

湿地 (Wetland) を利用した排水処理について

ラグーンによる排水処理は、河口部に大規模なラグーン (池) を建設し、流域の排水を集約的に処理するもので、大規模なオキシデーションディッチとみなすことができ、アメリカ合衆国やオーストラリアで例がある。

ラグーンはもともと、河口部やマングローブ林帯の中などにみられる閉鎖的な池状の地形を指しており、日本でもある種の汽水湖や琵琶湖の内湖などは地形や機能の面からラグーンの一形態であり、湿地帯を伴うものと考えることができる。

湿地の水質浄化効果は近年世界中で注目されるようになっており、生態系の保護の観点で湿地の保全が重要視されることは言うに及ばず、非点源汚染の浄化を目的として、すでに機能が損なわれた湿地を回復することや新たに創造する試みが欧米を中心に実行されている。

中国鄱陽湖において流域の排水を処理するための概念としては、広大な面積、河道の変化、著しい水位変動等を考慮すると、上述のオキシデーションディッチの延長上にあるラグーン処理ではなく、欧米で実施されている非点源汚染の湿地処理の適用性が高いものと考えられる。

以下にその概要を示す。

(合衆国における湿地造成の主要な目的)

- 1) 排水処理
- 2) ミチゲーション (湿地回復)
- 3) 野生動物の生息地確保

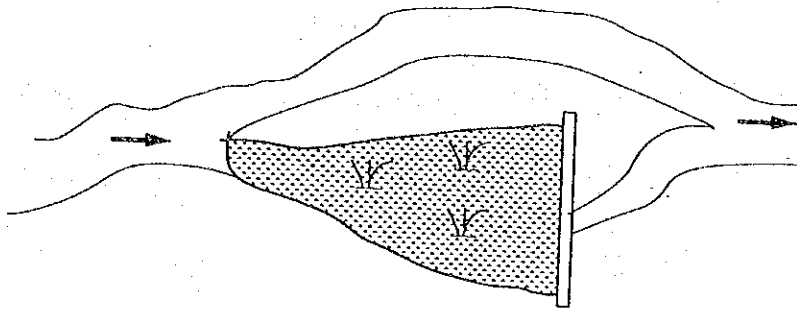
(非点源汚染対策としての湿地造成及び回復の原則)

- 1) 維持管理の最小化
- 2) 自然エネルギーの活用 (落差の利用)
- 3) 景観との調和
- 4) 複数の目標付加 (水質浄化と洪水防御)
- 5) エコトーン (推移帯) としての機能付加
- 6) 達成期間の長期的な猶予
- 7) 形態ではなく機能に配慮したシステム構築
- 8) 過剰な土木工事の抑止

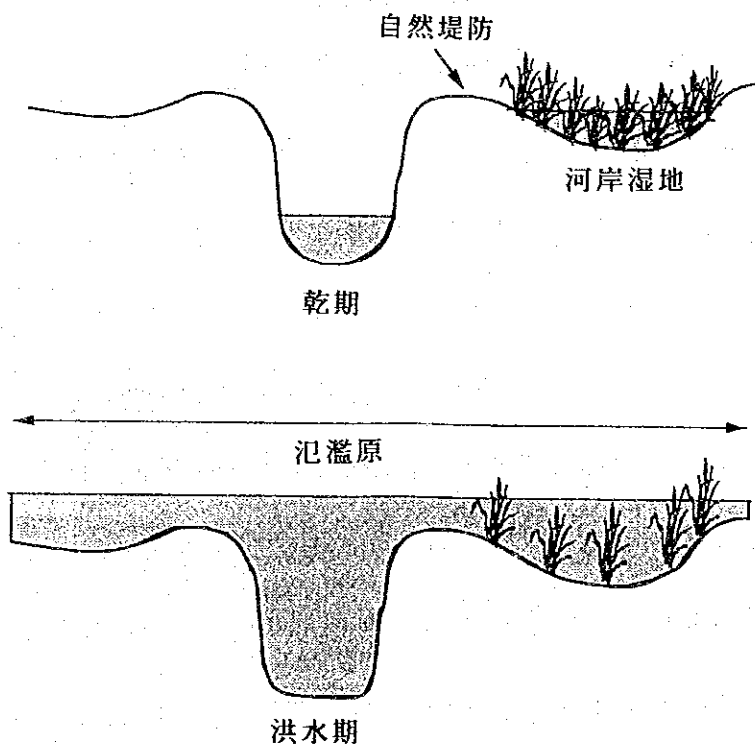
(湿地の配置)

1) 非点源汚染対策の河道内湿地の例

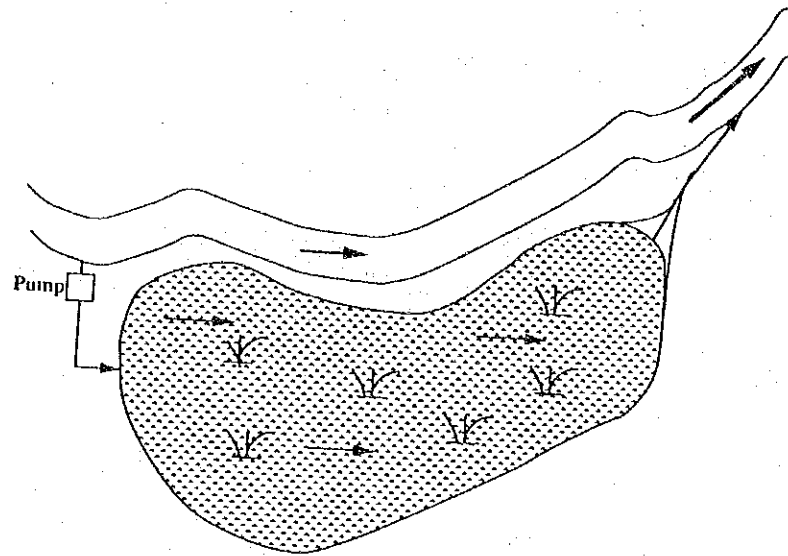
(A) 高水位時のバイパス



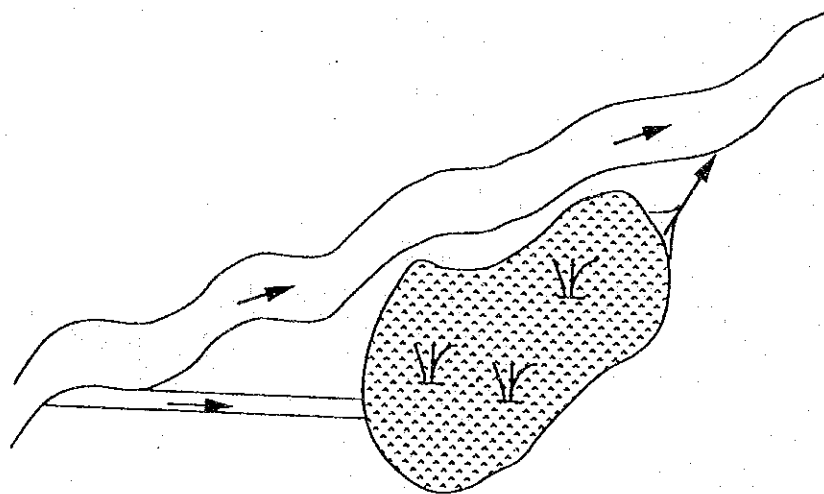
(B) 氾濫原の修復



(C) ポンプ利用



(D) 水位差による引き込み



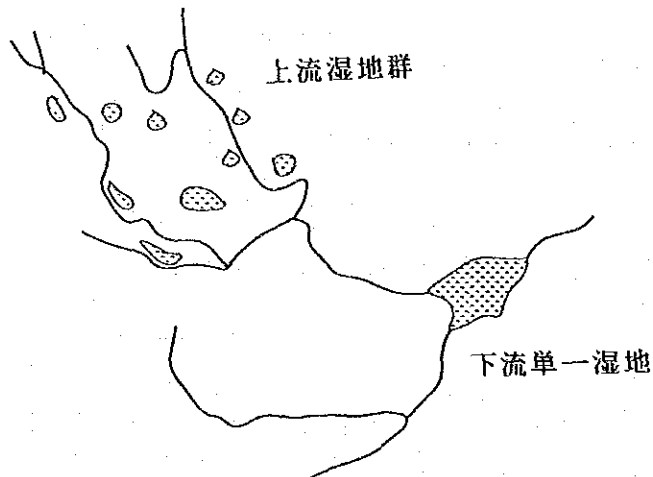
2) 湿地の上流設置と下流設置の選択

(E) 上流の湿地群と下流の単一湿地

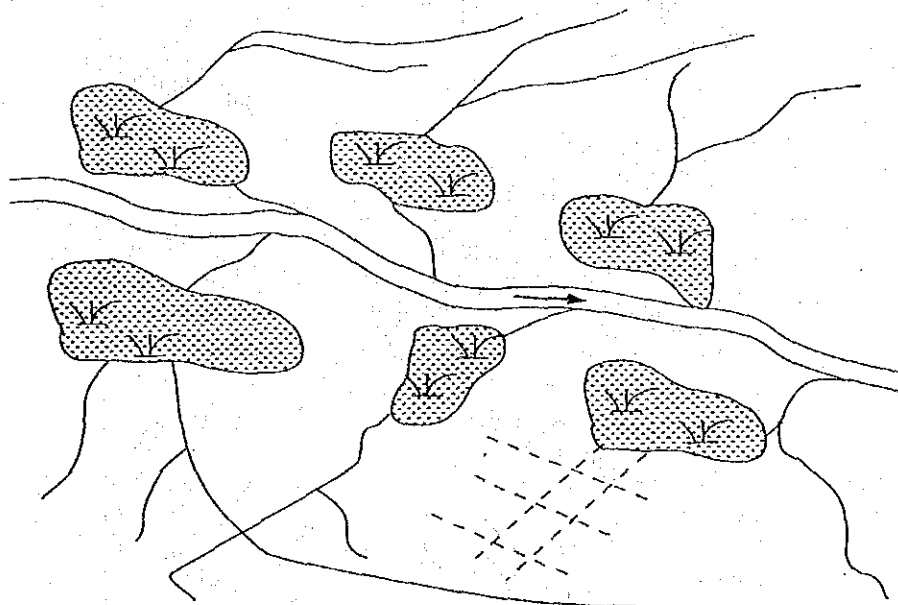
- ・コスト面では、下流に大きな湿地を造成するより流域内の小さな湿地を活用する方が有利
- ・洪水制御の面では、湿地の位置は下流ほど有効

(F) 支川流域や下水からの排水を本川流入前で受けるための湿地群

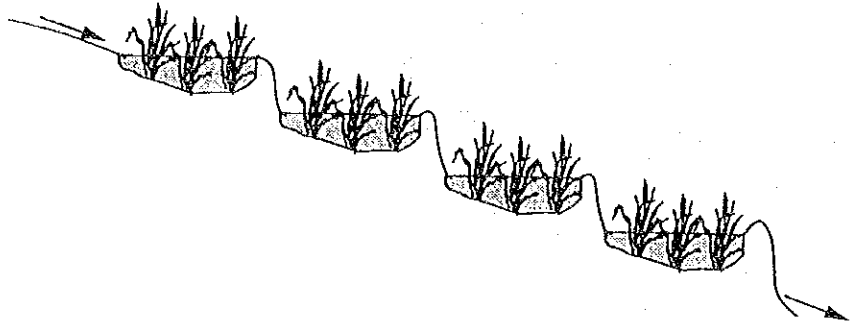
(E)



(F)



3) 急傾斜地での湿地の造成

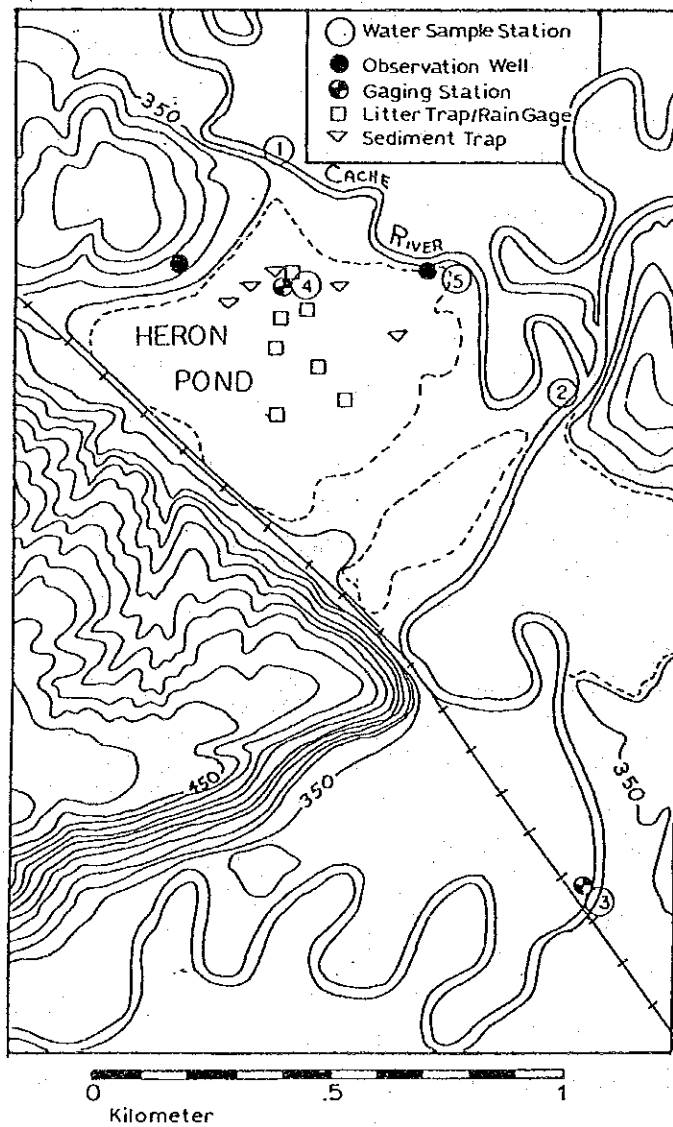


(事例)

1) イリノイ州のHeron Pond (天然湿地の修復地)

①池の規模……30ha

②効果……除去土砂量 447 g/m²/year, 除去リン量3.6 g/m²/year

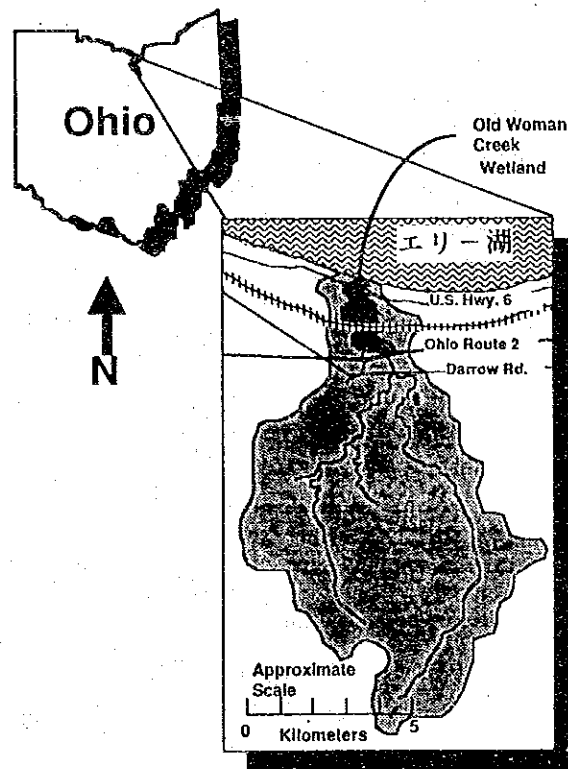


2) オハイオ州のOld Woman Creek (エリー湖沿岸部における天然の河道内湿地)

① 湿地の規模……面積約30ha、最大幅0.34km、水深はほとんど0.5m以下；場所によって3.6m

② 湿地の流域……面積68.6km²、大部分は農地

③ 湿地の効果……堆積速度が、1800年代の農地開発前で0.76mm/yr.に対し、現在では10mm/yr.



地面水環境質量基準

GB 3838-88

GB 3838-83に代わる

中華人民共和国《環境保護法（試行）》と《水質汚濁防止法》を実施し、水質汚濁を防止し、水資源を保護する目的で、この基準は制定された。

この基準は、中華人民共和国領内において、利用できるすべての河川、湖沼、ダムの地面水水域に適用する。

1、水域機能の分類

地面水水域の利用目的と保護目標により、水域を5つの類型に分類する：

I類 主に水源水と国家自然保護区に適用する。

II類 主に集中式生活飲用水水源地の一级保護区、貴重な魚類の保護区及び魚、エビ類の産卵場などに適用する。

III類 主に集中式生活飲用水水源地の二级保護区、一般の魚類の保護区及び水浴場に適用する。

IV類 主に一般の工業用水区及び人体が直接接触しない娯楽用水域に適用する。

V類 主に農業用水区及び一般の景観用水区に適用する。

同じ水域で幾つかの類型の機能を兼ねる場合、その最も高い機能によって類型を決める。季節により機能が変化するところでは、季節別に類型を決めることができる。

表1別紙参照

2、要求水質基準

この基準は異なる機能を持つ水域は異なる基準値を適用すると規定している。地面水の5つの類型の要求水質基準は表1に従う。

2.1 この基準を利用する場合、一回の瞬間測定値を使ってはならない。

2.2 基準値の中でどの一つの項目でも基準値を超えると、その水域の利用機能は保証されないことを意味する。

その被害程度の評価は、バックグラウンド値、水生生物調査データ及び関連の基礎資料などを参考に、総合的に行う。

3、基準の実施

3.1 各環境保護部局及び水資源保護部局はこの基準の実施、監督の責任を持つ。

3.2 各地方の環境保護部局は都市建設、水利、衛生、農業等の関連機関と協力し、流域又は水系の全体計画と水域の利用目的に基づき、所轄水域を機能別に分類し、それを省、自治区、直轄市の人民政府の許可を得た後、機能別の基準値に基づいて管理を行う。

3.3 水域の類型を指定する場合、現行の機能より低くしてはならない。現行の機能より低くする場合、技術的、経済的評価を行い、上級主管部局の許可を必要とする。

3.4 汚水の排出口のある混合区では、魚類の回遊通路及び近隣の水域の水質に影響しないようにしなければならない。

3.5 漁業水域の管理は、漁業行政部局がTJ35-79《漁業水質基準》に基づいて行う；生活飲用水の取水地点の管理は、衛生防疫部局がRGB5749-85《飲用水衛生基準》に基づいて行う。放射線物質の管理目標は、国家GB8703-88《輻射防護規定》に従う。

3.6 この基準は、地方の環境保護の要求が満たされない場合、省、自治区、直轄市の人

民政府は、当地方の補充基準を制定することができる。

4、水質の監視測定

4.1 サンプルング地点は、各機能区の代表的な位置に設置すべきである。

4.2 この基準の各パラメーターの検査分析方法は表2に従う。

地面水環境質量基準

(mg/l)

項番		I 類	II 類	III 類	IV 類	V 類
	基本的要求条件	全ての水は、人為的(非自然的)原因によって以下の物質を誘導してはならない。 a. 普通に沈澱ができ、悪い沈澱物を形成する。 b. 浮遊物、破片、かす、油類、その他不快を誘う物質 c. 悪い色彩、臭い、味、濁り d. 人体や動植物に対して、損害を与えたり、毒性又は有害な生理的影響を加える物質 e. 有害な水生生物を発生させるもの				
1	水温(°C)	人為的に引き起こされる水温の変化の限界は次の通りである。 夏季は、週平均最大温度上昇範囲は、1°C未満 冬季は、週平均最大温度上昇範囲は、2°C未満				
2	pH	6.5~8.5				6~9
3	硫酸塩*(SO4 ²⁻ 換算)	< 250以下	250	250	250	250
4	塩化物*(Cl ⁻ 換算)	< 250以下	250	250	250	250
5	溶解性鉄*	< 0.3以下	0.3	0.5	0.5	1.0
6	総マンガン*	< 0.1以下	0.1	0.1	0.5	1.0
7	総銅*	< 0.01以下	1.0	1.0	1.0	1.0
			漁場0.01	漁場0.01		
8	総亜鉛*	< 0.05	1.0	1.0	2.0	2.0
			漁場0.1	漁場0.1		
9	硝酸塩(N換算)	< 10以下	10	20	20	25
10	亜硝酸塩(N換算)	< 0.06	0.1	0.15	1.0	1.0
11	非イオンアンモニア	< 0.02	0.02	0.02	0.2	0.2
12	ケルダール態窒素	< 0.5	0.5	1	2	2
13	総磷(P換算)	< 0.02	0.1	0.1	0.2	0.2
			湖沼0.025	湖沼0.05		
			ダム0.025	ダム0.05		
14	過マンガン酸塩指数	< 2	4	6	8	10
15	溶存酸素	> 飽和率90%	6	5	3	2
16	化学的酸素要求量(COD _{Cr})	< 15以下	15以下	15	20	25
17	生物学的酸素要求量(BOD ₅)	< 3以下	3	4	6	10
18	ふっ化物(F換算)	< 1.0以下	1.0	1.0	1.5	1.5
19	セレン(4価)	< 0.01以下	0.01	0.01	0.02	0.02
20	全砒素	< 0.05	0.05	0.05	0.1	0.1
21	総水銀**	< 0.00005	0.00005	0.0001	0.001	0.001
22	総カドミウム***	< 0.001	0.005	0.005	0.005	0.01
23	クロム(6価)	< 0.01	0.05	0.05	0.05	0.1
24	総鉛**	< 0.01	0.05	0.05	0.05	0.1
25	総シアン化合物	< 0.005	0.05	0.2	0.2	0.2
			漁場0.005	漁場0.005		
26	フェノール**	< 0.002	0.002	0.005	0.01	0.1
27	石油類**	< 0.05	0.05	0.05	0.5	1.0
28	陰イオン界面活性剤	< 0.2以下	0.2	0.2	0.3	0.3
29	総大腸菌群*** (個/l)	<		10,000		
30	ベンゾ(a)ピレン*** (µg/l)	< 0.0025	0.0025	0.0025		

注) *地方の水域のバックグラウンド値の特徴に基づいて調整されている。

**公定分析(検定)方法の検出限界では基準の要求に達していない。

***試行基準

排水処理施設の概算見積もり

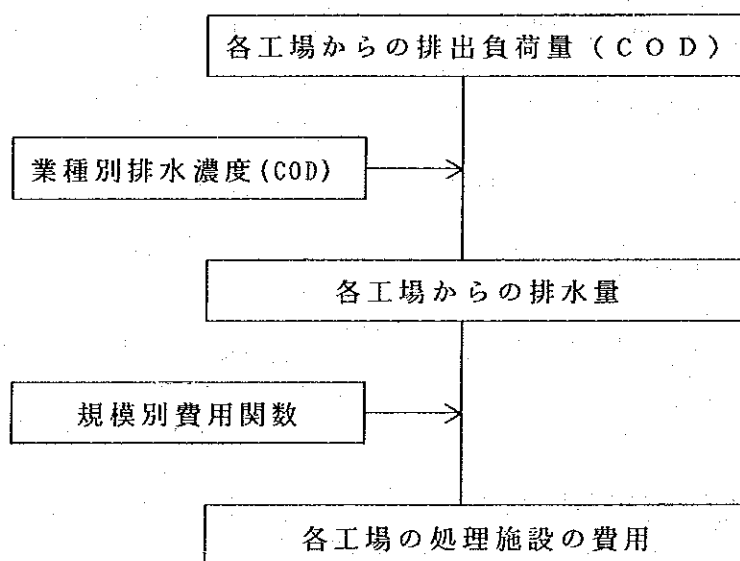
本調査の精度から、個々の工場、企業の状況にまで立ち入ることは出来ないので、一般的な排水処理施設を想定し、それを一様に適用した。

ヒアリングによると、中国における施設の建設費は同様のものを日本でつくる場合の3分の1とみなし得る。よって、ここでは日本における建設費を算出し、それを中国での建設費に換算する方法をとった。

現在、日本における産業排水等の処理は、排水基準の強化に伴って各種方法が採用されており、処理施設にかかる費用も相当高額になっている。同時に、産業排水等の処理では排水の水質濃度、水量の多少など、適用される排水基準値によって、 1m^3 あたりの処理単価が大幅に違ってくる。このような前提条件のもとでの概算をおこなう。

(1) 大規模工場の排水処理施設の概算

工場からの排水を処理するための概算費用は以下のフローに従って算出した。



1) 各工場からの排水量の算出

各工場からの排水量は、既知の各工場からのCODの単純将来排出負荷量と業種別のCODの排水濃度より算出した。

$$\text{排水量} = \text{排出負荷量 (COD)} \div \text{排水濃度 (COD)}$$

業種別排水濃度は、現地でのヒアリングで水質測定結果がある工場についてはその値を用い、測定結果のないものについては同業種の平均値を用い、さらに同業種の測定結果もないものについては日本の流総指針に基づいて業種の平均排水濃度を推定した。計算に用いた各業種の平均排水濃度を表-1に示す。

表-1 業種別平均排水濃度 (COD)

	業 種	平均排水濃度 (mg/l)	算出根拠
1 8	紙製品	300	流総指針
1 9	印刷	2,300	業種平均
2 0	化学	203	業種平均
2 2	プラスチック	340	流総指針
2 4	皮革	750	業種平均
2 6	鉄鋼	2,242	業種平均
3 1	輸送機	86	流総指針
9 9	その他機械	86	3 1と同じとした

2)費用関数

費用関数は、流総指針にある下水処理場の建設費の費用関数を参考にして求めた。この費用関数は処理方式別に求めた。その結果を表-2に示す。

表-2 規模別費用関数

COD排出負荷量 による 工場規模	処理方式	10,000m ³ /日 の処理施設費 (百万円)	費用関数*	備考
1 t 未満	簡易処理	200	$C = 37Q^{0.73}$	C : 百万円 Q : 千m ³ /日
1 ~ 5 t 未満	中級処理	750	$C = 140Q^{0.73}$	
5 t 以上	高級処理	970	$C = 181Q^{0.73}$	

3)処理施設の建設費

上記により求めた各工場の排水処理施設の建築費を表-3にまとめて示す。これより、大規模工場の排水処理施設の建設費は約466億円と算出された。

表-3

主要工場の排水量及び排水処理施設の建設費

業種	流域区分	工場名	負荷量(COD) <A> (kg/日)	排水濃度(COD) (mg/l)	排水量 <A/B*1000> (m ³ /日)	排水処理施設の 建設費 (百万円)
24	A 1	修水製紙工場	1,789	750	2,385	264
22	A 2	武寧纖維板製品工場	2,236	340	6,577	554
	-	小計	4,025	-	8,962	818
26	A 4	国営黎明製菓総工場	2,679	2,240	1,196	160
24	A 6	江西省国営大茅山製紙工場	17,937	750	23,916	1,837
24	A 7	万年県製紙工場	838	750	1,117	40
	-	小計	21,454	-	26,229	2,037
18	A 8	江西省玉山県糖工場	14,123	300	47,077	3,012
99	A 9	鉛山県永平銅鋸	2,923	86	33,988	1,837
24	A 9	横峰県製紙工場	1,458	750	1,944	227
24	A10	資溪県製紙工場	734	750	979	36
19	A10	鷹潭塔橋酒精工場	6,874	2,300	2,989	311
24	A10	江西省弋陽県旭光製紙工場	13,847	750	18,463	1,521
	-	小計	39,959	-	105,439	6,944
18	A13	東郷糖工場	3,274	300	10,913	801
20	A13	撫州市印染工場	2,008	203	9,892	746
24	A13	崇仁製紙工場	1,942	750	2,589	280
26	A13	撫州市第一製菓工場	1,737	2,240	775	116
20	A13	撫州市綿紡績工場	1,260	203	6,207	140
26	A13	江西磷肥工場	178	2,240	80	6
26	A13	撫州地区東郷化肥工場	5,638	2,240	2,517	275
26	A13	撫州市磷肥工場	458	2,240	205	12
20	A13	撫州市針績工場	332	203	1,636	53
20	A13	江西省撫州綿紡工場	430	203	2,118	64
	-	小計	17,257	-	36,931	2,493
18	A14	江西紅都精糖工場	8,173	300	27,243	2,020
24	A15	江西全南県製紙工場	8,290	750	11,053	809
18	A15	信豊精糖工場	7,745	300	25,817	1,503
24	A17	江西加南製紙工場	5,227	1,000	5,227	468
24	A17	江西加江製紙工場	23,723	5,900	4,021	500
18	A17	江西興国精糖工場	13,101	300	43,670	2,851
18	A17	江西第二糖工場	7,816	300	26,053	1,513
18	A17	江西第三精糖工場	4,997	300	16,657	1,091
22	A17	加州木材工場	4,151	340	12,209	870
24	A22	江西吉安製紙工場	88,616	972	91,169	4,879
24	A22	永豊製紙工場	10,781	750	14,375	1,267
19	A23	江西清江樟樹四特酒工場	24,274	2,300	10,554	1,011
24	A23	新干製紙工場	22,767	750	30,356	2,186
31	A23	新余鋼鉄工場	24,208	86	281,488	*11112
26	A23	江西省第二化肥工場	6,477	2,240	2,892	304
19	A23	宜春地区酒工場	4,027	2,300	1,751	211
24	A23	峡江県製紙工場	5,447	750	7,263	595
26	A25	江西天化水肥工場	10,299	2,240	4,598	551
	-	小計	280,119	-	616,395	22,629
24	湖区	江西製紙工場(加江)	43,175	295	146,356	6,893
18	湖区	江西味精工場()	58	300	193	11
19	湖区	南昌酒工場()	1,847	2,300	803	119
26	湖区	江西国薬工場()	14,389	2,240	6,424	704
26	湖区	江西アンモニア工場()	3,901	2,240	1,742	210
26	湖区	江西製菓工場()	5,803	2,240	2,591	281
20	湖区	江西綿紡績印染工場()	3,115	203	15,345	1,028
26	湖区	南昌市溶剤工場()	2,989	2,240	1,334	173
18	湖区	江西紅星葡萄糖工場()	2,937	300	9,790	740
24	湖区	江西虎山製紙工場(修水)	5,101	750	6,801	567
24	湖区	江西牟山製紙工場()	2,595	750	3,460	347
24	湖区	都昌県製紙工場(北部河川)	6,148	750	8,197	650
	-	小計	92,058	-	203,036	11,723
		合計	454,872	-	996,992	46,644

注) *:排水量は多いが、排水濃度が低いため、ここでは処理を行わないこととして合計には含んでいない。

(2) 郷鎮企業

郷鎮企業全体の将来COD排出負荷量と郷鎮企業の数より、1企業あたりの排出負荷量を算出し、さらにCODの排水濃度（造紙業がほとんどのため造紙業の値750mg/l）により、1企業あたりの排水量を求める。次に、この排水量から1企業あたりの排水処理施設の費用を算出し、これに郷鎮企業数をかけて求めた。

概算例（中級処理を適用の場合）

郷鎮企業数：	1,000と計算上仮定
全体のCOD排出負荷量：	237,051t/年（649t/日）
1企業あたりの排出負荷：	$649 \div 1,000 \times 1,000 = 649\text{kg/日}$
COD濃度：	750mg/l（造紙業の平均値）
1企業あたりの排水量：	$649 \div 750 \times 1,000 = 865\text{m}^3/\text{日}$
郷鎮企業全体の排水量：	$865 \times 1,000 = 865,000\text{m}^3/\text{日}$
1企業あたりの処理施設の費用：	$140 \times Q^{0.73} = 126\text{百万円}$
郷鎮企業全体の処理施設の費用：	$126 \times 1,000 = 125,935\text{百万円}$ = 1,260億円

(3) 生活系排水処理

下水処理施設の建設費は、下水処理対象人口に一人あたりの排水量原単位（200L/日・人）をかけ、処理水量を算出し、さらにこれに処理水量あたりの建設費単価（7.5万円/m³）をかけて算出した。算出結果を表-4に示す。

表-4 下水処理費用算出結果

普及率	人数	排水量(m ³)	費用(百万円)
40%	130872	27614.4	2071
	658772	131754.4	9882
30%	207935	41587	3119
	109675	21935	1645
	189688	37937.6	2845
	204420	40884	3066
	143673	28734.6	2155
20%	89691	17938.2	1345
	83934	16786.8	1259
	27359	5471.8	410
	85294	17058.8	1279
	246181	49236.2	3693
	37324	7464.8	560
	63951	12790.2	959
	12144	2428.8	182
合計	2298113	459622.6	34472

(4) 概算に用いた単価

以上の概算には以下の単価を仮定した。

1) 産業系排水処理

① 沈殿処理

排水量規模を10,000m³/日と仮定する。

コンクリート製で沈殿処理のみとした場合、

1m³あたり約30,000円必要なので、10,000m³/日の排水が10時間排出されると仮定すると、時間あたり1,000m³となる。沈殿時間3時間で処理し、除去率30%として処理施設を考えると、その施設費は

沈殿処理建設費 -- 30,000 × 3,000 = 90,000,000円

沈殿汚泥処理のための脱水施設として濾過面積200m²の濾過機が必要である。濾過面積1m²あたり400,000円と見込めるので、

濾過施設費用 ----- 80,000,000円

沈殿汚泥のかき寄せ施設費は 30,000,000円

となり、 合計 ----- 200,000,000円

となる。

なお、これに凝集沈殿が加わる場合には、上記費用の1割の20,000,000円が増えることとする。

郷鎮企業の場合の簡易処理施設は、コンクリート製としない場合を想定し、上記の沈殿処理のみとした場合の3分の1として積算した。

② 生物処理

生物処理で同規模を対象とした場合、施設容量が10,000m³必要となるので、

施設建設費(コンクリート工事の場合)

1m³あたり30,000円とすると 300,000,000円

機械設備費等一式 ----- 450,000,000円

合計 ----- 750,000,000円

となる。

これを参考に規模の異なる場合については、費用関数を求め適用した。

2) 生活系排水処理

生活系排水の処理では、規模の大小で1m³あたりに大分開きがみられる。一般的には、1m³あたり7.5万円程度が必要とみられる(規模が小さくなれば割高になってくる)。この内訳は、土木・建築費40%、機械設備費30%、電気系費30%となる。これは終末処理場のみの建設費であり、個別となる建設にあたっては管渠建設費は別途見込む必要がある。

参考；

* 化学処理(無機処理)の場合(シアン、クロム等の処理をさす)

排水量規模100m³/日で考えると

1m³あたり600,000円~700,000円が必要となる。

