

資料編

1. 水質浄化対策事例

1.1 河川直接浄化事例

各浄化手法毎の国内事例を以下に示す。

(1) 堰浄化（物理的浄化＝沈殿）

野川浄化施設のラバー堰による浄化効果

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-1である。平均値で見ると、BOD 18.2mg/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。

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BOD 30mg/ℓ、SS 30mg/ℓ 以上である。

表-1 ラバー堰の湛水による浄化効果
（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 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)

(2) マイクロストレーナー（物理的浄化＝ろ過）

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。

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

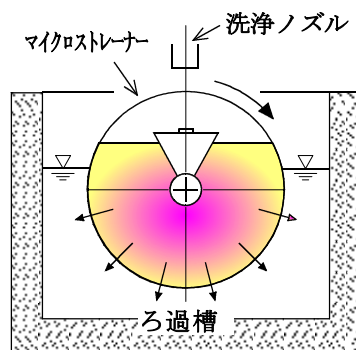


図-1 マイクロストレーナー
の仕組み

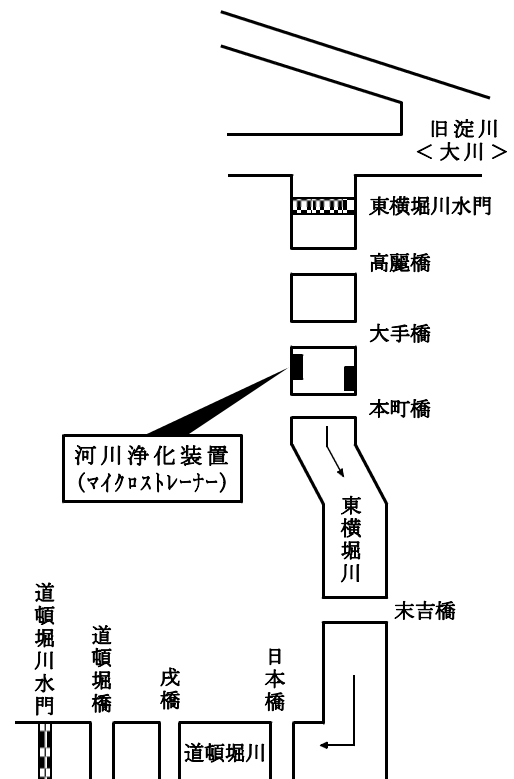


図-2 東横堀川マイクロストレーナー
設置位置図

(3) 接触酸化法（物理＋生物的浄化＝接触沈殿＋生物酸化）

a) 礫間接触酸化法（物理＋生物的浄化＝接触沈殿＋生物酸化）

野川浄化施設の事例

野川浄化施設は、多摩川の支田野川を浄化対象とした礫間接触酸化法による河川浄化施設である。浄化対象水量は $1\text{m}^3/\text{sec}$ であり、流入水質の計画値はBOD $13\text{mg}/\text{c}$ 、SS $16\text{mg}/\text{c}$ に対して放流水質はBOD $3.25\text{mg}/\text{c}$ （除去率75%）、SS $2.4\text{mg}/\text{c}$ （除去率85%）である。

野川浄化施設の主構成は、取水施設、礫間接触酸化槽、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浄化効果と礫間接触酸化施設による浄化効果が確認されており、両者の浄化効果によって計画水質をほぼ達成している。

野川浄化施設の昭和58年～平成4年までの浄化効果は堰による浄化効率はSSで43%、BODで28%、礫間接触酸化槽ではSS 64%、BOD 60%、D-BOD 50.5%であり、浄化施設全体ではSS 80%、BOD 72%、D-BOD 57%の浄化効果が得られている。

表-2 野川浄化施設の水質調査結果
（昭和58年～平成4年の10ヶ年平均）

	野川	浄化施設 流入	浄化施設 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)	－	－	－
DO （ mg/c ）	8.2 (3.6～13.8)	6.0 (0.5～15.5)	4.7 (1.6～7.8)	－	－	－
SS （ mg/c ）	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)
BOD （ mg/c ）	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-BOD （ mg/c ）	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)
SS-BOD （ mg/c ）	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)

b) 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-3に示す。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」として行われた実験であり、多摩川支川の谷地川の河川水を対象に浄化水量1 ㍻ /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。

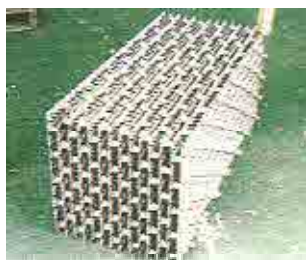
波板状プラスチック接触材は滞留時間3.0時間で実験を行い、BOD除去率60%、D - BOD除去率35%、SSの除去率77%である。

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。

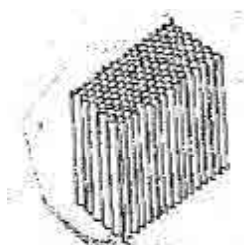
T - N、T - Pは各浄化手法ともSSに起因する窒素、リンの除去が認められ、T - Nで12～17%、T - Pで10～20%の浄化効果が認められている。



波板状接触材



筒状接触材



ハチの巣状接触材



球状接触材



ひも状接触材

【プラスチック接触材】

図-3 プラスチック接触材等の種類

表-3 プラスチック等接触酸化法の浄化効果
(「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 -

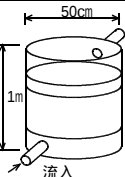
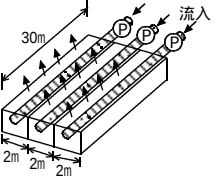
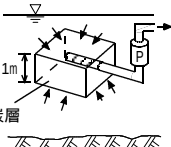
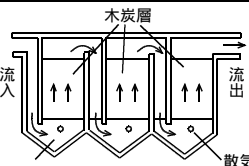
項 目	データ数	流入水 (mg/ℓ)	浄化水 (mg/ℓ)	除去率 (%)
BOD	14	8.3 (3.7~23.6)	4.6 (2.3~15.2)	42.9 (21.3~69.6)
D - BOD	13	4.9 (2.1~11.9)	3.4 (1.7~11.0)	31.4 (7.6~55.1)
SS	14	6.7 (3.2~17.6)	3.0 (0.8~10.2)	55.5 (25.0~90.6)
T - N	13	6.19 (4.19~8.27)	5.44 (3.71~6.99)	11.9 (0.0~20.8)
T - P	13	0.69 (0.4~10.6)	0.63 (0.39~0.95)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

(4) 木炭浄化法（物理＋生物的浄化＝ろ過＋生物酸化）

a) 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-4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-N3～8mg/ℓで50%、T-P0.3～0.8mg/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-4 木炭浄化実験結果一覧

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 家庭排水が定期的 に流入する河川における浄化効果 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/℃	10	25	13	3.2	0.3	汚泥の堆積により短路流が 発生し除去率が落ちた。 流入水に比べて浄化後は溶 存酸素が減少していた。 堆積した汚泥の強熱減量は 流入水より減少していた。 システムの違いによる除去 効果の差は小さかった
			層厚 30cm ろ速 2cm/分	31%	37%	14%	5%	10%	
			層厚 60cm ろ速 2cm/分	41%	48%	19%	8%	18%	
			層厚 30cm ろ速 1cm/分	36%	50%	16%	8%	5%	
土木研究所栃木県 栃木市県庁堰	本実験は 家庭排水が流入する 小水路における浄化効率 砂利、 針葉樹木炭、広葉樹木炭の3種 の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/℃	4.1	29		4.6	0.3	河床に水草の繁茂が見られ た 透視度が向上した。 砂利と木炭の間で大きな差 はなかった。
			ろ材 砂利	40%	88%		4%	57%	
			ろ材 針葉樹木炭	51%	88%		8%	51%	
			ろ材 広葉樹木炭	38%	87%		8%	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 たかごを吊りし、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 mg/℃	18.6 mg/℃	4.6 mg/℃	2.2 mg/℃	0.1 mg/℃	ほとんど目詰まりはなかつ た。 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。 内部に嫌気の状態が発生し 脱窒が行われた。	
			60%	70%	39%	18%	42%		
近畿地方建設局 寺内谷川	本実験では 図に示したシステ ムの有効性 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 、それぞれ汚泥溜めとエアレーシ ョン散気管を持つ。		5～ 15 mg/℃	5～ 40 mg/℃		3～ 8 mg/℃	0.3～ 0.8 mg/℃	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。 除去率が高かった。	
			90%	95%		50%	65%		
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。天竜川は諏訪湖を水源 としたここからの汚濁が問題とな っている河川である。高水敷に池 を掘り、池に本川の水を導水し池 内で循環浄化させ、オーバーフロー 分を本川に戻すシステムである。		3.1 mg/℃	15 mg/℃	5 mg/℃			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。 本方式による浄化の可能性 が示された。	
			61%	93%	24%				
ま と め			60%	80%	30%	20%	45%		
礫間接触酸化			60%	70%		6%	15%		

数値は実験期間中の平均

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易い性質がある。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。

b) 谷地川での実験結果

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-5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ヶ月間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、脱窒やオルトリン酸態リンの吸着はほとんど認められなかった。

表-5 木炭浄化法の浄化効果（通水速度1cm/min）
（「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～.093)	12.3 (0.0～22.4)

(5) 接触曝気法（生物的浄化＝生物酸化（付着生物膜法））

a) 曝気付礫間接触酸化法（生物的浄化＝生物酸化（付着生物膜法））

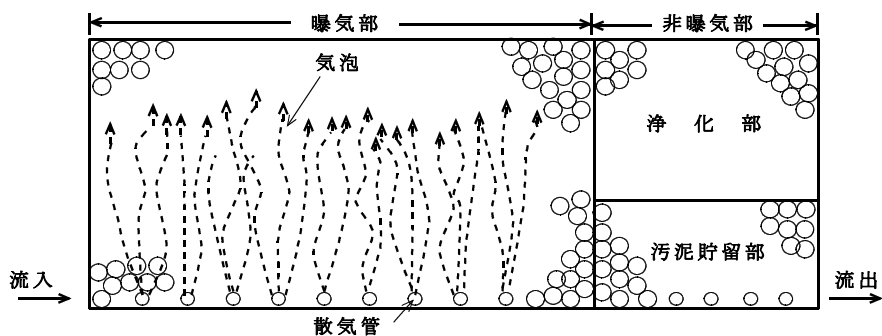


図-4 曝気付礫間接触酸化法の模式図

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2.5 ̂ /secの浄化施設であるが浄化効果の検証のために0.1 ̂ /secのパイロット施設が平成元年より稼働しており、ここではその計画、諸元を示す。

表-6 古ヶ崎浄化施設の計画諸元

項 目		計 画 諸 元	備 考
浄化水量		2.5 ̂ /sec	
計 画 水 質	流入水質	B O D 23mg / ̂ S S 24mg / ̂ N H 4 - N 7.6mg / ̂ 2 - M I B 0.55 ̂ g / ̂	
	浄化水質	B O D 5.7mg / ̂ S S 9.1mg / ̂ N H 4 - N 2.2mg / ̂ 2 - M I B 0.22 ̂ g / ̂	
浄化方式と 浄化諸元		曝気付礫間接触酸化法 + 礫間接触酸化法	滞留時間1.5時間 滞留時間0.5時間
除 去 率		B O D 75% S S 62% N H 4 - N 70% 2 - M I B 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-7 古ヶ崎浄化施設の施設諸元

		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		曝気部	礫間部	全 体
	有効水深	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
	容 量	1,350 ̂	750 ̂	2,100 ̂
礫	形 状	100～150mm		
	空 隙 率	40%		
空 気 量		2 倍、散気管は 1 m 間隔に設置		
取 水 方 式		ポンプ揚水		

b) 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)）

1) 下水の二次処理水を対象とした実験結果

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二次処理水を対象とした実験結果を表-8、表-9に示す。流入BOD 20mg/ℓ以上のデータをみると、滞留時間2時間で、BOD 76～89%、SS 95%程度の浄化効果が得られている。また、流入BOD 10mg/ℓ以下のデータをみると、滞留時間2時間でBOD 5mg/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

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-10及び表-11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-5）とヒモ状接触材（図-6）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とほぼ同様である。エアレーションはブロ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。

表-8 プラスチック接触曝気法の下水二次処理水実験例

			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	原水	処理水
実験 1	濃度	MAX MIN 平均	12m ³ /m ² /日	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	0 0 0
	汚濁負荷量 除去率		2時間		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	14.0 13.0	64 36 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 1.1	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
	汚濁負荷量 除去率		2時間		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	13.0 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
	汚濁負荷量 除去率		2時間		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	11.5 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	0 0 0
	汚濁負荷量 除去率		2時間		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	12.0 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	0 0 0
	汚濁負荷量 除去率		2時間		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：濃度mg/ℓ、負荷量kg/m²、接触材/日、除去率 %

*原水（流入水）量負荷量

表-9 プラスチック接触曝気法の下水二次処理水実験例

		処理水量* 接触時間	水温 ()	C O D		B O D		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
汚濁負荷量 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
汚濁負荷量 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
汚濁負荷量 除去率		1 時 間		0.276 20.9		0.631 67.6		0.425 80.2	

単位：濃度mg/ℓ、負荷量kg/m²、接触材/日、除去率 %

*原水（流入水）量負荷量

表-10 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）
（「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/・)	浄化水 (mg/・)	除去率 (%)
B O D	30	8.0 (3.7～23.6)	3.8 (1.5～15.0)	51.1 (23.0～75.5)
D - B O D	29	3.9 (1.2～11.9)	3.0 (1.2～12.4)	21.7 (0.0～58.0)
S S	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-11 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）
（「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/・)	浄化水 (mg/・)	除去率 (%)
B O D	27	7.8 (3.6～23.6)	3.9 (1.7～13.8)	50.0 (8.6～79.8)
D - B O D	26	4.2 (1.2～11.9)	2.7 (1.2～10.7)	32.7 (0.0～61.7)
S S	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-5 筒型プラスチック接触材



図-6 ヒモ状接触材

(6) 薄層流浄化法（生物的浄化＝生物酸化(付着生物膜法)）

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、浄化対象の水質、河床材料、流下時間、流速等によって変わる。浄化事例（3例）での浄化効果は表-12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-12 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	15	0.2	0.036	250	116	27	礫
八千代市 排水路	18	0.2	0.13	4,000	512	46	
土 木 研 究 所	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。

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

E：BOD除去率（%）

T：流下時間（min）

Q：水温（℃）

\$：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

(7) オキシレーションディッチ法（生物的浄化＝生物酸化(浮遊生物法)）

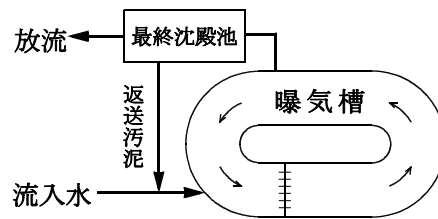


図-7 オキシレーションディッチ法模式図

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、オキシレ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-8に示し、河川浄化施設の全体配置図を図-9に示す。

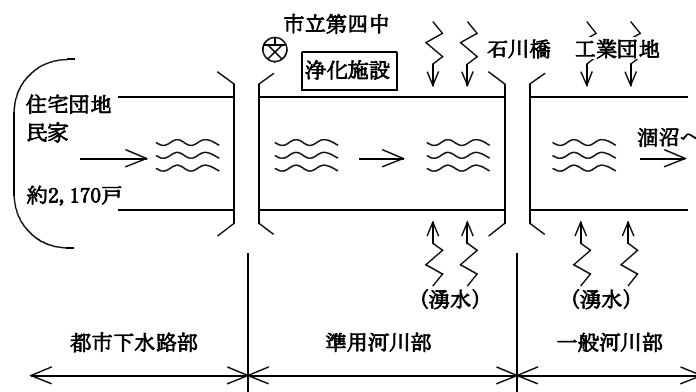


図-8 石川川全体模式図

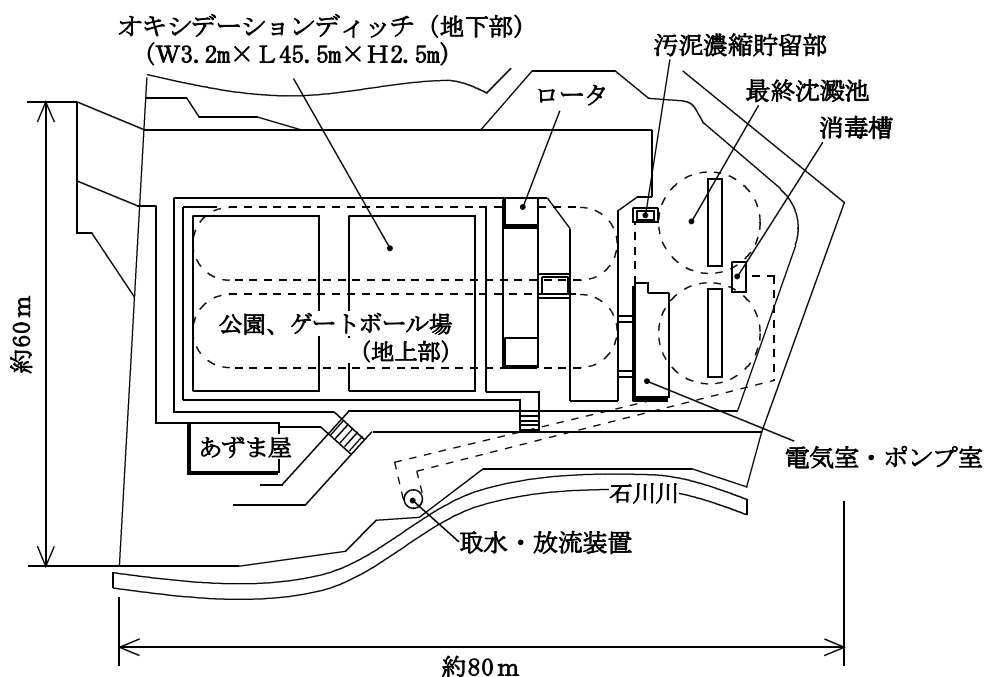


図-9 石川川浄化施設全体配置図

オキシデーションディッチ施設の計画諸元を表-13に示す。浄化対象水量は2000 $\text{m}^3/\text{日}$ 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 $90\text{mg}/\text{L}$ に対して、処理水のBODは $15\text{mg}/\text{L}$ であり、BOD除去率は83%である。

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。

表-13 石川川浄化施設の計画諸元

		計 画 値
処 理 水 量		2,000 $\text{m}^3/\text{日}$
ディッチ滞留時間		16時間
水 質	流入水BOD	90 mg/L
	処理水BOD	15 mg/L
	BOD除去率	83%

(8) 植生浄化法（生物的浄化＝植物体利用）

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であるが、滞留時間5時間ではBOD除去率は40%である。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。

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-10）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。

植生浄化法については平成11年にアンケート調査で全国調査が行われており、その結果は表-14に示した通りである。

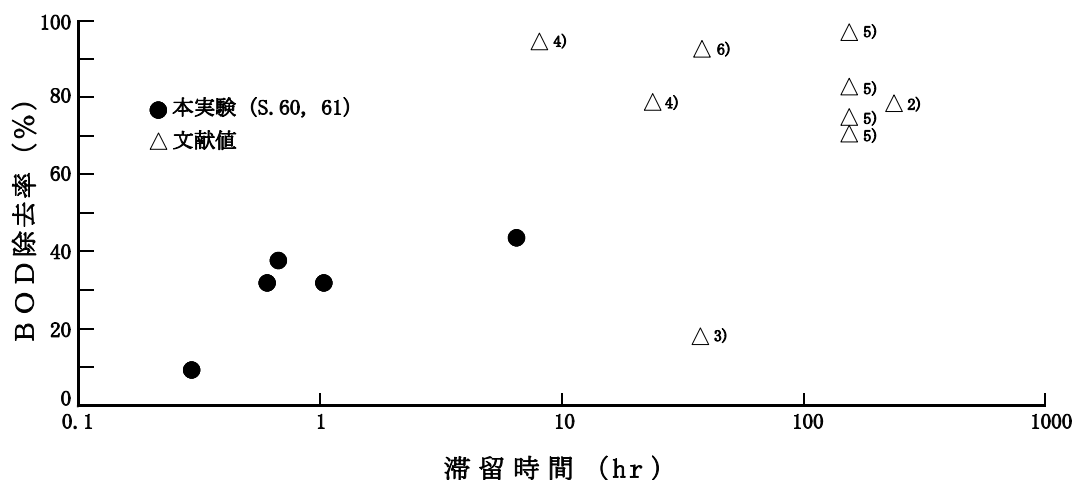


図-10 BODの除去率と滞留時間の関係

図中の凡例

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 ()
(一次処理水と二次処理水対象, $T_a = 8$ hr ~ 24hr, ガマとイグサ)
- 5) R. M. GERSBERGらの実験例 ()
(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 $T_a = 34$ hr)

表-14 アンケート調査施設一覧（実施設）

No.	都道府県	施設名	事業主体	施設設置箇所		植生の種類	施設規模	
				河川名	住所		面積(m ²)	計画水量(L/Sec)
1	北海道	アシ原浄化池	釧路市	春採川	釧路市	ヨシ	220	1.0
2		アシ原浄化池	釧路市	春採川	釧路市	ヨシ	198	1.0
3		アシ原浄化池	釧路市	春採川	釧路市	ヨシ	569	3.0
4		南角田地区水質浄化施設	北海道	農業用排水路	栗山町	稲、ヨシ、ガマ	4,700	29.0
5		砂川遊水地バイパス水路	北海道開発局	砂川遊水地	滝川市	ヨシ、ヤナギ、ショウブ、スギナ	3,750	1,000.0
6	秋田県	古川水質浄化施設	東北地建	雄物川	秋田市	マコモ、ガマ	19,000	200.0
7	茨城県	清明川浄化施設	茨城県	清明川	阿見町	ヨシ、キショウブ、クレソン、オオフサモ、マコモ等	1,400	5.0
8		相野谷川生活排水浄化施設	取手市	相野谷川	取手市	クレソン、ガマ、カンガレイ、セキショウモ等	3,521	12.0
9		清明川植生浄化施設	関東地建	清明川	美浦村	ヨシ等	38,000	210.0
10		土浦ジオパーク	関東地建	霞ヶ浦	土浦市	クレソン、ミント、セリ、オオフサモ等	3,400	87.0
11		山王川植生浄化施設	関東地建	山王川	石岡市	ヨシ等	5,600	29.0
12		奥久慈茶の里公園	大子町	初原川	大子町	ショウブ、ガマ、セリ、クレソン等	11,007	—
13		生活排水路浄化施設	つくば市	桜川	つくば市	花を予定	22	1.0
14		水生植物による水質浄化施設(新川)	土浦市	新川	土浦市	ホテイアオイ	1,200	—
15		水生植物による水質浄化施設(備前川)	土浦市	備前川	土浦市	ホテイアオイ	800	—
※ 16		上野沼水質浄化施設	茨城県	上野沼	岩瀬町	ヨシ、ショウブ	19,900	520.0
※ 17		水質保全対策事業堂前地区	茨城県	新利根川水系	新利根町	ヨシ、ホテイアオイ	2,000	159.0
※ 18		水質保全対策事業柏木地区	茨城県	霞ヶ浦	桜川村	ヨシ、ホテイアオイ、アサザ、ヒメガマ	800	51.0
19	栃木県	ヨシ原浄化施設	関東地建	渡良瀬貯水池	藤岡町	ヨシ	200,000	2,500.0
20		県庁堀川植生浄化施設(植生護岸)	栃木県及び栃木市	県庁堀川	栃木市	カキツバタ、ハナショウブ、スゲ	325	—
21		巴波川植生浄化施設(植生護岸)	栃木県	巴波川	栃木市	ガマ、イ、スゲ	80	—
※ 22		蓮台寺川植生浄化施設	栃木県	蓮台寺川	足利市	ミツバ、セリ等	240	10.0
23	埼玉県	七左工門川(植生護岸)	越谷市	七左工門川	越谷市	ハナショウブ	99	—
24	千葉県	手賀沼ビオトープ	千葉県	手賀沼	我孫子市	ヨシ等	19,100	63.0
25		手賀沼浄化事業連絡協議会の施設	手賀沼浄化事業連絡協議会	手賀沼	我孫子市	ホテイアオイ	3,800	—
26	神奈川県	植物浄化施設	神奈川県	津久井湖	津久井町	草花(ユリオブスデージー)	30	0.7
27	石川県	河北潟生態系活用 水質浄化施設	金沢市	河北潟	金沢市	ヨシ、他にショウブ、キショウブ	1,600	1.2
28		生態系活用木場潟 水質浄化施設	小松市	木場潟	小松市	ヨシ	401	0.3
29		生態系活用木場潟 水質浄化施設	内灘町	河北潟	内灘町	ホテイアオイ、オオカナタモ、ウォーターレタス	30	0.4
30	静岡県	エコ・ガーデン	三ヶ日町	猪鼻沼	三ヶ日町	ヨシ、クレソン	76	0.5
※ 31	滋賀県	フローティングヨシ(仮称)	近畿地建	草津川放水路	草津市	ヨシ	1,600	200.0
※ 32		植生護岸(仮称)	近畿地建	草津川放水路	草津市	ヨシ	10,000	200.0
※ 33		河道植生(仮称)	近畿地建	草津川放水路	草津市	ヨシ	6,720	176.0
※ 34		ワンド(仮称)	近畿地建	草津川放水路	草津市	ヨシ	1,320	30.0

※は工事中又は計画中の施設

(9) 礫間接触酸化 + 高速土壌浄化法

(物理 + 化学 + 生物的浄化 = ろ過 + 吸着 + 生物酸化)

渡良瀬川支川の蓮台寺川での実験結果を、表-15に示した。

この実験は黒ボク土を使用し、通水速度を 3 ~ 5 m / 日で実施したものである。

B O D、S S の浄化効果

礫間接触酸化 + 高速土壌浄化法により、B O D は84%、S S は89%の除去効果が得られている。

リンの浄化効果

上記の実験結果では、流入水の T - P 0.6mg / ㍑、P O₄-P 0.34mg / ㍑ に対して、礫間 + 土壌浄化方式で浄化水の T - P は0.05mg / ㍑ (92% 除去)、P O₄-P は0.03mg / ㍑ (91% 除去) と非常に良好な結果が得られている。

色・臭いの浄化

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-15 礫間接触酸化 + 高速土壌浄化実験結果

(蓮台寺川浄化実験結果)

礫間接触酸化 滞留時間1.0時間

高速土壌浄化 通水速度 3 ~ 5 m / 日

	原 水 (mg / ㍑)	礫間接触酸化		礫間 + 土壌	
		水 質 (mg / ㍑)	除去率 (%)	水 質 (mg / ㍑)	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	25	83	2	99
	(個 / ㍓)	(個 / ㍓)		(個 / ㍓)	

(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)

1.2 湖沼・ダム湖浄化対策事例

(1) 植生浄化

a) 清明川植生浄化施設

霞ヶ浦の流入支川対策として、生活排水の流入の多い清明川の栄養塩の負荷削減を目的に設置されたものである。

・施設諸元

面積（幅×長さ）：38,000 km^2 （50m×40m×19槽）

水深：0.1m

・植生種：ヨシ等

霞ヶ浦に自生しているヨシを利用した。

< 施設上流の概略 >



図-11 清明川植生浄化施設の概要

b) 土浦バイオパーク

本施設は、この霞ヶ浦で行われた第6回世界湖沼会議環境フェアの一拠点として、親水公園および浄化に対するPR用に設置されたものである。

・施設諸元

面積（幅×長さ）：3,400m²（W78m×L46.5m）

水深：0.05～0.10m

水面積負荷（ $\hat{a} \times \text{m}^2/\text{日}$ ）：2.21

稼働期間：通年

・植生種：クレソン、ミント、セリ、オオフサモ他

< 施設概略図 >

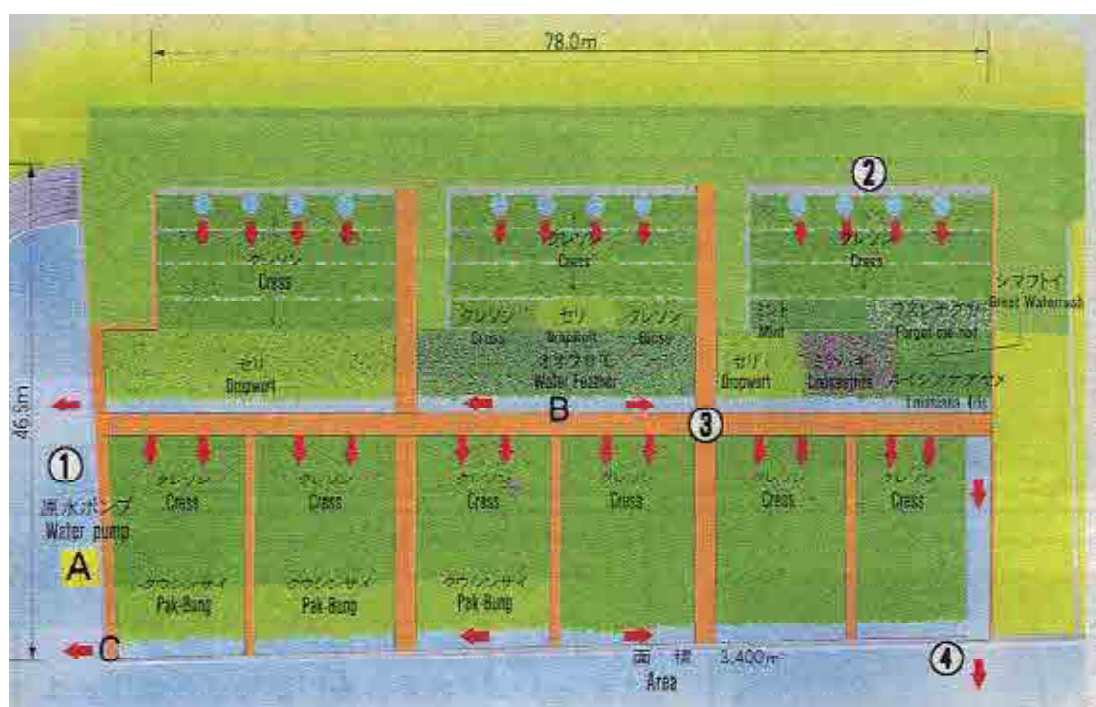


図-12 土浦バイオパーク概略図

クレソンなど食用になるものは、市民が採取するなどによって適当な密度に維持されている。住民の一部が組織化し、植生の堆肥化などの維持管理に参加している。

また、維持管理に参加している市民が中心となり、収穫した野菜で料理実習も開催された。

(2) 浮き島

植生回復浄化施設

霞ヶ浦沿岸のヨシ原のない水域に浮きヨシ原を整備して、ヨシに、チッ素とリンを栄養分として吸収させ、湖水から除去する。浮きヨシ原は生態系も復元させるもので鳥や小動物の生息空間にもなる。



図-13 植生回復浄化施設（浮きヨシ原）土浦港

川尻川ウェットランド

霞ヶ浦においても、流入河川の河口部等に小規模ながら、そのような自然が残っている所もある。霞ヶ浦工事事務所では、川尻川の河口附近に、人工的ウェットランドを構築し、水質浄化および新たな生物生息環境の創出を図ろうとするものである。

現在は、自然状態での植生復元の状態を見るために、修景としての浮き植生以外は、積極的な植物の植え付けは行っていない。施設の末端には仕切場が9ヶ所空いており、そこから浄化された河川水が流出するようになっている。



図-14 川尻川ウェットランド全体図

(4) 植生浄化施設の設計の考え方¹⁾

湿地法の表面流れ方式の設計の考え方を以下に示す。

湿地法の表面流れ方式の設計には、全国の施設の負荷速度浄化速度の関係図を用いて、設計の参考とすることが可能である。

〔解説〕

滞留時間と水面積負荷

滞留時間とは、浄化施設に流入した水が流出するまでに要する時間である。計算上の滞留時間（水理的滞留時間：ここでは単に滞留時間という）に比べ実測した滞留時間（実滞留時間）は短くなることが多いが、設計には一般に計算上の滞留時間が用いられる。

水面積負荷とは、1日あたり単位面積あたり処理できる水量のことで、1日当たり処理できる水量を鉛直方向の処理水深で表したものと考えることもできる。

一般的に、植生浄化施設の浄化効果との関係で問題とされるのは、滞留時間と水面積負荷で、浄化効果を示す指標としては除去率である。

$$\begin{aligned} \text{滞留時間(日)} &= \frac{\text{槽容量(m}^3\text{)}}{\text{流入水量(m}^3\text{/日)}} = \frac{\text{水面積(m}^2\text{)} \times \text{平均水深(m)}}{\text{流入水量(m}^3\text{/日)}} \\ \text{水面積負荷(m}^3\text{/m}^2\text{日)} &= \frac{\text{流入水量(m}^3\text{/日)}}{\text{水面積(m}^2\text{)}} = \frac{\text{平均水深(m)}}{\text{滞留時間(日)}} \\ \text{除去率(\%)} &= \frac{\text{流入水質(g/m}^3\text{)} - \text{流出水質(g/m}^3\text{)}}{\text{流入水質(g/m}^3\text{)}} \times 100 \end{aligned}$$

全国の湿地法の表面流れ槽方式の24データ^{2)～9)}（稼働後5年後が多い。また、BODのみ15データを表-16～表-18に示し、滞留時間と除去率の関係を図-15に、水面積負荷と除去率の関係を図-16に示す。

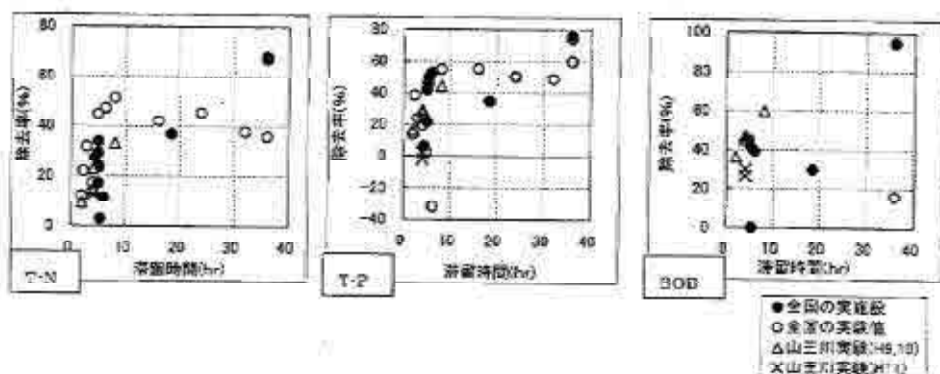


図-15 滞留時間と除去率の関係

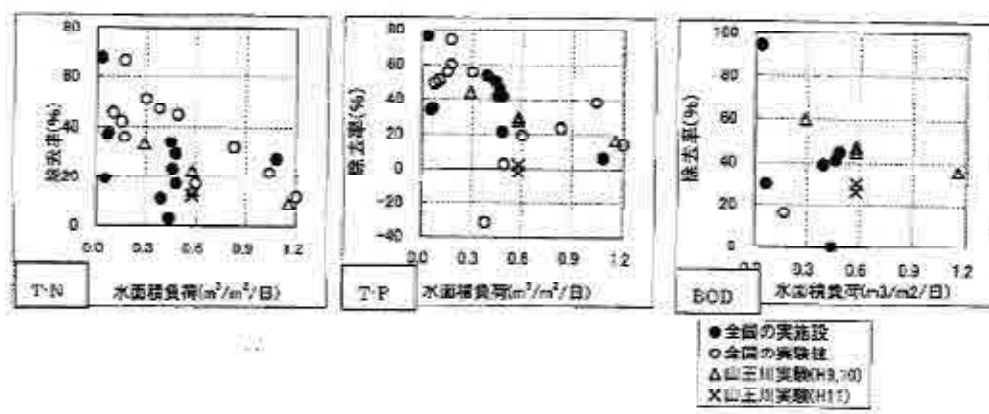


図-16 水面積負荷と除去率の関係

滞留時間と除去率は比例的な関係、水面積負荷と除去率は反比例的な関係は認められているが、2オーダーの範囲の流入水質が混在することから除去率で表現するには無理がある。ただし、山王川の実験値（H9,10年：凡例 ）については、同じ流入水での同水深での実験であり明確な比例、または反比例の関係が認められている。

負荷速度と浄化速度

負荷速度とは、1日当たり単位面積当たりの汚濁物質の負荷量を示し、面積負荷ともいう。浄化速度とは、1日当たり単位面積当たりの汚濁物質の浄化量を示し、除去速度ともいう。

流入水の濃度範囲や流入水量によるばらつきを少なくし、より定量的に判断するため、負荷速度と浄化速度について考える。

$$\begin{aligned}
 \text{負荷速度(g/m}^2\text{/日)} &= \text{水面積負荷(m}^3\text{/m}^2\text{日)} \times \text{流入水質(g/m}^3\text{)} \\
 &= \frac{\text{流入水質(g/m}^3\text{)} \times \text{流入水量(m}^3\text{/日)}}{\text{水面積(m}^2\text{)}} = \frac{\text{流入負荷量(g/日)}}{\text{水面積(m}^2\text{)}} \\
 \text{浄化速度(g/m}^2\text{/日)} &= \text{水面積負荷(m}^3\text{/m}^2\text{日)} \times (\text{流入水質(g/m}^3\text{)} - \text{流出水質(g/m}^3\text{)}) \\
 &= \frac{\text{浄化水質(g/m}^3\text{)} \times \text{流入水量(m}^3\text{/日)}}{\text{水面積(m}^2\text{)}} = \frac{\text{浄化負荷量(g/日)}}{\text{水面積(m}^2\text{)}}
 \end{aligned}$$

図-17 に負荷速度と浄化速度の関係を示す。

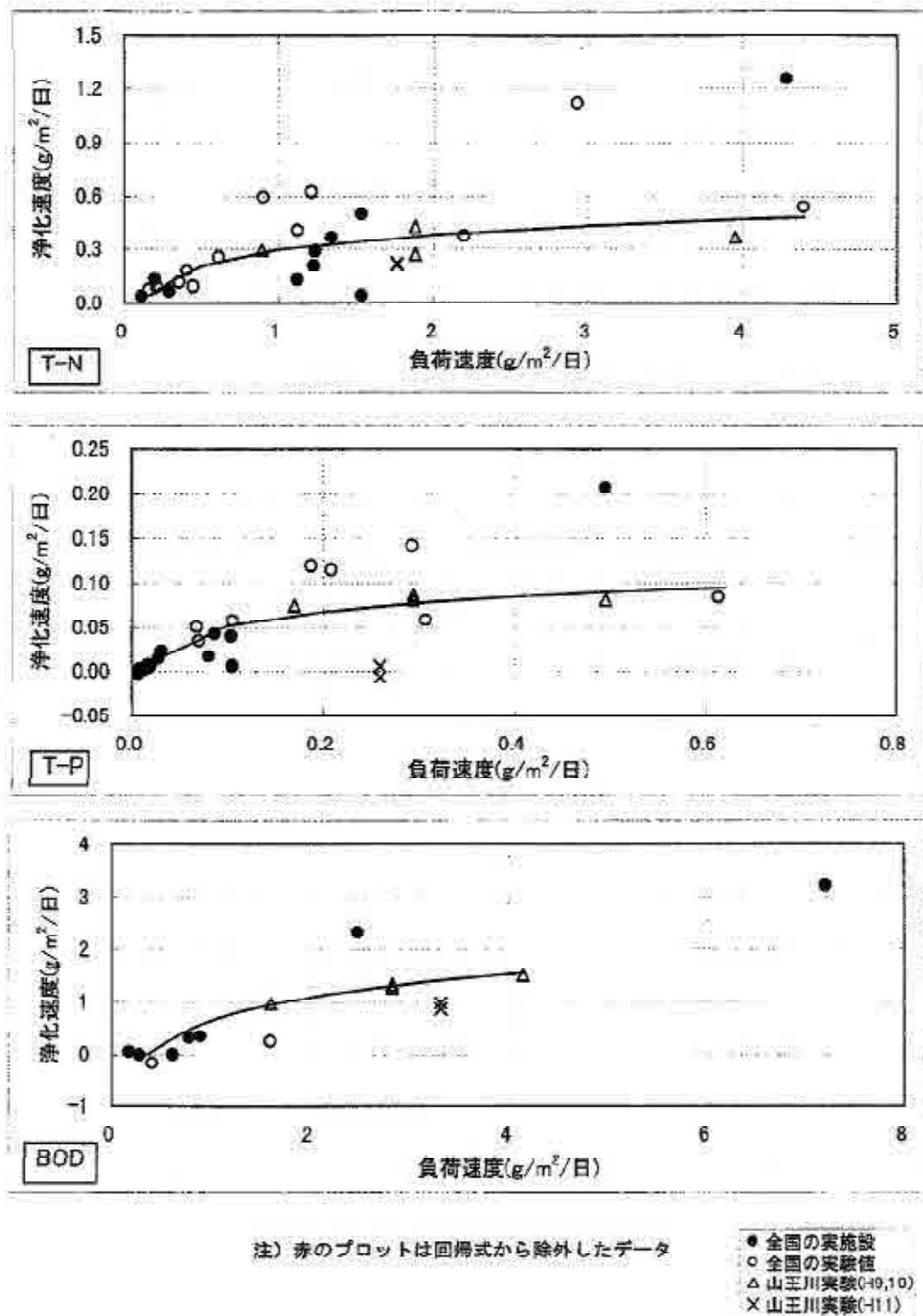


図-17 負荷速度と浄化速度の関係

負荷速度と浄化速度は、比例的明確な関係が見られ、回帰式で表現することができる。回帰式を算出するに当たり、次のデータは除外した。

- ・ 合併浄化槽の処理水（佐渡）を対象としたデータ
- ・ 生活排水の流入が非常に多いと思われる河川（井上川）のデータ

・浄化効果が低下した山王川の実験の3年目以後のデータ

リンに比べ窒素の関係がばらついているのは、浄化機構の違いによると考えられる。リンは沈殿や吸着により蓄積するのみであるのに対し、窒素は更に脱窒の要素が関係するためと考えられる。

文献¹⁰⁾では、種々の植物を用いた水質浄化実験の成果をまとめた結果、施設設計には面積負荷（負荷速度）が合理的との報告があるが、その負荷速度はT - Nで0.5～1 g/m²/日、T - Pで0.05～0.15g/m²/日とされている。しかし、今回整理した負荷速度の範囲はそれより大きく取っているが、負荷速度の大きな領域では浄化速度に限界があり、除去率が小さくなることを示している。

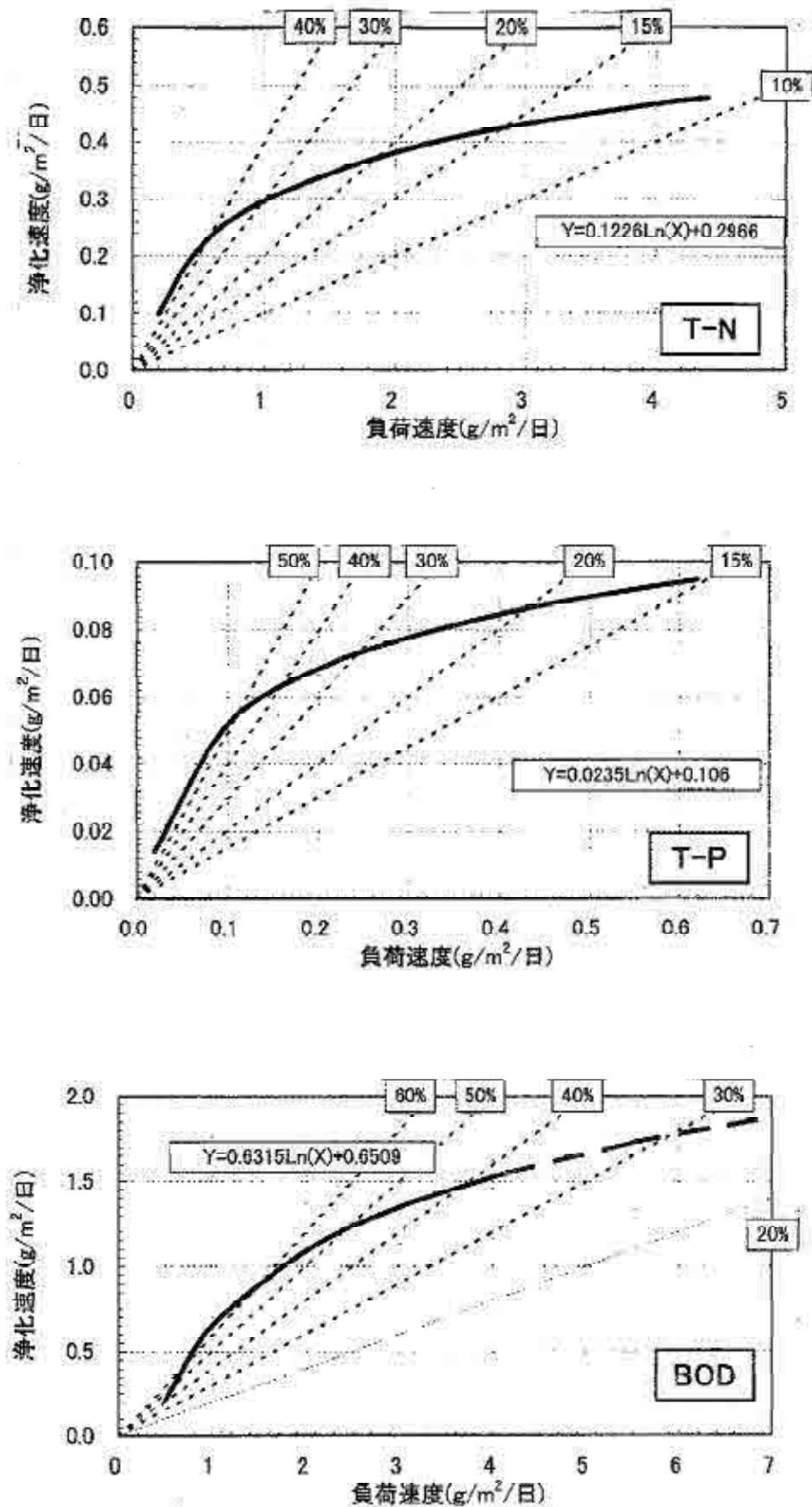
ただし、ここで得られた関係は、ほとんどが稼働後5年以内のデータであり、あくまでも最高率の浄化効率を得るための負荷速度と浄化速度の関係である。長期間の浄化効果を得るためには、適切な維持管理や別の観点からの検討も必要である。

図-18に、簡易な計算に用いることができる負荷速度と浄化速度の関係を示す。

なお、BODは負荷速度1g/m²/日以下では除去率が低下する関係となるが、これは、流入水質濃度が低い場合、除去率が低下するいくつかの実データにもとづいている。また、高い負荷速度の実績は4.15g/m²/日までであるが、今後の適用例が多いと思われる負荷速度7g/m²/日まで外挿して表現した。

（補足説明）

従来の表面流れ槽方式の設計は、昭和57年から61年の山王川での実験⁷⁾に基づくものが多いが、滞留時間が長くなるに従い除去率が低下する関係にあった。本法では、前回の山王川での実験データも含めた多くのデータから関係式を導いたことにより、通常対象とする濃度範囲では、滞留時間が長くなるに従い除去率が上昇する関係にある。

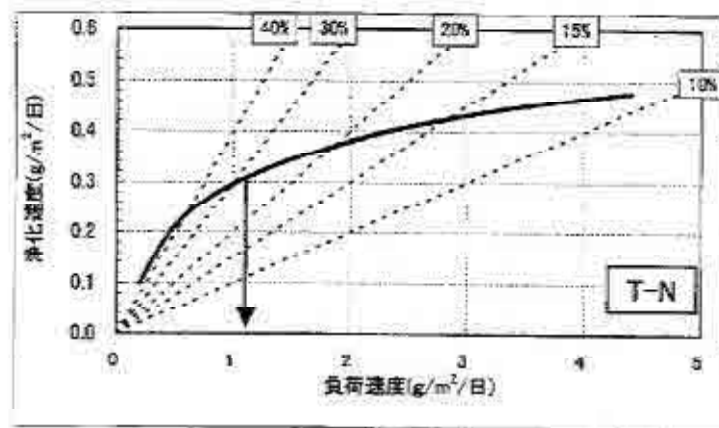


* B O Dの負荷速度の実績は4.15/m²/日までである。

図-18 負荷速度と浄化速度の関係図(湿地法:表面流れ槽方式)

計算例

1) T - Nが2mg/Lの流入水0.05m³/sを1.4mg/Lとするのに必要な水面積はいくらか。



除去率30%であるから、関係図より負荷速度1.05 (g/m²/日) を得る。

負荷速度 (g/m²/日) = 流入水質 (g/m³) × 流入水量 (m³/s) × 86,400 (s/日) ÷ 水面積 (m²)

1.05 (g/m²/日) = 2 (g/m³) × 0.05 (m³/s) × 86,400 ÷ (s/日) ÷ 水面積 (m²)

よって、水面積は8,200 (m²) となる。

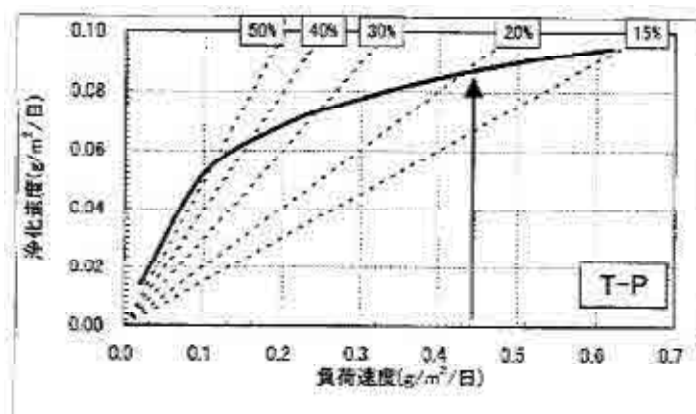
注) 複数の水質項目で必要な水面積を算出するときは、各々の項目の必要な水面積を算出し、最大の水面積を採用する必要がある。

2) T - Pが1 mg/Lの流水0.01m³/sを、水面積2,000m²の施設で処理した場合の放流水質を計算する。

負荷速度 (g/m²/日) = 流入水質 (g/m³) × 流入水量 (m³/s) × 86,400 (s/日) ÷ 水面積 (m²)

= 1 (g/m³) × 0.01 (m³/s) × 86,400 ÷ (s/日) ÷ 2,000 (m²)

= 0.432 (g/m²/日)



グラフから負荷速度0.432 (g/m²/日) の時の除去率20%を読み取る。

よって、放流水質は = 1 (mg/L) × (1 - 0.2) = 0.80 (mg/L)

(7)T-N

- 資 - 28 -

表-17 施設調査と浄化効果の調査(7-P)

(2) T-P

分類	No.	データのレベル	植生名	浄化対象水	施設調査等					浄化効果					データの条件		出典			
					施設長さ (m)	水深 (cm)	水深計 (cm)	水深計 (cm)	水深計 (cm)	処理水量 (m ³ /日)	浄化率(%)	処理水量 (m ³ /日)	処理水量 (m ³ /日)	処理水量 (m ³ /日)	浄化後の水質 (mg/L)	浄化後の水質 (mg/L)				
実 施 設	①	実施設(八幡町)	ヨシ	生活排水	38.9	12.4	—	38.0	0.032	0.97	0.23	76.0	0.74	0.031	0.024	12年	4年通年	45	1)	
	②	実施設(水谷公園)	ヨシ	大湧川(生活排水)	43.2	8.8	30	15.0	0.052	0.37	0.26	33.3	0.11	0.019	0.008	不明	4月~12月	7	2)	
	③	実施設(山王川)	マコモ、ヨシ	山王川(生活排水)	2500.0	560.0	40	10	5.0	0.450	0.23	0.14	0.08	0.104	0.041	0	10月	4	3)	
	④	清見川	ヨシ	清見川(生活排水)	1144.0	360.0	40	10	5.0	0.480	0.17	0.13	0.04	0.080	0.017	0	12年日通年	30	事例No.7	
	⑤	蔵島湖	ヨシ	蔵島湖(生活排水)	21000.0	2000.0	—	20	4.4	1.080	0.10	0.09	0.01	0.105	0.006	1年	4月~10月	19	事例No.8	
	⑥	河北湖	ヨシ	河北湖	103.7	160	100	5	19.5	0.065	0.12	0.08	0.04	0.008	0.003	4年	4月~12月(2)	47	事例No.11	
	⑦	アシ原浄化池(チャランケ川)	クサヨシ	チャランケ川	86.4	220	22	10	6.0	0.38	0.07	0.03	0.04	0.027	0.014	6年	5月~11月	9	事例No.1	
	⑧	アシ原浄化池(チャランケ川)	クサヨシ	チャランケ川	86.4	186	22	10	5.4	0.46	0.20	0.10	0.10	0.087	0.043	3年	5月~12月	4	事例No.1	
	⑨	アシ原浄化池(柏木川)	ヨシ	柏木川	289.2	509	21	10	5.1	0.49	0.04	0.02	0.02	0.017	0.008	8年	5月~13月	10	事例No.2	
	⑩	井上川浄化池(きり)	ヨシ	井上川	1286.0	270	270	10	5.0	0.480	1.03	0.60	0.43	0.465	0.207	2	通年	5	事例No.13	
実 験 施 設	⑪-1	74-1(実施設(長野県))	ヨシ	城川(農地・山)	156.5	150	100	10	2.1	1.040	0.02	0.01	0.01	0.018	0.007	1年	7月~11月	7	4)	
	⑪-2	"	"	"	121.7	147	88	10	2.1	0.830	0.02	0.01	0.01	0.014	0.003	1年	7月~11月	7	4)	
	⑪-3	"	"	"	156.5	320	213	10	4.8	0.490	0.02	0.02	0.02	0.009	0.000	1年	7月~11月	7	4)	
	⑪-4	"	"	"	121.7	320	213	10	9.1	0.380	0.02	0.02	-0.01	0.008	-0.002	1年	7月~11月	7	4)	
	⑪-5	74-1(実施設(長野県))	ヨシ	城川(農地・山)	600	380	120	30	38.0	0.170	1.10	0.40	0.70	0.187	0.119	0~1年	夏通年	不明	5)	
	⑪-6	"	"	"	900	360	120	30	38.0	0.170	0.40	0.10	0.30	0.088	0.061	0~1年	各通年	不明	6)	
	⑪-7	74-1(実施設(長野県))	ヨシ	山王川(生活排水)	125	124	31	10	24.0	0.101	0.70	0.34	0.06	0.070	0.035	1年	7月~12月	20	6)	
	⑪-8	"	"	"	84	62	31	10	18.0	0.182	0.70	0.31	0.06	0.105	0.068	1年	7月~12月	20	6)	
	⑪-9	"	"	"	18.7	62	31	10	8.0	0.300	0.70	0.31	0.06	0.115	0.115	1年	7月~12月	20	6)	
	⑪-10	"	"	"	37.4	62	31	10	4.0	0.598	0.51	0.41	0.10	0.300	0.059	0	8月~12月	25	6)	
現 実 施 設	⑫-1	74-1(実施設(長野県))	ヨシ、他	合併浄化槽処理水	150	200	30	5	32.0	0.075	3.90	2.00	0.90	0.293	0.143	0	8月~12月	40	7)	
	⑫-2	74-1(実施設(長野県))	ヨシ	山王川(生活排水)	25.9	90	30	10	8.0	0.288	0.59	0.33	0.14	0.26	0.170	0.075	0.5年	1年通年	15	事例No.14
	⑫-3	"	"	"	51.8	90	30	10	4.0	0.576	0.51	0.37	0.14	0.294	0.081	0.5年	2年通年	29	事例No.16	
	⑫-4	"	"	"	103.7	90	30	10	2.0	1.157	0.43	0.38	0.07	0.495	0.081	1.5年	1年通年	14	事例No.10	
	⑫-5	"	"	"	51.8	90	30	10	4.0	0.576	0.51	0.36	0.15	0.294	0.086	0.5年	2年通年	29	事例No.16	
	⑫-6	74-1(実施設(長野県))	ヨシ	"	51.8	90	30	10	4.0	0.576	0.45	0.44	0.01	0.259	0.089	2.5年	1年通年	16	事例No.13	
	⑫-7	"	"	"	51.8	90	30	10	4.0	0.576	0.45	0.48	-0.01	0.259	-0.003	2.5年	1年通年	16	事例No.13	
	⑫-8	"	"	"	51.8	90	30	10	4.0	0.576	0.45	0.48	-0.01	0.259	-0.003	2.5年	1年通年	16	事例No.13	
	⑫-9	"	"	"	51.8	90	30	10	4.0	0.576	0.45	0.48	-0.01	0.259	-0.003	2.5年	1年通年	16	事例No.13	
	⑫-10	"	"	"	51.8	90	30	10	4.0	0.576	0.45	0.48	-0.01	0.259	-0.003	2.5年	1年通年	16	事例No.13	

(3) HOD

分類	No.	データの種類	観測地点	水質調査										浄化効果		出典			
				観測時期	観測地点	観測時期	観測地点	観測時期	観測地点	観測時期	観測地点	観測時期	観測地点	観測時期	観測地点				
河川	①	荒瀬川(八雲町)	荒瀬川	124	38.5	124	38.5	0.032	77.30	4.40	94.3	72.90	2.474	2.323	12年	4年通年	46	1)	
	②	荒瀬川(五公間)	荒瀬川	828	43.2	828	43.2	0.032	5.40	5.50	-1.8	-0.10	0.281	-0.005	不明	4月~12月	7	2)	
	③	河北川	河北川	1500	103.7	1500	103.7	0.035	2.70	1.90	29.6	0.80	0.176	0.052	4年	4月~12月(247)	247	3)	
	④	アサシ原浄化池(チャランケ川)	アサシ原	220	86.4	220	86.4	0.0	0.39	2.30	1.40	0.90	0.897	0.351	6年	5月~11月	3	4)	
	⑤	アサシ原浄化池(チャランケ川)	アサシ原	198	86.4	198	86.4	0.44	1.40	1.40	0.0	0.00	0.816	0.000	3年	5月~12月	4	5)	
	⑥	アサシ原浄化池(柏木川)	アサシ原	519	259.2	519	259.2	0.48	1.70	1.00	41.2	0.70	0.782	0.322	6年	5月~10月	10	6)	
湖沼	⑦	井上川浄化施設(きらり)	井上川	270	1296.0	270	1296.0	0.480	18.00	8.30	44.7	6.70	7.200	3.218	2	通年	21	7)	
	⑧-1	アサシ原(下流浄化施設)	アサシ原	330	60.0	330	60.0	0.170	9.40	7.90	18.0	1.50	1.509	0.255	0~1年	夏期	不明	8)	
	⑧-2	アサシ原(下流浄化施設)	アサシ原	330	60.0	330	60.0	0.170	2.40	3.40	-41.7	-1.00	0.408	-0.170	0~1年	冬期	不明	9)	
	⑨-1	山王川(生活排水)	山王川	90	25.0	90	25.0	0.288	5.57	2.20	63.0	3.34	1.004	0.962	03年	1年通年	15	10)	
	⑨-2	山王川(生活排水)	山王川	30	51.8	30	51.8	0.40	0.576	4.90	2.70	44.9	2.26	2.822	1.287	03年	2年通年	29	11)
	⑨-3	山王川(生活排水)	山王川	30	103.7	30	103.7	0.40	1.152	3.60	2.30	35.1	1.30	4.147	1.498	13年	1年通年	14	12)
湖沼	⑩-1	アサシ原(生活排水)	アサシ原	30	51.8	30	51.8	0.40	0.576	4.90	2.80	44.9	2.30	2.822	1.287	03年	2年通年	29	13)
	⑩-2	アサシ原(生活排水)	アサシ原	30	51.8	30	51.8	0.40	0.576	4.90	2.80	44.9	2.30	2.822	1.287	03年	2年通年	29	14)
	⑩-3	アサシ原(生活排水)	アサシ原	30	51.8	30	51.8	0.40	0.576	4.90	2.80	44.9	2.30	2.822	1.287	03年	2年通年	29	15)
	⑩-4	アサシ原(生活排水)	アサシ原	30	51.8	30	51.8	0.40	0.576	4.90	2.80	44.9	2.30	2.822	1.287	03年	2年通年	29	16)
	⑩-5	アサシ原(生活排水)	アサシ原	30	51.8	30	51.8	0.40	0.576	4.90	2.80	44.9	2.30	2.822	1.287	03年	2年通年	29	17)
	⑩-6	アサシ原(生活排水)	アサシ原	30	51.8	30	51.8	0.40	0.576	4.90	2.80	44.9	2.30	2.822	1.287	03年	2年通年	29	18)

参考文献

- 1) (財)河川環境管理財団河川環境総合研究所：植生浄化施設計画の技術資料、河川環境総合研究所資料第5号、平成14年12月
- 2) 細見正明(1992)：ヨシ湿地による水質浄化,水,Vol.34,No.12,pp.61～68
- 3) 田畑真佐子・加藤聡子・川村晶・鈴木潤三・鈴木静夫(1996)：ヨシ植栽水路における河川水中の窒素・リンの除去効果,水環境学会誌,Vol.19,No.4,pp.83～90
- 4) 竹倉新吉(1991)：霞ヶ浦の水質浄化対策,河川,No.539,pp.37～44
- 5) 川村實・樋口澄男・清水重徳(1995)：アシ原による水質浄化,長野原衛生公害研究所研究報告,No.18,pp.32～37
- 6) 荒木弘一・香林仁司(1986)：植生酸化池での処理効果,下水道研究発表会講演集,Vol.23,pp.467～469
- 7) 中村栄一・森田弘昭(1987)：低湿地浄化に関する調査,土木研究会資料,第2480号
- 8) 北詰昌義・野口俊太郎・島多義彦・倉谷勝敏(1998)：人工湿地による水質浄化,用水と排水,Vol.40,No.10,pp.51～57
- 9) 河川環境管理財団(2000)：植生浄化施設の現況と事例,河川環境管理財団資料3号,(2001年7月の調査結果を追加)
- 10) 尾崎保夫・阿部薫(1993)：植物を活用した資源循環型水質浄化技術の課題と展望,用水と排水,Vol.35,No.9,pp.5～17

設計に関する留意事項

施設の設計に際しては、水深や流下距離、施設の縦横比などを考慮する必要がある。また、実施設では汚泥によるトラブルが多く、設計における計画段階での留意が必要である。

〔解説〕

以下に設計に関する留意事項を示す。

- 1) 水深は全国の表面流れ槽方式の事例では10cmの施設が多く、最大で30cmであった。文献では¹⁾、水深10cmと20cmの比較で10cmの方が効果が高かったとあるが、今回の山王川の実験では単位面積当たりで評価するとほぼ同等であった。同じ水量を処理する場合には、水深を深く取った方が滞留時間を長くできるが、30cm以下が適当と思われる。また、表面流れピオトープ方式の場合には最大水深を1m以上の施設が多く、その場合には植生に覆われない開水面ができること、及び水深に見合った滞留時間を取らない限り懸濁成分の沈降に時間がかかることなどから、図-18の関係図は適用できない。
- 2) 流下距離は、20m～1000mまで様々であるが、100m以上の長い流下距離の施設では、流下に従い、CODやリン成分が増える現象がみられた。山王川の実験は、滞留時間4時間で流下距離30mを基本としたが、10～15m地点までの堆積汚泥が多いことから、十分な流下距離であったと思われる。また、水深さえ確保すれば、滞留時間と実滞留時間に大きな隔たりがなく、流下距離が短いための偏流発生も認められなかった。地形上の制約もあるが、仕切り板等を設け迂回流方式にする等、必要以上に流下距離を長くする必要はない。
- 3) 施設の縦横比は、システム内の水流の様相と流体抵抗に強く影響するとされ²⁾、欧米では重要視されているが、施設規模が大きく異なるためにそのままの適用は難しい。横方向の距離で問題となるのは、流入地点との関係で止水域が発生し短絡することが問題と考えられ、横方向に広い場合には流入口を複数設けるなどの配慮が必要である。
- 4) 流入水に沈降成分が多い場合には、沈殿地を設けるか、あらかじめ泥を除去しやすいように導水部分の構造を工夫した方が良い。また、使用する土壌も浄化効果に大きく影響するため、事前の考慮が必要である。

参考文献

- 1) 中村栄一・森田弘昭(1987): 低湿地浄化に関する調査, 土木研究所資料, 第2480号
- 2) Sherwood C. Reed・Ronald W. Crites・E. Joe Middlebrooks著(1995), 石崎勝義・楠田哲也監訳, (財)ダム水源地環境整備センター企画: 自然システムを利用した水質浄化

(5) 導水

北千葉導水路導水事業は、利根川と江戸川を水路で結び、三つの目的を果たす延長28.5kmの多目的導水路である。

- (1)内水排除
- (2)都市用水の確保
- (3)手賀沼等の水質浄化

手賀沼は古くから漁業、農業用水などで広く利用されるとともに、多くの文学者から愛された美しい沼であったが、昭和40（1965）年代に始まる手賀沼周辺の都市化に伴い、沼に流れ込む生活雑排水や工場排水が増え、いつの間にか沼一面がアオコに覆われる全国一の汚れた沼となった。このような水質悪化は、環境面のみならず水利用、漁業等に多大な支障を与えており、その対策が急務となっていた。北千葉導水事業は、利根川下流部の余剰水を最大10 ㎥/sの範囲で注水し、手賀沼等の水質浄化を図るものである。



図-19 手賀沼、利根川、江戸川の位置図



図-20 北千葉導水路の模式図

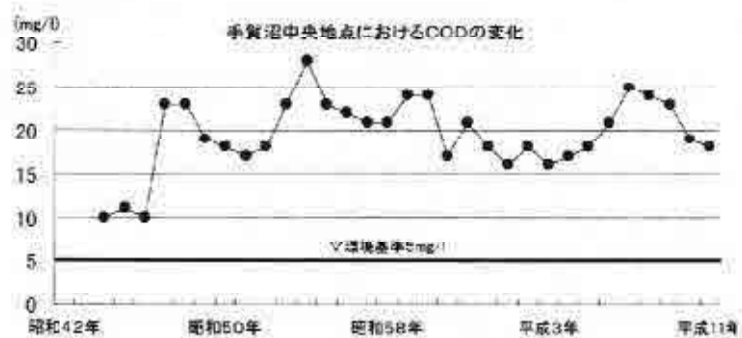


図-21 手賀沼中央地点におけるC O D推移

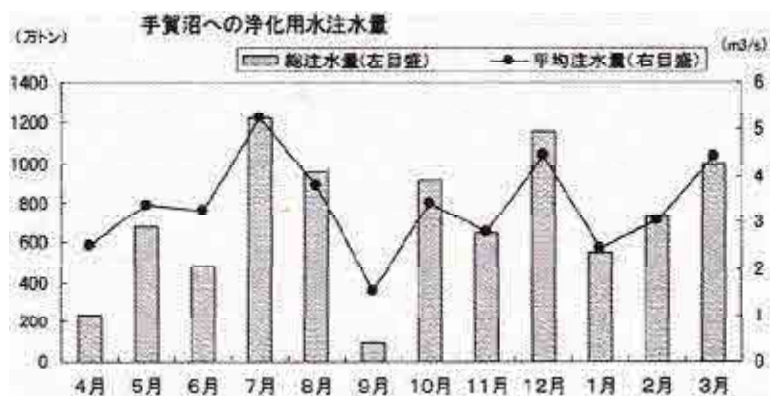


図-22 手賀沼への浄化用水注水量

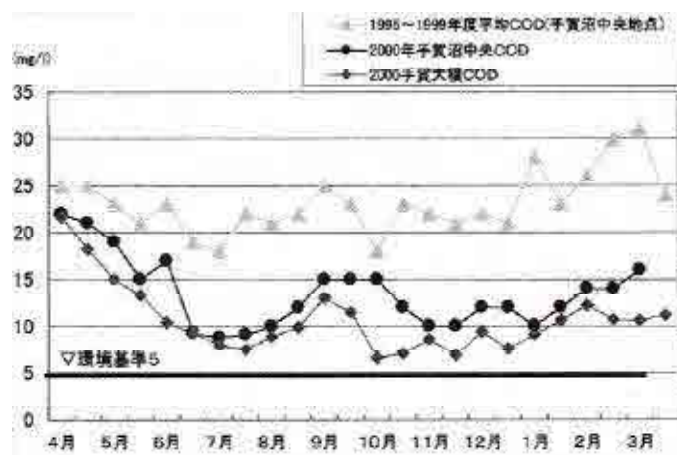


図-23 2000年度の手賀沼のC O D

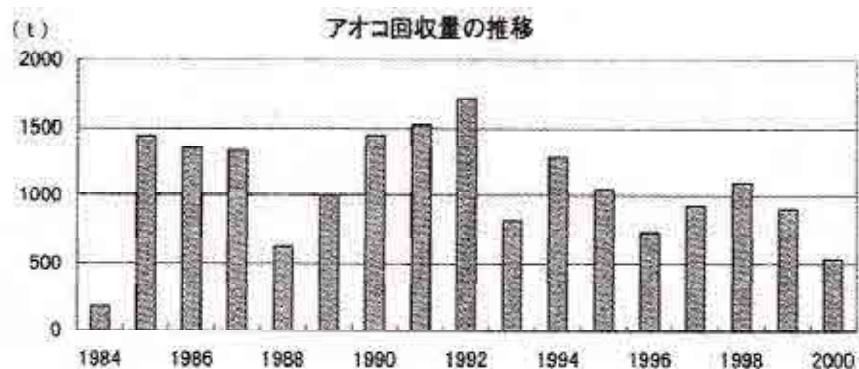


図-24 アオコ回収量の推移

2. 河川現況汚濁解析

< 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。

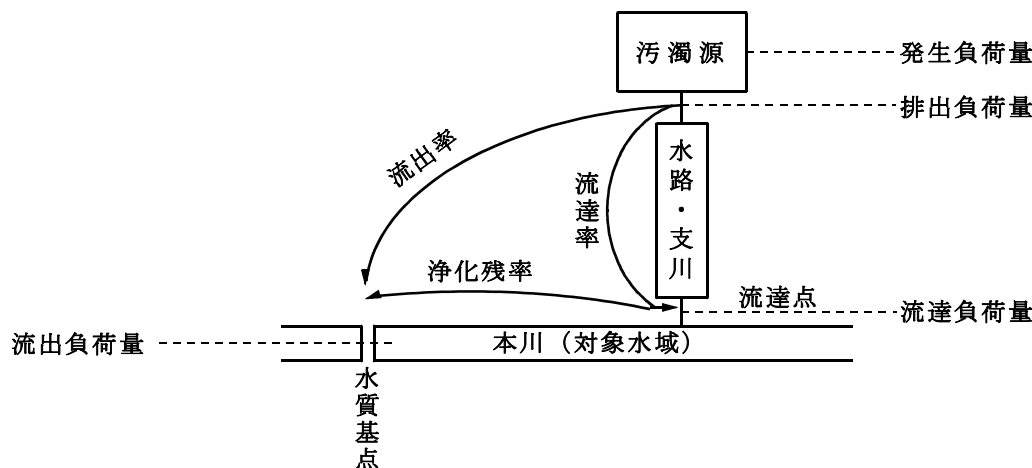


図-25 負荷流出の概念図

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ため、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。

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。

$$\frac{dC}{dt} = -KC \quad \text{または積分形で} \quad C = C_0 e^{-Kt}$$

C は濃度、C₀ 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を k を用いる。K = 2.31 k である。

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。

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。

$$\begin{aligned} \left(\begin{array}{l} \text{河川直接浄化} \\ \text{必要削減負荷量} \end{array} \right) &= \left(\begin{array}{l} \text{保全対象地点} \\ \text{必要削減負荷量} \end{array} \right) \div (\text{浄化残率}) \\ &= \left(\begin{array}{l} \text{保全対象地点} \\ \text{必要削減負荷量} \end{array} \right) \div e^{-Kt} \quad (K ; \text{減少速度係数、} t ; \text{流下時間}) \end{aligned}$$

3. 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、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ことが望ましい。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。

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。

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。

プールタイプ

階段式、潜孔式、バーチカルスロット式、など

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

閘門式タイプ

閘門式、エレベーター／リフト式 など

なお、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。

生息する魚種や生物によっては、河川を遡上または降下するようなものが見あたらない、もしくは河川に生物がいないような場合は、魚道の設置そのものを検討する必要がある。

4. 水質用語集

1) D O (溶存酸素量 : Disolved Oxygen)

D O は、水中に溶解している酸素量を表すものである。

酸素は、河川水の流下による再曝気と水生植物プランクトン等の光合成作用により水中に供給され、生物による呼吸と水中有機物及び底泥中の有機物分解により消費される。

酸素は、生物が生息し繁殖するために必要なものであり、生物が生息している水質環境を示す重要な指標となる。酸素量が低下すると、臭気の原因となる。また、富栄養化した湖沼では日中、藻類の光合成作用が活発になるため、D O 値は高くなる。

酸素の水中への溶解量は水温により異なるため、酸素飽和度 (%) であらわすこともある。

河川は大気との交換が盛んであるため、常に飽和度100%に近いが、藻類が多く付着している河川では、日中の表層では100%以上となることがある。

2) S S (懸濁物質量 ; Suspended Solid)

S S は、一般に孔径1 μ mのフィルター上に残存する成分 (105 ~ 110 °での乾燥重量) と定義されている。

天然水の懸濁物は河川においては主として粘土などの無機質が多く、湖沼海洋ではプランクトンやその分解残渣がかなりの量を占めることがある。

S S は濁度と違い、直接水中にある物質の重さを基準としている。

S S と濁度は一般に同一とはならず、粒子が細くなるほど光の散乱が多くなるため、相対的に濁度の方が高くなる。

3) C O D , B O D

C O D と B O D は水中の汚濁物質のうち有機物の量を相対的に示す指標である。C O D (Chemical Oxygen Demand 化学的酸素消費量) は水中にある物質の中で化学的に直接酸化できるものの量の尺度を示すものであり、B O D (Biochemical Oxygen Demand 生物化学的酸素消費量) は微生物が生化学作用で酸化できるものの量の尺度を示すものである。

両項目とも水域の有機汚濁状況の指標として一般に用いられており、C O D は湖沼、海域、B O D は河川の汚染度を表現するのに採用されている。

C O D、B O D は水中の有機物を酸化分解するのに必要な酸素量で示される。

4) 窒 素

水中で窒素は種々の形態で存在しており、一般に測定されている窒素は、次のようなものである。

有機態窒素 ; 主としてアミノ酸、ポリペプチド、タンパク質態物質として存在するもの。
(Org - N)

アンモニア態窒素 ; NH_4^+ として存在するもの。

(NH_4 - N)

亜硝酸態窒素 ; NO_2^- として存在するもの

(NO_2 - N)

硝酸態窒素 ; NO_3^- として存在するもの

(NO_3 - N)

全窒素 ; 窒素化合物の総量 (Org - N + NH_4 - N + NO_2 - N + NO_3 - N)
(T - N)

天然では窒素はバクテリアの作用によりその形態がさまざまに変化し、還元的環境では亜硝酸イオンやアンモニウムイオンに富み、酸化的環境では硝酸イオンに富んでいる。

窒素は水中植物の栄養として重要なものであるが、多量に存在すると植物プランクトンの大量増殖、即ち、富栄養化につながる。流入河川水や貯水池水の窒素濃度は、富栄養化の程度の判定や将来の水質を予測するために重要な項目となる。

亜硝酸態窒素 (NO_2 - N) はアンモニア態窒素 (NH_4 - N) から硝酸態窒素 (NO_3 - N) に変わる一過程で生じるものであるが、亜硝酸から硝酸への反応は比較的早いので、自然界での存在濃度は低く、通常硝酸態窒素 (NO_3 - N) より 1 桁小さい値である。

なお、一般にはアンモニア態窒素と亜硝酸窒素は多くの場合、下水し尿等による人為的汚染の程度を表す指標となっているが、底層が還元状態となっているような貯水池底層水では、汚染と関係なく存在する場合がある。

5) リ ン

リンは水中に種々の形態で存在しており、その分類と定義は研究者により異なるので米国環境保護庁 (EPA) の分類を示す。

総 リ ン ; 試水中に含まれるすべてのリンで過硫酸カリウムで分析した
総リン

オルトリン酸態リン ; 直接比色法で分解した資料中の無機性 $[\text{PO}_4]^{3-}$

加水分解可能リン ; 硫酸分解法で分析したリンからオルトリン酸態リンをさしひいたものでポリリン酸塩およびいくらかの有機態リンを含む。

有機態リン ; 過硫酸リンで分解した総リンから、オルトリン酸態リンおよび

加水分解可能リンをひいたもの。

溶解性である総リン、溶解性オルトリン酸態リン、溶解性加水分解可能リン、溶解性有機態リンはろ液についてそれぞれ同様に定義を行ったものである。各態のリンから上述の溶解性、リンをさしひいたものが不溶解性のリンとなる。

窒素は形態変化や脱窒素現象による空中飛散が生じるが、リンはこのような変化がない水質項目である。

リンは窒素同様、植物プランクトン等の栄養として重要なものであり、湖沼や貯水池の富栄養化の制限物質として、きわめて重要な水質項目である。

6) 大腸菌群数

大腸菌群数とは大腸菌および大腸菌ときわめてよく似た物質をもつ菌の総称であり、水の中に大腸菌があることは、その水が糞便で汚染されたか、あるいは糞便と間接的に関係のある汚物で汚染されたことを示す。

大腸菌群は、糞便性として主として *E. coli* (大腸菌) を対象としているが、糞便性でない土壌細菌のエアロバクター、エアロジェニース(*Aerobacter, aerogenis*) も大腸菌群として測定される。

7) クロロフィル a

光合成色素としては、クロロフィル a をはじめ種々のものがあり、種類によりその含まれ方が違う。このうちクロロフィル a は、藻類にはすべて含まれ、量も相対的に多いために、植物プランクトンの総現在量をあらわすのによい指標となり、富栄養化度をあらわす重要な指標となっている。

5. 流量データより流況データを検討する方法

(1) 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。

(2) 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。

6. 調査・実験の方法

6.1 調査

6.1.1 調査内容

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

雨季、乾季など特徴ある時季にそれぞれ数回行う。

(2) 調査方法

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。

採水頻度

午前、午後の2回の採水が望ましい。大きな変動が予想される時には、24時間連続調査を実施することが必要で、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

基本項目：水温、pH、DO、透視度、SS、TS、VS、VSS、BOD、
D-BOD、COD_{Cr}、COD_{Mn}、NH₄-N

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

浄化対象河川の流量、水質の変動特性を考慮する

浄化対象河川の流量、水質は雨季・乾季等で大きく変動する場合があるので、流量、水質の変動特性を整理しておくことが必要である。

降雨時には降雨初期に高濃度汚濁が流出する現象がみられる。初期汚濁水の取扱いを予め、定めておく必要がある。

調査回数、頻度について

河川水質は流量等に応じて変動することがあるから、その性状、成分を把握するための調査が必要である。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最低、午前、午後の2回の調査を行うのが望ましい。

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するとともに、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。

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。

熱帯域の途上国では温度差は小さいが最大・最少は把握する。

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。

DO（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℃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、エアレーション等の酸素を供給する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。

透視度

透視度計（高さ520mm×直径33～35mmの下口付きの目盛付ガラス円筒）に検水をいれて上方から水層を透視したとき、底部の標識盤の二重十字（黒線の幅0.5mm、線の間隔1.0mm）が明らかに認められるときの水層の高さをいう。濁度の簡易測定法として、比較的高い濁度の迅速測定に適するが、測定者の視力、測定環境、検水の着色が測定値に影響する。

SS（浮遊物質濃度）、VSS（有機性浮遊物質濃度）

SSは水中に浮遊している2mm以下の物質の濃度であり、VSS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。

VSSの高い河川水（例えばVSS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、VSSが低い河川水（例えばVSS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SS量、VSS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。

BOD、D-BOD（生物化学的酸素要求量）

BODは水中の有機物量を表す指標であり、20℃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-BODは1μmのろ紙でろ過した水について、BODを測定したものであり、水中に溶けているBODである。BODとD-BODの差（以下、SS性BOD）が、浮遊物に起因するBODである。

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

BOD値の高い河川水（BOD₂₀ 30mg/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、BODのうちSS性BODの大きいものは浮遊物に起因するBODが多いので、浮遊物の除去で十分BOD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BOD値は高くない河川水（BOD₂₀ 10~20mg/ℓ以下）であってもD-BODが大半を占める場合は、生物処理による浄化方式の選択が必要である。

したがって、BODについてはSS性BOD、D-BOD別の性状と水質レベルを十分把握することは浄化方式選定において重要な情報となる。

COD_{Mn}、COD_{Cr}（化学的酸素要求量）

COD_{Mn}、COD_{Cr}も水中の有機物量を表す指標であり、COD_{Mn}は過マンガン酸カリウム（KMnO₄）、COD_{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_{Mn}、COD_{Cr}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。日本ではCOD_{Mn}を用いることが多いが、海外ではCOD_{Cr}を用いることが多い。COD_{Cr}の方が酸化力が強いため、一般的には高い値を示す。

a. BOD / COD_{Mn}による有機物の分解性の指標

井上、玉木によればBOD / COD_{Mn}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_{Mn} = 0.5以上 易分解性有機物

$BOD / COD_{Mn} = 0.1$ 以下 難分解性有機物

b. BOD / COD_{Cr} による生物処理の適合性

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

$BOD / COD_{Cr} > 0.6$ ・・・生物処理に適している。

$BOD / COD_{Cr} \simeq 0.2$ ・・・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。

$BOD / COD_{Cr} = 0$ ・・・有機物質は生物学的な処理が困難である。

$NH_4 - N$ (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。

6.1.2 簡易実験の実施

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) DO消費速度および量の把握実験

沈降実験とDO消費速度を把握することにより、対象河川中の懸濁(浮遊)成分の沈殿効率や懸濁成分と溶解成分のBOD割合を把握することが可能である。

【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

1) 対象河川水

- ・ 浮遊物質(SS)が多い河川水
- ・ BODのうち、SS性BODの割合の高い河川水

2) 実験方法

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。

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

分析項目

SS、VSS、BOD、D-BODについて分析を行う。

3) 検討方法

SS、VSS、BOD、SS性BOD((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

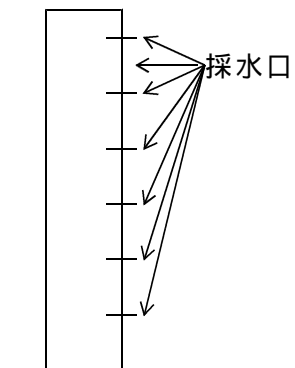


図-26 沈降筒

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よい。

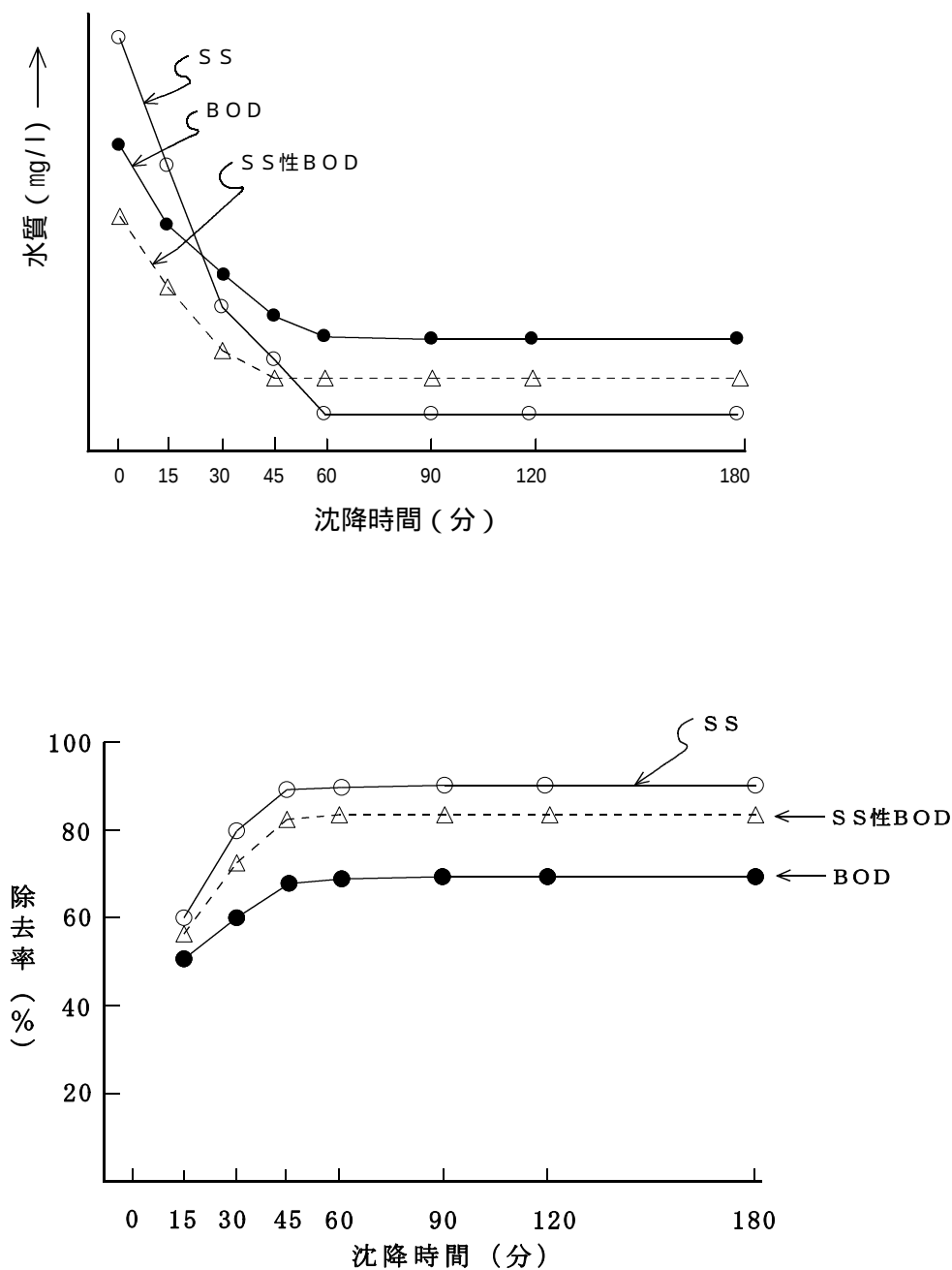


図-27 沈降時間と水質及び除去率の関係

(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和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本程度のフランビンに採取する。1本については直ちに所定の固定を行い分析を行う。残りのフランビン20本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（例えば図-28において河川水A、B）の場合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（図-28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。

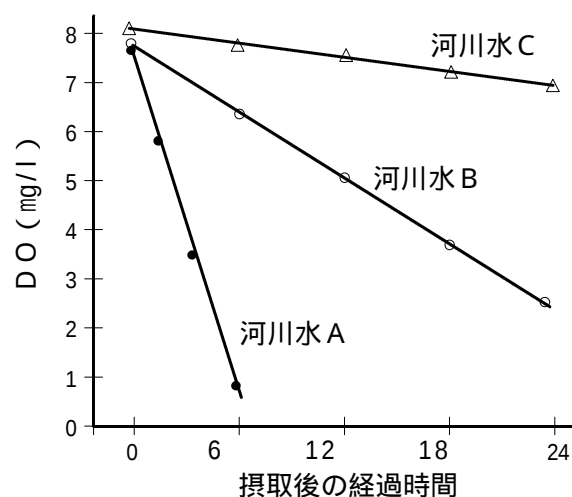


図-28 DO消費速度

6.1.3 既往データの収集整理

地元の行政、大学等で測定されている水質測定結果を収集整理するものとする。

【解説】

各国における公共用水域に関する調査結果や、大学研究機関等で調査が実施されていればそれらを利用する。

6.2 実験及び浄化計画の立案

日本と異なる水質や気象条件下においての浄化手法の選定と浄化諸元について検討を行うために、以下の実験検討を行う事が望ましい。

- (1) 現地実験
- (2) 実験結果の検討

【解説】

日本と異なる水温や汚濁条件のもとで得られる浄化効果の確認と設計条件を把握するために実験を実施することが望ましい。

水温が高いと水中に酸素の溶解できる量が低下し、さらに生物の活性も高いことが考えられる。そのため日本で得られている最適な設計諸元や浄化効果とは異なることが考えられる。浄化手法の選定とその手法について設計条件を把握するために実験を行う。

なお、パイロット施設として、一部、実施設を設置し、その運転を行いながら最適な設計諸元、運転条件などを求める方法もある。

6.2.1 実験

(1) 実験計画の策定

現場での簡易実験では把握できない河川水に関する詳細な諸元、また、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に、必要に応じ数種の浄化手法について現地河川水によるパイロットプラントを用いた実験調査を行う。

(1) 実験施設規模

実験の対象水量を 1 ～ 2 ㍑ / sec 程度で、実験施設の規模を設定する。

(2) 実験条件等

生物処理を基本とする方法は、ろ材等に生物膜が付着するまで 2 週間～ 1 ヶ月必要となる。その後最適施設諸元を得るために滞留時間等について、4 条件程度変えて実験を行うとともに、条件毎に数検体のサンプリングを行う。

(3) 調査内容

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。

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。

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) 実験計画について

実験施設規模について

実験施設の規模は浄化手法によっても異なる。通常、接触酸化方式の諸元を検討する実験では 1 ~ 2 ㍻ /secで行うことが多い。

礫間接触酸化法の場合には、流下距離としては20m程度を必要とすること。

さらに、流下断面のバランスなどから小さくとも1m幅 × 1m深 × 20m長程度の施設規模が望ましいとされてきた。これを 1 ~ 1.5hr滞留とすることで実験対象水量を決定している。

浄化の基本条件

実験施設稼働直後の約 2 週間 ~ 1 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。

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、適切な浄化条件を決定するものとする。このために、以下に示すような浄化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。

・浄化条件の変更

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、実験終了後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。

設計諸元

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。

従って、水温による浄化効果の変動を把握できるように実験を行う。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できるように実験を行う。

(2) 実験施設

現地での実験を行う際には以下の事項を考慮するものとする。

実験施設設置場所

実験施設フロー

実験施設規模

【解説】

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。

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-29に示す通りである。

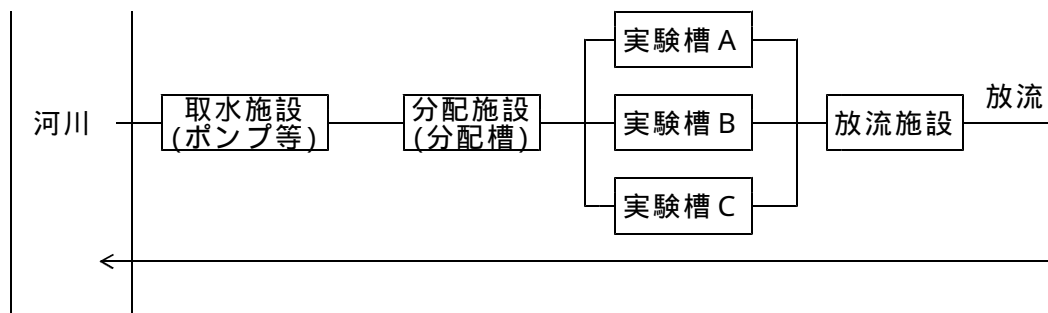


図-29 実験施設の基本フロー

実験施設規模

実験対象水量を 1 ㍑/sec 程度とし、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。

実験場の留意

運転中のプロワーやポンプの音や振動、ゴミや泥等からの臭気の問題など実験場所、

近傍の状況によっては配慮が必要である。また、周囲には仮囲いを設けることも必要である。

(3) 実験実施

実験調査期間において、以下の調査を行う。

水質浄化効果調査

汚泥堆積量、性状調査及び処理処分調査

維持管理調査

【解説】

各調査の調査内容をまとめると、以下の通りである。

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場合には、各調査箇所において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事が望ましい。さらに時間変動の大きい河川については、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望ましい。

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、流入部採水時間と流出部採水時間をずらして、スポット採水を行うものとする。

c . 調査頻度

原則的に 1 条件数回の調査を行うものとする。

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。

1 条件 6 データ程度：水温、透視度、pH、DO、SS、VSS

BOD、D - BOD、NH₄ - N

1 条件 3 データ：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

1 条件 1 データ：健康項目等

その他

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．SS、VSS収支調査

流入水、実験施設内数箇所、浄化水等のSS、VSSを定期的に調査し、実験施設内で除去されたSS量、VSS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（VSS）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、SS、VSSの分析を行う。採水間隔はVSS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SS量、VSS量は、以下の式により算出する。

$$\text{除去SS量 (kg)} = \Sigma Q \times 86400 \times A \times (SS_{IN} - SS_{out}) \div 10^6$$

$$\text{除去VSS量 (kg)} = \Sigma Q \times 86400 \times A \times (VSS_{IN} - VSS_{out}) \div 10^6$$

Q : 浄化水量 (1 ㍑/sec)

A : 調査間隔 (日)

SS_{IN} : 流入水SS (mg/㍑) (又は実験施設内調査箇所のSS (mg/㍑))

SS_{out} : 実験施設内調査箇所のSS (mg/㍑) (又は浄化水SS (mg/㍑))

VSS_{IN} : 流入水のVSS (mg/㍑) (又は実験施設内調査箇所のVSS (mg/㍑))

VSS_{out} : 実験施設内調査箇所、のVSS (mg/㍑) (又は浄化水VSS (mg/㍑))

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SS、VSS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VSS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、SS、VSS、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SS、VSS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(VSS量)と施設内に実際に堆積している有機性汚泥量(VSS量)及び排出された有機性汚泥量(VSS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－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礫間接触酸化法は、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。礫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－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、水頭差を感知して行う方法がある。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－量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回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、1 m³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

礫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、礫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。

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、汚泥管理のための人件費
- ・ 水質浄化のための電気代（水中ポンプ、ブロー等）
- ・ 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

- ・ 汚泥処理のための人件費
- ・ 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

6.2.2 実験結果の整理

実験結果から、浄化のための諸元整理を行う。

【解説】

(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) 礫間接触酸化の実験例

礫間接触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-30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。

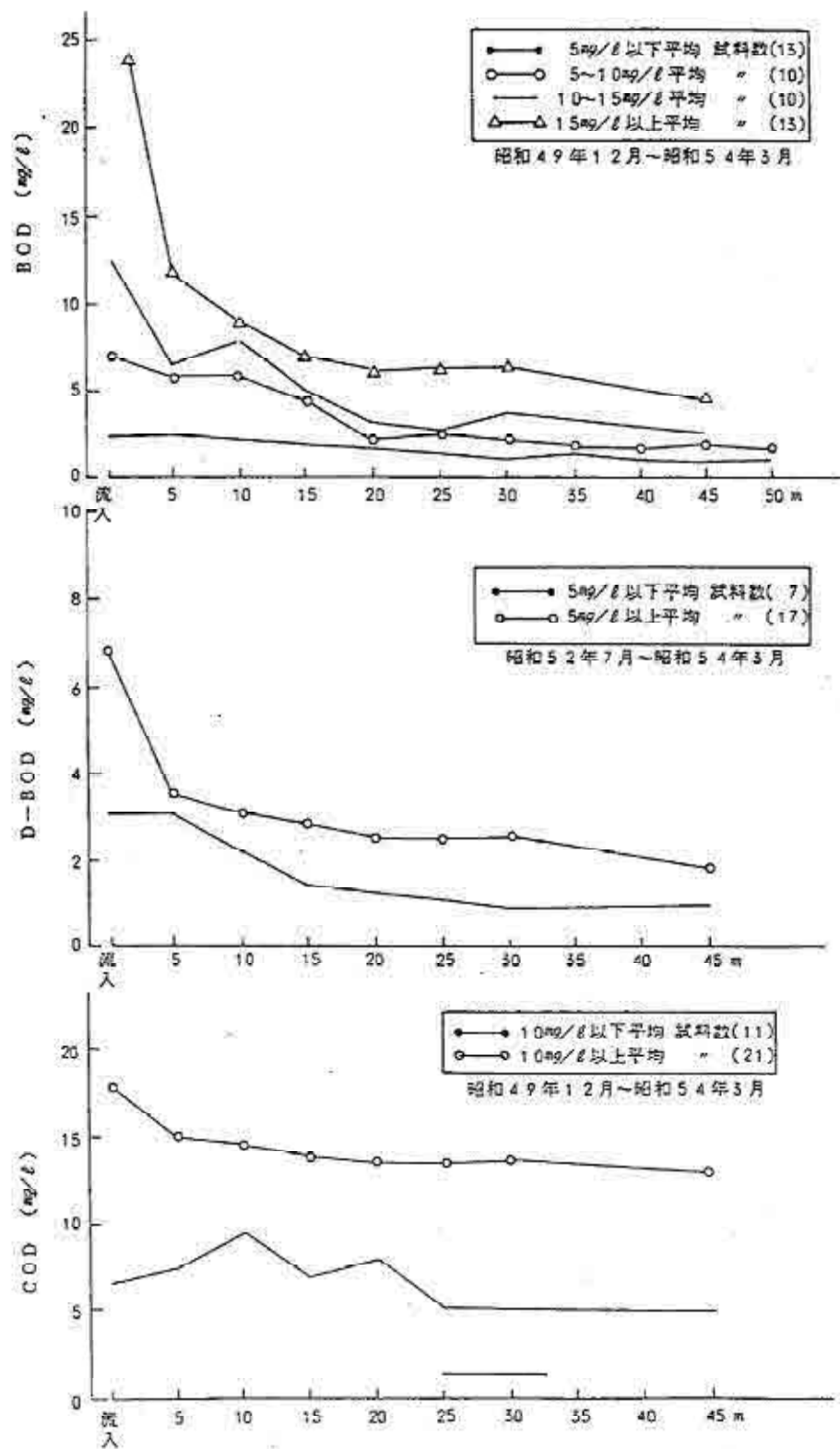


図-30 礫間接触酸化実験施設における流下方向の水質変化

< 参考 - 1 > 多摩川浄化実験の実験施設諸元と実験条件

礫間接触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)
- ・ 礫間接触酸化槽 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)

充填礫の組成

実験施設の充填材は多摩川河川敷にある礫で直径5から120mmの大きさのものをふるい分けしたものである。充填した礫の粒径組成を表-19に示す。なお、実験開始当初の空隙率は35.4%であった。

表-19 礫の粒径組成

項 目	値	項 目	値
最 大 粒 径	120mm	1 0 % 粒径	28mm
6 0 % 粒径	55mm	均 等 係 数	1.96
3 0 % 粒径	38mm	曲 率 係 数	0.94

流入水量と滞留時間

流入水量は53～350 ㍻ /min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-20 流入水量と滞留時間

期 間	空隙率 (%)	通水量 (㍻/min)	滞留時間 (hr)	期 間	空隙率 (%)	通水量 (㍻/min)	滞留時間 (hr)
s49. 3. 7～ 8.15	35.4(49.1)	105	12	s52. 8.31～ 9. 4		204	4.7
s49. 8.15～s50. 1.21		210	6	10.13		105	9.1
s50. 1.22～ 2. 3		53	24	11.28、 11.29		54	17.8
2. 2 ～2.12		210	6	s53. 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
s50.11.11～S51. 7.28		350	3	7.26、 7.27	27.8(53.8)	158	6.2
s51. 8.24		53	24	10.25		129	7.5
9.30		145	8.7	12.19、 12.20		137	7.1
10.29		164	7.8	s54. 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
s52. 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				

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。

表-21 実験対象水と水質

	2 次処理水	八二カム 処理水	八二カム処理水 + 2 次処理水	八二カム処理水 + 沈殿下水	2 次処理水 + 沈殿下水
B O D (mg / ㊥)	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 - B O D (mg / ㊥)	-	3.5 (2.0 ~ 4.1)	4.9 (3.0 ~ 5.8)	7.1 (5.2 ~ 9.7)	7.29 (5.8 ~ 9.5)
C O D (mg / ㊥)	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)
S S (mg / ㊥)	3.0 (0 ~ 10.0)	-	5.3 (2.2 ~ 9.2)	14.5 (8.8 ~ 19.6)	15.8 (7.8 ~ 39.1)
N H ₄ - N (mg / ㊥)	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)
N O ₃ - N (mg / ㊥)	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 / ㊥)	-	-	23.8 (11.3 ~ 31.2)	22.5 (17.3 ~ 28.1)	24.1 (20.9 ~ 29.8)
P O ₄ - P (mg / ㊥)	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 / ㊥)	-	-	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) 曝気付礫間接触酸化の実験例

曝気付礫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-31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取り、縦軸は水質を示したものである。B O D、S S 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、B O D、S S は主に非曝気部で浄化が行われていることがわかる。B O D 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、N H ₄ - 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、N H ₄ - N の除去は曝気部で行われるものであるため、さらに N H ₄ - 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。

以上に述べたように、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る。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。

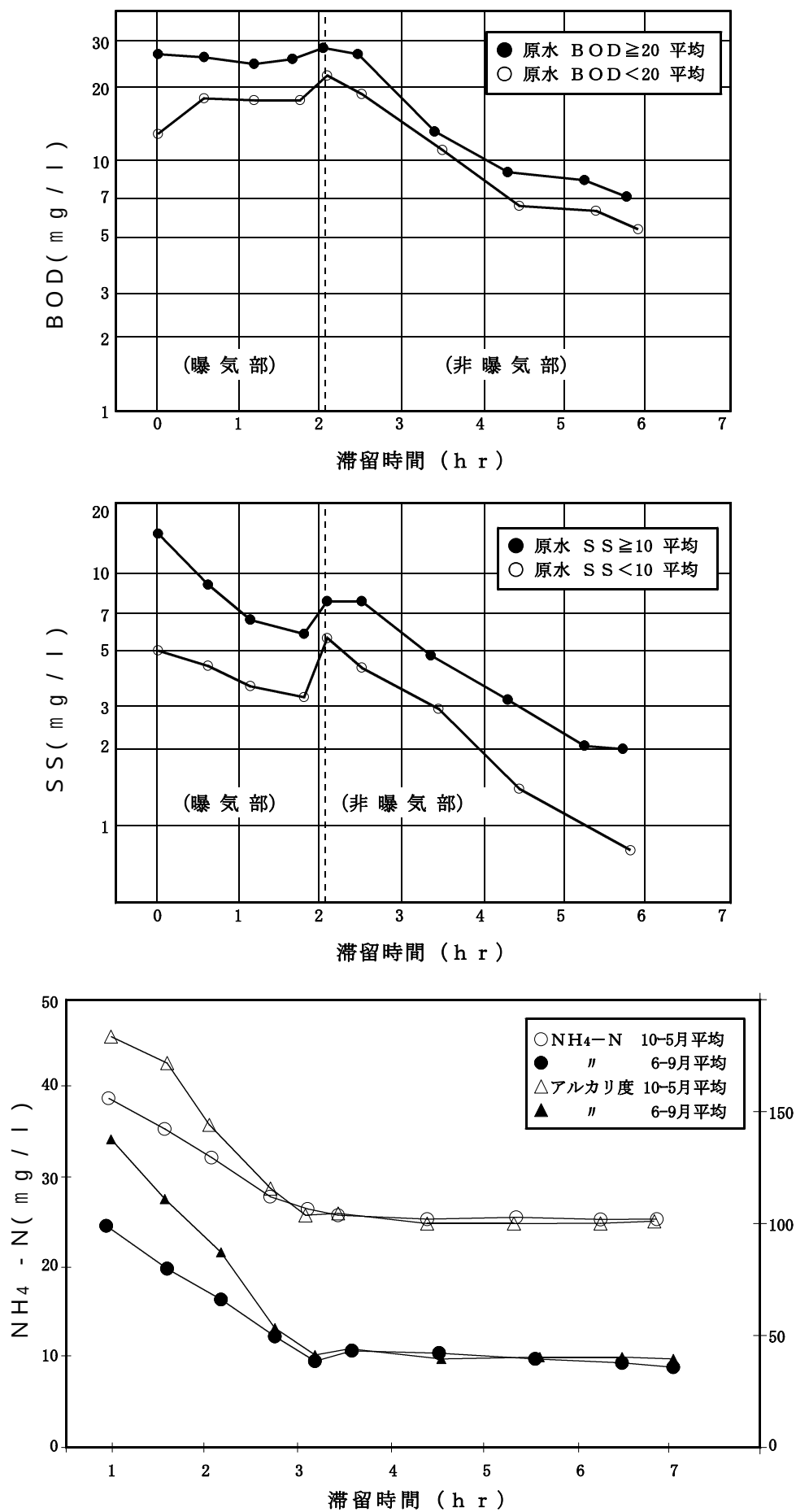


図-31 曝気付礫間接触酸化実験施設における流下方向の水質変化

(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に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。

礫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。

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（オキシデーションディッチ法）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。

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。

礫間接触酸化法、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

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、引抜頻度との関係

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量と逆洗頻度との関係
- c．除去SS量と逆洗による排出汚泥量との関係

(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。

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。

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

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。

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。

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

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。

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

生物処理による浄化手法に一般的に適用されている。

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。

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

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、オキシデーションディッチ法で利用されている。

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、高速土壌浄化法等、ろ過による浄化手法に適用される。

設計条件の決め方

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-32、図-33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。滞留時間を長くすれば、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。

目標除去率または目標水質を達成するための設計条件

浄化効果の逓減する（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、すなわち「浄化効果の逓減する設計条件」で設計条件を決定することが望ましい。

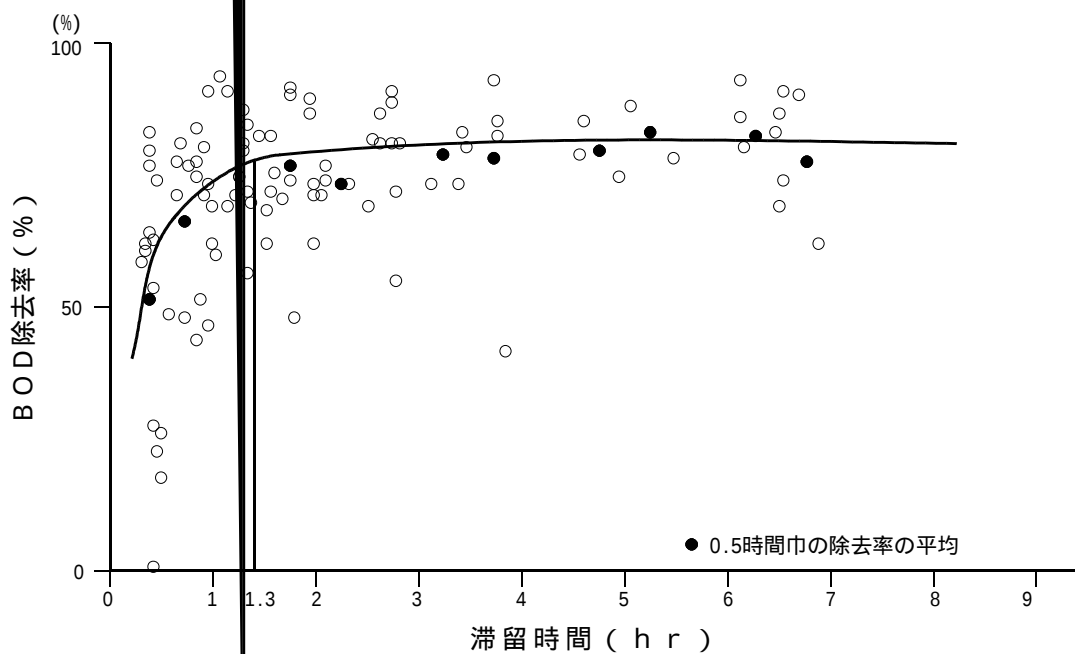


図-32 礫間接触酸化法の実滞留時間とBOD除去率の関係
(流入BOD濃度10mg/ℓ以上)

図-33
(注)

(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。

礫間接触酸化、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）

礫間接触酸化、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。

礫間接触酸化法における流下距離と水質との関係を図-30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と、汚泥貯留容量を確保するために深さが必要である。

汚泥貯留期間を考慮しながら、実験や実施設での事例で検討するとよい。

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、かつ、DOが十分に供給できる施設形状であることに留意が必要である。

ろ過による浄化手法

木炭浄化や高速土壌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。

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。

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SS、VSS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SS濃度水が流入する結果、汚泥堆積量が大幅に増加することがあるので、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SS調査を行い、その流出特性を検討するものとする）

野川の礫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】

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、浄化部と汚泥貯留部の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図-34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。

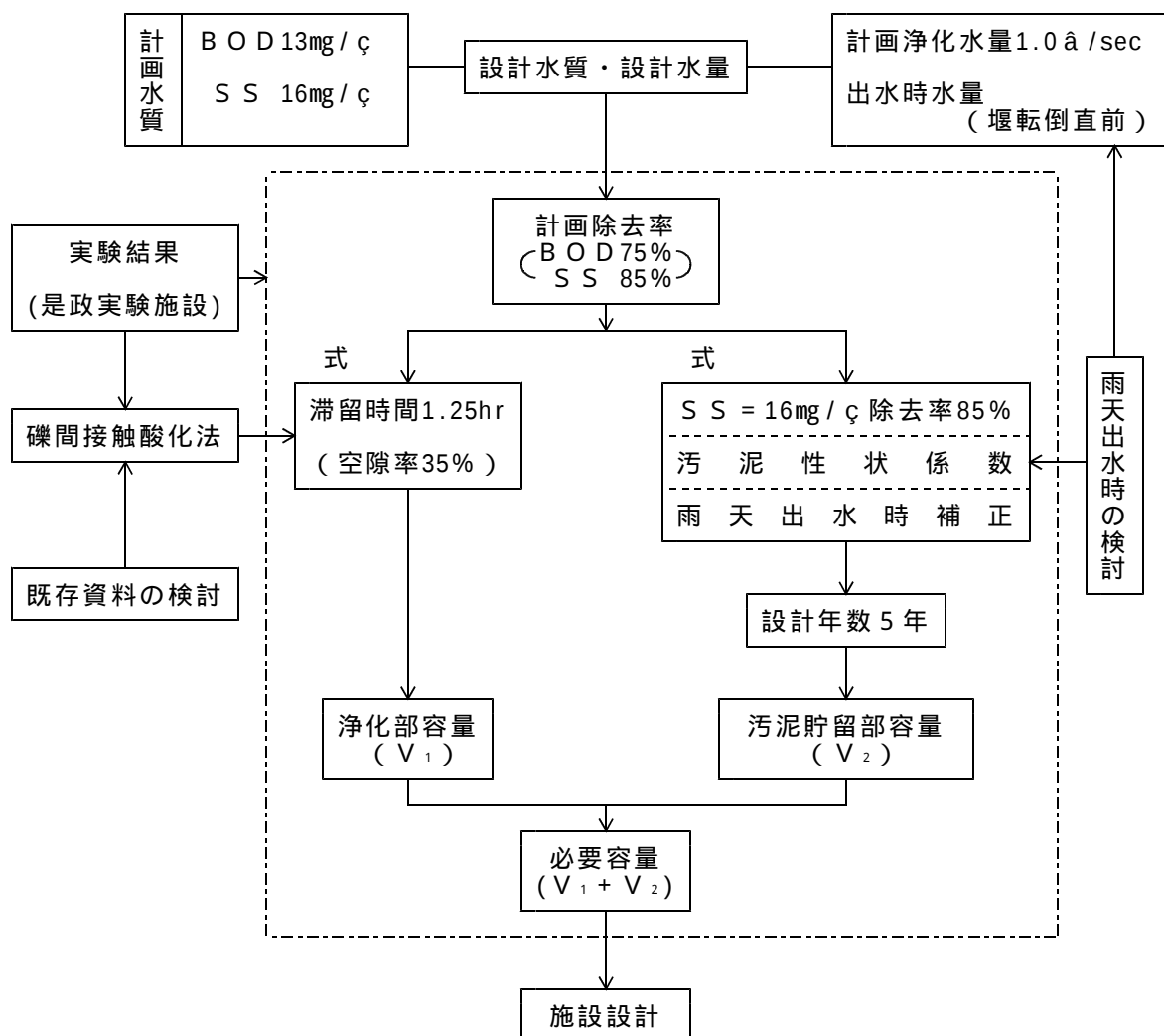


図-34 施設容量算定フロー

浄化部容量 (V_1)

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

Q : 処理水量 ($\hat{a}$ / 日)

T : 滞留時間 (hr)

a : 礫槽空隙率

汚泥貯留部容量 (V_2)

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

C : 晴天時平均流入 SS 濃度 ($mg / \hat{c}$)

f : 雨天時流入 SS 量補正係数

r : SS 除去率

α : 流入 SS の強熱減量

k : 有機性汚泥の分解係数

n : 礫間接触酸化槽の設計年数

W : 堆積汚泥の含水率

d : 堆積汚泥の比重

必要容積 (V)

$$V = V_1 + V_2$$

V_1 : 浄化部容量

V_2 : 汚泥貯留部容量

、 の算出に必要な計算諸元を表-22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-22 浄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 B O D 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 S S 濃度	c	16mg / ç	計画水質
雨天時流入 S S 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
S S 除去率	r	85%	目標除去率
流入 S S 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

、 の算定に表-22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-23に示した。これより浄化部が12,957 $\hat{a}$ で全体の約60%汚泥貯留部が7,524 $\hat{a}$ で全体の約40%である。

表-23 施設容量の計算結果

必要槽容量 ($\hat{a}$)	容 量 内 訳 ($\hat{a}$)
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、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 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。

6.2.3 浄化効果・諸元の決定

現地河川水を対象にした実験及び検討結果を検討し、各種浄化手法の適正な浄化効果、諸元の設計条件の決定を行う。

施設内での水質変化と水質浄化機能

水質浄化効率と堆積汚泥量の関係

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

適正な施設形状の検討

必要浄化施設容量（浄化部容量、汚泥貯留部容量）

充填材の種類、充填率

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。

なお、実験ができない場合には、各手法の標準的設計諸元と対象河川の特性及び実験解析をもとに検討を行う。検討方法は前項に示したとおりである。

7. 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参加した企業等の一覧

表-24、表-25は、建設省技術評価制度平成4年度公募課題「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」に参加した企業等とその浄化法の名称、浄化概要の一覧についてまとめたものである。

表-24 谷地川実験施設の浄化手法

No	浄化手法名 〔共同研究者名〕	浄化の原理	実験施設の寸法
	紫外線併用接触酸化法 〔岩崎電気〕	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
	曝気無しプラスチック材接触酸化法 〔東洋ゴム工業（株）〕	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
	木炭水質浄化システム 〔東洋工・サチ（株）〕	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
	バイオフィロア工法 〔日建工学（株）〕	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
	機能性材料を用いたろ過法 〔東亜建設工業（株）〕	機能性材料（ゼオライト、クリスタール等）を用いた多段型横流式サンドフィルター方式	槽本体 3800W×1200×2250H
	ISN 接触酸化法 〔石垣機工（株）〕	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
	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 〔帝人ロ・サイエンス（株）〕	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
	ECO - PIT システム 〔ビー・バイ・ビー（株）〕	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
	多孔板溝礫接触酸化法 〔協和エクシオ（株）〕	接触材と碎石による接触酸化法と、土壌微生物を利用する土壌浄化法の組合せ方式	槽本体 7000W×3000L×2000H
	礫間接触酸化方式 （開水路型） 〔建設省〕	礫を用いた接触酸化方式 （開水式、従来タイプ）	槽本体 18500W×1000L×800H
～	礫間接触酸化方式 （閉水路型） 〔建設省〕	礫を用いた接触酸化方式（礫径3種類） 〔礫間水路接触酸化（閉水路、改良タイプ）〕	槽本体（18500W×800L×800H）×3

表-25 大柏川実験施設の浄化手法

No	浄化手法名 〔共同研究者名〕	浄化の原理	実験施設の寸法
	高効率接触酸化法 〔(株)間組〕	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
	曝気付流離水質浄化法 〔アクアテック(株)〕	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
	木炭水質浄化システム 〔東洋工・リサーチ(株)〕	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 × 2000L × 1500H
	好気性ろ床法 〔(株)荏原製作所〕	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
	紫外線併用接触酸化法 〔岩崎電気〕	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
	曝気付紐状接触材 接触酸化法 〔共和コンクリート〕	紐状接触材を用いた槽内を硫化する接触曝気方式	槽本体 16000W × 1000L × 1000H
	高付加汚濁河川水の 効率浄化 〔ビー・ビー・ビー(株)〕 デンカエンジニアリング(株)〕	微生物吸着不布を用いた嫌気槽、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
	2系列並列接触曝気法 〔日建工学(株)〕	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 14186W × 2005W × 1550H
	多孔板溝礫接触酸化法 〔協和エクシオ(株)〕	碎石と接触材による嫌気・好気槽を交互に配列した循環型の接触曝気方式	槽本体 23000W × 3000W × 3560H
	曝気付礫間接触酸化法 〔建設省〕	曝気付礫間接触酸化法	槽本体 17000W × 2450L × 1750H