

土 木 研 究 所 資 料

戸別合併浄化槽の処理機能に関する 調査報告書（その2）

平成3年3月

建設省土木研究所
下水道部水質研究室

[Copyright © (1991) by P. W. R. I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P. W. R. I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、土木研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。」

戸別合併浄化槽の処理機能に関する 調査報告書（その2）

水質研究室研究室 室 長 中 村 栄 一
主任研究員 長谷川 清

要 旨

近年、下水道整備区域外において、し尿と生活雑排水とを合わせて処理する合併処理浄化槽の普及が進みつつある。従来、たれ流しの状態にあった生活雑排水を処理の対象に含めたことは、家庭から排出される汚濁物質の削減という観点からおおいに期待のもたれる所であるが、実際にはどのような水質が放流されているのかについては、不明な点が多い。このため、実際に合併処理浄化槽を設置している家庭を対象としてスポットの採水と24時間の全量採水による実態調査を行った。本報告書はその調査結果から、戸別合併処理浄化槽の処理および排出負荷量の実態などについてとりまとめたものである。

キーワード：戸別合併処理浄化槽、生活雑排水、嫌気ろ床、接触曝気

緒 言

我が国の下水道普及率は、平成2年度末で約44%となっており、下水道の普及の現状は欧米諸国に比べて依然として遅れていると言わざるを得ない。

特に、人口100万人を超える大都市の平均的普及率が80%を上回っているのに対し、地方の都市、集落の中には未だに下水道事業に着手していないところもあり、今後はこのような地方での下水道事業を推進していくことが、生活環境の格差の是正、公共用水域の水質保全等に不可欠といえよう。

下水道が整備されていない区域の住宅では、水洗化のためし尿のみを処理する単独処理浄化槽が設置されているが、さらに近年においては雑排水も取り込んで処理する戸別合併処理浄化槽の普及が見られるようになってきた。

このような施設は、水洗化と同時に、従来未処理のままたれ流されていた雑排水を処理するという点で着目されていることは事実であるが、水質汚濁防止法上の規制対象施設でもなく、その処理特性に関する公表データが少なく、水質保全上の位置付けや有効性についてはかならずしも明確ではない。

建設省土木研究所下水道部水質研究室では、1986年度(昭和61年度)より、「浄化槽等分散型処理装置の機能評価に関する調査」に着手し、戸別合併浄化槽を始めとして、各種分散型処理装置の機能を水質保全の観点から調査してきた。戸別合併浄化槽の実態調査を中心とした結果については、1988年(昭和63年)11月に「戸別合併浄化槽の処理機能に関する調査報告書(土木研究所資料第2669号)」としてすでに公表してきた。

本報告書は、その後実施した調査結果とこれまでに行った水理実験などの基礎的実験のデータも整理し、市販されている合併処理浄化槽の処理特性および問題点について検討した。

調査は現在も継続中であり、中間的なとりまとめとなっているが、本報告書が下水道関係者はもとより、広く水質保全に携わる方々のお役に立てば幸いである。

建設省土木研究所
下水道部長 安中 徳二

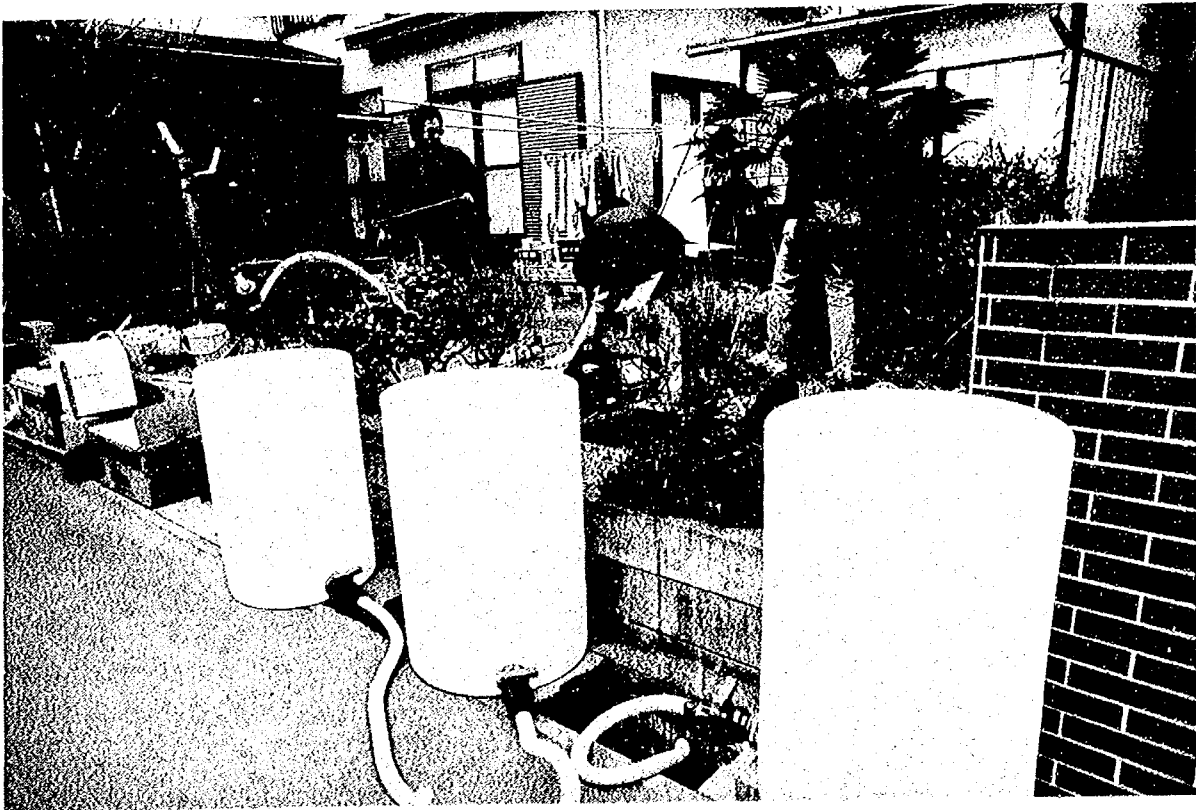


写真 N市における通日調査風景(読売新聞社 前野一雄記者より寄贈)

目 次

緒 元

1. まえがき	1
2. 戸別合併浄化槽の概要	2
2.1 浄化槽の概要	2
2.2 浄化槽の種類と構造	3
3. 戸別合併処理浄化槽の処理機能実態調査	13
3.1 調査の概要	13
3.2 調査結果（現地調査）	14
3.2.1 H市における合併処理浄化槽の調査結果について	14
3.2.2 N市における合併処理浄化槽の調査結果について	27
3.2.3 I市における合併処理浄化槽の調査結果について	37
3.3 嫌気ろ床接触曝気方式による合併処理浄化槽の機能評価のまとめ	44
4. 浄化機能に関する基礎調査	59
4.1 基礎調査の検討課題について	59
4.2 基礎調査の結果について	59
1) 実験装置の概要	59
2) 浄化槽内の流速分布について	65
3) トレーサー実験の結果について	68
4) 曝気ポンプの DO 供給能力の実験結果について	77

<資料編>

1. まえがき

都市域における雨水の速やかな排除により市街地の浸水を未然に防ぐことは勿論、公共用水域の水質汚濁を未然に防止し、水洗化による生活環境の向上を図るものとして、下水道は重要な都市施設として位置付けられている。下水道整備の進行に伴い、一旦どぶ川化した河川に清流が蘇ったり、鮭が川に帰ってきたという報告も聞かれるようになった。

しかしながら、下水道の整備が完了していない地域や、あるいは全くの未整備地域では、し尿浄化槽による水洗化を果たしたものの、却って地域内の河川の水質汚濁が進行してしまったという話も耳にする。

この原因は、し尿浄化槽の放流水質が河川の水質を保全するに足らないという点もあるが、さらに大きな原因として雑排水の水質およびそれによってもたらされる負荷量が地域内の河川の水量・水質からみると非常に大きなインパクトを持つという点が考えられる。

このため、最近ではし尿と雑排水とを同一の施設で処理する小型合併処理浄化槽(戸別合併浄化槽)が開発・普及しつつある。し尿浄化槽の構造(建設省告示第345号、昭和63年3月8日)によれば、【通常の使用状態において】処理水のBODが20mg/l以下となるような性能を有する施設であると言われている。

しかしながら、家庭からの排水は、台所、風呂場、洗濯機、水洗便所などから全て突発的に生ずるのが普通であり、このような使用条件のもとでの合併処理浄化槽の処理効果あるいは、汚濁物の削減効果については不明な点が多い。

水質研究室では、合併処理浄化槽からの排出負荷量を正確に把握するため、24時間の全量採水法を基本とし、通常行われているスポット採水も実施して、両者の比較を行った。さらに、市販の合併浄化槽4基を購入し、生活排水を受け入れている下水処理場の流入水を用いて詳細な処理性能の把握に努めているが、ここでは市販浄化槽の水理学的特性についての基礎実験結果を報告する。

なお、本報告書の構成は次の通りである。

2章においては、浄化槽の概要として過去からの浄化槽の変遷、現況の浄化槽の構造的な基準等について紹介した。3章においては、合併浄化槽の処理機能実態調査として、市販の認定された浄化槽について2つの都市で行った調査結果、および認定型よりも約2.4倍の容量を持つ非認定の浄化槽の調査結果についてまとめた。4章においては、市販の合併浄化槽についての水理学的特性について行った調査結果をまとめた。

2. 戸別合併浄化槽の概要

2.1 浄化槽の概要

1) 浄化槽の変遷

浄化槽は付表1に見られるように、歴史的にはし尿を対象にした単独処理のみを扱ったものであった。大正時代は、腐敗槽と酸化槽で構成されており、放流水の基準は無臭であることの他には、 $\text{NO}_2 + \text{NO}_3$ が規制の対象であった。また、全国で200種類以上の各種変法が生まれては消えたのもこの時代の特徴である。昭和29年の清掃法(法律第72号⁻¹⁹⁵⁴)で、それまでの汚物処理槽からし尿浄化槽に名称が変更した。しかし、放流水の基準は低温で4時間反応させるCOD値であり、分析化学上必ずしも十分とは言えない基準が採用されていた。昭和40年になると、し尿単独処理浄化槽と合併処理浄化槽のそれぞれの構造基準が定められ、浄化槽の性能については衛生上3つに分類された区域ごとに、当てはめて適用する方式がとられた。

昭和44年の(旧)構造基準(建設省告示第1726号⁻¹⁹⁶⁹)では、処理水の基準設定を濃度で表したBODの除去率で行うようにした。さらに衛生上の特定区域での101人槽以上には、合併処理浄化槽を採用するようにし、散水ろ床方式、平面酸化床方式、単純曝気方式、地下砂ろ過床方式などが認められていた。昭和50年代に入ると、全曝気型の不適合率が30%、平面酸化床方式では45%と浄化槽の性能の悪さが明らかとなり、全国で500万基にものぼるといわれる不適合浄化槽の扱いが問題となった。

昭和55年の(新)構造基準(建設省告示第1292号⁻¹⁹⁸⁰)では、3種類の単独処理浄化槽方式に加え、回転板接触法、接触曝気法、プラスチック製ろ材の散水ろ床法が合併処理浄化槽として認定され、対象人員もそれまでの501人から51人までに引下げられている。しかしながら、このような浄化槽法の改正(たとえば、不適切な処理方式の排除)に見られる努力にもかかわらず、雑排水を未処理のまま放流する単独処理浄化槽の普及など多くの問題を抱えていた。

また、水質汚濁の進行しやすい湖沼などの閉鎖性水域では、全流入負荷量に占める生活系排水の割合が高いところもあり、生活雑排水の対策に重点が置かれる状況にあった。

このような背景のもとに、昭和63年の構造基準(建設省告示第342号⁻¹⁹⁸⁸)では、BOD除去率90%以上、放流水のBODが20mg/l以下の合併処理浄化槽を処理対象人員10人以下まで拡大して認めるようになった。もちろん、処理対象人員算定基準を決めているJISA3302の改定も同時に行われている。

2) 浄化槽の機種選定、設置および維持管理について

① し尿浄化槽の機種選定について

建築基準法の第31条(便所)によれば、同法第1項で「下水道処理区域内にあっては、公共下水道に連結した水洗便所以外の便所としてはならない」としている。また、第2項では「それ以外の区域においては、衛生上支障のない構造のし尿浄化槽を設けなければならない」としている。すなわち、下水道処理区域外においては、衛生上支障のない構造のし尿浄化槽を設けることになる。現行の建築基準法あるいは建築基準法施行令では雑排水が処理できない単独処理浄化槽も認められているが、最近では生活雑排水もし尿と同時に処理する合併浄化槽も普及しつつある。

② 設置工事について

浄化槽を設置する場合は、浄化槽工事の技術上の基準(厚生・建設省令第1号昭和60年9月27日)に従うと共に、浄化槽設備士を設置(浄化槽法第29条)し、工事の監督を行い、工事に責任を持たなければならない。

③ 浄化槽の維持管理について

浄化槽の持つ処理機能を維持して、放流水の水質レベルを適正に維持するには、使用上の制約(厚生省令17-1984の第1条)、保守点検の技術上の基準(同令第2条)および汚泥の引抜きなどを規定している清掃の技術上の基準(同令第3条)に従って行わなければならない。また、定期的な水質検査も浄化槽法の第7、11条に従って実施しなければならない。

2.2 浄化槽の種類と構造

昭和55年7月14日のし尿浄化槽(建設省告示第1292号)が昭和63年3月8日に改正され、建設省告示第342号では第一のBOD除去率65%以上、放流水のBOD濃度90mg/l以下の型式のなかに、BOD除去率90%以上、放流水のBOD濃度20mg/l以下という高性能の合併処理浄化槽が認められた。これらの浄化槽の種類と性能および構造は建築基準法施行令第32条の規定に基づきより次のように規定されている。

		BOD除去率	放流水のBOD濃度
		%	mg/l
告示第一 50人 以下	1号 分離接触ばっ気方式(単独)	> 65	< 90
	2号 分離ばっ気方式(単独)	> 65	< 90
	3号 分離接触ばっ気方式(合併)	> 90	< 20
	4号 嫌気ろ床接触ばっ気方式(合併)	> 90	< 20
	5号 散水ろ床方式(単独)	> 65	< 90

(6号 一般構造)

告示第二	1号 回転板接触方式(合併)	> 7 0	< 6 0
201人	2号 分離ばっ気方式(合併)	> 7 0	< 6 0
以下	3号 散水ろ床方式(合併)	> 7 0	< 6 0
	4号 長時間ばっ気方式(合併)	> 7 0	< 6 0

(6号 一般構造)

告示第三	1号 回転板接触方式(合併)	> 8 5	< 3 0
201人	2号 分離ばっ気方式(合併)	> 8 5	< 3 0
以上	3号 散水ろ床方式(合併)	> 8 5	< 3 0
	4号 長時間ばっ気方式(合併)	> 8 5	< 3 0

(6号 一般構造)

告示第四	> 5 5	< 1 2 0
------	-------	---------

(6号 一般構造)

告示第五 一次処理装置と土壌処理を組合せたもの

告示第六 水質汚濁防止法第2、3条の規定によるもの < 2 0

告示第七 水質汚濁防止法第2、3条により、COD、ss、pH、n-ヘキサン抽出物質、大腸菌群数が規定されている場合。

告示第八 その他建設大臣が第一から第七までに指定するし尿浄化槽の構造と同等以上の効力があると認めるもの。

これらの告示内容をみると、単独処理浄化槽は50人以下の場合しか認められていないことと、処理対象人員が大きくなる程、そのBOD除去率が高くなり、放流水のBOD濃度は低くなることが認められる。すなわち、戸別浄化槽も含め、小規模の浄化槽ほど水量変動が激しく、安定した処理を行うことが難しいことを経験的に認めているからだと推測される。

1) 浄化槽容量の決定方法

浄化槽容量を決めるのは、建築確認申請時に記載される『処理対象人員』の数である。この処理対象人員nが決まれば、浄化槽の種類と構造のところで述べたように、処理方式に応じた容量が算出できるようになっている。ところで、この『処理対象人員』の求め方は、JIS A 3302⁻¹⁹⁸⁸「建築物の用途別によるし尿浄化槽の処理対象人員算定基準」に従って行われ、個別の住宅の場合には、次式のように、延べ面積(m²)によって決定する。

$$n = 5 + (A - 100) / 30 \quad \text{ここで } A : \text{延べ面積(m}^2\text{)}$$

このように、処理対象人員nが延べ面積(m²)Aで決まる方法では、核家族が進む現状では次のような矛盾が生じている。すなわち、核家族化が進み、農業ばなれの進む農村地帯では、家が大きい割には処理対象人員(n)である家族数が少なく、安全側の浄化槽容量が設置されることになるが、都市近郊の住宅地では、処理対象人員nと実家族数に大差はなく、余裕のない浄化槽容量となっている。特に、建て売りの場合には、実際に住む家族の人数に対応した容量

にする訳ではないので、建前と実態とが一致しないケースも多い。

2) 戸別合併処理浄化槽の構造および容量について

建設省告示第342号(1988(昭和63)年3月8日)は、建設省告示第1292号(1980年7月14日)を一部改正し、50人以下の合併処理浄化槽でもBOD除去率が90%以上、放流水のBODが20mg/l以下の性能を有するものとして、以下のような構造および容量を定めている。

【沈殿分離接触曝気方式】

処理フロー：沈殿分離槽→接触曝気槽→沈殿槽→消毒槽→放流

容量その他：

沈殿分離槽 $n \leq 5$ のとき $V = 2.5$

$6 \leq n \leq 10$ のとき $V = 2.5 + 0.5(n - 5)$

$11 \leq n \leq 50$ のとき $V = 5 + 0.25(n - 10)$

2室に区分し、直列に接続する。

第一室の有効容量は沈殿分離槽の有効容量の概ね2/3とする。

接触曝気槽 $n \leq 5$ のとき $V = 1$

$6 \leq n \leq 10$ のとき $V = 1 + 0.2(n - 5)$

$11 \leq n \leq 50$ のとき $V = 2 + 0.16(n - 10)$

有効水深は1.2m以上とし、有効容量が 5.2m^3 以上の場合は2室に区分し直列に接続する。

接触材の充填率は概ね55%とする。なお、曝気装置の送気量は

$n \leq 5$ のとき $Q = 2$

$6 \leq n \leq 10$ のとき $Q = 2 + 0.4(n - 5)$

$11 \leq n \leq 50$ のとき $Q = 4 + 0.25(n - 10)$

とし、生物膜を剥離できる機能を有し、かつ、剥離した汚泥を前段の沈殿分離槽へ移送できる構造とする。

沈殿槽 $n \leq 5$ のとき $V = 0.3$

$6 \leq n \leq 10$ のとき $V = 0.3 + 0.08(n - 5)$

$11 \leq n \leq 50$ のとき $V = 0.7 + 0.04(n - 10)$

沈殿槽の底中にスロットを設け、汚泥を重力により接触曝気槽へ速やかに移送できる構造とする。

消毒槽 容量の指定は特になし。

沈殿槽容量(消毒槽込み)の1/14～1/15が適当とされている。

【嫌気ろ床接触曝気方式】

処理フロー：嫌気ろ床槽→接触曝気槽→沈殿槽→消毒槽→放流

容量その他：

嫌気ろ床槽 $n \leq 5$ のとき $V = 1.5$

$6 \leq n \leq 10$ のとき $V = 1.5 + 0.4(n - 5)$

$11 \leq n \leq 50$ のとき $V = 3.5 + 0.2(n - 10)$

2室以上に区分し、直列に接続する。

第一室の有効容量は、嫌気ろ床槽の有効容量の $1/2 \sim 2/3$ とする。

各室の有効水深は 1.2m 以上とし、 10 人以上では 1.5m 以上とする。

ろ材の充填率は第一室が概ね 40% 、第二室が 60% である。

ろ材は汚泥を捕捉しやすく、かつ嫌気ろ床槽内の水流が短絡し難い形状とし、閉塞が生じ難い構造とする。

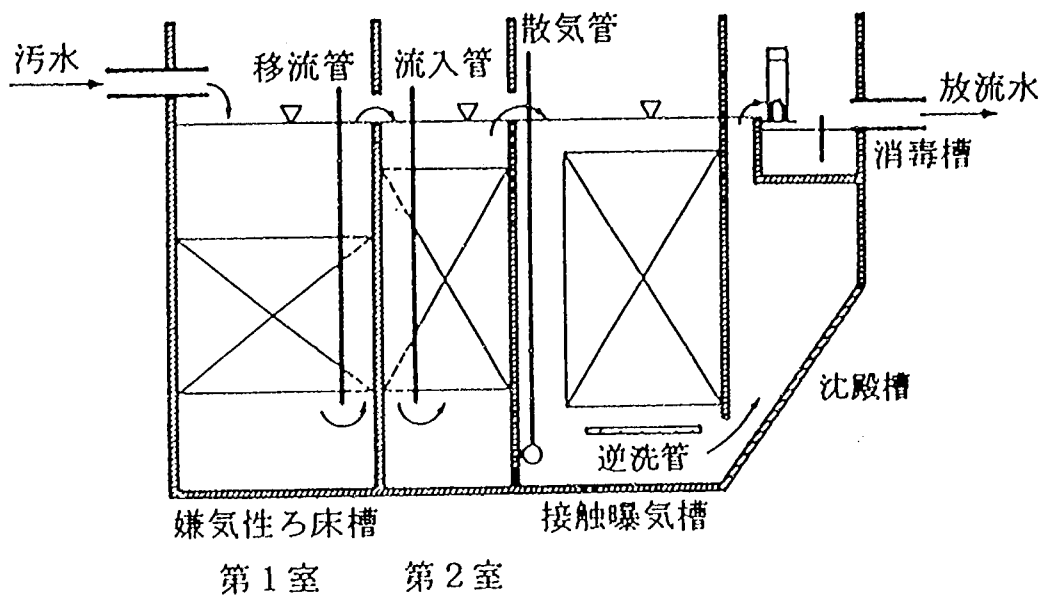
ろ材の汚泥清掃孔を設ける。

接触曝気槽以降の構造および容量は沈殿分離方式と同じである。

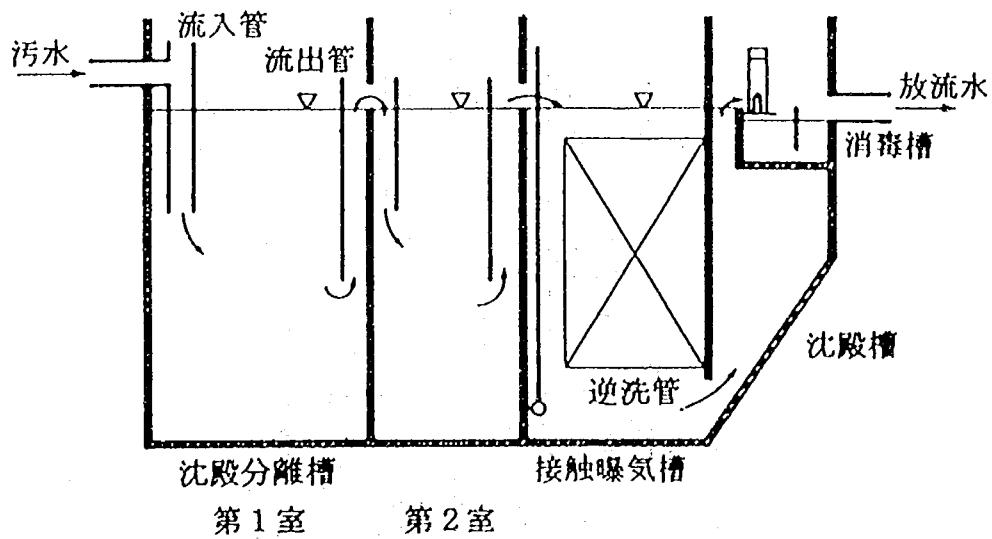
注) : n : 処理対象人員(人)

V : 施設の有効容量(m^3)

Q : 送気量(m^3/hr)



(a) 嫌気ろ床接触曝気方式



(b) 沈殿分離曝気方式

図1 合併処理浄化槽の模式図

表1 建設省告示による浄化槽の容量

沈殿分離槽						嫌気ろ床接触曝気槽					
n	① 嫌気槽	② 曝気槽	③ 沈殿槽	④ 消濁槽	Total (①+②+③)	① 嫌気槽	② 曝気槽	③ 沈殿槽	④ 消濁槽	Total (①+②+③)	
1	2.50	1.00	0.30	0.02	3.80	1.50	1.00	0.30	0.02	2.80	
2	2.50	1.00	0.30	0.02	3.80	1.50	1.00	0.30	0.02	2.80	
2	2.50	1.00	0.30	0.02	3.80	1.50	1.00	0.30	0.02	2.80	
4	2.50	1.00	0.30	0.02	3.80	1.50	1.00	0.30	0.02	2.80	
5	2.50	1.00	0.30	0.02	3.80	1.50	1.00	0.30	0.02	2.80	
6	3.00	1.20	0.38	0.03	4.58	1.90	1.20	0.38	0.03	3.48	
7	3.50	1.40	0.46	0.03	5.36	2.30	1.40	0.46	0.03	4.16	
8	4.00	1.60	0.54	0.04	6.14	2.70	1.60	0.54	0.04	4.84	
9	4.50	1.80	0.62	0.04	6.92	3.10	1.80	0.62	0.04	5.52	
10	5.00	2.00	0.70	0.05	7.70	3.50	2.00	0.70	0.05	6.20	

n = 処理対象人数

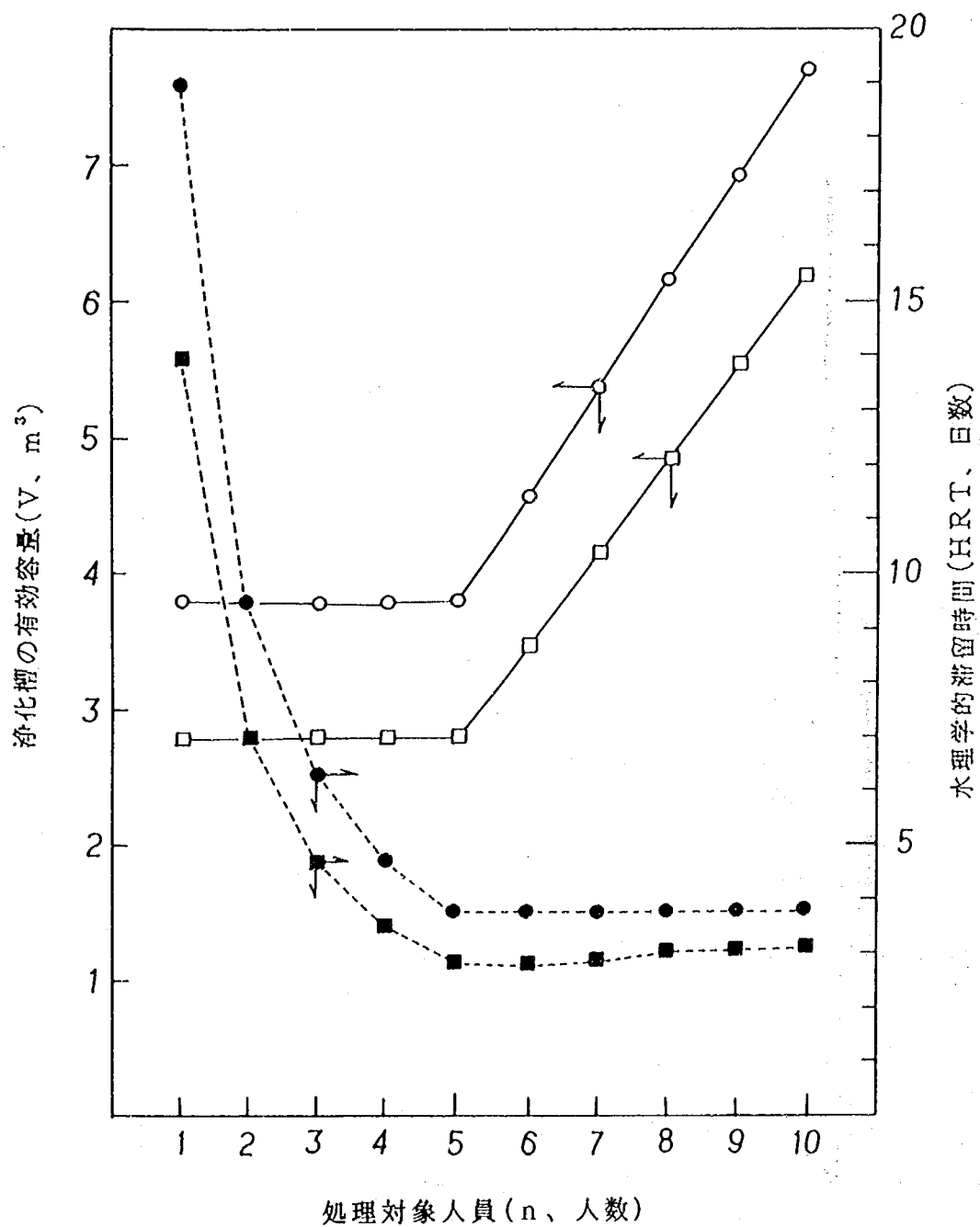


図2 処理対象人員と浄化槽の容量および滞留時間との関係

表 2 浄化槽に関連する法規

憲法 25 条：すべての国民は、健康で文化的な最低限度の生活を営む権利を有する。

国は、すべての生活部面について、社会福祉、社会保障及び公衆衛生の向上及び増進に努めなければならない。

公害対策基本法(法律 132 号⁻¹⁹⁶⁷)

第 1 条 望ましい生活環境の保全のために公害防止の基本となる事項を定める

第 9 条 環境質の維持されるべき水準(主旨 A)

第 10 条 汚染物質の排出の規制措置(主旨 B)

第 12 条 公害防止施設の整備・推進(主旨 C)

B₁. 水質汚濁防止法(法律 138 号⁻¹⁹⁷⁰)
(公害対策基本法の実施法に相当する)

○工場・事業所からの排出規制：

届出、計画、変更命令、実施の制限

直罰制度、改善命令、測定、立入り検査

A. 水質汚濁に係る環境基準について
(政令 159 号⁻¹⁹⁷¹)

(行政目標を設定したもの)

○健康項目の設定(一律)

○環境項目の設定(類型指定)

B₂. 排水基準を定める総理府令⁻¹⁹⁷¹
(環境基準を守るために)

○技術的・経済的に可能な

最高水準なもの

○実効性の担保を確保

D₁. 河川法(法律 167 号⁻¹⁹⁵⁴)
(河川を清潔に保つために)

16-5. 汚水の排出の届け出(>50m³/d)

C₁. 下水道法(法律 79 号⁻¹⁹⁵⁸)
○終末処理場の有る下水道で

責任ある処理をする

○浄化槽は代替措置

○放流水の水質の技術上の基準

○下水道整備緊急措置法(法律第 41 号⁻¹⁹⁶⁷)

—下水道整備 5 ヶ年計画の根拠法—

D₂. 建築基準法(法律 201 号⁻¹⁹⁵⁰)
31 条 1. 水洗便所の設置

2. 公共下水道以外はし尿浄化槽の設置

同施行令 32 条

(水洗便所のし尿浄化槽)

C₂. 浄化槽法(法律第 43 号⁻¹⁹⁸³)

○浄化槽の設置、保守、清掃、認定等

D₃. し尿浄化槽の構造(型式と容量)
(建設省告示 1292 号⁻¹⁹⁸⁰)

第一 BOD 除去率 65% 以上、放流水 BOD 90mg/l 以下

第二 // 70 // 60

第三 // 85 // 30

* BOD 除去率 90% 以上、放流水 BOD 20mg/l 以下の
合併処理浄化槽(5~50 人)の通達、建設省住指
発第 74 号 3/8 1988

C₃. 廃棄物の処理及び清掃に関する法律
(法律第 137 号⁻¹⁹⁷⁰)

○「廃棄物」は汚泥、ふん尿…(定義)

○「産業廃棄物」とは事業活動に伴って
生じた廃棄物のうち…汚泥…、その他
は一般廃棄物とする。

○汚泥処分(海洋投棄等)

D₄. し尿浄化槽の処理対象人員算定基準
(JIS A 3302⁻¹⁹⁸⁸)

建築の用途別による処理対象人員は延べ
面積を基本に算出する

表3 浄化槽の構造に関する経過

大正9年	市街地建築物法(法律第37号)施行規則で、「汚物処理槽」からの処理水が汚物掃除法の一部改正により、放流可能となる。	
大正10年	水槽便所取締規制(警視庁令第13号)	
	・腐敗槽 $1.62 + 0.054 \times (n-30) \text{ m}^3$	
	・酸化槽 1日の使用水量以上($>0.81 \text{ m}^3$)	
	・消毒槽	
	・放流条件;無臭、 NO_2+NO_3 が主体、など	
昭和19年	建築物敷地衛生施設基準(技術院、臨時日本標準規格586号類似A)	
	・汚物浄化槽(←汚物処理槽)の標準が定まる。;沈殿分離槽、予備ろ過槽	
昭和25年	建築基準法(法律第201号)・汚物処理槽(基準型;腐敗槽→散水ろ床→消毒槽)の構造基準が定まる。その他、変型2階槽と平面酸化型を組合せた特殊型の浄化槽などが200種以上出回る。	
昭和28年	構造基準は建築基準法、維持管理基準は清掃法に分離。	
昭和29年	清掃法(法律第72号)・汚物処理槽をし尿浄化槽に改める。	
	・設置の届出、維持管理基準(50人以上の場合、 $\text{COD}_{\text{L. T. 4hr}} \leq 15 \text{ mg/l}$ 、50人以上の場合; $\text{COD}_{\text{L. T. 4hr}} \leq 25 \text{ mg/l}$)	
昭和31年	雑排水を含む処理方式(共同浄化槽)を住宅団地、地域開発に多用し「コミュニティープラント」と呼ばれる。ただし、構造基準が曖昧なため昭和40年に研究会を設置し、昭和44に結論をだす。	
昭和34年	構造検討委員会(3年間)発足。	
昭和35年	し尿浄化槽容量算定基準(JIS-A-3302)・腐敗槽 $1.5 + 0.1 \times (n-5) \text{ m}^3$	
	・散水ろ床 = 腐敗槽 $\times 0.5$	
	この頃からFRPタイプの浄化槽普及、「曝気型」の出現	
昭和40年	JIS A 3302, 1965 では腐敗槽の容量は 1.5 m^3 (基礎容量)+ 0.1 m^3 (N-5)とし、散水ろ床の容量は腐敗槽の1/2とする。	
	し尿単独処理浄化槽と合併処理浄化槽の構造基準をそれぞれ定める。浄化槽の性能は衛生上の観点から、3区域の分類に対してあてはめる。	
昭和44年	(旧)構造基準(建設省告示第1726号)・処理水のBOD濃度と除去率で基準の設定	
	建築基準法施行令の一部改正	
	・衛生上特定区域で101人槽以上は合併処理浄化槽	
	散水ろ床方式	
	平面酸化床方式	
	腐敗タンク方式	
	単純曝気方式	
	地下砂ろ過床方式	
	し尿単独処理浄化槽	
	長時間曝気方式	
	全曝気型	
	分離曝気型	
	し尿浄化槽容量算定基準(JIS-A-3302)の改定	
昭和45年	廃棄物の処理及び清掃に関する法律(法律137号)	
	水質汚濁防止法(法律第138号)	
	建築基準法の一部改正(第32条第3項を加える)	
	・水質汚濁防止法の上乗せ排出基準が定められた場合に対応できるし尿浄化槽の構造基準	
昭和50年	構造基準(建設省告示第1726号)の一部改正で、放流水 20 mg/l 以下の浄化槽が追加される。	
昭和52年	厚生省調査によると、全曝気型(127万基/209万基)の不適合率30.8%、平面酸化床の不適合率は45%、全ての不適合浄化槽は500万基にものぼると推定され、日本建築センターにし尿浄化槽構造検討委員会を設置する。この結果は(新)構造基準(建設省告示第1292号)に反映す。	
昭和55年	(新)構造基準(建設省告示第1292号)では、分離接触曝気法、分離曝気方式、散水ろ床方式の3方式が認可される。合併処理浄化槽として回転板接触法、接触曝気法、プラスチック製ろ材の散水ろ床が登場。また、合併処理浄化槽の501人を51人まで引下げられる。	
	建築基準法施行令(政令第196号)・水洗便所のし尿浄化槽(性能)	

昭和56年 維持管理基準(厚生省第39号)の改正

昭和58年 浄化槽法(法律43号) : し尿の適正な処理、生活環境の保全及び公衆衛生の向上

第1条(目的) 保守・点検、清掃及び製造、工事業者の登録制、清掃業の許可制、資格等

第4条(浄化槽に関する基準) 建築基準法第31条、建築基準法施行令第32条

第7条(設置後等の水質検査) 使用開始後6~8か月 → 厚生省令第17号

厚生省関係浄化槽法施行規則第4条(設置後等の水質検査の内容)

第8条(保守点検)

第9条(清掃) 厚生省関係浄化槽法施行規則第7条(清掃基準)

第10条(浄化槽管理者の義務)

第11条(定期検査) 毎年1回、厚生省関係浄化槽法施行規則第9条(定期検査の内容等)

第12条(保守点検又は清掃の改善命令)

第13条(認定) 浄化槽の形式認定

第51条(浄化槽の設置の援助) 国及び地方公共団体

昭和63年 建設省告示(告法第342号)

合併処理浄化槽; BODの除去率90%以上

放流水BODは20%以下の構造

処理対象人員算定基準(JIS-A-3302¹⁹⁸⁶)の改定

建設省告示第1292号に関して問題となった事項

(産業用水調査会、し尿浄化槽ハンドブックより)

① 既存不適格浄化槽の取扱い

② 付帯装置に関する諸問題

・送風機、ポンプ類の保守点検、補修、耐用年数の過ぎたものの交換

③ 家庭雑排水に関する問題

・250万基は単独処理浄化槽

④ 浄化槽汚泥の処理の問題

・汚泥濃縮法などの対処方法、し尿処理場の処理機への影響

⑤ 高度処理に関する問題

・富栄養化防止対策との関わりでCOD、TN(20-30mg/l)、TP(1-3mg/l)

⑥ 単位装置に関わる問題

・沈殿分離槽からの臭気除去対策(水量調節器の開発)

・JIS A 3302 の処理対象人員の算定方法に関し、資料の整備と規格化の必要

3. 戸別合併処理浄化槽の処理機能実態調査

3.1 調査の概要

1) 調査方法

浄化槽からの放流水が環境に与える影響を評価するためには、実際に放流される排出負荷量を定量しなければならない。このため、本調査では放流水の全量を対象にした調査方法を採用した。すなわち、放流水を小型水中ポンプでポリタンクに汲み上げ、100Lごとに良く混合してから1試料を採取するものである。このような全量採水方法とは別に、5回の定時刻(7、11、15、19及び23時)におけるスポット試料と、いくつかの区切られた室の水質状況を把握するために、各室の採水も実施した。

2) 分析項目と分析方法

気圧：アネロイド型自記気圧計

気温：棒状温度計(地上1.8mに吊す)

水温：棒状水銀温度計

DO：隔膜電極法

pH：ガラス電極法

ORP：白金電極法

流速：小型電磁流速計

BOD₅：一般希釈法

溶解性BOD₅：ろ過水(1μm)を植種して、一般希釈法

BOD₅^{ATU}：ATUが2mg/lとなるようにして、一般希釈法

COD_{Mn}：過マンガン酸カリウム・酸性法

溶解性COD：ろ過水(1μm)のCOD_{Mn}

SS：GFPろ過法

T-N：二酸化セレンを触媒とした過塩素酸・硫酸分解後、テクニコン自動分析

NH₄-N：テクニコン自動分析(インドフェノール法)

NO_x-N：銅カラム還元法

K-N：二酸化セレンを触媒とした過塩素酸・硫酸分解後、テクニコン自動分析(インドフェノール法)

T-P：二酸化セレンを触媒とした過塩素酸・硫酸分解後、テクニコン自動分析

orth-P：アスコルビン酸還元法

アルカリ度：滴定法(pHメーターを使用し、pH=4.8まで滴定)

大腸菌群数：デスオキシコール酸塩培地による平板培養法

3.2 調査結果

市販されている浄化槽の処理機能を評価するために、H市の住宅団地に設置されている4軒の嫌気性ろ床接触曝気方式の浄化槽を全量採水法で調査した。

実施日は、汚泥引抜き後6か月目の昭和63年11月8～9日と、汚泥引抜き後9か月目の昭和64年2月15～16日である。なお、4軒の内Y宅のみ汚泥引抜きを実施していないので、Y宅の2回の調査はそれぞれ汚泥引抜き後18か月後と21か月後となる。現場調査としては、N市のKろ材浄化槽についても、同様の手法で実施した。

3.2.1 H市における合併処理浄化槽の調査結果について

調査の対象とした浄化槽は、前報 (土木研究所資料第2669号 戸別合併 浄化槽の処理機能に関する調査報告 書 昭和63年11月)と同じH市の団地 にある四軒の家庭の嫌気性ろ床接触曝 気方式の浄化槽で、全ての浄化槽の 処理対象人員は6人で算定された容 量で、実際の使用者数および家族構成は表4のとおりである。		表4 調査対象家庭の家族構成	
家庭	人数	構 成	
K	4	夫婦、中学生、小学生	
Y	6	夫婦、老人、小学生2、乳児	
E	4	夫婦、中学生、小学生	
F	2	夫婦	

1) 秋期調査の結果について

1988年11月8～9日にかけて実施した
通日調査の結果のうち、四軒での排水量
をみると、E宅の $1.7\text{m}^3/\text{d}$ が非常に多
く、他の家庭では概ね $1\text{m}^3/\text{d}$ 程度で
あった。しかし、一人当りの排水量でみ
るとE宅の $422\text{L}/\text{cap.}/\text{d}$ さらにはF宅の
 $550\text{L}/\text{cap.}/\text{d}$ が通常考えられている 200
 $\sim 300\text{L}/\text{cap.}/\text{d}$ に比べてもかなり多い結果となっている。

表5 浄化槽からの排水量

	排水量 (m^3/d)	人当量 ($\text{l}/\text{cap}/\text{d}$)	水道使用量 (m^3/d)
K	0.944	236	0.919
Y	1.019	170	1.200
E	1.689	422	1.824
F	1.099	550	1.381

① 放流水の有機物濃度について

浄化槽からの放流水中のBOD、c-BOD、CODおよびss濃度の荷重平均値を表6に示す。Y宅を除いた各家庭の浄化槽は5月に定期的汚泥引抜きを実施しているため、本調査は汚泥引抜き後約6ヶ月目に相当し、Y宅のみ18ヶ月目に相当している。この結果、Y

	BOD	c-BOD	COD	ss
K	35.1	16.7	29.3	36.9
Y	81.4	14.3	33.2	57.1
E	30.8	15.6	21.0	16.9
F	27.3	13.3	27.2	34.2

宅ではBODが $81.4\text{mg}/\text{l}$ 、ssも $57.1\text{mg}/\text{l}$ と非常に高濃度となっている。その他の三軒でのBODは約 $30\text{mg}/\text{l}$ 程度であった。なお、ATUを添加して炭素系のBODを測定した結果では、全

ての放流水とも13～17mg/lとBODに比べて低濃度であり、各浄化槽間の差も小さい。ssについてはKとF宅で約35mg/l程度とかなり高くなっている。CODについては、20～30mg/lの範囲である。

② 放流水中の窒素濃度について

放流水中の窒素濃度の測定結果を表7に示す。T-NはE宅が11mg/l程度K宅が16mg/l程度のほかは27～30mg/lとなっており、F宅を除いた浄化槽ではNO_x-Nの占める割合が36%以下と低い。この硝化率の低さは、D-BODのような残留有機物の存在や酸化反応に必要な滞留時間の不足などが考えられる。

表7 放流水中の窒素濃度, mgN/l

	T-N	NH ₄ -N	NO _x -N	O-N
K	15.9	9.3	4.0(25%)	2.6
Y	26.6	11.3	9.5(36%)	5.8
E	10.9	7.6	1.6(15%)	1.7
F	29.6	5.0	21.8(74%)	2.8

③ 放流水中のリン濃度について

水使用量の多いE宅のリン濃度1.2mg/lを除けば、2.3～4.0mg/lであり、一般家庭からの放流水でみられる濃度レベルである。また、T-Pに占める溶解性のT-Pの割合は概ね70～90%である。

表8 放流水中のリン濃度, mgP/l

	T-P	D-T P
K	2.31	2.01(87%)
Y	3.41	2.47(72%)
E	1.16	0.98(84%)
F	3.91	3.42(87%)

④ 各水質項目ごとの排出負荷量原単位について

これまでみてきた水質項目、BOD、COD、ss、T-NおよびT-Pについて、一人当り一日当りの排出負荷量原単位を求めたものを表9に示す。

使用水量が極めて多いF宅では全ての項目で大きな値を示し、他の家庭より2～4倍になってい。このF宅を除いたBODの排出負荷量は約12gr/cap/dとなる。市販されている合併浄化槽の認定基準はBODが20mg/l以下であり、一人当りの排水量を200L/cap/dとすれば、BOD排出量は4gr/cap./d以下とならなければならないが、実際には、11.7gr/cap./dと約3倍の排出量になっている。

表9 浄化槽からの排出負荷量 (gr/cap./d)

	Q (l/cap./d)	B O D	C O D	s s	T-N	T-P
K	236	8.3	6.9	8.7	3.8	0.55
Y	170	13.8	5.6	9.7	4.5	0.58
E	422	13.0	8.9	7.1	4.6	0.49
F	550	15.0	15.0	18.8	16.3	2.15
Av.	276	11.7	7.1	8.5	4.3	0.54

但し、Av. には F 宅のデータは含まない。

2) 冬期調査の結果について

1989年2月15～16日にかけて通日調査を実施した。この調査は秋期調査から3ヶ月後に当たり、汚泥引抜き後9ヶ月目に当たる。冬期調査では、F宅が家族旅行で不在であり、調査の対象から除外した。

① 排水量について

調査対象の各浄化槽からの排水量と水道メータによる水道使用量の結果を表に示す。一人当たり一日当たり排水量は三軒ともほぼ同じ程度で平均254 L/cap./dである。また、水道メータによる水道使用量とも良く一致した結果となった。実際には、排水量と水道使用量の結果が一致する必要はなく、入浴後の残り水(翌日の洗濯用にするため、捨てない家庭も多い)など、家庭内の水貯留装置への注水と使用の差額が誤差となるからである。ただ、それほど大きな貯留槽は考えられないので、両者の差額が20%以上であれば家庭内の水利用状況と水利用施設のチェックが必要になる。

表10 浄化槽からの排水量

	排水量 m ³ /d	人当量 L/cap./d	水道使用量 m ³ /d
K	1.102	276	1.044
Y	1.441	240	1.449
E	0.981	245	1.069

② 放流水の有機物濃度について

放流水のBOD濃度はK、YおよびEでそれぞれ58、64および57mg/lといずれも高い濃度となっており、平均で約60mg/lを示した。この数値は前回の結果のYとF宅のデータを除いた平均値である約33mg/lの倍近くの濃度となっており、汚泥の引抜きを実施してい

表11 放流水中の有機物濃度 (mg/l)

	BOD	d-BOD	COD	ss
K	58.0	6.3	36.3	62.9
Y	63.7	4.6	35.7	58.2
E	56.7	30.7	33.2	44.7
Av.	59.5	13.9	35.1	55.3

ないY宅の放流水のBOD濃度に近づいているようにみえる。ただ、KとY宅の浄化槽からのBOD濃度うち、約90%浮遊性BODであるのに対して、E

宅の浄化槽では、約50%が溶解性BODで占めている違いがある。

なお、CODやssの項目についても前回の水質結果より確実に高くなっており、ssの排出濃度から汚泥の流出がかなり影響していると判断できる。

③ 放流水の窒素濃度について

定期の汚泥引抜きを実施していないY宅の前のT-Nと硝化率はそれぞれ26.6mgN/lと36%であるのに対して、今回のT-Nは26.7mgN/lと前回と同じであったが、硝化率は22%と減少している。KとY宅では、T-N濃度の増加と硝化率の低下を示している。

表12 放流水の窒素濃度(mgN/l)

	T-N	NH ₄ -N	NO _x -N	O-N
K	17.4	11.5	1.2(7%)	5.9
Y	26.7	16.1	5.8(22%)	10.6
E	18.4	14.3	0.3(2%)	4.1
Av.	20.8	14.0	2.4(16%)	6.9

④ 放流水のリン濃度について

各浄化槽からの放流水のリン濃度は前回の調査結果とほぼ同じ結果となった。しかし、T-Pに占めるD-T Pの割合が70%以下となっており、前回の70~90%に比べると溶解性でない成分が増加していることになる。

表13 放流水のリン濃度(mgP/l)

	T-P	D-T P
K	2.1	1.4(67%)
Y	3.6	2.5(69%)
E	1.4	0.9(64%)
Av.	2.4	1.6(67%)

⑤ 各水質項目ごとの排出負荷量原単位について

これまでみてきた水質項目、BOD、COD、ss、T-NおよびT-Pについて、一人当り一日当りの排出負荷量原単位を求めたものを表14に示す。

前回と比べて、排水量が少ないにもかかわらずBODとssはそれぞれ30と66%増加している。そして、このBODの排出負荷量原単位15gr/cap./dは構造基準から推定される4gr/cap./d以下という期待値の約4倍にもなっている。なお、COD、T-NおよびT-Pについても10~20%の増加を示している。

表14 浄化槽からの排出負荷量(gr/cap./d)

	Q (l/cap./d)	BOD	COD	ss	T-N	T-P
K	276	16.0	10.0	17.4	4.8	0.58
Y	240	15.3	8.6	14.0	6.4	0.86
E	245	13.9	8.1	11.0	4.5	0.34
Av.	254	15.1	8.9	14.1	5.2	0.59

3) H市における調査結果のまとめ

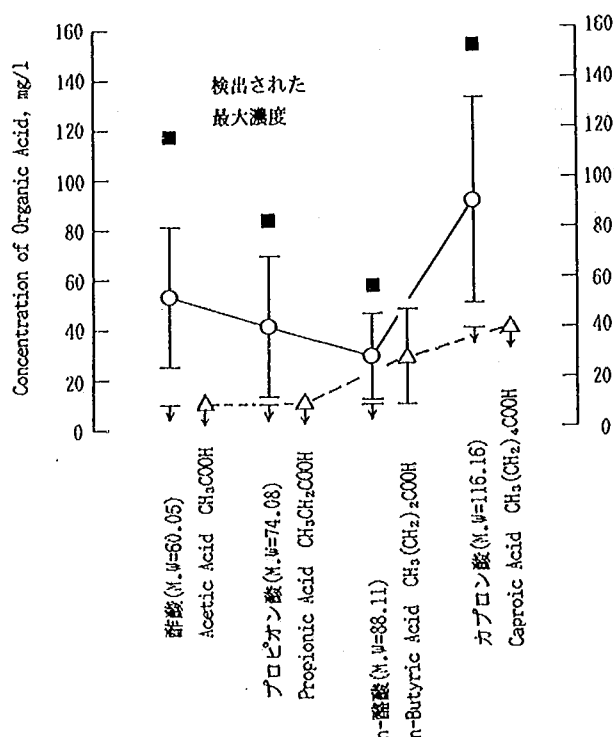
小型合併処理浄化槽の型式にはいくつかのタイプがあるが、いずれのタイプも嫌気性処理と好気性処理および固液分離を組合せた方法を汚水処理の基本に据えている。しかしながら、各処理単位の浄化機能が十分に働かないと全体としての処理システムは当初期待しているような処理性能が得られないことになる。このため、ここでの整理の観点は、浄化槽からの排出負荷量の評価を主眼としながらも、いくつかに区分されている浄化槽内部についても検討することにする。市販型浄化槽の調査結果のまとめには、今回の秋期および冬期の調査結果と1986年(昭和61年)以降の7回の調査結果も含めて、市販されている浄化槽、特に、嫌気ろ床接触曝気方式の浄化機能と浄化能力について整理すれば、以下のようなになる。

3-1) 嫌気性ろ床部での有機酸濃度について

合併処理浄化槽の前段に配置されているのは一般に嫌気性ろ床部であり、有機物の可溶化を目的にしている。浄化槽に関する文献に、嫌気性処理の目的をメタン醗酵によるガス化をあげているものもあるが、現実的ではない。たとえば、中温(37℃)程度でメタン醗酵を期待する場合、一般に20日間程度の滞留時間を要するが、それでも有機物の50%位しかガス化されないのが普通である。それに対して、浄化槽内の水温は26℃(夏期)から13℃(冬期)の範囲で、メタン醗酵を期待するほどには温度は高くなく、しかも滞留時間が1日程度では期待すること自体誤りである。

図3は、嫌気ろ床接触曝気方式の第一嫌気ろ床部と接触曝気槽内で検出された有機酸の平均値と最大値をプロットしたものである。滞留時間が排水量により影響されるため、データにはかなりのバラツキが認められるものの、有機酸の濃度はカプロン酸が一番高く、次いで酢酸、プロピオン酸、酪酸の順であった。

図 第一嫌気ろ床部と接触曝気槽内における有機酸の最大濃度
(定量下限は10mg/l、ただしカプロン酸のみ40mg/l)
注) ○印と■印は第一嫌気ろ床部内、△印は接触曝気槽内



3-2) 浄化槽内での有機物の変化について

前調査では溶解性T O C (以後D-T O Cと呼ぶ)のデータが多いので、浄化槽内での有機物の変化をD-T O Cでみることにする。図4は各槽内における日平均としてのD-T O C濃度を示している。汚水流入部の第一嫌気ろ床部では $64 \pm 12 \text{ mg/l}$ で、第二嫌気ろ床部の底層部まではそれほど減少していない。しかし、曝気槽内の処理水が逆流する第二嫌気ろ床部の上層部と曝気槽内では、流入部の濃度の約20%まで急激に減少している。なお、曝気槽内と放流水の水質データから、D-T O CとB O Dとの間には次のような相関が認められた。

$$\text{B O D} = 2.73 \times \text{D-T O C} + 2.6 \quad (r = 0.700, N = 22)$$

なお、放流水のD-T O C濃度が曝気槽内の濃度よりも若干高くなっており、沈殿槽底部に堆積している汚泥の流出が影響していると考えられる。

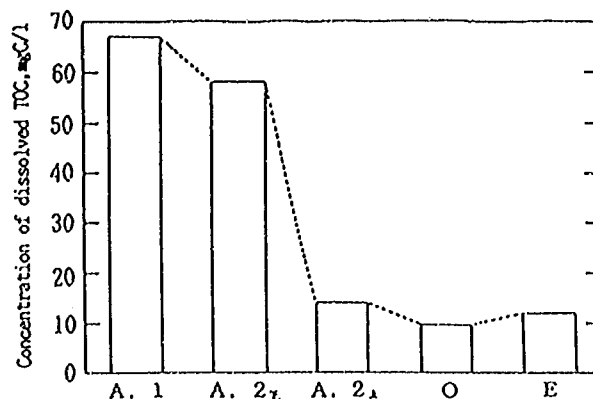


図4 各槽内におけるD-T O C濃度

3-3) 浄化槽内での窒素の変化について

本調査の結果、各浄化槽内の窒素濃度とその形態別割合が大きく異なり、ここでは四軒のデータを用いて、浄化槽内での窒素の変化について検討を加えることにする。総窒素 (以後T-Nと呼ぶ)の各槽内での変化を図5に示すように、T-Nの減少はD-T O Cと同様、第二嫌気ろ床上層部と曝気槽で起きており、流入濃度の約50%まで低下している。しかし、沈

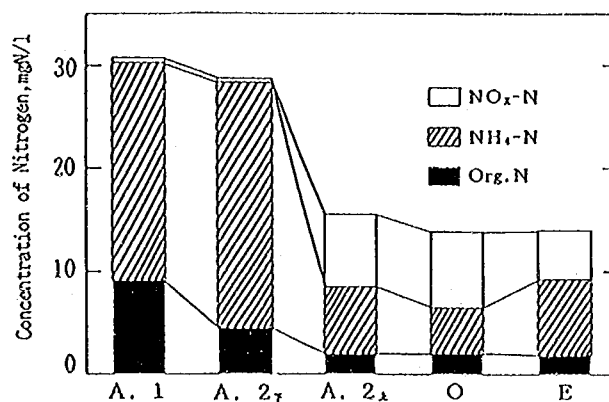


図5 各槽内における窒素濃度

殿槽内および放流水のT-N濃度はそれ以上減少しておらず、また、T-Nに占めるNH₄-Nの割合が増加している。このような現象はD-T O Cの槽内における変化でも述べたとおり、沈殿槽底部に堆積している汚泥の影響と考えられる。

3-4) 浄化槽内でのリンの変化について

家庭排水として浄化槽に持込まれるリン化合物は、嫌気性状態の水処理においては加水分解を受けて、オルトリンなど可溶性のリンになる。好気性状態の曝気槽において、この可溶性のリンの一部は生物増殖に利用されたり、物理化学的な反応により、吸着されて、処理水から除去される。しかしながら、増殖した生物をたえず引き抜かなければ、汚泥の自己分解により、取り込んだリン

は再び処理水に回帰し、本質的なリン除去は期待出来ないことになる。また、浄化槽の実態調査結果からも、浄化槽がリン除去に有効であるような結果を示していないので、ここでは詳しく検討することはしない。

3-5) 合併処理浄化槽からの処理水の評価について

1986年(昭和61年)11月19～20日の第一回調査から1989年2月15～16日の第九回調査までの約2年間の調査結果のうち、浄化槽から処理されて放流される放流水のBOD濃度について表16に示す。

表16 合併処理浄化槽からの放流水のBOD濃度 (mg/l)

調査時期	浄化槽内 水温(℃)	K (4)	Y (6)	E (4)	F (2)
1986 11/19	16.6	12(11)	19(8)	50(8)	19(7)
1987 01/28	13.5	62(13)	64(10)	37(10)	
1987 05/20	19.5	55(2)	35(1)	41(0)	28(13)
1987 08/19	24.5	25(5)		22(3)	11(3)
1988 01/20	13.6	12(10)	46(9)	87(8)	16(8)
1988 05/26	19.4	46-54(14)	39-48(13)	34-63(12)	12-12(12)
1988 08/24	24.9	25-29(3)	32-40(16)	32-73(3)	16-16(3)
1988 11/08	17.0	21-35(6)	41-81(19)	35-31(6)	17-27(6)
1989 02/15	13.0	45-58(9)	37-64(22)	31-57(9)	

注) 46-54(14)の46はスポット試料5回の平均値、54は全量採水による荷重平均値で、日平均の真値に相当する。()内の数値は汚泥引抜き後の月数で、14は汚泥引抜き後14ヶ月目に調査した結果であることを表している。

① スポットサンプルによる放流水の水質評価

ここでは、通日調査のうち、4時間間隔で5回(7時、11時、15時、19時、23時)行った採水から求めたBOD濃度を相加平均して得られる平均値を用いて、放流水の水質評価を行ってみる。

表16に示したデータ数 $n=33$ 個を用い、BOD濃度の低いものから高いものの順にならべ、BOD濃度に対する試料数の度数分布を求めると図6が得られる。同図には、全国の下水处理場の実態調査のうち、BOD負荷が高く(BOD-ss負荷 ≥ 0.4)、滞留時間が6hr以内の放流水BOD累積度数分布も示してある。この結果、50%確率で下水処理場では12に対し浄化槽では32mg/L、75%値では下水処理場が19であるのに対して、41mg/Lとなっており、浄化槽からの放流水のBODはかなり悪いと言える。公共用水域の水質保全のための施設としては、信頼性が高く、処理水質の変

動巾が小さい処理が行わなければならないが、この点でも合併浄化槽の信頼性は下水処理場に比較するとかなり小さいと言える。

また、比較的低濃度 ($<20\text{mg/L}$) のBOD値を示すものに2人で6人槽を使用しているF宅(●印)の結果があり、他のK、YおよびE宅では、使用人数に対する浄化槽(一応処理対象人員として6人槽が設置されているが)の容量が足りないと考えられる。

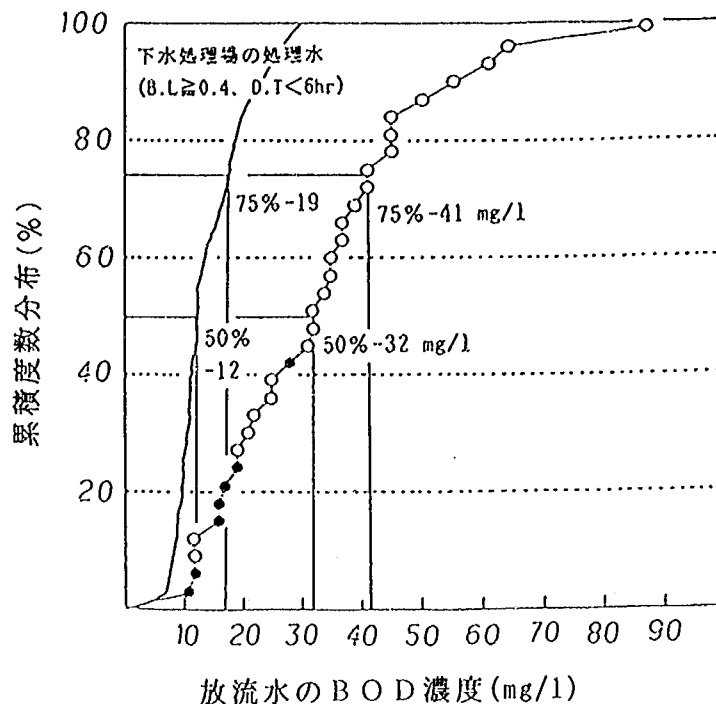


図6 浄化槽からの放流水BOD累積度数分布
ただし、●印はF宅のデータである。

② 放流水の水質の真の平均値について

浄化槽からの放流水の水質は、流入負荷や処理条件の変動によって一定ではない。汚水処理に影響を与える因子には、水温(季節変動)と生物種、構造や汚泥の蓄積状況によって変わる有効容量(実質滞留時間の変化)などと、使用者の生活様式や、水使用量の変動などが考えられる。

このように、放流水の水質は常時一定ではありえない。しかしながら、環境に放出される放流水の水質を平均値として求めるには、①で述べた5回程度のスポットサンプルで可能であるかどうかを排出される水量すべてを採水、分析して、比較検討する必要がある。

ここでは、スポットサンプルの結果と全量採水による結果が揃っている1988年(昭和63年)5月26-27日の調査から1989年2月15-16日までの4回の実態調査結果を用いて検討してみる。

使用人数の少ないF宅の結果を除外して、3軒のデータ(データ数12)を用いると、スポットサンプルによる相加平均値の全量採水によって得られる荷重平均値(真値と考える)の割合を各々求め、統計処理すると両者は次式のような関係となる。

$$\text{相加平均値} / \text{荷重平均値} = 0.70 \pm 0.13 (\phi = 11, t = 2.201, \alpha = 0.19957)$$

F宅を含めると、

$$\text{相加平均値} / \text{荷重平均値} = 0.74 \pm 0.12 (\phi = 14, t = 2.145, \alpha = 0.20754)$$

すなわち、真値に対して、スポットサンプル（1日5回の採水）で得られる平均値は60～80%、約70%しか、評価されていないことになる。

③ 放流水の水質に与える汚泥引抜き間隔の影響

図7に、E宅の汚泥引抜き後6ヶ月目と9ヶ月目での放流水の経時変化を示す。浄化槽からの排出量が6ヶ月目では約 $1.69\text{ m}^3/\text{d}$ 、9ヶ月目の調査では $0.98\text{ m}^3/\text{d}$ と少なかったが、放流水のBODは最大で 50 mg/L が9ヶ月目では 100 mg/L 近くまで増加しており、SSについても、 38 mg/L が9ヶ月目には 80 mg/L 以上に増加している。排水量は、日毎の水使用状況により変化するが、排水量が少なかった9ヶ月目の場合の方がBOD、SS共に極めて高濃度になっていることは、汚泥の蓄積増加がかなり、放流水の水質に影響していることを示唆している。

そこで、これまでの調査結果を汚泥引抜き後の経過時間に対してまとめてみたものが図8である。

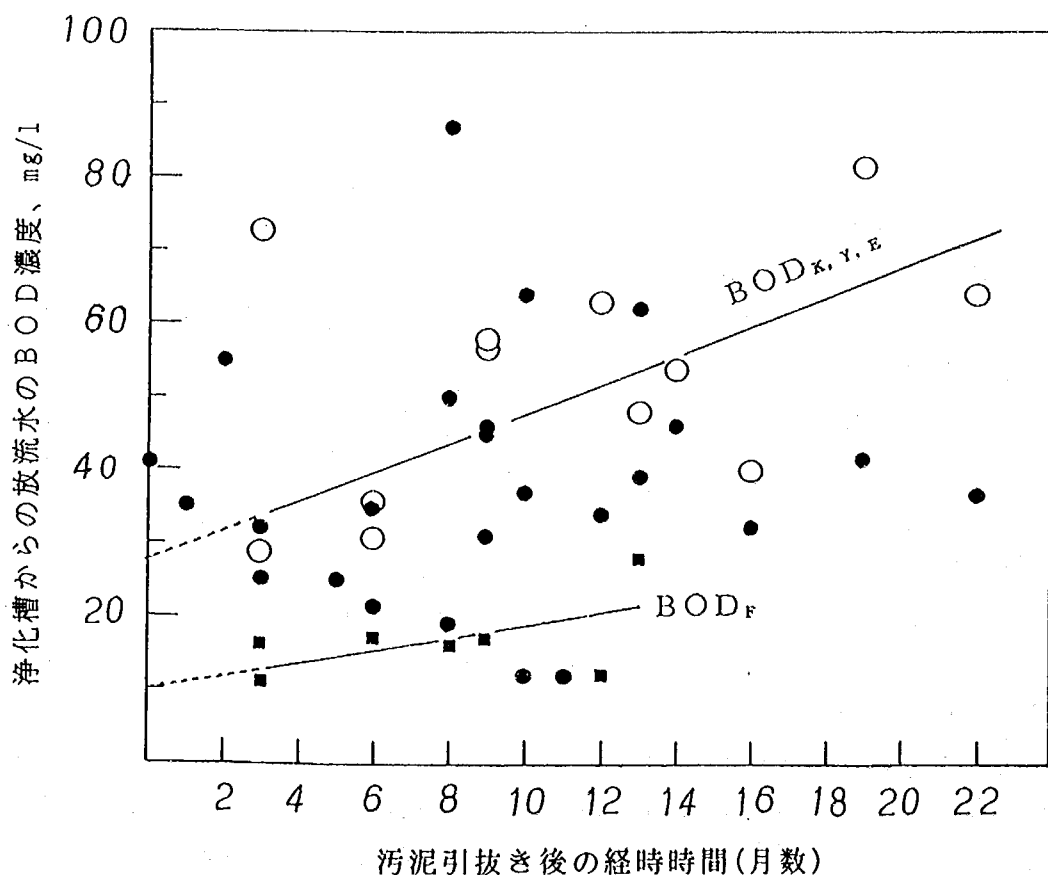


図8 汚泥引抜き後の放流水質の経時変化

ただし、●印はK、YおよびE宅の5回のスポット試料の平均値

■印はF宅の5回のスポット試料の平均値

○印はK、YおよびE宅の全量採水による荷重平均値

5回のスポット試料の平均値で、汚泥引抜きの影響をみても、前述したように真の平均値を示さないこともあり、かなりのバラツキがみられるが、F宅のみ場合は、次式のような相関が認められた。

$$\text{放流水のBOD}_F = 0.89t + 9.9 \quad \text{mg/L} \quad (N=6)$$

すなわち、使用人数2人で6人槽を用いれば、理想的使用条件でのBODが約10mg/Lの放流水となり、汚泥引抜き後、月当り0.9mg/LづつBODは増加し1年後には、約20mg/Lの放流水となることを示している。

K、Y、E宅の全量採水荷重平均値（図中○印）を用いた場合、放流水のBOD_{K,Y,E}は、次式のような相関が認められた。

$$\text{放流水のBOD}_{K,Y,E} = 1.98t + 27.6 \quad \text{mg/L} \quad (N=11)$$

すなわち、使用人数4～6人で6人槽を使用した場合、理想的使用条件でのBODが約27.6mg/Lの放流水となり汚泥引抜き後、月当り1.98mg/LづつBOD濃度は増加し、1年後には、約50mg/Lにも達することを示している。すなわち、放流水BODを20mg/L以下に保つには、6人槽の浄化槽を実際の使用人数が4～6人では使用することは不可能で、約2人程度の使用となる。仮に、1年間を通して放流水のBOD濃度を20mg/L以下に維持しようとするれば、発生汚泥の貯留とSSの流出防止の観点から、上記のように6人槽を2人で使う位の容量及び滞留時間が必要となるため、1人当りの容量は6人槽の容量 $V=3.48\text{m}^3$ を2人で徐した 1.74m^3 が必要となり、4～6人の使用人数では約7～10 m^3 の浄化槽が必要となる。このような容量の処理対象人員は、構造基準の $11 \leq n \leq 50$ の範囲で、 $V=6.25+0.4(n-10)$ の式から、 n は12～20人となり、かなり大きな浄化槽を必要とする。

3-6) 放流水の安全性について

市販されている浄化槽には、消毒槽が放流口の手前についており、一定の反応をさせてから放流するように工夫されている。そこで、同型の浄化槽を設置してあるH市の団地の浄化槽放流水が集まって河川に放流される放流口で採水し、その大腸菌群数を計測した。

図9に団地排水の放流先における大腸菌群数の計測結果を示す。

午前中と夕方大腸菌群数は高く、夜間及び昼間時に低くなっており、家庭からの放流水が多い時間帯に高い。これは、消毒槽での反応に関係しており、流量の多い時間帯では、必要な塩素剤との反応が十分でないことを意味している。すなわち、塩素剤は、流量に比例して供給、反応させなければならないが、塩素剤の溶解速度はほぼ一定であるので、消毒剤の供給量（gr/hr）には限界があることと、流量が多い時間帯は反応槽の容量が小さいため反応時間（ V/Q ）が短くなることにより、消毒作用が十分でないことを示している。このため、溶解性、反応性、容量等の改善の必要が有る。

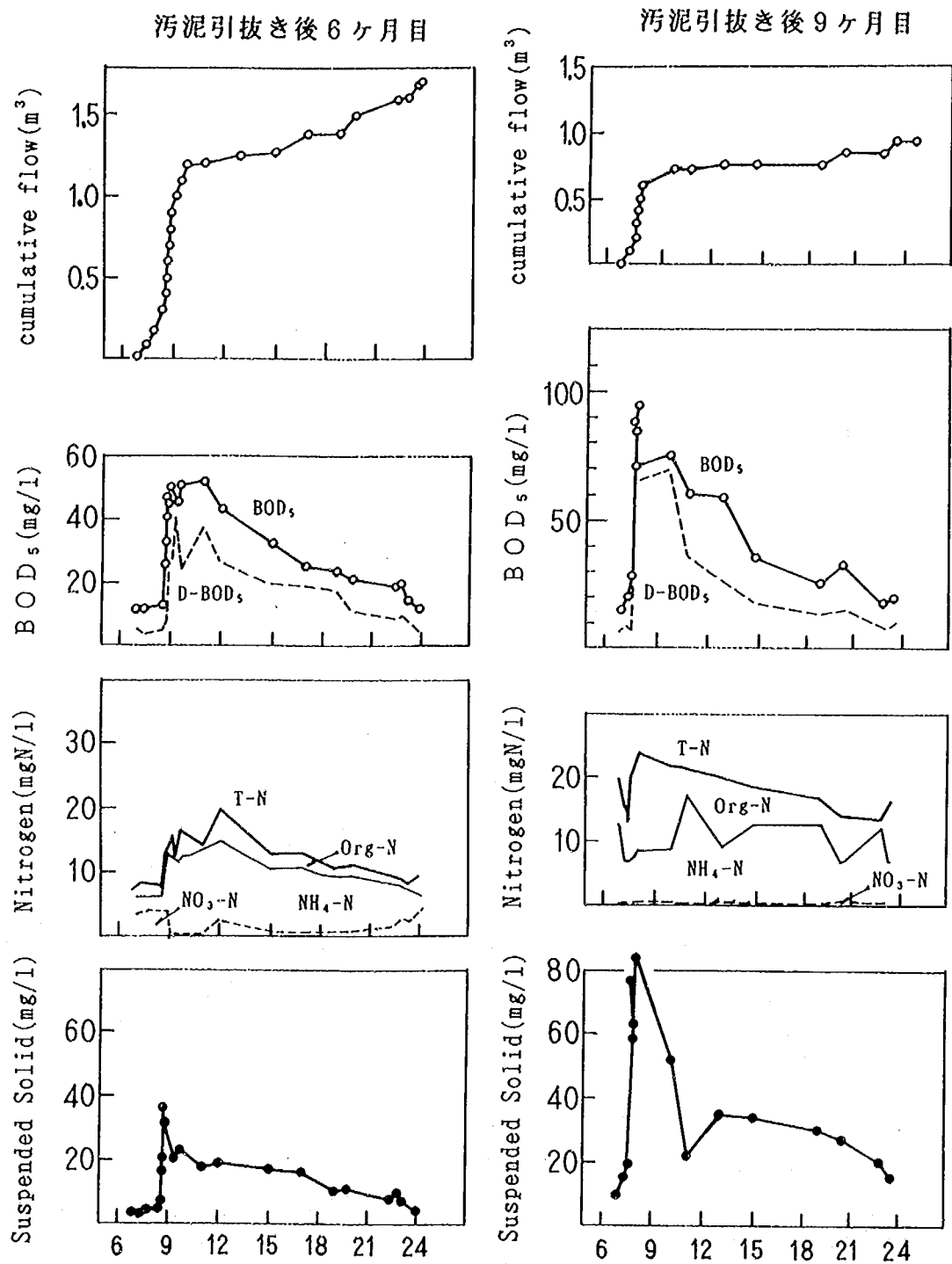


図7 合併浄化槽からの放流水質の経時変化

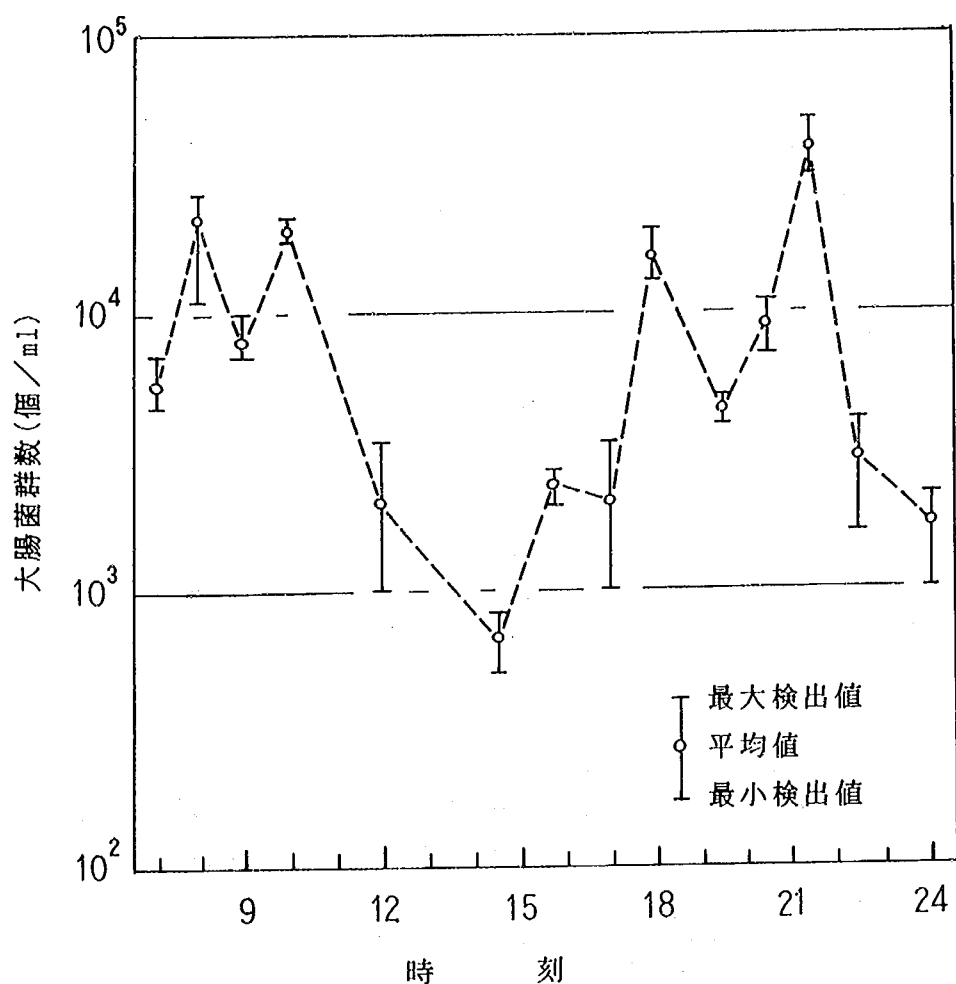


図9 合併処理浄化槽を有する団地排水の放流先
における大腸菌群数の経時変化(個/ml)

- 注1) 終末下水処理場からの放流水の水質基準(下水道法第8条)および放流水の技術上の基準(下水道法施行令第6条)では $N \leq 3,000$ 個/mlである。
- 2) 終末下水処理場の実態(例えば、茨城県霞ヶ浦湖北流域下水道)によれば、生下水が $10^5 \sim 10^6$ 、最終沈殿池の処理水が $10^2 \sim 10^3$ 、滅菌処理水が $0 \sim 10^2$ 程度である。

表15 スポット試料による槽内の水質状況

Date	Station	Y Family				K Family				E Family				Ave.
		1987 8/19	1988 1/20	1988 5/26	1988 8/24	1987 8/19	1988 1/20	1988 5/26	1988 8/24	1987 8/19	1988 1/20	1988 5/26	1988 8/24	
D-TOC	A 1	64.2	53.1	74.3	57.1	70.0	99.0	66.7	59.6	53.6	42.3	103.6	60.4	67±12
	A2D			34.5	31.2			58.3	58.1			102.0	63.6	58±33
	A2U	12.5	14.8	9.0	14.1	11.8	12.4	13.5	10.8	5.1	30.2	16.1	18.1	14±4.0
	O	4.9	13.3	6.2	8.6	10.5	11.8	8.5	9.0	4.8	17.7	8.9	12.5	9.7±2.5
	E	7.3	14.2	8.4	9.4	7.5	12.8	13.9	9.5	6.0	23.6	14.9	16.2	12±3.3
Org-N	A 1	4.0	8.9	3.6	8.0	3.8	5.6	11.2	8.0	13.8	9.4	13.7	20.0	9.2±3.3
	A2D			4.2	4.3			5.7	5.2			3.6	4.1	4.5±1.0
	A2U	2.1	1.9	1.2	3.6	2.1	1.1	2.9	2.2	4.3	0.8	1.0	1.3	4.5±1.0
	O	1.7	2.3	3.6	1.6	3.5	1.1	1.1	2.0	1.3	2.1	1.1	2.3	2.0±0.6
	E	1.3	1.9	3.5	2.3	1.8	0.7	1.4	2.1	1.4	2.6	1.6	2.3	1.9±0.5
NH ₄ -N	A 1	23.9	17.0	24.0	22.7	26.4	21.5	31.4	29.9	21.5	7.4	18.6	7.8	21±5.0
	A2D			20.9	20.4			28.1	27.8			32.7	13.6	24±8.9
	A2U	4.1	10.5	10.4	8.3	3.9	2.3	5.8	4.4	1.6	16.1	6.6	3.4	6.5±2.8
	O	0.7	9.0	6.3	6.9	2.7	1.0	4.3	2.8	1.4	12.3	3.7	3.0	4.5±2.3
	E	2.1	12.8	9.6	9.2	6.9	1.6	10.8	6.9	4.6	13.8	6.4	3.6	7.4±2.6
NO _x -N	A 1	0.1	1.0	0.2	1.0	0.1	0.4	0.3	0.3	0.2	2.0	0.5	2.1	0.7±0.5
	A2D			0.1	0.3			0.0	0.0			0.1	0.6	0.2±0.3
	A2U	7.4	10.5	7.8	12.1	11.5	5.5	8.2	10.5	3.0	0.4	4.8	1.9	6.9±2.7
	O	8.8	11.4	9.1	13.5	11.8	6.4	8.6	10.4	2.3	0.4	4.8	1.9	7.4±2.8
	E	6.8	7.7	7.8	10.7	7.6	6.1	1.9	4.0	1.0	0.0	1.7	1.2	4.7±2.3
D-TN	A 1	28.0	26.9	27.8	31.7	30.3	27.5	42.8	38.2	35.5	18.8	32.5	29.8	31±4
	A2D			25.3	25.0			33.8	33.0			36.4	18.3	29±9
	A2U	13.6	23.0	19.4	25.2	17.5	8.9	16.9	17.1	8.9	17.1	11.3	6.5	16±4
	O	11.1	22.7	19.0	22.1	18.0	8.5	14.0	15.2	5.0	14.8	9.6	7.2	14±4
	E	10.2	22.5	20.9	22.2	16.3	8.3	14.0	13.0	7.0	16.4	9.6	7.0	14±4

注) A2DとA2Uは、それぞれ第二嫌気性槽の底層(D)と上層(U)を表す。

3.2.2 N市における合併処理浄化槽の調査結果について

乳酸飲料器の廃材を利用した浄化槽(以後、Kろ材浄化槽と呼ぶ)がテレビ、雑誌等のマスコミで取り上げられ、その処理性能の高さが話題となっている。話題となる理由をみると、①処理水質がよく、BOD濃度で約1mg/lまで達成できる、②それ故、処理水の再利用が可能であり、人間をとりまく水循環を破壊しないシステムが築ける、③汚泥の発生がほとんどないので、メンテナンスフリーであり、維持管理費の軽減につながる、などとなっている。

しかしながら、処理機能についての公表データに乏しく、客観的評価が得られている訳ではない。そこで、N市に設置してあるKろ材浄化槽の処理実態を解明すべく、調査を実施した。

1) Kろ材浄化槽の構造について

まず、Kろ材浄化槽の処理システムであるが、市販されている嫌気ろ床接触曝気方式と基本は同じで、流入→沈殿分離槽→第一嫌気ろ床槽→第二嫌気ろ床槽→予備ろ過槽→第一接触曝気槽→第二接触曝気槽→沈殿槽→安定槽→放流となっている。

実験的に設置しているKろ材浄化槽は全国にかなりあるようだが、それらの浄化槽は同一の形状や容量ではなく、槽容量の違い、流量調整槽の設置の有無、安定槽内の充填材の違いなどいろいろであり、現状ではそれらの最適な設計基準が出来ていないと思われる。我々が調査したN市にあるKろ材浄化槽の構造は図10に示すように、全有効容量が約 $11\text{ m}^3 (=2.3 \times 3.5 \times 1.4)$ であり、家族数6人(構成、老夫婦、夫婦、子供2人)にしては通常の浄化槽に比較してかなり大きいことと、第一接触曝気槽および第二接触曝気槽に各々1万個のKろ

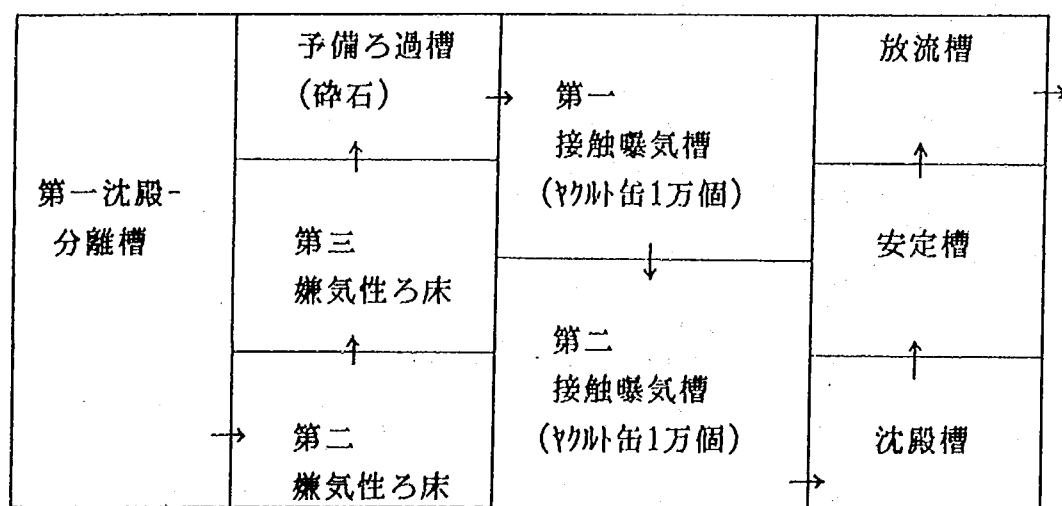


図10 Kろ材浄化槽の平面図

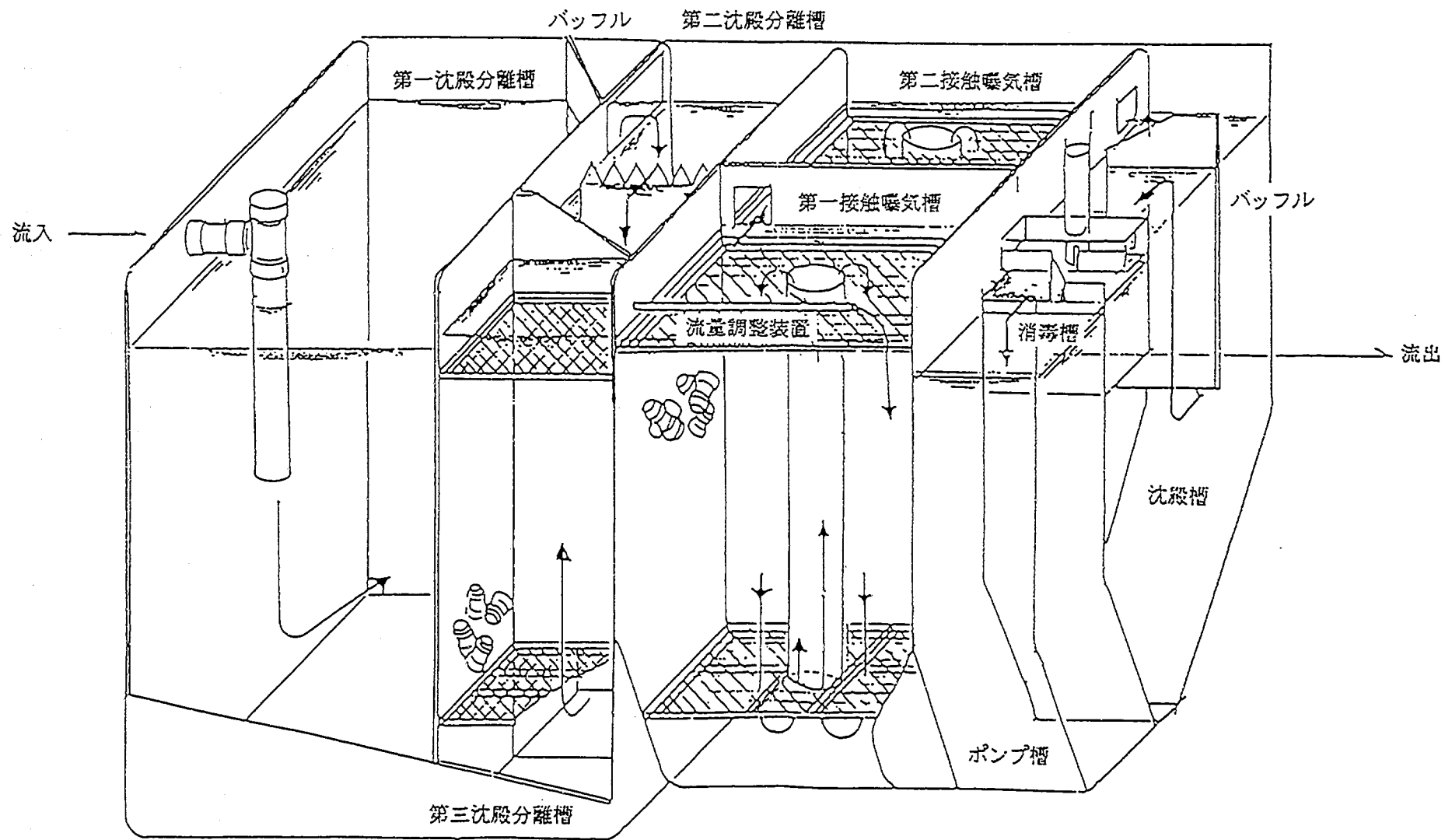


図11 Kろ材浄化槽の模式図

材が充填してあるのが特徴である。また、木炭や砂利を充填した安定槽を設置するかわりに消毒槽が設置されていないのも市販型と異なっている。

2) 浄化機能および排出負荷量調査の方法

浄化機能および排出負荷量調査に採用した方法は、「3.1の調査の概要」に記載した1)の調査方法と同じである。ただ、全量採水するために、浄化槽の流出口と放流先の道路側溝の中間にある汚水マスを利用することにし、調査前日に汚水マスの清掃とゴムマットによる漏水防止を行った。

3) Kろ材浄化槽の浄化機能調査結果について

① 調査時の排水量について

浄化槽からの排水量を計測するために汚水マスを用いたが、排水量の少ない時には汚水マスに溜らず、底部から漏水していることに気が付いた。このため、ここでは排水量の実測データの代わりに、水道メータの読み取りから得られる水道使用量を排水量として考察する。

調査開始の3/14は薄曇りで1025mbの高気圧が覆っていて比較的穏やかな日であった。夜半に向かって高気圧の移動と共に、気圧は低下し、翌朝6時には1013mb、調査終了時には1008.5mbまで低下し、少し小雨がぱらつく状態であった。このような状況を反映して早朝に予定されていた洗濯は、我々の調査のための付き合い程度でかなり少ない1.1m³の排水量となった。とはいえ、水道使用量の実績では、30~39 m³/月

表17 水道使用量

Time	メータの読み (m ³)	累積使用量 (L)
10:00	300.356	
12:00	300.357	1
14:40	300.394	38
16:00	300.448	92
18:00	300.567	211
19:00	300.586	230
20:00	300.608	252
22:00	300.671	315
23:00	300.917	561
24:00	300.921	565
5:00	301.055	699
6:00	301.088	732
8:00	301.181	825
10:00	301.448	1092
12:00	301.608	

であり、日当りでは1~1.3m³/日であることからほぼ平均的な排水量といえる。

② 浄化槽内における各物質の濃度について

浄化槽内における各物質の濃度を5回のスポットサンプルで推定した結果を表18に示す。有機物濃度を示すBODとCODの結果をみると、第二嫌気ろ床部ではそれぞれ143と125mg/lと高いが、第一曝気槽ではそれぞれ16と13.6mg/lと急激に減少しており、約90%がこの間で除去されていることになる。

また、ssについても、第二嫌気ろ床部で328mg/lであったものが第一曝気槽では3.6mg/lと大きく減少しているが、第二曝気槽および沈殿槽では7mg/l

まで再び増加している。

T-Nについては、嫌気ろ床部の55mgN/lから第一曝気槽の28.6mgN/lまで減少するが、それ以降の処理過程では減少していない。ただ、放流水中の硝酸性窒素のT-Nに占める割合が93%とかなり高い。

リンについては、第二嫌気ろ床部で7.3mgP/lと高いが、それ以降の処理過程では4.6~4.8mgP/lの範囲である。

表18 Kろ材浄化槽内の水質状況(mg/l)

Station	ss	BOD ₅	BOD ₅ ^{△T_U}	D-BOD ₅	COD _{Mn}	D-COD _{Mn}
A2	328±263	152±51	143±69	56±8	125±50	29±2
O1	3.6±3.5	16±18	3.8±1.3	2.7±1.6	13.6±3.3	9.1±1.4
O2	6.9±9.2	6.0±4.8	2.9±1.4	1.9±1.5	12.8±4.5	8.9±1.3
S	6.9±2.5	4.7±0.8	2.8±1.1	1.6±0.5	11.7±1.5	8.6±0.7
E	7.7±2.7	3.9±0.5	2.2±0.2	1.3±0.4	9.8±0.5	8.4±0.5

Station	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	Org-N	T-N	T-P
A2	41.4±1.3	0.01±0.01	0.09±0.08	13.2±11.5	54.7±10.5	7.32±1.91
O1	7.94±9.35	0.22±0.36	19.9±7.2	0.80±0.85	28.6±1.7	4.47±0.28
O2	2.98±6.68	0.10±0.13	23.9±4.6	1.31±1.04	28.3±2.6	4.61±0.09
S	1.23±0.63	0.05±0.01	24.8±1.2	1.05±0.14	27.1±0.6	4.67±0.08
E	0.69±0.08	0.03±0.01	25.5±0.4	1.14±0.14	27.3±0.5	4.83±0.04

③ 放流水の水質評価について

表19は、採水方法の違いによる放流水の平均水質を比較したものである。

Kろ材浄化槽は、流量変動による水質への影響がほとんどないので、スポットサンプルで求めた相加平均値と全量採水で求めた荷重平均値との間にはほとんど差は認められない。このように、使用人数に対して使用する浄化槽の容量が比較的大きい場合、特別に流量調整槽あるいは流量調整機能を持つ装置を取り付けなくとも、安定した処理水を得ることが可能である。

表19 採水方法の違いによる放流水質の比較

水質項目	スポット試料による平均値	全量採水による平均値
BOD ₅	3.9±0.5	4.0(3.2~5.1)
D-BOD ₅	2.2±0.2	1.3(0.9~1.9)
COD _{Mn}	9.8±0.5	9.9(9.1~12.8)
D-COD _{Mn}	8.4±0.5	8.4(7.6~9.4)
ss	7.7±0.7	8.0(4~10)
T-N	27.3±0.5	27.3(26.5~27.8)
NO ₃ -N	25.5±0.4	25.5(23.9~25.8)
T-P	4.83±0.04	4.84(4.58~4.86)

④ 放流水の安全性について

処理水の安全性を大腸菌群数で評価すると、1 ml当り概ね $10^2 \sim 10^3$ オーダーであり、排水基準値の3000個/mlを下回っている。終末下水処理場、例えば茨城県霞ヶ浦湖北流域下水道での最終沈殿池における上澄水中の大腸菌群数は、同じく、 $10^2 \sim 10^3$ といわれており、滅菌処理して $0 \sim 10^2$ 程度にして放流しているのが実態である。放流水中の大腸菌群数を減少させるためには、消毒槽の設置、あるいは改善を行うと共に、大腸菌群が共棲しやすいssをいかに流出させないかが浄化槽の沈殿槽構造のポイントとなる。

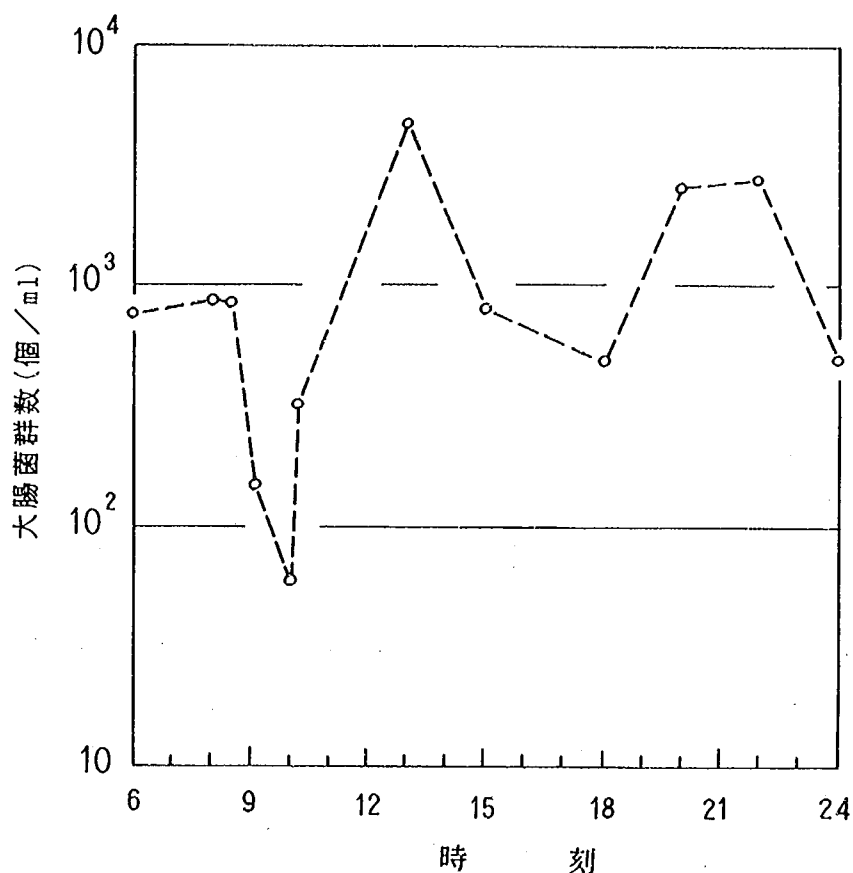


図12 Kろ材浄化槽の放流水中の
大腸菌群数の経時変化

⑤ 放流水の色・その他について

今回の調査で印象に残っていることの一つは、下水処理場からの放流水に比較すると浄化槽からの放流水の着色が著しかった点である。このため、通日調査で採取した各槽の試料について、色度分析をStandard Methodsの方法に従って実施した。試料は第二嫌気性槽、第一曝気槽、第二曝気槽、沈殿槽およびろ過槽の5検体である。測定はまづ3種類の刺激値(X、Y、Z)を求め、次式により色度座標(x、y)を求める。 $x = X / (X + Y + Z)$, $y = Y / (X + Y + Z)$ 求めたx、yの値をMacAdamの偏差楕円の図にプロットして、優勢波長(Dominant Wavelength)と吸収%(Purity)をそれぞれもとめる。色彩(Hue)は表から読み取る。この測定方法によれば、第二嫌気性槽の水の色彩は黄橙色に判定され、吸収は約23%である。同様にして第一曝気槽、第二曝気槽、沈殿槽およびろ過槽の水を測定すると、色彩については黄色から橙色の範囲で吸収は2~3%となり、見た目にはほとんど差はない。単位は異なるが、明度Lでは第二嫌気性槽が約77%であるのに対し、第一曝気槽以降は約98%程度と明るい。すなわち透明度が高いということになる。

このことは、処理時間が市販型の浄化槽よりも長いと、分解性有機物量を示すBODとある程度の難分解性有機物量も含めて計測するCODとの比は小さくなることにも関係する。Kろ材浄化槽の場合には、第二嫌気性槽ではBOD/COD=1.22であったものが、処理を経るに従って減少し、放流水では0.40となっている。第一曝気槽からろ過槽に到るまでのBOD、CODの除去率を見ると、BODでは約75%、CODでは約28%となり、生物難分解性の有機物を主体として処理水中に残留することになる。ただし、処理水の着色との関係は定かではない。

また、処理水のTOXFP(Total Organic Halogen Formation Potential、全有機ハロゲン生成能)は878 μ g/l、THMFP(Trihalo Methane Formation Potential、トリハロメタン生成能)は29 μ g/lであり、二次処理レベルの生物処理としてはかなり良好の部類に属する処理水となっている。ちなみに、データとしては一箇所のものしかないが、高度処理を行っている下水処理場の放流水のTOXFPは230 μ g/lという記録がある。汚泥を引き抜かずに槽内に保持するこの浄化槽の場合には、汚泥の自己分解に伴う難分解性有機物の生成が処理水の着色および低いCODに比して高いTOXFPの有力な原因ではないかと推察される。

表20 Kろ材浄化槽における処理水の色度とBOD/COD

採水場所	BOD	COD	BOD/COD	X	Y	Z	x	y	吸収%	明度L
第二嫌気	152	125	1.22	51.58	52.30	41.53	0.3547	0.3597	23	77.4
第一曝気	15.8	13.6	1.16	94.00	96.23	107.1	0.3162	0.3237	2	98.5
第二曝気	6.0	12.8	0.47	92.65	94.85	104.9	0.3169	0.3244	3	98.0
沈殿槽	4.7	11.7	0.40	85.92	87.99	96.77	0.3174	0.3251	3	95.2
ろ過槽	3.9	9.8	0.40	63.55	64.76	57.78	0.3415	0.3480	2	84.4

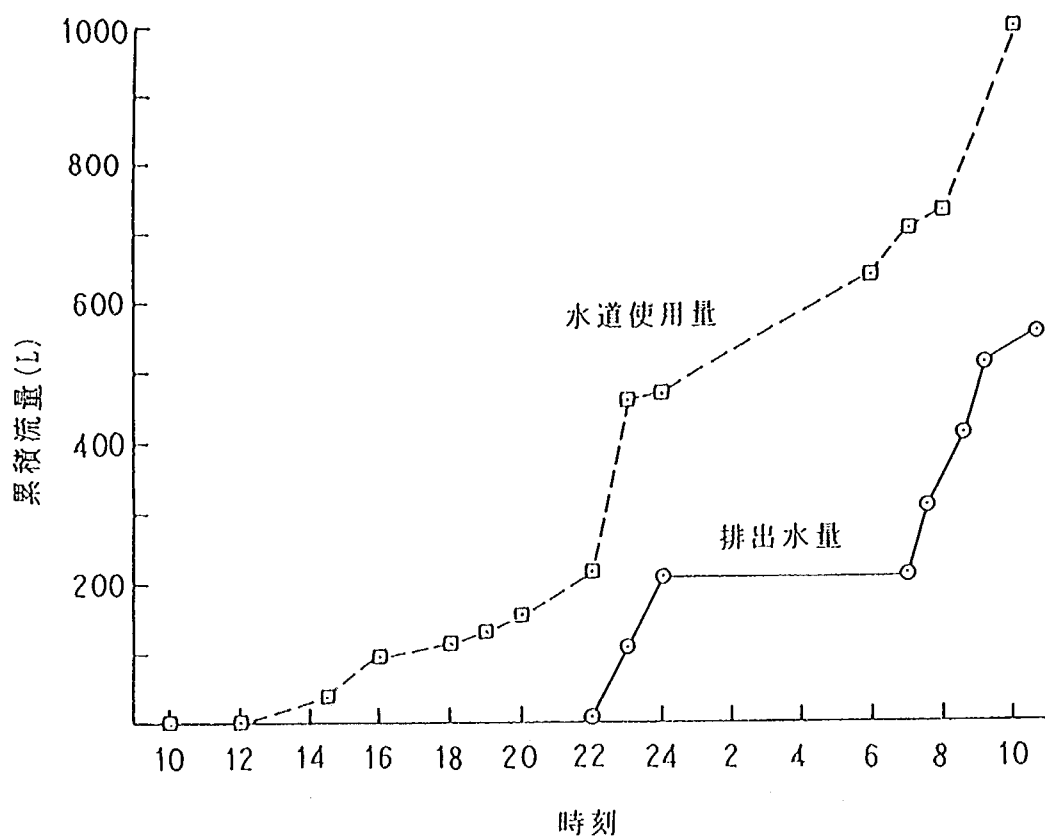


図13 水道使用量と排水量

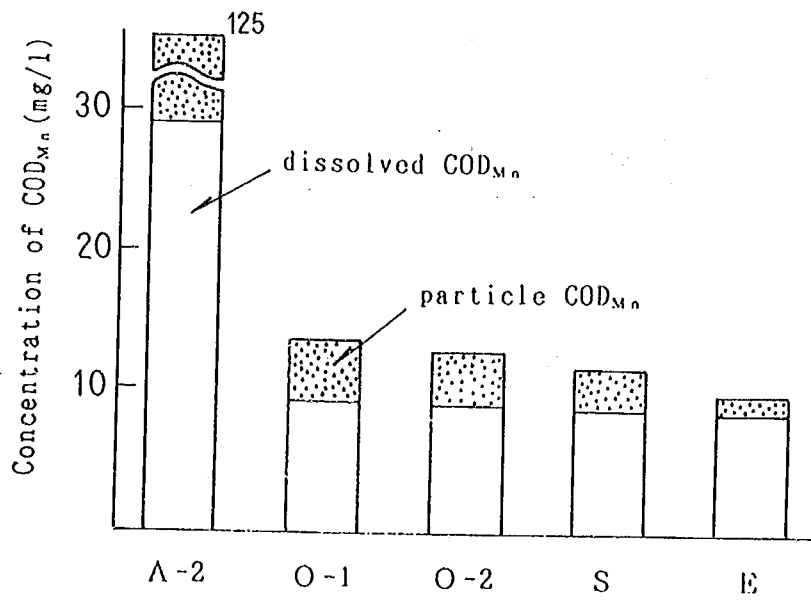
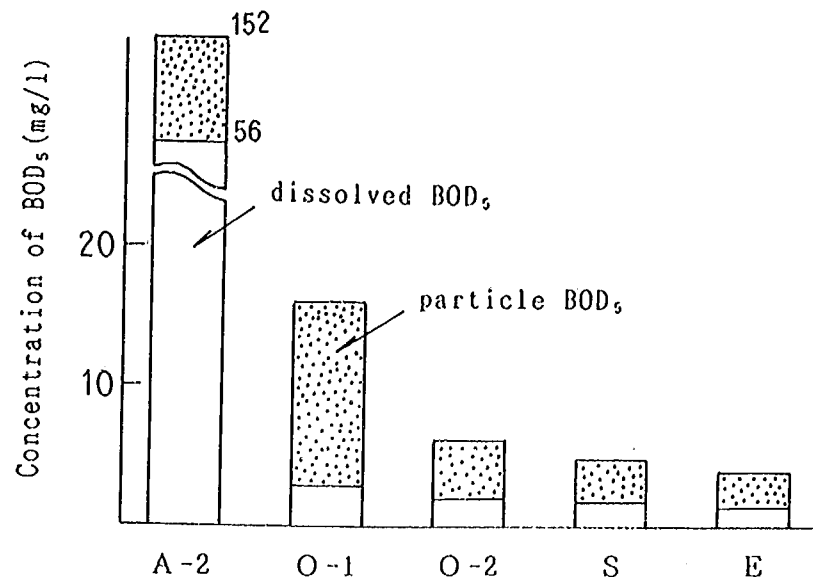


図14(a) Kろ材浄化槽内の水質状況

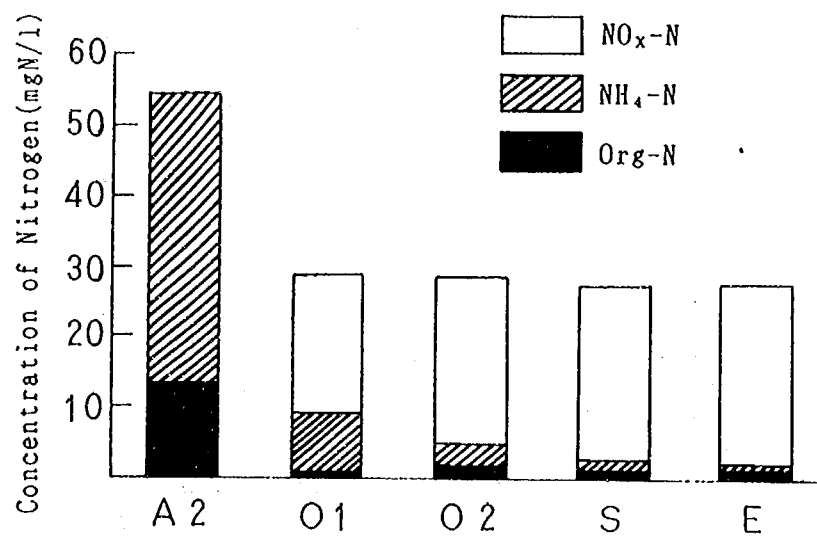
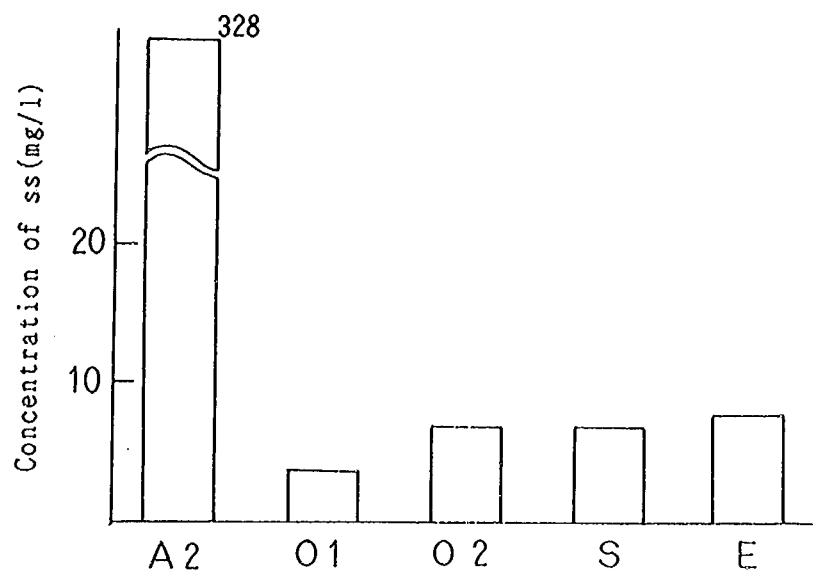


図14(b) Kろ材浄化槽内の水質状況

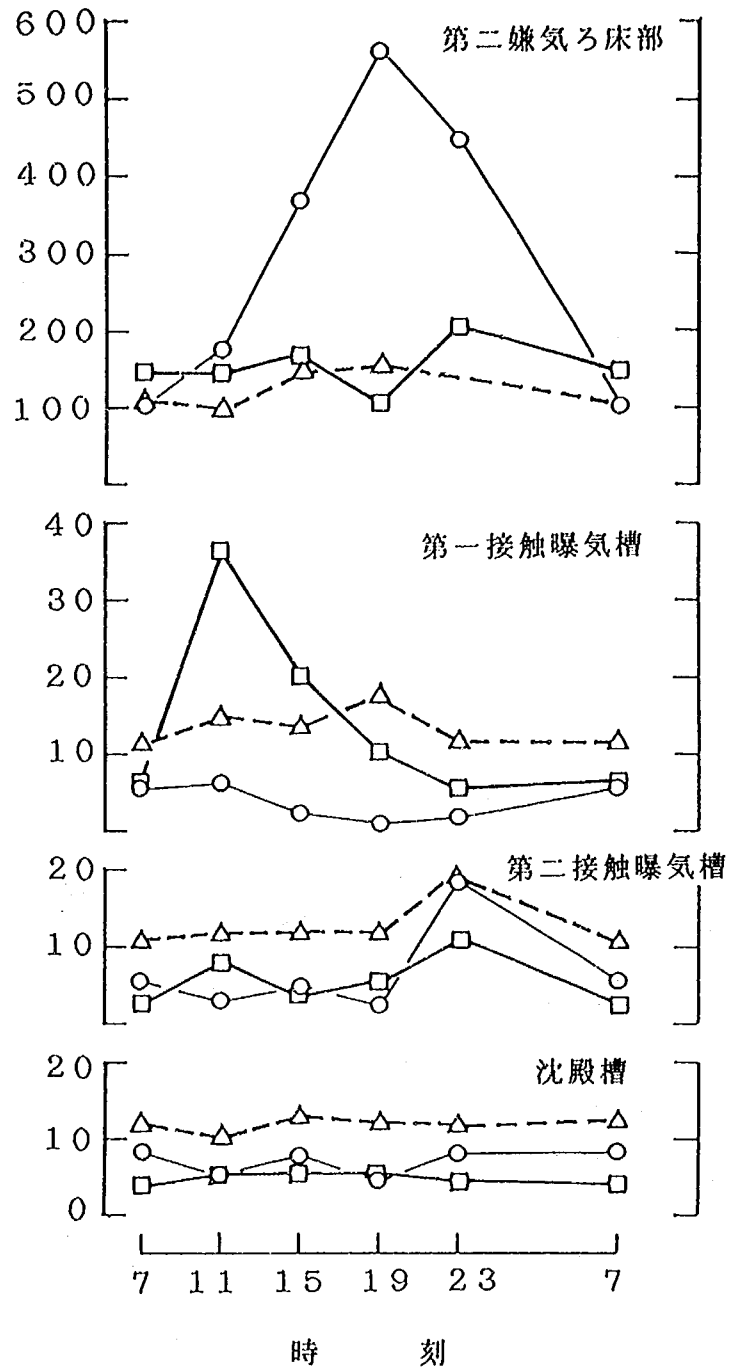


図15 各槽内での水質項目ごとの時間変動
(□印はBOD₅、△印はCOD_{Mn}、○印はSSを表す)

3.2.3 I市における合併処理浄化槽調査の結果について

I県においても、公共用水域の水質改善計画の一貫として、雑排水対策にもなるとして設置したI市の合併処理浄化槽4基について、土木研究所とともに機能調査を1990年9月5～6日にかけて実施した。

表21 調査対象家庭の家族構成

家庭	人数	人槽	構成
To	6	8	夫婦、成人4人
Ko	2	7	夫婦
Ta	4	8	老人1、夫婦、子供1
Hi	4	6	夫婦、小学生2

なお、調査方法および分析項目、分析方法については「3.1の調査の概要」と同じであり、調査結果についてのみ報告する。

1) To宅の浄化槽調査結果：

1-1) To宅の家族数は6人で、全員がサラリーマンであるので、朝は早く、夜は遅い家庭である。設置してある浄化槽は、延べ面積が153.6m²であるので、処理対象人員はn=8人となり、8人槽を設置している。また、水道使用量はかなり少なく、実績によると104/cap./dと標準的な値の50%程度となっている。これは、洗濯用水に一部井戸による地下水の使用があるものの、効率的な生活様式による面が大きい。

1-2) 各槽の水質状況

各槽の水質状況を5回のスポット試料によって調べると以下のようになっている。

水質項目	嫌気性槽	好気性槽	沈殿槽	放流水
水温	27.2	27.1	27.1	26.6
pH	7.04	7.34		
	7.26	7.61		
DO	0.9	4.5	4.5	4.5
BOD ₅	188	69.1	40.7	20.2
COD _{Mn}	76.8	41.9	32.6	22.2
SS	79.4	81.4	46.4	34.5
T-N	47.7	43.7	36.9	30.5
NH ₄ -N	31.6	17.0	16.6	15.2
NO _x -N	0.02	9.5	9.6	11.4
Org-N	16.1	17.3	10.7	3.9
T-P	3.96	4.57	3.85	3.79
orth-P	3.32	3.33	3.32	3.50
Alk	245	129	224	120

1-3) 処理状況の特徴

本浄化槽の使用開始は1989年6月20日で、汚泥引抜きを1990年9月12日に実施しているの、調査までの間約14.5ヶ月間は汚泥の引抜きはしていない状況での調査となっている。放流水のDO、BOD、CODおよびssは荷重平均でそれぞれ4.4、20.2、22.2および34.5mg/lであり、ssが比較的高い。また、BODおよびCODに対する除去率は各々89と71%である。

窒素濃度は30.5mg/lと高く、除去率は約36%であった。放流水の形態別窒素をみると、NO_x-Nが37%、NH₄-Nが50%、Org-Nが13%となっており、十分な硝化反応は起きていない。Mアルカリ度はNH₄-Nの減少に伴って減少し、嫌気性槽への流入から放流までの間に減少する両者の量の比は

$\Delta \text{Alk} / \Delta \text{NH}_4\text{N} = 7.95$ である。

2) Ko宅の浄化槽調査結果：

2-1) Ko宅の家族数は2人である。浄化槽の容量規模は、延べ面積が134.2m²であるので、処理対象人員はn=7人となり、7人槽を設置している。また、水道使用量はかなり多く、実績によると475/cap./dと標準的な値の2倍程度となっている。これは、生活様式による面が大きい。

2-2) 各槽の水質状況

各槽の水質状況を5回のスポット試料によって調べると以下のようになっている。

水質項目	嫌気性槽	好気性槽	沈殿槽	放流水
水温	26.0	25.5	25.6	25.4
pH	6.30	6.60		
	6.90	7.30		
DO	1.7	6.1	7.1	7.1
BOD ₅	126	37.4	32.4	22.1
COD _{Mn}	51.1	25.7	35.1	23.4
ss	103	44.2	53.6	36.5
T-N	25.1	21.6	21.6	19.8
NH ₄ -N	15.7	1.0	0.54	0.60
NO _x -N	0.03	15.7	16.2	16.1
Org-N	9.4	4.9	4.9	3.1
T-P	2.02	1.86	2.23	1.92
orth-P	1.45	1.45	1.71	1.43
Alk	157	68.7	71.3	66.9

2-3) 処理状況の特徴

本浄化槽の使用開始は1989年4月19日で、汚泥引抜きは実施していない。このため、調査日までの経過時間は約16.5ヶ月間ということになる。

放流水のDO、BOD、CODおよびssは荷重平均値でそれぞれ7.1、22.1、23.4および36.5mg/lであり、ssが比較的高い。また、BODおよびCODに対する除去率は各々83と54%である。窒素濃度は19.8mg/lであるが除去率は約21%と低い。しかし、放流水の形態別窒素をみるとNO_x-Nが81%、NH₄-Nが3%、Org-Nが16%となっており、硝化反応は十分に進んでいる。Mアルカリ度はNH₄-Nの減少に伴って減少し、嫌気性槽への流入から放流までの間に減少する両者の量の比は $\Delta \text{Alk} / \Delta \text{NH}_4\text{N} = 6.01$ である。

3) Ta宅の浄化槽調査結果：

3-1) Ta宅の家族数は4人である。浄化槽の容量規模は、延べ面積が170.8m²であるので、処理対象人員はn=8人となり、8人槽を設置している。また、水道使用量はかなり少なく、実績によると342/cap./dと標準的な値の150%程度となっている。これは、生活様式による面が大きい。

3-2) 各槽の水質状況

各槽の水質状況を5回のスポット試料によって調べると以下のようになっている。

水質項目	嫌気性槽	好気性槽	沈殿槽	放流水
水温	26.4	26.4	25.6	25.8
pH	6.76	7.34		
	7.34	7.64		
DO	0.7	4.4	1.2	1.9
BOD ₅	274	10.5	11.1	7.1
COD _{Mn}	162	22.8	20.7	17.9
ss	526	19.0	8.8	3.1
T-N	40.5	36.8	36.1	34.2
NH ₄ -N	24.1	29.9	31.0	31.2
NO _x -N	0.03	0.44	0.09	0.08
Org-N	16.3	6.4	5.0	2.9
T-P	6.72	3.65	3.40	3.45
orth-P	2.65	2.76	3.10	3.12
Alk	233	233	248	268

3-3) 処理状況の特徴

本浄化槽の使用開始は、1989年1月30日で、汚泥引抜きは1990年3月23日に実施している。調査日までの期間は約5.5ヶ月間である。

放流水のDO、BOD、CODおよびssは荷重平均値でそれぞれ1.9、7.1、17.9および3.1mg/lであり、ssは比較的低い。また、BODおよびCODに対する除去率は各々97と89%と高い。窒素濃度は34.2mg/lであるが除去率は約16%と低い。しかし、放流水の形態別窒素をみるとNO_x-Nが0.2%、NH₄-N

が91%、Org-Nが9%となっており、硝化反応はほとんど進んでいない。Mアルカリ度は $\text{NH}_4\text{-N}$ が増加しているのので、減少せず、嫌気性槽への流入から放流までの間に増加少する両者の量の比は $\Delta \text{Alk} / \Delta \text{NH}_4\text{N} = 4.93$ である。

4) Hi宅の浄化槽調査結果：

4-1) Hi宅の家族数は4人で、夫婦および小学生2人である。浄化槽の容量規模は、延べ面積が 113.5m^2 であるので、処理対象人員は $n = 6$ 人となり、6人槽を設置している。また、水道使用量は実績によると $218/\text{cap.}/\text{d}$ と標準的な値と同程度となっている。

4-2) 各槽の水質状況

各槽の水質状況を5回のスポット試料によって調べると以下のようにになっている。

水質項目	嫌気性槽	好気性槽	沈殿槽	放流水
水温	27.4	27.2	26.5	26.9
pH	6.24	7.40		
	7.34	7.73		
DO	1.0	2.4	2.6	0.3
BOD ₅	796	63.5	45.7	37.3
COD _{Mn}	325	61.3	44.1	38.5
ss	1530	112	39.6	34.3
T-N	42.7	41.7	38.3	36.5
NH ₄ -N	15.2	29.7	30.0	31.6
NO _x -N	0.08	0.06	0.04	0.06
Org-N	27.5	12.0	8.2	4.9
T-P	9.14	4.01	3.25	3.27
orth-P	2.63	2.58	2.69	2.69
Alk	119	208	216	216

4-3) 処理状況の特徴

本浄化槽の使用開始は、1989年5月5日で、汚泥の引抜きは1989年10月末に実施している。調査日までの経過時間は約11ヶ月間である。

放流水のDO、BOD、CODおよびssは荷重平均値でそれぞれ0.3、37.3、38.5および $34.3\text{mg}/\text{l}$ であり、DO濃度は極端に低く、他の水質項目濃度は高い。

また、BODおよびCODに対する除去率は各々95と88%高いが、これは原水濃度が非常に高濃度であるためである。窒素濃度は $19.8\text{mg}/\text{l}$ であるが除去率は約21%と低い。放流水の形態別窒素をみると $\text{NO}_x\text{-N}$ が0.2%、 $\text{NH}_4\text{-N}$ が87%、Org-Nが13%となっており、硝化反応はほとんど進んでいない。このため、Mアルカリ度は $\text{NH}_4\text{-N}$ の増加分だけ増加し、嫌気性槽への流入から放流まで

の間に増加する両者の量の比は $\Delta \text{Alk} / \Delta \text{NH}_4\text{N} = 6.14$ である。

5) I市での調査結果のまとめ

I市に設置されている合併処理浄化槽の機能調査として、スポット試料による各槽の水質状況把握と、全量採水による総排出量および荷重平均値について求めた。表22に各家庭に設置されている合併処理浄化槽の有効容量と見掛けの滞留時間および嫌気性槽と曝気槽でのBOD:N:Pバランスについて整理した。また、主な項目について、その排出負荷量原単位を表23に示す。なお、同表にはH市で実施した浄化槽調査の結果も比較のために含めた。

表22 合併処理浄化槽の有効容量、滞留時間およびBOD:N:P

家庭	排水量 m ³ /d	各槽の有効容量(m ³)滞留時間(d)				嫌気槽	好気槽
		嫌気槽	好気槽	沈殿槽	計	BOD:N:P	BOD:N:P
T o	0.60	2.861(4.8)	1.741(2.9)	0.582	5.184	48:12:1	15:10:1
K o	0.71	2.413(3.4)	1.482(2.1)	0.490	4.385	62:12:1	20:12:1
T a	1.10	2.751(2.5)	1.625(1.5)	0.547	4.923	41:6:1	3:10:1
H i	0.67	1.956(2.9)	1.206(1.8)	0.393	3.555	87:5:1	16:10:1

表23 合併処理浄化槽からの排出負荷量原単位(gr/cap./d)

家庭	人員	排水量	排水原単位	B O D	C O D	s s	T N	T P
T o	6	0.6m ³ /d	112L/cap/d	2.26	2.49	3.86	3.42	0.42
K o	2	0.71	355	7.85	8.31	13.0	7.03	0.68
T a	4	1.10	275	1.95	4.92	0.85	9.41	0.95
H i	4	0.67	167	6.23	6.43	5.73	6.10	0.55
平均値	4		227	4.57	5.54	5.86	6.49	0.65

H市の50%値		250		13	7.8	10	4.5	0.57
---------	--	-----	--	----	-----	----	-----	------

以上の結果から、H市に比べてI市の浄化槽の排出負荷量はBOD、COD、およびssともかなり少ないといえる。また、TNとTPについては若干多いが、ほぼ同程度とみなせる。

なお、本調査で気付いた点を指摘すれば以下のようなになる。

- ① 各家庭への水供給量は水道メーターによる水道使用量であり、排水量は本調査の全量採水による排出量となるが、両者の量は必ずしも一致しないのが一般的である。しかし、資料として添付してあるように、Ta(高野)宅やHi(平塚)宅の場合、その差は400Lにも達する。浴槽への貯留など水供給時刻と実際の使用時刻および排出時刻とは一致しないことは当然としても、総量はそれほど差のないものであり、両家の水使用内容を確認する必要がある。

なお、後日の聞き取り調査によって、Hi宅では以前に水道管の水漏れがあり、1989年の5月頃補修工事を行っている。このため、新たな水漏れの可能性もあり、確認の必要性がある。

- ② 浄化槽からの排出負荷量は汚水処理に伴って発生・蓄積する汚泥の影響を強く受けるので、調査した時期が共用開始あるいは、汚泥引抜き後からどの位の経過時間を経たものなのかが重要な要素となる。
- ③ To宅の場合、水道使用量が極めて少ない。家族全員が働いているこのようなケースでは一般的な量であるのか。また、地下水を洗濯時に使用しているとのことであるが、水道使用量と排出量の差70Lがこの地下水分と考えてよいのか。
- ④ 沈殿槽および放流水のDOがTa、Hi宅は特に低く、窒素の除去率が低いだけでなく、放流水中の窒素形態の90%程度はアンモニア態窒素となっているので、放流先の水環境に与える影響が心配である。特に、Ta宅では、維持管理業者の点検によると、ブローアーのフィルターが腐食しているので交換の要ありと指摘していたが、実際の空気量は十分に補給されているので、空気供給量、空気供給方式などの改善なども検討する必要があるだろう。

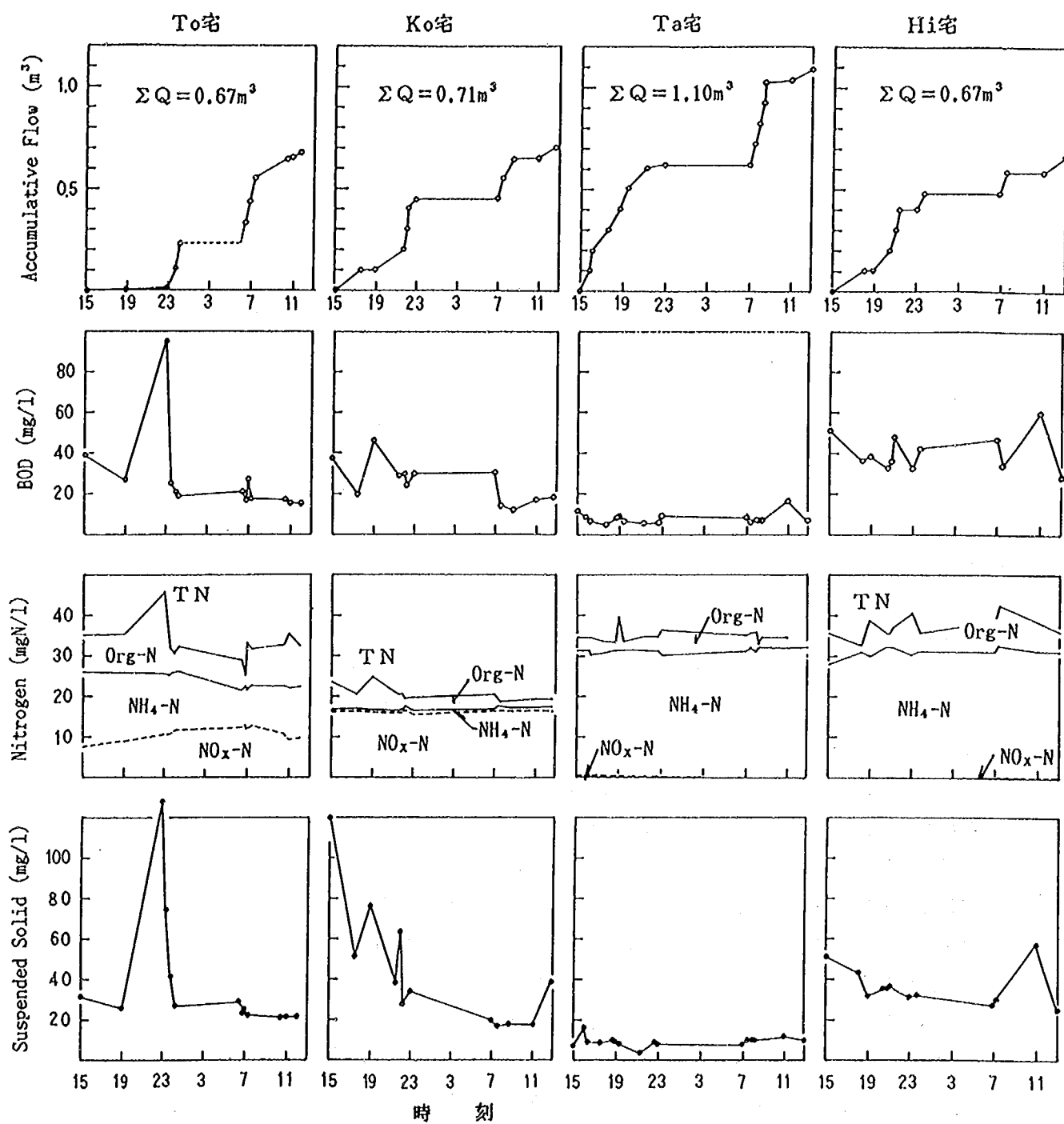


図16 I市における合併浄化槽からの放流水質の経時変化
調査時期：5～6th Sep. 1990

3.3 嫌気ろ床接触曝気方式による合併処理浄化槽の機能評価のまとめ

すでに述べてきたように、し尿と雑排水を合わせて処理できる合併処理浄化槽が戸別の住宅ごとに設置できるようになって、環境保全の立場から注目を浴び、その普及に期待がもたれている。しかしながら、この合併処理浄化槽の処理特性並びに、処理能力についての公表されたデータは極めて少なく、その実態は必ずしも明らかになっている訳ではない。また、合併処理浄化槽も汚濁源の一つであり、その排出負荷量を予め把握しておくことは、公共用水域の水質保全を考える上で必要である。

このような理由から当研究室では、1981年(昭和61)よりこの合併処理浄化槽の機能評価を行うために、実際の家庭に設置してある浄化槽を対象にして、通日調査を行い、検討してきた。調査の対象として選定した家庭は、その延べ床面積から人槽が設置されており、実際の使用者数とは関係ない。

表24 調査内容とデータ数

調査地域	調査内容	データ数
埼玉県H市	通日調査4基	34
茨城県I市	通日調査4基	4
千葉県N市	通日調査1基	1
埼玉県K市	スポット調査17基	17
岡山県	通日調査4基	4

例えば、埼玉県H市での4軒は全て建て売りのため、予め6人槽が設置されているが、実際に入居した家族の人数は2人から6人までバラバラである。茨城県I市で調査した家庭は農村地帯に位置し、家屋は比較的大きく、その延べ面積が大きいことにより家族数に比較してかなり大きな人槽を使用している場合もある。

ところで、各家庭に設置してある小型の合併処理浄化槽の処理特性あるいは、排出負荷量を評価する場合に注意しなければならないことは、排水が時間的に大きく変動し、かつ排水量の多い朝夕の時間帯と比較的排水量の少ない時間帯では放流水の水質自体も異なるので、いくつかのスポットサンプルを用いて評価することはできないという点にある。特に、浄化槽からの排出負荷量を求めるためには、人間の生活サイクル1回分を最小単位として調査する必要がある。本調査で通日調査を基本としたのは、各家庭の生活サイクルを1日としたことによる。

このため、浄化槽1基あたり1回の通日調査を実施して得られる排出負荷量の値はデータとして1個のみである。また、合併処理浄化槽を評価する場合に問題となるのは、調査対象とする浄化槽の数(サンプル数)、ランダム抽出となるような方法で調査が実施できるかどうかということである。

現実的には、どの家庭でも調査に協力してくれる訳ではないので、調査が可能な限られた家庭と、調査のための要員、経費等の制約もあり、対象とする浄化槽の数に限度があるのもやむを得ない。ここでは、排出負荷量については通日調査の結果から評価することとし、放流水の水質については表24に示すようなスポットデータも含めた(データ数60)結果から評価する。

1) 浄化槽放流水の水質および排出負荷量について

① データの統計的処理について

浄化槽からの放流水の水質あるいは排出負荷量を評価する場合、河川水を良好なレベルに維持しなければならない河川管理者の立場からは、無数に設置されるであろう浄化槽の確からしい平均的な水質と排水量、すなわち排出負荷量を把握する必要がある。一方、汚濁負荷削減の効果的な施設として普及させる立場からは、設置数の75%程度は設定した処理水質(放流水質)の基準をクリアーできるよう、安全性を見込んで評価する必要がある。このような場合、一般的な評価法はないが、非超過確率の75%値を目安にして評価することとした。

ここでは、確からしい平均水質を求めるために、データ数60の値が正規分布と大差のないt分布を示すものと仮定し、生データ(x)と対数変換したデータ($\log x$)を用いて算出した。また、処理施設として評価する立場から、非超過確率における50%値と75%値をヘイズンプロットによる図解法から求めた。

② 放流水のBODについて

BOD、CODなどの主な水質項目について、データ数60の統計的処理による計算結果を表25に示す。

合併処理浄化槽から放流される処理水のBOD₅は生データの結果から、平均濃度が30.9mg/l、平均排水量304L/人/日より平均排出負荷量は9.4g/人/日である。しかしながら、分散が小さく、より正規分布になることから対数変換した値を用いた結果を採用すると、平均濃度は22.4mg/l、平均排水量は275L/人/日となる。また、発生負荷量については7.8gr/人/日となる。家庭での発生負荷量を40g/人/日とすれば、BODの除去率は約80%となる。

また、放流水のBODが20mg/l以下である確率を図17の非超過確率図から読み取ると、約46%であり、30%の浄化槽は20~45mg/l以上を、25%の浄化槽は45mg/l以上の処理水を放流していることになる。

浄化槽の処理能力を下水処理場並みとして20mg/l以下が確保できるのであれば、使用条件等の違いを考慮しても75%程度はカバーしなければならないと考えられる。下水処理場の放流水質と比較してみる。比較対象とする下水処理場として、処理条件のあまり良くない、即ち流入負荷の高い下水処理場(BOD-ss負荷 ≥ 0.4 、水理的滞留時間 < 6 時間)での全国平均は処理水BODが12mg/lであり、BOD排出負荷量に換算すると3gr/cap./dに相当する。すなわち合併処理浄化槽からの排出負荷量は下水処理場からの排出負荷量の約3倍以上にもなっている。

BOD 20mg/l以下を確保することができないので、最近BOD₅の代わりに、硝化反応を抑制したBOD₅^{^TU}を用いるべきだとの論調もある。たしかに、放流水の平均BOD₅^{^TU}は通日調査の結果では12.3mg/l、スポットサンプルも含めた結果では14.0mg/lであり、非超過確率からみれば約85%は20mg/l以下となる。

しかしながら、放流先の水域において酸素消費を問題とする河川管理の立場

からは、酸素消費が有機物分解によるものであるか硝化によるものであるかの区別は重要でなく、排水そのものの酸素消費ポテンシャルが重要であることも事実である。特に、放流先が自流の少ない河川のような場合は、放流水が河水によって希釈されるから硝化による酸素消費は問題がないというような前提は置くべきではない。

③ 放流水のCODについて

CODもBOD同様、有機物量を表す指標の1つであるが、有機物濃度が低い場合には、 $COD \approx BOD$ となるが、高濃度になると $BOD \approx 2 \times COD$ のような関係が認められる。通日調査の結果によれば、平均濃度は23.7mg/l、平均排出負荷量は7.2g/人/日となり、BODに比べ約70%の値である。また、スポットサンプルも含めた結果では、平均濃度は19.8mg/lとなった。なお、非超過確率の結果からみると、7mg/l程度が処理の限界で、HRTの長いKろ材浄化槽においてもその放流水質は 9.8 ± 0.5 mg/lであった。ただし、この場合のCODは、BODの低さや処理過程でのCOD除去率を見ても生物難分解の有機物が主体となっている。

④ 放流水の窒素について

通日調査の結果から、放流水中のT-Nの平均濃度は22.4mgN/l、排出負荷量は6.45g/人/日であった。なお、スポットサンプルを含めた結果では25.3mg/lと若干高い。NH₄-Nの平均濃度は通日調査で13.1mg/l、スポットサンプルを含めた結果では13.4mg/lとほぼ同じ結果となった。T-Nに占めるNH₄-Nの割合は約55% (58.5, 53.0)であるが、浄化槽によっては全く硝化の進んでいないもの、曝気槽では減少したNH₄-Nが沈殿槽で再び増加している例もかなり多くあった。

⑤ T-Pについて

T-Pの平均濃度は通日調査の結果から2.46mgP/l、スポットサンプルを含めた結果では3.02mgP/lであった。排出負荷量は通日調査の結果から0.7g/人/日である。なお、放流水中のリンは約95%がオルトリン酸態リンである。

表25 合併処理浄化槽放流水の水質および排出負荷量の調査結果

項目	データ数 (N)	t 分布による		累積度数分布による		非超過確率による	
		生データ(x)	対数変換(log x)	50% 値	75% 値	50% 値	75% 値
BOD ₅ 濃度	60	30.9±6.5	22.4±0.6	21.0	46.0	22.4	44.2
BOD ₅ 排出量	23	10.8±4.3	7.8±1.0	8.7	13.9	7.2	13.8
BOD ₅ ^{ATU} 濃度	44	14.0±5.7	9.3±1.5	8.4	14.3	9.1	15.1
BOD ₅ ^{ATU} 排出量	15	4.7±3.4	3.0±1.5	2.6	4.5	3.1	5.2
COD _{Mn} 濃度	52	22.2±2.8	20.0±0.5	21.0	32.0	21.4	34.3
COD _{Mn} 排出量	23	7.2±1.8	6.1±0.8	6.6	8.6	5.9	9.2
T-N濃度	60	25.3±3.4	22.4±0.4	23.0	31.0	22.4	32.7
T-N排出量	23	6.5±1.5	5.8±0.7	5.5	7.4	5.8	7.9
T-P濃度	60	3.0±0.4	2.7±0.4	2.65	3.60	2.72	3.85
T-P排出量	23	0.71±0.18	0.64±0.68	0.57	0.68	0.62	0.77
NH ₄ -N濃度	60	13.4±2.4	9.8±0.7	11.9	16.3	11.9	18.8
NH ₄ -N排出量	23	3.6±1.0	2.8±1.1	3.1	4.5	3.2	4.7
排出水量	23	304±68	275±1			265	347

但し、濃度はmg/l、排出量はgr/人/日および排出水量はL/人/日の単位である。

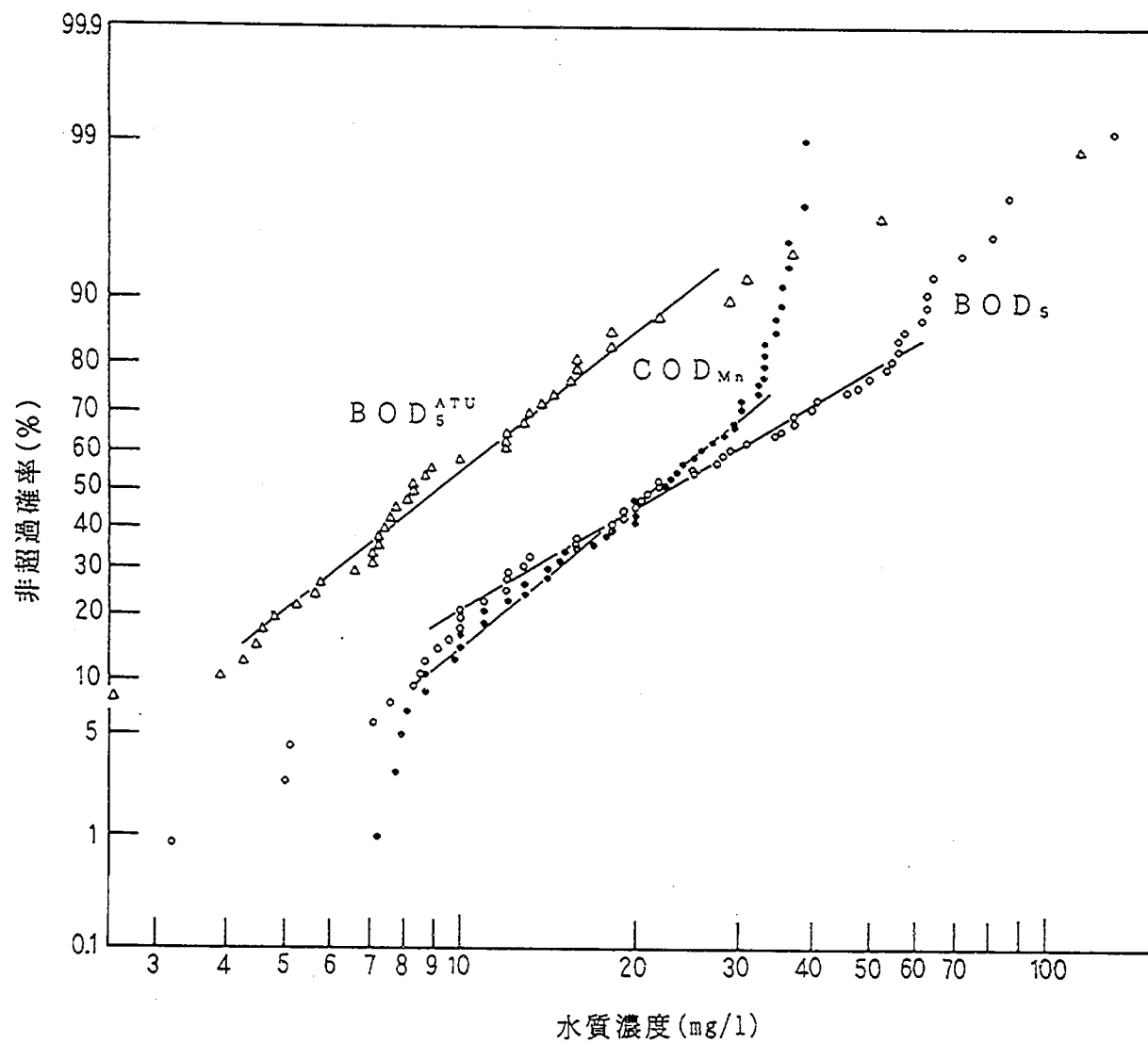


図17(a) Hazen plotによる合併浄化槽からの
放流水質の非超過確率

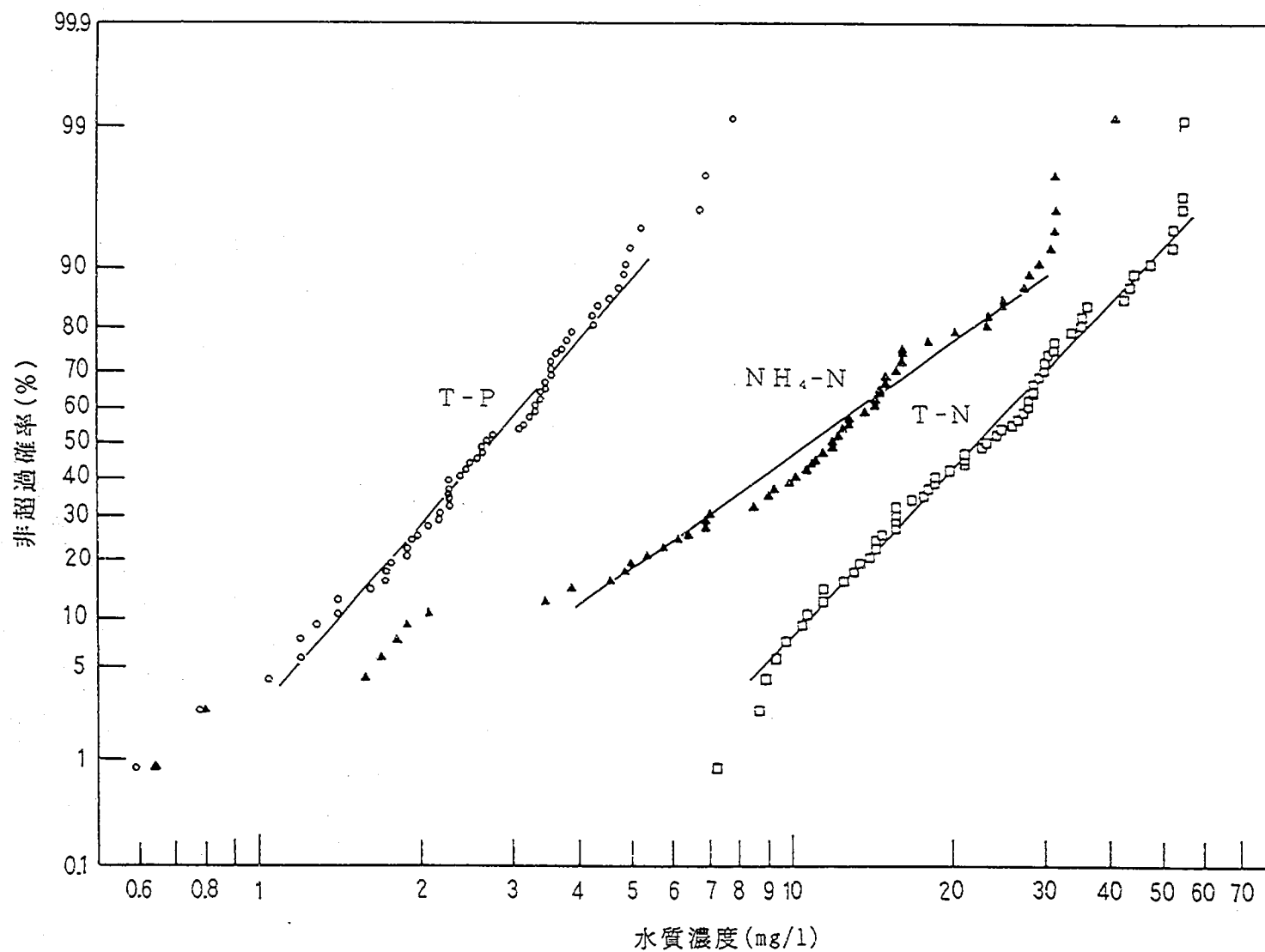


図17(b) Hazen plotによる合併浄化槽からの
放流水質の非超過確率

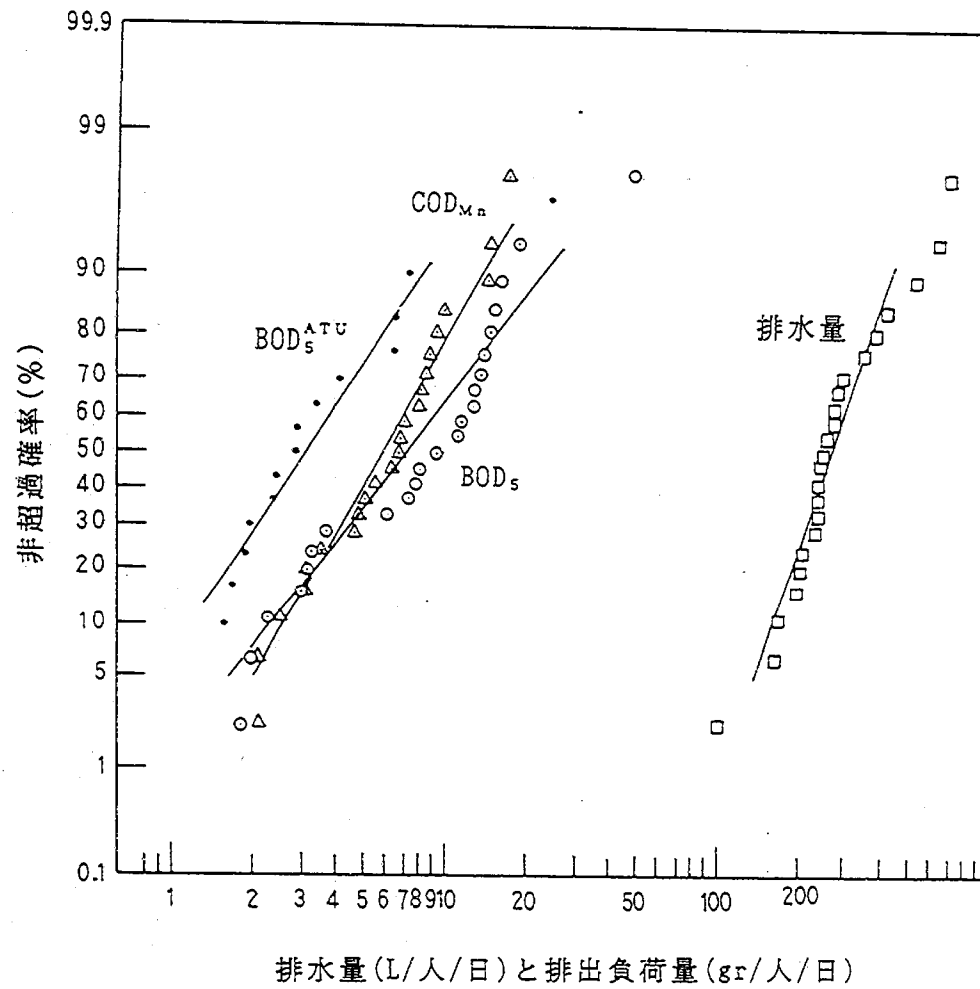


図18(a) Hazen plotによる合併浄化槽からの
排出負荷量の非超過確率

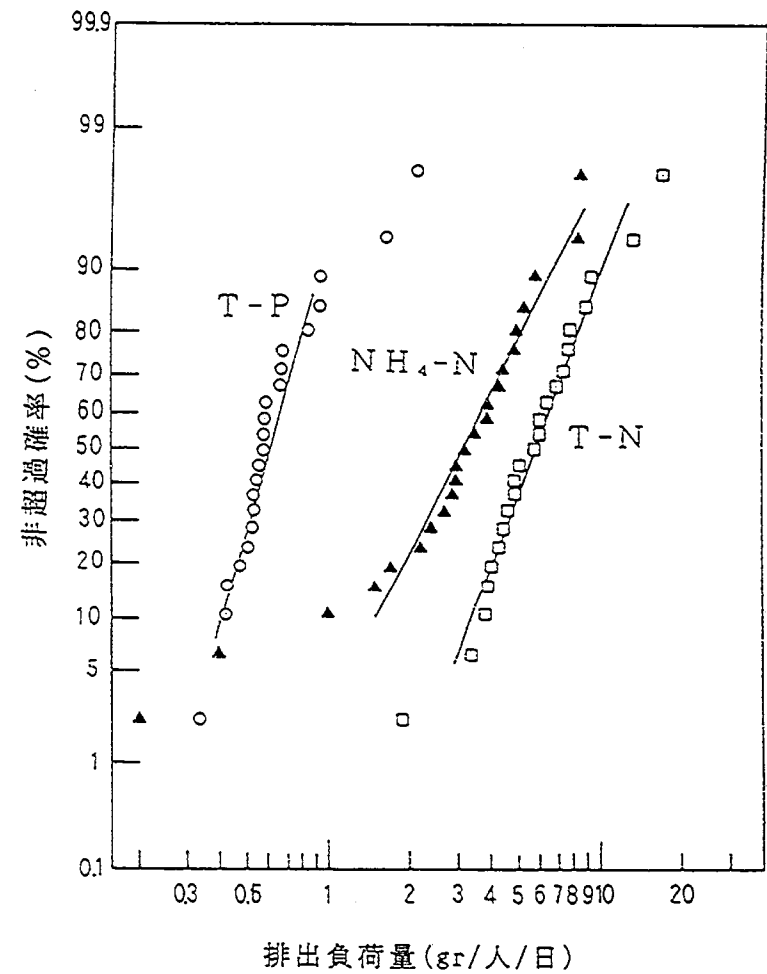


図18(b) Hazen plotによる合併浄化槽からの
排出負荷量の非超過確率

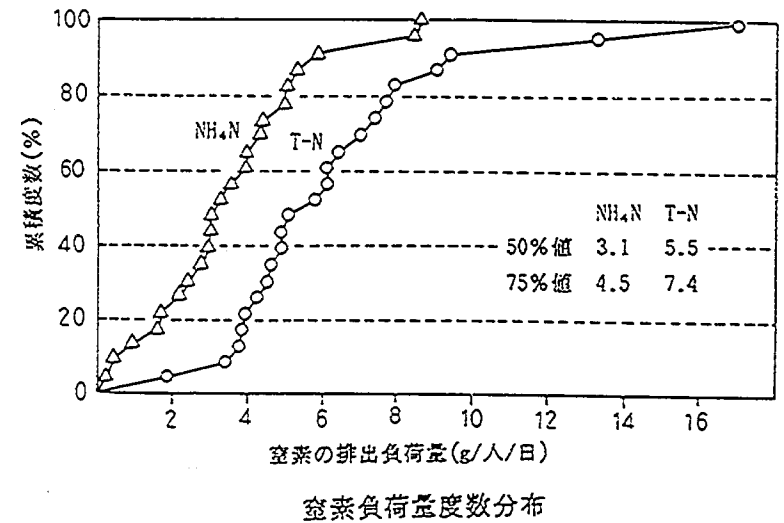
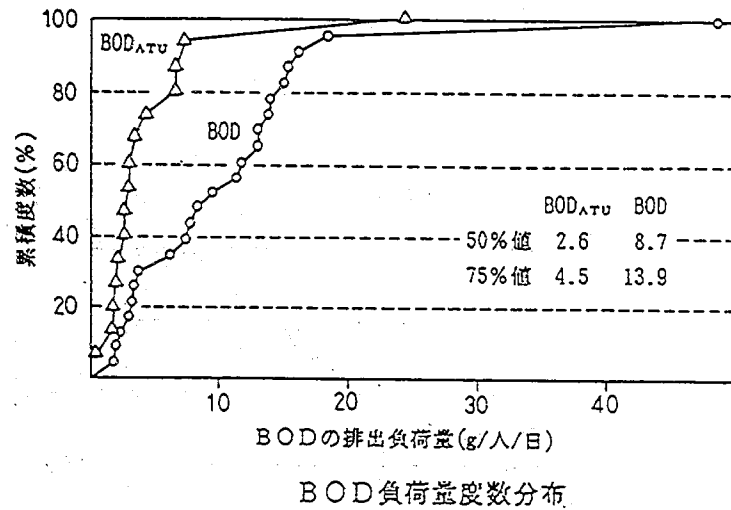
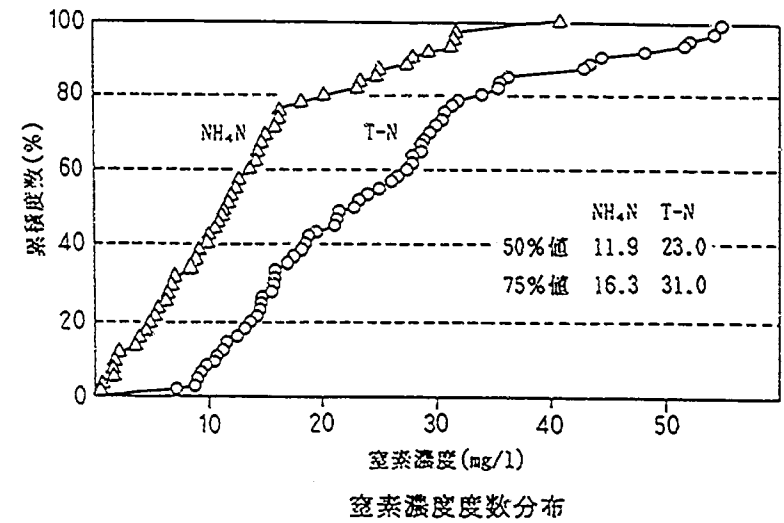
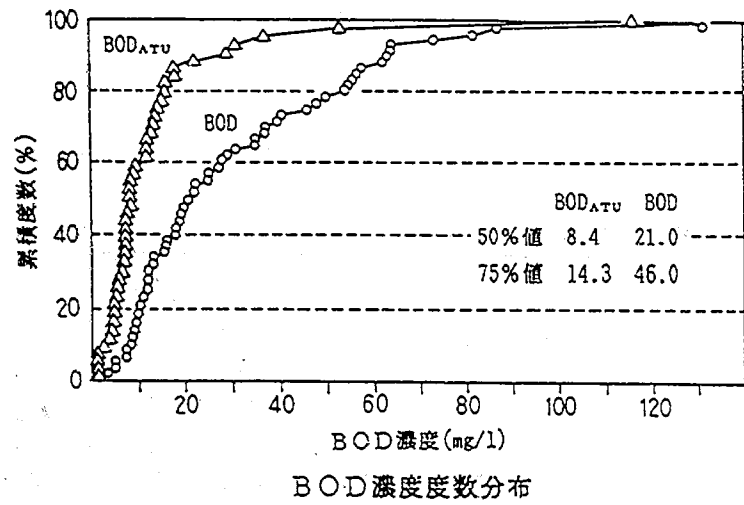


図19-1 BODおよび窒素の濃度と負荷量の累積度数分布

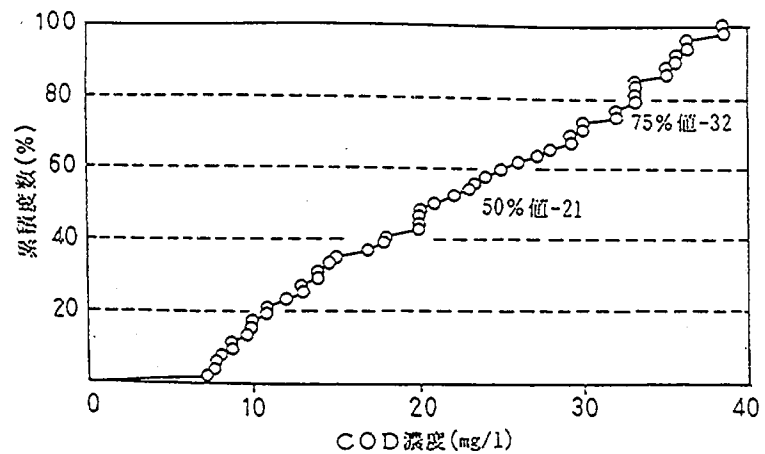


図 COD濃度度数分布

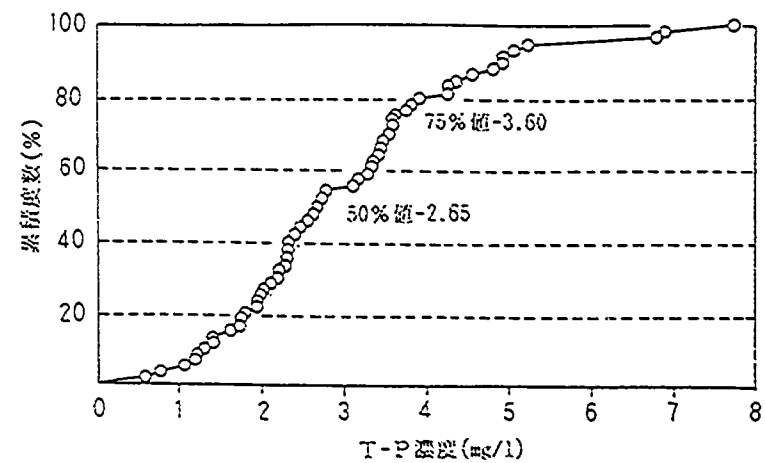


図 リン濃度度数分布

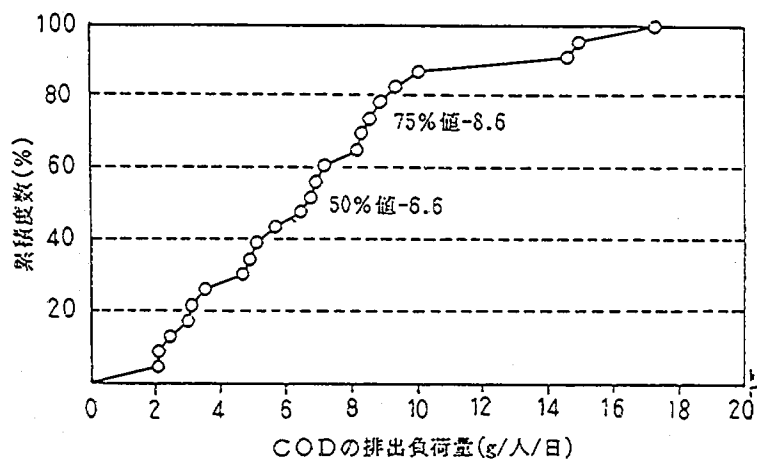


図 COD負荷量度数分布

図19-2 CODおよびリンの濃度と負荷量の累積度数分布

2) 浄化槽の必要な容量について

浄化槽の必要な容量を決める場合には、沈殿による汚泥の蓄積および嫌気性処理に必要な滞留時間を確保した嫌気槽の容量と、生物による酸化処理に必要な水理的滞留時間を考慮した曝気槽の容量、さらに沈殿槽にあっては底部堆積汚泥の巻き上げが流量増大時に生じないように構造と容量が考慮されなければならない。有機物負荷を生物酸化

することによって、減少させる曝気槽について、その水理的滞留時間 (HRT) と放流水の BOD_5 、 BOD_5^{TU} および NH_4-N の TN に占める割合を図20に示す。図中のHRTは、曝気槽の有効容量と1日の実測流量から求めたもので、短絡流や死水域の影響などは考慮していない。

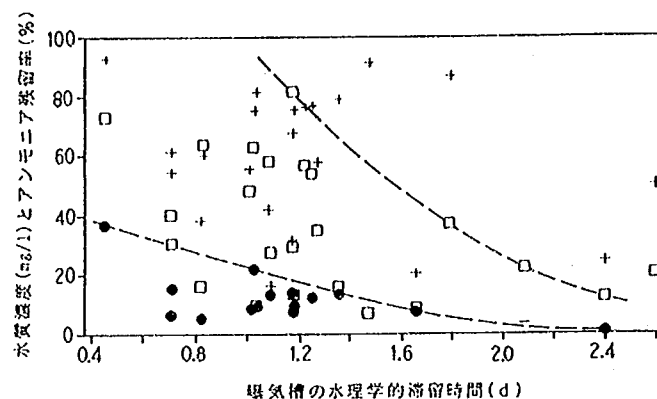


図20 曝気槽の水理的滞留時間と有機物濃度
およびアンモニア残留率との関係
(□: BOD_5 , ●: BOD_5^{TU} , +: NH_4-N/TN)

データのバラツキはあるものの、 BOD_5 を20mg/l程度にする

ためにはHRTを現行の倍の2日間程度は確保しなければならない。

3) 浄化槽の構造について

すでにみてきたように、朝夕の時間帯では排水量が多く、処理水の水質もかなり悪化する。このような現象は、汚泥からの溶出や汚泥の巻き上げと洗い出し現象によるものであるから、浄化槽の必要な容量の確保と共に、汚泥が処理水質に影響を与えないような構造に改める必要がある。

特に、嫌気槽に接触材を充填する場合には、汚泥による目詰まりや汚泥蓄積による有効容量の減少により嫌気処理が不十分になるなどの指摘が従来からされている。このため、Kろ材浄化槽のように、嫌気槽の前段に接触材を充填しない沈殿分離槽を連結させることが望ましい。こうした場合の沈殿分離槽の機能としては、時間変動を伴う流入有機物負荷量と流入水量に対する緩衝作用として働き、後段の嫌気-好気処理槽への負荷軽減にも役立つ。

4) 栄養塩類の排出負荷量について

浄化槽からの窒素とリンの平均濃度はそれぞれ22.4mgN/lと2.7mgP/lである。湖沼の富栄養化限界濃度は窒素が0.2mgN/l、リンが0.015mgP/lといわれており、浄化槽からの放流水の濃度はこれらの値の窒素で約100倍、リンで180倍である。浄化槽の処理水が放流先として湖沼のような富栄養化しやすい水域であれば、その設置の数が多いことも考慮すると、浄化槽自体での栄養塩類除去が必要となる。

5) 窒素除去の現状

汚水中の汚濁物質は、浄化槽に流入してから流出するまでの間に嫌気性条件と好気性条件に置かれ、それぞれの条件のもとで生物学的処理を受ける。窒素化合物は、一般に嫌気性条件下で有機態窒素が加水分解という脱アミノ反応によりアンモニア態窒素に変化し、曝気槽での好気性条件下で硝化反応により亜硝酸態窒素あるいは硝酸態窒素にまで酸化される。そしてその一部は脱窒されて窒素ガスとなり大気に放出される。浄化槽への窒素流入量と浄化槽からの排出量とをその除去率で比較すると、3つのパターンに分類される。

- 1) 窒素除去率は10%以下で、放流水の窒素形態は $\text{NH}_4\text{-N}$ が主体である。
- 2) 窒素除去率は20%程度で、放流水の窒素形態は $\text{NO}_x\text{-N}$ が主体である。
- 3) 窒素除去率は40%程度で、放流水の窒素形態は $\text{NO}_x\text{-N}$ が主体である。

実際の処理状況はこれらの分類にぴったりとあてはまるものではなく、その中間にあるものがほとんどで、浄化槽の窒素除去機構を理解しやすくするために便宜的に分類したものである。1)のようなパターンは比較的多くみられ、Mアルカリ度の増加によっても確認できる。このような硝化反応の進まない原因としては、曝気槽での空気供給量不足、槽全体に空気が供給できない曝気方式の採用、汚泥引抜きがなされないためによる目詰りと、汚泥からの $\text{NH}_4\text{-N}$ の回帰などがある。

2)のようなパターンも比較的多くみられ、硝化反応が進んでいるのでMアルカリ度は減少する。しかし、好気性条件が維持される曝気槽では脱窒速度は遅く、窒素除去率としては低い。3)のようなパターンは比較的少ないが、Kろ材浄化槽などはこのパターンの典型である。市販型浄化槽でも曝気槽での硝化反応が十分に進んでいるケースでは、第二嫌気性槽の上部と好気性槽の上部の連結部分でかなりの窒素が除去されている。すなわち、硝化された曝気槽の処理水が第二嫌気性槽上部に返流され、嫌気性条件のもとで脱窒されるためである。

1)および2)のケースでは、窒素の形態変化に伴うMアルカリ度の挙動については特に注目しておく必要がある。

- a) 有機態窒素の加水分解による $\text{NH}_4\text{-N}$ の生成： $\Delta \text{Alk} / \Delta \text{NH}_4\text{N} = 3.57$ 増加
- b) 硝化反応による $\text{NH}_4\text{-N}$ の減少： $\Delta \text{Alk} / \Delta \text{NH}_4\text{N} = 7.14$ 減少
- c) 脱窒反応による $\text{NO}_x\text{-N}$ の減少： $\Delta \text{Alk} / \Delta \text{NH}_4\text{N} = 3.57$ 増加
- d) 菌体生成によるAlkの消費：

図21にH市の調査で得られた浄化槽での流入と流出の間における、処理水中の $\text{NH}_4\text{-N}$ の減少量とMアルカリ度の減少量との関係を示す。両者の関係は $\Delta \text{Alk} / \Delta \text{NH}_4\text{N} = 4.4$ となり、上記の各反応が複雑に進んでいることをしめしている。

6) 窒素除去の可能性について

市販されている合併処理浄化槽を用いた技術的経済的な窒素除去方法は、生物化学的反応である生物脱窒を利用することである。すなわち、浄化槽の後段

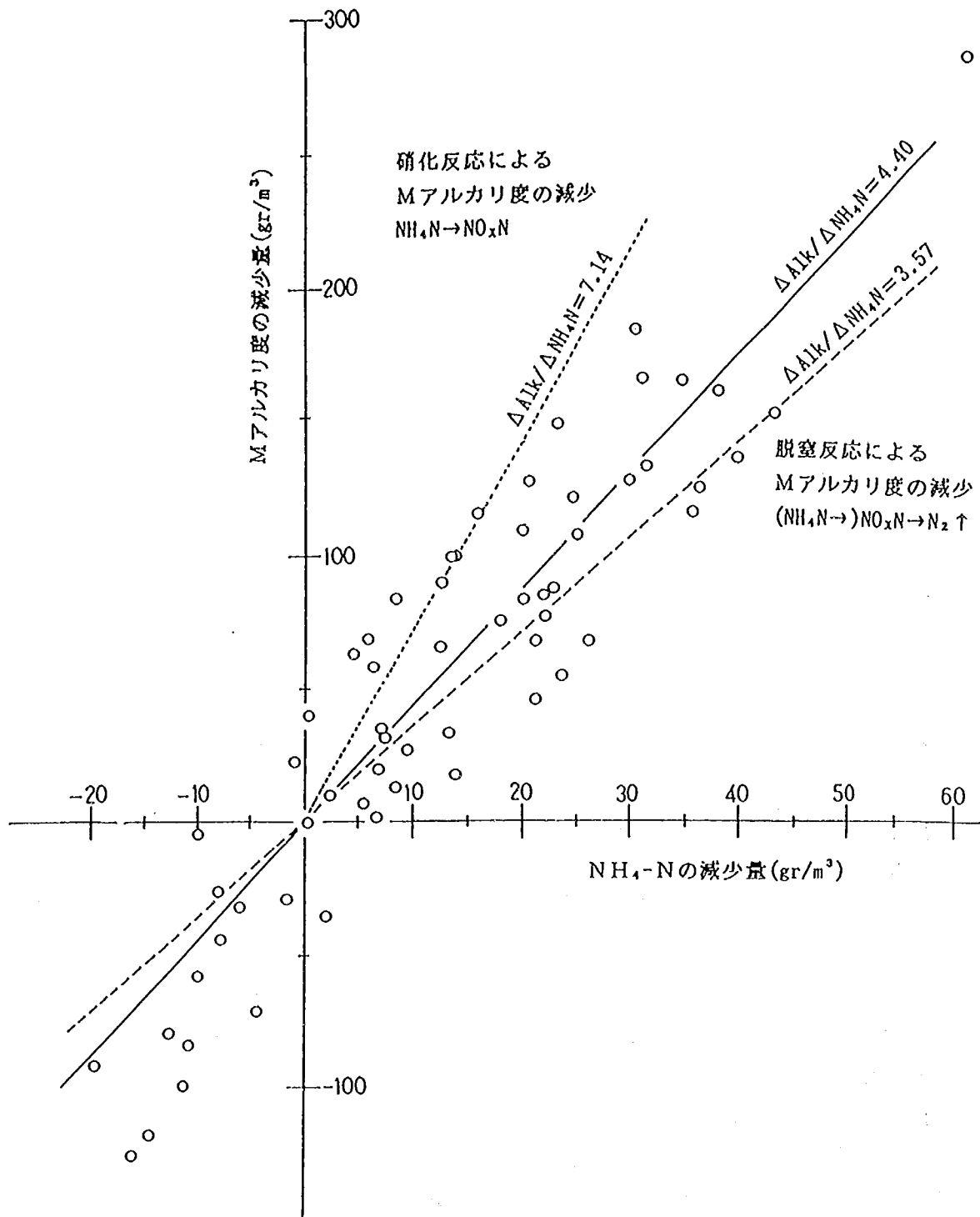


図21 嫌気ろ床部での流入と流出の間における処理水中の
 $\text{NH}_4\text{-N}$ の減少量とMアルカリ度の減少量との関係

に配置されてある接触曝気槽で十分に硝化し、ほとんどの窒素化合物を硝酸態窒素に酸化し、硝化槽の前段に配置されている嫌気性槽に返送することにより、流入水中の有機炭素の存在、嫌気性条件での脱窒菌の働きなどにより、硝酸態窒素を窒素ガスに還元するのである。しかしながら、市販されている合併処理浄化槽は容量が小さいために、浄化槽の後段に配置されてある接触曝気槽でも処理されない有機物がかなり残存しており、窒素も約50%はアンモニア態窒素の形をしている。このように各処理槽での浄化機能が十分に発揮されない状態で処理水を循環しても、効率的な窒素除去は期待できないことになる。ここでは脱窒反応を進めるために必要な各処理槽での運転条件を検討する。

イ) 硝化を進めるための条件：

窒素化合物を脱窒によって除去するためには硝酸態窒素あるいは亜硝酸態窒素にあらはじめ酸化しておくことが必要である。接触曝気槽のこの硝化反応は有機物が阻害物質として働き、一般に認められている溶解性BOD(D-BOD)を5mg/l以下まで減少させることが必要である。いま、嫌気性槽から接触曝気槽に持込まれるD-BODが100mg/lと仮定した場合、接触曝気槽での必要な処理時間は約15時間($C_t = C_0 \exp(-kt)$ とし、 $C_0 = 100$, $C_t = 5$, $k = 0.2$ 1/hr)程度となる。実際に必要な処理時間は、この15時間に硝化を進めるのに必要な時間を加えたものになる。硝化を進めるのに必要な時間は、1～1.5mg/l・hr(at 20℃)であるので $\text{NH}_4\text{-N}$ が30mgN/lとすれば20～30時間ということになる。勿論、曝気槽の水理学的滞留時間が短すぎると硝化菌の流出が起これ、十分な硝化が起きないことや、硝化反応に伴いアルカリが消費されるので、嫌気性槽から接触曝気槽に持込まれるアルカリ量も硝化反応の制限因子になる可能性がある。

ロ) 脱窒反応を進めるための条件：

処理水中の窒素を $\text{NO}_x\text{-N}$ まで酸化したならば嫌気性槽に返送する訳であるが、ここで表のように、嫌気性槽の脱窒条件を整えることが必要になる。脱窒反応においては、硝化反応とは異なり、その反応に有機炭素が必要で、 $\text{NO}_x\text{-N}$ 1に対してBODは3.3～4.5が要求される。市販されている嫌気ろ床接触曝気式浄化槽とKろ材浄化槽の嫌気性槽の水質状況をみると、表27のように、共に有機炭素の量、アルカリ度の面でも脱窒条件は十分満足している。このため、処理水を嫌気性槽に返送する循環法の採用は、適切な循環率の設定と経費の面がクリアできれば十分可能な方法である。なお、Kろ材浄化槽での運転実績によれば、500円/月の運転経費で窒素除去を70～75%程度にすることが可能となっている。

表26 硝化・脱窒のための条件

(硝化過程を進める条件)

- * $\text{NH}_4\text{-N}$ の存在
- * 硝化菌の存在
- * D-BODで5mg/l程度以下
- * pHは7～7.5が最適
- * アルカリ度の補給

(脱窒過程を進める条件)

- * $\text{NO}_x\text{-N}$ の存在
- * 脱窒菌の存在
- * 有機炭素(BOD)の存在
- (必要量： $\text{BOD}_5/\text{NO}_x\text{N} = 3.3 \sim 4.5$)
- * pHは7～8が最適

表27 認定浄化槽とKろ材浄化槽での脱窒条件

	認定浄化槽		Kろ材浄化槽	
嫌気性槽	BOD=240	D-BOD=130	BOD=152	BOD=143
	pH=6~7.6	Alk=174	pH=6~7.6	Alk=260
好気性槽	D-BOD=14	NO _x -N=2.4	D-BOD=1.3	NO _x -N=25.5
	pH=7.4	Alk=110	pH=6.5~7.1	Alk=11

7) リン除去の可能性について

リンの除去方法には、鉄塩やアルミニウム塩などの薬品を注入して除去する物理化学的方法と生物の吸着・脱着機構を利用した生物脱リンの方法がある。前者は薬品の注入技術とリン反応物の回収技術が必要であり、薬品代など経費の面からも分散した浄化槽の設置状況では不可能に近いといえる。ただ、低廉で吸着効率の良い吸着剤が開発され、容易に交換あるいは補足ができればリン除去の可能性はある。また、人口密度の極めて低い地域では、浄化槽の放流水を土壌処理することも可能であり、農業生産活動に積極的に組み込むこともできる。

後者の生物脱リンの基本的なメカニズムは好気的条件下でリンを生物に吸着させ、嫌気的条件下で脱着させるもので、脱着したリンを常時系外に出さなければリンの本質的除去は行えない。例えば、通常の維持管理による場合、曝気槽で発生した汚泥を全て嫌気性槽に返送し、嫌気性槽での流入原水中の有機物も含めた汚泥転換率を20%と仮定すると、嫌気性槽からの汚泥引抜きによって期待されるリン除去率は20%しかないことになる。このようなことから、ある程度の処理水を集めて処理する集合処理方式においては可能であっても、戸別の浄化槽であっては経済的にも、技術的にも難しいといえる。

8) 処理水の安全性について

合併処理浄化槽が設置されているH団地の放流水とKろ材浄化槽からの放流水についてそれぞれ大腸菌群を測定した結果、H団地の放流水では1ml当り $10^3 \sim 10^4$ のオーダーを示し、特に朝夕の流量の多い時間帯では 2×10^4 程度まで増加していた。一方、消毒槽が設置されていないKろ材浄化槽からの放流水については、ほとんどの時間帯で $10^2 \sim 10^3$ 個/mlで排水基準以下であった。H団地の場合、各浄化槽に消毒槽が設置されているにもかかわらず大腸菌群数が高いのは、消毒剤の溶解速度が遅いこと、消毒槽の容量が小さく消毒剤との接触時間の不足によること、あるいは大腸菌群が付着したS.Sの流出などの原因が考えられる。下水処理場でも最終沈殿池での固液分離が十分に行われるならば、消毒を行わなくとも処理水中の大腸菌群数は $10^2 \sim 10^3$ 個/ml程度のレベルまで低下している。浄化槽の場合、消毒剤との接触を効率良く行う構造と必要な

容量、 s s に付着しやすいので s s の流出防止などに工夫が必要である。

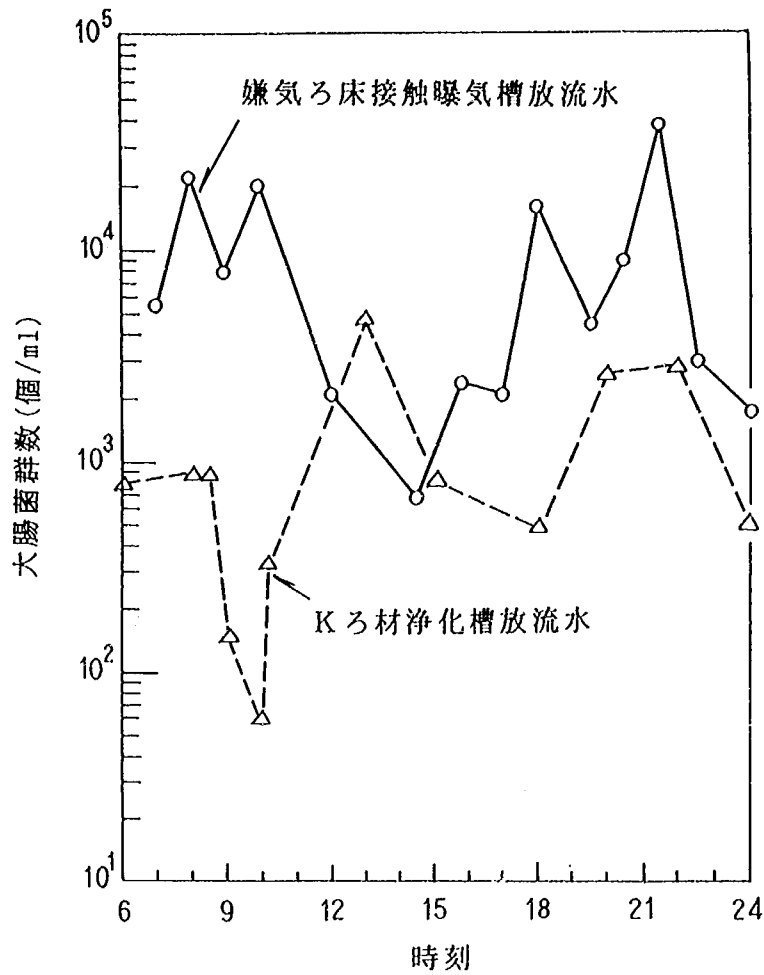


図22 浄化槽放流水中の大腸菌群数の経時変化

9) 浄化槽放流水の水質評価方法について

時間最大流入量を日平均流入量で除して得られるピーク係数は、使用人数が少ないほど大きくなり、流量変動はそれだけ大きくなるということである。

そしてまた、流量変動の影響を直接受ける朝夕では浄化槽容量の小さなものほど水質も悪化する。このため、処理性能を処理水質の平均値で評価する場合、放流水の全量をもとに算出した荷重平均値とスポットサンプルをもとにした相加平均値とではほとんどの場合一致することではなく、後者は前者の70%程度となる。この割合は午前7時から夜中の24時までの5回のスポットサンプルによる結果から求めたものであって、夜中の24時から明け方の排出がない時間帯は含まれていない。

4 浄化機能に関する基礎調査

4.1 基礎調査の検討課題について

実際の家庭に設置されている合併処理浄化槽の調査を通じて、浄化槽の浄化機能に影響する要因にはどのようなものがあるのか疑問が生じた。例えば、①浄化槽への流入する汚水の状態(質、量、時間変動、水温など水処理に係わる情報)は？ ②浄化槽の有効容量、構造、処理形式は？ ③すなわち、槽内での滞留時間は？ ④発生する汚泥の処理処分の方法、汚泥の引抜き間隔は？ ⑤充填材の有無とその種類は？ ⑥曝気用ポンプのDO供給能力は？等々。

ここでは、すでに型式が認定されている沈殿分離接触曝気方式と嫌気ろ床接触曝気方式の構造を前提として、浄化槽内部の水理的特性を中心に以下の様な項目について検討することにした。

1) 浄化槽内部の流速分布：

槽内に適切な流速を与えることは、接触材表面に付着した生物に基質と酸素を効率良く供給するうえで、また、過大な流速は接触材から生物を剥離させてしまい、底部流速は汚泥の洗い出しによる放流水質の悪化などを引き起こす。このように、槽内の流速は汚水処理における重要なパラメータの1つである。

2) トレーサー実験：

槽内における水の挙動を把握するために行うトレーサー実験は、水処理装置がどの程度有効に活用されているかを把握することができる。特に、小型の浄化槽を2つの嫌気性槽、曝気槽および沈殿槽などいくつかに分けた場合は死水域や短絡流が発生しやすく、一般的に用いられている水理的滞留時間($HRT = V/Q$)が得られない危険がある。

3) 曝気用ポンプのDO供給能力の評価：

有機物除去あるいは、消化に必要な酸素の供給量を確保することが水処理にとって重要であり、予め亜硫酸ナトリウムで脱酸素した後、エアーポンプによるDO供給能力を評価する。

4.2 基礎調査の結果について

1) 実験装置の概要

合併処理浄化槽の処理特性を調査するため、市販されている代表的な2社の認定浄化槽、すなわち沈殿分離接触曝気方式と嫌気ろ床接触曝気方式の2種類を各々2基ずつ購入し、実験施設内に設置した。実験の原水に用いたのは、茨城県霞ヶ浦湖北流域下水道に流入している石岡幹線の生下水で、本施設の一次貯留槽に一旦流入させる。実験は二系列の運転条件で行い、一つは一般家庭の

排水パターンを再現した変動負荷運転とし、一次貯留槽の原水を二次貯留槽で調整した後浄化槽へ流入させる。二次貯留槽での流量の調整方法は一回の貯留量と流入回数をプログラミングしたオートタイマーで行った。

もう一つは、浄化槽に流量調整槽ないしは流量調整機能を有する浄化槽を想定したもので、モノポンプにより一定流量となるよう原水を供給して行った。

図23～25に浄化槽実験施設の平面図と側面図を示す。また、使用した浄化槽の構造は図1と同じである。両者の相違は、前段の嫌気性槽に嫌気ろ床法では充填材が充填しており、沈殿分離法では充填されていないだけで、後段の接触曝気槽については充填材の種類が異なっているものの処理原理は同じである。

ただ、嫌気ろ床槽の容量は沈殿分離槽よりも処理効率が高いということから、約1 m小さくなっている。

なお、原水を自動制御するために行った電気配線を図26に示す。

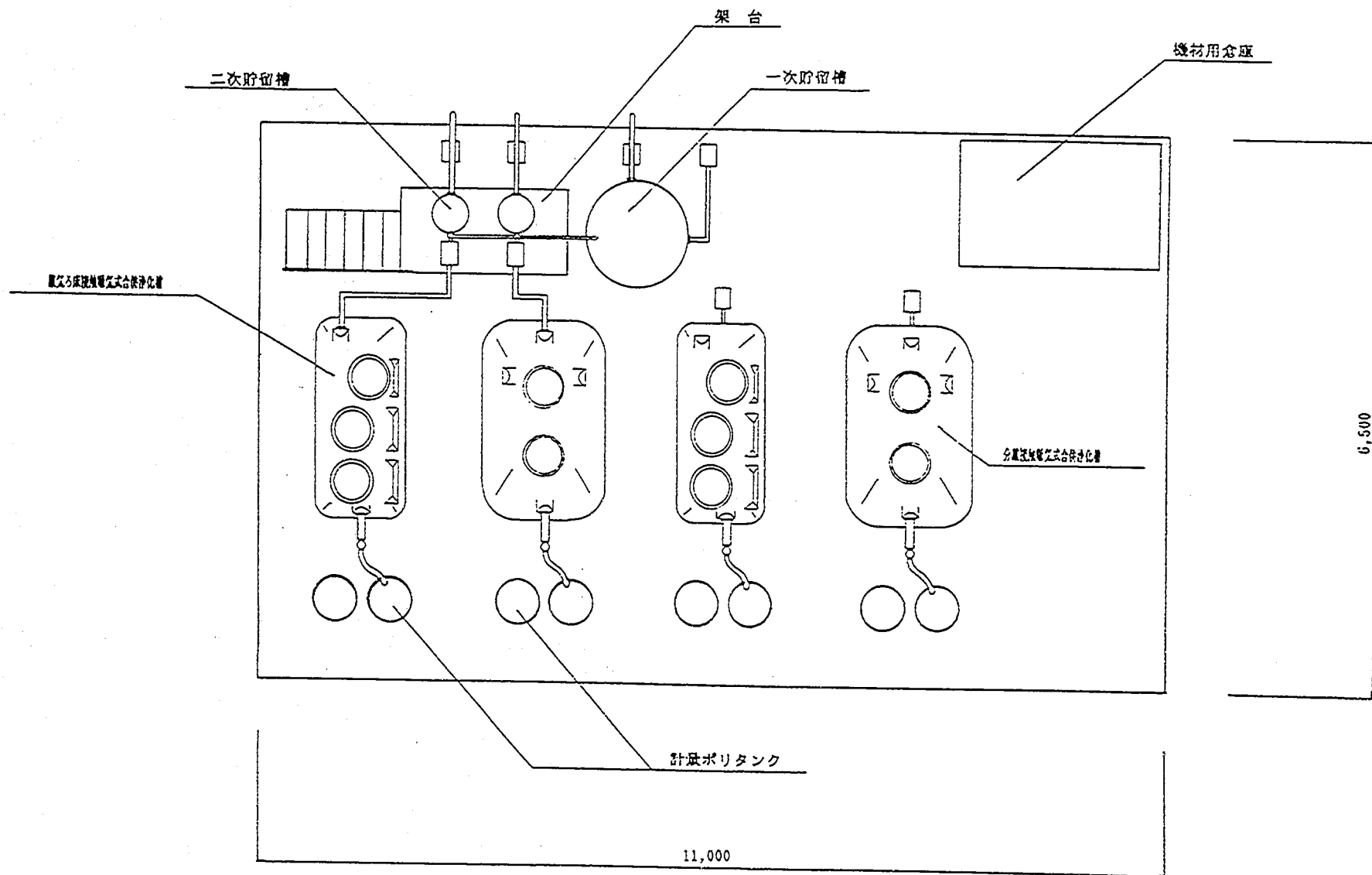


図23 浄化槽実験施設の平面図

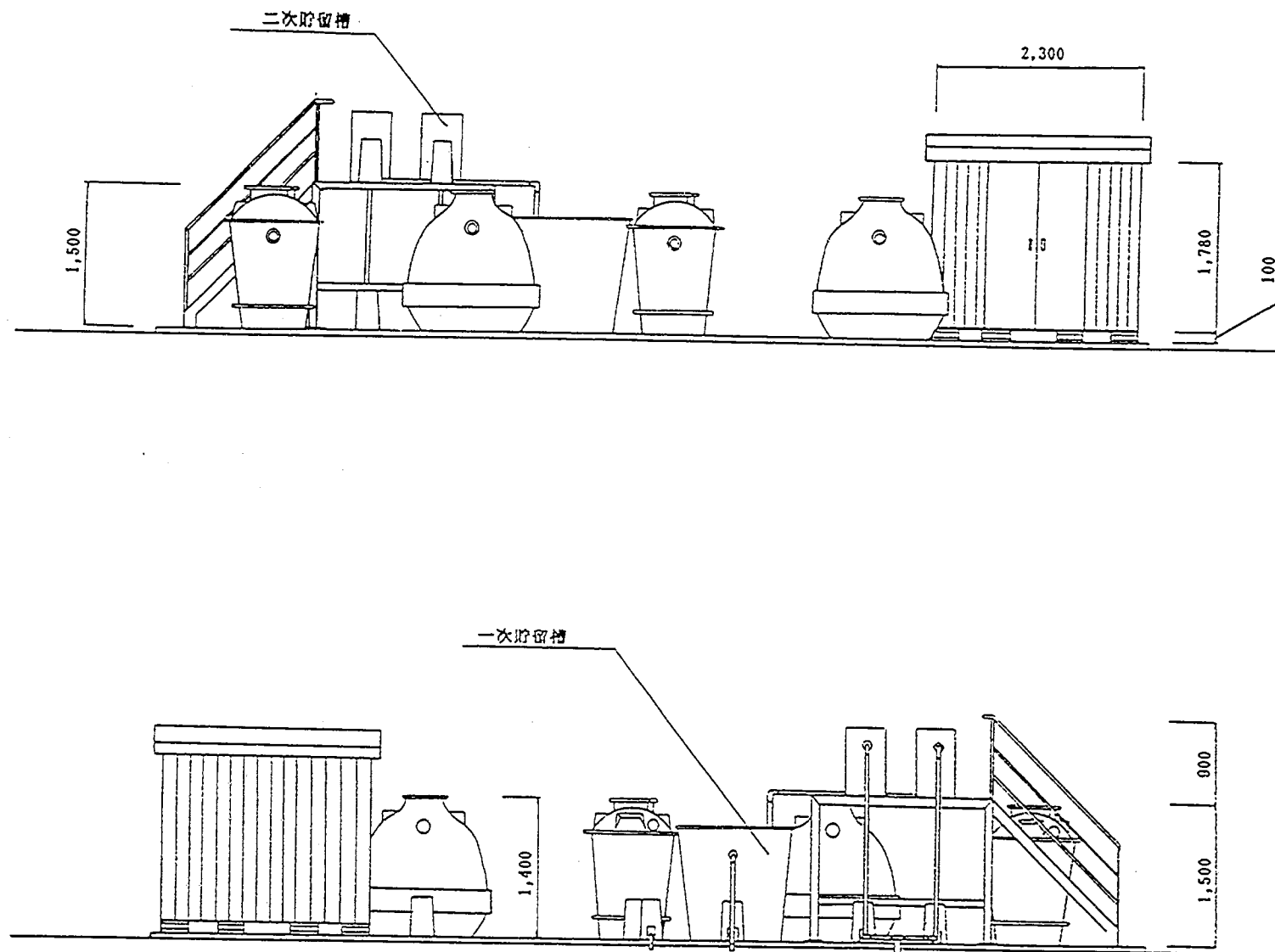


図24 浄化槽実験施設の側面図(その1)

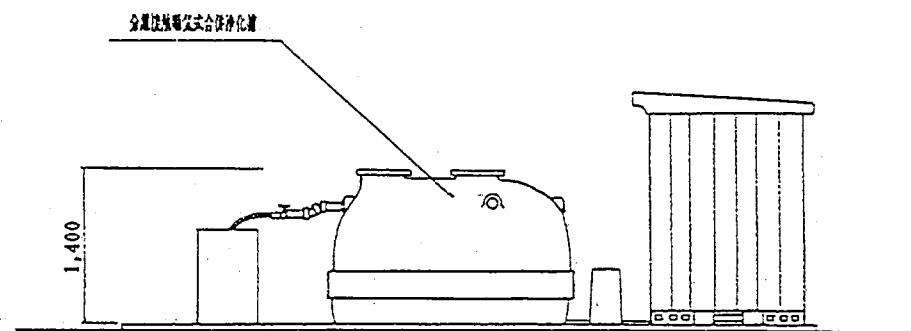
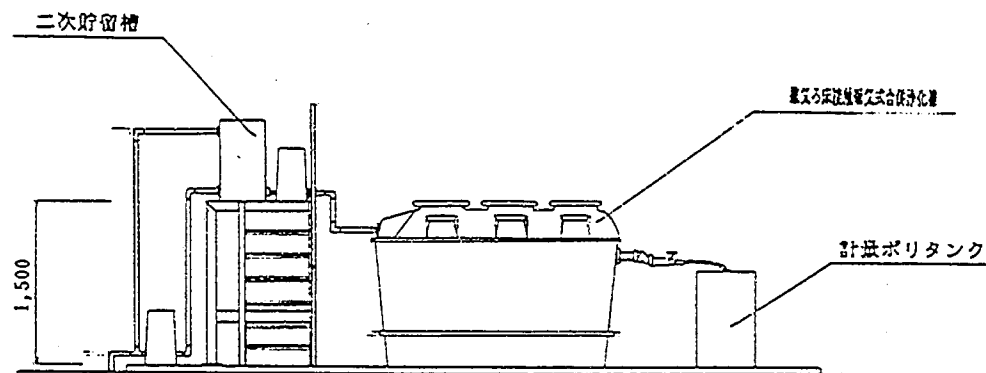


図25 浄化槽実験施設の側面図(その2)

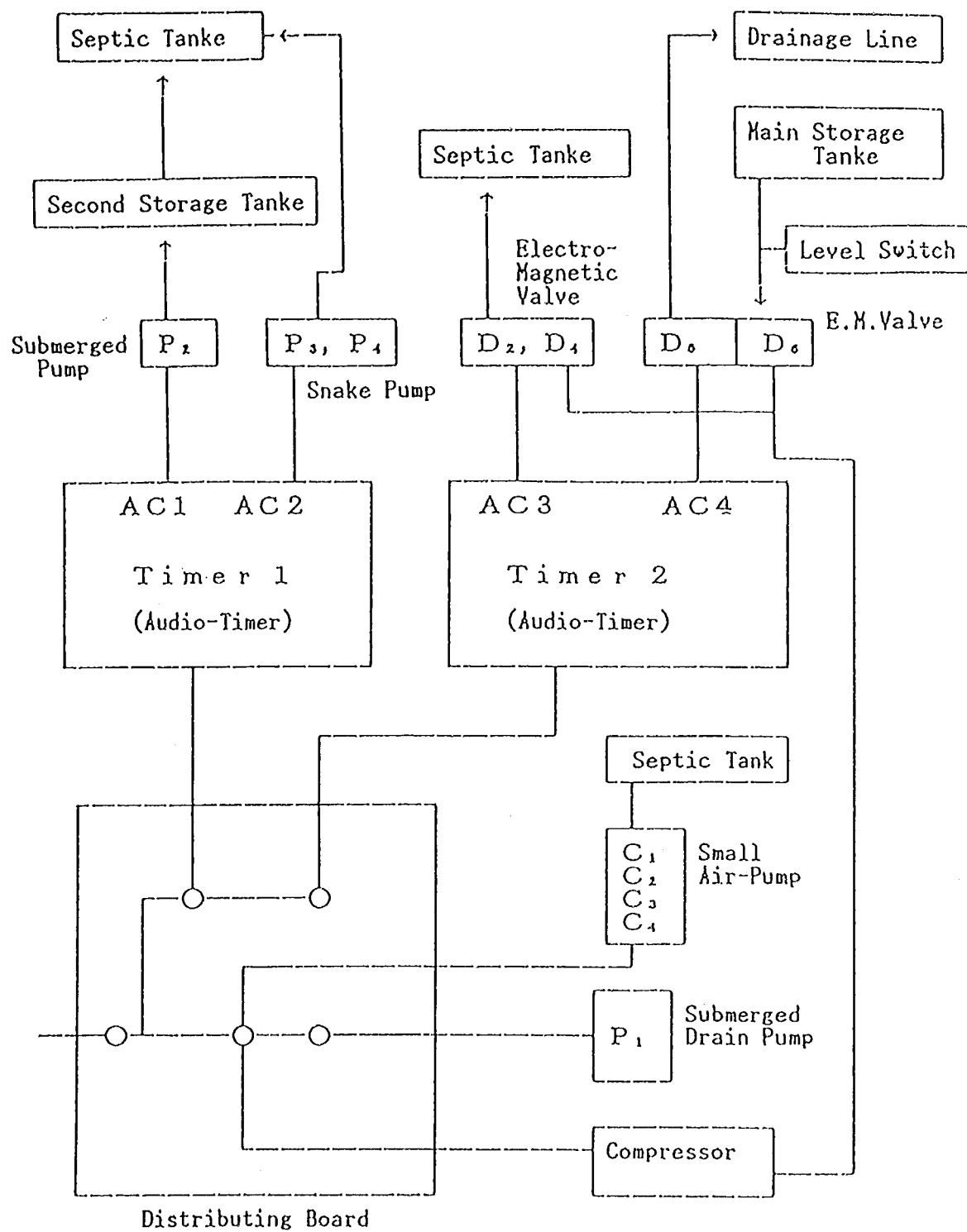


図26 浄化槽実験施設の電気配線図

2) 浄化槽内の流速分布について

浄化槽内の流速分布は、特に接触曝気槽内について行った。使用した流速計は充填材の中に挿入できる小型のもので、精度が良い小型電磁流速計 (Model 5F-2012, TOKYO Keisoku Co., LTD) を使用した。ただし、極く表面の流速については原理的に小型電磁流速計では測定できないため、微流速計 (Model VC301 Keisoku Giken K.K.) を使用した。実験は、流入のみの場合、曝気状態での流入が有る場合とない場合について行った。実験結果の一例を図27に示す。

実験時の流入量は 0.654 L/sec ($2.35 \text{ m}^3/\text{hr}$) で、汚水の流入のない状態から流入が始まるとすみやかに水位は上昇し、汚水の流入のない状態での水位より約 7 cm 高くなった。

曝気槽内の流速分布の結果から、曝気のない状態では、流入水の動きは極く表面の層を移流口の反対側に向かって流れ、そのまま沈殿槽との仕切り板に沿って沈み込み、移流口での流入速度と同程度の流速で隣の沈殿槽に流出していく。次に、汚水の流入が無い曝気状態での流速分布を調べると、曝気装置の直上部で壁面から約 10 cm の幅で汚水は上昇し、最大 40 cm/sec まで達し、水面から約 10 cm の深さで水平に移流口の反対側に向かって流れ、除々に減速しながら沈殿槽との仕切り板に沿って沈み込んでいく。しかし、流入がないので、沈殿槽への流出はない。このような状態で汚水の流入を開始すると水位が上昇し、表面における流速は急激に減少するが、流速分布の形は汚水の流入が無い曝気状態での流速分布とまったく同じであった。

図28に示した結果は、流入のない状態で水面から 5 cm の深度に流速計を設置して、汚水を流入させた場合の流速の変化を調べたもので、当初深度 5 cm の所で 28 cm/sec あった流速は水位が上昇したことにより深度が 12 cm となった流速計の設定位置では 2 cm/sec と急激に減速することが判明した。すなわち、嫌気性槽と曝気槽との間にある仕切り板の近傍では幅約 10 cm の範囲で最大 40 cm/sec の上昇流が、表面では深度約 10 cm の範囲で移流口から移流口の反対側に水平に流れ、除々に減速し 20 cm/sec となる。さらに、沈殿槽との仕切り板に沿って沈み込んでいき、 3 cm/sec 程度の流速が曝気槽と沈殿槽とをつなぐ底部連結管の部分で測定された。また、曝気槽の中央部は $3 \sim 4 \text{ cm/sec}$ とそれほど早い流速とはなっていない。

なお、曝気槽と沈殿槽とをつなぐ底部連結管の部分で測定された 3 cm/sec 程度の値は汚泥が堆積していない状態での結果であり、実際には使用の経過とともに汚泥は堆積するので、底部断面積は経時的に小さくなり、底部の汚泥を巻き上げるに十分な流速にまで上昇するものと推測される。

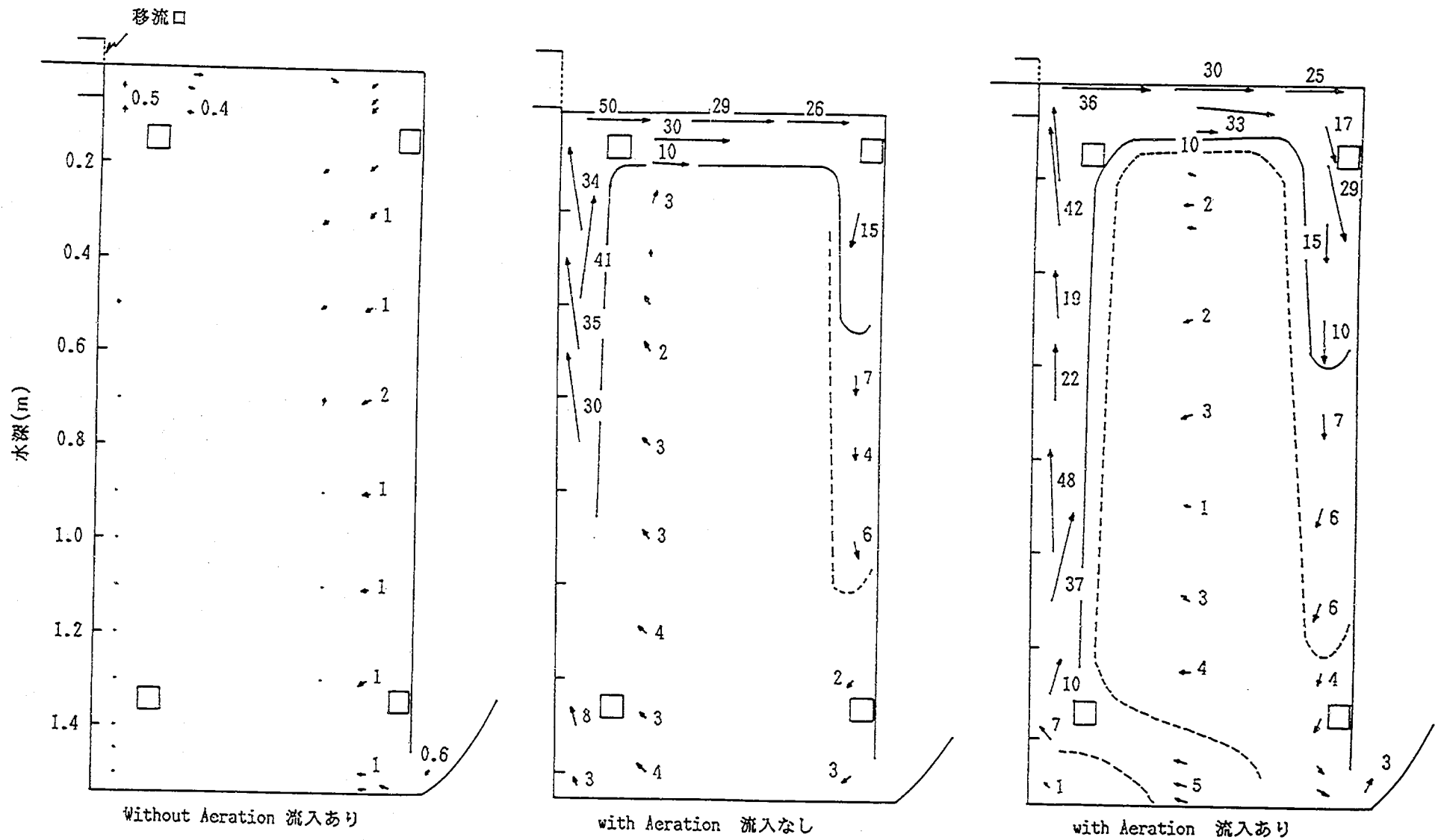


図27 合併浄化槽(嫌気ろ床接触曝気方式)の接触曝気槽における流速分布 (cm/sec)

但し、側壁から45cmの断面での結果。使用した流速計は小型電磁流速計 (Model

5F-2012, Tokyo Keisoku Co. LTD)、微流速計 (Model VC-301, Keisoku Giken K.K.)

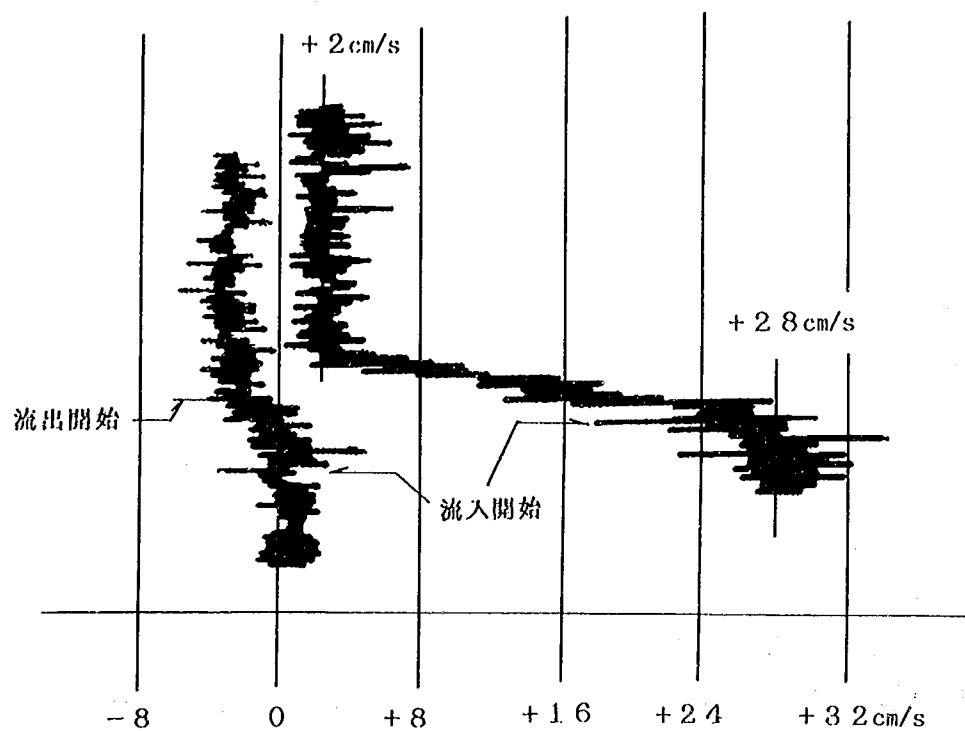


図28 汚水流入時における設定水深5cmでの流速変化

流入量 $Q = 0.654 \text{ L/sec} (2.35 \text{ m}^3/\text{h})$

測定Range3(full scale 40cm/sec)

汚水流入により水位は7cm上昇した。

3) トレーサー実験の結果について

(1) 実験方法

トレーサーとしてブリリアントブルーを使用し、定負荷運転と変動負荷運転でのトレーサーの挙動を浄化槽内の各地点で採水しながら調べる。

(2) 流量条件

定負荷運転の方法は、流入開始直前にトレーサーを浄化槽流入口に投入した後、7:00から18:00の間、毎分約2 L/minの流量で、毎日繰り返し三次処理水を流入させた。

変動負荷運転の方法は、流入開始直前にトレーサーを浄化槽流入口に投入した後、二次貯留槽の貯留量を調整し、流入回数は電磁弁の開閉で制御する方法によって一般家庭の排水パターンを再現し、午前中は100L×7回=700L、午後は50L×6回=300L、合計1 m³/dの三次処理水を毎日流入させた。

変動負荷運転のスケジュール

午前	午後
①7:00~7:05	①17:00~17:05
②7:17~7:22	②17:35~17:40
③7:34~7:39	③18:10~18:15
④7:51~7:56	④18:45~18:50
⑤8:08~8:13	⑤19:20~19:25
⑥8:25~8:30	⑥19:55~22:00
⑦8:42~8:47	

(3) 採水位置

浄化槽内の採水位置は、右図の平面図に示すように、第一嫌気性槽、第二嫌気性槽、曝気槽および流出口の4地点で、採水箇所の平面上の位置および水深については以下の表の通りである。

*平面上の位置

	嫌気ろ床接触曝気方式	沈殿分離接触曝気方式
第一嫌気性槽	右側壁から50 cm 仕切り板から17 cm	右側壁から50 cm 仕切り板から0 cm
第二嫌気性槽	右側壁から50 cm 仕切り板から17 cm	
曝気槽	右側壁から50 cm 仕切り板から35 cm	右側壁から50 cm 仕切り板から25 cm

*水面からの採水深度

	嫌気ろ床接触曝気方式	沈殿分離接触曝気方式
上層	34 cm	69 cm
中層	84 cm	119 cm
下層	124 cm	159 cm

(4) 実験結果

各実験ケースごとに得られる試料を紫外可視分光光度計(島津、UV-160)を用いて630 nmの波長での吸光度を測定し、試料中のトレーサー濃度を求めた。

得られた結果の一部を図29、30に示す。これらの結果から、各処理槽内での水の動きには次のような特徴がみられた。

- ① 第一嫌気性槽へ流入したトレーサーは極めて早く減衰し、第二嫌気性槽に流出する。この減衰速度は変動負荷よりも定負荷運転の方が早い。
- ② 第一嫌気性槽に充填材を充填してある嫌気ろ床法は、汚水の流入と共にトレーサーの濃度レベルがすみやかに0に近づくのに対して、充填材のない沈殿分離槽では流入条件にかかわらず、かなりのトレーサーは残留する傾向がみられた。
- ③ 嫌気ろ床接触曝気方式の浄化槽では、第二嫌気性槽と曝気槽のピーク濃度に達する時間に2時間程度のずれがあるものの、ほとんど同じ濃度で推移しており、曝気槽内での濃度と流出口での濃度はほとんど同じレベルで、しかも時間的ズレもなく推移している。
- ④ 沈殿分離接触曝気方式の浄化槽では、曝気槽と流出口とでのピークの立ち上がりに2時間程度のズレはあるものの、全体に同じ濃度で推移している。
- ⑤ トレーサーを用いたシステム応答の解析には、浄化槽のように極めて複雑な処理装置に対して、簡便でしかも精度良く行える手法は現在のところ開発されていない。しかし、20時間程度で50%近くの汚水は浄化槽から流出してしまう実験の結果から、かなりの部分が死水域として当初から存在する構造となっており、少なくとも V/Q で求まるような水理的滞留時間は確保されていないことは明らかである。
- ⑥ なお、2)の項で述べたような、嫌気ろ床部と沈殿分離部での水の流れの違いが水処理にどのように影響するのか、あるいはどちらが水処理にとって好ましいのかは現在のところ判断できない。というのは、沈殿分離方式の場合、かなりの汚水が沈殿分離部に滞留することから、流出しないそれ以前の汚水が残留していることになり、嫌気性菌も残留しやすく水環境の急激な変化が緩和されることによって、むしろ汚水処理にとっては有利と考えられるからである。

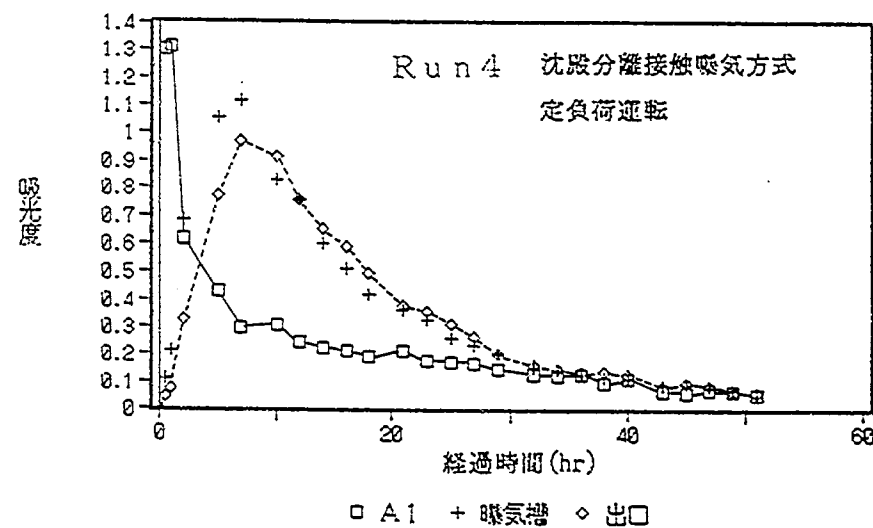
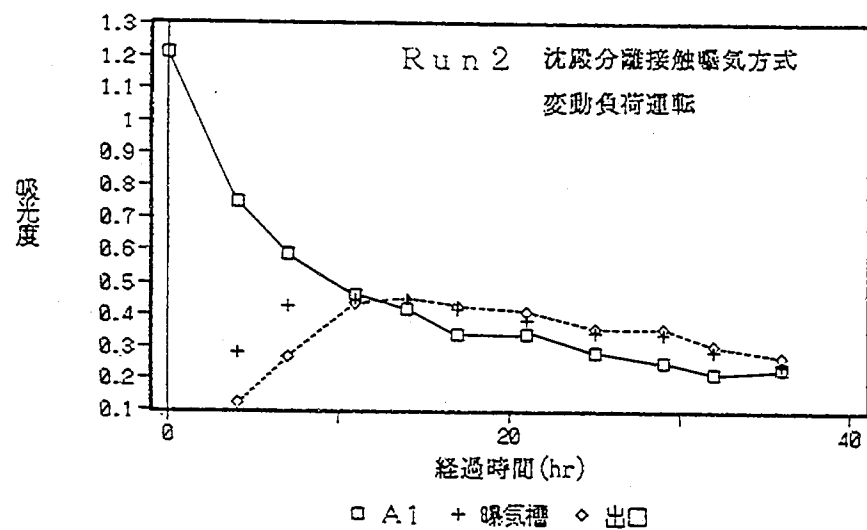
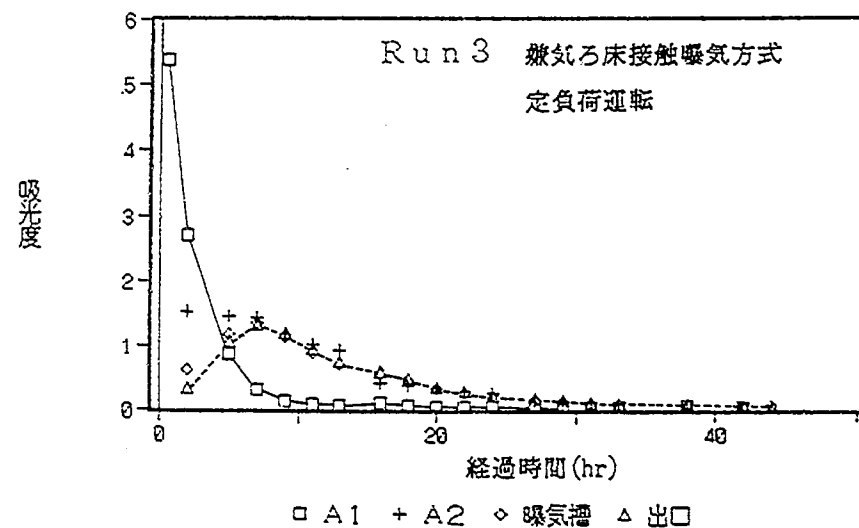
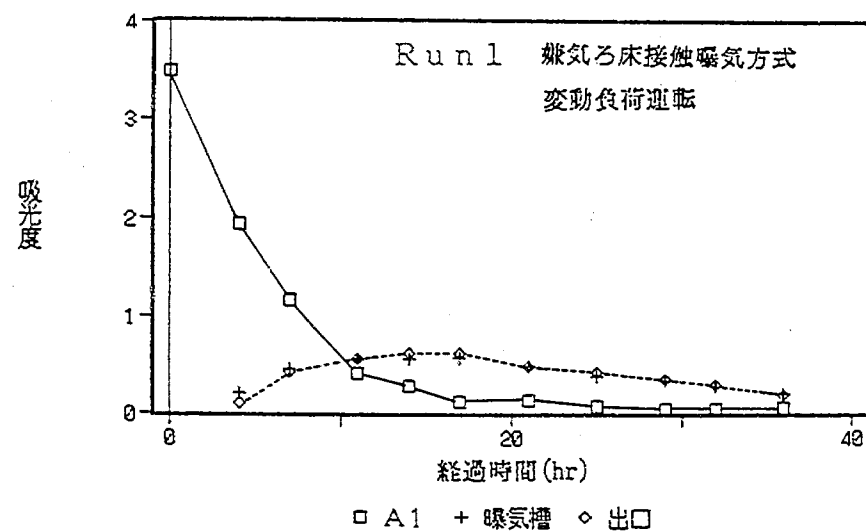
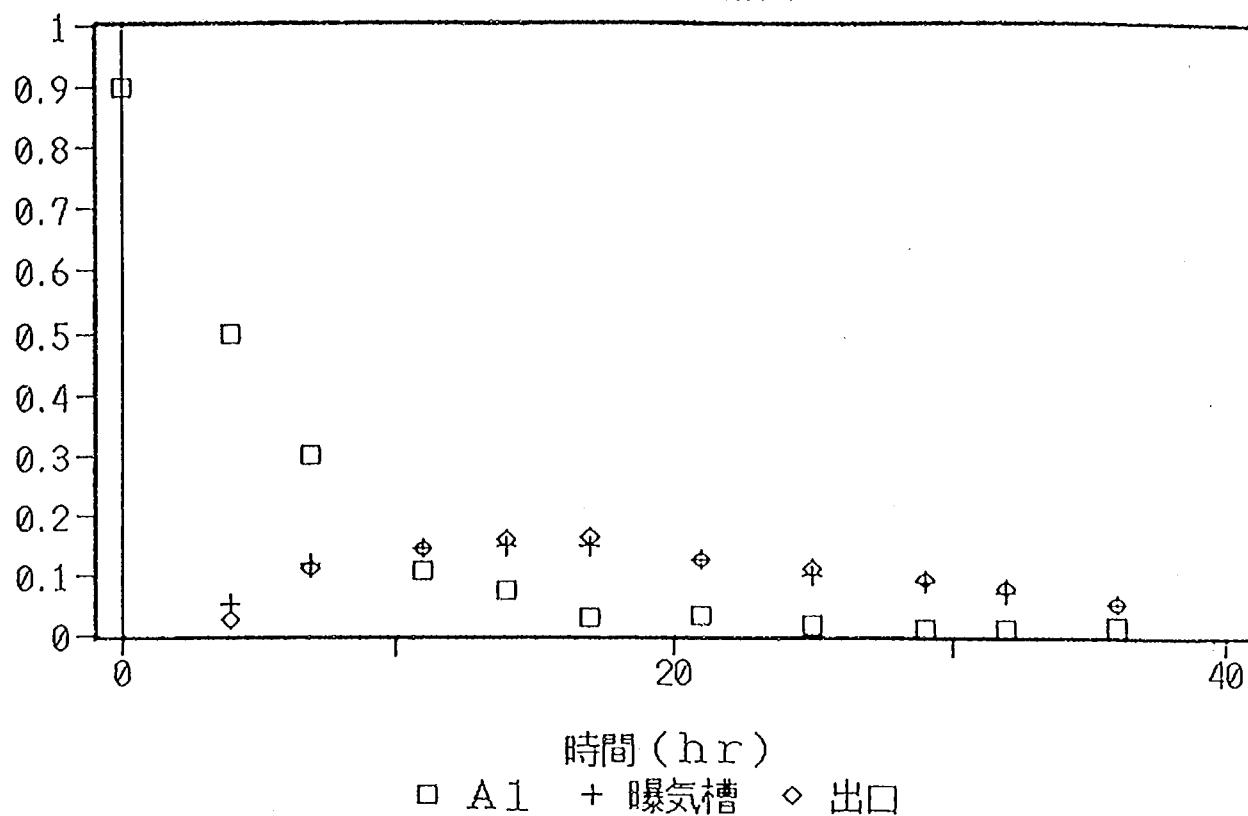


図29 トレーサーを用いたシステム応答

槽名：B型
変動負荷運転時

Run 1

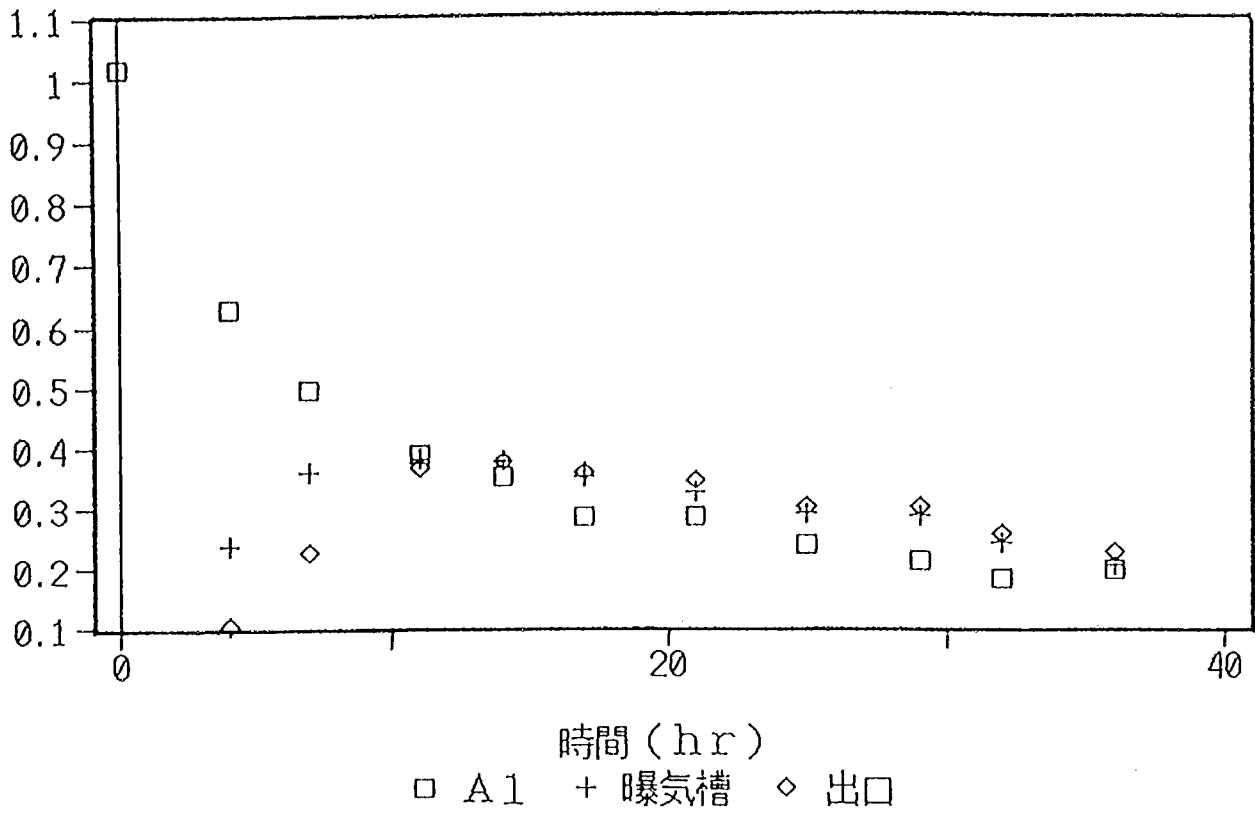


B変動負荷運転時 $C_0 = 3.87$

Time	A1	C/C_0	O	C/C_0	出口	C/C_0
0	3.488	0.901				
4	1.934	0.500	0.201	0.052	0.104	0.027
7	1.162	0.300	0.460	0.119	0.425	0.110
11	0.410	0.106	0.557	0.144	0.557	0.144
14	0.286	0.074	0.568	0.147	0.615	0.159
17	0.118	0.030	0.575	0.149	0.626	0.162
21	0.127	0.033	0.490	0.127	0.488	0.126
25	0.067	0.017	0.387	0.100	0.433	0.112
29	0.047	0.012	0.338	0.087	0.351	0.091
32	0.047	0.012	0.274	0.071	0.295	0.076
36	0.059	0.015	0.202	0.052	0.199	0.051

槽名：F型
変動負荷運転時

Run 2

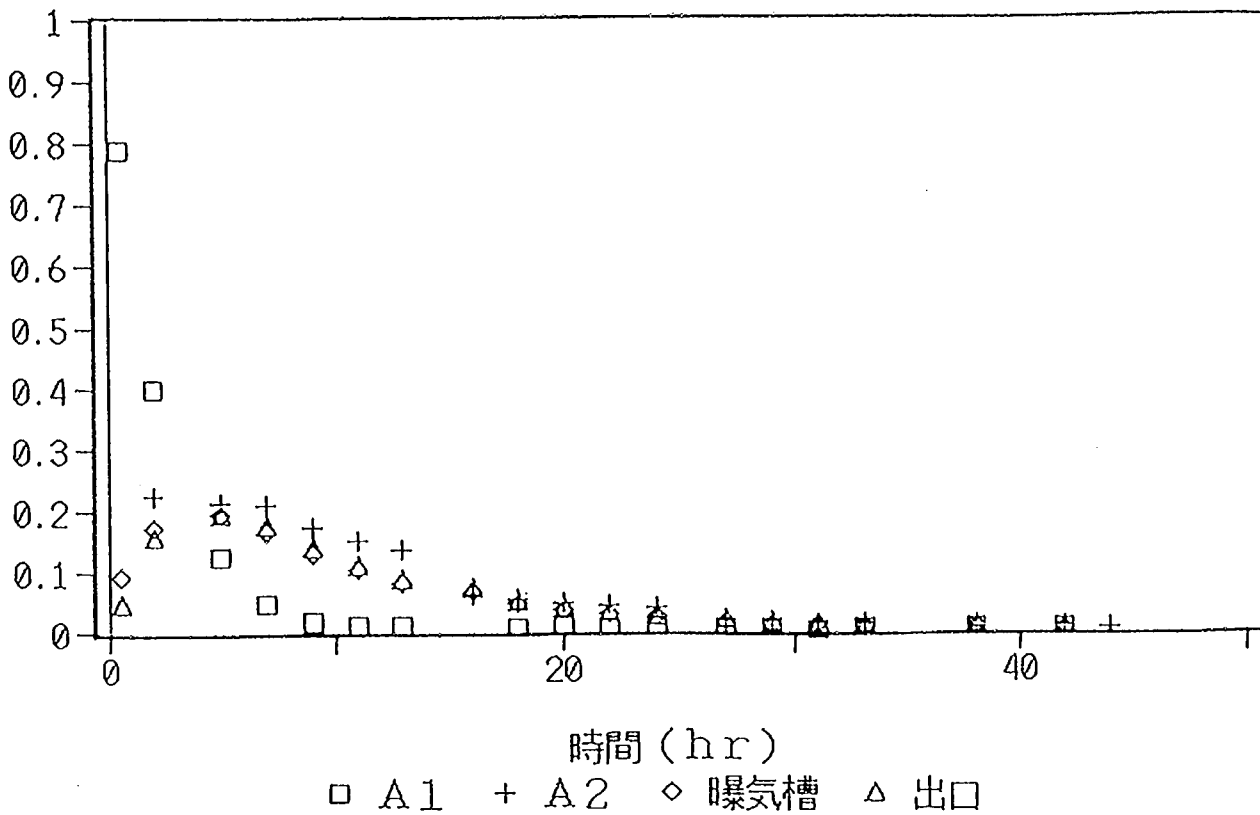


F 変動負荷運転時 CO = 1.19

Time	A 1	C / C0	O	C / C0	出口	C / C0
0	1.212	1.018				
4	0.748	0.629	0.281	0.236	0.123	0.103
7	0.587	0.493	0.426	0.358	0.270	0.227
11	0.461	0.387	0.452	0.380	0.437	0.367
14	0.417	0.350	0.450	0.378	0.450	0.378
17	0.34	0.286	0.419	0.352	0.427	0.359
21	0.339	0.285	0.385	0.324	0.410	0.345
25	0.281	0.236	0.342	0.287	0.356	0.299
29	0.25	0.210	0.338	0.284	0.355	0.298
32	0.214	0.180	0.287	0.241	0.304	0.255
36	0.231	0.194	0.243	0.204	0.270	0.227

槽名：B型
定負荷運転時

Run 3

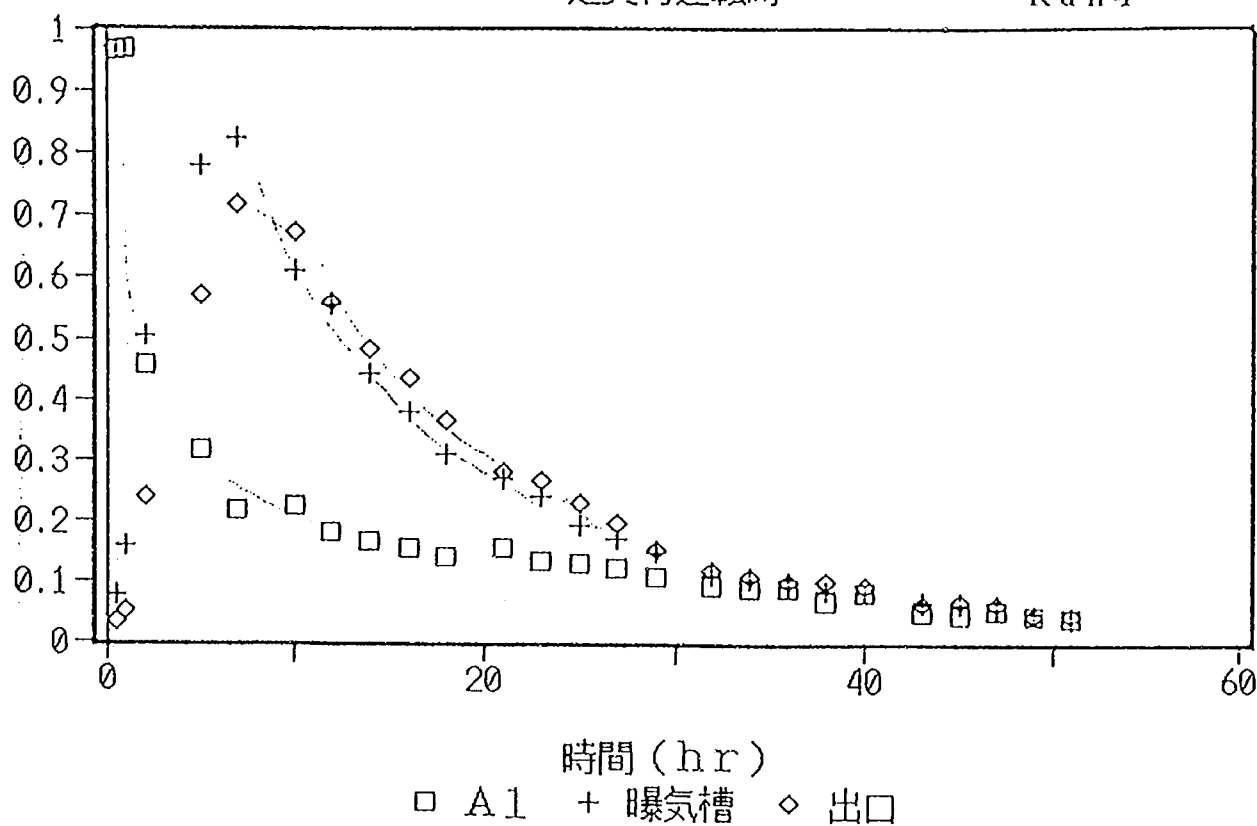


B 定負荷運転時平均 C0=6.80

Time	A 1	C/C0	A 2	C/C0	O	C/C0	沈殿槽	C/C0
0.5	5.375	0.790						
2	2.703	0.398	1.522	0.224	0.617	0.091	0.338	0.050
5	0.859	0.126	1.452	0.214	1.174	0.173	1.073	0.158
7	0.315	0.046	1.430	0.210	1.342	0.197	1.328	0.195
9	0.126	0.019	1.182	0.174	1.123	0.165	1.196	0.176
11	0.078	0.011	1.018	0.150	0.880	0.129	0.956	0.141
13	0.068	0.010	0.922	0.136	0.701	0.103	0.759	0.112
16			0.429	0.063	0.560	0.082	0.590	0.087
18	0.060	0.009	0.375	0.055	0.457	0.067	0.498	0.073
20	0.044	0.006	0.330	0.049	0.324	0.048	0.353	0.052
22	0.044	0.006	0.295	0.043	0.261	0.038	0.280	0.041
24	0.044	0.006	0.269	0.040	0.211	0.031	0.222	0.033
27	0.043	0.006	0.135	0.020	0.164	0.024	0.174	0.026
29	0.038	0.006	0.117	0.017	0.135	0.020	0.150	0.022
31	0.036	0.005	0.105	0.015	0.109	0.016	0.119	0.018
33	0.038	0.006	0.099	0.015	0.090	0.013	0.097	0.014
38	0.056	0.008	0.054	0.008	0.067	0.010	0.086	0.013
42	0.054	0.008	0.070	0.010	0.069	0.010	0.073	0.011
44			0.058	0.009	0.056	0.008	0.046	0.007

槽名：F型
定負荷運転時

Run 4



F 定負荷運転時平均 $C_0 = 1.35$

Time	A 1	C / C ₀	O	C / C ₀	沈澱槽	C / C ₀
0.5	1.304	0.966	0.106	0.079	0.043	0.032
1	1.310	0.970	0.212	0.157	0.071	0.053
2	0.617	0.457	0.681	0.504	0.325	0.241
5	0.428	0.317	1.056	0.782	0.770	0.570
7	0.294	0.218	1.118	0.828	0.973	0.721
10	0.306	0.227	0.825	0.611	0.913	0.676
12	0.243	0.180	0.752	0.557	0.756	0.560
14	0.222	0.165	0.600	0.444	0.652	0.483
16	0.210	0.156	0.511	0.378	0.587	0.435
18	0.191	0.141	0.417	0.309	0.494	0.366
21	0.209	0.155	0.364	0.269	0.377	0.279
23	0.178	0.132	0.324	0.240	0.358	0.265
25	0.173	0.128	0.259	0.192	0.309	0.229
27	0.166	0.123	0.230	0.171	0.265	0.197
29	0.146	0.108	0.200	0.148	0.203	0.151
32	0.123	0.091	0.149	0.110	0.161	0.119
34	0.120	0.089	0.141	0.105	0.144	0.107
36	0.122	0.090	0.122	0.091	0.132	0.098
38	0.091	0.067	0.113	0.084	0.134	0.099
40	0.109	0.081	0.109	0.081	0.126	0.094
43	0.064	0.047	0.089	0.066	0.084	0.062
45	0.058	0.043	0.086	0.064	0.091	0.067
47	0.068	0.051	0.076	0.057	0.083	0.061
49	0.061	0.045	0.067	0.049	0.061	0.045
51	0.053	0.039	0.048	0.035	0.059	0.044

トレーサー分析 (LiClを投入)

Run 1			Run 2			Run 3			Run 4		
濃度 (PPm)			濃度 (PPm)			濃度 (PPm)			濃度 (PPm)		
TIME(hr)	曝気槽	出口	曝気槽	出口		曝気槽	出口		曝気槽	出口	
0		0		0			0			0	
1		0		0			0			0	
		0		0.037							
		0		0.037							
		0		0.079							
		0.058		0.099							
2	0.267		0.371			0	0		0	0	
3	0.308	0.267	0.371	0.267		0.079	0		0	0	
5	0.371	0.35	0.392	0.329		0.392	0.204		0.183	0.079	
8											
24	0.706	0.726	0.413	0.413		0.58	0.643		0.413	0.392	
28	0.685	0.664	0.434	0.476		0.622	0.643		0.455	0.455	
56	0.434	0.455	0.308	0.392		0.434	0.455		0.371	0.392	
76	0.288	0.308	0.267	0.288		0.308	0.308		0.288	0.288	
100	0.123	0.123	0.175	0.175		0.105	0.105		0.192	0.192	
124	0.054	0.054	(0.054)	0.054		0.092	0.111		0.175	0.175	
148	0.035	0.071	0.054	0.054		0.073	0.073		0.092	0.092	
172	0.016	0.035	0.035	0.054		0.035	0.054		0.054	0.092	
196	0.036	0	0.016	0.035		0.016	0		0.035	0.035	
220	0	0	(0.028)	0.036		0	0.016		0	0.035	

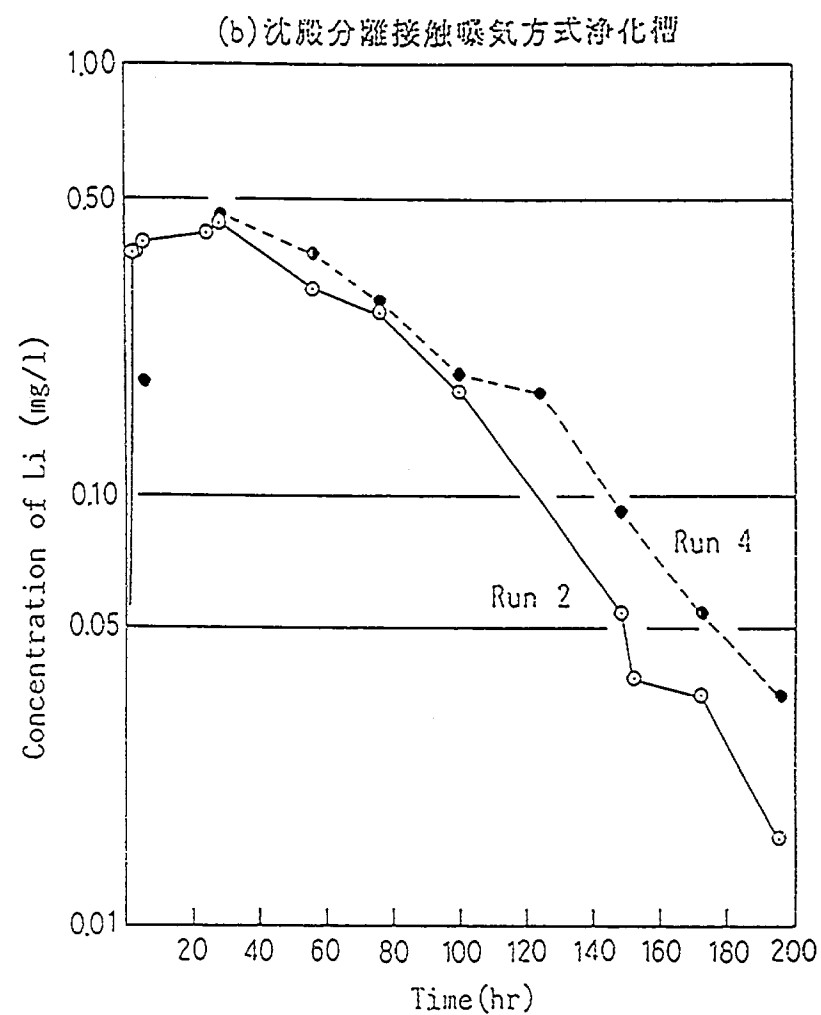
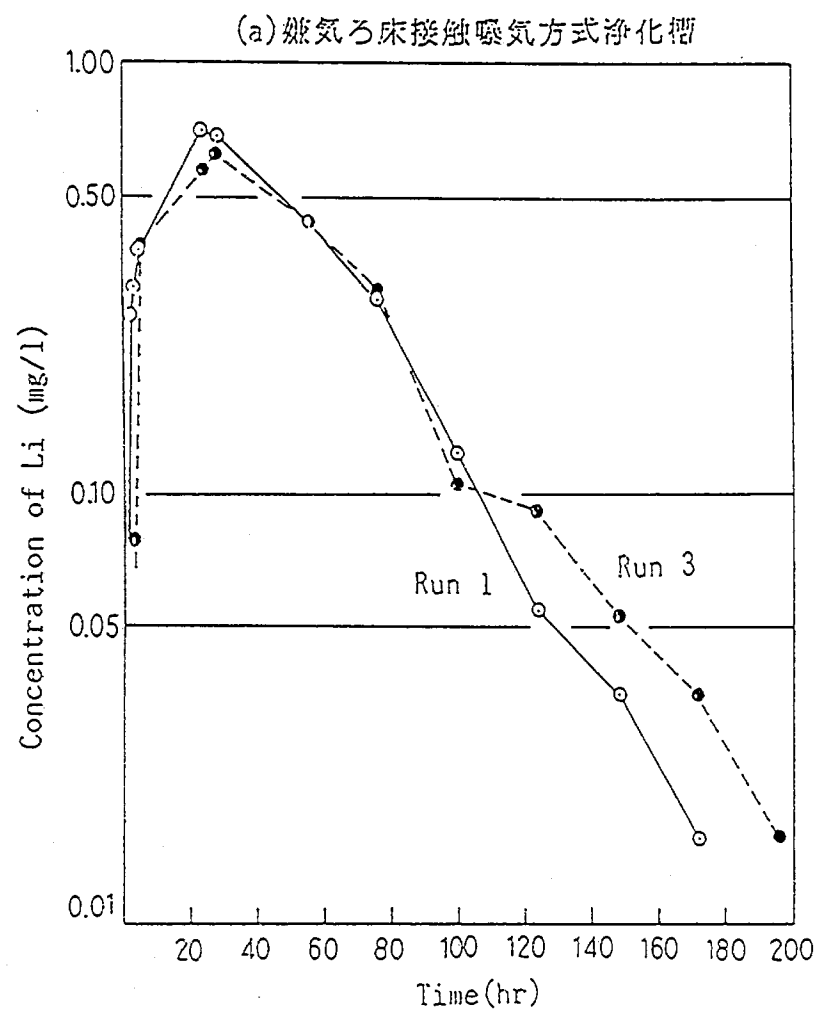


図30 トレーサーを用いたシステム応答

4) 曝気ポンプのDO供給能力の実験結果について

優れた酸素供給装置とは、(辻 幸男「水処理装置の計画・設計と留意点XIX」P P M、1990/11 pp.60~64)によれば、① K_{La} が大きなこと、②所要動力が小さなこと、③維持管理が容易であることと指摘している。また、酸素供給装置から供給された酸素が水溶液に溶解する際の速度が重要な因子となるが、一般には総括酸素移動容量係数 K_{La} で評価される。この K_{La} に影響する因子としては次の項目があげられる。

- (1) 温度
- (2) 酸素供給装置の種類と設置方法
- (3) 曝気槽の形状
- (4) 単位容量当りの送気量
- (5) 攪拌強度
- (6) 酸素供給装置の位置(水深)
- (7) 汚水の性状

汚水処理施設での曝気槽内のDO濃度変化を調べると、

$$dC/dt = K_{La}(C_s - C) - K_r \cdot C_m = K_{La}(C_s - C) - r_r \quad \text{となっている。}$$

ここで、 K_{La} ；総括酸素移動容量係数(h^{-1})

K_r ；微生物の酸素利用速度係数($mgO_2/g\text{-汚泥} \cdot h$)

C_m ；微生物(活性汚泥)濃度(g/l)

C_s ；飽和溶存酸素濃度

C ；溶存酸素濃度

r_r ；微生物の酸素摂取速度($mgO_2/l \cdot h$)

実際の汚水処理施設において、DO濃度が一定値で安定していれば、上式より $K_{La} = r_r / (C_s - C)$ が成り立ち、微生物の酸素摂取速度 r_r と C_s および C を求めれば K_{La} を算出することができる。

本実験においては高度処理水を使用し、DO濃度を予め低下させたものをエアープンプで曝気したので、DO濃度は曝気時間と共に上昇し、飽和溶存酸素値 C_s に近づく。すなわち、このような実験条件では $r_r \approx 0$ と仮定できるので、 $dC/dt = K_{La}(C_s - C)$ を解けばよい。

積分したのち、式を整理すれば

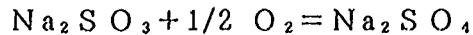
$$K_{La} = 1 / (t_2 - t_1) \cdot 2.303 \cdot \log \{ (C_s - C_1) / (C_s - C_2) \} \quad \text{となる。}$$

すなわち、曝気時間 t に対して $2.303 \cdot \log(C_s - C)$ の値を片対数グラフにプロットしたときの直線の勾配が K_{La} となる。

① 実験方法について

調査箇所は曝気ポンプで酸素を供給する接触曝気槽で、曝気を開始する前に

予め亜硫酸ナトリウムで脱酸素した後、曝気ポンプを稼働させて曝気槽内でのDOの経時変化を測定する。脱酸素に必要な亜硫酸ナトリウムの量は次式のように、酸素1/2分子に対し亜硫酸ナトリウムが1分子が反応するので、曝気槽の



容量と測定時の水温で推定される飽和溶存酸素量から次式のように算出され、曝気混合のために使う空気のための目減り分などを考慮して、実際の投入量は10%程度多めにする。

$$\begin{aligned} \text{Na}_2\text{S O}_3 \text{ の必要量} &= [\text{Na}_2\text{S O}_3] / (\text{O}_2/2) \times C_s \\ &= 126/16 \times C_s \end{aligned}$$

表28 亜硫酸ナトリウムの投入必要量

	水温℃	DO _s	曝気槽容量 m ³	Na ₂ S O ₃ 必要量
B型:嫌気ろ床 接触曝気槽	10	10.9	1.0	86 gr
F型:沈殿分離 接触曝気槽	5	12.3	1.65	142 gr

② 曝気ポンプのDO供給能力について

一般に、水への酸素の溶解速度は、次式で表される。

$$dC/dt = K_{L,a}(C_s - C)$$

すなわち曝気時間を横軸に、(C_s - C)の対数を縦軸にプロットすれば、各実験条件における見掛けのK_{L,a}が直線の勾配として求まる。

しかしながら、本実験の目的は、曝気ポンプの性能評価であるので、この見掛けのK_{L,a}を、曝気槽容量V、気泡の水中での滞留時間に関係する曝気装置の水深H、酸素移動に関係する気泡の総面積A、実験時の水温θ^(t-20)などによって補正し、同じ条件のもとで比較する必要がある。ここでは、各曝気ポンプの酸素供給能力を次式で仮定した。

$$\begin{aligned} K_{L,a} &= 1/(t_2 - t_1) \cdot 2.303 \cdot \log \{(C_s - C_1)/(C_s - C_2)\} \\ &= K_L \cdot (A/V) \cdot H \cdot \theta^{(t-20)} \end{aligned}$$

$$\therefore K_L \cdot A = K_{L,a} \cdot V / H \cdot \theta^{(t-20)}$$

$$= 1/(t_2 - t_1) \cdot 2.303 \cdot \log \{(C_s - C_1)/(C_s - C_2)\} \cdot V / H \cdot \theta^{(t-20)}$$

ただし、K_Lは酸素移動係数(h⁻¹)である。

すなわち、各実験から求まる見掛けのK_{L,a}値を直接比較することは、実験に使用する槽の容量、曝気装置の水深、実験時の水温などの条件が異なるので、適切ではない。このため、K_{L,a}の代わりにVとHで補正したK_LAで評価することにした。なお、気泡の総面積Aは各曝気ポンプの特性であるのでK_LA値を採用しても構わないと仮定している。また、V、Hとtで補正した値とは、槽容量1 m³、水深1 m、水温20℃のもとでのK_LA値を意味している。

③ 実験結果について

実験は、嫌気ろ床法(B型)と沈殿分離法(F型)のそれぞれの接触曝気槽と、付随している曝気ポンプ2台を組み合わせて行った。

嫌気ろ床接触曝気方式および沈殿分離接触曝気方式における各曝気槽の容量および水深と、水温、気圧など実験条件を表29に示す。

表29 K_{La} の測定条件

実験 No.	槽容量 m^3	水深 m	水温 ($^{\circ}C$)	Cs (mg/l)	気圧 (mb)	使用したポンプ
Run 1	1	1.54	11.0	10.7	1013	B ポンプ
Run2	1	1.54	9.3	11.1	1004	B ポンプ
Run3	1	1.54	17.1	9.4	1004	F ポンプ
Run4	1.65	1.89	13.2	10.2	1012	F ポンプ

但し、各実験においてのDO濃度測定箇所は3箇所、DO計の固定位置を水面からそれぞれ10cm(St.1)、57cm(St.2)および116cm(St.3)の深度とした。

結果は表30の通りである。

表30 K_{La} および $K_{La}A$ の測定結果

実験 No.	K_{La} (h^{-1}) 値				$K_{La}A (=K_{La}V/H\theta)$			
	St.1	St.2	St.3	平均	V	H	θ (10^{-20})	
Run 1	1.06	0.95	0.99	1.00	1.0	1.54	0.837	0.776
Run2	1.43	1.36	1.52	1.44	1.0	1.54	0.809	1.156
Run3	3.63	3.55	3.84	3.67	1.0	1.54	0.944	2.525
Run4	--	2.72	2.91	2.81	1.65	1.89	0.874	2.807

Run 4のケースをRun 3の結果から予測する場合は、次のようになる。

$$K_{La(Run4)} = K_{La(Run3)} \times V_B/V_F \times H_F/H_B$$

$$= 3.67 \times 1/1.65 \times 1.89/1.54 = 2.73$$

この結果(2.73)は、実測値とほぼ同じ値となっており、VとHによる補正方法が妥当であることを示している。同様にして、同曝気槽にBポンプを使用した場合の K_{La} を算出すると次のようになる。

$$K_{La} = K_{La(Run2)} \times V_B/V_F \times H_F/H_B$$

$$= 1.44 \times 1/1.65 \times 1.89/1.54 = 1.07$$

以上の結果からBポンプとFポンプのそれぞれの K_{La} を基にして比較すると、FポンプのほうがBポンプに比べ約2.55倍そのDO供給能力は高いといえる。

このポンプのDO供給能力の差は、ポンプの仕事量すなわちポンプの能力に比例する訳であるから、ポンプの実出力との関係で比較することが適切である。

Fポンプの定格出力は90W、Bポンプの定格出力は50Wであるが、実測値ではそれぞれ220Wと80Wであった。DO供給率を K_{La}/KW との比でみると、Fポンプは12.4、Bポンプは13.4となり、大差のない結果となっている。

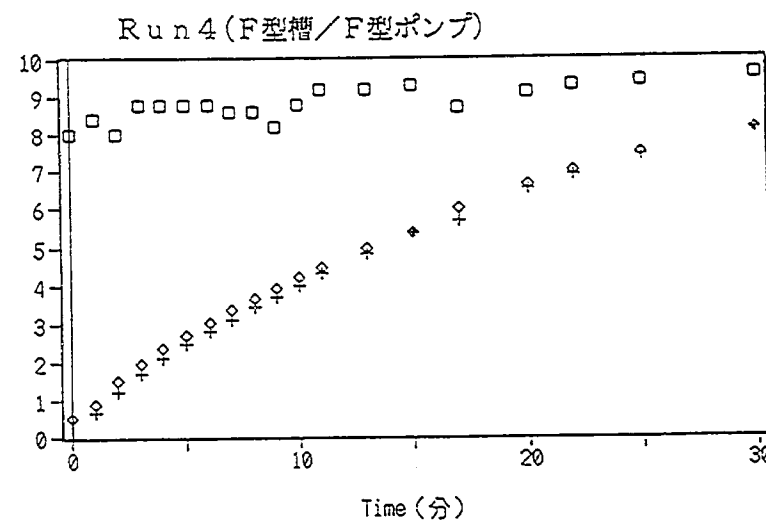
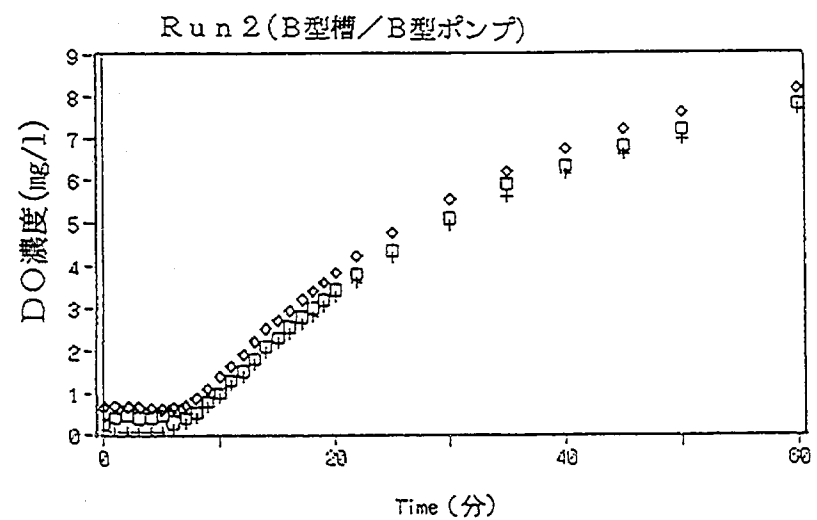
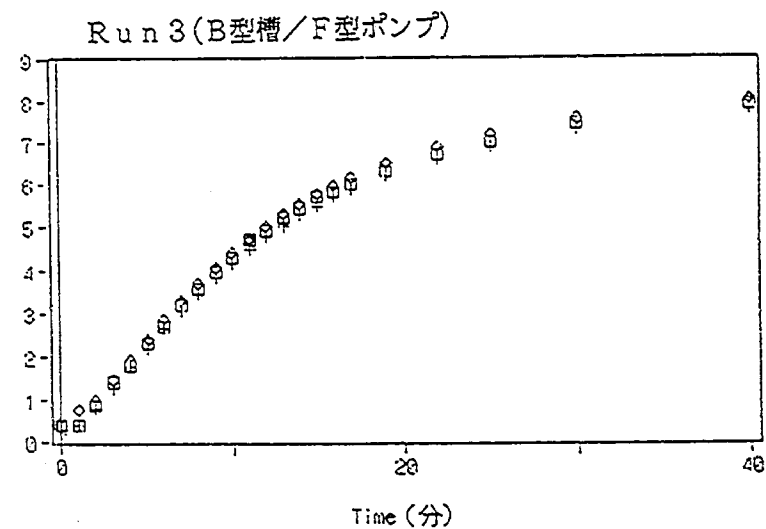
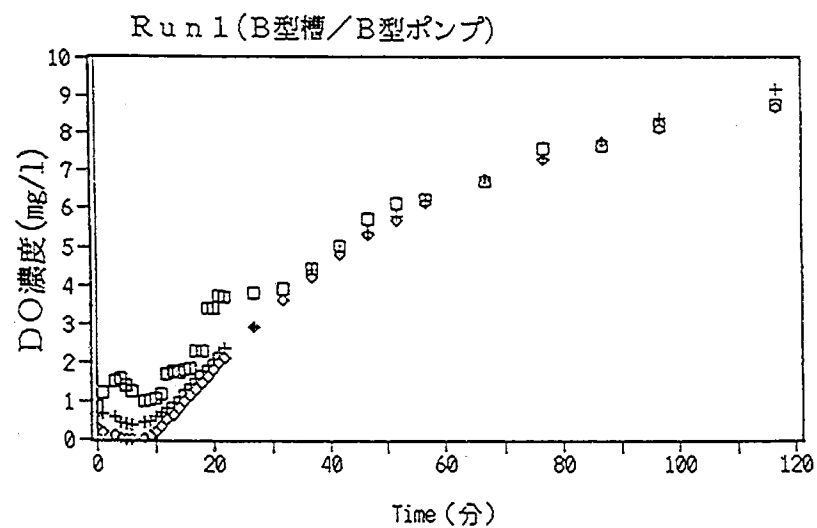


図31 浄化槽と供給ポンプの組合せの違いによるDO供給実験結果
(□印はNo. 1、+印はNo. 2、◇印はNo. 3の測定深度)

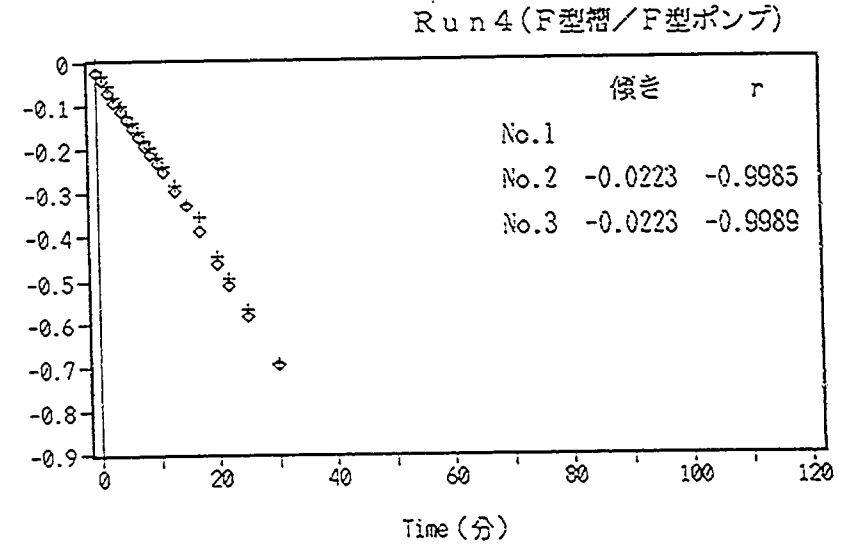
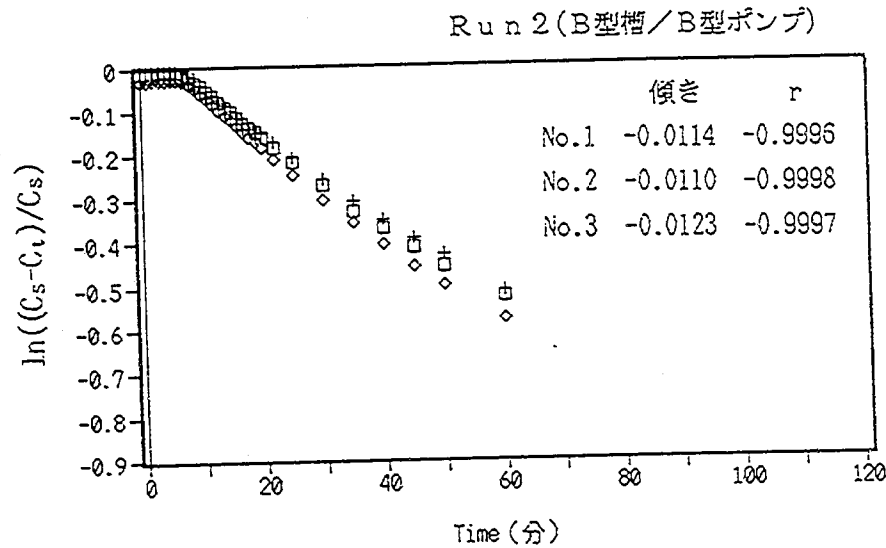
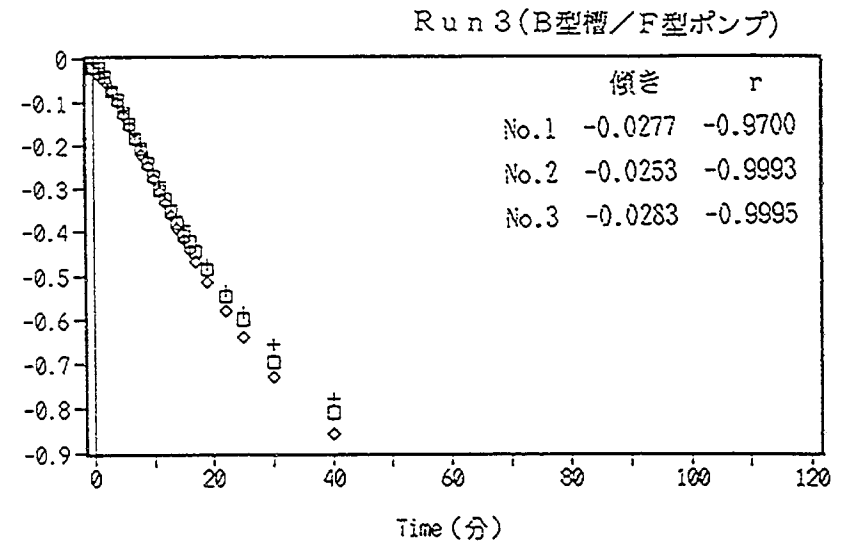
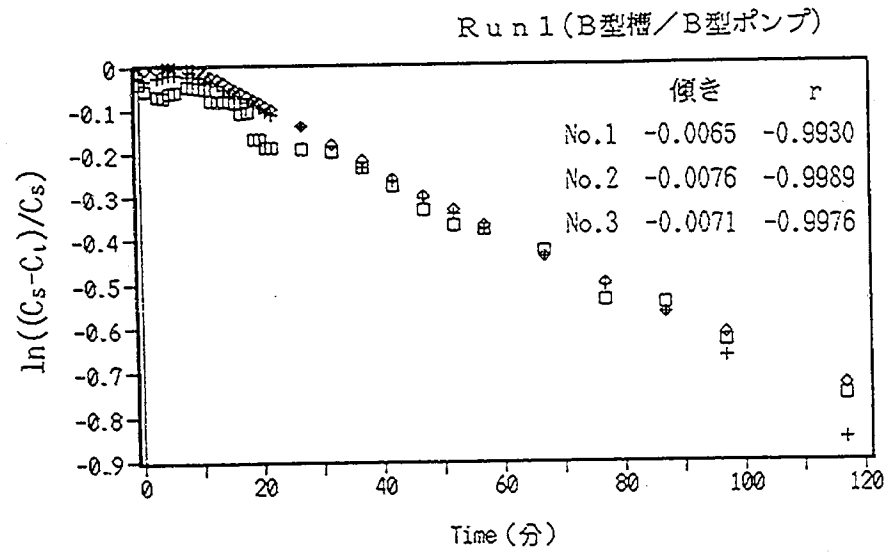


図32 浄化槽と供給ポンプの組合せの違いによるDO不足量の実験結果
(□印はNo.1、+印はNo.2、◇印はNo.3の測定深度)

酸素供給能力調査 (Run. 1)

浄化槽 B 型 (B 型ポンプ)

DO 計設置位置

NO 1 水面より 10cm

NO 2 水面より 57cm

NO 3 水面より 116cm

仕切り板から 32cm

右壁より 44cm

水温 11.0°C

気圧 1013mbar

飽和 DO 値 (Cs)

10.67

Time (分)	Ct : DO (ppm)			Dt : DO 不足量 (ppm)			LOG (Dt/Cs)		
	NO 1	NO 2	NO 3	NO 1	NO 2	NO 3	NO 1	NO 2	NO 3
0	0.85	0.60	0.30	9.82	10.07	10.37	-0.036	-0.025	-0.012
1	1.20	0.68	0.20	9.47	9.99	10.47	-0.052	-0.029	-0.008
3	1.50	0.58	0.10	9.17	10.09	10.57	-0.066	-0.024	-0.004
4	1.60	0.45	0.02	9.07	10.22	10.65	-0.071	-0.019	-0.001
5	1.40	0.40	0.00	9.27	10.27	10.67	-0.061	-0.017	0.000
6	1.27	0.38	0.00	9.40	10.29	10.67	-0.055	-0.016	0.000
8	1.00	0.45	0.05	9.67	10.22	10.62	-0.043	-0.019	-0.002
9	1.05	0.49	0.12	9.62	10.18	10.55	-0.045	-0.020	-0.005
10	1.07	0.59	0.20	9.60	10.08	10.47	-0.046	-0.025	-0.008
11	1.17	0.70	0.32	9.50	9.97	10.35	-0.050	-0.029	-0.013
12	1.70	0.82	0.50	8.97	9.85	10.17	-0.075	-0.035	-0.021
13	1.76	0.96	0.62	8.91	9.71	10.05	-0.078	-0.041	-0.026
14	1.75	1.12	0.80	8.92	9.55	9.87	-0.078	-0.048	-0.034
15	1.81	1.30	0.98	8.86	9.37	9.69	-0.081	-0.056	-0.042
16	1.83	1.45	1.15	8.84	9.22	9.52	-0.082	-0.063	-0.050
17	2.30	1.60	1.30	8.37	9.07	9.37	-0.105	-0.071	-0.056
18	2.28	1.77	1.48	8.39	8.90	9.19	-0.104	-0.079	-0.065
19	3.41	1.92	1.62	7.26	8.75	9.05	-0.167	-0.086	-0.072
20	3.40	2.08	1.80	7.27	8.59	8.87	-0.167	-0.094	-0.080
21	3.72	2.25	1.99	6.95	8.42	8.68	-0.186	-0.103	-0.090
22	3.70	2.38	2.12	6.97	8.29	8.55	-0.185	-0.110	-0.096
27	3.79	2.90	2.90	6.88	7.77	7.77	-0.191	-0.138	-0.138
32	3.90		3.60	6.77		7.07	-0.198		-0.179
37	4.41	4.40	4.20	6.26	6.27	6.47	-0.232	-0.231	-0.217
42	5.01	4.90	4.80	5.66	5.77	5.87	-0.275	-0.267	-0.260
47	5.71	5.40	5.30	4.96	5.27	5.37	-0.333	-0.306	-0.298
52	6.12	5.80	5.70	4.55	4.87	4.97	-0.370	-0.341	-0.332
57	6.22	6.20	6.12	4.45	4.47	4.55	-0.380	-0.378	-0.370
67	6.70	6.80	6.80	3.97	3.87	3.87	-0.429	-0.440	-0.440
77	7.60	7.35	7.30	3.07	3.32	3.37	-0.541	-0.507	-0.501
87	7.66	7.80	7.80	3.01	2.87	2.87	-0.550	-0.570	-0.570
97	8.20	8.40	8.10	2.47	2.27	2.57	-0.635	-0.672	-0.618
117	8.80	9.18	8.70	1.87	1.49	1.97	-0.756	-0.855	-0.734

酸素供給能力調査 (Run.2)

浄化槽名 B型 (B型ポンプ)

DO計設置位置

NO1 水面より10cm

NO2 水面より57cm

NO3 水面より116cm

仕切り板から32cm

右壁より44cm

水温9.3℃

気圧1004mbar

飽和DO値(Cs)

11.11

Time (分)	C.t : DO (ppm)			Dt : DO不足量 (ppm)			LOG (Dt/Cs)		
	NO1	NO2	NO3	NO1	NO2	NO3	NO1	NO2	NO3
0	0.25	0.10	0.70	10.86	11.01	10.41	-0.010	-0.004	-0.028
1	0.40	0.08	0.70	10.71	11.03	10.41	-0.016	-0.003	-0.028
2	0.45	0.08	0.68	10.66	11.03	10.43	-0.018	-0.003	-0.027
3	0.40	0.06	0.65	10.71	11.05	10.46	-0.016	-0.002	-0.026
4	0.40	0.07	0.63	10.71	11.04	10.48	-0.016	-0.003	-0.025
5	0.45	0.08	0.63	10.66	11.03	10.48	-0.018	-0.003	-0.025
6	0.60	0.12	0.64	10.51	10.99	10.47	-0.024	-0.005	-0.026
7	0.40	0.25	0.70	10.71	10.86	10.41	-0.016	-0.010	-0.028
8	0.52	0.40	0.88	10.59	10.71	10.23	-0.021	-0.016	-0.036
9	0.80	0.66	1.10	10.31	10.45	10.01	-0.032	-0.027	-0.045
10	1.00	0.90	1.40	10.11	10.21	9.71	-0.041	-0.037	-0.058
11	1.30	1.18	1.62	9.81	9.93	9.49	-0.054	-0.049	-0.068
12	1.52	1.40	1.90	9.59	9.71	9.21	-0.064	-0.058	-0.081
13	1.80	1.68	2.18	9.31	9.43	8.93	-0.077	-0.071	-0.095
14	2.10	1.95	2.48	9.01	9.16	8.63	-0.091	-0.084	-0.110
15	2.30	2.18	2.68	8.81	8.93	8.43	-0.101	-0.095	-0.120
16	2.55	2.38	2.92	8.56	8.73	8.19	-0.113	-0.105	-0.132
17	2.78	2.61	3.19	8.33	8.50	7.92	-0.125	-0.116	-0.147
18	3.00	2.80	3.40	8.11	8.31	7.71	-0.137	-0.126	-0.159
19	3.20	3.03	3.60	7.91	8.08	7.51	-0.148	-0.138	-0.170
20	3.42	3.25	3.82	7.69	7.86	7.29	-0.160	-0.150	-0.183
22	3.80	3.60	4.23	7.31	7.51	6.88	-0.182	-0.170	-0.208
25	4.35	4.17	4.78	6.76	6.94	6.33	-0.216	-0.204	-0.244
30	5.12	4.94	5.55	5.99	6.17	5.56	-0.268	-0.255	-0.301
35	5.90	5.60	6.20	5.21	5.51	4.91	-0.329	-0.305	-0.355
40	6.35	6.15	6.74	4.76	4.96	4.37	-0.368	-0.350	-0.405
45	6.82	6.60	7.20	4.29	4.51	3.91	-0.413	-0.392	-0.454
50	7.21	6.98	7.59	3.90	4.13	3.52	-0.455	-0.430	-0.499
60	7.80	7.68	8.18	3.31	3.43	2.93	-0.526	-0.510	-0.579

酸素供給能力調査 (Run.3)

浄化槽 B型 (F型ポンプ)

DO計設置位置

NO1 水面より10cm 仕切り板から32cm
NO2 水面より57cm 右壁より44cm
NO3 水面より116cm

水温17.1℃

気圧1004mbar

飽和DO値 (Cs) 9.35

Time (分)	Ct : DO (ppm)		
	NO1	NO2	NO3
0	0.40	0.20	0.49
1	0.41	0.41	0.78
2	0.85	0.80	1.01
3	1.42	1.25	1.46
4	1.80	1.75	1.91
5	2.30	2.20	2.39
6	2.70	2.66	2.84
7	3.20	3.06	3.28
8	3.55	3.45	3.70
9	3.95	3.81	4.06
10	4.30	4.15	4.41
11	4.70	4.48	4.73
12	4.90	4.77	5.00
13	5.20	5.02	5.30
14	5.45	5.28	5.55
15	5.71	5.49	5.79
16	5.81	5.70	5.97
17	6.00	5.89	6.18
19	6.30	6.22	6.50
22	6.70	6.62	6.90
25	7.01	6.92	7.21
30	7.48	7.30	7.61
40	7.90	7.80	8.05

Dt : DO不足量 (ppm)			LOG (Dt/Cs)		
NO1	NO2	NO3	NO1	NO2	NO3
8.95	9.15	8.86	-0.019	-0.009	-0.023
8.94	8.94	8.57	-0.019	-0.019	-0.038
8.50	8.55	8.34	-0.041	-0.039	-0.050
7.93	8.10	7.89	-0.072	-0.062	-0.074
7.55	7.60	7.44	-0.093	-0.090	-0.099
7.05	7.15	6.96	-0.123	-0.117	-0.128
6.65	6.69	6.51	-0.148	-0.145	-0.157
6.15	6.29	6.07	-0.182	-0.172	-0.188
5.80	5.90	5.65	-0.207	-0.200	-0.219
5.40	5.54	5.29	-0.238	-0.227	-0.247
5.05	5.20	4.94	-0.268	-0.255	-0.277
4.65	4.87	4.62	-0.303	-0.283	-0.306
4.45	4.58	4.35	-0.322	-0.310	-0.332
4.15	4.33	4.05	-0.353	-0.334	-0.363
3.90	4.07	3.80	-0.380	-0.361	-0.391
3.64	3.86	3.56	-0.410	-0.384	-0.419
3.54	3.65	3.38	-0.422	-0.409	-0.442
3.35	3.46	3.17	-0.446	-0.432	-0.470
3.05	3.13	2.85	-0.487	-0.475	-0.516
2.65	2.73	2.45	-0.548	-0.535	-0.582
2.34	2.43	2.14	-0.602	-0.585	-0.640
1.87	2.05	1.74	-0.699	-0.659	-0.730
1.45	1.55	1.30	-0.809	-0.780	-0.857

酸素供給能力調査 (Run.4)

浄化槽名 F型 (F型ポンプ)

DO計設置位置

NO1 水面より10cm

NO2 水面より70cm

NO3 水面より140cm

水温13.2℃

気圧1012mbar

飽和DO値 (Cs) 10.15

Time (分)	Ct : DO (ppm)		
	NO1	NO2	NO3
0	8.00	0.00	0.50
1	8.40	0.67	0.90
2	8.00	1.20	1.50
3	8.80	1.70	1.96
4	8.80	2.10	2.35
5	8.80	2.48	2.70
6	8.80	2.80	3.01
7	8.60	3.11	3.35
8	8.60	3.43	3.65
9	8.20	3.70	3.92
10	8.80	4.00	4.20
11	9.20	4.30	4.47
13	9.20	4.85	5.00
15	9.30	5.37	5.40
17	8.70	5.68	6.00
20	9.10	6.52	6.65
22	9.30	6.90	7.02
25	9.40	7.40	7.50
30	9.60	8.10	8.12

Dt : DO不足量 (ppm)			LOG (Dt/Cs)		
NO1	NO2	NO3	NO1	NO2	NO3
2.15	10.15	9.65	-0.674	0.000	-0.022
1.75	9.48	9.25	-0.763	-0.030	-0.040
2.15	8.95	8.65	-0.674	-0.055	-0.069
1.35	8.45	8.19	-0.876	-0.080	-0.093
1.35	8.05	7.80	-0.876	-0.101	-0.114
1.35	7.67	7.45	-0.876	-0.122	-0.134
1.35	7.35	7.14	-0.876	-0.140	-0.153
1.55	7.04	6.80	-0.816	-0.159	-0.174
1.55	6.72	6.50	-0.816	-0.179	-0.194
1.95	6.45	6.23	-0.716	-0.197	-0.212
1.35	6.15	5.95	-0.876	-0.218	-0.232
0.95	5.85	5.68	-1.029	-0.239	-0.252
0.95	5.30	5.15	-1.029	-0.282	-0.295
0.85	4.78	4.75	-1.077	-0.327	-0.330
1.45	4.47	4.15	-0.845	-0.356	-0.388
1.05	3.63	3.50	-0.985	-0.447	-0.462
0.85	3.25	3.13	-1.077	-0.495	-0.511
0.75	2.75	2.65	-1.131	-0.567	-0.583
0.55	2.05	2.03	-1.266	-0.695	-0.699

5) 脱窒用循環システムの開発

既に3.3の6)の項で述べたように、嫌気性槽においては脱窒条件が満たされているので、硝化の進んだ沈殿槽の処理水を嫌気性槽に最適な循環率で返送すればおよそ80%程度の窒素除去率が期待できる。また、この循環システムは沈殿槽底部の堆積汚泥も返送するので、流量増加時におけるSS流出減少も防ぐことができる可能性がある。しかし、循環システムを実用化するためには、安定した返送水量が確保できること、最適返送率にするための調整が可能なこと、そして装置と運転に係る費用が安く採用可能であることなどがあげられる。

以上のような要件を満たすものとして、エアリフトの原理を利用し、流量を任意に変えられるような循環装置を検討した。

1) 装置の概要

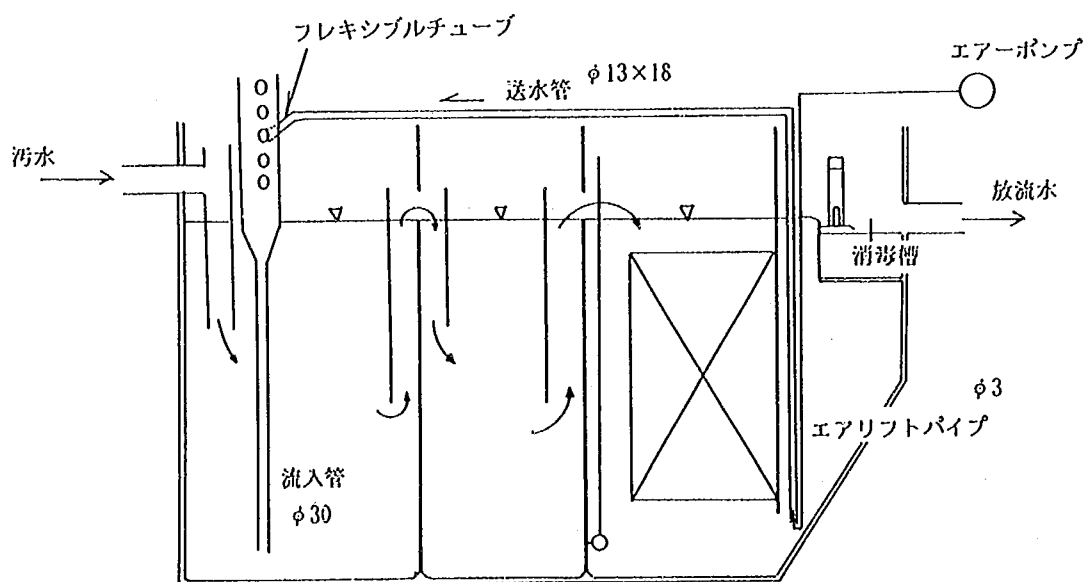


図31 脱窒用循環システムの概要

2) 循環システムの実証実験

① 実験装置と器材

実証実験に用いたのは以下の装置と器材である。

実験水槽：有効水深が1.6mの実合併処理浄化槽

水量計：1 Lのメスシリンダーとストップッチ

エアポンプ：3.5Wの養魚用ポンプ

返送用配管：内径13m/mと30m/mのPVパイプ、異形ソケットおよび内径4m/mのビニールチューブ

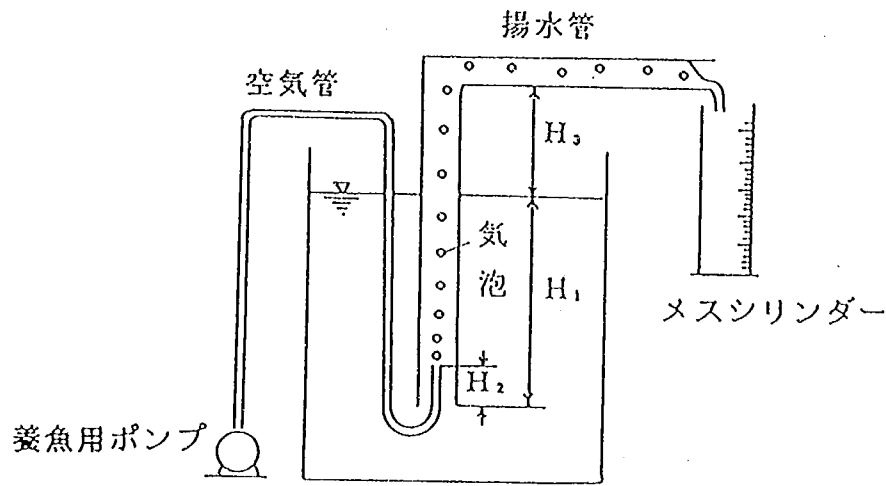


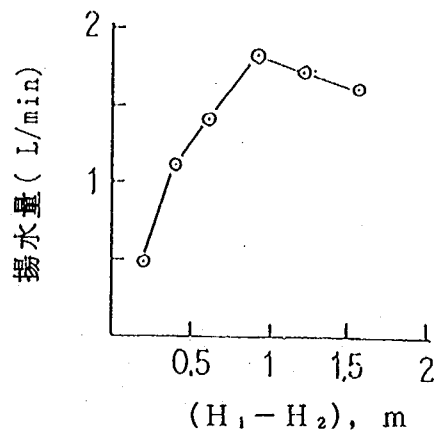
図32 揚水能力実験装置の概要

② 揚水管の設定深度と揚水量との関係

エアリフト用パイプを図 32 のようにセットし、エアポンプを作動させた後、揚水量が一定値に達した時の値をメスシリンダーで計量する。揚水管底部の設定位置を水深 30 cm から 165 cm まで変化させた時の揚水量は図 33 に示すように変化し、水深 90 cm ($= H_1 - H_3 = 100 - 10$) の時最大揚水量 1.8 L/min を示した。

表28 設定深度 H と揚水量との関係

H_1	H_2	H_3	揚水量 (L/min)
30cm	10cm	10cm	0.48
50	10	10	1.10
70	10	10	1.40
100	10	10	1.80
130	10	10	1.70
165	10	10	1.64

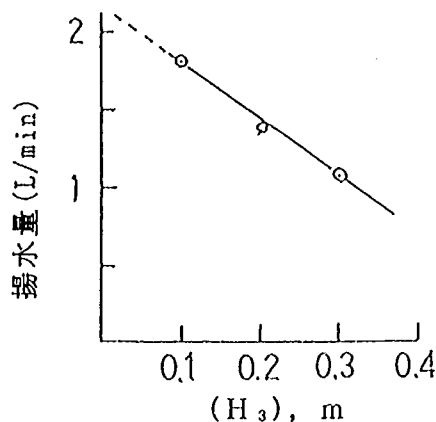


③ 返送口の高さと揚水量との関係

揚水管底部の深度を最大揚水量を示す90cmに設定し、水面から揚水管の放流口までの高さ(H_3)を変化させた時の揚水量の変化を調べると、図のような結果となった。すなわち $H_3 = 0$ cmの時の揚水量2.15 L/minを最大値として、 H_3 が大きくなるに従い、37 ml/cmの割合で直線的に減少していく。

表29 ヘッド差(H_3) 揚水量(L/min)

10cm	1.80
20	1.36
30	1.06



④ 循環システムの適用範囲と運転費用

エアリフトパイプの先端を最大揚水量を示す深度に設定し、ヘッド差をほぼ水面と同じ($H \approx 0$)にすれば、一日の返送水量は約 3 m^3 となる。また、ヘッド差を30cm程度にすれば、返送水量は約半分の $1.5 \text{ m}^3/\text{d}$ となる。このように、ヘッド差を変えられるようにすれば、必要な返送水量に調節することが可能である。そして、嫌気性槽での脱窒は返送率が200%程度で高い効果が得られるといわれており、排水量 1 m^3 程度の5人家族の場合、 2 m^3 の返送水量は十分得られる。なお、本実験で採用したエアリフトポンプは養魚用ポンプであり、電圧100Vにおける電流値は0.047Aであったので、約4Wとなる。電気代としては、月あたり約40円程度に相当する。また、PVパイプなどの配管材としては約2000~3000円程度で作製することができた。

＜資料編＞

資料No.1 埼玉県H市通日調査結果(1988年11月8～9日)

資料No.2 埼玉県H市通日調査結果(1989年2月15～16日)

資料No.3 スポットサンプルの相加平均値と全量採水試料
による荷重平均値との比較

試料No.4 Kろ材浄化槽の通日調査結果(1990年3月14～15日)

試料No.5 茨城県I市通日調査結果(1990年9月5～6日)

埼玉県H市通日調査結果

－嫌気ろ床接触曝気方式－

実施時期：1988年 11月8～9日

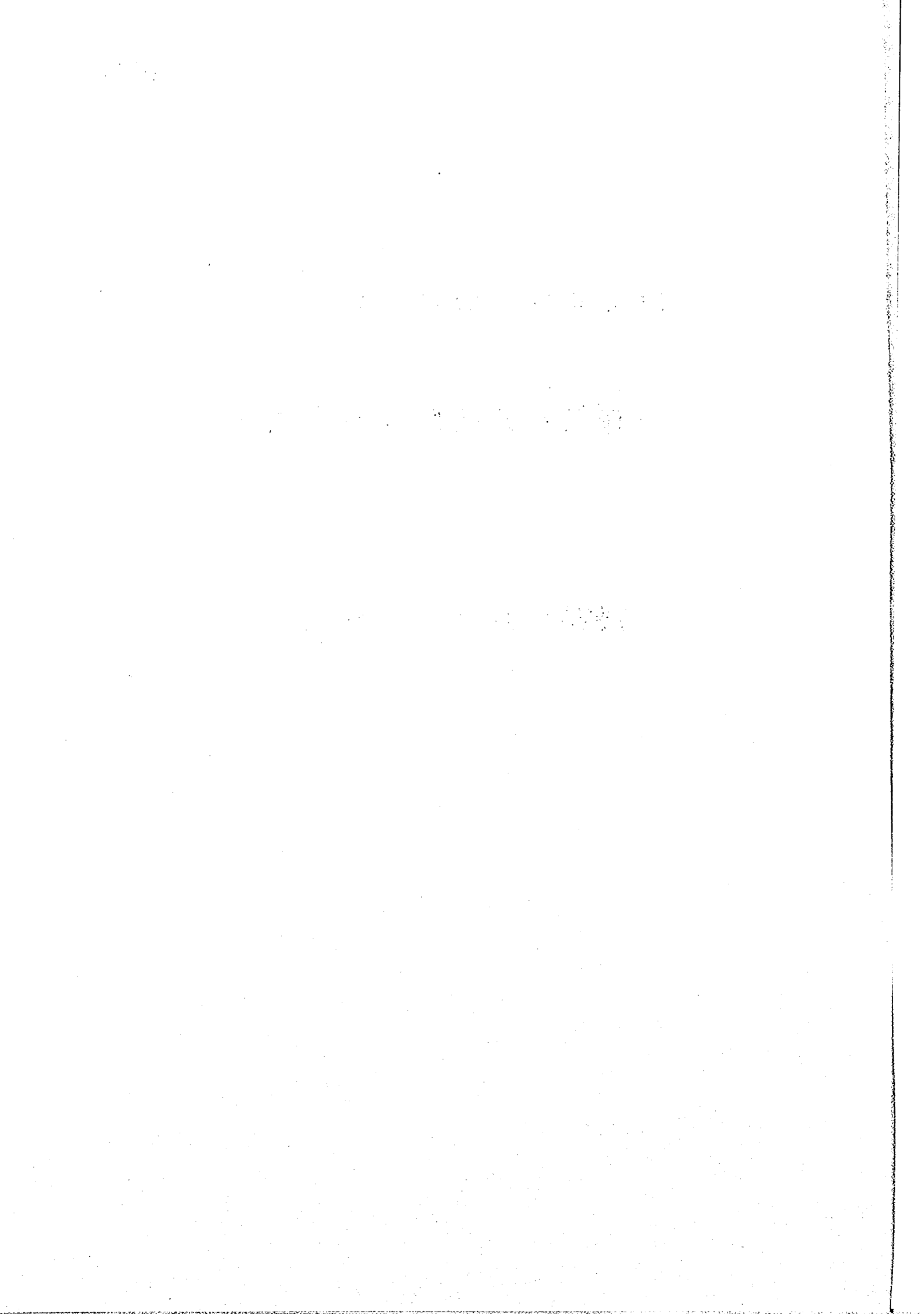


表3 図 H 市合併浄化槽流出水の分析結果

項目	採水箇所	15:00	19:00	23:00	7:00	11:00	平均	最小	最大	C V (%)
水温℃	K	19.10	18.30	18.40	18.00	17.90	18.30	17.90	19.10	2.60
	Y	16.00	17.50	17.50	15.90	17.50	16.90	15.90	17.50	5.00
	E	18.00	18.20	17.00	17.60	19.10	18.10	17.00	19.10	4.70
	F	18.00	16.40	16.30	14.80	16.40	16.40	14.80	18.00	6.90
PH	K	7.52	7.31	7.25	7.34	7.36		7.25	7.52	
	Y	7.61	7.40	7.24	7.09	7.18		7.09	7.61	
	E	7.63	7.40	7.21	7.17	7.55		7.17	7.63	
	F	6.56	6.40	6.41	6.46	7.01		6.40	7.01	
透視度 (cm)	K	19.00	20.00	23.00	25.00	20.00	21.40	19.00	25.00	11.70
	Y	14.00	26.50	33.00	28.50	28.50	26.10	14.00	33.00	27.50
	E	18.00	21.00	34.50	33.50	17.50	24.90	17.50	34.50	33.80
	F	12.00	18.50	19.00	21.00	10.00	16.10	10.00	21.00	29.80
DO	K	2.90	5.10	5.60	5.80	5.20	4.90	2.90	5.80	23.80
	Y	3.80	4.90	4.90	7.40	3.50	4.90	3.50	7.40	31.30
	E	4.80	4.40	4.20	4.60	3.10	4.20	3.10	4.80	15.80
	F	4.90	5.20	5.50	6.90	4.00	5.30	4.00	6.90	19.90
アルカリ度	K	75.00	98.50	101.00	115.00	81.60	94.40	75.00	115.00	16.70
	Y	108.00	93.20	76.30	39.60	58.30	75.10	39.60	108.00	36.20
	E	102.00	86.80	65.30	55.40	122.00	86.30	55.40	122.00	31.30
	F	17.50	19.80	13.40	10.50	64.10	25.10	10.50	64.10	88.30
SS	K	18.80	12.40	12.80	9.20	17.90	14.20	9.20	18.80	28.40
	Y	33.50	10.80	9.60	15.00	6.80	15.10	6.80	33.50	70.70
	E	17.60	10.00	10.00	4.00	17.60	11.80	4.00	17.60	49.20
	F	24.20	16.50	15.30	29.00	31.00	23.20	15.30	31.00	20.70
BOD5	K	30.60	20.30	17.40	15.80	22.20	21.30	15.80	30.60	27.10
	Y	91.90	24.40	33.40	36.00	20.70	41.30	20.70	91.90	70.20
	E	67.10	23.60	19.00	11.70	52.10	34.70	11.70	67.10	68.40
	F	18.40	14.40	12.20	10.60	29.40	17.00	10.60	29.40	44.30
C-BOD	K	11.30	16.10	12.20	10.60	12.80	12.60	10.60	16.10	16.90
	Y	20.80	13.20	8.20	6.30	10.40	11.80	6.30	20.80	48.00
	E	19.40	17.40	10.10	5.30	36.40	17.70	5.30	36.40	67.10
	F	7.70	10.80	9.10	7.80	22.30	11.50	7.70	22.30	53.40
N-BOD	K	19.30	4.20	5.20	5.20	9.40	8.70	4.20	19.30	72.50
	Y	71.10	11.20	25.20	29.70	10.30	29.50	10.30	71.10	83.90
	E	47.70	6.20	8.90	6.40	15.70	17.00	6.20	47.70	103.60
	F	10.70	3.60	3.10	2.80	7.10	5.50	2.80	10.70	62.30
COD	K	25.70	19.80	19.20	16.90	21.00	20.30	16.90	25.70	16.50
	Y	31.80	15.10	14.30	14.30	15.00	18.10	14.30	31.80	42.80
	E	25.10	19.90	15.30	12.20	26.40	19.80	12.20	26.40	30.90
	F	23.40	20.40	17.80	17.00	28.20	21.40	17.00	28.20	21.40
TOC	K	13.50	16.00	15.30	15.40	14.20	14.90	13.50	16.00	6.80
	Y	13.90	7.70	7.00	5.80	7.10	8.30	5.80	13.90	38.60
	E	10.10	10.20	8.00	7.10	15.10	10.10	7.10	15.10	30.70
	F	7.00	7.90	6.90	6.80	8.80	7.50	6.80	8.80	11.50
TP	K	2.40	2.16	2.10	2.12	2.04	2.16	2.04	2.40	6.40
	Y	3.48	3.00	2.80	2.78	2.94	3.00	2.78	3.48	9.50
	E	1.92	1.30	1.06	0.84	1.74	1.37	0.84	1.92	33.00
	F	3.60	3.56	3.62	3.64	3.74	3.63	3.56	3.74	1.90
D-TP	K	1.90	1.96	1.86	2.00	2.04	1.95	1.86	2.04	3.70
	Y	2.94	2.84	2.68	2.60	2.70	2.75	2.60	2.94	4.90
	E	1.60	1.16	0.96	0.74	1.72	1.24	0.74	1.72	32.70
	F	3.14	3.22	3.62	3.28	3.34	3.30	3.14	3.34	5.80
NH4-N	K	6.77	10.20	10.40	11.50	7.72	9.32	6.77	11.50	21.30
	Y	17.70	17.60	13.50	8.20	9.64	11.30	8.20	17.70	33.00
	E	9.61	8.23	4.66	2.71	12.60	7.56	2.71	12.60	52.10
	F	3.33	4.02	3.28	3.06	11.40	5.02	3.06	11.40	71.50
NOx-N	K	6.15	4.52	3.13	0.67	5.68	4.03	0.67	6.15	54.90
	Y	6.59	6.14	8.84	13.00	12.90	9.47	6.14	13.00	34.70
	E	0.73	0.92	2.81	3.30	0.46	1.64	0.46	3.30	79.70
	F	21.80	22.30	23.50	23.40	18.00	21.80	18.00	23.50	10.20
KN	K	10.40	12.60	14.40	13.60	8.50	11.90	8.50	14.40	20.30
	Y	26.20	18.60	15.90	11.20	13.80	17.10	11.20	26.20	33.50
	E	11.30	10.00	6.20	4.50	13.50	9.20	4.50	13.50	41.10
	F	5.80	6.00	6.60	5.90	14.90	7.80	5.80	14.90	50.50
TN	K	16.60	17.10	17.50	14.30	14.20	15.90	14.20	17.50	9.90
	Y	32.30	24.70	24.70	24.20	25.60	26.60	24.20	32.30	13.50
	E	12.60	10.90	9.01	7.60	14.00	10.90	7.60	14.00	23.30
	F	27.60	28.30	30.10	29.30	32.90	29.60	27.60	32.90	6.30
SO4	K	77.00	70.30	69.20	62.80	75.60	71.00	62.80	77.00	8.00
	Y	55.90	62.10	72.90	80.00	68.00	68.60	59.90	80.00	11.90
	E	71.50	75.60	37.60	95.60	62.40	78.50	62.40	95.60	16.70
	F	95.60	92.00	94.20	94.60	78.20	90.90	78.20	95.60	9.00

第3回浄化槽結果K宅

時刻	排水量	pH	水温	SS	アルカリ度	TOC	SO ₄	T-N	NH ₄ -N	NOx-N	KN	TP	D-KN	D-TP	BOD	C-BOD	N-BOD	COD
15:00	7	7.52	19.1	18.8	75.8	13.5	77.0	16.6	6.8	6.2	10.4	2.40	8.0	1.90	30.6	11.3	19.3	25.7
15:10	100	7.28	18.7	22.8	95.0	9.7	69.0	14.4	9.8	3.6	10.8	2.30	9.6	2.14	34.4	15.3	19.1	22.8
15:30	100	7.19	19.0	13.0	74.0	10.4	74.6	15.8	7.0	6.5	9.3	2.22	11.8	1.96	33.5	14.8	18.7	23.4
16:10	120	7.05	18.5	103.0	76.9	10.8	77.5	16.4	7.1	6.6	9.8	2.46	9.0	1.83	61.1	27.2	33.9	60.3
16:35	100	7.13	19.0	97.0	83.3	13.7	76.0	19.0	8.8	6.5	12.5	3.00	9.9	2.22	55.3	25.4	29.9	44.2
19:00	7	7.31	18.3	12.4	98.5	16.0	70.3	17.1	10.2	4.5	12.6	2.16	11.9	1.96	20.3	16.1	4.2	18.8
21:37	100	7.26	17.8	19.6	99.1	10.5	73.2	16.1	10.7	3.4	12.7	2.16	9.9	2.06	28.5	15.1	13.4	22.5
23:00	5	7.25	18.4	12.8	101.0	15.3	69.2	17.5	19.4	3.1	14.4	2.10	12.2	1.86	17.4	12.2	5.2	19.2
23:08	100	7.27	17.6	17.0	98.5	11.4	71.0	15.4	10.5	3.3	12.1	2.14	11.9	1.88	26.7	15.8	10.9	22.4
0:20	75	7.21	17.5	18.4	99.1	11.2	69.6	16.5	10.6	2.9	13.6	2.08	11.3	1.72	24.6	10.7	13.9	21.4
7:00	5	7.34	18.0	9.2	115.0	15.4	62.8	14.3	11.5	0.7	13.6	2.12	11.8	2.00	15.8	10.6	5.2	16.9
9:17	100	7.34	16.0	12.4	106.0	11.3	64.4	15.5	10.9	1.9	13.6	2.18	10.9	2.00	22.7	11.4	11.3	20.4
9:44	100	7.23		21.8	112.0	11.8	70.2	15.6	8.2	4.7	10.9	2.28	8.8	1.90	27.6	13.1	14.5	22.6
11:00	25	7.36	17.9	17.9	81.6	14.2	75.6	14.2	7.7	5.7	8.5	2.04	9.9	3.08	22.2	12.8	9.4	21.0

944

0.132	0.531	0.095	0.539	0.116	0.048	0.043	0.073	0.017	0.056	0.013	0.214	0.079	0.135	0.180
2.280	9.500	0.970	6.900	1.440	0.980	0.360	1.080	0.230	0.960	0.214	3.440	1.530	1.910	2.280
1.300	7.400	1.040	7.460	1.580	0.700	0.650	0.930	0.222	1.180	0.196	3.350	1.480	1.870	2.340
12.360	9.228	1.296	9.300	1.968	0.852	0.792	1.176	0.295	1.080	0.226	7.332	3.264	4.068	7.236
9.700	8.330	1.370	7.600	1.900	0.880	0.650	1.250	0.300	0.990	0.222	5.530	2.540	2.990	4.420
0.087	0.690	0.112	0.492	0.120	0.071	0.032	0.088	0.015	0.083	0.014	0.142	0.113	0.029	0.132
1.960	9.910	1.050	7.320	1.010	1.070	0.340	1.270	0.216	0.990	0.206	2.850	1.510	1.240	2.250
0.064	0.505	0.077	0.346	0.088	0.052	0.016	0.072	0.011	0.061	0.009	0.087	0.061	0.026	0.096
1.700	9.850	1.140	7.100	1.540	1.050	0.330	1.210	0.214	1.190	0.188	2.670	1.580	1.090	2.240
1.380	7.433	0.840	5.220	1.238	0.795	0.218	1.020	0.156	0.848	0.129	1.845	0.803	1.043	1.605
0.046	0.575	0.077	0.314	0.072	0.058	0.004	0.068	0.011	0.059	0.010	0.079	0.053	0.026	0.085
1.240	10.600	1.130	6.440	1.550	1.090	0.190	1.360	0.218	1.090	0.200	2.270	1.140	1.130	2.040
2.180	11.200	1.180	7.020	1.560	0.820	0.470	1.090	0.228	0.880	0.190	2.760	1.310	1.450	2.260
0.448	2.040	0.355	1.890	0.355	0.193	0.143	0.213	0.051	0.248	0.077	0.555	0.320	0.235	0.525

加	排水量(g)	34.88	87.79	10.73	67.94	15.14	8.66	4.24	10.90	2.18	9.71	1.89	33.12	15.78	17.34	27.69
加	排水量(mg/l)	36.94	93.00	11.37	71.97	16.03	9.17	4.49	11.55	2.31	10.29	2.01	35.09	16.72	18.37	29.33
加	排水量(mg/l)	103.00	115.00	16.00	77.50	19.00	11.50	6.60	14.40	3.00	12.20	3.08	61.10	27.20	33.90	60.30
加	排水量(mg/l)	9.20	74.00	9.70	62.80	14.20	6.80	0.70	8.50	2.04	8.00	1.72	15.80	10.60	4.20	16.90
加	排水量(mg/l)	28.29	93.99	12.51	71.46	16.03	9.30	4.26	11.77	2.26	10.49	2.04	30.05	15.13	14.92	25.83

第3回浄化槽結果Y宅

時刻	流出量	PH	水温	SS	アルカリ度	TOC	SO ₄	NH ₄ -N	NOX-N	K-N	T-P	D-KN	D-TP	BOD	C-BOD	N-BOD	COD
15:00	7	7.61	16.8	33.5	108.0	13.9	59.9	17.7	6.6	26.2	3.48	20.2	2.94	91.9	20.8	71.1	31.8
16:00	7	7.40	17.5	10.8	93.2	7.7	62.1	17.6	6.1	18.8	3.00	18.0	2.84	24.4	13.2	11.2	15.1
20:13	100	7.31		15.6	104.0	9.9	55.3	20.9	7.1	25.6	3.00	12.3	2.54	32.7	10.8	21.9	18.7
23:00	5	7.24	17.5	9.6	76.3	7.0	72.9	13.5	8.8	15.9	2.80	14.3	2.68	33.4	8.2	25.2	14.3
23:44	110	7.25		15.2	85.1	10.2	61.2	14.5	8.3	19.4	2.84	14.0	2.54	34.6	7.1	27.5	15.7
7:00	5	7.09	15.9	15.0	39.6	5.8	80.0	8.2	13.0	11.2	2.78	8.9	2.60	36.0	6.3	29.7	14.3
8:04	100	7.09		16.0	41.3	11.0	66.3	8.1	13.7	9.4	2.62	8.6	2.40	29.8	4.9	24.9	14.2
8:55	100	6.84		16.8	29.7	9.1	66.7	6.2	15.7	9.2	2.33	5.5	2.22	32.1	4.1	28.0	16.6
9:00	100	6.74		24.4	28.6	8.5	65.3	5.9	16.0	7.6	2.64	6.4	2.50	43.6	6.3	37.3	18.9
9:03	100	6.84		68.0	24.8	9.3	65.3	5.4	16.6	11.6	3.52	6.4	2.44	82.1	12.1	70.0	35.7
9:07	120	6.68		114.0	22.7	9.0	61.7	5.6	16.3	11.8	3.98	6.0	2.34	146.0	26.0	117.0	59.5
9:11	120	6.73		140.0	45.5	8.7	59.0	6.5	15.5	22.8	4.80	7.1	2.54	170.0	29.1	150.0	68.5
9:28	100	6.58		108.0	42.0	9.3	59.0	7.4	13.4	17.8	4.26	5.3	2.60	157.0	24.0	132.0	52.5
11:00	5	7.18	17.5	6.8	58.3	7.1	68.0	9.6	12.0	13.8	2.94	10.0	2.70	20.7	10.4	18.3	15.0
12:08	40	6.84		16.5	55.4	9.5	53.0	8.9	13.3	12.5	3.16	10.1	2.56	28.3	6.6	21.7	17.7
10:19																	
				0.235	0.756	0.097	0.419	0.124	0.046	0.183	0.024	0.141	0.021	0.640	0.146	0.498	0.223
				0.076	0.652	0.054	0.435	0.123	0.043	0.130	0.021	0.126	0.020	0.171	0.092	0.078	0.106
				1.560	10.400	0.990	5.530	2.090	0.710	2.560	0.300	1.200	0.254	3.270	1.090	2.190	1.670
				0.048	0.382	0.035	0.365	0.068	0.044	0.080	0.014	0.072	0.013	0.167	0.041	0.126	0.072
				1.672	9.361	1.122	6.732	1.595	0.913	2.134	0.312	1.540	0.279	3.806	0.781	3.025	1.727
				0.075	0.198	0.029	0.400	0.041	0.065	0.056	0.014	0.045	0.013	0.180	0.032	0.149	0.072
				1.600	4.130	1.100	6.630	0.810	1.370	0.940	0.262	0.360	0.240	2.960	0.490	2.490	1.420
				1.680	2.970	0.910	6.670	0.620	1.570	0.920	0.288	0.550	0.222	3.210	0.410	2.800	1.660
				2.440	2.860	0.850	6.530	0.590	1.800	0.760	0.264	0.640	0.250	4.360	0.620	3.730	1.890
				6.800	2.430	0.930	6.530	0.540	1.660	1.160	0.352	0.640	0.244	8.210	1.210	7.000	3.570
				13.680	2.724	1.080	7.404	0.672	1.956	1.416	0.478	0.720	0.281	17.520	3.480	14.040	7.140
				16.800	5.460	1.044	7.080	0.780	1.860	2.736	0.576	0.852	0.305	21.480	3.492	18.000	8.220
				10.800	4.200	0.930	5.900	0.740	1.340	1.780	0.426	0.530	0.260	15.700	2.400	13.300	5.250
				0.034	0.292	0.036	0.340	0.048	0.064	0.069	0.015	0.050	0.014	0.104	0.052	0.052	0.075
				0.660	2.216	0.380	2.120	0.356	0.532	0.500	0.126	0.404	0.102	1.132	0.264	0.368	0.708
				58.16	49.08	9.59	63.08	9.20	13.77	15.42	3.47	8.37	2.52	92.93	14.60	60.35	32.90
				57.07	48.17	9.41	61.91	9.03	13.52	15.14	3.41	8.21	2.47	81.39	14.33	67.07	33.17
				140	108	13.9	80	20.9	16.6	26.2	4.8	20.2	2.94	179	29.1	150	68.5
				6.8	22.7	5.8	53	5.4	6.1	7.6	2.62	5.3	2.22	20.7	4.1	10.3	14.2
				40.68	56.97	9.07	63.71	10.40	12.21	15.56	3.25	10.19	2.56	64.77	12.86	51.92	27.10

第3回浄化槽結果E宅

時刻	採水量	pH	水温	SS	アルカリ度	TOC	SO ₄	NH ₄ -N	NOx-N	K-N	T-P	D-KN	D-T-P	BOD	C-BOD	N-BOD	COD
15:00	7	7.63	18.8	17.6	102.0	10.1	71.5	9.6	0.73	11.9	1.92	11.1	1.63	67.1	19.4	47.7	25.1
17:15	100	7.46		31.3	110.0	20.8	75.0	10.1	0.74	12.2	1.46	11.1	1.26	25.2	13.8	6.4	27.6
19:00	7	7.40	18.2	10.0	86.8	10.2	75.6	8.2	0.92	10.0	1.30	8.2	1.16	23.6	17.4	6.2	19.9
20:00	100	7.47		11.6	88.6	17.9	82.4	8.2	0.96	10.5	1.32	9.3	1.33	20.8	10.9	9.6	12.6
22:40	100	7.35		7.6	89.4	16.1	87.4	6.4	1.63	7.8	1.04	6.3	1.02	18.0	8.5	9.5	16.1
23:00	5	7.21	17.0	10.0	65.3	8.0	87.6	4.7	2.81	6.2	1.06	5.5	0.96	19.0	10.1	3.9	15.3
23:30	100	7.25		7.6	65.3	15.0	86.3	4.8	2.35	6.2	0.94	5.6	0.92	14.0	6.7	7.3	12.9
0:00	10	7.26		4.4	56.5	11.9	91.8	2.9	3.62	6.2	0.74	4.9	0.62	11.2	4.5	6.7	12.8
7:00	5	7.17	17.6	4.0	55.4	7.1	95.6	2.7	3.30	4.5	0.84	4.9	0.74	11.7	5.3	6.4	12.2
7:21	100	7.22	16.0	3.6	50.1	11.0	91.8	2.0	3.86	4.3	0.68	3.2	0.60	11.5	3.8	7.7	12.0
8:25	100	7.20		5.6	50.7	11.0	93.4	2.0	3.90	3.7	0.72	4.0	0.64	11.9	4.5	7.4	13.4
8:31	100	7.14		7.6	47.8	9.6	90.8	1.7	4.35	3.9	0.74	2.8	0.60	12.3	4.2	8.1	12.9
8:35	100	7.11	17.9	16.8	50.7	10.7	87.4	2.3	4.61	5.3	0.86	3.7	0.70	25.5	8.1	17.4	17.3
8:39	100	7.13	17.9	21.2	69.9	13.5	80.8	3.9	4.23	6.7	0.92	5.2	0.72	32.8	10.0	22.8	20.7
8:42	100	7.18	17.8	20.0	75.8	16.4	76.0	5.7	3.69	8.3	1.04	6.4	0.78	40.2	13.4	26.3	23.0
8:46	100	7.23	17.9	36.2	93.2	22.5	70.8	9.2	2.97	9.1	1.10	10.3	0.96	47.1	19.8	28.3	25.5
8:54	100	7.28	17.6	31.0	101.0	25.6	68.2	9.2	1.97	11.0	1.12	11.8	1.04	44.0	24.4	19.6	27.7
8:58	100	7.36	17.8	10.0	106.0	27.9	66.4	10.3	1.59	12.1	1.28	10.8	1.00	49.7	28.0	21.7	28.3
9:15	100	7.37	18.3	19.2	121.0	30.6	61.4	11.2	1.20	13.7	1.20	10.6	1.10	43.4	29.0	11.4	26.6
9:30	100	7.42	18.1	20.4	115.0	30.4	61.4	11.1	0.68	11.8	1.26	12.7	1.24	44.5	29.1	15.4	26.2
9:45	100	7.55	18.3	22.8	118.0	27.9	59.6	12.3	0.03	16.6	2.36	11.3	1.38	49.8	26.6	23.2	26.0
11:00	5	7.55	19.1	17.8	112.0	15.1	62.4	12.6	0.46	13.5	1.74	12.8	1.72	52.1	36.4	15.7	26.4
12:00	50	7.28		18.9	129.8	22.8	59.6	12.5	2.43	17.0	1.84	12.9	1.50	42.2	26.2	17.0	35.0

1689

0.123	0.714	0.071	0.501	0.067	0.005	0.003	0.013	0.078	0.011	0.470	0.136	0.334	0.176
3.130	11.000	2.080	7.500	1.010	0.074	0.006	0.070	0.009	0.062	0.008	0.165	0.122	0.139
0.070	0.608	0.071	0.529	0.057	0.006	0.070	0.009	0.062	0.008	0.165	0.122	0.139	0.139
1.160	8.860	1.790	8.240	0.820	0.096	1.050	0.132	0.930	0.138	2.080	1.090	0.990	1.260
0.760	8.040	1.610	8.740	0.640	0.163	0.780	0.104	0.630	0.102	1.820	0.950	0.950	1.610
0.050	0.327	0.040	0.438	0.024	0.014	0.031	0.005	0.028	0.005	0.095	0.051	0.045	0.077
0.760	1.530	0.630	0.480	0.235	0.094	0.094	0.094	0.094	0.092	1.400	0.670	0.730	1.290
0.044	0.565	0.119	0.918	0.029	0.036	0.062	0.007	0.049	0.006	0.112	0.045	0.067	0.128
0.020	0.277	0.036	0.478	0.014	0.017	0.023	0.004	0.025	0.004	0.059	0.027	0.032	0.061

0.360	5.010	1.100	9.130	0.200	0.386	0.430	0.068	0.320	0.060	1.150	0.360	0.770	1.200
0.560	5.070	1.100	9.340	0.200	0.390	0.370	0.072	0.400	0.064	1.190	0.450	0.740	1.340
0.760	4.780	0.960	9.080	0.170	0.435	0.390	0.074	0.280	0.060	1.230	0.420	0.810	1.290
1.680	5.070	1.070	8.740	0.230	0.461	0.530	0.086	0.370	0.070	2.550	0.810	1.740	1.750
2.120	6.990	1.350	8.080	0.390	0.423	0.670	0.092	0.520	0.072	3.260	1.000	2.290	2.070
2.000	7.580	1.640	7.680	0.570	0.369	0.830	0.104	0.640	0.078	4.020	1.340	2.630	2.380
3.620	9.320	2.250	7.080	0.920	0.297	0.910	0.110	1.030	0.096	4.710	1.890	2.930	2.550
3.100	10.100	2.560	6.820	0.920	0.197	1.100	0.112	1.180	0.104	4.400	2.440	1.960	2.770
1.000	10.800	2.790	6.640	1.030	0.159	1.210	0.128	1.080	0.100	4.970	2.800	2.170	2.820
1.920	12.100	3.060	6.140	1.120	0.120	1.370	0.128	1.060	0.110	4.040	2.900	1.140	2.660
2.040	11.500	3.040	6.140	1.110	0.068	1.180	0.126	1.270	0.124	4.450	2.910	1.540	2.620
2.280	11.800	2.790	5.960	1.230	0.003	1.660	0.236	1.130	0.138	4.980	2.660	2.520	2.600
0.089	0.560	0.076	0.312	0.063	0.002	0.009	0.009	0.069	0.009	0.261	0.182	0.079	0.132
0.945	6.450	1.140	2.980	0.625	0.122	0.850	0.092	0.645	0.075	2.160	1.310	0.550	1.750

総流出量(g)	28.59	144.05	32.24	130.07	11.92	4.08	15.51	1.95	13.52	1.65	52.09	26.35	25.69	35.44
加重平均濃度(mg/l)	16.93	95.29	19.09	77.01	7.06	2.41	9.18	1.16	8.21	0.98	30.84	15.60	15.21	20.98
最大値(mg/l)	36.20	129.00	30.60	95.60	12.60	4.61	17.00	2.36	13.80	1.72	67.10	36.40	27.70	35.00
最小値(mg/l)	3.60	47.80	7.10	59.60	1.70	0.03	3.70	0.68	2.80	0.60	11.20	3.80	6.20	12.00
単純平均濃度(mg/l)	15.44	84.89	17.05	77.63	7.11	2.31	9.24	1.20	8.16	1.02	31.11	15.33	15.26	20.72

第3回浄化槽結果F宅

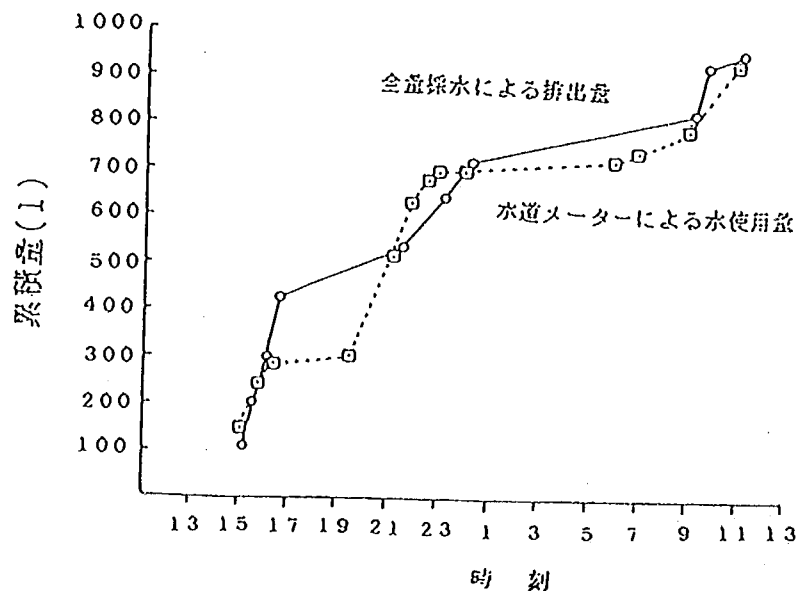
時刻	採水量	pH	水温	SS	アルカリ度	TOC	SO ₄	NH ₄ -N	NOx-N	K-N	T-P	D-KN	D-TP	SOD	c-BOD	N-BOD	COD
13:55	120.0	6.57	17.1	25.0	11.6	11.5	93.4	3.2	21.8	8.5	3.88	4.7	3.38	17.7	10.9	6.3	19.4
15:00	7.0	6.56	18.0	24.2	17.5	7.0	95.6	3.3	21.8	5.8	3.60	4.3	3.14	18.4	7.7	10.7	23.4
18:45	100.0	6.44	16.4	15.5	13.4	11.3	85.6	3.3	21.9	6.6	3.52	4.0	3.44	15.2	6.0	9.2	17.9
19:00	7.0	6.40	16.4	16.5	19.8	7.9	92.0	4.0	22.3	6.0	3.56	4.7	3.22	14.4	10.3	3.5	20.4
21:30	100.0	6.40	14.5	18.4	11.7	10.9	66.0	3.4	23.1	6.2	3.60	8.6	3.32	13.8	7.9	5.9	19.6
23:00	5.0	6.41	16.3	15.3	13.4	6.9	94.2	3.3	23.5	6.6	3.62	5.6	5.98	12.2	9.1	3.1	17.3
0:02	100.0	6.29	14.8	25.5	12.2	11.2	62.4	3.2	23.3	6.8	3.66	4.9	3.22	16.5	8.5	8.0	20.5
7:00	5.0	6.46	14.8	29.0	10.5	6.8	94.6	3.1	23.4	5.9	3.64	5.3	3.20	10.6	7.8	2.8	17.0
8:20	100.0	6.32	14.5	22.0	12.2	11.0	64.5	3.0	23.5	5.4	3.52	5.9	3.38	16.3	7.4	3.9	24.8
8:23	130.0	6.13	14.2	36.0	14.6	11.9	64.5	3.2	23.6	7.1	3.96	4.7	3.36	23.7	12.5	11.2	26.9
8:26	100.0	6.32	16.0	46.0	19.8	11.8	62.6	4.1	23.1	9.3	4.22	7.5	3.54	37.2	17.0	20.2	26.6
8:30	100.0	6.61	16.4	46.0	34.4	11.7	60.3	6.3	21.7	10.2	4.04	7.9	3.44	50.4	20.3	30.1	42.3
9:34	100.0	6.73	16.5	62.0	45.5	13.6	54.9	8.9	20.5	12.3	4.40	9.4	3.52	52.2	24.5	27.7	42.2
11:00	5.0	7.01	16.4	31.0	64.1	8.8	78.2	11.4	18.0	14.9	3.74	12.5	3.34	29.4	22.3	7.1	38.2
12:31	120.0	6.56	15.4	47.5	59.4	13.7	57.6	10.4	18.0	16.0	4.16	10.3	3.52	34.2	10.0	16.2	33.7
1099.0																	

3.000	1.392	1.380	11.208	0.384	2.616	1.020	0.466	0.564	0.406	2.124	1.306	0.316	2.328
0.169	0.123	0.049	0.669	0.023	0.153	0.041	0.025	0.030	0.022	0.129	0.054	0.075	0.164
1.550	1.340	1.130	8.560	0.330	2.190	0.660	0.352	0.400	0.344	1.520	0.600	0.920	1.790
0.116	0.139	0.055	0.644	0.028	0.156	0.042	0.025	0.033	0.023	0.101	0.076	0.025	0.143
1.840	1.170	1.090	6.600	0.340	2.310	0.620	0.360	0.360	0.332	1.380	0.790	0.590	1.960
0.077	0.067	0.035	0.471	0.017	0.118	0.033	0.018	0.028	0.030	0.061	0.046	0.016	0.090
2.550	1.220	1.120	6.240	0.320	2.330	0.600	0.366	0.490	0.322	1.650	0.950	0.830	2.050
0.145	0.053	0.034	0.473	0.016	0.117	0.030	0.018	0.027	0.016	0.353	0.039	0.014	0.085
2.200	1.220	1.100	6.450	0.300	2.350	0.540	0.352	0.590	0.333	1.630	0.740	0.890	2.460
4.600	1.890	1.547	8.385	0.416	3.068	0.923	0.515	0.611	0.437	3.081	1.625	1.456	3.497
4.600	1.980	1.180	6.260	0.410	2.310	0.930	0.422	0.750	0.354	3.720	1.700	2.020	2.660
4.600	3.440	1.170	6.030	0.630	2.170	1.020	0.404	0.790	0.344	5.040	2.030	3.010	4.280
6.200	4.550	1.360	5.490	0.890	2.050	1.230	0.940	0.940	0.352	5.220	2.450	2.770	4.230
0.155	0.321	0.044	0.391	0.057	0.090	0.075	0.019	0.063	0.017	0.147	0.112	0.036	0.141
5.700	7.128	1.644	6.912	1.248	2.160	1.920	0.499	1.296	0.422	4.104	2.160	1.944	4.044
総採出量(g)	37.58	26.04	12.94	74.78	5.41	24.19	9.76	4.30	7.47	29.66	14.58	15.38	29.94
加重平均濃度(mg/l)	34.20	23.69	11.77	68.05	4.92	22.01	8.88	3.91	6.80	27.26	13.27	14.00	27.24
最大値(mg/l)	62.00	64.10	13.70	95.60	11.40	23.60	16.00	4.40	12.50	52.20	24.50	30.10	42.30
最小値(mg/l)	15.30	10.50	6.80	54.90	3.00	18.00	5.40	3.52	4.30	10.60	6.20	2.80	17.00
単位平均濃度(mg/l)	30.66	24.01	10.40	75.09	4.94	21.97	8.51	3.82	6.72	24.15	12.71	11.43	25.42

K宅 63年11月9日～10日調査

資料番号	時刻	採水量	使用量	累積流出量	累積消費量
スタート	13:30				
*	15:00	7		7	
	15:04		144		144
1	15:10	100		107	
2	15:38	100		207	
	15:46		95		239
3	16:10	120		327	
	16:25		46		285
4	16:35	100		427	
*	19:00	7		434	
	19:27		13		298
	21:10		218		516
5	21:37	100		534	
	21:55		108		624
	22:33		50		674
*	23:00	5	17	539	691
6	23:08	100		639	
	0:00		2		693
7	0:20	75		714	
	6:00		24		717
*	7:00	5	19	719	736
	9:00		44		780
8	9:17	100		819	
9	9:44	100		919	
	10:00		139		919
*	11:00	5		924	
	11:10	20		944	
				total 944	total 919

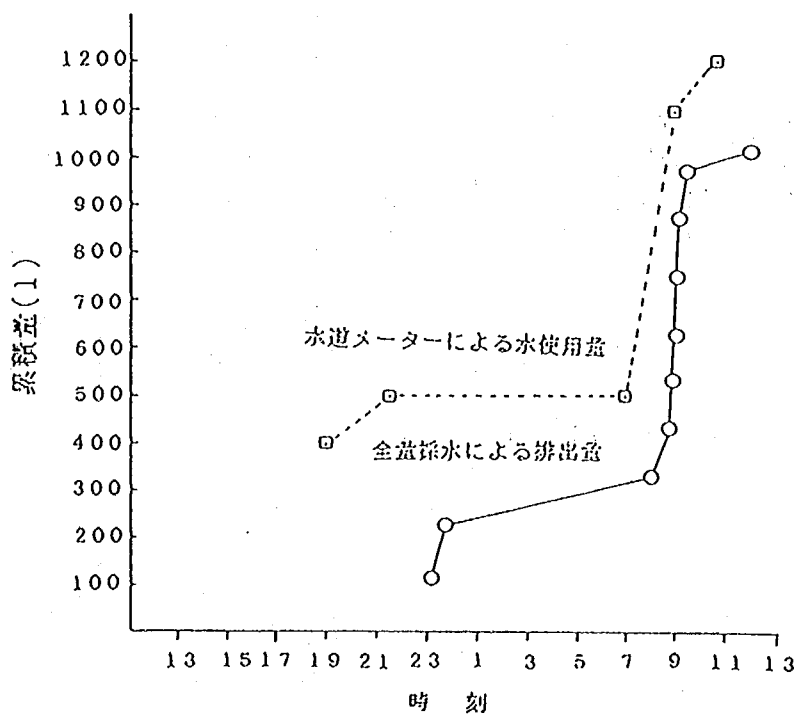
*はスポットサンプル



Y宅 63年11月9日～10日調査

資料番号	時刻	採水量	使用量	累積流出量	累積消費量
スタート	13:30				
*	15:00	7		7	
*	19:00	7	400	14	400
1	20:13	100		114	
	21:32		100		500
*	23:00	5		119	
2	23:44	110		229	
*	7:00	5		234	
3	8:04	100		334	
4	8:55	100		434	
5	9:00	100		534	
6	9:03	100		634	
7	9:07	120		734	
8	9:11	120		874	
	9:14		600		1100
9	9:28	100		974	
	10:46		100		1200
*	11:00	5		979	
10	12:08	40		1019	
				total 1019	total 1200

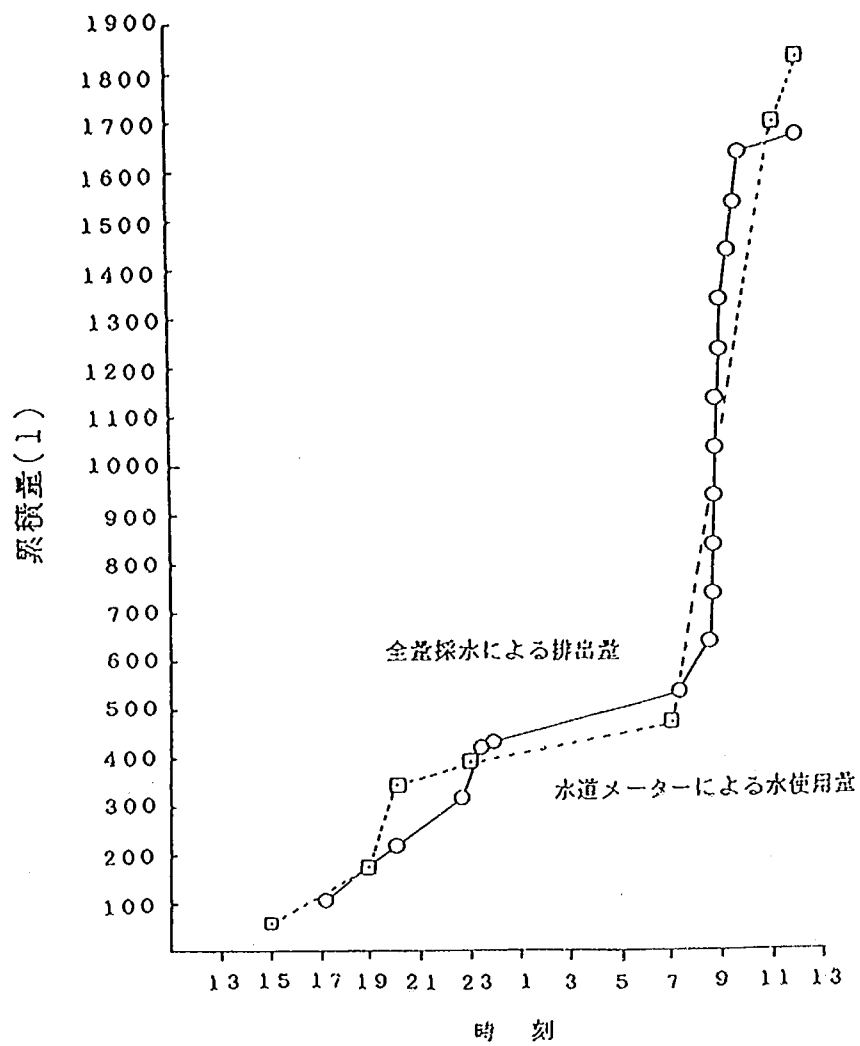
*はスポットサンプル



E宅 63年11月9日～10日調査

資料番号	時刻	採水量	使用量	累積流出量	累積消費量
スタート	13:30				
*	15:00	7	52	7	52
1	17:15	100		107	
*	19:00	7	119	114	171
2	20:08	100	170	214	341
3	22:40	100		314	
*	23:00	5	43	319	384
4	23:30	100		419	
5	0:00	10		429	
*	7:00	5	86	434	470
6	7:21	100		534	
7	8:25	100		634	
8	8:31	100		734	
9	8:35	100		834	
10	8:39	100		934	
11	8:42	100		1034	
12	8:46	100		1134	
13	8:54	100		1234	
14	8:58	100		1334	
15	9:15	100		1434	
16	9:30	100		1534	
17	9:45	100		1634	
*	11:00	5	1223	1639	1693
18	12:00	50	131	1689	1824
				total 1689	total 1824

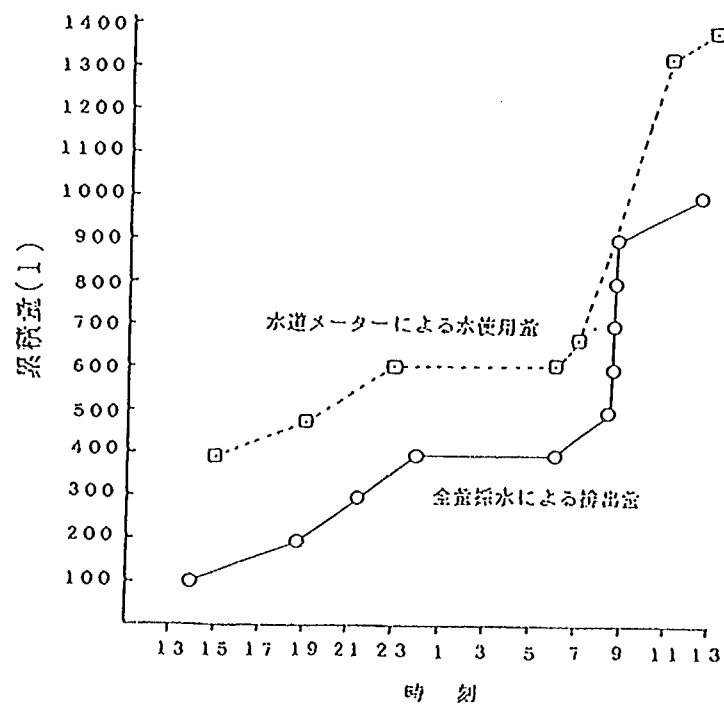
*はスポットサンプル



F宅 63年11月9日～10日調査

資料番号	時刻	採水量	使用量	累積流出量	累積消費量
スタート	13:20				
1	13:55	120	391	120	
*	15:00	7		127	391
2	18:45	100	84	227	
*	19:00	7		234	475
3	21:30	100		334	
*	23:00	5		339	
4	0:02	100	130	439	605
*	7:00	5	62	444	667
5	8:20	100		544	
6	8:23	130		674	
7	8:26	100		774	
8	8:30	100		874	
9	8:34	100		974	
*	11:00	5	653	979	1320
10	12:31	120		1099	
	12:40		61		1381
				total 1099	total 1381

*はスポットサンプル



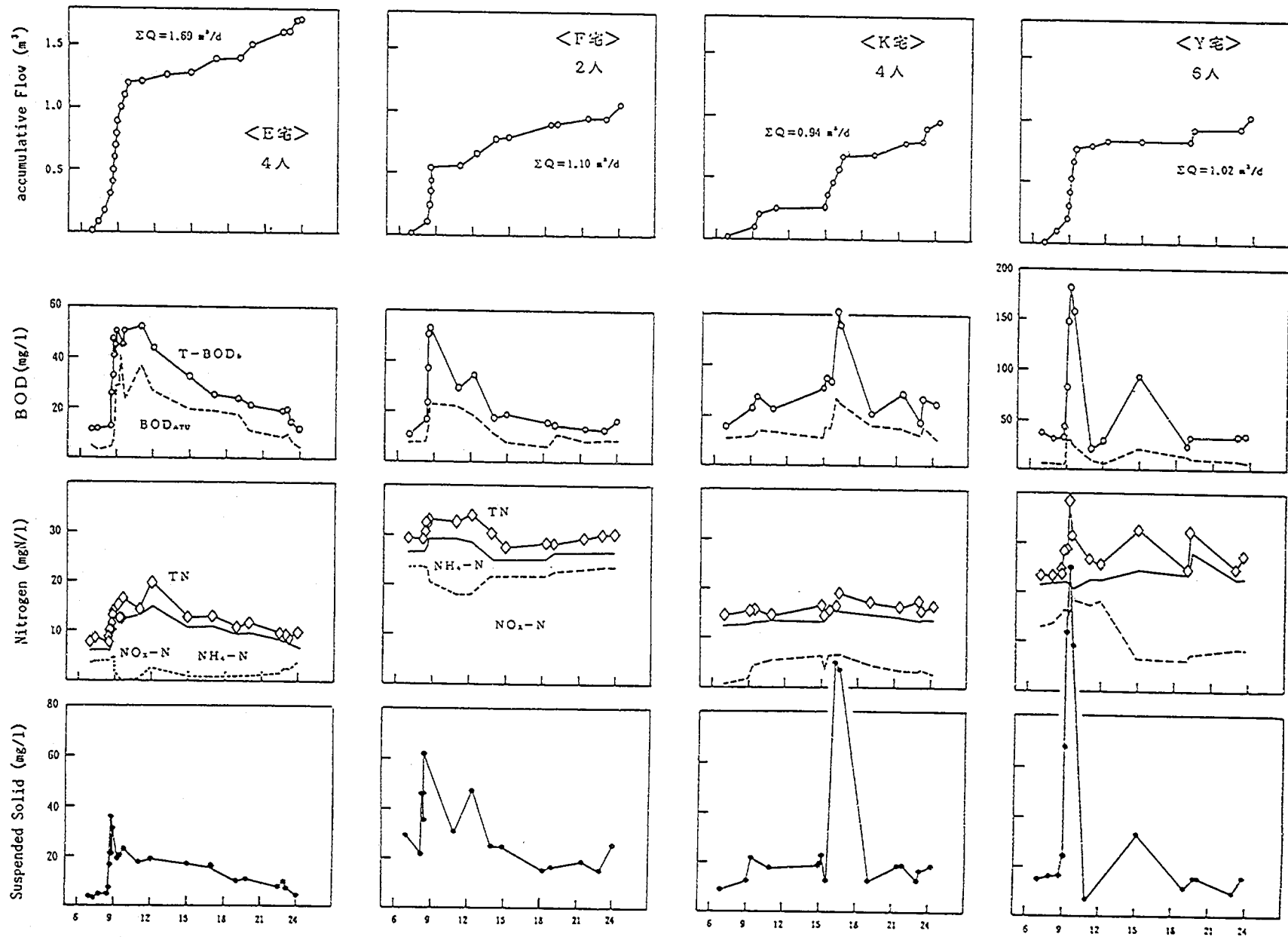


図 合併処理浄化槽からの処理水質の経時変化(汚泥引抜き後180日目)

8th-9th Nov. 1988

埼玉県H市通日調査結果

一 嫌気ろ床接触曝気方式一

実施時期：1989年 2月15～16日

第4回 H市合併浄化槽流出水の分析結果 (流出水) 但し、スポットリンブル

項目	採水箇所	15:00	19:00	23:00	7:00	11:00	平均	最小	最大	CV (%)
水温℃	K	12.00	13.50	14.00	13.00	14.00	13.30	12.00	14.00	37.80
	Y	13.80	13.10	13.00	12.30	13.00	13.04	12.30	13.80	40.32
	E	12.20	11.40	11.00	11.10	12.10	11.56	11.00	12.20	37.93
pH	K	7.45	7.26	7.29	7.36	7.39		7.26	7.45	
	Y	7.31	7.43	7.42	7.32	7.39		7.31	7.43	
	E	7.38	7.43	7.43	7.41	7.32		7.32	7.43	
アルカリ度	K	119.0	94.0	109.0	114.0	104.0	108.0	94.0	119.0	42.69
	Y	129.0	115.0	104.0	82.7	119.0	109.9	82.7	129.0	38.36
	E	110.0	107.0	104.0	112.0	139.0	114.4	104.0	139.0	31.21
SS	K	39.20	96.40	33.60	19.60	50.00	47.76	19.60	96.40	64.58
	Y	27.60	33.10	30.00	19.20	30.80	28.14	19.20	33.10	38.70
	E	33.60	29.50	198.00	10.40	22.00	58.70	10.40	198.00	331.34
BOD ₅	K	56.00	33.80	36.90	37.60	60.80	45.02	33.80	60.80	29.92
	Y	33.00	64.30	19.80	25.10	40.80	36.60	19.80	64.30	51.43
	E	36.60	25.10	17.90	15.20	60.30	31.02	15.20	60.30	19.95
D-BOD	K	5.50	6.00	7.00	8.10	10.40	7.40	5.50	10.40	26.97
	Y	4.00	4.10	2.90	2.30	6.00	3.86	2.30	6.00	24.87
	E	18.20	13.20	8.50	7.10	35.60	16.52	7.10	35.60	17.15
p-BOD	K	50.50	27.80	29.90	29.50	50.40	37.62	27.80	50.50	31.93
	Y	29.00	60.20	16.90	22.80	34.80	32.74	16.90	60.20	56.71
	E	18.40	11.90	9.40	8.10	24.70	14.50	8.10	24.70	24.10
COD	K	38.30	27.20	27.20	24.90	35.60	30.64	24.90	38.30	35.55
	Y	28.60	36.40	19.30	20.40	28.10	26.56	19.30	36.40	43.27
	E	31.30	23.30	21.40	19.70	33.60	25.86	19.70	33.60	30.84
TOC	K	25.00	20.30	19.60	20.40	24.90	22.04	19.60	25.00	35.11
	Y	16.90	17.90	12.40	13.20	18.50	15.78	12.40	18.50	34.56
	E	28.90	23.00	19.10	17.70	28.50	23.44	17.70	28.90	33.97
TP	K	2.30	1.68	1.90	1.80	2.36	2.01	1.68	2.36	33.72
	Y	3.54	3.80	2.84	3.80	3.32	3.30	2.84	3.80	41.07
	E	1.40	1.32	1.04	1.00	1.50	1.25	1.00	1.50	33.37
D-TP	K	1.56	1.52	1.50	1.46	1.66	1.54	1.46	1.66	36.44
	Y	2.63	2.82	2.76	3.56	2.94	2.95	2.68	3.56	41.61
	E	0.72	0.76	0.80	0.70	1.32	0.86	0.70	1.32	22.73
NH ₄ -N	K	13.40	10.50	12.10	12.60	11.00	11.92	10.50	13.40	45.01
	Y	21.60	19.80	19.00	15.60	19.60	19.12	15.60	21.60	40.03
	E	12.40	12.10	11.80	12.60	17.20	13.22	11.80	17.20	28.47
NO _x -N	K	0.30	2.62	1.01	0.38	1.10	1.08	0.30	2.62	85.32
	Y	0.11	2.46	3.00	5.53	5.07	3.25	0.11	5.53	40.55
	E	0.33	0.15	0.24	0.30	0.05	0.21	0.05	0.33	238.19
KN	K	20.00	10.90	13.40	13.90	17.60	15.16	10.90	20.00	37.18
	Y	27.00	24.00	17.00	17.60	22.80	21.68	17.00	27.00	41.06
	E	18.00	16.20	13.10	19.30	21.20	17.56	13.10	21.20	32.91
TN	K	20.30	13.50	14.40	14.30	18.70	16.24	13.50	20.30	35.87
	Y	27.10	26.50	20.10	23.10	27.90	24.94	20.10	27.90	35.85
	E	18.30	16.40	13.30	19.60	21.30	17.78	13.30	21.30	33.26
SO ₄	K	62.40	60.30	57.30	59.80	61.90	60.34	57.30	62.40	36.93
	Y	46.70	54.50	55.40	62.20	47.70	53.30	46.70	62.20	47.01
	E	46.20	50.10	53.50	45.30	42.40	47.50	42.40	53.50	46.53
D-KN	K	11.70	9.90	12.70	7.90	11.00	10.64	7.90	12.70	41.15
	Y	19.00	22.20	18.80	22.60	18.70	20.26	18.70	22.60	44.96
	E	8.68	8.92	9.82	13.00	17.30	11.54	8.68	17.30	25.01

第4回浄化槽結果K宅

時刻	採水量	PH	水温	SS	アルカリ度	TOC	SO4	T-N	NH4-N	NOX-N	KN	TP	D-KN	D-TP	BOD	D-BOD	P-BOD	COD
15:00	13	7.45	12.0	39.2	119.0	25.0	64.2	20.3	13.4	0.30	20.0	2.30	11.7	1.56	56.0	5.5	50.5	39.3
18:05	100	7.32	12.0	73.8	109.0	24.2	67.9	17.1	11.8	0.89	16.2	2.52	12.7	1.76	79.2	4.8	74.4	50.7
19:00	5	7.26	13.5	96.4	94.0	20.3	60.3	13.5	10.5	2.62	10.9	1.68	9.9	1.52	33.8	6.0	27.3	27.2
20:03	100	7.32	12.5	108.0	96.5	18.6	67.9	14.3	10.4	2.61	11.7	1.76	10.0	1.54	39.7	6.2	33.5	29.2
20:38	100	7.32	12.5	61.3	100.0	19.7	66.5	15.2	10.6	2.13	13.1	2.02	10.5	1.58	46.9	6.5	40.4	29.9
21:25	100	7.35	12.5	39.0	99.5	19.3	65.1	15.2	10.7	1.44	13.8	2.16	9.3	1.56	54.3	5.0	49.3	27.9
22:33	100	7.36	13.5	33.2	102.0	18.7	65.1	15.7	11.3	1.31	14.4	1.86	7.6	1.18	41.9	5.8	36.1	25.8
23:00	5	7.29	14.0	33.6	109.0	19.6	57.3	14.4	12.1	1.01	13.4	1.90	12.7	1.50	36.9	7.0	29.9	27.2
23:03	100	7.43	14.0	36.0	106.0	21.5	60.5	17.1	11.8	1.06	16.0	2.00	12.0	1.49	41.8	6.8	35.0	27.6
23:28	100	7.44	13.5	46.0	109.0	23.3	56.8	20.9	12.4	0.93	20.0	2.02	16.7	1.40	56.2	6.8	49.4	29.8
24:05	100	7.46	13.0	52.7	114.0	28.3	59.1	26.4	12.9	0.78	25.6	2.02	11.5	1.30	53.4	8.2	51.2	34.0
7:00	5	7.40	13.0	19.6	114.0	20.4	59.8	14.3	12.6	0.38	13.9	1.80	7.9	1.46	37.6	8.1	29.5	24.9
8:00	8		12.5	15.0		20.0	50.6	15.1	12.6	0.41	14.7	1.90	8.0	1.50	17.7	6.7	11.0	19.3
9:30	100	7.35	12.5	22.8	124.0	21.5	60.5	18.3	13.1	0.31	19.0	1.76	14.1	1.42	30.5	7.9	22.6	24.4
10:44	100	7.24	13.0	142.0	103.0	51.5	67.2	13.1	10.7	0.80	12.3	2.72	5.5	0.88	125.0	5.1	119.9	75.4
11:00	5	7.39	14.0	50.0	104.0	24.9	61.9	18.7	11.0	1.10	17.6	2.36	11.0	1.66	60.8	10.4	50.4	35.6
11:30	65		13.5	99.0	94.6	33.0	52.8	18.4	10.4	1.10	17.3	2.66	24.4	0.86	75.8	6.0	69.8	52.6

総流出量(g)
加重平均濃度(mg/l)
最大値(mg/l)
最小値(mg/l)
単純平均濃度(mg/l)

0.510	1.547	0.325	0.835	0.264	0.174	0.004	0.260	0.030	0.152	0.020	0.728	0.072	0.657	0.498
7.380	10.900	2.420	6.790	1.709	1.182	0.089	1.620	0.252	1.270	0.176	7.920	0.480	7.440	5.070
0.482	0.470	0.102	0.302	0.068	0.053	0.013	0.055	0.008	0.050	0.039	0.169	0.030	0.139	0.136
10.800	9.650	1.860	6.790	1.431	1.038	0.261	1.170	0.176	1.000	0.154	3.970	0.620	3.350	2.920
6.130	10.000	1.970	6.650	1.523	1.055	0.213	1.310	0.202	1.050	0.158	4.690	0.650	4.040	2.990
3.900	9.950	1.930	6.510	1.524	1.063	0.144	1.380	0.216	0.930	0.156	5.430	0.500	4.930	2.790
3.320	10.200	1.870	6.510	1.571	1.128	0.131	1.440	0.186	0.760	0.118	4.190	0.580	3.610	2.530
0.168	0.545	0.098	0.287	0.072	0.061	0.005	0.067	0.010	0.064	0.008	0.185	0.035	0.150	0.136
3.600	10.600	2.150	6.050	1.706	1.182	0.106	1.600	0.200	1.200	0.148	4.180	0.680	3.500	2.760
4.600	10.900	2.330	5.680	2.093	1.242	0.093	2.000	0.202	1.670	0.140	5.620	0.680	4.940	2.980
5.270	11.400	2.830	5.910	2.638	1.288	0.078	2.560	0.202	1.150	0.130	5.940	0.820	5.120	3.400
0.098	0.570	0.102	0.299	0.071	0.063	0.002	0.070	0.009	0.040	0.007	0.188	0.041	0.148	0.125
0.120	0.000	0.160	0.405	0.121	0.101	0.003	0.118	0.015	0.064	0.012	0.142	0.054	0.088	0.154
2.280	12.400	2.150	6.050	1.831	1.306	0.031	1.800	0.176	1.410	0.142	3.050	0.790	2.260	2.440
14.200	10.300	5.150	6.720	1.310	1.072	0.080	1.230	0.272	0.550	0.088	12.500	0.510	11.990	7.540
0.250	0.520	0.125	0.310	0.094	0.055	0.006	0.088	0.012	0.055	0.008	0.304	0.052	0.252	0.178
6.435	6.149	2.145	3.432	1.196	0.676	0.072	1.125	0.173	1.586	0.056	4.927	0.390	4.537	3.419
69.5	116.1	27.7	69.5	19.2	12.7	1.3	17.9	2.3	13.0	1.5	64.1	7.0	57.1	40.1
62.9	105.0	25.1	62.9	17.4	11.5	1.2	16.2	2.1	11.8	1.4	58.0	6.3	51.7	36.3
142.0	124.0	51.5	67.9	26.4	13.4	2.6	25.6	2.7	24.4	1.8	125.0	10.4	119.9	75.4
15.0	94.0	18.6	50.6	13.1	10.4	0.3	10.9	1.7	5.5	0.9	17.7	4.8	11.0	19.3
56.9	106.1	24.1	61.4	16.9	11.7	1.1	15.8	2.1	11.5	1.4	52.6	6.6	45.3	34.1

第4回H市合併浄化槽流出水の分析結果（K宅）

項目	採水箇所	15:00	8:00	平均	最小	最大
pH	A1	7.56	7.39			
	A2	7.28	7.32			
	O	7.36	7.32			
SS	A1	166.00	95.00	130.50	95.00	166.00
	A2	60.00	17.00	38.50	17.00	60.00
	O	33.00	34.00	33.50	33.00	34.00
SO ₄	A1	54.30	38.00	46.15	38.00	54.30
	A2	62.20	70.00	66.10	62.20	70.00
	O	55.90	76.30	66.10	55.90	76.30
NH ₄ -N	A1	25.40	16.10	20.75	16.10	25.40
	A2	7.06	9.52	8.29	7.06	9.52
	O	6.92	8.96	7.94	6.92	8.96
NOX-N	A1	0.59	1.11	0.85	0.59	1.11
	A2	0.65	1.19	0.92	0.65	1.19
	O	3.52	1.23	2.38	1.23	3.52
KN	A1	31.50	32.50	32.00	31.50	32.50
	A2	12.30	13.00	12.65	12.30	13.00
	O	13.10	11.70	12.40	11.70	13.10
TN	A1	32.09	33.61	32.85	32.09	33.61
	A2	12.95	14.19	13.57	12.95	14.19
	O	16.62	12.93	14.78	12.93	16.62
TP	A1	4.40	3.55	3.98	3.55	4.40
	A2	2.15	1.75	1.95	1.75	2.15
	O	1.54	1.84	1.69	1.54	1.84
D-KN	A1	23.70	6.70	15.20	6.70	23.70
	A2	8.65	18.90	13.78	8.65	18.90
	O	6.68	7.67	7.18	6.68	7.67
D-TP	A1	2.35	2.55	2.45	2.35	2.55
	A2	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
	O	1.20	1.40	1.30	1.20	1.40
TOC	A1	163.00	69.40	116.20	69.40	163.00
	A2	20.10	15.90	18.00	15.90	20.10
	O	12.80	14.50	13.65	12.80	14.50
BOD	A1	192.00	131.00	161.50	131.00	192.00
	A2	25.50	12.50	19.00	12.50	25.50
	O	21.40	21.10	21.25	21.10	21.40
D-BOD	A1	141.00	107.00	124.00	107.00	141.00
	A2	3.90	4.40	4.15	3.90	4.40
	O	2.90	4.20	3.55	2.90	4.20
p-BOD	A1	51.00	24.00	37.50	24.00	51.00
	A2	21.60	8.10	14.85	8.10	21.60
	O	18.50	16.90	17.70	16.90	18.50
COD	A1	75.50	59.70	67.60	59.70	75.50
	A2	31.00	16.50	23.75	16.50	31.00
	O	15.20	15.00	15.10	15.00	15.20

第4回合併浄化槽調査E宅

時刻	流出量	pH	水温	アルカリ度	SS	TOC	BOD	D-BOD	P-BOD	COD	SO ₄	TN	KN	NOx-N	NH ₄ -N	TP	D-TP	P-KN
15:00	13	7.38		113.0	34.0	28.9	36.6	18.2	18.4	31.3	46.2	18.33	18.0	0.33	12.48	1.40	0.72	8.68
19:00	5	7.43	11.4	107.0	29.5	23.0	25.1	13.2	11.9	23.3	50.1	16.35	16.2	0.15	12.10	1.32	0.76	8.92
20:35	100	7.45	11.0	107.0	27.0	20.7	32.6	15.0	17.6	24.9	51.4	13.91	13.6	0.31	12.14	1.03	0.92	10.30
23:00	5	7.43	11.0	104.0	19.8	19.1	17.9	8.5	9.4	21.4	53.5	13.34	13.1	0.24	11.80	1.04	0.80	9.82
23:45	100	7.40	11.0	106.0	15.6	18.6	19.8	9.5	10.3	21.6	55.3	16.37	16.1	0.27	11.76	1.00	0.84	17.90
7:00	5	7.41	11.1	112.0	10.4	17.7	15.2	7.1	8.1	19.7	45.1	19.60	19.3	0.30	12.60	1.00	0.70	13.00
7:37	100	7.42	11.2	109.0	15.6	17.7	20.2	9.1	11.1	19.9	54.3	14.67	14.4	0.27	12.38	0.88	0.80	15.90
7:42	100	7.39	11.2	109.0	19.6	17.0	28.7	6.8	21.9	21.9	53.3	12.64	12.3	0.34	12.56	0.98	0.80	13.90
7:44	100	7.28	11.2	119.0	77.6	26.4	87.6	9.7	77.9	41.8	57.8	23.89	23.4	0.49	13.44	1.94	0.82	14.50
7:51	100	7.22	11.2	121.0	58.6	29.3	71.4	19.7	51.7	37.6	52.8	20.05	19.7	0.35	15.12	1.50	0.98	20.80
7:56	100	7.18	11.2	132.0	59.0	39.7	83.8	61.2	22.6	40.8	51.9	21.21	20.8	0.41	16.62	1.56	1.20	18.80
8:00	100	7.16	11.5	135.0	83.7	39.6	94.2	66.4	27.8	50.8	47.9	23.71	23.4	0.31	16.72	2.10	0.98	16.70
9:53	100	7.24	12.0	134.0	62.2	41.9	76.4	69.6	6.8	38.4	49.4	21.72	21.4	0.32	16.82	1.44	1.22	18.80
11:00	5	7.32	12.1	139.0	22.0	28.5	60.3	35.6	24.7	33.6	42.4	21.25	21.2	0.05	17.20	1.50	1.32	17.30
13:00	40		12.1	131.0	35.0	35.2	59.3	57.0	1.5	36.8	51.4	20.06	19.6	0.48	17.00	1.20	0.66	16.20

1.430	0.442	0.376	0.476	0.237	0.239	0.407	0.601	0.238	0.234	0.004	0.161	0.018	0.009	0.113
0.535	0.148	0.115	0.126	0.066	0.060	0.117	0.251	0.082	0.081	0.001	0.061	0.007	0.004	0.045
10.700	2.700	2.070	3.260	1.500	1.760	2.490	5.140	1.391	1.360	0.031	1.214	0.108	0.092	1.030
0.520	0.099	0.096	0.090	0.043	0.047	0.107	0.268	0.067	0.066	0.001	0.059	0.005	0.004	0.049
10.600	1.560	1.860	1.980	0.950	1.030	2.160	5.530	1.637	1.610	0.027	1.176	0.100	0.084	1.790
0.560	0.052	0.089	0.076	0.036	0.041	0.099	0.226	0.098	0.097	0.002	0.063	0.005	0.004	0.065
10.900	1.560	1.770	2.020	0.910	1.110	1.990	5.430	1.467	1.440	0.027	1.238	0.088	0.080	1.590
10.900	1.960	1.700	2.870	0.680	2.190	2.190	5.330	1.264	1.230	0.034	1.256	0.098	0.080	1.390
11.900	7.760	2.640	8.760	0.970	7.790	4.180	5.780	2.389	2.340	2.049	1.344	0.194	0.082	1.450
12.100	5.860	2.930	7.140	1.970	5.170	3.760	5.280	2.005	1.970	0.035	1.512	0.150	0.088	2.080
13.200	5.900	3.970	8.380	6.120	2.260	4.080	5.190	2.121	2.080	0.041	1.662	0.156	0.120	1.860
14.580	9.040	4.277	10.174	7.171	3.002	5.486	5.173	2.561	2.527	0.033	1.806	0.227	0.106	1.804
13.400	5.220	4.190	7.640	6.960	0.680	3.840	4.940	2.172	2.140	0.032	1.682	0.144	0.122	1.960
0.605	0.110	0.143	0.302	0.178	0.123	0.168	0.212	0.106	0.106	0.008	0.086	0.008	0.007	0.087
5.240	1.400	1.408	2.372	2.312	0.060	1.472	2.056	0.803	0.784	0.019	0.690	0.048	0.034	0.648

総流出量(g)	117.3	43.8	27.6	55.7	30.1	25.3	32.5	51.4	18.4	18.1	0.3	14.0	1.3	0.9	15.9
加重平均濃度(mg/l)	119.5	44.7	28.2	56.7	30.7	26.1	33.2	52.4	18.8	18.4	0.3	14.3	1.4	0.9	16.2
最大値(mg/l)	139.0	83.7	41.9	94.2	69.6	77.9	50.8	57.8	23.9	23.4	0.5	17.2	2.1	1.3	20.8
最小値(mg/l)	104.0	10.4	17.0	15.2	8.8	1.5	19.7	42.4	12.6	12.3	0.1	11.8	0.9	0.7	8.7
単位平均濃度(mg/l)	118.3	37.3	26.9	48.6	27.2	21.4	30.9	50.9	18.5	18.2	0.3	14.0	1.3	0.9	14.8

第4回H市合併浄化槽流出水の分析結果(E宅)

項目	採水箇所	15:00	8:00	平均	最小	最大
pH	A1	6.50	6.02			
	A2	7.24	7.04			
	O	7.33	7.30			
SS	A1	68.00	203.00	135.50	68.00	203.00
	A2	150.00	136.00	143.00	136.00	150.00
	O	14.00	40.00	27.00	14.00	40.00
SO ₄	A1	36.10	45.20	40.65	36.10	45.20
	A2	54.00	41.40	47.70	41.40	54.00
	O	46.70	42.20	44.45	42.20	46.70
NH ₄ -N	A1	15.30	6.78	11.04	6.78	15.30
	A2	10.40	17.50	13.95	10.40	17.50
	O	9.70	14.40	12.05	9.70	14.40
NOX-N	A1	0.27	0.16	0.22	0.16	0.27
	A2	0.35	0.50	0.43	0.35	0.50
	O	0.21	0.43	0.32	0.21	0.43
KN	A1	34.90	23.80	29.35	23.80	34.90
	A2	23.60	20.40	22.00	20.40	23.60
	O	15.80	18.90	17.35	15.80	18.90
TN	A1	35.17	23.96	29.57	23.96	35.17
	A2	23.95	20.90	22.43	20.90	23.95
	O	16.01	19.33	17.67	16.01	19.33
TP	A1	4.90	3.70	4.30	3.70	4.90
	A2	1.50	3.10	2.30	1.50	3.10
	O	1.04	1.56	1.30	1.04	1.56
D-KN	A1	13.10	23.50	18.30	13.10	23.50
	A2	11.80	18.00	14.90	11.80	18.00
	O	11.80	15.00	13.40	11.80	15.00
D-TP	A1	2.00	1.65	1.83	1.65	2.00
	A2	1.20	1.90	1.55	1.20	1.90
	O	0.86	1.00	0.93	0.86	1.00
TOC	A1	144.00	90.50	117.25	90.50	144.00
	A2	26.20	53.20	39.70	26.20	53.20
	O	17.60	31.00	24.30	17.60	31.00
BOD	A1	198.00	178.00	188.00	178.00	198.00
	A2	33.20	104.00	68.60	33.20	104.00
	O	22.60	54.10	38.35	22.60	54.10
D-BOD	A1	105.00	108.00	106.50	105.00	108.00
	A2	9.90	70.60	40.25	9.90	70.60
	O	1.90	50.60	26.25	1.90	50.60
p-BOD	A1	93.00	70.00	81.50	70.00	93.00
	A2	23.30	33.40	28.35	23.30	33.40
	O	20.70	3.50	12.10	3.50	20.70
COD	A1	64.80	59.70	62.25	59.70	64.80
	A2	19.90	59.20	39.55	19.90	59.20
	O	17.70	27.70	22.70	17.70	27.70

第4回合併浄化槽調査結果Y宅

時刻	流出量	pH	水温	アルカリ度	SS	TOC	BOD	D-BOD	p-BOD	COD	SO4	TN	KN	NOX-N	NH4-N	T-P	D-T-P	D-KN		
15:00	13	7.31	13.8	129.0	27.6	16.9	33.0	4.0	29.0	28.6	46.7	27.11	27.0	0.11	21.60	3.54	2.69	19.0		
18:15	100	7.38	13.0	117.0	30.7	16.2	44.7	4.9	39.8	25.5	60.2	22.21	20.2	2.01	20.60	3.20	2.56	20.2		
19:00	5	7.43	13.1	115.0	33.1	17.9	64.3	4.1	60.2	36.4	54.5	26.46	24.0	2.46	19.80	3.80	2.88	22.6		
19:40	100	7.44		110.0	40.1	15.0	46.2	2.7	43.5	23.5	57.3	22.12	19.7	2.42	20.20	3.06	2.56	19.0		
20:02	100	7.35	13.1	107.0	34.0	15.4	44.5	3.2	41.3	24.2	61.7	23.37	20.6	2.77	19.00	3.04	2.40	18.3		
23:00	5	7.42	13.0	104.0	30.0	12.4	19.8	2.9	16.9	19.3	55.4	22.08	19.0	3.08	19.00	2.84	2.76	18.8		
23:53	100	7.44	13.0	106.0	28.0	14.0	43.9	2.6	41.3	21.4	69.1	27.58	24.6	2.98	19.06	3.18	2.26	14.1		
7:00	5	7.32		82.7	19.2	13.2	25.1	2.3	22.8	20.4	62.2	23.13	17.6	5.53	15.60	3.00	3.00	22.6		
7:42	100	7.38		84.7	23.5	13.0	32.0	2.5	29.5	20.7	68.6	24.80	19.6	5.20	15.56	3.04	2.26	12.1		
8:00	8	7.23	12.3		18.7	12.1	28.4	2.2	26.2	22.9	64.2	26.51	19.6	6.91	13.90	3.30	3.30	15.5		
8:40	100	7.28		73.3	26.8	11.1	33.9	2.4	31.5	24.8	67.7	21.54	14.5	7.04	13.54	3.14	2.54	12.7		
8:43	100	7.16		66.3	61.5	10.0	66.2	6.0	60.2	37.1	67.7	25.64	17.9	7.74	12.78	3.54	2.44	14.4		
8:47	100	7.12		68.3	87.2	23.7	74.8	2.6	72.2	48.3	71.7	29.25	20.8	8.45	12.28	3.84	2.50	13.2		
8:51	100	7.11		68.8	106.0	29.8	105.0	7.0	98.0	56.0	65.2	32.80	24.4	8.40	12.90	4.60	2.56	12.0		
8:54	100	7.13	13.0	73.7	119.0	32.8	120.0	6.2	113.8	59.4	63.2	30.29	22.0	8.29	13.26	4.28	2.50	14.5		
9:42	100	7.12		79.7	95.0	30.9	85.2	2.6	82.6	48.6	61.2	30.36	22.6	7.76	13.80	4.08	2.68	18.5		
9:47	100	7.16		87.1	44.0	26.1	44.0	4.8	39.2	31.6	58.8	27.28	19.9	7.38	16.02	3.34	2.62	17.0		
9:51	100	7.24	12.9	98.0	72.0	27.0	79.6	8.3	71.3	43.0	55.8	32.13	25.4	6.73	16.16	4.10	2.06	12.4		
11:00	5	7.39	13.3	119.0	30.8	18.5	40.8	6.0	34.8	28.1	47.7	27.87	22.8	5.07	19.60	3.32	2.94	18.7		
12:46	100		13.4	100.0	60.0	26.4	83.8	8.8	75.0	39.8	49.7	24.37	18.8	5.57	19.60	3.84	2.50	12.0		
1441																				
					1.677	0.359	0.220	0.429	0.052	0.377	0.372	0.607	0.352	0.351	0.001	0.281	0.046	0.035	0.247	
					11.700	3.070	1.620	4.470	0.490	3.980	2.550	6.020	2.221	2.020	0.201	2.060	0.320	0.256	2.020	
					0.575	0.166	0.090	0.322	0.021	0.301	0.182	0.273	0.132	0.120	0.012	0.099	0.019	0.014	0.113	
					11.000	4.010	1.500	4.620	0.270	4.350	2.350	5.730	2.212	1.970	0.242	2.020	0.306	0.256	1.900	
					10.700	3.400	1.540	4.450	0.320	4.130	2.420	6.170	2.337	2.060	0.277	1.908	0.304	0.240	1.830	
					0.520	0.150	0.062	0.099	0.015	0.085	0.097	0.277	0.110	0.095	0.015	0.095	0.014	0.014	0.094	
					10.600	2.800	1.400	4.390	0.260	4.130	2.140	6.910	2.758	2.460	0.293	1.906	0.318	0.226	1.410	
					0.414	0.096	0.066	0.126	0.012	0.114	0.102	0.311	0.116	0.088	0.028	0.079	0.015	0.015	0.113	
					8.470	2.350	1.300	3.200	0.250	2.950	2.070	6.860	2.480	1.960	0.520	1.556	0.304	0.226	1.210	
					0.000	0.150	0.097	0.227	0.018	0.210	0.183	0.514	0.212	0.157	0.055	0.111	0.026	0.026	0.124	
					7.330	2.680	1.110	3.390	0.240	3.150	2.480	6.770	2.154	1.450	0.784	1.354	0.314	0.254	1.270	
					6.630	6.150	1.800	6.620	0.600	6.020	3.710	6.770	2.564	1.790	0.774	1.278	0.354	0.244	1.440	
					6.830	8.720	2.370	7.480	0.260	7.220	4.830	7.170	2.925	2.080	0.845	1.228	0.384	0.250	1.320	
					6.880	10.600	2.980	10.500	0.700	9.800	5.600	6.520	3.280	2.440	0.840	1.290	0.460	0.256	1.200	
					7.370	11.900	3.280	12.000	0.620	11.380	5.940	6.320	3.029	2.200	0.829	1.326	0.428	0.250	1.450	
					7.970	9.500	3.090	8.520	0.260	8.260	4.860	6.120	3.036	2.260	0.776	1.380	0.408	0.268	1.850	
					8.710	4.400	2.610	4.400	0.480	3.920	3.160	5.880	2.728	1.990	0.738	1.602	0.334	0.262	1.700	
					9.800	7.200	2.700	7.960	0.830	7.130	4.300	5.580	3.213	2.540	0.673	1.616	0.410	0.206	1.240	
					0.595	0.154	0.093	0.284	0.030	0.174	0.141	0.239	0.139	0.114	0.025	0.098	0.017	0.015	0.094	
					10.000	6.000	2.640	8.380	0.880	7.500	3.980	4.970	2.437	1.880	0.557	1.960	0.384	0.250	1.200	
					総流出量(g)	127.8	83.9	30.6	91.8	6.6	85.2	51.5	90.0	38.4	30.0	8.4	23.2	5.2	3.6	21.8
					加重平均濃度(mg/l)	88.7	58.2	21.2	63.7	4.6	59.1	35.7	62.5	26.7	20.8	5.8	16.1	3.6	2.5	15.1
					最大値(mg/l)	129.0	119.0	32.8	120.0	8.8	113.8	59.4	71.7	32.8	27.0	8.5	21.6	4.6	3.3	22.6
					最小値(mg/l)	66.3	18.7	11.1	19.8	2.2	16.9	19.3	21.5	14.5	0.1	12.3	2.8	2.1	12.0	
					単位平均濃度(mg/l)	94.2	49.4	19.5	55.8	4.3	51.5	33.0	60.4	26.3	21.1	5.3	16.7	3.5	2.6	16.4

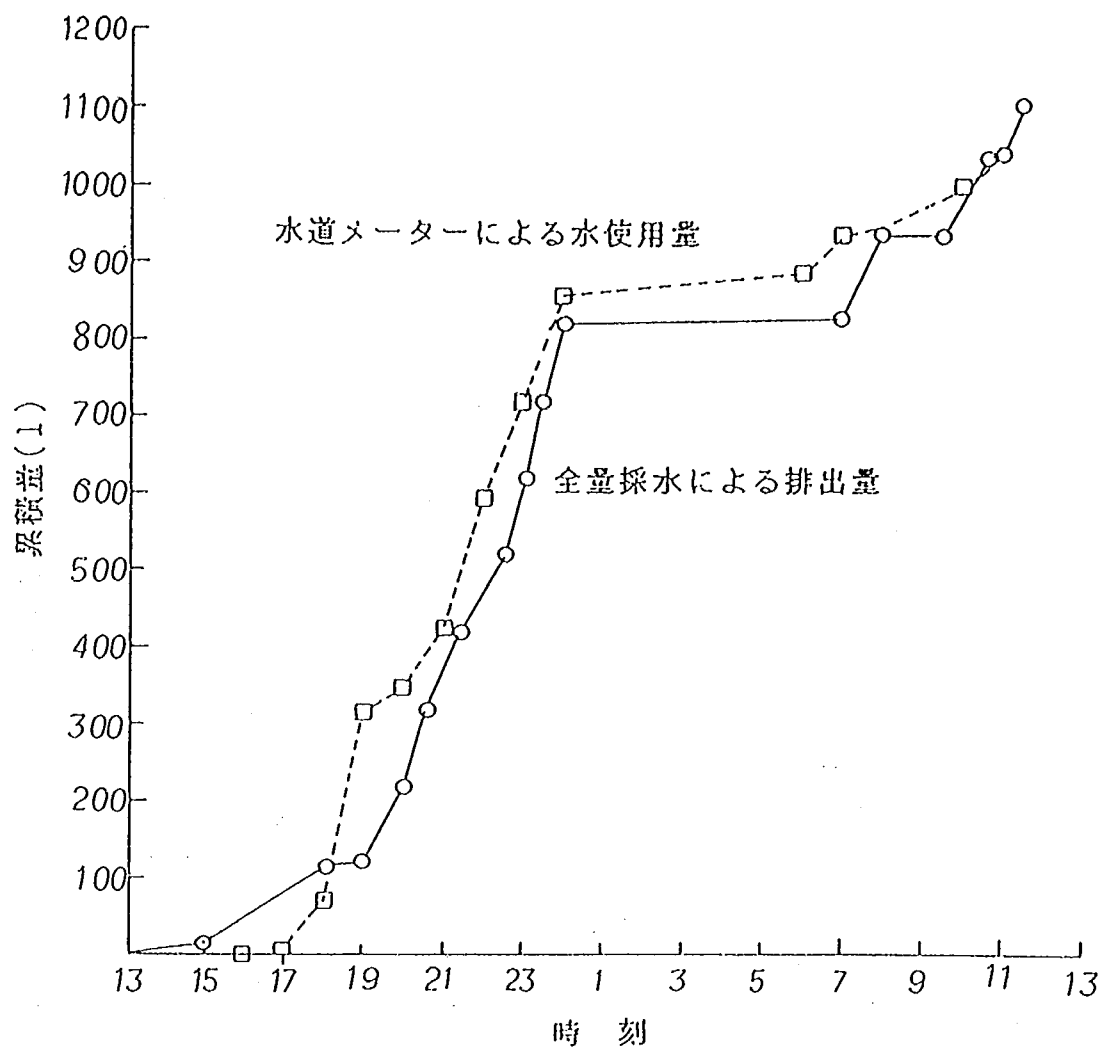
第4回H市合併浄化槽流出水の分析結果（Y宅）

項目	採水箇所	15:00	8:00	平均	最小	最大
pH	A1	7.04	7.42			
	A2	7.30	7.24			
	O	7.37	7.06			
SS	A1	100.00	193.00	146.50	100.00	193.00
	A2	17.00	55.60	36.30	17.00	55.60
	O	17.00	18.00	17.50	17.00	18.00
SO ₄	A1	47.10	33.50	40.30	33.50	47.10
	A2	52.20	48.80	50.50	48.80	52.20
	O	56.90	68.40	62.65	56.90	68.40
NH ₄ -N	A1	32.60	70.50	51.55	32.60	70.50
	A2	21.40	16.90	19.15	16.90	21.40
	O	19.20	10.60	14.90	10.60	19.20
NOX-N	A1	1.43	1.00	1.22	1.00	1.43
	A2	1.49	4.73	3.11	1.49	4.73
	O	1.61	9.55	5.58	1.61	9.55
KN	A1	70.50	77.50	74.00	70.50	77.50
	A2	22.50	31.30	26.90	22.50	31.30
	O	22.20	16.70	19.45	16.70	22.20
TN	A1	71.93	78.50	75.22	71.93	78.50
	A2	23.99	36.03	30.01	23.99	36.03
	O	23.81	26.25	25.03	23.81	26.25
TP	A1	7.05	9.15	8.10	7.05	9.15
	A2	4.40	4.15	4.28	4.15	4.40
	O	3.26	3.00	3.13	3.00	3.26
D-KN	A1	35.20	72.00	53.60	35.20	72.00
	A2	21.40	32.60	27.00	21.40	32.60
	O	16.60	9.98	13.29	9.98	16.60
D-TP	A1	3.10	7.30	5.20	3.10	7.30
	A2	3.20	3.05	3.13	3.05	3.20
	O	2.40	2.50	2.45	2.40	2.50
TOC	A1	230.00	101.00	165.50	101.00	230.00
	A2	18.40	26.10	22.25	18.40	26.10
	O	14.00	13.50	13.75	13.50	14.00
BOD	A1	477.00	273.00	375.00	273.00	477.00
	A2	39.50	82.60	61.05	39.50	82.60
	O	40.40	15.20	27.80	15.20	40.40
D-BOD	A1	116.00	210.00	163.00	116.00	210.00
	A2	4.90	6.10	5.50	4.90	6.10
	O	3.00	2.40	2.70	2.40	3.00
P-BOD	A1	361.00	63.00	212.00	63.00	361.00
	A2	34.60	76.50	55.55	34.60	76.50
	O	37.40	12.80	25.10	12.80	37.40
COD	A1	114.00	84.50	99.25	84.50	114.00
	A2	17.00	16.50	16.75	16.50	17.00
	O	15.80	20.90	18.35	15.80	20.90

K宅 元年2月15日～16日調査

資料番号	時刻	採水量	使用量	累積流出量	累積消費量
スタート	13:00				
	14:00				
*	15:00	13			
	16:00				0
	17:00		5		5
	18:00		62		67
1	18:05	100		113	
*	19:00	5	244	118	311
	20:00		35		346
2	20:03	100		218	
3	20:38	100		318	
	21:00		74		420
4	21:25	100		418	
	22:00		174		594
5	22:33	100		518	
*	23:00	5	122		716
6	23:03	100		618	
7	23:28	100		718	
	24:00		139		855
8	24:05	100		819	
	6:10		31		886
*	7:00	5	44	824	930
	8:00	8	17	932	947
	9:00		0		
9	9:30	100		932	
	10:00		47		994
10	10:44	100		1032	
*	11:00	5	50	1037	1044
11	11:30	65		1102	
	12:00		0		
				total 1102	total 1044

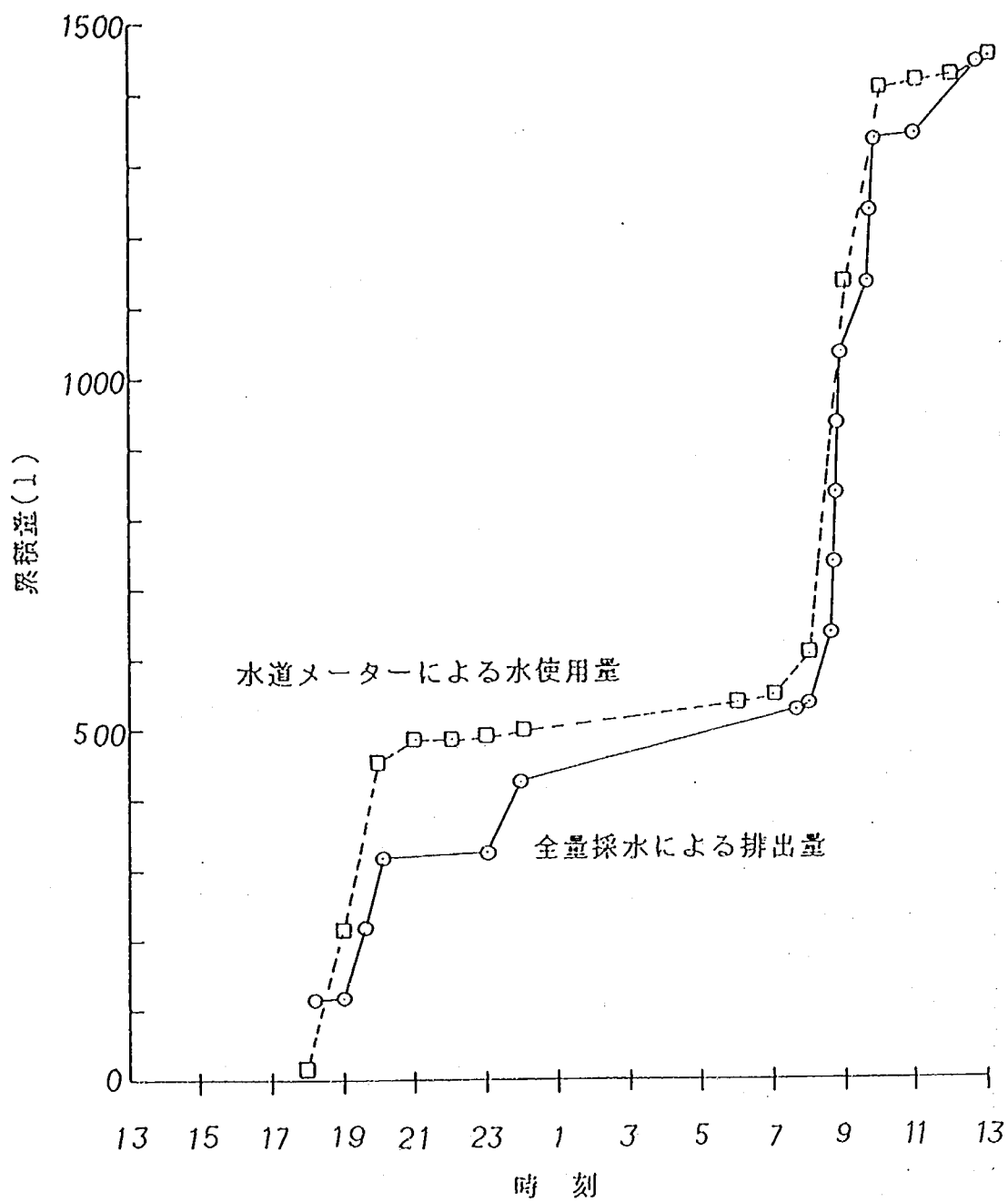
*はスポットサンプル



Y宅 元年2月15日～16日調査

資料番号	時刻	採水量	使用量	累積流出量	累積消費量
スタート	13:00				
	14:00				
*	15:00	13			
	16:00		0.5		0.5
	17:00		0.5		1.0
	18:00		11		12
1	18:15	100		113	
*	19:00	5	202	118	214
2	19:40	100		218	
	20:00		239		453
3	20:02	100		318	
	21:00		31		484
	22:00		0.3		484.3
*	23:00	5	3.4	323	487.7
4	23:53	100		423	
	24:00		10.4		498.1
	6:00		38.9		537
*	7:00	5	10		547
5	7:42	100		528	
	8:00	8	56	536	603
6	8:40	100		636	
7	8:43	100		736	
8	8:47	100		836	
9	8:51	100		936	
10	8:54	100		1036	
	9:00		529		1132
11	9:42	100		1136	
12	9:47	100		1236	
13	9:51	100		1336	
	10:00		275		1407
*	11:00	5	4	1341	1411
	12:00		10		1421
14	12:46	100		1441	
	13:00		28		1449
				total	total
				1441	1449

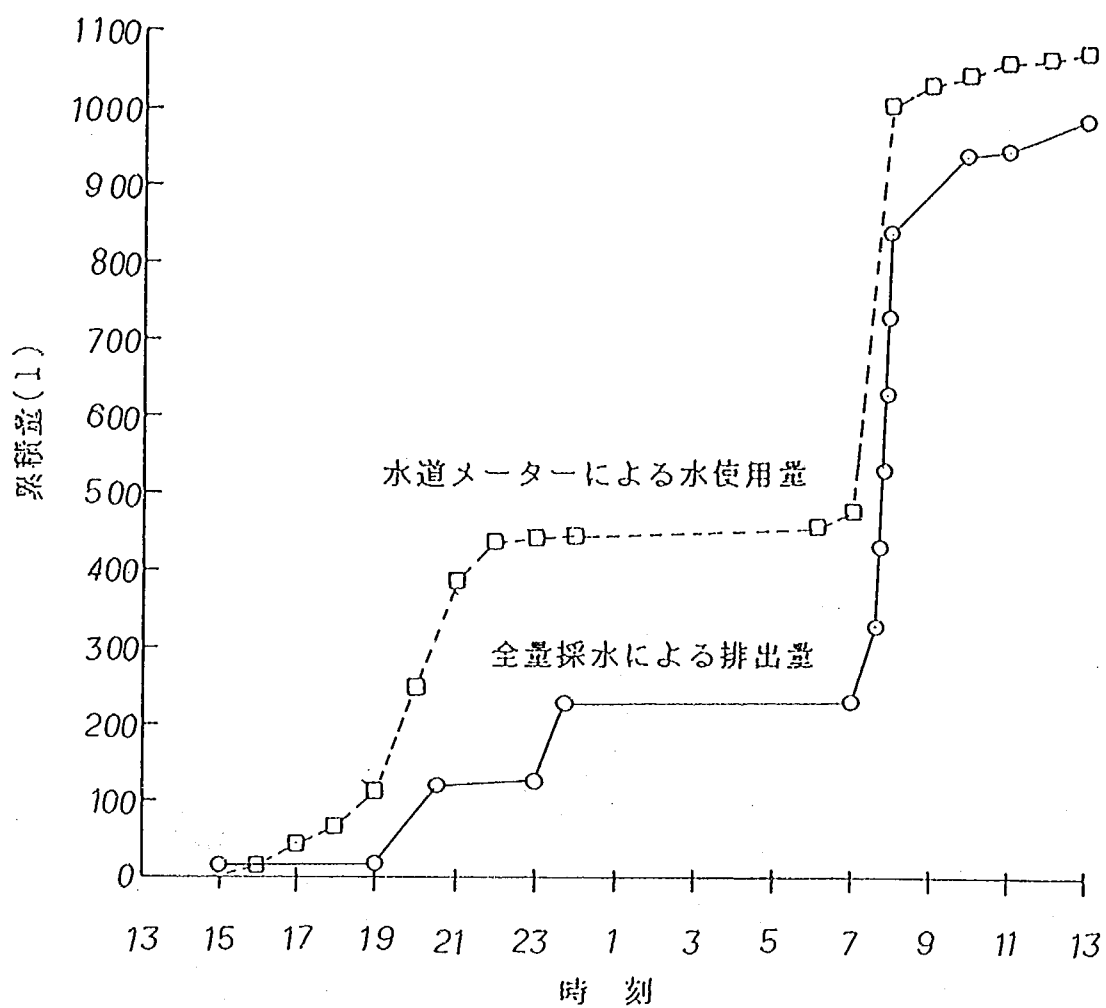
*はスポットサンプル



E宅 元年2月15日～16日調査

資料番号	時刻	採水量	使用量	累積流出量	累積消費量
スタート	13:00				
	14:00				
*	15:00	13	2.5	13	2.5
	16:00		13.5		16
	17:00		25		41
	18:00		26		67
*	19:00	5	44	18	111
	20:00		135		246
1	20:35	100		118	
	21:00		137.5		383.5
	22:00		51.5		435
*	23:00	5	5.3	123	440.3
2	23:45	100		223	
	24:00		2.1		442.4
	6:10		10.1		452.5
*	7:00	5	22.5	228	475
3	7:37	100		328	
4	7:42	100		428	
5	7:44	100		528	
6	7:51	100		628	
7	7:56	100		728	
8	8:00	108	525.5	836	1000.5
	9:00		28.5		1029
9	9:53	100		936	
	10:00		10.5		1039.5
*	11:00	5	18.5	941	1058
	12:00		1.7		1059.7
10	13:00	40	9.7	981	1069.4
				total	total
				981	1069.4

*はスポットサンプル



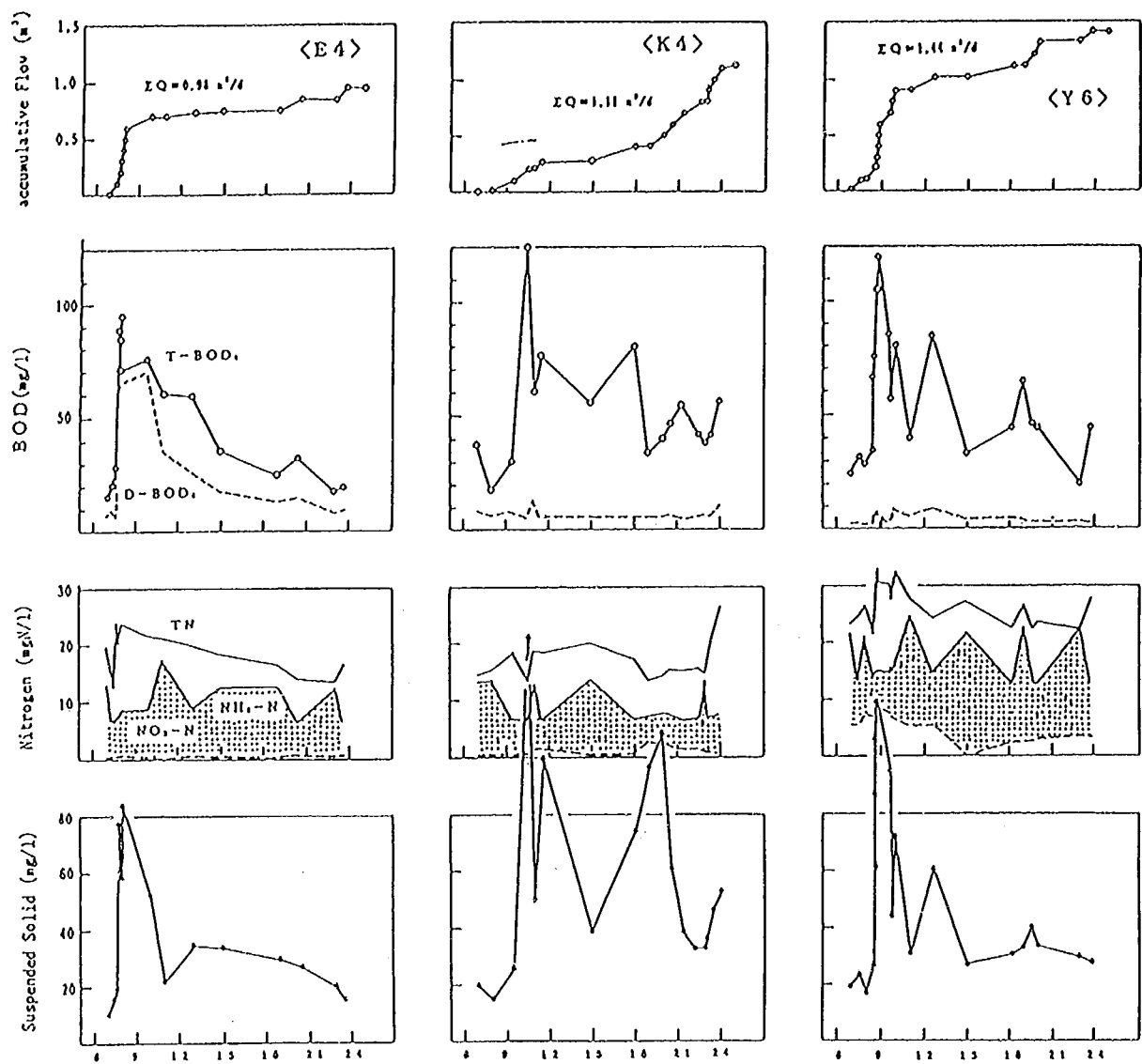
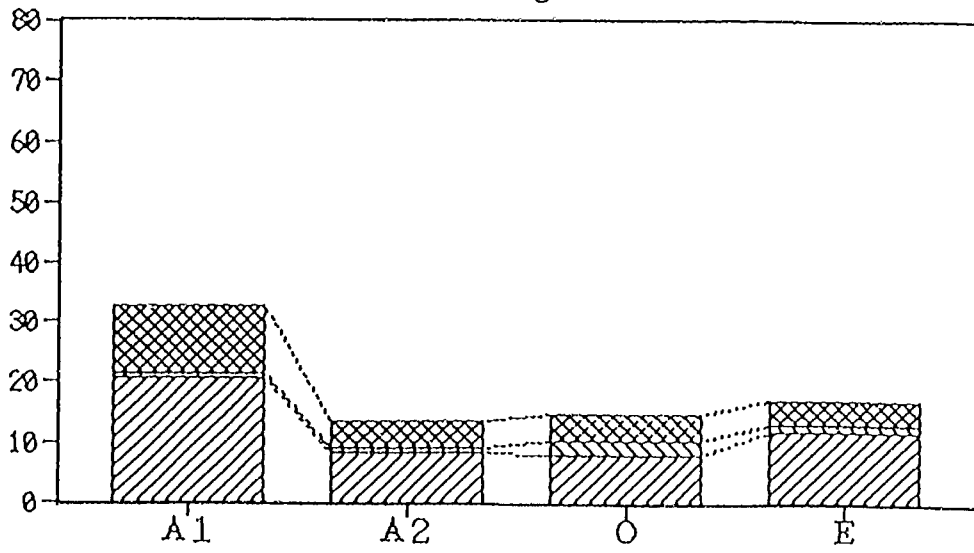
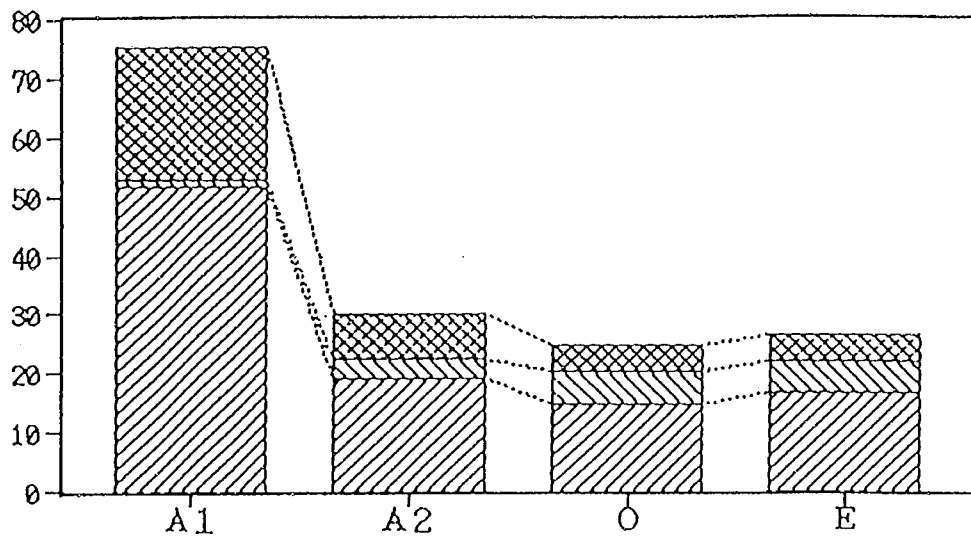


図 合併処理浄化槽からの処理水質の経時変化(汚泥引き抜き後270日目) 15th-16th Feb. 1989

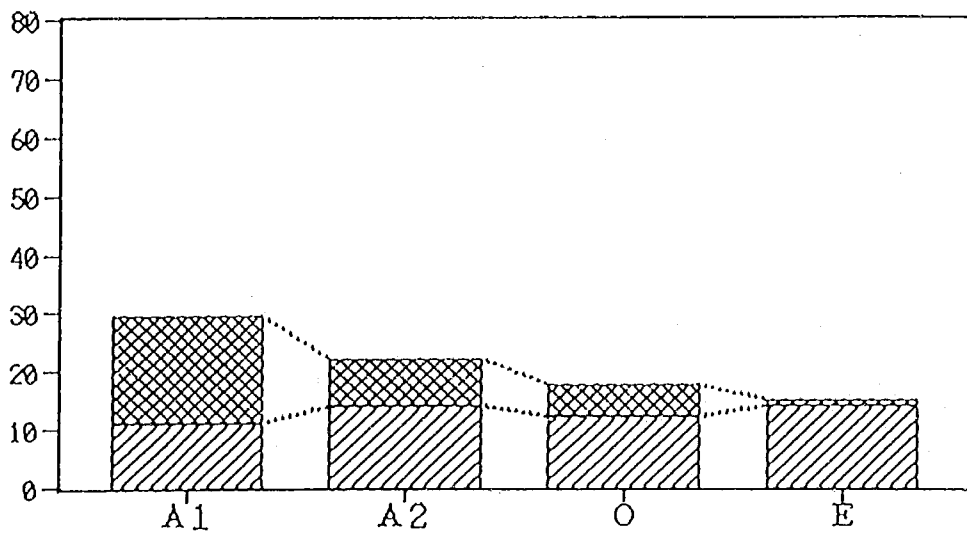
K宅



Y宅



E宅



NH₄-N NO_x-N Org-N

スポットサンプルの相加
平均値と全量採水試料に
よる荷重平均値との比較

THE
FEDERAL
GOVERNMENT

表. スポットサンプルと全量採水サンプルによる水質評価の違い

水質項目(スポット試料数)		算術平均値	荷重平均値	
		(a)	(b)	(a/b)
E ₁ -	S S (5)	15.6	102	0.153
E ₁ -	BOD ₅ (5)	34	63	0.540
E ₁ -	BOD ₅ ^A _{TV} (5)	14	22	0.636
E ₁ -	COD _{Mn} (5)	20	32	0.625
E ₁ -	TN (5)	13.7	13.2	1.038
E ₁ -	NH ₄ -N (5)	6.4	—	—
E ₁ -	NO _x -N (5)	1.7	3.3	0.515
E ₁ -	TP (5)	0.87	1.30	0.669
F ₁ -	S S (5)	14.1	5.4	2.61
F ₁ -	BOD ₅ (5)	12	12	1.00
F ₁ -	BOD ₅ ^A _{TV} (5)	3.2	1.4	2.286
F ₁ -	COD _{Mn} (5)	9.1	8.2	1.110
F ₁ -	TN (5)	15.4	15.9	0.969
F ₁ -	NH ₄ -N (5)	2.5	—	—
F ₁ -	NO _x -N (5)	11.1	12.0	0.925
F ₁ -	TP (5)	1.73	1.72	1.006
K ₁ -	S S (5)	20.3	37.0	0.549
K ₁ -	BOD ₅ (5)	46	54	0.852
K ₁ -	BOD ₅ ^A _{TV} (5)	16	12	1.333
K ₁ -	COD _{Mn} (5)	23	30	0.767
K ₁ -	TN (5)	16.9	21.2	0.797
K ₁ -	NH ₄ -N (5)	10.8	—	—
K ₁ -	NO _x -N (5)	1.9	4.9	0.388
K ₁ -	TP (5)	2.34	2.58	0.707
Y ₁ -	S S (5)	7.5	17.0	0.441
Y ₁ -	BOD ₅ (5)	39	48	0.813
Y ₁ -	BOD ₅ ^A _{TV} (5)	7.4	8.4	0.881
Y ₁ -	COD _{Mn} (5)	13	18	0.722
Y ₁ -	TN (5)	22.4	21.5	1.042
Y ₁ -	NH ₄ -N (5)	9.6	—	—
Y ₁ -	NO _x -N (5)	7.8	9.6	0.813
Y ₁ -	TP (5)	2.48	2.65	0.936

但し、データは1988年5月26-27日の調査結果である。

表. スポットサンプルと全量採水サンプルによる水質評価の違い

水質項目(スポット試料数)		算術平均値	荷重平均値	
		(a)	(b)	(a/b)
E ₂ -	S S (5)	11.5	18.0	0.639
E ₂ -	BOD ₅ (5)	32	73	0.438
E ₂ -	BOD ₅ ^{TRU} (5)	17	37	0.459
E ₂ -	COD _{Mn} (5)	14	26	0.538
E ₂ -	TN (5)	9.0	13.6	0.662
E ₂ -	NH ₄ -N (5)	3.6	—	—
E ₂ -	NO _x -N (5)	1.2	1.0	1.20
E ₂ -	TP (5)	0.55	1.04	0.529
F ₂ -	S S (5)	15.5	19.5	0.795
F ₂ -	BOD ₅ (5)	16	16	1.00
F ₂ -	BOD ₅ ^{TRU} (5)	6.5	5.7	1.14
F ₂ -	COD _{Mn} (5)	16	20	0.80
F ₂ -	TN (5)	18.3	18.2	1.01
F ₂ -	NH ₄ -N (5)	2.8	—	—
F ₂ -	NO _x -N (5)	12.0	11.3	1.06
F ₂ -	TP (5)	2.16	2.28	0.947
K ₂ -	S S (5)	6.5	24.0	0.271
K ₂ -	BOD ₅ (5)	25	29	0.862
K ₂ -	BOD ₅ ^{TRU} (5)	5.7	7.6	0.75
K ₂ -	COD _{Mn} (5)	13	20	0.65
K ₂ -	TN (5)	15.2	17.6	0.864
K ₂ -	NH ₄ -N (5)	6.9	—	—
K ₂ -	NO _x -N (5)	4.0	5.7	0.702
K ₂ -	TP (5)	1.68	2.18	0.771
Y ₂ -	S S (5)	12.8	40.5	0.316
Y ₂ -	BOD ₅ (5)	32	40	0.80
Y ₂ -	BOD ₅ ^{TRU} (5)	5.2	6.6	0.788
Y ₂ -	COD _{Mn} (5)	13	24	0.542
Y ₂ -	TN (5)	23.9	28.1	0.851
Y ₂ -	NH ₄ -N (5)	9.2	—	—
Y ₂ -	NO _x -N (5)	10.7	12.9	0.829
Y ₂ -	TP (5)	2.66	3.32	0.801

但し、データーは1988年8月24-25日の調査結果である。

スポット試料の荷重平均(真値)に対する相対誤差
(arithmetic mean / weighted mean)

表. スポットサンプルと全量採水サンプルによる水質評価の違い

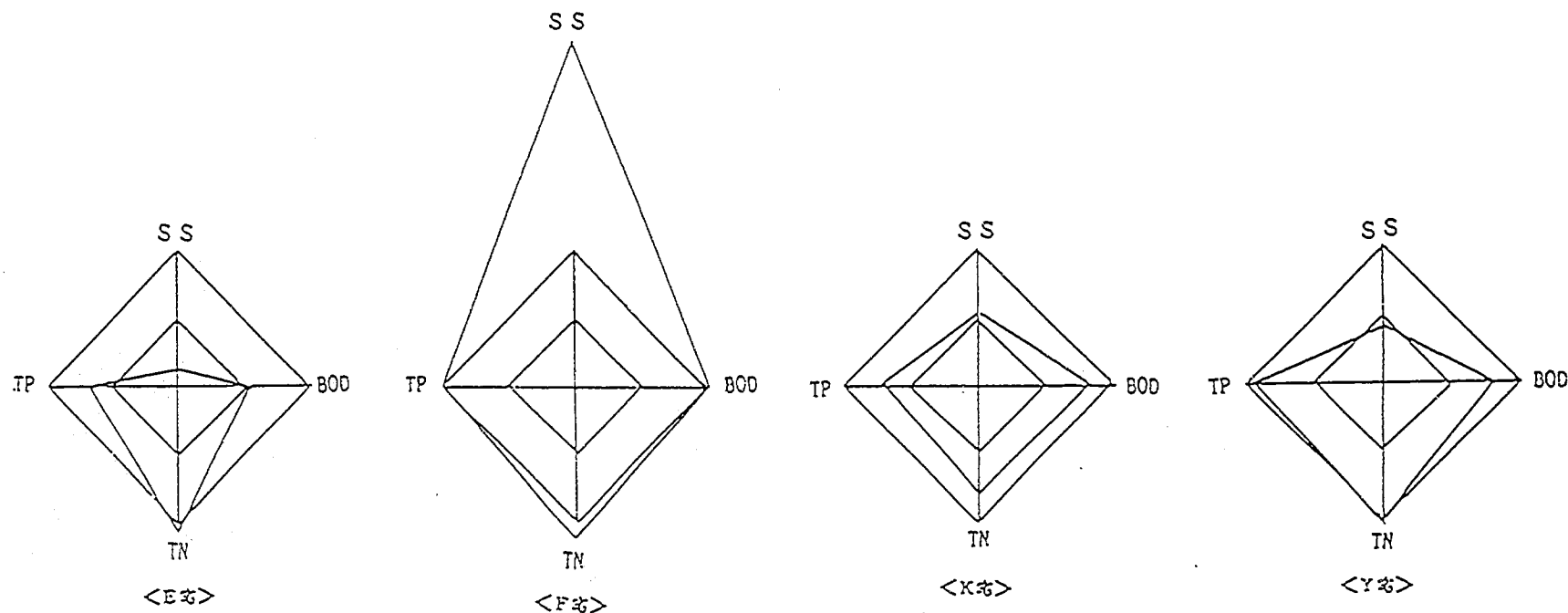
水質項目(スポット試料数)			算術平均値 (a)	荷重平均値 (b)	(a/b)
E ₃ -	S S	(5)	11.8	16.0	0.738
E ₃ -	BOD	(5)	34.7	30.7	1.130
E ₃ -	TN	(5)	10.9	11.6	0.940
E ₃ -	TP	(5)	1.37	1.16	1.181
E ₃ -	NH ₄ -N	(5)	7.56	7.06	1.070
E ₃ -	NO _x -N	(5)	1.64	2.41	0.680
F ₃ -	S S	(5)	23.2	34.2	0.678
F ₃ -	BOD	(5)	17.0	27.3	0.622
F ₃ -	TN	(5)	29.6	30.9	0.958
F ₃ -	TP	(5)	3.63	3.91	0.928
F ₃ -	NH ₄ -N	(5)	5.02	4.92	1.020
F ₃ -	NO _x -N	(5)	21.8	22.0	0.991
K ₃ -	S S	(5)	14.2	36.9	0.385
K ₃ -	BOD	(5)	21.3	35.1	0.607
K ₃ -	TN	(5)	15.9	16.0	0.994
K ₃ -	TP	(5)	2.16	2.31	0.935
K ₃ -	NH ₄ -N	(5)	9.32	9.17	1.016
K ₃ -	NO _x -N	(5)	4.03	4.49	0.898
Y ₃ -	S S	(5)	15.1	57.1	0.264
Y ₃ -	BOD	(5)	41.3	81.4	0.507
Y ₃ -	TN	(5)	26.6	28.6	0.930
Y ₃ -	TP	(5)	3.00	3.41	0.880
Y ₃ -	NH ₄ -N	(5)	11.3	9.03	1.251
Y ₃ -	NO _x -N	(5)	9.47	13.5	0.701

但し、データは1988年11月8-9日の調査結果を用いた。

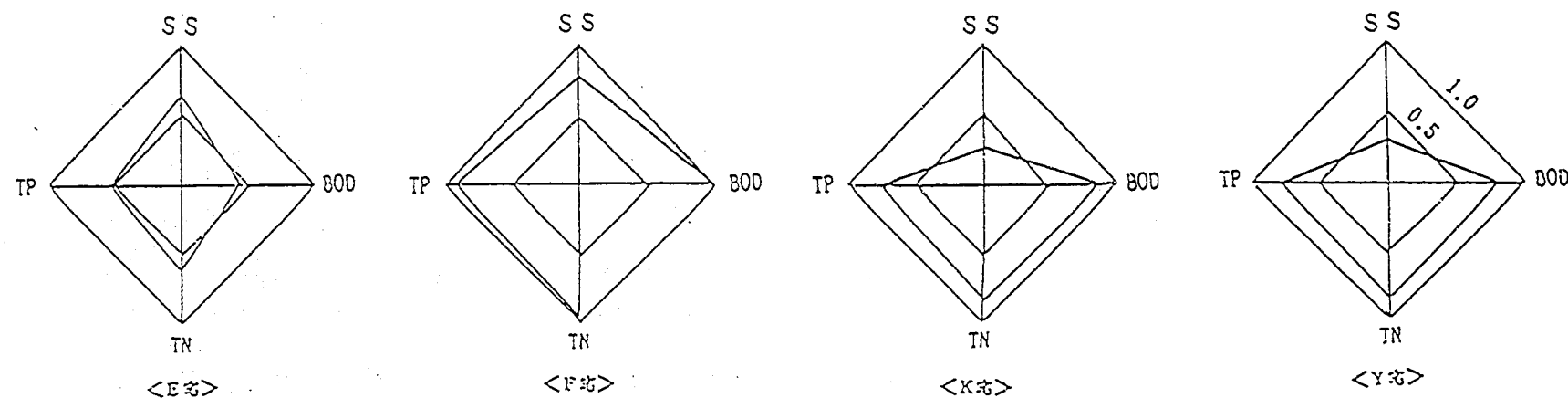
表. スポットサンプルと全量採水サンプルによる水質評価の違い

水質項目(スポット試料数)	算術平均値 (a)	荷重平均値 (b)	(a/b)
E ₄ - S S (5)	58.7	44.7	1.313
E ₄ - BOD ₅ (5)	31.0	56.7	0.547
E ₄ - D-BOD ₅ (5)	16.5	30.7	0.537
E ₄ - COD _{Mn} (5)	25.9	33.2	0.780
E ₄ - TN (5)	17.8	18.8	0.947
E ₄ - NH ₄ -N (5)	13.2	14.3	0.923
E ₄ - NO _x -N (5)	0.21	0.3	0.70
E ₄ - TP (5)	1.25	1.4	0.893
K ₄ - S S (5)	47.8	62.9	0.760
K ₄ - BOD ₅ (5)	45.0	58.0	0.776
K ₄ - D-BOD ₅ (5)	7.4	6.3	1.175
K ₄ - COD _{Mn} (5)	30.6	36.3	0.843
K ₄ - TN (5)	16.2	17.4	0.931
K ₄ - NH ₄ -N (5)	11.9	11.5	1.035
K ₄ - NO _x -N (5)	1.08	1.2	0.957
K ₄ - TP (5)	2.01	2.1	0.957
Y ₄ - S S (5)	28.1	58.2	0.483
Y ₄ - BOD ₅ (5)	36.6	63.7	0.575
Y ₄ - D-BOD ₅ (5)	3.9	4.6	0.848
Y ₄ - COD _{Mn} (5)	26.6	35.7	0.745
Y ₄ - TN (5)	24.9	26.7	0.933
Y ₄ - NH ₄ -N (5)	19.1	16.1	1.186
Y ₄ - NO _x -N (5)	3.25	5.8	0.560
Y ₄ - TP (5)	3.30	3.6	0.917

但し、 データーは1989年2月15-16日の調査結果である。

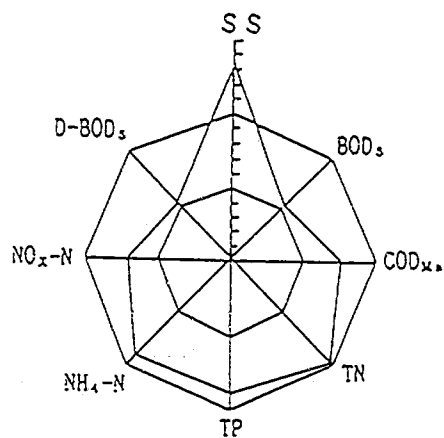


データーは1988年5月26-27日の調査結果

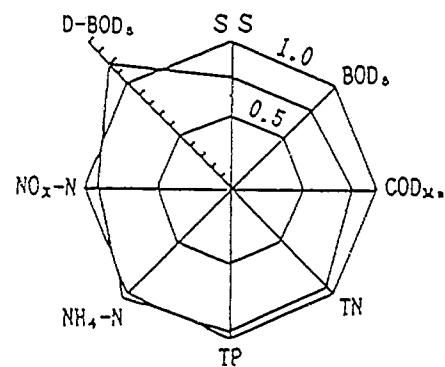


データーは1988年8月24-25日の調査結果

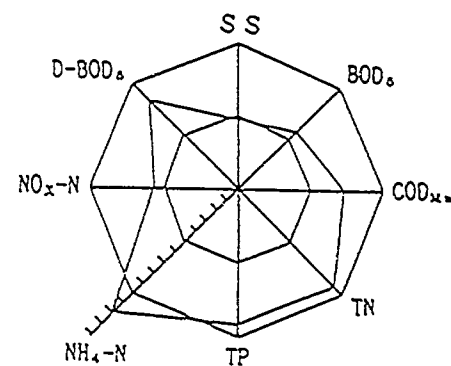
スポット紙料の荷重平均(真値)に対する相対誤差
(arithmetic mean / weighted mean.)



<E名>

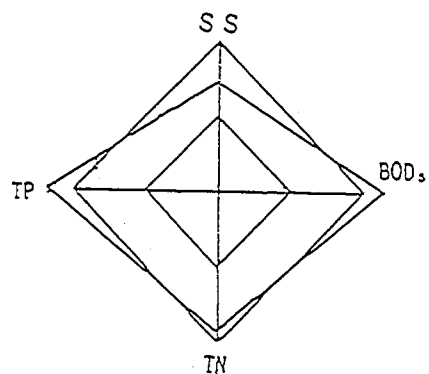


<K名>

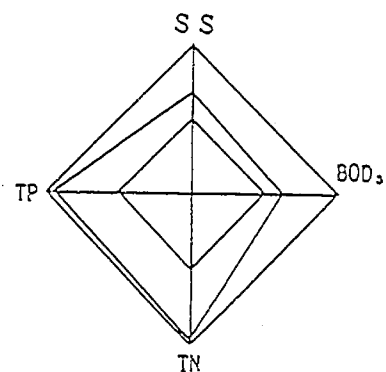


<Y名>

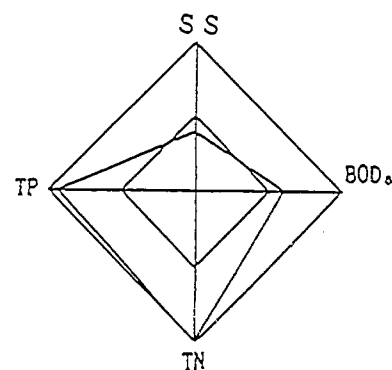
データーは1989年2月15-16日の調査結果



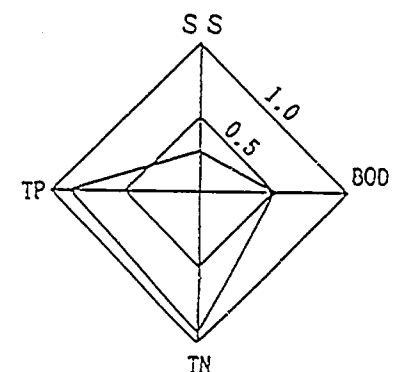
<E名>



<F名>



<K名>



<Y名>

データーは1988年11月8-9日の調査結果

スポット試料の荷重平均(真値)に対する相対誤差
(arithmetic mean / weighted mean.)

Kろ材浄化槽（沈殿分離－
嫌気ろ床－接触曝気方式）
の通日調査結果

実施時期：1990年 3月14～15日

I 式淨化槽調查 (H2.3.14)

分析項目	採水地点	11:00	15:00	19:00	23:00	7:00	平均	最大值	最小值
S S	A 2	174.0	366.0	560.0	442.0	100.0	328.4	560.0	100.0
	O 1	6.5	2.5	1.0	2.0	6.0	3.6	6.5	1.0
	O 2	3.0	5.0	2.5	18.5	5.5	6.9	18.5	2.5
B O D 5	A 2	145.6	167.6	103.0	203.2	141.8	152.2	203.2	103.0
	O 1	36.2	20.1	10.6	5.7	6.2	15.8	36.2	5.7
	O 2	7.9	3.7	5.3	10.9	2.3	6.0	10.9	2.3
ATU-BOD	A 2	107.5	155.8	207.9	161.5	80.9	142.7	207.9	80.9
	O 1	3.9	5.3	3.0	3.7	3.1	3.8	5.3	3.0
	O 2	3.2	2.6	2.3	4.4	1.8	2.9	4.4	1.8
D-BOD	A 2	64.6	58.4	50.6	51.6	53.0	55.6	64.6	50.6
	O 1	3.1	3.9	3.5	1.2	1.7	2.7	3.9	1.2
	O 2	1.4	1.5	1.2	3.9	1.6	1.9	3.9	1.2
T-COD	A 2	98.4	146.4	151.2		105.2	125.3	151.2	98.4
	O 1	14.6	13.4	17.1	11.3	11.6	13.6	17.1	11.3
	O 2	11.6	11.6	11.6	18.6	10.8	12.8	18.6	10.8
D-COD	A 2	27.0	31.0	28.0	29.8	27.7	28.7	31.0	27.0
	O 1	9.4	10.1	9.9	8.0	8.0	9.1	10.1	8.0
	O 2	8.5	8.8	7.8	10.4	8.9	8.9	10.4	7.8
NH ₄ -N	A 2	42.70	40.20	41.20	41.60	41.20	41.38	42.70	40.20
	O 1	17.90	10.50	7.70	1.34	2.27	7.94	17.90	1.34
	O 2	2.32	0.57	0.36	11.45	0.21	2.98	11.45	0.21
NO ₂ -N	A 2	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01
	O 1	0.66	0.24	0.06	0.14	0.01	0.22	0.66	0.01
	O 2	0.14	0.10	0.03	0.24	0.01	0.10	0.24	0.01
NO _x -N	A 2	0.08	0.03	0.17	0.15	0.09	0.10	0.17	0.03
	O 1	13.13	18.08	19.86	25.20	23.40	19.93	25.20	13.13
	O 2	24.70	25.80	25.30	18.35	25.90	24.01	25.90	18.35
K-N	A 2	48.55	67.55	51.55	54.65	50.60	54.58	67.55	48.55
	O 1	17.23	10.82	8.76	2.47	3.75	8.61	17.23	2.47
	O 2	2.11	1.95	2.13	13.22	1.83	4.25	13.22	1.83
T-N	A 2	48.63	67.58	51.72	54.80	50.69	54.68	67.58	48.63
	O 1	30.36	28.90	28.62	27.67	27.15	28.54	30.36	27.15
	O 2	26.81	27.75	27.43	31.57	27.73	28.26	31.57	26.81
PO ₄ -P	A 2	4.80	4.20	4.65	4.65	4.60	4.58	4.80	4.20
	O 1	4.40	4.25	4.49	4.43	4.80	4.47	4.80	4.25
	O 2	4.66	4.65	4.63	4.50	4.62	4.61	4.66	4.50
T-P	A 2	5.35	8.90	8.15	7.55	6.65	7.32	8.90	5.35
	O 1	4.33	4.25	4.27	4.30	4.35	4.30	4.35	4.25
	O 2	3.13	4.56	4.36	4.68	4.27	4.20	4.68	3.13
ALK	A 2					262.4			
	O 1					12.4			
	O 2								

I 式浄化槽調査(H2.3.14)

時刻	流出量	SS	BOD	ATU-BOD	D-BOD	COD	D-COD	NH ₄ -N	NOX-N	NO ₂ -N	Org-N	T-N	PO ₄ -P	T-P	ALK
11:00	2	5.6	5.08	4.10	1.61	9.96	8.74	1.83	24.50	0.05	1.11	27.44	4.73	4.47	
15:00	2	8.0	5.08	2.93	1.93	12.80	8.66	1.52	23.90	0.05	1.08	26.50	4.71	4.51	
19:00	2	4.4	4.98	2.64	1.82	12.00	9.40	1.17	25.50	0.05	0.95	27.62	4.58	4.40	
23:00	2	8.0	4.24	2.27	1.09	11.60	8.40	0.90	25.10	0.05	1.18	27.18	4.68	4.57	
23:05	100	10.0	4.34	1.96	1.20	10.30	7.62	0.75	25.80	0.03	1.27	27.82	4.86	4.61	
24:00	100	8.8	4.28	2.07	1.56	9.70	8.64	0.78	25.10	0.03	1.04	26.92	4.86	4.61	
7:00	2	8.4	3.90	2.21	1.37	11.90	7.92	0.72	25.30	0.04	0.95	26.97	4.65	4.22	10.9
7:30	100	9.2	4.15	2.39	0.91	10.30	8.42	0.69	25.60	0.03	1.15	27.44	4.85	4.73	
8:30	100	8.8	3.60	2.24	1.81	10.00	8.52	0.64	25.70	0.04	1.17	27.51	4.83	4.41	10.9
9:06	100	4.0	3.87	2.39	1.35	9.50	8.80	0.65	25.20	0.03	0.98	26.83	4.81	4.48	
10:10	40	5.6	3.15	2.34	0.88	9.10	8.40	0.64	25.70	0.03	1.20	27.54	4.79	4.57	
	550														
		0.011	0.010	0.008	0.003	0.020	0.017	0.004	0.049	0.000	0.002	0.055	0.009	0.009	
		0.016	0.010	0.006	0.004	0.026	0.017	0.003	0.048	0.000	0.002	0.053	0.009	0.009	
		0.009	0.010	0.005	0.004	0.024	0.019	0.002	0.051	0.000	0.002	0.055	0.009	0.009	
		0.016	0.008	0.005	0.002	0.023	0.017	0.002	0.050	0.000	0.002	0.054	0.009	0.009	
		1.000	0.434	0.196	0.120	1.030	0.762	0.075	2.580	0.003	0.127	2.782	0.486	0.461	
		0.880	0.428	0.207	0.156	0.970	0.864	0.078	2.510	0.003	0.104	2.692	0.486	0.461	
		0.017	0.008	0.004	0.003	0.024	0.016	0.001	0.051	0.000	0.002	0.054	0.009	0.008	0.046
		0.920	0.415	0.239	0.091	1.030	0.842	0.069	2.560	0.003	0.115	2.744	0.485	0.473	
		0.880	0.360	0.224	0.181	1.000	0.852	0.064	2.570	0.004	0.117	2.751	0.483	0.441	0.048
		0.400	0.387	0.239	0.135	0.950	0.880	0.065	2.520	0.003	0.098	2.683	0.481	0.448	
		0.224	0.126	0.094	0.035	0.364	0.336	0.026	1.028	0.001	0.048	1.102	0.192	0.183	
総流出量 (g)		4.373	2.197	1.227	0.734	5.461	4.622	0.389	14.017	0.018	0.620	15.025	2.659	2.511	0.094
加重平均濃 (mg/l)		7.951	3.994	2.231	1.334	9.928	8.404	0.707	25.485	0.032	1.126	27.318	4.835	4.566	
最大値 (mg/l)		10.00	5.08	4.10	1.93	12.80	9.40	1.83	25.80	0.05	1.27	27.82	4.86	4.73	10.90
最小値 (mg/l)		4.00	3.15	1.96	0.88	9.10	7.62	0.64	23.90	0.03	0.95	26.50	4.58	4.22	10.90
単純平均濃 (mg/l)		7.345	4.243	2.504	1.412	10.651	8.502	0.935	25.218	0.039	1.098	27.252	4.759	4.507	10.900

I 式合併処理浄化槽 現場測定

時刻		10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	19:00	20:00	22:00	23:00	24:00	5:00	6:00	8:00	10:00	12:00
気温		15.4	14.4	13.9	12.6	11.3	10.4	9.9	8.9	8.0	8.1	7.3	7.0	7.8	8.8	9.8
気圧		1025.0	1024.0	1022.0	1022.0	1021.0	1022.0	1021.5	1020.8	1020.0	1018.3	1011.5	1013.0	1011.0	1008.5	1021.5
メーター		300.356	300.357	300.394	300.448	300.567	300.536	300.608	300.671	300.917	300.921	301.055	301.038	301.181	301.448	301.608
水温	A 2	13.1	13.2	13.1	13.0	12.8	12.9	13.0	12.9	12.9	12.9	12.8	12.8	12.8	13.1	
	O 1	12.5	12.7	12.7	12.6	12.6	12.6	12.5	12.5	12.5	12.5	12.3	12.4	12.3	12.4	
	O 2	12.7	12.5	12.5	12.4	12.4	12.4	12.3	12.3	12.3	12.3	12.1	12.1	12.1	12.1	
	S	12.7	12.7	12.7	12.4	12.3	12.3	12.1	12.2	11.6	12.2	11.6	11.8	11.5	11.4	
PH	A 2	6.83	6.93	7.06	7.10	7.09	7.05	7.04	7.03	7.06	7.04	6.96	7.03	6.95	6.97	
	O 1	6.56	7.30	7.06	7.28	7.22	7.19	7.07	6.92	7.25	7.23	6.73	6.83	7.00	7.28	
	O 2	7.07	6.53	6.63	6.63	6.50	6.77	6.40	6.53	6.73	6.73	6.52	6.51	6.62	6.53	
	S	6.81	6.90	6.95	6.77	6.75	6.62	6.45	6.39	6.54	6.47	6.38	6.44	6.43	6.59	
DO	A 2	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	
	O 1	6.20	6.92	7.12	6.77	6.87	7.04	7.40	6.66	6.09	6.66	7.11	7.43	6.25	6.70	
	O 2	7.70	7.70	9.02	9.25	9.15	9.40	9.60	9.92	9.20	8.80	9.80	10.00	9.70	7.50	
	S	6.40	6.90	6.08		6.90	6.28	6.55	6.51	7.30	7.40	6.60	6.40	7.60	7.90	
Eh	A 2	130.0	130.0	130.0	131.0	120.0	125.0	196.0	230.0	180.0	171.0	200.0	50.0	140.0	110.0	
	O 1	450.0	310.0	450.0	352.0	308.0	352.0	470.0	390.0	226.0	225.0	234.0	306.0	226.0	322.0	
	O 2	430.0	430.0	470.0	400.0	370.0	360.0	470.0	445.0	240.0	300.0	280.0	360.0	274.0	348.0	
	S	450.0	470.0	455.0	450.0	470.0	448.0	485.0	392.0	330.0	400.0	433.0	300.0	310.0		

茨城県 I 市通日調査結果
— 嫌気ろ床接触曝気方式 —

実施時期：1990年 9月 5～6日

T O 宅 浄 化 槽 調 査

時刻	流出量	B O D	C O D	N H ₄ N	N O _x N	N O ₂ N	K N	A L K	T N	S S	P O ₄ P	T P
15:00	3.6	38.3	31.0	18.6	7.36	1.18	27.6	140.4	34.96	32.0	3.04	3.46
19:00	3.6	26.8	27.4	17.0	8.89	1.37	26.4	264.5	35.29	26.0	3.34	3.58
23:00	3.6	95.3	51.6	14.9	10.59	1.42	35.1	252.7	45.69	128.0	3.38	4.51
23:30	100.0	25.3	27.8	14.5	10.51	1.48	21.4	118.2	31.91	74.0	3.39	3.74
23:55	100.0	21.1	21.5	14.8	10.90	1.49	19.7	117.7	30.60	41.0	3.47	3.93
24:15	32.0	18.5	19.1	14.9	11.23	1.51	20.9	117.2	32.13	27.0	3.50	3.61
6:35	100.0	21.0	20.5	14.1	12.35	1.61	16.7	111.3	29.05	29.0	3.67	3.84
6:55	100.0	16.2	20.1	14.6	12.51	1.61	12.7	107.9	25.21	23.0	3.48	3.69
7:00	3.6	27.2	25.0	14.7	11.80	1.48	21.4	244.8	33.20	25.0	3.41	3.88
7:25	100.0	17.8	18.0	15.3	12.33	1.56	19.1	113.8	31.43	22.0	3.52	3.79
10:30	100.0	17.6	24.6	17.0	10.73	1.30	21.9	128.1	32.63	21.0	3.50	3.77
11:00	3.6	15.7	28.2	17.9	9.11	1.04	26.1	215.7	35.21	21.0	3.41	3.82
12:00	20.0	15.2	22.5	17.9	9.62	1.17	22.9	133.5	32.52	21.0	3.38	3.74
	670											
		0.138	0.112	0.067	0.026	0.004	0.099	0.505	0.126	0.115	0.011	0.012
		0.096	0.099	0.061	0.032	0.005	0.095	0.952	0.127	0.094	0.012	0.013
		0.343	0.186	0.054	0.038	0.005	0.126	0.910	0.164	0.461	0.012	0.016
		2.530	2.780	1.450	1.051	0.148	2.140	11.820	3.191	7.400	0.339	0.374
		2.110	2.150	1.480	1.090	0.149	1.970	11.770	3.060	4.100	0.347	0.393
		0.592	0.611	0.477	0.359	0.048	0.669	3.750	1.028	0.864	0.112	0.116
		2.100	2.050	1.410	1.235	0.161	1.670	11.130	2.905	2.900	0.367	0.384
		1.620	2.010	1.460	1.251	0.161	1.270	10.790	2.521	2.300	0.349	0.369
		0.098	0.090	0.053	0.042	0.005	0.077	0.881	0.120	0.090	0.012	0.014
		1.780	1.800	1.530	1.233	0.156	1.910	11.380	3.143	2.200	0.352	0.379
		1.760	2.460	1.700	1.073	0.130	2.190	12.810	3.263	2.100	0.350	0.377
		0.057	0.102	0.064	0.033	0.004	0.094	0.777	0.127	0.076	0.012	0.014
		0.304	0.450	0.358	0.192	0.023	0.458	2.670	0.650	0.420	0.068	0.075
総流出量 (g)		13.528	14.899	10.164	7.657	1.000	12.769	80.146	20.425	23.119	2.342	2.536
加重平均濃度 (mg/l)		20.191	22.237	15.170	11.428	1.493	19.058	119.620	30.485	34.506	3.496	3.785
最大値 (mg/l)		95.3	51.6	18.6	12.5	1.6	35.1	264.5	45.7	128.0	3.7	4.5
最小値 (mg/l)		15.2	18.0	14.1	7.4	1.0	12.7	107.9	25.2	21.0	3.0	3.5
単純平均濃度 (mg/l)		27.385	25.946	15.862	10.610	1.402	22.454	158.908	33.064	37.692	3.422	3.797
スプレッド平均濃度 (mg/l)		40.66	32.64	16.62	9.55	1.298	27.32	223.62	36.87	46.4	3.32	3.85

K O 宅浄化槽調査

時刻	流出量	BOD	COD	NH4N	NOxN	NO2N	KN	ALK	TN	SS	PO4P	TP
15:00	3.6	37.6	62.2	0.64	16.15	0.32	7.35	66.5	23.50	120.0	2.74	3.29
17:30	100.0	19.7	29.6	0.72	16.18	0.28	4.45	61.5	20.63	52.0	1.57	2.29
19:00	3.6	46.4	33.1	0.35	16.02	0.23	8.90	86.6	24.92	76.0	1.54	2.66
21:40	100.0	28.6	23.7	0.63	15.92	0.30	4.75	68.4	20.67	38.0	1.50	1.92
21:58	100.0	29.8	26.7	0.50	15.90	0.30	4.60	68.5	20.50	64.0	1.00	2.12
22:02	100.0	23.8	21.5	0.49	16.23	0.28	3.00	65.0	19.23	27.0	1.40	1.82
23:00	48.6	29.9	32.5	0.96	15.60	0.30	4.20	71.9	19.80	34.0	1.46	1.89
7:00	3.6	30.8	29.2	0.23	16.43	0.12	4.10	65.0	20.53	20.0	1.35	1.58
7:35	100.0	14.1	17.0	0.78	16.24	0.18	2.50	71.9	18.74	17.0	1.51	1.70
8:45	100.0	12.8	17.6	0.66	16.26	0.15	2.75	60.6	19.01	18.0	1.50	1.67
11:00	3.6	17.2	18.3	0.52	16.56	0.17	2.80	66.5	19.36	18.0	1.47	1.71
12:45	50.0	18.4	19.5	0.62	16.19	0.18	3.15	72.4	19.34	39.0	1.47	1.85
	713											

0.135	0.224	0.002	0.058	0.001	0.026	0.239	0.085	0.432	0.010	0.012
1.970	2.960	0.072	1.618	0.028	0.445	6.150	2.063	5.200	0.157	0.229
0.167	0.119	0.001	0.058	0.001	0.032	0.312	0.090	0.274	0.006	0.010
2.860	2.370	0.063	1.592	0.030	0.475	6.840	2.067	3.800	0.150	0.192
2.980	2.670	0.050	1.590	0.030	0.460	6.850	2.050	6.400	0.100	0.212
2.380	2.150	0.049	1.623	0.028	0.300	6.500	1.923	2.700	0.140	0.182
1.453	1.580	0.047	0.758	0.015	0.204	3.494	0.962	1.652	0.071	0.092
0.111	0.105	0.001	0.059	0.000	0.015	0.234	0.074	0.072	0.005	0.006
1.410	1.700	0.078	1.624	0.018	0.250	7.190	1.874	1.700	0.151	0.170
1.280	1.760	0.066	1.626	0.015	0.275	6.060	1.901	1.800	0.150	0.167
0.062	0.066	0.002	0.060	0.001	0.010	0.239	0.070	0.065	0.005	0.006
0.920	0.975	0.031	0.810	0.009	0.158	3.620	0.967	1.950	0.074	0.093

総流出量 (g)	15.728	16.679	0.462	11.475	0.176	2.650	47.729	14.125	26.045	1.018	1.370
加重平均濃度 (mg/l)	22.059	23.392	0.648	16.094	0.246	3.717	66.941	19.811	36.528	1.428	1.921
最大値 (mg/l)	46.4	62.2	1.0	16.6	0.3	8.9	86.6	24.9	120.0	2.7	3.3
最小値 (mg/l)	12.8	17.0	0.2	15.6	0.1	2.5	60.6	18.7	17.0	1.0	1.6
単純平均濃度 (mg/l)	25.758	27.575	0.592	16.140	0.234	4.379	68.733	20.519	43.583	1.543	2.042
標準平均濃度 (mg/l)	32.38	35.06	0.54	16.15	0.23	5.47	71.30	21.62	53.60	1.71	2.23

T a 宅浄化槽調査

時刻	流出量	BOD	COD	NH ₄ N	NO _x N	NO ₂ N	K-N	ALK	TN	SS	PO ₄ P	TP
15:00	3.6	11.9	20.5	31.0	0.22	0.02	34.6	251.2	34.82	7.0	3.14	3.25
16:05	100.0	9.2	18.3	31.0	0.33	0.02	34.2	269.9	34.53	16.0	3.08	3.39
16:10	100.0	6.7	15.2	30.0	0.16	0.03	34.2	251.2	34.36	9.0	2.81	3.34
17:40	100.0	5.4	16.3	30.0	0.15	0.09	33.5	250.2	33.65	9.0	3.03	3.37
18:50	100.0	8.9	18.9	31.0	0.10	0.07	33.1	242.3	33.20	10.0	3.34	3.53
19:00	3.6	9.4	20.3	31.0	0.16	0.04	39.5	250.7	39.66	9.0	3.10	3.40
19:25	100.0	6.4	15.4	31.0	0.06	0.03	33.5	248.7	33.56	8.0	3.21	3.54
21:15	100.0	5.9	16.9	31.0	0.02	0.01	34.9	239.4	34.92	4.0	3.18	3.40
22:50	15.0	6.2	16.1	31.0	0.02	0.01	35.0	244.8	35.02	9.0	2.98	3.49
23:00	3.6	9.5	18.4	30.0	0.01	0.02	36.4	244.8	36.41	8.0	3.13	3.54
7:00	3.6	8.5	22.0	31.0	0.04	0.02	35.1	254.2	35.14	8.0	3.17	3.50
7:36	100.0	6.6	16.6	32.0	0.02	0.01	35.9	240.9	35.92	10.0	3.26	3.32
8:00	100.0	7.2	19.7	31.0	0.02	0.02	36.0	486.2	36.02	10.0	3.18	3.54
8:08	100.0	6.8	20.1	32.0	0.01	0.02	33.3	238.9	33.31	10.0	2.87	3.52
8:16	100.0	7.0	20.1	32.0	0.01	0.01	34.7	236.4	34.71	10.0	3.26	3.52
11:00	3.6	16.2	22.4	32.0	0.03	0.02	34.5	241.3	34.53	12.0	2.98	3.41
13:05	65.0	7.6	19.0	32.0	0.01	0.00	29.7	241.4	29.71	10.0	3.07	3.54
1098												

0.043	0.074	0.112	0.001	0.000	0.125	0.904	0.125	0.025	0.011	0.012
0.920	1.830	3.100	0.033	0.002	3.420	26.990	3.453	1.600	0.308	0.339
0.670	1.520	3.000	0.016	0.003	3.420	25.120	3.436	0.900	0.281	0.334
0.540	1.630	3.000	0.015	0.009	3.350	25.020	3.365	0.900	0.303	0.337
0.890	1.890	3.100	0.010	0.007	3.310	24.230	3.320	1.000	0.334	0.353
0.034	0.073	0.112	0.001	0.000	0.142	0.903	0.143	0.032	0.011	0.012
0.640	1.540	3.100	0.006	0.003	3.350	24.870	3.356	0.800	0.321	0.354
0.590	1.690	3.100	0.002	0.001	3.490	23.940	3.492	0.400	0.318	0.340
0.093	0.242	0.465	0.000	0.000	0.525	3.672	0.525	0.135	0.045	0.052
0.034	0.066	0.108	0.000	0.000	0.131	0.881	0.131	0.029	0.011	0.013
0.031	0.079	0.112	0.000	0.000	0.126	0.915	0.127	0.029	0.011	0.013
0.660	1.660	3.200	0.002	0.001	3.590	24.090	3.592	1.000	0.326	0.332
0.720	1.970	3.100	0.002	0.002	3.600	48.620	3.602	1.000	0.318	0.354
0.680	2.010	3.200	0.001	0.002	3.330	23.890	3.331	1.000	0.287	0.352
0.700	2.010	3.200	0.001	0.001	3.470	23.640	3.471	1.000	0.326	0.352
0.058	0.081	0.115	0.000	0.000	0.124	0.869	0.124	0.043	0.011	0.012
0.494	1.235	2.080	0.001	0.000	1.931	15.691	1.931	0.650	0.200	0.230

総流出量 (g)	7.797	19.599	34.203	0.091	0.032	37.434	294.245	37.524	10.543	3.422	3.791
加重平均濃度 (mg/l)	7.101	17.850	31.150	0.083	0.029	34.093	267.983	34.175	9.602	3.117	3.453
最大値 (mg/l)	16.2	22.4	32.0	0.3	0.1	39.5	486.2	39.7	16.0	3.3	3.5
最小値 (mg/l)	5.4	15.2	30.0	0.0	0.0	29.7	236.4	29.7	4.0	2.8	3.3
単純平均濃度 (mg/l)	8.200	18.600	31.118	0.081	0.026	34.594	260.735	34.675	9.353	3.105	3.447
スポット平均濃度 (mg/l)	11.1	20.7	31.0	0.092	0.024	36.0	248.4	36.1	8.8	3.1	3.4

H i 宅浄化槽調査

時刻	流出量	B O D	C O D	NH ₄ N	N O × N	N O ₂ N	K N	A L K	T N	S S	P O ₄ P	T P
15:00	3.6	51.2	40.1	28.0	0.06	0.04	35.5	207.9	35.56	51.0	2.46	2.92
18:10	100.0	36.2	33.6	31.0	0.03	0.03	32.6	213.8	32.63	43.0	2.51	3.49
19:00	3.6	38.5	37.1	30.0	0.02	0.04	38.7	212.8	38.72	32.0	2.86	3.54
20:40	100.0	32.8	34.1	32.0	0.03	0.02	35.7	213.3	35.73	35.0	2.53	3.30
21:05	100.0	36.0	38.0	32.0	0.04	0.03	35.8	217.7	35.84	35.0	2.51	3.21
21:10	100.0	48.4	42.4	32.0	0.04	0.04	37.0	224.1	37.04	36.0	2.75	3.17
23:00	3.6	32.5	49.8	30.0	0.04	0.04	40.3	219.7	40.34	31.0	2.71	3.14
23:50	80.0	42.0	41.5	31.0	0.04	0.04	35.7	216.7	35.74	32.0	2.84	3.22
7:00	3.6	46.5	43.5	31.0	0.03	0.03	38.4	217.2	38.43	27.0	2.72	3.16
7:18	100.0	34.0	39.2	32.0	0.12	0.04	42.0	221.6	42.12	30.0	2.90	3.25
11:00	3.6	60.0	49.9	31.0	0.03	0.03	38.2	222.7	38.23	57.0	2.70	3.50
13:00	70.0	28.1	41.2	31.0	0.12	0.04	35.9	203.4	36.02	25.0	2.88	3.24
	668.0											
		0.184	0.144	0.101	0.000	0.000	0.128	0.748	0.128	0.184	0.009	0.011
		3.620	3.360	3.100	0.003	0.003	3.260	21.380	3.263	4.300	0.251	0.349
		0.139	0.134	0.108	0.000	0.000	0.139	0.766	0.139	0.115	0.010	0.013
		3.280	3.410	3.200	0.003	0.002	3.570	21.330	3.573	3.500	0.253	0.330
		3.600	3.800	3.200	0.004	0.003	3.580	21.770	3.584	3.500	0.251	0.321
		4.840	4.240	3.200	0.004	0.004	3.700	22.410	3.704	3.600	0.275	0.317
		0.117	0.179	0.108	0.000	0.000	0.145	0.791	0.145	0.112	0.010	0.011
		3.360	3.320	2.480	0.003	0.003	2.856	17.336	2.859	2.560	0.227	0.258
		0.167	0.157	0.112	0.000	0.000	0.138	0.782	0.138	0.097	0.010	0.011
		3.400	3.920	3.200	0.012	0.004	4.200	22.160	4.212	3.000	0.290	0.325
		0.216	0.180	0.112	0.000	0.000	0.138	0.802	0.138	0.205	0.010	0.013
		1.967	2.884	2.170	0.008	0.003	2.513	14.238	2.521	1.750	0.202	0.227
総流出量 (g)		24.890	25.727	21.090	0.038	0.023	24.367	144.513	24.405	22.923	1.797	2.185
加重平均濃度 (mg/l)		37.261	38.514	31.572	0.057	0.034	36.477	216.337	36.535	34.316	2.690	3.271
最大値 (mg/l)		60.0	49.9	32.0	0.1	0.0	42.0	224.1	42.1	57.0	2.9	3.5
最小値 (mg/l)		28.1	33.6	28.0	0.0	0.0	32.6	203.4	32.6	25.0	2.5	2.9
単純平均濃度 (mg/l)		40.517	40.867	30.917	0.050	0.035	37.150	215.908	37.200	36.167	2.698	3.262
スプレッド平均濃度 (mg/l)		45.74	44.08	30.00	0.04	0.04	38.22	216.06	38.26	39.60	2.69	3.25

ｽﾌﾟｰﾝﾌﾞﾙ嫌気ろ床 (T○宅)

時刻	水温	PH	DO	Tr(cm)	BOD	COD	NH4N	NOxN	NO2N	KN	TN	ALK	SS	PO4P	TP
15:00	27.2	7.28	0.6	4.5	180.0	83.0	35.6	0.01	0.01	52.5	52.51	248.7	71.0	3.53	4.04
19:00	27.0	7.18	1.0	—	182.0	77.8	35.8	0.02	0.02	52.3	52.32	264.5	53.0	3.61	3.88
23:00	26.8	7.04	1.0	—	189.0	67.0	33.1	0.01	0.01	47.8	47.81	252.7	53.0	3.32	3.60
7:00	27.1	7.05	1.3	6.2	219.0	91.5	27.0	0.02	0.02	41.3	41.32	244.8	170.0	3.03	5.09
11:00	28.0	7.16	0.6	7.5	171.0	64.8	26.4	0.02	0.02	44.3	44.32	215.7	50.0	3.09	3.18

ｽﾌﾟｰﾝﾌﾞﾙ接触曝気 (T○宅)

時刻	水温	PH	DO	Tr(cm)	BOD	COD	NH4N	NOxN	NO2N	KN	TN	ALK	SS	PO4P	TP
15:00	27.4	7.54	4.7	12.5	90.0	79.4	18.9	7.14	1.09	71.6	78.74	145.3	197.0	3.25	5.86
19:00	27.0	7.61	6.4	—	86.0	50.6	16.9	9.08	1.30	27.3	36.38	135.5	122.0	3.25	4.78
23:00	26.8	7.50	5.2	—	35.4	29.2	14.8	11.25	1.48	20.5	31.75	113.3	32.0	3.53	4.16
7:00	26.6	7.34	2.5	16.6	104.0	28.2	16.5	10.81	1.32	25.0	35.81	117.7	30.0	3.24	4.11
11:00	27.6	7.55	3.6	16.5	30.3	21.9	17.7	9.12	1.13	26.8	35.92	133.0	26.0	3.37	3.94

ｽﾌﾟｰﾝﾌﾞﾙ出口 (T○宅)

時刻	水温	PH	DO	Tr(cm)	BOD	COD	NH4N	NOxN	NO2N	KN	TN	ALK	SS	PO4P	TP
15:00	27.2	7.50	5.7	12.0	38.3	31.0	18.6	7.36	1.18	27.6	34.96	140.4	32.0	3.04	3.46
19:00	27.0	7.60	6.2	—	26.8	27.4	17.0	8.89	1.37	26.4	35.29	264.5	26.0	3.34	3.58
23:00	26.8	7.50	4.1	—	95.3	51.6	14.9	10.59	1.42	35.1	45.69	252.7	128.0	3.38	4.51
7:00	26.5	7.30	3.2	19.0	27.2	25.0	14.7	11.80	1.48	21.4	33.20	244.8	25.0	3.41	3.88
11:00	28.0	7.50	3.1	18.0	15.7	28.2	17.9	9.11	1.04	26.1	35.21	215.7	21.0	3.41	3.82

スポンジ曝気床 (K宅)

時刻	水温	PH	DO	Tr (cm)	BOD	COD	NH4N	NOxN	NO2N	KN	TN	ALK	SS	PO4P	TP
15:00	25.0	6.90	2.3	—	128.0	48.5	16.3	0.03	0.01	24.3	24.33	162.5	55.0	1.50	1.61
19:00	25.0	6.70	2.5	—	160.0	60.7	12.9	0.03	0.01	21.4	21.43	140.4	87.0	1.14	1.69
23:00	27.2	6.30	0.9	—	107.0	56.7	13.7	0.02	0.01	20.9	20.92	146.8	179.0	1.56	2.05
7:00	26.3	6.70	0.7	—	134.0	55.4	21.0	0.04	0.01	29.8	29.84	175.8	89.0	1.78	2.64
11:00	26.5	6.80	2.2	—	105.0	34.4	14.6	0.01	0.01	29.2	29.21	160.0	185.0	1.29	2.11

スポンジ接触曝気 (K宅)

時刻	水温	PH	DO	Tr (cm)	BOD	COD	NH4N	NOxN	NO2N	KN	TN	ALK	SS	PO4P	TP
15:00	25.8	7.30	5.5	—	38.2	28.1	0.52	16.38	0.34	5.70	22.08	60.6	43.0	1.48	1.93
19:00	25.1	6.70	4.5	—	41.0	29.0	1.17	15.58	0.30	6.65	22.23	70.4	48.0	1.43	1.89
23:00	24.9	6.60	6.3	—	48.5	23.5	1.79	14.68	0.32	7.85	22.53	72.9	52.0	1.39	2.02
7:00	25.0	7.30	8.5	—	26.5	17.8	0.32	16.25	0.12	5.25	21.50	65.5	24.0	1.52	1.59
11:00	26.9	7.20	5.5	—	32.6	30.2	1.29	15.46	0.19	4.05	19.51	73.9	54.0	1.45	1.85

スポンジ出口 (K宅)

時刻	水温	PH	DO	Tr (cm)	BOD	COD	NH4N	NOxN	NO2N	KN	TN	ALK	SS	PO4P	TP
15:00	25.8	7.40	6.1	—	37.6	62.2	0.64	16.15	0.32	7.35	23.50	66.5	120.0	2.74	3.29
19:00	25.0	7.30	6.1	—	46.4	33.1	0.35	16.02	0.23	8.90	24.92	86.6	76.0	1.54	2.66
23:00	24.5	7.20	7.1	—	29.9	32.5	0.96	15.60	0.30	4.20	19.80	71.9	34.0	1.46	1.89
7:00	24.8	7.40	8.6	—	30.8	29.2	0.23	16.43	0.12	4.10	20.53	65.0	20.0	1.35	1.58
11:00	27.7	7.40	7.8	—	17.2	18.3	0.52	16.56	0.17	2.80	19.36	66.5	18.0	1.47	1.71

スポンジ曝気床 (Ta宅)

時刻	水温	PH	DO	Tr(cm)	BOD	COD	NH4N	NOxN	NO2N	K-N	TN	ALK	SS	PO4P	TP
15:00	27.5	6.80	—	6.5	263.0	119.0	25.1	0.07	0.05	46.0	46.07	236.4	302.0	3.06	8.18
19:00	25.2	7.34	—	2.0	207.0	118.0	18.7	0.02	0.02	39.5	39.52	194.1	366.0	2.01	5.26
23:00	27.2	7.05	0.80	4.0	352.0	304.0	23.3	0.01	0.01	28.3	28.31	244.8	1120.0	2.49	6.74
7:00	25.8	6.99	0.60	2.0	286.0	150.0	29.1	0.02	0.02	48.8	48.82	266.0	476.0	2.99	8.06
11:00	26.5	6.76	0.60	3.0	260.0	121.0	24.2	0.03	0.03	39.5	39.53	221.6	367.0	2.69	5.38

スポンジ接触曝気 (Ta宅)

時刻	水温	PH	DO	Tr(cm)	BOD	COD	NH4N	NOxN	NO2N	K-N	TN	ALK	SS	PO4P	TP
15:00	27.5	7.54	5.45	29.5	12.3	19.8	29.9	0.95	0.47	35.3	36.25	226.3	28.0	3.00	4.21
19:00	26.1	7.61	2.90	16.0	14.5	25.5	30.0	0.24	0.12	36.9	37.14	239.4	20.0	2.70	3.56
23:00	26.0	7.50	5.00	16.0	6.4	23.9	30.0	0.32	0.17	39.2	39.52	236.4	13.0	2.56	3.81
7:00	26.0	7.34	4.20	16.0	8.5	21.7	29.1	0.55	0.33	34.5	35.05	230.5	21.0	2.63	3.33
11:00	26.3	7.35	4.60	17.0	11.0	23.2	30.7	0.15	0.09	35.8	35.95	233.9	13.0	2.93	3.32

スポンジ出口 (Ta宅)

時刻	水温	PH	DO	Tr(cm)	BOD	COD	NH4N	NOxN	NO2N	K-N	TN	ALK	SS	PO4P	TP
15:00	27.5	7.3	0.90	>50.0	11.9	20.5	31.0	0.22	0.02	34.6	34.82	251.2	7.0	3.14	3.25
19:00	22.8	7.2	1.10	20.0	9.4	20.3	31.0	0.16	0.04	39.5	39.66	250.7	9.0	3.10	3.40
23:00	26.0	7.1	1.10	16.0	9.5	18.4	30.0	0.01	0.02	36.4	36.41	244.8	8.0	3.13	3.54
7:00	25.8	7.1	1.30	25.0	8.5	22.0	31.0	0.04	0.02	35.1	35.14	254.2	8.0	3.17	3.50
11:00	26.1	7.4	1.70	23.0	16.2	22.4	32.0	0.03	0.02	34.5	34.53	241.3	12.0	2.98	3.41

ｽﾌｵｰﾌﾟﾝﾌﾙ嫌気ろ床 (Hi 宅)

時刻	水温	PH	DO	Tr(cm)	BOD	COD	NH4N	NOxN	NO2N	KN	TN	ALK	SS	PO4P	TP
15:00	26.5	7.34	0.3	5.0	485.0	234.0	23.3	0.02	0.02	45.0	45.02	166.5	*2110.0	3.21	12.50
19:00	28.3	6.24	1.7	—	*820.0	284.0	15.9	0.13	0.08	44.8	44.93	110.3	973.0	2.43	5.60
23:00	27.6	6.53	0.6	—	771.0	366.0	14.4	0.02	0.01	40.5	40.52	128.5	1510.0	2.25	9.32
7:00	27.2	6.37	1.3	1.5	*2140.0	*1294.0	33.7	0.02	0.01	69.5	69.52	168.9	3740.0	4.52	24.40
11:00	27.6	6.25	0.9	1.5	*2490.0	*1891.0	27.4	0.04	0.04	147.3	147.34	173.9	5950.0	4.64	27.50

*: し尿中の固形分を含んだ試料

ｽﾌｵｰﾌﾟﾝﾌﾙ接触曝気 (Hi 宅)

時刻	水温	PH	DO	Tr(cm)	BOD	COD	NH4N	NOxN	NO2N	KN	TN	ALK	SS	PO4P	TP
15:00	27.1	7.46	2.9	13.0	40.8	55.0	30.5	0.04	0.03	39.0	39.04	208.4	22.0	2.58	2.99
19:00	27.2	7.43	2.5	—	64.5	90.5	30.4	0.05	0.04	43.8	43.85	214.2	96.0	2.67	4.21
23:00	27.2	7.40	1.3	—	54.4	72.8	28.6	0.05	0.04	38.1	38.15	209.3	41.0	2.63	3.34
7:00	26.9	7.58	2.2	8.5	92.8	33.7	28.6	0.03	0.03	41.3	41.33	206.9	210.0	2.41	5.08
11:00	27.5	7.73	3.3	7.0	64.9	54.4	30.3	0.12	0.03	46.2	46.32	202.9	193.0	2.59	4.41

ｽﾌｵｰﾌﾟﾝﾌﾙ出口 (Hi 宅)

時刻	水温	PH	DO	Tr(cm)	BOD	COD	NH4N	NOxN	NO2N	KN	TN	ALK	SS	PO4P	TP
15:00	27.1	7.50	2.9	13.0	51.2	40.1	28.0	0.06	0.04	35.5	35.56	207.9	51.0	2.46	2.92
19:00	27.2	7.40	2.5	—	38.5	37.1	30.0	0.02	0.04	38.7	38.72	212.8	32.0	2.86	3.54
23:00	27.2	7.40	1.3	—	32.5	49.8	30.0	0.04	0.04	40.3	40.34	219.7	31.0	2.71	3.14
7:00	26.9	7.40	2.2	9.0	46.5	43.5	31.0	0.03	0.03	38.4	38.43	217.2	27.0	2.72	3.16
11:00	27.5	7.60	3.3	7.0	60.0	49.9	31.0	0.03	0.03	38.2	38.23	222.7	57.0	2.70	3.50

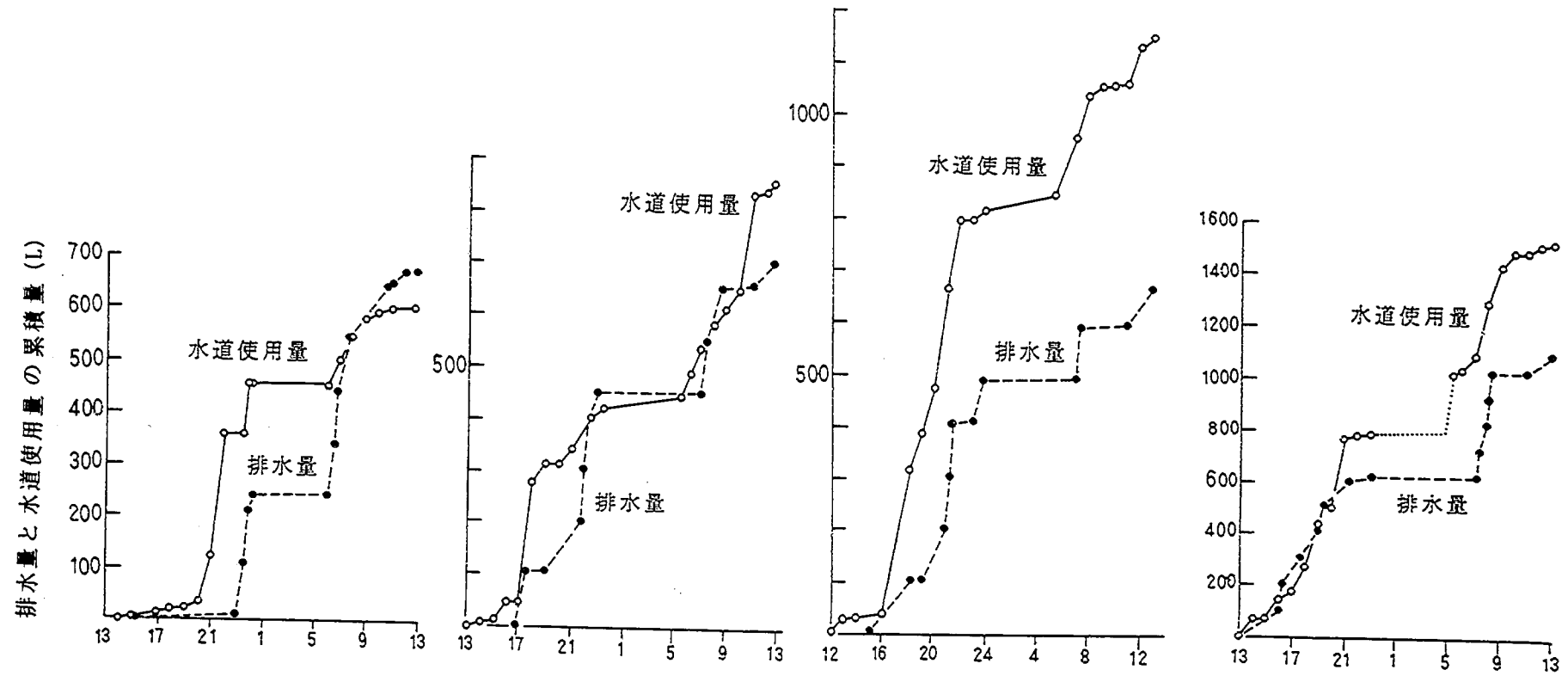


図 I 市における各浄化槽からの排水量と水道使用量

調査期間：1990年 9 月 5 ～ 6 日

戸別合併浄化槽の処理機能に
関する調査報告書（その2）

ISSN 0386-5878
土木研究所資料第2958号
平成3年3月（1991）

中村 栄一，長谷川 清

要 旨

近年、下水道整備区域外において、し尿と生活雑排水とを合わせて処理する合併処理浄化槽の普及が進みつつある。従来、たれ流しの状態にあった生活雑排水を処理の対象に含めたことは、家庭から排出される汚濁物質の削減という観点からおおいに期待のもたれる所であるが、実際にはどのような水質が放流されているのかについては、不明な点が多い。このため、実際に合併処理浄化槽を設置している家庭を対象としてスポットの採水と24時間の全量採水による実態調査を行った。本報告書はその調査結果から、戸別合併処理浄化槽の処理および排出負荷の実態などについてとりまとめたものである。

キーワード：戸別合併処理浄化槽，生活雑排水，嫌気ろ床，接触曝気

郵便はがき

41月切
下をはいて
さい。

305-□□

茨城県つくば市大字旭一番地

建設省土木研究所

水質研究室 御中

No. _____

No. _____

配布先氏名

配布先住所

○

土木研究所資料第 2958 号 部

上記のとおり受領しました。

所 属（住所）

氏 名

印

浄化槽関係文献要約集

建設省土木研究所
下水道部水質研究室

浄化槽関係の既往文献整理

戸別合併処理浄化槽は、従来のし尿のみを処理する単独処理浄化槽にかわって、雑排水も含めて処理することができるため、水質汚濁防止に有効であると評価され、その技術的開発が各機関で実施されてきた。しかしながら、放流水のBODが、20 mg/lを超える施設の割合は約半数にものぼるといった報告もあり、必ずしも満足のいく処理施設が完成されたとはいえないのが現状である。

ここでの文献整理の目的は、戸別合併処理浄化槽の開発と普及を目指してきた行政サイド、研究者あるいは企業の浄化槽に対する考え方および技術的な成果と問題点を明らかにし、今後の研究課題を明確にすることである。この目的のために、既応の論文等を収集しその要約を行った。

また、収集した既往の文献は次の様に分類して整理した。〔1〕合併浄化槽普及の必要性・可能性に関するもの。〔2〕各家庭からの発生負荷量の特性などに関するもの。〔3〕污水处理技術に関するもの。

〔3〕の污水处理技術に関するものには、有機物を主な対象として嫌気性処理、好気性処理などを論じたもの、窒素、リンなどの処理まで検討したもの、種々の充填材について、その処理特性を検討したもの、DOの供給、処理に及ぼす水温の影響、生物膜の剥離などを検討したものなど、多くの事項が含まれているので、いくつかの項目に細分して整理した。なお、限られた期間での文献整理であるので、要約の不備や貴重な文献が抜けている可能性もあることは否めない。

<参考文献>

- 1) 北尾高嶺「生活雑排水対策の考え方」環境技術 Vol.12 No.6 1983
- 2) 渡辺泰介「環境整備と生活排水対策」生活と環境 19984(昭和59)年7月号
- 3) 須藤隆一「生活雑排水対策—小型合併処理の処理技術」生活と環境 Vol.29 No.7 1984
- 4) 茅原、片桐、浅井、関、辻村、鈴木「家庭排水処理システムの選定における人口密度と最適規模」用水と廃水 Vol.26 No.11 1984
- 5) 長谷川猛「小型合併処理浄化槽の普及について」用水と廃水 Vol.29 No.1 1987
- 6) 井村正博「家庭用小型合併処理浄化槽の開発と普及」環境研究 No.66 1987
- 7) 北尾高嶺「小型合併処理浄化槽」水処理技術 Vol.28 No.4 1987
- 8) 武藤 暢夫「小型合併処理浄化槽の技術開発とその課題」用水と廃水 Vol.30 No.4 1988
- 9) 鎗木儀郎「浄化槽行政の展望—小規模合併処理浄化槽を中心として—」用水と廃水 Vol.30 No.4 1988
- 10) 志々目友博「合併処理浄化槽の普及と生活排水対策の推進について」水質汚

濁研究 Vol.12 No.4 1989

- 11)岡積敏雄「生活雑排水対策の推進のために」水質汚濁研究 Vol.12 No.4 1989
- 12)大森英昭「小型合併処理浄化槽の話」水 2月号 1990
- 13)大森、国安、石原、久川、楠本「生物膜法による小型污水处理施設の設計上の要因」第3回生物膜法研究会 1983 1/21
- 14)建設省四国地方建設局四国技術事務所「平成元年度技術管理業務の成果概要」
- 15)井村正博「家庭用小型合併処理浄化槽の開発と普及」環境研究 No.66 1987
- 16)建設省土木研究所下水道研究室「圧力式下水道システム技術指針(案)」土木研究所資料 第2846号 1990 3月
- 17)洞沢勇「接触曝気法における浄化機能とその設計について」用水と廃水 Vol.21 No.8 1979
- 18)桂川慎吉「生物接触酸化法を利用した下水の2次処理」第16回下水道研究発表会講演集(1979)
- 19)千田孝之「浄化槽規模と汚水流入、水温の解析」第16回下水道研究発表会講演集(1979)
- 20)洞沢勇「接触曝気方式浄化槽の構造と性能」用水と廃水 Vol.23 No.1 1981
- 21)山本康次「嫌気性ろ床を組み込んだ浄化槽による生活系排水の処理」用水と廃水 Vol.25 No.10 1983
- 22)西方、財津、星川「嫌気性固定床による有機性廃水の処理」用水と廃水 Vol.25 No.10 1983
- 23)北尾、木曾「嫌気性ろ床における基質除去機構と機能的特徴」用水と廃水 Vol.25 No.10 1983
- 24)下井洋一「生物ろ材充填槽の設計方法に関する検討」用水と廃水 Vol.26 No.11 1984
- 25)桜井敏郎「小規模合併処理浄化槽の維持管理」用水と廃水 Vol.30 No.4 1988
- 26)宮地有正、深瀬哲郎「循環方式による下水中の窒素除去について」第12回下水道研究発表会講演集(1975)
- 27)山内、菅田、神吉「生物学的硝化・脱窒素法における二・三の考察」第13回下水道研究発表会講演集(1976)
- 28)足立、佐々木、石井「接触酸化法による3次処理」第13回下水道研究発表会講演集(1976)
- 29)石嶺真勇、長浜恭介 斎章博「網状管回転接触法による団地下水二次処理水の硝化・脱窒」第16回下水道研究発表会講演集(1979)
- 30)丹羽千明、平山照康「固着性微生物による脱窒について」第35回土木学会年次講演集(1980)
- 31)平山照康、丹羽千明「ポンプ循環型接触酸化法における循環脱窒に関する実験的研究」第35回土木学会年次講演集(1980)
- 32)陳、松本、長谷川「固着微生物の硝化反応特性について」第35回土木学会年

次講演集(1980)

- 33) 中村、藤巻「接触エアレーション法による硝化・脱窒素について」第35回土木学会年次講演集(1980)
- 34) 相澤治郎、大沼正郎、大村達夫「固定生物膜におけるリン摂取機構について」第35回土木学会年次講演集(1980)
- 35) 岩井、北尾、大森、山本、加藤「浸漬ろ床法による生活系排水のBOD、窒素の同時除去」第18回下水道研究発表会(1981)
- 36) 足立、野中「循環式脱窒法によるし尿の低希釈処理」第19回下水道研究発表会(1982)
- 37) 原田實、小玉実、新井昭雄「RL固定法による硝化・脱窒の実験的研究(その1)」鹿島建設技術研究所年報 第32号 1984(昭和59)年6月15日
- 38) 原田實、小玉実、新井昭雄「RL固定法による硝化・脱窒の実験的研究(その2)」鹿島建設技術研究所年報 第33号 1985(昭和60)年6月15日
- 39) 石崎晃司、野津英春「空気攪拌型曝気槽の研究」第16回下水道研究発表会講演集(1979)
- 40) 丹羽千明、平山照康「生物学的接触酸化法におけるポンプ循環による酸素供給法に関する検討」第34回土木学会年次講演集(1979)
- 41) 北岡、樋口、横田、徳平「主として網状体の固定充填物を用いた循環型微生物接触酸化方式」第11回下水道研究発表会講演集(1974)
- 42) 北尾高嶺「浸漬ろ床用接触材の基礎条件および水質・操作条件に応じた選択法」用水と廃水 Vol.23 No.4 1981
- 43) 小島貞男「チューブ状接触材の性質と応用」用水と廃水 Vol.23 No.4 1981
- 44) 櫻村勉、土屋史明「ひも状接触材の性質と応用」用水と廃水 Vol.23 No.4 1981
- 45) 岡田、大谷、廣瀬「網状接触材の性質と応用」用水と廃水 Vol.23 No.4 1981
- 46) 大谷、千田、廣瀬「生物膜接触酸化装置の設計因子に関する考察」第13回下水道研究発表会(1976)
- 47) 大森英昭「小型筒状接触材の性質と応用」用水と廃水 Vol.23 No.4 1981
- 48) 中川正雄「平板状接触材の性質と応用」用水と廃水 Vol.23 No.4 1981
- 49) 佐藤健「立体網状接触材の性質と応用」用水と廃水 Vol.23 No.4 1981
- 50) 小玉実、大塚誠治、新井昭雄「モール状担体を用いた嫌気・好気ろ床システムの下水処理への適用」鹿島建設技術研究所年報 第36号 1988(昭和63)6/30
- 51) Hugh D. Monteith, Joe P. Stephenson "Mixing efficiencies in full-scale anaerobic digesters by tracer methods" J. of WPCF, Vol.53 No.1 1981

1) 北尾高嶺「生活雑排水対策の考え方」環境技術 Vol.12 No.6 1983

(2)の発生源での処理対策(個別処理)の(111)で小型合併処理浄化槽について次のように述べている。

- 1) 処理対象人員50人以下の合併浄化槽は存在しないが(この時点では)そうした技術開発はすでに相当の程度まで進められ、制度上および財政上の制約さえ取り除かれれば実用可能な域に達している。
- 2) 日本環境整備教育センターが環境庁委託によって実施した「戸別住宅用合併処理浄化槽の試験設置による性能調査」によると、処理方式は沈殿分離槽と接触曝気槽ないし、回転円板槽および終沈槽と消毒槽で構成されている生物膜方式である。
- 3) その試験結果によると、5人の最小規模でも、下水道終末処理施設と比べて遜色のない性能であり、設置スペース、消費動力の点で難ありとしている。
- 4) 沈殿分離の代わりに嫌気性ろ床を採用すれば、性能、スペース、消費動力さらに汚泥発生量などの点においても満足のいく結果が得られていると述べている。
- 5) 注としてあげた文献(北尾、野中「嫌気性ろ床による有機性廃水の処理」環境技術 Vol.10 No.3 1981)には、「嫌気性ろ床による連続実験」で数1000ppmの1オーダー低い濃度まで適応範囲を拡大しなければ、本法の飛躍的发展はあり得ないとしている。しかしながら、表2の実験結果によると、流入水のBOD濃度は(1)が4400ppm、(2)が2450ppm、(3)が1220ppm、(4)でも344ppmとかなり高濃度に設定してある。このため、実際の家庭下水に近いと考えられる(4)のケースのうち、現実的な水温下で行った結果をみると、処理水のBOD濃度は53.3~73.1mg/lとなっている。なお、北尾、野中の論文には嫌気性処理における滞留時間(R)の意味について次のように述べている。

嫌気性槽におけるメタン菌の数 n 、メタン菌の増殖速度定数 μ として、メタン菌の収支をとると $Vdn/dt = V\mu n - Qn$ が成り立ち、
 $dn/dt = \mu n - Q/V \times n = n(\mu - 1/R)$ となる。すなわち、 $\mu \geq 1/R$ であれば嫌気性槽のメタン菌は減少しない。 $\mu < 1/R$ であれば、メタン菌の洗い出し(wash out)が起こり、嫌気性処理は停止する。このため、滞留時間(R)を2~3日程度以下にはできないと述べている。

本論は、厚生省での廃棄物行政をとおして実施している生活排水対策について、今後の生活排水対策の考え方を次のように紹介している。

- 1) 廃棄物行政においては、身近な生活環境の保全をおもな目的とし、かつ水質汚濁の防止に資するものとして生活排水対策に取り組んできている。具体的には昭和54年度から調査研究を続け、今後の生活排水対策のあり方を検討するとともに、コミュニティプラントの整備、合併型浄化槽の普及に努めてきたところで…
- 2) …公共下水道のサービスを享受していない国民にとっては、最終的には公共下水道により確保される衛生水準と同程度の衛生水準が確保されるべきである。また、国民の生活環境への欲求は、より快適な居住空間、居住地周辺環境、地域環境の創造へと向けられるとともに、都市部、農村部で同じレベルの生活環境が確保されるようなインフラ整備にも向けられている。
- 3) 生活排水対策について、従来からある処理システムを基調としつつも、地域によっては、その技術的限界、財政事情、時間的なニーズの高さなどを勘案し、従来とは別途の処理システムが考えられなければならないとともに、当該地域にあっては、これらの対策を早急に実施する必要がある。
- 4) 対策技術の考え方：生活排水対策は地域の実情に応じて定めるべきであり、技術のメニューとその選択の考え方が示される必要がある。技術としては、下水道、コミュニティプラント、農業集落排水施設、合併型浄化槽、生活排水専用処理施設、簡易沈殿槽が考えられる。
- 5) 選択に当たって把握すべき項目として
 - ① 住民の生活環境改善に対する期待度
 - ② 湖沼等の水質汚濁防止に必要となる汚濁負荷量の程度
 - ③ 経済性(人口密度、投資効果に係るフレーム)
 - ④ 適用の難易度
- 6) 生活排水対策の推進に当たっての基本方針として
 - ① 生活排水問題は、廃棄物行政上重要であり、緊急な取り組みを要する。
 - ② 身近な生活環境の保全及び公共用水域の水質汚濁防止を目的とする。
 - ③ 生活排水による衛生的環境の確保が十分でない地域及び水質汚濁による利水への影響が相当生じている地域を当面の対象とする。
 - ④ 対策は地域からの盛り上がりのもとに指導によるものを中心とする。
 - ⑤ 国、都道府県、市町村がそれぞれの立場で対策を推進する。

3) 須藤隆一「生活雑排水対策—小型合併処理の処理技術」生活と環境 Vol.29
No.7 1984

本論は浸漬ろ床法を用いた小型合併浄化槽の水質測定例を紹介して、次のように述べている。

- 1) 合併浄化槽における汚水の滞留時間は沈殿分離槽で48hr、第一浸漬ろ床で24hr、第二浸漬ろ床で12hr、沈殿槽で10hrである。
 - 2) レューズY (小型円筒状プラスチックろ材) を充填材に使用し、BOD負荷を $0.07 \sim 0.10 \text{ kg/m}^3/\text{d}$ で運転した場合、BODは 10 mg/l 以下、T-Nの60%以上は硝酸態窒素まで酸化される。しかし、リンはほとんど除去されない。
 - 3) ssの捕捉率は著しく高く、沈殿槽に流入する汚泥は極めて少ない。このため、沈殿槽でのスカム発生や汚泥浮上がないため、処理水から汚泥が流出することはない。
 - 4) 反面、ssの捕捉率が高いことは、ろ床が閉塞しやすいということであり、閉塞防止のための逆洗が1～3か月に一度必要である。
 - 5) 浸漬ろ床法では、時々ミジンコが大量発生することがある。そして、ミジンコが大量発生すると生物膜を食い荒らし、ろ床中にssを分散させる。また、ろ床や沈殿槽に死骸がかなり蓄積するので、このようになると処理水の透明性が低下し、ssは高くなる。
 - 6) 充填材に輪状体が連続的につらなった紐状体(リングレース)を使用した合併式浄化槽もある。このような浄化槽では、接触槽内に懸濁している汚泥もかなり認められ、生物膜と同様浄化に対してかなりの貢献をしていると述べている。
- 4) 茅原、片桐、浅井、関、辻村、鈴木「家庭排水処理システムの選定における人口密度と最適規模」用水と廃水 Vol.26 No.11 1984

1) 汚水処理の方式には、標準活性汚泥法を中心とした大規模処理法から回転円板法、接触酸化法、回分式活性汚泥法などの中規模処理法、また、土壤処理法のような戸別処理法などがある。本論は、一定の条件の元で、各処理方式の排水施設コスト、処理施設コストおよび維持管理コストを評価し、その総合コストを比較することにより家庭排水システムの最適規模を求めている。

2) 排水施設コストは、対象とする処理人口の規模、幹線、枝線等の管渠費に関係する人口密度、地価などをパラメータとしている。なお、排水施設コストを評価するにあたっては、次のような条件を設定している。①排水区内の人口密度は一定、②排水区からの排水の流出点は一点、③排水区内の管路は原則として道路上で、自然流下とする。なお、管径の設定は管内流速 0.6 m/s 、流下断面は管渠断面積の30%としている。

3) 処理場コスト関数は、排水原単位の設定、流入水と処理水の水質設定を行った後、満足しうる汚水処理施設の設計を行い、これらの処理方式の建設と運転

に係わるコストを算出する。建設に係わるコストには、処理場の土木建設費（償却期間20年）、電気計装費（8年）、機械費（8年）、土地代（20年：地価は原価償却されるものではないので、用地買収の際、実際の価格の50%増しで購入し、その50%分を20年で償却するものと考えている。）などのパラメータを用い、運転に係わるコストには電力費、汚泥運搬費、人件費、水質試験費などを計上している。

4) 実際の計算例として、ある人口と人口密度を想定し、人口により排出量および処理場規模ならびに処理場の用地面積を算出する。一方、人口密度によって地価の推定価格を求め、必要な用地面積との積から用地費を算出する。また、人口密度と面整備費との関係から枝線の建設コストを算出し、幹線については積算流入水量を基にした管渠費に敷設距離を乗じて求める。

5) 戸別処理法においては用地費は計上せず、設置費（建設費、配管費など）と汚泥引抜き代、電気代などを計上して評価している。

6) このような評価手法によって得られた結果はすべて下水道施設の普及ということにはならず、処理対象とする人口と人口密度の条件によっては小規模な下水処理施設ないしは戸別処理装置の普及の方が最適となる地区も存在するとの結果になった。

（著者注：このようなコスト評価手法の採用は、処理方法や処理の規模を決定する際に極めて合理的な手法となる。しかし、本文でも前提条件としている分流式であること、工場排水の流入はないことなどと同様に、求められる処理水の水質レベル、汚泥の回収システムの確保、汚泥の処分地確保など仮定ではすまされない現実的制約条件も存在する。また、既存の施設や将来計画との整合性も無視できない大きな問題である。）

1) はじめにのところで

東京都内の河川の水質は工場・事業所に対する排水規制の強化や公共下水道の整備の進展により、除々に改善されてきてはいるが、BOD環境基準の適合率は昭和60年度で64%にすぎず、決して満足できる状態ではないと報告している。また、負荷量全体は減少傾向にあるが、排水量に比べて負荷量の寄与率が著しく高い生活排水は、工場・事業所のような厳しい排水規制が行われておらず、負荷量の削減割合は小さく、負荷量全体に占める寄与率はむしろ漸増しているとしている。特に、多摩部(普及率64%)では、公共下水道の完備が遅いので、公共下水道の整備以外に生活排水対策の積極的な推進を図らないと、河川水質の改善が望めないだけでなく、人口増加地区では、かえって水質悪化を招く恐れがあると指摘している。

2) 生活排水対策の推進：

東京都では、「東京都生活排水対策指導要綱」を定め、生活排水対策として、①家庭でできる雑排水対策の啓発・指導と、②公共下水道が近い将来整備される見込みのない地域における合併処理浄化槽の設置指導が定められている。設置指導は表5の設置構造指針に基づいて行われ、表中の『特別区域』とは建築基準法の施行細則に基づき、“衛生上支障のある地域”として指定された地域を指し、『特定地域』とは、特別区域の中で、上水源として利用されている水域を指す。

表5 合併処理浄化槽の設置構造指針

地 域	処理対象人員	構 造	放 流 水 の BOD平均目標
特 定 地 域	50人以下	処理対象人員50人以下で放流水のBODが20mg/ℓ以下として建設省告示第8に基づく認定を受けたもの。	20mg/ℓ
	51～500人	「処理対象人員500人以下でBODの除去率が90%以上及び放流水のBODが20mg/ℓ以下の性能を有する合併処理尿尿浄化槽の構造指針」(財団法人 日本建築センター)に基づく構造に付加装置Aを付加したもの。	10mg/ℓ
	501人以上	建設省告示第6に定める構造に付加装置Bを付加したもの。	5 mg/ℓ
特別区域のうち 特定地域を除いた地域	50人以下	処理対象人員50人以下で、放流水のBODが60mg/ℓ以下として建設省告示第8に基づく認定を受けたもの。	60mg/ℓ

(備考) 1. 建設省告示とは、昭和55年建設省告示第1292号「尿尿浄化槽の構造の指定」をいう。
2. 付加装置Aとは、接触曝気槽、その他これに準ずる機能を有するものをいう。
3. 付加装置Bとは、接触曝気槽と急速ろ過装置をこの順に組み合わせたもの、その他これに準ずる機能を有するものをいう。

3) 小型合併処理浄化槽の設置指導方法：

3.1の 法に基づく届け出時の啓発・要請については次のように述べている。

浄化槽を設置する場合、申請者に対し小型合併処理浄化槽の設置に協力してくれるように要請する。また、表5の設置構造指針で、小型合併処理浄化槽の構造を、建設省告示第8に基づく認定を受けたものに限定したのは、法令との整合を図り、書類審査上支障がないよう配慮したものである。

3.2の放流先の確保時の承諾もしくは同意の条件については次のように述べている。浄化槽の処理水は、河川、水路、道路側溝等に放流されるが、放流に際しては、放流先の管理者または関係者(内水面漁業組合等)の承諾もしくは同意を必要とするケースが多いので、河川敷地内に雑排水などの放流を伴う施設・工作物等の新築の許可申請があった場合には、放流水質についても法令等に定める水質基準の遵守を条件にして許可している。また、水質汚濁や悪臭発生のおそれから、単独処理浄化槽の処理水の放流を認めないことが多く、他に放流先のない浄化槽の設置希望者は、変則的な汲み取り浄化槽を設置せざるを得ない状況にあった。このため、河川等の管理者または関係者に対し、小型合併処理浄化槽の性能、水質浄化効果、処理水の性状等を説明し、小型合併処理浄化槽の設置に限って承諾もしくは同意をしてくれるように要請し、おおかたの理解と協力を得たとしている。

4) 小型合併処理浄化槽の設置者に対する補助制度の導入について

小型合併処理浄化槽の本体価格は単独処理浄化槽に比べ、2～3倍高いが、水質保全対策上重要であるので、処理能力の高い20mg/l型の小型合併処理浄化槽を設置するに際しては、住民負担の軽減と普及促進のため補助制度の導入を決めたとしている。

4.1の補助制度の考え方として、合併処理浄化槽と単独処理浄化槽との価格差の2/3を東京都が、1/3を市町村が負担をし、市町村を通じて合併処理浄化槽の設置者に交付するものとしている。

4.2の補助対象地域としては、要綱で定める特定地域(上水源地域)のうち、当該市町村が下水道法第4条第1項により、公共下水道の事業計画を受けた地域を除く市町村としている。

4.3の補助対象合併処理浄化槽としては、BOD除去率90%以上、放流水のBOD平均目標20mg/l以下の機能を有するもので、昭和55年建設省告示第1292号第8の規定により建設大臣が認定したものに限りとしている。

4.5の補助金額としては $(4.8 \times N)$ 万円とする。ただし、Nは処理対象人員(5～50人)を指す。したがって、最高限度額は240万円となる。

5) 補助制度の導入にあたって留意した事項：

5.1の下水道計画との整合性については、公共下水道の整備計画と重複し、行政側の二重投資となることがないように配慮し、特定地域内の下水道事業計画の認可をとっている地域(昭和65～66年頃までに整備完了見込み)以外は、整備の見通しが立っていない状況もあり、『公共下水道の事業計画の認可をとった地域を除く地域』としている。

5.2の建売住宅の取扱いについては補助金は建売住宅購入者を補助対象者とする。

5.3の維持管理の担保方法としては、浄化槽保守点検業者との業務委託契約書および法定検査依頼書の写しを提出することを補助金交付の条件としている。

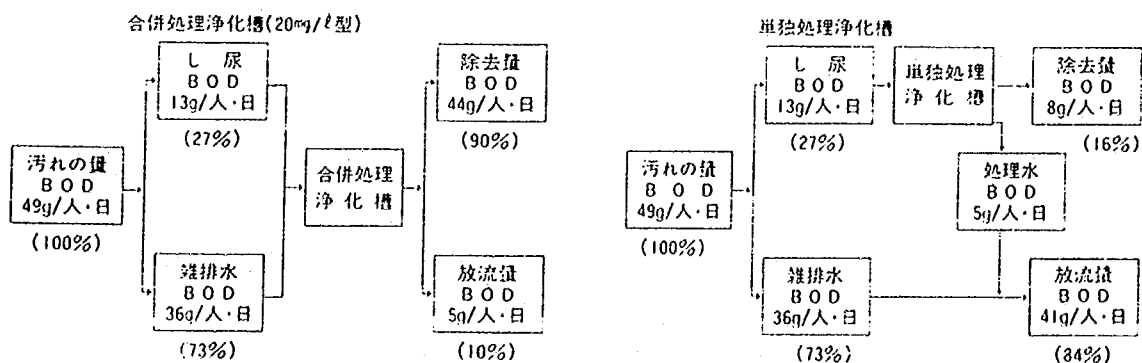
本論文は、合併処理浄化槽メーカーからみた合併処理浄化槽の開発および普及の取り組みを述べたもので、極めて興味深い内容となっている。このため、主要な項目についての記述については全文転載することにする。

2. 開発の背景と経緯の2.1 構造基準の改正と合併浄化槽の小型化について：

浄化槽の設計、施行は建設省の構造基準に基づいて行われる。浄化槽関係者にとって昭和56年は大きな転換の年であった。この年に浄化槽の構造基準(55年建設省告示1292号)改定が実施され、浄化槽は全面的にモデルチェンジが行われた。この構造基準の主な特徴としては1)従来まで衛生上支障のある地域については101人以上で合併処理が義務づけられていたが、それが51人まで引下げられた。2)単独処理では従来使用されていた腐敗タンク方式及び全ばっ気方式が廃止された。3)新しく回転板方式、接触ばっ気方式など生物膜方式が大幅に採用されたことが挙げられる。当時としてはその改定の内容は、かなり画期的なものであった。しかし処理対象人員50人以下の浄化槽については、依然としてし尿のみを処理する単独処理が継続された。われわれは、この年(昭和56年)に家庭用小型合併処理浄化槽の研究に着手した。

合併処理と単独処理を比較すると図2からわかるように単独処理の場合は、し尿の65%のBODを除去するだけで、生活排水全体のBOD除去率をみた場合、単独処理では16%、合併処理では90%と、合併処理した場合には除去率が著しく高いことがわかる。公共用水域の水質の汚濁を防止するためには合併浄化槽を普及させることは極めて望ましいことである。また、処理機能の観点からも合併処理浄化槽で生物処理を行う場合、流入する汚水の栄養バランスが単独処理に比べ良いため効率的な生物処理を行うことができると報告されている。

図2 合併処理浄化槽と単独浄化槽との処理効果の比較



2.2の開発の経緯について：

50人以下の小型合併処理浄化槽を開発するにあたり、どの規模から始めるか、どのような対象を選ぶか、またどのような処理方式にするかを決定しなければならない。そこで、1)単独浄化槽の出荷台数(表2)は5人槽から10人槽までで全体の85%を占めている。2)5人～10人については処理対象用途が、戸建住宅に限られている。3)実証試験を行う場合にも槽が小さいと設置が容易である。などの観点を考慮し、われわれは5人～10人の小型タイプの合併浄化槽の研究に着手することにした。なお、処理方式の選定にあたっては、戸建住宅排水は極めて流入変動が激しく、活性汚泥方式を用いると汚泥の流出が予想されるため、負荷変動に強い接触曝気方式を採用し、前処理については従来より実績のある沈殿分離タイプとした。このような背景の下で、われわれは昭和56年9月より沈殿分離接触曝気方式を採用し、基礎研究を開始した。当初は槽内の流速及び攪拌状況、酸素供給実験、流入変動に対する短絡の状況を調査して各単位装置の容量、形状の検討を行った。そののち昭和57年4月より試験槽を設置し実証実験を開始した。その後装置のコンパクト化、省エネ化、更に発生汚泥の減量化をめざして、構造基準にない新しい処理方式の嫌気性ろ床方式を採用した実証試験を昭和59年より開始した。

表2 浄化槽出荷統計

方式	人 槽 別	出 荷 台 数		
		59 年 度	60 年 度	61年度上半期 (4～9日)
分 離 接 触 ば っ 気	5 人	116,641	120,215	73,814
	6 人	24,615	26,215	17,155
	7 人	83,636	84,949	55,758
	8 人	7,921	9,452	6,117
	9人～10人	39,754	42,303	29,059
	11人～20人	18,719	22,034	12,206
	21人～50人	31,397	35,423	19,792
	51人～100人	1,991	1,397	704
	101人～	263	319	407
	小 計	324,937	342,307	215,012
分 離 ば っ 気	5 人	62,577	42,848	24,307
	6 人	17,101	15,168	8,635
	7 人	44,582	37,030	18,388
	8 人	5,991	5,452	3,183
	9人～10人	19,927	14,137	7,990
	11人～20人	5,736	3,184	1,309
	21人～50人	7,556	3,892	1,596
	51人～100人	387	240	106
	101人～	29	2	—
	小 計	163,886	121,953	65,514
合 計		488,823	464,260	280,526

(型式認定浄化槽設置
協議会統計による)

り、これは単独浄化槽に比べると約3倍になるが下水道の建設費(1人当たり約100万円)に比べるとはるかに安価である。また維持管理料金は地域により異なるが大体6人槽では月約1300円が加算される。

7) 北尾高嶺「小型合併処理浄化槽」水処理技術 Vol.28 No.4 1987

1) まえがきのところでは以下のように述べている。

浄化槽は下水道とともに便所の水洗化に大きな役割を果たしているが、その大部分は単独処理浄化槽で、水質汚濁防止上大きな問題となっている。こうした実状に対応するため、小型であっても雑排水との合併処理が可能で、性能的にもBOD 20mg/l以下を得られるような技術が開発され、すでに(財)日本建築センターのし尿浄化槽性能評定委員会の一般評定を得たものが、OEMも含めて既に10社の多きにのぼっている。

小型合併処理浄化槽の本格的普及は設置者の負担をそれだけ大きくするので、すでに東京都などが補助制度を設けているが、国においても厚生省(補助制度)、建設省(住宅金融公庫融資制度)、環境庁(公害防止事業団による融資)が財政的にこ入れを進めており、本格的な合併処理浄化槽時代の幕開けを迎えつつあるといえよう。

2) 小型合併処理浄化槽の構造について

性能評定に関しては、「処理対象人員5人以上50人以下の合併処理浄化槽の評定に関する注意事項(60mg/l用)」および「同5人以上10人以下(20mg/l用)」が定められており、この中に設備の概要が規定されている。嫌気性ろ床槽での注意事項には、①接触材の充填率を第一室で40%、第二室で60%とし、②汚泥の捕捉しやすい構造、③水流の短絡しがたい形状とすることなどが記載されている。また、接触曝気槽については、汚泥の剥離および剥離汚泥の移送ができる構造とすることと記述されている。このように詳細に規定されているので、内容的に問題がなければ、このまま構造基準としうるほどであるとも述べている。

3) 小型合併処理浄化槽の性能について

構造基準化されたものは、広く普及していく可能性が高いことを示したが、それらはかなりの実績によって裏付けられたものであるとし、小型の合併処理浄化槽に求められる条件として以下の点をあげている。

①コンパクトで一般家庭や集合住宅に設置可能(5人槽3m³以下)②単独処理浄化槽に比べて極端に高くない③維持管理がしやすく、汚泥発生量、清掃頻度、電力消費量などの面で単独浄化槽と比べて遜色がない④水温、負荷変動に強いその他、「BOD除去率90%を余裕をもって達成している」「残留している窒素はほとんどが硝化されている」「透視度は概して高く、視覚的な清澄度の高い処理水が得られる」などの記載があり、「処理性能の面では、現在ではN、P対策たり得ない」とも述べている。

4. 実証試験結果の4.1 試験槽の概要について：

本論では嫌気性ろ床接触曝気方式の家庭用小型合併処理浄化槽の実証試験結果を報告している。(沈殿分離接触曝気の実証試験結果は文献7)を参照)実証試験は各々59年3月より開始し、一部は現在も続行している。実証試験槽はLX型2基とL型(放流BOD60mg/l仕様で現在は製造販売を行っていない。)4基の計6基であり、その設置状況は表7に示すとおりである。現場調査、水量調査及び水質調査は以下の要領で行った。

- 1) 現場調査：(1)気温の測定(2)各単位装置流出水の水温、pH及び透視度の測定(3)曝気風量、槽内液の流速、DOなどの測定(4)スカム厚、汚泥堆積等の測定
- 2) 水量調査：水量調査においては夏季、冬季を含めて4～5回、実証試験槽から流出する水量を直接測定することにより流入水量を求めた。
- 3) 水質調査：水質調査においては(1)試験期間は設置から約12ヶ月。(2)調査回数は半日調査10回/年、終日調査2回/年(夏季、冬季)の合計12回。(3)試料採取箇所は嫌気性ろ床槽流出部、沈殿槽流出部、接触曝気槽(MLSS)、消毒槽(大腸菌群)の4ヶ所。(4)試料採取方法は半日調査は午前6時～午前10時、終日調査は午前6時～午前10時、午前10～午後5時、午後5時～午後12時の時間帯で3回、各採取箇所で時間帯ごとに混合試料を調査する。(5)水質検査項目はpH、BOD、COD、SS、Kj-N、NH₄-N、NO_x-N、T-P、Cl⁻の水質分析を行う。

表7 浄化槽の設置状況

件名	A	B	C	D	E	F
設置型式	LX-5	LX-5	L-5	L-5	L-5	L-5
設置場所	愛知県	岐阜県	岐阜県	愛知県	岐阜県	岐阜県
家族構成	大人2人 小人3人	大人5人 小人1人	大人2人 小人1人	大人2人 小人2人	大人3人 小人1人	大人2人 小人1人
	計 5人	計 6人	計 3人	計 4人	計 4人	計 3人

4.3の調査結果について：

- (1)水量調査結果(別項に記載)
- (2)水質調査結果(注、データの記載ミスで省略)

5.2の家庭用小型合併処理浄化槽に要する費用について：

小型合併処理浄化槽の普及をはかる上で、設置費用及びその後の維持管理費用は重要な要因となる。家庭用小型合併処理浄化槽の本体価格、設置費用及び維持管理費用はメーカーにより、また地域により異なるため、設備産業新聞のアンケート調査結果(表13～15)を以下に引用する。家庭用小型合併処理浄化槽の大きさは大体幅1～1.5m、長さ2.2～3.0m、高さ1.6～2.0m程度である。

浄化槽本体標準価格は各社の平均で5人槽が56万円、6人槽が62万円、7人槽が75万円となっている。この本体価格に設置工事を加えた設置費の標準価格は5人槽で78.8万円、6人槽で87万円、7人槽出100万円とな

表13 家庭用小型合併処理浄化槽(本体)の標準
価格 単位：万円

人槽	価格	5人槽	6人槽	7人槽	8人槽	10人槽
A社		55	60	70	80	120
B社		55	60		80	120
C社		54	59	74	80	118
D社		57		78		125
E社		55	60	75	85	115
F社		55	62	73	82	117
G社		55	61	73	82	119
H社		64	76	87	98	118
I社		55	60	75	80	120
J社		53	62	70		108
K社		55	60	70	85	110
L社		55	60	75	80	120
平均		56	62	75	83	118
人槽平均		11.2	10.3	10.7	10.3	11.8

表14 家庭用浄化槽の
標準設置工事費
(本体+設置工事費)
単位：千円

	人槽別	A社	B社	C社	D社	E社	F社	G社	H社	I社	平均 価格	人槽 当り
合併 処理	5人槽	805	835	800	798	800	850	730	700	775	788	158
	6人槽	946	910	850	881	880	—	790	850	850	870	145
	7人槽	1080	1085	1000	1022	1000	1090	900	1000	1040	1024	146
	10人槽	1610	1635	1500	1546	1470	1570	1530	1500	1525	1520	152
単 独 処 理	5人槽	197	316		180	260	323	260	230		252	50
	6人槽	210	334		195	280		280	260		260	43
	7人槽	250	358		210	300	362	300	290		296	42
	10人槽	305	415		240	360	446	360	350		354	35

表15 家庭用小型合併
処理浄化槽
(6人槽・BOD
20ppm)の維持管
理費用
(単位：円)

	A社	B社	C社	D社	E社	F社	G社	A～E 社平均
保守点検費	20,000	20,000	16,000	20,000	18,000	30,000	14,000	18,800
単 価	5,000	5,000	4,000	5,000	6,000	5,000	3,500	5,800
回 数	4	4	4	4	3	6	4	4
清 掃 費	17,000	12,000	16,000	10,000	15,000	30,000	39,400	14,800
検 査 費	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	12,000	10,000	5,000
年 間 合 計	42,000	37,000	37,000	35,000	38,067	72,000	63,400	37,800
月 平 均	3,500	3,083	3,083	2,917	3,167	6,000	5,283	3,150
電気使用量	1,361	1,380	1,496	1,480	666	636	1,330	1,277

注) 関東地区における標準料金で、保守点検は各社の設定回数×一回の単価、
清掃及び検査(11条検査のみ)は年一回で計算 電気使用料は東京電力の家庭用電気料金の月額(消費電力W×
720H×21円)

1) 「小型合併処理浄化槽の生い立ちと性格」について

下水道等…それらの及ばない地域的にみた水域の汚濁防止の有効な一手段として久しく考えられていたことが実現化の段階にきた…ゆえに浄化槽には前代未聞の設置への公的補助、あるいは公的融資の制度まで考えられるに至った。…それだけに期待が大きいものだといえるが、…経験が浅い、やっと期待に応えられそうな浄化槽ができたという段階にあるものと考え、設置の計画も、製品の計画も、また使い方、維持管理にあたっても指導する行政庁を含めてそれぞれの立場で慎重に扱われる必要がある。

2) 2.1の「浄化槽への負荷設定」について

従来は、たとえば「合併処理糞尿浄化槽汚水量算定基準案(社)日本管工事工業協会/合併処理浄化槽汚水量算定基準委員会、昭和41年9月」や空気調和・衛生工学便覧(たとえば空気調和・衛生工学会、10版、III-65 昭和56年)が多用されたり、場合によっては現行処理対象人員算定基準が示され運用される方向にある。しかしながら、合併処理においてはもはや“人槽”による規模表示は実情に合わず、負荷量表示に切り換えられるのが至当であり、今後の検討課題であると考えられる。

3) 2.2の処理性能、維持管理上に係わる課題と対応について

浄化槽の性能に係わる問題点を整理すると以下のようなになっている。

- ①負荷変動が大きい；適正な流量調整機能に帰する問題である。
- ②浄化微生物が変質しやすい；
- ③沈殿槽から汚泥等が流出しやすい；

原因としては、イ)流入水の負荷変動に起因するもの

ロ)汚泥管理及び汚泥の除去が適切でないことに起因するもの

ハ)沈殿槽の構造が適切でないことに起因するもの

二)汚泥・生物膜の異常に起因するもの(槽容量の過大、希薄な流入水)

- ④汚泥や夾雑物(スクリーンカス)の処分に困ること
- ⑤流量調整槽から汚水を定量的に曝気槽へ送ることが難しい。
- ⑥返送汚泥の量的調整が十分にできない
- ⑦余剰汚泥を引き抜く際、収集車が進入できない所がある。
- ⑧諸機器・装置の故障があっても放置されている場合がある。
- ⑨浄化槽利用者の全般にわたる理解・関心が乏しい

4) 2.3の合併浄化槽の大きさとコストについて

占有面積比 合併/単独 = 2 ~ 3

容積比 合併/単独 = 2 ~ 4

建設費 単独 = 10 数万円 合併 = 50 ~ 70 万円

処理費 保守点検＝15,000円(3～4回/年)
 清掃費＝13,000～15,000円(1回/年)
 検査費＝3,000円(1回/年)
 消費電力＝500～1,000円/月(25～60W)
 薬品代(消毒用)

5) 開発目標とその運用(昭和60年度)について

	p H	B O D	C O D	s s	T-N	T-P	E coli
水質 1	5.8～8.6	10	15	10	10	1	50
水質 2	5.8～8.6	20	30	30	20	2	1000
水質 3	5.8～8.6	30	45	50	40	4	3000

ただし、この開発目標値がどのような方法で決められたかの記述はない。

6) 流量調整機能について；小容量に適する調整装置の開発は、処理性能の向上と槽の縮小化を図るうえで有効である。

生物の固定化について；生物濃度をより一層高めるために担体の改善を
 槽の有効容量および占有面積の縮小について；小規模な合併処理浄化槽の普及促進をさせる立場から、槽の有効容量を縮小する方向が望まれている。

7) 省エネルギーについて

現行の処理システムをみると、二次処理における送風機や揚水ポンプ、汚泥返送ポンプなどに要する電力消費量が運転管理コストに多くの割合を占めている。処理規模では大規模なものが、処理方法では活性汚泥法によるものが多大なエネルギーを消費している傾向がある。

8) 環境保全対策について

浄化槽による処理は、水質基準に適合した良好な処理水を排出すると同時に、臭気、騒音、衛生害虫等の発生を防止するなど周囲の環境に対する保全対策を講じる必要がある。

9) 鑄木 儀郎「浄化槽行政の展望-小規模合併処理浄化槽を中心として-」 用水と排水 Vol.30 No.4 1988

行政(厚生省)側からみた、合併浄化槽普及の取り組みについて紹介している。昭和62年度、初めて厚生省予算に合併処理浄化槽の設置整備に対する国庫補助が制度として認められる。また、同省に浄化槽対策室の設置が認められ、普及のため以下のような取り組みを実施したとしている。①政府広報、厚生省広報、浄化槽関連団体を通じての広報、『10月1日を浄化槽の日』として宣伝、広報に努めた。②市町村等での講習会、説明会を精力的に行い、合併処理浄化槽の良さあるいは、必要性をアピールした。③合併処理浄化槽設置整備事業の普及のために、啓発行脚した都道府県の方々、時間と私財を惜しまず奔走した全浄連幹部の方々の協力を受けた。④NHKの「くらしの経済セミナー」や一般紙の社説でも好意的に取り上げてくれた。

また、予算も昭和62年度の1億円から昭和63年度の5億円へと拡大し、「浄化槽相談員育成及び啓蒙普及費」も昭和62、63年度とも同額の2,383.1万円が、「浄化槽実態調査等調査費」が昭和63年度に631.7万円が認められるまでになった。そして、「おわりに」の部分で次のように述べている。

「合併処理浄化槽は確かに生活排水対策のエース格となってきた。しかし、いつ、いかなるときでも最良の選択というわけではあるまい。下水道など、他の生活排水の処理施設との連携をとりつつ合併処理浄化槽の整備を進めるべき地域もあることと思う。たとえば、大都市のDID地区は下水道、一方管路付設に費用がかかりすぎる場合は戸別の合併処理浄化槽がよいとすれば、その中間のところに集合処理と戸別処理の分岐点があるのだと思う。ところがこれは、技術論だけで決められる問題ではない。市町村の財政状況や、施設整備によって水洗化とか生活環境の改善とかの目的を達成できるまでに要する時間の長さも重要不可欠の政策決定因子である。いくら良い施設でも、高嶺の花では仕方がない。」

10) 志々目友博「合併処理浄化槽の普及と生活排水対策の推進について」 水質汚濁研究 Vol.12 No.4 1989

厚生省では、地域し尿処理施設(コミプラ)等の整備を推進するなど生活排水対策を実施してきたが、昭和62年度より合併処理浄化槽の設置に対する国庫補助制度(合併処理浄化槽設置整備事業)を創設し、生活雑排水対策の充実を図ってきた。この合併処理浄化槽については「厚生省や建設省のみならず、政府部内での評価が高まってきた」としている。また、「合併処理浄化槽が個々の家庭で生活排水を処理し、身近な河川等に放流することから河川の自然浄化能力を活用できることや地域の小河川や水路の水量確保にも役立つという長所を有する新しいタイプの生活排水処理施設である」として、普及のネックになっ

ている『放流同意問題』は、生活環境審議会浄化槽専門委員会からも指摘されており、建設省と協議のうえ『放流同意書』の添付義務は違法である旨の見解を示すとしている。また、法定検査の受検率の向上を図ることも課題の一つとしている。

11)岡積 敏雄「生活雑排水対策の推進のために」水質汚濁研究 Vol.12 No.4 1989

岡積は、環境庁の雑排水対策についての取り組み状況を報告している。この中で、合併処理浄化槽が放流水質の面で優れた性能を有し、生活雑排水を適切に処理する上で有効な施設であるとし、その普及促進を図っているとしている。また、生活雑排水処理の計画的推進について、下水道、地域し尿処理施設、農業集落排水処理施設、合併処理浄化槽、雑排水専用処理施設などを施設の特長、施設整備に係わる制度、建設費・維持管理等に要するコスト、地域特性、施設管理主体・住民の意向等を考慮し、公共用水域等の水質保全のために最適なシステムの選定を行うことが肝要であると述べている。

なお、合併処理浄化槽の整備促進の理由として以下の点をあげている。

- ①公共用水域の水質保全、生活環境の改善、便所の水洗化に対応できる。
- ②市街化区域については公共下水道での整備が一般的であるが、その他の区域との仕分けが可能である。
- ③小型浄化槽の性能が向上し、コストダウンがはかれているので、積極的に評価する。

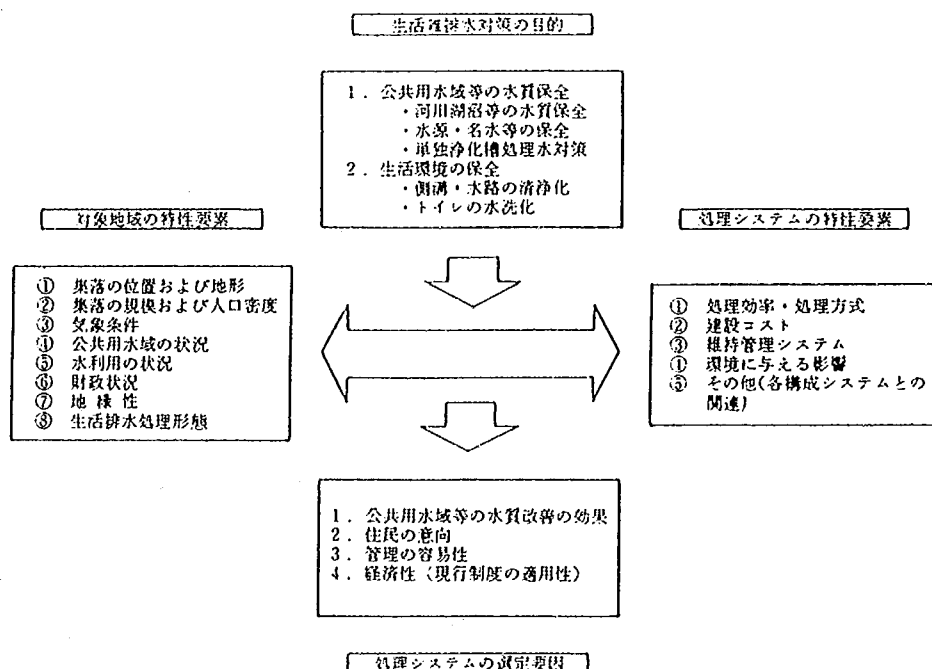


図3 処理システム選定要因関連図

1) はじめにのところで：

合併処理浄化槽は個別住宅などの小規模建築物まで適用可能で、処理対象人員 5 ～ 50 人の構造基準が制定されていること、住宅金融公庫、公害防止事業団において融資の対象とすることなどから、「小型合併処理浄化槽が生活排水対策上の一般的な手段の一つである」という社会的位置付けが成立している」としている。

昭和 40 年代後半、家庭用浄化槽の合併処理化の必要性を提唱し、実用化のための研究開発に先鞭をつけたのが楠本正康氏。接触曝気方式を含む生物膜法の研究開発の先駆者が岩井重久氏であり、両先生の哲学と技術が今日の小型合併処理浄化槽の原点である。そして、両先生の指導のもとに多数の官・学・民の学者、研究者によって実用設置開発のための研究が進められたとも述べられている。

2) 合併処理浄化槽を小型化した場合の技術的課題について次のように述べている。

(1) 放流水の BOD の設定：処理対象人員 5 人程度の浄化槽であっても放流水 BOD は 20 mg/l 以下という高度な値とすることが必要であるとした根拠は

- ①汚水の生物処理すなわち生物作用と物理作用の安定性の確保
- ②個々の排水源が多数になれば当然大きな汚濁源となること
- ③住宅周辺の身近に存在する小水路などの汚濁防止などである。

(2) 処理方式の選択：放流水質を BOD 20 mg/l 以下とした場合の前提条件は

- ①各家庭の生活パターンに由来する流入水量および水質の時間変動に対して安定した処理効果が得られること
- ②維持管理が容易であること
- ③できるだけ設置に要する敷地が少ないこと。

このような条件を前提とした実用化研究を昭和 51 年頃から行い、各処理方式についての次のような評価を行っている。

- ①活性汚泥法では、浮遊物質の除去率の変動が大きく放流水 BOD のバラツキも大きくなり安定性に欠ける。
- ②散水ろ床法では、循環用ポンプの能力を考慮するとポンプ容量が大きくなり、散水負荷の増大から処理効果が低下する。
- ③回転板接触方式では、回転板接触槽の維持管理はきわめて容易であるが、沈殿槽における汚泥の浮上が著しくなるため、管理頻度が接触曝気方式の場合よりも高まる。この点についての管理が十分に行われるならば十分に可能である。
- ④接触曝気方式では、沈殿分離槽および接触曝気槽の容量、室数を考慮すると他の処理方式に比してすぐれた処理効果の安定性が得られた。また、嫌気性ろ床槽では、沈殿分離槽を用いた場合よりも有利な結果が得られた。

さらに合併処理浄化槽の種々の BOD を示す放流水質の検討から、放流水

BOD 30 mg/l以下程度に処理されている場合、溶解性物質に由来するBODはほぼ1桁であり、浮遊物質の多少によって総BODが増減することが知られている。これらの検討結果から、小型合併処理浄化槽では、最終的に浮遊物質の流出を防止することが重要であるとして

- ①槽内の汚泥保持の形ができるだけ流出し難いこと
- ②浮遊物質自体の沈降性を高く維持すること
- ③流入水量の時間変動と槽を構成する各単位装置の構造容量の関係を考慮すること。などが必要であると判断された。

3) 小型合併処理浄化槽の構造機能と維持管理技術について

(1) 沈殿分離槽：

沈殿分離槽が、正常に機能を発揮すると槽の有効容積は、スラムや汚泥の蓄積量に反比例して減少し、逆に流速は上昇するため初期の機能は次第に低下して浮遊物質の流出量は増加してくる。その結果、二次処理の接触曝気槽の機能に悪影響があるので、スラムや堆積汚泥がある程度増加したら、清掃によって引抜き、有効容積の回復すなわち機能の回復を計らなければならない。貯留期間中に嫌気性消化作用によって有機物質の可溶化も進行するが、年間を通じて清掃が不要になるほど進行することはない。

(2) 嫌気ろ床槽：

本槽の特徴は、使用開始後6～10ヶ月経過後にメタン生成作用が定常的になるため、その前後の期間で流出水の水質(とくにBOD)の大幅な変化を生じることであり、機能評価に際してこの点の考慮が大切である。

(3) 接触曝気槽：

槽内に充填された接触材と流入水を攪拌によって接触させ、同時に酸素を供給して好気性生物群を生物膜としてその表面に固着生成させる。この生物膜による酸化作用や物理的なろ過・吸着作用を発揮させることを目的としている。このため、構造上、槽内に死角あるいは短絡が形成されないように十分検討されていなければならないとしている。また、正常な機能が維持されていると生物膜は次第に肥厚し、その結果いわゆる目詰まりを生じて浮遊物質が増加して処理機能が低下するのが一般的な現象である。このような状況に到達する時間は、実負荷条件と槽の構造の組合せによって長短はあるが、いずれも逆洗操作によって生物膜の強制剥離および剥離汚泥の引出しといった管理が必要となると述べている。

(3) 沈殿槽：

処理水の浮遊物質をできるだけ沈降分離し、放流水質の向上、安定化を目的としている重要な単位装置である。構造上、槽底部の移流口により接触曝気槽と一体となっているスロット型および移流管で接続されるホッパー型の二種類があり、スロット型は、処理対象人員30人以下、ホッパー型はそれ以上の規模に用いられる。スロット型の場合、沈殿分離された浮遊物質ができるだけ速やかに移流口から接触曝気槽に自然移送され、沈殿槽側の底部に残存しないこ

ととしている。なお、ホッパー型については、スカムスキマー、エアリフトポンプ等の空気供給量の調節機能および運転条件の設定が重要であるとしている。

4) 設置工事の留意事項は省略

5) の小型合併処理浄化槽の普及のために望ましい事項として、

(1) 地域計画として、放流先水域の規模および水利状況の検討

(2) 保証体制の確立として、地方公共団体あるいは、地域ごとに官庁、設置者、メーカー、工事、保守点検および清掃の各企業を含めた協議会を設置し、それぞれの責任の区分を明確化し、トラブル発生時の監理体制を設定するとしている。

[2] . 家庭からの発生負荷量に関する文献

13) 大森、国安、石原、久川、楠本「生物膜法による小型污水处理施設の設計上の要因」第3回生物膜法研究会 1983 1/21

大森らは「個別住宅用の合併処理浄化槽(処理対象5~6人)の開発研究を行ってきたが、その過程で、34戸の個別住宅(延べ100例)について、排水量および時間変動などの排水特性を把握することができた」と述べている。この調査の方法は、排出開始時刻(起床)から終了時刻(就寝)までの間、浄化槽からの放流水を全量20 l ポリバケツに汲み取り、計量する方法を採用している。調査結果から、家族人員3人の300 l/cap./d から6人の210 l/cap./d と、

家族構成人員が多くなるに従い排水量は減少している。また、排水量の季節変化をみると、夏期(6-8月)が268 l/cap./d と多く、冬期(12-2月)は231

l/cap./d と最も少ない。春期と秋期はほぼ同じ排出量で252 l/cap./d であったとしている。なお、最大の排出量を示すのは、浴槽水の排出時で、排水管の径や長さなどにより差はあるが、20~100 l/min であったとしている。

表 家族構成人員別でのピーク係数(=時間最大排水量/日平均排水量)

家族構成 人員(人)	データ数 n	平均排水量① (L/cap./h)	時間最大排水量② (L/cap./h)	ピーク係数 (②/①)
3	16	12.5	93	7.44
4	31	10.0	77	7.70
5	32	9.5	60	6.32
6	15	8.8	59	6.70

表-4 家族構成人員別の排水量

家族構成 (人)	調査 回数	排水量(l/cap./d)		
		Av.	Min.	Max.
3	16	299	154	548
4	31	240	73	651
5	32	228	120	456
6	15	211	128	272

表-5 季節別の排水量

期間	調査 回数	排水量(l/cap./d)		
		Av.	Min.	Max.
春(3-5)	32	253	106	548
夏(6-8)	32	268	147	465
秋(9-11)	16	251	73	651
冬(12-2)	19	231	125	479

14) 建設省四国地方建設局四国技術事務所「平成元年度 技術管理業務の成果概要」

四国技術事務所では、河川行政の基礎資料としての家庭からの汚濁発生負荷量原単位を求めるために、昭和60年度より集合住宅、戸別住宅、浄化槽(単独処理)設置の住宅についてそれぞれ調査を行っている。調査の方法は同事務所が開発した污水観測装置を現場に設定して行っている。この装置は20m³のポリタンクに量水標が取り付けられており、計量できるようになっている。なお浄化槽(単独処理)設置の住宅については、し尿の流量調査は100 l のポリバケツと水中ポンプを用いて行い、その他の雑排水については污水観測装置を用いて行っている。これらの調査結果を表に示した。

なお、単独処理浄化槽のある集合式住宅での調査では、し尿と雑排水とお別々に行っており、次のような調査結果を得ている。

表 家庭汚濁負荷量原単位調査結果

調査箇所	時期	流量	BOD	COD	SS	TN	TP
集合式住宅	秋期	204	37.6	26.2	29.5	11.8	1.05
	夏期	220	43.0	27.8	33.2	10.7	0.96
	冬期	223	39.8	33.6	42.0	13.3	1.18
	春期	229	31.4	32.0	35.9	11.7	1.03
	平均	219	37.9	29.9	35.2	11.9	1.05
個別式住宅	夏期	263	43.2	30.0	43.2	10.5	1.01
	冬期	254	36.9	34.9	42.8	10.9	0.94
	平均	258	40.1	32.4	43.0	10.7	0.97
集合式(浄化槽あり)	夏期	201	28.6	24.9	40.2	9.6	1.00
	冬期	150	27.7	30.9	38.1	10.2	0.89
	平均	175	28.2	27.9	39.2	9.9	0.95

ただし、流量はl/人/日、その他はg/人/日

調査対象の平均家族構成人員は

集合式住宅：388人/119軒＝3.26

個別式住宅：494人/154軒＝3.21

集合(浄化槽)：44人/15軒＝2.93

表 し尿および雑排水の発生負荷量

(流量はl/人/日、その他はg/人/日)

		排出量	BOD	COD	SS	T-N	T-P
夏期	雑排水	167	14.0	10.5	19.5	0.8	0.21
	し尿	33.3	14.6	14.4	20.7	8.8	0.79
冬期	雑排水	116	11.3	8.8	15.2	1.0	0.13
	し尿	34.5	16.4	22.1	22.9	9.2	0.76
平均	雑排水(a)	142	12.7	9.7	17.4	0.9	0.17
	(a/c)	(80.7)	(45.0)	(24.7)	(44.4)	(9.1)	(17.9)
	し尿(b)	33.9	15.5	18.3	21.8	9.0	0.78
	(b/c)	(19.3)	(55.0)	(75.3)	(55.6)	(90.9)	(82.1)
	合 計(c)	176	28.2	28.0	39.2	9.9	0.95

- 15) 井村 正博「家庭用小型合併処理浄化槽の開発と普及」環境研究 No.66 1987
本論文の中に、個別住宅ごとに数回調査した流入水量のデータが記載されているので引用する。

表 8 流入水量調査結果

家庭(家族数)	A (5 人)	B (6 人)	C (3 人)	D (4 人)	E (4 人)	F (3 人)
流出量 (L/cap./d)	345	233	265	220	301	378
平均流出量① (L/cap./hr)	14.4	9.7	11.0	9.2	12.5	15.8
時間最大流出量② (L/cap./hr)	67.8	74.5	94.3	69.5	62.8	106
ピーク係数 (②/①)	4.71	7.68	8.58	7.55	5.02	6.71

以上のデータから 24時間当り平均流入水量は 12.1 ± 3.0 L/cap./d
時間最大流入水量は 79.2 ± 19.7 L/cap./d、ピーク係数は 6.71 ± 1.78 となる。

- 16) 建設省土木研究所下水道研究室「圧力式下水道システム技術指針(案)」土木研究所資料第2846号 1990 / 3

海外においては、平均水量からピーク水量を求める比率を推定する手法として、人口を変数としたいくつかの推定式が提案されている。これらは次のようなGiffitの式、Harmanの式としていられている。

$$\text{Giffitの式: } Q_{\max} / Q_{\text{avo}} = 5.0 / p^{1/5}$$

$$\text{Harmanの式: } Q_{\max} / Q_{\text{avo}} = (18 + \sqrt{p}) / (4 + \sqrt{p})$$

ここで、 $Q_{\max}$ は時間最大流入汚水量

Q_{avo} は日平均流入汚水量

p は1,000人当りの人口

これらの推定式は対象人口が100人以上の場合に用いられることが多いといわれるが、あえて10人以下の家族数に適用してみると、以下のごとく家族数が3人の場合13.2、10人の場合10.8となり、大森らの結果より大きめになった。

家族構成人員	p	Giffitの式	大森らの結果
3	0.003	13.2	7.44
4	0.004	12.5	7.70
5	0.005	12.1	6.32
6	0.006	11.7	6.70
10	0.010	10.8	

(筆者注：汚水処理における流入水量の変動は、反応槽での生物による処理や沈殿槽における沈降に必要な時間を安定的に保証することを困難にする。このため、汚水処理装置の設計に必要な家庭からの発生負荷量を正確に把握するための努力が必要となる。しかしながら、各家庭からの発生負荷量は朝夕の集中的な排出現象に加え、各家庭での生活様式、家族構成、季節、天候など様々な要因によって変化するため、汚水処理装置の設計に適切な情報は何であるのかを明らかにすることが大切である。)

[3] . 汚水処理技術に関する文献

汚水処理技術に関する文献はかなりの数にのぼり、有機物の処理を主体にしたもの、窒素、リン等の栄養塩類の除去を目的にしたもの、浄化槽内の流速分布やDO供給を扱ったものなどその内容は様々である。ここでは、理解のしやすいように、分類して整理することにした。

[3-1] 有機物処理に関係した文献

17) 洞沢勇「接触曝気法における浄化機能とその設計について」用水と廃水 Vol. 21 No. 8 1979

- 1) 最近まで接触曝気法が普及しなかった理由として、曝気槽容量当りのBOD負荷量が過大で、その結果BOD除去率28~69%と処理成績が良好でなかった。
- 2) 浄化機能を適切に表現できる指標は、ろ材単位面積当りあるいはろ材単位容積当りの汚濁負荷量よりも、曝気槽単位容積当りの汚濁負荷量が合理的である。その理由として、ろ材の占める容積、すなわち充填率は装置によって一定しておらず、ろ材の無い部分も浄化に関与し、汚濁負荷量の大きい時は、この部分の方がむしろ浄化力をより大きく発揮し、活性汚泥法と大差のない状態といえる。
- 3) 合理的な規模の装置を計画する際に採用する表現の形式としては、単純で、実用価値の高い、また生物学的処理に広く応用できる $Y = K X^n$ 型とし、処理機能に影響するBOD負荷 X 以外に、水温変化の項 f_T 、水量負荷の項 f_q を考慮し、 $Y = X^n f_T f_q$ を基礎式として与える。
- 4) 流入水BOD負荷量(g/m^3d)と処理によるBOD除去量(g/m^3d)をそれぞれ L_o 、 L_R とし、各地の接触曝気槽のデータから両者の関係を求めると
$$L_R = 0.845 \times L_o^{0.966} \dots \dots (1) \quad \text{となる。}$$
- 5) 水量負荷の影響は次のように求めた。同一プラントの同一条件で、水量負荷のみ変化($4, 6, 12m^3/m^3/d$)とした時、
 - ① L_o を(1)式に代入して得る L_R の計算値 L_{R-cal} を求める。
 - ② 各 L_o に対応する実測値 L_R を求め、 L_{R-m} とする。
 - ③ $L_{R-m}/L_{R-cal} (= f_q)$ を求める。
 - ④ f_q と水量負荷($m^3/m^3/d$)との関係は、 $f_q = 1.758 \times Q^{-0.313} \dots \dots (2)$
- 6) 温度の影響は、BOD低負荷時では影響が少ないのか f_T は明らかとならなかった。
- 7) 機能推定式：生活排水を主体とする排水に対する接触曝気法の性能は(1)および(2)式より
$$L_R = 0.845 \times (1.758/Q^{0.313}) L_o^{0.966} \dots \dots (3)$$
で概算できる。

しかし、設計用計算式で作成すると50%は不適當となるので、(3)式は都合が悪く、浄化係数 K を必要な数値に変える必要がある。

正規分布において、平均値 $\mu = K = 1.058$ 、 $\sqrt{\text{分散}} = \text{標準偏差 } \sigma = 0.181$

x を変えることにより、Z の値が片側の面積の 35 % を占める値は 1.0364 であるので $Z = (x - \mu) / \sigma$ より $x = \sigma Z + \mu = 1.246$ となる。

$L_{R-m} / L_{R-cal} = K // = 1.246$ より $L_{R-cal} = L_{R-m} / 1.246 = 0.679$ となる。
 $K_{cal} = K_{R-m} \times (L_{R-cal} / L_{R-m}) = 0.679$ よって

$L = 0.679 \times (1.758 / Q^{0.313}) \times L_0^{0.966}$ となる。

- 8) 設計上の問題点として、槽内で排水が均等によく循環し、ろ材面と接触すること。ろ層が閉塞しないこと。
- 9) このことは、ろ材間の単位空隙の大きさと関係し、単位空隙の大きさが小さいければそれだけ生物が多く生息でき、単位容積当りの BOD 負荷が大きくなる。その反面、水の循環に対し抵抗を増し、閉塞しやすくなる。
- 10) だから、空隙の大きさは、水の運動と排水の BOD 濃度等によって決定されるべきものである。

11) 筆者は、接触板の間隔が 10 m/m (A) と

20 m/m (B) の汚水処理において、両者の

BOD 除去率を比較し、A の 64.7 % に対し B は 73.5 % と高くなったことを示し、接触

曝気法の機能を示す指標としては BOD の面積負荷が適当でないことを立証している。

	A	B
接触板の間隔 (m/m)	10	20
BOD 除去率 (%)	64.7	73.5

18) 桂川 慎吉「生物接触酸化法を利用した下水の2次処理」第16回下水道研究発表
会講演集(1979)

本論は予備エアレーションタンクにハニカムを充填し、下水二次処理用の施設として運転し、ハニカムの目詰り、生物膜の剥離等について検討し、次のように述べている。

1) 処理施設の概要：

生物接触酸化槽： $1.1 \times 1.6 \times 2.45 = 5.19\text{m}^3$ 但し、有効容量は約 4.5m^3 (86.7%)

ラメラセパレータ： $1.3 \times 2.0 \times 2.7 = 7.02\text{m}^3$

ハニカム： $0.5 \times 1.6 \times 1.25 = 1.0\text{m}^3$ (充填率 $=1.0/4.5=22\%$)

表面積 133m^2 、セルサイズ 30m/m

曝気用送風機：ルーツ型ブロアー $380\text{NL/min} \times 2500\text{mmAq}$

2) 実験結果：

①微生物は処理開始後2～3日で出現し、1～2週間で $2\text{m/m} \sim 4\text{m/m}$ になったが、それ以降は剥離、脱落により、厚くならないので逆洗は不要

②ハニカム充填内では下向流をとり、生物膜は上層で厚く、下部で薄い。

③出現した生物は以下のものである。

分裂菌類 Sphacrotilus

繊毛虫類 Vorticella Colpidium Glaucoma Chilodonella

線虫類 Diplogaster

④運転効率の目安となる 空気量/処理水量 は $10 \sim 15$ が一番良い。

⑤BOD/CODの相関は、原水で $\text{BOD}/\text{COD}=2.5$ 、

処理水で $\text{BOD}/\text{COD}=1.33$ となっている。

19) 千田孝之「浄化槽規模と汚水流入、水温の解析」第16回下水道研究発表会講演集(1979)

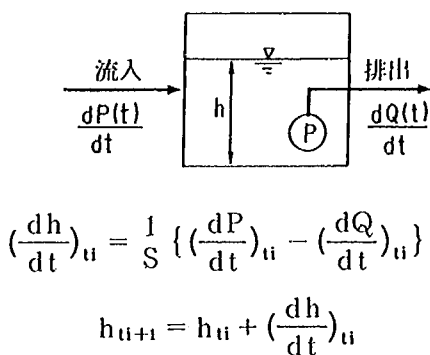
1) 家庭からの汚水流入パターンは、朝に最大のピークが、夜にもう一つの小さなピークがあり、離散的に発現する。分譲住宅のように、人口が数千人規模に増加してもこのパターンは変わらないが、連続性、平滑性および集中度の減少が見られる。

表1 流入集中度とピーク

時間帯	分譲地	マンション	アパート	個人住宅
	3000	600	40	5人
朝	47%	51%	54%	63%
昼	20%	20%	23%	16%
夜	33%	29%	23%	21%

2) 流量調整槽の置かれる条件を流量調整槽の水位(h)と容積(V)の面から解析している。

① 流調解析法のモデル

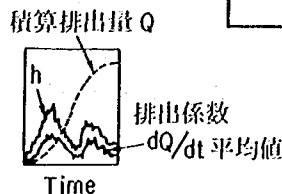
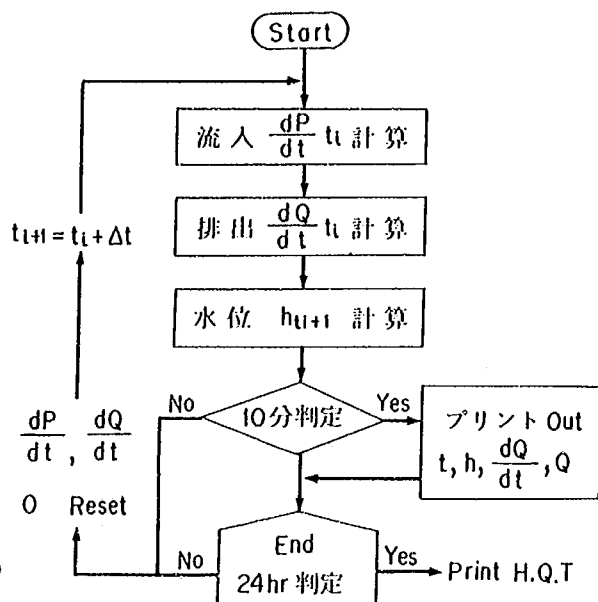


② 流入パターンの設定

集中度、内訳、流入パターン

③ 排出条件の設定

水位(h)、排出ポンプの性能



3) 汚水流入関数について

集合排水における流入曲線の数学的表現には、連続多段槽のパルス応答関数が最適である。

$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi D t}} \cdot \exp\left(-\frac{(t-\mu)^2}{4 D t}\right)$$

尺度母数 μ は排水が集中する時刻(分)を表し、形状母数 D はピークの幅や高さ(鋭さ)を表現する。

4) 曝気槽の水温解析

冬期温度の実測例によれば

し尿単独処理浄化槽: 6~7℃

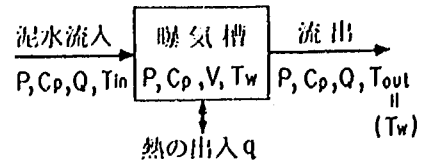
合併処理浄化槽: 10~11℃

中小CP: 14~15℃

となっており浄化槽の規模によって水温は異なっている。

5) 熱収支の基本モデル

$$\rho C_p V \frac{\partial T_w}{\partial t} = \rho C_p Q (T_{in} - T_{out}) + \frac{\partial q}{\partial t}$$



① 土中温度 $\phi(z, t)$ と埋設貯留槽の平衡水温 T_1

気温：
$$\phi(t) = \frac{T_u + T_L}{2} - \frac{T_u - T_L}{2} \cos\left(\frac{\pi}{\theta} t\right), \quad (t = 0, 10 \text{月})$$

Energy equation:
$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \frac{\partial^2 T}{\partial Z^2}, \quad (\alpha = k/\rho C_p, \quad t = t_0, \quad T = T_0 = \frac{T_u + T_L}{2})$$

$$t > t_0, \quad T = \phi(t), \quad Z = Z_0,$$

$$T = T_0, \quad Z = \infty)$$

$$\phi_1(z_1, t) = \frac{T_u + T_L}{2} - \frac{T_u - T_L}{2} e^{-\beta z} \cdot \cos\left(\frac{\pi}{6} t - \beta z\right)$$

但し, $\beta = \frac{W}{\sqrt{\partial \alpha}}, \quad W = \frac{\pi}{6} \text{(年間周期)}$

日中土中温度: $\phi_2(z, t)$ については、年間土中温度は地下 5 m 以深では一定であり、日間変動 ϕ_2 は地下 30 cm 以下には伝わらないとしている。

② 地中浄化槽の平衡水温 T_1 は深さ Z 方向の温度分布により決定され、槽内が完全混合と仮定すると、熱収支より、③

$$\int_{z_1}^{z_2} [\phi(z) - T_1] L \cdot dz + S [\phi(z_2) - T_1] + S [\phi(z_2) - T_1] = 0$$

台形積分公式を用いると

$$T_1 = \frac{L \cdot dk/2 \cdot [\phi(z_1) + \phi(z_2) + 2 \sum_{i=1}^{i-1} \phi(z_i)] + S [\phi(z_2) + \phi(z_0)]}{L(z_2 - z_1) + 2S}$$

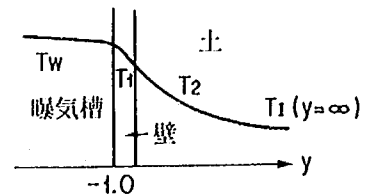
埋設深さ $Z_2 = 1.8 \text{m}$ の合併浄化槽の場合、外気温度変化と 1 ヶ月のズレで追従し、最低 7°C となった。

③ 土への非定常熱移動と水温低下:

浄化槽内水温 (T_w) > 平衡水温 (T_1) の場合は熱を放散する。

$$\phi_{T1} = \frac{T_1 - T_2}{T_w - T_1}, \quad \phi_{T2} = \frac{T_2 - T_1}{T_w - T_1} \text{ とし,}$$

$$\frac{\partial \phi_{T1}}{\partial t} = \alpha_1 \frac{\partial^2 \phi_{T1}}{\partial y^2} \text{ と } \frac{\partial \phi_{T2}}{\partial t} = \alpha_2 \frac{\partial^2 \phi_{T2}}{\partial y^2} \text{ を解くと}$$



次の 2 相問題解が得られる。

$$\phi_{T1} = \sum_{n=1}^{\infty} B^n [\text{erfc}\{(2n+1)\zeta_L + \zeta\} - \text{Berfc}\{(2n+1)\zeta_L - \zeta\}]$$

$$\phi_{T2} = \frac{z}{1+d} \sum_{n=1}^{\infty} B^2 \text{erfc}\{(2n+1)\zeta_1 + \frac{\alpha_1}{\sqrt{d_2}} \zeta\}, \text{ 但し } \alpha = \frac{k_2}{k_1} \frac{d_1}{\sqrt{d_2}}, \quad B = \frac{\alpha - 1}{\alpha + 1},$$

$$\zeta_L = \frac{L}{2\sqrt{\alpha_1 t}}, \quad \zeta = \frac{y}{2\sqrt{\alpha_1 t}}$$

ただし、壁を無視した 1 相解は $\phi_{T2} = \text{erfc}\left(\frac{y}{2\sqrt{\alpha_2 t}}\right)$

壁の材料が FRP では、I の熱伝達係数が $\alpha_1 > \alpha_2$ であるので、1 相問題解と 2 相問題解の計算結果は同じである。

1 相解での近似で熱流束は $q = \frac{k_2 S}{\pi \alpha_2 t} (T_w - T_1)$ となる。

水温低下は

$$\rho C_p V \frac{dT_w}{dt} = \frac{k_2 S}{\pi \alpha_2 t} (T_w - T_1)$$

これを解いて

$$\phi_{TW} = e^{-2\pi\sqrt{t}} \left(r = \frac{k_2 S}{\rho C_p V \sqrt{\pi \alpha_2}} \right)$$

6) 原汚水水温 T_{IN} :

家庭汚水水温は、水道水とそれに加えられる熱で決まる。水道水温は地下水の場合、水源水温を 18°C とし、水道パイプ埋設深さ 1 m の土中温度の平均 $T = 1/2(18 + \phi(1\text{m}, t))$ とする。水源が湖、河川水の場合、水源水温を気温と関連させ、水道水温を $T = 1/2\left(\frac{T_a + T_1}{2} - \frac{T_a - T_1}{2} \cdot p \cos(\quad - 1) + \phi(1\text{m}, t)\right)$ と表す (p : 圧縮率、 1 : 位相ズレ)。家庭で使用する熱量を最大 $20,000\text{ Kcal/日}$ とし、分配率 $\varepsilon(t)$ を気温の逆変化とすれば、 $\varepsilon(t) = a + b \sin \pi/6(t-1)$ 、 $T_{IN} = T_{水道} + (\varepsilon(t) 20 \times 10^6) / \rho C_p Q = T_{水道} + 20 \varepsilon(t)$ 、($0.1 < \varepsilon < 0.2$) である。 $p = 0.8$ 、 $1 = 1$ 、 $a = 0.15$ 、 $b = 0.05$ として計算し、図-11 に示す。

7) 浄化槽水温年間変化と浄化槽規模 :

曝気空気による水温変化分は曝気空気による熱流入と、気化による熱損失で決まり、温度変化寄与分は少ないが、

$$\Delta T_{B(t)} = 1.9 \times 10^{-2} (\phi(t) + 20 - T_w) - 1.7 \times 10^{-2} (0.9 T_w + 0.5) \text{ となる}$$

(空気量 $60\text{ m}^3/\text{m}^3 \cdot \text{日}$)。毎日の曝気槽水温は差分的に

$$T = T_{I(t)} + 0.33 [T_{I-1} - T_{I(t)}] + Q/V [T_{IN(t)} - T_{I-1}] \text{ で求まる。}$$

図 9 の $T_{I(t)}$ 、図 11 の $T_{IN(t)}$ と $\Delta T_{B(t)}$ を連立させて計算する。

茨城県水戸の気温データを用い、水源を河川水として計算した。図 12 にし尿単独処理浄化槽 $Q = 0.2\text{ m}^3/\text{日}$ 、 $V = 300\text{ m}^3$ 、図 13 に家庭合併処理浄化槽 $Q = 1\text{ m}^3/\text{日}$ 、 $V = 1\text{ m}^3$ 、図 14 に中小 CP $Q = 300\text{ m}^3/\text{日}$ 、 $V = 300\text{ m}^3$ の場合の計算結果を示す。し尿単独浄化槽は、 Q/V が小さいため、原水温の寄与分が少なく、ほとんど土中平衡水温 T_1 に一致する。家庭合併処理浄化槽と中小 CP は Q/V と T_{IN} を同じとしたが、 T_1 が大幅に異なるために冬期には中小 CP の方が有利である。家庭合併、中小 CP、し尿単独の浄化槽水温は T_{IN} と T_1 の間に存在し、どちらに偏るかは Q/V で決定される。

1) 接触曝気法における浄化機能について

散水ろ床法や回転板接触法と活性汚泥法の間隔的な存在で、BOD負荷が小さい時は生物膜法的であり、BOD負荷が高い時はより活性汚泥法的となる。

2) 構造その他について

接触曝気槽の構造上もっとも大切な点としていくつか指摘している。

- ① 汚水が均等に良く攪拌されること；接触材の構造、配列、曝気方法との組合せが大切としている。
- ② 接触材は固着された生物膜のみで汚水が十分浄化されるだけの表面積を持つこと；接触材間隔を狭くすると閉塞し、広げ過ぎると生物膜の保持が困難。
- ③ 接触材はできるだけ単純な構造のものであること。

21) 山本康次「嫌気性ろ床を組み込んだ浄化槽による生活系排水の処理」用水と廃水 Vol.25 No.10 1983

1) 本文の目的として、嫌気性ろ床を組み込んだ浄化槽の適応性を検討としている。実験条件は流入水のBOD、COD、TOCおよびSSの濃度をそれぞれ240、120、170および240mg/lとし、実験開始から200日目までは $8.7\text{m}^3/\text{日}$ 、200日目以降は $12.5\text{m}^3/\text{日}$ で運転している。流入濃度を変えずに流量のみを変化させているので、200日目までは44人分、200日目以降は63人分の負荷を与えたことになる。また、実験配列は、第一嫌気性ろ床(5m^3)、第二嫌気性ろ床(4m^3)、第三嫌気性ろ床(4m^3)、好気性槽(3m^3)、ろ過装置そして放流となっている。

(著者：嫌気性ろ床法における容量は $V = 3.5 + 0.2(44 - 10) = 10.3\text{m}^3$ ($\because 11 \leq n < 50$)となり、実験に用いた嫌気性槽(第一から第三までの全容量) 13m^3 は標準のものより30%程度大きい。また、好気性槽の容量 3m^3 は標準容量 7.44m^3 比べ半分以下の容量しかない。)

2) 好気性槽の汚泥は全て嫌気性槽に返送すると仮定し、嫌気性槽の容量と汚泥の堆積速度から、汚泥の引抜き頻度は概ね年に1回程度でよいとしている。

明確な理由は述べていないが、嫌気性槽に貯留可能な汚泥量を槽内の汚泥濃度が $15,000\text{mg/l}$ (1.5%)となるまでは可能としている。

3) 6.の滞留時間・負荷量の中で、「嫌気性ろ床における混合状態は悪く、逆洗汚泥引抜き直後でさえ実滞留時間は理論滞留時間の50%である。そして、連続通水後125日目の実滞留時間は理論滞留時間の30%となり、442日目にはわずか5%となった」とし、「400日目を過ぎたころから…ほぼ完全に閉塞していることが明らかである。」と述べており、汚泥蓄積による実滞留時間の減少について認めている。

本論は嫌気性固定床の中・低濃度排水への適用性と高濃度排水を対象とした有機物負荷の増大の可能性について、実験的検討を行った結果を述べている。

- 1) 使用した充填材：開放ハニコームチューブ型構造、比表面積 $200\text{m}^2/\text{m}^3$
波板平行板型構造、比表面積 $129\text{m}^2/\text{m}^3$
充填材の充填率はともに57%

運転条件：運転条件は以下の通りである。

	BOD	HRT(d)	Temp. (°C)	備考
Run 1	32,600	16.7	37±1	高負荷、高温のため除外
Run 7	655	0.33	31~33	高負荷、高温のため除外
Run 8	408	0.21	27~30.5	攪拌10分+停止50分の繰り返し
Run 9	408	0.21	21.8~24.8	攪拌10分+停止50分の繰り返し
Run10	408	0.21	17.5~18.8	攪拌10分+停止50分の繰り返し
Run11	408	0.21	12.7~14.2	攪拌10分+停止50分の繰り返し

2) 3.1のRun 1の結果から除去率は83.4%であることから、嫌気性固定床では水量負荷によらず微生物を維持できるため、その適用範囲は広く、低濃度排水を短時間で処理できることが可能であるとしている。また、水量負荷の大きいケースでは浮遊生物が増殖できず、見かけ上処理水が良くなることが可能であるとしている。したがって、断定はできないが基質有機物濃度が低下しても消化菌の活性は低下せず、むしろ基質BOD濃度が数百~数千mg/lの範囲の方がそれ以上の濃度よりも活性が高い可能性があるとして述べている。

3) 3.2で処理効率に対する水温依存性は、小さいとしているが、Run 8とRun11の有機酸を比べると、それぞれ43と79mg/lであり、メタン菌も水温に対して敏感になっているとしている。

4) 3.4で付着生物量とその組成について、Run11の実験終了後に測定した結果、生物量は $89.6\text{gr-dry}/\text{m}^2$ となり、この量が反応槽全体に浮遊していると仮定した場合、 $11,900\text{mg}/\text{l}$ となる。この生物の組成分析結果はC:46.2w/w%、H:6.1w/w%、N:10.3w/w%であったので3元素による分子式は $\text{C}_{5.2}\text{H}_{8.3}\text{N}_1$ となり、PorgesやEckenfelderが微生物の細胞質として示した分子式 $\text{C}_5\text{H}_7\text{O}_2\text{N}$ とほぼ同じになったとしている。

5) 3.5の最低リン摂取必要量について

BOD負荷量と微生物が利用可能なリンの量との比、BOD/PとBOD除去率との関係を求めた。ただし、反応槽内の非溶解性リンは浮遊性微生物に由来するものとして除外し、反応槽に負荷される量と反応槽内の溶解性リンの含量を考えた。BOD/Pが3,000以上になるとBOD除去率は急激に低下することから、リンの最低必要量はBODの $1/3,000$ である。

活性汚泥法における望ましい基質の組成は $BOD : N : P = 100 : 5 : 1$ といわれている。しかし、嫌気性処理での菌体の合成率は好気性処理の $1/3 \sim 1/$ (野池) といわれているので、浮遊性微生物を用いている従来の嫌気性処理でのリン必要量は BOD の $1/300 \sim 1/400$ と考えられる。嫌気性固定床でリン必要量がさらに一桁低いのは、生物膜法によるものと考えられる。すなわち、一度生物膜に取り込まれ、菌体の合成に用いられたリンは、菌体死滅後も排水中には放出されずに再度新しい菌体の合成に使われるため、一種のリン固定が行われているものと推定される。以上のように、嫌気性固定床ではリン必要量は極めて少ないが、換言すればリンの除去能力はほとんど無いということでもあると述べている。

23) 北尾、木曾「嫌気性ろ床における基質除去機構と機能的特徴」用水と廃水
Vol. 25 No. 10 1983

1) 2. で、嫌気性消化の特性を次のように述べている。

一次醗酵(酸生成段階)；通性嫌気性菌群による加水分解と酸醗酵

二次醗酵(メタン生成段階)；メタン菌によるメタン醗酵

通性嫌気性菌群とメタン菌の成長速度の比は $10 : 1 \sim 14 : 1$ でメタン菌の増殖は極めて遅い。酢酸を基質とした実験から桿菌および8連球菌の世代時間として4.8日と2.4日を得ている。この値は原生動物より長く、輪虫類など後生動物のそれと同程度である。

増殖率 = 菌体収率 (gr細菌 / gr基質) $\times$ 最大基質消費量 (gr基質 / 細菌数 $\cdot$ 日)

	最大基質消費量	菌体収率	増殖率
メタノール	3.1	0.16	0.50
ギ酸	22.0	0.022	0.48
酢酸	2.1	0.073	0.15
プロピオン酸	2.7	0.043	0.12

2) 3. で嫌気性ろ床における浄化機構について次のように述べている。

基質の代謝速度については Monod モデルを使用し $dS_c/dt = (k S_c \cdot X_c) / (k_s + S_c)$ として表現している。ここで、

k ：基質除去速度 (gr $BOD/VSS \cdot days$)

S_c ：生物膜内基質濃度

X_c ：膜内の生物密度

k_c ：飽和定数 (as $mgCH_3COOH/l$)

また、境膜内の単位面積を単位時間に通過する基質量 N は次式で表現している。

$$N = D / \delta (S_b - S_s) = k_f (S_b - S_s)$$

S_b ：処理水中の基質濃度

S_s ：生物膜表面の基質濃度

k_f : 物質移動係数 ($= D / \delta$)

δ : 境膜の厚さ

接触材から $50 \mu\text{m}$ (L_2) 以内は平滑性、スポンジ様性質に起因する。

接触材から $50 \mu\text{m}$ (L_1) 以上は基質の拡散係数、液の流速、動粘性係数、レイノルズ数などの関数になっている。

24) 下井洋一「生物ろ材充填槽の設計方法に関する検討」用水と廃水 Vol. 26
No. 11 1984

本論は充填材(ビオレット)適用のための経験式誘導について述べている

1) BODの除去速度 $dC/dt = -kC \dots\dots (1)$ (本文では t を θ としている)

2) 積分して $t = (1/k) \ln C_0/C = K \ln C_0/C \dots\dots (2)$

3) 多くの研究から、定数は $K = (1/k) = 0.33 \times C_0^{-0.46} \dots\dots (3)$

4) (3)式を(2)式に代入して $t = K \ln C_0/C = 0.33 \times C_0^{-0.46} \times \ln C_0/C$

5) 標準充填率を 75% とし、実際の充填率を $P\%$ とした場合は

$$t = 0.33 \times (75/P) \times C_0^{-0.46} \times \ln C_0/C \dots\dots (4)$$

処理水質 C_e は(4)を変型して

$$C_e = C_0 \exp(-0.0404 \times tP / C_0^{-0.46}) \dots\dots (5)$$

6) (4)式の計算上の滞留時間 t_{cal} と実測値 t_{obs} を比べると 1 : 1 となっているので、(4)式は妥当である。

7) (4)式が正しいとすると、充填率 P を減らす方が滞留時間 t は増加し、(5)式より、処理水は良くなるがどうか？

8) (5)式は、処理水質 C_e を一定にする t と P の組合せは $tP = \alpha$ を満足しなければならないことになるが？

9) (4)または(5)式より、原水水質 C_0 と処理水質 C_e を設定すれば充填率 $P\%$ は決定することを意味するがどうか？

$P(\%) = 0.33 \times 75 \times 1/t \times C_0^{-0.46} \times \ln C_0/C$ 実際の認定槽のデータを用いて試算すると $C_0 = 150$ 、 $C_e = 20$ の時 $P = 42\%$ である。

25) 桜井敏郎「小規模合併処理浄化槽の維持管理」用水と排水 Vol. 30 No. 4 1988

1) トイレの水洗化人口は約 6,786 万人(総人口の約 56%)で、水洗化の 47% は浄化槽である。

2) 浄化槽設置数は約 554 万基、うち 98.7% は単独処理浄化槽である。

3) はじめにの箇所で『処理対象人員 50 人以下の小規模合併処理浄化槽が注目され……設置されつつある。これは……また下水処理水と同じ BOD mg/l 以下の放流が得られること……』と述べている。

4) 「2.2 管理上の留意事項」について

① 嫌気性ろ床槽では、接触材の付着汚泥量と閉塞の有無…等に留意し、死水域

が生じないように努めると述べているが、スカムや汚水が存在している状況の中で、どのようにすれば接触材の付着汚泥量と閉塞の有無…等が確認できるのか？また、死水域の発生防止は設計段階での課題であり、設置後の使用によって汚泥の蓄積などにより、死水域は拡大される可能性が大きい。死水域の占める割合と汚水処理への影響が不明確であるのと、死水域の測定方法が記載されていない。

② スカムや堆積汚泥量を測定し、その結果と流出水の性状から清掃の行う時期を判断するとしているが、定期的な検査の不十分さと、検査の結果から適切な次期清掃日を予測できるのか？

③ 接触曝気槽は目視により…槽内が曝気攪拌されていることを確認するとしているが、充填材の有る曝気槽にあっては、その内部の流速や曝気状況は確認できない。

5) 接触曝気槽の管理について『…接触材の閉塞を防ぐためには、接触材間の流速を早くすることが望ましく、少なくとも10～15 cm/sec以上の流速とする』としているが、妥当な考え方であるのか？

接触材間の流速を早くすることの理由として一般に考えられるのは、①接触材表面に付着した生物膜に汚水中の基質と酸素を効率良く供給することであり、過度の生物膜の剥離を生じない程度の流速とすることと、②接触材間の閉塞を防ぐために剥離可能な流速を与えることの二通りがある。筆者は②の閉塞防止を主眼においた流速を与えているが、沈降性の悪い剥離生物膜は沈殿槽では容易に固液分離されず、処理水と共に流出してしまうことになる。また、曝気槽内では、剥離生物などが浮遊した状態となるので生物膜法と活性汚泥法のような浮遊生物法の混在した処理方法となる。

6) 『嫌気性ろ床法は…水理的滞留時間20時間で、BOD除去率80%、汚泥転換率3.7～6.1%である』と文献値を引用して述べている。

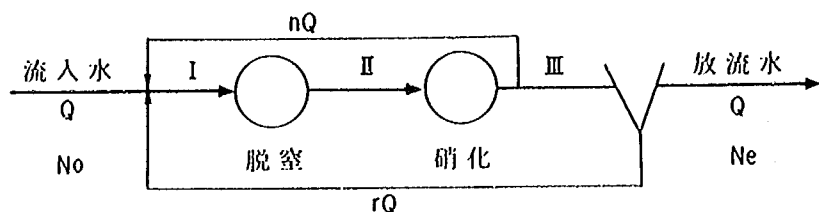
引用文献は岡島元ら「浸積ろ床法による都市下水の嫌気性処理について」(土木学会年次講演会講演集II pp983～984, 1985)である。

(筆者注：各Runごとの実験間隔が短く、順馳期間の保証と定常状態に達した後の結果であるのかの確認が不明であり、CODの物質収支においては、充填してあるろ材内部の蓄積汚泥が完全に余剰汚泥として引き抜かれているのかが不明である。すなわち、汚泥転換率の値がかなり小さいと思われるのであるが、上記の確認なしに採用することに疑問を感じる。また、同文の図5にCOD収支が示されているが、水温の変化はあるものの、流入量が一定のRun1からRun9までの結果では流出水中のCODの割合は経過時間と共に着実に増加しており、充填材中の蓄積汚泥の影響が無視しえないのではないかと推察される。すなわち、嫌気性ろ床法を合併処理浄化槽に組み込むための理由として、都合の良いデータであれば、十分なデータの吟味なしに使う姿勢が問題として残ろう。)

[3-2] 窒素、リン等の処理に関する文献

26) 宮地有正、深瀬哲郎「循環方式による下水中の窒素除去について」第12回下水道研究発表会講演集(1975)

1) 硝化槽で硝化した処理水を脱窒槽に循環することにより、脱窒に必要な炭素源の供給および硝化槽でのアルカリ添加が不必要となる可能性がある。



$$Q + nQ + rQ = Q(1 + n + r)$$

処理水中の NH_4N

脱窒工程出口の NO_3N

$$\text{硝化効率 } \eta = 1 - \frac{\text{脱窒工程出口の } \text{NO}_3\text{N}}{\text{流入水中の T-N}} \quad \text{脱窒効率 } \eta_o = 1 - \frac{\text{脱窒工程入口の } \text{NO}_3\text{N}}{\text{脱窒工程出口の } \text{NO}_3\text{N}}$$

全窒素除去率 η_{ov} とすると：

$$\eta_{ov} = (1 - \text{Ne} / \text{No}) = \eta \cdot \eta_o (n + r) / \{1 + \eta_o (n + r)\}$$

$$\text{ただし、} \text{Ne} = \text{No} (1 - \eta) + \text{No} \cdot \eta / \{1 + \eta_o (n + r)\}$$

	流入水	I	II	III
流量 (m ³ /日)	Q	Q(1+r+n)	Q(1+r+n)	Q(1+r+n)
NH ₄ -N (ppm)	N ₀	$\frac{N_0 \{1 + (1-\eta)(n+r)\}}{1+r+n}$	$\frac{N_0 \{1 + (1-\eta)(n+r)\}}{1+r+n}$	N ₀ (1-η)
NO ₃ -N (ppm)	0	$\frac{N_0 \cdot \eta \cdot (n+r)}{(1+r+n)\{1+\eta_o(n+r)\}}$	$\frac{N_0 \cdot \eta \cdot (n+r)(1-\eta_o)}{(1+r+n)\{1+\eta_o(n+r)\}}$	$\frac{N_0 \cdot \eta}{1+\eta_o(n+r)}$
BOD (ppm)	L ₀	$\frac{L_0 + L(n+r)}{1+r+n}$	$\frac{L_0 + L(n+r)}{1+r+n} - \frac{A \cdot N_0 \cdot \eta \cdot \eta_o (n+r)^*}{(1+r+n)\{1+\eta_o(n+r)\}}$	L

2) $\eta = 0.95$ 、 $\eta_o = 0.90$ 、 $r = 0.35$ を一定とし、循環比 n をパラメータとした時の窒素除去率と合成下水を用いた実験結果の比較をすると計算値の方が低くなった。この差は、窒素の一部が菌体の質化に用いられたと推定している。

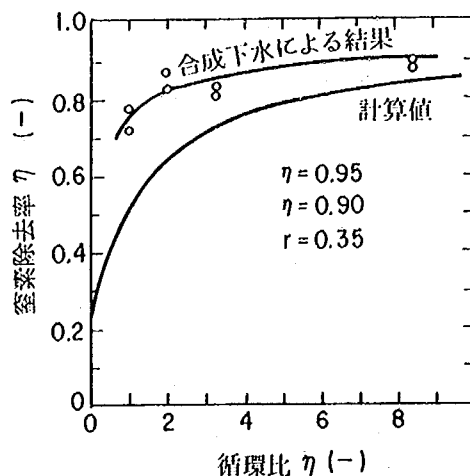


図-2 循環方式における窒素除去率

3) 循環方式におけるアルカリ度の収支

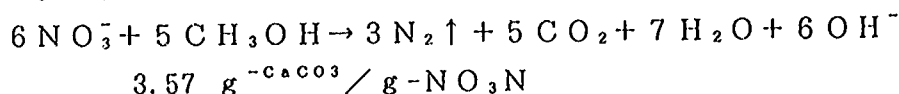
硝化反応；

生成 $\text{NO}_3\text{-N}$ 当りのアルカリ度(as CaCO_3)の消費量は



脱窒反応；

還元 NO_3N 当りのアルカリ度(as CaCO_3)の生成量は



よって、循環方式におけるアルカリ度の減少率は

$$\frac{M'}{M} = \frac{3.57 \cdot \eta \cdot \text{No} \cdot (n + r)}{(7.14 \cdot \text{No} - \text{Mo}) \cdot \{1 + \eta \cdot (n + r)\}}$$

ただし、

M' ：脱窒工程で生成するアルカリ度(g/day)

M ：従来法の硝化工程で中和に要するアルカリ量(g/day)

$$(=7.14 \cdot \text{No} \cdot Q - \text{Mo} \cdot Q)$$

Mo ：流入下水中のアルカリ度(mg/l)

実際の社宅からの下水では Mo が
122~148mg/lであり、アルカリの
添加は必要ないことが示された。

4) 下水による実験的検討の結果

硝化槽；

$\text{NO}_3\text{-N}$ の増加量 = X

アルカリの減少量 = Y

$$Y = 7.01 \cdot X \quad (\text{理論値} = 7.14)$$

脱窒槽；

$\text{NO}_3\text{-N}$ の減少量 = X

アルカリの増加量 = Y

$$Y = 3.99 \cdot X \quad (\text{理論値} = 3.57)$$

脱窒槽での〔アルカリの増加量〕／〔 $\text{NO}_3\text{-N}$ の減少量〕の比が約4となり、
理論値よりも高くなったのは、有機窒素化合物の加水分解によって NH_4^+ が生成
し、アルカリ度が増加するためである。

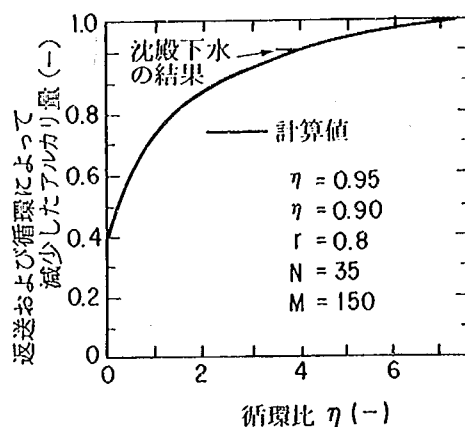


図-3 循環方式によるアルカリの減少率

27) 山内、菅田、神吉「生物学的硝化・脱窒素法における二・三の考察」第13回
下水道研究発表会講演集(1976)

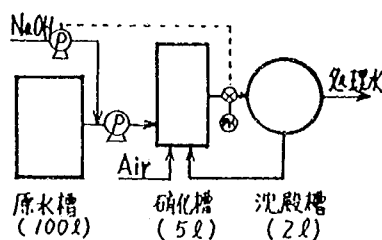
本論は、高濃度の窒素除去を生物硝化・脱窒法で実施する場合、種々の窒素濃度範囲における硝化菌、脱窒菌の成育条件を明確にする必要があるとして、アンモニア水(as Nとして最高1,500PPM)と硝酸水(as Nとして最高3,000PPM)を原水とした連続除去実験を実施した結果について述べている。また、窒素負荷量の面からも検討を加えている。

1) 実験方法と結果

① 硝化実験について；

硝化実験に用いた種汚泥は下水処理の沈殿槽濃縮汚泥で、原水の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度を200PPM、容積負荷量 $0.1\sim 0.2\text{Kg-N/m}^3\text{d}$ の条件で約2週間順馴させた。その後、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度を350、500、700、1,000、1,500PPMと順次高めていった。負荷量としては、 $0.2\sim 1.15\text{Kg-N/m}^3\text{d}$ に相当し、水温は 20°C で一定とした。硝化反応が定常状態に達した段階で、滞留時間、pH、原水 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度をステップ的に変化させ、処理水の応答を測定することにより硝化菌の成育条件を検討している。原水 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度を700から1,000PPMにし、滞留時間を24hrから32hrにした実験によると、 NO_2^- が生成し、 NH_4^+ も増加する。しかし、pHを6.5から8にすると NH_4^+ は存在しなくなり、 NO_2^- の生成量も少なくなる。また、滞留時間が長くなり負荷量が軽減されると、 NO_2^- は NO_3^- まで完全に酸化される。原水 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度が1,500PPMまで上昇しても、 NO_3^- まで完全に酸化させることは可能であり、本実験のように急激なアンモニアの負荷やpHの変動がなければ NO_2^- の生成はないとしている。

図-1 硝化装置フローシート



② 脱窒実験について；

脱窒実験に用いた種汚泥は下水処理の沈殿槽濃縮汚泥で、原水の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度を380PPM、容積負荷量 $0.1\text{Kg-N/m}^3\text{d}$ の条件で約10週間順馴させた。その後、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度を1,100、1,500、1,800、2,300、2,700、3,000PPMと順次高めていった。この時の負荷量は $0.1\sim 1.0\text{Kg-N/m}^3\text{d}$ である。なお、水素供与体としてメタノールを $\text{CH}_3\text{OH}/\text{NO}_3\text{-N} \approx 3$ となるように添加し、水温は $18\sim 30^\circ\text{C}$ の範囲である。図5に示すように、pHが6.7～8.4の範囲に維持されていれば、負荷量が $1.15\text{Kg-N/m}^3\text{d}$ まで増加しても $\text{NH}_4\text{-N}$ の99%は酸化することができる。しかしpHが低下すると、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の酸化率は急激に低下する。

図-2 脱窒素装置フローシート

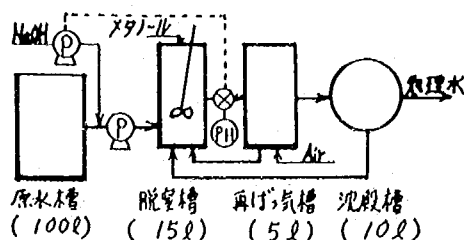


図-3 原水 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度, pH, 滞留時間のステップ変動による処理水の

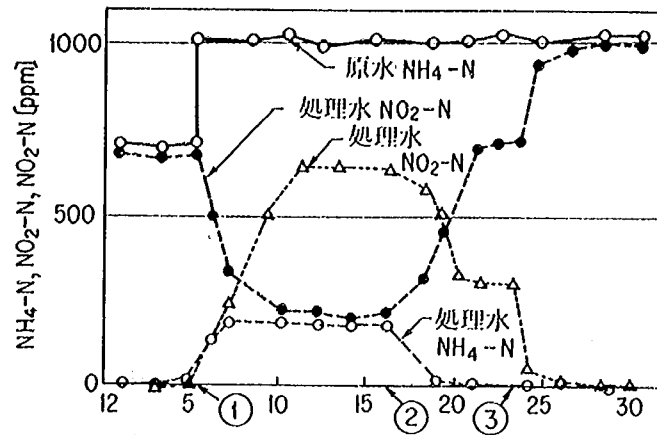
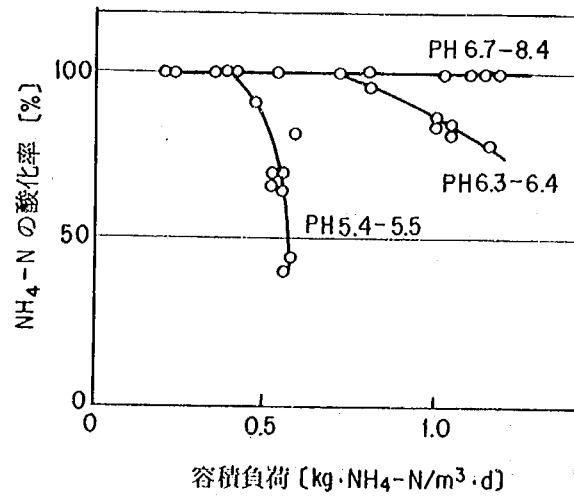


図-5 負荷量と $\text{NH}_4\text{-N}$ の酸化率



28) 足立、佐々木、石井「接触酸化法による3次処理」第13回下水道研究発表会講演集(1976)

下水二次処理水を原水として、接触酸化法による3次処理実験を実施した結果について述べている。

実験条件は、原水流量； $1.0 \sim 3.5 \text{ m}^3/\text{hr}$ 、空気量； $15 \sim 100 \text{ Nm}^3/\text{hr}$ 、空気量／原水流量の比は $10 \sim 30$ で、槽内滞留時間は $1.0 \sim 4.0 \text{ hr}$ である。

実験結果：

- ① BODの除去率は空気量に影響を受け、空気量／原水流量の比が $10 \sim 20$ の間で除去率が高い。
- ② BOD、ssの除去率は比較的高いがCODは低く、処理効果は期待出来ないとしている。
- ③ 滞留時間2時間における水温の影響をBOD、COD、ssの項目でみると、(原水濃度が異なっているが)影響は認められないとしている。
- ④ 硝化反応はpHにより影響を受け、最適pH8.0付近に維持すれば95%以上の硝化率となる。なお、硝化率はpH、水温、滞留時間、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 負荷などが因子であるとしている。

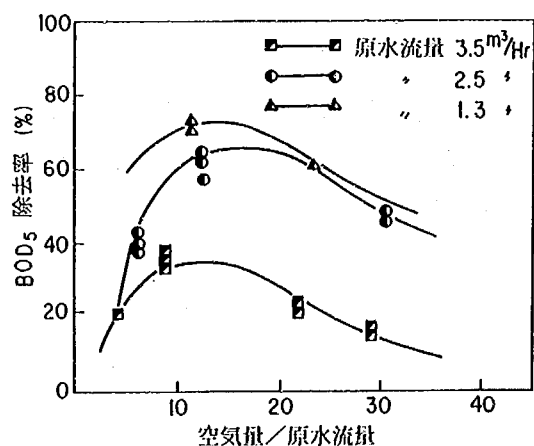


図-3 空気量／原水流量による影響

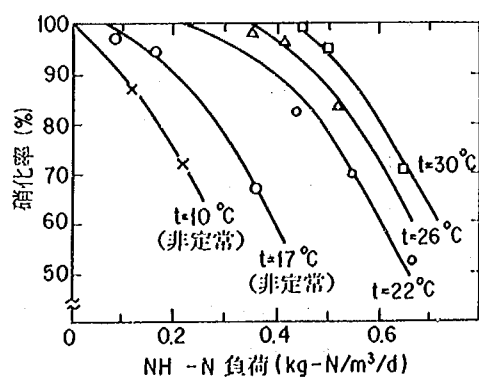


図-8 $\text{NH}_4\text{-N}$ 硝化曲線

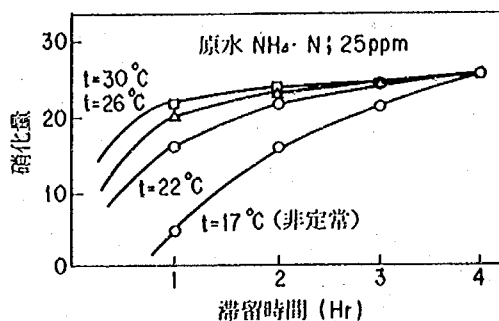


図-9 水温による硝化量

- 29) 石嶺真勇、長浜恭介「網状管回転接触法による団地下水二次処理水の硝化・脱窒」 第16回下水道研究発表会講演集(1979)

回転円板法のかわりに、網状管回転接触法を用い、二次処理水のTN除去を目的とした硝化・脱窒実験を行った結果を述べている。

1) 実験条件：

- ① 硝化工程では、1～2% NaOHでpH7.5に維持する。
- ② 脱窒工程では、>99% MeOHを($\text{NO}_2 + \text{NO}_3$)-Nの3.5倍注入する。
- ③ 硝化・脱窒槽のドラム回転数は、各々10rpm(周速15.7m/min)と3rpm(周速4.7m/min)とした。
- ④ 原水の NH_4 -N濃度は毎日午前7～9時の測定を基にし、不足分は工業用硫酸で補充し、 NH_4 -N濃度を一定にしている。

2) 実験結果：

- ① TKN負荷量(X , $\text{g/m}^2\text{d}$)と除去量(Y , $\text{g/m}^2\text{d}$)との関係は
 $\text{TKN} < 2.2\text{g/m}^2\text{d}$ の時、 $Y = 0.88 X^{1.08}$ ($r = 0.9753$)
 $\text{TKN} > 2.2\text{g/m}^2\text{d}$ の時、 $Y = 1.47 X^{0.441}$ ($r = 0.8500$)
TKN負荷量が $2.2\text{g/m}^2\text{d}$ の時点で除去率が屈曲するのは、絶対生物膜量の限界に因るものと考えられるとしている。
- ② TKNの除去速度係数(K)と、水温($1/T$, $^{\circ}\text{K}$)の関係をみると、両者の間には
14.1 $^{\circ}\text{C}$ 以上の時、 $K = 5.0 X^{-6.521}$, $r = -0.931$ (ただし、 $X = 1/^{\circ}\text{K}$)
14.1 $^{\circ}\text{C}$ 以下の時、 $K = 6.3 X^{-3.399}$, $r = -0.6464$ (ただし、 $X = 1/^{\circ}\text{K}$)
20 $^{\circ}\text{C}$ の除去速度係数(K)に対して、15 $^{\circ}\text{C}$ と10 $^{\circ}\text{C}$ ではそれぞれ約40%と23%にまで減少する。
- ③ NH_4 -N濃度を0～100mgN/lで変化させ、硝化に必要な酸素量をクーロメーターにより測定した結果 $Y = 4.08 \cdot X + 8.67$ ($r = 0.9983$) となった。
ただし、 Y は必要酸素量、 X は NH_4 -N濃度(mgN/l)である。なお、理論値は $4.57\text{mgO}_2/\text{Nmg}$ である。
- ④ 硝化反応に伴うアルカリ消費量の関係は
 $Y = 6.51 \cdot X + 6.28$ ($r = 0.9857$) となり、理論値7.14の91% ($6.51/7.14$) に相当する。
- ⑤ 脱窒による窒素の除去量は $Y (\text{g/m}^3/\text{d}) = 0.62 X^{1.05}$ ($r = 0.9092$) となる。
 X は($\text{NO}_2 + \text{NO}_3$)-Nの負荷量、 $\text{g/m}^3/\text{d}$ である。除去率は78～84%で、直線関係にある。
- ⑥ ($\text{NO}_2 + \text{NO}_3$)-Nの除去速度と水温の関係は、水温の低下と共に減少する。
水温 $T > 12.7^{\circ}\text{C}$ の時、 $\log K = -4712X + 16.2$ ($r = -0.9531$)
水温 $T < 12.7^{\circ}\text{C}$ の時、 $\log K = -2697X + 9.0$ ($r = -0.6860$)
20 $^{\circ}\text{C}$ の時の($\text{NO}_2 + \text{NO}_3$)-N除去速度 K に対して、15 $^{\circ}\text{C}$ と10 $^{\circ}\text{C}$ ではそれぞれ約52と30%にまで低下する。

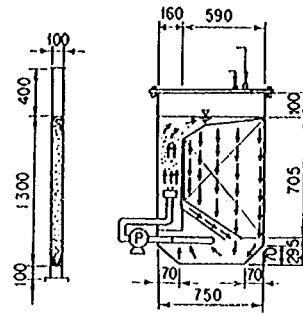
30) 丹羽千明、平山照康「固着性微生物による脱窒について」第35回土木学会年次講演集 (1980)

本論は、粒状充填材とプラスチック成形体の充填材を使用して、両者の生物膜法による脱窒効率の比較検討を行った結果を報告している。

1) 実験装置と実験方法

実験装置は図に示すように、粒状充填材(3~4mm径の砂利)を用いた下向流式脱窒装置(a)とプラスチック成形体の充填材を使用した槽型脱窒装置(b)である。原水は N_2O_3 溶液を主体とし、三次処理水を用い、 N_2O_3 で濃度調整する方法も採用している。なお、H-供与体として、メタノール、グルコース、グルタミン酸ソーダを使用している。

図-1 実験装置



充填塔型式: アクリル製 100φ×1,700H
 充填材: 砂利(3~4mm)
 充填量: 10ℓ
 槽型式: 銅板型 750×900R×1,100H
 充填材: 波板張り合せ
 比表面積: 310㎡/㎡
 充填率: 50.6%
 循環率: 15.4ℓ/充填材㎡/Hr

2) 結果と考察

生物膜表面への基質の輸送過程に律速段階がない場合は、生物膜内の基質の拡散過程が生物膜内での基質の除去過程が律速となる。生物膜内では、間隙水は静止状態にあり、基質は分子拡散により反応点へ供給されると考えられる。

図2のように考えて生物膜内の細孔についての物質収支をとれば

$$\partial M / \partial x = -\pi R r_1 \cdots \textcircled{1} \quad r_1: \text{細孔内表面積当りの除去速度}$$

$$M = -\pi / 4 \times R^2 D \times \partial C / \partial x \cdots \textcircled{2} \quad D: \text{物質の分子拡散係数}$$

C: 細孔入口から距離 x における濃度

$$\therefore \partial^2 C / \partial x^2 = 4 r_1 / R D \cdots \textcircled{3}$$

反応が生物膜内拡散律速になるときは、基質の浸透が細孔内 l_0 までしか行われないとすると、式③を境界条件; $x=0$ で $C=C_0$ 、 $x=l_0$ で $\partial C / \partial x = 0$ として解けば、

$$C = 2 r_1 / R D \times x^2 - 4 r_1 / R D \times l_0 \cdot x + C_0 \cdots \textcircled{4}$$

$$x=l_0 \text{においては、} C \leq C_0 \text{とみなせるので} \quad l_0 = \sqrt{R D C_0 / r_1} \cdots \textcircled{5}$$

$$\text{系全体の除去速度を } r \text{ とすると、} \quad r = d C_0 / d t = n \pi R l_0 \cdot r_1 \cdots \textcircled{6}$$

$$\text{ここで、} n \text{ は系全体の細孔数、} \quad \therefore \quad t = 2 / K \times C^{1/2} \cdots \textcircled{7}$$

$$\text{ここで、} K = n \pi \sqrt{R^3 D r_1} / 2$$

生物膜内反応律速であるとする、基質は細孔末端まで浸透し、

$$r = n \pi R l_0 \cdot r_1 \cdots \textcircled{8}、\therefore C_0 = n \pi R l_0 \cdot r_1 \cdot t \cdots \textcircled{9}$$

3) 充填塔による実験結果

H-供与体としてメタノールを使用し、 NO_3-N の2.5倍以上にすると、図3のように各温度に対して窒素除去と滞留時間との関係は直線関係になる。この結果から、実用的には生物膜内反応律速による0次反応によって進行する。また、脱窒反応を図4のようにArrhenius Plotで示すと、生物学的脱窒反応の活性化エネルギーは8,900 cal/moleである。また、温度係数は1.05となった。逆

洗から逆洗までの間に塔内汚泥は増殖するが、脱窒速度に対しての影響はあまりない。槽内中の $\text{NO}_2\text{-N}$ 分布を図6に示したが、温度が低下すると、還元段階の中間生成物である $\text{NO}_2\text{-N}$ がかなり生成する。

4) 循環槽型反応器による実験結果

脱窒反応速度は、H供与体としてグルコースを用いた場合よりもメタノールおよびグルタミン酸ソーダを用いたほうが早い。メタノールおよびグルコースを用いた実験では、窒素の減少は滞留時間 t との関係から、濃度の1/2乗で直線関係となっており、反応次数1/2の生物膜内拡散律速であることを示している。グルコースの除去は0次反応であり、 $\text{NO}_3\text{-N}$ の除去に先行して行われる。

グルタミン酸ソーダを主体とする場合は、グルタミン酸ソーダの除去速度が $\text{NO}_3\text{-N}$ の除去速度に対応する理論速度より早く、1/2次であり、脱窒反応は1次反応となる。H供与体としてメタノールを使用した場合の活性化エネルギーは図4から7,830 cal/mole である。

図-2 生物膜内細孔の模式図

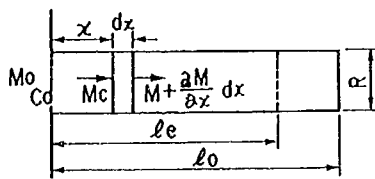


図-3 滞留時間と $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の関係

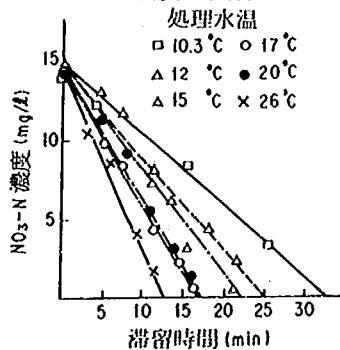


図-4 Arrhenius plot

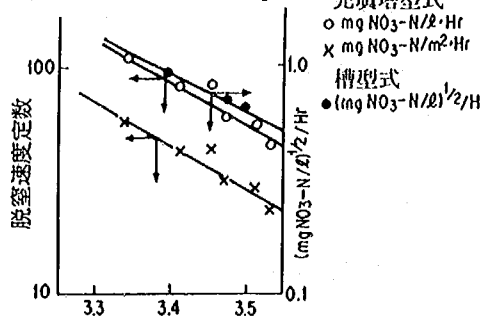


図-6 滞留時間と $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度の相関

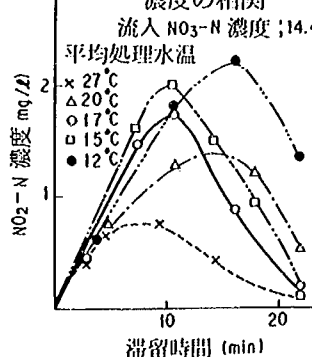


図-7 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度と滞留時間との関係

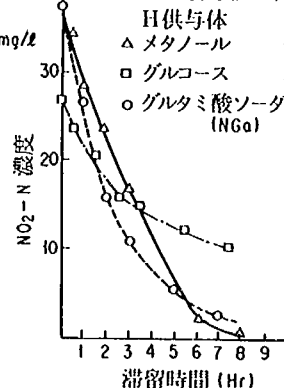


図-8 槽内 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度と滞留時間の関係

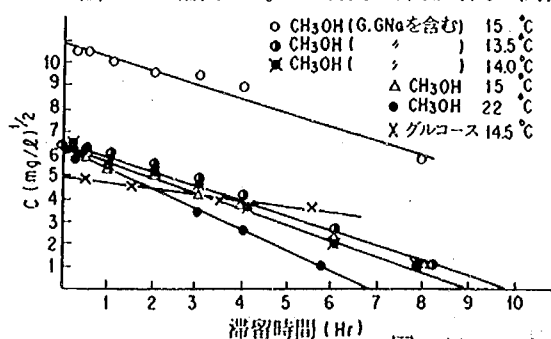


図-9 グルタミン酸ソーダの経時変化

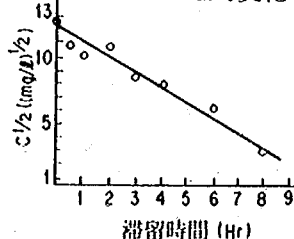
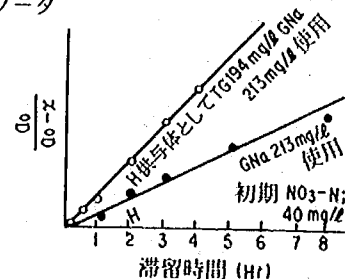


図-10 分反応試験結果



31) 平山照康、丹羽千明「ポンプ循環型接触酸化法における循環脱窒に関する実験的研究」第35回土木学会年次講演集 (1980)

本論は、ポンプ循環型接触酸化槽を3基直列に配置し、脱窒槽(DN)、BOD除去槽(N1)、硝化槽(N2)とし、処理水の循環比を3にしてTN除去率を70%前後にすることができていることを述べている。

1) 実験装置と実験方法：

実験装置は図1のように、脱窒槽、BOD除去槽、硝化槽の三槽からなり、各槽ではポンプによる槽内循環を行っている。脱窒槽では、吐出配管を水面下に水没させ、嫌気循環を行い、BOD除去槽および硝化槽では、吐出配管を槽上に設け、水面に向けて散水する好気循環を行う。槽内の充填材は塩ビ製の波板(比表面積310m²/m)で、表1および表2に原水の組成と装置の諸元をそれぞれ示す。

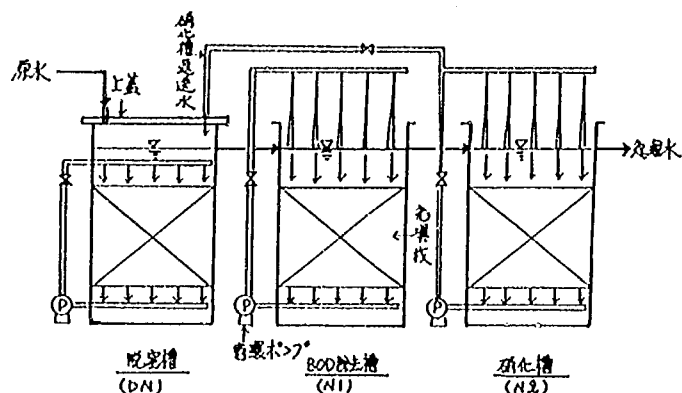


図1 実験装置概略図

	脱窒槽	BOD除去槽	硝化槽
槽有効容量(l)	9.4	9.4	9.4
充填材容量(l)	14.6	14.6	14.6
空間速度SV(hr ⁻¹)	7	50	30
噴出高さ(cm)	水没	30	30
噴出口径(m/m)	5m/m×10	5m/m×10	5m/m×10

2) 実験結果と考察：

① 循環脱窒による窒素の除去率について

硝化槽では、OrgNとNH₄-NはすべてNO₂-NまたはNO₃-Nに酸化され、脱窒槽では、返送水中のNO_x-Nが100%脱窒されると仮定している。このような条件での窒素の除去率Eは次式で表せる。

$$E = (R / 1 + R) (1 + C_o / C_o R) \cdots (1)$$

ここで、R：循環比(循環水量/処理水量)

C_o：流入水のTN濃度

C_b：生物への摂取(+)または放出(-)によるTN濃度(原水流量による濃度換算表示)

② 滞留時間の影響

全滞留時間を15~35hrの範囲で変化させても、BOD、COD、TNの除去率は高く、滞留時間の違いによる差はない。

BODの除去率≒95%、CODの除去率≒68%、TNの除去率≒70%

③ 水温の影響

BODとCODの除去率は水温の上昇と共に向上する。TNは70%前後で変化はしない(実験範囲は約13~24℃)。ただし、低水温条件では、NO₃-Nまで酸化されず、NO₂-Nの濃度が高い。

④ 循環比とTN除去率との関係

図7に循環比とTN除去率との関係を示す。 $C_0 = 0$ と仮定し、(1)式による計算値と実測値は良く一致している。ただ、循環比の高いところでは、実測値の方がやや低い。これは、循環比の高いところではN1槽、N2槽でのBOD濃度が低くなり、生物の自己消化を起こし易い条件が作られ、生物体からの放出(-)が生じ、全体の窒素除去率を低下させたとしている。

⑤ Mアルカリ度と窒素の物質収支

表3に窒素の物質収支に基づくMアルカリ度の増減に関する計算値と実測値とを示す。この結果、脱アミノ反応、硝化、脱窒の各反応を考慮した計算値は実測値とよく一致することが判った。また、循環率 $R = 3$ の場合における窒素の収支を計算した結果を図8に示しており、生物膜の自己消化による窒素の放出がBOD除去槽(N1)と硝化槽(N2)とで認められた。

表3、窒素の物質収支に基づくMアルカリ度の増減に関する計算値と実測値

			計算値	実測値
DN	1. 脱アミノ反応による	N1g当り3.57gの上昇		
	アルカリ度の生成		59.3	55.6
	2. 脱窒による	N1g当り3.57gの上昇		
	アルカリ度の生成			
N1	硝化反応による	N1g当り7.14gの減少	18.6	17.5
	アルカリ度の消費			
N2	硝化反応による	N1g当り7.14gの減少	12.2	12.9
	アルカリ度の消費			

⑥ 放流水中の $\text{NO}_x\text{-N}$ 濃度の推定値

$$\begin{aligned}
 C_{\text{放流水}} &= \text{TN}_{\text{流入水}} \times (\text{TNから}\text{NO}_x\text{-Nへの転換率}) \times (1 - \text{生物体の摂取率}) \\
 &\quad \times (1 + \text{生物体からの放出率}) \times (Q / (Q + RQ)) \\
 &= 32.1 \times (32.1 - 1.5) / 32.1 \times (1 - 12.4\%) \times (1 + 24.7\%) \times (1 / (1 + 3)) \\
 &= 32.1 \times 0.953 \times (1 - 0.124) \times (1 + 0.247) \times (1 / 4) \\
 &= 8.8 \text{ mg/l} \quad (\text{実測値} = 9.3 \text{ mg/l})
 \end{aligned}$$

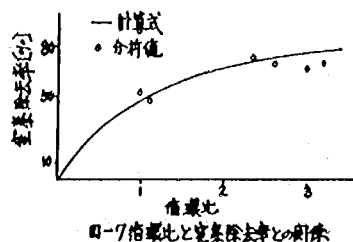


図-7 循環比と窒素除去率との関係

32.1 (g)	DN	8.1 (g)	N1	2.8 (g)	N2	1.5 (g)
① 数字はTN-N ₂ 濃度(%) (内はN ₂ -N+NH ₄ -Nの合計)						
DN		N1		N2		
生体摂取率		生体放出率		生体放出率		
12.4%		19.8%		4.9%		
処理水中のNO _x -N+NO ₂ -Nの計算						
32.1 × 0.953 (1 - 0.124) × (1 + 0.247) × 1/4						
= 8.8 計算値 (9.3 分折値)						

図-8 窒素分の物質収支について

32) 陳、松本、長谷川「固着微生物の硝化反応特性について」第35回土木学会年次講演集 (1980)

本論は、散水ろ床法における硝化菌の基礎的な挙動を研究したもので、幅5cm、長さ300cmのプラスチック製傾斜板と人工基質を用いている。傾斜板は仰角7°にセットし、水温、気温25℃、流入水pHを8に制御している。使用した人工基質の組成は表1で、炭素源であるグルコースの濃度は0と5mg/lである。

表1 流入基質条件

基 質	量	mg/L
GLUCOSE	0.5	"
(NH ₄) ₂ SO ₄	30	"
C ₆ H ₁₂ O ₆ ·2H ₂ O	6	"
F ₂ SO ₄ ·7H ₂ O	25	"
C ₁₀ H ₁₆ O ₅ ·5H ₂ O	0.03	"
MgSO ₄ ·7H ₂ O	50	"
N ₂ HCO ₃	50	"
N ₂ M ₂ O ₄ ·2H ₂ O	0.001	"
リン酸緩衝液	KH ₂ PO ₄ /K ₂ HPO ₄ =1.43/6.88	

1) 生物膜の厚さはグルコース濃度にかかわらず、約18日目頃から定常値に達する。この時の生物膜の厚さは、グルコース濃度が0mg/lでは0.35mm、5mg/lでは0.85mmであった。また、流出水のssを測定した結果、低グルコース濃度の方が生物膜の剥離は少ないことがわかった。

2) 流入水と流出水のCODを測定すると、図3のように運転開始後8日目ごろから増加し、20日目頃ピークに達し、その後じょじょに減少し、42日目ごろには初期の値に戻る。このような傾向はグルコース濃度が5mg/lにおいても同様である。これは、亜硝酸菌の増殖により、NO₂-Nが一時的に生成し、COD値にカウントされるためであり、その後増殖する硝酸菌によりNO₃-Nまで酸化されるためCOD値にカウントされなくなるためである。ただ、グルコース濃度が5mg/lにおいては、NO₂-Nが消滅する時期はグルコース濃度が0mg/lの場合より2週間程度遅れる。

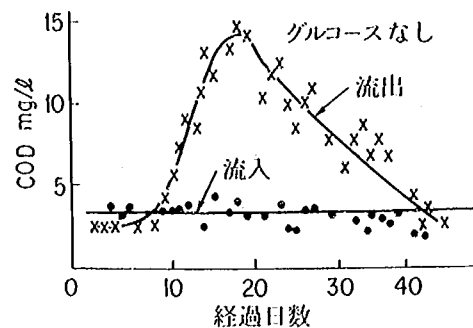


図3 流入水及び流出水のCOD変化

3) このような反応系におけるNH₄-Nの除去は0次反応である。そして、次のような式で表現することが可能である。 $dC/dt = -k$ 、 $C_0 - C_e = -kt$ ここで、C₀: 流入水中のNH₄-N濃度、C_e: 流出水中のNH₄-N濃度、

k: NH₄-Nの除去反応係数、t: 平均滞留時間

NH₄-Nの除去反応係数kの値は、グルコース濃度0と5mg/lではそれぞれ3546と2097 mg/l/dayであった。平均滞留時間tは、トレーサー実験の結果、 $t = c/Q^b$ という関係が認められ、散水負荷Qと、図9より生物膜厚さより求めるcとbの係数を用いて求めることができる。

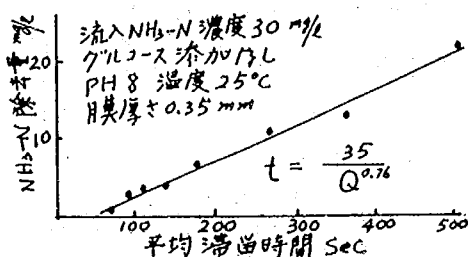


図6 流入NH₄-N濃度を一定とし散水負荷を変化させた系

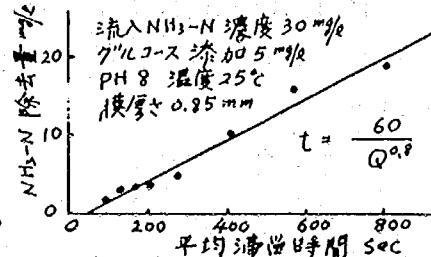


図8 流入NH₄-N濃度を一定とし散水負荷を変化させた系

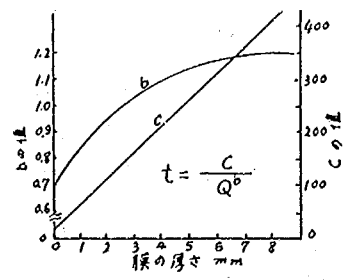


図9 平均滞留時間の実験式

33) 中村、藤巻「接触エアレーション法による硝化・脱窒素について」第35回土木学会年次講演集 (1980)

筆者らは、同じ固定床式生物処理法である散水ろ床や回転円板法に比べて、接触曝気法の利点として、負荷変動に強いことと共に、接触材の工夫により、ある程度の深層化が可能であり、所要表面積を小さくすることができるとしている。そして、接触曝気法によるBODの除去、硝化・脱窒に関する実験を行い、窒素除去のための操作因子について次のように述べている。

1) 実験装置と実験方法：

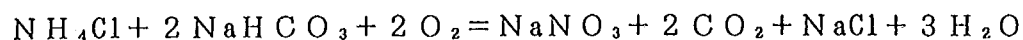
実験装置は図1に示すように、有効容量6 lの接触曝気槽(片側散気方式)4基とマグネチックスターラーと接触材を組み込んだ9.4 lの脱窒槽および6 lの再曝気槽を組合せたものである。原水はスキムミルクを主体とした人工下水で、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 源として NH_4Cl 、アルカリ源として NaHCO_3 を添加し、脱窒プロセスでは、炭素源としてメタノールを用いている。流入水量は90 l/dで、各槽の滞留時間は、接触曝気槽で6.4 hr、中間沈殿槽(S1)で1.7 hr、脱窒槽で2.5 hr、再曝気槽で1.6 hr、最終沈殿槽(S2)で2.1 hrである。

2) 実験結果と考察：

① 処理水のBOD値は20日目までは不安定で、10~40 mg/lの範囲で変動しているが、21日目以降は、1~9 mg/lで安定した水質となっている。図4の結果からすると、硝化および脱窒は各反応槽での栄養塩の添加とpH調整のため、2週間程度で安定した処理が確保されている。

② 処理が安定した時期における各層での水質状況を図5に示してある。筆者によると、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の酸化は二段階で進み、それぞれの速度定数は $k_1=0.24$ 、 $k_2=1.49$ (1/hr)としている。また、脱窒反応を一次反応と仮定すると、速度定数は0.88 (1/hr)となる。

③ アルカリ度は、硝化の進行に伴って減少し、流入水では340 mg/lであったものがS1で120 mg/lとなり、脱窒槽で再び増加して220 mg/lとなっている。アルカリ度の減少($\text{NO}_x\text{-N}$ の増加でもある)は次式のように $\text{NH}_4\text{-N}$ 1 gを硝化する際、アルカリ度7.14 gを消費することになる。



また、硝化を完全に達成させるためには、アルカリ度を少なくとも50 mg/lは残存させる必要があるとしている。

④ 脱窒プロセスにおいて必要な有機炭素の量は、次式のように $\text{C/N}=1.9$ となる。 $6\text{NO}_3^- + 5\text{CH}_3\text{OH} \rightarrow 3\text{N}_2\uparrow + 5\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 6\text{OH}^-$

一方、McCartyは排水中のDOや亜硝酸塩の影響を考慮して次式

$\text{C}_M = 2.47(\text{NO}_3\text{-N}) + 1.53(\text{NO}_2\text{-N}) + 0.87(\text{DO})$ を提案している。図8によれば、 $\text{C/N} \geq 2.7$ とすれば脱窒率は90%以上となる。

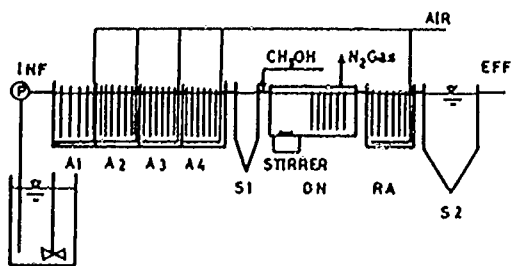


図-1 実験装置

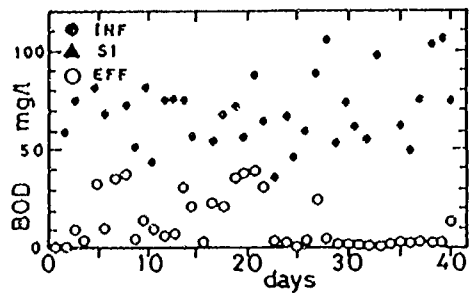


図-2 BODの経日変化

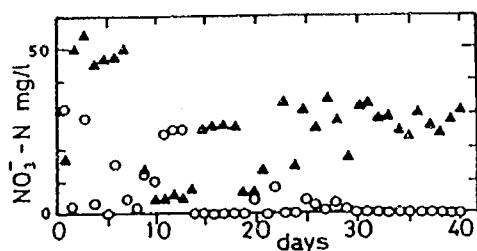


図-4 NO₃-Nの経日変化

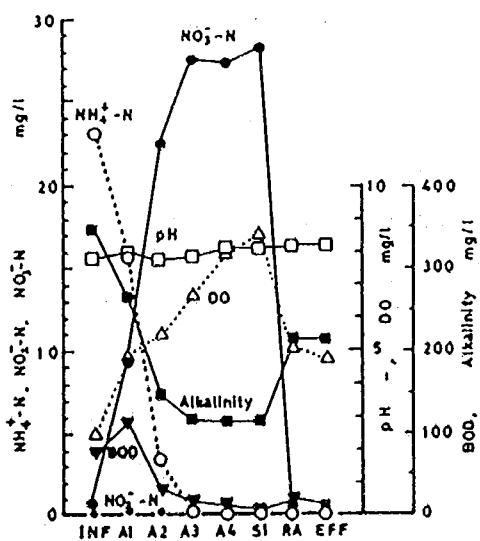


図-5 槽内変化

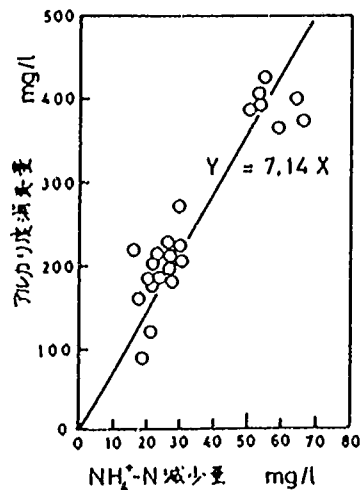


図-6 アルカリ度の消費量

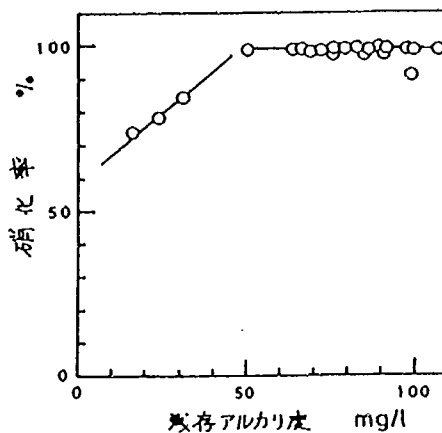


図-7 残存アルカリ度

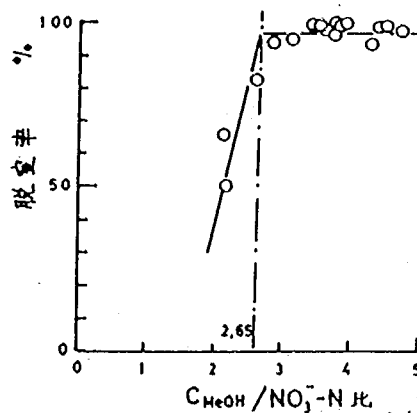


図-8 C/N比と脱窒素率
C/N比をほぼ2.7以上にすれば

34) 相澤治郎、大沼正郎、大村達夫「固定生物膜におけるリン摂取機構について」
第35回 土木学会年次講演集 (1980)

炭素源および窒素源が生物学的反応の律速条件とならないような条件でリン摂取を検討した結果、消費された有機物(グルコース)量とリン摂取量との比率はC:P=80:1.74であった。また、ろ床生物膜の代謝を抑制するため、2,4ジニトロフェノールを添加し、リンの摂取状況を調べたところ、グルコースの消費は認められず、リンの溶出現象が認められた。すなわち、リンの摂取機構は生物体の代謝に基づくもので、炭素源の増加によりリン摂取量も増加する。

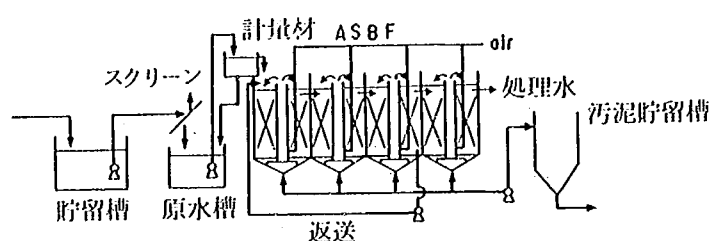
35) 岩井、北尾、大森、山本、加藤「浸漬ろ床法による生活系排水のBOD、窒素の同時除去」第18回下水道研究発表会(1981)

本論は、4段構成の浸漬ろ床装置を使用し、生活系排水のBODおよび窒素の同時除去について述べたものである。

1) 実験装置：

装置は図1に示すように、4基の浸漬ろ床を直列に繋ぎ、前段2基には小円筒状のろ材を、後段2基には2連球状のろ材をそれぞれ90%づつ充填してある。1基から4基までの各々の有効容量は、それぞれ5、4、4、3 m³である。

図1 フローシート



流入原水は、住宅団地合併処理施設の流量調整槽流出水を1mmのスクリーンで通過させたものである。また、各槽での水流はエアリフト方式で与え、曝気循環となっている。

2) 実験方法：

表2に示すような原水を用いて、表3に示すような実験条件を設定している。条件の違いは、BOD除去率、硝化・脱窒率の最適性をみるためであり、硝化水の返送は第3槽から第1槽へと送っており、空気の供給量もこの理由から各実験ごとに調整している。実験全体の設定範囲は、流入水量が15~17m³/d、滞留時間が22~26時間、全BOD負荷が0.2~0.3Kg/m³/dとなっている。

表2 原水の水質

	平均	最小	最大
pH	7.7	7.5	8.1
BOD	236	190	290
COD	120	101	153
ss	203	184	238
K-N	62	48	74
NH ₄ N	25	14	33
NO _x N	tr.	tr.	tr.

3) 実験結果：

各実験条件におけるBOD、ssおよびTNの除去結果について表3にまとめている。なお、同表にはRun1として、無返送でも良好な脱窒率を得たものも

示していると述べている。

表 3 実験条件と除去率

Run	原水量 (m^3/d)	返送比	空気量 (l/min)				空気量/ 原水量	負荷量 ($\text{Kg}/\text{m}^3/\text{d}$)			除去量 (%)		
			1	2	3	4		BOD	ss	N	BOD	ss	N
1	15	—	350	100	100	50	57.6	0.18	0.18	0.045	98	99	54
2	15	3	350	100	100	50	57.6	0.21	0.22	0.060	98	99	66
3	17	3	100	100	100	50	29.6	0.24	0.22	0.058	98	99	69
4	17	3	100	250	150	50	46.6	0.27	0.20	0.058	99	99	78
5	17	3	0	250	150	50	38.1	0.21	0.20	0.079	97	99	76
6	15	5	100	250	150	50	52.8	0.25	0.16	0.066	99	98	73
7	15	5	50	250	150	50	48.0	0.22	0.22	0.065	99	99	86

4) 結果に対する考察：

① 有機物に対する除去について

有機物量を示す BOD 値で処理方法を評価すると、曝気を行わない Run5 の第 1 槽が特に除去が良くないだけで、全体として良い除去が行われている。ただ、各項目ごとの除去速度を算出した結果によれば、過曝気状態の Run3 と 6 については COD 除去速度が低下しており、その理由として、汚泥中に糸ミミズが多量に発生したため除去 ss 当りの余剰汚泥量が少なく、このことが活性度の低い汚泥となっていることと、BOD 中の窒素成分の割合が高いためとしている。

② ss に対する除去について

ss 除去速度は過曝気状態の Run2 と 4 および無曝気状態の Run5 以外では、約 $0.6 \text{Kg}/\text{m}^3/\text{d}$ である。除去率でみれば約 98% 以上となっている。

③ TN に対する除去について

TN の除去率は、無返送条件で 54%、返送率 300% では 78%、返送率 500% では 86% の除去率となってい。窒素の除去率は第 1 槽よりも第 2 および第 3 槽の方が高くなったとしている。TN 除去速度と BOD 負荷との間には、Run3 の第 2 槽を除けば、次のような関係が認められた。

$$\text{Removal-TN} = 114 \times \text{BOD} (\text{Kg}/\text{m}^3/\text{d}) + 5.5 \quad (r = 0.903), \quad \text{g}/\text{m}^3/\text{d}$$

なお、BOD 負荷 $1.0 \text{Kg}/\text{m}^3/\text{d}$ 以下の運転条件では、BOD の負荷量とともに脱窒速度は早くなり、窒素負荷量、DO 濃度との相関は低いと述べている。

また、各 Run の第 2 槽に注目して、その硝化速度と DO 濃度との関係を求めると次式のような関係が認められた。

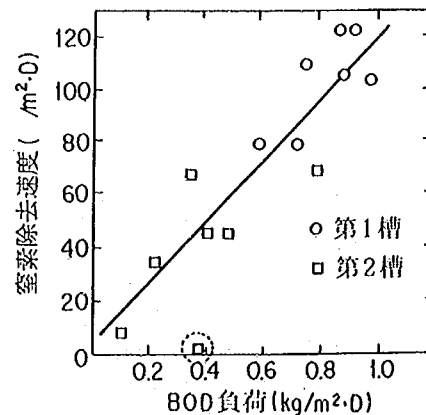


図 7 BOD 負荷量と TN 除去速度

$$\text{NO}_x (\text{g/m}^3/\text{d}) = 29.4 \times \text{DO} (\text{mg/l}) - 33, (r = 0.94)$$

すなわち、DO値が1mg/l以下では硝化は進行しない。

④ 汚泥転換率について

BOD汚泥転換率は平均で30%であった。Run2と6で低いのは、過曝気運転による糸ミミズの発生によるものである。

表5 余剰汚泥発生量

実験番号	第1槽							第2槽							3槽	4槽	1~4槽
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1~7	1~7	1~7
流入SS量(kg/d)	2.94	3.69	3.69	3.28	3.28	3.24	4.27	0.21	1.74	0.75	0.54	1.36	1.62	0.99	0.57	0.05	3.48
流出SS量(kg/d)	0.21	1.74	0.75	0.54	1.36	1.62	0.99	0.15	1.44	0.27	0.34	0.54	0.72	0.54	0.20	0.03	0.03
余剰汚泥量(kg/d)	1.17	0.23	1.39	1.15	0.99	0.57	1.27	0.06	0.04	0.05	0.04	0.17	0.03	0.03	0.16	0.01	1.11
分解SS量(kg/d)	1.56	1.72	1.55	1.59	0.93	1.05	1.91	0	0.26	0.43	0.16	0.65	0.87	0.42	0.21	0.01	2.35
余剰汚泥量 除去SS量(%)	43	12	47	42	51	35	58	100	13	10	20	21	3	7	65	40	32
余剰汚泥量 除去BOD量(%)	48	14	46	31	176	19	39	80	6	9	29	9	17	—	24	25	30

実験番号	1	2	3	4	5	6	7
1と2槽での余剰汚泥量 除去BOD量(%)	49	11	41	31	46	18	41

⑤ 返送脱窒と消費電力について

浸漬ろ床の曝気に要する電力量と返送に要する電力量を処理水量15m³/dに対して表7に示した。返送比を高くすれば空気量を下げた方が脱窒率は良いので、消費電力量の増加はなかった。放流水BODやNH₄-N濃度はやや高くなるが実験III、Vの条件での消費電力は低い。一般の下水の場合に比べ高いが、そのBOD値が2倍近くであることと、規模を考えるとほぼ同程度であろう。

表7 消費電力

No.	返送比	曝気量 (m ³ /m ³)	曝気用電力 (KWH/d)	返送用電力 (KWH/d)	計 (KWH/d)
I	—	57.6	1.35	—	1.35
III	3	32.6	0.78	0.13	0.91
IV	3	52.1	1.23	0.13	1.36
V	3	43.2	1.01	0.13	1.14
VI	5	48.0	1.12	0.23	1.35

36) 足立、野中「循環式脱窒法によるし尿の低希釈処理」第19回下水道研究発表会(1982)

し尿処理施設では、窒素除去として低希釈二段活性汚泥法など、多くの技術が採用されているが、これらの技術では10倍程度の希釈処理が一般的となっている。ところが、立地条件や省資源の面からより一層の低希釈処理が要求されているとして、本論は、無希釈～7倍希釈の処理実験を実施した成果を報告している。

1) 実験装置：

実験装置は、全体を一体化した角型槽で、図1のように第一脱窒槽、硝化槽、第二脱窒槽、再曝気槽および沈殿槽から成っている。

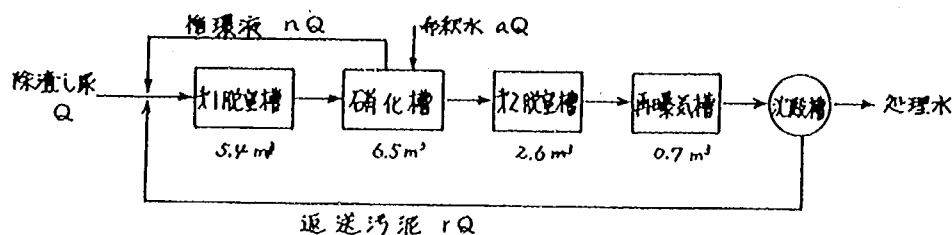


図-1. 実験フローシート

2) 実験方法：

実験条件は下記のような範囲であり、各因子の処理に与える影響を調べた。

硝化槽への窒素負荷量： 0.03～0.1Kg/Kg-ss/d

希釈水量比(a)： 0～6

循環比(n)： 14～50

汚泥返送比(r)： 4～8

水温： 5～22℃

実験に用いた原水には、除渣後のし尿で、浄化槽汚泥が約15%混入している。原水および処理水の水質を表1に示す。

表1 原水および処理水の水質(処理水の試料は第二脱窒槽出口)

原水		無希釈処理		7倍希釈処理	
項目	平均値	範囲			
pH		8.1～8.1	7.0		6.9
BOD	6,790	5,500～10,800	23.4		22.0
COD		2,000～7,600	344		122
NH ₄ N	2,390	1,570～3,270	1.8		2.2
NO _x N			3.9		3.5
Org-N	360	270～760	14.5		5.5
ss		6,700～13,800			
M7Mカリ度	7,720	6,480～10,300	314		162
色度			2,000		400

3) 窒素の除去速度：

第一脱窒槽に有機炭素(生し尿)を添加した時の脱窒速度(k_{DN1})、第二脱窒槽での内生呼吸による脱窒速度(k_{DN2})および硝化速度(k_{NOx})を各水温に対してそれぞれ求めた。各硝化・脱窒速度は連続テストとバッチテストから次式を用いて算出した。連続テスト……

$$K = (N_{in} - N_{out}) Q / M L S S \cdot V \quad (Kg/Kg-ss/d) \cdots \textcircled{1}$$

バッチテスト……

$$K = (N_0 - N_t) V / M L S S \cdot V \times 24 / t \quad (Kg/Kg-ss/d) \cdots \textcircled{2}$$

これらの式から算出した速度と水温との関係は、図2に示すように、式③④⑤で表せる。

$$\text{脱窒速度： } k_{DN1} = 0.036 e^{0.04T} \quad (Kg-N/Kg-ss/d) \cdots \textcircled{3}$$

$$\text{硝化速度： } k_{NOx} = 0.028 e^{0.046T} \quad (Kg-N/Kg-ss/d) \cdots \textcircled{4}$$

$$\text{内生呼吸による脱窒速度： } k_{DN2} = 3.88 e^{0.041T} \quad (g-N/Kg-ss/d) \cdots \textcircled{5}$$

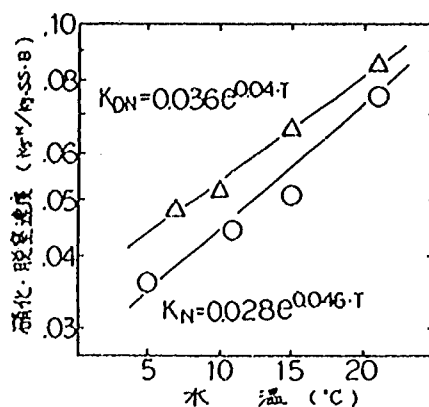


図-2. 硝化および脱窒速度

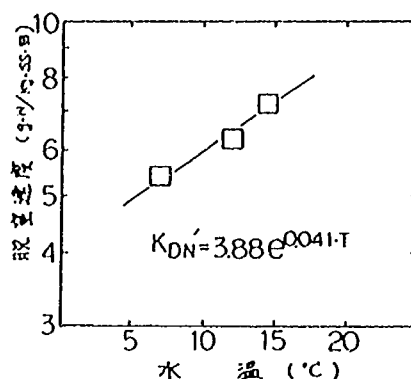


図-3. 内生呼吸による脱窒速度

4) pHとアルカリ度について：

硝化槽でのアルカリ度の変化量を $\Delta A1k$ とすると、式⑥で表すことができる。

$$\Delta A1k = A1k(R) + A1k(I) + A1k(U) = (2.6 + 3.36(r + n) / (1 + a + r + n) - 4.85) \times N_T (Kg/m^3) \cdots \textcircled{6}$$

ただし、 $A1k(R)$ ：原水のアルカリ度 $= 2.6 N_T (Kg/m^3)$

$A1k(I)$ ：硝化槽に流入する生成アルカリ度

$$= 3.36(r + n) / (1 + a + r + n) \times N_T (Kg/m^3)$$

$A1k(U)$ ：硝化槽で消費されるアルカリ度 $= 4.85 N_T (Kg/m^3)$

すなわち、硝化槽内のアルカリ度は $\Delta A1k \times 1,000 / (1 + a + r + n)$ ということになる。

なお、アルカリ度とpHとの関係は図4に示すように式⑦が成立する。

$pH = 4.42 A1k^{0.087} \cdots \textcircled{7}$ 硝化槽内の実測pHとアルカリ度の収支から求められる $\Delta A1k$ を⑦式に代入して求められる予測pHの比較したものを表2に示す。

表2	$a=0,$	$r=8.5,$	$n=50$	予測pH=7.1	実測pH=6.8
	$a=6,$	$r=8.0,$	$n=35$	予測pH=6.7	実測pH=6.8
	$a=3.6,$	$r=8.0,$	$n=35$	予測pH=7.0	実測pH=6.5
	$a=4,$	$r=7.0,$	$n=14$	予測pH=6.7	実測pH=6.6

このように、アルカリ度とpHとの関係が直線関係にあることを利用して、筆者は次のように式を展開している。硝化槽のpHをある値に設定した時の添加すべきアルカリ量 $dAlk$ は式⑧で求めることができる。

$$dAlk = Alk_{pH} \cdot (1+a+r) - \Delta Alk (Kg/m^3) \dots\dots\dots ⑧$$

ここで、 Alk_{pH} は、設定pHにおけるアルカリ度 (Kg/m^3)

Alk_{pH} は、図4の関係から、 $Alk_{pH} = 2.7 \cdot pH^{0.3} \times 10^{-9} (Kg/m^3)$ となるので⑧式を⑨式に書き直すことができる。

$$dAlk = 2.7 \cdot pH^{0.3} \times 10^{-9} \cdot (1+a+r) - \Delta Alk (Kg/m^3) \dots\dots\dots ⑨$$

5) 汚泥の生成量：

本装置における汚泥の生成量を処理プロセス全体の s_s の変化量として捉え、汚泥生成率 η_{ss} および除去BOD量に対する汚泥生成率 η_{BOD} を求めている。一定期間(3～5日間)の連続測定結果を基にした物質収支により、次のような結果を得ている。

$$\eta_{ss} = 57.2\%、\quad \eta_{BOD} = 61.3\%$$

なお、汚泥の沈降特性では、無希釈処理汚泥に比べ、希釈処理汚泥の方が沈降速度は2倍以上早くなっている。

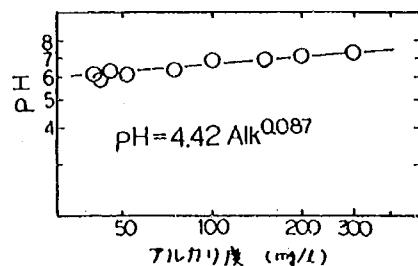


図-4 PH-アルカリ度相関

- 37) 原田 實、小玉実、新井昭雄「R L固定法による硝化・脱窒の実験的研究
(その1)」鹿島建設技術研究所年報 第32号 1984(昭和59年)6月15日
- 38) 原田 實、小玉実、新井昭雄「R L固定法による硝化・脱窒の実験的研究
(その2)」鹿島建設技術研究所年報 第33号 1985(昭和60年)6月15日

本実験は、2基の嫌気性槽と4基の好気性槽からなる処理装置を用い、好気性槽の処理水を嫌気性槽に返送させる循環法を採用して窒素除去を行っている。

なお、嫌気性槽1基当りの容量は10.4Lでろ材(比表面積 $450\text{m}^2/\text{m}^3$)を50%充填している。好気性槽の場合は、1基当りの容量は21.3Lでろ材(比表面積 $300\text{m}^2/\text{m}^3$)を40%充填している。

1) 硝化率および硝化速度：

第4曝気槽内の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度が減少し、安定するまでには約30日間を要した。硝化反応は0次反応で進行するものと仮定し、硝化率 $\eta_n(\%)$ および硝化速度 $K_n(\text{g}/\text{m}^3/\text{hr})$ を各々次のように表している。

$$\eta_n = (C_n - C'_n) / C \times 100$$

$$K_n = (C_n - C'_n) \times Q / V$$

ここで、 C_n ：流入水中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度(g/m^3)

C'_n ：処理水中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度(g/m^3)

Q ：流入水量(m^3/hr)

V ：槽の容量(m^3)

	第一好気性槽	第二好気性槽	第三好気性槽	平均
硝化率	12.7	75.6	21.1	83.2
硝化速度	0.57	2.95	0.20	1.24
硝化寄与率	15.3	79.3	5.4	(100)

ただし、硝化寄与率 $(\%) = (\text{各槽での硝化量}) / (1 \sim 3 \text{槽での硝化量})$

第一好気性槽での硝化寄与率が低いのは、有機成分の酸化と $\text{NH}_4\text{-N}$ の硝化が同時進行し、前者の反応速度が早いためであり、第三好気性槽での硝化寄与率が低いのは、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の存在量が少ないことと、Mアルカリ度の不足が原因ではないかと述べている。

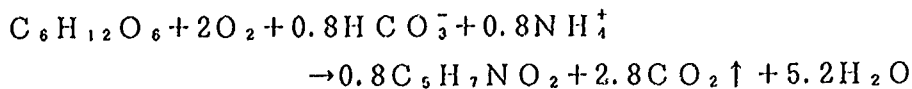
第二好気性槽でのMアルカリ度と $\text{NH}_4\text{-N}$ の比は、6.45($=151/23.4$)で理論量7.14($=\text{gr-CaCO}_3/\text{gr-NH}_4\text{-N}$)より10%程度低いことと、第三および第四好気性槽でのMアルカリ度に差がないことから、硝化反応は第三好気性槽の途中ですでに終了しているのではないかと述べている。

硝化($\text{NH}_4\text{-N}$ の減少)とMアルカリ度の減少との間には次のような関係が認められた。 $Y = 8.55X + 2.1$ ($n=30, r=0.958$)

ここで、 Y ：Mアルカリ度の減少量(mgCaCO_3/l)

X ： $\text{NH}_4\text{-N}$ の減少量(mgN/l)

一般に、硝化に伴うMアルカリ度の理論消費量は7.14といわれているが、実測値から8.55が得られており、しかもかなりの相関がある。好気性槽で、Mアルカリ度が関与する生物反応に次のような菌体合成があり、考慮すべき因子と指摘している。



2) 硝化・脱窒実験：

脱窒反応を0次反応と仮定し、脱窒率 $\eta_{\text{DN}}(\%)$ 、脱窒速度 $K_{\text{DN}}(\text{gr/m}^3/\text{hr})$ を次のように表わしている。

$$\eta_{\text{DN}} = (\text{C}_{\text{DN}} - \text{C}'_{\text{DN}}) / \text{C}_{\text{DN}} \times 100(\%)$$

$$K_{\text{DN}} = (\text{C}_{\text{DN}} - \text{C}'_{\text{DN}}) \times Q / V (\text{gr/m}^3/\text{hr})$$

ただし、 C_{DN} ：流入水中の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度(gr/m^3)

C'_{DN} ：流出水中の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度(gr/m^3)

脱窒率は、循環比4で95.4%、循環比2で100%となり、工程全体での脱窒速度は循環比4で $3.57\text{gr/m}^3/\text{hr}$ 、循環比2で $3.75\text{gr/m}^3/\text{hr}$ となっている。

CODの減少					NO ₃ -Nの変化		
循環比	原水	嫌気第1	好気第2	好気第4	原水	嫌気第1	好気第4
4	84.5	1.7	1.7	1.0	1.5	0.4	5.1
2	89.3	2.9	3.5	0.8	2.4	0.3	9.8

第一嫌気性槽への流入水と流出水のCOD濃度および $\text{NO}_x\text{-N}$ 濃度の結果から、脱窒の際に消費する有機物は、 $\Delta\text{COD} / \Delta\text{NO}_3\text{-N} \approx 4$ となる。

循環比=4； $\Delta\text{COD} / \Delta\text{NO}_3\text{-N} \approx 4.02$

COD(流入)=(原水+返送水)/(1+5)=(84.5+1.0×4)/6=14.75mg/l

COD(流出)=1.7mg/l

NO₃-N(流入)=(原水+返送水)/(1+5)=(1.5+5.1×4)/6=3.65mg/l

NO₃-N(流出)=0.4mg/l

循環比=4； $\Delta\text{COD} / \Delta\text{NO}_3\text{-N} \approx 3.90$

COD(流入)=(原水+返送水)/(1+2)=(89.3+0.8×2)/3=30.3mg/l

COD(流出)=2.9mg/l

NO₃-N(流入)=(原水+返送水)/(1+2)=(2.4+9.8×2)/3=7.33mg/l

NO₃-N(流出)=0.3mg/l

39) 石崎晃司、野津英春「空気攪拌型曝気槽の研究」第16回下水道研究発表会講演集(1979)

本論は、懸濁粒子法を用いた硝化・脱窒装置において、硝化槽の攪拌方法を従来の機械攪拌の代わりにエアリフト作用を利用した攪拌方式にした場合、粒子の攪拌に必要な曝気条件、吹き込み空気量と総括酸素移動容量係数(KLa)の関係について述べたものである。

1) 実験装置と実験条件：

実験装置の概要を図1に示す。槽は一辺が400mmの角型槽で、透明塩ビ樹脂製である。高さは実験条件に応じて2～5mの範囲で変更できる構造としている。

この角型槽の内部に一辺が200mmの角型ドラフト管を設け、下部は二重管として空気吹き込み用とした。なお、添加固体粒子は0.10.2mmの砂(見掛け比重1.5)をもちいている。

KLa の測定は、あらかじめ N_2 ガスの吹き込みにより、槽内のDOを0.5mg/l以下に下げおき、 N_2 ガスの吹き込み停止後に空気の吹き込みを開始して、この時のDO値の経時変化からモーメント法によって KLa 値を求める。

2) 実験結果と考察：

総括酸素移動容量係数(KLa)は、水温の影響を受けるので、温度補償係数 θ を考慮した次式で水温20℃の時の値に変換する。

$$KLa(20) = KLa(T) \theta^{20-T} \dots ①$$

温度補償係数 θ は、1.016～1.047の範囲といわれているが、本実験結果では1.03であった。

また、 KLa と空気量、水深との関係は次式がよく利用されている。

$$KLa \cdot V = F \cdot G^{(1-m)} H^{(1-n)} \dots ②$$

ここで、 V ：曝気槽の容量(m^3)、 G ：空気量(Nm^3/hr)

H ：水深(m)、 F, m, n ：実験定数

図-1 実験装置

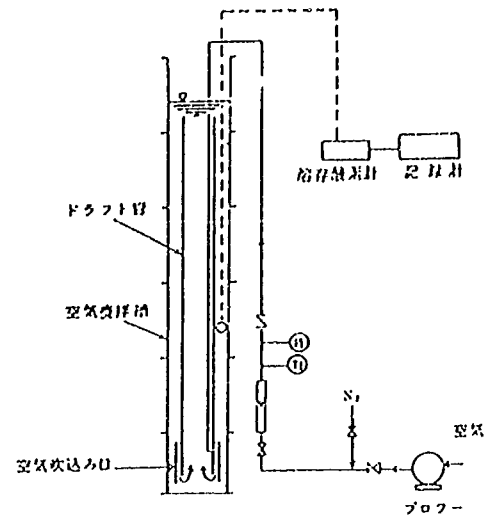
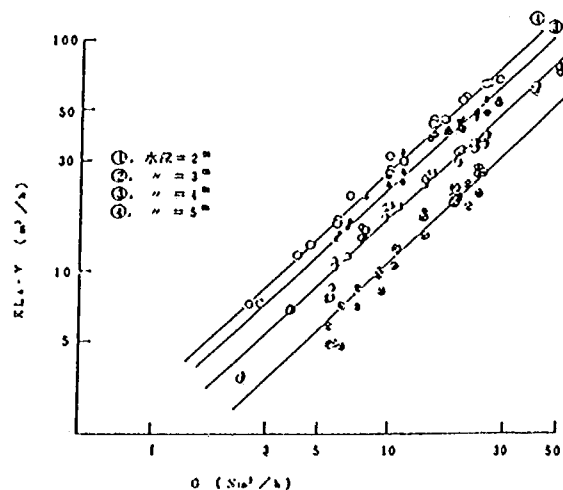


図-2 KLa と空気量(G)の関係



$KLa \cdot V$ と空気量、水深との関係を両対数グラフにプロットしたものが図4である。本図から実験定数 F を求め、次のような KLa の実験式を得た。

$$KLa \cdot V = 0.589 \cdot G^{0.97} H \dots\dots ③$$

指数 $(1-m)$ は散気装置からの気泡の特性を表すもので、この値が1以上であれば空気量が増大すれば気泡が微細化されて酸素溶解効率がより高くなることを示している。本実験では0.97とほぼ1に近い値であり、空気量の増大による気泡の微細化現象は現れていない。

図5は水深3mの場合の KLa と空気量の関係を示したものであり、空気量に比例して KLa は増大する。

なお、ブロワの最大吐出量50Nm/hrを供給してもローディング現象は認められなかった。そして、空塔速度は1250 m/hr(約35cm/sec)であった。

散気装置の性能を比較するため、酸素吸収効率(E_A)を次のように定義する。

$$E_A(\%) = (\text{吸収した酸素量}) / (\text{供給した酸素量}) \times 100$$

$$= (KLa \cdot V \cdot C_s \times 10^{-3}) / \alpha G \times 100 \dots\dots ④$$

ここで、 C_s ：飽和酸素濃度(mg/l)

α ：空気中に含まれる酸素量(0.299KgO₂/Nm³)

水深が深くなれば、槽内での空气の滞留時間が長くなるため、吸収効率は増大するが、水深が一定の場合は、吸収効率は空気量に係わらずほぼ一定となる。実験結果によると、 $G/V = 4 \sim 6.8 \text{ Nm}^3/\text{hr}/\text{m}^3$ の範囲内であれば、空気量の影響は受けなかった。

図-3 KLa と水深(H)の関係

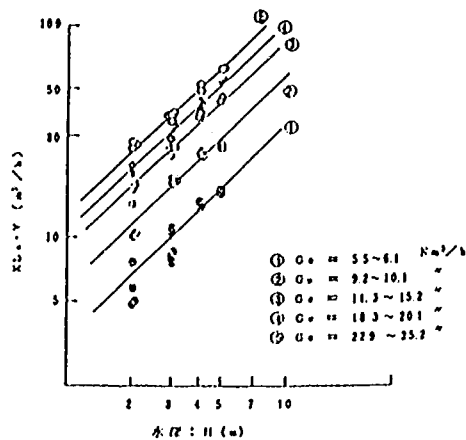


図-4 KLa と空気量・水深の関係

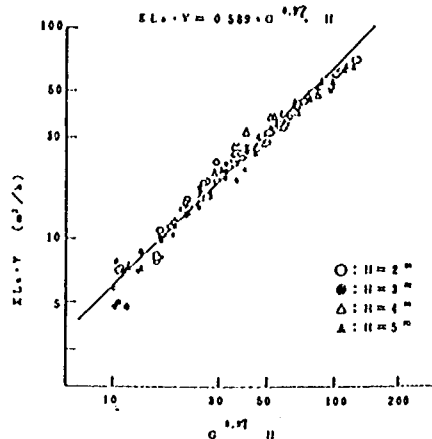


図-5 KLa と空気量の関係

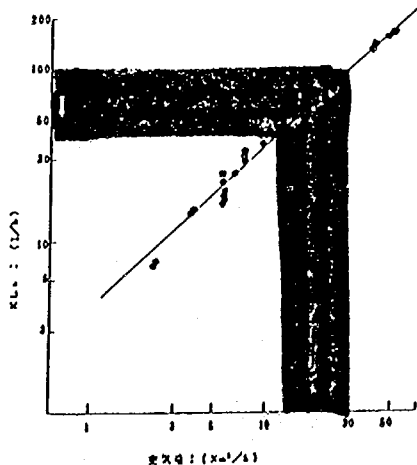
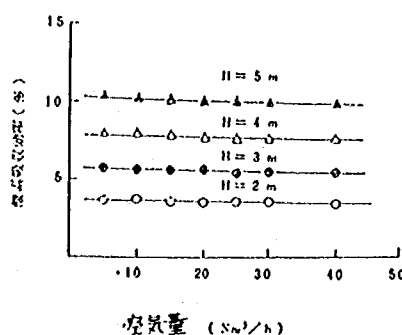
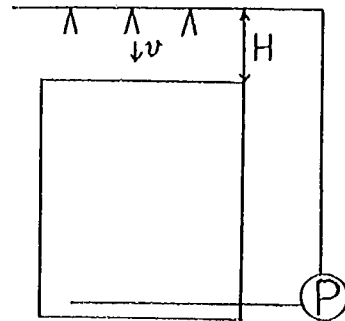


図-6 酸素吸収効率と空気量の関係



40) 丹羽千明、平山照康「生物学的接触酸化法におけるポンプ循環による酸素供給法に関する検討」第34回土木学会年次講演集 (1979)

生物学的接触酸化法における酸素供給の方法には、散気法、ポンプ循環法、表面曝気法などがある。ポンプ循環法の利点としては、①固定床内に均一に廃水を循環でき、②汚濁物を均等に固定床付着微生物に供給でき、③均等に酸素が供給でき嫌気性部分が生じないこととしている。



1) ポンプ循環による酸素供給法の実験的検討と実装置への応用

気液接触でのガス吸収速度は二重境膜説により、

$$dm/dt = KLA(C_s - C) \dots\dots ①$$

$$\therefore 1/V \times dm/dt = dC/dt = KL \cdot A/V \cdot (C_s - C) = KLa(C_s - C) \dots\dots ②$$

それゆえに、 $dC/dt = KLa(C_s - C)$ を解いて、

$$KLa = 2.303/(t_2 - t_1) \cdot \log(C_s - C_1)/(C_s - C_2) \dots\dots ③$$

さらに、

$$KL = KLa \cdot V/A = KLa \cdot (10^{-3} \times V)/(\alpha \pi D H) \dots\dots ④$$

2) ガス吸収速度 KL を $KL = KLo \cdot H^\alpha \cdot v^\beta \cdot D^\gamma \dots\dots ⑤$ で表すと、

$$\alpha = -0.79$$

$$\beta = 1.34 \quad \gamma = 1.12 \quad \dots\dots ⑥ \text{が求まる。}$$

$$\gamma = 1.12$$

ただし、 H ：噴出高さ(または落下高 m)

v ：噴出速度 (m/s)

D ：噴出口径 (m)

すなわち、実験式は

$$KL = 0.598 \times (v^{1.34} \times D^{1.12}) / H^{0.79} \dots\dots ⑦ \text{となる。}$$

温度係数を1.032として、 $20^\circ C$ に換算すれば、

$$KL = 0.598 \times (1.032)^{t-20} \times (v^{1.34} \times D^{1.12}) / H^{0.79} \\ = 0.48 \cdot (v^{1.34} \times D^{1.12}) / H^{0.79} \dots\dots ⑧$$

[3-4] 充填材に関する文献

41) 北岡、樋口、横田、徳平「主として網状体の固定充填物を用いた循環型微生物接触酸化方法」第11回下水道研究発表会(1974)

本論は、種類の異なった網状体充填材の処理特性をみるために、下水処理水を用いて行った実験結果の報告である。データの解析には、格子状乱れ指標Kなるものを定義して、処理水のBOD濃度とNH₄-N濃度を評価すると図5のaとbが得られる。このKは次のように定義され、K値が小さい程、乱れの要因が大きいとしている。

$$K = a \cdot dv / (m \cdot n) / V$$

$$= a \cdot dv \cdot V / m \cdot n$$

(筆者注：北尾(用水と廃水 Vol.23 No.4, 1981)は、「接触材の目開きや接触材間隔と水流の乱れとの関係を論じた研究は少なく、貴重な知見を示している」と評価する一方、

Kの物理的意味が十分に説明されていないことと、処理に伴って生物膜面積も変化し、当然Kは変化するが、図5の水質にどのような影響を与える、あるいは関係しているのか不明であることに不満を表明している。)

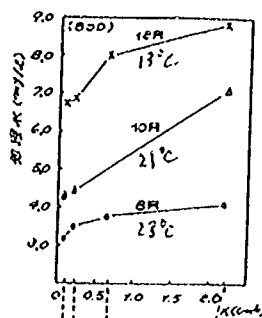


図-5(a)

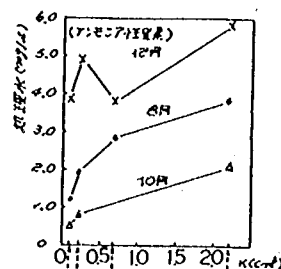


図-5(b) 同別処理水平均値と格子状乱れ指標(K)

(筆者注：WilliamsonとMcCarty (J. of WPCF Vol.48 No.1, Jan. 1976) は生物膜の近傍と内部での基質について、次のようなモデルを提起している。

$$L_1 + L_2 = AcDw(S_0 - S_s) / J_0$$

$$\therefore J_0 = AcDw(S_0 - S_s) / (L_1 + L_2)$$

ここで、

Ac: 生物膜の断面積(cm²)

Dw: 拡散係数(cm²/d)

J₀: 膜表面への物質の輸送
流束(mg/d)

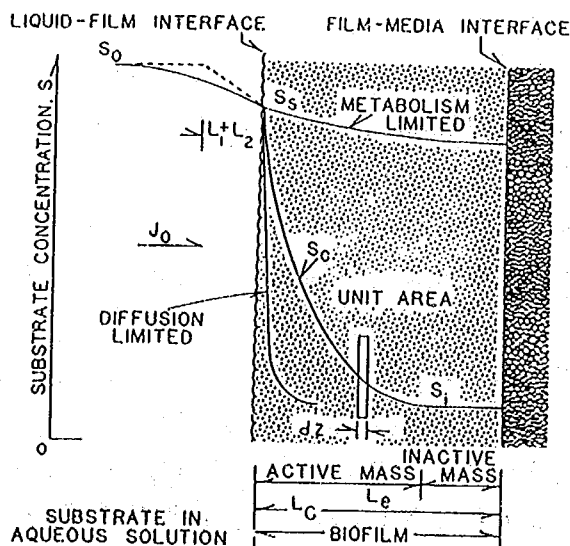


FIGURE 1.—Potential substrate profiles within a biofilm.

1) 接触材としての要件を固定床形式の浸漬ろ床に限定して考えると以下のことが言える。

- ① 適度な生物膜の付着が有ること
- ② 比表面積が大きいこと
- ③ 空隙率が大きいこと
- ④ 通水抵抗が小さいこと
- ⑤ 長期間の使用に耐えられること
- ⑥ 浮遊物の捕捉性が高いこと
- ⑦ 粒径や間隙が一様で、槽内に均一な流速が生じやすい性質のもの
- ⑧ 安価で安定した供給が可能なこと

2) しかし、すべての条件を満たす接触材はありえず、処理目的、管理条件に応じて選択使用することが肝要であるとしている。

水理学的特性の中では、比表面積が大きい接触材は溶解性基質だけでなく浮遊性物質の除去にも優れている。その反面、ろ床の摩擦損失水頭が大きく、一定の流速でろ床を水が通過するには、より大きなエネルギーを必要とするだけでなく、ろ床閉塞を生じやすい。また、閉塞を防ぐためにろ床の逆洗頻度を高めれば、原生動物、後生動物などがWash Outされやすく、食物連鎖が短くなるため余剰汚泥の生成量が多くなり、生物膜法固有の大きな利点が失われる。

このため、固定床での接触材の比表面積は $100\text{m}^2/\text{m}^3$ から数 $100\text{m}^2/\text{m}^3$ の範囲とすべきであろう。接触材の形状、寸法は、空隙率および比表面積と密接に関係しているほか、接触材の間を流れる水の流況を支配するという意味で極めて重要な因子である。接触材間の流水の乱れが強い程、水中の物質の生物膜表面への輸送は効率的に行われ、生物膜の活動を活発化する。

3) WilliamsonとMcCartyは、 Re が生物膜への基質の輸送流束に及ぼす影響について論じているとしている。

4) 北岡らは、格子状乱れ指標 K を提起している。

5) 栗原らは、処理水質は形状、粒径の違いでその差は小さい。材質による依存性は高いとしている。

6) 二次処理での接触材について、前段ほど閉塞しやすいので間隔の大きい接触材とし、容量も分割した各槽の大きさを前段ほど大きくし、負荷の平均化を図るべきとしている。最終沈殿池は設置すべきだが、最上段に ss 捕捉力の高い接触材を用いる(かつ、定期的洗浄が期待できる時は省略も可能である)としている。

43) 小島貞男「チューブ状接触材の性質と応用」用水と廃水 Vol.23 No.4 1981

- ① チューブ状接触材の形状はハニコームチューブの形状が効果的かつ合理的である。
- ② 三次処理に生物膜法が有効であることを実証した。
- ③ ハニコームチューブ法は接触材の下から空気を吹き込み、汚水を循環させる方法である。
- ④ この原理・発想は河川の浄化作用の応用である。
- ⑤ BOD負荷量を誤ると、生物膜の成長が剥離・脱落を上回って目詰まりを起こすことがあるので、横孔付きハニコームチューブの使用、間欠曝気の実施、下方曝気などが採用できる。
- ⑥ 適用例としては、汚濁河川、富栄養化湖水、下水三次処理、繊維排水(BOD₀=300、BOD_e=32、Q=650m³/d、HRT=2.2時間、BOD負荷=4.4Kg/m³/d)、給食センター(BOD₀=400、BOD_e=7、COD_e=10、ss=3mg/l)、果汁工場排水(BOD_e=0.3~1.2、ss=0.3~2)かどがあるとしている。

44) 櫻村勉、土屋史明「ひも状接触材の性質と応用」用水と廃水 Vol.23 No.4 1981

1) 特性としては

- ① 輪状体が水流に従って振動するため、汚水との接触効率が高い
- ② 輪状体の繊維が立体的に形成されているため、汚泥の保持量が多く、また、強固に付着するので急激な剥離は生じない。

2) 接触材の性質として有利なものは

- ① 生物膜の成長と剥離とが平衡を保ち、ろ床内への汚泥の貯留がないもの
- ② 一時的に大量の生物膜の脱落が生じないもの
- ③ 通水抵抗が少なく、かつろ床内水流がほぼ均一化されるもの
- ④ 化学的、機械的に安定で十分な強度を有するもの

45) 岡田、大谷、廣瀬「網状接触材の性質と応用」用水と廃水 Vol.23 No.4 1981

46) 大谷、千田、廣瀬「生物膜接触酸化装置の設計因子に関する考察」第13回下水道研究発表会 (1976)

固定床方式における過剰汚泥による接触材の目詰まり、汚泥の一時的剥離による水質悪化、排水と生物膜の接触効率の低さ等改良すべき点が多かったとして、網状シートの正規配列からなる充填接触材群とその下部からの全面曝気によって解消する方式について述べている。

1) 基本設計の考え方

次のようにMonodの式を修正したものを提案している。

$$d\text{BOD}/dt = \{\mu' (\text{MLSS})' / (k + \text{BOD})\} \cdot \text{BOD} \cdots \cdots (1)$$

また、 $\mu' (\text{MLSS})'$ は汚泥濃度(付着汚泥量)に物理化学的效果を乗じた意味を持つとし、曝気の強度、水流に対する接触材(生物膜)の流動抵抗等の効果を乗じたものになっているとしている。すなわち、

$$\begin{aligned} \mu' (\text{MLSS})' &= (\text{生物膜量})^{n_1} \times (\text{接触効率})^{n_2} \\ &= k f_1(x_1) \cdot f_2(x_2) \cdot f_3(x_3) \cdot f_4(x_4) \cdot f_5(x_5) \cdots \cdots (2) \end{aligned}$$

ここで、 x_1 : 接触材面積、 x_2 : 膜の厚み、 x_3 : 曝気強度、 x_4 : 散気管本数、 x_5 : 接触材開口度

1976年の論文では、以下のように詳しく記述されている。

$$\begin{aligned} d\text{BOD}/dt &= \{\mu' (\text{MLSS})' / (k + \text{BOD})\} \cdot \text{BOD} \cdots \cdots (1)' \text{とし、} \\ (\text{MLSS})' &= (\text{有効な生物膜表面})^{n_1} \times (\text{水と膜の相対的接触速度})^{n_2} \cdots \cdots (2)' \\ &= \{(\text{接触材面積}) \times (\text{有効膜厚み}) \times (\text{膜付着の均一性})\}^{n_1} \\ &\quad \times \{(\text{相対水流速度}) \times (\text{相対水流の均一性})\}^{n_2} \cdots \cdots (3)' \end{aligned}$$

連続完全混合の処理装置での(1)'の解は

$$\text{BOD}_0 - \text{BOD} = \theta \times \{\mu' (\text{MLSS})' / (k + \text{BOD})\} \cdot \text{BOD} \cdots \cdots (4)'$$

(3)' 式中の各項の反応速度に対する寄与率を求めるために、窒素、リン等を含む塩類を加えたグルコース水を使用し、植種後40~50日間の運転データの平均から評価した。ただし、 $\text{pH} = 7 \pm 0.3$ 、温度 $= 25 \pm 3^\circ\text{C}$ に制御した。

その結果

$$\begin{aligned} \mu' (\text{MLSS})' &= k (\text{接触材面積})^{0.36} \cdot (\text{BOD負荷})^{0.24} \cdot (\text{曝気面積比})^{0.34} \\ &\quad \cdot (\text{曝気量})^{0.5} \cdot f(\#) \cdots \cdots (5)' \\ &= k \{S^{0.25} J (L/S^{0.25} J)^{0.4}\}^{0.6} \times \{S \times (G/S)^{0.65}\}^{0.7} \\ &\quad \times f(\#) \cdots \cdots (6)' \end{aligned}$$

ここで、 S : 曝気面積比(モジュール水平断面積当りの曝気領域の比(-))

J : 接触材面積(200/ℓ²当り(cm))

L : BOD負荷(Kg-BOD/m³/d)

G : 曝気量(単位面積当りの曝気量L/min./m²)

$\#$: ネット目開き(m/m)

- 2) (5)' 式より、基材面積に比べて曝気量、曝気面積比の因子のほうが寄与率は大きいことがわかる。すなわち、基材面積を無理して増加するよりも、むしろ曝気方法を工夫することの方が重要である。
- 3) モジュール内の平均流速 U を現す項 $\{S \times (G/S)^{0.65}\}$ について、気泡塔のデータを参考にすると、曝気量が少ない場合 (気泡流動域 $G/S \leq 1 \text{ cm/sec}$) では、 $U = a (G/S)^{0.65}$ となる。曝気量が多い場合 (攪乱流動域 $G/S \geq 3 \text{ cm/sec}$) では、 $U = b (G/S)^{0.3 \sim 0.5}$ となり、流速は曝気量に比べてそれ程上昇しなくなる。通常の曝気では S が極端に小さくない限り、気泡流動域に入る。
- 4) 式 (2)' と (6)' を比較すると、 $n_1 = 0.6$ 、 $n_2 = 0.7$ となることから、この種の生物膜接触酸化装置は幅広い適用性を有し、装置的工夫の範囲が広い。
- 5) 高速散水ろ床法、回転円板法では $(MLSS) \propto f(\text{基材面積})^{1.0}$ で、BOD 面積負荷で設計を行い、活性汚泥法では $(MLSS) \propto f(\text{汚泥濃度})^{1.0}$ で、BOD の汚泥負荷 (F/M) によって設計を行う。本法は、基材面積の 0.36 乗しか効かず、循環水量、BOD 容積負荷が設計のポイントとなる。

[参考]

- ① F/M 比 (Food to Microorganism Ratio); 微生物に z 対する有機物の比率を示し、通常 BOD-SS 負荷で表現される。
- ② モノの経験式 (Monod Equation); 微生物の比増殖速度 (μ) と、比増殖速度を制限している基質の濃度 (S) との関係を記述する数式で、最大比増殖速度を μ_{max} とすると、 $\mu = \mu_{max} (S / (K_s + S))$ で表現される。このとき、 K_s を飽和定数と呼ぶ。
- ③ ミハエリス・メンテンの式 (Michealis-Menten Equation); 酵素反応速度を論じる際に、最も広く使用される式の 1 つで、反応速度を v 、基質濃度を S とした時、 $v = VS / (K_m + S)$ として表せる。ここで、 V : 最大反応速度、 K_m : ミハエリス定数である。

- 1) 小型の筒状接触材とは、パイプを数cm～10数cmに切断したもの、あるいは乳酸飲料の空缶の底を抜いたものである。
- 2) 接触材の口径は、数cm以上でなければ水の循環、汚泥の蓄積のいずれにとっても不都合である。生物膜法の中でも、ss除去に重点を置いた、極めて低BOD負荷、低ss負荷の条件で三次処理的に用いられる。
- 3) 充填に際しては、不規則に充填されるので、槽内の水流は乱流とならざるを得ない。槽内にできるだけ均等な循環水流を生じさせるためには、曝気攪拌方法は限られ、側面曝気による旋回流はだめで、エアリフト曝気、全面曝気、槽外曝気のいずれかである。
- 4) 浸漬ろ床全体に均等な水流を与えたとしても、各部分の空隙の形状、大きさなどにより水流の速度は部分により異なるので、BODの負荷条件にもよるが好気と嫌気の混合された状態になる。
- 5) 長期間の安定した機能を維持するためには、ろ床の構造、曝気攪拌方法、BOD、ssの負荷条件など十分な検討によって行うものであって、維持管理の頻度を高めて維持することは、生物膜法の主旨に反するものである。
- 6) 必要空気量は、槽内に均等な循環水流を生じうる空気量が最低必要空気量であり、さらに負荷条件および処理目的に応じて流速を増大させるための空気量が必要となる。
- 7) 充填後、接触材上部が平面状であったり、接触材押さえとの間に空間が残されていたりした場合、曝気攪拌を行うと常時ゆるやかに接触材が移動したり、接触材自体が振動したりする現象を生じ、生物膜の固着生成に不都合をきたす例がよく見受けられる。

1) 接触材の形状が一定でないことから、一般には曝気槽容量当りのBOD負荷で設計されるが、浸漬ろ床が接触材に付着成育した微生物による処理メカニズムという点からすると、接触材の容積当りあるいは面積当りのBOD負荷で評価するのが妥当と思われる。

2) 接触材内の循環水流速、供給酸素量、曝気槽の形状、充填方法などの最適条件下で調べた結果、流入水BOD負荷と除去BOD負荷の関係は

$$L_o = 1.68 C_o^{0.734} / \log(L_o / (L_o - L_r)) \dots (1)$$

ここで、 C_o : 流入水BOD濃度 (Kg/m³)

L_o : 供給BOD負荷 (Kg-BOD/m³/d)

L_r : 除去BOD負荷 (Kg-BOD/m³/d)

3) 接触材間隔の設定方法

接触材の最適間隔を決定する要因としては

- ① 接触材単位容積当りの付着汚泥量およびその含水率
- ② 接触材単位容積当りの必要酸素量およびその空気量
- ③ 接触材相内の循環水量
- ④ 接触材相内の空塔速度
- ⑤ 処理効率上最低必要な空塔速度 (一般に3.3cm/sec以上) と④の設定値との比較検討

4) 除去BOD負荷量 L_r (Kg-BOD/m³/d) と必要酸素量 (KgO₂/m³/d) との関係は、図4の結果から、必要酸素量 = $1.45 L_r + 0.15 \dots (2)$ である。

5) 揚水量に対する空気量と散気管の浸水深さの関係は、次のような実験式で表せる。 $V_a = 1.62 \times 10^{-2} \times (1 + 0.3 / H_s) / \log(1 + H_s / 10) \dots (3)$

ここで、 V_a : 揚水量に対する空気量 (m³/m³)

H_s : 散気管の浸水深さ (m)

6) 空塔速度とパッチング係数 (S^2 / ϵ^3) との関係は、次のような実験式で表せる。 $(S^2 / \epsilon^3) = 9.8 H / (7 \times 10^{-3} \cdot L \cdot V_s) \dots (4)$

ただし、 H : 揚程 (一般に0.3mとする)

L : 接触材の積み重ね高さ (m)

V_s : 空塔速度 (m/sec)

S : 接触材の比表面積 (m²/m³)

ϵ : 接触材間の空隙率 (-)

7) 旋回水流の抵抗は、一般に空塔速度5～6m/分 (8.3～10cm/sec) 程度においては、60Kg/m²程度の抵抗力となることを確認している。この値は接触材の形状、材質強度の判定に用いることができる。

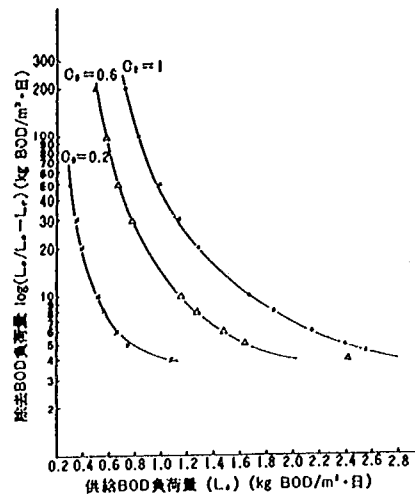
8) 必要空気量は4)より求めることができ、いま散気管の酸素吸収効率 $E_\eta = 4\%$ 、単位空気量当りの酸素量を0.27KgO₂/Nm³とすれば、(2)式より、
必要空気量 = $(1.45 L_r + 0.15) \cdot (100/4) \cdot (1/0.27 \text{KgO}_2/\text{Nm}^3) = 145 \text{Nm}^3/\text{m}^3/\text{d}$

9) 接触材層内の揚水量に対する空気量は、(3)式の $Va = f(Hs)$ の式に Hs の値を代入して、 Va をまづ求める。

$$Va = 1.62 \times 10^{-2} (1 + 0.3/Hs) / \log(1 + Hs/10) \quad \text{ここで } Hs = 0.3 \text{ m とすると}$$

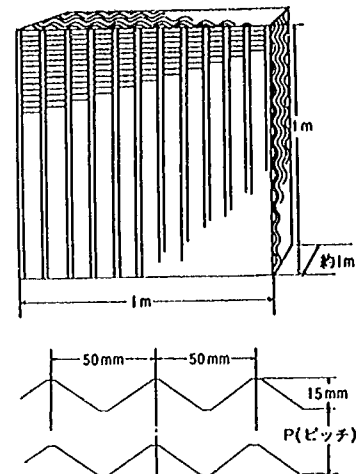
$$= 2.49 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

次に、必要空塔速度 ($Vs \geq 2 \text{ m/分}$) で常時運転する場合の接触材の間隔は、(4)式に、 $L = 3$ 、 $Va = 0.046 \text{ m/sec}$ を代入すると、 $(S^2/\epsilon^3) = 3.043$ となる。接触材への付着汚泥量が 250 kg/m^3 であれば空隙率は 0.75 、比表面積は $S = \sqrt{3.043 \times 0.75^3} = 35.8 \text{ m}^2/\text{m}^3$ となり、接触材の裏表を考慮すれば約 $55 \text{ m}^2/\text{m}^3$ となる。



- 注 1) BOD負荷は接触材容積あたりとする。
 2) 接触材占有率: 曝気槽あたり60%
 3) 接触材有効間隔: 25mm
 4) 供給酸素量: $1 \sim 2 \text{ kg O}_2/\text{m}^3 \cdot \text{日}$
 5) 排水性状: 食品系 (製菓、製パンなど)、生活系
 $L_0 = 1.68 \times C_0^{0.714} / \log\left(\frac{1.9}{L_0 - L_r}\right)$
 C_0 : 流入水濃度 (kg/m^3)
 L_0 : 供給BOD負荷 ($\text{kg BOD/m}^3 \cdot \text{日}$)
 L_r : 除去BOD負荷 ($\text{kg BOD/m}^3 \cdot \text{日}$)

図2 供給BOD負荷量と除去BOD負荷量の関係



1枚の形状は $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ の波板で、通常粗立てブロック寸法は以下のとおり。

標準寸法 { 高さ: 1.0 m
 幅: 1.0 m
 厚さ: 約 1.0 m

(貼合わせ枚数で調節可能)

注) 切断する場合は中心部のみ可能。

図3 平板状接触材の構造と形状

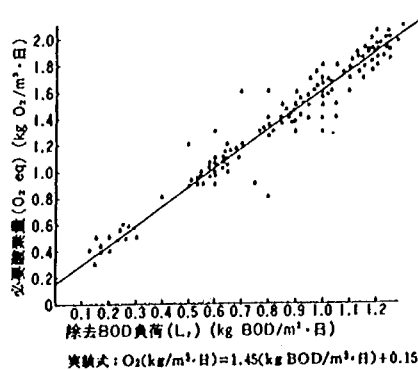


図4 除去BOD負荷量と必要酸素量の関係

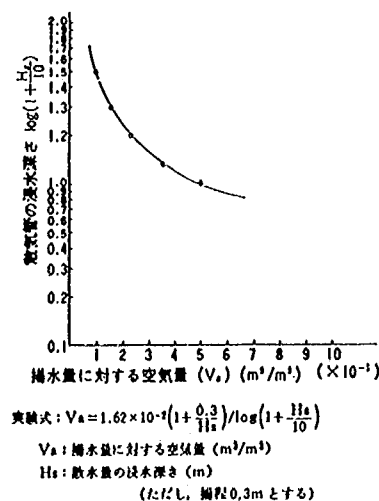
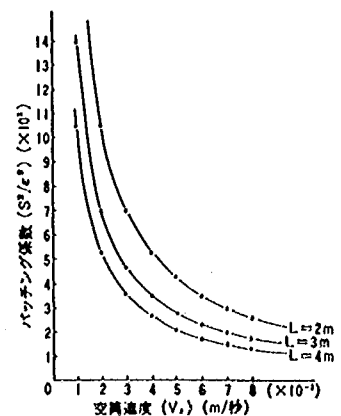


図5 揚水量に対する空気量と散気管の浸水深さの関係



実験式: $\frac{S^2}{\epsilon^3} = \frac{9.811}{7 \times 10^{-3} \cdot L \cdot Va}$
 L : 接触材の板み高さ (m)
 S : 接触材の比表面積 (m^2/m^3)
 ϵ : 空隙率 (—)

図6 空塔速度とパッキング係数 (S^2/ϵ^3) の関係

- 1) 立体網状接触材(商品名ヘチマロン)はプラスチックを繊維にし、カールさせた状態で立体成型させたもので、接触材と循環水の接触効率が良く、汚泥の捕捉能力、保持量が大きく、生物膜を多く付着した状態でも閉塞が生じにくいところに特徴があるとしている。
- 2) 繊維の直径は1mmと2mmの2種類であり、繊維密度も任意に調整できるので表面積と空隙率を任意に設定できる。
- 3) 性能特性について以下のように記述されている。
 - ① 不規則な面を持つ接触材(石、コークス)は、生物付着量は多いが、閉塞を起こし易い。規則的な面を持つ接触材(平板、波板)は閉塞を起こしにくい、生物の付着量が比較的少ない。不規則な面、不規則な空間を有する接触材を規則的に組合せた(配列させた)立体網状接触材は両者を満足させる。
 - ② 空隙率が大きく、曝気槽の有効容量をさほど減少させない。
 - ③ 生物が多量に付着しても閉塞を起こさない。
 - ④ 構造的特性により、SS捕捉性およびSS貯留性が優れている。
 - ⑤ 大小様々な不規則な間隙を有するため、循環水に乱流を生じて混合攪拌効率がよい。
 - ⑥ 生物膜生成後の有効表面積が生物膜生成前に比較して数倍大きくなる。
 - ⑦ それ故に、生物膜と循環水(有機物)の接触効率がよい。

(筆者注：①で述べている生物の付着量は、接触材の形状、材質、充填密度に左右されるもので、閉塞は生物の付着速度と生物の分解速度あるいは剥離の速度と関係しており、接触材の種類に係わらず、両者を同時に満足させる物はない。ただ、曝気方式などの工夫によって目詰り対策をとるケースもあるが、これは生物の付着量を制限してしまうことにもなっている。

②礫材などと異なり、充填材の内部まで処理対象とする汚水を侵入させることができる点は、この種の充填材の特徴ではあるが、充填材の水理的抵抗により、充填材内部まで汚水が十分に通過するかどうかは別問題であり、一概に有効容量を減少させないと断じることとはできないと考えられる。

③の生物膜が多量に付着しても閉塞を起こさないとの記述は、充填材あるいは格子の間隔をかなり大きくしないと閉塞現象は防ぎえないので、理解できない記述である。

④の記述は③に関連した特性であり、目詰まり現象の発生しやすさと相入れない。

⑥生物膜が成長すると、単に生物膜の厚さが厚くなるだけでなく、水空間の減少を伴うことになる。このことが目詰りの現象を起こす訳であり、生物の面積が数倍になる条件は、一本の糸状の接触材での現象位であり、立体網状にしてある本製品では、詭弁となろう。

50) 小玉実、大塚誠治、荒井昭雄「モール状担体を用いた嫌気・好気ろ床システムの下水処理への適用」鹿島建設技術研究所年報第36号1988(昭和63)6/30

- 1) モール状担体を用いた嫌気・好気ろ床システムの下水処理特性を調べた結果
 - ① BOD除去率は85%(嫌気ろ床;HRT=8.6hr、除去率=60%、好気ろ床;HRT=1.6hr、除去率=25%)である。
 - ② 嫌気汚泥はモール状担体によく付着保持され、7m/h(0.2cm/sec)程度の流速でも剥離はしない。
 - ③ モール状担体を鉛直に間隙を開けて充填すると閉塞しにくい。
- 2) 嫌気ろ床での課題として考えられるのは
 - ① 反応槽内では、担体自身の占める容積が死水域(dead zone)となる。
 - ② 汚泥は担体表面に膜状に付着保持されるので、排水との接触面積が減少する。
 - ③ 汚泥の増殖あるいは流入水に含まれるssによってろ床が閉塞し、偏流の危険がある。
- 3) 日量800ml/dをFill and Drawで運転した時の実験結果について
ただし、HRT=34hr、水温=16~26℃(平均20℃)で4か月間の結果である。
径の大きい担体1本よりも径の小さい担体を間隔を開けて多数充填する方が多量の汚泥を付着することができる。

	$\phi = 15\text{m/m}$	$\phi = 35\text{m/m}$	$\phi = 40\text{m/m}$
付着汚泥総量 mg	1,939	2,555	5,622
担体長さ当りの量 g/m	6.1	8.8	18.1
担体重量当りの量 g/Kg	497	173	356

- 4) 処理特性実験によると
 - ① BOD総容量負荷を変化させてもBOD除去率は約60%と一定である。
 - ② 嫌気槽は、単槽よりも多段槽方式の方が安定した処理水が得られる。
 - ③ 嫌気性槽からの発生ガスには50%のメタンが含まれており、ガス発生量は1.4~10.6 L/m³/dであった。
 - ④ BODの減少傾向、BOD除去率およびガス発生量の結果から、水温の依存性は小さいと判断された。

51) Hugh D. Monteith , Joe P. Stephenson " Mixing efficiencies in full-scale anaerobic digesters by tracer methods " Journal WPCF Vol.53 No.1 January 1981

本文は、処理施設の設計や運転において、十分な反応を確保するために必要な混合効率の評価方法について述べたものである。

1) はじめに

嫌気性消化における汚泥の効率的な混合の必要性は、従来から認められつつ強調されてきた。十分な混合というのは、基質(substrate)の移動、微生物の加温、他の環境因子の均等化の維持、固形物の沈殿およびスカム形成の防止などのためにある。混合が不十分である場合は、効果的な消化や汚泥の安定化にとって危険となる。このため、嫌気性消化工程の基本設計や運転については、実規模の残留時間分布(RTD; Residence Time Distribution)が必要であるとの考え方が長い間定着していた。

TenneyとBudzinはトレーサーとしてNaFを最初に用いて、嫌気性槽のRTDを研究した。驚いたことに、第一嫌気性槽の容量の約50%しか消化に活用されておらず、残りは流れの無い死水域であることを見いだした。このような結果の持つ意味は、不十分な混合を補償するために過大な設計としたり、汚泥の安定化が悪く、悪い処理となるということである。Verhoffらは、ガス攪拌方式によって処理プロセスを最適化している。彼らは、浮力、粘性の相対的效果を調べ、浮力が卓越するような惰力(inertial forces)とMixing device内の流速を最大にするようなガス気泡径を決定すれば、混合の最適化ができると考えた。

TosseyとNortonは、実規模の装置を用いてinlet piping のかわりに改良したperipheralの注入方式を採用することによって、実効容量が増加し、ガス発生量は約27%増加し、揮発性物質を約7%減少させたとしている。

2) 実験方法：

500mlの汚泥を2分間攪拌し、conc- H_2SO_4 で処理した汚泥50mlを加えてpHを 2.0 ± 0.2 とする。全イオン強度調整剤TISABを50ml加えた後、10N-NaOHでpHを5.3に調整する。この液を検量線法で測定する。フッ素の回収率は76~99%である。

3) フッ素の投入と採泥方法：

フッ素投入実験は工業用純度のフッ化ナトリウムを使用し、2つの処理場で実施した。十分なフッ素塩を注意深く水道水で混和し、初期濃度が10~20mg/lとなるよう、すなわち消化槽1基当り50KgのNaFを投入した。

4) 結果と考察：

第一消化槽(プラントA)について

図1は、第一消化槽での無次元化したフッ素化合物の流出曲線を示したものである。最初に検出されたトレーサー濃度は、図中のa、b、cのようにCSTRの期待値よりも高くなった。これらの観測値は、実際の混合槽を経由しない短

絡流であることを示している。その後、フッ素濃度は一貫して指数的に減少している。この流出カーブは、Cholette、CloutierおよびLevenspielらの実CSTRモデルで十分に記述することができる。

$$C/C_0 = \{(v_1 V / v_2^2) / t_a\} \exp(-t/t_a) + (v_2 / v) \delta_{t=0} \quad (1)$$

ここで、

C は時刻 t でのフッ素濃度

C_0 は時刻0でのフッ素濃度

v は日流入量($=v_1 + v_2$, m^3/d)

v_1 は実容量($V_a + V_d$)への日流入量(m^3/d)

v_2 は短絡流による日流入量(m^3/d)

V は全消化槽容量(m^3)

t は時刻(日数)

t_a は実容量中での平均残留HRT(日数)

δ は超関数(Dirac delta function)

このモデルには実効容量に関係しない短絡流と混合に役立たない死水域の項が含まれている。モデルのパラメータを評価するため、式(1)を最小二乗法で解く。

時刻 t に対する $\ln(C/C_0)$ の関係から、減少曲線の勾配より実効容量の平均HRTが評価できる。 $T_a = 21.7 \text{ days}$ (2)

そして、切片からパラメータ v_1 を評価することができる。 $(v_1 V / v_2^2) / t_a = 0.64$ (3)

$V(1159 m^3)$ と $v(33 m^3/d)$ とが既知量であることから、 $v_1 / v = 0.39$ (4)

$\therefore v_2 / v = 1.00 - 0.39 = 0.61$ (5)

そして、 $V_a / V = v_1 t_a / V = 0.24 \therefore V_d = 0.76$ (6)

ここで、 V_a と V_d はそれぞれ実効容量と死水域容量を表す。そして、最終的には、式(1)は次のように記述することができる。

$$C/C_0 = 0.64 \exp(-0.046t) + 0.61 \delta_{t=0} \quad (7)$$

トレーサー実験の結果、死水域容量と短絡流は流れの分布に重要な役割を果たしていた。すなわち、実際に用いられている実効容量は槽全体の24%で、残りの76%は死水域容量である。さらに、平均観測値HRT=21.7daysにおける混合流の範囲は、消化槽に移送される流体(汚泥)の39%しか利用されていないことになる。

消化槽の理論的滞留時間 $\tau = 35(1159 m^3 / 33 m^3/d \div 35 \text{ days})$ 日間であるにもかかわらず、このような条件下では汚泥は十分処理されないとしてい。

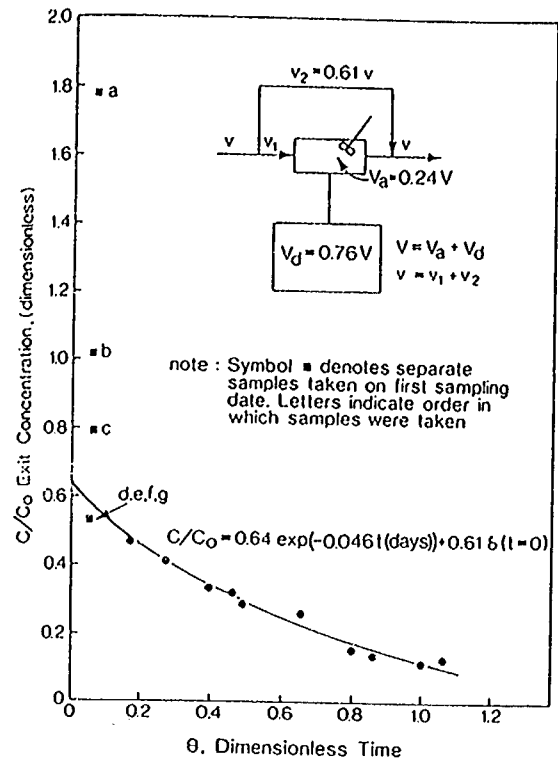


Figure 1—Fluoride tracer washout curve, primary digester, Plant A.