

ISBN4-87759-001-3

JICE 資料第 197001 号

河川直接浄化の手引き

平成9年3月31日



財団法人 国土開発技術研究センター
Japan Institute of Construction Engineering (JICE)

はじめに

建設省の平成4年度建設技術評価制度公募課題「河川等の公共用水域における高効率浄化システムの開発」に関して、平成4年度から5年度にかけて多摩川水系谷地川で実験が行われ、平成6年には、9技術の評価書が出されました。

同時に、建設省関東地方建設局からのご依頼により国土開発技術研究センターに「河川直接浄化手法に関する検討委員会」を設置し、平成4年度から河川直接浄化手法の体系的な整理に着手しました。

しかしながら、河川直接浄化は歴史が浅く、技術的にも成熟の域に達しているとは言えないのが現状であり、谷地川より高汚濁の江戸川水系真間川の支川大柏川においても、平成6年度から7年度まで、当センターと民間企業の共同研究という形で実験が行われ技術開発がなされています。これらの技術については、現在、順次審査が行われているところです。

本書は、これらの状況の中、平成4年度から7年度にかけて開催された数回の委員会の検討結果をもとに、当センターが編集したものです。

河川直接浄化の推進のため、実務関係者の参考文献として本書を活用していただければ幸いです。

おわりになりましたが、活発で熱心な討議を進めていただき、本書の編集にあたって多大なご尽力を賜った検討委員会の早稲田大学教授鮎川登委員長、京都大学教授宗宮功委員、水圈生態研究会理事盛下勇委員、建設省土木研究所の島谷幸弘委員、田中宏明委員をはじめとする委員各位及び建設省関東地方建設局の関係者の皆様に深く感謝の意を表します。

なお、本書は、現在及び今後の技術開発に伴い知見が蓄積された時点で改訂してまいりたいと考えております。

財団法人 国土開発技術研究センター

調査第一部 宇賀和夫

大道 等（現、千葉県土木部）

高澤秀昭（現、千葉県土木部）

< 目 次 >

第1章 総論	.....	1
1.1 河川直接浄化の目的	.....	1
1.2 本手引書の適用の範囲	.....	5
1.3 河川直接浄化手法の定義	.....	9
1.4 用語の定義	.....	13
 第2章 河川直接浄化手法	.....	15
2.1 総論	.....	15
2.1.1 河川直接浄化手法の種類と原理別分類	.....	15
2.1.2 河川直接浄化手法の概要	.....	18
2.1.3 河川直接浄化手法の適用条件	.....	23
2.1.4 河川直接浄化手法の適用水質範囲、浄化効率、規模、費用等の目安	.....	35
2.2 河川直接浄化手法各論	.....	39
2.2.1 堤浄化（物理的浄化＝沈殿）	.....	40
2.2.2 マイクロストレーナー（物理的浄化＝ろ過）	.....	45
2.2.3 接触酸化法（物理+生物的浄化＝接触沈殿+生物酸化）	.....	46
2.2.3.1 碟間接触酸化法（物理+生物的浄化＝接触沈殿+生物酸化）	.....	46
2.2.3.2 プラスチック等接触酸化法（物理+生物浄化＝沈殿+生物酸化）	.....	55
2.2.3.3 球状碎石集合体浄化法（物理+生物的浄化＝沈殿（流離）+生物酸化）	.....	59
2.2.4 木炭浄化法（物理+生物的浄化＝ろ過+生物酸化）	.....	61
2.2.5 接触曝気法（生物的浄化＝生物酸化（付着生物膜法）	.....	64
2.2.5.1 曝気付碟間接触酸化法（生物的浄化＝生物酸化（付着生物膜法）	.....	64
2.2.5.2 プラスチック等接触曝気法（生物的浄化＝生物酸化（付着生物膜法））	.....	77
2.2.6 薄層流浄化法（生物的浄化＝生物酸化（付着生物膜法））	.....	82
2.2.7 オキシデーションディッチ法（生物的浄化＝生物酸化（浮遊生物法））	.....	84
2.2.8 植生浄化法（生物的浄化＝植物体利用）	.....	87
2.2.9 碟間接触酸化+高速土壤浄化法 （物理+化学+生物的浄化＝ろ過+吸着+生物酸化）	.....	90
2.2.10 研究開発中の河川直接浄化手法	.....	93

< 目 次 >

第3章 河川直接浄化計画の策定	99
3.1 既応資料による河川実態、水質特性の把握	102
3.2 水環境保全上の問題点の抽出	106
3.3 流域関連諸計画の整理	108
3.4 水質保全目標の設定	110
3.5 河川直接浄化対象河川等の決定	114
3.5.1 河川現況汚濁解析	114
3.5.2 必要削減負荷量の算定	118
3.5.3 河川直接浄化対象河川等の選定	118
3.6 処理手法の選定並びに設計のための調査・実験	120
3.6.1 対象河川水質の性状、成分等特性調査	122
3.6.2 簡易実験による基本的処理手法の選定	128
3.6.3 設計のための実験調査	138
3.6.4 設計条件の決定	148
3.7 処理手法の選定	166
3.7.1 適用可能な処理手法の抽出	167
3.7.2 処理施設の必要容積、面積の算定	173
3.7.3 設置可能な複数の処理手法の選定	180
3.7.4 適切な処理手法の決定	183
第4章 河川直接浄化施設設計	191
4.1 河川直接浄化施設の施設構成	191
4.2 取水施設	193
4.2.1 取水方式の検討	194
4.2.2 取水堰	197
4.2.3 取水ポンプ	199
4.2.4 取水口の設計	200
4.2.5 取水制御方式	200
4.2.6 魚道など付帯設備	201

< 目 次 >

4.3 除塵施設	203
4.3.1 浮遊物流入防止板	203
4.3.2 スクリーン施設	204
4.3.3 沈砂施設	206
4.3.4 沈砂施設の設計諸元	206
4.3.5 除砂設備	207
4.4 導水・分水施設	208
4.4.1 導水施設	208
4.4.2 分水施設	209
4.5 淨化施設	211
4.5.1 碟間接触酸化法	212
4.5.2 曝気付碟間接触酸化法	223
4.5.3 壤浄化	228
4.5.4 マイクロストレーナー	229
4.5.5 プラスチック等接触酸化法	230
4.5.6 球状碎石集合体浄化法	230
4.5.7 木炭浄化法	231
4.5.8 プラスチック等接触曝気法	231
4.5.9 薄層流浄化法	232
4.5.10 オキシデーションディッチ法	233
4.5.11 植生浄化法	234
4.5.12 碟間接触酸化法+高速土壤浄化法	236
4.6 汚泥処理・処分方法	238
4.7 放流施設	240
4.7.1 放流方式	240
4.7.2 放流設備	241
4.8 機械・電氣設備	242

< 目 次 >

第5章 維持管理計画	.....	245
5.1 施設管理	.....	245
5.2 水質管理	.....	247
5.3 汚泥管理	.....	247

【参考資料編】

河川水質保全計画の策定	.....	参- 1
1. 既応資料による河川実態の把握	.....	参- 6
2. 水環境保全上の問題点の抽出	.....	参- 10
3. 流域及び河川流量、水質の将来動向の把握	.....	参- 12
4. 水質保全目標の設定	.....	参- 27
5. 必要な削減負荷量の設定	.....	参- 30
6. 流域負荷削減対策による削減負荷量の算定	.....	参- 31
7. 河川浄化対策による削減負荷量の算定	.....	参- 33
8. 削減負荷量の適正配分計画	.....	参- 40
9. 河川水質保全計画のとりまとめ	.....	参- 41

【資料編】

1. 水質保全目標設定のための参考資料
2. 汚濁負荷原単位

1.1 河川直接浄化の目的

河川直接浄化は、本来在るべき河川機能（親水機能、利水機能、生物生息環境等）が阻害されている汚濁河川に対して、河川水を直接浄化することにより水質改善をはかり、良好な水質環境の保全、創造をはかることを目的とするものである。

【解説】

(1) 公共用水域の水質汚濁の実態

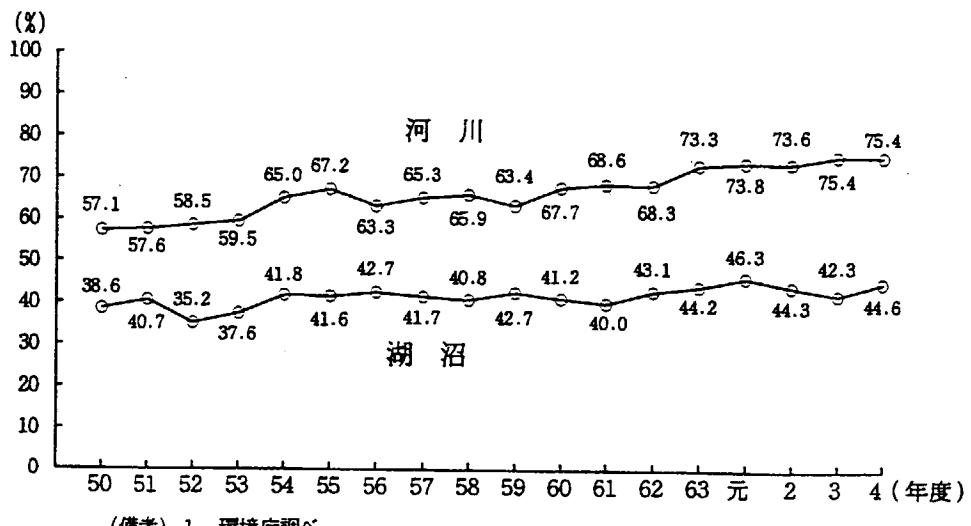
近年、ゆとり、潤いある生活空間を指向するトレンドが高まるなかで、自然環境への関心が今まで以上に高まるとともに、河川環境向上への期待がますます大きくなっている。このような地域住民等の河川環境に対する要望を背景に、河川の水環境保全は今日の河川管理上重要な位置を占めている。

しかしながら、流域の人口増加や産業の発展に伴い汚濁排水が公共用水域に排出され、河川の有する自然浄化（自浄）作用を上回る汚濁負荷が河川に流入する結果、河川水質が悪化し、悪臭の発生、親水性、景観性の悪化、利水水質としての不適合、水生生物の生息環境の悪化などをひきおこしている。

また、下水道整備の促進や排水規制の強化、浄化槽の普及等汚濁発生源での対策が実施された場合においても、下水道計画区域外からの生活排水の流入や、未規制工場、事業所からの排水、非特定汚濁源からの負荷流出等によって、必ずしも良好な水質が維持されていない場合もある。

生活環境項目のBODまたはCODの環境基準達成率の推移を図1.1、表1.1に示すが、環境基準達成率は徐々に改善の兆しあらわれるものの、平成4年度においてもその達成率は河川で75.4%、湖沼で42.9%である。また、公共用水域を水源としている上水道において、表1.2に示すように水源の水質汚濁、汚染による被害を受けており、河川水質の保全は急務となっている。

また、平成4年度における東京都、千葉県、埼玉県、神奈川県の公共用水域の測定結果より、河川の全測定地点におけるBOD75%値を環境基準値に対応した濃度ランク別にまとめて表1.3に示す。BOD₇₅mg/l（環境基準E類型）以上の観測地点は、東京都10ヶ所、千葉県16ヶ所、埼玉県20ヶ所、神奈川県9ヶ所となっており、これらBOD濃度の高い地点は、本川への流入河川や排水路が大半である。さらに、測定地点以外の小河川、排水路においても水質汚濁の著しいものが多いのが実状であり、それらが河川水質を汚濁する原因となっている。



(備考) 1. 環境庁調べ

2. 達成率は、 $\frac{\text{環境基準達成水域数}}{\text{環境基準あてはめ水域数}} \times 100\% (\%)$

3. 生活環境項目に係る環境基準は、利用目的に応じ河川については六類型、湖沼については四類型が設けられている。

図1.1 環境基準 (BODまたはCOD) 達成率の推移¹⁾
(昭和50年～平成4年度推移)

表1.1 環境基準達成率 (BODまたはCOD) の推移¹⁾

年度 水域名	50	60	61	62	63	元	2	3	4
河 川	57.1	67.7	68.6	68.3	73.3	73.8	73.6	75.4	75.4
湖 沼	38.6	41.2	40.0	43.1	44.2	46.3	44.2	42.3	44.6
海 域	72.4	80.0	81.2	82.6	82.7	82.4	77.6	80.2	80.9
東京湾	44	61	63	63	63	63	63	63	74
伊勢湾	53	47	59	47	65	53	59	59	53
瀬戸内海	69	81	78	80	81	78	75	78	78
その他の海域	77	82	84	86	85	86	80	83	84
全 体	59.6	69.0	69.9	70.1	73.9	74.3	73.1	75.0	75.2

(注1) 河川はBOD、湖沼及び海域はCOD。

(注2) 達成率(%) = (環境基準達成水域数 / 環境基準あてはめ水域数) × 100

表1.2 水質汚染事故による被害状況 (平成4年度)²⁾

	上水道				簡易水道				専用水道				用水供給				合計			
	表流水	伏流水	地下水	他	表流水	伏流水	地下水	他	表流水	伏流水	地下水	他	表流水	伏流水	地下水	他	表流水	伏流水	地下水	他
北海道	5	1											1				6	1		
東北	6				1											7				
関東	11		1														15			
中部	4		1		1											5				
近畿	2	5	12	1		1	10						3		1		3			
中国	2	4	12	1		1	10									2				
四国	1	3	1													1				
九州	6															6				
沖縄																1				
小計	37	5	10	12	3	3	11		4		9					49	5	17	23	
	64 (51)				17 (14)				4 (4)				9 (10)				94 (79)			

(注) 合計欄の()内の数字は、被害を受けた水道数を示す。

表1.3 東京都、千葉県、埼玉県、神奈川県における河川水質の実態³⁾
(平成4年度BOD75%値の濃度ランク別測定地点数)

	東京都	千葉県	埼玉県	神奈川県	
全測定地点数	104	110	89	84	
B O D 75 % 濃 度 ラン ク	3 mg/ℓ 以下	31	54	28	32
	3 ~ 5 mg/ℓ	30	27	9	12
	5 ~ 8 mg/ℓ	18	10	27	17
	8 ~ 10 mg/ℓ	15	5	5	14
	10 ~ 15 mg/ℓ	4	6	9	8
	15 ~ 20 mg/ℓ	4	4	3	1
	20 ~ 30 mg/ℓ	2	4	3	0
	30 mg/ℓ 以上	0	2	5	0

(出典：東京都、千葉県、埼玉県、神奈川県平成4年度公共用水域測定結果表)

(2) 河川直接浄化の目的

河川直接浄化は、現況及び将来にわたって河川の水環境の保全、創造をはかることを目的とした恒久的対策として位置付けるものとする。

① 流域負荷削減対策の立ち遅れへの対応

河川の水質汚濁に対して流域の発生負荷削減対策として、以下の対策が実施されている。

- ・下水道の整備
- ・工場・事業所の排水規制
- ・浄化槽の普及、維持管理の強化
- ・その他住民サイドの生活排水対策（台所でのろ紙袋使用、洗剤適正使用等）

下水道の整備、工場・事業所の排水規制が抜本的な対策であり、積極的な推進はされているものの、これらの完全実施には多くの時間と費用が必要であるのが実状である。河川直接浄化は汚濁の原因となっている河川を直接浄化することから、事業規模が他施策に比較して小規模であり、計画、設計、浄化施設の設置、施工も短期間で実施できることから、河川の水質環境の改善、保全のためには速性的かつ有効な対策である。

② 流域対策において、対処できない汚濁源、汚濁水質への対応

下水道整備や排水規制等の流域対策によっても対処できない汚濁源が存在する。

- ・下水道整備計画外流域からの生活排水
- ・規制対象工場・事業所の排水（規制値以下であっても公共用水域にとっては高濃度である場合がある。）
- ・未規制の工場、事業所の排水（排水量30～50m³/日以下の工場、事業所の排水は規制をうけないが、高濃度の排水もある。）
- ・浄化槽からの排水（排水濃度は河川水質に比較して高い）
- ・非特定汚染源からの汚濁物の流出

現在計画されている流域対策においても対処できない汚濁源、汚濁水質が公共用海域に排出されるため、河川直接浄化は河川の水質環境保全のための長期的対策として位置付けられる。

③ より良い河川環境の保全、創造

流域対策では環境基準の達成を目的として実施されているが、河川直接浄化は対象河川において真に望まれる水質環境を達成するための対策として位置付けるものとする。

したがって、河川直接浄化は現在（または近い将来）の河川の水質環境上問題となっている水質を対象に計画を行い良好な水質環境の保全をはかるものであるが、将来においても真に望ましい水質環境の保全、創造をはかるための恒久的対策として位置付けるものである。

なお、河川直接浄化において浄化施設を設置することになるが、計画施工、設置の各段階において周辺住民との合意形成、周辺環境への十分な配慮を行うことはいうまでもない。

1.2 本手引書の適用の範囲

本手引き書は、汚濁河川水を直接浄化する河川直接浄化に係わる浄化手法、計画策定方法、浄化施設設計に関するものである。なお、本手引書での直接浄化手法の対象は基本的に流水のある河川とする。

【解説】

(1) 河川の水質保全手法

河川の水質保全手法として、発生源対策方法と河川を対象とした浄化方法がある。発生源対策方法は、汚濁の発生源での負荷削減をはかるものであり「排水等の規制の強化」「下水道等の水質保全に資する施設の整備」等があげられる。一方、河川を対象とした浄化手法を大別すると、「浚渫」「浄化用水導水」「河川直接浄化」「バイパス（流水保全水路）」等があげられ、その概要をまとめると以下のとおりとなる。

① 浚渫

河床に堆積した泥は、悪臭の発生、巻き上げによる景観の悪化、D O の消費、さらに溶出等による河川水質の悪化の原因となる。このため汚泥を河床より除去するのが浚渫である。河床の浚渫は河道の流水断面の確保のため従来より行われているが、昭和40年代より水質保全等の環境面の目的からも底泥のみの除去として実施されてきている。また湖沼においても栄養塩の溶出による富栄養化防止等の観点で、浚渫が行われている。なお、河川における浚渫実績からみると B O D₅ 又は C O D の水質改善効果は 0 ~ 2 mg/l 程度の範囲の事例が多い。

② 浄化用水導入

清澄な河川水を汚濁河川に導入し、主に希釈（自浄作用の向上を見込む場合もある。）により汚濁河川の水質を改善する方法である。また、本法は感潮河川においては流況の変化（逆流を弱める）による水質改善や、流水中の D O の補給効果もある。

この方法は水利権または維持流量との調整が可能な河川において実施されるものであり、水質改善効果の大きい事例も多い。水質改善効果を維持するためには、導水する河川の流況が安定しており、水質も良好なことが前提条件である。取水施設、導水施設の建設費と取水施設の運転コストが必要となるが、前記の条件が整えば確実に水質改善がなされる浄化方法である。

③ 河川直接浄化

汚濁した河川水を浄化施設に導き、浄化した後に河川に還流するもので、汚濁負荷量を浄化施設で直接削減できるため、効果的な浄化方法として近年多数実施されつつある。

浄化施設の建設費とその維持管理費が必要となるが、コスト面、施設規模のコンパクト化を含め、近年種々の浄化手法が開発、研究されつつある。

④ バイパス（流水保全水路）

本川の汚濁の原因となっている支川、排水路を新しい水路、管渠等に分離バイパスして、本川の水質を保全するものである。利水河川に適用されており、利水地点の下流に放流する計画が基本である。汚濁河川を本川と分離することから、本川水質は上流部の良好な水質が維持される。

新水路、管渠等の設置、支川、排水路等の取水施設が必要となる。新水路、管渠が完成しないと効果を発揮されないこと、新水路設置には高水敷が必要であること、新水路、管渠の費用が高いことなどがあり、実施の場合の制約も多く、現在のところ大河川でのみ実施されている。

⑤ その他

多様な生物の生息、生育環境の保全を目的に、瀬・淵の保全や多自然工法による河道改修等も行われている。これらも河道内での自然的浄化作用を増幅させ、河川水質を副次的に改善できるものである。（これらは、生物環境の保全を目的として計画・設計されているため、河川直接浄化と区分して取り扱う。）

(2) 本手引き書の適用の範囲

本手引き書は、上記に述べた河川の浄化方法のうち“河川の直接浄化”に係わる浄化手法、計画策定方法、浄化施設設計に関してまとめたものである。

1) 河川の直接浄化の対象

水質保全を目的とする河川には湖沼を含むものであるが、本手引き書での河川直接浄化の対象は基本的には流水のある汚濁した河川（中小河川、排水路）である。（ただし、小規模な湖沼においては湖沼水をポンプ等により人工手的に施設に引き込み連続的に浄化を行う場合があるが、この場合も適用の対象とする。）

河川の汚濁は、以下に示すように、汚濁物質が発生源から排出されることによって汚濁している場合（1次汚濁）と、河川、湖沼内での物質の質的変化によって汚濁している場合（2次汚濁）があるが、河川直接浄化では両者の汚濁に対する水質浄化を対象とする。

・ 1次汚濁型

発生源から汚濁物質が直接河川に排出されることによって汚濁している場合である。発生源の排水の種類としては以下のようなものがあり、多岐にわたっている。

- ① 生活（雑）排水
- ② 工場・事業所排水
- ③ 畜産排水
- ④ 農業排水
- ⑤ 下水処理場やし尿処理場からの放流水
- ⑥ 非特定汚濁源
- ⑦ ①～⑥の複合したもの

・ 2次汚濁型

汚濁物質が河川、湖沼を流下滞留する間に生起する質的変化による汚濁であり、以下のような場合がある。

- ① 河床の嫌気化によるスカムによる汚濁
- ② 富栄養化に伴う増殖した藻類の流下による汚濁
- ③ 藻類から排出される物質（カビ臭）による汚濁

河川の水質汚濁は上記のようにその汚濁原因が多岐にわたることから水質の性状、成分等が河川毎に異なる。したがって、その河川の水質特性を十分把握したうえで適切な浄化手法を適用していくことが必要となる。

2) 河川直接浄化手法

本手引き書では浄化施設設計を含めてまとめるものであるため、これまで河川直接浄化での実施例のあるもの及び技術的評価がされている浄化手法を対象としてとりまとめるものである。（ただし、実験的に取り組まれた技術については、その技術の概要をとりまとめている。）

対象とする河川直接浄化手法を表1.4に示す。なお、河川の直接浄化手法は浄化施設の設置場所により以下の2つのタイプに分類できるが両タイプとも本手引き書の対象とする。

① 分離バイパス方式（高水敷、堤内地設置方式）

ラバー堰等による自然流下、またはポンプにより取水し高水敷、堤内地に設置した浄化施設で浄化を行った後、河川に放流するもの。

② 河道利用方式（河道地下設置方式、河床設置方式）

河道そのものまたは河道の下部に浄化施設を設置し、河川の流れにそって浄化を行う方式。

表1.4 本手引き書を対象とする河川直接浄化手法

		浄化手法	分離ババス 方 式	河道利用 方 式
物理的 淨化	(自然) 沈殿	堰淨化	-	○
	ろ過	マイクロストレーナー	○	-
物理 + 生物的淨化	(接触) 沈殿 + 微生物	礫間接接触酸化法	○	○
		プラスチック等接觸酸化法	○	○
		球状碎石集合体淨化法	○	○
	ろ過 + 微生物	木炭淨化法	○	○
生物的 淨化	微生物	曝氣付礫間接接触酸化法	○	-
		曝氣付プラスチック等接觸酸化法	○	-
		オキシデーションテイツ法	○	-
		薄層流法	-	○
	植物体利用	植生淨化法	○	-
物理 + 化学 + 生物的淨化	ろ過 + 吸着 + 微生物	高速土壤淨化法	○	-

なお、今後の研究開発に伴って河川直接浄化手法として技術的評価がされた浄化手法については隨時加えていくものとする。

1.3 河川直接浄化手法の定義

河川直接浄化手法は河川が本来保有している浄化機能が様々な原因で低減、消失した河川において人為的手法を用いてその機能を回復、増大させることを目的とした手法である。

(1) 浄化の概要

浄化の対象となる河川は流域から様々な原因により無機物、有機物（有害物質を含む）が流入し、正常な浄化機能がそこなわれている。したがって、浄化機能がそこなわれている原因（物質）によって、物理・化学的手法（沈殿、ろ過、吸着、酸化等）あるいは生物学的手法（吸着、分解、酸化等）を単独または組み合わせにより、正常な浄化機能の回復、増大をはかることが重要である。

河川が本来保有している浄化機能とは、いわゆる河川の自然浄化作用である。したがって、河川直接浄化手法は河川内で生起している河川の自浄作用を基本とし、その機能を人為的に補強・補完し、適切な管理とエネルギーを加えることによりその浄化作用を増大させた技術と定義される。

(2) 河川の自浄作用

河川はその河道の形態と多様な流水状態そして、そこに生息する様々な生物により、流水中の固形物や溶解性物質が希釈、沈殿、ろ過、掃流、吸着、分解、酸化等の様々な機構によって減少あるいは変化する。河川ではこれらの機構が組み合わされ、河川水が浄化される。このような作用を河川の自然作用と呼び、基本的には以下に示す現象がある。

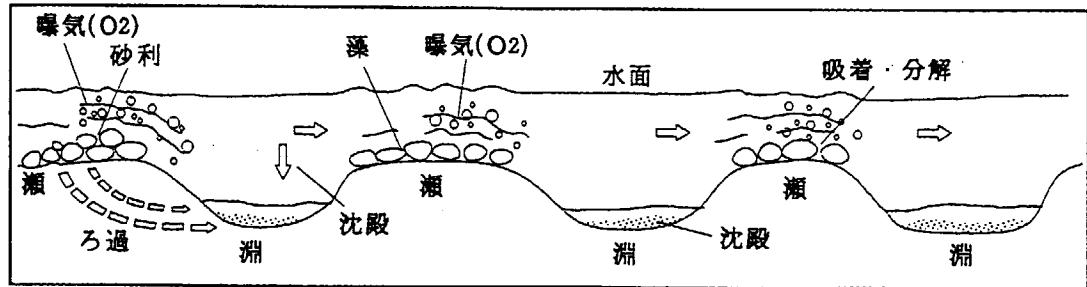


図1.2 河川の自然浄化作用模式図

① 沈殿

河川は瀬と淵との交互のくり返しにより形成され、上流・中流・下流では瀬と淵のそれぞれの大きさは異なるが基本はこれらのくり返しである。

この場合、淵は瀬に比して流速が著しく低下するので、沈殿の効果が大きい。瀬では、瀬にある石と石との間にも流速の低下する場所があり、これも淵よりは小さいが、沈殿の役割を果たしている。

② ろ過

河川は表流水と伏流水で構成されているが、伏流水は表流水が河床の砂や土砂を通して、浄化されたものである。伏流水が、落差や堰などのあるところで表流水に混入し、表流水が希釀効果をうけてきれいになる。

伏流水の量は河床の構成材料により異なるが、表層水に比べれば少ないものと考えられる。

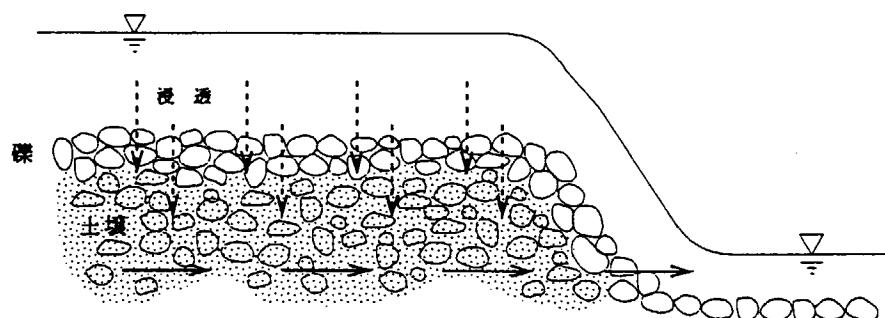


図1.3 河川内でのろ過機構

③ 生物による吸着・酸化・分解

(i) 微生物による吸着・酸化・分解

河川においては河床上の礫や岩等の表面に付着成長した生物膜に、河川水中の有機物あるいは無機物が沈殿・吸着される。有機物は生物膜を構成する生物群によって酸化・分解される。その機構は、概ね図1.4に示すような内容となる。

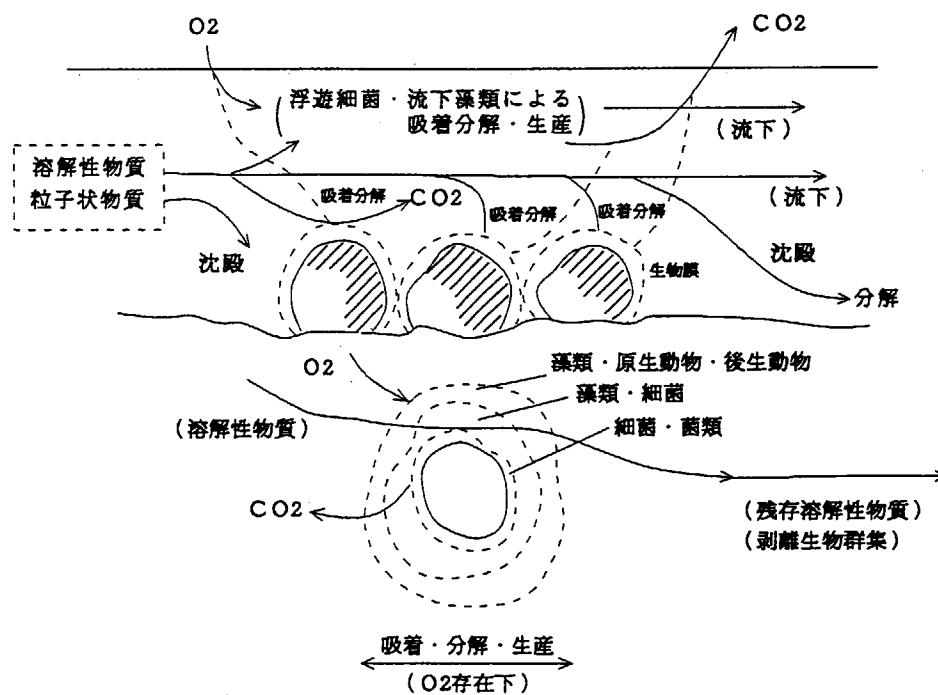


図1.4 生物による酸化・吸収・吸着機構

(ii) 水生植物による吸着、吸収

河道内には様々な水生植物が生息しており、植物体表面の付着微生物群による吸着・分解及び根からの溶解性物質の吸収等により、河川水、伏流水にある窒素、リン等を吸収して結果的に溶解性物質が減少する。また、抽水植物の密生域においては、流速を低下させ物理的沈殿を起こさせることにより、浄化に寄与することもある。

④ 流れや落差による酸素の溶解

瀬での波立ちや河道内の落差により大気中の酸素が溶解し、水中の溶存酸素が保持される。この結果、石表面に付着する生物の機能保全にも寄与している。

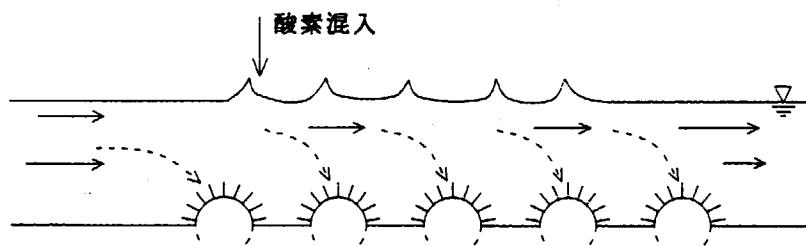


図1.5 瀬の模式図

⑤ 希釈

汚れた本川に、きれいな支川の水が合流することにより、水量は増加し、その増加量に比例して、本川水質濃度は低下し水質が改善される。

⑥ 掃流

物理・化学、生物作用によって酸化、吸収、吸着された物質は固形化し、流速によって剥離あるいは沈殿汚泥として河床に堆積する。

この堆積した汚泥は、出水時には流速が非常に速くなることにより掃流されるため、河川の浄化機能が回復する。河川の浄化作用において、この出水による堆積泥のフラッシュが非常に重要な働きをしている。

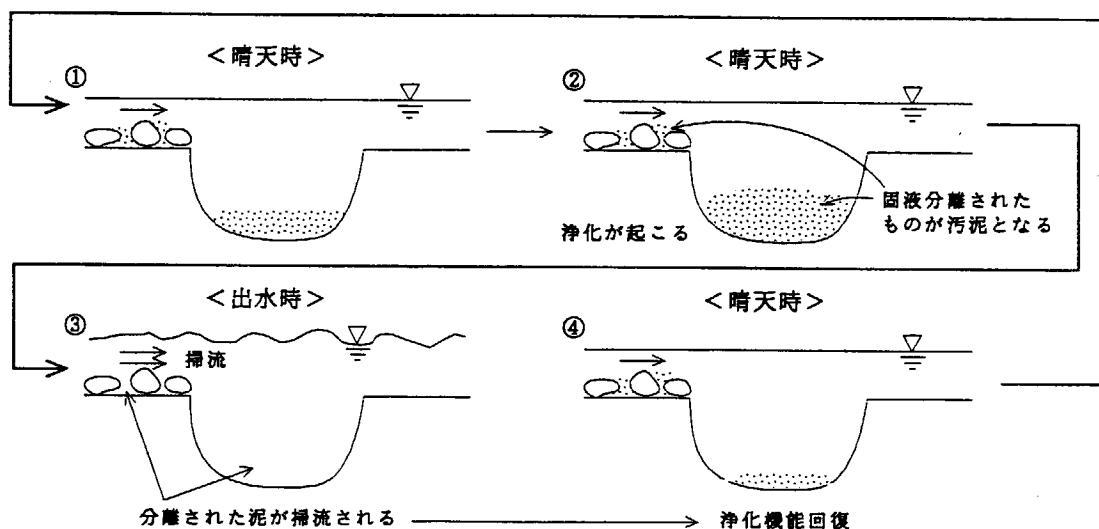


図1.6 掃流による浄化機能の回復の模式図

これらの自然浄化作用を原理別に物理的作用、化学的作用、生物的作用に分類すると以下のようになる。

物理的 作用：河川水の水理的特性によって生じる浄化作用

－沈殿、ろ過、曝気、掃流、希釈－

物理・化学的作用：流れと流れが河床構成材料（土壌等）と接触することによって生じる浄化

－吸着、凝集、（酸化・還元）－

生物的 作用：水中等に生存する生物を媒体として生じる浄化作用

－礫の表面の微生物による有機物の吸着・酸化・分解・合成－

－植物による有機物、栄養塩類の取り込み、接触による沈殿－

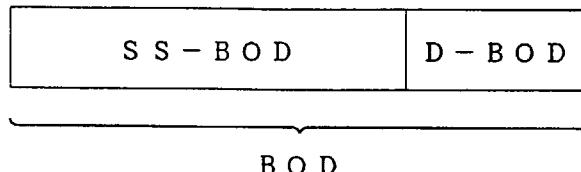
1.4 用語の定義

本書で取り扱う水質項目の定義を以下に整理する。

【解説】

本書で取り扱う主な水質項目の定義は以下の通りである。

- ① BOD ……特に注釈のない限り、溶解性成分及び浮遊性（SS性）成分を含んだトータルのBOD_sを示す。
- ② D-BOD ……BOD成分の内、溶解性成分のBOD_sを示す。
- ③ SS-BOD ……BOD成分の内、浮遊性（SS性）成分のBOD_sを示す。



- ④ C-BOD、N-BOD⁴⁾

水中の溶存酸素を消費する物質には、①好気細菌によって分解される有機物質、② *Nitrosomonas*, *Nitrobacter* などの硝化細菌によって硝化されるアンモニア性窒素、亜硝酸態窒素、③亜硝酸イオン、硫化物、鉄（II）等の還元性無機物などがある。しかし、このうち、亜硝酸イオンなどによる化学的な酸素消費によるものは、瞬間の酸素要求量（IODO）として、BODとは区別する。

硝化細菌が繁殖した試料では、5日間の培養期間中に有機物質の分解と並行して硝化作用が起こり、酸素を消費することがある。

よってこれらを区別するために、有機物質の分解に由来するBODをC-BOD、硝化に由来するBODをN-BODと表現する。

- ⑤ SS ……水中に懸濁している不溶解性物質のことで、環境基準では浮遊物質と呼ばれている。

- ⑥ VSS ……水中のSSに含まれる有機物の含有量をSSに対する割合で示したもの。

- ⑦ 窒素化合物⁵⁾

水中に含まれる窒素の形態を分類すると図1.7に示すとおりであり、本書ではこの分類に従って定義する。

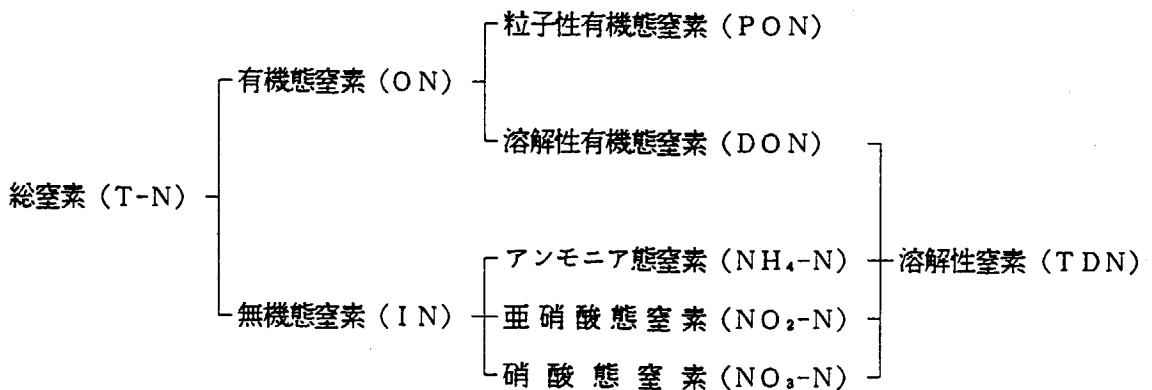


図1.7 水中における窒素の形態⁵⁾

⑧ リン化合物⁵⁾

水中に含まれるリン化合物の形態を分類すると図1.8に示すとおりであり、本書ではこの分類に従って定義する。

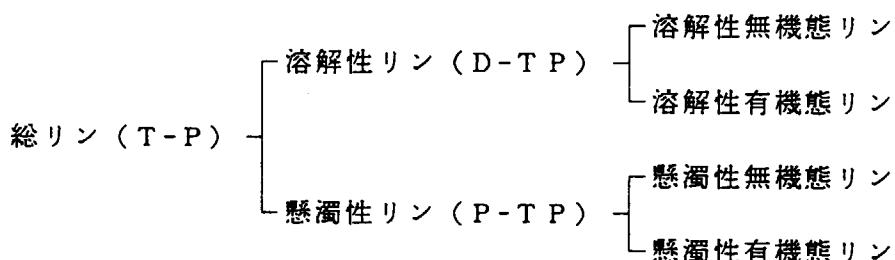


図1.8 リン化合物の分類

⑨ 2-MIB (2-メチルイソボルネオール)⁶⁾

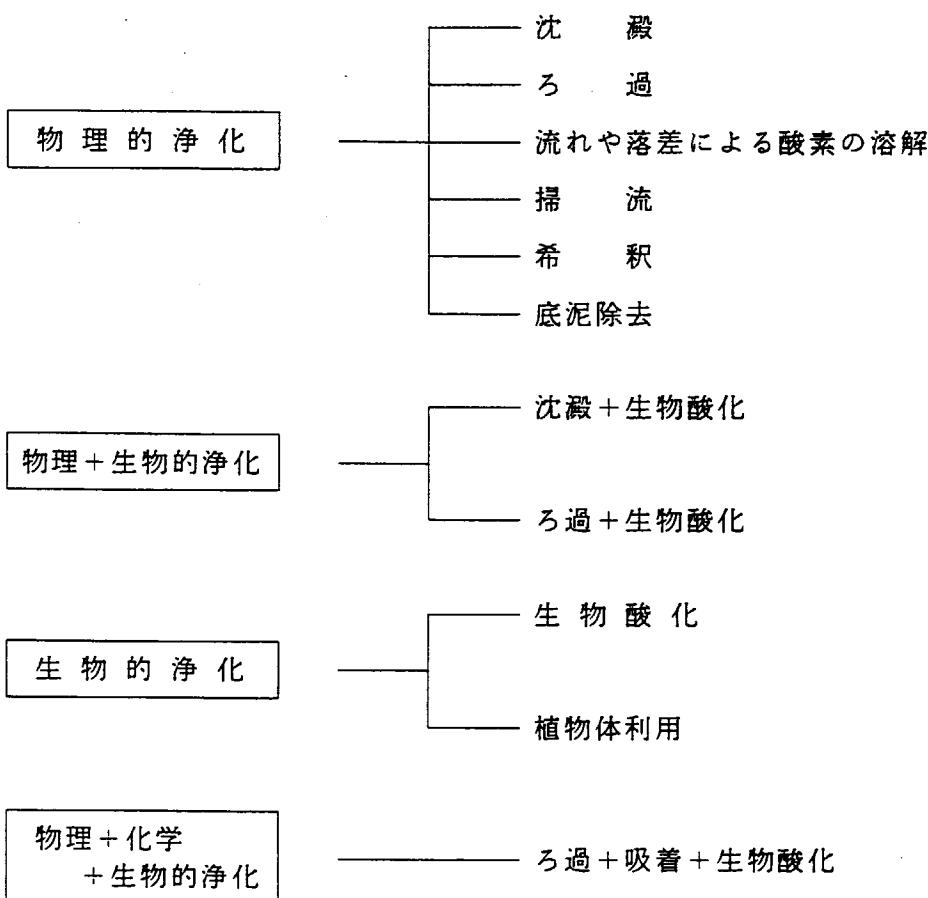
ある種の藍藻類と放線菌から産出されたカビ臭物質で、墨汁のような臭いを呈し、魚毒性は確認されていない。2-MIBの除去には活性炭、オゾン、生物処理が必要とされている。

第2章 河川直接浄化手法

2.1 総論

2.1.1 河川直接浄化手法の種類と原理別分類

我が国において実施あるいは検討されている河川浄化手法を河川の自然浄化作用の原理別に分類すると、以下の通りである。



河川直接浄化手法のうち、河川浄化施設として実施設の実績が比較的多く、また設計手法がある程度確立されているものとして、疊間接触酸化法がある。他の浄化手法についても設計手法が確立されているものもあるが、今後さらに検討の必要がある。なお、浄化手法の選定にあたっては流入水質の組成、性状（生分解性を含む）とその浄化手法の特性との適合性を実験等により確認を行い、河川への適用性を判断しながら設計していくことが必要である。

【解説】

我が国において実施あるいは検討されている河川浄化手法の原理別分類と実施例等をまとめ表2.1に示す。

表2.1 河川浄化手法の原理別分類と実施例

淨化原理	淨化手法	実施例等	
物理的浄化	(自然)沈殿	①堰浄化(バ-堰、固定堰)	・河川浄化施設の取水施設、農水取水堰として多数
	ろ過	②満州井戸(立型集水井)	・多摩川浄化事業で検討された
		③長毛ろ過	・河川浄化で実験例あり(池の浄化では実施例あり)
		④砂ろ過	・河川浄化で実験例あり
		⑤マイクロストレーナー	・東横堀川
	流れや落差による酸素の溶解	⑥エアレーション(噴水)	・道頓堀川
		⑦床止め等落差曝気	・河川で実際に起こっている。
	拡散(掃流)	⑧フラッシュ用水導入	・北千葉導水事業等で計画
		⑨浄化施設の曝気排泥	・古ヶ崎浄化施設、谷地川浄化施設の排泥施設
	希釈	⑩浄化用水導入	・浄化用水導入事業多数あり
物理+生物的浄化	(除去)	⑪浚渫	・浚渫事業多数あり
	(接触)沈殿	⑫礫間接接触酸化法	・野川、平瀬川、桑納川浄化施設等多数
	+微生物	⑬プラスチック等*接觸酸化法	・神道寺川排水路、元吉原排水路浄化施設等
	ろ過+微生物	⑭球状碎石集合体浄化法	・越谷浄化施設(池の浄化でも実施例あり)
		⑮木炭浄化法	・都市排水路浄化で数例あり (河川での本格的な施設はない)
生物的浄化	微生物	⑯曝気付礫間接接触酸化法	・古ヶ崎浄化施設、不老川浄化施設
		⑰プラスチック等*接觸酸化法	・都市排水路の浄化で多数あり
		⑱曝気付球状碎石集合体浄化法	・I市都市排水路浄化施設
		⑲ディープシャフト法	・高城都市下水道浄化施設
		⑳キシデーションディッチ法	・石川川浄化施設
		㉑酸化池法	・河川で実験例あり
		㉒薄層流法	・西除川、佐保川等で実施
	植物体利用	㉓ヨシ原浄化	・山王川、清明川浄化施設
		㉔ホテイアオイ等利用浄化	・児島湖流入支川等
物理+化学+生物的浄化	ろ過+吸着+微生物	㉕高速土壤浄化	・袋川浄化施設

*⑬、⑰のプラスチック等には以下のものを含む。

プラスチック接觸材(波板状接觸材、球状接觸材、筒状接觸材、ハチの巣状接觸材、ヒモ状接觸材、網状接觸材)、布製接觸材(不織布、合成纖維)

表2.1に示す浄化手法のうち、現在までに河川浄化施設として設計手法がある程度確立されており、また、実施設での実績が多いのは疎間接触酸化法である。しかし、疎間接触酸化法についても、流入水質の性状、組成と浄化効率及び設計条件との関係等十分に研究されている状態ではなく、今後の調査研究が期待されている。さらに、多摩川の支川に設置された野川浄化施設では暫定施設として5ヶ年の堆積汚泥容量を設計上見込んでいるが、近年浄化施設の長期的稼働を意図して曝気排泥方式が採用される例がある。その排泥処理管理方法、排出された汚泥の処分方法等が今後の課題であり、河川浄化施設としての技術的課題が多いのが実状である。

プラスチック等接触酸化法、および薄層流法は数ヶ所の実施設が稼働しているが、中には実験等で設計条件を明確に決定されていないのが実状である。また、疎間接触酸化法と同様、流入水質の性状組成と浄化効率、設計条件との関係、堆積汚泥の処理処分方法や維持管理方法等今後の課題が多く残されている。

また、ディープシャフト法やオキシデーションディッチ法は下水処理技術として確立されているが、河川浄化手法としては各々1ヶ所で実施されている。これらの方法は、下水と同じような高濃度で小規模な排水路でのみ適用されている。したがって河川浄化施設としての適用性、特に、汚泥処理、処分方法について研究を進めていくことが必要である。

他の浄化手法は実験例や検討段階であり、河川浄化施設として実用の域に達していない。

近年、建設技術評価制度における河川等の「公共用水域における高効率浄化システムの開発」や（財）国土開発技術研究センターが民間企業と協同で研究している「水質浄化共同実験」で多くの浄化手法が研究されつつあり、今後の成果が期待されている。

以上述べたように、河川直接浄化手法の技術開発はまだ緒についたばかりであり、河川浄化施設としてある程度設計可能な浄化手法としては疎間接触酸化法がその実例が多いが、他の手法を含め今後も実態調査・実験等によりその適用性、設計手法、維持管理方法を検討することが必要である。

2.1.2 河川直接浄化手法の概要

河川直接浄化手法の原理的概要とその特徴（長所と短所）を表2.2に示す。

【解説】

表2.1に示した河川浄化手法のうち、⑦床止め等落差曝気、⑧フラッシュ用水導入、⑨浄化施設の曝気排泥、⑩浄化用水導入、⑪浚渫は河川水を直接浄化する手法ではないので、この5手法を除いた20種類の河川直接浄化手法について、浄化手法の原理的概要とその特徴（長所と短所）をまとめた。

特徴の欄は、以下の観点でとりまとめている。

- (1) 浄化機能からみた浄化可能項目とその効率
- (2) 流入水質の適用性
- (3) 汚泥の分解性、発生量
- (4) 汚泥処理の難易性
- (5) 浄化のための必要面積
- (6) 浄化施設の堤外地（高水敷）への設置の可能性

特徴欄の記述にあたっては、主に生活雑排水によって汚濁した中小河川を想定し、実施設の事例や実験からの知見、設計事例からの情報並びに浄化原理、理論からの推察等によって検討を行っている。また、河川浄化施設として実施設の多い碟間接触酸化の特徴を念頭におき、比較する形で記述したものもある。

表2.2(1) 河川直接浄化手法の概要と特徴

净化原理	净化手法	净化手法の概要	净化の特徴	
			長所	短所
物理的浄化	沈殿	堰淨化 ・河川の淵を効率化した方式 ・堰上げにより流速を低下させて、自然沈殿により浮遊物を除去する。	①簡易な施設であり、河川で実用されている。 ②ラバー堰等可動堰とすると、出水時に堆積した汚泥が掃流されるため、浄化効果が長期的に維持できる。	①BOD、SSの浄化効果は20~40%程度であり、N、Pもほとんど除去できない。 ②河川水が高濃度であると臭気やスカム発生がある。
	ろ過	満州井戸 (立型集水井) ・砂礫、土壤によるろ過と土壤による吸着、生物酸化による浄化方式	①伏流水であるため、水質は非常に良質である。 ②伏流水を集水するため、河川水の希釈効果がある。	①周辺地下水位への影響が問題となる場合がある。 ②集水量に限界がある。
	ろ過	長毛ろ過 回転ドラム上の長毛ろ布によりSS性分をろ過することにより浄化する方式。	①幾重もの長毛ろ布によるろ過のためSSの除去効果が大きい。 ②小さな面積で浄化が可能である。	①高いSS濃度には適用できない。 ②ろ布が目詰まりするため、逆洗処理が頻繁に必要。 ③汚泥の発生量が多いため、その処理が常に必要となる。 ④機械施設が多く、高水敷には設置できない。
	ろ過	砂ろ過 砂ろ過によりSS性分をろ過することにより浄化する方式	①粒径の細かい砂によるろ過のため、SSの除去効果が大きい。 ②急速砂ろ過ではろ過速度が100~200m/日と大きいため、小さな面積で浄化が可能である。	①高いSS濃度には適用できない。 ②砂ろ過の目詰まりのため、逆洗処理が頻繁に必要。 ③汚泥の発生量が多いため、その処理が常に必要となる。 ④高水敷には直接設置できない。
	マイクロストレーナー	アミ目上の回転ドラムにより、SS性分をろ過することにより浄化する方式	①目合いの細かいストレーナーによるろ過のため、SSの除去効果が大きい。 ②小さな面積で浄化が可能である。	①高いSS濃度には適用できない。 ②ストレーナーが目詰まりするため逆洗処理が頻繁に必要。 ③汚泥の発生量が多いため、その処理が常に必要となる。 ④機械施設が多く、高水敷には設置できない。
物理+生物的浄化	曝気	エアレーション 人工的な曝気により、河川水に酸素を供給しDOを高める方式。	①DOの上昇により、河川水の腐敗と臭気発生を抑制できる。 ②水生生物の生息条件であるDOの確保及び維持が可能となる。	①エアレーションだけではBOD、SSの浄化効果は少ない。 ②エアレーションのための電気代がかかる。
	(接触)沈殿+微生物	碟間接触酸化 碟間を通過する際に生じる接触沈殿と生物膜(微生物)による吸着、酸化、分解により浄化する方式	①BOD、SS除去効果が大きく、特にSS分の多い水に対して有効である。 ②汚泥の発生量が比較的少ない。 ③所要エネルギーが少ない。 ④維持管理が少なく、基本的にメンテナンスフリー。 ⑤高水敷地下に設置でき、上部利用ができる。	①SS性分の浄化効果が主であるため、溶解性物質が高い場合は浄化効果は低い。 ②窒素、リンはほとんど除去できない。 ③碟の空隙率は約40%であり、比較的広い面積が必要となる。 ④汚泥の発生量は流入水性状によって差異があるため、設計にあたっては留意することが必要である。
	接触酸化	プラスチック材を通過する際に生じる接触沈殿と生物膜(微生物)による吸着、酸化分解により浄化する方式 プラスチック接触材(波板状、ハチの巣状、球状、筒状、ヒモ状、網状)、布製接触材(不織布、合成繊維)	①BOD、SS除去効果が大きく、特にSS分の多い水に対して有効である。 ②必要面積が碟間接触酸化の1/2~1/3程度でよい。 ③所要エネルギーが少ない。	①SS性分の浄化効果が主であるため、溶解性物質が高い場合は浄化効果は低い。 ②窒素、リンはほとんど除去できない。 ③プラスチック材の単価は碟の10倍高い。 ④汚泥の分解が起こりにくいため、定期的に処理が必要。(月1~3回程度) ⑤施設の上部利用のためにはグレーティング等必要。
	球状碎石集合体浄化法	球状碎石集合体の間を通過する際に生じる流離作用と接触沈殿と生物膜(微生物)による吸着、酸化分解により浄化する方式。	①BOD、SSの除去効果が比較的大きく、特にSS分の多い水に対して有効である。 ②必要面積が碟間接触酸化の1/2程度でよい。 ③堆積汚泥の自然分解が大きく発生量が少ない。 ④維持管理が少なく、基本的にメンテナンスフリー。 ⑤高水敷地下に設置できる、上部利用ができる。	①SS性分の浄化効果が主であるため、溶解性物質が高い場合は浄化効果は低い。 ②窒素、リンはほとんど除去できない。 ③球状碎石集合体の単価は碟の10倍高い。
	ろ過+微生物	木炭浄化法 木炭によるろ過と、木炭表面の生物膜(微生物)による吸着、酸化、分解により浄化する方式	①廃材の利用浄化方式である。 ②BOD、SSの除去効果が比較的大きい。	①SS性分の浄化効果が主であるため、溶解性物質が高い場合は浄化効果は低い。 ②木炭の径が小さいため、目詰まりをおこしやすい。 ③窒素、リンはほとんど除去できない。 ④汚泥の分解状態と汚泥処理は研究段階。

表2.2(2) 河川直接浄化手法の概要と特徴

浄化原理	浄化手法	浄化手法の概要	浄化の特徴	
			長所	短所
生物による浄化	曝気付碟間接触酸化法(固定生物膜法)	曝気付碟間接触酸化+碟間接触酸化の組み合わせで浄化を行う。エアレーションによりDOを供給し、微生物を多数繁殖させ、有機物等の吸着、酸化、分解を行う。	①BOD, SSの他NH ₄ -Nやか臭を効率よく除去できる。 ②流入水質が高い場合(BOD20mg/l以上)や溶解性BODが高い場合に適用される。 ③汚泥の発生量が比較的少ない。 ④高水敷地下に設置でき、上部利用ができる。	①窒素、リンはほとんど除去できない。 ②曝気のためのエネルギーが必要となる。 ③碟の空隙率は約40%であり、比較的広い面積が必要となる。 ④汚泥の発生量は流入水性状によって差異があるため、設計にあたっては留意することが必要である。
	プラスチック等接觸曝気法(固定生物膜法)	プラスチック材を充填した施設にエアレーションを行いDOを供給し微生物を多数繁殖させ、有機物の吸着、酸化、分解を行う浄化方式 プラスチック接觸材(波板状、ハチの巣状、球状、筒状、ヒモ状、網状)、布製接觸材(不織布、合成繊維)	①BOD, SSの他NH ₄ -Nやか臭を効率よく除去できる。 ②流入水質が高い場合(BOD20mg/l以上)や溶解性BODが高い場合に適用される。 ③必要面積が碟間の1/2~1/3程度でよい。	①窒素、リンはほとんど除去できない。 ②曝気のためのエネルギーが必要となる。 ③プラスチック材の単価は碟の10倍高い。 ④汚泥の分解が起こりにくいため、定期的に処理が必要。 ⑤施設の上部利用のためにグレーティング等必要。
	曝気付球状碎石集合体浄化法(固定生物膜法)	曝気付ジャリッコ浄化+ジャリッコ浄化の組み合わせで浄化を行う。エアレーションによりDOを供給し、微生物を多数繁殖させ有機物等の吸着、酸化、分解を行う浄化方式	①BOD, SSのほかNH ₄ -Nを効率よく除去できる。 ②流入水質が高い場合(BOD20mg/l以上)や溶解性BODが高い場合に適用できる。 ③必要面積が碟間の1/2~1/3程度でよい。 ④汚泥の発生量が比較的少ない。 ⑤高水敷地下に設置でき、上部利用ができる。	①窒素、リンはほとんど除去できない。 ②曝気のためのエネルギーが必要となる。 ③球状碎石集合体の単価は碟の10倍高い。 ④汚泥の発生量は流入水性状によって差異があるため、設計にあたっては留意することが必要である。
	ディープシャフト法(浮遊生物法)	地下数10mの深さの施設中に微生物(活性汚泥)を入れ、エアレーションを行いDOを供給し、有機物等を酸化、分解、吸着により浄化する方式	①BOD, SS, NH ₄ -Nを効率よく除去できる。 ②流入水質が高い場合(BOD20mg/l以上)や溶解性BODが高い場合に適用される。 ③地中深く施設を設置するため、必要面積は極めて小さくてよい。	①窒素、リンはほとんど除去できない。 ②曝気のためのエネルギーが必要となる。 ③発生汚泥量が多いため、汚泥処理が常に必要。 ④高水敷には設置できない。
	オキシデーションディッシュ法(浮遊生物法)	ロータ等によって汚水を循環させながら、エアレーションし微生物(活性汚泥)により有機物等を酸化、分解、吸着により浄化できる方式	①BOD, SS, NH ₄ -Nを効率よく除去できる。 ②窒素、リンの除去も可能。 ③流入水質が高い場合(BOD20mg/l以上)や溶解性が高い場合に適用される。 ④長時間曝気を行うため、好気分解により汚泥発生量は少ない。	①曝気のためのエネルギーが必要となる。 ②長時間曝気のため広い面積が必要。 ③高水敷には設置できない。
	酸化池法	沈殿分離のほか、藻類、バクテリアによって有機物を酸化、分解する浄化方式。自然生態系で生起する食物連鎖を利用した方式。	①植物プランクトンによる自然的DO供給があるため好気性処理である。 ②硝化、脱窒も期待できる。 ③汚泥の発生量が少なく、維持管理が容易である。	①滞留時間が10~30日程度必要とし、広い用地が必要となる。 ②流入水質が高い場合は機械的曝気が必要となる。 ③プランクトン除去を行わないと、浄化効果は向上しない。
	薄層流浄化法	河川を水深を10cm程度、流速を30~50cm/sec程度とし、河床の碟に付着した生物膜により有機物の酸化、分解を行う浄化方式。	①流れによって自然的にDO供給ができる ②目視効果(せせらぎ)が大きい。 ③河川を直接浄化施設として利用できる。(沈殿溝を設けると効果があがる。)	①浄化効果を發揮するためには長い距離(数km)が必要 ②BOD, SSの浄化効果は10~30%程度 ③窒素、リンが多いと多量の付着藻類が発生し、景観が悪くなる。 ④出水後の土砂の清掃が必要
植物体利用	ヨシ原浄化法(湿地植生浄化)	植物による接觸沈殿による浄化方式。根による窒素、リンの直接吸収、土壤による吸着、ろ過浸透作用もあるが、浄化機能としては小さい。	①SSの除去効果が大きい。 ②自然植生そのまま利用できる。 ③窒素の硝化、脱窒、リンの土壤吸着も期待できる。 ④光の遮断により植物プランクトンの発生抑制ができる。	①浄化期間が植物の生育期間に限られる。 ②広い面積が必要となる。 ③滞留時間、土壤性状によっては土壤からのCODやNH ₄ -Nの溶出の恐れがある。
	ホテイアオイ等利用浄化法(浮葉植物浄化)	浮葉性の水性植物(ホテイアオイ、ヒシ)による接觸沈殿と根による窒素、リンを直接吸収することによる浄化方式。	①水生植物は自然植生がそのまま利用できる。また入手が容易である。 ②富栄養化原因物質の窒素、リンが直接吸収除去される。 ③光の遮断により植物プランクトンの発生抑制ができる。	①浄化期間が植物の生育期間に限られる。 ②広い面積を必要とする。 ③水生植物が枯死する前に回収し、その処理処分を行うことが必要となる。
物理+化学+生物的浄化	ろ過+吸着+生物	高速土壤浄化法 土壤によるろ過、吸着及び土壤中の微生物による酸化、分解による浄化方式 通常土壤の通水速度は0.5m/日程度以下であるが、通水係数が高く、リン吸着能の高い土壤を使用し通水速度1~5m/日で浄化するシステム	①細かい土壤粒子によるろ過であるため、浄化水は極めて清澄となる。 ②リンの浄化効率が高い。	①広い面積を必要とする。 ②土壤表面に目詰まりが発生するため、その耕起、かきとりが必要となる。 ③SS除去のために、前処理(碟間接触酸化等)が必要。

2.1.3 河川直接浄化手法の適用条件

河川直接浄化手法は浄化、原理、機構により浄化できる水質項目や適用範囲等が限られているので、各手法の適用条件を把握することが必要である。

【解説】

河川直接浄化手法の選定にあたっては

- (1) 浄化対象項目を浄化できる浄化手法であること。
- (2) 浄化対象水の水質濃度が各浄化手法の適用水質範囲であること。
- (3) 浄化対象水の水質成分、組成特性に適合し、浄化効率を確保できること

を考慮することが必要であるため、各浄化手法の適用条件を十分把握することが重要である。

(1) 浄化対象項目を浄化できる浄化手法であること

各浄化手法は浄化原理、機構より浄化できる水質項目は限られている。浄化対象項目別に効率的な浄化が行える浄化手法をまとめたものが表2.3である。当然、浄化対象水の水質濃度や水質成分、性状によって浄化効率は左右されるが、表2.3を参考に浄化対象項目に浄化できる浄化手法を選定することが必要となる。

(2) 浄化対象水の水質濃度が各浄化手法の適用水質範囲であること

各浄化手法は浄化原理、機構の特性並びに浄化機能の長期的維持のために、適用できる水質濃度範囲がある程度限定されている。

例えば、エアレーションを施さない碟間接触酸化法やプラスチック接触酸化法等では高濃度BOD(30mg/l程度以上)の河川水を浄化対象とすると施設内でDOがなくなってしまい、嫌気分解によってSSが多量に流出して浄化効率が著しく悪くなったり、放流口にイオウ細菌が多量に発生し、景観上の悪化、臭気の発生を引き起こすことがある。

また、適用水質範囲以上の高いSS濃度の河川水を浄化すると、施設内に汚泥が多量に発生し、目詰まりや通水能力の減少、浄化効率の低下を引き起こすことになる。

したがって、浄化手法の選定にあたっては、浄化対象水の水質濃度が各浄化手法の適用水質範囲であることを確認することが必要である。

各浄化手法の浄化対象水の適用水質範囲はBOD、SS、DOの3項目があげられ、既往の河川直接浄化手法の適用水質範囲をまとめたものを後述する表2.4に示すので、この表を参考に適用できる浄化手法を選定する。

図2.1は、河川において最も問題となるBODについて、既往の浄化手法の実験、実績での流入水質の適用範囲及び原理的に適正な水質範囲とこれまでの実験・実績からの概略浄化効率を図示したものである。この、「流入水質（浄化対象水質）と浄化効果関係図」を参考に、適用できる浄化手法数案を選定し、また各々の浄化効率の設定を行うこともできる。

(3) 浄化対象水の水質成分、組成特性に適合し、所定の浄化効率が確保できる浄化手法であること
河川は流域の汚濁排出源の違いにより、多種多様な性状、成分の水質が存在する。例えば、以下のような例がある。

① 主に生活雑排水で構成される河川水

未処理の生活雑排水が大半であるため、生物的な処理や生物処理と接触沈殿により浄化がされやすい。

② 下水処理場放流水を大量に含む河川水

下水処理場放流水は生物処理を受けた水であるため、放流水を大量に含む河川水は生物処理による浄化効率は低い。

③ 工場排水を含む河川水

- ・皮革工場や染色工場の排水を含む河川水は非常に分解しにくい物質が多いため、生物処理による浄化効率は低い。また、着色していることが多く、その除去についても検討することが必要となる。
- ・食料品製造業等の排水は有機性の汚濁物質を排出するため、生物処理により浄化がされやすい。

④ 陶土等を多く含む河川水

陶土工場排水や地形的に陶土質の多い河川では白濁がみられるが、これは陶土による無機性のSSである。このような河川水は生物処理は向きであり、沈殿による固液分離や凝集沈殿等の化学処理が有効な方法となる。

したがって、浄化対象河川の水質成分、組成を十分に把握したうえで、浄化手法を選定することが必要となる。参考に汚濁した河川における浄化対象別に、水質成分、性状並びに水質濃度別に適用できる浄化手法を検索表として図2.2に示す。

なお、現状の公共用水域の測定では河川水の水質成分については十分に調査されていないので、後述する河川水質特性調査を行うことも必要である。

表2.3(1) 净化対象項目と净化手法

净化対象項目		净化の原理	净化手法例	概略1) 除去率(%)
流入水質の区分				
BOD	20~30mg/l以下 D-BOD 20~30%程度以下 (6~8mg/l以下)	沈殿	堰净化、沈殿池	10~30
		ろ過	長毛ろ過、マイクロストレーナー	30~60
		接触沈殿+微生物	碟間接触酸化法 プラスチック等接触酸化法 球状碎石集合体净化法	50~80
		ろ過+微生物	木炭净化法	50~70
		植物体利用	ヨシ原净化、ホウイバ等利用净化	30~50
	D-BOD 20~30%程度以上 (6~8mg/l以上)	微生物	曝氣付碟間接触酸化法 プラスチック等接触曝氣法 オキシデーションデイツチ法 ディープ・シャフト法、その他	75~90
約20~30mg/l以上				
難分解性有機物を多く含む場合		微生物+酸化	オゾン、紫外線	80~95
SS	30~50mg/l以上 比重が大きいもの (大きい粒子で沈殿し) やすいもの	沈殿	堰净化、沈殿池	10~50
		接触沈殿+微生物	碟間接触酸化法 プラスチック等接触酸化法 球状碎石集合体净化法	65~90
		植物体利用	ヨシ原净化、ホウイバ等利用净化	30~80
		沈殿	凝集沈殿	80~95
		ろ過	長毛ろ過、マイクロストレーナー	60~80
	30~50mg/l以下 比重が小さいもの (小さい粒子で沈殿し) にくいもの	接触沈殿+微生物	碟間接触酸化法 プラスチック等接触酸化法 球状碎石集合体净化法	65~90
		ろ過+微生物	木炭净化法	70~85
		植物体利用	ヨシ原净化、ホウイバ等利用净化	30~80
		沈殿	凝集沈殿	80~95
		ろ過	長毛ろ過、マイクロストレーナー	60~80
有機性SSが多い場合	帶電しているもの	ろ過	長毛ろ過、マイクロストレーナー	60~80
		接触沈殿+微生物	碟間接触酸化法 プラスチック等接触酸化法 球状碎石集合体净化法	65~90
		ろ過+微生物	木炭净化法	70~85
		植物体利用	ヨシ原净化、ホウイバ等利用净化	30~80
		微生物	曝氣付碟間接触酸化法 プラスチック等接触曝氣法 オキシデーションデイツチ法 ディープ・シャフト法、その他	75~95
D.O.	エアレーション	曝氣、噴水		-
		落差	落差工	-
	大腸菌群数	接触沈殿+微生物	碟間接触酸化法 プラスチック等接触酸化法 球状碎石集合体净化法	50~90
		ろ過+微生物	木炭净化法	50~75
		植物体利用	ヨシ原净化、ホウイバ等利用净化	25~75
		微生物	曝氣付碟間接触酸化法 プラスチック等接触曝氣法 オキシデーションデイツチ法 ディープ・シャフト法、その他	50~95
	微生物+酸化	オゾン、紫外線		90~99

1) 概略除去率は実験や実施設のデータから標準的設計諸元で净化した場合の概略値である、流入水質の濃度、成分、組成によっても異なるので参考値(目安)である。

表2.3(2) 净化対象項目と净化手法

净 化 対 象 項 目	净 化 の 原 理	净 化 手 法 例	概略 1) 除去率(%)
流入水質の区分			設計条件 より異なる
アンモニア態窒素 (NH_4-N)	微生物	曝気付礫間接触酸化法 プラスチック等接触酸化法 オキシ代イ-ショゲイツ法 ディ-ブ'シャフト法、その他	75~95
T - N	浮遊性(SS性)のNが多い場合	沈殿	堰淨化、沈殿池
		ろ過	長毛ろ過、マイクロトレーナー
		接触沈殿+微生物	礫間接触酸化法 プラスチック等接触酸化法 球状碎石集合体淨化法
		ろ過+微生物	木炭淨化法
		植物体利用	ヨシ原淨化、ホイアイ等利用淨化
		微生物	曝気付礫間接触酸化法 プラスチック等接触曝氣法 オキシ代イ-ショゲイツ法 ディ-ブ'シャフト法、その他
	溶解性の多い場合	植物体利用	ヨシ原淨化、ホイアイ等利用淨化
		微生物	オキシ代イ-ショゲイツ法 ディ-ブ'シャフト法、その他
	浮遊性 (SS性) の多い場合	沈殿	堰淨化、沈殿池
		ろ過	長毛ろ過、マイクロトレーナー
T - P	浮遊性 (SS性) の多い場合	接触沈殿+微生物	礫間接触酸化法 プラスチック等接触酸化法 球状碎石集合体淨化法
		ろ過+吸着	木炭淨化法
		植物体利用	ヨシ原淨化、ホイアイ等利用淨化
		微生物	曝気付礫間接触酸化法 プラスチック等接触曝氣法 オキシ代イ-ショゲイツ法 ディ-ブ'シャフト法、その他
	溶解性の多い場合	沈殿	凝集沈殿
		植物体利用	ヨシ原淨化、ホイアイ等利用淨化
		吸着	土壤淨化法 (リン吸着材)
		接触沈殿+微生物	礫間接触酸化法 プラスチック等接触酸化法 球状碎石集合体淨化法
		ろ過+微生物	木炭淨化法
			50~90
M B A S			85~95
			25~50
			85~95
			90~95
色度	微生物	曝気付礫間接触酸化法 プラスチック等接触曝氣法 オキシ代イ-ショゲイツ法 ディ-ブ'シャフト法、その他	90~95
	吸着	活性炭	90~95
カビ臭	沈殿	凝集沈殿	90~95
	吸着	土壤淨化法 (リン吸着材)	90~95
	微生物	曝気付礫間接触酸化法 プラスチック等接触曝氣法 オキシ代イ-ショゲイツ法 ディ-ブ'シャフト法、その他	80~95

1) 概略除去率は実験や実施設のデータから標準的設計諸元で淨化した場合の概略値である。流入水質の濃度、成分、組成によっても異なるので参考値(目安)である。

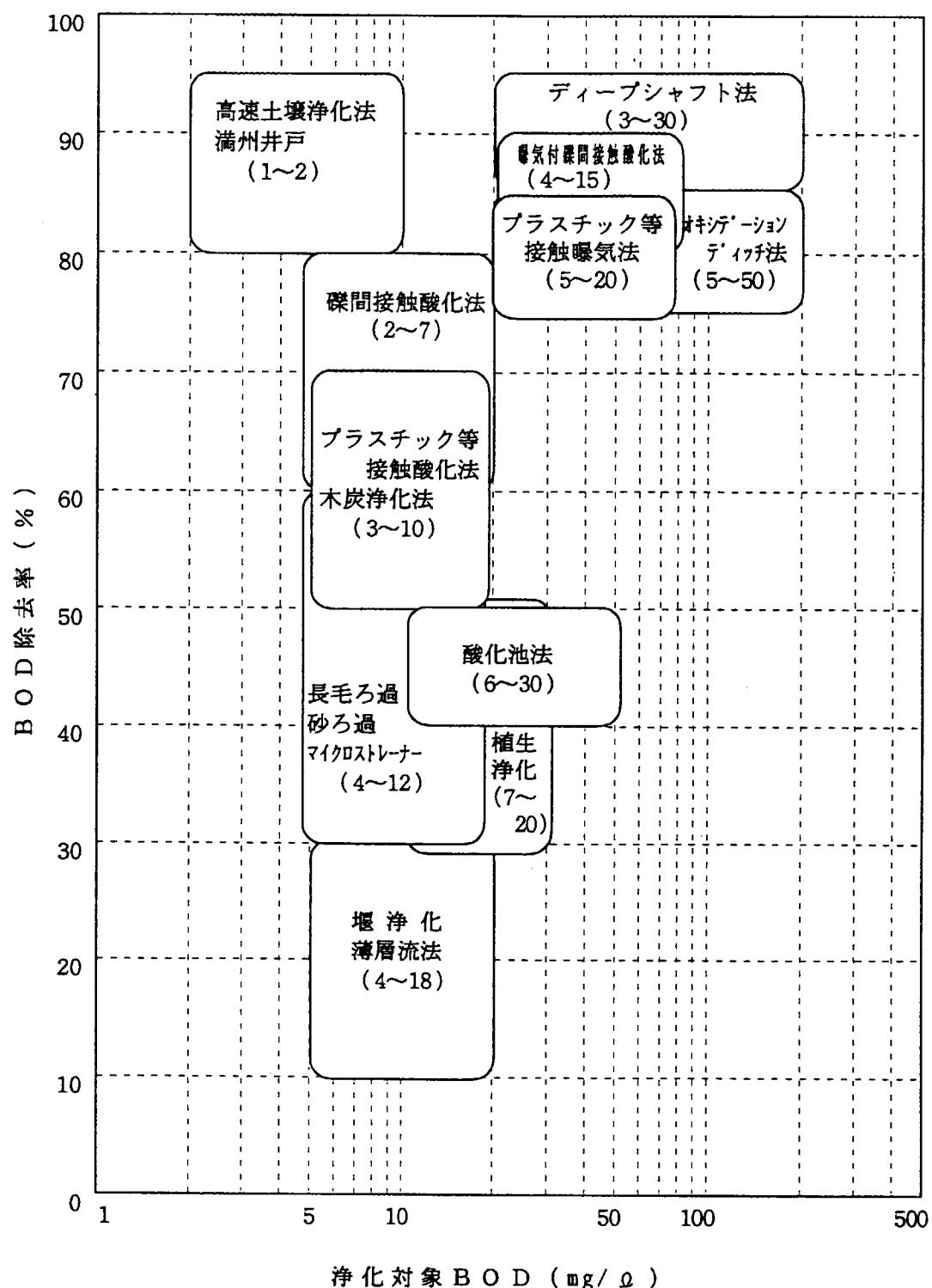


図2.1 流入BOD(浄化対象BOD)と浄化効果関係図
(()内は浄化後のBOD濃度)

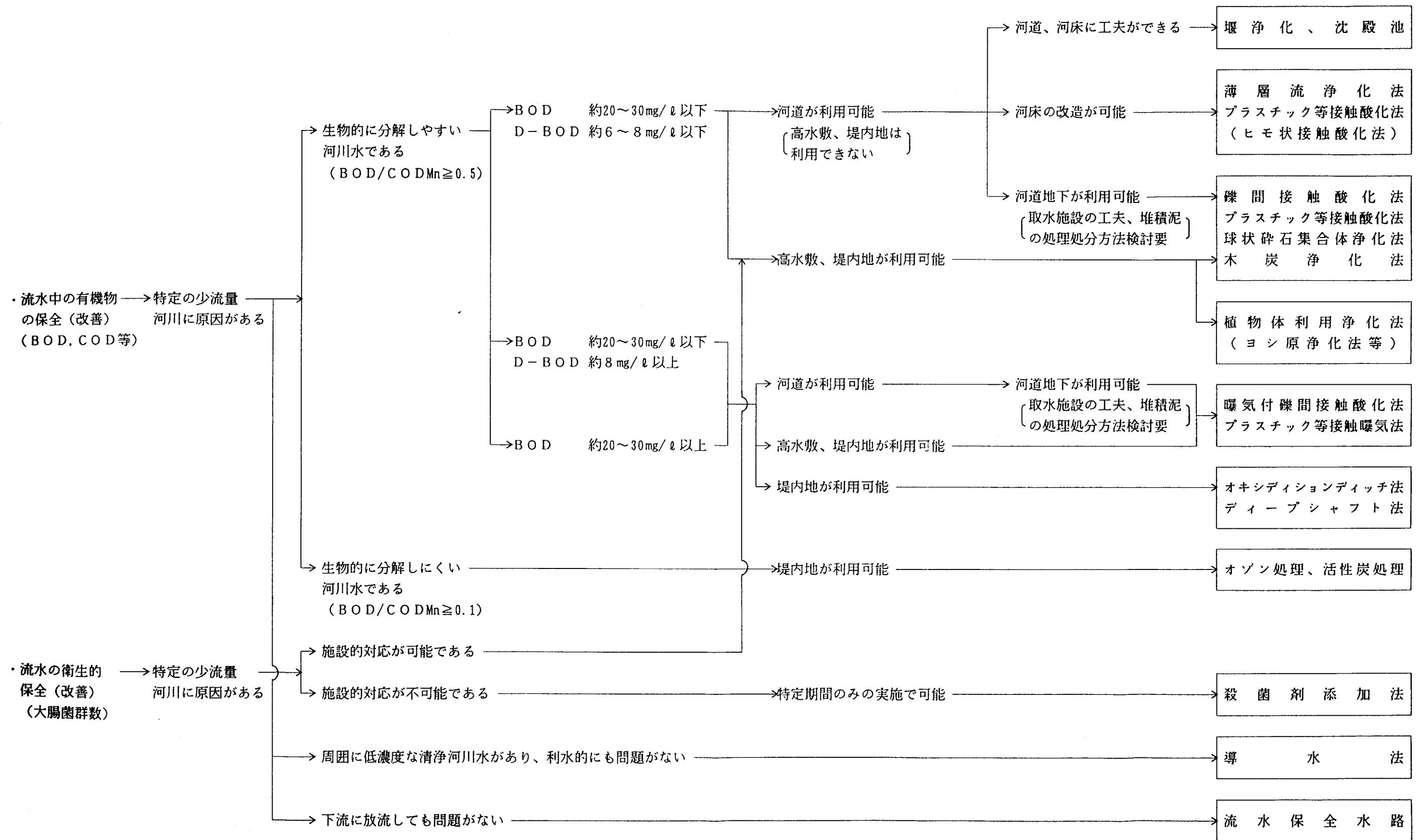


図 2.2(1) 淨化手法検索表 [流水中の有機物 (BOD、COD等) 及び衛生 (大腸菌群数) の保全 (改善)]

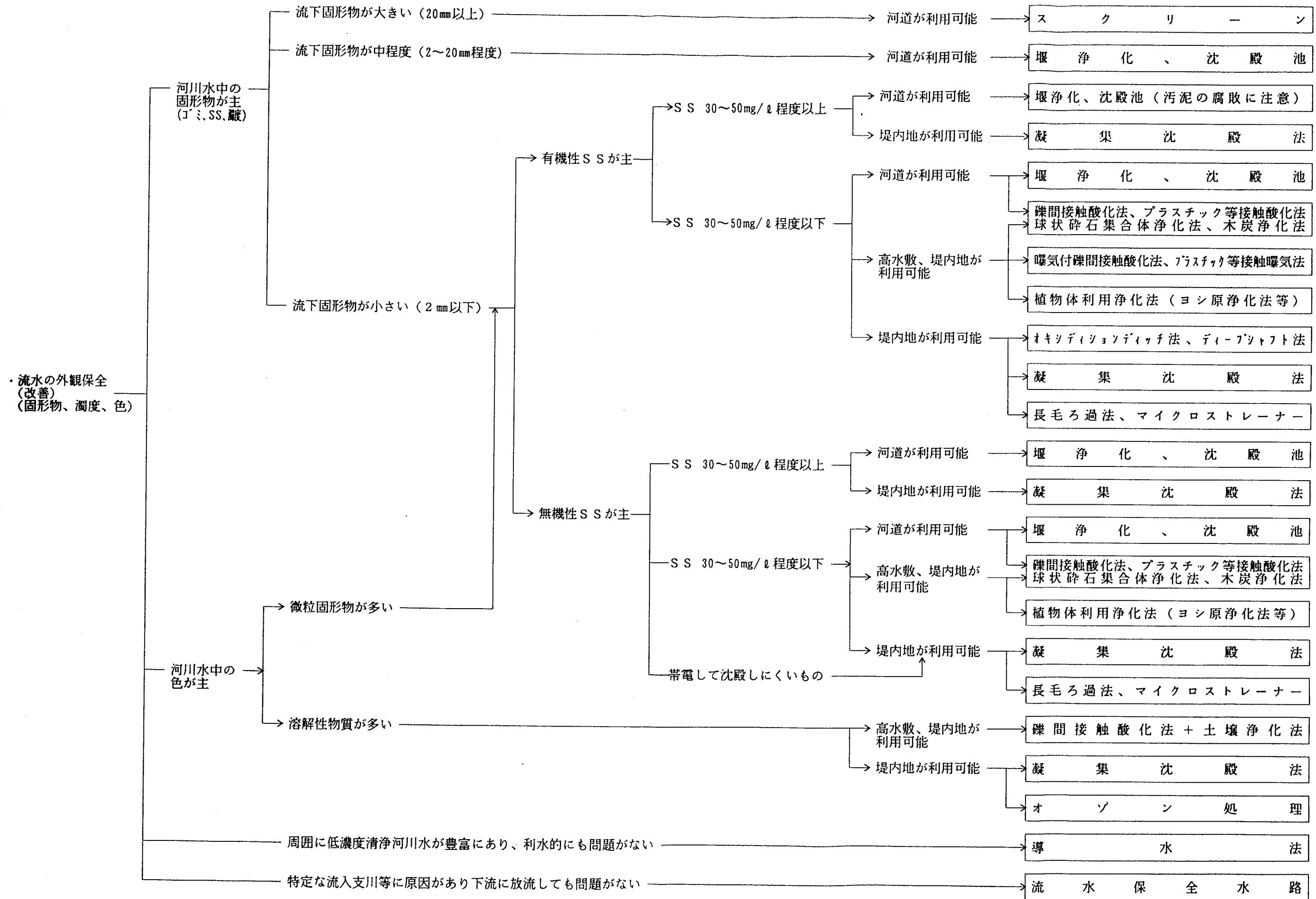


図 2.2(2) [浄化手法検索表(流水中の外観(ゴミ、SS、濁度、色)の保全(改善)]

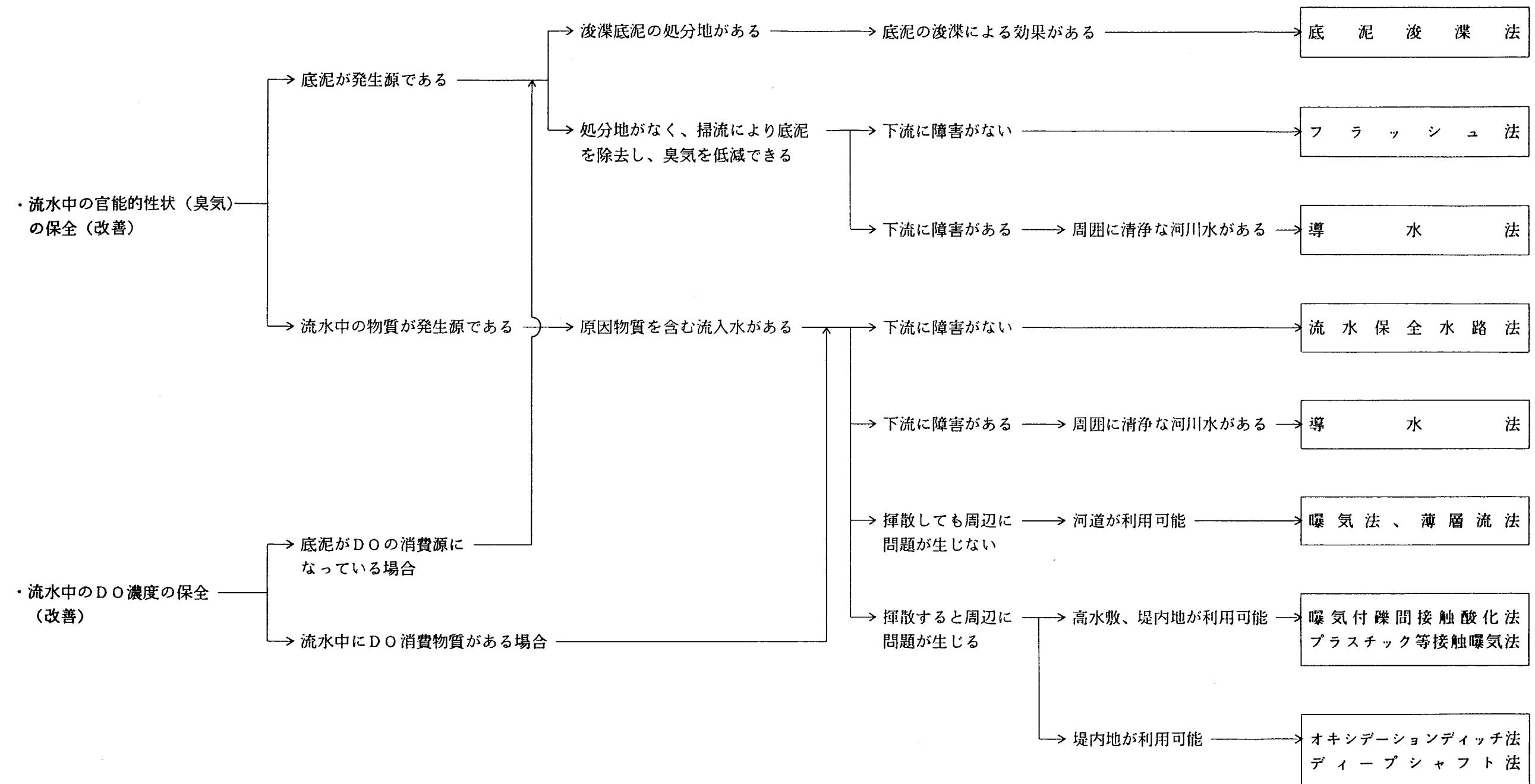


図 2.2(3) 淨化手法検索表〔流水中の官能的性状（臭気）及びD O 濃度の保全（改善）〕

2.1.4 河川直接浄化手法の適用水質範囲、浄化効率、規模、費用等の目安

河川直接浄化手法について、以下の事項をまとめて表2.4に示す。実施設、実験例並びに既往資料に基づきまとめたものであり、流入水質の性状、成分等の特性や汚泥発生量の大小によって異なることがあるので参考値（目安）である。

- (1) 設置可能場所
- (2) エアレーションの有無
- (3) 浄化対象水の適用水質範囲
- (4) 浄化効率
- (5) 浄化できる水質項目
- (6) 必要面積
- (7) 費用
- (8) 汚泥処理方法と頻度
- (9) 標準的設計諸元

【解説】

(1) 設置可能場所

河川浄化施設を設置する場所としては、河道内（河道そのものの場合と、河道地下の場合がある）、堤外地（高水敷）、堤内地があり、その浄化施設の施設の特性に応じて、設置可能場所が限られる。実施設の設置例から、設置可能場所に○印を記した。

堰浄化、エアレーション、薄層流浄化法は河道そのものに設置する方式であり、河道設置が前提となる浄化手法である。礫間接触酸化法やプラスチック等接觸酸化法も河道地下に設置した実施設があるが、出水時の土砂流入に十分対応できる取水施設構造とすることが必要となる。

また、堤外地（高水敷）設置の場合、冠水に対しても浄化機能が阻害されないこと、流水阻害にならない構造であることが必要となる。

(2) エアレーション

人工的なエアレーション施設の必要性を示した。流入水質が高濃度な水を対象とする浄化手法は生物による酸化・分解促進が必要であることから、エアレーションが必要となる。当然、維持管理費が高くなる。

(3) 净化対象水の適用水質範囲

各浄化手法は浄化原理、機構の特性並びに浄化機能の長期的維持のためには、適用できる水質濃度範囲がある程度限られている。

実施設や実験の事例から、各浄化方式について経験的にBOD、SSの浄化対象水の適用範囲を示した。水質の組成や性状によって、多少その適用範囲は幅を持っており、浄化手法の選定に当たっては河川水の水質特性を十分調査検討した上決定することが必要である。

(4) 浄化効率

実施設や実験例、参考資料から、経験的に適用水質範囲に対するBOD、SSの浄化効率（除去率）を示した。適用水質範囲と同様、流入水質の組成や性状によって浄化効率も左右されるので、参考値（目安）としてみていただきたい。浄化実験により、流入水質特性に対応した浄化効率を確保できるか確認することが必要である。

(5) 浄化できる水質項目

BOD、SS以外の浄化できる項目を浄化原理や実績、実験に基づいて4段階の浄化効率で表記した。

(6) 必要面積

標準的設計諸元値に基づき、水量 $1\text{m}^3/\text{sec}$ を浄化するのに必要な面積をまとめた。流入水質の組成や性状によって設計諸元値が異なることがあること、流入のSS濃度や汚泥発生量の大小により、面積及び容積は左右されるので、これらの値も参考値（目安）としてみていただきたい。

(7) 費用

標準的設計諸元値で設計した場合、浄化水量 $1\text{m}^3/\text{sec}$ を設置するための建設費と維持管理費を実施設や実験例に基づきまとめたものである。建設費には用地取得費を含んでいない。

設置できる用地の形状や取水方式とその構造によっても建設費は大きく異なるので参考値（目安）としてみていただきたい。

(8) 汚泥処理方法と頻度

浄化施設に堆積した汚泥の排出または引き抜き方法とその頻度を、実施設、実験例に基づきまとめた。汚泥発生量により汚泥処理の頻度が異なること、汚泥の堆積状況によって処理方法も異なることに留意することが必要である。

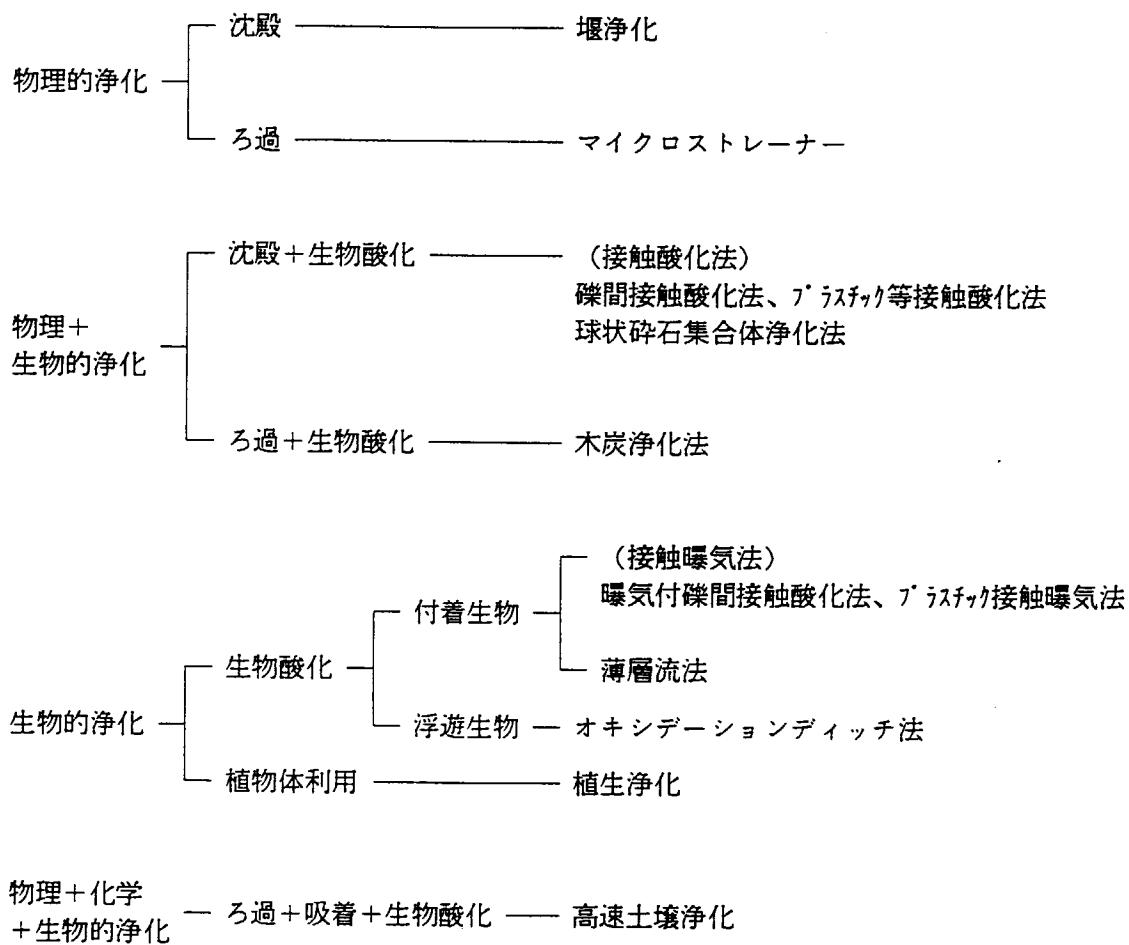
(9) 標準的設計諸元

実施設、実験例並びに参考資料に基づき、多く採用されている標準的設計諸元値をまとめた。対象とする流入水質の特性により、適正な諸元値を設定する必要があるが、ここではその参考値（目安）としてみていただきたい。設計諸元についても、浄化実験により流入水質の成分、組成に対応した諸元値を決定することが必要である。

2.2 河川直接浄化手法各論

河川直接浄化手法としては現在まで礫間接触酸化法を適用した実施設が多く、設計諸元、設計方法もある程度確立している。礫間接触酸化法以外の河川直接浄化手法についても幾つかの実施設の建設や実験による研究開発が進められている。

本節では河川直接浄化手法の浄化原理と浄化効果、設計条件等についてとりまとめるものであり、それらを浄化原理別にまとめて下図に示す。



河川直接浄化手法の原理的分類

2.2.1 堤浄化(物理的浄化=沈殿)

(1) 浄化原理と特徴

河川の淵では流速の低下により浮遊物の沈殿がおこっている。礫間接触酸化の取水施設や農業用取水堰等の堰では、上部が湛水部となることから、河川の淵同様沈殿による浮遊物の浄化が起こっている。さらに、堰部の落差によるDO回復も期待できる。

堰には固定堰と可動堰とがある。

固定堰は建設の当初および大出水のあとは浄化効果をあげるが、他の時期は堰の河床部に多くの沈殿物が堆積し、湛水部の流速が増すので沈殿効果は低下する。

一方、可動堰は出水時に転倒するため沈殿物が掃流され、沈殿容量が回復し、浄化機能の低下をきたさない。このため、浄化機能を長期間維持するためには、可動堰が望ましい。

(2) 適用条件

河床に沈殿した浮遊物中の有機物の分解により湛水部のDOの減少やスカムが発生することがあるので、高濃度の有機性の河川水には適用できない。多摩川支川の野川浄化施設の取水用ラバー堰での実績では、河川水の水質はBOD30mg/l、SS30mg/l以上である。

(3) 浄化効果 - 野川浄化施設のラバー堰による浄化効果¹⁾

野川浄化施設の取水施設にはラバー堰が設置されており、その上流部の湛水の形状は幅平均15m、長さ500m、最大水深2mである。野川の上流側の流入部と浄化施設の流入点の水質を比較し、その浄化効率をまとめたものが表2.4である。平均値で見ると、BOD18.2mg/lが12.2mg/lで約28%の除去率が、SSについては20.1mg/lが8.6mg/lで約43%の除去率が得られている。

表2.5 ラバー堰の湛水による浄化効果¹⁾
(野川浄化施設の実績)

(昭和58年～平成4年の10ヶ年)

	野川	浄化施設流入	堰での浄化効率(%)
流量(m ³ /s)	0.682 (0.120～2.496)	—	—
DO(mg/l)	8.2 (3.6～13.8)	6.0 (0.5～15.5)	—
SS(mg/l)	20.1 (3.8～352.0)	8.6 (1.4～43.3)	42.6 (0.0～98.5)
BOD(mg/l)	18.2 (4.4～54.9)	12.2 (3.6～26.5)	28.1 (0.0～74.5)
D-BOD(mg/l)	7.8 (1.3～25.9)	6.5 (1.2～17.5)	16.1 (0.0～65.7)
SS-BOD(mg/l)	10.4 (2.5～43.8)	5.8 (1.2～14.1)	37.7 (0.0～88.1)

堰の浄化効率は、浄化対象水の性状、湛水部の形状と流入水量によって異なるので、適用にあたってはこれらについて留意することが必要である。

浄化対象水の性状としては、SS性BODの割合とそのSS性BODの粒径分布によって浄化効率が異なる。湛水部の水深が浅いよりもある程度深い方が、また湛水区間が長い方が浄化効率が高くなると考えられる。また、湛水容積、面積が同一の場合、流入水量が多いと滞留時間が短くなり、浄化効率が低下する場合がある。

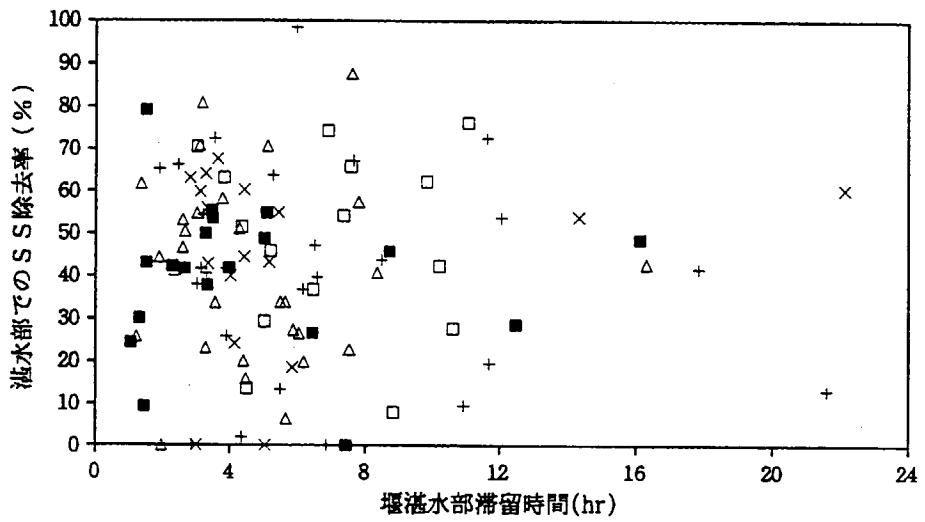
野川浄化施設のラバー堰の湛水部におけるBOD、SSの浄化特性を図2.3に示す。堰滞水部の滞留時間とSS、BOD、SS性BOD濃度の除去率の関係を図示している。浄化効率は野川の水質性状や滞留時間により大きく変動している。

(4) 設計条件等

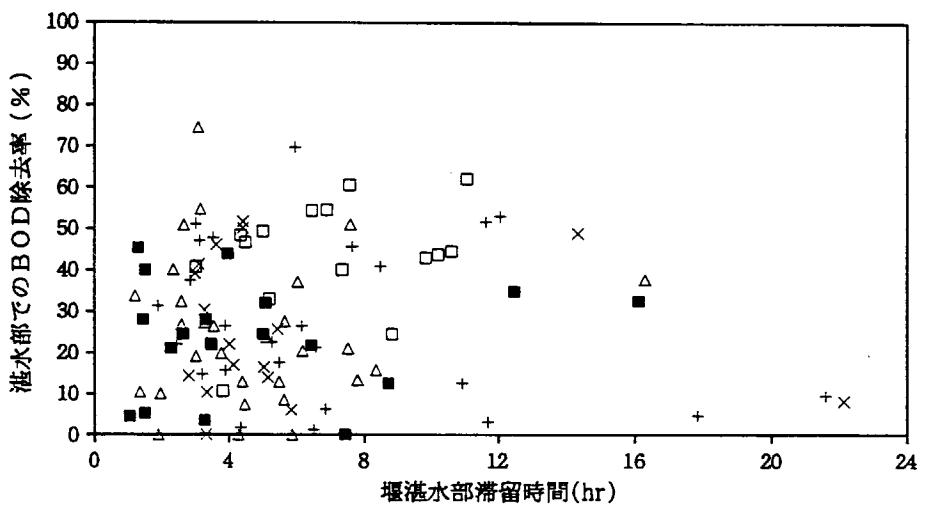
堰浄化は浮遊物の沈殿によるものであるため、その効率は湛水部の表面積と粒子の沈降速度とに比例し、流入水量に反比例する。対象河川水の粒子沈降速度の実測より設計条件を設定することが必要である。

なお、下水処理場の最初沈殿池の設計条件は⁸⁾、水面積負荷25~50m³/m²・日（有効水深2.5~4.0m）となっている。

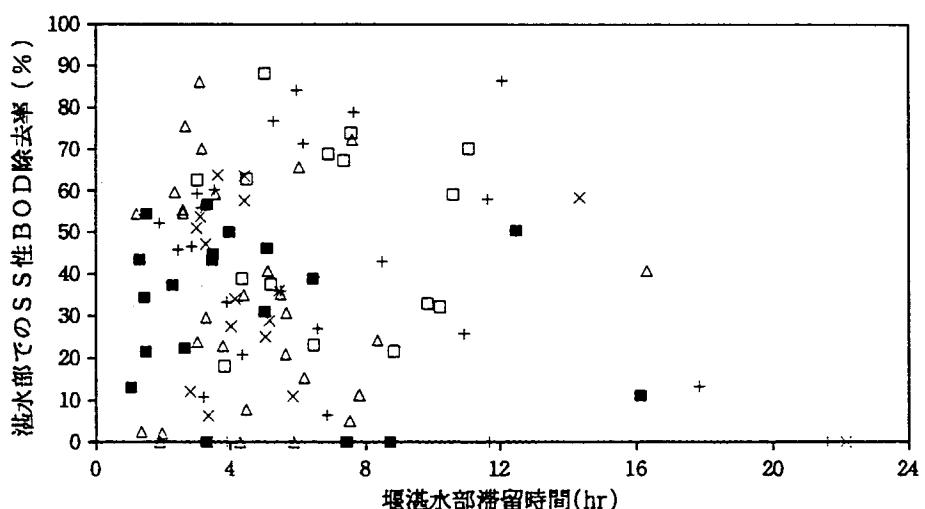
野川のラバー堰による湛水部の滞留時間は1~23時間であるが、3~4時間の滞留時間で十分浄化効果が認められている。



<堰湛水部滞留時間とSS除去率の関係>



<堰湛水部滞留時間とBOD除去率の関係>



<堰湛水部滞留時間とSS-BOD除去率の関係>

□ 10°C以下	+	10~15°C	■ 15~20°C	△ 20~25°C	× 25°C以上
----------	---	---------	-----------	-----------	----------

図 2.3 堰湛水部での浄化効果

ラバー製起伏堰

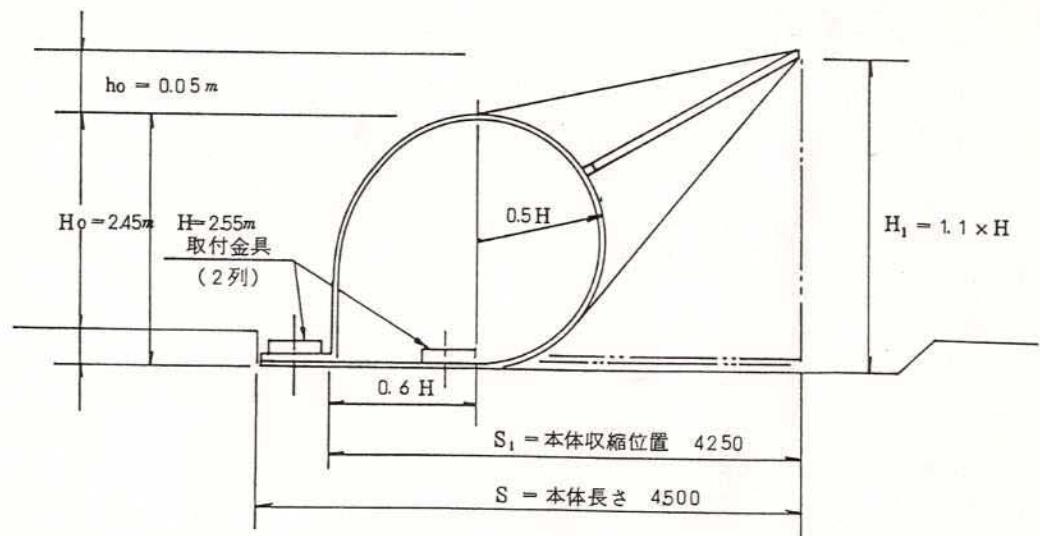


図2.4 ゴム製起伏堰の形状例⁹⁾

(5) 建設費

堰の建設費は河川の形状によって異なるため、河川の特性に応じて建設費を算定する必要がある。河川浄化施設として実績のある取水用ラバー堰の堰幅と建設費の関係の例を図2.5に示す。

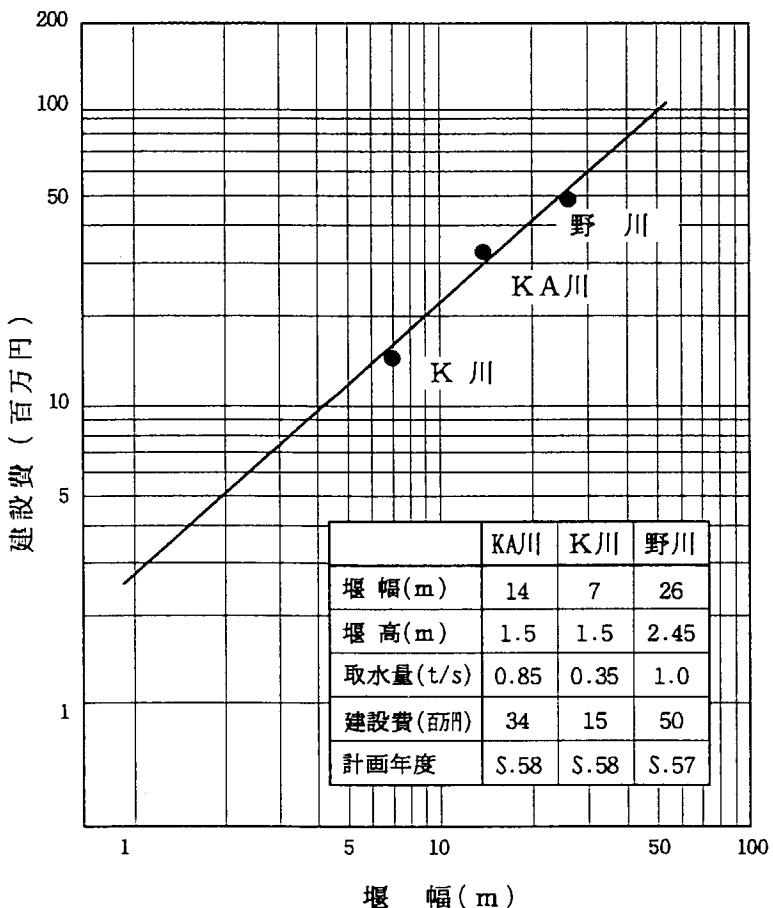


図2.5 取水堰の堰幅と建設費の関係^{9), 10)}

(6) 汚泥処理方法

可動堰では出水時に堰が転倒し、沈殿堆積した汚泥が排出されるため、汚泥処理は必要としない。ただし、有機性浮遊物の割合の多い河川水では、沈殿物中のDOが減少し嫌気状態となり、スカムの発生や腐敗臭が発生があるので適切な管理（人為的な可動堰の転倒）が必要となる場合がある。

固定堰の場合は、浄化効果を維持、向上させるためには定期的に沈殿した汚泥の排出が必要となる。

2.2.2 マイクロストレーナー（物理的浄化＝ろ過）

(1) 浄化原理と特徴

細かい目合の金属網（マイクロストレーナー）のドラムにより浮遊物質（懸濁生固体）をろ過する方法である。ろ過による方法であるため、SS（浮遊物）の除去効果が大きく施設の面積が小さいのが特徴であるが、ストレーナーの目詰まりのため逆洗処理を頻繁に行うことが必要となり、また対象河川水中の浮遊物質量によっては発生汚泥量も多いためその処理処分が常に必要となる。

(2) 事例

大阪府の東横堀川に昭和55年にマイクロストレーナー2台が設置されている¹¹⁾。

施設の規模：長さ 12m×幅6m×深さ6mのコンクリート製水槽

ろ過能力：2台のマイクロストレーナーで 50,000m³/日

マイクロストレーナーのしくみ

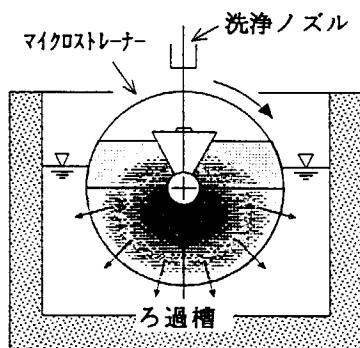


図2.6 マイクロストレーナー
の仕組み

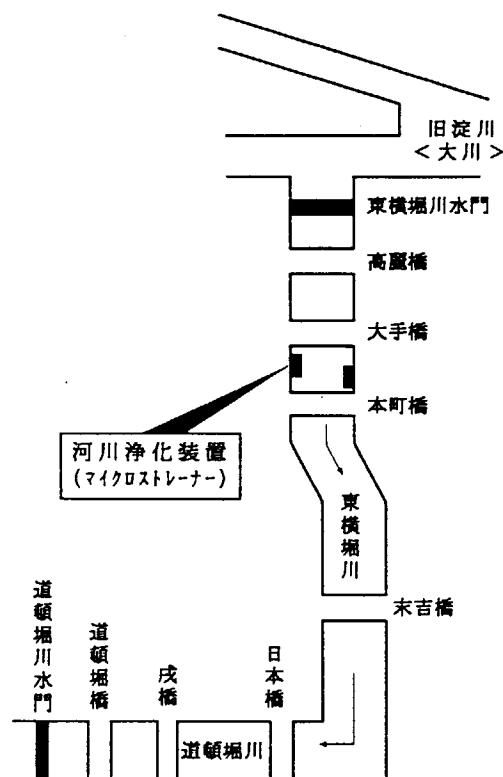


図2.7 東横堀川マイクロストレーナー
設置位置図

2.2.3 接触酸化法（物理+生物的浄化=接触沈殿+生物酸化）

2.2.3.1 磯間接触酸化法（物理+生物的浄化=接触沈殿+生物酸化）

(1) 概要

多摩川の汚濁が著しく、かつ、多摩川流域の下水道の整備もなかなか進展しない状況に対して、多摩川の磯の多い河川の特性を生かした河川直接浄化方式の開発が昭和49年に建設省京浜工事事務所により開始された。実験結果の解析・検討により昭和56年に磯間接触酸化法を適用した本格的河川直接浄化施設として野川浄化施設が建設された。

この磯間接触酸化法は河川の自浄作用の基本である瀬と淵と出水によるフラッシュ（掃流と再生）の3要因をもとに河川にある磯という素材を用いて、水質浄化を行う方法である。

磯間接触酸化は上部の土覆を厚くとっても、浄化機能に障害なく、上部を公園や運動場として利用でき、施設の構造も素堀に磯を投入した簡便な形状で浄化できる特徴を持っている。

(2) 浄化原理

磯間接触酸化法は河川で起こっている自浄作用を人為的に増幅したものである。河川の汚濁物質は河床面に沈殿・吸着したり、河床面に棲息する生物によって形成された生物膜に吸着・分解されて浄化される。この河床面を人為的に増やし、単位容積当たりの浄化能力を拡大したものが磯間接触酸化法である。

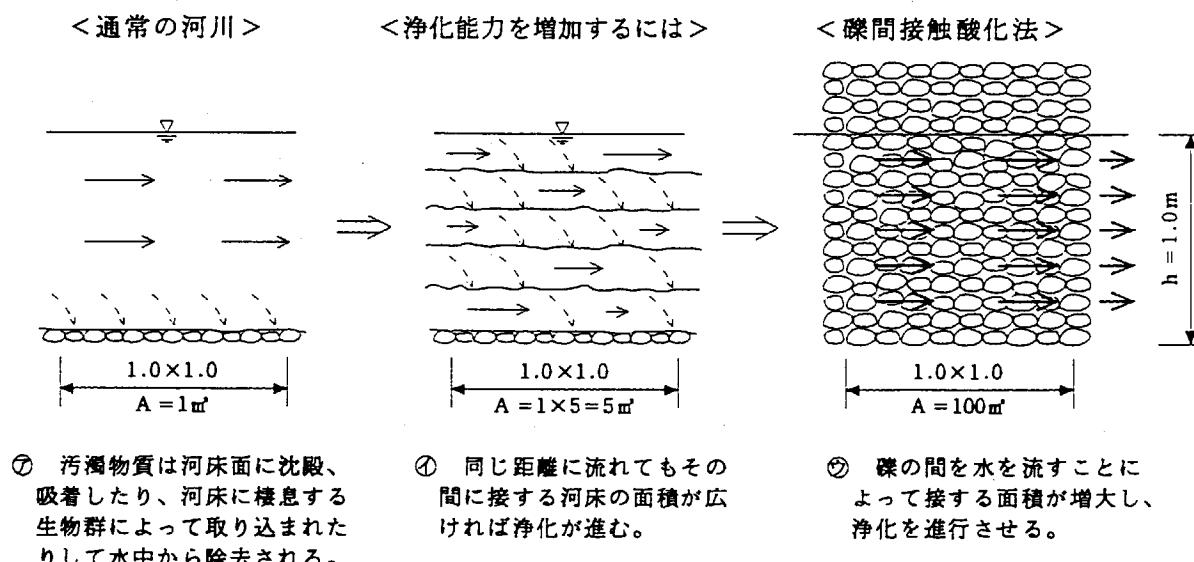


図2.8 浄化能力の拡大の概念図⁹⁾

礫間接触酸化法の浄化の機構は、以下の3種に大別される。

①接觸沈殿

礫と礫の間には大小の隙間が連続している。この空間を水が通ると、水中の浮遊物質が礫に接觸し、沈殿が促される。礫間の空間は非常に小さいため、沈殿距離が短く、自然河川に比べて沈殿が非常に起こりやすい。

②礫表面の微生物による吸着、吸収、酸化分解

礫を充填した浄化槽内（以下、礫槽内）は、瀬と同様に礫表面に発生した微生物によって水中の有機物の吸着、吸収、生物分解が生ずる。理論的には、有機性物質は水と炭酸ガスの状態まで分解されるが、そのためには流入有機物量に見合った十分な生物量と溶存酸素と滞留時間が必要となる。

③堆積泥の移動と分解・減量

礫槽内では、礫と礫との空隙にSSが沈殿する。しかし、この沈殿は礫と礫との間の空隙が小さいためすぐ横ばいとなり、これが水流により移動させられる。この沈殿、移動の間に嫌気、好気条件の変化により、汚泥の分解・減量が進み、礫槽下部に泥が堆積する。

（3）適用条件

礫間接触酸化の機能低下をきたさないための浄化対象水質の適用条件は以下の通りである。

① 浄化対象河川のBODは20～30mg/l以下であること

礫間接触酸化は流入水中に含まれる数mg/lの酸素を用いて浄化するため、BODが20～30mg/l以上の河川水を対象とすると、礫槽内でDOがなくなり処理状態が悪化することがある。流入水のDO濃度にもよるが、BOD20～30mg/l以下の河川水を対象に行うことが必要である。

② 浄化対象河川水中にDOがあること

礫槽内を流下するにつれてDOは低下する。このため、浄化対象河川水のDO濃度が低いと流下途中でDOがなくなり槽内が嫌気化する。このため、付着生物膜の剥離、捕集された固体物から発生する汚泥の嫌気分解によるSSが流出し、浄化水質が悪化するばかりでなく、浄化水に異臭（硫化水素臭）が発生したり、時には放流先の河床に白色の硫黄細菌類が発生し景観を損ねることがある。

流入DOが少ない場合には、流入水または槽内で適度のエアレーションを行うことが必要である。

③ ゴミが流入しないこと

礫槽内にゴミが流入すると分解せず、また移動しないため、局部的目詰りが発生、拡大し、全体の機能低下につながる。

(4) 処理可能項目

碟間接触酸化の処理原理は接触沈殿及び生物による酸化分解であり、接触沈殿によるSS及びSS性BODの処理効果が特に大きい。生物による酸化分解は、流入水のDOに依存するために高い効果は期待できない。

このため、碟間接触酸化法で処理効果が高いのはSS、SS性BODである。

(5) 処理効果

① 多摩川での実験の処理効果⁹⁾

碟間接触酸化ではBOD、SSの処理効果が大きい。東京都北多摩1号処理場の2次処理水及び最初沈殿池沈殿後水との混合水等を対象とした実験より、BODとSSの処理効果を滞留時間と除去率の関係で示したものが、図2.9である。これらの図より、滞留時間1.3時間でBOD除去率75%、SS除去率85%の処理効率が得られている。

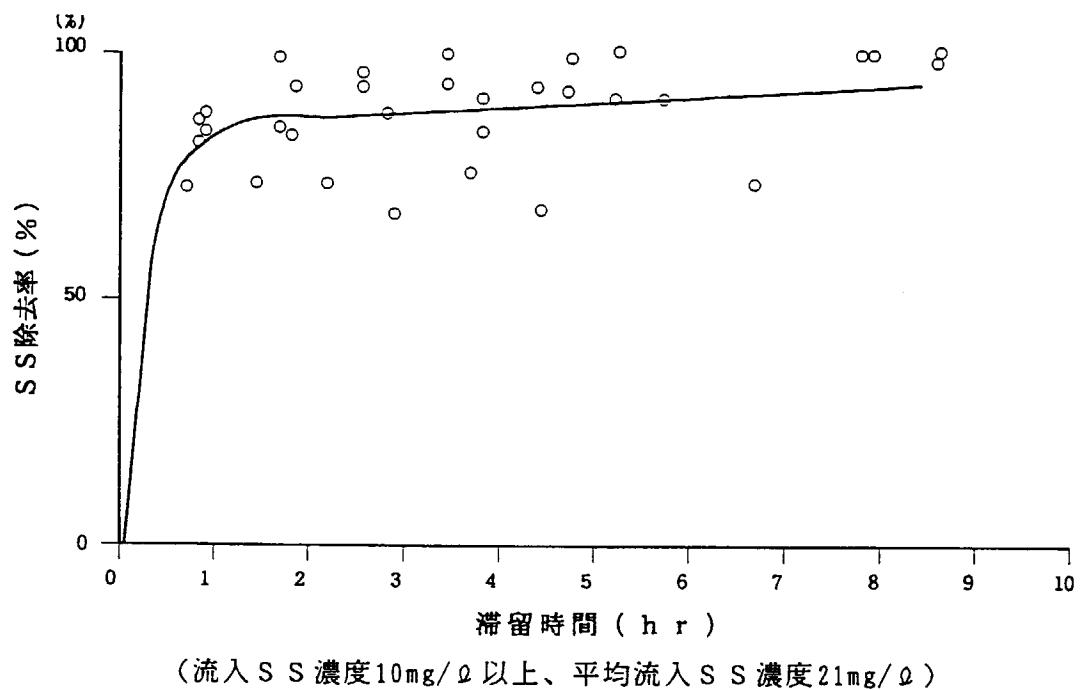
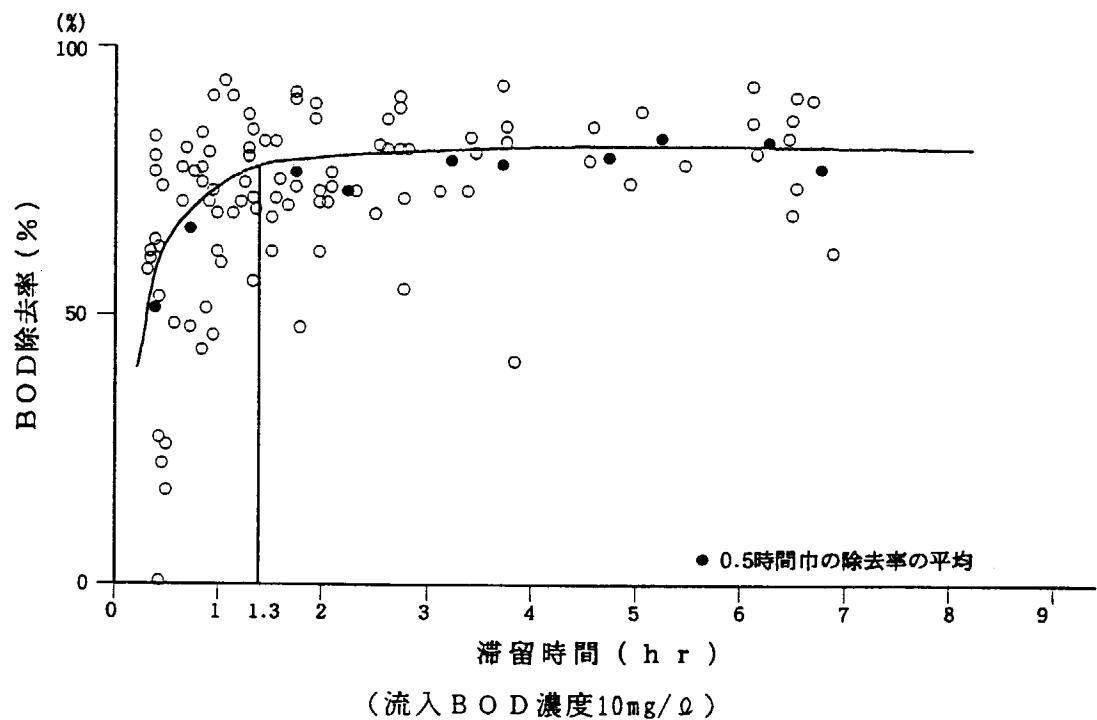
② 野川処理施設の事例⁷⁾

野川処理施設は、多摩川の支川野川を処理対象とした碟間接触酸化法による河川処理施設である。処理対象水量は1m³/secであり、流入水質の計画値はBOD13mg/l、SS16mg/lに対して放流水質はBOD3.25mg/l（除去率75%）、SS2.4mg/l（除去率85%）である。

野川処理施設の主構成は、取水施設、碟間接触酸化槽、放流施設である。取水施設にはラバー堰を使用しており、その堰上げにより上流側は約500m湛水区間となっている。

水質調査結果によれば、堰上げによる湛水部での沈殿による処理効果と碟間接触酸化施設による処理効果が確認されており、両者の処理効果によって計画水質をほぼ達成している。

野川処理施設の昭和58年～平成4年までの処理効果を表2.6に示す。堰による処理効果はSSで43%、BODで28%、碟間接触酸化槽ではSS 64%、BOD 60%、D-BOD 50.5%であり、処理施設全体ではSS 80%、BOD 72%、D-BOD 57%の処理効果が得られている。



多摩川浄化実験での実験対象水質

	ハニカム 処理水 I	ハニカム処理水 + 2次処理水 II	ハニカム処理水 + 沈澱下水 III	2次処理水 + 沈澱下水 IV
BOD (mg/l)	13.0 (3.9~28.8)	14.5 (7.1~21.5)	22.7 (15.2~33.3)	21.4 (10.5~47.1)
D-BOD (mg/l)	3.5 (2.0~4.1)	4.9 (3.0~5.8)	7.1 (5.2~9.7)	7.29 (5.8~9.5)
COD (mg/l)	10.4 (3.9~22.5)	15.7 (14.1~18.1)	18.5 (15.5~20.8)	22.9 (18.0~25.4)
SS (mg/l)	—	5.3 (2.2~9.2)	14.5 (8.8~19.6)	15.8 (7.8~39.1)

図2.9 碟間接触酸化法の滞留時間とBOD、SS除去率(多摩川浄化実験)⁹⁾

表2.6 野川浄化施設の水質調査結果⁷⁾
(昭和58年～平成4年の10ヶ年平均)

	野川	流入	放流	除去率(%)		
				堰	浄化施設	全体
流量 (m ³ /s)	0.682 (0.120～2.496)	0.375 (0.025～0.870)	0.357 (0.023～0.896)	—	—	—
D O (mg/L)	8.2 (3.6～13.8)	6.0 (0.5～15.5)	4.7 (1.6～7.8)	—	—	—
S S (mg/L)	20.1 (3.8～352.0)	8.6 (1.4～43.3)	2.9 (0.6～13.0)	42.6 (0.0～98.5)	63.9 (0.0～96.5)	79.8 (39.0～98.9)
B O D (mg/L)	18.2 (4.4～54.9)	12.2 (3.6～26.5)	4.8 (1.0～16.8)	28.1 (0.0～74.5)	60.4 (15.2～86.1)	71.8 (28.8～90.2)
D-B O D (mg/L)	7.8 (1.3～25.9)	6.5 (1.2～17.5)	3.1 (0.6～7.7)	16.1 (0.0～65.7)	50.5 (0.0～86.8)	57.3 (0.0～87.7)
S S-B O D (mg/L)	10.4 (2.5～43.8)	5.8 (1.2～14.1)	1.8 (0.0～12.1)	37.7 (0.0～88.1)	68.4 (0.0～100.0)	79.4 (0.0～100.0)

(6) 設計諸元

碟間接觸酸化は接触沈殿及び生物による酸化分解が安定的かつ効率的に起こるための滞留時間によって設計される。碟間接觸酸化の設計例では、多摩川での実験結果より設計された野川浄化施設が標準とされており、設計諸元は滞留時間1.3時間である。碟間接觸酸化施設の計画実績及び浄化の実績を参考に表2.7、2.8に示す。

(7) 施設規模

碟間接觸酸化施設の規模は浄化部容積と汚泥貯留部容積の和で算出される。汚泥の貯留期間及び対象河川水のS Sと性状によって汚泥貯留容積が異なるので、対象河川水の成分、組成に留意して設計することが必要である。また、汚泥の排出頻度によって汚泥貯留容積が異なることになるので、計画段階で汚泥の処理方法を決定することが必要となる。

(8) 建設費

施設容積、施設構造（コンクリートまたは素堀り）、設置の深さ、汚泥処理方式等によって建設費は異なる。

礫間接触酸化法の実施設の建設費を表2.9に示す。

浄化水量 $1\text{m}^3/\text{s}$ 当たりでみると、640～2,377百万円（建設年度建設費）である。

このうち、高良川浄化施設は地盤より10mの地下に浄化施設を設置しているため、高い建設費となっている。高良川浄化施設並びに河床に設置の大堀川浄化施設を除くと、浄化水量 $1\text{m}^3/\text{s}$ 当たり640～1,303百万円であり、その平均値は、960百万円である。

表2.9 矶間接触酸化実施設の建設費

	建設年度	計画水量 (m^3/s)	建設費 (百万円)	水量 $1\text{m}^3/\text{s}$ 当たりの建設費 (百万円/ m^3/s)	汚泥処理 処分方法	備考
野川浄化施設	昭和56年 ～58年	1.0	640	640	5年分貯留	土破り 約2m
平瀬川浄化施設 ¹²⁾	昭和63年 ～平成2年	1.8	1,700	945	5年分貯留	土破り 約2m
高良川浄化施設 ¹³⁾	〃	0.35	832	2,377	6ヶ月分貯留 曝気排泥	土破り 約10m
建花寺浄化施設 ¹⁴⁾	平成2年 ～4年	0.40	521	1,303	6ヶ月分貯留 曝気排泥	
大堀川浄化施設 ¹⁵⁾	昭和62年 ～平成元年	0.38	600	1,579	5年分貯留	河道下 に設置

(9) 維持管理費

礫間接触酸化槽本体の維持管理は必要なく、取水施設管理が主な管理費となる。

表2.7に示す礫間接触酸化施設の実績では、維持管理費は河川敷に設置されている施設では0.01～0.2円/ m^3 、河床設置の浄化施設では0.6～3.2円/ m^3 である。

表2.7 硫酸接觸酸化施設 計画実績

浄化施設名	稼働年月	計画水量(m^3/s)	河川	浄化施設	BOD(計画)			SS(計画)			淨化槽形状、容積、面積 ²⁾			充填 礫	建設費 (百万元)	維持管理費 (千円/年)	汚泥処理 方法	
					流入 (mg/l)	流出 (mg/l)	除去率 (%)	流入 (mg/l)	流出 (mg/l)	除去率 (%)	形状	容積 ¹⁾ (m^3)	面積 ²⁾ (m^2)					
野川 ¹⁾ 浄化施設	昭58年7月	高水數 1.1	1.0	0.1	13	2.4	85	16	3.25	75	1.25	18.5m×9m ×1.6m	21,600	13,600	玉石	640	640	0.01
平瀬川 ^{1,2)} 浄化施設	昭24年7月	高水數 2.1	1.8	0.3	20	3.0	85	20	5.0	75	1.25	18.5m×20 ~60m×1.6m ~1.7m×6m	45,800	26,800	玉石	1,700	945	5年分貯留 一部曝氣 排泥
高良川 ^{1,2)} 浄化施設	昭24年3月	堤内 0.40	0.35	0.05	25	5.0	80	20	5.0	75	1.3	20m×40m ×3.5m×2倍	16,000	(4,570)	50~150mm 割裂石	832	2,377	900
蓮花寺 ^{1,2)} 浄化施設	昭4年7月	堤内 0.48	0.40	0.08	14 (流入) 12	4.0	60	15 (流入) 9.0	4.0	70	1.3	20m×23m ×2.2m×6倍 (2.0m)	6,072	2,760	割裂石	521	1,303	1,800
佐伯市水路 ^{1,2)} 浄化施設	昭59年4月	堤内 -	0.16	-	-	-	-	-	-	-	0.47	70m×1m ×1.1m	210	210	50	313	5,570 (III~IV 平均)	0.24万/m ³
桑納川 ^{1,2)} 浄化施設	昭元年3月	堤内 0.85	-	25	5.0	75	16	4.0	80	1.3	60~118m× 3m×6倍	23,630	7,880					
大堀川 ^{1,2)} 浄化施設	昭元年10月	河道下 -	0.38	-	25	6.0	76	35	17.0	51	1.3	110.8m× 18.84m× 4m	27,800	(9,270)				
久出川 ^{1,2)} 浄化施設	昭61年3月	河道下 0.05	0.05	-	30	15	50	31	15	50	0.58	58.7m× 3.9m× 1.25m	21,600	(5,500)	2,090 栗石	600	1,579	3,050 (III~IV 平均)
2番河原野川 ^{1,2)} 木暮外堀川 ^{1,2)}	昭2年3月	河道下 0.2	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	57.0m× 3.0m× 0.5m	1,000	(4,600)	233	58.5	1,170	5,000
	木暮外堀川 ^{1,2)}	河道下 0.232	0.049	-	(1.0, 0.067)	-	-	-	-	-	-	50.0m× 6.4m× 12.8m	(3,862)	(430)	171 栗石	9.1	45.5	-
紫竹川 ^{1,2)} 浄化施設	昭元年3月	河道下 0.5	0.05	-	15	50	31	15	50	50	0.58	50.0m× 6.4m× 12.8m	896	320	割裂石	42.5	184	(株)A
南田川 ^{1,2)} 浄化施設	昭元年3月	河道下 0.65	-	-	15	6	60	60	0.89 (0.65)	61.5m(1.0m)	89.75m× 4.4m× 1.0m	395	(8,060)	43.5 (吸水施 設なし)	888 (株)C	-	-	株式会社 (株)B 替え)

1) () 内水量 $1 m^3/s$ に換算した時の施設容積 ($m^3/m^3/sec$)
2) () 内は水量 $1 m^3/sec$ に換算した場合の面積容積 ($m^2/m^3/sec$)

3) 構造物面積には水槽構造を含まず
(大堀川では投擲費を含む)

4) $1 m^3/sec$ 当り維持管理費は実績淨化水量を 1 年間 (365日) として計算した値である。

表2.8 碳間接触酸化施設の計画と浄化の実績

淨化施設名	事業者	(開工年月)	(開工年月)	淨化施設設置場所	滞留時間(hr)	データ数	施設流入水量(m ³ /sec)	SS 設流入水(mg/l)	除去率(%)	淨化水除去率(%)	D-BOD 設流入水(mg/l)	除去率(%)	施設全体の淨化効果	
													SS除去率(%)	実績 計画 実績
野川 ¹⁾ 淨化施設	建設省 京浜工事事務所	昭和58年7月 (S. 58.9~H. 4.3)	高水敷	1.25	113	0.36	8.5	2.8	67.1	11.9	4.7	60.5		85.6 75 73.3
平瀬川 ²²⁾ 淨化施設	建設省 京浜工事事務所	平成2年7月 (S. 62.7~H. 5.3)	高水敷	1.25	54	1.14	7.7	3.1	59.7	9.0	3.6	60.0		85 76.5 75 68.4
高良川 ²³⁾ 淨化施設	建設省 筑後川工事事務所	平成2年3月 (H. 2.5~H. 4.3)	堤内	1.3	27	0.21	8.5	2.8	67.1	3.4	1.7	50.0		80 86.7 75 70.1
蓮花寺 ²⁴⁾ 淨化施設	建設省 遠賀川工事事務所	平成4年7月 (H. 4.7~H. 5.2)	堤内	1.3	8	—	7.9	2.2	72.2	7.2	2.5	65.3		60 69.7 70 61.4
佐伯市水路 ²⁵⁾ 淨化施設	茨城県 笠間市	昭和59年4月 (S. 60年)	堤内	0.47	7	0.02	14.7	4.7	68.0	13.5	9.0	33.3		68.0 — 33.3
桑納川 ²⁶⁾ 淨化施設	千葉県	平成元年3月 (S. 63.9~H. 4.1)	堤内	1.3	24	0.75	8.5	4.1	51.8	8.0	5.5	31.3		75 69.2 80 45.0
大堀川 ²⁷⁾ 淨化施設	千葉県	平成元年10月 (H. 2.1~H. 5.2)	河道下	1.3	11	0.17	23.2	9.2	60.3	21.6	12.1	42.1		76 60.2 51 51.8
久出川 ²⁸⁾ 淨化施設	兵庫県 西宮市	昭和61年3月	河道下	0.58	(1)	—	30.0	12.0	60.0	34.0	17.0	50.0		50 60.0 50 50.0
[木系外堀川 ²⁹⁾] 淨化施設	兵庫県	平成2年3月	河道下	—	(1)	—	4.0	3.0	25.0	1.1	1.2	0.0		— 25.0 —
紫竹川 ³⁰⁾ 淨化施設	岡山県	平成元年3月 (H. 2.3.19)	河道下	0.50	1	—	3.5	1.5	57.1	2.4	1.2	50.0		— 57.1 — 50.0
萬田川 ³¹⁾ 淨化施設	岡山県	平成元年3月 (H. 2.3.19)	河道下	0.89 (0.65)	1	—	10.0	8.0	20.0	22.5	16.5	26.7		— 20.0 00 26.7
				建設省施設平均	8.2	2.7	66.5	7.9	3.1	59.0			—	79.6 — 68.3
				県・市施設平均	15.0	6.6	52.9	17.0	10.2	38.9			—	55.8 — 42.8
				全施設平均	12.3	5.0	58.3	13.4	7.4	46.9			—	65.3 — 53.0

* 外堀川のデータを除く

(10) 汚泥処理方法

礫槽内に堆積した汚泥の処理方法としては以下の3方式がある。

- ① 曝気排泥方式
- ② 掘り出し処分方式
- ③ 貯留放置方式

方式の選択は用地の制約、処分先、浄化施設への位置付け等を考慮して決定する。

以下に各処理方式の概要をまとめる。

① 曝気排泥方式

礫槽の下部に散気管を配置し、一定期間毎に曝気を行い、堆積物、生物膜等を剥離させる。その後で礫槽内の水を排水することにより、剥離された堆積物、生物膜を外部に排出する方式である。

堆積汚泥の堆積期間を短くすることで施設容量を小さくできるため、敷地の狭いところには有利である。また、定期的に排泥することで、半永久的に施設を利用できる等の利点がある。排出汚泥の性状によっては汚泥処分が必要である。

② 掘り出し方式

礫と堆積汚泥を混合体として、同時に礫槽から取り出し、そのまま天日にて風乾し、乾燥後礫を振動させて、堆積汚泥を分離する方式である。礫を風乾できるだけのスペースが必要となり、またその間は通水できなくなるものである。

③ 貯留放置方式

浄化施設の必要稼働年数に合わせた貯留容量を確保し、堆積物を貯め込む方式である。この場合、汚泥の嫌気分解による臭気処理に配慮する必要がある。

2.2.3.2 プラスチック等接触酸化法（物理+生物浄化＝沈殿+生物酸化）

プラスチック等接触酸化法は接触材として、プラスチック接触材、ヒモ状接触材、布状接触材（以下、プラスチック等接触材という）等を使用し、エアレーションを行わない浄化手法と定義する。図2.10にプラスチック接触材等の種類を示す。

(1) 浄化原理と特徴

プラスチック等接触酸化法は接触材の間でおこる接触沈殿と、接触材表面に発生付着した微生物が水中の溶存酸素を利用し、SS、有機物質を吸着、吸収、酸化分解して浄化を行うものである。従って、プラスチック等接触酸化法は礫間接触酸化法の礫のかわりにプラスチック等状接触材を用いた河川浄化手法である。

礫の空隙率が40～45%程度であるが、プラスチック等接触材は空隙率90～98%程度と大きいため、プラスチック等接触酸化法は礫間接触酸化法よりも小さな容積ないし面積で浄化を行うことができる。

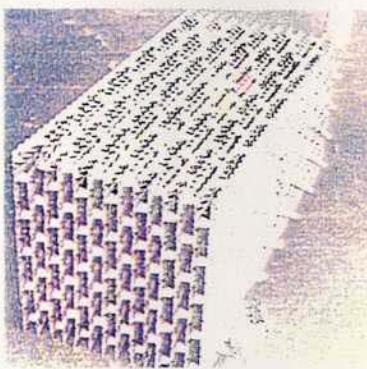
しかし、プラスチック等状接触材の1m³当たりの単価は約50千円/m³であり、礫の単価約5千円/m³に比較して約10倍高価であることから、建設費は礫間接触酸化法よりも高価となることがある。

また、プラスチック等接触酸化施設を設置する場合、プラスチック接触材は礫と違って強度がないため、周辺はコンクリート壁が、また上部にコンクリートのスラブが必要である。また、プラスチック等接触材は紫外線に弱いため、直接日光を当てることは避けなければならない。

浄化の原理・機能は礫間接触酸化とほぼ同じであるが、礫間接触酸化法のような堆積泥の移動及び圧密がみられず、流入部近くに早い時期に堆積泥による目詰まりが発生し、接触材の上部を流入水が流れる。このため、浄化効果の低下が起こりやすく、堆積泥の処理が礫間接触酸化法に比べて頻繁に必要となる。

(2) 適用条件

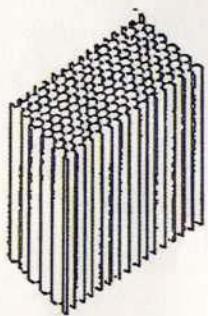
プラスチック等接触酸化法では対象河川水中に含まれるDOを用いて浄化を行うため、高BOD濃度の河川水が流入すると施設内が嫌気状態となり、その浄化機能が阻害される。したがって、浄化施設内のDOの維持に配慮する必要がある。このため、礫間接触酸化法同様、河川水のBODは20～30mg/l程度以下が適用する場合の目安と考えられる。



波板状接触材



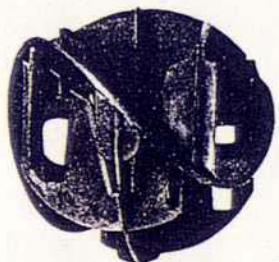
筒状接触材



ハチの巣状接触材



球状接触材
【プラスチック接触材】



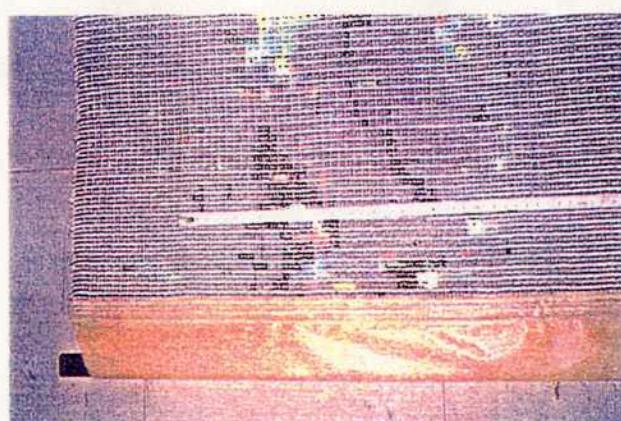
球状接触材



【ヒモ状接触材】



【ヒモ状接触材（塩化ビニデリン）】



【布状接触材（合成繊維）】

図2.10 プラスチック接触材等の種類^{3,2)}

(3) 処理効果

プラスチック等接触酸化法の河川水を対象とした実験結果より、処理効果の事例を表2.10に示す。この実験は建設技術評価「河川等の公共用水域における高効率処理システムの開発」³²⁾として行われたものであり、多摩川支川の谷地川の河川水を対象に処理水量1ℓ/secに対して所定規模の実験施設を設置し、約1ヶ年調査を行ったものである。

実験を行った接触材は、波板状プラスチック接触材、ヒモ状接触材、布状接触材、不織布とプラスチック接触材の組み合わせの4種類である。

波板状プラスチック接触材は滞留時間3.0時間で実験を行い、BOD除去率60%、D-BOD除去率35%、SSの除去率77%である。

ヒモ状接触材は滞留時間1.0時間で実験を行い、BOD除去率62%、D-BOD除去率38%、SSの除去率80%である。

布状接触材は滞留時間2.3時間で実験を行い、BOD除去率63%、D-BOD除去率49%、SSの除去率73%である。

不織布+プラスチック接触材は滞留時間1.4時間で実験を行い、BOD除去率43%、D-BOD除去率31%、SSの除去率56%である。

T-N、T-Pは各処理手法ともSSに起因する窒素、リンの除去が認められ、T-Nで12~17%、T-Pで10~20%の処理効果が認められている。

(4) 設計条件

接触沈殿及び生物による酸化分解が安定的かつ効率的に起こるための滞留時間で設計することが基本となる。

接触材の種類によって滞留時間が異なることが実験によって確認されているので、今後更に調査を継続していくことが必要である。

(5) 汚泥処理

プラスチック等接触酸化法では礫間接触酸化法に比較して、汚泥の酸化分解が起こりにくいため、頻繁に汚泥の引き抜きを行うことが必要である。波板状プラスチック接触材を使用したプラスチック接触酸化法の実験では月2回程度の汚泥の引き抜きが必要とされている。

表2.10 プラスチック等接触酸化法の浄化効果^{3,2)}
 (「河川等の公共用水域における高効率浄化システムの開発」の実験結果より)

- 波板状プラスチック接触材 滞留時間3.0時間 -

項目	データ数	流入水 (mg/ℓ)	浄化水 (mg/ℓ)	除去率 (%)
BOD	33	9.7 (3.5~23.6)	3.8 (0.8~11.0)	59.8 (29.7~85.0)
D-BOD	32	4.6 (1.8~11.9)	3.1 (0.5~8.4)	35.0 (0.0~88.6)
SS	33	18.3 (3.0~100.0)	2.8 (0.8~7.5)	77.1 (0.0~96.2)
T-N	28	6.14 (3.03~9.91)	5.24 (2.84~8.60)	15.3 (0.0~40.9)
T-P	27	0.74 (0.14~1.59)	0.59 (0.17~1.36)	19.9 (0.0~59.5)

- ヒモ状接触材 滞留時間1.0時間 -

項目	データ数	流入水 (mg/ℓ)	浄化水 (mg/ℓ)	除去率 (%)
BOD	45	9.2 (3.5~23.6)	3.5 (0.5~12.3)	62.0 (28.7~88.8)
D-BOD	43	4.2 (1.2~11.9)	2.7 (0.5~10.5)	37.8 (3.0~72.7)
SS	45	21.0 (3.0~170.0)	1.9 (0.8~5.2)	79.5 (13.6~99.4)
T-N	27	6.32 (3.82~9.91)	5.24 (2.66~7.54)	17.0 (0.0~44.6)
T-P	27	0.79 (0.14~1.59)	0.71 (0.18~0.32)	11.6 (0.0~41.6)

- 布状接触材 滞留時間2.3時間 -

項目	データ数	流入水 (mg/ℓ)	浄化水 (mg/ℓ)	除去率 (%)
BOD	21	8.1 (3.7~23.6)	3.2 (1.1~13.5)	62.8 (42.6~85.9)
D-BOD	20	4.5 (1.5~11.9)	2.3 (1.0~11.3)	49.4 (5.0~74.1)
SS	21	11.7 (3.2~46.0)	2.2 (0.8~8.7)	72.8 (9.1~97.8)
T-N	19	5.75 (3.03~8.27)	5.20 (3.52~11.10)	13.5 (0.0~24.7)
T-P	18	0.60 (0.31~1.06)	0.50 (0.20~1.01)	18.2 (0.0~41.3)

- 不織布+プラスチック接触材 滞留時間1.1時間 -

項目	データ数	流入水 (mg/ℓ)	浄化水 (mg/ℓ)	除去率 (%)
BOD	14	8.3 (3.7~23.6)	4.6 (2.3~15.2)	42.9 (21.3~69.6)
D-BOD	13	4.9 (2.1~11.9)	3.4 (1.7~11.0)	31.4 (7.6~55.1)
SS	14	6.7 (3.2~17.6)	3.0 (0.8~10.2)	55.5 (25.0~90.6)
T-N	13	6.19 (4.19~8.27)	5.44 (3.71~6.99)	11.9 (0.0~20.8)
T-P	13	0.69 (0.4~10.6)	0.63 (0.39~0.95)	10.1 (0.0~21.9)

2.2.3.3 球状碎石集合体浄化法（物理+生物的浄化＝沈殿（流離）+生物酸化）

(1) 浄化原理と特徴

球状碎石集合体の形状を図2.11に示す。

浄化の原理は球状碎石集合体間での接触沈殿及び球状碎石集合体の表面と内部での流速差による浮遊物の流離であり、浮遊物(SS)の除去が基本的な浄化機能である。また、礫間接触酸化法と同様に、微生物による有機物の分解も期待できる。



図2.11 球状碎石集合体

(2) 適用条件

球状碎石集合体浄化法は流入水中に含まれるDOを用いて浄化を行うため、高BOD濃度の河川水が流入すると施設内が嫌気状態となり、その浄化機能が阻害される。

このため、礫間接触酸化法同様、河川水のBODは20~30mg/l程度以下が適用する場合の目安と考えられる。

(3) 浄化効果

球状碎石集合体浄化法の河川水を対象とした実験結果より、浄化効果の事例を表2.10に示す。この実験は建設技術評価「河川等の公共用水域における高効率浄化システムの開発」として行われたものであり、多摩川支川の谷地川の河川水を対象に浄化水量1l/secに対して所定規模の実験施設を設置し、約1ヶ年調査を行ったものである。

滞留時間0.5時間で実験が行われ、流入水BOD 8.4mg/l (3.3~33.1mg/l) に対して浄化水は4.3mg/l (1.6~18.5mg/l) であり、BOD除去率は約49%である。SSは流入水16.8mg/l (3.0~100.0mg/l) に対して浄化水は3.2mg/l (0.9~13.3mg/l) であり、SS除去率は69%であり、非常によく除去されている。

また、T-N、T-PについてはSS性の窒素、リンの除去が認められており、T-Nで約10%、T-Pで約12%の浄化効果が認められている。

表2.11 球状碎石集合体浄化法の浄化効果（滞留時間0.5時間）³²⁾
 （「河川等の公共用水域における高効率浄化システムの開発」の実験結果より）

項目	データ数	流入水 (mg/l)	浄化水 (mg/l)	除去率 (%)
BOD	34	8.4 (3.3~33.1)	4.3 (1.6~18.5)	48.9 (13.2~75.0)
D-BOD	31	3.9 (1.2~11.9)	3.1 (1.0~13.8)	23.2 (0.0~51.3)
SS	35	16.8 (3.0~100.0)	3.2 (0.9~13.3)	69.1 (33.3~89.3)
T-N	21	5.56 (3.03~8.27)	5.03 (2.56~7.20)	10.4 (0.0~39.7)
T-P	21	0.58 (0.14~1.13)	0.51 (0.20~0.98)	11.8 (0.0~33.3)

(4) 設計条件

接触沈殿等により浮遊物の除去が安定的かつ効率的に起こるための滞留時間で設計することが基本となる。

なお、球状碎石集合体内部での汚泥の酸化分解機構について、研究していくことが必要であり、汚泥の分解率にもとづく汚泥貯留容積の考え方を確立していくことが必要である。

(5) 汚泥処理

本法における汚泥処理は、礫間接触酸化法と同様であるので礫間接触酸化法の項を参照されたい。

2.2.4 木炭浄化法（物理+生物的浄化=ろ過+生物酸化）

(1) 浄化原理と特徴

木炭浄化法は、木炭の間におけるろ過による浮遊性物質の除去並びに木炭に自然に活着する微生物による吸着及び生物酸化分解によって浄化を行うものである。

また、礫間接触酸化と同様に微生物により堆積汚泥の分解が進み減量化、圧密化がはかられる。

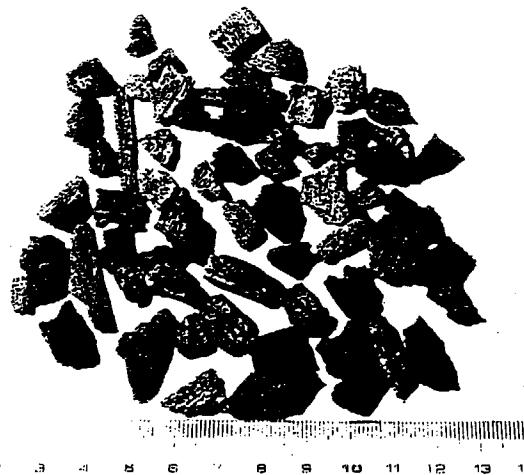


図2.12 木炭

本法の特徴としては①ろ過による浄化手法であるため、礫間接触酸化法と比較して施設面積が小さくてよい。②木炭は軽いので施設設置は比較的容易で省力化が図れる等があげられる。しかしながら、ろ過による浄化手法であるため、SSによる目詰まりが発生しやすく、このため汚泥の引き抜きやろ材の洗浄を頻繁に行うことが必要である。

(2) 適用条件

木炭浄化法は流入水中に含まれるDOを用いて浄化を行うため、高BOD濃度の河川水が流入すると施設内が嫌気状態となり、その浄化機能が阻害される。このため、礫間接触酸化法同様、河川水のBODは20~30mg/l程度以下が適用する場合の目安と考えられる。また、ろ過による浄化手法のため、高濃度のSSの河川水には適用できない。

(3) 浄化効果

1) 土木研究所等での実験結果

土木研究所、栃木県、近畿、中部地方建設局で行った実験の概要と効果を表2.12に示す。これら一連の実験の中で、近畿地建が行った実験は、他の実験の知見を取り入れ、木炭層内の目詰まり時のエアレーションによる排泥や汚泥溜を設置しているため、浄化効果が高く安定した除去率を示している。たとえば2か月の実験期間の平均除去率はBODで流入濃度5~15mg/lで90%、T-N 3~8mg/lで50%、T-P 0.3~0.8mg/lで65%と、BOD、窒素、リンの除去率はいずれも高い値を示している。

表2.12 木炭浄化実験結果一覧³³⁾

場所	目的概要	装置	除去効果(上段は流入水質)					結果
			BOD	SS	COD	T-N	T-P	
土木研究所 土浦市備前川	本実験では①家庭排水が定期的に流入する河川における浄化効果②システムの差異による浄化効果の比較を検討した。備前川の水をポンプで汲み上げ、図に示した装置で浄化を行った。備前川は家庭排水の流入する小河川である。		流入mg/l 層厚 30cm ろ過 2cm/分	10 31%	25 37%	13 14%	3.2 5%	0.3 10%
土木研究所 栃木市県庁堀 栃木県	本実験は①家庭排水が流入する小水路における浄化効率②砂利、針葉樹木炭、広葉樹木炭の3種のろ材の比較を検討した。 河床にろ過層を埋設しポンプで水を送り込み浸透ろ過を行った。		流入mg/l ろ材 ろ材 ろ材	4.1 40% 51% 38%	29 88% 88% 87%		4.6 4% 8% 8%	0.3 57% 51% 35%
関東地方建設局 土浦市霞ヶ浦	本実験では湖沼水の浄化効果を検討した。水面下1cmのところに内部に集水管を配した木炭を詰めたかごを吊るし、ポンプで水をろ過させた。 霞ヶ浦は富栄養化現象が問題となっている湖である。		3.8 60%	18.6 70%	4.6 39%	2.2 18%	0.1 42%	①ほとんど目詰まりはなかった。 ②リン、窒素を含んだ藻類を効果的に濾し取ることができた。 ③内部に嫌気的状態が発生し脱窒が行われた。
近畿地方建設局 寺内谷川	本実験では①図に示したシステムの有効性②エアレーションによる排泥装置の有効性を検討した。 寺内川は家庭排水の流入する河川である。システムは3層に別れ、それぞれ汚泥留めとエアレーション散気管を持つ。		5~15 90%	5~40 95%		3~8 50%	0.3~0.8 65%	①エアレーションによる排泥操作により、堆積した汚泥はほとんどが排出できた。 ②除去率が高かった。
中部地方建設局 伊那市天竜川	本実験では大河川における高水敷を利用した浄化手法の有効性を検討した。天竜川は調節池を水源としたここからの汚漏が問題となっている河川である。高水敷に池を掘り、池に本川の水を導きし池内で循環浄化させ、オーバー70分を本川に戻すシステムである。		3.1 61%	15 93%	5 24%			①池における沈殿作用も加わってSSの除去効果が高かった。 ②本方式による浄化の可能性が示された。
まとめ			60%	80%	30%	20%	45%	数値は実験期間中の平均
疎間接觸酸化			60%	70%		6%	15%	

土木研究所の報告によれば、本法の欠点は目詰まりであるとされている。

備前川河川水質浄化実験では、汚泥の堆積により目詰まりが生じ、一部に圧力がかかり短路流が発生して除去効果の低下が認められた。ろ過システムであるため、特に分解が期待できない無機SSにより目詰まりを起こしやすい性質がある。いずれの実験においても木炭層内のSS堆積量がろ過層1m³あたり約50kgとなった場合、ヘッドが40cmを越え、実験施設では木炭層が浮き上がる等の問題が発生している。長期的に稼働するためには、近畿地建で行ったような排泥対策が必要となる。

2) 谷地川での実験結果³²⁾

木炭浄化法の河川水を対象とした実験結果より、浄化効果の事例を表2.13に示す。

この実験は建設技術評価「河川等の公共用水域における高効率浄化システムの開発」として行われたものであり、多摩川支川の谷地川の河川水を対象に浄化水量1ℓ/secに対して所定規模の実験施設を設置し、約1ヶ年調査を行ったものである。

実験施設は粒径10~40mmの木炭を層厚30~50cm程度に敷き詰めた木炭層でありその中を1~10cm/分(14.4~144m/日)の流速で水を上向流または下向流でろ過できる施設である。

通水速度1cm/分で実験を行った結果、流入水BOD8.3mg/ℓ(3.7~23.6mg/ℓ)に対して浄化水は3.2mg/ℓ(0.6~9.1mg/ℓ)であり、BOD除去率は約64%である。SSは流入水8.9mg/ℓ(3.2~46.0mg/ℓ)に対して浄化水は1.8mg/ℓ(0.2~5.0mg/ℓ)であり、SS除去率は72%である。

また、T-N、T-PについてはSS性の窒素、リンの除去が認められており、T-Nで約18%、T-Pで約17%の浄化効果が認められている。

なお、脱窒やオルトリリン酸態リンの吸着はほとんど認められなかった。

表2.13 木炭浄化法の浄化効果(通水速度1cm/min)³²⁾
(「河川等の公共用水域における高効率浄化システムの開発」の実験結果より)

項目	データ数	流入水 (mg/ℓ)	浄化水 (mg/ℓ)	除去率 (%)
BOD	15	8.3 (3.7~23.6)	3.2 (0.6~9.1)	64.4 (25.8~83.8)
D-BOD	14	5.2 (2.1~11.9)	2.7 (0.6~7.8)	52.5 (11.7~71.4)
SS	15	8.9 (3.2~46.0)	1.8 (0.2~5.0)	71.5 (0.0~97.8)
T-N	15	6.21 (4.19~8.27)	5.08 (3.50~6.86)	17.9 (0.8~26.0)
T-P	15	0.68 (0.40~1.06)	0.60 (0.34~0.093)	12.3 (0.0~22.4)

(4) 設計条件

対象河川水のSS、BOD濃度と性状、成分に応じて適切な通水速度の決定、木炭の粒径を選定することが基本である。特にSSによる目詰まりが発生するので、その排泥方法と頻度を念願において設計条件を決定することが必要である。

(5) 汚泥処理

木炭浄化法はろ過による浄化方式であるため、目詰まりが発生する。長期的に施設を稼働するためには、目詰まり回復のための逆洗方法、汚泥の引き抜き方法を確立することが必要である。

2.2.5 接触曝気法（生物的浄化＝生物酸化（付着生物膜法）

2.2.5.1 曝気付碟間接触酸化法（生物的浄化＝生物酸化（付着生物膜法）

(1) 概要

碟間接触酸化法では対象河川水に含まれるDOを利用するため、適用できる対象BOD濃度に限界がある。また、碟間接触酸化法は浮遊物(SS)の接触沈殿と生物による有機物の酸化・分解により汚濁水を浄化するものであるが、浄化機能上接触沈殿による効果が大きく、生物による酸化分解は対象河川水のDOに依存するため高い効果が期待できない。

このため、碟間接触酸化槽の底部よりエアレーションを行い、槽内にDOを連続的に供給し、生物による酸化分解機能を更に高めることにより、適用できる対象BOD濃度範囲を広げた方式が曝気付碟間接触酸化法である。曝気付碟間接触酸化法では微生物による浄化機能を向上するため、溶解性の有機物(BOD等)やアンモニア態窒素、カビ臭(2-MIB)等の効率的な除去も可能である。

(2) 浄化原理

曝気付碟間接触酸化法は碟間接触酸化法において、曝気を行う部分(曝気部)と曝気を行わない部分(非曝気部)で構成される。

① 曝気部

曝気部では常時エアレーションを行うことによりDOを供給し、碟表面に生息する微生物の活性を高めることにより、有機物(BOD等)、溶解性の有機物(D-BOD等)、アンモニア態窒素(NH₄-N)、カビ臭物質(2-MIB)を効率的に除去するものである。

なお、エアレーションは槽内を混合するため、碟表面の微生物と汚濁水の接触機会を多くし、浄化能力を高める働きをもっている。

② 非曝気部

曝気部では有機物等の酸化分解により微生物が増殖し、生物膜が形成される。生物量が多くなると、碟表面より生物膜が剥離する。曝気部では有機物が生物膜に採取され、その生物膜が剥離するという現象を繰り返すため、浮遊性物質の性状が変化している。曝気部では、常時エアレーションを行っているため、剥離した生物は沈殿せず流出してくることになる。この流出してくる生物は浮遊性物質(SS)であり、有機

物である。非曝気部はこのSS及び有機物(BOD等)を除去し、浄化水質を良質に維持するためのものである。

非曝気部の浄化原理は、碟間接触酸化法と同様に接触沈殿、生物による吸着・吸収・酸化分解並びに堆積泥の分解、減量である。特に接触沈殿によるSS性物質の除去効果が大きい。

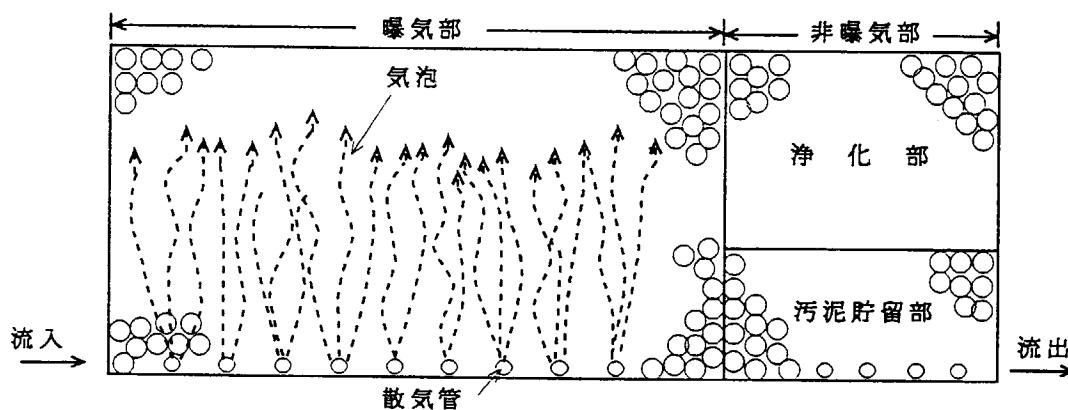


図2.13 曝気付碟間接触酸化法の模式図

(3) 適用水質条件

曝気付碟間接触酸化法の機能低下をきたさないための浄化対象水質条件は以下の通りである。

① 浄化対象河川のBODが20~80mg/l程度以下であること

曝気付碟間接触酸化法の適用水質の実績は最高でBOD 80mg/l程度であることから、現状においては浄化対象河川水のBODの適用範囲を20~80mg/lが目安と考えられる。BOD 20mg/l以下の河川においても、溶解性BODが高い(6~8mg/l程度以上が目安)場合には、本法を適用することが必要となる。溶解性BODが低い場合にも当然適用できるが、エアレーションによる処理コストが高いため、碟間接触酸化法を適用することが望ましい。

② 有害物質を含む河川水でないこと

曝気付碟間接触酸化法は生物による酸化分解により有機物及び溶解性物質を除去するものであるため、生物の活性を阻害する有害物質を含む河川水には適用できない。

③ ゴミが多量に流入しないこと

碟間接触酸化槽内にゴミが流入すると分解せず、また移動もしにくいため、局部的詰まりが発生し、全体の機能低下を起こすことがある。

(4) 净化効果

曝気付碟間接触酸化法の净化効果を①BOD、②アンモニア性窒素、③臭気物質のそれぞれについて示すと以下の通りである。

1) BODの净化効果

① 曝気付碟間接触酸化法におけるBODの水質縦断変化

曝気付碟間接触酸化法におけるBODの水質縦断変化の例を図2.14に示す。図2.14は下水処理場（滅菌前）を対象として行われた浄化実験³⁴⁾の結果であり、横軸は滞留時間、縦軸は水質濃度を示している。滞留時間2時間までが曝気部であり後段の4時間は非曝気部である。

曝気部においてはBODの除去はみられないが、非曝気部でBODが除去されている。曝気部では生物膜により有機物の酸化・分解と同時にエアレーションによる生物膜の剥離が同時に起こり、見掛け上BODの除去は見られないが溶解性の有機物が除去されている。非曝気部では浮遊物質（SS）の接触沈殿による除去に伴い、BODが除去されている。

② 曝気部における溶解性BODの除去

曝気部の滞留時間は曝気時間と溶解性BOD（D-BOD）の除去率の関係²⁵⁾を図2.15に示す。

曝気部の滞留時間が長いほどD-BODの除去率が増加するが、約1時間以上では大きな除去率の増加はなくなる結果となっている。流入水のD-BOD濃度によって必要な滞留時間が異なるので、設計諸元を決定するにあたっては、流入水のBOD並びに溶解性BODの濃度、生分解等に留意することが必要である。

③ 非曝気部におけるBODの除去

曝気付碟間接触酸化法の非曝気部の滞留時間とBOD濃度及び除去率の関係^{34), 35)}を図2.16に示す。荒川での実験³⁵⁾では概ね1~2時間でBODの除去率は横ばいになっているのに対して、猪名川での実験³⁴⁾では3~4時間が必要となる。浄化対象水の性状、組成の違いによりBOD除去に必要な滞留時間が異なるので、実施設の設計にあたっては浄化対象水を用いた浄化実験等を行い、必要な滞留時間等を決定することが必要である。

④硝化によるBOD濃度の上昇

エアレーションを行って浄化を行う全てに共通のことであるが、エアレーションを行っている部分では生物による有機物の酸化・分解と同時にアンモニア態窒素の酸化（硝化）がおこる。硝化反応は硝化菌の働きによるものである。最終浄化水に硝化菌が含まれ、またアンモニア態窒素が残存している場合BOD測定時において有機物の酸化・分解によるDO消費と同時にアンモニア態窒素の酸化に伴いDOを消費するため、高いBOD値が測定されることがある。BOD測定におけるアンモニア態窒素の酸化によるBOD値分は“N-BOD”と呼ばれており、通常のBOD値とアリルチオ尿素添加BOD（ATU-BOD）の差によって表される。

N-BOD値を低減するためには、アンモニア態窒素の残存量を少なくするか、硝化菌の量を低減するかのいずれかであり、前者は曝気部の滞留時間を長くすること、後者は非曝気部における滞留時間を長くすることがその対応策となる。

実施設を設計するにあたっては、浄化対象水の性状、組成特性やアンモニア態窒素の硝化速度等を考慮することが必要である。

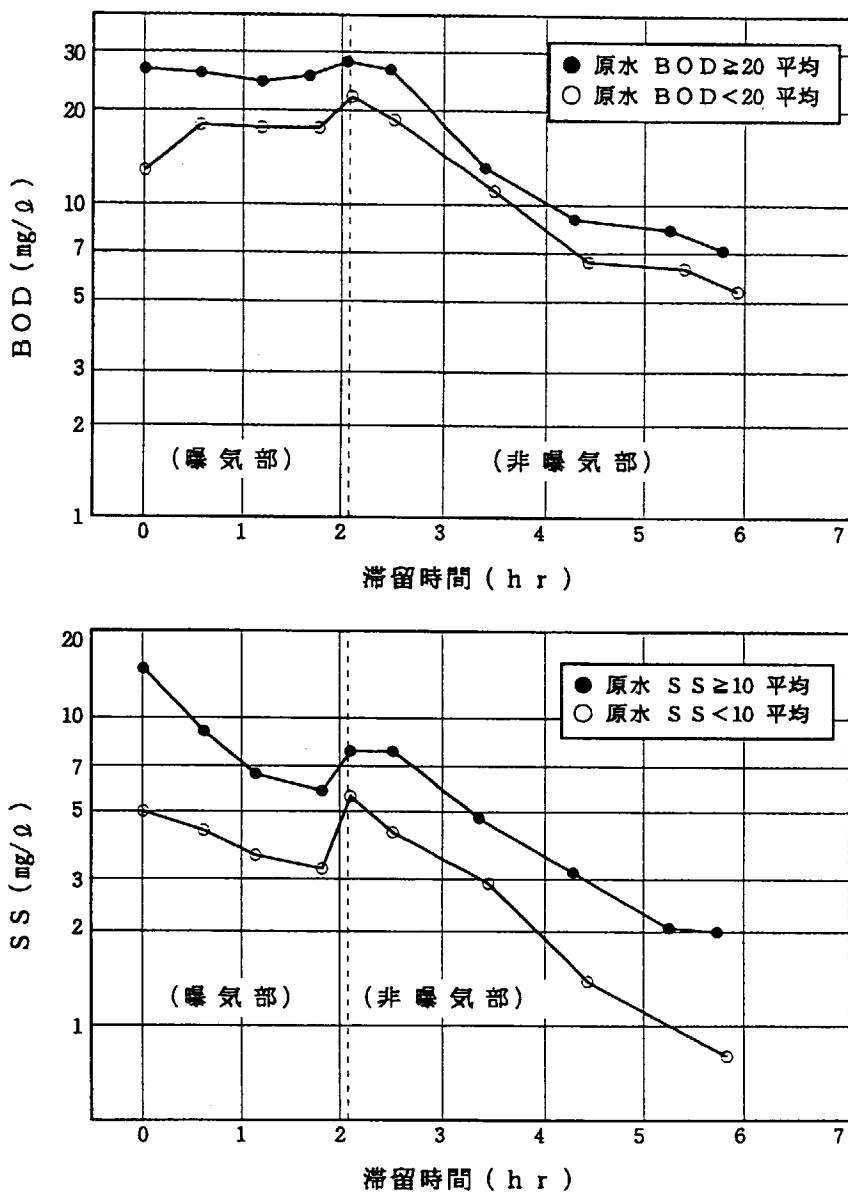


図2.14 曝気付碟間接触酸化法における水質縦断変化³⁴⁾
(曝気部の曝気量は流入水量の2倍で実験)

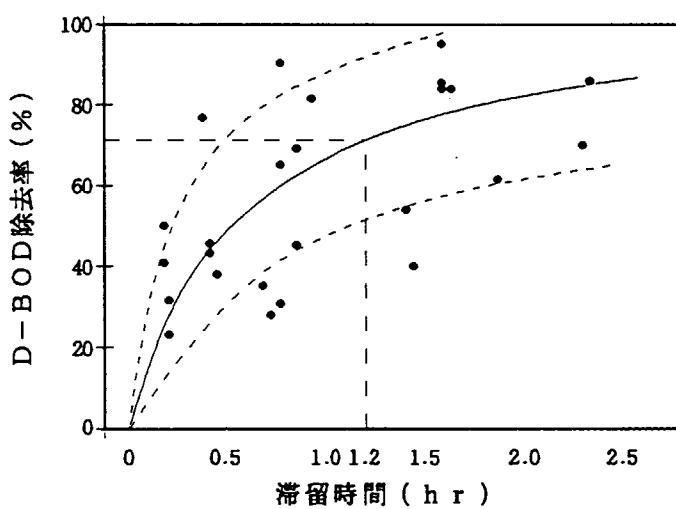
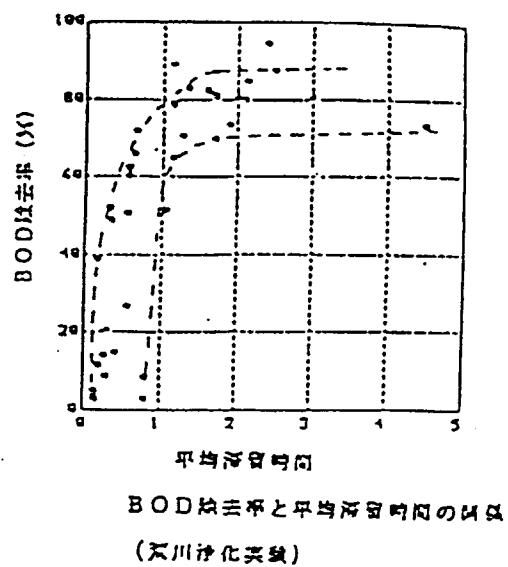
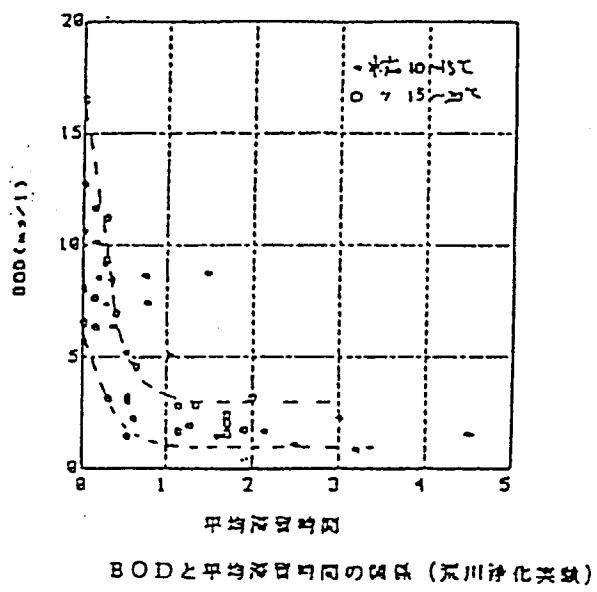
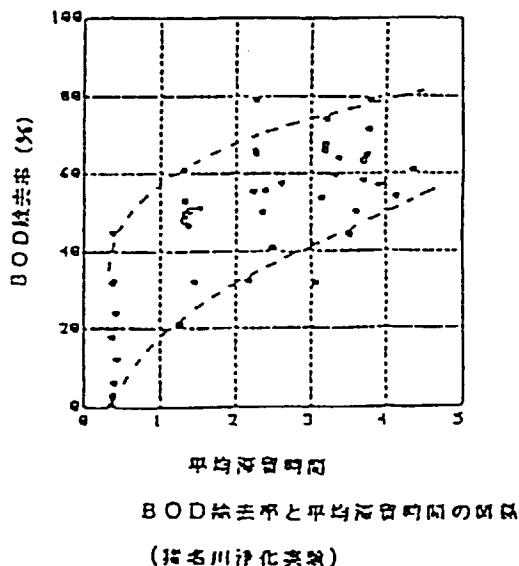
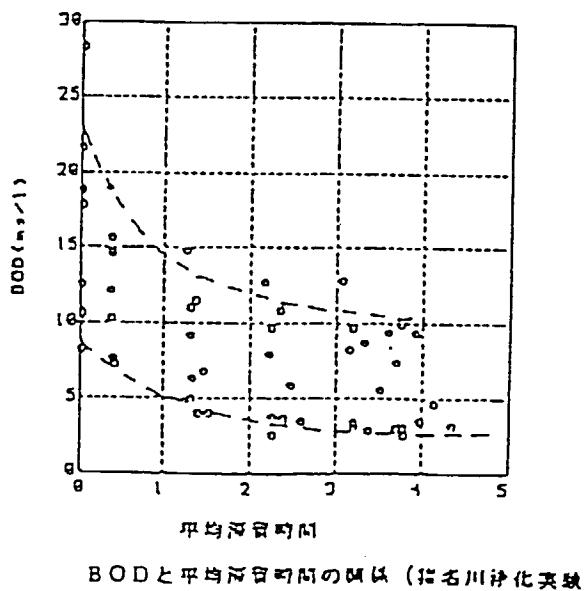


図2.15 曝気部滞留時間と溶解性BOD除去率の関係³⁵⁾



【荒川での実験】³⁵⁾



【猪名川での実験】³⁴⁾

図2.16 非曝気部滞留時間とBOD除去率の関係

2) アンモニア態窒素の浄化効果

曝気付碟間接触酸化法におけるアンモニア態窒素の水質縦断変化を図2.17に示す。^{3,4)}これによるとアンモニア態窒素は曝気部で除去され、碟部での変化はないことが判る。この様にアンモニア態窒素の硝化反応は曝気部で生じ、その減少パターンは時間に比例的である。即ち、流入濃度に比例して必要な曝気時間が変わることを示している。

なお、硝酸化の過程で水中のアルカリ分が消費されるため、アルカリ度が硝化の量（換言すればアンモニアの減少量）に見合うだけの量がない場合は、硝化が進まなくなるため除去効率は低下するので原水の性状に留意する必要がある。

又、硝化に関与する微生物は特殊な細菌類であるため、温度によって反応速度が左右される。曝気付碟間接触酸化法の硝化速度（時間当たりのアンモニアの除去濃度）と水温の関係は図2.18に示した通りである。この図から水温20°Cの条件で見かけの滞留時間（碟を含む容積を基準にした滞留時間）当たり3～4 mg/lのアンモニア態窒素が除去されることがわかる。

表2.14は他の水処理でのアンモニア態窒素の除去能力と比較したものである。この表から曝気付碟間接触酸化法はアンモニア態窒素の除去に対して有効な浄化方法であることがわかる。

アンモニア態窒素除去により設計条件を決定する場合、流入水のアンモニア態窒素濃度と目標水質、対象河川水の水温変化、有機物（BOD等）濃度、曝気風量等諸々の因子があるので、対象河川水に対する実験等により、必要な滞留時間等を検討することが必要となる。

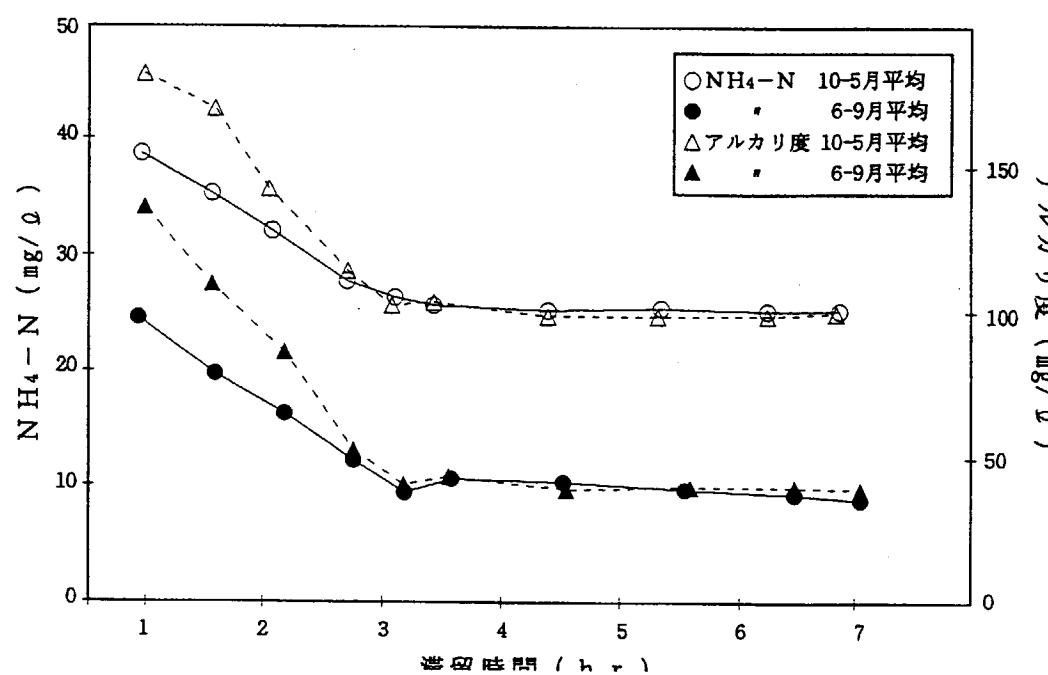


図2.17 曝気付碟間接触酸化法におけるアンモニア態窒素の縦断変化³⁴⁾
(曝気風量は流入水量の2倍)

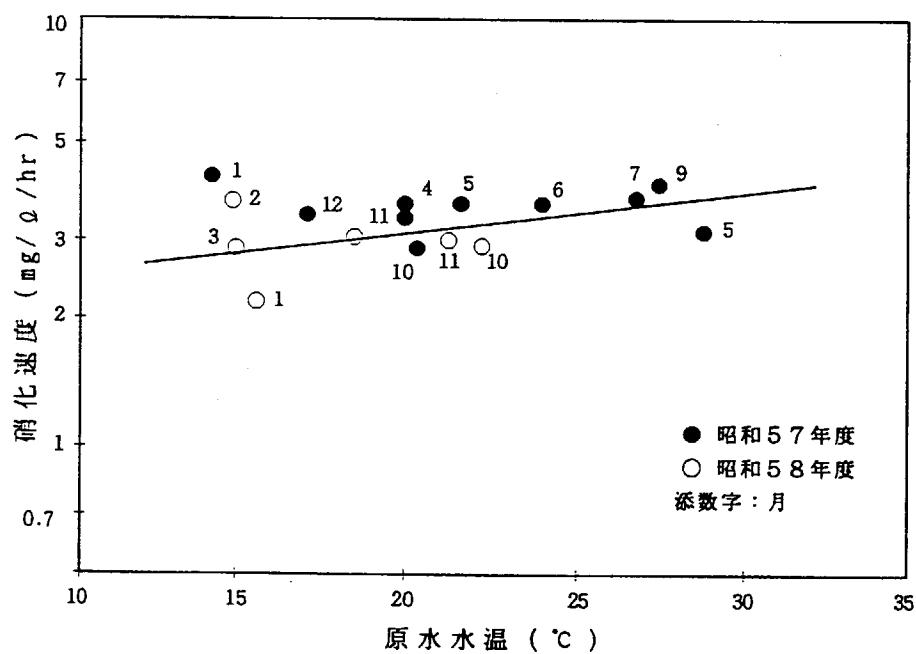


図2.18 曝気付碟間接触酸化法の水量と硝化速度の関係³⁴⁾
(曝気風量は流入水量の2倍)

表2.14 曝気付碟間接触酸化と他の手法の硝化速度の比較^{3,4)}

	平均水温 (°C)	計算流速 (cm/sec)	接触面積 (m ²)	生物層厚 (mm)	原水NH ₄ -N (mg/l)	硝化速度*		備考
						(mg/l/hr)	(mg/l/hr)	
曝気付碟間 接触酸化槽	24.4	0.14	20.6	0.04	25.8	6.63	163.1	\$57.9～\$59.1 Tw>20
	16.6	0.14	20.6	0.04	38.9	6.38	152.9	Tw<20
淨化水路		3.6	29.16		32.0	1.58	24.2	パッキン全充填
	19.5	5.4	90.7	0.28	31.5	1.04	51.6	" 1/3充填
管内浄化装置	22.2	26.0	62.8	0.18	29.0	—	—	単独運転
	15.1	23.2	62.8	0.25	42.2	—	—	循環運転
	26.7	29.8	62.8	0.02	29.6	0.70	10.4	" 純酸素注入
回転円板法				(2～3)	30～70		42～167	文献 1
	(20)				60		77.5	文献 2
ハニカムチューブ 接触酸化法	12 (11～17)				7.3 (5.1～12.1)		10.8 (5～18)	文献 3
活性汚泥法	20	—	—	—	—	4.0mg/l/hr*	文献 4 MLSS 2000mg/l	

文献1：回転円板法による下水、産業排水の2次処理及び3次処理

(石黒、環境技術研究会研究資料 No.6、1～16)

文献2：回転円板法による硝化

(北尾、向井、環境技術研究会研究資料 No.6、53～56)

文献3：生物酸化処理による下水の3次処理

(太田、鶴泉、吉田、下水道協会誌13(143)、33～41、1976)

文献4：試験部報 (S 5.8 度)

(日本下水道事業団 P361、362)

* 実滞留時間当たりの硝化速度

$$\text{硝化速度} = \frac{\text{(流入水アンモニア態窒素濃度)} - \text{(浄化水アンモニア態窒素濃度)}}{\text{滞留時間}}$$

3) 臭気物質の除去

曝気部滞留時間とカビ臭物質の一種である2-メチルイソボルネオール(2-MIB)の除去率の関係を図2.19に示す。これは約2m³の実験装置に砾を充填し、一定時間馴養後2-MIBを含む河川水を流入させてバッチ実験を行った結果である。この図からは曝気時間1時間で60%の2-MIBが除去され、2時間では約80%の2-MIBが除去される能力を持っていることがわかる。

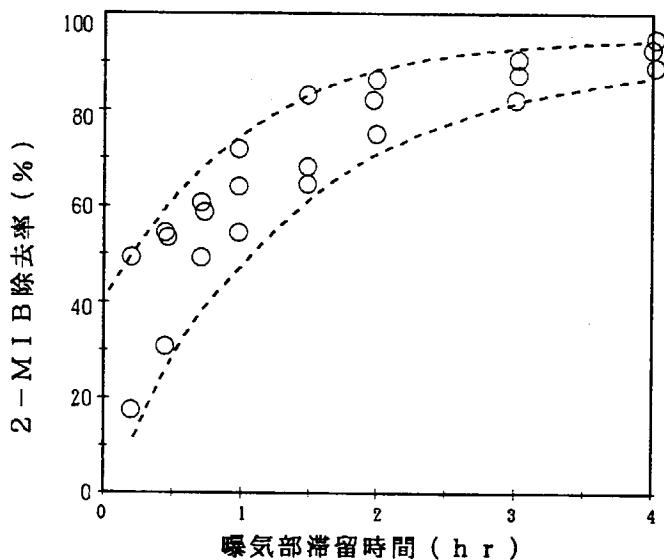


図2.19 曝気部滞留時間と2-MIB除去率の関係³⁶⁾
(曝気量 2 m³/hr)

4) 実施設での浄化効果 - 古ヶ崎浄化施設の実績^{37), 38)}

古ヶ崎浄化施設は江戸川左岸の流入支川坂川の汚濁水を直接浄化し、江戸川の水質改善を目的とした施設である。計画では2.5m³/secの浄化施設であるが浄化効果の検証のために0.1m³/secのパイロット施設が平成元年より稼働しており、ここではそのパイロット施設での水質調査結果を以下にまとめて示す。

表2.15 古ヶ崎浄化施設の計画諸元³⁷⁾

項目	計画諸元	備考
浄化水量	2.5 m ³ /sec	
計画 水質	流入水質 BOD 23mg/l SS 24mg/l NH ₄ -N 7.6mg/l 2-MIB 0.55μg/l	
	浄化水質 BOD 5.7mg/l SS 9.1mg/l NH ₄ -N 2.2mg/l 2-MIB 0.22μg/l	
浄化方式と 浄化諸元	曝気付砾間接触酸化法 + 砾間接触酸化法	滞留時間1.5時間
		滞留時間0.5時間
除去率	BOD 75% SS 62% NH ₄ -N 70% 2-MIB 60%	多摩川、荒川等の浄化実験の結果より
汚泥溜容量	6ヶ月分	定期的曝気排泥処理により汚泥を排出する

表2.16 古ヶ崎浄化施設の施設諸元^{3.7)}

		パイロット施設		
浄化水量		0.1m ³ /sec		
浄化方式と 浄化諸元		曝気付礫間接触酸化部(滞留時間 1.5時間) + 礫間接触酸化部(滞留時間 0.5時間)		
浄化施設	有効水深	曝氣部	礫間部	全 体
	3.0m	3.0m	3.0m	
	形 状	長18m	長10m	幅25m×長28m
	池 数	—	—	1池の1/5施設
礫	容 量	1,350m ³	750m ³	2,100m ³
	形 状	100~150mm		
	空 隙 率	40%		
空 気 量		2倍、散気管は1m間隔に設置		
取水方式		ポンプ揚水		

表2.17 古ヶ崎浄化施設の水質浄化効果^{3.8)}(平成元年4月~平成3年3月
流入水量 0.08~0.12m³/sec, 空気量1.2m³/min)

地 点 項 目	流 入 水	曝 気 部 18m	净 化 水	除 去 率 (%)
p H	6.9 (6.2~8.1)	6.9 (6.3~8.1)	7.0 (6.2~8.0)	—
D O (mg/l)	5.1 (1.6~10.2)	6.9 (2.0~12.0)	5.3 (1.0~11.0)	—
S S (mg/l) *1	18.2 (10.2~54.0)	12.0 (1.3~40.4)	5.0 (1.3~12.3)	70.1 *1 (40.2~90.4)
V S S (%)	52.9 (28.5~74.0)	47.5 (21.4~84.2)	51.8 (15.6~80.4)	—
B O D (mg/l) *1	14.8 (10.0~33.0)	12.7 (3.3~28.2)	5.5 (2.3~10.5)	60.5 (18.0~90.0)
D-B O D (mg/l)	4.5 (0.8~14.9)	2.8 (0.2~10.2)	1.9 (0.0~5.4)	54.9 (4.8~100.0)
C O D (mg/l)	7.8 (4.3~11.1)	8.6 (3.7~19.1)	5.6 (2.4~7.9)	28.3 (0.0~55.0)
N H ₄ -N (mg/l)	3.76 (0.05~12.44)	1.45 (0.00~6.60)	0.95 (0.00~5.81)	77.7 (5.3~100.0)
T-N (mg/l)	5.73 (3.40~9.14)	5.00 (2.70~9.04)	4.63 (2.56~8.75)	20.8 (4.3~30.2)
T-P (mg/l)	0.49 (0.14~1.04)	0.53 (0.28~1.16)	0.36 (0.14~0.55)	21.1 (0.0~47.1)
大腸菌群数 (MPN/100ml)	6.1×10^5 $[1.1 \times 10^3 \sim]$ 4.0×10^6	1.2×10^5 $[1.5 \times 10^3 \sim]$ 4.3×10^5	1.5×10^4 $[1.5 \times 10^2 \sim]$ 9.0×10^4	90.7 (53.8~99.0)
M B A S (mg/l)	1.72 (0.05~7.12)	0.39 (0.06~0.88)	0.43 (0.10~1.84)	69.9 (0.0~97.5)
2-M I B (μ g/l) *2 (2-メチルイソブチネオール)	0.35 (0.15~0.68)	—	0.09 (0.03~0.18)	70.6 (33.3~95.0)

*1 S S, B O D は流入水濃度 10mg/l 以上

*2 2-M I B は流入水濃度 0.1 μ g/l 以上

(6) 設計諸元

曝気付碟間接触酸化法の設計諸元は、曝気部の滞留時間、非曝気部の浄化のための滞留時間であり、さらに非曝気部における汚泥堆積を考慮して設計される。

曝気部の滞留時間は、対象河川のBOD、NH₄-N濃度と目標浄化水質または浄化効率によって決定される。対象河川のBOD並びに溶解性BODの濃度、生分解性等によって必要な滞留時間が異なるので留意することが必要である。

非曝気部の滞留時間はSSの接触沈殿が安定的かつ効率的に起こるための滞留時間で決定される。

また、非曝気部における汚泥堆積容積は汚泥の量、性状及び堆積期間によって決定される。

(7) 施設規模

曝気付碟間接触酸化施設の規模は、曝気部の浄化部容積と非曝気部の浄化部容積と汚泥貯留容積の合計で算定される。

対象河川水のBOD、NH₄-N濃度及び性状（生分解性）によって曝気部の容積が異なり、汚泥の堆積期間と対象河川水のSSと性状及び分解性により非曝気部の容積が異なる。

$$\text{曝気付碟間接触酸化施設容積(m}^3\text{)} = \boxed{\begin{array}{l} \text{曝気付碟間接触酸化部} \\ \text{浄化部容積(V1)} \end{array}} + \boxed{\begin{array}{l} \text{碟間接触酸化部} \\ \text{浄化部容積(V2)} + \text{汚泥堆積容積(V3)} \end{array}}$$

(8) 建設費

曝気付碟間接触酸化施設の建設費は、施設容積、施設の構造、設置の深さ、汚泥処理方式及び曝気風量等の設計条件によって大きく異なる。

曝気付碟間接触酸化法の実施設の建設費を表2.18に示す。

表2.18 曝気付碟間接触酸化施設の建設費

	計画水量 (m ³ /sec)	有効容量 (m ³)	建設費 (百万円)	汚泥処分方法
古ヶ崎浄化施設 ³⁷⁾	2.50	52,500	6,941	曝気排泥 河川放流
不老川浄化施設 ³⁹⁾	0.17	1,600	79	
切間川浄化施設 ⁴⁰⁾	0.004	165	50	曝気排泥 液状排出処分
東隅田川浄化施設 ⁴¹⁾	0.04	1,451	433	

(9) 維持管理費

エアレーションのためのブロワーの電気代、取水施設管理が主な管理費となる。

曝気風量によって電気代は大きく異なる。また、取水施設が自然流下方式かポンプ取水方式によって管理費が大きく異なる。

(10) 汚泥処理方式

礫間接触酸化部に堆積した汚泥の処理方法としては、以下の3方式がある。

- ① 曝気排泥方式
- ② 掘り出し処分方式
- ③ 貯留放置方式

方式の選択は用地の制約、処分先、浄化施設への位置付け等を考慮して決定する。

以下に各処理方式の概要をまとめる。

① 曝気排泥方式

礫槽の下部に散気管を配置し、一定期間毎に曝気を行い、堆積物を剥離させる。その後で礫槽内の水を排水することにより、剥離された堆積物を外部に排出する方式である。

堆積汚泥の堆積期間を短くすることで施設容量を小さくできるため、敷地の狭いところには有利である。また、定期的に排泥することで、半永久的に施設を利用できる等の利点がある。

② 掘り出し方式

礫と堆積汚泥を混合体として、同時に礫槽から取り出し、そのまま天日にて風乾し、乾燥後礫を振動させて、堆積汚泥を分離する方式である。礫を風乾できるだけのスペースが必要となり、またその間は通水できなくなるものである。

③ 貯留放置方式

浄化施設の必要稼働年数に合わせた貯留容量を確保し、堆積物を貯め込む方式である。

曝気付礫間接触酸化施設では、曝気施設を付帯していることから、曝気排泥方式が可能であり、最近の施設では曝気排泥方式を採用している事例が多い。

2.2.5.2 プラスチック等接触曝気法（生物的浄化－生物酸化（付着生物膜法））

プラスチック等接触曝気法は接触材として、プラスチック接触材、ヒモ状接触材、布状接触材等（以下、プラスチック等接触材という）を使用し、エアレーションを行う浄化手法と定義する。プラスチック接触材等の種類は図2.12に示した通りである。

(1) 浄化原理と特徴

浄化原理は、曝気付碟間接触酸化法と同じであり、接触材表面に発生付着した微生物が水中の溶存酸素を利用し、有機物や溶解性物質を吸着、酸化分解しながら浄化するものである。曝気を行うことにより酸素の供給は十分となり、また生物膜と汚濁物質の酸化除去もできる。

一般に、接触材を充填した槽に有機汚濁水を通水すると、約2週間で生物膜が発生する。これらの生物膜は種々の細菌類や真菌類、繊毛虫類や根足虫類等の原生動物、輪虫類や線虫類等の後生動物から構成されており、多様な生物群が浄化に関与している。ハチの巣状プラスチック接触材を使用した接触曝気法が水道の高度処理で適用されており、ジオスミンや2-メチルイソボルネオールといった净水障害となるような特殊な有機物の生物的除去も行えることが確認されている。

生物膜による汚水浄化機構を模式的に示すと図2.24のとおりである。

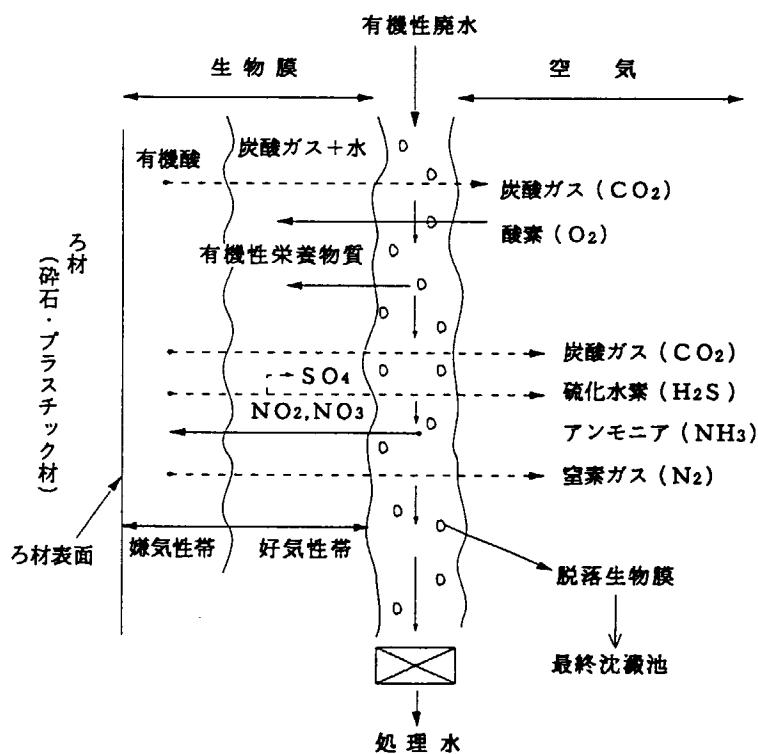


図2.24 生物膜による汚水浄化機構

本方法の長所、短所をまとめると以下のとおりである。

長所

- ① 接触材の特性として空隙率が大きいため、曝気付礫間接触酸化法に比較して設置面積が小さくてすむ。
- ② 単位容積当りの接触面積が大きく、付着生物量を多く保持できる。
- ③ 種々の接触材が利用できる。

短所

- ① 接触材の費用が礫等の自然的材料に比較すると約10倍高い。
- ② 接触材の種類によっては、ユスリカ等の生息に都合がよく、害虫の発生場となることがあるため、接触材の選定に注意が必要である。
- ③ 接触材の支持、曝気の面からコンクリート構造物が必要である。

(2) 適用条件

プラスチック等接触曝気法は、生活排水処理や工場排水処理に多く適用されており、通常の都市下水程度の濃度であれば、充分浄化できる。

留意点は、曝気の量であり、浄化施設に入るBOD負荷量の程度や汚水生物膜の混合の程度に応じて、曝気強度を確保する必要がある。

(3) 浄化効果

1) 下水の三次処理実験結果

プラスチック接触材を使用した接触曝気法による下水の三次処理実験結果^{4,2)}を表2.19、表2.20に示す。流入BOD20mg/l以上とのデータをみると、滞留時間2時間でBOD76~89%、SS95%程度の浄化効果が得られている。また、流入BOD10mg/l以下とのデータをみると、滞留時間2時間でBOD5mg/l以下となっている。

アンモニア態窒素についてみると滞留時間2時間で原水5.3~15.9mg/lに対し、処理水は2mg/l以下（実験5を除く）となっており、よく除去されている。水温が高いほど硝化が促進している。

2) 谷地川での実験結果^{3,2)}

谷地川での実験結果より、プラスチック等接触曝気法の浄化効率の事例を表2.21及び表2.22に示す。この実験は建設技術評価「河川等の公共用水域における高効率浄化システムの開発」として行われたものであり、多摩川支川の谷地川の河川水を対象に浄化水量1l/secに対して所定規模の実験施設を設置し、約1ヶ年調査を行ったものである。

実験を行ったプラスチック接触材等は筒型プラスチック接触材（図2.20）とヒモ状接触材（図2.21）であり、流入水のBODは平均で約8mg/l、D-BODは平均で約3mg/l、SSは平均で15mg/l前後である。

筒型プラスチック接触材は滞留時間1.1時間で実験を行い、BOD除去率は51%、D-BOD除去率は22%、SS除去率は71%である。

ヒモ状接触材は滞留時間2.0時間で実験を行い、BOD除去率50%、D-BOD除去率33%、SS除去率は61%である。

T-N、T-Pは両浄化手法ともSS性の窒素、リンの除去が認められている。筒型プラスチック接触材ではT-N、T-P除去率とも7%、ヒモ状接触材ではT-N除去率7%、T-P除去率10%である。

両浄化手法の浄化効果は、エアレーションを行わないプラスチック等接触酸化法(4.4.3の項参照)とほぼ同様である。エアレーションはブロワーの電気代が必要となることから、谷地川の水質性状のような河川においては、エアレーションを行わないプラスチック等接触酸化法が適しているものと考えられる。

(4) 設計条件

対象河川水のBOD濃度と性状、成分に対して微生物が有機物を十分に酸化分解するための安定的かつ効率的な滞留時間または容積負荷で設計をすることが必要である。

(5) 汚泥処理

接触材に付着した微生物が増殖し、いわゆる生物膜が厚くなると、接触材表面の生物膜が嫌気状態となり、接触材より剥離し汚泥となる。通常は接触材の下部に汚泥沈殿槽があり、そこに沈殿した汚泥をポンプで汚泥濃縮槽に移送し、濃縮汚泥をバキューム車等で搬出処分する。処理処分頻度は流入水のSS、BODにより左右されるが、適切に管理を行わないと汚泥の流出により浄化水質が悪化するので留意することが必要である。

表2.19 プラスチック接触曝気法の下水三次処理実験例^①

			処理水量* 接触時間	水温	濁度		SS		COD		BOD		NH ₄ -N		NO ₂ -N		NO ₃ -N		PO ₄ ³⁻		ABS		
					原水	処理水	原水	処理水	原水	処理水	原水	処理水	原水	処理水	原水	処理水	原水	処理水	原水	処理水			
実験1	濃度	MAX MIN 平均	12m ³ /m ² /日	2時間	17.5 14.0	4.9 3.1 3.6	1.5 0.7 1.3	4.3 3.2 3.8	1.2 0.4 0.8	11.4 6.2 9.4	10.4 4.2 7.2	9.4 3.4 5.6	3.3 0.65 1.95	6.8 4.0 5.3	1.1 0.4 0.7	2.0 0.8 1.5	0.7 0.2 0.5	0.4 0.2 0.3	0.8 0.5 0.6	2.0 0.0 0.64	2.4 0.1 0.85	0 0 0	
	汚泥負荷量 除去率					0.043 63.9		0.046 78.9		0.113 23.4		0.067 65.2		0.064 86.8		0.018 66.7		0.004 -100		0.008 -32.8	0 0		
実験2	濃度	MAX MIN 平均	12m ³ /m ² /日	2時間	14.0 13.0 13.0	64 41 50	5.4 4.1 4.7	88.4 44.0 66.4	4.4 1.9 3.2	28.7 23.9 26.3	12.3 10.3 11.3	37.3 25.8 31.6	4.7 2.0 3.4	12.2 12.0 12.1	1.2 0.9 1.15	1.9 0.2 1.3	1.6 0.9 1.3	1.5 0.34 0.92	18.0 0.1 9.1	3.3 3.0 3.15	0.4 0.3 0.35	6.0 4.5 5.25	3.25 3.25 3.25
	汚泥負荷量 除去率					0.600 90.6		0.797 95.2		0.316 57.0		0.379 89.2		0.145 90.5		0.013 -18.2		0.011 -889		0.038 88.9	0.063 38.1		
実験3	濃度	MAX MIN 平均	24m ³ /m ² /日	2時間	13.0 11.5 11.5	4.7 4.5 4.6	2.5 1.4 1.9	4.9 3.4 4.2	2.1 0.9 1.5	11.0 10.0 10.5	9.0 8.0 8.5	4.9 2.9 3.9	2.6 1.5 2.0	7.2 5.2 6.2	2.2 1.6 1.9	9.0 5.2 7.1	2.0 2.0 2.0	1.0 0.7 0.8	2.4 1.8 2.1	0.8 0.2 0.5	1.0 1.0 1.0	0.01 0 0.01	0.01 0 0.01
	汚泥負荷量 除去率					0.110 58.7		0.101 64.3		0.252 19.0		0.094 48.7		0.147 69.4		0.170 71.8		0.019 -163		0.012 -100		0.0002	
実験4	濃度	MAX MIN 平均	24m ³ /m ² /日	2時間	11.5 11.1 11.1	4.7 2.5 3.0	1.8 0.4 1.0	5.4 2.5 3.9	0.8 0.1 0.4	14.5 10.2 12.7	12.2 8.2 9.7	9.0 5.6 6.9	4.3 3.9 3.7	11.2 6.3 8.0	1.5 0.6 1.0	8.4 2.2 6.2	3.9 1.4 2.7	0.4 0.1 0.3	1.7 1.3 1.5	0.4 0.2 0.3	0.5 0.3 0.43	0 0 0	
	汚泥負荷量 除去率					0.004 71.4		0.094 89.7		0.305 23.6		0.166 46.4		0.192 87.5		0.149 56.5		0.007 -400		0.007 -43.3	0 0		
実験5	濃度	MAX MIN 平均	48m ³ /m ² /日	2時間	12.0 11.5 11.5	4.6 4.1 4.2	4.6 2.0 3.3	4.6 3.6 4.1	3.6 1.0 2.7	12.2 11.2 11.7	11.4 11.2 11.3	8.1 3.6 5.9	4.5 2.4 3.4	6.0 4.2 5.1	6.4 1.8 4.1	6.0 5.6 5.8	5.6 4.7 5.1	0.3 0.2 0.25	0.4 0.2 0.5	1.1 0.4 0.8	0.9 0.4 0.6	0 0 0	
	汚泥負荷量 除去率					0.221 20.3		0.197 34.1		0.562 3.4		0.285 42.4		0.245 19.6		0.278 12.1		0.012 -20.0		0.058 25.0	0 0		

単位: 濁度mg/l、負荷量kg/m³、接触時間/日、除去率 %

*原水(流入水)量負荷量

表2.20 プラスチック接触曝気法の下水三次処理実験例^①

			処理水量* 接触時間	水温 (°C)	COD		BOD		NH ₄ -N	
					原水	処理水	原水	処理水	原水	処理水
濃度	MAX MIN 平均	(1) 12m ³ /m ² /日	25 24	12.9 9.9 10.9	9.3 6.6 7.7	28.3 24.0 25.8	4.2 2.8 3.6	25.2 9.7 15.9	0.8 0.3 0.6	
	汚泥負荷量 除去率		2時間		0.131 29.4		0.310 86.1		0.191 96.2	
濃度	MAX MIN 平均	(2) 18m ³ /m ² /日	18 12	11.6 10.0 10.5	7.6 6.4 7.3	20.5 17.1 18.6	6.3 4.5 5.4	26.3 13.6 20.8	1.6 0.8 1.2	
	汚泥負荷量 除去率		1.5時間		0.189 30.5		0.335 71.0		0.374 94.2	
濃度	MAX MIN 平均	(3) 24m ³ /m ² /日	24 18	12.4 10.7 11.5	10.1 7.5 9.1	29.5 23.0 26.3	9.8 6.8 7.9	22.4 11.2 17.7	4.2 2.7 3.5	
	汚泥負荷量 除去率		1時間		0.276 20.9		0.631 67.6		0.425 80.2	

単位: 濁度mg/l、負荷量kg/m³、接触時間/日、除去率 %

*原水(流入水)量負荷量

表2.21 筒型プラスチック接触材による接触曝気法の浄化効果（滞留時間1.1時間）³²⁾
 （「河川等の公共用水域における高効率浄化システムの開発」の実験結果より）

項目	データ数	流入水 (mg/ℓ)	浄化水 (mg/ℓ)	除去率 (%)
BOD	30	8.0 (3.7～23.6)	3.8 (1.5～15.0)	51.1 (23.0～75.5)
D-BOD	29	3.9 (1.2～11.9)	3.0 (1.2～12.4)	21.7 (0.0～58.0)
SS	30	15.9 (3.2～100.0)	2.9 (1.0～8.0)	71.1 (47.7～98.4)
T-N	21	5.68 (3.03～8.27)	5.38 (3.09～7.31)	7.0 (0.0～35.6)
T-P	21	0.59 (0.14～1.06)	0.57 (0.16～0.99)	6.9 (0.0～35.2)

表2.22 ヒモ状接触材による接触曝気法の浄化効果（滞留時間2.0時間）³²⁾
 （「河川等の公共用水域における高効率浄化システムの開発」の実験結果より）

項目	データ数	流入水 (mg/ℓ)	浄化水 (mg/ℓ)	除去率 (%)
BOD	27	7.8 (3.6～23.6)	3.9 (1.7～13.8)	50.0 (8.6～79.8)
D-BOD	26	4.2 (1.2～11.9)	2.7 (1.2～10.7)	32.7 (0.0～61.7)
SS	27	14.5 (3.2～64.0)	3.5 (1.0～10.4)	60.8 (25.0～98.4)
T-N	21	5.74 (3.03～8.27)	5.43 (2.97～6.94)	7.3 (0.0～22.3)
T-P	21	0.58 (0.14～1.06)	0.54 (0.17～1.01)	9.5 (0.0～35.9)



図2.20 筒型プラスチック接触材³²⁾



図2.21 ヒモ状接触材³²⁾

2.2.6 薄層流浄化法（生物的浄化＝生物酸化(付着生物膜法)）

(1) 浄化原理と特徴

河川の自浄作用は瀬と淵のくり返しで形成されている。瀬では、河床の礫表面に生息する微生物が水中の汚濁物を吸着、吸収、酸化、分解し、微生物が剥離して流下し、淵で沈殿し浄化が行われている。

薄層流浄化法は、河川における瀬の浄化機能を増大し、淵を効率よく改善した浄化方法である。

瀬では、礫表面積ないし河床面積当たりの水量が少ない方が浄化効果は大きくなる。水深はできるだけ浅くし、流速もできるだけ低下させると浄化効率がよくなる。

淵の部分にあたる浄化溝は、薄層部で自然河川より沈殿しやすい物質になっているので、小さくても効果が発揮されやすい。

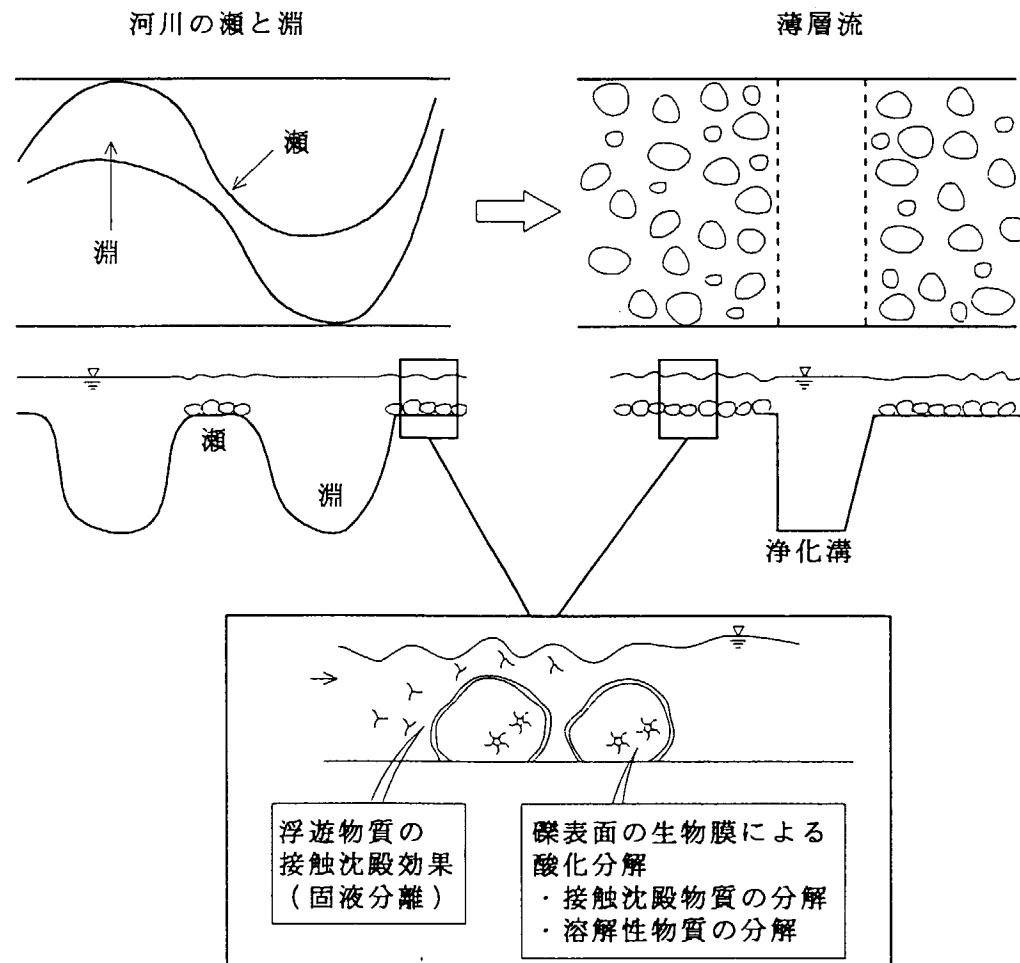


図2.22 薄層流浄化法の模式図

(2) 適用条件

薄層流は現況の流路を河川内でできるだけ広く使用して、河川水を流下させて浄化を行ふので、現況の河川形態により、薄層部の大きさは制限をうける。

薄層部は水深10cm位、流速10cm/sec前後が望ましいが、河川流量が変動するのでその条件は大きく変動している。

対象河川の水質は大阪府での実施設での経験によれば、BOD15~20mg/l以下が適用の目安とされている。

(3) 浄化効果

薄層流浄化において浄化機能を発揮するのは河床面の表面に限られるため、他の浄化手法に比べ大きな浄化効果は期待できない。

浄化効果は、①浄化対象の水質、②河床材料、③流下時間、④流速等によって変わる。浄化事例（3例）での浄化効果は表2.23に示した通りであり、BODで約10~50%程度の浄化効果が得られている。

表2.23 薄層流浄化効果事例

項目 河川名	BOD (mg/l)	水深 (m)	流速 (m/sec)	長さ (m)	流下時間 (min)	除去率 (%)	河床
佐倉市 ⁴³⁾	15	0.2	0.036	250	116	27	礫
八千代市 ⁴⁴⁾ 排水路	18	0.2	0.13	4,000	512	46	
土木研究所 ⁴⁵⁾	6~24	0.10	-	290	280~310	10~30	人工芝 土管 ヒモ状接触材

なお、土木研究所では、人工芝、土管、ヒモ状接触材等を用いた水路浄化実験を行っており、その結果からBOD除去結果の算定式として次式を示している。

$$E = \frac{T}{70+T} \{ 0.4 + 0.6 \left(\frac{Q}{20} \right) \} \times (39.3 + 8.0 \$)$$

E : BOD除去率 (%)

T : 流下時間 (min)

Q : 水温 (°C)

\\$: 流水接触面積比 (-)

[河道改修前の水路1m当たりの流水接触面積を1とし
改修後の水路の表面積を分子にした値]

(4) 設計諸元

薄層流の実施例並びに土木研究所の上記モデル式からみると、浄化効果が安定するまで1~3時間程度が必要である。このため、河川形態、勾配にもよるが、一般的には浄化効果を発揮するためには長い距離が必要となる。

(5) 汚泥処理方法

礫表面の生物膜の剥離及び出水時に土砂が河床に堆積して礫表面をおおい、浄化効果が低下するので、定期的に薄層部、浄化溝の土砂の除去が必要である。

2.2.7 オキシデーションディッチ法(生物的浄化＝生物酸化(浮遊生物法))

(1) 浄化原理と特徴

微生物(活性汚泥)により有機物、溶解性物質等を酸化、分解、吸着により浄化する方式であり、下水処理場で最も多く適用されている活性汚泥法の変法である。

各種活性汚泥処理方式とその特徴を表2.24に示すが、オキシデーションディッチ法は構造、維持管理など、最も簡単な方法で

あり、曝気槽は環状で浅く、混合液は回転ブランケットなどの機械曝気装置により曝気と流動が同時に行われ、常に槽内を循環している。

最終沈殿池を設けることにより24時間連続運転することもできるが、間欠的に運転すれば曝気槽に沈殿池の機能を持たせ、沈殿池を省略することもできる。

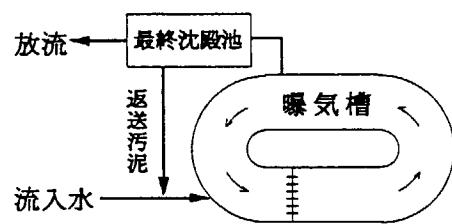


図2.23 オキシデーションディッチ法⁸⁾
模式図

表2.24 各種活性汚泥処理方式とその特徴(下水処理の場合)⁸⁾

項目 処理方式	B O D 負荷		MLSS (mg/L)	汚泥返送比 (%)	送気量 (m³/計画下水量m³)	エアレーション時間 (h)
	BOD-SS 負荷 (kgSS kg/d)	BOD 容積負荷 (kg/m³·d)				
標準活性汚泥法	0.2～0.4	0.6	1500～2000	20～30	3～7	4～8
分注法	0.2～0.4	0.8	2000～3000	20～30	3～7	3～6
再曝気法	0.2	1.0	2000～3000	50～100	12以上	5以上
長時間曝気法	0.03～0.05	0.2	3000～6000	50～150	15以上	16～24
変形曝気法	1.5～3.0	1.5	400～800	5～15	2～4	2～3
高速曝気沈殿池	0.2～0.4	1.5	3000～6000	50～150	5～8	2～3
オキシデーションディッチ法	0.03～0.05	0.2	3000～4000	50～150		24～48

高濃度の河川水に対して適用できるが、エアレーション時間が24～48時間と長く広い面積が必要であること、曝気のためのエネルギーが必要であること、余剰汚泥の処理が必要であることなどが短所である。

(2) 適用条件

オキシデーションディッチ法は生活排水処理や工場排水処理に多く適用されており、通常の下水程度の濃度範囲の河川水まで適用できる。

(3) 净化効果 — 石川川での適用事例⁴⁶⁾

水戸市における「水の都、水戸の復活」を目指し、市内でも汚濁の著しい石川川の水環境の改善をはかるために、オキシデーションディッチ法を利用した河川浄化施設が建設されている。石川川全体の模式図を図2.24に示し、河川浄化施設の全体配置図を図2.25に示す。

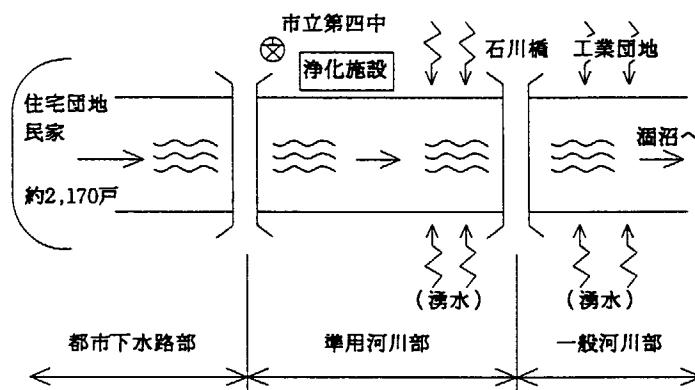


図2.24 石川川全体模式図⁴⁶⁾

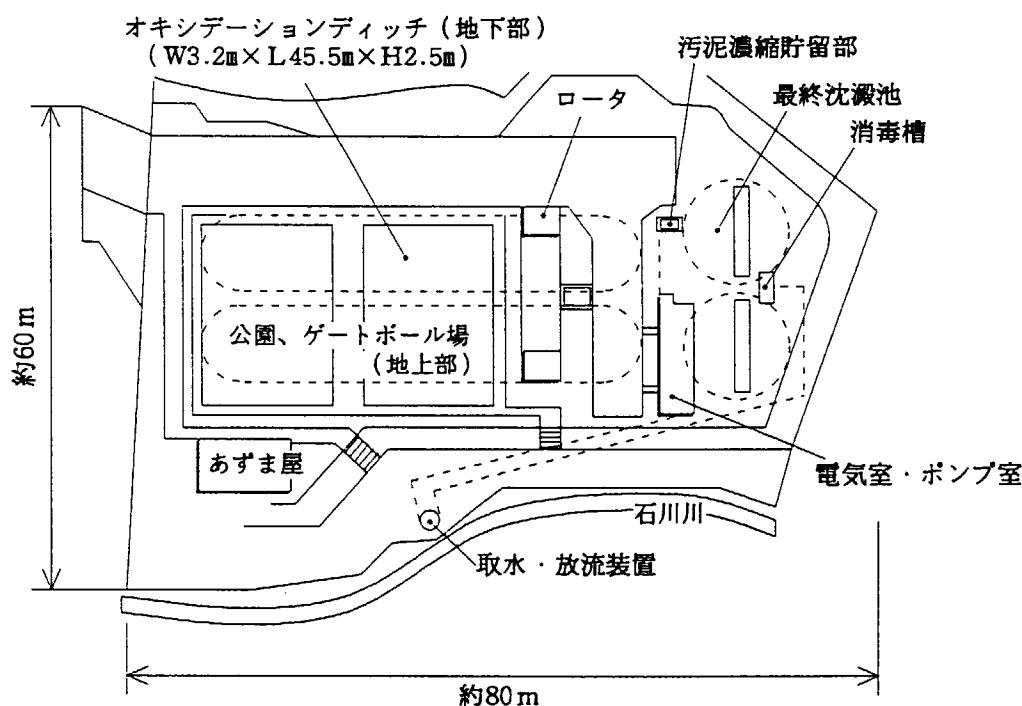


図2.25 石川川浄化施設全体配置図⁴⁶⁾

オキシデーションディッチ施設の計画諸元を表2.25に示す。浄化対象水量は2000m³/日であり、オキシデーションディッチの滞留時間は16時間で計画されている。また、計画値では流入水のBOD 90mg/lに対して、処理水のBODは15mg/lであり、BOD除去率は83%である。

表2.25 石川川浄化施設の計画諸元⁴⁶⁾

		計画値
処理水量	2,000m ³ /日	
デイツ滞留時間	16時間	
水質	流入水BOD 処理水BOD BOD除去率	90mg/l 15mg/l 83%

本法の適用にあたって、河川水質の濃度、浄化効率、維持管理の容易さを考慮して選定されている。また、本浄化施設の特徴として、浄化施設は堤内地の地下に設置し、施設上部を公園、ゲートボール場等に有効利用していることである。

(4) 設計諸元

対象河川水のBOD濃度と性状、成分に対応して、生物による酸化分解が安定的かつ効率的に行える滞留時間またはBOD容積負荷を設定することが必要である。

下水処理の場合では、BOD容積負荷0.2kg/m³・日、滞留時間24~48時間とされている。また、石川川の河川浄化施設ではBOD 90mg/lに対して設計滞留時間は16時間である。

(5) 汚泥処理

活性汚泥法の中では維持管理は容易な方であり、長時間曝気のため汚泥発生量は少ない。しかしながら余剰汚泥の処理が常に必要であり、他の河川直接浄化手法に比較すると汚泥処理処分が煩雑である。

2.2.8 植生浄化法（生物的浄化＝植物体利用）

(1) 浄化原理と特徴^{⑦)}

植生浄化法の浄化原理は、沈殿・吸着等の物理化学的作用や、低湿地の生態系に関する生物化学的作用を含む複雑なものと考えられるが、基本的には次の3点に要約される。

- (ⅰ) 粒子態栄養塩の沈殿・吸着およびリンの不活性化作用
- (ⅱ) 底質中に生息する脱窒菌による亜硝酸態窒素、硝酸態窒素の脱窒作用
- (ⅲ) 流水、底質表面、水生植物の表面等に生息する従属栄養細菌による有機物の無機化作用

なお、低湿地に繁茂する水生植物は、直接河川水中の汚濁物質を吸收したり分解したりするわけではないが、浄化の環境を整えるという点で、非常に重要である。

本法における長所、短所をまとめると、以下の通りである。

・長所

- ①自然植生をそのまま利用できる。
- ②窒素の硝化、脱窒、リンの土壤吸着も期待できる。
- ③光の遮断により植物プランクトンの発生抑制ができる。

・短所

- ①浄化期間が植物の生育期間に限られる。
- ②広い水面積が必要となる。
- ③土壤からのC O DやN H₄-Nの溶出の恐れがある。

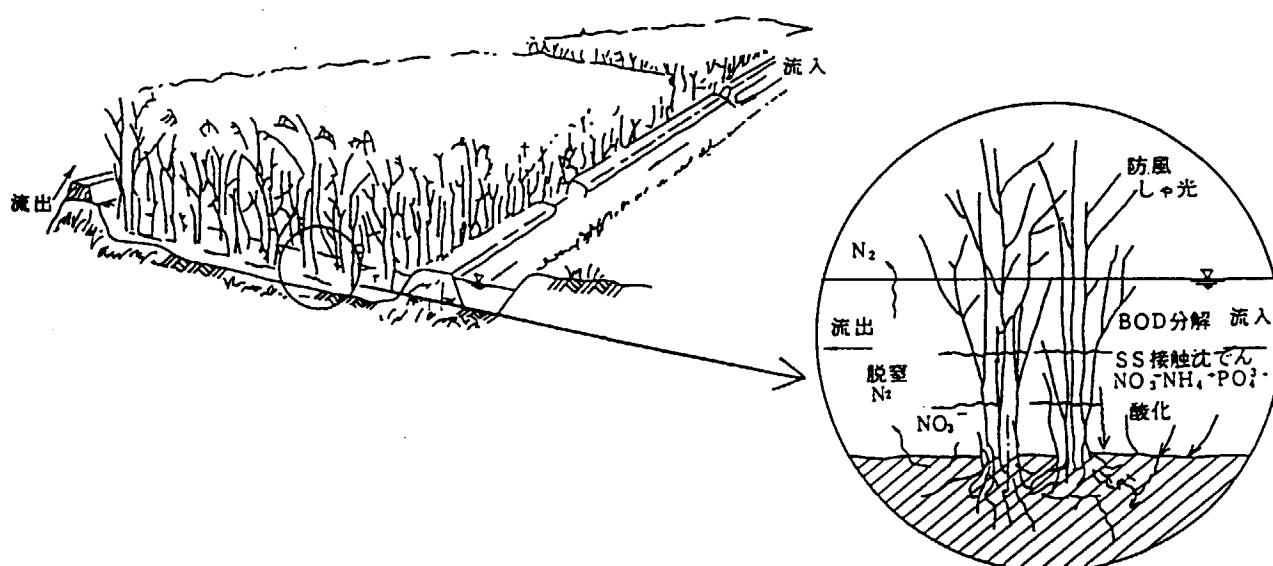


図2.26 植生浄化法模式図^{⑧)}

(2) 適用条件

植生浄化法は流入水中に含まれるDOを用いて浄化を行うため、高濃度の河川水が流入すると施設内が嫌気状態となり、植物体の根腐れ等により浄化能力を阻害される可能性がある。

海外の事例では非常に高濃度の排水を対象として、滞留時間が1日～6日としている実験もあるが、我が国において河川水を対象とした実験、実施設の例ではBOD20mg/l以下を対象としている。

(3) 浄化効果

浄化施設設計のための実験結果から滞留時間とBOD除去率の関係を示したものが図2.27であるが、滞留時間5時間ではBOD除去率は40%である¹⁷⁾。また、建設省が霞ヶ浦の流入支川山王川地先で行った実験結果では、水深10cm、滞留時間5時間でT-N、T-Pの除去率が横ばいとなっており、T-N除去率40～50%、T-P除去率約50～60%である¹⁸⁾。

(4) 設計条件

山王川及び清明川の植生浄化施設の設計滞留時間は、山王川での実験結果にもとづき、T-N、T-Pを効率的かつ経済的に除去するための滞留時間として5時間で設計されている。滞留時間とBOD除去率の関係（図2.27）においても、5時間以上では浄化効率が大幅に上がることは期待できないものと考えられる。。

また、山王川の実験では水深と浄化効率の関係を検討しているが、水深20cmより水深10cmの方が浄化効率が高い傾向が認められている。

(5) 植物体の刈り取り

本浄化手法は植物体の接触沈殿作用により、浮遊物質が沈殿し、土壤表面に堆積する。有機性を多く含む浮遊物質が多量に堆積すると、植物体の根腐れや嫌気化に伴い悪臭が発生する場合があるので、堆積物のかき取りが必要となる場合がある。

また、植物は春～秋が生育期間であり、冬期は枯れてしまう、枯れた植物体は土壤菌等により分解されて窒素、リンを溶出させるため、植物体の刈り取りを年1回行うこと必要となる。

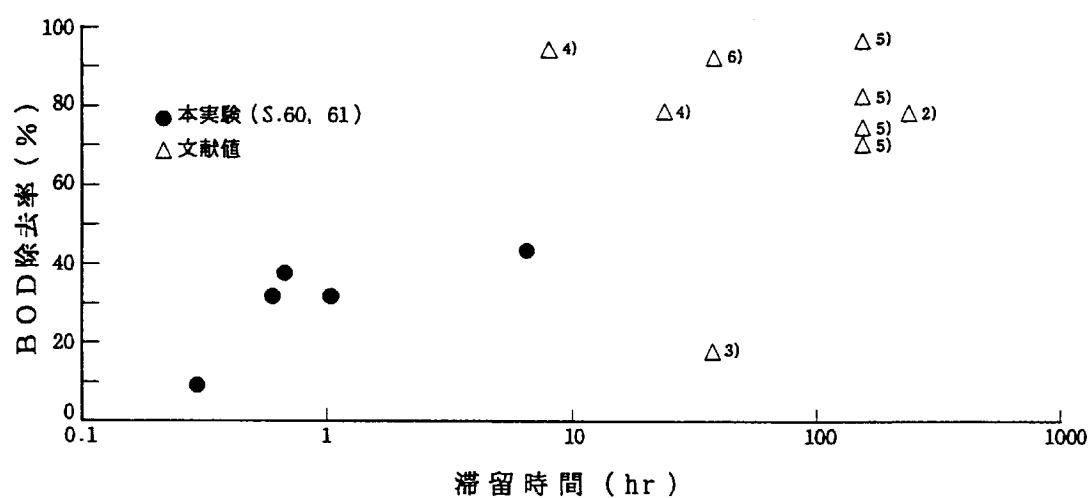


図2.27 BODの除去率と滞留時間の関係⁴⁷⁾

本実験；霞ヶ浦山王川実験での結果

- 2) オランダにおける下水処理適用例
(キャンプ場の排水対象 $T_a = 10$ 日以上, ヨシの一種)
- 3) 日本下水道事業団の実験例
(灌漑水路対象 $T_a = 1.5$ 日, ヨシ)
- 4) R. M. GERSBERGらの実験例 (I)
(一次処理水と二次処理水対象, $T_a = 8\text{ hr} \sim 24\text{ hr}$, ガマとイグサ)
- 5) R. M. GERSBERGらの実験例 (II)
(都市下水対象, $T_a = 6$ 日, イグサ, アシ, ガマ)
- 6) 安田らの調査
(水田対象 $T_a = 34\text{ hr}$)

2.2.9 碓間接触酸化+高速土壤浄化法 (物理+化学+生物的浄化 = ろ過+吸着+生物酸化)

(1) 浄化原理

礫間接触酸化の浄化原理は、前述した通りである。

高速土壤浄化法の土壤の浄化機能は、以下に示す3つの原理が重なり合って生起する。

① 土壤粒子によるろ過

土壤粒子で構成される空隙は非常に小さく、この小さい間隙にSS物質が捕獲され、浄化が起こる。

② 土壤粒子による吸着

土壤中に含まれるいろいろな鉱物等が作用して、陰イオン物質を吸着する。代表的なものにPO₄-Pがある。

③ 土壤微生物による酸化・分解

0~50cm位の層に土壤微生物が多数生息し、この微生物によりいろいろな有機物質が酸化・分解される。

(2) 特徴

本浄化方法は礫間接触酸化法と高速土壤浄化法を組み合わせた浄化方法である。礫間接触酸化法は、高速土壤浄化法の通水速度の維持のために、高速土壤浄化法の前段に設置し、BOD、SSの除去を行うものである。

礫間接触酸化法の浄化原理、適用条件、浄化効果は前述したので、ここでは高速土壤浄化法についてまとめる。

地球上で最も優れた浄化機能を有するのは、土壤である。土壤は、SS、BOD、NP、有機物等、におい、色等いろいろなものを浄化することができる。反面、自然状態での通水能力すなわち単位面積当たりの浄化水量は非常に少なく、SS等による目詰まりが起こりやすいのが欠点であった。

従来の土壤浄化法は浄化水量が1日当たり1m³当たり0.5m³前後(0.5m³/m²・日=0.5m/日)であったが、ここでいう高速土壤浄化法は1~5m/日の通水速度を持つ河川浄化手法である。

この高速土壤浄化法は土壤を掘さくしたのち、テン压や重機によるしめ固めをせず、出来るだけふわりと土壤層を造成することが最大のポイントである。

高速土壤浄化は、前述した河川浄化手法で除去できにくい物質で、かつ水質障害を生起させる「リン、におい、色」をとる方法としてすぐれている。「リン、におい、色」以外に、前述したようにSS、BOD等もよく浄化できるが、土壤の特殊物質除去能を継続させるため、SS、BODは前段で十分除去することが必要となり、前段に礫間接触酸化を設けている。

(3) 適用条件

本浄化方法の水質の適用条件は、礫間接触酸化の適用条件と同じであり、BOD 20mg/l程度以下、SS 30mg/l程度以下である。

土壤浄化の適用条件をまとめると、以下の通りである。

① SS、BODを前段で除去すること

SS、BODを除去することにより、SSによる目詰まり、バクテリアによる目詰まりを軽減し、長期間浄化できるようにする。

② DOは好気に保つこと

原水DOが嫌気(2mg/l以下)になると、浄化が起こらず異臭を発することがあるので、SS、BODとも5mg/l以下に前段で浄化することが必要である。

③ 目詰まりの回復

長期間の通水によりSSが除去されるため、目詰まりが進行するので、土壤の耕やし等により目詰まりの回復が必要となる。

④ 土壤の再生

リンや色等を土壤で浄化しつづけると、それらの吸着能力の限界から、浄化能力の低下がおこることがある。この場合、土壤間隙水の条件を嫌気にするか、pHを高めることによって再生がはかれると考えられており、今後の検討が必要である。

(4) 浄化効果

渡良瀬川支川の蓮台寺川での実験結果³⁰⁾を、表2.26に示した。

この実験は黒ボク土を使用し、通水速度を3~5m/日で実施したものである。

① BOD、SSの浄化効果

礫間接触酸化+高速土壤浄化法により、BODは84%、SSは89%の除去効果が得られている。

② リンの浄化効果

上記の実験結果では、流入水のT-P 0.6mg/l、PO₄-P 0.34mg/lに対して、礫間+土壤浄化方式で浄化水のT-Pは0.05mg/l(92%除去)、PO₄-Pは0.03mg/l(91%除去)と非常に良好な結果が得られている。

③色・においの浄化

流入水の色度15度に対して、浄化水は3度であり、視覚的には色は全く認め等れない程度まで浄化されている。また、下水臭も浄化され、無臭となっている。

表2.26 磔間接触酸化+高速土壤浄化実験結果⁴⁹⁾

(蓮台寺川浄化実験結果)

磔間接触酸化 滞留時間1.0時間

高速土壤浄化 通水速度3~5m/日

	原水 (mg/l)	磔間接触酸化		磔間+土壤	
		水質 (mg/l)	除去率 (%)	水質 (mg/l)	除去率 (%)
色 度	15度	9度	40	3度	80
B O D	19	9	53	3	84
S S	18	9	50	2	89
P O ₄ -P	0.34	0.28	18	0.03	91
T - P	0.61	0.51	16	0.05	92
N H ₄ -N	1.4	1.3	7	0.9	36
T - N	5.2	4.2	19	3.0	42
M B A S	1.1	0.7	44	0.2	82
大腸菌群	150 (個/m ²)	25 (個/m ²)	83	2 (個/m ²)	99

(s. 63.10.24~平成3年2月の測定結果の平均値)

(出典: 都市河川セミナー(第6回), 1991年11月)

(5) 設計条件

渡良瀬川の支川蓮台寺川での実験結果及び袋川での設計条件は以下の様になっている。

磔間接触酸化施設: 滞留時間 1.3時間

高速土壤浄化法: 通水速度 5m/日

設計にあたっては、流入水のBOD、SS濃度、組成等に応じて磔間接触酸化施設の滞留時間を決定するとともに、透水性がよくリン吸着能力の大きい土壤を選定し、所定の通水速度を確保できることを確認することがポイントである。

(6) 汚泥処理

磔間接触酸化法の汚泥処理は前途した通りである。

高速土壤浄化はろ過による浄化方式のため土壤表面に目詰まりが発生するため、その耕起、かきとりが必要となる。また、土壤の吸着能力に限界があるため土壤の交換または再生が必要である。袋川浄化施設における土壤の管理計画は以下の通りである。

土壤の表面耕起 3~4回/年

土壤の交換・再生 1回/5年

2.2.10 研究開発中の河川直接浄化手法

前節は、河川水を対照に実験または実施設として稼働し、その浄化手法の水質、浄化効率に関する実験データや堆積汚泥量とその処理方法について検討されている河川直接浄化手法についてまとめたものである。

河川の水環境の保全、創造に対するニーズが高まる中で、よりコンパクトで安価な浄化手法や河川の特性や地域に根ざした浄化手法の研究等、広範囲な河川直接浄化手法の研究開発、実験が行われている。本節では現在研究開発、実験されている浄化手法について紹介するものである。これらの浄化手法については、実験等による水質浄化に関するデータ、堆積汚泥量とその処分方法、浄化施設の設計諸元等が検討された後、明らかにされるものである。

(1) 谷地川実験施設〔BOD20mg/l以下対象〕⁵⁰⁾

谷地川の実験場では、流入水BOD20mg/l以下の河川水を対象として、平成6年度より平成7年度まで河川直接浄化の実験・研究が行われた。建設省の4施設及び(財)国土開発技術研究センターと民間研究者による共同研究の9施設、計13施設が実験を行い、その概要は一覧表のとおりである。

1) 実験の目的

- ①水質浄化効果の確認
- ②浄化効率の安定性、持続性の確認
- ③堆積汚泥量の把握、汚泥処理処分方法調査
- ④維持管理手法の確立
- ⑤施設諸元の調査
- ⑥建設費、維持管理費の検討

< 実験条件 >

2) 実験の概要

高水敷に設置されたポンプにより実験場内の分配槽に揚げられた水は流入原水として各施設へ絶えず供給された。また谷地川実験場における各施設の流量、および流入原水の水質は右表の通りである。

各施設への流量		1ℓ/秒
流入原水の水質	DO	8.9mg/l
	SS	18.2mg/l
	BOD	10.9mg/l
	溶解性BOD	5.3mg/l
	NH ₄ -N	1.7mg/l

*流入原水の水質は平成5年度の平均値

谷地川実験施設の浄化手法^{5.0)}

NO.	浄化手法名	浄化の原理	実験施設の寸法
①	紫外線併用接触酸化法	紐状接触材を用いた生物学的接触酸化処理と紫外線酸化処理を組み合わせた方式	槽本体 2700W×1800L×1900H
②	曝気なしプラスチックろ材接触酸化法	プラスチックろ材の表面に有効な微生物を多量に繁殖させる接触酸化方式	槽本体 4288W×1200L×1700H
③	木炭水質浄化システム	接触材として木炭を用い、木炭の表面に自然に活着する微生物を利用する方式	槽本体 9000W×1500L×900H
④	バイオフロア工法	プラスチック製接触材が充填されたコンクリートブロックを連続敷設する方式	槽本体 14400W×1400L×1200H
⑤	機能性材料を用いたろ過法	機能性材料（ゼオライト、クリストバール等）を用いた多段型横流式サンドフィルター方式	槽本体 3800W×1200L×2250H
⑥	I S N 接触酸化法	ろ布状の接触材を平板状に配列した槽に流入水を自然流下でゆっくりと通過させる方式	槽本体 2100W×4400L×1600H 補機 800W×1000L×1630H
⑦	繊維素材による接触酸化とバイオ技術のハイブリッド水質浄化装置	嫌気性細菌の培養と繊維素材による接触酸化を用いた浄化方式	槽本体 7500W×1000L×1200H
⑧	E C O - P I T システム	筒状の微生物吸着不織布を吊り下げた生物膜槽内を上下方向に流れる接触曝気方式	槽本体 5000W×1250L×1500H
⑨	多孔板溝碟接触酸化法	接触材と碎石による接触酸化法と、土壤微生物を利用する土壤浄化法の組み合わせ方式	槽本体 7000W×3000L×2000H
⑩	碟間接触酸化方式（開水路型）	碟を用いた接触酸化方式（開水式、従来タイプ）	槽本体 18500W×1000L×800H
⑪～ ⑬	碟間接触酸化方式（閉水路型） 〔建設省〕	碟を用いた接触酸化方式（碟径3種類） 〔碟間水路接触酸化（閉水路、改良タイプ）〕	槽本体 (18500W×800L×800H)×3

(2) 大柏川実験施設 [BOD20mg/l以上対象]⁵⁰⁾

大柏川の実験場では、流入水BOD20mg/l以上の河川水を対象として、平成6年度より平成7年度まで河川直接浄化の実験・研究が行われた。建設省の1施設及び(財)国土開発技術研究センターと民間研究者による共同研究の9施設、計10施設が実験を行い、その概要は一覧表のとおりである。

また、念田川においても民間共同研究者の1施設が実験を実施した。

1) 実験の目的

- ①水質浄化効果の確認
- ②浄化効率の安定性、持続性の確認
- ③堆積汚泥量の把握、汚泥処理処分方法調査
- ④維持管理手法の確立
- ⑤施設諸元の調査
- ⑥建設費、維持管理費の検討

< 実験条件 >

2) 実験の概要

取水ポンプにより分配槽に揚げられた水は、流入原水として各施設へ絶えず供給された。大柏川実験場における各施設への流量、および流入原水の水質は右表の通りである。

	大柏川 実験施設	念田川 実験施設
各施設への流量	1 l/秒	7~9 l/秒
流入原水の水質	DO	3.5mg/l
	SS	17.4mg/l
	BOD	22.2mg/l
	溶解性BOD	9.1mg/l
	NH ₄ -N	6.6mg/l
	備 考	H6年10月~ 12月平均値
		H5年5月~ H6年2月平均値

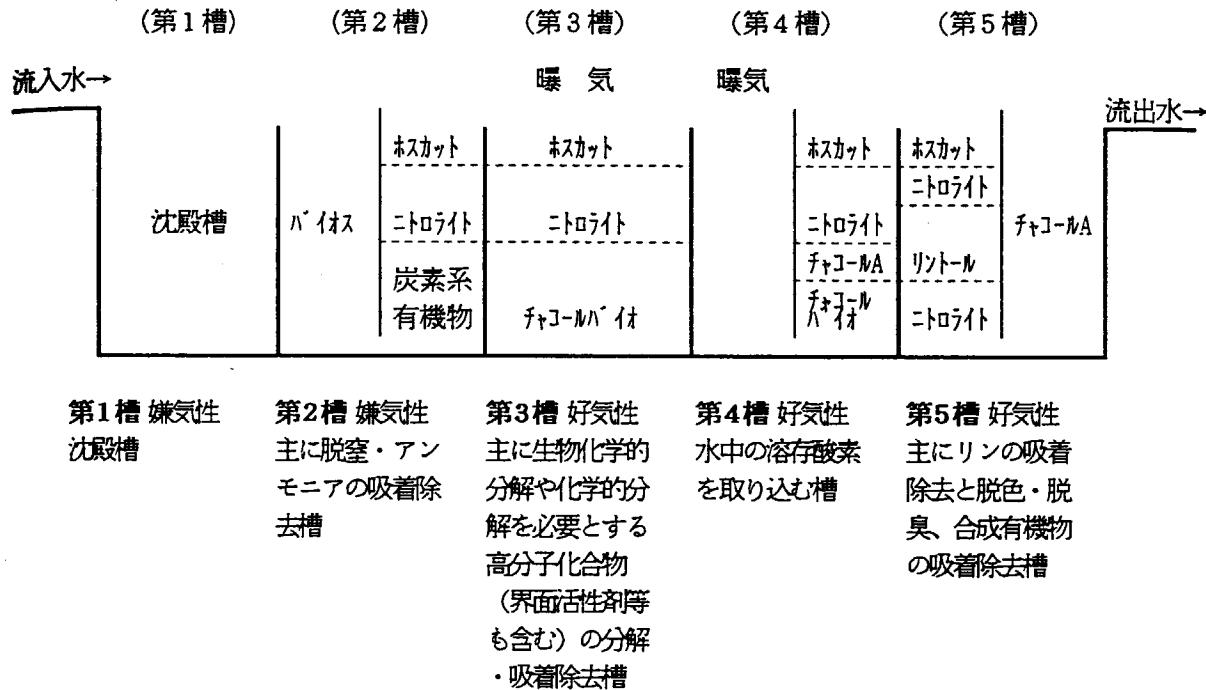
大柏川実験施設の浄化手法⁵⁰⁾

NO.	浄化手法名	浄化の原理	実験施設の寸法
①	高効率接触酸化法	ハニカム状接触材を用いた沈殿槽とプラスチック接触材を用いた曝気槽を組み合わせた方式	槽本体 5000W×2000W×2200H
②	曝気付流離水質浄化法	接触材として球状碎石集合体を用い、流離作用を利用した接触曝気方式	槽本体 10000W×1000L×1000H
③	木炭水質浄化システム	接触材として木炭を用い、木炭の表面に自然に活着する微生物を利用する接触曝気方式	槽本体 8000W×2000W×1500H
④	好気性ろ床法	粒状媒体を用いた好気性ろ床による曝気付重力式ろ過方式	好気性ろ床のみ Φ1000×2500H
⑤	紫外線併用接触酸化法	紐状接触材を用い、嫌気処理、好気処理、紫外線併用好気処理殺菌処理を組み合わせた方式	槽本体 3400W×2000L×1800H
⑥	曝気付紐状接触材接触酸化法	紐状接触材を用いた槽内を流下する接触曝気方式	槽本体 16000W×1000L×1000H
⑦	高付加汚濁河川水の高効率浄化	微生物吸着不織布を用いた嫌気槽、曝気槽とACP担体を用いた脱窒槽を組み合わせた方式	槽本体 18000W×1000W×700H + Φ1300×3000H
⑧	2系列並列接触曝気法	プラスチック接触材を用いた2系統並列式接触曝気方式	槽本体 14816W×2005W×1550H
⑨	多孔板溝碟接触酸化法	碎石と接触材による嫌気・好気槽を交互に配列した循環方式に土壤浄化法を組み合わせた浄化方式	槽本体 23000W×3000W×3560H
⑩	曝気付碟間接触酸化法	曝気付碟間接触酸化法	槽本体 17000W×2450L×1750H
念 田 川	流動床型固定化微生物処理法	深井戸型曝気槽を用いた流動床型固定化微生物処理方式	シャフト部のみ Φ1000×51000H

(3) 四万十川浄化方式^{5.1)}

四万十川浄化方式は「高知県自然循環方式水処理技術研究会」によって研究開発された浄化方式であり、四万十川流域にある接触材、ろ材を有効に活用したものである。

1) 四万十川方式の基本構造



2) 実施例

高知県庵川町の生活排水汚濁水路等、四万十川流域の河川に適用されている。

第3章 河川直接浄化計画の策定

河川直接浄化計画は、汚濁河川に対して望まれる水質保全目標を効果的かつ経済的に達成するための河川直接浄化施設の適切な浄化手法の決定並びに概略設計を行うものである。

河川直接浄化計画の策定フローは図3.1に示すとおりであり、以下の手順で検討するものとする。

- (1) 既往資料による河川実態、水質特性の把握
- (2) 水環境保全上の問題点の抽出
- (3) 流域関連諸計画の整理
- (4) 水質保全目標の設定
- (5) 河川直接浄化対象河川等の決定
- (6) 浄化手法の選定並びに設計のための調査・実験
- (7) 施設手法の選定

なお、水環境改善緊急行動計画（清流ルネッサンス）等により既に河川水質保全計画が策定されている場合は、その計画の必要削減負荷量を達成するために(5)以降の事項について検討する。

【解説】

水環境管理基本計画や水環境改善緊急行動計画（清流ルネッサンス）等（以下、河川水質保全計画という）では、流域における発生源対策や河川浄化対策が総合的に検討され、河川環境の改善、保全に対する全体計画が策定される場合がある。この河川水質保全計画では水質保全目標を達成するために、各施策の実施可能性、効率性、経済性を配慮しつつ、適正な負荷削減配分計画が策定されることになる。この計画の中で河川浄化対策の一つとして河川直接浄化対策は重要な対策と位置付けられ、河川直接浄化の必要負荷削減量もしくは水質改善に対する目標水質が定められることになる。

河川水質保全の全体計画の策定手順、方法は巻末に別途とりまとめたので参照のこと。

河川水質保全計画は流域における総合対策として将来の望ましい水質環境の保全、創造を念頭に置いて計画されるのが一般的である。一方、河川直接浄化計画は現況において汚濁が進み、水質環境が著しく悪化している河川を対象として計画、実施する場合が多いのが実状であり、計画目標年次、対象水量、水質の設定方法等計画を検討していくうえで幾分計画の策定方法が異なることがある。

このため、本手引書では河川直接浄化に係わる計画策定手法をまとめるものとし、河川直接浄化計画における計画諸元の設定、浄化手法の選定、施設諸元の設定方法を中心にとりまとめたものである。

河川直接浄化計画は河川水質保全計画の1メニューとして位置付けられることから、両計画は相互に計画内容の調整、実施効果のフィードバックを行うことが必要であることは言うまでもない。

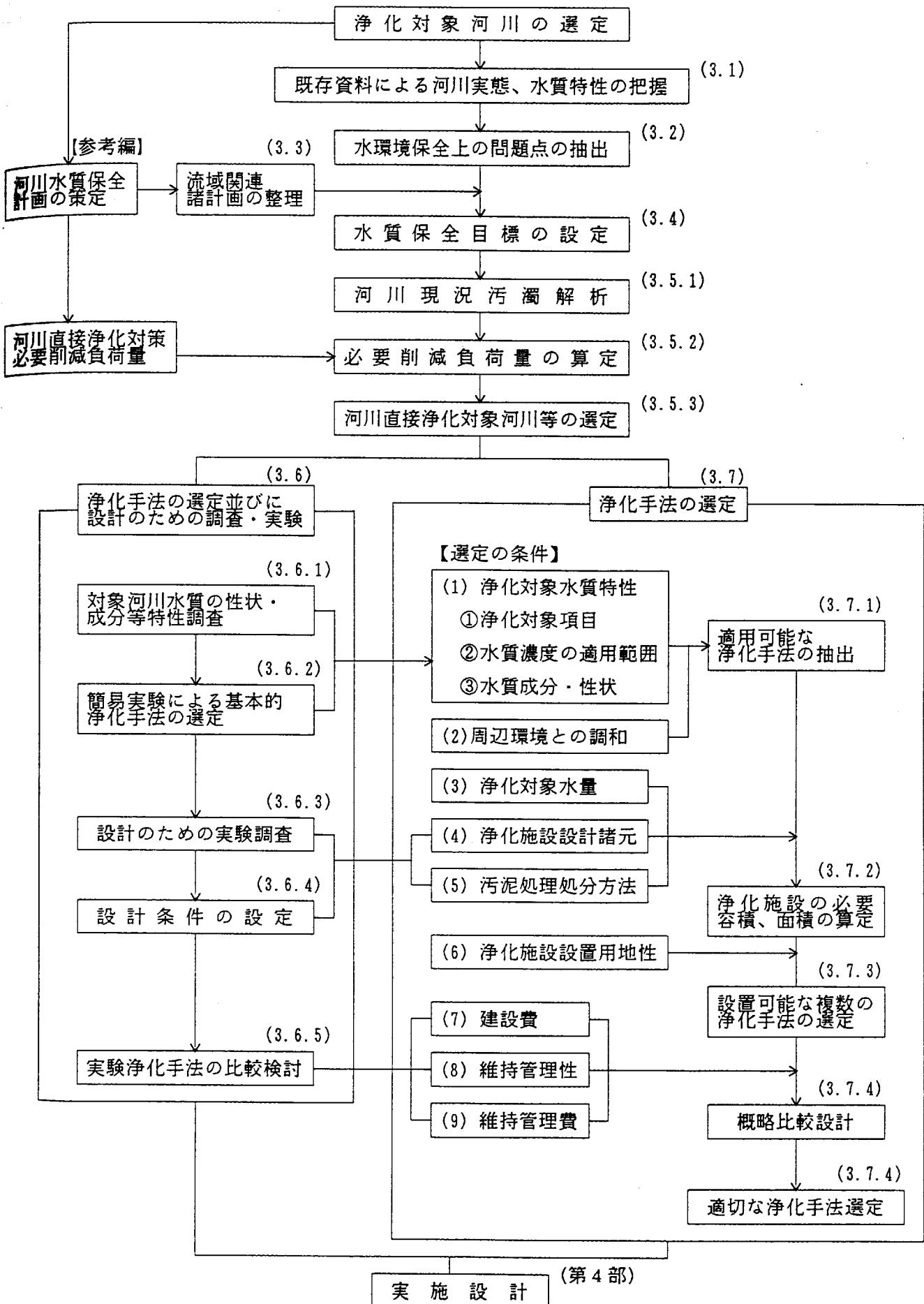


図3.1 河川直接浄化計画策定フロー

3.1 既応資料による河川実態、水質特性の把握

既応資料を収集整理し、浄化対象河川の実態とその水質特性を把握する。

(1) 流域特性の把握

①自然環境 — 流域面積、降水量、気温、地形、地質等

②社会環境 — 流域人口、産業、土地利用等

(2) 水域特性の把握

①河川流量特性 — 本川、支川の流量規模と変動特性

②河川水質特性 — 本川、支川の水質レベルと変動特性、水質成分、組成特性
水質障害実態

③利水状況 — 利水量、利水目的、取水位置、利水障害

④水生生物の実態 — 対象河川の水生生物の生息状況

(3) 河川空間特性の把握

①河川平面、縦横断の形状

②高水敷利用実態

③河川管理施設

(4) その他

なお、データ不足の事項については必要な実態調査を追加実施する。

【解説】

計画対象河川における水環境上の問題点を明らかにし、水質保全目標を検討するために、対象河川の実態を把握することが必要である。基本的には、既応資料を対象河川に関連する機関（建設省、県、市町村）より収集し、以下の内容について整理を行う。

(1) 流域特性の把握

計画対象河川の流域の自然環境、社会環境について概略をとりまとめる。

① 自然環境

- ・対象河川の概要（流域面積、幹線延長、主な流入支川等）
- ・河川図、または流域図
- ・地形、地質
- ・気象条件（降水量、気温）

② 社会環境

関係機関の調査資料、統計資料、届出資料より過去5ヶ年のデータを収集整理する。

- ・流域内人口（総人口、下水道整備人口、下水道未整備人口(し尿処理形態別)）
- ・産業（製成品出荷額、事業所別排水量と放流水質資料）
- ・土地利用（宅地、田、畠、山木、その他）

(2) 水域特性の把握

① 河川流量特性

計画対象の本川及び支川の流量、水位資料を関係機関より収集整理する。

資料の収集期間は10ヶ年を基本とし、以下の内容についてとりまとめる。

- ・調査地点一覧と位置図
- ・調査地点の測定頻度（水位計による自動連続観測又は定期的調査）
- ・流況表の作成（連続観測地点について）
10ヶ年の豊水、平水、低水、渇水、最大、最小、平均流量をまとめる。
- ・流量観測データ表の作成（定期的調査のみ実施されている地点について）
流量観測データを年毎に整理し、平均値、最大値、最小値をまとめる。
- ・流量の変動特性
流量の経月変化や灌漑期と非灌漑期別の変動の特性をまとめる。

都市河川においては、時間的変動が大きいので、その変動についても検討する
ことが必要となる。

② 河川水質特性

計画対象の本川及び支川の水質測定結果を関係機関より収集整理する。資料の収集
期間は5ヶ年を基本とし、以下の内容についてとりまとめる。

<収集資料の整理>

- ・調査地点一覧と位置図
- ・環境基準地点と類型指定状況
- ・調査地点別の測定頻度と測定項目
- ・検討対象水質項目
 - ・pH、DO、SS、有機性SS(VSS)、BOD、D-BOD（閉鎖性水
域ではCOD、D-COD）、大腸菌群、T-N、NH₄-N、T-Pを基
本的な整理項目とする。
 - ・対象河川の特性や利用形態上必要な指標となる水質項目についても整理す
る。
 - ・健康項目については、環境基準の達成状況を確認する。

<収集資料の検討>

●現況の水質汚濁状況の把握

最近年のデータを使用し、本川、支川の水質汚濁状況を平面分布図や流下方向の水質変化図に表現し、以下の実態を把握する。基本的には、BOD(75%)と対象河川の特性上重要な指標項目について検討する。

- ・本川における水質汚濁分布特性（どの地点が汚濁しているか、その汚濁のレベルはどうか）

- ・本川の水質汚濁の原因（汚濁原因となっている支川とその水質レベル）

上記の検討結果、並びに環境基準地点を考慮して、計画上の評価地点の設定を行う。

●水質成分、組成特性の検討

粒子性及び溶解性の割合、有機物量の割合、生分解性、還元性物質等対象河川における水質成分、組成に関する水質データがある場合については整理を行い、その水質成分、組成特性を把握する。

●経年変化特性

評価地点におけるBOD(75%)と対象河川の指標項目について、過去5ヶ年における経年変化の状況を把握し、下水道整備状況や流域人口の変化等の関係を検討する。

●経時変化特性

評価地点におけるBOD(75%)と対象河川の指標項目について、経月変化及び経時変化図を作成し、季節的変化、時間的変化の特性を把握する。

●流量と水質の相関

河川水質は流量によって影響されることが多いので、流量と水質（BOD及び対象河川の指標項目）の関係図を作成し、流況の相関性を確認し、水質保全目標における流況を設定するための資料とする。

③ 利水状況

計画対象河川における利水目的別の件数、利水許可量及び各取水位置について整理する。なお、必要がある場合には利水量実績資料を収集整理する。

また、利水上水質的な問題がある場合には、利水者からの資料及びヒアリングにより、障害となる水質項目、問題となる期間、利水側の対応方法とその費用について、整理することが必要となる。

④ 水生生物の実態

対象河川における魚類、底生生物、藻類、水生植物等の水生生物の実態調査報告書を収集し、生息する生物種とその分布状況の実態をまとめる。水質の分布状況や河道特性等と比較しながら、その生息状況の特徴をまとめる。

(3) 河川空間特性の把握

水質保全目標の設定や河川浄化施設の設置位置、用地を検討するために、河川空間特性の把握が必要となる。以下の事項について、資料を収集整理する。

① 河川平面、縦横断の形状

河川浄化施設の設置位置、用地を検討するための基礎資料とする。

② 高水敷利用実態

高水敷の利用実態は、水質保全目標設定の基礎資料となる。なお、利用者及び周辺住民からの高水敷の利用アンケート等がある場合は、その資料についても整理する。

③ 河川管理施設

河川浄化施設の配置計画を検討するために、樋門、樋管、堰等の河川管理施設の位置、構造、水位的条件等が必要となることがある。必要に応じて河川管理施設の台帳、構造図面等を収集する。

(4) その他

水質保全目標を検討するために、昔の河川の水質状況、流水状態、利用状況等についての資料を必要に応じて収集整理する。

3.2 水環境保全上の問題点の抽出

対象河川における現況水質に対して、河川の親水利用や利水利用、水生生物生息環境上から問題となる水質項目を明らかにする。また、その水質項目が問題となる地点、区間並びに流況又は期間を明確にする。

【解説】

(1) 問題となる水質項目の抽出

近年生活レベルの向上、ゆとりのある生活環境の整備の希求、河川環境の総合的な保全と利用が社会の注目を集めてきており、特に河川の水質環境に対しては、以下のような要求が非常に強くなっている。

①生活環境における水辺空間の景観、親水機能の保全と創造

②安全でおいしい水道原水の供給

③生物が棲息できるような河川の水質環境の保全と創造

①は、河川水質に対して快適性（アメニティ）を求めていているものであり、河川水の外観（ゴミ、浮遊物、濁り、色等）や臭気（臭い、DOにも関係）などが関係する。

②は飲料水の安全性、おいしさを確保するために河川水質の保全が重要視されているものである。発ガン性物質であるトリハロメタン生成に関連するアンモニア態窒素や前駆物質としての有機物（BOD、COD）並びに2-MIB・ジオスミンなどの臭気物質などが関係の深い水質指標である。

③は、身近な河川環境として河川が着目されてきており、生物が棲息できるような水質環境の保全、創造が強く求められているものである。pH、DO、有機物（BOD、COD）、有害物質等が関係の深い水質指標である。

対象河川における現況水質に対して、上記のような河川の親水利用、利水利用、水生生物生息環境上問題となる水質項目を明らかにする。

(2) 問題となる地点・区間の検討

対象河川において、水質上問題となる地点や区間を検討する。

検討にあたっては、水質及び負荷量の流下方向変化や平面分布図を作成し、その変化・分布特性より水質汚濁の問題となる区間・地点を明らかにする。さらに水質汚濁の原因となる流入河川、排水路の状況についても確認し、どこの河川、排水路が対象河川の水質を悪化させる要因かを明確にする。

(3) 問題となる流況、期間の検討

水質は河川の流量、水温によって変動するので、

①水質上問題が発生するのはどういう流量の時か？

②水質上問題が発生するのはどういう期間か？

について検討する。

①については、流量と水質の相関図、②については水質の経月変化図によりその特性を検討する。

3.3 流域関連諸計画の整理

対象河川における水質保全目標を検討するとともに、本計画との整合をはかるために次に示すような関連諸計画について整理を行うものとする。

(1) 河川環境管理基本計画

- ① 水環境管理に関する事項
- ② 河川空間環境管理に関する事項

(2) 河川空間、河道整備計画

- (3) 下水道整備計画
- (4) 河川利用者、周辺住民の意識調査
- (5) 流域内の主な開発計画

【解説】

(1) 河川環境管理計画

河川直接浄化計画は、上位計画である「河川環境管理基本計画」と整合していることが必要となるため、その計画内容を十分把握することが必要である。なお、河川直接浄化計画の検討に基づき「河川環境管理基本計画」の見直しも必要に応じ行うことが必要となる場合がある。

① 水環境管理に関する事項

対象水域における流量、水質を水利用、生息生物等の観点から検討されているものであり、今後当該河川の管理目標とされているものであり、河川直接浄化計画の上位計画として整合の確保が必要である。

② 河川空間環境管理に関する事項

対象河川における将来の河川及び河川敷の河川環境像や利用状況が検討されているものであり、河川直接浄化計画における水質保全目標の設定や、河川直接浄化施設の配置計画を検討する基礎資料とするものである。

(2) 河川空間、河道整備計画

河川公園計画や河道整備計画等河川環境に係わる諸計画については、将来の河川環境像や必要とされる水質レベルを把握するために必要となる。

(3) 下水道整備計画

対象河川における下水道整備計画を県の担当課にヒアリングし、5~10年程度先の整備状況を把握する。ヒアリング資料にもとづき対象河川の流量、水質の動向を概略把握する。なお、下水道整備に伴って流量、水質の変動が大きく、本計画に大きく影響する場合は、巻末に示した検討手法に従って詳細に検討することが必要となる場合がある。

(4) 河川利用者、周辺住民の意識調査

河川利用者、周辺住民の河川の水環境、河川空間に対するニーズ等の意識調査がなされている場合、その調査結果を参考とし、水質保全目標を設定するための基礎資料とする。

(5) 流域内の主な開発計画

主要な開発計画としては、住宅団地、工場団地等の計画がある。開発計画に伴い将来の人口や土地利用形態が変化するので、河川流量、水質への影響の程度を把握しておくことが必要となる。

3.4 水質保全目標の設定

対象河川において水質環境上問題となる水質汚濁の現況に対して、河川の利用状況や期待される河川環境像、住民の要望を総合的に検討し、水質保全目標の設定を行う。

水質保全目標は、河川直接浄化計画の基本方針（目的）を決定したうえで、目標年次、保全すべき水質項目と目標水質値を設定するとともに、保全すべき地点、区間並びに流況、浄化期間についても設定する。

【解説】

(1) 河川直接浄化計画の基本方針（目的）の決定

河川直接浄化計画の基本方針、すなわち計画の目的を河川の利用状況、期待される河川環境像、住民の要望に基づき決定する。計画の目的は流域の開発状況や下水道整備等の発生源対策により河川流量、水質が変化するので現状並びに将来的な目的を別々に設定してもよい。

計画の目的は対象河川の実態、特性によって多種多様であり、代表的な計画目的をあげると以下の通りである。

① 親水機能の保全

- ・景観の保全（水の存在による「やすらぎ感」「爽快感」等）
- ・水と触れて楽しむ（水遊び、川遊び）
- ・水に入って楽しむ（水浴、レクリエーション）

② 水道水源の保全

- ・安全でおいしい水道水源の確保

③ 生物生息環境の保全

- ・水生生物が棲息可能な水質環境の保全と創造

④ 下流水域の富栄養化防止対策

- ・河川下流部に閉鎖性水域がある場合、富栄養化の抑制をはかる。（ただし、閉鎖性水域は出水時を含めた流入負荷の総量によって水質が変動するが、河川直接浄化対策では出水時の大流量でSSの多い場合には対応できないのが一般的であるため、その対策効果には限界がある。）

なお、各水域には環境基準の類型指定がなされており、その基準値は河川における利用形態を考慮して設定されている。河川直接浄化計画においては、上記に示すような具体的な計画目的を決定するものとし、環境基準は計画目的を達成するための目標値、指標値として位置付けるものとする。

(2) 目標年次の設定

河川直接浄化計画は、現状の汚濁河川の水質改善を目的とすることから、計画の策定、浄化施設設計、施工の必要期間を考慮して目標年次を設定することを基本とする。従って、計画の策定にあたっては、現状の河川流量、水質を基本として検討を行うものとする。なお、将来の河川流量、水質についても概略検討を行いその動向を確認し、計画策定に反映することも必要である。

(3) 水質保全項目と目標水質値の設定

計画目的に対する現況の水質汚濁状況及び将来の水質予測結果に基づき、保全すべき水質項目と目標水質を設定する。現況並びに将来的な計画目的が段階的または異なって設定される場合は、各々水質項目及び目標水質を設定することが必要となる。

計画目的と対応する水質保全項目と目標水質値（参考値）を表3.1に示す。なお、目標水質を設定する上で基準、目安となる基準値等を資料編に示す。

(4) 浄化対象地点・区間の設定

対象河川全体に対して、水質保全をはかるべき地点または区間を設定する。浄化対象地点または区間は、期待される河川環境、水の利用形態等が異なるので実態を十分検討したうえで、地点または区間別に計画目的を定めるものとする。

(5) 浄化対象流況、期間の設定

水質は河川の流量と水温によって変動するため、水質と流量の関係、水質の季節的変化特性を十分把握したうえで、計画目的、目標水質値を達成すべき流況並びに期間の設定を行う。

① 流況の設定

河川管理上、流水の正常な機能を維持するために、低水流量または渇水流量を対象とする事が一般的であるが、計画目的に対応して対象とする流況を設定することが必要である。例えば、水道水源の保全を計画目的とする場合、平水時流量以下で浄水場の望まれる原水水質（目標水質）を上回る場合、平水時流量で計画を検討することが必要となる。また、下流側の閉鎖性水域の富栄養化防止を計画目的とする場合は、洪水時の負荷削減も一部必要であることから、負荷量の流出特性に対応して効率的な流況で計画を検討することも必要となる。

なお、河川管理上及び下水道整備の進捗を考慮すると、以下の事項が考えられるところから、当面暫定的な計画では低水流量を、将来的長期的な計画では渇水流量を対象

に設定する等計画目的に対応して流況を設定することも必要となる。

- a. 下水道整備は低水流量時に環境基準を達成することを目的に計画されている。
- b. 河川環境に対する要請の高度化を考えると、低水流量時に環境基準が達成されれば良いとの考え方はずしも妥当性がない。
- c. 河川直接浄化は、下水道で対応できない負荷も何らかの削減が行われることを前提とした恒久的対策として位置付けられる。

②浄化対象期間の設定

現状の水質変動特性から、水利用、河川環境保全上問題となる期間を明らかにし、浄化対象期間を設定する。

- ・年間を通じた浄化
- ・特定期間の浄化（灌漑期、非灌漑期等）

表3.1 計画目的と水質保全項目(浄化対象項目)

計画目的	基本的条件	水質保全項目 (浄化対象項目)	目標水質 (参考値)	
景観の保全 〔水の存在による 「やすらぎ感」 「爽快感」〕	・水の外觀がきれい であること ・悪臭がしないこと	SS(浮遊物質) 濁度(濁り) 色度 ゴミ MBAS DO BOD 臭氣	(10mg/ℓ以下) 5~10度以下 30度以下 認められないこと 0.5mg/ℓ以下 2mg/ℓ以上 10mg/ℓ以下 不快でないこと	
親水機能の保全 ・創造	水に触れて楽しむ (水遊び、川遊び) 水に入って楽しむ (水浴、レクリエーション)	・水の外觀がきれいで あること ・悪臭がしないこと ・安全であること	SS(浮遊物質) 濁度(濁り) 色度 ゴミ MBAS DO BOD 臭氣 pH 毒性物質 大腸菌群数	(5mg/ℓ以下) 5度以下 10度以下 認められないこと 0.5mg/ℓ以下 2mg/ℓ以上 3mg/ℓ以下 不快でないこと 5.8~8.6 健康項目基準値以下 含まれないこと
水道水源の保全 〔安全でおいしい 〔水道水源の確保〕〕	・異臭(カビ臭)がしないこと ・前塩素処理が容易であること ・トリハロメタン生成が少ないこと ・トリハロメタン生成の前駆物質が少ないこと	2-MIB ジオスミン NH ₄ -N 有機物(BOD、COD) THMFP(トリハロメタン生成能)	10~20ng/ℓ以下 10~20ng/ℓ以下 0.5mg/ℓ以下 BOD 3mg/ℓ以下 0.1mg/ℓ以下	
生物生息環境の保全	・水生生物が生存できること ・自然繁殖できること	pH DO 有害物質 BOD SS	6.7~7.5 6mg/ℓ以上 各項目毎の許容濃度以下 3mg/ℓ以下 25mg/ℓ以下	
下流水域の富栄養化防止対策 〔植物プランクトン (アオコ等)の異常増殖の抑制〕	・栄養塩類が低濃度であること ・有機物が低濃度であること	T-N T-P COD BOD	1mg/ℓ以下 (湖沼 V類型) 0.1mg/ℓ以下 (湖沼 V類型) 8mg/ℓ以下 (湖沼 C類型)	

3.5 河川直接浄化対象河川等の決定

水質保全目標を達成するために必要となる河川直接浄化の対象河川、排水路（以下河川直接浄化対象河川等）を決定する。

汚濁解析により河川直接浄化による必要削減負荷量を算定し、汚濁河川、排水路の流量、水質、負荷量特性、流入位置等を考慮することによって、水質保全目標を達成するための適切かつ合理的な河川直接浄化対象河川等を決定するものとする。

3.5.1 河川現況汚濁解析

保全対象河川の現況汚濁解析により、浄化残率または自浄係数を設定する。

汚濁解析は、保全対象とする流況時における保全対象河川並びに流入河川、排水路の流量、水質、負荷量を整理し、実測値に基づき検討するものとする。

【解説】

(1) 保全対象河川、流入河川、排水路の現況流量、水質の設定

保全対象河川の汚濁解析を行うために、保全対象河川、流入河川、排水路等の流量、水質の設定を行う。基本的に水質保全目標において決定した流況時の現況における流量、水質について検討し、設定するものとする。

1) 流量の設定

① 流況資料のある場合

基本的には過去10ヶ年の流況表より、水質保全目標において決定した流況における流量で設定する。日間変動、時間変動の範囲について確認し、設定流量の妥当性を確認する。

② 流況資料のない場合

流入河川や排水路では年に数回～12回程度の流量観測しか実施されておらず、流況資料がない場合がある。限られたデータの中から設定流況時を推定して流量を決定する方法があるが、流量は河川直接浄化施設規模や水質改善効果に大きく影響するので十分検討することが必要である。

既往の流量データより流況データを検討する方法として、以下の2種の方法がある。

●近傍の流量観測所の流量との相関により検討する方法

河川、排水路等の近傍で類似した流域背景、河川特性を有する流量観測所があり、10年以上の流量資料がある場合に適用できる。河川、排水路の流量実測データと同一日、時間の近傍流量観測所の流量データより相関関係式を作成し、流量観測所の10ヶ年の流量データより河川、排水路の流量データの換算を行い、流況表の作成を行うものである。

●低水流出解析法による方法

河川砂防技術基準（案）に定められている低水流出解析法により流量を推定する方法である。3～4段のタンクモデルを用い、実測流量と雨量資料、蒸発量を入力条件として、各タンクの定数解析を行う。構築したタンクモデルを利用して、過去10ヶ年の降雨量、蒸発量データをもとに日単位で流量データを計算し、流況表の作成を行う。

2) 水質の設定

① 設定水質項目

現状において浄化技術の適用条件や浄化効率はBOD、D-BOD、SS、DOについて整理されている。このため、BOD、SS、DO並びに水質保全目標において対象とする水質項目の水質について整理する。

② 水質の設定方法

河川水質は流量によって変化するため、保全目標の設定においては浄化の目的に応じて流況を設定し、その流況時に目標水質を達成するものとしている。したがって、流況と水質との相関を検討し、右図に示した図よりその流況相当の水質について検討することが必要である。

流況との関係で浄化対象水質を設定する方法としては、以下の方法がある。

- 設定流量を低水流量とした場合 ————— 75%値で設定
- 設定流量を平水流量、平均流量とした場合 — 平均水質で設定
- 流量と水質の関係図より、対応する流量の水質値で設定

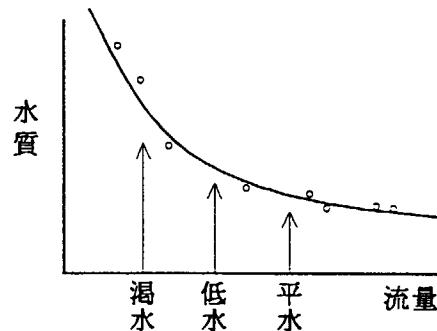


図3.2 流量と水質の相関

③水質設定における留意事項

a. 水質の変動特性

河川水質は、河川流量の変化、水温の変化に伴って季節的变化がある。また、流域に工場が多いと週の間で変動があり、住宅が多いと時間的変動も大きい。従って、既存の資料より水質の変動特性を十分検討し、季節的、日間、時間の変動の有無とその変動幅を把握するものとする。変動が大きい場合には、水質濃度の高い値に着目することが必要となる。

調査資料が不十分な場合は、実態調査を行うことが必要となる。

b. 水質の組成特性

河川水に下水処理水や浄化槽処理水が多量に含まれている場合、これらの処理水は生物処理をされた水であるため、生物的な分解性が低い。また、皮革排水や染色排水等特殊な工場排水を含む場合も生物分解性が低い。したがって、対象とする河川水の生物分解性、有機性SSの割合、還元性物質の多少、DO消費速度等、その水質組成の特性を把握しておくことは、浄化効率の設定や浄化手法の選択並びに汚泥発生量の推定、施設規模の決定のために極めて重要な情報となる。流域背景より、下水処理水や特殊工場排水の混入があると考えられる場合には上記の項目について実態調査を行うことも必要となる。

(2) 浄化残率または自浄係数の決定

河川直接浄化の削減負荷量の算定、河川直接浄化実施による水質改善効果、将来水質を検討するにあたっては、浄化残率または自浄係数（減少速度定数）の設定が必要となる。負荷流出の過程と河川の汚濁解析を行う場合の諸係数を参考として下図に示す。

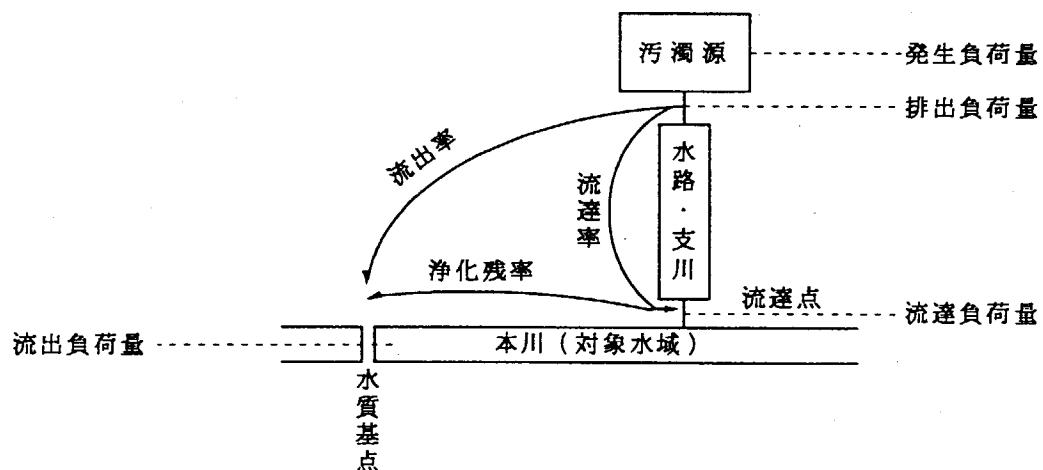


図3.3 負荷流出の概念図

①浄化残率

河川に流入した汚濁負荷は、生物学的分解、沈殿、吸着などの作用により減少していく。これらの作用を総括的に表すものとして浄化残率という概念が用いられている。浄化残率とは河川の下・上流の二つの地点における負荷量の比で表されるものである。

$$\text{浄化残率} = \frac{\text{下流側地点負荷量 (下流水質評価地点負荷量(流出負荷量))}}{\text{上流側地点負荷量 (上流水質評価地点負荷量+支川、排水路流達負荷量)}}$$

浄化残率を求める場合には、対象とする2地点の間の流入汚濁負荷量、取水等によって河川から排除される負荷量を補正して求めなければならない。浄化残率は流量によっても変化するので、対象流況程度の時の数多くの資料から求めるものとする。ただし、浄化残率の値は同じ河川においても流域内の排水の処理の程度によって異なる可能性があるので、将来における値を定める場合には、必要に応じて現状の値を補正することを考慮するものとする。

②自浄係数（減少速度係数）

汚濁負荷の減少を次のような1次減少反応式で近似した場合、その減少速度係数を自浄係数と呼び、自浄係数を用いて水質予測を行う場合もある。

$$\frac{d C}{d t} = - K C \quad \text{または積分形で} \quad C = C_0 e^{-Kt}$$

Cは濃度、 C_0 は初期濃度、tは流下時間、Kは減少速度係数（自浄係数）である。なお、減少速度係数は、上式のようにeを底とした形の式で表す場合は大文字Kを用い、10を底とする場合には小文字kを用いる。 $K = 2.31 k$ である。

(1)で設定した保全対象河川、流入支川、排水路の負荷量 (= 流量 × 水質) により上記の浄化残率または自浄係数を検討する。

3.5.2 必要削減負荷量の算定

水質保全目標を達成するためには必要となる河川直接浄化の削減負荷量を汚濁解析により算定する。

【解説】

保全対象地点、区間において水質保全目標を達成するための必要削減負荷量は、次式により算定される。

$$\left[\begin{array}{c} \text{保全対象地点} \\ \text{必要削減負荷量} \end{array} \right] = (\text{対象地点流量}) \times \{ (\text{現況設定水質}) - (\text{目標水質}) \}$$

この保全対象地点必要削減負荷量より、河川直接浄化で必要とされる削減負荷量は、次式により算定される。

$$\left[\begin{array}{c} \text{河川直接浄化} \\ \text{必要削減負荷量} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} \text{保全対象地点} \\ \text{必要削減負荷量} \end{array} \right] \div (\text{浄化残率})$$

$$= \left[\begin{array}{c} \text{保全対象地点} \\ \text{必要削減負荷量} \end{array} \right] \div e^{-Kt} \quad (K ; \text{減少速度係数}, t ; \text{流下時間})$$

3.5.3 河川直接浄化対象河川等の選定

本川の水質汚濁の原因となっている河川・排水路のうち、水質濃度が高く、負荷量の大きいものを抽出する。次いで、河川直接浄化による除去負荷量が大きく、かつ保全対象とする区間、地点への水質改善効果の大きい流入河川、排水路を河川直接浄化の対象とする。

【解説】

(1) 水質濃度及び負荷量の大きい流入河川・排水路の抽出

本川の水質汚濁の流下方向の変化や平面分布状況と流入河川、排水路の位置とその水質濃度、負荷量の関係を検討し、対象河川の水質汚濁の原因となっている流入河川・排水路を明らかにする。

次いで、対象河川よりも水質濃度が高く、かつ汚濁負荷量の大きい流入河川・排水路を抽出する。流量が大きい流入河川では対象河川とほぼ同程度の水質濃度であっても汚濁負荷量が大きい場合があるので、水質濃度についても着目することが必要である。

(2) 河川直接浄化による除去負荷量

河川直接浄化による除去負荷量は次式で求められる。

$$\begin{aligned} (\text{河川直接浄化による除去負荷量}) &= (\text{流入河川・排水路流量}) \times \\ &\quad (\text{流入河川・排水路水質水質}) \times (\text{浄化効率}) \end{aligned}$$

水質濃度が低い場合には浄化できる限界水質があるので、浄化後水質を設定して検討する。

$$\begin{aligned} (\text{削減負荷量}) &= (\text{流入河川・排水路流量}) \times \\ &\quad \{ (\text{流入河川・排水路水質}) - (\text{浄化後限界水質}) \} \end{aligned}$$

ここで浄化効率については第2部「表2.3 河川直接浄化手法の適用水質範囲、浄化効率、規模、費用等の目安」を参考に、支川、排水路のBOD、SS、DOに対する適用範囲より浄化方式を選定し、概略的な浄化効率で設定する。

(1)で抽出した流入河川、排水路について河川直接浄化による除去負荷量を算定し、この値の大きいものを優先的に河川直接浄化の対象とする。

(3) 保全対象とする地点・区間への水質改善効果が大きいこと。

河川直接浄化による除去負荷量が大きい流入河川・排水路であっても、浄化対象とする地点・区間への寄与率が小さいことがある。前述した汚濁解析手法に基づき、河川・排水路を浄化した場合の本川水質予測を行い、浄化対象地点・区間への水質改善効果の評価を行い、最終的に河川直接浄化の対象河川等を選定するものとする。

なお、必要負荷削減量達成のためには、複数の河川が対象となる場合があるので、優先順位を検討しておくことが必要である。

3.6 淨化手法の選定並びに設計のための調査・実験

河川直接浄化手法は、浄化の原理・機構により浄化能力・特性が異なるため、河川水質の性状、成分等を調査・分析し十分把握したうえで選定するものとする。さらに河川水質の性状、成分によって設計諸元値が左右されることもあるため、実験により適正な諸元値を決定するものとする。

【解説】

河川は流域の汚濁排出源の違いにより、多種多様な性状、成分の水質が存在する。例えば、以下のような例がある。

①主に生活雑排水で構成される河川水

未処理の生活雑排水が大半であるため、生物的な処理や生物処理と接触沈殿により浄化がされやすい。

②下水処理場放流水を大量に含む河川水

下水処理場放流水は生物処理を受けた水であるため、放流水を大量に含む河川水は生物処理による浄化効率は低い。

③工場排水を含む河川水

- 皮革工場や染色工場の排水を含む河川水は非常に分解しにくい物質が多いため、生物処理による浄化効率は低い。また、着色していることが多く、その除去についても検討することが必要となる。

- 食料品製造業等の排水は有機性の汚濁物質を排出するため、生物処理により浄化がされやすい。

④陶土等を多く含む河川水

陶土工場排水や地形的に陶土質の多い河川では白濁がみられるが、これは陶土による無機性のSSである。このような河川水は生物処理は向きであり、沈殿による固液分離や凝集沈殿等の化学処理が有効な方法となる。

したがって、浄化手法の選定にあたっては、まず河川水質の性状、成分を十分把握することが必要であり、選定した手法においてもその性状、成分によって浄化効率が大きく左右されるばかりでなく、浄化するための適正な滞留時間や容積負荷率は異なる。また、浄化対象水の生物的な分解性の大小が汚泥発生量を左右するので、実験を通じてその発生量について検討することが必要となる。このため、浄化手法の選定並びに設計のためには、以下の調査・実験が必要となる。図3.4に調査・実験フローを示す。

(1) 河川水質の性状、成分等特性調査

河川水質の性状、成分の特徴を把握するための調査を行う。

(2) 簡易実験、調査、分析

河川水質の性状、成分から浄化手法の絞り込みを行うための簡易実験、調査、分析を行う。

(3) 浄化実験

(1)、(2)で絞り込んだ浄化手法について、プラント規模で実験を行い、河川水質の性状、成分に対する浄化効率の安定性、持続性の確認、汚泥発生量、汚泥処理処分方法の検討、設計諸元の決定を行う。

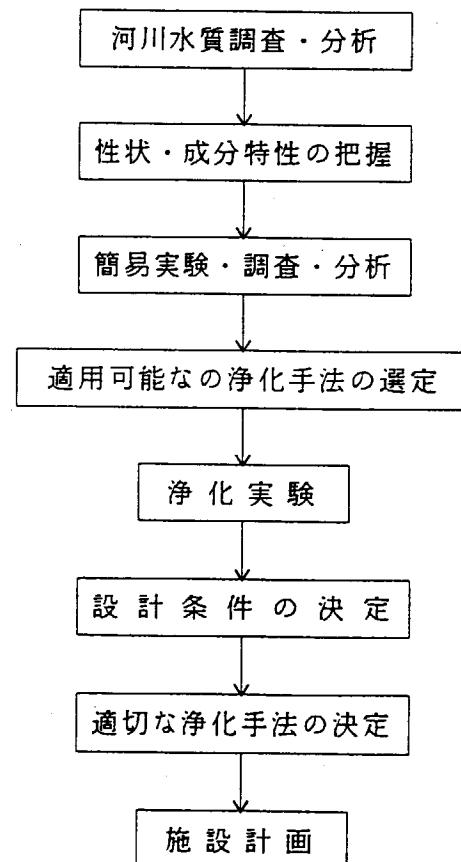


図3.4 浄化手法の選定並びに設計のための調査・実験フロー

3.6.1 対象河川水質の性状、成分等特性調査

対象河川水質の性状、成分等を把握するために、以下の要領で対象河川水を採水し分析を行う。

(1) 調査回数

月に1回（年間12回）の採水を行う。4回は24時間連続採水を原則とする。

(2) 調査方法

①採水方法

河川の流心部の表層水を採取することを原則とする。

採水時には流量を観測することを原則とする。

②採水頻度

午前、午後の2回の採水を原則とする。24時間連続調査は河川水の変動を考慮して2～3時間間隔で採水を行う。

(3) 分析項目

①基本項目：水温、pH、DO、SS、VSS、BOD、D-BOD
CODcr、CODmn、NH₄-N

②対象河川における浄化対象項目についても調査を行うことが必要である。

【解説】

(1) 調査回数及び頻度について

河川水質は流量及び水温によって季節的な変動があるばかりでなく、人間の生活活動、工場の操業状態によって1日の間でも時間変動が大きい場合がある。

①水質の季節的変動について

梅雨の6～7月や台風の多い9～11月は雨量が多く、8月や冬期の1～3月は雨量が少ないため、河川流量は雨量に対応して変動する。寒冷地においては積雪の雪とけ水により、4～5月にかけて河川流量が多くなる。

また、排水は側溝や排水路を通じて公共用水域に排出されるが、その排出経路において微生物による自浄作用が働いている。微生物は水温が高いほど活発に働き、水温が低くなるとその活性は低下する。このため、夏期は微生物による自浄効果が大きく公共用水域の水質は低くなる傾向があり、冬期は逆に水質が高くなる傾向がある。

流域の汚濁排出量は年間を通じてほぼ一定であるため、河川流量が多ければ希釈により水質は低くなり、少なければ水質が高くなる。これに、微生物による自浄効果が加わり、季節的河川水質が変動することになる。図3.5にS川におけるBODの季節変化を示したが、BODは冬期に高く、夏期に低い傾向がみられる。

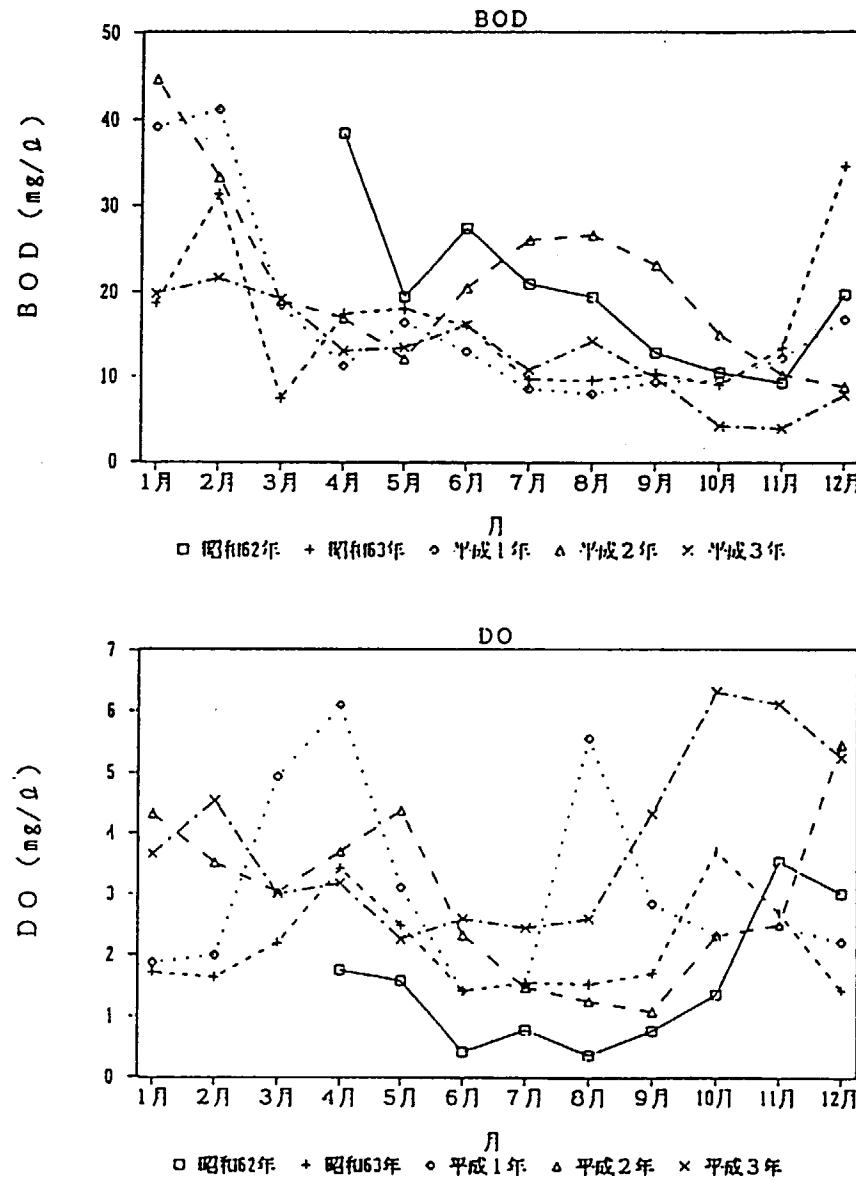


図3.5 S川における水質の季節的変動

②水質の日間変動について

流域の汚濁排出源は人間及び工場からの排水及び田畠、市街地路面などの面的排出源である。面的排出源からの排出負荷量は日間の中で大きな変動はないが、人間及び工場からの排水は生活活動、操業状態によって排出負荷量が大きく変動する。図3.6に〇川における日間の水質調査結果を示すが、BODでみると18.6～44.6mg/Lの範囲で変動しており、最低と最高では2倍以上の違いがある。生活雑排水や工場排水が汚濁源の大半である河川においては、水質の時間的な変化が大きいことから日間変動を把握することが必要となる。

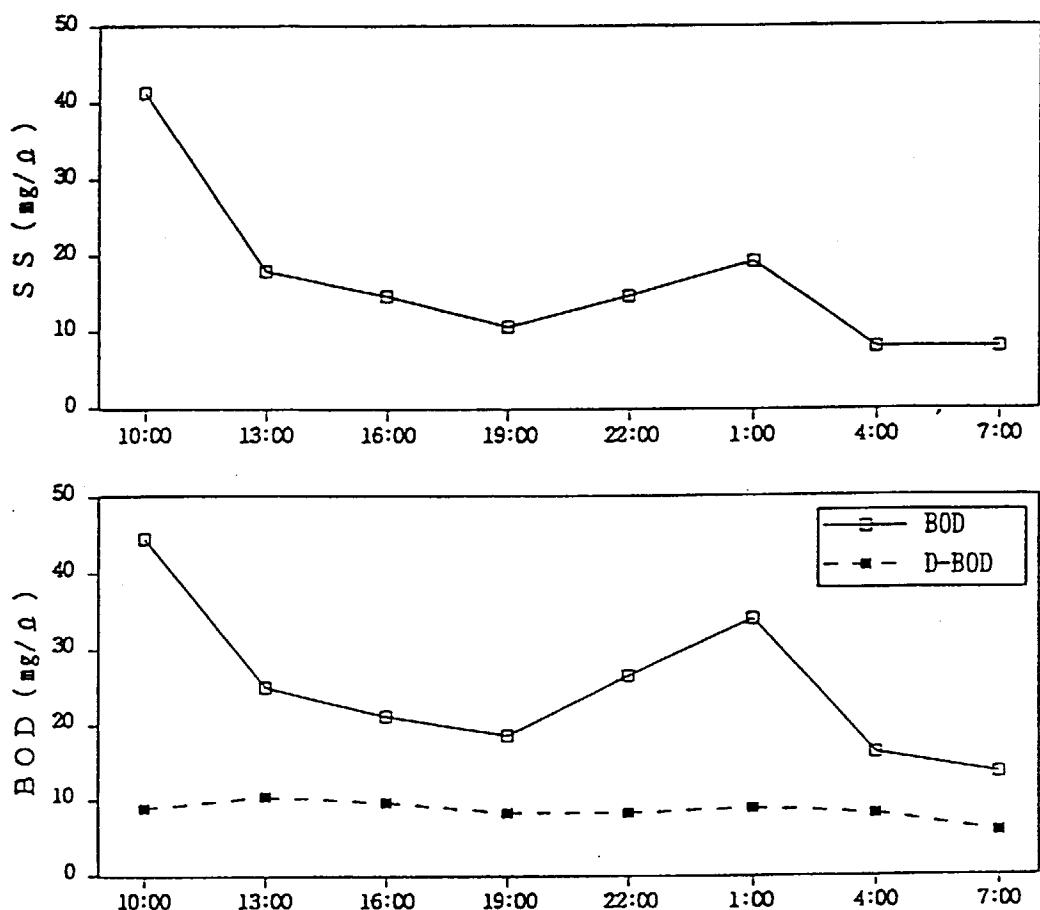


図3.6 〇川における水質の日間変動

③調査回数、頻度について

河川水質は季節的に変動することから、その性状、成分を把握するためには月1回の調査が必要である。この調査では、水質の時間的変動を考慮して、平均的な水質の把握ができるように午前、午後の2回の調査を行うものとする。また、時間的な変動の大きい中小河川においては、季節別に24時間の連続調査が必要である。この調査においては2~3時間間隔で調査を行い、日間の変動幅と性状、成分の変化を把握するものとする。

これらの調査結果より、河川水質の性状、成分の変動特性を明らかにし、浄化方式選定の基礎資料とともに、設計上の計画水質の設定を行うものとする。

(2) 分析項目について

1) 基本項目

河川水質の性状、成分の特性を把握し、適用する浄化方式の絞り込みを行うための必要項目である。基本項目によって、浄化施設の計画水質値を設定するものとする。

①水温

生物処理による方式では水温により浄化効率が大きく異なることから年間の変動幅を確認しておくことが必要となる。

② pH

通常の河川水のpHは通常7前後である。酸性、アルカリ性の工場排水の混入や地質条件によって、pHが5以下(酸性側)や9以上(アルカリ性側)となる河川がある。pHが異常な河川においては生物処理は適用できず、また中和処理が必要となるので確認することが必要となる。

③DO(溶存酸素)およびDO消費速度、量

DOは水中の溶存酸素量のことであり、清浄な水の場合20°Cで8.8mg/lが飽和濃度である。有機性汚濁物を多量に含む河川水では水中の微生物により有機物酸化のためにDOが消費され、DOは低濃度となる。逆に富栄養化した湖沼・ダムでは、光合成作用によりDOが補給され、飽和濃度以上となることがある。

河川水のDO濃度とその消費速度により、エアレーションを付加する浄化方式の必要性、前エアレーションシステムの必要性が検討される。従って、対象河川水中のDO濃度とDO消費速度、量の測定が必要である。

④ S S (浮遊物質濃度)、V S S (有機性浮遊物質濃度)

S S は水中に浮遊している 2 mm 以下の物質の濃度であり、V S S はその浮遊物質中の有機性物質の濃度または割合である。

V S S の高い河川水（例えば V S S 比 60% 以上）は有機物が多いため、生物処理を含む浄化方式を選択することが必要であり、V S S が低い河川水（例えば V S S 比 20% 以下）では沈殿処理や凝集処理の浄化方式が選択できる。

また、浄化を行うことは最終的には固液分離を行うことであるため、施設内に堆積する汚泥量は除去された S S 量、V S S 量で算定されるものであり、設計上においても必要な値となる。

⑤ B O D、D - B O D (生物化学的酸素要求量)

B O D は水中の有機物量を表す指標であり、20°Cで 5 日の間に微生物が有機物酸化のために消費される酸素量で表される。D - B O D は 1 μm のろ紙でろ過した水について、B O D を測定したものであり、水中に溶けている B O D である。B O D と D - B O D の差（以下、S S 性 B O D）が、浮遊物に起因する B O D である。

河川水の有機性汚濁の程度は B O D で評価されるため、浄化対象は B O D であることが多い。

B O D 値の高い河川水（B O D 20~30 mg/l 以上）は有機性物質が高いため、一般的にはエアレーションを付加した生物処理が必要となる。しかしながら、B O D のうち S S 性 B O D の大きいものは浮遊物に起因する B O D が多いので、浮遊物の除去で十分 B O D の浄化が行われることがあるため、沈殿による浄化方式が有効な場合もある。逆に B O D 値は高くない河川水（B O D 10~20 mg/l 以下）であっても D - B O D が大半を占める場合は、生物処理による浄化方式を選択しないと浄化後の水質レベルを低くすることができない。

したがって、B O D については S S 性 B O D、D - B O D 別の性状と水質レベルを十分把握することが浄化方式選定において最も重要となる。

⑥ C O D_{Mn}、C O D_{Cr} (化学的酸素要求量)

C O D_{Mn}、C O D_{Cr} も水中の有機物量を表す指標であり、C O D_{Mn} は過マンガン酸カリウム (KMnO₄)、C O D_{Cr} は重クロム酸カリウム (K₂Cr₂O₇) の酸化剤によって有機物が酸化するのに消費される酸素量で表される。

COD_m 、 COD_c は有機物の生物処理による分解性を示す指標とするために測定するものである。

a. BOD / COD_m による有機物の分解性

井上⁵²⁾、玉木⁵³⁾によれば BOD / COD_m により、有機物の生物処理による分解性を以下のように分類している。

$BOD / COD_m = 0.5$ 以上 易分解性有機物

$BOD / COD_m = 0.1$ 以下 難分解性有機物

b. BOD / COD_c による生物処理の適合性

Symon⁵⁴⁾らは、下水の沈殿処理後の上澄水を植種した BOD と COD_c を比較して以下のように分類している。

$BOD / COD_c > 0.6$ … 生物処理に適している。

$BOD / COD_c \approx 0.2$ … 生物学的に分解されにくい物質が存在する。

生物処理を行うためには微生物の馴養が必要となる。

$BOD / COD_c \approx 0$ … 有機物質は生物学的な処理が困難である。

⑦ NH_4-N (アンモニア態窒素)

し尿浄化槽の放流水に多く含まれている。エアレーションを付加した浄化手法を適用する場合、生物による有機物除去とともに硝化菌によりアンモニア態窒素の酸化(硝化)が起こるが、アンモニア態窒素と硝化菌が処理水に残存すると、 BOD 測定の際に硝化作用による酸素消費がおこり、異常に高い BOD 値となることがある。硝化作用による高 BOD 値の発現を抑制するためには、アンモニア態窒素を完全に硝化するか、硝化菌を完全に除去するか (SS を非常に低濃度とする)、もしくはエアレーションを行わないかのいずれかである。したがって、浄化手法の選択や設計諸元の設定には、アンモニア態窒素の濃度レベルを確認することが必要となる。

2) 浄化対象項目

基本項目以外で浄化対象項目がある場合には、それらの項目についても調査を行うことが必要となる。例をあげると以下の項目がある。

① 親水利用目的

色度、濁度、大腸菌群数

② 水道水源水質の確保

臭気物質 (2-MIB、ジオスミン)、THMFP (トリハロメタン生成能)

③ 下流の富栄養化対策

$T-N$ 、 NO_3-N 、 NO_2-N 、 $T-P$ 、 PO_4-P

3.6.2 簡易実験による基本的浄化手法の選定

河川水質の性状、成分の特性並びに簡易実験により基本的浄化手法の選定を行うものとする。

簡易実験としては、以下のものがあげられる。

- (1) 沈降実験 - (沈殿可能性物質量の把握)
- (2) D O 消費速度および量の把握実験
- (3) 生分解度試験
- (4) 凝集沈殿実験

【解説】

河川水質の性状、成分の特性検討結果より、浄化の基本方式がある程度選定されるが、それらの浄化手法の有効性、概略的な水質浄化効果を検証するために、簡易実験を行う。

(1) 沈降実験⁵⁵⁾

1) 対象河川水

- ・浮遊物質 (S S) が多い河川水
- ・B O D のうち、S S 性 B O D の割合の高い河川水

2) 実験方法

① 実験装置

直径40~50cm、高さ1.5~2.0m程度の沈降筒。

深さ方向に3~5ヶ所採水口を設ける。

② 実験方法

対象河川水を沈降筒に入れ、一定時間*

静置後各採水口より採水を行う。

*採水時間：0分(原水)、15分、30分、45分

60分、90分、120分、180分

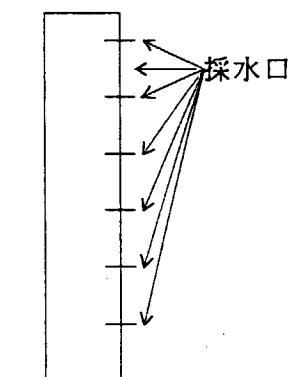


図3.7 沈降筒

③ 分析項目

S S、V S S、B O D、D-B O Dについて分析を行う。

3) 検討方法

SS、VSS、BOD、SS性BOD ($\equiv (BOD) - (D - BOD)$)について、横軸に採水時間、縦軸に水質または除去率をとり、時間とともに各水質項目の変化の状況、すなわち自然沈降による浄化効果を検討する。

試験結果より、SS、SS性BODが約50%以上除去される場合には、自然沈殿や接触沈殿による浄化手法が有効と判断されるので、これらの手法の中から選定するといい。

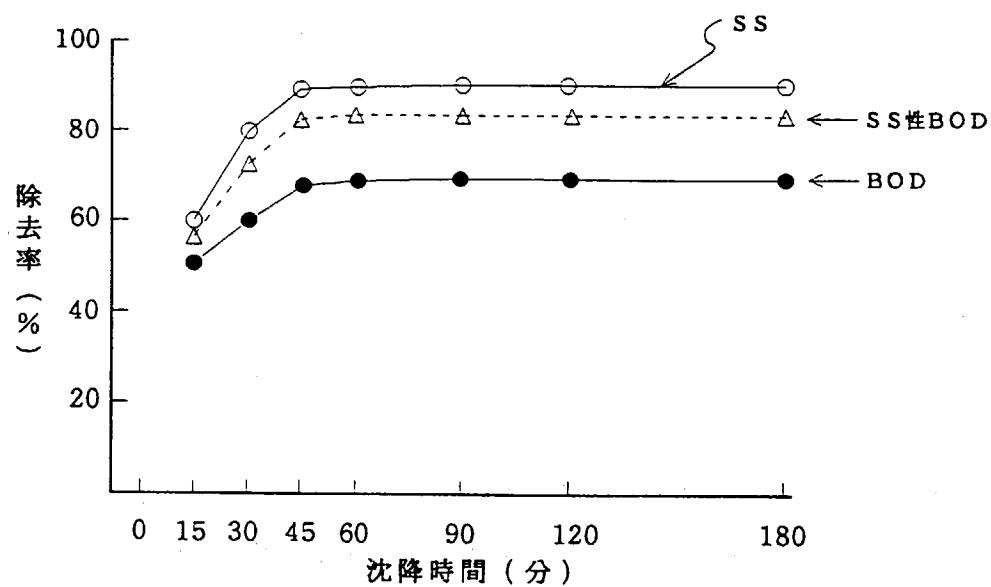
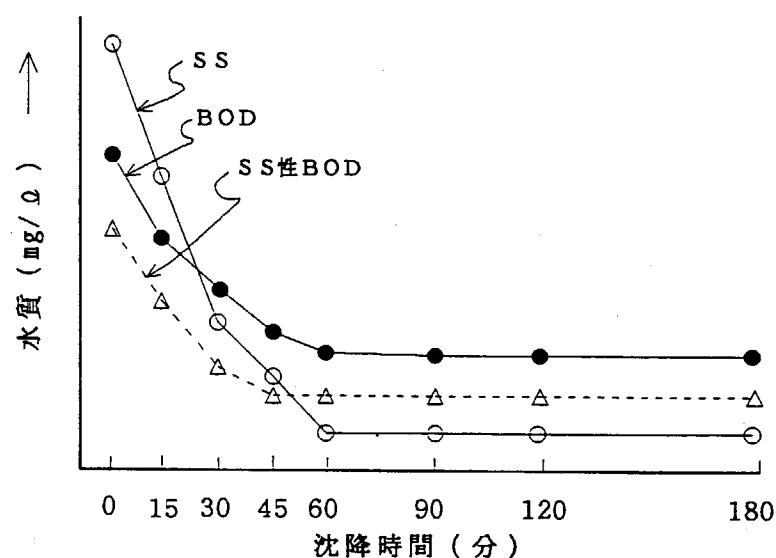


図3.8 沈降時間と水質及び除去率の関係⁵⁵⁾

(2) DO消費速度および量の把握実験

本実験は浄化対象河川水中のDOの消費速度及び量を把握し、エアレーションを付加する浄化手法の必要性とその必要空気量について検討するものである。還元性物質を多く含む河川水中や易分解性有機物を含む河川水中においては、DO消費速度が大きいので、本実験を行うことが必要である。

1) 実験方法

対象河川水を5～6本程度のフランピングに採取する。1本については直ちに所定の固定を行い分析を行う。残りのフランピングを20℃の恒温槽中に保管し、一定の時間間隔（例えば1時間後、6時間後、12時間後、1日後、2日後等）後に所定の固定を行った後、分析を行いDO濃度を求める。

2) 検討方法

横軸に採取後の経過時間、縦軸にDO濃度をプロットし、その傾きからDO消費速度を算出する。

DO消費速度が大きい河川水（例えば右図において河川水A、B）の場合にはエアレーションを行う浄化手法が必要であり、DO消費速度が小さい河川水（右図河川水C）ではその組成、成分にもよるがエアレーションを行わない浄化手法が適用できる。

(3) 生分解度試験⁴⁾

生分解度試験は「下水試験方法」に「COD生分解度」として記載されている試験方法であり、生物処理によって汚濁水中の有機物(COD、BOD)がどの程度分解されるかを把握するために用いるものである。

3.6.1の分析項目のCOD_m、COD_c項で説明した様にBOD/COD_m、またはBOD/COD_cの割合で難分解性または易分解性有機物の組成が判断される場合、この試験は行わなくてもよい。

生分解度は、活性汚泥に対する有機物質負荷を通常の生物処理程度にして、ろ過した試料と活性汚泥とを一定時間接触させ、生物による分解の程度を百分率で表すものである。

本来、下水を対象に行う試験方法であるが、生物処理方式による分解性を確認することを目的に実施するものであり、「下水試験方法」に示されている方法をアレンジした方法によるものとする。

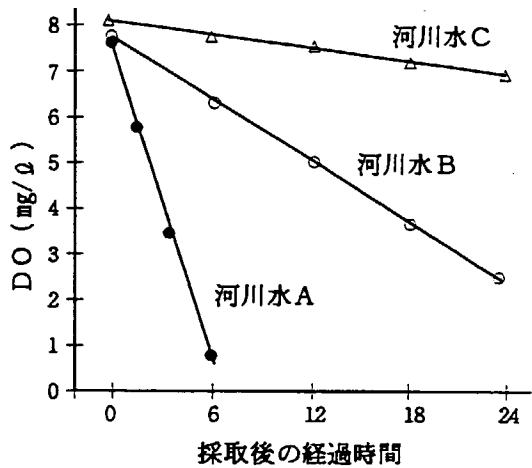


図3.9 DO消費速度

1) 対象河川水

- ・有機性汚濁が著しく、BOD値の高い河川水（概ねBOD20mg/l以上）
- ・特にD-BODの高い河川水

2) 試験方法

① 試験容器 容量2l以上

② 試験装置 振とう培養器又はかくはん曝気装置

a. 振とう培養器

往復式又は回転式

振とう回数 100～200回/分^{±1}

振とう幅 50～100mm

恒温装置又は恒温室内に設置し、25±3°Cに保つ。

b. かくはん曝気装置（図3.10参照）

かくはん曝気強度は活性汚泥が沈降しない程度（空気量 600～800ml/分）とする。ただし、発泡の著しい試料の場合は、かくはんのみでもよい。

恒温水槽又は恒温室内に設置し、25±3°Cに保つ。

注1：振とう回数は、通常150～200回/分に設定する。ただし、発泡性の試料等では、活性汚泥が沈降せず、酸素供給が不足しない範囲で振とう回数を調節する。

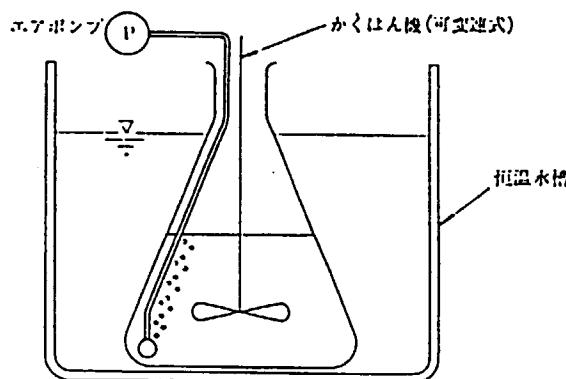


図3.10 かくはん曝気装置の例

③ 準備操作

a. 試料の調製

試料のpHが6～8の範囲外にあるものは、塩酸(1+11)又は水酸化ナトリウム溶液(4w/v%)を用いて、pH約7に調整したのち、ガラス纖維ろ紙(孔径1μm)でろ過し、これを調製試料とする。調製試料について、直ちにCOD及びBODを測定し、使用時まで冷蔵する。^{±1}

残留塩素を含む試料については、亜硫酸ナトリウムで還元したのち試験に供する。

b. 活性汚泥の調製

正常に運転されている下水処理場の活性汚泥（返送汚泥又は余剰汚泥）を採取し、遠心分離（3000rpm、5分間）を行い、濃縮する。これを供試活性汚泥とする。なお、あらかじめ活性汚泥濃度を測定しておく。

活性汚泥は採取後24時間以内に使用する。ただし、保存中は曝気を行う。

C. 混合試料の調製

試験容器に河川水と供試活性汚泥及びBOD希釀水の調製に用いる試薬（BOD希釀水用補強液）、A液、B液、C液、D液を各々3ml加え、液量を1lとする。^{#2} 1l中の活性汚泥濃度は500mg/l程度になるように加える。

注1：保存期間中の水質変化は少ないが、3日目の使用時にはCOD及びBODを測定して確認を行う。

注2：混合試料の1日目の0時間COD(COD₀)に相当する。調製試料の調製時に測定したCOD、BOD(mg/l)から、次式によってCOD₀、BOD₀のmg/lを算出する。

$$COD_0 \text{ (mg/l)} = \frac{COD}{1000} \times \text{調製試料ml}$$

$$BOD_0 \text{ (mg/l)} = \frac{BOD}{1000} \times \text{調製試料ml}$$

備考 BOD/CODが約5倍以上(TOC/CODの場合は約3倍以上)とその比率の高い試料では、BOD-SS負荷が1kg/SSkg以上になる。このような試料については、別にBODが200mg/l(TOC 100mg/l)程度になるように調製した混合試料についても試験を行なうことが望ましい。

④ 試験操作

混合試料を試験容器に入れ、直ちに試験装置に取り付け、25±3°Cで24時間反応(1日目)させる。反応後30分間静置し、その上澄液を捨て、残りを遠心分離(3000rpm、5分間)し、活性汚泥を回収する。これに調製試料とBOD希釀水用補強液を加え、同様の操作を行う^{#1}。

この操作を3回(3日間)繰り返す。このうち2回目までは、活性汚泥を馴致させるための操作である。

3回目(3日目)の24時間後の30分間静置上澄水をガラス繊維ろ紙(孔径1μm)でろ過し、このろ液(処理水)について、COD^{#2}、BODの測定を行う。

注1：3日目までの活性汚泥の濃度は、増殖量の大きい場合で、初期濃度の約2倍になることもあるが、COD生分解度に大きな影響を及ぼすほどではない。したがって試験期間中に活性汚泥の濃度を調節する必要はない。又、活性汚泥が沈降にくくなつた場合は、全量を遠心分離(3000rpm、5分間)するのが望ましい。

注2：亜硝酸性窒素が1mg/l以上生成していると考えられる場合には、亜硝酸性窒素を定量し、次式によりCODを補正する。

$$\text{補正COD} = COD \text{ (mg/l)} - [NO_2-N \text{ (mg/l)} \times 1.14]$$

備考 供試活性汚泥の適否の判定

供試活性汚泥の使用にあたっては、合成下水を用い、全操作にわたり試験を行い、その結果、3日目の処理水のBOD除去率が90%以下の場合には、供試活性汚泥の活性度が低いので、このようなものは使用してはならない。

判定は、活性汚泥の性状が前回の判定時と著しく異なつた場合、あるいは季節ごとに実施するのが望ましい。

合成下水は、グルコース及びポリペプトン各100mgを水に溶かし、BOD希釀水用補強液を各3ml加えて全量を1lとする。この溶液のBOD、COD、TOCはそれぞれ150、90、80mg/l程度である。

3) 検討方法

試験結果より、BOD生分解度、COD生分解度を以下の式により算出する。

$$\text{BOD生分解度} (\%) = \frac{\text{BOD}_0 - \text{BOD}_{24}}{\text{BOD}_0} \times 100$$

$$\text{COD生分解度} (\%) = \frac{\text{COD}_0 - \text{COD}_{24}}{\text{COD}_0} \times 100$$

BOD₀、COD₀：1日目の混合試料の0時間におけるBOD、COD (mg/l)

(準備操作の注2で求めたBOD₀、COD₀)

BOD₂₄、COD₂₄：3日目の混合試料のBOD、COD (mg/l)

生分解度試験により、BOD又はCODの分解度が大きい場合には、生物処理による浄化手法が有効と判断されるので、その手法の中から選定するものとする。なお、今後河川浄化施設の実態調査より、生分解度の判定基準を設定していくものとする。

<一口メモ>

・ COD生分解度の下水の判定基準

玉木⁵³⁾によれば、下水を対象としたCOD生分解度により有機物の分解性を以下のように分類している。

COD生分解度 80%以上；易分解性有機物

COD生分解度 30%以下；難分解性有機物

1) 玉木勉；下水道における難分解性有機物の挙動と対策に関する基礎的研究

京都大学博士論文 1991

(4) 凝集沈殿実験^{56), 57)}

水中の汚濁物のうち $1 \mu\text{m}$ から 1nm のコロイド成分は、沈殿や生物処理によっても浄化しにくい物質であり、これらの物質に対しては、凝集沈殿が有効である。河川直接浄化手法としては、薬品を使うこと、汚泥が多量に発生することから、適用上問題はあるが、浄化しにくい物質の処理方法として参考に、凝集沈殿実験についてまとめる。

1) 対象河川水

$1 \mu\text{m}$ から 1nm 程度のコロイド成分を多量に含む河川水、ダム、湖沼水が対象となる。

- ・ 微細な濁り粒子（ダムの濁水長期化で問題となる $1 \mu\text{m}$ 前後の微細粒子）
- ・ 着色水（天然の着色成分、染色排水、皮革排水等）
- ・ ウィルス（数十 nm の大きさ）
- ・ 細菌類（ $1 \mu\text{m} \sim 10 \mu\text{m}$ の寸法）
- ・ 藻類（ $1 \mu\text{m} \sim$ 数十 μm の寸法）

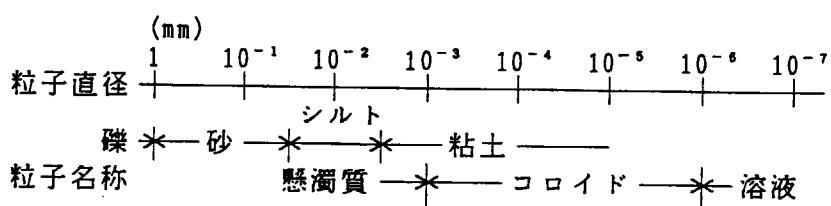


図3.11 水中に存在する物質のサイズ別分類⁵⁶⁾

2) 実験方法

① 実験装置

ジャー テスターを用いる。

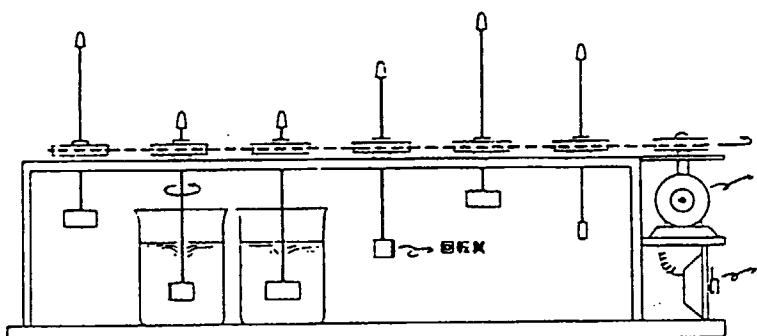
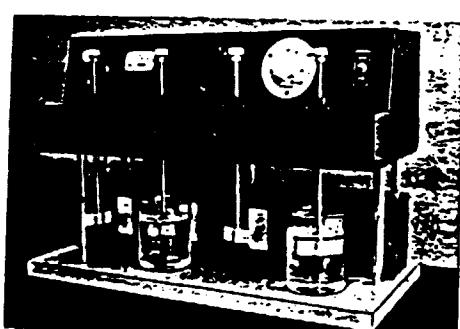


図3.12 ジャー テスター⁵⁶⁾

②凝集操作に用いられる薬品

凝集操作に用いられる薬品を大きく分けると、次の三つになる。

a. 凝集剤 — 凝集させようとするコロイドの荷電を中和する能力と、コロイド粒子を相互に結合させる架橋能力をもった物質である。前者は、被凝集コロイドと反対荷電をもつイオンであり、後者は高分子物質であることが必要な条件となる。したがって、この両条件を備えたものが凝集剤として用いられる。一般に広く使用されているのは、容易に加水分解して正荷電の水酸化物のポリマーとなる金属塩、例えばアルミニウム塩、鉄塩である(表3.2)。浄化処理ではポリ塩化アルミニウム(PAC)と、液体硫酸アルミニウムが多く使われている。

表3.2 凝集剤の種類⁵⁶⁾

種類	化学式	溶解度(%) (10~30°C)
固体硫酸アルミニウム	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$	65.3~78.8
液体硫酸アルミニウム	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液	—
ポリ塩化アルミニウム (パック)	$[\text{Al}_2(\text{OH})_m\text{Cl}_{6-m}]_n$ $m = 2 \sim 4$	—
アンモニウムミョウバン	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{NH}_4)_2 \cdot \text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$	9.5~20.0
カリミョウバン	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$	7.6~16.6
硫酸第一鉄	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	37.5~60.2
硫酸第二鉄	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	大

b. 凝集助剤 — 上述のようなアルミニウムや鉄のような金属塩を凝集剤として用いる場合、水のpHによって凝集剤の作用効果が大きく異なる。これらの金属塩は一般に弱い酸であるため、水に加えることによって処理すべき水のpHが下がる。必要以上に下がると凝集剤の作用が適切でなくなるため、この低下を一定程度におさえるために、アルカリ剤(苛性ソーダ、石灰、重炭酸ソーダなど)が加えられる。これらの薬品をアルカリ助剤という。一般には、粘土のような濁り成分を中性pHで凝集しようとするときに、この助剤が必要となる。着色水や下水の凝集の場合には、後述のように弱酸性の条件が適しているので、アルカリ助剤を必要とすることが少ないので普通である。

表3.3 凝集助剤(アルカリ剤)の種類⁵⁶⁾

種類	化学式	溶解度%(10~30°C)
消石灰	$\text{Ca}(\text{OH})_2$ または CaO	0.1
ソーダ灰	Na_2CO_3	14~28
苛性ソーダ	NaOH	—
炭酸カルシウム	CaCO_3	$(7 \sim 5) \times 10^{-3}$

c. フロック形成助剤 — 前述のアルカリ助剤などのpH調整剤と一緒に凝集助剤といわれることがある。活性ケイ酸やその他の負荷電の微コロイドが、極低濃度の水中成分を凝集させようとするときに水中の負荷電のコロイドの不足分を補うことによって、凝集助剤として働くことがある。しかし一般には、補助剤の多くは、正、負、非荷電を問わず分子量が100万程度、もしくはそれ以上の高分子の架橋物質として、フロックの結合強度を増すために用いられる場合が多いので、正しくはフロック形成助剤と呼ばれる。

③ 実験方法

- 対象水1ℓをビーカーにとり、回転翼の回転数を約150回転/分に調節する。
- ビーカーに段階的に注入率を変えて凝集剤を手早く加えて、1分間攪拌を行う。（急速攪拌）
- 回転数を約40回転/分で15～30分間攪拌を行う。（緩速攪拌）
- 15～30分間静置後、上澄水約500mℓをサイフォン又は傾斜法で静かに採取する。（この間のフロックの形成及び沈殿状態を観察しておく）
- 採取した試料について、濁度、SS、BOD、pH、アルカリ度等を測定する。

ジャーテストで良い凝集効果を得られないときは、凝集剤の注入率を変えたり、更にはアルカリ剤、凝集補助剤を併用してテストを繰り返す。

ジャーテストに使用する凝集剤は、実際使用中の凝集剤を用いて1w/v%溶液を作り、その1mℓを原水1ℓに注入すれば、10mg/ℓの割合になり便利である。なお、ポリ塩化アルミニウムは、希釈した液が時間経過とともに加水分解し白濁するので、このような溶液を使用してジャーテストを行っても、正しい凝集効果の検証はできない。

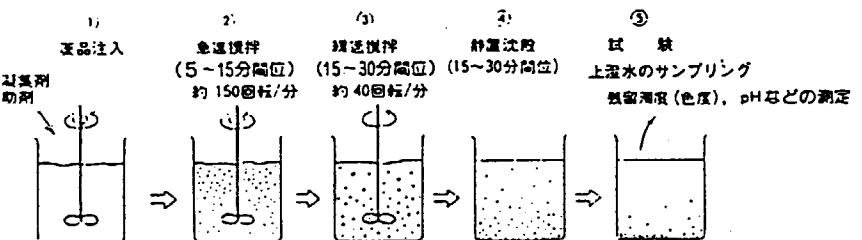


図3.13 ジャーテストの手順^{5,8)}

3) 検討方法

S S、濁度、B O Dについて、横軸に凝集剤注入率、縦軸に水質または除去率をとる。この図により、凝集処理による浄化の有効性を確認するとともに、適正な凝集剤注入率を求めることができる。

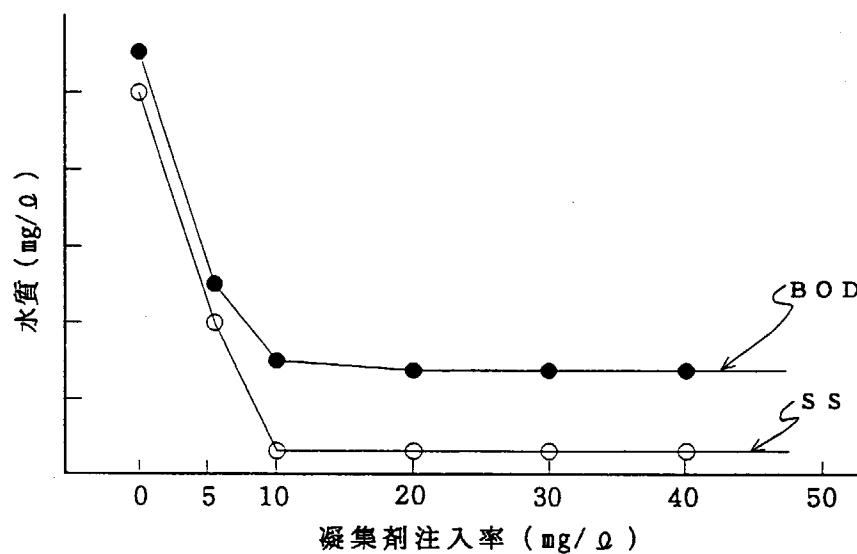


図3.14 凝集剤注入率と水質との関係⁵⁵⁾

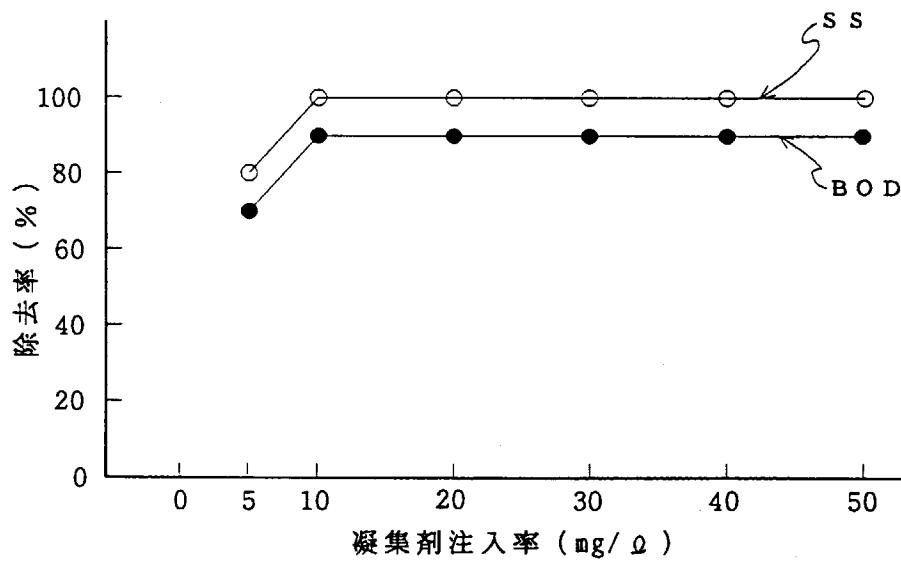


図3.15 凝集剤注入率と除去率との関係⁵⁵⁾

3.6.3 設計のための実験調査

対象河川水質の性状、成分に適合した浄化手法の選定及び設計条件を把握するため、数種の浄化手法について現地河川水による実験調査を行う。

(1) 実験施設規模

実験の対象水量を 1 l/sec として、実験施設の規模を設定する。

(2) 実験期間

約2ヶ年を実験期間とする。0.5年を研究期間、1.5年を評価期間とする。

(3) 調査内容

①水質浄化効果調査

一定水量を実験施設に流入させ、流入水、実験施設内数箇所、流出水の採水分析により水質浄化効果の評価を行う。

②汚泥堆積量及び処理処分調査

定期的に汚泥堆積量の調査を行うとともに、汚泥の排出方法と排出量について調査を行う。

③維持管理調査

実験により、施設の維持管理事項と費用の調査を行う。

【解説】

数種の浄化手法について、現地河川水を対象に実験を行い、以下の事項について検討する。

●設計条件の決定

- ・効果的かつ経済的な設計条件（滞留時間、容積負荷、通水速度等）
- ・汚泥堆積容量
- ・浄化に適正な施設形状
- ・充填材の種類、充填率
- ・曝気空気量

●適切な浄化手法の決定

実験により、以下の点について比較検討し、対象河川水の性状、成分に適合した適切な浄化手法の決定を行う。

- ・浄化手法の水質浄化能力
- ・浄化機能の安定性と持続性
- ・施設規模のコンパクト性
- ・浄化処理コストの安価性
- ・維持管理の容易性

(1) 実験施設について

① 実験施設設置場所

実験施設の場所は、以下の事項に留意して選定するものとする。

- a. 実験には取水施設、分配施設、実験槽、放流施設が必要となるため、これらの施設の設置スペースが確保できること。
- b. 対象河川水の取水が可能であること。
- c. 治水上問題とならない場所であること。
- d. 電気設備が必要となるため、受電が可能であること。

② 実験施設フロー

実験施設は、取水施設、分配施設、実験槽、放流施設で構成される。

基本的な実験施設のフローは、図3.16に示す通りである。

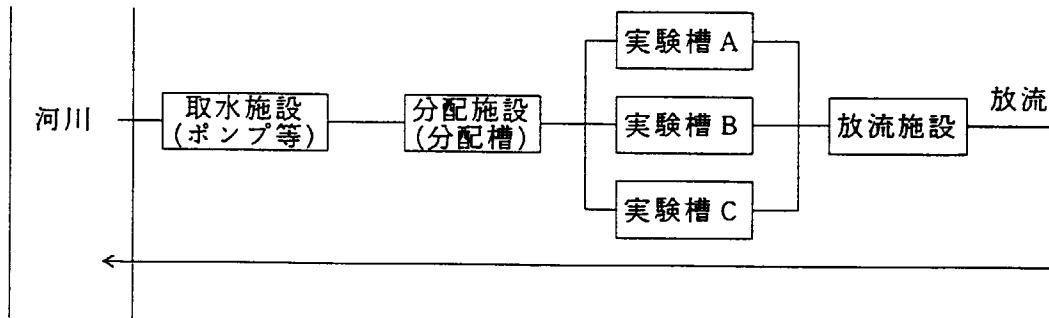


図3.16 実験施設の基本フロー

③ 実験施設規模^{3.2)}

実験対象水量を1 ℥/secとし、他の実施設や実験例、又は簡易実験の結果を考慮して実験施設の設計を行う。実験施設設計にあたっては、対象河川水の性状、成分を十分把握して、実施設、実施例から推定される規模に対して余裕を見込んで設計を行うものとする。

(2) 実験期間について

実験期間を約2ヶ月とし、その実験工程と内容を以下の通りとする。

① 処理の基本条件を決定するための研究期間 — 実験開始当初の約6ヶ月

実験施設稼働直後の約1～2ヶ月は、施設の稼働状況の確認及び調査が必要となり、生物処理手法においては微生物の馴養期間となる。

この期間を含めて、実験開始当初の約6ヶ月は、対象河川水、実験施設内数箇所、浄化水の水質レベル、性状、成分の調査を行いながら、適切な処理条件を決定するものとする。このために、この期間においては、以下に示すような処理のための諸条件を変化させながら、実験を行うものとする。

・ 処理条件の変更

滞留時間、接触時間、容積負荷、ろ過速度並びに曝気空気量等の条件を変化させて実験を行う。このため、実験施設の増設やフローの変更、通水量の変更等を行いながら、適正な条件を調査するものとする。実験施設の途中の段階の調査により、適正条件を検討してもよい。

・ 充填材の種類、充填率の変更

施設内に充填する接触材、微生物担体等の種類やその充填率を変化させ、適正な条件を調査するものとする。

なお、6ヶ月経過後において施設内に堆積した汚泥量の調査を行い、その分布状況、堆積量、有機性汚泥の分解率について検討することも、その後の調査計画を検討するうえで必要となる。

②設計諸元決定のための評価期間 — 約7ヶ月後から1.5ヶ年程度

前述したように河川水質は流況の変化及び季節により水質レベル、性状、成分が変化する。一方、微生物による浄化手法では、水温によって微生物の活性が異なるので、浄化効果も変動する。また、浄化に伴ない施設内に汚泥が逐次堆積するので、その分布状況や堆積量さらに、汚泥処理の頻度によっても浄化効果が左右される。

このため、水温による浄化効果の変動を把握するため、及び汚泥堆積及び汚泥処理の適正管理による浄化効果を判断するためには、1年以上の実験期間が必要となる。さらに、施設内に汚泥が堆積するためにはある程度の期間が必要であり、汚泥処理についても1年間を通して実験を行うことが必要であることから、設計諸元決定のための実験期間は、最低1.5ヶ年程度が必要である。

約6ヶ月間の研究期間の実験結果に基づき、各浄化手法の適正な実験施設諸元、実験条件を検討し、以下の内容の実験計画書を作成するものとする。

A. 実験施設諸元

a 浄化水量 1 ℥ / sec

b 実験施設フロー

c 実験施設規模と形状

d 充填材の種類と充填率

e 付帯設備（ブロワー、散気管等）

f 汚泥関連施設（引抜き設備、処分処理設備）

B. 実験条件

a 浄化諸元

・滞留時間、接触時間、容積負荷、ろ過速度等の浄化基本条件

・曝気区間と空気量

b 維持管理計画

・正常に施設を稼働するための維持管理内容と頻度

・汚泥処理の方法、頻度（汚泥の施設からの排出方法と汚泥量の測定方法、頻度）

・汚泥処分方法

(3) 実験調査内容

実験調査期間において、以下の調査を行う。

①水質浄化効果調査

②汚泥堆積量、性状調査及び処理処分調査

③維持管理調査

各調査の調査内容をまとめると、以下の通りである。

①水質浄化効果調査

一定水量を実験施設に流入させ、流入水、実験施設内数箇所及び浄化水の採水分析を継続して行い、以下の事項について検討する。

- ・浄化手法の水質浄化能力
- ・浄化機能の安定性と持続性
- ・適正な設計諸元（滞留時間、容積負荷、ろ過速度）

→ 浄化施設の規模、形状の決定

調査内容を以下に示す。

a. 調査箇所

流入水、実験施設内数箇所、浄化水を対象箇所とする。

実験施設内数箇所は、曝気の有無や接触材の変わる所で設定するものとし、各プロセスの浄化機能の評価、必要性を確認するものである。また、中間段階における滞留時間や容積負荷での浄化効果を確認するために途中地点での調査を行うものとする。

b. 採水方法

河川水質は時間変動があるので、各調査箇所においてコンポジットサンプラーや自動採水器により2時間間隔の採水を行い、混合試料（コンポジット試料）を調整して分析に供する。時間変動の大きい河川については、年4回採水サンプル毎についての分析を行い、流入水の時間変動に対する浄化水の変動範囲を把握することが必要である。

なお、混合試料の採取が難しい場合には、滞留時間を考慮しながら、スポット採水を行うものとする。

c. 調査頻度

原則的に月3回の調査を行うものとする。

作業的、経済的に月3回が困難な場合には、月1回は全調査箇所の調査を実施し、他の2回は流入水と浄化水についてのみの調査でもよい。

d. 分析項目

分析項目は実験の目的によって検討することが必要であるが、原則的には以下の分析項目について実施するものとする。

毎回調査分析項目：水温、透視度、pH、DO、SS、VSS

BOD、ATU-BOD、D-BOD、NH₄-N

浄化対象項目

親水利用：色度、濁度、大腸菌群数
上水利用：臭気物質(2-MIB、ジオスミン)
THMFP
下流の富栄養化：T-N、NO₃-N、T-P
PO₄-P、クロロフィルa

月1回分析項目：COD_{mn}、COD_{cr}、D-COD_{mn}、D-COD_{cr}

T-N、NO₃-N、T-P、PO₄-P

大腸菌群数

その他

年4回分析項目：THMFP(トリハロメタン生成能)

AOD試験、AGP試験

その他

年1回程度分析：健康項目等

②汚泥堆積量、性状調査及び処理処分調査

定期的に汚泥堆積量及び性状調査を行うとともに、汚泥の排出方法と排出量及びその頻度について調査を行う。

・汚泥の堆積分布状況と堆積量

→ 施設における汚泥堆積容積の設計⇒設計諸元(施設規模、形状)に反映

・汚泥の堆積量、管理頻度と水質浄化効果の関係の確認

・汚泥の適正管理方法と頻度

→ 浄化処理コストの安価性、維持管理の容易性に関連する。

調査内容を以下に示す。

A. S S、V S S 収支調査

流入水、実験施設内数箇所、浄化水等の S S、V S S を連続的に調査し、実験施設内で除去された S S 量、V S S 量を算出し、実際の堆積汚泥量との比較により、有機性汚泥（V S S）の分解率について検討を行う。

この調査は、コンポジットサンプラーや自動採水器により連続的に採水を行い、S S、V S S の分析を行う。採水間隔は V S S の分解が起こることから短期間が望ましく、2～3日間隔で調査を行うことを基本とする。

除去された S S 量、V S S 量は、以下の式により算出する。

$$\text{除去 S S 量 (kg)} = \Sigma Q \times 86400 \times A \times (S S_{in} - S S_{out}) \div 10^6$$

$$\text{除去 V S S 量 (kg)} = \Sigma Q \times 86400 \times A \times (V S S_{in} - V S S_{out}) \div 10^6$$

Q : 浄化水量 (1 l/sec)

A : 調査間隔 (日)

S S_{in} : 流入水 S S (mg/l) (又は実験施設内調査箇所の S S (mg/l))

S S_{out} : 実験施設内調査箇所の S S (mg/l) (又は浄化水 S S (mg/l))

V S S_{in} : 流入水の V S S (mg/l) (又は実験施設内調査箇所の V S S (mg/l))

V S S_{out} : 実験施設内調査箇所の V S S (mg/l) (又は浄化水 V S S (mg/l))

B. 汚泥堆積量及び性状調査

定期的並びに実験終了時には、施設内に堆積した汚泥量と性状について調査を行う。

a. 充填材付着または堆積汚泥量の測定

充填材に付着または堆積している汚泥については、流水方向及び深さ方向に少なくとも各々 3～5 地点を選定し、各地点の所定容積の充填材を取り出し洗浄した後、洗浄水の容量と S S、V S S を測定し、汚泥量を算出する。

また、付着、堆積している汚泥を直接採取し、その含水率と V S S を測定し、その性状を把握する。

b. 施設内堆積汚泥量の測定

施設内の流れ方向に 5 地点以上の調査箇所を設け、その堆積汚泥の高さの計測を行うとともに、その堆積汚泥を直接採取し、S S、V S S、含水率の測定を行う。

調査箇所を代表点とする堆積汚泥の容積と S S、V S S 測定結果より、汚泥堆積量を算出する。

上記の検討結果より、施設内における汚泥の分布状況とその堆積量を目安に、施設における汚泥貯留施設の容積、形状を決定することになる。なお、A で検討した除去有機性汚泥量 (V S S 量) と施設内に実際に堆積している有機性汚泥量 (V S S 量) 及び排出された有機性汚泥量 (V S S 量) の合計の比等から、有機性汚泥の分解率、分解係数を検討し、汚泥堆積量を推定するモデル式の策定をすることが設計上望ましい。

C. 汚泥の排出方法と頻度

汚泥の排出頻度は、適用する浄化手法によって大きく異なる。排出頻度を便宜的に多いものと少ないものに分けると、以下のようになる。

・汚泥の排出頻度の多い浄化手法

ろ過による浄化手法は、1日に数回から数日に1回の割合で汚泥を水処理系から排出する。これらの浄化手法では、浄化水による逆洗やエアー逆洗により汚泥をろ過材や接触材から除去し、別途設けた汚泥貯留槽に貯留しており、汚泥貯留槽の上澄水を水処理系で再処理している。汚泥貯留槽の汚泥は濃縮しながら堆積し、その堆積量が多くなった時点で処分することになる。

・汚泥の排出頻度の少ない浄化手法

プラスチック接触酸化法や疎間接触酸化法は、施設の内部に汚泥貯留施設や堆積する容量を設計上見込んでいる。所定量の汚泥が堆積した段階でプラスチック接触酸化法等では、水中ポンプやバキューム車により汚泥の排出を行っている。疎間接触酸化法等では曝気排泥法により、汚泥の排出を行っている。

これらの浄化手法の汚泥の排出頻度は設計上の汚泥貯留容積の見込み方によって決まってくるが、多くは月に1～2回から、年に2～3回程度である。汚泥貯留容積を大きくとれば、施設規模が大きくなりイニシャルコストが高くなるが、汚泥の排出頻度が少なくなるため、維持管理費は安価となる。逆に、汚泥貯留容積を小さくとれば、施設規模が小さくなり、イニシャルコストは安価となるが、汚泥の排出頻度が多くなるため、維持管理費が高くなることになる。

汚泥の排出方法によってその排出汚泥量、管理頻度の調査方法が異なるので、汚泥の排出方法別に調査方法を以下にまとめる。

a. 逆洗による汚泥排出

逆洗による汚泥排出は浄化水を利用した水流逆洗と空気によるエアー逆洗があり、同時に行う場合もある。

逆洗操作の作動は、タイマーセットによる方法と、水頭差を感じて行う方法がある。逆洗操作はいずれも水中ポンプやブロワー等の動力が必要となるため、維持管理費に大きく影響する。このため、逆洗の作動時間と頻度については、実験日報に記録しておくことが必要である。

また、逆洗の処理効率は逆洗水量、逆洗エアーレートとその時間によっても左右されるので、逆洗条件についても実験日報に記録しておくことが必要となる。

排出汚泥量は、汚泥貯留槽に貯留している汚泥容量とそのSS、VSS、含水率を測定することによって算出するものとする。汚泥処分を実施する前には、確実に汚泥量調査を行うことが必要であり、実験期間中の汚泥処分数と処分毎の排出汚泥量を確実に把握することが必要である。

b. 水中ポンプによる汚泥排出

水中ポンプによる場合は、1m³前後の容器に排出水をため、その排出水量を測定後、容器内を均等に混合して試料の採取を行い、SS、VSSを測定する。

1回以上の操作が必要な場合は、同じ操作を繰り返し、排出された汚泥量の全量を把握する。

c. バキューム車による汚泥排出

バキューム車による場合は、バキューム車に汚泥を吸引後、その水量を測定し、十分混合した後試料を採取し、その試料のSS、VSSを測定する。

d. 曝気排泥による汚泥排出

碟間接触酸化施設の曝気排泥は、底部に布設した散気管よりエアレーションを行い、碟の間に堆積した汚泥を剥離浮遊させ、流入水による水の流れにより汚泥を施設内から排出する方法である。流入水量を多くすると排泥効率が高くなることが確認されている。

この方法では、排泥水が連続的に流出することから、流出槽において2~5分間隔で採水を行い、各試料についてSS、VSSを測定する。排泥水のSSが変化がなくなるまで調査を行い、流入水量とSS、VSSの測定結果から排出汚泥量を算定する。

③維持管理調査

実験により、浄化施設の維持管理内容とその頻度及び維持管理のための費用について調査を行う。

a. 浄化施設の維持管理内容と頻度

浄化施設を正常に稼働するための維持管理内容とその必要頻度について実験により検討する。

- ・稼働状況確認のための管理内容と頻度
- ・水質管理箇所とその項目及び頻度
- ・汚泥管理の項目と頻度
- ・汚泥処理、処分の方法と頻度
- ・機械、電気設備の点検内容と点検頻度
- ・機械、電気設備のオーバーホール頻度

b. 維持管理の費用

維持管理の費用は、水質浄化費用と汚泥処理費用に区分して調査する。

○水質浄化費用

- ・稼働状況、水質管理、汚泥管理のための入件費
- ・水質浄化のための電気代（水中ポンプ、プロワー等）
- ・機械設備の補修費、オーバーホール費
- ・（薬品を使う浄化手法では薬品代）

○汚泥処理費用

- ・汚泥処理のための入件費
- ・汚泥処理のための電気代
- ・汚泥処理のための薬品代
- ・汚泥処理の仮設機械設備代
- ・汚泥処分費

3.6.4 設計条件の決定

現地河川水を対象にした実験結果を検討し、各種浄化手法の適正な設計条件の決定を行う。

- ① 施設内での水質変化と水質浄化機能
- ② 水質浄化効率と堆積汚泥量の関係
- ③ 効果的かつ経済的な設計条件（滞留時間、容積負荷、ろ過速度等）の決定
- ④ 適正な施設形状の検討
- ⑤ 必要浄化施設容量（浄化部施設容量、汚泥貯留容量）
- ⑥ 充填材の種類、充填率
- ⑦ 曝気空気量

【解説】

適切な浄化手法を決定するためには、水質浄化能力や浄化機能の安定性、持続性についての比較が重要であるが、浄化施設の必要規模、建設費を算定するためには各浄化手法の設計条件の決定が必要となる。このため、まず実験結果に基づき、浄化手法の適正な設計条件の決定を行う。

(1) 施設内での水質変化と水質浄化機能の把握

流入水、浄化機構変化箇所（又は施設の途中箇所）及び流出水の調査より、横軸に調査箇所、縦軸に水質（又は除去率）をプロットし、施設内における水質の挙動及び浄化機能の検討を行う。

1) 碳間接觸酸化の実験例

碳間接觸酸化法の実験例として、多摩川浄化実験における流下方向の調査箇所と水質の関係を図3.17に示す。BOD、D-BODの変化より概ね20m地点で浄化が完了しており、以後は大きな水質変化がない。したがって、流下距離は20mをとれば十分であり、20mに相当する滞留時間が適正な条件となることが把握できる。

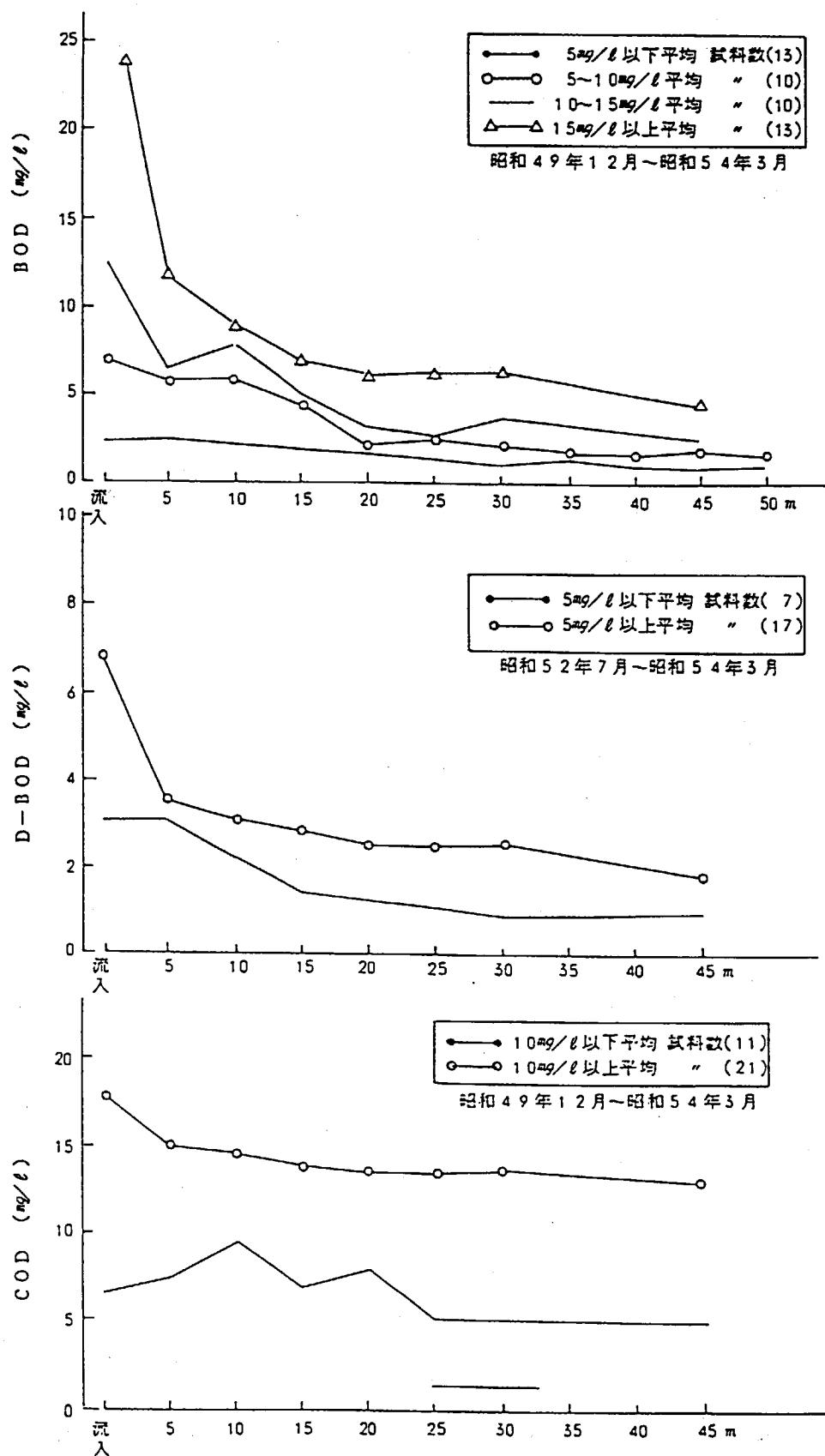


図3.17 碓間接触酸化実験施設における流下方向の水質変化⁹⁾

<参考-1> 多摩川浄化実験の実験施設諸元と実験条件⁹⁾

① 碳間接觸酸化実験施設の諸元

- ・流入槽 幅 3.0m × 長さ 1.0m × 深さ 1.7m (有効水深 1.4m)
- ・碳間接觸酸化槽 幅 3.0m × 長さ 50.0m × 深さ 1.7m (有効水深 1.4m)
- ・流出槽 幅 3.0m × 長さ 1.0m × 深さ 1.7m (有効水深 1.4m)

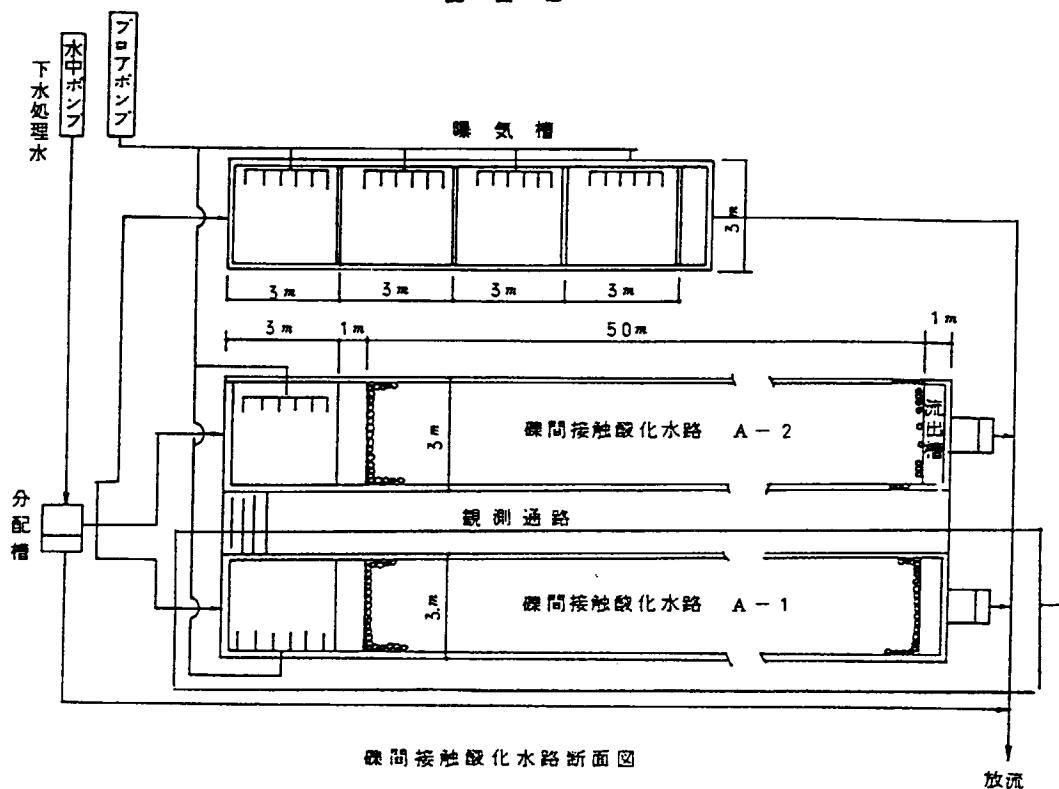
② 充填碳の組成

実験施設の充填材は多摩川河川敷にある碳で直径5から120mmの大きさのものをふるい分けしたものである。充填した碳の粒径組成を下表に示す。なお、実験開始当初の空隙率は35.4%であった。

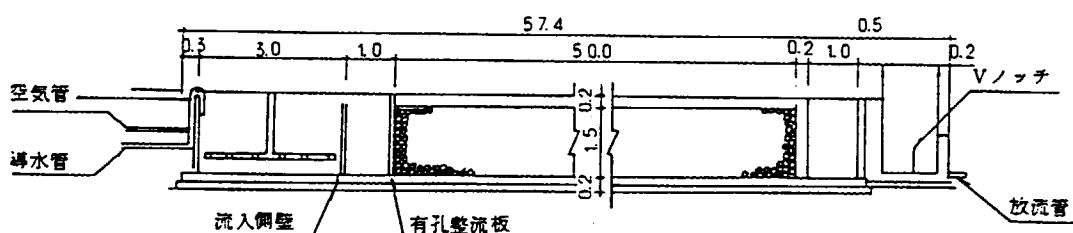
表 碳の粒径組成

項目	値	項目	値
最大粒径	120mm	10%粒径	28mm
60%粒径	55mm	均等係数	1.96
30%粒径	38mm	曲率係数	0.94

配置図



碳間接觸酸化水路断面図



③流入水量と滞留時間

流入水量は53~350ℓ/secの範囲であり、空隙率の変化を考慮した滞留時間は4~24時間であった。

表 流入水量と滞留時間

期間	空隙率	通水量	滞留時間	期間	空隙率	通水量	滞留時間
49 3.7~8.15	35.4(49.1)	105	12	52 8.31~9.4		204	4.7
8.15~1.21		210	6	10.13		105	9.1
1.22~2.3		53	24	11.28, 11.29		54	17.8
2.4~2.12		210	6	53 2.1		66	14.5
2.13~8.5		53	24	2.21		66	14.5
8.6~11.10		53	29	3.9~3.16		116	8.3
11.11~51 7.28		350	3	7.26, 7.27	27.8(53.8)	158	6.2
8.24		53	24	10.25		129	7.5
9.30		145	8.7	12.19, 12.20		137	7.1
10.29		164	7.7	2.16, 2.17		101	9.6
11.30		168	7.5	2.19, 2.20		110	8.8
12.23		315	4	2.27		110	8.8
52 2.1		315	4	3.1, 3.2	22.2(54.3)	99	7.8
3.3~3.25	27.4(52.3)	315	4				
7.21		250	3.8				

(%) (ℓ/min) (hr) (%) (ℓ/min) (hr)

④実験対象水

実験施設の実験対象水は東京都北多摩1号処理場の2次処理水及び最初沈殿池沈殿後水を用いた。実験対象水の水質を下表に示す。

	2次処理水 I	ハニカム 処理水 II	ハニカム処理水 + 2次処理水 III	ハニカム処理水 + 沈殿下水 IV	2次処理水 + 沈殿下水 V
BOD (mg/ℓ)	2.6 (0~10)	13.0 (3.9~28.8)	14.5 (7.1~21.5)	22.7 (15.2~33.3)	21.4 (10.5~47.1)
D-BOD (mg/ℓ)	—	3.5 (2.0~4.1)	4.9 (3.0~5.8)	7.1 (5.2~9.7)	7.29 (5.8~9.5)
COD (mg/ℓ)	6.5 (3~12)	10.4 (3.9~22.5)	15.7 (14.1~18.1)	18.5 (15.5~20.8)	22.9 (18.0~25.4)
SS (mg/ℓ)	3.0 (0~10.0)	—	5.3 (2.2~9.2)	14.5 (8.8~19.6)	15.8 (7.8~39.1)
NH ₄ -N (mg/ℓ)	0.59 (0~5.0)	6.0 (0.62~2.0)	13.6 (6.4~20.0)	12.7 (5.3~17.8)	19.3 (14.4~23.5)
NO ₃ -N (mg/ℓ)	10.7 (3.5~16.0)	5.6 (1.1~8.0)	6.9 (2.5~10.7)	5.6 (4.8~6.9)	1.39 (0.028~3.52)
T-N (mg/ℓ)	—	—	23.8 (11.3~31.2)	22.5 (17.3~28.1)	24.1 (20.9~29.8)
PO ₄ -P (mg/ℓ)	3.53 (2~6)	2.1 (1.5~2.6)	3.10 (1.84~4.4)	2.30 (1.2~3.50)	3.47 (2.3~6.15)
大腸菌 (個/ℓ)	—	—	49.8×10 ² (4.4~281)×10 ²	21.3×10 ³ (3.0~56.0)×10 ³	9.7×10 ³ (4.7~19.7)×10 ³
実験期間	昭和49年1月 ~昭和52年3月 昭和52年8~9月	昭和52年8月 ~昭和53年2月	昭和53年2~3月 昭和53年7月 昭和53年11~12月	昭和53年3月 昭和53年1~2月	昭和54年4月 昭和54年10月

2) 曝気付疊間接触酸化の実験例

曝気付疊間接触酸化法の実験例として、猪名川浄化実験における実験結果を図3.18に示す。横軸は流下方向で調査した箇所における実滞留時間をとり、縦軸は水質を示したものである。BOD、SSは曝気部では水質は改善されないが、非曝気部において水質が低くなっていることから、BOD、SSは主に非曝気部で浄化が行われていることがわかる。BODについてみると、概ね滞留時間4.3時間（非曝気部だけでは2.2時間）でほぼ浄化が完了しているとみることができる。また、NH₄-Nについてみると、曝気部で減少がみられるが、非曝気部では減少がみられない。したがって、NH₄-Nの除去は曝気部で行われるものであるため、さらにNH₄-N除去を促進するためには、曝気部での滞留時間を増加することが必要となる。

以上述べたように、槽内での水質変化を把握することによって、施設内での浄化機能の確認や必要となる流下距離、滞留時間を明らかにすることができます。浄化機能の確認により、浄化のための距離や滞留時間等の増減について検討することができ、適正な条件を把握することができる。

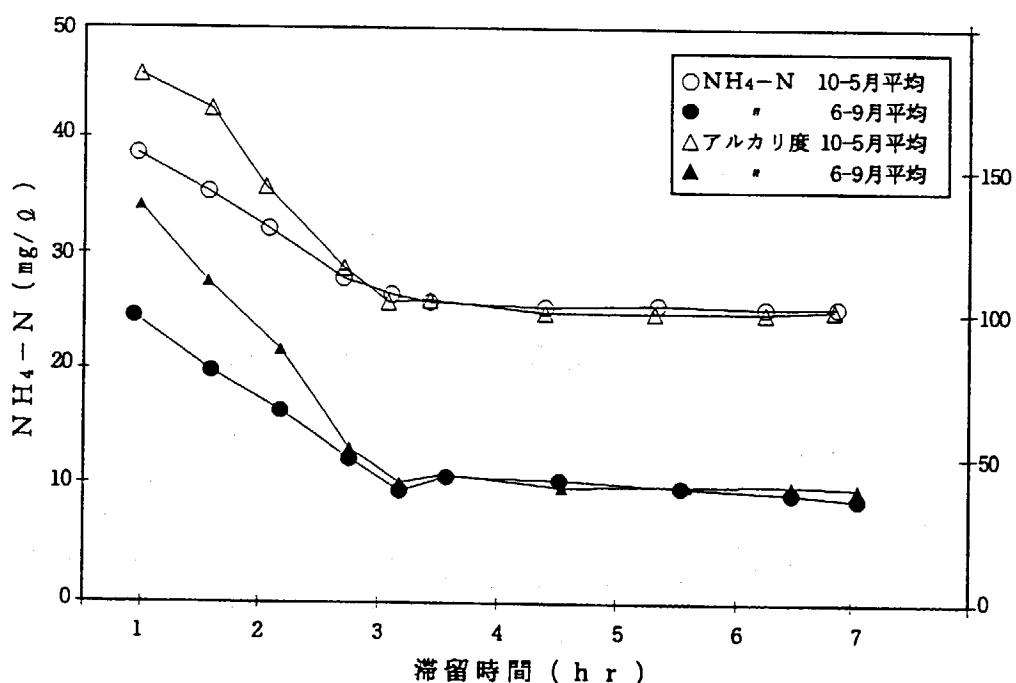
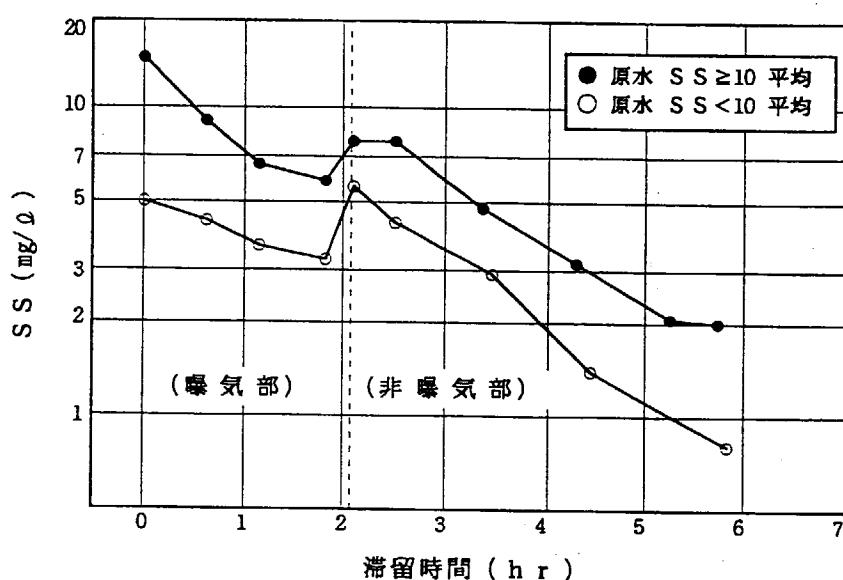
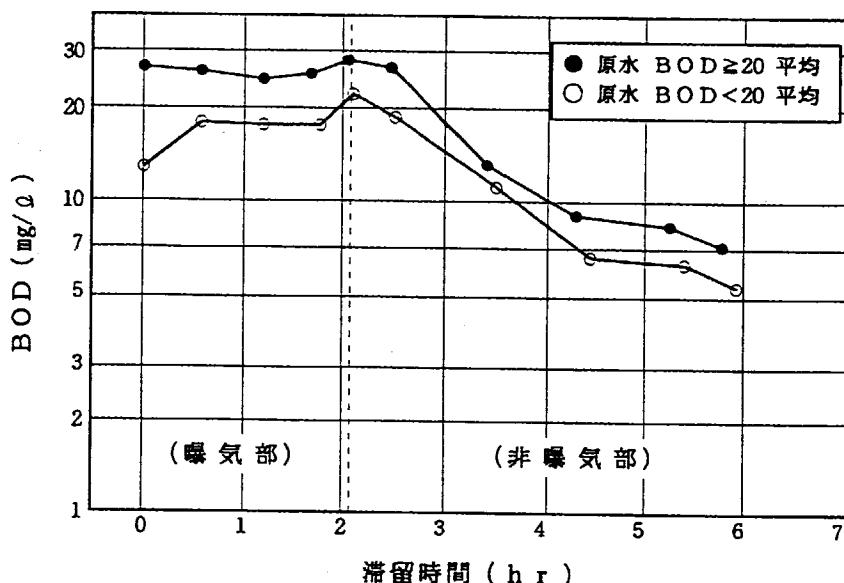


図3.18 曝気付碟間接触酸化実験施設における流下方向の水質変化³⁴⁾

<参考-2> 猪名川浄化実験の実験施設諸元と実験条件^{3,4)}

(1) 曝気付礫間接触酸化施設の諸元

- ・流入槽 幅 2.0m × 長さ 1.0m × 深さ 2.3m (有効水深 2.0m)
- ・曝気礫間接触酸化槽 幅 2.0m × 長さ 10.0m × 深さ 2.3m (有効水深 2.0m)
- ・曝気部 幅 2.0m × 長さ 30.0m × 深さ 2.3m (有効水深 2.0m)
- ・非曝気部 幅 2.0m × 長さ 10.0m × 深さ 2.3m (有効水深 2.0m)
- ・流出槽 幅 2.0m × 長さ 1.0m × 深さ 2.3m (有効水深 2.0m)

(2) 充填礫径

- ・曝気部 径10~20cmの割栗石
- ・非曝気部 0~10m: 径5~15cmの割栗石
10~20m: 径5~10cmの割栗石

図3-2 矶間接触酸化槽

図3-3 矶間接触酸化槽(断面図)

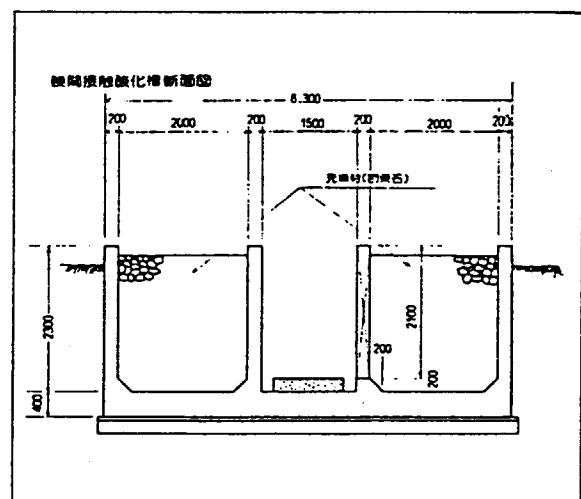
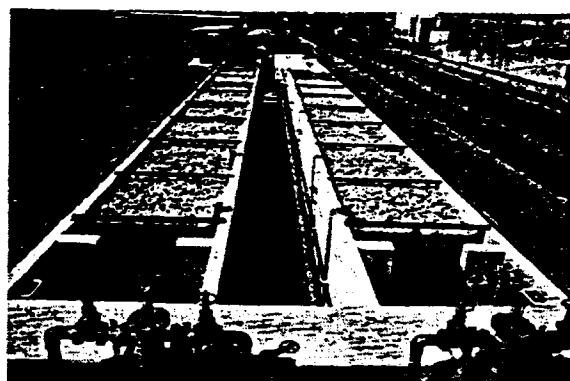
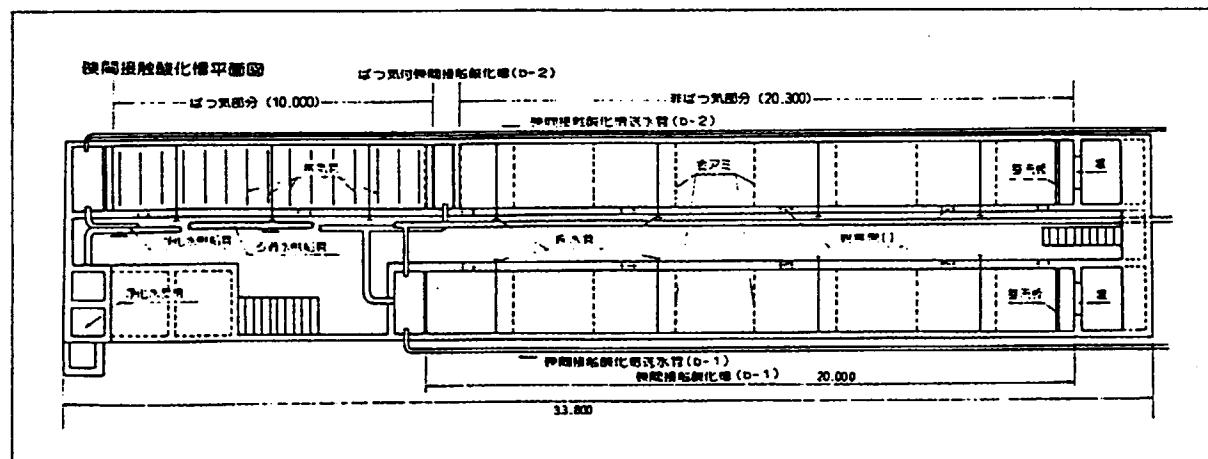


図3-4 矶間接触酸化槽(平面図)



(3) 流入水量と滞留時間

流入水量は $20\text{m}^3/\text{hr}$ の一定量を流入

充填材を除く実滞留時間は曝気部2時間、非曝気部4時間の合計6時間

(4) 実験対象水

実験対象水は原田下水処理場の2次処理水(滅菌前)を用いた。実験期間中(昭和57年4月13日～昭和59年3月7日)の実験対象水の水質を下表に示す。

表 猪名川浄化実験の実験対象水質

項目	原水水温	高 温 期	低 温 期	平 均
p H		7.38	7.40	7.39
D O (mg/ℓ)		3.4	4.3	3.8
アルカリ度 (mg/ℓ)		139.2	182.5	159.1
B O D (mg/ℓ)		17.4	21.3	19.1
A T U - B O D (mg/ℓ)		6.4	8.5	7.4
S S (mg/ℓ)		6.6	9.4	7.9
C O D (mg/ℓ)		18.2	21.9	19.9
N H_4-N (mg/ℓ)		26.7	38.3	32.1
N O_2-N (mg/ℓ)		0.75	0.63	0.69
N O_3-N (mg/ℓ)		2.93	1.56	2.29
O rg - N (mg/ℓ)		2.8	5.2	4.0
色度〔溶解性〕(度)		24	29	26

期間：昭和57年4月13日～昭和59年3月7日 (n = 62)

(2) 水質浄化効率と堆積汚泥量の関係

比較的粒径の大きい浮遊物は自然沈降によって除去され、汚泥として浄化施設内に堆積する。粒径の小さい浮遊性並び溶解性の有機物は微生物による酸化、分解により無機化されるが、一方、浄化に伴い微生物が増殖するため、この微生物が汚泥として浄化施設内に堆積する。したがって、汚濁した水を浄化すればするほど、浄化施設内に汚泥が堆積することになる。

汚泥が施設内に堆積すると、以下の現象が生じる。

- ① 碟間接触酸化法やプラスチック接触酸化法では汚泥堆積によって、汚濁水の浄化に寄与する容積が減少することから、滞留時間が減少する結果、浄化効率の低下を招くことがある。
- ② 付着生物膜法（プラスチック材を用いた接触曝気法、好気性ろ床法等）や浮遊生物法（ディープシャフト法、オキシデーションディッチ法等）では微生物が増殖するため、適切な汚泥処理を行わないと、浄化水中に生物が流出し、浄化効率が低下することがある。
- ③ ろ過による浄化手法ではろ過表面及びろ層内部に目詰りが生じ、逆洗を適切に行わないと、通水量（通水速度）の低下を招く。

上記のように、水質浄化効率は汚泥の堆積量並びに汚泥処理頻度によって大きく影響されるので、浄化効率の評価及び設計条件を検討するためには、汚泥堆積量と汚泥処理頻度との関係を十分検討することが必要となる。具体的には、以下の観点で検討を行う。

- ① 碟間接触酸化法、プラスチック接触酸化法等長期的に汚泥を堆積する浄化手法
 - a. 除去SS量と浄化効率の関係（単位容積当たりの除去SS量と浄化効率の関係）
 - b. 空隙率と浄化効率の関係
 - c. 堆積汚泥量を考慮した滞留時間（実滞留時間）、BOD容積負荷と浄化効率の関係
- ② 付着生物膜法、浮遊生物膜法等短期的に汚泥を引抜く浄化手法
 - a. 除去SS量と汚泥引抜量、頻度との関係
 - b. 汚泥引抜量、引抜頻度と浄化効率の関係
 - c. 汚泥貯留容積と汚泥引抜量、引抜頻度の関係
- ③ 逆洗により非常に頻繁に汚泥を処理するろ過による浄化手法
 - a. 除去SS量と通水速度の関係
 - b. 除去SS量と逆洗頻度の関係
 - c. 除去SS量と逆洗による排出汚泥量の関係

(3) 効果的かつ経済的な設計条件の決定

各浄化手法の設計因子としては、以下のものがあげられる。

①滞留時間

浄化対象水が施設内を浄化を受けながら流下する時間を示すものである。

浄化施設の容積に空隙率を乗じた実際の通水可能容積を浄化対象水量で除して求められる。

$$\text{滞留時間 (hr)} = \frac{(\text{浄化施設容積 (m}^3)) \times (\text{空隙率})}{\text{浄化対象水量 (m}^3/\text{hr})}$$

礫間接触酸化法、プラスチック接触酸化法等の接触沈殿と微生物による浄化手法や曝気付礫間接触酸化法や接触曝気法等の生物処理による浄化手法に適用されている。

②容積負荷

浄化施設の単位容積あたりに浄化する水量を示すものである。値が大きい程、浄化施設がコンパクトであることを示している。

$$\text{容量負荷 (m}^3/\text{m}^3 \cdot \text{日}) = \frac{(\text{浄化対象水量 (m}^3/\text{日}))}{(\text{施設容積 (m}^3))}$$

③ BOD 容積負荷

浄化施設の単位容積あたりの流入するBOD量を示すものである。容積負荷に流入水BOD濃度を考慮したものであり、種々のBOD濃度に対する施設規模の比較が可能である。

$$\text{BOD容積負荷 (kg-BOD/m}^3 \cdot \text{日}) = \frac{(\text{浄化対象水量 (m}^3/\text{日})) \times (\text{流入BOD濃度 (mg/l = g/m}^3))}{(\text{施設容積 (m}^3))}$$

生物処理による浄化手法に一般的に適用されている。

④ BOD - SS 負荷

下水処理施設の活性汚泥法の設計因子であり、活性微生物量(MLS S)あたりのBOD量を示すものである。

$$\text{BOD-SS負荷 (kg-BOD/kg-SS \cdot 日)} = \frac{(\text{浄化対象水量 (m}^3/\text{日}) \times (\text{流入BOD濃度 (mg/l)})}{(\text{曝気槽容積 (m}^3)) \times (\text{MLSS濃度 (mg/l)})}$$

標準活性汚泥法では、0.2~0.4kg-BOD/kg-SS・日の範囲であり、それより小さいものは長時間曝気法といわれている。

河川浄化手法では活性微生物を利用する方法は稀であるが、ディープシャフト法、オキシデーションディッチ法で適当されている。

⑤ろ過速度

ろ過を浄化原理とする浄化手法の設計因子であり、ろ過面積あたりに浄化する水量を示すものである。値が大きい程、単位面積あたりの浄化水量が多いため、浄化施設がコンパクトであることを示している。

$$\text{ろ過速度 } (\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{日} = \text{m}/\text{日}) = \frac{\text{(浄化対象水量 } (\text{m}^3/\text{日}))}{\text{(浄化施設ろ過面積 } (\text{m}^2))}$$

砂ろ過法、長毛ろ過法、木炭浄化法、高速土壤浄化法等ろ過による浄化手法に適用される。

浄化手法の浄化原理と特性から適切な設計因子を抽出し、その設計因子と浄化効率（除去率）または浄化後の水質をプロットする。

礫間接触酸化法の実験例（多摩川浄化実験）から滞留時間と BOD 除去率、SS 除去率の関係についてまとめたものを図3.19、3.20に示す。この図より、BOD 除去率は1.25時間以下では除去率のバラツキが多く浄化効率が不安定であるのに対し、1.25時間以上では除去率のバラツキが少なく、約75%の除去率が得られている。滞留時間を長くとれば、それだけ浄化施設に余裕をとれるため浄化の安定性は向上するが、施設規模は大きくなるため、必要用地が大きくなるとともに建設費が高くなることになる。

このため、礫間接触酸化法のこの実験例では、浄化の効率と経済性を考慮して除去率が一定となる滞留時間1.25時間を設計条件としている。

上記の例のように、設計因子と浄化効率（除去率）や浄化後水質との関係より、以下の事項について検討を行う。

- ・ 設計因子と浄化効率（除去率）または、浄化後水質レベルの関係（所定の除去率水質が得られる設計値はいくつか）
- ・ 浄化設計因子と浄化効率の安定性の関係（設計因子の値に対する除去率及び水質のバラツキの程度はどうか）

この検討結果に基づき、設計条件は以下の2点で決定される。

①目標除去率または目標水質を達成するための設計条件

②浄化効果の遞減する（効果がほぼ横ばいとなり始める）設計条件

上記のうち、浄化効率の安定性を考慮すると、②すなわち「浄化効果の递減する設計条件」で設計条件を決定することが望ましい。

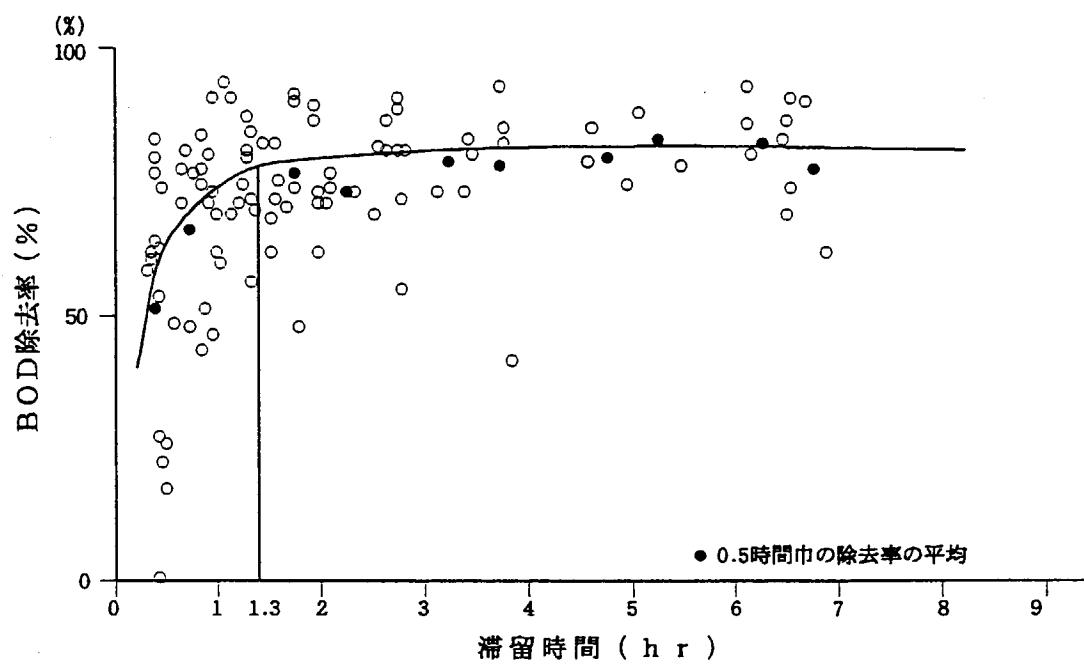


図3.19 碟間接触酸化法の滞留時間とBOD除去率の関係⁹⁾
(流入BOD濃度10mg/ℓ以上)

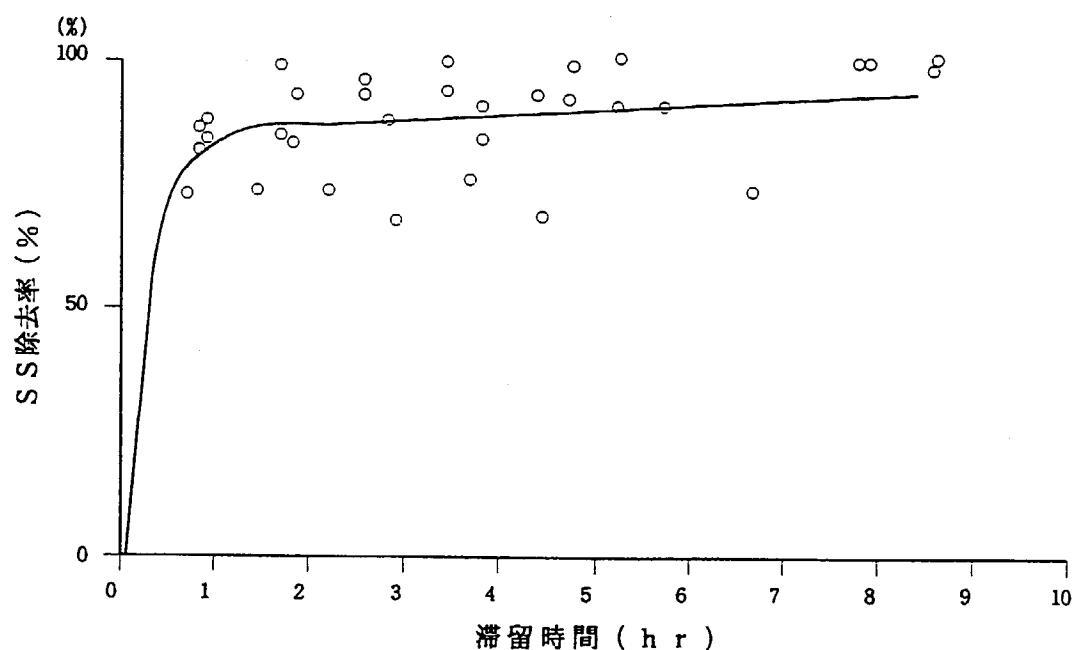


図3.20 碟間接触酸化法実滞留時間とSS除去率の関係⁹⁾
(流入濃度10mg/ℓ以上、平均流入濃度21mg/ℓ)

(4) 施設形状の検討

浄化施設の設計にあたっては、設計条件を決定するとともに適正な施設の形状、すなわち長さ（流下距離）、深さについても検討することが必要となる。（幅については、設計条件と長さ・深さによって決定される）浄化手法を原理別に大別して検討する観点を以下にまとめる。

① 碓間接触酸化、プラスチック等接触酸化等の接触沈殿、接触酸化による浄化手法

a. 施設の長さ（流下距離）

碓間接触酸化、プラスチック等接触酸化等接触材の間を通過させて、接触沈殿及び生物による接触酸化によって浄化する方法では、滞留時間や容積負荷で設計されるが、その効果を発揮するためには、適切な流速と流下距離が必要となる。

適切な流速条件についても実験を通じて検討することが望ましいが、所定の滞留時間、容積負荷条件での流下距離との関係を検討すれば、その流速条件が規定されることになるので、実験においては流下距離に着目して検討を行う。

碓間接触酸化法における流下距離と水質との関係を図3.17に示したが、これと同様に所定の滞留時間、容積負荷条件における流下距離の関係について検討し、必要な流下距離を検討する。

b. 施設の深さ

原則的には偏流が生じない深さであることが必要である。

汚泥堆積の分布状態を考慮しながら、実験や実施設での事例で検討するとよい。

② エアレーションを行う生物処理による浄化手法

エアレーションを行う生物処理による浄化手法では、エアレーションにより槽内が混合されるので、その混合が十分に行える施設形状であることに留意が必要である。

③ ろ過による浄化手法

木炭浄化や高速土壤浄化法等ある程度の深さをもつ充填層を上向流または下向流で浄化する方法では、その充填層の厚さ、すなわち深さが問題となる。実験において深さ方向別に採水を行い、浄化の安定する深さについて検討を行い、深さを決定することが必要となる。

(5) 必要浄化施設容量の検討

効果的かつ経済的な設計条件及び施設形状の検討結果を踏まえて、浄化施設の容量の算定を行う。

基本的には「浄化部容量」と「汚泥貯留部容量」に分けて必要容量を算定し、その合計量を浄化施設容量とする。

① 浄化部容量

浄化機能を発揮、維持するために必要となる浄化施設の容量であり、決定した設計因子と浄化対象水量、並びに流入水質より算定される。

② 汚泥貯留部容量

汚泥を貯留するための浄化施設の必要容量である。浄化対象水量、流入水の S S、V S S と除去率、汚泥を貯留する期間（引抜き間隔）、有機性汚泥の分解率、堆積汚泥の含水率等を勘案して算定される。

なお、運転方法によっては、雨天時の高 S S 濃度水が流入する結果、汚泥堆積量が大幅に増加があるので、その取り扱いについては留意することが必要である。
(必要によっては、対象河川水について出水時の S S 調査を行い、その流出特性を検討するものとする)

野川の疊間接触浄化施設における施設容量の検討例を以下に示す。

【野川の礫間接触酸化施設の施設容量の検討例】⁹⁾

計画水量及び計画水質により礫槽容量を算定する。礫間接触酸化槽の施設容量は、浄化部と汚泥堆積容量の和として求められる。野川浄化施設の各容量の算定フローを下図に示した。

ここで雨天出水時の検討は、野川における時間流量データ（佐須町自記データ）より、堰の倒伏状況を判断し、これにより施設の稼働日数を求め、これに出水時の水質悪化を考慮して施設へのSS負荷の補正を行ったものである。

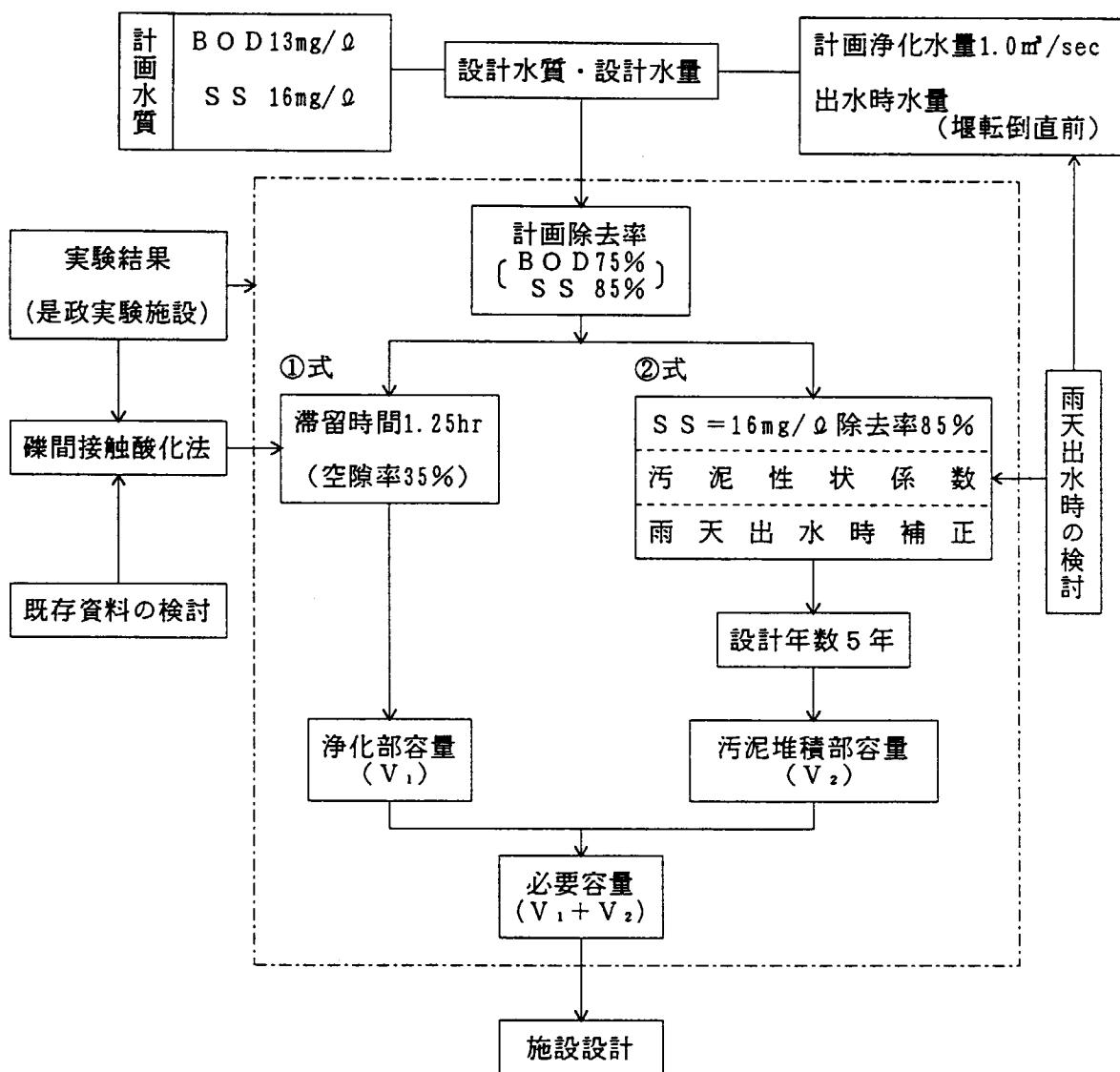


図3.21 施設容量算定フロー

①淨化部容量 (V_1)

$$V = \frac{Q \times T}{24 \times a} \quad \dots \dots \dots \quad ①$$

Q : 溄理水量 (m³/日)

T : 滞留時間 (hr)

a : 碟槽空隙率

②汚泥堆積部容量 (V_2)

$$V_2 = \frac{C \times Q \times f \times r \times (1 - \alpha) \times 365 \times n + C \times Q \times f \times r \times \alpha \times 1 - e^{-k}}{(1 - W) \times d \times 10^6 \times a} \quad \dots \dots \dots \quad ②$$

C : 晴天時平均流入 S S 濃度 (mg/ℓ)

f : 雨天時流入 S S 量補正係数

r : S S 除去率

α : 流入 S S の強熱減量

k : 有機性汚泥の分解係数

n : 碟間接觸酸化槽の設計年数

W : 堆積汚泥の含水率

d : 堆積汚泥の比重

③必要容積 (V)

$$V = V_1 + V_2$$

V_1 : 淨化部容量

V_2 : 汚泥堆積部容量

①、②の算出に必要な計算諸元を下表に示した。これらの値は、多摩川（是政地先）の実験調査及び野川での調査結果をもとに算定した。

表3.4 淨化施設容量の計算諸元

項目	記号	設計値	備考
滞留時間	T	1.25hr	目標BOD除去率75%
礫槽空隙率	n	35%	実験での調査結果より
晴天時流入SS濃度	c	16mg/ℓ	計画水質
雨天時流入SS量補正係数	f	1.07	雨天出水時の検討において、低水量の2倍水量での堰の倒伏とした場合
SS除去率	r	85%	目標除去率
流入SSの強熱減量	α	60%	野川水質結果より
有機性汚泥の分解係数	k	0.01d ⁻¹	実験での調査結果より
堆積汚泥の含水率	w	70%	実験での調査結果より
堆積汚泥の比重	d	1.25	実験での調査結果より
施設の設計年数	n	5年	設計条件

①、②の算定に表3.4の計算諸元を代入し、礫間接触酸化槽の必要容量を求め、表3.5に示した。これより浄化部が12,957m³で全体の約60%汚泥堆積部が7,524m³で全体の約40%である。

表3.5 施設容量の計算結果

必要槽容量 (m ³)	容量内訳 (m ³)
V = 20,381	浄化部 V ₁ = 12,857 汚泥部 V ₂ = 7,524

(6) 充填材の種類、充填率

浄化施設に充填する接触材の種類とその充填率については、実験により水質浄化効率とその安定性、汚泥の堆積分布特性、引抜き方法とその頻度等を総合的に検討したうえ決定するものとする。

(7) 空気量

水質浄化のための適正空気量については、対象水質濃度より計算した BOD 酸化、NH₄-N 酸化のための空気量、溶解効率等をあらかじめ理論的に算定し、その理論量における実験を行うことによって、検討を行うものとする。実験において空気量を数段階に変更しながら、水質浄化効率とその安定性を比較検討しながら、適正空気量を決定することが望ましい。

3.7 淨化手法の選定

「淨化手法の選定並びに設計のための調査・実験」の検討結果並びに既往河川直接淨化技術の事例に基づき、河川直接淨化対象河川等の適切な淨化手法の選定を行う。

淨化手法の選定のフローは下図に示す通りであり、河川直接淨化対象河川等の諸条件に対する適用性、効率性、経済性等を比較検討するものとする。

【選定の条件】

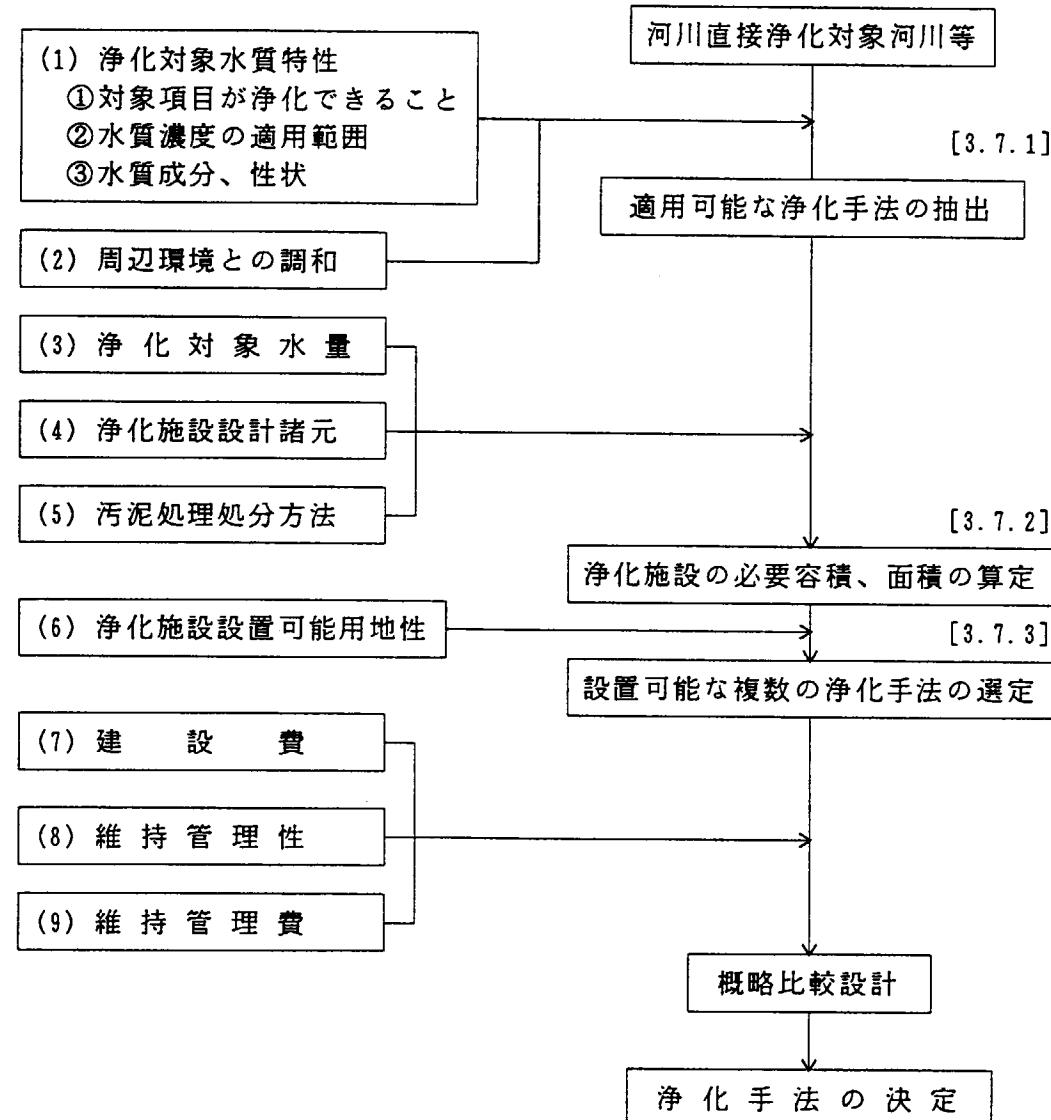


図3.22 淨化手法検討フロー

3.7.1 適用可能な浄化手法の抽出

河川直接浄化対象河川等の浄化対象項目、水質特性について各浄化手法の適合性、効率性を検討する。

- (1) 浄化対象項目を浄化できる浄化手法であること。
 - (2) 浄化対象水の水質濃度が各浄化手法の適用水質範囲であること。
 - (3) 浄化対象水の水質成分、組成特性に適合し浄化効率を確保できること。
- さらに、周辺環境との調和について配慮し、適用可能な浄化手法を抽出する。

【解説】

(1) 浄化対象項目を浄化できる浄化手法であること

各浄化手法は浄化原理、機構より浄化できる水質項目は限られている。浄化対象項目別に効率的な浄化が行える浄化手法をまとめたものが表3.7である。当然、浄化対象水の水質濃度や水質成分、性状によって浄化効率は左右されるが、表3.7を参考に浄化対象項目に浄化できる浄化手法を選定する。

(2) 浄化対象水の水質濃度が各浄化手法の適用水質範囲であること

各浄化手法は浄化原理、機構の特性並びに浄化機能の長期的維持のために、適用できる水質濃度範囲がある程度限定されている。

例えば、エアレーションを施さない碟間接接触酸化法やプラスチック接觸酸化法等では高濃度BOD(30mg/l程度以上)の河川水を浄化対象とすると施設内でDOがなくなってしまい、嫌気分解によってSSが多量に流出して浄化効率が著しく悪くなったり、放流口にイオウ細菌が多量に発生し、景観上の悪化、臭気の発生を引き起こすことがある。

また、適用水質範囲以上の高いSS濃度の河川水を浄化すると、施設内に汚泥が多量に発生し、目詰まりや通水能力の減少、浄化効率の低下を引き起こすことになる。

したがって、浄化手法の選定にあたっては、浄化対象水の水質濃度が各浄化手法の適用水質範囲であることを確認することが必要である。各浄化手法の浄化対象水の適用水質範囲はBOD、SS、DOの3項目があげられ、既往の河川直接浄化手法の適用水質範囲をまとめたものを表3.8に示すので、この表を参考に適用できる浄化手法を選定する。

なお、表3.8は概略の浄化効率、浄化後のBOD濃度、他の浄化可能項目をまとめたもので、浄化手法選定と同時に概略浄化効率等が把握できる。

図3.23は、河川において最も問題となるBODについて、既往の浄化手法の実験、実績での流入水質の適用範囲及び原理的に適正な水質範囲とこれまでの実験・実績からの概略浄化効率を図示したものである。この、「流入水質(浄化対象水質)と浄化効果関係図」を参考に、適用できる浄化手法数案を選定し、また各々の浄化効率の設定を行うこともできる。

単一浄化手法で必要削減負荷量を達成できない場合については、組合せ浄化手法についても検討するものとする。

(3) 浄化対象水の水質成分、組成特性に適合し、所定の浄化効率が確保できる浄化手法であること

「表3.8 河川直接浄化手法の適用水質範囲、浄化効率」「図3.23 流入水質（浄化対象水質）と浄化効果関係図」は既往の実験調査データ、実施設での結果よりまとめたものであり、浄化対象水の性状や成分等については十分反映されていない。

河川は流域の汚濁排出源の違いにより、多種多様な性状、成分の水質が存在する。例えば、以下のような例がある。

①主に生活雑排水で構成される河川水

未処理の生活雑排水が大半であるため、生物的な処理や生物処理と接触沈殿により浄化がされやすい。

②下水処理場放流水を大量に含む河川水

下水処理場放流水は生物処理を受けた水であるため、放流水を大量に含む河川水は生物処理による浄化効率は低い。

③工場排水を含む河川水

- ・皮革工場や染色工場の排水を含む河川水は非常に分解しにくい物質が多いため、生物処理による浄化効率は低い。また、着色していることが多く、その除去についても検討することが必要となる。
- ・食料品製造業等の排水は有機性の汚濁物質を排出するため、生物処理により浄化がされやすい。

④陶土等を多く含む河川水

陶土工場排水や地形的に陶土質の多い河川では白濁がみられるが、これは陶土による無機性のSSである。このような河川水は生物処理は不向きであり、沈殿による固液分離や凝集沈殿等の化学処理が有効な方法となる。

したがって、浄化対象河川の水質成分、組成を十分に把握したうえで、浄化手法を選定することが必要である。現状の公共用水域の測定では河川水の水質成分については十分に調査されていないので、前節(3.6)で示した方法により調査、実験を行うことが必要である。

(4) 周辺環境との調和

浄化施設建設に伴う周辺環境に与える影響、例えば震動、臭気の発生、景観の変化（放流先の発泡、ゴミの堆積）についても検討し、それらの影響を回避または軽減できる浄化手法であることを確認しておくことが必要である。

表3.7(1) 処理対象項目と処理手法

処理対象項目 流入水質の区分		処理の原理	処理手法例	概略1) 除去率(%)
BOD	20~30mg/L以下 D-BOD 20~30%程度以下 (6~8mg/L以下)	沈殿	堰処理、沈殿池	10~30
		ろ過	長毛ろ過、マイクロストレーナー	30~60
		接触沈殿+微生物	礫間接触酸化法 プラスチック等接触酸化法 球状碎石集合体処理法	50~80
		ろ過+微生物	木炭処理法	50~70
		植物体利用	ヨシ原処理、ホウカイドウ等利用処理	30~50
	D-BOD 20~30%程度以上 (6~8mg/L以上)	微生物	曝気付礫間接触酸化法 プラスチック等接触曝気法 オキソディーソンデイツチ法 ディープシャフト法、その他	75~90
	約20~30mg/L以上			
	難分解性有機物を多く含む場合	微生物+酸化	オゾン、紫外線	80~95
SS	30~50mg/L以上 比重が大きいもの (大きい粒子で沈殿しやすいもの)	沈殿	堰処理、沈殿池	10~50
		接触沈殿+微生物	礫間接触酸化法 プラスチック等接触酸化法 球状碎石集合体処理法	65~90
		植物体利用	ヨシ原処理、ホウカイドウ等利用処理	30~80
		沈殿	凝集沈殿	80~95
		ろ過	長毛ろ過、マイクロストレーナー	60~80
	30~50mg/L以下 比重が小さいもの (小さい粒子で沈殿しにくいもの)	接触沈殿+微生物	礫間接触酸化法 プラスチック等接触酸化法 球状碎石集合体処理法	65~90
		ろ過+微生物	木炭処理法	70~85
		植物体利用	ヨシ原処理、ホウカイドウ等利用処理	30~80
		沈殿	凝集沈殿	80~95
		ろ過	長毛ろ過、マイクロストレーナー	60~80
	帶電しているもの 有機性SSが多い場合	ろ過	長毛ろ過、マイクロストレーナー	60~80
		接触沈殿+微生物	礫間接触酸化法 プラスチック等接触酸化法 球状碎石集合体処理法	65~90
		ろ過+微生物	木炭処理法	70~85
		植物体利用	ヨシ原処理、ホウカイドウ等利用処理	30~80
		微生物	曝気付礫間接触酸化法 プラスチック等接触曝気法 オキソディーソンデイツチ法 ディープシャフト法、その他	75~95
		エアレーション	曝気、噴水	-
		落差	落差工	-
		接触沈殿+微生物	礫間接触酸化法 プラスチック等接触酸化法 球状碎石集合体処理法	50~90
		ろ過+微生物	木炭処理法	50~75
		植物体利用	ヨシ原処理、ホウカイドウ等利用処理	25~75
DO	大腸菌群数	微生物	曝気付礫間接触酸化法 プラスチック等接触曝気法 オキソディーソンデイツチ法 ディープシャフト法、その他	50~95
		微生物+酸化	オゾン、紫外線	90~99

1) 概略除去率は実験や実施設のデータから標準的設計諸元で処理した場合の概略値である。流入水質の濃度、成分、組成によっても異なるので参考値(目安)である。

表3.7(2) 净化対象項目と净化手法

净化対象項目 流入水質の区分		净化の原理	净化手法例	概略 除去率(%)
アンモニア態窒素 (NH_4-N)		微生物	曝気付碟間接触酸化法 プラスチック等接触曝気法 オキシ代イ-ショントイツ法 ディ-ブ'シャフト法、その他	75~95 設計条件 より異なる
T-N	浮遊性(SS性)のNが多い場合	沈殿	堰净化、沈殿池	SS性N 割合で 異なる
		ろ過	長毛ろ過、マイクロトレーナー	
		接触沈殿+微生物	碟間接触酸化法 プラスチック等接触曝气法 球状碎石集合体净化法	
		ろ過+微生物	木炭净化法	
		植物体利用	ヨシ原净化、ホウズイ等利用净化	
		微生物	曝気付碟間接触酸化法 プラスチック等接触曝气法 オキシ代イ-ショントイツ法 ディ-ブ'シャフト法、その他	
T-P	溶解性の多い場合	植物体利用	ヨシ原净化、ホウズイ等利用净化	50~75
		微生物	オキシ代イ-ショントイツ法 ディ-ブ'シャフト法、その他	50~75
		沈殿	堰净化、沈殿池	SS性P 割合で 異なる
		ろ過	長毛ろ過、マイクロトレーナー	
		接触沈殿+微生物	碟間接触酸化法 プラスチック等接触曝气法 球状碎石集合体净化法	
		ろ過+吸着	木炭净化法	
M B A S	浮遊性(SS性)の多い場合	植物体利用	ヨシ原净化、ホウズイ等利用净化	SS性P 割合で 異なる
		微生物	曝気付碟間接触酸化法 プラスチック等接触曝气法 オキシ代イ-ショントイツ法 ディ-ブ'シャフト法、その他	
		沈殿	凝集沈殿	
		植物体利用	ヨシ原净化、ホウズイ等利用净化	
		吸着	土壤净化法(リン吸着材)	
		接触沈殿+微生物	碟間接触酸化法 プラスチック等接触曝气法 球状碎石集合体净化法	
色度		ろ過+微生物	木炭净化法	50~90
		微生物	曝気付碟間接触酸化法 プラスチック等接触曝气法 オキシ代イ-ショントイツ法 ディ-ブ'シャフト法、その他	90~95
カビ臭		吸着	活性炭	90~95
		沈殿	凝集沈殿	90~95
		吸着	土壤净化法(リン吸着材)	90~95
		微生物	曝気付碟間接触酸化法 プラスチック等接触曝气法 オキシ代イ-ショントイツ法 ディ-ブ'シャフト法、その他	80~90

1) 概略除去率は実験や実施設のデータから標準的設計諸元で浄化した場合の概略値である。流入水質の濃度、成分、組成によっても異なるので参考値(目安)である。

表3.8 河川直接浄化手法の適用水質範囲、浄化効率

化原理	浄化手法	設置可能場所			エアレーション の有無	浄化対象水質範囲			浄化効率		浄化後 BOD濃度 (%) (水質を示す)	浄化できる水質項目				
		河内	堤外地 (高水槽)	堤内		BOD (mg/l)	SS (mg/l)	DO (mg/l)	BOD (%)	SS (%)		大腸菌群	NH ₄ -N	T-N	T-P	その他
沈殿	堰淨化	○	-	-	-	20以下	30以下		10~30	10~50	4~18 (5~20)	-	-	-	-	-
ろ過	溝州井戸 (立型集水井)	-	○	○	-	10以下	10以下		80~95	90~95	1~2 (2~10)	◎	◎	◎	◎	-
	長毛ろ過	-	-	○	-	20以下	50以下		30~60	60~80	4~12 (5~20)	△	-	-	-	-
	砂ろ過	-	-	○	-	20以下	50以下		30~60	80~95	4~12 (5~20)	○	△	-	-	-
	マイクロ ストレーナー	-	-	○	-	20以下	50以下		30~60	60~80	4~12 (5~20)	△	-	-	-	-
曝気	エアレーション	○	-	-	○	-	-	-	10以下	10以下	-	-	-	-	-	-
(接触) 沈殿+微生物	碟間接触酸化法	○	○	○	-	20以下	30以下		60~80	75~90	2~7 (5~20)	◎	-	-	-	-
	プラスチック等 接触酸化法	○	○	○	-	20以下	30以下		50~70	65~85	3~10 (5~20)	○	-	-	-	-
	球状碎石集合体 浄化法	△	○	○	-	20以下	30以下		50~70	70~85	3~10 (5~20)	○	-	-	-	-
	ろ過+微生物	-	-	○	-	20以下	30以下		50~70	70~85	3~10 (5~20)	○	-	-	-	-
微生物的 浄化	曝気付 碟間接触酸化法	-	○	○	○	20~80	20~50		80~90	85~95	4~15 (20~80)	◎	◎	-	-	カビ臭 ◎
	プラスチック等 接触曝気法	-	○	○	○	20~80	20~50		75~85	75~85	5~20 (20~80)	○	○	-	-	カビ臭 ◎
	曝気付球状碎石 集合体浄化法	-	○	○	○	20~80	20~50		75~85	75~85	5~20 (20~80)	○	○	-	-	カビ臭 ◎
	ディープシャフト法	-	-	○	○	20~200	20~200		85~95	85~95	3~30 (20~200)	◎	◎	-	-	-
	オキシディーション ディッチ法	-	-	○	○	20~200	20~200		75~85	65~80	5~50 (20~200)	◎	○	○	-	-
	酸化池法	-	○	○	-	50以下	50以下		40~50	40~60	6~30 (10~50)	○	○	△	△	-
植物体利用	薄層流浄化法	○	-	-	-	20以下	10~30		10~30	10~30	4~18 (5~20)	-	-	-	-	-
	ヨシ原浄化法	-	○	-	-	10~30	10~30		30~50	70~80	7~20 (10~30)	○	○	○	○	-
	ホティアオイ等 浄化法	○	○	-	-	10~100	10~100		30~50	30~40	7~70 (10~100)	△	-	-	-	-
	ろ過吸着 微生物	高速土壤浄化法	-	○	○	-	10以下	10以下		80~95	90~95	1~2 (2~10)	◎	◎	△	◎

*本表は、実施設、実験例並びに既往資料に基づきまとめたものであるが、流入水質の性状、成分等の特性や汚泥発生量の大小によって上記の値は左右されるので参考値（目安）として見ていただきたい。

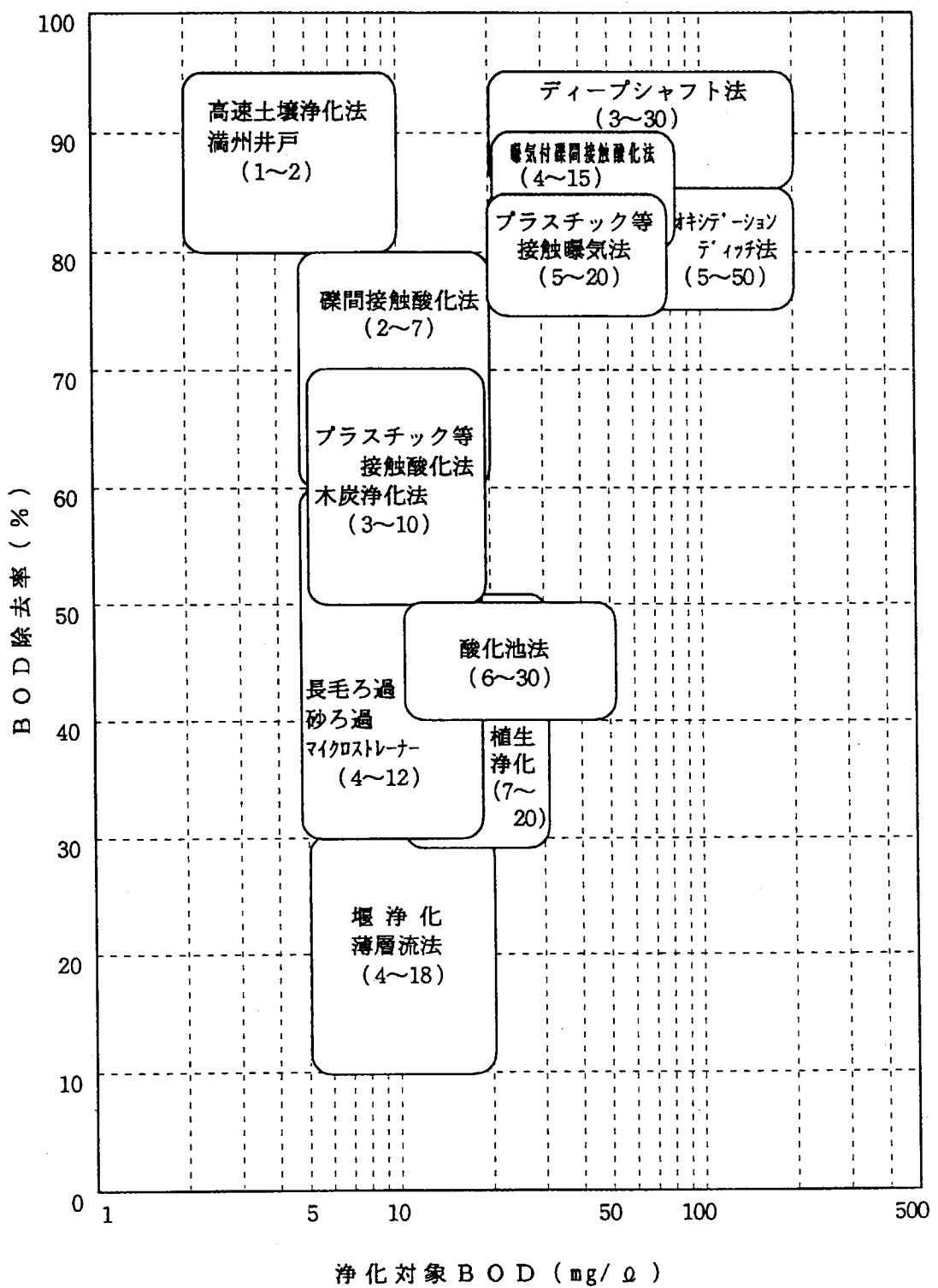


図3.23 流入 BOD (浄化対象 BOD) と浄化効果関係図

3.7.2 浄化施設の必要容積、面積の算定

河川直接浄化対象河川等に適用可能な浄化手法について、浄化施設の必要容積、面積を算定する。算定にあたっては、

- (1) 浄化対象水量の決定
- (2) 浄化施設設計諸元の決定
- (3) 汚泥処理方法の決定

が必要となるので、事例、調査、実験により適正な条件を設定する。

【解説】

(1) 浄化対象水量の決定

浄化対象水量は浄化施設の必要容積、面積の算定及び建設費を左右するものであり、必要削減負荷量を達成するための適正な水量を設定することが必要である。

基本的には、3.5で示したように水質保全目標で決定した流況に対応した水量で設定するものであるが、将来の将来動向（人口の増加、産業の発展及び開発計画）と下水道整備計画、利水計画等河川流量に変化を及ぼす事項についても検討し、流量変化に対する整合を考慮しておくことが重要である。

また、河川直接浄化対象河川等の必要削減負荷量は、次式によって表されることから、浄化対象水質と浄化効率の兼ね合いから対象水量が異なることがあるので留意することが必要である。

$$(\text{必要削減負荷量}) = (\text{浄化対象水量}) \times (\text{浄化対策水質}) \times (\text{浄化効率})$$

$$(\text{浄化対象水量}) = \frac{(\text{必要削減負荷量})}{(\text{浄化対象水質}) \times (\text{浄化効率})}$$

a. 浄化対象河川の全量を浄化対象とする場合

浄化対象水量が浄化対象河川の流量よりも多い場合であり、基本的には設定流量の全量を浄化対象とする。

なお、この場合については、流量と水質の関係や浄化手法の浄化効率の見直し、また、他の浄化手法の組合せ等についても検討し、浄化対象水量の低減の可能性について確認するものとする。さらに、必要削減負荷量を達成するためには他河川についても浄化計画の策定が必要となる。

また、生態系確保のために魚道の設置が必要とされ、全量浄化ができない場合もあるので注意する必要がある。

b. 浄化対象河川の一部流量を浄化対象とする場合

浄化対象水量が浄化対象河川の流量よりも少ない場合であり、当然この流量が浄化対象水量となる。

(2) 净化施設設計諸元の決定

净化施設設計においては、净化対象水を净化するのに必要な設計諸元（净化の設計諸元）と净化に伴って堆積する汚泥に関する諸元が必要となる。净化施設の必要容積、面積は次の式によって決定される。

$$\text{净化施設必要容積(面積)} = \boxed{\text{净化のための必要容積(面積)}}$$

$$+ \boxed{\text{汚泥堆積のための必要容積(面積)}}$$

1) 净化の設計諸元

净化の設計諸元は3.6に示した実験調査によって得られた净化対象水質に適合した効果的かつ経済的な滞留時間、BOD容積負荷、ろ過速度等の条件と適正な施設形状（長さ、深さ）の条件をいう。

前者の設計条件と净化施設の容積、面積との関係をまとめると以下の通りである。

① 滞留時間

净化対象水が施設内を净化を受けながら流下する時間を示すものである。

净化施設の容積に空隙率を乗じた実際の通水可能容積を净化対象水量で除して求められる。

$$\text{滞留時間(hr)} = \frac{(\text{净化施設容積(m}^3)) \times (\text{空隙率})}{\text{净化対象水量(m}^3/\text{hr})}$$

礫間接触酸化法、プラスチック接触酸化法等の接触沈殿と微生物による净化手法や曝気付礫間接触酸化法や接触曝気法等の生物処理による净化手法に適用されている。

② 容積負荷

净化施設の単位容積あたりに净化する水量を示すものである。値が大きい程、净化施設がコンパクトであることを示している。

$$\text{容量負荷(m}^3/\text{m}^3 \cdot \text{日}) = \frac{(\text{净化対象水量(m}^3/\text{日}))}{(\text{施設容積(m}^3))}$$

③ BOD容積負荷

净化施設の単位容積あたりの流入するBOD量を示すものである。容積負荷に流入水BOD濃度を考慮したものであり、種々のBOD濃度に対する施設規模の比較が可能である。

$$\text{BOD容積負荷(kg-BOD/m}^3 \cdot \text{日}) = \frac{(\text{净化対象水量(m}^3/\text{日})) \times (\text{流入BOD濃度(mg/L = g/m}^3))}{(\text{施設容積(m}^3))}$$

生物処理による净化手法に一般的に適用されている。

④ BOD-SS 負荷

下水処理施設の活性汚泥法の設計因子であり、活性微生物量（MLSS）あたりのBOD量を示すものである。

$$\text{BOD-SS 負荷 (kg-BOD/kg-SS・日)} = \frac{(\text{浄化対象水量 (m}^3/\text{日}) \times (\text{流入 BOD 濃度 (mg/}\Omega\text{)})}{(\text{曝気槽容積 (m}^3\text{)}) \times (\text{MLSS 濃度 (mg/}\Omega\text{)})}$$

標準活性汚泥法では、0.2~0.4kg-BOD/kg-SS・日の範囲であり、それより小さいものは長時間曝気法といわれている。

河川浄化手法では活性微生物を利用する方法は稀であるが、ディープシャフト法、オキシデーションディッチ法で適当されている。

⑤ ろ過速度（通水速度）

ろ過を浄化原理とする浄化手法の設計因子であり、ろ過面積あたりに浄化する水量を示すものである。値が大きい程、単位面積あたりの浄化水量が多いため、浄化施設がコンパクトであることを示している。

$$\text{ろ過速度 (m}^3/\text{m}^2\cdot\text{日} = \text{m}/\text{日}) = \frac{(\text{浄化対象水量 (m}^3/\text{日}))}{(\text{浄化施設ろ過面積 (m}^2\text{)})}$$

砂ろ過法、長毛ろ過法、木炭浄化法、高速土壤浄化法等ろ過方式の浄化手法に適用される。

以上の設計条件から、浄化施設の容積が算定され、浄化のための必要な流下距離や深さの条件がある場合においては、その条件を考慮して浄化施設の面積が算定される。

2) 汚泥に関する諸元

浄化に伴って施設内に堆積する汚泥を貯留する容積を算定するものである。堆積汚泥量は浄化対象水のSS濃度、有機物濃度、汚泥の分解性によって異なり、また浄化手法により堆積箇所、堆積汚泥濃度が異なるので、3.6に示す調査、実験によって汚泥の堆積特性、状況を把握し設計に反映することが望ましい。

今後、研究、調査、実験に伴い流入水質の性状、成分に応じた各浄化手法の汚濁堆積量、濃度の設定方法の確立が望まれるが、概略的には浄化施設内で除去されるSS量を算定し、その量を堆積汚泥量として取り扱ってもよい。

堆積汚泥に関する設計容積を算定するにあたっては、次に示す汚泥処理処分方法を決定することが必要となる。

(3) 汚泥処理処分方法の決定

堆積汚泥に関する設計容積を算定するにために、以下の事項について汚泥処理処分方法を決定することが必要である。決定にあたっては、3.6に示す調査、実験や他の実施例を参考として検討するものとする。

1) 汚泥処理の頻度

汚泥処理の頻度は汚泥を堆積する期間を意味する。堆積期間によって堆積汚泥量が算定され、浄化施設の汚泥貯留容積が決定できる。

2) 汚泥の排出方法

浄化施設内に堆積した汚泥を施設外に排出する方法を定めるものである。排出方法によっては付帯施設が必要となることがある。

3) 排出汚泥の処理処分方法

浄化施設より排出された汚泥の処理処分方法を定めるものである。排出汚泥の処理処分方法としては、以下のものが考えられる。

- ① 排出汚泥 → 出水時河川放流
- ② 排出汚泥 → バキューム車吸引による搬出 → 利用、埋立
- ③ 排出汚泥 → 天日乾燥 → 利用、埋立
- ④ 排出汚泥 → 濃縮 → バキューム車吸引による搬出 → 利用、埋立
- ⑤ 排出汚泥 → 濃縮 → 機械脱水 → 利用、埋立
(常設、仮設、移動脱水車)
- ⑥ 排出汚泥 → 下水処理場、し尿処理場で共同処理

①、②は排出汚泥を直接処分するものである。

③、④、⑤は排出汚泥を天日乾燥、濃縮、機械脱水により汚泥の減量化をはかった後処分する方法である。(バキューム車吸引による搬出処分は20~30千円/m³である。)

⑥は当該浄化施設と同一の事業主体が下水処理場やし尿処理場等で汚泥処理施設を有する場合に、その処理施設で合併処理を行う方法である。

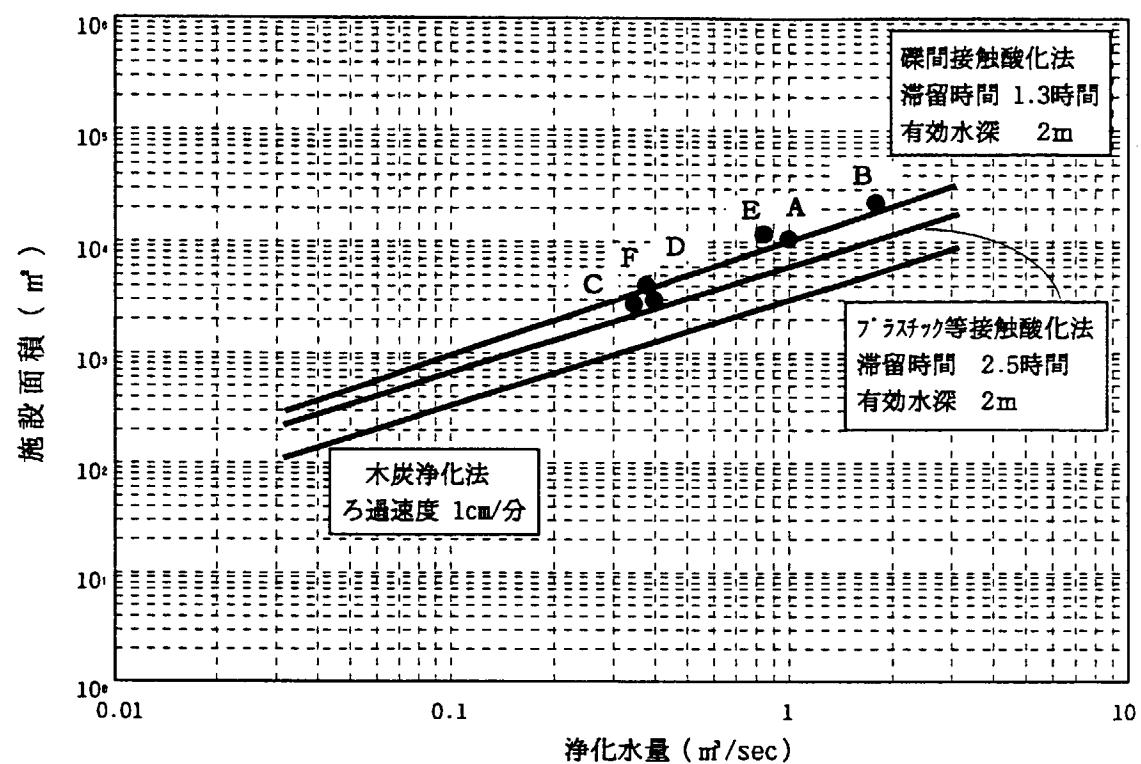
処理、処分方法の施設選定にあたっては、汚泥量とその性状、経済性、維持管理性、周辺環境への影響、地域特性等総合的に判断して決しておくことが必要である。

既存の河川直接浄化手法について標準的設計諸元と浄化水量1m³/sの必要施設面積をまとめたものを表3.9に、各浄化方式の浄化水量と浄化施設の概略必要面積の関係を図3.24に示した。これらは既往の実験調査データ、実施設の事例からまとめたものであり、流入水質の性状、成分の特性や汚泥発生量の大小によって左右されるので参考値(目安)として使用していただきたい。

表3.9 河川直接浄化手法の標準的設計諸元と必要面積

化原理	淨化手法	通用水質範囲			標準的 設計諸元	淨化水量 $1m^3/s$ の 必要施設面積 (m^2)	汚泥処理方法と頻度		事例	
		BOD (mg/l)	SS (mg/l)	DO (mg/l)			汚泥処理方法	汚泥処理頻度		
物理的 淨化	沈殿	堰淨化	20以下	30以下	5~6 以上	滞留時間 2時間以上	3,600 m^2	出水時に起伏堰が 転倒し、堆積泥を 排出	出水毎	河川淨化施設の取水 施設、農水取水堰と して多数
	ろ過	溝州井戸 (立型集水井)	10以下	10以下		通水速度 $0.5m^3/m^2\cdot日$	18,600 m^2 (集水面積)	土壤表面の耕起 かきとり	3~4回/年	多摩川淨化事業で検 討された
	長毛ろ過	20以下	50以下			ろ過速度 $800m^3/m^2\cdot日$	120	逆洗処理水を バキューム排出	逆洗 3~12回/日 汚泥処分 2~4回/月	河川淨化で実験例 あり(池の淨化では 実施例あり)
	砂ろ過	20以下	50以下			ろ過速度 $120m^3/m^2\cdot日$	1,000	逆洗処理水を バキューム排出	逆洗 3~12回/日 汚泥処分 2~4回/月	河川淨化で実験例 あり
	マイクロ ストレーナー	20以下	50以下			ろ過速度 $1000m^3/m^2\cdot日$	120	逆洗処理水を バキューム排出	逆洗 3~12回/日 汚泥処分 2~4回/月	道頓堀川
	曝気	エアレーション	—	—		対象河川水の DO濃度による	—	必要なし	必要なし	道頓堀川
物理 +生物 的淨化	(接触) 沈殿 + 微生物	礁間接触酸化法	20以下	30以下	5~6 以上	滞留時間 1.3時間	6,000~12,000 (水深 2~4m)	曝気排泥方式 堀出し方式	2回/年 1回/5年	野川、平瀬川、桑納 川淨化施設等多数
	プラスチック等 接触酸化法	20以下	30以下			滞留時間 2~3時間	4,000~8,000 (水深 2~4m)	水中ポンプにより 汚泥の引抜	1~4回/月	神道寺川排水路、 元吉原排水路淨化施 設等
	球状碎石集合体 淨化法	20以下	30以下			滞留時間 0.5時間	2,500~5,000 (水深 2~4m)	曝気排泥方式	2回/年	越谷淨化施設 (池の淨化でも実 施例あり)
	ろ過 + 微生物	木炭淨化法	20以下	30以下		通過速度 1cm/分	3,000	曝気排泥方式	2回/年以上	都市排水路淨化で數 例あり(河川での本 格的な施設はない)
	微生物	曝気付 礁間接触酸化法	20~80	20~50		滞留時間 2~4時間	9,000~18,000 (水深 2~4m)	曝気排泥方式 礁更新方式	2回/年 1回/5年	古ヶ崎淨化施設 不老川淨化施設
生物的 淨化	生物	プラスチック等 接触曝気法	20~80	20~50	—	滞留時間 2~4時間	5,000~10,000 (水深 2~4m)	水中ポンプにより 汚泥の引抜	1~4回/月	都市排水路の淨化で 多数あり
	物	曝気付球状碎石 集合体淨化法	20~80	20~50		滞留時間 2~4時間	9,000~18,000 (水深 2~4m)	曝気排泥方式	2回/年	I市都市排水路 淨化施設
	物	ディープシャフト法	20~200	20~200		滞留時間 5~10時間	—	沈殿槽からの汚泥 引抜	4~30回/月	高城都市下水道淨化 施設
	植物 利用	オキシディーション ディッチ法	20~200	20~200		滞留時間 16時間	40,000 (水深 1m)	水中ポンプによる 汚泥引抜と処分	2~6回/月	石川川淨化施設
	物理 +化学 +生物	酸化池法	50以下	50以下		滞留時間 5日	15,000 (水深 5m)	植物プランクトン の除去	1回/月	河川で実験例あり
植物 利用	ろ過 吸着 微生物	薄層流淨化法	20以下	10~30	5~6 以上	流下接觸時間 2時間	幅 50m 長さ 1km 水深 0.1m	出水時の土砂の 除去	大出水後毎	西除川、佐保川等で 実施
	ヨシ原淨化法	10~30	10~30			滞留時間 5時間	150,000 (水深 0.1m)	植物体の刈り取 清掃	1回/年	山王川、清明川 淨化施設
	ホティアオイ等 淨化法	10~100	10~100			滞留時間 20日	1,700,000 (水深 1m)	植物体の回収と 処分	1回/年	児島湖流入支川等
	高速土壤淨化法	10以下	10以下			通水速度 $1\sim 5m^3/m^2\cdot日$ (1~5m/日)	20,000 m^2	土壤の表面耕起 土壤の交換・再生	3~4回/年 1回/5年	袋川淨化施設

*本表は、実施設、実験例並びに既往資料に基づきまとめたものであるが、流入水質の性状、成分等の特性や汚泥発生量の大小によって上記の値は左右され
るので参考値(目安)として見ていただきたい。



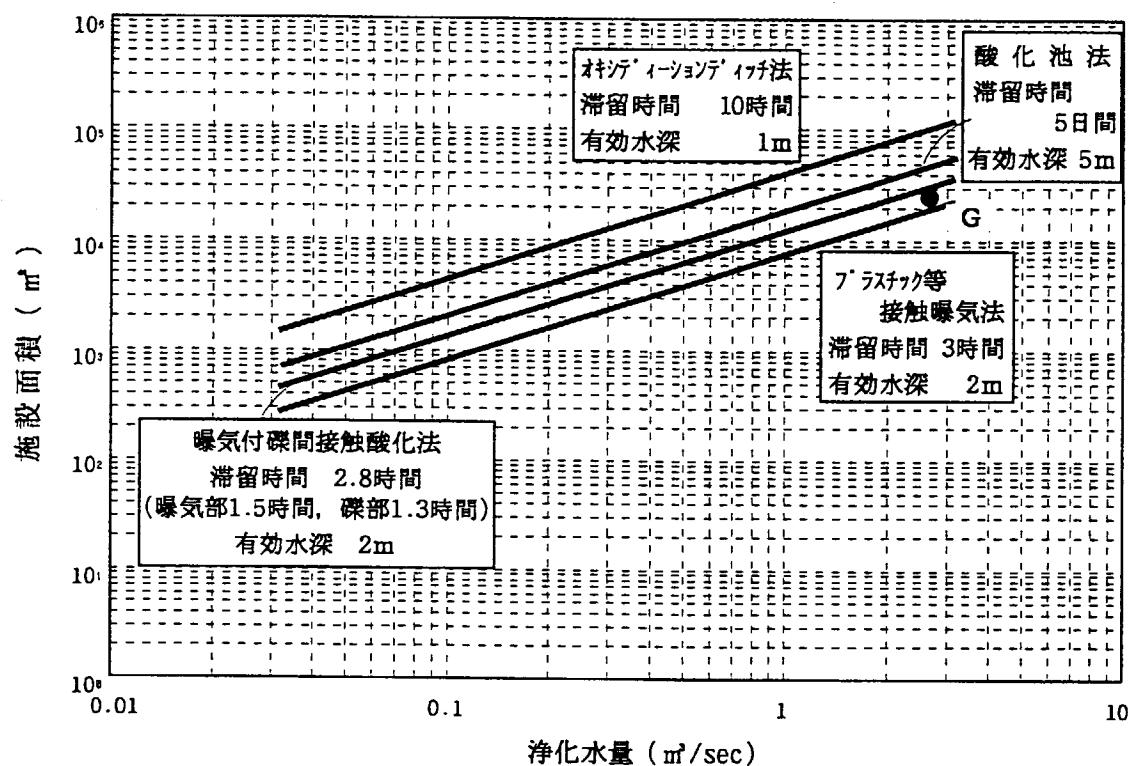
(A ~ F は 碟間接接触酸化施設の実績を示す)

図3.24(1) 净化方式別净化水量と施設規模関係図

付表 碟間接接触酸化施設の設計及び建設費実績

净化施設名		净化水量 (m^3/s)	設計条件		設計実容積 (m^3)	有効水深2m面積 (m^2)	概算建設費 (百万円)	建設年度	水質(実績) (上段BOD 下段SS)	
			滞留時間 (hr)	汚泥処理方法					流入	流出
A	碟 淨化施設	野川 ⁹⁾ 1.0	1.3	5年分貯留	21,600	10,800	640	昭和56年 ～58年	11.9 8.5	4.7 2.8
B	間 淨化施設	平瀬川 ¹²⁾ 1.8	1.3	5年分貯留 (一部曝氣排泥)	45,800	22,900	1,700	昭和63年 ～平成2年	9.0 7.7	3.6 3.1
C	接 触 酸 化 法	高良川 ¹³⁾ 0.35	1.3	曝氣排泥 0.5年分貯留	5,600	2,800	832	昭和63年 ～平成2年	3.4 8.5	1.7 2.8
D		建花寺 ¹⁴⁾ 0.40	1.3	曝氣排泥 0.5年分貯留	6,072	3,036	521	平成2年 ～4年	7.2 7.9	2.5 2.2
E		桑納川 ¹⁵⁾ 0.85	1.3	5年分貯留	23,630	11,815	-	昭和62年 ～平成元年	8.0 8.5	5.5 4.1
F		大堀川 ¹⁷⁾ 0.38	1.3	5年分貯留	8,200	4,100	600	昭和62年 ～平成元年	21.6 23.2	12.1 9.2
G	曝 氣 付 淨化施設	古ヶ崎 ³⁷⁾ 2.5	2.0 曝氣部 1.5 底部 0.5	曝氣排泥 0.5年分貯留	52,500	26,250	(6000)	昭和62年 ～	-	-

- 1) 10m地下に設置。建設費が高い。
- 2) 河道下に設置。建設費には河道改修費を含む。



(G は曝気付碟間接触酸化施設の実績を示す)

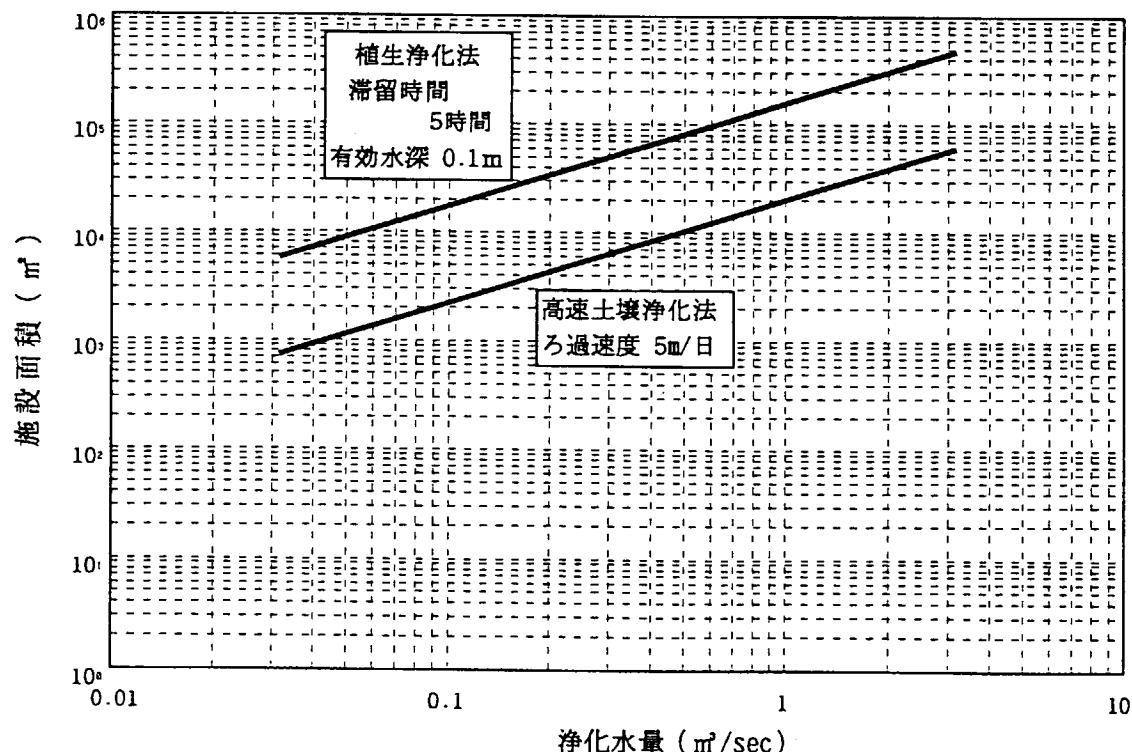


図3.24(2) 処理方式別処理水量と施設規模関係図

3.7.3 設置可能な複数の浄化手法の選定

浄化対象河川周辺の河川敷及び堤内地の利用現況と計画の調査を行い、浄化施設の設置用地を選定し、その概略用地面積及び容積を算定する。河川敷及び堤内地に用地が確保ができない場合は、河道内の設置可能性を検討する。

適用可能な浄化手法の必要面積に対して

- (1) 設置可能用地の有無
- (2) 浄化施設の設置位置の決定
- (3) 浄化施設の配置計画

について検討し、設置可能な複数の浄化手法を選定する。

【解説】

(1) 浄化施設設置可能用地の検討

浄化対象河川周辺の河川敷及び堤内地の利用現況と河川空間利計画等による今後の利用形態の調査を行い、浄化施設の設置用地について検討する。設置用地については

- ① 河川の治水・利水ならびに汚濁状況
- ② 周辺環境条件
- ③ 災害などに対する安全性
- ④ 河川環境に関する各種施策との調査

等について総合的に検討するものとする。

検討にあたっては、まず浄化対象河川周辺の河川敷の利用可能性、可能用地について検討する。利用可能用地がある場合には、1/2500の平面図及び横断図をもとにその用地面積と容積を概略算定する。

河川敷に利用可能用地が無いまたは狭い場合は、堤内地の利用可能性、利用可能用地の有無を検討する。まず、小学校のグラウンド等の公共用地の有無を確認し、次いで田畠等の民地を確認し、利用可能用地の面積、容積を算定する。

河川敷及び堤内地に用地確保ができない場合は、河道内について浄化施設の設置可能性を検討する。

河道内の設置方式は、洪水時の対応が困難であること、汚泥の管理が十分に行えないことから、河川敷、堤内地に設置することを基本とする。河道内に設置する場合、取水施設、放流施設の構造を工夫し洪水時に高濁水、土砂の混入を避けるようにすること、並びに汚泥管理についても簡易的に行えるように施設構造を検討することが必要となる。

3.7.2で算定した適用可能な浄化手法の必要面積と設置可能用地面積を比較する。実際の浄化施設の設置には取水施設や導水管、流入施設、流出施設、放流施設が必要となることから、浄化施設面積の2割増程度を必要面積として、設置可能用地の有無を確認する。

(2) 浄化施設の設置位置の選定

浄化施設の位置の選定に当たっては、以下の事項について総合的に検討して選定する。

1) 河川の治水・利水ならびに汚濁状況

治水・利水は互いに一体不可分の関係にあることから、流域の水文特性や地域社会の土地利用、産業活動などの自然的および社会的条件を踏まえ一元的に管理する必要がある。また、河川の水量および水質は、一体的かつ総合的に管理されなければならない。従って、浄化施設の位置を選定するに当たっては、当該河川に関する水理・水文特性、汚濁・浄化特性などの知見および流域における土地利用、水利用などの見通しに基づく将来の水量、水質の予測などを十分検討することが重要である。

2) 周辺環境条件

河川の自然環境は、周辺の地形、地物が一体となって構成する河川景観を観賞すること、生態系を保持し河川に残されている自然に親しむことによって、豊かな人間生活にさまざまな恩恵をもたらしている。また、河川空間のもつ河川公園や散策、魚釣り水遊びなどの場としての機能などは地域住民の生活空間の形成に重要な役割を果たしている。従って、浄化施設の建設においては、河川が本来もつ治水、利水機能に加え、親水機能を損なうことのないように留意することが必要である。

3) 災害などに対する安全性

流域における都市化の進展に伴って、河川空間の有する防災機能（災害遮断帯、避難空地、緊急輸送路など）が重要性を増している。このため、浄化施設の位置は、防災管理上、支障をきたすような危険地帯を避けるべきであると同時に、地震などに対しても安全でなければならない。

4) 河川環境に関連する各種施策との調整

各河川の水理特性、汚濁・浄化特性などに水環境の保全、改善に関連する各種の施策を反映させるため、積極的にこれらの施策との調整を図ることが必要である。このため「河川環境管理基本計画」、「河川改修計画」や「下水道整備計画」、さらには事業場などの排水規制などを充分検討する必要がある。また、河川の適正な水環境を保全するために各河川の特性を踏まえたうえで関係機関との調整が必要となる。

また、良好な河川景観を確保するため保全すべき空間について、その適正な保全と利用を図るため、必要に応じて都市計画など土地利用に関する各種施策との調整を図って、緑地・自然環境保全地域などを設定し、河川周辺の空間整備に努める必要がある。

(3) 浄化施設の配置計画

浄化施設の基本構成は、(1)取水施設、(2)導水・分水施設、(3)浄化施設本体、(4)放流施設、(5)汚泥処理施設、(6)機械・電気設備である。

浄化施設設置位置の平面図、断面図を入手し、数種の浄化手法について浄化施設本体の平面図、構造図及び取水施設、放流施設の位置等を概略図面に作図する。配置計画に当たっては、周辺地域および土地利用計画との調和を図りながら、施設内の円滑な水の流れを確保することが重要である。流線計画は自然流下を原則とし、できる限り損失水頭が大きくならないよう河川の流下方向に沿った配置とすることが望ましい。また、取水施設（魚道施設）、汚泥処理施設などについては、生態系など河川環境の保全に対する配慮が必要である。

配置計画図に基づき、水質浄化の効率性、治水・利水面の安全性、維持管理の容易性、周辺環境との調和性、経済性等について、各浄化手法の特徴を比較検討する。

以上(1)～(3)の検討結果に基づき、設置可能な複数の浄化手法の選定を行う。

3.7.4 適切な浄化手法の決定

設置可能な複数の浄化手法について河川直接浄化施設の概略設計を行い、

- (1) 浄化施設の建設費
- (2) 浄化施設の維持管理性
- (3) 浄化施設の維持管理費

について比較検討を行い、適切な浄化手法の決定を行う。なお、費用比較においては建設費と維持管理費の合計で評価を行うものとする。

【解説】

設置可能な複数の浄化手法について、河川直接浄化施設の平面図、構造図を作成し、以下の事項について検討する。

(1) 浄化施設の建設費

浄化施設の建設費を以下の要領で算定する。

a. 土木工事

必要と考えられる工種について、概算の数量を積算し、工事費を算出する。

- ①仮設工事……土留土、排水工、止水工等
- ②土工事……掘削、埋戻し、残土処分等
- ③基礎工事……基礎杭、地盤改良等
- ④躯体工事……鉄筋コンクリート、無筋コンクリート、鉄筋、型枠、足場、支保、接触材等

b. 建築工事

機械室、電気室スペースを含む建築構造物が必要な場合は、機械室、電気室スペースを算出する。

c. 機械工事

必要となる機器費、据付費、配管工事について積算する。

d. 電気工事

受変電設備、動力制御盤等、必要となる機器費について算出する。また、最低限必要となる監視制御設備は見込むものとする。

e. 諸経費

上記工種別に、表3.10に示す内訳書を作成するものとする。

表3.10 概算工事費内訳書

工種	細目	数量	単価	金額	摘要
土木工事	仮設工事	1	式		第号内訳書
	土工事	1	"		"
	躯体工事	1	"		"
建築工事		1	"		"
機械工事		1	"		"
電気工事		1	"		"
直接工事費					
諸経費					
本工事費 計					

既存の河川直接浄化手法について、浄化水量1 m³/secの建設費をまとめたものを表3.11に、各浄化手法の浄化水量と建設費の関係を図3.25に示した。これらは既往の実験調査データ、実施設の事例から推定したものであり、流入水質の性状、成分等の特性や汚泥発生量の大小によって左右されるので参考値（目安）として使用していただきたい。

(2) 浄化施設の維持管理性

浄化施設計画の策定に当たっては、施設の維持管理が容易、かつ、簡便に行えるよう配慮しなければならない。このため数浄化手法について、必要となる維持管理内容と頻度をまとめ、比較検討するものとする。

①水質管理の容易性

浄化施設の正常な浄化機能を維持していくための水質管理の管理内容と頻度を検討する。

②汚泥処理の容易性、簡便性

汚泥管理を十分に行わないと浄化効率が低下するので、汚泥処理、処分方法については十分検討することが必要である。汚泥処理方法とその頻度、汚泥処分方法を検討する。

③機械設備の耐久性、補修性

使用する機械設備の耐久性、補修性についても確認しておくことが必要となる。

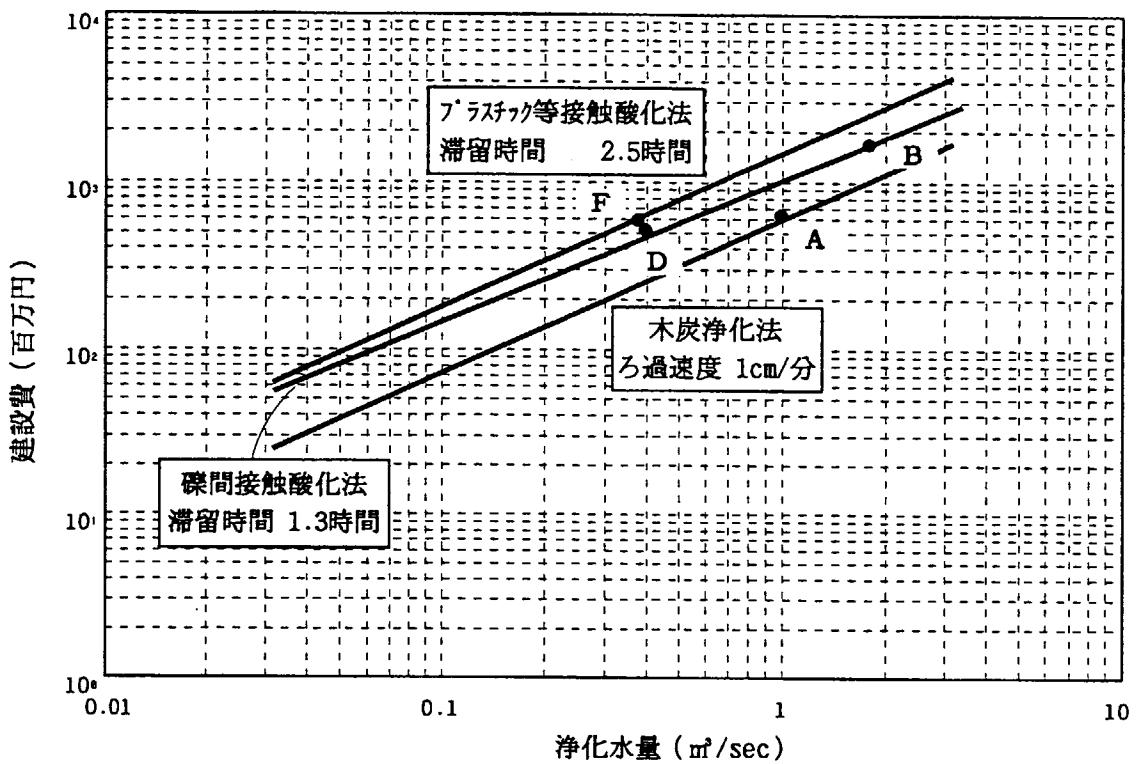
④施設の改築、部材等の交換

浄化施設は長期間にわたって稼働することが前提であるため、施設の改築や接触材等の交換の回数、頻度についても確認する。

表3.11 河川直接浄化手法の概算建設費、維持管理費

净化原理	浄化手法	標準的設計諸元	浄化水量 1m³/sの必要施設面積 (m²)	浄化水量1m³/sの費用		汚泥処理方法と頻度		事例
				建設費 (百万円)	維持管理費 (円/m³)	汚泥処理方法	汚泥処理頻度	
物理的浄化	沈殿	堰浄化	滞留時間 2時間以上	3,600m²	60 (幅30m)	—	出水時に起伏堰が転倒し、堆積泥を排出	出水毎 河川浄化施設の取水施設、農水取水堰として多数
	ろ過	溝州井戸 (立型集水井)	通水速度 0.5m³/m²・日	18,600m² (集水面積)	—	—	土壤表面の耕起かきとり	多摩川浄化事業で検討された
		長毛ろ過	ろ過速度 800m³/m²・日	120	—	—	逆洗処理水をバキューム排出	河川浄化で実験例あり(池の浄化では実施例あり)
		砂ろ過	ろ過速度 120m³/m²・日	1,000	1,800	—	逆洗処理水をバキューム排出	河川浄化で実験例あり
	マイクロストレーナー	ろ過速度 1000m³/m²・日	120	—	—	逆洗処理水をバキューム排出	逆洗 3~12回/日 汚泥処分 2~4回/月 道頓堀川	
物理+生物的浄化	曝気	エアレーション	対象河川水のDO濃度による	—	—	—	必要なし	必要なし 道頓堀川
	(接触)沈殿+微生物	碟面接触酸化法	滞留時間 1.3時間	6,000~12,000 (水深 2~4m)	1,000	0.1~0.2	曝気排泥方式 堀出し方式	2回/年 野川、平瀬川、桑納川浄化施設等
		プラスチック等接触酸化法	滞留時間 2~3時間	4,000~8,000 (水深 2~4m)	1,500	0.3~1.2	水中ポンプにより汚泥の引抜	1~4回/月 神道寺川排水路、元吉原排水路浄化施設等
		球状碎石集合体浄化法	滞留時間 0.5時間	2,500~5,000 (水深 2~4m)	900	0.1~0.2	曝気排泥方式	2回/年 越谷浄化施設(池の浄化でも実施例あり)
	ろ過+微生物	木炭浄化法	通過速度 1cm/分	3,000	600	0.6	曝気排泥方式	2回/年以上 都市排水路浄化で数例あり(河川での本格的な施設はない)
生物的浄化	微生物	曝気付碟面接触酸化法	滞留時間 2~4時間	9,000~18,000 (水深 2~4m)	2,000	1.3	曝気排泥方式 碟更新方式	2回/年 古ヶ崎浄化施設 不老川浄化施設
		プラスチック等接触曝気法	滞留時間 2~4時間	5,000~10,000 (水深 2~4m)	2,400	1.8	水中ポンプにより汚泥の引抜	1~4回/月 都市排水路の浄化で多数あり
		曝気付球状碎石集合体浄化法	滞留時間 2~4時間	9,000~18,000 (水深 2~4m)	1,800	1.3	曝気排泥方式	2回/年 I市都市排水路浄化施設
		ディープシャフト法	滞留時間 5~10時間	—	—	—	沈殿槽からの汚泥引抜	4~30回/月 高城都市下水道浄化施設
	生物	オキシディーションディッチ法	滞留時間 16時間	40,000 (水深 1m)	—	—	水中ポンプによる汚泥引抜と処分	2~6回/月 石川川浄化施設
		酸化池法	滞留時間 5日	15,000 (水深 5m)	2,500	—	植物プランクトンの除去	1回/月 河川で実験例あり
		薄層流浄化法	流下接触時間 2時間	幅 50m 長さ 1km 水深 0.1m	—	—	出水時の土砂の除去	大出水後毎 西除川、佐保川等で実施
	植物体利用	ヨシ原浄化法	滞留時間 5時間	150,000 (水深 0.1m)	900	5.8	植物体の刈り取り清掃	1回/年 山王川、清明川浄化施設
		ホテイアオイ等浄化法	滞留時間 20日	1,700,000 (水深 1m)	—	—	植物体の回収と処分	1回/年 児島湖流入支川等
物理+化学+生物	ろ過吸着微生物	高速土壤浄化法	通水速度 0.5m³/m²・日 (5m/日)	20,000m²	2,600	1.6	土壤の表面耕起 土壤の交換・再生	3~4回/年 1回/5年 袋川浄化施設

*本表は、実施設、実験例並びに既往資料に基づきまとめたものであるが、流入水質の性状、成分等の特性や汚泥発生量の大小によって上記の値は左右されるので参考値(目安)として見ていただきたい。



(A, B, D, Fは碟間接触酸化施設の実績値を示す)

図3.25(1) 净化方式別浄化水量と概算建設費関係図

付表 碟間接触酸化施設の設計及び建設費実績

净化施設名		净化水量 (m³/s)	設計条件		設計 容積 (m³)	有効 水深2m 面積 (m²)	概算 建設費 (百万円)	建設年度	水質(実績) (上段BOD 下段SS)	
			滞留 時間 (hr)	汚泥処理方法					流入	流出
A	碟 淨化施設	野川 ⁹⁾ 1.0	1.3	5年分貯留	21,600	10,800	640	昭和56年 ～58年	11.9 8.5	4.7 2.8
B	間 接 触 酸 化 法	平瀬川 ¹²⁾ 1.8	1.3	5年分貯留 (一部曝氣排泥)	45,800	22,900	1,700	昭和63年 ～平成2年	9.0 7.7	3.6 3.1
C	接 触 酸 化 法	高良川 ¹³⁾ 0.35	1.3	曝氣排泥 0.5年分貯留	5,600	2,800	832	昭和63年 ～平成2年	3.4 8.5	1.7 2.8
D	接 触 酸 化 法	建花寺 ¹⁴⁾ 0.40	1.3	曝氣排泥 0.5年分貯留	6,072	3,036	521	平成2年 ～4年	7.2 7.9	2.5 2.2
E	接 触 酸 化 法	桑納川 ¹⁵⁾ 0.85	1.3	5年分貯留	23,630	11,815	—	昭和62年 ～平成元年	8.0 8.5	5.5 4.1
F	接 触 酸 化 法	大堀川 ¹⁷⁾ 0.38	1.3	5年分貯留	8,200	4,100	600	昭和62年 ～平成元年	21.6 23.2	12.1 9.2
G	曝 氣 付 淨化施設	古ヶ崎 ³⁷⁾ 2.5	2.0 曝氣部 1.5 曝氣部 0.5	曝氣排泥 0.5年分貯留	52,500	26,250	(6000)	昭和62年 ～	—	—

1) 10m地下に設置。建設費が高い。

2) 河道下に設置。建設費には河道改修費を含む。

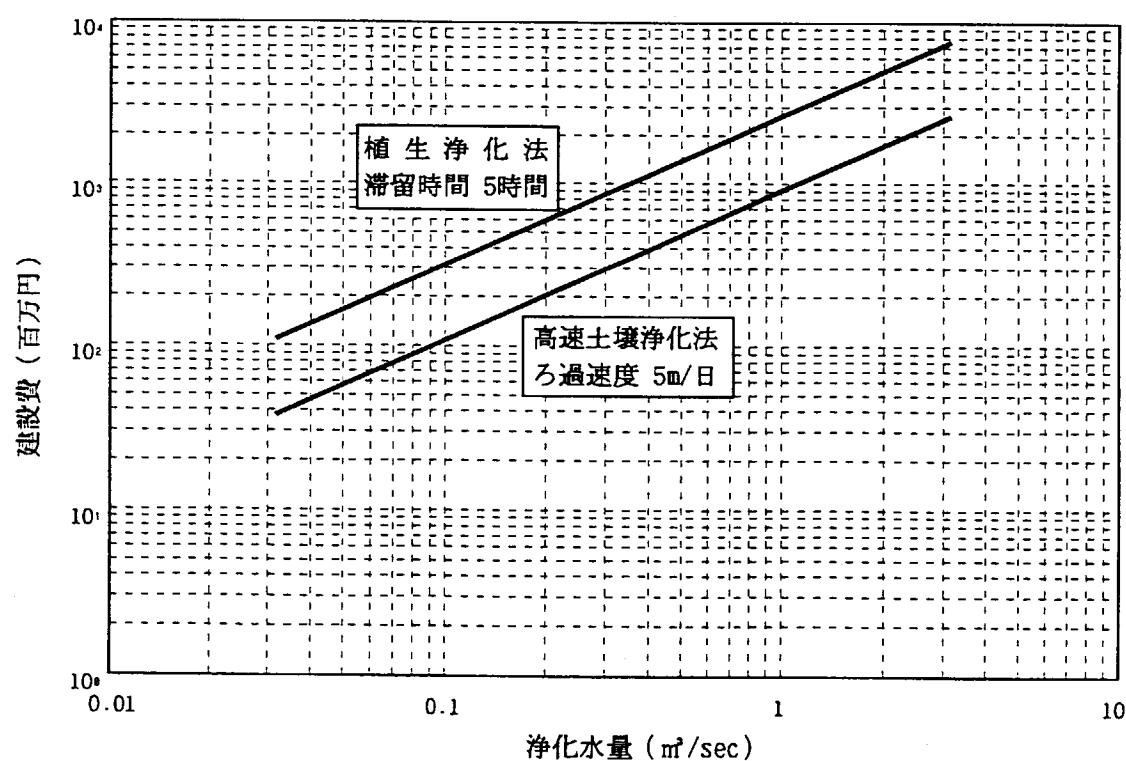
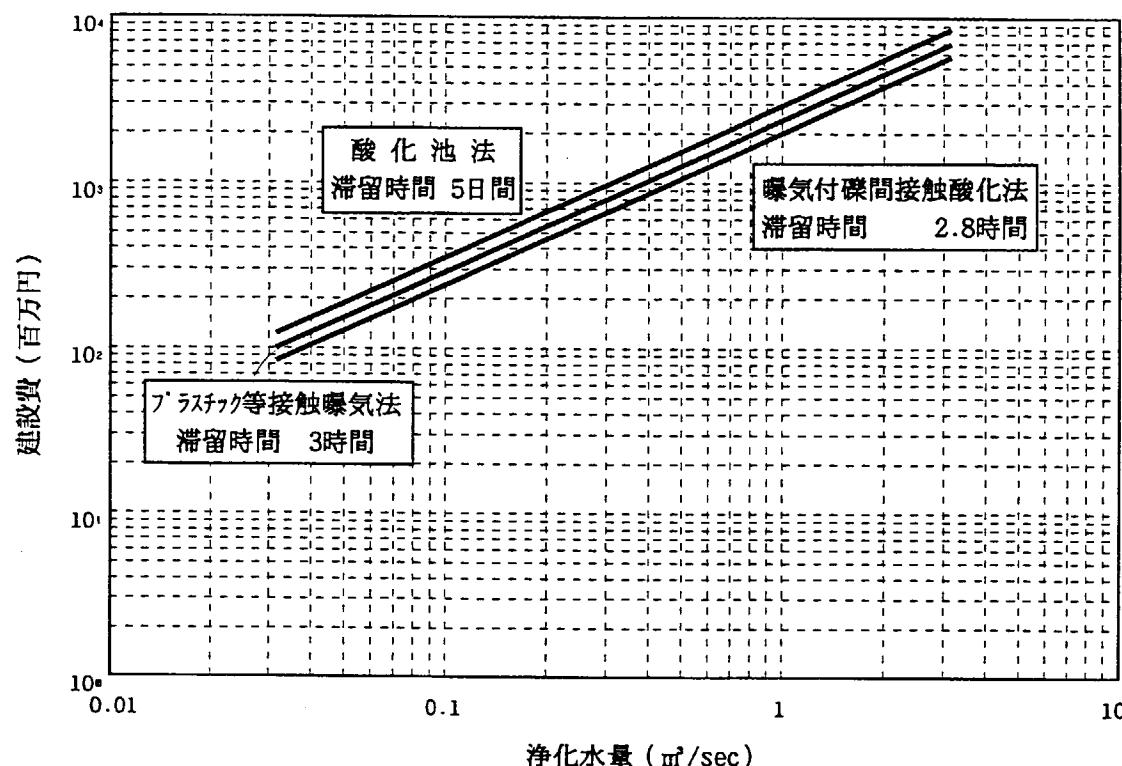


図3.25(2) 処理方式別処理水量と概算建設費関係図

(3) 净化施設の維持管理費

以下の項目について净化施設の1年間の維持管理費を算出する。

a. 施設管理人件費（定期的な点検・管理）

净化施設を正常に稼働するために必要となる管理人工を算定する。

$$\begin{aligned} \text{施設管理人件費 (円/年)} &= \text{必要人工 (人/回)} \times \text{必要時間}^1 (\text{hr}) \div 7 \text{ hr} \\ &\quad \times \text{管理回数 (回/年)} \times \text{人工単価 (円/人・日)}^2 \end{aligned}$$

1) 必要時間：管理のための準備から、管理終了までの時間

2) 人工単価：測試人件費単価を用いる

b. 機器補修費

净化施設を正常に稼働するために必要となる機器補修費を算出する。

- ポンプ、ブロワー等、必要な機器の補修費

c. 電力費

水中ポンプ、エアレーション、その他净化施設稼働に必要となる電気代を算定する。

(ただし、汚泥処理、処分に係る電力費は除く)

- 基本電力費

- 使用量

d. 汚泥処理処分

○汚泥処理

(基本事項)

- 汚泥処理方法

- 汚泥処理回数 (回/年) と必要人工

- 1回の処理汚泥量 ($\text{m}^3/\text{回}$) と汚泥濃度 (%)

(費用)

$$\begin{aligned} \cdot \text{処理人件費 (円/年)} &= \text{必要人工 (人/回)} \times \text{必要時間 (hr)} \div 7 \text{ hr} \\ &\quad \times \text{処理回数 (回/年)} \times \text{人工単価 (円/人日)} \end{aligned}$$

- 電気代 (基本電力量、使用量)

- 使用機器費用

(機器レンタル料、機器損料等(機器設置の場合は建設費に見込む))

○汚泥処分

(基本事項)

- ・汚泥処分方法
- ・処分回数(回/年)
- ・1回の処分量(m^3 /日)と汚泥濃度(%)

(費用)

(1) 汚泥を廃棄処分する場合

- ・1回当たり処分量(m^3 /回) × 処分費(円/ m^3) × 処分回数(回/年)

(2) 自社処分の場合

- ・処分人件費(円/年) = 必要人工(人/回) × 必要時間(hr) ÷ 7 hr
× 処分回数(回/年) × 人工単価(円/人日)
- ・電気代(基本電力量、使用量)
- ・使用機器費用

(機器レンタル料、機器損料等(機器設置の場合は建設費に見込む))

上記(1)～(3)の検討結果に基づき、設置可能な数浄化手法について以下の事項を比較し、適切な浄化手法を選定する。

- (1) 建設費が安価であること
- (2) 維持管理が容易かつ簡便であること
- (3) 維持管理費が安価であること

なお、建設費並びに維持管理費の総合的な安価性を評価するために、耐用年数を含めた次式があげられるので比較評価の際に使用することが必要である。

$$[\text{浄化施設建設費}] + [\text{用地取得費}] + [\text{耐用年数}] \times [\text{維持管理費}]$$

第4章 河川直接浄化施設設計

4.1 河川直接浄化施設の施設構成

河川直接浄化施設は以下に示す各施設から構成される。

- (1) 取水施設（除塵施設、沈砂施設を含む）
- (2) 導水・分水施設
- (3) 浄化施設本体
- (4) 汚泥処理施設
- (5) 放流施設
- (6) 管理施設

【解説】

河川の直接浄化方法は、河川水の浄化施設への取水方式と浄化施設の設置場所の違いにより以下のタイプに分類される。

① 分離バイパス方式（河川敷、堤内地設置方式）

ラバー堰等による自然流下、またはポンプにより取水し河川敷、堤内地に設置した浄化施設で浄化を行った後、河川に放流するもの。

② 河道利用方式（河道地下設置方式、河床設置方式）

河道そのものまたは河道の下部に浄化施設を設置し、河川の流れにそって浄化を行う方式。

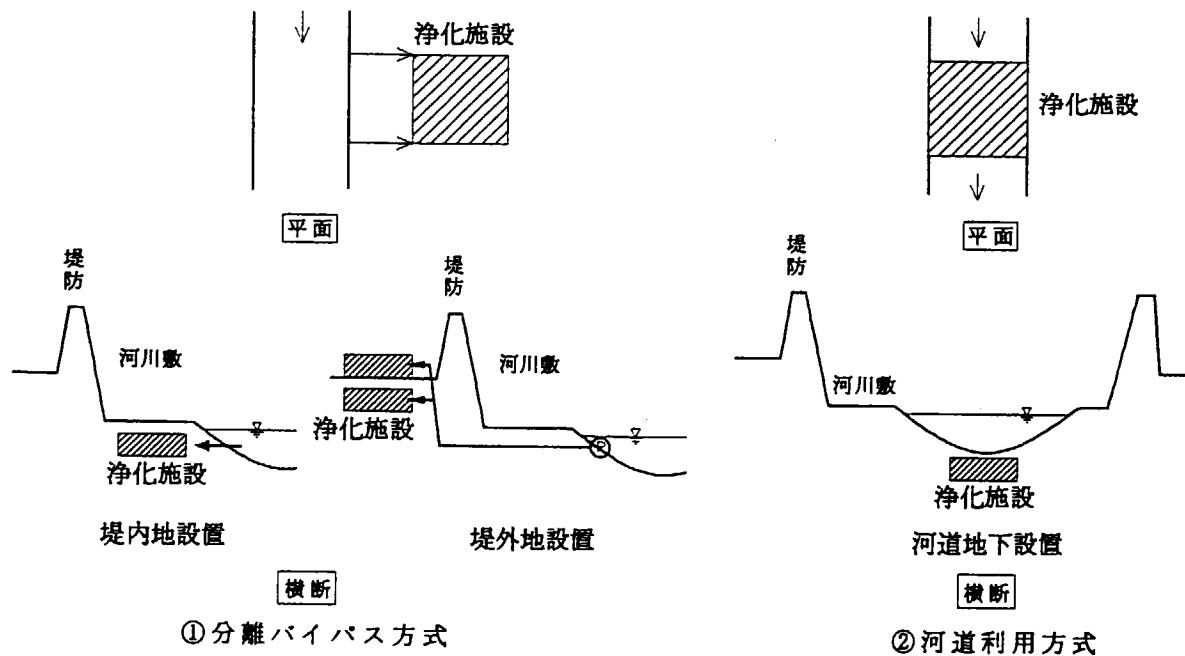


図4.1 浄化施設設置のタイプ

これらは浄化用地の有無、浄化方式等によって決定されるが、両方式とも河川直接浄化施設の施設構成を汚濁水浄化フローに従って示すと、図4.2になる。

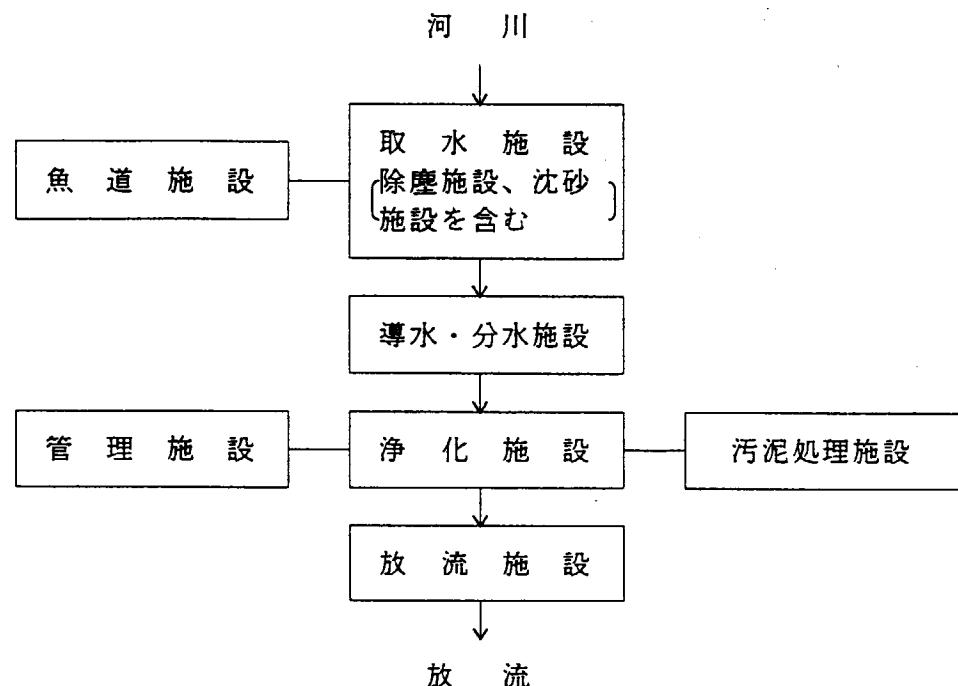


図4.2 河川直接浄化施設の浄化フローと施設構成

各施設の機能の概要を以下にまとめると。

(1) 取水施設

河川水を取水する施設で自然流下方式とポンプ揚水方式がある。また付帯する除塵施設、沈砂施設も取水施設に含めている。

(2) 導水・分水施設

取水した河川水を浄化施設まで導水し、各系列に分水する施設である。

(3) 浄化施設本体

浄化を行う施設であり、本手引き書では実績の多い「礫間接触酸化法」を中心によりまとめた。

(4) 汚泥処理施設

浄化施設内に堆積した汚泥の処理施設である。処理方法には、数種類の方法がある。

(5) 放流施設

浄化後水を河川へ放流する施設であり、浄化後水にDOがなければ落差工やエアレーションによるDO回復施設を設ける必要がある。

(6) 管理施設

電気設備、機械設備を収容した施設であり浄化施設の機能維持に必要となる設備である。

4.2 取水施設

浄化施設をより有効に稼働させるためには、河川水を効率的に取水し、施設に流入させなければならない。また、取水地点における河川水の質的量的な変化は、浄化施設全般に大きな影響を及ぼすことがあるため、取水施設の適切な維持管理が重要である。

【解説】

浄化施設の設計に際しては、施設の維持管理および洪水に対する施設の保護などの観点から取水方法の選定は重要な条件となる。このため、取水施設には洪水時などの悪条件下においても、浄化施設を防護し、維持管理が安全かつ容易に行える機能を有する方法を採用しなければならない。また、将来の河川改修によって大規模な工事が必要とならないよう、工事実施基本計画などによる河川改修計画を事前に調査し、当初から河川改修計画を見込んだ構造としておくなどの配慮も必要である。

4.2.1 取水方式の検討

取水方式の選定においては、取水地点の状況、取水量などの条件を考慮して適切な方式を採用することが必要である。主要な取水方式としては、以下のものがあげられる。

① 自然流下方式

河道内に堰を設けたり、落差工を利用するなどして浄化施設内に必要な損失水頭に相当する水位差を確保する方法である。

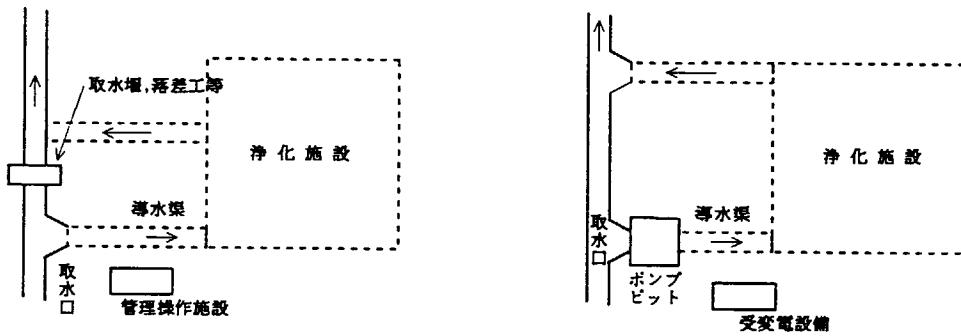
② ポンプ取水方式

浄化施設間における損失水頭に相当する水位差をポンプの揚水により確保する方法である。

【解説】

河川水の取水方式には、図4.3に示すように自然流下方式とポンプ取水方式とがある。

落差工を用いる場合は、河川改修計画上、落差工が存在する場合に限られることから本書では取水堰方式について示す。



① 自然流下方式

② ポンプ取水方式

図4.3 取水方式の概要

(1) 取水堰方式

堰は構造上、固定堰と可動堰（起伏式、引き上げ式）に分類される。河道堰については、重要な河川などの場合は原則として引上げ式が用いられるが、中小河川や季節的な水利用に対しては堰全体が起伏可能な起伏堰を用いる場合もある。

取水堰方式の特性をまとめると次に示すとおりである。

(a) 長所

一旦建設すれば、堰の起伏エネルギーを要するだけで、自然流下方式であるので維持管理が容易で、管理費も経済的である。

(b) 短所

堰を設置した後は、施設における損失水頭分だけ上流側水位が下流水位よりも高くなるので、この背水により上流側で浸水などの悪影響が発生するおそれがある。

起伏堰には通常良く使用されるものとしては、ラバーダム（ゴム起伏堰）と軸油圧型自動ゲートがある（図4.4参照）。ラバーダムは軸油圧型自動ゲートに比べ耐用年数は若干劣るが、維持管理が容易である。また、ラバーダムを使用する場合、ダム本体を維持する方式として空気を使用する形式（空気型）と、水を利用する形式（水式）とがある。

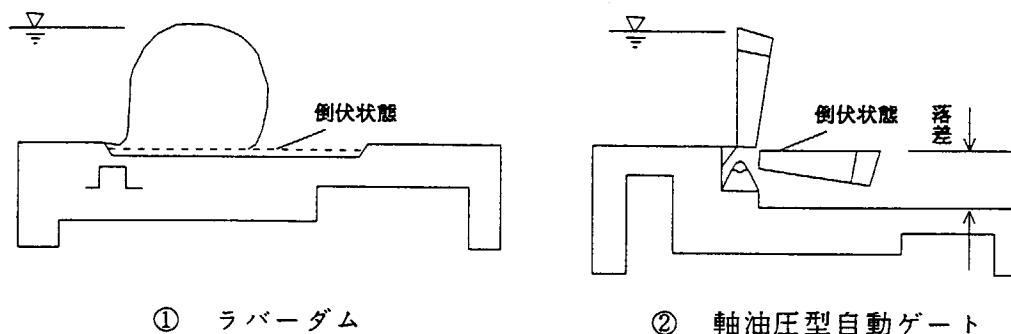


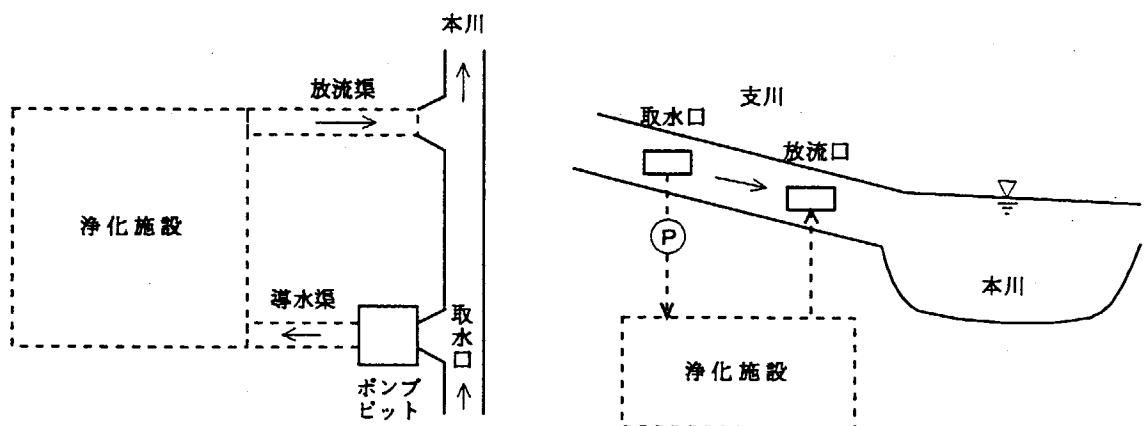
図4.4 起伏堰方式

(2) ポンプ取水方式

設置するポンプの容量により広い範囲で水量を調整することができるとともに、浄化施設設置レベルの自由度が高い。さらに、揚水量が一定であるため河川の流況変化にも左右されないが、揚水中は常時電力を消費するので電気代など維持管理費用が大きくなる。また、流水阻害の面から高水敷に機械設備を設置することが望ましくない場合は水中ポンプ型式にすることも必要である。

なお、ポンプ取水方式を採用した際にも堰を設置することが必要な場合がある。すなわち、支川に河川勾配があって、支川水位が本川水位により影響を受けないような場合には堰を設ける必要がないが、本川水位の影響を大きく受け、流速が遅い場合には、取水する際に本川の水や処理後の水を処理施設に取り込むことになる（図4.5参照）。

① ポンプ取水方式に取水堰がない場合



② ポンプ取水方式に取水堰が必要な場合

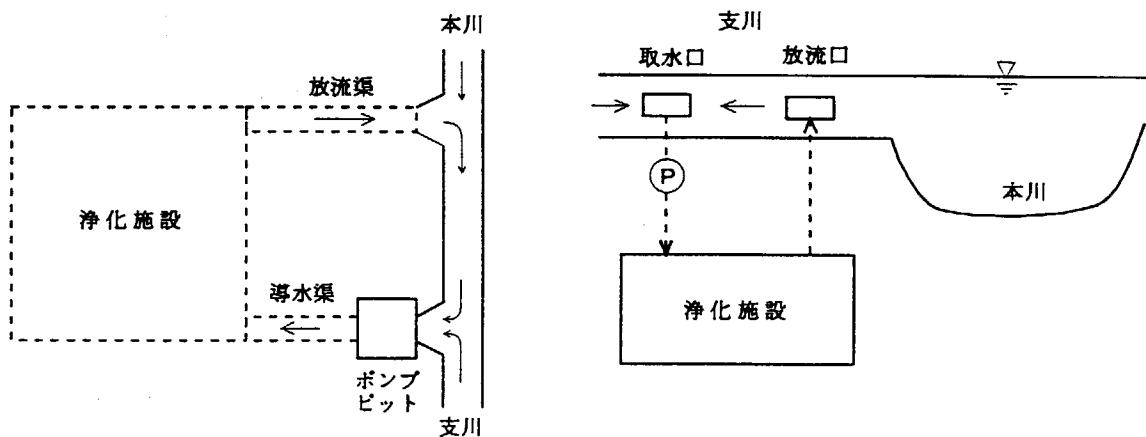


図4.5 ポンプ取水においての取水堰

4.2.2 取水堰

堰取水の場合の堰は、治水の障害にならないこと、及び出水時に沈殿物をフラッシュすることが出来るよう可動堰を用いる。

【解説】

次の理由により、取水堰は基本的に可動堰を用いる。

- ① 净化施設への取水施設のために、河川計画にダムの設置が考慮されている場合を除いて、固定堰を設置することは流水阻害を起こし、洪水時には上流側で浸水の恐れがある。
- ② 河川直接浄化施設は、晴天時流量の浄化を基本とし、降雨時等の濁質が多い場合には、取水をしない。従って、降雨により河川流量が増加した場合には、取水できないように堰を転倒させる必要がある。また、堰を転倒させることにより、堰上流部の沈殿物をフラッシュさせることができる。

可動堰設置にあたっては、河川管理施設等構造令に準拠する他、留意点としては以下の通りである。

- ① 堤の高さ………浄化施設本体へ自然流下できる高さ。
 - ・湛水部へ流入する排水口を浸水させない高さ。
 - ・地形上確保し得る高さ。より決めることとなる。
- ② 堤の幅………河川の改修計画を考慮して設ける。
- ③ 堤の容量………沈殿効果は容量が大きいほど、すなわち滞留時間の長いほどよい
- ④ 堤上部の河床……可動堰転倒時に沈殿物の流出しやすい形状とする。
- ⑤ 堤上部の護岸……堤の上部に水位変化が1~3mあり年間50~80回位転倒するため両岸の浸食が起こりやすい。
- ⑥ 堤下流………出水時に流水する沈殿物が下流に堆積しないようにする。
例えば川幅を広げないこと。

これら可動堰の種類と形状を示すと以下の2つになる。

① ラバー堰（ゴム引布製起伏転倒堰）

堰を膨らませるのに空気式と水式があり、その形状を図4.6に示す。

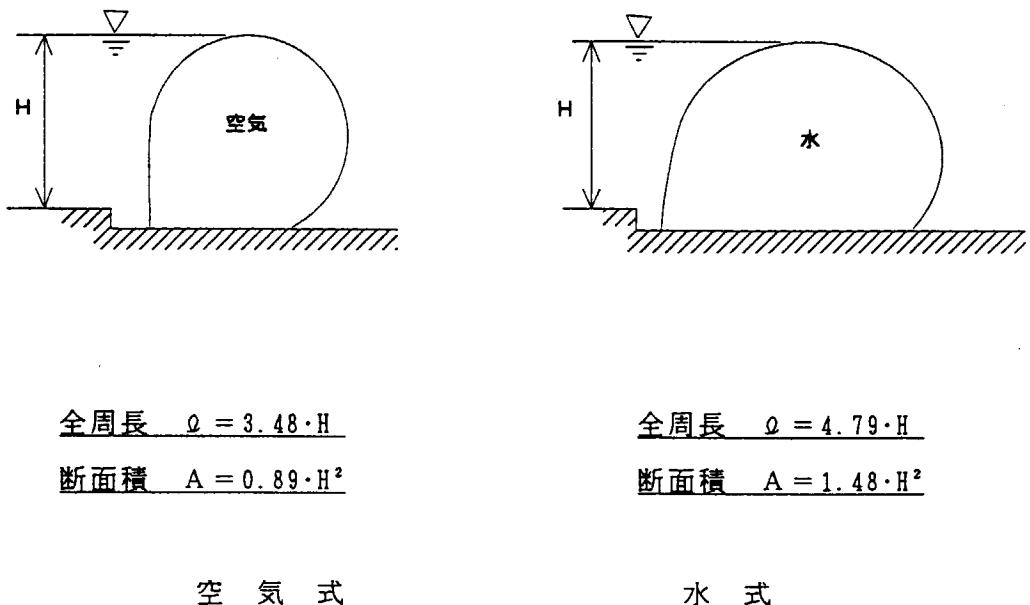


図4.6 ラバー堰の形状

② 油圧式

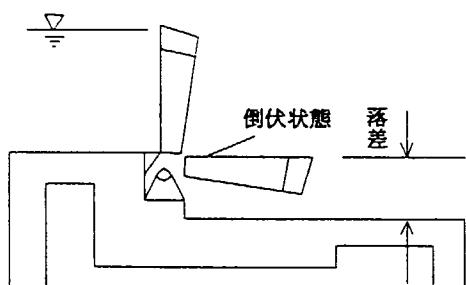


図4.7 油圧式自動ゲートの形状

4.2.3 取水ポンプ

取水ポンプの計画にあたっては、建設費、維持管理性等を考慮し、以下の事項について設定する。

- (1) ポンプ機種
- (2) 設置台数

【解説】

(1) ポンプ機種

ポンプ機種には軸流ポンプ、斜流ポンプ、渦巻斜流ポンプ、渦巻きポンプ、水中ポンプ、スクリューポンプ等があるが、

- ・吸込み揚程
- ・吐出量
- ・設置スペース
- ・建設費
- ・維持管理性

を考慮し、総合的に判断して決定する。また、ポンプの設計にあたっては「揚排水ポンプ設備技術基準（案）解説」（河川ポンプ施設技術協会）、「下水道施設計画・設計指針と解説」（日本下水道協会）等を参考とするとい。

(2) 設置台数

河川直接浄化施設は下水処理場のように、故障時の緊急的対応能力が求められる場合を除き、基本的に予備機は必要としないが、実績では危険分散を考慮し計画水量に対して複数台（予備機なし）設置するケースが多い。

4.2.4 取水口の設計

取水口は、浄化対象期間に計画水量を常に取水でき、取水口に土砂などが流入したり堆積したりせず、かつ、維持管理が容易な構造とするため、以下の事項に留意して設計する必要がある。

- ① 取水位置
- ② 敷高
- ③ 幅員

【解説】

取水口は、年間を通じて水位が安定していると同時に、将来においても河床の上昇低下などの恐れが少なく、流速が小さい地点に設置することが望ましい。また、取水口に土砂が流入したり堆積したりせず、かつ、維持管理の容易な構造とする必要がある。そのため、十分な水深が維持できる場所を選び、堤防法線に直角に設けなければならない。なお、取水口前面に生じる渦流によって浮上する土砂の流入防止にも十分配慮する必要がある。

4.2.5 取水制御方式

増水時や流入河川水の異常汚濁時には、浄化施設保護のため、以下の計装機器を使用した取水停止などの安全装置が必要となる。

- ① 水位計
- ② 濁度計

【解説】

浄化施設の計画対象水量を大きく上回る増水時や異常汚濁水が流入する場合には、施設から水が溢れたり、浄化能力が著しく低下する恐れがあるため、施設への取水を停止しなければならない。この取水管理は24時間行わなければならぬため、水位計や濁度計を設置することにより、ゲートの閉鎖を含む施設の機能保護（揚水ポンプ、曝気装置の停止など）を制御できるようにすることが必要である。

水位計の種類には、フロート式、巻取り式、超音波式、電磁式などがあり、対象河川に適した方式を選定することが必要である。

4.2.6 魚道など付帯設備

河川の生態系を保全するため、取水堰方式を適用する場合には、魚類が遡上・降下できるように魚道施設や取水口への魚類迷入防止装置などの付帯設備を設ける。

【解説】

河川直接浄化施設の取水方式を取水堰方式とした場合には、特別に漁業権（「漁業法」第23条）が設定されていなくても、河川生態系の保護の立場から魚類の遡上・降下に支障をきたさないよう配慮する必要がある。河川直接浄化施設において、付帯設備として魚道を設置する場合の留意点は以下の通りである。

- ① 対象魚種によって水理的・構造的な条件が異なるため、施設設計に当たってはこの点を十分考慮する必要がある。
- ② 河川直接浄化の目的から、渇水時においても浄化水量と魚道流量ともある程度確保する必要がある。

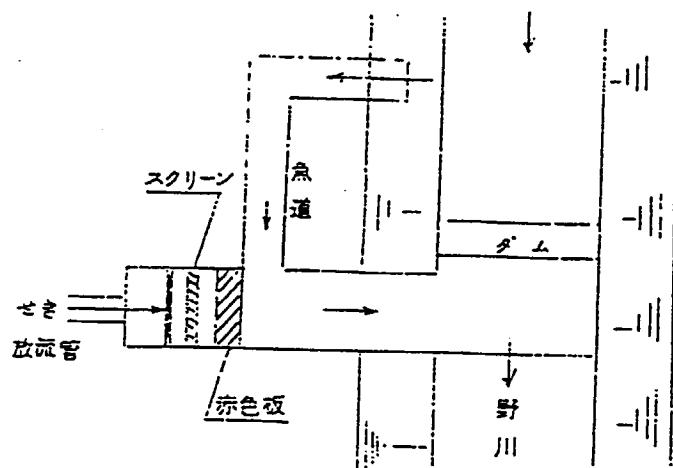
魚道の設計にあたっては、「魚道の設計」（廣瀬利雄、中村中六編、山海堂）、「砂防流路工の計画と実際」（全日本建設技術協会）を参考とすると良い。

主な魚道の種類としては以下のものがあげられており、河川の特徴に応じて適切な魚道を計画する。

- ① プールタイプ
階段式、潜孔式、バーチカルスロット式、など
- ② 水路タイプ
緩勾配バイパス水路、粗石付き斜路、導流壁式、デニール式、カルバート式 など
- ③ 閘門式タイプ
閘門式、エレベーター／リフト式 など

尚、野川、平瀬川浄化施設（建設省 京浜工事事務所）では、浄化対象水量の15%程度を魚道流量として確保している。

野川浄化施設での魚道の構造を図4.8に示した。



<魚道の登り口の構造>

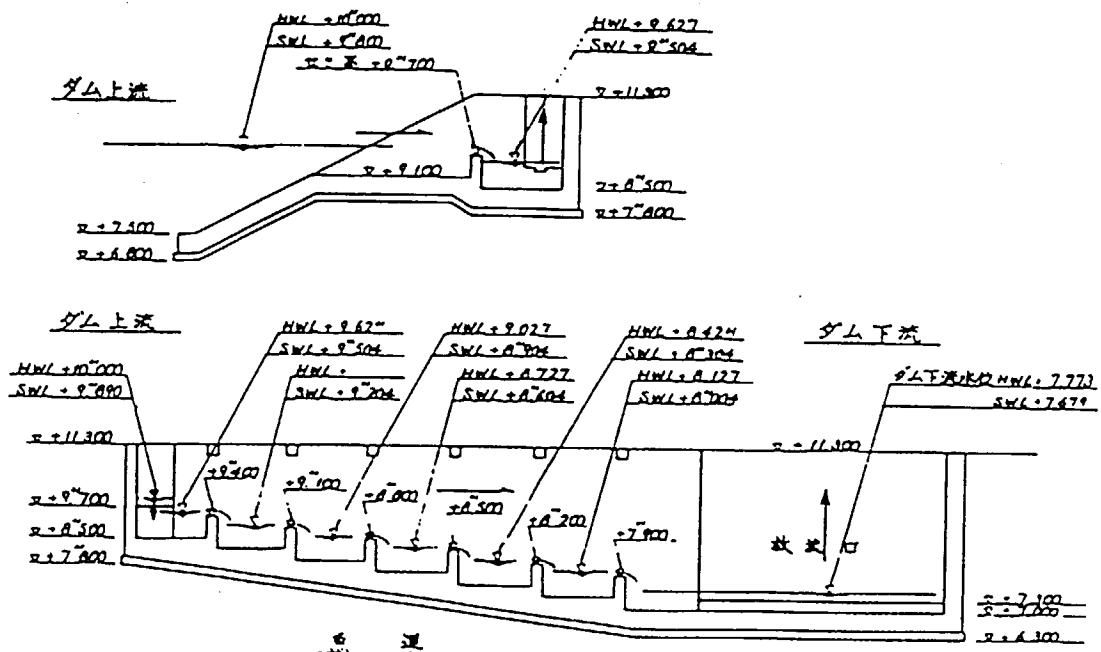


図4.8 野川浄化施設の魚道の概要⁹⁾

4.3 除塵施設

浄化施設本体の目詰まり防止と、ポンプの保護（ポンプ取水の場合）のために、取水施設には除塵施設を設ける。

除塵施設としては、

- (1) 浮遊物流入防止板
- (2) スクリーン施設

等を用いる。尚、土砂の多い河川においては、沈砂施設を設置することも考慮する。

【解説】

河川の表流水には、木片、プラスチック製品などのごみ類が浮遊しているほか、魚類も含まれている。これらのものが浄化施設内に流入すると各施設に損害を与えるだけでなく、衛生面においても問題となるため、取水口から沈砂池までの間に除塵施設を設けて捕捉、除去しなければならない。

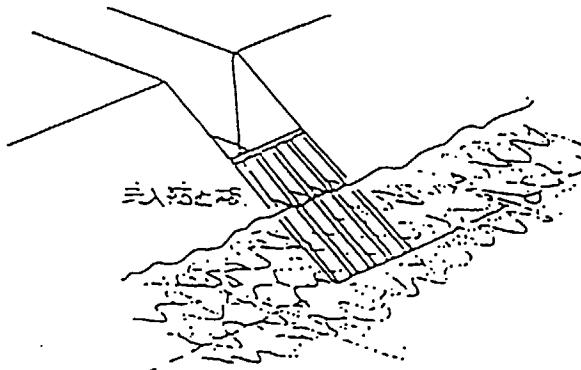
4.3.1 浮遊物流入防止板

河川水の流入を阻害したり浄化施設を破損するような粗大浮遊物の流入防止のための施設であり、材質は比較的軽く、かつ、十分な強度を有するもの（F R Pなど）とする。

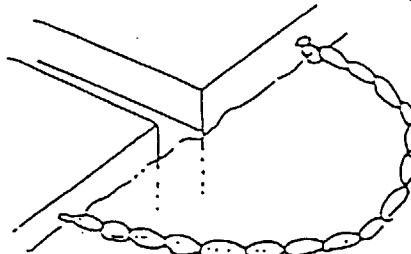
【解説】

河川の流れを阻害したり、浄化施設を破壊するような粗大浮遊物の流入を防止するために設けるもので、流入防止板とオイルフェンス方式とがある。

材質としては、比較的軽く、かつ強度があり、光による劣化のほとんどないものがよい。
(例えば F R P)



流入防止板



オイルフェンス方式
湛水部でのゴミ流入防止

4.3.2 スクリーン施設

スクリーン施設は、浮遊性の夾雑物から浄化施設を保護し、ポンプの閉塞などを防止するために設置するものである。

スクリーンは、次の各項を考慮して定める。

(1) スクリーンは浄化施設の前に設置する。し渣の多い場合は2段階とし、粗めスクリーン、細目スクリーンの順で設ける。

また、沈砂池のある場合は、これの前後に、粗目、細目の順で設ける。

(2) 前後の水位差に対して、十分な強度を有するものを使用する。

(3) スクリーンからのかき揚げは、ゴミの量及び性状などによって、機械もしくは手動式とする。

【解説】

(1) スクリーンの目幅と設置方法

夾雑物には、ゴミ、繊維、棒切れなど大小様々なものがある。これらの除去を確実にするために、前部スクリーンと後部スクリーンとの2段階に分けて設けるのが一般的である。この場合、前部を粗目に、後部を細目にする。

スクリーン施設は目幅により以下のように分類される。

- ① 粗目スクリーン（目幅 50～150mm）
- ② 細目スクリーン（目幅 25～50mm）
- ③ 5mmスクリーン
- ④ 微細目スクリーン（目幅 1.0～2.0mm）

スクリーンの水平に対する傾斜角は、かき揚げ装置を有するときは、その効率の点から70度前後にするが、手かきによるものは作業が容易でないので、できるだけ緩くするのが良く、予想される作業の難易に応じて40～50度にする。

スクリーン部分を通過する流速を大きくすると、沈砂池の効率を妨げ、スクリーンによる損失水頭も大きくなり、また、手かきの場合は流勢によって作業が困難になる場合があるので、通過流速は計画流量に対して0.45m／秒程度とするのがよい。

なお、ポンプ口径400mmから2,000mmまでを対象とした「揚排水ポンプ設備技術基準(案)解説」(河川ポンプ施設技術協会)では

有効目幅：ポンプ口径の1/15～1/20程度（一般には30～150mmが採用）

傾斜角度： $\theta = 70^\circ$ 前後

スクリーン後の水路内の平均流速：計画流量のもとに運転可能最低水位において
 $V = 0.5 \text{ m/s}$ 以下。最大吐出量時にあっても
1.0m/s以下。

としている。

(2) 材質・構造

全段の水位差に対して十分な強度を有するものとする。

スクリーンの強度は、前後の水位差を1.0m以上にとって計算する。

また、異常に水位が高くなり、スクリーンを越える場合でも、夾雜物が浄化施設やポンプますに流入し、浄化施設の目詰まりやポンプの運転が不能にならないようにしておく必要がある。スクリーンの長さが5m異常になると、手かきの場合は、底部のかき取りが困難になるので途中に作業床を設ける。

(3) かき揚げ方式

スクリーンかすのかき揚げには、手かき式と機械式（連続式、間欠式）があるがスクリーンかすの量及びその形状などを考慮して適切な方式とする。

かき揚げ方式には、一般的に次のようなものがある。

1) 手かき式（図4.9参照）

人力で熊手によってかき揚げる方式である。

2) 機械式（図4.10参照）

① 連続式

エンドレスのチェーンに複数のレーキを取り付けて、連続かき揚げを行う方式である。

② 間欠式

ワイヤーロープ、チェーンまたはラックギヤでレーキを上下させてかき揚げる方式である。

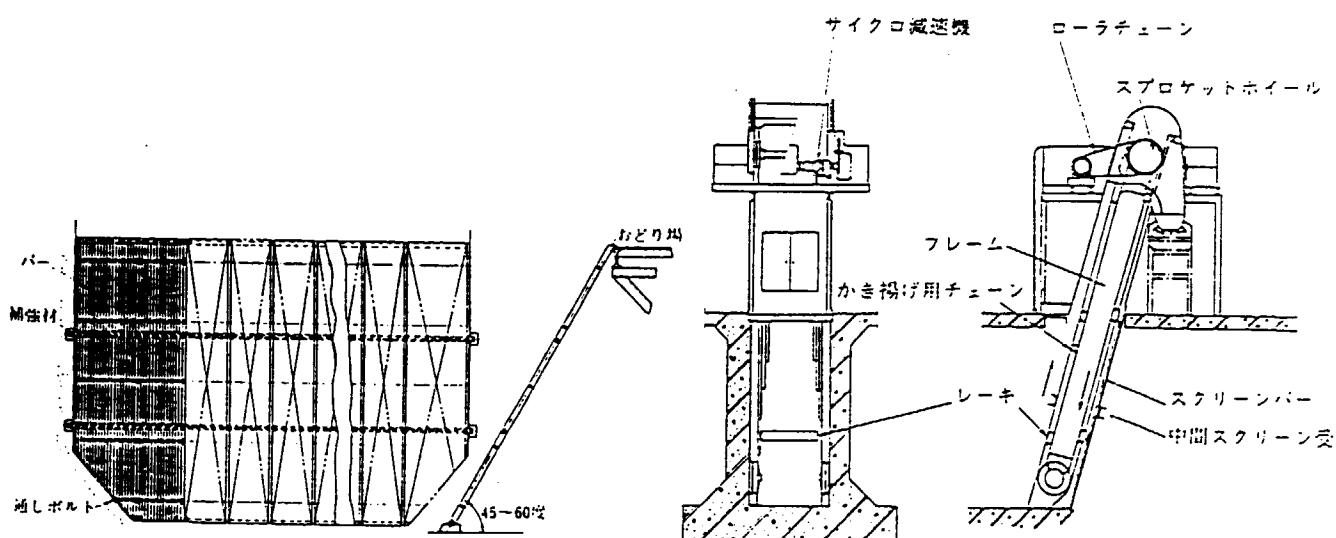


図4.9 手かき式スクリーンの例⁸⁾

図4.10 機械式スクリーンの例⁸⁾

4.3.3 沈砂施設

沈砂施設は、河川水とともに流入した懸濁物質を沈殿除去することにより、浄化施設の閉塞を防ぎ、浄化効果の安定化を図るために、浄化施設の前に設けるものである。

尚、基本的に沈砂施設はポンプ取水の場合に設け、堰取水の場合には設けない。

【解説】

河川の浄化では、対象とする水量・水質が降雨などの自然条件により大きく変動するため、洪水時には大量の土砂や取水部に流入する事になる。流入水中の土砂は、浄化施設本体に目詰まりや散気管の目詰まり及びポンプの摩耗などの障害となるため、出来る限り除去する必要がある。

よって、沈砂施設はポンプ又は浄化施設の前に設けなければならない。

なお、取水堰の場合は取水堰上流部で沈砂施設を兼用するため、特に設けないが、この堰による湛水部での沈降が十分でない場合は、この限りではない。

4.3.4 沈砂施設の設計諸元

沈砂池の設計諸元は、以下を標準とする。

- (1) 水面積負荷 $1800\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{日}$
- (2) 平均流速 0.3m/s
- (3) 滞留時間 $30\sim60\text{s}$

【解説】

上記の設計諸元は、「下水道施設計画・設計指針と解説」（日本下水道協会）⁸⁾に準拠して示した。沈砂施設の設計の際しては、形状、池内流速、滞留時間などが沈砂性能を左右するので、対象河川の懸濁物について調査、検討した上で各施設諸元を決定しなければならない。

【参考】

沈殿池における除去率（E）は下図において、粒子沈降速度を W_0 、沈砂池面積をA、深度をH、流入水量をQとすると、

$$E = h / H = \frac{W_0 \cdot T}{H}$$

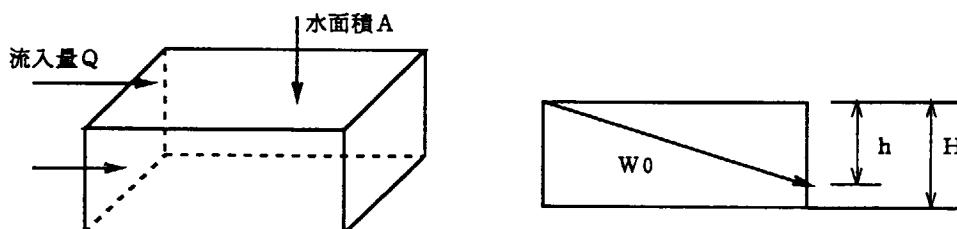
T : 滞留時間

$$T = \frac{V}{Q} = \frac{A \cdot H}{Q} \quad \text{を代入すると}$$

$$E = \frac{W_0 \cdot T}{H} = \frac{W_0 \cdot A \cdot H}{H \cdot Q} = \frac{W_0}{(Q/A)}$$

除去率は一般に水面積負荷（ Q/A ）に反比例する。下水道の沈砂池においては、一般に $1,800\text{m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ （汚水）～ $3,600\text{m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ （雨水）程度の値が採用されている。

一方、し尿浄化槽適正基準などでは敷地的制約条件もあるため、沈砂槽の有効量は、最大汚水量を1分間～3分間滞留させる容量を確保するものとしている。



4.3.5 除砂設備

沈砂池堆積物の除砂方法は、堆積量、除砂頻度及び作業環境を考慮して決定する。

【解説】

除砂方法としては以下のものがある。

- ① 人力による方法
- ② バキューム搬出
- ③ サンドポンプによる吐砂

常時の沈砂の除去作業は人力では難しく、この遅延は、沈砂池の目的とする効果をあげられなくなるため、できるだけ機械的な方法によることが望ましい。

②③については、周辺道路の状況（幅員、交通量等）、沈砂量、除砂頻度を考慮して決定する。

③の場合は、タイマー制御によるサンドポンプの運転で定期的に砂を湛水部（取水堰上流または取水ピット等）に吐き出す方法で、湛水部の沈砂は、堰転倒時にフラッシュさせるか、ピット方式の場合はバキュームにより搬出するものとする。

4.4 導水・分水施設

浄化対象水を取水後、浄化施設まで導入し、各系列に適正に水を分配した後、浄化施設に流入させる施設が必要となる。

これら導水、分配、等に関する施設として以下に示すものが挙げられている。

- ① 導水施設
- ② 分水施設
- ③ 流入・集水施設

4.4.1 導水施設

導水施設は基本的に管路とし、その材質は、ヒューム管、鋼管、硬質塩化ビニール管を使用する。

【解説】

導水路の断面形状は、浄化施設設置の諸条件を考慮して決定するが、基本的には管路とする。浄化施設設置の諸条件とは、隣接地の増設計画、導水路の維持管理計画等である。

また、管内での流速は、流入原水中のSS分が沈殿しない流速を確保することが必要であり、「下水道施設計画・設計指針と解説」では、汚水管渠の最小流速を0.6m/sとしている。

4.4.2 分水施設

浄化施設が2系列以上になる場合、各系列に所定の水量を送るため、分水施設を設ける。

分水の方法としては

- (1) 堰による分水
- (2) ポンプによる分水
- (3) 弁制御による分水

等があるが、取水方式、敷地条件等を考慮して決定する。

【解説】

浄化施設における浄化の基本は、流入水量と施設容量とから決まる滞留時間を所定の値に保つことであり、そのため、各施設に所定量を流入させる分水施設は重要となる。

(1) 堰による分水

堰による分水は、①分水槽タイプと②仕切壁タイプがあり、それぞれの模式図は下図に示す通りであり、槽内の堰により水量を調整する方式である。

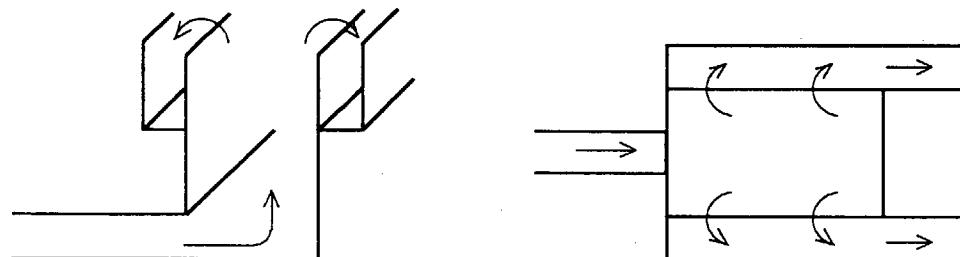


図4.11 分水槽による分水方法

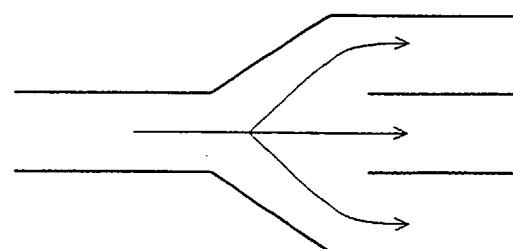


図4.12 仕切壁による分水法

(2) ポンプによる分水

分水する数だけポンプを設置し、このポンプにて、分水する方法である。分水量が異なる場合は、ポンプ容量を変えて行うことになる。ポンプ取水方式の場合は、取水ポンプと分水ポンプを兼用できるため有効であるが、堰取水の場合には、不経済となる。

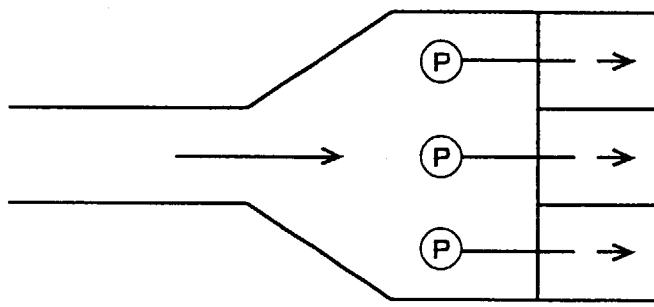


図4.13 ポンプによる分水方法

(3) 弁制御による分水

浄化施設への流量を一定量にしたいときに、流量計により流量を見地し、規定流量以上になった場合には、弁の開度を調整することにより流量を一定に保つ方法で、規定流量以上の流量は、別のルートに流す。

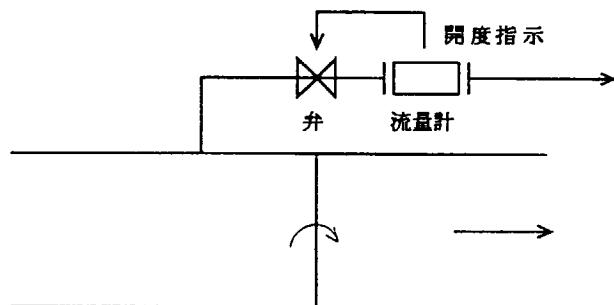


図4.14 流量計+弁制御による分水方法

4.5 净化施設

次の各浄化手法における浄化施設本体の設計に際しての留意点をとりまとめたのでこれを参考に検討すること。なお、汚泥の発生量の算定にあたっては各手法の特性を考慮して検討することが必要である。

- (1) 碓間接触酸化法
- (2) 曝気付碓間接触酸化法
- (3) 堤净化
- (4) マイクロストレーナー
- (5) プラスチック等接触酸化法
- (6) 球状碎石集合体净化法
- (7) 木炭净化法
- (8) プラスチック等接触曝気法
- (9) 薄層流净化法
- (10) オキシデーションディッチ法
- (11) 植生净化法
- (12) 碓間接触酸化 + 高速土壤净化法

4.5.1 碟間接触酸化法

碟間接触酸化施設本体は、浄化部と汚泥堆積部とからなる。

$$\boxed{\text{碟間接触酸化施設}} = \boxed{\text{浄化部}} + \boxed{\text{汚泥堆積部}}$$

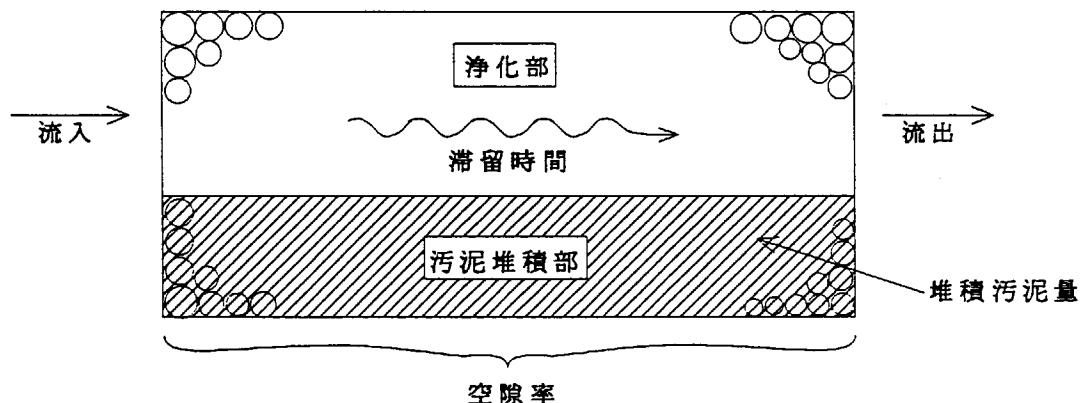
これらの容量を算定する上で必要となる設計諸元としては

- (1) 滞留時間
- (2) 堆積汚泥量
- (3) 空隙率

がある。

【解説】

碟間接触酸化施設の構成は図4.15に示す通りであり、施設規模を決定するためには、浄化部と汚泥堆積部の容量を算定することとなる。



碟間接触酸化法の浄化効率を決定づける要因は碟表面に付着した生物膜と流入水との接触時間である。したがって、施設の容量を決定づける指標は平均滞留時間となる。以上から浄化部容量はBOD除去率と滞留時間の関係から、必要な滞留時間を決定する。

汚泥堆積部容量は、汚泥の処理頻度・方法を決定し必要な汚泥の堆積期間を設定した上で、流入水のSS及びVSSの値及び堆積汚泥の汚泥濃度を設定し、汚泥の分解速度を考慮して汚泥堆積に必要な容量を算定する。

したがって、碟間接触酸化本体の施設容量を決定するための設計諸元は

- ① 滞留時間……………浄化部容量の決定
- ② 堆積汚泥量……………汚泥堆積部容量の決定
- ③ 空隙率……………施設全容量の決定

である。

このとき、礫間接触酸化施設全体の容量は次式から算定される。

礫間接触酸化施設 = 淨化部容量 + 汚泥堆積容量

$$= \frac{Q \times 3600 \times T}{\alpha} + \frac{V}{\alpha}$$

Q : 計画水量 (m³/s)

T : 滞留時間 (hr)

V : 堆積汚泥量 (m³)

α : 矶槽の空隙率

(1) 滞留時間

滞留時間は1.3時間を標準とし、流入水質性状を考慮して決定する。

【解説】

滞留時間は、除去目標項目の除去率と必要滞留時間との関係から決定する。図4.16は、河川浄化施設の設計を目的として行われた実験の滞留時間とBOD除去率の関係である。なお、ここでいう滞留時間とは、礫やその他の接触材の部分を除いた空隙部分に対する実滞留時間のことをいう。浄化効果の安定した滞留時間は各河川によって異なるが、滞留時間1~2時間で浄化効果は安定している。

またSSでは、図4.17に示すように1時間前後で安定しており、BODとSSを対象とする場合、BODの除去にかかる時間が長いため、BODを対象として滞留時間が決定されている。

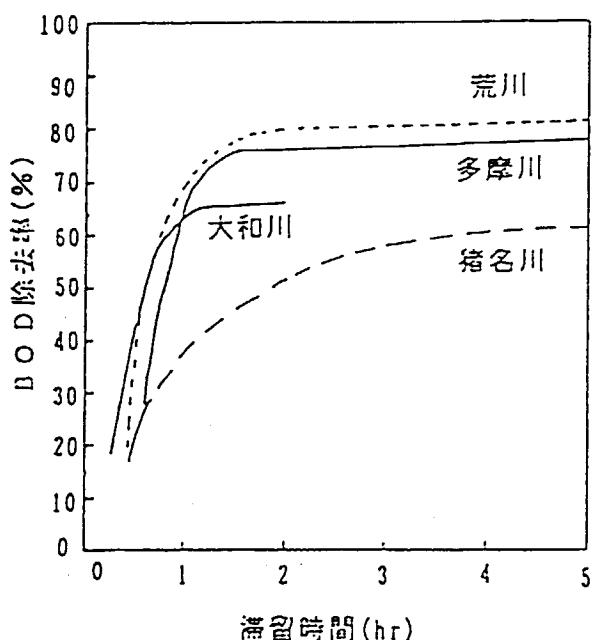


図4.16 滞留時間とBOD除去率の関係^{5,6)}

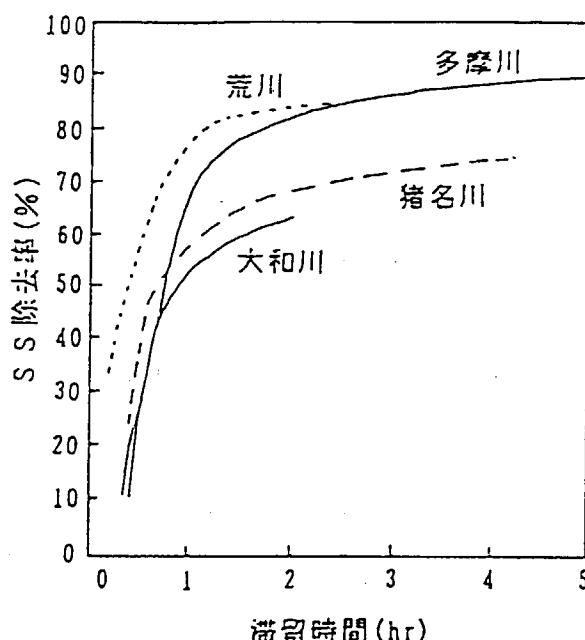


図4.17 滞留時間とSS除去率の関係^{5,6)}

(2) 堆積汚泥量

堆積汚泥量は施設内で除去され堆積するSS量から算定する。SSは無機性のSSと有機性のSSとで構成され、有機性SSについては堆積期間中の分解による減量を見込んで算定する。

【解説】

1) 堆積汚泥量の算定式

碟間接触酸化法の堆積汚泥は、生物分解を受けない無機性のSS分と、生物分解を受ける有機性のSS分で構成される。後者は堆積期間中に好気的な分解作用や嫌気的な分解作用を受けて堆積しながら一方で減量していくため、汚泥堆積部容量の設計ではこの変化を推算する必要がある。

分解可能な汚泥の物質収支は次式の通りである。

$$\text{堆積量の変化} = \text{除去量} - \text{分解量}$$

$$d(V_s)/dt = V_{so} - k \times V_s \quad \dots \dots \dots \quad (1)$$

ここに V_s ; 分解性SSの堆積量

V_{so} ; 分解性SSの除去量

k ; 分解係数

t ; 堆積日数

上式を解くと t 日後の堆積VSS量は次式で示される。

$$V_s = (V_{so}/k) \times (1 - \exp(-k \times t)) \quad \dots \dots \dots \quad (2)$$

次に、無機性の固体物の堆積量(V_n)は、

$$V_n = S_o \times (1-a) \times t \quad \dots \dots \dots \quad (3)$$

ここに S_o ; 除去SS量

a ; 流入SSの分解性SSの割合(VSS)

以上から総堆積固体物の量(V_t)は(2)と(3)から

$$V_t = (S_o \times a/k) \times (1 - \exp(-k \times t)) + S_o \times (1-a) \times t \quad \dots \dots \dots \quad (4)$$

で計算される。よって堆積汚泥濃度を S_c とすると総堆積汚泥量 V は、

$$V = V_t / S_c \quad \dots \dots \dots \quad (5)$$

以上の式の内 a の値は対象河川水のVSS(%)であるから実測により得られる。また b の初期分解係数は一般的に30%~40%の値であり、分解係数 k の一般的な値は0.01/日であるが、流入水の生分解性の程度によって異なるので浄化実験により求めることが望ましい。

2) 堆積汚泥濃度の設定

1) より全堆積固体物の量が推算

できたが、堆積汚泥の容量を求めるためにはさらに堆積汚泥の濃度を知る必要がある。

図4.18は碟間接触酸化法の汚泥や都市河川の河床の堆積汚泥についてのVSS(%)の値と汚泥濃度の関係を示したものである。この図から、VSS(%)の値より汚泥濃度を概略求めることができる。

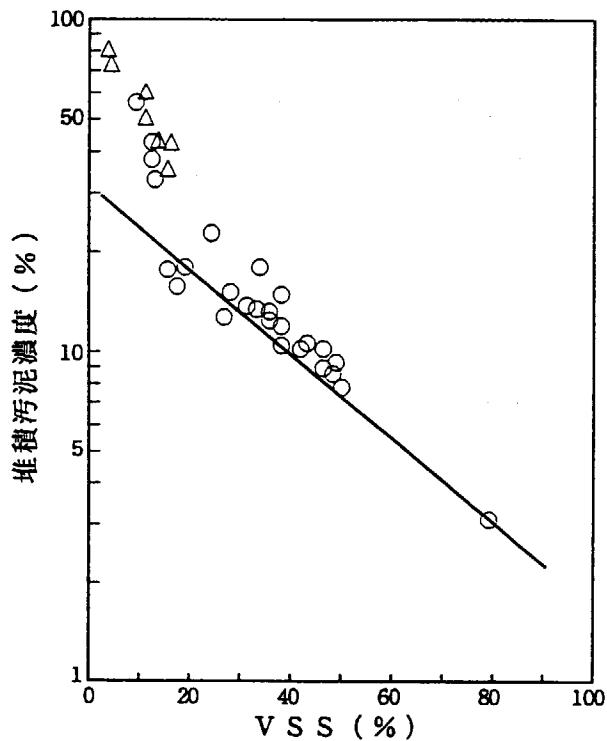


図4.18 VSS(%)と堆積汚泥濃度の関係⁵⁹⁾

(3) 空隙率

設計上の空隙率は施設の安全性を見込んで40%とする。ただし、現地碟を使用する場合は、実測により適切な空隙率を設定する。

【解説】

碎石をバラ積みしただけでは空隙率48~50%という結果も得られているが、実施設では重機等も乗って締め固められるので、密に積めた状態での空隙率が初期値となる。50~150mmの割栗石の初期空隙率は35~48%である。

また、現地碟を用いる場合は、実施設設計段階のボーリング調査時等に、碟を採取し実測することが望ましい。現地碟を用いた野川では実測(35~39%)により施設の安全性を見込んで35%としている。

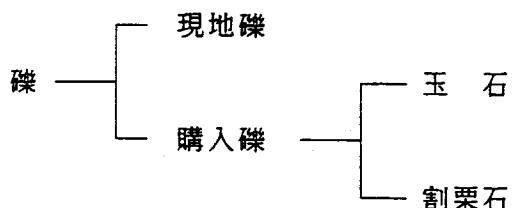
(4) 碟

- 1) 碟は、材質・経済性を考慮して、現地碟または、購入碟を使用する。
- 2) 材質は、浄化の途中で変化しない硬質のものを用いる。
- 3) 碟径は100~150mmを標準とする。

【解説】

1) 碟の種類

碟間接触酸化法に用いる碟の種類は以下のものがある。



現地碟は、敷地内の掘削に伴って発生する碟を使用するもので、この場合は碟洗浄プラントを設け、碟に付着した土砂を洗浄することが必要である。しかし、現地で碟が発生する場合でも購入した場合が経済的に有利であれば購入碟を用いるべきであり、この点で経済比較を行うことが重要である。

2) 碟の材質

碟の材質で必要な条件は、i) 碟径ができるだけ均等であること、ii) 碟径が浄化の途中で変化しないような硬質のものである。現地の河川敷や河床の碟であれば比較的硬い材質のものが入手しやすいが、碎石の場合は花崗岩や玄武岩といったできるだけ硬質のものがよい。

3) 碟径

各河川の浄化施設において使用されている碟の径は表4.1に示した様に碟径20~150mmの範囲であり、この範囲では浄化機能上支障がない。

表4.1 各浄化施設における使用碟径

浄化施設名	碟径
野川浄化施設 ⁹⁾	20~120mm
平瀬川浄化施設 ¹²⁾	20~150mm
荒川浄化施設 ³⁵⁾	50~150mm
袋川浄化施設 ⁴⁹⁾	100~150mm
天神川浄化施設 ⁵⁹⁾	50~150mm

① 净化効果

砾径と净化効果の関係を調査した実験結果では、表4.2に示すように、砾径25~150mmの範囲で砾径の小さい方が净化効果が高い傾向にあるが、大きな相違はみられない。

砾径が小さいと局所的な目詰まりを生じやすいという欠点もあるため、流入水のSS等性状によって、適切なものを選定する必要がある。

表4.2 砾径サイズによる净化効果の比較（荒川）³⁵⁾

砾径 (mm)	SS除去率 (%)	BOD除去率 (%)
25	84	81
50	86	84
50~150	78	79

② 損失水頭

図4.19に示すように、砾径25mmでは空隙率が小さくなり、10cm以上の水頭差がつくため、施設の水位関係に係わる損失水頭の面からは、砾径は大きい方がよい。

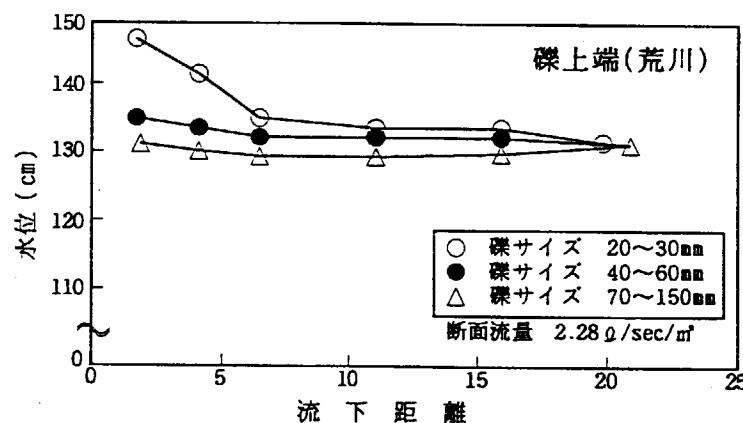


図4.19 砾槽内の水位状況（荒川での実験結果）³⁵⁾

(5) 系列数

槽の系列数は、用地条件、全体配置、段階施工、維持管理を考慮の上定める。

【解説】

浄化施設の用地に制約がある場合は、敷地内に全て納まるよう、施設を分割する必要がある。また、数ヶ年にわたって段階的に施工する場合には、施工区分に合わせた系列数にすると有利である。

(6) 槽長

碟間接触酸化施設の槽長は、20mを標準とするが、流入水質性状を考慮し適切な槽長を定める。

【解説】

槽長は、浄化水質（BOD、SS）が安定する距離をとり、浄化の途中段階のBODやSSが流出しないようにする。

図4.20は、多摩川の浄化施設における流下距離と水質の関係を表したものである。流下距離20mを越えると、浄化水質は安定していることから碟槽の長さとしては15~20mとされている。実績では20mが最も多いことから、これを標準とした。

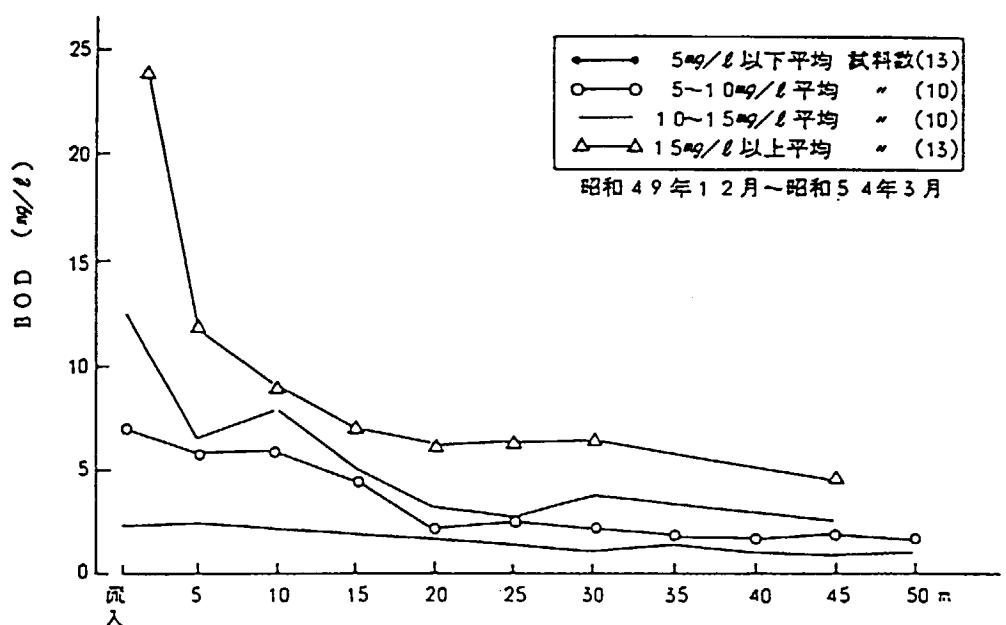


図4.20 流下距離と水質の関係⁹⁾

(7) 有効水深

礫間接触酸化施設の槽の深さは、敷地の広さ、施工性を考慮して決定するが、実験（荒川）では5m深までは礫槽への均等流入の点で問題ないとされている。

【解説】

礫槽内に短絡流を生じない範囲で深くすることができる。荒川での実験では5m水深まで実験を行い、礫槽への均等流入の点で問題ないことが確認されているが、実績では2～3mが多い。

敷地の広さ、施工性を考慮して決定するものとする。

(8) 施設配置

浄化施設を、堤外地（高水敷）、堤内の河川区域または、河川保全区域に設ける場合は、関連法規に準じ適切な配置をとる。

【解説】

浄化施設を河川区域内に設置する場合は、「河川敷地占用許可準則」、「工作物設置許可基準」等に基づき、治水上または利水上支障を生じない配置をとる。

(9) 汚泥排出施設

浄化施設で沈殿除去された汚濁物質および接触材より剥離した生物膜は汚泥堆積部に汚泥として沈降・堆積する。堆積汚泥のうち、有機性成分はさらに酸化分解されるが、汚泥の沈降・堆積が進むと、汚泥のまき上げ・流出による処理水中のSS濃度の増加や浄化施設内の閉塞を招くことになる。そのため、堆積汚泥は一定期間ごとに排出しなければならない。

(9.1) 汚泥排出方法

浄化施設内に堆積した汚泥の排出方法としては、以下の4方式がある。

- (1) 汚泥貯留部からの引抜方式
- (2) 曝気排泥方式
- (3) 掘り出し方式
- (4) 貯留放置方式

方式の選択は用地の制約、処分先、浄化施設の稼働時間等を考慮して決定する。

【解説】

(1) 汚泥貯留部からの引き抜き方式

浄化施設内に汚泥貯留部を設け、定期的にポンプなどにより堆積汚泥を施設外に排出する方式である。

浄化部を曝気または水流によって洗浄し、接触材に付着した汚泥を剥離させ、汚泥貯留槽に沈降・堆積する場合もある。

(2) 曝気排泥方式

浄化施設の下部に散気管を配置し、一定期間毎に曝気を行い堆積物を剥離させ、施設に河川水を通すことによって、剥離された堆積物を外部に排出する方式である。

汚泥の堆積期間を短くすることで施設容量を小さくできるため、敷地の狭いところには有利である、また、定期的に排泥することで、半永久的に施設を利用できるなどの利点がある。

(3) 掘り出し方式

接触材（礫）と堆積汚泥を混合体として、同時に浄化施設から取り出し、そのまま天日にて風乾し、乾燥後礫を振動させて、堆積汚泥を分離する方式である。

接触材を風乾できるだけのスペースが必要となり、またそのあいだは通水できなくなるものである。

当方式の手順フローを図4.21に示す。

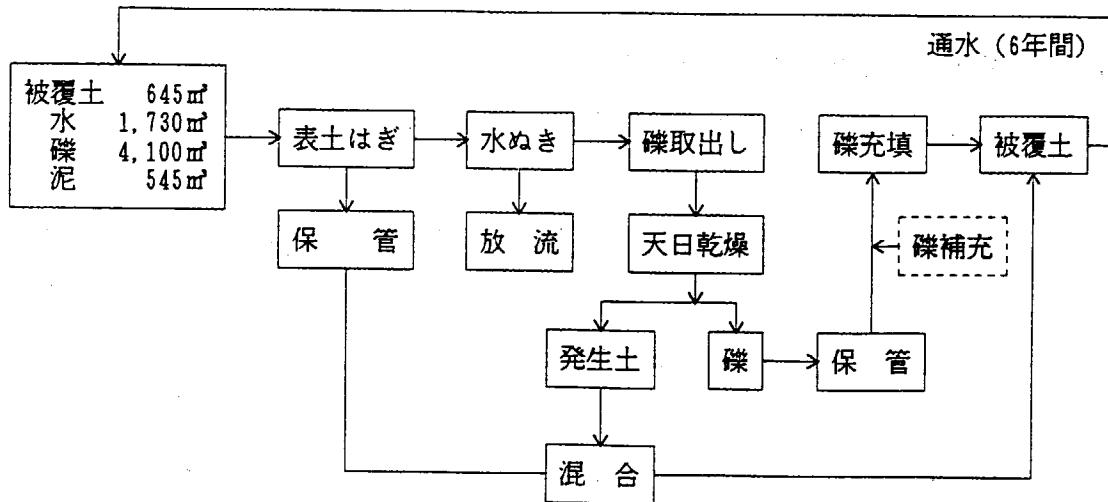


図4.21 掘り出し方式のフロー³⁵⁾
(荒川浄化施設の例)

(4) 貯留放置方式

浄化施設の必要稼働年数に合わせた貯留容量を確保し、堆積物を貯め込む方式である。

なお、排出汚泥の処分は、浄化施設の法的位置付けにより、産業廃棄物として処分したり、自由処分（例えば、出水時の河川放流）とする場合がある。

(9.2) 堆積期間

堆積汚泥の堆積期間は、用地の制約、排出方法等を考慮して決定する。

【解説】

浄化施設によっては、用地の大小などの制約があり、堆積日数が左右されることがあるため、用地の制約について考慮する。

数年に一度（荒川では6年）の頻度で碳を掘り出して発生土を処分する場合は、碳掘り出しまでの期間を堆積日数とする。

また、曝気排泥のように間欠的な汚泥排出方式を採用した場合は、随時排泥することができるため、堆積日数を少なくできるが、堆積日数を長くとると、汚泥の排出率が低下する恐れがあるため1年以内を目安とする方がよい。

貯留放置方式の場合は（用地の制約上可能ならば）浄化施設の寿命まで堆積日数をとることとなる。

以上のように、汚泥排出方式によって堆積日数を設定する必要がある。

(9.3) 碟間接触酸化施設の曝気排泥施設

碟間接触酸化施設の曝気排泥施設の構造、諸元は以下の通りである。

(1) 散気管

- ① 散気管は、0.5~1.0mm間隔に敷設し、SUS管又は、硬質塩化ビニール管を用いる
- ② 均一にエアレーションできる構造とする。

(2) 空気量

曝気排泥時の空気量は碟槽の面積当たり $0.05 \text{m}^3/\text{min}/\text{m}^2$ 以上とする。

【解説】

(1) 散気管間隔について

散気間隔については、大和川浄化実験において、0.5mと1.0mの2通りの実験が行われた。その結果、堆積汚泥量に対する排出汚泥量の割合（排泥効率）で比較すると、1.0m間隔の場合が32~43%であったのに対し、0.5m間隔の場合は65~70%の排泥効率が得られた。

散気間隔は、短い方がエアレーションの及ばないデッドスペースの部分が小さくなることから有効であると考えられるが、経済性、施工性の面で劣る。

散気間隔は、排泥間隔とも併せて考えなければならないが、3~4ヶ月に1度の排泥であれば、1.0m間隔で十分であると考えられる。

(2) 構造

エアレーションは均等に行うことが重要である。散気管の施工誤差はある程度想定して設計する必要があり、少々散気管が傾いても曝気できる構造（管径、穴数等）とする。

(3) 空気量

曝気排泥の原理は、曝気に伴う水流による汚泥の剥離 → 浮遊 → 流出であり、特に重要なのは汚泥の剥離である。汚泥の剥離は、水流の大小によって決まるが、気泡の上昇速度が汚泥滞留部の下方と上方で変化はないことから、この水流の大小は単位面積当たりの曝気強度によって決まるものである。

上記の原理に示したように排泥時風量は単位面積当たりの曝気強度により決定する。古ヶ崎浄化施設では実施設の一部を使用してパイロット実験を行っており、この時の曝気強度（単位面積当たり風量）が $0.05 \text{m}^3/\text{min}/\text{m}^2$ であり、良好な排泥効果が得られている。

4.5.2 曝気付碟間接触酸化法

曝気付碟間接触酸化施設本体は、曝気部と非曝気部とからなる。

$$\boxed{\text{曝気付碟間接触酸化施設}} = \boxed{\text{曝気部}} + \boxed{\text{非曝気部}}$$

本法の施設を設計する上で必要となる設計諸元としては、

- (1) 滞留時間
- (2) 堆積汚泥量
- (3) 空隙率
- (4) 曝気風量

がある。

【解説】

曝気付碟間接触酸化法は、碟間接触酸化施設の前段部を曝気する方式であり、その施設構成は図4.22に示す通りである。

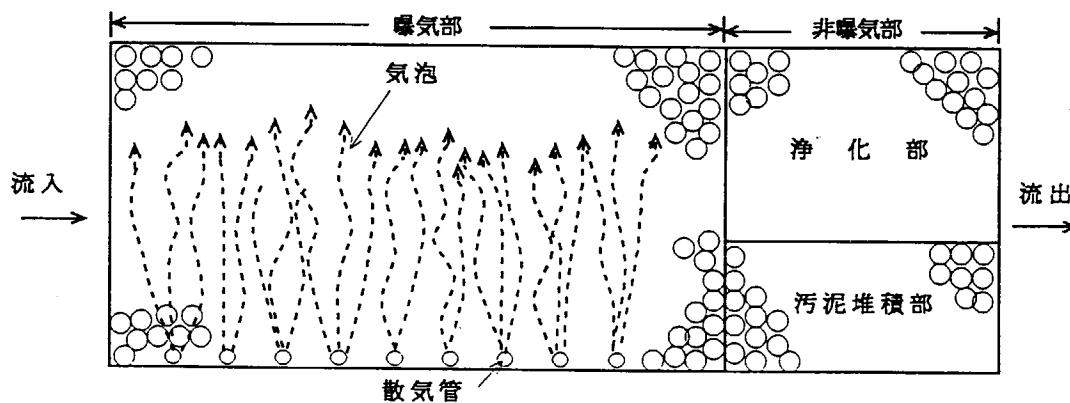


図4.22 曝気付碟間接触酸化法の模式図

曝気付碟間接触酸化法は、流入 BOD が高い（概ね BOD 20mg/ℓ 以上）場合に適用する方式であり、曝気部と非曝気部で構成される。

曝気部では、酸素を供給して BOD や溶存性有機物の除去やアンモニアの硝化が行われ、後段の非曝気部では前段の曝気部から流出した SS を除去する。

浄化施設の設計諸元は上記の項目であり、浄化水量、目標水質が決められた条件のもとで滞留時間と除去率の関係及び空隙率から槽の必要な容量を求める。

(1) 滞留時間

- 1) 曝気部滞留時間は、浄化対象水質項目とその水質濃度、性状並びに浄化目標（必要除去率）を考慮し、決定する。
- 2) 非曝気部における浄化部滞留時間は0.5～1.3時間を標準とし、流入水質性状、目標浄化水質を考慮し決定する。

【解説】

1) 曝気部滞留時間

滞留時間と除去率の関係は浄化対象水質項目とその水質濃度、性状によって異なるので、事例や浄化実験により適切な滞留時間を決定することが必要である。

BOD、溶解性BOD、2-MIB（2-メチルイソボルネオール）、アンモニアについて、実験・実施例からまとめると表4.3及び図4.23～図4.26となっているが、流入水質濃度、性状によって異なることに留意する必要がある。

表4.3 水質項目別滞留時間³⁶⁾

水質項目	滞留時間	除去率
BOD	1時間	80～90%
D-BOD	1時間	70～80%
2-MIB	1.5時間	60%
アンモニア	1.5時間	70%

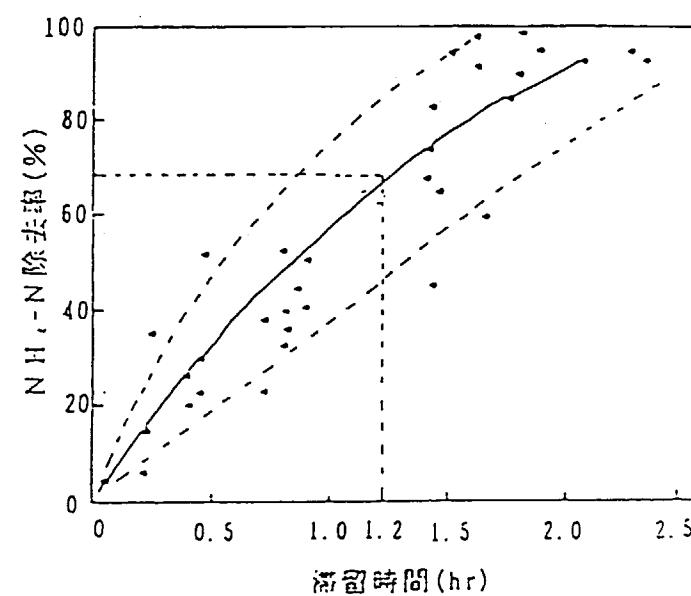
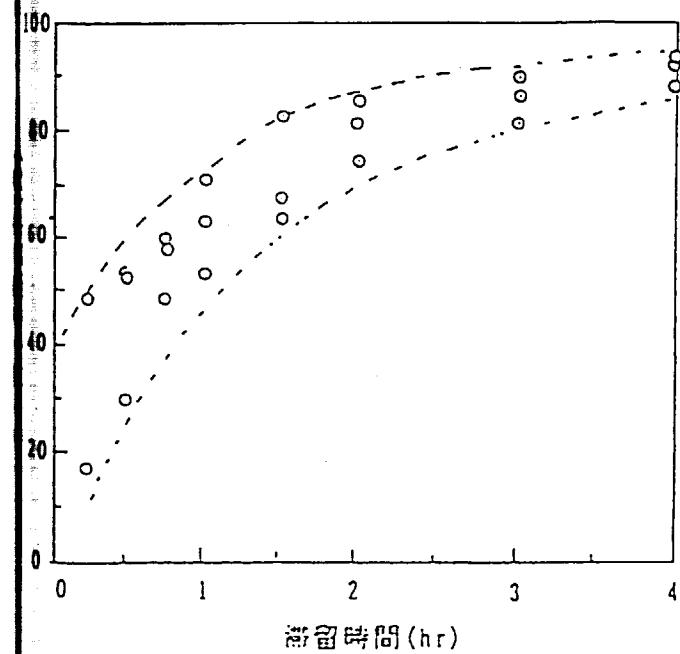
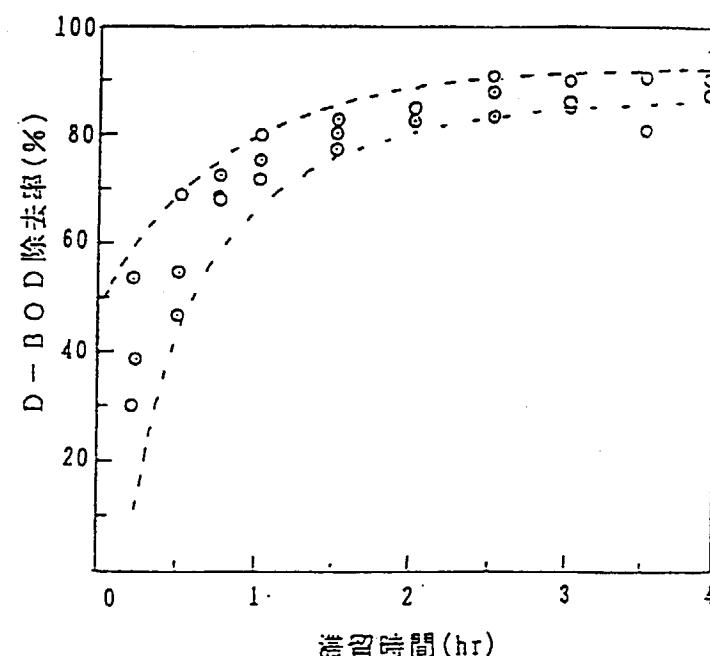
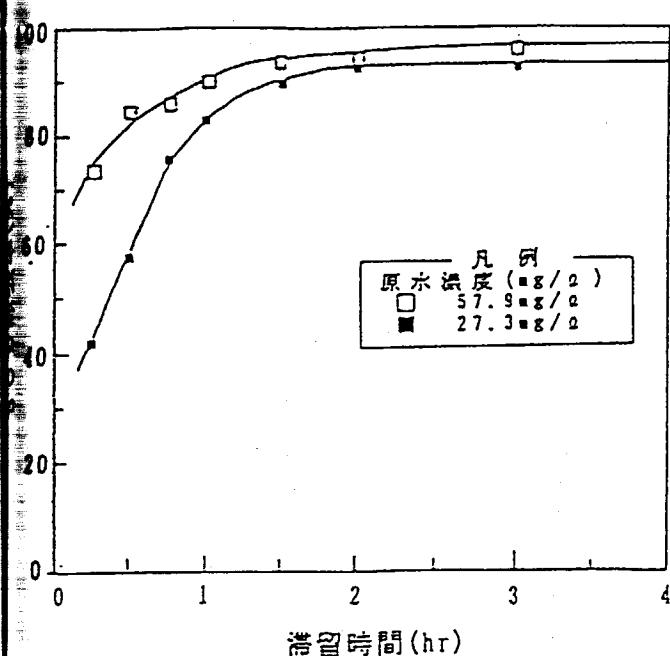


図4.25 滞留時間と2-MIB除去率の関係³⁶⁾ 図4.26 滞留時間とNH₄-N除去率(冬期)³⁵⁾

2) 净化部滞留時間

曝気部の後段に位置する非曝気部では曝気部から剥離した生物を補足するものである。

古ヶ崎浄化施設では曝気部の剥離した生物膜が流出することを考慮し、回転生物接触法における剥離生物の沈降実験結果（図4.27）を参考に滞留時間を0.5hrと設定している。

しかし、より高度な浄化水を目標とする場合等では、碟間接触酸化法同様に、1.3時間を確保する場合もある。

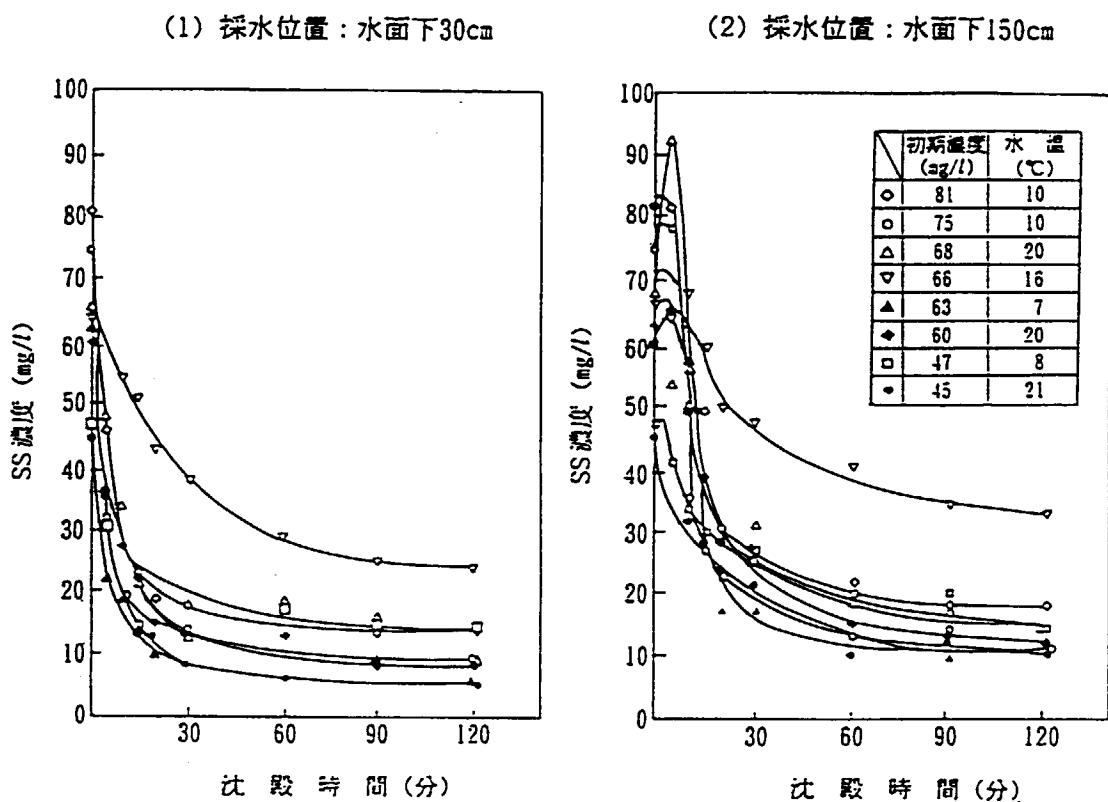


図4.27 剥離した生物膜の沈降特性⁶⁰⁾

(2) 堆積汚泥量

4.5.1 碓間接触酸化法に準じる。

(3) 空隙率

4.5.1 碓間接触酸化法に準じる。

(4) 曝気風量

曝気風量は、流入水質や硝化の有無、散気装置の酸素移動効率から適正に設定する。

【解説】

曝気付碓間接触酸化部での必要酸素量は、炭素系有機物質（BOD）の酸素、生物の呼吸及び硝化に必要な酸素量を考慮しなければならない。本法における必要酸素量の理論値の算出については、未だ解明されていないが、散気装置として散気管を使用した場合の空気量としては流入水質濃度によっても異なるが、実験では浄化水量の2～6倍が必要とされている。

散気装置の実績としては、散気管方式が最も多く、この場合の空気量としては概ね

BOD 20～30mg/l : 浄化水量の2～4倍

BOD 30mg/l 以上 : 浄化水量の4～6倍

程度が目安と考えられる。

4.5.3 堤浄化

堰浄化の設計諸元は、堰上流湛水部の滞留時間とする。

【解説】

(1) 滞留時間

堰浄化は浮遊物の沈殿によるものであるため、その効率は湛水部の表面積と粒子の沈降速度とに比例し、流入水量に反比例する。対象河川水の粒子沈降速度の実測より設計条件を設定することが必要である。

なお、下水処理場の最初沈殿池の設計条件は⁸⁾、水面積負荷25～50m²/m³・日（有効水深2.5～4.0m）となっている。

野川のラバー堰による湛水部の滞留時間は1～23時間であるが、2～3時間の滞留時間で十分浄化効果が認められている。

(2) 構造

堰は計画高水位以下の水位の洪水の流下を妨げることなく、付近の河岸及び河川管理施設の構造及び機能に支障を及ぼさない構造とする。堰の計画、設計にあたっては、「河川管理施設等構造令」、「建設省河川砂防技術基準(案)」、「河川用ゲート設計指針(案)鋼製ゲート編」を参考とするとよい。

4.5.4 マイクロストレーナー⁸⁾

マイクロストレーナーは、次の各項を考慮して定める。

- (1) ストレーナーの網目の大きさは、所定の水質が得られるとともに、目詰まりも考慮して選定する。
- (2) ストレーナーの洗浄圧力は、 1kgf/cm^2 [98kPa] 以上とする。

【解説】

(1)について

マイクロストレーナーのろ過方法は、原水を網に通すことによってろ過するものであるが、網目の大きさは、回転ストレーナーに比べて細かいものが用いられ、一般に100～500メッシュ程度である。

(2)について

マイクロストレーナーのろ過網の洗浄は、ドラムの真上に設置したノズルから、洗浄圧力 1kgf/cm^2 [98kPa] 以上で連続噴射して行う。その排水は、ドラム内に設けた洗浄排水受けから機外に排出する。（図4.28参照）

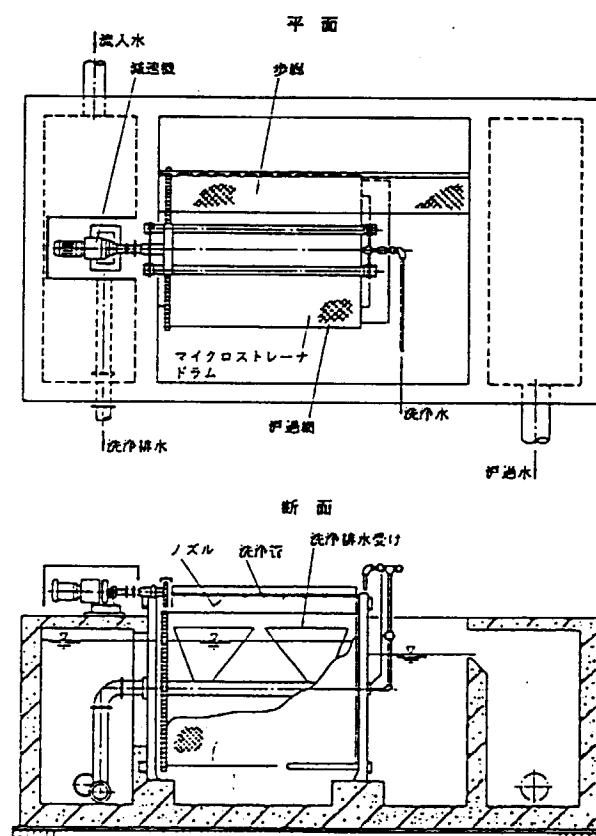


図4.28 マイクロストレーナーの例⁸⁾

4.5.5 プラスチック等接触酸化法

プラスチック等接触酸化法の規模を決定し、設計するための諸元としては

- (1) 滞留時間
- (2) 堆積汚泥量
- (3) 空隙率
- (4) 槽長

がある。

【解説】

接触沈殿及び生物による酸化分解が安定的かつ効率的に起こるための滞留時間で設計することが基本となる。

接触材の種類によって滞留時間が異なることが実験によって確認されているので、今後更に調査を継続していくことが必要である。

多摩川の支川谷地川で行われた実験³²⁾（建設技術評価「河川等の公共用水域における高効率浄化システムの開発」）では、4種類の接触材が使用されており、滞留時間としては1.0～3.0時間であった。

プラスチック接触酸化法の規模決定、設計の基本的考え方は「4.5.1 碓間接触酸化法」と同様であるので本法の特性に合わせて設計を行うものとする。

4.5.6 球状碎石集合体浄化法

球状碎石集合体浄化法の規模を決定し、設計するための諸元としては

- (1) 滞留時間
- (2) 堆積汚泥量
- (3) 空隙率
- (4) 槽長

がある。

【解説】

多摩川の支川谷地川で行われた実験³²⁾（建設技術評価「河川等の公共用水域における高効率浄化システムの開発」）では、滞留時間0.5時間、槽長5.0mで実験されている。

空隙率は接触材内部の空隙も含めると65%程度であるが、容量算定上の設計空隙率としては、流水部の空隙のみを考慮して40%とされている。

堆積汚泥量の算定については、球状碎石集合体内部での汚泥の酸化分解機構について、研究していくことが必要であり、汚泥の分解率にもとづく汚泥貯留容積の考え方を確立していくことが必要である。

球状碎石集合体浄化法の規模決定、設計の基本的考え方は「4.5.1 碓間接触酸化法」と同様であるので本法の特性に合わせて設計を行うものとする。

4.5.7 木炭浄化法

木炭浄化法の規模を決定し、設計するための諸元としては

- (1) ろ過速度
- (2) 目詰まり対策

がある。

【解説】

(1) ろ過速度

木炭浄化法は、ろ過により浮遊物質の除去を行うことから、この時のろ過速度が主要な設計諸元となる。実績では $14.4\sim144\text{m}/\text{日}$ の範囲であり、流入水質性状、目標浄化水質を考慮して定める必要がある。

(2) 目詰まり対策

ろ過による浄化方式は必ず目詰まりの問題が生じることから、定期的な汚泥の引き抜きや、逆洗装置等目詰まり対策を十分考慮しておくことが必要である。

4.5.8 プラスチック等接触曝気法

プラスチック等接触曝気法の規模を決定し、設計するための諸元としては

- (1) 滞留時間
- (2) 容積負荷
- (3) 曝気風量

がある。

【解説】

プラスチック等を用いた接触曝気法は、浄化槽や下水処理等での実績が多く、設計指針も出され、容積負荷や曝気風量等の設計諸元が定められている。河川直接浄化の場合は、浄化槽等に比べ流入水質も低く、その性状も異なることから設計にあたっては十分考慮が必要である。

なお、「下水道施設計画・設計指針と解説」¹⁾では、接触曝気法のBOD容積負荷を0.3kg/m³・日としている。

また、谷地川で行われた実験²⁾（建設技術評価「河川等の公共用水域における高効率浄化システムの開発」）では、ひも状接触材を用い、BOD容積負荷0.24kg/日、滞留時間2時間で行われている。

曝気風量は、曝気付礫間接触酸化法同様、BODの酸化、生物の呼吸及び硝化を考慮し、十分な酸素量を設定する。

4.5.9 薄層流浄化法

薄層流浄化法の規模を決定し、設計するための諸元としては

(1) 流下時間

(2) 水深

がある。

【解説】

(1) 流下時間

実施例では1~8時間と幅が広いが、土木研究所のモデル式から見ると、浄化効果が安定するまで1~3時間が必要である。河川の形態や勾配によるが、一般的に浄化効果を発揮するためには長い距離が必要となる。

(2) 水深

実施例では0.1~0.2mの範囲である。対象河川の断面形状、河床勾配、流量によって水深は変わるが、浄化効果の面では、水深は0.1~0.2m程度が適切と考えられる。

大阪府西除川の薄層流浄化施設では、次のような諸元となっている。

表4.4 薄層流諸元⁵⁾

礫 径	10~20cm
礫 厚	30cm
水 深	10~20cm
低水流量	0.37m ³ /s (S58~62年平均布忍橋)

4.5.10 オキシデーションディッチ法

オキシデーションディッチ法の規模を決定し、設計するための諸元としては

- (1) 滞留時間
- (2) BOD - SS 負荷
- (3) 水深
- (4) 必要酸素量

がある。

【解説】

本法は、主に下水処理で行われる方式であり、下水での実績は多い。「下水道施設計画・設計指針と解説」⁸⁾では、本法の設計諸元を以下のように定めている。

§ 213 容量、形状、構造及び数

オキシデーションディッチの容量及び形状等は、次の各項を考慮して定める。

- (1) 容量は HRT 24~48時間とする。
- (2) 形状は、無終端水路とし、水深1.0~3.0m、水路2.0~6.0m程度とする。
- (3) 構造は、鉄筋コンクリート造りを標準とする。
- (4) 数は、2池以上とする。

表4.5 オキシデーションディッチの設計諸元⁸⁾

項目	諸元
H R T (時間)	24~48
M L S S 濃度 (mg/l)	3,000~4,000
BOD - SS 負荷 (kg BOD/kg SS・日)	0.03~0.05
汚泥返送比 (%)	100~200
必要酸素量 (kg O ₂ /kg BOD)	1.4~2.2
A S R T (日)	8~50

注 オキシデーションディッチ内の好気的条件下の容量に対するSRTの値を示した。

また、河川での実績としては、水戸市石川川浄化施設がある。石川川浄化施設では、流入BOD 90mg/lに対して設計滞留時間16時間としている。

4.5.11 植生浄化法

植生浄化法の規模を決定し、設計するための諸元としては

- (1) 滞留時間
- (2) 水深

がある。

【解説】

(1) 滞留時間

山王川及び清明川の植生浄化施設の設計滞留時間は、滞留時間と T-N、T-P 除去率の関係（図4.30）より 5 時間で設計されている。滞留時間と BOD 除去率の関係（図4.29）においても、5 時間以上では浄化効率が大幅に上がることは期待できないものと考えられる。

(2) 水深

また、図4.30には水深条件の違いによる浄化効率の違いを表しているが、水深20cmより水深10cmの方が浄化効率が高い傾向が認められる。

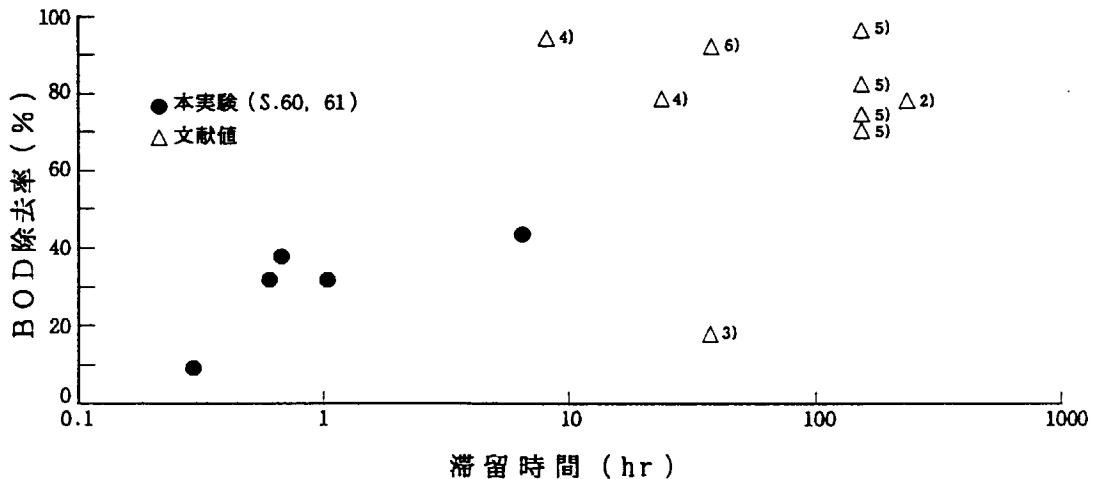


図4.29 BOD の除去率と滞留時間の関係⁴⁷⁾

本実験：霞ヶ浦山王川実験での結果

- 2) オランダにおける下水処理適用例
(キャンプ場の排水対象 $T_a = 10$ 日以上, ヨシの一種)
- 3) 日本下水道事業団の実験例
(灌漑水路対象 $T_a = 1.5$ 日, ヨシ)
- 4) R. M. GERSBERG らの実験例 (I)
(一次処理水と二次処理水対象, $T_a = 8\text{ hr} \sim 24\text{ hr}$, ガマとイグサ)
- 5) R. M. GERSBERG らの実験例 (II)
(都市下水対象, $T_a = 6$ 日, イグサ, アシ, ガマ)
- 6) 安田らの調査
(水田対象 $T_a = 34\text{ hr}$)

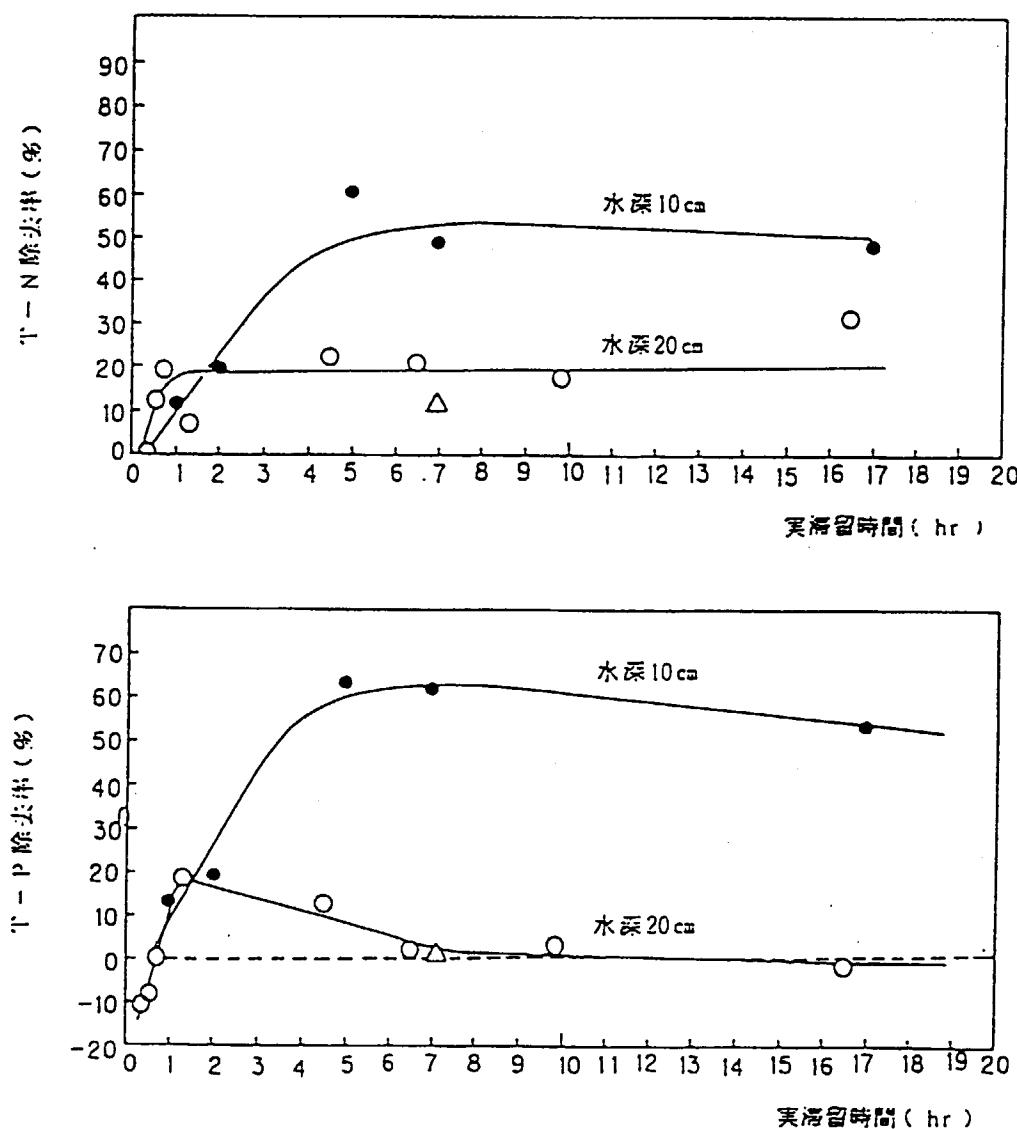


図4.30 実滞留時間と除去率（夏季5月～9月のデータの平均）⁴⁷⁾

注1) 図中△印が恋瀬川原水、他は山王川原水

注2) 恋瀬川導水実験 (S. 61. 7～10まで)

4.5.12 碓間接触酸化法+高速土壤浄化法

碓間接触酸化法は4.5.1に準じる。

高速土壤浄化法の規模を決定し、設計するための諸元としては

- (1) 通水速度
- (2) 土壌層厚
- (3) 土壌の種類

がある。

【解説】

(1) 通水速度

通水速度は土壌の種類によっても異なるが、概ね3~10m/日の範囲となる。蓮台寺川での実験では、黒ボク土を用いて3~5m/日で実験され、表4.6のような結果が得られている。

表4.6 碓間接触酸化+高速土壤浄化実験結果⁴⁹⁾

(蓮台寺川浄化実験結果)

碓間接触酸化 滞留時間1.0時間

高速土壤浄化 通水速度3~5m/日

	原水 (mg/l)	碓間接触酸化		碓間+土壤	
		水質 (mg/l)	除去率 (%)	水質 (mg/l)	除去率 (%)
色 度	15度	9度	40	3度	80
B O D	19	9	53	3	84
S S	18	9	50	2	89
P O ₄ -P	0.34	0.28	18	0.03	91
T - P	0.61	0.51	16	0.05	92
N H ₄ -N	1.4	1.3	7	0.9	36
T - N	5.2	4.2	19	3.0	42
M B A S	1.1	0.7	44	0.2	82
大腸菌群	150 (個/m ³)	25 (個/m ³)	83	2 (個/m ³)	99

(s. 63.10.24~平成3年2月の測定結果の平均値)

(2) 土壌層厚

土壌の層厚は蓮台寺川の実験では1.5m、袋川、八田原ダムの実施設では1.0mとされて
いる。

(3) 土壌の種類

土壌の選定にあたっては、透水係数の高いものがよく、実績では $10^{-2} \sim 10^{-1}$ 程度のも
のが使用されている。

また、リン除去を目的とする場合は、リンの吸着能力が高いものを選定するべきであ
り、リン酸吸収試験等によってあらかじめ確認することもある。リン酸吸収係数の高い
土壌としては黒ボク土、鹿沼土等があり、袋川や八田原ダム等では黒ボク土が使用され
ている。

4.6 汚泥処理・処分方法

汚泥の処理・処分方法の選定にあたっては次の各項を考慮する。

- (1) 処理・処分汚泥量及び汚泥性状
- (2) 処分・利用形態
- (3) 経済性
- (4) 維持管理性
- (5) 周辺環境への影響
- (6) 当該浄化施設の維持管理体制

【解説】

河川直接浄化施設では1～2回/月～1回/数年の頻度で排出、堀り起こしまたは引き抜き等の操作により汚泥が排出される。排出汚泥量の処理・処分方法の事例としては図4.31に示す通りであるが、その選定にあたっては(1)～(6)の各項を考慮して定めることが望ましい。

①排出汚泥 → 直接処分



③排出汚泥 → 他の施設で共同処理 → 利用・埋立

図4.31 主な汚泥処理・処分方法

①の方法は、浄化施設から排出した汚泥を直接処分する方法で出水時の河川放流やバキューム車吸引による搬出・埋立処分等がある。

②の方法は、汚泥を濃縮、機械脱水あるいは天日乾燥等により汚泥の減量化をはかり処分するもので、天日乾燥は経済的であるが敷地や周辺環境の制約がある。また、機械脱水は脱水機を常設する場合の他、仮設や移動脱水車を利用するケースもあるが、実施例は少ない。

③の方法は、当該浄化施設と同一の事業主体が下水処理場やし尿処理場等で汚泥処理施設を有する場合に、その処理施設で合併処理を行う方法である。

(1) 汚泥処理・処分量及び汚泥の性状

河川直接浄化施設では、汚泥処理の頻度は少ないが1回当たりの発生量が多いため、処理汚泥量を算定する必要がある。また、汚泥性状については汚泥含水率、有機物含有量等を考慮する。

(2) 処分・利用形態

汚泥処分の形態は産業廃棄物処分と一般廃棄物処分とに大別される。現在、河川直接浄化施設から発生する汚泥処分形態については、事業主体の判断により決定されている事例が多い。

また、コンポスト化や資源化等の有効利用については事例が少ないが、池に発生したアオコの脱水汚泥を緑農地利用している例もある。

(3) 経済性

経済性について考慮する事項は次の通りである。

①建設費

②維持管理費（薬品費、電力費、機器補修費、人件費）

③汚泥の運搬、処分費用

これまでの事例では、生汚泥を直接吸引して運搬、産業廃棄物処分する場合で、搬出作業にかかる人件費も含めて20,000～30,000円/㎥程度である。

(4) 維持管理性

脱水設備を常設する場合等は、機器類も多くなることからこれらの保守、点検作業も必要となる。このような点を含めて維持管理の難易性について考慮する必要がある。

(5) 周辺環境への影響

汚泥処理施設や処理作業において当該浄化施設の周辺地域への環境（騒音、臭気、管理時の安全衛生面）への影響や対策について考慮する必要がある。

(6) 当該浄化施設の維持管理体制

河川直接浄化施設は、維持管理が容易な施設が多く、日常の管理も1回/週～1回/月の巡回管理程度の施設管理となる。巡回管理とした場合には、その頻度や作業人数等の維持管理体制を考慮する必要がある。

4.7 放流施設

浄化施設を通過した処理水は、河川に放流もしくは親水公園などに導かれる。その際には、以下の事項について検討する必要がある。

- ① 放流方式
- ② 放流設備

4.7.1 放流方式

放流方式には、(1)分散放流と(2)一点放流がある。施設の位置、放流の水位、河道内の景観を考慮して、放流方式を決定する。

【解説】

浄化対策は河川水を清澄にするとともに、地域住民にもその効果を還元できるようにすることも重要となる。具体的には、親水水路、せせらぎ、落差工など公園事業等と一緒に整備し、処理水の多目的な利用を図ったり、浄化施設下流側に親水性護岸を整備することも考えられる。

放流方式の特徴をまとめると以下の通りであり、現地特性を考慮した上で決定する。

① 分散放流

分散放流は、小さな断面の水路が短くなること、実質的な影響はないが、浄化水を少しでも早く本川に流入させることができること等が利点である。

② 一点放流

一点放流の場合は、分散放流と表裏の関係にあり、かなり長い区間にわたって本川に浄化水が加わらないこと、水路断面が大きくなることなどが不利な点である。また、浄化水が分散放流に比較し、多いため浄化された水が本川との対比において目視しやすいこと等が利点となる。

4.7.2 放流設備

放流設備には、(1) D O回復施設と(2)放流管渠、放流口があり、放流先の状況に応じて決定する。

【解説】

(1) D O回復施設

エアレーションを行っていない浄化施設では施設内の生物により水中のD Oが消費されるため、浄化水のD Oが非常に少なくなることがある。D O回復施設は放流先の環境基準を守り、また、魚類の生息環境に悪影響を及ぼさないように、浄化施設内で消費されたD Oを回復するための施設であり、次の2通りの方式がある。

① 落差による回復

水の落下によってD Oを回復しようとするもので、落差0.5mで2~3mg/ℓのD O上昇がある。

② エアレーションによる回復

浄化水を曝気することによりD Oを回復させるものである。

以上2方式について、浄化施設の高さ、放流先水位を考慮して定められるが、D O回復のために必要な高さがとれる場合は、落差による方が有利であり、落差のとれない場合は、エアレーションによって回復させるものとする。

(2) 放流管渠、放流口

河道内の景観（水の流れ）を考慮して、浄化水を円滑に放流できる形状、構造とする。

4.8 機械・電気設備

浄化施設において、施設を正常に稼働させるための設備としては、(1)機械設備、(2)電気設備（電力設備、計装設備）がある。

【解説】

(1) 機械設備

機械設備の主なものとしては、ポンプ設備と送風機設備がある。これら機械設備は、基本的に予備機は設けないが危険分散を考慮し、2台以上設置するのがよい。

(a) ポンプ設備

ポンプ設備は、河川水の取水・送水および汚泥の引抜きなどの主ポンプと、原動機および主ポンプの運転に必要な補機、動力伝達装置、また維持管理用の付帯設備などにより構成される。

(b) 送風機設備

一般にエアレーション用の送風機は、送風量の多い場合はターボブロワが、少風量の場合はルーツブロワが用いられるが、全体の必要風量、設置スペース、経済性、維持管理性等から適切な機種を選定する。

(2) 電気設備

電気設備は、ポンプ、送風機等の機械設備や照明、換気等の建築付帯設備へ電力供給し、運転を行うための電力設備（受変電設備、負荷設備等）と施設の処理工程を管理運営する計装設備（計測装置、監視制御装置）がある。

(a) 電力設備

電力は基本的に電力会社からの買電によって供給し、自家発電設備は設けない。

受電設備は電力会社の配電線路より引き込み、受電した電力を負荷の種別・容量等により6kV、3kV、400V、200V、100V等の電圧に変成するための設備であり、受電方式は契約電力により、表4.7を標準とする。

表4.7 契約電力と受電電圧

種 別	契 約 電 力	標 準 電 圧
低 壓 電 力	50kW未満	200V
高 壓 電 力 甲	50kW以上500kW未満	6kV
高 壓 電 力 乙	500kW以上2,000kW未満	6kV
特別高圧電力	原則として2,000kW未満	13.8kV, 20kV, 30kV, 60kV 770kV, 100kV, 140kV

負荷設備には、配電設備と動力設備があり、機器の容量、台数、使用場所及び経済性を考慮して決定する。

(b) 計装設備

計測項目は、運転管理上必要なものを選定するものとする。例えば取水ポンプ槽水位や取水堰上流水位、スクリーン水路の前後水位、送風機吸込風量等、運転管理上必要な項目を選定する。

監視制御方式は施設の規模、配置、形態、拡張性、維持管理体制、経済性等を考慮して適切なものを選定する。河川浄化施設では特に複雑な制御を必要としないことから、非常時の電話通報装置を設ける程度とする場合もある。

第5章 維持管理計画

河川直接浄化施設の目的を達成するためには、施設を効率的に運営し、その機能を十分に発揮させる必要がある。このため、適切な維持管理体制を整備するとともに運転管理計画を定め、施設を適切に運転管理する必要がある。

5.1 施設管理

施設管理は浄化施設を構成する各施設について清掃、点検、保安等を実施し、施設を正常に稼働させ浄化機能を保全するものであり、以下の施設について行う。

- (1) 取水施設
- (2) スクリーン施設
- (3) 浄化施設本体
- (4) 付属機器、付帯設備（計装設備、電気設備など）

【解説】

施設管理の目的は、施設自体の機能保全とともに、施設を用いた適切な水量・水質管理の実現にある。以下に主な施設の管理の概要を示す。

(1) 取水施設

①取水施設は水中など点検の難しい場所であるため、定期的または渇水時などに故障や破損の有無及び作業状態を調べ、使用時に支障のきたすことのないようにしておくことが望ましい。

②取水堰（ラバーダム）方式の場合、降雨などによる水位上昇を感じし、操作規則に基づき自動収縮する。出水後に堰の起伏操作を行い、浄化施設の運転を再開する。

(2) スクリーン施設

①スクリーンかすを確実に捕捉回収できるよう整備し、スクリーン前後の水位差をなるべく小さくする。

②集積したゴミを定期的に処分する。ゴミの処分は埋め立て、焼却等があり、施設の立地条件を考慮して公共団体と協議のうえ適正な処分方法を決定する。

③スクリーンかすや沈砂により不衛生となりやすいので、付帯設備を含めて適宜清掃を行う。

④機械かき上げ式スクリーンについては、構造や機能が多種多様であるので、それぞれの仕様に従って保守・点検を行う。さらに、各部について摩耗の基準を定め、計画的に補修・交換を行う。

(3) 净化施設本体

①净化施設を複数系列で運転している場合、各系列に河川水が均等に分配されているかを点検口等により確認する。

②曝気を行わない净化施設

・作動を伴うものがないので、汚泥の堆積状況管理以外は特はない。

③曝気を行う净化施設

・プロワーの稼働状況、電圧計の確認を行う。

・各系列の曝気風量を確認し、調整を行う。

(4) 付属機器、付帯設備（計装設備、電気設備等）

①電気設備は機械設備の動力源であるとともにこれらの設備を制御するものであるため、些細な故障・事故からすべてが停電したり、緊急時に取水施設が閉鎖しなくなったりして、净化施設の維持管理に致命的な影響を与える恐れもあるので注意が必要である。

②機械・電気設備には消耗品に類する部品が多いので隨時補修・交換に備え、事故が起きた場合の応急処置の用意も必要となる。

③自動測定器械

水位、濁度等の自動計測機器の管理があり、機能の性能チェック等も必要であるため、信頼度を維持するために1回/月の頻度で管理する。

④プロワー等

プロワー等の保守点検で給油等の作業があり、1回/月の巡回が必要である。

5.2 水質管理

水質管理は浄化施設の浄化機能を維持するため、微生物の働きや浄化後水の水質を把握するもので①定期調査、②機能調査、③D O 調査等があり、施設の放流水質の管理を行うために必要に応じて実施する。

【解説】

(1) 定期調査

浄化対象河川水及び浄化後の水質を把握し、汚濁物が良好に浄化されたかを知るものである。

調査項目はB O D、S S、D O、p H並びに浄化対象項目等であり、1～3回/月の頻度で行う。

(2) 機能調査

微生物の浄化機能等を把握し、浄化水質との関連で運転操作条件を検討する資料とするために、生物の代謝に関するD-B O D、アルカリ度等や窒素、リンを測定する。

なお、水温変化を考慮し、4～12回/年の頻度が必要である。

(3) D O 調査

悪臭発生防止のため、D O を管理し0mg/lとならないようにする。定期調査によってD O 低下が認められ、悪臭が発生した場合、エアレーション等の対策を施す。

5.3 汚泥管理

汚泥管理は浄化施設の浄化機能を長期的に維持するために重要であり、適切な排泥方法により定期的な汚泥引き抜き管理を実施する。

【解説】

浄化施設内に堆積する汚泥量が増加すると、浄化部容積の減少や汚泥沈殿部からのS Sの流出により放流水質が悪化する。このため、汚泥の堆積状況を定期的に測定するとともに、放流水質のチェックを行い、適切な汚泥管理を行うことが必要となる。

汚泥の堆積状況を確認するためには、施設内における水頭差の測定や、汚泥界面高の測定を行う。近年堆積汚泥を計測する機器も開発されているので、それらを使用しても良い。

汚泥の排出方法は浄化手法によって異なるため、浄化手法毎の汚泥の堆積量、分布状況に見合った排泥装置を設置し、定期的に汚泥を引き抜くものとする。

なお、排出汚泥については経済性を考慮して最適な処分方法を決定することが必要である。

参考文献 資料一覧(1)

- 1) 環境庁資料
- 2) 1996年版 水道年鑑(水道産業新聞社編)
- 3) 平成4年度公共用水域測定結果表(東京都、千葉県、埼玉県、神奈川県)
- 4) 下水試験方法(社団法人 日本下水道協会)
- 5) 1993年版 上水試験方法(社団法人 日本水道協会)
- 6) 水道水質ハンドブック(日本水道新聞社)
- 7) 昭和58年～平成3年度 野川浄化施設水質調査報告書(建設省関東地方建設局 京浜工事事務所)
- 8) 下水道施設計画・設計指針と解説(社団法人 日本下水道協会)
- 9) 多摩川の浄化事業－野川浄化施設－(建設省関東地方建設局 京浜工事事務所(昭和57年9月))
- 10) T県河川浄化施設設計報告書
- 11) 大阪府アンケート
- 12) 平瀬川浄化施設設計報告書(建設省関東地方建設局 京浜工事事務所)
- 13) 高良川浄化施設設計報告書(建設省九州地方建設局 筑後川工事事務所)
- 14) 建花寺川浄化施設設計報告書(建設省九州地方建設局 遠賀川工事事務所)
- 15) 佐伯都市水路浄化施設設計報告書(茨城県 笠間市)
- 16) 桑納川浄化施設設計報告書(千葉県)
- 17) 大堀川浄化施設設計報告書(千葉県)
- 18) 久出川浄化施設設計報告書(兵庫県西宮市)
- 19) 2級河川野田川水系外堀川浄化施設設計報告書(兵庫県)
- 20) 紫竹川浄化施設設計報告書(岡山県)
- 21) 薩田川浄化施設水質調査報告書(岡山県)
- 22) 平瀬川浄化施設水質調査報告書(建設省関東地方建設局 京浜工事事務所)
- 23) 高良川浄化施設水質調査報告書(建設省九州地方建設局 筑後川工事事務所)
- 24) 建花寺川浄化施設水質調査報告書(建設省九州地方建設局 遠賀川工事事務所)
- 25) 佐伯都市水路浄化施設水質調査報告書(茨城県 笠間市)
- 26) 桑納川浄化施設水質調査報告書(千葉県)
- 27) 大堀川浄化施設水質調査報告書(千葉県)
- 28) 久出川浄化施設水質調査報告書(兵庫県西宮市)
- 29) 2級河川野田川水系外堀川浄化施設水質調査報告書(兵庫県)
- 30) 紫竹川浄化施設水質調査報告書(岡山県)
- 31) 薩田川浄化施設水質調査報告書(岡山県)
- 32) 河川等の公共用水域における高効率浄化システムの開発(財団法人 國土開發技術研究センター)

参考文献 資料一覧(1)

- 33) “木炭浄化システムに関する研究”
(建設省土木研究所 島谷幸宏、保持尚志、土木学会第49回年次学術講演会(平成6年9月))
- 34) 猪名川総合開発事業に関する浄化システム検討報告書(浄化システム検討会 昭和59年3月)
- 35) 河川浄化施設の概要－荒川調節池総合開発事業－
(建設省関東地方建設局 荒川上流工事事務所 昭和62年1月)
- 36) 坂川水質浄化対策検討業務報告書(建設省関東地方建設局 江戸川工事事務所 昭和62年3月)
- 37) 古ヶ崎浄化施設設計報告書(建設省関東地方建設局 江戸川工事事務所 昭和63年3月)
- 38) 古ヶ崎浄化施設水質調査報告書(建設省関東地方建設局 江戸川工事事務所 平成元年～平成3年度)
- 39) 不老川浄化施設設計報告書(埼玉県)
- 40) 切間川浄化施設設計報告書(愛知県 知立土木事務所)
- 41) 東隅田川浄化施設設計報告書(愛知県 知立土木事務所)
- 42) “プラスチック接触曝気法による下水の三次処理”(下水道協会誌)
- 43) 佐倉市資料
- 44) 八千代市資料
- 45) 土木研究所資料
- 46) “水の都 水戸の復活”(用水と廃水)
- 47) 建設省総合技術プロジェクト 湖沼の総合的水管理技術の開発報告書(建設省 昭和63年3月)
- 48) 植生浄化法パンフレット(建設省関東地方建設局 霞ヶ浦工事事務所)
- 49) 第6回都市河川セミナー(社団法人 日本河川協会 1991年11月)
- 50) 清らかな水流の復活をめざして－河川等の公共用海域における高効率浄化システムの開発－
(財団法人 国土開発技術研究センター、パンフレット)
- 51) 四万十川浄化方式パンフレット(高知県自然循環方式水処理技術研究会)
- 52) “各種有機物の化学構造と生分解性”(井上 用水と廃水 Vol. 14. No. 2 P. 142～166, 1972)
- 53) “下水道における難分解性有機物の挙動と対策に関する基礎的研究”(玉木勉 京都大学博士論文(1991))
- 54) “A Procedure for Determination of the Biological Treatability of Industrial Waters”
J. M. Symons, R. E. Mekinney, H. H. Hassis (Jour. WPCF. Vol. 32, No. 8 P. 841～852, 1960)
- 55) (株)日水コン、社内資料
- 56) 水道維持管理指針(日本水道協会 厚生省環境衛生局水道環境部監修)
- 57) 水処理用凝集剤(大明化学工業 テクニカルガイド No. 4/Mar./1980)
- 58) 净水の技術－安全な飲み水をつくるために－(丹保憲仁、小笠原紘一共著 技術堂出版)
- 59) (株)日水コン、社内資料
- 60) “回転生物接触法の実施設における技術調査報告書”(日本下水道事業団)
- 61) 大阪府資料

【參考資料編】

河川水質保全計画のマニュアル（案）

< 目 次 >

河川水質保全計画の策定	.....	参- 1
1. 既応資料による河川実態の把握	.....	参- 6
2. 水環境保全上の問題点の抽出	.....	参-10
3. 流域及び河川流量、水質の将来動向の把握	.....	参-12
3.1 将来の河川環境像の把握	.....	参-13
3.2 将来の流量、水質の動向の把握	.....	参-14
4. 水質保全目標の設定	.....	参-27
5. 必要な削減負荷量の設定	.....	参-30
6. 流域負荷削減対策による削減負荷量の算定	.....	参-31
6.1 流域負荷削減対策の見直し	.....	参-31
6.2 流域負荷削減対策による削減負荷量の算定	.....	参-32
7. 河川浄化対策による削減負荷量の算定	.....	参-33
7.1 浚渫	.....	参-33
7.1.1 浚渫計画	.....	参-33
7.1.2 浚渫による削減負荷量	.....	参-34
7.2 凈化用水導入	.....	参-35
7.2.1 導水可能河川の選定	.....	参-35
7.2.2 凈化用水導入基本計画	.....	参-36
7.2.3 凈化用水導入による水質改善効果予測	.....	参-37
7.3 河川直接浄化	.....	参-38
7.4 バイパス（流水保全水路）	.....	参-38
7.5 河川浄化対策の削減負荷量の決定	.....	参-39
8. 削減負荷量の適正配分計画	.....	参-40
9. 河川水質保全計画のとりまとめ	.....	参-41

河川水質保全計画の策定

河川水質保全計画は、計画対象河川の望まれる水質保全目標を達成するためその水質を最も効果的かつ経済的に改善及び保全するために必要な諸施策について、その基本方針及び実施計画を定めるものである。

河川水質保全計画を策定する際の標準的手順は図1.1に示す通りであり、大きく以下の段階で構成される。

- (1) 既応資料による河川実態の把握
- (2) 水環境保全上の問題点の抽出
- (3) 流域及び河川流量、水質の将来動向の把握
- (4) 水質保全目標の設定
- (5) 目標達成のための必要削減負荷量の設定
- (6) 流域負荷削減対策による削減負荷量の検討
- (7) 河川浄化対策による削減負荷量の検討
- (8) 削減負荷量の適正配分計画
- (9) 河川水質保全計画のとりまとめ

【解説】

(1) 河川水質保全計画の目的

高度成長期以降の急激な人口の都市集中と産業経済の飛躍的な発展により、河川、湖沼等の公共用水域の水質が悪化した。このような事態に対処するため、昭和45年4月政府は公害対策基本法第9条の規定に基づき、公共用水域の水質汚濁に係わる環境上の条件について、人の健康を保護し、および生活環境を保全するうえで維持することが望ましい基準（水質環境基準）が設定された。水質環境基準の達成及び河川、湖沼の水質保全のために排水規制、下水道整備の促進等の流域内での発生源対策や浚渫や浄化用水の導入等の河川内での対策が実施され、昭和50年代より徐々に河川、湖沼の水質が改善されてきたものの、都市域においては今だ水質環境が悪化しているのが現状である。

さらに、近年生活レベルの向上、ゆとりのある生活指向の希求、河川環境の総合的な保全と利用が社会の注目を集めてきており、特に河川の水質環境に対しては、以下のような要求が非常に強くなっている。

①生活環境における水辺空間の景観、親水機能の保全と創造

②安全でおいしい水道原水の供給

③生物が棲息できるような河川の水質環境の保全と創造

④下流部の富栄養化防止

①は、河川水質に対して快適性（アメニティ）を求めているものであり、河川水の外観（ゴミ、浮遊物、濁り、色等）や臭気（臭い、D Oにも関係）などが関係する。

②は飲料水の安全性、おいしさを確保するために河川水質の保全が重要視されているものである。発ガン性物質であるトリハロメタン生成に関連するアンモニア態窒素や前駆物質としての有機物（B O D、C O D）並びに2-M I B・ジオスミンなどの臭気物質などが関係の深い水質指標である。

③は、身近な河川環境として河川が着目されてきており、生物が棲息できるような水質環境の保全、創造が強く求められているものである。p H、D O、有機物（B O D、C O D）、有害物質等が関係の深い水質指標である。

④は、河川下流部に湖沼や海域等の閉鎖性水域がある場合、その富栄養化防止のために有機物や栄養塩類削減を行うものである。

こうした河川環境を取り巻く社会の認識の多様化に適切に対応するため、河川環境を適正に管理するための基本方針を定めた「河川環境管理基本計画」の策定が全国で進められている。

河川水質保全計画は、「河川環境管理基本計画」を上位計画とするものであり、計画対象河川における水質保全目標を明確にし、その目標を達成するために最も効果的な総合的水質浄化対策を定めるものである。水質浄化対策は、流域内で既に実施されている施策を評価したうえで、流域内での将来的な負荷削減対策の見直しを行うとともに、河川対策としての浚渫、浄化用水導入、直接浄化対策の効果を判断しながら、各対策における削減負荷量を算定し、それらの実現性、経済性を総合的に判断しながら、最も効果的な計画案を策定するものである。

この計画内容より、最終的に河川直接浄化による必要削減負荷量を決定するものである。

(2) 河川水質保全計画策定の手順

河川水質保全計画を策定する際の標準的手順は図2.1に示す通りであり、その概要を以下にまとめます。

1) 既応資料による河川実態の把握

既応資料を収集整理し、保全対象水域の河川実態を把握する。検討する事項は以下の通りである。

① 流域特性

自然的条件（流域面積、降水量等）社会的条件（人口、産業等）

② 水域特性

河川流量、河川水質、利水状況、水生生物の実態等

③ 河川空間特性

河川平面、縦横断形状、河川空間管理計画、高水敷利用実態、河川管理施設

2) 水環境保全上の課題点の抽出

対象河川における水域特性、流域特性の実態を把握し、望まれる河川環境像に対して水環境保全上の課題点の抽出を行う。

3) 流域及び河川流量、水質の将来動向の把握

上位計画である「河川環境管理基本計画」や流域の開発計画及び河川流量、水質に関連する諸計画を整理し、将来の望まれる河川環境像の把握を行う。

また、流域内の負荷削減対策として実施、計画されている下水道整備計画、工場排水規制、浄化槽等の生活排水対策の現状と将来見通しについて整理し、対象水域における将来の流量、水質の予測を行う。

4) 水質保全目標の設定

水環境保全上の課題点の整理並びに将来の動向より、対象河川における水質保全目標を検討する。

- ・計画目的の明確化
- ・保全対象区間・地点の設定
- ・水質保全項目と目標水質値の設定
- ・保全対象流況、期間の設定

5) 目標達成のための必要削減負荷量の設定

水質保全目標の達成のために、必要となる削減負荷量を算出する。

6) 流域負荷削減対策による削減負荷量の検討

現況の流域負荷削減対策に対して、今後実施可能な対策について、見直しも含めて関係機関と協議を行う。対策の具体的な内容、実施年次について実現性、経済性を考慮して検討を行い、対策実施による削減負荷量を算定する。

7) 河川浄化対策による削減負荷量の検討

河川内で実施可能な対策について、実現性、経済性を考慮して検討を行い、対策実施による削減負荷量を算定する。

8) 削減負荷量の適正配分計画

流域負荷削減対策及び河川浄化対策による削減負荷量と必要削減負荷量を面的分布も含めて比較検討するとともに、対策後の水質予測を行い、対策による水質保全目標の達成度合を評価する。

目標を十分達成できる場合は、より効果的、経済的な対策となるよう調整を行う。

目標が達成できない場合は、保全目標の設定見直しや代替案等の検討を含めて再度検討を行う。

9) 河川水質保全計画のとりまとめ

河川水質保全計画を実施するための計画書を作成する。

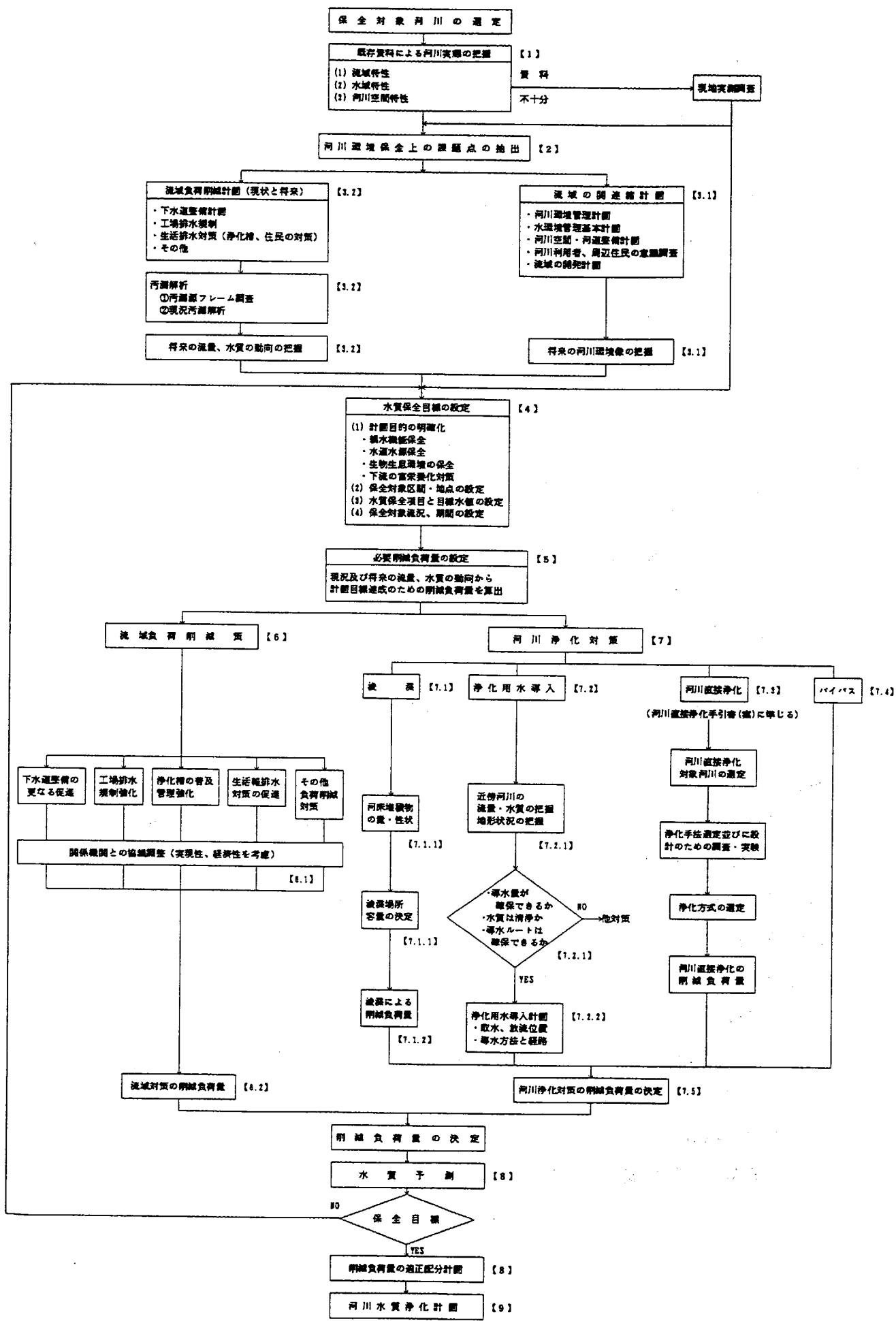


図1 河川水質保全計画策定フロー

1. 既応資料による河川実態の把握

既応資料を収集整理し、浄化対象河川の実態を把握する。

(1) 流域特性の把握

①自然環境 — 流域面積、降水量、気温、地形、地質等

②社会環境 — 流域人口、産業、土地利用等

(2) 水域特性の把握

①河川流量特性 — 本川、支川の流量規模と変動特性

②河川水質特性 — 本川、支川の水質レベルと変動特性、水質成分、組成特性
水質障害実態

③利水状況 — 利水量、利水目的、取水位置、利水障害

④水生生物の実態 — 対象河川の水生生物の生息状況

(3) 河川空間特性の把握

①河川平面、縦横断の形状

②高水敷利用実態

③河川管理施設

(4) その他

なお、データ不足の事項については必要な実態調査を追加実施する。

【解説】

計画対象河川における水環境上の問題点を明らかにし、水質保全目標を検討するために、対象河川の実態を把握することが必要である。基本的には、既応資料を対象河川に関連する機関（建設省、県、市町村）より収集し、以下の内容について整理を行う。

(1) 流域特性の把握

計画対象河川の流域の自然環境、社会環境について概略をとりまとめる。

① 自然環境

- ・対象河川の概要（流域面積、幹線延長、主な流入支川等）
- ・河川図、または流域図
- ・地形、地質
- ・気象条件（降水量、気温）

② 社会環境

関係機関の調査資料、統計資料、届出資料より過去5ヶ年のデータを収集整理する。

- ・流域内人口（総人口、下水道整備人口、下水道未整備人口(し尿処理形態別)）
- ・産業（製造品出荷額、事業所別排水量と放流水質資料）
- ・土地利用（宅地、田、畠、山木、その他）

(2) 水域特性の把握

① 河川流量特性

計画対象の本川及び支川の流量、水位資料を関係機関より収集整理する。

資料の収集期間は10ヶ年を基本とし、以下の内容についてとりまとめる。

- ・調査地点一覧と位置図
- ・調査地点の測定頻度（水位計による自動連続観測又は定期的調査）
- ・流況表の作成（連続観測地点について）
10ヶ年の豊水、平水、低水、渴水、最大、最小、平均流量をまとめる。
- ・流量観測データ表の作成（定期的調査のみ実施されている地点について）
流量観測データを年毎に整理し、平均値、最大値、最小値をまとめる。
- ・流量の変動特性
流量の経月変化や灌漑期と非灌漑期別の変動の特性をまとめる。
都市河川においては、時間的変動が大きいので、その変動についても検討することが必要となる。

② 河川水質特性

計画対象の本川及び支川の水質測定結果を関係機関より収集整理する。資料の収集期間は5ヶ年を基本とし、以下の内容についてとりまとめる。

<収集資料の整理>

- ・調査地点一覧と位置図
- ・環境基準地点と類型指定状況
- ・調査地点別の測定頻度と測定項目
- ・検討対象水質項目
 - ・pH、D O、S S、有機性S S(V S S)、B O D、D-B O D（閉鎖性水域ではC O D、D-C O D）、大腸菌群、T-N、N H₄-N、T-Pを基本的な整理項目とする。
 - ・対象河川の特性や利用形態上必要な指標となる水質項目についても整理する。
 - ・健康項目については、環境基準の達成状況を確認する。

<収集資料の検討>

●現況の水質汚濁状況の把握

最近年のデータを使用し、本川、支川の水質汚濁状況を平面分布図や流下方向の水質変化図に表現し、以下の実態を把握する。基本的には、BOD(75%)と対象河川の特性上重要な指標項目について検討する。

- ・本川における水質汚濁分布特性（どの地点が汚濁しているか、その汚濁のレベルはどうか）

- ・本川の水質汚濁の原因（汚濁原因となっている支川とその水質レベル）

上記の検討結果、並びに環境基準地点を考慮して、計画上の評価地点の設定を行う。

●水質成分、組成特性の検討

粒子性及び溶解性の割合、有機物量の割合、生分解性、還元性物質等対象河川における水質成分、組成に関する水質データがある場合については整理を行い、その水質成分、組成特性を把握する。

●経年変化特性

評価地点におけるBOD(75%)と対象河川の指標項目について、過去5ヶ年における経年変化の状況を把握し、下水道整備状況や流域人口の変化等の関係を検討する。

●経時変化特性

評価地点におけるBOD(75%)と対象河川の指標項目について、経月変化及び経時変化図を作成し、季節的変化、時間的変化の特性を把握する。

●流量と水質の相関

河川水質は流量によって影響されることが多いので、流量と水質（BOD及び対象河川の指標項目）の関係図を作成し、流況の相関性を確認し、水質保全目標における流況を設定するための資料とする。

③ 利水状況

計画対象河川における利水目的別の件数、利水許可量及び各取水位置について整理する。なお、必要がある場合には利水量実績資料を収集整理する。

また、利水上水質的な問題がある場合については、利水者からの資料及びヒアリングにより、障害となる水質項目、問題となる期間、利水側の対応方法とその費用について、整理することが必要となる。

④ 水生生物の実態

対象河川における魚類、底生生物、藻類、水生植物等の水生生物の実態調査報告書を収集し、生息する生物種とその分布状況の実態をまとめる。水質の分布状況や河道特性等と比較しながら、その生息状況の特徴をまとめる。

(3) 河川空間特性の把握

水質保全目標の設定や河川浄化施設の設置位置、用地を検討するために、河川空間特性の把握が必要となる。以下の事項について、資料を収集整理する。

① 河川平面、縦横断の形状

河川浄化施設の設置位置、用地を検討するための基礎資料とする。

② 高水敷利用実態

高水敷の利用実態は、水質保全目標設定の基礎資料となる。なお、利用者及び周辺住民からの高水敷の利用アンケート等がある場合は、その資料についても整理する。

③ 河川管理施設

河川浄化施設の配置計画を検討するために、樋門、樋管、堰等の河川管理施設の位置、構造、水位的条件等が必要となることがある。必要に応じて河川管理施設の台帳、構造図面等を収集する。

(4) その他

水質保全目標を検討するために、昔の河川の水質状況、流水状態、利用状況等についての資料を必要に応じて収集整理する。

2. 水環境保全上の問題点の抽出

対象河川における現況水質に対して、河川の親水利用や利水利用、水生生物生息環境上から問題となる水質項目を明らかにする。また、その水質項目が問題となる地点、区間並びに流況又は期間を明確にする。

【解説】

(1) 問題となる水質項目の抽出

近年生活レベルの向上、ゆとりのある生活指向の希求、河川環境の総合的な保全と利用が社会の注目を集めてきており、特に河川の水質環境に対しては、以下のような要求が非常に強くなっている。

- ①生活環境における水辺空間の景観、親水機能の保全と創造
- ②安全でおいしい水道原水の供給
- ③生物が棲息できるような河川の水質環境の保全と創造
- ④下流部の富栄養化防止

①は、河川水質に対して快適性（アメニティ）を求めていいるものであり、河川水の外観（ゴミ、浮遊物、濁り、色等）や臭気（臭い、DOにも関係）などが関係する。

②は飲料水の安全性、おいしさを確保するために河川水質の保全が重要視されているものである。発ガン性物質であるトリハロメタン生成に関連するアンモニア態窒素や前駆物質としての有機物（BOD、COD）並びに2-MIB・ジオスミンなどの臭気物質などが関係の深い水質指標である。

③は、身近な河川環境として河川が着目されてきており、生物が棲息できるような水質環境の保全、創造が強く求められているものである。pH、DO、有機物（BOD、COD）、有害物質等が関係の深い水質指標である。

④は、河川下流部に湖沼や海域等の閉鎖性水域がある場合、その富栄養化防止のために有機物や栄養塩削減を行うものである。

対象河川における現況水質に対して、上記のような河川の親水利用、利水利用、水生生物生息環境上問題となる水質項目を明らかにする。

(2) 問題となる地点・区間の検討

対象河川において、水質上問題となる地点や区間を検討する。

検討にあたっては、水質及び負荷量の流下方向変化や平面分布図を作成し、その変化・分布特性より水質汚濁の問題となる区間・地点を明らかにする。さらに水質汚濁の原因となる流入河川、排水路の状況についても確認し、どこの河川、排水路が対象河川の水質を悪化させる要因かを明確にする。

(3) 問題となる流況、期間の検討

水質は河川の流量、水温によって変動するので、

①水質上問題が発生するのはどういう流量の時か？

②水質上問題が発生するのはどういう期間か？

について検討する。

①については、流量と水質の相関図、②については水質の経月変化図によりその特性を検討する。

3. 流域及び河川流量、水質の将来動向の把握

水質保全目標の設定、負荷削減の適正配分を検討するためには、流域及び河川流量水質の将来動向を検討することが必要であり、次の事項について検討を行うものとする。

- (1) 将来の河川環境の把握
- (2) 将来の流量、水質の動向の把握

【解説】

水質保全目標の設定及び負荷削減の適正配分の検討にあたっては、流域及び河川に要求される将来の河川環境像や将来の河川流量、水質の動向を把握することが前提条件となる。

水質保全目標については、河川空間として求められる親水機能、景観機能や利水の利用目的さらに生物の生息場としての環境等多種多様な河川環境が求められていることから、対象河川の現況と将来の求められる河川環境像について十分把握したうえで設定することが必要となる。

また、現在流域内において下水道整備や生活排水対策等が積極的に実施されていることから、流域内の負荷削減対策によって、河川の流量、水質がどの程度改善されるか、また、悪化するのかを把握することは、水質保全目標を設定するうえで極めて重要な情報となる。

3.1 将来の河川環境像の把握

河川の水環境及び空間環境の将来像を把握するために、次に示すような関連諸計画について調査を行うものとする。

(1) 河川環境管理基本計画

- ① 水環境管理に関する事項
 - ② 河川空間環境管理に関する事項
- (2) 河川空間、河道整備計画
- (3) 河川利用者、周辺住民の意識調査
- (4) 流域内の主な開発計画

【解説】

(1) 河川環境管理計画

河川水質保全計画は、上位計画である「河川環境管理基本計画」と整合していることが必要となるため、その計画内容を十分把握することが必要である。なお、河川水質保全計画の検討に基づき「河川環境管理基本計画」の見直しも必要に応じ行うことが必要となる場合がある。

① 水環境管理に関する事項

対象水域における流量、水質を水利用、生息生物等の観点から検討されているものであり、今後当該河川の管理目標とされているものであり、河川水質保全計画の上位計画として整合の確保が必要である。

② 河川空間環境管理に関する事項

対象河川における将来の河川及び河川敷の河川環境像や利用状況が検討されているものであり、河川水質保全計画における水質保全目標との整合の確保を図るために必要である。

(2) 河川空間、河道整備計画

河川公園計画や河道整備計画等河川環境に係わる諸計画については、将来の河川環境像や必要とされる水質レベルを把握するために必要となる。

(3) 河川利用者、周辺住民の意識調査

河川利用者、周辺住民の河川の水環境、河川空間に対するニーズ等の意識調査がなされている場合、その調査結果を参考とし、水質保全目標を設定するための基礎資料とする。

(4) 流域内の主な開発計画

主要な開発計画としては、住宅団地、工場団地等の計画がある。開発計画に伴い将来の人口や土地利用形態が変化するので、河川流量、水質への影響の程度を把握しておくことが必要となる。

3.2 将来の流量、水質の動向の把握

流域の負荷削減対策及び河川浄化対策の現状と計画を整理し、対象水域の将来の流量、水質の予測を行う。

将来予測は、現況の汚濁解析に基づき検討を行うものとする。

なお、BOD、窒素、リンについては排出負荷量の算定、汚濁解析により検討を行うものとし、他の水質項目については現況の水質汚濁の発生要因や機構等を十分調査、解析した上で将来の水質の動向を検討するものとする。

【解説】

将来の河川流量、水質の予測フローを図2に示す。このフローは排出負荷量の算定、汚濁解析を実施できるBOD、窒素、リンについての検討フローである。

検討の手順は、以下に示す通りである。

(1) 現況及び将来の排出負荷量検討（流域負荷対策による排出負荷量検討）

流域内の下水道整備、排水規制等の負荷削減対策による現況と将来のフレームを整理し、原単位を乗じることにより排出負荷量並びに点源の排水量を算定する。

(2) 河川浄化対策による削減負荷量検討

浚渫、浄化用水導入、河川直接浄化対策等の現状と計画による削減負荷量を算定する。

(3) 現況汚濁解析

① 現況流出負荷量の検討

対象となる水質項目の水質濃度と対象流量より現況の流出負荷量について検討する。

② 流達率と浄化残率または流出率の設定

現況排出負荷量と流出負荷量の比より、流達率と浄化残率、又は流出率を設定する。

(4) 将来流量、水質予測

① 将来流量の設定

現況の対象流量より、点源排水量の増減量を勘案し、将来流量を設定する。

② 将来水質予測

将来流量と排出負荷量並びに流達率と浄化残率または流出率より将来水質を予測する。

なお、DO、色度、2-MIB等排出負荷量の算定が行えない水質項目が問題となる場合は、現状における汚濁発生要因や機構等を十分調査、解析し、将来の水質の動向を検討するものとする。

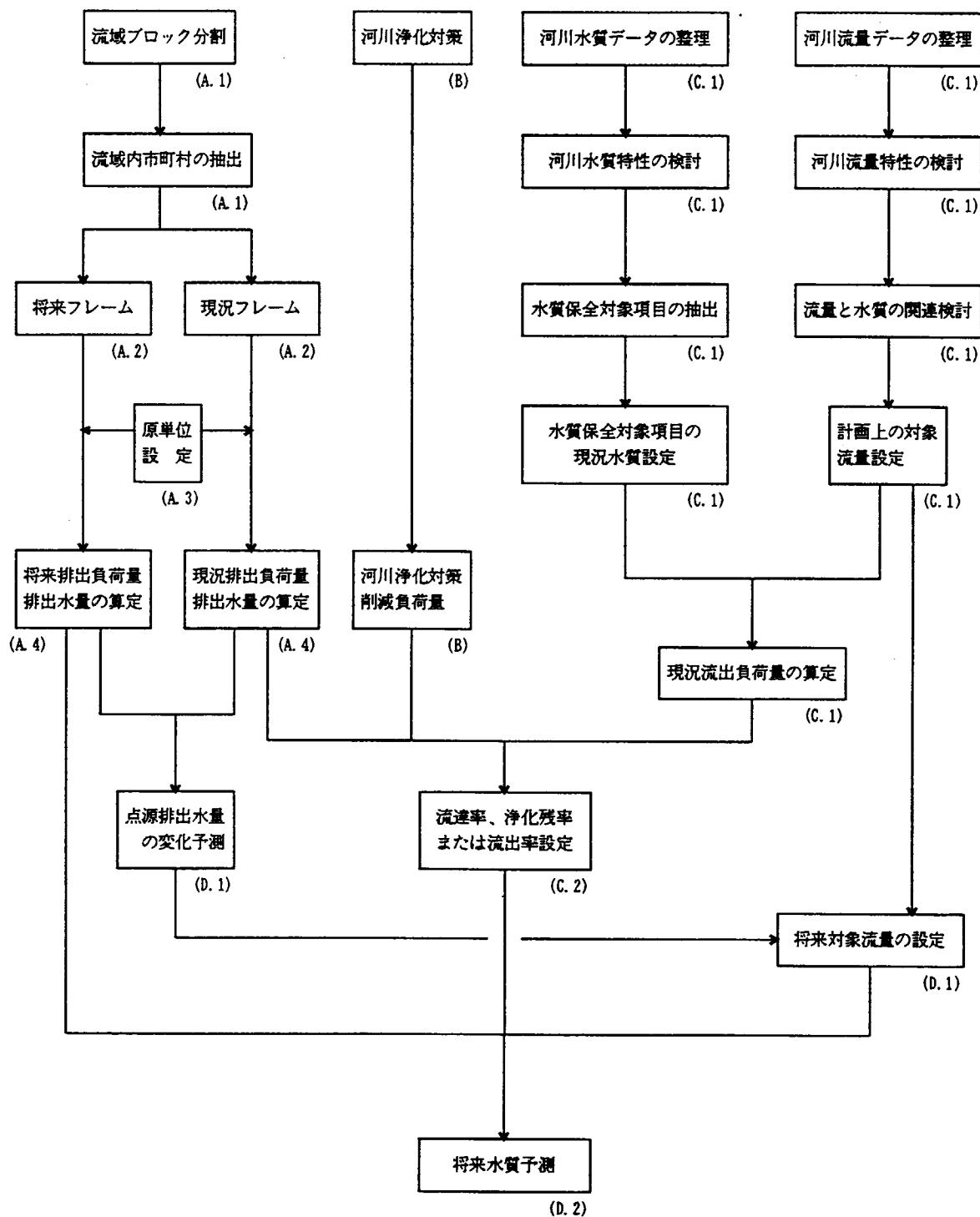


図 2 将来の河川流量、水質検討フロー (BOD、窒素、リン)

A. 現況及び将来の排出負荷量検討

A.1 流域のブロック分割

対象河川の流域を支川、排水路の流域界（又は集水区域）でブロック分割する。

流域のブロック分割の目的は、以下の通りである。

①環境基点等の評価地点毎の汚濁解析、水質予測を行う。

②支川、排水路の汚濁現況と将来の動向を把握し、対策の必要性、優先順位の選定を行う。

ブロック分割にあたっては、関係機関の管内図、河川図及び既応調査報告書を収集し、評価地点に対する支川、排水路ブロックの位置関係と全流域面積並びに市町村毎の流域面積を整理する。

A.2 汚濁源フレーム調査

(1) 汚濁源フレームの種類

汚濁源フレームの種類としては、以下のものがあげられる。

① 生活系汚濁源

流域内人口は生活雑排水とし尿の処理形態によって、以下の6種の人口フレームに区分して整理する。

表 1 生活系汚濁源フレームの種類
(処理形態別人口と排出負荷の種類)

処理形態別人口	排出負荷の種類
単独し尿浄化槽人口	生活雑排水 + 単独し尿浄化槽処理水
合併浄化槽人口	合併浄化槽処理水
くみとり(し尿処理場)人口	生活雑排水(し尿はし尿処理場放流負荷として別途計上)
し尿自家処理人口	生活雑排水(し尿負荷は見込まない)
下水道人口	- (下水処理場放流負荷として別途計上)

② 工場・事業所系汚濁源

工場・事業所から放流される汚濁源である。

工場・事業所は規制対象事業所と未規制対象事業所に分けられる。

下水処理場、し尿処理場、農村集落排水処理場並びに学校、スーパー、病院、デパート、役所等の大規模合併処理浄化槽（コミュニティプラント）もこの中に含まれる。

③ 家畜系汚濁源

家畜系の汚濁源フレームは、家畜の種類に分けて整理する。

- ・牛頭数（肉牛と乳牛は区分する）
- ・馬頭数
- ・豚頭数

④ 面源系汚濁源

面源系汚濁源は土地の利用形態別に面積で整理する。

- ・市街地面積
- ・水田面積
- ・畑地面積
- ・山林面積
- ・その他（果樹園、牧場、ゴルフ場等）

(2) 汚濁源フレームの調査方法

1) 生活系汚濁源

県及び市町村の下水道課並びに環境関連課に対して、資料収集及びヒアリングを行い、処理形態別人口の現況と将来の動向を整理する。なお、将来人口が不明な場合は、流域における人口動態調査、上位計画、総合開発計画などを勘案し、過去5ヶ年程度のトレンドで推定を行う。

2) 工場・事業所系汚濁

県及び市町村の環境関連課に対して、資料収集及びヒアリングを行う。

①工場・事業所の届出台帳がある場合

工場・事業所の届出台帳より、工場・事業所毎の業種、届出排水量、水質並びに実績排水量、放流水質を整理する。

将来については、下水道整備計画の進捗を考慮して、工場・事業所の排水の下水道取込みの有無で区分する。

②工場・事業所の届出台帳がない、もしくは不十分な場合

工場統計等の統計資料より工場・事業所毎もしくは業種毎の工業出荷額を整理する。

将来については、各都道府県の上位計画として、将来の鉱工業の種類や生産額およびその地域分布が確定している場合は、それを上位計画として推定するものとするが、計画年次における値がない場合は過去からのトレンドで推定を行い、各県の総合開発計画と調整して決定するものとする。

3) 家畜系汚濁源

県及び市町村の農林部局に対して、資料収集及びヒアリングを行い、家畜頭数の現況と将来の動向を整理する。

統計的には畜産統計によって家畜頭数を知ることができるが、実際上は、飼育方法、飼料の種類、畜舎の規模等により汚濁負荷量の発生あるいは排水量が大きく異なるので、1畜舎当たりの飼育頭数、し尿の処理方法、飼料の種類、畜舎の洗浄方法について十分な調査を行うことが重要である。

また、将来については各都道府県の上位計画としての農林畜産業の将来計画がある場合は、それを上位計画とするが、適当な県計画がない場合には過去の統計資料をもとに推定するものとする。いずれの場合も、農林部局と調整して将来計画を決定するものとする。

4) 面源系汚濁源

県及び市町村の関連部局に対して資料収集を行い、土地の利用形態別面積の現況及び将来の動向を整理する。

A.3 汚濁負荷原単位の設定

汚濁負荷原単位の設定は、当該流域において実態調査資料があるものについてはその値で設定するものとし、実態調査資料がないものについては、以下の資料を参考に汚濁負荷原単位を設定するものとする。

- ・「流域別下水道整備総合計画調査 指針と解説」
(社団法人日本下水道協会(平成5年)(建設省都市局下水道部監修))
 - ・「富栄養化防止下水道整備基本調査の手引」
(社団法人日本下水道協会(昭和59年8月))
- (参考資料編に上記資料の負荷原単位を示す)

A.4 排出負荷量の算定

排出負荷量は原則として、汚濁源フレームに汚濁負荷原単位を乗じて算定する。

排出負荷量の基本的な算定方法を表2に示す。

表2 排出負荷量の算定方法

汚濁源の種類		排水負荷量の算定方法
生活系	単独し尿浄化槽人口	$(\text{人口}) \times [\text{生活排水原単位}] + (\text{人口}) \times [\text{単独し尿浄化槽処理水原単位}]$ (又は $(\text{人口}) \times [\text{し尿排水量原単位}] \times [\text{処理水質}]$)
	合併浄化槽人口	$(\text{人口}) \times [\text{合併浄化槽処理水原単位}]$ (又は $(\text{人口}) \times [\text{生活排水量原単位}] \times [\text{処理水質}]$)
	くみとり人口	$(\text{人口}) \times [\text{生活排水原単位}]$
	し尿自家処理人口	$(\text{人口}) \times [\text{生活排水原単位}]$
工場・事業所系	工場・事業所	①届出資料がある場合 $\sum [\text{工場・事業所排水量}] \times [\text{放流水質}]$ ②届出資料がない場合 $\sum [\text{業種毎工業出荷額}] \times [\text{工業出荷額汚濁負荷原単位}]$
	下水処理場 し尿処理場 農村集落排水処理場 大規模合併処理浄化槽	・現況 $[\text{現況放流水量}] \times [\text{現況放流水質}]$ ・将来 $[\text{計画放流水量}] \times [\text{計画放流水質}]$
家畜系	牛	$[\text{肉牛頭数}] \times [\text{肉牛排出負荷原単位}]$ (又は $[\text{発生負荷原単位}] \times [\text{排出率}]$)
	乳牛	$[\text{乳牛頭数}] \times [\text{乳牛排出負荷原単位}]$ (又は $[\text{発生負荷原単位}] \times [\text{排出率}]$)
	馬	$[\text{馬頭数}] \times [\text{馬排出負荷原単位}]$ (又は $[\text{発生負荷原単位}] \times [\text{排出率}]$)
	豚	$[\text{豚頭数}] \times [\text{豚排出負荷原単位}]$ (又は $[\text{発生負荷原単位}] \times [\text{排出率}]$)
面源系	市街地	$[\text{市街地面積}] \times [\text{市街地汚濁負荷量原単位}]$
	水田	$[\text{水田面積}] \times [\text{水田汚濁負荷量原単位}]$ (蓄飼期と非蓄飼期別に算出することが望ましい)
	畑地	$[\text{畑地面積}] \times [\text{畑地汚濁負荷量原単位}]$
	山林	$[\text{山林面積}] \times [\text{山林汚濁負荷量原単位}]$

B. 河川浄化対策による削減負荷量

浚渫、浄化用水導水、河川直接浄化の河川浄化対策について、現状及び将来時点の削減負荷量を算定する。

(1) 浚渫

浚渫による削減負荷量は、以下の方法により算定する。

① 実態調査による方法

浚渫区間の上下流における水質実態調査より、浚渫面積又は浚渫容積当たりの削減負荷量を推定し、現況及び将来計画による浚渫面積、浚渫容積に乗じて削減負荷量を算定する。

② 溶出量からの推定方法

底泥の溶出試験結果より、底泥面積又は底泥容積当たりの溶出量を推定し、現況及び将来計画による浚渫面積、浚渫容積に乗じて削減負荷量を算定する。

(2) 浄化用水導水

浄化用水導入対策は河川の流出負荷量の削減対策ではなく、希釈による水質改善である。このため、現況汚濁解析、将来の水質予測にあたっては、流入負荷として取り扱い、流量並びに負荷量収支よりその効果を算定するものとする。

(3) 河川直接浄化

① 河川直接浄化施設が設置されているもの

現況において河川直接浄化施設が稼働しているものについては、原則として以下により削減負荷量を算定する。

$$\cdot \text{現況削減負荷量} = (\text{実績浄化水量}) \times \{(\text{実績流入水質}) - (\text{実績浄化後水質})\}$$

$$\cdot \text{将来削減負荷量} = (\text{計画浄化水量}) \times \{(\text{計画流入水質}) - (\text{計画浄化後水質})\}$$

② 河川直接浄化施設が計画されているもの

河川直接浄化施設が計画されている場合は、以下により削減負荷量を算定する。

$$\cdot \text{将来削減負荷量} = (\text{計画浄化水量}) \times \{(\text{計画流入水質}) - (\text{計画浄化後水質})\}$$

C. 現況汚濁解析

C.1 現況流出負荷量の検討

① 流況の設定

対象河川において水質汚濁が問題となる流況を流量と水質の関係等から検討し、計画上対応すべき流況を設定する。

一般的には河川管理上流水の正常な機能を維持するために低水流量または渇水流量を対象としている。

② 水質保全対象項目の現況水質設定

対象水域において水質汚濁が問題となる水質項目を抽出し、流量と水質（又は負荷量）との関係や水質の変動特性を考慮して、現況水質を設定する。

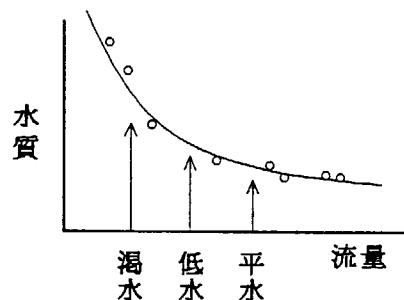


図 3 流量と水質の関係図

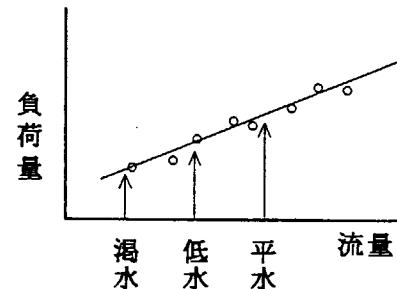


図 4 流量と負荷量の関係図

河川水質を評価するうえでは低水流量とBOD75%が対象となる場合が多いが、計画の目的に応じて検討することが必要である。

③ 現況流出負荷量

評価地点において、上記の要領で設定した流量と水質値を乗じて流出負荷量を算定する。

$$\text{流出負荷量} = (\text{現況設定流量}) \times (\text{現況設定水質})$$

C.2 流達率と浄化残率または流出率の設定

将来の水質予測を行うために現況汚濁解析を行う。汚濁解析にあたっては水質評価地点における負荷量を求めることが必要となるため、流域内の排出汚濁負荷量に対する水質評価地点の流下する負荷量（流出負荷量）の値を定めるものとする。汚濁解析を行うための値として、流達率と浄化残率、または流出率の設定を行う。これらの用語及び負荷流出の概念を図5に示す。ここで、排出負荷量とは各汚濁源において発生する汚濁負荷量のうち実際に排出される負荷量をいい、例えば事業場で処理を行っている場合には処理後に排出される負荷量をいう。

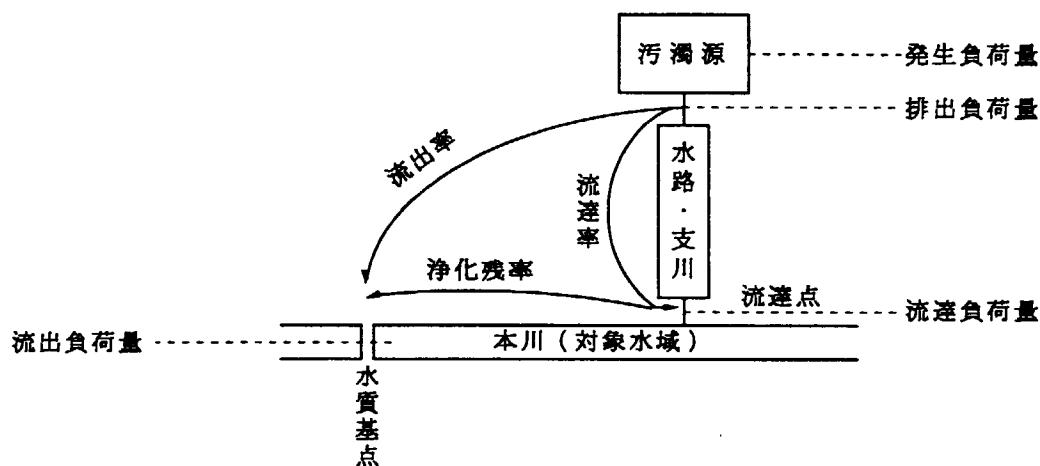


図5 負荷流出の概念図

(1) 流達率と浄化残率

支川、排水路並びに水質評価地点における流量と水質データがある場合、流達率と浄化残率について設定する。

①流達率

ブロック別の排出負荷量が支川、排水路を経て、対象河川へ流達する負荷量の割合を示すものである。流達率は支川、排水路における自浄作用による負荷量の減少割合を表している。

$$\text{流達率} = \frac{\text{ブロック(流域)から対象河川へ流入する汚濁負荷量(流達負荷量)}}{\text{当該ブロック内での排出負荷量}}$$

流達率は実測値に基づいて定めるのが原則であるが、既存の資料が得られず、また実測も困難な場合には、他の流域の実測値等を参考にして決定することができる。さらに、現在における実測値があっても、流達率は市街地の開発状況等によって値が異なるので、将来の汚濁予測を行う場合そのままではできないこともある。このため、他地域での実測値を十分参考にする必要がある。既存の調査結果の多くは流量が比較的少ない場合のものが多く、対象水域を中小河川の場合に限って利用できると解すべきであろう。

BODの流達率の実例として、図6は建設省土木研究所が全国主要流域における実測値を整理した結果であり、図7は同じく千葉県が江戸川流域別下水道整備総合計画を策定する際に、江戸川の支川について建設省江戸川工事事務所が実測し土研と同様の手法により整理したものである。これによれば人口密度の低い地域では流達率は非常に低く、人口密度が高くなるに従い次第に高くなっている。将来予測ではこのような流域内の状況の変化をまず予測し、その状況に適当と思われる流達率を同じ流域の他の地域での例や、他の流域での実測結果（図6、図7）等を勘案して決定する必要がある。

なお、BODについては、流域全体の負荷量からすればウェイトの小さいブロックについては表3に示す値を参考にして定めてもよい。

表3 BOD流達率の標準値

流達率	農村部	0.0~0.20	流達率は主として側溝、排水路の整備状況によって決まると考えられる。
	市街地部 周辺地域 中心地区	0.1~0.6 0.6~1.0	
	公共下水道	1.0	

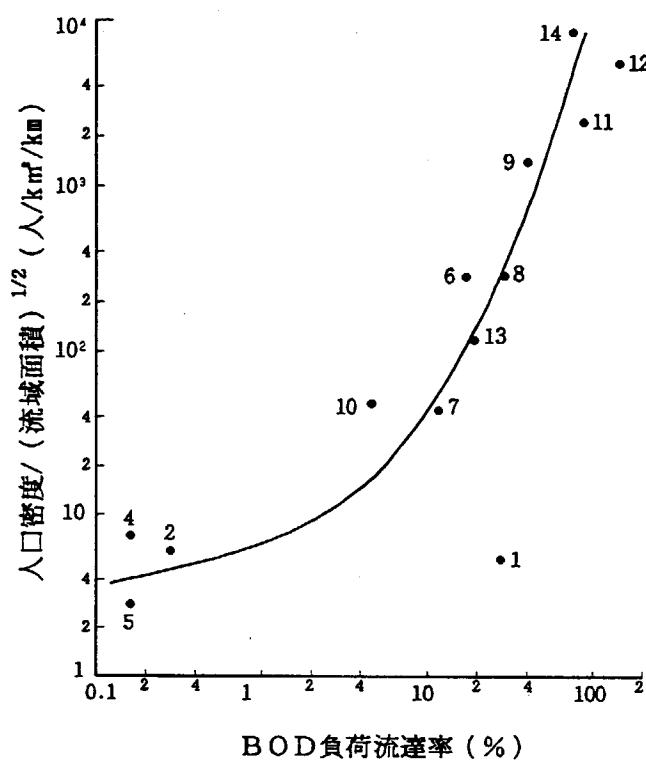


図 6 B O D 負荷流達率と人口密度／（流域面積）^{1/2}との関係

出典；河川の自浄作用および汚濁負荷の流出率について（村上健）
第5回衛生工学研究討論会講演論文集（1969）

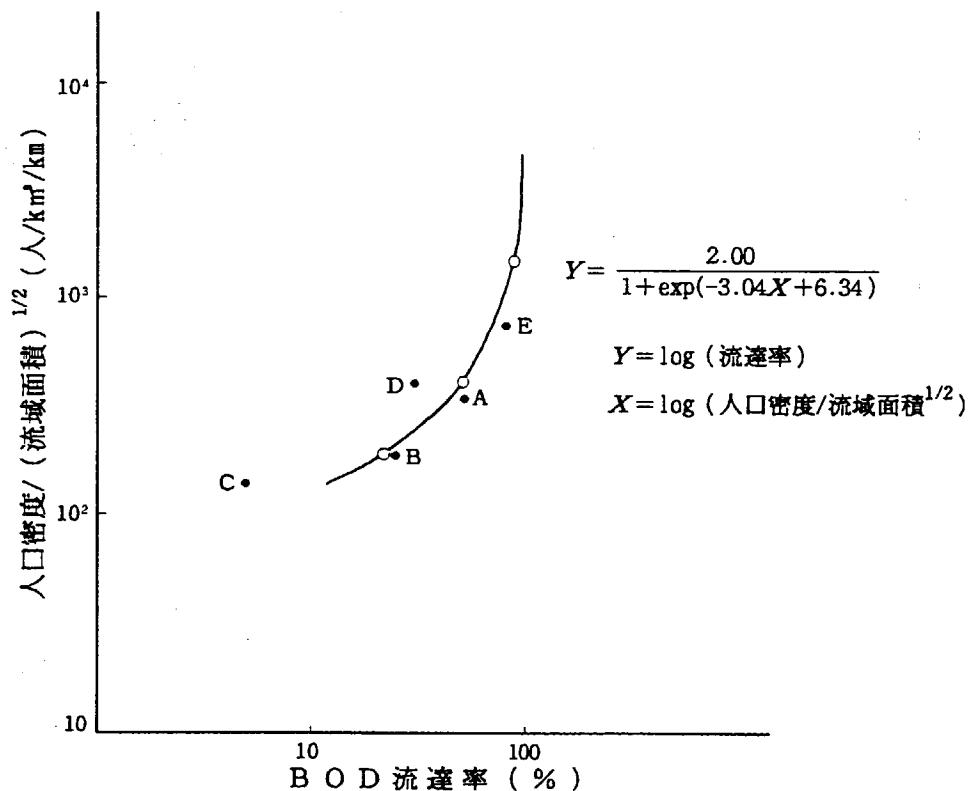


図 7 ブロック別流達率

② 净化残率

河川に流入した汚濁負荷は、生物学的分解、沈殿、吸着などの作用により減少していく。これらの作用を総括的に表すものとして浄化残率という概念が用いられている。浄化残率とは河川の下・上流の二つの地点における負荷量の比で表されるものである。

$$\text{浄化残率} = \frac{\text{下流側地点負荷量 (下流水質評価地点負荷量(流出負荷量))}}{\text{上流側地点負荷量 (上流水質評価地点負荷量 + 支川、排水路流達負荷量)}}$$

浄化残率を求める場合には、対象とする2地点の間の流入汚濁負荷量、取水等によって河川から排除される負荷量を補正して求めなければならない。浄化残率は流量によっても変化するので、対象流況程度の時の数多くの資料から求めるものとする。ただし、浄化残率の値は同じ河川においても流域内の排水の処理の程度によって異なる可能性があるので、将来における値を定める場合には、必要に応じて現状の値を補正することを考慮するものとする。

(2) 流出率

支川、排水路における流量と水質データが整備されていない場合、流出率について設定する。

流出率は流達率と浄化残率を乗じたもの、すなわち、排出負荷量が河川の水質評価地点に到達する割合をいう。

河川浄化対策が実施されている場合、浚渫及び河川直接浄化においては削減負荷量を対策実施場所に対応して、流達負荷量又は流出負荷量より減じて検討する。浄化用水導入については、流入負荷の扱いと同様に考え、負荷収支上考慮して検討するものとする。

- <一口メモ> -

・自浄係数について

汚濁負荷の減少を次のような1次減少反応式で近似した場合、その減少速度係数を自浄係数と呼び、自浄係数を用いて解析する方法もある。

$$dC / dt = -KC \quad \text{または積分形で} \quad C = C_0 e^{-Kt}$$

ただし、Cは濃度、C₀は初期濃度、tは時間、Kは減少速度係数(自浄係数)である。なお、減少速度係数は、上式のようにeを底とした形の式で表す場合は大文字Kを用い、10を底とする場合には小文字kを用いる。また、K = 2.31kである。

D. 将来水質予測

D. 1 将来流量の設定

将来の河川流量は、将来的な水資源開発、各種取水状況の変化並びに人口増加と下水道整備に伴う排水状況の変化等により変わるので、これらの変化を十分把握することが必要である。

水資源開発や各種取水状況が変化がない場合、フレーム調査で検討した下水道整備状況を考慮したし尿処理形態人口の変化と工場排水量の変化より、点源の排水量の増減を把握し、現況の設定流量より減じて設定するものとする。

$$\text{将来河川流量} = (\text{現況設定河川流量}) - [(\text{現況点源排水量}) - (\text{将来点源排水量})]$$

なお、将来流況の設定にあたっては、河川管理者と十分調整して定めるものとする。

D. 2 将来水質予測

将来の排出負荷量に流達率と浄化残率または流出率を乗じて流達率負荷量を算定し、流達負荷量を将来流量で除して将来水質の予測を行う。

$$\begin{aligned}\cdot \text{将来流達負荷量} &= (\text{将来排出負荷量}) \times (\text{流達率}) \times (\text{浄化残率}) \\ &= (\text{将来排出負荷量}) \times (\text{流出率})\end{aligned}$$

$$\cdot \text{将来水質} = \frac{\text{将来流達負荷量}}{\text{将来設定流量}}$$

なお、湖沼は河川のような一過性の流れではなく滞留することが特徴であることから、湖沼の水質予測においては、流入負荷の蓄積と内部生産（植物プランクトンの増殖）を考慮することが必要となる。流入負荷については総流入負荷量、すなわち平常時（晴天時）の負荷量を降雨時の負荷量の総量を算定することが必要となる。

特に降雨時の負荷量は河川流量が大きくなることからその負荷量が大きく湖内の水質に影響を及ぼすので、調査データの蓄積等により十分吟味することが必要となる。内部生産は、湖内水の滞留特性、湖内水質レベル、現存プランクトン種等に左右されるため、各湖沼において現地試験、室内試験により植物プランクトンの増殖速度、沈降速度等のモデル定数を定めたうえで、水質予測を行うことが必要となる。

4. 水質保全目標の設定

対象河川において水質環境上問題となる水質汚濁の現況に対して、河川の利用状況や期待される河川環境像、住民の要望を総合的に検討し、水質保全目標の設定を行う。

水質保全目標は、河川直接浄化計画の基本方針（目的）を決定したうえで、保全すべき水質項目と目標水質値を設定するとともに、保全すべき地点、区間並びに流況、浄化期間についても設定する。

【解説】

(1) 河川直接浄化計画の基本方針（目的）の決定

河川直接浄化計画の基本方針、すなわち計画の目的を河川の利用状況、期待される河川環境像、住民の要望に基づき決定する。計画の目的は流域の開発状況や下水道整備等の発生源対策により河川流量、水質が変化するので現状並びに将来的な目的を別々に設定してもよい。

計画の目的は対象河川の実態、特性によって多種多様であり、代表的な計画目的をあげると以下の通りである。

① 親水機能の保全

- ・景観の保全（水の存在による「やすらぎ感」「爽快感」等）
- ・水と触れて楽しむ（水遊び、川遊び）
- ・水に入って楽しむ（水浴、レクリエーション）

② 水道水源の保全

- ・安全でおいしい水道水源の確保

③ 生物生息環境の保全

- ・水生生物が棲息可能な水質環境の保全と創造

④ 下流水域の富栄養化防止対策

- ・河川下流部に閉鎖性水域がある場合、富栄養化の抑制をはかる。（ただし、閉鎖性水域は出水時を含めた流入負荷の総量によって水質が変動するが、河川直接浄化対策では出水時の大流量でSSの多い場合には対応できないのが一般的であるため、その対策効果には限界がある。）

なお、各水域には環境基準の類型指定がなされており、その基準値は河川における利用形態を考慮して設定されている。河川直接浄化計画においては、上記に示すような具体的な計画目的を決定するものとし、環境基準は計画目的を達成するための目標値、指標値として位置付けるものとする。

(2) 水質保全項目と目標水質値の設定

計画目的に対する現況の水質汚濁状況及び将来の水質予測結果に基づき、保全すべき水質項目と目標水質を設定する。現況並びに将来的な計画目的が段階的または異なって設定される場合は、各々水質項目及び目標水質を設定することが必要となる。

計画目的と対応する水質保全項目と目標水質値（参考値）を表4に示す。なお、目標水質を設定する上で基準、目安となる基準値等を参考資料編に示す。

(3) 净化対象地点・区間の設定

対象河川全体に対して、水質保全をはかるべき地点または区間を設定する。净化対象地点または区間は、期待される河川環境、水の利用形態等が異なるので実態を十分検討したうえで、地点または区間別に計画目的を定めるものとする。

(4) 净化対象流況、期間の設定

水質は河川の流量と水温によって変動するため、水質と流量の関係、水質の季節的変化特性を十分把握したうえで、計画目的、目標水質値を達成すべき流況並びに期間の設定を行う。

① 流況の設定

河川管理上、流水の正常な機能を維持するために、低水流量または渇水流量を対象とする事が一般的であるが、計画目的に対応して対象とする流況を設定することが必要である。例えば、水道水源の保全を計画目的とする場合、平水時流量以下で浄水場の望まれる原水水質（目標水質）を上回る場合、平水時流量で計画を検討することが必要となる。また、下流側の閉鎖性水域の富栄養化防止を計画目的とする場合は、洪水時の負荷削減も一部必要であることから、負荷量の流出特性に対応して効率的な流況で計画を検討することも必要となる。

なお、河川管理上及び下水道整備の進捗を考慮すると、以下の事項が考えられるところから、当面暫定的な計画では低水流量を、将来的長期的な計画では渇水流量を対象に設定する等計画目的に対応して流況を設定することも必要となる。

- a. 下水道整備は低水流量時に環境基準を達成することを目的に計画されている。
- b. 河川環境に対する要請の高度化を考えると、低水流量時に環境基準が達成されれば良いとの考え方は必ずしも妥当性がない。
- c. 河川直接浄化は、下水道で対応できない負荷も何らかの削減が行われることを前提とした恒久的対策として位置付けられる。

② 净化対象期間の設定

現状の水質変動特性から、水利用、河川環境保全上問題となる期間を明らかにし、净化対象期間を設定する。

- ・年間を通じた浄化
- ・特定期間の浄化（灌漑期、非灌漑期等）

表 4 計画目的と水質保全項目（浄化対象項目）

計画目的	基本的条件	水質保全項目 (浄化対象項目)	目標水質 (参考値)
親水機能の保全 ・創造	<ul style="list-style-type: none"> ・水の外観がきれいであること ・悪臭がしないこと 	<ul style="list-style-type: none"> SS (浮遊物質) 濁度(濁り) 色度 ゴミ MBAS DO BOD 臭気 	<ul style="list-style-type: none"> (10mg/ℓ以下) 5~10度以下 30度以下 認められないこと 0.5mg/ℓ以下 2mg/ℓ以上 10mg/ℓ以下 不快でないこと
水に触れて楽しむ (水遊び、川遊び)	<ul style="list-style-type: none"> ・水の外観がきれいであること ・悪臭がしないこと 	<ul style="list-style-type: none"> SS (浮遊物質) 濁度(濁り) 色度 ゴミ MBAS DO BOD 臭気 	<ul style="list-style-type: none"> (5mg/ℓ以下) 5度以下 10度以下 認められないこと 0.5mg/ℓ以下 2mg/ℓ以上 3mg/ℓ以下 不快でないこと
水に入って楽しむ (水浴、カタマラン)	<ul style="list-style-type: none"> ・安全であること 	<ul style="list-style-type: none"> pH 毒性物質 大腸菌群数 	<ul style="list-style-type: none"> 5.8~8.6 健康項目基準値以下 含まれないこと
水道水源の保全 〔安全でおいしい水道水源の確保〕	<ul style="list-style-type: none"> ・異臭(カビ臭)がしないこと ・前塩素処理が容易であること ・トリハロメタン生成が少ないとこと ・トリハロメタン生成の前駆物質が少ないとこと 	<ul style="list-style-type: none"> 2-MIB ジオスミン NH₄-N 有機物(BOD、COD) THMPP(トリハロメタン生成能) 	<ul style="list-style-type: none"> 10~20ng/ℓ以下 10~20ng/ℓ以下 0.5mg/ℓ以下 BOD 3mg/ℓ以下 0.1mg/ℓ以下
生物生息環境の保全	<ul style="list-style-type: none"> ・水生生物が生存できること ・自然繁殖できること 	<ul style="list-style-type: none"> pH DO 有害物質 BOD SS 	<ul style="list-style-type: none"> 6.7~7.5 6mg/ℓ以上 各項目毎の許容濃度以下 3mg/ℓ以下 25mg/ℓ以下
下流水域の富栄養化防止対策 〔植物プランクトン(アオコ等)の異常増殖の抑制〕	<ul style="list-style-type: none"> ・栄養塩類が低濃度であること ・有機物が低濃度であること 	<ul style="list-style-type: none"> T-N T-P COD BOD 	<ul style="list-style-type: none"> 1mg/ℓ以下 (湖沼 V類型) 0.1mg/ℓ以下 (湖沼 V類型) 8mg/ℓ以下 (湖沼 C類型)

5. 必要な削減負荷量の設定

水質保全目標を達成するための必要削減負荷量を将来の流量、水質動向、目標水質より設定する。削減負荷量は対象とする区間、又は水質評価地点別に設定するものとする。

【解説】

水質保全目標を達成するために必要となる削減負荷量を、計画目標年次における将来の流量、水質の予測値、水質保全目標値より以下の式により算定する。

$$\text{必要削減負荷量} = \{(\text{計画目標年次水質}) - (\text{目標水質})\} \times (\text{計画目標年次流量})$$

必要削減負荷量の算定は、水質改善の対象区間または水質評価地点により、将来水質、目標水質が異なることから、対象区間または水質評価地点別に算定するものとする。

6. 流域負荷削減対策による削減負荷量の算定

6.1 流域負荷削減対策の見直し

流域負荷削減対策に関して関係機関と協議して、計画目標年次における負荷削減（BOD、窒素、リン）の実施可能性について検討する。対策としては以下のものがあげられるが、実現性、経済性を考慮して、対策内容を決定するものとする。

- (1) 下水道整備の更なる促進等
- (2) 工場排水規制強化等
- (3) 净化槽の普及、管理強化
- (4) 生活雑排水対策の促進
- (5) その他負荷削減対策

なお、BOD、窒素、リン以外の水質項目が水質保全目標とされている場合は、水質汚濁の要因、機構等を明らかにしたうえで、上記の負荷削減による水質改善効果を予測する。

【解説】

河川の水質保全計画を策定する場合、その汚濁の原因である流域の汚濁排出負荷量の削減対策の将来的な実施可能性をまず明らかにすることが必要である。

流域内においては、下水道整備、工場排水規制等の負荷削減対策が実施されており、今後もそれらの対策が計画されている。河川直接浄化施設の検討が必要とされるような場合は、既往の計画では水質保全目標が達成できない場合であり、水質の効率的浄化の点から既往計画の見直しや新規対策を検討し、実施可能な範囲でそれらの対策の促進、実施等が必要となる。

対策内容の決定にあたっては、関係機関と十分協議を行い、実現性と経済性について比較検討を行うものとする。対策としては、以下のものがあげられる。

- (1) 下水道整備の更なる促進等

現状における下水道整備計画の進捗率の向上、接続率の向上等の可能性について下水道関係機関と協議を行う。また、処理水が河川に流入する場合は目標水質等を念頭において、通常の排水基準より清浄とする高度処理の可能性についても検討し協議を行う必要がある。

(2) 工場排水規制強化等

現況の工場排水規制の強化や未規制事業所の規制の可能性について環境関係機関と協議を行う。また、工場排水水質が規制値を上回る場合、指導強化による規制値遵守の可能性についても検討を行う。

(3) 净化槽の普及、管理強化

下水道が整備されない区域について、浄化槽の普及の可能性を環境関係と協議を行う。また、浄化槽の汚泥処理の徹底等による維持管理の強化の可能性とそれによる放流水質の改善程度についても検討する。

(4) 生活雑排水対策の促進

下水道が整備されない区域について、台所排水に対する三角コーナーの設置やろ紙の普及、無リン洗剤の使用等によって、生活雑排水負荷の削減の可能性等について、環境関係機関と協議を行う。

(5) その他負荷削減対策

沈殿樹の設置や水路内浄化施設の設置等、側溝や水路での負荷削減対策の実施可能性について環境関係機関と協議を行う。

6.2 流域負荷削減対策による削減負荷量の算定

流域負荷削減の見直し対策による削減負荷量を対策内容別に算定する。

基本的にはフレームの見直しによる排出負荷量の算定を行う。

【解説】

現況汚濁解析における排出負荷量の算定方法に準じて、排出負荷量の見直しを行う。下水道整備の促進及び浄化槽の普及対策については、人口フレームの見直しを行い排出負荷量の算定を行う。

工場排水規制強化等並びに下水処理場の高度処理の導入や、浄化槽の管理強化については、放流水質の見直しによる排出負荷量の算定を行う。

生活雑排水対策の促進及びその他負荷削減対策については、既応の調査資料や実態調査資料に基づき、削減率、除去率を設定し、それらの値を排出負荷量に乗じて、排出負荷量の補正を行うものとする。

7. 河川浄化対策による削減負荷量の算定

河川浄化対策として、浚渫、浄化用水導入、河川直接浄化対策及びその他対策による削減負荷量について算定する。

7.1 浚渫

7.1.1 浚渫計画

現況における河床堆積物の量、性状等を十分把握したうえで、実施可能性、経済性を考慮して、浚渫場所と浚渫量を決定する。

【解説】

(1) 河床堆積物の量、性状特性の把握

浚渫による水質改善に効果的に行うためには、河床堆積物の量、性状を十分把握することが必要である。既応測量、調査資料を収集整理し、対象河川内における河床堆積物の平面分布状況とその厚さ及び含有成分等の性状についての実態を把握する。河床堆積物の溶出試験結果についても整理を行う。

なお、既応資料がない場合には実態調査を行うことが必要である。

(2) 浚渫場所と浚渫量の決定

河床堆積物量が多く、また含有成分濃度が高い、または溶出速度の大きい区域を選定し、堆積量から浚渫量を検討する。浚渫場所及び浚渫量の決定は浚渫の実施可能性と効果及び経済性について検討し、施工年次計画を策定し水質改善が効率的にはかれるよう計画するものとする。

7.1.2 浚渫による削減負荷量

浚渫による削減負荷量は、浚渫区間における水質改善実績、溶出速度等から算定するものとする。

【解説】

浚渫による削減負荷量は、以下の方法により算定する。

① 実態調査による方法

浚渫区間の上下流における水質実態調査より、浚渫面積又は浚渫量当たりの削減負荷量を推定し、将来計画による浚渫面積、浚渫量に乘じて削減負荷量を算定する。

② 溶出量からの推定方法

底泥の溶出試験結果より、底泥面積又は底泥量当たりの溶出量を推定し、現況及び将来計画による浚渫面積、浚渫量に乘じて削減負荷量を算定する。

7.2 淨化用水導入

7.2.1 導水可能な河川の選定

対象河川の近傍において、導水可能な河川を選定する。選定にあたっては、流況が豊富で安定していること、水質濃度が浄化対象河川よりも低濃度であること、さらに導水路確保の可能性について検討するものとする。

【解説】

浄化用水導入計画を検討する場合には、まず対象河川の近傍における導水可能な河川を選定することになる。導水可能な河川の選定にあたっては、以下の事項について検討することが必要となる。

(1) 流況が豊富で安定していること

導水を行う河川は、維持流量以上の流量が常に安定して流れていることが必要となる。河川の流水の正常な機能の維持をはかるためには、下流側の利水や生物の生息のための維持流量が定められており、また「河川環境管理基本計画」「水環境管理基本計画」においても低水流量、渇水流量が設定されている。河川は維持流量を確保することが基本であり、導水を計画する場合、導水する河川に維持流量以上の流量があることを確認しなければならない。導水量はこの維持流量以上の流量が対象となるが河川流量は季節的な変動が大きいことから、年間を通しての流況を確認したうえで導水の可能性を判断する。

また、水利権の変更、許可の難易性についても確認する必要がある。

(2) 水質濃度が低濃度であること

浄化用水導入は希釈によって浄化対象河川の水質を改善するものである。したがって浄化対象河川の水質濃度及び目標水質より導水する河川の水質濃度が低いことが前提となり、その水質濃度が低いほど水質改善効果が大きくなる。

なお、河川水はその流域背景により水質性状が異なるので、浄化対象とする水質項目以外の項目についても比較検討し、導水によって他の水質項目の影響の有無を確認しておく必要がある。

また、水量確保等の観点から導水が必要であり、かつ、浄化用水の水質が目標水質に近い場合等は、浄化用水そのものを直接浄化し、導水することも考えられるので、他の施策と十分に比較検討する必要がある。

(3) 導水路の確保

導水元の河川水を浄化対象河川に導くための導水路の確保が必要となる。導水路としては、支川や排水路の利用と導水管等の敷設が考えられる。

支川や排水路を利用する場合、導水量の流下能力の確認、治水上の安全度の確認と運用ルールの検討、さらに周辺環境への影響等について検討することが必要となる。

導水管を新設する場合は、道路の地下を通すことが一般的であるが、地下埋設物の確認を行ったうえで導水管のルート、深度等を検討することが必要となる。

また、いずれの場合においても取水施設が必要となるため、河川の水位レベルや勾配についても検討し、取水位置と放流位置、取水方式についても概略検討することが必要となる。

7.2.2 浄化用水導入基本計画

浄化用水導入計画策定にあたっては、以下の事項を定めるものとする。

- (1) 導水元河川の取水位置
- (2) 導水先河川の放流位置
- (3) 導水量
- (4) 導水時期
- (5) 導水方法と経路

【解説】

(1) 導水元河川の取水位置

導水元河川の取水位置は、以下の事項を総合的に検討したうえで決定するものとする。

- ① 導水元河川の流況
- ② 導水元河川の利水位置
- ③ 導水先河川の位置関係と導水経路
- ④ 取水施設の設置性
- ⑤ 取水後における下流部への水質的、生態的影響

(2) 導水先河川の放流位置

導水先河川の放流位置は、浄化対象河川の浄化対象とする区間、地点並びに導水元河川の位置関係と導水経路等について検討したうえで決定するものとする。

(3) 導水量

導水量は導水元河川の導水可能（限界）量で決まる場合と、浄化対象河川の保全目標達成のための流量で決まる場合の2ケースがある。

① 導水元河川の導水可能（限界）量で決まる場合

浄化対象河川に保全目標達成にための必要となる導水量に対して、導水元河川からの導水可能（限界）量が少ない場合である。導水量は導水元河川の流況と維持流量等の関係から、導水可能または限界となる流量となる。

② 浄化対象河川の保全目標達成のための流量

導水元河川からの導水可能量の範囲で、浄化対象河川の保全目標が達成できる場合である。基本的には保全目標を達成するための流量が導水量となる。

なお、導水量は上記①、②の範囲内で施設の建設及び維持管理コスト、対象河川の確保すべき維持流量等を勘案し、他の浄化施策との効率性等の観点から検討し、決定することとなる。

(4) 導水時期

浄化すべき対象期間が限られている場合及び導水できる期間が限られている場合は導水時期を明らかにすることが必要となる。

(5) 導水方法と経路

取水方法と導水路の種類、経路についてとりまとめる。

7.2.3 浄化用水導入による水質改善効果予測

浄化用水導入による水質改善効果の予測にあたっては、流入負荷量として取り扱い、流量収支並びに負荷量収支計算によってその効果を算定するものとする。

【解説】

浄化用水導入は河川の汚濁負荷量の削減ではなく、希釈による水質改善である。このため、水質改善効果の予測にあたっては、汚濁解析上流入負荷量として取り扱い、流量収支並びに負荷量収支の計算によって、その効果を算定するものとする。

7.3 河川直接浄化

河川直接浄化対策については、“河川直接浄化手引書(案)”の第3部 河川直接浄化計画の策定(3.5～3.7の項)に準じて、適切な浄化手法の決定、概略施設計画を検討する。

河川直接浄化対策による削減負荷量は浄化水量と浄化対象水質並びに浄化効率より算定する。複数の対策が実施可能な場合には、総削減負荷量を求める。

なお、削減負荷量として検討を行えない水質項目(DO、クロロフィルa等)については、水質汚濁要因、機構の解析に基づき浄化手法の選択を行い、水質予測を行うものとする。

【解説】

河川直接浄化対策による削減負荷量は、次式により算定する。

$$\text{削減負荷量} = (\text{浄化水量}) \times (\text{浄化対象水質}) \times (\text{浄化効率})$$

浄化対象水質濃度が低い場合には、浄化技術においても浄化できる限界水質があるので、浄化後水質を設定し、次式により算定する。

$$\text{削減負荷量} = (\text{浄化水量}) \times \{ (\text{浄化対象水質}) - (\text{浄化後水質}) \}$$

複数の河川直接浄化対策が実施可能な場合には、各対策の削減負荷量の合計を求める。

7.4 バイパス(流水保全水路)

バイパス対策については、本川及びバイパスする河川及び排水路の流量、負荷量より汚濁解析を行い、本川の水質改善効果を算定する。

【解説】

バイパスは浄化対象地点、区間の水質保全目標を達成するために、汚濁原因となっている河川、排水路を本川と合流させず、新水路、管渠により下流にバイパス放流する対策である。

江戸川、淀川では流水保全水路整備事業として本体策が計画されている。両計画とも利水水質の保全を目的に汚濁原因河川、排水路の汚濁水を利水地点下流に放流する計画となっている。

バイパスのため、バイパス区間は水質の改善がなされるが、放流地点においてはバイパスされた汚濁負荷が流入するため水質が悪化することがある。必要に応じ河川直接浄化施設を検討することも必要である。

7.5 河川浄化対策の削減負荷量の決定

河川浄化対策としての浚渫及び河川直接浄化施設による削減負荷量を算定する。

浄化用水導入対策、バイパス対策は、流量及び負荷量収支を考慮した水質予測によりその効果を評価するものとする。

【解説】

浚渫及び河川直接浄化施設による河川浄化対策は、対策を実施する場所によって水質改善効果が異なるので、対象区間別に削減負荷量を算定するものとする。

浄化用水対策は汚濁負荷の削減対策ではなく、希釈による水質改善であるため、水質予測上流量及び負荷量収支を考慮して水質改善の効果を評価するものとする。

バイパス対策は、汚濁負荷の削減対策ではなく、汚濁負荷の本川流入地点の変更であるため、水質予測上流量及び負荷量収支を考慮して水質改善の効果を評価するものとする。特に放流地点における水質については十分留意する必要がある。

8. 削減負荷量の適正配分計画

流域対策及び河川浄化対策による対策後の水質予測を行い、水質保全目標の達成度合を確認し、実現性、経済性を考慮して各対策の削減負荷量の適正配分を行う。配分に当たっては、流域対策で実現性のある施策を優先して考えるものとする。

【解説】

対策における削減負荷量の適正配分について、以下の手順に従って検討する。

(1) 各対策の削減負荷量のブロック別算定

流域対策及び河川浄化対策の削減負荷量をブロック別に算定する。

(2) 対策後のブロック別流達負荷量の算定

対策後におけるブロック別流達負荷量を対策前の流達負荷量から削減負荷量を減じて求める。

(3) 汚濁解析による水質予測

対策後のブロック別流達負荷量にもとづき汚濁解析を行い、計画年次における水質予測を行う。

(4) 水質保全目標の達成度の確認

水質予測結果と水質保全目標を比較し、浄化対象区間・地点の目標達成度を確認する。

目標を十分達成している場合は、必要最低限の対策の絞り込みを行う。また、目標を達成しない場合には対策内容の追加や見直しを行うか、目標自体の見直しを行うものとする。

(5) 各対策の削減負荷量の適正配分

水質保全目標達成のための必要施策についての適正な削減負荷量の配分を検討する。

配分に当たっては、流域対策で実現性のある施策を優先するものとし、まず流域対策での削減負荷量を経済性を考慮して決定する。流域対策によって残された削減負荷量を河川浄化対策で対応するものとする。河川浄化対策の浚渫、浄化用水導入、河川直接浄化については浄化対象区間・地点への水質改善効果と対策の実現性を考慮するとともに、事業費当たりの水質改善濃度等、事業効果、経済性を勘案して削減負荷量の配分を行うものとする。

9. 河川水質保全計画のとりまとめ

河川水質保全計画を以下の内容でとりまとめる。

1. 計画の目的

- (1) 目的
- (2) 必要性

2. 計画対象河川の概要

- (1) 流域及び河川の概要
- (2) 流量、水質、利水等の現況
- (3) 水環境の改善に関する施策の現況と将来水質
 - ①流域内対策
 - ②河川事業
 - ③その他の施策

3. 計画の内容

- (1) 計画目標年度
- (2) 水質保全目標
- (3) 対策の内容
 - ①流域内対策
 - ②河川事業
 - ③その他の施策
- (4) 対策後の水質予測
- (5) 概算事業費

資 料 編

1. 水質保全目標設定のための参考資料

〔参考〕

(1) 生活環境に係わる環境基準

1) 河 川

付表 1

項目 類型	利用目的の適応性	基 準 値					該当水域 第1の2の (2)により 水域類型毎に指定する 水域
		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 自然環境保全及び A以下の欄に掲げる もの	6.5以上 8.5以下	1 mg/l 以下	25mg/l 以下	7.5mg/l 以上	50MPN/100ml 以下	
A	水道 2級 水産 1級 水浴 及びB以下の欄に 掲げるもの	6.5以上 8.5以下	2 mg/l 以下	25mg/l 以下	7.5mg/l 以上	1,000MPN/ 100ml以下	
B	水道 3級 水産 2級 及びC以下の欄に 掲げるもの	6.5以上 8.5以下	3 mg/l 以下	25mg/l 以下	5 mg/l 以上	5,000MPN/ 100ml以下	
C	水産 3級 工業用水 1級 及びD以下の欄に 掲げるもの	6.5以上 8.5以下	5 mg/l 以下	50mg/l 以下	5 mg/l 以上	-	
D	工業用水 2級 農業用水 及びEの欄に掲げる もの	6.0以上 8.5以下	8 mg/l 以下	100mg/l 以下	2 mg/l 以下	-	
E	工業用水 3級 環境保全	6.0以上 8.5以下	10mg/l 以下	ごみ等の 浮遊が認められな いこと	2 mg/l 以上	-	

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. 農業用利水点については、水素イオン濃度 6.0以上 7.5以下、溶存酸素量 5mg/l以上とする（湖沼もこれに準ずる）。

- (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うもの
- 水道 2級 :沈殿ろ過等による通常の浄水操作を行うもの
- 水道 3級 :前処理等を伴う高度の浄水操作を行うもの
- 3 水産 1級 :ヤマメ、イワナ等貧腐水性水域の水産生物用並びに水産2級及び水産3級の水產生物用
- 水産 2級 :サケ科魚類及びアユ等貧腐水性水域の水產生物用及び水産3級の水產生物用
- 水産 3級 :コイ、フナ等、β-中腐水性水域の水產生物用
- 4 工業用水 1級 :沈殿等による通常の浄水操作を行うもの
- 工業用水 2級 :薬品注入等による高度の浄水操作を行うもの
- 工業用水 3級 :特殊の浄水操作を行うもの
- 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

2) 湖 沼 (天然湖沼および貯水量1,000万立方メートル以上の人工湖)

付表 2

項目 類型	利用目的の適応性	基 準 値					該当水域 本域類型 毎に指定 する水域
		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 自然環境保全及び 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	50MPN/100m ² 以下	
A	水道2・3級 水産2級 水浴 及び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	1,000MPN/ 100m ² 以下	
B	水産3級 工業用水1級 農業用水 及びC以下の欄に 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1級 環境保全	6.0以上 8.5以下	8 ppm 以下	ゴミ等の浮 遊が認めら れること	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102.1 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級及び水産3級については、当分の間、浮遊物質量の基準値は適用しない。

3) 海域

付表 3

項目 類型	利用目的の適応性	基 準 値					該当水域 水域類型 毎に指定 する水域
		水素イオン濃度 (pH)	化学的酸素要求量 (COD)	溶存酸素量 (DO)	大腸菌群数	n-ヘキサン抽出物質 (油分等)	
A	水産1級 浴 及びB以下の欄に 掲げるもの	7.8以上 8.3以下	2 ppm 以下	7.5 ppm 以上	1,000MPN/ 100m ² 以下	検出されな いこと	
B	水産2級 工業用水 及びC欄に掲げる もの	7.8以上 8.3以下	3 ppm 以下	5 ppm 以上	-	検出されな いこと	
C	環境保全	7.0以上 8.3以下	8 ppm 以下	2 ppm 以上		-	
測 定 方 法		規格8に掲 げる方法 (ただし、 B類型の工 業用水及び 水産2級の うちノリ養 殖の利水点 における測 定方法はア ルカリ性 法)	規格13に掲 げる方法 (ただし、 B類型の工 業用水及び 水産2級の うちノリ養 殖の利水点 における測 定方法はア ルカリ性 法)	規格24に掲 げる方法	最確数による 定量法	n-ヘキサン 抽出法	

備考: 水産1級のうち、生食用原料カキの養殖の利水点については、大腸菌群数70MPN/100m²以下とする。

(2) 修景用水の水質

1) 「下水処理水循環利用技術指針」(案)

「下水処理水循環利用技術指針」(案)では、池、小川等の修景用水の基準として付表4に示す値が示されており、必要条件としてpH、外観、臭気、濁度をあげ、付帯的条件としてBODは10mg/l以下としている。

付表4 修景用水に求められる水質

必要条件	pH	5.8~8.6	(出典) 「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	10mg/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) 1,000MPN/100ml ② 下水処理水循環利用技術指針(案) 抽出されないこと。	

2) 「雑用水利用の制度化に関する基礎調査」

「雑用水利用の制度化に関する基礎調査」(昭和56年、水利用合理化推進委員会)での報告によれば、付表5に示すように、雑用水の使用目的別水質基準が示されている。この報告によれば、池、噴水等に用いる水質レベルは、以下のように示されている。

- ・濁度 5度以下
- ・色度 30度以下
- ・臭気 不快臭を感じない
- ・pH 6.5~9.0
- ・BOD 10mg/l以下
- ・COD 20mg/l以下

付表5 雜用水の水質目標

(単位: ppm)

	I類		A (①～②)の 水質目標値	II類				B (③～⑥)の 水質目標値
	① 便所	② 空調用		③ 洗車	④ 散水	⑤ 掃除	⑥ 池、噴水	
濁度	30以下	10以下	10以下	5以下	5以下	5以下	5以下	5以下
色	不快感を伴わない	不快感を伴わない	不快感を伴わない	30以下	50以下	30以下	30以下	30以下
臭氣	不快臭を発しない	不快臭を発しない	不快臭を発しない	不快臭を感じない	不快臭を感じない	不快臭を感じない	不快臭を感じない	不快臭を感じない
pH	6.5～9.0	6.5～9.0	6.5～9.0	6.5～9.0	6.5～9.0	6.5～9.0	6.5～9.0	6.5～9.0
BOD	2.0以下	10以下	10以下	10以下	10以下	10以下	10以下	10以下
COD	40以下	20以下	20以下	20以下	20以下	20以下	20以下	20以下

溶解性物質	5,000以下	1,000以下	1,000以下	500以下	1,000以下	500以下	1,000以下	500以下
アンモニア性N	20以下	20以下	20以下	10以下	10以下	10以下	10以下	10以下
硬度	400以下	300以下	300以下	200以下	300以下	200以下	300以下	200以下
塩素イオン	400以下	300以下	300以下	200以下	300以下	200以下	300以下	200以下
ABS	2以下	1以下	1以下	1以下	2以下	1以下	1以下	1以下
鉄+マンガン	1以下	0.5以下	0.5以下	0.3以下	1以下	0.3以下	1以下	0.3以下
残留塩素	-	-	-	0.2以上	0.2以上	0.2以上	0.2～0.5	0.2～0.5
	-	-	-	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)

水の循環適合性予備調査（東京都）

備考 I類の用途に限定して雑用水を供給する場合には、Aの水質目標となり、II類の用途に限定またはI・II類の全用途に雑用水を供給するときには、Bの水質目標値となろう。

3) 「下水処理水の修景・親水利用水質検討マニュアル（案）」

「下水処理水の修景・親水利用水質検討マニュアル（案）」（建設省高度処理会議、平成2年3月）によれば、下水処理水を再利用する場合の修景用水利用における基本的水質項目及び目標値を付表6のように設定している。

付表 6 修景用水利用の目標値

項目	修景用水利用
大腸菌群数	1,000個/100mℓ以下
BOD	10mg/ℓ以下
pH	5.8~8.6
濁度	10度以下
臭気度	不快でないこと
色	40度以下

(3) 親水活動と水質

1) 親水活動と水質の調査事例

建設省が調査した親水活動と水質の環境を付表7に示した。散策・休憩等の親水活動では、BOD 0.5~5.9mg/l、COD 1.8~11.0mg/l、SS 5.5~8.6mg/l、ウォータースポーツ等ではBOD 0.3~6.9mg/l、COD 1.7~9.4mg/l、SS 3.4~20.4mg/l、水遊びではBOD 0.6~5.4mg/l、COD 1.0~6.3mg/l、SS 3.4~24.0mg/lである。

付表7 親水活動と水質の関係（全国40河川調査）

親水活動	pH(mg/l)					BOD(mg/l)					COD(mg/l)					SS(mg/l)					DO(mg/l)							
	5	6	7	8	9	0	5	10	15	20	0	5	10	15	20	0	10	20	30	40	50	6	7	8	9	10	11	12
水泳(河川プール等)	7.4 □	7.8				0.5 □	2.3				1.1 □	4.4				1.5 □	13.0					7.4 □				11.2		
水遊び	7.3 □	8.0				0.8 □	5.4				1.0 □	6.3				3.4 □	24.0					7.5 □				10.9		
潮干狩り	7.1 □	8.0				0.6 □	5.4				1.7 □	13.8				1.0 □		121.3				7.0 □				11.2		
まつり(灯籠流し) 流しひな	7.0 □	7.9				0.5 □	5.9				1.8 □	6.9				3.0 □	24.0					7.6 □				10.5		
釣り	7.1 □	8.9				0.7 □	6.5				1.7 □	9.4				3.4 □	20.4					7.4 □				11.2		
ウォータースポーツ (ウンドサーフィンゴト)	7.3 □	8.2				0.8 □	6.9				1.7 □	9.5				3.4 □	14.7					8.3 □				10.4		
散策・休憩・花火	7.4 □	7.9				0.5 □	5.9				1.8 □	11.0				5.5 □	8.6					5.1 □				10.3		

(出典：建設相Y川工事事務所資料)

(2) 水浴・レジャー等に求められる水質

水環境管理研究委員会資料によれば、水浴・レジャー等に求められる水質は付表8に示すとおりである。水浴・水泳レベルでCOD 3~5mg/l以下、水遊びではCOD 6~8mg/l以下、散策ではCOD 8~10mg/l程度となっている。

また、プール基準、海水浴基準並びに海水遊泳場管理目標を付表9に示す。海水遊泳場管理目標を水浴、水遊びの許容水質レベルとみるとCODは3mg/l以下となる。

付表 8 水浴・レジャー等に求められる水質

活動	望ましい水質		水質環境基準 (BOD)
水浴・水泳	COD 3 mg/ℓ 以下	COD 5 mg/ℓ 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」)

付表 9 水浴・水遊びの基準

項目	プール基準	海水浴基準 (環境基準)	海水浴基準 管理目標
pH	5.8~8.6	7.8~8.3	5.8~8.6
濁度 (ppm)	5 以下	—	5 以下
COD (ppm)	3 以下 { KMnO ₄ 消費量 } 12 ppm 以下	2 以下	3 以下
大腸菌群数 (個/100mℓ)	5 以下 (陽性率 2/5 以下)	100 以下	100 以下
残留塩素 (ppm)	0.4 以下	—	0.2 以上
溶存酸素 (ppm)	—	7.5 以上	—
油分	—	N.D.	—

3) 「下水処理水の修景・親水利用水質検討マニュアル（案）」

「下水処理水の修景・親水利用水質検討マニュアル（案）」（建設省高度処理会議、平成2年3月）によれば、下水処理水を再利用する場合の修景用水利用における基本的水質項目及び目標値を付表10のように設定している。

付表 10 親水用水利用の目標値

項目	親水用水利用
大腸菌群数	50個/100m ² 以下
BOD	3 mg/l以下
pH	5.8～8.6
濁 度	5度以下
臭 気 度	不快でないこと
色 度	10度以下

(4) 水道法の新水質基準

付表 11 水質基準

○ 健康に関連する項目 (29項目)

項目名	現行規準	新水質規準
1 一般細菌	1mlの検水で形成される集落数が100以下であること。	1mlの検水で形成される集落数が100以下であること。
2 大腸菌群	検出されないこと	検出されないこと
3 カドミウム	0.01mg/l以下	0.01mg/l以下
4 水銀	不検出	0.0005mg/l以下
5 セレン	(0.01mg/l以下)	0.01mg/l以下
6 鉛	0.1mg/l以下	0.05mg/l以下
7 ヒ素	0.05mg/l以下	0.01mg/l以下
8 六価クロム	0.05mg/l以下	0.05mg/l以下
9 シアン	イオンとして不検出	0.01mg/l以下
10 硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素	10mg/l以下	10mg/l以下
11 フッ素	0.8 mg/l以下	0.8 mg/l以下
12 四塩化炭素	-	0.002mg/l以下
13 1,2-ジクロロエタン	-	0.004mg/l以下
14 1,1-ジクロロエチレン	-	0.02 mg/l以下
15 ジクロロメタン	-	0.02 mg/l以下
16 シス-1,2-ジクロロエチレン	-	0.04 mg/l以下
17 テラトラクロロエチレン	(0.01 mg/l以下)	0.01 mg/l以下
18 1,1,2-トリクロロエタン	-	0.006mg/l以下
19 トリクロロエチレン	(0.03 mg/l以下)	0.03 mg/l以下
20 ベンゼン	-	0.01 mg/l以下
21 クロロホルム	-	0.06mg/l以下
22 ジブロモクロロメタン	-	0.1 mg/l以下
23 プロモジクロロメタン	-	0.3mg/l以下
24 プロモホルム	-	0.09mg/l以下
25 総トリハロメタン	(0.1 mg/l以下)	0.1 mg/l以下
26 1,3-ジクロロプロペン	-	0.002mg/l以下
27 シマジン	(0.003mg/l以下)	0.003mg/l以下
28 チウラム	(0.006mg/l以下)	0.006mg/l以下
29 チオベンカルブ	-	0.02 mg/l以下

○ 水道水が有すべき性状に関する項目 (17項目)

項目名	現行規準	新水質規準
30 亜鉛	1.0mg/l以下	1.0mg/l以下
31 鉄	0.3mg/l以下	0.3mg/l以下
32 銅	1.0mg/l以下	1.0mg/l以下
33 ナトリウム	-	200mg/l以下
34 マンガン	0.3mg/l以下	0.05mg/l以下
35 塩素イオン	200mg/l以下	200mg/l以下
36 カルシウム、マグネシウム等(硬度)	300mg/l以下	300mg/l以下
37 蒸発残留物	500mg/l以下	500mg/l以下
38 陰イオン界面活性剤	0.5mg/l以下	0.2mg/l以下
39 1,1,1-トリクロロエタン	(0.3mg/l以下)	0.3mg/l以下
40 フェノール類	0.005mg/l以下	0.005mg/l以下
41 有機物等(過マンガン酸カリウム消費量)	10mg/l以下	10mg/l以下
42 pH値	5.8~8.6	5.8~8.6
43 味	異常でないこと	異常でないこと
44 臭気	異常でないこと	異常でないこと
45 色度	5度	5度
46 湍度	2度	2度

*現行基準の()は、通知等に基づく暫定水質規準値等である。

付表12 快適水質項目（13項目）

項目名	目標値
1 マンガン	0.01mg/l以下
2 アルミニウム	0.2 mg/l以下
3 残留塩素	1 mg/l程度以下
4 2-メチルイソボルネオール	粉末活性炭処理 : 0.00002mg/l以下 粒状活性炭等恒久施設 : 0.00001mg/l以下
5 ジオスミン	粉末活性炭処理 : 0.00002mg/l以下 粒状活性炭等恒久施設 : 0.00001mg/l以下
6 臭気強度(TON)	3以下
7 遊離炭酸	20mg/l以下
8 有機物等(過マンガン酸カリウム消費量)	3mg/l以下
9 カルシウム、マグネシウム等(硬度)	10mg/l～100mg/l
10 蒸発残留物	30mg/l～200mg/l
11 湁度	給水栓で1度以下 送配水施設入口で0.1度以下
12 ランゲリア指数(腐食性)	-1程度以上とし、極力0に近づける。
13 pH値	7.5程度

付表13 監視項目（26項目）

項目名	目標値
1 トランス-1,2-ジクロロエチレン	0.04mg/l以下
2 トルエン	0.6 mg/l以下
3 キシレン	0.4 mg/l以下
4 p-ジクロロベンゼン	0.3 mg/l以下
5 1,2-ジクロロプロパン	0.06mg/l以下
6 フタル酸ジエチルヘキシル	0.06mg/l以下
7 ニッケル	0.01 mg/l以下
8 アンチモン	0.002mg/l以下
9 ほう素	0.2 mg/l以下
10 モリブデン	0.07 mg/l以下
11 ホルムアルデヒド	0.08mg/l以下
12 ジクロロ酢酸	0.04mg/l以下
13 トリクロロ酢酸	0.3 mg/l以下
14 ジクロロアセトニトリル	0.08mg/l以下
15 抱水クロラール	0.03mg/l以下
16 イソキサチオン	0.008mg/l以下
17 ダイアジノン	0.005mg/l以下
18 フェニトロチオン(MEP)	0.003mg/l以下
19 イソプロチオラン	0.04 mg/l以下
20 クロロタロニル(TPN)	0.04 mg/l以下
21 プロビザミド	0.008mg/l以下
22 ジクロルボス(DDVP)	0.01 mg/l以下
23 フェノブカルブ(BPMC)	0.02 mg/l以下
24 クロルニトロフェン(CNP)	0.005mg/l以下
25 イプロベンホス(IBP)	0.008mg/l以下
26 EPN	0.006mg/l以下

(5) 水性生物と水質

1) 水産用水基準、水産環境用水基準

魚類の生息に關わる水質として、日本水産資源保護協会より水産用水の水質基準（付表14）、水産環境用水基準（付表15）が、河川、湖沼、海域に分けて各々の水質項目について提示されている。しかし、この水産用水基準は昭和40年代初め頃の考え方方が基本になっており、魚類が自然繁殖するのに望ましい水質であるため、魚類が生存できる水質に比べ厳しく、この水産用水の水質基準を適用することは現実的でない。

魚の生存に關わる必要条件としては①水温 ②pH ③DOの3つである。

① 水温

生物の生態内の代謝反応に關連しており生存に關わる重要な要因である。しかし、冷水性、温水性など至適範囲は多種多様である。このため水温を一律に決定することは難しいが、急激で大きな変化を与えないことが必要である。

② pH

pHが7より大きければアルカリ性、7より小さければ酸性である。魚類は粘膜や半透膜で被われている部分が多く、pHの急激な変化を与えないことが必要である。

③ DO（溶存酸素）

酸素は、酸素呼吸している生物の存在できる前提条件として位置づけられている。溶存酸素は適用範囲が魚種によって異なるが、できれば 5 mg/l 以上（環境基準C類型）必要である。

BOD、CODの有機物は生息のための絶対的必要条件ではなく付帯的条件であるが、主要水質指標であるため水生生物の水質基準、条件としてあげられている。自然繁殖の条件としてはBOD 3 mg/l 以下、成育の条件としてBOD 5 mg/l 以下とされている。

付表14 水産用水の水質基準

1. BOD (生物化学的酸素要求量)	20°C 5日間のBODが5ppm以下であること、ただしサケ科及びアユについては3ppm以下であること。																																
2. DO (溶存酸素)	24時間中16時間以上は5ppm以上、いかなる時でも3ppm以上であること。																																
3. pH (水素イオン濃度)	淡水域においては6.5~8.5であること。																																
4. 淚り (着色も含む)	<ul style="list-style-type: none"> ○人為的に加えられた懸濁物量は10ppmであること。 ○藻類が対象となる時、 { 海洋にあっては藻類の繁殖適水位において、その繁殖に必要な光度が保持されること。 { 河川にあっては著しい着色のない水であること。 ○有機物等によって底土上に汚泥床などが生じぬこと。 																																
5. 商品価値低下を来す成分	<ul style="list-style-type: none"> ○漁獲物に異常な臭味がつかない水であること。 たとえば、 { 鉛油類については水中含有量が0.01ppm以下であること。 { フェノールについては0.01ppm以下であること。 その他漁獲物の商品価値を低下させない水であること。 たとえば、 { ミドリガキを生じないために、銅は0.0075ppm以下であること。 { 水俣病の原因となる魚介類ができると防止するためには、環境条件によっては水銀が存在しないこと。 																																
6. 水温	棲息する生物に悪影響を及ぼすほど自然水の水温の変化がないこと。																																
7. 毒性物質	<ul style="list-style-type: none"> ○純粋な化学成分は下記の濃度以下であること。 <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>水銀 (Hg)</td> <td>0.004ppm</td> <td>銅 (Cu)</td> <td>0.01ppm</td> </tr> <tr> <td>カドミウム (Cd)</td> <td>0.03 ppm</td> <td>亜鉛 (Zn)</td> <td>0.1 ppm</td> </tr> <tr> <td>鉛 (Pb)</td> <td>0.1 ppm</td> <td>アルミニウム (Al)</td> <td>0.1 ppm</td> </tr> <tr> <td>ニッケル (Ni)</td> <td>0.1 ppm</td> <td>クローム (Cr)</td> <td>1.0 ppm</td> </tr> <tr> <td>マンガン (Mn)</td> <td>1.0 ppm</td> <td>錫 (Sn)</td> <td>1.0 ppm</td> </tr> <tr> <td>鉄 (Fe)</td> <td>1.0 ppm</td> <td>シアノ化物CNとして</td> <td>0.01ppm</td> </tr> <tr> <td>遊離塩素 (Cl)</td> <td>0.02 ppm</td> <td>臭素 (Br)</td> <td>1.0 ppm</td> </tr> <tr> <td>フッ化物Fとして</td> <td>1.5 ppm</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> 硫化物 pH 6.5における許容濃度は全硫化物懸濁素 (S) として0.3ppm アンモニア pH 8.0における許容濃度は全アンモニア懸濁素 (N) として1.0ppm ○産業廃水等(多くの急性毒物質が不特定の比率によって混合している水)については、その関係水域の重要な生物を用いた48hr TL_m値の1/10以下であること。 ○複数の産業廃水が混合する場合、その条件に応じた生物試験の結果より得た安全だと思われる濃度以下であること。 	水銀 (Hg)	0.004ppm	銅 (Cu)	0.01ppm	カドミウム (Cd)	0.03 ppm	亜鉛 (Zn)	0.1 ppm	鉛 (Pb)	0.1 ppm	アルミニウム (Al)	0.1 ppm	ニッケル (Ni)	0.1 ppm	クローム (Cr)	1.0 ppm	マンガン (Mn)	1.0 ppm	錫 (Sn)	1.0 ppm	鉄 (Fe)	1.0 ppm	シアノ化物CNとして	0.01ppm	遊離塩素 (Cl)	0.02 ppm	臭素 (Br)	1.0 ppm	フッ化物Fとして	1.5 ppm		
水銀 (Hg)	0.004ppm	銅 (Cu)	0.01ppm																														
カドミウム (Cd)	0.03 ppm	亜鉛 (Zn)	0.1 ppm																														
鉛 (Pb)	0.1 ppm	アルミニウム (Al)	0.1 ppm																														
ニッケル (Ni)	0.1 ppm	クローム (Cr)	1.0 ppm																														
マンガン (Mn)	1.0 ppm	錫 (Sn)	1.0 ppm																														
鉄 (Fe)	1.0 ppm	シアノ化物CNとして	0.01ppm																														
遊離塩素 (Cl)	0.02 ppm	臭素 (Br)	1.0 ppm																														
フッ化物Fとして	1.5 ppm																																

注) 1. 分析方法はJIS K 0102, 1964による。

2. 光の透過は水中照度計などを使ってはかる。

3. Crについて、6値のクロームはミジンコ、珪藻などでさらに低濃度が問題となる。そこで、この数値は魚類に対する評価とする。

付表15 水産環境水質基準（参考）

〔日本水産保護協会 昭和47年3月
「水産環境水質基準」より作成〕

項目	基 準
有機物及び栄養塩類	<p>河 川</p> <p>(1) 自然繁殖の条件として、20°C 5日間のBODは3ppm以下、ただし、サケ・マス・アユを対象とする場合は2ppm以下。</p> <p>(2) 生育の条件としては、20°C 5日間のBODは5ppm以下、ただし、サケ・マス・アユを対象とする場合は3ppm以下。</p> <p>かつ、どの場合にも全リンは0.1ppm以下、ただし、湖沼及び人工湖に入る河川の場合は0.05ppm以下。</p> <p>湖 沼</p> <p>(1) 自然繁殖の条件としては、CODは4ppm以下、ただし、サケ・マス・アユを対象とする場合は2ppm以下。</p> <p>(2) 生育の条件としては、CODは5ppm以下、ただし、サケ・マス・アユを対象とする場合は3ppm以下。</p> <p>かつ、どの場合にも全リンは0.05ppm以下であること。</p> <p>海 域</p> <p>(1) 一般の海域では、COD 1ppm以下、また、暖流系の内湾、内海域では連続長期にわたる赤潮の発生を避けるためには、無機窒素0.1ppm以下、無機リン0.015ppm以下。</p> <p>(2) ノリ養殖場では、COD 2ppm以下。</p>
溶存酸素 (D O)	<p>(1) 河川及び湖沼では6ppm以上、ただし、サケ・アユ・マスを対象とする場合は7ppm以上。</p> <p>(2) 海域では6ppm以上。</p>
p H	<p>(1) 河川及び湖沼では6.7～7.5</p> <p>(2) 海域では7.8～8.4</p> <p>(3) 生息する生物に悪影響を及ぼすほどpHの急激な変化がないこと。</p>
懸濁物質 (S S)	<p>河 川</p> <p>(1) 懸濁物質は25ppm以下。</p> <p>(2) 嫌忌行動や鰐蓋の異常などを起こす原因とならないこと。</p> <p>(3) 日光の透過が妨げられ、植物の同化作用に影響を及ぼさないこと。</p> <p>湖 沼</p> <p>(1) 人為的な影響が加えられた状態であっても、本来貧栄養湖で、サケ・マス・アユなどの生産に適する湖沼においては、自然繁殖及び生育に支障のない条件として、水色7以下、透明度4.5m以上、懸濁物質1.4ppm以下。</p> <p>(2) 温水性魚類の生産に適する湖沼においては、自然繁殖及び生育に支障のない条件として、水色12以下、透明度1.0m以上、懸濁物質3.0ppm以下。</p> <p>海 域</p> <p>(1) 透明度は、年間平均5m以上、最低値2.5m。</p> <p>(2) 人為的に加えられた懸濁物質は2ppm以下。</p>
着 色	<p>(1) 光合成に必要な光の透過が妨げられないこと。</p> <p>(2) 嫌忌行動の原因とならないこと。</p>
水 温	水族に悪影響を及ぼすほどの水温の変化がないこと。
大腸菌群	大腸菌群数が、100m ² 当たり1,000以下、ただし、生食用のカキを飼育するためには100m ² 当たり70以下。
鉱 油 類	<p>(1) 水中に鉱油類が含まれない。</p> <p>(2) 水面には油膜が認められないこと。</p>
有毒物質	水中に農薬、重金属、シアン、その他の有毒物質が有害な程度に含まれないこと。
底 質	<p>(1) 河川及び湖沼では、有機リンなどにより汚泥床、ミズワタなどの発生をおこさないこと。</p> <p>(2) 海域では、乾泥としてCOD 20mg/g以下、硫化物 0.2mg/g以下、ノルマルヘキサン抽出物 0.1%以下。</p> <p>(3) 微細な懸濁物が岩面、または磯、砂利などに付着し、稚苗の着生、発生あるいはその発育を妨げないこと。</p> <p>(4) 溶出して有害性を示す成分を含まないこと。</p>

備 考

- (1) 蓄積の可能性のある成分については、人体に対する安全性を考慮した水産動物中の許容含有量の決定をもって基準値を定める。
 - (2) 放射性物質については、関係法規に定められた基準に従う。
 - (3) 分析方法は、工場排水試験方法、JIS K 0102, 1971, 海洋観測指針(1970)及び水質汚濁調査指針による。なお、CODの分析はアルカリ・過マンガン酸カリ・ヨーソ満定法による。
- (注) 本基準の詳細内容については、同基準書「第2章、基準についての説明」に解説されている。

2) 水生生物と水質の関係

水生生物と水質の係わりを付図1に示したが、コイ・フナではBOD5mg/ℓ以下即ちC類型相当の水質が良好な水質環境といえる。

3) ホタルの生息に求められる水質

ホタルの生息に求められる水質と環境条件を付表16に示した。

ホタルの生息に求められる水質条件として、絶対条件と付帯条件にわけられている。

絶対条件としては、①中性に近い軟水であること、②DOが多いこと、③各種農薬類や洗剤類は含有していないことがあげられている。付帯条件としては、BOD(有機物)が低いことであり、ゲンジボタルでBOD2mg/ℓ以下、ヘイケボタルでBOD3mg/ℓ以下が1つ目安とされている。

水質汚濁程度 指標項目	A 黄腐水性 (きれいな水)	B 中腐水性 (少し汚れた水)	C 中腐水性 (きたない水)	D 強腐水性 (大変きたない水)				
魚類	 イワナ ヤマメ アユ オイカワ コイ フナ							
貝類	 カワニナ マルタニシ モノアラガイ		 ヒメタニシ ヒメモノアラガイ サカマキガイ					
甲壳类	 サワガニ ヨコエビ	 スジエビ ミズムシ		 アメリカザリガニ				
昆虫類	 ヒラクカゲロウ タニガワカゲロウ ヒゲナガカワトビケラ	 コガタシマトビケラ ヒメカゲロウ ヒラタドロムシ	 シオカラトンボ	 チョウバイ ユスリカ(赤)				
その他 の 小 動 物		 プラナリア	 シマイシビル	 イトミミズ				
藻類	付着藻類が多い ヒロウドラシカ カビイロイカ	珪藻・緑藻の多くの種が出現 カガモ クビケイカ	珪藻・緑藻・藍藻などが大量に発生 フカイカ ヨリモの一種	珪藻・緑藻は出現しない ユレモの一種				
水質	BOD (mg/l)	0~1	1~2	2~3	3~5	5~8	8~10	10<
	類型	AA	A	B	C	D	E	

参考資料：生物からみた日本の河川、昭和53年、山海堂
陸水環境調査注、昭和58年、南北出版

付図 1 水生生物と水質の係わり

付表16 ホタルの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 { ① 中性に近い軟水
② D O (溶存酸素) は飽和に近いこと。 (D O 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。

- 付帯条件 ④ B O D 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
下水処理水で成育した例もある。 }

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 °C～26 °C
水 深	30～40cm (酸素の補給があること)
流 速	0.1～40cm/sec (酸素の補給があること)
川 幅	数m程度
川 底	砂9～7、泥の1～3の割合で小石の多い川底
川 岸	両岸に樹木や雑草がお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農薬の漏水 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：河川水域の水生生物等

以上より、水生生物の生息のための必要条件としては付表17に示すように、

- ① D O があること
- ② 適正な pH 域であること
- ③ 高 S S でないこと
- ④ 水温の変動が極端でないこと
- ⑤ 毒性物質がないこと

であり、他に餌があること、棲む場所があることが必要であるといわれている。

BOD、CODの有機物は生息のための絶対的必要条件ではなく付帯条件であるが、主要水質指標であるため水生生物の水質基準、条件としてあげられている。成育の条件としてはBOD、COD 5 mg/ℓ 以下が基準又は条件となっている。

付表 17 水生生物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
生息環境必要要件	一般水質項目	D O	6 mg/ℓ 以上
		p H	6.7～7.5 生物に安全なpH6.5～8.5
		S S	25 mg/ℓ 以下 嫌忌行動やえらぶた運動の異常にならない程度
	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 (温度変化の限度 1°F/hr) ②産卵・ふ化適水温 18～22°C (ふ化限界水温 14～30°C) 生産適水温 15～30°C	→アメリカの資料 (FWPCA: 水質基準1968)
	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
毒性項目	鉱油類	①水中に含まれないこと ②油膜が認められること	鉱油 0.01 mg/ℓ で海産物が着臭 (定量限界 0.01 mg/ℓ)
	有害物質	「人の健康に係わる環境基準」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 程度まで生育可能 「生物からみた日本の河川」 (昭和50年 山海堂)
	大腸菌群	1,000 MPN/100mℓ 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	

付表 17 目標水質マトリックス (BODまたはCOD)

種別	水質 項目	BOD (またはCOD) (mg/l)																50 51
		1 類型	2 類型	3 類型	4 類型	5 類型	6 類型	7 類型	8 類型	9 類型	10 類型	11 類型	12 類型	13 類型	14 類型	15 類型	16 類型	
各種の水質基準	環境基準 (生活環境の保全に関する)	A 類型	A 類型	B 類型	C 類型	D 類型	E 類型											
	水道水源の水質環境基準	1 類	2 類	3 類														
	水産用水水質基準 (淡水域)	サケ科及びアユ																水産保護協会 (S.45年3月)
		上記以外																
	水産環境水質基準 (河川)	サケ、マス、アユ																
		上記以外																
農業用水水質基準	COD 6 mg/l 以下																	農林省 (S.45年3月)
	快適 (COD)																	福光白書 (S.50版総理府)
親水活動の水質	水泳 (河川プール等)	COD 3 mg/l 以下適		5 mg/l 以下可														水環境管理研究委員会資料 (親水活動)
	水遊び		COD 6 mg/l 以下適			COD 8 mg/l 以下可												
	潮干狩	2 mg/l 以下																
	まつり (とうろう流し 流しひびな)		5 mg/l 以下															土木技術資料
	釣り		5 mg/l 以下															
	ウォータースポーツ (ウインチーフィンギート)		8 mg/l 以下適				10 mg/l 以下可										水環境管理研究委員会資料 (親水活動)	
	散策・休憩・花火		8 mg/l 以下適				10 mg/l 以下可											
	景観		8 mg/l 以下適				10 mg/l 以下可										←散策、湖上遊覧に準する。	
動物性保護での水質	生物学的水質階級	β 貧弱水性	α 貧弱水性		中庸水性		α 中庸水性											α 強腐水性
	昆蟲類	ヒラタカゲロウ タニガワカゲロウ			ヒラカラ、ヒメカゲロウ、ヒメヒドロミシ			シオカラトントボ		ショウバエ、ハナアブ								エスカリ幼虫
	貝類			セノアライガイ			ヒメタニシ			サカマキガイ								ヒメノフツガイ
	甲殻類	サワガニ ヨコエビ			カジエビ、ミズムシ、ザリガニ												動植物保護上での 水質の項目は、 「環境と測定技術」 VOL 11 No.7 1984	
	魚類	ヤマメ、イワナ																
		オイカワ、カワムツ																
		アユ																
		コイ、フナ																
水域		イワナ、アマメ、水域																
		カワムツ、オイカワ水域																
ホタル (COD)																		
		自然 0.5~ 1.5		飼育 1.5~3.0														

2. 汚濁負荷原単位

出典：富栄養化防止下水道整備基本調査報告書(1984)………A

(建設省都市局下水道部)
(社団法人 日本下水道協会)

流域別下水道整備総合計画調査 指針と解説(1993)……B

(社団法人 日本下水道協会)

生活排水汚濁負荷原単位

表3-2 1人1日当たり汚濁負荷量(g／人・日)の参考値

項目	平均値	標準偏差	データ数	平均的な内訳 ⁽¹⁾	
				し尿	雑排水
BOD ₅	57	13	43	18	39
COD	28	6	29	10	18
SS	43	15	31	20	23
T-N	12	2	7	9	3
T-P	1.2	0.3	8	0.9	0.3

注) し尿の原単位は、平成2年度版までに記載の値が現在でも妥当と考えられるため、その値を採用した。また、T-Pの雑排水が平成2年度版までに昭和15年値として示した0.9g／人・日に比べて大幅に減少しているのは、洗剤の無りん化が進んだことによる。

(出典: B)

表3-3 1人1日当たり汚濁負荷量(g/人・日)の実態調査等の例

項目 調査機関	BOD _x	COD	SS	T-N	T-P	備考
洞沢 (昭41-4)	36	-	-	-	-	下水道協会誌 (昭41-4)
土研 (昭43)	39.5	-	40.5	7.0	(1.1) ¹⁾	—
建設省 (昭45)	44.25	-	27.67	12	1.4	第8回下水道研究発表会
建設省 (昭47)	54	-	41	13.5	1.5	—
建設省 (昭53)	48.5	26	33.5	10.5	2.9	—
兼子ら (昭52)	51.5	22	34	8.4	1.6	第14回下水道研究発表会
浮田ら (昭53)	-	-	-	11.4	1.9	公害と対策 vol. 14 No. 11
建設省 (昭53)	42	-	35.8	12.2	1.25	仙台市
建設省 (昭57)	28.5	13.3	16.8	7.9	0.71	中国地建
建設省 (昭57)	39.2	16.7	13.4	6.8	0.95	中国地建
建設省 (昭57)	44.1	26.7	25.5	7.5	0.92	滋賀県
建設省 (昭57)	36	21.1	27.7	6.9	0.81	滋賀県
建設省 (昭58)	42.7	22.7	36.7	13.1	-	芦屋市
神奈川県 (昭58)	62.3	31.4	55.6	-	-	関東地方の団地処理場 ²⁾
建設省 (昭61)	43.0	27.6	33.2	10.7	0.96	四国地建
建設省 (昭62)	39.8	33.6	42.0	13.3	1.18	四国地建
建設省 (昭62)	31.4	32.0	35.9	11.7	1.03	四国地建
ドイツ (Imhoff)	54	-	-	12.8	2.25	—
アメリカ (Metcalf)	100.6	45.8	40.8	-	-	合流式大都市
アメリカ (全国調査)	76	-	91	-	-	—
アメリカ (Ligman)	48	-	46.2	16.8	4.1	J. Env. Eng. Div. ASCE 1974. 2 (河川からの貢献を除く)
アメリカ (Sierist)	60.6	-	-	-	-	J. Env. Eng. Div. ASCE 1976. 6

注 1) () 内はPO_x-P_x

2) 下水道統計から求めた1都3県の9ヶ所の団地処理場の流入負荷量の平均値。

(出典: B)

表3・14 (1) 1人当たりの発生汚濁負荷量

文献 名	調査 年次 (昭和)	し尿による負荷量 $t/人\cdot日$ $g/人\cdot日$						雑排水による負荷量 $t/人\cdot日$ $g/人\cdot日$						合計 負荷量 $t/人\cdot日$ $g/人\cdot日$						備考	
		排水量	BOD	COD	SS	T-N	T-P	排水量	BOD	COD	SS	T-N	T-P	排水量	BOD	COD	SS	T-N	T-P		
10	45	—	11		12	9	0.57	258	33		28	3.0	0.77	(260)	44		40	12.0	(1.35)	大阪 2,034人、神奈川 3,677人の各団地処理場で調査	
11	46														46.6		46.1	8.0	0.93	全国 28(札幌～福岡)の住宅団地の下水処理場、処理人口 650～35,000人	
6	39														35.4	9.1	36.9				東京都下の住宅団地 3ヶ所の平均、他 C1～9.3 g/人・日
12	43														39.5		41.8	(7.0)	(1.1)	全国 59 の処理場での調査結果の平均値	
8	52	(1.4)	21.0	10.2	24.3	7.2	0.89	113	30.5	12.2	10.2	1.16	0.68	(114)	51.5	22.4	34.5	8.36	1.57	雑排水は 10 家庭の平均、し尿は SS1～52年にし尿処理場投入口で 1 回の実測値 ×1.4 t/人で計算した。	
37	46														219	43.4	11.9	31.7			東京都下 3 団地で 7、11月に 4 日連続した過日調査の平均値、各の処理人口 4,000～29,000人
8	49 -51														(397)	41.4	22.9	45.0	11.1	1.80	西山処理場 955ha、51,100人で 49～51に実施した過日調査の平均値、地下水込 441 t/人・日、ABS 2,69 g/人・日 C1～20.2 g/人・日、アルカリ度 32.4 g/人・日
23	53														296	59.6	37.0	46.2	10.1	1.5	美山台団地地下水処理場過日調査 2 回の平均 C1～18.7 g/人・日 アルカリ度 33.9 g/人・日
*	54														287	62.0	28.4	45.1	12.5	1.3	" 5 回の平均 C1～18.2 " アルカリ度 34.1 "
*	55														293	57.1	29.2	41.2	9.9	1.4	" 6 回の平均
21	53														217	42.0		35.8	12.2	1.25	仙台市郊外の住宅団地(約 19,000人)処理場過日調査 2 回の平均
22	52														130	25.3	10.6	11.2	1.3	0.9	仙台市郊外の公務員住宅(320人)雑排水管から全量採取の過日調査 3 回の平均 C1～6.1 g/人・日
7	49 -50														100	28.3	20.1	2.41	0.50		長野県下の農家 4 戸で全量採取 1.5 回の平均
9	48														27.1	13.7	1.63	0.37			地方都市 9ヶ所での調査結果
17	30														9.21	1.075					食物摂取量と残渣から計算によって求める。
*	35														9.41	1.083					"
*	40														9.57	1.123					"
*	45														10.39	1.143					"
*	50														10.65	1.135					"
1	50														9.21～10.65	1.097～1.135					文献 17)と同じ手法で 50 年度の原単位を算定
42	51																				80 戸 270 人の一戸建住宅団地にて 4 日連続の過日調査 AM6～PM10 1 回/時、その他 1 回/2 時

(出典 : A)

表3・14 (2) 1人当たりの発生汚濁負荷量

文献 名	調査 年次 (昭和)	し尿による負荷量 t/人・日 g/人・日						雑排水による負荷量 t/人・日 g/人・日						合計 負荷量 t/人・日 g/人・日						備考
		排水量	BOD	COD	SS	T-N	T-P	排水量	BOD	COD	SS	T-N	T-P	排水量	BOD	COD	SS	T-N	T-P	
44	57													288	44.1	26.7	25.5	7.5	0.92	人口185人、団地の合併化 種々対象、8日連続の3回調査 の平均(住宅率70%の値)
44	57													214	41.1	25.3	37.9	7.7	0.93	人口120人
44	57													187	33.1	17.2	24.8	6.0	0.66	人口360人
44	57													184	33.4	17.6	26.8	6.9	0.78	人口270人
44	57													210	32.3	18.9	24.6	6.6	0.76	人口120人
52	57~58													204	35.8	15.9	16.6	7.9	0.90	人口261人(廻1戸通屋接合宅 の集合処理)長時間曝露3回 人口272人(冬)4日連続の2回 (冬、夏)の平均
56	57													351	33.9	13.8	41.5			2000人 通日調査 (住宅団地専用)
58	46													268	48.7	12.6	45.0			A団地、4,938人 毎日1週間調査 2回の平均 (7月、11月)
58	46													212	42.8	12.4	35.0			B団地、2,9215人 毎日1週間調査 2回の平均
58	46													176	38.6	10.7	31.2			C団地 4,000人 毎日1週間調査 2回の平均
55	53													217	42.0		358	12.2		1回目 19,047人 2回目 15,148人
53	50~53													452 (298)	53.3	29.3	60.1	11.4	12.5	65,000人(S.50~53年)の平均 住宅地+商業地区 ()は水道と井戸水使用 調査回数 3~34回/年
57	49													283	60.9	15.9	46.5		1.7	18,000人 通日調査 (駅前商店街を含む)
60	L130 尿1.3	16.9																	PoCP 1.0	排出回数 排出量(1回当り) (回/日)(g/m ²) BOD(g/m ²) L 1.1 11.8 11.8 尿 5.5 23.6 0.71
58	L200 尿1.0	13.0																	L 1.1 18.2 8.2 尿 4.5 22.2 0.89	
平均	L165 尿1.2	15.5	10.2	18.1	9.4	1.02	15.0	28.8	14.2	16.5	1.76	0.57	25.2	43.8	19.5	36.3	9.6	12.7		
n	2	4	1	2	8	8	4	5	4	3	6	6	18	25	20	25	22	21		
$\sigma_{\pm} - 1$	49.5 0.2	4.4			1.1	0.2	72.9	3.0	4.2	10.0	0.78	0.26	70.7	9.2	7.7	10.7	2.3	0.4		

(出典: A)

し尿汚濁負荷原単位

表 3・15 し尿による原単位

1人1日当り		内 訳		文 献 等
尿	し	尿	し	
回 5.5	回 1.1	回	回	文献 60)
4.5	1.1	— 2.5	— 0.2	文献 58) 下段：外出時
4.7	1.0	2.3 3.4	0.45 0.55	文献 61) 上段：在宅時、下段：勤務及び通勤時
用便の比率				
通 常		外 出 時		文 献 等
尿	し	尿	し	
5	1	—	—	文献 60
4	1	12.5	1	文献 58
4.7	1	6.2	1	文献 61
—	—	10	1	文献 62 列車内便所使用状況調査
—	—	10	1	文献 63 スキー場でのヒアリング調査

表 3・16 し尿の成分 文献 60

単位 %

成分 種別	水 分	有機物	窒 素	リ ン	加 里	塩 素
し 尿	88.6 96.9	8.58 1.63	1.04 0.50	0.36 0.05	0.34 0.21	0.61 1.23

表 3・17 し尿の濃度と負荷量 文献 60、58

種 別	項 目	排水(g/日) 量 (ℓ/日)	BOD ppm	BOD負荷 g/日	排出回数 回/日	1回当たり排出量	
						g	ml
文献 60) 成人1人当り	し	130	100.000	13	1.1	118	11.8
	尿	1.3	3.000	3.9	5.5	236	0.71
文献 50) 1人当り	し	200	45.000	9	1.1	182	8.2
	尿	1.0	4.000	4	4.5	222	0.89

3) 公衆便所での調査事例

表 3・18 公衆便所におけるし尿の原単位 文献 61

種 別 項目	水 量	B O D	C O D	S S	T - N	T - P
平均水質(ppm)	—	5.6	4.8	26.1	2.3	5
1人1回当たり負荷量(g)	18.8 ℓ	1.06	0.91	4.29	0.43	0.08

O資料館、延254名、昭和55年、NSC調査

(出典: A)

単独浄化槽の排水水質

表3-10 単独浄化槽の排水水質等の調査事例

文獻番号	調査地點	調査年	調査地點 県名	調査地點 都市名	調査基盤 (戸別)	処理方式	種別	浄化槽排水水質等(水質mg/l, 除去率%)					備考	
								BOD	COD	SS	T-N	T-P		
1-01	厚生省	1983~1984	神奈川県		(戸別)	70~10	分離接触ばっさき	流入水質	351	138	153	115.5	15.7	基数:T-X, T-P以外 T-X, T-P
								流出水質	60	63	41	98.4	16.2	
								除去率	83	54	73	15		
1-02	山本 中野 清山 北角	1986	大分府		5~10	116	分離ばっさき	初期分離 処理水	437	231	190	143		流入:T-X 流出:T-X-N-O-X -N-O-X
								流出水質	67	116	93	118.8		
								除去率	85	50	51	17		
						114	分離接触ばっさき	初期分離 処理水	254	232	203	107		流入:T-X 流出:T-X-N-O-X -N-O-X
								流出水質	65	107	69	98.4		
								除去率	74	54	66	8		
1-03	秋岡	1983	兵庫県	神戸市	2~5	16		流出水質	110	125	125	142	16.8	
1-04	山本 中野 北角	1984	人気村		5~10	55	分離ばっさき	流出水質	64.2	110.6	32.1			
							流出水質	54.9	93.2	56.1				
1-05	厚生省 浮田 中西他	1974~1975	山口県	宇部市	120~480 110~400	120/12	槽式型	流出水質	110.3			140.7	10.4	基数:BOD-T-X, T-P
						315/12	ばっさき型	流出水質	88.1			115.8	11.9	基数:BOD-T-X, T-P
					2~18	18	槽式型	流出水質	99	84		169	15.6	
					4~9	9	ばっさき型	流出水質	64	124		190	18.6	
1-06	橋木		橋木県			5045	ばっさき型	流出水質	122.3					
						1420	槽式分離 平面酸化	流出水質	187.3					
						274	槽式分離 散水ろ床	流出水質	99.8					
						417	その他	流出水質	143.8					
1-07	茨城県	1982	茨城県	土浦市		5	槽式型	流出水質	91.6	107		106.7	8.45	

(単位: mg/l)

水質項目	件数	最小値	最大値	平均値
BOD	15	55	187	95
COD	9	63	125	103
SS	6	41	125	78
T-N	9	98	190	131
T-P	7	8.5	18.6	14.0

(参考) 単独浄化槽排出負荷量原単位

項目	水量 (l/人・日)	単独浄化槽排出負荷量原単位(g/人・日)				
		BOD	COD	SS	T-N	T-P
単独浄化槽	40~50	3.8~4.8	4.1~5.2	3.1~3.9	5.2~6.6	0.56~0.70

注) 排水水質の平均値に1人1日当たり水量40~50l/人・日を乗じて算出。

1人1日当たり水量は家庭用水の用途別給水量の調査事例および「し尿
浄化槽の構造基準解説」(建設省)を勘案して設定した。

(出典: B)

合併浄化槽の汚濁負荷原単位

表3-11 戸別合併浄化槽の排水量・負荷量原単位

(単位:g/人・日)

対象基の大きさ	使用人数	排水量 l/人・日	B O D	C O D	S S	T - N	T - P	調査年月
6人槽	4	240	13.0	7.2	8.9	5.1	0.62	S. 63/5
	6	198	9.5	3.6	3.4	4.3	0.52	S. 63/5
	4	291	18.3	9.3	29.7	3.8	0.38	S. 63/5
	4	255	7.4	5.1	6.1	4.5	0.56	S. 63/8
	6	281	11.2	6.7	11.4	7.9	0.93	S. 63/8
	2	730	11.7	14.6	14.2	13.3	1.66	S. 63/8
	4	236	8.3	6.9	8.7	3.8	0.55	S. 63/11
	6	170	13.8	5.6	9.7	4.5	0.58	S. 63/11
	4	422	13.0	8.9	7.1	4.6	0.49	S. 63/11
	2	550	15.0	15.0	18.8	16.3	2.15	S. 63/11
	4	276	16.0	10.0	17.4	4.8	0.58	H. 元/2
	6	240	15.3	8.6	14.0	6.4	0.86	H. 元/2
	4	245	13.9	8.1	11.0	4.5	0.34	H. 元/2
	6	112	2.3	2.5	3.9	3.4	0.42	H. 2/9
7人槽	2	355	7.9	8.3	13.0	7.0	0.68	H. 2/9
8人槽	4	275	2.0	4.9	0.9	9.4	0.95	H. 2/9
6人槽	4	167	6.2	6.4	5.7	6.1	0.55	H. 2/9
平均		297	10.9	7.7	10.8	6.5	0.75	
標準偏差		146	4.5	3.2	6.7	3.5	0.46	

注) 処理方式はすべて嫌気ろ床接觸ばっき方式。

出典：土木研究所資料第2669, 2958号「戸別合併浄化槽の処理機能に関する調査報告書」。

(出典: B)

観光排水汚濁負荷原単位

表3・21 観光排水に係わる負荷量

文献 名	調査 年次 (西暦)	観光排水に係わる負荷量						備 考
		排水量	BOD	COD	SS	T-N	T-P	
39	50					8/人 0.28	9/人 0.01	風呂排水(8/人) S50年値として計算
"	"	3.4ℓ				29	36	米とご汁；白米100g当り
"	"	19.0ℓ				8/人 1.41	8/人 4.2	家庭における入浴による負荷(8/人・日)
18	48	13.4ℓ	18.9	—	1.1	0.70	0.058	宴会負荷(8/人・回)、公的保養所で70人分×2回の調理、残渣の排水全量を採取注による調査結果から算定
18	48	19.3ℓ	10.5	6.1	7.2	0.61	0.25	駅弁1食当り(8/個)、延2,360食分を仕込みから調理まで2日間にわたる調査結果から算定
19	48	2.6ℓ	6.2		8.9	0.20	0.013	喫茶におけるめん類1食当り(8/食)、めん類(和、中華)を主体とする食堂の昼食時に上記採取先で調査した結果から算定
32	44	23ℓ	3.1	1.4	—	0.11	—	来客一人当り負荷(8/人)、高速道路サービスエリア24時営業の食堂、土産物売場延来客者6,100人分の排水量、水質調査結果(便所含まず)から算定
35	51	10ℓ	3.0	1.6	1.8	1.4	0.1	便所1人1回当り(8/人)、高速道路サービスエリアで2日間にわたって調査した結果から算定
35	51	20ℓ	7.0	3.7	4.0	0.3	0.05	レストラン1人1食当り負荷(8/人)、上記と同じ時に調査した結果から算定

(出典 : A)

表3-8 観光客の使用区分別使用水量の割合

項目 使用区分	定住人口 水量割合	宿泊人口 水量割合	日帰り人口 水量割合
	%	%	%
飲 料	1	1	2
炊事・調理	4	4	
食器洗浄	9	4	2
和風風呂	33	温泉として	温泉として
洗 灌	18	6	
掃 除	2	2	1
手洗・洗顔	2	2	2
水洗便所	8	8	4
冷 暖 房	14	14	—
雜	3	3	2
そ の 他	6	6	2
計	100	50	15

(出典 : B)

商業地区汚濁負荷原単位

表3・19 調査区域の背景

地域 項目	福生市		仙台市	西宮市	福岡市 52年		
	55・12	56・2	56・2・3	56・1	駅東	駅南	駅南
地域面積 (ha)	4.0	4.0	204.55	23.93	29.2	24.7	13.6
床面積 (ha)	1.2	1.2	179.24	7.37			
登録又は就業人口	717 612	741 636	777.21 63.807	4.200 3.187	6.951	8.468	1.527
定住人口	367	368	12,566	3,036	1,900	2,600	1,300
就業人口	1.7	1.7	5.1	1.0	3.7	3.3	1.2
文献No	64		65	66	67		

表3・20 商業地区における汚濁負荷原単位の試算

	総量一定住人口負荷率*) (m ³ /kg)							地域面積当たり汚濁負荷 (kg/ha)						
	水量	BOD	COD	SS	T-N	T-P	水量	BOD	COD	SS	T-N	T-P		
福生	44.5	6.22	0.65	-8.48	-0.56	1.029	11.1	1.6	0.2	-2.1	-0.15	0.26		
福生	20.3	6.86	1.16	-6.74	-0.39	0.774	5.1	1.7	0.3	-1.7	-0.10	0.19		
仙台	27.204	3.535	2.768	5.486	777	312.4	133	17.3	13.5	26.8	3.8	1.53		
仙台	22.590	4.940	2.798	5.124	700	295.4	110	24.2	13.7	25.1	3.4	1.44		
西ノ宮	663	27.97	15.65	-27.22	17.77	0.140	27.7	1.2	0.7	-1.1	0.74	0.01		
西ノ宮	626	13.56	12.60	-26.08	12.11	0.890	26.2	0.6	0.5	-1.3	0.51	0.04		
福岡駅東	1,308	8.24	-23.9	-	21.65	1.13	44.8	2.8	-0.8	-	0.74	0.04		
駅前	1,189	8.4	-14.2	-	34.4	2.40	48.1	0.3	-0.6	-	1.4	0.10		
駅南	523	-3.9	-2.1	-	8.25	0.49	38.5	-0.3	-0.2	-	0.61	0.04		
	床面積当たり汚濁負荷 (m ³ /kg/10,000m ²)							從業員当たり汚濁負荷 (g/g/人)						
	水量	BOD	COD	SS	T-N	T-P	水量	BOD	COD	SS	T-N	T-P		
福生	3.7	5.2	0.5	-7.1	-0.48	0.86	28	1.0	1.1	-14	-0.9	1.7		
福生	1.7	5.7	1.0	-5.6	-0.32	0.65	33	1.1	1.9	-11	-0.6	1.3		
仙台	15.2	19.7	15.4	30.6	4.33	1.74	246	5.5	4.3	8.6	12.2	4.9		
仙台	12.6	27.6	15.6	28.6	3.91	1.65	353	7.7	4.4	8.0	11.0	4.6		
西ノ宮	9.0	3.8	2.1	-4.0	2.41	0.02	208	8.8	4.9	-8.5	5.6	0.04		
西ノ宮	8.5	1.8	1.7	-3.5	1.64	0.12	194	4.3	4.0	-8.2	3.9	0.28		
福岡駅東	-	-	-	-	-	-	188	1.2	-3.4	-	3.1	0.16		
駅前	-	-	-	-	-	-	141	1.0	-1.7	-	4.1	0.28		
駅南	-	-	-	-	-	-	35	-2.6	-1.4	-	5.4	0.32		

*) 定住人口1人当りBOD55g、COD30g、SS50g、T-N10.5g、T-P1.4g、汚水量300Lを基準。

(出典: A)

表3-4 商業地区等營業排水汚濁負荷量原単位(例)

項目 調査機関	地域面積当たり負荷量原単位						濃度						備考
	水量 m ³ /ha /日	BOD kg/ha /日	COD kg/ha /日	SS kg/ha /日	T-N kg/ha /日	T-P kg/ha /日	BOD mg/l	COD mg/l	SS mg/l	T-N mg/l	T-P mg/l		
建設省 (昭55)	38.7	6.6	2.9	2.5	0.82	0.39	171	75	64	21	10		桐生市
建設省 (昭56)	34.7	6.8	3.1	2.9	0.87	0.32	195	88	84	25	9.3		桐生市
建設省 (昭56)	151	20.7	15.4	29.9	4.4	1.6	136	102	197	29	10.7		仙台市
建設省 (昭56)	137	27.5	15.5	28.1	4.1	1.5	201	114	205	30	11		仙台市
建設省 (昭56)	65.8	8.1	4.5	5.2	2.1	0.17	124	68	79	32	2.6		西宮市
建設省 (昭56)	64.2	7.5	4.3	5.3	1.8	0.21	117	67	82	29	3.3		西宮市
土研 (昭63)	136.6	76.3	26.9	33.4	3.96	0.64	506	184	235	29	4.7		神戸市
土研 (昭63)	94	39.9	14.2	17.4	3.07	0.35	425	151	186	33	3.8		豊中市

(出典: B)

工場排水汚濁負荷原単位

9. 工場排水汚濁負荷量、排水量原単位

本表は、製品出荷額および排水量原単位については、昭和63年工業統計表より求め、原水水質については環境省調査（昭和63年度）の業種別平均水質より求めたものであり、原単位は排水量原単位と原水水質を乗じたものである。

産業分類	業種名	製品出荷額 昭和63年 (百万円)	排水量 原単位 (m ³ /日 百万円)	BOD		COD		SS		N		P	
				原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)								
1211	肉 製 品 製 造 業	1,782,944	0.046	805	37	373	17.0	457	20.9	46	2.1	15	0.7
1212	乳 製 品 製 造 業	1,875,645	0.090	517	46	274	24.5	137	12.3	37	3.3	7	0.6
1219	そ の 他 の 食 品 製 造 業	515,326	0.253	747	189	304	76.8	326	82.3	100	25.3	10	2.5
1221	水産缶詰・瓶詰製造業	161,941	0.111	2,383	265	1,265	140.5	843	93.6				
1222	海藻加工業	215,035	0.015	821	13	323	4.9	231	3.5				
1223	寒天製造業	1,336	1.871	864	1,616	1,345	2,515.8	505	944.6				
1224	魚肉ハム・ソーセージ製造業	36,202	0.155	884	137	502	76.0	469	72.9				
1225	水産練製品製造業	342,748	0.060	1,371	94	814	55.5	446	30.4	25	1.7	11	0.6
1226	冷凍水産物製造業	381,753	0.058	1,249	72	519	36.0	358	20.7				
1227	冷凍水産食品製造業	348,021	0.117	1,710	201	914	107.3	679	79.7				
1229	その他の水産食料品製造業	805,767	0.063	1,698	106	807	56.6	525	32.9	250	15.7	20	1.3
1231	野菜缶詰・果実缶詰・農産保存・食料品製造業	307,217	0.258	979	253	770	196.0	381	99.3	198	51.2	51	13.2
1232	野菜漬物製造業	262,555	0.182	1,161	211	679	123.7	572	104.2	56	10.2	4	0.7
1241	味噌製造業	107,663	0.095	1,859	176	1,208	114.5	995	94.3	65	6.2		
1242	しょう油・食用アミノ酸製造業	222,277	0.119	907	108	696	82.6	398	47.2	30	3.6	5	0.6
1243	化学調味料製造業	49,079	0.410	65,968	27,042	43,194	19,756.2	156	63.9				

産業分類	業種名	製品出荷額 昭和63年 (百万円)	排水量 原単位 (m ³ /日 百万円)	BOD		COD		SS		N		P	
				原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)								
1244	ソース製造業	211,836	0.064	982	62	678	43.1	270	17.2				
1245	食酢製造業	35,770	0.105	623	65	292	30.7	359	37.7				
1249	その他の調味料製造業	615,227	0.199	1,139	226	497	93.8	295	58.6	1	0.2		
1251	砂糖製造業	195,803	1.219	1,723	2,100	1,445	1,761.2	182	221.8	1	1.2		
1252	砂糖精製業	300,019	0.113	302	34	325	36.9	3,609	409.3	9	1.0	3	0.3
1253	ぶどう糖・水あめ・異性化糖製造業	172,616	0.382	1,105	423	844	322.8	179	68.5	8	3.1	4	1.5
1269	その他の精粉・製粉業	20,324	0.093	2,600	241	1,833	170.2	1,116	183.6				
1271	パン製造業	1,034,387	0.036	1,027	37	481	17.5	607	22.1	18	0.7	7	0.3
1272	生菓子製造業	709,950	0.042	1,349	57	983	41.6	535	22.6	12	0.5	4	0.2
1273	ビスケット類・干菓子製造業	257,308	0.018	634	12	266	4.9	366	6.7	31	0.6	8	0.1
1274	米菓製造業	299,479	0.041	1,103	45	829	31.0	573	23.5				
1279	その他のパン・菓子製造業	904,738	0.033	1,102	37	802	26.6	661	21.9	53	1.8	7	0.2
1281	植物油脂製造業	462,108	0.034	1,438	48	1,001	33.6	587	19.7	3	0.1	1	0.0
1282	動物油脂製造業	12,576	0.071	1,771	126	1,046	74.4	526	37.4			1	0.1
1283	食用油脂加工業	198,869	0.034	585	20	313	10.8	343	11.8			7	0.2
1291	ふくらし粉・イーストその他の酵母剤製造業	25,384	0.136	357	49	484	65.8	23	3.1				
1292	でんぶん製造業	55,251	0.151	3,321	501	2,605	362.8	936	141.2	13	2.0		
1293	めん類製造業	546,834	0.054	899	48	680	36.7	469	25.3	24	1.3		

産業分類	業種名	製品出荷額 昭和63年 (百万円)	排水量 原単位 (m³/日 百万円)	BOD		COD		SS		N		P	
				原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)								
1294	こうじ・穀こうじ 麦芽・もやし製造業	15,172	0.773	221	171	210	16±4	80	61.9				
1295	豆腐・油揚製造業	116,765	0.304	1,279	388	673	20±3	454	137.8				
1296	あん類製造業	20,339	0.120	2,329	279	1,618	19±0	766	91.9	90	10.8	42	5.0
1297	冷凍調理食品製造業	441,944	0.083	730	61	366	3±5	459	38.2	65	5.4	12	1.0
1298	そう(惣)菜製造業	220,901	0.095	1,610	153	916	8±2	401	38.2	23	2.2	5	0.5
1299	他に分類されない 食料品製造業	993,210	0.083	1,401	116	1,651	137.0	705	58.5	61	5.1	32	2.7
1311	清涼飲料製造業	1,285,592	0.088	471	41	401	3±3	130	11.4	10	0.9	2	0.2
1321	果実酒製造業	22,268	0.137	450	62	265	3±1	101	13.9				
1322	ビール製造業	2,183,067	0.069	1,173	81	882	60.8	548	37.8	63	4.3	9	0.6
1323	清酒製造業	749,585	0.053	1,190	63	743	39.4	720	38.2	16	0.8	6	0.3
1324	蒸溜酒・混成酒製造業	1,027,873	0.037	1,119	42	1,239	43.4	619	23.2	126	4.7	30	1.1
1331	製茶業	72,782	0.016	3,033	49	1,980	31.8	285	4.6				
1332	コーヒー製造業	151,902	0.028	920	26	669	13.7	40,068	1,121.8				
1341	製氷業	6,415	0.033	26	1	41	1.4	17	0.6				
1351	配合飼料製造業	735,237	0.005	2,048	11	1,800	9.8	2,986	16.2				
1352	単体飼料製造業	15,426	0.039	1,623	63	1,470	56.9	739	28.6				
1353	有機質肥料製造業	4,377	0.016	1,588	25	739	11.5	218	3.4				
1361	たばこ製造業	1,752,104	0.007	379	3	248	1.8	178	1.3	13	0.1		

産業分類	業種名	製品出荷額 昭和63年 (百万円)	排水量 原単位 (m³/日 百万円)	BOD		COD		SS		N		P	
				原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)	原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)	原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)	原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)	原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)
1362	菓たばこ処理業	208,312	0.032	202	6	261	8.4	289	9.2				
1411	器械生糸製造業	83,955	0.206	206	43	97	20.0	126	26.0				
1421	錦紡績業	391,257	0.116	28	3	45	5.2	41	4.8				
1422	化学繊維紡績業	304,231	0.102	238	24	224	22.9	129	13.2				
1423	毛紡績業	288,565	0.145	2,280	330	965	139.7	1,568	227.1				
1424	紬紡績業	11,783	1.181	364	430	308	363.6	123	145.2				
1425	麻紡績業	13,373	0.404	1,233	498	200	80.7	6	2.4				
1431	ねん糸製造業	43,520	0.088	49	4	87	7.6	33	2.9				
1432	かさ高加工糸製造業	19,087	0.277	105	29	100	27.7	40	11.1				
1441	綿・スフ織物業	320,392	0.104	181	19	163	16.9	58	6.0	3	0.3	1	0.1
1442	絹・人絹織物業	305,763	0.135	702	94	1,233	165.9	53	7.1				
1443	毛織物業	219,274	0.138	217	30	219	30.1	39	5.4				
1449	その他の織物業	40,095	0.064	95	6	110	4.0	14	0.9	38	2.4	12	0.8
1451	丸物ニット生地・同製品製造業	130,741	0.026	226	6	172	4.5	61	1.6			3	0.1
1454	靴下製造業	218,504	0.078	232	18	211	13.4	71	5.5				
1461	綿・スフ・麻織物業 綿・絹染色業	294,356	0.907	457	415	509	461.8	162	147.0	42	38.1	3	2.7
1462	人絹織物業 綿・人絹織物業	194,477	0.992	692	686	333	350.3	103	102.2				
1463	毛織物機械染色整理業	105,607	0.923	780	720	190	175.4	522	481.8	11	10.2	12	11.1

産業分類	業種名	製品出荷額 昭和63年 (百万円)	排水量 原単位 (m ³ /日 百万円)	BOD		COD		SS		N		P	
				原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)	原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)	原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)	原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)	原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)
1464	織物整理業	31,440	0.575	780	449	734	422.1	189	108.7	120	69.0	12	6.9
1465	織物手加工染色整理業	49,905	0.214	291	62	303	64.8	207	44.3			5	1.1
1466	綿状織維・糸染色整理業	136,274	1.252	225	282	236	294.4	79	98.9			2	2.6
1467	ニット・レース染色整理業	104,132	1.073	230	247	196	210.2	78	83.7	16	17.2	3	3.2
1468	織維雑品染色整理業	37,529	1.002	312	313	300	304.6	115	115.2	15	15.0	2	2.0
1472	魚網製造業	57,481	0.031	396	12	343	19.6	89	2.8				
1481	刺しゅうレース製造業	13,225	0.019	110	2	51	1.0	32	0.6				
1482	編レース製造業	15,799	0.078	50	4	40	3.1	135	10.5				
1485	細幅織物業	21,040	0.038	140	5	330	12.6	6	0.2				
1491	整毛業	30,610	0.274	2,009	551	1,454	353.6	2,780	762.1				
1494	製綿業	3,264	0.045	400	18	300	13.6	400	18.1				
1495	フルート不織布製造業 じゅうたん・その他の綿維製床敷物製造業	156,177	0.082	235	19	328	27.0	116	9.5	49	4.0	7	0.6
1496		201,293	0.035	205	7	242	8.5	103	3.6			6	0.2
1497	上塗りした織物・防水した織物製造業	110,279	0.040	1,650	66	520	20.7	500	19.9				
1498	綿維製衛生材料製造業	50,723	0.215	719	154	295	63.4	88	18.9				
1511	男子服製造業	448,034	0.012	380	4	340	3.9	250	2.9				
1522	下着製造業	49,904	0.008	265	2	178	1.4	22	0.2				
1551	和装製品製造業	21,276	0.036	208	8	68	2.5	341	12.3				

産業分類	業種名	製品出荷額 昭和63年 (百万円)	排水量 原単位 (m ³ /日 百万円)	BOD		COD		SS		N		P	
				原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)	原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)	原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)	原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)	原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)
1591	寝具製造業	263,844	0.019	242	4	248	4.6	93	1.7				
1599	他に分類されない機械製品製造業	236,620	0.016	171	3	134	2.2	73	1.2				
1611	一般製材業	381,815	0.012	135	2	500	3.2	147	1.8				
1622	合板製造業	782,028	0.022	316	7	1,812	40.2	500	11.1				
1624	パーティクルボード製造業	30,637	0.009	100	1	150	1.3	50	0.4				
1712	金属製家具製造業	482,262	0.021	49	1	53	1.1	83	1.8			50	1.1
1713	マットレス・粗スプリング製造業	16,499	0.012	410	5	170	2.0	100	1.2				
1791	事務所用・店舗用装備品製造業	123,368	0.024	6	0	8	3.2	24	0.6				
1792	窓用・扉用口よけ製造業	66,024	0.014	127	2	226	3.1	62	0.9				
1811	溶解パルプ製造業	68,250	6.442	835	5,379	315	2,049.1	458	2,950.2				
1821	洋紙製造業	2,261,476	4.105	1,821	7,476	271	1,112.6	341	1,400.0	12	49.3		
1822	板紙製造業	773,008	3.764	339	1,276	373	1,404.1	605	2,277.5				
1831	全工紙製造業	496,547	0.265	617	163	418	113.6	198	52.4				
1833	壁紙・ふすま紙製造業	42,189	0.193	280	54	307	59.2	180	31.7				
1842	学用紙製品製造業	19,085	0.011	631	7	165	1.8	353	3.8				
1843	日用紙製品製造業	32,528	0.015	132	2	151	2.3	466	6.9				
1849	その他の紙製品製造業	66,578	0.004	1,072	5	600	2.6	563	2.5				
1854	紙器製造業	442,476	0.027	139	4	193	5.1	373	9.9				

産業分類	業種名	製品出荷額 昭和63年 (百万円)	排水量 原単位 (m³/日 百万円)	BOD		COD		SS		N		P	
				原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)	原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)	原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)	原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)	原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)
1855	ソリッドファイバー・バルカナイズドファイバー製品製造業	8,133	0.191	402	77	402	75.9	402	76.9				
1891	セロファン製造業	24,170	1.854	250	464	250	461.5	171	317.1				
1892	織維板製造業	28,771	1.268	3,597	4,563	7,952	10,085.8	1,320	1,674.4				
1899	他に分類されないバルブ・紙・紙加工品製造業	546,468	0.357	107	38	158	55.4	368	131.3				
1911	新聞業	1,770,102	0.006	132	1	32	0.2	66	0.4				
1931	印刷業	3,930,795	0.013	183	2	135	1.7	118	1.5	23	0.3	2	0.0
1941	写真製版業	222,880	0.042	316	13	839	35.3	537	22.6				
2011	窒素質・りん酸質肥料製造業	70,849	0.376	4	2	68	23.5	1,825	685.7	17	6.4	405	152.2
2021	ソーダ工業	267,011	0.352	279	98	195	68.6	2,485	873.9	49	17.2	500	175.8
2023	無機顔料製造業	239,534	0.405	140	57	92	37.3	835	338.5	5,025	2,037.4	4	1.6
2024	圧縮ガス・液化ガス製造業	79,250	0.016	47	1	7	0.1	6	0.1	4	0.1		
2029	その他の無機化学工業製品製造業	490,369	0.227	340	77	343	77.9	459	104.2	140	31.8	223	50.6
2031	石油化学生体系基盤製品製造業	551,545	0.084	726	61	4,092	345.5	140	11.8	12	1.0	4,000	337.7
2032	脂肪族系中間物製造業	879,686	0.167	1,534	256	5,883	981.2	713	118.9	94	15.7	4	0.7
2033	メタン誘導品製造業	12,224	0.016	1,547	25	46	0.8	100	1.6				
2034	発酵工業	31,205	0.718	2,978	2,138	2,546	1,827.7	466	334.5	17	12.2	1	0.7
2036	環式中間物・合成染料・有機顔料製造業	1,429,721	0.247	948	234	1,398	344.8	240	59.2	79	19.5	17	4.2
2037	プラスチック製造業	3,169,417	0.760	899	683	716	543.8	21,098	16,024.1	3,700	2,810.2		

産業分類	業種名	製品出荷額 昭和63年 (百万円)	排水量 原単位 (m³/日 百万円)	BOD		COD		SS		N		P	
				原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)								
2038	合成ゴム製造業	459,124	0.324	511	165	172	55.7	205	66.3				
2039	その他の有機化学工業製品製造業	514,370	0.215	1,658	356	11,815	2,537.7	295	63.4	17	3.7	2	0.4
2041	レーヨン・アセテート製造業	150,684	2.493	336	838	332	827.8	218	543.6	2	5.0		
2042	合成繊維製造業	741,103	0.404	938	378	1,436	579.4	157	63.3				
2052	石けん・合成洗剤製造業	515,499	0.035	88	3	104	3.7	41	1.5				
2053	界面活性剤製造業	208,264	0.038	8,621	324	14,293	537.3	129	4.3	1	0.0	4	0.2
2054	塗料製造業	796,487	0.012	2,322	28	2,686	32.9	860	10.5				
2055	印刷インキ製造業	149,377	0.003	642	5	611	5.0	860	7.0				
2056	洗浄剤・麻用剤製造業	50,837	0.014	528	7	403	5.6	83	1.1	10	0.1	10	0.1
2061	医薬品原薬・製剤製造業	503,129	0.271	1,795	486	1,258	340.7	236	63.9	32	8.7	9	2.4
2062	医薬品製剤製造業	3,698,594	0.030	229	7	148	4.4	119	3.5	19	0.6	3	0.1
2063	生物学的製剤製造業	177,064	0.023	146	3	68	1.5	70	1.6	12	0.3		
2064	生薬製造業	78,759	0.013	1,500	19	3,000	33.0	400	5.1				
2091	火薬類製造業	31,858	0.253	3,782	956	230	53.2	86	21.7	1	0.3		
2092	農薬製造業	369,273	0.087	352	30	312	27.0	158	13.7	7	0.6	4	0.3
2093	香料製造業	84,453	0.092	836	77	665	61.3	147	13.6	5	0.5		
2094	化粧品・蘭麝・その他化粧用調整品製造業	1,140,783	0.011	585	7	338	3.9	220	2.5	29	0.3	4	0.0
2095	ゼラチン・接着剤製造業	159,402	0.248	618	153	587	145.7	5,248	1,302.9	9	2.2	2	0.5

産業分類	業種名	製品出荷額 昭和63年 (百万円)	排水量 原単位 (m ³ /日 百万円)	BOD		COD		SS		N		P	
				原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)								
2096	写真感光材料製造業	846,186	0.061	1,953	119	2,596	157.9	7,224	439.3	13	0.8		
2098	試薬製造業	51,248	0.042	386	16	176	7.3	54	2.2	71	3.0	16	0.7
2099	他に分類されない化学工業製品製造業	687,330	0.164	474	78	310	50.8	169	27.7	3,334	546.0	403	66.0
2111	石油精製業	5,725,258	0.024	90	2	218	5.2	65	1.6				
2121	潤滑油製造業	85,527	0.029	600	17	70	2.0	47	1.4				
2131	コークス製造業	272,358	0.021	884	18	3,993	83.3	761	15.9				
2199	その他の石油製品・石炭製品製造業	42,320	0.024	1,478	35	1,284	50.6	263	6.3				
2211	プラスチック板・棒製造業	453,311	0.047	1,000	47	600	28.2	5	0.2				
2212	プラスチック管製造業	180,473	0.014	4	0	3	0.0	5	0.1	3	0.0		
2214	プラスチック異形押出製品製造業	85,724	0.011	110	1	45	0.5	68	0.7				
2221	プラスチックフィルム製造業	882,917	0.081	230	19	223	18.2	338	27.5				
2224	合成皮革製造業	144,645	0.038	1,606	60	1,556	58.5	200	7.5				
2225	プラスチックフィルム・シート・床材・合成皮革加工業	307,120	0.020	136	3	396	7.7	12	0.2	2	0.0		
2231	工業用プラスチック製品製造業	1,735,334	0.011	483	5	417	4.7	117	1.3			8	0.1
2232	工業用プラスチック製品加工業	123,149	0.023	260	6	1	0.0	1	0.0				
2241	枕質プラスチック充電器製造業	321,486	0.014	73	1	67	0.9	126	1.7				
2244	強化プラスチック製品	190,749	0.053	43	2	60	3.2	57	3.0				
2251	容器・溶槽等製造業 プラスチック成形材料製造業	398,857	0.011	564	6	644	7.2	99	1.1				

産業分類	業種名	製品出荷額 昭和63年 (百万円)	排水量 原単位 (m ³ /日 百万円)	BOD		COD		SS		N		P	
				原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)	原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)	原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)	原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)	原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)
2293	プラスチック製品加工業	54,285	0.026	66	2	75	1.9	52	1.3				
2311	自動車タイヤ・チューブ製造業	940,355	0.025	84	2	378	9.4	1,352	33.5	4	0.1		
2331	ゴムベルト製造業	98,554	0.016	52	1	14	0.2	16	0.3	48	0.8	20	0.3
2332	ゴムホース製造業	130,998	0.016	82	1	213	3.4	99	1.6				
2333	工業用ゴム製品製造業	1,074,088	0.022	150	3	148	3.3	57	1.3	3	0.1		
2392	医療・衛生用ゴム製品製造業	24,320	0.066	81	5	64	4.2	185	12.3				
2399	他に分類されないゴム製品製造業	76,756	0.051	170	9	94	4.8	61	3.1				
2411	なめし革製造業	76,387	0.471	1,402	660	793	33.1	1,360	639.9				
2511	板ガラス製造業	426,918	0.093	201	19	166	15.5	7,875	735.5				
2512	板ガラス加工業	319,203	0.107	26	3	35	3.8	281	30.1		1,200	128.7	
2513	ガラス製加工素材製造業	367,004	0.103	98	10	43	4.4	431	44.4	10	1.0	15	1.5
2514	ガラス容器製造業	248,952	0.027	19	1	19	0.5	45	1.2				
2515	理化学用・医療用ガラス器具製造業	35,754	0.046	8	0	15	0.7	1,000	46.1				
2516	卓上・ちりう房用ガラス器具製造業	55,658	0.083	53	4	17	1.4	266	22.0				
2517	ガラス機器・同製品製造業	193,002	0.106	1,776	188	1,290	136.3	143	15.1				
2519	その他ガラス・同製品製造業	113,444	0.051	829	43	594	30.6	455	23.4		521	26.8	
2521	セメント製造業	692,854	0.063	1,105	69	15	0.9	265	16.6				
2522	生コンクリート製造業	386,337	0.047	37	2	38	1.8	5,192	244.0				

産業分類	業種名	製品出荷額 昭和63年 (百万円)	排水量 原単位 (m ³ /日 百万円)	BOD		COD		SS		N		P	
				原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)	原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)	原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)	原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)	原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)
2523	コンクリート製品製造業	745,127	0.037	24	1	37	1.4	3,433	128.6	2	0.1		
2529	その他のセメント製品 製造業	333,353	0.093	162	15	89	3.3	2,284	213.0	3	0.3		
2531	粘土かわら製造業	99,990	0.038	407	15	2,500	94.6	4,968	188.0				
2541	衛生陶器製造業	94,547	0.050	10	1	42	2.1	3,312	166.8	2	0.1		
2542	食卓用・ちゅう房用 陶磁器製造業	138,846	0.067	7	0	58	3.9	3,492	235.5	2	0.1		
2544	電気用陶磁器製造業	244,657	0.070	61	4	55	3.0	4,959	344.7				
2546	陶磁器型タイル製造業	191,852	0.044	24	1	24	1.0	4,155	181.6	6	0.3		
2549	その他の陶磁器・ 同関連製品製造業	3,342	0.021	263	6	261	5.5	8,131	170.3				
2569	その他の炭素・ 炭鉱製品製造業	77,027	0.043	257	11	27	1.1	573	24.4				
2571	研磨材製造業	47,416	0.340	250	85	300	101.9	1,420	482.4				
2581	砕石製造業	60,041	0.353	3,132	1,107	448	158.3	12,951	4,576.3				
2585	鉱物・土石粉砕等処理業	55,761	0.166	15	2	13	2.2	30,566	5,083.6				
2591	はうろう鉄器製造業	67,573	0.057	118	7	123	7.0	1,138	64.3				
2595	石綿製品製造業	47,866	0.119	53	6	71	8.4	79	9.4				
2597	石灰製造業	115,650	0.376	5	2	2	0.8	6,730	2,530.7				
2611	製鋼圧延を行う高炉による 製鉄業	5,579,825	0.445	636	283	1,605	714.4	1,482	659.7	3,382	1,505.4		
2623	フェロアロイ製造業	157,506	0.465	4	2	33	15.4	3,774	1,765.5	10	4.7		
2641	熱間圧延業	219,245	0.134	64	9	103	13.8	226	30.3				

産業分類	業種名	製品出荷額 昭和63年 (百万円)	排水量 原単位 (m ³ /日 百万円)	BOD		COD		SS		N		P	
				原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)	原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)	原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)	原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)	原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)
2643	冷間ロール成形鋼 製造業	122,081	0.017	8	0	36	0.6	58	1.0				
2644	鋼管製造業	665,736	0.072	49	4	63	4.5	68	4.9	306	31.9		
2645	伸銘業	12,284	0.006	60	0	53	0.3	123	0.7	231	1.4	6	0.0
2646	席棒鋼製造業	170,859	0.029	62	2	89	2.6	38	1.1	6	0.2	70	2.0
2647	引抜鋼管製造業	71,321	0.061	21	1	29	1.8	373	22.7				
2648	伸線業	560,730	0.072	109	8	109	7.9	244	17.6	92	6.6	5	0.4
2652	亜鉛鉄板製造業	141,091	0.079	13	1	37	2.9	61	4.8	7	0.6		23
2659	その他の表面處理鋼材 製造業	76,498	0.098	19	2	112	11.0	71	7.0				
2662	竣工品製造業	272,861	0.012	159	2	111	1.3	70	0.8				
2663	鋳鋼製造業	173,633	0.122	21	3	26	3.2	964	117.2				
2671	鍛鉄鋳物製造業	485,429	0.032	161	5	57	1.8	593	18.7				1
2672	鋳鉄管製造業	159,785	0.096	50	5	102	9.8	442	42.3				
2673	可燃鋳鉄製造業	157,304	0.034	120	4	166	5.7	3,207	109.3				
2691	鉄粉製造業	8,975	0.058	5	0	4	0.2	6	0.3				
2713	亜鉛第1次製錬・精 製業	75,357	0.569	1	1	67	48.1	57	32.1				
2719	その他の非鉄金属 第1次製錬・精製業	393,239	0.159	45	7	41	6.5	39	6.2				
2721	鉛第2次製錬・精製業	25,362	0.111	400	44	138	35.3	33	3.7	9	1.0		
2729	その他の非鉄金属 第2次製錬・精製業	77,597	0.061	46	3	63	3.8	209	12.7	244	14.8	11	0.7

産業分類	業種名	製品出荷額 昭和63年 (百万円)	排水量 原単位 (m ³ /日 百万円)	BOD		COD		SS		N		P	
				原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)	原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)	原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)	原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)	原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)
2731	伸銅品製造業	653,775	0.144	48	7	41	5.9	87	12.6	258	37.3	6	0.9
2733	アルミニウム・ 同合金圧延業	941,923	0.080	171	14	31	2.5	609	48.8				
2739	その他の非鉄金属・ 同合金圧延業	143,570	0.018	92	2	805	14.4	71	1.3				
2741	非鉄金属製物製造業	185,950	0.023	77	2	291	6.6	392	8.9				
2742	非鉄金属ダイカスト 製造業	429,649	0.018	85	2	148	2.7	235	4.2				
2751	電線・ケーブル製造業	1,640,797	0.016	82	1	41	0.7	93	1.5			72	
2811	ブリキ缶・その他の めっき板等製品製造業	727,269	0.012	206	2	137	1.6	175	2.1	29	0.3	22	0.3
2823	利器工具・器具・ 手道具製造業	47,708	0.043	603	26	406	17.6	61,813	2,682.0				
2824	作業工具製造業	75,926	0.018	337	6	100	1.8	350	6.2				
2829	その他の金物類製造業	342,911	0.016	90	1	100	1.6	610	9.8				
2832	ガス機器・ 石油機器製造業	700,816	0.021	48	1	54	1.1	907	19.1				
2833	温風・温水 暖房装置製造業	93,485	0.010	7	0	7	0.1	9	0.1				
2841	建設用金属製品製造業	1,448,573	0.011	108	1	85	0.9	76	0.8	8	0.1	2	0.3
2842	住茨川金属製品製造業	2,105,377	0.074	55	4	249	18.4	531	39.3	38	2.8	14	1.0
2843	製缶板金業	436,643	0.023	25	1	34	0.8	44	1.0	7	0.2	170	4.0
2851	アルミニウム・同合金 プレス製品製造業	375,987	0.087	38	3	47	4.1	114	9.9	29	2.5	18	1.6
2852	金属プレス製品製造業	592,893	0.018	269	5	86	1.5	104	1.9	2	0.0	6	0.1
2861	粉末や金製品製造業	168,038	0.027	19	1	16	0.4	66	1.8	4	0.1		

産業分類	業種名	製品出荷額 昭和63年 (百万円)	排水量 原単位 (m ³ /日 百万円)	BOD		COD		SS		N		P	
				原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)	原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)	原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)	原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)	原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)
2862	金属製品塗装業	115,237	0.124	122	15	63	7.8	188	23.3	3	0.4	8	1.0
2863	溶融めっき業	54,860	0.114	25	3	301	34.4	279	31.9				
2865	電気めっき業	253,454	0.176	112	20	202	35.6	155	27.3	50	8.8	17	3.0
2866	金属熱処理業	101,564	0.032	1,160	37	238	7.5	1,160	36.7				
2869	その他の金属表面処理業	168,995	0.185	114	21	60	11.1	193	35.8	555	102.8	490	90.8
2879	他に分類されない 金属製品製造業	119,096	0.036	32	1	90	3.3	52	1.9				
2881	ボルト・ナット・リベット ・小ねじ・木ねじ等 製造業	565,763	0.027	52	1	77	2.1	176	4.8			1	0.0
2892	金属製スプリング製造業	383,074	0.022	54	1	47	1.0	195	4.4				
2899	他に分類されない 金属製品製造業	241,662	0.030	2,299	69	2,117	63.6	336	10.1	50	1.5	362	10.9
2911	ボイラ製造業	483,368	0.015	11	0	47	0.7	1,223	18.4				
2913	はん用内燃機関製造業	376,638	0.041	100	4	49	2.0	47	1.9	18	0.7	1	0.0
2921	農業用機械製造業	598,434	0.031	84	3	149	4.6	100	3.1	32	1.0	566	17.5
2931	建設機械・ 登山機械製造業	1,748,994	0.009	65	1	31	0.3	361	3.4	15	0.1	3	0.0
2932	トラクタ製造業	500,153	0.013	120	2	110	1.4	50	0.6	80	1.0	7	0.1
2941	金属工作機械製造業	1,117,049	0.012	109	1	71	0.9	74	0.9	8	0.1	1	0.0
2942	金属加工機械製造業	511,815	0.011	243	3	117	1.3	318	3.5	1	0.0		
2943	金属工作機械用・金属 加工機械用部品・附属 品製造業	313,878	0.018	186	3	53	0.9	391	7.0				

産業分類	業種名	製品出荷額 昭和63年 (百万円)	排水量 原単位 (m³/日 百万円)	BOD		COD		SS		N		P	
				原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)								
2944	機械工具製造業	775,691	0.028	109	3	94	2.6	69	1.9				
2954	織維機械部分品・取付具・附属品製造業	112,849	0.023	100	2	50	1.1	30	0.7				
2961	食料品加工機械製造業	198,752	0.019	270	5	120	1.3	210	4.0				
2962	木工機械製造業	97,951	0.016	30	0	55	0.9	67	1.6				
2963	パルプ・製紙機械製造業	98,846	0.011	29	0	408	4.6	521	5.9				
2964	印刷・製本・紙工業機械製造業	601,159	0.020	90	2	91	1.8	86	1.7	23	0.5	28	0.6
2966	プラスチック加工機械・同附帯装置製造業	378,451	0.010	256	2	170	1.6	206	2.0				
2971	ポンプ・同装置製造業	382,282	0.016	104	2	63	1.0	186	2.9				
2973	エレベーター・エスカレータ製造業	248,026	0.016	92	1	322	5.2	80	1.3				
2974	荷役運搬設備製造業	592,466	0.011	61	1	32	0.3	29	0.3				
2975	動力伝導装置製造業	461,213	0.023	95	2	364	3.5	59	1.4				
2977	油圧・空圧機器製造業	632,407	0.013	83	1	54	0.7	107	1.4				
2979	その他の一般産業用機械・装置製造業	612,030	0.012	363	4	539	6.5	361	4.3	30	0.4	10	0.1
2981	事務用機械器具製造業	2,061,526	0.009	121	1	62	0.6	121	1.1	24	0.2	11	0.1
2982	ミシン製造業	308,720	0.012	68	1	83	1.0	37	0.3				
2984	冷凍機・温湿調整装置製造業	808,985	0.027	62	2	71	1.9	312	8.4	20	0.5	8	0.2
2989	その他の事務用・サービス用・民生用機械器具製造業	829,215	0.006	160	1	30	0.2	160	1.0	5	0.0	10	0.1
2991	消防器具・消火装置製造業	54,186	0.010	30	0	30	0.3	80	0.8				

産業分類	業種名	製品出荷額 昭和63年 (百万円)	排水量 原単位 (m³/日 百万円)	BOD		COD		SS		N		P	
				原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)								
2992	弁・同附属品製造業	554,318	0.022	29	1	22	0.5	237	5.2	240	5.2		
2993	パイプ加工・パイプ附属品加工業	61,329	0.010	3	0	22	0.2	43	0.4	7	0.1	3	0.0
2994	玉軸受・ころ軸受型製造業	938,140	0.023	627	14	646	14.6	1,203	27.2			10	0.2
2995	ピストンリング製造業	80,069	0.106	16	2	20	2.1	85	9.0				
2999	各種機械・同部分品製造修理業	202,997	0.028	86	2	49	1.4	294	8.2	40	1.1	5	0.1
3011	発電機・発動機・その他の回転電気機械製造業	1,328,258	0.013	1,191	15	1,011	12.9	142	1.8	20	0.3	3	0.0
3012	変圧器直製造業	342,687	0.016	26	0	24	0.4	36	0.6	5	0.1		
3013	開閉装置・配電盤・電力制御装置製造業	2,506,834	0.014	220	3	139	2.0	142	2.0	12	0.2	5	0.1
3014	配線器具・配線附属品製造業	697,986	0.016	130	2	51	0.8	148	2.3	46	0.7	13	0.2
3015	電気溶接機製造業	137,270	0.008	35	0	20	0.2	28	0.2				
3019	その他の産業用電気機械器具製造業	385,868	0.013	47	1	36	0.5	254	3.3				
3021	民生用電気機械器具製造業	3,645,043	0.016	156	3	79	1.3	125	2.0	8	0.1	26	0.4
3031	電球製造業	246,548	0.046	125	6	147	6.7	197	9.0	250	11.4	30	1.4
3032	電気照明器具製造業	601,894	0.017	101	2	99	1.6	205	3.4	11	0.2	3	0.0
3041	有線通信機械器具製造業	1,859,706	0.006	245	2	100	0.6	112	0.7				
3042	無線通信機械器具製造業	962,223	0.008	252	2	135	1.1	153	1.3	60	0.5		
3043	ラジオ受信機・テレビジョン受信機製造業	921,281	0.004	198	1	121	0.4	632	2.3	23	0.1	2	0.0
3044	電気音響機械器具製造業	3,286,000	0.013	226	3	159	2.1	323	4.2				

産業分類	業種名	製品出荷額 昭和63年 (百万円)	排水量 原単位 (m³/日 百万円)	BOD		COD		SS		N		P	
				原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)	原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)	原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)	原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)	原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)
3049	その他の通信機器製造業・同関連機器製造業	109,228	0.011	236	3	153	1.7	4,004	45.5				
3051	電子計算機・同附属装置製造業	6,479,604	0.007	182	1	106	0.7	157	1.1	35	0.2	3	0.0
3061	X線装置製造業	248,975	0.007	136	1	38	0.3	96	0.7	34	0.2	13	0.1
3062	ビデオ機器製造業	3,734,045	0.008	247	2	97	0.8	1,643	13.6				
3069	その他の電子応用装置製造業	887,474	0.012	187	2	91	1.1	79	1.0				
3071	電気計測器製造業	631,396	0.006	266	2	101	0.6	2,781	16.1				
3072	工業計器製造業	217,831	0.008	93	1	7	0.1	120	0.9			64	0.5
3081	電子管製造業	765,486	0.086	85	7	63	6.4	98	8.4	5	0.4	53	4.5
3082	半導体素子製造業	938,005	0.042	266	11	41	1.7	226	9.5	352	14.7	1,317	55.1
3083	集積回路製造業	4,745,032	0.060	171	10	70	4.2	135	8.0	45	2.7	3	0.2
3089	その他の電子機器用・通信機器用部分品製造業	5,193,511	0.035	125	4	125	4.4	818	28.9	82	2.9	6	0.2
3091	蓄電池製造業	372,659	0.043	48	2	28	1.2	50	2.1				
3099	他に分類されない電気機器製造業	757,680	0.065	111	7	64	4.1	173	11.2	10	0.6	1	0.1
3111	自動車製造業	17,841,679	0.014	145	2	139	1.9	203	2.8	12	0.2	18	0.2
3112	自動車車体・附随車製造業	2,158,419	0.027	266	7	178	4.7	97	2.6	32	0.9	38	1.0
3113	自動車部品・附屬品製造業	13,093,454	0.031	163	5	115	3.5	160	4.9	34	1.0	15	0.5
3121	鉄道車両製造業	204,154	0.017	15	0	20	0.3	38	0.7	3	0.1	6	0.1
3122	鉄道車両用部分品製造業	74,695	0.012	55	1	32	0.4	75	0.9				

産業分類	業種名	製品出荷額 昭和63年 (百万円)	排水量 原単位 (m³/日 百万円)	BOD		COD		SS		N		P	
				原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)	原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)	原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)	原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)	原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)
3131	自転車・同部分品製造業	277,175	0.027	576	16	66	1.8	5,822	159.8				
3141	鋼船製造・修理業	807,908	0.042	130	5	99	4.2	616	26.0	16	0.7	4	0.2
3144	舟艇製造・修理業	44,696	0.019	157	3	79	1.5	72	1.4				
3151	航空機製造業	385,066	0.036	139	5	30	1.1	109	3.9	14	0.5	4	0.1
3152	航空機用原動機製造業	152,693	0.013	180	2	104	1.3	55	0.7				
3159	その他の航空機部分品・補助装置製造業	142,093	0.027	353	9	110	2.9	144	3.9				
3191	産業用運搬車両・同部分品・附屬品製造業	381,856	0.013	44	1	18	0.2	42	0.5			2	0.0
3199	他に分類されない輸送用機械器具製造業	43,752	0.011	175	2	122	1.3	79	0.9	9	0.1	17	0.2
3211	一般長さ計製造業	10,788	0.031	237	7	227	3.9	159	4.9	30	0.9	5	0.2
3212	体重計製造業	145,771	0.015	4	0	119	1.8	45	0.7				
3215	圧力計、流量計、液面計等製造業	98,444	0.010	159	2	155	1.6	63	0.7				
3231	医科用機械器具製造業	420,830	0.029	139	4	143	1.1	130	3.7				
3232	歯科用機械器具製造業	43,836	0.009	11	0	7	0.1	183	1.6				
3251	顕微鏡・望遠鏡等製造業	117,085	0.013	39	0	18	0.2	23	0.3				
3252	写真機・同附属品製造業	776,044	0.017	310	5	87	1.5	101	1.7	63	1.1	19	0.3
3254	光学機械用レンズ・プリズム製造業	241,097	0.039	209	8	72	2.8	350	13.5				
3261	眼鏡製造業	137,018	0.051	1,556	79	1,752	88.9	553	28.1				
3271	時計・同部分品製造業	709,829	0.021	131	3	80	1.7	115	2.4	14	0.3	17	0.4

産業分類	業種名	製品出荷額 昭和63年 (百万円)	排水量 原単位 (m ³ /日 百万円)	BOD		COD		SS		N		P	
				原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)	原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)	原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)	原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)	原水水質 (mg/l)	原単位 (g/日 百万円)
3272	時計側製造業	68,700	0.025	89	2	45	1.1	56	1.4				
3423	レコード製造業	135,468	0.015	135	2	8	0.1	160	2.4				
3429	その他の楽器・楽器部品・同材料製造業	412,014	0.012	24	0	16	0.2	136	1.6				
3434	運動競技用具製造業	265,098	0.016	173	3	11	0.2	259	4.2				
3442	ボールペン・マーキングペン製造業	102,287	0.018	107	2	25	0.5	140	2.6				
3453	ボタン製造業	30,787	0.058	80	5	68	3.9	146	8.4	5	0.3		
3495	魔法瓶製造業	37,735	0.005	12	0	13	0.1	48	0.3	32	0.2	10	0.1
3499	他に分類されない その他の製造業	576,442	0.038	663	25	796	30.5	1,351	51.8				

家畜排水汚濁負荷原単位

表3-7 家畜による汚濁負荷量原単位

項目	牛	豚	馬
水量 (t/頭/日)	45~135	13.5	
BOD (g/頭/日)	640	200	220
SS (")	3,000	700	5,000
T-N (")	378	40	170
T-P (")	56	25	40
COD (")	530	130	700

注 1) ニワトリの排泄物は、肥料として使用されるので、実質的にゼロと考えてよい。

2) 牛、馬は野外で排泄することが多いので、流達率は10%以下とする。(出典: B)

表3・24 畜舎での発生負荷原単位調査結果(1)

文献 No.	調査 年度 (昭和)	豚舎						豚舎						備 考
		t/頭・日 豚一頭当たり発生負荷g/頭・日						t/m ² ・日 豚舎1m ² 当たり発生負荷g/m ² ・日						
排水量	BOD	COD	SS	T-N	T-P	排水量	BOD	COD	SS	T-N	T-P			
38	50	258	212	75	237	25	12	168	142	52	157	16	7.6	畜舎9.87m ² 、飼育数(1,200~1,400)換算653頭(小豚2頭/成豚)、給水量(4/換算頭)飼育用30、清掃用67、希釈用303、給飼量(kg/頭)；親子、小:0.6~0.7、その他；水洗化畜舎、夜小屋と併せた場所を分離、3ヶ月迄の飼育が主体の畜舎での9月、11月2回の過日調査の平均値
38	50	119	252	67	153	61	22	99	207	56	123	53	18	畜舎13.1m ² 、飼育数(100~120)3ヶ月~6ヶ月の肥育が主であり、換算は1:1、給水量(4/頭)飼育量50、清掃用400、希釈用1,000。給飼量3kg/頭、その他；飲料水は自動給水装置で供給、水洗化畜舎、母と仔を分離され、2~3頭/坪に分割飼育、9月、11月の2回の過日調査の平均値
38	50	225	237	68	324	44	11	79	107	31	147	20	5.1	畜舎3.531m ² 、飼育数1,600、3ヶ月~6ヶ月の肥育が主、換算1:1、給水量(4/頭)飼育用19、清掃用31、希釈用75、給飼量22kg/頭、その他；飲料水は常時給水、畜舎清掃朝、夕食時に2回/日、水洗化畜舎、母と仔は分離され、夜小屋と併せた場所は段違いで区分け。9月、11月の2回の過日調査の平均値
38	50	427	295	90	289	57	23	208	148	46	148	28	12	畜舎9.65m ² 、飼育数(成80~100、仔700~900)換算(430~520頭)仔2頭/成豚。給水量(4/換算頭)飼育用29、清掃用68、希釈用29、給飼量(kg/頭)成:3.0、仔:0.6~1.7、その他；水洗化畜舎飲料水は自動給水装置で供給、母と仔は分離し、夜小屋と併せた場所は段違いで分離、3ヶ月迄の飼育が主、年2回の過日調査の平均値
44	57	—	89	70	104	31	42	—	—	—	—	—	—	8日間の過日試料採取 豚: 9頭

(出典: A)

表3・25 畜舎での発生負荷原単位調査結果(2)

文献 No.	調査 年度 (昭和)	牛一頭当たりの発生負荷量 (g/頭・日)						鳥一羽当たりの発生負荷量 (g/羽・日)						備 考
		排水量	BOD	COD	SS	T-N	T-P	排水量	BOD	COD	SS	T-N	T-P	
44	57	—	630	952	1,268	198	33	—	2.65	2.80	2.16	1.01	0.18	8日間の過日試料採取 牛: 2頭、鳥3羽

(出典: A)

水田排出負荷原単位

表 3・27 水田排出負荷量

(灌漑期間の1日当り負荷量)

文献 No.	調査 年度	流出高 mm/年	水田からの排出負荷量 (kg/km ² ・日)					備 考
			BOD	COD	S S	T - N	T - P	
14-1	47					1.4	0.14	竜王町山面地表流出(排水一用水) 負荷。灌漑期120日、落水245日 で算定 N = 28.5 7.0 g/ha・日 P = 3.9 0.1 "
14-1	48					0.5	0.18	灌漑期 非灌漑期 N = 3.7 6.3 g/ha・日 P = 4.4 0.45 g/ha・日
45	57~58	922	28.2	96.4	758	1.3	1.0	水田面積 11.8 ha、流域面積 54.4 ha、通年の負荷として算出、灌漑 用水及び地下水流入水分を減じて 算出、雨水の負荷は減じていない。
45	"	1,430	0	8.6	52.6	4.9	0.1	水田面積 35.4 ha 流域面積 66.5 ha (算出方法は同上)
45	"	1,403	0	12.1	85.8	6.1	0.06	水田面積 8.9 ha (算出方法は同上)
45	"	—	0.01	39.7	68.8	7.4	0.04	水田面積 2.6 ha (算出方法は同上)
44	57		8.4	26.1	200	43	0.37	水田面積 17.4 ha、灌漑期のみ8 日間の連続調査 (下流部の負荷) - (上流部の負荷) 雨水負荷の考慮なし
44	57		△	24.4	△	6.9	△	水田面積 5.8 ha (算出方法は同上) △はマイナス値を示す。
13-1	50	蓮田			73.9 (306.7)	39.5 (163.8)	1.87 (7.76)	川尻川A流域の結果から推定、灌 漑期88日(TN = 14.41 t/88日) 河川の非灌漑期の負荷を基底流出 負荷とし、この負荷と降雨負荷を 減じている。

(出典 : A)

表 3・28 全国の現地圃場調査結果

(kg/ha)

文献		窒 素 (T-N)		リ ン (T-P)		備 考
		範 囲	平均値	範 囲	平均値	
71	単位水田収支法 12ヶ所	施 肥 量	59.2 ~ 141.0	90.0	27.9 ~ 96.0	43.6
		流 入 量	10.3 ~ 33.7	20.3	0.2 ~ 4.1	2.0
		流 出 量	4.1 ~ 32.3	20.9	0.2 ~ 3.0	1.4
		差引排出量	△17.3 ~ +10.2	0.6	△2.5 ~ +1.7	△0.5
	水田群収支法 11ヶ所	施 肥 量	49.6 ~ 168.8	85.5	28.8 ~ 93.0	47.4
		流 入 量	8.5 ~ 47.6	33.2	0.1 ~ 7.3	2.8
	合 計 23ヶ所	流 出 量	9.0 ~ 41.0	30.9	0.3 ~ 8.5	2.7
		差引排出量	△16.6 ~ +15.9	△2.3	△3.0 ~ +2.5	△0.1
		施 肥 量	49.6 ~ 146.8	87.9	27.9 ~ 96.0	45.5
		流 入 量	8.5 ~ 47.6	26.4	0.1 ~ 7.3	2.3
		流 出 量	4.1 ~ 41.0	25.7	0.2 ~ 8.5	2.0
		差引排出量	△17.3 ~ +15.9	△0.7	△3.0 ~ +2.5	△0.3

注) △負荷量が負を意味する

(出典 : A)

表3・29(a) A地区、B地区的流出負荷量
単位 kg/ha・年

(b) 地区からの排出負荷量

文献	項目	A 地区	B 地区	A 地区	B 地区
72	全 硝 素	7.632	31.070	6.2	15.0
	全 リ ン	0.214	0.445	0.17	0.26
	B O D	-2.65	66.95	-2.1	24.9
	C O D	-19.34	195.97	-15.6	68.5
	T O C	-0.32	100.12	-0.26	38.7
	全アルカリ度	-15.83	691.18	-12.8	26.2
	全 酸 度	22.13	188.48	17.9	64.6

但) この原単位は地下へ浸透する負荷量を無視しているので、表面流出負荷量原単位である。

1) 調査地区の背景

表3・30 調査地区の用途別面積比率

地区名	面積(ha)	水田(%)	農道法面	空地	宅地	ハス畑	畑	合計
A	23.0	80.9	6.4	6.4	6.3	0	0	100%
B	633.9	77.6	8.7	0.0	0.8	12.6	0.3	100%

2) 排出負荷量算定式

$$\text{排出負荷量} = \frac{\text{流出負荷(排水+地下浸透)} - \text{流入(用水+降雨)} - \text{地下浸透}}{\text{水田面積*又は、地区面積**}}$$

(表3・29(a)) (表3・29(b))

(出典: A)

表3-14 水田からの汚濁負荷量原単位

文献No.	調査機関	調査年	調査地域			調査条件等	汚濁負荷量原単位(kg/ha/年)			備考
			県名	都市名	流域名等		COD	T-N	T-P	
2-01	埼玉県	1983.5~1984.3	埼玉県		水田団地 (56.52ha)	総排出量	34.7	26.5	2.92	
						純排出量	20.8	5.6	0.55	
						総排出量	241.1	39.2	6.41	
						純排出量	55.3	18.9	4.02	
2-03	石川県	1983.4~1984.3	石川県		圃場整備地区 (65.5ha)	総排出量	341	46.8	5.96	
						純排出量	311.5	37.3	5.05	
						総排出量	475	67.6	7.43	
						純排出量	99.7	63.4	2.47	
2-04	茨城県	1982~1983	茨城県		霞ヶ浦	総排出量	112.5	67.3	2.29	
						純排出量	186.9	37.7	1.54	
						総排出量	352	4.6	3.8	
						純排出量	31.4	17.9	0.36	
						総排出量	44	22.2	0.22	
						純排出量	145	27	0.15	

(出典: B)

畑地排出負荷原単位

表3・31 畑地からの排出負荷量

文献 No	調査 年度	流出高 mm/年	畑地からの排出負荷量 (kg/km ² ・日)					備考
			BOD	COD	S S	T-N	T-P	
45	57 ~ 58	660	0.08	1.3	34.0	14.4	0.09	畠地面積 44 ha (流域内に 1.7 ha の水田) 流域面積 99.3 ha 1ヶ年の負荷から算出、総排出負荷から畠地以外の負荷を減じている。
45	57 ~ 58	428	1.29	6.0	31.8	5.3	0.12	畠地面積 121 ha (流域内に 12.3 ha の水田) 流域面積 170 ha、非灌漑期について検討、畠地以外の負荷を減じて算出

4-6-3 耕作地(水田+畠地)からの排出負荷量

1) 総排出負荷量

表3・32 耕作地(水田+畠地)からの排出負荷量 (灌漑期間の1日当りの負荷量)

文献 No	調査 年度	流出高 mm/年	排出負荷量 (kg/km ² ・日)					備考
			BOD	COD	S S	T-N	T-P	
13-1	50			5.86 (12.44)		2.05 (43.6)	0.15 (0.33)	灌漑期 172 日分の実質増加量 (0.75 t/172 = 4.36 kg/日) 従ってこの中には降雨、非灌漑期の負荷(基底流出負荷)は含まれない。

表3-15 畠地からの汚濁負荷量原単位

(出典 : A)

文献No	調査機関	調査地域		調査条件等	汚濁負荷量原単位 (kg/ha/年)			備考
		県名	流域名等		COD	T-N	T-P	
2-05	小川					168	0	黒ボク土
						75.8~150	0	モデル圃場
	茨城県 谷田沢					19.4		普通作物
						77.4		野菜
2-06	琵琶湖工事			純排出量		45.3	0.5	表面流出+地下流出
						30.99	2.427	
		滋賀県 琵琶湖				73.73	1.456	
	中西、浮田	山口県 芦山湾		純排出量	"	43.8	0.58	出典: 滋賀県
						15.4~21.9	0.47~0.59	姿類
						21.2~30.1	0.66~1.40	イモ類
						6.7~9.6	0.42~0.89	豆類
2-04	茨城県	茨城県 遠ヶ浦			4.9	52.6	0.32	表面流出+地下流出、行人
					21.9	19.4	0.43	日負荷+雨天日負荷で算定
2-07	寺田、吉田	長崎県 大村湾			3.99	27.9	0.23	
2-08	松下、他					29.8~44.7		
						29		無施用区
						103		施用区
	滋賀県 琵琶湖					13.3	0.1	
2-09	国試久留米					87		
	大分県					27.4~76.6		クバコ、カンショ等
	愛知県					142~163	0.43~0.81	ナシ、ブドウ等
	滋賀県					238	0.39	茶
	茨城県					84.3~106	0.1	メロン、スイカ等
	愛媛県					145	1.25	伊予柑、みかん等
最小値					4.0	8.2	0.00	
最大値					21.9	238.0	2.43	
平均値					10.3	76.0	0.68	

(出典 : B)

山林排出負荷原単位

表3-17 山林からの汚濁負荷量

文獻番号	調査期間	調査区域	調査条件等			汚濁負荷量原単位 (kg/ha ² /年)			備考		
			県名	都市名	流域名等	COD	T-N	T-P			
4-01	生原 垣場	1978.10~1979.9	群馬県	東村	渡良瀬川上流	溪流流出水	2.7				
4-02	垣場池	1980.11~1982.2					14				
	平均						8.35				
4-03	西村	1968.5~1969.4	近賀県	大津市		流出水	15.2	(1.5)	0.51 () は TIN		
4-04	岩坪池	1962			京大演習林	溪流水			0.12		
4-05		1968~1969			大津	溪流水	(1.6)	0.51	() は TIN		
4-06	建設省		茨城県		筑波	流出水	3.4	0.32			
	冲野		長野県		上川	流出水	(5.5)	0.33	() は TIN		
	牧辺		長野県		宮川	流出水	3.6	0.12			
	岩井		滋賀県			流出水	2.5	0.14			
4-07	国松		近賀県		愛知川		2.32	0.123			
					安賀川		0.36	0.104			
					大戸川		0.31	1.27			
	浮田池		山口県	山口市			66	7.5	0.38		
4-09	石・浦工事	1975	茨城県		恋瀬川		31.4	3.5	0.40 kg/km ² /日 × 3.65		
							16.4	4.5	0.37		
							27.7	5.5	0.47		
	平均						25.2	4.5	0.41		
4-10	中國電建	1980~1981					9.3	3.1	0.07 kg/km ² /日 × 3.65		
							4.9	2.0	0.01		
4-11							3.9	2.8	0.10		
4-12	電力中央研究所	1982						8.8	0.35		
4-13	四国地建	1980~1982	香川県		土器用水系平川		26.6	3.5	0.13		
							25.3	3.2	0.25		
							26.7	3.7	0.17		
			平均				26.2	3.47	0.200		
最小値							3.9	0.3	0.01		
最大値							66.0	8.8	1.27		
平均値							21.5	3.6	0.30		

(出典: B)

市街地排出負荷原単位

表3-16 市街地からの汚濁負荷量原単位

文献名	調査機関	調査年	調査地域		調査条件等				汚濁負荷量原単位 (単位: kg/ha・年)					備考			
					排水積 (ha)	年降水量 (mm)	流出率	人口密度 (人/ha)	BOD	COD	S S	T - N	T - P				
			都市名	地区等													
3-01	齊藤、岡澤	1974	(中都市)		13.69	1,200		71.2	191	34	735	4.5	1.6	平均水質×年間降雨量×流出率			
			(大都市)		17.17	1,367		152.2	166	102	562	14.1	1.3				
3-02	環境庁	1981	北九州市	朝日ヶ丘		1,690	0.52	138	605	378	2,390	33.5	6.5	平均水質×年間降雨量×流出率			
		1980	神戸市	花隈		1,385	0.35	162	168	208	1,304	34.2	5.8				
		1979	山形市	緑町		1,163	0.37	70.6	102	90	904	17.6	3.0				
		1982	千葉市	さつき		1,460	0.19	130	59	55	105	19.1	0.9				
3-03	土研	1973-1975	神戸市	花隈	17.17	1,317 (S. 58)	0.58	157	167	159	1,134	23.1	1.9	降雨量-負荷量の相関式を用いた積み上げ計算結果 ³			
		1976-1979		北須磨	26.75		0.65	121	41	101	755	11.1	0.9				
最小値									41	34	105	4.5	0.9				
最大値									605	378	2,390	34.2	6.5				
平均値									187	141	986	19.7	2.7				

注 1) 平均水質は、4降雨の5分間隔採水調査をもとにして算定した。

2) 分流式下水道からの用水流出水に関するデータベース(土研資料第1549号)をもとに、神戸市・花隈、北須磨における降雨量と流出負荷量の相関式を作成し、神戸市の平均的な年間降雨量の年(S. 58を採用)の全降雨に適用して年間負荷量を積み上げた。

(出典: B)

表3・34 路面流出負荷調査事例

既存調査における路面流出負荷

(単位 Soderland kg/ha・年)
その他 kg/ha

文献		Soderland 高速道	* - 1 土研調査	和田ら その1(2/2)	その2	大阪府高速 道路 3)	大阪府一般 道路 3)
68	S S	1185	14.1	44.3	90.1	117.4	29.1
	B O D	100	6.1	10.0	6.4	11.2	7.4
	C O D	-	10.1	16.4	-	-	-
	全リン	0.2	0.14	0.03* - 2	-	-	-
	全窒素* - 3	5.1	2.7	0.13	0.13	0.01	0.03

* - 1 前降雨から約70日(散水実験)他は不明

* - 2 P O₄ - Pとして

* - 3 Soderland, 土研以外は、アンモニア態窒素

(出典: A)

自然排出負荷原単位

表3-13 自然地区からの負荷量および算定式(例)

項目	算出式	備考
BOD	$L = 0.0702 \times q^{0.367} (r=0.900, n=120)$	L : 原単位 ($\text{kg/d} \cdot \text{km}^2$) q : 比流量 ($\text{l/s} \cdot \text{km}^2$) A = 540km ² (対象7河川の流域の合計) 広葉樹及び針葉樹 雨量 1,200mm~ 2,400mm/年
COD	$L = 0.1486 \times q^{0.3763} (r=0.861, n=135)$	
T-N	$L = 0.0485 \times q^{0.6308} (r=0.73, n=104)$	
T-P	$L = 0.0005 \times q^{1.0683} (r=0.785, n=109)$	
BOD	$L = 0.0647 \times q^{1.0689} (r=0.947, n=72)$	A = 378.1km ² (対象4河川の流域の合計) 広葉樹が主体で針葉樹の混合体 雨量 1,200mm~ 1,400mm/年 比流量 低水 8.8 l/s · km ² 年平均 19.6 "
COD	$L = 0.1421 \times q^{0.9717} (r=0.972, n=84)$	
T-N	$L = 0.0556 \times q^{0.7068} (r=0.858, n=62)$	
T-P	$L = 0.0007 \times q^{1.0531} (r=0.881, n=92)$	

出典：建設省東北地方建設局調査（昭和57年～58年）

(出典: B)

表3・33 (1) 自然地区からの負荷量(流出高、比流量の明らかなもの)

文献番号	調査年度	自然負荷(過年調査) kg/km ² ・日						調査	文献番号	調査年度	自然負荷(高水時又はスポット調査) kg/km ² ・日						備考
		排水量 測定高 mm	BOD	COD	SS	T-N	T-P (PO ₄ -P)				排水量 測定高 mm	BOD	COD	SS	T-N	T-P	
13-1	50	946	(TOC) 13.8	8.60	—	0.95	(0.030) 0.11	筑波山系で年6回の水量、 水質調査の平均値から算定(松田)、年降雨量資料有り	11	55 ~56	3.240	9.83	6.29	—	4.96	0.43	56.7、高水時調査、1透 雨の負荷量(8:30分)
#	#	599	(TOC) 7.0	4.5	—	1.24	(0.019) 0.10	“(大増)”	#	#	517	0.88	5.06	—	0.99	0.04	56.11、(5:00時間)
#	#	725	(TOC) 10.3	7.6	—	1.52	(0.014) 0.13	“(地蔵川)”	#	#	943	2.03	6.30	—	1.29	0.03	57.1、(8:10分)
41	55 ~56	496	1.05	2.55	—	0.86	0.018	雨量 78.6 mm/年 2回/日の過年調査 子川橋 3.43 km ²									
#	#	434	0.66	1.33	—	0.54	0.004	雨量 78.6 mm/年 平川中流 1.75 km ²									
43	56	921	0.99	1.52	—	0.62	0.025	雨量 ■■■ 5回/年の 平均値(9月～2月) 4.54 km ² 、川内川									
#	#	974	0.96	1.71	—	0.68	0.026	雨量 ■■■ 5回/年の 平均値(9月～2月) 1.65 km ² 、十勝川									

表3・33 (2) 自然地区からの負荷量及び算出式

文献 №	調査 年次 (昭和)	項目	算出式				備考		
44	57	BOD	$y = 0.03656 \times Q^{1.0523}$	y : 原単位 (kg/日/km ²) Q : 比流量 (l/sec/km ²)	河川上流、4地点における8日間連続調査より算出 流域面積 39.2 ha, 77.2 ha 36.8 ha, 47 ha				
		COD	$y = 0.17914 \times Q^{0.8851}$						
		SS	$y = 0.15020 \times Q^{0.9345}$						
		T-N	$y = 0.01596 \times Q^{1.2870}$						
		T-P	$y = 9.453 \times 10^{-4} \times Q^{0.9803}$						
45	57 ~ 58	BOD	$y = 8.7 \times 10^{-3} \times Q^{0.98}$	y : 原単位 (kg/ha・年) Q : 流出高 (mm/年)	12回/年(毎月1回) 雨天時 6回/年 流域面積 31.0 ha				
		COD	$y = 5.92 \times 10^{-7} \times Q^{2.38}$						
		T-N	$y = 6.45 \times 10^{-4} \times Q^{1.33}$						
		T-P	$y = 2.99 \times 10^{-3} \times Q^{2.38}$						
47	57	BOD	$y = 8.7 \times 10^{-3} \times Q^{0.98}$	y : 原単位 (kg/ha・年) Q : 流出高 (mm/年)	1,000 mm/年の場合 BOD 7.6 (kg/ha・年) COD 15.6 (") T-N 3.7 (") T-P 0.20 (") ガイドライン(S.57年)より				
		COD	$y = 2.9 \times 10^{-2} \times Q^{0.91}$						
		T-N	$y = 3.7 \times 10^{-3} \times Q^{1.0}$						
		T-P	$y = 3.2 \times 10^{-6} \times Q^{1.6}$						
48		BOD (kg/ha・年)	$y = 0.03656 \times Q^{1.0523}$	y : 原単位 (kg/ha・年) Q : 流出高 (mm/年)	N 19ヶ所の山林負荷と考えられ P 14)の貯水池				
		—	—	3.9	2.8	0.099			
49	57	—	—	—	8.8	0.35	N 19ヶ所の山林負荷と考えられ P 14)の貯水池		
50	55 ~ 57	—	3.3	2.66	3.5	0.18			
		—	2.5	2.53	3.2	0.25			
		—	2.9	2.67	3.7	0.17			

(出典: A)

表 3・33 (3) 自然地区からの負荷量算出式

文献 No.	調査 年次 (昭和)	項目	算出式	備考
51	57 ~ 58	BOD	$L = 0.0702 \times g^{0.9671} (r = 0.900, n = 120)$ L : 原単位 ($kg/d \cdot km^2$) g : 比流量 ($\ell/s \cdot km^2$)	A 540 km ² (対象 7 河川の流域の合計) 広葉樹及び針葉樹 雨量 1,200 mm ~ 2,400 mm/年
		COD	$L = 0.1486 \times g^{0.8763} (r = 0.861, n = 135)$	
		T-N	$L = 0.0485 \times g^{0.6308} (r = 0.73, n = 104)$	
		T-P	$L = 0.0005 \times g^{1.0683} (r = 0.785, n = 109)$	
57	57 ~ 58	BOD	$L = 0.0647 \times g^{1.0689} (r = 0.947, n = 72)$	A 378.1 km ² (対象 4 河川の流域の合計) 広葉樹が主体で針葉樹の混合体 雨量 1,200 mm ~ 1,400 mm 比流量 低水 8.8 $\ell/s \cdot km^2$ 年平均 19.6 "
		COD	$L = 0.1421 \times g^{0.9717} (r = 0.972, n = 84)$	
		T-N	$L = 0.0556 \times g^{0.7068} (r = 0.858, n = 62)$	
		T-P	$L = 0.0007 \times g^{1.0531} (r = 0.881, n = 92)$	
57	57 ~ 58	BOD	$L = 0.0523 \times g^{0.9518} (r = 0.901, n = 48)$	A 161.9 km ² (対象 3 河川の流域の合計) 広葉樹が多い。 雨量 1,800 mm ~ 2,400 mm 比流量 低水 24.5 $\ell/s \cdot km^2$ 年平均 45.9 "
		COD	$L = 0.0925 \times g^{0.8888} (r = 0.916, n = 51)$	
		T-N	$L = 0.0116 \times g^{0.871} (r = 0.855, n = 42)$	
		T-P	$L = 0.0001 \times g^{1.3228} (r = 0.906, n = 56)$	
57	57 ~ 58	BOD	$L = 0.0775 \times g^{0.9073} (r = 0.907, n = 96)$	A 344.1 km ² (対象 6 河川の流域の合計) 人工植林として針葉樹が多い。 雨量 1,800 mm ~ 4,000 mm/年 比流量 低水 20.8 $\ell/s \cdot km^2$ 年平均 49.3 "
		COD	$L = 0.0431 \times g^{1.1861} (r = 0.854, n = 108)$	
		T-N	$L = 0.0053 \times g^{1.1193} (r = 0.83, n = 96)$	
		T-P	$L = 0.0003 \times g^{1.2092} (r = 0.896, n = 79)$	
57	57 ~ 58	BOD	$L = 0.0768 \times g^{0.8898} (r = 0.904, n = 37)$	A 464 km ² (対象 4 河川の流域の合計) 広葉樹林が多い。 雨量 2,600 mm ~ 3,000 mm/年 比流量 低水 25.7 $\ell/s \cdot km^2$ 年平均 108.1 "
		COD	$L = 0.0609 \times g^{1.1161} (r = 0.873, n = 50)$	
		T-N	$L = 0.0108 \times g^{0.9449} (r = 0.772, n = 46)$	
		T-P	$L = 0.0003 \times g^{0.9476} (r = 0.586, n = 49)$	

(出典: A)

降雨の負荷量

表3-18 降雨による汚濁負荷量原単位

文庫No.	調査期間	調査年	調査地域		調査条件等	汚濁負荷量原単位 (kg/ha・年)			備考
			県名	都市名		COD	T-N	T-P	
5-01	鹿児島県	1977	長野県	原村			13.32	0.511	g/ha/日×0.365
5-02	滋賀県	1973	滋賀県	琵琶湖			12.45	0.391	
		1977			琵琶湖・南湖		13.55	0.453	
					琵琶湖・北湖		11.72	0.54	
	1973~1975		瀬戸内海全域			10.80~13.69	0.270~0.332		
	1975		茨城県	霞ヶ浦		5.69	0.473		
	1976		長崎県	諫早市		6.31	0.631		
	千葉県		山田川	香取河		12.41	0.402		
	東北地方		岩手県	沼宮内測量所		32.56	8.54	0.185	
5-04	秋田県	1982	秋田県	大仙村	干拓地	0.01含む	7.649	0.65	
5-05	石川県	1983. 4~1984. 3	石川県	金沢市	宿場空堀地区	0.01含む	86.38	11.67	0.693
5-06	埼玉県		埼玉県	加須市	南大久土地改良	0.01含む		19.26	2.618
5-07	国松	1974. 10~1977. 9	滋賀県	草津市	0.01含む		13.6	0.45	
	堤、池	1976. 5~1980. 4	滋賀県	大津市	0.01含む		6.74	0.548	
	高村、他	1974. 4~1976. 1	茨城県	阿見	0.01含む		10.4	0.17	
	安部	1977~1980	茨城県	筑波	0.01含む		(10.1)	0.36	()は $\text{NH}_4 + \text{NO}_2 + \text{NO}_3 - \text{N}$
5-08		1965~1967	神奈川県	平塚市			(30.61)	0.65	-
		1974. 4~1975. 3	山口県	德山市			(15.14)	0.61	-
		1974. 7~1975. 3	滋賀県	大津開			(8.57)	0.22	-
				新旭町			(5.53)		-
		1974. 6~1974. 10	愛知県	碧南町			(4.45)	0.47	-
5-09	堤、岩井		京都府	京都市	上賀茂		6.11	0.73	
	堤、平林寺		滋賀県	大石川			6.73	0.44	
	国松		滋賀県	草津市			15.7	0.52	
	高村		茨城県	阿見町			12.8	0.09	
5-10	国松、中村	1978~1979	滋賀県	草津市	0.01含む		18.4		
	最小値					32.6	4.5	0.09	
	最大値					86.4	30.6	2.62	
	平均値					59.5	11.5	0.55	

(出典: B)

表3・35 (2) 降雨からの窒素・リン負荷量の調査例 (単位g/ha/日)

調査地	(調査年次)	T-IN	T-N	PO ₄ -P	T-P	報告者
東京都北区西ヶ原	(1974)	15.8	—	—	—	農技研
神奈川県平塚市	(1965~1967)	—	83.7	—	—	神奈川農試
愛知県東郷町	(1974)	12.2	22.6	0.85	1.29	愛知県農試
滋賀県大津市北部	(1974~1975)	17.9	22.0	0.08	0.68	滋賀県公害センター
・南部	(　　)	23.5	31.9	0.77	1.78	—
・新旭町	(　　)	15.3	31.0	0.05	0.60	—
山口県宇部市	(1974)	—	68.3	—	10.8	中西, 伊田
琵琶湖・南湖	(1977)	—	37.4	—	1.24	—
・北湖	(　　)	—	32.1	—	1.48	—
瀬戸内海全域	(1973~1975)	—	29.6~37.5	—	0.74~0.91	—
種早湾	(1976)	—	17.3	—	1.73	—
西瀬戸	(　　)	—	34.1	—	1.10	—
長野県飯訪郡原村	(1977)	23.7	36.5	—	1.4	渡辺, 沖野
霞ヶ浦流域水田	(1974~1976)	—	16.7~35.1	—	0.27~1.37	高村, 田嶋
山林地域						
京都市上賀茂	(1961~1963)	17.6	—	—	1.53	丸山, 岩井, 塙
静岡県磐田市	(1962~1963)	16.2	—	0.11	—	伊藤, 稲川, 佐敷
滋賀県大津市上田上桐生町(1968~1969)	—	14.8	—	1.73	—	西村
New Hampshire(U. S. A)(1963~1964)	—	16.1	—	0.1	—	G. E. Likens

(渡辺義人による。前出)

(出典: A)

本書に対するご意見等は、下記までお願いします。

〒105 東京都港区虎の門2-8-10 第15森ビル6階

(財) 国土開発技術研究センター 調査第一部

TEL. 03-3503-0393 FAX. 03-3592-6699