すなわちE＝K logRでE：感覚の強さ，K：定数，R：刺激の物理・化学的量である。

×70

このようにして，測定されたほぼすべてのデータを用いて，できる限り正確な５０％のパネル感知希釈倍数を出すようにする。

図Ⅱ．118でわかるように，試料№214の50％の希釈倍数は，ちょうど1,400度となるので，この試料の臭気濃度を1,400度と決定できるわけである。

(5) あと片付け

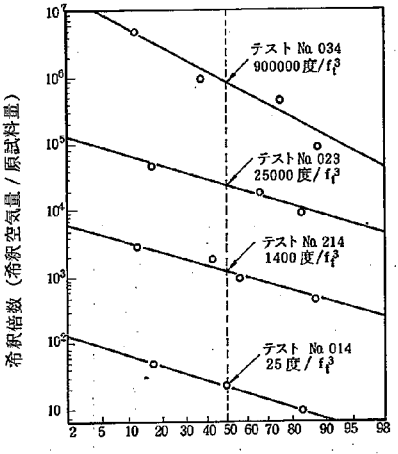
本計測に使用した注射器のうち，とくに悪臭濃度の高試料採取や希釈に用いたものは，注射器のすり合わせ面に悪臭が吸着されてしまうので，嗅覚試験が終ったならば，直ちに，つぎのようにして洗浄をしておく。

高濃度汚染の注射器は，クレンザによる水洗浄をし，ついでアルカリ液（10％NaOHsoln）か，重クロム酸カリ溶液につけるか，煮沸洗浄をし，再度水洗の後，メタノール，アセトンの順にて十分に洗浄しながら乾燥させる。

これでもにおいがとれない場合は，その注射器を高濃度悪臭採取用か，悪臭濃度が高い希釈用の注射器のほうへ回す。

低濃度汚染の注射器は，水洗浄→クレンザ洗浄→水洗浄→メタノール→アセトンの順で洗浄すれば，たいていのにおいはとれる。

無臭になった注射器は，においのない紙に包んで，無臭の乾燥したへやに保存しておくようにしなければならない。



図Ⅱ．118　臭気単位をパネル50％の判定をとるためのデータ処理チャート

(6) 実施例

日本の悪臭公害企業は化製場*，クラフトパルプ工業，石油精製，石油化学，精錬・金属工業，無機化学，鋳造，養豚・養鶏（とくに鶏糞乾燥場）などの畜産，し尿処理場，下水処理場，ごみ焼却，コンポスト

＊ 化製場は，一般的には魚屋・魚市場・水産加工場などから収集された魚の荒，肉屋や肉加工場からの獣骨などを集めてきたものを煮て固形分と煮汁とに分け，固形分は乾燥して家畜飼料の魚粕，肥料の骨粉に，煮汁はにかわ，蛋白液，魚油として回収する業態をいう。

271

や野犬焼却炉などの都市の清掃施設．ゴム工業，油脂工業，水産ねり製品工業，玉糸工場（とくに副繭場），醸造（酵母，味噌，醤油），塗料・ワニス・ラッカ工場，吸着飼料（魚蛋白液にヌカやスマスを吸着させて作る家畜の飼料）など，十指に余る悪臭企業がある。

このうちのいくつかを，実際にＡＳＴＭ注射器を用いて計測した例があるので表Ⅱ．36 に紹介しておく。

表Ⅱ．36　悪臭発生源の嗅覚試験による臭気濃度

		無臭室法	注射器法	臭研木下式
合成医薬品	水洗塔前	16,000	10,000	50
	水洗塔後	10,000	4,000	50
	臭突	1,000,000	800,000	7,600
ビタミン剤	水洗塔前	40,000	15,000	200
	水洗塔後	33,000	10,000	150
クラフトパルプ工業	ダイジェスタ(L)	400,000	240,000	4,000
	ダイジェスタ(N)	320,000	100,000	2,000
	脱水洗浄	6,400	4,500	80
	カスケードエバ	200,000	150,000	3,300
	回収ボイラ	5,000	6,000	140
	石灰キルン	1,000	1,200	30
石油化学コンビナート環境臭気	工場境	300	200	−
	100 m	40	30	−
	800 m	−	8	−
化製場（魚）	魚かす乾燥	40,000	60,000	800
	原料置場	2,000	1,500	20
	クッカ	10,000	10,000	300
化製場（獣骨）	オートクレーブ	80,000	60,000	−
	ドライヤ	30,000	20,000	200
	原料置場	500	1,000	−
養豚場	残飯煮がま	−	3,000	40
	豚房	−	200	2
	豚糞	−	800	6
鶏糞乾燥	鶏舎	800	1,400	20
	鶏糞上	2,000	1,500	−
	ドライヤ	40,000	40,000	1,600
鋳物	成型A	−	500	−
	成型B	−	300	−
玉糸	繰糸	−	400	100
	副繭場	−	2,000	400

272

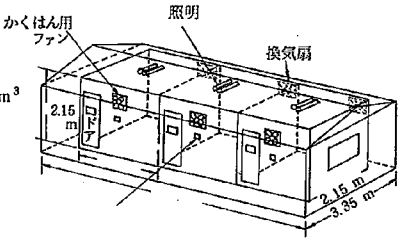
3.1.3 無臭室法

どんな強烈な悪臭でも，無臭空気で薄め続ければ必ず無臭になる希釈倍数がある。この方法は，一定容量の無臭の部屋を用意して官能試験を行なう方法である。

(1) 高砂香料（KK）の例

装置は図Ⅱ.119のとおりで，その仕様は下記のとおりである。

1. 1部屋の面積（内寸法）は 10 cm^3
2. 内部はステンレスの3×6板を張る
3. 床はなめらかなコンクリート
4. 天井は照明を入れる
5. 各室に換気扇（30 cmφ）
6. 各室にかくはん扇（20 cmφ）
7. 各室の扉にはガラス窓（作りつけ）をつける
8. 各部屋に試料注入窓をつける
9. 全部屋を格納する木造小屋を設ける（適当に窓をつける）
10. 各室に排水口をつける
11. 電気のコンセントは3ケ所
12. 水道の配管（内面の洗浄用に）
13. 各室の作り方はまったく同じにする



図Ⅱ.119 標準型無臭室（高砂香料設置例）

(2) 日本環境衛生センター（財）の例

装置は図Ⅱ・120 のとおりであり，その仕様は下記のとおりである。

無 臭 環 境 機 器 仕 様

1. 無　臭　室　　1　式

内　法	1600×1600×1600mm　2室
温　度	15℃～30℃　±℃（調節精度）
湿　度	50%～60%　±5%
構　造	内面　SUS－27　厚さ2.00mm　アルゴン溶接
	外面　アルミ合板張りグラスウール　厚さ50mm
	中仕切扉　600×1000mm　1個
	観測窓付大扉　600×1200mm　1個／1室
	臭　窓　260×300mm　6個／1室
	パッキングシリコンゴムスポンジ　6×10mm
	試料注入　20φ　1個／1室
	サンプリング孔　15φ　4個／1室
	排水口（傾斜を付ける）　1　式
	防水照明灯（埋込み式）20w×2　1個／1室
	撹　拌　機　首振り式　防水形　1台／1室

2. 空　調　機

新鮮空気のみにて冷却及び加温

取入空気量　4 m³/min

送 風 機　シロッコ式　0.75 K·W·(SUS－27)

ヒ ー タ ー　8.0 K·W·

冷 凍 機　2.2 K·W·

加 湿 機　1 台

電子式温度調節計　2 台

湿度調節器　1 式

6 点式記録計　1 台

ヒーター加熱防止装置　1 式

3. 脱臭装置及びダクト　1 式

活性炭フィルター　2台(吸気用および排気用)

排気ブロア　40 m³/min　1.5 K·W·　1 台

ダ ン パ ー　7 個

取付金具，基礎台

ダクト　400×400,mm　SUS－27製

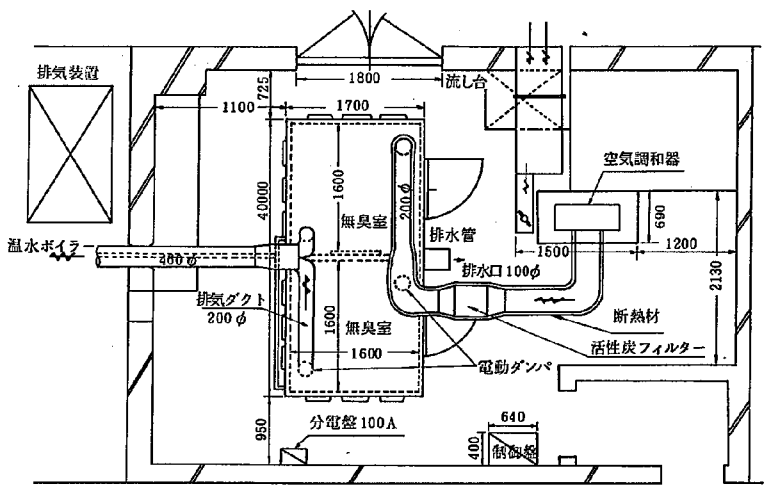
4. 配　電　盤

電圧計・電流計・表示灯・主ブレーカー

各回路スイッチ・電磁開閉器・配線材料他1式

5. 洗滌用温水ボイラー　150 ℓ　1 台

6. 水冷式クーリングタワー　1 台



① 温湿度の記録調整　②(電動ダンパのきりかえ)　③ 照明　④ 撹拌器　⑤ 空気調整器の調節

図Ⅱ. 120　無臭室配置図

274

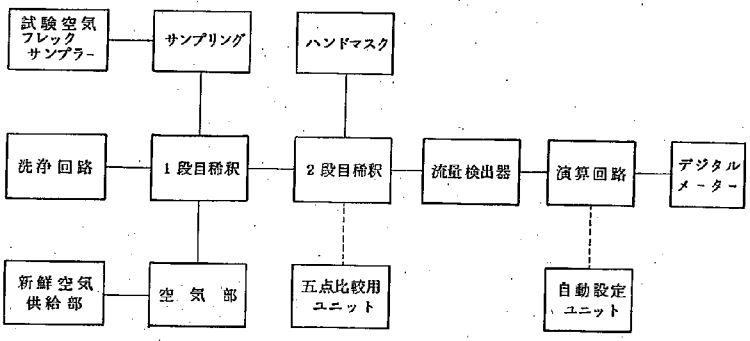
3.1.4. サイクロオルファクター 71)

(1) 原　理

空気希釈法というのは，どんな種類の悪臭でも，無臭の空気で薄めていけば，やがてにおいを感じなくなるという事実に基づいて，それに要した稀釈倍数をもって臭気強度を数値化したものであり，稀釈倍数は，無臭空気（新鮮空気）と悪臭成分（試験空気）の流量比を電気的に演算して求める。稀釈倍数は連続的に変えることができ，無臭から着臭点，着臭から無着点へと容易にくり返しテストができる。

(2) 装置の構成

本装置は装置の形成からは，二段稀釈方式を採用している。その全構成ブロックダイヤグラム図Ⅱ.121に示す。



図Ⅱ.121　AE-700シリーズブロックダイヤグラム

(A) サンプリング部

P2，P3　2ケのステンレス製ポンプ（ダイヤフラム方式）で構成され，フレックサンプラー（臭気採取バック）もしくは測定現場より直接試験空気を吸引し，1段目稀釈，2段目稀釈部に試験空気を供給する。

(B) 新鮮空気供給部

P1ポンプにより新鮮空気（室外の空気取入口，又はN2　78%．O2　22%　の圧縮ボンベガス）を吸引し，カセット式フイルター（顆粒状活性炭素）を通過後新鮮空気として空気部へ供給する。

（N2　78%，O2　22% の圧縮ボンベガスを使用の場合はポンプP1を停止させて行う）

(C) 空気部

新鮮空気を一定圧（0.5 kg/cm²）に調圧し，マスク，1段目稀釈部，　2段目稀釈

275

部の三ケ所に新鮮空気を分配し個々の流量を一定に設定する。

マ　ス　ク　　2.3ℓ/min

1段目稀釈　　1.8ℓ/min（稀釈倍数50～500倍），2.5ℓ/min（稀釈倍数500～5,000倍）

2段目稀釈　　2.0ℓ/min

(D)　1段目稀釈部

稀釈倍数×10（50～500倍稀釈）レンジで測定の場合，前稀釈として試験空気200 cc/min に対して新鮮空気1.8ℓ/minで一定（10倍）に稀釈する。

尚試験空気を25 cc/min．新鮮空気を2.5ℓ/min に調整する事によって前稀釈を100倍に稀釈∫×100（500～5000倍稀釈）レンジの測定が可能。

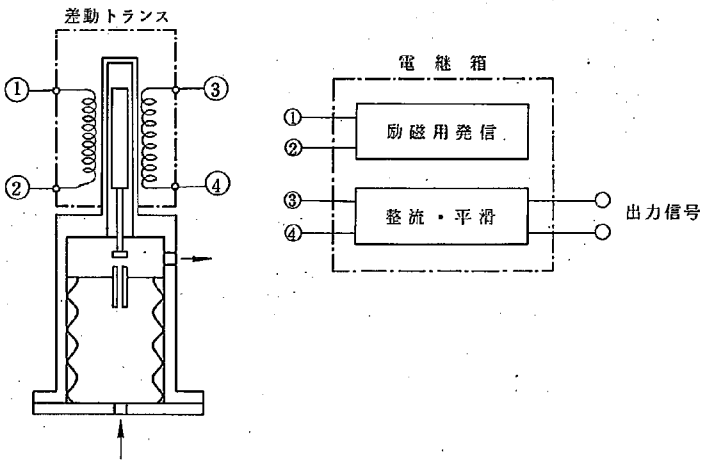
(E)　2段目稀釈部

稀釈倍数×1（5～50倍稀釈）レンジで測定の場合は，2段目稀釈部を単独で作動させ，新鮮空気2ℓ/min（固定）に対して試験空気を40～500 cc/min に可変し5～50倍の稀釈測定をする。又，1段目稀釈部と接続する事により，新鮮空気2ℓ/min（固定）に対して前稀釈された試験空気（10倍稀釈）を40～500 cc/min に可変し50～500倍の稀釈測定をする。尚1段目稀釈を100倍稀釈（試験空気25 cc/min，新鮮空気2.5ℓ/min）に設定する事により，500～5000倍の稀釈測定が可能。

(F)　流量検出器

2段目稀釈部の試験空気流量を電気的（ベローズと可動オリフィスの変位を差動トランスにより電気量に変換）に検出し演算回路部に信号を送る。

検出器の構造，原理を図Ⅱ.122 に示す。



図Ⅱ.122　流量検出器構造図

276

(G) 演算回路部

流量検出器からの信号を稀釈倍数に変換する。

$$\text{稀釈倍数} = \frac{\text{新鮮空気}+\text{試験空気}}{\text{試験空気}}$$

$$= \frac{2000\ \text{cc}\ (\text{一定}) + 40\ \text{cc}\sim 500\ \text{cc}\ (\text{可変})}{40\ \text{cc}\sim 500\ \text{cc}\ (\text{可変})}$$

$$= \frac{0.8\,\text{V} + (0.016\,\text{V}\sim 0.2\,\text{V})}{(0.016\,\text{V}\sim 0.2\,\text{V})} \times \frac{1}{100}$$

$$= 510\text{mV}\sim 50\ \text{mV}\ (\text{デジタルメーター入力信号})$$

(H) デジタルメーター

演算回路で稀釈倍数に変換された入力信号（50～510mV）をデジタル表示し，×1. ×10 切替えスイッチにて5～50倍稀釈，50～500倍稀釈の各レンジの稀釈倍数を求める。

(I) 洗浄回路部

試験空気，混合空気が流れた後の配管系を洗浄する回路部で，サンプル入口にパージ用フィルター（顆粒状活性炭素）を取付，室内の空気を試験空気通過配管系に送り，パージ用ヒーターで主要部の配管系を約80℃に加熱し，それ以外の配管部は，加熱された新鮮空気で付着した臭気ガスを洗い落す。尚P2，P3のサンプリングポンプのポンプヘッドは簡単に取外し分解洗浄ができる。

(J) ハンドマスク（基本タイプ用）

新鮮空気用，混合空気用の2ケのマスクを交互に嗅ぎ臭気を判定する。マスクは硬質ガラス製で新鮮空気，混合空気が回りの空気に影響されない様又，流速により鼻を刺戟しない様な形状に設計されている。

(K) 五点比較用ユニット（特別付属品）

操作部と被検者部の二つの装置で構成され，本体で稀釈された混合空気と新鮮空気を一つのマスクから自由に分配をする事ができ，三点比較（No.1. No.2. No.3. の三点の内どれか一点混合空気をセットしそのNoを判定する方法）又は五点比較（No.1. No.2. No.3. No.4. No.5 の五点の内どれか二点混合空気をセットしそのNoを判定する方法）の測定が簡単にできる。

(L) 自動設定ユニット（特別付属品）

稀釈倍数をボタン操作により前もって設定された稀釈倍数に自動的に設定ができる。設定値は5～50倍稀釈（×10の場合は50～500倍稀釈）までボタン下部のボリュームにより任意に設定できる。

設定例　　表Ⅱ.37　稀釈倍数の設定例

ボタン番号		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
稀釈倍数	×10	500		300		200		100			
	×1	40	40	30	25	20	15	10	7.5	5	

277

(3) 装置の仕様

(A) 稀釈倍数範囲……×1レンジ　5～50倍稀釈
×10レンジ 50～500倍稀釈
（1段稀釈設定変更により500～5000倍稀釈が可能）

(B) マスク吐出量……新鮮空気　2.3 ℓ/min（一定）
混合空気　2.0～ 2.5 ℓ/min（稀釈倍数によって変化）

(C) 試験空気消費量……最少40 cc/min～最大500 cc/min

(D) 配　管　系……テフロン管　内径4 φ　外径6 φ

(E) 検　出　器……流量発信器　40～500 cc/min　出力信号　0～10 mV

(F) 電　　源……AC 100V±5V　50HZ．60HZ 共用　380W

(G) 寸法・重量……電気系部　420（巾）400（奥行）350（高サ）　21 kg
流路系部　420（巾）400（奥行）350（高サ）　35 kg

(4) 測定操作

(A) 三点比較方式，五点比較方式のどちらを採用するか決める。

(B) 被検者（パネル）を4～8名選定する。

◆ 被検者の条件

(i) 年令的には特に限定しないが測定に必要な注意力，忍耐力，等から被検者メンバーは20～40才が望ましい。

(ii) 性別的には男性被検者にくらべ女性被検者のほうが一般的に，いき値は低いとされているがそれほど差は大きくなく測定に関しては問題ないが，生理，妊娠中の女性は避けたほうがよい。

(iii) 健康（生理的，心理的にも健康）な被検者が望ましい。特にかぜ，鼻炎の人は避けたほうがよい。

(iv) 被検者は測定中（できれば測定前約1時間）は食時，コーヒー，喫煙を避けたほうがよい。

(v) 被検者は測定中，香料系の化粧品，整髪料，香水は避けたほうがよい。

(C) 試験空気（悪臭物質）を付属のフレックサンプラー20 ℓ用にサンプリングする。

◆ 注　　意

本装置の精度維持及び配管内の吸着防止の為，試験空気は稀釈倍数500倍以下で無臭点となる様にするのが望ましい。500倍以上の試験空気は前もって500倍以下に稀釈して下さい。試験空気がダスト，水蒸気を含んでいる場合は，ダスト，水蒸気除去のための前処理をして下さい。

(D) フレックサンプラーを付属のサンプリング用ジョイントで試験空気吸入口（SAMPLE）に接続して下さい。

(E) 電源スイッチ（POWER），測定スイッチ（OPE）を順次入れて下さい。

(F) レンジ切替スイッチで稀釈範囲を設定し，稀釈倍数設定ボタン又はスロットルで測定の稀釈倍数に設定して下さい。

本装置は新鮮空気に順次悪臭物質を加えて求める着臭点方式（無臭～着臭点）逆に悪臭物質を新鮮空気で順次稀釈していき求める無臭点方式（有臭→無臭点）の二通りを測定することができる。（注射器法とか在来のものは無臭点方式しかできなかった。無臭点方式では最初に強い臭気を吸いこんでしまうため，なかなか無臭点を求めることがむつかしく測定誤差が非常に多いという欠点があった。）

一般測定においては，データ処理，本装置の機構的（稀釈倍数の設定を替える場合，低稀釈から高稀釈のほうが高稀釈から低稀釈にくらべ応答時間が長い）関係から着臭点方式を採用するのが望ましい。

(G) 五点比較用ユニット操作部のＦ．Ｍ設定スイッチで測定パタンを設定して下さい。

(H) 測定スタートスイッチをＯＮ（START点灯）にして下さい。被検者部の測定中のランプが点灯し，被検者は測定を開始して下さい。

(I) 被検者は測定用ボタンを押し（ランプ点灯）約３秒後にマスクに鼻を当て普通の呼吸量で約５秒～１０秒間（この間マスクから鼻を外し数回呼吸してもよい）かぎにおいがあるかどうか判定する。この操作を1.2.3.又は3.2.1.と繰返し行うとよい。操作の時ボタンより手を放さず押したまま測定する。

(J) ３点（５点）の内の何れか少しでも臭気を感知したら，その番号の判定ボタンを押すと点灯し，同時に操作部のインディゲーターランプが点灯表示される。嗅覚の区別がつかない時は不明ボタン（赤色）を押す。

(K) 操作部に表示された測定結果（正解．不正解．不明）をデータシートに記入後測定スタートスイッチをＯＦＦ（ＲＥＳＥＴ点灯）にしてインジィゲーターランプを消灯して下さい。

(L) 上記（vii）～（xi）の操作を被検者グループに一とおり行った上，稀釈倍数を変更し測定を繰返す。測定は稀釈倍数を下げていき，正解が二段階続いた段階でその被検者の測定は終了し，それ以外の被検者は正解が二段階続くまで測定を続ける。

(M) 測定に関しての注意

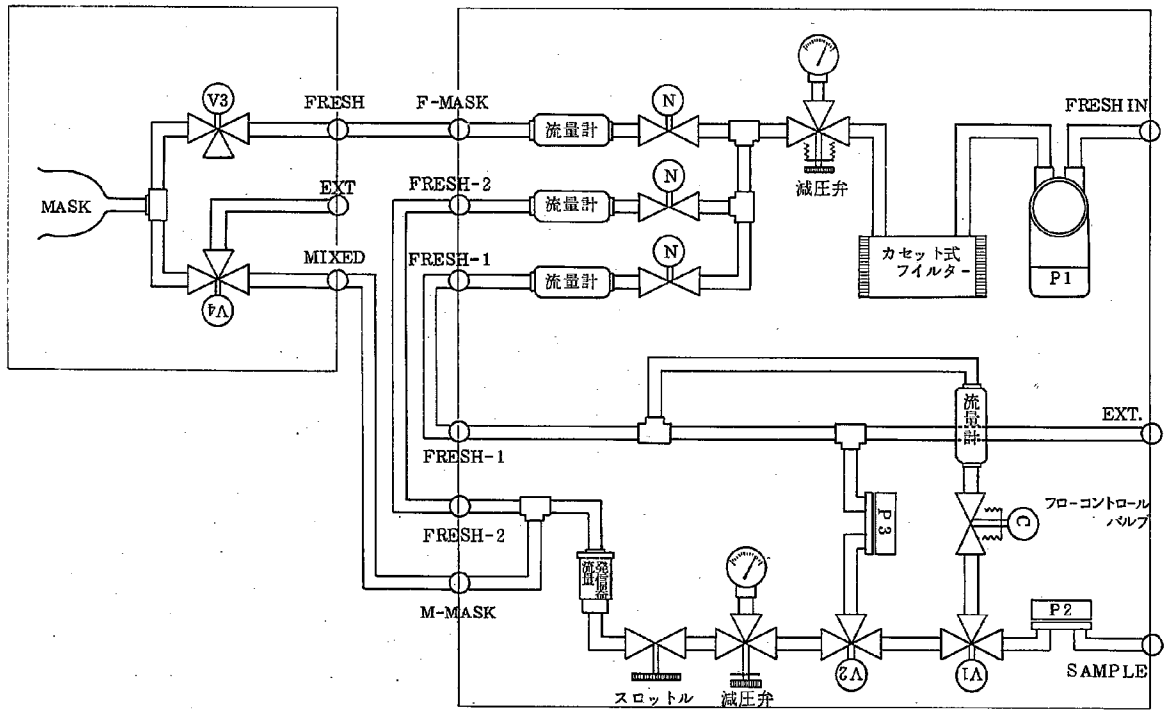
(i) １回（同一稀釈倍数）の測定で1.2.3.又は3.2.1.の繰返しは３回以内とし，それで嗅覚の区別がつかない時は不明とする。それ以上の測定を繰返しても嗅覚の疲れ，心理的な要素から，判定データに過が生じる。

(ii) 被検者は対象試料のにおいを十分記憶しておき（測定の前に試料空気のにおいをかぐ）装置固有臭（バックグランド）との相違を感知した時に判定ボタンを押し，それ以外の条件（温度差．流量差等）で判定しない様にする。

(iii) 稀釈倍数の設定を替える場合，稀釈倍数を下げていく場合約３分，稀釈倍数を上げていく場合約５分の応答時間を必要とする。又×１，×１０のレンジ変更には約７分の応答時間を必要とする為稀釈倍数の設定にはそれ以上の時間をおく。

(iv) 自動設定ユニットで稀釈倍数を設定する場合，自動切替スイッチをＯＮにし設定ボタンで稀釈倍数を設定しデジタルメーターが設定値を表示すれば自動設定切替スイッチをＯＦＦにして測定を開始する。自動設定切替スイッチをＯＮのままで測定を行うと，サーボアンプが作動してスロットルにハンチングが生じる事がある。又自動設

279



図Ⅱ. 123　AE－700型シリーズフローシート

定切替スイッチをＯＮの状態ではハンドルを手で回さない。　（故障の原因になる。）

(V) マスクに鼻を当てにおいをかぐ時にマスクと鼻のすきまを手や紙でカバーしたり，マスクに手を触れたりしない様にする。

3.1.5. セントメーター[17]

嗅覚試験のScentometerは，図Ⅱ.125で示すように，今まで臭気強度を強，中，弱，微などの4段階で，個人的尺度で表わしてきたけれど，これをもっと明確にし個人的嗅覚の誤差をなくするために使われだしたもので，原理は，12.7㎜φの径の外気取り入れ口が，Scentometerの両端に開いており，この2つの外気取り入れ口は，活性炭層を通して無臭となる。一方，臭気はBoxの反対側の裏面に明けられた4つの孔から，任意の径の孔を1つあけて，嗅ぎ穴に鼻孔を当てて，やや深く呼吸する。

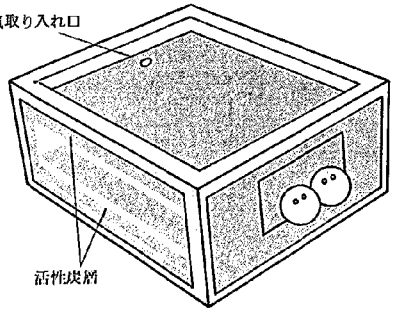
表Ⅱ.38のように臭気が強い場合は，孔の径の小さいものを選び，無臭の場合は孔の大きいものを選ぶ。本装置は住民地域の悪臭，すなわち環境臭気を測定するために開発されたものなので，稀釈倍数は2～170倍の範囲に通常の場合は入るとみてさしつかえない。

表Ⅱ．38　Scentometerの希釈倍数

オリフィスの径	臭気の希釈倍数	
	Model 1-3	Model 1939-A
12.7 ㎜	2 倍	2 倍
6.35 ㎜	7 倍	8 倍
3.18 ㎜	31 倍	32 倍
1.59 ㎜	170 倍	128 倍

Scentometerは空気希釈法（どんな強い悪臭でも空気で薄めていけば，においがなくなる希釈倍数があるわけで，この希釈倍数をもって臭気単位とする方法）の原理にもとずいた嗅覚試験で，今までのScentometerの5段階法（強・中・弱・微・無）よりは，再現性も高く，2億までの数値化が可能な点で優れている。

Scentometer（セントメータ）は図Ⅱ.124に示すような箱型のもので，大きさ15.3 cm×12.7 cm×6.4 cm（厚さ）のプラスチックの容器に，図Ⅱ.125で判るように2層の活性炭層があり，前面にガラス球で先端が孔明きの嗅ぎ穴が2つ突起している。図Ⅱ.124で判るようにScentometerの後方の上面・下面に12.7㎜φの径の外気取り入れ口がある。



図Ⅱ.124　Scentometerの外観

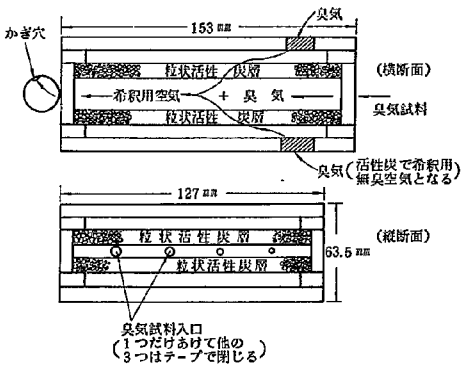
また裏面の横壁には図Ⅱ.125の下図のように臭気取り入れ用の小孔が4つあり，それぞれ

281

の臭気濃度に応じて1つだけ臭気を通すようにする。

測定原理は，まず，12.7㎜ φの外気取り入れ口より外気が入るように，Scetometerの嗅ぎ穴に測定者の鼻孔を当てて吸う。外気は上下2層の活性炭層を通って無臭となってから，測定者の鼻孔に入る。

これをControlとしついで悪臭現場（臭気濃度が薄い工場外の環境臭気）で，臭気取り入れ用の小孔オリフィス径を開け，やや深く呼吸する。すると希釈用空気は外気取り入れ口から活性炭層を通して入り，オリフィス径の臭気を希釈して測定者の鼻孔に達し，臭気の有無を調べる。無臭の場合は，順次オリフィスの径の大きなものを選びにおいが感じられるまで，希釈倍数を小さくしていく。



図Ⅱ.125　Scentometer（model 1-3）

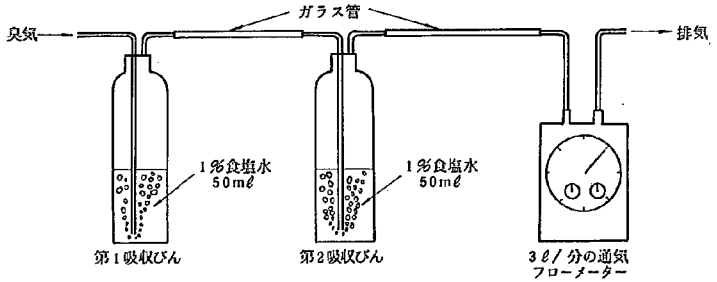
表Ⅱ.38でも判るように，臭気の強い場合は小さいオリフィス径で128～170倍まで測定できる。工場外の環境臭気は一般に2～170臭気単位に入るので，十分に実用に耐える。

3.1.6　食塩水平衡法[67]

東北大学工学部沢谷次男教授が昭和39年に開発した方法といわれ，現在宮城県条例による悪臭公害規制の測定方法に指定されている。

方法の原理は臭研木下式臭気測定法と同じであるが，悪臭の捕集液に1%食塩水を用いている点が異なる。

本法が開発された当時の方法は，インピンジャーに1%食塩水を50mℓ入れ，3ℓ/分の臭気通気速度で約90分回臭気を食塩水中に曝気する。このようにして臭気が食塩水に移行する。



図Ⅱ.126　食塩水平衡法測定装置

第1吸収びんに移行平衡に達し始めると第2吸収びんに移行し始め，両者の臭気強度が平衡に達すれば，すくなくとも第1吸収びんは，臭気が飽和吸収されたと考えられるので，第1吸収液（以下臭気捕集液という）をとり出して，50mℓのビュレットに入れ，用意した蒸発皿（容量100mℓ）3枚に，それぞれ無臭の1％食塩水100mℓとり，それらの皿に1～3の通し番号をつけておく。ついで任意の1皿をとり，ビュレットから臭気捕集液を1滴ずつ滴下し，撹拌して，その都度100mℓの食塩水にニオイがついたかどうかをオペレータが判定する。

僅かにニオイがついたと思われる希釈段階を作り，別室に待機している5～8名の嗅覚パネルにブランク2皿を加えた3皿を持っていき，三点比較式でニオイの入っている皿を嗅ぎ当てる。

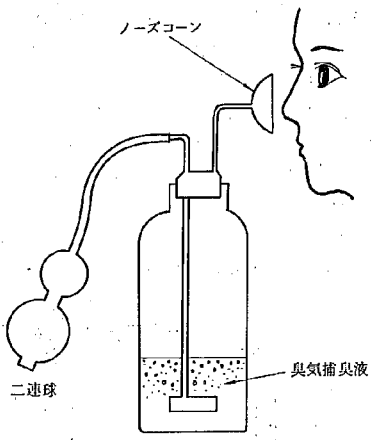
全員当れば臭気捕集液の滴下量をおとし，当らなければ滴下量を増加させて，パネルの半数がニオイを検知できる希釈倍数を求めるように，4～5回，嗅覚測定を繰り返す。

このようにして，蒸発皿の食塩水がにおい始めたときの滴下量A（mℓ）を求め，次式によって臭気希釈倍数を計算する。

$$\text{臭気希釈倍数（臭気濃度）} = \frac{100}{A}$$

嗅覚試験は，通気終了後30分以内におこなうことが望ましい。

宮城県では，蒸発皿による方法をその後改良して図Ⅱ.127のように臭気捕集液中に，二連球を用いて通気し，押し出された空気を嗅いでニオイの有無を判定する方法に変っている。



図Ⅱ.127　食塩水平衡法測定装置（宮城県の方式）

宮城県条例では本法で主として魚腸骨処理場や水産加工場の臭気の規制を実施しており，規制値はこれら事業所の臭気排出口において暫定措置として臭気希釈倍数（臭気濃度）で300度，現在は200度となっている。

本法は空気希釈法の一簡便法というべきかも知れないが，その測定値は，三点比較式におい袋法や注射器法などの空気希釈法と比較して，2桁前後小さい値や示している。

本法の測定可能範囲は臭気濃度が高い必要があり，濃度が薄くなる事業所の敷地境界線においてや，環境臭気などでは測定できない。1％食塩水へのニオイの移行が悪い臭気の種数としては，低級脂肪酸であるプロピオン酸，酪酸，吉草酸，オプロン酸などは，理由は不明であるが，ほとんどニオイが水相へ移行

283

しないことが，臭気対策研究会の研究で判明している。

3.1.7　臭研木下式臭気測定法[57)]

本法は食塩水平衡法の変法で，その原理は，臭気を曝気して水に臭気を吸収移行させ，その吸収水を別に用意した100 mℓ の蒸留水に少しずつ入れていき，何倍の希釈で蒸留水がにおい始めるかパネルによる測定を行ない，閾値に要した希釈倍数をもって臭気度とする方法である。

本装置は図Ⅱ.128 のようにおもな部分は2本の臭気吸収筒，流量計，流量調整びん（ガス圧力調整せん），ダイアフラムポンプよりなる。

操作法はまず2本の吸収筒に50 mℓ ずつ純水を入れ，試料採取場所に設置してからポンプを始動させる。通気量を3ℓ/分になるようにガス圧調整せんを調整し，通常1.5～2時間通気する（臭気の性質，濃度によって異なる）。通気後，2本の吸収液がほぼ同じにおい濃度になっていれば，少なくとも第1吸収液は，大気中の臭気濃度と平衡に達したとみなしうるから，この液をビュレットにとり，別の二つの臭気皿に純水（蒸留水イオン交換水）を100 mℓずつとり，一方に吸収液を入れてゆきその閾値を出す。パネルは純水だけのものと比較しながら，両臭気皿のにおいの差を出すようにすれば精度は高い。

測定上の注意としては，においのない場所で官能試験すること，臭気採取後30分以内に官能試験をすませること，臭気採取者はパネルに加わらないこと，パネリスト同士は測定値に関しては話し合わず，結果だけそっと紙にかいて判定の独立性を保つことなどである。

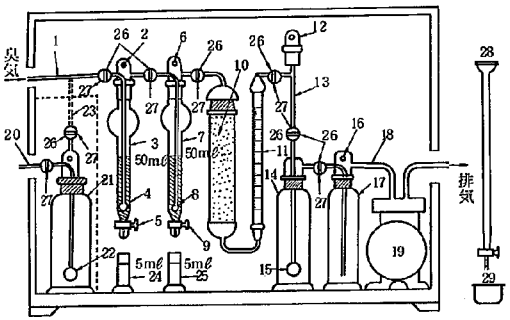
悪臭公害の取締り基準が県条例であるのは本法だけで，現在のところ，宮城県だけが排出基準で臭気濃度200度以上を悪臭として，これを越えると脱臭装置の設置や製造工程の改善命令を出している。ただし，暫定措置として当分の間は300度としている。

表Ⅱ.39　臭研木下式測定によるデータ

臭気採集場所		臭研木下式
医薬品合成	水洗塔前	50
	水洗塔後	50
	臭突	7,600
ビタミン剤	水洗塔前	200
	水洗塔後	150
KP*工業	ダイジェスター(L)	4,000
	ダイジェスター(N)	2,000
	脱水洗浄	80
		3,300
	回収ボイラー	140
	石灰キルン	30
コンビナート石油化学	環境臭気 工場境	-
	100 m	-
	800 m	-
化製場（魚）	魚かす乾燥	800
	原料置き場	20
	クッカー	300
化製場（獣骨）	オートクレープ	-
	ドライヤー	200
	原料置き場	-
養豚場	残飯煮がま	40
	豚房	2
	豚ふん	6
鶏ふん乾燥	鶏舎	20
	鶏ふん上	-
	ドライヤー	1,600
鋳物	成型A	-
	成型B	-
玉糸	繰糸	100
	副場	400

＊ Lはチップ原料が広葉樹，Nは針葉樹であることを表わす。

284



1，20：導入管，2，6，12，16：ガス圧調整せん，3：第一吸収管，4，8，15，22：散気ガラス球，5，9：吸収液取り出しコック，7：第二吸収管，10：乾燥筒，11：流量計，13：T型連結管，14：洗浄びん，17：流量調整びん，18：ポンプ連結管，19：吸引ポンプ，21：臭気発生びん，23：L形連結管，24，25：ミクロシリンダー，26：球面ガラス継ぎ手，27：クリップ，28：ビュレット，29：臭気ざら

図II.128　臭研木下式臭気吸収測定装置

表II.40　官能試験結果比較（無臭室法，注射器法，臭研木下式）[72]

1969年

工場コード		17（魚腸骨）HK	20（獣骨）AA	20（獣骨）AM	08（獣骨）HS	08（魚腸骨）HK	08（魚腸骨）HS
測定場所 ＼ 試験法 ＼ 調査日		昭44．9．24	昭44．9．25	昭44．9．25	昭44．9．26	昭44．9．26	昭44．9．26
1. 原料置場	無臭室法	—					
	注射器法（ASTM）	4,000	120,000		200	1,000	
	臭研木下式	30					
2. 煮釜，煮熱クッカーまたは高Eクッカー	無臭室法		2,500		10,000,000		600,000
	注射器法（ASTM）	12,500,000	120,000	2,000	4,000,000	120,000	100,000
3. 乾燥機排気	無臭室法	33,000 33,000 100,000 100,000	5,000 7,000		40,000 15,000	4,000,000 28,500	400,000 400,000
	注射器法（ASTM）	40,000 30,000	200,000 150,000		750	75,000	300,000
	臭研木下式	200 400 250 300	200 150		500	800	600
4. 油またはにかわ濃縮情	注射器法（ASTM）	2,000	150,000	1,000			
5. 製品（乾燥後）	注射器法（ASTM）	600		20,000			
	臭研木下式			150			
6. 環境臭気	注射器法（ASTM）	（ドライヤー風下） 120m 8 170m 6 200m 12 210m 15 310m かすかににおう	（工場敷地境より） 5m 80 20m 5* 40m 32				
備考			*風向が変わる				2はモレの蒸気

285

第3.2節　六段階臭気強度表示法

3.2.1　六段階臭気強度[67)]

(1)　概　　論

1970年厚生省が委託した〝悪臭公害研究会〟や日本環境衛生センター内にある〝臭気対策研究会〟などで本法を正式に取りあげ，6段階法としてつぎのように定義した。

表Ⅱ.41　6段階強度表示法

においの強度	においの感覚の強さ
0	無　臭
1	やっとかすかに感ずるにおい（検知閾値）
2	楽に感ずる弱いにおい（においの性質が相像しうる認知閾値）
3	明らかに感ずるにおい
4	強いにおい
5	耐えられないほど強く感ずるにおい

0度は相対的な無臭で，平常の嗅覚の持ち主が感じない状態をいう。

1度はそのにおいが何のにおいかはわからないが，何かにおいがあることがわかるかすかなにおいをいう。検知閾値(Detective　threshold)という。

2度は弱いにおいであるが何のにおいであるかがわかるもの，たとえば，すっぱい系統のにおい，ものが焦げたにおいなどで，認知閾値（Recognition　thershold）という。

3度はそのにおいが楽に感知できるにおいで，たとえば病院にはいると特有のクレゾール臭がただよっているが，あの程度のにおいである。

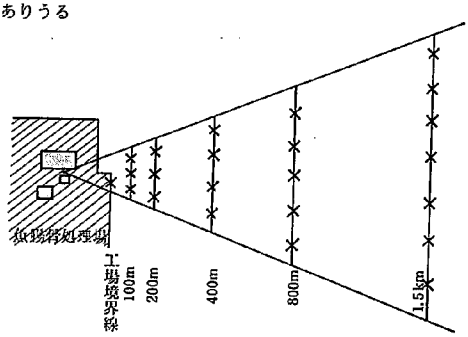
4度は強いにおいで，そのにおいがあると食事がまずい，精神の集中が低下するなどの影響がある。たとえば管理の悪いくみ取り便所のにおいなど。

5度は強烈な耐えがたいにおいである。吐きけを催すとか，頭痛がしてくる，さらにのどや気管支などに炎症を起こすこともありうる程度の強いにおいをいう。

(2)　測定方法

(A)　30分間法

本調査の目的は，発生源からの悪臭が地方の地形や気形や気象条件の変化によってどのように拡散されていくかを調査することである，これによって発生源からの距離別の悪臭成分とその濃度の変化，



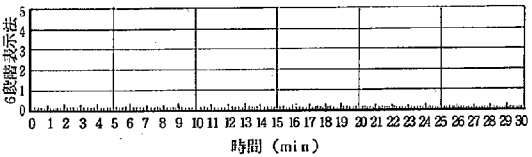
図Ⅱ.129　採取地点

286

においの到達する範囲と公害が起こりうる範囲を推定することが可能となる。

気象条件と臭気排出有効煙突高さにもよるが，においの広がり角度３０～４５度，距離は工場敷地境100 m，200 m，400 m，800 m，1.5 km の距離別6ケ所，１つの距離別地域は２～７ケ所程度の採取地点をおけば十分であろう。

採取地点における臭気測定法は，嗅覚測定として住民や学生アルバイトによって，１地点３～５名のモニターを組む。測定日前にあらかじめ6段階強度表示法を十分に説明しておき測定は午前中１回，午後２回の１日計３回，１回を３０分間で行なう。モニターに図Ⅱ.130のような記録用紙を渡して採取地点に配置し，３０分間にその地点にくる臭気強度を１０秒ごとに記入させる。



氏　名　　年令　才　男女　採取場所

採取時間　1)　時　分～時　分　　2)　時　分～時　分

3)　時　分～時　分　　風向　風速　強弱微なし

備　考

図Ⅱ.130　6段階強度表示法記録用紙

(B)　５分間法

３０分間法の１／６に測定時間を短縮しただけで測定法については３０分間法と全く同じである。

但し，３０分間法よりもパネルの臭覚疲労が少ないので，なれないパネルや多点測定には本法の方法が適している。

(3)　測定例

５分間法による測定の例を図Ⅱ.131～図Ⅱ.132に示す。

287

氏名　　A　　年令　42　㊚・女

採取時間 13 時 14 分～ 13 時 19 分　風向北西

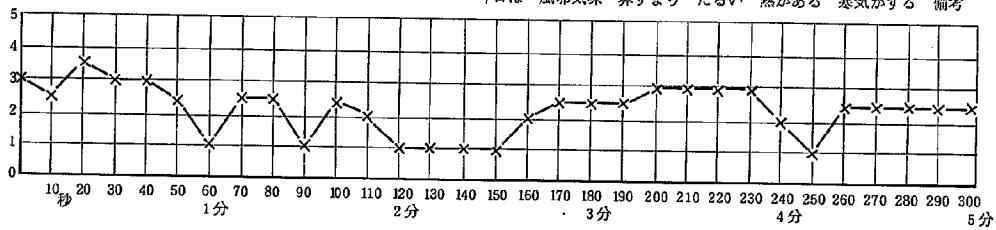
採取場所　資材事務所前（約 50m）　　時　分～　時　分　風速 強 ㊙ 微 無

1~5m/sec
(2m/sec)

住所　　Are

快，不快度（－1.5）　　においの感じ方　普通　良い　㊙い

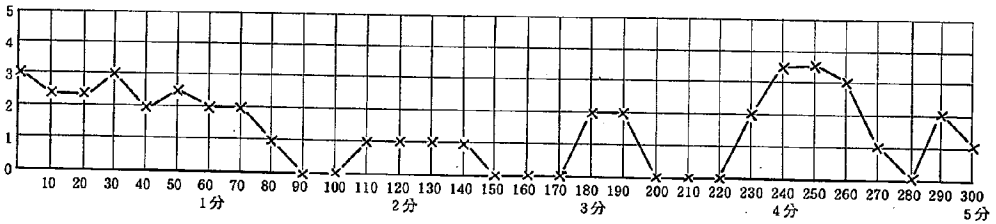
今日は　風邪気味　鼻ずまり　だるい　熱がある　寒気がする　備考



採取場所　同上

採取時間　13 時 25 分～ 13 時 30 分　風向 北西

快，不快度（－1.5）　　風速 強 ㊙ 微 無



図－Ⅱ・131　臭気強度表示法載例（Ⅰ．Ⅱ）

氏名　G　　年令　37　㊚・女

採取場所　資材事務所前（約50m）

採取時間　13時14分~ 1時19分　風向 北西

快，不快度（0）

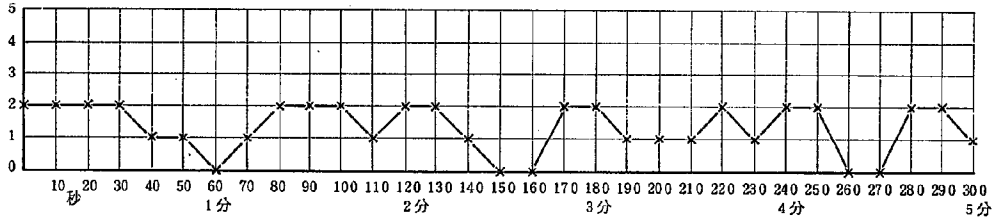
時　分~ 時　分　風速　強 ㊥ 微 無

住所

においの感じ方　普通　良い　悪い

今日は　風邪気味　鼻ずまり　だるい　熱がある　寒気がする

備考

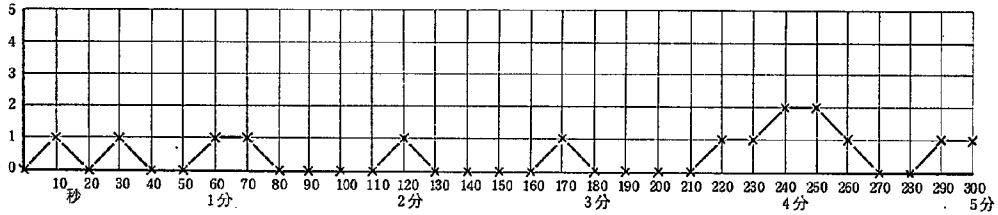


採取場所　資材事務所前（約50m）

採取時間　13時25分~ 1時30分　風向 北西

快，不快度（0）

風速　強 ㊥ 微 無



図－Ⅱ．132　臭気強度表示法報例（Ⅲ，Ⅳ）

289

第3.3節　快・不快強度表示法[67)]

3.3.1　九段階法

悪臭公害の被害状況を客観的に表わすことには，不快感は強度よりも重要である。しかし悪臭強度よりもその判定は個人のそのにおいに対する嗜好性によって左右される要素が大きいので，客観的な評価を行なえる調査計画案とデータの解析法を確立し，統一された方法で実施する必要がある。

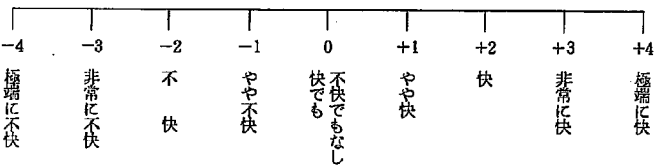
もう一つの問題点は，住民が悪臭をかがされて公害レベル以上であるとの判定を下す場合に，どのくらいの強さの，どのくらいの不快感のあるにおいが，日に何回ぐらい，1回に何秒間とか何分間ぐらいくるのかが問題となる。

つまり，快・不快表示を採点法で出す場合に，必ずそのにおいが継続する時間とにおいがくる回数などの時間の要素が問題となるのである。

6段階臭気強度表示を用いて無臭室で悪臭単品の各レベルをパネルによって測定する場合は，かいでいる時間はせいぜい two～four sniffing（2～4回の呼吸で，時間にして5～15秒間）であり，住民の場合は時間との関係は種々あって明確でない。

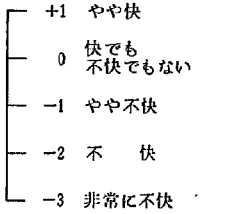
悪臭曝露時間と悪臭強度，不快感との関連は，嗅覚順応現象や長時間（数年～数十年）曝露による慣れや親しみの現われ，これと反対に，短期間でも毎日かがされていると，たとえあまり不快でない香辛料やパンを焼くにおいでも不快に感ずるようになる。

悪臭防止法規制基準作成委員会* で決めた快・不快表示法をつぎに示す。



図Ⅱ.133　不快表示法（9段階法）

また，東京都公害研究所では，9段階の快・不快強度表示法のうち，−3と−4の差が実際に測定してみるときわめてむずかしいとして1本化し，かつ悪臭評価の場合は快の側はほとんど必要がないとして，図Ⅱ.134の快・不快表示法を採用している。



* 環境庁大気保全局より日本環境衛生センターに悪臭防止法規制基準作成の委託があり各専門委員24名によって各種の基準値が作られた。

図Ⅱ.134　不快表示法（都公害研）

3.3.2　生活環境不快度（長時間表示）

東京都は悪臭による被害状況について住民が長時間の認容性の評価として，図Ⅱ.135 に示す内容で表現することを提案した。

その後，本法が住民側からの悪臭評価の妥当性について，昭和４９年環境庁委託悪臭研究（悪臭物質の測定等に関する研究，日本環境衛生センター委託）の官能試験部会で取り上げ，生活環境不快度と名付けてはどうかとの提言があったものである。

1　においは気にならない
2　まあ住んでもよい
3　できれば住みたくない
4　住みたくない
5　すぐ逃げだしたい

図Ⅱ.135　生活環境不快度（長時間表示）

本法の尺度は悪臭の認容性は短時間嗅ぐ場合と，付近住民のように長時間嗅ぐ場合ではその評価が異なる場合が多いことを考慮して案出されたものである。つまり，短時間なら快いにおいでも，長時間かぐと不快になるというにおいの問題は，今後の重要な問題で被害という面からは，できるだけ長時間の嫌悪性を考慮すべきである。嫌悪性の研究は，決定要因が多数なため難問が多くほとんど手がついていない状況である。

第3.4節　官能測定法における試料採取法

3.4.1.　低濃度臭気採取法

三点比較式臭袋法（東京都）参照

3.4.2　におい袋法

これまで大気汚染物質の採取にはShepherd びんなど種々のガラス容器，ステンレスなどの金属容器，捕集液を入れたbubbling法（たとえばインピンジャー法など）などが用いられてきたが，フレキシブルのプラスチックバッグによるサンプリング法は操作，試料の保存性などの点から非常に有利であることが明らかになった。すなわち，Mylar，Scotch bag，Saran，Tedlar，Kelf，FEP（fluorinated ethylene polyethylene- copolymer），Polyethylene，Teflon などである。

悪臭試料の採取においてもこれらのプラスチックバッグの利用はきわめて有利であるが，悪臭成分には化学的に不安定な成分も多く，しかも実際に臭気を構成する成分の種類と濃度の範囲は千差万別となっている。それゆえそれぞれの測定目的に応じて化学的に安定なプラスチックフイルムを選定することが必要となる。

プラスチックバッグのタイプは下記に示すようなものがあり種類としては表Ⅱ.42 に示すようなものがある。

また表Ⅱ.43 ～ Ⅱ.45 および図Ⅱ.136，137 にプラスチックフィルムの特性や保存性を示す。

1）Type－A フィルム材質……Polyester（Polyethylene Tetraphthalate），Plasticizer や additive を含まない。シール方式；熱可塑粘着テープによる熱シール，フイルムの厚さ；25～100μ

Type－A フイルムについてはカラーコーテング（赤・銀・

291

青・金）したものもある。

2) Type-B フィルム材質…… polyester（additive を含まない），シール方式；片面ヒートシール方式，フイルム厚；25～100 μ

3) Type-D フィルム材質…… Aluminized Polyester，シール方式；片面ヒートシール，フィルム厚；25～100 μ

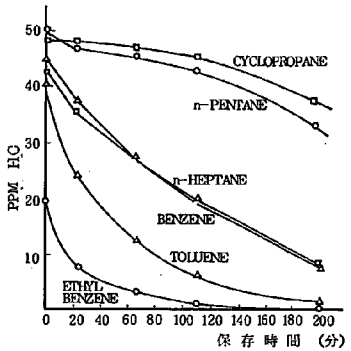
表II.42 バックの種類

Type-A	2 ℓ	接着タイプ	標準ガス用	ポリエステル フィルム	(輸入材質)
	5 ℓ	〃	(別注品)	〃	(〃)
	10 ℓ	〃	〃	〃	(〃)
	20 ℓ	〃	普及型	〃	(〃)
	100 ℓ	〃	(別注品)	〃	(〃)
Type-B	2 ℓ	熱シールタイプ	標準ガス用	〃	(〃)
	5 ℓ	〃	(別注品)	〃	(〃)
	10 ℓ	〃	〃	〃	(〃)
	20 ℓ	〃	普及型	〃	(〃)
	100 ℓ	〃	(別注品)	〃	(〃)
Type-D	20 ℓ	〃	(別注品)	Metalized 加工	(〃)

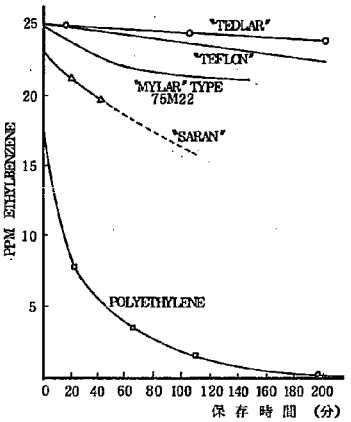
表II.43 プラスチックフィルムの特性[74)]

フィルム	ケミカルタイプ	引張力	引き裂き抵抗	水蒸気透過性	酸素透過性	備考
Mylar	Polyester (Plasticizer や additive を含まない。)	20.000 lb/in² /1mils	15g/1mils	0.035g/100in² /hr/2mils	0.00029g/100 in/hr/2mils	屈折 20,000回に耐え熱テープでシールできる。
Aluminized Mylar	Polyester					コーティングしたアルミが弱い。
Saran wrap Type 12	Polyvinyli-dene chloride	13.000-20.000 lb/in² /2mils	10-20g/1mils	0.0042g/100 in²/hr/2mils		日光が通過しない。シールが困難
Saran wrap drumliner	Polyvinyli-dene chloride					同上
Scotch bag 20 A5	Polyester (Plasticizer を含まない。)	7.800 lb/in² /2mils	32g/2mils	0.021g/100in² /hr/2mils	0.6g/100in/ hr/2mils	日光を通さない 熱接着容易
Aluminized Scotch pak 20 A 20	Polyester	2.000 lb/in² /2mils	30g/2mils	0.00082g/100 in²/hr	0.025g/100in /2mils	日光を通さない 熱接着が容易

ス97



図Ⅱ.136　プラスチックバックの保存性[74)]



図Ⅱ.137　エチルベンゼンの保存性[74)]

表Ⅱ.44　プラスチックフィルムの特性

	同類品の名称	厚さ μ	シール方式	水蒸気透過性 g/m²·24h/40℃ ·1m/atm	ガス透過性 CC(NTP)/m²·24h/1mm·atm25℃ O_2	N_2	CO_2	H_2	Air	使用温度限界 °F	有機ガス透過率 g/m²·24h/0.1mm·atm40℃ E+OH	acetone	benzen	四塩化炭素	酢酸エチル	hexane	toluene	heptane
Polyethylene A Polyester tetraphthelate (Plasticizer やadditive を含まない)	Mylar	6 ～ 100	熱可塑性接着テープ加熱シール	4.5～9.2	19	4.2	7.4			220	0.42	0.77		0.71	9.7		0.50	0.69
B Polyester Plasticizer を含まない	Scotchpak	25 ～ 100	熱シール(片面)	1.6～7.2	4.8 ～112		240 ～348		48 ～96	−70 ～240	1.6 ～7.2							
C Polyvinylidene (chloride)	Saran	25 ～ 50	熱シール	1.5	17	−	91			−70 ～225	0.39	512		9.1	493		358	0.45
D Aluminized Polyester	Aluminized Scotchpak	25 ～ 100	熱シール(片面)	0.32	4.8		4.8		1.6	−70 ～220	0.16							
E Polyvinyl fluoride **	Tedler	25 ～ 100	熱シール	51.8	48 51.2	4.0 4.0	240 117.6	928 58.1		300℃で分解	−	7344	17.6	20.2	228.8	33.4		
Teflone **					12000	5120	2672	35200										
Mylar * **				28.8	96 96	16 16	256 256	1600 1600				35.5	1.28	5.76	1.28	1.92		
Polyvinyl chloride				23	24	5.1	63				0.44	4.3		0.27	2220		611	0.52
Polyethlene				5	520 ～2000	180 ～720	2270 ～8900				19.1	202		4670	457		1080	1540
Polypropylene				1.2	400 ～800	84 ～160	1300 ～2670				1～2	1～29		2020 ～4540	85.5 ～215		660 ～1300	865 ～1440
Polycarbonate				35														
Polystyrene					1140	180	5640											

* 3 M Company カタログによる　** デュポン ファーイースト日本支社カタログによる。
他は東レテトロンフィルム技術の手引による。

293

表II．45　プラスチックバッグの保存性[74)]

分析：赤外線法　大気圧

成　分	濃　度（p.p.m）		保存時間	フィルムとサイズ
	初　期	最　終	(hr)	
Butylaldehyde	55	50	24	Mylar
Ethylene	64	63	19	18×50 in.
2-Methyl pentane	66	67	17	
	70	64	26	
Sulfur dioxide	69	68	18	
2-Methyl pentane	51	52	18	
Nitrogen dioxide	63	52	18	
Butylaldehyde	68	68	18	
Acetone	60	62	18	
Benzene	31	26	65	
Nitrogen dioxide	54	47	22	Aluminized Mylar
Sulfur dioxide	78	78	18	18×52 in.
2-Methyl pentane	62	62	24	
Butylaldehyde	79	77	24	
Benzene	81	86	18	
Acetone	56	66	67	
Nitrogen dioxide	64	39	19	Saran
Acetone	56	69	19	36×36 in.
Benzene	79	79	20	
Sulfur dioxide	81	75	17	
2-Methyl pentane	65	65	17	
Butytaldehyde	49	51	17	
Acetone	64	64	19	Saran drumliner
Benzene	81	75	19	36×36 in
Nitrogen dioxide	76	50	18	
2-Methyl pentane	70	67	18	
Sulfur dioxide	85	77	18	
Butylaldehyde	59	54	18	
2-Pentene	69	65	18	
Nitrogen dioxide	60	30	17	Scotchpak
Acetone	56	78	17	36×32 in.
Benzene	70	74	17	
Sulfur dioxide	65	44	23	
2-Methyl pentane	60	64	23	
Butylaldehyde	49	50	23	
Acetone	54	57	17	Aluminized Scotchpak
Benzene	63	68	17	36×34 in.
Sulfur dioxide	83	73	17	
2-Methyl pentane	66	68	17	
Butylaldehyde	50	45	17	
Nitrogen dioxide	64	6	18	
2-Pentene	76	80	18	

294

3.4.3　除湿用採取瓶

臭突，煙突，その他の排気場所から，シリコンゴム管で図Ⅱ.138のようなダイヤフラムポンプを用いて，マイラーバックに10～20ℓとるか，200mℓの注射器に細いシリコンゴム管をつけて臭気をとり，無臭室法や注射器法にて臭気度を出す。同時に1ℓびん法とガラスビーズ管法を用いて臭気を採取し，濃縮してガスクロマトグラフィーで分析し，臭気成分とその濃度を知る。

採取しようとする悪臭が常温で，相対湿度が100％以下であれば，そのまま悪臭を注射器に採取してもよいが，高温や水蒸気を伴って排出されている場合は，つぎのような前処理装置が必要となる。

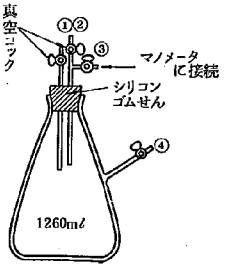
図Ⅱ.138は約1ℓの真空びんで，無臭に洗浄・乾燥させてから図Ⅱ.138のようにシリコンゴムせんに，2本の真空コック付のガラス管（約10mm φ外径）を通しておく。真空コックはにおいを吸着しないアピーゾングリスを用いるとよい。

ゴムせんをした状態の内容積を正確に計測しておき，びんに図Ⅱ.138の例のように容積を記載しておく。

第1に，びん内に無臭のドライエア（ヤシ殻活性炭とシリカゲルか炭酸カリ層を通過させた空気）かN₂ガスを大気圧まで充満させておく。

第2に，大気圧形水銀マノメータに③を接続し，④から真空ポンプで大気圧の1/10だけびん内の気体を減圧にしその減圧状態を水銀マノメーコで測定する。

びん内を1/10の減圧状態にして，悪臭採取現場から，高温，高水蒸気を含んだ悪臭を②から採取する。



図Ⅱ.138　悪臭採取びん（小形）

こうすれば，高温悪臭は常温近くになり，水蒸気はびん内のドライ気体によって10倍に希釈され，温度低下に伴う露点で，水分がびん内ガラス面に凝結することを防ぐことができる。

正確に10倍に希釈された悪臭を，びんから取りだすには，無臭の注射器を①に接続し，10～20 mℓとって試験に供する。

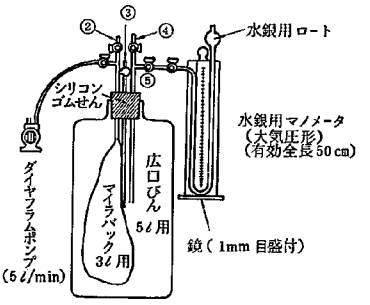
図Ⅱ.139は，高温・多湿（その排気ガス温度で過飽和の水蒸気を含んでいる場合）である場合の標準悪臭採取装置で，原形はJohn L. Millsらが開発した方を，日本で実用化したものである。

使用の方法は，図Ⅱ.138の小形のものとほぼ同じである。

まず，5ℓの広口びんを洗浄・乾燥しておき，図Ⅱ.138のように，真空コック付のガラス管を3本，シリコンゴムせん（高価なので，普通のゴムせんを無臭の材質のシートで底部をカバーしてもよい）に通し，その一つにマイラのポリエチレンシートの外壁を熱融着できる。

＊　マイラはダウケミカル社（アメリカ）の商品名で無臭に近く，通気性がない。ただし，熱融着はできない。

① ポンプより空気をマイラバッグに入れてびん内の希釈悪臭を追い出す。
② マイラバックの空気を抜く。
③ 希釈悪臭を取る。
④ 採取悪臭（無希釈）をここより取る。またびん内の空気を大気圧の1/10だけ減圧にするために真空ポンプで抜く。
⑤ 大気圧の1/10（684 mm Hg）だけびん内のドライエアを抜いたところをマノメータで測定する。



図Ⅱ.139 悪臭採取びん（標準形）

材質で密閉した袋をつけておく。この袋は通常は空気を抜いておく。マイラバックは空気が満杯になった状態で3ℓはいれば十分である。

使用の手順は,小形採取びんのところで述べたように，④から真空ポンプを用いて乾燥空気か窒素ガスを1/10だけ⑤に接続したマノメータの読みで，684 mm Hg（水銀柱のhead差で7.6 mm）になるように減圧し，マノメータ，ダイヤフラムポンプをはずした状態で，悪臭採取現場に，木箱などのプロテクタに入れて運搬する。現場で悪臭を採取する前に，一度びん内の減圧状態をマノメータで検査しておく。

悪臭の採取は④からとり,大気圧になるまで30秒間程度④のコックを開せんしておく。

採取後,できるだけ早く（2時間以内に），パネルが待機している無臭の場所か，悪臭測定室に持ち運び①をダイヤフラムポンプに接続し，マイラバックに空気を送り，②のコックで空気量を調節しながら,③から10倍希釈の悪臭試料を注射器，その他にとり，注射器法，後述の無臭室法，連続悪臭計測法,機器分析などのための試料とする。

臭気発生の予想される工程はすべて調査し,同一工程でも,製品や材料が異なる場合は，そのつどできる限り調査をしておくことがたいせつである。

3.4.4 捕集容器中の臭気物質の安定性[73]

(1) 緒　言

悪臭物質は，化学的に活性で，経時的に不安定な物質が多く，環境大気においてはごく微量で存在している場合が多い。

そこで試料採取方法として，真空ビン，注射器，プラスチックバッグなどの容器を用いる採取方法をとる場合，とくに被検分の吸着，反応等の各現象を十分考慮して適切な採取条件を選ぶ必要があると考えられる。

これらの採取容器内における悪臭物質の安定性に関する報告は[74),75)]大気汚染物質関係のものと比較して，きわめて少ないのが現状である。

そこで実験により容器材質，窒素ガス，試料の濃度および時間の変化による悪臭物質の

296

安定性を調べた結果，いくつかの知見を得ることができたので以下概述する。

(2) 標準試料の調製方法と分析方法

(A) トリメチルアミン

トリメチルアミン水溶液（30%）30 $\mu\ell$ を，5 ℓ の窒素ガスを満たしたポリプロピレンバッグに注入後，加温し気化させて試料ガスを作った。この試料ガスをガスクロマトグラフを用いて，あらかじめ濃度検定を経時的に行い，標準試料濃度とした。

その後，ただちに標準試料の入ったポリプロピレンバッグを各採取容器（硬質すり合わせ注射器，パイレックス製注射器，パイレックス製すりなし注射器〔図中ではスペシャルシリンジと表記してある〕，ポリプロピレン袋）に連結し，袋中の標準試料を採取容器におし出し移行したものを分析に用いた。

このように調整された採取容器中の標準試料について，ガスクロマト法によって経時変化を測定した。

なお，ガスクロマト分析は，ハミルトン製ガスタイトシリンジを用いて数mℓ の試料を採取し，直接ガスクロマトグラフに注入してトリメチルアミンの濃度を測定した。分析条件は下記のとおりである。

ガスクロマトグラフ；日電バリアン2700型

検出器；熱イオン化検出器（AFID） 水素炎イオン化検出器（EID）

カラム；クロモソルブ103 80～100メッシュ 1/8インチ×2m ステンレスカラム

カラム温度；150℃

検出器温度；200℃

キャリヤーガス N_2 流速；20mℓ/分

FID
水素流速； 30mℓ/分
空気流速；300mℓ/分

AFID
水素流速； 43mℓ/分
空気流速；177mℓ/分

(B) イオウ化合物

注射器に硫化水素およびメチルメルカプタンを各1mℓ 採取し，これをそれぞれ窒素ガスを満たした1ℓのガラス容器に注入した。

また，ジメチルサルファイド，エチルメルカプタン，ジエチルサルファイド，ジメチルジサルファイドをマイクロシリンジで，それぞれ3.3 $\mu\ell$，3.3 $\mu\ell$，4.8 $\mu\ell$，4.0 $\mu\ell$ 採取し，窒素ガスを満たした1ℓのガラス容器に注入した後加温気化させ，約1,000 ppmの標準ガスを作製した。

この約1,000 ppmの標準ガスの一定量を，適宜窒素ガス，空気および川崎の大気等の3種をバランスガスとして，100ℓのマイラーバッグ中に入れ標準ガスと混合希釈して用いた。

このように調製されたマイラーバッグ中の試料ガスを，あらかじめガスクロマトグラフを用いて濃度検定を行い，これを標準試料とする。その後，ただちにこれを採取容器に移行して，経済的にガスクロマトグラフを用いて被検成分の濃度変化を測定した。

297

これらイオウ化合物の分析は官報告示第9号に基づいて行った。

(3) 結果と考察

(A) トリメチルアミンの保有性

濃度約300 ppm のトリメチルアミンの標準ガスの保有性はポリプロピレンバッグ内では比較的高く，２０時間を経過した時点で８０%の保有率を示した。

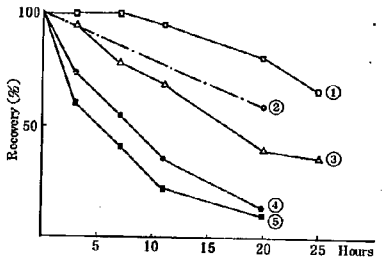
これに対して，各種注射器（パイレックス製注射器，硬質すり合わせ注射器，パイレックス製すりなし注射器）中での保有性は低く，２０時間を経過した時点で５０%以下の保有率があった。このうちで最も保有率の高かったものは，内筒と外筒との間のもれを防ぐために，シールテープで封印した注射器であった。これらのことから注射器の保有率の悪い原因としては，注射器のすり合わせ部分からの試料のもれ，注射器すり合わせ部分への吸着が考えられた。

以上の結果から，トリメチルアミンの採取には注射器は不適当であり，ポリプロピレンバッグ等のプラスチックバッグの方が優れていると考えられた。なお，本実験は，高濃度でかつ保有条件もよいときのデータであるので，今後低濃度で保存条件を悪くした実験を行う必要がある。

(B) イオウ化合物の保有性

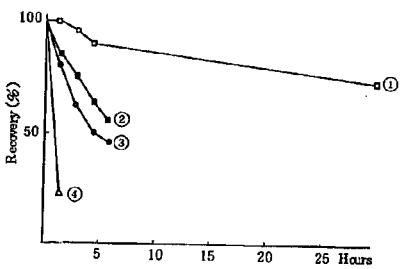
1.3 ppmの硫化水素標準ガス（バランスガス窒素）を用いて，ポリプロピレンバッグと各種注射器（パイレックス製注射器，硬質すり合わせ注射器，パイレックス製すりなし注射器）の安定性を調べた結果，ポリプロピレンバッグは２０時間経過した時点で７２%の保有率を示した。これに対して，各種注射器はこの時間を経過した時点で硫化水素を検出することができず，採取容器として不適当であることがわかった。

注射器の材質としては，パイレックスガラスの方が硬質ガラスと較べて良好な成績を示した。



図II.140 $(CH_3)_3$ Nの保有性

(Dilution gas:N_2, $(CH_3)_3$ N: 300 ppm)
① Polypropylene bag ② Closedhard glass syringe
③ Special pyrex glass syringe ④ Hard glass syringe
⑤ Pyrex glass syringe

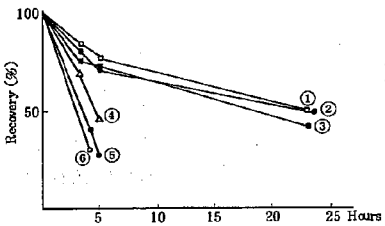


図II.141 硫化水素の保有性

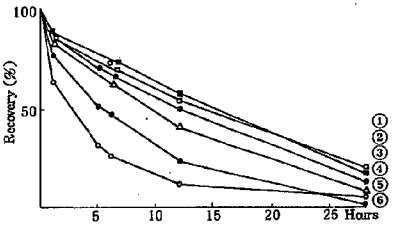
(Dilution N_2, hydrogen sulfide:1.4 ppm)
① Polypropylene bag ② Pyrex glass syringe
③ Hard glass syringe ④ Special pyrex glass syringe

また，塩酸処理した1ℓ硬質ガラス容器と200mℓ の硬質ガラス注射器に，バランスガスとして乾燥空気を満たし，この中に500 ppbのイオウ化合物（硫化水素，メチルメルカプタン，エチルメルカプタン，ジメチルサルファイド）を混合してその保有性を調べた。その結果，注射器に比較して1ℓの硬質ガラスはきわめて良好な保有性を示し，65時間後におけるイオウ化合物の保有率はすべてがおおむね70％以上であった。

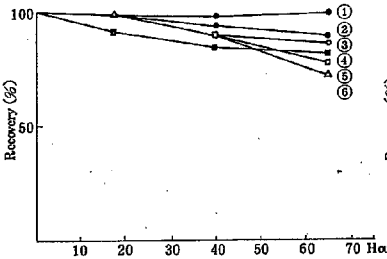
またバランスガスとしては窒素ガスが安定であり，空気の場合にはイオウ化合物の空気酸化が起こるためか，その保有率は悪かった。



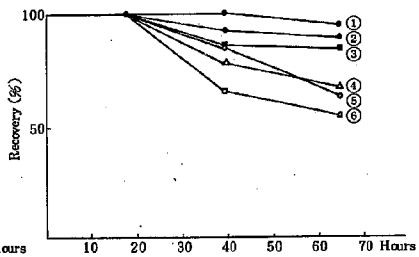
図Ⅱ.142 硬質ガラスシリンジの硫黄化合物の保有性
(Dilution gas : air, sulfur compounds : 500 ppb)
① $(C_2H_5)_2S$ ② $(CH_3)_2S_2$ ③ $(CH_3)_2S$
④ CH_3SH ⑤ C_2H_5SH ⑥ H_2S



図Ⅱ.143 硬質ガラスシリンジの硫黄化合物の保有性
(Dilution gas : N_2 , sulfur compounds : 500 ppb)
① $(C_2H_5)_2S$ ② $(CH_3)_2S$ ③ $(CH_3)_2Sz$
④ CH_3SH ⑤ H_2S ⑥ C_2H_5SH



図Ⅱ.144 硬質ガラスビンの硫黄化合物の保有性
(Dilution gas : N_2 ; Sulfur compounds : 500 ppb)
① $(CH_3)_2S_2$ ② C_2H_5SH ③ H_2S
④ $(CH_3)_2S$ ⑤ $(C_2H_5)_2S$ ⑥ CH_3SH

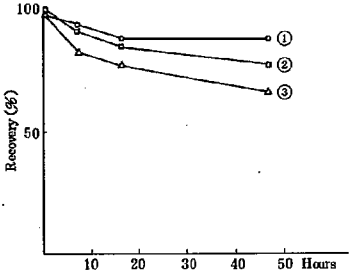


図Ⅱ.145 硬質ガラスビン中の硫黄化合物の保有性
(Dilution gas : air, sulfur compounds : 500 ppb)
① $(CH_3)_2S_2$ ② C_2H_5SH ③ $(CH_3)_2S$
④ CH_3SH ⑤ H_2S ⑥ $(C_2H_5)_2S$

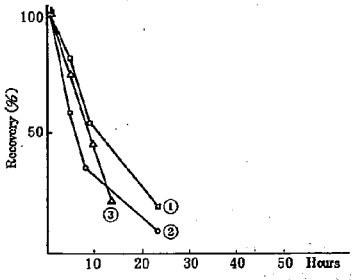
次に，川崎の大気をバランスガスとして，ppbレベルの標準混合ガス（硫化水素，メチルメルカプタン，ジメチルサルファイド）をリン酸処理ガラス容器，プラスチックバッグおよび金属製バッグ（アルミバッグ）に調整してその保有性を調べた結果，アルミバッグは試料ガスの減衰がいちじるしく，減衰と同時にクロマトグラム上に二硫化炭素であると

思われる成分の増加がみられたので，採取容器としては不適当であると思われた。

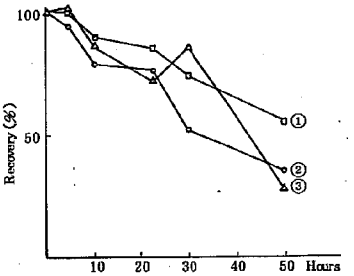
採取容器として良好な成績を示したものは，テトラバッグおよびリン酸処理のガラス容器であり，２０時間後の保有率が８０％以上であった。また，マイラーバッグでもかなりの保有性を示したが，テドラバッグおよびリン酸処理ガラス容器に比較して，標準試料の減少とともに二硫化炭素と考えられる物質の増加が多くみられた。



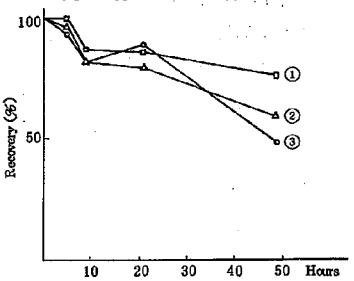
図Ⅱ.146. ガラスビンの硫黄化合物保有性
(Dilution gas: air)
①H_2S：15 ppb ② $(CH_3)_2S$: 4ppb ③ CH_3SH: 3ppb



図Ⅱ.147 アルミナバッグの硫黄化合物の保有性
(Dilution gas: air)
① $(CH_3)_2S$: 4ppb ②H_2S: 15 ppb ③CH_3SH: 3 ppb



図Ⅱ.148 マイラーバッグの硫黄化合物の保有性
(Dilution gas: air)
① $(CH_3)_2S$: 4 ppb ②H_2S: 15ppb ③CH_3SH: 3 ppb



図Ⅱ.149 テドラーバッグの硫黄化合物の保有性
(Dilution gas: air)
①$(CH_3)_2S$: 3 ppb ②CH_3SH: 4 ppb ③ CH_3SH: 3 ppb

(4) 結　語

トリメチルアミン，硫化水素などの代表的悪臭物質について試料の安定性に関する種々の実験を行い，テドラバッグ等のプラスチックバッグあるいは，処理ガラス容器が臭気捕集容器として優れている結果を得た。

しかし，結論をだすにはまだ多くの課題があるので，さらに検討を重ねる必要がある。

第3.5節　官能測定法における嗅覚パネルの選定方法

3.5.1　嗅覚パネルの選定条件

パネルとは特定の仕事をするために選出された検査員の集まりということであって，嗅覚パネルは嗅覚により種々の官能試験を行なう検査員である。パネルの仕事内容は，たとえば化粧品や香料の調査をしたり，天然食品のにおいを合成したり，また，食品の風味をひきたたせるためのフレーバーや，体臭消し，ルームデオードラント，ガス漏れのための付臭剤（着臭剤ともいう）を作ったりする各種の試験を行なうことである。

パネルには，分析型パネル（analytical panel）とし好調査型パネル（preference panel）の2種類がある。前者は普通，物品の出荷検査，工程管理あるいはにおい特性の評価を行なったりする場合に用い，後者はにおいに対する質のし好調査を行なうのに使う。いま，われわれが必要なのは前者の分析型パネルであり，その所属は公平な判断のできる中立的な立場の人々によって構成されることが好ましい。

パネルに要求される必要条件は，まず生理的にも心理的にも健康で意欲のある男女であれば問題なく，次に示すような条件が必要であるという。表Ⅱ.46でもわかるように，嗅覚パネルには要求される必要条件が多く，かつ絶えず訓練を必要とするところは大きな差がある。

表Ⅱ.46　パネルの必要条件

	嗅覚官能パネル	し好調査パネル
健　康	◎	◎
意　欲	◎	◎
知的水準	×	×
訓　練	◎	×
差の識別力	◎	×
判断の安定性	◎	−
判断の妥当性	◎	−
特性の数量的表現	○	−
表 現 力	○	−
記 憶 力	◎	○
し 好 性	×	◎
特性の分析能力	◎	−

◎ぜひ必要，○必要，×不必要，−問題外

人間の嗅覚は年令とともに低下するが，10才後半から20才代の人が最も感度が高い。しかし，高年令層にも感度の高い人もおり，経験と相まって年令では一概に区別することはできない。一般に20～40才代の人が嗅覚パネルとして適している。男女による能力の差はそれほど大きくないと文献で紹介されているが，悪臭物質のし好性では物質によってその評価は若干の差が出てくるかも知れない。

パネルを採用するにあたって，においを検出する能力，識別する能力，評価する能力を調べ，そのときの採点によって採用，不採用を決定する方法がよい。すなわち芳香と悪臭の代表的な成分を約10～20種選び出しておき，それらの濃度差を識別させる設問，種類を識別させる設問，あるにおいを数種与え，それらのにおいから何を連想できるかの想像性や表現能力を調べる設問などを4～5題設ける。それらの総合点数の最低50点以上を合格，専門パネルとしては70点以上が望ましいという基準を作って，パネルとしての素質をスクリーニングする。

香料関係のパネルスクリーニングの一方法として，20種前後の比較的よく使用されるにおい*を

---

* たとえばバニラ，オレンジ，ストロベリー，バナナ，グレープ，酢酸，酪酸など。

示し，それが何のにおいであるかを答えさせる。においの表現がそのにおいそのもののような完全の場合は5点，酢酸に対して酢という関連性をもって表現した場合は4点，酪酸に対して汗臭という特徴づけの場合は3点，不快臭というような感覚的な表現には2点というふうにはじめから基準を作っておいて，総合点数が70点をこえると採用という方法でスクリーニングしている会社もある。

また，医学界における嗅覚異常者と正常者とのスクリーニングの方法としては，視力検査，色盲検査，聴力検査のように全国的に統一された検査方法がない。したがって，各大学，病院，研究所などで個々に良法と思われる検査規準で嗅覚疾患のスクリーニングを行なってきたのが現状である。

この現状を調査するために，1970年6月，日本耳鼻咽喉科学会で全国の152大学，国立，公立，私立の大病院に対し，嗅覚障害の患者の診療にどのにおいを使用しているかをアンケートによって調査したところ，次の回答が寄せられた。最も多く使われているにおいの順にあげてみると次のとおりである。

(1)アリナミン（静脈注射するとにんにく様のにおいがする）：21カ所，(2)ストロベリー：6カ所，(3)エーテル：5ケ所，(4)アンモニア：4カ所，(5)カンファー（ショウノウ）：3カ所，(6)スカトール：3カ所，(7)メントールオレフ油：3カ所。

その他として，アルコール，ベンジン，はっか油，ピリジン，ウォールナット，オレンジ，ホルマリン，ラベンダー油，酢酸，酢酸アミル，じゃこう，バニラなどのにおいが用いられていた。

その後悪臭公害研究会（厚生省公害課が昭和44年に設けた委員会），悪臭等判定基準に関する委員会（厚生省委託研究，昭和45年），日本耳鼻咽喉科学会の理事などで，嗅覚スクリーニングの基準臭を次の5種に決定した。

(1)dl－カンファ（合成ショウノウ），(2)イソ吉草酸，(3)γ－ウンデカラクトン，(4)シクロテン，(5)スカトール

(1)は若干の刺激臭と清涼感のあるにおい，(2)は腐敗臭の一種で人間は敏感である，(3)は果実臭として桃のにおい，(4)はメイプルフレーバーとしてよくプディングに使われる一種の焦げ臭で本能的に感度が強い，(5)はふん臭の代表成分の1つである。これらのうち，今後日本で嗅覚スクリーニング試験を行なう場合は，少なくとも上記の(1)~(3)の3種については必ず基準臭として用いることに決定した。

3.5.2 T&Tオルファクトメータ法[76)]

(1) 概　要

視力，色盲，聴力については今日全国的に検査方式が統一されているが，嗅覚の検査についてはまだなんの基準も設けられていない。その反面，悪臭公害，工場災害，交通事故などによって嗅覚を犯されるケースは急速に増加している。

そこで嗅覚測定基準を設定する基準として，昭和45年6月全国の大学病院や国公私立の大病院にアンケートを送り，第一線の耳鼻咽喉科医の嗅覚検査法の事態を調査した。152通の問いに対する41通の返答をまとめると，10種類にまで及ぶ"におい"を用いて検査し

302

ているところもあったが，大部分は5種類以下の"におい"が用いられ，そのうちもっとも多く用いられたのはアリナミンであった（耳鼻咽喉科43巻，379頁，1971）。そして嗅覚測定法の規準化と統一を要望する声が大きかった。

この結果に基づき，同年8月末仙台において耳鼻咽喉科医を中心とする第1回の会議が行なわれ，有志による研究の推進方法が討議された。11月13日東京において第2回の会合が開かれ，上記のメンバーの他"におい"の専門家として高砂香料工業株式会社常務で主席調香師の甲斐荘正泰氏，"におい"の心理学者として中央大学教授吉田正昭氏，嗅覚測定の専門家として労働衛生研究所の松下秀鶴氏と日本環境衛生センターの重田芳広氏らが加わり基準臭として何が選ばれるべきか討議が行なわれた。甲斐荘氏には，イ）"におい"としての幅が広いこと，ロ）"におい"として単純で，なるべく多くの人にわかりやすいこと，ハ）"におい"が時間とともに変化しない（したがって天然物を加えない）ことなどを条件としてあらかじめ選定を依頼してあったが，その中から当日選び出されたのが表II.59に示す，10種類の「仮」基準臭である。

次に各臭について説明する。

1) dl－Camphorは"樟脳臭"として日常よく使われている。清涼感を持ち，反性的臭としてよく知られている。

2) γ－Undecalactoneは"果実臭"として桃の"におい"を持つ単晶香料である。

3) Iso－Valeric acidは"腐敗臭"で日常よく接する"におい"であり，世界的にデータが多い。人間は腐った"におい"に本能的に敏感である。

4) Cyclotene はプディングに使われている"におい"でmaple flavorとして知られ人間がやはり本能的に敏感な"焦臭"に属する。

5) Skatole は"糞臭"として日常よく接するもので，ヒトのからだから出てくる"におい"である。

6) β－Phenyl ethyl alcohol はバラの香として使われている。

7) Exaltolideは"麝香"として化粧品をよく使われている。

8) Phenolは石炭酸臭として手術室でよく経験するものである。"におい"としては異質のもので，やはりヒトのからだについて出てくるものである。

9) Acetic acid は酸臭で，酢の"におい"であり，三叉神経の刺激臭として知られている。

10) Diallyl sulfide はアリナミンよりも"にんにく臭"としての特徴を多く持っている。

これら「仮」基準臭の物質は，高砂香料工業株式会社において専門家により選び出された最純のものばかりでそれらの"におい"の特徴は記録され，またガスクロマトグラフのデー

表II.47　嗅覚測定のための「仮」基準臭

5 Odours
1 dl-Camphor
2 γ-Undecalactone
3 Iso-Valeric acid
4 Cyclotene
5 Skatole
10 Odours
1 β-Phenylethyl alcohol
2 dl-Camphor
3 Exaltolide
4 γ-Undecalactone
5 Phenol
6 Acetic acid
7 Iso-Valeric acid
8 Cyclotene
9 Skatole
10 Diallyl sulfide

タも残されている。これらを１０倍希釈法で稀釈し，同じ規格の瓶につめ，全国の研究者に同時に配付され，まったく同じ"におい"について検査できるよう打ち合わせがなされた。そこで無臭の稀釈液として最良のNujolが急きょアメリカから航空便にて取り寄せられ，10倍稀釈法により基準臭液が作成され，９月中旬には全研究者に高砂香料より送られた。９月２９日第３回の会合が東京にて開催され，これら「仮」基準臭のかぎ方を中心に討議が行なわれた。そして共通の方式として同じ"におい"紙を用い，その先端１cm だけを液に浸して被検者に手渡し，当人みずから鼻先に近づけて"かぐ"こと，稀薄なものから次第に濃いものへの順にかがせること（上昇法），そのため無臭の石鹸を作り配付すること，検査の際３ないし５臭を用いるときは表Ⅱ.47の上に示す順序で，また１０臭を用いる時は，下に下す順序でかがせることなどの申し合わせが行なわれた。表Ⅱ.47 は前の"におい"があとのテストになるべく影響を残さないように，"におい"として弱いものから強いものへと順序を決めたのである。

(2) T&Tオルファクトメータの使用法[77]

(A) 用　途

嗅覚検査

- 嗅覚障害程度判定（外傷，中毒などで嗅覚障害を訴える者の補償判定）
- 嗅覚障害部位判定（嗅覚障害を訴える者の診断と治療）
- 治療効果判定
- 正常嗅覚者の選別（悪臭公害，ニオイのパネルのため正常嗅覚者選別）

(B) 製　品

「基準臭」と「セット容器」で１組となっている。

(C) 基準臭の成分

A. β-Phenyl ethyl alcohol
B. Methyl cyclopentenolone
C. Iso-valeric acid
D. γ-undecalactone
E. Skatole

「5, 4, 3, 2, 1, 0, －1, －2,」は各濃度を示す。5が最も高い濃度であり，順次薄くなり，－2が最も低い濃度である。但し「B５」はない。代りに対照液をセットすること。

(D) 使用法

(i) 備えつけの「ニオイ紙」（細長い無臭の濾紙）を用い，検者はその一端を持ち，他端を1cm（しるしがついている）ほど嗅素液の中に浸してから，被検者に手渡してニオイをかがせる。その際，被検者に濾紙の先端を鼻先１～２ cm の所まで近づけて，かぐように指導する。

(ii) ニオイをかぐ順序はAから始めEで終る（但し時間的余裕のない時には，A，B，Cの３臭だけでもよいが，できればDを加えて４臭，更にEを加えて全５臭によるテストが望ましい。）

(iii) 一番弱い「－２」から始めて，次第に強いニオイへとかがせるが，どこで"初めてニオイを感じるか"を被検者に言わせて，その嗅素の番号をOLFACTOGRAMに記載す

304

る（検知閾値）。

(iv) 次に，更に強いニオイをかがせて，それが"何のニオイか"又は"どんな感じのニオイか"を分るまで，一段一段強くしていく。被検者が表II．60の正しい答（又はそれに近い表現）をした時に，その嗅素の番号をOLFACTOGRAMに記載する（認知閾値）。

表II．48　ニオイの表現法

（認値閾値の測定の際に用いる）

基準点	ニオイの表現
A	バラの花のニオイ，軽くて甘いニオイ
B	焦げたニオイ，カラメルのニオイ
C	腐敗臭，古靴下のニオイ，汗くさいニオイ，納豆のニオイ
D	桃のカンヅメ，甘くて重いニオイ
E	野菜くずのニオイ，口臭，いやなニオイ

(E) 注　意

(i) 無臭石鹸液……検者，被検者の手にニオイがついていると大変邪魔になるので，備えつけの無臭石鹸液で，初めに手をよく洗わせること。容器3～4振りの石鹸液を手の平にとり，湯水で溶いて洗う。

(ii) 上昇法，下行降……ニオイは必ず濃度の低いものから，順次高いものへとかがせること。（上昇法）。逆にかがせる（下降法）と嗅覚が早く減退して，あとの検査に大きな影響を残すので，特に注意が必要。

(iii) ニオイ紙の使い方・捨て方……一度嗅素液に浸したニオン紙は再使用しないこと。ニオイ紙は1回かがせるごとに捨ててしまうこと。使い捨てたニオイ紙のニオイは検査室の空気を汚すのでビニール袋に入れ，袋の口を輪ごむで締めて汚物缶へ捨てること。

(iv) 三点比較法……検知閾値が仲々決まらない時にはニオイ紙を3枚用意して，その内1枚は嗅素液につけ，他の2枚は対照液に浸して，これら3枚の中で，どれにニオイがあるかを言い当てさせる。正解を得た中で最も濃度の低いものが検知域値である。

(v) 検査室の環境……(a) 検査を続けるうちに部屋にニオイがこもってくるので，換気を十分に行うこと。(b) 室自体にニオイが悪いことが肝要なので充分留意すること。（壁のニオイ，薬品のニオイ等）　(c) 室温は20℃～25℃位が望ましい。

(vi) 嗅素液が漏れてビンやセット容器が汚れた場合……こぼれた個所を先ず脱脂綿か濾紙でできるだけ広げないように扱い取ってから，エタノールを少し浸したテイッシュペーパーかガーゼで2，3回拭きとること。

(F) 基準臭の有効期間

冷暗所に，密封して貯蔵した場合は2年間有効である。

開封使用の場合は開封の日から1カ年を許容限度とする（冷暗所貯蔵）。

(3) T＆Tオルファクトメーターによる測定例

T＆Tオルファクトメーター法により基準臭の検知閾を測定した例を表II．49に，又日本人の平均嗅量レベルを測定した例を図II．150に示す。図からも判るように一般人に比し盲人の方が嗅覚がするどく，調香師はさらにすぐれていることが如実にあらわれている。

表II.49　閾値の平均値・分散・標準偏差・変動係数（10大学，男女合計）

基準臭	検知閾値					認知閾値				
	N	$\bar{x}$	S^2	S	$S/\bar{x}$	N	$\bar{x}$	S^2	S	$S/\bar{x}$
1 dl−Camphor	782	3.32	0.9774	0.99	29.82	556	2.75	0.5014	0.71	28.00
2 γ−Undecalactone	767	5.18	1.0268	1.01	19.50	556	4.55	0.6984	0.84	18.46
3 Iso−Valeric acid	769	5.88	1.3089	1.14	19.39	556	5.53	0.8910	0.94	17.00
4 Cyclotene	777	5.71	0.9387	0.97	16.90	556	5.02	0.6066	0.78	15.54
5 Skatole	767	6.18	1.3992	1.18	19.09	556	5.49	1.2767	1.13	20.59
6 β−Phenyl ethyl alcohol	140	5.49	0.8848	0.94	17.12	134	4.51	0.6760	0.79	17.52
7 Exaltolide	140	3.75	1.5558	1.25	33.33	134	2.75	1.2396	1.11	40.36
8 Phenol	140	4.74	2.0629	1.44	30.38	134	3.89	1.1227	1.06	27.25
9 Acetic acid	140	4.74	1.4874	1.22	25.74	134	3.76	0.7799	0.88	22.22
10 Dially sulfide	140	4.85	2.7903	1.67	19.79	134	3.87	1.1191	1.06	27.39

註：N：試料数，$\bar{x}$：平均値，S^2：分散，S：標準偏差，$S/\bar{x}$：変動係数

3.5.3　日本環境衛生センター法[78)]

(1) 試験の設問内容

日本環境衛生センターでは嗅覚パネルを選定する方法として独自のスクリーニング法を考案している。以下その概要をのべる。

問1は，水および濃度の異なるトリメチルアミン溶液をにおいの強く感じられる順に並べさせる問題である。

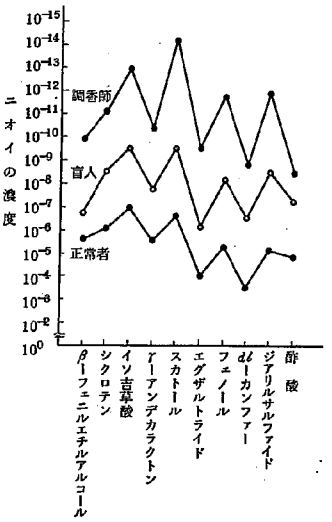
問1：においの強さの判定に関する問題
（悪臭関係，配点20点）

表II.50

試料	
I	蒸留水
〃 J	3 ppm トリメチルアミン水溶液
〃 K	6 ppm トリメチルアミン水溶液

問2は，腐卵臭として硫化水素溶液，魚臭としてトリメチルアミン溶液，大便臭としてスカトール，イソ吉草酸混合物のジエチルフタレート溶液，たくあん臭としてメチルメルカプタン溶液，焦げ臭として木酢液油溶部分のジエチルフタレート溶液をそれぞれ識別させる問題である。

問2：においの質の判定に関する問題（悪臭関係，配点30点）



図II.150　日本人の平均嗅覚レベル測定結果

表Ⅱ.51

試料D	腐　卵　臭	硫化水素のヘキシレングリコールと水の混合溶液
〃E	魚　　臭	トリメチルアミンの5 ppm水溶液
〃F	大　便　臭	スカトール380ppmおよびイソ吉草酸1.3 ppmのジエチルフタレート溶液
〃G	たくあん臭	メチルメルカプタンのヘキシレングリコールと水の混合溶液
〃H	焦　げ　臭	木酢液油溶部の1％ジエチルフタレート溶液

問3は，オレンジ油の0.25％エタノール溶液が1つ，0.5％溶液を2つ，合計3つの中から1つだけにおいの弱いものを選ばせる問題である。

問3：においの強度の判定に関する問題（芳香関係，配点20点）

表Ⅱ.52

試料A	オレンジ油の0.25％エタノール溶液
〃 B	オレンジ油の0.5％エタノール溶液
〃 C	オレンジ油の0.5％エタノール溶液

問4は，フルーツ臭5種の香料すなわちレモン，ライム，ストロベリー，バナナ，グレープのオイルおよびエッセンスをそれぞれのにおいの強さに応じて0.5～10％までのエタノール溶液を作り，同じにおいの有無を識別させる問題である。

問4：においの質の判定に関する問題（芳香関係，配点30点）

表Ⅱ.53

試料L	ライムオイルの0.5％エタノール溶液
〃 M	レモンオイルの0.75％エタノール溶液
〃 N	ストロベリーエッセンスの10％エタノール溶液
〃 O	グレープエッセンスの10％エタノール溶液
〃 P	バナナエッセンスの5％エタノール溶液

(2) 試験の実際

問1，問2では，直接ガラスびんからかいで判定させる方法，問3，問4ではにおい紙すなわちろ紙を細長く切ったものに試料をつけたものをかいで判定させる方法をとった。

(3) 試験結果の考案

(A) 結　果

次に試験の集計結果を表示する。

(i) 1969年6月19日実施分（晴，気温23℃，湿度73％）

(a) 合格率

56点以上を合格とした場合の合格率は66名中36名で54.5％であった。

(b) 年令別合格率

表Ⅱ.54

	合格者数	参加者数	合格率 (%)
20才代	21名 (女性1名)	39名 (女性2名)	53.8
30才代	9	17	52.9
40才代	5	9	55.6
50才代	1	1	100.0

(c) 設問別正解率

表Ⅱ.55

問 1	問 2	問 3	問 4
30.9%	48.5%	56.0%	50.0%

(Ⅱ) 1969年9月11日実施分 (晴，気温27℃，湿度70%)

(a) 合格率

43名中24名で55.8%であった。

(b) 年令別正解率

表Ⅱ.56

	合格者数	参加者数	合格率 (%)
10～20才代	10名	14名	71.4
30才代	10	15	66.7
40才以上	4	14	28.6

(c) 設問別正解率

表Ⅱ.57

問 1	問 2	問 3	問 4
65.1%	23.3%	83.7%	55.8%

(B) 考　察

第1回目，第2回目の試験結果を比較してみると合格率はそれぞれ52.9%，55.8%と大差ないが，年令による合格率および設問別正解率ではかなりの差がみられる。年令別正解率では，第1回試験では各年令ごとにあまり差がないのに対し，2回目では40才以上の合格率が28.6%と極端に低下しているのが認められた。

結論的には，2回の試験結果の集計から判断すると，年令別合格率，設問と正解率を出すには試料数が不十分ではないかとの感じをぬぐえない。また，問4の同じにおいの有無を判定させる場合の解答形式が"ある""ない"のいずれかであったため，その正解率が50%付近に出たということは，その解答形式に一考を要するとの感じである。

3.5.4 嗅覚パネルの育成法[79)]

嗅覚スクーニング試験についてそのあらましを説明したが，以下パネルの育成法について述べる。

まず"悪臭測定パネル"に要求される能力としては，(1)においの質を判別する能力，(2)においの強度を判別する能力，(3)においを記憶する能力，(4)再現性の高い判定をする能力，(5)不快度を判定する能力，(6)混合悪臭から各単品悪臭をかぎとる能力などがあげられる。

(1) 悪臭物質の記憶

各悪臭単品をくり返しかいで記憶する必要がある。次いで，水その他適当な溶媒を用いていき値付近までの一連の溶液を作り，各濃度におけるにおいの強さ，特徴を記憶する必要がある。

濃度の異なる場合のにおいの特徴の変化は，たとえばジメチルサルファイドでは濃度の濃いときは植物の腐敗臭であるが，薄い場合は焼きのりを想起させる。また，濃いときには大便臭を思わせるインドールは，希薄溶液の状態では花香様の芳香となる。

記憶すべき悪臭単品としては，表Ⅱ.58のようなものがあげられる。さらには，各単品臭

表Ⅱ.58 記憶すべき悪臭物質の一例

アミン類	メチルアミン，エチルアミン，ジメチルアミン，ジエチルアミン，トリメチルアミン，インドール，スカトールなど
カルボン酸とそのエステル	ギ酸，酢酸，プロピオン酸，酪酸，吉草酸，カプロン酸，カプリル酸，酢酸メチル，酢酸エチル，酢酸プロピル，酢酸ブチル，サルチル酸メチルなど
アルコール，フェノール類	ブチルアルコール，イソブチルアルコール，アミルアルコール，イソアミルアルコール，フェノール，クレゾール，クロロフェノール，グワヤコールなど
アルデヒド，ケトン類	ホルムアルデヒド，アセトアルデヒド，ノニルアルデヒド，アクロレイン，ベンズアルデヒド，フルフラール，アセトン，メチルエチルケトン，ジアセチル，シクロヘキサン，γ－ウンデカラクトン，シクロテンなど
硫化物硫黄化合物	硫化水素，二硫化炭素，二酸化イオウ，ジメチルサルファイド，ジメチルジサルファイド，ジフェニルサルファイド，ジプロピルサルファイド，ジアリルサルファイド，チオフェン，テトラヒドロチオフェン，メチルメルカプタン，エチルメルカプタン，プロピルメルカプタン，ブチルメルカプタン，イソブチルメルカプタン，アミルメルカプタンなど
芳香族	ベンゼン，トルエン，キシレン，スチレン，ショウノウ
エチレン系炭化水素	1－ブテン，2－ブテン，イソブチレン，ブタジエン
その他	アンモニア，ハロゲン系ガス，塩酸，硫酸，シアン化合物ガス，ホスゲン，ホスフィン

を混合した場合のにおいの変化を記憶することも必要となろう。表Ⅱ.59に色々な研究者が分類した臭いの種類を示す。次いでできるだけ多くの悪臭発生現場を経験し，そこからの臭気を記憶することもたいせつである。

表Ⅱ.59　基準におい分類表

研　究　者	に　お　い　の　分　類
Crocker, Henderson	芳香，酸臭，焦げ臭，やき臭（カプリル酸臭）
Henning	花のかおり，果実香，バルサム臭（樹脂臭），焦げ臭，香味のにおい，悪臭（不快臭）
Heyninx	苦みを伴ったにおい，腐敗臭，焦げ臭，香味のにおい，エーテル臭（バニリン臭），ねぎ臭（ガーリック臭）
Erb	刺激臭，芳香，焦げ臭，カプリン酸臭，酸臭，微臭
Zwaademaker	エーテル臭，芳香族物質によるにおい，バルサム臭，美味芳香，ねぎ臭，焦げ臭，カプリル酸臭，けんお臭，吐きけを起こすにおい

記憶すべき臭気としては，し尿臭，ごみ臭，豚舎臭，鶏舎臭，魚腸骨処理場臭，ごみ焼却場臭，えな焼却炉臭，野犬焼却炉臭，皮革工場臭，製紙工場臭，石油精製および石油化学工場臭，飼料および有機肥料工場臭，各種プラスチックおよびゴム工場よりの臭気があげられる。

いずれにしろ前に述べたような訓練および経験をくり返して行なうことがたいせつで，嗅覚の疲れ，心理的な疲れからくる判定データの甘さをカバーし，再現性の高いデータを出せる能力のあるパネルを育成するうえに必要となる。特に臭研木下式測定法（食塩水平衡法）が，宮城および1，2の県で悪臭取り締まりの県条令として実用化されている現状をみると，"悪臭測定パネルの選定と育成"が悪臭公害対策の重要な決め手になるものと思われる。

試験中は静かな，落ち着いたふん囲気の場所で行なえば，かぐことにパネルの神経が集中できるので正しい安定したデータが得られよう。

(2)　悪臭公害パネルの任務

悪臭測定用パネルとは，多くの場合地域住民の代表として悪臭を評価する責務を負う。

嗅覚パネルの目的は，(1) 地域の環境衛生学的な臭気の評価：特定な臭気，air quality としての総合評価，(2)排出源の評価：排気臭のポテンシャル，地域住民への影響力の大きさ，(3)脱臭剤・脱臭装置の効果判定：マスキング効果，けんお度の判定，(4)排出源の調査：悪臭発生源が不明な場合，臭気の性質により区分（たとえば酢酸エチル，ブタジエン，メルカプタン系など）などの点である。またパネルに要求される能力は，(1)識別能力が高く，(2)判断基準が妥当性を有し，(3)判断が安定しており，(4)表現能力が豊かであることである。

(i)　識別能力：識別能力は相対的識別能力と絶対的識別能力とに分けられる。前者は，2試料のにおいの質や強度の差，3試料の中の異なった1個のにおいをかぎ分ける能力である。後者は試料を1つ与え，それがAかAでないかまたはAかBかを判断する能力である。前者よりむずかしい。

(ii)　妥当性：臭気強度またはにおいの質で，パネルの判断が客観的順位とか配列と一致してい

るかどうか。地域住民の判断を代表して適切なもの，たとえば平均値に位置するパネルの判断は住民半数にとって(+)であり，半数にとって(−)の判断であり，4分位偏差のパネルの判断は25%にとって(+)，75%にとって(−)となる条件を判断したことになる。パネル相互の間での矛盾した判断基準は禁物である。

(iii) 安定性：同一試料を時間や日時を変えて何回も試験し安定性をみる。安定性を保つには，におい物質の記憶，作業に対する興味や意欲の持続，嗅覚刺激に対する順応を早く回復させることである。（たとえば，2.6 ppm濃度の硫化水素を1度かぐと，回復に5～6分はかかる）。

(3) 嗅覚試験に及ぼす諸因子

(A) 年　令

Joyner はフェノールに対する嗅覚鋭敏度を500名について調査したところ，表II.60のような結果を得た図表から明らかなように嗅覚鋭敏度は年令とともに低下している。

表II.60　年令と嗅覚鋭敏度

年　令	15～24	25～34	35～44	45～54	55以上
順　位	2	1	3	4	5

Fordyce も 135 人の嗅覚鋭敏度をフェノールを用いて調べ，Joyner とほぼ同様の結果を得た。

ただし，試験に必要な注意力，忍耐力，表現力などは一般に高年者のほうが若年者よりよいので，パネルメンバーは20～40才がよい。

(B) 性　別

Schneider らは，シトラールに対する嗅覚試験を53人の健康な被験者につき150回行なった結果，女子のいき値は0.017 μg/l air であったと報告している。

Le Magnen はじゃこう臭をもつペンタデカノイドに対しては，成人女子が成人男子，少年，少女よりもかなり高い鋭敏度を示したとしている。嗅覚の性差については意見が分かれている（月経，妊娠中の女子は避ける）。

(C) 健康（生理的，心理的にも健康）

嗅覚脱失症，嗅覚減退症，嗅覚錯誤症など，また一時的な嗅覚異常（かぜ，鼻炎，妊娠初期など）は嗅覚パネルには不適当である。

(D) 空　腹

食後6時間後シトラールに対するいき値0.017μg/l air，食後3時間までシトラールに対するいき値0.034μg/l air，コーヒー，酢酸イソアミル，n−ブチルアルコールも同様な結果が得られる。

(E) 喫　煙

Joyner はフエノールに対する嗅覚鋭敏度を293人の喫煙者，203人の非喫煙者で比較したところ，非喫煙者がまさることを立証した。

Fordyce もフェノールで同様の実験結果，非喫煙者とシガレット喫煙者とに有意差はないが，これらとパイプタバコ喫煙者とでは後者が著しく低下していると報告している。

Moncrieff の調べでは，酢酸，トリメチルアミン，エチルメルカプタンでは差はないがピリジンに対する鋭敏度は喫煙者は低い。しかし1週間の禁煙で回復する。

(F) 意欲・興味

分析型パネルには特に必要である。

第4章　アンケート調査法[80] (聞き取り調査法)

悪臭公害を住民側に立ってその実態を捕える方法は，前項の環境臭気調査とこのアンケート調査の2つである。

調査の目的は，1）調査期間中の悪臭の程度と日ごろの悪臭の状態との比較をし，調査データの正しい悪臭評価をすること，2）住民被害実態の程度とその範囲を距離別に捕える，3）悪臭による直接的，間接的な被害の具体例のは握，4）悪臭公害の捕え方，関心度，対策の必要緊急性など，5）複数の発生源の場合はそれぞれの被害状況分布とその発生源の推察などである。

調査方法は，まずアンケートの設問作りがたいせつであるが，その一例を表II.61に掲げておく。実施の方法は，発生企業や所轄官庁に関係のない中立な機関，たとえば大学とか公立の研究機関からの派遣調査員の形をとることが望ましい。

地図上で気象条件を加味して，被害地域と被害のない地域とを，発生源がわかっていれば距離の関係で出す。通常200～300 mごとに1～2カ所，8～10カ所行ない，非影響地区も1～2カ所調査しておく必要がある。1カ所30軒前後，3人が1チームを組んで，1人ずつ別れて聞き取り調査を行なう。調査時間は夕方の6～8時ごろがよく（昼間だと主婦などが圧倒的に多くなる），1軒約10分間ですませ，次は4～5軒離れた家を訪問するようにする。調査日はできるかぎり悪臭発生が平均的にあると思われる日と，日ごろの被害地域が風下で風速2～5 m/secの日を選ぶようにする。

調査結果はまとめて各地域ごとに分析し，各項目ごとに百分率にして棒線グラフなどにしておくと解析しやすい。

表II.61　悪臭アンケート調査表

昭和　年　月　日　時　分・担当者

1. この辺ににおいはありますか
   イ．いつもある　ロ．時々ある　ハ．たまにある　ニ．ない　ホ．昔はあった
2. きょうのにおいはいつもと比べて
   イ．全く強い　ロ．強い　ハ．弱い　ニ．全く弱い　ホ．ない　ヘ．わからない
   ト．平常どおり

3. このごろのにおいは去年やおととしに比べて

イ．だんだん強くなっている　ロ．変わらない　ハ．だんだん弱くなってきている　ニ．わからない

4. 器物の被害がありますか

イ．ない　ロ．ある　a．トタン屋根のさび　b．とい，窓わくのさび　c．テレビアンテナのさび　d．農作物の被害　e．庭木，植木が枯れる　f．洗たく物ににおいがつく　g．地価が上らない

5. 家庭の中でだれがいちばんこのにおいに文句を言いますか

イ．祖父　ロ．祖母　ハ．父　ニ．母　ホ．姉　ヘ．兄　ト．妹　チ．弟　リ．子供　ヌ．嫁　ル．孫　ヲ．同居人　ワ．お手伝いさん　カ．夫　ヨ．妻　タ．本人

6. 昭和何年ごろ（または何年前）からいやなにおいを感じはじめましたか

イ．（　　）年から　ロ．（　　）年前から

7. 1年でどの季節がいちばんくさいですか

イ．春　ロ．夏　ハ．秋　ニ．冬　ホ．梅雨期　ヘ．一年中

8. どんなときにくさく感じますか

時間：イ．朝　ロ．昼　ハ．夕方　ニ．夜半　ホ．関係ない

風力：イ．強　ロ．中　ハ．弱　ニ．関係ない

天候：イ．晴　ロ．曇り　ハ．雨　ニ．関係ない

風向：イ．南風　ロ．北風　ハ．東風　ニ．西風　ホ．関係ない

9. このにおいは何のにおいに似ていますか

イ．魚のくさった　ロ．たくあんのような　ハ．卵のくさったような　ニ．みそのような　ホ．獣の焦げる　ヘ．玉ねぎのような　ト．ゴムの焼ける　チ．刺激性の　リ．油の　ヌ．種々混じった　ル．何とも言えない　ヲ．豆を煮た　ワ．ごみ焼きのにおい

10. このにおいは毎日の生活にどのように影響していると思いますか

イ．影響していない　ロ．影響している　a．いやな感じがする　b．においのするときは家にいたくない　c．読書や勉強のじゃまになる　d．仕事（神経を集中するような）のじゃまになる　e．来客がいやがる　f．暑くても窓をしめる　g．その他

11. このにおいは身体に悪い影響があると思いますか

イ．ない　ロ．ある　a．頭痛，頭重　b．食事がまずい　c．ねむりのじゃまになる　d．息苦しい　e．吐きけがする　f．のどが痛い　g．目にしみる　h．せきやくしゃみが出る　i．気分がいらいらする

12. このにおいを悪臭公害と感じますか

イ．慣れたので感じなくなった　ロ．明らかに公害だ　ハ．公害かもしれない

ニ．公害とは思えない　ホ．わからない

13. このにおいをどのようにしたらよいですか

イ．対策はない　ロ．対策はある　a．工場が他へ移動または廃業すればよい

b．工場はもっと金をかけて脱臭装置をつけるべきである　c．このにおいのいやな人は住む所を変えればよい　d．おりがあったら引っ越したい　e．国や県でなんとかすべきである　f．その他

14. 担当者の参考事項

住所		性別	男女	年令	才	（　）年前から住んでいる
職業	専門技術職　管理職　事務職（公）　事務職　販売　農業　漁業　採鉱　運輸通信 技術生産工　サービス業　主婦　学生					

このアンケート調査の結果，つぎのことがわかる筈である。

① 距離による被害地域の程度と被害範囲

② 悪臭被害の直接的，間接的な具体例の内容

③ 悪臭公害のとらえ方と関心度

④ 調査期間中と日ごろの悪臭の状態との比較

⑤ 複数の発生源の場合にはそれぞれの被害状況の分布とその程度の推察

第Ⅲ編　脱臭対策へのアプローチの方法

第Ⅲ編　脱臭対策へのアプローチの方法[81)]

第１章　脱臭対策取り組み方のフローシート

悪臭公害の発生状況は，住民の苦情の大きさ，発生業種の多様性，発生工程や原因物質の複雑さからいつでも，確かに多くの人の手に余る公害現象であるといえる。

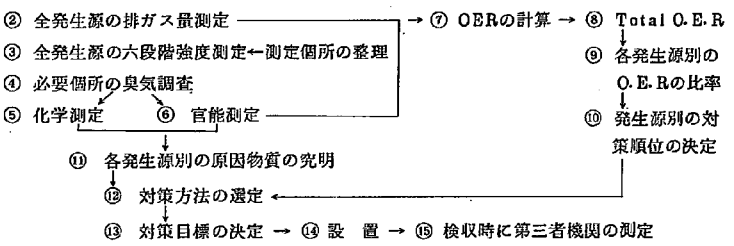
とくに，被害をうける住民は感覚による苦情であり，現状では完全に悪臭を除去することが主として経済的な理由でできないので，その対策は悪臭除去と同時に，付近住民との人間関係の正常化も必要となり，増々，悪臭対策をする人達を億劫がらせる原因となっている。

そこで今回は，これらの複雑かつ，多様性のある悪臭対策の進め方について，今までの経験を基にして，少し整理してみたいのでその概要について説明しておく。

第 1.1 節　悪臭対策の取り組み方

悪臭対策をする上で何より大切なことは，まず第一に，悪臭発生源の調査をすることである。

図Ⅲ.1 は，悪臭対策の取り組みの必要な手法についての順序をフローダイヤグラムに表わしたもので，主として悪臭発生源事業所が，どのようにして悪臭をなくするための道順をたどればよいかの案内をしたもので，これだけの悪臭調査と，そのデータ解析の評価を綿密に実施すれば，ベストの脱臭方式を選定しうるものと思われる。



図Ⅲ.1　悪臭対策の取り組み方

図Ⅲ.2 に示したダイヤグラムは，悪臭対策に経験の薄い発生源事業所が，いつも迷うところである。このことを行うには，現状の悪臭苦情を十分に把握し，発生源事業所に対する付近住民の意識や今までの人間関係のいきさつをも検討し，発生源と付近住宅地までの距離，発生源の排出口の高さ，気象条件，地形などの周辺の環境も十分に調査した上で，どこまで脱臭すべきかを決定する必要がある。

脱臭対策は，きわめて経済的に負担が大きいので，慎重に計画する必要がある。又，恒久的な抜本対策を実施するには，対策を要する事業場の概要や悪臭発生状況によっては５～１０年をも要する場合があり，その間の付近住民の悪臭に対する公害意識の向上も十分に考慮に入れておか

216

① 悪臭苦情の件数と内容の解析
↓
② 付近住民の公害意識調査 ← （アンケート調査等）
↓
③ 官能・機器による発生源調査
↓
④ 調査結果と発生源周辺の環境状況
↓
⑤ 発生源の悪臭除去率と敷地境界濃度の推定
↓
⑥ 付近住民の公害意識の向上の推定を加味
↓
⑦ 付近住民対策　　⑧ 脱臭対策

図Ⅲ.2　悪臭対策目標の決め方

ないと，せっかくの対策をした努力も水泡に帰すことになりかねないのが悪臭公害対策の難かしいところである。

第1.2節　脱臭方法のプロジェクトチーム活動

第Ⅲ.3図は，かかる脱臭対策のむづかしさを整理，分解し，取り組みやすいコンポーネントに分けて解決していく方法はないかと考え，幾つかの実施例を重ねて編みだした方法のフローダイヤグラムを示したものである。

本方式は，一見すると込み入って面倒な手法のように映るかもしれないが，最終ゴールに到達するには，トライ，アンド，エラーで経験的に積み重ねていく方法よりは，間違いなく最短距離を通れる方法であると思われる。

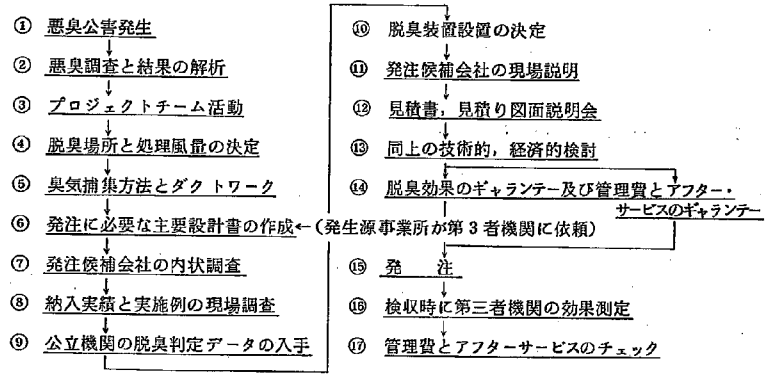
① 発生源別の測定データ（官能及び化学測定）　② 敷地境界及び環境臭気測定データ
↓
③ 両者のデータ解析による結果
O.E.R，Total O.E.R，発生源別のO.E.Rの比率，
発生源別の順位の決定，原因物質の究明
↓
④ プロジェクトチームの結成
㋑ 悪臭調査機関技術者
㋺ 脱臭技術コンサルタント
㋩ 発生源の工程関係技術者
㋥ 〃 の経営首脳部
㋭ 〃 のプラントメーカー技術者
↓
⑤ 脱臭方法の各種検討　　⑥ 臭気採取場所と処理風量の決定
㋑ 工程の改善　　↓
㋺ 原料・製品の変更又は廃止　⑦ 臭気捕集方法とダクトワーク
㋩ 局所対策か総合対策かの検討　　↓
㋥ 暫定的対策と恒久的対策　⑧ 脱臭方式の決定とメーカー選定

図Ⅲ.3　脱臭方法のプロジェクトチーム活動

第 1.3節　脱臭装置メーカへの発注の仕方

図Ⅲ.4については，脱臭装置メーカに苦言を提するというのではなく，悪臭を取り扱うことを余りにも知らない多くの発注者が，今までの多くの苦い経験を通して確定した，発注までのプロセスである。

内容的にフローを追っていけば，清掃施設などの発注と余り変らないことにお気付きであろう。悪臭に関しても，恐れず，自信をもって，その通り実施すればよいと思う。



図Ⅲ.4　脱臭装置メーカーへの発注の仕方

第2章　悪臭発生源別の9型分類

第 2.1節　O.E.Rと悪臭公害の起り具合

表Ⅲ.1　OERと悪臭公害の起こり具合

臭気排出強度 ($N m^3$/分) (Total OER)	悪臭公害の起り具合	発生業種の代表例	備　　考
10^4 以下	特殊な場合を除いて起こらない。	パン工場，醸造工場	
$10^{5\sim6}$	現在小規模の公害が起こっているかその可能性を内在している。	塗装，塗料工場，印刷，インク工場，皮革工場，FRP工場，飼・肥料工場，下水処理場	悪臭の最大到達距離は1～2Kmで悪臭苦情も500m以内が中心で，1Km以遠はまずないといえる。
$10^{7\sim8}$	小～中規模の公害が起こっている。	鋳造工場，し尿処理場，養豚養鶏場，石油化学工場	悪臭の最大到達距離は2～4Kmで悪臭苦情は1Km範囲内である。
$10^{9\sim10}$	大規模の公害が起こっている。	KP工場，セロファン工場，へい獣処理場，レイヨン工場	悪臭の最大到達距離は10Km以内で悪臭苦情は2～3Km範囲内である。
$10^{11\sim12}$	最大の発生源でその例は少ない。	公害対策をしていない大規模のKP工場	悪臭の最大到達距離は数10Kmに及び被害も4～6Kmの範囲に及ぶ。

今までの多くの，多種に亘る悪臭発生源や環境臭気調査の結果，これらの複雑な悪臭発生を何んとか整理することができないものかと思い，九つの型に分類することを考え出した。

表Ⅲ.1表に示したのは，過去１０年間に調査したTotal O.E.R（官能測定による臭気濃度×排ガス量〔N㎥/分〕）と悪臭公害の起り具合を表にまとめたもので，それらのTotal O.E.R が該当する幾つかの事業所の例も揚げておいた。

このO.E.R（Odor. Emission. Rate）は使い慣れてみると，きわめて臭気排出強度を表わすには合理的な尺度であると考えられるが，ＯＥＲを支配する因子は臭気濃度と排ガス量である。

そこで，これらの因子を高中低，または大中小の３段階に分け，その組み合せが９通り出来るので，この９通りの種類の異なった排出源に対して，適する脱臭対策は何かを考えてみた。

第 2.2節　9型分類別の脱臭方法の選定

2.2.1　悪臭発生源の９型分類

表Ⅲ.2は，今までの経験を基にして，臭気濃度と排ガス量を３段階に分類した区分である。その分け方にはまだ異論の余地が多く残されていると思われるので，今後も検討することを考えている。

表Ⅲ.3は，ある範囲をもった９型のO.E.R の数値に対して，参考までに幾何平均値による単数のO.E.R を示したものである。

これらの９型の分類によって，今までともすると適用，不適用か不明確であった，約１０種（原理別にみて）の脱臭方法の整理が可能となったのみならず，兎角，脱臭装置メーカの営業的な動きによってもたらされた適用外の設置例の失敗が防げるのではないかと思われる。

表Ⅲ.2　悪臭発生の９型分類

高濃度臭気（臭気濃度　10万～500万） 臭気量　大（臭気量　1000～5000N㎥/分）	……区分　1－①
高濃度臭気（同　上） 臭気量　中（臭気量　200～1000N㎥/分）	……区分　1－②
高濃度臭気（同　上） 臭気量　小（臭気量　30～200N㎥/分）	……区分　1－③
中程度臭気（臭気濃度　5000～10万） 臭気量　大（臭気量　1000～5000N㎥/分）	……区分　2－①
中程度臭気（同　上） 臭気量　中（臭気量　200～1000N㎥/分）	……区分　2－②
中程度臭気（同　上） 臭気量　小（臭気量　30～200N㎥/分）	……区分　2－③
低濃度臭気（臭気濃度　300～5000） 臭気量　大（臭気量　1000～5000N㎥/分）	……区分　3－①
低濃度臭気（同　上） 臭気量　中（臭気量　200～1000N㎥/分）	……区分　3－②
低濃度臭気（同　上） 臭気量　小（臭気量　30～200N㎥/分）	……区分　3－③

表 II.3　9型分類による O.E.R の幾何平均値

区　分	OER（$N m^3$/分）の範囲	OERの幾何平均値
1－①	$1.0 \times 10^8 \sim 2.5 \times 10^{10}$	1.58×10^9
1－②	$2.0 \times 10^7 \sim 5.0 \times 10^9$	3.16×10^8
1－③	$3.0 \times 10^6 \sim 1.0 \times 10^9$	5.48×10^7
2－①	$5.0 \times 10^6 \sim 5.0 \times 10^8$	5.00×10^7
2－②	$1.0 \times 10^6 \sim 1.0 \times 10^8$	1.00×10^7
2－③	$1.5 \times 10^5 \sim 2.0 \times 10^7$	1.73×10^6
3－①	$3.0 \times 10^5 \sim 2.5 \times 10^7$	2.74×10^6
3－②	$6.0 \times 10^4 \sim 5.0 \times 10^6$	5.48×10^5
3－③	$9.0 \times 10^3 \sim 1.0 \times 10^6$	9.46×10^4

2.2.2　脱臭方法の選択に関する比較考察

2.2.2.1　脱臭方法の種類とその比較

現状では，工業用脱臭方法の種類はつぎの約１０種類がある。それらを臭気発生源のＯＥＲの区分別に適用を考えてみると，つぎのとおりである。

(1)　直焔燃焼脱臭法

650℃0.3 秒間の燃焼脱臭条件，ロサンゼルス大気汚染防止法の日本での普及，特長：高濃度臭気に適用，燃費が高いが効果は確実

問題点……水分，ヒューム，ダストの前処理

臭気と熱との混合，断熱，熱回収，濃度検出部位，NO_X の発生，臭気濃度は出口で 500 以下のギャランティー。

(2)　触媒燃焼法

白金，銅等の触媒使用，２８０～３６０℃，触媒接触時間は 0.01～0.03 秒。

特長：有機溶剤処理に適用，燃費は直燃の４０％

問題点……水分，ヒューム，ミスト，ダストの前処理

ヒ素，水銀，亜鉛等の重金属による触媒毒，臭気濃度は出口で500 以下

(3)　物理吸着法

活性炭……木炭系，石炭系，空塔速度 0.4 m/sec 以下，SV20,000，特長は低濃度大量の臭気に適する。寿命は３ケ月～６ケ月で再生か，使い捨て，効果はきわめて高い。

問題点……水分，ヒューム，ダスト，ミストの前処理。

交換再生に人手と経費を用する。維持管理のよい施設で用いる。

ゼオライト，活性白土……脱臭効果と寿命は活性炭より著じるしく劣る。

(4)　化学吸着剤

イオン交換樹脂……活性炭層の前に用い下水処理場，し尿処理場に適用，設備費，再生費が割高，効果は高い。

(5)　薬液洗浄法

酸・アルカリ洗浄法，アルカリ洗浄法，次亜塩素酸ソーダ法，その他

(6) 酸化剤法

オゾン，塩素ガス，二酸化塩素などを用いる。

(7) 中和剤，マスキング剤法

2.2.2.2 脱臭対策

(1) 区分 1－① (高濃度・大臭気量)

本発生源は，クラフトパルプ工場，セロファン工場，へい獣処理施設等で，一般に脱臭装置を設置する前に，かなりの製造工程，処理工程の改善を抜本的に実施し，排ガス量の縮小のためのエンジニアリングを十分に行なわないと，脱臭装置の設置が，建設費，維持管理費の高額のために具体化しない場合が多い。

したがって，本区分は第一にTotal OERの低下を製造工程，処理工程から改善することを実施する。

(2) 区分 1－② (高濃度・中臭気量)

本発生源は，Total OERの幾何平均値が3.16×10^8で，中小規模の悪臭公害が起っているランクに入り，区分1－①とほぼ同じ製造工程や処理工程の改善が必要である。

このOERをそのまま脱臭処理しようとすれば，つぎの方法が適すると思われる。

第1に直接燃焼脱臭方式で，臭気を650℃ 0.3秒間燃焼脱臭する。効果は臭気濃度で500以下，物質濃度による除去率は，入口臭気濃度にもよるがおおむね90％以上は期待できる。600 Nm^3/分 の臭気で，脱臭装置は熱回収装置50％程度のものをつけると工事費別で1億～1億5,000万円程度，燃費は灯油で日働10時間で年間8,000万円程度かかるものと思われる。直接燃焼脱臭方式は燃焼の管理費は高いが効果が確実であり，特に臭気組成が腐敗臭，発酵臭の場合は本法が適する。

本臭気組成が有機溶剤系であれば，触媒燃焼方式が適する。脱臭効果は直燃方式とほぼ同じであり，建設費は600 Nm^3/分の臭気で1億～1億8,000万円程度であるが，燃費は2,500～3,500万円/年 で，直燃方式の約4割ですむ。触媒の再生に若干の費用はみておかねばならない。

この他に，高濃度オゾン（O_3で20 ppm）添加と物理吸着剤（例えば活性炭）の組み合せ，高濃度塩素ガス（Cl_2 20 ppm）添加とカ性ソーダ洗浄や電気脱臭法の組み合せ，酸・アルカリ洗浄法と活性炭法などの組み合せも考えられる。これらの建設費は600 Nm^3/分 の臭気量で，除じんや除湿の前処理設備をつけると8,000万～1億6,000万円程の建設費と，2,000～4,000万/年 程度の管理費を要するものと思われる。これらの方式の脱臭効果は燃焼脱臭方式と同等か，それに近いものとなろう。

(3) 区分 1－③ (高濃度・小臭気量)

本OERの脱臭には，腐敗臭では直接燃焼脱臭方式，有機溶剤系では触媒燃焼法が適する。100 Nm^3/分 の臭気では，前者の方式で建設費が3,500～5,000万円，燃費が熱回収率50％の装置をつけて年間1,500～1,800万円程度であり，後者の方式で建設費が3,500～5,000万円，燃費が350～550万円/年程度と思われる。

脱臭効果が若干低くてもよければ，ボイラー等の火室の二次空気として用いれば，5 tボ

321

イラー程度の火室で燃焼脱臭できる。

(4) 区分 2－① （中濃度・大臭気量）

化学吸着剤（イオン交換樹脂，スルフオン化石炭）と活性炭の組み合せ，高濃度オゾンや塩素ガス添加と活性炭，酸・アルカリ洗浄法と活性炭の組み合せが適する。これらの組み合せのうちで，いずれを選ぶかは，臭気組成や，臭気排出状況などによって異なる。

腐敗臭における脱臭効果の安定性をみると，イオン交換樹脂と活性炭の組み合せがよいと思われるが，脱臭装置の建設費と管理費は自動再生装置を含めると，3,000 N㎥/分 の臭気量では 3～4 億円，管理費が 3,000～4,000 万円程度は入用である。

但し，効果は臭気濃度で200以下で保つのも困難ではない。スルフオン化石炭，鉄剤，活性炭の組み合せでは，イオン交換樹脂とほぼ同様の効果と建設費，管理費がかかると思われるが，再生は手動となる。

(5) 区分 2－② （中濃度・中臭気量）

臭気濃度は例えば 40,000，排ガス量は 600 N㎥/分 とすれば，脱臭方法は区分 2－①の方法に加えて，有機溶剤系臭気であれば触媒燃焼法の採用も可能である。直接燃焼脱臭法は従来の方式では燃費がかかりすぎて採用できないが，現在検討されているような，低燃費の界面燃焼脱臭方式（従来の方式の 1/5～1/10 の燃費）や，高率熱回収（回収率が９０％以上）の金属蓄熱方式（トルエン濃度で700 ppm で自燃する）などを用いれば，燃焼脱臭装置の適用範囲に入ってくる区分である。

界面燃焼脱臭装置および，金属蓄熱装置は 600 N㎥/分 での建設費は 1 億～ 1億 2,000万円，燃費は 1,200～16,000万円/年で済むというが，両者とも未だ十分な運転実績と技術の蓄積がないので，その真価は 2～3 年後で判明するものと思われる。

(6) 区分 2－③ （中濃度・小臭気量）

区分の代表的臭気を臭気濃度 40,000，排ガス量 100 N㎥/分 とすれば，腐敗・発酵臭気であれば直接燃焼脱臭法，有機溶剤系臭気であれば触媒燃焼法がよいと思われる。

また，化学吸着剤と物理吸着剤，薬液洗浄法や酸化剤と活性炭の組み合せも可能な区分である。

(7) 区分 3－① （低濃度・大臭気量）

低濃度臭気で大容量の場合には，アンモニア，硫化水素等の低分子臭気成分を含まなければ活性炭吸着が適する。但し数千 ㎥/分 の臭気量があるので，吸着塔の建設費も含み，2－①の区分で述べたように 3～4 億円，管理費は 1 年間を活性炭の寿命とすれば，年間で 1,000～1,500万円程度かと思われる。

臭気成分が有機溶剤であれば，多段流動方式で連続自動再生装置付きの方式が採用できる，活性炭の量は kg/臭気㎥ であるので 3,000 N㎥/分としても 3 トンで済み，建設費も 1 億5,000～2 億で済むし，管理費も従来の 1/5～1/10 でよいといわれるが，今後の実機による長期の運転データと多くの実績がないと，はっきりした本方式の評価ができない。

(8) 区分 3－② （低濃度・中臭気量）

本 OER は幾何平均値で 1.0×10^7 であり，臭気濃度 1,670，排ガス量 600 N㎥/分 とすれ

ば，臭気主成分がアンモニア，硫化水素，メチルアミン等の低分子量のものでなければ，一般に活性炭吸着が適する。この程度の臭気濃度では，燃焼脱臭法，酸・アルカリ等の薬液洗浄法は適さず，物理吸着法の出番を持つのが最良であろう。

活性炭の建設費は8,000万～1億2,000万円程度を要するが，活性炭は半年か1年間の使用期間の寿命があり，管理費は使い捨てで年1,500万～2,500万程度，再生使用で1,000～1,800万円程度と推定される。

(9) 区分　3－③　（低濃度・小臭気量）

区分3－②と同様に活性炭がよいと思われる。臭気量は100 Nm^3/分，臭気濃度1,670とすれば，建設費は3,000万円，管理費は450～700 万円程度である。但し，本OERでは，一般に特殊な状態でなければ脱臭対策は不必要であると思われる。

第Ⅳ編　臭気捕集場所と捕集方法

324

第Ⅳ編　臭気捕集場所と捕集方法

第1章　概　　論

臭気発生源から臭気を取り出すことを適正に，かつ経済的に行う技術，例えば，必要最小限の臭気を，出来る限り高濃度で取り出すことができれば，脱臭対策の半分は終ったと思ってもよい。それほど臭気捕集方法を適正に行なうことは難かしい技術であるといえよう。

各脱臭装置のメーカ，脱臭装置本体に関する技術の程度は，一定の技術水準をこえていると考えて良いが，臭気捕集技術に関しては各社の考え方や技術力に相当の差があり，その社の技術力を評価するには，捕集方式やダクトワークをみれば判るという人すらあるのが現状である。

下水終末処理場における臭気捕集方法の技術については，脱臭装置メーカ各社も多いところでまだ2～3例の実績しかなく，今後確立されるべき分野であると思われる。

以下に臭気捕集に関し，参考になるような例を発生源別に2～3紹介しておく。

第2章　臭気捕集場所と捕集方法

第2.1節　流入水受け入れ施設

深い地下に位置する場合も多く，発生臭気が籠りやすいので流量測定，スクリーン，沈砂池，ポンプ室，し渣置場などが入っている部屋は室内空気を1時間に10回以上は入れ替える程度の換気を行なう必要がある。

室内の各発生源と思われる個所の上や周囲から臭気をフードやダクトの開口部より吸引して捕集するが，捕集方法の決定には，事前に発生源毎の臭気濃度，発生量等のデータを収集し，捕集の効果を予測しておくことが必要である。

もし，どうしても臭気濃度が300～1,000の低濃度臭気しか集められないときには，終末処理場の周辺の住宅地や住民の公害意識等の環境条件を十分に吟味した上で，脱臭を行なうべきかどうかを決定する。

脱臭方式としては活性炭吸着法などが適当かも知れない。フードやダクトの材質はFRPの丸パイプが望ましく，吸引速度は10m/秒程度，フード開口部の水平面の吸引速度は0.2～0.3m/秒が必要である。

施設の方式が異なり，若し臭気濃度が2,000を越えるような場合には，化学吸着方式を前に置いて活性炭槽に入る臭気濃度の負荷を下げる方法も考えられる。

第2.2節　前曝気槽及び曝気槽

曝気槽は下水処理場の各臭気発生源の中でO.E.Rの大きい方に入る。これは臭気濃度が30～500と比較的低いわりには排気量が400～6,000㎥/分と大きいため，O.E.Rが1.2×10^{4}～3.0×10^{6}となるからである。

2～3の調査例からみると，下水処理場のTotal O.E.Rは大都市の下水終末処理場で1.0～

6.0×10^6 ㎥/分，中都市部では 3.0×10^5 ㎥/分～3.0×10^6 ㎥/分 程度なので，この O.E.R の値はかなりの汚染比率をしめているとみてよい。

したがって，大都市における下水終末処理場でよくみかける曝気槽の半地下，又は地下設置方式だけでなく，地上設置方式の場合でも周辺に住宅地が近接して（例えば 100～200 m 以内に）存在するのならば，前曝気槽及び曝気槽は覆蓋することも止むを得ないであろう。

覆蓋の方法には 3 つの方法がある。第 1 は地上設置方式のように曝気槽水面上をわずかに残してFRP，キャンバス，コンクリート等で密閉する場合，第 2 は半地下，地下設置方式によくみられるように曝気槽や最終沈殿池を納めた建物を密閉型にし，建物内に籠った臭気をダクトで取り出す場合，そして第 2 の例に加えて曝気槽上部を覆蓋する 2 重覆蓋方式の 3 通りがある。

第 3 の方式は曝気槽を管理する職員を臭気から守もり，職員の衛生を考慮して取られる措置と思われる。しかし，現状では第 2 の方式であっても，管理する職員が臭気，有害ガス，病源性微生物によって健康が損われたという事例は聞いていない。

臭気吸引量は覆蓋の密閉度合によって変ってくるが，一般に曝気風量のやや多め（例えば 10 % 増）を引いている場合が多く，要は曝気槽から臭気が洩れない程度の最小吸引量がよいということである。

第 2.3 節　汚泥処理関係施設

余剰汚泥を引き出して貯留する汚泥貯留槽や汚泥調整槽，そして汚泥濃縮槽等は比較的臭気濃度が高く，中規模下水終末処理場の調査例では，汚泥調整槽の液面直上で 1,600，汚泥洗浄槽の液面直上で 710，10,000 という値を示している。

したがって，これらの各汚泥関係設備も出来れば覆蓋した方がよいが，臭気排出量がきわめて小さいので O.E.R は小さく，設置場所と最寄り住宅地までの距離が 100～200m 以上離れていればまず問題はないと思われる。臭気吸引量は槽内気積の 10～20 回/時 の換気量程度が普通である。

汚泥処理施設で最も臭気が問題となるのは，汚泥乾燥機や汚泥焼却炉であり，次いで汚泥脱水機室である。汚泥乾燥機や焼却炉からは臭気濃度 3,000～50,000 の臭気が多量に排出されるので，O.E.R は下水終末処理場で最も大きいものである場合が多い。

これらの施設からの臭気捕集についてはあまり問題はないが，真空脱水機脱水ケーキ置場，ケーキ運搬のベルトコンベヤー等からの臭気は捕集が難しい。

これらの設備を納めた部屋の面積が大きな場合は，それぞれの個所から発生する臭気を効率よく捕集するために真空脱水機の管理上差しつかえない範囲内で上部にフードを被せるか，又は汚泥処理室内で臭気の発生する個所だけを小部屋に仕切り，その小面積だけを 20～40 回/時 の換気量だけ吸引する方法の 2 通りがある。

なお，フードやダクトの材質は塩ビで十分である。ベルトコンベヤーや脱水ケーキホッパーは密閉構造にして面積の 30 回/時 以上は臭気を吸引する必要がある。 又，真空脱水機の真空ポンプ排気についても脱臭の必要がある。

第Ⅴ編　脱臭方法

227

第Ⅴ編　脱　臭　方　法

第1章　概　　論

第1.1節　日本の現状

悪臭公害の苦情件数は逐年増加の傾向にあり，発生源側としても防除策はいろいろ考えられ，実施されているが，なかなか効果のある防除方法がなく，試行錯誤を繰り返しているのが現状である。悪臭の防除の困難さは他の公害と趣きを異にする一面がある。

一般のガスや粉じんの除去率は80～90%であれば充分である。ところが悪臭の除去率が99%といっても，それは臭気強度でいえば1,2段階くらいの低下にしかならない。悪臭のばあいは除去率を99.9%，あるいはそれ以上にあげないと苦情はなくならないのである。この点が悪臭公害防除のむずかしい点である。

現在，行なわれている脱臭方法を分類すると，次のようになる。

- 物理的方法
  - 水洗法 ── 噴霧法，充填塔法，水中通気法
  - 冷却法 ── 凝縮法
  - 吸着法 ── 活性炭法
  - 空気希釈法
- 化学的方法
  - 薬剤処理法
    - 酸，アルカリ洗浄法
    - 塩素処理法
    - オゾン処理法
    - いんぺい法（マスキング法）
  - 燃焼法
    - 再燃焼法
    - 接触燃焼法
  - 生物化学的分解法

また，これらの脱臭方法についてその原理や特徴等を表Ⅴ.1～Ⅴ.3に示す。

表V.1　脱臭装置の種類と特徴

方式名		原理	特徴	欠点
燃焼法	直接燃焼	悪臭成分を700～800℃の温度で燃焼分解する	○高い効果が期待出来る ○悪臭成分の濃度の高い場合有利 ○廃熱回収が出来る	○爆発限界附近では適用出来ない ○補助燃料の消費が大きい ○燃料管理がむずかしい ○腐食性を考慮する必要がある
	低温燃焼	白金，パラジウムなどの触媒を使用して250～350℃程度で酸化分解する	○低温のため装置が簡単になる ○補助燃料が少なくて済む ○爆発下限界以下中濃度の場合有利	○ハロゲン・タール分，金属などの触媒毒のあるガス成分には使えない ○触媒が高価である ○燃料管理を自動化する必要がある
酸化法		原理は燃焼法と同じであるがオゾン，次亜塩素酸などの酸化剤を使う	○下水，し尿によく使用される	○悪臭成分と酸化剤の供給量のバランスに問題がある ○酸化剤が過剰になると2次公害を起す ○使用対象が限られる
吸着法		活性炭，シリカゲル，活性白土などの吸着剤で悪臭成分を吸着させる	○低濃度の場合に適す ○特に高濃度の場合は成分回収が出来る ○脱着効果が良く，日常の管理が簡単である	○悪臭成分によっては吸着が困難なものがある ○吸着剤表面保護のため粉塵，タール分などの前処理除去が必要である ○一定量吸着すれば効果がなくなる ○再生が簡単に出来ない
薬液処理法		酸，アルカリ，木酢液などの溶液を使って悪臭成分を洗浄する	○化製場，畜産など生物から発生する悪臭に適す	○排水処理に問題がある
マスキング法		芳香成分を分散させて防臭する	○トイレの防臭剤のように用途によっては簡単に効果がある	○根本的な対象とならない ○薬品代がかかる
中和剤法		悪臭成分と化学的に反応（中和）する薬品を使って分解する	○用途が限られる	○薬品代がかかる
その他		コロナ放電により，悪臭成分を捕集する方法，冷却，凝縮を利用する方法		

表 V.2　悪臭防止方法一覧

脱臭法	原理	適用悪臭	特徴
水洗法	悪臭ガスを水に溶解させて排ガスは大気中に放出	水に溶けやすい悪臭ガス：脂肪酸，アミン類	水とガスの接触をよくしないと効果がうすい多段式とするのがよい 排水処理を要する
冷却法	水蒸気を含む悪臭ガスを冷却すると凝縮水中にガスが溶解	水蒸気を多量に含む高温悪臭排ガス：脂肪酸など水に溶けやすい成分	排ガスの臭気濃度が大きい場合は，この排ガス処理が必要
吸着法	悪臭ガスを活性炭，シリカゲル，白土などに吸着させる	あらゆる臭気ガスに適用可能	活性炭では再生法も考慮して設計する他の吸着剤では吸着後の処分の方法検討
空気希釈法	悪臭ガスを大量の空気で希釈し，臭気強度を低くする	あらゆる臭気ガスに適用可能	希釈しても臭気単位には変化なし，大量の希釈空気が必要
酸，アルカリ洗浄法	酸性ガスはカ性ソーダ，ソーダ灰など水溶液に吸収，アルカリ性ガスは希硫酸に吸収	脂肪酸，アミン類，その他水に溶けやすいガス	装置の管理をよくする 排酸，アルカリの処分法を検討しておく
塩素処理法	硫化水素などの還元性ガスを酸化分解	硫黄化合物（硫化水素，メルカプタン類），アルデヒド類を含む排ガス	排ガスの性質に応じて塩素添加量を適切にする（過剰不可）
オゾン処理法	オゾンの特異な酸化作用を利用して分解	不飽和有機化合物，硫化水素，メルカプタン類，アルデヒド類	排ガスの性質に応じオゾン添加量を検討の要あり，管理容易
いんぺい法	芳香性物質により人の嗅覚をごまかす。また悪臭ガスと特異的に結合し，不揮発生固体とする	選定を誤らなければすべての悪臭ガス（ただし現万能のものはない）	比較的高価，使用に先立ち実験してみる要あり
再燃焼法	悪臭ガスはすべて可燃性であるから燃焼分解させる	あらゆる悪臭ガスに適用	水蒸気を多量に含む排ガスは水に凝縮させてから燃焼させる 800℃以上の高温が必要
接触燃焼法	悪臭ガスを白金懐炉の原理により低温で燃焼分解	あらゆる悪臭ガスに適用	排ガスを 250～350℃ に予熱しないと効果がない 空気の共存が必要 ガスが爆発限界以下であること
生物化学的分解法	悪臭排ガスを土壌などの層に通し細菌により分解，排水処理の散水戸床法に対応	細菌の栄養となる脂肪酸，アミン類を含む排ガス	細菌の処理能力を考慮し煙のろ過面積を適当に選定する

表 V.3　各種悪臭防止プロセスの特性

プロセス	対象悪臭	プロセスの内容	摘用
燃焼法	可燃性有機悪臭ガスの大部分に適用できる。	悪臭ガスを火炎に接触させ，約800℃以上で燃焼酸化させて無臭のCO_2，H_2Oなどにする。ガス中水分の減少，熱回収により燃費の節約が必要。	運転経費大である。しかし，発生熱量が有効に利用できる場合は有利である。
接触酸化法	可燃性有機悪臭ガスの大部分に適用できる。	悪臭ガスを触媒を使用して直接燃焼法よりも低い温度で燃焼脱臭する。触媒はPtその他を使用酸化温度300～400℃。	運転経費は直接燃焼法よりも小さいが設備費は高価となる。触媒毒は予め除去の要あり。熱回収に留意の要あり。
吸着法	一般に高分子量の悪臭ガスに有効，アンモニア，アルデヒドは効果少なし。	悪臭ガスを活性炭等に吸着除去する。小規模のものは活性炭交換式，大規模のものは再生式とする。	運転経費比較的大。再生式の場合は再生排ガス処理の必要な場合がある。設備費比較的高価。
洗滌法	水溶性，酸性あるいは塩基性悪臭ガス，アンモニア，硫化水素等，その他フェノール，有機酸，アルコール，アルデハイド類	悪臭ガスを水，酸，アルカリ，その他の薬液で洗浄し物理的溶解吸収，あるいは中和，酸化，その他の化学反応により液中に固定，除去する。	運転経費，設備費とも比較的安い。 有価物回収の可能性あり。 排液処理を必要とする場合多い。

第 1.2 節　欧米の現状

1.2.1　アメリカ[82)]

アメリカ，ロサンゼルス大気汚染防止局（APCD*）において，化製場，へい獣処理場**，飼料工場などからの発生悪臭については，大気汚染防止法 Rule 64で燃焼脱臭（650℃，0.3秒）することを義務づけている。

また，多量の悪臭発生があり，燃焼脱臭では経済的に高くて採用できない場合においてだけ，APCD の局長が燃焼脱臭以上の効果があれば，他の方法でも設置の許可を与えている。

触媒燃焼法もアメリカで発達した脱臭方法で，優れたプラントメーカーも多く，適用として金属印刷，グラビア印刷，塗装・塗料関係に多用されている。

活性炭を中心とした固体吸着剤や固体吸着剤に表面処理をした化学吸着剤も多く使用され，有機溶剤回収を始めとして，有機溶剤臭の除去，臭気濃度の低い食品工業関係及び腐敗臭や発酵臭の除去等にも用いられている。

---

*　air pollution contorl administration の略で，ロサンゼルスにある大気汚染防止のために設置された地方自治体である。

**　へい獣処理場：死んだ動物体（馬，豚，羊，犬などの伝染病以外の病死）を解体し，皮革，獣脂，にかわなどを分離し，たんぱく質の飼料を製造する業態である。

薬剤洗浄法も次亜塩素酸ソーダ，苛性ソーダ等も臭気濃度が高く化学活性が主体の臭気源に用いられている。

酸化剤としてはオゾン，塩素ガス，二酸化塩素等をへい獣処理施設，都市の清掃施設等にも用いられている。

中和剤はアメリカのAir-Kem 社で開発されたAir Wick が知られおり，下水処理場の曝気槽の臭気，病院手術室や病室，ごみ処理場のごみピット臭気などに用いられている。

1.2.2 欧　州[83)]

1.2.2.1 魚腸骨処理工場

(1) 代表的な脱臭機構

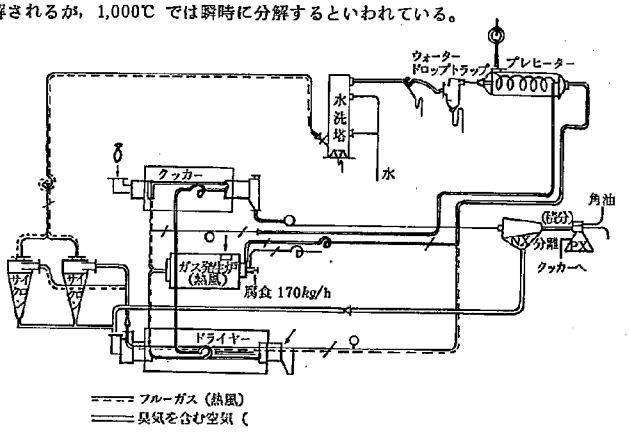
(A) デ・ラバル方式

スウェーデンのアルファ・ラバル社の"デ・ラバルセントリィーフィシッミールプラントの脱臭機構をまず示す。

図V.1の説明をすると，ドライヤーから排出されるサイクロチャンバーで除じんされた含臭エアーは水洗塔へ入る。これはつぎの3つの役目をもっている。すなわち，

1. サイクロンで除去できなかった微細なミストルダストの除去。
2. 水洗によって，可溶性の悪臭成分（たとえばアンモニア，トリメチルアミンなど）の除去。
3. 水洗塔入口のガス温度は70～80℃近くにあるが，水洗塔によって約20℃以下の水で冷却し，循環ガスの含水量をさげる。などである。

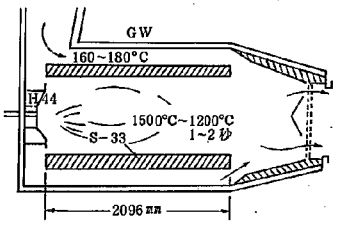
つぎに，水洗塔上部のジャマ板やウォータードロップトラップでさらに除湿し，20℃前後の空気をプレヒーターで加温する。この一部を2次空気としてガス発生炉で燃焼させる。燃焼時間は1,200～1,500℃で約1秒間である。一般に大部分の臭気は800℃くらいで分解されるが，1,000℃ では瞬時に分解するといわれている。



図V.1　フィシュミールプラントの脱臭機構

332

ガス発生炉内における風速は2 m/secであり所定温度に達している炉内距離は2 mある。図V.2にガス発生炉の構造を示す。こうして完全脱臭させた後フルーガスの一部として熱源で使用され，排気される。一部はベンチレーションエアとして使用するため，再びドライヤーに返り循環させる。この機構の各部のファンの理論値，実際の風量，温度，湿度，圧力は公表されていない。



図V.2　炉内部構造

水洗塔の構造は，特殊なあみ方をしたステンレスの金網が10段あり，気液接触を効率よくしている。100 t/dayのプラント容量で水洗量は45～50 m³/h（水温25℃以下）といわれている。ノズルは14個である。

普通燃焼法を採用するさい，多くの問題点がある。炉の腐触，燃焼効率の低下，膨大な空気量による装置の大型化，別に燃焼炉を必要とすることでの経費の増大などがあげられる。

これらを解決するために，このプラントでは，水洗後，デミスター，ウォータードロップトラップとプレヒーターで加温した後，2次空気として燃焼させる所がポイントとなっている。従って燃焼炉内の温度を高く一定に保つのが容易である。また重油消費量と2次空気は連動して常に必要最低量の風量を供給するような措置がなされている。これによって過剰な2次空気量を減少させ，熱風の温度低下を防いでいる。また低温腐触，高温腐触などを防ぐ材質などに意を用いている。水分量の実態は，1次空気，重油の燃焼により発生する水量，重油にふくまれる水量からどれくらい増加するかとか，また増加した量が問題になるかどうかなどから判断できる。

(B) A. T. V.* 方式[84]

これを全面的に利用しているのが"アトラス""アトラス・ストウード"のフィシュミールプラントである。デンマークのアトラス社のエトロップ・ピーターセン博士（副社長Dr. Ettrup Peterson）もATVの主要なメンバーの1人である。

(i) 脱臭の方法

(a) 水洗法

水洗法は今までのすべての脱臭方法の第1段階である。排気を十分な量の冷水のスプレーがフィルムで洗浄することにて，水蒸気の大部分を凝縮させる（出口温度は約30～35℃）。そしてアルカリ性の物質，たとえばアンモニア，トリメチルアミンなどを除去する。しかし酸性，中性の物質は，水洗後も相当の量がのこり，そのまま人口密集地へ放出したら許容できないものであることは確かである。

---

* A.T.V. とはデンマーク王室科学技術学会のことで，The Academy of Technical Science のデンマーク語の頭文字。

333

(b) アルカリによる洗浄

アルカリ溶液により排気を洗浄する方法は，テストの結果，洗浄後の中性臭気発生物質の濃度がまだ，許容限界（閾値と思うが－文献の筆者注－）よりずっと高いものであった。

(c) 酸化剤による処理

フィシュミールプラントからの排気を過マンガン酸塩溶液で洗浄する方法は，数回くりかえしておこなうことで，おそらくすべての臭気物質を実際に除去できるが，経済的には，とうていうけ入れられない。塩素，次亜塩素酸ソーダー，またはオゾンを付加して用いることは，同様の効果をあげるが，しかしこれらの脱臭作用はたんに鼻孔の嗅覚中枢を麻痺させるものであることが，しばしば実証されている。量的なバランスがむずかしく，また戻り香の現象もある場合もある。

(d) 加熱処理

さきにのべた悪臭物質のすべてを酸素の存在のもとに加熱すると，炭酸ガス，水，窒素および亜硫酸ガスになり，亜硫酸ガスの量は微量である。これらの最終生成物は大気中に放出しても許容できるものである。これらの理由で，デンマーク王室科学技術学会の研究はこの方法に集中した。

(e) ＡＴＶ式脱臭方法

ＡＴＶ方式の第１段階として，すべての原料タンク類機械類を密閉式とし，さらにこれらのものを若干減圧下におき，エアーまたは水蒸気が洩れないものとして，すべての水洗塔へ導く。第２段階は水洗塔である。水量の少ない所ではクーリングタワー，間接凝縮，直接洗浄の各方法をとる。一般にはナマコ板状アスベストセメント板が配列され，上部に特殊なノズルがある。向流接触方式である。

第３段階として，水洗後のエアーをボイラーで燃焼させる。今までは水洗後，一部はドラ

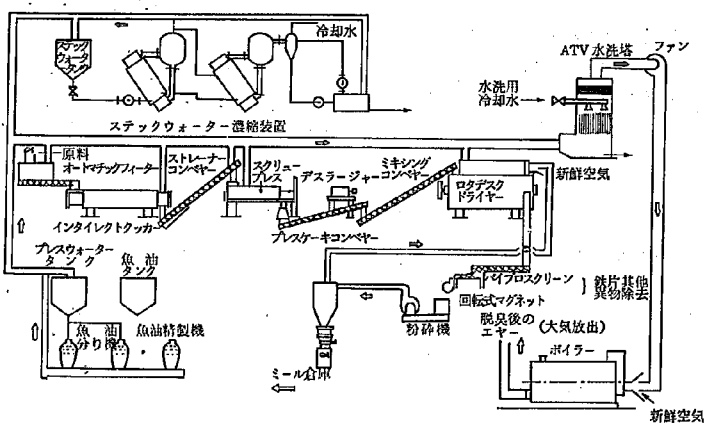


図 V.3　アトラストード・フィシュミールプラントならびにATV脱臭装置

334

イヤーへかえして再循環させ，一部はボイラーで燃焼させていたが，乾燥効率などの関係で，全部ボイラーで燃すように現在ではなっている。100 t/day では風量バランスは合っていた。排気ガスの化学分析や官能テストの結果も発表されている。

100 t/day の原料処理の場合，ボイラーの燃焼室における2次空気の接触時間は4秒で，ボイラー出口の温度は750°～1,100℃である。水洗溶内の通過速度は2 m/sec くらいである。アトラスのフィシュミールプラントとＡＴＶ装置のフローシートを図V.3に示す。

第2章　燃焼脱臭法

第2.1節　直接燃焼脱臭法

本法は，最近わが国でも化製場そのほかに採用されはじめた。

昭和37～45年の間に，第7表の化製場に燃焼脱臭装置が実験的に，あるいは暫定的に設置された。しかし，本法の最大の問題点である燃焼脱臭前に悪臭中の水蒸気を除去するための前処理装置がなく，すぐれた本法の脱臭効果を生かしきれなかった。

悪臭中の水蒸気を除去する方法としては，次に示す方法がある。すなわち，クッカー* またはドライヤーからの水蒸気を多量に含んだ悪臭は，サイクロンで除じんされ，次いでコンデンサ（空冷または水冷）で温度を下げて露点の関係で蒸気は凝固水として除去される。次いでエジェクターで激しく水中にあわとなって水蒸気は水相のほうへ移行し，残った水滴はアフターコンデンサーで再度捕集され，悪臭中の蒸気は除去できる。

このようにした悪臭は，燃焼脱臭（650℃，0.3秒間以上）されると，脱臭率** 99.0～99.9％の効果がある。いまのところ，本法にまさる脱臭効果をあげられる脱臭方法はない。

本法も水蒸気除去という前処理を行なわないで燃焼装置に悪臭を入れると，炉内で蒸気粒子は0.3～0.1秒という瞬間の加熱時間では蒸気が蒸発するためのエネルギーに使われてしまい，熱による悪臭成分の酸化分解は起こらないうちに炉を通過してしまう。

熱の接触時間を延長させることは，炉の大きさと熱源をいたずらに増大させることになり，経済効率が低下し実用性を欠くことになる。

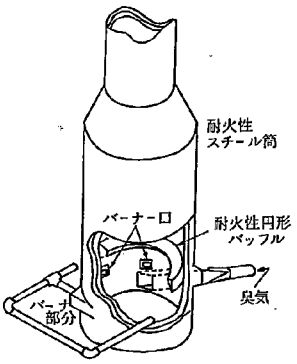
このほかに水蒸気除去の前処理としては水洗塔で悪臭温度を外気温度＋20℃以下に下げ，凝結水を取りアフターコンデンサーを通したのち，悪臭75～80℃に予備加温し，相対湿度を下げてから燃焼脱臭する方法もある。本法の適用例は化製場その他あらゆる業態に可能である。

図V.4～V.6に燃焼脱臭装置の例，図V.7～V.8に除湿装置の例を示す。また燃焼温度とNO発生量の関係を表V.4に示す。

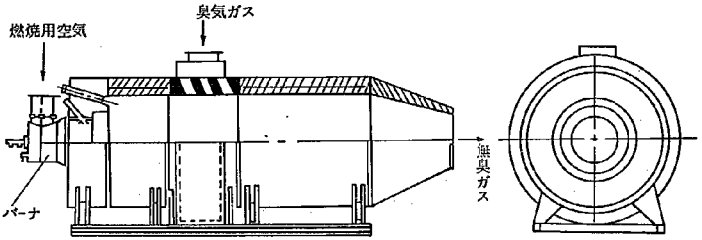
---

* クッカ（cooker）とは，化製場の工程中の装置名で，魚腸骨や獣内臓などはここで蒸気などでむされ（80～95℃，15～30分間），固液分離を容易にする。

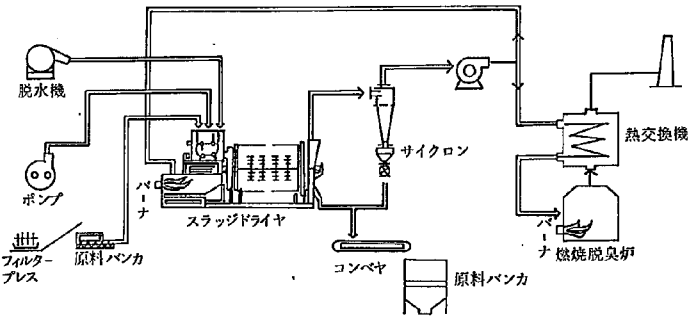
** ここでいう脱臭率とは，空気希釈法によって測定された臭気単位の，脱臭装置を通過する前後の百分率を表わしたものである。



図V.4　直炎型燃焼バーナ（ガス用）

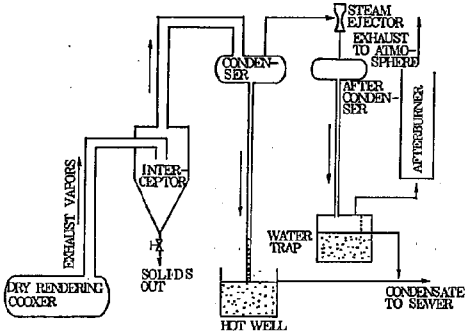


図V.5　燃焼脱臭設備フローシート（大川原式）[85]

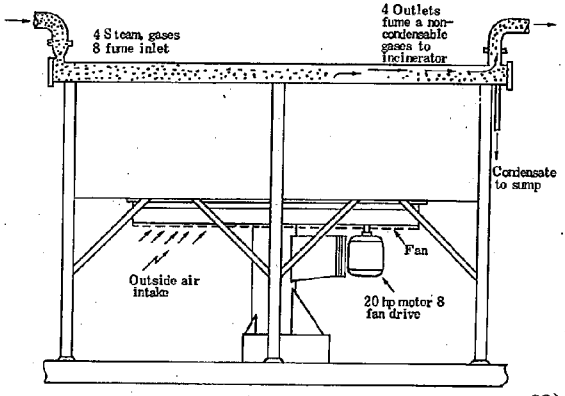


図V.6　スラッジドライヤ臭気用燃焼脱臭装置のフローシート（セパレート型，大川原式）[85]

336



図V.7　へい獣処理施設のクッカーからの排気と燃焼脱臭装置との中間にある装置（主として水蒸気除去のためのもの）[86]



図V.8　空冷式コンデンサー（Air-cooled condenser）[87]

Noxious vapors pass through rows of finned stainless steel tubes at top. Condensate drains to sump ; Non-condensables pass through to incinerator

表V.4　燃焼条件とNO発生量との関係[88]

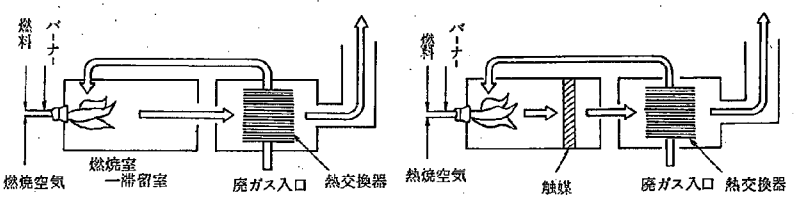
	燃焼ガス温度 °F (℃)	NO 500 ppm 発生に要する時間（秒）	平行状態に到達した時のNO含有量（ppm）
1	2,000 (1093)		180
2	2,400 (1315)	1,370	550
3	2,800 (1538)	162	1,380
4	3,200 (1760)	1.1	2,600
5	3,600 (1982)	0.117	4,150

第2.2節　触媒燃焼法

2.2.1　概　　要[89]

自動車排ガス除去としてのアフタバーナーなどに用いられているものと同じ原理である。

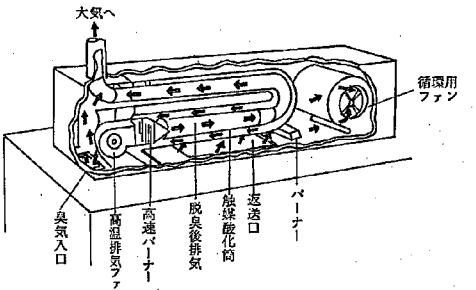
燃焼脱臭では650～800℃の高温が要求されるので経済的でない。そこで260～340℃の範囲で，触媒として白金合金に活性アルミナをコーティングした棒状のものか，ニクロム線に白金合金をコーティングし，これをフィルタマト状に作り，図V.9～V.11のようにエレメントの位置に置く。悪臭はこのエレメントに接触した瞬間に酸化，脱臭される。



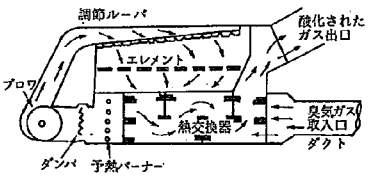
図V.9　触媒燃焼脱臭装置[90]

燃料消費量は燃焼法に比べて25～40%程度に軽減される。温度が低いことは構造材料の選択や耐久度など有利な点も多いが，残念ながら脱臭効率が燃焼法に比べてかなり低い。

本法は，エナメル電線のドライヤー排気の脱臭に多用されている。前処理は燃焼法と同様に必要である。金属を触媒としている構造特性のため，制限温度は680℃程度である。可燃成分が多い場合は，当然爆発限界濃度に近づき爆発の危険があるので，許容限界は自動制御の場合，爆発限界濃度の40%，手動制御の場合は25%とアメリカでは定めている。濃度が爆発限界濃度の約5%以下に低下すると本法のコストは増大する。その場合には熱回収装置を用いて流入臭気の予備加温に使い燃料の節約をする。



図V.10　白金触媒装置(Incin-O-Tube型)[91]



図V.11　触媒燃焼装置（熱回収型）

本法の問題点は鉛などの金属や，有機金属蒸気のような触媒作用を劣化させる。このためにテトラエチル鉛がはいっているハイオクタンガソリン使用の車には，アフタバーナの浄化装置がつけられない。

338

表V.5　燃焼法の一般的な燃焼条件

	直接燃焼法	触媒酸化法
処理温度	600～800℃	200～400℃
燃焼状態	高温火炎中で一定時間滞留させる	触媒に接触させる火炎は生成しない
空間速度	7,500～12,000/H	15,000～25,000/H
(滞留時間)	0.5～0.3秒	0.24～0.14秒

白金触媒の場合には，鉛，亜鉛，水銀，ひ素，ふっ素，りん，いおうなどがあり，特にいおうが1,000ppm以上ある場合には永久毒として触媒表面が被覆される。本法の適用例は，トルエンなどの有機溶剤を含んだ排ガス，エナメル電線排ガスなどである。

2.2.2　触媒の活性と種類[92)]

触媒燃焼即ち完全酸化に使用される触媒は大別して，① 貴金属系，② 卑金属酸化物系，③金属硫化物系に分類される。

(1) 貴金属系触媒

白金，パラジウム，ロジュウム等を数%担体としてγ-$A\ell_2O_3$，シリカゲル，セライト，アスベスト，耐熱ニッケル合金，磁製ロッド，ハニカム等に担持して使用する。価格上の点を別にすれば貴金属系触媒は完全酸化触媒として活性大であり，被毒にも強く寿命も長く回収可能等の点で良いものである。

(2) 卑金属酸化物系触媒

卑金属酸化物で酸化度の異なる多種酸化物を生成するものが一般に酸化触媒として活性大である。

COの完全酸化には次のような，いわゆるP－型半導体が有効とされ，常温～180℃で活性の順位は

酸化コバルトCoO＞酸化銅Cu_2O＞酸化ニッケルNiO＞α－酸化マンガンα-Mn_2O_3＞酸化クロムCr_2O_3 …… p型

180℃～400℃で活性を示すものの順位は

酸化銅CuO＞酸化銅Pb_3O_4＞酸化第二鉄Fe_2O_3＞酸化ガスSnO_3＞酸化ニッケルNiO(線)＞酸化亜鉛ZnO＞酸化セレンCeO_2＞酸化バナジウムBaO＞酸化チタンTiO_2＞酸化ロジウムThO_2＞五酸化バナジウムV_2O_3 …… n型

500℃以上で活性を示すものの順位は

酸化マグネシウムMgO＞酸化アルミ$A\ell_2O_3$＞弗化カルシウムCaF_2 …… i型

炭化水素の完全酸化に対しては

メタン酸化　Pd＞Pt＞Co_3O_4＞PbO＞Cr_2O_3＞Mn_2O_3＞CuO＞CeO_2＞Fe_2O_3＞V_2O_3＞NiO＞MoO_3＞TiO_2

エチレン酸化　Pd＞Pt＞Co_3O_4＞Cr_2O_3＞AgO＞Mn_2O_3＞CuO＞NiO＞V_2O_3＞CdO＞Fe_2O_3＞Mo_2O_3＞WO＞TiO＞ZnO

339

プロパン酸化　$Pt > Pd > Ag_2O > Co_3O_4 > CuO > MnO_2 > CdO > V_2O_5 > Fe_2O_3 > NiO \gg Ce O_2 > A\ell_2O_3 > ThO_2$

イソプチレン酸化　$Pd > Pt \gg MnO_2 > Co_3O_4 > Cr_2O_3 > Ce O_2 > Ni O > Fe_2O_3$

等のデータがあり，必ずしも一定条件下の比較でないが，何れもPd，Pt の貴金属とCo，Mn，Cu，Cr 等の酸化物が活性大であるといえる。しかし，酸化物では一種ですべてに有効な多官能のものはなく，かつ単一酸化物，特にCo，Ni 酸化物は耐熱性に乏しい。これらの欠点を改良するため，二種以上の金属酸化物の混合物，例えばMnO_2-CuO(3:2)，$Fe_2O_3-Cr_2O_3$，$CuO-Cr_2O_3$ 等が有効とされている。その他Co，Mn，のスピネル，Cu，Mn，Ni，Zn，Co のクロマイト等が有効とされている。

(3)　金属硫化物系触媒

S－含有々機化合物の酸化触媒としてTh，Ni，Mo，Co，の硫化物が有効とされているが，その使用温度300～400℃ で，かつ酸素存在の雰囲気中で硫化物として触媒活性を示しているのはやや疑問に思われる。

貴金属系およびベースメタル系の多くの種類の触媒があるが，そのなかから脱臭に適した触媒を選定する基準は下記の4点である。

1. 酸化活性が高い。
2. 活性が長時間にわたって持続できる。
3. 圧力損失が小さい。
4. 価格が安い。

そのなかでも特に重要な条件は1と2の触媒の活性であろう。触媒は，触媒に使用される金属や金属酸化物だけでなく，複合して使用される添加材，担体や助触媒の種類およびその混合比率のほかに，その製造方法によっても活性は異なる。そのように多くの組み合わせによって造られた触媒のなかから選別する方法としては，一般に比較的安定した一種類の有機物質にたいしての酸化活性を比較する方法がとられており，メタンにたいする酸化活性順位もその一つである。

$Pd > Pt > Co_3O_4 > PdO > Cr_2O_3 > Mn_2O_3 > CuO > Ce O_2 > Fe_2O_3 > V_2O_5 > NiO > MoO_3 > TiO_2$

この順位でみればPd がもっとも活性が高いが，Pd は酸化雰囲気ではある温度範囲でPdO に変化して活性が安定しない。また，Pt にくらべて硫黄物などの触媒毒に対する耐久性が低い。Co_3O_4 やMn_2O_3 なども活性が高いが，高温では短時間で活性が低下する欠点がある。

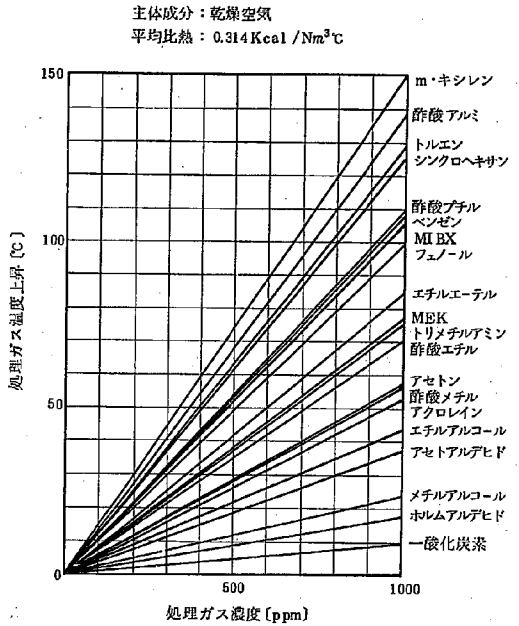
2.2.3　触媒の反応温度

表は各種有機化合物に対する触媒を使用しない時の着火温度と白金触媒上での着火温度を比較し

表V.6　着火温度の比較[93)]

物質名	無触媒着火温度	触媒着火温度	物質名	無触媒着火温度	触媒着火温度
アセトン	650℃	130～135℃	ホルマリン	430℃	常温
キシレン	482	130～135	MEK	516	100～110℃
酢酸	427	190～195	MIBK	459	105～115
トルエン	552	130～135	メタノール	464	常温
フェノール	700	140～145	一酸化炭素	610	80～90
ブタノール	343	110～120			

240



図V.12　燃焼成分の温度と理論温度上昇[94)]

たものであるが，この表から触媒上での着火温度が著しく低いことが判る。

2.2.4　触媒毒について[95)]

キャタコン触媒は，炭素，水素或いは更に酸素より成る気体を酸化処理することを目的とするもので，低濃度であれば硫黄及び窒素化合物も処理できる。しかし，全ての触媒と同様に或る種の物質により活性が低下する。

活性が低下した場合には単に表面に異物質が付着した時には洗滌により活性は概ね回復するが，完全に被毒された場合にはUOP*に送り，再生する必要がある。

本触媒について触媒毒となる物質は以下のとおりである。

1. 触媒の表面を機械的に被覆してガスと活性物質との接触を妨げる鉄等金属錆，ゴミ，ホコリ類，その他の固体物質は種類，形態により毒作用も異なる。（例：アルカリ化合物）
2. 有機珪素化合物，有機金属化合物のように酸化により固体物質を析出するガス又は蒸気，燐及び燐化合物。
3. 狭義の触媒毒

金属蒸気（水銀，鉛，錫，亜鉛等）砒素。

* UOPとは，米国ユニバーサル社（触媒燃焼装置メーカー）の社名の頭文字

4. 抑制物質（1時毒）

ガス中に当該物質がなくなれば活性は回復する。

ハロゲン（弗素，塩素，臭素，ヨウ素）硫黄化合物－濃度及び化合物の形態により触媒毒としての作用も異なる。

5. 液状物質

使用状態で液として触媒に付着，被覆する物質。有機物質は触媒表面において不完全燃焼を起し，CARBONを析出して表面を被覆し，又燃焼熱のため触媒の活性を低下させる。

上記以上の物質が含まれている場合は，テストしてからきめる。

2.2.5 悪臭業種別の本法の適用例

表V.7に，現在触媒法が使用されている分野，及び今後使用の可能性ある分野を示す。また悪臭物質に対する適不適を表V.8に示す。

表V.7 悪臭業種別の触媒燃焼法の適用例[96)]

業種	目的	対象ガス
① 自動車排気	除害	CO，HC，NOx
② ペンキ焼付乾燥炉	除臭，熱回収	溶剤
③ エナメル線焼付乾燥炉	〃	フェノール，ホルマリン
④ 塗装鉄板	〃	溶剤，可ソ剤
⑤ PVC cure 炉	〃	〃
⑥ 無水フタル酸製造装置	〃	ナフタリン，キシレン
⑦ 酸化エチレン	〃	エチレン
⑧ 硝酸製造装置	〃	
⑨ ペンキワニス溶解釜	除臭	
⑩ 樹脂ガラスセンイ含漬装置	〃	フェノール，ホルマリン
⑪ 合成ゴム加工	〃	
⑫ ローラオフセットドライヤー	〃	溶媒
⑬ カーボン電極焼成炉	〃	カーボン，フェノール
⑭ 油脂加工	〃	油脂，脂肪酸
⑮ 動物汚物焼却炉	〃	H_2S，有機S含物，NH_3，アミン，有機酸，その他
⑯ し尿，下水処理場	〃	
⑰ 食品加工	〃	
⑱ タバコ乾燥炉	〃	
⑲ 廃水脱臭	〃	
⑳ メッキ廃水シアン含有廃水	除害	青酸ガス
㉑ LPG，ガソリン，石油タンク	〃	炭火水素
㉒ 石油精製，石油化学可燃排気	〃	〃

②～⑥は欧米での実績多い。

⑬ バッテリー用カーボン電極製造のMc Grew Edison 社で実施。

⑯ 日本での実績多い。

⑲ 独ヘキスト社で溶剤含有の廃水2,400㎥/Hを空気でストリッピング，溶剤0.8％含有ガスに適用，4 t/H.スチーム回収。

⑳ シアン含有メッキ廃水に硫酸を加えHCNとし触媒燃焼（スイス，バーゼルDaestor Falitec AG 社実施）。

㉑ LPG貯蔵所，ガソリンスタンド，地下タンク排気に適用有望。

㉒ 石油化学コンビナート地区での無炎フレァースタック。

342

表V.8　各種悪臭物質に対する触媒燃焼式脱臭の可否[97]

〔◎〕,〔○〕：触媒への導入ガラス温度200～300℃で完全脱臭99.9％以上
○：　〃　280～330℃　〃
◎：脱臭は上記温度条件で完全ですがNOx，SO_2生成のため高濃度で要注意
×：触媒被毒またハロゲンガス発生のため不適

○	アクリル酸	×	臭化メチル		メチルイソブチルケトン
〔○〕	アクリルニトリル	〔○〕	スカトール	〔○〕	メルカプタン
○	アクリル酸エチル	◎	スチレン	◎	カプリル酸
○	アクリル酸メチル	×	ホスゲン	○	ギ酸エチル
◎	アクロレイン	○	無水酢酸	◎	キシレン
◎	アセトアルデヒド	×	無水硫酸	◎	クレゾール
◎	アセトン	○	メタン	○	クロルブタジエン
〔◎〕	アニリン	◎	メチルエチルケトン	×	乳　酸
×	亜硫酸ガル	〔○〕	インドール	〔◎〕	ピリジン
〔◎〕	アンモニア	◎	一酸化炭素	○	ブチルアルコール
◎	イソプロピルアルコール	〔◎〕	一酸化窒素	○	酪　酸
×	クロロホルム	〔◎〕	エチルアミン	〔◎〕	硫化水素
◎	ケロシン	◎	エチルアルコール	〔○〕	ジメチルサルファイド
○	酢　酸	◎	エチレンオキサイド	〔◎〕	トリメチルアミン
○	酢酸エチル	×	エチレンクロルヒドリン	◎	ホルマリン
○	酢酸セロソルブ	×	塩化ビニル	〔○〕	魚腸骨臭
○	酢酸ブチル	×	塩化水素	〔◎〕	アミン臭
○	酢酸メチル	〔◎〕	青　酸	○	樹脂臭
×	四塩化エタン	◎	石炭酸	〔○〕	アスファルト臭
〔◎〕	ジエチルアミン	○	セロソルブ	〔○〕	動物臭
◎	ジオキサン	×	トリクロルエチレン	〔○〕	不完全燃焼ガス臭
◎	シクロヘキサン	◎	トルエン	〔○〕	タール臭
〔○〕	ジメチルアニリン	×	二酸化窒素	〔○〕	腐敗臭
×	臭化水素	◎	メチルアルコール	〔○〕	ゴム臭

第2.3節　既設の火室を利用する方法

2.3.1　魚腸骨処理場における燃焼脱臭法

デンマークのアトラス社（Atlas Stood）の魚腸骨処理施設（Fish meal plant）は日本でも数多く輸入された殆んどの装置が本法を採用している。

本プラントの悪臭全発生源はドライヤー排気であり，その排気をATV水洗塔で冷却・除湿した後，ボイラー（蒸発量7～12t）の二次空気として燃焼脱臭する方法をいう。

本方式を日本で採用している施設名をあげると表V.9のとおりである。

本方式の問題点は，専用燃焼炉に比較すると脱臭効果が不安定であり，三点比較式におい袋法の測定例で見ても，臭気濃度が200～2,000の範囲でバラツキが見られることであり，ついで，ボイラーの金属腐蝕の原因となることの二つある。利点としては，数万～百数十万ある臭気濃度が，おおむね1,000以下になること，つまり官能試験により脱臭効率が95～99.9％の範囲で期

待できることであり，また，ダクト配管，ブロワーの安価な設備で本法が活用できることである。勿論，重油等の運転経費は不用である。

表V.9　魚腸骨処理場における適用例

設置年	施　　名	住　　所	排ガス量	ボイラー蒸発量
			(m^3/分)	(kg/時)
1970	平金産業㈱	静岡市曲金1377の4	100	8,000
1971	三浦商店	八戸市白銀町小沼8	200	16,500
1973	波間漁業㈱	稚内市声問ウェンノチ58－1	75	6,000
1974	及川水産㈱	釧路市星力浦167－3	150	12,000
1974	福岡市水産加工公社	福岡市東区多田羅タカセ1784	62	5,000
1974	山陽ハイミール	下関市筋川町20－15	－	－
1974	三機飼料	埼玉県草加市松江町126	140	12,000
1974	中央漁糧	埼玉県越谷市南荻原2868	140	12,000

2.3.2　ボイラーによる燃焼脱臭

既設のボイラーを利用して，その2次空気源として臭気を燃焼させる方法で，利点としては，①設備費がわずかですむこと。②ボイラーが2つの目的に使用できること。③重油などの燃料費が余りかさまないこと。④設置所や人手がかからないことなどがあるが，欠点としては，①処理臭気量が大きいとボイラーの操作がむずかしく，燃料費もかさむこと。②バーナやボイラー水管のいたみが激しくなるので維持管理費がかかること。③ボイラーの燃焼状態を常に監視するか，自動温度調節機構を設ける必要がある。④ボイラーに多量の臭気を入れると圧力損失が増大する。

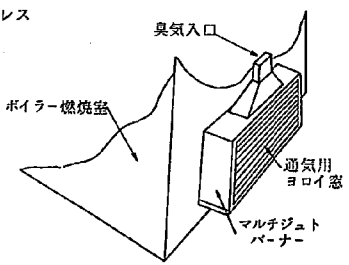
以上の特徴があるが，使い方によっては，非常に経済的なので，欧米でもかなり使われていた。

図V.13に示すように，臭気をボイラー燃焼室(Boiler Firebox)に導入するには，デフューザーを用いたり，V.13のようにダクトと通気用ヨロイ窓を1体にしたものや，ファンで，ダクトより直接臭気をボイラー室へ送り込む3通りの方法がある。

すすめられる方法としては図V.13のような導入法といわれる。

この他に吸着（活性炭，シリカゲル，アルミナ，ボーキサイト，獣炭など）は，臭気の成分と濃度に応じた選択的な使用法をとっており，一般的に臭気濃度が低い場合の発生源，たとえば，レストラン，ドライクリーニング，動物飼育室の臭気などに使われている。

表V.10にボイラーによる燃焼脱臭装置の運転実績を示す。



図V.13　ボイラー室への臭気導入方法

344

表 V. 10. ボイラーによる燃焼脱臭装置のデータ

TEST DATA ON BOILERS USED AS AFTERBURNERS

Equipment tested	426-hp boiler, water-tube type, gas fired[a]	Two 268-hp boilers, common stack water-tube type gas fired[a]	200-hp boilers, water-tube type, gas fired[b]	Two 113-hp boilers, common stack locomotive type, gas fired[a]	150-hp boiler, IBRT type, gas fired[c]	
Volume of gases, scfm						
Stack	8,700	10,300	4,700	3,800	3,400	3,600
Boiler inlet	1,600	2,930	2,400	320	470	750
Combustion contaminants, lb/hr						
Inlet	2.4	4.6	2.7	0.19	0.74	0.73
Outlet	0.45	0.53	1.6	0.16	0.52	0.71
Efficiency, %[d]	84	89	41	16	30	3
Organic acids, lb/hr						
Inlet	1.5	2.7	2.2	0.12	0.35	0.44
Outlet	0.56	0.64	1.4	0	0.14	0.38
Efficiency, %[d]	60	78	36	100	60	14
Aldehydes, lb/hr						
Inlet	0.22	0.39	0.39	0.03	0.012	0.03
Outlet	0.09	0.40	0.30	0	0.09	0.18
Efficiency	59	0	23	100	0	0

[a] Meat smokehouse effluent was admitted into boiler firebox through the multijet burner.
[b] Meat smokehouse effluent was admitted into boiler firebox through diffuser located at front of firebox floor.
[c] Rendering cooker effluent was admitted into boiler firebox through diffuser located at rear of firebox floor. Two tests were run. The use of this boiler as an afterburner has been discontinued, primarily because the minimum firing rate of the boiler was insufficient to incinerate air contaminants.
[d] Efficiency shown is Apparent Efficiency. Boilers could not be tested unless air contaminant were vented to it.

第3章 吸 着 法

第 3.1節 物理吸着法（活性炭法）

3.1.1 概 要[98)99)]

活性炭，シリカゲル，ゼオライト，活性白土，獣炭などの悪臭吸着剤を，吸着塔に 0.2～0.6 m 厚さにいく層かにつめ，下から臭気を通過させて吸着する。

これらの吸着剤は高濃度の臭気のばあいには，いくら表面積が 1,200～1,400 m^2/g の多孔質のヤシ殻活性炭とはいえ，すぐ吸着平衡に達してしまうので，臭気濃度がせいぜい冷蔵庫のにおいていどの濃度以下の脱臭によく，したがって，ビル空調器の外気取り入れ口や，ビル内の空気循環をするばあい，どうしても空気が着臭するのでこれらの脱臭には最適である。

そのほかの適応例として，レストランや飲食店の厨房排気，病室，倉庫，押し入れのにおいなどである。

活性炭が強い吸着性を示すものは低級脂肪酸，アルエール類，メルカプタン類，四塩化炭素，クロロホルム，臭素であり，やや効果的なものとしてはアセトン，アクロレイン，亜硫酸ガス，塩素など，効果が低度のものには，アルデヒド類，アミン類，アンモニア，放射性物質など，ほとんど効果のないものには，一酸化炭素，炭素ガス，エチレンなどである。

活性炭を脱臭剤として吸着塔を設計するばあい，まず臭気量，濃度，温度・湿度，水分，粉じんなどによって異なるが，一般に臭気濃度にたいする平衡吸収率および吸着速度より決定される。

活性炭脱臭塔を固定層として用いるばあいは，薄層フィルター（0.1～0.3 m）がとられ，表面積の大面積の大きいジグザグ型なども用いられている。

固定層の設計数値としては，標準型では炭層0.1～0.3 m，3～4段，粒度は圧力損失を考えて，4～6メッシュの円柱状成型炭の吸着保持力の強い活性炭を用い，空塔速度0.4m/秒以下，塔入り口圧力200～400㎜ H_2O，再生は水蒸気による追い出しで，使用期間は3～9か月ていどである。

活性炭は木材，ヤシガラ，石炭などの植物系，鉱物系物質を原料に，これを炭化賦活した特殊な炭素である。その内部には無数の微細孔があり，内表面積2,000平方メートル/グラムにもおよぶ広い表面に，種々の分子，粒子をひきつけ保持する吸着能力をもっている。この吸着は部分的には化学的吸着も考えられるが，ほとんどが物理的現象である。また，吸着した物質を脱着させることも可能で，この吸着脱着の機能が広く化学工業の分野で利用されてきた。たとえば，製品の中の色，不純物を吸着除去する精製用，特定の物質を吸着して脱着回収する回収用などが代表的な例である。その使用方法としては活性炭を液中に混合，吸着ろ過するバッチ法と，炭層を通過させ吸着するカラム法，カラム法を発展させた流動法がある。

これら化学工業分野で利用された活性炭は，粉末が主なものであった。

最近になり公害防止，環境浄化の一環として産業廃水，下水の3次処理，また，ガス吸着などに活性炭が使われ，需要が増えるにしたがい，粒状炭の使用が目立っている。粒状炭が利用される大きな理由としては，粉末炭に比べ嵩が大きいため，熱処理による再生使用がきき，ランニングコストを低減できるところにある。

現在，活性炭を利用した環境保全機器としては，産業廃水，下水道の3次処理，有機溶剤の回収・再使用システム，有害ガス・悪臭除去，ビルディングなどの建築物の空気浄化システム，放射性排ガスの除去，自動車ガソリン蒸発損失防止装置など，水質，大気の両方に実績があげられつつある。また，排煙脱硫，脱硝装置などへの利用も考えられ，一部では実例もある。

そのうち，これから最も利用の伸びが期待されているのが，水処

表V.11. 粉末炭生産実績（予測）

	47年	48年	49年(予測)
生産(t)	20,662	21,367	
出荷(t)	20,528	21,784	24,500
製糖	2,463	2,411	2,400
澱粉	1,995	1,744	1,760
工業薬品	4,968	5,468	6,240
医薬	1,847	1,789	1,980
グルタミンソーダ	2,860	2,600	3,290
醸造	2,150	3,067	3,940
油脂	784	764	670
浄水	1,394	1,902	2,540
その他	611	692	600
輸出	1,456	1,392	1,080

表V.12 粒状炭生産実績（予測）

	47年	48年	49年(予測)
生産(t)	12,318	14,118	
出荷(t)	12,244	14,143	15,540
ガス吸着	5,038	5,923	6,200
浄水	3,120	4,684	4,600
工業薬品	1,154	1,109	2,160
溶剤回収	480	637	900
触媒	858	984	900
その他	1,407	673	355
輸出	187	179	425

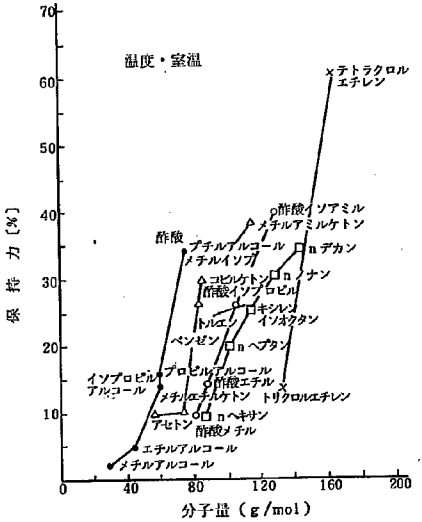
346

理関係である。昭和５１年に実施が予定されている排水の総量規制を前に，また，水資源の有効利用の観点から，産業廃水の３次処理による再生利用は，あらゆる産業分野に取り入れらようとしている。この３次処理方式には，オゾン酸化法など種々の方法が考えられる。

活性炭の需要は今後，水処理関係などを中心に，相当伸びることが予測されている。活性炭はその形状により粉末炭と粒状炭に大別されている。粒状炭には，球状，リング状，破砕状の３種がある。粉末炭は主に工業用資料として使われ，粒状炭は浄水，ガス吸着などの環境用の使用が多い。昭和47～48年の生産・出荷状況および49年の出荷予測を表V.11，12に示す。表V.11の粉末炭は工業用資料として使用される傾向から，年率７～８％の伸びであり，今後とも大きな飛躍は望めないのが実情である。表V.12の粒状炭では，触媒用の需要が減る傾向にあり，ガス吸着，溶剤の回収に伸びが著しい。ただし，ガス吸着にはタバコのフィルター用が含まれている点に注意しなければならない。

3.1.2　吸着保持力

活性炭の各種物質に対する吸着保持性を図V.14と表V.13にまとめて示す。



図V.14.　各種炭化水素化合物の活性炭に対する保持力と分子量の関係[100)]

表V.13. 各種活性炭の成分に対する保持力[101]

成分	保持力(%)	摘要	成分	保持力(%)	摘要
<アルコール>			<芳香族>		
エチルアルコール	21		ベンゼン	23	溶剤
メチルアルコール	10	木精	ニトロベンゼン	20	
ブチルアルコール	34	溶剤	トルエン	25	溶剤
アミルアルコール	35	フーゼル油	キシレン	26	溶剤
<有機酸>			ナフタリン	30	防虫剤
酢酸	37	薬品	<脂肪族炭化水素>		
酪酸	35	体臭	プロパン	5	燃料
ギ酸	7	薬品	プロピレン	5	石炭ガス
パルミチン酸	35	パーム油	デカン	35	灯油成分
プロピオン酸	30		ヘプタン	20	ガソリン成分
アクリル酸	20		ヘキシン	10	ガソリン成分
カプリル酸	35	動物臭	ノナン	30	灯油成分
<有機ガス>			ブタン	8	燃料
アンモニア	僅少		<エーテル>		
臭素	40		エチルエーテル	15	医薬品
二硫化炭素	15	ビスコース	イソプロピルエーテル	18	溶剤
四塩化炭素	25	溶剤，消火用	メチルエーテル	10	
塩素	15	顔料製造	ブチルエーテル	20	溶剤
臭化水素	12	薬品	<エステル>		
塩化水素	12	塩ビ燃焼ガス	酢酸アミル	41	ラッカー溶剤
フッ化水素	10	フッ素	酢酸ブチル	28	ラッカー溶剤
よう化水素	15		酢酸エチル	19	ラッカー溶剤
硫化水素	3		酢酸イソプロピル	23	ラッカー溶剤
よう素	40		酢酸メチル	16	溶剤
硝酸	20	薬品	<アルデヒド>		
二酸化窒素	10	キリンス，燃焼ガス	アセトアルデヒド	7	薬品
オゾン	酸素に分解	放電管	アクリルアルデヒド	15	アクロレイン
二酸化イオウ	10	燃焼排ガス	ブチルアルデヒド	20	ディーゼル排気
三酸化イオウ	15	燃焼排ガス	ホルムアルデヒド	僅少	合成用剤
硫酸	30	薬品	<その他の化合物>		
<ハロゲン化炭化水素>			石炭酸	30	フェノール樹脂
トリクロルエチレン	13		クレゾール	30	溶剤
クロロホルム	40	麻酔薬	ピリジン	25	煙草の煙
ヨードホルム	30	防腐用	スカトール	25	排泄物
塩化イソプロピル	20		テレピン油	32	溶剤
塩化メチル	5	冷媒	吉草酸	35	体臭，チーズ
塩化メチレン	25		インドール	25	排泄物
テトラクロルエチレン	60		メントール	20	
<メルカプタン>			ニコチン	25	煙草
メチルメルカプタン	20	クラフトパルプ	ショウノウ	20	
エチルメルカプタン	23	ニンニク，玉ねぎ，下水	<多成分臭>		
プロピルメルカプタン	25		下水臭	大	
<ケトン類>			トイレット臭	大	
アセトン	10	溶剤	料理臭	大	
ジエチルケトン	30	溶剤	食物臭	大	
メチルエチルケトン	10	溶剤	包装室長	大	
メチルイソブチルケトン	20	溶剤	体臭	大	

348

3.1.3 一般的性状，その他

活性炭の一般的性状を表 V.14～V.15 に，圧力損失を図 V.15 に，活性炭に対する各種成分の吸着熱を表 V.16 に示す。

表 V.14　工業用吸着剤の物性表[102)]

	活性炭		シリカゲル	アルミナゲル	活性白土		モレキュラーシーブス(ゼオライト系)	モレキュラーシービングカーボン
	粒状	粉状			粒状	粉末		
真密度 (g/cm^3)	2.0～2.2	1.9～2.2	2.2～2.3	3.0～3.3	2.4～2.6	2.4～2.6	2.0～2.5	1.9～2.0
粒密度 (g/cm^3)	0.6～1.0	－	0.8～1.3	0.9～1.9	0.8～1.2	－	0.9～1.3	0.9～1.1
充填密度 (g/cm^3)	0.35～0.6	0.15～0.6	0.5～0.85	0.5～1.0	0.4～0.55	0.3～0.5	0.6～0.75	0.55～0.55
空隙率(－)	0.33～0.45	0.45～0.75	0.4～0.45	0.4～0.45	0.4～0.45	0.4～0.7	0.32～0.4	0.35～0.42
細孔密度 (cm^3/g)	0.5～1.1	0.5～1.4	0.3～0.8	0.3～0.8	0.6～0.8	0.6～0.8	0.4～0.6	0.5～0.6
比表面積 (m^2/g)	700～1,500	700～1,600	200～600	150～350	100～250	100～250	400～750	450～550
平均孔径(Å)	12～40	15～40	20～120	40～150	80～180	80～180	－	－

表 V.15.　市販活性炭の性能[102)]

炭素質原料	形状	粒度 (Mesh)	硬度[1] (%)	気孔率 (%)	空間率 (%)	充填密度 (g/ml)	平均孔径 (Å)	比表面積 (m^2/g)	平衡吸着量 1/10 飽和ベンゾール (%)[2]	平衡吸着量 1/20飽和アセトン (%)[3]	平衡吸着量 ヨード (g/g)[4]	平衡吸着量 カラメル (%)[5]
果実殻系	成型	4/6, 6/8, 8/10	80～99	50～65	35～42	0.45～0.55	20～35	900～1,300	35～45	25～34	－	－
木材系	成型	4/6, 6/8, 8/10	80～99	55～55	35～42	0.36～0.54	20～35	1,000～1,300	35～45	25～32	0.7～1.2	－
	破砕	6/10, 10/32	－	55～65	33～45	0.36～0.54	20～35	900～1,400	－	25～32	0.7～1.2	－
	粉末	－	－	60～80	40～55	0.21～0.40	20～60	700～1,300	－	－	0.6～1.2	70～97
泥炭・亜炭系	成型	4/6	80～99	50～65	35～42	0.35～0.50	20～40	600～1,500	－	－	－	－
	粉末	－	－	60～75	40～55	0.25～0.40	20～40	800～1,300	－	－	0.6～1.1	70～90
石炭系	成型	4/6	80～99	50～65	35～42	0.37～0.54	20～45	900～1,300	35～45	22～32	－	－
	破砕	8/32, 10/42	－	50～70	33～45	0.35～0.60	20～50	700～1,200	－	－	0.8～1.2	－
石油系	成型	4/6, 6/8	－	50～65	35～42	0.40～0.52	20～40	900～1,300	35～45	25～34	－	－

(注)　粉末原料炭をバインダーで加圧成型後炭化，破砕，活性化したものを　粒状活性炭と呼び，単に原料炭を破砕して炭化，活性化したものを破砕炭と呼んで区別することもあるが，本表ではいずれも破砕炭の中に入れた。

1) JIS－1412粒状活性炭カタサ試験法による。
2)　〃　　ベンゼン吸着試験法に準じ1/10飽和度とした。
3)　〃　　〃　　ベンゼンの代りにアセトン1/20飽和度とした。
4) N－10ヨード溶液に活性炭を加え24時間後の残存濃度における吸着量(gヨード/g活性炭)で示したもの。
5) JIS－1412粉末活性炭カラメル試験法による。

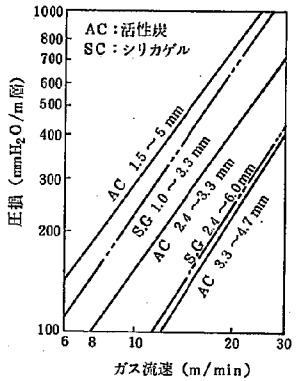


図 V.15. 常温，常圧の空気を流した時の圧損[100]

表 V.16. 活性炭に対する各種成分の吸着熱[100]

気　　体	吸着熱(Kcal/mol)
モノクロルメタン	9.2
ジクロルメタン	12.4
クロロホルム	14.4
四塩化炭素	15.5
モノクロルエタン	12.2
モノクロルプロパン	14.6
モノクロルイソプロパン	13.1
モノクロルブタン	15.6
モノクロルイソブタン	13.6
メタノール	13.9
エタノール	15.6
二硫化炭素	12.5
ベンゼン	15.7
臭化エタン	13.9
ヨウ化エタン	14.0
プロパノール	16.4
メタン	4.5
一酸化炭素	3.4
炭酸ガス	6.7
窒　　素	4.4
アンモニア	7.2
塩　　素	26.0
水	10.5

3.1.4 吸着装置のフローシート

活性炭を吸着に用いる場合のフローシートの例を図 V.16～V.22に示す。

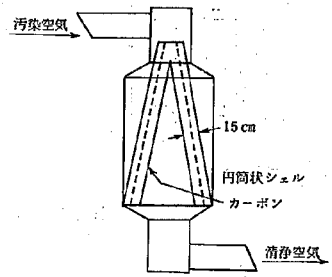


図 V.16. 円錐形吸着層[100]

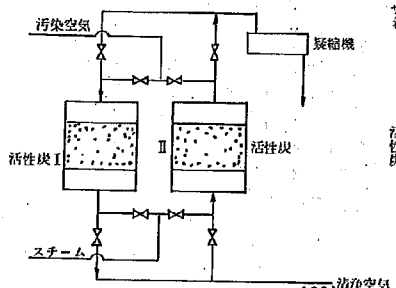


図 V.17. 2塔式フローシート[100]

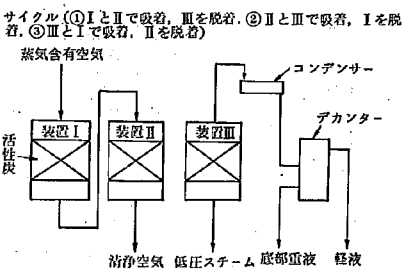
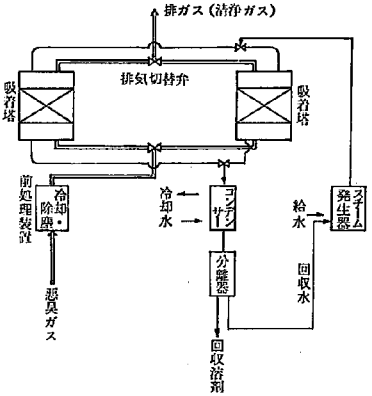
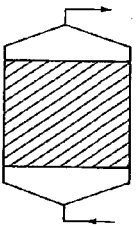


図 V.18. 3塔式吸着装置フローシート[100]

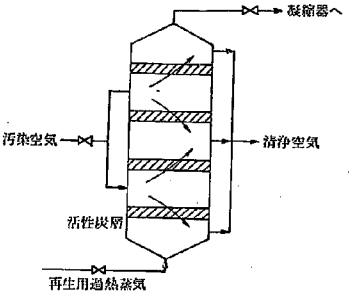
250



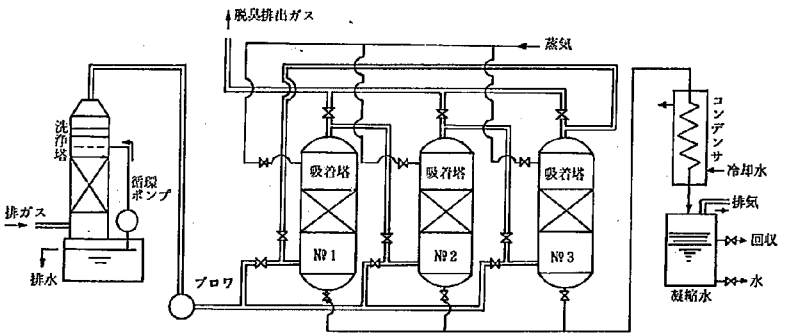
図V.19. RA型除去装置[103)]



図V.20. 垂直式吸着塔[100)]



図V.21. 4段型吸着塔[100)]



図V.22. 活性炭脱臭装置[104)]

第 3.2 節　化学吸着法

3.2.1　イオン交換樹脂法[105)]

3.2.1.1　脱臭原理

イオン交換樹脂を加工して多孔質にし，活性炭と同じような分子吸着と，イオン交換による臭気の電気的吸着とを兼用したもので，活性炭とは原理的に異なっている。オランダのセントラルシュガーCo で技術開発され，砂糖の脱色・脱臭に用いられたものが始めであるが，問題は100～200時間で樹脂を再生する場合に一般のイオン交換樹脂と同様に4％Na OH液30分，4％HCℓ液30分，水洗いした後，熱風乾燥した水分を30～50％まで落す再生操作がかなり煩雑であることである。魚腸骨，化製場，吸着飼料工場などの工場では必要な回収と所定の再生操作をしないことがあり，所期の脱臭効果をあげない原因となっている。

(1)　塩基性臭気の場合　　$R-NH_2\ HC\ell + NH_3 \rightarrow R-NH_2 + NH_4\ C\ell$

アンモニア，アミン類は樹脂に予め結合していた塩酸と反応して，無臭の塩となり，樹脂中の水に溶触する。

(2)　酸性臭気の場合　　$R-NH_2 + H_2S \rightarrow R-NH_2 \cdot (H_2S)\frac{1}{2}$

硫化水素やメルカプタン類は樹脂にイオン交換反応で結合する。

(3)　中性臭気の場合

樹脂の多孔質による表面による物理吸着，ただし，活性炭よりも吸着力が小さい。

日本化成㈱の室内実験データによれば，悪臭物質の樹脂による吸着能力の結表は表V.17のとおりである。

表V.17.　悪臭物質の樹脂による吸着能力

臭気物質 ＼ 吸着剤	イオン交換樹脂（B－65）	活　性　炭
アンモニア	10.2 g/ℓ	4.0 g/ℓ
硫化水素	6.1～169.7 g/ℓ	5.1 g/ℓ
低級脂肪酸類	212.4 g/ℓ	108.0 g/ℓ

3.2.1.2　適用範囲

本イオン交換樹脂は，アンモニア，トリメチルアミン，ジメチルアミンのような塩基性臭気および硫化水素，メチルメルカプタン酪酸，吉草酸などの低級脂肪酸のような酸性臭気には優れた脱臭効力を示すが，硫化メチルや二硫化メチルなどのサルファイド類には余り吸着力がない。また，無極性の有機溶剤などにはその作用が及ばない。

したがって，し尿処理場の場合は脱サルファイド類のために，下水処理場の場合はサルファイド類に加えて，パラクロールエチレン，トリクロールエチレン，ベンゼン，キシレン，トルエンなどの溶剤臭の脱臭にも，第1段に樹脂塔を，第2段に活性炭塔を用いる方式が最適であると思われる。

建設費は最近（1973～74年）の例で，臭気量1500 m^3/分（下水処理場，1974年）で2億円から，500 m^3/分（下水処理場，1974）で1,2000 万円の実績がある。

352

3.2.1.3　樹脂の再生

設置例では，樹脂の再生操作とオートマチック方式として，自動的に操作させることも可能となり，設備費さえ計上すればこの問題は解決できたとみてよい。

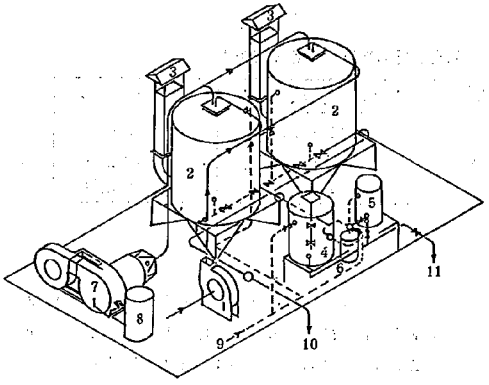
つぎに，再生の操作を表にすると表 V.18 のとおりである。

表V.18.　樹 脂 再 生 フ ロ ー シ ー ト

操　　作	S.V	液　量	時　間
① 水　洗	10	10　倍	60 分
↓			
② 5 % 苛性ソーダ液	1	2　倍	150 分
↓			
③ 水　洗	10	10　倍	60 分
↓			
④ 10 % 塩酸液	3	1　倍	25 分
↓			
⑤ 水　洗	10	10　倍	60 分
↓			
⑥ 乾　燥	60℃以下		90～180分

3.2.1.4　装　　置

イオン交換樹脂を用いた脱臭装置の一例を図V.23 に示す。



1）悪臭空気入口，吸引ブロアー
2）脱臭塔
3）脱臭空気排気筒
4）苛性ソーダ液計量槽
5）塩酸計量槽
6）塩酸ガス・シール槽
7）熱風発生機
8）燃料貯槽
9）再生用水入口
10）排水出口
11）排水中和用薬液出口

図V.23　脱臭装置の一例

3.2.2　石炭吸着法[106)]

3.2.2.1　概　　要

石炭を粉砕，整粉した後，濃硫酸にて処理し，石炭にスルフォン基，ガルボキシル基などの活性基を有するもので固体の酸として，また陽イオン交換体としての特性をもつもので，アンモニアやアミン類などの塩基性物質とは大きな化学的親和力がある。また，酸性臭気である低級脂肪

353

酸，硫化水素，メルカプタン類などは石炭ではなく水酸化鉄を主体として作られ，この両者の組合せと前に水洗塔をもうけることにより，広い範囲の臭気源に対応できるようにしてある。

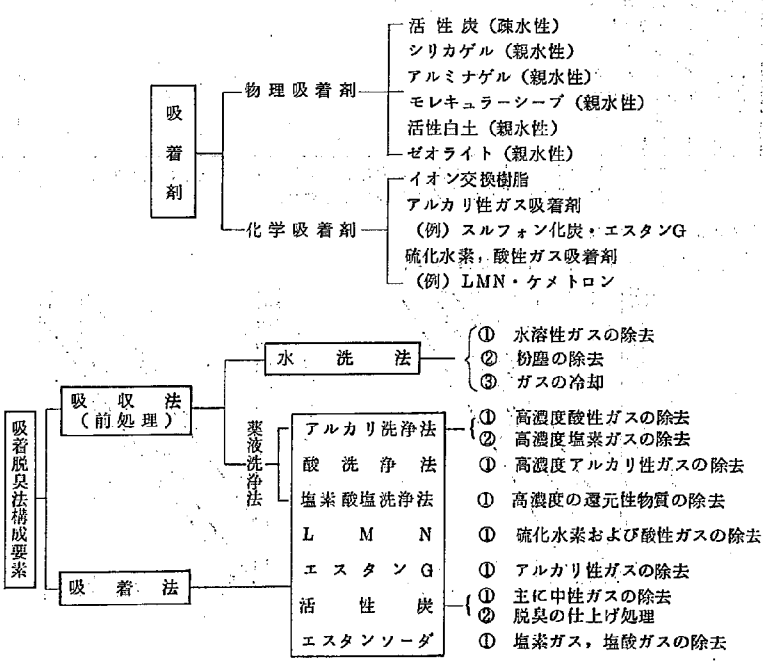
硫酸処理石炭（スルフォン化炭）の吸収塔は処理臭気量の少ない場合は石炭粒度を3～5 mとして固定層にし，臭気量が3,000 m^3/hr 以上の場合は粒径を0.5～3 mmとし，軽くして石炭層の下から臭気を通過させる流動層方式をとっている。

鶏ふん乾燥機からの臭気のようにアンモニアなどのアルカリ性臭気が大部分の場合にスルフォン化炭のみを，また，獣骨，魚腸骨処理場など酸性臭気が入ってくる場合は水酸化鉄剤（LMN）をも併用している。

スルフォン化炭は通常500時間使用で再生する必要があるが，臭気濃度が高い魚腸骨処理工場の場合などは，200～300時間で再生しなければならぬ場合もでてくるようである。再生使用回数8サイクルで再生時の費耗率は15～20％であるため，消耗分の補充を再生時毎にくり返すことによって，半永久的に使用できるといわれている。

つぎに，作業室内臭気および，軟骨処理場のロータリードライヤー臭気についての石炭吸着剤および硫化水素用の水酸化鉄剤（LMN），その他の無極性臭気用の活性炭による脱臭装置を分類して示すと表V.19のようになる。

表V.19. 吸着剤と方法の分類



3.2.2.2 使用用途

各種吸収法と各種吸着法の使用用途は表V.20のとおりである。

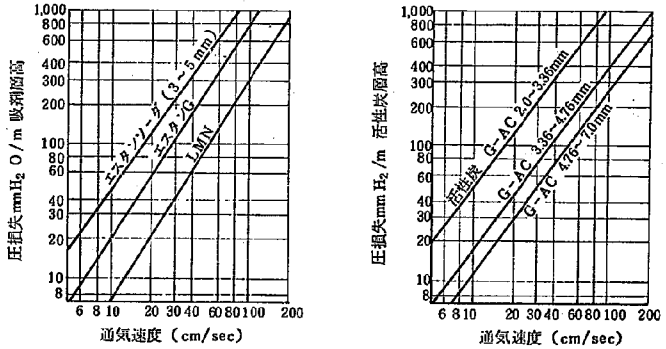
表V.20. 構成要素の組合せ方

	吸収法				吸着法			
	水洗法	アルカリ洗浄法	酸洗浄法	塩素酸塩洗浄法	LMN	エスタンG	活性炭	エスタンソーダ
投入槽，貯留槽	①				②	③	④	
投入室					①	②	③	
機械室					①	②	③	
汚泥乾燥排気	②			(1)	③	④	⑤	
消化ガスの脱硫					①			
下水処理場					①	②	③	
ゴミ処理場					①	②	③	
化製場・乾燥排気作業場	②			(1)	③	④	⑤	
有肥機料 乾燥排気					①	②	③	
有肥機料 作業場					①	②	③	
畜舎					①	②	③	
と場							①	
有機ガス（中性）		①						
高温ガス 酸性ガス			①					
高温ガス アルカリ性ガス		①						
高温ガス 塩素ガス								
低濃度ガス 酸性ガス					①			①
低濃度ガス アルカリ性ガス						①		
低濃度ガス 塩素ガス								①
水溶性ガス	①							

(注) 数字は処理順序を示す。 ( )印はより確実な効果を要するときの前処理法
○印はより確実な効果を要するときの仕上げ処理法

3.2.2.3 圧力損失

各種吸着剤の圧力損失を図V.24に示す。



図V.24. 吸着剤の通気圧損失

3.2.2.4　一般的性質

各種吸着剤の一般的性質を表V.21～V.22に示す。

表V.21.　工業用吸着剤の種類と主な用途

吸着剤	主要な用途
アルミナおよびボーキサイト	空気，気体，液体の脱水
酸処理した白土	石油留分の接触ろ過
骨灰	砂とう精製，脱色
シリカゲル	空気の脱水，精製，ガスマスク
マグネシア	ガソリン処理およびドライクリーニング溶剤の再生
活性炭	溶剤回収，脱臭，ガスマスク
イオン交換樹脂	水処理，廃水濃縮，アルカロイド
スルフォン化炭	塩基性ガスの除去
スルフォン化ソーダ炭	酸性ガスの除去

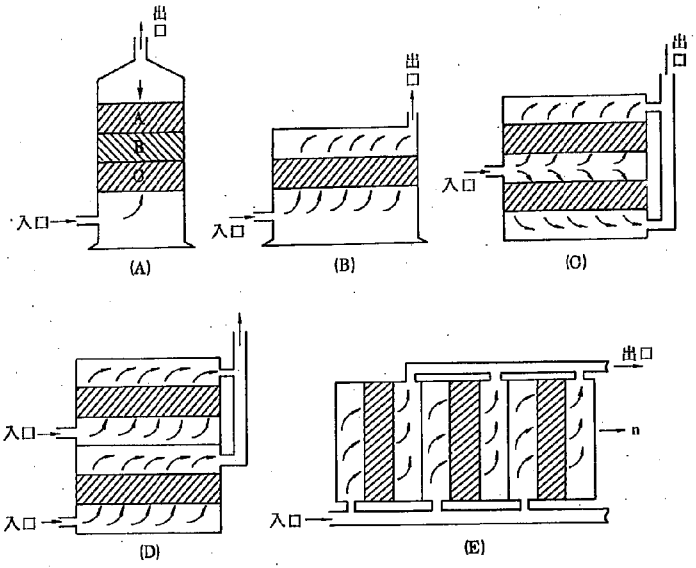
表V.22.　吸着剤（脱臭剤）の性状

		活性炭	エスタン[1]	エスタン-G[2]	エスタンソーダ[3]	L M N[4]
	外観 色調	黒	黒	灰色	黒	茶褐色
	外観 形状	粒状・破砕状 円柱状・球状	破砕状	球状	破砕状	球状
	粒形 (mm)	7以下各種	0.5～5	4～8	3～5	4～10
	真比重 (－)	2.0～2.2 0.35～0.6	1.2～1.3	1.5	1.2～1.3	1.5
	充填密度 (kg/l)	0.35～0.6	0.65～0.7	0.85	0.65	0.85
	耐水性	大	大	中	大	水中で崩壊せず
	50倍液のpH	中性～アルカリ性	1.5	1	11	11
	吸着に対するガス中水分の影響	水分が多いほど吸着性は低下する	なし		なし	なし
	使用温度	低いほど吸着性がよい	80℃以下	50℃以下で使用する場合がほとんど		
	吸着における一般特性	酸性・中性・アルカリ性ガスをいずれも吸着する。ガスの分子量の高いほど吸着量が多い	アルカリ性ガスを中和吸着すると同時に中性・酸性ガスも吸着する	アルカリ性ガスを選択的に中和吸着する	強酸化性ガスを還元し，酸性ガスを中和吸着する	硫化水素および酸性ガスを吸着する
主要ガスに対する吸着保持量 (%)	アンモニア	0.2	2.5	5.0～7.0 7.5		
	トリメチルアミン	1.2	7.5	7.5		
	トリエチルアミン	2.5	13.0	11.5		
	硫化水素	15 (dry：3)	－	2.5(アンモニア共存下)	－	25以上
	酢酸	40	－		9	20以上
	亜硫酸ガス	10 (dry)			10	15
	塩酸ガス	－			8	－
	塩素ガス	15			5以上	
	アクロレイン	15				
	エチルアルコール	21				
	酢酸エチル	19				
	ベンゼン	25				
	四塩化炭素	45				

(注)　1)，2)は石炭吸着剤の商品名で1)はアンモニア，アミン用，2)は1)の新製品
3)，4)は化学吸着用の商品名でいずれも酸性臭気用

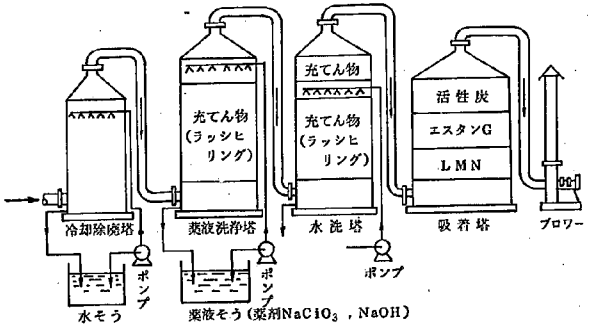
3.2.2.5 吸着装置

吸着剤を用いた脱臭装置の例を図V.25～V.26に示す。



A：例えば活性炭　　D：例えば活性炭＋エスタン
B：例えばエスタンG　　E：例えば活性炭＋エスタン＋LMN
C：例えばLMN　　：吸着剤

図V.25. 吸着塔の形式



図V.26. 化学吸収と化学吸着・物理吸着法の併用による脱臭装置フローシート

357

第4章　酸　化　法

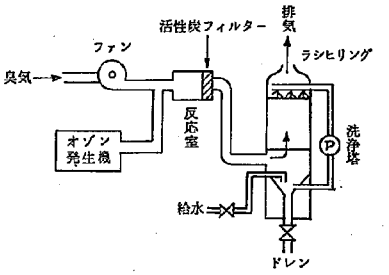
第4.1節　オゾン酸化法[107)]

4.1.1　概　　要

オゾンによる脱臭は，主として臭気を酸化することによって行なわれるが，オゾン自体のにおいによるマスキング作用も若干はあるようである。

装置としては図V.27 のように，オゾン発生装置と悪臭との反応室，および水洗塔からなる。

臭気発生箇所からダクトで臭気を集め，オゾン発生機から送られてオゾンで満たされている反応室へ悪臭を送る。



図V.27　オゾン脱臭装置

オゾン反応室は図V.27 のようなチャンバ形のほかに，ダクトう回式，充てん式などがある。ここでオゾンと十分接触させ（最低5秒間），活性炭フィルタで未反応オゾンを吸着させてから水洗塔で残存水溶性悪臭を除去したのち放出する。

悪臭の種類別によるオゾン所要量の一例をあげれば，

下水臭の場合	臭気量に対し	0.3～0.6 ppm
魚腸骨臭の場合	臭気量に対し	1.5～3.0 ppm
し尿臭の場合		1.0～1.5 ppm

以上の数値は最小限度であり，設備量が許すならば，実験用プラントでその悪臭に合わせたオゾン所要量を出してからにすべきである。

脱臭効果については，魚腸骨の臭気成分であるアンモニア，トリメチルアミン，ブチルアミン，ジメチルアミンなどを水洗との併用による室内実験装置では，いずれの成分も85％以上の脱臭効果を示した。

また，し尿臭の場合，硫化水素の除去率は90％以上であるが，アンモニアは50％前後と低く，水洗との併用が必要となってくる。

オゾン脱臭装置の設置例は，し尿処理場の投入槽からの発生悪臭に対するものが最も多く，その数は全国で150か所をこえているといわれている。

魚腸骨では，宮城県石巻市五所入，大脇物産(株)ほか数10か所となっている。

858

4.1.2 オゾンの一般的性質

オゾンの一般的性質は表V.23に示すとおりである。

表V.23 オゾンの理化学的性質[108)]

分子量	48
分子構造	2つの共鳴混成体 $:\overset{\overset{\|\|}{O}}{O}=\overset{\overset{\|\|}{O}}{O}\cdots\overset{\|\|}{O} \longleftrightarrow :\overset{\|\|}{O}-\overset{\overset{\|\|}{O}}{O}=\overset{\|\|}{O}$
融点	−193℃
沸点	−112℃
酸素からの生成熱	−34,400 cal/mole
生成の自由エネルギー	−38,900 cal/mole
定圧比熱	9.37 cal/mole
Henry 定数	0℃; 0.194, 10℃; 0.248, 20℃; 0.376, 30℃; 0.598, (10^4 atm/モル分率)
水中での分解半減期	(約10℃の蒸溜水中，濃度数分の1～数ppmのとき数10分～数時間)
空気中での分解半減期	(約20℃，乾燥空気中で10余時間)
0℃，1気圧下のガス重量	2.144 g/ℓ
嗅覚閾値	0.01～0.02 ppm

4.1.3 オゾン添加率[109)]

臭気発生源別の所要添加量は概ね表V.24と表V.25に示すとおりである。

表V.24

Application [1]	Ozone Dosage, ppm/v
Restaurants	1
Sewage plants, general	1
Morgues	3
Phenol plants	3 to 10
Rubber plants	3 to 10
Fish processing plants	10
Sludge storage and vacuum filter	10
Rendering plants	10
Fermentation processes (Mfg antibiotics in pharmaceutical)	0 to 50
In addition to these applications ; other interesting applications are [1] :	
Breweries	Distilleries
Dining halls	Locker rooms
Kennels	Stables
Kitchens	Laboratories
Tanneries	Food processing plants
Chemical plants	

359

表V.25　悪臭発生源と必要オゾン量[108)]

発生源	最少必要量	必要量	臭気成分	
			主成分	その他
下水処理場	0,3～0.6ppm	0.45～0.9 ppm	硫化水素 アンモニア	アミン剤，有機溶剤 メルカプタン サルファイド
魚腸骨処理場	1,0～2.0ppm	1.5 ～3.0 ppm	アミン酸	アンモニア，脂肪酸
し尿処理場	1,0～1.5ppm	1.5 ～2.3 ppm	硫化水素 メルカプタン類 アンモニア	有機脂肪酸 アミン類 メンドール，スカトール

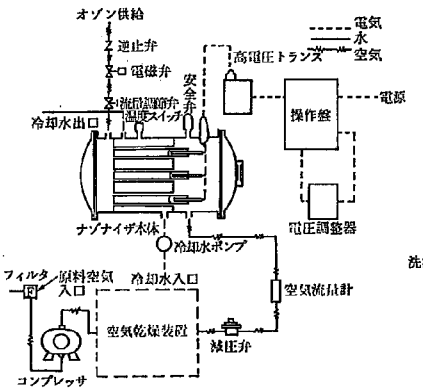
4.1.4　オゾン発生装置とオゾンによる脱臭装置

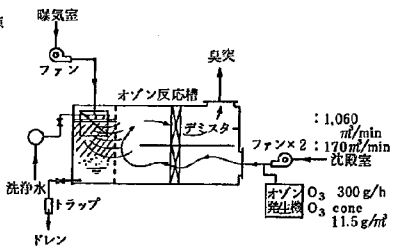
図V.28にオゾン発生機の標準的フローシートを，また図V.29に発生したオゾンを接触させる装置を示す。

実装置として使用されている例を紹介すると，(1)臭気発生箇所からダクトにより戸外に排出する際排風機側にオゾンを注入し，排風機内にて臭気とオゾンとを強制撹拌して，反応を促進しかつ臭気とオゾンとの混合を十分に行い，必要に応じて洗浄塔をもうけ水洗したのち放出する方法（排風量が比較的少量にて附近に人家などの少ない場合），(2)排風機の吐出側に，または吸引側に水洗装置を設け水洗浄により水溶性の臭気を除去した後，オゾン反応槽（字廻式または充填式）を通し，ここにてオゾンと十分接触せしめ（最低5秒）最後に活性炭槽を通し臭突より放出する方法（排風量が多量にて附近に影響の大きい場合）。

以上の2通りが現在一般に実用化されている方法である。特に(2)の場合の実例を示すと図V.30のとおりである。

図は臭気を排風機によって吸引し，水洗浄を行い水溶性の臭気を除いたのちオゾンを混合反応さ





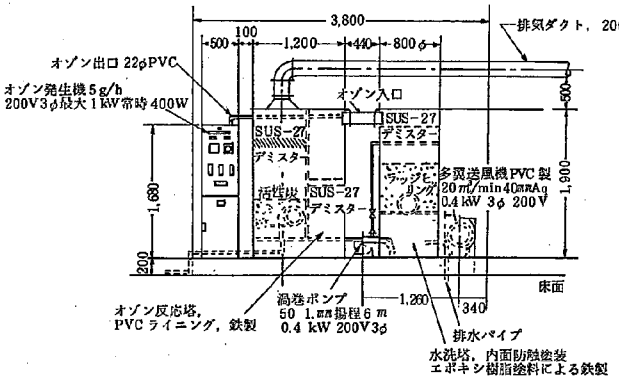
図V.29　オゾン脱臭装置フローシート

図V.28　オゾン発生機の標準的フローチャート

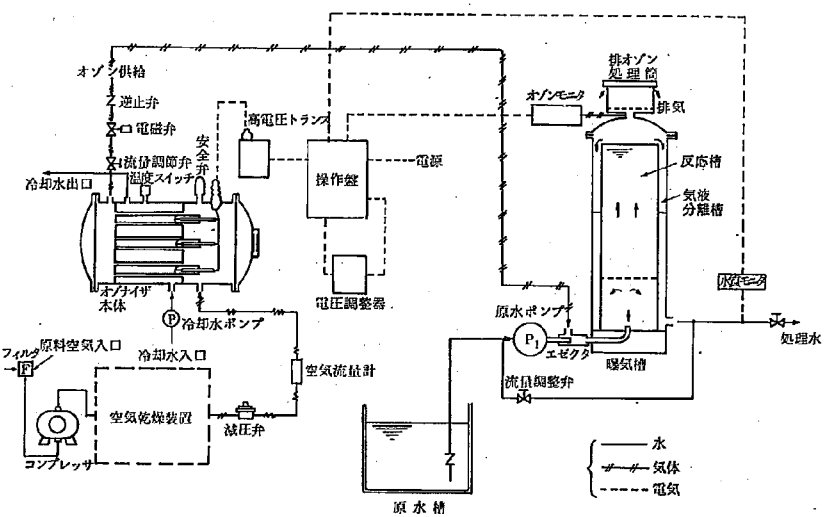
860

せ，最後に活性炭により残留臭気および余剰オゾンを吸着分解し無臭として排出するもので，排風機，臭気洗浄塔，オゾン反応兼活性炭層，循環ポンプ，オゾン発生機，操作盤，排気ダクトからなっている。

図V.31は国産メーカーの作製した脱臭装置の一例である。



図V.30　下水処理場脱臭装置フローシート



図V.31.　オゾン脱臭装置のフローシート

361

第 4.2 節　塩素ガス法

4.2.1　概　　要

臭気酸化法には，従来から用いられているオゾン酸化法のほか，最近実施例も増えてきた塩素ガスによる酸化法がある。この他の酸化法には，次亜塩素酸ソーダ法，2酸化塩素法，過酸化水素法など，いずれも塩素溶液として薬液洗浄法があるが，前二者に比較して，わが国での運転例が少ないので，ここではとりあげない。

塩素水による脱臭方式は，さらし工程をもつ製紙工場の脱臭や，イギリスの養鶏産業のインテグレーション方式を推進しているダグラス・ロンソン社のFeather meal plantの脱臭にNaOH溶液とCl_2溶液との洗浄方式をとっている例があるが，ここでは米国ロサンゼルス市南にある，世界的なマグロの缶詰工場のFish meal plantの脱臭方式として，Drier排ガスの脱臭をCl_2ガスによって処理している実例について紹介しておく。

4.2.2　魚腸骨加工場の例

会　社　名　　スターキスト食品会社（Star-Kist Foods Inc.）

所　在　地　　カリフォルニア州，ターミナル島，チュナ通り 582（582, Tuna Street, Tarminal Inland, California, U·S·A·90731）
ロスアンゼルス市から約 3.5 Km南にあり，有名なロングビーチの近く

会社の規模　　従業員 6,000人（工場および船員の全員），ターミナル島の工場は 1,200人（内男300人，女900人）

アメリカ最大のマグロの缶詰製造会社，世界各地に 11 の缶詰工場と 9 つの専用漁港をもつ。

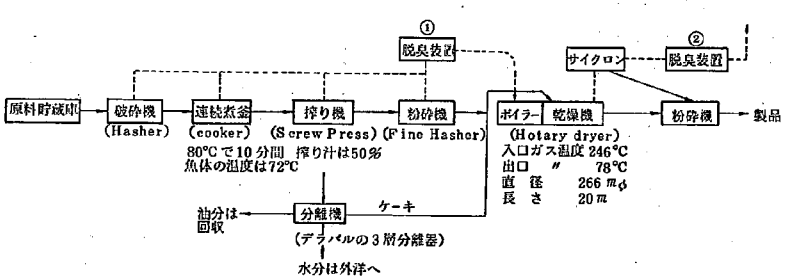
魚腸骨処理工場

原　　料　　マグロ，サバなどの魚腸骨が中心で，イワシその他食用にならない魚。

処　理　量　　原料で 400 t/日（24 時間稼動）

処理工程

図V.32 のとおりで，原料貯蔵庫はグランドライシよりやや低く，ここから原料はスクリューコンベヤーで工場内にある破砕機の上へ運ばれる。すぐ噛みあわせ型の大きな破砕機に入って荒砕きされ，約 50 cm 径のスクリュープレスにて2連あるクッカーの受け口（Charging Bins）ま



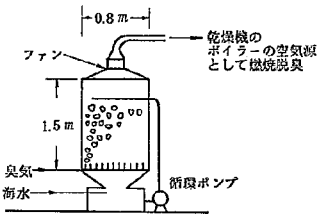
図V.32　魚腸骨処理工場

862

で上げられる。クッカーは日本でもよくみかける連続式のもので，ボイラーから供給された蒸気で原料を蒸煮している。クッカーの温度は思ったよりも低く，80℃で10分間煮していた。搾り機は連続式のスクリュープレス型，固形物は刀の間隔の細かい粉砕機を通ってから，直径2.66m，長さ20mの直火式，ロータリードライヤーに入る。ボイラーやドライヤーの熱源は天然ガスを用いている。アメリカの主要熱源は天然ガス（テキサス周辺）重油，石炭と3種類あり，天然ガスはテキサスに近いところでは主要熱源となっており，燃焼によっても大気汚染物質を生じないので，重油，石炭からの切り変えがさかんにおこなわれている。

乾燥機では原料の水分を50%から8%にまで下げられるように運転している。ドライヤーは入口246℃，出口78℃で，運転上のトラブルは少ないといっていた。

一方，スクリュープレスで搾られた汁は，遠心分離器で，ケーキと水溶液分とに分離する。油分とケーキは回収されるが，水溶液は太平洋に出されていた。水質の規制はないとのことであった。



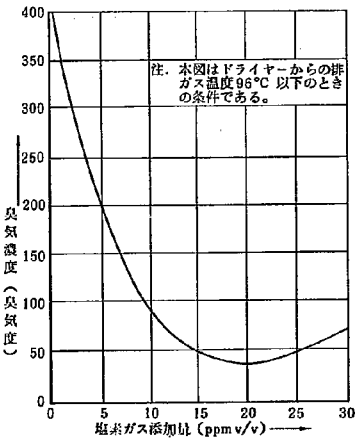
図V.33　①脱臭装置（水洗＋燃焼）

脱臭装置は二通りあり，①の方は図V.33のように破砕機，クッカー，スクリュープレス，粉砕機の4発源からの臭気をステンレスのダクトで集めてきて，それらを海水による水洗塔（内容積0.75 m^3）を通して水洗し，乾燥機の一次空気として燃焼脱臭している。適正添加率のゾーンも高くなる。

一方，排気ガス温度96℃以上になると，脱臭率が極端に悪くなり，この場合は添加塩素量を増やしても結果はよくならない。

脱臭対策に対する私見燃焼脱臭装置はアトラスやアルファラバルがおこなっている。水洗－予備加温（80℃）－脱臭装置（648℃以上，0.3秒以上の接触時間）の一連の方式と比べると，予備加温装置がないだけである。この従来の脱臭装置は問題ないにしても，本脱臭装置の塩素ガスによる水洗方式（$C\ell_2$ 100 ppm）は，燃焼脱臭方式からみると効果はかなり低いものと感じられる。

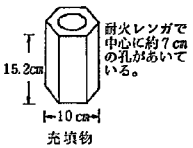
排気量560m^3/分の臭気を燃焼脱臭するには，たしかに相当の重油代としての維持管理費を見込まなければならない。もし，住宅地が500m以内にあるとすれば，本Chlorinationの Packed towerのみでは，本法が魚腸骨臭気の脱臭に最も向いているとはいえ，効果が十分に把握できない。図V-34に塩素ガス添加量と臭気

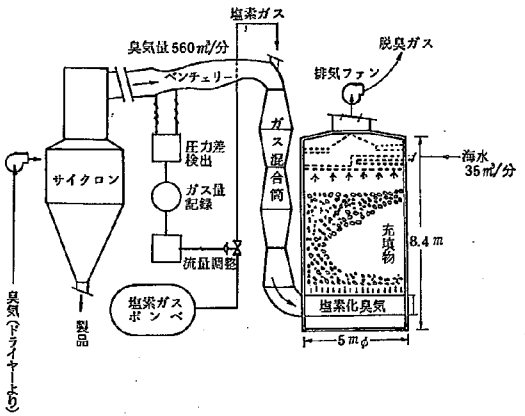


図V.34　塩素ガス添加量と臭気度との関係

363

度との関係を，図V.35に実際装置のフローシートを示す。

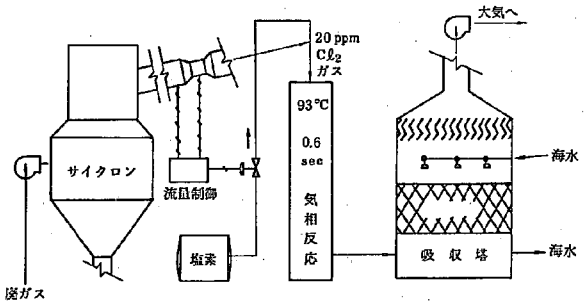




図V.35　魚腸骨処理場臭気の塩素ガスによる脱臭装置

4.2.3　石けん工場の例

図V.36の石けん製造プロセスから排出する悪臭ガス処理にCl_2ガス200 ppmを用い，接触時間0.6 secで酸化したのを海水洗浄を施した例では良好な結果を得たと報告されている。



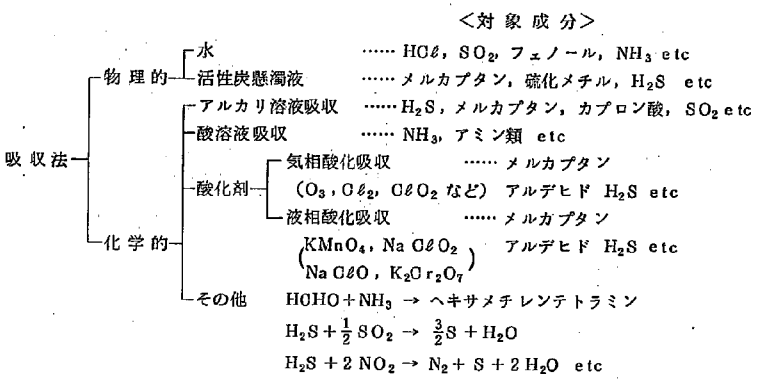
図V.36　石けん製造プロセス排ガスのCl_2での脱臭フローシート

264

第5章　薬液洗浄法

第5.1節　概　　論

洗浄法に使われる脱臭剤とその対象成分を分類すると下記のようになる。



上記のほか有機化合物でマスキングや中和によらない脱臭機構の薬剤も市販されている。その主要なものは表V.26に集約したとおりである。またそれらを脱臭機構別に分類するとつぎのとおりである。

i) 縮合，重合，付加などにより臭気成分の分子を大きくし，鼻に感じにくくするもの：アルデヒド類，メタアクリル酸ラウリル。

ii) 臭気成分を脱臭剤またはその溶剤に溶解，吸収，吸着して揮散しにくくするもの：界面活性剤，グリコール類，無臭ケロシン。

iii) 殺菌作用により有機物の腐敗，変質を阻止するもの：グリコール類，逆性石鹸，その他の殺菌剤。

iv) 有機の弱酸でアルカリ性の臭気成分を中和するもの：有機酸類，第4級ピリジニウム塩，モルホリニウム塩。

v) i)～iv)の作用と心理的脱臭効果の両方の作用を有するもの：酪酸ゼラニル，テルペンアルデヒド類，アントラニル酸メチル。

その種の薬剤数種について，し尿臭の除去効果を経験したが，無機の脱臭剤より概して効果が少なく，経験性も劣っていた。

なお，表V.27は臭気組成に合わせて吸収薬液を選んで使用しているいくつかの調査例をまとめたものである。表中にガス別とあるのは，これらの薬液脱臭以外の脱臭装置で処理している例数を示したものである。

表V.26. 有機性脱臭剤の種類と脱臭機構[110)]

分類	脱臭機構	脱臭剤	備考
アルデヒド類	主として縮合・シッフ反応，たとえばアンモニアはヘキサメチレンテトラミン（ウロトロピン），アミン類はシッフ塩基，メルカプタン類は樹脂化，硫化水素や硫化アリルはイオウ固定が行なわれる。	ホルムアルデヒド C_2～C_3 脂肪酸アルデヒド グリオキザール グルタールアルデヒド β-エトキシプロピオンアリデヒド 3・5・5-トリメチルヘキサナール その他アルデヒド類	刺激臭，麻痺 刺激性微弱 刺激臭
R | C=C | C	フリーラヂカル反応による重合，ビニル重合，不揮発膜形成，水素結合等の説あり，溶媒の溶解作用も働く。	メタアクリル酸ラウリル エタアクリル酸ラウリル ヒドロ芳香族スルホン酸塩 その他フリーラヂカル反応物	ケロシン溶液，分解してラウリルアルデヒド臭を生じるのでヒドロキノン類を加える。
葉緑素	吸着・縮合などが考えられている。色による清涼感。	クロロフィール・a クロロフィール・b フィトール	緑色 緑色 無色
グリコール類	殺菌，不揮発膜形成，吸着，イオウ化合物と錯化合物の形成。	プロピレングリコール トリエチレングリコール ジプロピレングリコール ポリプロピレングリコール	金属腐食性 殺菌性大 殺菌性なし
界面活性剤	殺菌，吸収，吸着，臭気成分の水に対する溶触度の増加，微酸性による中和	塩化ベンザルコニウム 塩化ベンゼトニウム 塩化メチルベンゼトニウム 第4級ピリジニウム塩	 やや刺激臭 金属防食性
その他の殺菌剤	殺菌	レゾルシノール類・フェニル酢酸水銀および有機水銀化合物・ヘキサクロロフェン類・ジクロロフェン類・アクティマー類・チラム類・クレゾール類	
芳香剤	アルデヒドまたはエステルによる付加・置換および芳香による臭気の中和またはマスキング	酢酸ゼラニル テルペンアルデヒド類 アントラニル酸メチル 酢酸スチロレン	

反応性のある

表V.27 被処理ガスと吸収液[111)]

ガス＼吸収液	水	Ha OH	硫酸々性	メタノール	酸，アルカリ	ガス別
NH_3	2		2			4
H_2S	1	2				3
エチルアルコール	1					1
コールタールピッチガス	1	(1)				1
樹脂熱分解ガス		1				1
ハロゲン類		1				1
アクリル酸エステル				1		1
（獣骨処理プラント）					1	1
吸収液別	5	4 (1)	2	1	1	13

366

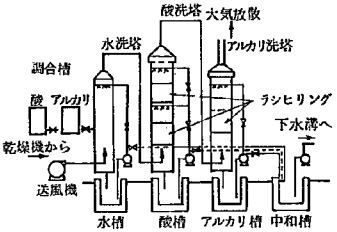
第 5.2節　酸・アルカリ洗浄法[112)]

本法は図V.37[113)]のように悪臭をダクト配管で導き，まずサイクロトロンで除じんし，次いで第1水洗塔に入れる。ここでは，乾燥機からの排ガスの場合は水による冷却と微粉子を除去させ，薬液塔のシャワノズルを詰まらせないようにする。

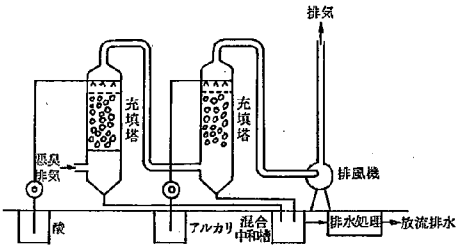
次いで，第2塔の4％硫酸溶液でアンモニア，アミン類を除去し，第3塔の10％かせいソーダ溶液で硫化水素，低級脂肪酸類などの酸性悪臭を除去する。

本法は，魚腸骨，獣骨などの脱臭には，ある程度有効で，ガスクロマトグラフ法の測定では，おおむね85％以上の脱臭効果を示し，空気希釈による注射器法でもほぼ90％の除臭を示している。

図V.38～V.39[114)]も酸・あるいはアルカリの洗浄プロセスを示したもので，表V.28～V.29[114)]は装置の仕様と操業の例を示したものである。



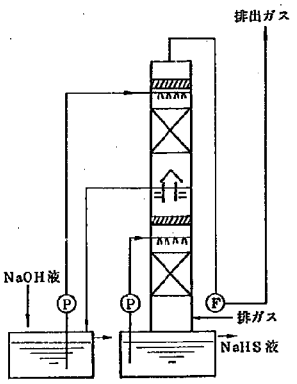
図V.37　アルカリ洗浄装置



図V.38　水洗・薬液洗浄装置

表V.28　硫化水素ガスの脱臭剤（NaOH溶液循環使用）

入口ガス量・濃度		30 m^3/min　H_2S 最高 850 ppm		
設備の内容	塔の構造	800×800×7,400mmH PVC製		
	充填物	1,500H　2段	-	
	洗浄液量	200 ℓ/min　2段		
	塔内圧損	60mm aq		
	排気ファン	#2 LH-RB型 PVCターボファン 30 m^3/min, 130mm aq, 2.2 kw		
	循環ポンプ	50SVL型 協和楕型渦巻ポンプ		
	循環タンク	800×1,800×900　2基		
操業データ	項目 ＼ No.	1	2	3
	風量 [m^3/min]	26.3	26.3	26.3
	ガス温度 [℃]	24	22	24
	入口ガス濃度 [ppm]	171.0	232.2	209.3
	出口ガス濃度 [ppm]	トレース	トレース	トレース



図V.39　H_2S 洗浄脱臭装置

367

表V.29 は，アンモニアガスを水洗又は硫酸溶液で洗浄をする場合に設計条件を変えるとどのようにアンモニアの吸収効率が変化するかを調べたものである。

表V.29　アンモニアガスの湿式洗浄実施例

項　　目	例　1	例　2	例　3	例　4
ガ　ス　量〔Nm^3/min〕	101.2	97.4	19.3	200
洗浄塔仕様〔m〕	1×1×5H	1×1×5H	0.5×0.5×3.6H	1.5×1.5×4.5H
充　填　高〔m〕	3	3	2	2
塔内風速〔m/sec〕	1.69	1.62	1.29	1.48
洗　浄　液	水	水	3% 硫酸	2% 硫酸
洗浄液量〔ℓ/min〕	300	450	80	1,150
入口ガス温度〔℃〕	26	28	17	28
出口ガス温度〔℃〕	17	17	18	28.5
洗　浄　液　pH	10.41	9.95	0.57	1.42
入口ガス濃度〔ppm〕	237.4	171.5	343.4	5,140
出口ガス濃度〔ppm〕	1.6	2.8	0.45	1.68
洗　浄　法	かけ流し	かけ流し	循　環	循　環

第5.3節　次亜塩素酸ソーダ法[115)]

次亜塩素酸での悪臭処理例

次亜塩素，二酸化塩素ともに臭気性ガス成分の脱臭に有効であり，とくに二酸化塩素は次亜塩素との重要基準での比較は高い効果がある。しかし，次に示すような理由により次亜塩素酸ソーダが多く用いられる。

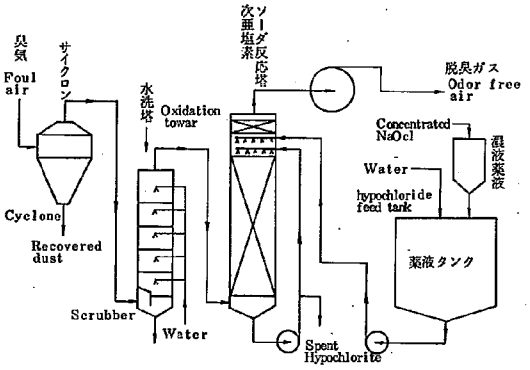
① 脱臭性能基準での次亜塩素酸ソーダのコストが安い。

② 二酸化塩素はその場で発生される必要があるのに対しNaOCℓ は濃厚溶液（有効塩素３０％程度）の状態で市販されている。

③ 次亜塩素酸ソーダ使用での飛沫同伴量が少ない。

次亜塩素酸ソーダ法を用いた脱臭装置についての例を示しておく。

動物処理による化製プラント（450,000 kg/年）用の湿式，脱臭装置の例を図V.40 に示す。吸気性排ガス（170m^3/hr）は後置ファンにより多少減圧に保たれながらサイクロンに導入され，臭気性ダストを除去する。ここで捕集されたダストはプロセスに原料として再びもどされる。サイクロンを通過した排ガスは水洗塔に導かれ，サイクロンで捕集されなかったダストを完全に除去する。ダストを除かれた臭気排ガスは充てん塔に導かれ，次亜塩素酸溶液と接触し，無臭化されて大気に放散される。ここで用いられている充てん塔はステンレス製で，塩化ビニールコーティング処理されており，高さ3 m，塔径0.5 m，充てんは3/4 in インターロックスサドルを用いている。吸収溶液はpH4であるが，このｐＨでは溶液は多少不安定であるため，新しい次亜塩素酸ソーダが２時間ごとに自動的に補充されている。補充液は流量制御により自動的に濃厚な次亜塩素酸溶液と水とが溶液供給ンクに導入混入され，所定の濃度に薄められたものが塔頂より供給される仕組である。ｐＨ



図V.40　化製場での脱臭装置

調整は手動で行なうことができる。この酸性化した酸化剤は強い腐食性があるから，ダクト全体を塩ビ製にする必要がある。全悪臭コントロールシステムとしては，プロセスの原料供給機構と連係させ，なんらかの臭気制御系の事故が生じた場合直ちに原料供給を中断するよう自動的に制御される。

第6章　生物学的処理法

第6.1節　概　　論[116]

微生物を悪臭除去に利用しようとする試みは過去に皆無ではなく，前記のごみ埋立の覆土のように，経験的に行なわれてきたものと，人為的に微生物の働きを利用しようとしてきたものとがある。前者の覆土も最近では大規模なごみの埋立地では防臭のために，埋立投棄直後に行なうようにして（厚さ30cm以上），積極的に土壌微生物の働きを利用しようとしている。

細菌製剤や酵素製剤で悪臭を除去したり，発生しにくくしようとする方法も古くから提唱され，市販品も出廻っている。アメリカでは吸込み式便所でのし尿の分解促進と悪臭除去のための製品が売られたことがあり，日本でも芳香物質を産生する酵母の含まれた製品を汲取便所の防臭に使おうとしたことがある。昭和30年頃のアメリカの市販品2種や日本での製品を調べた結果によると，酵素製剤以外は，玉ネギなどに数種の微生物を麹のように培養したので，その微生物中には醤油酵母に近い，チゴサッカロミセス属を多く見い出すことができた。汲取し尿に添加した実験では多少，臭気の質が変化し，炭酸ガスの多いガス生成がむしろ活発になっていた。それは悪臭成分を分解する働きよりも，悪臭発生源の腐敗の状況を変えたり，芳香物質を作ってマスキングする働きがあったといえよう。

一方，家畜や愛玩用動物の飼料に酵素製剤を添加して，そのふん尿の悪臭発生を抑制しようとする製品もある。飼料中の蛋白質は体内で消化されてアミノ酸になり，それが吸収，利用され，尿素として体内に排泄される。ふん尿の臭気はその尿素一部が体内で分解したり，排泄後分解し

てアンモニアになるためとされ，その分解の解媒となるウレアーゼという酵素の働きをヒドロキサン酸という阻害剤で阻害して，アンモニアを抑制しようとするものである。

土壌微生物を積極的に利用して悪臭を除去しようとする研究は，カルフォルニア大学で，土壌充填カラムに硫化水素を通す実験が行われてから，注目されるようになった。それは深さ 1.2 m の筒にローム層土壌，粘土，砂などを充填した実験であり，湿潤ローム層では層の厚さ 0.6 m でも図V.41に示すように，5週間送入し続けても９０％前後の硫化水素除去率を保つことが明らかになった。乾燥ローム層，粘土，砂などでは除去効果が低く，微生物の作用であることは確かである。それは前記のごみ埋立の覆土による脱臭作用を立証したものといえよう。

そのような土壌微生物の作用を鶏ふん乾燥排気の脱臭に利用するため，農業機械化研究所の渡辺らが研究を行い，各地で実用化するようになってきている。その方式の概略は図V.42の通りであり，乾燥排気を水洗するか，放冷して，ブロワで地表下 0.3～0.5 m に空目地配管またはコンクリートブロック空洞を設けて圧入するものである。悪臭はその土壌層を通過することによって，土壌粒子への吸着，土壌中水分への溶解，微生物による分解などによって除去されるようである。しかし土壌が関東地区のような火山灰のローム層か，畑地土壌のような壌土であれば有効であるが，効果の不充分なケースもあり，乾燥排気中に粉じんが多いと，土壌層の空隙が閉塞して，掘り起こして客土しなければならなくなったケースもある。土壌処理は広い面積を要する点でも問題がある。(3.3 m^2/1,000羽)

オランダでは，堆肥様の素材に土壌微生物を培養し，それを厚さ３～１５ cm に敷きつめた金網わくを作り，悪臭を含む空気をその層に通じて脱臭する装置を市販している。これは絶えずスプレーで加湿して，微生物の乾燥死滅を防ぐようにしており，悪臭の種類によって，そのフィルターの内容も独得のものに変えるという。その技術は日本でも名古屋市名城下水処理場などで採用されてきたが，大阪では鶏ふん乾燥排気に適用を試みて失敗している。

このように土壌微生物やそれに近似の微生物が廃水処理の活性汚泥や散水ろ床生物膜に多いこと，生下水やし尿の希釈液を単純にばっ気すると，強い悪臭の発生がみられるのに，活性汚泥が添加されたばっ気槽や散水ろ床の排気では著しく悪臭の強さが低下することなどの経験から，それらの微生物が最も多いとみられる余剰活性汚泥を使った悪臭除去技術の開発が提唱されてきた。実際上1，2のし尿処理施設の投入口附近の悪臭をその施設の活性汚泥ばっ気槽への送気用ブロワの吸気孔につなぎ，ばっ気用空気に使うことを試みて，ほとんど脱臭されることが経験されている。しかし，そのような方法に関する基礎的研究がほとんど行なわれないまま，悪臭除去にいろいろな経費のかかる方式が実用化されるようになってきたので，その実証と適正な設計条件を見い出すために，悪臭の純物質を用いて，系統的に検討が加えられた。

ここでは硫化水素，硫化メチルなどの硫黄系悪臭物質の除去技術についての成績と，その方式の実用化のための留意点の指摘に止めるが，トリメチルアミン，アンモニア，アルデヒド類などについても充分実用に耐えうる方法であると思われる。

第6.2節　ソイルフィルター法[117)]

6.2.1　脱臭原理

多くの微生物は臭気成分として知られている有機物や無機物を栄養として摂取し，それを酸化分解してエネルギーを獲得し，それによって生命を保ち増殖している。このような微生物は土壌や汚水中に多い。

もっとも簡単な方法として土壌層を用いた脱臭法は前述のようにアメリカで報告されている。深さ1.2 mの筒に種々な土壌を充填し，その底部から硫化水素を含む空気を送ってその除去率を調べた結果，図V.41のとおりであり，湿潤ローム層では土壌微生物がよく生育し，脱臭効果も大きく，層の厚さは0.6 mで充分であるという。

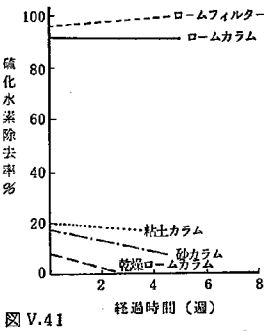


図 V.41
各種土壌の硫化水素除去率

ごみ埋立地などでは覆土しないと強い悪臭を発生するが，覆土によってそれを明らかにおさえることができる。この現象に土壌微生物が関与していることは明らかであり，この土に下水汚泥脱水ケーキなどを混ぜると，さらにその効果が向上するとみられる。そのような土壌微生物を使う方法は埋立地などの場合には適しているが，工場悪臭に適用する場合は次のような諸点に配慮が必要である。

i）対象となる悪臭に適した土質であるかどうかを確認し，不適当なら客土して改善できるか。

ii）悪臭ガスの排出総量に対応するだけの広さの土地を確保できるか。（通常，少量排出にしか使えない）

iii）水分が少ないと微生物の働きや，土壌粒子面への悪臭成分の溶解が起こらないので，被処理ガス中に水分が充分含まれているか，あるいは散水で保つことができるか。

iv）土壌層に均等に被処理ガスを圧入，分散させうるか。土がしまって，通過しにくくならないか。

v）高温であるため，土壌微生物を死滅させる危険性はないか。

vi）被処理ガス中にばいじんなどが含まれていて，使用中に土壌空間を閉塞するおそれがないか。

いっぽう，堆肥様のフィルターに土壌微生分を加え，それに湿らした臭気を含む空気を送入して脱臭する装置も市販されている。それは比較的高価であるので一般化しがたい。

また，汚水処理において，活性汚泥法や散水ろ床では臭気が発生しにくいが，それもその処理装置中の微生物によって，酸化分解による脱臭が行なわれているとみられる。実際上，臭気を活性汚泥曝気槽の送気用空気として用いると，脱臭されるケースが多い。

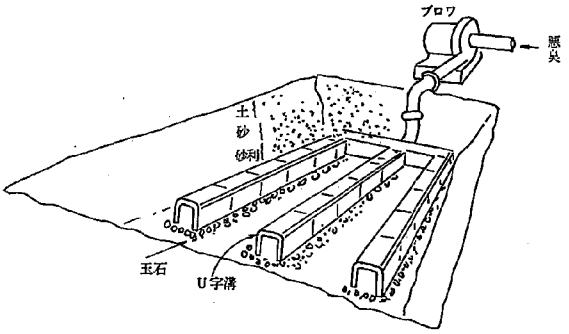
工場などの悪臭もその工場廃水を活性汚泥法で処理している場合はブロワの吸気側につないで，脱臭することができるようである。し尿処理場の投入口附近の悪臭はその方法で緩和に成功した実例もある。

なお，脱臭作用のある細菌製剤や酸素製剤も市販されているが，それらは必ずしも宣伝文句通りでないものも多く，経費も嵩むことになるので，生物学的に脱臭しようとする場合はむしろ，

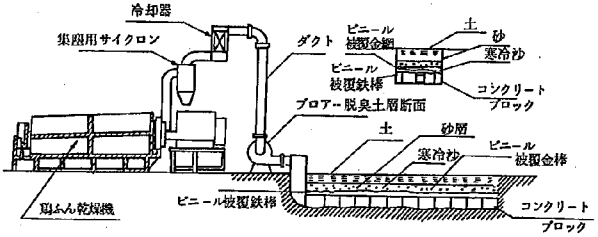
下水の余剰活性汚泥に悪臭を吹き込む装置を検討する方が実際的であろう。

6.2.2　実施例フローシート，図面[118]

土壌中の微生物を利用する土壌層脱臭法である。土壌粒子は，アンモニアなどの吸着性があり，硝化菌は，これを亜硝酸から硝酸に酸化安定化する作用をもっている。また，その他の臭気成分も微生物によりこれと似た作用をうけるであろうといわれている。いずれにせよ微生物を利用するので通気，温度，湿度などに留意する必要がある。実施例としては，鶏10,000羽用火力乾燥機（ふん量1.0～1.5 t）を毎日運転するには30～45 m^3の土壌が必要である。



図V.42　鶏ふん乾燥排ガスの土壌層による脱臭方法



図V.43　脱臭装置（農業機械化研究所）[116]

第6.3節　活性汚泥法[116]

6.3.1　脱臭効果

土壌微生物やそれに近似の微生物が廃水処理の活性汚泥や散水戸床生物膜に多いこと，生下水やし尿の希釈液を単純にばっ気すると，強い悪臭の発生がみられるのに，活性汚泥が添加されたばっ気槽や散水戸床の排気では著しく悪臭の強さが低下することなどの経験から，それらの微生物が最も多いとみられる余剰活性汚泥を使った悪臭除去技術の開発を提唱してきた。実際上，1,2のし尿処理施設の投入口附近の悪臭をその施設の活性汚泥ばっ気槽への送気用ブロワの吸気孔につなぎ，

87a

ばっ気用空気に使うことを試みて，ほとんど脱臭されることを経験してきた。しかし，そのような方法に関する基礎的研究がほとんど行なわれないまま，悪臭除去にいろいろな経費のかかる方式が実用化されるようになってきたので，その実証と適正な設計条件を見い出すために，悪臭の純物物質を用いて，系統的に検討を加えてみた。

以下はその第1段階として，硫化水素，硫化メチルなどの硫黄系悪臭物質の除去技術についての成績と，その方式の実用化のための留意点の指摘に止めるが，現在，トリメチルアミン，アンモニア，アルデヒド類などの広範な実験と実際の悪臭発生源についての実験を行なっており，充分実用に耐えうる方法であるとみられている。

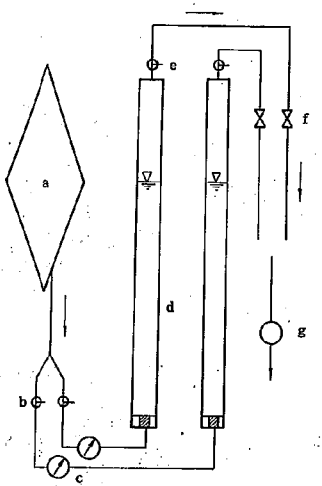
6.3.2 実 験 例

6.3.2.1 活性汚泥法による悪臭除去実験方法

活性汚泥の悪臭除去効果を明らかにするために，図V.44に示すような実験装置を実験室内に組み，種々な悪臭除去実験を実施した。その装置と操作条件，使用活性汚泥の性質，悪臭の測定条件などは次の通りである。

(1) 実験装置とその操作

図V.44のaの悪臭ガスバッグは約150ℓ容のプラスチックバッグで，それに濃厚な種々な臭気ガスを入れ，それを室内の空気で希釈し，被処理臭気試料とした。bは送入ガス採取口，eは流出ガス採取口で，いずれも三方コックの枝管部にシリコン製キャップを付け，それに注射針を挿入して，気密を保ちながら採気できるようにした。cはフローメーターであり，その測定範囲は0～100ml/minのものを用いている。それを流出側に設けると，排気中の湿気で流量が不正確になりやすい。



a 悪臭ガスバッグ
b 送入ガス採取口
c フローメーター
d 曝気瓶
e 流出ガス採取口
f 曝気量調節バルブ
g ダイヤフラム型エアポンプ

図V.44 活性汚泥による悪臭処理装置

dは長さ1,490mm，内径27mmのガラスチューブで，下部のゴム栓の中にばっ気用散気装置として，G－1ガラスフィルターをはめ込んだばっ気瓶である。それに通常500mℓの活性汚泥を入れて(全容積約850mℓ)，悪臭ガスバッグに調製した被処理臭気試料を底部散気装置から送入してばっ気するようにする。その液量は必要に応じて増減する。そのばっ気瓶は2本以上用意し，同じ試料を同時に異った条件で処理したり，1本を蒸留水にして，水中でばっ気しただけの場合との比較が行なえるようにした。

fはばっ気量調節バルブであり，gはダイヤフラム型エアポンプである。それらによって各ばっ気瓶ごとに，流量を調節しながら被処理臭気試料をばっ気瓶に送入できるようにして

いる。

(2) 活性汚泥の調製

この研究室では各種の廃水処理実験のため，活性汚泥に1日1回，合成下水をfill and draw 法で与えて，培養，保存している。その合成下水はグルコース500 ppm，ペプトン300 ppm，肉エキス（カツオエキス）200 ppm，燐酸水素2カリウム1,000 ppm，燐酸アンモニウム3,250 ppm，塩化ナトリウム50 ppm，塩化カルシウム50 ppm，硫酸マグネシウム50 ppm，塩化第二鉄10 ppm の水溶液である。悪臭除去実験にはその活性汚泥を沈澱分離し，上澄を抜いた後，水道水を加えて数回ばっ気，洗浄，沈澱を繰返して，貧栄養状態にしてから使用するようにした。

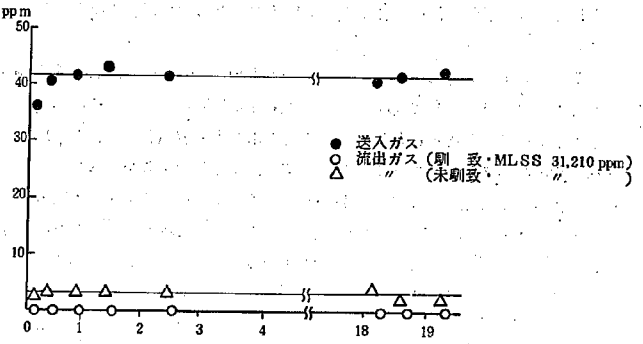
そのような活性汚泥を前記のばっ気瓶に採り，目的とする悪臭被処理試料で2日間以上馴化した。

6.3.2.2 結果と考察

(1) 活性汚泥馴致の効果

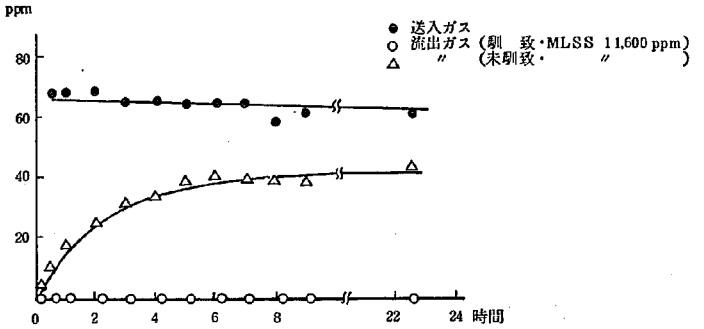
6.3.2.1の(2)に記した方法で調整した活性汚泥は，その合成下水中に無機栄養塩として硫酸塩以外の硫黄化合物が含まれていない。そのため，硫化水素，硫化メチルなどを栄養として代謝するためには，ある程度の馴致が必要とみられる。

そこで，硫化水素や硫化メチルで2日間馴致した，活性汚泥と未馴致の汚泥を用いて，前記の方法通り処理して，その前後の濃度を測定した。硫化水素での実験はMLSS 31,210 ppm の汚泥を用いて，40～45 ppm の被処理試料を80 *ml/min* の速度で送入した。そのばっ気強度は毎時汚泥量の約10倍に当り，ばっ気瓶中の活性汚泥に対する硫化水素の容積負荷は約14.7 *g/m²·day*，活性汚泥のMLSS一定量当りの汚泥負荷は約0.47 *mg/g·day* である。硫化メチルでの実験はMLSS 11,600 ppm の汚泥を用いて，60～70 ppm の被処理試料を約100 *ml/min* の速度で送入した。そのばっ気強度は毎時約12倍に当り，硫化メチルの容積負荷は約26 *g/m²·day*，汚泥負荷は2.26 *mg/g·day* である。その各実験開始後，20～24 時間にわたって測定した結果は図V.45，46 の通りである。



図V.45 馴致の効果（硫化水素）

874



図V.46　馴致の効果（硫化メチル）

馴致汚泥では両物質とも９９％以上の除去率を示したが，未馴致汚泥では硫化水素の場合約91.7％，硫化メチルの場合約４０％に過ぎなかった。未馴致汚泥の硫化メチル除去能不良はその負荷が硫化水素での実験より著しく高いことに基因しているとみられるが，いずれにしても，そのような悪臭除去にはその悪臭を含む空気での馴致が必要であるとみられる。しかし，その未馴致汚泥での除去能の劣化も２４時間目以降は改善され，２日目の馴致でその除去能を取得するようになり，比較的容易に馴致できることも明らかである。

なお，一般のし尿希釈液や下水の活性汚泥では，その被処理水中に硫化物を含まれているので，馴致の必要性が少ないとみられ，実用上は硫化物を含んでいない工場廃水処理の活性汚泥を使用するような場合に限って，その馴致を考慮せねばならないといえよう。

(2)　脱臭効果

悪臭物質の水に対する溶解と活性汚泥による除去効果

硫化水素，硫化メチルなどは単なる水洗によっても，ある程度溶解して除去されることが知られており，活性汚泥の存在がその溶解除去以上にどの程度に役立つかを明らかにする必要がある。

そこで，前記の方法を用いて，硫化水素約56 ppm の被処理試料を 70 *ml/min* の速度で，蒸留水およびMLSS 12,160 ppm の活性汚泥に２４時間ばっ気し，その間の処理前後の濃度を測定した。そのばっ気強度は毎時約8.5倍，硫化水素の容積負荷は約 17.0 g/m^3・day，その汚泥負荷は約 1.4 *mg/g*・day である。その成績は図Ｖ.47 の通りである。

蒸留水に対するばっ気では実験開始約１時間でその流出ガスが49 ppm に達し，それまでの送入硫化水素の約50％が水に溶解したとすると，その時点で蒸留水中の硫化水素は約700ppm になっている。それ以後は除去率１４％前後で平衡に達し，それ以上の除去もストリッピングによる排出も起こらなかった。しかし，活性汚泥に対するばっ気では実験時間中終始，流出ガスは 0.6～0.7 ppm まで低下し，除去率約99％を保持した。それは硫化水素が水に溶解除去されるだけでなく，明らかに生物学的分解を受けていることを示すものである。

硫化メチルについても，約10.5 ppm の被処理試料を 70 *ml/min* の速度で，蒸留水および

375

MLSS 8,950 ppm の活性汚泥に24時間ばっ気し，その間の処理前後の濃度を測定した。そのばっ気強度は硫化水素での実験と同じで，硫化メチルの容積負荷は約 5.9 g/m³·day，その汚泥負荷は 0.67 mg/g·day である。その成績は図V.48 の通りである。

蒸留水に対するばっ気では硫化水素の場合と違って，時間がたつほど流出ガスの濃度が上昇し，2時間後で除去率50%を上廻り，24 時間後にはほとんど除去されなくなっている。しかし，活性汚泥に対するばっ気では実験時間中終始，流出ガスは 0.5 ppm 以下で，除去率95%以上を保った。したがって，硫化メチルに対しても，活性汚泥は生物学的分解を効率よく行なうことが明らかである。

(3) 悪臭物質の負荷量とその除去効率

廃水の活性汚泥法による処理では，1日にばっ気槽に負荷するBOD量に限界があり，それをBOD容積負荷やBOD汚泥負荷（またはMLSS負荷）で示している。それは活性汚泥生物の資化可能量を示すものである。悪臭物質の活性汚泥法においても，その負荷するものが，廃水と気体との相違はあるが，悪臭物質を微生物が栄養源として資化することになり，BODと

表V.30　硫化水素の負荷量と処理効率

曝気量　70 mℓ/min，MLSS　A 12,120 ppm　B 6,060 ppm

送入ガス濃度 (ppm)	実験時間 (hr)	汚泥負荷 (mg/MLSS g/day)	実験終了時	
			流出ガス濃度 (ppm)	除去率 (%)
76.7	3.2	A 1,936	0.48	99.4
		B 3,873	0.48	99.4
288.0	3.0	A 7,271	0.58	99.8
		B 1,454	0.51	99.8
535.0	18.0	A 13.51	0.43	99.9
		B 27.02	380.0	29.0
1,010.0	A 23.0	25.50	420.0	58.4
	B 5.0	51.00	580.0	42.6

表V.31　硫化メチルの負荷量と処理効率

曝気量　70 mℓ/min，MLSS　A 16,050 ppm　B 8,025 ppm

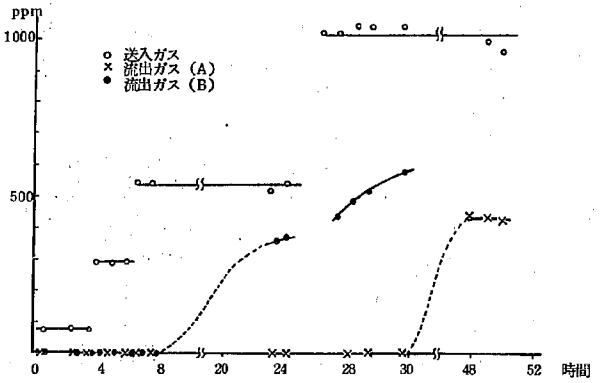
送入ガス濃度 (ppm)	実験時間 (hr)	汚泥負荷 (mg/MLSS g/day)	実験終了時	
			流出ガス濃度 (ppm)	除去率 (%)
23.5	3.0	A 0.817	0.07 以下	99.7 以上
		B 1.634	0.2	99.2
46.5	3.0	A 1.617	0.07 以下	99.8 以上
		B 3.233	0.97	97.9
89.9	24.0	A 3.125	0.07 以下	99.9 以上
		B 6.251	0.35	99.6
152.0	16.5	A 5.284	0.07 以下	99.9 以上
		B 10.57	18.	88.2
258.0	5.0	A 8.970	0.07 以下	99.9 以上
		B 17.94	0.36	99.9
456.0	17.5	A 15.85	101.	77.9
		B 31.71	151.	65.1

376

同様に負荷限界があるとみられる。

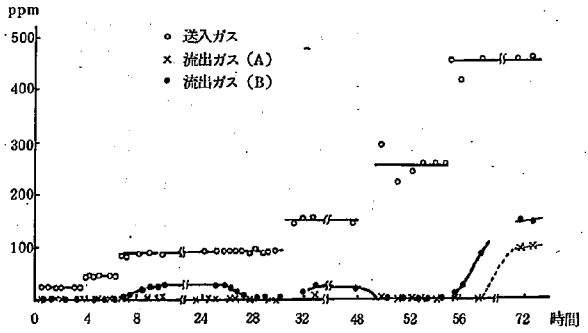
そこでまず，硫化水素の負荷と除去効率との関係を調べるため，前記の方法を用いて，種々の濃度の被処理試料を70 *mℓ/min* の速度で，MLSS 12,120 ppm(A)の汚泥と，MLSS 6,060 ppm (B)の汚泥を入れたばっ気瓶2本に送入し，その処理前後の硫化水素濃度を測定した。送入ガスの濃度は最初 76.7 ppm から開始し，その除去効率を確認しながら 288 ppm, 535 ppm, 1,010 ppm と4段階に増大させていって，MLSS の低い方にも高い方にも同じ悪臭物質を含む空気を送った。その成績は表 V.30 と図 V.47 の通りである。

硫化水素の送入ガス濃度が 76.7 ppm，288 ppm では除去率が 99 % 以上に達し，535 ppm ではMLSS の少ないBの除去率が 29 % に劣化し，さらに高負荷の 1,010 ppm ではA，B共に除



図V.47　硫化水素の負荷限界

曝気量 70 *mℓ/min* MLSS (A) 12,120 ppm (B) 6,060 ppm



図V.48　硫化メチルの負荷限界

曝気量 70 *mℓ/min* MLSS (A) 16,050 ppm (B) 8,025 ppm

去率が低下することが明らかになった。これは除去率９９％以上を保つためには，硫化水素の汚泥負荷を 15 mg/g·day 以下にする必要のあることを示している。別の実験では硫化水素の汚泥負荷が 0.47 mg/g·day 前後の低負荷で，その除去率が９９％を示しているから，低負荷ではその影響を受けずに，効率よく分解されているとみられる。

次に，硫化メチルでの負荷と除去効率との関係を調べるため，同様に種々の濃度の被処理試料を 70 ml/min の速度で，MLSS 16,050 ppm (A) の汚泥と，MLSS 8,025 ppm の汚泥を入れたばっ気瓶２本に送入し，その処理前後の硫化水素濃度を測定した。送入ガスの濃度は最初 23.5 ppm から開始し，その除去効率を確認しながら 46.6 ppm，89.9 ppm，152 ppm，258 ppm 456 ppm と６段階に増大させた。その成績は表 V. 31，図 V. 48 の通りである。

硫化メチルの送入ガス濃度が 23.5 ppm，46.5 ppm ではA，B共に当初から９９％以上の高い除去率を示し，89.9 ppm，152 ppm，258 ppm でもMLSSの高いAでは絶えず９９％以上の高い除去率を示したが，MLSSの低いBでは，送入ガス濃度を上げた直後からやや除去率の劣化がみられ，16～24時間その条件で処理していると，その条件に馴応して再び９９％以上の除去率を示すようになった。258 ppm のBの条件にみられるようにいったん高濃度に馴致されると，かなりの負荷にも耐えうるようである（硫化メチル汚泥負荷 10 mg/g·day 前後）。ところが，送入ガス濃度が 456 ppm では，Aが当初９９％以上の除去率を示したが，１７時間後に悪化し，除去率 77.9％ にまで低下した。Bでは送入ガス濃度を増加させた直後から急激に除去率が劣化し，１７時間後には除去率６５％前後で平衡に達したとみられる。したがって，硫化メチルの除去率を９９％以上に保つためには，その汚泥負荷を最大約 18 mg/g·day とし，できれば 10 mg/g·day 以下にすることが望ましい。

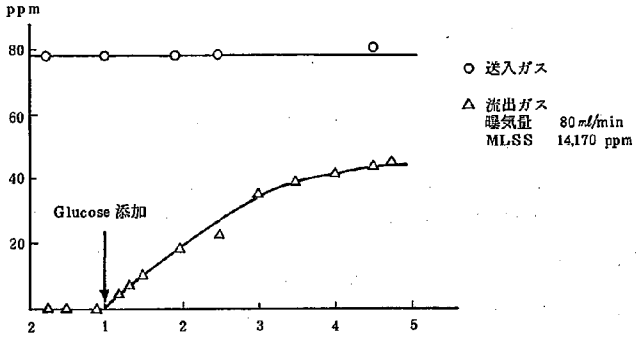
この実験において，硫化メチルの除去が不充分なケースのＦＰＤガスクロマトグラフのピークに，送入した硫化メチル以外に，明らかにメチルメルカプタンとみられるピークが表われている。それは硫化メチルの活性汚泥法による分解過程で，中間生成物としてメチルメルカプタンを通っていることを証明するものであるといえる。したがって，本実験ではメチルメルカプタンを被処理試料として使っていないが，それも硫化メチルと同様の条件で処理できるものと判断できよう。

いずれにしても，硫化水素，硫化メチルなどの硫黄系悪臭物質は活性汚泥法で，その汚泥乾物１ｇに対して，１日に約１５mg 以下の負荷で，除去率９９％ 以上の完全な分解が期待できることになる。それは硫黄としての負荷では硫化メチルの場合，硫化水素としての負荷の 1/2 程度になり，そのような形での普遍性は認められないといえそうである。

(4) 廃水と悪臭物質の同時処理の可能性

(1)から(3)までの実験は通常の活性汚泥法による廃水処理施設の余剰活性汚泥に相当する飢餓状態の汚泥を用いたものである。しかし，活性汚泥法で廃水処理を行なっている事業所で，悪臭も発生している場合（し尿処理場，下水処理場，畜舎，食肉加工工場，その他食品工場，せんい工場など），その活性汚泥ばっ気槽への送入空気に，悪臭物質を含んだ空気を使って，廃水と悪臭とが同時処理できれば，ほとんど臭気除去のための特別の装置を設けなくてよいことになる。

そこで，前記の方法によって，硫化メチル約78 ppm の被処理試料を80 ml/min の速度で，MLSS 14,170 ppm の活性汚泥にばっ気し，その除去率99％以上で，順調に分解の行なわれている条件を設定しておいて，それにBOD源としてグルコースを添加する実験を行なった。そのグルコース添加量は約1gでBOD容積負荷約1.5 kg/m³·day に相当する（BOD汚泥負荷約0.1 kg/kg·day）。その際の処理前後の硫化メチル濃度を測定した成績は図V.49の通りである。

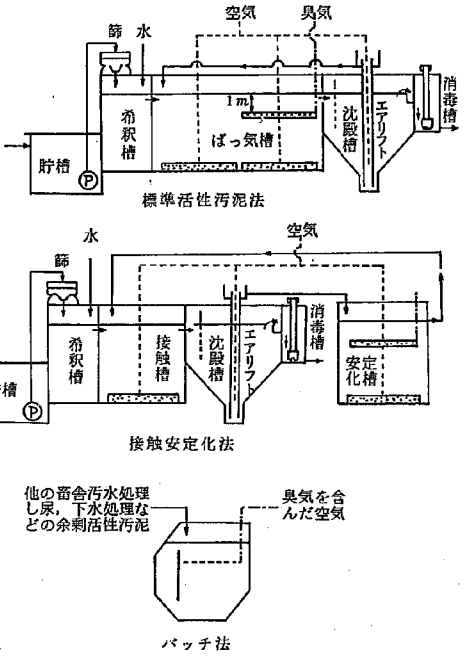


図V.49　硫化メチルの活性汚泥処理に対するGlucose添加の影響

グルコース添加直後から排出ガス濃度が増大し，その除去率は2時間後に77％，4時間後に46％に低下している。その後，2日後にはもとの99％に回復しているが，それはBOD物質と悪臭物質との同時処理には問題があることを示すものである。それは一般に微生物に基質として，消化しやすいものと，しにくいものを同時に与えた場合，消化しやすいものの分解が優先して，その分解後に消化しにくいものの分解が起こるためであるとみられる。硫化水素や硫化メチルなどは，通常の微生物にとってはグルコースのような炭素化合物に比して消化しにくいとみられ，硫黄バクテリアのような微生物が共存していても，通常の有機栄養性の微生物がBOD源の供給で優先して活動するとみられる。したがって，活性汚泥法による悪臭除去技術を実用化する場合には，その点に充分留意しなければならない。

6.3.3　実　施　例

活性汚泥法による臭気物質の除去プロセスを図V.50に示す。



図V.50　活性汚泥法による脱臭方法

第6.4節　その他の生物学的処理法

6.4.1　酵素剤による脱臭

酵素剤を利用した工業用脱臭剤として現在使用されているのは生菌含有酵素剤と酵素剤（蛋白分解，脂肪分解，含水加物分解等）の2種類である。し尿処理場の投入槽へ添加して消化槽の浄化機能の援助，促進させることによって消化槽や，好気性処理，消化汚泥脱水処理などの各工程から発生する臭気の発生を抑制するとともに，し尿のオーバー投入（設計投入量にして20～30％）ができるように消化機能促進をするための2つの目的で全国的に使用されている。

業務用，家庭用には多くの種類があり，汲取り便所用の脱臭剤，業務用や家庭用の厨房，台所の排水管，下水用の排水管などのつまりを除くための酵素剤などがある。

6.4.1.1　脱臭原理

蛋白分解酵素のペプシン，トリプシンや，脂肪分解酵素，リパーゼ，炭水化物分解酵素のアミラーゼ，ジアスターゼなどの酵素を汲取り便所へ添加すると，し尿は分解されて硫化水素，メチルメルカプタン，アンモニアなどの発生が少なくなるのを脱臭の機序としている。

また，生きた酵素を含む酵素剤の場合は，し尿に添加されてから生菌の酵素剤臭があるが，脱臭効果は優れた部類に入る製品が多いようである。また，し尿処理場へ添加する理由もほぼ同じと考えられる。

排管内の脂質や混入物による閉塞現象も脂肪分解酵素などの作用によりつまりが溶解して除かれるのが本剤の有効性である。

6.4.1.2　添加方法と添加率

家庭用，業務用の汲取り便所へはし尿量に対して0.1～0.2％程度で60ℓ入りの便壷に対して1回の添加が50～100ｇのものが多い。

し尿処理場のし尿に対しては，0.02～0.05％程度である。添加方法はトイレ用は一般に袋か缶入りの粉末状であるので便壷へ振りかける方法のものが多く，一部が小量を水に溶かしてから散布するものもある。

6.4.1.3　脱臭効果

家庭用，業務用の汲取り便所ではH_2S，CH_3SH，$(CH_3)_2S$などの発生が日本環境衛生センターの測定データでもおおむね80～85％程度は除去できる結果を得ている。これらの硫黄化合物に対してNH_3，$(CH_3)_3N$（トリメチルアミン）などの除去がやや低いが50％以上ではある。

し尿処理場への添加も投入槽，消化汚泥，曝気槽などから臭気量はかなり質が変化し強度も減少するとの報告がある。

6.4.1.4　経　済　性

家庭用，業務用では月4回の添加で5月～11月までの7か月間で2,000円～3,000円程度，他の脱臭剤とほぼ同額といえる。

工業用では100 kℓ/日のし尿処理場で15～20万円/月である。（以上いずれも昭和52年3月現在の価格）

第7章　中和剤法（エアーウィック）

第7.1節　脱臭原理

中和剤（エアーウイック）はMoncrieff の臭気中和説にもとづいてGuy-Paschal が具体化した臭気中和剤で，その物性はほとんど水と同じである。しかし，中和剤の構成成分は非常に多種にわたり，その完全分析は非常に困難であり，現在のところ約20種程度しか判明していない。そのため中和剤のもつ今一つの機能である成分に対する除去作用が単なる物理作用（吸収，溶解）または化学的反応によるかについては究明されるに致っておらず，この点がこれまでから他の除去方法と比較して，本法に対する誤解をもたらしている大きな原因であった。しかしながら，中和剤のもつ臭気の中和作用については多くの実例から認証をえているところであり，悪臭成分の除去作用もあわせて有する特異な薬剤である。感覚的臭気対策は臭気の変形とも呼ばれ，①臭気の質を変形させるもの，②臭気の強さを軽減するもの，③臭気感（不快感）をまったくなくするもの（自然の匂いを感じさせる，または不快感がなくなる）に区別させ，①の特色をもつものはマスキング剤，③の特色をもつものを中和剤と呼ぶ。マスキング剤は問題となる臭気よりも強い芳香物質を陰ぺい剤

として使用するもので，心理的または嗅覚上の効果を狙っており異なった種類の臭気にたいしては異なったマスキング剤を使用しなければならない。多くは香気剤，界面活性剤，高級アルコールなどが調合使用されており，2つの臭気が混合されると弱いほうの臭気は強いほうの臭気におさえられてしまうという原則をもとにしている。

これに対して，臭気の中和剤はある相関関係にある2つの臭気が共存する場合には臭気が減少するという原則にもとづいている。すなわち，臭気物質がある割合で共存するときにその混合物が無臭，またはほとんど無臭になるような臭気物質の組み合せ（Odor pairs）あるいは混合物の相互相殺作用（Counter actjon）を利用するものである。このような例を自然界の現象にしばしば見い出すことができ，たとえば，われわれが森林や草原，さらには山林内に入ったとき，そこに存在するすべての物質（岩石，樹木，草，動植物の腐敗物など）はそれぞれ特有の匂いをもっているはずであるが，それらの臭気が総合的に作用（相殺）してわれわれにまったく不快感を与えない。むしろ爽やかな自然の匂いという感じを与える。このような機能に大きく関与しているものに植物精油があり，この点に着目して開発されたものが臭気中和剤である。

一般に中和作用と云えば　酸＋アルカリ→水＋塩

の反応を思い起すことが多いが，ここで述べる臭気の中和とは化学的なものでなく，におい感覚間の作用でこの作用はマスキングと明確に区別されなくてはならない。このことをMc Cord とWiteride は次のように述べている。すなわち『マスキングとは，ある種のにおいをより強いにおいで重ねることにより，ある種のにおいを消し去り，より強い，強制した感覚をつくることである』

一方『中和とは，ある種のにおいに，他のにおいを重ねることにより両者のにおいを別々にかいだにおいより非常に弱いが，においを感ぜざせなくすることである』と。そして彼らはマスキングの具体的な例として，

① カビくさい臭いを消すための青煙
② 玉ねぎやキャベツ臭を消すための麻糸のこげたにおい
③ 薬用セッケン中の香料
④ 便所でのパラジクロールベンゾールやナフタリン
⑤ オゾン

をあげている。

また，中和作用としては，

① ヨードホルムとペルーバルサム
② じゃ香とアーモンド油
③ シェーデル油とゴム
④ ワックスとペルーバルサム
⑤ ベンゼンとゴム
⑥ 樟脳とオーデコロン

の組み合わせをあげて，においは相殺作用があることを観察している。

第7.2節　中和剤の種類と用途

表V.32に中和剤の種類と用途を示す。

表V.32　中和剤の種類と用途

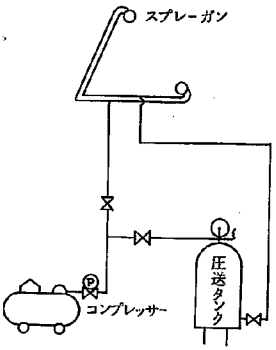
エアーウイック	主　な　用　途	備　考
100	綿クズ，羊毛クズ，ジュート麻，シザル麻，再生羊毛品	繊維工場臭，オイルベース(接)
103	油脂精製過程に生ずる悪臭 バター硬化油，ローソク， 石鹸，塗料，グリセリン，魚臭	油脂工場，水産加工場，塗料工場
105	蛋白質臭気，老廃穀粉処理，コールタール臭，魚臭	パン工場，皮革工場，鋳物工場，火葬場，水産加工場，肥料工場，製氷工場，養鶏・鶏糞乾燥工場
106ミ	塗料下塗用（自動車塗装など）	(添) 300ガロンの下塗り塗料に2ポンド加える，塗料，工場，オイルベース
107ミ	蛋白質臭	火葬場，肥料工場，皮革工場
132	アセトン臭（醋酸人絹，合成樹脂，爆薬，セルロイド）メチル，ブチルエチルアルコール臭，醋酸アミール臭，ベンゾール臭，樟脳臭，ベンジン，テレピン油，ラッカー溶剤，ドライクリーニング臭，重油臭，コルク焦臭	化学工場，塗料工場，有機化学工場
149	硫黄系統臭（硫化水素，硫化メチール，メルカプタン	(添) 下水処理の汚泥腐敗池，レイコン工場 (点) 有機化学工場，ごみ工場オイルベース
153	醋酸蒸気，クロトンアルデヒド臭，硫化水素臭，タマネギ臭，ニンニク臭，ピリジン臭，石炭酸樹脂臭，魚臭 溜青炭臭（タール臭）	タール工場，火葬場，水産加工場，レイヨン工場，下水，し尿処理場，油脂工場，養鶏・鶏工場 この番号は，適用範囲が最も広いもの
188	硫化水素臭，下水管臭気，メチルメルカプタン臭，インドール臭，石炭くず沈澱臭，汚水臭気 脂肪酸(液体－製革，潤滑油，紡毛油 固体－ローソク，防水剤，光沢剤)	下水処理場，し尿処理場，養豚・養鶏・養鶏場，レイヨン工場，油脂工場，ごみ工場
× 189	厨　房　臭	料理店
191	塵芥，石炭くず沈澱臭，脂肪臭，こげ臭	塵芥処理場，下水処理場，ブリキメッキ工場，バキューム・カー

第 7.3 節　中和剤の噴霧装置とフロシート[119)]

表V.33 に中和剤を噴霧するとき考慮すべき液滴径と沈降速度の関係を，図V.51～V.52 に噴霧装置の例を示す。

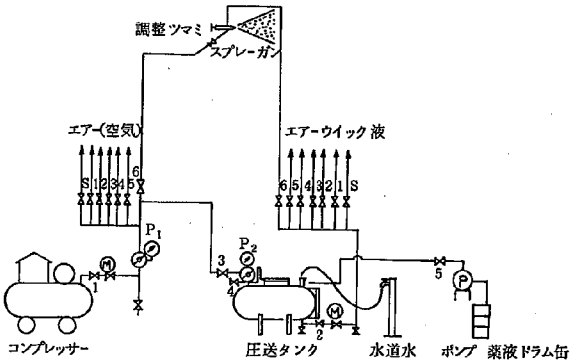
表V.33　噴霧液の沈降速度

液滴径(μ)	沈降速度 (cm/s)
0.5	0.0031
1.0	0.012
2.0	0.050
5.0	0.31
10.0	1.2
20.0	4.9



図V.51　噴霧装置フロシート

スプレーガン1本当りの空気量は 80 l/min
空気圧は 3～4 kg/cm² である。

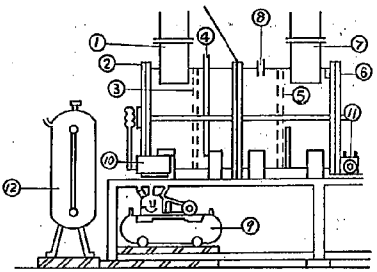


図V.52　噴霧式脱臭装置フロシート

第 7.4　中和剤噴霧装置による脱臭法[119)]

この装置は悪臭成分ガスが集合可能なところに適しており，し尿処理場，化学工場，紙加工工場，魚腸骨処理場，食品工場などの排ガス処理に利用されている。中和剤噴霧装置の概要は図V.53 に示す通りで，主要構成部は，①処理ガス取入口，②中和剤噴霧口，③第一フィルター，④第二フィルター，⑤シャワー（消泡用），⑥排出口，⑦中和剤注入口，⑧コンプレッサー，⑨加圧ポンプ，⑩圧送タンクで，気液接触が効果的に行われるように設計配慮されている。また，処理ガスの悪臭

成分が非常に高濃度で，しかもガス温度が高い場合の多いことから，本装置のみで臭気の除去が得られても，ガス除去が十分でない場合がみられることから，前処理場として種々のものを接続利用している。中でもジェットコレクターといわれる高速水洗装置は粉塵と同時にガス除去にもかなりの高性能を示すことから，本法の場合にもこれを用いることもある。



図V.53　中和剤噴霧装置

第8章　マスキング剤法

第8.1節　木酢液の脱臭効果[120)]

木酢液は木材熱分解産物として得られるが，脱臭方面への利用が考えられたのは，第二次大戦も末期，我が国では松根油が全国的に採油され，その副生品として木酢液が大量に生産され，木酢液の用途開発が積極的に行なわれるようになってからである。

特に最近では，悪臭公害面から木酢液が再認識され，この方面での利用開発が強く望まれている。

8.1.1　木酢液の脱臭効果

一般に木酢液を大きく別けると炭窯木酢液と乾留木酢液とがあり，前者は空気を通して熱分解し，後者は空気を遮断して熱分解するが，この熱分解方式の差は，得られる木酢液の成分的相違を生じる。特に炭窯木酢液は，熱分解という極めて苛酷な条件下で反応を受けるため，多くの成分は不安定な活性分子状態として存在している。

現在，悪臭防止法（昭和46年法律第91号）に規定されている，悪臭5物質（アンモニア，トリメチルアミン，メチルメルカプタン，硫化水素，硫化メチル）のうち，畜産公害ではアンモニアとトリメチルアミンが問題の大部分を占めており，これ等悪臭物質に対し，木酢液は，中和反応や強いマスキング作用等の相殺作用のみならず，化学結合による消臭も考えられている。

昭和47年5月31日現在，悪臭防止法の施行にともない，規制地域の指定と規制規準の設定を名示した自治体は，29の都道府県と政令都市があり，悪臭防止に対する重

表V.34　炭窯木酢液と乾留木酢液の比較

対比液 / 項目	炭窯木酢液（ハイモクサン）	乾留木酢液
P・H	2～3	2～3
比重	1.012～1.016/20℃	1.03～1.08/20℃
総酸量（CH_3COOHとして）	3～5%	3.5～8%
フェノール含量	0.08～0.13%	0.20 ～0.70%
ホルマリン含量	0.04～0.10%	0.20 ～0.40%
メタノール含量	0.10～1.70%	0.005～0.05%
臭気	焦げくさ臭	焦げくさ臭＋タール臭
用途	消臭剤	燻煙剤

要性は極めて重大である。

以下，主として木酢液の環境衛生的利用の実際面について要約しておく。

8.1.2　畜産公害での利用

畜産公害での利用には大きく2つに分けられる。

(1)　糞尿などの悪臭（アンモニア，トリメチルアミン）除去による消臭作用。

(2)　害虫（蚊・ハエ・アブ・ダニ等）の忌避効当による畜体の保護。

悪臭5物質が同時に存在してもアンモニア，トリメチルアミンを除去すれば，全体の悪臭を除去する事が出来るとされており，畜舎や糞尿処理場から発生する悪臭に対し，木酢液は消臭効果を発揮する。また，害虫に対しても忌避効果があるので，木酢液を畜体や畜舎内外に散布することにより，家畜の体臭を消し，害虫が寄ってこなくなる。畜舎の天井，壁，床下，床面，肥溜，ドブなどへの散布，及び畜体への散布により，全体的に消臭や害虫の忌避作用が得られることになる。

木酢液が実際面で，畜産公害に期待出来る効果について述べると次の通りである。

(イ)　畜舎内外（天井，壁，床，肥溜，ドブなど）の消臭。

(ロ)　畜体の消臭効果。

(ハ)　害虫（蚊・ハエ・アブなど）の忌避効果。

(ニ)　ミミズの発生防除効果（原液から10倍液程度であればミミズを殺す事が出来る）。

(ホ)　畜舎内の使用後の敷ワラを屋外に運搬する時など，悪臭を発するものを移動するとき，あらかじめそれらに少々多目に散布しておくと悪臭が消え，作業が効率的に出来る。

(ヘ)　堆肥に定期的に散布しておくと，悪臭を除去することが出来る。これらに対する木酢液の使用濃度は，一般に木酢原液～百倍液を使用する。畜舎などの悪臭の発生状態により，散布濃度を検討する必要があるが，その一例を示すと表V.35の通りである。

表V.35　畜舎の悪臭発生状態に対する木酢液の使用濃度

A	肥溜，堆肥およびその移動時糞尿処理槽，糞尿分離槽など悪臭程度の強い場所の消臭	原液（適量）
B	畜舎の糞尿貯留している場所，糞尿の貯留槽，糞尿運搬車などの比較的悪臭の強い場所	10～20倍液（約100ml/m²）
C	畜舎の天井，壁床，畜舎の外側など一般的な場所の消臭，またブロイラーや豚などの出荷後のカゴや自動車の消臭	*50～100倍液（約200ml/m²）

*　出来るだけ霧状に細かく散布すると良い。特に臭気の強い場所には2～3回じょろ散布すると，一層効果的である。

第Ⅵ編　脱臭方法別の効果判定データ

第Ⅵ編　脱臭方法別の効果判定データ

第１章　燃焼脱臭法（直接燃焼法，触媒燃焼法等）

第1.1節　直接燃焼法

直接燃焼法による臭気除去効果のデータを表Ⅵ・1～Ⅵ・3に示す。

表Ⅵ・1　米国における直炎式燃焼装置の脱臭効果

業種	脱臭装置の型式	脱臭前 臭気希釈度	脱臭前 臭気排出速度※	脱臭後 臭気希釈度	脱臭後 臭気排出速度	脱臭率 (%)
獣骨処理（バッチ）	直炎燃焼※※	50,000	2.5×10^7	120	9×10^4	99.76
獣骨処理（バッチ）	ジェットコンデンサー後直炎燃焼	50,000	2.5×10^7	25	2×10^3	99.95
獣骨処理（バッチ）	空冷コンデンサー後直炎燃焼	50,000	2.5×10^7	75	6×10^3	99.85
魚油の精製	直炎燃焼	50,000	3.5×10^7	50	5×10^4	99.90
アマニ油の精製	直炎燃焼	120,000		3,000		97.50
ワニス蒸解工程	スプレー水洗後直炎燃焼	25,000	1.0×10^7	20	1.0×10^4	99.92
ワニス蒸解工程	直炎燃焼	25,000	1.0×10^7	250	1.0×10^5	99.00
コーヒー・ロースター排気	直炎燃焼	10,000	3.0×10^6	500	1.0×10^4	95.00

※　臭気排出強度Odor emission rateとは，臭気濃度×排ガス量m^3/分 で表わし臭気排出口における毎分当り清浄空気に，においをつける臭気の汚染量を示す。
※※ 直炎燃焼脱臭は温度648℃，熱接触時間は0.3～0.5秒間の条件である。

表Ⅵ・2　フィシュミール工場の機器分析と官能試験（1972年10月）[121)]

工場名	機器分析 分析項目	脱臭装置入口	排ガス出口	環境	採取法と分析法	官能検査 排ガス出口試料
A工場	硫化水素	trace	検出されず	検出されず	環境庁告示のとおりに行なう悪臭防止法施行規則	○3点比較式注射器法
	メチルメルカプタン	500 ppb	〃	5.1 ppb		脱臭装置入口 15,200
	硫化メチル	0.5 ppb	〃	0.2 ppb		排ガス出口 83
	ジメチルサルファイド	0.8 ppb	〃	0.9 ppb		○3点比較式臭袋法
	アンモニア	400 ppm	0.5 ppm	0.2 ppm		脱臭装置入口 20,000
	トリメチルアミン	11 ppm	検出されず	検出されず		排ガス出口 196
	分析項目	排ガス出口	工場内環境	環境		排ガス出口試料
B工場	硫化水素	12 ppb	検出されず	検出されず		○3点比較式臭袋法
	メチルメルカプタン	123 ppb	trace	0.1 ppb		2,000－15,000
	硫化メチル	－	検出されず	0.3 ppb		
	ジメチルサルファイド	14 ppb	〃	trace		
	アンモニア	474 ppm	0.2 ppm	－		
	トリメチルアミン	7.6 ppm	検出されず	－		

注）A工場の脱臭方式は燃焼脱臭方式，B工場は水洗塔方式である。

表Ⅵ・3　ボイラ燃焼脱臭効率（３点比較式におい袋法）[122)]

採取場所＼測定項目	試料測定時間（日時）	試料測定時間（日時）	臭気濃度	備考	
F－1　ATV水洗塔入口	11/13　12：5	11/13　15：55	340,000		
F－2　〃　出口	〃　12：12	〃　15：35	65,000		
F－2　〃　出口	11/14　11：30	11/14　13：20	32,000		
F－3　ボイラー脱臭後	11/13　11：25	11/13　16：45	1,400	検知管NH_3（－），N_2S（－） SO_2 150ppm，強度５，刺激臭	
F－3　ボイラー空焚き	11/11　14：28	11/11　16：28	1,100	検知管SO_2　200ppm 刺激臭，強度４～５	
F－1　ATV水洗塔入口	12/6　11：35	12/6　15：10	1,300,000	平均値	
F－1　同　上	〃　11：42	〃　16：20	3,000,000	2,150,000	
F－3　ボイラー脱臭後	12/6　12：25	〃　16：00	3,400	平均値	平均脱臭効率
F－3　同　上	〃　12：15	〃　14：35	2,000	2,700	99.87％

第1.2節　触媒燃焼法

触媒燃焼法による臭気除去効果のデーターを表Ⅵ・4～Ⅵ・6に示す。[123)]

表Ⅵ・4　各種有機化合物の反応温度と脱臭効果

使用触媒：DASH－200　　空間速度：20,000Hr^{-1}（室温換算）

触媒層の厚さ：8 cm　　ガスの検知方法：ガスクロマトグラフィー

対象物質	実施温度 ℃	処理前濃度 ppm	処理後濃度 ppm
ベンゼン	270	330	＜1（無臭）
トルエン	260	280	＜1（〃）
m－キシレン	260	240	＜1（〃）
メチルエチルケトン	250	330	＜1（〃）
メチルイソブチルケトン	250	240	＜1（〃）
メチルアルコール	200	740	＜1（〃）
ホルムアルデヒド	200	370	＜1（〃）
アクロレイン	180	450	＜1
酢酸	350	400	＜1（無臭）
酪酸	250	400	＜1
フェノール	300	340	＜1
m－クレゾール	300	500	＜1
メチルメルカプタン	350	200	＜1
エチルメルカプタン	350	480	＜1
硫化水素	350	400	＜1
アンモニア	300	700	＜1
トリメチルアミン	300	250	＜1
一酸化炭素	150	4,000	＜1（無臭）

表VI・5　吸着飼料工場における脱臭実験の結果

5.8 m³/時の携帯型実験装置を用いて，某肥料工場のフィシュソリューブル吸着飼料の直火型ロータリードライヤー排気を臭気源として脱臭実験をおこなった。

	温　度	食塩水平衡法
排出臭気	68 ℃	2.090
触媒エレメント入口	315 ～ 380℃	
〃　出口	290 ～ 340℃	110
食塩水通気時間	2時間5分	

表VI・6　自動車焼付塗装工場における脱臭実験の結果

5.8 m³/時の携帯型実験装置を用いて，某自動車製造工場の仕上げ炉排ガス（主成分はトルエン）について実験した。表VI・6 の結果からも判るように，白金触媒による燃焼条件は，触媒出口で320℃あれば十分効果があることが判った。

		臭気を通す前の温度	臭気通過後の温度	トルエン(ppm)	官能テスト
1	触媒入口	250	255	150	眼への刺激　強
	〃　出口	235	250	45	〃　中
2	触媒入口	275	275	500	刺激臭　強
	〃　出口	255	275	100	〃　強
3	触媒入口	300	305	200	刺激臭　強
	〃　出口	275	305	10	〃　稀有
4	触媒入口	325	325	40	刺激臭　強
	〃　出口	295	315	0.9	〃　なし
5	触媒入口	345	345	40	刺激臭　強
	〃　出口	320	340	0.8	〃　なし

第2章　吸着法（活性炭）

活性炭吸着法による脱臭効果のデーターを表VI・7～VI・9に示す。

表VI・7　し尿処理物における活性炭の脱臭効果判定実験結果[124]

成分	未処理ガス濃度（ppm）	処理ガス濃度（ppm）
アンモニア	29.1	0.395
トリメチルアミン	0.262	0.053
硫化メチル	0.078	0.031
メチルメルカプタン	0.315	—
硫化水素	0.125	—

臭気発生状況　(A)　発生源　濃縮槽ライン，投入室ライン，汚泥乾燥ライン，汚泥処理ライン
(B)　処理風量　1.800 Nm³/min

390

表Ⅵ・8　脱臭効果を示す測定データー例[125)]

成分	測定	装置入口 a (μg/ℓ)	水洗塔出口 b (μg/ℓ)	脱臭塔出口 c (μg/ℓ)	除去率 $\frac{a-b}{a}\times100$ (%)	除去率 $\frac{b-c}{b}\times100$ (%)	除去率 $\frac{a-c}{a}\times100$ (%)
アンモニア性窒素	1	27.50	0.19	0.01	99.3	94.7	99.96
	2	24.10	0.04	0.01	99.8	75.0	99.95
	3	3.75	2.77	0.00	26.1	100.0	100.0
揮発性アミン態窒素	1	161.20	15.01	2.99	90.7	80.1	98.1
	2	64.63	2.46	0.00	96.2	100.0	100.0
	3	4.69	4.01	0.00	14.5	100.0	100.0
硫化水素	1	0.259	0.219	0.00	15.6	100.0	100.0
	2	10.503	9.191	0.00	12.5	100.0	100.0
	3	—	—	—	—	—	—
メルカプタン	1	5.966	5.338	0.00	10.5	100.0	100.0
	2	10.362	6.106	0.436	41.0	92.9	95.8
	3	5.20	1.92	0.00	63.1	100.0	100.0
脂肪酸	1	—	—	—	—	—	—
	2	—	—	—	—	—	—
	3	26.27	19.49	11.27	25.8	42.2	57.1
臭気度	1	—	—	—	—	—	—
	2	—	—	—	—	—	—
	3	900	—	10以下	—	—	99以上

表Ⅵ・9　脱臭効果を示す測定データー例[126)]

試料採取時間	水洗浄による除去率 (%)	活性炭吸着による除去率 (%)	全体の除去率 (%)
11:05 ~ 11:18	— 150	96	90
16:23 ~ 16:33	— 150	99	98

391

第3章　薬液洗浄法

各業種の薬液洗浄法による脱臭効果例を表VI・10に示す。

表VI・10　吸収法稼動状況[111)]

No	被処理ガス	入口濃度	出口濃度	吸収液	操業状態
42	エチルアルコール	40,800 ppm	2,014 ppm	水	○
43	（獣骨処理プラント）	—	—	酸，アルカリ二段	○
44	コールタールピッチガス	200mg/Nm³	5 ppm	水又は0.1%NaOH	○
45	H_2S，メルカプタン	100～300 ppm	0 ～ 30 ppm	20% NaOH	○
46	H_2S	669 ppm	11 ppm	水	○
47	NH_3	300 ppm	0	15% 硫酸々性水	○
48	樹脂熱分解ガス	—	—	3% NaOH	×
49	NH_3	5,000 ppm	10 ppm	水	○
50	H_2S	1,530 ppm	2 ppm	11% NaOH	○
51	アクリル酸エステル	33,000 ppm	1,300 ppm	90% メタノール	○
52	ハロゲン，ハロゲン化水素，有機酸	2 ～ 3 ppm	ハロゲン化水素 0.1～0.2ppm	10% NaOH	○
53	NH_3	1,620 ppm	50 ppm	5% H_2SO_4	○
54	NH_3	200kg/2,604 Nm³	2ppm以下	水	○

第4章　微生物による方法

第4.1節　ソィルフィルター法[127)]

表VI・11～VI・12に効果判定テストプラントの能力，鶏ふんの理化学測定結果を示す。

表VI・11　テストプラントでの能率，成分変化，重油消費量

調査回数	測定No	水分 生鶏ふん %	水分 乾燥鶏ふん %	アンモニア性窒素(対乾物) 生鶏ふん %	アンモニア性窒素(対乾物) 乾燥鶏ふん %	全窒素(対乾物) 生鶏ふん %	全窒素(対乾物) 乾燥鶏ふん %	生鶏ふん供給量 kg/hr	乾燥鶏ふん排出量 kg/hr	重油消費量 時間 ℓ/hr	重油消費量 乾燥鶏ふん当り ℓ/kg
第※1回	1	61.0	6.98	0.85	0.32	4.19	4.28	62.0	26.0	7.5	0.29
	2	62.0	16.56	1.14	0.39	3.32	4.23	64.4	29.5	7.5	0.25
第2回	1	56.0	1.12	0.29	0.02	4.03	4.50	62.0	27.6	8.2	0.30
	2	62.0	14.20	0.26	0.21	2.85	5.81	47.9	21.2	5.8	0.27
	3	2.0	21.61	0.38	0.19	5.27	5.77	68.7	33.3	5.7	0.17
	4	31.0	14.20	0.19	0.23	4.81	5.35	35.4	26.5	5.7	0.20
平均		55.7	12.45	0.52	0.23	4.08	4.99	48.0	27.7	6.7	0.25

※第1回調査の測定No 3はキルン内閉のためサンプリング不能により中止

表VI・12　テストプラントでの脱臭効果試験成績

調査回数	測定No.	入口 アンモニア mg/m²	入口 有機酸アルカリ度 mg/m²	入口 塩素イオン mg/m²	入口 沃素消費量 mg/m²	入口 過酸化物量 mg/m²	出口 臭気倍数	出口 アンモニア mg/m²	出口 有機酸アルカリ mg/m²	出口 塩素イオン mg/m²	出口 沃素消費量 mg/m²	出口 過酸化物量 mg/m²	出口 臭気倍数
第1回	1	823.4	62.1	3.8	46.0	0	80	0	20.7	12.5	25.5	612.7	3.8
	2	933.8	16.1	3.8	30.6	0	98	0	0	13.5	61.3	541.2	3.8
	3	736.0	117.3	15.4	30.6	0	82	9.2	19.2	7.7	15.3	638.3	3.8
第2回	1	376.6	82.8	15.4	61.3	0	125	0	29.9	8.7	61.3	654.3	5.0
	2	115.0	46.0	13.5	5.1	0	121	12.7	41.4	8.7	56.2	520.8	5.0
	3	134.6	—	12.5	15.3	0	93	2.9	46.0	9.6	15.3	551.4	5.0
	4	298.4	71.3	23.1	102.1	0	111	0	75.9	6.7	76.6	546.3	5.0
平均		488.3	65.9	12.5	41.6	0	101	3.5	33.3	9.6	44.5	723.6	4.5

393

第Ⅶ編　下水道施設における脱臭対策

第Ⅶ編　下水道施設における脱臭対策

本来，下水処理施設の脱臭対策は用地選定の段階から予じめ配慮して考えるべき問題で，昨今のように既設施設の増・改造計画時や，悪臭公害問題で起ってから脱臭対策を実施するのでは，抜本的な，悪臭苦情を解決しうる対策を講ずることは用地上，経済上，操業上からいってもむづかしい場合が殆んどである。

そこで，ここでは，下水処理施設の新設の場合において，予じめ脱臭対策をいかに実施すべきか，又，これら施設の増改造計画時に，具体的にどの施設を，どのように脱臭・防臭からみて計画すべきか，最近の2～3の実例の経験をのべることとする。

第1章　施設の計画の際に留意すべきこと（用地設定上の必要条件）

第1.1節　用地の広さ

曝気槽，し渣や汚泥処理室などから，最寄りの住宅地域までの距離が問題となるので，用地は無論広いにこしたことはない。

沈砂池室はし渣や沈砂の搬出などのため，また汚泥処理室は脱臭ケーキの移動などのために，両施設共に完全密閉化は難かしく，したがって，現状で最も望ましい脱臭対策を実施しても，或る程度の臭気の漏洩的発生は防げない。

そこで，これらの施設は夏期に風下の至近距離に住宅地域が当らないように，予じめ，これら両施設の敷地内での設置付置を検討し，両施設から住宅地域までの距離は大きい方が良い。

第1.2節　気象と地形

前述のように，悪臭公害は4月～11月に多く，特に苦情が集中するのは6月の梅雨期から初秋の10月までに多いので，用地を選定する場合には，この時期に主風向が住宅地域（四方に住宅が散在する場合には最寄の住宅群）に向かないように，少なくとも最近の5～10年間の最寄りの気象観測測定点のウインドローズを参考にして決定すべきである。

第1.3節　周辺の環境条件

設置する予定地の周辺に将来高級住宅地やマンションが建設される可能性があれば，施設の建設を変更するか，周辺を出来る限り買い取っておくことを推奨する。悪臭公害が起ってから，これらの公害意識の高い住民の要求で対策を講ずる場合には，きわめて高級な，従って高価な代償を支払うことになり，それで問題が解決できればまだよいが，発生源と住民の間でお互の思わくや，利益にからんだ誤解などがあった場合には，長期間に紛争が継続し，両者における当事者の精神的，時間的，経済的な消費と疲労は計り知れぬものがある。

なお，施設周辺が住宅地化などによって環境条件が変化する場合や，既在の付近住民でも，悪臭のような感覚公害の場合には，経年的に，又は何かの引き金的なキッカケによって，住民が許

容する臭気の環境濃度が厳しくなることが多い。そのことは，下水処理施設の新・改造計画のときに，十分に念頭において５年先，１０年先まで住民の苦情を惹き起さない防臭・脱臭対策を行う必要がある。

第２章　具体的な対策

第2.1節　概　論

現在，全国各地で建設が予定されている下水処理施設の数はきわめて多い。し尿処理施設の建設がほぼ終了したのに反し，本施設は一部の大都市を除けば，建設が現在進行形のものも多く，これから実施される事業である感じが強い。

本施設は，し尿処理施設に較べて用地が５倍から１０倍程度広く，片側が河川や海に面している場合が多いので，施設の建設に当って悪臭発生が多いと思われる初沈のし渣掻上げ場，曝気沈砂槽，下水流入水路ポンプ室などの生下水臭のある生下水受け入れ施設，汚泥濃縮槽，汚泥洗浄受槽，真空脱水機排気と脱水機室，汚泥用ベルトコンベヤー，汚泥乾燥機，乾燥汚泥焼却炉などの汚泥処理施設，及び曝気槽，返送汚泥水路や生下水々路等の曝気槽関係施設などのうち，前２者は出来うる限り，最寄り住宅地域から遠ざけた配置計画を立てるべきである。

表Ⅶ.1は下水処理場臭の臭気測定の１例である。これをみても判るように，沈砂池等のし渣，沈砂関係，汚泥濃縮・脱水・乾燥・焼却関係の臭気が最も公害的要素が大きく，次いで，曝気槽は臭気濃度は低いが，排ガス量が大きいので，O.E.R. からみると前二者に次いで対策が必要であることが判る。

表Ⅶ.1　下水処理施設臭気測定例（３点比較式におい袋法）

測定項目 / 発生源	六段階強度	不快数	臭気濃度	備考
沈砂池（し渣掻き上げ時）	3～4	－2	100～1,000	
沈砂ホッパ室内（し渣搬出時）	5	－3	1,000～15,000	夏期
沈砂ホッパー脇	5	－4	3,000～100,000	ポンプ室
汚泥脱水機室	2～3.5	−1～−2	30～300	
汚泥洗浄槽（汚泥面上３cm）	5	－4	10,000～100,000	
汚泥乾燥機排気	5	－4	5,000～20,000	
汚泥焼却炉排気（タテ型多段炉）	4	－3	3,000～10,000	
〃　（ロータリーキルン）	5	－4	3,000～50,000	
汚泥濃縮槽（液面30cm上）	4	－2	200～1,000	
曝気槽排ガス（液面上30cm上）	3	－2	30～200	
前曝気槽（液面上直上）	3.5	－2	1,000～5,000	

なお，濃度の比較的高い悪臭物質としては，H_2S, NH_3, CH_3SH, $(CH_3O)_2SO_2$, $(CH_3)_3N$,

396

$(CH_3)_2NH$ などであるが，小量の炭化水素，ハロゲン化炭化水素を含んでいるので，下水臭の悪臭物質は前記物質の外に次のようなものが考えられる。

メタン，イソペンタン，n－ペンタン，メチルアミン，エチルメルカプタン，ジクロルメタン，トリクロルエタン，クロロホルム，トリクロルエチレン，メチルシリコン，トルエン，クロルベンゼン，フェノール。

第2.2節　施設別の臭体策

2.2.1　スクリーン室，ホッパー室，沈砂池

部屋を密閉にして気積を出来る限り小さくし，気積当りの換気回数を毎時10回以上とする。処理方法は化学吸着法（例えばイオン交換樹脂法）と物理吸着法（例えば活性炭法）の組み合せか，物理吸着法単独の処理とする。

2.2.2　最初沈殿池，前曝気槽，曝気槽

これらはいずれも建物内に入れて密閉し，建物空間の気積中の臭気を取り出して2.2.1と同様の処理をするか，タンク上部を覆蓋して臭気を曝気槽通過空気量より若干多目に取り出すかして2.2.1と同様の処理をすることが必要である。本施設のTotal O・E・R の中の比率は10～30%程度と思われる。

2.2.3　汚泥濃縮タンク，汚泥貯留タンク，汚泥調整タンク

これらの槽はいずれも密閉にし，覆蓋した槽内空間の気積部分に対し，前述の換気回数の臭気を取り出し，2.2.1と同様の方法で処理することが望ましい。

2.2.4　汚泥脱水機室

脱水機室の臭気濃度は前出の表のとおり30～300と余り高くないので，作業者と周辺の環境条件に問題がなければ，対策は不要であるが，必要のある場合は脱水機の上にフードを覆って臭気を取り出し2.2.1と同様の方法で脱臭する。

2.2.5　汚泥乾燥機，汚泥焼却炉排ガス

乾燥排ガスの場合は間接型の水冷コンデンサー等の冷却器で排ガス中の水分を除去した後で直接燃焼脱臭をする。

焼却炉排ガスで臭気濃度が高い場合（例えば2000以上）には再度アフターバーナで燃焼脱臭をする。

竪型多段炉の場合，本施設のO・E・RはTotal O・E・Rの50～70 %の汚染強度を占める場合が多い。

2.2.6　ま　と　め

第Ⅲ編2.2.2.2で述べた9型分類別の脱臭方法の選定の方法によれば，下水処理施設からの臭気は区分3－①の範ちゅうに属するので活性炭を中心にして考えるべきであろう。

但し，臭気濃度が中程度（5,000～100,000）の発生源もあるので，この場合は薬液洗浄法，酸化法，生物処理法なども適用する必要がある。

397

第Ⅷ編　総括編

第Ⅷ編　総　括　編

第1章　本調査の要約

今回の基礎調査では，下水処理施設を中心に臭気の測定方法，測定事例，脱臭対策の取り組み方，脱臭方法各論について今までの調査研究データ，内外の文献を中心にしてまとめた。

これらの調査研究から，下水処理場の処理方式，処理規模，操業条件，装置の密閉化，脱臭対策によって，大巾に臭気発生量が違うこと又は違う可能性があることが判った。

また，現在悪臭公害をひき起している他の多くの事業所と下水処理場との臭気排出強度（O.E.R）との比較によって，下水処理場はし尿処理場よりもO.E.Rが1桁小さく，10^6 m³/分のO.E.Rであることが判った。

1.0×10^6 m³/分というのは，例えば霞カ関ビルの体積が約5×10^5 m³ あるといわれているので，下水終末処理場は毎分毎に霞カ関ビル2杯分の清浄な大気にかすかににおいをつける臭気排出量があるということになる。

O.E.Rが10^5 m³/分オーダの他業種には大規模の塗装・塗料工場，印刷工場，インク工場，皮革工場などである。

下水終末処理場の臭気発生源をO.E.Rの高い順序に列記してみると，汚泥処理施設（特に汚泥焼却炉や乾燥炉がある場合），曝気槽（前曝気槽を含む），流入水受け入れ施設（スクリーン，ホッパー，沈砂池等），最初沈殿池の順になり，最終沈殿池や滅菌施設では臭気の発生はまずないと考えて良い。

臭気の原因となる物質としては，硫化水素，メチルメルカプタン等の還元型硫黄化合物，アンモニア，トリメチルアミン等の低級アミン類，酢酸，プロピオン酸等の低級脂肪酸類などきわめて多成分の種類を含み，これらはし尿等の生活排水が腐敗した時に発生する代表的な臭気成分である。

下水臭の特徴はこれらの腐敗臭に加えて，曝気槽ではベンゼン，トルエン，キシレン，アセトン等の炭化水素類及びクロロホルム，四塩化炭素，トリクロロエチレン等塩素化炭化水素が，汚泥焼却炉排ガスではホルムアルデヒドやアセトアルデヒド等のアルデヒド類，硫化カルボニル，二硫化炭素及びNO，NO_2などきわめて多成分を含んでいる。

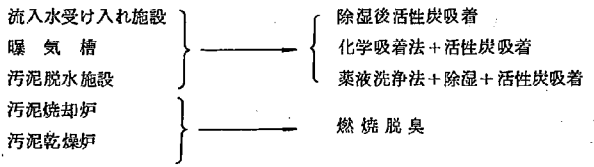
これらの臭気を脱臭するためには，まず適正な方法で臭気を捕集する必要があり，曝気槽，汚泥調整タンク，汚泥洗浄タンク，汚泥脱水機室，し渣置き場などはいずれも覆蓋などを施して密閉構造にした後，なるべく少量の臭気濃度の高い臭気を取り出すようにする。

脱臭方式については，現在多くの方法があり，数年前からやっと幾つかの脱臭装置が設置され稼動しているにすぎない。このためまだ方式や装置の設計数値等についても正しい方針が得られていないのが現状である。

しかし，徐々にではあるが下水処理場の発生工程別の臭気濃度，臭気組成，処理臭気量などが明確になってきつつあるので，これらのデータが多くなれば，いずれの脱臭方法が最も有効であるか評価することは比較的近い将来に可能になると思われる。

現在，用いられている工程別の脱臭対策を要約しておくと次のようになる。

399



第２章　今後検討が必要な事項

第2.1節　実態調査の必要性

下水終末処理場，ポンプ場等について今回若干の調査データを本報告書に収録したが，これらはいずれも大都市における施設の調査例であり，第１章の要約の項でも触れたように下水処理方式，施設の規模，操作条件や下水道敷設地域の特徴（例えば，工業地域か住宅地域か等）等により臭気の濃度や種類も大きく変ることが考えられるので，今後は地道に臭気調査データを積み重ね，各条件別に測定データを整理することが重要である。

これらのデータを駆使することによって下水処理施設の工程別の悪臭発生の原単位的な数値を把握することができれば，将来，環境アセスメントが必要になるような時代を迎えたとき，下水道施設の新設・増設時における環境影響の予測が可能であり，それに伴って必要となる対策についても適確な手が打てるものと思われる。

第2.2節　臭気測定方法の確立

悪臭防止法告示９号，４７号の施行に伴い硫黄化合物，アミン類，アンモニア，アルデヒド類等の測定方法の確立は見られたが，下水施設からの臭気成分にはこの他にも多く炭化水素類を始めとして低級脂肪酸類，ケトン類，塩素系炭化水素類，高分子硫黄化合物，アルコール類，フェノール，クレゾール類等が含まれているがそれらについては臭気閾値レベルの超低濃度でまだ十分に測定方法の確立がなされていない現状にある。

これらの未確立の分野を整備すると共に，ＧＣ－ＭＳ（ガスクロマトー質量分析）法で確認しながら多成分系の中での物質の同定（定性）方式を確立すべきである。

なお，下水終末処理場，ポンプ場等の敷地境界線における臭気の測定は，気象条件によって値が大きく左右されるので，低濃度に検出感度をもつ連続自動測定装置を開発することも重要な課題である。

現在硫化水素，メチルメルカプタン，硫化メチル等の硫黄化合物について２～３ ppb 程度の検出感度をもつ連続自動測定装置がすでに実用の段階に入っている。

第2.3節　臭気ガスの密閉・捕集方法の検討

臭気の密閉捕集方法に関しては，未だ系統だった検討がなされておらず，一部の脱臭装置メーカーが必要に迫られて，他の事業所で実施した経験を基にして設計・施工したに過ぎず，限られ

900

た予算の中での実施例であることが多いので本当に適正な施設となっているかどうかについては疑問のあるところである。

下水処理場の場合には水面開放施設からの臭気発生源が多く，しかも捕集臭気量が極めて大きいので，十分に検討しておかないと経費は著るしく大きいものとなる。

第2.4節　脱臭装置の適正な評価

脱臭装置の適正な評価については従来なおざりにされて来た分野であり，最近になってやっと，一部のユーザーが三点比較式におい袋法等の官能試験方法やガスクロマトグラフィーによる臭気物質別の測定で脱臭装置出口排気の測定を実施し，脱臭装置の納入時の引き取り条件にするようになってきたところである。

今までは，脱臭効果を充分に検討して判定するようなことがなく，巨額の購入費を支払っていたことになり，と角，プラントメーカーとユーザーとの間やユーザーと付近住民との間での公害紛争の種の一つになっていた。

今後は，脱臭装置の効果の判定に当っては必らず三点比較式におい袋法等の官能試験で出口において臭気濃度500以下か300以下にどう基準をクリヤーしているかどうかプラントメーカーはギャランティーすべきであるし，ユーザーもそのことを契約条件に入れることをすべきである。

又，同時にガスクロマトグラフィー等によって化学測定データも採取し，脱臭効果を化学的に裏付しておく必要もあろう。

いずれにしても今後これらのことを調査研究して，現在下水処理施設のもっている臭気公害の可能性を社会的な立場から検討し，下水処理施設に適する脱臭方式の確立と，臭気対策等の適正な評価方法を整備することが大切である。

第2.5節　臭気捕集・脱臭装置等の構造及び管理指針の策定

下水処理場やポンプ場にはそれらがもっている独特の構造上，機能上の特徴があり，この特徴を如何に巧みに捕えて臭気捕集と脱臭装置の設計をしたり設置していくかも今後の大きな問題である。

一方，悪臭公害の立場からみれば，下水処理場の臭気問題には色々の現象がありそれらの1つ1つが全く独立した公害現象となっている傾向がある。したがってこの2つの要素を十分に把握した上で，必要な対策を決定すべきである。

しかし，当面は臭気に関する調査データを基にして，下水臭の特徴を適切に捕えた脱臭装置の設計手法の確立に意を注ぐことが第1である。

活性炭を例にとって考えるならば，活性炭の使用時間を長くするための臭気中の水分の除去方法を確立することがまず第1であり次いで処理臭気量当りの活性炭の使用重量，空塔速度，SV値，活性炭との接触時間，圧力損失，活性炭の詰め代え機構，再生方式，吸着塔の強度，材質，ダクトワーク，ファン，効果のギャランティー，活性炭ライフのギャランティー，建設費，管理費等の各項目について調査，検討する必要がある。

401

結　語

結　語

わが国における悪臭公害の対象として，最近，下水道終末処理場，ポンプ場等も付近住民から取り上げられ，未だ，その追求は弱いものではあるが，着実に，全国に広まる傾向が見られている。

それらの発生源は，下水処理場に例を取れば，その処理方式，規模，流入下水の組成，設置の年月，管理技術等によってもかなり異なるが，おおむね曝気槽排ガス，汚泥焼却排ガス，汚泥脱水機室，汚泥濃縮槽，沈砂池，し渣掻上げ施設等からが多く，その原因物質は硫化水素，メチルメルカプタン，硫化メチル等の硫黄化合物とアンモニア，アミン類の窒素化合物が不快感に影響していると思われ，その他低級脂肪酸，炭化水素類，（汚泥焼却炉についてはアルデヒド類，Sox，Nox等）などが発生臭気に何んらかの形で関与しているものと考えられる。

下水終末処理場の臭気汚染強度をみてみると，Total O.E.R で 10^6 m^3/分 のオーダであり，O.E.R は臭気の到達距離が約1～2 km，悪臭苦情が500 m以内であるとのデータが，他業種を含めた多くの調査データからの実測値として出されている。

そこで，付近に住宅地がある場合にはTotal O.E.R を取りあえず 10^5 オーダーに，最終的には 10^4 オーダーに下げる必要があろう。

そのためには，曝気槽の覆蓋をし脱臭することはもとより，汚泥焼却炉排ガスの再燃焼，汚泥脱水機室や沈砂池室の脱臭も必要になってくるものと思われる。

下水処理場から発生する臭気の濃度，組成からみて最適な脱臭方式が何であるのかについては現在の所，未だ，十分に確立されていない。

このことは，現在までに下水処理施設の臭気調査データが十分でなく，単に敷地境界線上や脱臭装置の出入口における臭気測定が若干出されているに過ぎないことに起因する。

本報告書は，今までわが国で測定された悪臭データの中で下水処理施設を中心に関連する腐敗臭系の発生源についてまとめたもので，その測定例も組織的に整理するには不十分で，特に下水処理施設に関しては処理方式，規模，流入下水の組成（例えば，家庭排水と工場排水との比率等）などについての分類された測定がされていない。

今後は，これらについて計画的に臭気測定を実施し，現状における臭気発生状況の実態をつかむと同時に，処理方式，処理規模，流入下水の組成，その他の条件によって臭気の発生がどのように違うかなどを調査して，現在直ちに何らかの対策をうたなければならない下水処理場に対して適切な資料を提供する必要がある。

又，臭気対策からみた将来の下水処理施設の設置のあり方を検討するとともに脱臭方式の確立に役立つ基礎データを得ることも重要である。

一方，住民の悪臭公害意識も経年的推移をみると年々確実に向上しているので，下水処理施設の都市における必要性とそれらから発生する臭気の忍限度をどの程度にすれば大多数の住民のコンセンサスが得られるのかについても併せて十分に検討しておく必要があろう。

あ と が き

今回の文献調査を中心にまとめた本報告書は添付資料に掲げたごとく，きわめて多くの研究者，関係者の貴重なる文献を引用させていただいて，初めて完成したものなので，ここにその労作に対し深く敬意を呈すると共に，文献引用について衷心より感謝するものであります。

添付資料

資料Ⅰ　外国における閾値の測定例[128)]

その1　Hellman

表1.　Summary of odor data

Compound	Absolute ppm	50% Recognition ppm	100% Recognition ppm	Odor Index 100% Recognition	Quality	Hedonic Tone
Aceto anhydride	<0.14	0.36	0.36	14,611	Sour acid	Neutral to unpleasant
Acetone	20.0	32.5	140	1,742	Sweet/Fruity	Plesant to neutral
Acetophenone	0.30	0.60	0.60	2,183	Sweet/Almond	Pleasant
Acrylic acid	0.094	1.04	1.04	105,700	Rancid/Sweet	Unpleasant
Amyl acetate, primary (Mixed isomers)	0.067	0.15	0.21	25,047	Sweet/Ester/Banana	Pleasnt
Amyl alcohol	0.12	0.1	1.0	13,150	Sweet	Pleasant
1, 3-Butadiene	0.45	1.1	1.3	759,230	Undetined	Unpleasant to neutral
n-Butanol	0.30	1.0	2.0	2,630	Rancid/Sweet	Neutral to unpleasant
2-Butanol	0.12	0.41	0.55	28,179	Sweet	Pleasant to neutral
Butyl acetate	0.006	0.037	0.037	284,300	Sweet/Ester	Pleasant
n-Butylamine	0.08	0.24	0.24	449,166	Sour/Ammoniacal	Unpleasant to pleasant
Butyl Cellosolve	0.20	0.35	0.48	2,729	Sweet/Ester	Pleasant
Butyl Cellosolve acetate	0.11	0.20	0.20	5,550	Sweet/Ester	Pleasant
n-Butyl chloride	8.82	13.3	16.7	5,377	Pungent	Unpleasant
n-Butyl ether	0.07	0.24	0.47	13,978	Fruity/Sweet	Pleasant
Butylene oxide	0.07	0.71	0.71	250,563	Sweet/Alcohol	Pleasant
Butylaldehyde	<0.0046	0.0092	0.089	2,984,615	Sweet/Rancid	Unpleasant
Carbitol acetate	0.026	0.157	0.263	498	Sweet	Pleasant to unpleasant
Carbitol solvent	<0.21	1.10	1.10	600	Sweet/Musty	Neutral
Cellosolve acetate	0.056	0.138	0.250	10,520	Sweet/Musty	Pleasant
Cellosolve solvent	0.30	0.55	1.3	33,909	Sweet/Musty	Unpleasant to pleasant
Cumene	0.008	0.047	0.047	83,000	Sharp	Unpleasant
Cyclohexanone	0.12	0.12	0.24	10,958	Sweet/Sharp	Pleasant
Diacetone alcohol	0.28	1.1	1.7	776	Sweet	Unpleasant to pleasant
Di-n-butylamine	0.08	0.27	0.48	5,479	Fishy/Amine	Unpleasant to neutral
Dicyclopentadiene	0.011	0.020	0.020	440,500	Sweet/Sharp	Unpleasant
Diethylamine	0.02	0.05	0.05	4,250,000	Musty/Fishy/Amine	Unpleasant
Diethyl ethanolamine	0.011	0.04	0.04	33,000	Amine	Unpleasant
Diisobutyl carbinol	0.032	0.048	0.160	8,187	Sweet/Alcohol	Pleasant
Diisobutyl ketone	<0.11	0.31	0.31	4,258	Sweet/Ester	Pleasant
Diisopropylamine	0.13	0.38	0.85	92,823	Fishy/Amine /Ammoniacal	Unpleasant to pleasant
Dimethyl ethanolamine	0.015	0.045	0.045	116,888	Amine	Unpleasant
1, 4-Dioxane	0.80	1.8	5.7	6,228	Sweet/Alcohol	Pleasant
1, 3-Dioxolane	16.9	64.0	128.0	804	Sweet/Musty	Neutral
Di-n-propylamine	0.02	0.10	0.10	270,500	Ammoniacal/Amine	Unpleasant to neutral
Ethyl acetate	5.3	13.2	13.2	7,575	Sweet/Ester	Pleasant
Ethyl acrylate	0.0002	0.00030	0.00036	113,000,000	Sour/Pungent	Unpleasant
Ethyl amine (70~72% in water)	0.27	0.83	0.83	522,891	Sharp/Ammoniacal	Unpleasant
Ethylene	260	400	700	1,428	Olefinic	Unpleasant to neutral
Ethylenediamine	1.0	3.4	11.2	1,178	Ammonica/Musty	Unpleasant
Ethylene dichlaride	6.0	40.0	40.0	2,037	Sweet	Unpleasant to neutral
Ethylene oxid	260	500	500	2,000	Sweet/Olefin	Neutral
2-Ethylbutanol	0.07	0.77	0.77	1,701	Musty/Sweet	Neutral
2-Ethylhexanol	0.075	0.133	0.133	949	Musty	Unpleasant to pleasant
Ethylhexyl acetate	0.1	0.21	0.21	6,290	Sweet	Pleasant to neutral
2-Ethlhexyl acrylate	0.073	0.18	0.18	7,333	Musty/Sharp	Unpleasant
Ethylidene norbomene	0.02	0.073	0.073	75,616	Sweet/Aromatic	Unpleasant to pleasant
2-Ethoxy-3, 4-dihydro-1, 2-pyran	0.020	0.10	0.60	10,950	Sweet/Fruity	Pleasant
n-Ethyl morpholine	0.08	0.25	0.25	26,280	Ammoniacal	Unpleasant to pleasant
Glycol diacetate	0.093	0.312	0.312	4,198	Fruity/Acid	Pleasant
1-Hexanol	0.01	0.09	0.09	14,666	Sweet/Alcohol	Pleasant
Isobutanol	0.68	1.80	2.05	5,131	Sweet/Musty	Unpleasant to pleasant
Isobutyl acetate	0.35	0.50	0.50	34,200	Sweet/Ester	Pleasant
Isobutyl acrylate	0.002	0.009	0.012	525,000	Sweet/Musty	Unpleasant to pleasant
Isobutyl cellosolve	0.019	0.114	0.191	34,397	Sweet	Pleasant
Isobutylaldehyde	0.047	0.141	0.235	766,949	Sweet/Ester	Pleasant to unpleasant
Isodecanol	0.020	0.031	0.042	309	Musty/Alcohol	Unpleasant to pleasant

Compound	Absolute ppm	50 % Recognition ppm	100 % Recognition ppm	Odor Index 100 % Recognition	Quality	Hedonic Tone
Isopentanoic acid, Mixed isomers	0.005	0.015	0.026	9,615	Goaty	Unpleasant
Isophorone	0.20	0.54	0.54	2,444	Sharp	Unpleasant to pleasant
Isopropanol (anhydrous)	3.20	7.50	28.2	1,539	Sharp/Musty	Unpleasant
Isopropyl acetate	0.49	0.90	0.97	56,907	Sweet/Ester	Pleasant to unpleasant
Isopropylamine	0.21	0.71	0.95	661,052	Ammoniacal/Amine	Unpleasant to pleasant
Isopropyl ether	0.017	0.053	0.053	2,924,528	Sweet	Pleasant
Mesityl oxide	0.017	0.051	0.051	210,000	Sweet	Pleasant
Methanol	4.26	53.3	53.3	2,393	Sour/Sharp	Neutral
Methyl amyl acetate	<0.07	0.23	0.40	13,150	Sweet/Ester	Pleasant
Methyl amyl alcohol	0.33	0.52	0.52	12,634	Sweet/Alcohol	Unpleasant to pleasant
2-Methyl butanol	0.04	0.23	0.23	17,130	Sour/Sharp	Unpleasant to neutral
Methyl cellosolve	<0.09	0.22	0.40	19,725	Sweet/Alcohol	Pleasant
Methyl cellosolve acetate	0.34	0.64	0.64	4,109	Sweet/Ester	Pleasant
Methylethanolamine	1.0	3.4	3.4	388	Musty/Ammoniacal	Unpleasant
Methyl ethyl ketone	2.0	5.5	6.0	15,350	Sweet/Sharp	Neutral to unpleasant
2-Methyl-5-ethyl pyridine	0.006	0.008	0.010	137,200	Sour/Pungent	Unpleasant
Methyl isoamyl alcohol	0.07	0.20	0.20	6,000	Sweet/Pungent	Pleasant
Methyl isoamyl ketone	0.012	0.049	0.070	75,142	Sweet/Sharp	Pleasant
Methyl isobutyl ketone	0.10	0.28	0.28	70,357	Sweet/Sharp	Pleasant to unpleasant
Methyl methacrylate	0.05	0.34	0.34	119,705	Sweet/Sharp	Unpleasant
2-Methylpentaldehyde	0.09	0.136	0.135	131,571	Sweet/Rancid	Unpleasant
2-Methyl-1-pentanol	0.024	0.024	0.082	24,024	Sweet/Alcohol	Pleasant
α-Methyl styrene	0.052	0.156	0.156	16,020	Sweet/Aromatic	Pleasant
Morpholine	0.01	0.07	0.14	65,857	Fishy/Amine	Unpleasant
2, 4-Pentanedione	0.01	0.020	0.024	364,166	Sour/Rancid	Unpleasant
n-Pentanol	0.21	0.31	0.31	4,258	Sweet/Alcohol	Pleasant
2-Picoline	0.014	0.023	0.045	114,347	Sweet	Unpleasant
n-Propanol	<0.03	0.03	0.13	246,625	Sweet/Alcohol	Pleasant
Propionic acid	0.028	0.034	0.034	91,500	Sour	Unpleasant
n-Propyl acetate	0.05	0.15	0.15	218,566	Sweet/Ester	Pleasant
Propylene	22.5	57.6	67.6	14,792	Aromatic	Neutral to pleasant
Propylenediamine	0.014	0.048	0.067	218,000	Sharp/Amine	Unpleasant
Propylene dichloride	0.25	0.50	0.60	87,096	Sweet	Pleasant
Propylene oxide	9.9	35.0	35.0	16,500	Sweet	Neutral to pleasant
Propionaldehyde	0.009	0.040	0.080	4,346,000	Sweet/Ester	Pleasant
Stylene	0.05	0.15	0.15	44,391	Sharp/Sweet	Unpleasant
Stylene oxide	0.063	0.40	0.40	3,420	Sweet	Pleasant
Tetraethyl ortho silicate	3.6	5.0	7.2	341	Sweet/Alcohol	Pleasant
Toluene	0.17	1.74	1.74	16,509	Sour/Burnt	Unpleasant to neutral
Triethylamine	<0.09	0.28	0.28	253,571	Fishy/Amine	Unpleasant to pleasant
Ucon-11 (trichloromonofluoromethane)	5.00	135.0	209.0	84	Sweet	Pleasant to unpleasant
Ucon-113 solvent (trichlorotrifluoroethane)	45.0	68.0	135.0	54	Sweet	Pleasant to unpleasant
Vinyl acetate	0.12	0.40	0.65	220,000	Sour/Sharp	Unpleasant
Xylene	0.08	0.27	0.27	29,222	Sweet	Neutral to pleasant

その2　G. Leonardos のデータ[129)]

表－1　嗅覚閾値（ppm volume）　Odor thresholds in air (ppm volume).

化学物質　Chemical		閾値 Odor Threshold	においの性質 (Odor Deseription[a])
アセトアルデヒド	Acetaldehyde	0.21	Green sweet
酢　酸	Acetic acid	1.0	Sour
アセトン	Acetone	100.0	Chemical sweet, pungent
アクロレイン	Acrolein	0.21	Burnt sweet, pungent
アクリルニトリル	Acrylonitrile	21.4	Onion-garlic-pungency
塩化アリル	Allyl chloride	0.47	Garlic-onion pungency, green
ジメチルアミン	Amine, dimethyl	0.047	Fishy
モノメチルアミン	Amine, monomethyl	0.021	Fishy, pungent
トリメチルアミン	Amine, trimethyl	0.00021	Fishy, pungent
アンモニア	Ammonia	46.8	pungent
アニリン	Anilline	1.0	pungent
ベンゼン	Benzene	4.68	Solvent
塩化ベンジル	Benzyl chloride	0.047	Solvent
硫化ベンジル	Benzyl sulfide	0.0021	Sulfidy
ブロム	Bromine	0.047	Bleach, pungent
酪　酸	Butyric-acid	0.001	Sour
二硫化炭素	Carbon disulfide	0.21	Vegetable sulfide
四塩化炭素	Carbon tetrachloride (chlorination of CS_2)	21.4	Sweet, pungent
〃	Carbon tetrachloride (chlorination of CH_4)	100.0	
クロラール	Chloral	0.047	Sweet
塩　素	Chlorine	0.314	Bleach, pungent
ジメチルアセトアミド	Dimethylacetamide	46.8	Amine, burnt, oily
ジメチルホルムアミド	Dimethylformamide	100.0	Fishy, pungent
硫化メチル	Dimethyl sulfide	0.001	Vegetable sulfide
ジフェニルエーテル	Diphenyl ether (perfune grade)	0.1	
ジフェニルサルファイド	Diphenyl sulfide	0.0047	Burnt rubbery
エタノール（合成）	Ethanol (synthetic)	10.0	Sweet
エチルアクリレート	Ethyl acrylate	0.00047	Hot plastic, earthy
エチルメルカプタン	Ethyl mercaptan	0.001	Earthy, sulfidy
ホルムアルデヒド	Formaldehyde	1.0	Hay/straw-like, pungent
塩酸ガス	Hydrochloric acid gas	10.0	Pungent
硫化水素（Na_2S）	Hydrogen sulfide (from Na_2S)	0.0047	Eggy sulfide
〃　（ガス）	Hydrogen sulfide gas	0.00047	
メタノール	Methanol	100.0	Sweet
塩化メチル	Methyl chloride	(above 10 ppm)	
塩化メチレン	Methylene chloride	214.0	
メチルエチルケトン	Methyl ethyl ketone	10.0	Sweet
メチルイソブチルケトン	Methyl isobutyl ketone (MIBK)	0.47	Sweet
メチルメルカプタン	Methyl mercaptan	0.0021	Sulfidy, pungent

408

化学物質 Chemical		閾値 Odor Threshold	においの性質 (Odor Deseription[a])
メチルメタクリレート	Methyl methacrylate	0.21	Pungent, sulfidy
モノクロベンゼン	Monochlorobenzene	0.21	Chlorinated, moth balls
ニトロベンゼン	Nitrobenzene	0.0047	Shoe polish, pungent
パラクレゾール	Paracresol	0.001	Tar-like, pungent
パラキシレン	Paraxylene	0.47	Sweet
パークロロエチレン	Perchloroethylene	4.68	Chlorinated solvent
フェノール	Phenol	0.047	Medicinal
フォスゲン	Phosgene	1.0	Hay-like
フォスフィン	Phosphine	0.021	Onliony, mustar
ピリヂン	Pyridine	0.021	Burnt, pungent, diamine
スチレン（重合防止）	Styrene (inhibited)	0.1	Solventy, rubbery
スチレン（非 〃 ）	Styrene (uninhibited)	0.047	Solventy, rubbery, plasticy
二塩化硫黄	Sulfur dichloride	0.001	Sulfidy
亜硫酸ガス	Sulfur dioxide	0.47	
トルエン（石炭系）	Toluene (from coke)	4.68	Floral, pungent, solventy
〃 （石油系）	Toluene (from petroleum)	2.14	Moth balls, rubbery
〃 （鉱石系）	Tolylene diisocyanate	2.14	Medicated bandage, pungent
トリクロロエチレン	Trichloroethylene	21.4	Solventy

a Other than chemical name

その3　ＧＬＣ法で精製した化合物の閾値

Odor thresholds of chemicals purified by GLC.

トリレンデイソサイアナイト	Tolylene diisocyanate	2.14 ppm
〃	Tolylene diisocyanate[a]	2.14 ppm
トルエン	Toluene (coke)	4.68 ppm
〃	Toluene (coke)[a]	2.14 ppm
〃 （石油系）	Toluene (petroleum)	2.14 ppm
スチレン（重合防止剤）	Styrene (inhibited)	0.10 ppm
〃 （ 〃 ）	Styrene (inhibited)[a]	0.21 ppm
〃 （不含重合防止剤）	Styrene (uninhibited)	0.047 ppm

a Purified by GLC proceedures

その4

表－3 嗅覚閾値－ 硫黄化合物（ppm）
Odor thresholds - sulfur compounds (ppm volume)

硫化水素（ガス）	Hydrogen sulfide (cylinder)	0.00047
硫化メチル	Dimethyl sulfide	0.0010
エチルメルカプタン	Ethyl mercaotan	0.0010
二塩化硫黄	Sulfur dichloride	0.0010
硫化ベンジル	Benzyl sulfide	0.0021
メチルメルカプタン	Methyl mercaptan	0.0021
硫化水素（Na_2S）	Hydrogen sulfide (Na_2S)	0.0047
硫化ジフェニル	Diphenyl sulfide	0.0047
二硫化炭素	Carbon disulfide	0.21
亜硫酸ガス	Sulfur dioxide	0.47

嗅覚閾値 － 窒素化合物（ppm）
Odor thresholds - nitrogenous compounds (ppm volume)

トリメチルアミン	Trimethyl amine	0.00021
ニトロベンゼン	Nitrobenzene	0.0047
モノメチルアミン	Monomethyl amine	0.021
ピリジン	Pyridine	0.021
ジメチルアミン	Dimethyl amine	0.047
アニリン	Aniline	1.0
アクリルニトリル	Acrylonitrile	21.4
アンモニア	Ammonia	46.8
ジメチルアセトアミド	Dimethyl acetamide	46.8
ジメチルフォルムアミド	Dimethyl formamide	100.0

409

その5　嗅覚閾値酸化化合物（ppm）　Odor thresholds－oxygenated compounds(ppm volume)

カルボニル化合物	Carbonyls	閾　値
クロラール	Chloral	0.047
アセトアルデセド	Acetaldehyde	0.21
アクロレイン	Acrolein	0.21
MIBK	Methyl isobuthy ketone	0.47
ホスゲン	Phosgene	1.0
ホルムアルデヒド	Formaldehyde	1.0
メチルエチルケトン	Methyl ethyl ketone	10.0
アセトン	Acetone	100.0
エステル類	Esters	
エチルアクリレート	Ethyl acrylate	0.00047
メチルメタアクリレート	Methyl methacrylate	0.21
脂肪酸	Carboxylic Acids	
酪酸	Butyric acid	0.001
酢酸	Acetic acid	1.0
アルコール類	Alcohols	
p－クレゾール	p-Cresol	0.001
フェノール	Phenol	0.047
エタノール	Ethanol	10.0
メタノール	Methanol	100.0

その6　嗅覚閾値環状化合物（ppm）

Odor thresholds － variously substituted benzenoid compounds (ppm volume)

化学物質 Chemical		R Group(s)	閾　値 Odor Threshold
パラクレゾール	Paracresol	$-OH$, $-CH_3$	0.0010
ニトロベンゼン	Nitrobenzene	$-NO_2$	0.0047
フェノール	Phenol	$-OH$	0.0470
塩化ベンジル	Benzyl Chloride	$-CH_2Cl$	0.0470
スチレン	Styrene	$-CH:CH_2$	0.0470
クロールベンゼン	Monochlorobenzene	$-Cl$	0.21
p－キシレン	p-Xylene	$-CH_3$, $-CH_3$	0.47
アニリン	Aniline	$-NH_2$	1.0
トルエン	Toluene	$-CH_3$	2.14
ベンゼン	Benzene		4.68

410

資料Ⅱ　参考文献

1) 西田耕之助；悪臭の測定と分析，セミナー講演集，№3悪臭公害研究会，1975

2) 〃

3) 北野暨一；岐阜県における悪臭公害の現状について，悪臭公害研究会テキスト，1974

4) 戸塚敏二；悪臭防止法規準設定の現状とその考え方，悪臭公害対策セミナー講演集，悪臭公害，1973

5) Cheremisinoff and Young ; Industrial Odor Technology Assessment , Ann Arbor Science, 1975

6) 杉浦定善；愛知県における悪臭公害の実態と規制及び対策について，講演会テキスト，悪臭公害研究会，1974

7) (1) 東京都下水道局；下水処理場の脱臭対策（昭和47年度）
(2) 中村正雄；下水処理場からの公害とその対策，安全工学，12.1.78（1973）

8) 某都市下水処理場臭気調査報告書：日本環境衛生センター，1974

9) 中村祥男；直火（ガス）式燃焼脱臭装置，産業機械，№288　1974

10) 杉浦定喜；愛知県における悪臭公害の実態と規制及び対策について，講演会テキスト，悪臭公害研究会，1974

11) 阿部健蔵，木村正憲；清掃施設の悪臭防除，悪臭の研究　3.14，1974

12) 〃

13) 小瀬洋喜，佐藤孝彦，加藤訓男；悪臭の評価と対策に関する研究（第1報），悪臭環境の理化学的測定と官能試験，悪臭の研究 4.16，1974

14) N市し尿処理場臭気調査報告書：日本環境衛生センター，1974

15) S市し尿処理場臭気調査報告書：日本環境衛生センター，1972

16) Fアトラス魚腸骨処理場臭気調査報告書：日本環境衛生センター，1975

17) M獣骨処理場臭気調査報告書：日本環境衛生センター，1973

18) 荒木彪男；兵庫県の悪臭公害対策の現状，セミナー講演集(2)，悪臭公害研究会　1974

19) 杉浦定善；愛知県における悪臭公害の実態と規製及び対策について，講演会テキスト，悪臭公害研究会（1974）

20) 本多淳裕；畜産における各種脱臭方法，悪臭公害対策セミナー，悪臭公害研究会，（1973）

21) 浜野，上野，浅尾，猪八；畜舎の悪臭とその測定方法，畜産の研究，28巻，3号，（1974）

22) 小瀬洋喜，佐藤孝彦，加藤訓男；悪臭の評価と対策に関する研究（第1報），悪臭環境の理化学的測定と官能試験，悪臭の研究，4.16，1974

23) 奥野年秀；悪臭実態調査例および測定方法の検討，悪臭研究，3.14，1974

24) ガデリウス社技術料，1973

25) Noll , Davice , Duncan ; Air Pollution Control & Industrial , Production, Ann Arbor Science , 1975

26) Cheremisinoff and Young ; Industrial Odor Technology Assessment , Ann

Arbor Scienen, 1975
27) U.S.Dept. of Health Education & Welfare ; Air Pollution Engineering Monual, 1976
28) たばこ工場臭気調査報告書：日本環境衛生センター, 1972
29) F市悪臭調査報告書：日本環境衛生センター, 1975
30) 某石油化学工場悪臭実態調査報告書：日本環境衛生センター, 1975
31) 昭和46年度環境庁委託悪臭防止法設定に関する研究報告書：日本環境衛生センター
32) 石黒智彦, 長谷川隆, 加藤龍夫；日本環境衛生センター所報, No1, 43－57, 1974
33) 長谷川隆, 石黒智彦, 重田芳廣；日本環境衛生センター所報, No1, 48－53, 1974
34) 岡林南洋他；日本環境衛生センター所報, No1, 58－62, 1974
35) 長島常一他；日本環境衛生センター所報, No1, 54－57, 1974
36) L.J.Papa et al ; J. of chromotographic Sci., 10 ; 744－747 , 1972
37) 悪臭物質の測定等に関する研究報告書（昭和50年度環境庁委託研究）：日本環境衛生センター, 1976
38) 悪臭物質の測定等に関する研究報告書（昭和51年度環境庁委託研究）：日本環境衛生センター, 1977
39) 大気汚染2, No10, 43, 1966
40) E.S.K.CHIAN et al ; J. of Water Pollution Control Federation, 1042－1077, Vol.48, No 6, 1976.
41) Bellar, T.A. and Lichtenberg, J.J., "Deter-mining Volatile Organics at Microgram-per-Litre Levels by Gas Chromatography" Jour. Amer. Water Works Assn., 66, 739 (1974)
42) Grob, K., and Grob, G., "Organic Substances in Potable Water and Its Precursor. Part II. Applications in the Area of Zunich." Jour. Chromatog., 90, 303 (1974).
43) Bergert, K.H., et al., "Study of Volatile Organic Trace Pollutants in Air and Water by Means of Low-Temperature Capillary Chromatog (Ger), 7, 115 (1974).
44) Junk, G.A., et al., "Use of Macroreticular Resins in the Analysis of Water for Trace Organic Contaminants." Jour. Chromatog., 99, 745 (1974)
45) Svec, H.J., et al., "Trace Soluble Organic Compounds in Potable Water Supplies." Natl. Tech. Info. Service, U.S.Dept. of Commerce, Springfield, Vb., PB-228 523 (1974).
46) Osterroht, C., "Development of a Method for the Extraction and Determination of Non-Polar. Dissolved Organic Substances in Sea Water." Jour. Chromatog., 101, 289 (1974)

413

47) Keith, L.H., "Chemical Characterization of Irdustrial Wastewaters by Gas Chromatography－Mass Spectrometry." Sci. Total Environ., 3, 87 (1974).
48) Scheiman, M.A., et al., "Organic Contaminants in the District of Columbia Water Supply." Biomed. Mas Spectroscopy, 1, 209 (1974).
49) Alford, A.L., "Environmental Applications of Advanced Instrumental Analyses, Assistarce Projects, FY73." EPA-660/2-74-078 (1974).
50) "Draft Analytical Report－New Orleans Area Water Supply Study." Lower Mississippi River Facility, Slidell, La., Surveillance and Analysis Division, Region, VI, Dallas, Tex., EPA－906/10－74－602 (NOV. 1974).
51) Harris, L.E., et al., "Direct Analysis of Water Samples for Organic Pollutants with Gas Chromatography－Mass Spectrometry." Anal. Chem., 46, 1912 (1974)
52) 加藤龍夫，仲山伸次；横浜国立大学環境科学研究センター紀要，Vol. 2，№1 13－19，1976.
53) 加藤，田中；安全工学，10，206 (1971)
54) J.W. Swinnerton, R.A. Lammtagne: Enviromental Science and Technology 8, 657 (1974)
55) S. Goldman ; Can. J. Chem. 52. 1668 (1974)
56) 朝霞浄水場異臭水分析試験報告書：日本環境衛生センター，昭和４６年５月
57) 石黒智彦他；横浜国立大学環境科学センター紀要，Vol. 2，№1，41－45，1976.
58) 加藤龍夫；ガスクロマトグラフ法による悪臭の環境分析，安全工学，10 (2)，1971.
59) 村田武，高橋誠二，加藤龍夫；環境分析に対するGC－MS技術，安全工場，12 (1)，1973.
60) Wolfgang Bertsch, Ray C. Chang and Albert Zlatkis : The determiration of organic volatiles in air pollution studis, J. Chro－matosr, Sci., 12, 1974.
61) 荒木峻，加藤龍夫；高沸点大気汚染成分のガスクロマトグラフィーによる分析，分析誌，12，1963.
62) 荒木峻，高橋昭；大気汚染の自動分析，化学同人，京都，1974.
63) R.K. Sterens et al : Anal. chem, Vol. 43, №7, 827－831, 1971.
64) 田辺省三他；分析化学会第２４年会講演要旨集，1028，1975.
65) 加藤龍夫；悪臭測定の実際と装置，第２５回公害問題セミナー資料，横浜商工会議所産業公害相談室，1973.
66) 環境アルデヒド類の固体反応管捕捉－ＧＣ法による選択分析
67) 重田芳廣；悪臭の官能試験，公害分析指針（大気篇），共立出版，1973.

68) 石黒辰吉，小川功，岩崎好陽，福島悠：悪臭の新しい表示の導入と３点比較式におい袋法の実施例，悪臭の研究，2.8　1972.
69) 東京都条例第１２号，東京都公報，1977.
70) 重田芳廣；微量ガス・悪臭の分析，講談社サイエンテイフイック，1972.
71) 西田耕之助他；環境技術，Vol. 5，№12，1976.
72) 石黒辰吉；悪臭公害の測定とその防止法，PFM，2.2，1971.
73) 竹内教文他；日本環境衛生センター所報，38－42，№1，1974.
74) 西田耕之助，本田常夫，安藤忠男；臭気度測定装置について（III），悪臭の研究2，10，1973.
75) 大平俊男他；悪臭の評価，147～163，東京都公害研究所大気部，1972.
76) 高木貞敬；臭覚測定のための"基準臭"について，日医ニュース252号，1972.
77) 嗅覚測定用基準臭カタログより（第一薬品産業）
78) 土門徹也；悪臭公害調査におけるパネルの選定と育成法，産業公害，5.2，1971.
79) 〃　5.12，1971.
80) 大喜多敏一，重田芳廣；微量ガス，悪臭の分析，講談社，1972.
81) 人見浄水場汚泥処理臭気実態調査報告書，日本環境衛生センター，1976，
82) 重田芳廣；悪臭の排出防止対策と実例
83) 石黒辰吉；化製場の悪臭防止対策，公害と対策，7.9，1971
84) 石黒辰吉；産業悪臭の防除設計とその費用，ＰＰＭ，3,3，1972.
85) 川合純夫；乾燥排気ガスの「燃焼脱臭装置」産業機械　№288，1974.
86) E.P.A；AIR POLLUTION ENGINEERING MANUAL
87) H.M. LOW, K. Robe ; Knock down noxiovs vapors, Food processing, March. 1973.
88) Technical Informations and Dates By Air preheaten Company,（1969～1974）
89) 重田芳廣；悪臭の排出防止対策と実例オーム社，臨時増刊，1970. 10
90) 田川太一；触媒酸化法による悪臭対策，ppm，５，10，1974.
91) 重田芳廣；外国における悪臭除去の実態，公害対策，7,9，1971.
92) N.C.C.ニュース，日産ケメトロン触媒（株），６号，1973
93) 田川太一；実例を中心とした触媒酸化脱臭，講習会テキスト，悪臭公害研究会，1973.
94) 森田直樹，触媒燃焼式脱臭装置について，石油と石油化学，1712，1973.
95) 日揮ユニバーサル社技術資料，1970.
96) N.C.C ニュース，日産ケメトロン触媒，№6，1973.
97) 森田直樹；触媒燃焼式脱臭装置について，悪臭の研究，3，13，1974.
98) 重田芳廣；悪臭の排出防止対策と実際，オーム，臨時増刊，1970.
99) 環境公害新聞　昭和４９年７月３１日版
100) W. SUMMER；Odour Pollution of Air Leonard Hill Books, 1971.

414

101）山本辰治；協和脱臭装置，産業機械，№288，1974.
102）鶴泉彰恵；吸着脱臭について，講習会テキスト，悪臭公害研究会，1974.
103）岡村勝論；脱臭装置，産業機械，№288，1974.
104）山本辰治；協和脱臭装置産業機械，№288，1974.
105）重田芳廣；臭気酸化法，化学吸着法による脱臭，講習会テキスト，悪臭公害研究会，1974.
106）樋口耕三，吸着法による脱臭，講習会テキスト，悪臭公害研究会，1974.
107）重田芳廣；悪臭の排出防止対策と実例，MO.1.
108）吾妻健国；オゾンによる脱臭，悪臭公害対策セミナー講演集，悪臭公害研究会，1973.
109）Frankl. Cross. Jr, Airpollution Odor Control Primer. Technomic Pvblishing Co., 1973.
110）本多淳裕；各種悪臭防止法とその特徴，悪臭公害対策セミナーテキスト，№1，悪臭公害研究会
111）加藤征太郎；薬液吸収による脱臭と触媒酸化による脱臭，悪臭公害対策セミナーテキスト，№1，悪臭公害研究会，1915.
112）重田芳廣；悪臭の排出防止対策と実例，オーム臨時増刊1970.
113）沢谷次男；産業公害における悪臭処理対策，PPM.3,3，1972.
114）山本辰治；協和脱臭装置産業機械，№288,.1974.
115）加藤征太郎，薬液吸収による脱臭と触媒酸化による脱臭，セミナー講演集，悪臭公害研究会，1975.
116）本多淳裕，福山丈二，伊藤尚夫；活性汚泥法による悪臭除去，講習会テキスト
117）本多淳裕；各種悪臭防止法とその特徴，講習会テキスト，悪臭公害研究会，1975.
118）森下正三；畜産公害の対策について，講習会テキスト，悪臭公害研究会，1974.
119）安藤忠夫；中和脱臭法について，講習会テキスト，悪臭公害研究会，1973.
110）平野幸三；木酸液利用による消臭，日本香料新聞，1975.
121）石黒辰吉；化製場の悪臭防止対策，PPM，4,9，1973.
122）日本環境衛生センター；Fフッシュミールプラント臭気調査報告書，1975.
123）田川太一；実例を中心とした触媒酸化脱臭，講習会テキスト，悪臭公害研究会 №2，1974.
124）北炭式吸着脱臭装置（カタログ），北炭化成工業
125）鶴泉彰恵；吸着脱臭について，講習会テキスト，悪臭公害研究会，1974.
126）日本環境衛生センター；某化学工場地域臭気調査報告書，1971.
127）本多淳裕；養豚，養鶏場の脱臭，講習会テキスト，悪臭公害研究会，1971
128）Thomas M.Hellman and Francis H.Small ; J. of the Air Pollution Control Association, Vol. 24, №10, 979～982, 1974.
129）Leonardos. G, et al ; Vol. 19, №2, 91～95, 1969.

415

資料Ⅲ　下水処理に関する脱臭方法と測定方法についての文献要旨

628.52：613.15　　111001499

大気汚染（臭気）とクラフトパルプミルのオゾン脱臭〔c①〕(J) J〔害→建，化〕

石井富雄：S048 公害と対策　7(9) 824-806('71)

下水や産業廃水の処理方法は大気汚染の悪臭源を防止するに外ならない。クラフトパルプ工場から排出する廃水の臭気もその一つでこの脱臭にオゾンを使用。その脱臭と測定について記述；写図5参6

628.3　　111002369

将来の処理法，オゾン〔c①〕(A) E〔建→害〕

Ozone: the coming treatment ?　: E376 Water Wastes Eng 8(8) 46-48('71)

オゾンは殺菌力が強く，色度および異臭味の除去に効果があり，酸化力が強く有機物を良く分解するため下水の高級処理には好適である。FWQAは公称能力50,000 gpd のオゾン処理施設を建設し下水処理水の処理を行なっているが，これに要する運転費は1000gal当り7.7セントで同規模の活性炭施設の8.3セントより安い。オゾンは酸素中に含まれて二次処理水中へ高速度で混入されて拡散し，10分後には気ほうとなって排出されるがすぐに収集され乾燥して再使用される。なお施設建設費はCODを35か315mg/ℓまで除去するとして10 mgd当り108万ドルである。；写図1表5参5

628.314.2　　111004919

下水処理場臭気のオゾンによる処理〔c①〕(A) E〔建→害〕

Ozone treatment of sewage plant odors. UNANGST P C. NEBEL C A：E373 Water Sewage Works 118〔Reberence Number〕R42-R43 ('71)

オゾンはコロナ放電により空気中の酸素から重量比で1％発生する覆がいされた下水処理場の場合は場内の空気をダクトで集中的に集めオゾンと十分に接触し臭気物質を酸化させる。オゾンと臭気物質との接触時間は最低15秒は必要でまた完全に混りあうために乱流状態を作る必要がある。オゾンは排気塔の基部で加えられるが塔の大きさが十分でない時はオゾンに上昇流を加えるべきである。1 mg/ℓのオゾンは10 mg/ℓ の硫化物を酸化するのに十分である。オゾン発生器の電気消費量は4-200 ℓb/日のオゾン発生量で，10 k WH/ℓb O_3 でオゾンℓb/日は6000 ft^3/分 の排ガスを脱臭することができる；写図3参4

111006458

下水処理における活性炭脱臭装置の利用〔c①〕(J) J

田辺正久，畑憲治：F424 水処理技術　11〔10〕15-18('70)

628.52；613.15　　111006460

下水処理場における臭気管理〔a①〕(A) E〔害→建，化〕

Odor control in waste-water treatment systems.　HICKS R ： K-70-0163 Proc Intern Clean Air Congr 2nd Washington 867-876 ('71)

下水処理場の悪臭の主成分はH_2Sといわれる。しかしこの悪臭の管理は全くかえりみられないで現在に至っている。ニュージランド Auckland で悪臭のH_2Sの除去試験に，玄武岩（1-1.5イン

チ大）充でん塔中で生物学的活性のスライムを含む水で洗浄する方法を '67年－'70年にわたり実施した。その際の操業成績の詳細が表示された。なお下水処理場における処理工程別の発生臭気の濃度，性質，各種メルカプタン，硫化物のガスクロマトグラフィーにおける保持時間などについて表示；表10参10

628.52：613.15　　111007842

臭気管理の基礎〔c①〕（A）E〔害→建，化〕

Fundamentals of odor control.　DAGUE R R:　E100 J Water Pollut Control Federation 44(4) 583-594 ('72)

下水処理設備からの臭気について，その成分，いき値，下水の古さと臭気の関係，臭気問題を検討する場合に考慮すべき事項（相乗効果，相殺効果，なれによる感覚の鈍化，濃度による変化が必ずしも直線的でないことなど）などを説明し，下水処理における脱水素反応，硫化物の生成について解説した。臭気対策としては，塩素処理，その他の酸化処理，金属イオンによる硫化物の捕そく，燃焼などの方法を概説した。また地形，気象の条件の考慮も必要である；写図2表3参39

628.52：613.15　　111007844

土壌によるろ過　悪臭ガスの除去処理法（Film）〔a①〕(A) E〔害→建,化〕

The soil filter:　A treatment process for removal of odorous gases.

CARLSON D A.　GUMERMAN R.　LEISER C:　PB202580 107p ('70)

下水収集系から発する悪臭ポンプで土壌フィルターの中に通し，悪臭が除去される現象を実験室的にたしかめ，報告した。土壌としては，粒度，水分含量を変えたもののほか，生化学的除去機構の有無をしらべるために，殺菌した土壌も用いた。また，湿ったロームも使ってみた。結果は，H_2Sのような極性物質の除去に土壌はとくに効果があること，H_2S濃度が100ppm以下の場合には，生化学的脱臭が支配的であるが，それ以上の高濃度においては，吸着や化学結合による脱臭の方が主因機構であるらしいことなどがわかった。メタンは全然とれないことも示された；写図38表11参5

628.52：613.15　　111009781

FMC社は下水スラッジの脱臭に過酸化水素を推奨〔a②〕(A) E〔害→建，化〕

FMC promoting hydrogen perioxide for killing odors in sewage sludge.: D339 Air/Water Pollut Rept 10(33) 327('72)

天候が暖かで下水流速が緩慢な場合に下水処理場および下水路中の有機物質から硫化水素を発生し悪臭の原因となっているが，これを防止するため都市下水および産業廃水路を過酸化水素で処理することが推奨されている。報告によれば塩素の5倍の効力あり全国的に広く活用されてよいという。

628.314.2　　112001780

下水処理プラントから発生する臭気およびそれによる空気汚染〔c①〕（J）J〔建→害〕

SUTTON G P :　S270 下水道協会誌　9(97) 33-39('72)

都市の下水処理における主たる影響，主たる原因，臭気のタイプ，臭気のおもな源泉および普通の処理方法を総括して，順序正しく系統的にのべた；写図3参10

417

628.52:613.15 112001783

悪臭にたいする連続測定装置の試作〔c①〕(J) J〔害→建〕

西田耕の助，木田常夫：S796 環境技術 1〔3〕12-22('72)

嗅感覚にもとづく悪臭の測定については，実際の現場において，短時間にしかも多くの技術者を用いて評価，判定する必要がある。このためには，使用する装置が小型，軽量で，容易に測定場所が移動できること，装置の調整時間が短かく，測定操作が簡単であることならびに測定結果の自記記録ができることが必要である。悪臭防止法に関する問題点，悪臭測定法についての問題点，装置製作における留意点につき記述。構造の概念として固定型，簡易型について解説；写図4表2参32

681.2.08 112001791

悪臭測定法の現状と問題点〔c②〕(J) J〔機→害〕

山崎正八郎：F873 燃料及燃焼 39〔8〕743-751('72)

悪臭防止法ではガスクロマトグラフィ法による13種の物質についての分析で規制されることになっているが，それで完全にカバーできるものでなく，人間の嗅覚を主体として考えられる官能試験のための測定法が大切である。ここでは悪臭官能試験に必要な条件と考え方，試験装置と試験方法として標準形無臭室，かぎ窓式無臭室，Nader氏法装置，し尿臭気の除去効果判定試験装置，Olfacto-Tecter の装置，山崎式連続測定装置，臭研木下式測定装置，注射器法（山崎式，ASTM方式），セメトメータ，オスモなどを紹介；写図10表2参5

628.162.8 112002613

オゾンを利用した水処理〔c①〕(J) J〔建→害〕

：G109 化学装置 14〔11〕76-81('72)

現在最新のオゾン発生装置と新しい上水および廃水処理技術が開発され，オゾンによる処理コストは低下し，効率は上り，利用できる分量も広がりつつあるとして，滅菌用途におけるオゾンと塩素の比較，味または臭気管理におけるオゾンの効果，オゾンによる金属および色の除去，二つのプロセスに用いられるオゾン，改良された都市廃水処理，米国における各種な流出水に対するテスト，工業廃水への適用，金属仕上加工排水への適用および運転費などについて記述；写図4

628.314.2 112006619

メルボルンにおける下水処理の高度化 南東下水処理区〔c①〕(A) F〔建→害〕

Advances in wastewater treatment in Melbourn : South Eastern system.

ABERLEY R C, BIRD A W : E373 Water Sewage Works 119〔11〕81-89('72)

メルボルン市の南東下水処理区は現在しゃ集きょ，下水道幹線，ポンプ場，終末処理場および放流きょの建設を行なっている。処理場の放流水基準はBOD 15 mg/ℓ，SS 20 mg/ℓであるが将来，処理水を産業用水や農業用水に転用することを考えている。このため下水は活性スラッジ法，スラッジは消化法を，沈砂やふるいかす等の固形廃棄物は焼却法を採用した。2次処理施設としてのエアーションタンクは標準法，ステップエアレーション法，接触安定化法のいずれでも運転できる構造とした。臭気対策として初沈より上流の施設や導水きょは全てカバーし，内部ガスはダクトで導き脱臭用散水ろ床の底部から入れ排気し脱臭している；写図8表2

418

628.321:661.185 112006640

下水処理場における防臭について〔c①〕(B) E〔建→害〕

The suppression of smell from sewage plant. BAUM H E: C 528 Effluent Water Treat J 12〔12〕674-675, 677, 679('72)

Canvery 島の下水処理場はボールブランケットで汚泥濃縮そうをおおうことにより，発生する臭気の防臭効果を調査した結果良好な成績を得た。本報はボールブランケットの使用実例と濃縮そうの平常管理時における防臭効果について述べた；写図3

112007781

下水処理プラントから発生する臭気およびそれによる空気汚染〔c②〕(J) J

SUTTON G P: S 270 下水道協会誌9〔97〕33-39('72)；参10

628.52:613.15 112007787

下水処理場における相対的臭気強度の測定法〔c①〕(G) G〔害→建，化〕

Methode zur messtechnischen Bestimmung der relativen Geruchs-Intensität von Abwasser-Behandlung-sanlagen. BERNERT J : C 915 Wasser Luft Betrieb 16〔12〕417-420('72)

下水処理場から出る臭気は往々周辺住民の苦情の種となるが今のところ臭気の原因をつきとめ，これを正確に測定する方法が確立されていないため苦情処理論争が起きても当事者間で論点の不一致をまぬがれない。一定か所で天候の変化や時間経過にともなう臭気の消長を調べ，また数種下水のpH硫化物，SO_4可溶性有機物と結合した炭素，塩基性物，アンモニアなどを詳細に分析のうえ，硫化水素が臭気の原因として大きい役割を持つことを推論し，これら成分の関連性などを論じた；表2参19

628.52:613.15 112007792

悪臭に対するたたかい〔c②〕(F) F〔化→害〕

La lutte contre les odeurs, nuisances d'un monde raffine. DUMON R : B 277 Chim Ind Genie Chim 105〔18〕1255-1260('72)

生活環境に対して有害な悪臭は特に，都会地区，工業地帯において重要な問題であるが定量的な測定が困難な微妙な特性がある。悪臭の法規制の考え方，悪臭と毒性，悪臭の性質と強さ，ガスクロマトグラフ法，過酸化物との反応によるいおう化合物の分析のような悪臭の定量，燃焼，接触燃焼，ガス洗浄，吸着，オゾン化などの悪臭除去プロセスについて解説；写図3表1

628.314.2 112008603

コミュニティ・プラントによる下水処理技術について〔c①〕(J) J〔害→建〕

野村滋男：S 764 環境創造 2〔12〕28-34('72)

法令によりコミュニティ・プラントは，その放流水の基準により，適用範囲および構造が定められている。処理方式としては，活性汚泥法，散水ろ床法などがある。活性汚泥法は散水ろ床法と比較して次の特長を有す。(1)臭気発散のおそれがない，(2)施設が集約化され，広い面積を要しない，放流水の水質改善が期待できる，(3)反面経時的水量，水質変動に対して設計および維持管理上の配慮を要するといった欠陥もある。散水ろ床法は維持管理が簡単で比較的安定した機能が発揮されるが，高度の処理性が期待できないし，臭気，ろ床バエなどの問題もある；写図3表1

628.52:613.15 112009727

液－ガス抽出による下水臭気防止（film）〔 a① 〕(A) E 〔害→建，化〕

Sewage odor control by liquid-gas extraction. : PB 209641 129p('70)

臭気のひどい空気の化学的処理をサンジャゴ市が実施。ポリ塩化ビニルとステンレス鋼で液－ガス接触パイロット装置をつくり，下水沈殿タンクからきた空気中のひどい臭気を除くのにこの接触装置に生物学的活性剤ばかりでなく数種の酸化および吸収薬品を使用。1.0～20.0ppmの硫化水素という実験上の硫化物レベルのもとで市販のか性ソーダ，ガス状塩素，アンモニア銅錯塩を使用により良好な除去結果が得られた。汚染空気の100万 ft^3 当りの大路の処理費は硫化物濃度および使用薬品により0.18～46.00ドル；写図39表31参24

628.387 112011017

排水の再利用とオゾン処理〔 c① 〕(J) J 〔害→建〕

池畑昭：F 926 PPM 4〔8〕26-35('73)

下水二次処理水の水質は非常に複雑であるが，そのなかには酸化によって分解無害化される成分も多くある。COD，TODなどの汚染尺度は，酸化によって無害化される汚染物質の量を示したものといえる。オゾン処理は他の酸化法に較べ，いろいろの特徴をもっているので，その概略を記述。オゾンによる下水三次処理，再利用プロセスについても概説；写図12表4参15

628.321:661.185 112011025

浄化下水処理水の水質改善のための活性炭の利用－討論〔 c① 〕(B) E 〔害→建，化〕

The use of activated carbon for improving the quality of polished sewage effluent. WAGGOTT A, BAYLEY R W: C 444 Water Pollut Control 72〔1〕91-93('73)

1972年2月マンチェスターで開催された北西支部会における活性炭利用による下水処理水の処理に関する諸問題についての討論内容を紹介。活性炭による廃水処理の諸法と処理水の有機質含量，COD，BOD値との関係，活性炭の種類，形状と処理効果との関係について討議。活性炭はとくにスラッジ発生ガスの脱臭に効果があるが，有機質のより有効な除去法は適当な物理化学的方法を必要とする。活性炭の形状は粉状よりは粒状のものがより優れていることを指摘している。さらに，活性炭法と他の方法を併用したより改良型についても討議されている；参4

628.52:613.15 628.51/.53 112012167

オゾンによる脱臭〔 c① 〕(J) J 〔害→建，総〕

わが妻健国：S 796 環境技術 2〔5〕328-335('73)

本報はオゾンに関する一般的解説と従来のオゾン脱臭装置の概要と応用分野を説明し，ついで最近のオゾン脱臭に関する研究の動向を紹介。結論としてオゾンの脱臭装置は水洗装置と組合わせて使用した場合，下水臭，し尿臭，魚腸骨処理場の排気などに対して効果が大きく，クラフトパルプ工場や水産物加工工場向けにも適用される可能性があり，またオゾンによる脱臭効果はオゾン臭による悪臭の中和作用よりもオゾンによる悪臭物質の酸化分解作用の方に求めるべきで，そのための有効な前処理，活性炭などの後処理の開発が必要であると述べている；写図15表2参10

4-20

628.3 113000602

住区の小さな下水処理場の運転状況〔c①〕(A) E〔建→害〕

Miniaturized sewage treatment plant begins operations in housing community.: A 342 Bldg Syst Design 69〔12〕31-32('72)

ニュージャジー州のある小村(145戸)に小型の下水処理装置を作り，その結果の報告。処理量は5万gal/日。炭素に付着した悪臭の除去には燃焼方式で炭素分は燃焼させてしまう。下水処理のダイヤグラムを図示する；写図1表1

628.162.8 113000745

オゾン処理によるGeosminの脱臭実験〔c①〕(J) J〔建→害〕

森わきひろし，きく池徹，三村鉄太郎，伊藤義邦：G 025 水島協誌〔465〕48-50('73)

無臭水にdl-geosmin(I)を添加して臭気濃度70,100のかび臭を有する試料を調製し，これにM社製O_2発生管を用いてインジェクター方式によりO_3を1ppm，5ppm注入した。浄水場原水にdl-geosmin(I)を添加し，かび臭を含んだ臭気濃度50，70，80の試料を調製した。30分間接触後臭気は急激に減少し，それ以後は減少しないか，減少しても微少であった。接触時間2時間後の脱臭率は，無臭率，無臭水の場合O_3注入1ppmで約40～50%，3ppmと5ppmで約50～60%，原水の場合O_3注入1ppmで20～50%，3ppmで約70%，5ppmで約80%であった；写図2参10

628.314.2 113000860

全地下式汚水処理施設〔c①〕(J) J〔建→害〕

土橋貫和：F 987 産業機械〔273〕65-68('73)

処理人口5,100人，汚水量1,275m^3/日の標準活性汚泥法による汚水処理施設の全地下式のものを紹介。本施設の特長としては地下施設の換気設備とその脱臭設備である。吸気口は10か所設け塩ビダクトで排ガスを脱臭装置に導く。脱臭装置としては硫化水素の吸臭剤としてLMN，アンモニアの吸着剤としてエスタンGを使用している；写図4表2

628.52:613.15 113002093

地下汚水そうより発生する悪臭 － その実態と対策 －〔c①〕(J) J〔建→害〕

村野清次：S 485 設備と管理 7〔6〕29-33('73)

最近，都市の急速な発展に伴う，ビルの高層化が日照権問題，風圧の問題等を生み出し地域住民の基本的人権問題として論争を呼んでいる。しかし，これらにかくれたものとして悪臭問題もビル公害の一つとみられている。そこで本稿では悪臭発生の実態，発生状況，対策，問題点，地下汚水そうの改造例等の調査，対策の記述をした；写図1表2

628.52:613.15 113002095

都市清掃事業における活性炭の適用〔c①〕(J) J〔建→害〕

寺田弘：F 873 燃料及燃焼 40〔8〕777-791('73)

清掃施設における悪臭発生源と活性炭吸着法を主とした防・脱臭法ならびに実施例について述べる。悪臭発生源としてし尿処理場と関連施設，下水処理施設，ゴミ処理場があり，実施例としてし尿収集車，し尿収集中継貯留そう，下水処理沈砂池，ゴミ焼却炉定修におけるゴミピット内積立替え作業時があり，いずれも良好な成績が得られた；写図16表5参6

42.1

628.52:613.15 113002100

廃棄物処理作業から発生する悪臭公害および悪臭除去技術〔 c②〕(F) E〔化→害〕

Odour nuisances from waste disposal works and techniques for deodorization. THISTLETHWAYTE D K B, HARDWICK B, GOLEB E E : B 277 Chim Ind Genie Chim 106〔11〕795-801 ('73)

製革，畜殺場，製紙，染色，化学製造，汚水処理より発生する悪臭物質の一覧，硫化水素，メチルメチカプタン，ジメチルメルカプタンの許容限界を示し，過マンガン酸カリウムによる化学酸化法，生物的酸化法による悪臭物質除去の検討結果について述べた；写図3表7参8

628.314.2 628.3 113002983

名古屋市堀留下水処理場の拡張〔 c①〕(J) J〔建→害，総〕

深谷一，水口昇治，小川優：S 270 下水道協誌 10〔110〕33-39 ('73)

本処理場は，名古屋市中心部の商業，住居地域にあり，流入下水量が処理能力（60万t/日)を大幅に超えるため，14万t/日の拡散工事を行なった。処理方式としては標準活性汚泥法（ステップエアレーション方式も可能）を採用し，全施設を地下におさめ，上部は公園を配置する計画とした。施設は沈砂池ポンプ室を除きすべて2層式とし，エアレーションタンクを上階に，最終沈殿池を下階に配置した。脱臭および換気は特別の配慮をし，オゾン脱臭，強制排気を行なっている。汚泥はすべて山崎処理場へポンプ輸送している；写図3表3

628.321:663.632.18 113003051
628.321:661.185 628.3

高分子を用いる廃水処理による公害防止技術 V イオン交換体による有害および悪臭気体の除去〔 c①〕(J) J〔建→害，総〕

西村正人：F 424 水処理技術 14〔9〕961-974 ('73)

多孔性構造と大きな表面積さらに表面極性をもったMR型イオン交換樹脂が開発され，気体が樹脂中の細孔を通って，十分樹脂内部にまで拡散し吸着できるようになって，イオン交換樹脂の機能は，液相での吸着にとどまらず，気相における吸着にも拡大され，大気中から，有害な悪臭ガスの吸着除去にもすぐれた効果を発揮し，大気汚染および悪臭公害防除のためにも利用され始めていることについて紹介；写図10表17参28

628.314.2 113004603

廃水処理－廃水の収集〔 a③〕(A) E〔害→建，化〕

Wastewater treatment. Wastewater collection. SINGH T, NOTTINGHAM H D: E100 J Water Pollut Control Federation 45〔6〕1093-1098 ('73)

廃水処理の問題の一つとして廃水を合理的に集めて処理する必要があるが，そのための下水道などの問題について'72年に発表された文献を展望。 下水道の計画，設計上の調査の必要性，地盤対策，計算機解析のためのシミュレーション技術の導入などを解説。台湾の台北での実例，廃水の臭気対策としてH_2O_2の利用，下水道のテスト方法として染料の利用例などが報告された。さらに大形下水管の使用。加圧した下水管の使用例（米国）などについても言及した；参58

422

628.52:613.15　628.51/.53　113005404

悪臭の対策とその測定〔c①〕(J) J〔害→建，総〕

金井まさ邦，小坂治男：S 805 環境情報科学　2〔4〕35-44('73)

悪臭の発生源・種類，悪臭防止対策（水洗法，滅菌法），官能試験による測定法（無臭室法，ASTM注射器法，臭研木下式臭気測定法，3点比較式臭袋法），機器による測定法（中央公害対策審議会答申）について述べた；写図6表4

628.52:613.15　628.51/.53　113005465

悪臭の測定〔c②〕(J) J〔害→建，総〕

：S 805 環境情報科学　2〔4〕56-63('73)

悪臭物質の種類と規制基準，機器分析法（アンモニア，メチルメルカプタン，トリメチルアミン），官能試験方法（無臭室法，注射器法，官能試験各法比較（表示）を述べた；写図10表5

628.52:613.15　628.51/.53　113005469

臭気度測定装置について　II〔c①〕(J) J〔害→建，総〕

西田耕の助，本多常夫，安藤忠夫：S 864 悪臭の研究　2〔9〕13-21('73)

被検臭気を常に一定の温湿度条件下で測定することとし，悪臭ガスを連続的に無臭空気によって希釈あるいは無臭空気中の臭気ガスを添加する固定型装置の構造，測定操作を述べ，さらに現地用簡易型装置（温湿度制御部を除き，現場の温湿度条件と大型装置による等感量曲線から得られた補正系数を用いて評定する）について述べた；写図15表1

628.52:613.15　628.51/.53　113005475

臭気度測定装置について　III〔c①〕(J) J〔害→建，総〕

西田耕の助，本多常夫，安藤忠男：S 864 悪臭の研究　2〔10〕27-40('73)

特定臭気成分の相当濃度値で臭気の程度と質とを同時に表現するOdor Index Table の提案，着臭物の臭気成分をプラスチックバッグ内の空気中に蒸発捕集するのに利用されるプラスチックフィルムの特性，保存性，さらに低温濃縮捕集試料の分析への応用などを述べた；写図12表3参47

628.52:613.15　628.51/.53　113005478

悪臭防止法の技術的側面　II　悪臭物質の測定方法について〔c②〕(J) J〔害→建，総〕

：S 864 悪臭の研究　3〔12〕1-12('73)

アンモニア，メチルメルカプタンと硫化水素および硫化メチル，トリメチルアミンの測定法に関し使用機器，測定操作などの解説した；写図2表1

628.52:613.15　113005487

下水処理場からの悪臭防止方法に関する英国での試み〔c①〕(F) F〔害→建，化〕

Essais, en Grande-Bretagne, d'un procédé de lutte contre les odeurs émanant des stations d'épuration. BAUM H E : E354 Tech Sci Munic Rev Eau 68〔10〕427-430('73)

直径20～150㎜のプラスチックの中空球（商品名Allplas）で水面を一面におおうと表面積の91%がカバーされるので悪臭防止に効果がある。球はポリプロピレンまたはカーボンブラック2.5%を含む低密度ポリエチレン製。実験は当初，蒸発損失と気化潜熱による熱損失を防ぐために

4-73

行なわれたもので，その方の効果も十分あった。スラッジ濃度7％以上では液の動きが球の自由な動きを妨げ表面が一様にカバーされない危険性がある；写図6

628.52:613.15　628.517　113005489

臭気の測定〔c②〕(A) E〔化→害，建，経〕

Can you measure odor ? COOPER H B H Jr : D303 Hydrocarbon Process 52〔10 sec. 1〕97-101('73)

臭気防止法の実情を解説し，臭気測定法を記述。臭気測定方法として人間の臭覚で判定するものと化学的な測定法がある。化学的測定法として吸着による重量測定，活性炭吸着による重量測定，酸化剤の消費量で判定するもの，特定物質の濃度をガスクロや紫外で測定するものがあるがいずれも臭気の部分的測定であり使用が限定される。臭覚による方法が一番有効で，この方法は注射器で希釈する方法，連続的に希釈する方法，Scentometer による希釈法などがある。これらの方法と臭気のテスト容器室への付着などによる誤差の諸問題，臭覚の環境による変化などに言及；写図5表3参29

628.314.2　113000240

"垂水海浜センター"垂水下水処理場の建設〔c①〕(J) J〔建→害〕

多田政文，松浦武司：S 270 下水道協会誌 11〔117〕26-36('74)

当処理場は瀬戸内海に面し，近くに景勝地があり付近は住宅街でもあるため，単に下水処理場とするだけではなく，積極的に公共的利用空間をあわせもつものとして建設された。建設にあたり特に留意した点は臭気対策であり，発生源である最初沈殿池やエアレーションタンクは完全密閉方式とし，スクリーン室や汚泥濃縮タンク室なども脱臭対象空間として，通常換気空間と区別して，樹脂と活性炭からなる脱臭設備で脱臭した。なお処理方式は標準活性汚泥法を採用し，汚泥処理は真空ろ過機による生汚泥脱水を行い，ケーキは場外搬出とした；写図17表3

628.52:613.15　628.51/.53　113007064

活性炭吸着法による悪臭の除去〔c①〕(J) J〔害→建，総〕

寺田弘：S 764 環境創造 4〔2〕64-72('74)

活性炭脱臭法は活性炭の吸着力を利用して悪臭ガス，有害ガスを除去する方法であるが，活性炭の吸着力には限界があるため，臭気成分の濃度が高い場合や温度が高すぎる場合には水洗法などの前処理を行ない，吸着負荷を小さくしておくことが，活性炭の有効利用といえる。ここでは活性炭による空気の脱臭技術に関し，活性炭の特性，使用法，適要例（し尿収集中継貯留そう，下水沈砂池，ごみ焼却施設などに対する脱臭装置）などについて記述；写図10表4参8

628.52:613.15　628.51/.53　113007071

悪臭公害防止対策〔c②〕(J) J〔害→建，総〕

石黒しん吉：S 864 悪臭の研究 3〔13〕1-6('74)

悪臭防除技術（燃焼法，吸着法，触媒酸化法，洗浄法）におけるポイント，各種業種（化製場，畜産関係，下水処理，有機溶剤）における実例を述べた；参10

424

628.52:613.15　628.52　628.4　113007076

触媒燃焼法による脱臭技術の開発研型〔c①〕(J) J〔建→害，経，総〕

津田光茂，船越俊夫，長野早実，山本哲夫，平尾雅士：G 327 三ぴし重工技報 10〔5〕691-696('73)

化学工場など各種の工場，下水処理場，畜舎などから排出される悪臭の除去の各種プロセスに関し発臭物が主に有機化合物であることから触媒酸化方式が現在のところ有用な方法であるとし，触媒酸化式脱臭装置に使用される各種触媒の選定，および最終的に選定された触媒の耐久試験，塗装場において排出される実ガスによる実地耐久試験について紹介。さらにこれらの諸試験を通して脱臭装置の主要部である触媒層の操作条件および装置の実用化試算について説明；写図11表9参5

628.314.2　113007817

廃水処理への電子機器利用法〔c②〕(G) G

Elektronik in der Abwassertechnik. NENTWIG K : B 851 Ind-Anz 96〔10〕212-214('74)

公害防止の目的の廃水処理技術に利用される電子機器をあげ，その構造と性能とを解説。下水分析装置，汚濁度の測定装置，測定ステーションとデータ処理装置に項目分類して説明；写図4

628.321:661.185　113007967

下水処理プラントの悪臭防止〔c①〕(Ind) E〔化→害，建〕

The suppression of smell from sewage plant. BAUM H E : E 080 Chem Age India 24〔8〕551-553('73)

まだ実験継続中であるが，悪臭の低下量について測定の努力が払われている。これは実験室内よりもプラントでの方が難しい。Allpla ball という特殊ボールを導入して以来，近隣からの悪臭に対する苦情がなくなったが，これはボール壁により悪臭を除去したものである。このボールを導入したことによって生じた二，三の操作上の問題点は安いコストで解決できる；写図6

628.32/.34 others　628.321:661.185　113008028

中空プラスチック球による水中からの臭気の発散防止〔c①〕(A) E〔建→害〕

Small balls repel smell. BAUM H E : E 376 Water Wastes Eng 11〔3〕41-42('74)

排水から生ずる臭気の防臭方法としてボールを水面上に浮べて臭気の大気への発散を防止する方法が下水処理場で検討され好成績が得られた。本法は浮遊中の中空プラスチック球で水面をおおう方法で球は継目なしの卵形で，水面上で回転しないように縁がついている。大きさは径 20，45，150㎜のものがありポリプロン製であるこの球は互い違いに層をなして水面上に並び，自由水面の91%をおおう。その結果，残り9%はエアーポケットとなり，飽和空気で満されるため，蒸散が妨たげられ，臭気の発散が防止できる；写図3

425

628.52:613.15　628.162.8　113009023

オゾンによる悪臭処理〔c①〕(J) J〔建→害〕

あ妻健国，土居邦ひろ，森川まさ弘，古瀬元博：F 198 三びし電機技報 48〔4〕431-437 ('74)

オゾン脱臭装置は下水臭やし尿臭の処理用に数多く実用されており，今後の研究の進ちょくによっては，クラフトパルプ工場や水産物加工工場等からの排気や排水の脱臭用にも適用される可能性が大きい。本文はまず，オゾンによる脱臭の概論と筆者らがオゾンによりクラフトパルプ排気・排水を有効に脱臭した例や，食品加工工場排気への実施例を報告した。またメルカプタンや常温での気相オゾン酸化が迅速ではない硫化水素に対してはオゾンによって，活性炭表面での反応を促進させることが可能である。次に洗浄水としてオゾン溶解水を用いた水洗塔とその後段に活性炭充てんそうとを備えた脱臭装置を試作しその性能を検討した。本装置は実験室的には所期の性能を発揮したが，実装置としては更に改良が必要；写図19表3参11

628.52:613.15　113009030

下水処理場悪臭の調査〔c①〕(J) J〔害→建〕

西田耕の助，本多常夫，辻妙子：S 864 悪臭の研究 3〔14〕1-12 ('74)

大阪府泉北下水処理場に発生している悪臭成分の調査を行なった。その結果ばっ気そう表面近くの気中から，アンモニア0.061～0.210 ppm，メチルメルカプタン0.0145 ppm，全炭化水素24.3～72.5 ppm，硫化水素0.055 ppm，トリメチルアミン0.0494 ppm が検出された。沈砂池，前ばっ気そう，脱臭塔入口，脱臭塔出口，放流水出口ではいずれも大幅に低い値を示した。現在設備されているオゾンを利用した悪臭の処理装置の効果についても測定し，他の悪臭発生源にたいする除去対策ならびに付近地区への被害防止についても検討；写図6表4参9

628.314.2　113009983

廃水測定監視装置〔a②〕(G) G〔害→建，化〕

Mess-und Überwachungeräte für Abwässer. EISENBACH E : C 915 Wasser Luft Betrieb 18〔1〕20-25 ('74)

廃水測定監視装置は廃水処理において2種の意義を持つ。第1は廃水状態を法律が定める限度内におさえるように調節するため，第2は処理専門家に処理設備の経済的運転の可能性を知らしめることである。下水処理の実験装置を設置して，pH，酸化還元電位などの測定，向流型スクリーンの試用，溶存酸素濃度の測定，スラッジのガス分析，伝導度，濁度の測定などにおいて実際に発生した分析装置に関する問題点をしらべ，その対策を検討した；写図12参1

628.314.2　113009988

Plymouth 市における下水処理〔c①〕(B) E〔害→建，化〕

Sewage treatment in the city of Plymouth. TUCKER G E : C 444 Water Pollut Control 73〔3〕325-330 ('74)

標記市にある5つの下水処理場のうちで5万4千人を対象としたCamel's Head 処理場ならびに3万9千人を対象としたPlyurpton 処理場の2つの処理場について処理方法およびその規模などを，排水の処理前後の水質分析結果とあわせて解説。処理施設の内容は，スクリーンおよび分解そう，沈降そう，エアレーションタンク，最終分解そう，雨水タンク，スラッジの消化，スラッジの排出などの規模や特長など；写図2表5

426

628.314.2 113009994

水理ゲートによる防臭〔c①〕(A) E〔建→害，化〕

Odor controlled by hydraulic gate. : E 373 Water Sewage Works 121〔5〕63('74)

サクラメント下水処理場の臭気対策について述べた。当処理場は人口密集地からはなれているが接近して民家が散在し臭気の苦情が多い。防臭対策としてはすべてカバーし，薬品処理，ガススクラッピング等の方策を採った。また終沈はNoyrpic 自動水位調節ゲートを設置し防臭した。これは流状を変えることなくオーバートラフの水位を上げ，トラフとせき板間の落差を小さくし，処理水が流れ落る時に生ずるかく乱により臭気をもつガスの発生を防止する；写図2

628.52:613.15 113011494

下水道の空気の組成〔a①〕(B) E〔害→建，化〕

The composition of sewer air. THISTLETHWAYTE D K B, GOLEB E E: B 191 Advan Water Pollut Res 6th 281-289('72)

廃水管，下水管などの換気系からの空気の臭気対策のために標記について検討した結果を報告。CO_2，H_2S，メルカプタン，アミン，アルデヒドなどの従来の分析法を示した後，ガスクロマトグラフを用いた新しい方法について説明した。オーストラリアのシドニー市の下水道系を分析。討論つき；写図2表4参12

628.52:613.15 113011497

衛生的下水道中の溶存硫化物を防止するための流水中のばく気(film)〔a①〕(A) E〔害→建，化〕

Instream aeration to control dissolved sulfides in sanitary sewers. CONDON R L Jr, COOPER R A Jr, ENGLANDE A J Jr : PB 223342 101p('73)

硫化水素問題の低減のためと将来の設計のための設計データの開発のための下水道内ばく気の各種全規模法の効果の評価に関する研究。設定，評価をした装置は主要排出物を強化するための二つの吸引空気U字管システム，強化本管中の一つの系内ベンチュリー吸引管と一つの系内Vortex-Shear ばく気装置，および重力下水道中に設定された一つの排出装置または空気揚水ポンプを含む；写図30表6参10

628.52:613.15 628.51/.53 113011501

悪臭の測定法について〔c②〕(J) J〔害→建，総〕

西田耕の助：S 796 環境技術 2〔5〕349-368('73)

臭気分析にはきゅう覚を利用する官能試験法，化学的または機器による試験法の2つがある。前者は主観的ではあるが，結果的に意義があり，後者は多くのものが操作複雑で，感度の不足が難点。環境庁は5物質の測定を告示したが，実際の悪臭現場の試料が多種多様である点から矛盾があり，改善の要がある。感覚的測定としては，最も手軽な注射器法，東京都で推奨している三点式においぶくろ，著者らの開発中連続式測定法が非常に有効と考えられる。またサンプリングバックとしては試料成分の安定性などからポリエステル系のフイルムが適当；写図11表3参35

628.52:613.15
628.51:614.71/.73:543　628.51/.53　113011513

悪臭公害の評価方法の研究　III　三点比較式臭袋法の改良とパネル人数の検討〔a①〕(J) J〔総→害，建〕

福島ひさし，石黒たつ吉，岩崎好陽，小野塚春吉，大平俊男(東京都公害研)：S 697　東京公害研年報　5　32-36('74)

臭気濃度を迅速に求める方法と官能試験法で得られるデータの信頼性に大きなかかわりをもつパネル人数についての検討。迅速法の測定手順を示した。この迅速法は基礎法との比較で，試料の平均臭気濃度でも良い一致が得られた。パネルの人数は，測定値に対する測定誤差を±10%とした場合，パネル人数4人以上でほぼ80%以上の確率で与えられた範囲に入ることがわかった；写図2表6参2

628.52:613.157:614.718　K75010723

排水における悪臭とその対応〔a①〕JA

岡田誠ゆき(関東学院大・大学院)：F 926A P P M；公害対策と技術開発 (JPN) 5〔10〕37-47('74)

悪臭物質(アンモニア，トリメチルアミン，硫化水素，メチルメルカプタン，硫化メチル)の諸特性について説明。脱臭機構は空中発散，吸着，分解，二次生成物の副次的反応などによるが，いずれにせよ微生物の作用が関与している。液相から気相に悪臭を移行させることなく，液相内で脱臭することが，もっとも大切である；写図21表3参8

628.52:613.157:614.718　K75010736

下水処理場の脱臭〔b②〕JA

林譲三：F 987A 産業機械 (JPN)〔238〕39-43('74)

下水処理場の脱臭方法には直接燃焼法や触媒酸化法があるが，洗浄方式による脱臭として，水のスクラビングが多く用いられる。スクラバ"青い鳥"は高速旋回気流によって液噴霧し，脱臭する。その特徴はミニマルチベンチュリのため気液接触が良好であることなどである。実施例として，東京都北多摩処理場がある；写図7参0

628.52:613.157:614.718　K75020793

臭気が原因の大気汚染の測定技術〔a①〕FR

Techniques de mesure de la pollution atmospherique due aux odeurs. THAL M F, ZETTWOOG P: B117B Bull Inf Sci Tech (FRA)〔191〕53-60('74)

臭覚器官の構造と機能を知ることにより，空気で運ばれる臭気分子の化学式に含まれる情報を人間の臭覚器官で処理する各段階を理解することができる。純粋な物質については，分子の特性と臭気の強さ間に強い相関がある。臭気の特性を述べ，ガス採取技術についても報告；写図8参3

628.52:613.157:614.718 K75030932
543.21.05:543.544

濃縮法による悪臭成分のガスクロマトグラフィ〔b②〕 JA〔国化〕

石黒智彦，長谷川隆，永井久あき，平田源蔵：F062A 日立評論 (JPN) 56〔11〕1093-1098('74)

NH_3 及び $(CH_3)_3N$ を捕集するための試料採取装置，硫黄化合物3物質及び $(CH_3)_3N$ の濃縮分解を行なう濃縮分解装置，濃縮した試料をGCに導入するための試料導入装置から構成される。測定法の代表的な特長例について述べた；写図9表2参6

628.52:613.157:614.718 K75030936

清掃施設の悪臭防除（酸化処理について）〔a①〕JA

阿部健蔵，掛本勝治（扶桑）：S 864A 悪臭の研究 (JPN) 4〔16〕36-42('74)；写図5表6参2

628.52:613.157:614.718 K75030938

有機系臭気の濃度評価技術の比較〔b②〕EN

Comparison of techniques for organoleptic odourintensity assessment.

CORMACK D：B271A Chem Ind (GBR)〔21〕857-861('74)

人間の臭覚による臭気の濃度検出にかえて分析装置による測定法が研究されている。測定にあたって一番理想的なのは，臭気の発生する出口をすべて包含した臭気室を作ることで，この室の濃度と分析すればよいわけであるが，規模が大きくなり，移動が不可能で不便である。そのため注射器のようなものでサンプルを収集するASTMシリング法，ガスを動的にチェックする動的希釈法MK1とその改善をしたMK2について，その分析手順，装置について述べ，各々のデータを臭気室のデータをベースに比較している；写図3表3参10

628.34 K75040398

汚染防止処理用の化学薬品〔c①〕EN〔土〕

Treatment chemicals for pollution control. CHEREMISINOFF P N, YOUNG R A；E634A Pollut Eng (USA) 6〔9〕30-37('74)

都市や工場の廃水処理には各種の浄化施設に伴ないいろいろの化学薬品が使われる。中和，脱色，油分除去，脱臭，解毒，りん除去などのための活性炭吸着，凝集剤，ベントナイト，塩素や O_3 などの酸化剤，ポロハイドライトのような還元剤がそれである。これら薬品のメーカー90社名とその製造品目を一覧表示；表3

628.32 628.52:613.157:614.718 K75050257

オゾンと水洗による下水処理場の排気処理〔b②〕JA〔土〕

牧豊：S 270A 下水道協会誌 (JPN) 11〔126〕12-21('74)

下水処理場から発生する悪臭物質のオゾン－水洗処理について，悪臭物質の概要，分析法，処理装置計画の手順および実験装置での処理効果の概要を記述。オゾン－水洗処理を行えば，一般的には臭気度の80%以上の除去効果を期待でき，悪臭防止法の5物質についても低減が可能であるが，実装置では反応時間などを再検討する必要がある；表7参14

429

628.52:613.157:614.718 K75061178

大気汚染研究全国協議大会一般研究発表（昭和49年11月，開催地：千葉市）－脱臭〔d②〕JA

S 850A 大気汚染研究 (JPN) 9〔2〕468-472('74)

標記大会での予稿集のうち「脱臭」関係の一般発表論文。その主たるもの以下の通り。悪臭の脱臭に関する一考察，皮革工場より発生する臭気の活性炭による脱臭，硫黄系悪臭ガスの活性汚泥による除去，オゾンと活性炭による脱臭，下水臭のオゾン脱臭；表5

628.34 K75070476

オゾン処理 Ⅲ〔a①〕 JA〔土〕

合田健，山田春美，河原長美，枝雅克，徳田正（京大・工）：F 424A 水処理技術(JPN) 16〔3〕207-220('75)

生下水・し尿処理において利用されているオゾンの2つの面，すなわち，気相における脱臭作用と液相における脱臭・脱色を含む酸化作用について，著者らの研究および文献からその特徴をのべ，工場廃水処理の研究例として，フェノール含有廃水，シアン含有廃水，染色廃水のオゾン処理についてのべ，今後の動向について言及した；表14参21

628.52:613.157:614.718 K75071157

下水道施設の防臭対策について〔b②〕 JA

阿部健蔵：S 864A 悪臭の研究 (JPN) 4〔18〕46-52('75)

下水道悪臭ガス処理の方法は，防臭対策から始めなければならず，新設の下水道施設においては，換気ダクトが将来臭気対策に変更できるよう，初期の設計で組込み，換気ファンについては静圧を高くして，換気の設定風量がオーバするようであれば抵抗板を通して換気を行ない，臭気対策がいつでもできる機器を選定することが肝要である；表5参2

628.32 K75080344

下水処理場における脱臭〔b②〕 JA〔土〕

原田良誠：S 270A 下水道協会誌 (JPN) 12〔132〕64-68('75)

下水処理場の2次公害防止策として，処理場を覆がい化し換気脱臭装置を設置する場合の問題点をとりあげ，浜松市舘山寺浄化センターを実例に建設費，維持管理費について検討した。覆がい部をどの部分までとするか，換気方法，脱臭方法などについて各都市の例を調査した。換気脱臭設備は処理場事業費にかなりの割合を占める；表3

628.34 K75080452

イオン交換による都市廃水からアンモニアの除去〔c①〕 EN〔土〕

Ammonia removal from municipal wastewaters by ion exchange. KOON J H, KAUFMAN W J: E100A J Water Polution Control Fed (USA) 47〔3 Pt1〕448-465('74)

ゼオライトイオン交換体，クリノプチロライトを使用して，三つの都市廃水処理プラントによる，多サイクルのパイロットプラント運転の研究。このプラント運転には，陽イオンの干渉と，最少費用による再生に特別の注意を払った。再生では，pHは，食塩量決定に重要で，pHが高いと食塩量は少なくて良く，pH12.5以上では，ゼオライトの消耗は著しく，処理費用は増大した。NH_3－N濃度が，約20mm/ℓの都市廃水で，平均アンモニア除去率として95.7%を得た。37，85 $\sigma m^3/D$の装置の設計を行って，推定処理費用の基礎として使用した；表9参23

430

628.32　628.52:613.157:614.718　K75090308

下水処理場の臭気対策〔d③〕 EN 〔土〕

Building a wall to block odors. D409A Public Works (USA) 106〔6〕102-103 ('75)

オレゴン州Eugene市下水処理場の紹介。当市の人口は9万人で数年前に建設された処理場は散水ろ床法をとっている。最近，処理場周辺に住宅が密集し臭気の苦情が多い。これは野菜かん詰工場排水によるもので，このため米国連邦政府の基金とかん詰工場からの出資で処理場の増設を行った。かん詰排水はBOD人口当量にして35万人であるが増設に当っては44.1万人として設計した。臭気対策としてはRhodia社のChemscreen防臭システムを取入れた。これをポンプ室，各散水ろ床，汚泥濃縮そう，初沈とポンプ室近くの南側の堤上に計7機設置した；写図3

628.34　K75090395

薬品処理による脱臭〔b②〕 EN 〔土〕

Odor problems? Don't just hold your nose. BOSCAK V, OSTOJIC N, GRUENWALD D; E376B Water Wastes Eng (USA) 12〔5〕62, 64, 67, 82('75)

脱臭に関する記述。コロラドスプリングは下水再生処理場から生ずる臭気除去実験を行った。実験装置は臭気とシャワー水が向流接触する充てんタワーでシャワー水に加える脱臭剤はか性ソーダとアルカリ性過マンガン酸カリを用いた。臭気源としてポンプ室，真空ろ過室，沈殿汚泥ピットの空気をタワーに通風した。結果によるとか性ソーダ液は空気中のCO_2を吸収するため好成績が得られなかった。2%$KMnO_4$，pH8.6液は気液接触時間2～4秒で臭気単位6,000～10,000，硫化水素130～180ppmのものが75～95%除去できた。また熱処理汚泥の分離そうからの排気脱臭実験の結果も述べた；写図4表1

628.52:613.157:614.718　K75100751

下水臭気に対するオゾン脱臭装置の効果〔a①〕 JA

西田耕之助，本田常夫（京大・工），辻妙子（日本エアーウィックサービス）；S864A 悪臭の研究 (JPN) 4〔20〕24-30('75)

下水やし尿の処理場において各処理過程で発生する悪臭の除去策としてオゾン注入方式を採用しているところが多い。しかし，それらの各施設における実際的な臭気の軽減除去効果を調査検討した例は少ない。この点について大阪府下S下水処理場において検討する機会を得てその結果を報告；写図1表5参11

628.52:613.157:614.718　K75100752

下水汚泥の低温熱処理における発生臭気とその除去〔b②〕 JA

西田耕之助，本田常夫，辻妙子，清水きょう；S864A 悪臭の研究 (JPN) 4〔20〕31-49 ('75)

空気吸込み方式による下水汚泥低温熱装置の分解反応塔内で発生する分解ガス中に含まれる悪臭成分および分解ガスを水洗・燃焼法により脱臭処理した際の残留成分について測定を行なった概要について記述。また排出ガス臭気の実態を適切にとらえる感覚的臭気強度についても検討；写図8表11参11

431

628.52:613.157:614.718 K75110799

下水道におけるいやな臭気〔a①〕 EN

"Catty" odours in sewage works. STEDMAN J V, MATTHEWS P J: C444B Water Pollut Control (GBR) 74〔4〕471-473('75)

大ロンドン地区下水処理場で発生する異様な臭気について分析したところ，メシチルオキシドと下水中の硫化水素とが反応してベントキソン（4メチル－4メチルカプト－ペンタン－2－オン）が生成するためであることがわかった。このベントキソンはアルカリ性で分解してメシチルオキシドとなり，塗料工場で用いられる溶剤である。この溶剤はメチルイソブチルカルビノールにかえることが可能であり，転換後はこの悪臭問題は解決した；参8

628.52:613.157:614.718 K76010950

産業臭気防止技術〔a①〕 EN

Techniques for industrial odor control. CHERE-MISINOFF P N, BETHEA R M, HELLMAN T M, LAUREN O B: E034A Pollut Eng (USA) 7〔10〕24-31('75)

製造プロセス・下水処理等からの臭気は公害問題を引起している。臭気を防ぐ物理的方法は臭気を出さないこと，プロセス・原料の変換である。燃焼による酸化は臭気対策として一般的であるが，経済的ではない。吸収による臭気防止はスクラッバーによる液相へのガス吸収であるが，ガスの液相への溶解性により制限がある；写図6表5

628.52:613.157:614.718 K76010952

オゾン接触システムは狭いグリットチャンバーに適する〔c①〕 EN

Ozon contact system fits into tight grit chamber. BARATT M, SOMERVILLE A: E634A Pollut Eng (USA) 7〔10〕38('75)

ニューヨーク市の公害防止システムは順調に成長し，また近代化されつつある。マンハッタン付近の廃水を処理する施設は'37年に建設されたが，現在付近はアパートが建設され，処理施設からの排出ガス中の臭気，メタン・硫化水素等はオゾン接触による酸化処理の必要が生じてきた。オゾン接触装置は種々の制約よりFRPによって作られた。

628.52:613.157:614.718 K76010953

過酸化水素が硫化水素問題を解決した〔c①〕 EN

Hydrogen peroxide solves hydrogen sulfide problem. LINDSTROM S R: E634A Pollut Eng (USA) 7〔10〕40-41('75)

廃水処理プラントからの有害な臭気は下水より発生する硫化水素である。硫化水素はけん気性下でバクテリアによって合成され，好気性の状態で硫酸となる。硫化水素の処理は塩素ガスによって硫酸にする方法が一般的であるが，過酸化水素により硫黄に酸化するプロセスの方が経済的にも有利である；表1

432

628.52:613.157:614.718 K76020950

都市の清掃施設・下水処理施設の脱臭方法〔b②〕 JA

重田芳広：G826A 生活と環境 (JPN) 20〔11〕45-55('75)

悪臭発生源は，(1)し尿処理場では，投入そう周辺，スラッジ処理施設，ばっきそう，好気性消化そうその他，(2)ごみ処理場では，ごみピット，灰ピット，焼却炉排ガスその他，(3)下水処理施設では，下水ポンプ場，沈砂池排風機ガス，ばっ気そう，スラッジ脱水機室，濃縮そう，貯留そう，調整そう，スラッジ焼却排ガスである。脱臭方法としては，(1)燃焼脱臭装置，(2)活性炭吸着法，(3)オゾン酸化法，(4)イオン交換樹脂法，(5)石炭吸着剤などについて記述。実施例として(1)オゾン酸化法による岡崎市と神戸市の場合，(2)イオン交換樹脂法によるもの，(3)石炭吸着法によるフローシートについて説明；写図7表6

628.52:613.157:614.718 K70020953

固定発生源からの臭気化合物に対する測定法と計測化についての評価 II 実地試験〔a①〕 EN

Evaluation of measurement methods and instrumentation for odorous compounds in stationary sources. M: Field testing. HALL H J: P999A P B Rep (USA)〔PB240775〕163p('73)

H_2Sと異臭をもつ他の硫化物の分析のため利用されている市販の3種類の装置(電量計3モデル，炎光検出装置付ガスクロマトグラフィー2モデル，予備ガスコンバタ付テープセンサ3モデル)について，煙突からの排出濃度が0.1～100 ppmのときの性能と信頼性を検討したところ，石油精製のクラウス法やクラフト紙製造工場によくみられるような大量のSO_2，CO_2，CO，COS あるいはCS_2が存在するときは，上述の濃度範囲でも測定不能であることがわかった。この原因を確かめ，実用性の高い改良装置を提案

628.52:613.157:614.718 696/697 K76030990

悪臭対策上の基礎知識 I〔b②〕 JA〔土〕

古畑義正： S538A 設備設計 (JPN) 11〔11〕492-496('75)

悪臭対策上の設備設計を行うための基本事項をまとめた。(1)ニオイの定義，(2)代表的な悪臭物質とその発生場所，(3)ニオイの4特性，すなわち種類，強度，認容性，広はん性，(4)強度と濃度については「悪臭の強度は濃度の対数に比例する」換言すれば，悪臭濃度を1/100にしてもその強度は1/3になるのみである；写図4表3

628.52:613.157:614.718 K70030991

悪臭対策上の基礎知識 II〔b②〕 JA

古畑義正：S538A 設備設計 (JPN) 11〔12〕560-563('75)

官能試験について臭気採取方法，採取時間，希釈方法，各方法の特徴及び欠点，悪臭発生施設とその防止方法，悪臭除去の各種方法(燃焼法，接触酸化法，吸着法，酸化法等)について原理，長所，また，悪臭防止法の概要とその問題点にふれた；写図1表6参8

628.52:613.157:614.718 K76040974

省エネルギー下における直接燃焼法と実施例〔b②〕 JA

今村定夫：F926A P P M； 公害対策と技術開発 (JPN) 7〔2〕 40-49('76)

悪臭防止対策の難しさに触れながら，実績と高い脱臭効果をもつ直接燃焼についての手段と事例を記述。経済性に立脚した悪臭除去技術は，まだ定着性の域に達せず，また単独方式ですべての悪臭源に万能なものはない。直接燃焼法の最大欠陥とされていたランニングコストは，700～800℃の高温燃焼を必要とするため市場における存在価値は低かった。直接燃焼法の基本条件は，火炎と臭気ガスの的確な混合，燃焼温度，滞留時間の三点に要約されるが，この要素を経済的に充分な機能を発揮する組み合わせで，メーカー別にノーハウが異なる。実施例および廃熱回収効果などについて記述；写図10表4参6

628.33 K76050315

酸素エアレーション法による下水処理〔b②〕 JA〔土〕

岡田和男，町田隆彦，田中登：S315B 下水道研究発表会講演集 (JPN)〔12〕 258-260('75)

東京都で昭和48年6月～50年3月 まで大型パイロットプラントを用いた酸素エアレーション法についての実験を行い，酸素法は空気法にくらべ，エアレーション時間の短縮，かなりのBOD負荷に耐える。高汚泥濃度の維持の点から処理効率の向上は可能だとし，排ガスが少なく，臭気対策にも利点となる；写図2表2

628.162 K76080365

下水処理場における臭気対策 2〔b②〕 EN〔土〕

Municipal wastewater odor still a problem. II. HARTMAN W J Jr. LONG D A: E373A Water Sewage Works (USA) 123〔1〕 52-54('76)

下水処理場で発生する臭気の脱臭について解説。塩素は強力な酸化力と殺菌力により効果がある。塩素の注入点は下水の腐敗が起る前に行うべきで，この意味から管きょ内が適当である。オゾン，クロム酸，二酸化マンガン，塩化あるいはブロム化炭化水素も有効であるがコスト高である。酸化物と結合し不溶性塩を形成して沈殿したり，微生物に毒物をもつ金属イオンなども用いられる。硫化水素の発生を防止するには分子状酸素の付与や硝酸塩の添加により硫酸塩の還元を防止すればよい；写図1参33

628.34 K76080405

ダブリンの下水処理場における悪臭の除去〔d③〕 EN〔土〕

Destructive air deodorisation at a Dublin sewage works. SUMMER W: C250B Process Biochem (GBR) 11〔1〕 26-27('76)

従来の研究より悪臭の除去に発生期の酸素が有効であることが明らかであるが，静電電気放電により発生させると酸素と窒素を無差別に原子化し混合状態の反応をもたらすので，ダブリン下水処理場では紫外線照射により，発生期の酸素を発生させている。紫外線照射装置は3 m^3 の大きさの箱の中に発生器を置き，平均800～1000m^3/時の量で空気を通し約10～13秒間紫外線を受けるようになっている。これにより下水の臭いはほとんど解決。全体で電気量は1500W増加；受図1

434

628.52:613.157:614.718 K76081022

悪臭物質の採取方法に関する検討　I　光照射によるテドラーバッグ中の生成物について〔b①〕

JA

長谷川隆，石黒智彦：S 864A　悪臭の研究　(JPN) 5(24) 19-22('76)

テドラーバッグで試料採取したのち，分析時までの保存において，バッグが日光にさらされたり，外気温度が高かったりして，バッグ中の温度が上昇すると，挙動不明な成分が現われた。そこでガスクロマトグラフ分析法，官能試験法を用いて，これを同定する目的で実験を行った。その結果，芳香族炭化水素(ベンゼン，トルエン)，ケトン類，n－ヘキサンなどが多量に検出された。テドラーバッグ使用の場合，事前にバックグランドを調べる必要がある。現在三点比較式(におい袋)において，においのない袋が要求されているが，環境大気の試料採取においても同様である；写図6

435