

土木研究所資料

難分解性COD除去実験報告書（第一報）

—非イオン界面活性剤，PVAを含む下水の生物処理について—

昭和62年3月

建設省土木研究所
下水道部三次処理研究室

Copyright © (1987) 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、複写は、土木研究所長の承認を得ずしてこれを行ってはならない。

難分解性COD除去実験報告書（第一報）

—非イオン界面活性剤，PVAを含む下水の生物処理について—

三次処理研究室 佐藤 和 明
小 泉 秀 一

要 旨

本報告書は，下水処理水中のCODを高める物質と考えられる，非イオン界面活性剤およびポリビニルアルコールについて，生物処理（浮遊法，生物膜法）による処理特性を100ℓ容量の小型実験装置を用いて，検討した結果をまとめたものである。

実下水に添加された非イオン界面活性剤は，全般に90%以上の除去が行われ，添加下水のCOD除去率は，浮遊法で80%，生物膜法で75%であった。ポリビニルアルコール添加の場合，添加下水のポリビニルアルコールの除去率は，浮遊法および生物膜法とも10～25%程度の除去率であった。ポリビニルアルコール添加時のCOD除去率は浮遊法で60～65%，生物膜法で50～60%と低いため，処理水COD濃度は両法とも30～35mg/ℓと高く，ポリビニルアルコールはCODを高める原因物質であった。

キーワード：下水処理，COD，非イオン界面活性剤，PVA

目 次

1. はじめに	1
2. 既設下水処理場におけるCODの実態	2
2.1 調査方法	2
2.2 調査結果	2
2.3 まとめ	5
3. 工場排水の混入率の高い処理場におけるCODの挙動	6
3.1 A処理場の処理状況	6
3.2 処理工程における有機成分の挙動	7
3.3 工場で使用されている薬剤に関する調査	8
3.4 まとめ	11
4. 難分解性COD物質添加実験	12
4.1 実験方法	12
4.2 非イオン界面活性剤添加実験結果	16
4.3 非イオン界面活性剤添加実験結果（嫌気槽を設けた場合）	23
4.4 ポリビニルアルコール添加実験結果	31
4.5 まとめ	35
5. おわりに	36

附 表

1. はじめに

水質汚濁防止に係わる水質総量規制制度の導入により、下水処理場の多くは放流水のCODの規制を受けることとなった。現在の下水処理場は、生物処理を主体としており、CODの除去率は70～75%程度といわれているが、実際には、個々の処理場の工場排水混入率、し尿投入の有無など処理施設の運転条件の種々の要因によって処理状況は大きく異なっている。工場排水、し尿には生物学的に難分解な各種のCOD成分が含まれ、高COD除去率を達成するためには下水処理場は処理法の改善等の対応が必要になるものと考えられる。以上のことより、三次処理研究室では昭和55年度より下水道事業調査費により「下水中の難分解COD成分等の高度除去に関する調査」の課題を設け調査研究を続けてきている。

本調査では、繊維関連工場の工場排水の混入が多い下水処理場のケーススタディを行ったが、その結果、CODを高める物質として非イオン界面活性剤やポリビニルアルコールが上げられた。本報告は、その個々の物質についてこれを実下水に添加し実験を行い、その分解度を高める生物学的処理条件について検討した結果を報告するものである。

2. 下水処理場におけるCODの実態¹⁾

下水処理場における規制項目はBOD、SS等であるため、CODの現状についてはデータの収集、整理等も不十分であり、流入水濃度、除去率、放流水質、工場排水の混入による影響等に関して十分把握されていない。本調査は昭和55年度に行ったものであり、10都市、58処理場のデータをもとに検討したものである。

2.1 調査方法

調査はアンケート方式により実施した。主な内容は工場排水の業種別混入率、および流入水、初沈流出水、放流水のBOD、CODである。解析は工場排水の混入率を指標として各処理工程での濃度、除去性についてBODに対応させながら比較検討した。

2.2 調査結果

1) 工場排水の混入率および、主要業種：工場排水の混入率は0～44.5%まで広範囲にわたっている。混入率をA：0～10%、B：10～20%、C：20～30%、D：30%以上の4段階に分類すると、工場排水の混入率の高い処理場程、ある業種の混入率が高くなり、特定の排水の流入比が高くなる傾向がみられた。それぞれの混入率で対象処理場数はA：27、B16、C：5、D：8であった。

1業種で10%以上を占める処理場はCで4、Dで5処理場なり、業種は食料品、繊維工場、化学工場にかぎられ、2業種以上が10%以上の混入率になる処理場はなかった。また、工場排水混入率40%程度で1業種が20%程度を占める処理場が2カ所あった。

2) 工場排水の混入率と流入、流出COD：混入率とCODの関係を図-2.2.1、2.2.2に示した。図-2.2.1では相関係数(r)は0.12であった。図-2.2.2では $r=0.67$ となり、工場排水の混入の多い処理場では残留CODも高くなる傾向がみられた。しかし大部分の処理場は $30\text{mg}/\ell$ 以下の放流水質であった。処理水CODが $36\text{mg}/\ell$ の処理場は化学工業排水が約12%混入していた。なお、BODは流

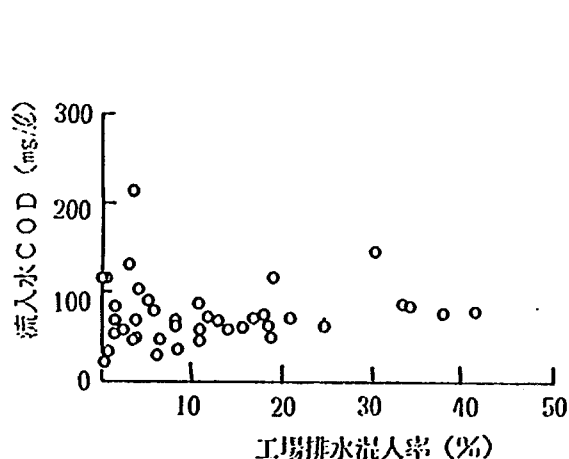


図2.2.1 工場排水混入率と流入水COD

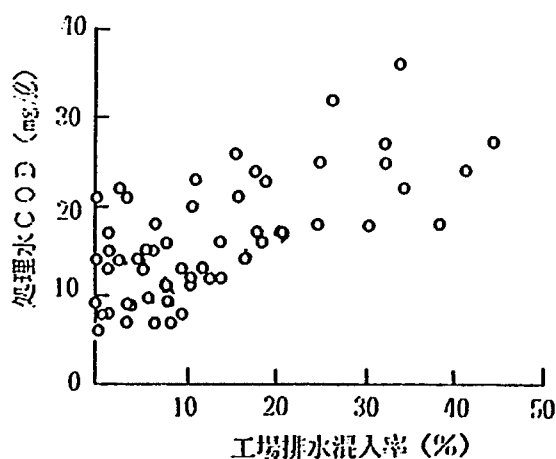


図2.2.2 工場排水混入率と処理水CODの関係

入水で30~235 mg/ℓ, 汚泥処理施設を有するところでは最大280 mg/ℓであった。

3) 2次処理でのCOD除去:ばっ気槽流入CODと処理水CODの関係を図-2.2.3 に示す。

$r=0.56$ で流入濃度が高いと処理水質も悪くなる傾向がみられた。次にBOD/COD比で比較すると図-2.2.4,2.2.5 のようになり,特にBOD/CODが高い場合に除去率が悪くなるともいえない。なお,除去率60%以下の処理場は化学工場,繊維工場の混入率の高い所である。処理水のBOD/COD比は,流入水の値が1以上であったのに対して,1.2以下となり生物分解されやすい成分はかなり分解していることがわかる。分解しにくい成分の除去法としては反応時間を長くするとかSRTを長くするなどが考えられるが,実施設のデータとして得られるばっ気槽の滞留時間とCOD除去の関係をみたのが図-2.2.6 である。 r は0.47となり,かなり巾はあるが,滞留時間が長くなると除去率もよくなるようである。2次処理でのCOD除去にはBOD/CODよりエアレーション時間の影響が大きく,業種,特に化学工場,繊維工場の混入率が高い場合に除去率が低下するものと考えられる。

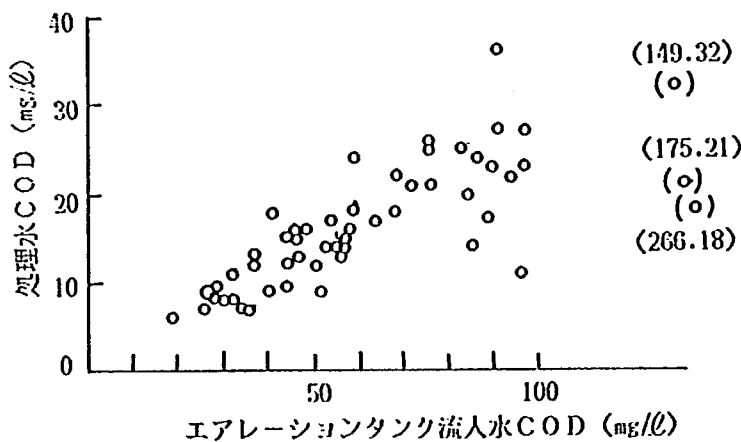


図2.2.3 エアレーションタンク流入水と処理水のCODの関係

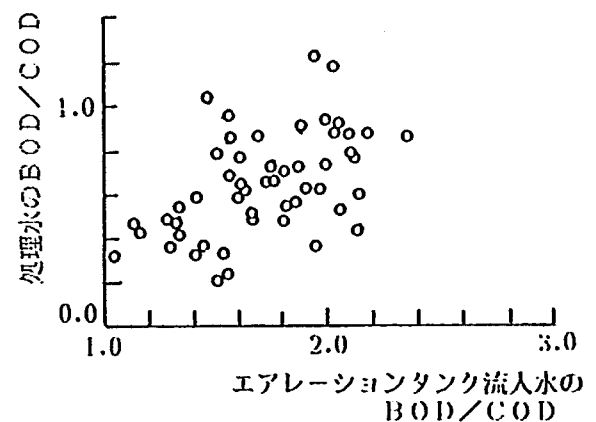


図2.2.5 AT流入水のBOD/CODと処理水のBOD/COD

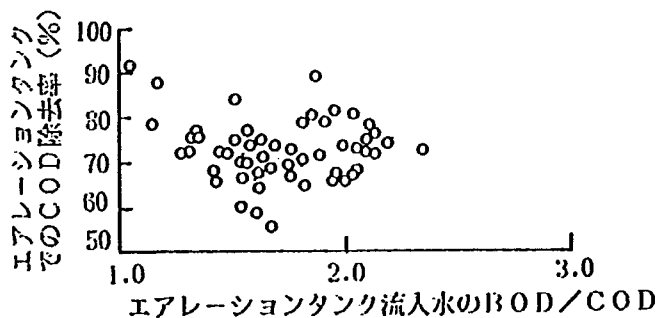


図2.2.4 AT流入水のBOD/CODとATでのCODの除去率

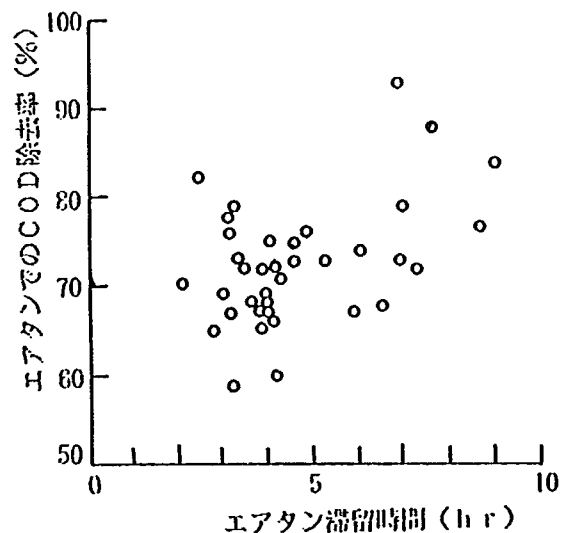


図2.2.6 AT滞留時間とATでのCOD除去率

4) 流入、流出COD、および除去率の度数分布：流入水のCODを図-2.2.7 に示した。COD60～90mg/ℓで流入する処理場が約50%を占めているが、70mg/ℓ程度で流入する処理場が約半数である。一方、BODについては図示していないが、100～150 mg/ℓで流入する処理場が約46%を占めていた。処理水のCODを図-2.2.8 に示した。BODでは62%の処理場が10mg/ℓ以下で、15mg/ℓ以下を含めると91%の処理場になる。CODでは10～15mg/ℓで放流する処理場が多いが、大部分の処理場は25mg/ℓ以下で放流している。COD総量規制の放流水規準は目標年度、新增設の場合で最低値30mg/ℓとなっており、この値を満足できない処理場は55例中2カ所であった。2次処理（ばっ気槽での除去）でのCODの除去率を図-2.2.9 に示した。BODの除去率はすべて80%以上で、85～95%の除去率の処理場が87%であった。CODは66～80%の除去率を示す処理場が大部分を占め、BODに比較して、CODの除去率はかなり悪いことがわかる。この原因としては繊維工場とか化学工場排水の混入も考えられる。生物分解性試験によると、これらの排水は40～60%の分解率であるため、処理水への残留率は食料品製造業などに比較して高くなるであろう。

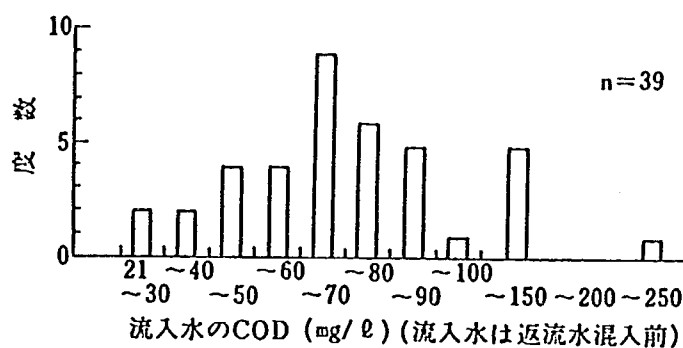


図2.2.7 流入水のCOD濃度別の度数

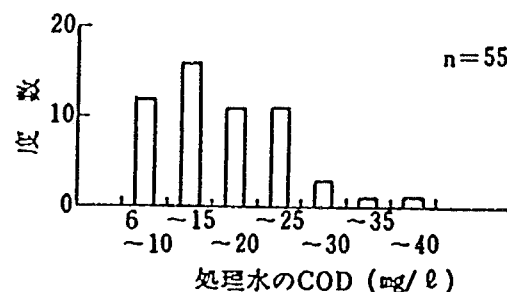


図2.2.8 処理水のCOD濃度別の度数

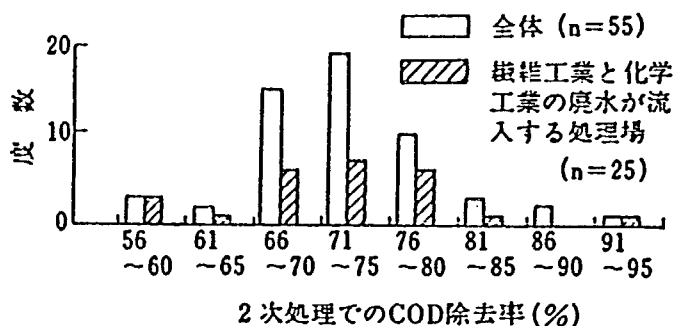


図2.2.9 2次処理でのCOD除去率の度数

5) CODの平均水質とBODについて：各処理過程での平均水質、平均除去率を表-2.2.1 に示した。流入水CODは工場排水の混入率が30%以下では68~72mg/ℓでほとんど差はないが、30%以上になると97mg/ℓ、BODも値はCODより高いが同様の傾向がみられた。平均値ではCOD74.3、BOD 129mg/ℓとなった。処理水CODは工場排水の混入率の増加につれて悪くなり、13から25mg/ℓになった。全体の除去率でみると74から76%で差が少ないが、生物処理では若干差がみられた。処理水のCODはこれらの結果からみると、除去率で比較したので工場排水の影響は明らかでないが、放流水質でみると工場排水の混入によりCOD濃度が高められ、明らかに影響があるものと考えられる。この場合、影響の大きい業種は先述したように染色、化学工場、一部食料品製造業であった。

施設の設計基準で用いているBOD200 mg/ℓに対応するCODを表-2.2.1 の関係から単純に比例で求めると115 mg/ℓとなる。平均除去率75%とすると、処理水質は29mg/ℓとなり、BODの約1.5 倍程度と予想される。

表2.2.1 工場排水混入率と水質

工排混入率 (%)	項 目	流入水 (mg/ℓ)	初沈流出水 (mg/ℓ)	処理水 (mg/ℓ)	二次処理除去率 (%)	全除去率 (%)	施設の稼働率 (%)
0~10 (29)	BOD COD BOD/COD	124 71.5 1.80	92.1 53.9 1.80	8.3 12.8 0.69	87.0 74.3 -	93.2 75.6 -	77.3
10~20 (16)	BOD COD BOD/COD	125 70.8 1.79	110.5 62.7 1.78	10.7 17.3 0.64	84.6 71.1 -	92.2 75.3 -	80.3
20~30 (5)	BOD COD BOD/COD	115 68.0 1.70	97.8 59.8 1.51	19.5 23.0 0.44	90.8 67.8 -	92.2 74.0 -	65.2
30~45 (8)	BOD COD BOD/COD	162 96.6 1.74	147.8 79.6 1.57	17.7 24.6 0.68	88.2 70.8 -	91.9 73.8 -	70.6
全体 (58)	BOD COD BOD/COD	129 74.3 1.78	105.5 60.0 1.74	11.0 18.2 0.65	86.8 72.5 -	92.7 75.2 -	76.2

2.3 まとめ

58処理場を対象として調査した結果、工場排水混入率は最大44.5%、業種の主なものは食料品、繊維、化学等であった。混入率が多くなると処理水のCODは高くなる傾向がみられたが、30mg/ℓ以上の処理場はほとんどなかった。流入BOD200 に対応するCODは 115mg/ℓ程度であろう。

3. 下水処理場における難分解性CODの挙動²⁾

難分解性COD（以下 HB-COD：Hardly Biodegradable COD）を多く含む工場排水を受け入れている実際の下水処理場（A処理場）におけるHB-COD負荷量等の調査結果を以下に示す。A処理場の処理水量は日平均9,000 m³/d 工場排水混入率は36%程度で、主たる工場排水は繊維染色業種由来のものである。

3.1 A処理場の処理状況

図-3.1.1 にA処理場の流入下水、エアレーションタンク流入水、処理水のBOD、COD_{Mn}、SS、T-N、T-Pの年間の変化を示す。表-3.1.1 は図-3.1.1 に示した各水質項目について季節毎及び通年の平均値と除去率をまとめたものである。

A処理場で問題となっているCOD_{Mn}をみると流入下水で年平均162mg/ℓ、冬期には200mg/ℓをこえている。昭和55年度に実施した調査では全国58処理場の流入水のCODの平均は74mg/ℓであり、これと比べるとA処理場は2倍以上の値となっている。

処理水では年平均45mg/ℓで冬期には50mg/ℓを超えることがある。

BODは流入下水で年平均243 mg/ℓで、処理水では20mg/ℓ前後の値となっている。BOD、CODに比べると流入下水のSSは年平均で73mg/ℓとかなり低くなっており、流入下水のBOD、COD_{Mn}は溶解性のものが多いことを示唆している。

表3.1.1 A処理場における水質分析結果

	B O D ₅					C O D Mn					S S				
	春	夏	秋	冬	平均	春	夏	秋	冬	平均	春	夏	秋	冬	平均
流入下水	245	247	260	200	243	157	145	168	193	162	61	72	85	77	73
曝気槽流入水	205	215	230	97	200	109	127	143	98	122	55	80	99	79	78
終沈流出水	18	22	16	15	18	40	45	44	52	45	19	20	21	25	21
除 去 率	93	91	94	93	93	75	69	74	73	72	69	72	75	68	71

	T - N					T - P				
	春	夏	秋	冬	平均	春	夏	秋	冬	平均
流入下水	19.7	19.0	18.3	-	19.0	4.6	4.3	4.3	-	4.4
曝気槽流入水	20.3	19.8	17.6	-	19.2	3.8	4.7	4.3	-	4.3
終沈流出水	12.7	8.4	12.1	-	11.1	2.0	1.8	2.0	(3.1)	1.9
除 去 率	36	56	34	-	(42)	57	58	53	-	(57)

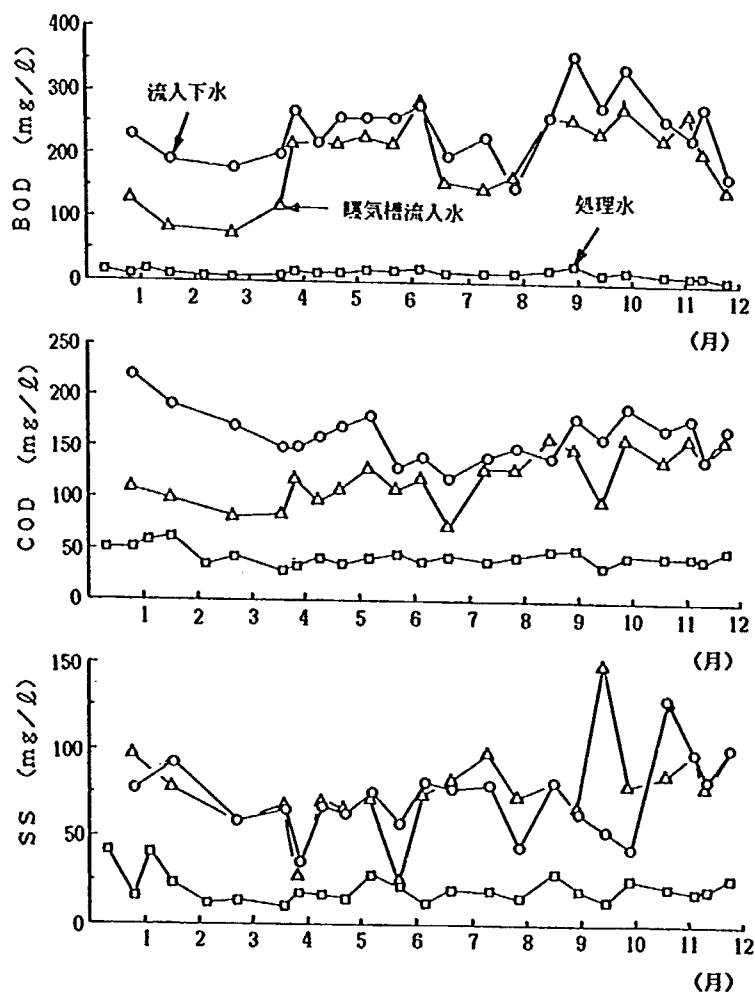


図3.1.1 A処理場の処理状況 (1984年)

3.2 処理工程における有機成分の挙動

A処理場の処理フローと主な有機成分の分析値を各々表に示す。表-3.2.1 をみると流入下水中に非イオン界面活性剤が高濃度に含まれており、処理水に $6\text{mg}/\ell$ 残存している。代表的な非イオン界面活性剤である、POEAE (ポリオキシエチレンアルキルエーテル) と POEAPE (ポリオキシエチレンアルキルフェニルエーテル) で溶解性 COD_{Mn} を測定すると界面活性剤 1g 当たり $\text{COD}_{\text{Mn}} 0.7 \sim 0.9\text{g}$ という値を得ている。仮りに非イオン界面活性剤 1g が $\text{COD}_{\text{Mn}} 0.8\text{g}$ に相当するすると処理水 COD のうち非イオン界面活性剤に由来する分の割合は13%となる。

表-3.2.1 に示した成分では流入下水の TOC の約35%, 処理水の TOC の約25%にしかならず、表-3.2.1 にあげた成分以外の成分が TOC の値を高めているものと考えられる。

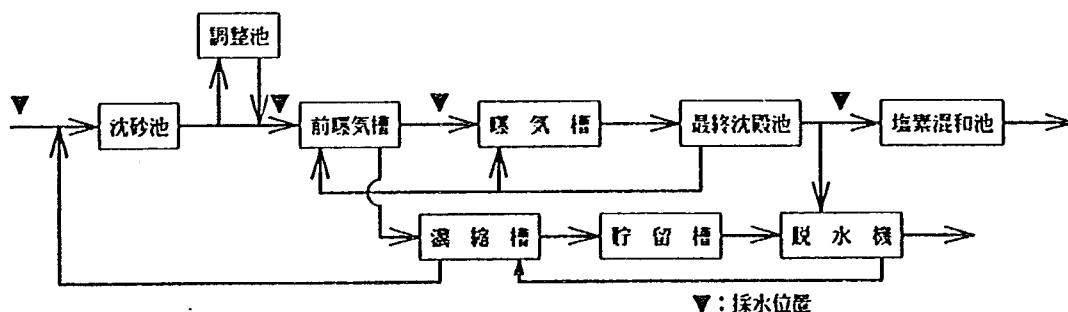


図3.2.1 処理フローと採水位置

表3.2.1 主要な有機成分の分析結果

	流入下水	前曝気槽流入水	曝気槽流入水	終沈流出水
B O D	62	62	34	3.4
C O D	110	89	78	36
タンパク質	11	10	9.7	6.3
炭水化物	13	12	11	8.3
脂質	1.7	1.2	1.0	0.59
揮発性有機酸	2.8	1.7	0.9	0.2
(酢酸)	(2.3)	(1.5)	(0.7)	(0.2)
(加酢酸)	(0.3)	(0.1)	(0.1)	(ND)
(i-酪酸)	(0.1)	(ND)	(ND)	(ND)
(n-酪酸)	(0.1)	(0.1)	(0.1)	(ND)
(i-吉草酸)	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)
(n-吉草酸)	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)
フミン酸・フルボ酸	8.9	7.8	5.4	5.0
タンニン	5.1	4.5	3.6	1.0
尿素	0.39	0.33	0.21	0.17
陰イオン界面活性剤	1.4	1.6	1.3	0.54
非イオン界面活性剤	15	13	11	6.0
T O C	84	75	65	56

3.3 工場で使用されている薬剤に関する調査

排水性状に大きな影響を及ぼす薬剤について調査を行なった。調査対象工場は5工場で、各工場の概要と使用している主要な薬剤を表-3.3.1に示す。本年度の調査では表-3.3.1の薬剤の中から排水のCODに大きな影響を及ぼすと考えられるものをピックアップし各薬剤のBOD, COD, COD生分解度

表3.3.1 調査工場の概要および主要使用薬剤

業種区分 No	内 容	工場	排水量 m ³ /H	除外施設	総合排水水質			使用薬剤
					BOD (mg/ℓ)	COD (mg/ℓ)	生分解度	
57	毛織物機械 染色整理工程	B	20,307	— 散水ろ床	66	83	67.0	酸性染料, 洗剤, 硫酸, 均染剤, ソーダ灰, カチオン染料, 酢酸, 糊剤
		C	8,420		397	762	45.6	
58	織物機械 染色整理工程	D	8,370	加圧浮上, 散水ろ床	434	351	79.8	次亜塩素酸ソーダ, 過酸化水素, 蛍光漂白剤, 珪素, 苛性ソーダ, 染料, 洗剤, 静電防止剤, 染色助剤
		E	18,350	加圧浮上, ろ過	346	776	65.9	
61	綿状繊維・糸 染色整理工程	F	5,670	接触酸化	178	143	69.6	酸性染料, カチオン染料, 柔軟剤, 緩染剤, 防虫剤

を調べたのが、表-3.3.2 である。BOD、COD_{Mn}の測定は各薬剤の1000mg/ℓ溶液を調整して行なったもので、表-3.3.2 には薬剤1g当たりのBOD、COD_{Mn}量として表示している。

表-3.3.2 には薬剤のパフレット、販売元の聞き取り調査等で判明している主要成分を示している。主要成分が同じであっても生分解度はかなり異なっているものがあり、主要成分から生分解度を推定するのは難しい。これは薬剤により主要成分の比率、他の成分の種類と量が異なっているためと推定される。

表3.3.2 調査対象薬剤リストとそのBOD、COD生分解度

工場	薬品名	主要成分	使用目的	使用量 (kg/年)	BOD (mg/ℓ)	COD (mg/ℓ)	COD /BOD	生分解度 (%)	HB COD (mg/g)	HB COD (kg/年)
B	B1 アルベガールB		染色用助剤	800	32.1	401	12.5	22.4	311	249
	2 カヤオールWN	クマリン系	蛍光染色	200	242	430	1.78	59.5	174	35
	3 サンモールA1	ポリオキシエチレン アルキルアミン	染色用助剤	8,000	34.1	259	7.60	26.3	191	1,527
	4 スコロールRC300	非イオン化合物	染色用助剤	8,000	15.9	141	8.87	21.8	110	882
	5 タイゲンSS		染色用助剤	1,500	581	98.2	0.17	24.0	74.6	112
	6 ノイゲンSN	非イオン化合物	洗剤	1,200	133	114	0.86	55.7	50.5	61
	7 ノオミンTS300		柔軟剤	4,000	10.5	7.5	0.70	67.5	2.4	10
	8 ハッコールBS		蛍光染色	1,000	25.3	408	16.1	0	408	408
	9 マルチードSF	マレイン酸	染色用促進剤	9,000	1.1	3.6	3.27	35.1	2.3	21
	10 モノゲンG	高級アルコール 硫酸エステルソーダ	洗剤	21,000	570	43.3	0.076	56.4	18.9	397
	11 モノゲンH		洗剤	9,000	532	78.2	0.15	62.6	29.2	263
	12 ラノゲン	ラノリン誘導体	柔軟剤	1,500	38.1	177	4.65	22.4	137	206
C	C1 A-098D		連染用助剤	6,000	587	731	1.25	64.9	257	1,540
	2 N-30		撥染用助剤	46,000	78.6	444	5.65	53.5	206	9,497
	3 NDX728		柔軟剤	8,000	7.8	170	21.8	93.5	11.1	88
	4 グランupA	非イオン界面活性剤	浸透剤	15,000	11	195	17.7	7.4	181	2,709
	5 パスランR-113	非イオン界面活性剤	柔軟剤	4,300	11	150	13.6	92.8	10.8	46
	6 ライトソフター#3000	アルキルポリアミド	柔軟剤	1,000	14.6	203	13.9	91.9	16.4	16
D	D1 イルミナールSP		蛍光染料(漂白)	1,000	20.3	855	42.1	6.2	802	802
	2 シンターマ		樹液き剤	330	54.5	38.1	0.70	85.2	5.6	2
	3 フレークマルセル	植物性せっけん	ソービング	3,030	1,690	243	0.14	87.0	31.6	97
	4 ライトソフター	アクリルポリアミド	柔軟剤	21,700	143	46.5	0.33	70.8	13.6	295
	5 ラクトーゼ	酵素アミラーゼ	樹液き剤	2,690	44.7	126	2.82	66.5	42.2	114
E	E1 GOP-01N		助剤	33,714	12.8	143	11.2	10.4	128	4,320
	2 TC-194	特殊高分子化合物	柔軟剤	22,840	478	74.1	0.16	97.2	2.1	47
	3 TKゾール		柔軟剤	17,860	5.0	68.9	13.8	91.9	5.6	100
	4 キュプロガム		樹液	94,750	135	495	3.67	59.9	198	18,807
	5 サニレタルダーCS		助剤	10,370	1.0	31	31.0	(-)*	31	322
	6 センカノール		洗剤	7,200	4.3	185	43.0	3.7	178	1,283
	7 染色酸クール		助剤	43,465	145	116	0.80	95.4	5.3	232
	8 テキサシリコン		助剤(泡消し)	38,517	87	37.4	0.43	69.0	11.6	447
	9 ベビナーCS	陰イオン化合物	柔軟剤	5,770	10.9	77.6	7.12	98.6	1.1	6
	10 ボンソール		洗剤	1,350	127	245	1.93	60.8	96.0	130
	11 リポトルBD	陰イオン化合物	助剤	31,210	2.4	57.7	24.0	2.2	56.4	1,761
F	F1 FixMH		アクリル用SG剤	13,728	67.5	106	1.57	41.3	62.2	854
	2 TM-100		エステル用SG剤	11,116	2.7	68.5	25.4	24.6	51.6	574
	3 ウルトラMT-TG	重合リン酸塩	染色用助剤	7,750	0.5	5.7	11.4	57.8	2.4	19
	4 カチオゲンNX	第4級アンモニウム塩	アクリル用経染剤	24,616	11.1	211	19.0	(-)*	211	5,194
	5 ケミロンP-E280	陰イオン化合物	エステル用紡織油剤	2,576	418	78.3	0.19	62.8	29.1	75
	6 ケミロンPOD	陽イオン・陰イオン 界面活性剤	アクリル用紡織油剤	816	660	244	0.37	30.0	171	139
	7 サンソルトAN		アクリル用均染剤	26,820	376	25.3	0.067	36.3	16.1	432
	8 サンフロムP-10	陽イオン化合物	アクリル用柔軟剤	3,000	103	749	7.27	85.5	109	326
	9 ディアソーバー LR-FS		エステル用均染剤	1,404	19.7	213	10.8	25.7	158	222
	10 テオノールAT	芳香族エーテル化合物	染色助剤	357	791	373	0.47	6.7	348	124
	11 デートロン	陰イオン化合物	ナイロン用紡織油剤	400	48.6	7.3	0.15	53.1	3.4	1
	12 デリオン824R	陰イオン活性剤	ナイロン用紡織油剤	1,105	201	71	0.35	7.3	65.8	74
	13 ニューボンWS	陽イオン・陰イオン 界面活性剤	ナイロン、ウール用 均染剤	510	163	295	1.81	14.1	253	129
	14 ノイゲンHC	ポリオキシエチレン アルキルエーテル	ソービング剤	2,430	138	181	1.31	63.0	67.0	163
	15 パナロンE	第4級アンモニウム塩	アクリル用均染剤	1,275	157	234	1.49	47.6	123	156
	16 ビスバモールBNA	脂肪族エーテル	エステル用分散剤	3,800	19	232	12.2	2.6	226	859
	17 ベビナー415	ポリアミン誘導体	アクリル用柔軟剤	1,022	1.4	122	87.1	86.4	16.6	17

※：(-) は生分解度マイナスを示す

生分解度試験（下水試験法）で生分解度がマイナスを示したF4という薬剤について生分解度試験時のTOC、CODの挙動を示したのが図-3.3.1である。試験では薬剤をCOD_{Mn}（D）で約100 mg/ℓになるよう活性汚泥に添加しており、24時間のうちにCODとTOCがどれだけ変化したかを示している。CODではF4を添加しないものでは、2～3 mg/ℓしか増えていないのに、F4を添加した場合には20mg/ℓも増加している。CODの増加に平行してTOCも増加していることから、これらの成分の増加は薬剤が活性汚泥に対して阻害作用ないし毒性を有しているため汚泥の一部が死に溶解したためと考えられる。

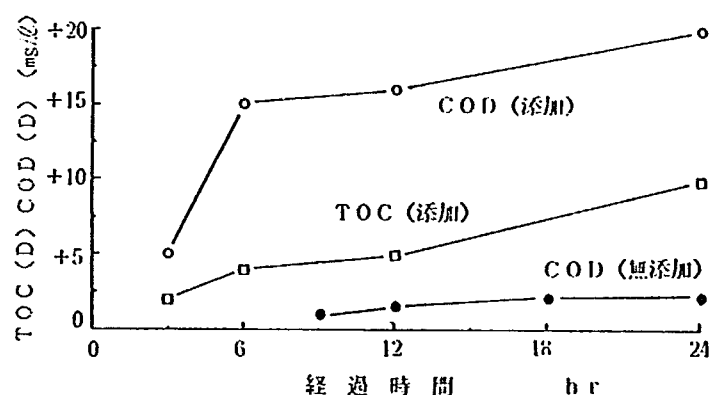


図3.3.1 生分解度試験時のTOCとCODの変化量
図 (添加薬剤 F-4)

表-3.3.3 には各薬剤毎にHB-COD濃度と年間負荷量を示している。生分解度がマイナスの薬剤についてはCOD=HB-CODとした。HB-COD濃度が200mg/g以上の薬剤は9あり、用途としては蛍光染料、糊料、均染剤、緩染剤などで特定用途に片寄ることはない。各工場ではHB-COD負荷量の高い薬剤は異なっており、B工場では非イオン化合物を主要成分とする染色助剤、C工場では捺染等に用いられる糊剤、D工場では蛍光漂白剤、E工場では糊剤、F工場では緩染剤が各々負荷が多い。今回の調査では糊剤の負荷が高く、表-3.3.2のHB-COD負荷の総量のうち53%を占めていた。

各工場のCOD、HB-CODの年間負荷量を表3.3.3に示す。表中の「薬剤」は表-3.3.2より、「実測」は表-3.3.1から求めている。表-3.3.3をみるとF工場以外はいずれも「薬剤」の値が「実測」の値より小さくなっている。この原因として、今回の調査では全ての薬剤を対象としていないこと、

表3.3.3 各工場のCOD、HB-COD負荷量

	COD (D) 負荷量 (Kg/年)		HB-COD 負荷量 (Kg/年)	
	薬剤	実測	薬剤	実測
B	6,240	16,650	4,170	5,500
C	29,940	67,900	13,900	36,980
D	2,960	29,530	1,310	5,970
E	65,360	161,630	27,450	55,050
F	13,190	8,640	9,360	2,630

工場排水中には薬剤由来以外のCOD成分が含まれていること等が考えられる。薬剤以外に由来するCODとして繊維が考えられる。繊維から溶出するBODとCODを調べた結果を表-3.3.4に示す。CODの溶出量が多いのはタオル生地であり、100g当たり1.25gのCODが溶出している。

表3.3.4 繊維から溶出するBODおよびCOD

試料	先染ツイード	後染用ニット	後染用毛布	後染用起毛物	タオル生地
BOD	53.8	713	155	313	666
COD	104	683	255	295	1,520

(浴比 1:10, 30分煮絨, GF/B沸過)

(単位 mg/100g)

3.4 まとめ

工場排水が多量に流入する下水処理場のケース・スタディを実施した結果、次のことが明らかとなった。

- 1) 流入下水のCODは年平均で162mg/ℓをこえ、全国58処理場の流入水CODの平均74mg/ℓの2倍以上の値となっていた。さらに、処理水CODは年平均約45mg/ℓ、冬期で50mg/ℓをこえることがある。
- 2) 流入下水中の有機成分の中に非イオン界面活性剤が高濃度に含まれ、処理水に6mg/ℓ残存している。非イオン界面活性剤1g当たりのCODを0.8gとすると、処理水CODの13%が非イオン界面活性剤に由来することとなる。
- 3) 工場で使用されている薬剤で、HB-COD濃度が200mg/g以上の薬剤は9あり、用途としては蛍光染料、糊料、均染剤、後染剤等で特定用途に片寄ることはない。薬剤のHB-COD負荷量は、糊剤の負荷が高く総量のうち53%を占めていた。薬剤以外に由来するCODとして繊維からの溶出があげられ、タオル生地100g当たり1.52gの溶出があることが判明した。

4 難分解性COD物質添加実験

4.1 実験方法

1) 実験装置

家庭下水を主として受け入れている下水処理場に図4.1.1 に示す小型実験装置2台を設置して行った。1台は曝気槽が10槽に仕切られた総容量107ℓの装置で、浮遊法（活性汚泥法）に用い、もう1台は曝気槽が8槽に仕切られた総容量 169 ℓの装置で、槽内に接触材を入れた生物膜法又は浮遊法との併用法に用いた。装置の主要諸元は、表-4.1.1 に示すとおりである。

嫌気槽を設けた場合は、浮遊法では槽内に攪拌機を入れ、生物膜法では槽内循環用ポンプを用いて嫌気にした。

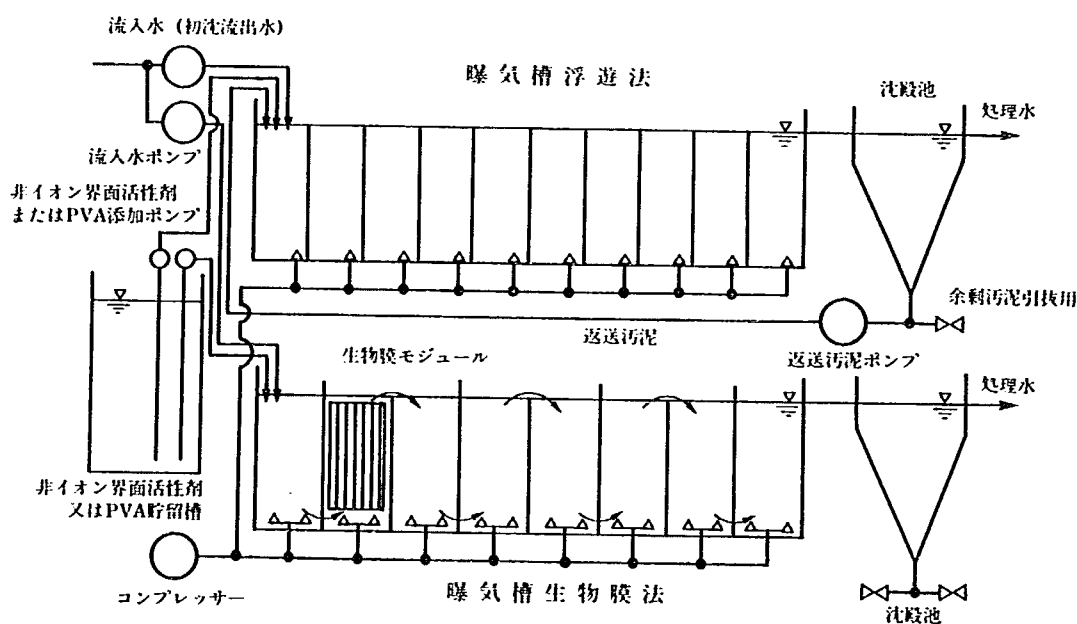


図4.1.1 小型実験装置フロー

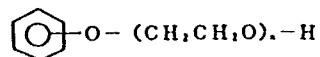
表4.1.1 装置諸元

		A系	B系
曝気槽	槽数	10槽	8槽
	容積	107ℓ	169ℓ
	生物膜モジュール		ポリエチレン製網基材（13mmメッシュ） 180mm × 170mm 5枚（1槽当り）
	沈殿池容積	48ℓ	48ℓ

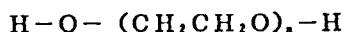
原水には当処理場の初沈流出水を用い、これに難分解性COD物質として所定量の非イオン界面活性剤又はポリビニールアルコール（以下、PVA）を添加した。非イオン界面活性剤は、工業用ポリオキシエチレンアルキルフェニルエーテル、重合度 $n = 17.5$ のものを、PVAは試薬特級、重合度 $n = \text{約}500$

を水に溶かして添加した。添加薬品の分子式は次のとおりである。

非イオン界面活性剤 ($n=17.5$)



ポリビニルアルコール ($n=500$)



2) 実験条件

実験条件は、表-4.1.2 に示すとおりである。実験区分は全体で10区分であり、I~Ⅳは非イオン界面活性剤20mg/ℓを添加し、Ⅴ、ⅥはPVAを20mg/ℓ添加した実験区分である。区分毎の実験期間は約1~2ヶ月間であり、それぞれの添加物質およびCOD除去について、SRT、水温、滞留時間および生物量等の影響について検討した。SRTは次式によって管理を行った。

$$\text{SRT (H)} = \frac{\text{曝気槽客積 (ℓ)} \times \text{平均MLSS (mg/ℓ)}}{\text{余剰汚泥量 (ℓ/日)} \times \text{余剰汚泥濃度 (mg/ℓ)} + \text{処理水量 (ℓ/日)} \times \text{処理水SS (mg/ℓ)}}$$

区分ⅥからⅧでは、窒素やリン除去法に用いられている嫌気槽を設けた条件について、そのCOD除去効果等について検討した。なお、実験装置を設置した下水処理場は標準活性汚泥法で処理が行われており、この実施後のCOD処理結果等についても実プラントの値として実験結果中に示し比較対照した。

3) 水質分析

水質分析は、週1~3回の頻度で定時に採取したグラブサンプルについて、表-4.1.3 に示す項目、試料について行った。非イオン界面活性剤の分析はJIS K0102 (1982)により、PVAの分析は別枠内に示すように、ハウ酸-よう素法に拠った。さらに、区分毎の最後に曝気槽内の調査と区分Ⅴ以降では、実験装置の汚泥を用いて、初沈流出水、実験装置流入水および非イオン界面活性剤又はPVAについてCOD生分解度試験を行った。COD生分解度試験は下水試験法 (1984) に示される方法で行った。

PVA分析法³⁾

PVA (デンプンを含まない場合)、試験管に試料を適量添加し、蒸留水を加えて全体を10mℓとする。この時、PVA濃度として5~20ppmとなるように希釈する。これに、4% H_2BO_4 溶液を5mℓ添加後、よく混合し、さらに I_2 溶液 (KI 2.5 g を少量の蒸留水に溶解し、これに I_2 を12.7 g 溶かした後、全体を1ℓとする。) 1mℓを添加して、再びよく攪拌する。10分間放置後、30分以内に690 mμで比色定量する。

表4.1.2 実験条件 (1)

難分解物質	区分	実験期間	装置	処理フロー	滞留時間 hr	曝気時間 hr	好気時間 hr	返送率 %	その他
非イオン界面活性剤 20%添加	I	59. 9. 3 ~ 10. 8	A		8	-	8	25	SRT : 10日
			B		20	-	20	-	
	II	10. 9 ~ 11.16	A		8	-	8	25	SRT : 20日
			B		10	-	10	-	
	III	11.17 ~ 12.20	A		8	-	8	25	SRT : 10日
			B		20	-	20	-	
	IV	60. 1. 4 ~ 2.20	A		8	-	8	25	SRT : 20日
			B		10	-	10	-	
	V	4. 1 ~ 6. 4	A		8	-	8	25	
			B		8	-	8	-	
	VI	6. 5 ~ 7.17	A		5	2	3	25	A/O法
			B		5	2.5	2.5	25	A/O併用法

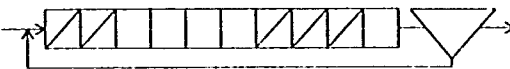
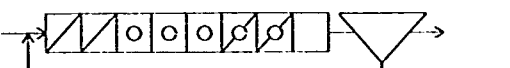
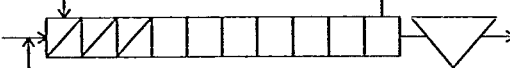
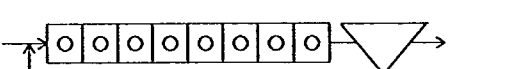
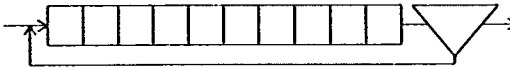
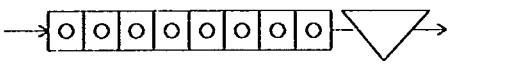
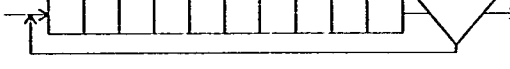
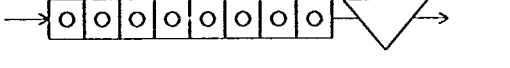
: 好気槽 (エアレーション)

: 好気槽・網基材有り (エアレーション)

: 嫌気槽 (機械攪拌)

: 嫌気槽・網基材有り (循環ポンプ)

表4.1.2 実験条件 (2)

難分解物質	区分	実験期間	装置	処理フロー	滞留時間 hr	嫌気時間 hr	好気時間 hr	返送率 %	その他
非イオン界面活性剤 20%添加	VI	7.18 ~ 9.4	A		12	6	6	25	内生脱窒法
			B		5	2.5	2.5	25	内生脱窒併用法
	VII	9.6 ~ 10.29	A		8	2.4	5.6	50	50+100%循環 循環式硝化脱窒法
			B		8	-	8	25	
ポリビニルアルコール 20%添加	IX	11.1 ~ 12.17	A		8	-	8	25	SRT: 10日
			B		8	-	8		
	X	61.1.4 ~ 3.4	A		8	-	8	25	SRT: 20日
			B		8	-	8		

 : 好気槽 (エアレーション)

 : 好気槽・網基材有り (エアレーション)

 : 嫌気槽 (機械攪拌)

 : 嫌気槽・網基材有り (循環ポンプ)

表4.1.3 水質分析項目と分析方法

分 析 項 目	試 料	分 析 方 法	頻 度 (回/週)
DO	曝気槽中間槽 曝気槽最終槽	下水試験法 (電極法)	3
PH	流 入 水 処 理 水	ガラス電極法	3
アルカリ度	同 上	下水試験法 (Mアルカリ度)	2
BOD	同 上	J I S 法 (A T U 添加)	1
COD _{Mn} (トータル, 溶解性)*1	同 上	下水試験法 (過マンガン酸カリウム法, 酸性)	2
SS	同 上	下水試験法 (グラスファイバー法)	1
非イオン界面活性剤	同 上	J I S 法 (チオシアン酸コバルト比色法)	2
ポリビニルアルコール (PVA)	同 上	PVA分析方法参照	2
K-N (トータル, 溶解性)	同 上	テクニコン	2
NH ₄ -N (溶解性)	同 上	同 上	2
NO _x -N*2 (溶解性)	同 上	同 上	2
T-P (トータル, 溶解性)	同 上	同 上	2
D-P (溶解性)	同 上	同 上	2
MLSS	曝気槽最終槽 余剰汚泥	下水試験法 (遠心分離法)	2
MLVSS	同 上	下水試験法 (600℃, 1時間)	2

※1 溶解性はガラス濾紙(1ミクロン)で濾過した液について分析したもの。

※2 NO_x-Nは(NO₂-N) + (NO₃-N)である。

4.2 非イオン界面活性剤添加実験結果(区分Ⅰ～Ⅳ)

1) 曝気槽内の汚泥性状, 滞留時間および汚泥引抜量

浮遊法(A系), 生物膜法(B系)の汚泥性状, 滞留時間および汚泥引抜量を表4.2.1に示す。SRTを制御した条件では, SRTを長くすることにより, 曝気槽内および沈殿池での汚泥が多くなり, 特に沈殿池での汚泥界面の上昇に注意を要した。

曝気槽内の生物相の視察結果を表4.2.2に示す。浮遊法は, 有柄性纖毛虫等の通常の活性汚泥にみ

表4.2.1 曝気槽の汚泥性状、滞留時間および汚泥引抜量等

区分&装置 項目	I		II		III		IV	
	A	B	A	B	A	B	A	B
滞留時間 (hr)	8.5	22.1	8.7	10.6	8.9	20.0	8.6	10.1
SRT (日)	8.5	-	21.7	-	12.8	-	18.4	-
汚泥返送率 (%)	25.8	-	27.2	-	28.8	-	24.8	-
MLSS (mg/ℓ)	2,050	-	2,650	-	2,600	-	3,560	-
MLVSS (mg/ℓ)	1,740	-	2,190	-	2,220	-	3,080	-
付着汚泥量 (g)	-	64.5	-	185.4	-	146.7	-	237.5
同上有機分 (g)	-	55.7	-	158.8	-	(116.1)	-	174.6
SV30 (%)	24	-	40	-	46	-	54	-
SVI	117	-	151	-	177	-	152	-
汚泥発生量 (g/日)	15.6	10.1	20.6	22.3	15.9	9.6	18.4	18.4
余剰SS (mg/ℓ)	7,400	6,290	10,550	9,970	8,300	-	18,350	8,270
余剰VSS (mg/ℓ)	5,930	5,040	9,060	7,690	7,110	-	16,200	7,150
汚泥引抜量 (g/日)	20.9	0.5	11.1	0.9	20.3	0	15.7	4.7

付着汚泥量：8 槽の合計

汚泥発生量：流入水SSと処理水SSの差から求めた

表4.2.2 曝気槽内の生物相

単位：個数/㎖

生物名	1 月 17 日		1 月 21 日	
	A No10	B 生物膜	A No10	B No3
<i>Aspidisca</i>	2,400		7,040	
<i>Vorticella</i>	3,040		1,600	560
<i>Epistylis</i>	6,560			480
<i>Opercularia</i>			19,200	1,600
<i>Arcella</i>	320		320	160
<i>Philodina</i>	400		400	320
<i>Chaetonotus</i>	80			
<i>Blepharisma</i>			240	
<i>Tetvarisma</i>			160	
<i>Amoeba</i>	240		1,520	
<i>Nematoda</i>		多数		3,280
糸状菌		多数		
<i>Paramecium</i>				2,720

られる生物相と同じである。生物膜法は、浮遊している汚泥中には活性汚泥と同じ生物相に加えて、Nematoda, Parameciumが多数観察された。さらに、付着生物膜は、Nematoda, 糸状菌がほとんどであり、糸状菌には Begiatoa も多数みられた。

2) COD

CODの範囲、平均値および除去率を表-4.2.3 に示す。本プラントのCODを表-4.2.4 に示す。流入水の平均CODは、65~80mg/ℓの範囲にあり、本プラントの初沈流出水COD40~60mg/ℓに対し約20mg/ℓ上昇している。添加した非イオン界面活性剤のCOD原単位は約1g/g・非イオン界面活性剤であり、非イオン界面活性剤の添加量20mg/ℓ分の上昇である。

処理水CODは、浮遊法の場合、SS性由来のCODの上昇はみられたが、溶解性CODの結果からは、条件の違いによる明確な差はみられない。生物膜法の場合、滞留時間の変化が顕著に表われている。区分Ⅰ→Ⅱ、Ⅲ→Ⅳは、滞留時間を20時間から10時間と半分にした結果、それぞれ、15.8→24.1mg/ℓ、18.4→21.5mg/ℓと上昇している。また、図-4.2.1 に示すように槽内においてCODの増加がみられる。このことは生物膜設置槽の下部に堆積した汚泥の嫌氣的分解による有機物の溶出が原因と考えられ、表-4.2.2 の中で嫌氣的な条件下で生育する生物膜が原因と考えられる。

表4.2.3 COD, D-CODおよび除去率

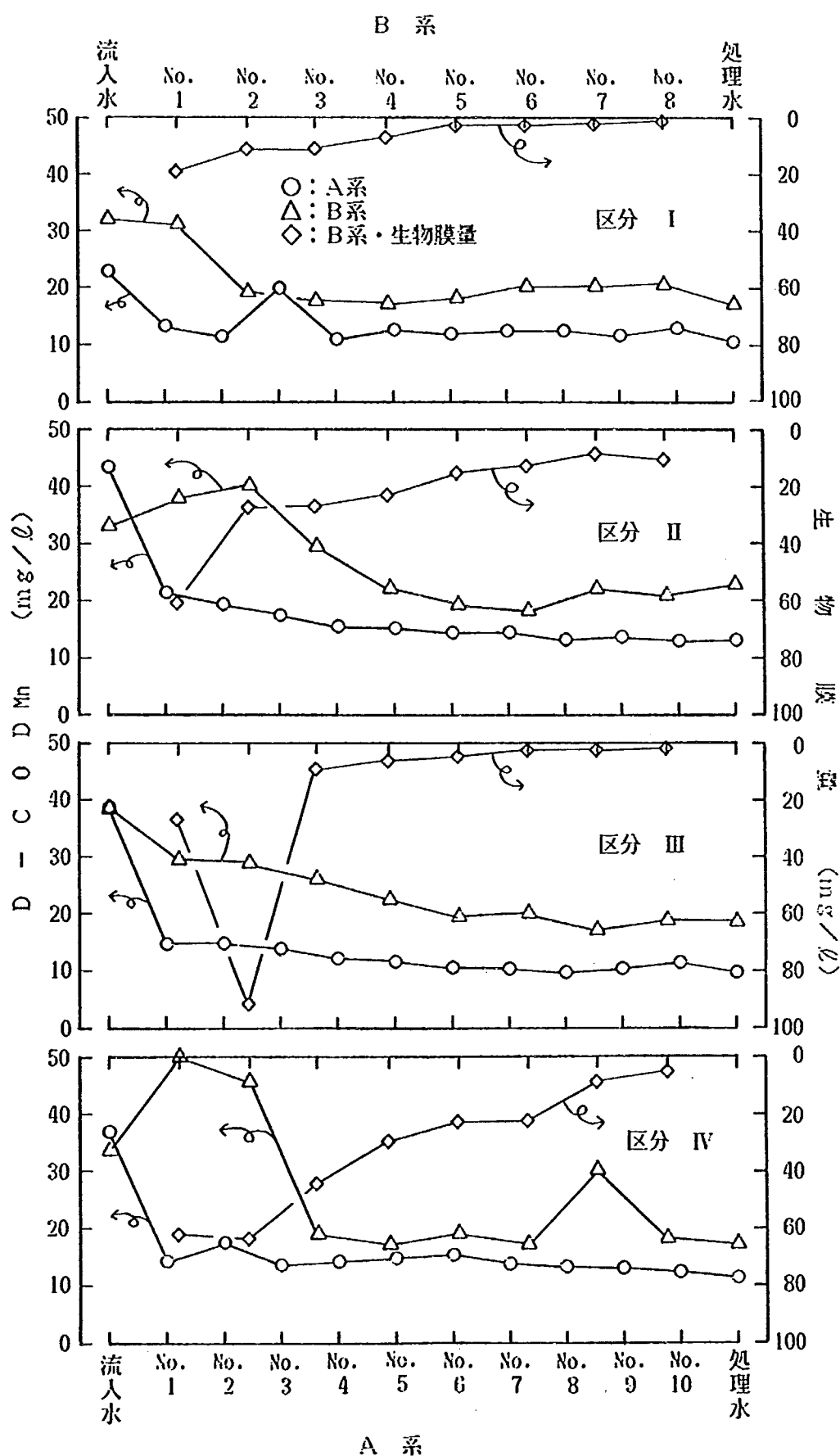
区分	装置	流入水温 (℃)	COD			D-COD		
			流入水 (mg/ℓ)	処理水 (mg/ℓ)	除去率 (%)	流入水 (mg/ℓ)	処理水 (mg/ℓ)	除去率 (%)
Ⅰ	A	高水温期間 22.2~24.0 (22.9)	44.6~84.0 (65.2)	8.3~35.6 (15.4)	20.2~85.0 (76.4)	26.9~61.3 (40.7)	8.0~13.6 (10.2)	64.6~82.7 (73.8)
	B		48.3~138 (66.9)	10.1~20.8 (15.8)	69.5~84.9 (76.4)	34.0~57.3 (44.2)	9.6~17.4 (13.9)	59.7~78.7 (68.0)
Ⅱ	A	高水温期間 18.8~21.0 (20.1)	44.4~166 (78.9)	10.0~22.3 (15.9)	66.2~91.4 (79.8)	26.5~64.5 (42.5)	7.4~16.5 (12.0)	59.2~83.1 (71.7)
	B		49.6~120 (74.7)	16.3~45.0 (24.1)	30.8~86.4 (67.7)	27.1~85.3 (47.1)	12.0~25.0 (17.5)	42.8~80.7 (62.8)
Ⅲ	A	低水温期間 16.8~18.0 (17.4)	50.0~86.2 (66.1)	12.3~16.5 (13.9)	71.2~85.6 (79.0)	37.3~49.6 (43.9)	9.5~13.4 (11.5)	69.5~77.9 (73.8)
	B		52.6~76.6 (67.5)	15.6~22.8 (18.4)	67.6~77.8 (72.7)	40.0~57.3 (47.9)	15.9~21.1 (17.6)	56.3~68.6 (63.3)
Ⅳ	A	低水温期間 14.8~15.8 (15.0)	59.0~80.0 (67.2)	12.7~56.8 (18.7)	16.4~80.4 (72.1)	38.0~50.0 (43.1)	9.8~13.5 (11.5)	69.2~74.9 (73.3)
	B		62.0~85.2 (73.2)	16.0~27.0 (21.5)	60.1~79.2 (70.6)	36.6~56.0 (47.5)	15.0~22.0 (18.3)	48.0~68.3 (61.4)

() 内は平均値, A:浮遊法, B:生物膜法

表4.2.4 本プラントのCOD

単位: mg/ℓ

	流入下水	初沈流出水	2次処理水	放流水
範囲	82.4~ 174	39.8~ 57.1	7.1~ 10.8	7.6~ 11.7
平均	102	45.9	8.8	9.1



汚泥単位重量当り1日に除去されるCOD量とSRTとの関係を図-4.2.2、水温との関係を図-4.2.3に示す。SRTが長くなるにしたがい、除去量が減少する傾向はみられるが、COD-SS負荷や水温の影響の方が大きいようで、特に水温が20℃以下になると急激に除去量が減少している。

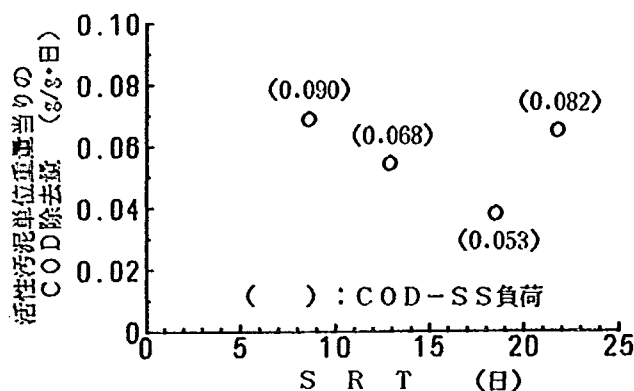


図4.2.2 SRTとCOD除去量との関係

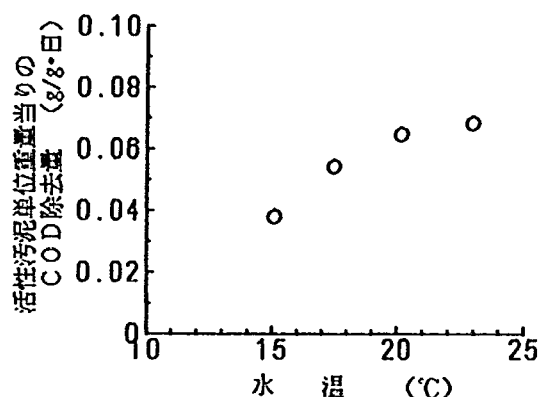


図4.2.3 水温とCOD除去量との関係

3) 非イオン界面活性剤

非イオン界面活性剤の濃度、除去率を表-4.2.5に示す。処理水の濃度差は小さく、浮遊法で1.4～2.0 mg/ℓ、生物膜法で2.1～3.1 mg/ℓと除去率90%前後になっている。したがって、処理水のCOD値に占める非イオン界面活性剤の影響は小さなものと思われる。しかし、非イオン界面活性剤の除去が分解であるのか、汚泥へ吸着されたのかは不明である。

表4.2.5 非イオン界面活性剤と除去率

区分	装置	非イオン界面活性剤		
		流入水(mg/ℓ)	処理水(mg/ℓ)	除去率(%)
I	A	15.8～25.2 (21.2)	1.1～3.4 (2.0)	81.3～94.9 (90.1)
	B	14.6～29.5 (24.3)	1.5～3.5 (2.3)	78.2～94.4 (90.0)
II	A	15.2～21.6 (20.0)	1.4～2.2 (1.7)	88.7～93.8 (91.5)
	B	17.0～29.2 (20.9)	1.8～7.8 (2.6)	60.6～92.7 (87.5)
III	A	20.7～28.2 (23.9)	1.4～2.3 (1.9)	90.8～93.8 (92.1)
	B	19.5～35.0 (25.3)	1.8～7.1 (3.1)	79.7～91.9 (87.7)
IV	A	19.7～33.4 (25.2)	0.9～1.7 (1.4)	92.7～96.4 (94.3)
	B	22.7～29.9 (26.9)	1.7～3.1 (2.1)	89.2～94.2 (92.1)

() は平均値

表-4.2.6 に本プラントの非イオン界面活性剤の濃度を示す。流入下水中に $4 \text{ mg}/\ell$ 入って来ており、2次処理水で $1.2 \text{ mg}/\ell$ 残っている。浮遊法の処理水は、2次処理水に近い濃度まで除去されているが、表-4.2.3, 4.2.4 に示すCODは、本プラントよりかなり高い処理水CODになっている。原因として、非イオン界面活性剤の中間生成物が、CODとして測定されていることが考えられる。

図-4.2.4 に汚泥単位重量当り1日に除去される非イオン界面活性剤量を示す。SRTが長くなるにつれて除去量が減少すること、負荷量が高い程除去量が多くなる傾向は、CODの除去量と同じ傾向であるが、水温の影響に伴う変化はみられない。

表4.2.6 本プラントの非イオン界面活性剤

単位: mg/ℓ

	流入下水	初沈流出水	2次処理水
範囲	3.2~ 5.4	2.4~ 4.2	0.8~ 1.5
平均	4.3	3.1	1.2

表4.2.7 実験槽のBOD-SS負荷

区分	BOD-SS負荷 ($\text{kg}/\text{kg}\cdot\text{SS}\cdot\text{日}$)	
	A系	B系 *
I	0.085	0.169
II	0.102	0.196
III	0.104	0.140
IV	0.077	0.175

*: 網に付着している汚泥量から求めた

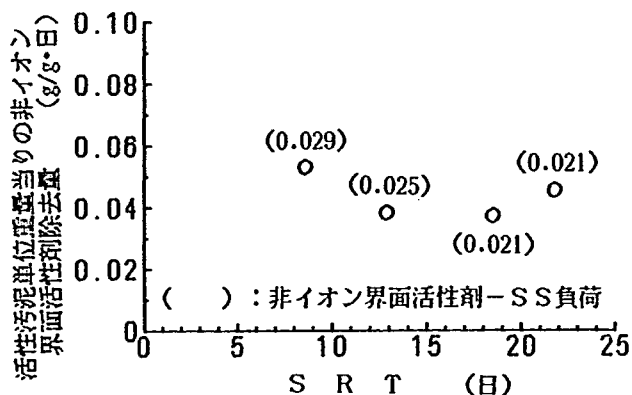


図4.2.4 SRTと非イオン界面活性剤除去量との関係

4) BODおよびSS

表-4.2.8 にBODおよびSSの結果を示す。流入BOD $100 \text{ mg}/\ell$ 程度であるのに対し、処理水BODは $10 \text{ mg}/\ell$ 程度で、除去率90%である。処理水BODは水温、SRTおよび滞留時間の影響をほとんど受けず安定している。図-4.2.5 にBOD-SS負荷とBOD除去量との関係を示した。汚泥当りのBOD負荷および除去量の点では、浮遊法も生物膜法もほぼ同じであることがわかる。

図-4.2.6 にSRT (浮遊法)、滞留時間 (生物膜法) とSSの関係を示す。浮遊法の場合、 $7 \sim 10 \text{ mg}/\ell$ の変化であるが、SRTが長くなることや低水温になることで、SSが高くなる傾向がみられる。生物膜法の場合、 $4 \sim 7 \text{ mg}/\ell$ と低濃度になっているが、浮遊法に比べ透明感のない処理水であった。

表4.2.8 BODおよびSSと除去率

区分	装置	BOD _{ATU}			SS		
		流入水 (mg/ℓ)	処理水 (mg/ℓ)	除去率 (%)	流入水 (mg/ℓ)	処理水 (mg/ℓ)	除去率 (%)
I	A	27.5~84.4 (61.6)	1.6~23.5 (8.8)	70.9~94.1 (86.8)	40.0~88.0 (58.9)	3.2~11.7 (7.0)	29.3~92.0 (88.1)
	B	28.5~78.2 (59.7)	1.7~10.5 (7.6)	81.1~94.0 (87.9)	40.5~97.0 (59.5)	2.8~ 6.0 (3.9)	90.1~94.8 (93.4)
II	A	90.0~127 (103)	6.1~14.4 (9.5)	84.2~93.4 (90.8)	44.6~163 (78.2)	6.4~11.0 (8.1)	75.3~94.8 (89.6)
	B	85.7~118 (95.4)	8.8~12.7 (11.1)	85.2~90.9 (88.4)	44.0~100 (63.7)	2.4~ 7.9 (5.1)	82.0~95.5 (92.0)
III	A	70.0~127 (101)	4.8~10.7 (7.3)	89.5~96.2 (92.8)	46.0~82.0 (64.0)	3.7~15.4 (8.2)	79.2~95.5 (87.2)
	B	73.8~125 (101)	7.1~ 9.5 (8.0)	87.9~95.3 (92.1)	38.6~69.0 (51.4)	2.3~ 5.5 (3.8)	85.8~96.7 (92.6)
IV	A	82.1~122 (98.3)	3.8~20.0 (9.4)	83.6~95.7 (90.4)	62.2~91.0 (72.5)	2.8~16.4 (10.5)	77.5~95.4 (85.5)
	B	74.5~117 (104)	6.3~16.1 (9.8)	84.5~93.0 (90.6)	41.7~65 0 (53.4)	4.5~ 9.0 (7.3)	79.5~93.0 (86.3)

() 内は平均値

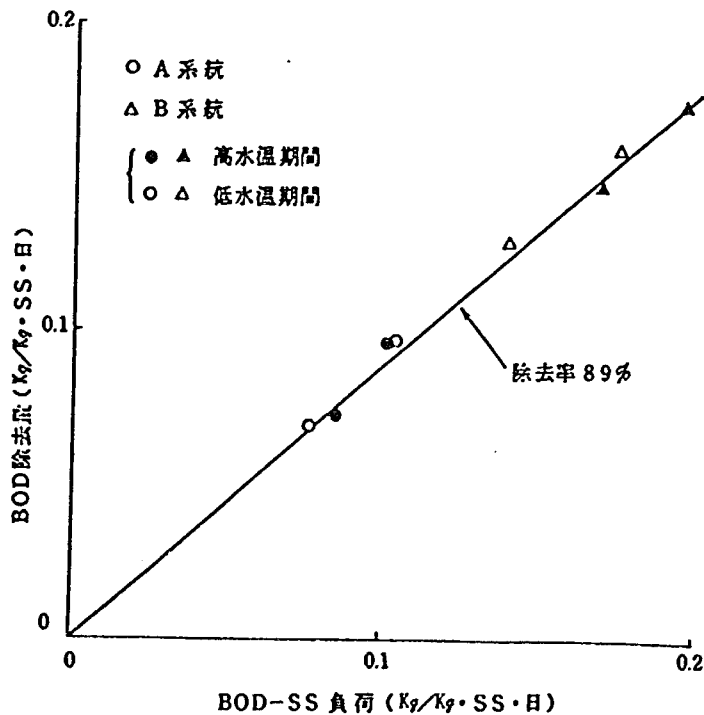


図4.2.5 BOD-SS負荷とBOD除去量

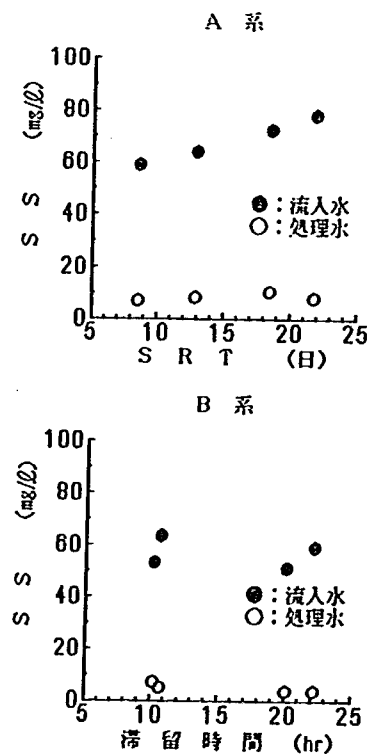


図4.2.6 流入水, 処理水のSS

5) $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_\text{T}\text{-N}$

流入水、処理水の $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_\text{T}\text{-N}$ と酸化による $\text{NH}_4\text{-N}$ の減少量と $\text{NO}_\text{T}\text{-N}$ の増加量を表4.2.9に示す。浮遊法の処理水 $\text{NH}_4\text{-N}$ は1~3mg/ℓで、硝化率は89~97%であり $\text{NO}_\text{T}\text{-N}$ の増加量は14~17mg/ℓである。生物膜法の処理水 $\text{NH}_4\text{-N}$ は10~23mg/ℓであり硝化率10~51%である。浮遊法で硝化率が高いのは表4.2.7に示すようにBOD-S S負荷が低いこと、滞留時間も8時間と十分にあったことが考えられる。また、生物膜法では上段の曝気槽内の生物相が表4.2.2にみられるように嫌気性微生物が優先種となってしまったことが、通常いわれていることと逆に、生物膜法における硝化が進まなかったことが原因と思われる。

表4.2.9 $\text{NH}_4\text{-N}$ および $\text{NO}_\text{T}\text{-N}$ と増減量

区分	装置	$\text{NH}_4\text{-N}$			$\text{NO}_\text{T}\text{-N}$		
		流入水 (mg/ℓ)	処理水 (mg/ℓ)	減少量 (mg/ℓ)	流入水 (mg/ℓ)	処理水 (mg/ℓ)	増加量 (mg/ℓ)
I	A	18.9~24.8 (21.7)	0.43~4.82 (1.05)	15.8~23.8 (20.6)	0.01~0.11 (0.03)	10.9~17.6 (15.2)	10.7~17.5 (15.1)
	B	20.0~29.1 (22.0)	0.72~17.4 (10.8)	4.4~20.1 (11.3)	0.01~0.04 (0.02)	3.46~14.6 (9.81)	3.40~18.4 (9.72)
II	A	22.8~25.8 (23.9)	0.39~16.5 (2.61)	9.3~23.4 (11.2)	0.01~0.68 (0.10)	0.48~20.1 (14.4)	0.40~18.7 (14.2)
	B	22.6~27.3 (24.0)	4.82~30.4 (20.3)	-7.8~17.7 (3.6)	0.01~0.06 (0.02)	0.05~18.2 (6.71)	0.00~18.1 (6.60)
III	A	21.5~33.6 (25.2)	0.57~0.97 (0.82)	20.7~24.9 (24.4)	0.05~0.22 (0.08)	15.8~18.1 (16.7)	15.7~17.9 (16.6)
	B	22.6~33.2 (25.3)	6.13~24.5 (20.2)	-0.9~17.5 (5.2)	0.03~0.09 (0.06)	1.4~7.8 (5.2)	1.3~17.8 (5.1)
IV	A	21.7~26.9 (24.7)	0.51~1.28 (0.87)	14.5~26.2 (23.0)	0.03~0.14 (0.08)	15.7~19.6 (17.6)	15.5~19.5 (17.5)
	B	23.6~26.0 (25.1)	15.3~26.1 (22.5)	1.6~8.4 (2.4)	0.03~0.09 (0.06)	3.6~8.3 (5.8)	3.5~8.2 (5.7)

() 内は平均値

4.3 非イオン界面活性剤添加実験結果 (嫌気槽を設けた場合、区分V~Ⅷ)

1) 曝気槽の汚泥性状、滞留時間および汚泥量

表4.3.1に曝気槽の汚泥性状、滞留時間および汚泥量を示す。区分VIは滞留時間が5時間と短いうえに好気時間が3時間、2.5時間とさらに短くなったことが、汚泥発生量の増加をまねいている。また、区分ⅧではSV30が75%、SVIが214と他の区分に比べ倍以上あり、沈降性の悪い汚泥である。

曝気槽内の生物相は、表4.2.2の結果と同じような生物相であったが、区分VI~Ⅷに生物膜法は浮遊法との併用や接触材のない槽などを設けたため、浮遊法に近い生物相となった。

表4.3.1 曝気槽の汚泥性状、滞留時間および汚泥引抜量等

区分&装置 項目	V		VI		VII		VIII	
	A	B	A	B	A	B	A	B
滞留時間 (hr)	8.0	8.4	4.7	5.0	11.9	11.9	8.1	8.0
SRT (日)	27.2	-	8.9	-	31.3	-	7.0	-
汚泥返送率 (%)	34.6	-	25.6	25.1	24.5	24.6	51.1	23.5
MLSS (mg/ℓ)	2,982	-	3,370	2,930	2,660	1,750	3,500	1,650
MLVSS (mg/ℓ)	2,344	-	2,630	2,270	2,060	870	2,780	1,330
SV30 (%)	29	-	30	27	24	7	75	15
SVI	97	-	88	92	90	40	214	91
汚泥発生量 (g/日)	17.5	32.7	33.5	65.3	10.7	17.0	22.2	42.0
余剰SS (mg/ℓ)	7,960	10,630	11,590	9,320	7,360	5,520	6,960	7,410
余剰VSS (mg/ℓ)	6,480	9,170	9,170	7,380	5,580	3,580	5,490	5,780
汚泥引抜量 (g/日)	6.8	5.2	38.9	39.7	7.1	4.2	22.9	3.8

汚泥発生量：流入水SSと処理水SSの差から求めた

2) COD

表4.3.2 にCODの結果を示す。流入水CODは、70mg/ℓと区分Ⅰ～Ⅳと同程度である。嫌気槽を設けた区分Ⅵ～Ⅷの処理水CODは浮遊法で11～14mg/ℓ、生物膜法で12～16mg/ℓと、区分Ⅰ～Ⅳお

表4.3.2 流入水および処理水のCOD、D-CODと除去率

区 分	装 置	水 温 (℃)	C O D			D - C O D		
			流 入 水 (mg/ℓ)	処 理 水 (mg/ℓ)	除 去 率 (%)	流 入 水 (mg/ℓ)	処 理 水 (mg/ℓ)	除 去 率 (%)
V	A	19.5	52.3～80.4 (69.4)	7.4～22.1 (14.9)	69.6～86.6 (78.2)	33.5～46.3 (41.3)	6.4～12.9 (11.0)	64.1～81.3 (73.3)
	B	19.5	49.3～80.0 (70.3)	14.1～43.3 (21.2)	44.9～80.4 (69.4)	30.1～52.4 (42.8)	13.0～27.6 (17.4)	42.8～69.2 (59.4)
Ⅵ	A	21.4	39.6～76.6 (61.9)	9.2～14.4 (11.2)	72.5～84.8 (81.6)	26.5～49.3 (39.8)	6.0～10.8 (9.2)	68.4～82.0 (76.5)
	B	21.4	39.9～89.0 (61.0)	9.8～14.8 (12.1)	64.7～84.2 (79.6)	25.5～47.1 (37.1)	7.9～12.6 (10.0)	65.3～76.8 (72.7)
Ⅶ	A	24.9	54.3～89.0 (64.0)	9.2～41.6 (14.4)	37.9～88.7 (75.6)	31.3～45.5 (38.6)	8.4～11.1 (9.4)	69.5～79.4 (75.0)
	B	24.9	52.7～95.4 (65.8)	10.1～19.8 (15.3)	65.9～88.7 (75.5)	32.4～46.0 (38.7)	9.3～16.5 (13.0)	55.8～76.2 (65.7)
Ⅷ	A	22.0	68.0～92.0 (78.6)	8.7～15.0 (10.9)	80.4～89.0 (86.0)	40.7～51.6 (45.3)	7.8～10.0 (8.9)	77.2～82.5 (80.3)
	B	22.0	68.0～88.6 (80.5)	13.3～30.5 (16.2)	55.1～84.5 (79.4)	40.7～50.3 (44.9)	7.8～12.0 (10.6)	73.3～81.7 (76.3)

() 内は平均値

表4.3.3 流入水および処理水の非イオン界面活性剤

区分	装置	非イオン界面活性剤		
		流入水 (mg/ℓ)	処理水 (mg/ℓ)	除去率 (%)
V	A	11.4~27.2 (20.7)	0.6~1.4 (1.0)	89.4~97.0 (95.2)
	B	7.6~28.0 (20.5)	0.6~3.3 (1.4)	81.2~97.1 (93.2)
VI	A	9.1~25.7 (23.9)	0.7~1.8 (1.1)	80.2~97.2 (93.8)
	B	7.5~26.1 (21.6)	0.9~1.5 (1.1)	77.3~99.6 (93.6)
VII	A	21.2~30.4 (27.3)	0.6~2.8 (1.4)	89.4~99.7 (95.6)
	B	16.4~31.8 (27.5)	1.0~3.0 (1.9)	89.9~96.6 (93.2)
VIII	A	21.2~44.1 (29.5)	1.0~4.5 (2.5)	84.1~95.5 (91.4)
	B	17.5~44.7 (29.7)	1.5~4.0 (2.5)	85.0~95.3 (91.7)

() 内は平均値

よび区分Vの結果より4~5 mg/ℓ程度向上している。溶解性CODは、浮遊法では10mg/ℓ以下になっており、滞留時間が短くなったこと、さらに、好気時間も短くなった影響はなく、嫌気槽を設けた効果が大きく作用していると思われる。生物膜法では、浮遊法との併用による効果が大きく、浮遊法の処理水レベルに近づいている。

図-4.3.1 にCODの曝気槽内のCODの変化を示す。嫌気槽の部分では、CODが上昇又はそのまま、好気槽からCODが減少している。

3) 非イオン界面活性剤

非イオン界面活性剤の結果を表-4.3.3 に示す。処理水の非イオン界面活性剤は、浮遊法で1.5 mg/ℓ、生物膜法で1.7 mg/ℓとその除去率は90%以上であり、全槽曝気の時に比べ、わずかではあるが除去率の向上がみられる。生物膜法は、CODと同じように、浮遊法との併用により、処理水レベルが浮遊法に近い値である。

図-4.3.2 に曝気槽内の非イオン界面活性剤の変化を示す。非イオン界面活性剤は、流入の第一槽目で80%以上除去され、その後少しずつ除去されている。汚泥中の非イオン界面活性剤は、分析できなかった。

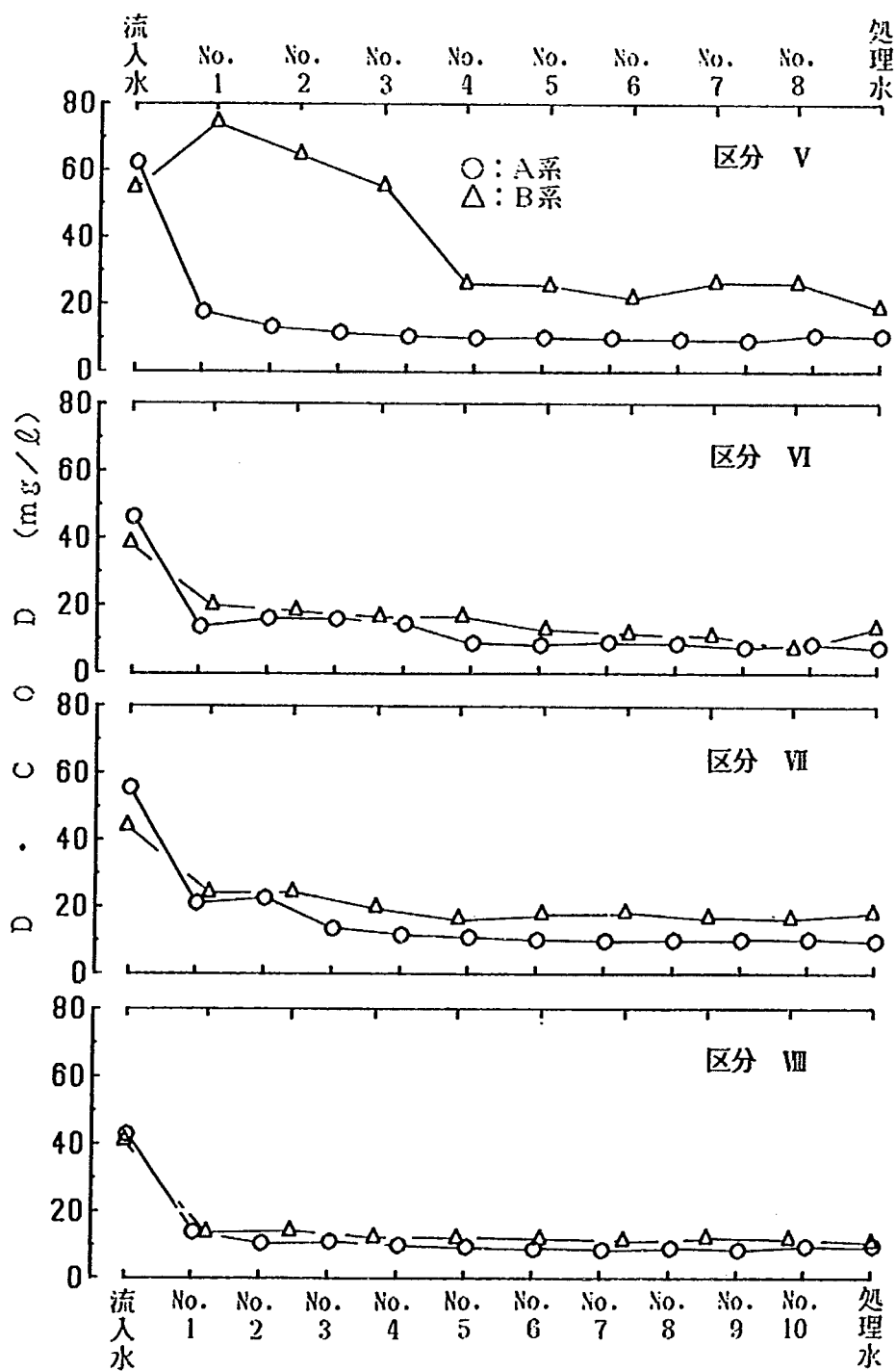


図4.3.1 曝気槽内のD-CODの変化

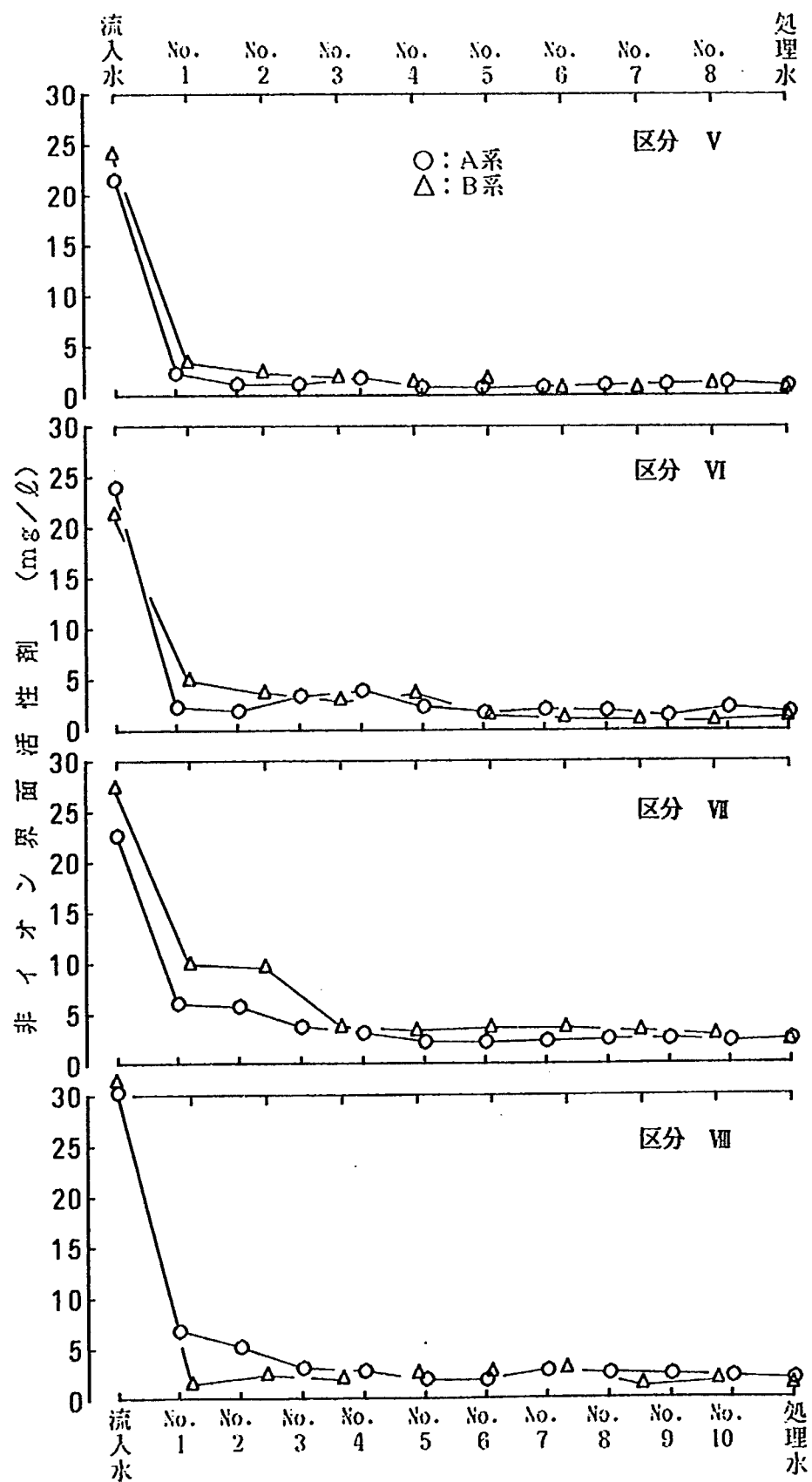


図4.3.2 曝気槽内の非イオン界面活性剤の変化

4) BODおよびSS

流入水および処理水のBODとSSを表-4.3.4，図-4.3.3に示す。嫌気槽を設けた区分Ⅵ～Ⅷの処理水BODの低下が大きい。図-4.3.3は槽内の変化を示したが，CODと同じような変化を示している。

処理水のSS値では，浮遊法の場合に嫌気槽を設けた効果がみられる。区分Ⅷでは，汚泥の沈降性が悪いために，多量に汚泥を引き抜いて沈殿池からのSSの流出を抑えている。

表4.3.4 流入水および処理水のBOD，SSと除去率

区 分	装 置	BOD _{ATU}			S S		
		流 入 法 (mg/ℓ)	処 理 水 (mg/ℓ)	除 去 率 (%)	流 入 法 (mg/ℓ)	処 理 水 (mg/ℓ)	除 去 率 (%)
Ⅴ	A	77.4～183 (126)	7.5～14.3 (10.0)	87.4～95.5 (92.0)	56.0～102 (72.5)	4.0～44.5 (13.9)	41.4～95.1 (80.8)
	B	66.9～175 (111)	13.1～29.4 (19.9)	73.1～88.7 (82.0)	51.0～96.0 (77.8)	2.2～9.6 (6.5)	87.6～96.6 (91.8)
Ⅵ	A	56.4～104 (84.7)	1.9～9.1 (4.8)	40.4～97.6 (83.8)	68.0～107 (78.6)	3.8～18.2 (8.5)	74.0～93.8 (89.1)
	B	60.3～107 (86.3)	1.7～7.8 (4.4)	62.5～97.5 (78.7)	58.0～111 (87.0)	3.1～10.2 (6.3)	33.3～94.7 (92.8)
Ⅶ	A	62.3～113 (93.8)	5.3～10.0 (8.2)	89.2～94.4 (91.5)	48.0～67.0 (60.2)	4.6～8.9 (7.1)	86.3～92.7 (88.7)
	B	41.3～105 (87.1)	2.4～10.3 (6.5)	85.5～97.7 (91.7)	42.0～75.0 (62.2)	5.9～13.1 (9.2)	78.6～90.5 (85.0)
Ⅷ	A	87.0～137 (117)	4.1～12.1 (7.4)	89.7～96.2 (93.6)	62.0～103 (81.8)	1.2～15.7 (6.2)	84.8～98.5 (92.4)
	B	112～129 (121)	8.2～15.8 (11.4)	85.9～97.1 (90.5)	75.0～143 (96.2)	2.6～13.1 (9.1)	82.6～97.1 (90.4)

() 内は平均値

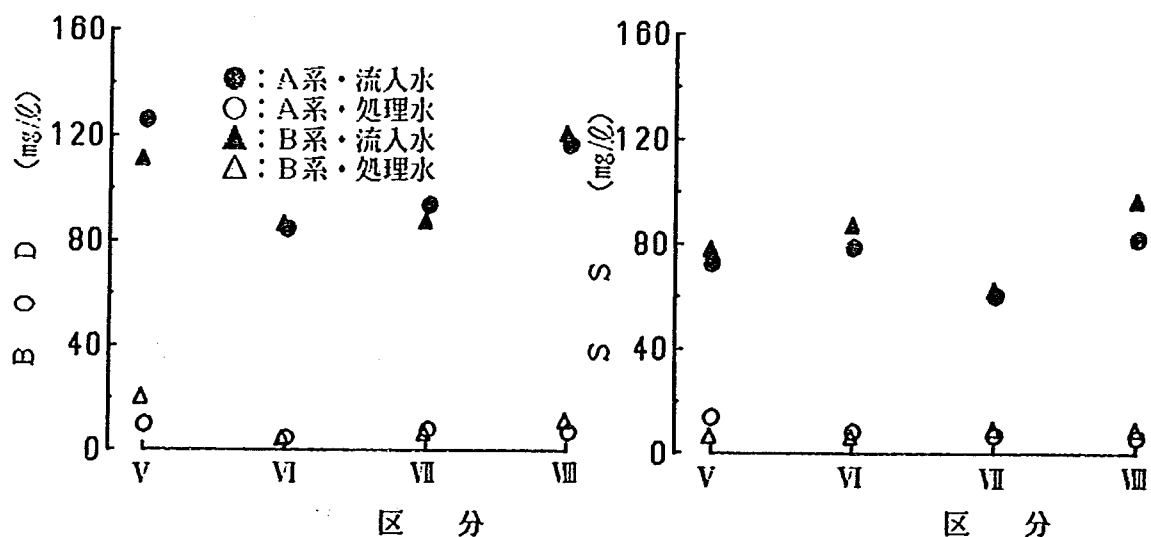


図4.3.3 流入水，処理水のBODとSS

5) 窒素

窒素の酸化と除去の結果を表4.3.5 に示す。浮遊法の場合、処理水の $\text{NH}_4\text{-N}$ がいずれの区分でも $1\text{ mg}/\ell$ 以下と、硝化がほとんど進んでいることを示している。区分VIのように滞留時間が5時間と短い（好気槽の滞留時間は3時間）にもかかわらず、硝化が進んだ原因としてはMLSSが $3,000\text{ mg}/\ell$ 前後と高いことによるものと考えられる。生物膜法は、区分VIおよびVIIIのA/O法、浮遊法との併用法がほぼ完全に硝化されている。浮遊法の区分VIIIの循環式硝化脱窒法は返送汚泥50%、循環100%の合計150%の循環量で実験を行い、窒素除去率70%とが得られた。このことは、非イオン界面活性剤は生物学的な窒素除去法を阻害していないことが伺われる。また、生物膜法とA/O法の併用法でも70%近い窒素除去率が得られている。

表4.3.5 流入水および処理水の溶解性 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 K-N および T-N

区 分	装 置	$\text{NH}_3\text{-N}$ (溶解性)			$\text{NO}_3\text{-N}$ (溶解性)			K-N (溶解性)			T-N (溶解性)		
		流入水 (mg/ℓ)	処理水 (mg/ℓ)	減少量 (mg/ℓ)	流入水 (mg/ℓ)	処理水 (mg/ℓ)	増加量 (mg/ℓ)	流入水 (mg/ℓ)	処理水 (mg/ℓ)	減少量 (mg/ℓ)	流入水 (mg/ℓ)	処理水 (mg/ℓ)	除去率 (%)
V	A	21.6~30.5 (25.5)	0.4 ~ 1.1 (0.7)	(24.8)	0.01~0.5 (0.1)	16.0~22.4 (18.6)	(18.5)	24.2~35.9 (30.1)	0.1~ 1.8 (1.0)	(29.1)	30.2	19.6	35.1
	B	20.9~32.0 (26.2)	7.1 ~27.7 (18.3)	(7.9)	0.01~0.4 (0.1)	0.07~15.4 (4.5)	(4.4)	25.9~38.0 (30.3)	8.8~27.1 (20.4)	(9.9)	30.4	25.0	5.4
VI	A	5.6~27.5 (19.2)	0.03~ 1.4 (0.5)	(18.7)	0.01~0.2 (0.06)	8.8~15.4 (12.3)	(12.2)	8.5~31.4 (22.4)	0.5~ 2.6 (1.1)	(21.3)	22.5	13.4	40.3
	B	5.9~26.5 (19.4)	0.06~ 0.8 (0.4)	(19.0)	0.01~0.06 (0.03)	6.4~11.8 (9.1)	(9.0)	8.6~30.8 (29.8)	0.2~ 1.3 (0.8)	(29.0)	29.8	9.7	67.5
VII	A	8.6~24.7 (20.2)	0.2 ~ 2.4 (0.9)	(19.3)	0 ~0.14 (0.04)	3.7~14.1 (11.8)	(11.7)	17.5~26.8 (22.2)	0.2~ 2.6 (1.6)	(20.6)	22.1	23.4	-5.6
	B	15.8~24.7 (20.3)	1.0 ~26.2 (15.2)	(5.1)	0 ~0.08 (0.02)	0.1~10.7 (2.9)	(2.8)	16.7~26.8 (22.0)	1.0~28.2 (13.5)	(8.5)	22.0	16.4	25.5
VIII	A	20.0~31.8 (27.6)	0.2 ~ 1.3 (0.5)	(27.1)	0.01~0.10 (0.06)	6.0~13.0 (8.7)	(8.6)	24.6~32.6 (30.6)	0.5~ 1.5 (0.8)	(29.8)	30.6	9.4	69.2
	B	19.4~34.8 (26.1)	0.2 ~ 2.8 (0.9)	(25.2)	0.01~4.2 (0.3)	9.0~15.9 (12.0)	(11.7)	22.8~34.4 (29.0)	0.6~ 4.2 (4.1)	(24.9)	29.3	23.3	20.5

() 内は平均値

6) リン

リン除去について結果を表4.3.6、図4.3.4 に示す。流入水の全リンは $5\text{ mg}/\ell$ 前後であるが、処理水の全リンは、処理法によってかなりのばらつきが見られる。リン除去を考えたA/O法は、浮遊法および生物膜併用法共に $1\sim1.2\text{ mg}/\ell$ で除去率は75%と高い。この時の曝気槽内でのリンの変化を図4.3.5 に示す。嫌気槽でのリンの放出、好気槽でのリンの取り込みが著しいことが伺われる。

表4.3.6 流入水および処理水の全リンと除去率

区分	装置	T - P		
		流入水 (mg/ℓ)	処理水 (mg/ℓ)	除去率 (%)
V	A	3.6~6.7 (4.9)	2.9~3.6 (3.3)	0.8~53.0 (32.5)
	B	3.6~6.5 (4.9)	2.6~4.8 (3.7)	— 3.4~47.5 (23.2)
VI	A	1.4~6.1 (4.6)	0.3~3.4 (1.1)	29.0~94.6 (75.3)
	B	1.7~6.2 (4.5)	0.3~2.1 (1.2)	21.4~93.5 (74.5)
VII	A	1.0~5.5 (4.5)	2.4~7.5 (3.9)	— 43.1~54.2 (13.3)
	B	4.1~6.1 (5.0)	4.5~8.1 (6.3)	— 56.6~10.0 (-25.5)
VIII	A	5.2~9.3 (6.3)	1.1~4.0 (2.9)	30.2~84.6 (54.3)
	B	5.2~8.1 (6.1)	2.9~7.5 (4.5)	— 4.6~51.6 (27.3)

() 内は平均値

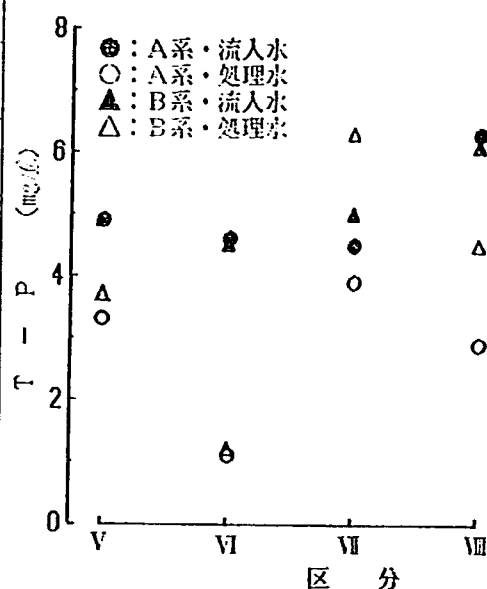


図4.3.4 流入水、処理水のT-P

7) COD生分解度

浮遊法は10槽目、生物膜法は8槽目の汚泥を用いてCOD生分解試験を行った。結果を表4.3.7に示す。非イオン界面活性剤そのものを使った場合には、CODはほとんど除去されず逆に高くなっている。このことは、非イオン界面活性剤は生物処理による難分解な物質であると判定されるものである。初沈流出水を用いた場合には、両汚泥共ほぼ実プラントの2次処理水並に除去されている。実験槽流入水の中には非イオン界面活性剤が含まれているが、使用した汚泥は、これを原水として、馴致されていることが、初沈流出水に近い結果を示していると考えられる。

表4.3.7 COD生分解度試験結果

区分	装置	実験槽流入水			最初沈殿池流出水			非イオン界面活性剤		
		試験開始時 (mg/ℓ)	24時間後 (mg/ℓ)	生分解度 (%)	試験開始時 (mg/ℓ)	24時間後 (mg/ℓ)	生分解度 (%)	試験開始時 (mg/ℓ)	24時間後 (mg/ℓ)	生分解度 (%)
V	A	70.9	10.6	85.0	27.0	8.4	68.9	99.6	133	—
	B	71.5	18.2	74.5	27.0	10.8	60.0	99.6	123	—
VI	A	45.4	13.6	70.0	29.6	8.2	72.3	141	99.2	29.7
	B	40.2	13.8	65.7	29.6	8.3	72.0	141	107	24.1
VII	A	40.8	7.8	80.9	28.8	11.5	60.1	101	118	—
	B	39.6	14.6	63.1	28.8	15.4	46.5	101	124	—
VIII	A	33.6	9.8	70.8	31.8	5.9	81.4	100	136	—
	B	30.9	11.6	62.4	31.8	6.3	80.1	100	129	—

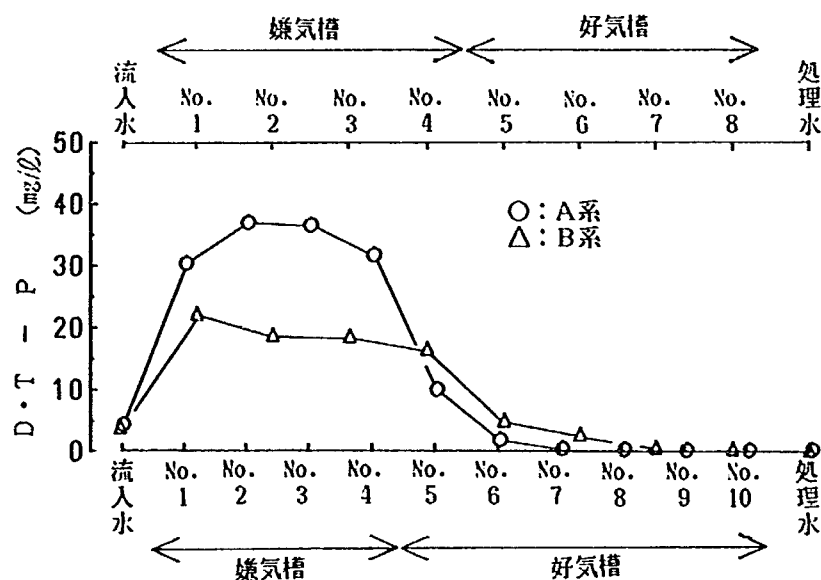


図4.3.5 曝気槽内のT-Pの変化

4.4 ポリビニルアルコール添加実験結果

1) 曝気槽の汚泥性状、滞留時間および汚泥量

表-4.4.1 に曝気槽の汚泥性状、滞留時間および汚泥量を示す。浮遊法の汚泥は、粘着性が強く、S V I が260 と沈降性の悪いものである。生物相は表-4.2.2 に示す結果とほとんど同じである。

表4.4.1 曝気槽の汚泥性状、滞留時間および汚泥引抜量等

区 分 & 装 置 項 目	IX		X	
	A	B	A	B
滞留時間 (hr)	8.0	8.0	7.7	8.0
S R T (日)	9.5	—	19.3	—
汚泥返送率 (%)	26.7	—	25.2	—
M L S S (mg/ℓ)	2,620	—	2,810	—
M L V S S (mg/ℓ)	1,980	—	2,210	—
付着汚泥量 (g)	—	190.9	—	212.2
同上有機分 (g)	—	165.0	—	182.4
S V 30 (%)	69	—	74	—
S V I	263	—	263	—
汚泥発生量 (g/日)	37.2	51.9	23.0	40.9
余剰S S (mg/ℓ)	6,570	6,010	8,750	6,350
余剰V S S (mg/ℓ)	5,220	5,170	7,420	5,270
汚泥引抜量 (g/日)	27.2	20.6	12.3	19.7

付着汚泥量：8槽の合計

汚泥発生量：流入水S Sと処理水S Sの差から求めた。

2) COD

CODの処理結果を表-4.4.2 に示す。また、本プラントのCOD処理結果を表-4.4.3 に示す。流入水のCODは、75~100 mg/ℓと区分Ⅰ~Ⅷの時より高くなっているが、溶解性CODは42~50mg/ℓとかわらず、SS性のCODが増加が多くなっている。本プラントの初沈流出水CODが41~74mg/ℓであるのに対し、本実験の流入水は約20mg/ℓ増加している。PVAのCOD原単位、約1 g/g・PVAであり、添加による増加である。

処理水CODは、浮遊法で30mg/ℓ、生物膜法で35mg/ℓと非イオン界面活性剤添加時に比べると除去が低下している。

図-4.4.1 に曝気槽内のCODの変化を示す。浮遊法、生物膜法ともに流入方向に若干ずつ減少しているだけである。

表4.4.2 流入水および処理水のCOD、D-CODと除去率

区分	装置	水温(℃)	COD			D-COD		
			流入水(mg/ℓ)	処理水(mg/ℓ)	除去率(%)	流入水(mg/ℓ)	処理水(mg/ℓ)	除去率(%)
Ⅸ	A	17.8	76.4~145 (96.9)	24.9~72.0 (33.7)	37.0~77.0 (65.2)	40.7~55.3 (48.2)	22.1~57.0 (29.5)	31.0~55.0 (44.6)
	B	17.8	77.6~116 (95.5)	31.6~52.3 (36.4)	33.0~68.0 (61.1)	40.2~53.9 (47.9)	28.7~32.0 (30.2)	26.0~45.0 (36.6)
Ⅹ	A	15.4	56.6~105 (74.6)	23.8~33.2 (29.0)	56.1~72.0 (60.6)	35.5~50.0 (42.5)	21.7~28.0 (25.7)	30.0~48.0 (39.3)
	B	15.4	63.6~130 (77.0)	26.9~50.5 (34.3)	47.0~75.0 (53.2)	37.5~49.5 (42.8)	24.7~46.6 (30.7)	21.0~85.0 (32.3)

() 内は平均値

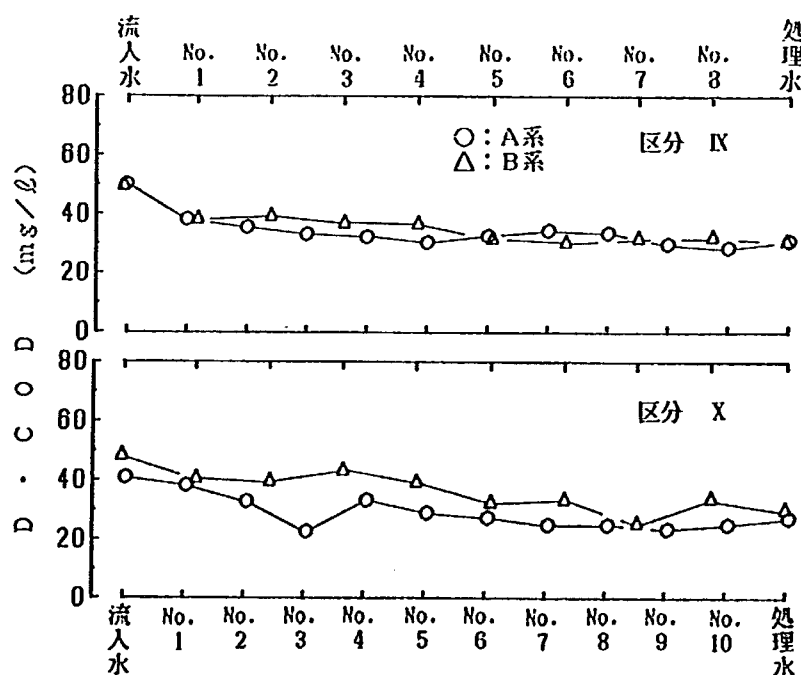


図4.4.1 曝気槽内のD・CODの変化

表4.4.3 実プラントのCOD

単位: mg/ℓ

	初沈流出水	2次処理水
範囲	40.7~ 74.0	7.7~ 9.6
平均	63.3	8.7

3) PVA

PVAの分析結果を表-4.4.4 に示す。浮遊法、生物膜法ともに、ほとんど除去されていない。曝気槽内のPVAの変化を図-4.4.2 に示すが、流入水レベルとほとんど変化がない。

PVAのCOD原単位、約 $1 \text{ g} / \text{g} \cdot \text{PVA}$ とすると、処理水CODの30~35mg/ℓから処理水PVAの平均17mg/ℓを差し引くと13~18mg/ℓのCODとなり、非イオン界面活性剤添加時の処理水レベルとなる。処理水CODが高い原因として、PVAの除去がほとんど行われていないことが上げられる。

表4.4.4 流入水および処理水のPVA

区 分	装 置	P V A		
		流 入 水 (mg/ℓ)	処 理 水 (mg/ℓ)	除 去 率 (%)
IX	A	15.0~24.8 (18.8)	13.8~20.1 (15.9)	8.0~26.0 (16.7)
	B	14.9~19.9 (18.2)	12.2~21.9 (15.5)	3.0~35.0 (18.2)
X	A	14.9~33.8 (20.5)	14.4~18.9 (17.0)	3.0~17.0 (9.8)
	B	13.4~20.6 (18.7)	13.3~41.8 (18.4)	4.0~28.0 (11.5)

() 内は平均値

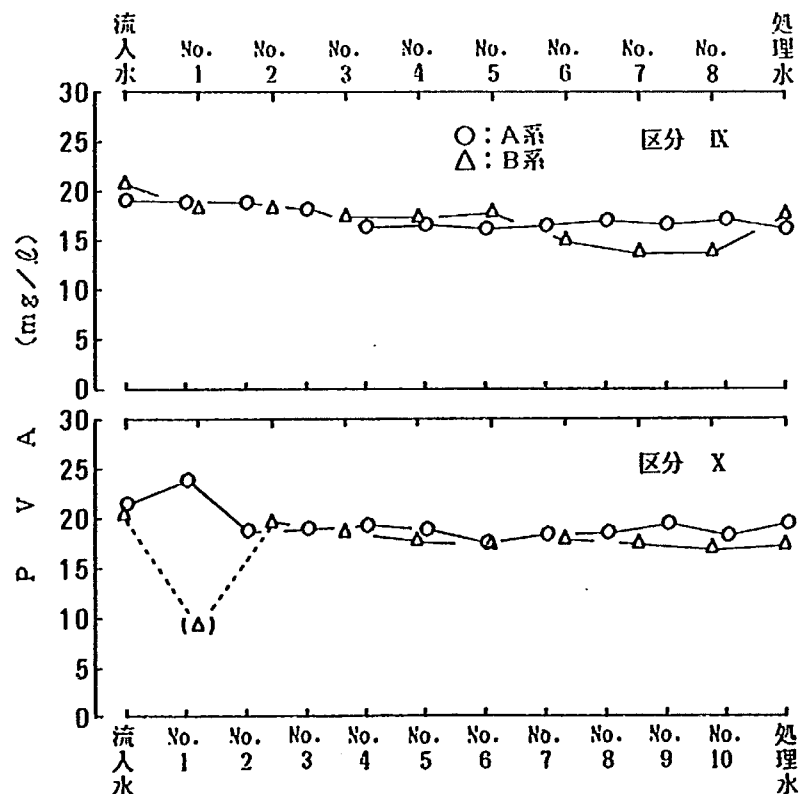


図4.4.2 曝気槽内のPVAの変化

4) BODおよびSS

区分Ⅸにおいて流入水BODが160～182 mg/ℓと高い値を示したが、同様にSSも他の区分より高いことが原因と思われる。しかし、処理水BODは7～12mg/ℓと非イオン界面活性剤を添加した場合とほぼ同じである。SSについても同様である。処理水のBODから推察すると、PVA20mg/ℓ程度の濃度では、生物活性をほとんど阻害していないと考えられる。

5) COD生分解度試験

表-4.4.5 にCOD生分解度試験結果を示す。実験槽流入水の生分解度試験の処理水は、23～27mg/ℓと初沈流出水の7～12mg/ℓに比べ2～3倍の残存濃度があり、難分解性CODが多い結果である。さらに、PVAについてもほとんど分解されていないという結果、生物処理に対し難分解な物質であるものと考えられる。

表4.4.5 COD生分解度試験結果

区 分	装 置	実験槽流入水			最初沈殿池流出水			P V A		
		試験開始時 (mg/ℓ)	24時間後 (mg/ℓ)	生分解度 (%)	試験開始時 (mg/ℓ)	24時間後 (mg/ℓ)	生分解度 (%)	試験開始時 (mg/ℓ)	24時間後 (mg/ℓ)	生分解度 (%)
Ⅸ	A	46.6	23.0	50.6	37.0	9.8	73.5	100	88.6	13.4
	B	47.8	26.8	43.9	37.0	12.0	67.6	100	83.0	17.0
Ⅹ	A	41.7	23.9	42.7	28.2	7.4	73.9	99.8	97.0	2.8
	B	40.3	23.8	40.9	28.2	8.3	70.5	99.8	102	—

6) その他

実プラントのPVA成分を分析した結果、初沈流出水で1.6 mg/ℓ、2次処理水で0.3 mg/ℓが定量された。表-4.4.6 は非イオン界面活性剤を初沈流出水、蒸留水に溶かしたものをPVA成分分析法で分析した結果である。非イオン界面活性剤がPVAとして定量されており、その割合も0.25,0.22である。初沈流出水、2次処理水中には非イオン界面活性剤が、それぞれ4 mg/ℓ、1.4 mg/ℓ検出されており、PVAの割合から言うと先の1.6 mg/ℓ、0.3 mg/ℓとも良く符号する。

表4.4.6 非イオン界面活性剤とPVAの分析値

項 目 試 料	非イオン界面活性 剤としての分析値	PVAとしての 分 析 値	PVA/非イオン 界面活性剤
最初沈殿池流出水 + 非イオン界面活性剤	29.6 mg/ℓ	7.4 mg/ℓ	0.25
蒸留水+非イオン* 界面活性剤標準品	29.7 mg/ℓ	6.8 mg/ℓ	0.22

※非イオン界面活性剤の分析用標準品（ポリオキシエチレンドデシルエーテル）

4.5 まとめ

難分解性COD物質として、下水に非イオン界面活性剤又はPVAを添加し、生物処理実験を行った結果をまとめると次のようになる。

- 1) 非イオン界面活性剤を20mg/ℓ添加した場合、浮遊法と生物膜法における処理水の非イオン界面活性剤は、浮遊法で1.4～2.0 mg/ℓ，生物膜法で2.1～3.1 mg/ℓと良好な除去結果を示した。
- 2) 非イオン界面活性剤の添加実験で、嫌気槽を設けてもその除去性は良好であった。なお、COD生分解度試験による判定では、非イオン界面活性剤は難分解となった。
- 3) PVAを20mg/ℓ添加した実験は、処理水のCODが30～35mg/ℓ，溶解性CODにおいても30mg/ℓ前後の高い濃度であった。また、PVAは10～20%程度しか除去されず、CODを高める原因となっている。なお、COD生分解度試験による判定では、PVAは難分解となった。

5. おわりに

非イオン界面活性剤は、工業用にいろいろな用途に多量に使われているが、最近は家庭用の洗剤にも使われている。また、ポリビニルアルコール（PVA）は、染色工業で糊剤の中に含まれており、その糊の洗浄時にも非イオン界面活性剤が洗剤として使われている。以上のことから、下水処理場にもこれらの物質に起因する難分解性COD物質が入り込んでくる余地が多分にあることから、それらの除去法の確立を急ぐ必要がある。

最後になったが、本報告の2章、3章は本実験の目的を明確にするため過年度の調査結果を年度報告書より抜粋して紹介したものであり、前任の小堀和夫室長、酒井憲司研究員、野池達也室長、清水俊昭研究員の成果を利用させていただいた。

なお本実験については継続中であり、ポリビニルアルコール（PVA）は、滞留時間12時間、MLSS 4,000mg/ℓ，SRT 30日以上で、添加PVA（25mg/ℓ × 50mg/ℓ）が100%近い除去結果が得られている。継続中の実験結果については第2報で詳細に報告する予定である。

参考文献

- 1) 建設省土木研究所；土木研究所資料第1709号 昭和55年度 下水道関係調査研究年次報告集
「下水中の難分解COD成分等の高度除去に関する調査」P.P.75-84
- 2) 建設省土木研究所；土木研究資料第2243号 昭和59年度 下水道関係調査研究年次報告集
「下水中の難分解COD成分等の高度除去に関する調査」P.P.187-194
- 3) 橋本 奨，尾崎保夫；「活性汚泥法による難分解性物質の処理に関する研究(第3報)」
下水道協会誌 Vol. 17 No. 192, 1980/5

附 表

難分解COD除去実験水質分析結果 (その1)

(ケース期間の平均値)

区 分		I		II		III		IV	
装 置		A	B	A	B	A	B	A	B
流入水	流 入 水 量 (ml/分)	210	127	205	265	199	141	207	278
	水 温 (℃)	22.9	22.9	20.1	20.0	17.4	17.4	15.0	15.0
	透 視 度 (cm)	9.5	9.5	7.6	7.6	8.5	8.5	7.0	7.0
	PH	7.4	7.4	7.6	7.5	7.6	7.5	7.4	7.4
	ア ル カ リ 度 (mg/ℓ)	183	181	195	194	188	192	193	195
	BOD _{ATU} (mg/ℓ)	61.6	59.7	103	95.4	101	101	98.3	104
	COD (mg/ℓ)	T	65.2	66.9	78.9	74.7	66.1	67.5	67.2
		S	40.7	44.2	42.5	47.1	43.9	47.9	43.1
	SS (mg/ℓ)	58.9	59.5	78.2	63.7	64.0	51.4	72.5	53.4
	非イオン界面活性剤 (mg/ℓ)	21.2	24.3	20.0	20.9	23.9	25.3	25.2	26.9
	K-N (mg/ℓ)	T	25.95	25.95	26.81	26.92	29.7	29.4	31.1
		S	21.91	21.53	20.95	21.28	25.5	26.1	26.3
	NH ₄ -N (mg/ℓ)	21.70	21.99	23.93	24.00	25.2	25.3	24.7	25.1
	NO _T -N (mg/ℓ)	0.03	0.02	0.10	0.02	0.08	0.06	0.08	0.06
	T-P (mg/ℓ)	T	3.79	3.72	4.16	4.09	3.82	3.52	3.81
		S	2.87	2.87	2.96	2.93	2.83	2.88	2.78
	O-P (mg/ℓ)	2.69	2.91	3.00	2.99	2.84	2.82	2.84	2.88
処理水	透 視 度 (cm)	55	100<	52<	74<	73<	96<	45	70
	PH	7.3	7.5	7.4	7.6	7.4	7.6	7.3	7.6
	ア ル カ リ 度 (mg/ℓ)	51.0	99.5	47.5	149	46.0	143	49.3	159
	BOD _{ATU} (mg/ℓ)	8.8	7.6	9.5	11.1	7.3	8.0	9.4	9.8
	COD (mg/ℓ)	T	15.4	15.8	15.9	24.1	13.9	18.4	18.7
		S	10.2	13.9	12.0	17.5	11.5	17.6	11.5
	SS (mg/ℓ)	7.0	3.9	8.1	5.1	8.2	3.8	10.5	7.3
	非イオン界面活性剤 (mg/ℓ)	2.0	2.3	1.7	2.6	1.9	3.1	1.4	2.1
	K-N (mg/ℓ)	T	2.20	10.94	3.18	19.07	2.3	25.8	5.7
		S	1.25	10.11	2.05	17.07	1.3	18.3	1.2
	NH ₄ -N (mg/ℓ)	1.05	10.83	2.61	20.30	0.82	20.2	0.87	22.5
	NO _T -N (mg/ℓ)	15.17	9.81	14.38	6.71	16.7	5.20	17.6	5.8
	T-P (mg/ℓ)	T	2.53	3.37	3.28	3.34	3.58	3.14	3.12
		S	2.36	3.28	2.99	3.04	2.67	3.04	2.61
	O-P (mg/ℓ)	2.41	3.37	3.24	3.27	2.54	2.79	2.75	3.17
曝気槽	返 送 率 (%)	25.8	—	27.2	—	28.8	—	24.8	—
	MLSS (mg/ℓ)	2,046	—	2,654	—	2,598	—	3,557	—
	MLVSS (mg/ℓ)	1,735	—	2,194	—	2,215	—	3,082	—
	SV ₃₀ (%)	24	—	40	—	46	—	54	—
	滞 留 時 間 (B) (H)	8.5	22.1	8.7	10.6	8.9	20.0	8.6	10.1
	SRT (A) (H)	8.5	—	21.7	—	12.8	—	18.4	—
	余 剰 S S (mg/ℓ)	7,398	6,293	10,545	9,968	8,304	—	18,345	8,270
	" V S S (mg/ℓ)	5,926	5,044	9,062	7,689	7,113	—	16,200	7,150
槽	" 引 抜 量* (ℓ)	74.1	1.83	21.8	2.1	36.4	0	27.1	17.25

* ケース期間中の引抜量

T: トータル, S: 溶解性

難分解COD除去実験水質分析結果 (その2)

区 分		V		VI		VII		VIII	
装 置		A	B	A	B	A	B	A	B
流入水	流 入 水 量 (ml/分)	208	319	332	562	140	223	204	335
	水 温 (°C)	19.5	19.5	21.4	21.4	24.9	24.9	22.0	22.0
	透 視 度 (cm)	6.5	6.5	8.0	8.0	7.2	7.2	4.3	4.3
	PH	7.51	7.51	7.25	7.25	7.10	7.10	7.32	7.32
	ア ル カ リ 度 (mg/ℓ)	193	192	172	169	177	172	194	18.9
	BOD _{ATU} (mg/ℓ)	126	111	84.7	86.3	93.8	87.1	117	122
	COD (mg/ℓ)	T	69.3	70.3	61.9	61.0	64.9	65.8	78.6
		S	41.3	42.8	39.8	37.1	38.6	38.7	45.3
	SS (mg/ℓ)	72.5	77.8	78.6	87.0	60.2	62.2	81.8	96.2
	非イオン界面活性剤 (mg/ℓ)	20.7	20.5	23.9	21.6	27.3	27.5	29.5	29.7
	K-N (mg/ℓ)	T	35.1	38.2	25.9	28.6	26.6	28.4	37.0
		S	30.1	30.3	22.4	29.8	22.1	22.0	30.5
	NH ₄ -N (mg/ℓ)	25.5	26.2	19.2	19.4	20.1	20.3	27.6	26.1
	NO _T -N (mg/ℓ)	0.1	0.1	0.06	0.03	0.04	0.02	0.06	0.29
	T-P (mg/ℓ)	T	4.9	4.9	4.6	4.5	4.5	5.0	6.2
		S	3.5	3.5	3.4	3.4	3.6	3.7	4.5
	O-P (mg/ℓ)	3.5	3.5	3.1	2.9	3.4	3.5	4.0	3.9
処理水	透 視 度 (cm)	59	54<	62<	63<	80<	61	86<	31.8
	PH	7.11	7.48	7.32	7.29	7.09	7.45	7.32	7.36
	ア ル カ リ 度 (mg/ℓ)	34	156	54.4	63.8	62.6	134	69.0	59.0
	BOD _{ATU} (mg/ℓ)	10.0	19.9	4.8	4.4	8.2	6.5	7.4	11.4
	COD (mg/ℓ)	T	14.8	21.2	11.2	12.1	14.4	15.3	10.9
		S	11.0	17.4	9.2	10.0	9.4	13.0	8.9
	SS (mg/ℓ)	13.9	6.5	8.5	6.3	7.1	9.2	6.2	9.1
	非イオン界面活性剤 (mg/ℓ)	1.0	1.4	1.1	1.1	1.4	1.9	2.5	2.5
	K-N (mg/ℓ)	T	1.9	22.3	2.5	1.5	2.0	16.8	1.1
		S	1.0	20.4	1.0	0.7	1.6	13.5	0.8
	NH ₄ -N (mg/ℓ)	0.7	18.3	0.5	0.4	0.9	15.2	0.4	0.9
	NO _T -N (mg/ℓ)	18.6	4.6	12.4	9.0	11.8	2.9	8.6	11.9
	T-P (mg/ℓ)	T	3.3	3.1	1.1	1.2	3.9	6.2	2.8
		S	3.7	3.6	0.7	1.0	3.2	6.1	2.7
	O-P (mg/ℓ)	3.2	3.7	0.6	0.7	2.8	5.7	2.7	3.8
曝気槽	返 送 率 (%)	34.0	—	25.6	25.1	24.5	24.6	51.1	23.5
	MLSS (mg/ℓ)	2,982	—	3,371	2,928	2,660	1,745	3,504	1,645
	MLVSS (mg/ℓ)	2,344	—	2,633	2,274	2,063	871	2,777	1,327
	SV ₃₀ (%)	29	—	30	27	24	7	75	75
	滞 留 時 間 (B) (日)	8.0	8.4	4.7	5.0	11.9	11.9	8.1	8.0
	SRT (A) (日)	—	—	—	—	—	—	—	—
	余 剰 S S (mg/ℓ)	7,956	10,629	11,584	9,323	7,360	5,523	6,958	7,409
	" V S S (mg/ℓ)	6,477	9,165	9,167	7,383	5,582	3,579	5,486	5,779
槽	" 引 抜 量* (ℓ)	41.6	23.9	117.7	149.2	32.0	25.6	125.5	19.8

難分解COD除去実験水質分析結果 (その3)

区 分		IX		X	
装 置		A	B	A	B
流入水	流 入 水 量 (ml/分)	209	342	207	335
	水 温 (°C)	17.8	17.8	15.4	15.4
	透 視 度 (cm)	4.3	4.3	5.6	5.6
	P H	7.17	7.17	7.40	7.39
	ア ル カ リ 度 (mg/ℓ)	212	209	222	221
	B O D _{ATU} (mg/ℓ)	160	183	117	111
	C O D (mg/ℓ)	T	96.9	95.5	74.6
		S	48.2	47.9	42.5
	S S (mg/ℓ)	128	118	84.9	90.9
	非イオン界面活性剤 (mg/ℓ)	18.8	18.2	20.5	18.7
	K-N (mg/ℓ)	T	30.1	33.3	40.1
		S	26.3	26.2	30.1
	NH ₄ -N (mg/ℓ)	26.2	26.0	30.9	31.3
	NO _T -N (mg/ℓ)	0.07	0.05	0.05	0.04
	T-P (mg/ℓ)	T	5.1	5.1	7.4
		S	3.5	3.5	4.9
	O-P (mg/ℓ)	3.3	3.3	4.7	4.7
処理水	透 視 度 (cm)	527	65.1	59<	58
	P H	6.87	7.40	7.03	7.57
	ア ル カ リ 度 (mg/ℓ)	80.9	131	50.5	167
	B O D _{ATU} (mg/ℓ)	7.1	6.9	7.8	11.8
	C O D (mg/ℓ)	T	33.7	36.4	29.0
		S	29.5	30.2	25.7
	S S (mg/ℓ)	4.3	12.5	7.8	6.2
	非イオン界面活性剤 (mg/ℓ)	15.9	15.5	17.0	18.4
	K-N (mg/ℓ)	T	2.1	18.8	7.6
		S	1.6	18.1	6.2
	NH ₄ -N (mg/ℓ)	1.1	18.7	6.1	13.8
	NO _T -N (mg/ℓ)	9.5	13.6	11.8	9.5
	T-P (mg/ℓ)	T	2.8	3.5	3.7
		S	2.6	3.5	3.1
	O-P (mg/ℓ)	2.7	3.5	3.1	4.4
曝気槽	返 送 率 (%)	26.7	—	25.2	—
	M L S S (mg/ℓ)	2,622	—	2,813	—
	M L V S S (mg/ℓ)	1,984	—	2,213	—
	S V ₃₀ (%)	69	—	74	—
	滞 留 時 間 (B) (日)	8.0	8.0	7.7	8.0
	S R T (A) (日)	9.5	—	19.3	—
	余 剩 S S (mg/ℓ)	6,570	6,007	8,754	6,351
	" V S S (mg/ℓ)	5,223	5,165	7,415	5,271
	" 引 抜 量* (ℓ)	116	96.4	79.5	179.3

難分解COD除去実験AT調査

区分I A系(浮遊法)

調査日 59年10月8日

	流入水	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	処理水	返送汚泥
水温	22.2	21.3	21.3	21.1	21.0	20.9	20.8	20.7	20.6	20.5	20.5	21.0	
pH	7.51	7.20	7.07	6.95	6.88	6.85	6.80	6.80	6.87	6.90	6.97	7.27	
DO		0.8	0.6	0.3	0.2	0.1	0.8	3.9	6.8	5.4	6.1	3.2	
SV30		28	25	25	29	28	31	31	31	32	30		
MLSS		2,040	1,820	1,840	1,980	2,370	2,070	2,100	2,080	2,100	2,060		
MLVSS		1,760	1,560	1,580	1,700	1,990	1,770	1,790	1,790	1,770	1,750		
呼吸速度		37.6				26.6					7.2		
SS	33.0											6.4	
アルカリ度	185	145	126	118	107	115	74	55	56	54	59	49	
BOD _{ATU}	64.4											2.4	
D-BOD _{ATU}	35.1	4.4	3.9	2.9	2.2	1.7	1.5	1.5	2.0	1.2	1.7	-	
COD	57.1											11.8	
D-COD	22.9	13.2	11.3	19.9	10.9	12.5	11.9	12.3	12.3	11.7	12.9	10.4	
K-N	25.20											1.71	
D-N-N	21.00	13.50	11.00	9.42	7.51	5.67	3.20	3.49	0.71	1.15	0.74	0.47	
D-NH ₄ -N	24.20	14.20	12.10	10.10	8.88	7.27	2.64	0.59	0.52	0.51	0.60	0.67	
D-NO ₃ -N	0.01	3.13	7.18	9.37	10.50	9.10	15.40	17.50	17.20	17.00	16.40	15.90	
T-P	3.64											2.40	
D-T-P	2.88	1.88	1.88	1.78	1.53	1.74	1.12	0.69	0.57	0.59	1.37	2.20	
D-PO ₄ -P	2.89	2.08	2.04	1.87	1.62	2.03	1.31	0.89	0.76	0.77	1.39	2.28	
非イオン界面活性剤													

単位 水温:℃, SV30:%, 呼吸速度:mg・O/g・SS・hr, その他はmg/ℓ (pH除く)

区分I B系(生物膜法)

調査日 59年10月8日

2	流入水	1	2	3	4	5	6	7	8	処理水	返送汚泥
水温	22.	21.3	21.2	20.8	20.8	20.7	20.6	20.6	20.6	21.2	
pH	7.60	7.07	7.29	7.15	7.12	7.05	6.98	6.95	6.93	7.32	
DO		0.7	0.4	2.4	2.9	2.8	3.3	4.7	4.1	1.3	
SV30											
生物膜量		29.2	11.2	11.1	6.6	2.7	1.6	1.2	0.9		
槽内の汚泥量											
呼吸速度		1.0			3.8				13.3		
SS	35.0									2.2	
アルカリ度	194	208	179	157	143	128	116	104	102	110	
BOD _{ATU}	41.4									9.2	
D-BOD _{ATU}	38.7	18.7	9.5	4.5	3.6	3.0	6.9	4.7	6.8	3.0	
COD	59.9									17.4	
D-COD	42.2	41.5	19.5	18.0	17.6	18.5	20.3	20.4	20.8	17.2	
K-N	27.40									7.06	
D-K-N	24.00	20.30	16.00	14.50	12.00	9.42	8.54	7.23	6.15	5.99	
D-NH ₄ -N	25.90	23.20	21.40	16.10	14.40	10.90	9.94	7.92	7.95	8.11	
D-NO ₃ -N	0.03	0.04	0.66	4.48	5.37	7.79	9.31	11.00	11.30	11.00	
T-P	3.86									3.12	
D-T-P	3.10	3.06	3.19	3.24	3.16	3.10	3.15	3.11	3.06	2.96	
D-PO ₄ -P	3.09	2.94	3.19	3.22	3.25	3.18	3.18	3.19	3.20	3.14	
非イオン界面活性剤											

単位 水温:℃, 生物膜量:g, 呼吸速度:mg・O/g・SS・hr, その他はmg/ℓ (pH除く)

難分解COD除去実験AT調査

区分II A系(浮遊法)

調査日 59年11月15日

	流入水	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	処理水	返送汚泥
水温	17.8	16.3	16.0	15.7	15.2	15.0	15.0	14.8	14.5	14.5	14.3	14.0	
pH	7.54	7.33	7.38	7.23	7.01	7.03	6.70	6.78	6.95	6.97	7.07	6.99	
DO		0.2	0.0	3.5	1.1	6.0	1.5	4.7	7.3	7.2	8.5	3.6	
SV30		35	38	37	32	35	35	39	38	35	42		
MLSS		2,460	2,740	2,730	2,710	2,630	2,860	2,900	3,300	2,950	2,760		
MLVSS		2,120	2,350	2,380	2,360	2,280	2,490	2,490	2,850	2,570	1,680		
呼吸速度		20.5	19.5	22.3	22.3	20.4	18.3	9.7	4.9	6.4	5.6		
SS	65.0											6.4	
アルカリ度	199	163	167	135	111	70	48	41	39	38	39	40	
BOD _{ATU}	78.5											3.3	
D-BOD _{ATU}	55.5	7.4	6.4	4.4	2.1	2.1	1.4	0.4	0.8	0.8	1.8	—	
COD	73.4											17.9	
D-COD	43.3	21.3	19.3	17.3	15.7	15.1	14.3	14.4	13.1	13.7	13.0	13.0	
K-N	35.00											2.80	
D-K-N	28.80	20.60	19.38	16.10	11.86	6.84	2.40	2.80	2.22	1.64	1.24	1.64	
D-NH ₄ -N	28.50	21.60	19.30	16.20	12.60	6.78	2.62	1.47	1.33	1.28	1.09	1.22	
D-NO ₃ -N	0.04	1.29	0.80	4.64	7.37	11.60	14.20	14.80	14.90	14.80	14.50	13.60	
T-P	4.22											3.38	
D-T-P	3.10	3.24	3.28	3.30	3.38	3.34	3.34	3.32	3.12	3.16	3.06	3.10	
D-PO ₄ -P	2.81	3.13	3.14	3.10	3.17	3.13	3.20	3.18	3.11	3.10	2.99	2.93	
非イオン界面活性剤													

単位 水温:℃, SV30:%, 呼吸速度:mg・O/g・SS・hr, その他はmg/ℓ (pH除く)

区分II B系(生物膜法)

調査日 59年11月16日

	流入水	1	2	3	4	5	6	7	8	処理水	返送汚泥
水温	18.0	17.0	17.0	16.9	16.5	16.0	16.0	75.7	15.5	15.0	
pH	7.34	7.00	7.83	7.25	7.29	7.33	7.34	7.24	7.24	7.32	
DO		0.1	0.8	1.5	2.6	4.2	5.0	3.8	5.0	2.4	
SV30											
生物膜量		60.3	27.7	26.7	23.3	14.9	13.1	8.3	10.5		
槽内の汚泥量	ML	4,460	5,390	2,070	2,350	1,600	1,190	670	520		
	VS	3,630	4,470	1,750	1,960	1,300	950	510	390		
呼吸速度	膜	15.5	8.6	9.5	—	8.8	7.9	11.4	14.0		
	AT	9.6	8.7	15.0	9.1	6.8	8.7	11.5	—		
SS	71.0								65	3.2	
アルカリ度	187	159	216	194	187	185	181	169	165	165	
BOD _{ATU}	65.5									5.7	
D-BOD _{ATU}	40.0	48.5	31.0	17.3	11.0	5.9	4.6	4.5	3.8	3.6	
COD	53.3									23.7	
D-COD	33.5	38.2	40.6	29.8	22.3	19.7	18.7	22.3	21.0	23.1	
K-N	34.00									18.60	
D-K-N	27.80	28.80	32.20	29.40	24.60	25.40	22.40	21.00	18.98	18.80	
D-NH ₄ -N	24.70	32.50	33.50	33.60	29.50	28.20	26.90	25.50	23.60	21.10	
D-NO ₃ -N	0.04	0.19	0.07	0.05	0.19	0.19	0.47	1.01	4.67	7.25	
T-P	4.16		4							3.52	
D-T-P	3.14	4.00	4.28	3.84	3.14	3.26	3.24	3.24	3.30	3.34	
D-PO ₄ -P	2.84	3.34	3.77	3.47	3.13	3.17	3.09	3.22	3.19	3.15	
非イオン界面活性剤											

単位 水温:℃, 生物膜量:g, 呼吸速度:mg・O/g・SS・hr, その他はmg/ℓ (pH除く)

難分解COD除去実験AT調査

区分Ⅲ A系(浮遊法)

調査日 59年12月20日

	流入水	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	処理水	返送汚泥
水温	17.3	13.7	13.7	13.9	13.5	13.0	12.4	12.2	11.9	11.7	11.4	10.8	
pH	7.46	6.91	7.04	7.07	7.02	6.95	6.97	6.87	6.95	7.16	7.12	7.08	
DO		0	0	0	0.1	0.7	4.7	3.0	5.2	7.0	8.0	5.3	
SV30		80	76	61	44	49	58	66	67	65	54		
MLSS		3,800	3,300	2,830	2,470	2,440	2,970	3,060	3,490	3,220	2,950		
MLVSS		3,280	2,900	2,450	2,140	2,120	2,590	2,660	3,020	2,780	2,570		
呼吸速度		11.0	19.0	20.3	20.6	16.9	12.8	5.7	4.9	4.1	5.7		
SS													
アルカリ度	200	120	147	150	135	105	75	60	57.5	57.5	57.5	55	
BOD _{ATU}	74.9											1.2	
D-BOD _{ATU}	40.3	2.8	3.3	2.1	1.6	1.4	1.0	1.0	0.9	0.5	0.3	0.4	
COD	61.2											12.8	
D-COD	38.8	14.8	14.9	13.9	12.1	11.7	10.7	10.4	9.8	10.3	11.4	9.8	
K-N	30.60											0.92	
D-K-N	25.20	11.00	16.00	15.34	11.80	8.26	3.70	2.90	1.20	1.20	0.88	0.62	
D-NH ₄ -N	28.70	12.90	18.00	16.70	13.80	8.71	3.78	1.88	1.39	1.06	1.07	0.80	
D-NO ₃ -N	0.03	6.90	2.14	3.03	4.19	8.19	12.90	14.80	15.50	15.80	16.10	2.77	
T-P												3.52	
D-T-P	4.80	4.76	3.02		3.20	3.16	2.96	2.82	2.84	2.46			
D-PO ₄ -P	3.39	3.05	3.20	3.00	2.89	2.70	2.60	2.52	2.49	2.49	2.51	2.42	
非イオン界面活性剤													

単位 水温:℃, SV30:%, 呼吸速度:mg・O/g・SS・hr, その他はmg/ℓ (pH除く)

区分Ⅲ B系(生物膜法)

調査日 59年12月20日

	流入水	1	2	3	4	5	6	7	8	処理水	返送汚泥
水温		14.2	14.0	12.5	12.2	11.6	11.3	11.1	11.0	10.3	
pH	7.49	7.34	7.35	7.44	7.47	7.50	7.55	7.42	7.41	7.41	
DO		0.2	0.2	0.5	0.7	1.6	2.2	2.7	3.4	1.2	
SV30											
生物膜量		26.8	91.8	8.8	6.1	4.8	2.4	2.4	1.9		
槽内の汚泥量	ML	2,690	2,620	760	270	240	250	3,380	180		
	VS	2,190	2,140	650	240	190	200	3,330	160		
呼吸速度	膜	4.5	0.8	8.2	13.4	13.0	21.5	15.1	23.2		
	AT	19.3	12.7	13.8	20.0	29.5	18.4	11.2	6.5		
SS											
アルカリ度	206	187	182	175	170	160	157	1153	152	167	
BOD _{ATU}	71.9									5.1	
D-BOD _{ATU}	42.3	27.1	37.9	—	—	—	—	2.6	3.0	2.2	
COD	59.2									20.4	
D-COD	38.8	29.8	29.1	26.4	22.9	19.9	20.3	17.3	19.1	18.9	
K-N	30.4									19.92	
D-K-N	21.8	25.8	21.4	22.4	21.2	20.2	20.2	18.84	19.20	18.60	
D-NH ₄ -N	29.0	29.2	26.1	28.6	28.6	25.0	24.3	23.6	24.1	23.3	
D-NO ₃ -N	1.48	0.02	0.01	0.27	0.31	0.89	0.93	1.42	2.56	2.41	
T-P										3.38	
D-T-P	4.66	3.18	3.20	3.66	3.68	3.38	3.42	3.30	3.34	3.34	
D-PO ₄ -P	3.46	3.18	2.98	3.25	3.25	3.13	3.10	3.07	3.06	3.09	
非イオン界面活性剤											

単位 水温:℃, 生物膜量:g, 呼吸速度:mg・O/g・SS・hr, その他はmg/ℓ (pH除く)

難分解COD除去実験AT調査

区分Ⅳ A系(浮遊法)

調査日 60年2月20日

	流入水	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	処理水	返送汚泥
水温	12.8	12.0	12.0	12.0	11.8	12.0	11.8	11.6	11.4	11.2	11.2	11.0	
pH	7.65	7.12	6.85	6.77	6.88	6.98	7.12	7.20	7.14	7.08	7.14	7.01	6.78
DO		0	1.8	6.1	5.8	5.6	7.7	8.2	8.2	7.5	8.4	4.2	
SV30		94	92	83	77	59	53	52	51	58	54		100
MLSS		9,560	6,680	6,650	5,580	4,430	4,020	3,740	3,470	3,650	3,590		16,620
MLVSS		8,860	5,800	5,790	4,830	3,820	3,440	3,260	2,960	3,120	3,070		14,630
呼吸速度		3.20	4.29	2.49	3.20	4.14	4.48	4.17	4.25	4.05	3.31		2.40
SS													
アルカリ度	137	90	81.5	46.5	40.0	40.0	39.5	39.5	33.5	33.5	33.5	30.0	
BOD _{ATU}	81.3											5.3	
D-BOD _{ATU}	36.2	2.9	2.8	1.5	2.1	1.3	0.8	0.1	2.4	0.3	1.8	5.3	
COD	59.1											15.6	
D-COD	36.9	14.2	17.4	13.6	14.2	14.8	15.4	13.8	13.3	13.1	12.3	11.3	
K-N	27.8											1.85	
D-K-N	16.0	5.28	7.25	2.06	1.41	0.77	1.81	0.77	0.57	0.58	0.41	0.63	14.6
D-NH ₄ -N	16.0	5.15	5.90	1.35	0.62	0.44	0.39	0.27	0.26	0.24	0.28	0.56	11.4
D-NO ₃ -N	0.18	4.68	7.76	11.90	13.00	15.20	14.90	14.00	13.30	15.20	15.20	15.80	0.93
T-P	2.57											1.90	
D-T-P	1.30	2.04	1.79	1.89	1.96	1.98	1.92	1.85	1.70	1.63	1.60	1.83	21.1
D-PO ₄ -P	1.22	2.03	1.74	1.87	2.00	2.00	1.96	1.86	1.73	1.63	1.64	1.74	22.1
非イオン界面活性剤													

単位 水温:℃, SV30:%, 呼吸速度:mg・0/g・SS・hr, その他はmg/ℓ (pH除く)

区分Ⅳ B系(生物膜法)

調査日 60年2月20日

	流入水	1	2	3	4	5	6	7	8	処理水	返送汚泥
水温	13.0	12.8	12.8	12.6	12.4	12.2	12.2	12.0	12.0	11.5	
pH	7.63	7.40	7.38	7.34	7.31	7.28	7.26	7.20	7.13	7.18	
DO		3.1	3.3	6.7	6.2	6.2	6.3	5.7	5.3	3.3	
SV30											
生物膜量		61.9	63.8	44.2	29.7	12.4	12.2	8.4	5.0		
槽内の汚泥量	ML	6,290	4,910	1,320	2,070	3,290	1,170	1,980	2,090		
	VS	5,470	4,070	1,120	1,750	2,780	990	1,070	1,770		
呼吸速度	膜	8.22	6.02	7.58	7.94	7.46	9.86	6.19	9.20		
	AT	7.39	9.50	12.25	7.70	5.98	7.53	20.24	9.24		
SS											
アルカリ度	135	163	152	121	107	103	86.5	101	86	95	
BOD _{ATU}	56.8									4.4	
D-BOD _{ATU}	32.5	45.9	63.5	9.6	8.8	7.7	7.7	9.0	6.4	2.6	
COD	56.7									18.2	
D-COD	33.8	50.3	46.1	19.0	17.5	19.3	17.6	30.5	18.7	17.6	
K-N	24.4									11.8	
D-K-N	17.5	33.3	29.7	16.9	14.5	14.2	10.2	16.3	10.4	12.2	
D-NH ₄ -N	16.0	28.3	26.2	16.1	13.9	14.3	10.2	16.5	11.3	12.1	
D-NO ₃ -N	0.02	0.04	0.02	2.86	4.05	5.43	7.50	4.85	7.59	8.21	
T-P	2.44									2.04	
D-T-P	1.29	4.35	3.73	1.97	1.89	2.13	1.78	3.18	2.18	1.98	
D-PO ₄ -P	1.30	4.24	3.59	1.98	1.81	2.14	1.73	2.97	2.14	1.99	
非イオン界面活性剤											

単位 水温:℃, 生物膜量:g, 呼吸速度:mg・0/g・SS・hr, その他はmg/ℓ (pH除く)

難分解COD除去実験AT調査

区分V A系(浮遊法:活性汚泥法)

調査日 60年6月4日

(滞留時間:8時間,嫌気時間:-1時間,好気時間:8時間,返送汚泥率:25%)

	流入水	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	処理水	返送汚泥
水温	21.5	21.8	21.8	21.8	21.8	21.9	21.9	22.0	22.0	22.0	22.1	22.1	
pH	7.46	7.40	7.16	6.92	7.11	7.09	7.17	7.13	7.13	7.08	7.13	7.09	
DO		0.0	1.2	2.8	6.5	5.8	7.3	6.8	7.3	6.4	6.9	3.4	
SV30		28	37	40	38	43	47	44	45	39	29		
MLSS		2,554	3,822	4,248	3,966	4,406	4,924	4,662	4,744	4,308	3,154		10,032
MLVSS		2,108	3,176	3,528	3,268	3,640	4,050	3,820	3,914	3,536	2,580		8,306
呼吸速度		20.07	16.48	7.47	5.91	7.05	6.57	6.10	5.75	6.62	6.28		10.62
SS	83.0											4.0	
アルカリ度	203	133	48.5	30.5	25.5	27.5	24.5	25.0	25.0	24.5	23.5	32.0	
BOD _{ATV}	89.1								0			1.3	
D-BOD _{ATV}	84.3	7.5	2.7	2.7	0.8	0.4	0.9	0.5	0.2	0.8	0.4	0.6	
COD	79.8											11.4	
D-COD	62.1	17.4	13.0	11.3	10.2	9.7	9.8	9.7	9.2	8.9	10.5	10.2	
K-N	43.0											0.98	
D-K-N	40.8	16.2	2.35	1.39	1.08	1.45	1.02	0.92	1.04	0.93	1.10	0.92	
D-NH ₄ -N	34.35	15.45	1.72	0.30	0.39	0.29	0.25	0.27	0.36	0.35	0.32	0.46	
D-NO ₃ -N	0.01	2.57	19.1	23.8	26.6	26.9	27.4	27.4	27.5	25.8	26.6	23.7	
T-P	6.46											2.63	
D-T-P	5.24	3.55	3.33	3.39	3.39	3.57	3.53	3.65	4.06	3.83	3.84	3.34	
D-PO ₄ -P	4.85	3.70	3.52	3.53	3.59	3.74	3.78	3.88	3.97	4.12	4.12	3.56	
非イオン界面活性剤	21.4	2.2	1.1	1.1	1.7	0.8	0.8	0.8	1.0	1.1	1.3	0.9	

単位 水温:℃, SV30:%, 呼吸速度:mg・0/g・SS・hr, その他はmg/ℓ (pH除く)

区分V B系(生物膜法:接触酸化法)

調査日 60年6月4日

(滞留時間:8時間,嫌気時間:-1時間,好気時間:8時間,返送汚泥率:-%)

	流入水	1	2	3	4	5	6	7	8	処理水	返送汚泥
水温	21.5	21.6	21.7	21.8	22.0	22.1	22.1	22.1	22.1	22.2	
pH	7.46	7.46	7.53	7.48	7.43	7.36	7.33	7.31	7.21	7.20	
DO		3.2	1.8	1.8	4.7	5.6	5.5	4.3	3.5	1.1	
SV30											
生物膜量		56.3	46.0	34.1	16.6	15.3	18.4	22.9	18.2		
AT内の汚泥量											
ML		9,426	7,550	8,044	4,416	2,852	2,260	3,644	2,504		
VS		7,092	5,980	6,409	3,516	2,304	1,834	2,960	2,018		
呼吸速度		11.95	11.51	11.74	9.78	9.62	7.60	9.59	11.86		
AT		17.12	13.27	9.51	10.29	9.91	8.55	9.68	15.34		
SS	96.0									9.3	
アルカリ度	203	258	248	236	151	103	92.5	88.0	81.0	76.0	
BOD _{ATU}	85.6									7.6	
D-BOD _{ATU}	52.1	146	138	98.8	13.6	12.1	9.1	14.9	16.1	10.1	
COD	82.9									23.0	
D-COD	55.4	75.0	65.5	56.1	27.0	26.3	22.7	27.2	27.1	19.7	
K-N	40.0									8.14	
D-K-N	34.2	72.8	60.6	44.6	23.6	13.54	11.52	11.80	10.84	7.08	
D-NH ₄ -N	31.25	42.40	43.45	37.60	21.75	12.45	11.40	9.40	5.45	6.60	
D-NO ₃ -N	0.01	0.01	0.01	0.01	0.49	10.1	11.9	12.3	18.5	14.8	
T-P	5.78									3.66	
D-T-P	4.43	11.42	11.40	11.00	6.68	4.94	4.64	4.62	4.78	3.46	
D-PO ₄ -P	4.31	10.0	10.6	9.75	6.95	5.06	4.54	4.77	4.97	3.69	
非イオン界面活性剤	24.2	3.5	2.5	2.0	1.5	1.8	0.9	0.9	1.3	0.9	

単位 水温:℃, 生物膜量:g, 呼吸速度:mg・0/g・SS・hr, その他はmg/ℓ (pH除く)

難分解COD除去実験AT調査

区分Ⅵ A系(浮遊法:A/O法)

調査日 60年7月17日

(滞留時間:5時間,嫌気時間:2時間,好気時間:3時間,返送汚泥率:25%)
No1~4槽 No5~10槽

	流入水	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	処理水	返送汚泥
水温	22.9	24.1	24.3	24.3	24.4	24.6	24.7	24.8	24.9	25.0	25.1	25.3	
pH		7.28	7.27	7.22	7.20	7.31	7.24	7.44	7.61	7.63	7.71	7.48	
DO		0.1	0.0	0.0	0.1	2.8	5.2	6.7	7.3	7.2	7.5	3.2	
SV30		25	29	29	29	31	32	29	27	29	23		96
MLSS		2,284	2,570	2,490	2,444	2,838	3,274	2,806	2,614	2,860	2,494		10,370
MLVSS		1,828	2,090	2,022	1,968	2,128	2,520	2,142	2,000	2,230	1,940		8,062
呼吸速度		26.45	40.51	41.45	45.42	40.38	12.83	12.15	10.81	9.67	11.90		
SS													
アルカリ度	180	178	190	180	175	126	71.0	63.0	62.5	59.0	57.5	57.0	
BOD _{ATU}	90.0											2.5	
D-BOD _{ATU}	60.4	12.5	12.1	14.3	13.7	3.9	5.6	2.0	1.6	2.6	1.8	1.2	
COD	79.7											9.2	
D-COD	46.7	14.0	16.5	16.3	14.8	9.0	8.4	9.2	8.8	7.7	8.7	7.6	
K-N	28.80											1.24	
D-K-N	26.20	21.00	20.80	20.20	18.52	9.70	1.41	1.06	1.32	1.06	0.97	0.71	
D-NH ₄ -N	24.35	19.10	20.65	18.80	17.60	9.61	0.94	0.62	0.51	0.47	0.67	0.47	
D-NO _t -N	0.15	0.03	0.02	0.02	0.02	3.79	9.47	11.70	12.00	12.10	12.30	12.90	
T-P	5.10											0.32	
D-T-P	4.22	30.20	36.80	36.40	31.60	9.88	1.75	0.33	0.25	0.16	0.16	0.22	
D-PO ₄ -P	3.73	11.70	36.75	34.00	31.75	9.90	1.80	0.14	0.05	0.03	0.02	0.06	
非イオン界面活性剤	24.0	2.3	1.0	3.4	3.0	2.3	1.7	2.0	1.9	1.4	2.2	1.7	

単位 水温:℃, SV30:%, 呼吸速度:mg・O/g・SS・hr, その他はmg/ℓ (pH除く)

区分Ⅵ B系(生物膜法:接触酸化+A/O法)

調査日 60年7月17日

(滞留時間:5時間,嫌気時間:2.5時間,好気時間:2.5時間,返送汚泥率:25%)
No1~4槽(兼H槽) No5~8槽

	流入水	1	2	3	4	5	6	7	8	処理水	返送汚泥
水温	23.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.7	24.7	24.7	24.8	24.7	
pH	7.14	7.16	7.15	7.12	7.13	7.27	7.25	7.17	7.23	7.23	
DO		0.2	0.2	0.2	0.2	5.9	4.7	5.1	5.5	2.4	
SV30		27	27	24	24	24	25	22	21		98
生物膜量						36.0	16.8	13.0	2.7		
AT内の汚泥量	ML	2,758	2,664	2,478	2,448	2,690	2,784	2,504	2,394		9,908
	VS	2,270	2,196	2,098	2,026	2,158	2,196	1,968	1,884		7,786
呼吸速度	膜					23.11	25.70	7.67	49.60		
	AT	36.66	36.82	38.01	40.69	31.76	39.22	18.16	18.80		
SS											
アルカリ度	163	154	153	150	148	73.5	63.5	59.5	58.0	57.0	
BOD _{ATU}	103.9									6.7	
D-BOD _{ATU}	59.6	20.9	20.7	18.9	15.6	7.4	5.1	3.5	3.8	2.1	
COD	57.0									15.2	
D-COD	39.3	20.9	19.3	17.5	17.5	13.6	12.3	11.6	8.0	14.1	
K-N	25.20									1.76	
D-K-N	19.06	12.18	14.12	14.90	14.60	4.85	3.00	1.68	1.32	0.44	
D-NH ₄ -N	19.15	15.40	14.60	15.20	14.90	2.98	1.74	0.85	0.74	0.55	
D-NO _t -N	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	11.00	12.80	13.20	13.40	13.20	
T-P	4.58									0.72	
D-T-P	3.78	22.00	18.60	18.40	16.40	4.85	2.65	0.58	0.37	0.27	
D-PO ₄ -P	3.17	17.30	18.45	18.50	17.20	4.73	2.46	0.42	0.18	0.12	
非イオン界面活性剤	21.4	5.0	3.7	3.0	3.6	1.5	1.2	1.0	0.9	1.3	

単位 水温:℃, 生物膜量:g, SV30:%, 呼吸速度:mg・O/g・SS・hr, その他はmg/ℓ (pH除く)

難分解COD除去実験AT調査

区分Ⅷ A系(浮遊法:内生脱窒法)

調査日 60年9月4日

(滞留時間:12時間, 嫌気時間:2.4+3.6時間, 好気時間:4.8+1.2時間, 返送汚泥率:25%)
No1,2,7~9槽 No3~6,10槽

	流入水	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	処理水	返送汚泥
水温	26.2	27.2	27.2	27.2	27.3	27.4	27.4	27.5	27.6	27.7	27.7	27.5	
pH	7.16	7.26	7.28	7.30	7.15	7.15	7.18	7.09	7.07	7.07	7.24	7.20	
DO		0.1	0.0	0.3	1.9	3.8	5.9	0.0	0.0	0.0	5.8	1.9	
SV30		33	30	33	34	38	37	36	29	26	27		
MLSS		1,864	2,336	2,444	2,426	2,490	2,842	2,980	2,774	2,588	3,642		8,692
MLVSS		1,494	1,854	1,898	1,850	1,880	2,166	2,240	2,092	1,932	2,904		6,552
呼吸速度		19.4	25.7	22.8	16.8	6.1	5.7	7.9	7.2	5.5	4.3		5.8
SS													
アルカリ度													
BOD _{ATU}	83.8												
D-BOD _{ATU}	58.5	12.5	10.8	4.0	2.6	1.6	0.5	0.2	0.8	0.7	0.4	0.4	0.9
COD	76.6											9.7	
D-COD	55.7	21.2	22.7	13.6	11.7	11.0	10.2	9.9	10.1	10.1	10.3	9.6	10.3
K-N	32.0											1.52	
D-K-N	28.4	17.42	18.04	15.78	6.76	1.06	0.81	0.73	1.07	1.45	1.29	1.09	1.97
D-NH ₄ -N	30.1	17.0	17.5	15.4	5.64	1.15	0.94	0.95	1.23	1.35	0.92	1.15	1.94
D-NO ₃ -N	0.01	0.02	0.01	2.06	12.5	16.2	16.1	14.0	11.7	10.3	13.3	12.9	4.10
T-P	5.44											2.96	
D-T-P	4.56	15.8	20.6	10.42	5.08	2.22	1.27	0.59	0.53	0.82	1.04	2.75	2.33
D-PO ₄ -P	4.11	14.65	20.4	10.1	4.67	2.06	1.14	0.43	0.42	0.70	0.90	2.57	2.15
非イオン界面活性剤	22.6	6.0	5.7	3.7	3.1	2.2	2.2	2.3	2.5	2.5	2.3	2.4	2.0

単位 水温:℃, SV30:%, 呼吸速度:mg・O/g・SS・hr, その他はmg/ℓ (pH除く)

区分Ⅷ B系(生物膜法:接触酸化+内生脱窒法)

調査日 60年9月4日

(滞留時間:12時間, 嫌気時間:3+3時間, 好気時間:4.5+1.5時間, 返送汚泥率:25%)
No1,2,10(接触材なし) No1,2,6,7槽 No3~5,10槽

	流入水	1	2	3	4	5	6	7	8	処理水	返送汚泥
水温	24.5	27.0	27.2	27.3	27.4	27.55	27.9	28.0	28.1	28.2	
pH	7.16	7.35	7.36	7.48	7.57	7.59	7.60	7.62	7.70	7.62	
DO		0.0	0.1	0.1	3.2	3.5	1.6	4.1	5.3	2.0	
SV30											
生物膜量				39.5	16.2	13.6	4.3	3.5			
槽内の汚泥量											
ML		180	192	658	182	136	1,226	166	70		412
VS		160	158	522	128	110	978	126	46		316
呼吸速度				17.3	18.6	17.3	11.9	15.2			
AT		71.7	70.8	22.5	38.5	59.6	4.5	22.3	65.7		35.4
SS	75.0									13.1	
アルカリ度											
BOD _{ATU}	86.9									6.8	
D-BOD _{ATU}	71.7	18.1	17.2	8.1	6.9	6.6	6.0	4.5	4.1	4.1	2.4
COD	72.4	2								19.6	
D-COD	45.0	25.1	25.3	20.8	17.4	18.8	19.2	17.7	17.4	19.0	16.9
K-N	32.8									20.75	
D-K-N	32.3	23.1	23.45	25.2	26.25	26.8	26.6	26.0	22.75	20.8	20.05
D-NH ₄ -N	30.7	24.55	24.2	28.95	25.4	24.8	23.3	23.05	22.65	19.15	18.65
D-NO ₃ -N	0.03	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.13	0.32	0.50	1.10	0.61
T-P	5.50									4.55	
D-T-P	1.78	4.65	4.70	4.45	4.95	5.40	4.70	4.80	3.90	4.25	
D-PO ₄ -P	3.95	4.29	4.41	4.26	4.72	5.07	4.42	4.61	3.85	4.17	2.65
非イオン界面活性剤	27.4	9.9	9.6	3.7	3.3	3.6	3.6	3.3	2.9	2.3	2.3

単位 水温:℃, 生物膜量:g, 呼吸速度:mg・O/g・SS・hr, その他はmg/ℓ (pH除く)

難分解COD除去実験AT調査

区分Ⅷ A系(浮遊法:循環式硝化脱窒法)

調査日 60年10月29日

(滞留時間:8時間, 曝気時間:2.4時間, 好気時間:5.6時間, 返送汚泥率:50%, 循環率:100%)
No.1~3槽 No.4~10槽

	流入水	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	処理水	返送汚泥
水温	19.9	18.2	18.0	18.0	18.0	18.0	17.9	17.9	17.9	17.5	17.2	17.2	
pH	7.48	7.58	7.62	7.44	7.41	7.29	7.17	7.15	7.18	7.36	7.48	7.63	
DO		0.1	0.1	0	0.7	1.7	1.2	1.5	3.8	6.9	6.9	3.8	
SV30		95	94	94	94	95	94	94	71	90	94		99
MLSS		2,928	2,970	3,132	3,364	2,952	2,996	3,008	3,048	3,054	3,172		8,186
MLVSS		2,430	2,422	2,556	2,704	2,366	2,422	2,420	2,436	2,472	2,586		6,702
呼吸速度		19.5	18.4	17.4	16.4	17.5	5.4	4.7	5.3	5.7	4.3		
SS	80											1.2	
アルカリ度	174	133	130	134	116	95	82	83.5	74	74	75	60	
BOD _{ATU}	73.4											1.1	
D-BOD _{ATU}	42.2	4.8	1.7	2.1	1.0	1.3	1.3	0.3	0.6	0	1.1	0.3	
COD	70.6											9.2	
D-COD	42.8	13.9	10.5	11.0	9.9	9.4	8.8	8.5	9.0	8.4	9.5	9.6	
K-N	27.4											1.00	
D-K-N	21.8	8.22	7.74	7.46	5.57	3.74	0.99	0.54	0.53	0.57	0.73	1.02	
D-NH ₄ -N	24.28	6.58	6.04	5.70	4.39	2.91	0.71	0.21	0.18	0.17	0.19	0.22	
D-NO _t -N	0.02	1.87	0.67	0.06	2.89	6.15	9.57	11.1	10.8	10.9	10.4	11.7	
T-P	4.50											2.60	
D-T-P	3.40	3.40	3.79	3.92	2.92	2.49	2.32	2.21	2.12	2.09	2.18	2.61	
D-PO ₄ -P	3.14	3.37	3.84	3.92	2.93	2.47	2.28	2.17	2.09	2.06	2.14	2.57	
非イオン界面活性剤	30.2	6.7	5.1	3.0	2.7	1.9	1.8	2.7	2.4	2.3	2.1	1.9	

単位 水温:℃, SV30:%, 呼吸速度:mg-O/g-SS-hr, その他はmg/l (pH除く)

区分Ⅷ B系(生物膜法:接触酸化+活性汚泥法)

調査日 60年10月29日

(滞留時間:8時間, 曝気時間:一時間, 好気時間:8時間, 返送汚泥率:一%)
No.1~8槽

	流入水	1	2	3	4	5	6	7	8	処理水	返送汚泥
水温	19.9	19.5	19.2	18.8	18.8	18.5	18.5	18.3	18.3	18.0	
pH	7.48	7.70	7.69	7.43	7.32	7.30	7.15	7.17	7.33	7.37	
DO		2.1	0.2	1.3	2.8	2.8	3.4	5.3	6.8	4.2	
SV30		62	57	42	48	42	46	41	44		100
生物膜量		29.4	16.8	17.3	13.9	17.6	6.5	14.6	13.3		
槽内の汚泥量	ML	3,682	3,082	3,214	3,188	3,096	2,954	2,894	3,050		13,468
	VS	3,048	2,584	2,644	2,644	2,548	2,378	2,356	2,518		11,020
呼吸速度	膜	11.6	13.8	11.1	9.8	7.7	10.5	7.7	9.6		
	AT	24.6	24.9	29.3	27.8	20.7	12.3	9.6	8.5		
SS											
アルカリ度	167.5	125	124	93	87.5	81.0	66.5	55.0	57.5	60.5	
BOD _{ATU}	72.3									3.5	
D-BOD _{ATU}	44.1	3.4	4.2	1.6	1.9	1.8	1.5	1.4	1.8	1.2	
COD	73.0									13.9	
D-COD	41.4	14.2	14.6	12.7	12.5	12.3	11.8	12.6	12.2	11.3	
K-N	32.6									1.67	
D-K-N	26.8	9.28	11.7	6.29	5.17	4.40	1.60	0.97	0.84	1.08	
D-NH ₄ -N	21.28	6.57	9.40	4.65	4.08	2.50	1.03	0.30	0.34	0.35	
D-NO _t -N	0.01	3.70	2.65	10.6	10.0	12.8	15.2	17.3	16.7	15.6	
T-P	5.32									3.28	
D-T-P	3.96	0.21	0.19	0.18	0.19	0.36	0.65	1.39	2.19	3.06	
D-PO ₄ -P	3.52	0.06	0.04	0.02	0.04	0.20	0.53	1.29	2.13	3.04	
非イオン界面活性剤	31.5	1.7	2.6	2.2	2.7	2.8	3.1	1.5	2.0	1.5	

単位 水温:℃, 生物膜量:g, 呼吸速度:mg-O/g-SS-hr, その他はmg/l (pH除く)

難分解COD除去実験AT調査

区分Ⅸ A系(浮遊法:活性汚泥法)

調査日 60年12月17日

(滞留時間:8時間,嫌気時間:一時間,好気時間:8時間,返送汚泥率:25%)
(SRT10H No.1~10槽)

	流入水	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	処理水	返送汚泥
水温	13.8	13.3	12.8	12.5	12.0	11.5	11.2	10.8	10.4	10.2	9.8	9.0	
pH	7.39	7.61	7.64	7.50	7.46	7.36	7.26	7.22	7.23	7.21	7.31	7.08	
DO		0.7	5.5	4.0	4.8	2.3	3.4	5.5	6.7	7.1	7.9	5.9	
SV30		78	74	72	74	71	74	69	72	72	73		99
MLSS		2,126	2,138	2,146	2,186	2,156	2,110	2,050	2,172	2,454	2,220		
MLVSS		1,824	1,832	1,710	1,742	1,746	1,676	1,648	1,802	2,060	1,864		
呼吸速度		8.55	9.77	8.25	5.43	5.09	5.97	5.88	4.45	3.50	3.76		
SS													
アルカリ度	181	163	143	130	118	108	93.5	79.0	66.5	52.5	52.0	53.0	
BOD _{ATU}	134.4											3.5	
D-BOD _{ATU}	64.9	14.0	7.3	4.8	3.5	2.5	2.0	1.7	1.7	2.2	1.0	1.4	
COD	90.9											31.0	
D-COD	50.4	38.7	36.0	33.6	32.7	30.8	33.0	34.8	34.0	30.2	29.0	31.2	
K-N	29.6											1.82	
D-K-N	25.2	16.1	13.0	11.6	10.8	8.95	7.51	5.91	4.13	1.75	1.36	1.53	
D-NH ₄ -N	31.5	19.9	17.2	14.9	13.7	12.1	9.77	7.52	5.65	1.74	1.16	1.39	
D-NO ₃ -N	0.02	1.10	4.87	6.80	9.18	11.5	13.1	16.7	17.4	19.3	20.7	17.5	
T-P	6.30											3.13	
D-T-P	5.06	5.87	4.34	3.73	3.73	3.65	3.63	3.61	3.34	2.83	2.61	3.00	
D-PO ₄ -P	4.69	5.87	4.40	3.80	3.66	3.68	3.63	3.56	3.44	2.76	2.53	2.91	
PVA	19.2	19.0	19.0	18.3	16.5	16.7	16.3	16.6	17.1	16.7	17.2	16.2	

単位 水温:℃, SV30:%, 呼吸速度:mg・O/g・SS・hr, その他はmg/ℓ (pH除く)

区分Ⅸ B系(生物膜法:接触酸化法)

調査日 60年12月17日

(滞留時間:8時間,嫌気時間:一時間,好気時間:8時間,返送汚泥率:一%)
(SRT10H No.1~8槽)

	流入水	1	2	3	4	5	6	7	8	処理水	返送汚泥
水温	14.6	14.8	14.5	14.0	14.0	12.8	12.5	12.3	12.3	11.5	
pH	7.45	7.62	7.69	7.76	7.75	7.66	7.66	7.70	7.71	7.66	
DO		2.1	3.4	6.9	4.5	2.8	5.7	7.2	8.8	4.8	
SV30											
生物膜量		32.2	28.0	28.7	26.6	27.6	18.1	17.8	11.9		
槽内の汚泥量											
ML		2,400	2,356	4,142	6,116	7,154	3,682	2,178	1,784		
VS		2,050	1,984	3,544	5,170	6,046	3,130	1,836	1,534		
呼吸速度											
膜		10.23	11.64	13.45	8.07	9.27	10.95	12.52	9.16		
AT		5.50	7.95	9.88	5.70	3.41	4.53	8.13	5.85		
SS											
アルカリ度	178	178	186	181	183	152	149	147	145	133	
BOD _{ATU}	138.6									6.1	
D-BOD _{ATU}	74.5	19.1	17.7			4.8	4.0	3.3	3.7	3.0	
COD	85.9									32.5	
D-COD	50.0	38.7	39.7	37.4	37.1	32.0	30.8	32.2	32.6	31.2	
K-N	33.4									14.1	
D-K-N	26.6	20.6	22.8	20.8	20.0	17.0	16.4	15.4	15.0	13.9	
D-NH ₄ -N	33.0	27.0	27.4	26.7	26.8	20.7	20.2	19.5	19.2	17.5	
D-NO ₃ -N	0.03	0.28	0.36	0.54	0.73	4.53	6.56	6.37	6.51	7.56	
T-P	6.94									4.45	
D-T-P	5.26	0.58	0.41	0.40	0.49	2.84	3.53	3.80	3.95	4.31	
D-PO ₄ -P	4.82	0.33	0.13	0.09	0.20	2.64	3.46	3.65	3.78	4.21	
PVA	20.9	18.4	18.4	17.6	17.5	18.0	15.1	13.9	13.9	17.7	

単位 水温:℃, 生物膜量, g, 呼吸速度:mg・O/g・SS・hr, その他はmg/ℓ (pH除く)

難分解COD除去実験AT調査

区分X A系(浮遊法:活性汚泥法)

(滞留時間:8時間,曝気時間:一時間,好気時間:8時間,返送汚泥率:25%)
SRT20H No1~10槽

調査日 61年3月4日

	流入水	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	処理水	返送汚泥
水温	15.4	13.2	13.1	12.9	12.7	12.4	12.2	12.0	11.8	11.6	11.3	10.6	
pH	7.48	7.46	7.35	7.30	7.14	7.04	6.97	6.98	7.00	7.08	7.14	7.11	
DO		0.7	1.6	3.4	1.8	0.5	2.3	4.1	4.6	6.0	6.9	1.3	
SV30		81	81	78	79	82	83	84	79	84	85		99
MLSS		1,666	1,690	2,132	2,078	1,952	1,986	1,908	1,864	1,790	1,778		8,268
MLSS		1,428	1,464	1,832	1,792	1,686	1,710	1,658	1,584	1,542	1,496		7,072
呼吸速度		8.55	9.77	8.25	5.43	5.09	5.97	5.88	4.45	3.50	3.76		
SS													
アルカリ度	229	185	160	133	113	90.0	60.0	45.0	45.0	47.5	47.5	52.5	
BOD _{ATU}	88.0											1.7	
D-BOD _{ATU}	44.2	13.1	8.1	5.4	3.9	3.5	2.1	1.9	1.1	1.9	2.1	1.2	
COD	65.6											31.0	
D-COD	41.0	38.3	32.9	22.8	33.3	29.1	27.5	25.9	25.0	23.6	25.1	27.2	
K-N	29.2											2.16	
D-K-N	24.8	16.9	16.82	13.92	10.84	7.26	3.78	0.91	1.00	0.85	1.13	1.52	
D-NH ₄ -N	26.04	19.20	16.80	13.78	10.76	7.44	3.79	0.93	0.59	0.56	0.58	1.16	
D-NO ₃ -N	0.25	0.69	3.77	7.68	11.90	14.90	17.80	21.1	21.2	19.9	19.0	18.5	
T-P	4.00											1.09	
D-T-P	2.86	2.08	2.02	1.84	1.84	1.80	1.62	1.41	1.23	1.13	1.11	1.06	
D-PO ₄ -P	2.67	2.04	1.88	1.82	1.79	1.81	1.59	1.39	1.21	1.03	1.01	0.96	
PVA	21.4	23.8	18.7	18.9	19.2	18.8	17.5	18.3	18.5	19.4	18.2	19.4	

単位 水温:℃, SV30:%, 呼吸速度:mg・0/g・SS・hr, その他は mg/ℓ (pH除く)

区分X B系(生物膜法:接触酸化法)

(滞留時間:8時間,曝気時間:一時間,好気時間:8時間,返送汚泥率:一%)
SRT20H No1~8槽

調査日 61年3月4日

	流入水	1	2	3	4	5	6	7	8	処理水	返送汚泥		
水温	15.4	14.4	14.1	13.9	13.8	13.0	12.9	12.8	12.7	12.0			
pH	7.48	7.63	7.66	7.71	7.72	7.59	7.60	7.60	7.62	7.60			
DO		2.6	3.4	4.9	4.9	5.0	5.2	6.4	7.8	5.5			
SV30		3.55	3.3	3.5	3.85	2.3	2.85	2.75	2.2				
生物膜量		28.8	26.4	35.9	34.2	24.7	23.1	23.5	15.6				
槽内の汚泥量													
ML		2,766	3,320	2,492	3,548	2,600	4,470	1,788	1,468				
VS		2,282	2,728	2,106	2,954	2,156	3,670	1,494	1,218				
呼吸速度													
膜		10.58	12.93	8.54	8.18	10.06	10.26	9.21	12.47				
AT		16.66	12.69	11.58	11.79	15.16	9.54	13.29	11.20				
SS													
アルカリ度	229	245	250	245	238	208	198	175	170	161			
BOD _{ATU}	88.6									6.1			
D-BOD _{ATU}	41.8	47.6	28.1	20.8						4.3			
COD	59.7									32.5			
D-COD	48.7	40.9	39.9	43.6	39.6	32.8	33.8	25.8	34.1	30.4			
K-N	31.2									14.2			
D-K-N	29.8	33.2	34.4	34.0	32.0	24.1	20.4	19.5	18.7	14.2			
D-NH ₄ -N	25.8	32.0	32.48	31.68	30.24	24.2	20.8	19.24	19.0	17.44			
D-NO ₃ -N	0.08	0.05	0.06	0.09		1.17	2.54	3.20	5.09	5.50			
T-P	3.88									2.55			
D-T-P	2.86	3.38	3.28	2.84	2.74	2.22	2.26	2.25	2.50	2.39			
D-PO ₄ -P	2.62	3.13	3.15	2.75	2.63	2.11	2.26	2.25	2.41	2.38			
PVA	20.5	9.4	19.7	18.7	17.9	17.5	18.0	17.6	17.1	17.4			

単位 水温:℃, 生物膜量:g, 呼吸速度:mg・0/g・SS・hr, その他は mg/ℓ (pH除く)

難分解性COD除去実験報告書
(第一報)

——非イオン界面活性剤，PVAを含む
下水の生物処理について——

ISSN 0286-5878

土研資料第2484号

昭和62年3月(1987)

佐藤和明，小泉秀一

要 旨

本報告書は，下水処理水中のCODを高める物質と考えられる，非イオン界面活性剤およびポリビニルアルコールについて，生物処理（浮遊法，生物膜法）による処理特性を100ℓ容量の小型実験装置を用いて，検討した結果をまとめたものである。

キーワード：下水処理，COD，非イオン界面活性剤，PVA



郵便はがき

四十円切手
をはって
下さい。

305-□□

茨城県筑波郡豊里町大字旭一番地

建設省土木研究所

三次処理研究室 御中

No. _____

No. _____

配布先氏名

配布先住所



土木研究所資料第2484号 部

上記のとおり受領しました。

所 属（住所）

氏 名 印