

土 木 研 究 所 資 料

下水道高度処理計画及び高度処理導入 プログラムに関する研究報告書

—二次処理水質の評価, 高度処理の費用,
高度処理導入の考え方—

昭和63年 5 月

建 設 省 土 木 研 究 所
下水道部三次処理研究室

Copyright © (1988) 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。

下水道高度処理計画及び高度処理導入 プログラムに関する研究報告書

—二次処理水質の評価, 高度処理の費用, 高度処理導入の考え方—

下水道部 三次処理研究室 室 長 佐藤和明
下水道研究室 主任研究員 谷戸善彦
(前三次処理研究室)

要 旨 我が国の下水道普及率は、昭和62年度末現在で、39%であり、現在のところ、まずは、二次処理による普及率の拡大が急務となっており、高度処理については、ごく限られた地域において実施されているにすぎない。しかし、長期的視点に立った場合、「水資源としての下水処理水の再利用」及び、「水質改善の費用効果」等の観点から、高度処理の必要性、適用性は高まってくるものと思われる。こうした中で、国や個々の自治体が高度処理計画・プログラムを策定するにあたって明らかにしておかねばならない課題として以下が残されている。①現況二次処理水質の評価②既設高度処理施設及び処理水再利用の評価③高度処理のコストの提示④高度処理導入の考え方の明示。このうち②は既に、土木研究所資料第2416号として提示した。本報告は、上記のうち①、③、④について検討した結果をまとめたものである。

キーワード：下水道，高度処理，再利用，二次処理，三次処理，水質保全，費用効果

序

本報告は、建設省土木研究所下水道部三次処理研究室が昭和59年度より昭和62年度まで、4カ年にわたって、試験研究費により実施した「下水道高度処理計画及び最適プログラムに関する研究」の研究結果をまとめたものである。

我が国の下水道普及率は、昭和62年度末現在で39%であり、現在のところ、まずは、二次処理による普及率の拡大が急務となっており、高度処理については、湖沼の富栄養化防止・水質環境基準の達成対策として、極めて限定された地域において、実施されているに過ぎない。しかし、長期的視点に立った場合、コンスタントに容易に得られる貴重な水資源として、下水処理水の重要性は言をまたないところであり、この「水資源としての下水処理水の再利用」において、高度処理の必要性・高度処理の適用性は高まると思われる。また、水質環境の改善の観点からも、既存の水質環境基準の遵守にとどまらず、放流先の水環境のあるべき姿や、水質改善の費用効果の観点から、高度処理の必要度は、高まってくるものと思われる。こうした中で、今後、国や個々の自治体が高度処理計画を立案したり、高度処理導入のプログラムを策定していくにあたって、明らかにしておかねばならないいくつかの課題が存在している。それは、

- ① 現況二次処理水質の評価
- ② 既設高度処理施設の評価（処理水質、コスト等）
- ③ 下水処理水の再利用の実態及び潜在的需要の把握
- ④ 高度処理の建設費用及び維持管理費用の提示（費用関数の作成）
- ⑤ 高度処理導入の考え方の明示 である。

このうち、②③については、既に昭和61年12月に、土木研究所資料第2416号「下水の高度処理及び下水処理水の再利用に関する実態調査報告書」としてまとめた。本報告は、上記課題のうち、残されている①④⑤について検討した結果をまとめたものである。今後、自治体等が高度処理計画・プログラムを立案する際、有用な計画資料として使用していただければ幸いである。但し、本報告書に提示されている費用関数等の数値は、あくまでも研究室内の作業によってのみ得られたものであり、現時点では参考数値として取り扱っていただきたい。

本報告は本課題を4ケ年に渡って担当した下水道研究室の谷戸善彦主任研究員（前三次処理研究室）が中心になってまとめたが、研究の課程において三次処理研究室の高橋正宏、小越眞佐司、汚泥研究室（現山梨県庁下水道課）の櫻井克信、水質研究室の田中宏明、の各主任研究員に討議に加わって頂き、数々の貴重な助言を頂いたことを明記する。

昭和63年5月

三次処理研究室

目 次

第1章	研究目的	1
第2章	研究方法及び研究内容	2
2.1	研究方法	2
2.2	研究内容	2
第3章	現況二次処理水質の評価	3
3.1	調査方法	3
3.2	運転条件の違いによる処理水質の評価	3
3.3	二次処理方式の違いによる処理水質の評価	53
3.4	下水道施設設計指針の範囲内で運転している処理場の二次処理水質の評価	66
<参考>	昭和58年度活性汚泥棲原生動物に関する全国調査実施要領	67
第4章	高度処理の建設・維持管理に係る費用関数の作成	74
4.1	費用関数作成の目的	74
4.2	費用関数作成のフロー	74
4.3	実施可能な高度処理単位プロセスの選定	74
4.4	高度処理単位プロセスの費用関数の作成	78
4.5	高度処理組合せプロセスの抽出	112
4.6	高度処理組合せ費用関数の作成	113
<参考>	既往費用関数との比較（単位プロセス）	128
第5章	望ましい河川環境の検討	138
5.1	河川環境の構成要素と関連構造	139
5.2	水質基準等の整理ならびに利水者の水質要求	144
5.3	河川水質保全目標の考え方	152
<参考>	環境基準，排水基準，用水水源基準，工業用水水質基準，再利用水水質基準	158
第6章	高度処理導入の優先度に関する検討	169
6.1	目的と手順	169
6.2	全国の下水处理水放流水域の整理と検討対象河川の抽出	170
6.3	対象河川の流域特性の分析	180
6.4	高度処理必要ポテンシャルの高い河川の抽出	196
6.5	まとめと今後の課題	203
第7章	高度処理導入の考え方	207
7.1	高度処理導入のタイミングの評価基準	207
7.2	二次処理区域の拡大（面整備）と高度処理化による水質改善特性	207
7.3	効果（便益）の計量化	208
第8章	二次処理区域の拡大（面整備）と高度処理化との費用効果の比較のケーススタディー	209
第9章	ま と め	215

第1章 研究目的

我が国の下水道普及率は、昭和62年度末現在で39％であり、現在のところ、まずは二次処理による普及率の拡大が急務となっており、高度処理については、湖沼の富栄養化防止等の目的で極めて限定された地域において、実施されているに過ぎない。しかし、長期的視点に立った場合、コンスタントに容易に得られる貴重な水資源として、下水処理水の重要性は言をまたないところであり、この「水資源としての下水処理水の再利用」において、高度処理の必要性・高度処理の適用性は高まると思われる。また、水質環境の改善の観点からも、既存の水質環境基準の遵守にとどまらず、放流先の水環境のあるべき姿や、水質改善の費用効果の観点から、高度処理の必要度は高まってくるものと思われる。こうした中で、今後、国や地方公共団体が高度処理計画を立案したり、高度処理導入のプログラムを策定していくにあたって、明らかにしておかねばならないいくつかの課題が存在している。それは以下である。

- ① 現況二次処理水質の評価
- ② 既設高度処理施設の評価（処理水質、コスト等）
- ③ 下水処理水の再利用の実態及び潜在的需要の把握
- ④ 高度処理の建設費用及び維持管理費用の提示（費用関数の作成）
- ⑤ 高度処理導入の考え方の明示

このうち、②③については、既に昭和61年12月に、土木研究所資料第2416号「下水の高度処理及び下水処理水の再利用に関する実態調査報告書」としてまとめた。今回の研究目的は、上記課題のうち、残されている①④⑤について検討することである。具体的には、現況二次処理水質の評価を行うこと、高度処理の建設費用・維持管理費用を提示すること、高度処理導入の考え方を明示すること、である。

第2章 研究方法及び研究内容

2.1 研究方法

第3章から第8章までの研究方法については、おのおの各章で述べる。

2.2 研究内容

研究項目は、以下である。

- (1) 現況二次処理水質の評価（第3章）
- (2) 高度処理の建設・維持管理に係る費用関数の作成（第4章）
- (3) 望ましい河川環境の検討（第5章）
- (4) 高度処理導入の優先度に関する検討（第6章）
- (5) 高度処理導入の考え方の検討（第7章）
- (6) 二次処理区域の拡大（面整備）と高度処理化との費用効果の比較のケーススタディー（第8章）

それぞれの項目に対応する研究内容を表2-1に示す。

表2-1 研究内容

研究項目	研究内容
(1) 現況二次処理水質の評価	① 活性汚泥法における負荷条件と処理水質の関係整理 ② (1)以外の処理方法の二次処理水質の整理
(2) 高度処理の建設・維持管理に係る費用関数の作成	① 高度処理単位プロセスの抽出と費用関数の作成 ② 高度処理組合せプロセスの抽出と費用関数の作成
(3) 望ましい河川環境の検討	① 河川環境の構成要素と関連構造の整理（水量・水質，空間，社会条件） ② 水質基準の整理ならびに利水者の水質要求 ③ 河川水質保全目標の考え方のまとめ
(4) 高度処理導入の優先度に関する検討	① 全国の下処理水放流水域の整理 ② 主要河川の流域特性の分析 ③ 高度処理優先度の高い水域の抽出
(5) 高度処理導入の考え方	① 高度処理導入のタイミングの評価基準 ② 二次処理区域の拡大（面整備）と高度処理化による水質改善特性 ③ 効果（便益）の計量化
(6) 二次処理区域の拡大（面整備）と高度処理化との費用効果の比較のケーススタディー	同 左

第3章 現況二次処理水質の評価

3.1 調査方法

土木研究所下水道部水質研究室が、昭和58～59年度に全国の終末処理場に対して実施した「活性汚泥棲原生動物に関する全国調査」と合わせて、調査された全国の終末処理場の運転条件及び処理状況調査の結果を解析した。

第3章前半(3.2)では、現況二次処理施設を評価する目的で、代表的な処理方法と考えられる標準活性汚泥法とステップエアレーション法の処理施設381箇所をとり上げ解析した。

また、後半(3.3)では、処理方式による違いを概観する目的で、標準活性汚泥法、ステップエアレーション法以外の二次処理施設12箇所をとり上げた。土木研究所水質研究室による全国調査の調査票を第3章<参考>に示す。

3.2 運転条件の違いによる処理水質の評価

(1) 分析手順

処理水質に影響を及ぼす因子としては、運転条件(BOD-SS負荷、曝気時間)、水温、流入水質、他の水質項目等が考えられる。本節では、処理水質の実態把握とともに、処理水質に影響を与える因子として、運転条件(BOD-SS負荷、曝気時間)、水温、流入水質をとりあげ、各因子別に処理水質に及ぼす影響を整理する。

まず、分析のデータベース作成の段階では、四季別、通年(四季の平均)について次のデータ項目から成るファイルを作成した。

- | | |
|-----------------------------|-------------------------------|
| 1. 流入水量 (m ³ /日) | 11. 流出T-N (mg/ℓ) |
| 2. 流入水温 (℃) | 12. 流出T-P (mg/ℓ) |
| 3. 流入BOD (mg/ℓ) | 13. 曝気時間 (時間) |
| 4. 流入COD (mg/ℓ) | 14. BOD-SS負荷 (kg-BOD/kg-SS・日) |
| 5. 流入SS (mg/ℓ) | 15. SVI |
| 6. 流入T-N (mg/ℓ) | 16. BOD除去率(%) |
| 7. 流入T-P (mg/ℓ) | 17. COD除去率(%) |
| 8. 流出BOD (mg/ℓ) | 18. SS除去率(%) |
| 9. 流出COD (mg/ℓ) | 19. T-N除去率(%) |
| 10. 流出SS (mg/ℓ) | 20. T-P除去率(%) |

運転条件による流出水質への影響の評価に際しては、通年値を対象として運転条件の分布図を作成し、それを基に運転条件を区分した。さらに、運転条件の各区分に対し、各水質項目毎に流入水質-流出水質、流入水質-除去率の関連図、基本統計量、累積度数分布図を作成した。

次に、四季別データを用いて運転条件、水温による層別を行い、各水質項目に対し流出入水質の関連図を作成した。

図3-1に分析フローを示す。

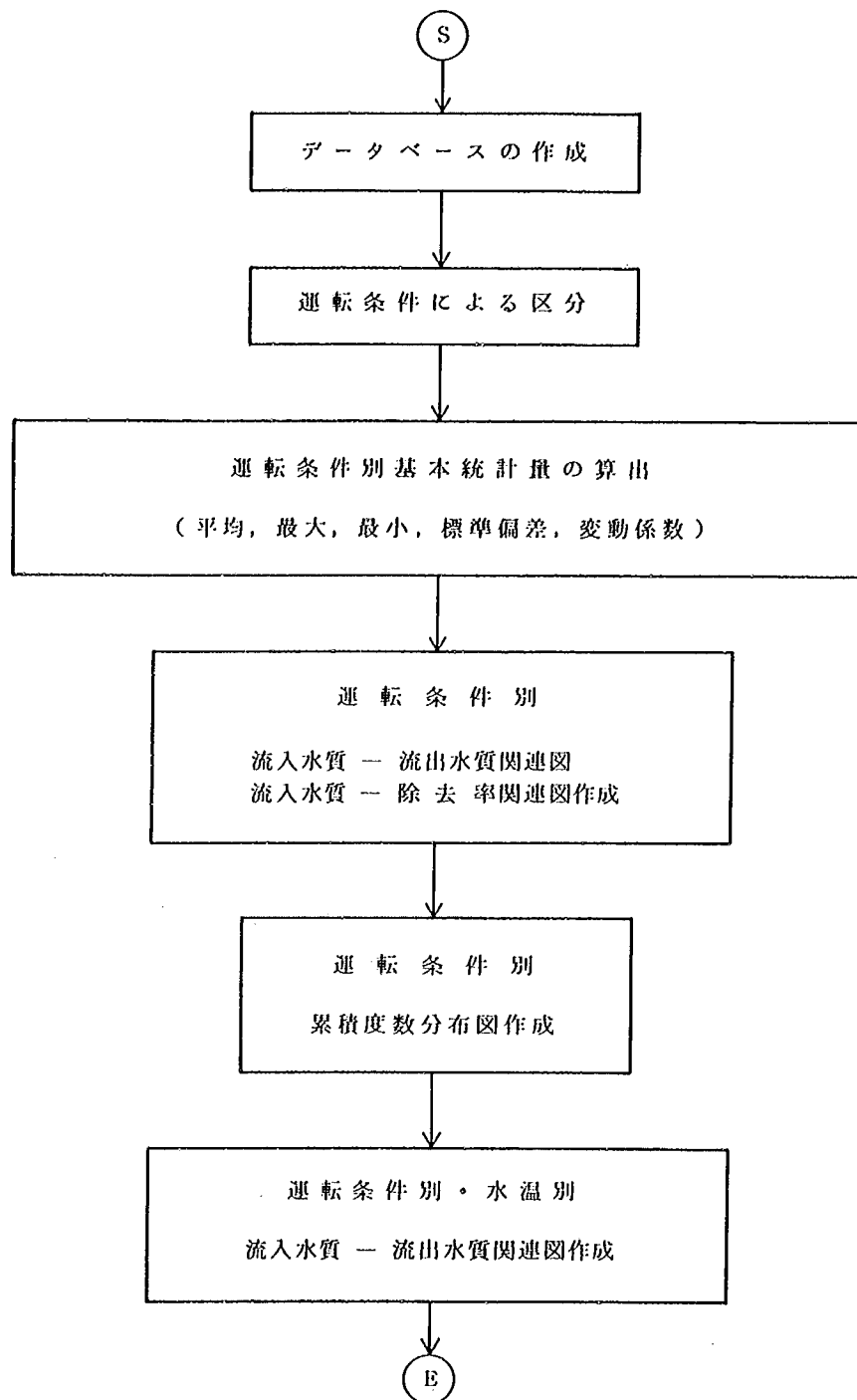


図 3 - 1 運転条件の違いによる処理水質の分析フロー

(2) 運転条件の区分

図 3 - 2 に既往二次処理施設の BOD-SS 負荷と曝気時間の分布を示す。

これによると，下水道施設設計指針に示される範囲外にも相当数分布していることが分かる。ここでは運転条件を表 3 - 1 に示されるように 3 つに区分する。各区分に含まれる処理場リストを表 3 - 4 (1)~(3)に示す。

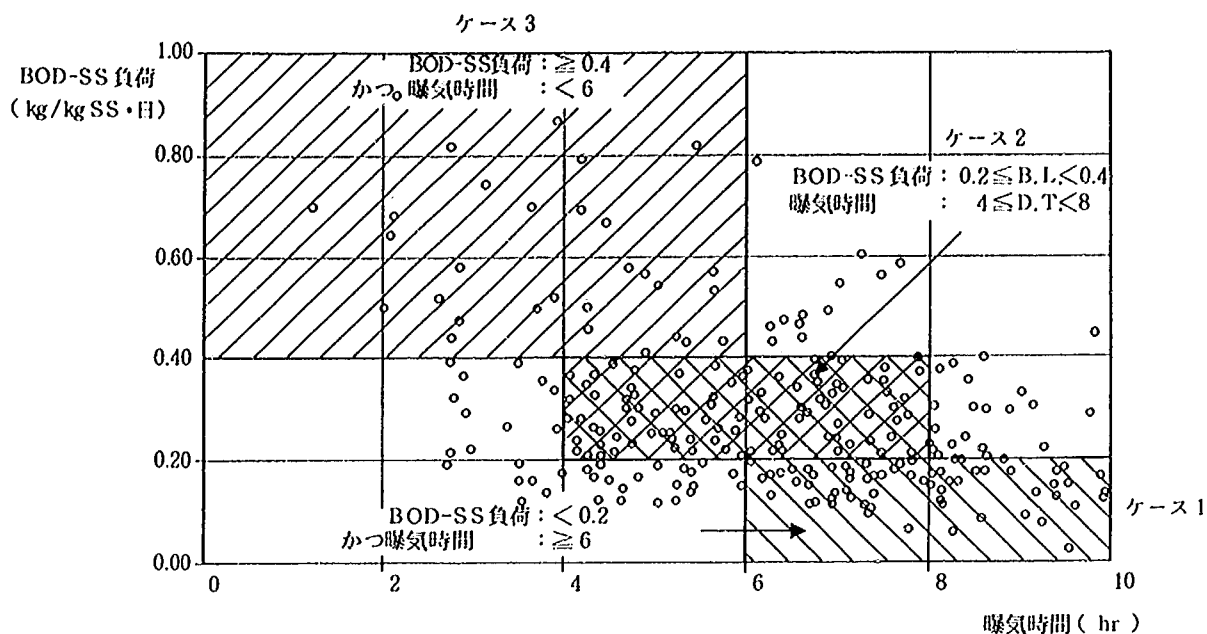


図 3 - 2 運転条件による区分図

表 3 - 1 運転条件による区分

	ケース 1	ケース 2	ケース 3
BOD-SS 負荷 (kg/kg SS・日)	$BL < 0.2$	$0.2 \leq BL < 0.4$	$0.4 \leq BL$
曝 気 時 間 (時 間)	かつ $6 \leq DT$	かつ $4 \leq DT < 8$	かつ $DT < 6$
サ ン プ ル 数 (個)	109 (長時間エアレーション・ オキシデーションディッチ 各 1 カ所含む)	107	30 (酸素活性汚泥法 2 カ所含 む)

(設計指針値)

処 理 方 式	BOD-SS 負荷 (kg/SS kg・日)	処 理 方 式	エアレーション時間 (時 間)
標準活性汚泥法	0.2 ~ 0.4	標準活性汚泥法	6 ~ 8
ステップエアレーション法	0.2 ~ 0.4	ステップエアレーション法	4 ~ 6
長時間エアレーション法	0.03 ~ 0.05	長時間エアレーション法	16 ~ 24
オキシデーションディッチ法	0.03 ~ 0.05	オキシデーションディッチ法	24 ~ 48

(3) 結果及び考察

表 3 - 2 に運転条件の各区分毎の基本統計量 (項目別平均値, 最大値, 最小値, 標準偏差, 変動係数) を示す。

図 3 - 3 (1)~(5), (6)~(10) に, 各水質項目の流入水質-流出水質関連図, 流入水質-除去率関連図を示す。又, 図 3 - 4 (1)~(5), (6)~(15), (16)~(20) に, 各水質項目の流入水質, 流出水質, 除去率の累積度数分布をそれぞれ示す。図 3 - 4 (11)~(15) は, 図 3 - 4 (6)~(10) の運転条件別に作成した累積度数分布図をそれぞれまとめて表示したものである。

表 3 - 3 (1)~(3)に、各水質項目の平均値、50 %値、90 %値を示す。

図 3 - 5 (1)~(5)に、各水質項目の運転条件別・水温別流出入水質関連図を示す。

表 3 - 5 (1)~(5)に、各水質項目の運転条件別・水温別流出水質の平均値と標準偏差を示す。図 3 - 6 は、表 3 - 5 を基に各水質項目の運転条件別・水温別流出水質の平均値をプロットしたものである。

運転条件による処理水質の違いは、BOD、COD、SS について明らかであり、低負荷（BOD - SS 負荷小、曝気時間大）ほど、処理水質は低い傾向にある。又、これらの項目に対する除去率は、低負荷ほど高い。処理水 T - N は低負荷（BOD - SS 負荷 0.2 kg/kg-SS・日未満、曝気時間 6 時間以上）では低いですが、それ以外では差は見られず、処理水 T - P は運転条件による違いが見られない。

水温の影響については、高温ほど生物活性が高まることから、高温域で処理水質が低くなると考えられ、T - P を除いては 9 ~ 27℃の範囲でその傾向が現われている。又、高温ほど処理水質が低くなる傾向は、高負荷になるほど顕著である。T - P については、運転条件、水温の影響が見られない。

表3-2 運転条件別基本統計量

ケース1 BOD-SS負荷: $B.L. < 0.2$
曝気時間: $6 \leq D.T.$

変動係数 = $\frac{\text{標準偏差}}{\text{平均値}}$

NO.	SAMPLE	NS	平均値	最大値	最小値	標準偏差	変動係数
1	109	0	20658.20	148482.00	169.20	24569.70	1.1893
2	103	6	18.25	29.40	12.25	3.02	0.1654
3	106	3	133.08	313.75	30.55	51.97	0.3905
4	103	6	70.18	200.00	14.20	32.68	0.4657
5	106	3	108.07	525.25	21.40	60.65	0.5612
6	94	15	30.29	67.13	3.86	13.11	0.4328
7	93	16	4.51	18.14	0.66	3.03	0.6712
8	105	4	7.74	24.45	0.65	4.60	0.5944
9	103	6	10.66	67.63	2.85	8.26	0.7750
10	106	3	6.34	32.60	0.90	4.76	0.7500
11	95	14	14.68	35.68	3.03	6.81	0.4639
12	96	13	1.67	7.13	0.16	1.24	0.7433
13	109	0	10.20	42.00	6.00	5.17	0.5067
14	109	0	0.13	0.20	0.02	0.04	0.3158
15	107	2	176.68	390.25	41.00	87.74	0.4966
16	105	4	93.37	98.87	70.39	4.65	0.0498
17	103	6	83.78	95.32	51.40	6.78	0.0810
18	106	3	92.11	99.38	27.56	9.06	0.0983
19	91	18	47.03	81.16	2.06	17.96	0.3819
20	91	18	60.34	92.34	4.15	19.27	0.3194

ケース2 BOD-SS負荷: $0.2 \leq B.L. < 0.4$
曝気時間: $4 \leq D.T. < 8$

NO.	SAMPLE	NS	平均値	最大値	最小値	標準偏差	変動係数
1	107	0	57046.20	636000.00	1566.60	92693.80	1.6249
2	98	9	18.36	29.00	8.00	3.46	0.1884
3	104	3	158.66	365.90	47.58	59.58	0.3755
4	102	5	79.43	203.10	22.00	29.83	0.3756
5	103	4	124.36	451.25	36.63	72.10	0.5798
6	93	14	34.63	114.84	10.66	17.23	0.4975
7	97	10	5.13	21.81	1.26	3.53	0.6890
8	104	3	10.71	52.95	1.48	6.64	0.6194
9	103	4	12.90	41.90	3.60	5.61	0.4344
10	104	3	8.06	62.38	1.48	7.28	0.9043
11	94	13	18.64	67.10	4.50	8.98	0.4820
12	97	10	1.87	10.18	0.19	1.54	0.8245
13	107	0	5.89	7.90	4.05	1.15	0.1958
14	107	0	0.29	0.40	0.20	0.06	0.1949
15	107	0	181.63	512.50	52.00	87.79	0.4833
16	104	3	92.41	98.93	62.34	4.92	0.0532
17	102	5	82.05	93.84	58.75	6.63	0.0808
18	103	4	92.17	98.83	67.56	5.89	0.0639
19	87	20	44.52	82.63	7.12	16.06	0.3607
20	95	12	60.67	95.39	14.51	20.38	0.3359

ケース3 BOD-SS負荷: $0.4 \leq B.L.$
曝気時間: $D.T. < 6$

NO.	SAMPLE	NS	平均値	最大値	最小値	標準偏差	変動係数
1	30	0	46866.60	450000.00	1453.20	79194.70	1.6898
2	28	2	18.82	26.90	11.88	3.13	0.1662
3	30	0	147.90	313.50	91.00	42.04	0.2842
4	30	0	76.45	117.28	47.00	17.72	0.2318
5	30	0	101.54	312.50	62.78	49.68	0.4893
6	23	7	28.94	53.38	16.46	7.55	0.2609
7	27	3	5.18	18.58	0.68	4.07	0.7868
8	30	0	14.76	30.25	6.18	6.24	0.4228
9	30	0	20.16	44.75	8.73	8.08	0.4006
10	30	0	13.19	74.00	2.50	13.61	1.0319
11	23	7	20.82	50.90	10.29	8.85	0.4251
12	28	4	2.16	6.58	0.19	1.56	0.7226
13	30	0	3.85	5.73	1.20	1.26	0.3284
14	30	0	0.60	0.92	0.41	0.14	0.2349
15	30	0	234.19	565.00	80.00	106.59	0.4551
16	30	0	89.24	95.69	71.29	5.61	0.0628
17	30	0	72.82	89.41	39.25	10.73	0.1473
18	30	0	85.36	97.33	46.66	11.97	0.1402
19	20	10	35.79	58.33	13.59	12.13	0.3389
20	26	4	57.07	83.27	8.51	17.62	0.3088

1. 流入水量 (m³/日)
2. 流入水温 (°C)
3. 流入BOD (mg/l)
4. 流入COD (mg/l)
5. 流入SS (mg/l)
6. 流入T-N (mg/l)
7. 流入T-P (mg/l)
8. 流出BOD (mg/l)
9. 流出COD (mg/l)
10. 流出SS (mg/l)
11. 流出T-N (mg/l)
12. 流出T-P (mg/l)
13. 曝気時間 (時間)
14. BOD-SS負荷 (kg-BOD/kg-SS・日)
15. S V I
16. BOD除去率(%)
17. COD除去率(%)
18. SS除去率(%)
19. T-N除去率(%)
20. T-P除去率(%)

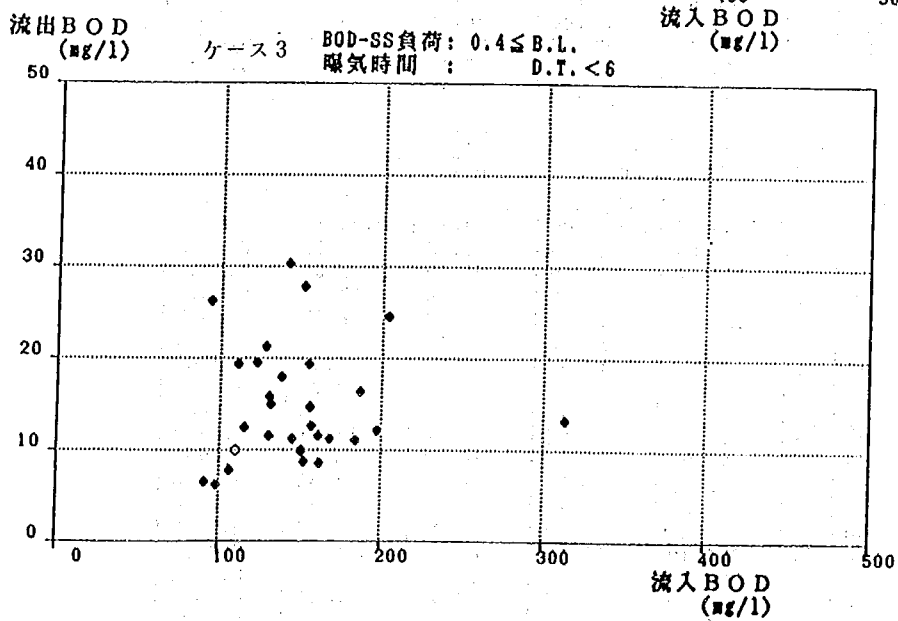
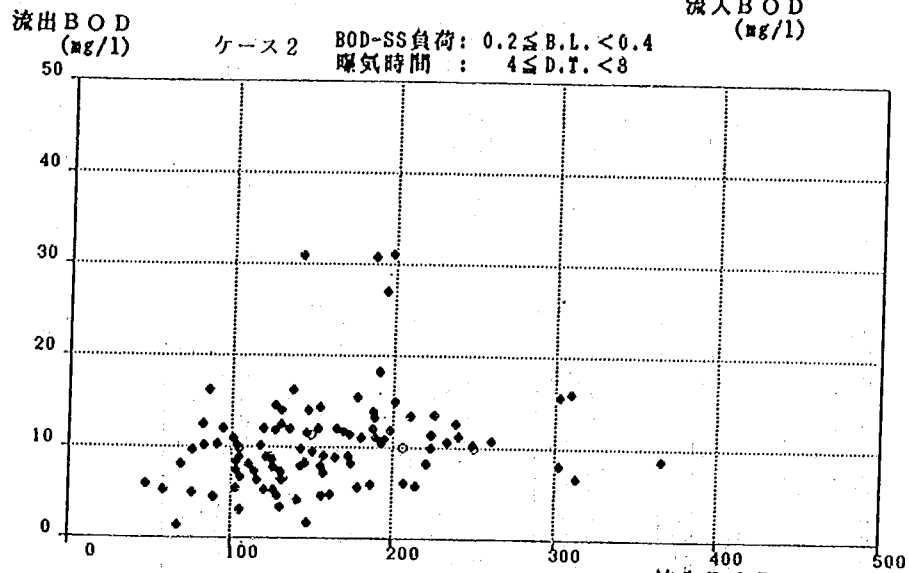
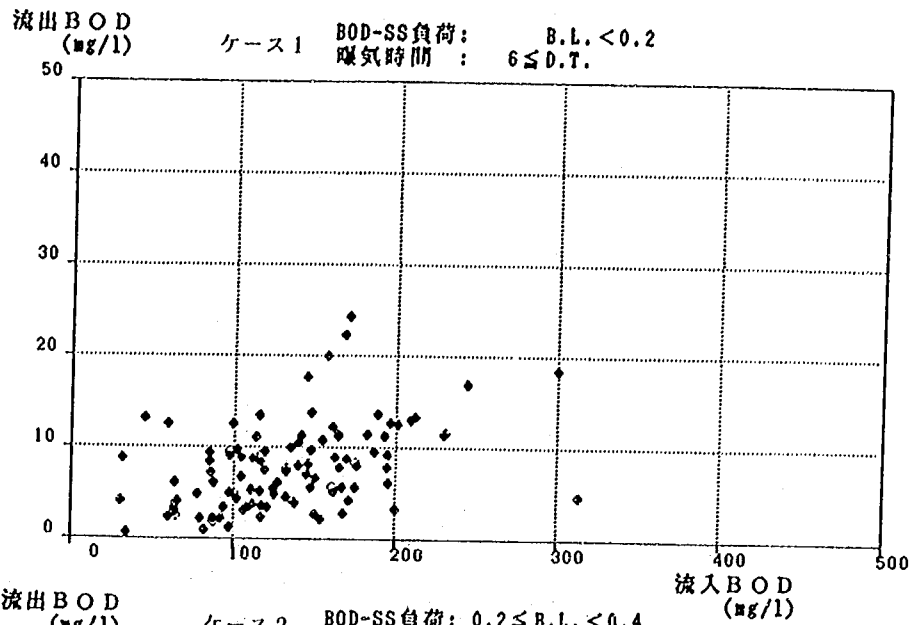


図3-3(1) 運転条件別流入BOD-流出BOD (mg/l)

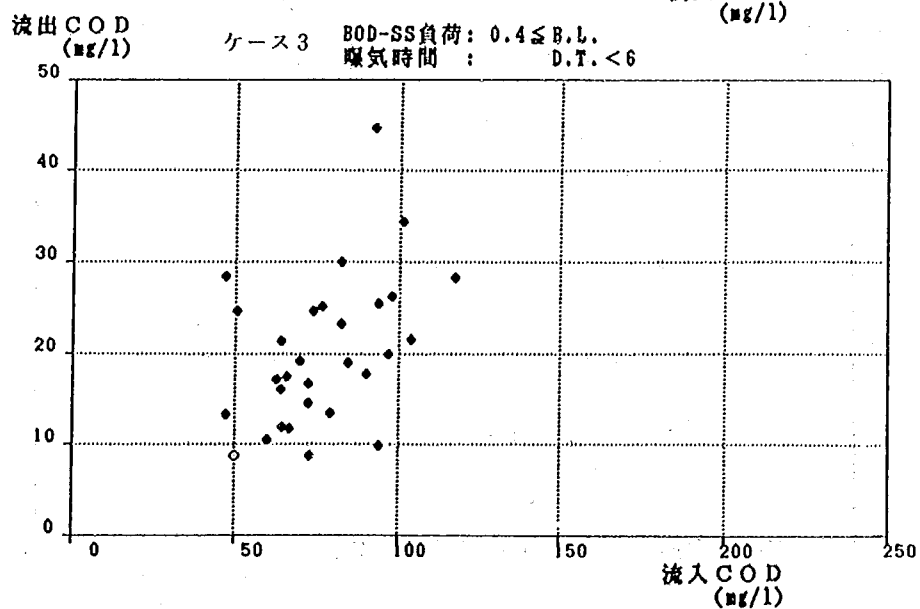
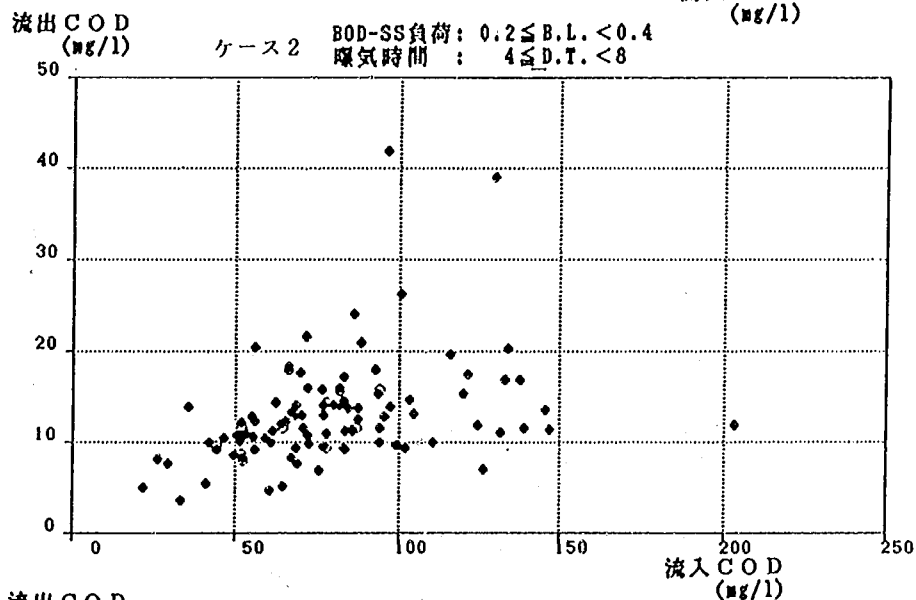
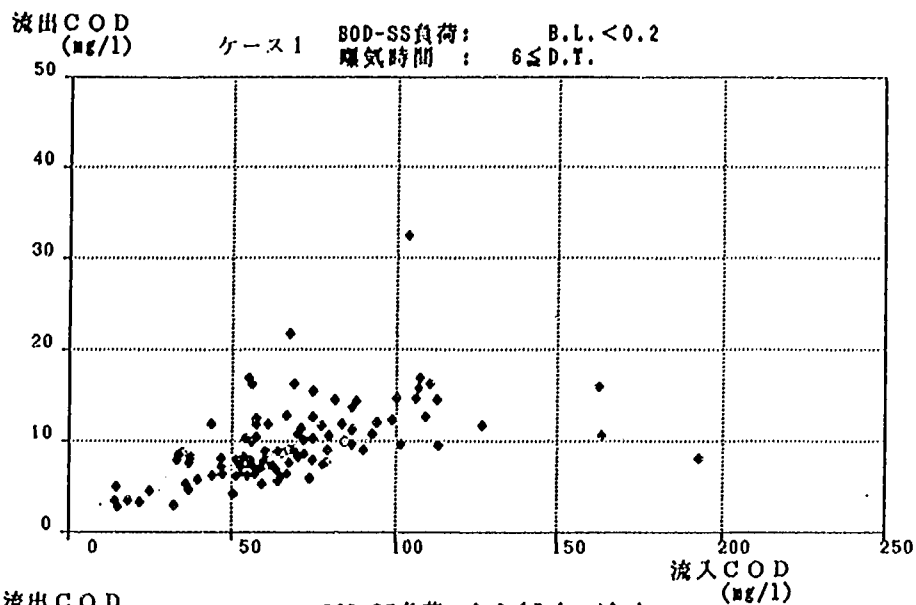


図3-3(2) 運転条件別流入COD-流出COD (mg/l)

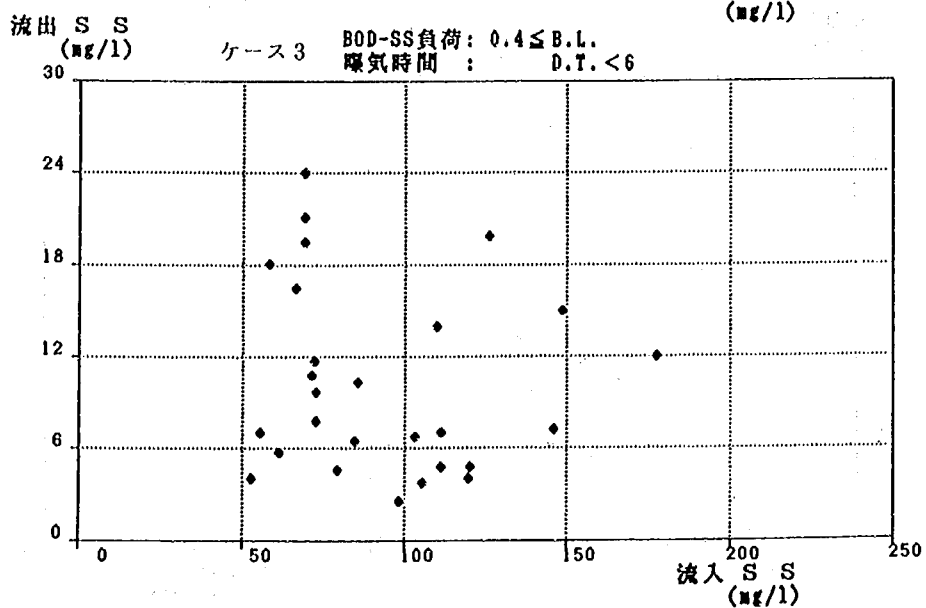
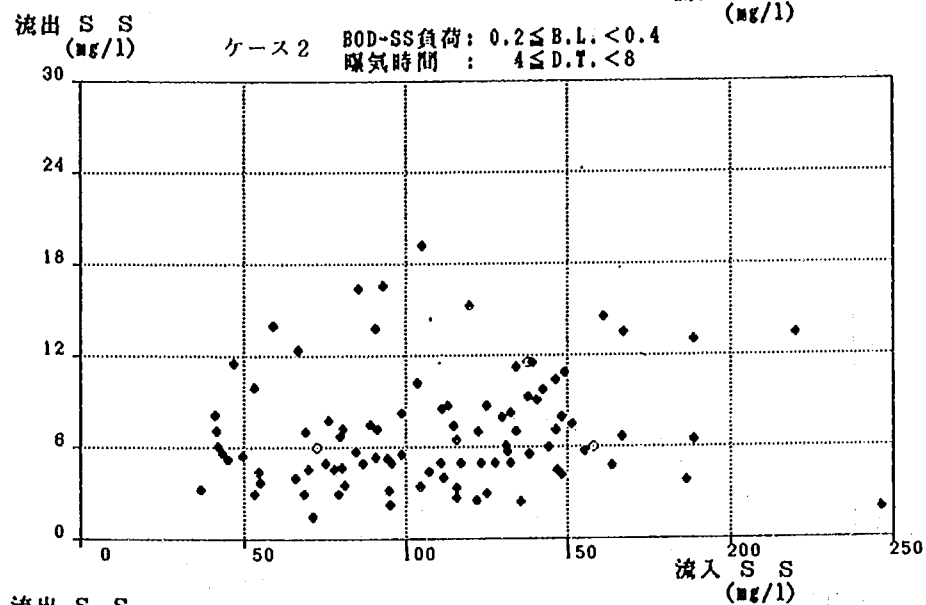
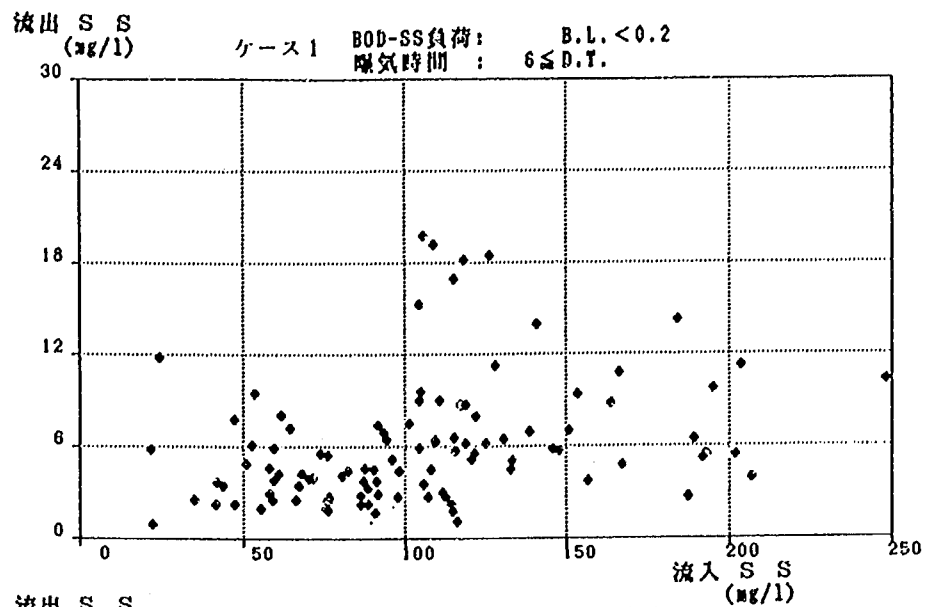


図 3 - 3 (3) 運転条件別流入 S S - 流出 S S (mg/l)

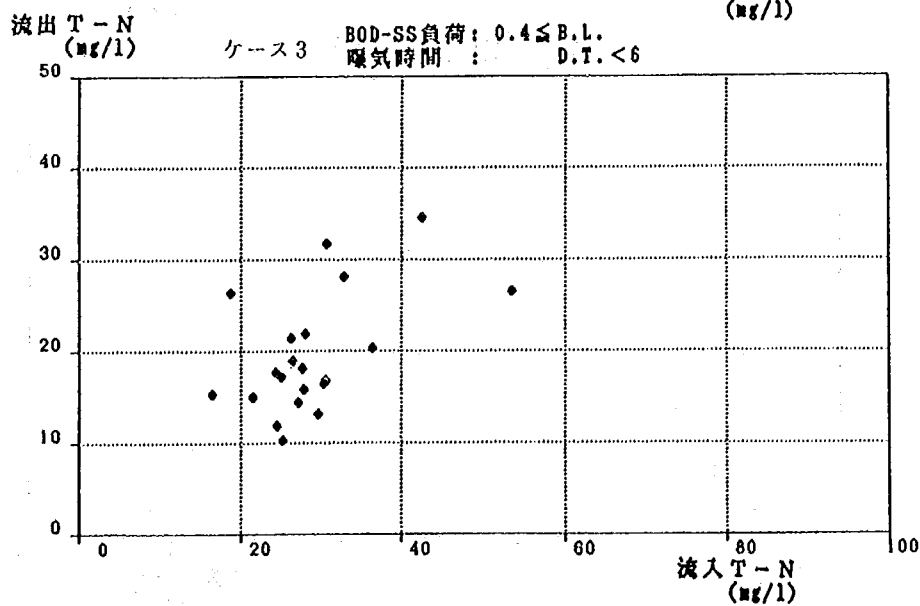
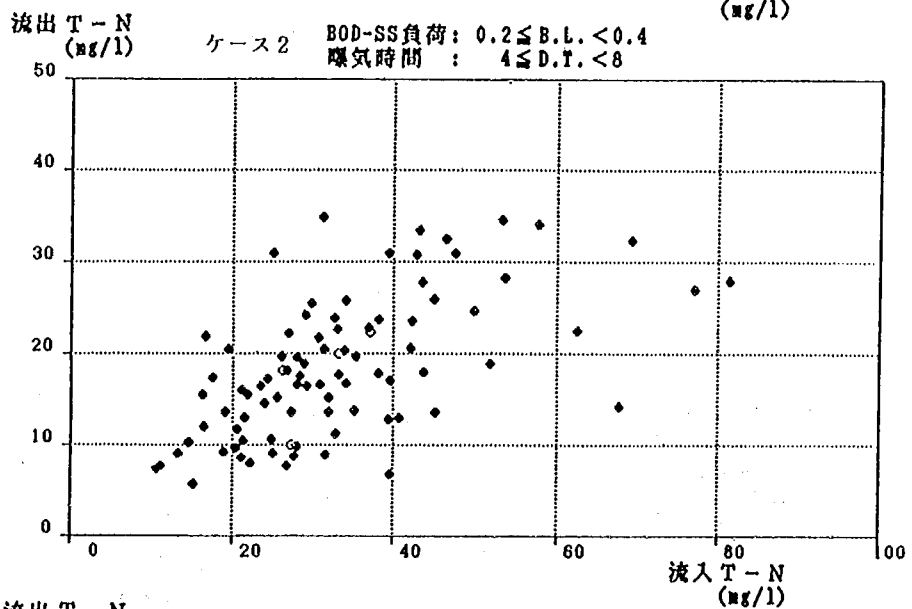
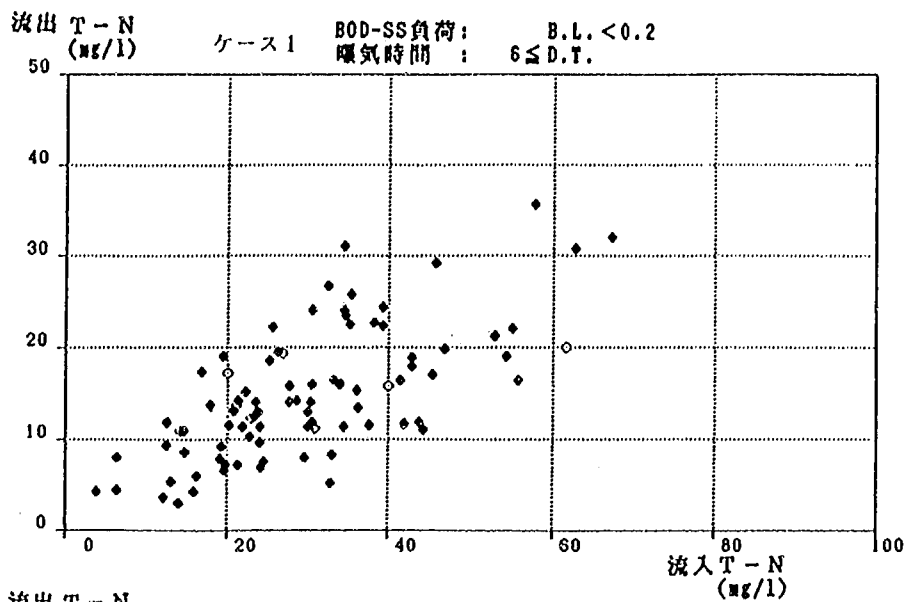


図 3 - 3(4) 運転条件別流入 T-N - 流出 T-N (mg/ℓ)

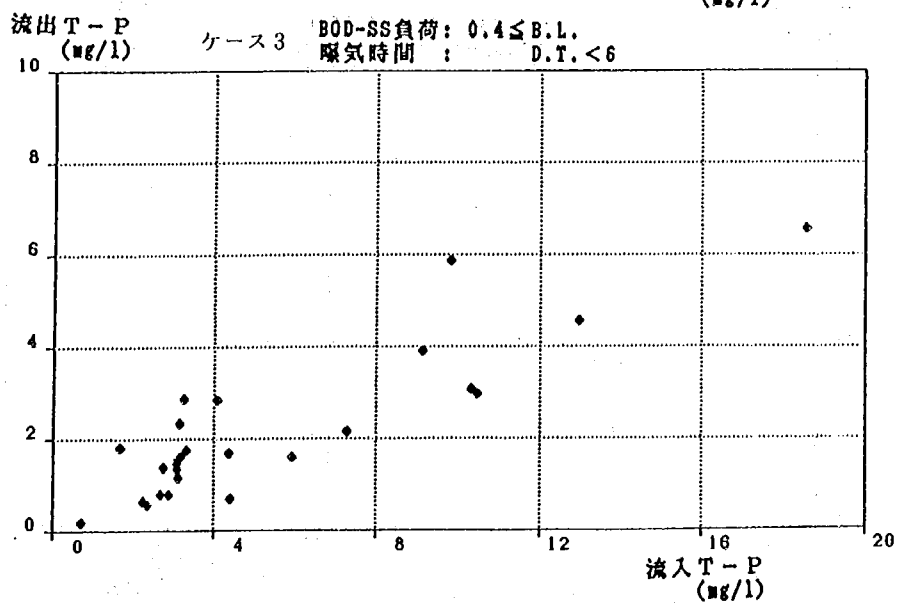
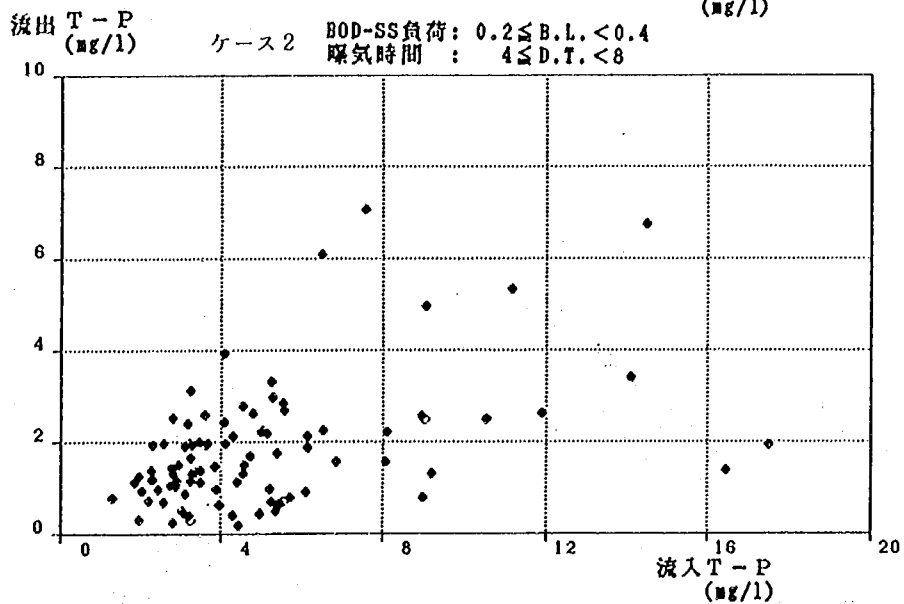
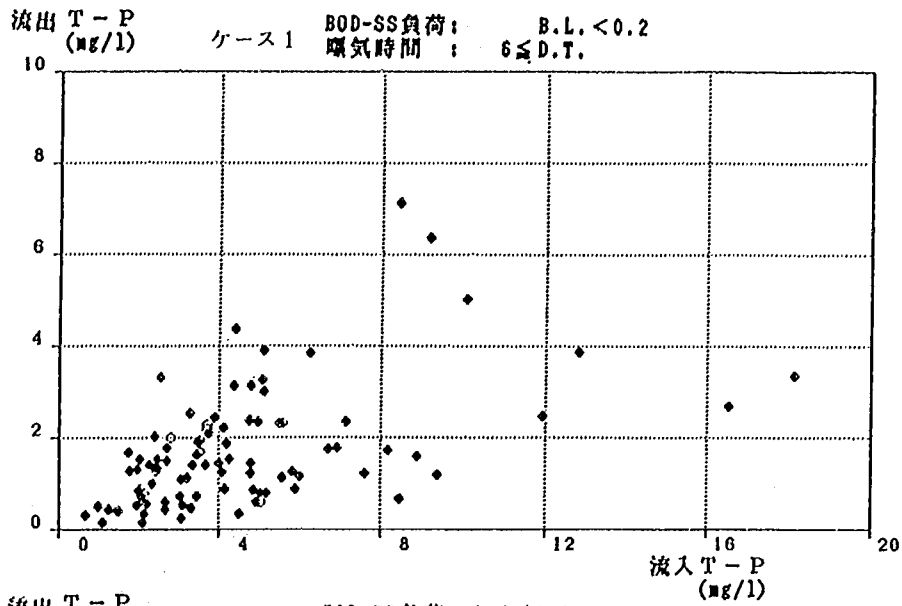


図 3-3(5) 運転条件別流入 T-P - 流出 T-P (mg/l)

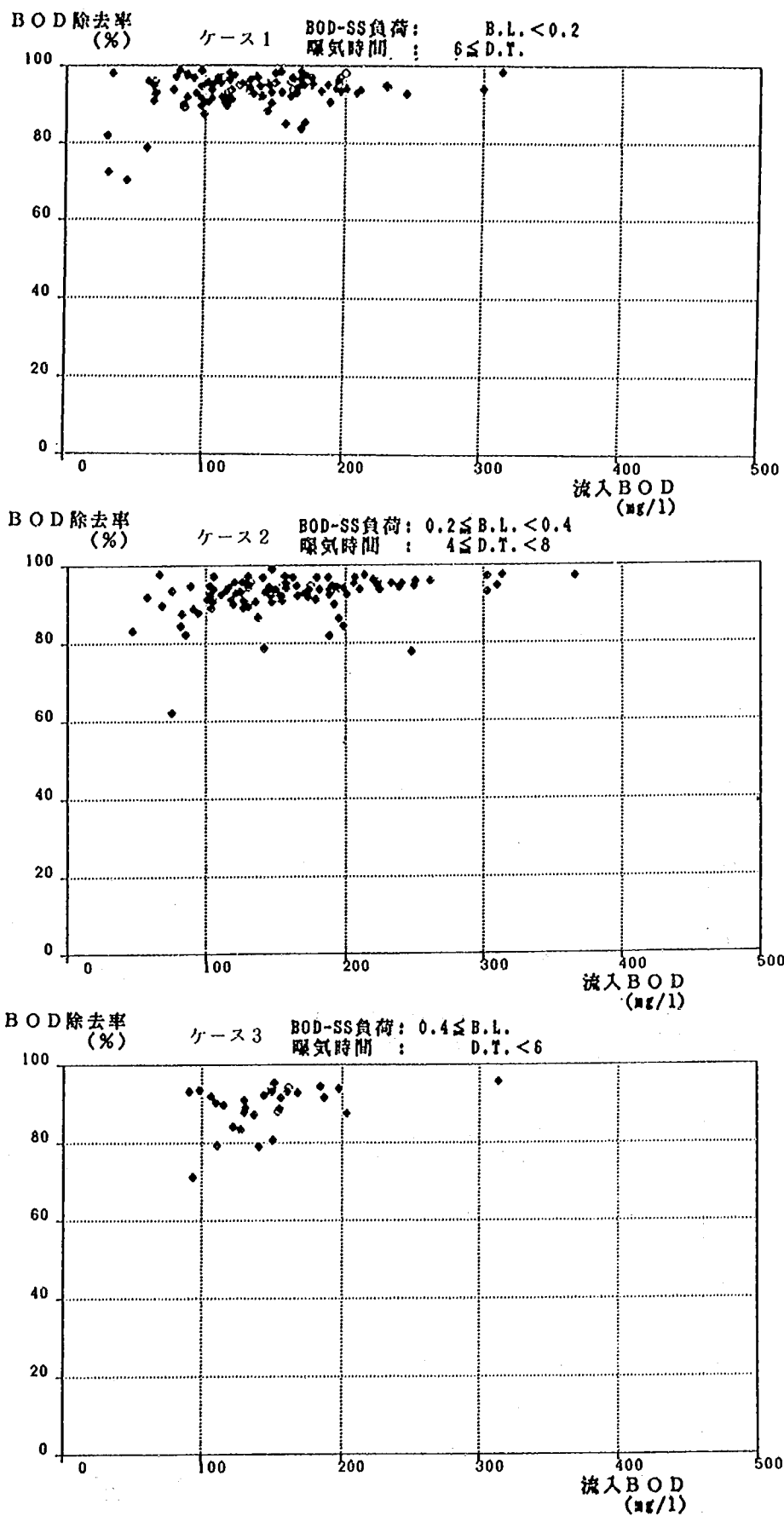


図 3 - 3 (6) 運転条件別流入 BOD (mg/ℓ) - BOD 除去率 (%)

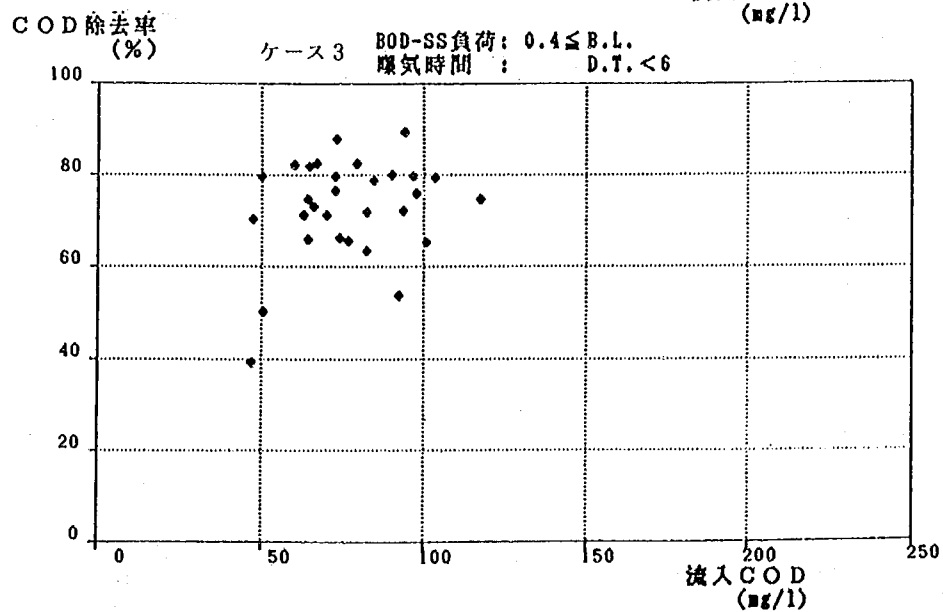
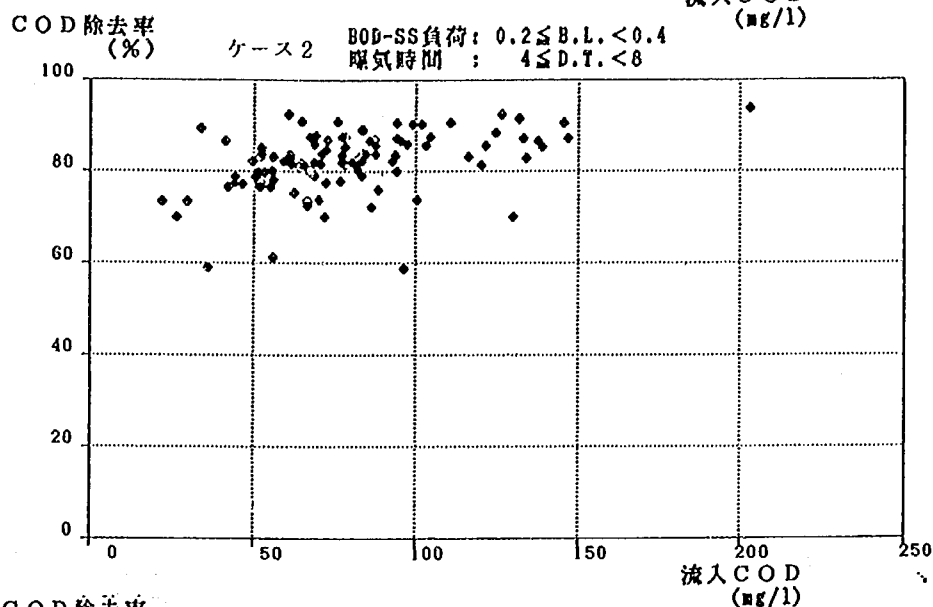
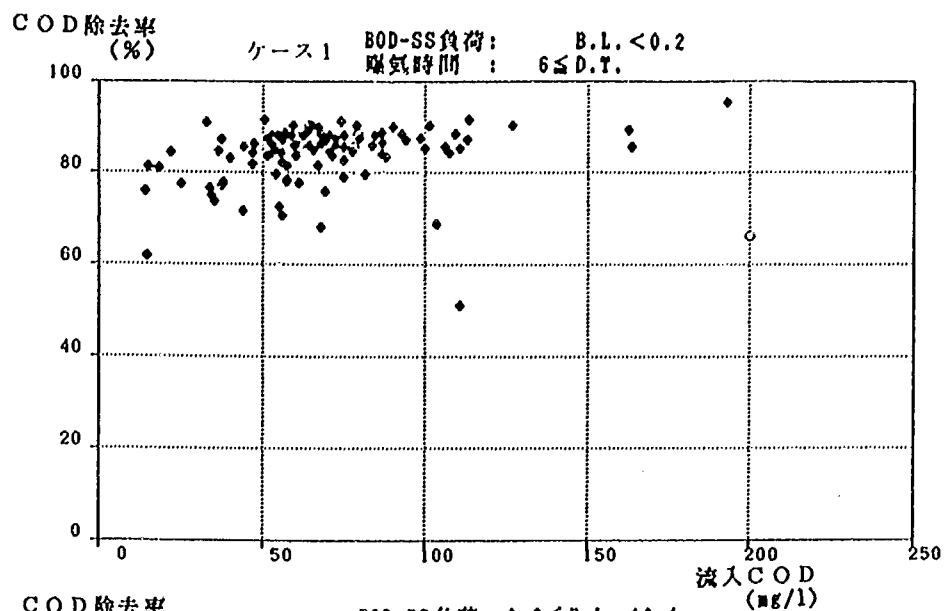


図3-3(7) 運転条件別流入COD (mg/ℓ) COD除去率 (%)

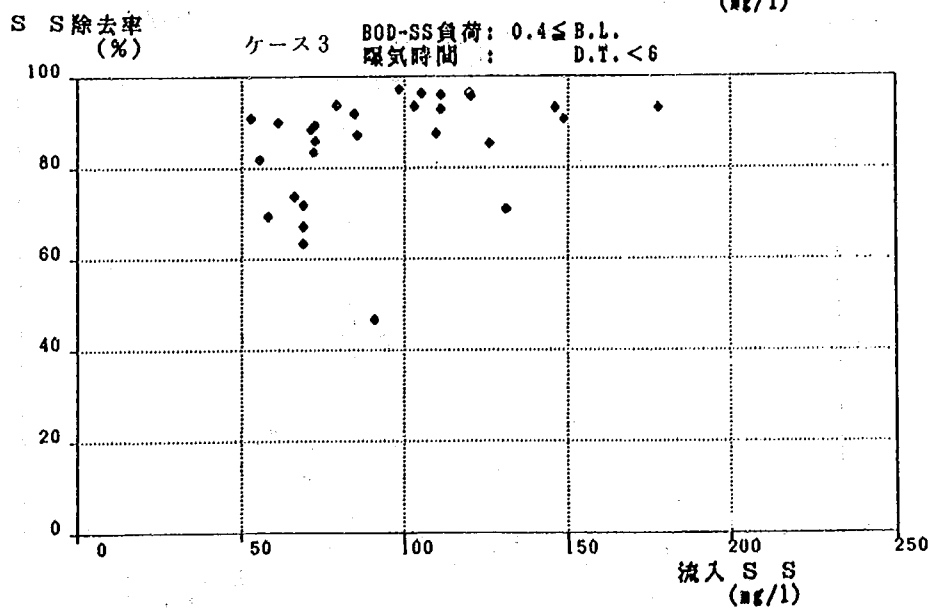
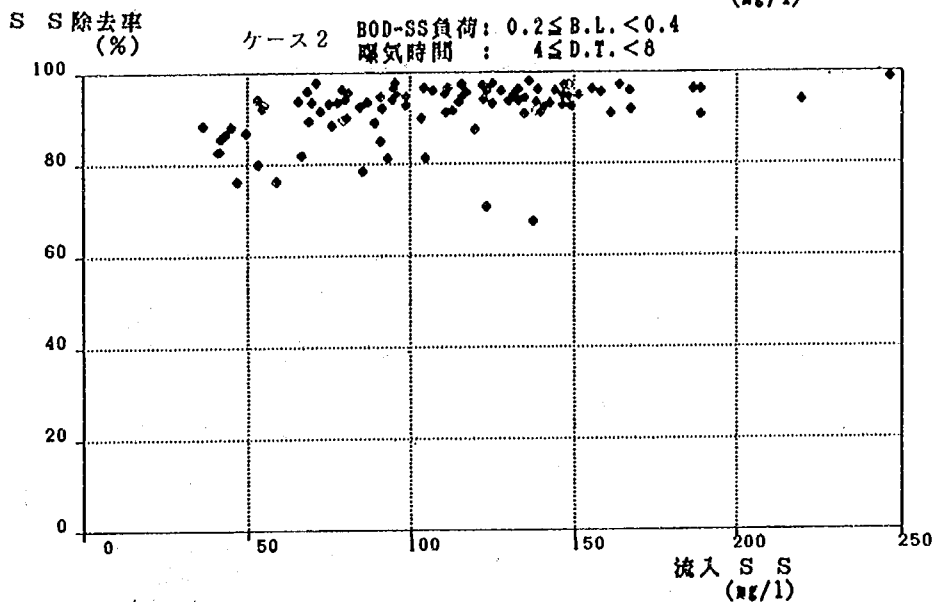
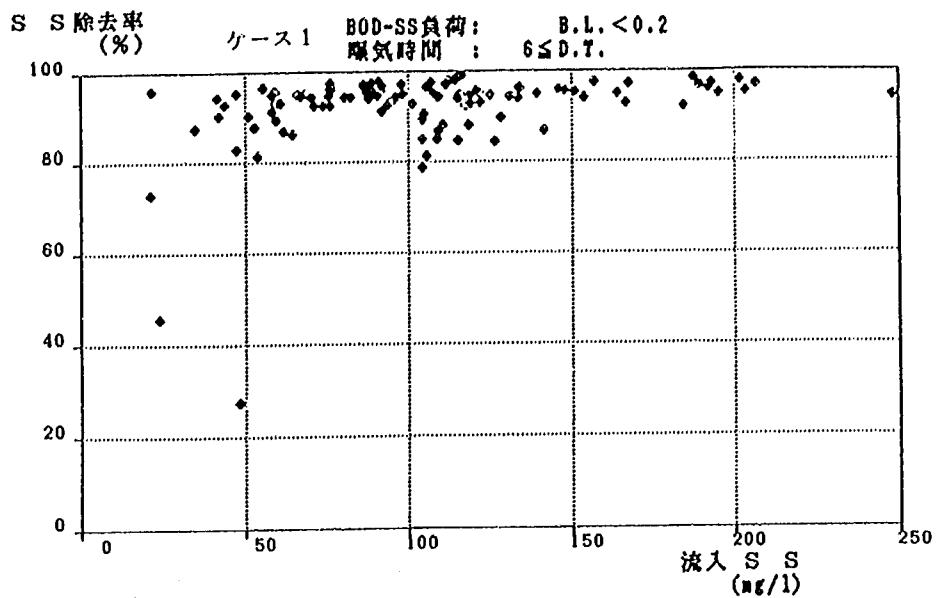


図 3 - 3 (8) 運転条件別流入 S S (mg/l) - S S 除去率 (%)

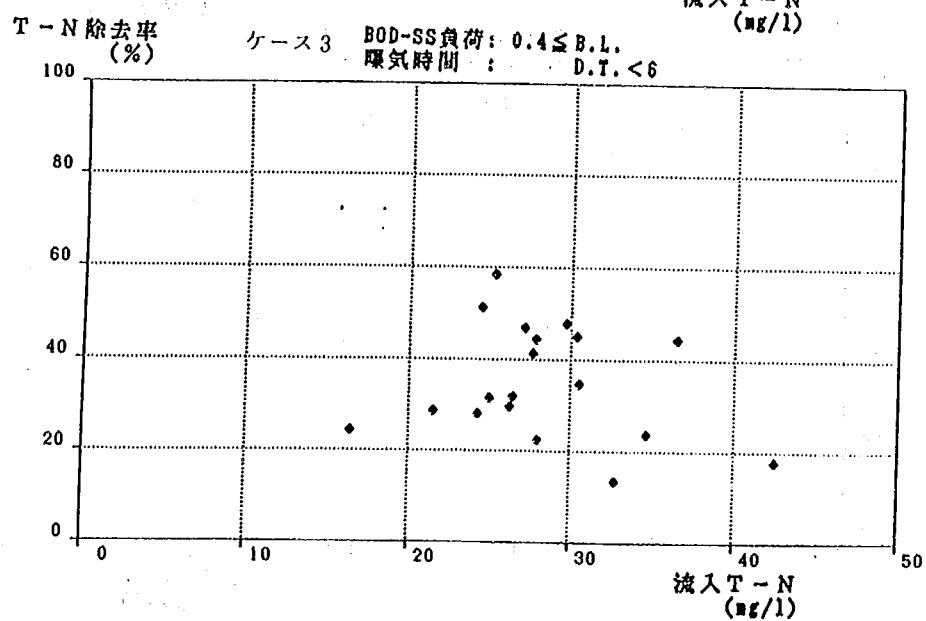
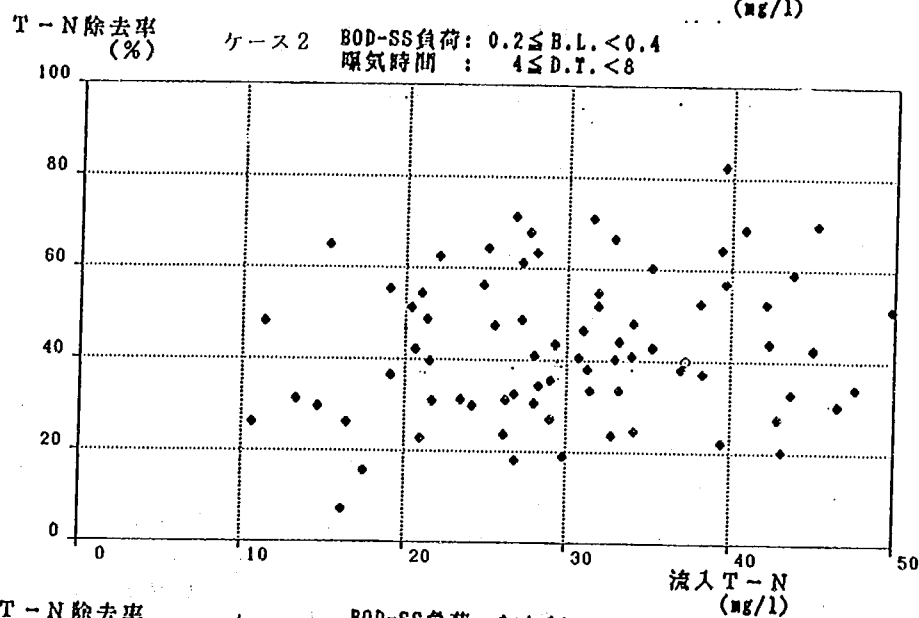
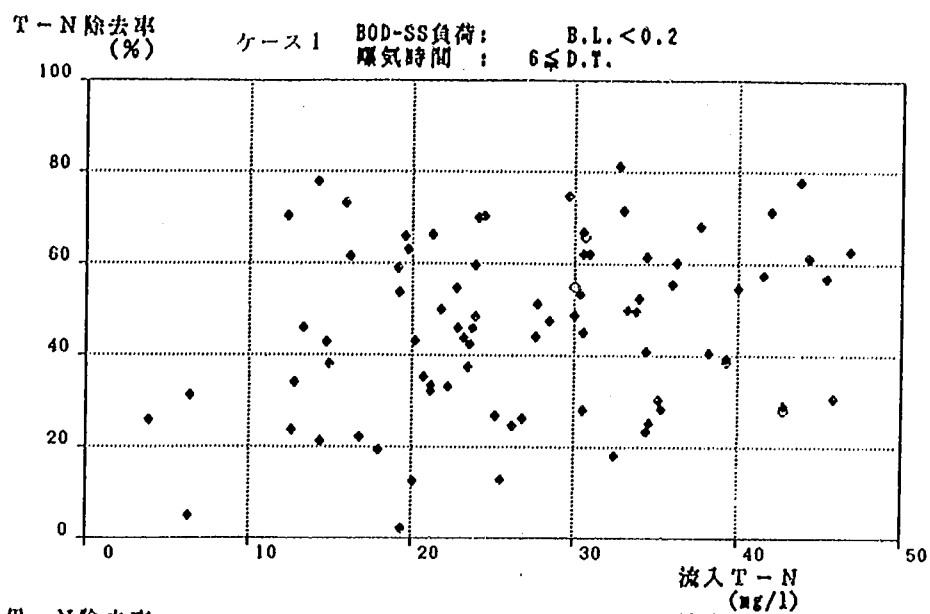
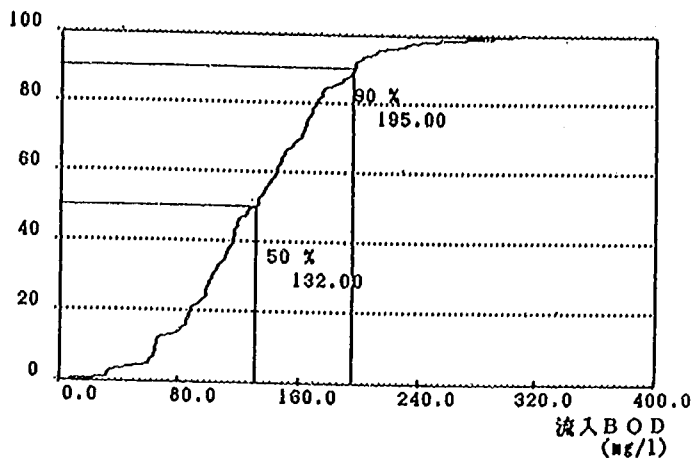


図 3-3(9) 運転条件別流入 T-N (mg/ℓ) - T-N 除去率 (%)

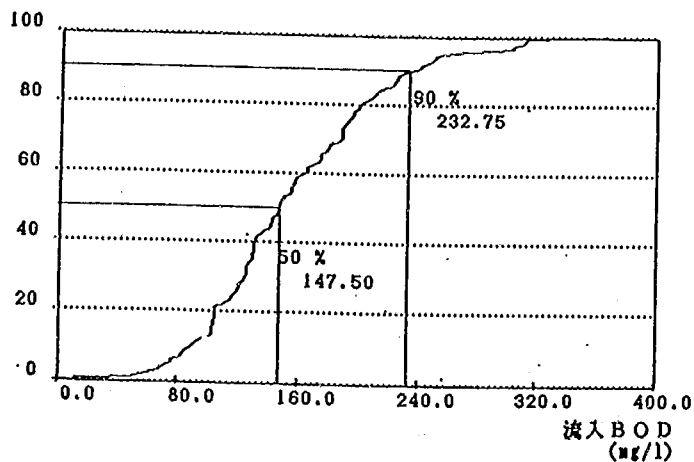
ケース 1 BOD-SS負荷: B.L. < 0.2
曝気時間: 6 ≤ D.T.



範囲	(%)
0.00 ~ 40.00	2.8
0.00 ~ 80.00	14.2
0.00 ~ 120.00	45.3
0.00 ~ 160.00	68.9
0.00 ~ 200.00	92.5
0.00 ~ 240.00	97.2
0.00 ~ 280.00	98.1
0.00 ~ 320.00	100.0
0.00 ~ 360.00	100.0
0.00 ~ 400.00	100.0
TOTAL SAMPLE 106	

50% 132 90% 195

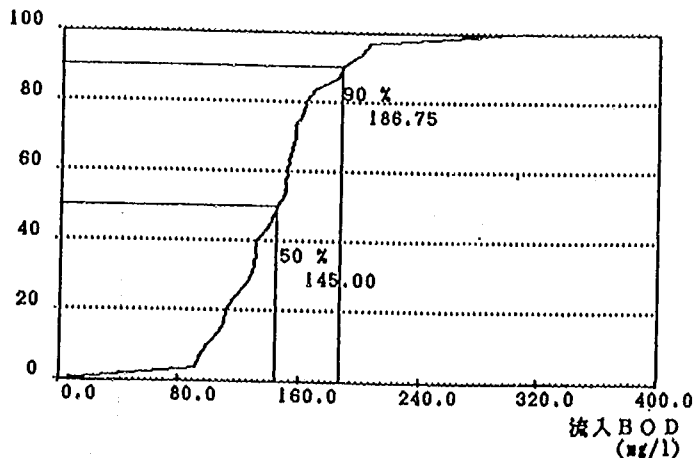
ケース 2 BOD-SS負荷: 0.2 ≤ B.L. < 0.4
曝気時間: 4 ≤ D.T. < 8



範囲	(%)
0.00 ~ 40.00	0.0
0.00 ~ 80.00	5.8
0.00 ~ 120.00	26.0
0.00 ~ 160.00	58.7
0.00 ~ 200.00	79.8
0.00 ~ 240.00	91.3
0.00 ~ 280.00	95.2
0.00 ~ 320.00	99.0
0.00 ~ 360.00	99.0
0.00 ~ 400.00	100.0
TOTAL SAMPLE 104	

50% 147.5 90% 232.75

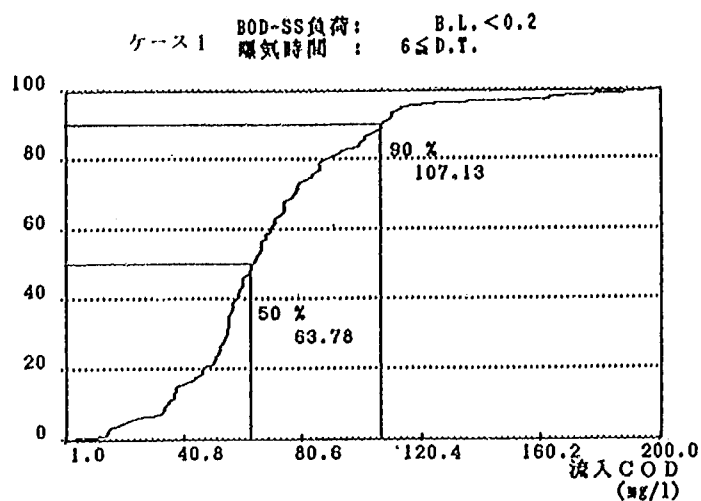
ケース 3 BOD-SS負荷: 0.4 ≤ B.L.
曝気時間: D.T. < 6



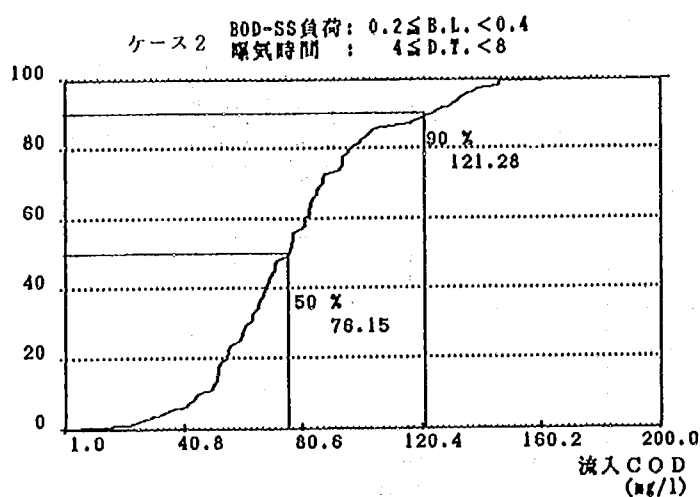
範囲	(%)
0.00 ~ 40.00	0.0
0.00 ~ 80.00	0.0
0.00 ~ 120.00	23.3
0.00 ~ 160.00	73.3
0.00 ~ 200.00	93.3
0.00 ~ 240.00	96.7
0.00 ~ 280.00	98.7
0.00 ~ 320.00	100.0
0.00 ~ 360.00	100.0
0.00 ~ 400.00	100.0
TOTAL SAMPLE 30	

50% 145 90% 186.75

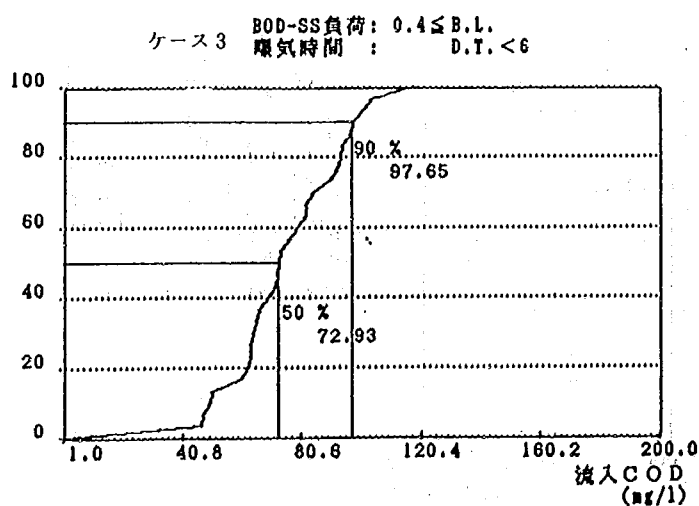
図 3 - 4 (1) 運転条件別流入 BOD 累積度数分布



範囲	(%)
1.00 ~ 20.80	3.9
1.00 ~ 40.80	15.7
1.00 ~ 60.70	45.1
1.00 ~ 80.60	73.5
1.00 ~ 100.50	85.3
1.00 ~ 120.40	96.1
1.00 ~ 140.30	97.1
1.00 ~ 160.20	97.1
1.00 ~ 180.10	99.0
1.00 ~ 200.00	100.0
TOTAL SUMPLE	103
50%	63.775
90%	107.125

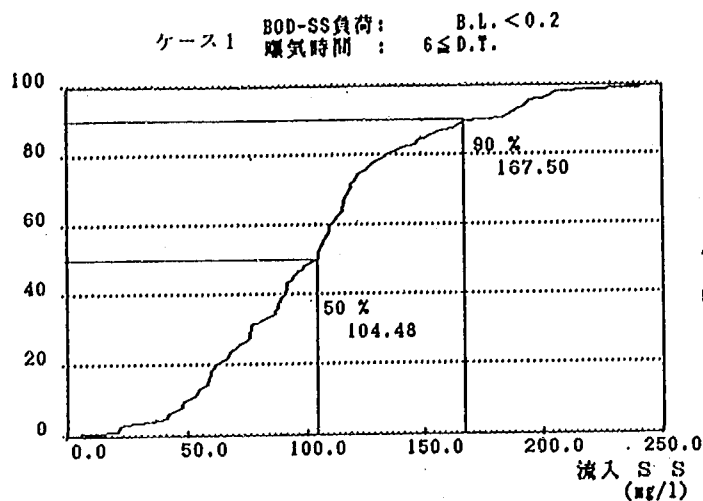


範囲	(%)
1.00 ~ 20.80	0.0
1.00 ~ 40.80	5.0
1.00 ~ 60.70	25.7
1.00 ~ 80.60	57.4
1.00 ~ 100.50	83.2
1.00 ~ 120.40	89.1
1.00 ~ 140.30	98.0
1.00 ~ 160.20	100.0
1.00 ~ 180.10	100.0
1.00 ~ 200.00	100.0
TOTAL SUMPLE	102
50%	76.15
90%	121.275

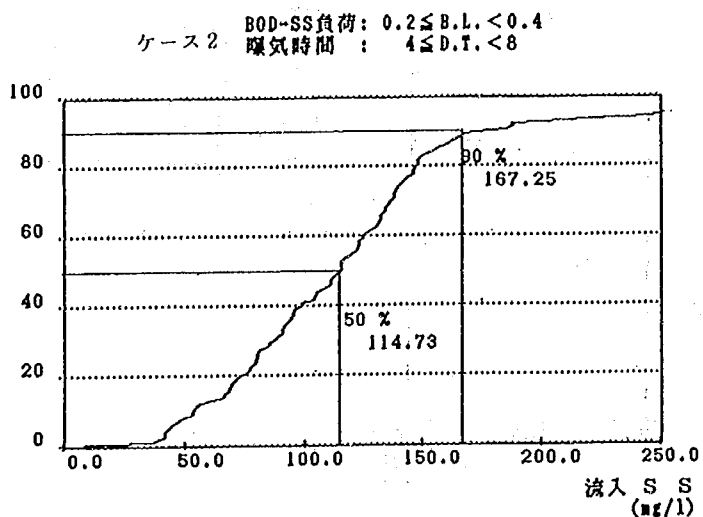


範囲	(%)
1.00 ~ 20.80	0.0
1.00 ~ 40.80	0.0
1.00 ~ 60.70	16.7
1.00 ~ 80.60	60.0
1.00 ~ 100.50	90.0
1.00 ~ 120.40	100.0
1.00 ~ 140.30	100.0
1.00 ~ 160.20	100.0
1.00 ~ 180.10	100.0
1.00 ~ 200.00	100.0
TOTAL SUMPLE	30
50%	72.925
90%	97.65

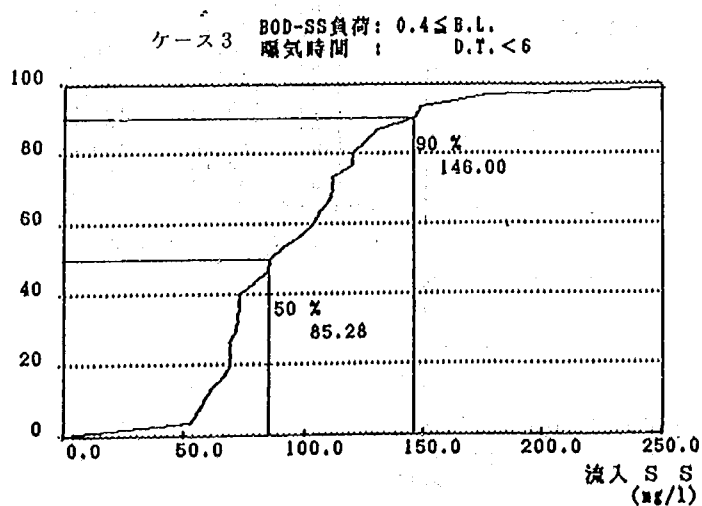
図3-4(2) 運転条件別流入COD累積度数分布



範囲	(%)
0.00 ~ 25.00	2.9
0.00 ~ 50.00	9.5
0.00 ~ 75.00	26.7
0.00 ~ 100.00	48.6
0.00 ~ 125.00	76.2
0.00 ~ 150.00	84.8
0.00 ~ 175.00	90.5
0.00 ~ 200.00	96.2
0.00 ~ 225.00	99.0
0.00 ~ 250.00	100.0
TOTAL SAMPLE 106	
50% 104.475	90% 167.5

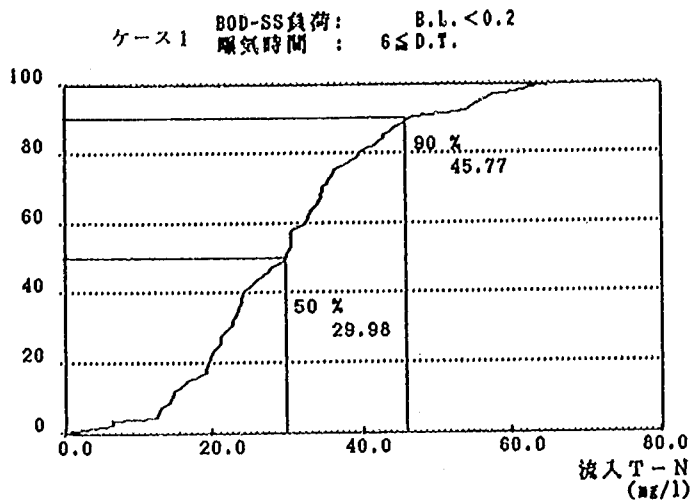


範囲	(%)
0.00 ~ 25.00	0.0
0.00 ~ 50.00	8.2
0.00 ~ 75.00	21.6
0.00 ~ 100.00	43.3
0.00 ~ 125.00	63.9
0.00 ~ 150.00	87.6
0.00 ~ 175.00	94.8
0.00 ~ 200.00	97.9
0.00 ~ 225.00	99.0
0.00 ~ 250.00	100.0
TOTAL SAMPLE 103	
50% 114.725	90% 167.25



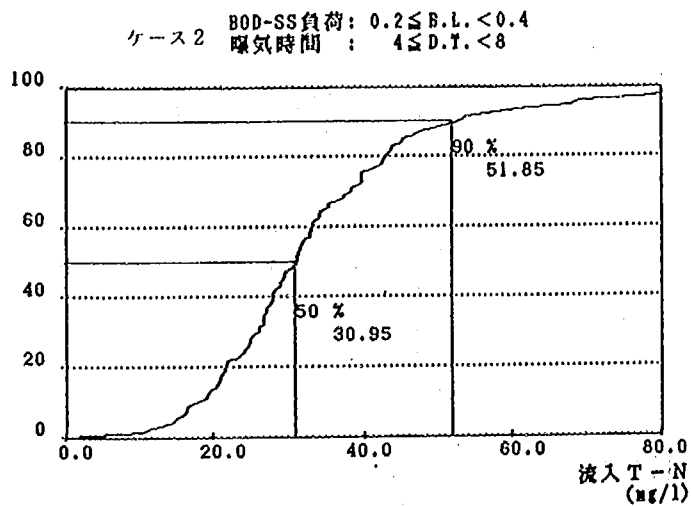
範囲	(%)
0.00 ~ 25.00	0.0
0.00 ~ 50.00	0.0
0.00 ~ 75.00	41.4
0.00 ~ 100.00	58.6
0.00 ~ 125.00	82.8
0.00 ~ 150.00	96.6
0.00 ~ 175.00	96.6
0.00 ~ 200.00	100.0
0.00 ~ 225.00	100.0
0.00 ~ 250.00	100.0
TOTAL SAMPLE 30	
50% 85.275	90% 146

図 3-4(3) 運転条件別流入 SS 累積度数分布



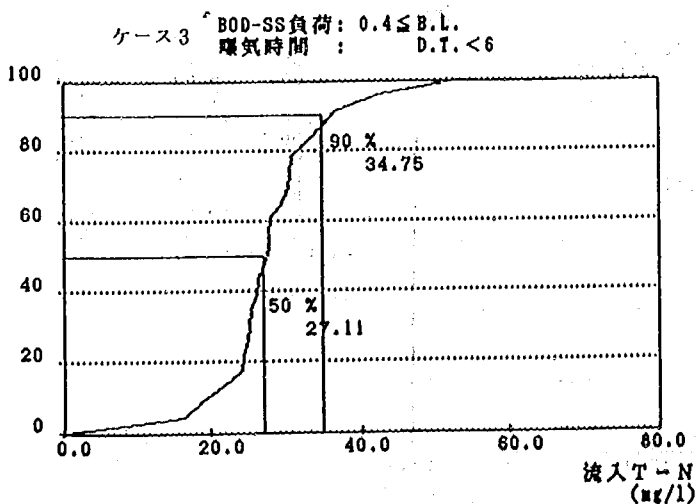
範囲	(%)
0.00 ~ 10.00	3.2
0.00 ~ 20.00	21.3
0.00 ~ 30.00	51.1
0.00 ~ 40.00	80.9
0.00 ~ 50.00	90.4
0.00 ~ 60.00	96.8
0.00 ~ 70.00	100.0
0.00 ~ 80.00	100.0
TOTAL SAMPLE	94

50% 29.975 90% 45.77



範囲	(%)
0.00 ~ 10.00	0.0
0.00 ~ 20.00	13.3
0.00 ~ 30.00	48.9
0.00 ~ 40.00	77.8
0.00 ~ 50.00	91.1
0.00 ~ 60.00	95.6
0.00 ~ 70.00	98.9
0.00 ~ 80.00	100.0
TOTAL SAMPLE	93

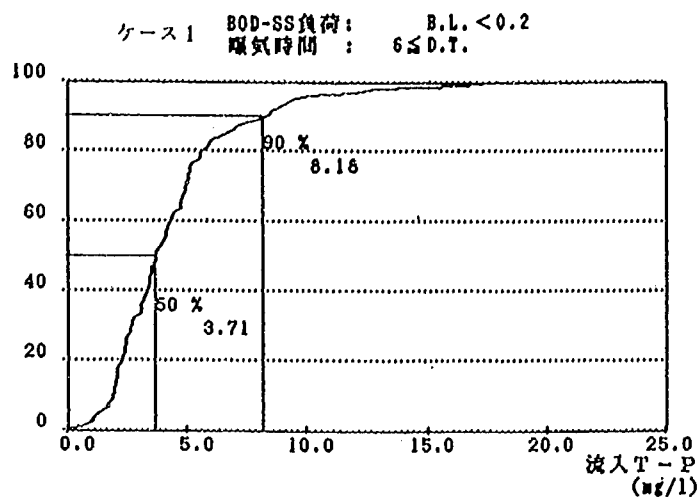
50% 30.95 90% 51.85



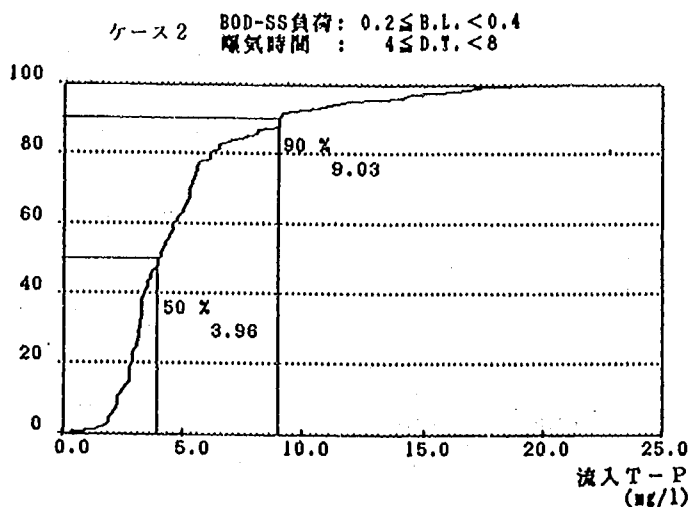
範囲	(%)
0.00 ~ 10.00	0.0
0.00 ~ 20.00	8.7
0.00 ~ 30.00	65.2
0.00 ~ 40.00	91.3
0.00 ~ 50.00	95.7
0.00 ~ 60.00	100.0
0.00 ~ 70.00	100.0
0.00 ~ 80.00	100.0
TOTAL SAMPLE	23

50% 27.1125 90% 34.75

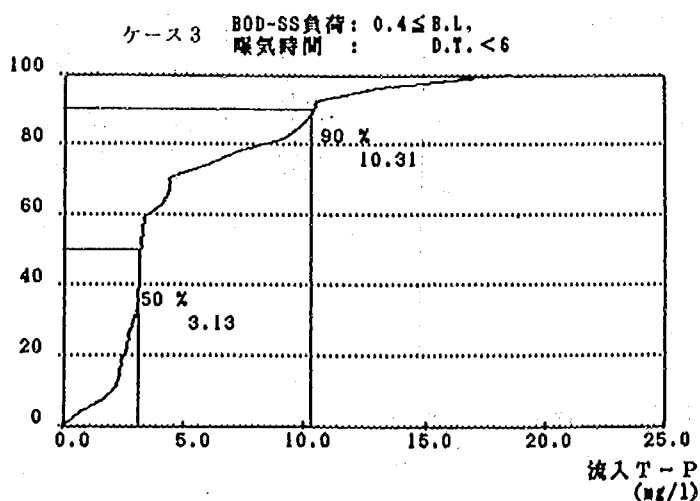
図3-4(4) 運転条件別流入T-N累積度数分布



範囲	(%)
0.00 ~ 2.50	28.9
0.00 ~ 5.00	69.9
0.00 ~ 7.50	87.1
0.00 ~ 10.00	94.6
0.00 ~ 12.50	98.8
0.00 ~ 15.00	97.8
0.00 ~ 17.50	88.9
0.00 ~ 20.00	100.0
0.00 ~ 22.50	100.0
0.00 ~ 25.00	100.0
TOTAL SAMPLE 93	
50% 3.7125	90% 8.1825



範囲	(%)
0.00 ~ 2.50	11.3
0.00 ~ 5.00	63.9
0.00 ~ 7.50	83.5
0.00 ~ 10.00	91.8
0.00 ~ 12.50	94.8
0.00 ~ 15.00	98.9
0.00 ~ 17.50	97.9
0.00 ~ 20.00	99.0
0.00 ~ 22.50	100.0
0.00 ~ 25.00	100.0
TOTAL SAMPLE 97	
50% 3.9625	90% 9.025



範囲	(%)
0.00 ~ 2.50	18.5
0.00 ~ 5.00	70.4
0.00 ~ 7.50	77.8
0.00 ~ 10.00	85.2
0.00 ~ 12.50	92.6
0.00 ~ 15.00	96.3
0.00 ~ 17.50	96.3
0.00 ~ 20.00	100.0
0.00 ~ 22.50	100.0
0.00 ~ 25.00	100.0
TOTAL SAMPLE 27	
50% 3.125	90% 10.3075

図3-4(5) 運転条件別流入T-P累積度数分布

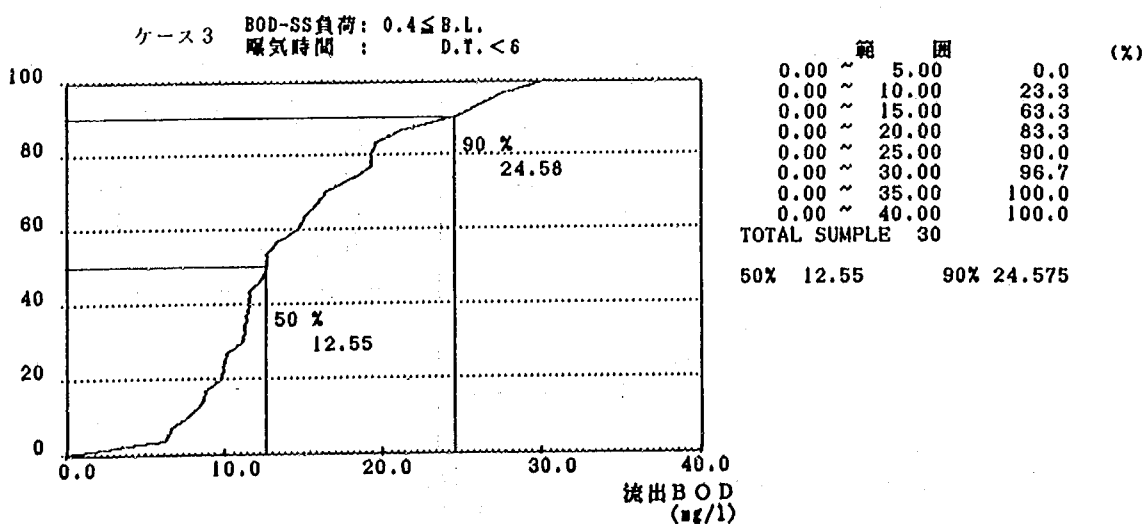
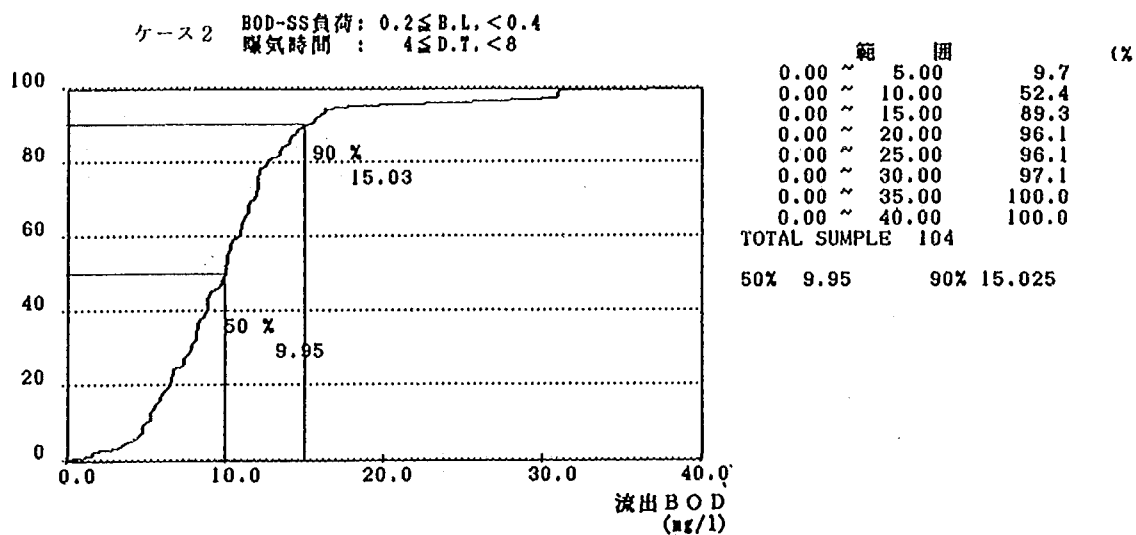
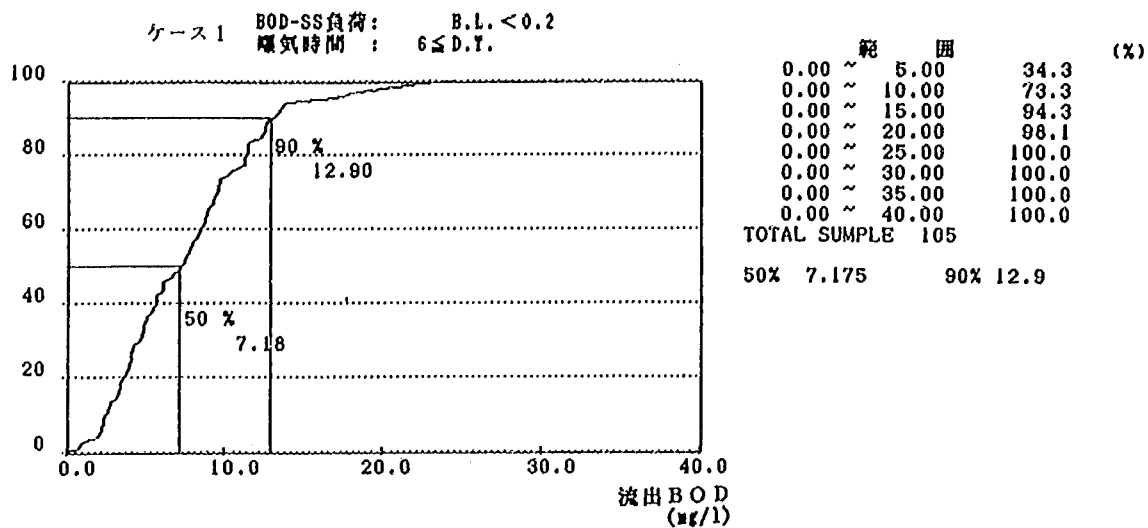
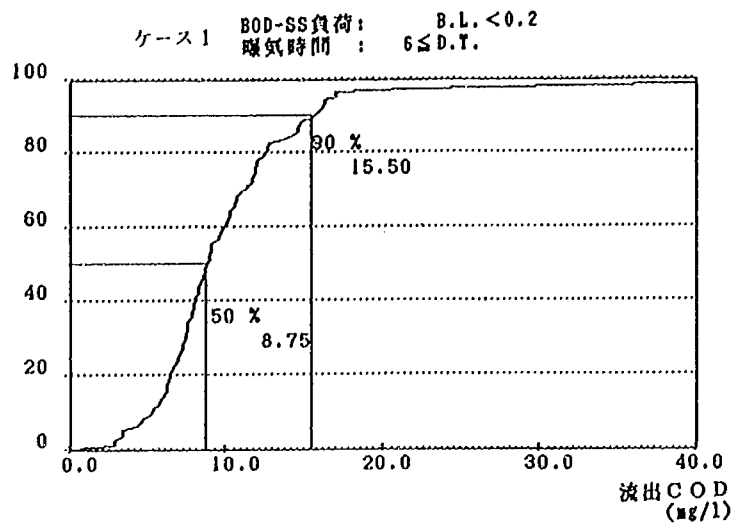


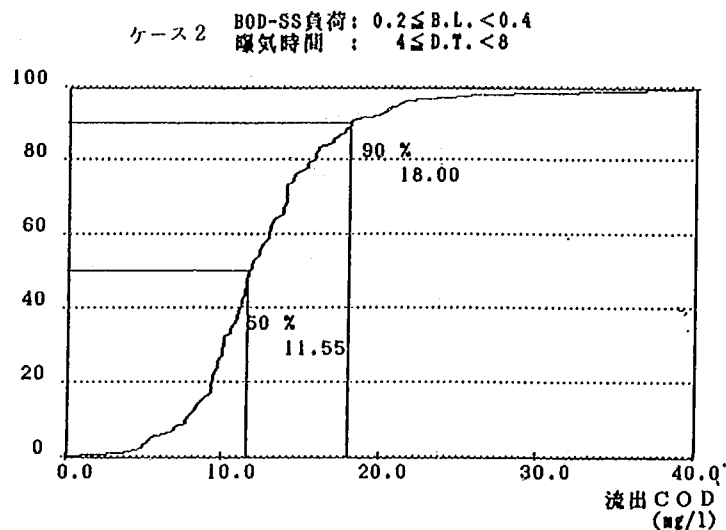
図3-4(6) 運転条件別流出BOD累積度数分布



範囲	(%)
0.00 ~ 5.00	7.9
0.00 ~ 10.00	61.4
0.00 ~ 15.00	90.1
0.00 ~ 20.00	98.0
0.00 ~ 25.00	99.0
0.00 ~ 30.00	99.0
0.00 ~ 35.00	100.0
0.00 ~ 40.00	100.0

TOTAL SAMPLE 103

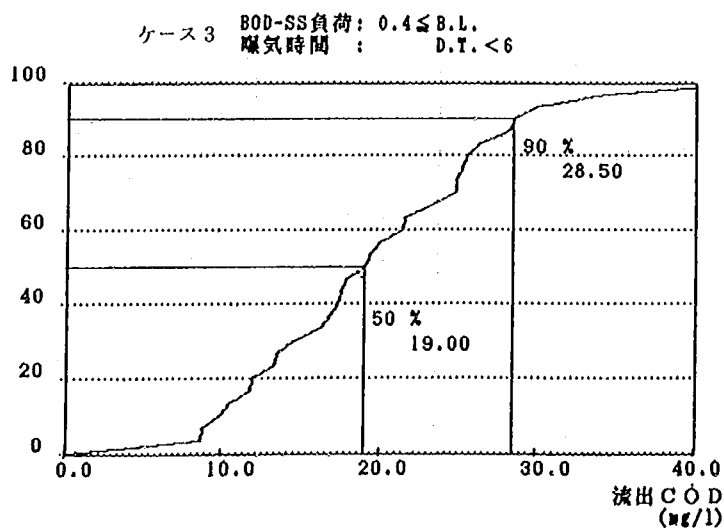
50% 8.75 90% 15.5



範囲	(%)
0.00 ~ 5.00	2.9
0.00 ~ 10.00	29.4
0.00 ~ 15.00	77.5
0.00 ~ 20.00	93.1
0.00 ~ 25.00	98.0
0.00 ~ 30.00	99.0
0.00 ~ 35.00	99.0
0.00 ~ 40.00	100.0

TOTAL SAMPLE 103

50% 11.55 90% 18

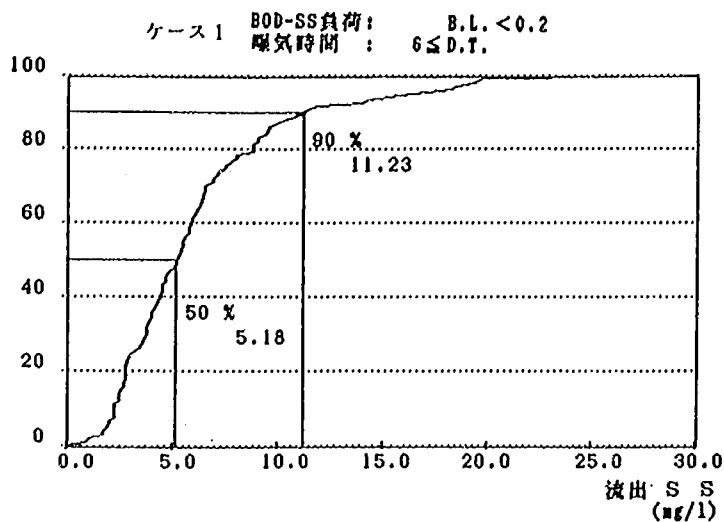


範囲	(%)
0.00 ~ 5.00	0.0
0.00 ~ 10.00	10.3
0.00 ~ 15.00	31.0
0.00 ~ 20.00	58.6
0.00 ~ 25.00	75.9
0.00 ~ 30.00	96.6
0.00 ~ 35.00	100.0
0.00 ~ 40.00	100.0

TOTAL SAMPLE 30

50% 19 90% 28.5

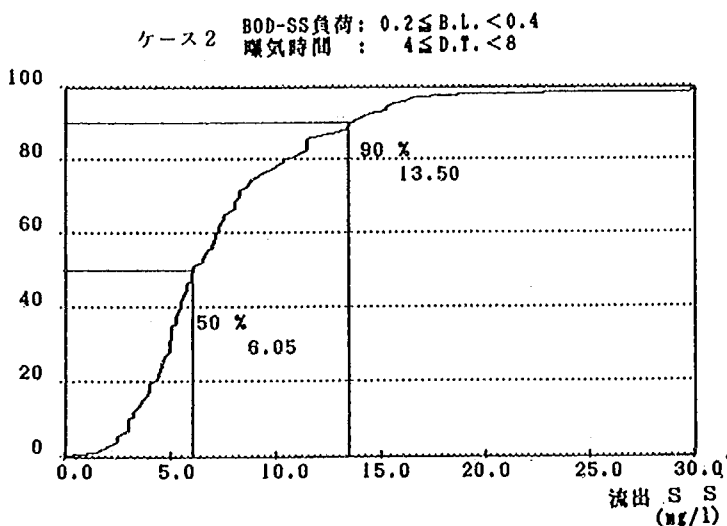
図 3 - 4 (7) 運転条件別流出COD累積度数分布



範囲	割合 (%)
0.00 ~ 2.50	14.3
0.00 ~ 5.00	47.6
0.00 ~ 7.50	76.2
0.00 ~ 10.00	87.6
0.00 ~ 12.50	92.4
0.00 ~ 15.00	94.3
0.00 ~ 17.50	96.2
0.00 ~ 20.00	100.0
0.00 ~ 22.50	100.0
0.00 ~ 25.00	100.0
0.00 ~ 27.50	100.0
0.00 ~ 30.00	100.0

TOTAL SAMPLE 106

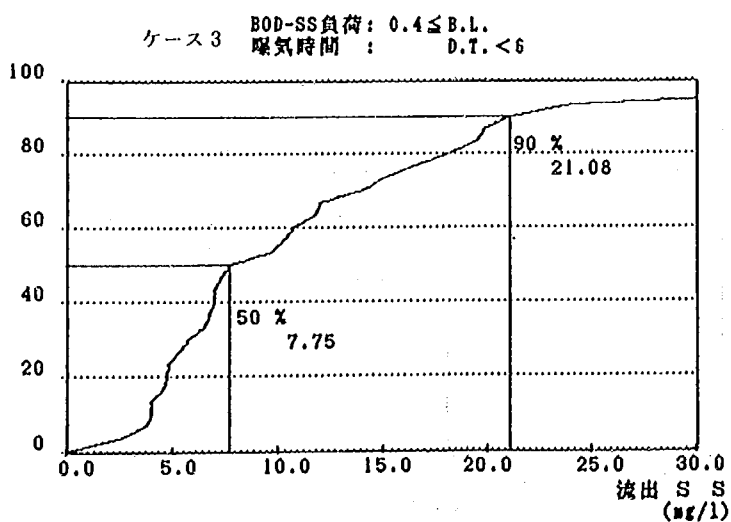
50% 5.175 90% 11.225



範囲	割合 (%)
0.00 ~ 2.50	4.9
0.00 ~ 5.00	35.3
0.00 ~ 7.50	65.7
0.00 ~ 10.00	79.4
0.00 ~ 12.50	88.2
0.00 ~ 15.00	94.1
0.00 ~ 17.50	99.0
0.00 ~ 20.00	100.0
0.00 ~ 22.50	100.0
0.00 ~ 25.00	100.0
0.00 ~ 27.50	100.0
0.00 ~ 30.00	100.0

TOTAL SAMPLE 104

50% 6.05 90% 13.5

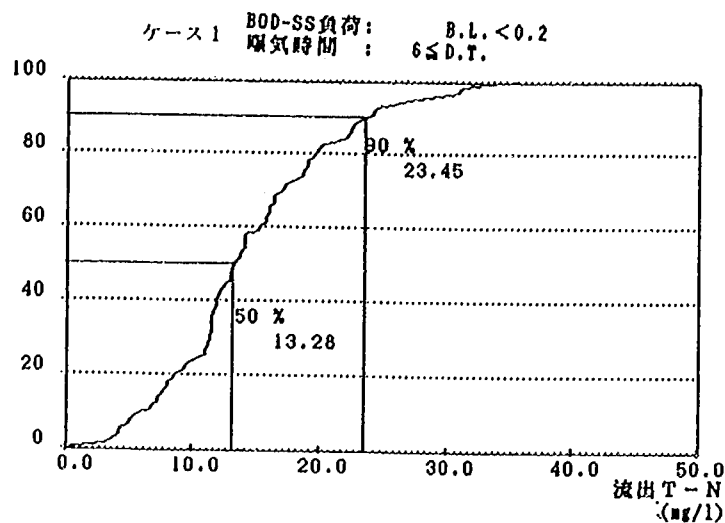


範囲	割合 (%)
0.00 ~ 2.50	3.6
0.00 ~ 5.00	25.0
0.00 ~ 7.50	50.0
0.00 ~ 10.00	57.1
0.00 ~ 12.50	71.4
0.00 ~ 15.00	78.6
0.00 ~ 17.50	82.1
0.00 ~ 20.00	92.9
0.00 ~ 22.50	96.4
0.00 ~ 25.00	100.0
0.00 ~ 27.50	100.0
0.00 ~ 30.00	100.0

TOTAL SAMPLE 30

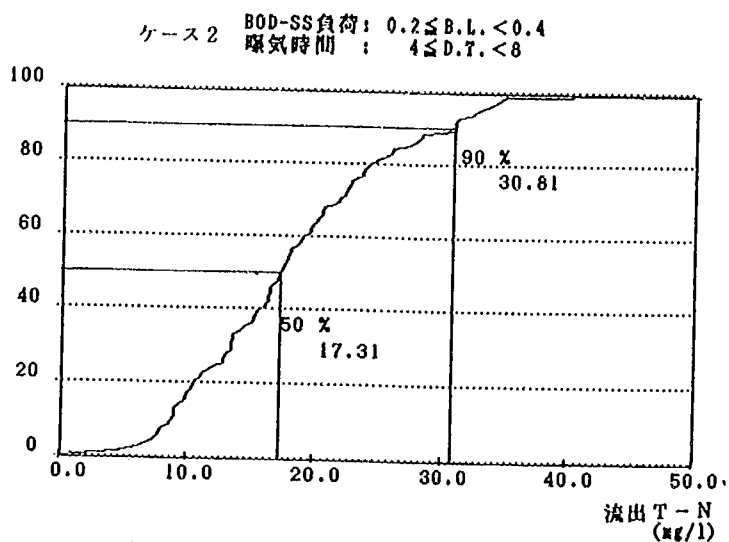
50% 7.75 90% 21.075

図 3 - 4 (8) 運転条件別流出 S S 累積度数分布



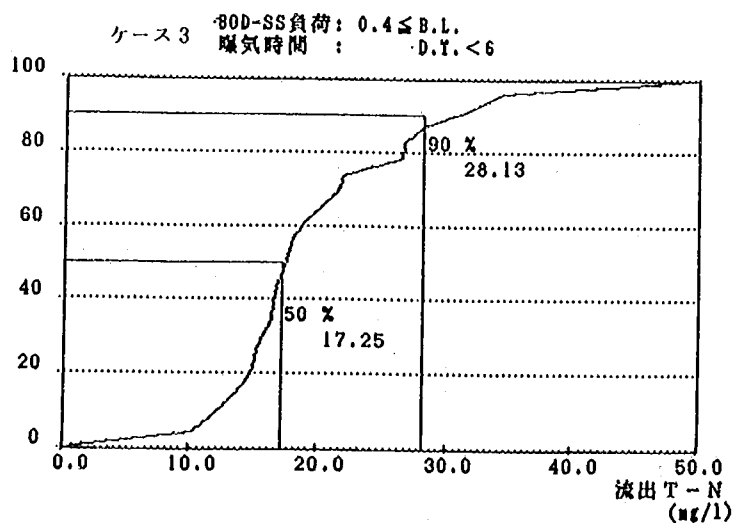
範囲	(%)
0.00 ~ 5.00	6.3
0.00 ~ 10.00	23.2
0.00 ~ 15.00	57.9
0.00 ~ 20.00	82.1
0.00 ~ 25.00	92.6
0.00 ~ 30.00	95.8
0.00 ~ 35.00	98.9
0.00 ~ 40.00	100.0
0.00 ~ 45.00	100.0
0.00 ~ 50.00	100.0
TOTAL SAMPLE	95

50% 13.275 90% 23.45



範囲	(%)
0.00 ~ 5.00	1.1
0.00 ~ 10.00	17.2
0.00 ~ 15.00	35.5
0.00 ~ 20.00	63.4
0.00 ~ 25.00	81.7
0.00 ~ 30.00	89.2
0.00 ~ 35.00	100.0
0.00 ~ 40.00	100.0
0.00 ~ 45.00	100.0
0.00 ~ 50.00	100.0
TOTAL SAMPLE	94

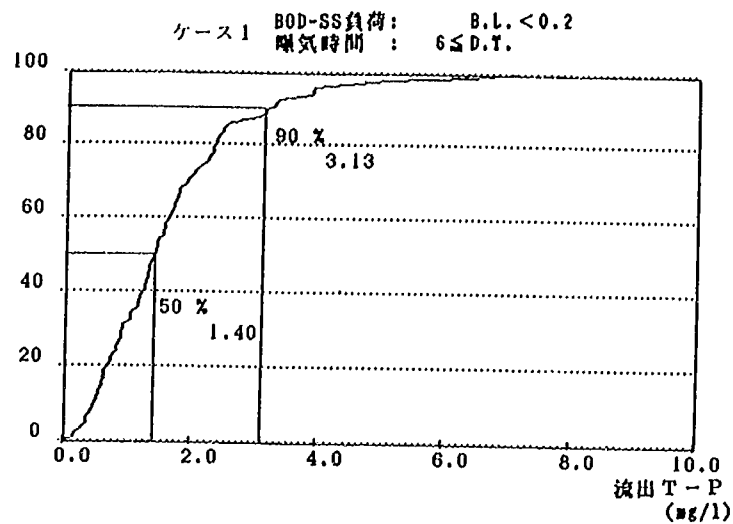
50% 17.3125 90% 30.8125



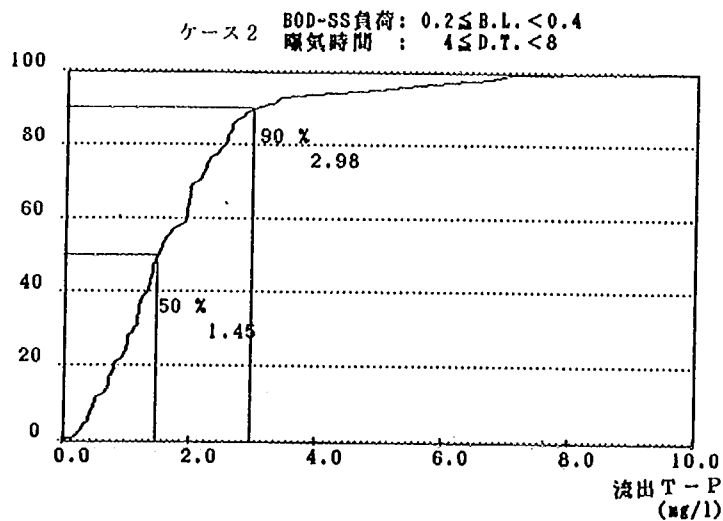
範囲	(%)
0.00 ~ 5.00	0.0
0.00 ~ 10.00	0.0
0.00 ~ 15.00	22.7
0.00 ~ 20.00	63.6
0.00 ~ 25.00	77.3
0.00 ~ 30.00	90.9
0.00 ~ 35.00	100.0
0.00 ~ 40.00	100.0
0.00 ~ 45.00	100.0
0.00 ~ 50.00	100.0
TOTAL SAMPLE	23

50% 17.25 90% 28.125

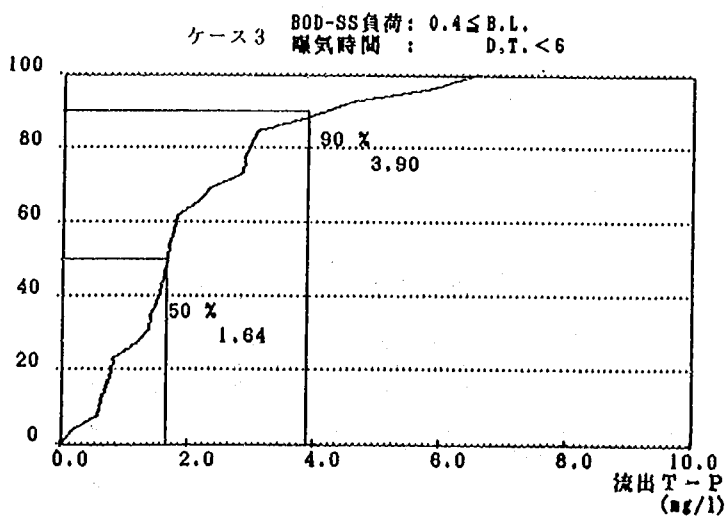
図 3 - 4 (9) 運転条件別流出 T-N 累積度数分布



範囲	割合 (%)
0.00 ~ 1.00	32.3
0.00 ~ 2.00	70.8
0.00 ~ 3.00	87.5
0.00 ~ 4.00	95.8
0.00 ~ 5.00	96.9
0.00 ~ 6.00	97.9
0.00 ~ 7.00	99.0
0.00 ~ 8.00	100.0
0.00 ~ 9.00	100.0
0.00 ~ 10.00	100.0
TOTAL SUMPLE 96	
50%	1.395
90%	3.125



範囲	割合 (%)
0.00 ~ 1.00	28.1
0.00 ~ 2.00	69.8
0.00 ~ 3.00	90.6
0.00 ~ 4.00	94.8
0.00 ~ 5.00	95.8
0.00 ~ 6.00	96.9
0.00 ~ 7.00	99.0
0.00 ~ 8.00	100.0
0.00 ~ 9.00	100.0
0.00 ~ 10.00	100.0
TOTAL SUMPLE 97	
50%	1.45
90%	2.975



範囲	割合 (%)
0.00 ~ 1.00	23.1
0.00 ~ 2.00	61.5
0.00 ~ 3.00	80.8
0.00 ~ 4.00	88.5
0.00 ~ 5.00	92.3
0.00 ~ 6.00	96.2
0.00 ~ 7.00	100.0
0.00 ~ 8.00	100.0
0.00 ~ 9.00	100.0
0.00 ~ 10.00	100.0
TOTAL SUMPLE 26	
50%	1.64
90%	3.9

図3-4(10) 運転条件別流出T-P累積度数分布

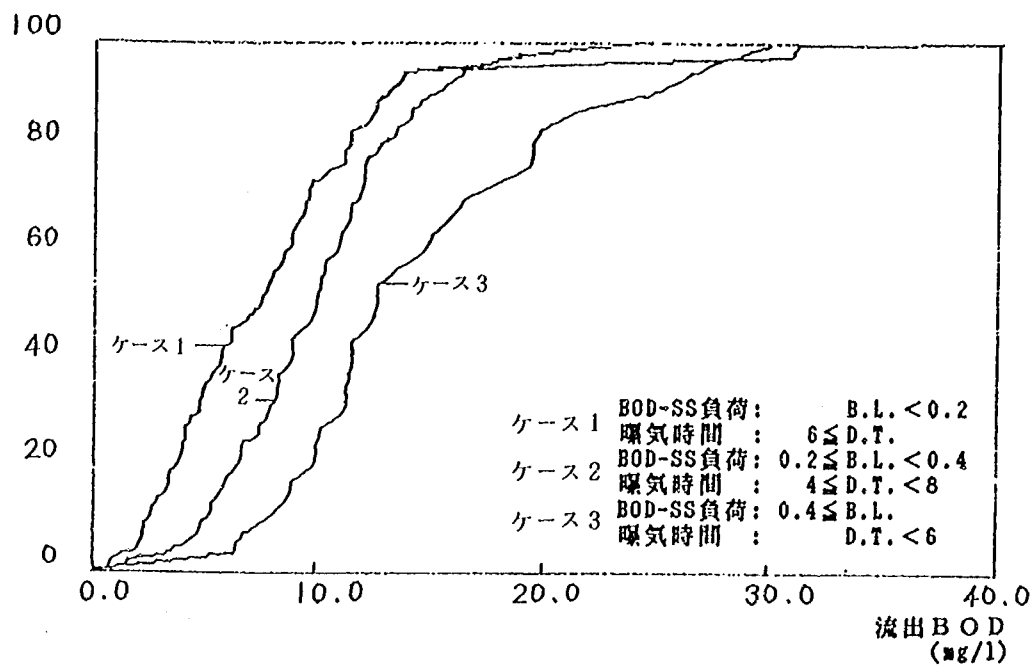


図3-4(11) 運転条件別流出BOD累積度数分布

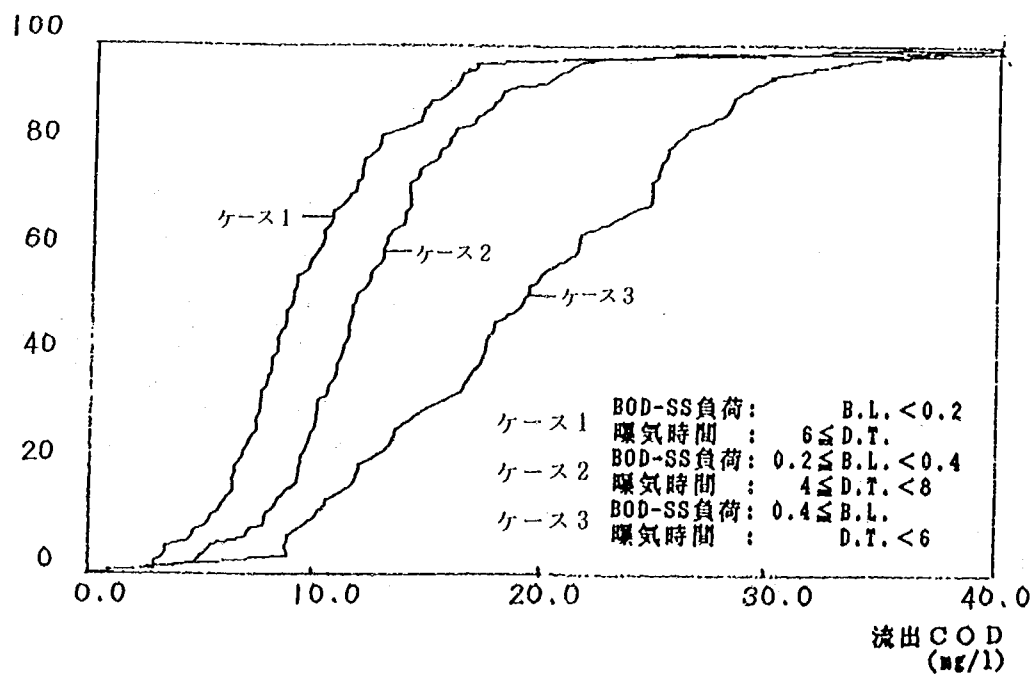


図3-4(12) 運転条件別流出COD累積度数分布

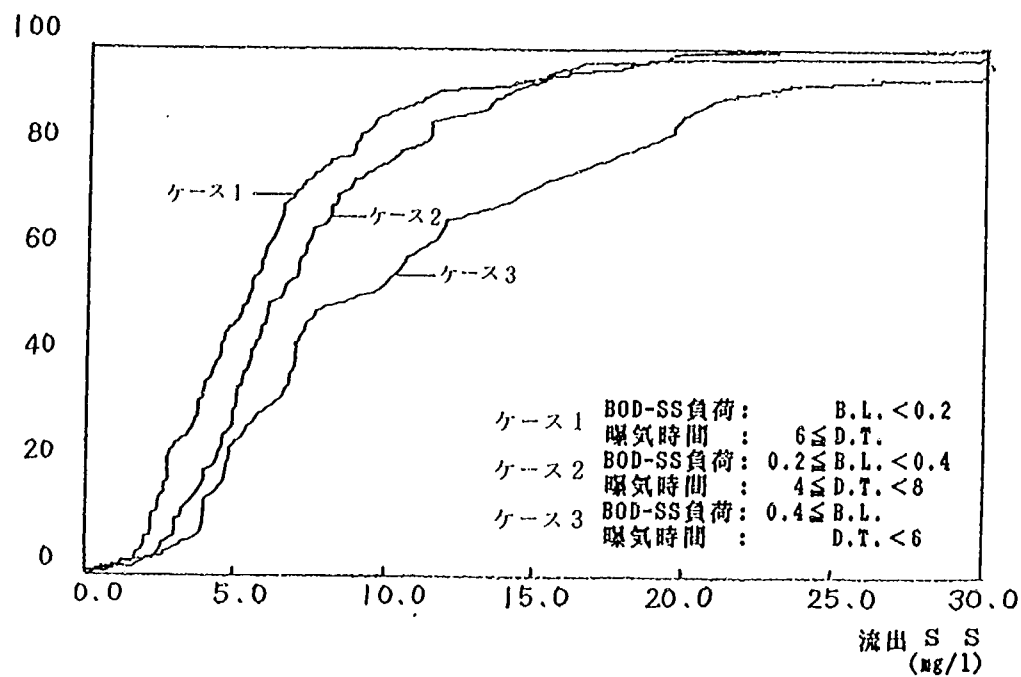


図 3 - 4 (13) 運転条件別流出 S S 累積度数分布

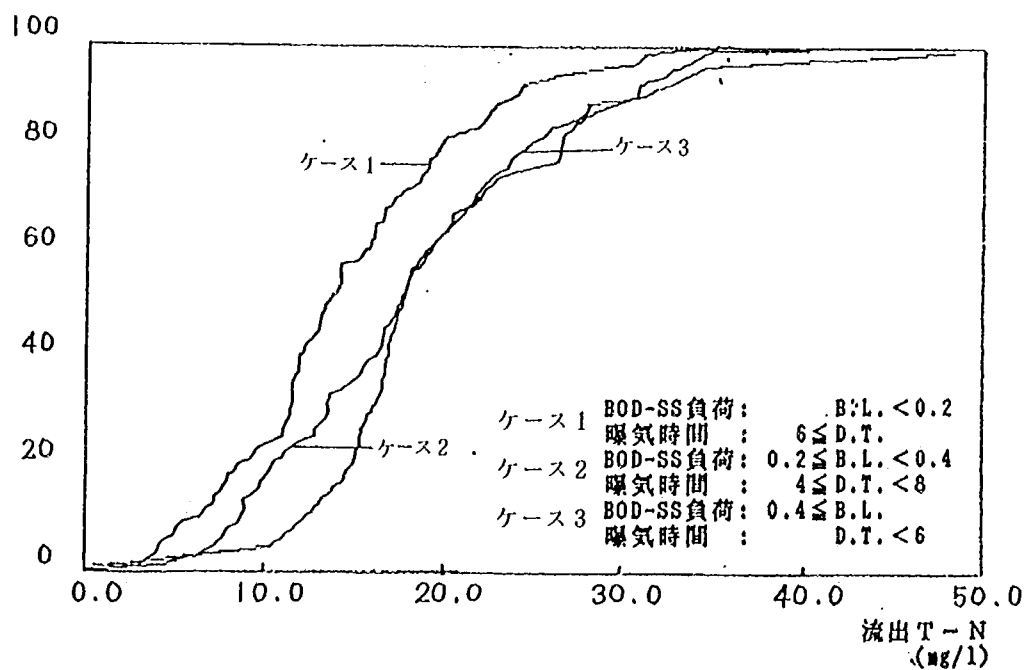


図 3 - 4 (14) 運転条件別流出 T - N 累積度数分布

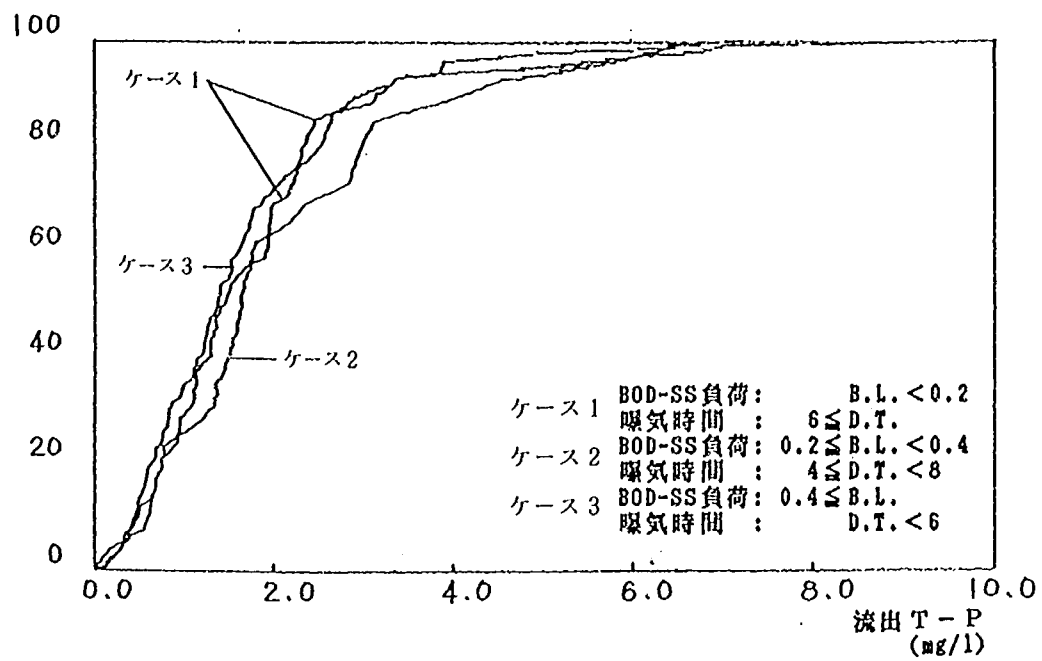
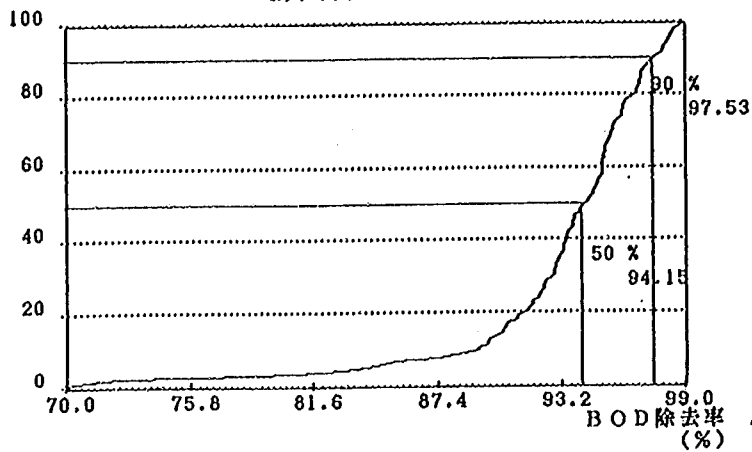


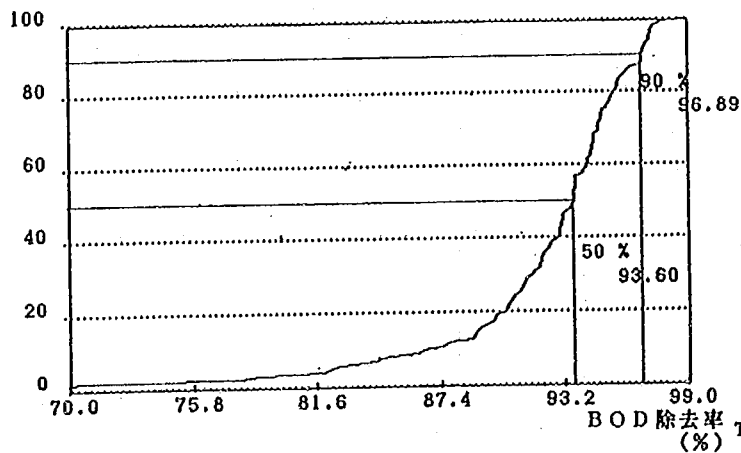
図 3 - 4 (15) 運転条件別流出 T-P 累積度数分布

ケース1 BOD-SS負荷: B.L.<0.2
曝気時間: 6≦D.T.



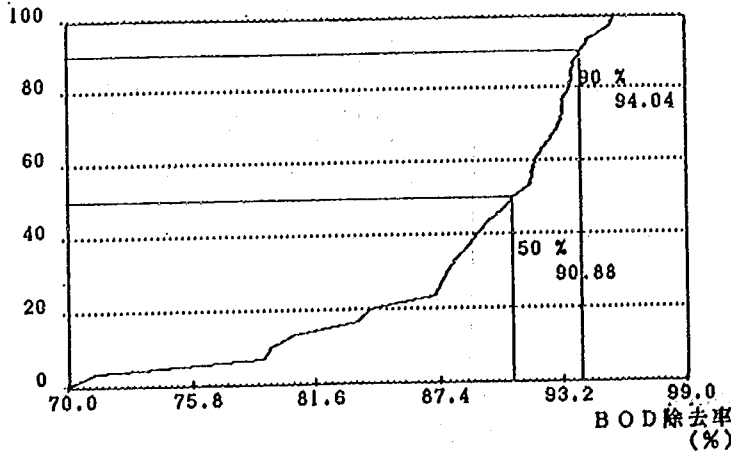
範囲	(%)
70.00 ~ 72.90	1.9
70.00 ~ 75.80	1.9
70.00 ~ 78.70	1.9
70.00 ~ 81.60	2.9
70.00 ~ 84.50	4.8
70.00 ~ 87.40	7.6
70.00 ~ 90.30	13.3
70.00 ~ 93.20	36.2
70.00 ~ 96.10	75.2
70.00 ~ 99.00	100.0
TOTAL SAMPLE	105
50%	94.1499
90%	97.5262

ケース2 BOD-SS負荷: 0.2≦B.L.<0.4
曝気時間: 4≦D.T.<8



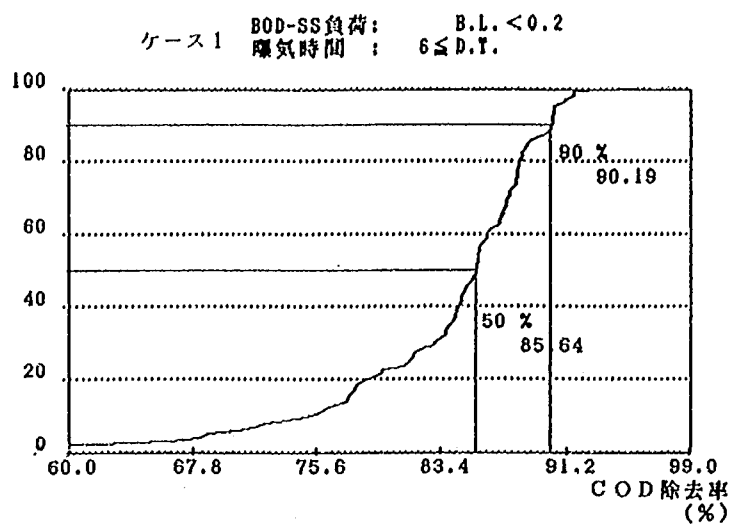
範囲	(%)
70.00 ~ 72.90	1.0
70.00 ~ 75.80	1.0
70.00 ~ 78.70	1.9
70.00 ~ 81.60	2.9
70.00 ~ 84.50	6.7
70.00 ~ 87.40	10.6
70.00 ~ 90.30	19.2
70.00 ~ 93.20	46.2
70.00 ~ 96.10	84.6
70.00 ~ 99.00	100.0
TOTAL SAMPLE	104
50%	93.6008
90%	96.8896

ケース3 BOD-SS負荷: 0.4≦B.L.
曝気時間: D.T.<6

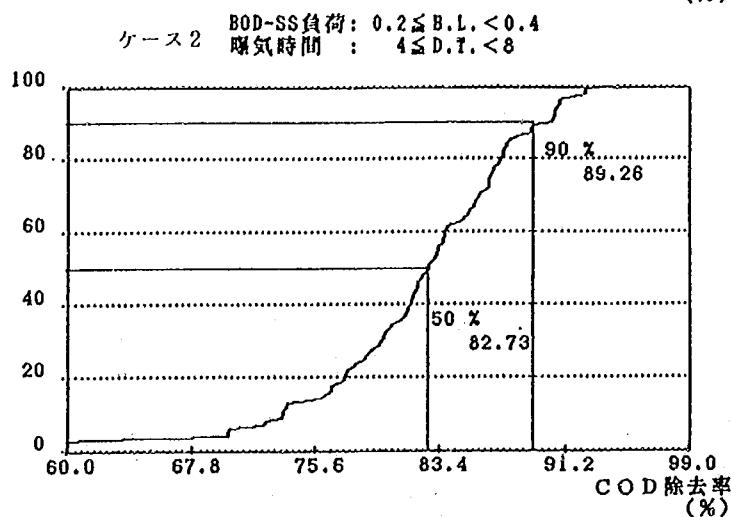


範囲	(%)
70.00 ~ 72.90	3.3
70.00 ~ 75.80	3.3
70.00 ~ 78.70	3.3
70.00 ~ 81.60	13.3
70.00 ~ 84.50	20.0
70.00 ~ 87.40	23.3
70.00 ~ 90.30	43.3
70.00 ~ 93.20	73.3
70.00 ~ 96.10	100.0
70.00 ~ 99.00	100.0
TOTAL SAMPLE	30
50%	90.8778
90%	94.0396

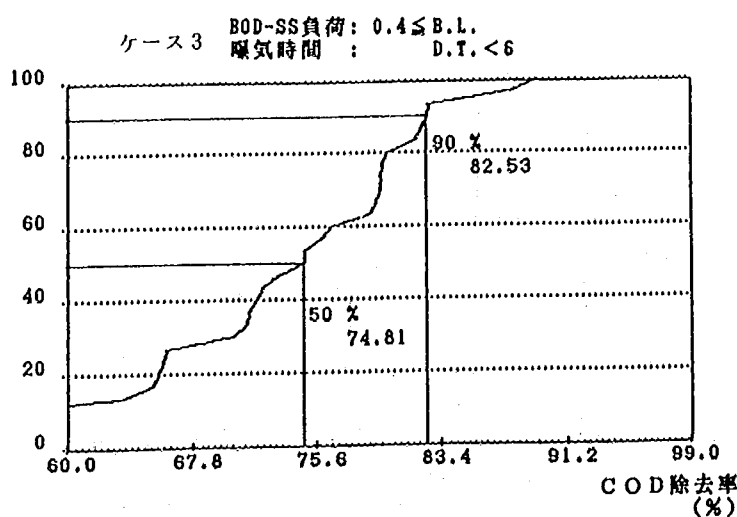
図3-4(16) 運転条件別BOD除去率累積度数分布



範囲	(%)
60.00 ~ 63.90	1.9
60.00 ~ 67.80	2.9
60.00 ~ 71.70	6.8
60.00 ~ 75.60	9.7
60.00 ~ 79.50	20.4
60.00 ~ 83.40	31.1
60.00 ~ 87.30	66.0
60.00 ~ 91.20	97.1
60.00 ~ 95.10	99.0
60.00 ~ 99.00	100.0
TOTAL SAMPLE 103	
50% 85.6391	90% 90.1906



範囲	(%)
60.00 ~ 63.90	2.9
60.00 ~ 67.80	2.9
60.00 ~ 71.70	5.9
60.00 ~ 75.60	13.7
60.00 ~ 79.50	27.5
60.00 ~ 83.40	55.9
60.00 ~ 87.30	79.4
60.00 ~ 91.20	96.1
60.00 ~ 95.10	100.0
60.00 ~ 99.00	100.0
TOTAL SAMPLE 102	
50% 82.7322	90% 89.2604



範囲	(%)
60.00 ~ 63.90	13.3
60.00 ~ 67.80	26.7
60.00 ~ 71.70	36.7
60.00 ~ 75.60	53.3
60.00 ~ 79.50	66.7
60.00 ~ 83.40	93.3
60.00 ~ 87.30	93.3
60.00 ~ 91.20	100.0
60.00 ~ 95.10	100.0
60.00 ~ 99.00	100.0
TOTAL SAMPLE 30	
50% 74.8115	90% 82.533

図 3 - 4 (17) 運転条件別 COD 除去率累積度数分布

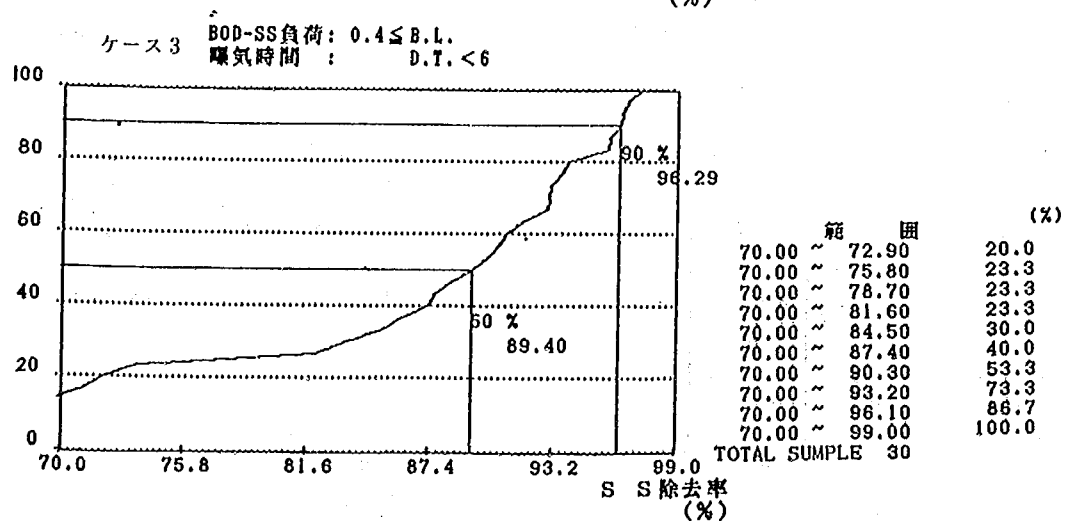
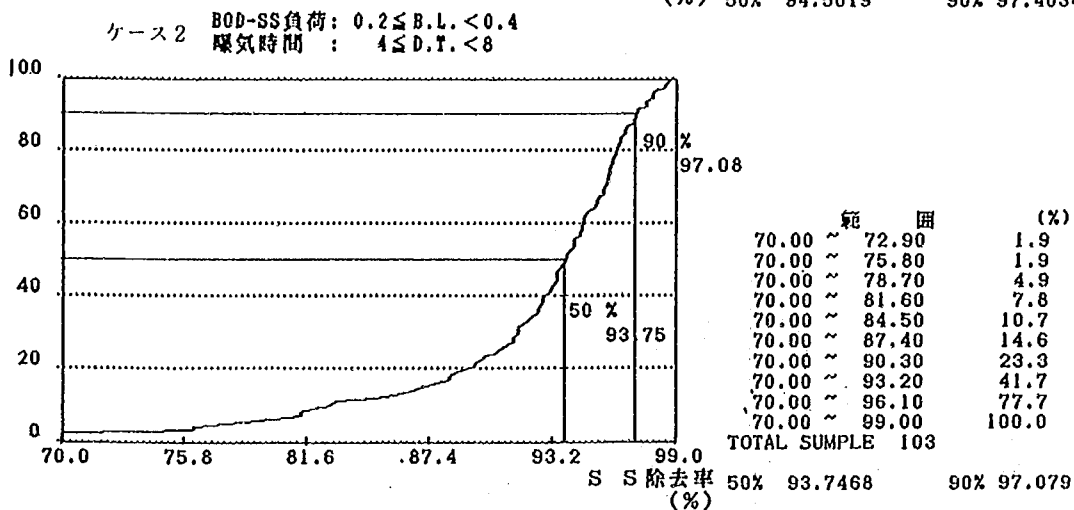
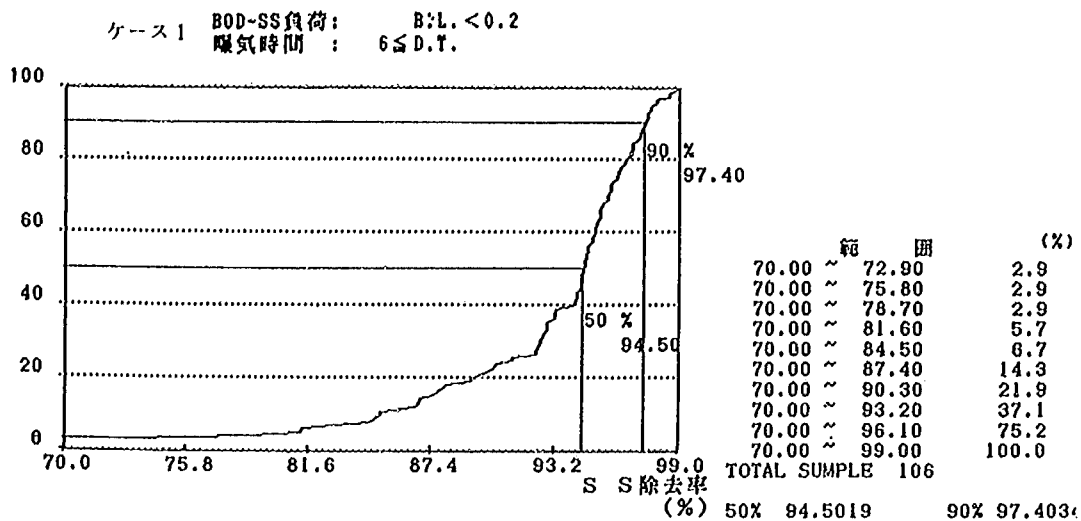


図3-4(18) 運転条件別SS除去率累積度数分布

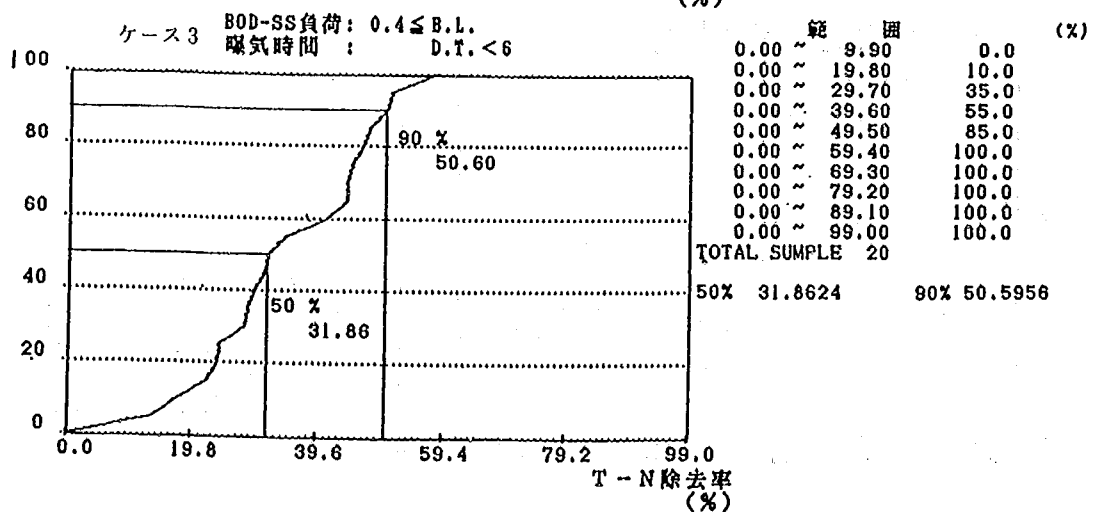
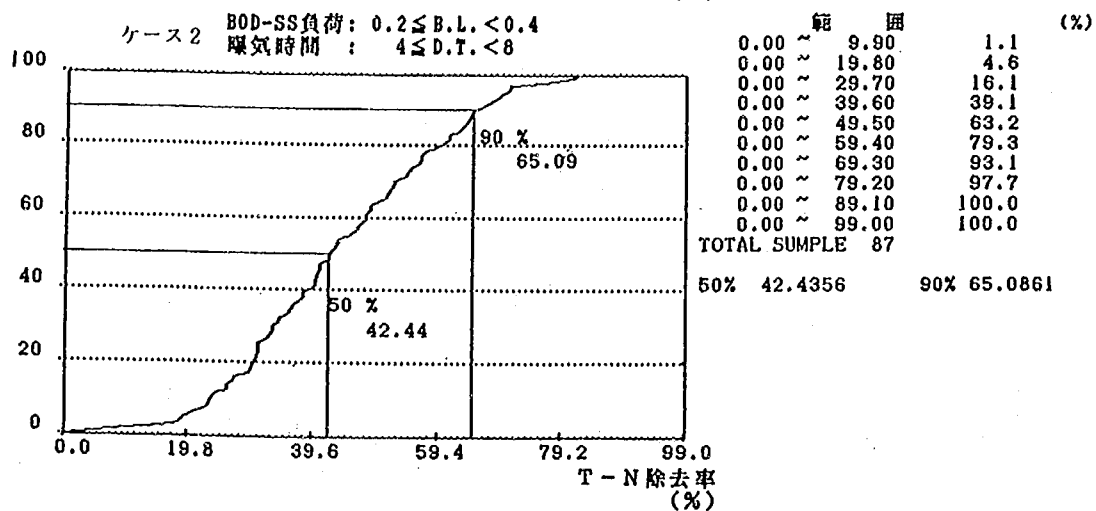
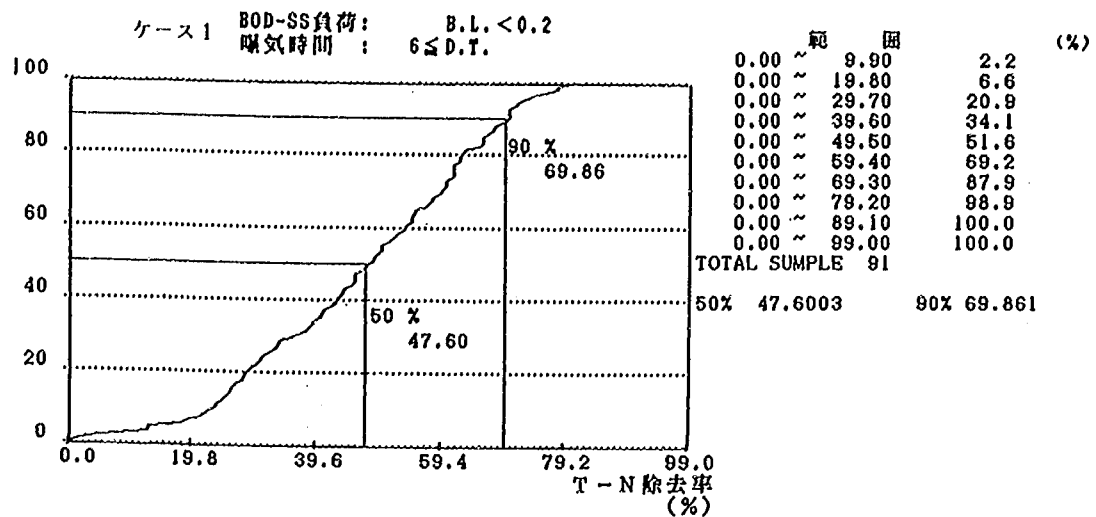


図3-4(19) 運転条件別T-N除去率累積度数分布

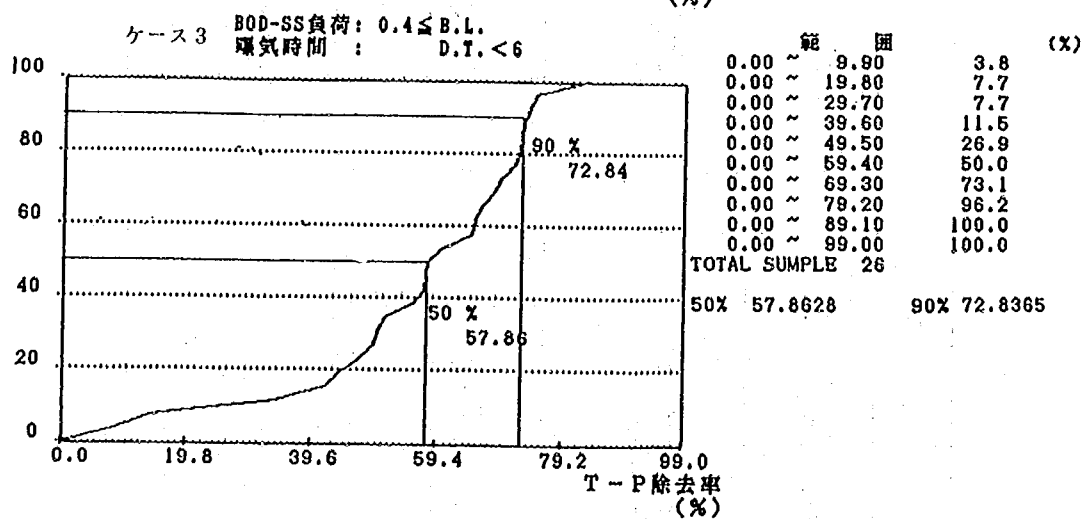
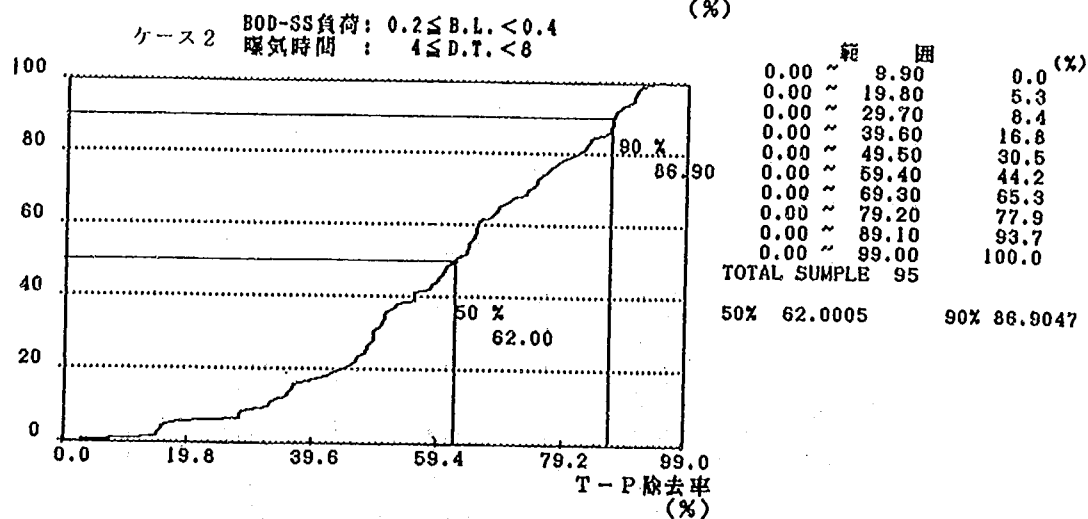
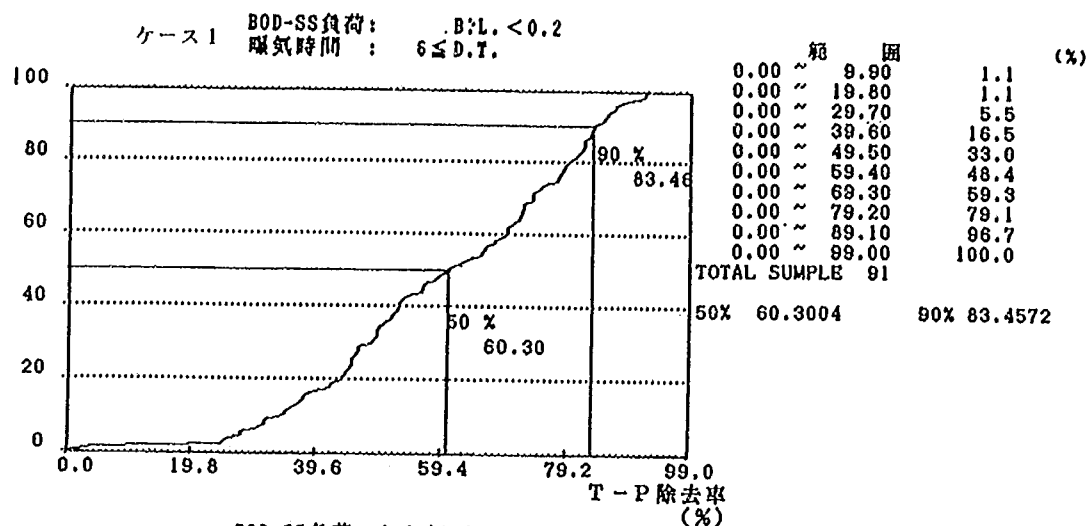


図 3 - 4 (20) 運転条件別 T-P 除去率累積度数分布

表 3 - 3 (1) 各水質項目の平均値

		ケース 1	ケース 2	ケース 3
BOD-SS負荷 (Kg/KgSS・日)		B.L. < 0.2	0.2 ≤ B.L. < 0.4	0.4 ≤ B.L.
曝気時間 (hr)		6 ≤ D.T.	4 ≤ D.T. < 8	D.T. < 6
流入水	BOD	133.08	158.66	147.90
	COD	70.18	79.43	76.45
	SS	108.07	124.36	101.54
	T-N	30.29	34.63	28.94
	T-P	4.51	5.13	5.18
流出水	BOD	7.74	10.71	14.76
	COD	10.66	12.90	20.16
	SS	6.34	8.06	13.19
	T-N	14.68	18.64	20.82
	T-P	1.67	1.87	2.16
除去率 %	BOD	93.37	92.41	89.24
	COD	83.78	82.05	72.82
	SS	92.11	92.17	85.36
	T-N	47.03	44.52	35.79
	T-P	60.34	60.67	57.07

表 3 - 3 (2) 各水質項目の50%値

		ケース 1	ケース 2	ケース 3
BOD-SS負荷 (Kg/KgSS・日)		B.L. < 0.2	0.2 ≤ B.L. < 0.4	0.4 ≤ B.L.
曝気時間 (hr)		6 ≤ D.T.	4 ≤ D.T. < 8	D.T. < 6
流入水	BOD	132.5	147.5	145.0
	COD	63.8	76.2	72.9
	SS	104.5	114.7	85.3
	T-N	30.0	31.0	27.1
	T-P	3.7	4.0	3.1
流出水	BOD	7.2	10.0	12.6
	COD	8.8	11.6	19.0
	SS	5.2	6.1	7.8
	T-N	13.3	17.3	17.3
	T-P	1.4	1.5	1.6
除去率 %	BOD	94.2	93.6	90.9
	COD	85.6	82.7	74.8
	SS	94.5	93.8	89.4
	T-N	47.6	42.4	31.9
	T-P	60.3	62.0	57.9

表 3 - 3 (3) 各水質項目の90%値

		ケース 1	ケース 2	ケース 3
BOD-SS負荷 (Kg/KgSS・日)		B.L. < 0.2	0.2 ≤ B.L. < 0.4	0.4 ≤ B.L.
曝気時間 (hr)		6 ≤ D.T.	4 ≤ D.T. < 8	D.T. < 6
流入水	BOD	195.0	232.8	186.8
	COD	107.1	121.3	97.7
	SS	167.5	167.3	146.0
	T-N	45.8	51.9	34.8
	T-P	8.2	9.0	10.3
流出水	BOD	12.9	15.0	24.6
	COD	15.5	18.0	28.5
	SS	11.2	13.5	21.1
	T-N	23.5	30.8	28.1
	T-P	3.1	3.0	3.9
除去率 %	BOD	97.5	96.9	94.0
	COD	90.2	89.3	82.5
	SS	97.4	97.1	96.3
	T-N	69.9	65.1	50.6
	T-P	83.5	86.9	72.8

表 3-4 (1)

处理场一览表 (1)

ケース1 曝気時間 : $0 \leq D.T. (hr)$
BOD-SS負荷: $B.L. < 0.2 (kgBOD/kgMLSS \cdot 日)$

[illegible]

注) 種別は次の通り

公：单独公共下水道

流：流域下水道

特公：特定公共下水道

表 3-4 (2)

处理一览表(2)

ケース1 曝気時間 : $4 \leq \theta.T. < 8(\text{hr})$
 BOD-SS負荷: $0.2 \leq \theta.L. < 0.4(\text{kgBOD/kgMLSS} \cdot \text{日})$

[illegible]

注) 種別は次の通り

公：单独公共下水道

流：流域下水道

特公：特定公共下水道

表 3 - 4 (3)

処理場一覧表 (3)

ケース 1 曝気時間 : 0.T. < 6(hr)
 BOD-SS負荷: 0.4 ≦ B.L. (kgBOD/kgMLSS・日)

種別	都道府県	地方公共団体	処理場名
公	北海道	小樽市	船浜下水終末処理場
公	北海道	室蘭市	蘭西下水処理場
公	北海道	広島町	広島下水終末処理場
公	千葉県	市原市	青葉台終末処理場
公	東京都		後台処理場
公	神奈川県	横浜市中区	中部下水処理場
公	東京都	高岡市	四屋下水処理場
公	東京都	福井市	境浄化センター
公	静岡県	清水市	南部終末処理場
公	静岡県	熱海市	第一浄水管理センター
公	愛知県	名古屋市中区	露橋下水処理場
公	愛知県	名古屋市西区	山崎下水処理場
公	愛知県	一宮市	西郷終末処理場
公	三重県	四日市市	泊山終末処理場
公	京都府	京都市	吉祥院処理場
公	京都府	舞鶴市	東終末処理場
公	大阪府	岸和田市	磯之上下水処理場
公	大阪府	池田市	池田下水処理場
公	大阪府	吹田市	正雀下水処理場
公	大阪府	堺市	泉北下水処理場
流	大阪府	淀川右岸	高槻処理場
公	岡山県	岡山市	高島浄化センター
公	岡山県	倉敷市	倉敷下水処理場
公	広島県	広島市	千田下水処理場
公	広島県	福山市	新浜処理場
公	山口県	下関市	修島終末処理場
公	山口県	防府市	防府浄化センター
公	香川県	高松市	福岡下水処理場
公	福岡県	北九州市	福后下水処理場
公	大分県	大分市	原川終末処理場

注) 種別は次の通り

公: 単独公共下水道

流: 流域下水道

特公: 特定公共下水道

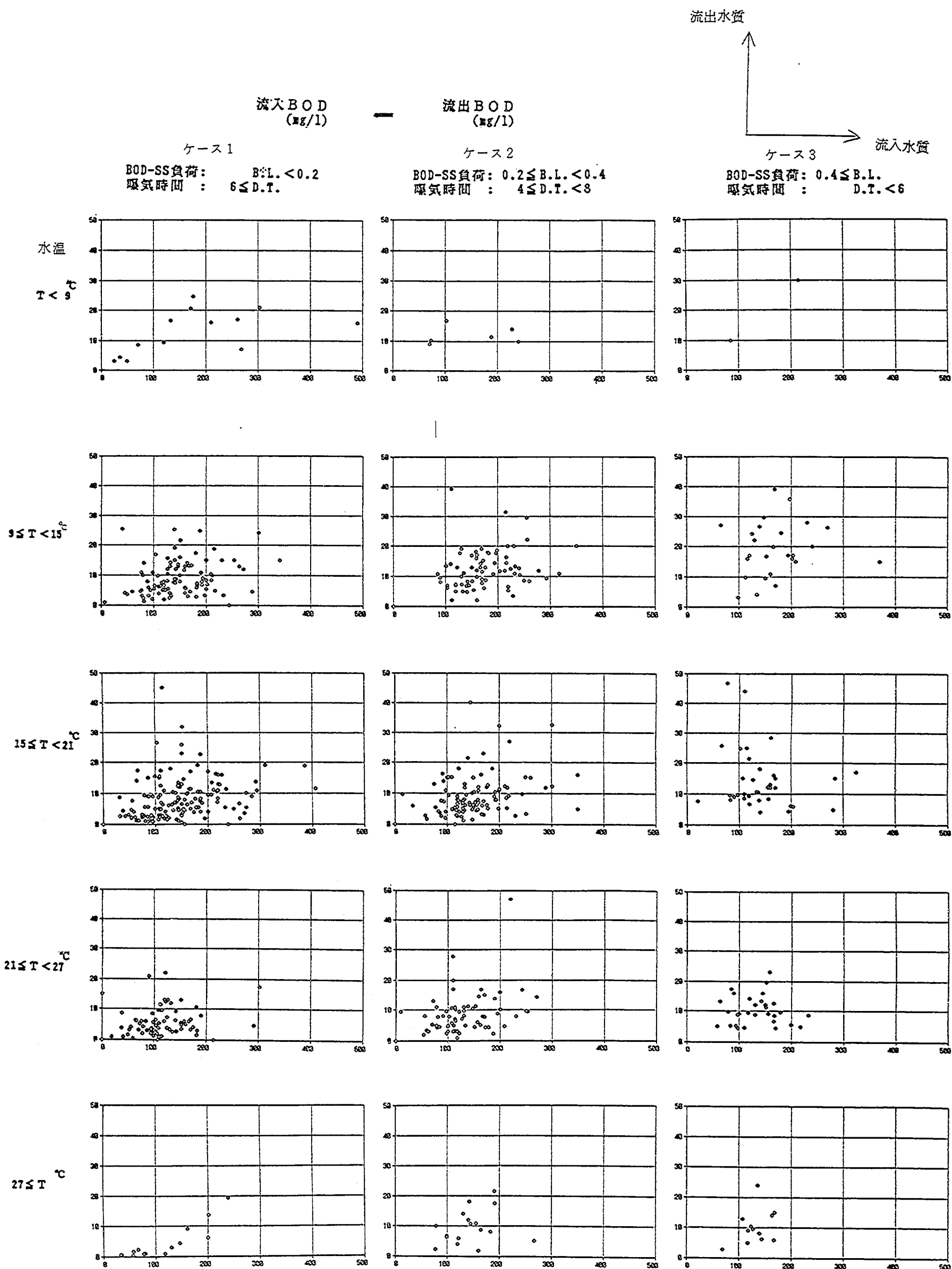


図3-5(1) 運転条件別水温別流入BOD-流出BOD (mg/l)

流入COD
(mg/l)

流出COD
(mg/l)

流出水質

流入水質

ケース 1

BOD-SS負荷: $B.L. < 0.2$
曝気時間: $6 \leq D.T.$

ケース 2

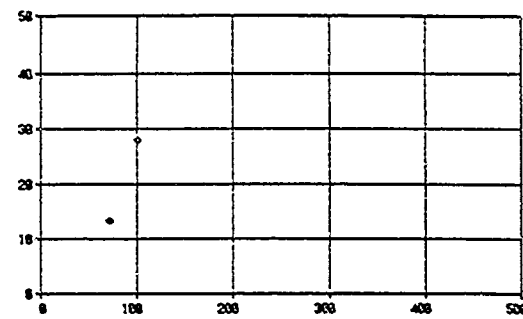
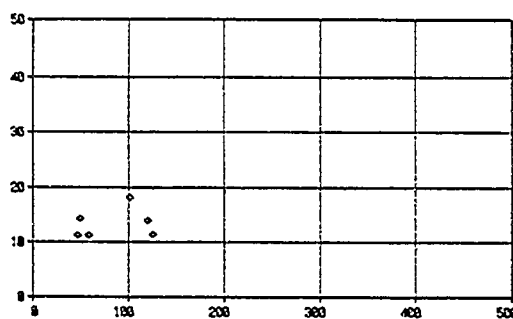
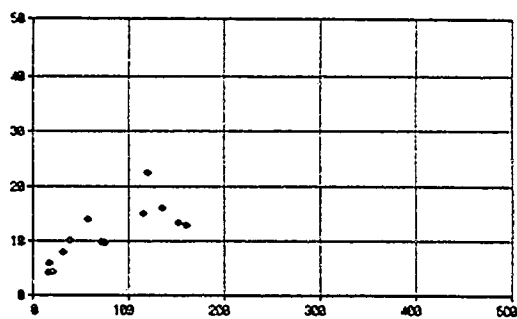
BOD-SS負荷: $0.2 \leq B.L. < 0.4$
曝気時間: $4 \leq D.T. < 8$

ケース 3

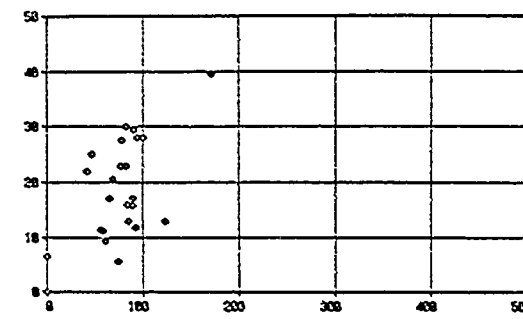
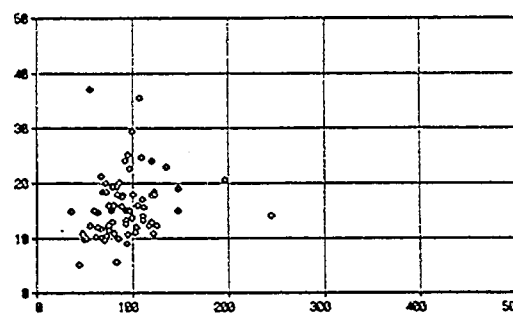
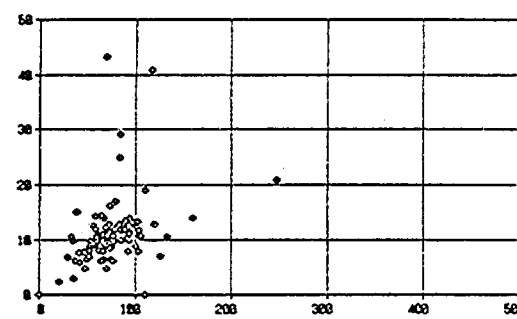
BOD-SS負荷: $0.4 \leq B.L.$
曝気時間: $D.T. < 6$

水温

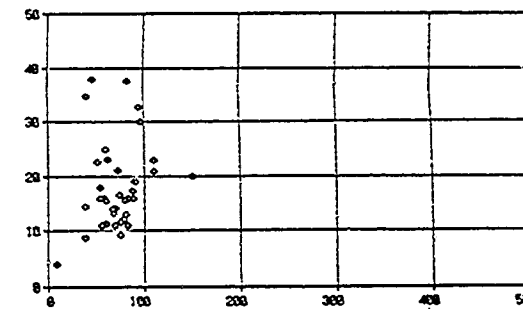
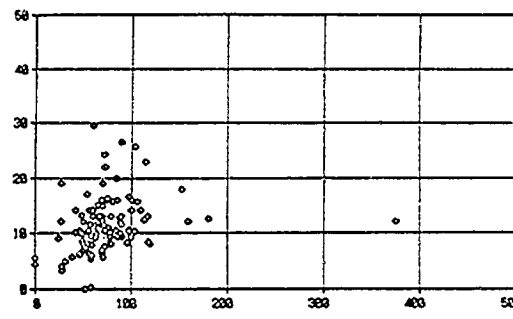
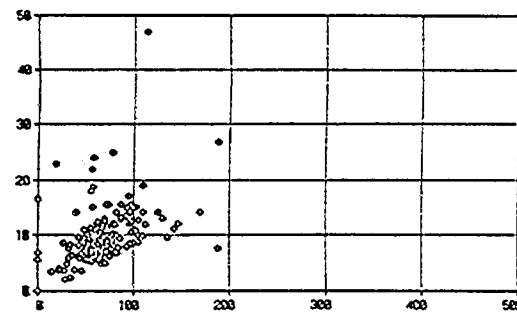
$T < 9^{\circ}\text{C}$



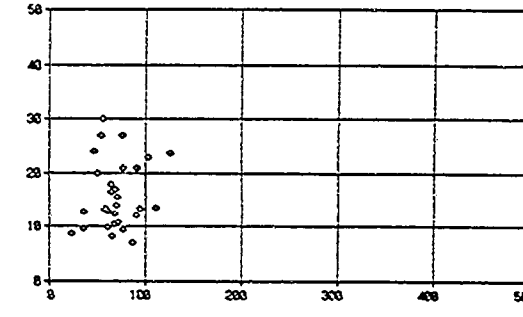
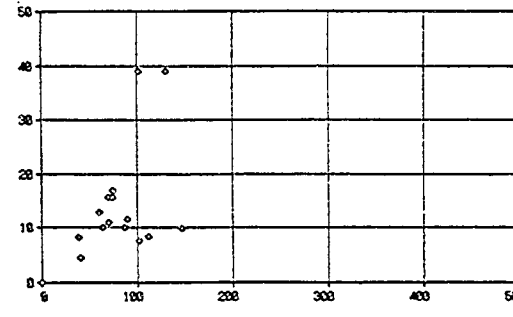
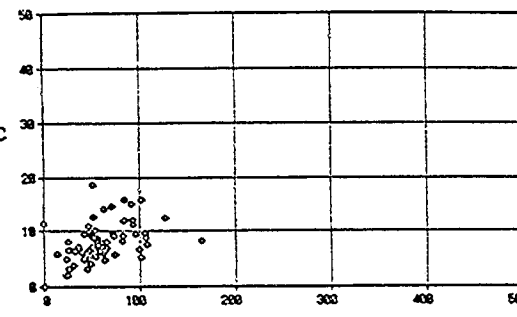
$9 \leq T < 15^{\circ}\text{C}$



$15 \leq T < 21^{\circ}\text{C}$



$21 \leq T < 27^{\circ}\text{C}$



$27 \leq T$

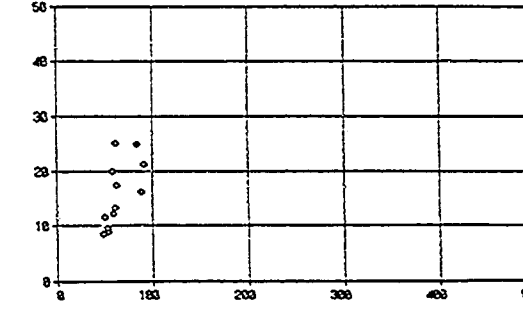
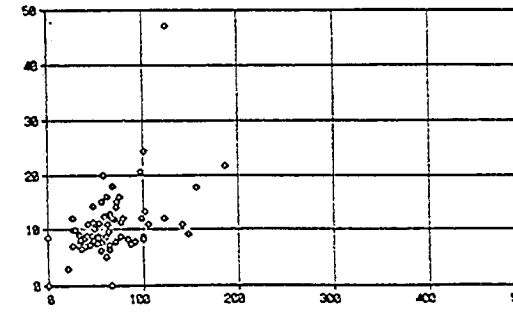
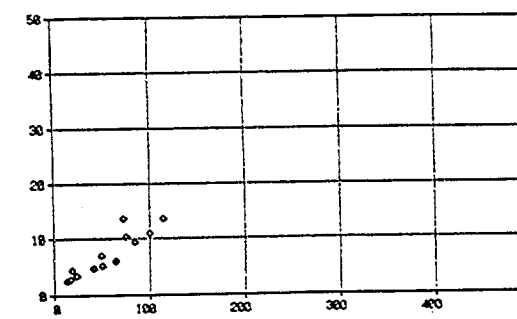
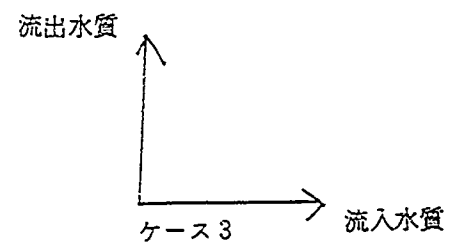


図 3-5 (2) 運転条件別水温別流入COD-流出COD (mg/l)



流入 S S
(mg/l)

流出 S S
(mg/l)

ケース 1

ケース 2

ケース 3

BOD-SS負荷: $B.L. < 0.2$
曝気時間: $6 \leq D.T.$

BOD-SS負荷: $0.2 \leq B.L. < 0.4$
曝気時間: $4 \leq D.T. < 8$

BOD-SS負荷: $0.4 \leq B.L.$
曝気時間: $D.T. < 6$

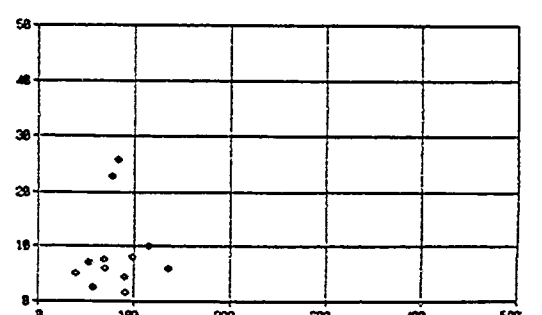
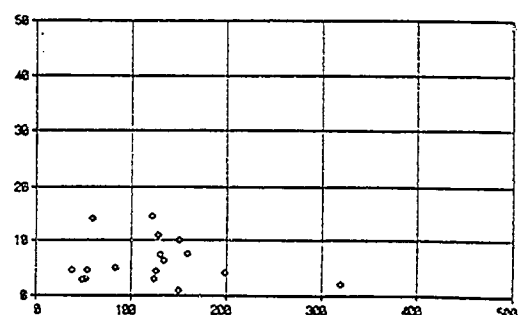
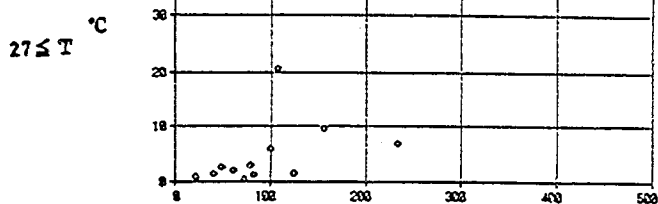
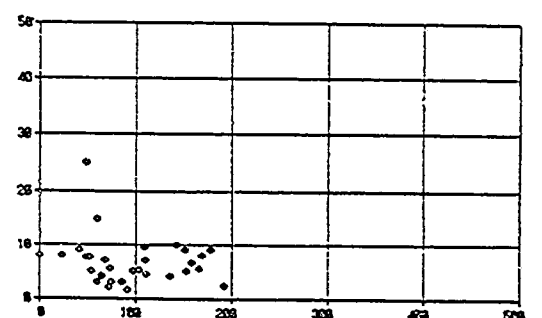
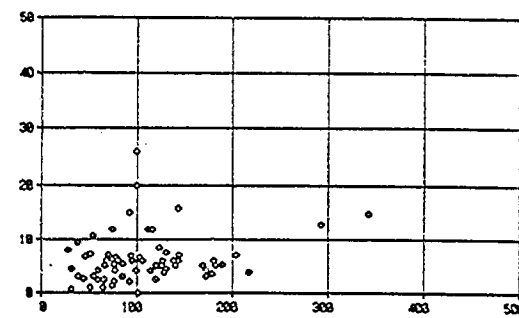
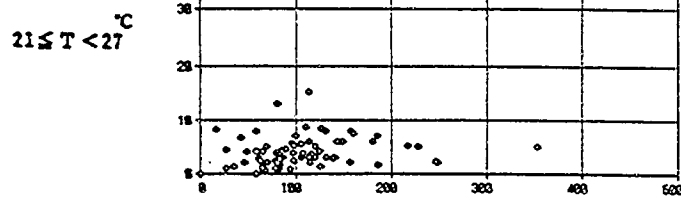
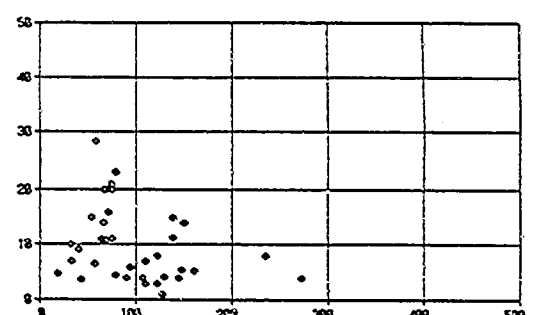
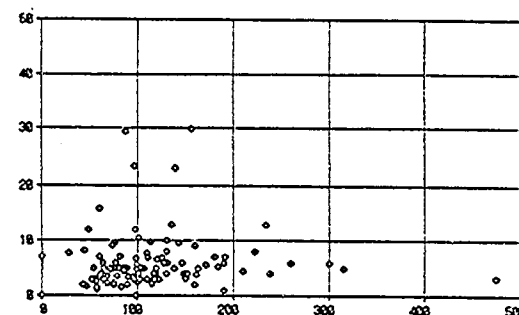
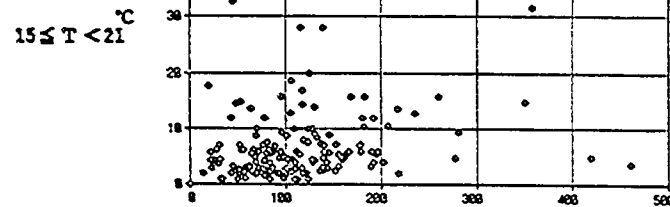
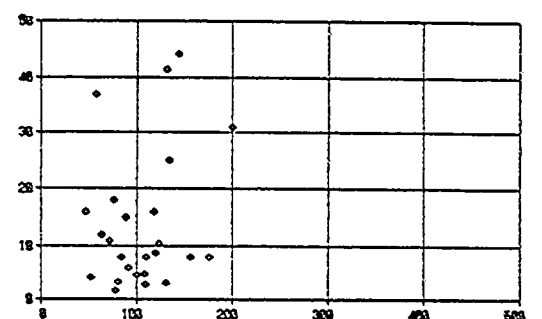
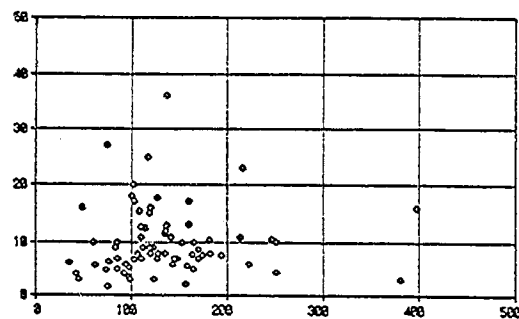
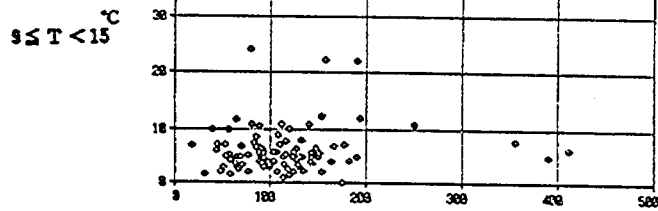
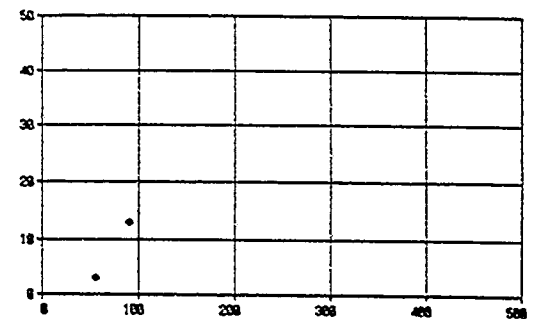
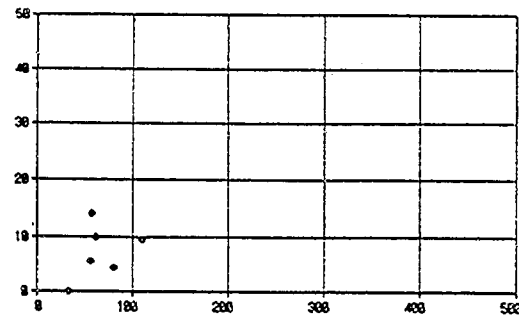
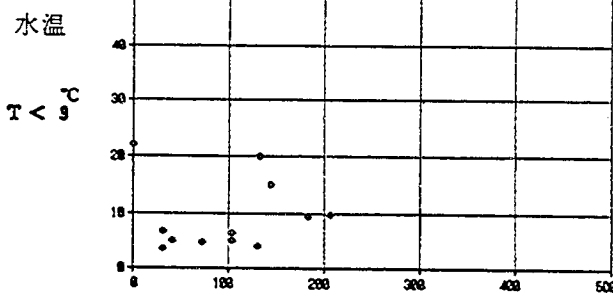
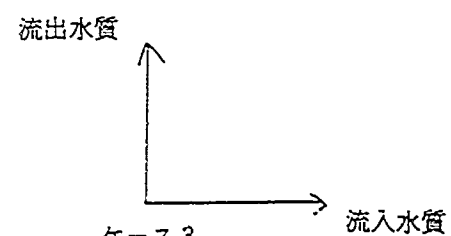


図 3-5 (3) 運転条件別水温別流入 S S - 流出 S S (mg/l)

流入 T-N (mg/l) — 流出 T-N (mg/l)



ケース 1

BOD-SS負荷: B.L. < 0.2
曝気時間: 6 ≤ D.T.

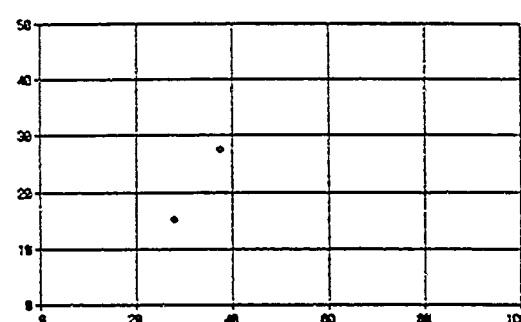
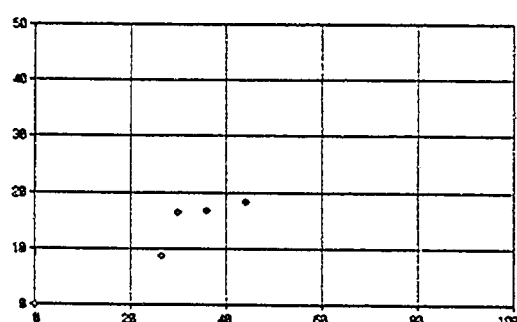
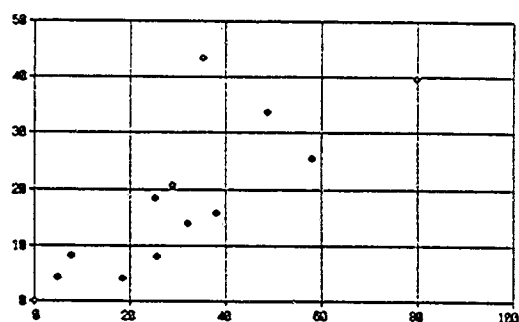
ケース 2

BOD-SS負荷: 0.2 ≤ B.L. < 0.4
曝気時間: 4 ≤ D.T. < 8

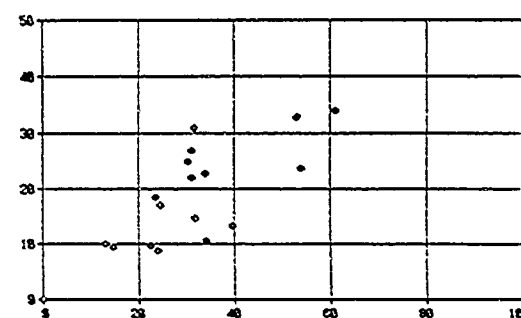
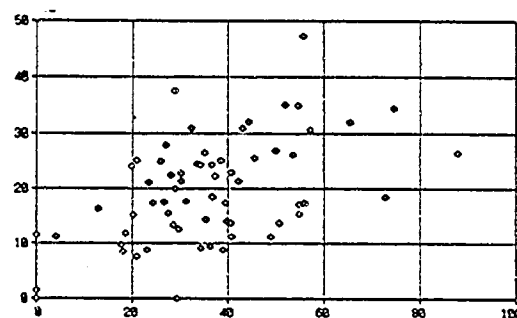
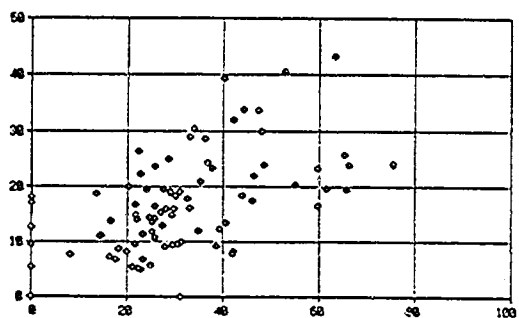
ケース 3

BOD-SS負荷: 0.4 ≤ B.L.
曝気時間: D.T. < 6

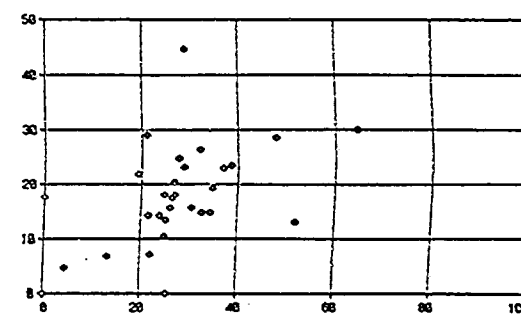
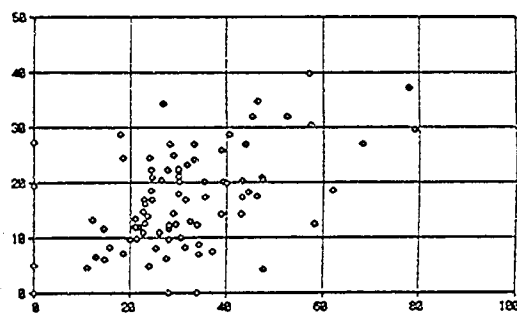
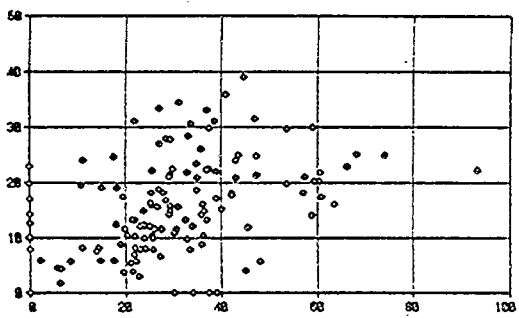
水温
T < 9 °C



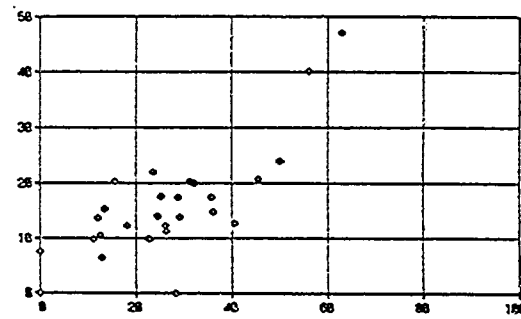
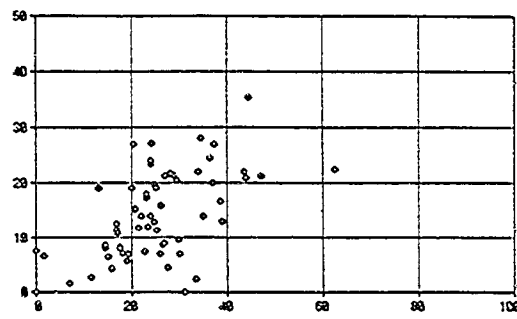
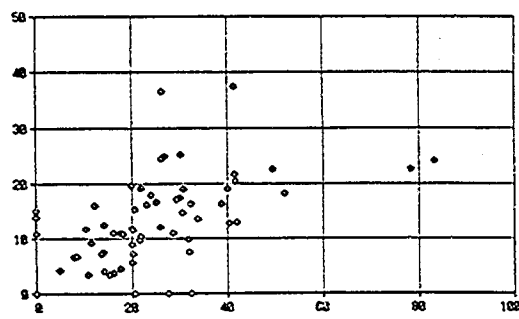
9 ≤ T < 15 °C



15 ≤ T < 21 °C



21 ≤ T < 27 °C



27 ≤ T °C

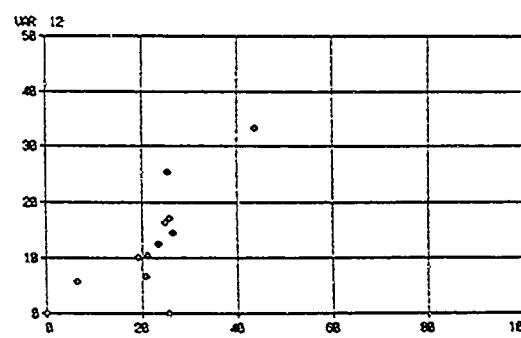
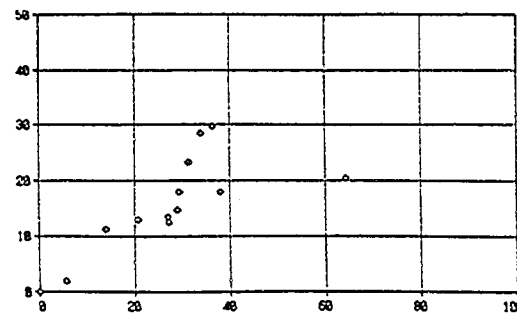
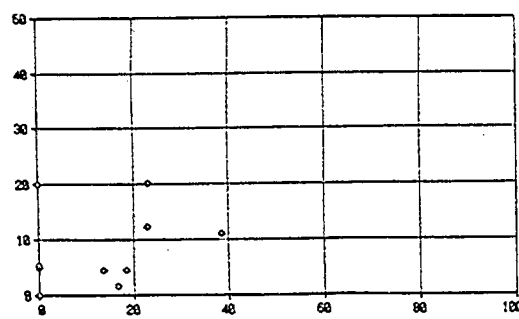
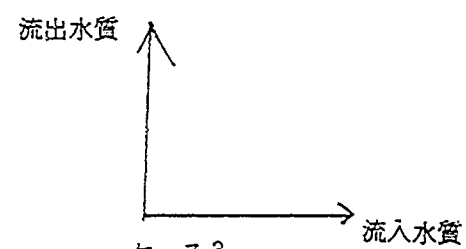


図 3-5 (4) 運転条件別水温別流入 T-N-流出 T-N (mg/l)



流入 T-P (mg/l)

流出 T-P (mg/l)

ケース 1

ケース 2

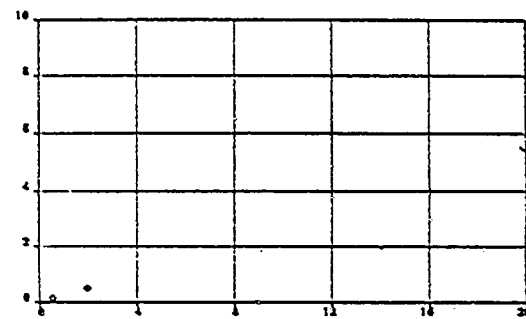
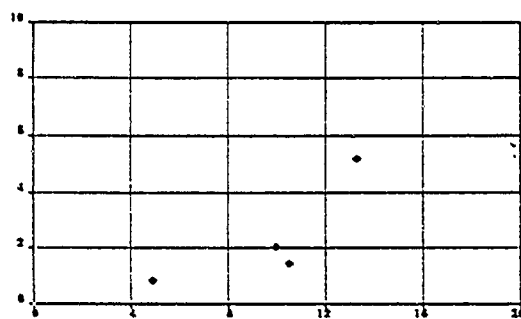
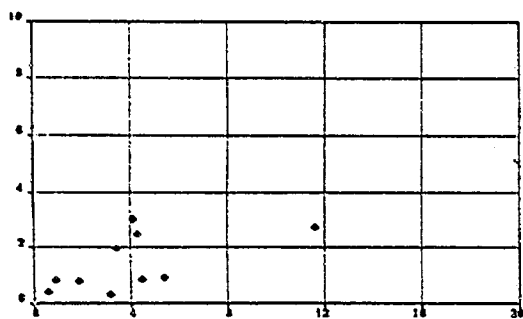
ケース 3

BOD-SS負荷: B.L. < 0.2
曝気時間: 6 ≤ D.T.

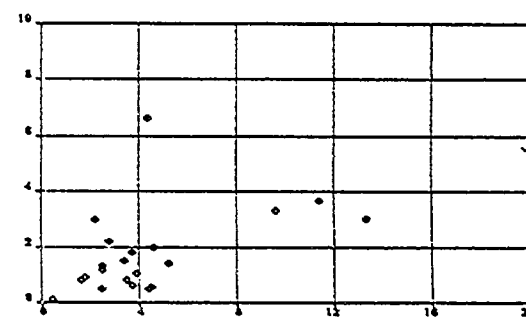
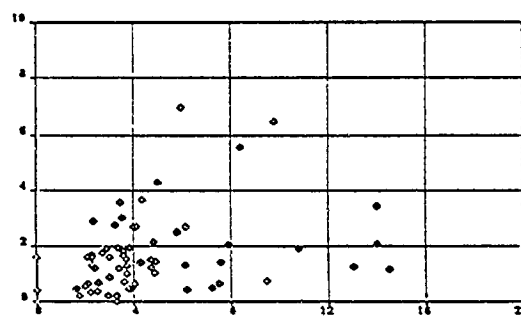
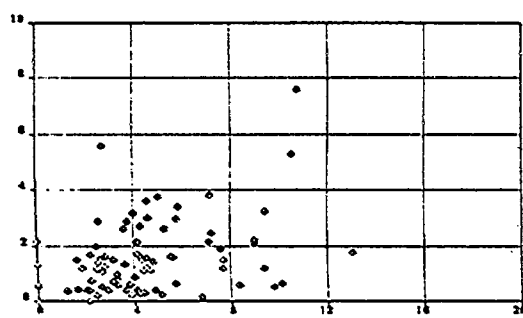
BOD-SS負荷: 0.2 ≤ B.L. < 0.4
曝気時間: 4 ≤ D.T. < 8

BOD-SS負荷: 0.4 ≤ B.L.
曝気時間: D.T. < 6

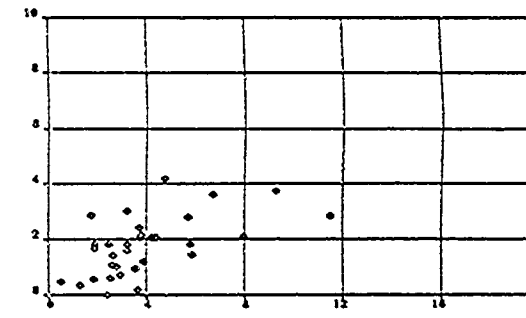
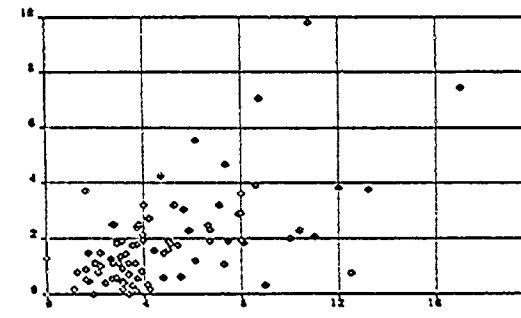
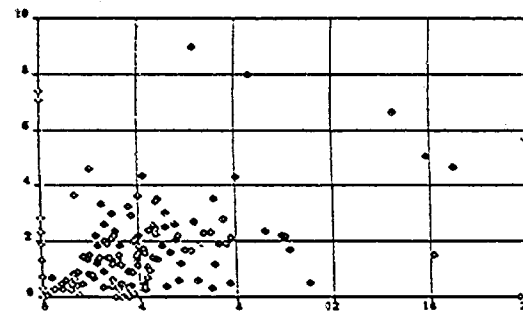
水温
T < 9



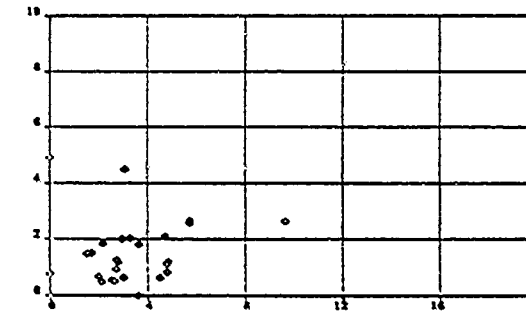
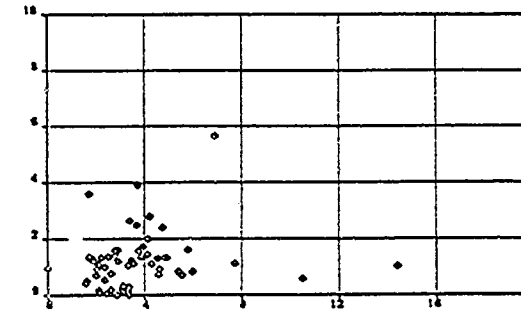
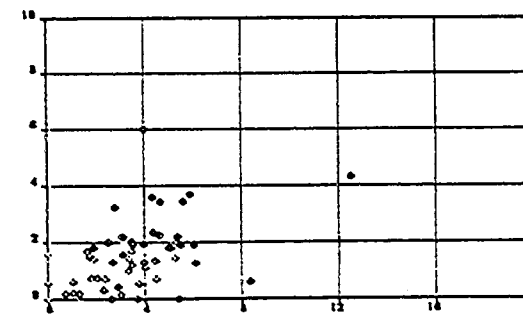
9 ≤ T < 15



15 ≤ T < 21



21 ≤ T < 27



27 ≤ T

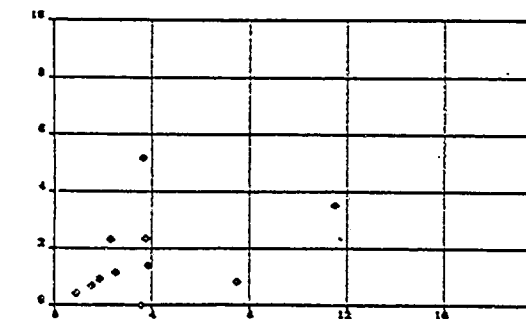
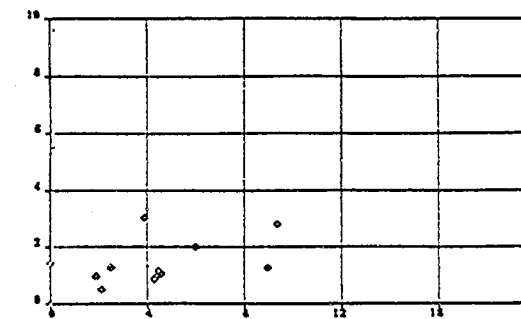
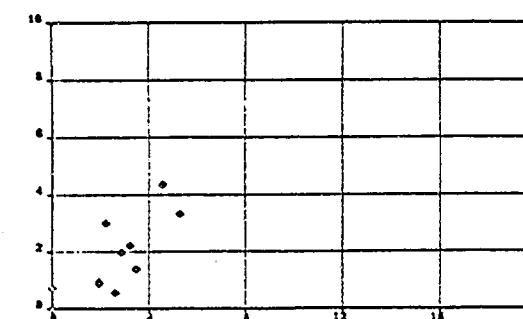


図 3-5 (5) 運転条件別水温別流入 T-P - 流出 T-P (mg/l)

表 3-5 運転条件別水温別流出水質平均値・標準偏差

(1) 流出BOD

		ケース 1	ケース 2	ケース 3
BOD-SS負荷 (kg/kgSS・日)	(B.L.)	B.L. < 0.2	0.2 ≤ B.L. < 0.4	0.4 ≤ B.L.
曝気時間 (時間)	(D.T.)	6 ≤ D.T.	4 ≤ D.T. < 8	D.T. < 6
T < 9℃	平均値 (mg/l)	12.87	11.95	20.00
	標準偏差 (mg/l)	7.02	2.66	19.00
	サンプル数 (個)	13	6	2
9 ≤ T < 15℃	平均値 (mg/l)	9.19	12.98	19.12
	標準偏差 (mg/l)	5.63	7.93	8.86
	サンプル数 (個)	103	74	26
15 ≤ T < 21℃	平均値 (mg/l)	8.88	9.37	14.44
	標準偏差 (mg/l)	8.96	6.61	9.49
	サンプル数 (個)	164	105	38
21 ≤ T < 27℃	平均値 (mg/l)	5.94	8.76	10.24
	標準偏差 (mg/l)	4.55	6.78	4.76
	サンプル数 (個)	76	69	30
27 ≤ T℃	平均値 (mg/l)	4.61	9.69	10.28
	標準偏差 (mg/l)	5.52	5.43	5.48
	サンプル数 (個)	14	17	12

(2) 流出COD

		ケース 1	ケース 2	ケース 3
BOD-SS負荷 (kg/kgSS・日)	(B.L.)	B.L. < 0.2	0.2 ≤ B.L. < 0.4	0.4 ≤ B.L.
曝気時間 (時間)	(D.T.)	6 ≤ D.T.	4 ≤ D.T. < 8	D.T. < 6
T < 9℃	平均値 (mg/l)	11.28	13.43	20.65
	標準偏差 (mg/l)	5.00	2.54	7.25
	サンプル数 (個)	13	6	2
9 ≤ T < 15℃	平均値 (mg/l)	12.36	15.57	21.00
	標準偏差 (mg/l)	9.03	5.87	11.26
	サンプル数 (個)	103	74	26
15 ≤ T < 21℃	平均値 (mg/l)	10.82	11.74	18.12
	標準偏差 (mg/l)	8.61	5.01	7.98
	サンプル数 (個)	164	105	38
21 ≤ T < 27℃	平均値 (mg/l)	7.94	11.19	15.87
	標準偏差 (mg/l)	9.35	6.04	6.16
	サンプル数 (個)	76	69	30
27 ≤ T℃	平均値 (mg/l)	10.74	14.39	15.77
	標準偏差 (mg/l)	12.92	9.84	5.78
	サンプル数 (個)	14	17	12

(3) 流出SS

		ケース 1	ケース 2	ケース 3
BOD-SS負荷 (kg/kgSS・日)	(B.L.)	B.L. < 0.2	0.2 ≤ B.L. < 0.4	0.4 ≤ B.L.
曝気時間 (時間)	(D.T.)	6 ≤ D.T.	4 ≤ D.T. < 8	D.T. < 6
T < 9℃	平均値 (mg/l)	10.65	8.70	8.00
	標準偏差 (mg/l)	7.29	3.42	5.00
	サンプル数 (個)	13	6	2
9 ≤ T < 15℃	平均値 (mg/l)	7.37	10.61	17.50
	標準偏差 (mg/l)	8.38	8.85	21.66
	サンプル数 (個)	103	74	26
15 ≤ T < 21℃	平均値 (mg/l)	6.84	6.85	12.74
	標準偏差 (mg/l)	6.75	8.65	13.17
	サンプル数 (個)	164	105	38
21 ≤ T < 27℃	平均値 (mg/l)	4.12	6.38	6.83
	標準偏差 (mg/l)	2.75	4.43	4.42
	サンプル数 (個)	76	69	30
27 ≤ T℃	平均値 (mg/l)	4.19	6.18	8.92
	標準偏差 (mg/l)	5.28	3.93	7.33
	サンプル数 (個)	14	17	12

(4) 流出T-N

		ケース 1	ケース 2	ケース 3
BOD-SS負荷 (kg/kgSS・日)	(B.L.)	B.L. < 0.2	0.2 ≤ B.L. < 0.4	0.4 ≤ B.L.
曝気時間 (時間)	(D.T.)	6 ≤ D.T.	4 ≤ D.T. < 8	D.T. < 6
T < 9℃	平均値 (mg/l)	19.72	16.10	21.43
	標準偏差 (mg/l)	12.84	3.89	6.08
	サンプル数 (個)	13	6	2
9 ≤ T < 15℃	平均値 (mg/l)	18.89	20.54	22.11
	標準偏差 (mg/l)	16.86	8.96	12.34
	サンプル数 (個)	103	74	26
15 ≤ T < 21℃	平均値 (mg/l)	16.70	18.88	18.89
	標準偏差 (mg/l)	8.12	10.91	8.19
	サンプル数 (個)	164	105	38
21 ≤ T < 27℃	平均値 (mg/l)	14.22	14.86	17.04
	標準偏差 (mg/l)	7.31	7.67	8.93
	サンプル数 (個)	76	69	30
27 ≤ T℃	平均値 (mg/l)	9.41	17.04	15.25
	標準偏差 (mg/l)	6.51	7.42	8.09
	サンプル数 (個)	14	17	12

(5) 流出T-P

		ケース 1	ケース 2	ケース 3
BOD-SS負荷 (kg/kgSS・日)	(B.L.)	B.L. < 0.2	0.2 ≤ B.L. < 0.4	0.4 ≤ B.L.
曝気時間 (時間)	(D.T.)	6 ≤ D.T.	4 ≤ D.T. < 8	D.T. < 6
T < 9℃	平均値 (mg/l)	1.55	2.20	0.33
	標準偏差 (mg/l)	1.04	1.55	0.17
	サンプル数 (個)	13	6	2
9 ≤ T < 15℃	平均値 (mg/l)	1.62	1.75	1.68
	標準偏差 (mg/l)	1.31	1.37	1.48
	サンプル数 (個)	103	74	26
15 ≤ T < 21℃	平均値 (mg/l)	1.91	2.10	2.19
	標準偏差 (mg/l)	1.82	2.12	2.34
	サンプル数 (個)	164	105	38
21 ≤ T < 27℃	平均値 (mg/l)	1.83	1.44	1.63
	標準偏差 (mg/l)	1.62	1.33	1.14
	サンプル数 (個)	76	69	30
27 ≤ T℃	平均値 (mg/l)	1.93	1.42	2.07
	標準偏差 (mg/l)	1.22	0.75	1.50
	サンプル数 (個)	14	17	12

T: 流入水温 (℃)

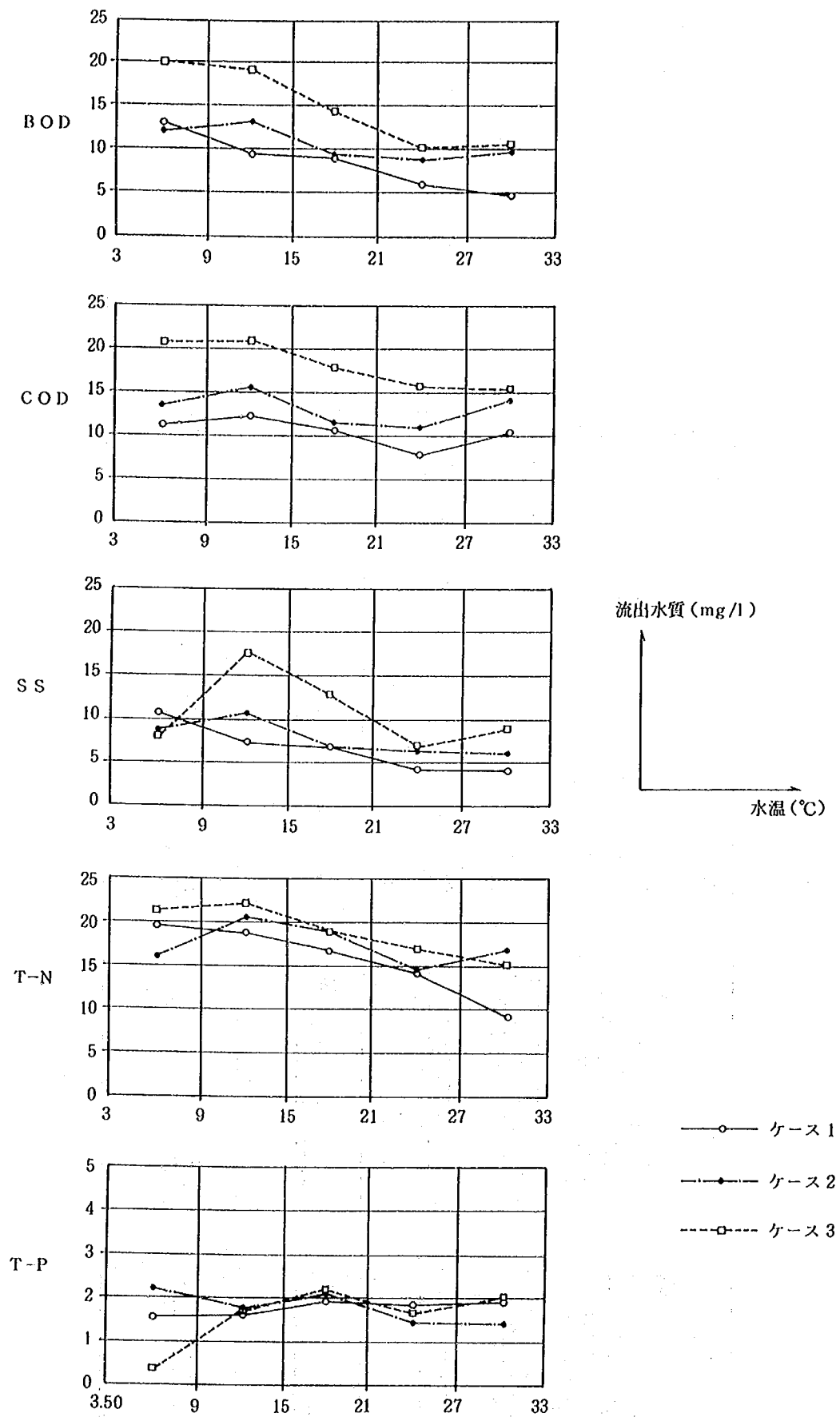


図 3 - 6 各流出水質の運転条件別水温別平均値

3.3 二次処理方式の違いによる処理水質の評価

(1) 分析手順

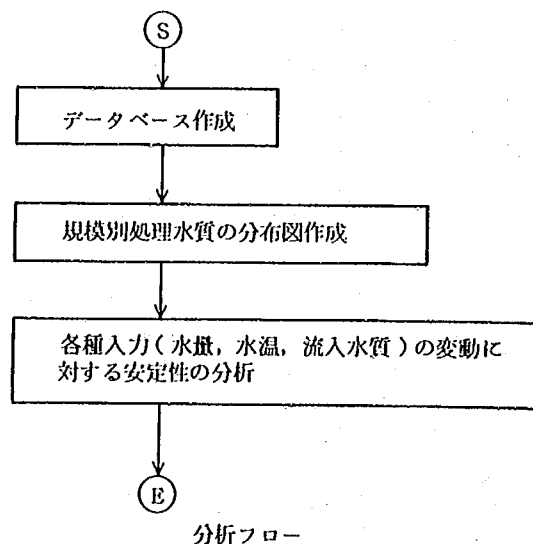
本節で分析の対象とする処理施設は12箇所、その内訳は、オキシデーションディッチ、長時間エアレーション法、酸素活性汚泥法がそれぞれ3、6、3箇所である。サンプル数が少なく、ここでは、個々の処理施設の処理水質の傾向から、処理方式別の処理状況を把握することとする。

分析のデータベース作成にあたっては、四季別・通年（四季の平均）について次の項目から成るファイルを作成した。

- | | |
|--------------------------------|---------------------------------|
| 1. 流入水量 (m ³ /日) | 13. 流出NH ₄ -N (mg/ℓ) |
| 2. 流入水温 (°C) | 14. 流出T-P (mg/ℓ) |
| 3. 流入BOD (mg/ℓ) | 15. 曝気時間 (時間) |
| 4. 流入COD (mg/ℓ) | 16. BOD-SS負荷(kg-BOD/kg-SS・日) |
| 5. 流入SS (mg/ℓ) | 17. SVI |
| 6. 流入T-N (mg/ℓ) | 18. BOD除去率 (%) |
| 7. 流入NH ₄ -N (mg/ℓ) | 19. COD除去率 (%) |
| 8. 流入T-P (mg/ℓ) | 20. SS除去率 (%) |
| 9. 流出BOD (mg/ℓ) | 21. T-N除去率 (%) |
| 10. 流出COD (mg/ℓ) | 22. NH ₄ -N除去率 (%) |
| 11. 流出SS (mg/ℓ) | 23. T-P除去率 (%) |
| 12. 流出T-N (mg/ℓ) | |

分析の主眼は次の点においた。

- 1) 流入量別処理水質の状況
- 2) 処理水質の季節変動特性
- 3) 流入水質と処理水質の関係



(2) 結果及び考察

表3-6(1)~(12)に各処理場の季別データ及び通年値を示す。

図3-7(1)~(6)に規模（流入水量）別処理水質値（通年値）及び処理水質の変動範囲（季別最大、最小）を示す。

図3-8(1)~(11)は、流入水量、処理水質（BOD）の季別データを通年値で規準化した値をプロットしたものである。

表3-6

(1) 北海道 苫小牧市 勇払処理場 オキシデーション・イッテ

		春期	夏期	秋期	冬期	年平均値
流入	流入水量 (m ³ /day)	1455.00	1732.00	1285.50	1104.00	1394.13
	水温 (°C)	10.40	15.85	12.55	8.75	11.89
	BOD (mg/l)	176.50	167.50	224.00	320.00	222.00
	COD (mg/l)	83.40	63.55	64.90	75.25	71.78
	S (mg/l)	92.00	94.00	113.00	114.50	103.38
	T-N (mg/l)	30.54	31.89	27.05	44.04	33.38
	NH ₄ -N (mg/l)	22.60	23.88	18.09	17.13	20.43
	T-P (mg/l)	3.80	4.13	3.12	4.41	3.87
	BOD (mg/l)	4.85	10.40	9.65	14.65	9.89
	COD (mg/l)	12.00	11.85	10.15	11.35	11.34
流出	S (mg/l)	5.00	5.50	4.00	10.00	6.13
	T-N (mg/l)	22.04	20.45	4.95	22.59	17.51
	NH ₄ -N (mg/l)	20.50	19.40	2.86	4.23	11.75
	T-P (mg/l)	0.23	1.09	0.25	5.20	1.69
	SVI	255.50	244.00	275.00	278.00	263.13
	BOD-SS負荷 (kgBOD/kgMLSS/day)		0.04		0.04	0.04
	曝気時間 (hr)		30.30			30.30
	BOD (%)	97.25	93.79	95.69	95.42	95.54
	COD (%)	85.61	81.35	84.36	84.92	84.06
	S (%)	94.57	94.15	96.46	91.27	94.11
除去率	T-N (%)	27.83	35.87	81.70	48.71	48.53
	NH ₄ -N (%)	9.29	18.76	84.19	75.31	46.89
	T-P (%)	93.95	73.61	91.99		86.51

(2) 栃木県 日光市 湯元終末処理場 オキシデーション・イッテ

		春期	夏期	秋期	冬期	年平均値
流入	流入水量 (m ³ /day)		3113.00	2832.00	3120.00	3021.67
	水温 (°C)		25.00	18.50	14.00	19.17
	BOD (mg/l)		28.20	9.00	14.40	17.20
	COD (mg/l)		19.40	7.80	9.40	12.20
	S (mg/l)		31.20	14.00	20.80	22.00
	T-N (mg/l)		4.74	2.09	3.86	3.56
	NH ₄ -N (mg/l)		3.16	0.18	1.87	1.74
	T-P (mg/l)		1.02	0.40	0.19	0.54
	BOD (mg/l)		2.40	2.60	6.30	3.77
	COD (mg/l)		4.30	4.00	4.70	4.33
流出	S (mg/l)		6.00	17.80	22.40	15.40
	T-N (mg/l)		4.29	5.91	2.22	4.14
	NH ₄ -N (mg/l)		0.07	0.12	0.00	0.06
	T-P (mg/l)		0.21	0.70	0.15	0.35
	SVI		64.70	70.00	90.00	74.90
	BOD-SS負荷 (kgBOD/kgMLSS/day)		0.03	0.01	0.01	0.01
	曝気時間 (hr)		24.00	25.30	25.00	24.77
	BOD (%)		91.49	71.11	56.25	72.95
	COD (%)		77.84	48.72	50.00	58.85
	S (%)		80.77			80.77
除去率	T-N (%)		9.49		42.49	25.99
	NH ₄ -N (%)		97.78	33.33		65.56
	T-P (%)		79.41		21.05	50.23

(3) 愛知県 豊橋市 高根処理場 オキシデーション・イッテ

		春期	夏期	秋期	冬期	年平均値
流入	流入水量 (m ³ /day)			265.00	238.00	251.50
	水温 (°C)			19.00	10.00	14.50
	BOD (mg/l)			200.00	280.00	240.00
	COD (mg/l)			120.00	120.00	120.00
	S (mg/l)			140.00	180.00	160.00
	T-N (mg/l)			58.00	64.00	61.00
	NH ₄ -N (mg/l)					
	T-P (mg/l)					
	BOD (mg/l)			3.80	2.20	3.00
	COD (mg/l)			10.00	14.00	12.00
流出	S (mg/l)			13.00	16.00	14.50
	T-N (mg/l)			2.00	3.00	2.50
	NH ₄ -N (mg/l)			23.00	26.00	24.50
	T-P (mg/l)			2.30	1.60	1.95
	SVI			280.00	240.00	260.00
	BOD-SS負荷 (kgBOD/kgMLSS/day)					
	曝気時間 (hr)					
	BOD (%)			95.00	95.00	95.00
	COD (%)			89.17	86.67	87.92
	S (%)			98.57	98.33	98.45
除去率	T-N (%)			60.34	59.38	59.86
	NH ₄ -N (%)					
	T-P (%)			39.47	27.27	33.37

表 3 - 6

(4) 青森県 青森市 幸畑浄化センター 長時間曝気法

		春期	夏期	秋期	冬期	年平均値
流入	流入水量 (m ³ /day)		1754.00		1404.50	1579.25
	水 温 (°C)		18.35		6.90	12.63
	B O D (mg/l)		237.00		346.90	291.95
	C O D (mg/l)		120.05		120.95	120.50
	S - S (mg/l)		149.00		184.00	166.50
	T - N (mg/l)					
	NH ₄ -N (mg/l)		11.60		19.80	15.70
	T - P (mg/l)		2.45		4.88	3.67
	B O D (mg/l)		3.65		6.30	4.98
	C O D (mg/l)		12.15		12.40	12.28
流出	S - S (mg/l)		3.65		1.65	2.65
	T - N (mg/l)				15.75	15.75
	NH ₄ -N (mg/l)		20.55		12.05	16.30
	T - P (mg/l)		1.10		2.09	1.59
	S V I		238.50		214.50	226.50
	BOD-SS負荷 (kgBOD/kgMLSS/day)		0.08		0.05	0.07
	曝気時間 (hr)				24.00	24.00
	B O D (%)		98.46		98.18	98.32
	C O D (%)		89.88		89.75	89.81
	S - S (%)		97.55		99.10	98.33
除去率	T - N (%)					
	NH ₄ -N (%)				39.14	39.14
	T - P (%)		55.10		57.27	56.19

(5) 千葉県 千葉市 大宮北部下水処理場 長時間曝気法

		春期	夏期	秋期	冬期	年平均値
流入	流入水量 (m ³ /day)	333.00		248.00	242.00	274.33
	水 温 (°C)	22.50		20.20	12.00	18.23
	B O D (mg/l)	157.00		135.00	120.00	137.33
	C O D (mg/l)	70.60		53.60	78.80	67.67
	S - S (mg/l)	176.00		140.00	100.00	138.67
	T - N (mg/l)	51.94		15.69	22.98	30.20
	NH ₄ -N (mg/l)	18.48		3.61	6.86	9.65
	T - P (mg/l)	5.35		1.44	2.29	3.03
	B O D (mg/l)	2.70		4.60	2.90	3.40
	C O D (mg/l)	6.90		8.90	8.50	8.10
流出	S - S (mg/l)	5.20		5.60	2.50	4.43
	T - N (mg/l)	18.32		18.45	17.76	18.18
	NH ₄ -N (mg/l)	11.55		10.25	11.10	10.97
	T - P (mg/l)	2.18		1.55	1.79	1.84
	S V I	255.00		280.00	276.00	270.33
	BOD-SS負荷 (kgBOD/kgMLSS/day)	4.26		4.77	3.36	4.13
	曝気時間 (hr)	14.40		12.80	15.00	14.07
	B O D (%)	98.28		96.59	97.58	97.49
	C O D (%)	90.23		83.40	89.21	87.61
	S - S (%)	97.05		96.00	97.50	96.85
除去率	T - N (%)	64.73			22.72	43.72
	NH ₄ -N (%)	37.50				37.50
	T - P (%)	59.25			21.83	40.54

(6) 福井県 清水町 清水グリーンハイ下水道終末処理場 長時間曝気法

		春期	夏期	秋期	冬期	年平均値
流入	流入水量 (m ³ /day)	2597.00	960.00			1778.50
	水 温 (°C)	8.20	23.00			15.60
	B O D (mg/l)	88.00	130.00			109.00
	C O D (mg/l)	28.00	42.00			35.00
	S - S (mg/l)	100.00	150.00			125.00
	T - N (mg/l)	19.60	19.90			19.75
	NH ₄ -N (mg/l)	11.30	14.70			13.00
	T - P (mg/l)	2.41	4.45			3.43
	B O D (mg/l)	9.00	3.30			6.15
	C O D (mg/l)	4.60	5.50			5.05
流出	S - S (mg/l)	12.00	7.00			9.50
	T - N (mg/l)	7.09	13.50			10.30
	NH ₄ -N (mg/l)	0.02	0.06			0.04
	T - P (mg/l)	0.63	1.59			1.11
	S V I	77.00				77.00
	BOD-SS負荷 (kgBOD/kgMLSS/day)					
	曝気時間 (hr)					
	B O D (%)	89.77	97.46			93.62
	C O D (%)	83.57	86.90			85.24
	S - S (%)	88.00	95.33			91.67
除去率	T - N (%)	63.83	32.16			47.99
	NH ₄ -N (%)	99.82	99.59			99.71
	T - P (%)	73.86	64.27			69.06

表3-6

(7) 静岡県 浜松市 弥生浄化センター 長時間17レシオン法

		春期	夏期	秋期	冬期	年平均値
流入水	流入水量 (m ³ /day)	669.00	595.00	566.00	452.00	570.50
	水 温 (°C)	18.00	25.75	21.00	9.75	18.63
	B O D (mg/l)	104.50	93.00	135.00	150.00	120.63
	C O D (mg/l)	37.00	31.00	35.50	41.50	36.25
	S (mg/l)	77.00	63.50	80.50	101.50	80.63
	T - N (mg/l)	21.00	16.00	15.00	30.00	20.50
	NH ₄ - N (mg/l)	6.30	6.40	5.40	12.00	7.53
	T - P (mg/l)	2.20	2.70	2.80	4.30	3.00
	B O D (mg/l)	12.40	13.50	7.90	11.00	11.20
	C O D (mg/l)	7.20	6.10	6.00	9.55	7.21
流出水	S (mg/l)	7.00	11.50	4.50	13.00	9.00
	T - N (mg/l)	14.00	14.00	19.00	25.00	18.00
	NH ₄ - N (mg/l)	13.00	10.00	4.00	17.00	11.00
	T - P (mg/l)	1.20	2.00	1.40	1.10	1.43
	S V I	141.00	144.50	114.00	160.00	139.88
	BOD-SS負荷 (kgBOD/kgMLSS/day)	0.26	0.40	0.19	0.31	0.29
	曝気時間 (hr)	10.50	6.80	10.60	13.30	10.30
	B O D (%)	88.13	85.48	94.15	92.67	90.11
	C O D (%)	80.54	80.32	83.10	76.99	80.24
	S (%)	90.91	81.89	94.41	87.19	88.60
除去率	T - N (%)	33.33	12.50		16.67	20.83
	NH ₄ - N (%)			25.93		25.93
	T - P (%)	45.45	25.93	50.00	74.42	48.95

(8) 静岡県 浜松市 磯ヶ丘浄化センター 長時間17レシオン法

		春期	夏期	秋期	冬期	年平均値
流入水	流入水量 (m ³ /day)	911.00	914.00	953.00	737.00	878.75
	水 温 (°C)	17.25	25.25	20.75	11.00	18.56
	B O D (mg/l)	140.00	105.00	80.50	220.00	136.38
	C O D (mg/l)	24.00	25.50	25.50	69.50	36.13
	S (mg/l)	82.00	99.00	48.00	140.00	92.25
	T - N (mg/l)	23.00	18.50	20.00	35.00	24.13
	NH ₄ - N (mg/l)	5.25	4.45	6.65	5.65	5.50
	T - P (mg/l)	1.30	1.35	2.40	2.80	1.96
	B O D (mg/l)	9.70	10.65	5.95	10.10	9.10
	C O D (mg/l)	7.70	6.60	5.90	8.30	7.13
流出水	S (mg/l)	11.50	9.50	13.00	13.50	11.88
	T - N (mg/l)	7.90	7.65	5.00	6.95	6.88
	NH ₄ - N (mg/l)	4.05	2.10	0.10	0.20	1.61
	T - P (mg/l)	0.80	1.50	2.45	1.35	1.53
	S V I	253.50	260.00	250.00	265.00	257.13
	BOD-SS負荷 (kgBOD/kgMLSS/day)	0.13	0.04	0.09	0.12	0.10
	曝気時間 (hr)	42.00	21.10	37.80	43.10	36.00
	B O D (%)	93.07	89.86	92.61	95.41	92.74
	C O D (%)	67.92	74.12	76.86	88.06	76.74
	S (%)	85.98	90.40	72.92	90.36	84.91
除去率	T - N (%)	65.65	58.65	75.00	80.14	69.86
	NH ₄ - N (%)	22.86	52.81	98.50	96.46	67.66
	T - P (%)	38.46			51.79	45.12

(9) 島根県 米子市 青木処理場 長時間17レシオン法

		春期	夏期	秋期	冬期	年平均値
流入水	流入水量 (m ³ /day)	885.50		1244.50		1065.00
	水 温 (°C)	10.65	24.65	15.20		16.83
	B O D (mg/l)	365.00	145.00	535.00		348.33
	C O D (mg/l)	155.00	77.50	170.00		134.17
	S (mg/l)	345.00	95.50	390.00		276.83
	T - N (mg/l)	36.50		60.40		48.45
	NH ₄ - N (mg/l)	15.10		20.40		17.75
	T - P (mg/l)					
	B O D (mg/l)	9.00	3.35	7.45		6.60
	C O D (mg/l)	12.50	7.60	11.50		10.53
流出水	S (mg/l)	9.90	2.35	8.40		6.88
	T - N (mg/l)	4.18	14.00	11.20		9.79
	NH ₄ - N (mg/l)	0.33	0.37	0.77		0.49
	T - P (mg/l)		2.25			2.25
	S V I	182.00	307.00	289.50		259.50
	BOD-SS負荷 (kgBOD/kgMLSS/day)					
	曝気時間 (hr)					
	B O D (%)	97.53	97.69	98.61		97.94
	C O D (%)	91.94	90.19	93.24		91.79
	S (%)	97.13	97.54	97.85		97.51
除去率	T - N (%)	88.55		81.46		85.00
	NH ₄ - N (%)	97.81		96.23		97.02
	T - P (%)					

表 3 - 6

(一) 兵庫県 姫路市

東部折水苑

酸素活性汚泥法

		春期	夏期	秋期	冬期	年平均値
流入	流入水量 (m ³ /day)	19880.00	17280.00	13685.00	17640.00	17113.75
	水温 (°C)	18.65	27.75	20.40	11.95	19.69
	BOD (mg/l)	501.00	755.00	491.00	636.00	595.75
	COD (mg/l)	272.00	295.00	279.50	416.50	315.75
	S (mg/l)	473.00	642.00	280.00	376.00	442.75
	T-N (mg/l)		142.92	126.00	150.00	139.64
	NH ₄ -N (mg/l)	125.50	132.50	149.00	116.50	130.88
	T-P (mg/l)	5.30	8.95	3.50	2.75	5.38
	BOD (mg/l)	11.30	21.80	8.45	19.70	15.31
	COD (mg/l)	50.00	79.50	60.50	77.50	66.88
流出	S (mg/l)	40.50	59.50	26.50	35.50	40.50
	T-N (mg/l)		125.88	157.50	153.50	145.63
	NH ₄ -N (mg/l)	115.00	85.00	158.50	156.00	128.63
	T-P (mg/l)	7.65	7.40	2.55	5.60	5.80
	SVI	102.00	50.50	54.00	105.50	78.00
	BOD-SS負荷 (kgBOD/kgMLSS/day)	0.39	0.30	0.44	0.08	0.30
	曝気時間 (hr)	13.60	14.00	14.20	9.20	12.75
	BOD (%)	97.74	97.11	98.28	96.90	97.51
	COD (%)	81.62	73.05	78.35	81.39	78.60
	S (%)	91.44	90.73	90.54	90.56	90.82
除去率	T-N (%)		11.93			11.93
	NH ₄ -N (%)	8.37	35.85			22.11
	T-P (%)		25.63	27.14		26.39

(二) 千葉県 市原市

青葉台終末処理場

酸素活性汚泥法

		春期	夏期	秋期	冬期	年平均値
流入	流入水量 (m ³ /day)	3429.00	3080.00	3066.00	3438.50	3253.38
	水温 (°C)	18.90	24.70	19.20	11.00	18.45
	BOD (mg/l)	204.00	220.00	150.00	200.00	193.50
	COD (mg/l)	148.00	100.00	140.00	110.00	124.50
	S (mg/l)	194.00	220.00	240.00	160.00	203.50
	T-N (mg/l)	37.50	35.00	50.00	47.40	42.48
	NH ₄ -N (mg/l)	20.20	22.00	28.00	25.30	23.88
	T-P (mg/l)		15.20	17.00	26.90	19.70
	BOD (mg/l)	27.00	8.00	14.00	36.00	21.25
	COD (mg/l)	35.00	18.00	23.00	26.00	25.50
流出	S (mg/l)	22.10	9.00	13.00	23.00	16.78
	T-N (mg/l)	36.30	29.07	35.26	37.40	34.51
	NH ₄ -N (mg/l)	26.70	24.00	30.00	20.70	25.35
	T-P (mg/l)		5.30	4.70	11.00	7.00
	SVI	82.00	85.00	80.00	79.00	81.50
	BOD-SS負荷 (kgBOD/kgMLSS/day)	0.64	0.83	0.45	0.09	0.50
	曝気時間 (hr)	2.97	2.70	2.50	3.10	2.82
	BOD (%)	86.76	96.36	90.67	82.00	88.95
	COD (%)	76.35	82.00	83.57	76.36	79.57
	S (%)	88.61	95.91	94.58	85.63	91.18
除去率	T-N (%)	3.20	16.94	29.48	21.10	17.68
	NH ₄ -N (%)				18.18	18.18
	T-P (%)		65.13	72.35	59.11	65.53

(三) 大分県 大分市

原川終末処理場

酸素活性汚泥法

		春期	夏期	秋期	冬期	年平均値
流入	流入水量 (m ³ /day)	5876.00	6509.00	7033.50	5649.50	6267.00
	水温 (°C)	19.65	27.20	24.15	12.85	20.96
	BOD (mg/l)	190.00	195.00	177.00	230.00	198.00
	COD (mg/l)	135.00	96.50	105.00	153.50	122.50
	S (mg/l)	220.00	165.00	175.00	205.00	191.25
	T-N (mg/l)	25.50	20.50	23.00	32.50	25.38
	NH ₄ -N (mg/l)	18.50	12.50	14.50	23.00	17.13
	T-P (mg/l)	2.40	2.10	2.05	2.90	2.36
	BOD (mg/l)					
	COD (mg/l)					
流出	S (mg/l)					
	T-N (mg/l)					
	NH ₄ -N (mg/l)					
	T-P (mg/l)					
	SVI	258.00	230.50	125.00	340.50	238.50
	BOD-SS負荷 (kgBOD/kgMLSS/day)	0.50		0.35	0.84	0.56
	曝気時間 (hr)	2.00		1.90	1.70	1.87
	BOD (%)					
	COD (%)					
	S (%)					
除去率	T-N (%)					
	NH ₄ -N (%)					
	T-P (%)					

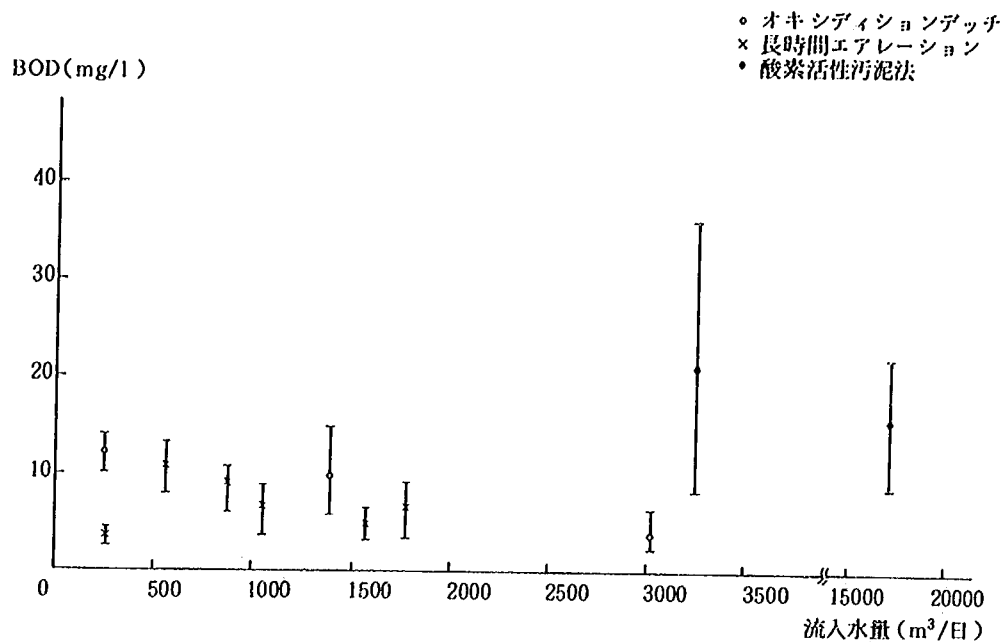


図 3 - 7 (1) 規模 (流入水量) 別処理水質の分布 (BOD)

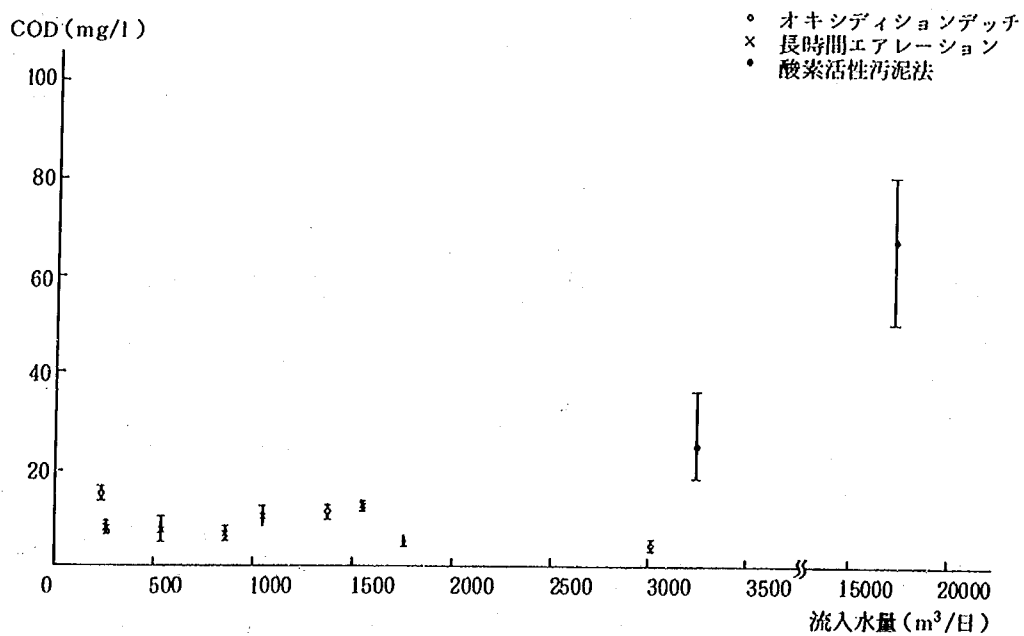


図 3 - 7 (2) 規模 (流入水量) 別処理水質の分布 (COD)

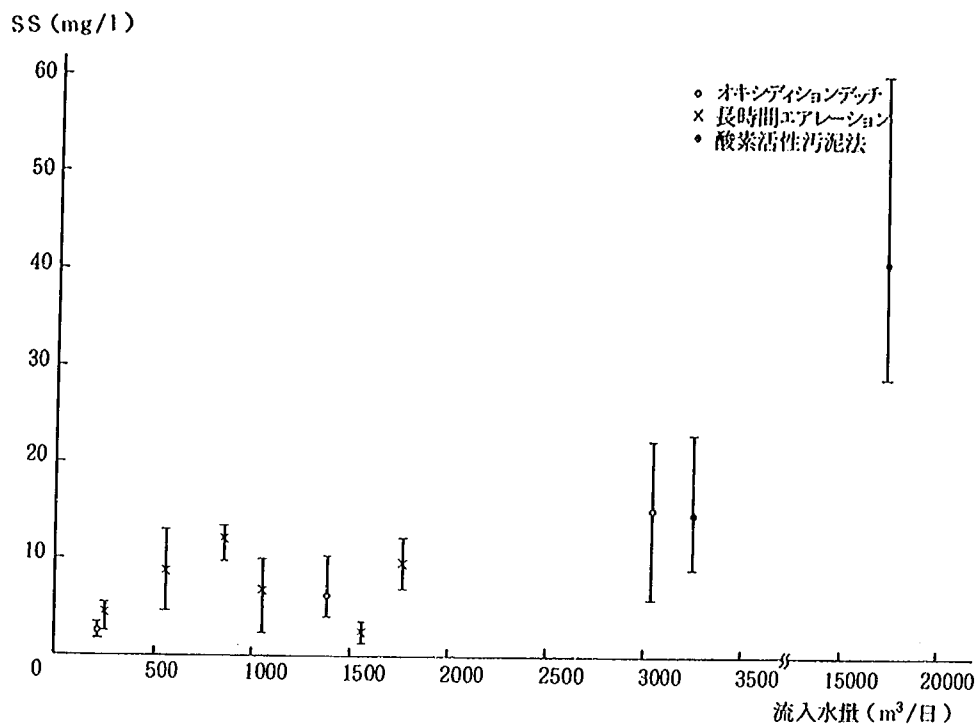


図 3 - 7 (3) 規模 (流入水量) 別処理水質の分布 (SS)

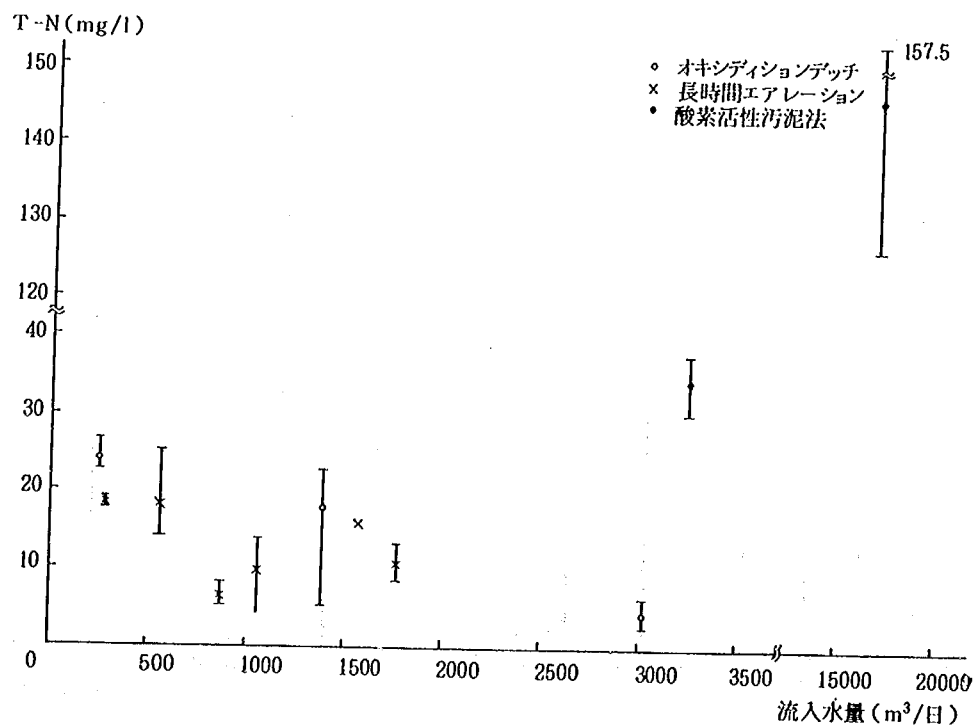


図 3 - 7 (4) 規模 (流入水量) 別処理水質の分布 (T-N)

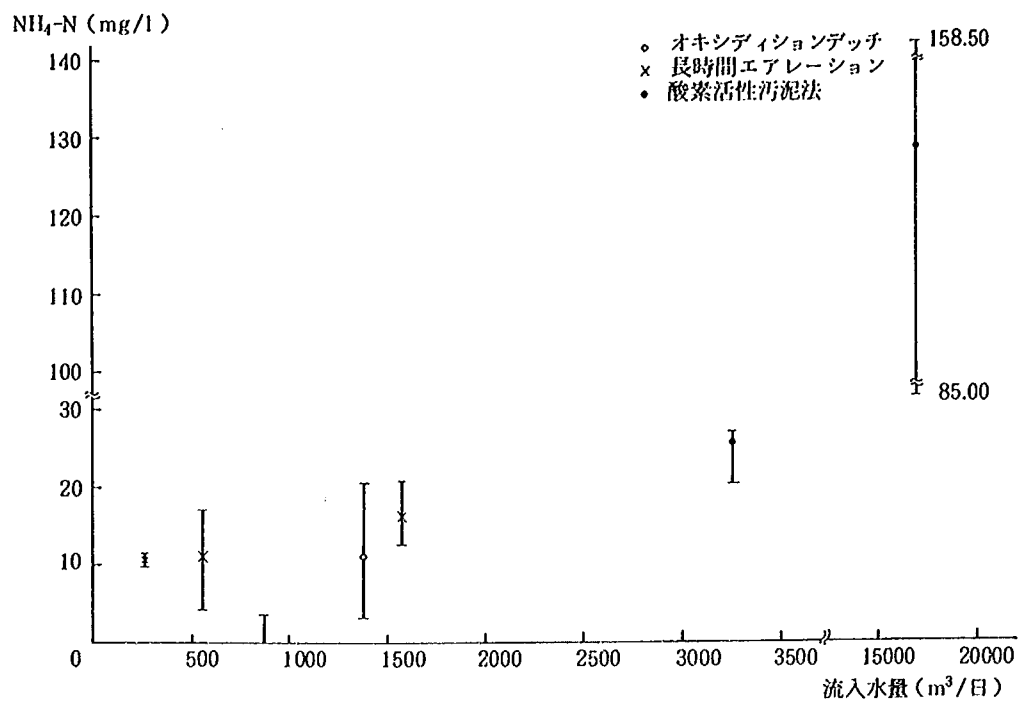


図 3 - 7 (5) 規模 (流入水量) 別処理水質の分布 (NH₄-N)

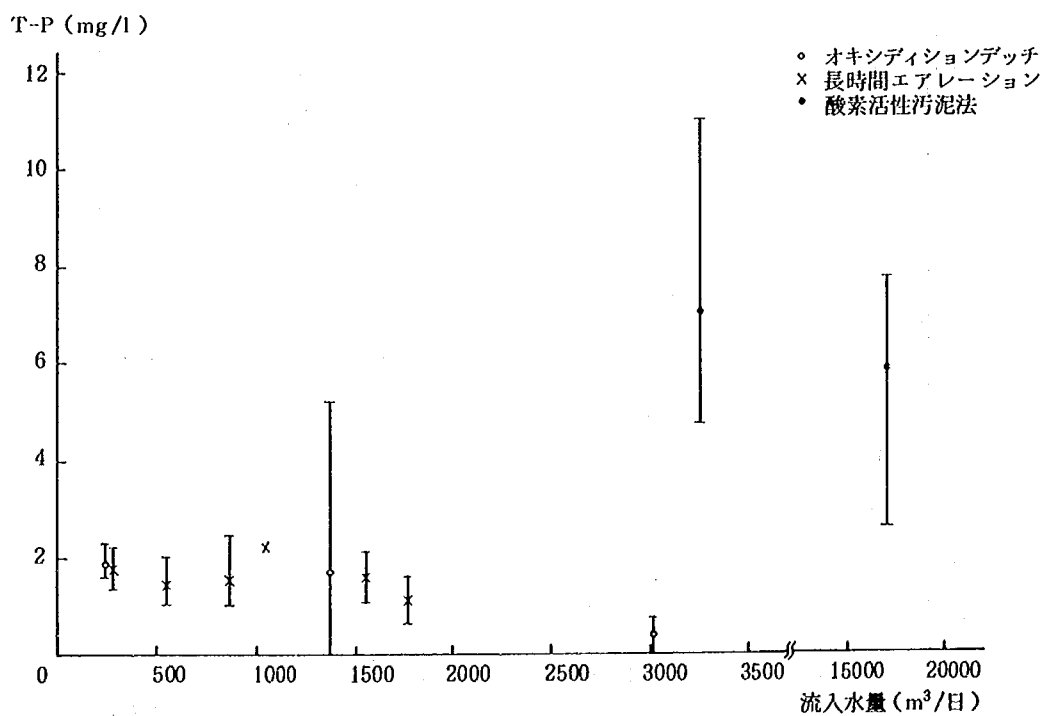


図 3 - 7 (6) 規模 (流入水量) 別処理水質の分布 (T-P)

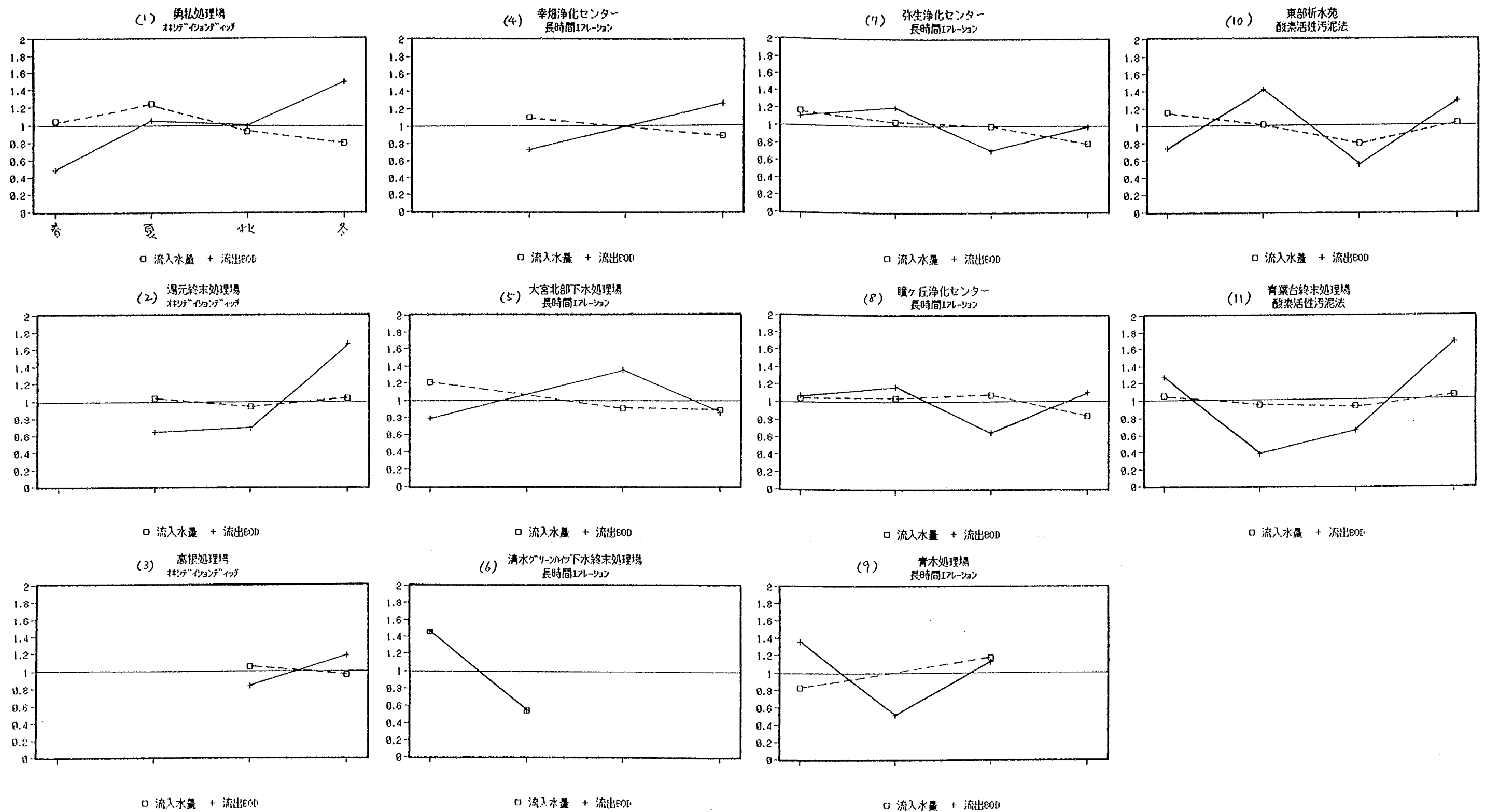


図3-8 流入水量と流出水BODの関係

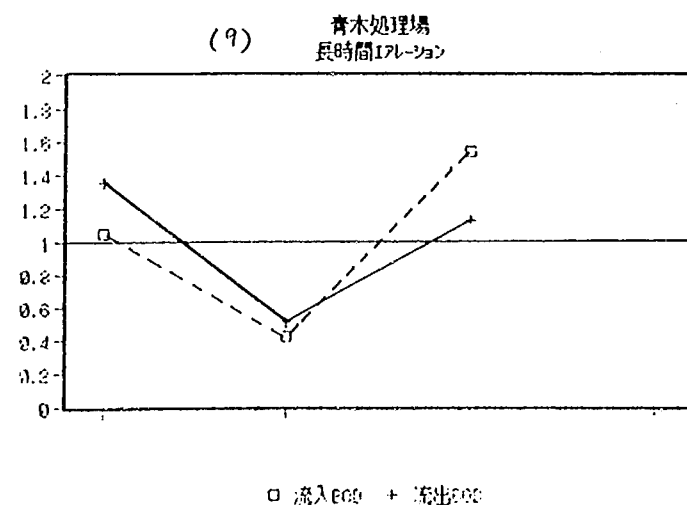
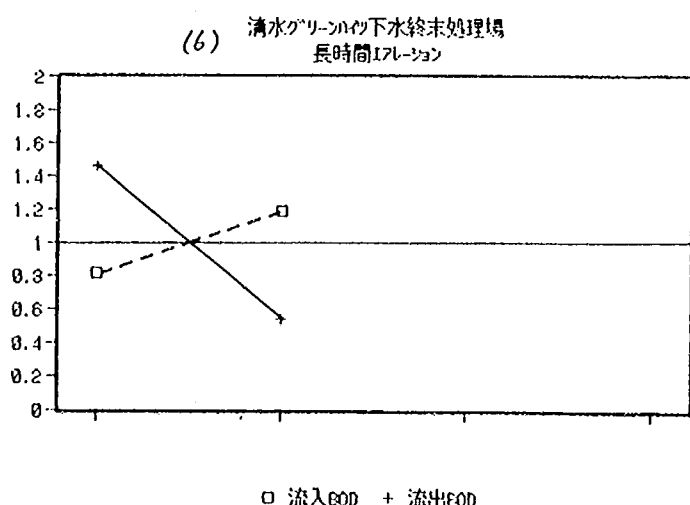
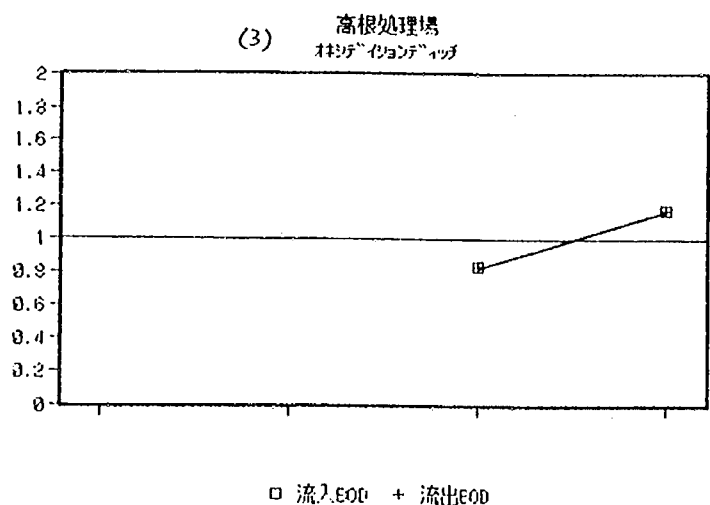
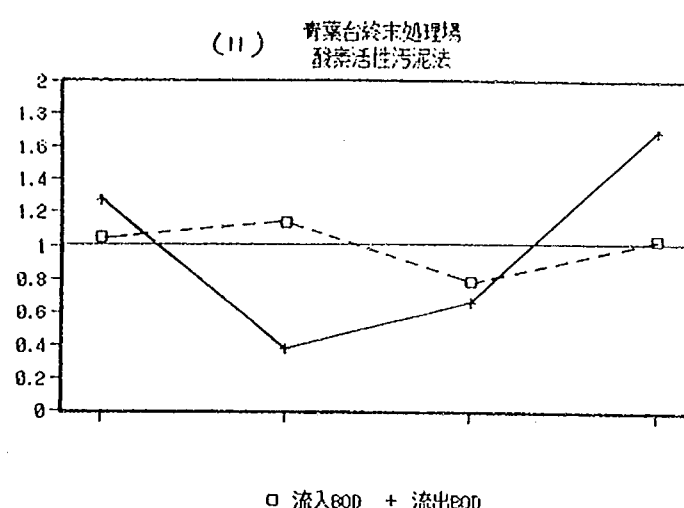
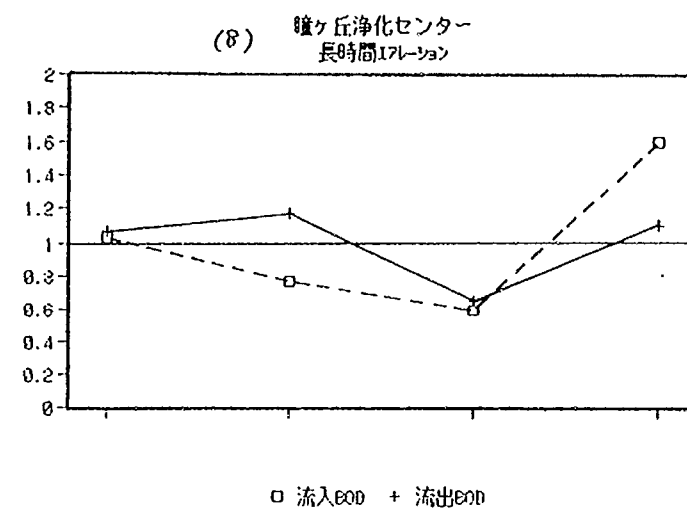
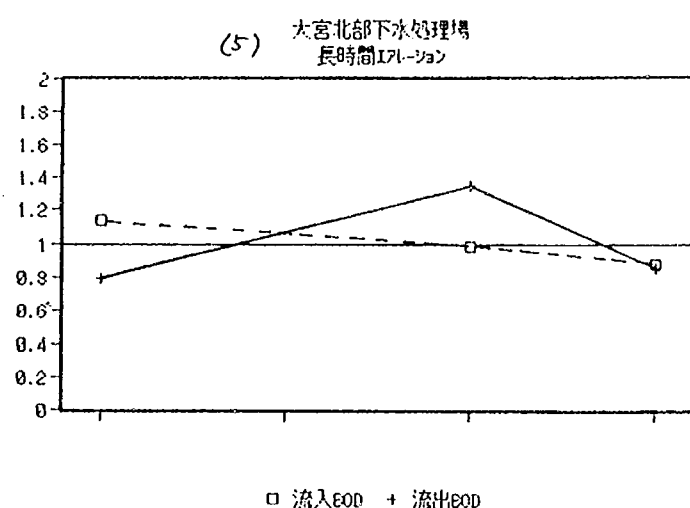
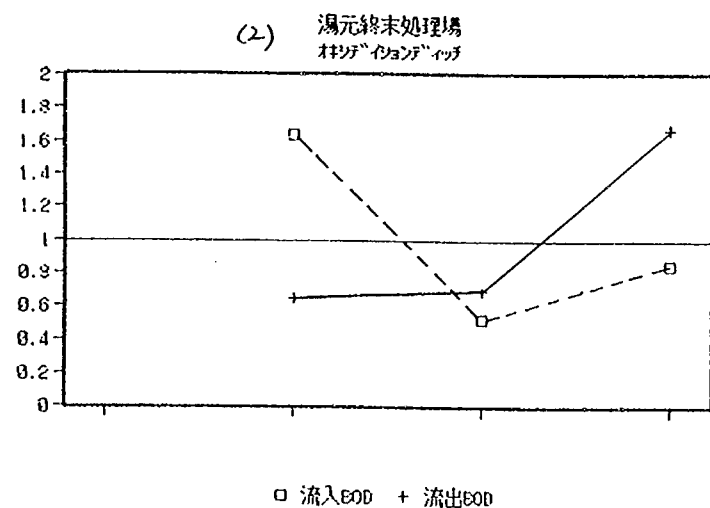
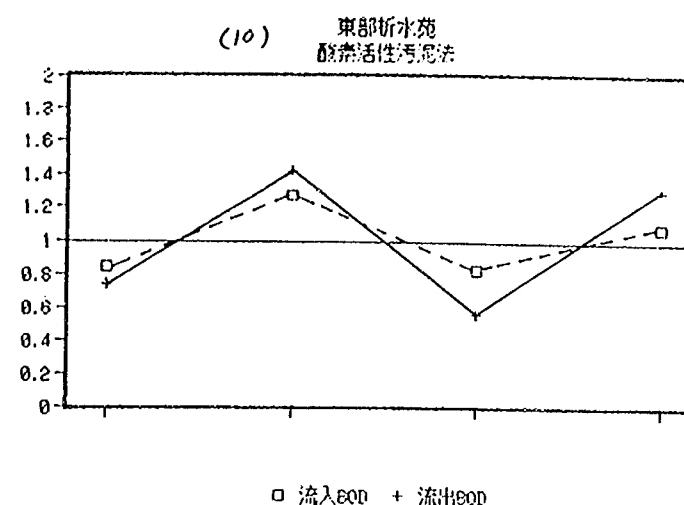
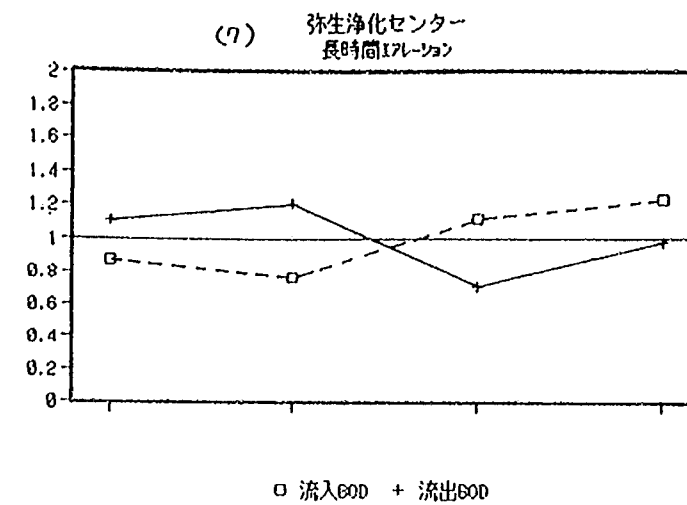
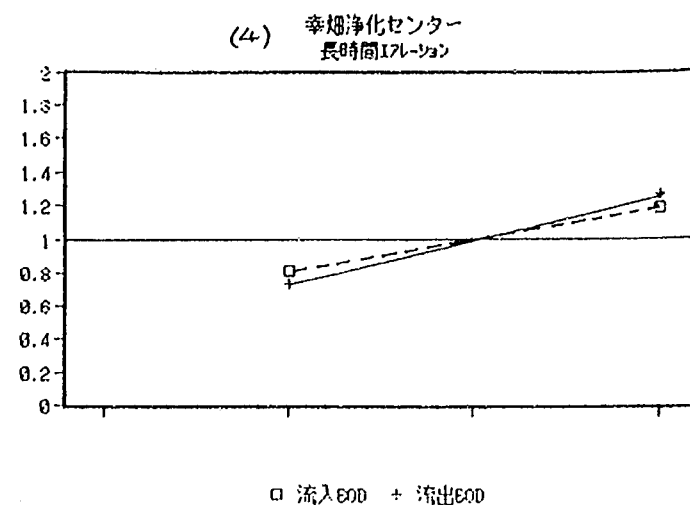
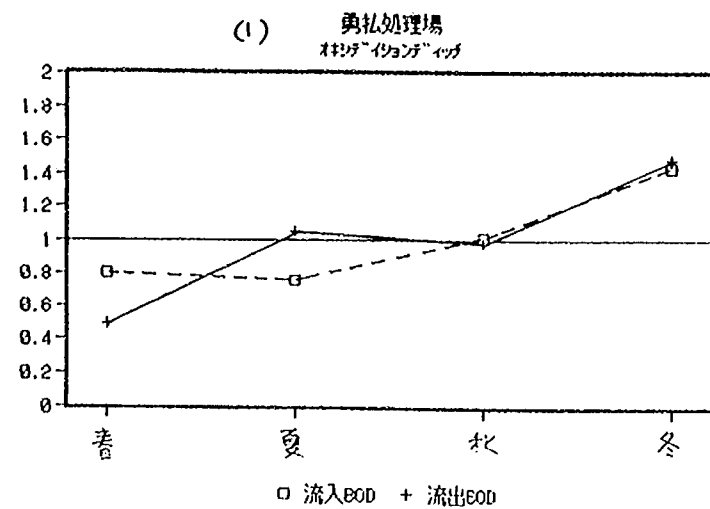


図3-9 流入水BODと流出水BODの関係

表 3 - 7 流入水量、水温、流入水質と流出水質の関係

B O D

処理方式	処理場名	流入水量 (千 m^3 /日)	処理水質変動市 処理水質通年値	処理水質変動市 処理水質通年値	処理水質変動市 流入水質変動市
			流入水量変動市 流入水量通年値	水温変動市 水温通年値	
オキシデーション ディッチ	第11号処理場	1394	2.20	1.66	0.06
	第12号処理場	3022	10.86	1.80	0.20
	第13号処理場	252	3.10	0.54	0.05
長時間 エアレーション	第14号浄化センター	1579	2.41	0.59	0.02
	大宮北部下水処理場	274	1.68	0.97	0.05
	大宮西部下水処理場	1779	1.01	0.98	0.14
	第15号浄化センター	571	1.31	0.58	0.10
	第16号浄化センター	879	2.10	0.67	0.03
	第17号処理場	1065	2.54	1.03	0.01
酸素 活性汚泥法	第18号処理場	17114	2.40	1.09	0.05
	第19号処理場	3253	11.51	1.77	0.40

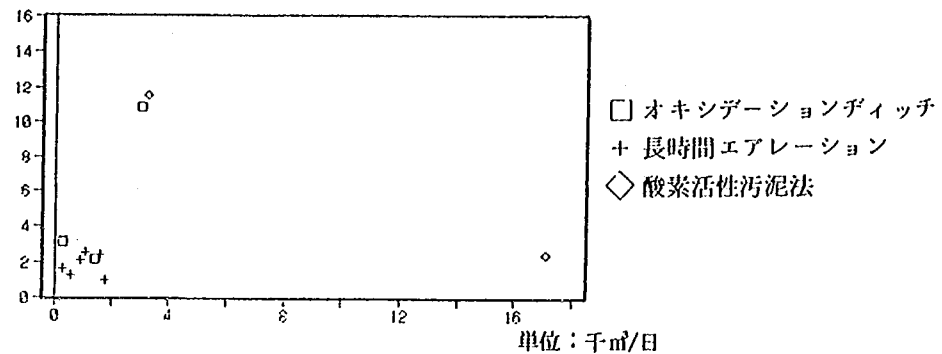


図 3 - 10(1) 流入水量の変動に対する処理水質 (BOD) の変動

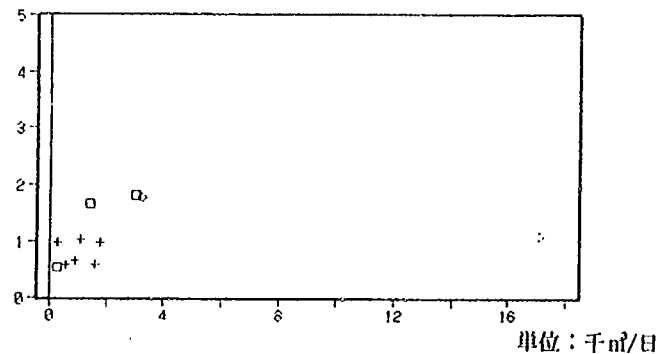


図 3 - 10(2) 水温の変動に対する処理水質 (BOD) の変動

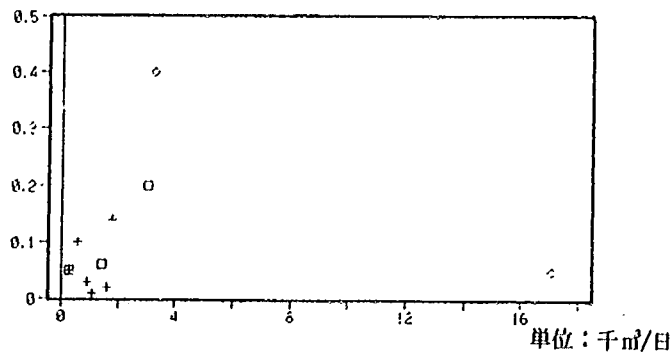


図 3 - 10(3) 流入水質 (BOD) の変動に対する 処理水質 (BOD) の変動

図3-9(1)~(11)は、流入水質(BOD)、処理水質(BOD)の季別データを通年値で規準化した値をプロットしたものである。

表3-7には、流入水量、水温、流入水質(BOD)の変動に対する処理水質(BOD)の変動割合を示した。図3-10(1)~(3)はそれをプロットしたものである。

処理水質及びその変動範囲についてみると、オキシデーションディッチと長時間エアレーション法がBOD、CODで20mg/ℓを下回り、変動範囲も小さく安定している。酸素活性汚泥法は、サンプル数が2(原川終末処理場については処理水質のデータがない)で、しかもその内東部析水苑は流入水質が異常に高く特殊な例と考えられるため、本データからは評価はできない。

3.4 下水道施設設計指針の範囲内で運転している処理場の二次処理水質の評価

先述の処理場のうち、標準活性汚泥法またはステップエアレーション法を採用しており、かつ、下水道施設設計指針の範囲内で運転している処理場のみを選定して、二次処理水質レベルを求めたものを表3-8に示す。

表3-8 二次処理水質の評価

水 質 項 目	平 均 値	(mg/ℓ) 90%値(90%非超過値)
BOD	10	15 ~ 16
COD _{Mn}	13	17 ~ 20
SS	8	13 ~ 15
T-N	20	28 ~ 31
T-P	2	3

<第3章 参考>

昭 和 5 8 年 度

活性汚泥棲原生動物に関する全国調査実施要領

建 設 省

都市局下水道部下水道企画課

I 調査目的

昭和46年、全国の都市下水処理施設における活性汚泥棲生物の実態を把握するために一斉調査を行ない、その結果に基づき、活性汚泥中の原生動物による下水処理の簡易維持管理指針の確立の可能性を確認した。

その後、経済活動、生活様式などの変化、下水道施設の拡充整備などにより、流入下水の水量、水質の変化が予想され、また、維持管理技術、処理技術などの向上から従来の知見を大幅に修正する必要があるものと予測される。このような理由から、ここ10年間の変化を考慮して現状把握と知見の修正を主目的として、また、新しい情報の補充によって、活性汚泥中の原生動物による下水処理施設における維持管理指針の確立と活性汚泥の生物試験マニュアルの基本的検討を目的として行なうものである。

II 調査対象

調査対象は、別紙に記載した処理場リストに基づき、昭和46年に実施した下水処理場とそれ以降に新たに設置された下水処理場のうちから、処理方式、負荷条件などの異なる施設を選択し、それらのエアレーションタンクを中心として行なうものとする。なお、46年度に実施した処理場は必須対象とし、なおできれば当時と同一の系列・エアレーションタンクとする。

III 調査内容

調査当日のエアレーションタンク内の活性汚泥中の原生動物群と当日及びそれに遡り1週間、1か月間程度前のエアレーションタンクに流入する下水の水質、エアレーションタンクのBOD負荷、DOレベル、MLSS、SVI及び処理水水質などの資料相互間の関係を解析検討する。調査項目は下記の通りである。

III-1 活性汚泥棲生物相（主として原生動物群）の定量調査

III-2 設計条件、運転条件、水質試験などの関連資料解析

IV 活性汚泥試料の採取頻度

昭和58年夏季から四季に各1回、計4回（8月、11月、12月、5月）活性汚泥試料を採取する。活性汚泥試料の採取日は、原則として各処理場における通日試験実施日とする。

V 試料の採取及び固定・送付方法

1) 試料の採取

採取は、各処理場のエアレーションタンクのうち代表的な系列1つを選んで行なう。なお、前回実施した処理場では同一系列のエアレーションタンクとすることが望ましい。

試料の採取位置は、エアレーションタンクの流出部とする。

2) 試料の固定方法

混合液を100 ml採取し5～10分間静置した後、上澄液10 mlを捨ててホルマリン（市販品38%ホルマリン）10 mlを加えよく混合する。

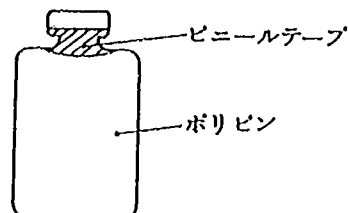
3) 試料の送付

固定した試料は、100 ml 容積の細口ポリビンに 100 ml 入れ、中ブタ、及び外ブタにビニールテープを巻いて漏水のないように良く口を封じ、さらに容器をポリ袋に入れ郵送あるいは託送のいずれかの方法で、各処理場ごとに下記の所に送付する。

〒305

茨城県筑波郡豊里町大字旭1番地
建設省土木研究所水質研究室
TEL 0298(64)2211
渡部 春 樹

※



Ⅵ 調査表

1) 設計条件調査表

本表は最初の活性汚泥試料採取時に記入し、送付する。

2) 運転条件調査表

本表は活性汚泥試料を採取毎に記入し、送付する。

3) 中試験及び精密試験調査表

本表は活性汚泥試料を採取毎に記入し、送付する。

4) 調査表の記入様式

Ⅶ 調査経費

試料の採取および採取された試料と調査表の送付に必要な経費は県および各市町村でご負担願います。

Ⅷ 担当者

本調査の窓口は建設省土木研究所水質研究室とし、活性汚泥試料と調査表の送付および調査に関する問い合わせは下記に行うものとする。

〒305

茨城県筑波郡豊里町大字旭1番地
建設省土木研究所水質研究室
TEL 0298(64)2211
渡部 春 樹

設 計 条 件 調 査 表

処 理 場 名 _____ 運 転 開 始 _____ 年 _____ 月

所 在 地 _____ 市 _____ 区 _____ 町 _____ 番 _____ 号 _____

記 入 担 当 者 _____ 記 入 年 月 日 _____ 年 _____ 月 _____ 日

記 事

1. 下水道施設

排 除 方 式	合 流 式, 分 流 式, 合流(一部分流)式
流 入 水 量	計 画 _____ m^3 /日, 現在 _____ m^3 /日, 時間最大 _____ m^3 /時
処 理 入 口	計 画 _____ 人, 現在 _____ 人
工 場 排 水 量	計 画 _____ m^3 /日, 現在 _____ m^3 /日
工場排水の主要業種 (複数記入可)	現 在 _____, _____, _____,
し 尿 投 入 量	計 画 _____ kl /日, 現在 _____ kl /日

2. 水処理施設

処 理 方 式	標準, ステップ, 長時間, 高速沈殿, その他 _____
エアレーション方式	機械式, 散気式, (空気量計画 _____ 倍 現 在 _____ 倍)
エアレーションタンク容積	_____ m^3 /池, _____ 池
エアレーション時間	計画 _____ 時間, 現在 _____ 時間(流入下水当り)
"	計画 _____ 時間, 現在 _____ 時間(全流入水量当り)
B O D 負 荷	計画 _____ $Kg/m^3 \cdot 日$ _____ $Kg/Kg-MLSS \cdot 日$
"	現在 _____ $Kg/m^3 \cdot 日$ _____ $Kg/Kg-MLSS \cdot 日$
返 送 汚 泥 率	計画 _____ %, 現在 _____ %
汚 泥 齢	計画 _____ 日, 現在 _____ 日

3. 汚泥処理施設

有 , 無

運 転 方 式 24 時間連続, 間欠運転 頻度 _____

発 生 汚 泥 量 _____ m^3 /日, 含水率 _____ %

処 理 汚 泥 量 _____ m^3 /日, 含水率 _____ %

消 化 方 式 嫌 気 , 好 気 _____ 基

脱 水 方 式 脱 水 機 の 種 類 _____ 基

焼 却 方 式 焼 却 炉 の 種 類 _____

そ の 他 の 方 式 種 類 _____

返 流 水 量 _____ m^3 /日

返 流 水 質 B O D _____ mg/l

C O D _____ mg/l

S S _____ mg/l

運転条件調査表（春，夏，秋，冬）

1 都道府県または市町村名 _____

処 理 場 名 _____ 系 列 名 _____

活性汚泥採取日時 昭和 _____ 年 _____ 月 _____ 日 _____ 時

活性汚泥採取箇所 _____

1. 通日試験結果 昭和 _____ 年 _____ 月 _____ 日 , 天候 _____ , 降雨量 _____

	流 入 下 水			初 沈 流出水	終 沈 流出水	エアレーションタンク
	変 動 幅	平均値	負荷量(Kg/日)			
水 量 (m^3/h)			—			
水 温 ($^{\circ}C$)			—			
pH			—			
透 視 度 (cm)			—			
BOD (mg/L)						
COD (mg/L)						
SS (mg/L)						
MLSS (mg/L)						
MLDO (mg/L)						
SV ₃₀ (%)						
SVI ($ml/g \cdot L$)						
備 考						

2. 運 転 条 件 (通日試験の結果から算出)

流 入 水 量 時間変動幅 _____ $m^3/時$, 平均 _____ $m^3/時$

エアレーション時間 時間変動幅 _____ 時間, 平均 _____ 時間

処理量 $1 m^3$ 当り平均空気量 _____ m^3

BOD-SS 負 荷 _____ $Kg/Kg \cdot 日$

MLSS 濃 度 _____ mg/L

返 送 汚 泥 濃 度 _____ mg/L

MLDO 時間変動幅 _____ mg/L , 平均 _____ mg/L

SV₃₀ _____ %

SVI _____ $ml/g \cdot L$

初 沈 沈 殿 時 間 _____ 時間

終 沈 沈 殿 時 間 _____ 時間

返 送 汚 泥 率 _____ %

発 生 汚 泥 量 _____ $m^3/日$

含 水 率 _____ %

中試験及び精密試験調査表^{注1)}

都道府県又は市町村名

処理場名

系列名

項目		調査日	年 月 日	年 月 日	項目		調査日	年 月 日	年 月 日
流入下水	天候				最終沈殿池流出水	水温℃			
	降雨量mm					pH			
	流入水量m ³ /日					透視度cm			
	水温℃					SS mg/L			
	pH					COD #			
	透視度cm					溶解性COD #			
	SS mg/L					BOD #			
	COD #					溶解性BOD #			
	溶解性COD #					T-N (as N) #			
	BOD #					ケルダールN #			
	溶解性BOD #					NH ₄ -N #			
	T-N (as N) #					NO ₂ -N #			
	ケルダールN #					NO ₃ -N #			
	NH ₄ -N #					T-P (as P) #			
	NO ₂ -N #					PO ₄ -P #			
NO ₃ -N #									
T-P (as P) #									
PO ₄ -P #									
最終沈殿池流出水	水温℃				エアレーション	水温℃			
	pH					DO mg/L			
	透視度cm					MLSS #			
	SS mg/L					SVI ml/g			
	COD #								
	溶解性COD #								
	BOD #								
	溶解性BOD #								
	T-N (as N) #								
	ケルダールN #								
	NH ₄ -N #								
	NO ₂ -N #								
	NO ₃ -N #								
	T-P (as P) #								
	PO ₄ -P #								

注1) 活性汚泥採取日直前に実施した中試験および精密試験について各1回ずつ記入すること。

第4章 高度処理の建設・維持管理に係る費用関数の作成

4.1 費用関数作成の目的

今後、個々の自治体や国が、「高度処理を導入すべきか否か」「高度処理の費用効果は如何」「高度処理をいつ導入すべきか」「高度処理方式はどれを採用すべきか」といった高度処理計画・高度処理プログラムを策定するとき、処理性能（水質等）と並んで、最も重要な情報となるのが、高度処理の建設コストと維持管理コストである。このコストを、可能な限り正確にかつ簡便に算出するための費用関数を作成するのが第4章の目的である。

4.2 費用関数作成のフロー

費用関数作成のフローシートを図4-1に示す。

フローシートに示すように以下の手順で、組合せ費用関数を作成した。

4.3 実施可能な高度処理単位プロセスの選定

高度処理方式は、除去対象物質毎に多くの方式が提案されているが、ここでは、実績のある方式、設計条件が明確になっている方式を中心に次の9プロセスを選定した。

表4-1 実施可能な単位プロセスの選定

処 理 目 的	選定された処理方式
二次処理水中の残存 有機物、浮遊物の除去 リンの除去	急速砂ろ過法
	凝集沈殿法
	凝集剤添加活性汚泥法
	嫌気・好気法
	晶析脱リン法
窒素の除去	循環法
	内生脱窒法
CODの除去	活性炭吸着
	オゾン処理法

表4-2に各プロセスの概要を整理した。

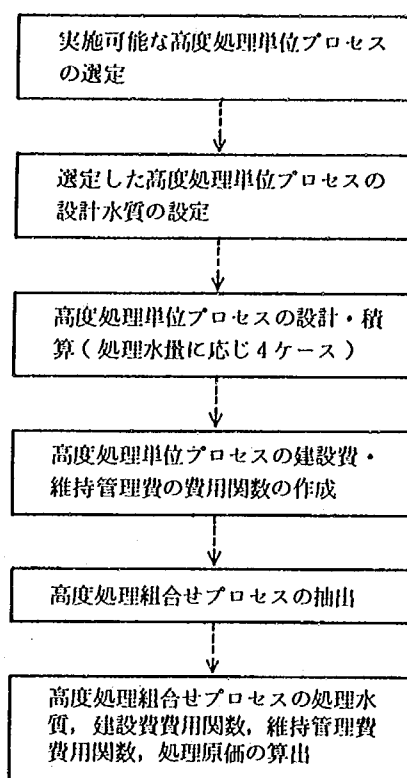


図4-1 費用関数作成のフローシート

表4-2 選定した高度処理プロセスの概要

処 理 法	除去対象及び除去率	処理原理（反応式）	プ ロ セ ス 概 要	主要設計負荷等	制御及び影響因子	問 題 点 ・ 課 題
急速砂ろ過法	二次処理水中の残存浮遊物除去及びこれに伴う有機物除去 BOD 20% SS 60%	砂ろ過槽を原水が通過する間に微細の粒子が捕捉される。	砂ろ過槽、揚水設備、逆洗設備、原水、逆洗水の貯槽などから構成される。	ろ過速度 200m/日	逆洗頻度	実績も多く問題は少ない。硝化菌除去によるみかけ上のBOD除去がみられる場合がある。
接 触（晶析） 脱リン法	SS 60% T-P 80%	リン含有液に結晶生成の核になる種（アパタイトを主成分とする結晶体）を添加すると種の表面でアパタイトの晶析が進行すると共にリンが除去される。	適量のCa ²⁺ の供給とPH調整を行ない、原水中の浮遊物質除去のための急速砂ろ過槽及びリン除去剤を充填した脱リン槽から成る。この他炭酸物質除去のための脱炭酸槽を設ける場合がある。これらに伴う薬注設備、貯留槽、逆洗設備が必要。	硫酸注入量 M-アルカリ度 10~15mg/ℓ 石灰注入率 (消石灰) 20~30mg/ℓ 砂ろ過速度 200m/日 脱リン槽ろ速 120m/日	薬注量 (石灰、硫酸)	薬注率制御
凝 集 剤 添 加 活 性 汚 泥 法	有機物、浮遊物質については、高級処理水質をやや改善できる。 T-P 80%	以下の反応式により難溶性の物質を生成しリン除去ならびにAℓ(OH) ₃ のフロックの成長により濁度成分コロイド粒子に起因する有機物除去を促進する。 $Aℓ_2(SO_4)_3 + 2PO_4 \rightarrow 2AℓPO_4 \downarrow + 3SO_4$ $Aℓ_2(SO_4)_3 + 6HCO_3 \rightarrow 2Aℓ(OH)_3 \downarrow + 6CO_2 \uparrow + 3SO_4$	エアレーションタンク流出直前の地点に硫酸バンド（通常液体バンド）を注入する。必要な設備は注入ポンプ、貯留槽ならびにバンド添加に伴うアルカリ消費を補うためのアルカリ剤注入設備である。	バンド注入率 モル比 3 (Aℓ : P)	バンド注入率 引抜汚泥量 MLSS濃度	薬品使用量抑制のため注入量制御方法の検討。 発生汚泥量は、SS濃度換算で30mg/ℓ程度増加する。
循 環 法	有機物、浮遊物質—高級処理程度よりやや良好 T-N 65%	生物学的硝化、脱窒反応に基づくアンモニア性窒素の硝化、酸化態窒素の脱窒を一槽のなかで有機物酸化反応と並行して行なう。	エアレーションタンク前半部を遊離酸素(O ₂)のないゾーン、後段を好気ゾーンとする。ゾーン分割を季節的に変化できる様に考慮するのが望ましい。硝化反応時間より標準活性汚泥より長い滞留時間が必要。また循環ポンプを設置する。	循環比 150%以上 (返送比を含めて) 脱窒（無酸素）ゾーン 滞留時間 4時間 硝化（好気）ゾーン 滞留時間 7時間	循環比 ゾーン分割 (夏期には必要好気ゾーンは少なくて済む。) MLSS 濃度 SRT	アルカリ添加の必要性の検討。

表4-2 つづき

処 理 法	除去対象及び除去率	処理原理（反応式）	プ ロ セ ス 概 要	主要設計負荷等	制御及び影響因子	問 題 点 ・ 課 題
凝 集 沈 澱 法	リン 沈降性改善による濁度二次処理水 残存SS、有機物質の除去。 リン 85-90% SS 50% BOD 50% COD 40%	〔石灰〕 $5\text{Ca}^{2+} + 3\text{P}_4^{3-} + \text{OH}^- \rightarrow \text{Ca}_5(\text{OH})(\text{PO}_4)_3 \downarrow$ $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{HCO}_3^- \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{OH}^-$ 〔金属塩〕 アルミニウム塩、鉄塩が使用されるがアルミニウム塩の場合を示す。 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{PO}_4^{3-} \rightarrow 2\text{AlPO}_4 \downarrow + 3\text{SO}_4^{2-}$ $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{HCO}_3^- \rightarrow 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 6\text{CO}_2 + 3\text{SO}_4^{2-}$	〔共 通〕 急速攪拌池で混合し、緩速池でフロック形成し、沈澱池へ導き固液分離する。石灰の場合再炭酸塩化によるpH低下が必要、また金属塩の場合には汚泥処理が必要。 〔石灰〕 1段処理：アルカリ度の高い廃水に対しpH9.5～10.0程度にあげてフロック形成を行う。pH低下のための再炭酸塩化は1段で行う。 2段処理：アルカリ度の低い廃水ではpHを11前後まで上昇させ十分なCaCO ₃ を形成させ再炭酸塩化を2段で行う。石灰回収率は1段に比べ高い。	薬品注入率 （pH調整のため必ずしも原水リン濃度に対するモル比で規定できない） バンド注入率 50～200 mg/l （モル比3程度） 石灰注入率 流入アルカリ度に依存 200g/l 程度 攪拌池滞留時間 急速 緩速 （石灰） 1分 10分 （金属塩） 5分 30分 水面積負荷 （ $\text{m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ ） （石灰） 50 （金属塩） 20 - 30	薬品注入率 攪拌強度 沈澱池負荷率	石灰の場合、スケール発生 の問題 硫酸バンドの場合： 硫酸イオンの残留汚泥性状が悪く重力濃縮で汚泥濃度1%、脱水ケーキ含水率80%が限界 薬注量の制御
活 性 炭 吸 着 法	二次処理水中の有機物の吸着 生物処理で残存した CODを対象にできる。 BOD 60% COD 60% SS 70%	物理的、化学的な吸着作用により有機物を除去する。活性炭が他の物質に比べ大きな吸着能力を有するのはその特異な細孔構造による。 （比表面積500～1,500 m^2/g ）	砂ろ過とほぼ同様 規模が大きい場合には活性炭再生設備を設けた方が経済的	接触時間 30分 ろ過速度 120 $\text{m}^3/\text{日}$	通日倍率による活性炭の交換。 通水方法 （メリーゴーランド方式）	前段処理として数ケース考えられる。活性炭の選定、原水に対する透過曲線を求めるなど、設計に当っては予備調査を行うことが望ましい。
オゾン酸化法	COD 40%	原水中の有機物をオゾンの酸化力により分解する。 オゾンの第3の酸素原子は結合力がゆるく容易に発生期の酸素となるが、この酸化力はフッ素に次いで強い。 滅菌、脱色、脱臭などの効果もある。	オゾン発生機、接触反応槽、脱オゾン槽などから成る。	オゾン注入比 20 mg/ℓ 接触時間 15分	オゾン注入比	オゾン注入比の制御

表 4-2 つづき

処 理 法	除去対象及び除去率	処理原理（反応式）	プ ロ セ ス 概 要	主要設計負荷等	制御及び影響因子	問 題 点 ・ 課 題
嫌 気 - 好 気 活 性 汚 泥 法	有機物、浮遊物 T - P 80%	嫌気槽において活性汚泥からオルトリンを放出させ、好気槽においてリンを過剰摂取させることによりリンを除去する。	反応槽は、嫌気槽、好気槽からなり、容積比は 25:75～40:60 程度	BOD-SS負荷は標準活性汚泥法と同程度 0.1～0.3kg BOD/MLSS	嫌気槽の管理指標として ORP（酸化還元電位）が有効 好気槽末端 MLDO=2mg/l以上 MLSS=2000mg/l以上	嫌気槽において嫌気状態を保持し活性汚泥からのリン放出を保证することが重要。
硝化・内生脱窒法	有機物、浮遊物 T - N 70 ～ 90%	微生物による硝化、脱窒現象を利用するものであるが、脱窒反応の際の水素供与体として、硝化槽で活性汚泥に吸着されたり細胞内に蓄積された有機物を利用するのが特徴。	反応槽は硝化槽、脱窒槽、再曝気槽から構成される。また、かせいソーダ注入設備が必要。	滞留時間 硝化槽 12hr 脱窒槽 12hr 再曝気槽 1.5hr	SAT（好気槽を基準とした汚泥滞留時間） アルカリ度 MLSS濃度	滞留時間が長い大規模な処理には適さない。

第3章で検討した処理場のうち、標準活性汚泥法又はステップエアレーション法を用いており、かつ、下水道施設設計指針の範囲内で運転されている処理場のみを抽出して、処理場への流入下水、一次処理水、二次処理水の水質を求めたものを表4-3に示す。

表4-3 流入水処理水の水質（下水道施設設計指針の範囲内で運転している処理場の値）

	BOD	SS	COD	T-N	T-P
流入下水	180	190	90	30	5.0
一次処理水	125	115	70	26	4
二次処理水（平均）	10	8	13	20	2
（90%値）	16	15	20	31	3.3

表4-3及び既存の研究結果をもとに、高度処理単位プロセスの設計水質を表4-4のように設定した。

表4-4 高度処理単位プロセスの設定設計水質

原 水	BOD	SS	COD	T-N	T-P	対 象
一次処理水	125	115	70	26	4**	循環法、嫌気・好気法、凝集剤添加活性汚泥法等
二次処理水 （除去率）	12 (90)	10 (91)	15 (80)	21 (20)	3* (25)	急速砂ろ過、凝集沈殿 晶析脱リン法
砂ろ過処理水 （除去率）	7 (40)	4 (60)	12 (20)	19 (10)	2.4 (20)	活性炭吸着 オゾン処理

* 維持管理費の算定においては適宜平均水質を用いる。

（注：凝集剤添加プロセス）

** 一次処理水平均水質は3mg/ℓとする。

4.4 高度処理単位プロセスの費用関数の作成

費用関数作成の方法の概略は、次のとおりである。

各単位プロセス毎に、表4-5に示す4ケースの処理施設規模（処理水量）を設定し、各ケース毎に、概略の図面をおこし、設計基準に基づいた設計を行い、費用の積算を行った。具体的には、土木施設については、概略図より、コンクリート量を算出し、それを基に、鉄筋量、型枠数量を求め、それぞれの単価を乗じた。土工、仮設等に関しては、躯体工事費に対する実績の比率を使って求めた。建築施設については、建屋の延床面積を求め、単価を乗じた。機械・電気施設については、主要機器リストを作成し、負荷量を求めた上、単価を乗じ、据付費・経費を加算して、求めた。維持管理費についても、処理水量より分けた上記4ケース毎に、必要薬品費、電力料等を求めた。各単位プロセス毎におおの4ケースの費用を求めたあと、X軸に処理水量、Y軸に費用をとった対数紙上にプロットし、処理水量を説明変数とする費用関数を求めた。

なお、凝集沈殿法、凝集剤添加活性汚泥法等では、発生汚泥量が増加し、トータルの費用が増加する。この分を考慮して費用を算出するために、汚泥処理プロセスについても、建設費・維持管理費の費用関数を作成した。汚泥処理プロセスとしては、「重力濃縮+直接脱水」を採用した。

設計・積算の基本事項，積算対象施設，算定方法について以下に示す。

(1) 基本事項

① 計画水量及び計算ケース

各処理法に対する，計算ケースを4ケースとし，次に示す計画水量とする。

表4-5 費用関数作成のため，設計・積算を実施した4ケース（処理水量）

（ $\text{m}^3/\text{日}$ ）

ケース別	日平均	日最大	時間最大
1	2,400	3,000	4,500
2	8,000	10,000	15,000
3	40,000	50,000	65,000
4	80,000	100,000	130,000

② 積算範囲

積算対象とする施設は表4-6に示すものとし，建設費の算定方法及び算定対象範囲について表4-7にまとめた。また，維持管理費算定対象を表4-8にまとめた。

表4-6 積算対象施設

積算対象施設	作成した費用関数に含まれる施設									
	二次処理	急速砂ろ過法	循環法	凝集剤添加 活性汚泥法	凝集沈殿法	晶析 脱リン法	活性炭 処理法	オゾン 処理法	嫌気好気法	内生脱窒法
最初沈殿池	○		○	○					○	
エアレーションタンク (標準活性汚泥法)	○			○						
" (循環法)			○							
" (嫌気好気法)									○	
" (内生脱窒法)										○
エアレーションタンク 凝集剤添加設備				○						
最終沈殿池(25m ³ /m ² /日)	○			○					○	
" (20m ³ /m ² /日)			○							○
急速砂ろ過施設		○								
凝集沈殿施設					○					
晶析脱リン施設		○				○				
活性炭処理施設							○			
オゾン処理施設								○		

表 4 - 7 建設費の算定方法及び算定対象範囲(1)

	土 木	建 築	機 械	電 気
算 定 方 法	概略図により、コンクリート量を算出し、コンクリート建設単価を乗じる。(杭は除く) また、土工、仮設については、躯体工事費に対する比率で計上する。	建屋の延床面積に対し、単価を乗じる。	主要機器リストを作成し、単価(下水道事業団価格を参考とする)を乗じる。据付費、経費等は機器費の60%とする。	主要負荷について、ユニット数を計算し、C/C、現場盤等の機器費(日本下水道事業団を参考とする)を乗じる。据付費、経費等は、機器費の70%とする。
二次処理施設	RC躯体	ブローア、電気室等は全体処理施設で含まれているものとする。	沈殿池設備、各ポンプ	C/C、現場盤、計装、受変電
急速砂ろ過法	同上	電気室	原水ポンプ、洗浄ポンプ 下部集水装置	同上
循 環 法	同上	二次処理施設と同様とする。	標準法に対する設備に加え、循環ポンプ、攪拌機、沈殿池設備	同上
オゾン処理法	同上	オゾン装置収納建屋 (反応槽の上に載荷)	オゾン発生装置等一式	同上
凝集剤添加活性汚泥法	二次処理施設に同じ。	二次処理施設に同じ。	薬剤貯留設備、注入設備	C/C、現場盤、計装
嫌気・好気法	RC躯体 (二次処理施設と同等の構造)	二次処理施設に同じ。	標準法に対する設備に加え攪拌機	同上、受変電
内生脱窒法	RC躯体	二次処理施設に同じ	同上	同上
晶析脱リン法	RC躯体	薬注設備棟及び脱炭酸棟	脱炭酸用ブローア 砂ろ過設備、脱リン槽設備 薬注設備一式	同上

表 4 - 7 建設費の算定方法及び算定対象範囲(2)

	土 木	建 築	機 械	電 気
凝 集 沈 殿 法	R C 軀体	電気室	薬剂貯留設備, 注入設備 沈殿池設備一式 急速攪拌設備一式	同上(受変電除く)
活 性 炭 吸 着 法	R C 軀体	電気室	急速砂ろ過法とほぼ同様, 活性炭, 活性炭再生炉	同上(受変電含む)
注) 電気設備では, 中央監視設備, 自家発設備は今回の各処理法毎の算定には含めないものとする。				

表 4 - 8 維持管理費算定対象

	二次処理施設	急速砂ろ過法	循環法	凝集剤添加 活性汚泥法	凝集沈殿法	晶析脱リン法	活性炭吸着法	オゾン処理法	嫌気・好気法	内生脱窒法
薬品費等	算定対象なし	同左	算定対象なし	硫酸バンド 高分子凝集剤	同左	硫酸、石膏、 消石灰	活性炭（ロス 補充） 再生委託費	算定対象なし	算定対象なし	かせいソーダ
電力料	各主要機器の容量に負荷率 0.8 として乗じ、更に稼動時間を設定し、所要電力料を算定する。 なお、基本電力料は含まないものとする。									
※ 費用の算出……上記数量に単価（建設物価等）を乗じて算出する。 ※ 人件費は含まない。										

(2) 各処理方式毎の設計諸元及び算出根拠

各処理方式毎の設計諸元を表 4 - 9 ～表 4 - 19 に示す。

なお、これらの諸数値設定に当っては、次の図書を参考とした。

設計資料 1. リン・窒素除去法設計資料

昭和 61 年 2 月

建設省・高度処理会議

2. 下水 2 次処理水の急速ろ過設計マニュアル

昭和 57 年 10 月

日本下水道協会

3. 下水の高度処理技術の開発調査

昭和 55 年 3 月

建設省・滋賀県・日本下水道事業団

4. 水道施設設計指針・解説

日本水道協会

5. 下水道施設設計指針と解説

1984 年版

日本下水道協会

6. 凝集沈殿法の管理手法に関する調査

昭和 56 年 3 月

建設省・日本下水道事業団

表 4 - 9 設計諸元（一・二次処理施設）

設 計 諸 元	最初沈殿池										
	水面積負荷率 : $35 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{日}$ 形 状 寸 法 : 形式 一方向常流式 ($Q=3,000 \text{ m}^3/\text{日}$ の場合, 円形とする) 形状 $W 5.0 \sim 6.0 \text{ m} \times H 3.0 \text{ m}$										
	エアレーションタンク										
	滞 留 時 間 : 7.0 時間 (対流入水量) 形 状 寸 法 : 形式 浅槽押出流式 形状 $W 5.0 \text{ m} \times H 5.0 \text{ m} \sim W 6.0 \text{ m} \times H 5.5 \text{ m}$										
	最終沈殿池										
	水面積負荷率 : $25 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{日}$ 汚泥返送率 : 25 % (最大 50 %) 形 状 寸 法 : 形式 一方向常流式 形状 $W 5.0 \text{ m} \sim 6.0 \text{ m} \times H 3.0 \text{ m}$										
	注) 1 池当り流入水量は次のように設定する。 ($\text{m}^3/\text{日}$)										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>全体処理水量</th><th>1 池当り処理水量</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3,000</td><td>1,500</td></tr> <tr> <td>10,000</td><td>2,500</td></tr> <tr> <td>50,000</td><td>5,000</td></tr> <tr> <td>100,000</td><td>5,000</td></tr> </tbody> </table>	全体処理水量	1 池当り処理水量	3,000	1,500	10,000	2,500	50,000	5,000	100,000	5,000
全体処理水量	1 池当り処理水量										
3,000	1,500										
10,000	2,500										
50,000	5,000										
100,000	5,000										

表 4 - 10 設計諸元（急速砂ろ過法）

フ ロー シ ー ト	<pre> graph LR A[二次処理水 受水槽] --> B((P)) B --> C[砂ろ過層] C --> D[ろ過水槽 (洗浄用水槽)] D --> E[] </pre>
設 計 諸 元	
① 形 式	重力型下向流式
② 形 状	・構造躯体 : RC 造 ・1 池当りろ過面積 : 150 m^2以下 ・予備池数 : 全池数の 1 割あるいは 1 池
③ ろ 過 速 度	$300 \text{ m}/\text{日}$
④ ろ 槽	・形 式 : 二層式ろ過池 ・ろ 材 : 砂, アンスラサイト ・層 厚 : 砂 0.25 m, アンスラサイト 0.5 m ・有 効 径 : 砂 0.6 mm, アンスラサイト 1.6 mm
⑤ 下 部 集 装 水 装 置	有孔ブロック型
⑥ 洗 浄	・逆 洗 水 : $0.5 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{min}$, 5 分間 ・逆洗フロア : $1.0 \text{ N m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{min}$, 7 分間 ・水槽容量 : 1 池分洗浄水量の系列数 ・回 数 : 1 回/日

表 4-11 設計諸元（晶析脱リン法（脱炭酸工程なし））

フローシート	
① カルシウム添加設備 ② PH調整槽 ③ 消石灰添加設備 ④ 急速砂ろ過	晶析反応槽におけるPH及びCa濃度設定 PH : 9.2, Ca : 80 mg/ℓ 使用薬剤 : 石膏（10% wet 粉体を20%溶液（比重1.1）として使用） 注 入 率 : 消石灰添加によるCa分を考慮し、原水20 mg/ℓが80 mg/ℓになるような注入率を計算する。 $\therefore (80 - 20 - \frac{47.7 \times 40}{74}) \times 3.4 = 116 \text{ mg/ℓ}$ 消石灰によるCa 貯留日数 : 14日 滞留時間 : 4分 ・使用薬剤 : 消石灰（粉体（比重0.5）を1.5%溶液（比重1.0）として使用） ・注 入 率 : 設計資料1.による図-14より、石灰注入率と原水アルカリ度の関係は、次のように表わされる。（但し、PH 9.0において） $y = 0.167x + 22.1 \quad (x: \text{原水カルカリ度}, y: \text{石灰注入率})$ $\therefore y = 0.167 \times 150 + 22.1 = 47.2 \text{ mg/ℓ}$ PHを9.0から9.2に上昇させるための必要量として0.5 mg/ℓを加算する。 $\therefore \text{注入率} = 47.2 + 0.5 = 47.7 \text{ mg/ℓ}$ ・貯留日数 : 14日 ・ろ過速度 : 250 m/日 ・型 式 : 重力型下向流式 ・構造躯体 : RC造（小規模なものはSS製 : Q = 3,000 m³/日） ・洗 浄 : 逆洗水 0.8 m³/min・m², 5分間 逆洗プロア 0.9 N m³/min・m², 7分間 ・その他、急速砂ろ過法設計に準ずる。

表 4-11 つづき

⑤ 晶析反応槽	・容量算定式 設計資料 1.より，脱炭酸工程を含まない場合に適用可能な式として，次式を使用する。 $\log K_{oa} = 1 - (1,500/T) + PH + \log [Ca] - \log [CO_3]$ $\theta = \frac{Co - C}{K_{oa} \cdot Co \cdot C}$ ここに， T : 水温 (°K) [Ca] : カルシウム濃度 (mol/l) [CO₃] : Mアルカリ度 (mol/l) K_{oa} : 総括晶析反応速度容積係数 Co : 原水正リン酸態リン濃度 (mol/l) C : 処理水正リン酸態リン濃度 (mol/l) θ : 晶析反応時間 (hr) ・形 式 : 上向流充填塔式 (充填高さ 2 m) ・構造躯体 : RC造 1池当り 50 m²以下 ・洗 浄 : 空洗 0.5 N m²/m²・min 逆洗 0.5 m³/m²・min, 15 min
⑥ 中和設備	・注入薬剤 : 硫酸 (73%溶液・比重 1.67) ・注 入 率 : 50 mg / ℓ ・貯留日数 : 14 日

表 4-12 設計諸元 (晶析脱リン法 (脱炭酸工程あり))

フローシート	
① 脱炭酸塔	晶析反応槽における PH 及び Ca 濃度設定 PH : 9.0, Ca : 70 mg / ℓ ・形 式 : 充填塔式 (充填高さ 2.4 m) ・気 液 比 : G / L = 5 ・通水速度 : Lv = 120 m/hr 以下 ・操作ガス流速 : 0.15 m/sec

表 4-12 つづき

② 硫酸注入設備	・使用薬剤：硫酸（濃度 73%，比重 1.64） ・注入率：原水アルカリ度 + 15 (mg/ℓ) ・貯留日数：14 日分 注）脱炭酸工程を経た処理水の M アルカリ度は 20mg/ℓ になるものとする。 (原水：150 mg/ℓ)
③ カルシウム添加施設	・使用薬剤：石膏（10% wet 粉体を 20% 溶液（比重 1.1）として使用） ・注入率：消石灰添加による Ca 分を考慮し、原水 20mg/ℓ が 70mg/ℓ になるような注入率を計算する。 $\therefore (70 - 20 - \underbrace{25 \times 40/74}) \times 3.4 = 116 \text{ mg/ℓ}$ 消石灰による Ca
④ PH調整槽	・貯留日数：14 日 ・滞留時間：4 分
⑤ 消石灰添加設備	・使用薬剤：消石灰（粉体（比重 0.5）を 1.5% 溶液（比重 1.0）として使用） ・注入率：設計資料 1. による図-14 より、石灰注入率と原水アルカリ度の関係は次のようである。（PH9.0 において） $y = 0.167x + 22.1 \quad (x: \text{原水 M アルカリ度}, y: \text{石灰注入率})$ $\therefore \text{注入率} = 0.167 \times 20 + 22.1 = 25.4 \text{ mg/ℓ}$ ・貯留日数：14 日
⑥ 急速砂ろ過	・ろ過速度：250 m/日 ・型式：重力型下向流式 ・構造躯体：RC 造（小規模なものは SS 製：Q = 3,000 m³/日） ・洗浄：逆洗水 0.8 m³/min・m²，5 分間 逆洗ブロア 0.9 Nm³/min・m²，7 分間 ・その他、急速砂ろ過法設計に準ずる。
⑦ 晶析反応槽	設計資料 1. より脱炭酸工程を含む場合に適用可能な式として、次式を使用する。 $\log . Koa = -0.144 + 0.4 \text{ PH} + \log [Ca]$ $\theta = \frac{\ell n (Co/C)}{Koa}$ ここに、[Ca]：カルシウム濃度 Koa：総括晶析反応速度容量係数 Co：原水正リン酸態リン濃度 (mol/ℓ) C：処理水正リン酸態リン濃度 (mol/ℓ)

表4-13 設計諸元（凝集剤添加活性汚泥法）

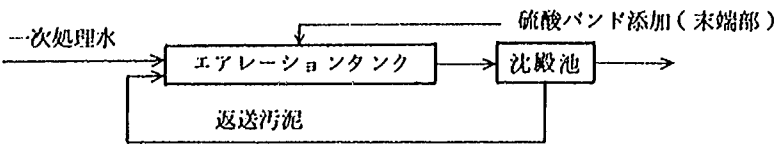
フ ロー シ ー ト	
設 計 諸 元 凝 集 剤	使用薬剤：硫酸バンド Al_2O_3 8% 溶液，比重 1.31 注 入 率 注入モル比 2（設計資料：2 以上） 注入率換算値 Al^{3+} 1 mg/ℓ に対し液体バンド 18.0 mg/ℓ モル比 $Al/P = 27/31 = 0.87$ モル比 = $\frac{\text{液体バンド注入率}}{\text{溶解性 T-P (原水)}} \times \frac{1}{18.0 \times 0.87}$ 貯留日数：21 日分
増 加 汚 泥 量	添加した Al^{3+} 量に対しその 5 倍程度とする。

表4-14 設計諸元（循環法）

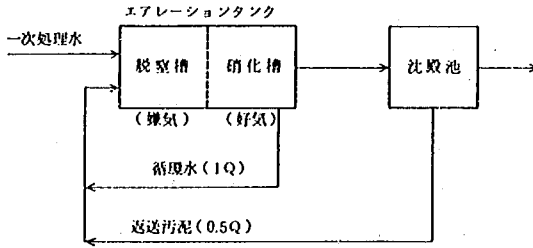
フ ロー シ ー ト	
設 計 諸 元	① エアレーションタンク MLSS：3,000 mg/ℓ 水 温：T = 15℃ 硝 化 率：α = 80% 硝化速度：$KN = 0.082e^{0.1618T}$ (mg N/g・MLSS・hr) 脱窒速度：$KDN = 0.287e^{0.0687T}$ (") 循 環 率：100% (最大 150%) 形状寸法：形状 浅層押出流式 形状 W 5.0 m × H 5.0 m ~ W 6.0 m × H 5.5 m ② 最終沈殿池 水面積負荷率：20 m³/m²・d 汚泥返送率：50% (最大 100%) 返送汚泥濃度：9,000 mg/ℓ

表 4-14 つづき

③ エアレーションタンク容量算定式	形状寸法 : 形式 一方向常流式 形状 W5.0～6.0m×H3.0m 注) 1池当り流入水量は、1・2次処理施設の設計に準ずる。
1. エアレーションタンク容量	硝化槽滞留時間 (T_N : hr) ここに、 $T_N = \frac{\alpha \times (T - N)}{K_N \times X}$ $T_{DN} = \frac{N \times 10^3}{K_{DN} \times X \times Q}$ $N = N_1 \times (Q_r + Q_R) \times 10^{-3}$ $N_1 = \alpha + (T - N) \times 1 / 1 + R$ $T - N$: 設計全窒素濃度 (mg/ℓ) N : 返送 NO_{T-N} 負荷量 (kg/d) N_1 : 硝化槽末端 NO_{T-N} (mg/ℓ) K_N : 硝化速度 (mg N / g MLSS · hr) K_{DN} : 脱窒速度 (") Q_r : 返送汚泥量 (m³/d) Q_R : 循環水量 (") R : (循環 + 返送) 比 Q : 流入水量 (m³/d)
2. 所要空気量	BOD酸化による酸素消費量 (t/日) $= \{ \text{BOD除去量 (t/日)} - \frac{\text{脱窒量 (t/日)} \times 2.0}{\text{脱窒による消費BOD}} \} \times 0.45 \text{ kg O}_2 / \text{kg} \cdot \text{除去BOD}$ 硝化による酸素消費量 (t/日) $= \text{硝化量 (t/日)} \times 4.57 \text{ mg O}_2 / \text{mg N硝化}$ 内生呼吸による酸素消費量 $= \text{MLSS (g/m}^3) \times \frac{\text{V (m}^3)}{\text{硝化槽容量}} \times 10^{-6} \times 0.12 \text{ g O}_2 / \text{g MLSS} \cdot \text{日}$ $\text{所要空気量} = \frac{(1.5 \times Q \times 10^{-6} + \text{酸素消費量}) \times 1,000 \times (273 + T)}{81.6 \times 0.114}$ 0.114 : 散気装置効率 $\text{O}_2 (\text{kg/m}^3 \text{空気}) = \frac{81.6}{273 + T}$ T : 気温 (°C)

表 4 - 15 設計諸元（凝集沈殿処理法）

フ ロー シ ー ト	
設 計 諸 元 ① 急速搅拌池 ② 緩速搅拌池 ③ 凝集沈殿式 ④ 薬品注入設備 ○硫酸バンド ○凝集助剤 ○凝集沈殿汚泥	・構造躯体：RC造 ・滞留時間：5分 ・構造躯体：RC造（水深3m） ・滞留時間：30分 ・形 式：迂流式 ・構造躯体：RC造 ・形 式：一方向常流式 ・沈殿時間：3.5時間 ・水面積負荷率：25 m²/m²・日 凝集剤添加活性汚泥法に準ずる。 ・薬 品：アニオン系ポリマー ・注 入 率：平均0.2 mg/ℓ，最大0.5 mg/ℓ ・貯留日数：7日 汚泥量（kg/日） $= \{ P/31 \times \{ 122 + 78(n-1) \} + (SS_{in} - SS_{out}) \} \times Q \times 10^{-3}$ ここに、P：原水 PO₄-4 濃度（溶解性）（mg/ℓ） n：硫酸バンド注入モル比 Q：計画水量（m³/日） SS_{in}：原水SS濃度（mg/ℓ） SS_{out}：処理水SS濃度（"） 31：リン分子量 122：AlPO₄分子量 78：Al(OH)₃分子量 汚泥濃縮槽 形 式：重力式 固形物負荷率：20 kg/m²・日

表 4 - 16 設計諸元（活性炭吸着法）

フローシート	<pre> graph LR In(()) --> A[二次処理水 受水槽] A --> P((P)) P --> B[活性炭吸着塔] B --> C[ろ過水槽 (洗浄用水槽)] C --> Out(()) B <--> D[老炭再生炉] </pre>
設計諸元 ①活性炭吸着塔	・形 式 : 重力型下向流式 ・構造躯体 : RC造 1槽当りろ過面積 100 m² - 予備槽: 全槽数の1割あるいは1槽 ・通水時間 : 30分 ・ろ過速度 : 120 m/日 ・活性炭比重 : 0.5 ・下部集水装置 : 有孔ブロック型 ・洗 浄 : 表洗 0.2 m³/m²・3床・min, 4分間 逆洗 0.8 " , 6分間 回数 3回/日 水槽 1槽分洗浄水量×系列数
②活性炭再生炉	・形 式 : 熱処理（焙焼再生） ・通水倍率 : 6,000 m³/m³AC ・再生ロス : 10 %
③ 洗 浄	・表 洗 : 0.2 m³/m²・min, 4分間 ・逆 洗 : 0.8 " , 6分間 ・水槽容量 : 1池分洗浄水量×系列数 ・回 数 : 1回/日

表 4-17 設計諸元（オゾン処理法）

フローシート	<pre> graph LR Air[空気] --> Filter[フィルター及びコンプレッサー] Filter --> Cooling[冷却機] Cooling --> Dehumidifier[除湿機] Dehumidifier --> Ozonator[オゾン発生器] Ozonator --> ReactionTank[オゾン反応槽] Water[二次処理水] --> ReactionTank ReactionTank --> RetentionTank[オゾン脱気用滞留槽] RetentionTank --> ExhaustTank[排オゾンタンク] ExhaustTank --> Cooling </pre>
設計諸元 ①オゾン反応槽 ②オゾン脱気用 ③オゾン発生装置	・形式：押し出し流れ式 ・構造躯体：RC造 ・滞留時間：20分 ・オゾン注入率：20mg/ℓ ・構造躯体：RC造 ・滞留時間：30分 ・形式：無声放電式空気法（水冷式）

表 4-18 設計諸元（嫌気、好気法）

フローシート	<pre> graph LR Water[一次処理水] --> Tank[嫌気嫌気槽] Tank --> Sedimentation[沈殿池] Sedimentation --> Return[返送汚泥] Return --> Tank </pre>
設計諸元 ①エアレーションタンク ②最終沈殿池	エアレーションタンク MLSS : 2,000 mg/ℓ DO : 2 mg/ℓ以上 滞留時間 : 6時間 BOD-SS負荷 : 0.2 kg/kg/日 形状寸法 : 形式 浅層押出流式 形状 W 5.0 m × H 5.0 m ~ W 6.0 m × H 5.5 m 水面積負荷率 : 25 m²/m²/日 汚泥返送率 : 35 % (最大 50 %) 返送汚泥濃度 : 8,000 mg/ℓ 注) 1池当り流入水量は、標準活性汚泥法の設計に準じる。

表 4 - 19 設計諸元（内生脱窒法）

フローシート	
設計諸元 ①エアレーションタンク ②最終沈殿池 ③エアレーションタンク容量算定式 ④所要空気量	MLSS : 3,500 mg/ℓ 設計水温 : 15℃ 硝化速度 : $K_N = 0.25 \times \ell^{0.065T}$ (mg N/g MLSS・hr) 脱窒速度 : $K_{DN} = 0.13 \times \ell^{0.085T}$ (mg N/g MLSS・hr) 再曝気槽滞留時間 : 1.5 時間 形状寸法 : 形式 浅層押出流式 形状 W 5.0 m × H 5.0 m ~ W 6.0 m × H 5.5 m 水面積負荷率 : 20 m³/m²/日 汚泥返送率 : 50 % (最大 100 %) 返送汚泥濃度 : 10,000 mg/ℓ 注) 1 池当り流入水量は、標準活性汚泥法の設計に準じる。 硝化槽滞留時間 (T_N) $T_N = \frac{\alpha \cdot (T - N)}{K_N \cdot X}$ ここに、(T-N) : 設計全窒素濃度 (mg/ℓ) α : T-N に対し硝化される窒素の比 脱窒槽滞留時間 (T_{DN}) $T_{DN} = \frac{(N_{in} - N_{out})}{K_{DN} \cdot X}$ X : MLSS (g/ℓ) N_{in} : 脱窒槽流入 NO_{T-N} (mg/ℓ) N_{out} : 脱窒槽流出 NO_{T-N} (mg/ℓ) エアレーションタンク容量 $(T_N + T_{DN} + 1.5) \times \frac{Q}{24}$ (1) BOD の酸化による酸素消費量 O_{Dc} (kg/日) は、次式で求められる。 $O_{Dc} = \{ (B_{in} - B_{out}) \cdot Q_0 \times 10^{-3} - (N_{in} - N_{out}) \times 2.0 \} \times 0.45 \dots\dots\dots a$ ここに、B_{in} : 流入水 BOD 濃度 (mg/ℓ) B_{out} : 処理水 BOD 濃度 (mg/ℓ) Q₀ : 流入水量 (m³/日) N_{in} : 脱窒槽 NO_{T-N} 負荷量 (kg/日) N_{out} : 脱窒槽 NO_{T-N} 流出量 (kg/日) 2.0 : 単位 NO_{T-N} あたり脱窒に必要な BOD 量 (kg・BOD/kg NO_{T-N}) 0.45 : 単位 BOD 除去あたり必要酸素量 (kg O₂/kg BOD) ただし、{ } 内第 2 項は内生脱窒により消費される BOD 量を示しており、係数 2.0 は内生脱窒においては実験的に決定することが困難なため、液相中 BOD を利用した脱窒

表 4 - 19 つづき

⑤アルカリ注入設備	反応における値とした。 (2) 硝化による酸素消費量 OD_N (kg/日) は、次式で求められる。 $OD_N = \alpha \cdot (T-N) \cdot Q_0 \times 10^{-3} \times 4.57 \dots\dots\dots b$ ここに、α : $T-N$ に対し硝化される窒素の比 (—) $T-N$: 設計全窒素濃度 (mg/ℓ) 4.57 : 単位アンモニア性窒素の硝化に必要な酸素量 (kg O_2/kg N) ただし、硝化は $NH_4^+ + 2O_2 \rightarrow NO_3^- + 2H^+ + H_2O$ で表わされるものとする。 (3) 内生呼吸による酸素消費量 OD_E (kg/日) は、次式で求められる。 $OD_E = X \cdot (V_N + V_{RA}) \times 0.12 \dots\dots\dots c$ ここに、X : MLSS 濃度 (g/ℓ) V_N : 硝化槽容量 (m³) V_{RA} : 再曝気槽容量 (m³) 0.12 : 単位 MLSS 当たりの内生呼吸による酸素消費量 (g O_2/g MLSS・日) この値は、内生呼吸状態での溶存酸素消費速度定数の測定により得られた値である。 (4) 溶存酸素濃度維持に必要な酸素供給量 OD_D は、次式で求められる。 $OD_D = (C_N + C_{RA}) \cdot (Q_0 + Q_r) \times 10^{-3} \dots\dots\dots d$ ここに、C_N : 硝化槽出口の溶存酸素濃度 (mg/ℓ) C_{RA} : 再曝気槽出口の溶存酸素濃度 (mg/ℓ) Q_r : 返送汚泥量 (m³/日) ただし、C_N、C_{RA} の値としては、それぞれ約 1mg/ℓ、2mg/ℓ を見込めばよい。 (5) 本法における全必要酸素量 ΣOD は、上記の酸素量の合計として、次式で求められる。 $\Sigma OD = OD_C + OD_N + OD_E + OD_D \dots\dots\dots e$ このようにして、算出した必要酸素量を供給するのに必要な空気量の計算は次のとおりである。空気 1 m³ 中の酸素量 O_2 (kg) は次のように表わされる。 $O_2 = \frac{81.6}{273 + t} \dots\dots\dots f$ ここに、t : 気温 (°C) したがって、散気装置の酸素移動効率を η とすると必要空気量 ΣAD (m³/日) は次式で求められる。 $\Sigma AD = \frac{\Sigma OD \times (273 + t)}{81.6 \eta} \dots\dots\dots g$ 循環法では、アルカリ度不足は生じないと考えているので、循環法とのアルカリ度回復 (脱窒反応による) の差を補給することとする。 循環法では、全脱窒量が硝化反応時のアルカリ回復に寄与するが、内生脱窒では返送汚泥分のみしかアルカリ回復が寄与しない。したがって、アルカリ不足量を次式により求める。
-----------	---

表 4 - 19 つづき

	$3.57 \times (30 - 10) \times \left(1 - \frac{Q_r}{Q + Q_r}\right) = 47.6 \rightarrow 50 \text{ mg/}\ell$ ただし, $Q_r/Q = 0.5$
--	--

(3) 汚泥処理に係る費用の算定方法

汚泥処理に係る費用の算定方法を以下に示す。

① 発生汚泥量

a 最初沈殿池汚泥 $(190 - 115) \times Q \times 10^{-3}$ (kg/日)

b 標準法余剰汚泥 $(115 - 8) \times Q \times 10^{-3}$ (kg/日)

c 凝集沈殿汚泥

$$\begin{aligned} & \{P/31 \times \{122 + 78(n-1)\} + (SS_{in} - SS_{out})\} \times Q \times 10^{-3} \\ &= \{2/31 \times \{122 + 78 \times (3-1)\} + (10 - 8)\} \times Q \times 10^{-3} \\ &= 19.9 \times Q \times 10^{-3} \quad (\text{kg/日}) \\ & (26.9) \end{aligned}$$

注：凝集剤注入モル比のうち1モル分はリンと反応し $AlPO_4$ (分子量 122), 残りは, $Al(OH)_3$ (分子量 78) になると仮定した。

d 凝集剤添加活性汚泥法の余剰汚泥

$$\begin{aligned} & \{(SS_{in} - SS_{out}) + 5 \times P/31 \times 27 \times n\} \times Q \times 10^{-3} \\ &= \{(115 - 8) + 5 \times 5.2\} \times Q \times 10^{-3} \quad (P = 3 \text{ mg/}\ell, n = 2) \\ &= 133 \times Q \times 10^{-3} \quad (\text{kg/日}) \\ & (142) \end{aligned}$$

注：凝集剤注入率 Al^{3+} mg/ℓ 当り固形物 5mg/ℓ の増加になるとした。

c, d において, 汚泥処理施設の設計リン濃度 3mg/ℓ, 4mg/ℓ とすると, それぞれ () 内の値となる。

② 汚泥処理施設規模の比

プロセス	発生汚泥量比	
凝集沈殿	余剰：凝沈 = 1 : 0.25	→ 汚泥処理性, 混合施設などを考慮し 1.4 倍とする。
	生 + 余剰：凝沈 = 1 : 0.15	
凝集剤添加活性汚泥法	余剰汚泥量比 1 : 1.32	→ 汚泥の処理性を考慮し 1.3 倍とする。
	全 " 1 : 1.19	

③ 汚泥処理維持管理費の比

全汚泥量の比率をもとに 50 ~ 100 % の安全を見込む。

プロセス	発生汚泥量比
凝集沈殿	1 : 0.11 → 1.2 倍
凝集剤添加活性汚泥法	1 : 1.14 → 1.15 倍

④ 汚泥処理プロセス建設費費用関数 (小規模下水道の整備手順に関する調査 昭和 60 年度)

汚泥処理プロセスは重力濃縮 + 直接脱水方式とする。

濃縮タンク（土木）	$268.6 \times Q^{0.312}$
“（設備）	$115.5 \times Q^{0.376}$
汚泥脱水機設備	$1,137.4 \times Q^{0.280}$
汚泥処理棟	$183.2 \times Q^{0.475}$
計装制御設備	$1,820 \times Q^{0.227}$

上記費用関数に凝集剤添加による汚泥量増分比を考慮した単位施設毎の建設費を合計する。
 なお、上記費用関数は単位系列当りの費用であるため規模に応じ系列数を1～4の範囲で設定した。

⑤ 汚泥処理維持管理費費用関数

脱水機の運転費を対象とし、「下水汚泥処理プロセスの管理指針(案)」(昭和59年3月、日本下水道協会)により、ベルトプレス値から関数化した。

$$C (\text{円}/\text{m}^3) = 6.989 \times Q^{-0.145}$$

Q：日最大汚水量 ($10^3 \text{ m}^3/\text{日}$)

(4) 建設費、運転費の積算結果（4 ケース）

以上の設計諸元より、表4-5の4 ケースについて積算した結果を表4-20、表4-21に示す。

(5) 単位プロセスの費用関数算定結果

上記の積算結果（表4-20、表4-21）をもとに、高度処理単位プロセスの費用関数を求めたものを表4-22及び図4-2～図4-24に示す。

表4-20 建設費積算結果

水 処 理	費 用	日最大処理水量(m ³ /d)				備 考
		3,000	10,000	50,000	100,000	
標準活性汚泥法 (初沈含む)	一式建設費(千円)	263,000	599,000	1,960,000	3,613,000	
	m ³ 当り建設費(千円/m ³)	88	60	39	36	
急速砂ろ過法	一式建設費(千円)	186,000	345,000	760,000	1,287,000	
	m ³ 当り建設費(千円/m ³)	62	35	15	13	
晶析脱リン法	一式建設費(千円)	601,000	1,257,000	4,067,000	7,468,000	上段:脱炭酸工程有り
	m ³ 当り建設費(千円/m ³)	685,000	1,518,000	5,503,000	10,457,000	下段:脱炭酸工程無し
凝集剤添加活性汚泥法	一式建設費(千円)	323,000	686,000	2,156,000	3,937,000	
	m ³ 当り建設費(千円/m ³)	108	69	43	39	
循環法(初沈含む)	一式建設費(千円)	337,000	789,000	3,283,000	6,175,000	
	m ³ 当り建設費(千円/m ³)	112	79	66	62	
凝集沈澱法	一式建設費(千円)	165,000	373,000	1,054,000	2,066,000	
	m ³ 当り建設費(千円/m ³)	55	37	21	21	
活性炭吸着法	一式建設費(千円)	256,000	579,000	2,045,000	3,310,000	
	m ³ 当り建設費(千円/m ³)	85	58	41	33	
オゾン処理法	一式建設費(千円)	121,000	232,000	729,000	1,257,000	
	m ³ 当り建設費(千円/m ³)	40	23	15	13	
嫌気好気法	一式建設費(千円)	263,000	601,000	1,948,000	3,608,000	
	m ³ 当り建設費(千円/m ³)	88	60	39	36	
内生脱窒法	一式建設費(千円)	435,000	1,024,000			
	m ³ 当り建設費(千円/m ³)	145	102			
汚 泥 処 理	一式建設費(千円)	357,000	576,000	1,414,000	1,805,000	上段:その他の工程有り
		398,000	644,000	1,591,000	2,036,000	中段:活性汚泥法+凝集沈澱法有り
		388,000	628,000	1,550,000	1,983,000	下段:凝集剤添加活性汚泥法有り
	m ³ 当り建設費(千円/m ³)	119	58	28	18	
		133	64	32	20	
		129	63	31	20	

表4-21 運転費積算結果

水 処 理	費 用	日最大処理水量(m ³ /d)				備 考
		3,000	10,000	50,000	100,000	
標準活性汚泥法 (初沈含む)	一式運転費(千円/年)	4,327	11,083	41,841	84,359	
	m ³ 当り運転費(円/m ³)	4.0	3.0	2.3	2.3	
急速砂ろ過法	一式運転費(千円/年)	880	1,738	9,871	17,898	
	m ³ 当り運転費(円/m ³)	0.8	0.5	0.5	0.5	
晶析脱リン法	一式運転費(千円/年)	8,596	21,261	75,461	147,075	上段:脱炭酸工程無し
	m ³ 当り運転費(円/m ³)	11,964	33,409	136,894	270,925	下段:脱炭酸工程有り
凝集剤添加活性汚泥法	一式運転費(千円/年)	7,319	21,100	91,230	183,136	
	m ³ 当り運転費(円/m ³)	6.7	5.8	5.0	5.0	
循環法(初沈含む)	一式運転費(千円/年)	8,664	22,911	91,216	190,598	
	m ³ 当り運転費(円/m ³)	7.9	6.3	5.0	5.2	
凝集沈澱法	一式運転費(千円/年)	3,812	12,515	60,130	117,228	
	m ³ 当り運転費(円/m ³)	3.5	3.4	3.3	3.2	
活性炭吸着法	一式運転費(千円/年)	36,163	116,122	574,328	1,145,637	上段:砂ろ過有り
	m ³ 当り運転費(円/m ³)	6.913	20,932	106,328	209,637	中段:砂ろ過+オゾン処理有り
オゾン処理法	一式運転費(千円/年)	27,388	87,565	433,928	864,837	下段:凝集沈澱有り
	m ³ 当り運転費(円/m ³)	33.0	31.8	31.5	31.4	
嫌気好気法	一式運転費(千円/年)	6.3	5.7	5.8	5.7	
	m ³ 当り運転費(円/m ³)	25.0	24.0	23.8	23.7	
嫌気好気法	一式運転費(千円/年)	16,258	36,336	146,911	257,588	
	m ³ 当り運転費(円/m ³)	14.8	10.0	8.0	7.1	
内生脱窒法	一式運転費(千円/年)	4,327	11,083	41,841	84,359	標準法と同程度
	m ³ 当り運転費(円/m ³)	4.0	3.0	2.3	2.3	
汚 泥 処 理	一式運転費(千円/年)	10,076	26,733			
	m ³ 当り運転費(円/m ³)	9.2	7.3			
汚 泥 処 理	一式運転費(千円/年)	6,526	18,269	72,331	130,830	上段:その他の工程有り
	m ³ 当り運転費(円/m ³)	7,831	21,923	86,797	156,996	中段:活性汚泥法+凝集沈澱法有り
汚 泥 処 理	一式運転費(千円/年)	7,505	21,009	83,181	150,455	下段:凝集剤添加活性汚泥法有り
	m ³ 当り運転費(円/m ³)	6.0	5.0	4.0	3.6	
汚 泥 処 理	一式運転費(千円/年)	7.2	6.0	4.8	4.3	
	m ³ 当り運転費(円/m ³)	6.9	5.8	4.6	4.1	

表4-22 単位プロセスの建設費及び運転費費用関数

水 処 理	建 設 費 百万円	運 転 費 百万円/年
標 準 法	$112.4 * Q^{0.743}$	$1.65 * Q^{0.841}$
急 速 砂 ろ 過 法	$100.8 * Q^{0.538}$	$0.288 * Q^{0.888}$
晶 析 脱 リ ン 法	$274.6 * Q^{0.777}$	$3.45 * Q^{0.803}$
	$258.9 * Q^{0.716}$	$4.45 * Q^{0.885}$
凝集剤添加活性汚泥法	$141.5 * Q^{0.709}$	$2.62 * Q^{0.915}$
循 環 法	$126.3 * Q^{0.836}$	$3.19 * Q^{0.874}$
凝 集 沈 殿 法	$74.3 * Q^{0.704}$	$1.31 * Q^{0.977}$
活 性 炭 吸 着 法	$110.8 * Q^{0.739}$	$12.14 * Q^{0.986}$
	$110.8 * Q^{0.739}$	$2.29 * Q^{0.979}$
	$110.8 * Q^{0.739}$	$9.18 * Q^{0.986}$
オゾン処理法	$54.2 * Q^{0.671}$	$6.37 * Q^{0.798}$
嫌 気 好 気 法	$112.8 * Q^{0.741}$	標準法と同様
内 生 脱 窒 法	$199.2 * Q^{0.711}$	$4.12 * Q^{0.913}$
汚 泥 処 理	$204.5 * Q^{0.479}$	$2.54 * Q^{0.856}$
	$227.0 * Q^{0.482}$	$3.05 * Q^{0.856}$
	$221.4 * Q^{0.482}$	$2.93 * Q^{0.855}$

$Q = (\text{千 m}^3/\text{日})$ 〔日最大〕

晶析脱リン法	上段	脱炭酸工程無し
	下段	脱炭酸工程有り
活性炭吸着法	上段	砂ろ過有り
	中段	砂ろ過+オゾン処理有り
	下段	凝集沈殿法有り
汚 泥 処 理	上段	その他
	中段	活性汚泥法+凝集沈殿法
	下段	凝集剤添加活性汚泥法

なお、内生脱窒法においては、大規模な処理水量には適さないため、10,000 m³/d までの関数とした。

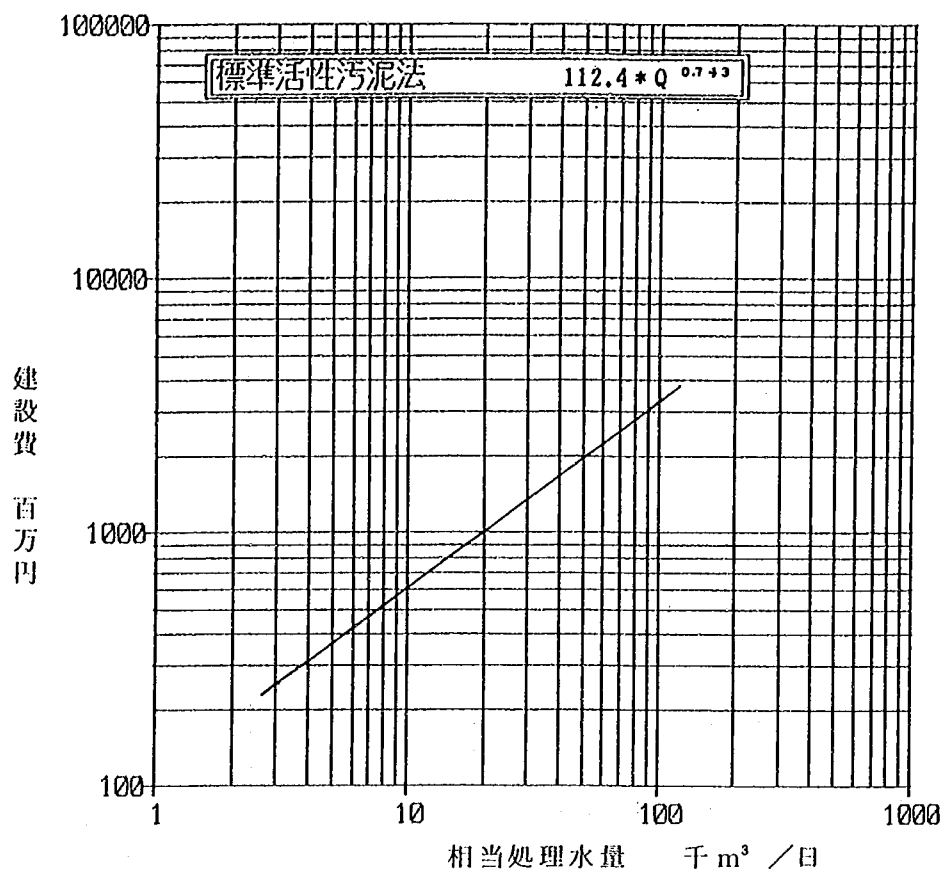


図 4 - 2 建設費費用関数 (標準活性汚泥法)

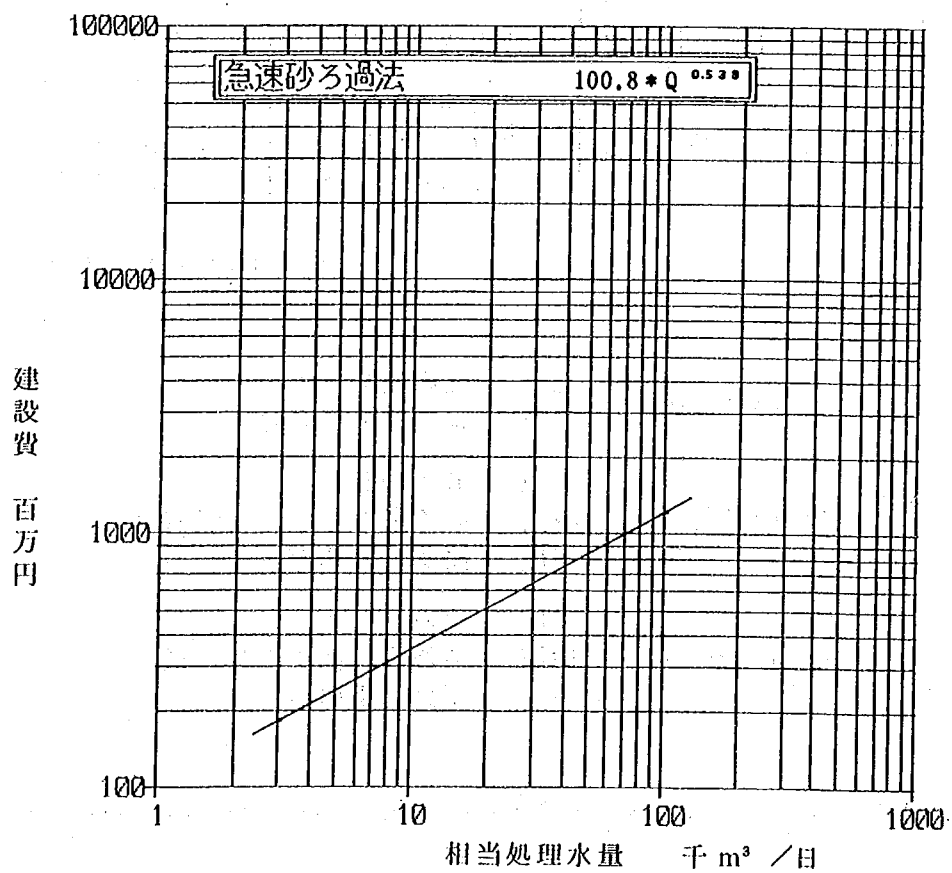


図 4 - 3 建設費費用関数 (急速砂ろ過法)

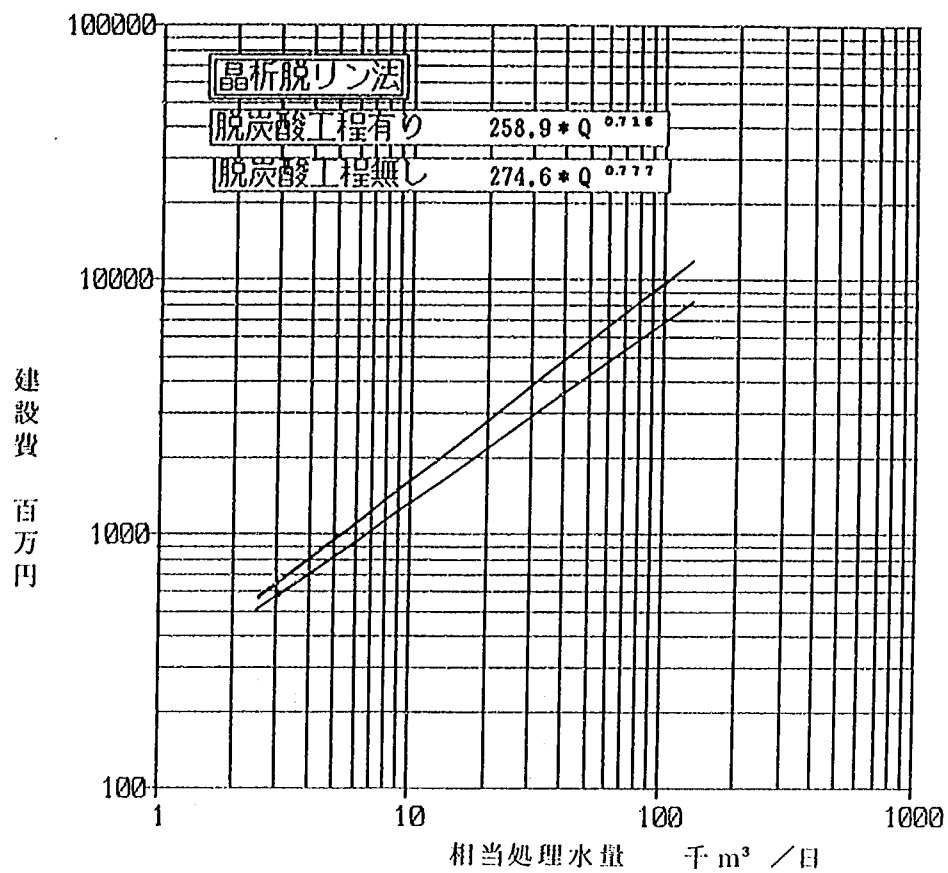


図 4 - 4 建設費費用関数 (晶析脱リン法)

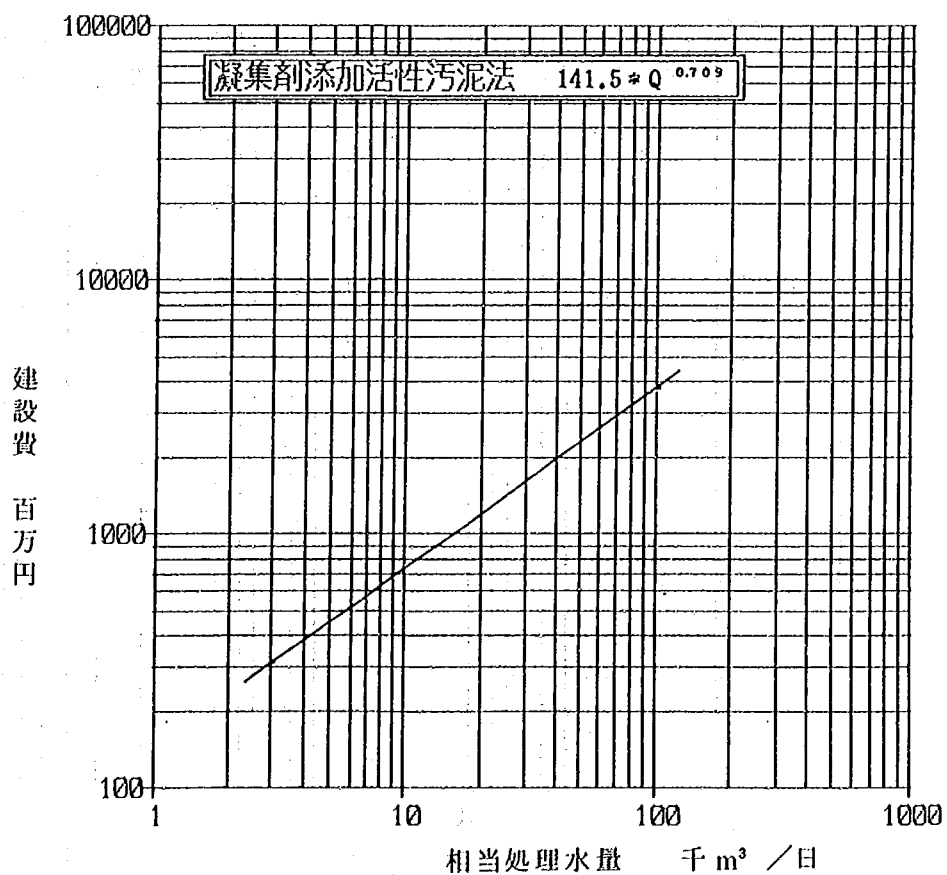


図 4 - 5 建設費費用関数 (凝集剤添加活性汚泥法)

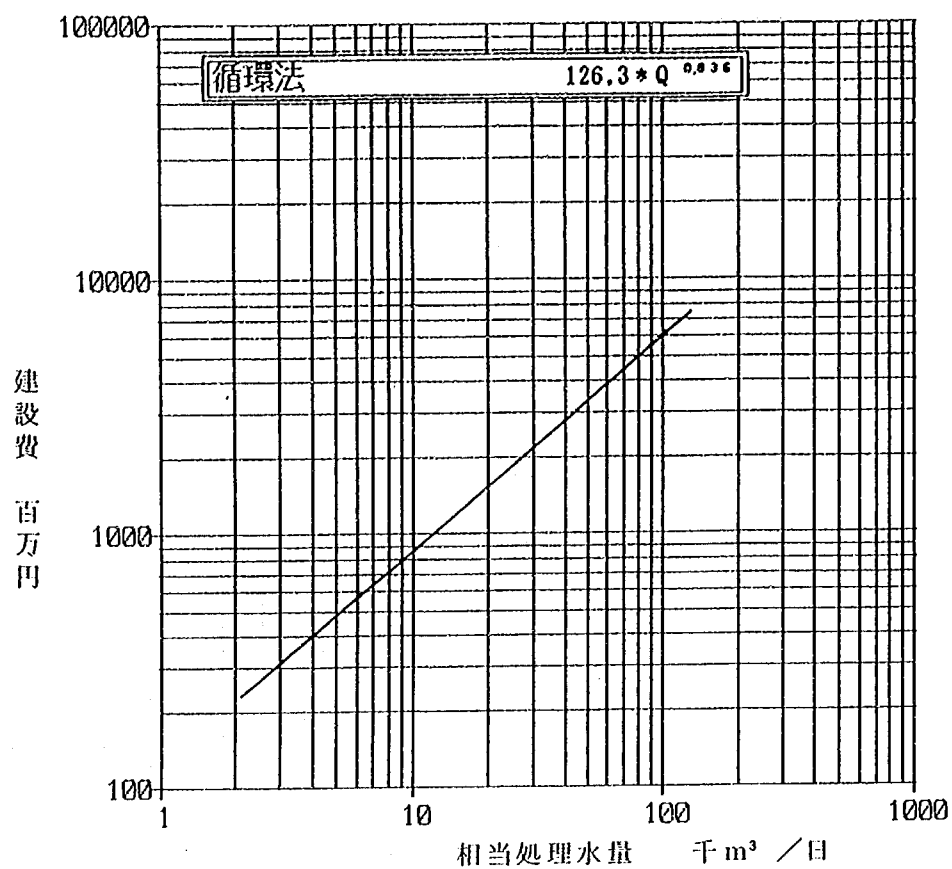


図 4 - 6 建設費費用関数 (循環法)

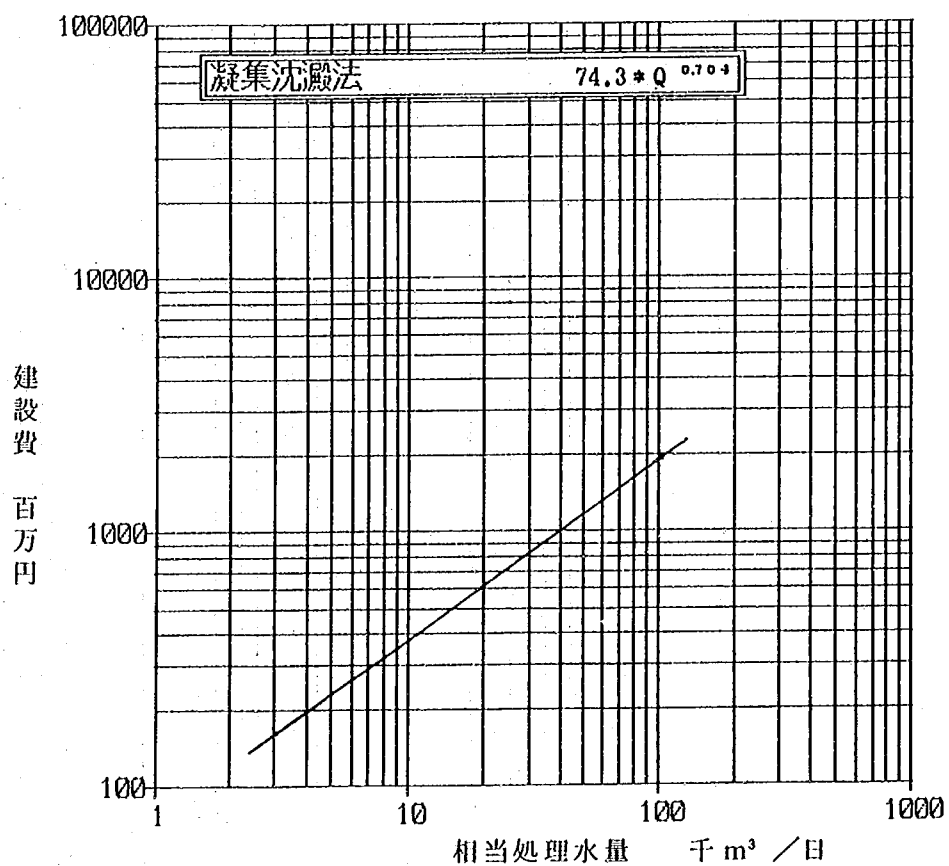


図 4 - 7 建設費費用関数 (凝集沈殿法)

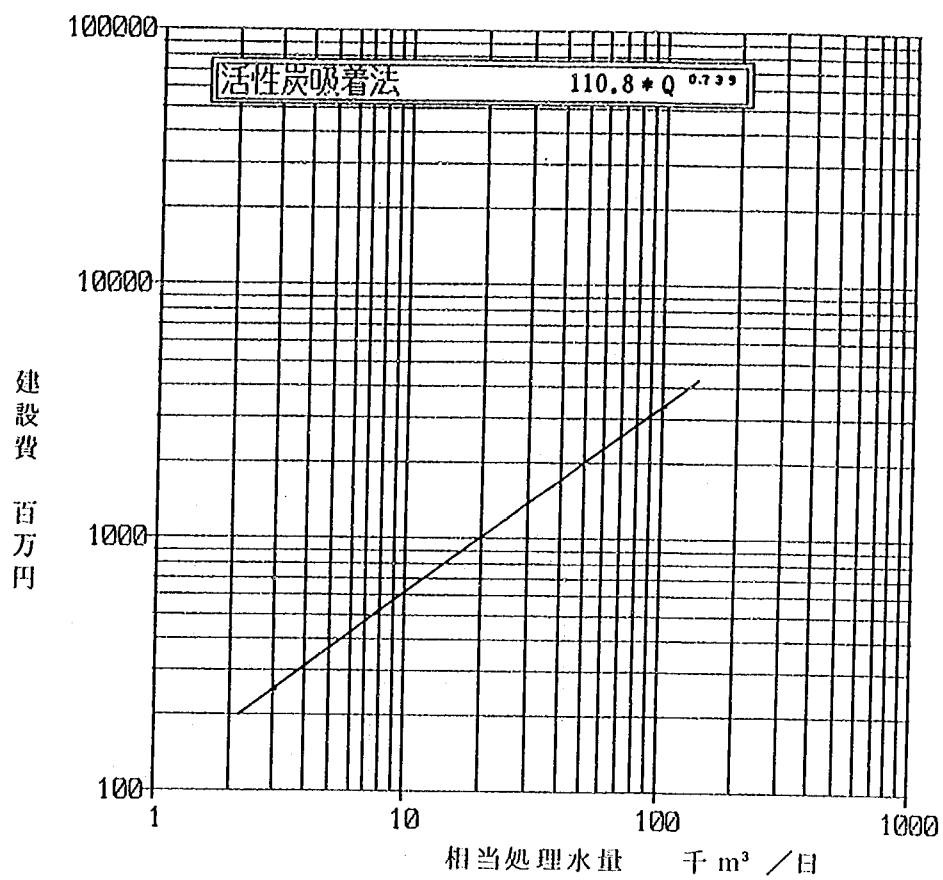


図4-8 建設費費用関数(活性炭吸着法)

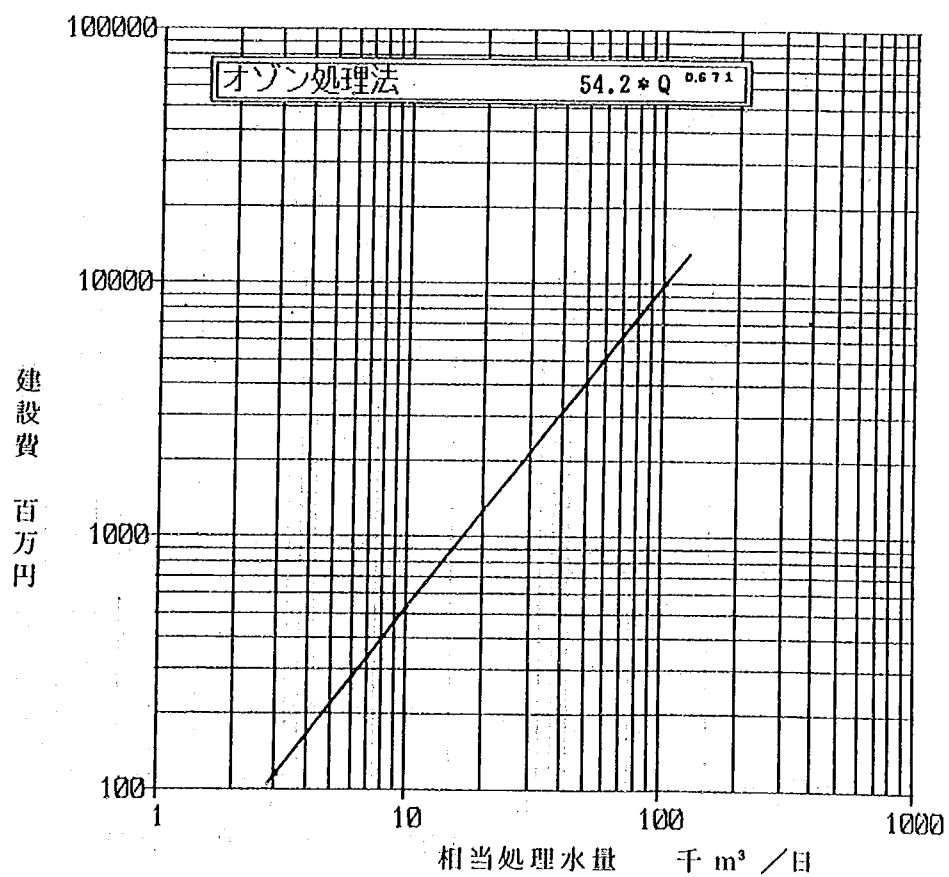


図4-9 建設費費用関数(オゾン処理法)

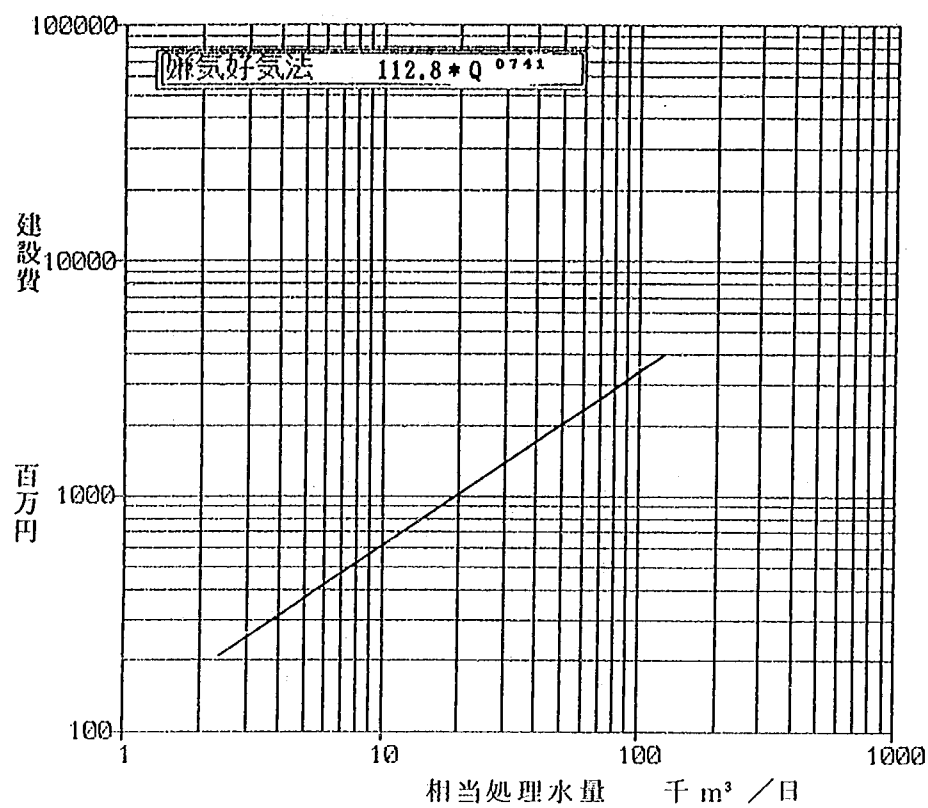


图 4-10 建設費費用関数（嫌気好気法）

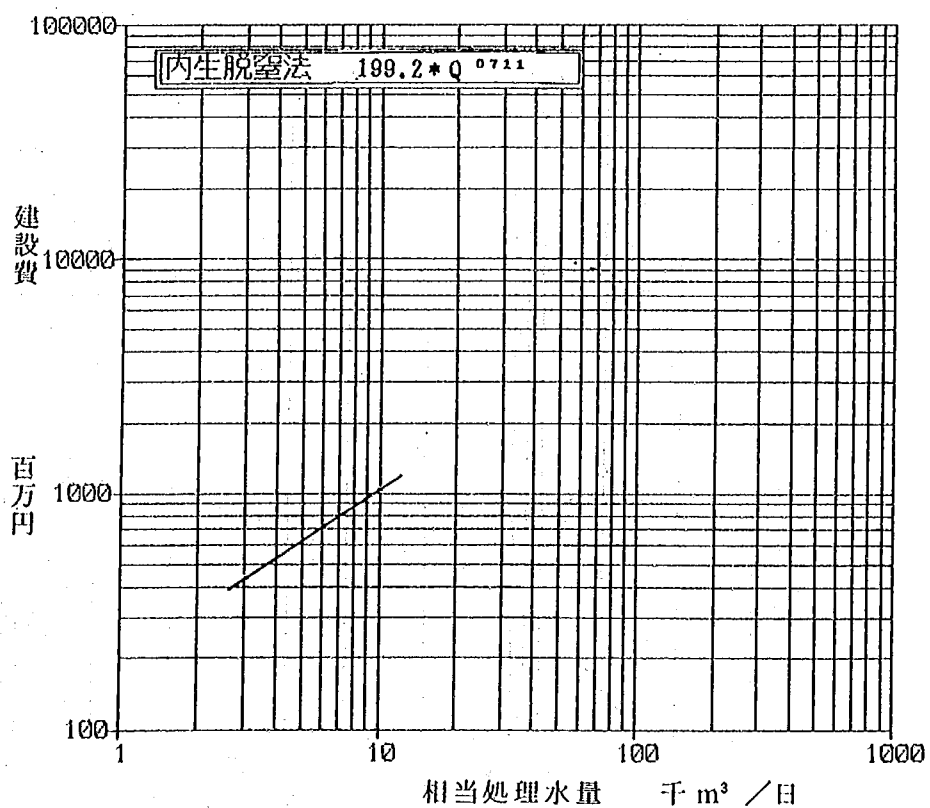


图 4-11 建設費費用関数（内生脱窒法）

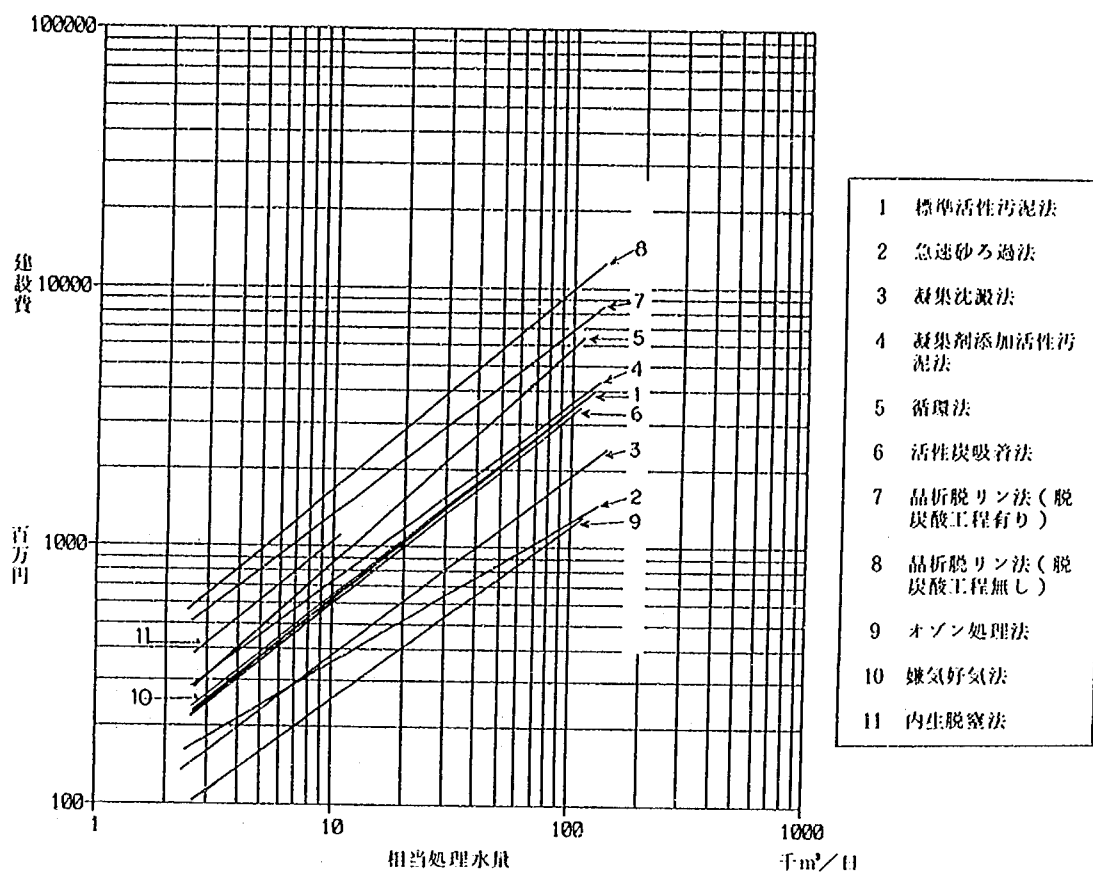


図4-12 建設費費用関数総括図

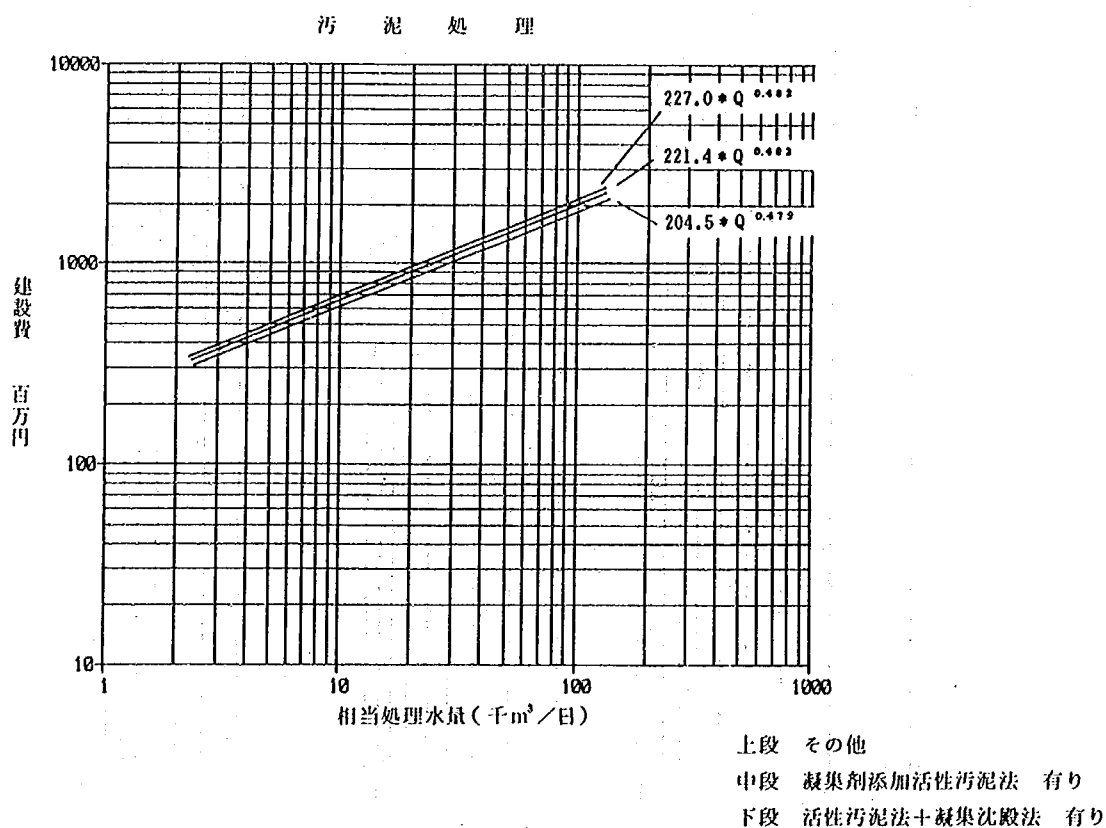


図4-13 建設費費用関数(汚泥処理)

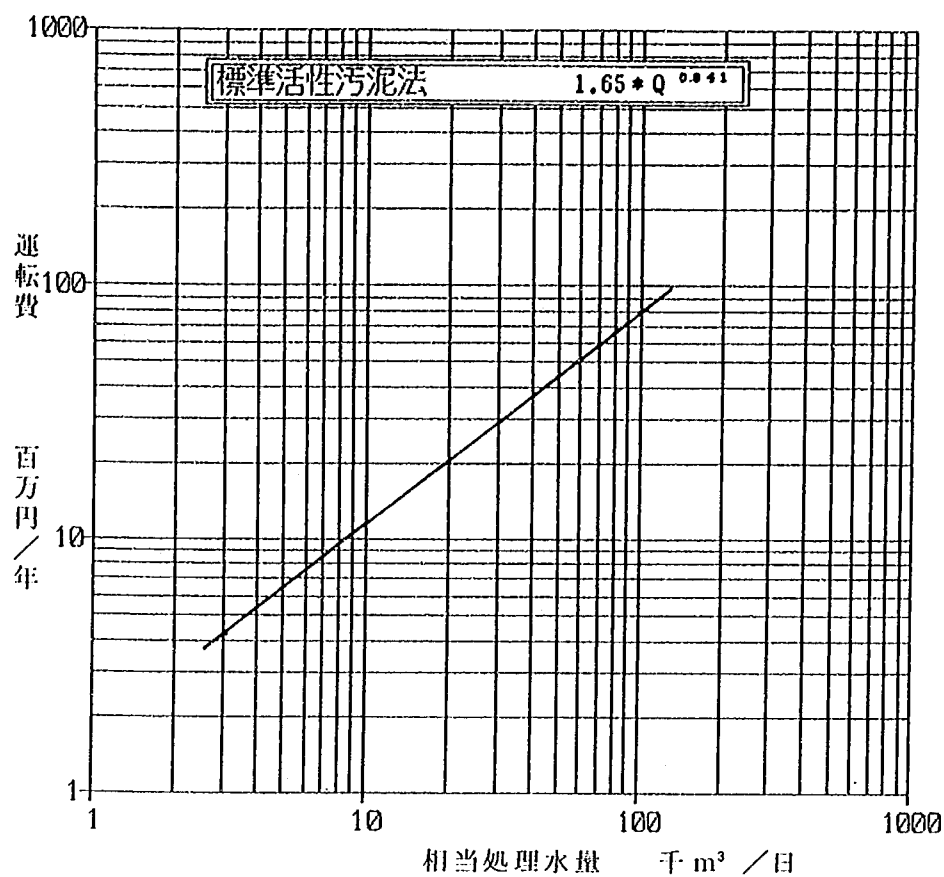


図 4 - 14 運転費費用関数 (標準活性汚泥法)

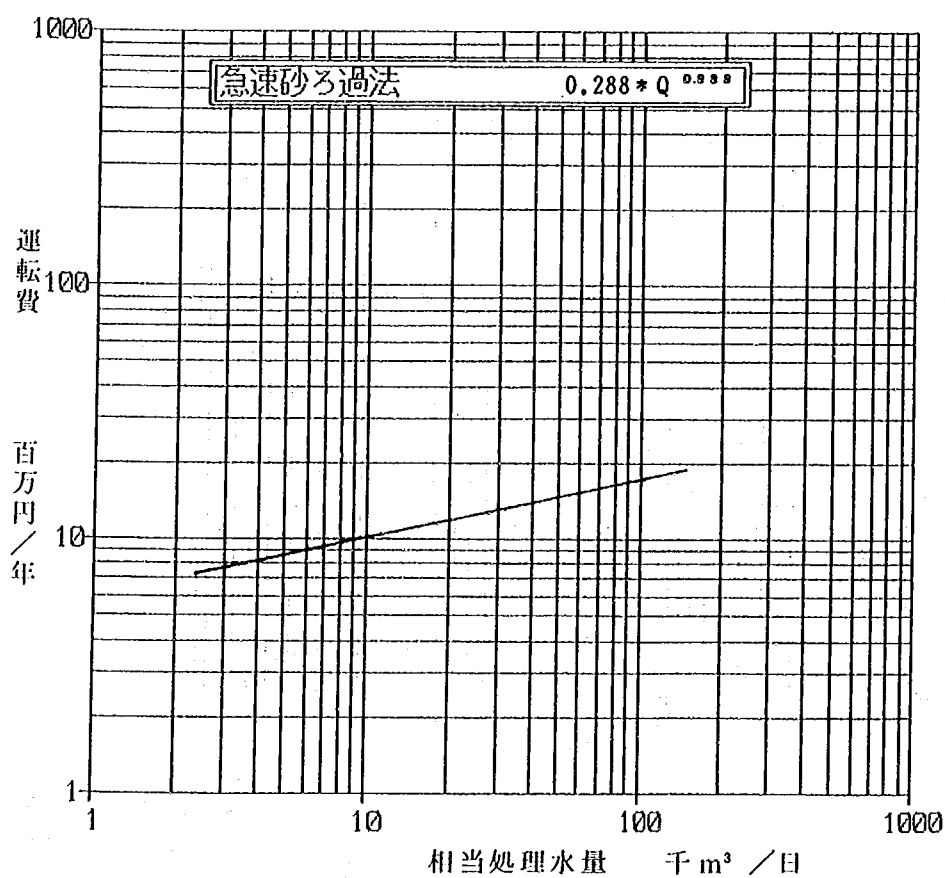


図 4 - 15 運転費費用関数 (急速砂ろ過法)

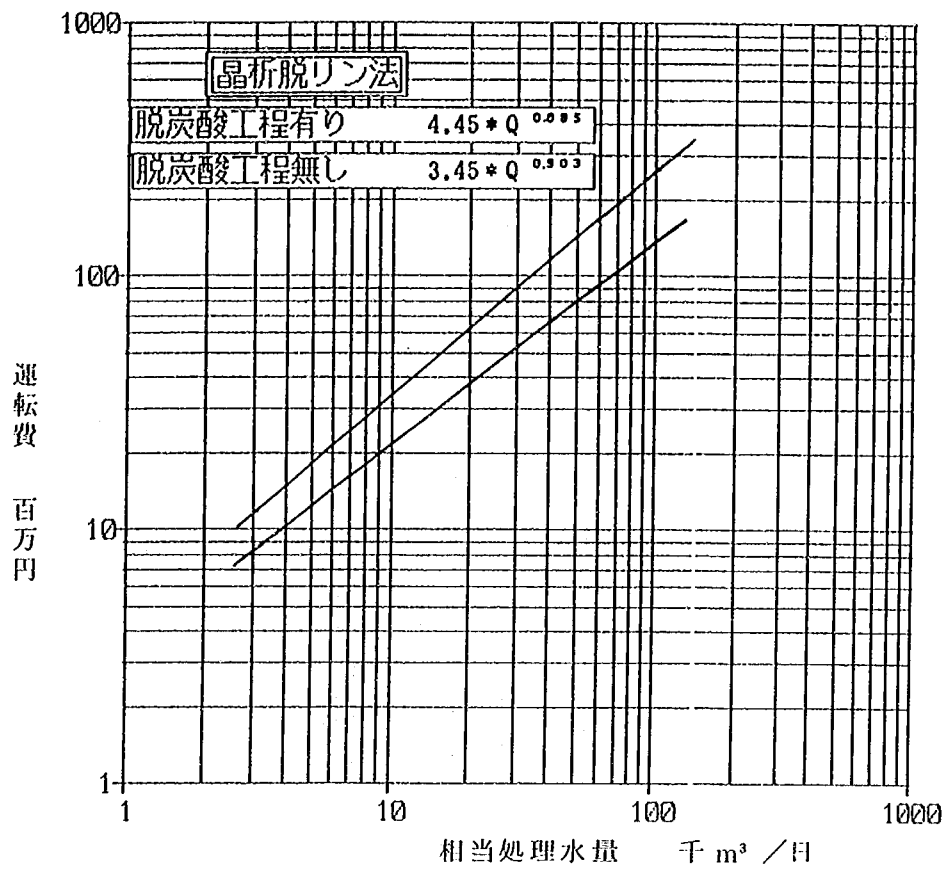


図 4 - 16 運転費費用関数（晶析脱リン法）

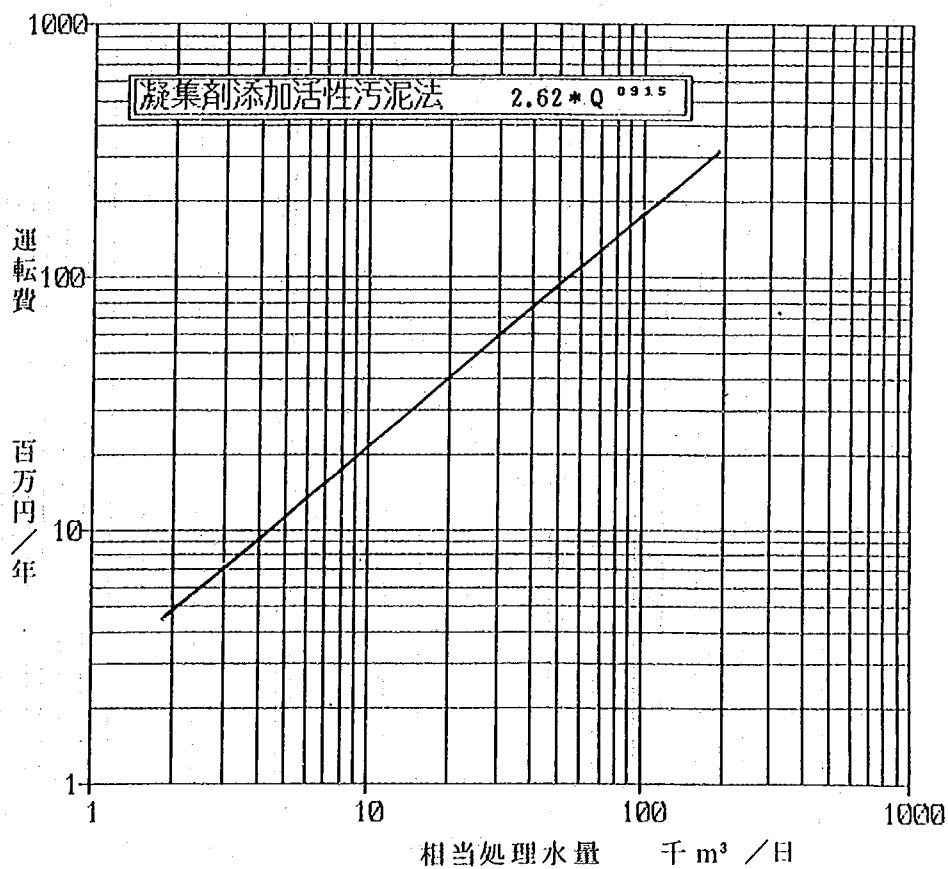


図 4 - 17 運転費費用関数（凝集剤添加活性汚泥法）

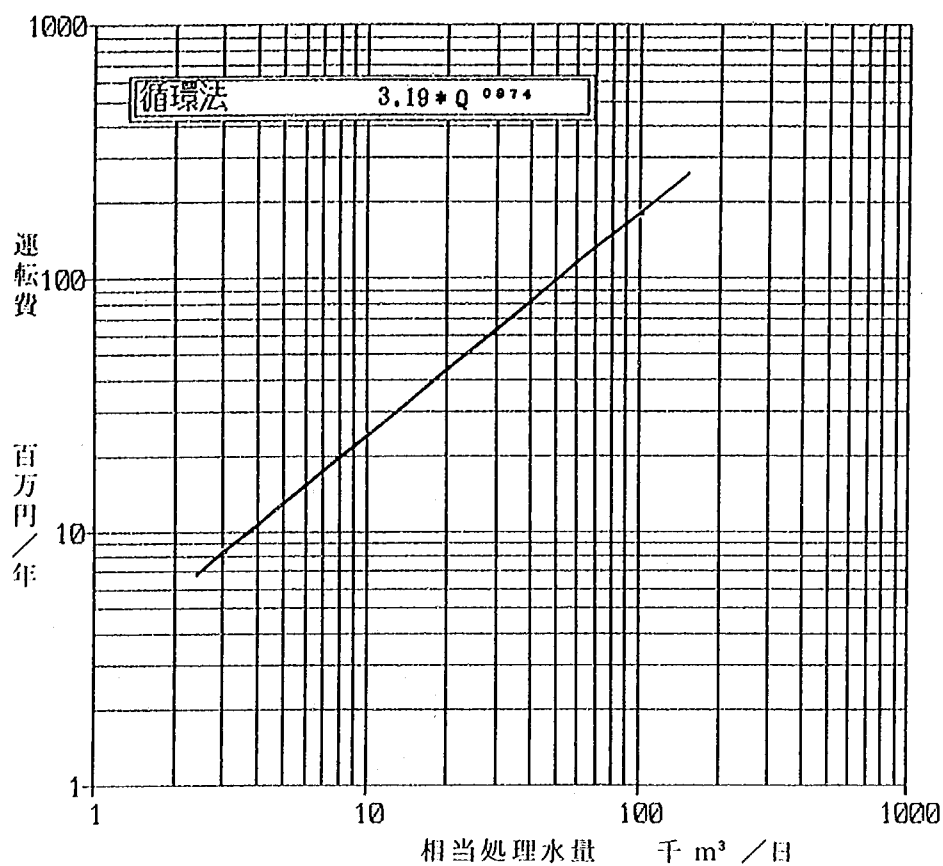


図 4 - 18 運転費費用関数 (循環法)

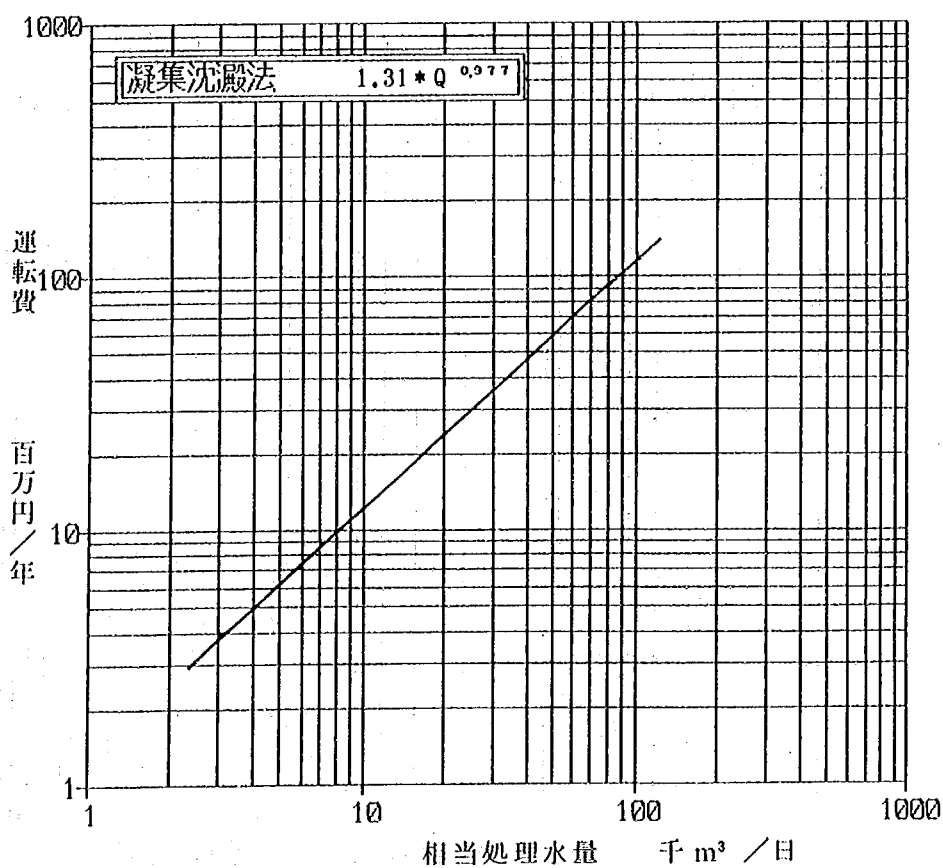


図 4 - 19 運転費費用関数 (凝集沈殿法)

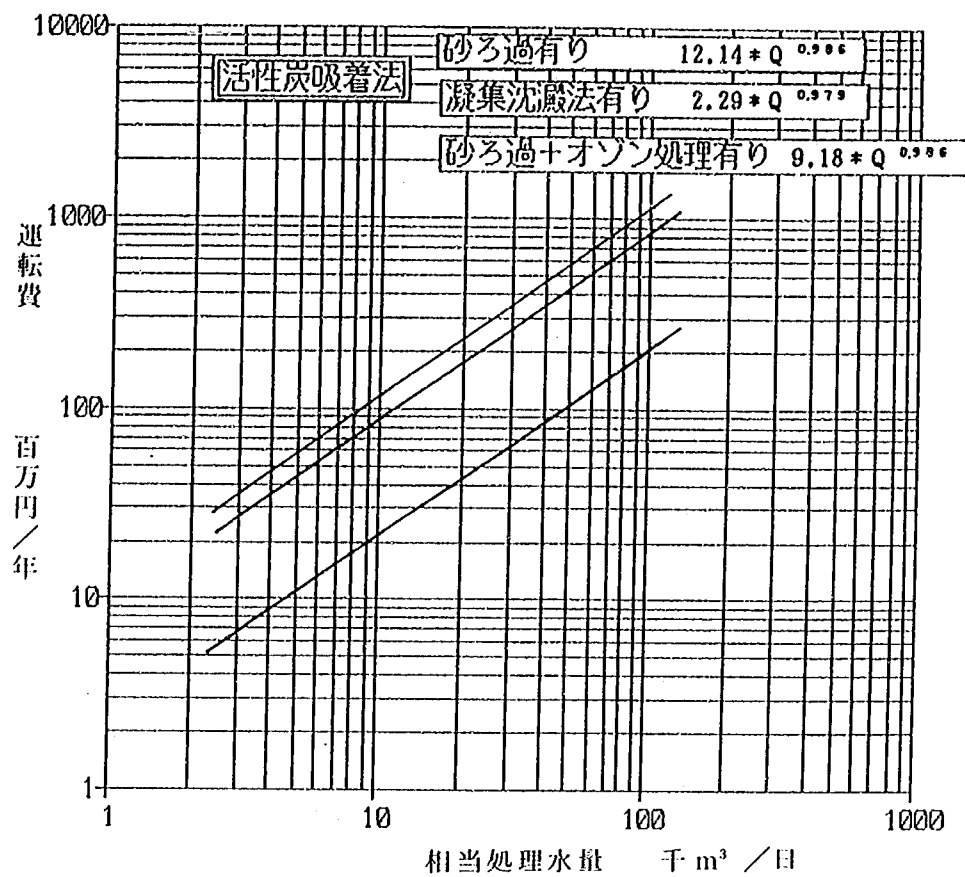


図4-20 運転費費用関数(活性炭吸着法)

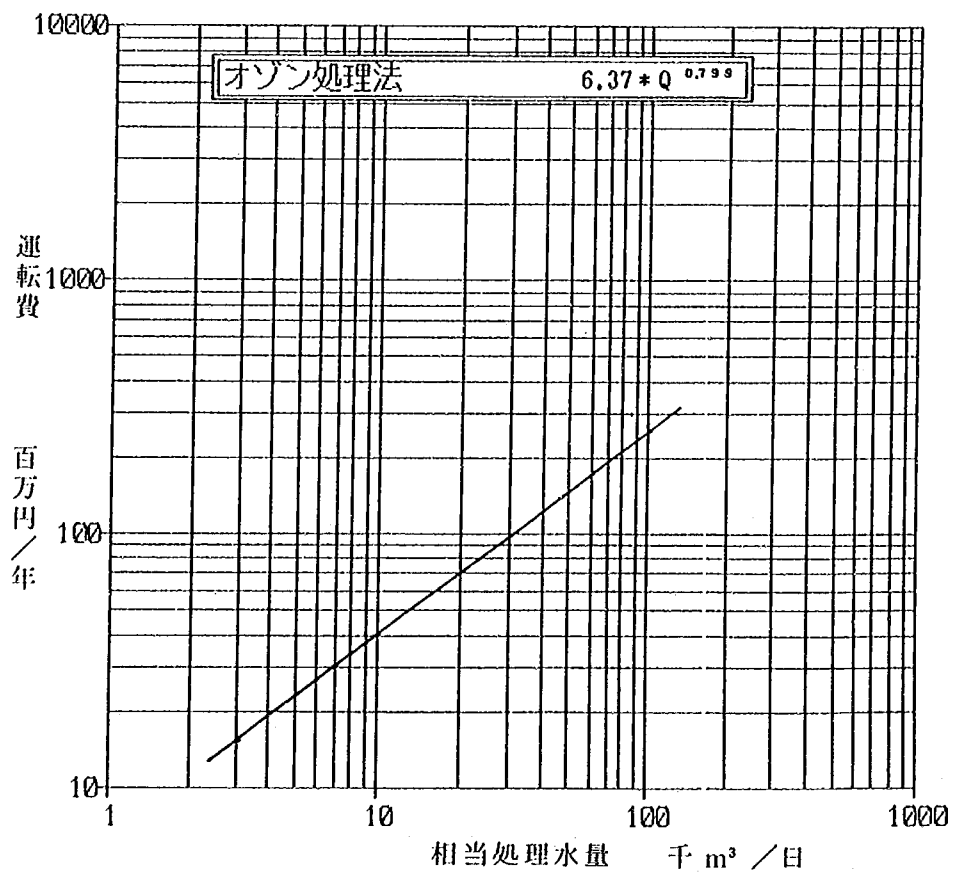


図4-21 運転費費用関数(オゾン処理法)

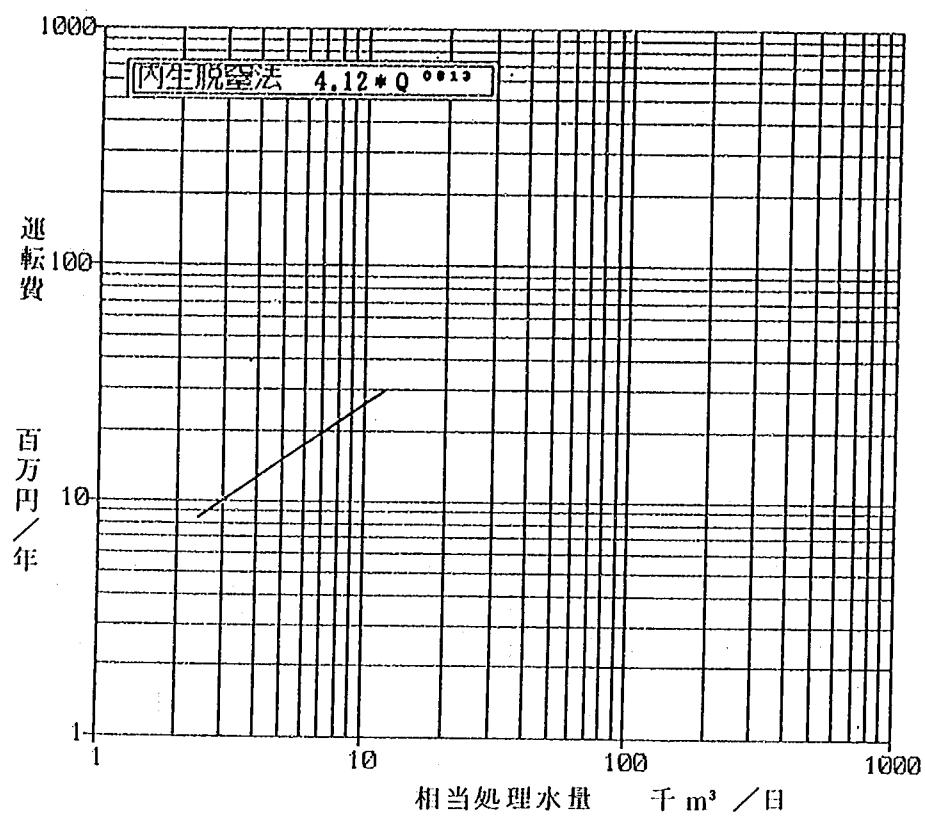


图 4-22 运转费费用関数 (内生脱盐法)

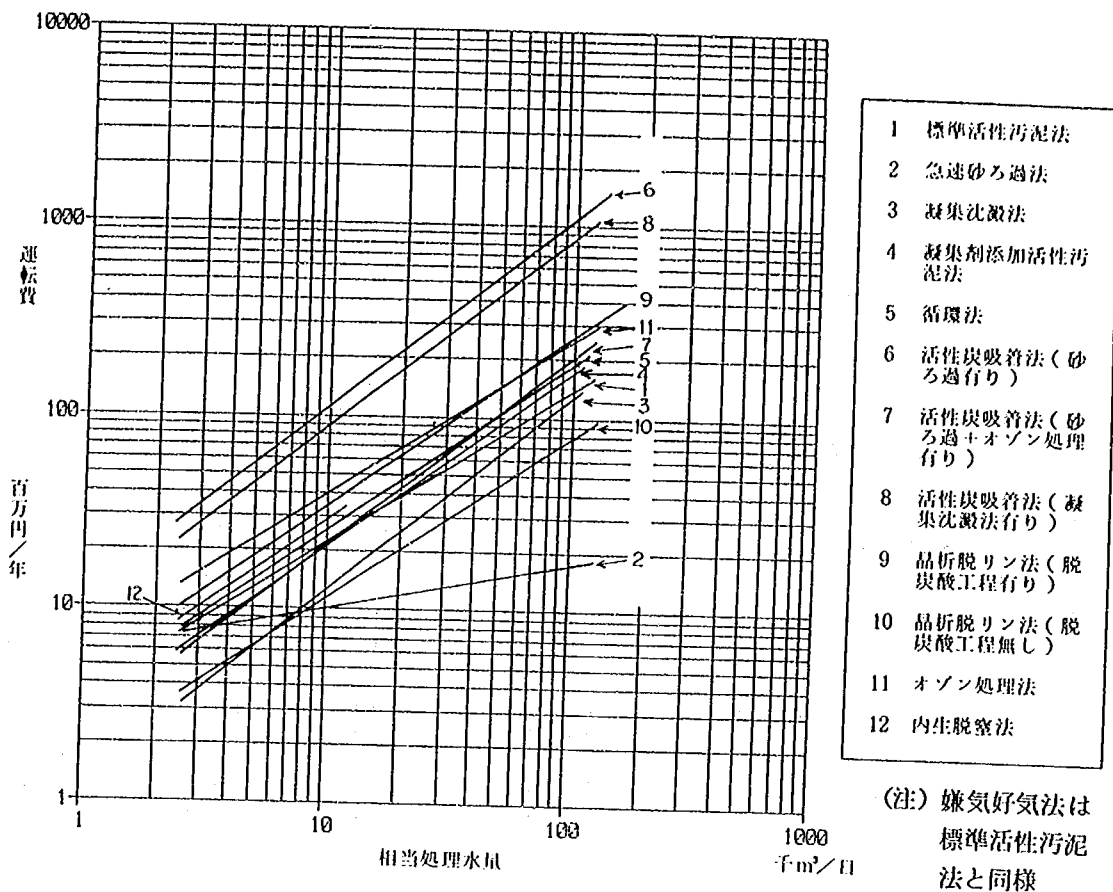


図 4 - 23 運転費費用関数総括図

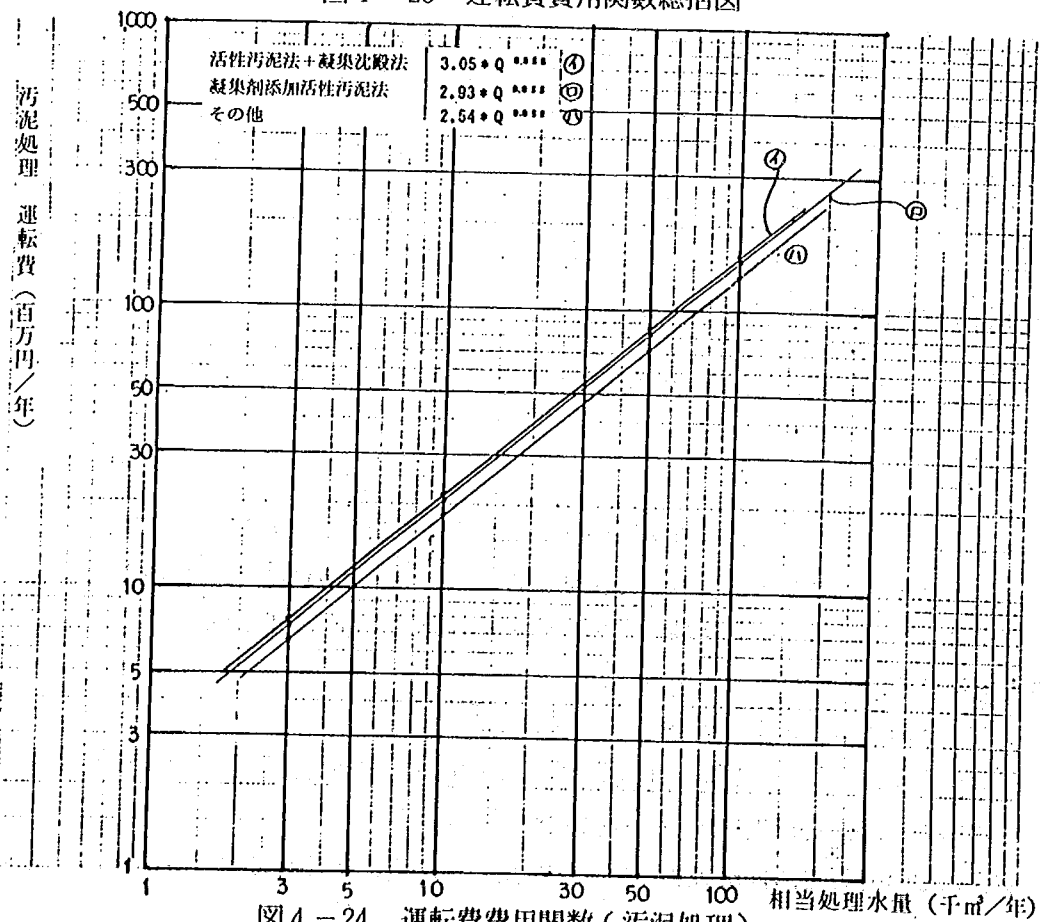


図 4 - 24 運転費費用関数（汚泥処理）

(6) 高度処理単位プロセス毎の必要用地面積

概略設計より求められた単位プロセス毎の必要用地面積は以下である。

表4-23 単位プロセス毎の必要用地面積

処理法	処理規模 (日最大) (m ³ /d)	上段 用地面積 (m ²) 下段 千m ³ 当り用地面積 (m ²)			
		3000 (m ³ /d)	10000 (m ³ /d)	50000 (m ³ /d)	100000 (m ³ /d)
標準活性汚泥法 (初沈含む)	2700 900	5000 500	19000 380	38000 380	
急速砂ろ過法	950 320	1300 130	4700 94	9500 95	
晶析脱リン法	1900 630	2600 260	9800 200	20000 200	
凝集剤添加活性 汚泥法	2700 900	5000 500	19000 380	38000 380	
循環法 (初沈含む)	3400 1100	6500 650	24000 480	51000 510	
凝集沈澱法	1300 430	2400 240	10000 200	23000 230	
活性炭吸着法	1200 400	1800 180	6600 130	13000 130	
オゾン処理法	810 270	1200 120	4400 88	8900 89	
嫌気好気法	2700 900	5000 500	19000 380	38000 380	
内生脱窒法	4600 1500	9200 920	-	-	

4.5 高度処理組合せプロセスの抽出

実用的で実施可能と考えられる高度処理組合せプロセスを表4-24のように抽出した。

組合せの方針は以下である。

- ① 同一機能の重複は避ける。
- ② 凝集沈殿処理単独では、懸濁性物質の除去が必ずしも良好ではない。急速砂ろ過を後段で用いることによりSS、リンの除去率が向上するところから、この組合せを標準とする。
- ③ 活性炭吸着プロセスの原水水質として、懸濁性物質はできるだけ除かれていることが望ましく、前段で急速砂ろ過を設けることとする。

組合せプロセスの費用算定上の留意事項を以下に示す。

- ① 活性炭吸着プロセスの前処理として凝集沈殿を用いる場合には、原水COD濃度が向上しているところから、活性炭再生費用を3/4倍した。
- ② オゾン処理の後段で活性炭吸着プロセスを用いる場合、活性炭吸着プロセスへの通水に必要な電力料と活性炭のロスのみを見込むこととした。

③ ①～⑬のプロセスにおけるアルカリ度の不足量

それぞれ、循環法単独（硝化率 90%，脱窒率 60%）では、アルカリ度の不足は生じないと考え、硫酸バン土添加により $5.56 \times 1 \ell \text{ mg} / \ell$ のアルカリ度不足が生じるとした。必要なアルカリ添加量は次の通りである。

添加量

プロセス 11, 12, 13 $\rightarrow 5.59 \times 5.23 = 29.1 \text{ mg} / \ell \rightarrow 40 \text{ mg} / \ell$

表 4-24 抽出した高度処理組合せプロセス

処 理 目 的	組 合 せ プ ロ セ ス
①（高級処理）	
② 残存BOD、浮遊物除去	標準法+急速砂ろ過
③ COD除去	標準法+急速砂ろ過+活性炭吸着
④	標準法+凝集沈殿+急速砂ろ過+活性炭吸着*
⑤	標準法+急速砂ろ過+オゾン処理+活性炭吸着*（残オゾン処理）
⑥ リン除去	標準法+凝集沈殿+急速砂ろ過
⑦	凝集剤添加活性汚泥法
⑧	標準法+晶析脱リン
⑨ 窒素除去	循環法
⑩ 窒素・リン除去	循環法+晶析脱リン
⑪	循環法+凝集沈殿+急速砂ろ過
⑫	凝集剤添加循環法
⑬ 窒素・リン・COD除去	循環法+凝集沈殿+急速砂ろ過+活性炭吸着*
⑭	循環法+晶析脱リン+活性炭吸着

注：1. ——— のプロセスの後段に仕上げ処理としての急速砂ろ過を考慮する組合せも検討対象とする。（それぞれ⑦'⑨'⑫'とする。）

2. *は、組合せ費用の算定上、単位プロセスの費用をそのまま適用しない。

3. ◎は、アルカリ度不足が考えられるプロセス。

4.6 高度処理組合せ費用関数の作成

4.4 で求めた処理水量に応じた単位プロセス毎の費用を組合せ、それを基に高度処理組合せ費用関数を算出した。

各組合せプロセス毎の除去率は表 4-25 のように設定した。

表4-25 各組合せプロセス毎の除去率

原 水	処 理 方 法	BOD	SS	COD	T-N	T-P
二次処理水	② 急速砂ろ過法	7	4	12	19	2.4
		40	60	20	10	20
	⑥ 凝集沈澱法	5	4	8	17	0.4
	+急速砂ろ過法	60	60	50	20	85
	④ 凝集沈澱法+急速砂ろ過法	3	2	4	17	0.4
	+活性炭吸着法	75	80	70	20	85
	③ 急速砂ろ過法+活性炭吸着法	5	2	5	17	1.9
		40	50	70	20	20
一次処理水	⑤ 急速砂ろ過法+オゾン処理法	3	2	5	17	1.9
	+活性炭吸着法	75	80	70	20	20
	⑧ 晶析脱リン法	7	4	11	19	0.3
		40	60	30	10	90
	⑦ 凝集剤添加活性汚泥法	10	8	13	20	0.8
		92	93	81	23	80
	⑦' 凝集剤添加活性汚泥法	8	4	11	18	0.4
	+急速砂ろ過法	94	97	84	31	90
	⑫ 凝集剤添加循環法	9	8	13	10	0.8
		93	93	81	60	80
循環法処理水	⑫' 凝集剤添加循環法	7	4	11	10	0.4
	+急速砂ろ過法	94	97	84	62	90
	⑨ 循環法	9	9	14	10	2.4
		93	92	80	60	40
	⑨' 循環法+急速砂ろ過法	7	4	12	10	2
		94	97	83	62	50
	⑮ 嫌気好気法	12	10	15	21	0.8
生下水		90	90	80	20	80
	⑪ 凝集沈澱法	5	4	8	10	0.4
	+急速砂ろ過法	40	60	40	0	83
	⑬ 凝集沈澱法+急速砂ろ過法	3	2	4	9	0.4
	+活性炭吸着法	70	80	70	10	83
	⑩ 晶析脱リン	6	4	10	9	0.3
生下水		35	60	30	10	90
	⑭ 晶析脱リン法	5	2	5	10	0.3
	+活性炭吸着法	40	80	65	0	85
生下水	⑯ 内生脱窒法	9	9	14	10	2.4
		95	95	85	70	50

上段：水 質 (mg/l)

下段：除 去 率 (%)

各組合せプロセス毎に、4ケースの処理水量(単位プロセスの費用積算時と同じ分類)毎に建設費と運転費を積算した結果を表4-26及び表4-27に示す。組合せプロセスの処理原価の計算結果を表4-28に示す。処理原価の定義は以下である。

$$\text{処理原価} = \frac{(\text{土木・建築建設費/耐用年数}) + (\text{機械・電気設備建設費/耐用年数}) + \text{年間維持管理費}}{\text{年 間 処 理 水 量}}$$

年間処理水量：日平均処理水量 × 365 日

耐 用 年 数：土木・建築 20 年

機械・電気 10 年

組合せプロセスの建設費、運転費、処理原価の費用関数を表4-29に示す。

また、除去対象物質毎に、「COD除去」「リン除去」「窒素除去」「窒素・リン除去」「窒素・リン・COD除去」に分け、おののに該当する高度処理組合せプロセスの規模(処理水量)毎の建設費、運転費、処理原価を比較したものを図4-25～図4-29、図4-30～図4-34、図4-35～図4-39に示す。なお、各図には、比較のため、「標準活性汚泥法」と「標準活性汚泥法+急速砂ろ過法」を掲げた。

また、図4-40に、100,000 m³/日規模(処理水量)での各組合せプロセスの処理原価の比較を示した。

図4-41には、放流水COD濃度と各組合せプロセスの処理原価の比較を、図4-42には、放流水

T-N 濃度と各組合せプロセスの処理原価の比較を、図 4-43 には放流水 T-P 濃度と各組合せプロセスの処理原価の比較を示した。図 4-41 から図 4-43 は処理水質 100,000 m³/日での値で比較した。高度処理組合せプロセス毎の処理水質、費用関数をまとめた総括表を表 4-30 に示す。

表 4-26 組合せプロセス建設費積算結果

組合せプロセス	上段：建設費 千円 下段：m ³ 当り建設費 千円/m ³			
	日最大処理水量 (m ³ /d)			
	3,000	10,000	50,000	100,000
① 標準活性汚泥法	620,000 207	1,175,000 118	3,382,000 68	5,418,000 54
② 標準法+急速砂ろ過法	806,000 269	1,520,000 152	4,142,000 83	6,705,000 67
③ 標準法+急速砂ろ過法+活性炭吸着法	1,062,000 354	2,099,000 210	6,187,000 124	10,015,000 100
④ 標準法+凝集沈澱法+急速砂ろ過+活性炭吸着法	1,268,000 423	2,540,000 254	7,418,000 148	12,312,000 123
⑤ 標準法+急速砂ろ過法+オゾン処理法+活性炭吸着法	1,183,000 394	2,331,000 233	6,916,000 138	11,272,000 113
⑥ 標準法+凝集沈澱法+急速砂ろ過法	1,012,000 337	1,961,000 196	5,373,000 107	9,002,000 90
⑦ 凝集剤添加活性汚泥法	711,000 237	1,314,000 131	3,706,000 74	5,920,000 59
⑧ 凝集剤添加活性汚泥法+急速砂ろ過法	897,000 299	1,659,000 166	4,466,000 89	7,207,000 72
⑨ 標準法+晶析脱リン法	1,221,000 407	2,432,000 243	7,449,000 149	12,886,000 129
⑩ 循環法	694,000 231	1,365,000 137	4,697,000 94	7,980,000 80
⑪ 循環法+急速砂ろ過法	880,000 293	1,710,000 171	5,457,000 109	9,267,000 93
⑫ 循環法+晶析脱リン法	1,295,000 432	2,622,000 262	8,764,000 175	15,448,000 154
⑬ 循環法+凝集沈澱法+急速砂ろ過法	1,086,000 362	2,151,000 215	6,688,000 134	11,564,000 116
⑭ 凝集剤添加循環法	785,000 262	1,504,000 150	5,021,000 100	8,482,000 85
⑮ 凝集剤添加循環法+急速砂ろ過法	971,000 324	1,849,000 185	5,781,000 116	9,769,000 98
⑯ 循環法+凝集沈澱法+急速砂ろ過法+活性炭吸着法	1,342,000 447	2,730,000 273	8,733,000 175	14,874,000 149
⑰ 循環法+晶析脱リン法+活性炭吸着法	1,551,000 517	3,201,000 320	10,809,000 216	18,758,000 188

表4-27 組合せプロセス運転費積算結果

上段：運転費 千円/年
下段： m^3 当り運転費 円/ m^3

組み合せプロセス	日最大処理水量 (m^3/d)			
	3,000	10,000	50,000	100,000
① 標準活性汚泥法	10,853 9.9	29,352 8.0	114,172 6.3	215,189 5.9
② 標準法+急速砂ろ過法	11,733 10.7	31,090 8.5	124,043 6.8	233,087 6.4
③ 標準法+急速砂ろ過法+活性炭吸着法	47,896 43.7	147,212 40.3	698,371 38.3	1,378,724 37.8
④ 標準法+凝集沈澱法+急速砂ろ過+活性炭吸着法	44,238 40.4	134,824 36.9	632,567 34.7	1,241,318 34.0
⑤ 標準法+急速砂ろ過法+オゾン処理法+活性炭吸着法	34,904 31.9	88,358 24.2	377,282 20.7	700,312 19.2
⑥ 標準法+凝集沈澱法+急速砂ろ過法	16,850 15.4	47,259 12.9	198,639 10.9	376,481 10.3
⑦ 凝集剤添加活性汚泥法	14,824 13.5	42,109 11.5	174,411 9.6	333,591 9.1
⑧ 凝集剤添加活性汚泥法+急速砂ろ過法	15,704 14.3	43,847 12.0	184,282 10.1	351,489 9.6
⑨ 標準法+晶析脱リン法	22,817 20.8	62,761 17.2	251,066 13.8	486,114 13.3
⑩ 循環法	15,190 13.9	41,180 11.3	163,547 9.0	321,428 8.8
⑪ 循環法+急速砂ろ過法	16,070 14.7	42,918 11.8	173,418 9.5	339,326 9.3
⑫ 循環法+晶析脱リン法	27,154 24.8	74,589 20.4	300,441 16.5	592,353 16.2
⑬ 循環法+凝集沈澱法+急速砂ろ過法	21,434 19.6	59,911 16.4	252,139 13.8	491,029 13.5
⑭ 凝集剤添加循環法	19,408 17.7	54,761 15.0	227,911 12.5	448,079 12.3
⑮ 凝集剤添加循環法+急速砂ろ過法	20,288 18.5	56,499 15.5	237,782 13.0	465,977 12.8
⑯ 循環法+凝集沈澱法+急速砂ろ過法+活性炭吸着法	48,822 44.6	147,476 40.4	686,067 37.6	1,355,866 37.1
⑰ 循環法+晶析脱リン法+活性炭吸着法	63,317 57.8	190,711 52.2	874,769 47.9	1,737,990 47.6

表4-28 組合せプロセス処理原価計算結果

処理原価 円/ m^3

組み合せプロセス	日最大処理水量 (m^3/d)			
	3,000	10,000	50,000	100,000
① 標準活性汚泥法	71	42	25	21
② 標準法+急速砂ろ過法	92	54	31	26
③ 標準法+急速砂ろ過法+活性炭吸着法	161	112	84	76
④ 標準法+凝集沈澱法+急速砂ろ過+活性炭吸着法	177	121	86	78
⑤ 標準法+急速砂ろ過法+オゾン処理法+活性炭吸着法	159	99	66	57
⑥ 標準法+凝集沈澱法+急速砂ろ過法	119	73	44	38
⑦ 凝集剤添加活性汚泥法	84	50	31	27
⑧ 凝集剤添加活性汚泥法+急速砂ろ過法	106	62	37	31
⑨ 標準法+晶析脱リン法	144	92	61	54
⑩ 循環法	82	51	36	32
⑪ 循環法+急速砂ろ過法	104	63	42	37
⑫ 循環法+晶析脱リン法	155	102	72	65
⑬ 循環法+凝集沈澱法+急速砂ろ過法	130	82	54	49
⑭ 凝集剤添加循環法	96	60	43	38
⑮ 凝集剤添加循環法+急速砂ろ過法	118	72	48	43
⑯ 循環法+凝集沈澱法+急速砂ろ過法+活性炭吸着法	189	130	97	89
⑰ 循環法+晶析脱リン法+活性炭吸着法	223	161	125	115

表4-29 組合せプロセスの建設費、運転費、処理原価の費用関数

	建設費 百万円	運転費 百万円/年	処理原価* 円/m ³
①	299.2 * Q ^{0.622}	4.23 * Q ^{0.848}	99.2 * Q ^{-0.346}
②	398.5 * Q ^{0.605}	4.49 * Q ^{0.853}	131.0 * Q ^{-0.361}
③	504.3 * Q ^{0.643}	16.48 * Q ^{0.959}	194.0 * Q ^{-0.211}
④	599.1 * Q ^{0.649}	15.35 * Q ^{0.942}	219.0 * Q ^{-0.233}
⑤	558.4 * Q ^{0.646}	12.99 * Q ^{0.861}	207.3 * Q ^{-0.269}
⑥	492.2 * Q ^{0.621}	6.27 * Q ^{0.886}	163.4 * Q ^{-0.327}
⑦	347.1 * Q ^{0.609}	5.54 * Q ^{0.886}	113.3 * Q ^{-0.323}
⑦'	446.8 * Q ^{0.595}	5.83 * Q ^{0.886}	148.0 * Q ^{-0.349}
⑧	553.8 * Q ^{0.673}	8.63 * Q ^{0.869}	186.4 * Q ^{-0.279}
⑨	298.5 * Q ^{0.705}	5.74 * Q ^{0.866}	102.6 * Q ^{-0.263}
⑨'	393.6 * Q ^{0.676}	6.03 * Q ^{0.867}	134.5 * Q ^{-0.291}
⑩	557.4 * Q ^{0.710}	10.17 * Q ^{0.875}	192.8 * Q ^{-0.246}
⑪	488.8 * Q ^{0.676}	7.89 * Q ^{0.891}	167.2 * Q ^{-0.279}
⑫	343.7 * Q ^{0.687}	7.15 * Q ^{0.892}	119.5 * Q ^{-0.258}
⑫'	439.7 * Q ^{0.663}	7.45 * Q ^{0.892}	151.6 * Q ^{-0.286}
⑬	598.9 * Q ^{0.689}	16.96 * Q ^{0.948}	227.1 * Q ^{-0.212}
⑭	668.2 * Q ^{0.715}	22.11 * Q ^{0.944}	262.3 * Q ^{-0.186}

注) Q = (千m³/日) (日最大)
汚泥処理費用を含む

* 処理原価

土木建築建設費 / 耐用年数 + 機械電気設備 / 耐用年数 + 維持管理費

年間処理水量

年間処理水量: 日平均処理水量 × 365 耐用年数: 土木, 建築 20年

機械, 電気 10年

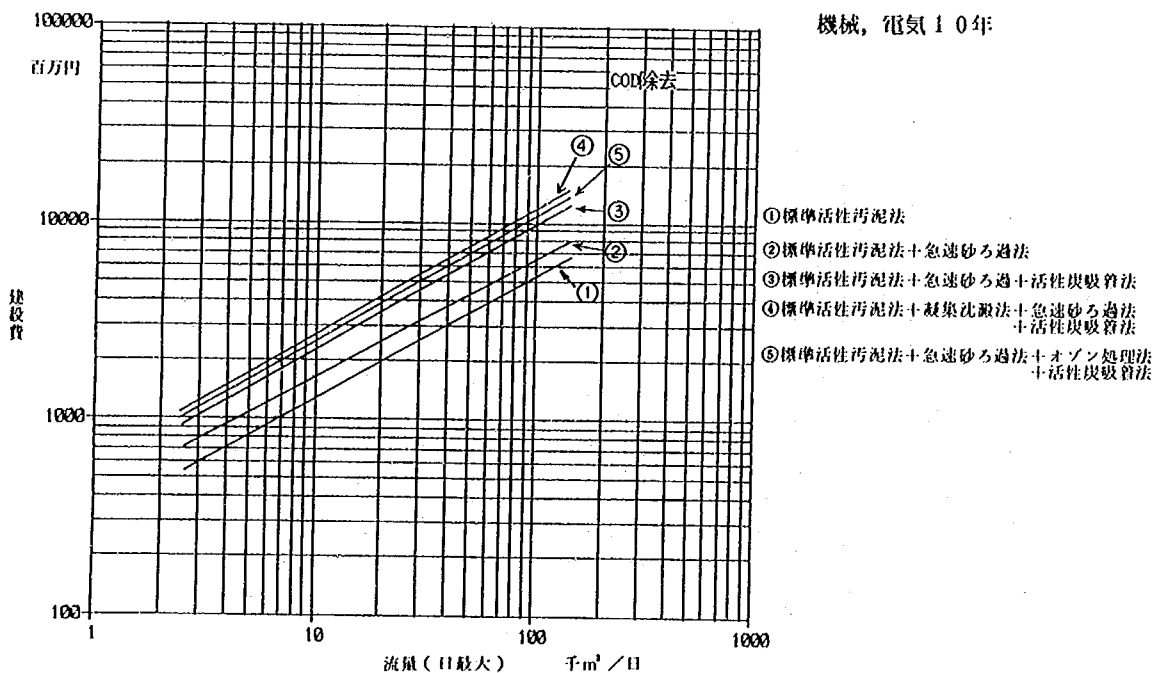


図4-25 COD除去プロセスと建設費

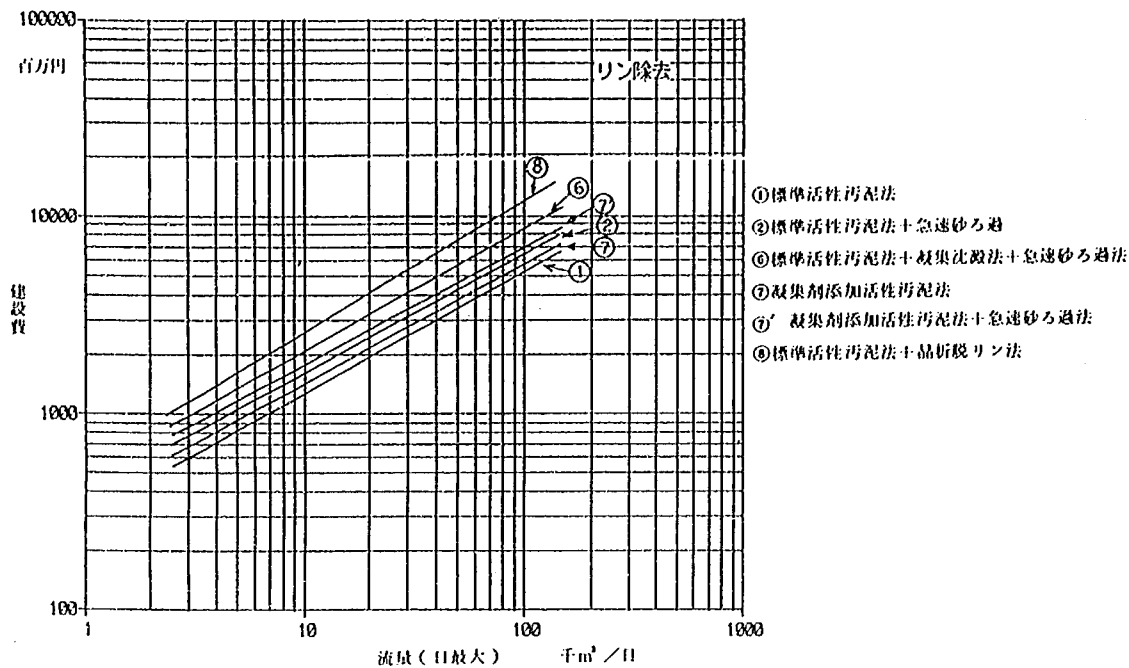


図4-26 リン除去プロセスと建設費

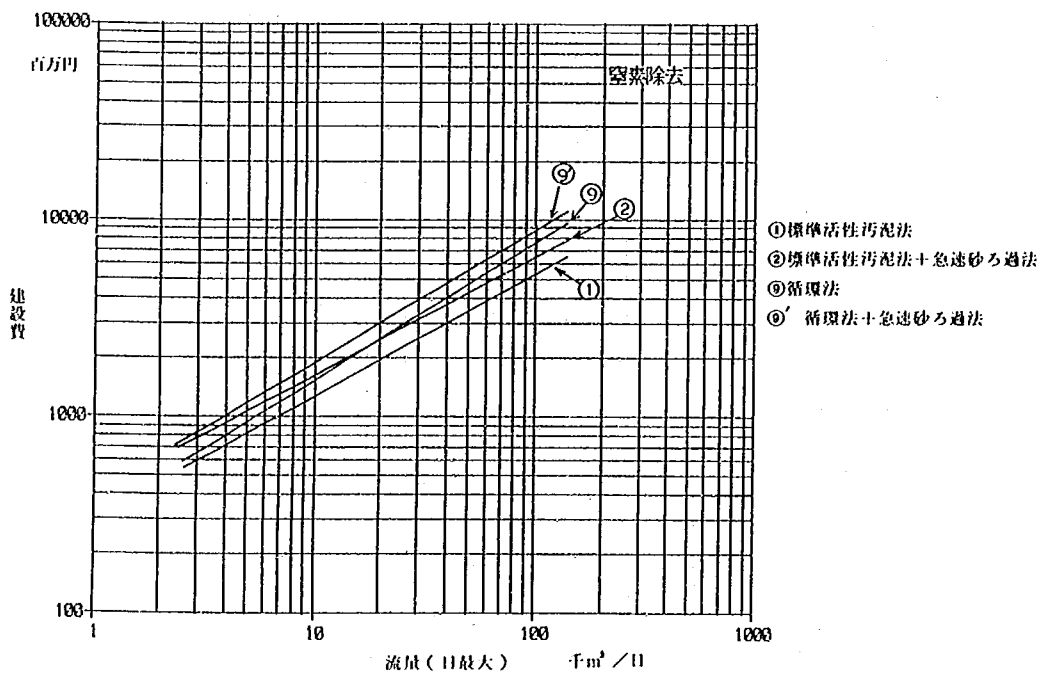


図4-27 窒素除去プロセスと建設費

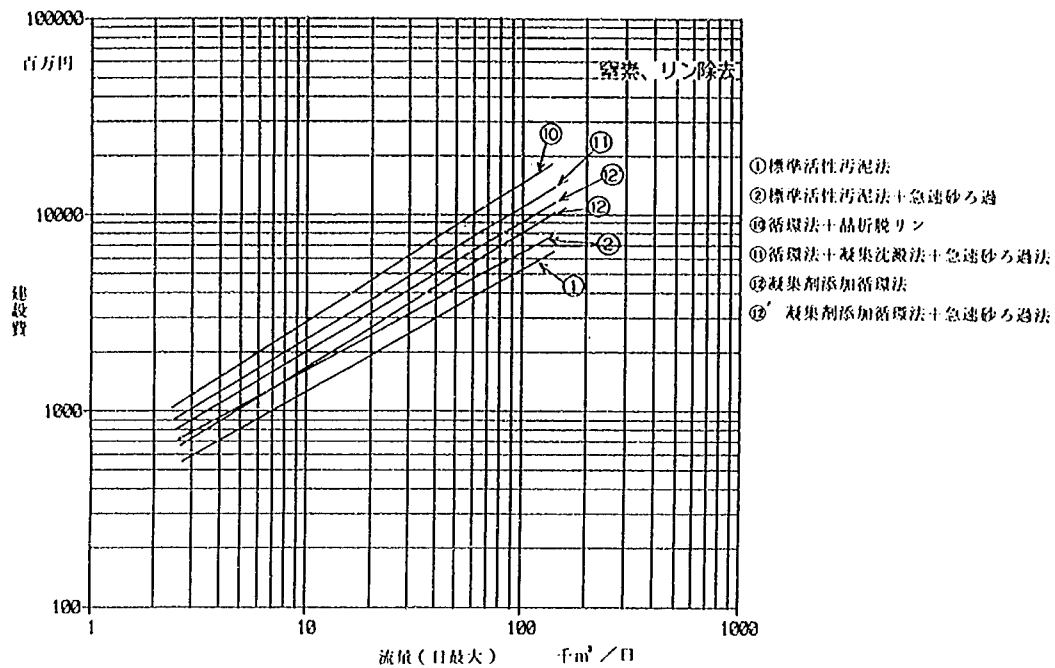


図 4-28 窒素、リン除去プロセスと建設費

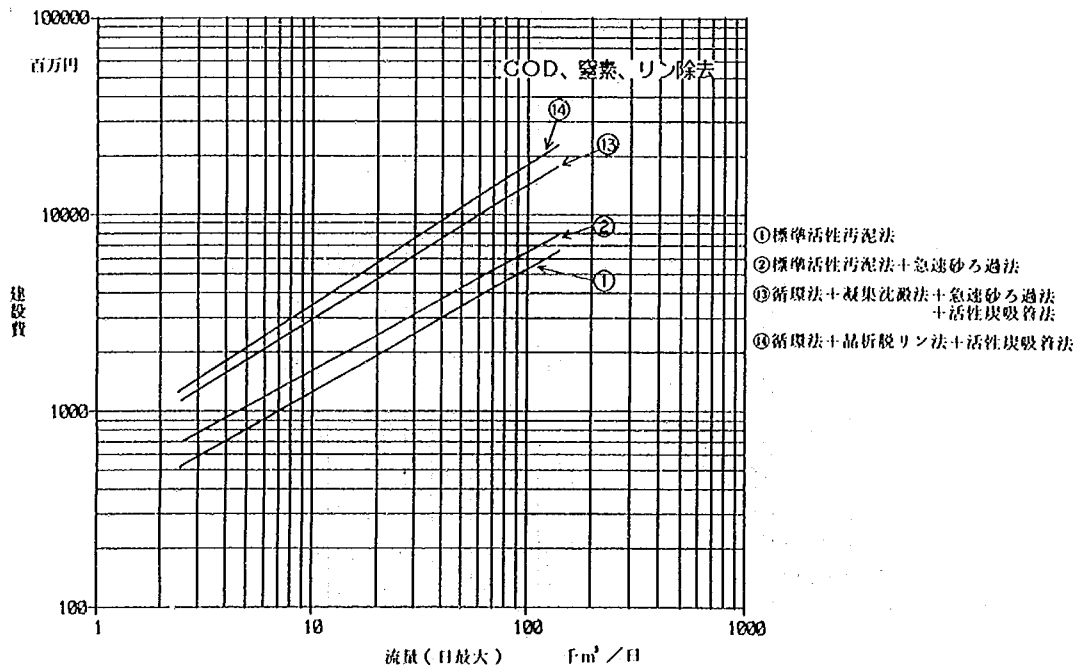


図 4-29 窒素、リン、COD除去プロセスと建設費

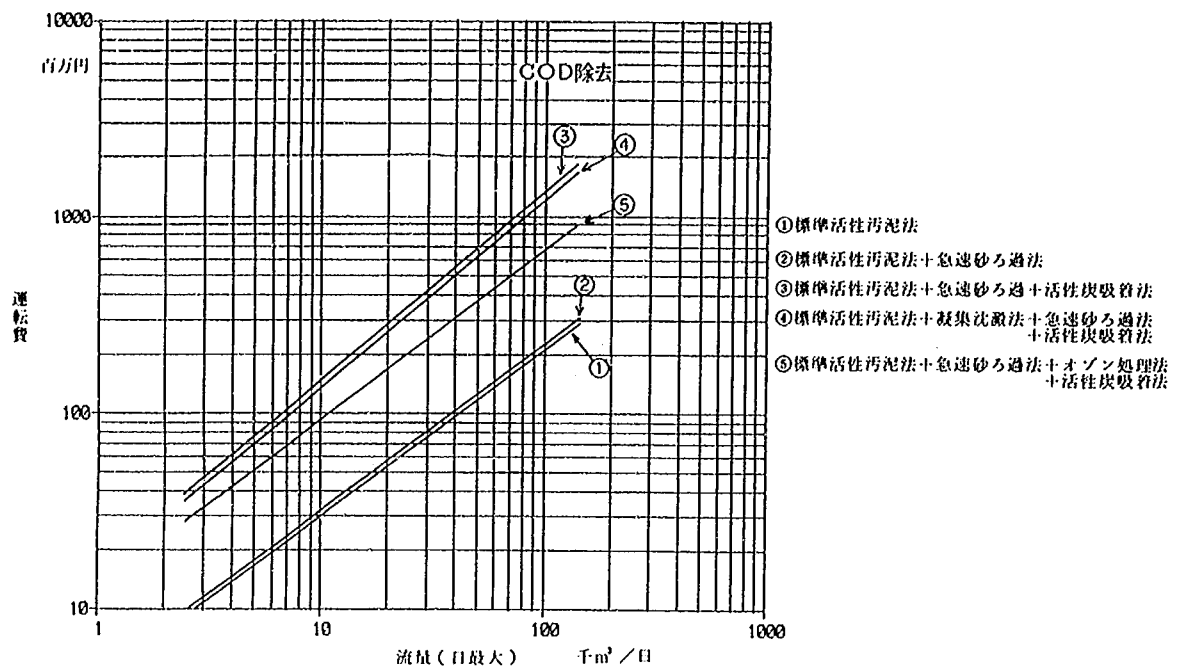


図4-30 COD除去プロセスと運転費

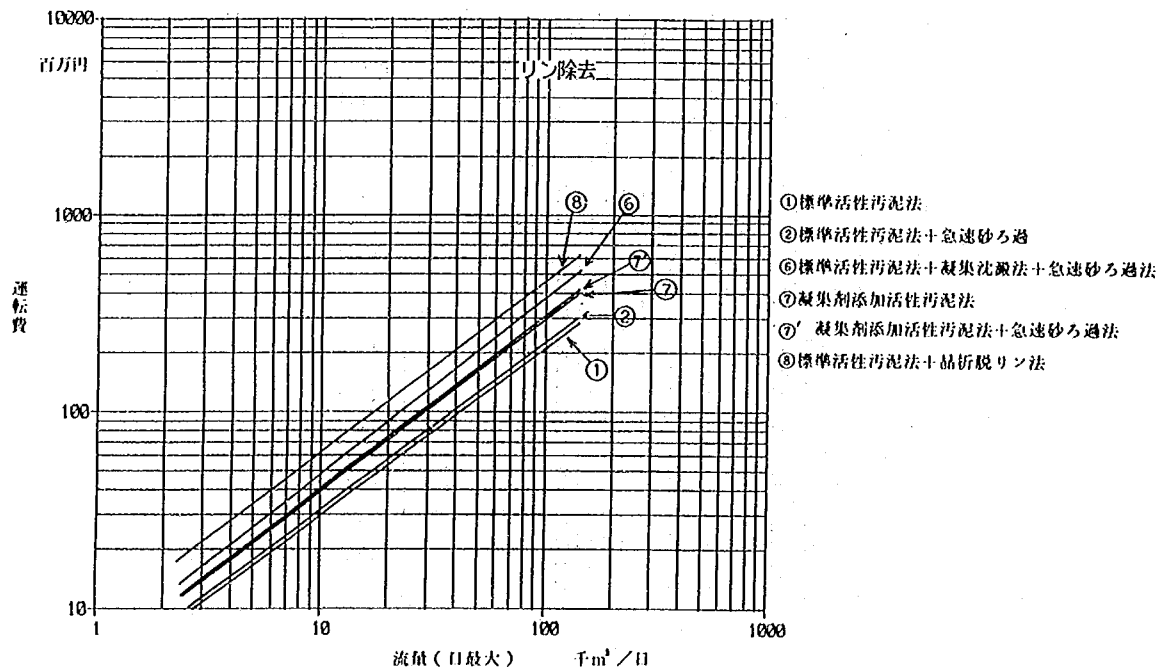


図4-31 リン除去プロセスと運転費

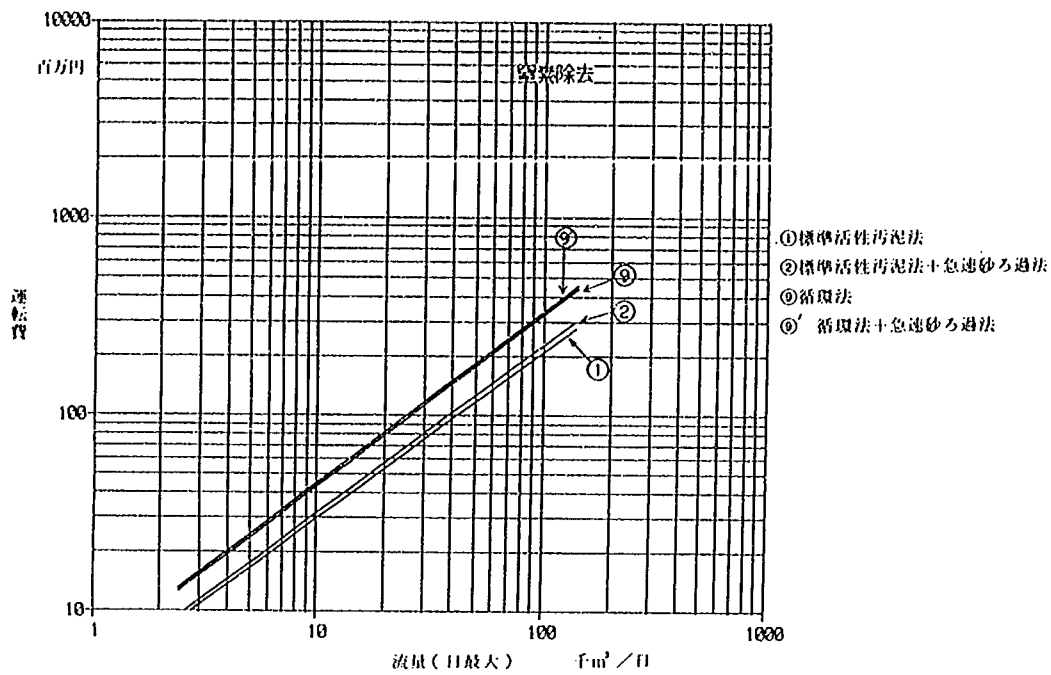


図4-32 窒素除去プロセスと運転費

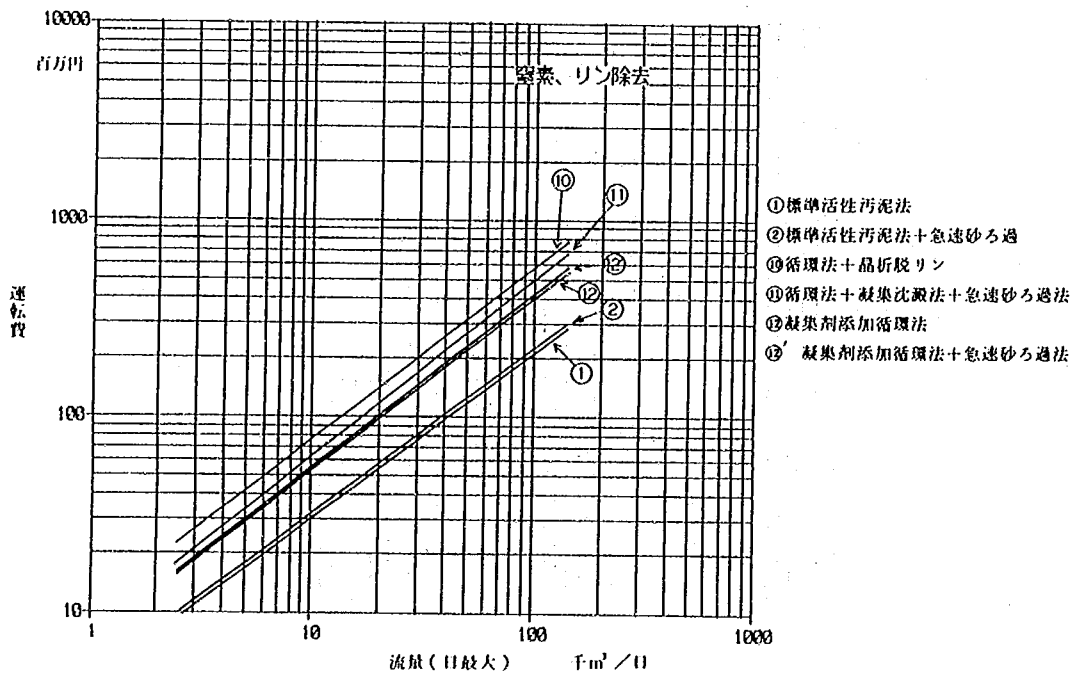


図4-33 窒素、リン除去プロセスと運転費

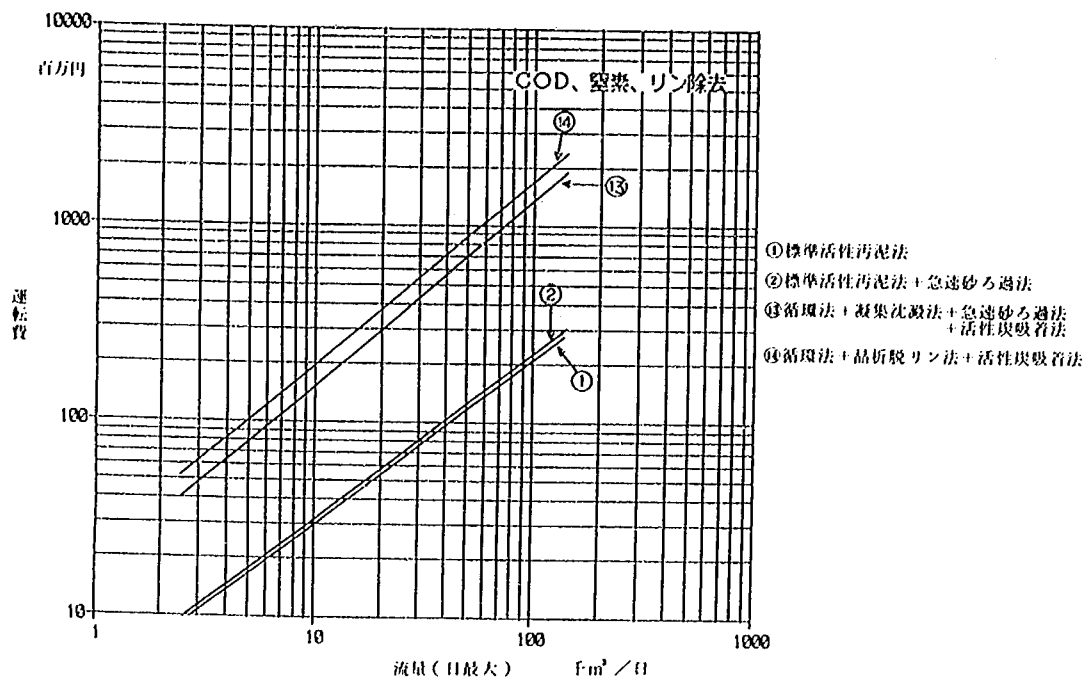


図4-34 窒素、リン、COD除去プロセスと運転費

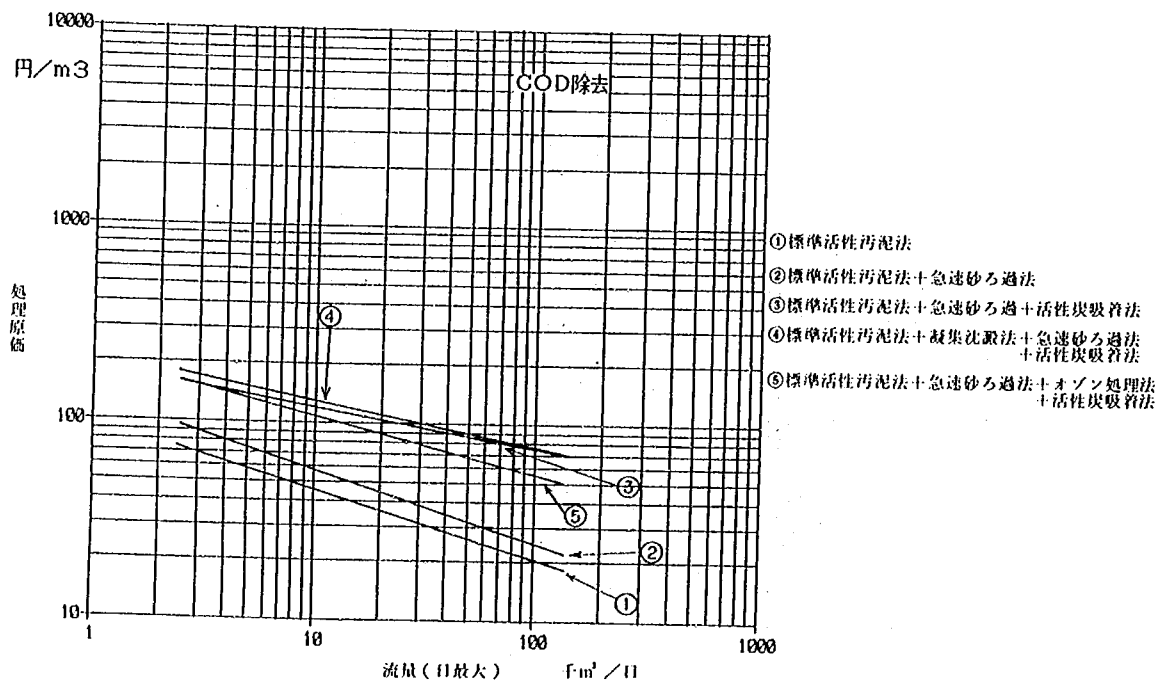


図4-35 COD除去プロセスと処理原価

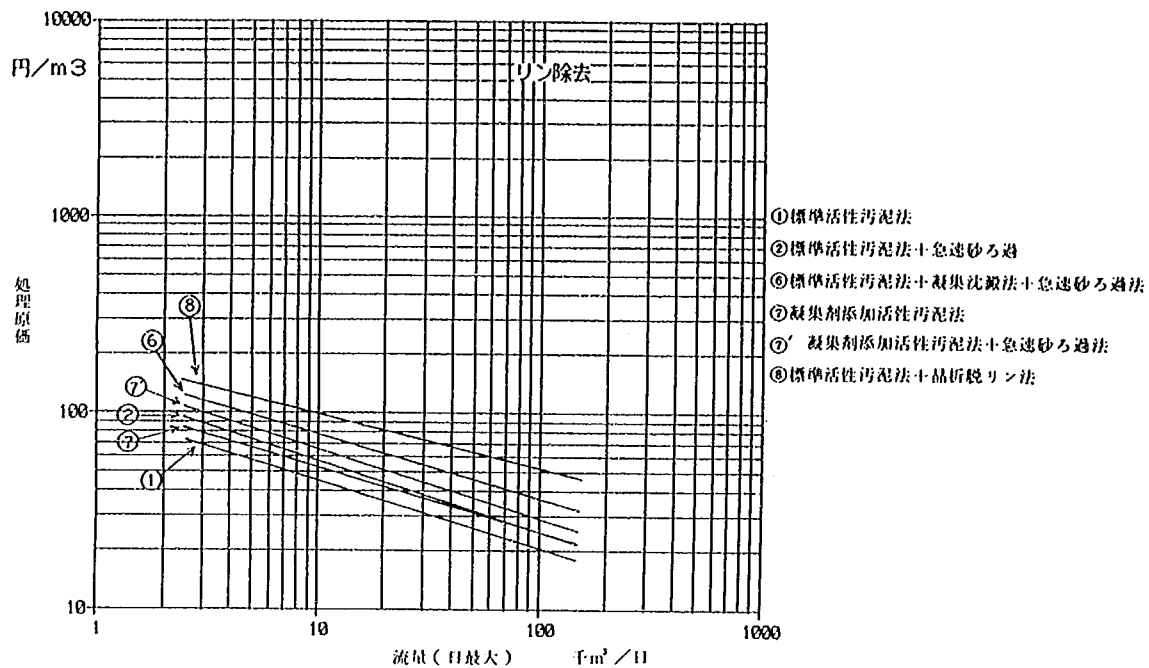


図4-36 リン除去プロセスと処理原価

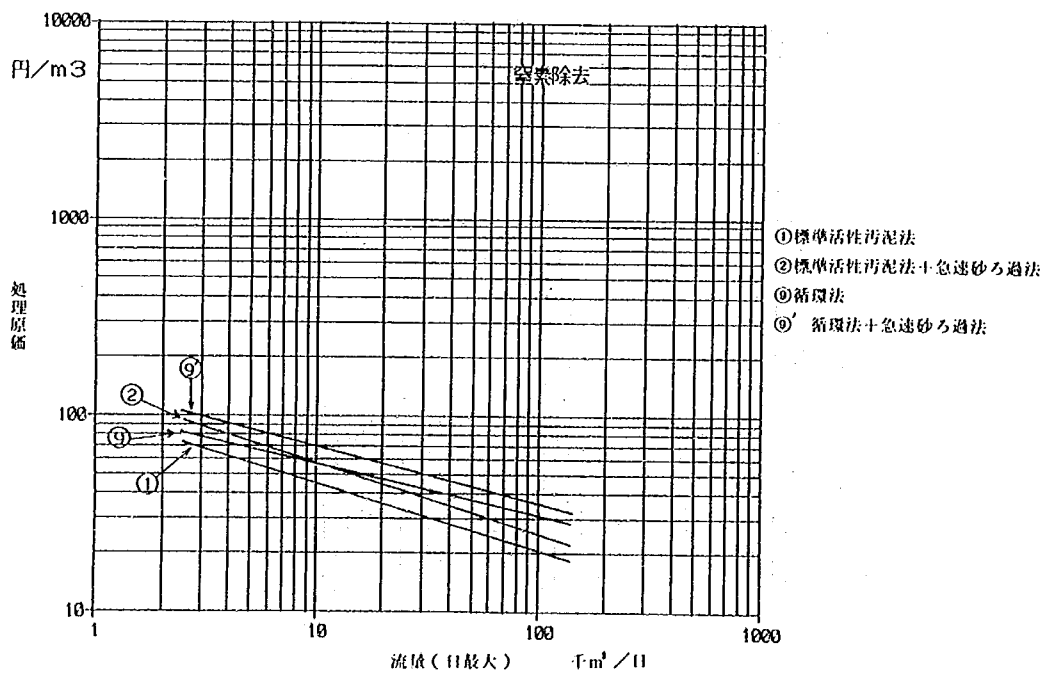


図4-37 窒素除去プロセスと処理原価

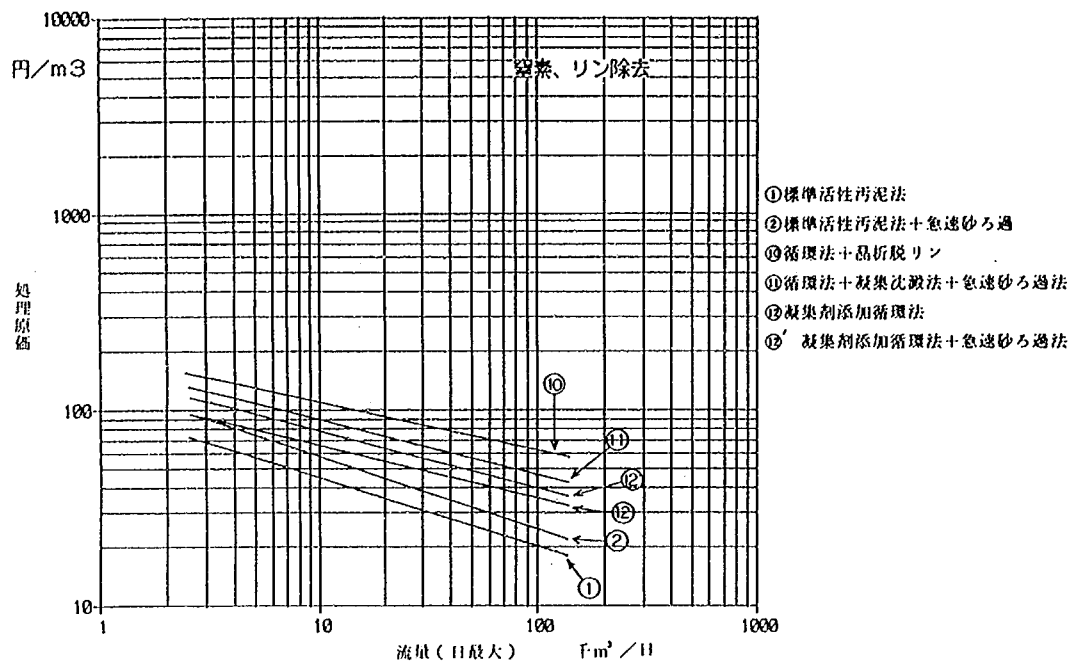


図4-38 窒素、リン除去プロセスと処理原価

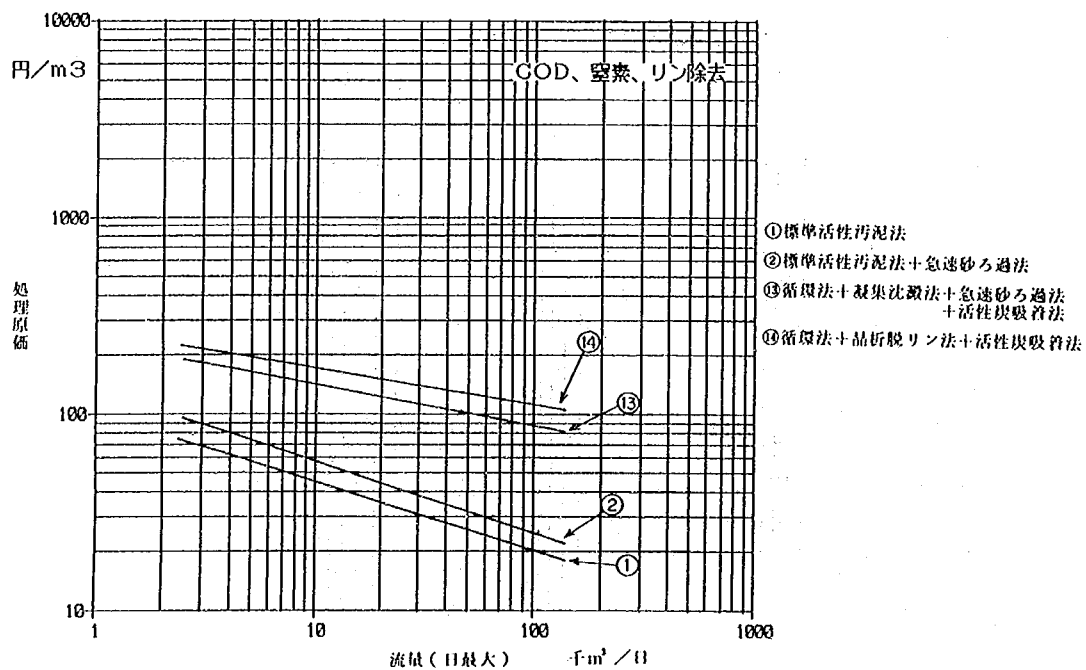


図4-39 窒素、リン、COD除去プロセスと処理原価

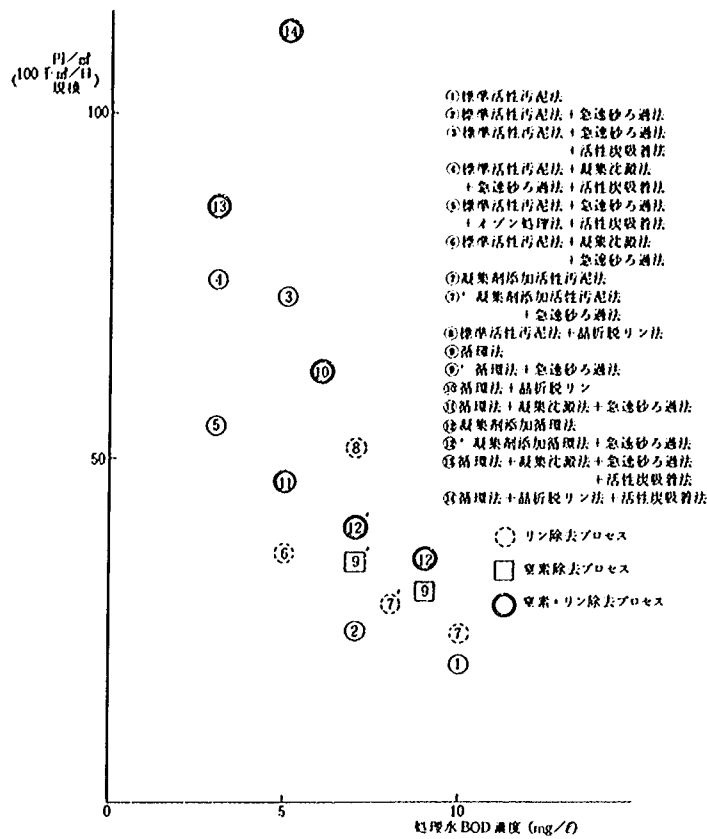


図 4 - 40 処理水量 100,000 m³/d での処理原価の比較

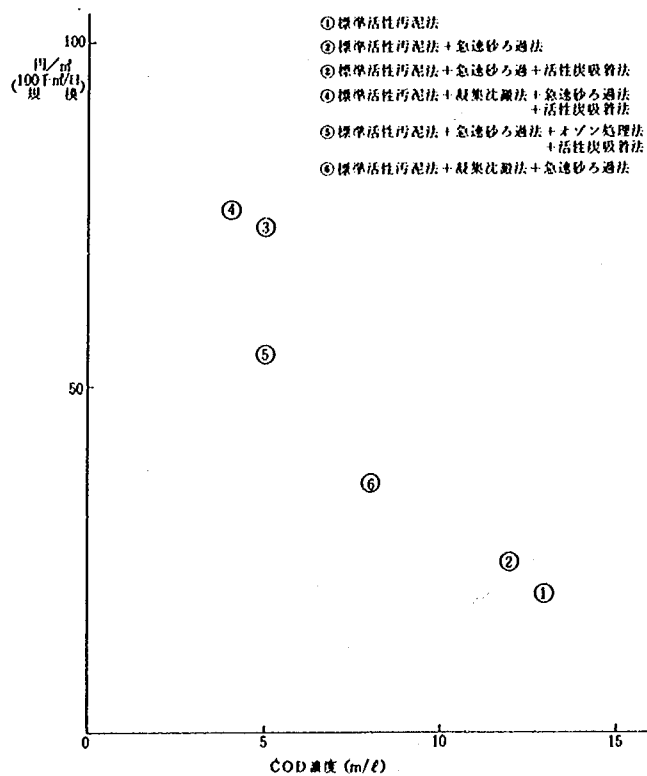


図 4 - 41 放流水 COD 濃度と各組合せプロセスの処理原価

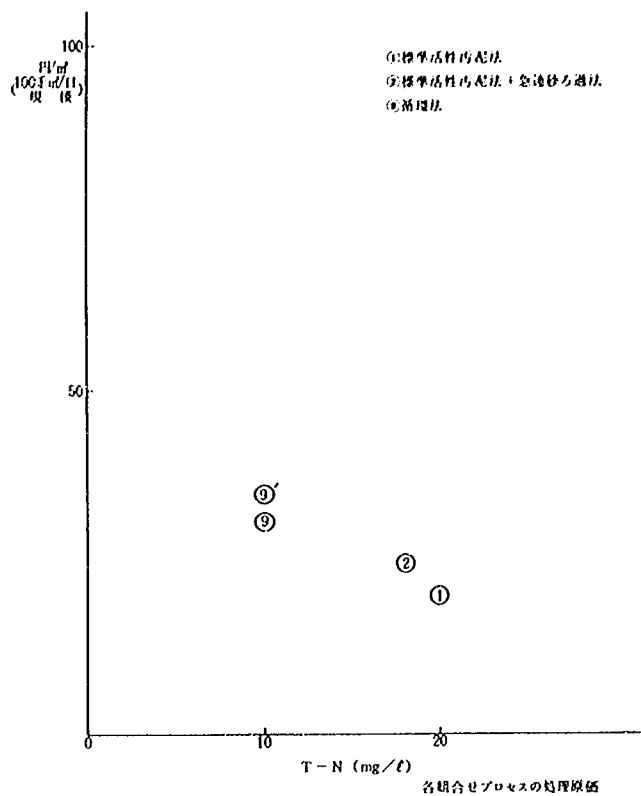


図4-42 放流水T-N濃度と各組合せプロセスの処理原価

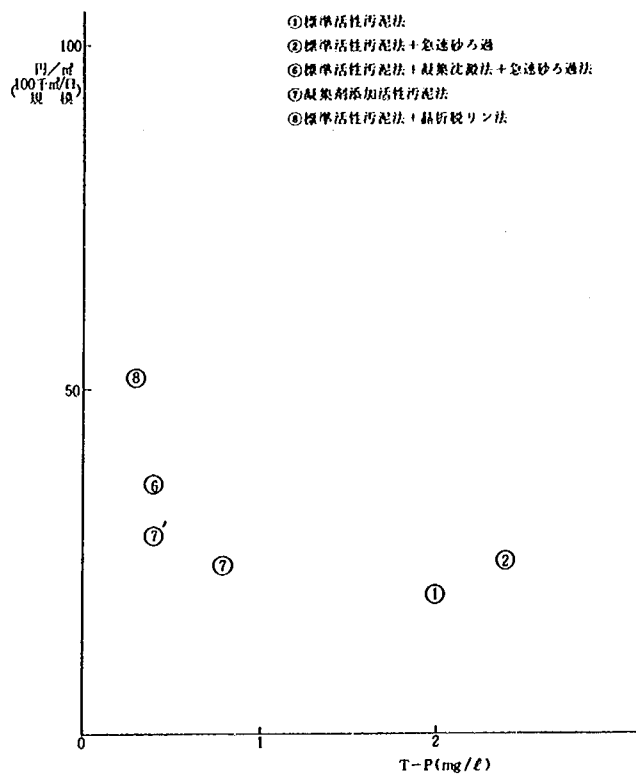


図4-43 放流水T-P濃度と各組合せプロセスの処理原価

表4-30 高度処理組合せプロセス総括表

組み合わせプロセス	処理水質 (mg/l)					建設費費用関数 百 万 円	運転費費用関数 百万円/年	処理単価費用関数 円 / m ³	備 考		処 理 対 象
	BOD	SS	COD	T-N	T-P				アルカリ度不足の考えられるプロセス	発生汚泥増加をみこんだもの	
① 標準活性汚泥法	10	8	13	20	2	$299.2 \times Q^{0.622}$	$4.23 \times Q^{0.848}$	$99.2 \times Q^{-0.346}$			残存有機物, 浮遊物
② 標準法+急速砂ろ過法	7	4	12	19	2.4	$398.5 \times Q^{0.605}$	$4.49 \times Q^{0.853}$	$131.0 \times Q^{-0.361}$			
③ 標準法+急速砂ろ過+活性炭吸着法	5	2	5	17	1.9	$504.3 \times Q^{0.643}$	$16.48 \times Q^{0.959}$	$194.0 \times Q^{-0.211}$			COD
④ 標準法+凝集沈澱法+急速砂ろ過+活性炭吸着法	3	2	4	17	0.4	$599.1 \times Q^{0.649}$	$15.35 \times Q^{0.942}$	$219.0 \times Q^{-0.233}$		○	COD
⑤ 標準法+急速砂ろ過法+オゾン処理法+活性炭吸着法	3	2	5	17	1.9	$558.4 \times Q^{0.646}$	$12.99 \times Q^{0.861}$	$207.3 \times Q^{-0.289}$			COD
⑥ 標準法+凝集沈澱法+急速砂ろ過法	5	4	8	17	0.4	$492.2 \times Q^{0.621}$	$6.27 \times Q^{0.886}$	$163.4 \times Q^{-0.327}$		○	P
⑦ 凝集剤添加活性汚泥法	10	8	13	20	0.8	$347.1 \times Q^{0.609}$	$5.54 \times Q^{0.886}$	$113.3 \times Q^{-0.323}$		○	P
⑦' 凝集剤添加活性汚泥法+急速砂ろ過法	8	4	11	18	0.4	$446.8 \times Q^{0.595}$	$5.83 \times Q^{0.886}$	$148.0 \times Q^{-0.349}$		○	P
⑧ 標準法+晶析脱リン法	7	4	11	19	0.3	$553.8 \times Q^{0.673}$	$8.63 \times Q^{0.869}$	$186.4 \times Q^{-0.279}$			P
⑨ 循環法	9	9	14	10	2.4	$298.5 \times Q^{0.705}$	$5.74 \times Q^{0.866}$	$102.6 \times Q^{-0.263}$			N
⑨' 循環法+急速砂ろ過法	7	4	12	10	2	$393.6 \times Q^{0.676}$	$6.03 \times Q^{0.867}$	$134.5 \times Q^{-0.291}$			N
⑩ 循環法+晶析脱リン法	6	4	10	9	0.3	$557.4 \times Q^{0.710}$	$10.17 \times Q^{0.875}$	$192.8 \times Q^{-0.246}$			N+P
⑪ 循環法+凝集沈澱法+急速砂ろ過法	5	4	8	10	0.4	$488.8 \times Q^{0.676}$	$7.89 \times Q^{0.891}$	$167.2 \times Q^{-0.279}$	○	○	N+P
⑫ 凝集剤添加循環法	9	8	13	10	0.8	$343.7 \times Q^{0.687}$	$7.15 \times Q^{0.892}$	$119.5 \times Q^{-0.258}$	○	○	N+P
⑫' 凝集剤添加循環法+急速砂ろ過法	7	4	11	10	0.4	$439.7 \times Q^{0.663}$	$7.45 \times Q^{0.892}$	$151.6 \times Q^{-0.286}$	○	○	N+P
⑬ 循環法+凝集沈澱法+急速砂ろ過法+活性炭吸着法	3	2	4	9	0.4	$598.9 \times Q^{0.689}$	$16.96 \times Q^{0.948}$	$227.1 \times Q^{-0.212}$	○	○	N+P+COD
⑭ 循環法+晶析脱リン法+活性炭吸着法	5	2	5	10	0.3	$668.2 \times Q^{0.715}$	$22.11 \times Q^{0.944}$	$262.3 \times Q^{-0.186}$			N+P+COD

第4章 <参考> 既往費用関数との比較(単位プロセス)

既往の下記三つの高度処理費用関数との比較を参考として示した。

図4-44～図4-51は建設費の比較，図4-52～図4-59は，運転費の比較である。また，表4-31に各費用関数作成における設計条件の比較を示した。

- ① 下水の高度処理技術の開発調査 S55.3 建設省，滋賀県，日本下水道事業団
- ② 流域別下水道整備総合計画調査指針と解説 S58 日本下水道協会
- ③ 三次処理の費用と用地 S52.3 日本下水道事業団試験部

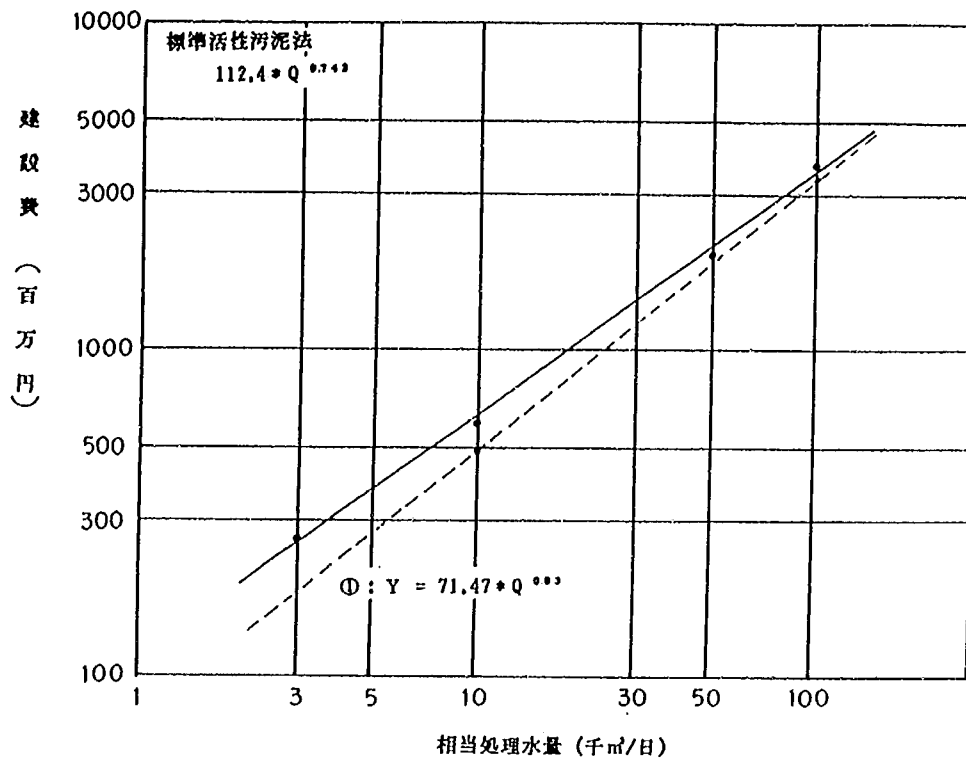


図 4 - 44 建設費費用関数の比較 (標準活性汚泥法)

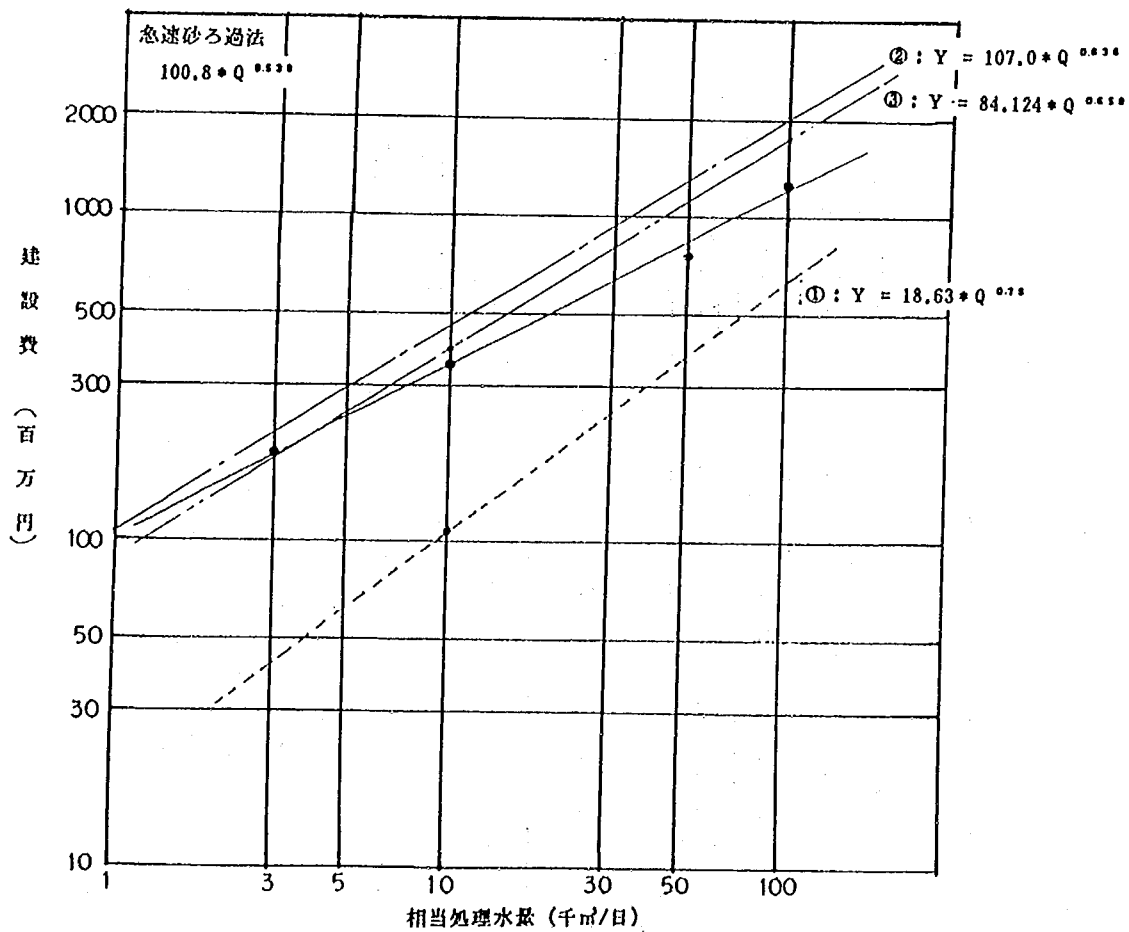


図 4 - 45 建設費費用関数の比較 (急速砂ろ過法)

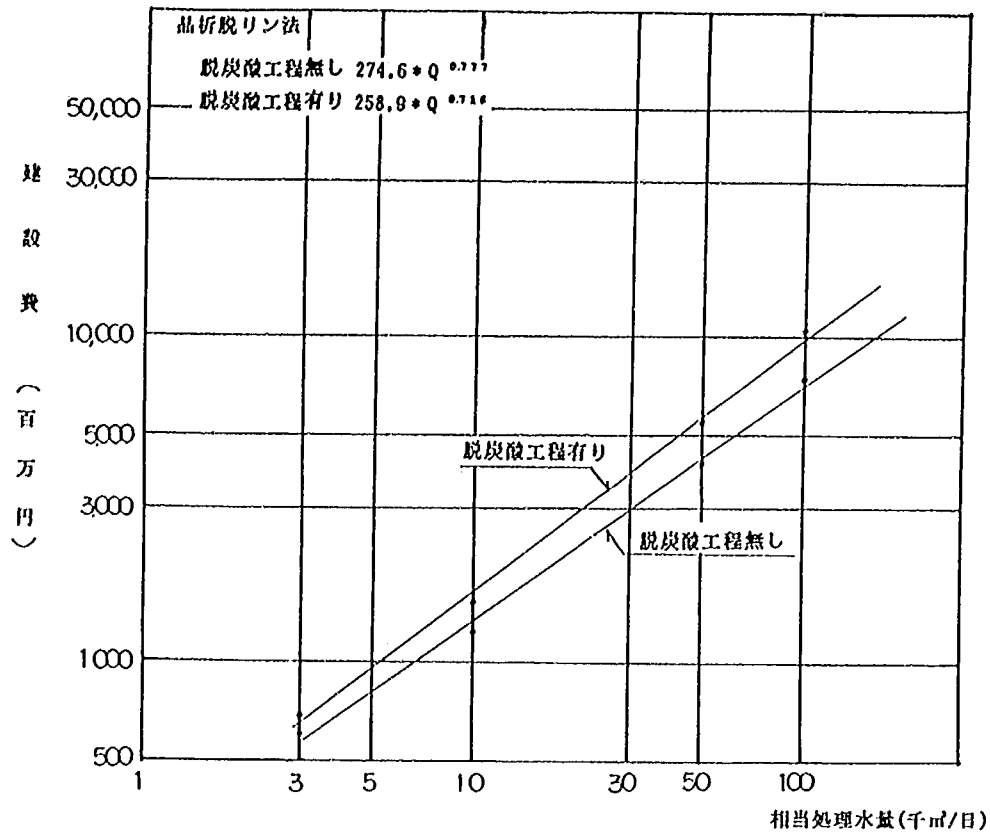


図 4 - 46 建設費費用関数の比較 (晶析脱リン法)

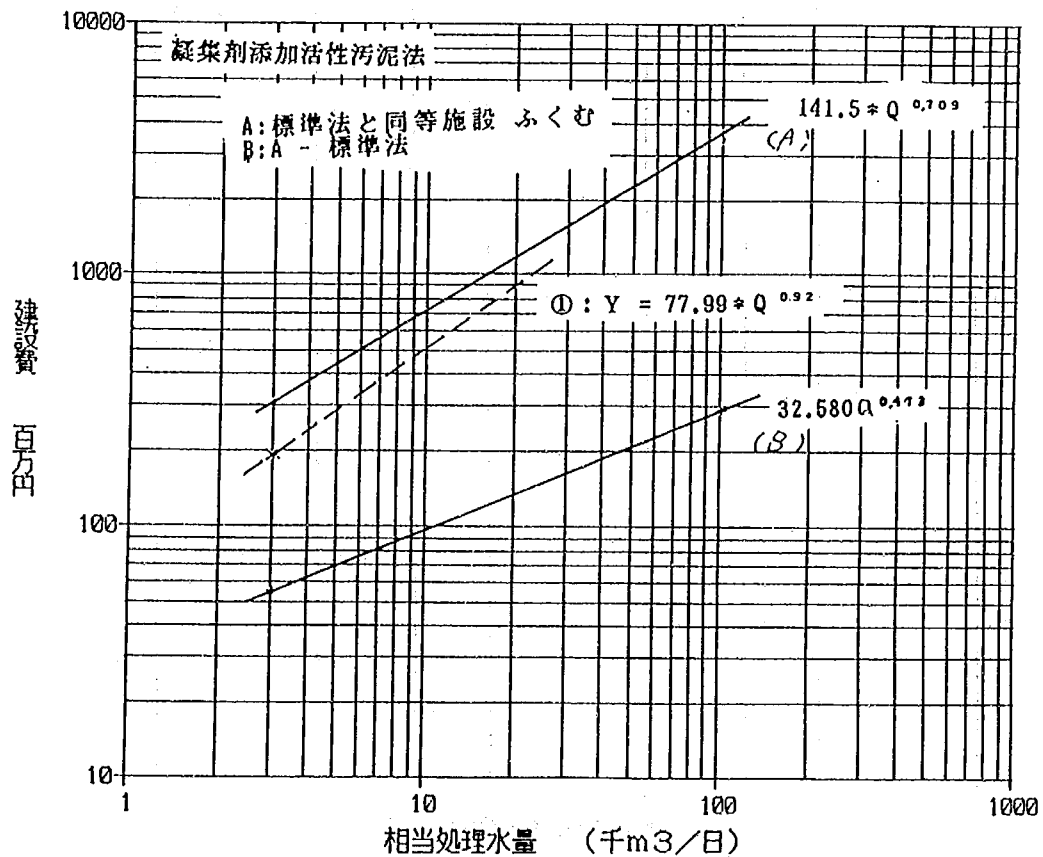


図 4 - 47 建設費費用関数の比較 (凝集剤添加活性汚泥法)

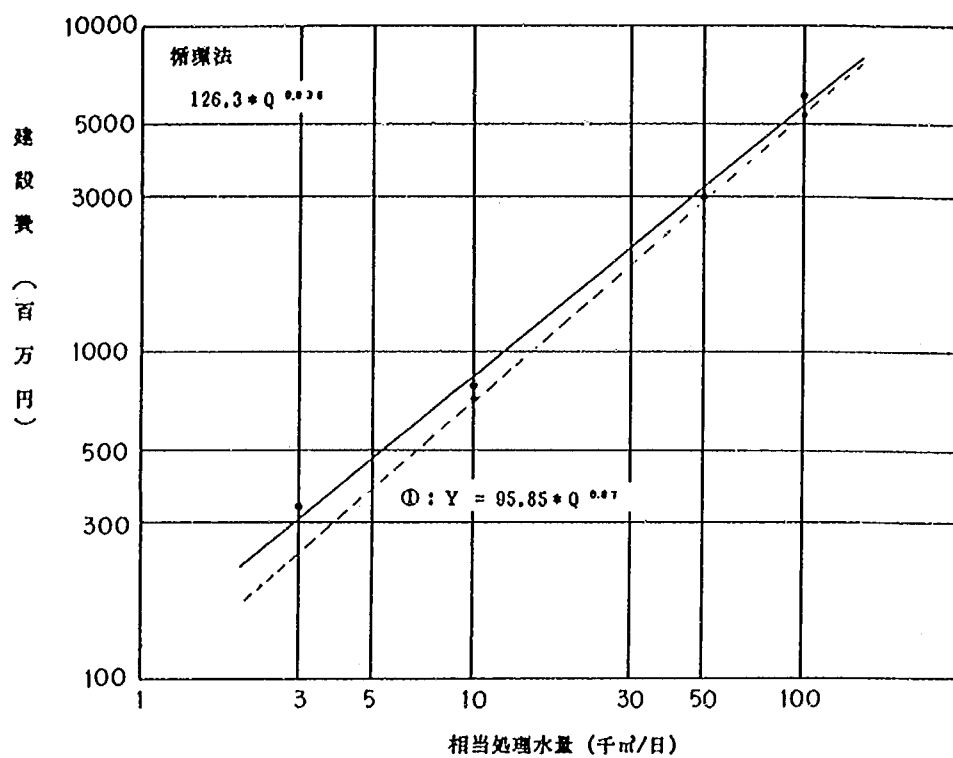


図 4 - 48 建設費費用関数の比較 (循環法)

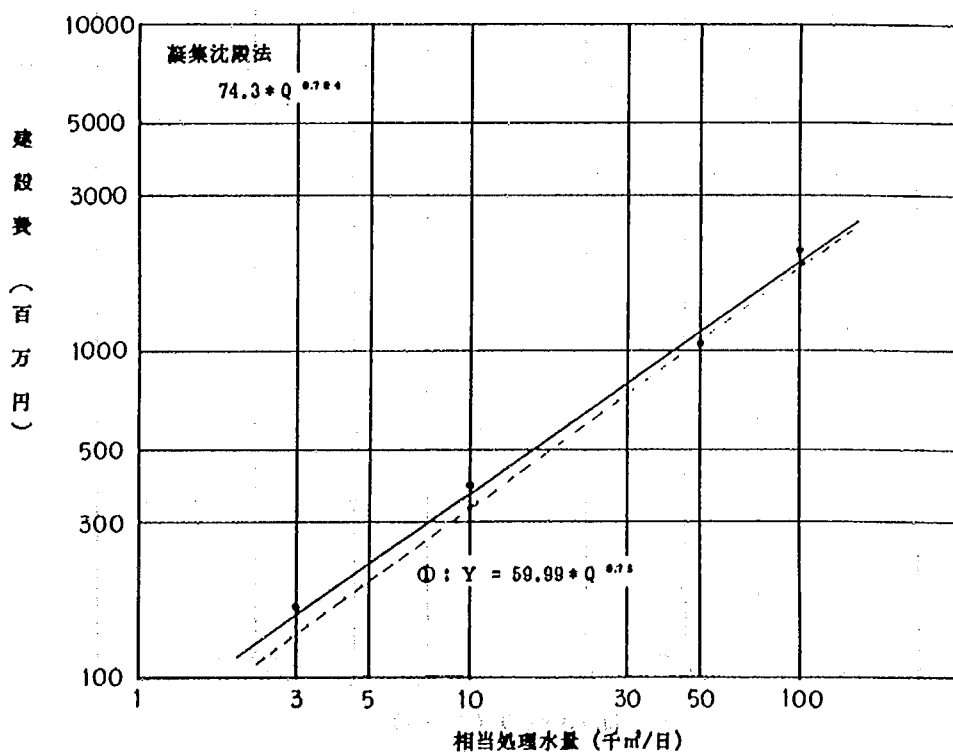


図 4 - 49 建設費費用関数の比較 (凝集沈殿法)

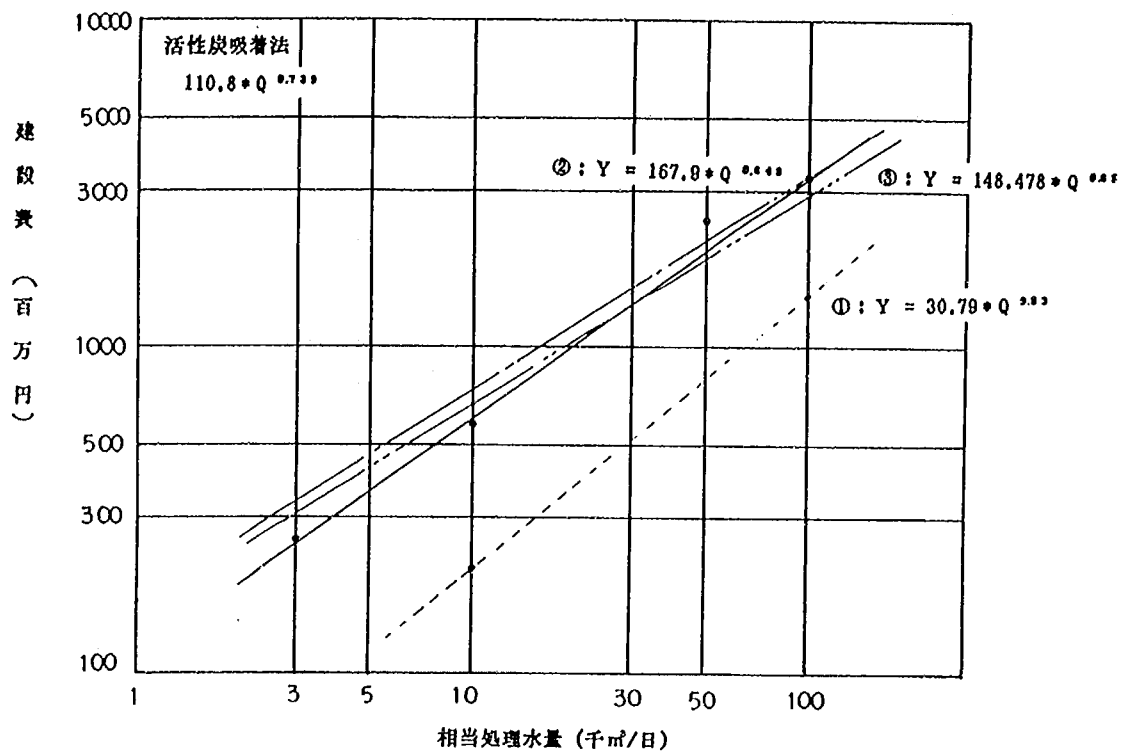


図 4 - 50 建設費費用関数の比較 (活性炭吸着法)

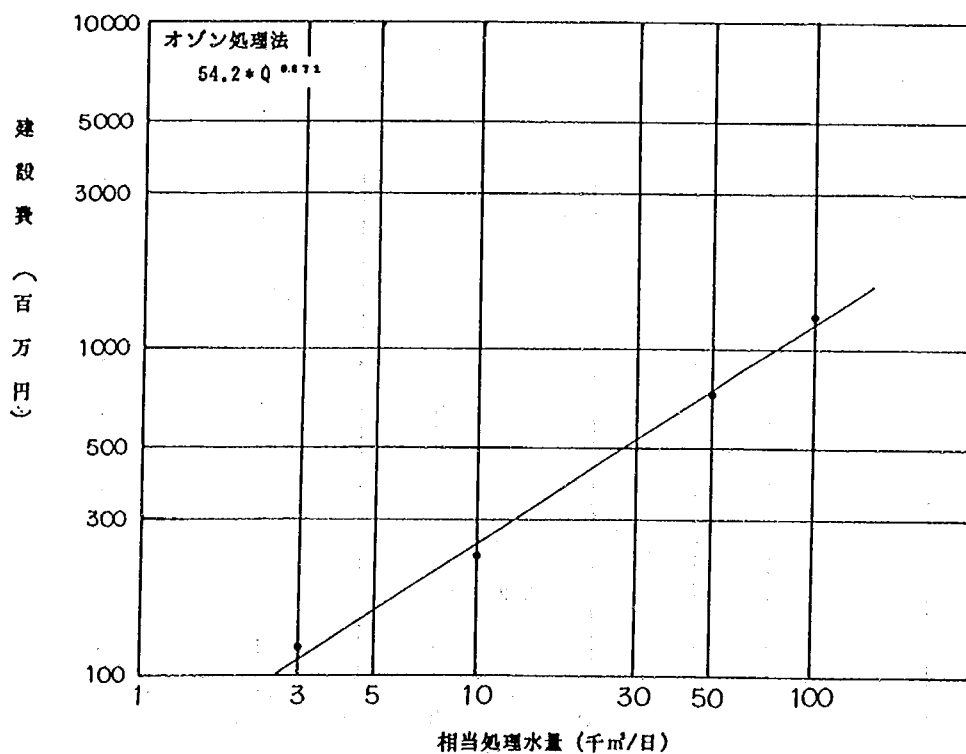


図 4 - 51 建設費費用関数の比較 (オゾン処理法)

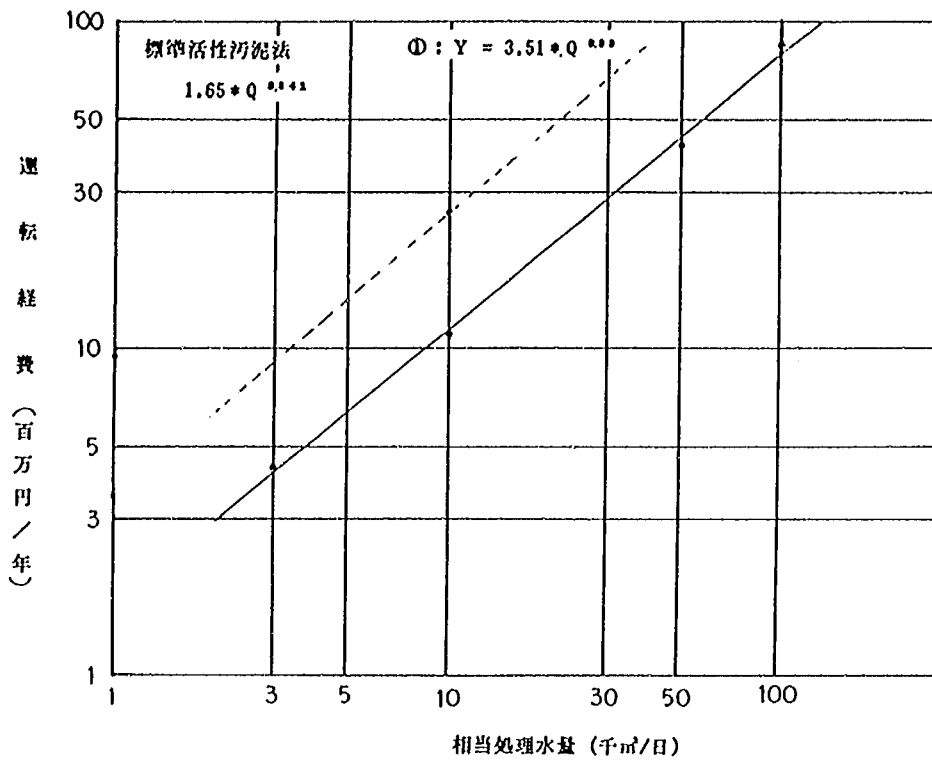


図 4-52 運転費費用関数の比較 (標準活性汚泥法)

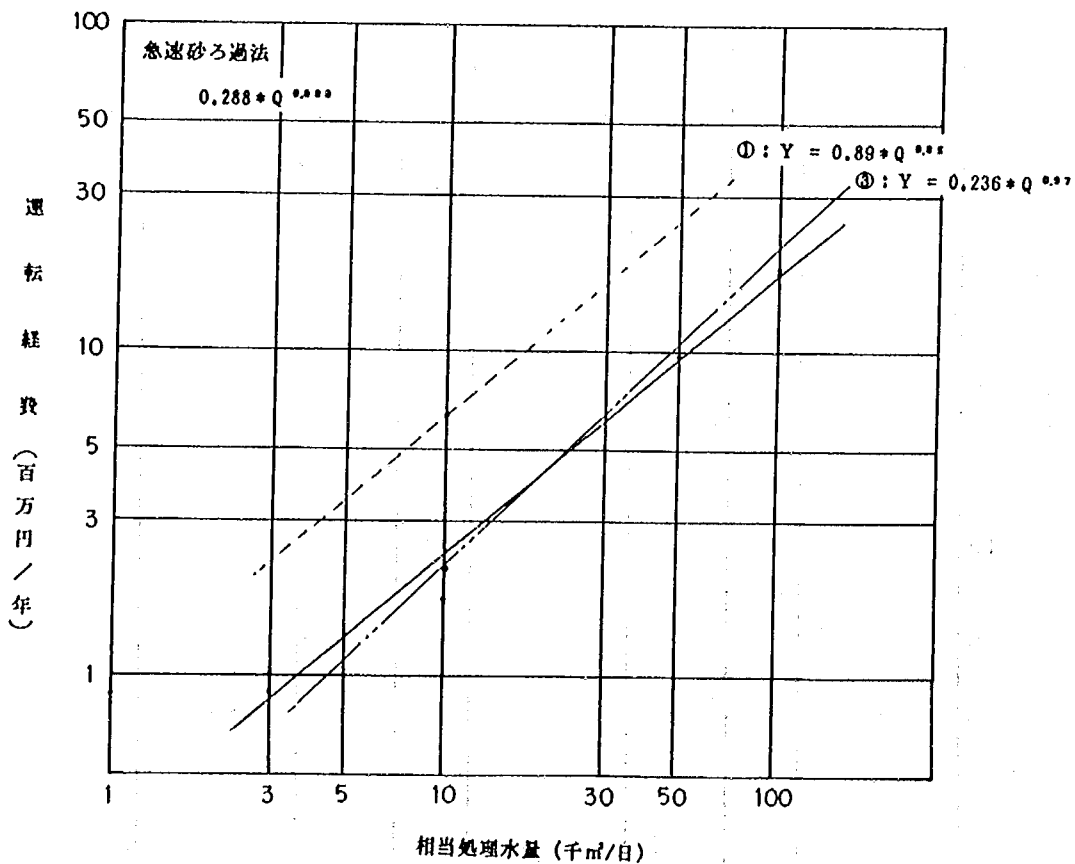


図 4-53 運転費費用関数の比較 (急速砂ろ過法)

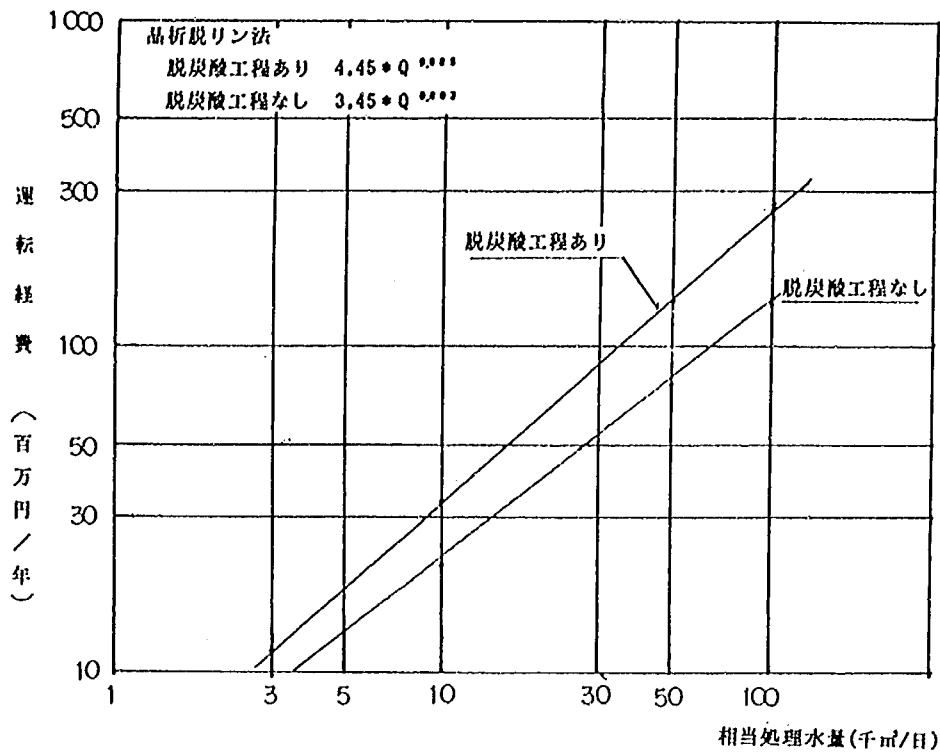


図4-54 運転費費用関数の比較 (晶析脱リン法)

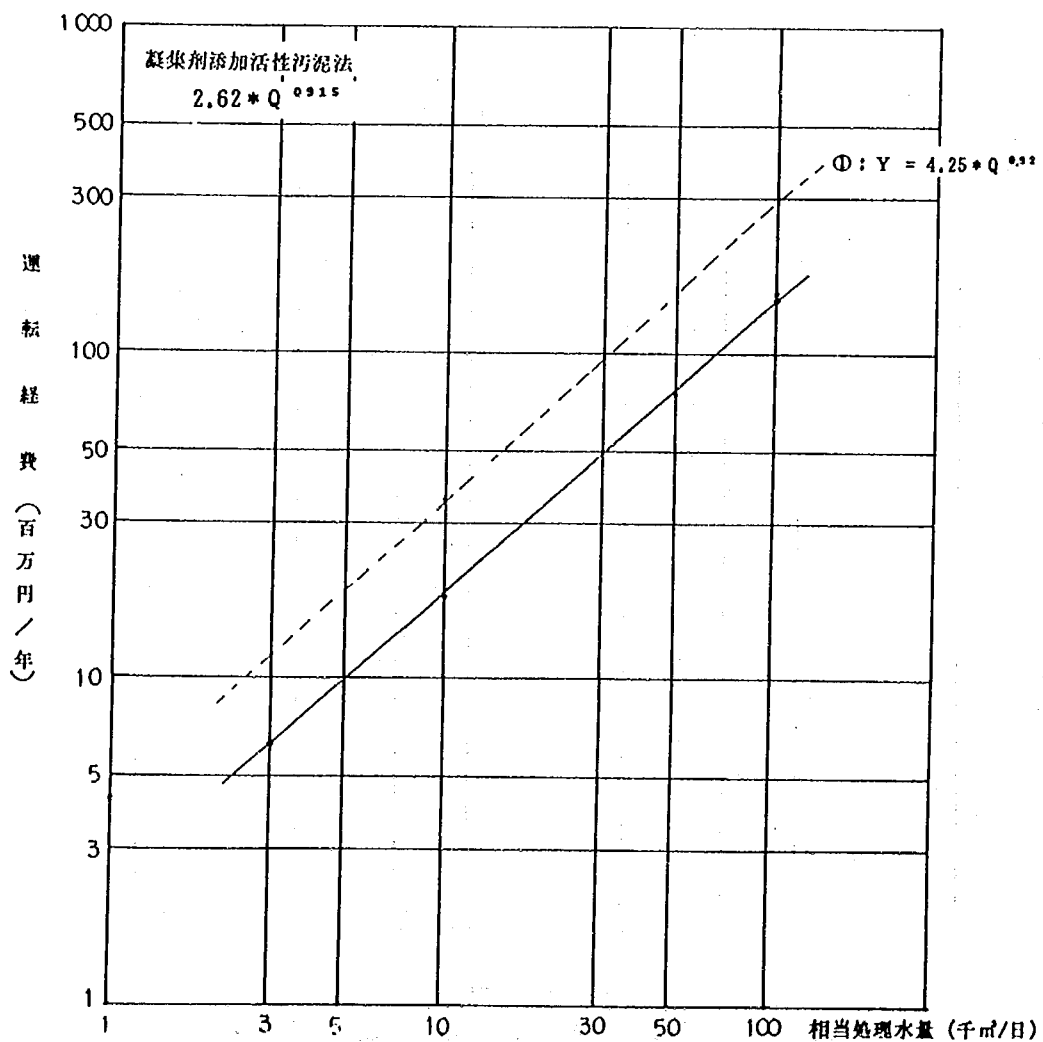


図4-55 運転費費用関数の比較 (凝集剤添加活性汚泥法)

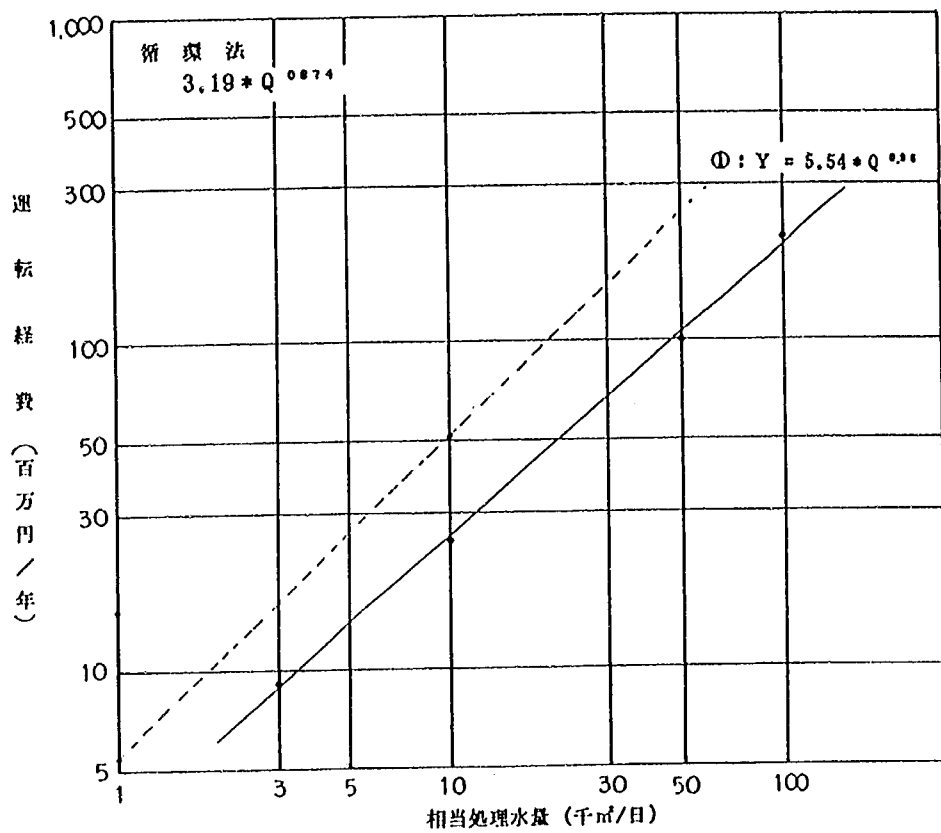


図4-56 運転費費用関数の比較 (循環法)

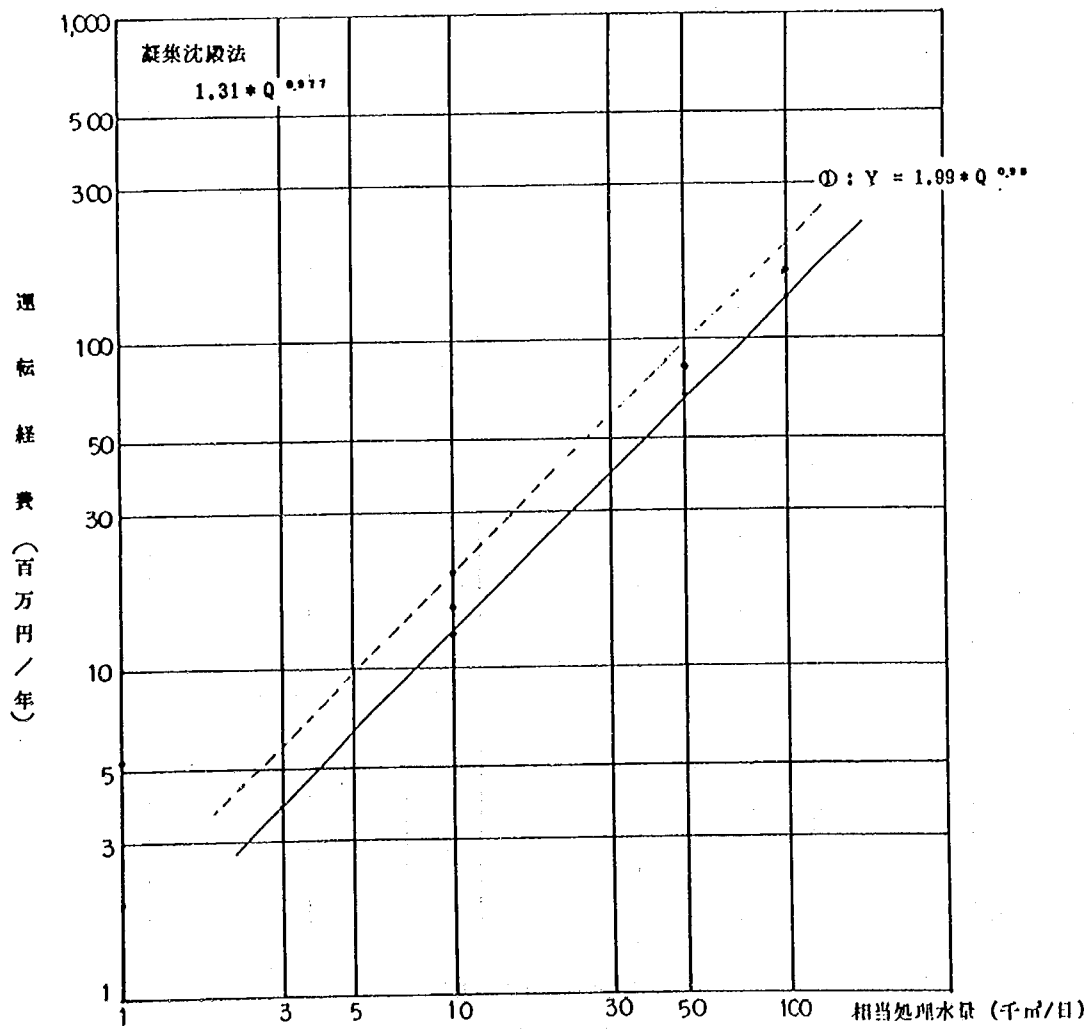


図4-57 運転費費用関数の比較 (凝集沈殿法)

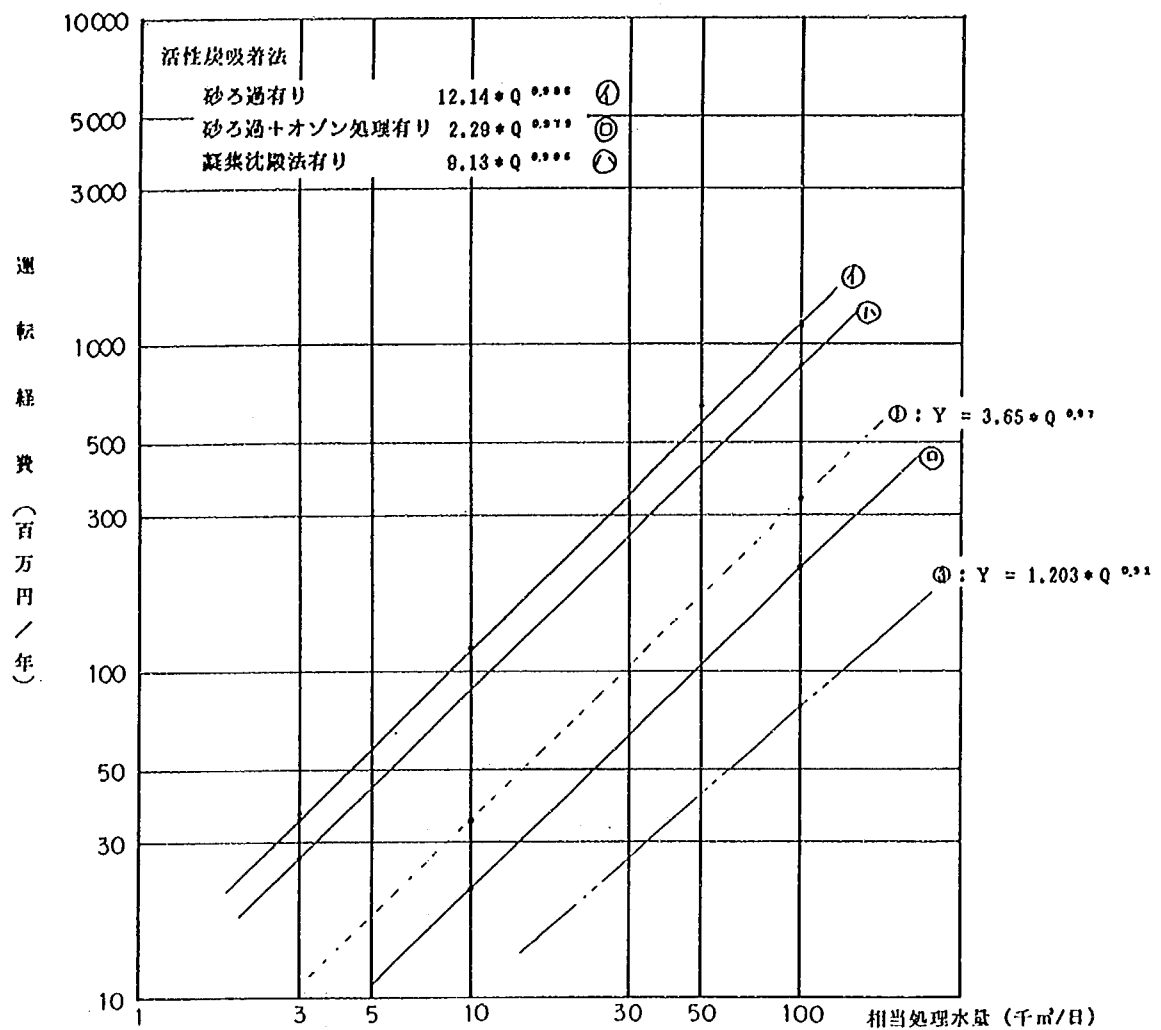


図4-58 運転費費用関数の比較 (活性炭吸着法)

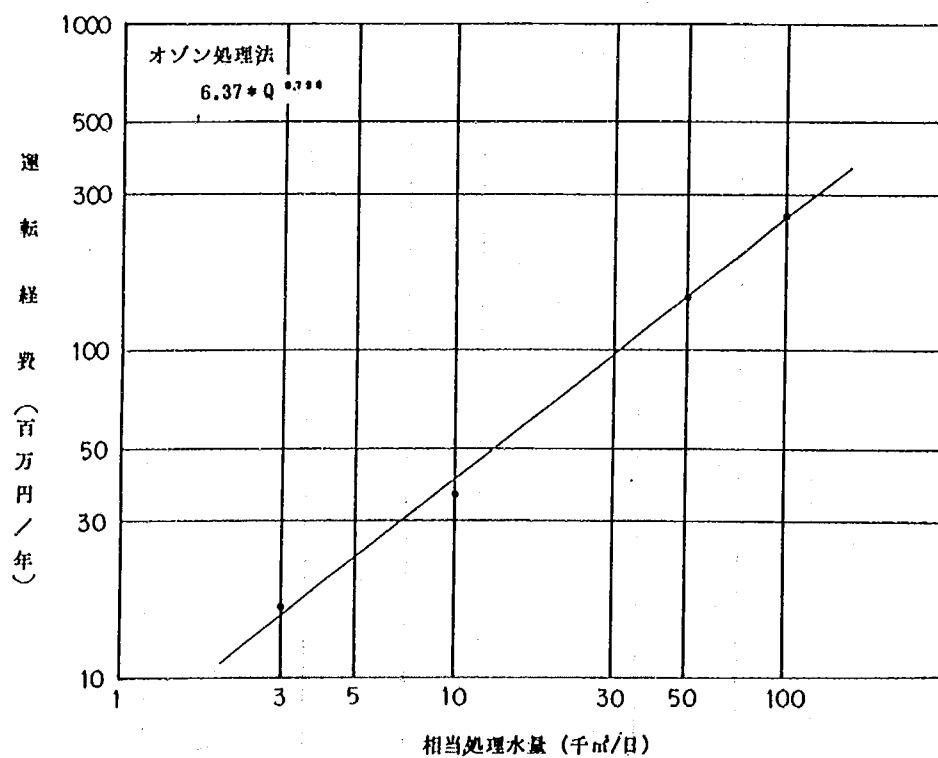


図4-59 運転費費用関数の比較 (オゾン処理法)

表 4-31 各費用関数作成における高度処理設計条件の比較

単位プロセス	今 回	三次処理の費用と用地(③)	高度処理技術開発調査(①)	問 題 点 等
急 速 砂 ろ 過	ろ速 300 m/日	300 m/日 砂購入費を含まず	300 m/日	
凝 集 沈 殿 法 (硫 酸 バ ン ド)	バンド添加率 5.2 mg/ℓ (Al^{3+} 換算, 最大 7.8 kg/ℓ) 槽滞留時間 急攪 5分 緩攪 30分 沈殿 25m/日 発生汚泥量 19.9×Q g/日 汚泥処理単位コスト×汚泥量	5.3 mg/ℓ (最大 10.6 mg/ℓ) 3分 30分 25m/日 100×Q g/日 汚泥処理 濃縮-脱水	9.2 mg/ℓ アルカリ剤添加設備費を計上 5分 30分 25 m/日 45.3 g/日 汚泥処理単位コスト×汚泥量	③の汚泥量は薬注率の割には大きすぎる。 ③の汚泥処理施設の固形物負荷が大きい。
凝集剤添加 活性汚泥法	バンド添加率 5.2 mg/ℓ (Al^{3+} 換算, 最大 7.0 mg/ℓ) 発生汚泥量 26×Q g/日 (標準法に対する増分)	—	6 mg/ℓ	
循 環 法	アルカリ添加は考慮しない		アルカリ剤の添加を考慮	
活 性 炭 吸 着	接触時間 30分 破過条件 6,000 m ³ /m ³ AC (125日)	(設備費として計上, H=4.2m) 破過条件 0.36 kg COD/kg AC (216日) 活性炭購入費を含まず	接触時間 30分 H = 2.5 m (120 m/日) 破過条件 6,000 m ³ /m ³ AC (125日)	活性炭の破過時間が③では長い
費 用 構 成 等		工事費内訳が他の費用関数と異なる。 (建築電気が高く機械設備が低い。 急速砂ろ過, 活性炭吸着では全建設費の1/2以上を占める。) 土木工事に占める基礎工事のウェイト大(急速砂ろ過躯体の22%)		

第5章 望ましい河川環境の検討

河川水質の管理計画，そのなかでの下水道の位置付を検討するためには，次の諸事項について明らかにしていく必要があるが，それぞれ下記の様な課題がある。

(1) 河川環境の構成要素と関連構造

河川環境に係る諸現象ならびにこれらの関連を明らかにする必要がある。河川水質に着目した場合は、とくに汚濁負荷の発生・排出・流達構造、河道内での汚濁負荷の挙動の把握、モデル化が重要であるが、こうした現象における水文事象や流況による影響を十分考慮する必要がある。流域規模の水質管理計画においては、この様な物理的な現象解明にとどまらず、公共用水域と人間活動のつながり、すなわち地域活動の面からみた水利用構造のあり方、水利用と環境面の係りについても、フィードバックを含めて、関連構造の把握が重要である。

(2) 望ましい河川環境レベルの設定

望ましい河川環境を主に利水活動との対応として捉える場合、①水量レベル、②水質レベル、③②を表現する水質指標、④水量・水質レベルを確保する条件（安全度、生起確率）等を明示し、計画目標に反映させる必要がある。この場合、施策との対応を考慮しておく必要がある。

(3) 河川水質管理における役割分担

地域の水利システムの中なかでは、利水者を含め水質管理上の役割を分担しているが、水利の高度化、複雑化、発生負荷量の増大、広域的下水道システムの普及などにより、従来の役割分担を見直す必要がある。このためには、それぞれの施策で制御可能となる負荷量の把握等が必要であり、各施策が目標とすべき内容が明らかになる。

以上の内容を、流域規模を対象とした河川水質の管理計画の概念図として図5-1にまとめる。

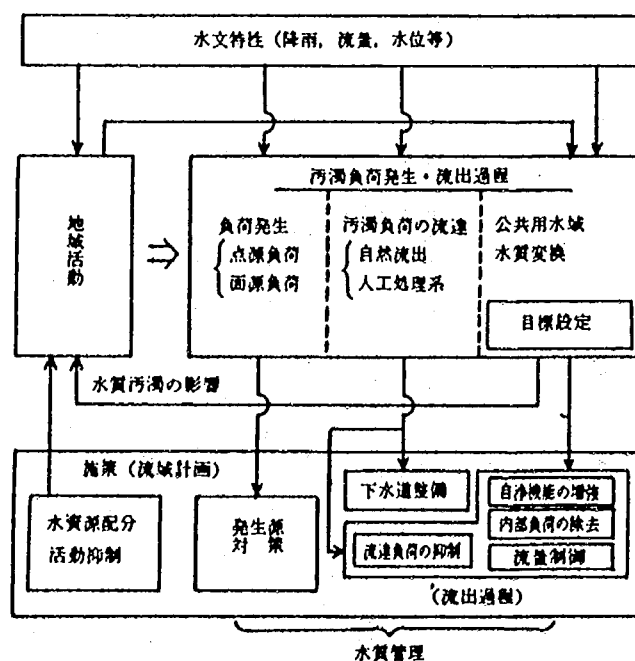


図5-1 河川水質の管理計画の概念図

5.1 河川環境の構成要素と関連構造

河川環境を構成する要素は、大きく自然的要因、社会・経済要因に分かれる。これらを列挙すると図5-2のようになる。

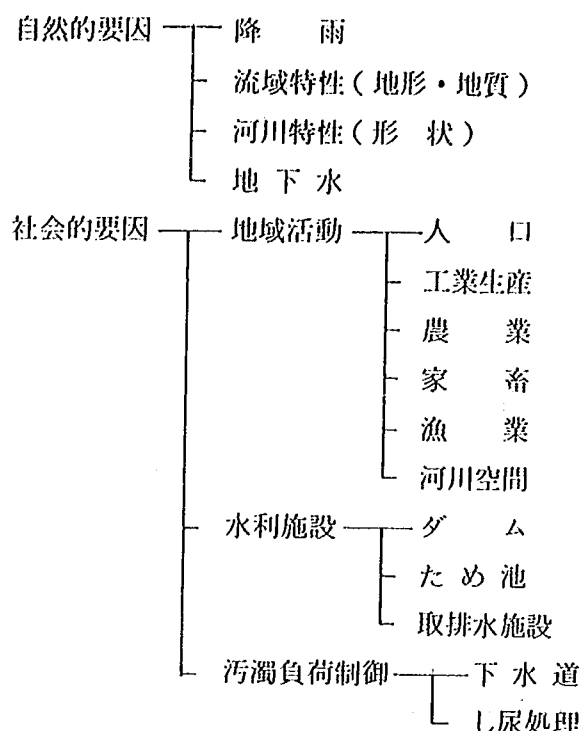


図5-2 河川環境に係る要因

これらの要因と河川水量・水質の関連を示したのが図5-3であり、同図には、水質汚濁による利水活動に対する一般的影響についても合わせて示している。

図5-4は、自然的、社会・経済的な各要因の関連をマトリックス表示すると共に、流域における自然的・社会的現象に対する各要因の有する機能をまとめたものである。自然的要因、社会的要因の間では、大きく利水活動による汚濁インパクト、水質汚濁による利水活動へのインパクトがあり、水配分、汚濁負荷のコントロールなど社会的要因相互の関連等において、これらのインパクト・影響を最小化する方向で調整されるものと考えられる。

図5-4の関係をより詳細に個々の要因間の関係の有無及びその関連のつよさを示したのが図5-5、6である。

これらの図では、先述の水利用と水質汚濁相互の関係が重要であるが、地域の条件によっては、利水活動に伴う汚濁負荷の発生によらない水質汚濁事象が生起する場合もあることを示している。また、下水道は、処理水の再利用等により地域の水利用システムのなかで大きなコントロール・ファクターとなっていることが示されている。

なお、図5-5、6について、水量あるいは負荷量がある地域において定量的に示すことにより、河川水量、負荷量の構成（ex.自己流量、都市排水量、下水処理水量）あるいは、上水道の水源構成等を示すことができ、有効な計画情報抽出が可能になると考えられる。

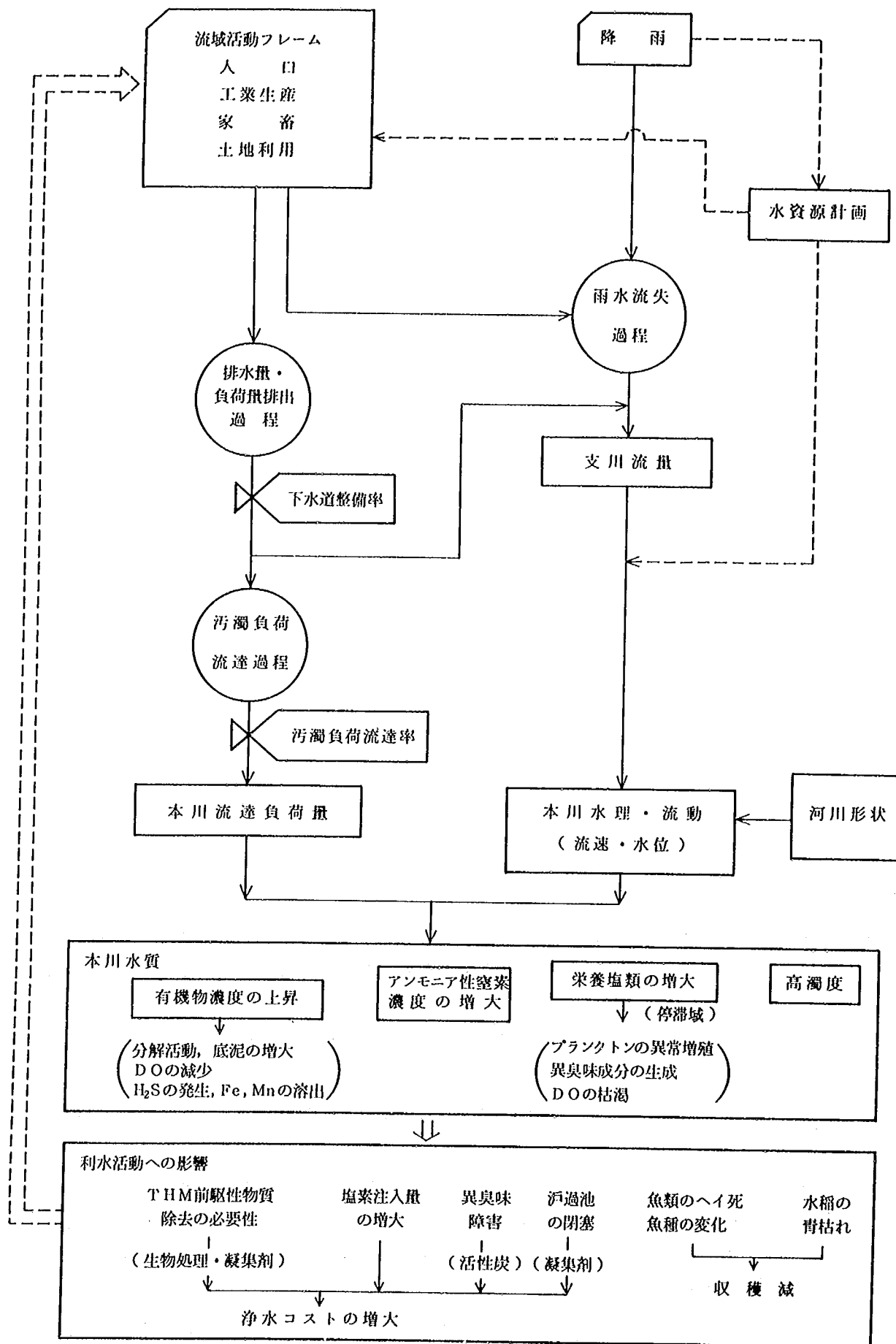


図5-3 河川水量水質に係る要因間の関連

		流 域	河川 (水量 (水質))	河川 (形状 (空間))	地下水	ダム・ ため池	上水道	家 庭	工 場	下水道	農 業	親水活動等
自然要因 + 水利施設 (水文)	1. 降 雨											
	2. 流 域											
	3. 河川 (水量 水質)		水 文 現 象				{ 水 文 事 象 水 質 汚 濁 }	の水利活動への				
	4. 河川 (形状 空間)		(自然的な汚濁負荷の流れ)									
	5. 地 下 水						インパクト					
	6. ダム・ため池											
社会経済要因 (水利用)	7. 上 水 道											
	8. 家 庭		水利用の結果				水 配 分					
	9. 工 場		公共用水域への汚濁				排出水の収集					
	10. 下 水 道			インパクト								
	11. 農 業											
	12. 親水活動等											
機 能	降 水 受 水	○									○	
	地区間水輸送		○		○		○		○工業用水道	○		
	水 利 用						○	○	○	○	○	○
	蒸 発 散	○					○ (ロス)	○ (ロス)	○		○	
	水質変換 (汚濁) (浄化)		○ (自浄作用)			水質項目 条件による			○		水質項目 条件による	
	貯 留			○	○				○			

図 5 - 4 要因間の関連及び各要因の機能

	流域	河川 (水量 水質)	河川 (形状 空間)	地下水	ダム・ ため池	上水道	家庭	工場	下水道	農業	親水 活動等	小計	ブロック外	計
1. 降 雨												降雨量	(主に 下流域)	
2. 流 域														
3. 河川(水量 水質)												河川水の 取 水		
4. 河川(形状 空間)														
5. 地 下 水									(浸入水)			地下水の 取 水		
6. ダム・ため池												ダム・ため池 からの取水		
7. 上 水 道												上下道から の 供 給		全供給量
8. 家 庭												家庭排水量		
9. 工 場								循環利用				工場排水量		
10. 下 水 道				(地下水 かん養)			地域循環	地域循環		農水利用	地域循環	下水処理 放 流 量		下 水 収集量
11. 農 業												かんがい 排 水 量		
12. 親水活動等														
(小 計)		ブロック内 発生流量		地下水 増加量		流域内 取水量	総使用 水 量	流域内 依存量	下水道へ の放流量					
ブ ロ ッ ク 外														
計		流 量				全取水量		総使用 水 量	下 水 収集量	全使用 水 量				

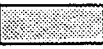
 要素間で考慮すべき
水の流れ
 水の移動はないが
インパクト要因

図 5 - 5 要因間の関連 (その 1 : 考慮すべき関連の抽出)

	流 域	河 川 (水 量 水 質)	河 川 (形 状 空 間)	地下水	ダム・ ため池	上水道	家 庭	工 場	下水道	農 業	親 水 活動等	小 計	ブロック 外	計
1. 降 雨	○											降雨量	(主に 下流域)	
2. 流 域		○		△	○									
3. 河 川 (水量 水 質)				○	○	●		●		●	●	河川水の 取 水	●	
4. 河 川 (形状 空間)		○									●			
5. 地 下 水						△	△	△	(浸入水)			地下水の 取 水		
6. ダム・ため池						●		●		●		ダム・ため池 からの取水		
7. 上 水 道							●					上水道から の 供 給		全供給量
8. 家 庭		●			●							家庭排水量		
9. 工 場		●			●			循 環 利 用				工場排水量		
10. 下 水 道		●		(地下水 かん養)	●		地 域 循 環	地 域 循 環		農水利用	地 域 循 環	下水処理 放 流 量	●	下 水 収 集 量
11. 農 業		●										かんがい 排 水 量		
12. 親水活動等														
(小 計)		ブロック内 発生流量		地下水 増加量		流域内 取水量	総使用 水 量	流域内 依存量	下水道へ の放流量					
ブ ロ ッ ク 外		○				○		○						
計		流 量				全取水量		総使用 水 量	下 水 収 集 量	全使用 水 量				

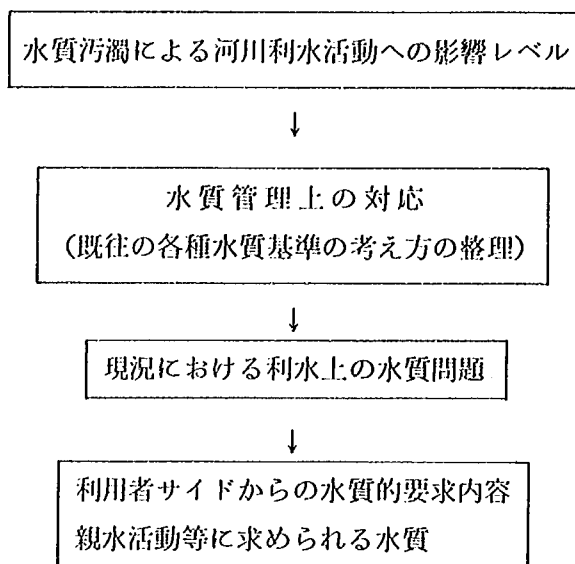
● 汚濁インパクト大
 ○ 水質・負荷量の因果関係
 △ 因果関係はあるが影響は小さい

図 5 - 6 要因間の関連 (その 2 : 関連のつよさ)

5.2 水質基準等の整理ならびに利水者の水質要求

望ましい河川環境については、先に述べた様な課題すなわち、①望ましいレベル、②レベルの記述方法、③レベルの確保条件があるが、ここでは、①を中心に既往の水質基準、及び水質基準にはなっていないが文献、資料等に提示されている水質レベルについて整理する。

整理する手順は以下に示す様にまず、水質汚濁の影響レベルをランク分けし、既往の基準等がどのような考え方で設定しているかをまとめる。また、現況における利水上の問題や、河川の親水機能、水育機能やら求められる水質的要求レベルについてまとめる。



(1) 各種水質基準等

水質の汚濁、汚染が人間生活に及ぼす影響は、その影響の対象・範囲影響の程度により表5-1に示す様にランク分けできると考えられる。

一般に、環境管理計画を策定しようとする場合、その目標レベルは、環境悪化の影響をどの程度に抑え、維持すべき環境のレベルの考え方に大いに依存する。表5-1の影響レベルに対し、現在設定されている各種水質基準における目標レベルの考え方を示したのが表5-2である。これより、現行の水質環境基準は、健康阻害防止と利水活動に対する影響レベル3の回避が意図されていることがわかる。しかし、例えば、農業用水基準などでは、影響レベル4の回避が目標レベル設定の背景になっていると考えられる。また、水質環境基準では表5-1のレベル4に例示した様な利水上問題となる水質指標がとりあげられていない点は、利水者の立場からすれば問題となろう。

本章末の参考にこれら公共用水域の水質基準及び上水、工水、再利用水等の水質基準を示す。

表 5 - 1 水質汚濁の影響

レベ ル 影響の程度・範囲	例（原因物質）	水質管理上の対応
1. 安全・健康への 影響	環境基準における健康項目 （重金属，シアン） 病原生物による汚染	我が国では，このレベルの水質汚濁の発生は 局所的であり頻度は低い水質管理上生起さ せてはならないレベルである。
2. 利水活動への障 害 →既存システム の変更	上水源としての取水停止 魚類の死滅 水浴場の閉鎖	高度成長期に都市周辺で顕在化し，閉鎖性水 域では回復がすすんでいない。地域の利水構 造の変更を余儀なくされ，水質管理上生起さ せてはならないレベルである。
3. 利水活動への障 害 →利水者側の対 応大	浄水システムの変更 （THM前駆性有機物，異臭味） 農業，水産の収穫減	現有的な水利用のための施設・設備（浄水プロ セス等）の方式変更が必要なレベルであり， 水質管理上の最低限の目標になる。 （水質環境基準設定の基本的条件は，この レベルの影響を避けるところにある。）
4. 利水活動への障 害 →利水者側の対 応は比較的軽 微	農業用水の窒素増加→施肥コントロー ル 上水源における $\text{NH}_4\text{-N}$ 増加 →薬注量コントロ ール レクリエーション利用者による親水目 的の変更	環境基準が達成されたとしても基準にない水 質項目により利水者側に影響を与える例は少 なくない。 （より影響を小さくすることが求められ施 策評価のひとつの要因となる。）

表 5-2 既往の各種水質基準における目標レベルの考え方

水 質 基 準	目標レベルの考え方	対象水質項目	他の基準との関係、問題点等
水質環境基準 健康障害防止 影響レベル3の回避	(河川) 現況利水システムの維持 (湖沼) 貧・中栄養レベルの維持 健康項目については影響なしが前提	有機物指標中心 N、P 有機物指標 (COD)	水道水源水質基準、水産用水基準と関連 農業用水のN基準、水産用水のP基準を適用 (湖沼 ロ、V 類型)
農業用水基準 影響レベル4の回避	水稻に対する被害度 = 0 という考え方 重金属については、作物への蓄積、 土壌への影響等が考慮されたものと 考えられる。	有機物(COD)、窒素 重金属	• 畑作に対する基準はない • COD 6 mg/ℓ → 水質環境基準 BOD 8 mg/ℓ • 「水質障害対策事業」(農水省)の採択条件
水産用水基準 影響レベル4の回避	コイ・フナに対するBODの基準値 からみて被害度0を目標にしている とみられる。	有機物指標(BOD) T-P, SS(懸濁物質)	T-P ≤ 0.1 mg/ℓ の基準値は、下流側に湖沼等の閉鎖性水域がある場合の、富栄養化防止を考慮したものである。
水道水源水質基準 健康障害防止 影響レベル3の回避	A群については健康障害防止であり、 一律に設定 B群については浄水プロセスにより 影響の程度の異なることを前提に、 3ランクで設定されている。 1類(簡易), 2類(通常), 3類(高度)	A群: 重金属等毒性物質 B群: 上水工程に影響のある 水質項目 有機物指標(BOD, COD) 濁度, NH₄-N, Mn など	有機物指標に関しては、水質環境基準と対応しているが、この基準は旧版の「水道維持管理指針」に掲載されているにすぎない。

(2) 利用者サイドの要望水質

現状における利水上の水質問題は、主に取水を伴う利水活動において顕著であり、上水、農水利用などでは次に示す様な問題が提起されている。

水道 アンモニア性窒素の増大
トリハロメタンの生成
かび臭の発生
陰イオン界面活性剤
PH上昇

農水 アンモニア性窒素の増大

このうち、水道水の浄水過程では、水質汚濁により、多くの影響を受けているが影響の状況、対応方法、望ましいレベル等を表5-3にまとめる。

また、水質汚濁現象のメカニズム及び浄水プロセスの対応は、それぞれ複合的になる場合があるが、これらをまとめたのが図5-7である。現状においては、水源水質汚濁に対する浄水サイドの対応は、こうした利水障害を生じている水域が大都市域にあり、新たな施設建設による対応が難しいため、塩素注入量の増大や、粒状活性炭の注入等の既存施設を利用した薬品処理で対応する例が多い。一方、利水障害を生じている様な水域では、下水処理水を含め、生活パターンによる都市排水量の時間的変化に応じた水質変化が著しいこと、出水時の流出負荷量の急激な変化等に対する薬注量のコントロールが浄水技術上の大きな課題となっている。

表5-4には、農水における水質障害のメカニズム及びかんがい水水質と水稻被害の関係について報告例を示した。

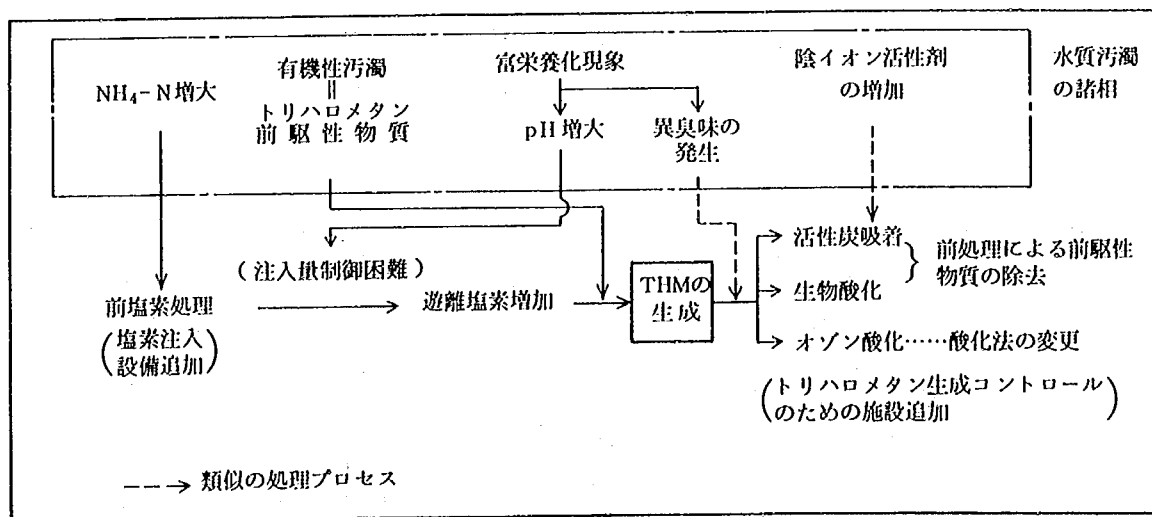


図5-7 水質汚濁現象と浄水プロセスの対応

表5-3 浄水サイドの水質問題と望ましいレベル

項 目	影響・被害のメカニズム	浄 水 場 の 対 応 (— は一般的な対応)	望ましいレベル
アンモニア性窒素の増大	- 前塩素処理薬品費の増大 - 残留塩素維持のための薬注量制御が困難 (とくに冬期) ↑ アンモニアレベルの時間変動 冬期：河川流量減少による濃度増大 塩素分解反応のおくれ 処理水量減によるタイムラグ増大 - 残留塩素と有機物の反応によるトリハロメタンの生成	前塩素の注入量制御 生物処理(接触酸化等) …他の目的を有する場合に検討される。	$\text{NH}_4\text{-N}$ 0.5 mg/ℓ (水道水源水質3類)
か び 臭	- 水源におけるフォルミディウム、オスシラトリアなどのらん藻類の発生 → 着臭 → 苦情 発生条件 - 閉鎖性水域 $\left(\begin{array}{l} \text{N} > 0.3 \text{ mg/ℓ} \\ \text{P} > 0.006 \text{ mg/ℓ} \end{array} \right)$ - 河川停滞域	粒状活性炭処理 生物処理 オゾン処理	臭気濃度(TO) 3以下 (水道水源水質2類, 3類)
トリハロメタン (THM)	- 潜在的危険性を有し、水道水による曝露量が最も多い。 - 浄水処理工程での副産物でありその生成を制御することは可能 - 遊離塩素+前駆物質(フミン質と 呼ばれる有機物) → トリハロメタン ↓ 自然界, 下水処理水, し尿処理場排水	(検討段階) - 生成抑制 - 塩素剤の変更(結合塩素) - 前駆物質除去(凝集沈殿, 活性炭処理, 生物処理) - THM除去 エアレーション 活性炭処理	制御目標値 0.10 mg/ℓ (年間平均値)
陰イオン界面活性剤	- 発泡の原因物質であり催奇形性を有するといわれる。 - 通常の浄水プロセスでは除去できない。	高濃度時に活性炭添加	0.5 mg/ℓ 以下 (水道水源3類)
PHの異常上昇	水源における藻類の異常増殖	凝集剤の増量で対応	PH 6.5 ~ 8.6 (水道水源1 ~ 3類)

表 5 - 4 水質汚濁による水稲被害

水稲被害のメカニズム	沈降性の有機態窒素の堆積 ↓ 分解による $\text{NH}_4\text{-N}$ の生成 ↓ ← かんがい用水中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 生長過多による青枯 (水稲被害の多くは水田の水口より扇状に進行)			
かんがい水水質と 水稲被害	(千葉農試 1981)			
分 類	1	2	3	4
水稲被害	影響は認められない。	水稲の生育はほぼ正常であり耕作者の苦情はない。	水稲は過繁となり窒素施肥量を減らさなければならない。	窒素施肥量を極端に少なくしても倒伏し、用水として使用に耐えない。
T - N	(mg/ℓ) 2 以下	2 ~ 3	3 ~ 7	7 以上
$\text{NH}_4\text{-N}$	0.5 以下	0.5 ~ 2	2 ~ 5	5 以上
COD	8 以下	8 ~ 12	12 ~ 17	17 以上
出典 増島 博 「農業地域における水循環と水質保全」 環境情報科学, 11 ~ 3, 1982				

(3) 河川の親水機能, 水育機能に求められる水質等

修景, 親水活動に求められる水質, 河川の水育機能として鯉の生育, ホタルの生育に必要な水質ならびに生息環境について表 5 - 5 ~ 8 にまとめた。

表 5 - 5 修景用水に求められる水質

必要要件	PH	5.8 ~ 8.6	「下水処理水循環利用技術指針」(案)の修景用水基準。 (池, 小川等の利用)
	外 観	不快でないこと(ゴミ等のないこと)	
	臭 気	不快でないこと(DO, 2mg/ℓ以上)	
	濁 度	10度以下	
付帯条件	BOD.	10 mg/ℓ以下(DO, 濁度等の関連)	
	大腸菌群数	① 生活環境の保全に関する基準 水浴(A類型) 1000MPN/100mℓ。 ② 「下水処理水循環利用技術指針」(案) 検出されないこと。	

表 5 - 6 水浴・レジャー等に求められる水質

	快 適 範 囲	可 能 範 囲	水質環境基準 (BOD)
水浴・水泳	COD 3 ppm 以下	COD 5 ppm 以下	2 (A 類型)
散 策	8	10	10 (E 類型)
ヨ ッ ト	10	—	—
サーフィン	8	10	—
水 遊 び	6	8	—
湖 上 遊 覧	8	10	—
ま つ り	5	—	—
釣 り	5	—	—
花 火	8	10	—

出典 「水環境管理研究委員会資料」

表 5 - 7 鯉の生息に必要な水質及び環境条件

		項 目	望ましい水質レベル	備 考
生 息 環 境 必 要 条 件	一 般 水 質 項 目	DO	6 mg/ℓ 以上	
		PH	6.7 ~ 7.5	生物に安全な PH 6.5 ~ 8.5
		SS	25 mg/ℓ 以下	・嫌忌行動にならない程度
		水 温	① 生息に悪影響を及ぼすほどの水温変化のないこと。 (濃度変化の限度 1° F/hr) ② 産卵・ふ化適水温 18~22℃ (ふ化限界水温 16~30℃) 生息適水温 15~30℃	→アメリカの資料(FWPCA: 水質基準 1968)
	毒 性 項 目	着色(色度)	嫌忌行動の原因とならないこと	一般的には, 色度 10 度以下
		鉍 油 類	① 水中に含まれないこと ② 油膜が認められないこと	鉍油 0.01 mg/ℓ で海底魚が着臭 (定量限界 0.01 mg/ℓ)
		有 害 物 質	「人の健康に係る環境基準」に準じる	
水 質 付 帯 要 件		BOD	自然繁殖条件 3 mg/ℓ 以下 生育の条件 5 mg/ℓ 以下	・ BOD 8 mg/ℓ 程度まで生息可能 「生物からみた日本の河川」(昭和 53 年 山海堂)
		大腸菌群	1000 MPN/100 ml 以下	
参 考 項 目		T-P	0.1 mg/ℓ 以下	下流の閉鎖系水域の富栄養化防止を配慮した ものであり, P N 濃度と漁獲量の関係から設 定されている。
		T-N	1 mg/ℓ 以下	

表 5 - 8 ホタル生息に求められる水質と環境

1) ホタルの発生に要求される水質条件

- 絶対条件
付帯条件
- ① 中性に近い軟水
 - ② DO (溶存酸素) は飽和に近いこと。(DO 8 mg/ℓ 以上)
 - ③ 各種農薬類。家庭洗剤類は含有していないこと。
 - ④ BOD は低い値であること。
- (ゲンジボタル 2 mg/ℓ 以下, ヘイケボタル 3 mg/ℓ 以下下水処理水で)
生育した例もある。

(ホタルの発生に要求される水質条件については, 多くの研究者が天然川あるいは人工飼育によって調査しているが, 各研究者の意見は必ずしも一致していないのが現状である。上記水質条件は, 各研究者に共通した条件とホタルの発生の実績をふまえてまとめたものである。)

2) ホタルの生息環境

水 温	9℃ ~ 26℃
水 深	30 ~ 40 cm (酸素の補給であること)
流 速	1.0 ~ 4.0 cm/sec.
川 巾	数 m 程 度
川 底	砂 9 ~ 7, 混 1 ~ 3 の割合で小石の多い川底
川 岸	兩岸に樹木や雑草がおい茂って日陰があること
ホタルの敵	① 洗剤や消毒液を含んだ家庭汚水の流入 ② 農薬の濁水 ③ 工場廃液の流入 ④ 川岸のコンクリート化や人の踏み込み ⑤ クモの巣 ⑥ コイ科の魚やアヒル, ゲンゴロウなど

出典 河川水域の環境と水生生物等

(4) 望ましい水質レベルのまとめ

利水用途及びその条件等と水質の関係を整理し, 水質レベルによりグループ化を試みる。水質指標としては, 水質環境基準等において有機物指標として多用される BOD (一部は COD) と窒素 (アンモニア性窒素で代表) をとりあげる。

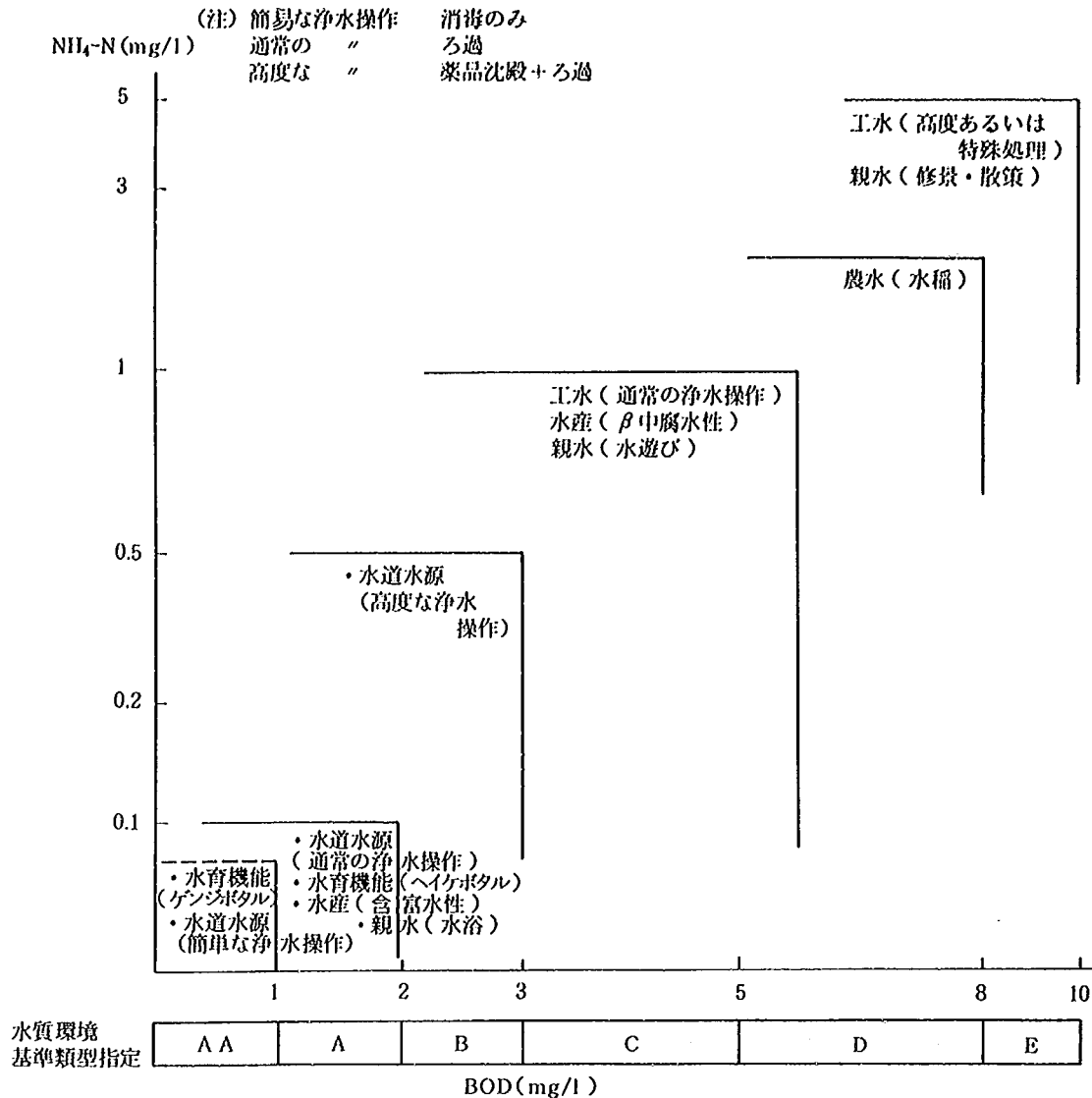


図 5 - 8 望ましい水質レベルのまとめ

5.3 河川水質保全目標の考え方

(1) 河川の水量、水質管理の現状

現在河川環境の基準となるものとしては、公害対策基本法に基づく水質環境基準と河川法に基づく正常流量があるが、これらは、それぞれ用途に行政目標として与えられており、次の様な問題点がある。

- ① 河川水質は、流量に依存するところが大きいにもかかわらず、水質環境基準達成の根拠となる流量については、低水流量程度を想定しているのみであり、流量の目標としては設定されていない。
- ② 正常流量は、流水の清潔の保持、利水条件等を総合的に考慮して設定されることとなっているが、水質目標が明確でなく、流域の水質保全施策をどう考慮するのが明らかではない。
- ③ 水質環境基準は、河川の低水流量時を、正常流量は河川の渇水時をそれぞれ対象としており、

現状では一体化がなされていない。

水質環境基準、正常流量は、それぞれ下水道行政、河川行政の行政目標となっているが、上記の問題点故にそれぞれの計画において不整合が生じている場合もある。

河川事業、下水道事業及び利水者を代表として河川水質汚濁のインパクトを受けている上水道事業をとりあげ、上記の問題点、これに対応するための新たな目標の必要性等を表5-9にまとめた。また、この様な問題認識をふまえた水環境管理の体系にかかわる動向を図5-9に示すが、地域のなかで河川水量水質がどうあるべきか、下水処理水を含めた水資源計画のあり方などが問われていることがわかる。

表5-9 河川の水量・水質管理の現状と問題点

事業		河川	下水道	上水道
計画		低水計画	流総計画	
目標水量		正常流量 (1/10 渇水時)	(平均低水流量を想定)	
目標水質		水質環境基準	水質環境基準	上水水質
施策	水量確保	水資源開発	(再生水活用計画)	
	水質確保	(暫定的)→河道浄化	下水処理	浄水処理
問題		水資源開発に長期間を要す ↓ 河川水質の悪化 (河川水質改善の遅延)	下水道整備に長期間を要す ↓ 河川水質の悪化 (河川水質改善の遅延)	薬品費の増大 処理工程の追加・高度化 水源の広域化
新たな目標 (水量)			(河川事業と共通の水量) 目標の設定	
(水質)		水質環境基準指定外の水質項目についての目標設定		おいしい水の供給

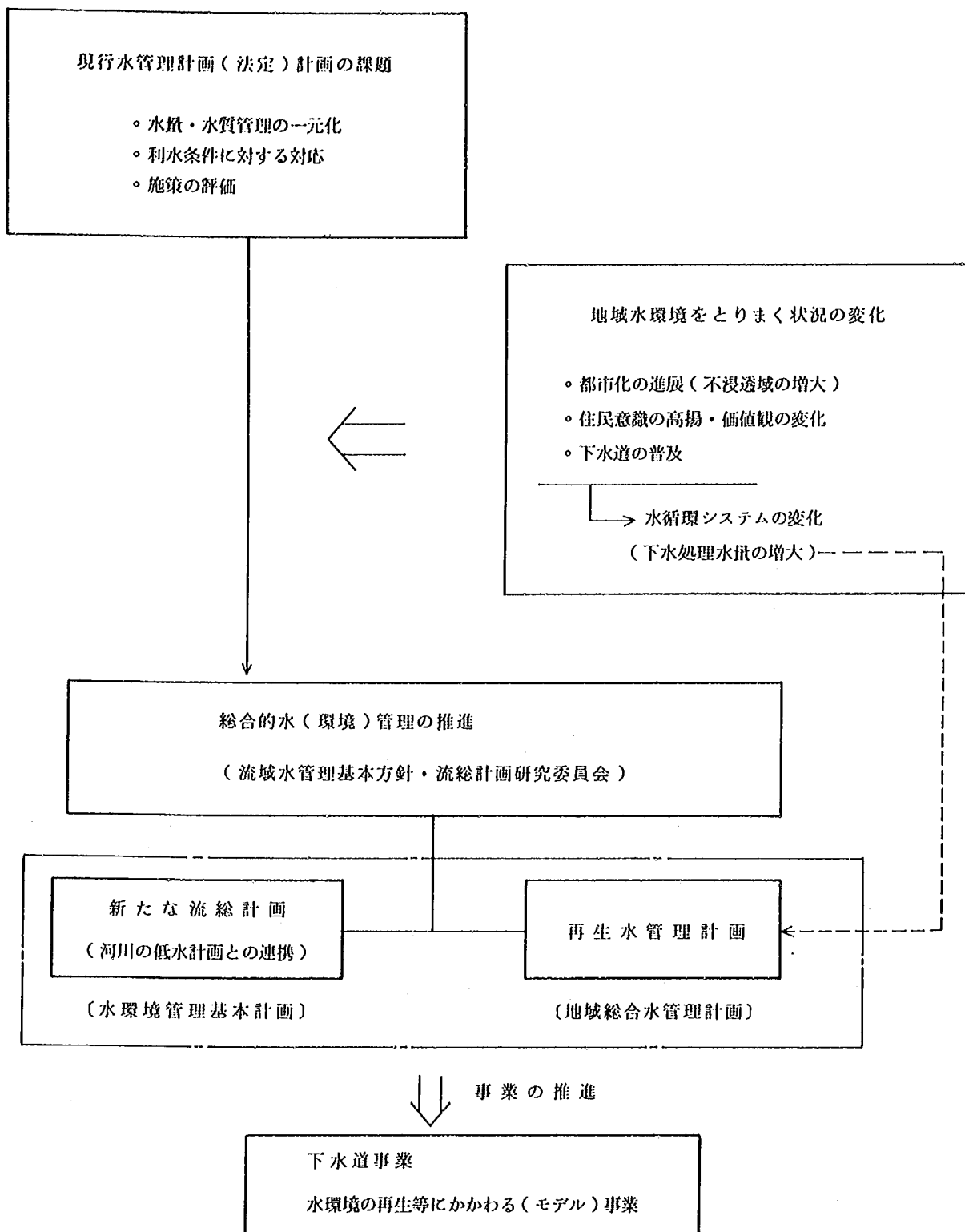


図 5 - 9 水環境管理体系にかかわる動向

(2) 河川水質保全目標の設定方法

河川水質保全目標の設定にあたって(1)で述べた水量・水質管理のあり方は、大きな課題であるが、具体的な目標設定にあたっては、変動に対する柔軟性、一度影響を受けたときの回復力といったものを評価する必要がある。また、求められる安全度（どの程度の確率で確保すべきか）も利水目的により異なると考えられる。ここでは、利水目的別に、これらの特性を定性的に整理する。

図5-10は、水量、水質確保の必要性について、利水用途別の安全度と利水期間が通年か季節的に限定されるかを示したものである。この結果は、水量・水質目標に十分反映される必要がある。

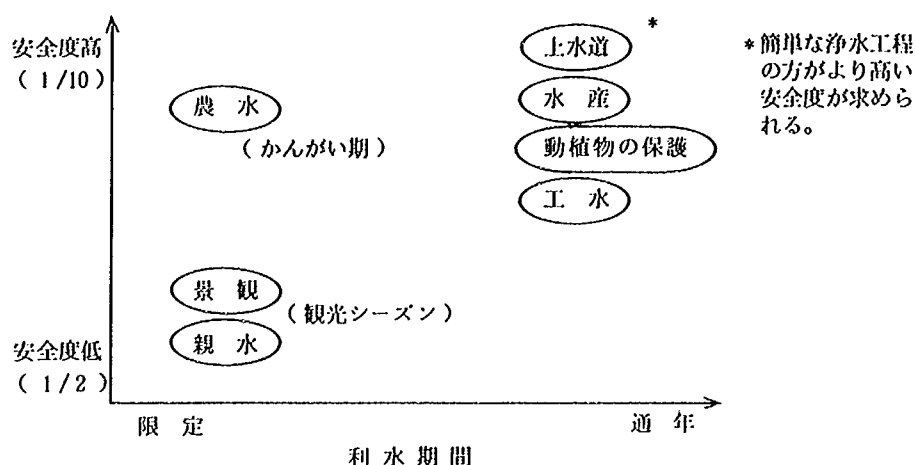


図5-10 水量確保の条件

図5-11は、利水目的別に、水質変化に対する応答として、要求水質レベルに許容範囲が大きいかどうか、影響を受けたときに復帰がすみやかであるかどうかについてまとめたものである。一般に、取水されて人工の処理系に入る場合は、要求水質レベルの許容範囲は小さいが、水質が平常に回復すれば平常の状態に回復しやすい。一方、生物の生育に関する利水目的は、一時的な水質悪化の影響には耐性を示すが一度影響を受けると回復が容易でない傾向がある。

なお、柔軟性の評価を行う場合、代替水源の利用や処理系でのコントロールなどの対応方法の有無があるかについても考慮する必要がある。水資源の逼迫した地域、水質汚濁の著しい地域では表5-10に示す様な措置をあらかじめとることにより柔軟性が確保されている場合が多いと考えられる。

表5-10 渇水時、水質悪化時の利水者サイドの対応

利水目的	影響	渇水時の対応	水質悪化時の対応
上水道	薬品費増大 取水停止 給水制限	水源の相互融通 薬注量コントロール	
農水	収穫減	代替水源（地下水・ため池）の利用	施肥量コントロール

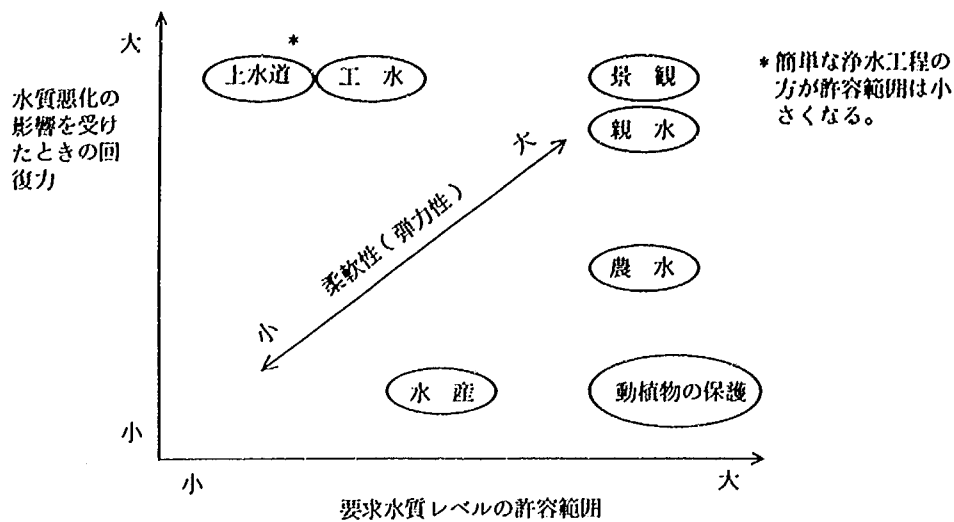


図 5-11 水質変化に対する柔軟性（弾力性）

以上の様に、各利水目的は、水量・水質変化に対しある程度の融通性を有しているものであり、また、河川水量・水質は、相関関係を有している。このため、水量・水質目標を水量・水質相関関係のある一点で設定することは、特に高度かつ複雑な利水構造を有する地域においては、難しいと考えられる。

水量・水質目標の設定方法としては、表 5-12 の様な考え方があるが、(1)～(3) の様な設定に至る手順として、利水目的及びその重要性を考慮して(4)～(6)の方法を必要に応じ日オーダーの年間シミュレーション等を用いて行い、利水者サイドから、レベル及び年間の変動状況をチェックし(1)～(3)の様なレベル設定へフィード・バックする手順が考えられる。

表 5 - 12 水質保全目標の設定（評価）方法

設定（評価）方法	設 定 の 考 え 方	例（影響の程度）
(1) 正常流量時の水質として設定	水量・水質管理の一元化を図るため目標水量時の水質として設定：「流総計画研究委員会」の考え方	健康阻害項目 但し、流況との関連は明確ではない。
(2) 環境管理水量時の水質として設定	利水目的別の利水期間を考慮 利水目的の重要度に応じ安全度を変更	環境管理水質は、利水期間中のどのような流況のもとで満足すべきか、維持すべき確率等は明確でない。⇒ 利水目的別に条件変更（4）～（6）
(3) 低水流量時（平均年）の水質として設定	水質環境基準	利水への影響との関連は明確でない。
(4) 利水期間中の平水流量時の水質として設定	短期的な水質の増減による利水への影響は小さい。 水質への影響が利水期間中の合計値で計量、評価される。 } 農水の影響	
(5) 水質濃度ランク別の生起頻度 （利水期間中）	水質濃度ランク別に利水への影響程度は異なる。………上水における薬注率制御	
(6) 利水期間中の水質生起パターン （水質濃度ランクの生起継続日数の算出）	他水系からの緊急的導水が可能な場合。………上水源としての取水停止による他水系依存の程度の把握 影響を受けた場合の回復力が問題となる場合。	

<参考> 環境基準, 排水基準, 用水水源基準, 工業用水水質基準, 再利用水水質基準

公害対策基本法による水質汚濁に係わる環境基準

人の健康に係わる環境基準

項 目	シ ア ン	アルキル水銀	有機リン	カドミウム	鉛	クロム (6価)	ヒ 素	総水銀
基準値	検出され ないこと	検出され ないこと	検出され ないこと	0.01 ppm 以 下	0.1 ppm 以 下	0.05 ppm 以 下	0.05 ppm 以 下	検出され ないこと
測 定 方 法	日本工業規格 K 0102 (以下この規格および表 1.2 において「規格」という。) 29.1.2 および 29.3 に掲げる方法	昭和43年7月29日経済企画庁告示第7号に規定するガスクロマトグラフ法および薄層クロマトグラフ分注法*	規格 23 に掲げる方法 (ただし、メチルジメトロンについては薄層クロマトーモリブデナム青法)	規格 40 に掲げる方法	規格 39 に掲げる方法	規格 51.2 に掲げる方法	規格 48 に掲げる方法	ジチゾン吸光度法*

* 水銀の定量については、その後原子吸光光度法によることに変更された。

備 考

1. 基準値は、最高値とする。
2. 有機リンとは、パラチオン、メチルパラチオン、メチルジメトンおよび EPN をいう。
3. 薄層クロマトーモリブデナム青法とは、次のものをいう。

試料 200 ml を分液ロートにとり、おのおの 50 ml のクロロホルムを用いて 3 回抽出し、クロロホルム層を集め、0.5 ml に濃縮する。シリカゲルを用いて厚さ 0.5 mm の薄層プレートをつくり、その下端から約 2 cm のところに両端を約 3 cm ずつあけて試料濃縮液 0.1 ml (P として 0.5 μg を含む) を直線状に添付する。

Rf の確認のため、両端の部分にメチルジメトン標準品の 100 μg/ml クロロホルム溶液 1 滴ずつを添付する。クロロホルムとメタノールを 15 : 1 の割合で混合した液を展開溶媒として展開し、展開後プレートを風乾し、両端の部分に塩化パラジウム試液を噴霧する。メチルジメトンのスポットに相当する中央部分のシリカを三角フラスコに集め、メチルジメトンをメタノールで抽出して分解フラスコに集める。

少量の水と、過塩素酸と硫酸を 4 : 1 の割合で混合した液 0.5 ml を加えて加熱分解を行なう。分解後 7 N アンモニア水 3 ml を加えて中和し、煮沸して過剰のアンモニアを除去する。この液を目盛付試験管に水で洗い移して全量を 8 ml とする。モリブデン酸試液 1 ml, イソブタノールとベンゼンを 1 : 1 の割合で混合した液 5 ml を加えて 2 分間ふりまぜる。イソブタノール+ベンゼン層 3 ml を別の試験管に移し、硫酸酸性エタノール液 2 ml 塩化錫試薬 0.4 ml を加えて発色させ、630 mμ における吸光度を測定する。リン酸 2 水素カリウムを用いて作成した検量線によってリンの量を求め、メチルジメトンに換算する。

4. ジチゾン吸光光度法とは、附表 1 に掲げる方法をいう。
5. 「検出されないこと」とは、定量限界以下をいう。

なお、アルキル水銀の項目については、ガスクロマトグラフ法および薄層クロマトグラフ分離
ジチゾン比色法の両方法によってアルキル水銀を検出した場合以外の場合をいうものとする。

生活環境に係わる環境基準

河 川 河川（湖沼を除く）		基 準 値					該当水域
項 目 型	利用目的 の適応性	水素イオン 濃度 (pH)	生物化学的 酸素要求量 (BOD)	浮遊物質 (SS)	溶存酸素量 (DO)	大腸菌群数	
AA	水道1級 自然環境保全 およびA以下の 欄に掲げる もの	6.5 以上 8.5 以下	1 ppm 以下	25 ppm 以下	7.5 ppm 以上	50 MPN/ 100 ml 以下	第1の 2の(2) により 水域類 型ごと に指定 する水 域
A	水道2級 水産1級 水浴 およびB以下の 欄に掲げる もの	6.5 以上 8.5 以下	2 ppm 以下	25 ppm 以下	7.5 ppm 以上	1 000 MPN/ 100 ml 以下	
B	水道3級 水産2級 およびC以下の 欄に掲げる もの	6.5 以上 8.5 以下	3 ppm 以下	25 ppm 以下	5 ppm 以上	5 000 MPN/ 100 ml 以下	
C	水産3級 工業用水1級 およびD以下の 欄に掲げる もの	6.5 以上 8.5 以下	5 ppm 以下	50 ppm 以下	5 ppm 以上	—	
D	工業用水2級 農業用水 およびEの欄 に掲げるもの	6.0 以上 8.5 以下	8 ppm 以下	100 ppm 以下	2 ppm 以上	—	
E	工業用水3級 環境保全	6.0 以上 8.5 以下	10 ppm 以下	ごみ等の浮 遊が認めら れないこと	2 ppm 以上	—	
測 定 方 法		規格8に掲 げる方法	規格16に掲 げる方法	規格10.2.1 に掲げる方 法	規格24に掲 げる方法	最確数によ る定量法	

備 考

1. 基準値は、日間平均値とする（湖沼、海域もこれに準ずる）。
2. 農業用水利点については、水素イオン濃度 6.0 以上 7.5 以下、溶存酸素量 5 ppm 以上とする（湖沼もこれに準ずる）。
3. 最確数による定量法とは、次のものをいう（湖沼、海域もこれに準ずる）。

検水 10 ml, 1 ml, 0.1 ml, 0.01 ml……のように連続した4段階（試料量が 0.1 ml 以下の場合には 1 ml に希釈して用いる）を5本ずつBGLB発酵管に移殖し、35～37℃、48±3時間培養する。ガス発生を認めたものを大腸菌群陽性管とし、各試料量における陽性管数を求め、これから 100 ml 中の最確数を最確数表を用いて算出する。この際、検水はその最大量を移殖した

ものの全部かまたは大多数が大腸菌群陽性となるように、また最小量を移植したものの全部かまたは大多数が大腸菌群陰性となるように適当に希釈して用いる。なお、試料採取後、ただちに試験ができないときは、冷蔵して数時間以内に試験する。

〔注〕

1. 自然環境保全：自然探勝等の環境保全
2. 水道1級：ろ過等による簡易な浄水操作を行なうもの
 " 2級：沈殿ろ過等による通常の浄水操作を行なうもの
 " 3級：前処理等を伴う高度の浄水操作を行なうもの
3. 水産1級：ヤマメ、イワナ等貧腐水性水域の水産生物用ならびに水産2級および水産3級の水産生物用
 " 2級：サケ科魚類およびアユ等貧腐水性水域の水産生物用および水産3級の水産生物用
 " 3級：コイ、フナ等、 β -中腐水性水域の水産生物用
4. 工業用水1級：沈殿等による通常の浄化操作を行なうもの
 " 2級：薬品注入等による高度の浄水操作を行なうもの
 " 3級：特殊の浄水操作を行なうもの
5. 環境保全：国民の日常生活（沿岸の遊歩等を含む）において不快感を生じない限度

湖沼（天然湖沼および貯水量 1000 万立方メートル以上の人工湖）

項 目 型	利用目的 の適応性	基 準 値					該当水域
		水素イオン 濃度 (pH)	化学的酸素 要求量 (COD)	浮遊物質 (SS)	溶存酸素量 (DO)	大腸菌群数	
AA	水道1級 水産1級 自然環境保全 およびA以下の 欄に掲げる もの	6.5 以上 8.5 以下	1 ppm 以下	1 ppm 以下	7.5 ppm 以上	50 MPN/ 100 ml 以下	第1の 2の(2) により 水域類 型ごと に指定 する水 域
A	水道2,3級 水産2級 水浴 およびB以下の 欄に掲げる もの	6.5 以上 8.5 以下	3 ppm 以下	5 ppm 以下	7.5 ppm 以上	1 000 MPN/ 100 ml 以下	
B	水産3級 工業用水1級 農業用水およびCの 欄に掲げるもの	6.5 以上 8.5 以下	5 ppm 以下	15 ppm 以下	5 ppm 以上	—	
C	工業用水2級 環境保全	6.0 以上 8.5 以下	8 ppm 以下	ごみ等の浮 遊が認めら れないこと	2 ppm 以上	—	
測 定 方 法		規格8に掲 げる方法	規格13に掲 げる方法	規格10.2.1 に掲げる方 法	規格24に掲 げる方法	最確数によ る定量法	

備 考

水産1級、水産2級および水産3級については、当分の間、浮遊物質量の項目の基準値は適用しない。

〔注〕

1. 自然環境保全：自然探勝等の環境の保全
2. 水道1級：ろ過等による簡易な浄水操作を行なうもの
 “ 2, 3級：沈殿ろ過等による通常の浄水操作, または, 前処理等を伴う高度の浄水操作を行なうもの
3. 水産1級：ヒメマス等貧栄養湖型の水域の水産生物用ならびに水産2級および水産3級の
 水産生物用
 “ 2級：サケ科魚類およびアユ等貧栄養湖型の水域の水産生物用ならびに水産3級の
 水産生物用
 “ 3級：コイ, フナ等富栄養湖型の水域の水産生物用
4. 工業用水1級：沈殿等による通常の浄水操作を行なうもの
 “ 2級：薬品注入等による高度の浄水操作, または, 特殊な浄水操作を行なうもの
5. 環境保全：国民の日常生活（沿岸の遊歩等を含む）において不快感を生じない限度

項目 類型	利用目的 の適応性	基準値		該当 水域
		全窒素	全りん	
I	自然環境保全及びⅡ以下の類に属するもの	0.1mg/ℓ以下	0.005mg/ℓ以下	第1の2の(2)により 水域類型毎に 指定する水域
Ⅱ	水道1, 2, 3級(特殊な物を除く) 水産1級 水産2級及びⅢ以下の類に属するもの	0.2mg/ℓ以下	0.01mg/ℓ以下	
Ⅲ	水道3級(特殊な物) 及びⅣ以下の類に属するもの	0.4mg/ℓ以下	0.03mg/ℓ以下	
Ⅳ	水産2級及びⅤの類に属するもの	0.6mg/ℓ以下	0.05mg/ℓ以下	
Ⅴ	水産3級 工業用水 農業用水 3級用水 雑用水	1mg/ℓ以下	0.1mg/ℓ以下	
測定方法		付表7に掲げる方法	付表8に掲げる方法	

〔注〕

1. 自然環境保全：自然探勝等の環境保全
2. 水道1級：ろ過等による簡易な浄水操作を行なうもの
 水道2級：沈殿ろ過等による通常の浄水操作を行なうもの
 水道3級：前処理等を伴う高度の浄水操作を行なうもの（「特殊なもの」とは、臭気物質の除去が可能な特殊な浄水操作を行うものをいう。）
3. 水産1種：サケ科魚類及びアユ等の水産生物用並びに水産2種及び水産3種の水産生物用
 水産2種：ワカサギ等の水産生物用及び水産3種の水産生物用

- 水産3種 : コイ、フナ等の水産生物用
4. 環境保全 : 国民の日常生活（沿岸の遊歩等を含む）において不快感を生じない限度

2. 排水基準（水質汚濁防止法）

一般基準

別表第1（昭46総理府令41、1部改正）

有害物質の種類	許容限度	有害物質の種類	許容限度
カドミウムおよびその化合物	1リットルにつきカドミウム0.1ミリグラム	6価クロム化合物	1リットルにつき6価クロム0.5ミリグラム
シアン化合物	1リットルにつきシアン1ミリグラム	砒素およびその化合物	1リットルにつき砒素0.5ミリグラム
有機リン化合物（パラチオン、メチルパラチオン、メチルジメトンおよびEPNに限る）	1リットルにつき1ミリグラム	水銀およびアルキル水銀その他の水銀化合物	水銀につき検出されないこと
鉛およびその化合物	1リットルにつき鉛1ミリグラム	アルキル水銀化合物	検出されないこと

備考

「検出されないこと」とは、第3条の規定に基づき環境庁長官が定める方法により排出水の汚染状態を検定した場合において、その結果が当該検定方法の定量限界を下回することをいう。

別表第2

項 目	許 容 限 度	項 目	許 容 限 度
水素イオン濃度 （水素指数）	海域以外の公共用水域に排出されるもの 5.8以上8.6以下 海域に排出させるもの 5.0以上9.0以下	銅含有量 （単位 1リットルにつきミリグラム）	3
生物化学的酸素要求量 （単位 1リットルにつきミリグラム）	160（日間平均 120）	亜鉛含有量 （単位 1リットルにつきミリグラム）	5
化学的酸素要求量 （単位 1リットルにつきミリグラム）	160（日間平均 120）	溶解性鉄含有量 （単位 1リットルにつきミリグラム）	10
浮遊物質 （単位 1リットルにつきミリグラム）	200（日間平均 150）	溶解性マンガン含有量 （単位 1リットルにつきミリグラム）	10
ノルマルヘキサン抽出物質含有量 （鉱油類含有量） （単位 1リットルにつきミリグラム）	5	クロム含有量 （単位 1リットルにつきミリグラム）	2
ノルマルヘキサン抽出物質含有量 （動植物油脂類含有量） （単位 1リットルにつきミリグラム）	30	非素含有量 （単位 1リットルにつきミリグラム）	15
フェノール類含有量 （単位 1リットルにつきミリグラム）	5	大腸菌群数 （単位 1立方センチメートルにつき個）	日間平均 3000

備考

- 「日間平均」による許容限度は、1日の排出水の平均的な汚染状態について定めたものである。
- この表に掲げる排水基準は、1日当たりの平均的な排出水の量が50立方メートル以上である工場または事業場に係わる排水水について適用する。
- 水素イオン濃度および溶解性鉄含有量についての排水基準は、硫黄鉱業（硫黄と共存する硫化鉄鉱を掘採する鉱業を含む）に属する工場または事業場に係わる排水水については適用しない。
- 生物化学的酸素要求量についての排水基準は、海域および湖沼以外の公共用水域に排出される排水水に限って適用し、化学的酸素要求量についての排水基準は、海域および湖沼に排出される排水水に限って適用する。

(暫定基準)

別表第3 (昭46 総理府令 41, 1部改正)

項 目	業 種	許 容 限 度
水素イオン濃度 (水素指数)	海水マグネシア製造業 さつまいもでん粉製造業	5.0 以上 9.5 以下 5.0 以上 8.6 以下
生物化学的 酸素要求量 (単位1リ ットルにつ きミリグラ ム)	ガス業(ハッシュ式ガス製造設備を有するものに限る)	昭和48年6月23日まで 260 (日間平均 200)
	果実かん詰製造業 (果実のびん詰またはつぼ詰を製造するものを含む (以下同じ)) トマト加工品製造業, 味噌製造業, グルタミン酸ソーダ製造業, イースト製造業, 染色整理業, 合成染料製造業, 染料医薬中間物製造業, 有機顔料製造業, ゴム加硫促進剤製造業, ゴム老化防止剤製造業および洗たく業	260 (日間平均 200)
	てんさい糖製造業	1月から3月まで 520 (日間平均 400) 4月から12月まで 260 (日間平均 200)
	水産食料品製造業 (水産かん詰製造業 (水産物のびん詰またはつぼ詰を製造するものを含む, 以下同じ), 海そう加工業, 魚肉ハム・ソーセージ製造業, 水産練製品製造業, 冷凍水産物製造業および生すり身製造業を除く), 豆腐製造業, パン・菓子製造業, 製あん業, 副食品製造業, 繊維板製造業, 天然樹脂製品製造業, 木材化学製品製造業, へい酸取扱い業およびと畜場	390 (日間平均 300)
	水産かん詰製造業および冷凍水産物製造業 (冷凍すり身製造業を除く)	昭和48年6月23日まで 780 (日間平均 600) 昭和48年6月24日から 390 (日間平均 300)
	サルファイトパルプ製造業	昭和48年6月23日まで 520 (日間平均 600) 昭和48年6月24日から 390 (日間平均 300)
	ケミグラントパルプ製造業 (中芯用ケミグラントパルプ製造業を除く), およびセミケミカルパルプ製造業 (中芯用セミケミカルパルプ製造業を除く)	昭和48年6月23日まで 1300 (日間平均 1000) 昭和48年6月24日から 390 (日間平均 300)
	魚粉飼料製造業 (フィッシュソリュブル製造業を含む), 石灰わらパルプ製造業およびエチルアルコール製造業 (発酵工業に属するものに限る)	780 (日間平均 600)
	冷凍すり身製造業および生すり身製造業	昭和48年6月23日まで 1800 (日間平均 1400) 昭和48年6月24日から 780 (日間平均 600)
	蒸留酒・混成酒製造業	昭和48年6月23日まで 1000 (日間平均 800) 昭和48年6月24日から 780 (日間平均 600)
	溶解サルファイトパルプ製造業	昭和49年6月23日まで 1600 (日間平均 1200) 昭和49年6月24日から 780 (日間平均 600)

3. 用水水源基準

水道水源の水質環境基準

	水 質 項 目	基 準 値		
		1 類	2 類	3 類
A 群	シ ア ン イ オ ン	検出されないこと		
	総 水 銀	検出されないこと		
	有 機 水 銀	検出されないこと		
	有 機 リ ン	検出されないこと		
	カ ド ミ ウ ム (ppm)	0.01		
	鉛 (ppm)	0.1		
	ク ロ ム (ppm)	0.05		
	ヒ 素 (ppm)	0.05		
	フ ッ 素 (ppm)	0.8		
	大腸菌群 (MPN/100 ml)	50	1 000	5 000
B 群	硝 酸 性 窒 素 (ppm)	9	9	9
	濁 度 (度)	2	10	(緩速ろ過)30
			(豪雨時を除く)	(豪雨時を除く)
	色度 { 染料以外 (度)	5	5	10
	色度 { 染料 (刺激純度%)	1.5	1.5	1.5
	臭 気 (TO)	3	(緩速ろ過) 5	(緩速ろ過) 5
			(急速ろ過) 3	(急速ろ過) 3
	味 (TT)	3	(緩速ろ過) 5	(緩速ろ過) 5
			(急速ろ過) 3	(急速ろ過) 3
	水素イオン濃度 (pH 値)	6.5~8.6	6.5~8.6	6.5~8.6
	B O D (ppm)	1	2	3
	C O D (ppm)	1	2	3
	溶 解 性 物 質 (ppm)	—	—	400
	アンモニア性窒素 (ppm)	—	0.1	0.5
	塩 素 イ オ ン (ppm)	—	—	180
	総 硬 度 (ppm)	—	—	300
	鉄 (ppm)	(全 Fe) 0.3	(Fe ²⁺) 0.3	(Fe ²⁺) 0.3
	マ ン ガ ン (ppm)	(全 Mn) 0.05	(Mn ²⁺) 0.05	(Mn ²⁺) 0.05
	銅 (ppm)	1.0	(緩速ろ過)0.1	(緩速ろ過)0.1
			(急速ろ過)1.0	(急速ろ過)1.0
		(全 Cu)	(Cu ²⁺)	(Cu ²⁺)
	亜 鉛 (ppm)	1.0	1.0	1.0
	フ ェ ノ ール 類 (ppm)	—	—	0.005
	陰イオン活性剤 (ppm)	—	—	0.5

〔注〕

1. A 群は健康阻害項目、B 群は利用阻害項目および機能阻害項目である。
2. —は、この水準の原水では通常、特に問題とはならないが上限値を示すとすれば、2 類または 3 類の値となる。
3. 基準値 1 類 2 類 3 類の区分は下記による。
 - (1) 基準値 1 類は、地下水、伏流水、湧水と渓流水等の表流水を想定し簡易な浄水操作によって飲用に供し得る限界値とする。
 - (2) 基準値 2 類は、地表水のうち、汚濁負荷が比較的小さい河川等を想定し、通常の浄水操作で処理することができる原水水質の限界値とする。
 - (3) 基準値 3 類は、地表水のうち、汚濁負荷がかなり大きい河川等を想定し、高度な浄水操作で処理することができる原水水質の限界値とする。

4. 検査方法は下記による。

- (1) 水質基準に関する省令（昭和41年5月6日厚令11）に定めた項目については、その検査方法による。
- (2) 有機水銀：公害対策基本法による一般環境基準と同じく、原子吸光光度法による。
- (3) カドミウム：JISK 0102 規格40による。
- (4) クロム：JISK 0102 規格51による。
- (5) 色度（染料）：昭和43年9月14日付厚環水第8072号に対して日本水道協会長が回答した検査方法による。（資料参照）
- (6) 臭気：日本水道協会編，上水試験方法（臭気濃度 TO）による。
- (7) 味：日本水道協会編，上水試験方法（味の度 TT）による。
- (8) BOD：JISK 0102 規格16による。
- (9) COD：JISK 0102 規格13による。
- (10) 溶解性物質：日本水道協会編，上水試験方法による。

なお、上記の試験方法のうち、試料の前処理の必要な項目については、適当な処理を行なうこと。

農業（水稲）用水質基準

項 目	基 準 値
pH（水素イオン濃度）	6.0～7.5
COD（化学的酸素要求度）	6 ppm以下
SS（無機浮遊物質）	100 ppm以下
DO（溶存酸素）	5 ppm以下
T-N（全窒素）	1 ppm以下
電気伝導度	0.3 mV/cm以下
As（ヒ素）	0.05 ppm以下
Zn（亜鉛）	0.5 ppm以下
Cu（銅）	0.02 ppm以下

出典：「土地改良事業計画設計基準－計画・水質障害対策」

農林水産省構造改善局

注：一畑作に対する基準はない。

－T-N測定法は、下水試験法第22（ケルダール法）

水産用水基準（淡水域－河川）

項 目	コイ、フナ等対象 （β-中腐水性水域）	サケ、マス、アユ等対象 （貧腐水性水域）
BOD （自然繁殖の条件）	3 mg/ℓ 以下	2 mg/ℓ 以下
BOD （成育の条件）	5 mg/ℓ 以下	3 mg/ℓ 以下
T-P	0.1 mg/ℓ 以下	
SS	25 mg/ℓ 以下 （人為的に加えられる懸濁物質は、5 mg/ℓ 以下）	

出典：「水産用水基準（改訂版）」 昭和58年3月

社団法人 日本水産資源保護協会より作成

各国の飲料水水質基準

国名	日本	WHO	WHO (ヨーロッパ)	アメリカ (ペンシルバニア)	インド (ニューデリー)	フランス	オランダ	スウェーデン	ユーゴスラビア	チェコスロバキア	メキシコ	インドネシア	ソビエト
アンモニア態N	検出されない	0.5 ppm	0.05 ppm	—	—	—	0.2 ppm	0.5 ppm	0.05 ppm	0	—	あつてはならない	—
亜硝酸態N	—	—	—	—	—	—	0.1	0.02	N 0.1 ~0.005	0	—	(深井水の) —	—
硝酸態N	10 ppm以下	40(80) ppm	50 mg/l ppm	NO ₃ として 45 ppm	NO ₃ として 50 ppm	10 ppm	100	30	15.0 ppm	35 ppm	—	20 ppm	—
硫酸イオン	200	200(400)	200(600) mg/l	250 ppm	—	250	250 (100以下)	300	250	50	250	250	—
有機物質 (KMnO ₄ 消費量)	10	10	—	—	20 ppm	—	20 (10以下)	20~40	12	12	10	10	—
一般細菌数	1cc中 100以下	—	—	—	—	—	—	1cc中 100以下	—	—	—	1 ml 中 100以下	—
大腸菌群	50cc中 検出せず	年間を通じて MPN 10以下	100 cc Sample (100cc 中検出 率 5%以下)	月間の検出 率 10%以下	100 ml 中 0	陰性	地下水 1/l 以下 地表水 2/l 以下	100cc 中 20以下 (コリスロ グネス)	冷水 100cc 中 0 温水 100cc 中 10以下	細菌値があ つてはなら ない	アメリカに 準ず	100 ml 中 陰性	—
シアン(化合物)	検出せず	0.01 ppm	0.05 ppm	0.01 ppm (0.2)	—	0	0.01 ppm	—	—	0	—	—	0.1 ppm
水銀 1g	—	—	—	0.05	0.05 ppm	—	—	—	—	0	—	—	0.05
有機リン	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
銅 Cu	1.0 ppm 以下	0.1 ppm	0.05 ppm	1.0 ppm	3.0 ppm	0.05 ppm	—	—	0.5 ppm	3.0 ppm	3.0 ppm	3.0 ppm	0.1 ppm
鉄 Fe	0.3	0.3 ppm (1.0)以下	0.1 (0.3)	0.3	0.2	0.1	0.1 ppm (0.05)	0.2~ 0.4 ppm	0.3	0.3	0.3	0.2	0.5
フッ素 F	0.8	1.0 ppm (1.5)	1.5	0.7~1.2 (1.4~2.4)	0.5	1.0	—	—	1.5	1.0	1.5	1.0~1.5	1.5
鉛 Pb	0.1	0.1	0.1	0.05	0.3	0.05	0.1 ppm	—	0.05	0.1	0.1	0.05	0.1
亜鉛 Zn	1.0	5.0(15.0)	5.0	5.0	—	5.0	—	—	15.0	5.0	15.0	5.0	1.0
クロム(6価)Cr	0.05	0.05	0.05	0.05	—	—	0.05	—	0.05	0	0.05	—	0.1
ヒ素 As	0.05	0.2	0.2	0.01 (0.05)	—	0.05 ppm	0.2	—	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
マンガン Mn	0.3	0.1 (0.5)	0.05	0.05	0.1	0.05	0.05(0)	0.1 ppm	0.3	0.05	—	0.1	—
フェノール類	0.005	0.001 (0.002)	0.001	0.001	—	0.001	—	—	0.001	0.003	0.001	—	0.001 ppm
カルシウム	—	75 (200)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
マグネシウム	—	50 (150)	30~125 ppm	—	—	125 ppm	—	—	—	—	125	125	—
総硬度	CaCO ₃ として 300 ppm 以下	100~ 500 ppm	100~ 500 ppm	—	350 ppm	—	—	100 ppm	—	150~ 200 ppm	300 ppm	—	—
水素イオン濃度	5.8~8.6	7.0~8.5 (6.5~9.2)	—	—	—	—	—	—	6.5~9.0	—	9.6	6.5~9.0	—
臭気	異常があつてはならない	—	—	3*	—	—	(1)不快な臭 味があつては ならない	微	なし	なし	アメリカに 準ず	透明で臭 気のないこと	—
味	—	—	—	異常でないこと	—	—	(2)2倍希釈 して不快な臭 味があつては ならない	—	—	—	—	—	—
色度	5°以下	—	—	15°	—	—	20 ppm (10以下)	20~40°	20°	20°	アメリカに 準ず	1 mg/l をこ えないこと	—
濁度	2°以下	—	—	5°	—	—	0.50 ppm	微	10°	5° (平均 3°)	—	—	—
蒸発残留物	500 ppm 以下	—	—	500 (1000)ppm	—	—	—	—	1000 ppm	500~ 1000 ppm	500 (1000)ppm	溶解性物質 1000 ppm 以下	—
硫酸イオン	—	200 ppm (400)	250 ppm	250	—	250 ppm	—	—	200 ppm	60~ 80 ppm 硬水では 200	250	250 ppm	—
セレンウム Se	—	0.05	0.01	(0.01)	—	—	0.05 ppm	—	0.05	0.05	0.05	—	0.01 ppm
バリウム	—	—	(1.0)	(1.0)	—	—	—	—	—	0	—	—	4.0
カドミウム	0.01 ppm	0.01 ppm	0.01 ppm	(0.01)	—	—	—	—	—	—	—	—	0.01
ABS (アルキルベンゼン スルホン酸) 陰イオン活性剤	0.5 ppm 以下	—	含有濃度に 注意	0.5 ppm	—	—	—	—	—	—	—	—	—
遊離残留塩素	0.1 ppm 以上*	—	—	0.05~ 0.1 ppm	0.3 ppm まで注入必 要なとき 0.6 ppm	0.1 ppm 以下	—	—	—	0.2 ppm 以下	0.2 ppm 結合型 1.0 ppm	—	検出されては ならない
備考	* 結合残留塩素のときは 0.4 ppm 以上 殺菌生物に有害なとき残留塩素 0.2 ppm 結合残留塩素 1.5 ppm 以上とする	—	—	銀 0.05 ppm CCE(カーガ ン・クロロホルム 抽出物) ()印は Cause for Rejection の 値	遊離炭酸 10 ppm	—	()内はで きれば編ま しい値	—	—	M. アルカリ度 400 ppm 非炭酸塩硬度 150 ppm	硬度は気温より低い 侵蝕性炭酸あ つてはならない H ₂ S あつてはならない	「飲料用、生活用公共用水域における有害物質最大許容濃度」として 70 物質があげてある。	—

4. 工業用水の水質基準（許容水準）

業 種	濁 度	色 度	溶 解 性	溶 解 性	臭 気	全硬度	全アルカリ度	pH	全 固 分	Ca	Fe	Mn	Fe+Mn	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Cu	F	CO ₂	HCO ₃	OH	CaSO ₄	Na ₂ SO ₄ Na ₂ CO ₃	比 例 考
	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)		CaCO ₃ (ppm)	CaCO ₃ (ppm)		(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	
空 調 用	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.5	0.5	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	A, B
製 パ ン	10	10	2	—	—	—	—	—	—	—	0.2	0.2	0.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	C
ボイラ給水:																							
0~150 psi	20	80	100	2	—	75	—	8.0	3000~ 1000	—	—	—	—	5	40	—	—	200	50	50	—	1:1	—
150~250 psi	10	40	50	0.2	—	40	—	8.5	2500~ 500	—	—	—	—	0.5	20	—	—	100	30	40	—	2:1	—
250 psi 以上	5	5	10	0	—	8	—	9.0	1500~ 100	—	—	—	—	0.05	5	—	—	40	5	30	—	3:1	—
ビール製造:																							
淡色ビール	10	—	—	—	low	—	75	6.5~ 7.0	500	100~ 200	0.1	0.1	0.1	—	—	—	1.0	—	—	—	100~ 200	—	C, D
暗色ビール	10	—	—	—	low	—	150	7.0	1000	200~ 500	0.1	0.1	0.1	—	—	—	—	—	—	—	200~ 500	—	C, D
缶 詰 製 造:																							
豆 類	10	—	—	—	low	25~75	—	—	—	—	0.2	0.2	0.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	C
一 般	10	—	—	—	low	—	—	—	—	—	0.2	0.2	0.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	C
炭 酸 飲 料	2	10	10	—	0	250	50	—	850	—	0.2	0.2	0.2	—	—	—	1.0	—	—	—	—	—	C
糖 菓 製 造	—	—	—	—	low	—	—	—	100	—	0.2	0.2	0.2	—	—	—	0.2	—	—	—	—	—	C
冷 却 水	50	—	—	—	—	50	—	—	—	—	0.5	0.5	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	C
食 品 製 造 一 般	10	—	—	—	low	—	—	—	—	—	0.2	0.2	0.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	A, B
製 水	1~5	5	—	—	—	—	30~50	—	300	—	0.2	0.2	0.2	—	10	—	—	—	—	—	—	—	C
洗 濯	—	—	—	—	—	50	—	—	—	—	0.2	0.2	0.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	C
プラスチック（透明ないし着色しないもの）	2	2	—	—	—	—	—	—	200	—	0.02	0.02	0.02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	C
ペルブおよび製紙:																							
砕 木 ペ ル プ	50	20	—	—	—	180	—	—	—	—	1.0	0.5	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	A
クラフトペルプ	25	15	—	—	—	100	—	—	300	—	0.2	0.1	0.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	A
ソーダおよび亜硫酸ペルプ	15	10	—	—	—	100	—	—	200	—	0.1	0.05	0.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	A
光 沢 紙	5	5	—	—	—	50	—	—	200	—	0.1	0.05	0.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	B
ビスコースレーヨン:																							
ペルプ製産	5	5	—	—	—	8	50	—	100	—	0.05	0.03	0.05	8.0	25	5	—	—	—	—	—	—	—
製 造	0.3	—	—	—	—	55	—	7.8~ 8.3	—	—	0.0	0.0	0.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
皮 な め し	20	10~ 100	—	—	—	50~135	135	8.0	—	—	0.2	0.2	0.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
織 物 製 造:																							
一 般	5	20	—	—	—	20	—	—	—	—	0.25	0.25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
染 色	5	5~20	—	—	—	20	—	—	—	—	0.25	0.25	0.25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
洗 毛	—	70	—	—	—	20	—	—	—	—	1.0	1.0	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
綿 布	5	5	—	—	—	20	—	—	—	—	0.2	0.2	0.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

備 考: A=なるべく腐食性のないことが望ましい。B=スライムの生成のないこと。

C=飲料水基準に適合していること。D=NaCl, 275 ppm (米国の基準にもとづく)

5. 再利用水の水質基準

各種指針	建設省「下水道処理水循環利用技術指針(案)」 用途別水質基準(昭和56年3月)			建設省住指発第91号 暫定水質基準 (昭和56年4月)	宮崎県「庁舎排水再 利用システム設計指 針」設計値 (昭和57年3月)	厚生省通計第245号 雑用水暫定水質基準 (昭和56年4月)	日本水道協会「雑用水道実施上の諸問題に 関する調査報告書」 用途別水質基準(昭和57年3月)	通産省「雑用水供給 に係る水質の基準」 (昭和57年6月)	福岡市再利用水 水質基準 (昭和54年4月)	福岡県再利用水 水質基準 (昭和54年11月)		
	項目	対象	水洗便所用水	散水用水	修景用水①	水洗便所用水	水洗便所用水	水洗便所用水	※	個別・地区・広域循 環の雑用水	水洗便所用水	水洗便所用水
大腸菌群数(個/ml)			10以下	検出されないこと	検出されないこと	10以下	10以下	10以下	検出されないこと	10以下		10以下
残留塩素(mg/l)			保持されていること②	0.4以下		保持されていること	保持されていること	保持されていること	保持されていること		0.1以下	0.5以下
外観			不快でないこと	不快でないこと	不快でないこと	不快でないこと	不快でないこと	不快でないこと	不快でないこと	不快でないこと		
濁度(度)					10以下						30以下	
BOD(mg/l)					10以下		15以下					20以下
臭気			不快でないこと	不快でないこと	不快でないこと	不快でないこと	不快でないこと	不快でないこと	不快でないこと	不快でないこと	不快臭を発生しないこと	不快臭を発生しないこと
pH			5.8～8.6	5.8～8.6	5.8～8.6	5.8～8.6	5.8～8.6	5.8～8.6	5.8～8.6	6.5～8.6	6.5～9.0	5.8～8.6
COD(mg/l)					生物処理 20以下 膜処理 30以下 変動値 15以下	30以下				20以下	40以下	30以下
ABS(mg/l) 陰イオン界面活性剤									著しい発泡がないこ と		2以下で不快感を与え ないこと	1以下
色度(度)										0.1以下	40以下	不快感を伴わない
鉄+マンガン(mg/l)											0.1以下	MnとFe:0.5以下
SS(mg/l) 蒸発残留物						10以下				800以下		30以下
備考			①修景用水とは、住宅団地等において人工的に作ら れた池、温泉、小川などに利用する水をいう。 ②衛生上、必要な処置として塩素消毒を行うが、そ の場合使用場所に最も近い受水槽付近等における 再生水が残留塩素を保持していること。			CODの設計値は個別 循環において水量、 水質の変動が激しい ものは、15mg/l以 下とする。	※注)空調・冷却用補給水・洗車用水・散 水用水・街路清掃用水・修景用給水・消 化用水・融雪用水	雑用水:6種・水洗便 所用水・散水用水・冷 却用水・清掃洗浄用水 ・洗車用水・修景用水				
			(1)		(3)	(2)	(5)	(4)	(6)	(7)	(8)	

(出典)

1	建設省「下水道処理水循環利用技術指針(案)」、昭和56年3月
2	建設大臣官房官庁宮崎部「庁舎排水再利用システム設計指針」、昭和57年3月
3	建設省住指発第91号「排水再利用水の配管設備の取扱いについて」昭和56年4月
4	日本水道協会「雑用水道の実施上の諸問題に関する調査報告書」昭和57年3月

5	厚生省通知・通計第46号「水洗便所用水の暫定水質基準案の設定について」、昭和56年4月
6	通産省「雑用水供給に係る水質の基準に関する報告」(昭和57年6月)
7	福岡市「大型建築物の建物に洋う節水対策事務処理要綱」(昭和54年4月)
8	福岡県「福岡県の公用又は公共用建築物に対する水の再利用施設設置要綱」(昭和54年11月)

第6章 高度処理導入の優先度に関する検討

6.1 目的と手順

下水道の高度処理は、次の観点から導入が計られるであろう。

- ① 水域の利水状況に合致した水量・水質の確保
- ② 水資源のひっ迫した地域における新規代替水資源としての活用

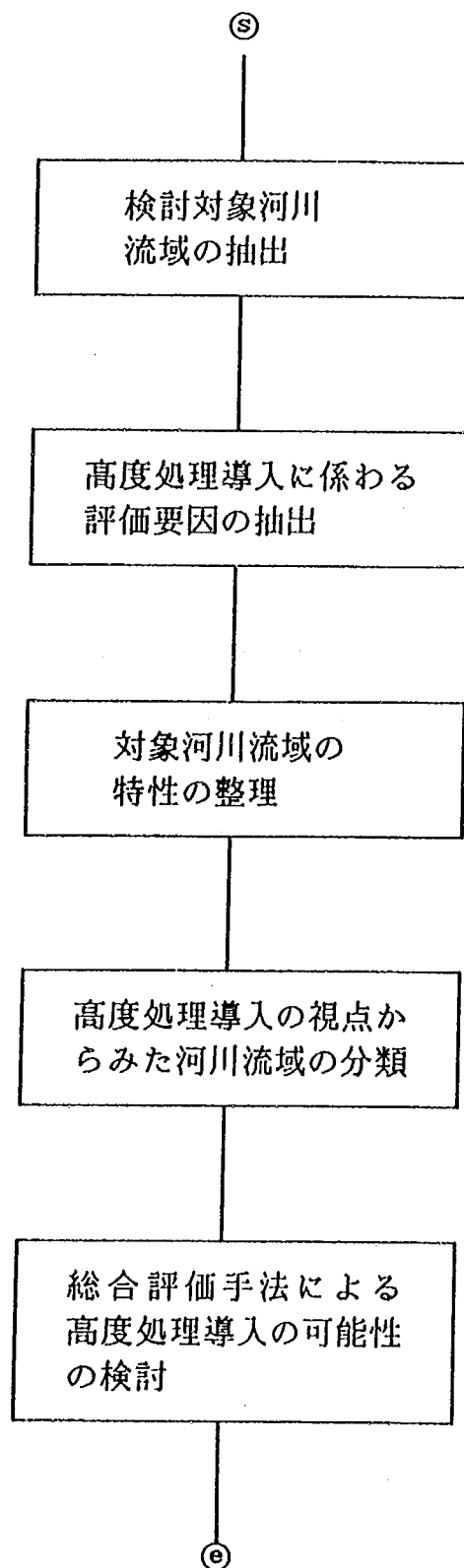
したがって、高度処理導入の可能性を評価するため、既導入地域に関して、①、②に係わる評価要因を整理、分析することで、その動機付け、背景構造の把握が可能となる。

しかしながら、全国的にみて高度処理を導入している下水処理場は数少く、主として、琵琶湖・霞が浦にみられるように、閉鎖性水域の利水水質の維持向上を目的としたものが主である。

このため、以下の検討においては、全国の河川流域を対象に、流域の種々の特性（水文、水利用、河川水質、下水道整備状況）を高度処理導入という視点から分類整理し、種々の仮説の下でその必要性の分布を考察するものである。

以下6.2で、検討対象河川の抽出を下水道整備の状況（現況及び計画）から選定し、6.3では高度処理導入のための評価に留意した流域の特性の整理・分類を行ない、6.4でコンコーダンスアナリシスによる総合判断に基づく高度処理必要ポテンシャルの評価を行なう。

本章における検討手順を右に示す。



検討手順

6.2 全国の下水処理水放流水域の整理と検討対象河川の抽出

現在、60年度版下水道統計によると、全国 638 箇所の下水処理場のうち、標準活性汚泥法をはじめとする高級処理までの処理レベルの処理場がほとんどであり、高度処理を実際に行なっている処理場数は12とごくわずかである。

このことと合わせて、下水処理水の放流量の多い水域が下水道によりその水質を向上させる可能性が高く、利水量の確保という視点からも導入の可能性が高いと考えられることから、これらに注目して集計を行った。

表 6-1-(1), (2)に、主要河川流域における、計画処理水量、及び現況の日平均処理水量を示す。

これら22河川で、全国の処理水量(日平均)の約73%を占めることとなり、一方、処理水量の約70%が、東京湾、伊勢湾、瀬戸内海海域へ放流されている。

これらのことから、下水処理水量規模を目安として、22主要河川を検討対象河川として抽出し、さらにデータの整備・収集状況から、図 6-1 に示す15河川を調査対象河川として抽出した。

尚、表 6-2~6-5 に、それぞれ、簡易処理、中級処理、中級処理+高級処理、高度処理プロセスを含む下水処理場を示す。

これ以外の下水処理は、全て高級処理である。

一方、下水処理水の放流先(河川、海域、湖沼)毎に、水質環境基準(放流基準)との対応で、放流量、及び構成比、それに係わる処理場数を表 6-5 に示す。また、下水処理水の放流先別構成比、及び、放流先毎の水質類型別放流量構成比を図 6-2 に示す。

以上より、下水処理水は、河川、及び海域にほとんど放流され、水質類型も高いことから、流域の下流部に大規模な処理場が立地していることが示されている。

表 6 - 1(1) 主要河川流域内下水処理場計画処理能力

河川 NO.	河 川 名	計画処理能力 (m ³ /日)				
		合 計	合流式	分流式	上・中流	下 流
19	淀 川	8471051	6505957	1965094	6792101	1678950
5	荒 川	3760675	2134244	1626431	3760675	
6	中 川	3281500		3281500	3281500	
4	利 根 川	2370456	385237	1985219	2059586	310870
11	相 模 川	2200000		2200000		2200000
8	墨田川・神田川	1960000	1960000		1960000	
20	大 和 川	1594841	241000	1353841	1353841	241000
9	多 摩 川	1582925	515750	1067175	1582925	
10	鶴 見 川	1493500	879800	613700	1297500	196000
1	石 狩 川	1336720	591452	745268	1195720	141000
16	庄 内 川	1134917	702200	432717	909917	225000
12	信 濃 川	968612	385275	583337	908612	60000
18	天 伯 川	630000	255000	375000	375000	255000
17	堀川・新堀川	605000	605000		505000	100000
21	太 田 川	342000	342000			342000
14	長 良 川	320300		320300	320300	
22	御 笠 川	213000		213000	213000	
13	天 竜 川	200000		200000	200000	
2	北 上 川	164953	26733	138220	144453	20500
23	筑 後 川	155560		155560	155560	
3	阿武隈川	106810	106810		106810	
7	江 戸 川	51900	27200	24700	37400	14500
計		32944720	15663658	17281062	27159900	5784820

NO.	海 域 名	計画処理能力
1	東 京 湾	20927052
2	伊 勢 湾	4261369
3	瀬戸内海	15392681
4	(内 大阪湾)	12455444
	計	40581102

出典：下水道統計 (昭和60年度版)

表 6 - 1 (2) 主要河川流域内下水処理場晴天時平均下水量

河川 NO.	河 川 名	晴天時平均下水量 (m ³ /日)					
		合 計	合流式	分流式	上・中流	下 流	
19	淀 川	3587109	3149153	437956	2647129	939980	(対河川合計比)
8	墨田川・神田川	1300900	1300900		1300900		
5	荒 川	1252387	801195	451192	1252387		
1	石狩川	572820	363963	208857	497400	75420	
4	利根川	567515	283142	284373	512458	55057	
16	庄内川	381532	283582	97950	304832	76700	7280731 (51.0%)
9	多摩川	379209	243883	135326	379209		
10	鶴見川	357230	267945	89285	234730	122500	9016883 (63.1%)
12	信濃川	324181	206306	117875	268056	56125	
17	堀川・新堀川	294000	294000		241300	52700	
18	天伯川	215400	95500	119900	119900	95500	
20	大和川	196834	61038	135796	135796	61038	
11	相模川	194200		194200		194200	9945086 (69.6%)
21	太田川	176640	176640			176640	
14	長良川	145123		145123	145123		
6	中 川	85001		85001	85001		
2	北上川	72633	25176	47457	69108	3525	
22	御笠川	67994		67994	67994		10381863 (72.7%)
3	阿武隈川	63835	63835		63835		
13	天竜川	61014		61014	61014		
7	江戸川	47462	24701	22761	32884	14578	
23	筑後川	38844		38844	38844		
計		10381863	7640959	2740904	8457900	1923963	

NO.	海 域 名	合 計	
1	東京湾	7219784	34.7%
2	伊勢湾	1593520	7.7%
3	瀬戸内海	5718121	27.5%
4	(内 大阪湾)	(4583454)	(22.0%)
	計	14531425	69.8%

出典：下水道統計 (昭和60年度版)

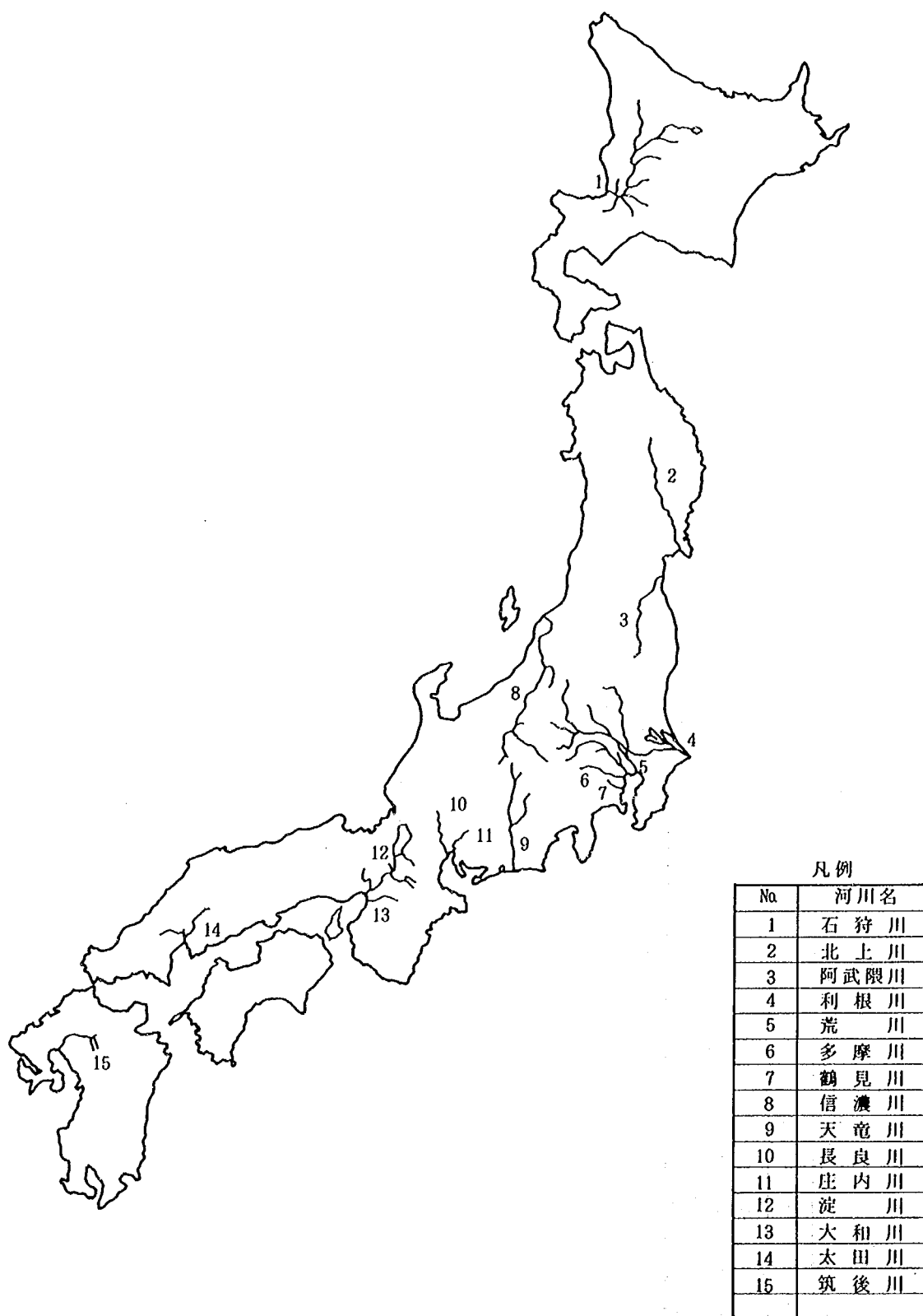


図 6 - 1 検討対象河川

表 6 - 2 簡易沈殿による処理場

《簡易沈殿》			水量単位：m ³ /日												
番号	流域名称	処理場名称	処理面積		処理人口		処理能力		処理方式	放流水域		放流先水域名	排除方式	晴天時平均 下水量	
			現在	計画	現在	計画	現在	計画							
33	滝川市	滝川	122	122	9300	9300	6372	6372	31	10	3	石狩川	1	5988	
402	滝野市	松原	0	51	0	0	22835	22835	31	11	2	石狩川	3	16460	
403	滝野市	松原	0	31	0	0	10348	10348	31	11	2	石狩川	3	9303	
404	滝野市	近田	0	21	0	0	4000	4000	31	11	2	石狩川	3	2533	
614	滝野市	近田	72	328	2570	11000	12214	24420	31	10	4	石狩川	3	3954	
617	滝野市	近田	35	78			2100	15000	31	10	2	石狩川	3	1098	
619	滝野市	近田	60	169		22850	26666	26666	31	10	6	石狩川	3	3419	
			289	800	11870	43150	84535	109641							42755

出典：下水道統計（昭和60年度版）

表 6 - 3 中級処理による処理場

《中級処理》														水量単位: m ³ /日	
番号	都市名称	処理場名称	処理面積		処理人口		処理能力		処理方式	(2)		放流先水域名	排除方式	(3) 晴天時平均 下水量	
			現在	計画	現在	計画	現在	計画		放流水域					
11	小根市	船浜	106	150	7593	9230	23000	23000	21	21	1	石川	3	13174	
15	室岡市	西岡	405	463	29900	29900	13700	13700	21	21	0	狩川	3	9540	
55	盛岡市	中川	391	616	35115	42400	25900	25900	22	10	2	内浦上	2	24368	
56	盛岡市	武台	25	25	2998	3400	833	833	22	10	0	小諸川	1	808	
78	いわき市	玉川	59	59	4030	4000	2400	2400	22	10	0	北田川	3	2246	
119	伊香保町	湯沢	24	27	1240	6300	9500	9500	22	11	2	矢野川	1	7017	
120	伊香保町	湯沢	47	122	2068	7700	7100	7100	22	11	2	湯沢川	3	2552	
124	川口市	領家	552	574	52297	68850	37500	37500	21	10	6	荒川	2	30633	
126	行田市	田吉	117	206	7637	13250	9378	9378	22	10	4	荒川	1	5161	
210	甲府市	住吉	537	547	46400	52245	30000	30000	22	10	5	荒川	2	23668	
219	富山県	英島川	275	277	21808	29800	19120	19120	22	10	0	いんち川	1	14000	
232	英島川	英島川	48	162	4148	11600	4150	8300	21	20	1	日本橋	3	688	
274	熱海市	第1年	302	686	18470	32400	24000	24000	21	20	1	相模川	3	7838	
295	名古屋	下之一式	1181	1181	106000	85100	100000	100000	21	10	6	新川	1	52700	
298	名古屋	東部	34	447	6000	40500	38200	47200	22	13	6	青木川	1	3000	
308	宮崎市	津島	251	177	27969	13100	12217	24435	22	10	6	日光川	1	14672	
314	津島市	津島	97	305	9507	40000	12530	18000	21	13	3	天野川	3	11468	
365	交野市	砂路A	119	200	13993	21200	7500	15500	21	10	0	舟場川	1	10140	
378	姫路市	砂路A	(464)	(464)	(44686)	(43100)	32400	32400	21	13	4	広瀬川	1	5407	
399	高砂市	高倉	104	200	10300	21300	14000	24000	21	21	1	瀬戸内海	4	16197	
427	高倉市	高倉	196	204	21300	66300	12800	56600	21	21	1	木戸川	3	8583	
428	金沢市	児島山崎	403	1113	29424	2500	450	450	21	21	1	深川	2	351	
456	金沢市	仙崎	4	4	1300	2250	1632	1960	21	21	1	田川	2	60482	
457	長門市	仙崎	21	21	2200	40000	40000	40000	21	21	1	田川	2	60482	
463	高松市	福岡	958	1155	96600	38500	40000	40000	21	21	1	田川	2	60482	
			6256	8721	558297	641825	481910	571276						349375	

- (1) 21 高速エアレーション沈澱法
 22 高速飲水ろ床法
 24 コンタクト・スタビリゼーション法

- (3) 合流 1
 合流(一部分流) 2
 分流 3
 分流(一部分流) 4

- (2) 河川記述なし 10 } なし 0 C 4
 河川上流 11 } AA 1 D 5
 河川中流 12 } A 2 E 6
 河川下流 13 } B 3

 海域その他 20 } なし 0 B 2
 海域湾 21 } A 1 C 3
 海域港 22 }

 湖沼 30 } なし 0 B 3
 AA 1 C 4
 A 2

出典: 下水道統計 (昭和60年度版)

表 6 - 4 中級処理+高級処理による処理場

〔中級処理+高級処理〕														水量単位：■3/日		
番号	都市名称	処理場名称	処理面積		処理人口		処理能力		処理方式	(1)放流水域		放流先水域名	(3)排除方式		晴天時平均 下水量	
			現在	計画	現在	計画	現在	計画								
20	堺市	堺川	762	813	60100	60100	46650	46650	41 (A)	13	3	旧 堺 川	2		27864	
25	苫小牧市	西 町	1457	1985	134000	134000	49820	91909	42 (A)	13	2	吉 小 牧 川	4		22594	
77	いわき市	東 部	359	376	31349	33979	33000	33000	41 (A)	10	4	利 根 川	2		15694	
109	前橋市	前 橋	1498	1600	106504	106500	84200	84200	41 (A)	11	2	利 根 川 上 流	2		88989	
112	高崎市	城 南	881	881	64054	67670	42879	41879	43 (W)	10	3	烏 川	2		47069	
125	宮崎市	南 部	253	253	31628	40000	38000	38000	41 (A)	10	6	烏 川	1		26305	
127	大津市	中 央	442	559	30976	49900	26120	41544	44 (T)	11	2	荒 川	2		19211	
202	小田原市	中 野	760	1060	66510	79720	66000	86470	42 (A)	21	1	相 模 湾	3		37953	
212	新潟市	船 見	412	412	53200	66000	60000	60000	41 (A)	13	3	相 模 湾	1		56125	
234	福井市	境 松	1134	1169	121329	92100	92800	88400	44 (T)	13	3	日 野 川	1		76000	
263	静岡市	高 古	698	705	120000	120000	206000	206000	41 (A)	10	6	浜 田 川	1		130953	
279	富士市	八 原	251	257	24000	24000	15360	15360	45 (A)	20	1	和 田 川	3		15176	
286	森岡市	森岡	9	9	986	1700	544	544	46 (C)	10	2	森 川	3		398	
307	岡崎市	八 帖	440	440	39680	44740	28000	28000	47 (T)	13	4	乙 川	1		19650	
362	守口市	守 口	575	575	79650	100000	73006	73006	48 (A, T)	10	6	森 川	1		48989	
415	和歌山市	和 歌 山	47	438	3243	63600	74373	74373	42 (A)	10	6	和 歌 山 港	2		40242	
418	鳥取市	秋 里	643	1578	52607	108674	79400	79400	44 (T)	10	0	旧 福 山 港	4		32920	
442	福山市	新 浜	806	806	95300	97300	60000	60000	49 (A)	22	2	中 世 保 湾	2		25200	
468	松山市	中 央	1485	1689	140492	137100	126280	126280	44 (T)	10	0	佐 世 保 湾	4		89133	
506	佐世保市	中 央	1153	1374	126500	154000	60720	73920	44 (T)	21	2	佐 世 保 湾	3		22171	
537	延岡市	妙 田	382	618	27863	39900	32200	32200	41 (A)	13	2	大 瀬 川	4		15680	
			14447	17597	1409971	1620983	1295352	1381135								858316

- (1) (高級処理) (中級処理)
- 41 標準活性汚泥法 + 高速エアレーション法 (A)
 - 42 ステップエアレーション法 + 高速エアレーション法 (A)
 - 43 標準活性汚泥法 + モディファイドエアレーション法 (M)
 - 44 標準活性汚泥法 + 高速散水ろ床法 (T)
 - 45 改良同接触酸化法 + 高速エアレーション法
 - 46 標準活性汚泥法 + コンタクトスタビリゼーション法 (C)
 - 47 回転接触生物膜法 + 高速散水ろ床法
 - 48 標準活性汚泥法 + 高速エアレーション法 + 高速散水ろ床法
 - 49 標準活性汚泥法 + 高速エアレーション法 + 高速散水ろ床法

出典：下水道統計 (昭和60年度版)

表 6-5 高度処理プロセスを含む処理場

〈高度処理プロセスを含む処理場〉											水量単位：m3/日				
番号	流域名称	処理場名称	処理面積		処理人口		処理能力		(1) 処理方式	放流水域		放流先水域名	排除方式	晴天時平均 下水水量	
			現在	計画	現在	計画	現在	計画							
376	神戸市	玉津	963	3345	59000	206900	18750	112500	51 (C, F)	10	4	赤石川	3	12196	
385	姫路市	堀井前					11200	11200	52 (C)	10	0	大津茂川	2	6741	
407	太子町	太子前	3	3			4000	4000	53 (C)	13	3	林田川	3	642	
410	奈良市	青山清水園	75	75	1540	7700	4375	4375	54 (F, A)	10	2	鹿川	3	493	
412	生駒市	山田川	109	109	7229	10030	5878	5878	55 (C, F)	10	0	山田川	3	1829	
557	龍ヶ浦城南	利根	3463	12435	72461	450000	75000	250000	51 (C, F)	13	2	利根川	3	45207	
558	龍ヶ浦湖北	龍ヶ浦	999	8612	50417	428000	45500	500000	56 (N)	30	2	龍ヶ浦	4	18813	
559	龍ヶ浦水郷	塩来	362	572	5923	20800	1650	9800	57 (N, C)	30	2	常陸利根川	3	3240	
586	琵琶湖	湖南中部	791	5997	54561	319000	21000	215000	58 (N, C, F)	30	1	琵琶湖	3	13765	
587	琵琶湖	湖西	121	957	8300	66600	5000	45000	58 (N, C, F)	30	1	琵琶湖	3	2326	
597	武庫川	武庫川上流	380	4419	11788	183800	15700	92000	59 (F)	12	3	武庫川	3	1396	
610	北上市	北上工業団地	130	142			6000	12000	52 (C)	10	2	北上川	3	6537	
			7396	36666	271219	1692830	214053	1261753							113185

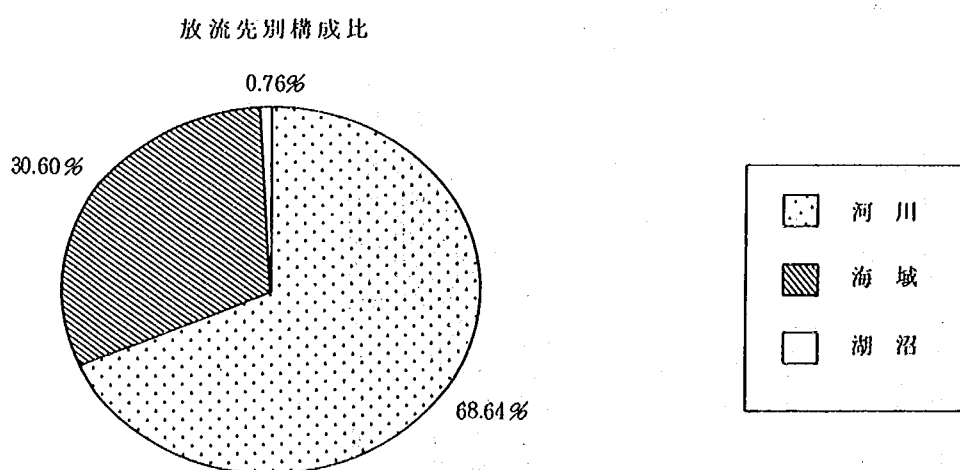
- (1) (高級処理等) (高度処理)
- 51 標準活性汚泥法 + 凝集沈澱 (C) + 急速砂ろ過 (F)
 - 52 - 凝集沈澱
 - 53 簡易沈澱 + 凝集沈澱
 - 54 標準活性汚泥法 + 急速砂ろ過 + 活性炭 (A)
 - 55 標準活性汚泥法 + 高度処理 (C+F)
 - 56 - 活性汚泥循環曝気法 (N)
 - 57 - 活性汚泥循環曝気法 + 凝集沈澱
 - 58 - 活性汚泥循環曝気法 + 凝集沈澱 + 急速砂ろ過
 - 59 標準活性汚泥法 + 急速砂ろ過

出典：下水道統計 (昭和60年度版)

表 6 - 6 下水処理水放流先

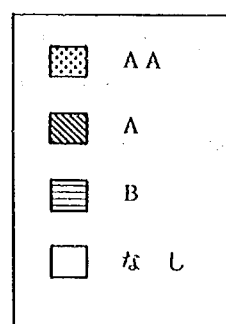
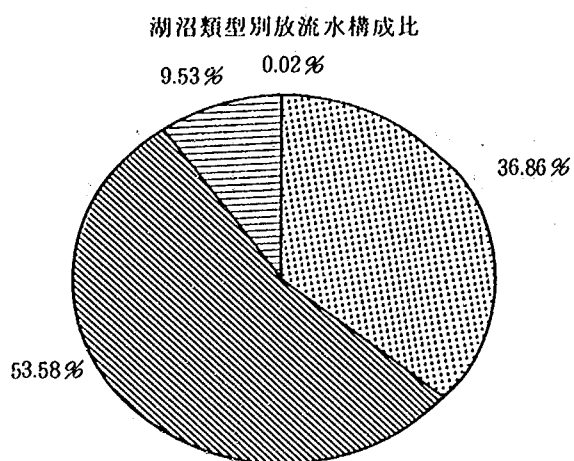
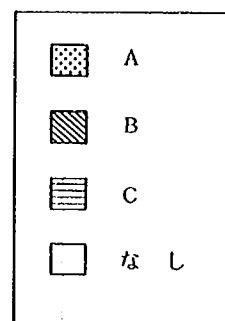
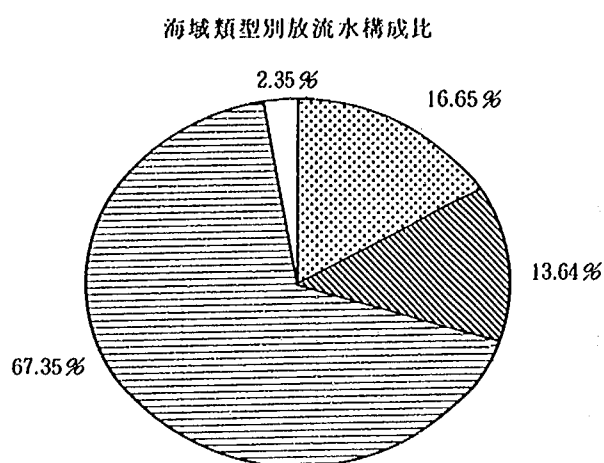
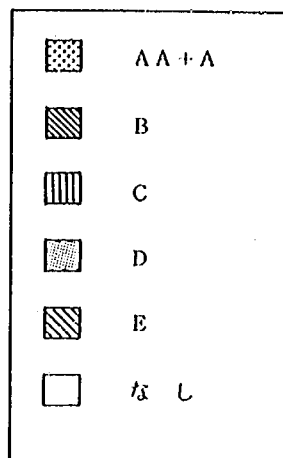
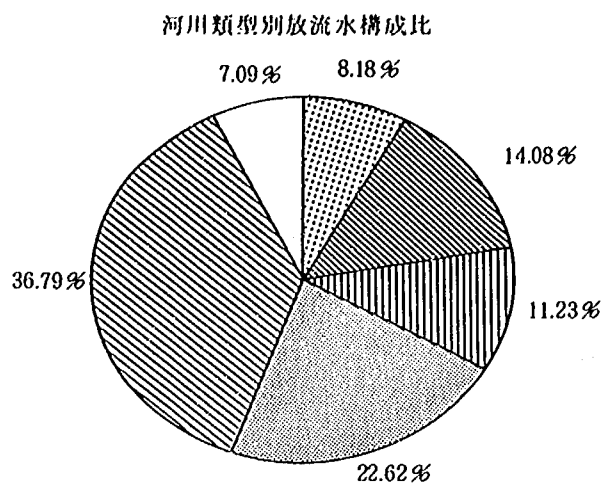
放流先	水質基準 環境類型	放流量 ※10 ³ m ³ /d	放流量 構成費 %	処理場数
河川	AA	7.6	0.04	4
	A	1161.1	5.58	108
	B	2010.1	9.66	101
	C	1604.1	7.71	60
	D	3231	15.53	38
	E	5254.1	25.25	74
	なし	1013.2	4.87	76
	計	14281.2	68.64	461
海域	A	1060.3	5.10	55
	B	868.6	4.17	32
	C	4288.8	20.61	42
	なし	149.8	0.72	8
	計	6367.5	30.60	137
湖沼	AA	58	0.28	5
	A	84.3	0.41	8
	B	15	0.07	3
	C	0	0.00	0
	なし	0.032	0.00	1
	計	157.332	0.76	17
合計		20806.032	100.00	615

出典：下水道統計（昭和60年度版）



出典：下水道統計（昭和60年度版）

図 6 - 2(1) 放流先別構成比



出典：下水道統計（昭和60年度版）

図6-2(2) 放流先，類型別構成比

6.3 対象河川の流域特性の分析

ここではまず、高度処理導入に係わる評価要因の抽出を行ない、これにもとづく、評価指標を河川単位で整理する。

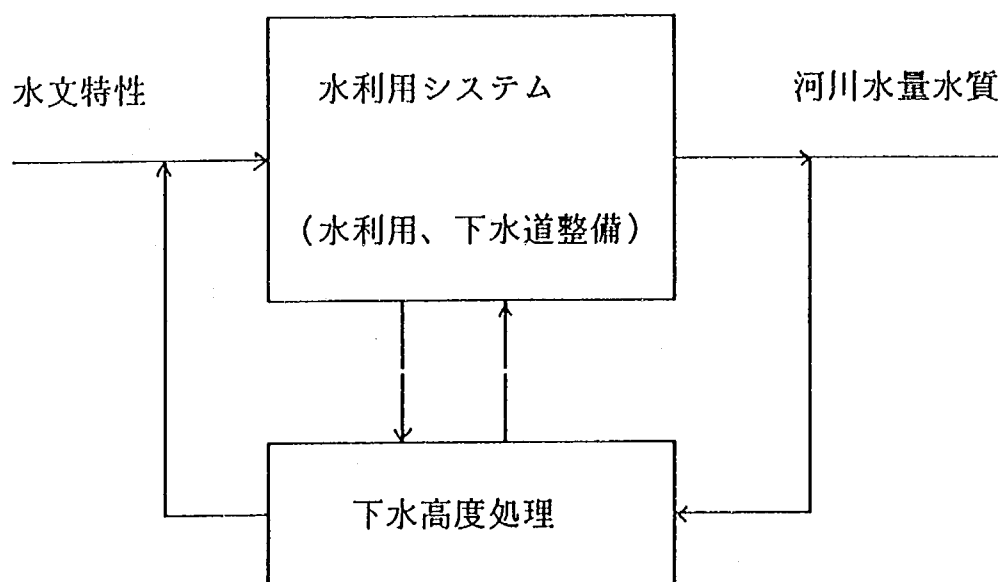
つぎに、評価指標間の関連、及び主成分分析法などの適用を試みることにより、分析目的に留意した河川の分類を行なう。

6.3.1 高度処理導入に係わる評価要因の抽出

下水高度処理導入に際し、考慮すべき主要な要因として、

- 1) 水文特性
- 2) 水利用特性
- 3) 下水道整備状況
- 4) 河川水質

等が挙げられる。即ち高度処理を制御システムとして捕えれば、下図のような記述も可能となる。



以下では、1)～4)の主要因についてそれらを構成する評価項目、指標を整理し、図6-3に示す。

以上に基ずき、表6-7～6-11にそれぞれ、水文特性、水利用特性、下水道整備、河川水質に係る指標の整理結果を示し、それらの総括を表6-12に示す。

評価要因	評価項目	評価指標	(定義式、単位)
水文特性	降雨特性	流出率	低水比流量／降雨量
	河川特性	低水比流量	$\text{m}^3/\text{sec} / 100\text{km}^2$
	流出特性	渇水比流量	$\text{m}^3/\text{sec} / 100\text{km}^2$
水利用特性	社会経済活動特性	人口密度	人／ha
	取排水システム	水・工水・上水利用率	$\text{m}^3/\text{sec} / 100\text{km}^2$
	用途別水利用量	水利用率	同上
下水道整備状況	現況整備状況	下水道整備率	%
	整備計画	放流水量比	下水処理水量／低水流量
河川水質	水質指標別分布特性	代表平均水量（平均値75％）	$\text{mg}/\text{l} - \text{bod}$
	環境基準達成水準	環境基準水質とのかい離	平均水質／基準水質

図 6 - 3 下水高度処理導入に係る評価要因

なお、主たる資料の出典は、次の通りである。

流域面積	: 昭和 60 年	日本河川水質年鑑	建設省河川局編
流域人口	: 昭和 60 年	日本河川水質年鑑	建設省河川局編
降雨量	: 昭和 60 年	雨量年表	建設省河川局編
河川流量	: 昭和 60 年	流量年表	建設省河川局編
集水面積	: 昭和 60 年	流量年表	建設省河川局編
低水流量	: 昭和 60 年	流量年表	建設省河川局編
渇水流量	: 昭和 60 年	流量年表	建設省河川局編
利水量	: 昭和 60 年	日本河川水質年鑑	建設省河川局編
河川水質	: 昭和 60 年	日本河川水質年鑑	建設省河川局編
下水処理人口	: 昭和 60 年	下水道統計及び土研資料	下水道協会
下水放流量	: 昭和 60 年	下水道統計及び土研資料	下水道協会

表 6 - 7 各河川の水文特性

水文特性

河川名	流量基準点	集水面積 (Km ²)	流域面積 (Km ²)	集水面積 流域面積比 (%)	低水流量 (m ³ /sec)	濁水流量 (m ³ /sec)	流量/集水面積 (m ³ /sec/100km ²)		濁水流量 低水流量比	年間降雨量 (mm)	流出率
							低水比流量	濁水比流量			
石狩川	石狩大橋	12696.7	14330	88.6	193.72	102.67	1.53	0.81	0.53	1230.5	0.39
北上川	和 瀬	9804.5	10150	96.6	126.93	96.84	1.29	0.99	0.76	1387.0	0.29
阿武隈川	岩 沼	5265.0	5400	97.5	64.57	39.88	1.23	0.76	0.62	1513.4	0.26
利根川	布 川	12458.0	16840	74.0	82.14	49.59	0.66	0.40	0.60	1469.3	0.14
荒 川	秋ヶ瀬	1731.5	2940	58.9	5.44	2.65	0.31	0.15	0.49	1370.8	0.07
江戸川	流 山	123.0	158.5	77.6	51.73	44.22	42.06	35.95	0.85	1161.0	11.42
多摩川	石 原	1040.0	1240	83.9	7.68	6.09	0.74	0.59	0.79	1513.0	0.15
鶴見川	亀の子橋	133.6	235	56.9	3.72	3.18	2.78	2.38	0.85	1688.0	0.52
信濃川	小千谷	9719.0	11900	81.7	246.83	175.94	2.54	1.81	0.71	2159.7	0.37
天竜川	鹿 島	4880.0	5090	95.9	122.96	61.61	2.52	1.26	0.50	2663.8	0.30
長良川	墨 俣	1914.0	1980	96.7	53.88	26.68	2.82	1.39	0.50	3597.7	0.25
庄内川	枇把島	705.0	1010	69.8	9.67	6.16	1.37	0.87	0.64	1736.3	0.25
淀 川	枚 方	7281.0	8240	88.4	105.96	77.43	1.46	1.06	0.73	2015.4	0.23
大和川	柏 原	962.0	1070	89.9	8.23	3.83	0.86	0.40	0.47	1518.6	0.18
太田川	矢口第一	1526.5	1700	89.8	33.50	17.18	2.19	1.13	0.51	2551.4	0.27
筑後川	瀬ノ下	2315.0	2860	80.9	45.90	41.11	1.98	1.78	0.90	2528.4	0.25

資料:60年度

表 6 - 8 各河川の水利用特性

水利使用許可の現況

河川名	流域面積 (km ²)	全流域における利水量				流路基準点より下流における利水量				流域面積当り水利用量 (m ³ /sec/100km ²)			
		農 水 (m ³ /sec)	工 水 (m ³ /sec)	上 水 (m ³ /sec)	利水量計 (m ³ /sec)	農 水 (m ³ /sec)	工 水 (m ³ /sec)	上 水 (m ³ /sec)	利水量計 (m ³ /sec)	農 水	工 水	上 水	利水量計
石狩川	12696.7	523.59	57.18	14.22	594.99	—	—	—	—	4.12	0.45	0.11	4.69
北上川	9804.5	466.99	6.95	6.82	480.76	—	—	—	—	4.76	0.07	0.07	4.90
阿武隈川	5265.0	38.25	5.73	1.60	45.58	—	—	—	—	0.73	0.11	0.03	0.87
利根川	12458.0	284.72	37.31	46.40	368.43	74.07	31.57	9.14	114.58	2.29	0.30	0.37	2.96
荒 川	1731.5	30.98	6.90	35.43	73.31	—	—	—	—	1.79	0.40	2.05	4.23
江戸川	123.0	16.03	3.16	36.94	56.13	2.72	3.13	34.00	39.85	13.03	2.57	30.03	45.63
多摩川	1040.0	29.65	4.06	29.25	62.96	7.00	4.06	4.98	16.04	2.85	0.39	2.81	6.05
鶴見川	133.6	7.34	0.56	0.00	7.90	0.00	0.56	0.00	0.56	5.49	0.42	0.00	5.91
信濃川	9719.0	264.61	25.47	9.37	299.45	131.65	24.82	5.46	161.93	2.72	0.26	0.10	3.08
天竜川	4880.0	110.06	4.16	4.00	118.22	不明	不明	0.40	不明	2.26	0.09	0.08	2.42
長良川	1914.0	64.76	3.85	1.60	70.21	16.05	3.75	1.57	21.37	3.38	0.20	0.08	3.67
庄内川	705.0	111.75	8.62	0.04	120.41	不明	不明	不明	不明	15.85	1.22	0.01	17.08
淀 川	7281.0	60.96	37.64	51.23	149.83	2.51	0.04	11.35	13.90	0.84	0.52	0.70	2.06
大和川	962.0	33.90	0.94	1.59	36.43	不明	0.94	0.69	不明	3.52	0.10	0.17	3.79
太田川	1526.5	3.42	3.63	9.37	16.42	0.16	2.67	2.49	5.32	0.22	0.24	0.61	1.08
筑後川	2315.0	80.18	2.77	6.80	89.75	16.88	1.17	1.05	19.10	3.45	0.12	0.29	3.86

表6-9 各河川に係る下水道整備（流量基準点より上流域）

下水道整備（流量基準点より上流域）

河川名	流量基準点	現況					計画		
		低水流量 (m ³ /sec)	放流量 (千m ³ /日)	放流量比	処理人口 (千人)	下水道 整備率	放流量 (千m ³ /日)	処理人口 (千人)	下水道 整備率
石狩川	石狩大橋	193.72	499.2	0.03	1307.1	45.9	1258.2	1693.1	59.4
北上川	和 淵	126.93	67.7	0.01	134.7	9.4	133.0	237.6	16.7
阿武隈川	岩 沼	64.57	63.8	0.01	129.2	9.9	106.8	152.0	11.6
利根川	布 川	82.14	493.6	0.07	927.5	14.6	1559.6	2115.1	33.4
荒 川	秋ヶ瀬	5.44	178.8	0.38	498.0	5.7	784.7	1194.8	13.7
江戸川	流 山	51.73	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
多摩川	石 原	7.68	361.0	0.54	1088.9	36.3	1216.4	2049.8	68.3
鶴見川	亀の子橋	3.72	157.0	0.49	446.8	38.9	1052.7	1734.7	150.8
信濃川	小千谷	246.83	115.1	0.01	286.1	9.5	433.1	448.1	14.9
天竜川	鹿 島	122.96	61.0	0.01	149.9	20.2	200.0	228.8	30.8
長良川	墨 俣	53.88	145.1	0.03	298.0	38.7	320.3	334.7	43.5
庄内川	枇杷島	9.67	122.6	0.15	325.5	13.4	479.9	678.1	27.9
淀 川	枚 方	105.96	871.6	0.10	1404.4	14.0	2660.4	2494.8	24.9
大和川	柏 原	8.23	102.5	0.14	258.7	13.6	638.8	658.0	34.6
太田川	矢口第一	33.5	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
筑後川	瀬ノ下	45.9	4.8	0.00	15.1	1.4	24.6	35.3	3.2

表 6 - 10 各河川に係る下水道整備（全流域）

下水道整備（全流域）

河川名	現況					計画		
	放流量 (千 m^3 /日)	処理人口 (千人)	流域人口 (千人)	下水道整備 率 (%)	人口密度 (人/ha)	放流量 (千 m^3 /日)	処理人口 (千人)	下水道整備 率 (%)
石狩川	574.3	1480.0	2850	51.9	2.0	1384.7	1943.9	68.2
北上川	71.2	144.0	1426	10.1	1.4	153.5	253.8	17.8
阿武隈川	66.7	143.2	1311	10.9	2.4	235.1	293.9	22.4
利根川	567.5	1079.5	6355	17.0	3.8	2370.5	3103.8	48.8
荒川	1965.9	4338.8	8700	49.9	29.6	5920.7	7303.9	84.0
江戸川	65.4	212.9	1910	11.1	120.5	515.9	578.2	30.3
多摩川	2189.2	2875.3	3000	95.8	24.2	2735.4	4880.8	162.7
鶴見川	375.8	881.9	1150	76.7	48.9	1579.9	2429.7	211.3
信濃川	324.2	484.6	3000	16.2	2.5	968.6	1006.8	33.6
天竜川	61.0	149.9	742	20.2	1.5	200.0	228.8	30.6
長良川	145.1	298.0	770	38.7	3.9	320.3	334.7	43.5
庄内川	381.5	745.5	2430	30.7	24.1	1134.9	1214.3	50.0
淀川	3587.1	5818.6	10000	58.2	12.1	8471.1	9882.1	98.8
大和川	196.8	464.8	1900	24.5	17.8	1594.8	1784.0	93.9
太田川	176.6	294.6	801	36.8	4.7	342.0	357.0	44.6
筑後川	38.8	93.4	1100	8.5	3.8	155.6	130.0	11.8

表6-11 各河川の水質概況

水質概況

河川名	水質環境基準点	水質環境基準値 類型	水質 BOD(平均) (mg/l)	環境基準値とのかい離	水質 BOD (75%) (mg/l)	環境基準値とのかい離
石狩川	石狩大橋	B	1.5	0.50	1.8	0.80
北上川	和 湖	A	1.9	0.95	2.2	1.10
阿武隈川	岩 沼	A	2	1.00	2	1.00
利根川	布 川	A	2.5	1.25	2.7	1.35
荒 川	新荒川大橋	D	4	0.50	5	0.63
江戸川	新葛飾橋	C	3.1	0.62	4	0.80
多摩川	多摩川原	C	6.2	1.24	6.9	1.38
鶴見川	亀の子橋	D	8.9	1.11	9.6	1.20
信濃川	小千谷	A	1.5	0.75	1.6	0.80
天竜川	鹿 島	AA	0.5	0.50	0.7	0.70
長良川	長良大橋	B	0.8	0.27	1	0.33
庄内川	枇杷島	E	3.3	0.33	3.6	0.36
淀 川	枚 方	B	3.7	1.23	4.5	1.50
大和川	河内橋	C	8.7	1.74	12.2	2.44
太田川	玖 村	A	0.7	0.35	0.8	0.40
筑後川	瀬ノ下	A	2.3	1.15	2.4	1.20

表6-12 各河川の特性総括表

河川特性

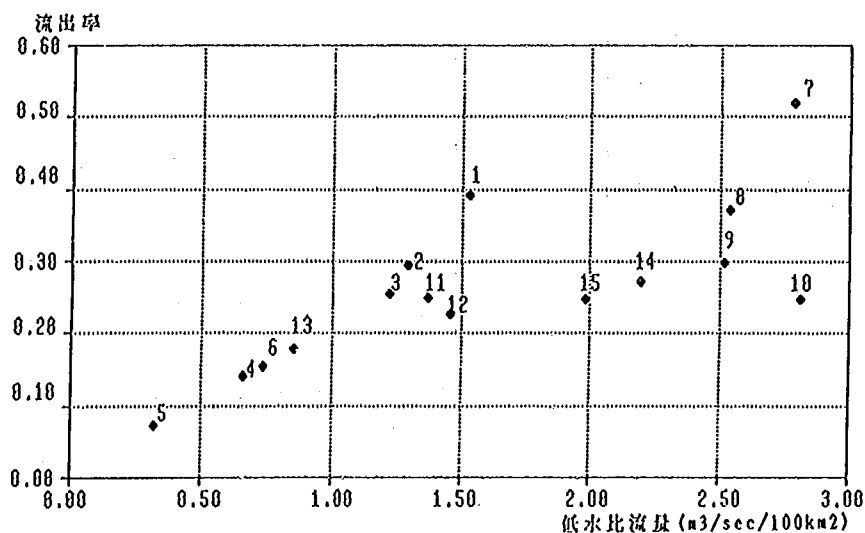
河川名	比流量 (m3/sec/100km2)		流出率	人口密度 (人/ha)	流域面積当り水利用率 (m3/sec/100km2)				水質 BOD (75%) (mg/l)	水質 環境基準値とのかい離	下水道 整備率 (%)	放流量比
	低水	渇水			農水	工水	上水	全利水				
石狩川	1.53	0.81	0.39	1.99	4.12	0.45	0.11	4.69	1.8	0.6	51.9	0.03
北上川	1.29	0.99	0.29	1.40	4.76	0.07	0.07	4.90	2.2	1.1	10.1	0.01
阿武隈川	1.23	0.76	0.26	2.43	0.73	0.11	0.03	0.87	2.0	1.0	9.9	0.01
利根川	0.66	0.40	0.14	3.77	2.29	0.30	0.37	2.96	2.7	1.4	17.0	0.07
荒 川	0.31	0.15	0.07	29.59	1.79	0.40	2.05	4.23	5.0	0.6	38.0	0.38
江戸川	42.06	35.95	11.42	120.50	13.03	2.57	30.03	45.63	4.0	0.8	7.2	0.00
多摩川	0.74	0.59	0.15	24.19	2.85	0.39	2.81	6.05	6.9	1.4	40.4	0.50
鶴見川	2.78	2.38	0.52	48.94	5.49	0.42	0.00	5.91	9.6	1.2	73.3	0.49
信濃川	2.54	1.81	0.37	2.52	2.72	0.26	0.10	3.08	1.6	0.8	16.2	0.01
天竜川	2.52	1.26	0.30	1.46	2.26	0.09	0.08	2.42	0.7	0.7	20.2	0.01
長良川	2.82	1.39	0.25	3.89	3.38	0.20	0.08	3.67	1.0	0.3	38.7	0.03
庄内川	1.37	0.87	0.25	24.06	15.85	1.22	0.01	17.08	3.6	0.4	30.7	0.15
淀 川	1.46	1.06	0.23	12.14	0.84	0.52	0.70	2.06	4.5	1.5	58.2	0.10
大和川	0.86	0.40	0.18	17.76	3.52	0.10	0.17	3.79	12.2	2.4	24.5	0.14
太田川	2.19	1.13	0.27	4.71	0.22	0.24	0.61	1.08	0.8	0.4	36.8	0.00
筑後川	1.98	1.78	0.25	3.85	3.46	0.12	0.29	3.88	2.4	1.2	8.5	0.00

6.3.2 流域特性の整理

ここでは、6.3.1に提示した流域特性値について、主たる特性値の相関図を示し、流域特性の把握を行なう。

- | | |
|---------------------------|-------|
| 1) 低水比流量～流出率の関係 | 図6-4 |
| 2) 低水比流量～人口密度の関係 | 図6-5 |
| 3) 水利用率～人口密度の関係 | 図6-6 |
| 4) 下水道整備率～人口密度の関係 | 図6-7 |
| 5) 下水道整備率～水質(基準とのかい離)の関係 | 図6-8 |
| 6) 低水比流量～水質(基準とのかい離)の関係 | 図6-9 |
| 7) 下水道整備率～放流水質比の関係 | 図6-10 |
| 8) 放流水量比～水質(基準とのかい離)の関係 | 図6-11 |
| 9) 水質(75%)～水質(基準とのかい離)の関係 | 図6-12 |

以下、各々の相関図にみられる特徴を表6-13に述べ、さらにそれらの総括を行なう。



凡例	
NO.	河川名
1	石狩川
2	北上川
3	利根川
4	利根川
5	利根川
6	利根川
7	利根川
8	利根川
9	利根川
10	利根川
11	利根川
12	利根川
13	利根川
14	利根川
15	利根川

図6-4 低水比流量と流出率の関係

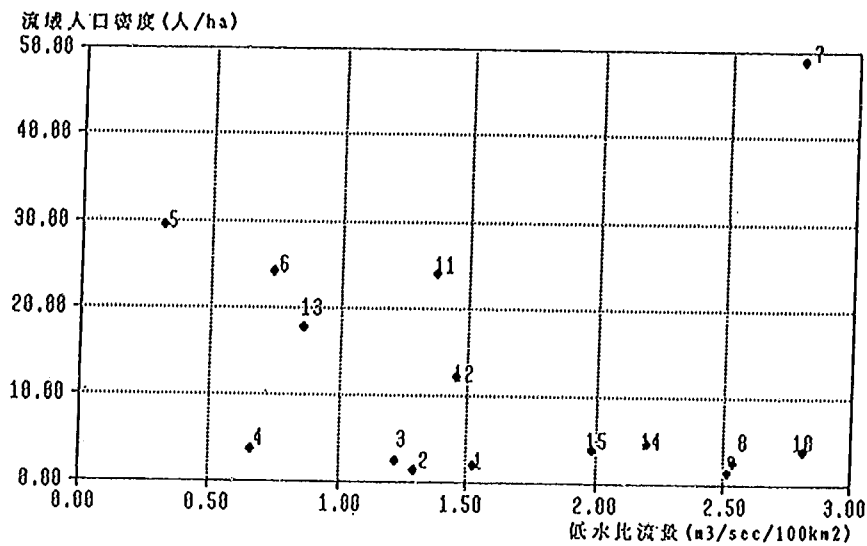


図 6 - 5 低水比流量と流域人口密度の関係

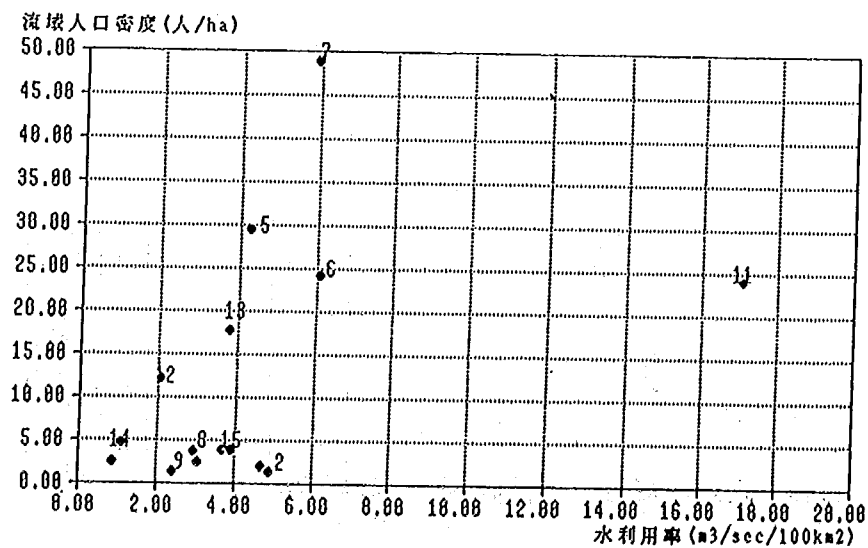


図 6 - 6 水利用率と流域人口密度の関係

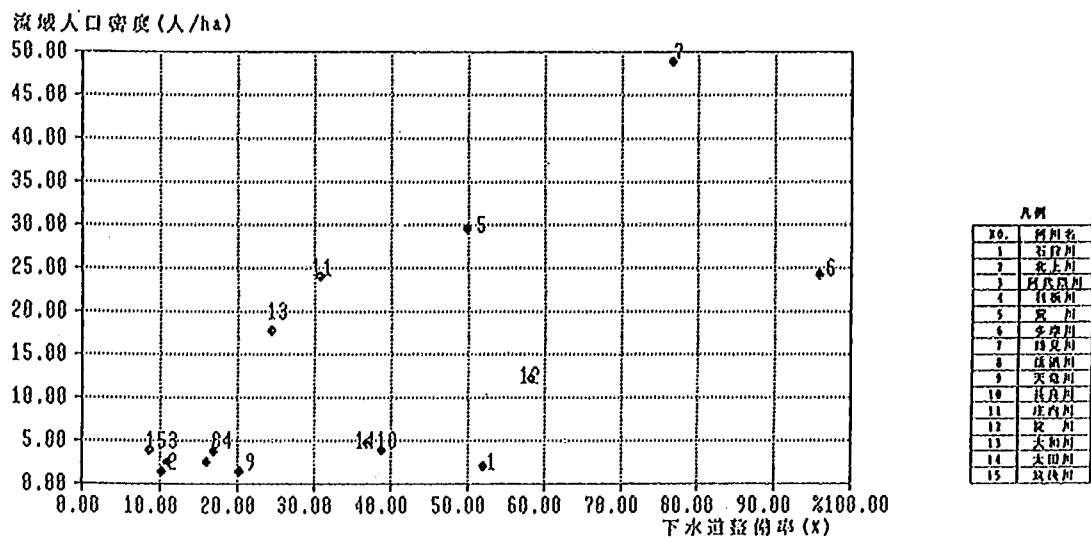


図 6 - 7 下水道整備率と流域人口密度の関係

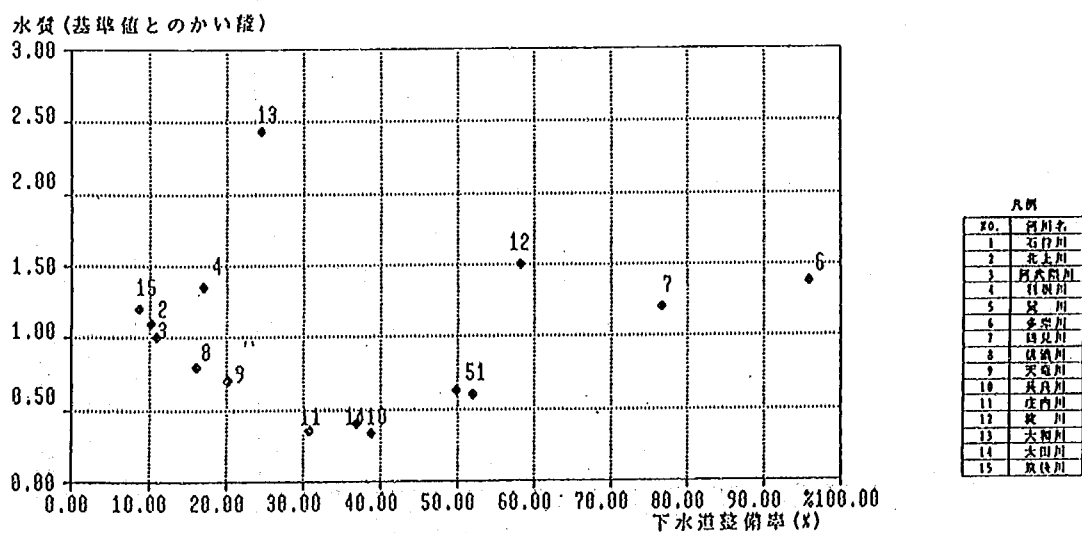
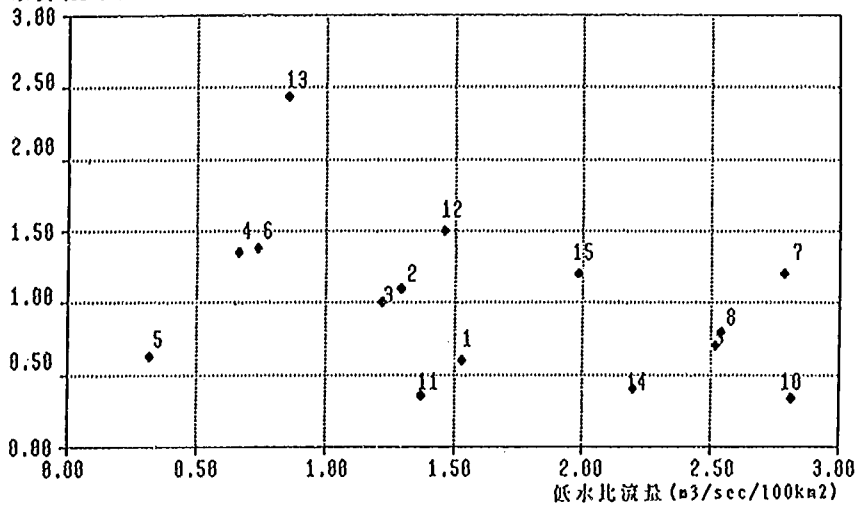


図 6 - 8 下水道整備率と水質(基準値とのかい離)の関係

水質 (基準値とのかい離)

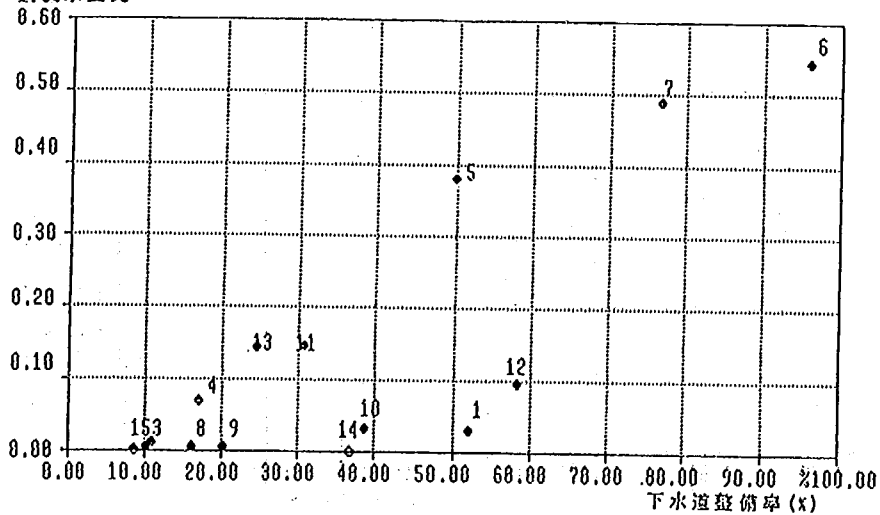


凡例

No.	河川名
1	石狩川
2	北上川
3	利根川
4	利根川
5	荒川
6	多摩川
7	利根川
8	利根川
9	利根川
10	利根川
11	利根川
12	利根川
13	利根川
14	利根川
15	利根川

図 6 - 9 低水比流量と水質 (基準値とのかい離) の関係

放流水量比



凡例

No.	河川名
1	石狩川
2	北上川
3	利根川
4	利根川
5	荒川
6	多摩川
7	利根川
8	利根川
9	利根川
10	利根川
11	利根川
12	利根川
13	利根川
14	利根川
15	利根川

図 6 - 10 下水道整備率と放流水量比の関係

水質(基準値とのかい離)

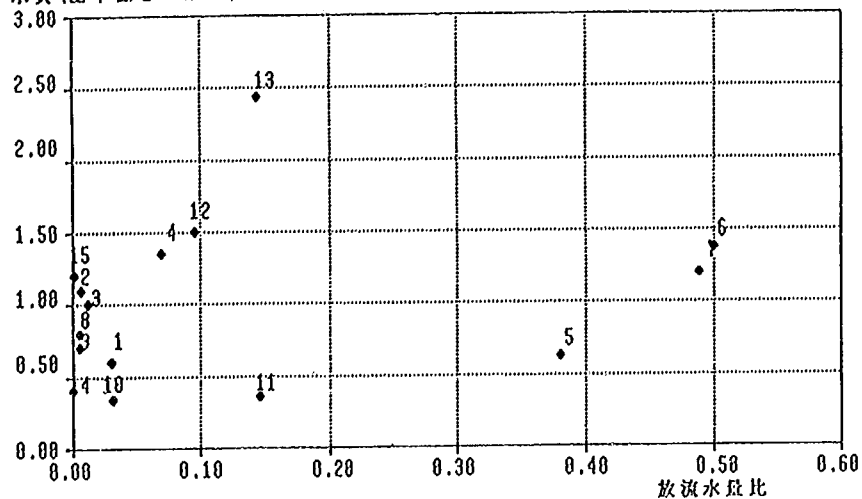


図 6-11 放流量比と水質(基準値とのかい離)の関係

水質(基準値とのかい離)

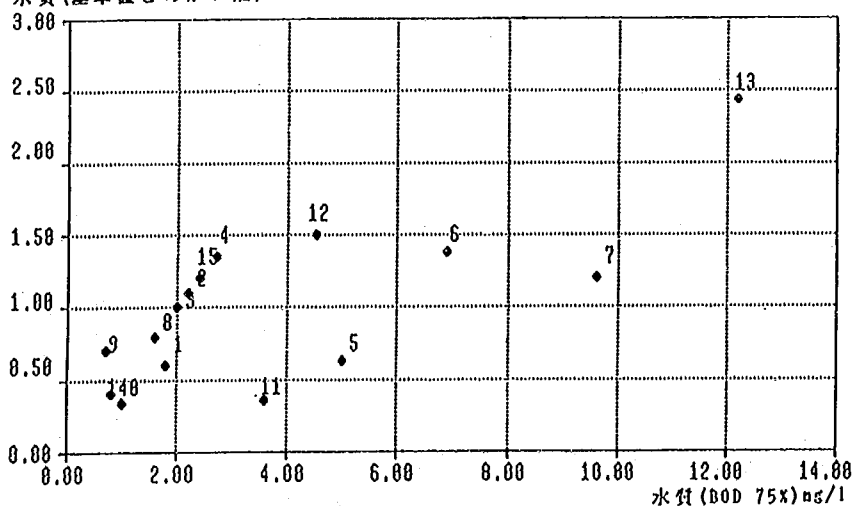


図 6-12 水質(BOD 75%)と水質(基準値とのかい離)の関係

表 6-13 流域特性間の相関の特徴

	項目	特徴	該当流域
1)	低水比流量～ 流出率	比流量、及び流出率の小さな流域は、水質源が逼迫した状況にあり、水の高度利用がなされ、水源の確保という視点から高度処理導入の可能性は高い	特に荒川、利根川、多摩川、大和川に顕著である。（鶴見川は他流域導水が大きい）
2)	低水比流量～ 人口密度	概ね人口密度と比流量は逆相関を示しており、1)の解釈と共通の特徴を示している。	荒川、多摩川、庄内川、淀川、大和川
3)	水利用率～ 人口密度	水利用率と人口密度は概ね正の相関を有している。	特に荒川、多摩川、鶴見川、庄内川、淀川、大和川において顕著である。
4)	下水道整備率～ 人口密度	概して、人口密度の高い流域では、下水道整備率が高い。	荒川、多摩川、鶴見川、庄内川、淀川、大和川
5)	下水道整備率～ 水質（乖離）	概して、負の相関を有しており、多左川を除けば、下水道整備とともに、水質の達成は可能な傾向にある。	
6)	低水比流量～ 水質（乖離）	水質との乖離が 1.0をオーバーする流域では、概ね、流量が大きい程、かい進は小さい傾向にある。	大和川、淀川、利根川、荒川
7)	下水道整備率～ 放流量比	ほぼ正の相関がある。	荒川、多摩川、鶴見川、庄内川、大和川
8)	放流量比～ 水質（乖離）	5)に類した特徴をもつ。	
9)	水質（75%）～ 水質（乖離）	ほぼ正の相関を有している。	

以上より、高度処理の導入という視点から、流況が厳しく、水利用、あるいは社会活動が活発であり、かつ河川水質が悪く、ある程度以上の下水道整備レベルをもつ流域に導入の優先度は高い、と判断され、特に荒川、多摩川、庄内川、淀川、大和川、鶴見川が、他に比べて可能性が高いものと推察される。

6.3.3 主成分分析による流域特性の分類

6.3.1で示した12の流域特性値, 15河川(江戸川を除く)を対象に高度処理導入の可能性を分析する立場から主成分分析を行い, 流域のパターン分類を行った。

因子負荷量と, 第1, 第2主成分得点図を, それぞれ図6-13と図6-14に示す。(尚, 第1, 第2主成分の寄与率は, それぞれ44%, 33%であった。)

図6-13から, 各流域特性値は次のように分類することができる。

		第1主成分	
		大	小
第2主成分	大	農水利用率 工水利用率 全水利用率 人口密度 下水道整備率 放流量比	低水比流量 濁水比流量 流出率
	小	上水利用率 水質(BOD 75%) 水質(基準値との乖離)	

主成分の解釈は次の通りである。

第1主成分………流況と水利用を示す特性軸。

即ち, 第1主成分が大きい程, 水利用, 人口密度が大きく, 小さい程, 流況に恵まれ, 活動規模も小さい。

第2主成分………河川水質のレベルを示す特性軸。

即ち, 第2主成分が大きい程, 水質は良好であり, 小さい程汚濁が進行している。

以上の解釈の下で, 図6-14に示す得点散布図より, 3つのグループに分類することができる。

グループ1 流況に恵まれず, 水利用等の人為的活動規模が大きく, 下水道整備は, 他の流域より高いものの, 河川水質が悪化している。

……多摩川, 荒川, 大和川, 淀川, 利根川

グループ2 グループ1と同様の流況, 水利用形態を呈しているが, 河川水質は, グループ1より良好である。

……鶴見川, 庄内川

グループ3 流況に恵まれ, 水利用の程度も小さく, 下水道整備レベルも他の流域に比べ小さい。

……石狩川, 北上川, 阿武隈川, 信濃川, 天竜川, 長良川, 太田川, 筑後川

以上より, 高度処理導入の可能性は, グループ1 → グループ2 → グループ3の順に高いものと判断される。

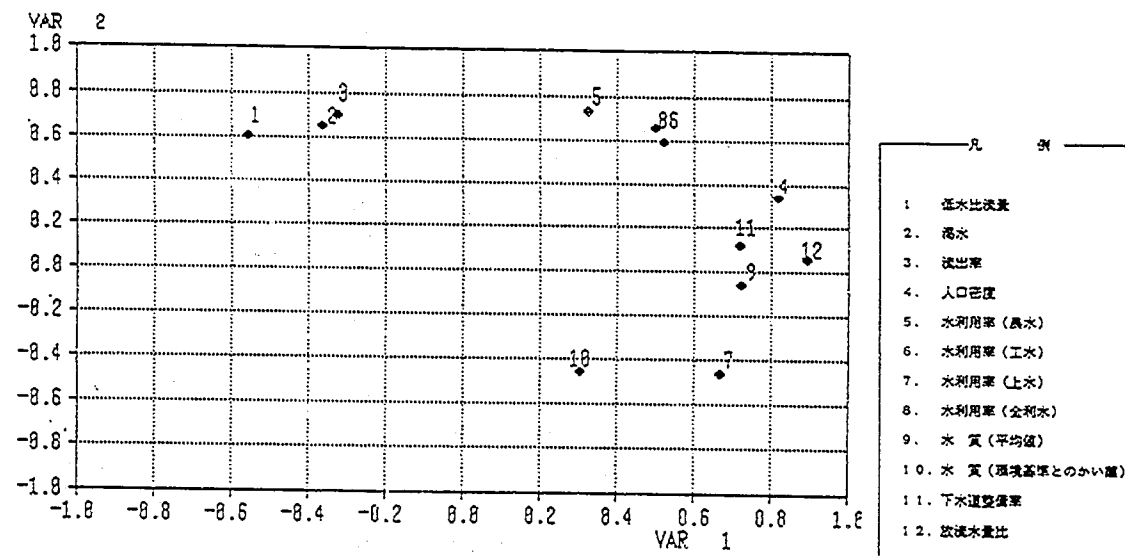


図 6-13 主成分分析因子負荷量

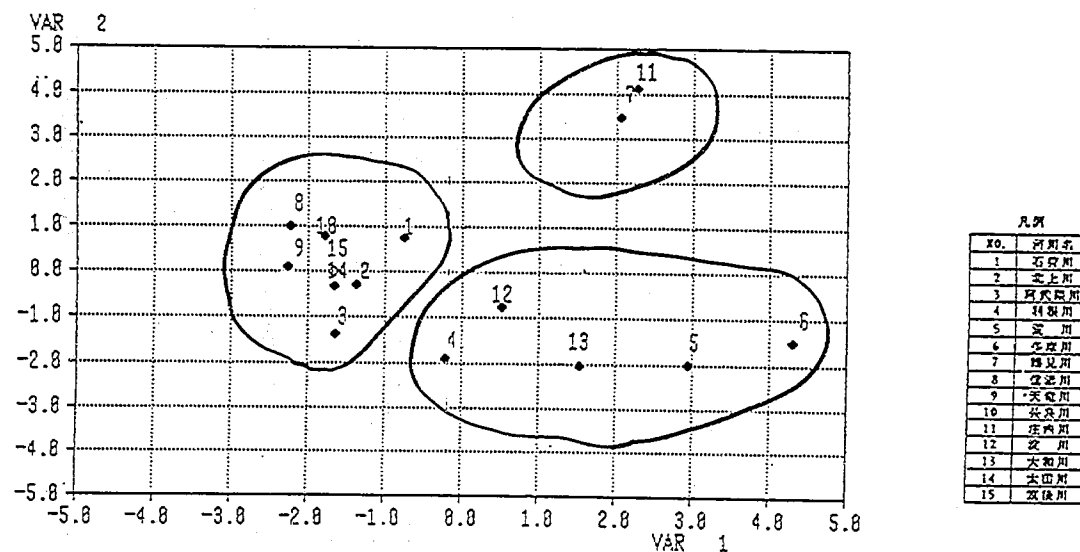


図 6-14 第 1 - 2 主成分得点による相関図 (15 河川の流域特性)

6.4 高度処理必要ポテンシャルの高い河川の抽出

6.4.1 評価指標の総合化手法について

各種評価指標を総合化するにあたり、本調査では、総合評価の一手法であるコンコーダンスアナリシス（以下CA）の適用を試みる。

総合評価手法は、種々提案されており、いまだ確立されたものはない。コンコーダンスアナリシス以外に一般的に用いられる方法としてファクタープロファイル、あるいは、評価指標に得点を与え、それらの総和の大小により優劣を判断する方法（ウェイト法）などがある。

いずれにしても、その結果は尺度の異なる評価指標を計画者の立場に応じて、いかにウェイト付けするかにより変わってくる。したがって計画者の意図（主観）に加え、それらを客観視することが重要となる。

コンコーダンスアナリシスは、計画案の評価に必要な情報が多面的に収集整理できる場合の総合評価の方法の一つであり、計画案相互の優劣関係が比較的簡便で、しかも明確に評価しうる手法である。

コンコーダンスアナリシスのアルゴリズムは、次に述べることとして、この手法は次の二つの総合指標を定義する。

- ① コンコーダンス・インデックス : ある代替案が他の代替案に対してどれだけ有利な点をもっているかを示す指標
- ② ディスコダンス・インデックス : ある代替案が他の代替案に対してどれだけ劣った点があるかを示す指標

(1) コンコーダンス・インデックスとは定義式からも明らかなように、計画者の意図を（立場）明示的に示す指標値であり、主観的な指標値と言える。一方、

(2) ディスコダンス・インデックスとは計画者の意図にかかわらず計画案の弱点を客観的に評価する指標値である。

即ち、これらを相補的に補うことにより、計画案の優劣を認識しながら選好順位を決定するものである。

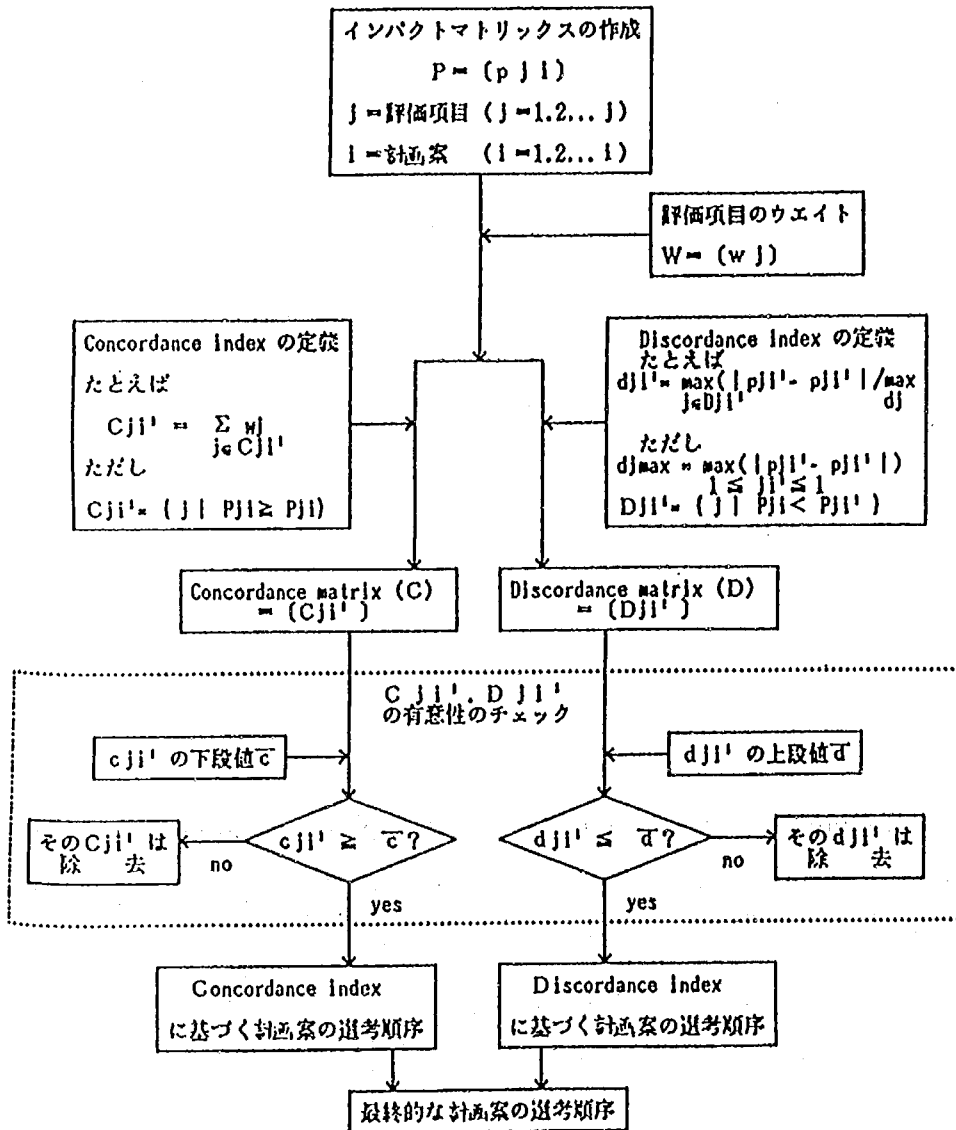
以下に、コンコーダンスアナリシスのアルゴリズムおよび例題を示す。

コンコーダンス・アナリシス手法

コンコーダンス・アナリシスの一般的手順は、次のようになる。

コンコーダンス・アナリシス手法

コンコーダンス・アナリシスの一般的手順は、次のようになる。



(昭和 54 年 土木学会関西支部：都市施設計画の総合評価と住民参加より)

図 6 - 15 コンコーダンスアナリシスの一般的手順

Step 1 インパクト・マトリックスの作成

＜インパクト・マトリックス＞

計画案	評価指標値 1	2	3
1	1	10	0.2
2	3	5	0.4
3	1	8	0.1
4	2	1	0.9
ウェイト	2	1	3

(注) いずれも値が大きい程
優れる。

Step 2 評価指標値の重要度（ウェイト）の設定（上表参照）

Step 3 コンコーダンス・マトリックスの作成

計画案 i と計画案 j に対し、優れている評価指標値の重要度の合計を C_{ij} とし、これを要素とするマトリックスを作成。

＜コンコーダンス・マトリックス＞

計画案	1	2	3	4
1	—	1	4	1
2	5	—	5	3
3	0	1	—	1
4	5	3	5	—

Step 4 ディスコダンス・マトリックスの作成

各評価指標値について、最悪の案を 0 点、最良の案を 1 点としたときの各計画案の基準化された評価指標値を求めておき、計画案 i が計画案 j に対して最も劣っている指標についての値の差を要素とするマトリックスを作成。

＜基準化したインパクト・マトリックス＞

計画案	評価指標値 1	2	3
1	0	1	0.125
2	1	0.44	0.375
3	0	0.78	0
4	0.5	0	1

＜ディスコダンス・マトリックス＞

計画案	1	2	3	4
1	—	1	0	0.875
2	0.56	—	0.34	0.625
3	0.22	1	—	1
4	1	0.5	0.78	—

Step 5 コンコーダンス・インデックス（優先度）ディスコダンス・インデックス（非優先度）の算出

① コンコーダンス・インデックス

今、計画案 i の優先度を C_i とすると、これは、コンコーダンス・マトリックス（Step 2）の i 行の合計と i 列の合計の差として定義する。

すなわち、計画案 i の他の案に対する有利性と、他の案が計画案 i に対して有する有利性

の差として表わす。

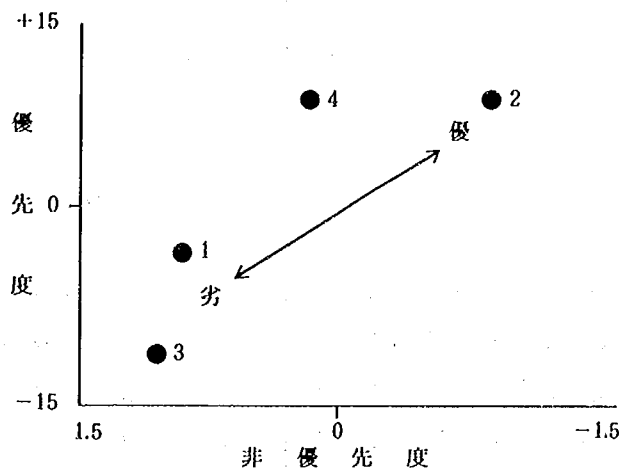
② ディスコダンス・インデックス

同様に、非優先度 D_i をディスコダンス・マトリックスの i 行の合計と i 列の合計の差として表わす。

インデックス 計画案	コンコダンス・ インデックス	ディスコダンス ・インデックス
1	- 4	0.095
2	8	-0.975
3	- 12	1.1
4	8	-0.22

Step 6 評 価

下図のように、各案を図示して評価する。



この例の場合、計画案は $2 \rightarrow 4 \rightarrow 1 \rightarrow 3$ の順序で優位性を評価しうる。

6.4.2 分析結果

先にも述べたように、総合評価手法は、いまだ確立されたものはないが、ここでは比較的簡易であり、操作性に富むC A法の適用を試みる。

このC A法による結果は、尺度の異なる評価指標を計画者の立場に応じて、いかにウェイト付けするかによって変わる。そこで、ここでは以下に示すように、ウェイト付けの異なる4つのケースについて分析を行う。

検討ケース

	ウェイト	計画の意図	図番号
ケース1	全指標とも 1.0とする。		6 - 16
ケース2	指標のうち1～8について 2.0 とし、他は1.0 とする	河川流況、及び水利用の 厳しい流域において、高 度処理導入のポテンシャ ルが大きいものとした。	6 - 17
ケース3	指標のうち流況(1～3)、上 水利用率(7)、河川水質、下 水道整備状況(9～12) のウ ェイトについて3.0、他は 1.0 とする。	河川流況、及び水利用の うちことに水源水質の厳 しい上水利用、及び河川 水質と下水道整備レベル にウェイトをおいた。	6 - 18
ケース4	河川水質、及び下水道整備 状況(9～12) のウェイトに ついて3.0、他は全て1.0 とする。	河川水質の悪化と、下水 道整備レベルが、導入ポ テンシャルの主な動機と なると想定した場合。	6 - 19

各ケースにおける優先順位は、次の通りである。

ケース 1. 6 → 5, 13, 11 → 12, 7, 4

ケース 2. 6 → 5, 13, 11 → 4, 12, 7

ケース 3. 6 → 13 → 5 → 12, 4 → 11, 7

ケース 4. 6 → 13, 5, 7 → 12, 11, 4

いずれのケースにおいても、多摩川の優先順位が第一位であり、次のグループとして荒川、大和川、庄内川、更に淀川、鶴見川、利根川、の順位となる。

これら分析結果、及び先に検討した流域の特性分類からも、それら流域において、高度処理導入の可能性は高いと判断される。

以上は、ある時間断面を固定して捕えた分析結果（原則として昭和60年）であるが、優先度が上位にランクされる流域は、都市化の進展の著るしい特徴を有しており、今後のすう勢を考慮すればより一層、その可能性のスピードは早まるものと想定される。

また、以上の分析結果は、流域全体を1単位として取扱ったものであり、下水道施設の立地条件、及び水利用の流域分布、河川水質の流域分布等の空間的配置を考慮した検討が必要となる。

6. 多摩川

5. 荒川

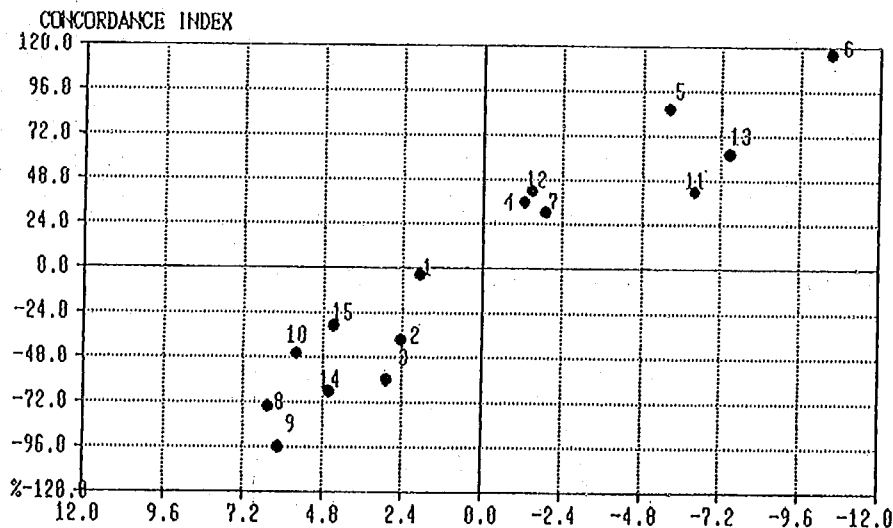
1 3. 大和川

1 1. 庄内川

1 2. 淀川

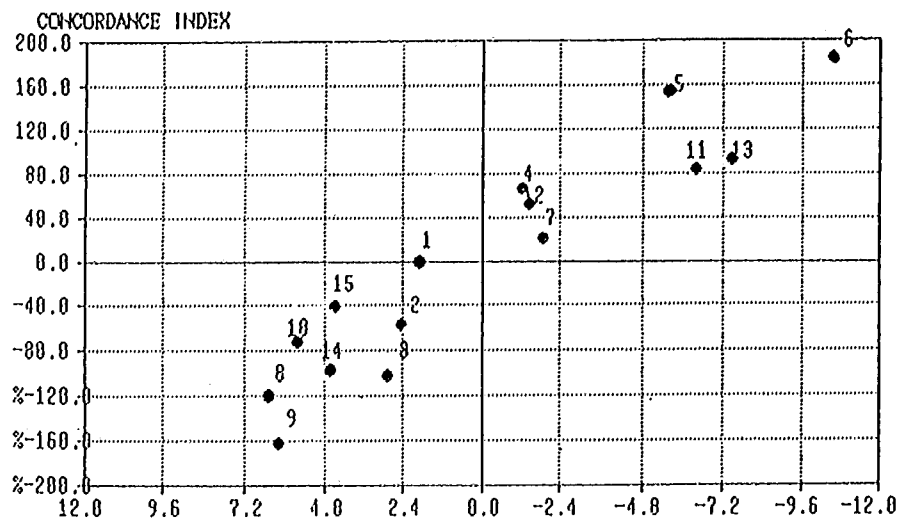
7. 鶴見川

4. 利根川



NO.	河川名
1	石狩川
2	荒川
3	利根川
4	利根川
5	荒川
6	多摩川
7	鶴見川
8	淀川
9	大和川
10	庄内川
11	淀川
12	淀川
13	大和川
14	大和川
15	大和川

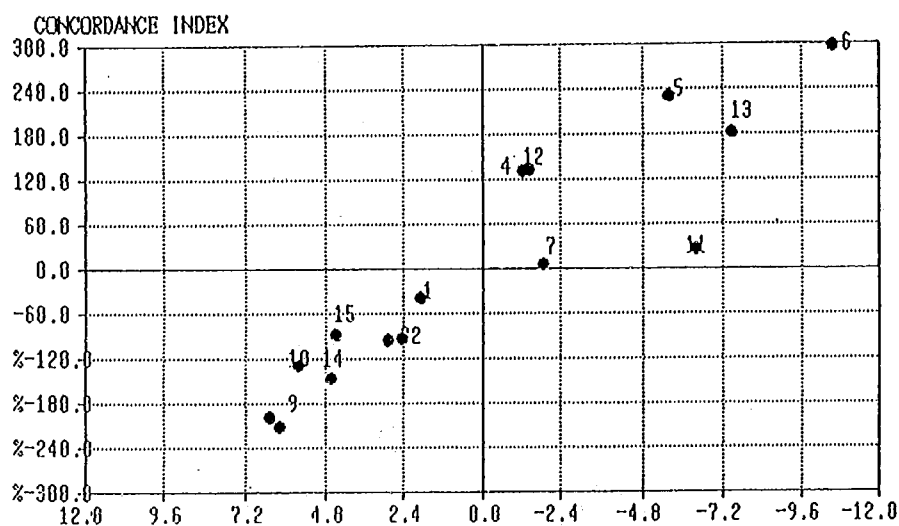
図 6-16 コンコーダンスアナリシス (CASE 1)



凡例

No.	河川名
1	石狩川
2	根室川
3	阿太川
4	利根川
5	荒川
6	多摩川
7	利根川
8	利根川
9	利根川
10	利根川
11	利根川
12	利根川
13	利根川
14	利根川
15	利根川

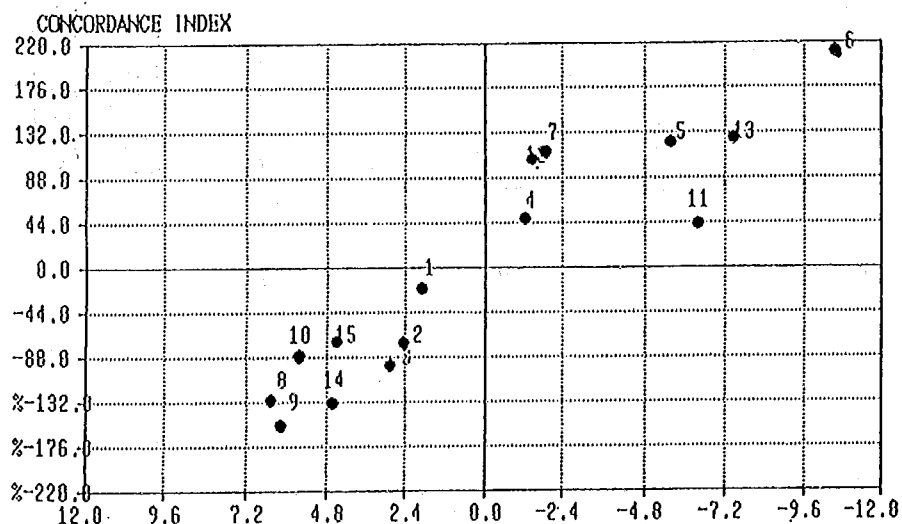
図 6-17 コンコダンスアナリシス (CASE 2)



凡例

No.	河川名
1	石狩川
2	根室川
3	阿太川
4	利根川
5	荒川
6	多摩川
7	利根川
8	利根川
9	利根川
10	利根川
11	利根川
12	利根川
13	利根川
14	利根川
15	利根川

図 6-18 コンコダンスアナリシス (CASE 3)



凡例

No.	河川名
1	石狩川
2	根室川
3	阿太川
4	利根川
5	荒川
6	多摩川
7	利根川
8	利根川
9	利根川
10	利根川
11	利根川
12	利根川
13	利根川
14	利根川
15	利根川

図 6-19 コンコダンスアナリシス (CASE 4)

6.5 まとめと今後の課題

本章では、下水高度処理の導入に際し、評価すべき要因構造を念頭に、全国の15河川流域を対象に、その優先度、あるいはポテンシャルの程度を考察した。

即ち、下水高度処理が、流域の水文特性、水利用特性、下水道整備状況、及び河川水質等を導入要因として位置づけられるとの仮設の下で、それらを構成する評価要因、評価指標を抽出し、それらの相互関連、あるいは、指標にもとづく流域の分類等を行ない、定性的解釈を踏まえたのち総合評価手法による優先度を示した。

ここでは、それら分析結果をもとに、優先度の高い流域及び低い流域とに区分し、それらを外的基準とした場合の関連要因との係りについて考察する。

高度処理導入ポテンシャルの大きい流域及び小さい流域に2区分し、それらグループ毎の評価指標の平均値及び偏差値を表6-14に示す。ここに、ポテンシャルの大きい流域は、多摩川・荒川・大和川・庄内川・淀川・鶴見川・利根川の7つである。

表6-14をもとに評価指標毎に分布を図6-20に示す。分布図は、グループ毎のかい離が大きく、また重なり領域が小さい程判別指標として有用であることを意味しており、この理由から各要因に関して、

- 1) 水文特性に関しては、低水比流量
- 2) 水利用特性に関しては、人口密度・水利用率
- 3) 下水道整備状況に関しては、放流水量比
- 4) 河川水質に関しては、水質レベル(75%値)

が主要な評価指標と判断される。

しかしながら、本検討においては河川流域を総体(流域全体)として捕えており、例えば河川の上流などの条件(淀川等における複雑なシステム)を考慮するには至っていない。

即ち、高度処理導入を図るにあたり、それが河川流域全体としての必要性をもちうる場合、及び、河川流域の局所的問題として位置付けられる場合とに大別されるであろう。

前者は、水利用が高度であり、上・下流にわたって循環的多重利用形態をとり、かつ、河川水量、水質に対して、下水処理の規模・形態が密接に係わる流域が該当しよう。

一方、後者は、例えば、下水処理水のバイパスといった下水道システムに起因する場合が主として想定されよう。

したがって、今後、上記趣旨にかなった資料収集を行ない分析を深めるため、次の項目に特に留意する必要があるだろう。

- ① 河川流域の水利用からみた上・下流ブロック化
- ② ブロックと下水道システムの対応付け(モデル化)
- ③ 水質基準点と、水量観測点との整合
- ④ 河川流域のブロック別、利水安全度、及び水質安全度の計量化

などである。

このため、特に優先度の高い流域について、更に空間単位を現実的なシステムとして記述する必要が指摘されよう。また、そのような取扱いを行なうことで、流域固有の問題が明らかとなり、高度処

表6-14 高度処理導入ポテンシャルの大きい流域、小さい流域に区分
した場合の各グループ毎の評価指標の平均値及び偏差値

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		比 流 量 m3/sec/100km2		流出率	人口密度 (人/ha)	流域面積当り水利用率 (m3/sec/100km2)				水質 BOD (75%) (mg/l)	水 質 環境基準値 とのかい離	下水道 整備率 (%)	放流量比
		低 水	渴 水			農水	工水	上水	全利水				
A. 高度処理 導入ポテンシャルの大きい河川	平均値	1.17	0.84	0.22	22.92	4.66	0.48	0.87	6.01	6.36	1.27	40.30	0.26
	偏差値	0.82	0.75	0.15	14.34	5.15	0.35	1.11	5.09	3.45	0.66	19.58	0.19
B. 高度処理 導入ポテンシャルの小さな河川	平均値	2.01	1.24	0.30	2.78	2.71	0.19	0.17	3.07	1.56	0.76	24.03	0.01
	偏差値	0.61	0.40	0.05	1.23	1.58	0.13	0.19	1.52	0.65	0.32	16.33	0.01

理導入に際しての評価構造，目標レベルも異なるものと想定される。

したがって，それらモデル流域をいくつか選択し，より定量的な検討が必要となる。

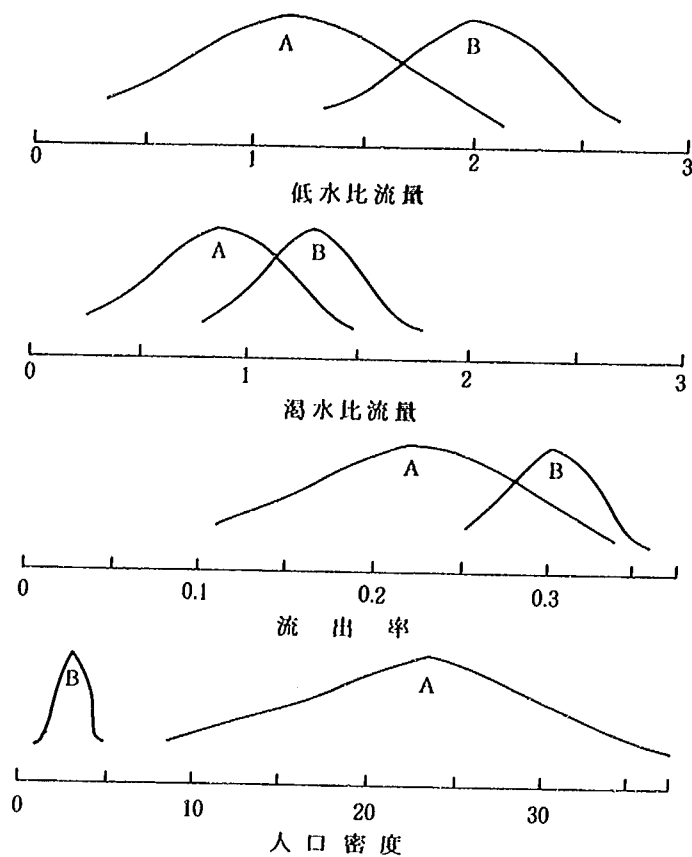


図 6-20-(1) 評価指標毎の A 及び B の分布

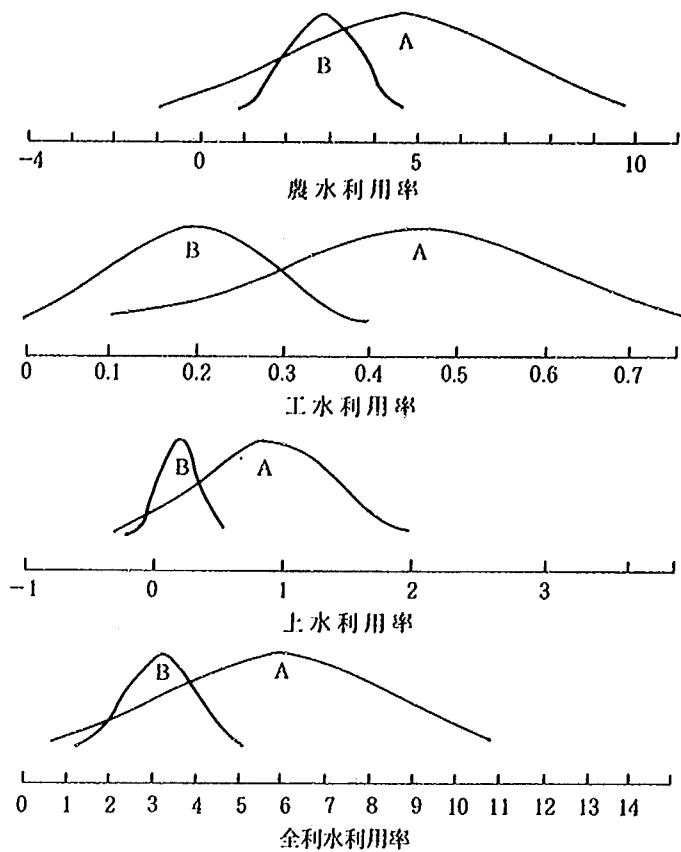


図 6-20-(2) 評価指標毎の A 及び B の分布

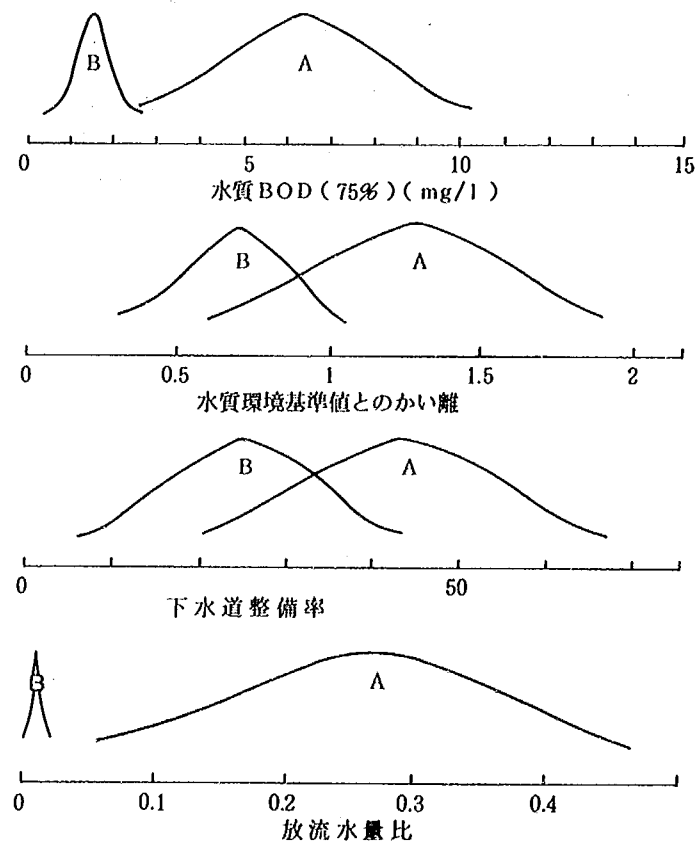


図 6-20-(3) 評価指導毎の A 及び B の分布

第7章 高度処理導入の考え方

7.1 高度処理導入のタイミングの評価基準

下水処理場における高度処理導入のタイミングの評価基準としては、以下が考えられる。

- ① 導入すれば、その時点で水質環境基準の達成が可能となる。
- ② 同じ投資額を「二次処理区域の拡大（面整備）」へ投資するよりも、高度処理へ投資した方が B/C （費用効果）が大きくなる。（投資額制約）
- ③ 高度処理導入に伴う投資額増（費用増）に対する効果（便益）増が大きい。（ $B/C < (B+\Delta B)/(C+\Delta C)$ ）

7.2 二次処理区域の拡大（面整備）と高度処理化による水質改善特性

二次処理区域の拡大（面整備）と高度処理化の水質改善特性は、以下のとおりである。（図7-1参照）

- ① 二次処理区域の拡大（面整備）は、流達率の大きい地域が対象であると、同一投資額に対して、流達負荷削減量が大きく、「削減負荷量あたりの整備コスト」が小さくなり、効率的（ $\Delta B/\Delta C$ が大きくなる）となる。下水道の普及が進み、整備の中心が郊外や農山漁村部が中心になるにつれ、どちらかという、流達率の小さな地域が多くなるため、傾向としては、図7-1のような方向にあると思われる。
- ② 高度処理化については、以下のとおりである。まず、二次処理区域の拡大（面整備）が進み、処理水量が大きくなるにつれ、一般的には、河川流下負荷量に占める処理場の放流負荷量も大きくなる。一方、高度処理化の建設・維持管理コストは、処理水量が大きくなるにつれて、スケールメリットがはたらく。よって、処理水量が大きくなるにつれ、「削減負荷量あたりの高度処理コスト」が小さくなり、効率的（ $\Delta B/\Delta C$ が大きくなる）となる。また、削減負荷量が大きくなるため、水質保全の効果も大きくなる。
- ③ 以上から、時系列的には、下水道整備の進捗に伴い、二次処理区域の拡大（面整備）と比べ、相対的に、高度処理化の費用効果が高くなっていく方向に動くものと思われる。

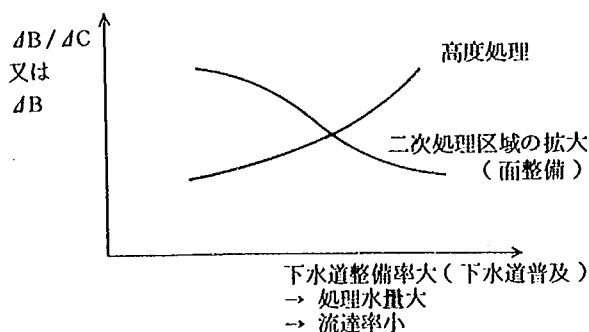


図7-1 下水道整備の進捗と費用効果

7.3 効果（便益）の計量化

効果を定量的に表現する指標としては、以下が考えられる。

- ① 公共用水域への排出負荷量の削減量
- ② 河川水質の低減（改善）度合
- ③ 利水障害の解消度
- ④ 付加価値（親水性等）

第8章 二次処理区域の拡大（面整備）と高度処理化との費用効果の比較のケーススタディー

モデル流域として、大和川の大和川上流流域下水道第一処理区（奈良県）を取り上げ、二次処理区域の拡大（面整備）と高度処理化との費用効果の比較のケーススタディーを実施した。ケーススタディー対象地域を図8-1に示す。

費用は、二次処理区域の拡大（面整備）については、面整備費用の累積値を、高度処理化については、面整備費+高度処理費用（建設費と維持管理費）の累積値を計上した。（二次処理費用は同一のため、除外した。）効果指標としては、河川への流達ベースのBOD負荷削減量（累積値）を取り上げた。高度処理水質としては、表4-30より、急速砂ろ過7mg/l、活性炭吸着5mg/lとした。二次処理水質は、表4-30より10mg/lとした。家庭における発生原単位は、現況（昭和60年）で、水量320ℓ/人/日、負荷50g/人/日、将来（昭和80年）で、水量510ℓ/人/日、負荷60g/人/日とした。工場の発生原単位は、現況（昭和60年）で、水量4500ℓ/億円/日、負荷150g/億円/日、将来（昭和80年）で、水量4000ℓ/億円/日、負荷150g/億円/日とした。

排出率（排出量/発生量）は、0.6、流達率は、0.2とした。人口密度別のモデル地域の面積割の設定を表8-1に示す。経年的な面整備率、人口普及率の設定値を、表8-2及び図8-2に示す。面整備は、毎年、一定面積を行うものとし、人口密度の高い区域から実施すると設定した。面整備建設費は、2,000万円/haとした。高度処理の建設費、維持管理費は、第4章で求めた費用関数によった。高度処理施設建設のタイミングは、図8-3のように設定した。

表8-1 ケーススタディーのフレーム設定（人口密度別のモデル地域の面積割の設定）

現況			将来		
人口密度	面積(ha)	人口(人)	人口密度	面積(ha)	人口(人)
100	500	50000	100	500	50000
90	1000	90000	90	1000	90000
80	1800	144000	80	1800	144000
70	500	35000	75	500	37500
60	100	6000	65	100	6500
50	100	5000	55	100	5500
40	800	32000	45	800	36000
30	2000	60000	40	2000	80000
17	21200	360400	20	21200	424000
計	28000	782400	計	28000	873500

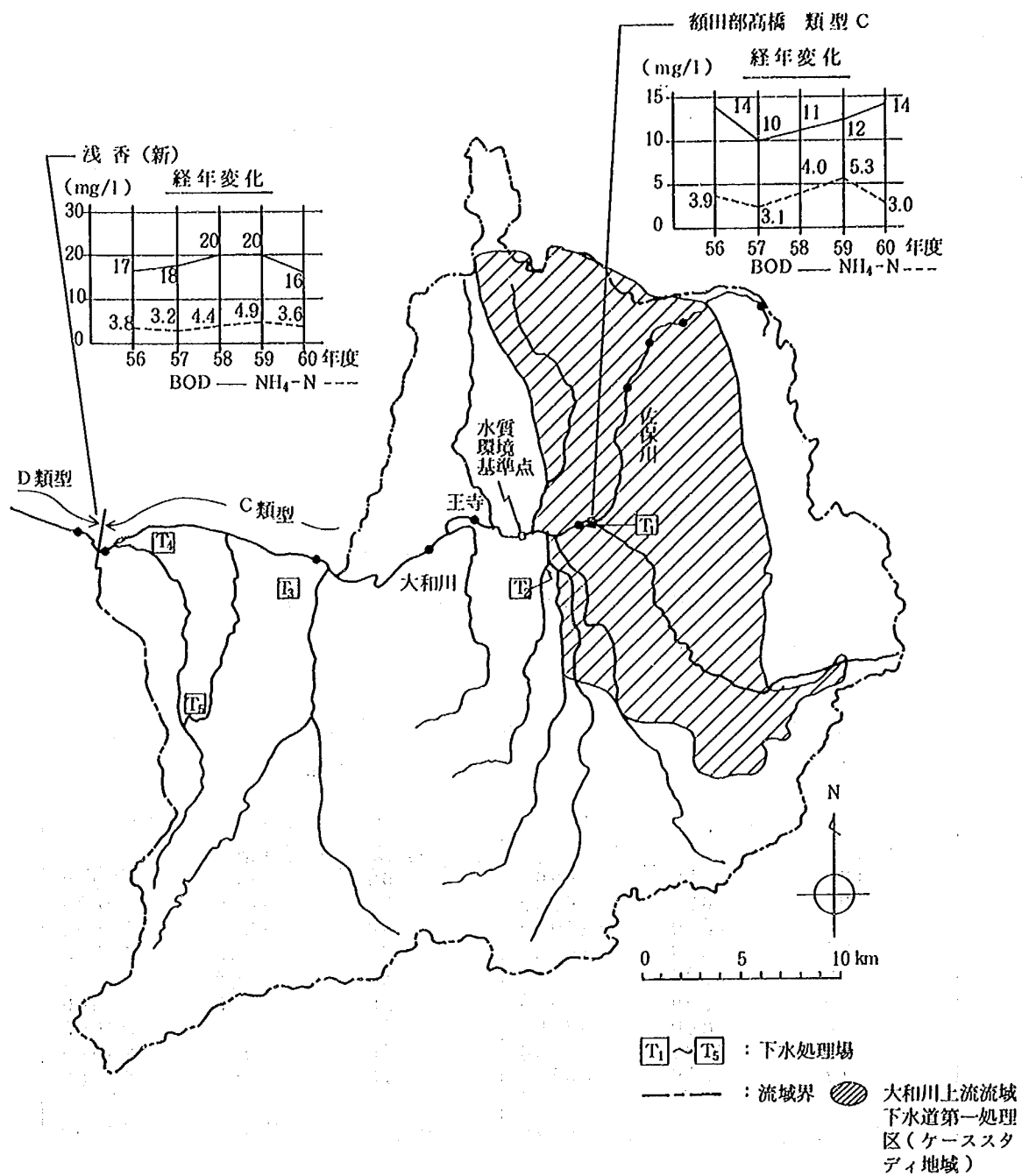


図 8 - 1 大和川流域の概要とケーススタディーを行った地域

表 8-2 ケーススタディーで設定した、モデル地域に
おける経年的な下水道整備パターン

年	(ha) 整備面積	(%) 面整備率	(%) 整備人口	(%) 人口普及率	(人) 全人口	(億円) 出荷額
60	2800	10.0	244000	31.0	782400	11646
61	4060	14.5	332590	42.0	786955	12548
62	5320	19.0	378870	47.0	791510	13451
63	6580	23.5	419195	52.0	796065	14354
64	7840	28.0	445804	55.0	800620	15257
65	9100	32.5	469700	58.0	805175	16160
66	10360	37.0	493974	61.0	809730	17063
67	11620	41.5	518626	63.0	814285	17966
68	12880	46.0	543656	66.0	818840	18869
69	14140	50.5	569064	69.0	823395	19773
70	15400	55.0	594850	71.0	827950	20676
71	16660	59.5	621014	74.0	832505	21579
72	17920	64.0	647556	77.0	837060	22482
73	19180	68.5	674476	80.0	841615	23385
74	20440	73.0	701774	82.0	846170	24288
75	21700	77.5	729450	85.0	850725	25191
76	22960	82.0	757504	88.0	855280	26094
77	24220	86.5	785936	91.0	859835	26997
78	25480	91.0	814746	94.0	864390	27900
79	26740	95.5	843934	97.0	868945	28803
80	28000	100.0	873500	100.0	873500	29706

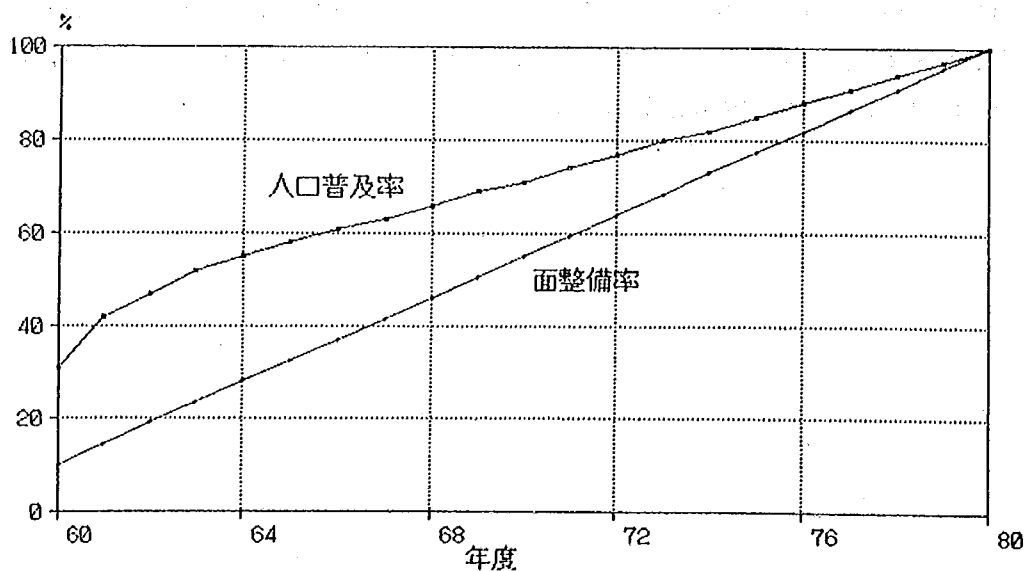


図 8-2 経年的な面整備率、人口普及率の設定値

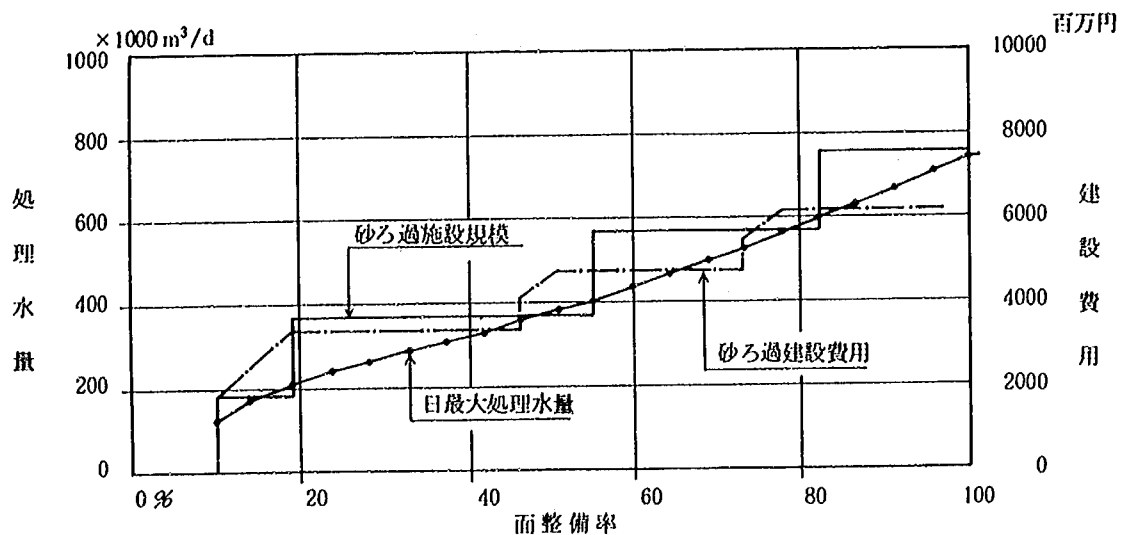


図 8 - 3 高度処理施設建設のタイミングの設定

高度処理として、急速砂ろ過及び活性炭吸着を取り上げた場合の費用の比較を図 8 - 4 に、効果の比較を図 8 - 5 に、費用効果の比較を図 8 - 6 に示す。

また、大和川のモデル地域下流の水質環境基準点の水質の変化を、図 8 - 7 に示す。

以上の図からわかるように、本ケーススタディーの結果、大和川のような汚濁の進行している河川では、二次処理区域の拡大（面整備）と比較して、高度処理化、それも急速砂ろ過より、さらに活性炭吸着を早期に導入した方が費用効果が高くなるケースがあることが示唆された。

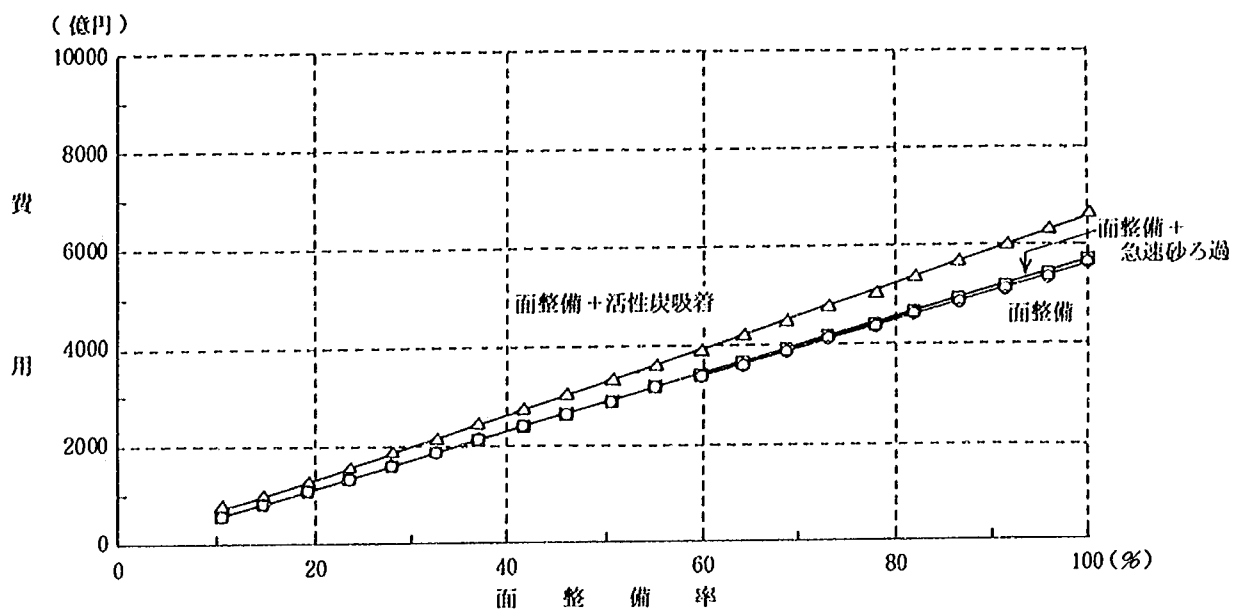


図 8-4 ケーススタディー計算結果 (1) (費用の比較)

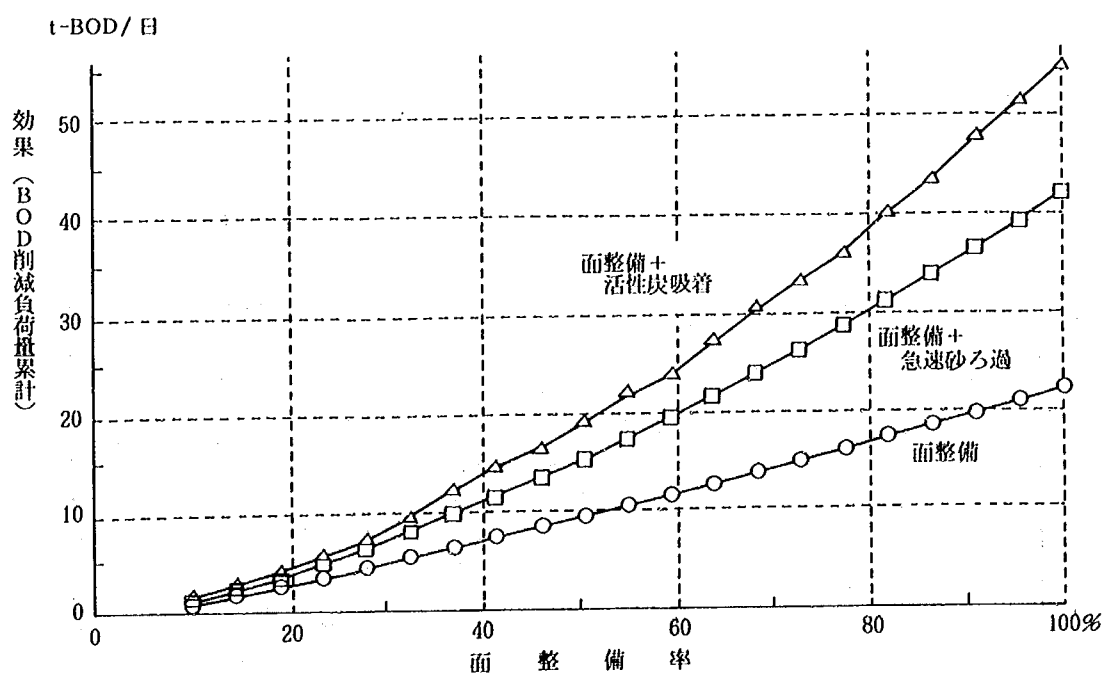


図 8-5 ケーススタディー計算結果 (2) (効果(BOD削減負荷量累計値)の比較)

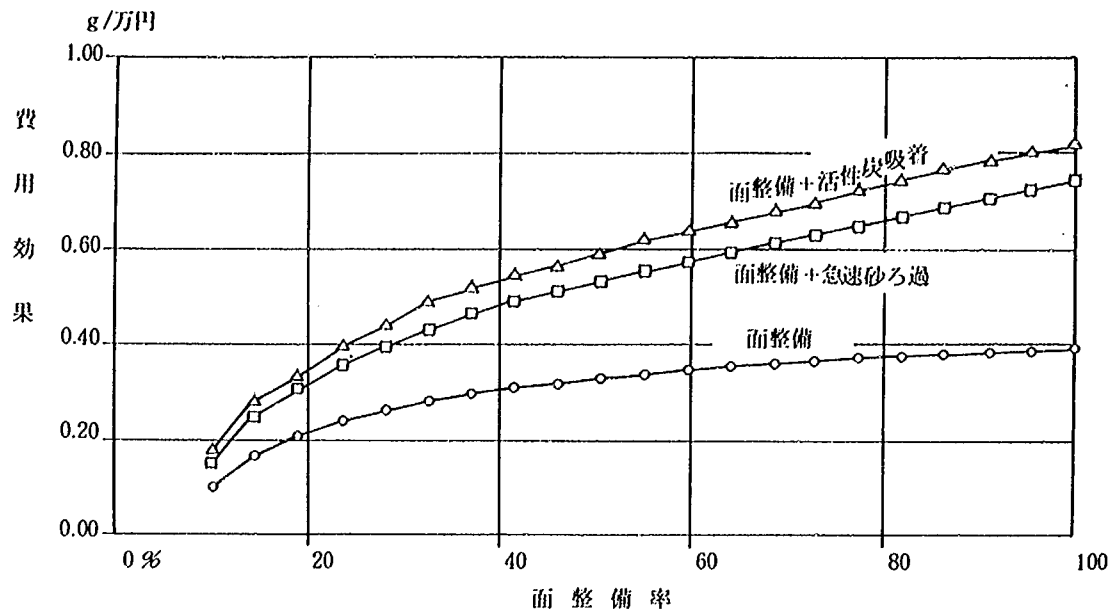


図8-6 ケーススタディー計算結果 (3)
(費用効果 B/C の比較)

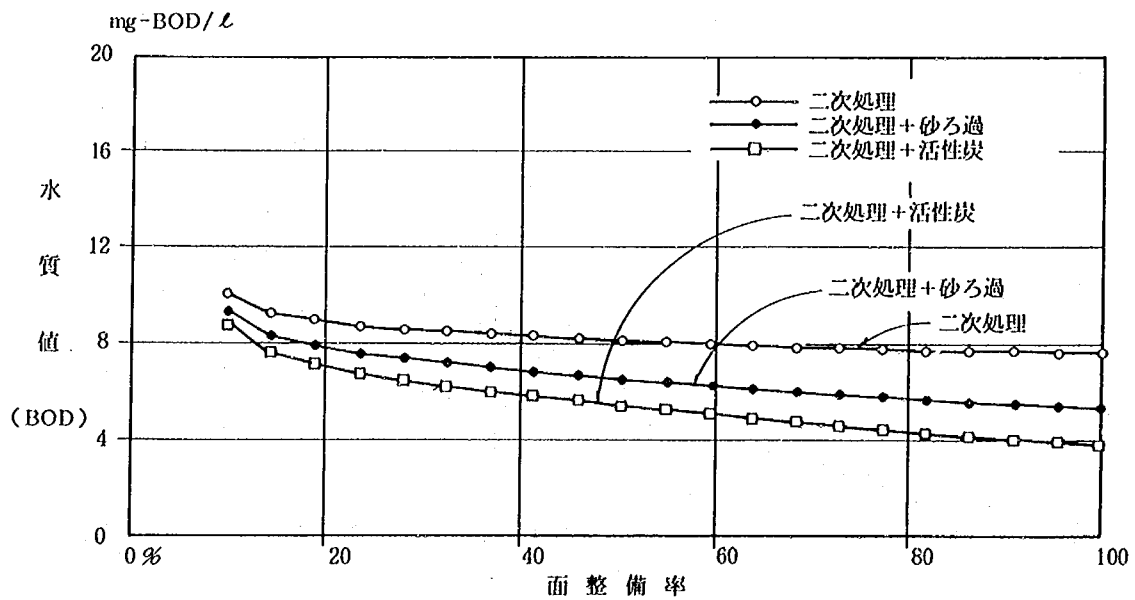


図8-7 大和川基準点における水質の経年変化
(ケーススタディー計算結果)

第9章 ま と め

本研究の結果をまとめると以下である。

(第3章)

1. 全国の既設二次処理施設を運転条件(負荷条件)により3分類し、運転条件による処理水質の分布状況を解析した。この結果、BOD、COD、SSについては低負荷(BOD-SS負荷小、曝気時間大)ほど、処理水質は良好であった。

水温との関係では、BODについては、同一運転条件下では、流入水の水温が高いほど処理水質は良好であった。

2. 全国の既設の二次処理施設のデータをもとに、二次処理方式の違いによる処理水質の評価を行った。
3. 標準活性汚泥法またはステップエアレーション法を採用しており、下水道施設設計指針の範囲内で運転している処理場のみを選定して、二次処理水質レベルを求めると以下となった。一応、既存二次処理施設の評価値と見なしうるものである。

(mg/ℓ)

水 質 項 目	平 均 値	90%値 (90%非超過値)
B O D	10	15 ~16
C O D M n	13	17 ~20
S S	8	13 ~15
T - N	20	28 ~31
T - P	2	3

(第4章)

4. 個々の自治体等が高度処理導入の採否、導入時期の決定を行う場合、必ず必要となる高度処理の各プロセス毎の建設コスト、維持管理コストを可能な限り正確にかつ簡便に算出するための費用関数を作成した。あわせて各プロセス毎の処理水質も提示した。

各単位プロセスの費用関数は以下である。

単位プロセスの建設費及び運転費費用関数

水 処 理	建 設 費 百万円	運 転 費 百万円/年
標 準 法	$112.4 * Q^{0.743}$	$1.65 * Q^{0.841}$
急 速 砂 ろ 過 法	$100.8 * Q^{0.538}$	$0.288 * Q^{0.888}$
晶 析 脱 リ ン 法	$274.6 * Q^{0.777}$	$3.45 * Q^{0.803}$
	$258.9 * Q^{0.716}$	$4.45 * Q^{0.885}$
凝集剤添加活性汚泥法	$141.5 * Q^{0.709}$	$2.62 * Q^{0.915}$
循 環 法	$126.3 * Q^{0.836}$	$3.19 * Q^{0.974}$
凝 集 沈 殿 法	$74.3 * Q^{0.704}$	$1.31 * Q^{0.977}$
活 性 炭 吸 着 法	$110.8 * Q^{0.739}$	$12.14 * Q^{0.986}$
	$110.8 * Q^{0.739}$	$2.29 * Q^{0.979}$
	$110.8 * Q^{0.739}$	$9.18 * Q^{0.986}$
オゾン処理法	$54.2 * Q^{0.671}$	$6.37 * Q^{0.798}$
嫌 気 好 気 法	$112.8 * Q^{0.741}$	標準法と同様
内 生 脱 窒 法	$199.2 * Q^{0.711}$	$4.12 * Q^{0.813}$
汚 泥 処 理	$204.5 * Q^{0.479}$	$2.54 * Q^{0.856}$
	$227.0 * Q^{0.482}$	$3.05 * Q^{0.856}$
	$221.4 * Q^{0.482}$	$2.93 * Q^{0.855}$

Q = (千 m³/日) (日最大)

晶析脱リン法	上段	脱炭酸工程無し
	下段	脱炭酸工程有り
活性炭吸着法	上段	砂ろ過有り
	中段	砂ろ過+オゾン処理有り
	下段	凝集沈殿法有り
汚 泥 処 理	上段	その他
	中段	活性汚泥法+凝集沈殿法
	下段	凝集剤添加活性汚泥法

高度処理組合せプロセスの処理水質、費用関数は以下である。

高度処理組み合わせプロセス総括表

組み合わせプロセス	処理水質 (mg/l)					建設費費用関数 百 万 円	運転費費用関数 百万円/年	処理単価費用関数 円 / m ³	備 考		処 理 対 象
	BOD	SS	COD	T-N	T-P				アルカリ度不足の考えられるプロセス	発生汚泥増加をみこんだもの	
① 標準活性汚泥法	10	8	13	20	2	$299.2 \times Q^{0.622}$	$4.23 \times Q^{0.848}$	$99.2 \times Q^{-0.346}$			残存有機物, 浮遊物
② 標準法+急速砂ろ過法	7	4	12	19	2.4	$398.5 \times Q^{0.605}$	$4.49 \times Q^{0.853}$	$131.0 \times Q^{-0.361}$			
③ 標準法+急速砂ろ過+活性炭吸着法	5	2	5	17	1.9	$504.3 \times Q^{0.643}$	$16.48 \times Q^{0.959}$	$194.0 \times Q^{-0.211}$			
④ 標準法+凝集沈澱法+急速砂ろ過+活性炭吸着法	3	2	4	17	0.4	$599.1 \times Q^{0.649}$	$15.35 \times Q^{0.942}$	$219.0 \times Q^{-0.233}$		○	COD
⑤ 標準法+急速砂ろ過法+オゾン処理法+活性炭吸着法	3	2	5	17	1.9	$558.4 \times Q^{0.646}$	$12.99 \times Q^{0.861}$	$207.3 \times Q^{-0.289}$			COD
⑥ 標準法+凝集沈澱法+急速砂ろ過法	5	4	8	17	0.4	$492.2 \times Q^{0.621}$	$6.27 \times Q^{0.886}$	$163.4 \times Q^{-0.327}$		○	P
⑦ 凝集剤添加活性汚泥法	10	8	13	20	0.8	$347.1 \times Q^{0.609}$	$5.54 \times Q^{0.886}$	$113.3 \times Q^{-0.323}$		○	P
⑦' 凝集剤添加活性汚泥法+急速砂ろ過法	8	4	11	18	0.4	$446.8 \times Q^{0.595}$	$5.83 \times Q^{0.886}$	$148.0 \times Q^{-0.349}$		○	P
⑧ 標準法+晶析脱リン法	7	4	11	19	0.3	$553.8 \times Q^{0.673}$	$8.63 \times Q^{0.869}$	$186.4 \times Q^{-0.279}$			P
⑨ 循環法	9	9	14	10	2.4	$298.5 \times Q^{0.705}$	$5.74 \times Q^{0.866}$	$102.6 \times Q^{-0.263}$			N
⑨' 循環法+急速砂ろ過法	7	4	12	10	2	$393.6 \times Q^{0.676}$	$6.03 \times Q^{0.867}$	$134.5 \times Q^{-0.291}$			N
⑩ 循環法+晶析脱リン法	6	4	10	9	0.3	$557.4 \times Q^{0.710}$	$10.17 \times Q^{0.875}$	$192.8 \times Q^{-0.246}$			N+P
⑪ 循環法+凝集沈澱法+急速砂ろ過法	5	4	8	10	0.4	$488.8 \times Q^{0.676}$	$7.89 \times Q^{0.891}$	$167.2 \times Q^{-0.279}$	○	○	N+P
⑫ 凝集剤添加循環法	9	8	13	10	0.8	$343.7 \times Q^{0.687}$	$7.15 \times Q^{0.892}$	$119.5 \times Q^{-0.258}$	○	○	N+P
⑫' 凝集剤添加循環法+急速砂ろ過法	7	4	11	10	0.4	$439.7 \times Q^{0.663}$	$7.45 \times Q^{0.892}$	$151.6 \times Q^{-0.286}$	○	○	N+P
⑬ 循環法+凝集沈澱法+急速砂ろ過法+活性炭吸着法	3	2	4	9	0.4	$598.9 \times Q^{0.689}$	$16.96 \times Q^{0.948}$	$227.1 \times Q^{-0.212}$	○	○	N+P+COD
⑭ 循環法+晶析脱リン法+活性炭吸着法	5	2	5	10	0.3	$668.2 \times Q^{0.715}$	$22.11 \times Q^{0.944}$	$262.3 \times Q^{-0.186}$			N+P+COD

(第5章)

5. 河川環境の構成要素、関連構造の整理方法を提示し、必要な検討範囲を明らかにした。また、現行の各種水質基準等の整理から、利水目的と要求される水質レベルならびに水質悪化の影響のメカニズムから、水質確保条件などをまとめ、水質保全目標設定の考え方を提示した。

(第6章)

6. 全国ベースでの下水処理水の放流先を整理した結果、一部の水域に集中している傾向があり、これらの水域(河川)の水文、水利用、地域活動特性等の指標をまとめ、高度処理導入優先度の高い水域を特徴づけている要因抽出を試みた。
7. 総合評価手法の一つであるコンコーダンス・アナリシスにより、高度処理導入優先度の高い河川グループを抽出した。

(第8章)

8. 二次処理区域の拡大(面整備)と高度処理化との費用効果の比較のケーススタディを実施した。その結果、汚濁の進行している河川では、二次処理区域の拡大(面整備)と比較して、高度処理化を早期に進めた方が費用効果が高くなるケースがあることが示唆された。

下水道高度処理計画及び高度処理導入
プログラムに関する研究報告書
一二次処理水質の評価、高度処理
の費用、高度処理導入の考え方一

I S S N 0386 -- 5878
土木研究所資料第2633号
昭和63年5月(1988)

下水道部 三次処理研究室 佐藤和明
下水道研究室 谷戸善彦
(前三次処理研究室)

要 旨 我が国の下水道普及率は、昭和62年度末現在で、39%であり、現在のところ、まずは、二次処理による普及率の拡大が急務となっており、高度処理については、ごく限られた地域において実施されているにすぎない。しかし、長期的視点に立った場合、「水資源としての下水処理水の再利用」及び、「水質改善の費用効果」等の観点から、高度処理の必要性、適用性は高まってくるものと思われる。こうした中で、国や個々の自治体が高度処理計画・プログラムを決定するにあたって明らかにしておかねばならない課題として以下が残されている。①現況二次処理水質の評価②既設高度処理施設及び処理水再利用の評価③高度処理のコストの提示④高度処理導入の考え方の明示。このうち②は既に土木研究所資料第2416号として提示した。本報告は上記のうち①、③、④について検討した結果をまとめたものである。

キーワード：下水道、高度処理、再利用、二次処理、三次処理、水質保全、費用効果

郵便はがき

いは40
円切
下手を
さ

3 0 5 - □ □

建設省土木研究所

三次処理研究室 御中

茨城県つくば市大字旭一番地

No. _____

No. _____

配布先氏名

配布先住所



土木研究所資料第2633号 部

上記のとおり受領しました。

所 属（住所）

氏 名 印