

第9章 排水規制および水質保全対策とその成果

1. 河川水質保全のための排水の排出規制と排出基準

水質汚濁防止法は工場および事業場から公共用水域に排出される排水を規制し、水域の水質汚濁を防止することを目的としている。排水の規制には排水基準に基づく規制と水質総量規制とがある。前者は広く公共用水域に適用される一般的な制度であり、後者は特定の水域の水質を保全するための制度である（第11章参照）。排水規制は排水基準の設定と排水基準の遵守の強制によって行われる。前者では全国一律の排水基準（ナショナルミニマム）が国によって設定されているが、この一律排水基準では十分に水質汚濁の防止がはかれないと予想される水域では、政令に基づいて都道府県によって、一般排水基準よりもきびしい基準（上乘排水基準）を設定することができる。

水質汚濁防止法の前身である水質保守法では、排水の水質基準は指定水域についてのみ適用されたが、経済成長や産業の活発化によって水質汚濁がますます拡大進行することを恐れて、水質汚濁防止法では指定水域性を廃止して全国の公共用水域を対象とする一律の基準が設定された。

有害物質に関する一律排水基準のレベルについては、ほぼ水質環境基準のうち、人の健康の保護に関するものの基準値の10倍に設定されている（表9-1参照）。これは、排水の水質は、公共用水域へ排出されると、そこを流れる河川水等によって、排水口から合理的距離を経た公共用水域においては、通常少なくとも約10倍程度には希釈されるであろうと想定された結果である。この逆算により、公共用水域で水質環境基準は維持されるという判断に基づく。なお、この一律排水基準は排水水質の最大値で定めている。日平均値での設定と比較して、排水基準違反を容易に認定することができる。

一方、生活環境項目に関する一律排水基準のレベルは、BOD、CODおよびSSについては、一般の家庭下水を簡易な沈殿法により処理して得られる数値と同等に定められている。これは、規制対象外である一般家庭と同程度の濃度まで処理することが、事業者が負うべき最低限の責務としてふさわしいものであるとの考えに立つものである。生活環境項目に関する一律排水基準のうちBOD、CODおよびSSについては最大値に加えて日平均値でも定められている。したがって、いずれか一方に違反すれば罰則が適用されることになる。

前述したように、全国一律の排水基準では水質汚濁防止上不十分であると認められる水域については、都道府県の条例によって、より厳しい基準が設定されている。表9-2には神奈川県と滋賀県における上乘せ基準の例を示した。上乘せ基準が設定されていない項目については、一律基準が適用され、一部の項目についてのみ上乘せ基準が設定された場合は、それが一律排水基準全体に代替するものではない。神奈川県では水域によって異なる上乘せ基準を設定している。一律排水基準と比較して、カドミウム、鉛およびその化合物、6価クロムおよび全クロム、ヒ素およびその化合物、銅、亜鉛、溶存鉄、溶存マンガンなどの重金属に加えて、フッ素、有機態リン、n-ヘキサン抽出物、フェノール類に対して大幅な上乘せを実施している。BODおよびCODについては、最も厳しい水域では日間最大値が15mg/l、日平均値が10mg/lとなっている。一律基準には無いニッケルについても、排水基準値が指定されている。

滋賀県でもカドミウム、シアン、有機態リン、6価クロムおよび全クロム、銅、亜鉛、フッ素などに大幅な上乘せを実施しており、一律基準には無いホウ素およびアンチモンに対する排水基準値が指定されている。

2. 窒素およびリンに係る排水基準

2.1 湖沼における窒素およびリンの排水規制

1) 窒素およびリン規制の経緯

湖沼の富栄養化に伴う水質汚濁の改善および富栄養化の防止を図るために、従来のCOD等に関する環境基準に加え、栄養塩類、とりわけ富栄養化の要因物質である窒素・リンの水質目標を設定することが必要となり、昭和57年（1982年）12月に「水質汚濁に係る環境基準について」を改正し、湖沼に係る全窒素及び全リンの環境基準が追加設定された（第6章参照）。これに引き続き、窒素・リンの排水

基準についての検討が行われることになり、昭和58年（1983年）1月に環境庁長官から中央公害対策審議会に対し「窒素及び磷の排水基準の設定について」の諮問が行われ、昭和59年（1984年）9月に中央公害対策審議会から環境庁長官に対し「窒素及び磷の排水基準の設定について」の答申が行われた。この答申を受けて、水質汚濁防止法に基づく窒素・磷の排水規制の導入に向けて必要な検討が開始され、昭和60年（1985年）5月に「水質汚濁防止法施行令の一部を改正する政令」が公布された。その後、関連法令が順次制定、公布され、湖沼の富栄養化の防止を図るための窒素・磷の排水規制は昭和60年（1985年）7月から実施されることとなった。

表9-1 一律排水基準（単位：特に指定がない場合はmg/l）

水質項目	一律排水基準
カドミウム及びその化合物	0.1
シアン化合物	1
有機リン化合物	1
鉛及びその化合物	0.1
6価クロム	0.5
ヒ素及びその化合物	0.1
全水銀	0.005
アルキル水銀	検出されないこと
PCB	0.003
トリクロロエチレン	0.3
テトラクロロエチレン	0.1
ジクロロエチレン	0.2
四塩化炭素	0.02
1,2-ジクロロエタン	0.04
1,1-ジクロロエチレン	0.2
cis-1,2-ジクロロエチレン	0.4
1,1,1-トリクロロエタン	3
1,1,2-トリクロロエタン	0.06
1,3-ジクロロプロペン	0.02
チウラム	0.06
シマジン	0.03
チオベンカルブ	0.2
ベンゼン	0.1
セレン及び化合物	0.1
pH	5.8 ~ 8.6 河川及び湖沼 5.0 ~ 9.0 海域
BOD	160 河川及び湖沼
COD	160 海域
SS	200
ノルマルヘキサン抽出物 (鉱物油)	5
ノルマルヘキサン抽出物 (動植物油)	30
フェノール	5
銅	3
亜鉛	5
溶解性イオン	10
溶解性マンガン	10
クロム	2
フッ素	15
大腸菌群数 (/ml)	3000

表9-2 神奈川県および滋賀県における上乗せ排水基準の例

水質項目	神奈川県			滋賀県
	"A" 水域	"B" 水域	海域	
カドミウム及びその化合物	ND	/	/	0.01
シアン化合物	-	/	/	0.1
有機リン化合物	ND	0.2	0.2	ND
鉛及びその化合物	0.05	/	/	0.1
6価クロム	0.05	/	/	0.05
ヒ素及びその化合物	0.01	/	/	0.05
全水銀	/	/	/	0.005
アルキル水銀	/	/	/	ND
PCB	/	/	/	0.003
トリクロロエチレン	/	/	/	/
テトラクロロエチレン	/	/	/	/
ジクロロエチレン	/	/	/	/
四塩化炭素	/	/	/	/
1,2-ジクロロエタン	/	/	/	/
1,1-ジクロロエチレン	/	/	/	/
cis-1,2-ジクロロエチレン	/	/	/	/
1,1,1-トリクロロエタン	/	/	/	/
1,1,2-トリクロロエタン	/	/	/	/
1,3-ジクロロプロペン	/	/	/	/
チウラム	/	/	/	/
シマジン	/	/	/	/
チオベンカルブ	/	/	/	/
ベンゼン	/	/	/	/
セレン及び化合物	/	/	/	/
pH	/	/	5.8 ~ 8.6	6.0~8.5
	15 (10)	25 (20)	/	70~100* 50~80#
BOD	15 (10)	25 (20)	25 (20)	70~120* 50~80#
COD	35 (20)	70 (40)	70 (40)	90* 70#
SS	3	/	/	5
ノルマルヘキサン抽出物 (鉱物油)	3	5	5	20
ノルマルヘキサン抽出物 (動植物油)	0.005	0.5	0.5	1
フェノール	1	1	1	1
銅	0.3	3	3	10
亜鉛	0.3	1	1	10
溶解性イオン	0.1	/	/	0.1
溶解性マンガン	0.8	/	/	8
クロム	/	/	/	3000
フッ素	0.3	1	1	/
大腸菌群数 (/ml)	/	/	/	2#
	/	/	/	0.05#

ND: 検出されないこと

- : 神奈川県条例で排出が禁止されている

() : 日平均値

(Ni): 神奈川県条例で規制されている。

*日排水量 30~50m³/日以上に適用。 #: 日排水量 50m³/日以上に適用

2) 窒素・リン排水規制の対象湖沼の考え方

排水規制の対象水域は、富栄養化しやすい湖沼及びこれに流入する公共用水域とし、富栄養化しやすい湖沼の判定は、水の滞留の程度を主要な指標とし、ダムの実態等の条件をも加味して行うこととされた。また、窒素とリンの排水基準の適用湖沼に関しては、わが国の湖沼のなかには藻類増殖にとって窒素及びリンの両者が制限的になっている湖沼と、リンのみが制限的となっている湖沼が存在するものと考えられることから、リンの排水基準は富栄養化しやすい湖沼のすべてを対象とし、窒素の排水基準は藻類の増殖にとって窒素が制限となっていると判定される湖沼を対象としている。窒素の排水基準が適用される湖沼の判定基準は、水中の窒素／リン比が20以下でかつ、リン濃度が0.02mg/l以上である湖沼とし、これ以外の湖沼においては、個別の検討結果に基づいて、窒素が制限的であることが判明したものである。

窒素およびリンを栄養源として藻類が増殖するためには、藻類の成長に必要な一定の期間を要する。このため、富栄養化しやすい湖沼は一定期間以上、湖沼内に水が滞留することが条件となる。いかにいけば、水の循環が速く河川のように流れている湖沼においては、藻類等が増殖する以前に水とともに流れ去り増殖が生じないのである。この一定期間の滞留の判定基準としては、藻類（植物プランクトン）の生息が認められる湖沼は水の滞留日数が3～4日以上あること、また、富栄養化による問題の発生率が滞留日数3～4日に相当する年間回転数100回を境として、これ以上では急激に低下することから、主として年間回転数を用いることが適当とされている。年間回転数とは湖沼の水が年間に入れ替わる回数を示したものであり、年間の日数365日をこれで除せば平均滞留日数となる。

2.2 海域における窒素およびリンの排水規制

東京湾、伊勢湾、瀬戸内海等の内湾・内海においても、窒素およびリンの流入の増加に伴い、植物プランクトンが著しく増殖し水質が悪化するなど、いわゆる富栄養化が進行している水域が見られ、赤潮や青潮の発生に伴う漁業被害をはじめとする様々な影響が生じている。このような状況を改善し、海域環境を保全するためには、これまでの有機汚濁物質の削減に加えて、富栄養化の原因物質である窒素およびリンの濃度を抑制する必要がある。このため平成5年8月に海域の窒素およびリンの環境基準および排水基準が設定され、排水基準については平成5年10月から適用されている。

2.3 窒素・リンの排水基準

(1) 一般排水基準

一般排水基準の具体的な数値設定に当たっては、し尿と台所等から排出される雑排水を合わせて処理しているもののうち処理の程度がもっとも低いと考えられる下水道の沈殿法によって得られる濃度としている。窒素およびリンについても、従来の生活環境項目の排水規制の考え方を踏襲し、一般排水基準は一般家庭汚水を沈殿処理した後に含まれる窒素及びリンの濃度と同程度の許容限度として定めるという考え方に立って、窒素が120mg/l（日間平均60mg/l）、リンが16mg/l（日間平均8mg/l）とされた。

(2) 暫定排水基準

一般排水基準は、特定施設を有するすべての特定事業場に対して適用されることが原則ではあるが、直ちに一般排水基準への対応が困難な業種等については、一定期間適用される暫定的な排水基準を定めることとすべきであるとされている。富栄養化しやすい湖沼及びこれに流入する公共用水域に排水を排出する事業場においては、窒素については約40業種、リンについては約50業種が暫定基準の対象となった。これらの業種はいずれも有機物として原料中に含まれる窒素およびリンにより排水が高濃度であるもの、または製造工程において硝酸、リン酸等の薬品を使用もしくはこれらの薬品を製造することにより排水が高濃度となるものであり、業態の規模が小さく対応が困難なものまたは施設の改造に一定期間を要するものである。また一般、暫定基準とも、既設の事業場については排水規制の実施をスムーズに行うため6カ月または1年間の適用猶予期間を設けるべきことが述べられている。

一方、上記した閉鎖性海域に直接あるいはこれらに流入する公共用水域に排水を排出する事業場に

対しても、一般排水基準に対応することが著しく困難と認められる一定の業種に該当する事業場については、施行の日（平成5年10月1日）から5年間に限って、一般排水基準よりゆるい暫定排水基準が適用されている。暫定基準値は業種によって異なる。

(3) 排水基準の適用条件

水質汚濁防止法の排水基準は、その違反に対して直ちに罰則が適用される直罰主義が採用されたことに関連もあり、原則的には排出水の汚染状態の最大値で定めている。すなわち、排出水の汚染状況は一瞬たりとも排水基準で定めた最大値の許容限度を超えてはならない。最大値に加えて日間平均値の排水基準も定められており、1日の操業時間のうち操業開始直後と操業終了直前の排出水が排出されている時点を含め、3回以上測定した結果の平均値として取り扱うこととされている。この一般排水基準は一日当たりの平均的な排出水の量が50m³以上である特定事業場を対象としている。

(4) 上乘せ基準

湖沼に係る窒素及び磷の上乗せ排水基準の設定については、当該湖沼に環境基準の類型指定を行った上で、適切に行う必要があるとしている。さらに、湖沼に係る窒素及び磷の発生原因は多岐にわたっていることから、湖沼における窒素及び磷の濃度を効果的に抑制するためには、水質汚濁防止法の排水規制と規制対象以外の発生原因に係る対策とをあわせ、湖沼の富栄養化対策の総合的推進を図ることが必要であるとされた。表9-4に窒素および磷に係る滋賀県における上乘せ基準を示した。一律の排水基準は窒素は最大値が120mg/l、日間平均値が60mg/lであり、磷についてはそれぞれ16mg/lおよび8mg/lであることから、厳しい上乘せ基準が設定されている。

表9-3 滋賀県における窒素および磷に係る上乘せ基準

項目	区分	上乘せ条例および富栄養化防止条例					
		既設			新設		
排水量(m ³ /day)		30-50	50-1000	>1000	30-50	50-1000	>1000
窒素	食料品製造業	25	20	15	20	12	10
	弁当製造業	30	25	20	25	20	20
	繊維工業	15	12	10	12	8	8
	化学工業	12	10	8	10	8	8
	ゼラチン製造業	20	15	12	15	10	10
	その他の製造業	15	12	8	12	8	8
磷	食料品製造業	4	3	2	2	1.5	1
	弁当製造業	5	5	3	4	3	2
	繊維工業	2	1.5	1	1.2	0.8	0.5
	化学工業	2	1.5	1	1.2	0.8	0.5
	ゼラチン製造業	2	1.5	1	1.2	0.8	0.5
	その他の製造業	1.5	1.2	0.8	1	0.6	0.5

3. 下水道放流に関する基準

終末処理場を設置している公共下水道および流域下水道は公共用水域から除外されている。これらの下水道に水を排出するには排水基準の適用はないが、下水道終末処理場は水質汚濁防止法の特定施設とされ、排水基準や総量規制基準等の適用を受け、下水道からの放流水の水質基準が定められている。

現在の下水道の終末処理場の処理方式は、活性汚泥法を中心とした生物処理であり、カドミウム、シアン等の有害物質を含む排水を処理することは困難である。これらを含む排水については各事業場で事前に処理した上で下水道に放流する必要がある。

下水道の水質の基準は健康項目と生活環境項目のうち終末処理場での処理が困難なものについては

政令で定めるが、それ以外のBOD、SS等については政令で定める基準にしたがって条例で定めることになっている。前者の政令で定める基準値に対しては上乘せを行うことができる。下水道の下水の水質（下水道への放流基準）を表9-4に示した。

表9-4 下水道への放流基準

区分	水質項目	含有量率
大量産業排水	温度 水素イオン濃度 生物化学的酸素要求量BOD ₅ 浮遊物質 油脂類含有量 沃素消費量 フェノール類含有量 シアン含有量 クロム含有量	40℃未満 pH=5.7～8.7 300mg/l未満 300mg/l未満 50mg/l未満 220mg/l未満 50mg/l未満 2mg/l未満 3mg/l未満
一般排水	温度 水素イオン濃度 生物化学的酸素要求量 浮遊物質 油脂類含有量 沃素消費量 フェノール類含有量	40℃未満 pH=5～8 600mg/l未満 600mg/l未満 300mg/l未満 220mg/l未満 100mg/l未満

4. 排水基準の適用と特定施設の指定

水質汚濁防止法によって規制されるのは、「工場及び事業場から公共用水域に排出される水の排出」の行為であり、一定の要件を備える污水又は廃液を排出する施設（特定施設）を政令で指定し、この施設を設置している工場又は事業場から公共用水域に排出される水、すなわち排出水の排出に対して規制を行う。この法律において「特定施設」とは、次のいずれかの要件を備える污水又は廃液を排出する施設である。

- 1) カドミウムその他の人の健康に係る被害を生ずるおそれがある物質として政令で定める物質を含むこと。
- 2) 化学的酸素要求量その他の水の汚染状態（熱によるものを含み、1)で規定されるものを除く）を示す項目として政令で定める項目に関して、生活環境に係る被害を生ずるおそれがある程度のものであること。

つまり、本法で規制対象とすべき排水を限定するに当たっては、まず、水質汚濁の原因となる污水または排水を定め、次にそれらを排出する施設を特定施設に指定し、その後に特定施設を設置する特定事業場が規制対象として特定される。

生活環境項目に関する一律排水基準は、1日当たりの平均的な排出水の量が50m³以上である工場又は事業場からの排出水に適用される。これに対して、有害物質の一律排水基準は、全ての特定事業場からの排出水に適用される。

上記したように全国一律の排水基準が設定されたが、1) 事業の規模に対して污水处理施設に著しく費用を要する業種（食料品製造、染色整理業、なめし皮製造業、毛皮製造業、へい獣取扱業等）、2) 当時の排水処理技術で一律排水基準の遵守が著しく困難であった業種（でんぷん製造業、石炭鉱業、非金属鉱業、非鉄金属製造業等）、3) 污水处理施設の設置および製造工程の改善に一定期間を要した業種（パルプ製造業、蒸留酒・混成酒製造業等）に対しては、生活関連項目についてのみ暫定基準が設けられ、一定の猶予期間の後、暫時一律排水基準へ移行している。有害物質については、全ての業種で一律の排水基準が施行と同時に適用されている。

表9-5特定施設指定の経緯と対象事業場

施行 年月日	特 定 施 設
47・ 10・1	<p>畜産農業又はサービス業の用に供する施設であって、次に掲げるもの</p> <p>イ 豚房施設(豚房の総面積が50平方メートル未満の事業場に係わるものを除く。)</p> <p>ロ 牛房施設(牛房の総面積が200平方メートル未満の事業場に係わるものを除く。)</p> <p>ハ 馬房施設(馬房の総面積が500平方メートル未満の事業場に係わるものを除く。)</p>
49・ 12・1	<p>紡績業又は繊維製品の製造業若しくは加工業の用に供する施設であって、次に掲げるもの</p> <p>イ のり抜き施設</p> <p>旅館業(旅館業法第2条第1項に規定するもの(下宿営業を除く。)をいう。)の用に供する施設であって、次に掲げるもの</p> <p>イ 厨房施設、ロ 洗たく施設、ハ 入浴施設</p> <p>科学技術(人文科学のみに係わるものを除く。)に関する研究、試験、検査又は専門教育を行う事業場で総理府令で定めるものに設置されるそれらの業務の用に供する施設であって、次に掲げるもの(注)</p> <p>イ 洗浄施設、ロ 焼き入れ施設</p>
51・ 1・3	(総理府令で定めるものとして専修学校を追加)
51・ 6・1	<p>水道施設(水道法第3条第8項に規定するものをいう。)、工業用水道施設(工業用水道事業法第2条第6項に規定するものをいう。)又は自家用工業用水道(同法第21条第1項に規定するものをいう。)の施設のうち、浄水施設であって、次に掲げるもの(これらの浄水能力が1日当たり1万立方メートル未満の事業場に係わるものを除く。)</p> <p>イ 沈でん施設、ロ ろ過施設</p> <p>中央卸売市場(卸売市場法第2条第3項に規定するものをいう。)に設置される施設であって、次に掲げるもの(水産物に係わるものに限る。)</p> <p>イ 卸売場、ロ 中卸売場</p>
54・ 5・10	<p>病院(医療法第1条第1項に規定するものをいう。以下同じ。)で病床数が300以上であるものに設置される施設であって、次に掲げるもの</p> <p>イ 厨房施設、ロ 洗浄施設、ハ 入浴施設</p> <p>一般廃棄物処理施設(廃棄物の処理及び清掃に関する法律第8条第1項に規定するものをいう。)である焼却施設</p>
57・ 1・1	<p>冷凍調理食品製造業の用に供する施設であって、次に掲げるもの</p> <p>イ 原料処理施設、ロ 湯煮施設、ハ 洗浄施設</p> <p>たばこ製造業の用に供する施設であって、次に掲げるもの</p> <p>イ 水洗式脱臭施設、ロ 洗浄施設</p> <p>一般製材業又は木材チップ製造業の用に供する湿式パーカー</p> <p>合板製造業の用に供する接着機洗浄施設</p> <p>パーティクルボード製造業の用に供する施設であって、次に掲げるもの</p> <p>イ 湿式パーカー、ロ 接着機洗浄施設</p> <p>新聞業、出版業、印刷業又は製版業の用に供する施設であって、次に掲げるもの</p> <p>イ 自動フィルム現像洗浄施設、ロ 自動式感光膜付印刷版現像洗浄施設</p> <p>自動車用タイヤ若しくは自動車用チューブの製造業、ゴムホース製造業、工業用ゴム製品製造業(防震ゴム製造業を除く。)、更正タイヤ製造業又はゴム板製造業の用に供する直接加硫施設</p> <p>医療用若しくは衛生用のゴム製品製造業、ゴム手袋製造業、糸ゴム製造業又はゴムバンド製造業の用に供するラテックス成型型洗浄施設</p> <p>空きビン卸売業の用に供する自動式洗ビン施設</p> <p>自動車分解整備事業(道路運送車両法第77条に規定するものをいう。以下同じ。)の用に供する洗車施設(屋内作業場の総面積が800平方メートル未満の事業場に係わるもの及び次号に掲げるものを除く。)</p> <p>産業廃棄物処理施設(廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行令第7条第1号、第3号から第6号まで、第8号又は第11号に掲げるものに限る。)のうち、国若しくは地方公共団体又は産業廃棄物処理業者(廃棄物の処理及び清掃に関する法律第2条第3項に規定する産業廃棄物の処分を業として行う者(同法第14条第1項ただし書きの規定により同項本文の許可を受けることを要しない者を除く。)をいう。)が設置するもの</p>
57・ 7・1	<p>地方卸売市場(卸売市場法第2条第4項に規定するもの(卸売市場法施行令第2条第2号に規定するものを除く。)をいう。)に設置される施設であって、次に掲げるもの(水産物に係わるもの)に限り、これらの総面積が1,000平方メートル未満の事業場に係わるものを除く。)</p> <p>イ 卸売場、ロ 仲卸売場</p>

表9-5に特定施設の指定の経緯をまとめて示した。水質汚濁防止法に基づいて昭和47年度から特定

施設の指定がはじまり各種事業場に加えて畜産施設、病院、研究教育施設、水道施設、産業廃棄物処理施設等が特定施設に指定されている。

5. 排水基準の遵守の強制

排出水の汚染状態を排水基準に適合させるための処置としては、(1) 特定施設の設置の届出、計画変更命令等による事前の予防措置、(2) 排水基準違反を直ちに処罰する直罰措置、操業中の特定事業場に対する汚水処理方法等の改善命令等の事後的な措置が規定されている。

1) 特定施設の設置前の措置

工場又は事業場内に特定施設を設置しようとする場合は都道府県知事に届け出なければならない。都道府県知事は汚水等の処理方法や汚染状態等を把握して、排水基準に適合しない排水が排出されると認めるときは、特定施設の設置等の計画の変更または廃止を命令することができる。

2) 排出水の汚染状態が排水基準に適合しない排水を排出してはならない。排水基準の違反の原因が汚水処理施設の構造面にあり、再び違反することが明白な場合は、都道府県知事は汚水処理方法等の改善命令を行うことができる。この改善命令等は排出水の排出一時停止、つまり事実上の操業停止を命令することができる。

加えて、事業者は排出水の汚染状態を自らチェックし、常に把握しておくために測定と記録の義務が課されている。これらの措置のフローを図9-1に示した。

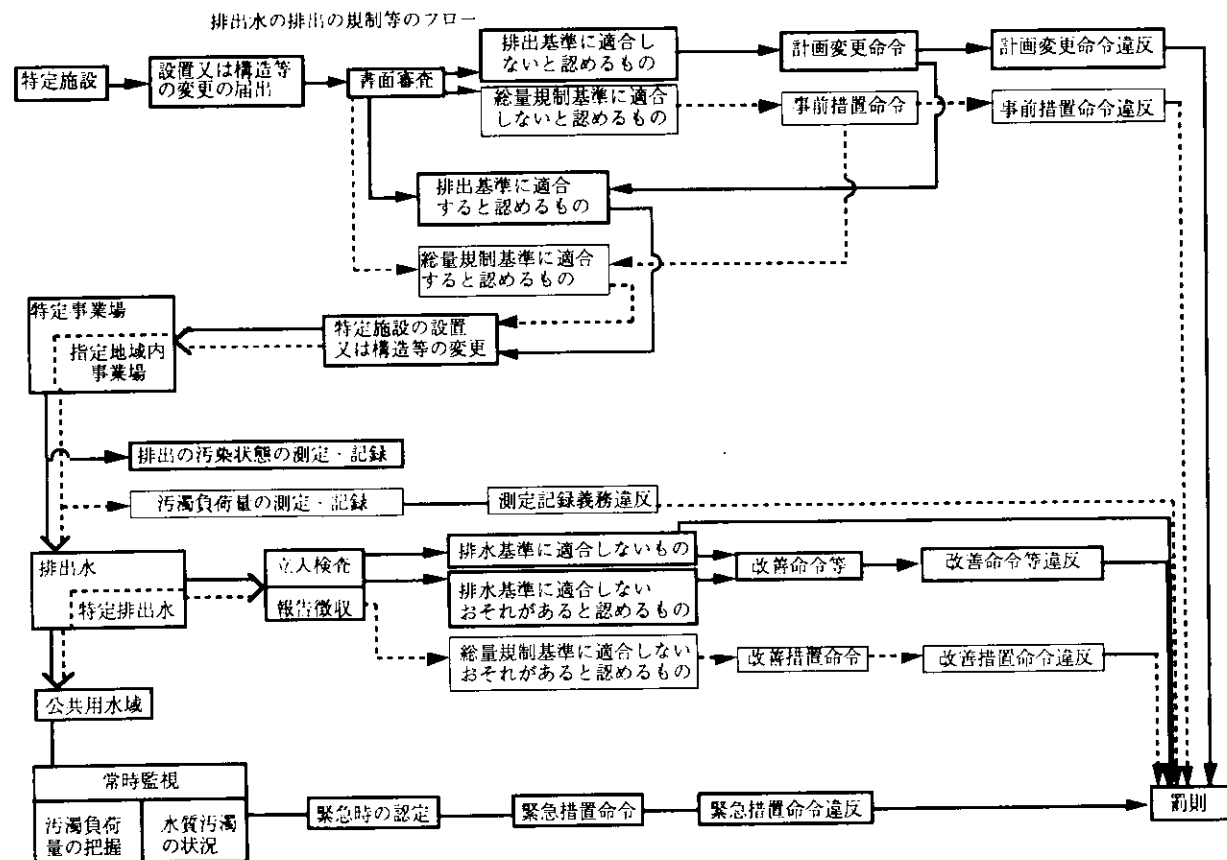


図9-1 排出水の排出の規制等の手続きおよび手順

6. 水質保全に係る各省庁の役割

公共用水域の水質汚濁防止については、環境庁に加えて他省庁もそれぞれの分野から役割を分担している。厚生省は水道水の水質保全に加えて、廃棄物とし尿の処理を担っている。通産省は鉱工業と

通商に係る監督官庁として、事業所の監督指導に加えて環境保全技術と環境への負荷を低減できる生産技術の研究開発を、運輸省は船舶の航行や港湾における活動による水質汚濁防止を、さらに建設省は下水道の建設・維持管理と河川の水理の管理をそれぞれ担当している。農林水産省も農業、林業および水産業の保全と発展の観点から水質汚濁防止に取り組んでいる。

7. 地方自治体による水質保全のための活動

地方自治体は水環境保全に大きな役割を果たしている。前述したように都道府県は全国一律の排水基準に対して、政令の定めにしたがってより厳しい上乗せ基準を設定することができる。加えて特定施設への立ち入り検査を含む水質保全のための指導監督、公共用水域における水質監視等の活動を担っている。このような指導監督及び水質監視活動は都道府県に加えて、水質汚濁防止法の定める71の政令市によっても行われている。

神奈川県では県条例で一律排水基準よりも厳しい上乗せ基準（表9-2参照）を制定するとともに、排出水の総量規制に関する条例も制定し、県内全域の公共用水域及び地下水の水質モニタリングを実施している。水質モニタリング項目と頻度はそれぞれ表9-6および表9-7に示すとおりである。河川におけるモニタリング頻度は1日4回、6時間毎の採水による測定を年間に4回実施する。河川では流量や汚濁物質の日間および季節による変動があるためこの様な頻度が設定されている。一方、湖沼では日間の変動は大きくないので、季節による変動の測定のみが実施される。電子産業、新素材産業、バイオテクノロジー産業などを発生源とした各種化学物質による環境汚染を防止するために、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン等の公共用水域や地下水、土壌におけるモニタリング手法の開発研究も実施されている。

表9-6 水質監視項目

項目	項目
健康項目	カドミウム及びその化合物、シアン化合物、有機リン化合物 鉛及びその化合物、6価クロム、ヒ素及びその化合物、全水銀 アルキル水銀、PCB、トリクロロエチレン、 テトラクロロエチレン、ジクロロエチレン、四塩化炭素 1,2-ジクロロエタン、1,1-ジクロロエチレン cis-1,2-ジクロロエチレン、1,1,1-トリクロロエタン 1,1,2-トリクロロエタン、1,3-ジクロロプロペン チウラム、シマジン、チオベンカルブ、ベンゼン セレン及び化合物
生活環境項目	pH、BOD、COD _{Mn} 、SS、DO、大腸菌群数、ノルマルヘキサン抽出物、 全窒素、全リン
生活環境項目に含まれる項目	フェノール類、銅、亜鉛、溶存イオン、溶存マンガン、クロム、フッ素、ニッケル、ENP
その他の項目	アンモニア性窒素、亜硝酸、硝酸、リン、塩素イオン、塩類、1,1,1-トリクロロエタン、陰イオン性活性剤、クロロフィル a
物理的項目	天候、前日の天候、水深、試料採取水深、水量、流向、大気圧 気温

地方自治体における上記以外の水環境保全の取り組みとして以下の項目があげられる。

- 1) 水質汚濁防止法および関連する県条例に基づく事業所排水の規制・指導、
- 2) 流域下水道および終末処理場の建設と維持管理
- 3) 水道水源である相模湖の富栄養化（カビ臭発生）防止のための湖水のぼっ気
- 4) 運河・水路等の水質改善
- 5) 電子工業等先端産業による水質汚濁防止

公共用水域に排出水を排出している事業場は水質汚濁防止計画と対策を報告することが求められている。環境科学センターは報告書に記載された内容を検討するとともに、事業場の立ち入り調査を実

施し、その後に公共用水域への排水の排出すなわち操業が許可される。排水基準の違反に対しては処分および指導によって違反事項の改善を求めてきた。

表9-7 水質監視の頻度（神奈川県における例）

観測対象	頻度
河川	4回/日（6時間毎）、12日/年
湖沼・海域	1回/日、12日/年

8. 特定事業場への指導監督と公害防止管理者の設置

指導等の実施においては、まず対象事業場への立ち入り調査を行い、作業工程での水使用の状況、工程水の汚濁状況、排水処理施設があればその状況、排水の水質及び負荷量について、その概要を把握する。さらに、必要に応じて、その業種や事業場の排水特性を明らかにし、排水処理技術の適応性を検討するため、精密調査が実施される。精密調査においては、水量及び水質の経時変化も測定されることが多い。

これらの調査結果にもとづき、当該事業場の汚濁負荷量削減の指導、助言を行っている。すなわち、作業工程における原材料の見直し、排出の少ない製法や設備への転換、水使用の改善、濃厚排水の回収、固形物（ゴミ）の排水からの分離など工程内での排出抑制について、事業者理解、納得させ、実行させている。そのような排出抑制は技術力のある大規模事業場では多くが実施しており、技術指導が適切であれば、小規模事業場でも実施しやすく、かつ著しい効果を上げうる可能性が大きい。

また、排水処理施設の設置が必要であるならば、適切な処理方法を提示したり、事業者の相談に答えている。同時に、なるべく安価で現実性のある簡易な処理方法も、次善の策として用意し、排水処理施設の設置が不可能であっても、それに替わる汚濁負荷量削減方策を指導している。

排水処理等の実施後も、地元各市町村及び保健所の継続した指導、助言が行われている。小規模事業場の事業者は排水処理に関しては知識に乏しいことが多く、また維持管理費用の節減を行うため、せっかく設置した処理施設が、有効に利用されなかったり、放置されてしまう事例もみられることから、このような点は特に注意が必要である。

水環境保全のためのこの様な指導・監督を円滑に行うことと、事業場内での自主的な水質汚濁防止の取り組みを促進することを目的として、特定施設を有する事業場には公害防止管理者が設置されることになった。公害防止管理者は政府（通産省が所管）が実施する試験に合格する必要がある。公害防止管理者の役割は、排水の水質が基準を満足するように事業場における水質管理（環境管理）の指導を行うことである。県は公害防止管理者の知識および技能の向上を目的として、講習会を実施している。

9. 生活系排水対策

9.1 生活廃水処理方式

一般家庭および事業場等から発生する排水の収集・処理システムを表-7に示した。日本における排水の収集・処理システムは公共下水道（流域下水道、農漁村集落下水道等を含む）、コミュニティープラント、合併処理浄化槽、単独処理浄化槽、し尿のくみ取りによる処理施設である。

日本国内における下水道システムは、合流式と分流式に大別され、近年では分流式が主流となっている。下水道に流入した水は、大雨などにより流入水が受け入れ許容限度を越えた場合を除いて、ほとんど全て終末処理場において処理されてから公共用水域に放流されている。終末処理場で採用されている処理方式はほとんどが活性汚泥法を主体とした生物処理である。小規模な下水の終末処理施設では、活性汚泥法に代えてオキシデーションディッチが導入されている場合もある。散水濾床方式は昭和30年代から40年代にわたって、小規模な処理施設で建設されたが、処理水質が活性汚泥法に比較してやや劣ること、臭気や濾床ハエが発生することなどが嫌われて、次第に活性汚泥法に置き換わっ

ている。一部の処理場では回転円板法などの処理方式も利用されている。

表9-8 一般家庭及び事業場から排出される排水の収集と処理システム

排水収集・処理システム	一般家庭排水		事業場排水
	し尿	雑排水	
下水道	○	○	○
コミュニティープラント	○	○	×
合併浄化槽	○	○	×
単独浄化槽	○	×	×
くみ取りし尿の処理	○	×	×

○：処理対象、×：処理の対象としない

8.2 下水道普及率と下水処理経費

図9-2には下水道、浄化槽等の供用人口の推移を示した。くみ取りによるし尿の処理人口が減少する一方で下水道と浄化槽が普及し、水洗化率が大幅に上昇している。浄化槽については、し尿のみを処理する単独浄化槽に代わって、台所、浴場等からは発生する雑排水を含む家庭排水の全てを対象とする合併方式の浄化槽へと移り変わってきている。平成8年度には下水道普及率は54%に達しており、浄化槽の利用も含めると、トイレの水洗化率は80%を越えているものと推定される。

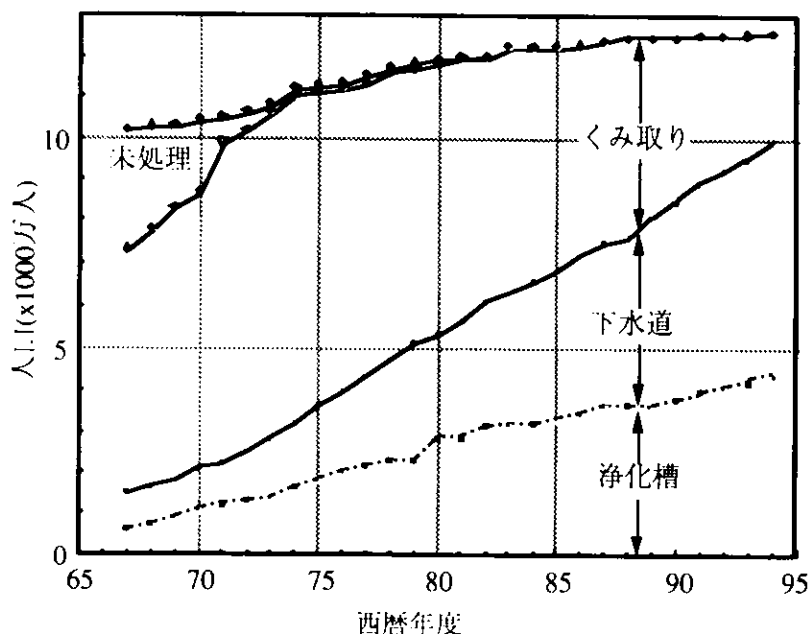


図9-2 下水道および浄化槽の普及

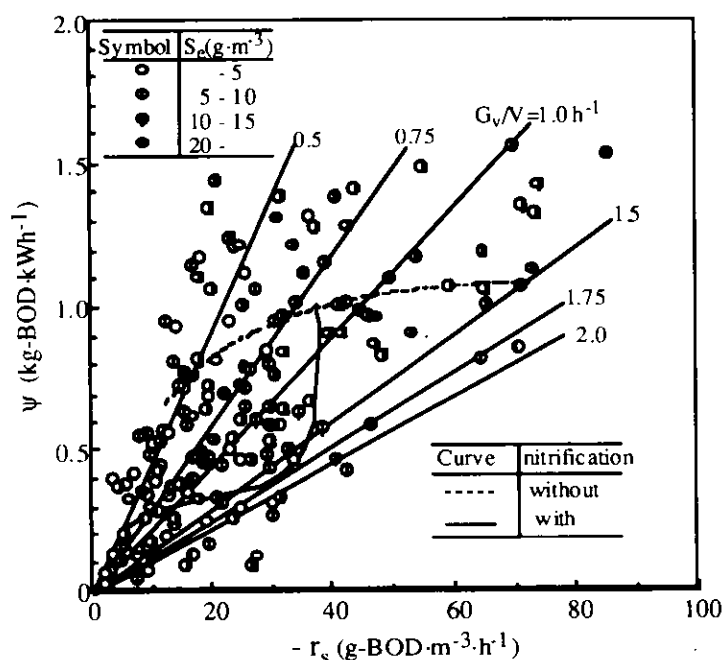
前述したように下水道の所管は建設省であり、5ヶ年後との国家計画として下水道の建設が進められている。最近の下水道整備5ヶ年計画における下水道の建設費と下水道普及率および下水道を供用することが可能になった人口の推移をまとめて表-8に示した。この表には、処理区域の人口一人当たりの下水道建設単価も併せて示した。国民総生産GNPの0.6%程度の子算が下水道建設に投入されている。一世帯当たりの家族構成員数を4人程度と仮定すると、一世帯当たりの下水道建設費は500万円を越える金額になる。加えて、下水道施設の建設および運転管理には多大な資源とエネルギーを消費することにも注意する必要がある。

表9-9 下水道整備5ヶ年計画による下水道普及率と建設費の推移

下水道整備5ヶ年計画 (西暦年度)	第3次 (71~75)	第4次 (76~80)	第5次 (81~85)	第5次 (86~90)	第7次 (91~95)
総建設費(兆円)	2.6	7.5	11.8	12.2	16.5
処理区域人口増加(万人)	935	912	616	1065	1286
普及率増加率(%)	16→23	23→30	30→36	36→44	44→54
建設単価(万円/人)	28	82	192	115	128

9.3 下水処理におけるエネルギー消費

下水道の終末処理施設に広く導入されている活性汚泥プロセスでは、有機汚濁物質の好気性生物分解を促進するために酸素の供給が不可欠であり、エアレーションタンクにおける酸素溶解のための動力がプロセス全体におけるエネルギー消費の大きな割合を占めている。全国の終末処理場におけるエアレーションのための動力とBOD除去速度から単位動力消費当たりのBOD除去量として定義される動力効率を決定し、エアレーションタンク単位体積当たりのBOD除去速度との関係を図9-3に示した。エアレーション動力1kWh当たりに除去できるBOD量は0.5~1kg程度であることがわかる。硝化反応を進行させるためには、アンモニアを硝酸まで還元するための多量の酸素が必要となるので、1kWh当たりの除去BOD量は0.5kg程度まで低下するものと判断される。下水処理場でのエアレーション動力は、全電力消費量の30%程度であることから、1kgのBODを除去するための動力は3kWh程度に上昇する。処理施設における下水1m³当たりの処理動力は1kWh程度となり、ポンプ場をはじめとする動力を含めると1kWhを大きく上回ることになる。



(エアレーションタンク単位体積当たりのBOD除去速度)

図9-3 活性汚泥法のエアレーションタンクにおけるBOD除去速度と動力効率 (1kWhの電力で除去できるBOD量) との関係

9.4 水域の富栄養化対策

近年、閉鎖性水域における富栄養化を防止する目的で、窒素およびリンの排出を削減する方向に推移している。活性汚泥方式では、好気性条件では活性汚泥がリンを過剰に摂取し、一方、無酸素状態

ではポリリン酸として過剰に蓄積しリンを放出してエネルギーを獲得する性質を持っていることが知られている。下水道施設においても、無酸素条件と好気条件とを交互に繰り返すことで、活性汚泥内にリンを過剰に蓄積させ、この条件で余剰汚泥をプロセスから引く抜くことによってリンを除去する技術が導入され始めている。過剰にリンを摂取した活性汚泥を無酸素状態に維持すると蓄積していたリンを再度放出する。リンを放出した活性汚泥はエアレーションタンクに返送して再び排水の浄化に利用される。放出されたリンは凝集剤を添加して沈殿分離される。リン酸カルシウムやリン酸マグネシウムとして晶析によって排水から分離除去する技術も開発されている。

下水中の窒素成分は、好気性条件で活性汚泥中に含まれる硝化細菌の作用によって硝酸に酸化され、嫌気性条件になると硝酸は微生物の呼吸のための電子受容体として利用されて、窒素に還元される。この作用を利用して、下水中の窒素成分が除去される。但し、アンモニアの硝酸への酸化には大量の酸素が必要となるので、酸素消費の増大によるエアレーション動力の大幅な上昇を伴うことになる。

10. 産業排水対策

10.1 生産プロセスのクローズド化による排水発生量の削減対策

事業場から排出される排水による水環境への負荷を低減するための適切な対策を行うためには、まず生産プロセスのどこから、どの様な排水が、どれだけ排出されているかを把握しなければならない。排水に含まれる汚濁物質の特性、発生原因、濃度および量を明らかにし、生産プロセスの改善についての検討を行うことになる。

排水の発生を抑制するためには、上記の情報と検討結果に基づいて水使用の合理化を行う。生産プロセスの改良による排水量削減の手順としては：

- 1) プロセスからのこぼれ、洩れ、付着を防止するための管理の強化及び設備の改良、
 - 2) 化学プロセス等原料およびそこに含まれる物質の一部が排水中に排出されるプロセスでは、溶剤等の変更、転換率・反応濃度の向上、副反応生成物の抑制などが、一方、原料とは別に副資材を加工工程で利用するプロセスでは、副資材の性能向上や工程の改善による使用量の削減および処理が容易な副資材への切り替えを行い、
 - 3) 加工あるいは反応工程の改良により、回分操作から連続操作へ、さらに洗浄方法（頻度、洗浄剤、洗浄用水）の見直しや、
 - 4) 冷却水、シール水などほとんど汚染されていない排出水の直接循環利用、
- などが推進されてきた。

生産プロセスの各工程から発生する排水は、図-4に示されているように、通常混合して総合排水と称して、活性汚泥法を中心とした処理が行われてきた。特にCODを指標とした総量規制が実施されている地域では、排出基準に適合させるため、生物処理水に残留した汚濁物質を除去するために砂濾過や活性炭吸着等の高度処理が利用されている場合が多く見受けられ、処理コストの上昇をもたらしている。

排水処理は、排水からの汚濁物質の分離除去であり、性状や特性が異なる汚濁物質が混合すると、分離除去はさらに困難になる。発生源でプロセス排水を分別回収および分別処理を行えば、特定の汚濁物質のみを対象とした除去は容易であり、処理水は同じプロセスに循環利用も可能になる。この様な、リサイクルを伴うオンサイト処理を取り入れた生産プロセスの構成を図-5に示した。この様なプロセス構成を導入することで、生産プロセスからの汚濁負荷削減とプロセス水の利用削減を併せて実現してきた。

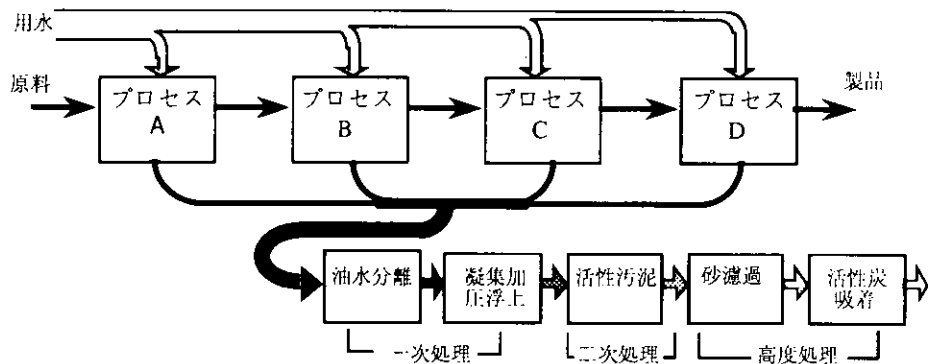


図9-4 プロセス排水を混合した総合排水処理方式

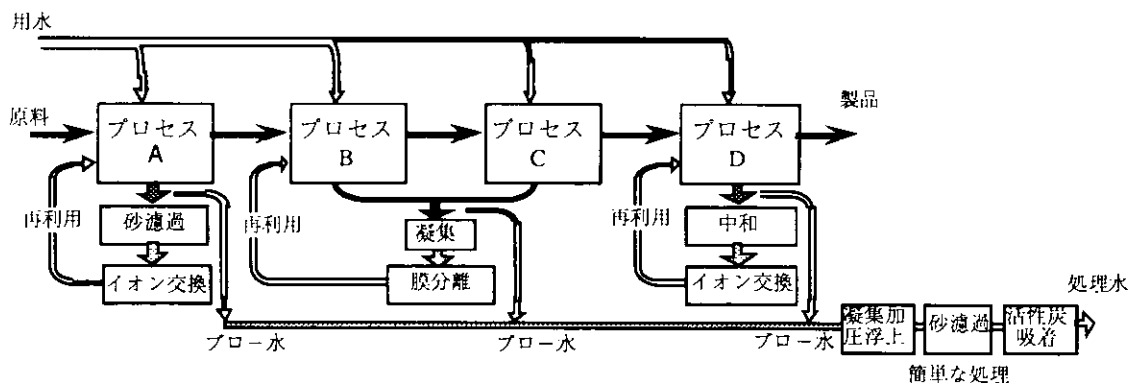


図9-5 オンサイト処理によるプロセス水のリサイクルを導入したクローズドシステム

この様に、排水のオンサイト処理と処理水の再利用を組み入れることで、水リサイクル率の向上による水使用量の低減と排水排出量の低減が併せて実現できる。

処理された排水の再利用方式には、図-5に示す局所型再利用方式、すなわち、ユニットプロセスで発生する特定の汚濁物質だけを除去してそのプロセスで再利用する方式に加えて、カスケード型再利用方式、すなわち、多少の汚濁物質の存在は次段での使用に障害とならず、清澄な水質を要求するユニットプロセスに新鮮水を供給し、そこからの排水を水質への要求が低い後段で順次使用する方式がある。前者は、他の工程排水との特性の相違から混合による処理が困難な場合に適用され、後者は、汚濁物質の特性が似ていて排水の一括処理が可能な場合に適用される。後者のプロセスの例として、図-6に示したメッキの洗浄工程を上げることが出来る。洗浄の最終工程に清澄水を供給して、メッキされた製品と洗浄水を向流で接触させることによって、洗浄水の大幅な削減が行われてきた。さらに電着塗装では、限外濾過によって顔料を除去した溶剤を製品の洗浄に利用することによって、顔料の凝集・沈着を起こすことなく、排水の削減と洗浄効率の向上が実現している。

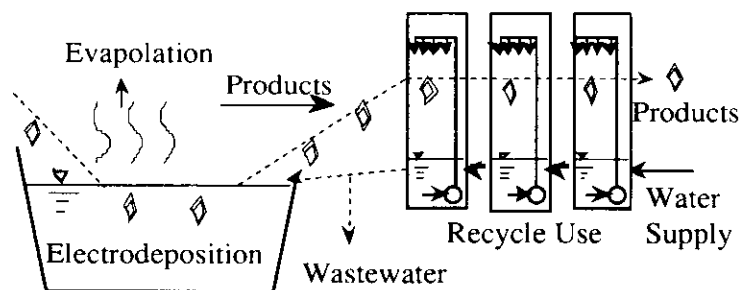


図9-6 洗浄水との向流接触による洗浄排水の削減

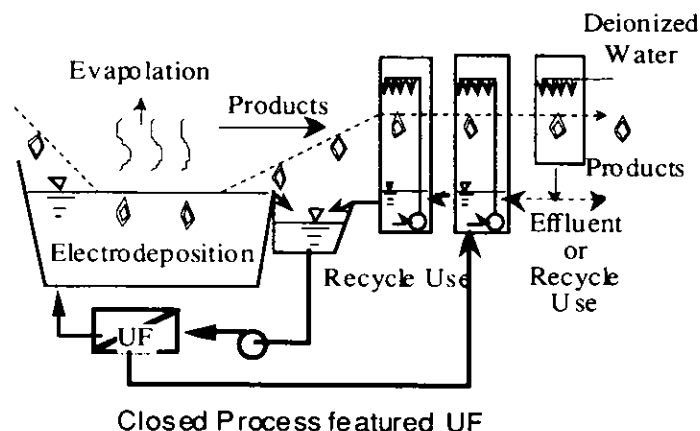


図9-7 電着塗装プロセスへの限外濾過の導入による洗浄の効率化と洗浄水削減

このように、生産プロセスおよび運転操作条件の改良によって、水使用量の削減と水リサイクル率の向上が達成されてきた。表-9にはポリマー製造プロセスにおける排水発生原単位の変遷を示した。液相重合におけるポリマー濃度の上昇、ポリマー分離プロセスの改良、各工程排水のリサイクルによる利用でポリマー製造プロセスからの排水量は $36.2\text{m}^3/\text{t}$ から $0.2\text{m}^3/\text{t}$ へ大幅に低減された。

表9-10 重合反応プロセスからの排水排出量の削減
(佐伯康治編著、化学プロセスのクローズド化、産業調査会、1979)

年月	1965年1月	1973年1月	1973年11月	1974年2月
排水量 ($\text{m}^3/\text{t-polymer}$)	36.2	17.0	8.8	0.2
対策	(A)	(B)	(C)	

- (A)ポリマー濃度の上昇
- (B)分離プロセスからの水リサイクル利用、
- (C)触媒洗浄ポリマー乾燥プロセスからの水リサイクル

上記したようなプロセス対策によっても、排水量の削減が望めないか、あるいは処理困難な排水の発生を抑制することが出来ない場合には、生産プロセス自体を新たな原理に基づくプロセスと代替する必要がある。水銀含有排水の発生を停止するために、苛性ソーダ生産プロセスを、水銀を電極とした食塩電解法を、イオン交換膜電解法によって置き換えたのは、その代表例である。日本ではこの方式を他国に先駆けて導入した。

10.2 主要業種における排水処理対策

産業排水の発生源およびその組成は業種によって異なり、極めて多様化している。日本国内の主要産業について、排水処理方式をまとめて表-10に示した。有機汚濁物質を含む排水を発生する業種の事業場では、活性汚泥法を中心とした生物処理方式が導入されており、無機系の汚濁物質を主体とする排水に対しては、表集沈殿に砂濾過等を組み合わせた処理プロセスが多く見られる。

表9-11 主要業種における排水処理プロセスの構成

業種	代表的排水処理プロセスの構成 {()は導入事業場の%}
有機化学工業	活性汚泥(14), 活性汚泥+凝集沈殿(11), 凝集沈殿(7)
無機化学工業	凝集沈殿(35), その他の高度処理*(13), 活性汚泥(7)
無機顔料・触媒製造業	凝集沈殿(33), 凝集沈殿+砂濾過(20), 砂濾過単独(9)
医薬品製造業(含む原末)	活性汚泥(23), 活性汚泥+凝集沈殿(14), 凝集沈殿(8)
コークス・コールタール製造業	活性汚泥+凝集沈殿(24), 活性汚泥+凝集沈殿+活性炭(12)
乳製品製造業	生物処理(含む活性汚泥)(76), 活性汚泥+凝集沈殿(5)
発酵工業	生物処理(含む活性汚泥)(55), 活性汚泥+凝集沈殿(14)

*その他の高度処理：凝集沈殿，砂濾過，活性炭吸着以外の高度処理のみを利用

11. 河川の水環境保全対策と成果

11.1 生産プロセスにおける水使用量と排水量の削減

上記したように、生産プロセスにおける水使用量の削減および事業場内での水リサイクルの促進は、日本国内における工業用水使用量の伸びの著しい抑制効果をもたらした。図9-8に全国の事業場における用水使用量の経年変化を示した。1973年以降も経済発展による生産量の大幅な増加があったにもかかわらず、用水使用量は頭打ちであり、特に1979年以降使用量は増加していない。より厳しい排出基準が適用されたことと、オイルショックが重なって、生産プロセスから排出された排水に対して、多大なコストとエネルギーを消費して処理するよりも、むしろ排水を排出しない生産プロセスに改良あるいは置き換える方向の対応がなされたものと判断できる。

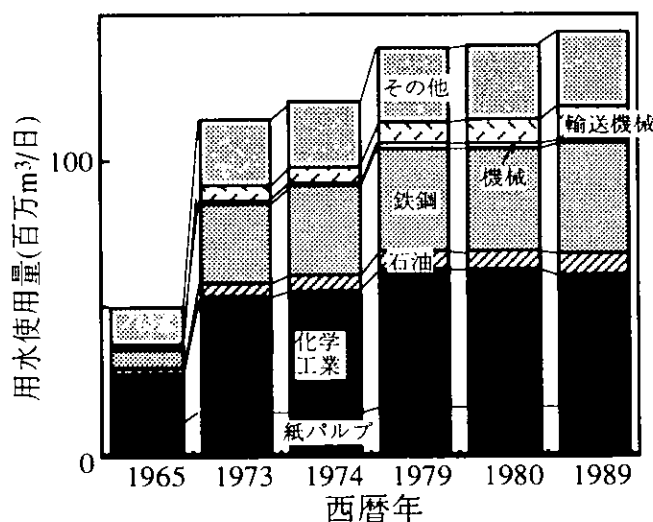


図9-8 国内における用水使用量の推移

他産業においても、水使用量の削減と排出水の再利用が促進され、顕著な用水原単位の低減が行われてきた。図9-9および図9-10に主な産業における用水原単位（生産額100万円当たりの水使用量）の推移を示した。前述した水多消費型産業である化学工業、鉄鋼業およびパルプ工業では1980年以降用水原単位の低下があまり見られない。

このような用水原単位の低下はプロセスの見直しと水リサイクル率の向上によってもたらされた。図9-11および図9-12に工場内での処理水リサイクル率向上の様子を示した。鉄鋼・金属、石油精製、化学工業および自動車産業でのリサイクル率が特に高く、80%以上に達している。これらの産業では、冷却水やシール水などへの水使用量が多いので、汚染度の低いこれらの排水は簡単な処理の後、再利用されている。これに対して、使用水が製品に直接接触する産業では処理水のリサイクル率が低下している。特に用水の水質が製品の品質を左右する紙パルプ、食品および繊維産業でのリサイクル率の

低さが注目される。水産食品加工業を例に取れば、原料魚介類の洗浄、採肉、精肉、搗り身のさらし工程、加工機械の洗浄、床等の洗浄に多量の水が使用されているが、床洗浄と直接食品に接触する水質が同程度である必要はないので、要求水質による用水の使い分けや簡単な処理による再利用が可能になると考えられ、リサイクル率の低い産業でも改善の余地は十分残されている。

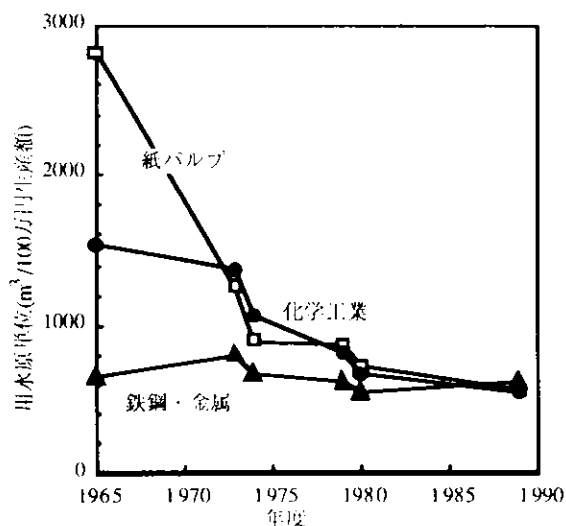


図9-9 用水原単位の推移(1)

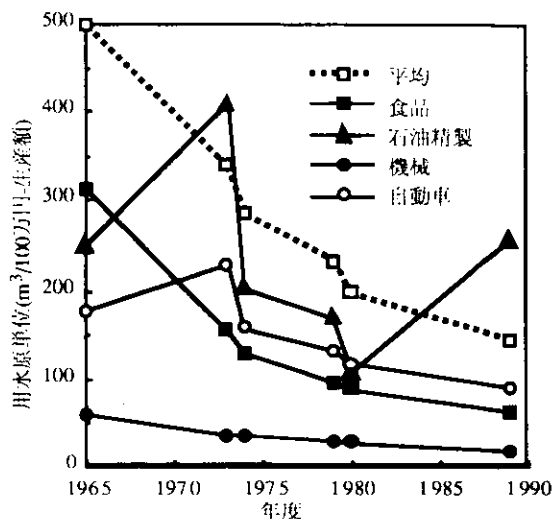


図9-10 用水原単位の推移(2)

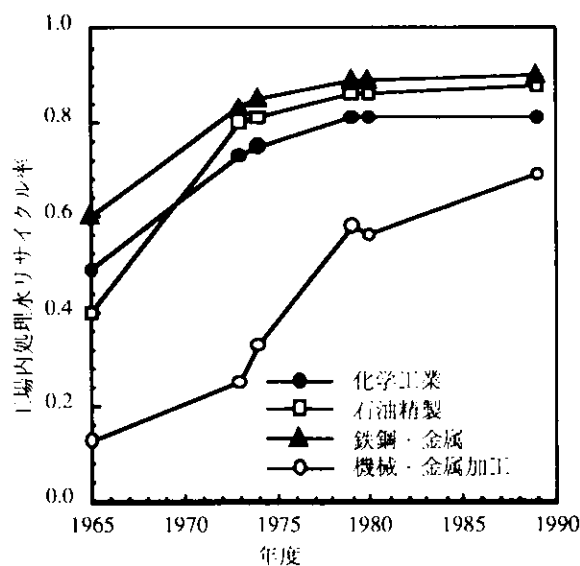


図9-11 工場内での処理水リサイクル率の推移(1)

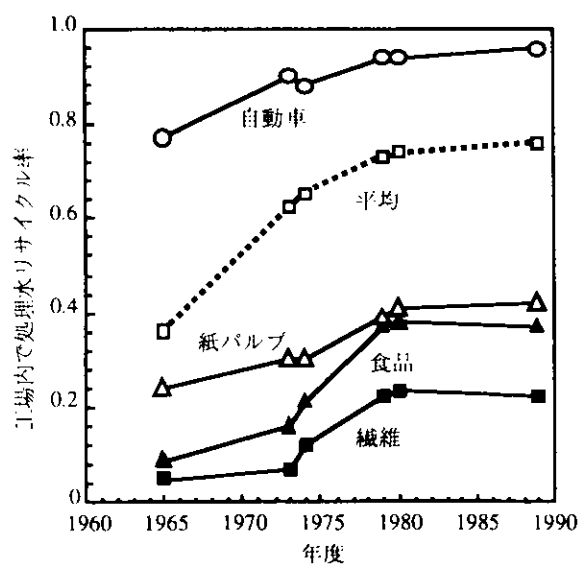


図9-12 工場内での処理水リサイクル率の推移(2)

11.2 水質汚濁の改善効果

産業排水の発生量の抑制と最適な処理および下水道や浄化槽の普及、加えて事業場への立ち入り等による指導監督、公共用水域での水質監視等の対応によって、公共用水域における水質は改善されている。図9-13にCODを指標とした総量規制を実施している3海域（東京湾、伊勢湾、瀬戸内海）における汚濁発生量の推移を示した。COD発生量は確実に減少しており、COD排出総量を規制する手法と生産プロセスにおける排出削減対策が効果を上げているとみなすことができる。

内湾（COD）、河川（BOD）および湖沼（COD）における水質環境基準達成率については図9-14に示されている。内湾及び河川における環境基準達成率は70～80%に達しているものの、湖沼における達成率はまだ40%前後にとどまっており、さらに排出負荷の削減が求められている。

重金属および有害物質（第3章、参照）に関する環境基準未達成率の推移は図9-15に示されており、

これらの項目に関する環境基準はほぼ達成されていると見なせる。現状では、CODおよびBODで表示される有機物質による汚濁や重金属等による水質汚濁は減少している。しかし、窒素・磷の流入によって閉鎖性水域における富栄養化や、環境経路による人体に対する慢性毒性、遺伝毒性や生態系の破壊を引き起こす恐れのある微量化学物質による汚染については今後も監視が必要である。

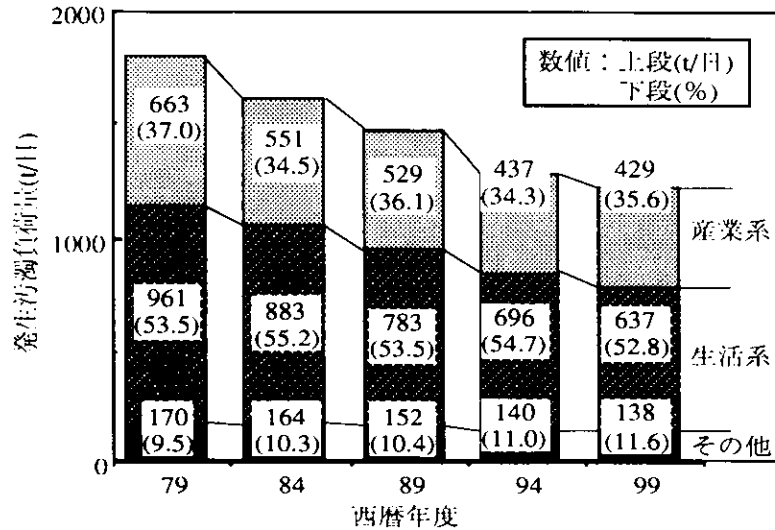


図9-13 総量規制3海域(東京湾、伊勢湾、瀬戸内海)におけるCOD発生負荷量の低減

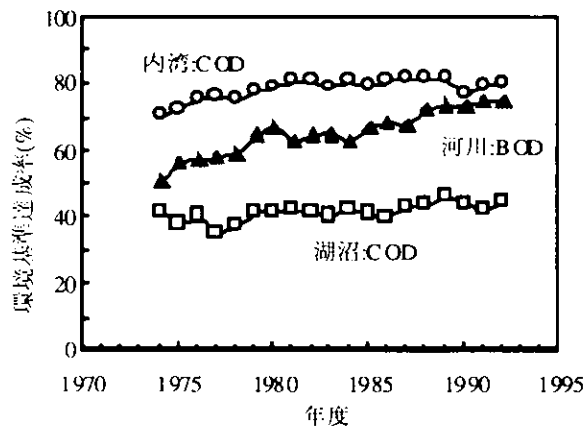


図9-14 水質環境基準の達成率の推移

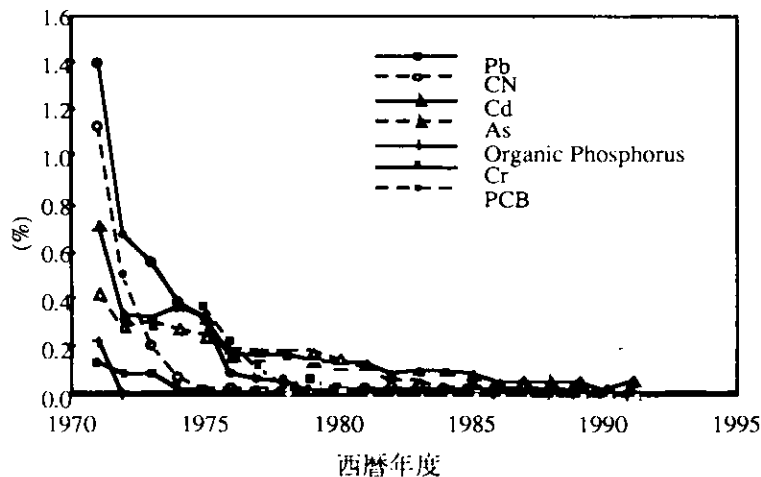


図9-15 有害物質に関する環境基準未達成率の推移

12. 水質汚濁防止対策と地球環境

8.4において述べたように排水処理とはエネルギーを消費して、排水から汚濁物質を除去することである。排水処理施設の建設および運転に資源・エネルギーを消費することから、排水処理は地域の水環境を保全する一方で、地球環境へ負荷を転嫁していることになる（図9-16参照）。現在、日本国内では1kWhの発電によって、約100gの炭素換算二酸化炭素が排出されている。1m³の下排水を処理するための電力消費は1kWh程度であることから、100gの炭素換算二酸化炭素を排出して下水処理をしていることになる。さらに、排水に50ppmのアンモニア性窒素が含まれており、活性汚泥プロセスで、このアンモニアを硝化するのに排水1m³当たり0.5kWhのエアレーション動力が余分に必要になる場合を想定する。50gの窒素を除去するために新たに二酸化炭素を環境中に排出していることになる。排水処理における省エネルギーが今後益々重要な課題になることは言うまでもない。

加えて、生態中や生体に濃縮し、遺伝毒性を及ぼす可能性のある微量有害汚染物質の効果的な除去を可能にする処理プロセスも併せて求められる。

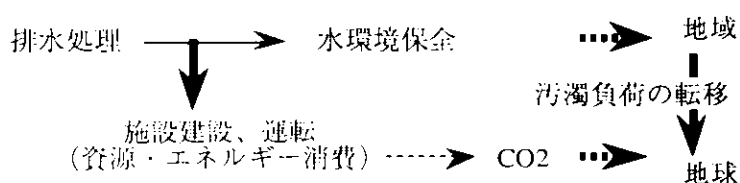


図9-16 排水処理による地球環境への汚濁負荷の移動