

2-2 オゾン酸化法

オゾンは、強力な酸化剤として水中の有機物や還元性物質の酸化分解に有効な物質であると同時に、強力な殺菌剤としてもよく知られている。また、反応後の生成物質が酸素ガス等であり、一般的に有害物質等の副生成物質が少ない。

オゾンの製造としては、無声放電方式、光化学方式、電解方式などが知られており、工業的には無声放電方式や電解膜による固体高分子電解方式によっている。

無声放電方式は、19世紀後半から実用化されている歴史の古い技術の一つであり、現在のオゾナイザでの主流をなしている。電極構造によって、同軸円筒型、平板型、沿面放電型と呼ばれる3つの形状があるが、原理的には酸素または空気を原料とした無声放電によっている。

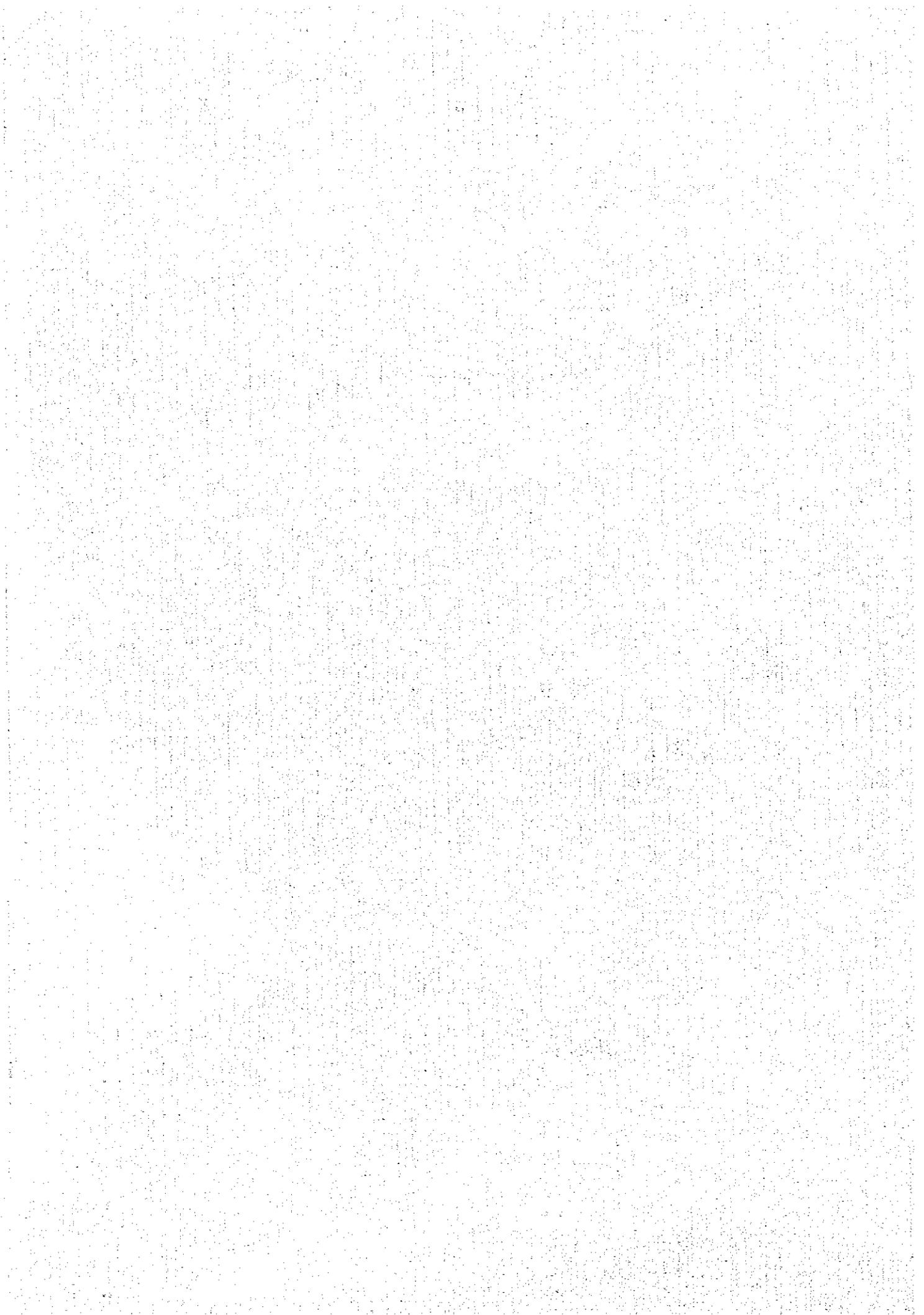
オゾンの酸化力は、酸化還元電位からみると水中の有機物に対する酸化効果は比較的限られた成分や発色基に限定される。一方、脱色について実際の排水での効果をみると、ほとんどの染料で90%以上の脱色率が得られ、脱色処理には極めて有効な方法であることが知られている。

また、水に対する溶解度は小さいが適当な界面活性剤とともに、水に分散させた懸濁液から酢酸繊維などの合成繊維を染色する分散系染料では、若干効果が低下するが、それでも90%程度の脱色率を得ることが可能である。排水処理での脱色への応用で、最も普及しているのがし尿処理（フミン質等）の分野であり、実施例も多い。このように、オゾンによる脱色の有効性は従来から知られていたが、運転コストが高価なため、用途拡大が阻害されていた。

工業用のオゾン発生器（オゾナイザー）は、従来の同心円形型の場合で空気原料の場合、オゾン1kgを製造するのに22kW時程度であり、他の酸化剤に比べ2倍以上運転コストが必要なため高価であった。近年、この問題を解決するために酸素濃度の高い空気を製造する、モノキユラーシーブと呼ばれる吸着剤を使用した技術が開発され、オゾン1kgを製造するのに、12kW時といった高性能を得ることができるようになった。さらに、平板型の高性能オゾナイザの開発により、周辺機器の電力を加えてもオゾン1kgの製造電力を13kW時程度までに、下げられるようになった。本処理場では、実験結果からCOD物質の除去も考慮して35mg/lのオゾン注入率で運転コストを試算した。

オゾン酸化による脱色処理は、酸化剤の貯蔵設備が不要であり、有害副成物が少なく、脱色効果の高いこと、およびシステム化されているなどから、大規模設備に適した処理方法である。

3. 有害物質の処理技術



3 有害物質の処理技術

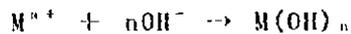
事業場から廃水をWWTPに排出する場合は、WWTP放流基準を満足させるために前処理装置を設置する必要がある。ここでは、廃水が含有する有害物質を除去する前処理技術を紹介する。

3.1 重金属の処理

1) 難溶性塩生成－凝集沈殿法

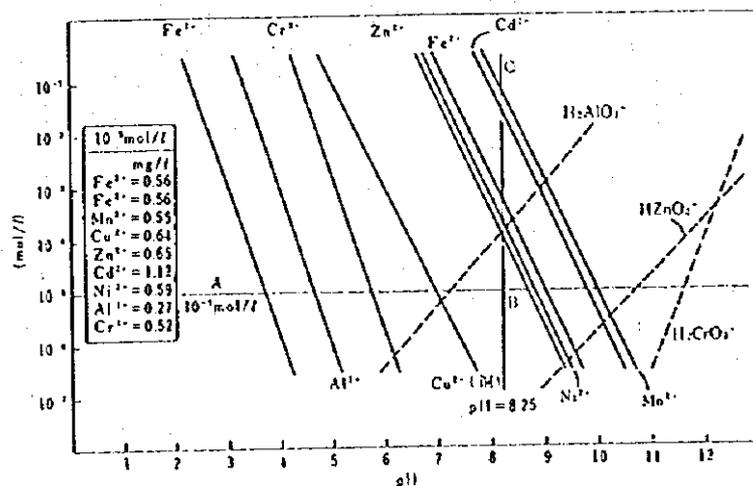
(1) 水酸化物法

廃水にNaOH、Ca(OH)₂あるいはNa₂CO₃などのアルカリ剤を添加してアルカリ性にして、重金属を水酸化物あるいは塩基性炭酸塩として析出させ、これを分離して除去する方法である。



Al、Pb、Zn、Ni、Cu、Mn、Sn、Coなどの水酸化物は両性化合物であり、高いpHにおいては過剰の水酸化物イオンと反応して水酸化錯イオンとなって再溶解するので注意が必要である。Table 3.1に金属イオンの溶解度とpHの関係を示す。

Table 3.1 金属イオンの溶解度とpHの関係



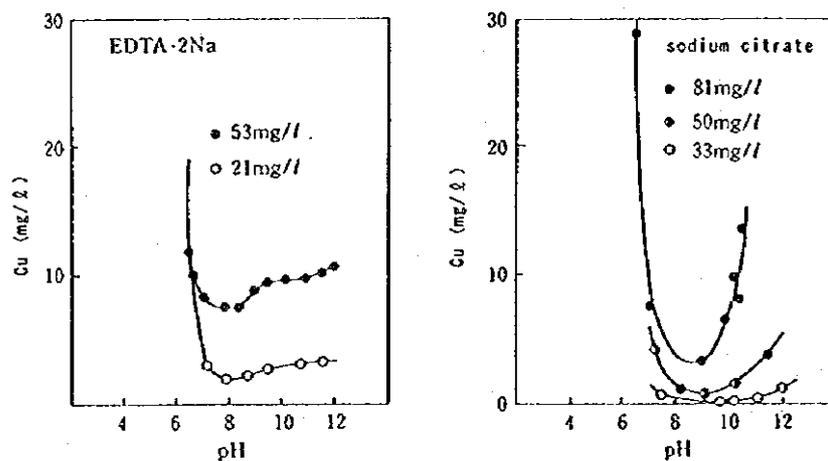
(2) 置換法

廃水中にクエン酸、グルコン酸などの有機酸、EDTA、シアン、アミン、

アンモニア及びポリリン酸などの錯生成能力を持つ化合物が含まれていると、安定な構造をした錯体を形成して、水酸化物法では処理できない場合がある。この場合、無害な対イオンである Ca^{2+} 、 Mg^{2+} などのアルカリ土類金属を添加して、重金属と置換し、重金属は水酸化物として分離する方法である。

Fig. 3.1 に EDTA、クエン酸が銅の水酸化物法処理に及ぼす影響を示す。

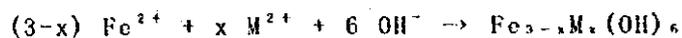
Fig. 3.1 キレート剤の影響



2) フェライト生成—磁気分離法

Fe^{2+} を含む濃厚重金属含有廃水にアルカリを加えて酸化処理を行うと、重金属はフェライトの結晶に取り込まれ、溶出しにくい磁性体であるマグネタイトが生成する。生成汚泥は磁気分離機で分離が可能である。

マグネタイトの最適生成条件は、 60°C 以上、 $2\text{NaOH}/\text{FeSO}_4 = 1$ (モル比) である。



分離された汚泥は副成フェライトとして、制振材料 (防音、防振)、磁気標

識（標識、誘導）、電波吸収体（反射防止、漏洩防止）などの材料として有効利用される。

3) イオン交換樹脂法

イオン交換樹脂は水中のイオンを交換吸着するもので、陽イオン（ Pb^{2+} 、 Cd^{2+} などの金属単独イオン）を分離するときには、陽イオン交換樹脂が、陰イオン（ CrO_4^{2-} 、 $HgCl_4^{2-}$ などの錯イオン）に対しては、陰イオン交換樹脂が使用され、除去対象イオンの濃度が低く、廃水量が大きいときに廃水の再生利用に用いられている。イオン交換樹脂は、交換基の解離度によって、強酸（強塩基）性樹脂と弱酸（弱塩基）性樹脂とに分類される。

重金属の高度処理あるいは処理不全時の安全対策として、通常廃水処理装置の最終工程にキレート樹脂が設置される。キレート樹脂は金属イオンを選択的に吸着する目的に沿って開発されたもので、代表的なものをTable 3.2に示す。

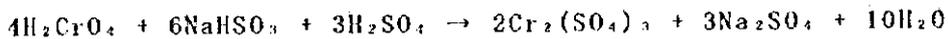
Fig. 3.2 主なキレート樹脂の配位基と選択性

coordination group	selectivity
$-N \begin{cases} CH_2COOH \\ CH_2COOH \end{cases}$	$Fe^{3+} > Cu^{2+} > Al^{3+} > Ni^{2+} > Pb^{2+} > Zn^{2+} > Ca^{2+},$ $Mg^{2+} > Na^+$
$-NH-(C_2H_4NH)_n-H$	$Au^{3+}, Pt^{4+}, Pd^{2+}$
$\begin{array}{c} -C=NOH \\ \\ NH_2 \end{array}$	$Cu^{2+} > Ni^{2+} > Co^{2+} > Zn^{2+} > Mn^{2+}$
$\begin{array}{c} -N-CH_2-(CHOH)_3H \\ \\ CH_3 \end{array}$	BO_3^{3-}
$>N-CH_2PO_3H_2$	$Fe^{3+}, In^{3+}, Bi^{3+}, Sb^{3+} > Cu^{2+}, Al^{3+} > Cd^{2+} > Ni^{2+},$ $Zn^{2+} > Ca^{2+}, Mg^{2+} > Na^+$
$>N-CS_2H$	Hg^{2+}, Ag^+
$-NH-CS-NH_2$	Hg^{2+}, Ag^+

3. 2 六価クロムの処理

1) 還元-水酸化物沈殿法

六価クロムは、酸性においてもアルカリ性においても安定なイオンとして存在でき、ほかの重金属類と異なり水酸化物沈殿などで簡単に除去できない。そのため、 Cr^{6+} を Cr^{3+} に還元してから、 Cr^{3+} の水酸化物として沈殿分離する。



Cr^{6+} の還元は酸化還元電位計 (ORP計) により、薬剤の添加量などを制御することが望ましい。この場合、pHは2~2.5、ORPは250~300mVに設定して行うのが普通である。 Cr^{3+} となったクロムイオンは $Ca(OH)_2$ などのアルカリ剤によって $Cr(OH)_3$ を生成させ、沈殿分離する。

Fig. 3.3 に $NaHSO_3$ による還元ORP曲線を示す。 $NaHSO_3$ を過剰に添加すると $[Cr_2(OH)_2(SO_4)_2]^{-(3+)-2(2+)}$ のような塩基性塩が生成して、フロックが分散するので注意を要する。Fig. 3.4に過剰亜硫酸塩の影響を示す。

Fig. 3.3 ORP曲線 - pH

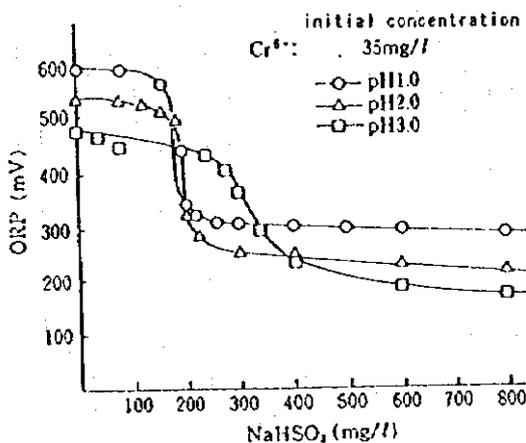
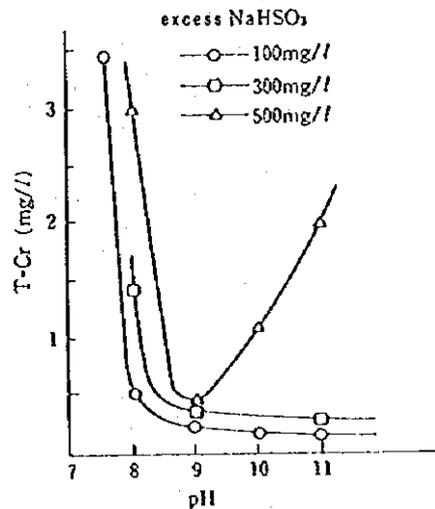


Fig. 3.4 過剰亜硫酸塩の影響



2) イオン交換法

クロム酸含有廃水のクロム酸処理に強塩基性交換樹脂を使用すると、クロム酸は完全に吸着される。水の再生利用に利用する場合は、再生の容易さを考慮して弱塩基性交換樹脂が利用される。イオン交換樹脂の再生には、再生液としてアルカリ性食塩液などが用いられる。

3. 3 水銀の処理

1) 硫化物生成-凝集沈殿法

Hg^{2+} は S^{2-} と反応して、極めて難溶性の塩を生成する。

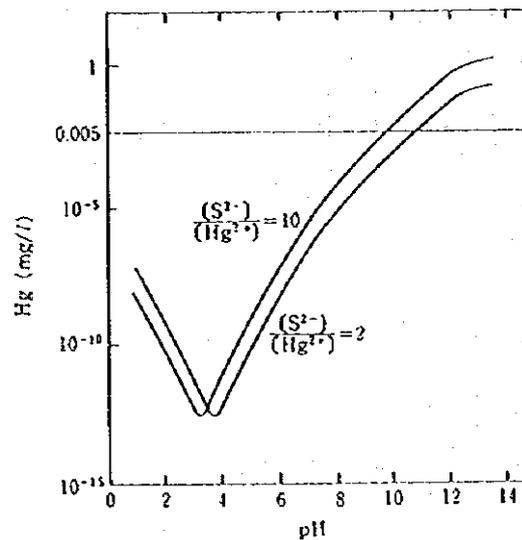


溶解度に影響を与える因子として、pH や過剰の S^{2-} による錯形成がある。pH が低くなると溶解度積が増加する。一方、過剰 S^{2-} の存在下では再溶解が起こるので注意を要する。



NaCl を 15%、 Hg^{2+} を 5 mg/l 含む廃水に対して、過剰の S^{2-} 、塩化物錯体、 OH^- などの因子とを考慮して理論計算を行った例を、Fig. 3.5 に示す。

Fig. 3.5 硫化反応後の溶解水銀濃度 (計算値)



2) 吸着剤法

吸着剤として活性炭などが用いられ、硫化物凝集沈殿法などと組み合わせて適用される。Fig. 3.6及びFig. 3.7に各種活性炭において得られた塩化第二水銀及び塩化メチル水銀の24時間静置接触における吸着等温線を示す。

Fig. 3.6 塩化第二水銀の吸着等温線

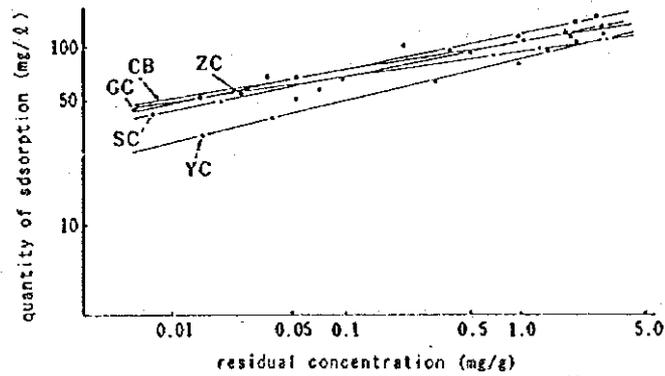


Fig. 3.7 塩化メチル水銀の吸着等温線

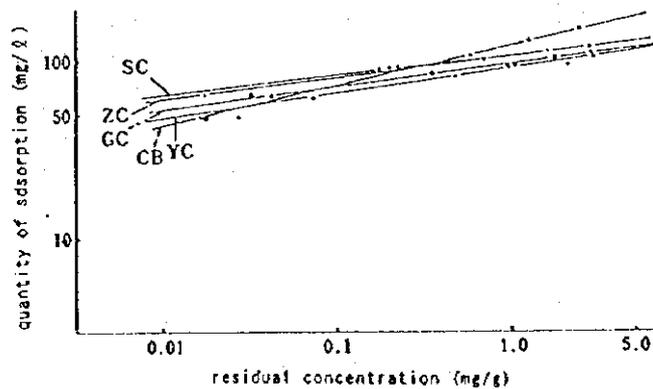


Fig. 3.8 に水銀キレート樹脂の種類を示す。これらに、よれば水銀を 0.0005mg/l 以下まで除去が可能である。

Fig. 3.8 水銀キレート樹脂の種類

donor 子	coordination group	polymer group
S	--SH	polyacryl (DVB)VB) ethylene dimethacrylate
N S	$\begin{array}{c} \text{SH} \\ \diagup \\ \text{--NHC} \\ \diagdown \\ \text{S} \end{array}$	polyacryl (DVB) phenol resin
	$\begin{array}{c} \text{NH} \\ \diagup \\ \text{--CH}_2\text{SC} \\ \diagdown \\ \text{NH}_2 \end{array}$	polystyrene (DVB)
	$\begin{array}{c} \text{--HN--HN} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C=S} \\ \diagup \\ \text{--N=N} \end{array}$	phenol resin
	$\begin{array}{c} \text{--NH--C--NH}_2 \\ \parallel \\ \text{S} \end{array}$	phenol resin polystyrene (DVB)

3.4 ヒ素の処理

ヒ素を含む廃水は、排出源の性格上、いろいろな金属イオンを含有する
 場合が多い。ヒ素はもともとカルシウム、マグネシウム、鉄、アルミニウ
 ム、鉄、アルミニウム、亜鉛など金属類と難溶性塩を生成する傾向があり、
 ヒ素が共沈処理で低濃度まで処理されやすい理由である。これらの難溶性
 塩の溶解度積をTable 3.2 に示す。

Table 3.2 難溶性ヒ酸塩の溶解度積

Complex	p k sp
$[\text{Al}]^3[\text{AsO}_4]^{2-}$	20
$[\text{Fe}]^3[\text{AsO}_4]^{2-}$	20.2
$[\text{Ca}]^2[\text{AsO}_4]^{2-}$	18.2
$[\text{Mg}]^2[\text{AsO}_4]^{2-}$	19.7
$[\text{Cu}]^2[\text{AsO}_4]^{2-}$	35.1
$[\text{Zn}]^2[\text{AsO}_4]^{2-}$	27.0
As_2O_3^*	0.8

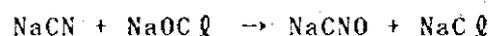
* Solubility Conduct

3.5 シアンの処理

1) アルカリ塩素法

シアン系廃水の処理に広く適用されている方法であり、アルカリ性で塩素を添加する工程と、次いでpHを中和にして更に塩素を添加する二段階で分解が行われる。塩素は通常、次亜塩素酸ナトリウムが用いられ、制御はORP計で行われる。Fig. 3.9 にアルカリ塩素法二段処理のORP曲線を示す。

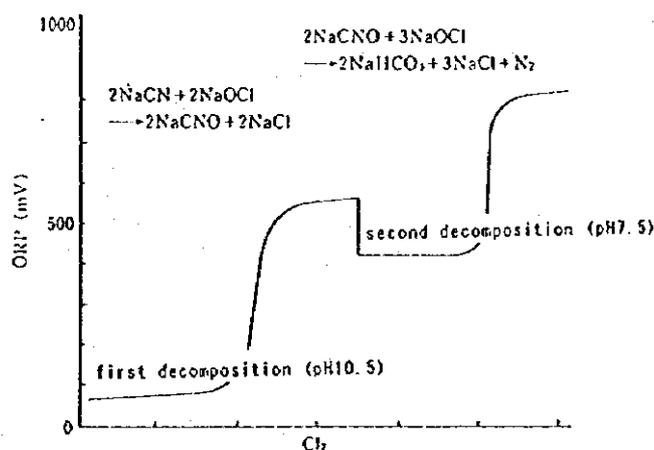
一段反応：pH以上10、ORP 300～350mV



二段反応：pH 7～8、ORP 600～650mV



Fig. 3.9 アルカリ塩素法二段処理のORP曲線

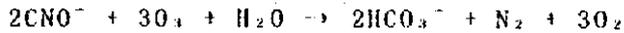
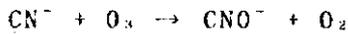


なお、アルカリ塩素法で分解できるシアン化合物は、遊離シアン、銅シアン錯体、亜鉛・カドミウムのシアン錯体などである。

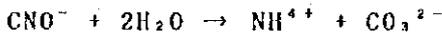
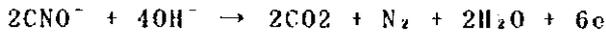
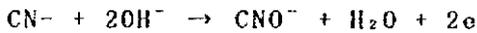
2) オゾン酸化法、電解酸化法

シアン化合物とオゾンとの反応はpHの影響が大きく、11～12の場合に最も

効率がよいとされている。反応後の生成物に有害なものを含まないこと、オゾンの還元形(O₂)が全く無害であることの利点を有するが、気液反応であること、オゾンの製造コストが高いことが欠点として挙げられる。オゾンによる酸化反応は次式のとおりである。



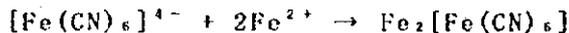
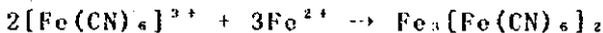
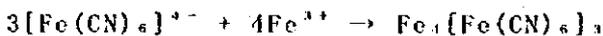
濃厚シアン廃水进行处理する場合は、薬品添加による酸化法では、いろいろ困難な問題が生じる。例えば、反応時に相当な発熱があり、このため塩素酸が生成され、酸化能力が低下し、処理が不完全になる場合がある。このような濃厚廃水进行处理するには電解酸化法が適している。一般には、廃水に食塩を飽和に溶解させ、電力効率を高めるとともに、電解時に同時に生成させる次亜塩素酸によって酸化分解を促進する方法がとられる。陽極での反応は次式のとおりである。



3) 難溶性錯化合物沈殿法

シアン廃水中にニッケル、鉄、コバルトなどが含まれると、安定な錯体を形成して、アルカリ塩素法や電解法などでは酸化分解が困難になる。このような廃水に対しては、これらの錯塩の特性を利用して難溶性塩を生成させ、凝集沈殿法によって沈殿除去する方法が採られる。

例えば、鉄シアン錯イオンは、水中に鉄イオンが過剰に存在すると、次式のように反応して難溶性塩を生成する。



3.6 有機塩素化合物の処理

1) 揮発法

揮発性の化合物を含む廃水を曝気すれば、気散して廃水中の濃度は低下する。

有機塩素化合物は難溶性であるため、特に気散処理が容易である。たとえば、TECの処理において、処理水量1,000mg/l規模、空気量20m³/m³-廃水・h、の充填塔方式の気散処理で、原水0.19~0.23mg/lから、0.0018~0.002mg/lの処理水を得ている。また、PECの処理においては、処理水量3,000m³/d規模、空気量120m³/m³-廃水・hの同様処理で、原水0.013~0.061mg/lから0.001mg/lの処理水を得たなどの報告がある。

2) 活性炭吸着法

廃水から有機塩素化合物をごく微量まで分離できる方法として、現状では揮発法と活性炭吸着法以外はない。しかし、活性炭吸着法の欠点は吸着量が少ないことである。吸着等温線の測定例を第二部のFig. 3.3.7に示した。

3) 酸化分解法

有機塩素化合物は適切な酸化条件下では二酸化炭素と塩化物イオンに分解される。過マンガン酸塩を用いた分解実験では、pH酸性から中性、常温(25℃)では分解されている。

酸化亜鉛や二酸化チタンなど触媒存在下で紫外線を照射する方法も検討されており、TEC、PECのいずれも10~20分で90%以上の分解率が得られている。

そのほか、オゾンで分解する方法や、濃厚廃ガスを直接燃焼する方法、更に、触媒還元により液中の有機塩素化合物をエタンやエチレンガスに分解する方法などが検討されている。

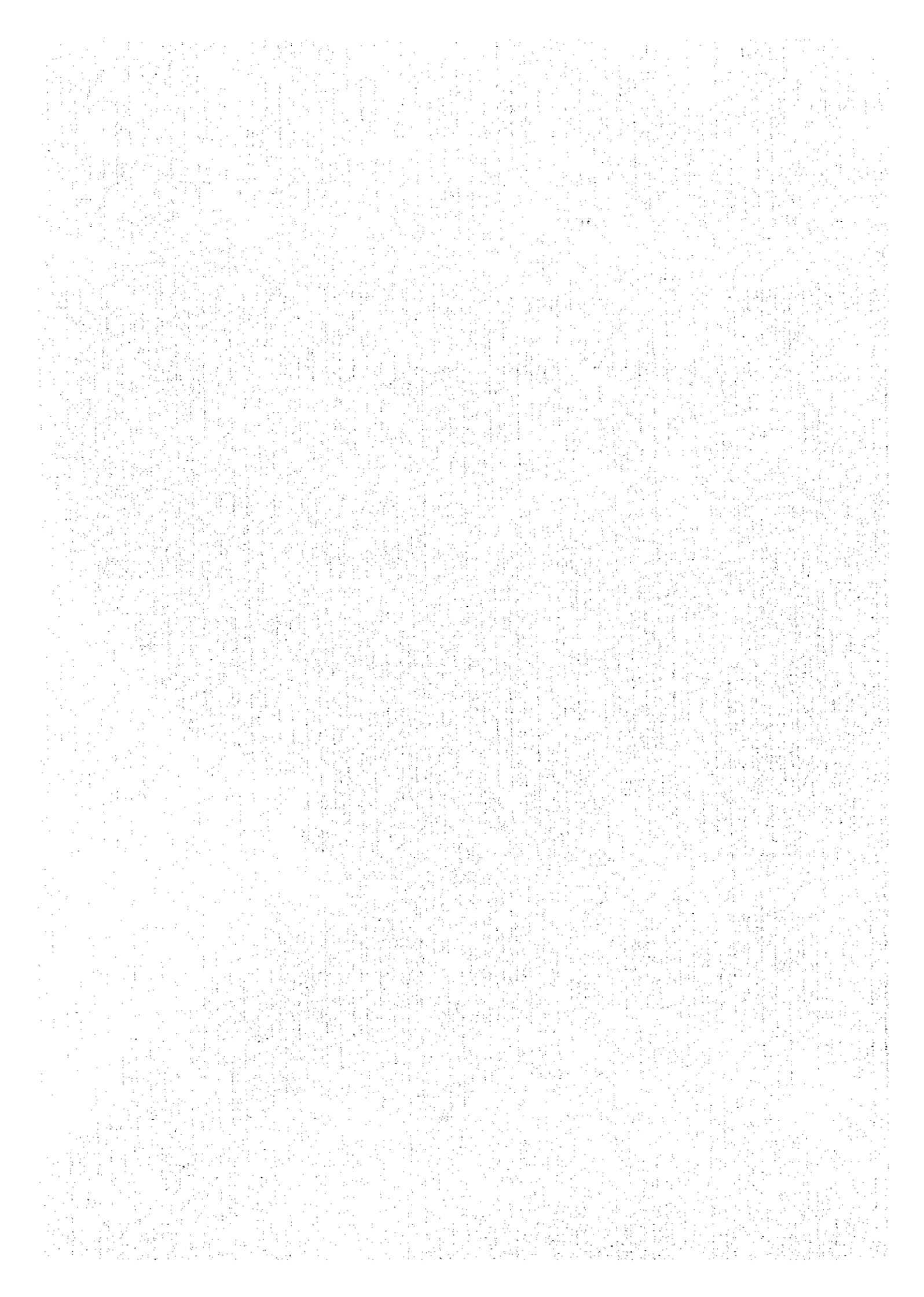
4) 生物分解法

工場廃水の活性汚泥処理や下水処理場において、PECやTECが減少することが報告されている。

最近、TECを二酸化炭素まで好氣的に分解する細菌が見いだされ、その培養条件を明らかにされている。そのひとつでは、TEC分解遺伝子を大腸菌に組換えし、TECを二酸化炭素まで分解できたと報告されている。

一方、PECは微生物によりTECに分解されることが広く知られており、その研究も多いことから、TEC分解菌との組合せにより経済的な処理法として生物処理法で、二酸化炭素まで分解するシステムの開発が期待される。しかし、現状はピーカーテスト段階であり、実用段階には至っていない。

4. 有害物質及び特に注意を要する化学物質



4 有害物質および特に注意を要する化学物質

4. 1. 工場廃水の下水道に及ぼす影響

1) 工場廃水中の物質と下水道に及ぼす影響

下水道に放流される廃水によっては、そのまま放流すると管渠の腐食、詰まりが生じる場合がある。また、処理場の処理機能を低下させる物質を含む場合もあるので注意が必要である (Table 4.1.1)。

Table 4.1.1

項 目	下 水 道 に 及 ぼ す 影 響
カドミウム、アルキル水銀、六価クロム、総水銀、鉛、亜鉛、銅、クロム、砒素、フッ素、有機塩素系化合物、PCB、有機磷化合物	1. 微生物に対して毒性を示し、処理機能を低下させる。 2. 処理場では除去を期待することが難しい物質である。 3. 下水汚泥に蓄積するので汚泥の処理処分を困難にする。
シアン	1. 猛毒の青酸ガスが発生して管内作業が危険に落ちる場合がある。 2. 微生物に低濃度で悪影響を与へ、処理機能を低下させる。
フェノール類	1. 悪臭の原因となる。 2. シアンと同様の処理機能を低下させる。
鉄、マンガン	1. 他の金属のように毒性はないが多量になると散気管の目詰まりなどの障害を及ぼす。
水素イオン濃度	1. 他の排水との混合によって有毒ガス、悪臭ガスを発生させる。 2. 金属、コンクリート製の施設を腐蝕する。
生物化学的酸素要求量	1. 処理能力に限界があり、過負荷になると処理水を悪化させる。
浮遊物質	1. 浮遊物が管渠内に沈澱し、閉塞させたり又悪臭の原因となる。 2. 処理場では汚泥除去装置に過大な負担がかかり、過負荷のため生物処理機能が低下し、処理水を悪化させる。
鉱油、動植物油脂類	1. 揮発性の鉱油類は、火災、爆発の危険性がある。 2. 粘性の大きい鉱油類及び動植物油脂類は管渠に付着し閉塞の原因となる。 3. 活性汚泥に付着して酸素の供給を阻止し処理水を悪化させる。
汚濁消費量	1. 管渠内を酸欠状態にする危険性がある。 2. 猛毒の硫化水素を発生する危険性がある。 3. 多量になれば処理場の曝気能力にも影響する。
温 度	1. 高温排水は金属、コンクリートの腐蝕を促進させる。 2. 他の排水との混合によって種々のガスを発生させ、悪臭の原因となる。

2) 日本における下水排除基準

上記のような理由から、日本では Table 4.1.2 のような有害物質の流入濃度を法律によって規制している。

Table 4.1.2 下水排除基準

物質又は項目	基準値
カドミウム	0.1mg/ℓ以下
シアン	1mg/ℓ以下
有機機炭	1mg/ℓ以下
鉛	0.1mg/ℓ以下
六価クロム	0.5mg/ℓ以下
砒素	0.1mg/ℓ以下
総水銀	0.005mg/ℓ以下
アルキル水銀	検出されないこと
PCB	0.003mg/ℓ以下
トリクロロエチレン	0.3mg/ℓ以下
テトラクロロエチレン	0.1mg/ℓ以下
ジクロロメタン	0.2mg/ℓ以下
四塩化炭素	0.02mg/ℓ以下
1,2-ジクロロエタン	0.04mg/ℓ以下
1,1-ジクロロエチレン	0.2mg/ℓ以下
シス-1,2-ジクロロエチレン	0.4mg/ℓ以下
1,1,1-トリクロロエタン	3mg/ℓ以下
1,1,2-トリクロロエタン	0.06mg/ℓ以下
1,3-ジクロロプロペン	0.02mg/ℓ以下
チウラム	0.06mg/ℓ以下
シマジン	0.03mg/ℓ以下
チオベンカルブ	0.2mg/ℓ以下
ベンゼン	0.1mg/ℓ以下
セレン	0.1mg/ℓ以下
総クロム	2mg/ℓ以下
銅	3mg/ℓ以下
亜鉛	5mg/ℓ以下
フェノール	5mg/ℓ以下
鉄(溶解性)	10mg/ℓ以下
マンガン(溶解性)	10mg/ℓ以下
窒素	15mg/ℓ以下
生物化学的酸素要求量(BOD)	600mg/ℓ未満(300mg/ℓ未満)
浮遊物質(SS)	600mg/ℓ未満(300mg/ℓ未満)
ノルマルヘキシン 鉱油	5mg/ℓ以下
サン抽出物質 動植物油	30mg/ℓ以下
窒素含有量	240mg/ℓ未満(150mg/ℓ未満)
炭含有量	32mg/ℓ未満(20mg/ℓ未満)
水素イオン濃度(pH)	5を超え9未満(5.7を超え8.7未満)
温度	45°C未満(40°C未満)
よう素消費量	220mg/ℓ未満

注：1()内は数値表、ガス供給表に適用する排除基準です。

2この基準は、排水量によっては適用されない物質または項目もあります。

3) 各物質の生物処理に与える影響

(1) 油脂類

油脂類を多く含む廃水を下水処理場へ流すと、下水道管を詰まらせるばかりでなく、下水処理場の処理設備に悪影響を与えることになる（特に生物処理に与える影響は大きい）。

油脂類はSSと併せて除去することは、活性汚泥に対するBOD負荷を軽減し、フロックにまつわる障害を排除することとなる。油脂類が活性汚泥の働きを阻害するものとして、重油、機械油、鉱物油、動植物油等の比較的高分子の油や四塩化炭素、クロロホルム、アセトン等の溶剤が挙げられる。

その阻害作用は、

- (a) フロックに吸着され活性汚泥菌の表面を油膜で被覆して呼吸阻害を起こす。
- (b) 油脂、脂肪及び炭化水素系は炭水化物タンパク質系有機物に比較して、単位重量当たりのBOD除去に必要な曝気槽での溶存酸素消費量の割合が2～3倍大きい。これは、曝気槽で酸素補給として設計値以上の空気量の増加を余儀なくされ、空気量が不足する原因となる。
- (c) 食肉魚肉加工、皮革、屠場の廃水には油脂、脂肪が多く含まれているが、曝気槽で曝気されている間に固形化する。固形化した脂肪は活性汚泥で摂取され難く、フロックに吸着し浮上性のフロックとなり、SVI (Sludge Volume Index) を高め沈澱槽より処理水と一緒にキャリーオーバーして、SS、BODを増加させ放流水水質を悪化させる。
- (d) 油脂、脂肪を多量に含む廃水には糸状菌が発生しやすく、また糸状菌の発生がなくてもSVIが高くなる傾向があり、沈澱槽での汚泥の沈降分離が難しくなるのが普通である。牛乳廃水の場合もこのような現象が生じ易い。

また、四塩化炭素、アセトン等の溶剤が流入すると、活性汚泥菌、原生動物の脂質(Lipid)を溶脱して代謝に支障をきたす。これは活性汚泥の解体現象につながる。

このようなことから、日本では下水処理場に流入するノルマルヘキサン抽出物質については、Table 4.1.2 に示すように、鉱物油が5 mg/L、動植物油は30 mg/L以下になるように予備処理を行い、下水処理場に放流している。

(2) 有機合成・石油系有機物質

(a) 石油化学工場物質

石油化学工場廃水は多量の浮遊油分、クロム、 H_2S 、懸濁固形物を含むことが多い。また、揮発性物質、事後反応物質が多いために液性が変質しやすく活性汚泥にとって阻害成分となる場合がある。

有機合成・石油系有機物質の生物処理に対する難易度は、

- ①直鎖化合物は処理しやすい。
- ②Hydroxyl基を持つものは処理しやすい。その数が多いほど分解しやすい。
- ③ $-CH_3$ 基が付加すると阻害性は減少する。
- ④側鎖は処理し難い。
- ⑤塩素化合物、 $-NO_2$ 化合物は処理し難い。
- ⑥4級炭素化合物は処理できない。

その他、難生物分解性物質については、Table 4.1.3 に示す。

難生物分解物質 Table 4.1.3(I)

分類	化合物
各種窒素化合物	ジエタノールアミン、トリエタノールアミン、アセチルエタノールアミン、ホルムアミド、アクリロニトリル、ジメチルアニリン、ジエチルアニリン、メラミン、キシリジン、ヘキサメチレンテトラミン、ジアミノピリジン、キルホリン、アセチルモルホリン、アセトアニリッド
アルデヒド類	3-ヒドロキシブタナル、ベンツアルデヒド
ケトン類	ジエチルケトン、メチルイソブチルケトン、メチル-n-アミルケトン、アセトフェノン
エーテル類	ジメチルエーテル、エチルエーテル、ジエチルエーテル、イソアミルエーテル、ニチレングリコールジメチルエーテル、ビス-2-エノキシエチルエーテル、テトラニチレングリコール、ジオキサン
アルコール類	第3ブチルアルコール、ジエチレングリコール、シクロヘキサノール、アリルアルコール、ペンタエリスリット
フェノール類	ピロガロール、キシレンール1・3・5
炭化水素類	キシレン、ナフタレン、 α -メチルナフタレン、ベンゼン、ニチルベンゼン、n-プロピルベンゼン、n-ブチルベンゼン、第3ブチルベンゼン、n-ドデカン、ニチレンジクロライド、四塩化炭素、クロロホルム、モノクロールベンゼン
炭水化合物	α -セルロース、C.M.C.

活性汚泥法処理の難易: Table 4.1.3(2)

物質名	活性汚泥 難易	BOD換算 値 g/g	物質名	活性汚泥 難易	BOD換算 値 g/g
炭化水素系			酸・塩・エステル		
ガソリン	難	0.078	ギ酸	易	0.02~1.27
ケロシン	"	0.53	酢酸	"	0.34~0.88
ベンゼン	"	1.20	安息香酸	"	1.34~1.40
アルコール類			フェニルアセテート		
メタノール	易	0.76	エーテル類		
エタノール	"	1.07	ニチレングリコール	易	
n-プロパノール	"	0.47~1.5	ジニチルエーテル	"	
i-プロパノール	"	1.29~1.42	ジニチルニエーテル	"	
n-ブタノール	"	1.45	ケトン類		
i-ブタノール	"	1.66~0.07	アセトン	難	0.21
n-アミルアルコール	"	1.50~1.61	ジエチルケトン	"	1.00
i-アミルアルコール	"	1.50~1.62	メチルイソブチルケトン	"	2.14
アリルアルコール	難	1.6	メチルフェニルケトン	"	1.40
n-ヘキサノール	"	0.7	シアン化合物		
ベンシルアルコール	"	1.55	アクリルニトリル	易	
グリセリン	"	0.83	ラクトニトリル	易	
フェノール類			ベンゾニトリル	"	
フェノール	易	1.4~2.1	ビニール系		
o-クレゾール	"	1.64	アリルアルコールポリマー	難	
m-クレゾール	"	1.70	クロトンアルデヒド	易	
p-クレゾール	"	1.40	アクリアマイド	"	
ナフトール	"	1.70	ブタジエン	難	
アルデヒド類			メチルビニルケトン	"	
ホルムアルデヒド	易	1.00	スチレン	易	
アセトアルデヒド	"	1.27	ポリニチレングリコール	難	
ベンズアルデヒド	難	1.5	その他		
フルフラール	"	0.77	ニチレンジクロライド	難	
			ニチレンクロロヒドリン	"	

(b) その他の化学物質

ジニトロトルゲール、ブタジエに対して活性汚泥は完全に死滅する。また、酸洗い後の工場廃水も中和を怠ると同様にある。

(3) 有害物質

(a) 殺菌剤、消毒剤、除草・殺虫剤等の曝気槽への流入は活性汚泥の解体の原因となる。許容濃度 5 mg/L 以上が限界で、いずれにせよ検出されないことが望ましい。

(b) 硫黄化合物、 SO_2 を含む廃水が嫌気性状態になると、 H_2S となる。曝気槽 入口で 5 mg/L 以上検出されると、活性汚泥の解体の直接原因となる。

「硫化物含有廃水の対策：廃水の集水系、調整槽内を嫌気状態にしないことで、ピット、槽の浮遊物質の停滞する部分を通気攪拌し、対流を与えて死角をなくすことである。」

(c) 重金属

廃水中に含まれる重金属は、生産段階で使用する金属塩や酸 (H_2SO_4 、 HCl) アルカリ (NaOH) 等がその発生源である。微量でも活性汚泥菌体に取り込み蓄積し、数百倍に菌体の中に濃縮される。

金属イオンの毒性の強さを順に並べると、次のようになる。

$\text{Ag} > \text{Hg} > \text{Sn} > \text{Cu} > \text{Cd} > \text{Cr} > \text{Ni} > \text{Pb} > \text{Co} > \text{Zn}$

重金属が活性汚泥に対して、どのような阻害作用を与えるか、また、その許容濃度はどのくらいか、についての実験報告は数多くある。種々の廃水処理条件、他の阻害物質の共存、負荷及び溶存酸素濃度などにより一定値が得られていないが、

①曝気槽入口で、廃水中に Cu 、 Cr 、 Zn が数 mg/L 程度であれば、余剰汚泥を定時的に引き抜いている限り、特に顕著な阻害作用は認められない。

しかし、余剰汚泥の引き抜きを行わないと重金属の蓄積が進行し阻害現象が現れる。

②廃水中の重金属の含有量が常に変動する場合、例えばゼロになったり、 10 mg/L になったりするケースでは活性汚泥の凝集作用に影響がある。

③重金属は単独で存在するケースは稀である。数種類の重金属が存在する場合の阻害作用の現れる許容濃度の方が、1種類よりも低濃度で阻害現象が現れる。これは、重金属の毒性には相乗効果があるものと考えられる。

④曝気槽入口において、数 mg/L の重金属が存在する場合、その重金属は活性汚泥に取り込まれ、あるいは吸着され、約90%程度除去される。これは、活性汚泥法の重金属除去の大きな特色であるが、曝気槽で重金属は大気中に飛散することは有り得ないので、除去量だけ菌体に移行したことになる。

このことは、余剰汚泥の方に移行されたのであるから、逆の面として、余剰汚泥を有効利用する場合には重金属類から制約を受けることになるので、注意を要する。

4) その他の注意を要する物質

(1) 界面活性剤

洗剤等に界面活性剤が多く使用されるが、これが下水処理場で泡を発生させる原因となる。活性汚泥処理の曝気に際して消泡剤などのコスト負担をもたらす。日本では特に規制がないが、スロベニアでは、「下水および処理場で障害を生じる場合には、障害が解決する範囲に規制する」と決められている。

(2) 染色工場・化学工場の着色成分

排水の着色は、下水処理によって低下するが、流入水の着色が著しい場合は、排出基準を満足することが難しいことがある。日本の場合は、通常の水域では色の基準がないが、特定の水域では非常に厳しい基準が定められている。そのような水域に放流する場合は、活性炭吸着処理やオゾン処理が適用される。下水処理場の負担を軽減するために、着色排水を排出する工場に対して、脱色のための予備処理設備の設置を要求している例がある。

なお、生物に阻害作用があるカドミニウムなどを含む染料は、既に世界的に使用されなくなっている。染料の購入に際しては念のために確認すると良い。

4. 2 病院廃水及び廃棄物

1) 発生源

病院からの廃水は生活排水と特殊系廃水に大別され、主な発生源は次の通りである。

(1) 厨房施設

入院患者及び職員のための給食施設と外来者のための食堂の厨房施設があり、調理及び食器の洗浄等に伴って発生する廃水には固形物や油分を多く含み、病院廃水の中でも最も汚濁度が高い。

(2) 洗濯施設

洗濯施設からの廃水は入院患者のリネン及び職員の白衣等の洗濯に伴うもので、厨房廃水とともに病院廃水の中で汚濁度が高い。

最近では洗濯業務の一部または全部を外注している例が多くなっている。

外注している場合、病院の洗濯施設としては病棟に備え付けられている入院患者の洗濯機があるが、廃水量は少ない。

(3) 入浴施設

入浴施設からの廃水には入浴時の体を洗った水、浴場の洗浄水及び浴槽水がある。この中で浴槽水は毎日排水される訳ではなく、ろ過機により循環使用しているところが多くなっている。一般的には、洗浄水の濃度は高いが浴槽水は比較的低い。

(4) 便所

便所からのし尿を公共用水域に排出する場合は、日本では、建築基準法に基づき構造基準の定められたし尿浄化槽により処理しなければならないことになっている。最近では、厨房、浴室及び洗濯施設等からの生活雑排水も合わせて処理するケースが多い。

(5) 病棟、診療室、臨床検査室及びX線検査室等

これら施設からの特殊系廃水のCOD、BODの濃度は比較的低い。病

院では、クロム・水銀等の重金属、ホルマリン・クレゾール・ヒビテン等の消毒薬、メタノール・エタノール・クロロホルム等の有機溶媒及び酸・アルカリなどを使用しており、それらが廃水中に含まれることがある。

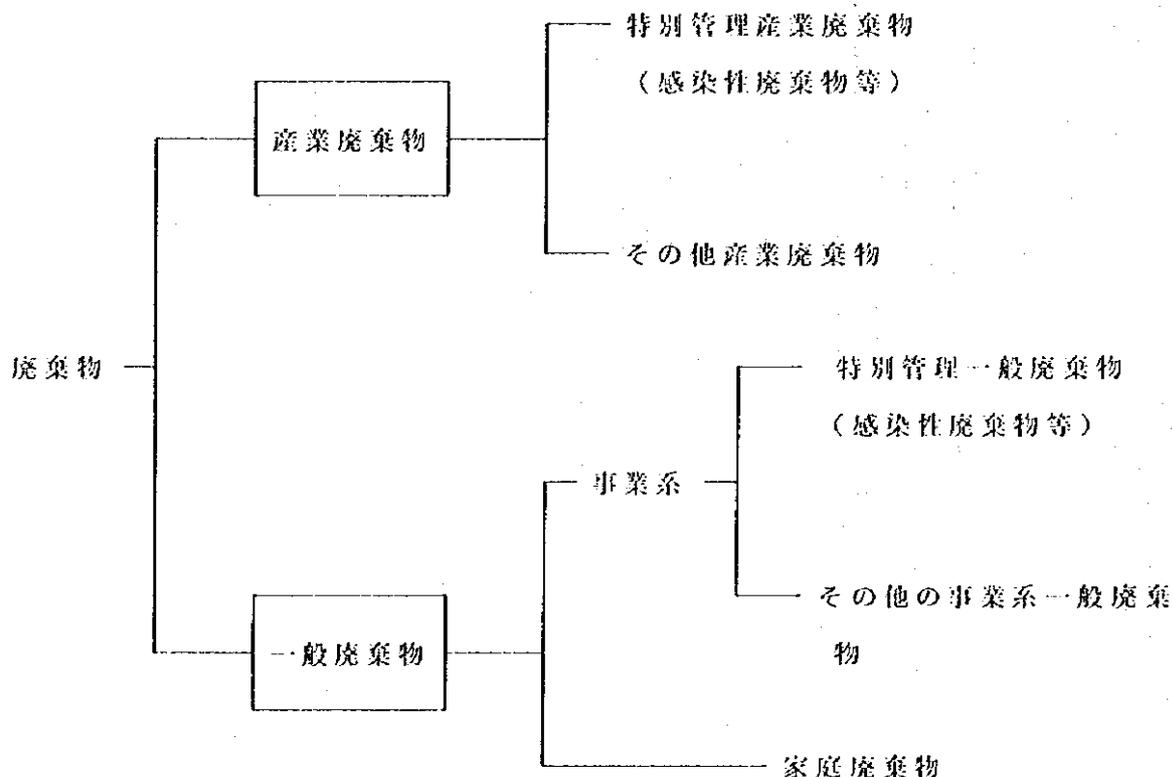
またし尿、血液等の生体物質を含む汚物及び感染性の恐れのある物質を含む廃水が排出される。病院によっては、放射性廃液が発生する場合もある。

これらの中で、感染性病原体を取り扱う施設から生じた感染の恐れのある産業廃棄物（固体、液体）は、日本においては特別管理産業廃棄物に指定され、処理・処分法が定められている。

次に、これに関する日本の法的規制の概要を参考として紹介したい。

2) 廃棄物の分類

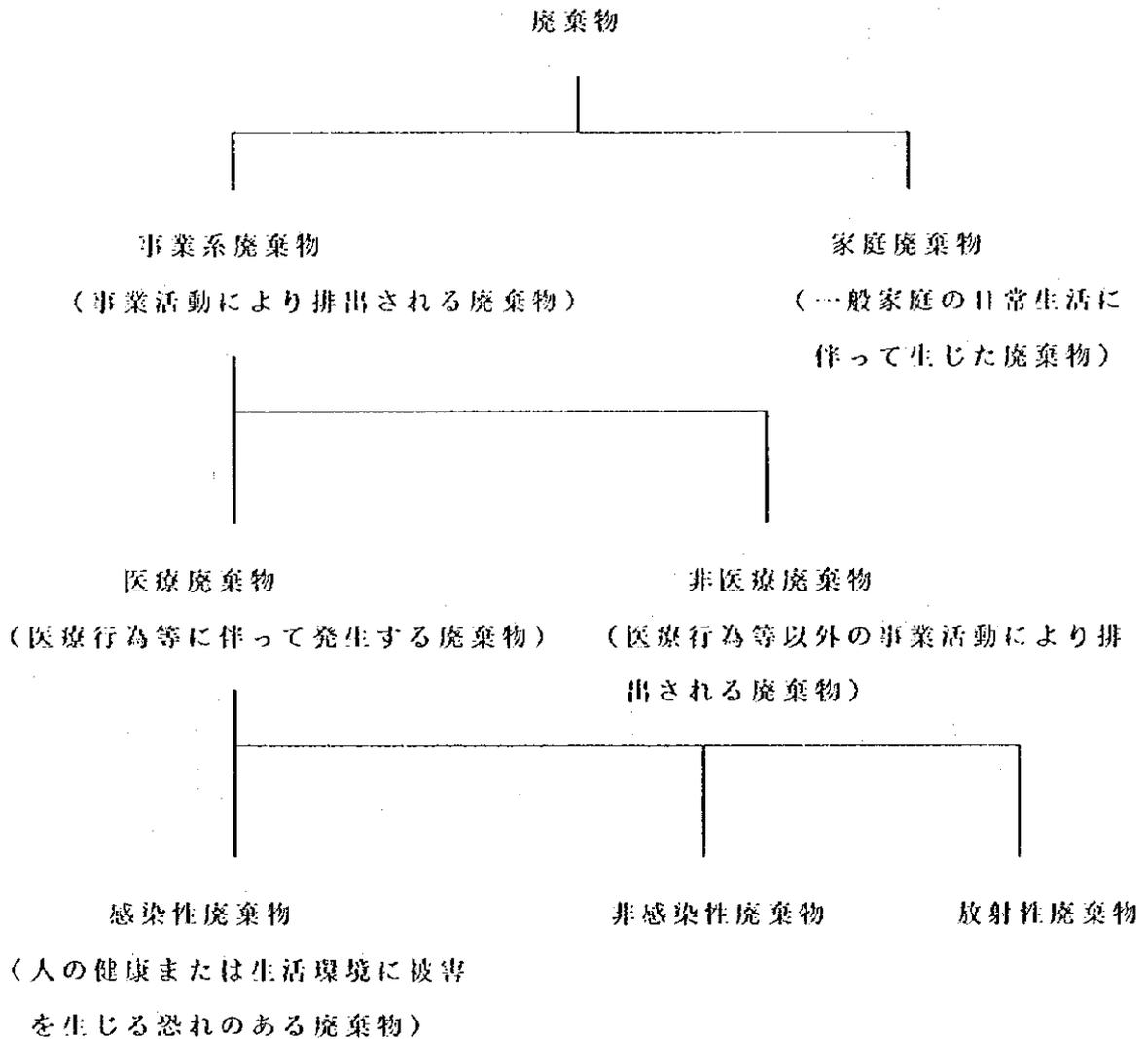
廃棄物処理法では、廃棄物は産業廃棄物と一般廃棄物に分けられ、それぞれ、特別管理廃棄物（感染性廃棄物等）とそれ以外のものに区分される。



- ・特別管理（一般・産業）廃棄物とは、爆発性、毒性、感染性、その他の人の健康または生活環境に被害を生ずる恐れのある性状を有するものをいう。

3) 特別管理廃棄物（感染性廃棄物）

(1) 医療機関から発生する廃棄物



注記：放射性廃棄物については別の法規制によって定められている。

(2) 「特別管理一般廃棄物」とは、一般廃棄物（産業廃棄物以外のもの）のうち、爆発性、毒性、感染性その他の人の健康または生活環境に係わる被害を生じる恐れのある性状を有するものとして定められている。

また「特別管理産業廃棄物」とは、産業廃棄物（汚泥、廃油、廃酸、廃アルカリ、廃プラスチック、ゴムくず、金属くず、ガラスくず等事業活動に伴って生じたもの）のうち、爆発性、毒性、感染性その他の人の健康または生活環境に係わる被害を生じる恐れのある性状を有するものとして定められている。

(3) 医療廃棄物のうち、感染性病原体が含まれ、若しくは付着している廃棄物またはこれらの恐れのある廃棄物は感染性廃棄物に規定されている。

また、病院、診療所、衛生検査所、老人保健施設、その他、人が感染し、または、感染する恐れのある病原体を取り扱う施設より生じた廃棄物並びに試験研究機関、大学及びその付属試験研究機関及び学術研究または製品の製造若しくは技術の改良、考案若しくは発明に係わる試験研究機関の施設より生じた廃棄物も感染性廃棄物と規定されている。

感染性廃棄物の種類と具体例は、次のとおりである（Table 4.1.4）。

Table 4.1.4

廃棄物の種類	感染性一般廃棄物	感染性産業廃棄物
① 血液等	/	血液、血清、血漿、体液 (精液を含む。)血液製 剤
② 手術等により排出さ れる病理廃棄物	臓器、組織	/
③ 血液等が付着した鋭 利なもの	/	注射針、メス、試験管、 シャーレ、ガラスくず等
④ 病原微生物に関連し た試験・検査等に用いら れたもの	実験、検査等に使用した 培地、実験動物の死体等	実験、検査等に使用した 試験管、シャーレ等
※ ⑤ その他血液等が 付着したもの	血液等が付着した紙く ず、繊維くず(脱脂綿、 ガーゼ)	血液等が付着した実験・ 手術用の手袋等
※ ⑥ 汚染物若しくは これらが付着した又はそ れらのおそれのあるもの で①～⑤に該当しないも の	汚染物が付着した紙く ず、繊維くず	汚染物が付着した廃プラ スチック類等

注記：⑤、⑥については、血液等その他の付着の程度や付着した廃棄物の形状、性状の違いにより、感染の危険性には大きな差があると考えられるので、医師等によって感染の危険がほとんどないと判断されたときには、感染性廃棄物とする必要はない。

4) 感染性廃棄物の医療関係機関における管理体制

(1) 特別管理産業廃棄物管理責任者の設置

【病院・衛生研究所・試験研究機関等】

医療関係機関の管理者等は、施設内における感染事故を防止し、感染性廃棄物を適正に処理するために、特別管理産業廃棄物管理責任者を置かなければならない。

【診療所】

医師等が自ら特別管理産業廃棄物管理責任者となることができる。

病院、衛生検査所及び試験研究機関の特別管理産業廃棄物管理責任者は、必要に応じて作成された処理計画書および管理規定に基づいて感染性廃棄物の排出、分別、梱包、中間処理等の具体的な実施細目を作成し、施設内関係者に徹底しなければならない。

(2) 特別管理産業廃棄物管理責任者の資格

- ・厚生大臣が認定する講習の課程を修了したもの。
- ・医師、歯科医師、獣医師、薬剤師、保健婦、助産婦、看護婦、臨床検査技師、衛生検査技師。

(3) 特別管理産業廃棄物管理責任者の報告義務

医療関係機関の管理者は一定期間毎に、法律に定められている諸々の報告書を所轄監督所に届けなければならない。

5) 廃棄物の滅菌方法

医療関係機関等の施設内において生じた特別管理一般廃棄物または、特別管理産業廃棄物の滅菌処理等は、次に定める方法によって処理しなければならない。

(1) 焼却設備を用いて十分に焼却する方法

(2) 溶融設備を用いて十分に溶融する方法

(3) 高圧蒸気滅菌装置または乾熱滅菌装置を用いて滅菌する方法

4. 3 毒性試験

有害物質項目及び生活環境項目は、現在、化学的な水質の測定値として定められている。しかし、産業の発展に伴い技術が高度化すると、新たな化学物質が製造され使用され、排出されていくであろう。そのため、有害物質の規制項目は今後とも追加の方向にあると考えられる。

複雑な組成を持つ産業廃水や下水を単に化学分析しても、その流入河川への影響の度合いに関する十分な知見を得ることができない場合が多い。なぜなら、個々の成分や各種成分のいろいろな比による混合物の毒性についてはわからない場合が多いからである。また、廃水の毒性は、そのうちに含まれる個々の成分と受け入れ河川中の溶存物質との相互作用によりかなり変化する。しかも、項目の追加は分析費の増大につながる。そこで、バイオアッセイが排出水の日常管理方法として注目される。

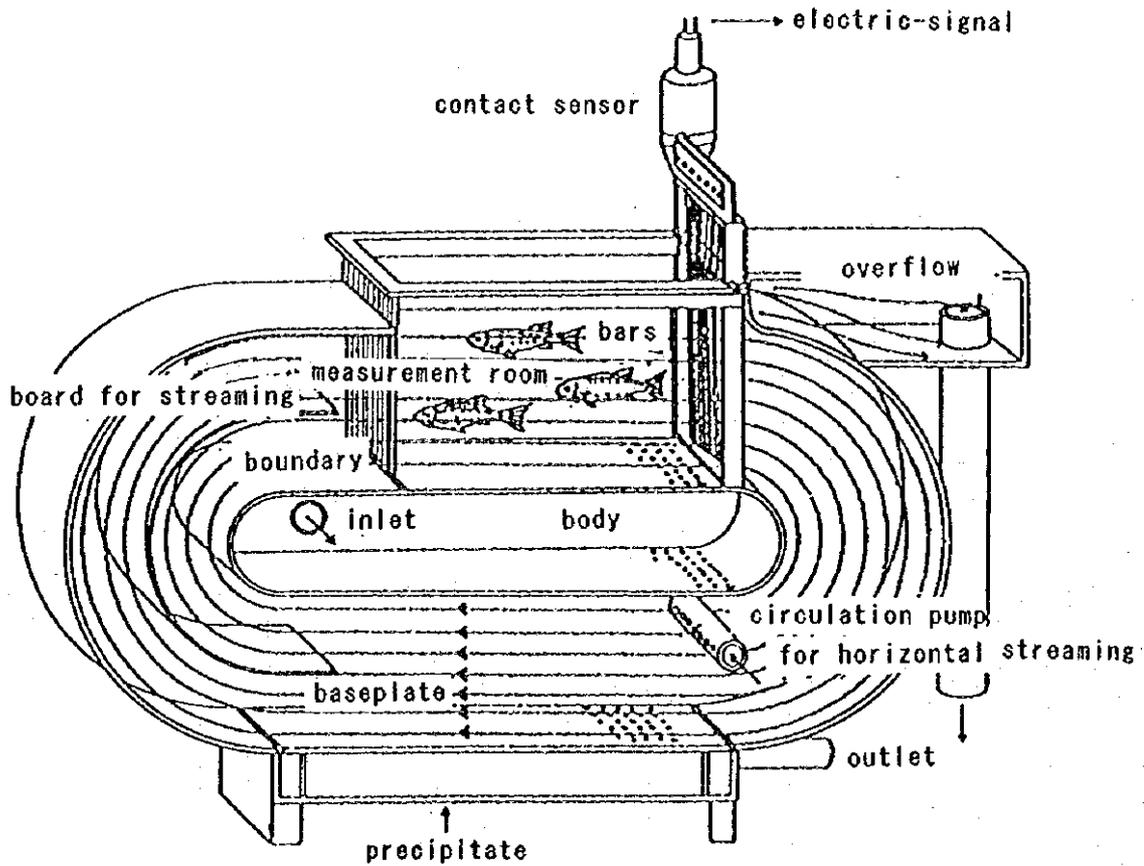
水棲生物に対する特定物質の毒性は、一般にTL_mで表される。これは、水棲生物に対する汚濁物質の急性毒の直接的な危害の程度を判断できるように確立されたものである。しかし、この値から生物に対する安全濃度を求めることはおおいに問題がある。なぜなら、ある濃度でへい死しないからといって、生物がその濃度で全く影響を受けないとは断言できないからである。従って、生命活動の停止すなわち死をおこす濃度を基礎とするのではなく、生理学的、生化学的に異常を引き起こす濃度を基礎においた測定をすべきである。これには、忌避反応を測定するもの、病理学的検討を行うもの、貝類の介殻の開閉や心臓ばく動を判定の基準にする方法、血清たん白の電気泳動像、組織切片のRNA含有量、脱水素酵素反応等々多くの指標の変化を基礎にするものなど多くの試みがある。

日本では、産業廃水や下水の処理水を処理場敷地内に設けた小川や池に導いて、地域の水環境に生息する動植物をそこに生息させている。それは、処理水の安全性を常に監視するとともに、事業場が行う環境管理の信頼性を誇示するものである。

そこで、WWTP処理水の監視方法として、ライン川の水質監視に用いられているバイオアッセイ装置を紹介する。有害な物質の生物への影響には、生死、成長、繁殖、挙動への影響があり、挙動への影響は最も低濃度でおこる。本装置はその影響をオンタイムで感知しうるものである。その導入は比較的容易である。

例えば、Fig. 4.3.1に示す計測室に有害な物質が流入すると、魚は異常な行動をとるようになる。このとき、魚は反応格子に触れる機会が多くなり、これがセンサーで自動的に感知される。すなわち、環境の変化が自動的にかつ迅速に感知しうるものである。

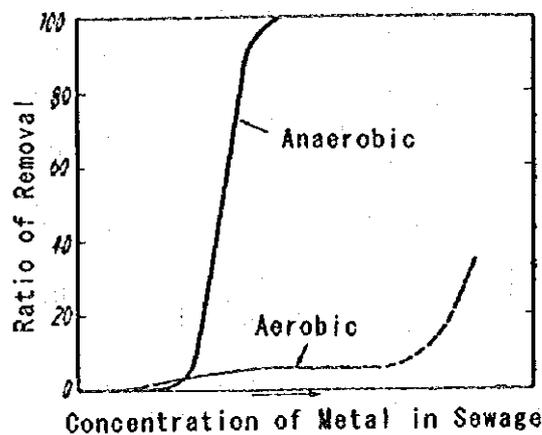
Fig. 4.3.1 ライン川水質監視のためのバイオアッセイ装置



4. 4 重金属

下水処理に用いられる生物処理法は、生物の代謝機能を利用した処理プロセスであることから、微生物の酵素系を阻害するような金属、シアンなどの毒性物質を含まないことが適用の前提条件である。これらが含まれていると、微生物の有機物の分解機能、合成機能が著しく劣化され、Fig. 4. 4. 1に示すような処理効率に変化をきたす。

Fig. 4. 4. 1 下水処理プロセスにおける処理効率の変化



したがって、WWTPが受け入れる廃水においては、WWTP放流基準の金属に関連する項目が遵守されていなければならない。しかしながら、工場では不慮の事故が発生することもあり、そのときに重金属を含む廃水がWWTPに流入しないとも限らない。その場合にWWTPの採る判断の参考として、文献による資料を以下にとりまとめた。

活性汚泥処理で、ごく低濃度で微生物に致命的な打撃を与える活性阻害物質は、主として有害金属といわれる幾つかの重金属である。以下に代表的な有害金属による呼吸活性への影響と有機物減少量（通常のBOD測定と同じ手法で行う）の関係を示す。

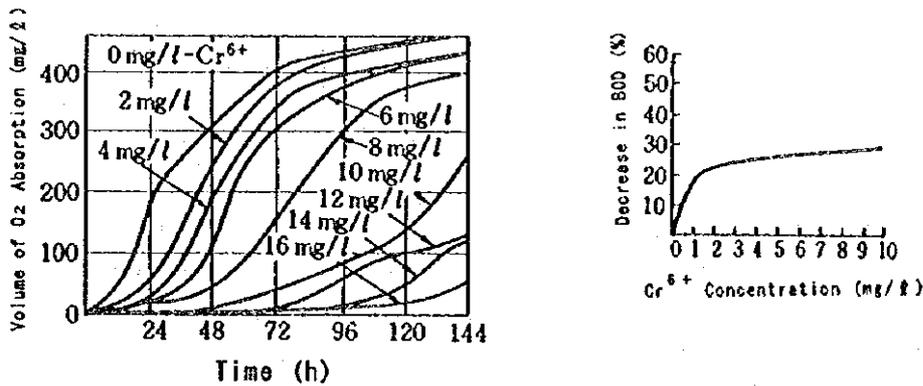
(1) クロム

都市下水に流入するクロムの発生源は、皮革工場、 Cr^{6+} を用いる表面処理、アルミ電極廃水などが考えられる。

Cr^{6+} が存在すると短期間硝化が停止する。0.5 mg/L以下では活性汚泥に吸着されて処理水には検出されないが、2.0 mg/L以上では検出される。また、生物学的な Cr^{6+} 還元及び除去が行われているとき、活性汚泥は乾燥固形物量の18.4%にも達するクロムを含んでいることが報告されている。汚泥の消化タンクでは、固形物中に3.5%ものクロムがあっても正常に作動する。

Fig. 4.4.2に Cr^{6+} の酸素呼吸に対する影響とBOD減少率を示す。

Fig. 4.4.2 Cr^{6+} の酸素呼吸に対する影響とBOD減少率



(2) 銅

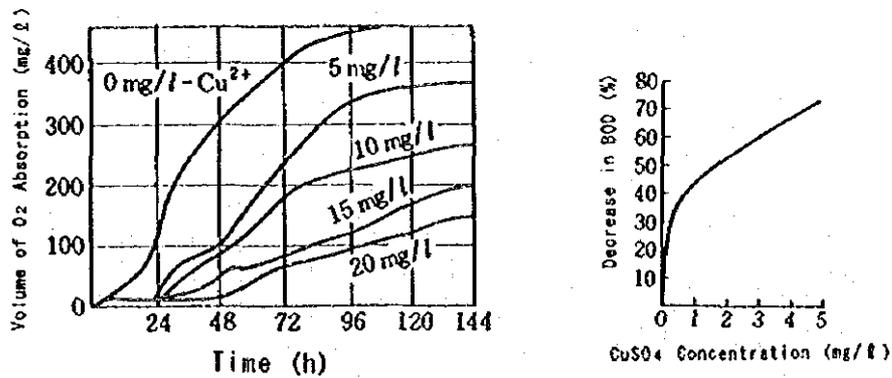
都市下水に流入する銅の発生源は、電気銅めっき工場が主である。通常は銅の錯イオンを形成する物質を含んでいる。

活性汚泥の処理効率に検地し得るほどの影響を及ぼさない銅の最高濃度は1 mg/Lである。数時間程度の高濃度短時間負荷では、硫酸銅の形で50mg/Lまで、シアン化銅の形では10mg/Lまでは処理効率に大した影響は現れない。

また、硫酸銅として410 mg/Lまでの濃度の下水を処理した汚泥では、消化機能の低下は起こらない。

Fig. 4.4.3に Cu^{2+} の酸素呼吸に対する影響とBOD減少率を示す。

Fig. 4.4.3 Cu^{2+} の酸素呼吸に対する影響とBOD減少率



(3) 亜鉛

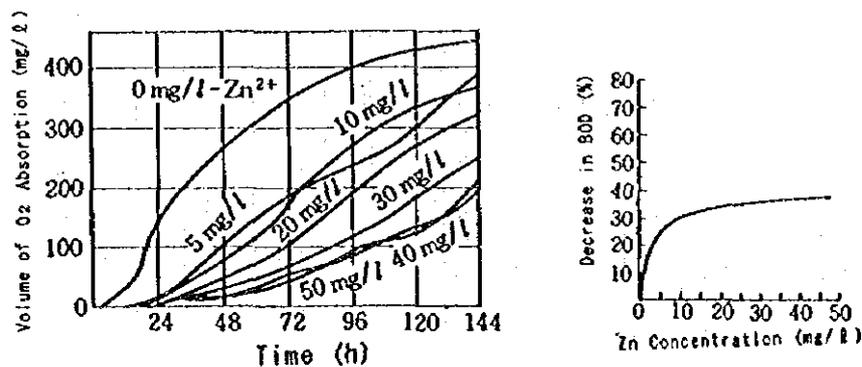
都市下水に流入する亜鉛の発生源は、電気めっき工場が主であるが、アクリル繊維やレーヨン、セロファンや特殊合成ゴムのような有機合成工場からの廃水にも見られる。

処理効率に重大な影響を及ぼさない亜鉛の最大濃度は、2.5~10 mg/Lである。160 mg/Lの亜鉛の衝撃負荷として、4時間負荷すると約1日は処理効率が著しく減少するが、40時間後には回復するという報告がある。

亜鉛濃度20mg/Lを硫酸亜鉛として付加した下水汚泥は、消化過程において急速な障害を引き起こす。したがって、最初沈殿または混合汚泥の正常な消化のためには、下水中の最大濃度は10mg/Lと20mg/Lの間にある。

Fig. 4.4.4にZnの酸素呼吸に対する影響とBOD減少率を示す。

Fig. 4.4.4 Znの酸素呼吸に対する影響とBOD減少率



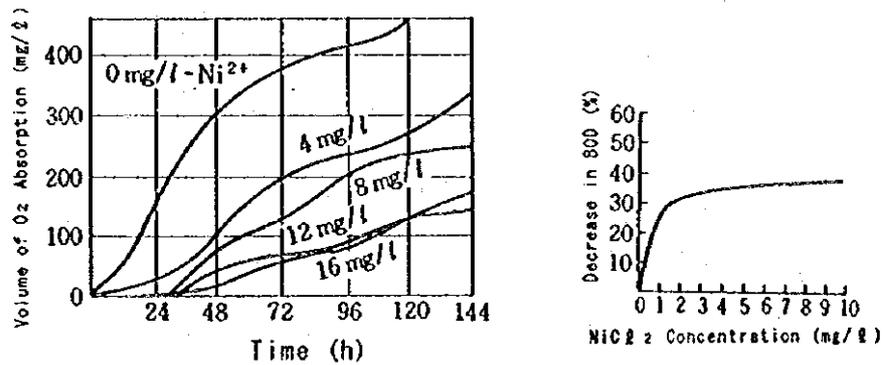
(4) ニッケル

都市下水に流入するニッケルの発生源は、めっき工場が主である。

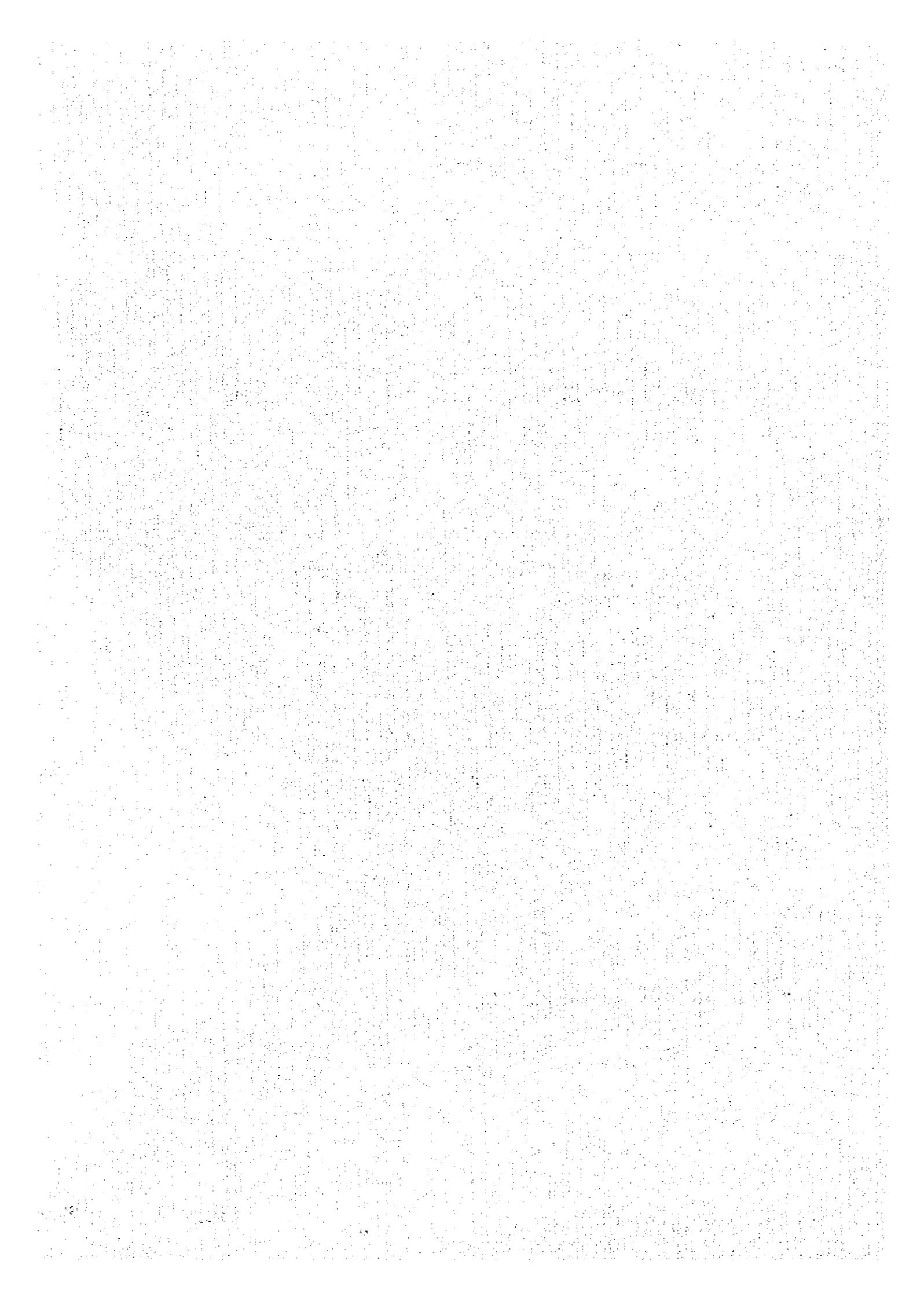
最終処理水中の濁度増加は、ニッケルによる最も大きな障害である。処理効率にあきらかな影響を与えないニッケルの最大濃度は、1mg/Lより大きく2.5mg/L以下の範囲にある。200mg/Lのニッケルの衝撃負荷は、処理効率を数時間の間著しく低下させるが、40時間のうちに正常運転に戻る。10mg/Lのニッケルを含む下水を受ける処理装置からの混合汚泥は十分消化される。また、40mg/Lのニッケルを含む下水から得た最初沈殿汚泥も十分消化できる。

Fig. 4.4.5にNiの酸素呼吸に対する影響とBOD減少率を示す。

Fig. 4.4.5 Niの酸素呼吸に対する影響とBOD減少率



5. 日本の廃水処理システムの実施例



5. 日本の廃水処理システムの実施例

5. 1 機械金属加工工業

1) 工場の概要

水晶時計の時代が訪れるとともに、日本の時計メーカーS社の時計主力工場では、精密機械部品ばかりでなく、プリント基板、水晶振動子、液晶パネル、ICなどの精密電子部品の製造が行われるようになった。新しい製造設備の導入に伴い、水使用の合理化、めっき廃水処理システムの抜本的な見直し、地下水汚染防止、騒音防止、悪臭処理等の環境対策が実施された。

2) セミクローズドシステムによる廃水処理

廃水の発生源は500箇所ある。それらの廃水は大別すると、イオン交換処理を基本とする循環系と、化学処理を施す放流系に分別されて排出される。

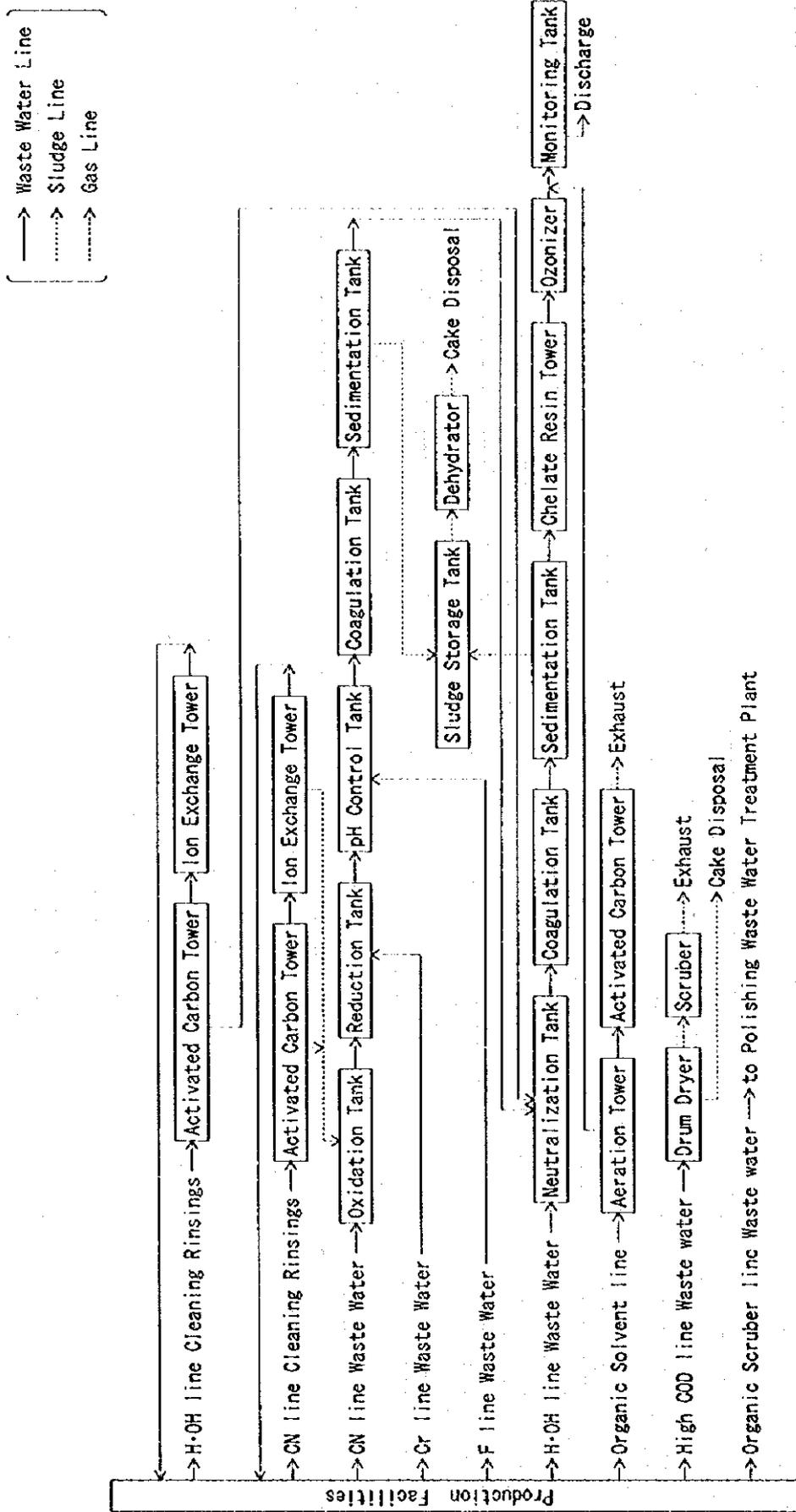
本システムの設計基準をFig. 5.1.1に、フローシートをTable 5.1.1に示す。

Table 5.1.1 設計基準

	水 系	水 量 (m ³ /日)
循環系	酸アルカリ循環系	570
	シアン循環系	100
放流系	シアン系	11.4
	クロム系	7.0
	フッ素系	4.2
	酸アルカリ系	73.7
	高COD系	2.9
	溶剤系	11.7
	有機系	42.3

循環系はシアン系水洗廃水及び酸アルカリ系水洗廃水の2系統から構成され、それぞれ独立して水の再生利用が行われている。放流系はシアン-クロム-フッ素系、酸アルカリ系、溶剤系高COD系の4系統からなっている。

Fig. 5.1.1 廃水処理システム



酸アルカリ系水洗廃水は、活性炭吸着塔による有機物除去及びイオン交換樹脂塔による脱塩処理が行われて、酸アルカリ系水洗水として再利用されている。

シアン系水洗廃水も同様に、活性炭吸着塔による有機物除去及びイオン交換樹脂塔による脱塩処理が行われて、シアン系水洗水として再利用されている。再生利用水は、酸アルカリ系570 m^3 /日、シアン系100 m^3 /日、合計670 m^3 /日が処理されている。

シアン系廃水は、シアンの酸化分解処理後にクロム系廃水とともに処理される。すなわち、クロムの還元処理、pH調整処理による重金属の析出及び凝集処理が行われて、沈殿槽において固液分離が行われる。上澄水は、酸アルカリ系廃水とともに再び処理される。

フッ素系廃水は、シアン系廃水のpH調整槽に注入され、以降は同様に処理される。

酸アルカリ系廃水は、pH調整による重金属の析出処理及び凝集処理が行われて、沈殿槽による固液分離が行われる。上澄水は、キレート樹脂塔によりキレート化して残存する重金属の処理が行われた後、オゾンによるCOD酸化処理が行われて、水質監視槽を経て放流される。めっき及びエッチングなどの製造工程廃水が含有するCODはオゾン酸化処理することにより、安定した処理水質が得られている。

溶剤系廃水は、散気塔で溶剤を散気された後、水質監視槽に導かれる。散気ガスは、含有の溶剤を活性炭吸着塔により吸着処理され、大気中に排気されている。

高濃度COD系廃水は、ドラムドライヤーでCOD成分が乾燥固化されて分離される。飛散物質を含む蒸発ガスは、スクラバーで除去された後、大気中に排気される。

悪臭防止対策として、主に廃水処理の反応時の反応臭や処理薬品補給時の薬品臭であるが、悪臭発生箇所を密閉構造とし、スクラバーで処理をしている。

地震などによる地下水汚染対策として、地下水槽及び薬品槽を二重構造にしている。

放流水の水質をTable 5.1.2に示す。

3) 処理施設

複雑な処理系から構成されているこの処理施設は、中央管理室で総合管理され、ほとんど自動制御で行われている。施設全体の維持は5人（昼4人、夜間1人）で管理されている。

廃水量に比べて敷地が760 m²と狭いため、地下3階から屋上へという立体的に構築されている。

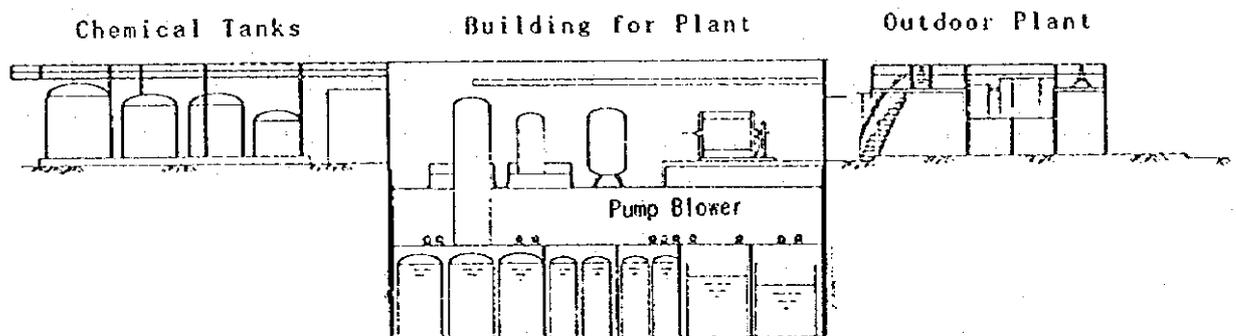
騒音対策として、この3層構造の地下2階にポンプ類が集中配置され、外部との間を厚さ100mmの防音壁で囲むなどの処置がされている。動力源で100ホンの騒音は、建屋敷地限界で45ホンである。また、唯一の外部騒音源である溶剤タンクの動力源は低騒音型モーターが使われ、更に厚さ100 mmの防音ボックスで覆われている。

施設の概観断面図をFig. 5.1.2に示す。

Table 5.1.2 放流水の水質

項目	処理水	規制値
C O D (mg/l)	4	20
S S (mg/l)	<1	40
F (mg/l)	1	15
C N (mg/l)	<0.01	1
C u (mg/l)	<0.05	3
C r (mg/l)	<0.05	2
M n (mg/l)	<0.01	10

Fig. 5.1.2 敷地の概観断面図



5. 2 繊維・染色工業

1) 概要：

本工場は、ポリエステル繊維の裏地に特化した専門の染色工場である。新立地に進出して新たに工場を建設するため、通常より厳しい排水基準に対応する必要があった。特に着色度の規制に対応するために、活性炭吸着処理を設けている。なお、スロベニア研修生の視察対象である。

(1) 生産能力：

稼働日数 22 日/月 月～土3交代9人/直 + 昼専検査10人

月産量 約 50,000 匹(unit) 匹 = 50m

月産金額 約 100 百万円 (グループ内取引のため、加工コストベース)

(2) 生産設備：

チューブ型高圧液流染色機 8台 (2,500m用 3台、5,000m用5台)

アルカリ減量ライン 1台

乾燥ライン 1台

(3) 補助設備：

ボイラーおよび自家発電設備 (80% 自給) 全て自社運転

(4) 用水量：

630m³ /day 3/4 染色・洗浄、 1/4 洗浄・アルカリ減量

(5) 熱回収：

50℃まで回収する それ以上は利用先がない

排水はシャワー状にして空冷する

2) 廃水処理システム

(1) 概略フロー

中和 → 活性汚泥曝気 → 接触曝気 → 凝集沈殿 → 砂ろ過 → 活性炭

活性汚泥曝気には特別な空気混合器が使用されている。

汚泥は脱水後水分率80%のケーキとして搬出される。

(2) 水量： 平均 630 m³/day 24 時間流入

(3) 水質実績例

	原水	第1沈殿	第2沈殿	処理水	排水基準
pH	10.2			7.9	5.8 - 8.6
BOD mg/L	1,100	2.7	0.8	< 0.5	12以下
COD mg/L	550	120	51	15	-
SS mg/L	92	50	19	7	20以下
着色度			450	45	80以下
t-P mg/L	86				-
t-N mg/L	32				-

(注)

CODはCOD_{mn}である。河川放流の場合は基準がない。

着色度は、その値に相当する倍数に希釈すると蒸留水と見分けが付かなくなることを示す

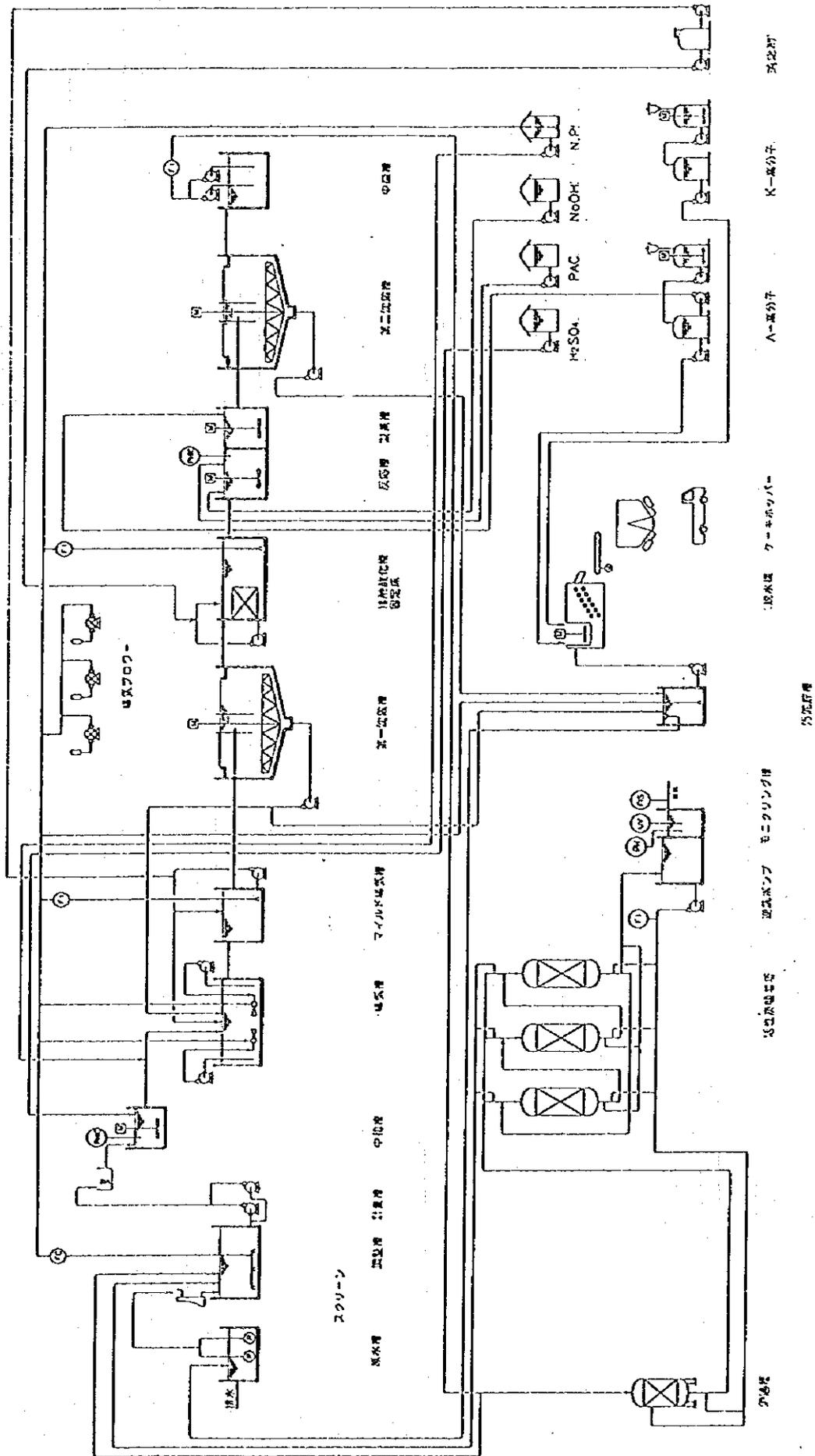
(4) 設備費総額： 約3億円

(参考： 工場設備総額 約20億円、土地込み総投資額 約24億円)

(5) 運転コスト

活性炭：	1.5 x 12 月 = 14 百万円/年	1 塔/月交換
汚泥処理費：	20	4t/day x 250 日
その他：	11	
年間合計：	45	償却費は別
水量当り：	300 円/m ³	

Fig. 5.1.3 Flowsheet of Wastewater Treatment System at a Textile Dyeing Factory



5. 3 ビール製造業

1) 概要

本工場は当初工場廃水を全量好気性生物処理を行っていたが、高濃度廃水を分離して嫌気性生物処理を行えるよう改造したものである。高濃度廃水は有機性SS成分を多量に含んでいるので、酸発酵槽にて有機性SS成分の可溶化、減量化を行った後、さらに遠心分離及び凝集沈殿などの固液分離を経て、UASBに供給している。

UASBにて処理された廃水は低濃度廃水と混合され、好気性生物処理を行っている。UASBより発生したバイオガスは脱硫後、蒸気製造用エネルギーとして回収されている。

注記 UASB : Upflow Anaerobic Sludge Blanket Process

2) 処理システム (廃水処理フローシートFig 5.1.4 参照)

3) 廃水量

高濃度廃水 : 麦汁しぼり液と廃酵母廃液 $150 \text{ m}^3/\text{d}$

低濃度廃水 : $5,000 \text{ m}^3/\text{d}$

4) 水質

(1) 高濃度廃水水質

pH : 3.5 ~ 5.2

SS : $35,000 \text{ mg/L}$

BOD : $38,700 \text{ mg/L}$

COD_{cr} : $75,600 \text{ mg/L}$

(2) 高濃度廃水の凝集沈殿処理水水質

SS : 300 mg/L

BOD : $1,940 \text{ mg/L}$

COD_{cr} : $7,560 \text{ mg/L}$

(3) 低濃度廃水水質

BOD : 1,000 mg/L

COD_{Mn} : 300 mg/L

(4) 最終処理廃水水質

BOD : 1.0 mg/L

COD_{Mn} : 6~8 mg/L

5) バイオガス発生量及び組成

発生量 : 平均 1,200 m³/d

組成 : CH₄ 70~80%、CO₂ 17~24%、

H₂S 320~600 ppm

6) UASBの設計負荷

COD_{cr}負荷 : 9~11 kg/m³・d

BOD負荷 : 6.5~7.7 kg/m³・d

7) 経済性

当初、工場廃水全量を好気性生物処理していた場合と、嫌気性生物処理設備を導入した場合の経済比較を行うと次のとおりである。

(1) 計算基準

① 電力費 15円/kwh

② 汚泥処分費 7,000~7,500円/ton-DS

③ 薬品費 25%NaOH 22.6円/L

脱硫剤 140円/kg

ポリマー 1,050円/kg

④ 蒸気回収費 2,360円/ton-蒸気

(2) ランニングコスト

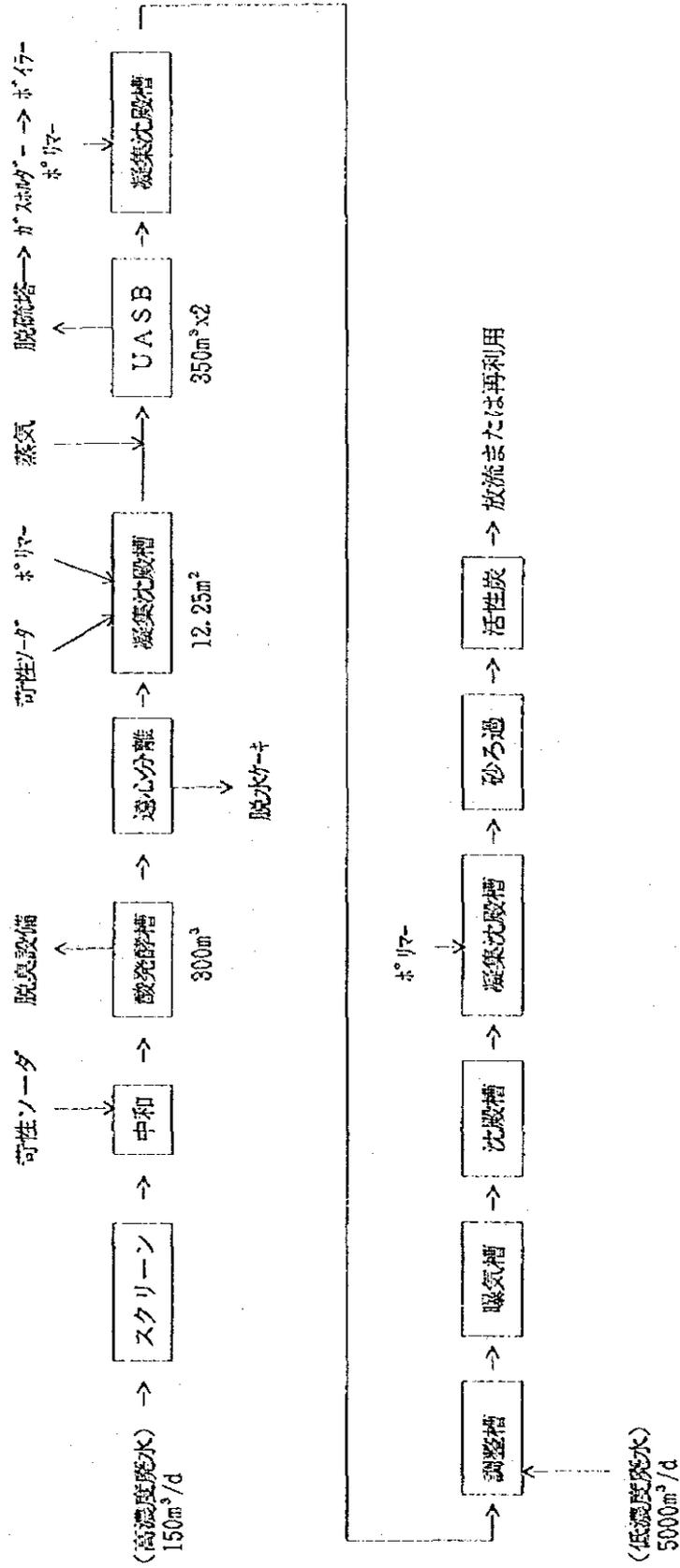
単位：円/除去kg BOD

	好気性生物処理	嫌気性生物処理 + 好気性生物処理
電力費	48	4
薬品費	7	18
汚泥処分費	47	5
蒸気回収費	—	-8
合計	102	19

好気性生物処理のランニングコストは102円/kg BODである。一方、嫌気性生物処理設備を導入した場合、蒸気回収分を考慮すると19円/kg BODである。このように好気性生物処理の約1/5に相当する。また、ランニングコストの内訳をみると、好気性生物処理ではランニングコストの90%以上を電力費、汚泥処分費が占めているのに対し、嫌気性生物処理を導入後では、電力費、汚泥処分費の合計は全体の約30%となっている。

このように嫌気性生物処理の特長である①汚泥発生量の少ないこと、②酸素供給動力が必要でないこと、等が大きく貢献している。また、薬品についてみると、好気性生物処理の場合では、7円/kg BODに対し嫌気性生物処理法では、18円/kg BODとなり2.6倍に増えている。これは酸発酵後に中和用の苛性ソーダが必要なためである。

Fig. 5.1.4 Flowsheet of Wastewater Treatment System at a Beer Brewing Factory



廃水処理フローシート

5. 4 食肉工業

1) 概要：

本工場は政府と民間の共同出資による食肉工場である。総事業費 85.7億円は、国・県（会長）・市（社長）・農協・関連企業が分担している。更に、新しい工業団地に工場を建設するため、厳しい上乘せ基準に対応する必要があった。特に厳しいCODの基準に対応するために、活性炭吸着処理を設けている。なお本工場は、スロベニア研修生の視察対象である。

(1) 生産能力：

稼働日数 22日/月（月～土）、6時間/日

日産能力 牛 50匹、豚 1,000匹

(2) 従業員数：

延 130名、施設の維持管理・業務の指導監督をするセンター
屠畜解体、食肉加工、卸売市場などの外部業者
県の検査機関、格付機関が同居している。

(3) 設備費： 環境対策設備の比率が高い

施設取得費用総額	4,392,835千円	
環境対策設備合計	1,286,614	(29%)
汚水処理（特別水質協定あり）	906,656	
焼却棟（悪臭のため使用中止）	247,282	
病畜棟	23,152	
緑化（敷地の29%）	109,524	

2) 廃水処理システム

(1) 処理方式（フローシート参照）

処理工程	処理方式
1次処理	固液分離スクリーン、油脂分離加圧浮上
2次処理	2段酸化式活性汚泥
高度処理	硝化、脱窒、酸化、凝集沈殿、砂濾過、活性炭
汚泥処理	機械脱水（水分率80%のケーキとして搬出）

(2) 設計水量と水質：

水量	1 4 4 0 m ³ /day	6 時間流入、2 4 時間処理		
水質		原水	処理水	実績例 (96.1月)
B O D	mg/L	1,300	8	< 1
C O D _{mn}	mg/L	500	8	3.6
S S	mg/L	900	8	< 1
油分	mg/L	200	5	< 1
T-N	mg/L	210	7	1.8
T-P	mg/L	70	1	< 0.1

なお、血液は分離して、外部で別途処理する。

水質は年 2 回行政検査がある。その他自発的に毎月測定する。

(3) 処理水の再利用

処理水の水質は非常に良好である。洗車、床洗浄、樹木散水などに、170 乃至 180 m³/日程度使用する。

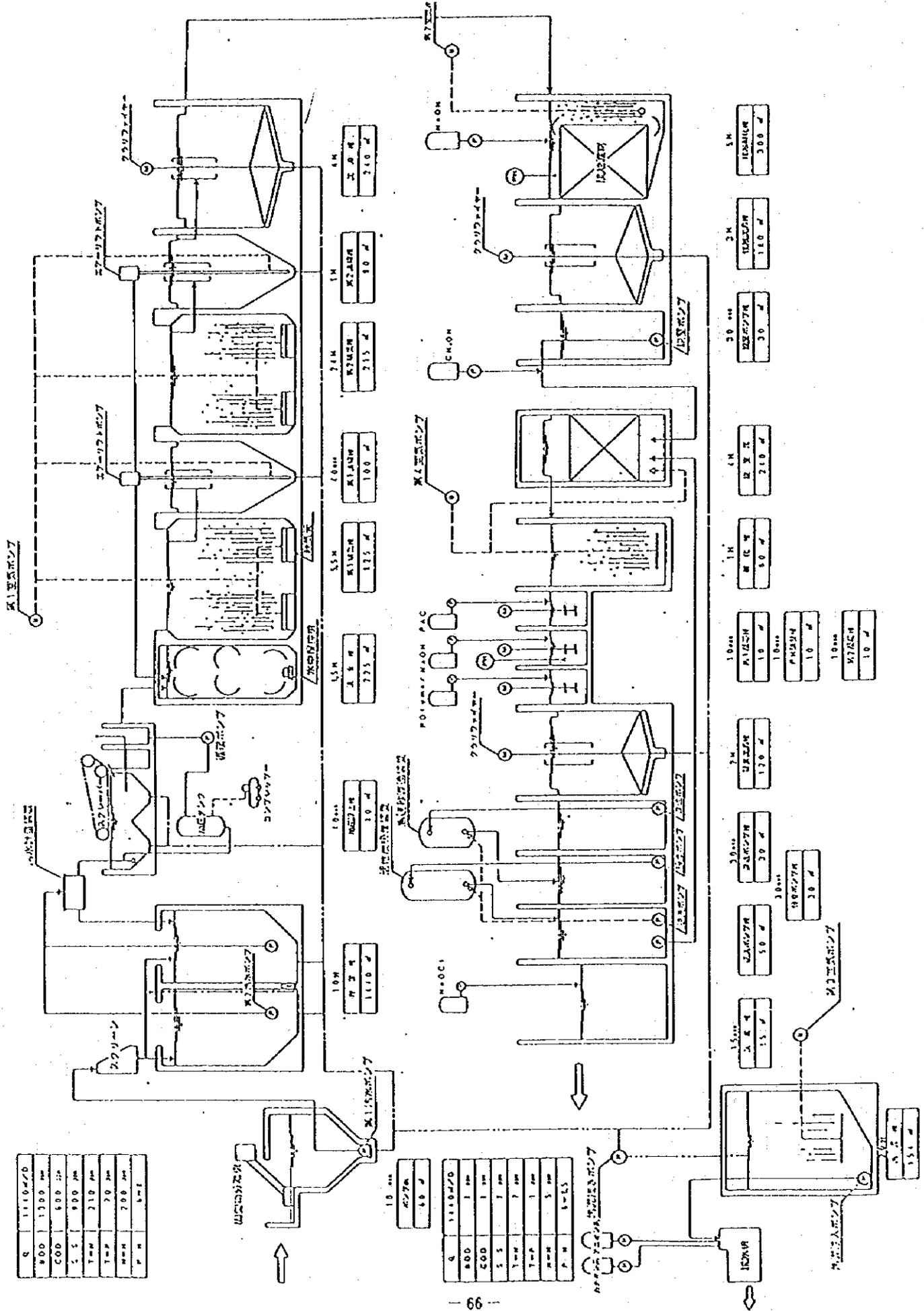
即ち、実際に排出される排水量は、処理水 - 再利用水 になる。

(4) 運転コスト

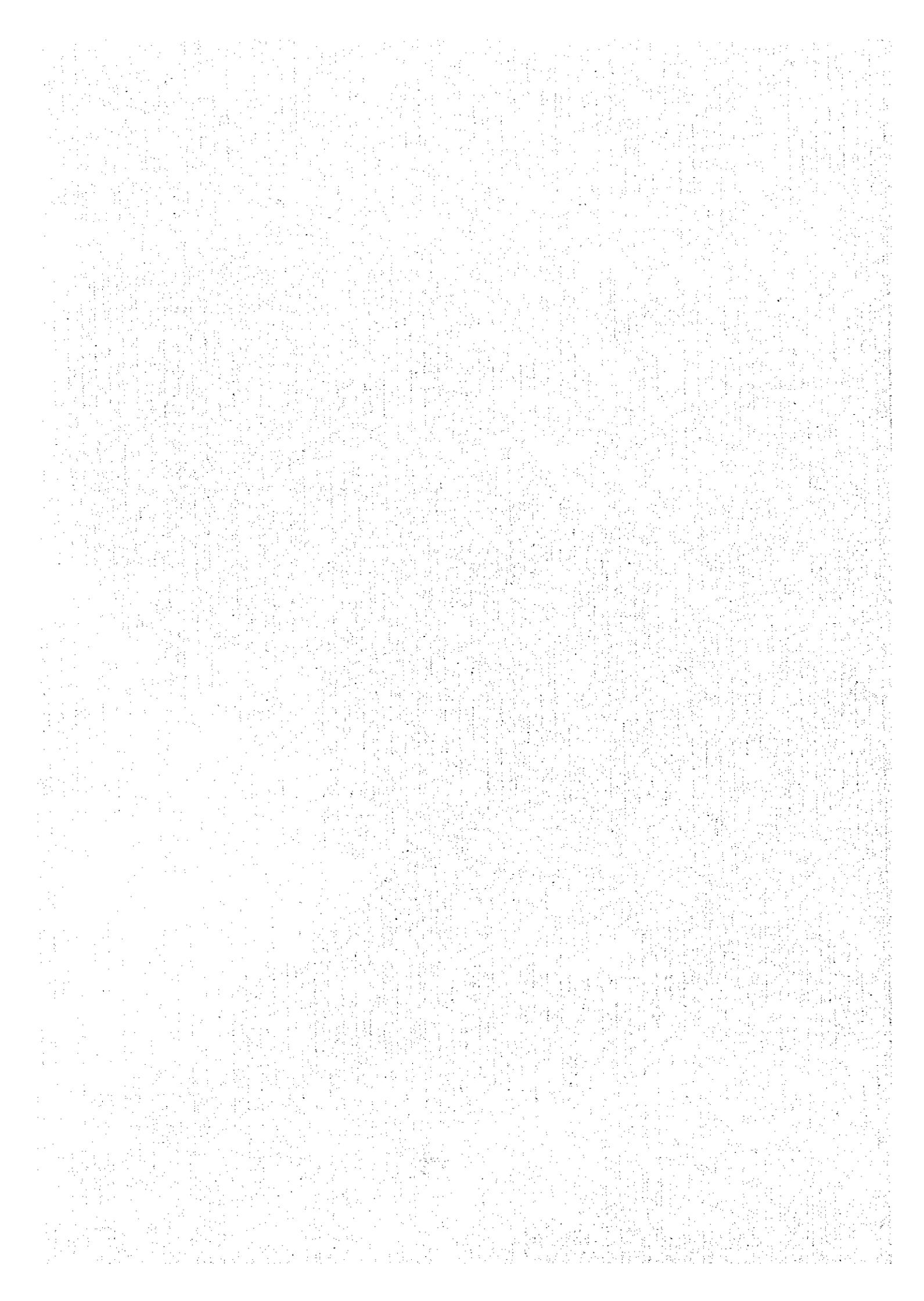
1995年度の実績では、		水量当り
薬品	4,930 千円	
電力	12,837	
汚泥処理	15,290	
分析費	288	
小計	33,345	159 円/m ³
+人件費	15,108	231
+償却費 (補助金分は除外、定率)	7,107	265
合計	55,560	655

用水の価格が 120 円/m³ であるから、合計 775 円/m³ の水になる。

Fig. 5.1.5 Flowsheet of Wastewater Treatment System at a Meat Factory



6. 水使用合理化指針



6. 水使用合理化指針

水使用の合理化とは、水を合理的に使用して、その使用量を必要最少限度に抑えることを意味し、端的に言えば「用水量を合理的に節減すること」になる。決して必要な水量以下に減らすことではない。

ただ後述するように、必要最少限度の水量を明確に把握することは意外に困難で、また必要とする最低限度の水質も明確でない場合が多い。合理化を進めるには、まずこのような基本的問題を解決せねばならない。

6.1 合理化の必要性

合理化（用水量の節減）を行う必要性は、種々の面から考えられる。以下にその理由を整理して見た。

(1) 用水コスト面からの必要性

用水のコストには次に述べる4項目が含まれるが、これらを節減するために合理化を必要とする場合がある。

① 取水のためのコスト

工業用水道、上水道料金、表流水の取水コスト、地下水の揚水コスト等が含まれている。

② 用水処理のコスト

受け入れた用水が何らかの処理（鉄分、マンガン、SS等の除去）なしに使用出来ない場合、このコストが必要になる。

③ 排水処理のコスト

何ら問題なく排出可能なまで処理するに要するコスト。公共下水道料金も含まれる。

④ 回収利用のためのコスト

一度使用された水を再利用するには種々の設備が必要となって、その建設費、動力代や薬品代などの運転費が含まれる。

(2) 用水供給面からの必要性

用水供給に何らかの制限がある場合、限られた用水を有効に使用するために、使用合理化は是非必要となる。用水供給上の制限としては次のような場合が考えられる。

① 工業用水道、地表水、伏流水等の供給量に限度がある。

- ② 井戸水の揚水により地下水位の低下、地盤沈下あるいは塩水化等の地下水障害が発生して、揚水量が制限されている。
- ③ 生産量の増大等の理由から新規取水を必要としても、水源が極めて乏しい。

(3) 環境保護面からの必要性

排水の放流先によって排水の水質、水量に対する制約は異なってくるが、制約はCOD、BOD 等主として水質についてである。

しかし、総量規制が実施されている水域では（排水量×COD）が規制されるので、排水量の削減が必要となってくる。ただこの場合も汚染物質の低減によって対応することも可能である。

日本では、湖、沼池や閉鎖海域（例えば東京湾、瀬戸内海）のような閉鎖水域では総量規制が適用されている。

6.2 合理化の手法

用水使用合理化とは簡単に言えば「節水」と言うことであり、その手法はおのずから限られてくるが、大別すると狭義の節水と回収使用に分けられる。

6.2.1 狭義の節水

(1) 用水管理の徹底

これは現在無用に流されている用水を徹底的に管理し削減しようとするもので、そのやり方は各事業所によって異なるが、基本的には次の3点に集約できる。

① 節水意識の徹底

これは個々人の意識の徹底によって節水しようとするものであるが、単なる教育のみによる徹底は困難であろう。運転マニュアルの整備による徹底を期すれば、大きな効果が期待出来よう。

② 用水量の正確な把握

用水管理は、個々の用水箇所について正確な用水量の把握なしには難しい。しかしながら、各使用箇所に流量計を設置することは現実的ではなく、次のような便宜的手法が適用可能であろう。

- a) 主要な用水区画（ブロック）毎に流量計を設置する。
- b) ブロック内の主要使用箇所に流量計を設置する。
- c) その他の箇所は、パイプサイズや弁の開度から推定する。
- d) 表及び図にまとめる。

図表の例を Table 6.1、Table 6.2 と Fig. 6.1、Fig. 6.2 に示す。

③ 必要限界水量の把握による運転マニュアルの整備

ある目的に使用する必要水量を知ることは極めてむずかしい。冷却用水はそれが使用される装置・機器の仕様として定められているのが普通であるが、設計上定められている水量はかなり余裕がある場合が多く、また水温や使用年数によっても異なってくる。

洗浄用水量は多くの場合経験的に定められており、用水量が製品の品質に直接影響することが多いので、実験的に限界水量を調べることはむずかしい。しかしながら必要限界水量ではないにしても、現在の技術水準内で必要水量の運転基準を決めておくことが必要である。

(2) 節水型機器の採用

水を使用する機器の中で、特に用水量を節減することを考慮して設計・製作された機器を節水型機器と定義する。冷却用水はその目的から考えて大幅な節水は難しく、したがって節水型機器のほとんどは洗浄工程の分野で実用に供されている。

Table 6.2 : WATER CONSUMPTION & EQUIPMENT DATA SHEET

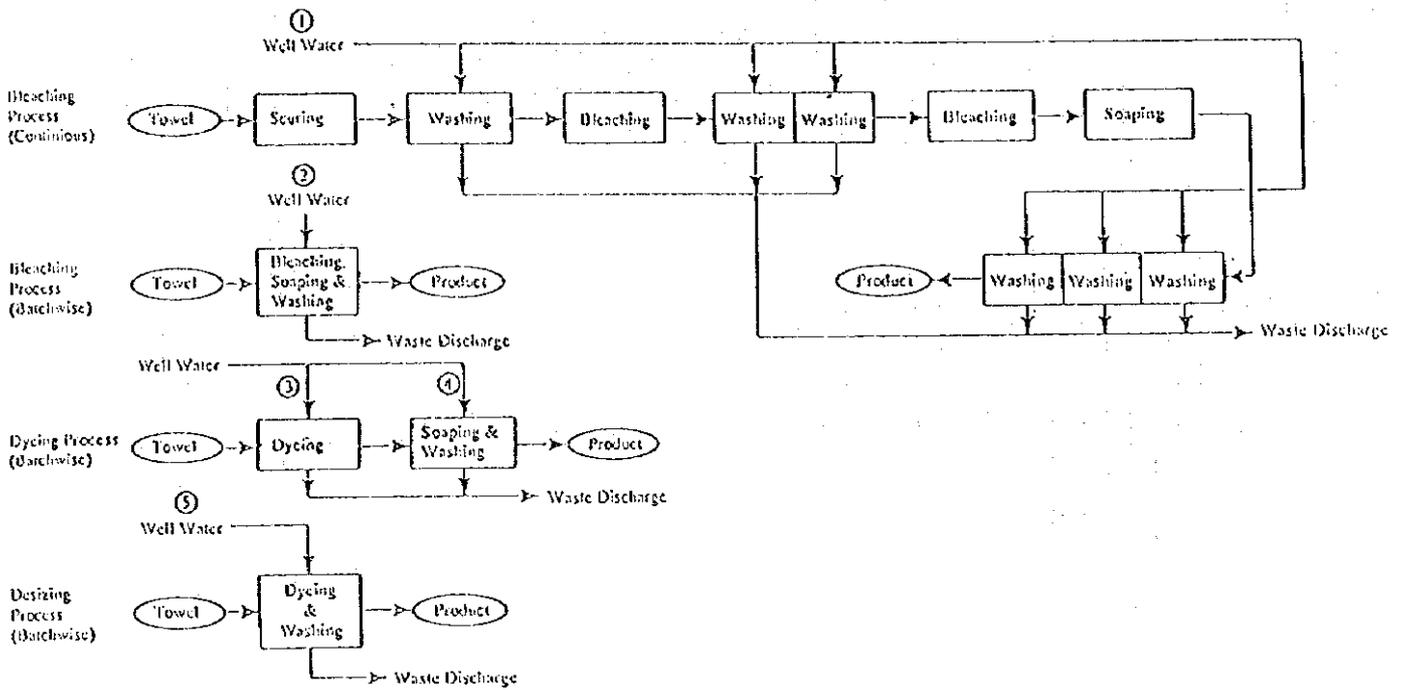
Place	Use	No.	Process or Equipment Name	Water Consumption in Operating Day classified to source (m ³ /d)				Op Hr (h/d)	Op Day (d/y)	CW Temp. at Out let (°C)	Specification of Equipment and Operating Method	Remarks
				WW 2)	PW 3)	OW 4)	RW 5)					
Plant A	Washing	1	Continuous bleaching	251				251	7	291	1 unit	
	do	2	Batch bleaching	3				3	4	291	Winch type 1 unit	
Plant B	do	3	Dyeing	4				4	7	291	Overmyer type 4 units	
	do	4	Soaping	42				42	7	291	2 units	
	do	5	Desizing	10				10	6	291	Winch type 1 unit	
Plant C	Boiler Feed	6	Boiler	14				14	9	291	Max. Capacity 4 tons/hr	
	Cooling	7	Air-Compressor	5			50	55	9	291	Recycling use 42 °C to 35 °C	Cooling Tower
Office	Domes-tic	8	Drinking Toilet, etc		1			1	9	291		
Total				329	1		50	380				

Note : 1) Please fill in annual average quantity of operating day.

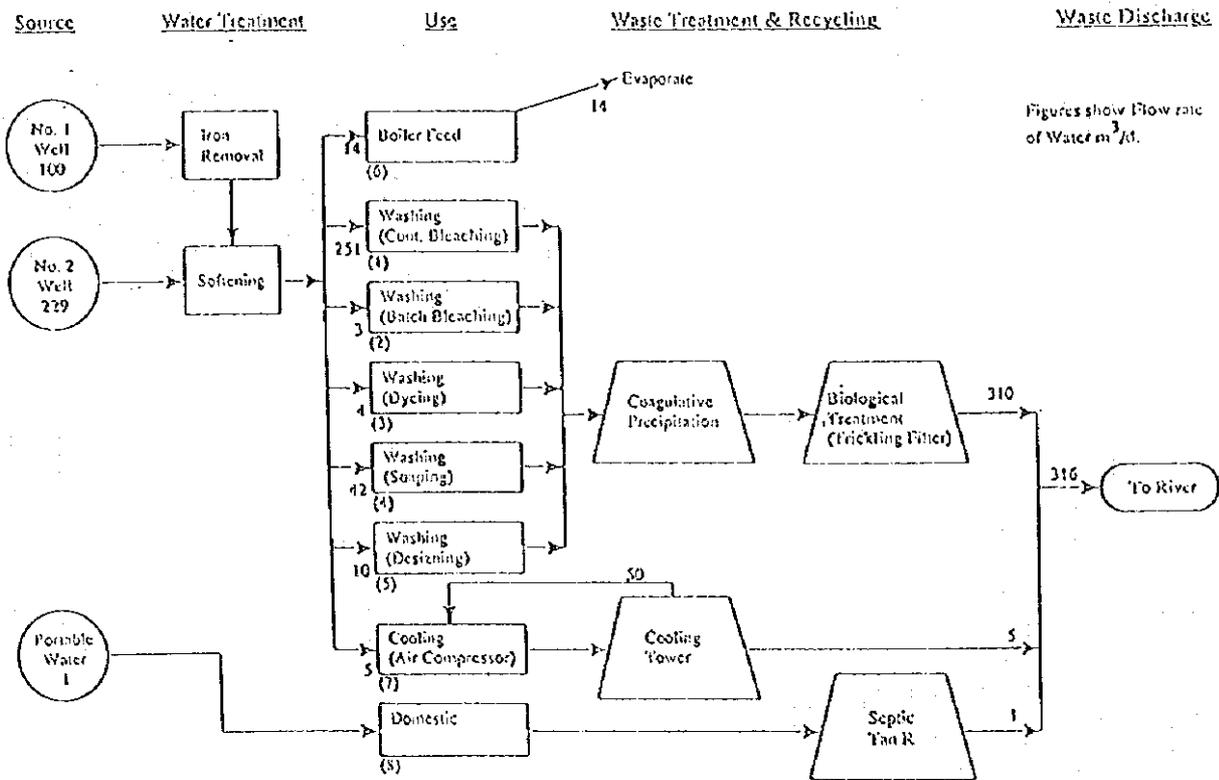
Please fill in additionally peak quantity in () if seasonal change is high.

2) WW = Well water. 3) PW = Potable Water. 4) OW = Riverbed and/ or Surface Water. 5) RW = Recycling Water. 6) CW = Cooling Water.

Fig. 6.1 Flow Diagram of Water Supply and Water Discharge

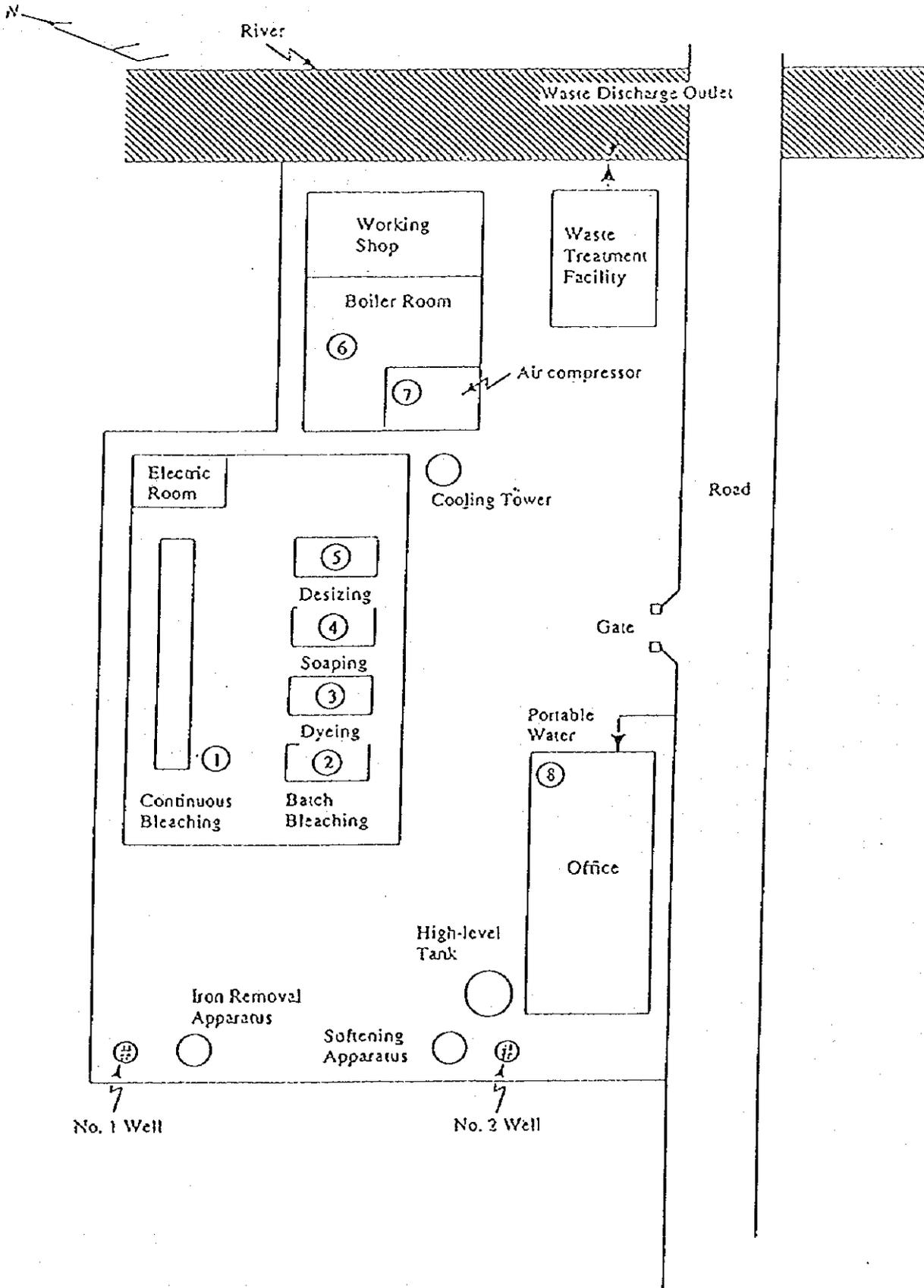


Process Diagram of Production Line



Flow Diagram of Water Supply and Waste Discharge

Fig. 6.2 Drawing of Factory Layout



Scale 1/500

節水型機器を節水の原理で分類すると、次の4種であろう。

① 不取水の節減

a) 自動給水制御装置----給水管の電磁弁が、用水機器の稼働・停止と連動して自動的にオン・オフする。このタイプは、長時間連続運転される機器については効果がないが、断続的に使用される機器については効果がある。

b) 小便器自動洗浄装置----小便器の洗浄用水を、使用時間帯あるいは使用者の数に合わせて給水する装置で、前者の方式としてはタイムスイッチ方式、後者の方式としては感知方式がある。

Fig. 6.3 に一例を示す。

c) 手元制御弁----手元制御弁は用水ホースの先端に取り付けられて、運転員が手で自由に放水管理を出来るようにするためのものである。

用水ホースを用いて洗浄する場合、洗浄作業のために主弁を開いた時から閉じるまでに、ある時間は水はムダに放水される。さらに、運転員は主弁を閉じないで他の作業のために移動することもある。したがって、手元制御弁を採用することによって、かなりの節水が期待される。

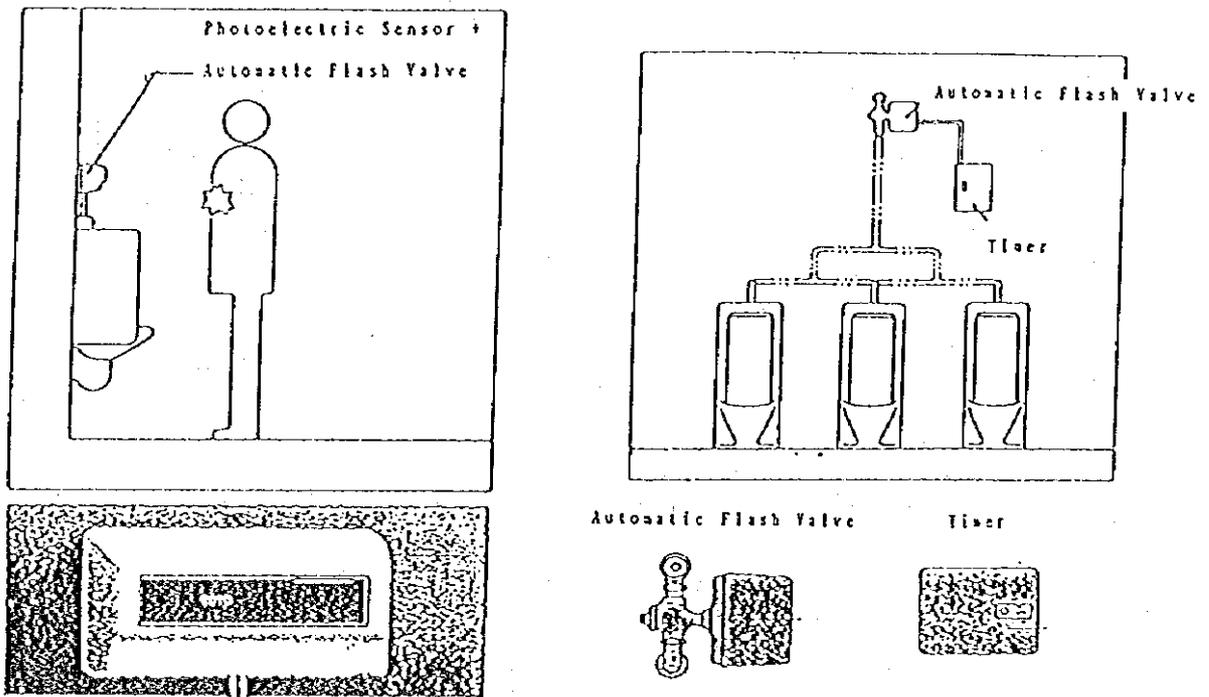
Fig. 6.4 に一例を示す。

② 向流多段洗浄方式

この方式は、効果的な洗浄方式として広く採用されており、同一の洗浄効果を得るのに少ない水量ですむものである。この方式を組み込んだ洗浄装置は、食品製造業における洗びん機、金属製品製造業におけるめっき工程が代表例である。

Fig. 6.5 に本方式の一例を示す。

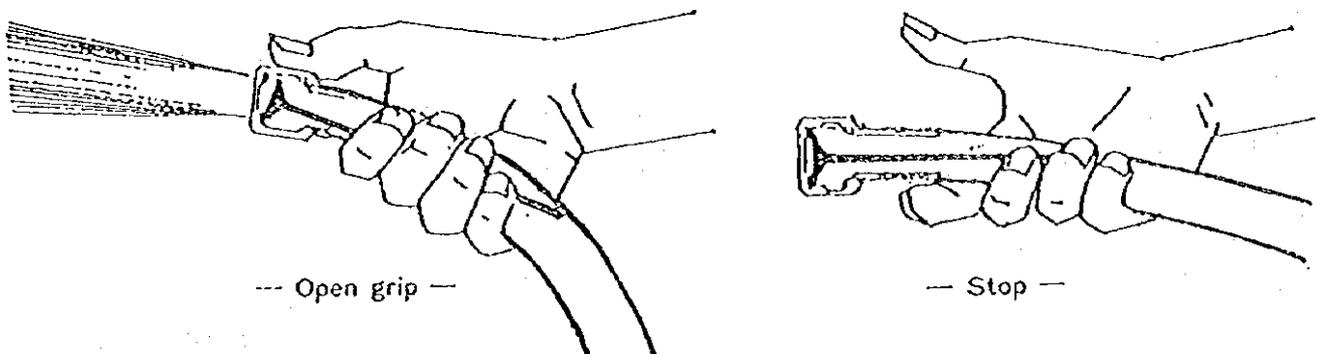
Fig. 6.3 小便器自動洗淨装置



(1) 感知方式

(2) タイマー方式

Fig. 6.4 手元制御弁



③ 局部的循環使用

本方式は排ガス洗浄工程等に組み込まれている。

Fig. 6.6 に本方式の一例を示す。

④ 高圧洗浄方式

高圧スプレー洗浄は、水消費量を減らすためにスプレーノズルが用いられ、代わりに水圧を高くして洗浄効果を維持する方法である。高圧噴射洗浄装置はタンク内の洗浄や床洗浄に採用されている。

6.2.2 回収使用

回収使用とは、一度使用した用水を再度使用することであり、そのやり方からカスケード使用、循環使用および再生使用に分類できる。

(1) カスケード使用

ある用途に使用した用水を、そのまま他の用途にさらに使用することであり、上流から下流に順次流れていく様子が Cascade (滝) に似ていることから名付けられた。

特別高価な設備を必要とせず、また運転費用も安価であるので、実用可能であれば極めて有効な合理化方法であるが、この方法を採用するためには次のようなことを検討する必要がある。

① 排水の水質・水温が使用する側に適していること。

カスケード使用の代表的な例は、間接冷却水（例えば圧縮機の冷却水用）の排水を他の目的に利用する場合であるが、冷却水の排水はたいてい水温がかなり上昇しているので（35 - 40 度 C 位）これをたの冷却水に使用す

Fig. 6.5 向流多段洗浄方式の例

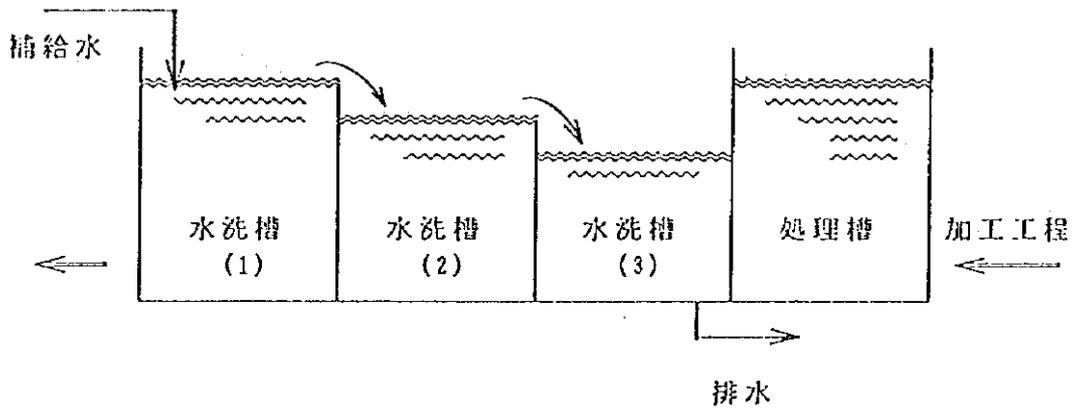
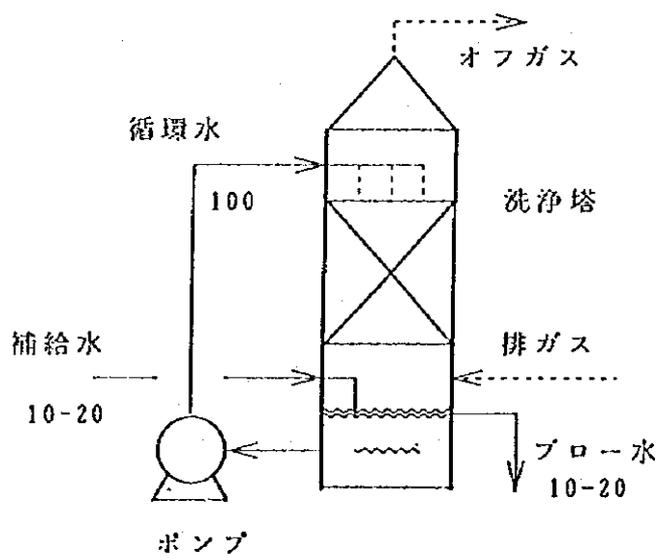


Fig. 6.6 排ガス洗浄塔



ることはむずかしい。しかし、洗浄用水（例えば染色後の織物の洗浄）として使用するのであれば、水温が高いことは利点となる。

② 排水の水量と使用側の水量がほぼ見合っていること。

カスケード利用が成り立つ主な条件の一つは、排水側と使用側の水量が大体見合っていることである。

③ 排水側の稼働状況と使用側の稼働状況が類似していること。

例え一日当たりの使用水量がほぼ見合っているとしても、両者の稼働時間・期間がマッチしていないとカスケード利用はむずかしくなる。

(2) 循環使用

広義には循環使用も回収使用もほぼ同義であるが、ここでは狭義に、ある用途に使用した排水をほとんど無処理で同一用途に回収使用することを指す。

最も典型的な例は、圧縮機・空調機等の間接冷却用水を、冷却塔を使用して循環使用する方法である。Fig. 6.7 に示す。

冷却塔に入る被冷却水の温度が40度C、出口の温度30度C（温度差10度C）の場合を想定すると、各部の流量割合は Fig. 6.7 に示した程度の比率となり、循環水量の5%程度の補給水でたりることになる。

6.2.3 排水の再生使用

排水を適当な処理を行って水質を改善し、再び使用することが再生使用である。極めて特殊な排水は別として、現在の技術を用いれば、経済性を考えなければ排水を原水としてどのような良質な用水も得ることができる。従って排水を再使用するかどうかは全く経済上の問題となる。

再生使用の形態としては次の3つの形が考えられる。

(1) 局部的再生使用

製造工程内のある特定の工程排水を原水とし、これに適当な処理をほどこして、同一工程の同一用途に再使用する方式。Fig. 6.8 に示す。

(2) 工場単位再生使用

工場内の各工程から発生する排水を集めて再生処理し、処理水を使用可能な工程に再使用する方式。Fig. 6.9 に示す。

(3) 地域的再使用

工場がまとまって立地している工業団地等において、各工場の排水を集中処理し、再び各工場に工業用水として供給する方式。Fig. 6.10 に示す。

この3方式にはそれぞれ利点欠点があるが、局部的再使用及び工場単位再使用が経済的であり既に実用に供されていると考えられる。

Fig. 6.7 冷却塔による循環使用

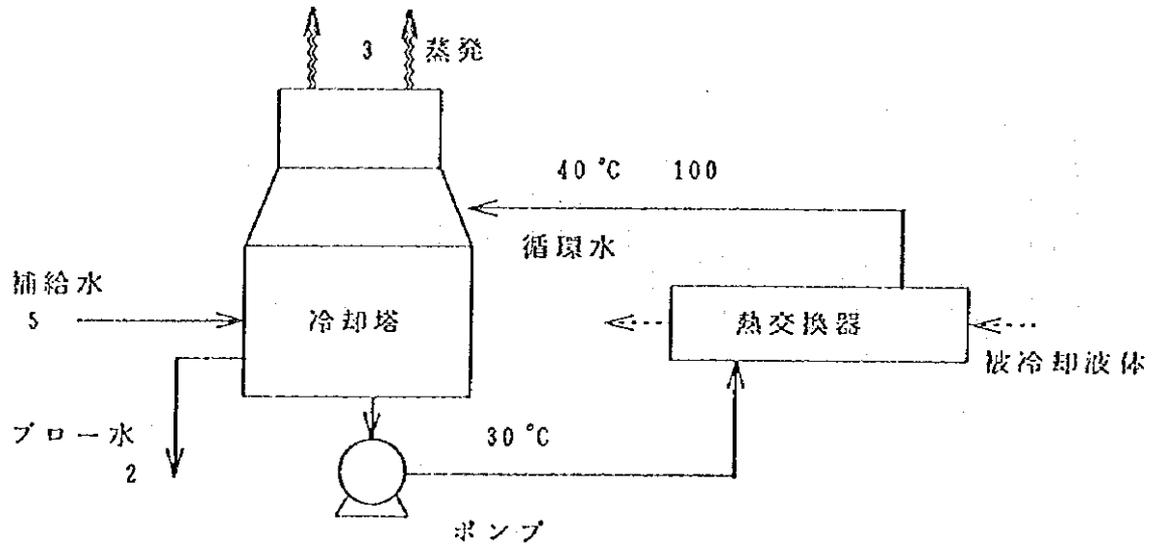


Fig. 6.8 局部的再生使用

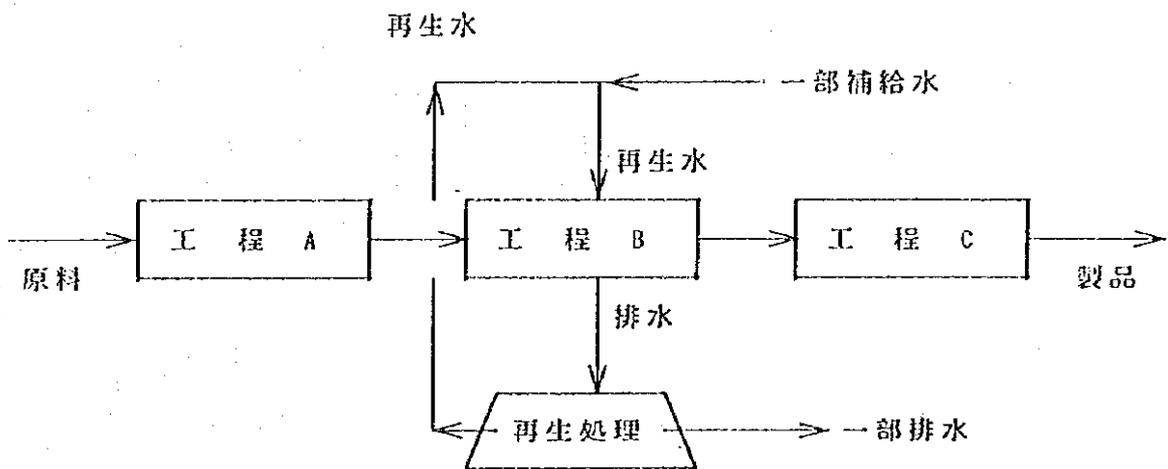


Fig. 6.9 工場單位再生使用

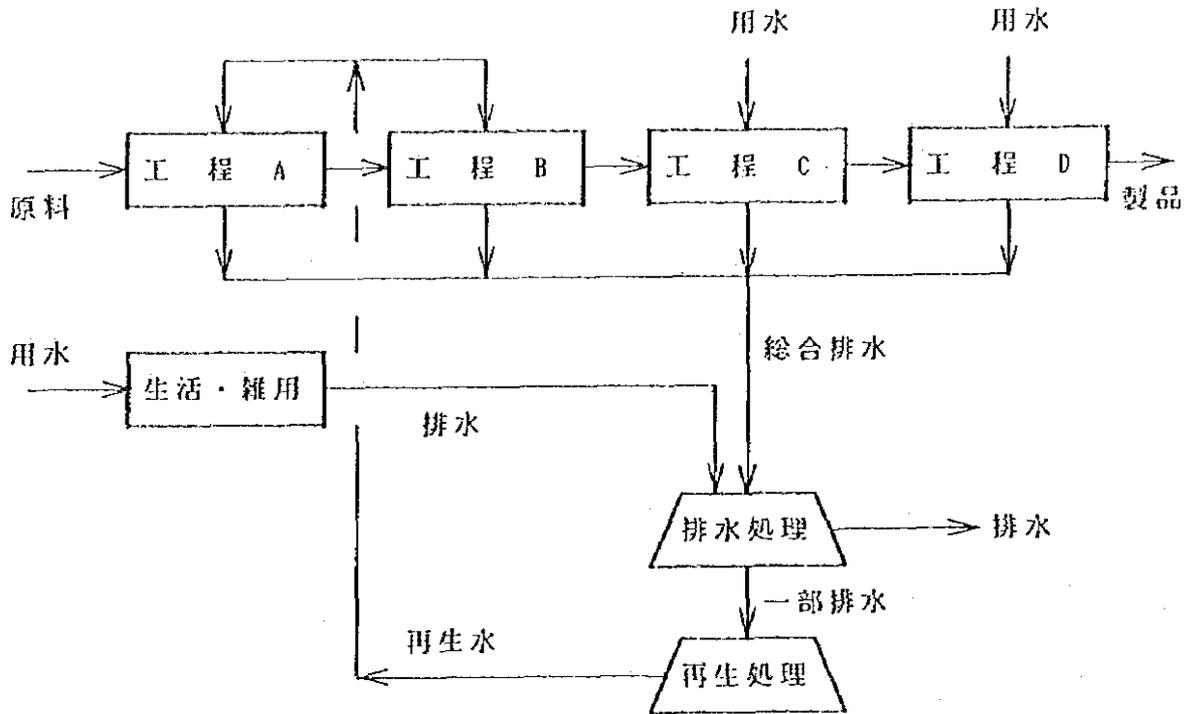
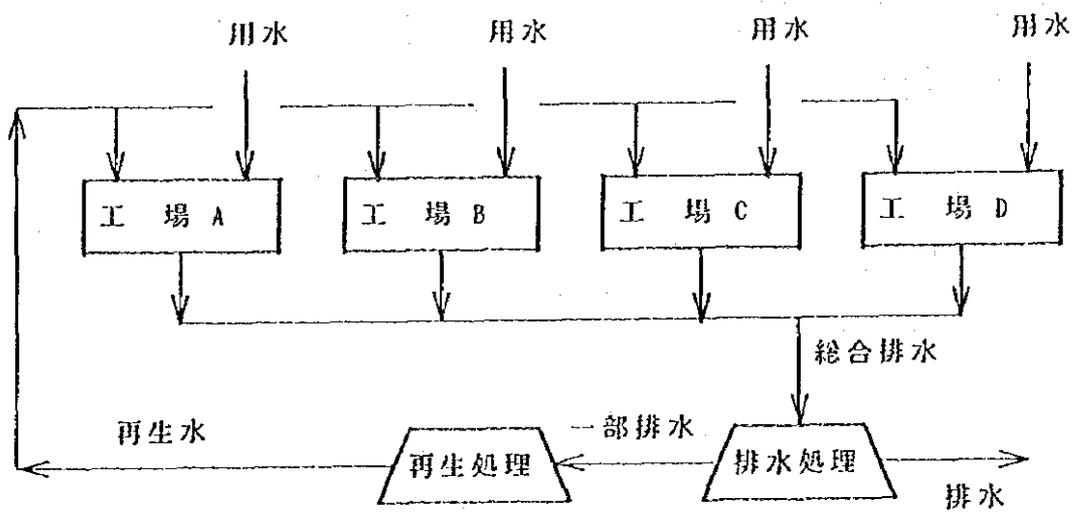
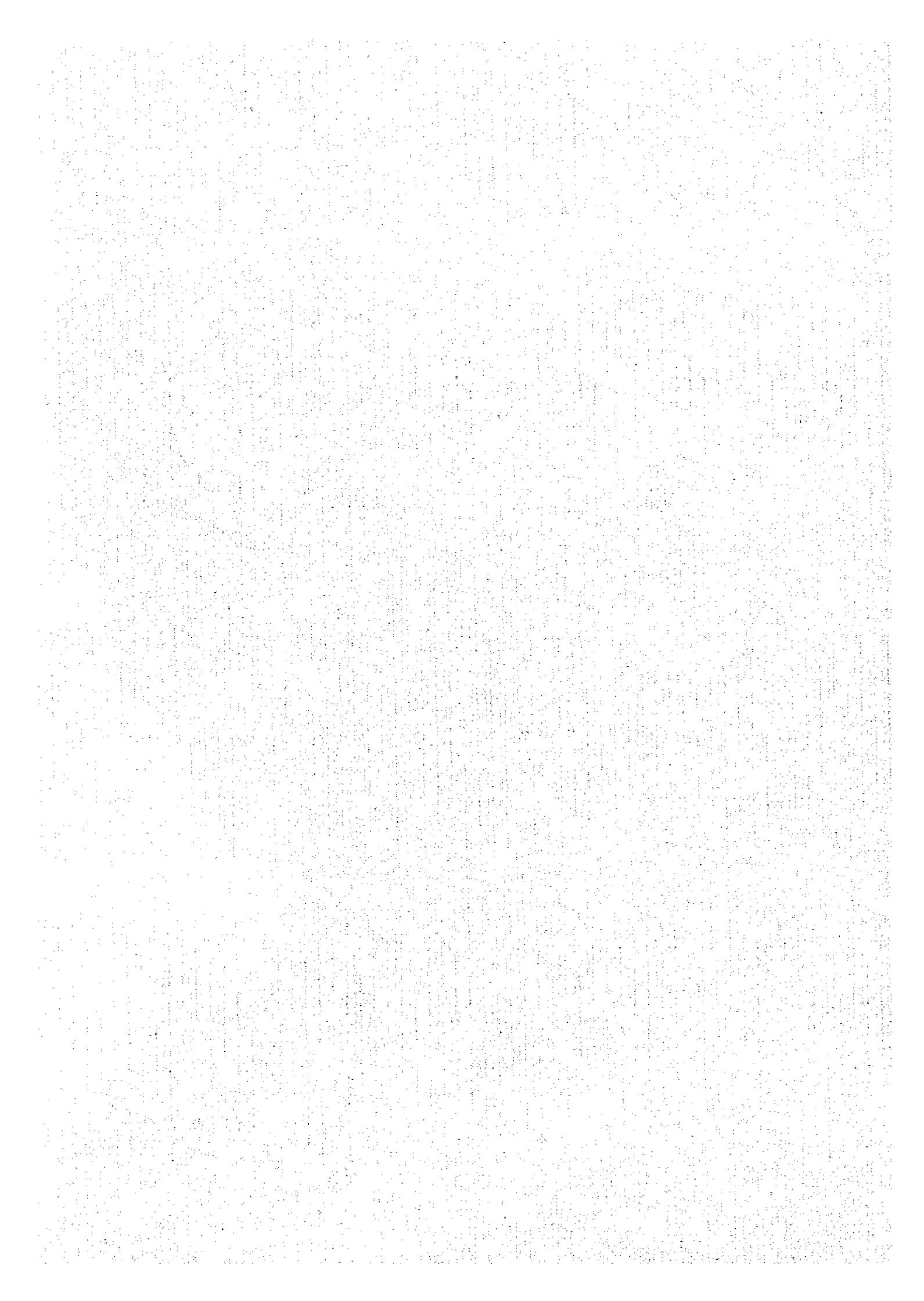


Fig. 6.10 地域的再生使用



7. 日本の環境行政の紹介



7. 日本の環境行政の紹介

7. 1 環境行政の推移

7. 1. 1 日本の環境問題

日本では1950年～1970年代にかけて、いわゆる産業公害といえる大気汚染、水質汚濁、騒音等の深刻な環境問題を経験した。これは、以下のような日本の特質に起因していたと考えられる。

- ①資源が乏しいために、戦後、高度経済政策を推進し、産業構造の近代化、重化学工業化が不可欠であったこと
- ②国土が狭隘(37万km²)な上に、大半が山岳地帯であり、可住面積が1/4と極端に限られているために、生産活動及び消費活動が特定の地域に集中していたこと
- ③汚染負荷の減少に寄与する生活環境施設等の社会資本の整備が遅れていたこと

このような状況の中で、公害問題が深刻な社会問題化し、1960年代にいわゆる四大公害裁判が提起されるに至り、公害問題が一層close-upされ、国による一元的で強力な公害規制の必要性が高まった。四大公害裁判の概要をTable 7.1.1に示す。

Table 7.1.1 四大公害裁判

裁判の名称	提訴年月	判決年月	概要
新潟水俣病訴訟 (阿賀野川水銀中毒事件)	1967年6月 (第1次)	1971年9月	化学会社の排水に含有する有機水銀で汚染された魚類の摂取による有機水銀中毒事件
四日市喘息訴訟	1967年9月	1972年7月	石油化学工業6社の排出する大気汚染による呼吸器疾病発生事件
(注) イタイイタイ病訴訟	1968年3月 (第1次)	1971年6月 控訴審判決 1972年8月	鉱業会社が排出したCadmium (Cd) で汚染された農作物、魚類、飲料水の摂取によるCd中毒事件
熊本水俣病訴訟	1969年6月	1973年8月	化学会社の排出する排水に含有されていた有機水銀で汚染された魚類の摂取による有機水銀中毒事件

(注) イタイイタイ病: itai-itai disease, ouch-ouch disease

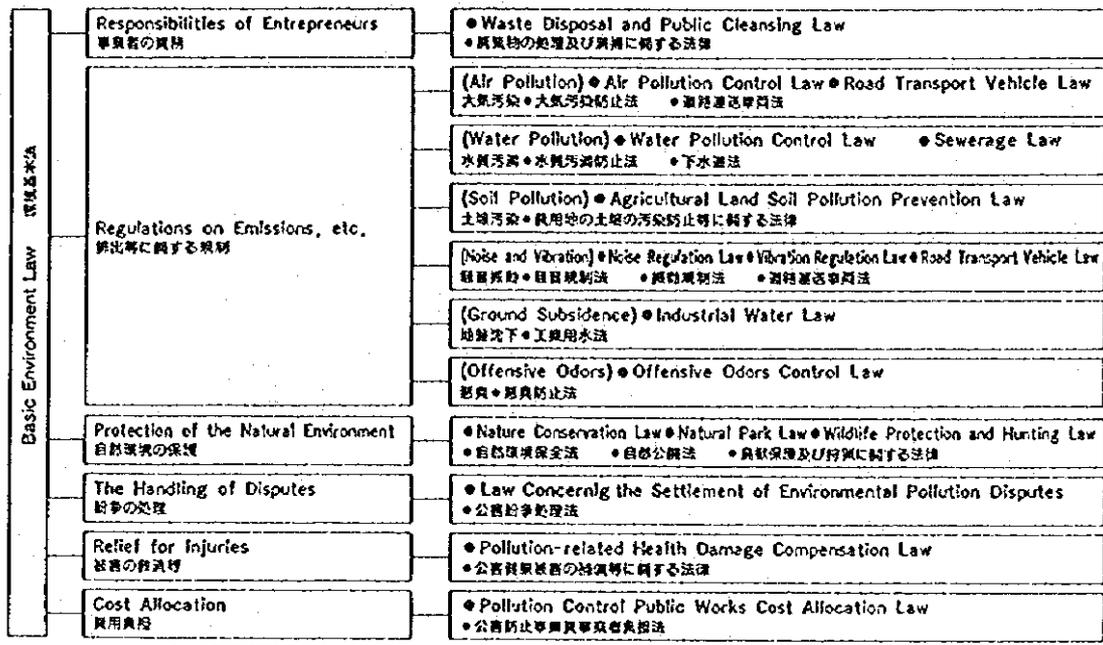
7. 1. 2 環境行政の経緯

日本では経済が急速に拡大した「高度成長時代」の後半に、公害問題が社会的な問題となり、1970年に開催された「公害国会」で環境に関連した多くの法律が制定・改正された。その後も、これらの法律は年々強化・拡大されている。これまでの主要な項目を以下に示す。

- ①公害対策基本法の制定(1967年)---本格的な公害規制を開始
- ②公害国会の開催(1970年)---公害対策基本法の「経済との調和条項」を削除する内容の「公害対策基本法の一部改正法」をはじめ、公害関連14法を可決、制定
- ③新たな地球規模の環境問題に対応する為に、公害対策基本法を抜本的に改正し、新たに「環境基本法」を制定(1993年)

また、Fig. 7.1.2 に日本の環境規制の法体系の現状を示す。

Fig. 7.1.1 日本の環境規制の法体系の現状



7. 1. 3 水質規制の現状

水質汚濁防止に関連して「水質汚濁防止法」が制定されている。規制の主な内容は以下の通りである。

1) 工場及び事業場から公共用水域への排水の規制

- ①公共用水域－河川、湖沼、海域、その他公共の用に供される水域
- ②規制対象－特定施設（人の健康または生活環境に係る被害を生ずる恐れがある汚水または、廃液を排出する施設として政令で定めるもの）を所有する工場及び事業場
- ③排水基準
 - └ 有害物質：Cd、Pb、Hg、CN、Cr⁺⁶等23物質
 - └ 生活環境項目：pH、BOD、COD、SS、溶解性鉄、油分等16物質
- ④規制措置－特定施設の設置の届出、計画変更命令、立ち入り検査、改善命令、罰則

2) 有害物質使用事業場からの排水の地下浸透の制限

また、水質汚濁防止法以外の水質汚濁防止に関連する法律として以下のものがある。

- ①海洋汚染及び海上災害の防止に関する法律（油等の規制）
- ②下水道法
- ③河川法
- ④湖沼水質保全特別措置法
- ⑤瀬戸内海環境保全特別措置法
- ⑥工業用水法（地盤沈下）
- ⑦廃棄物の処理及び清掃に関する法律（廃棄物処理に係る水質汚染防止）

7. 2 環境基準、工場排水基準などの規制

7. 2. 1 環境基準

政府は環境基本法に基づき水質の汚濁に係る環境上の条件について、人の健康を保護し、生活環境を保全する上で維持されることが望ましい基準として、公共用水域の環境基準を定めている。人の健康の保護に関する環境基準をTable 7.2.1 に示す。この基準は全国一律に適用される。これらの健康に関する項目は1993年に大幅な強化・拡充が図られ、23項目に達している。

Table 7.2.1 水質環境基準健康項目

Environmental Quality Standard for Human Health

Item	Standard value
Cadmium	0.01 mg/l or less
Total cyanide	Not detectable
Lead	0.01 mg/l or less
Chromium (hexavalent)	0.05 mg/l or less
Arsenic	0.01 mg/l or less
Total mercury	0.0005 mg/l or less
Alkyl mercury	Not detectable
PCB	Not detectable
Trichloroethylene	0.03 mg/l or less
Tetrachloroethylene	0.01 mg/l or less
Carbon tetrachloride	0.002 mg/l or less
Dichloromethane	0.02 mg/l or less
1, 2-Dichloroethane	0.004 mg/l or less
1, 1, 1-Trichloroethane	1 mg/l or less
1, 1, 2-Trichloroethane	0.006 mg/l or less
1, 1-Dichloroethylene	0.02 mg/l or less
cis-1, 2-Dichloroethylene	0.04 mg/l or less
1, 3-Dichloropropene (D-D)	0.002 mg/l or less
Thiram (TMTD) (bis (dimethylthiocarmoyl) disulfide)	0.006 mg/l or less
Simazine (CAT) (2-chloro-4, 6 bis (ethylamino)-1, 3, 5-triazine)	0.003 mg/l or less
Thiobencarb (S-p-chlorobenzyl diethylthiocarbamate)	0.02 mg/l or less
Benzene	0.01 mg/l or less
Selenium	0.01 mg/l or less

また、生活環境の保全に関する環境基準は、河川、湖沼、海域について類型別に各項目の基準値が定められており、指定された公共用水域で、水域の利用目的の適用性を考慮して類型をあてはめて、環境基準値が定められている。Table 7.2.2 からTable 7.2.4 にそれぞれ河川、湖沼、海域に適用される環境基準を示す。

Table 7.2.2 河川における生活環境基準

Category	Item Purposes of water use	Standard values ¹				
		pH	Biochemical Oxygen Demand (BOD)	Suspended Solids (SS)	Dissolved Oxygen (DO)	Number of Coliform Groups
AA	Water supply class 1, conservation of natural environment and uses listed in A-E.	6.5 - 8.5	1 mg/l or less	25 mg/l or less	7.5 mg/l or more	50 MPN/100ml or less
A	Water supply class 2, Fishery class 1, bathing and uses listed in B-E.	6.5 - 8.5	2 mg/l or less	25 mg/l or less	7.5 mg/l or more	1,000 MPN/100ml or less
B	Water supply class 3, Fishery class 2, and uses listed in C-E.	6.5 - 8.5	3 mg/l or less	25 mg/l or less	5 mg/l or more	5,000 MPN/100ml or less
C	Fishery class 3, Industrial water class 1, and uses listed in D-E.	6.5 - 8.5	5 mg/l or less	50 mg/l or less	5 mg/l or more	
D	Industrial water class 2, Agricultural water ² , and uses listed in E.	6.0 - 8.5	8 mg/l or less	100 mg/l or less	2 mg/l or more	
E	Industrial water class 3, Agricultural water ² , conservation of the environment.	6.0 - 8.5	10 mg/l or less	Floating matter such as garbage should not be observed.	2 mg/l or more	

- Notes: 1. The standard value is based on the daily average value. The same applies to the standard values of lakes and coastal waters.
 2. At the intake for agriculture, pH shall be between 6.0 and 7.5, and dissolved oxygen shall not be less than 5 ppm. The same applies to the standard values of lakes.
 3. Conservation of natural environment: Conservation of scenic spots and other natural resources.
 4. Water supply class 1: Water treated by simple cleaning operation, such as filtration.
 Water supply class 2: Water treated by normal cleaning operation, such as sedimentation and filtration.
 Water supply class 3: Water treated through a highly sophisticated cleaning operation including pretreatment.
 5. Fishery class 1: For aquatic life, such as Yarname (*Oncorhynchus masou*) and Japanese char (*Salvelinus pluvius*) inhabiting oligosaprobic water, and those of Fishery class 2 and 3.
 Fishery class 2: For aquatic life, such as fish of the salmon family (*Salmonidae*) and sweetfish (*Plecoglossus altivelis*) inhabiting oligosaprobic water, and those of the Fishery class 3.
 Fishery class 3: For aquatic life, such as carp (*Cyprinus carpio*) and crucian carp (*Carassius auratus*) inhabiting, β -mesosaprobic water.
 6. Industrial water class 1: Water given normal cleaning treatment, such as sedimentation.
 Industrial water class 2: Water given sophisticated treatment by chemicals.
 Industrial water class 3: Water given special cleaning treatment.
 7. Conservation of the environment: Up to the limits at which no unpleasantness is caused to people in their daily life including a walk by the riverside, etc.

Table 7.2.3 湖沼における生活環境基準

i)

Category	Item Purposes of water use	Standard values ¹				
		pH	Chemical Oxygen Demand (COD)	Suspended Solids (SS)	Dissolved Oxygen (DO)	Number of Coliform Groups
AA	Water supply class 1, Fishery class 1, conservation of natural environment and uses listed in A-C.	6.5 - 8.5	1 mg/l or less	1 mg/l or less	7.5 mg/l or more	50 MPN/100ml or less
A	Water supply class 2 and 3, Fishery class 2, bathing and uses listed in B-C.	6.5 - 8.5	3 mg/l or less	5 mg/l or less	7.5 mg/l or more	1,000 MPN/100ml or less
B	Fishery class 3, Industrial water class 1, Agricultural water and uses listed in C.	6.5 - 8.5	5 mg/l or less	15 mg/l or less	5 mg/l or more	
C	Industrial water class 3, conservation of the environment.	6.0 - 8.5	8 mg/l or less	Floating matter such as garbage should not be observed.	2 mg/l or more	

Notes: 1. With regard to Fishery class 1, 2, and 3, the standard value for Suspended Solids shall not be applied for the time being.

2. See notes for rivers.

3. Fishery class 1:

For aquatic life, such as kokanee salmon (*Oncorhynchus nerka*) inhabiting oligosaprobic lake type waters, and for those of fishery class 2 and 3.

Fishery class 2:

For aquatic life, such as fish of the salmon group (*Salmonidae*) and sweetfish (*Plecoglossus altivelis*) inhabiting oligosaprobic lake type waters, and for those of the Fishery class 3.

Fishery class 3:

For those aquatic lives, such as carp (*Cyprinus carpio*) and crucian carp (*Carassius auratus*) inhabiting eutrophic lake type waters.

4. Industrial water class 1:

Water given normal treatment such as sedimentation.

Industrial water class 2:

Water given sophisticated treatment such as chemical injection or special treatment.

5. Conservation of the environment:

Up to the limit at which no unpleasantness is caused to the people in their daily lives including a walk along the shore.

ii)

Category	Item Purposes of water use	Standard values	
		Total nitrogen ²	Total phosphorus ³
I	Conservation of natural environment and uses listed in II-V.	0.1 mg/l or less	0.005 mg/l or less
II	Water supply classes 1, 2 and 3 (excluding special types) Fishery class 1, bathing and uses listed in III-V.	0.2 mg/l or less	0.01 mg/l or less
III	Water supply class 3 (special types), and uses listed in III-V.	0.4 mg/l or less	0.03 mg/l or less
IV	Fishery class 2, and uses listed in V.	0.6 mg/l or less	0.05 mg/l or less
V	Fishery class 3, Industrial water, Agricultural water, conservation of the living environment.	1 mg/l or less	0.1 mg/l or less

Notes: 1. Standard values are set in terms of annual averages.

2. Standard values for Total nitrogen are applicable to lakes and reservoirs where nitrogen is a causal factor of the growth of phytoplankton.

3. Standard values for Total phosphorus are not applicable to agricultural water uses.

4. Conservation of natural environment: Conservation of scenic points and other natural resources.

5. Water supply class 1:

Water treated by simple cleaning operation, such as filtration.

Water supply class 2:

Water treated by normal cleaning operation, such as sedimentation and filtration.

Water supply class 3:

Water treated through a highly sophisticated cleaning operation including pretreatment. ("special types" mean water treatments by special cleaning operation in which removal of smelling substances is possible).

6. Fishery class 1:

For aquatic life, such as fish of the salmon group (*Salmonidae*) and sweetfish (*Plecoglossus altivelis*), and for those of Fishery class 2 and 3.

Fishery class 2:

For aquatic life, such as smelt and those of Fishery class 3.

Fishery class 3:

For aquatic life, such as carp (*Cyprinus carpio*) and crucian carp (*Carassius auratus*).

7. Conservation of the environment:

Up to the limits at which no unpleasantness is caused to the people in their daily lives including a walk along the shore.

Table 7.2.4 海域における生活環境基準

Coastal waters

Category	Item Purposes of water use	Standard values ¹				
		pH	Chemical Oxygen Demand (COD)	Dissolved Oxygen (DO)	Number of Coliform Groups	N-hexane extracts
A	Fishery class 1, bathing, conservation of natural environment, and uses listed in B-C.	7.8 - 8.3	2 mg/l or less	7.5 mg/l or more	1,000 NPN/100ml or less	Not detectable
B	Fishery class 2, Industrial water and uses listed in C.	7.8 - 8.3	3 mg/l or less	5 mg/l or more	-	Not detectable
C	Conservation of the environment	7.0 - 8.3	8 mg/l or less	2 mg/l or more	-	-

- Notes : 1. With regard to the water quality of fishery, class 1 for cultivation of oysters, number of coliform groups shall be less than 70 MPN/100ml.
2. Conservation of natural environment: Conservation of scenic points and other natural resources.
3. Fishery class 1 :
For aquatic life, such as red sea bream (*Chrysophrys major*), yellow tail (*Seriola quinqueradiata*), seaweed (*Undaria pinnatifida*) and for those of Fishery class 2.
- Fishery class 2 :
For aquatic life, such as gray mullet (*Mugil cephalus*), laver (*Porphyra tenera*), etc.
4. Conservation of the environment: Up to the limits at which no unpleasantness is caused to the people in their daily lives including a walk along the shore.

7. 2. 2 排水基準

水質汚濁防止法に基づき、工場などから排出される排水の汚染状態について排水基準が定められている。排水に含まれる有害物質については、有害物質の種類ごとに許容限度が定められており、Table 7.2.5に基準値を示す。その他の汚染状態についても項目ごとに許容限度が定められており、Table 7.2.6に基準値を示す。

Table 7.2.5 有害物質に係る排水基準

Harmful substance	Standard value
Cadmium and its compounds	0.1 mg of Cd per liter
Cyanides compounds	1 mg of CN per liter
Organic phosphorus compounds (Limited to Parathion, Methyl Parathion, Methyl Demeton and EPN)	1 mg/l
Lead and its compounds	0.1 mg of Pb per liter
Chromium (hexavalent) compounds	0.5 mg of Cr (VI) per liter
Arsenic and its compounds	0.1 mg of As per liter
Total mercury	0.005 mg of Hg per liter
Alkyl mercury compounds	Not detectable
PCB	0.003 mg/l
Dichloromethane	0.2 mg/l
Carbon tetrachloride	0.02 mg/l
1,2-Dichloroethane	0.04 mg/l
1,1-Dichloroethylene	0.2 mg/l
cis-1,2-Dichloroethylene	0.4 mg/l
1,1,1-Trichloroethane	3 mg/l
1,1,2-Trichloroethane	0.06 mg/l
Trichloroethylene	0.3 mg/l
Tetrachloroethylene	0.1 mg/l
1,3-Dichloropropene (D-D)	0.02 mg/l
Thiram (TMTD) (bis (dimethylthiocarmoyl) disulfide)	0.06 mg/l
Simazine (CAT) (2-chloro-4,6 bis (ethylamino)-1,3,5-triazine)	0.03 mg/l
Thiobencarb (S-p-chlorobenzyl diethylthiocarbamate)	0.2 mg/l
Benzene	0.1 mg/l
Selenium	0.1 mg/l

Table 7.2.6 生活環境項目に係る排水基準

Pollutant	Standard value
pH (Hydrogen ion concentration-Hydrogen exponent)	Effluents discharged in public use water areas other than the sea : from 5.8 to 8.6 Effluents discharged in the sea : from 5.0 to 9.0
BOD (Biochemical Oxygen Demands)	160 mg/l (Daily average 120 mg/l)
COD (Chemical Oxygen Demands)	160 mg/l (Daily average 120 mg/l)
SS (Suspended Solids)	200 mg/l (Daily average 150 mg/l)
N-hexane extracts (content of mineral oils)	5 mg/l
N-hexane extracts (content of animal and vegetable oils and fats)	30 mg/l
Phenols	5 mg/l
Copper	3 mg/l
Zinc	5 mg/l
Soluble iron	10 mg/l
Soluble manganese	10 mg/l
Chromium	2 mg/l
Fluorine	15 mg/l
Number of coliform groups	3000 (Daily average)
Nitrogen	120 mg/l (Daily average 60 mg/l)
Phosphorus	16 mg/l (Daily average 8 mg/l)

- Notes : 1. The emission standard is applied to each drain outlet leading to public waters.
2. Waste water emission standard concerning the living environment is applied to waste water of factories or companies whose daily average waste water discharge is over 50 m³.

7. 2. 3 総量規制基準

人口及び産業の集中等により、生活または産業活動に伴い排出された大量の水が流入する閉鎖性の公共用水域で、排水基準のみではCODの環境基準が達成されない水域（東京湾、伊勢湾、瀬戸内海で、1979年より実施されている。これらの海湾に排水が流入する都府県および上流の県が定める総量削減計画に基づき、事業場ごとに、業種区分により定められた工程排水（間接冷却水を除く汚染排水）の量と基準濃度により算出したCODの排出総量が排出基準として定められている。

7. 3 地方自治体の役割と上乘せ基準

水質汚濁防止法においては、都道府県知事にいくつかの責務、権限が与えられている。これは、水質汚濁の防止が地域の実情に応じて適切に行われることが効果的であるためである。以下に主なものを示す。

1) 上乘せ基準の設定

水質汚濁防止法の規定により都道府県知事は国が定めた排水基準によっては人の健康を保護し、または生活環境を保全することが十分でないと認められる水域があるときは、都道府県の条例でさらに厳しい排水基準を定めることができる。

2) 特定施設の設置に係る届け出の審査、計画の変更命令

工場から公共用水域に水を排出する事業者は、特定施設を設置または、構造等の変更を行おうとするときには、所定の事項を都道府県知事に届けなければならない。都道府県知事は届け出の内容を審査し、届け出に係る工場の排水の汚染の状態が排水基準を超える恐れがあると認められる場合には、計画の内容を変更させる命令を出す。

3) 立ち入り検査

都道府県知事は工場から公共用水域に排水を排出する事業者に対して、工場内に立ち入り、特定施設の使用方法的チェック、排水の汚染状況の記録の検査、排水の採取等を行うことができる。排水が排水基準値を超えている場合は、施設の改善命令等の措置がとられ、これに従わない場合は、施設の使用停止、罰金、懲役等の罰則が適用される。なお、立ち入りは、多いところで1回/月、少ないところでも1回/年程度である。

4) 公共用水域の監視測定

公共用水域の水質の汚染状況の監視は、水質保全行政において重要である。水質保全の目標は環境基準の達成維持であり、このために、水質汚濁防止法で都道府県知事が公共用水域の汚濁の状況の監視を常時行うべきことを義務づけている。わが国では、常時監視が統一的、総合的に行われるよう、毎年、国と協議して測定項目、測定地点、測定法等の測定計画を策定し、これに基づき測定を実施している。

7.4 地盤沈下の推移と対策

7.4.1 地盤沈下の推移

1) 地盤沈下の歴史

日本における地盤沈下の発生の時期は明確ではないが、東京都の低地部や大阪市の臨海部では1920年代に水準測定が行われ、地盤沈下の発生が確認されている。地盤沈下はこの後加速され、1930年代には市街地のみでなくその周辺部にも及んでいる。

太平洋戦争の発生（1941年）と共に地盤沈下は鎮静化し、その状態は1950年頃まで続いた。これは戦争の影響で産業活動が低下し、地下水の汲み上げ量が減少したためである。この時点で、それ以前20～25年間の地盤沈下の累積値は東京都で約 2.5m、川崎市で約 1.3m、大阪市で約 1.7mに達していた。また地盤沈下による実質的な被害も発生していた。しかし、当時はまだ地下水の汲み上げと地盤沈下の関係が十分に認識されていなかったため、地盤沈下の対策として地下水の汲み上げが規制されることはなかった。

1950年代に入り生産活動が再び活発なるのに従い、地盤沈下も再び激しくなった。地下水の過剰な汲み上げが地盤沈下の主要な原因であることが認識されたのもこの時期である。

この認識に従って、この時期から地下水の過剰な汲み上げが規制される法律が施行されるようになった。その結果、東京都周辺や大阪市周辺の地盤沈下の激しい地域では、地盤沈下は鎮静化した。

しかしそのような法律の施行が遅れた地域では、1970年代においてもなお激しい地盤沈下が続いた。その中での最も激しい実例は、1973年に埼玉県所沢市（東京都中心部より北西約30km）で記録した年間 273mmの沈下である。

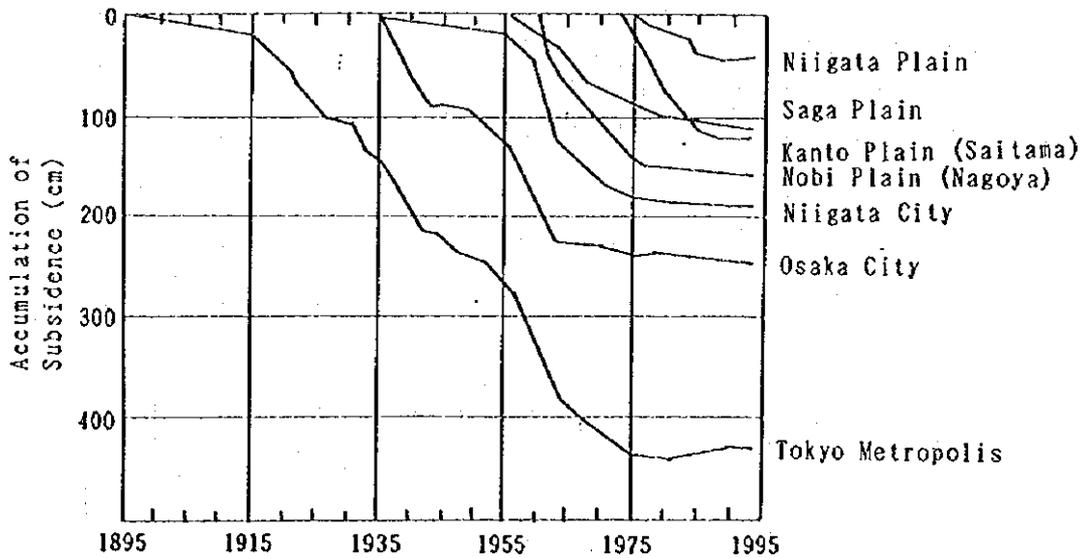
Table 7.4.1 と Fig. 7.4.1 に地盤沈下状況の推移を示す。

Table 7.4.1 Change of Land Subsidence Area Unit: km²

Year	1980	1985	1990	1991	1992	1993	1994
Subsidence Area & Zones							
Above 2 cm/year	467 (23)	499 (19)	360 (18)	467 (17)	525 (19)	276 (11)	902 (21)
Above 4 cm/year	100 (8)	40 (7)	14 (5)	6 (4)	25 (6)	0.5 (1)	113 (6)

Note: A number in () means number of Subsidence zones.

Fig. 7.4.1 Accumulated Subsidence of Main Zones



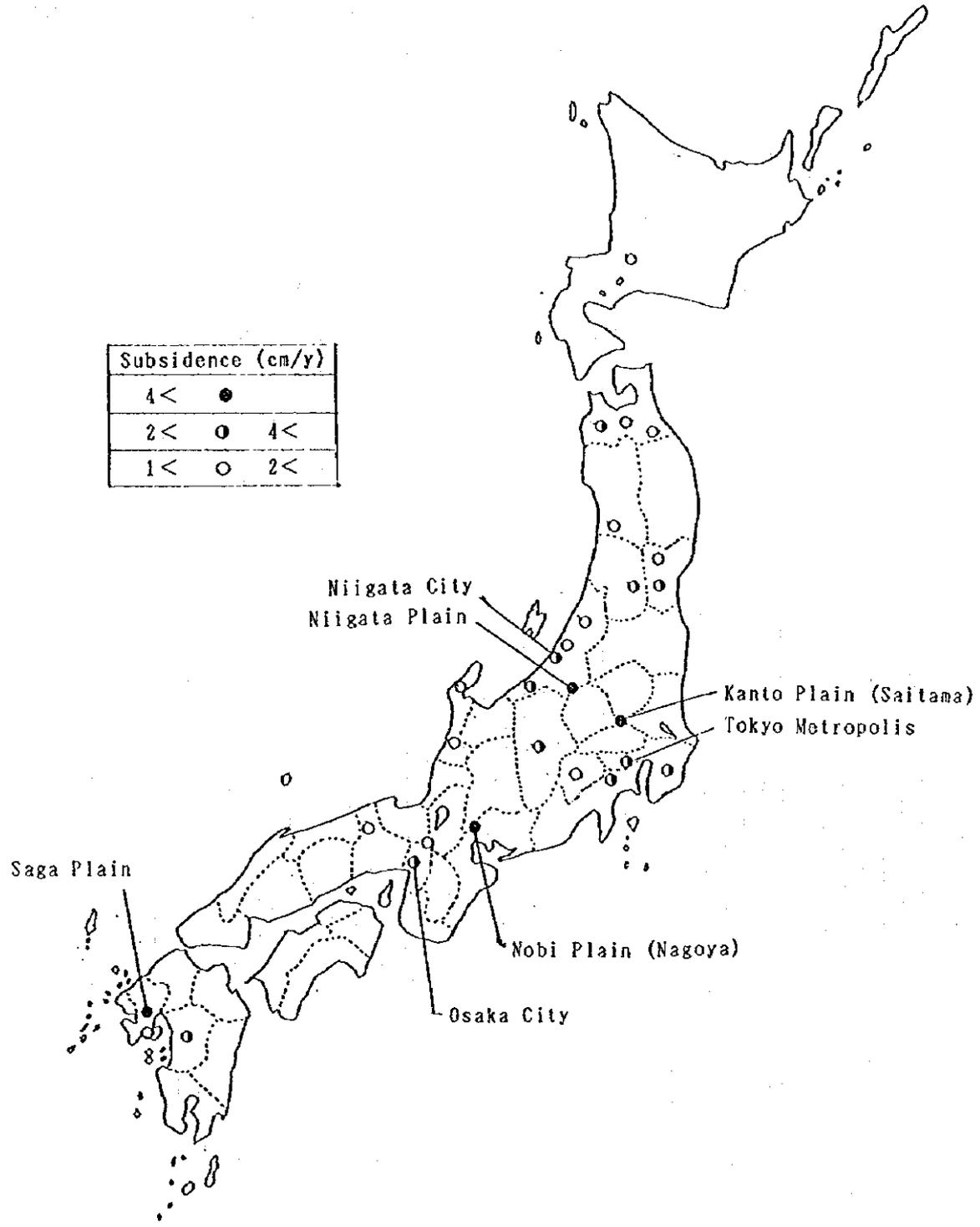
2) 地盤沈下の現状

Fig. 7.4.2 に最近の地盤沈下状況を示す。

この図及びFig. 7.4.1 に示されるように、1994年においてもかなりの地盤沈下が発生しており、1993年よりもむしろ激しくなっている。

これは、この年に大規模な河川水の渇水が発生し、それを補うために地下水が多量に汲み上げられたことによる。1995, 1996年には渇水は発生していないので、地盤沈下の発生は1993年程度に収まるものと考えられる。

Fig. 7.4.2 The Present Condition of Land Subsidence



7.4.2 地盤沈下防止の対策

1) 地盤沈下防止の法律及び条例

(1) 工業用水法

対象：工業用水を汲み上げている井戸

地域：地盤沈下が激しく、しかも工業用水の使用量が多い地域が指定される。

現在10都府県1,950km²。

条件：代替水（主として河川水）が安く豊富に供給可能なこと。すなわち、工業用水道が布設されることが必要な条件となる。

井戸の取扱い：工業用水が布設された後、強制的に使用が禁止される。

(2) 建築物用地下水揚水規制法

対象：建築物で使用される各種の用水（冷暖房用、水洗便所用、洗濯用、浴場用等）

地域：地盤沈下に伴い高潮、洪水等による災害が生ずる恐れのある地域が指定される。現在4都府県1,597km²。

条件：代替水の供給は条件とされない。一般には上水道が代替して使用されている。

井戸の取扱い：法律の施行に伴い、強制的に使用が禁止される。

(3) 都道府県の条例

前記の2法律の施行地域外において、条例で地下水の汲み上げが規制されている都道府県が25ある。その内容は種々であるが、おおむね下記の通りである。

用途の指定：工業用水、建築物用水、農業用水等地下水の用途が指定されているが、工業用水と建築物用水に限定される場合が多い。

地域の指定：地盤沈下、地下水の塩水化、地下水位の低下等が発生している地域、又は発生の恐れのある地域

井戸の指定：一定以上の吐出口断面積（6cm²が多い）を持つ井戸。

井戸の規制：井戸の届出制、井戸の許可制、新設井戸の禁止等。

揚水量の規制：量水計の設置、用水量の報告、揚水量の規制等。

(4) 市町村の条例

条例で地下水の汲み上げが規制されている市町村は、34都道府県において273ある。その内容はおおむね都道府県の条例に準じているが、熊本市のように冷却・温度調整用水については冷却塔の設置を義務づけている所もある。

2) 行政指導

工業用水として使用されている井戸水について、特定の地域において通商産業省、都府県等により個別の工場に対して揚水量の節減（使用合理化）の指導が行われている。

この内、通商産業省の工業用水使用合理化指導事業は全国36地域において実施され、揚水量の節減の指導が行われて工場は約1,200に及んでいる。

7. 5 各種の制度

7. 5. 1 公害防止管理者制度

1970年のいわゆる「公害国会」で成立した水質汚濁防止法や、大気汚染防止法等公害規制法の整備により、規制の面は大幅に拡充、強化された。しかしながら、強化された規制の水準とこれを実行に移すべき事業者の公害防止体制の間には、大きな開きがあった。このために、汚染の発生源である工場に公害防止組織の設置を義務づけ、規制の強化に対応できるようにする目的で「特定工場における公害防止組織の整備に関する法律」が1971年に制定された。法律の概要は以下の通りである。

1) 本法の適用を受ける工場（以下「特定工場」という）

水質汚濁防止法に規定された「汚水等排出施設」を設置する工場。その他に、大気関係、騒音関係、振動関係、粉塵関係についても関係する法律に規定された施設を設置する工場は「特定工場」となる。

2) 組織の体系

特定工場において義務づけている組織体系は以下の通りである。

- ① 特定工場は公害防止対策の責任者となるべき「公害防止統括者」を置く。一般には工場長がこれにあたる。
- ② 特定工場はスペシャリストとしての公害防止対策の技術的事項を分掌する「公害防止管理者」を置く。一定以上の知識、経験を要することから国家試験に合格する必要がある。
- ③ 一定規模以上の特定工場は、「公害防止統括者」を補佐し、「公害防止管理者」を指揮する「公害防止主任管理者」を置く。一定以上の知識、経験を要することから国家試験に合格する必要がある。

Fig. 7.5.1 に特定工場における公害防止組織の体系を示す。

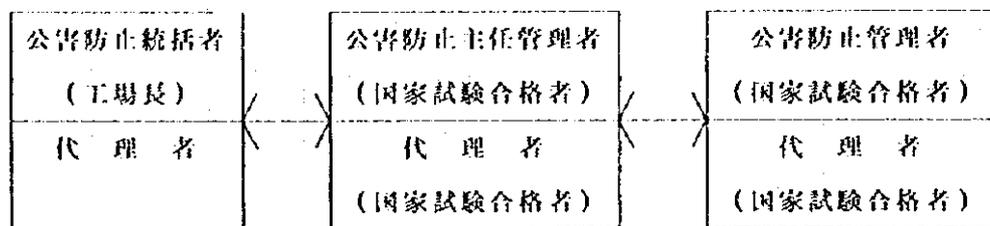


Fig. 7.5.1 公害防止組織の体系

また、選任された統括者、管理者、代理者は都道府県知事に届け出を行い、また人事異動等で変更があれば、その都度変更の届け出を行うこととなっている。

3) 職務の内容

(1) 公害防止統括者

公害防止管理者等を指揮監督して、下記の業務（水質関係）を適切に実施させ、また、その実施に必要な資金措置を講ずる。

- ① 汚水排出施設の使用の方法の監視並びに処理施設等の維持管理に関すること
- ② 排水の汚染状態の測定、記録に関すること
- ③ 事故時、緊急時の措置に関すること

(2) 公害防止管理者

公害防止統括者の指揮監督の下で、下記の技術的事項（水質関係）を管理する。

- ① 使用する原材料の検査
- ② 汚水排出施設の点検
- ③ 排水処理施設の操作、点検、修理
- ④ 排水の汚染状態の測定の実施及び結果の記録
- ⑤ 測定機器の点検及び補修
- ⑥ 事故時、緊急時における応急の措置の実施

7. 5. 2 公害防止設備の設置に係る優遇制度

1960年代から1970年代にかけて発生した産業公害の対策として一連の法律の整備、拡充が行われた。これに伴い、企業は公害対策に取り組むこととなったが、公害防止のための設備投資は単に、処理施設の設置に止まらず、生産施設の改善や更新・新設にも及ぶこともあった。このため、企業は公害防止対策に膨大な資金を必要となった。このような背景から国は、公害防止に係る設備投資に対して助成措置を拡充、強化し、企業の公害防止対策の推進に大きな役割を果たしている。

助成措置は資金の融資及び税制上の優遇制度の2つが設けられている。

1) 融資

中小企業、大企業向けに政府系金融機関による特別貸付制度、低利融資制度が設けられている。現在の融資対象は公害防止施設、無公害工程転換施設、公害予防施設、資源有効利用施設等幅広いものが対象となっている。水質関係の主要な対象施設をTable 7.5.2に

示す。

Table 7.5.1 水質関係の融資対象

融資対象対象	対象施設
公害防止対策	汚水、廃液処理施設 工業用水使用合理化施設
資源有効利用	水資源有効利用施設

2) 税制

公害防止対策として国税、地方税の優遇措置がある。Table 7.5.2 に税制優遇措置の概要を示す。

Table 7.5.2 企業の公害防止投資に対する税制支援の概要

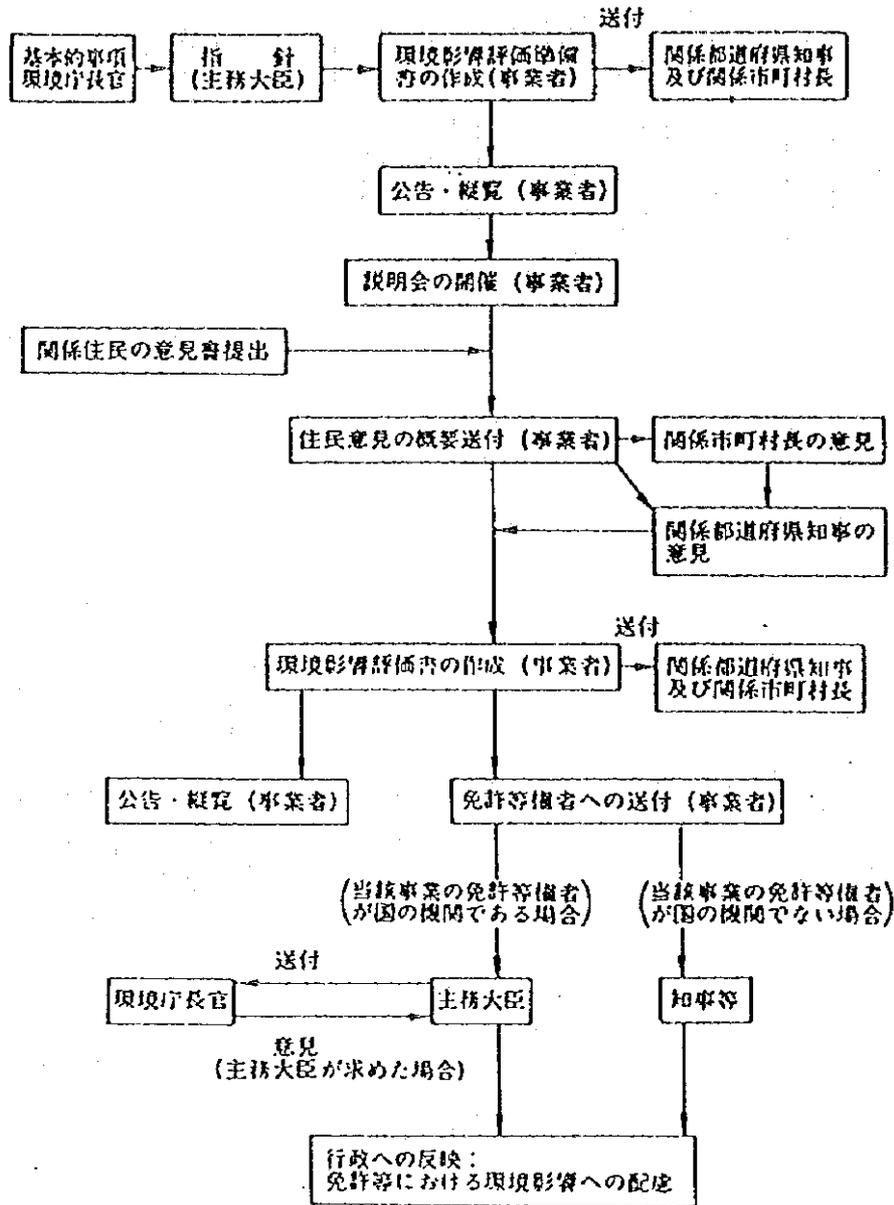
税制	税制優遇措置	措置の概要
国税	公害防止施設の特別耐用年数の短縮	一般の有形減価償却資産と区別し、その耐用年数を特別に短縮することができる
	公害防止施設の特別償却制度	公害防止施設を取得した年度に一時の多額の償却を認めることにより、その年度の法人税の軽減を図り、設備投資の負担を軽減する。 1973年度 初年度 1/2の特別償却 1995年度 初年度 18/100の特別償却
	無公害化生産設備に対する特別償却制度	1973年度 初年度 1/3の特別償却 現在は廃止されている
	公害準備金制度	大蔵大臣の認定を受けた業種に属する事業者が収入金額の3/100に相当する金額を積み立てることができる。 現在は廃止されている
地方税	固定資産税の非課税	1970年度では公害防止施設のほとんどが非課税対象であった。現在は、汚水処理施設、ばい煙処理施設のみが継続適用されている

7. 5. 3. 環境測定網による監視

公共用水域の水質の常時監視は水質行政を進める上で、極めて重要な情報を提供する。公共用水域の水質の常時監視は水質汚濁防止法で都道府県知事及び政令市長が実施することが義務づけられている。しかし、水質測定には膨大な費用を要するので、水質汚濁防止法に基づき、環境庁は都道府県知事及び政令市長が実施する公共用水域の水質の常時監視のための必要な経費のうち、測定計画の作成費、公共用水域の水質調査に係る経費について、助成を行っている。この水質調査の対象地域は海域、湖沼、河川で環境基準の水質類型の指定が行われた水質行政を進める上で重要性の高い水域である。

さらに、常時監視体制の強化を図るため、公共用水域の重要地点において水質監視の自動化が進められており、1992年度の時点で約300ヶ所に達している。

Fig. 7.5.2 環境影響評価の手続きの流れ



7.5.4 環境影響評価制度

1) 環境影響評価の種類

(1) 閣議決定に基づく環境影響評価制度

閣議決定は国が関与する大規模事業に係る環境影響評価の統一ルールを定めたものである。国の行政機関は環境影響評価を実施するための所要の措置を、国の行う対象事業については自ら、免許等を受けて行われる対象事業については事業者を指導して速やかに講ずるものとしている。対象事業をTable 7.5.3に、手続き等の流れをFig 7.5.2に示す。

Table 7.5.3 閣議決定環境影響評価実施要綱に基づく対象事業

	対象事業
1	高速自動車国道、一般国道その他の道路の新設及び改築
2	河川法に規定する河川に関するダムの新築その他同法の河川工事
3	鉄道の建設及び改良
4	飛行場の設置及びその施設の変更
5	埋立及び干拓
6	土地区画整理法に規定する土地区画整理事業
7	新住宅市街地開拓法に規定する新住宅市街地開発事業
8	首都圏の近郊整備地帯及び都市開発区域の整備に関する法律に規定する工業団地造成事業及び近畿圏の近郊整備区域及び都市開発区域の整備に関する法律に規定する工業団地の造成事業
9	新都市基盤整備法に規定する新都市基盤整備事業
10	流通業務市街地の整備に関する法律に規定する流通業務団地造成事業
11	特別の法律により設立された法人によって行われる住宅の用に供する宅地、工場又は事業場のための敷地その他の土地の造成
12	1から11までに掲げるもののほか、これらに準ずるものとして主務大臣が府庁長官に協議して定めるもの

調査、予測及び評価の項目は次に掲げる環境要素に対して、対象事業に応じて必要な項目について指針を定めている。

①公害防止に係るもの

大気汚染、水質汚濁、土壌汚染、騒音、振動、地盤沈下、悪臭

②自然環境の保全に係るもの

地形・地質、植物、動物、景観、野外レクリエーション

(2) 省庁所管事業に係る環境影響評価制度

閣議決定の対象事業を所管する関係省庁は実施要綱を制定している。主なものをTable 7.5.4 に示す。

Table 7.5.4 所管省庁別環境影響評価実施要綱

所管省庁	建設省	運輸省	厚生省	通商産業省	環境庁
タイトル	建設省所管事業に係る環境影響評価実施要綱	運輸省所管の大規模事業に係る環境影響評価実施要綱	厚生省所管事業に係る環境影響評価実施要綱	通商産業省所管事業に係る環境影響評価実施要綱	公害防止事業団に係る環境影響評価実施要綱
制定年月日	S.60.4.1	S.60.4.26	S.60.12.12	S.60.11.16	S.60.4.20
対象事業	<ul style="list-style-type: none"> ①高速自動車国道の新設、改築 ②一般国道の新設、拡幅、バイパス設置(4車線以上) ③首都、阪神、指定都市各高速道路の新設、改築(4車線以上) ④一般河川に係るダムの新築(湛水面積200ha以上) ⑤湖沼開発、放水路の新築(土地改良面積100ha以上) ⑥公有水面の埋立て、干拓(埋立区域面積50ha超) ⑦土地改良事業(事業施行面積100ha以上) ⑧新住宅市街地開発事業(事業施行面積100ha以上) ⑨工業団地造成事業(事業施行面積100ha以上) ⑩新都市開発整備事業(事業施行面積100ha以上) ⑪交通集積団地造成事業(事業施行面積100ha以上) ⑫住宅・都市整備公団法に基づく宅地造成(面積100ha以上) ⑬地域振興整備公団法に基づく土地の造成(面積100ha以上) 	<ul style="list-style-type: none"> ①新幹線鉄道の建設等 ②飛行場の設置等 ・2,500m以上の滑走路を有する飛行場の設置 ・2,500m以上の滑走路の増設 ・500m以上の滑走路の延長(延長後2,500m以上となるもの) ③公有水面の埋立て、干拓(面積50ha超) 	<ul style="list-style-type: none"> ①一般河川に係る湛水面積200ha以上のダムの新築(水運用) (多目的ダム等で厚生省が所管しないものを除く) ②一般廃棄物および産業廃棄物の最終処分地の設置(埋立地の面積が30ha以上のもの、または30ha以上に変更した場合) 	<ul style="list-style-type: none"> ①一般河川に係る湛水面積200ha以上のダムの新築(工業用水用) ②地域振興整備公団法第19条第1項第3号に基づき行う100ha以上の土地の造成(工業団地用) ③地域振興整備公団法第19条第1項第4号に基づき行う100ha以上の土地の造成(産炭地工業団地用) 	<ul style="list-style-type: none"> ①共同公害防止施設事業のための土地の造成(施行区域面積100ha以上) ②工場等用地事業のための土地の造成(施行区域面積が100ha以上)
干渉・評価項目	<ul style="list-style-type: none"> ①～⑤ 水質汚濁(BOD, COD, SS), 騒音、振動、地盤沈下、地形、地質、植物、動物、景観 ⑥水質汚濁(BOD), 地形、地質、植物、動物、景観 ⑦水質汚濁(BOD or COD), 地盤沈下、地形、地質、植物、動物、景観 	<ul style="list-style-type: none"> ②大気汚染(SO₂, NO₂, O₃, SPM, O₃), 水質汚濁(BOD, COD, SS, n-Hx, T-N, T-P), 騒音、振動、地形、地質、植物、動物、野外レクリエーション地 	<ul style="list-style-type: none"> ①水質汚濁(BOD), 地形、地質、植物、動物、景観、野外レクリエーション地 ②大気汚染(SO₂, NO₂, O₃, SPM) 水質汚濁(BOD or COD, SS or 汚濁(T-N), (T-P), (臭気)) 騒音、振動、悪臭、地形、地質、植物、動物、景観、野外レクリエーション地 	<ul style="list-style-type: none"> ①水質汚濁(BOD), 地形、地質、植物、動物、景観、野外レクリエーション地 ②大気汚染(SO₂, NO_x, CO), 水質汚濁(BOD or COD, SS), (N), (P), 騒音、振動、地盤沈下、地形、地質、植物、動物、景観、野外レクリエーション地 	<ul style="list-style-type: none"> ①大気汚染(SO₂, NO₂, CO), 水質汚濁(BOD or COD, SS, (T-N), (T-P)), 土壌汚染、騒音、振動、地盤沈下、悪臭、地形、地質、植物、動物、景観、野外レクリエーション地

(3) 地方自治体別環境影響評価制度

国の要綱で規定する環境影響評価制度は国が関与する大規模事業が対象となっている。このため、地方自治体や民間企業が行う事業について独自の環境影響評価に関する制度を条例や要綱で設けている。対象事業の種類や規模は地方自治体においては地域の実情に応じて、定められている。例えば、工場の建設については、工場の敷地面積、排水量、排ガス量で規模を規定し、それ以上の規模の事業については、事前に環境影響評価を義務づけている。環境影響評価の手続きの流れはFig 7.5.2 と概ね同じである。

7. 6 民間企業の環境管理体制

7. 6. 1. 民間企業における法的規制に対する対応及び管理体制

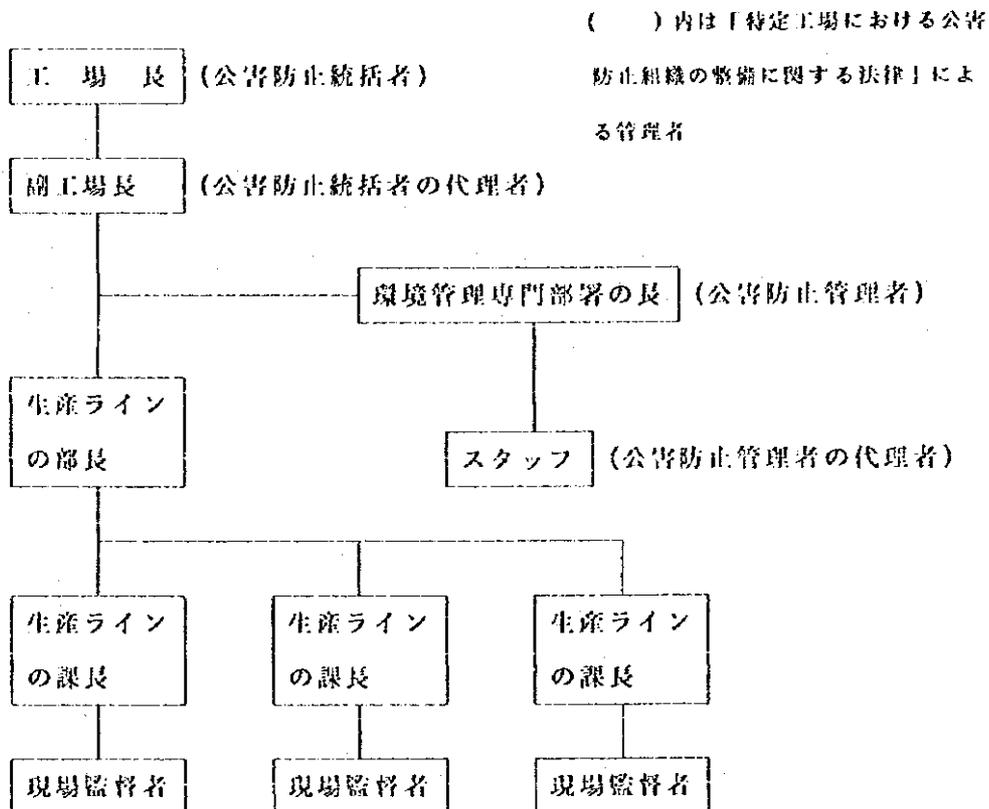
1967年に制定された公害対策基本法と1970年の公害国会において拡充・強化された環境規制法に対応するために、日本の多くの企業は、法律に基づく公害防止管理者の選任はもとより、自主的に、工場のみならず本社にも環境管理体制を整備した。

工場においては、環境管理の専門部署を設置し、また、工場の環境問題を審議・決定する工場長を委員長とする環境委員会を設け、環境基本方針の制定、発生源対策をはじめとする環境対策の推進を図っている。この理由は以下に示すことによる。

- ① 企業の環境管理目標達成のためにはトップダウンによる意志決定が不可欠である
- ② 環境対策のための膨大な設備投資の決定には、経営トップの参加が必要である
- ③ 環境関係法や条例や協定の周知徹底及び設備の機能・構造・運転基準など習熟のために体系的な従業員教育の実施が必要である

生産工場における環境管理組織の例をFig. 7.6.1 に示す。

Fig 7.6.1 工場における環境管理組織の例



また、環境管理専門部署の業務内容の例をTable 7.6.1 に示す。発生源を多い工場では管理グループと技術グループに分かれて業務を担当するが、発生源の少ない工場においても専任の担当者を置いている。

Table 7.6.1 工場の環境管理専門部署の業務内容

<p>1. 環境管理計画の策定と推進</p> <p>①環境管理方針の策定（毎年）</p> <p>②発生源対策の検討、計画策定、対策の実施、成果の把握</p> <p>③環境関係予算管理</p> <p>④従業員教育</p>
<p>2. 行政対応</p> <p>①法令、条例に基づく届け出、報告</p> <p>②行政立ち入り検査時の立ち会い</p>
<p>3. 測定、監視</p> <p>①発生源測定</p> <p>②測定データの整理、解析</p> <p>③工場内外のパトロールによる監視</p> <p>④異常時の原因調査と改善指導</p>
<p>4. その他</p> <p>①苦情処理</p>

7. 6. 2. 環境監査

企業は各種の環境関連法規を遵守して、企業活動を行ってきたが、企業がいくら法律を守って事業活動を行っても、新たな環境問題が発生している。例えば、二酸化炭素による地球温暖化、酸性雨による広域汚染、フロンガスによるオゾン層破壊など地球規模で解決しなければならないの環境問題である。これらの問題はその広域性と長期性故に、個々の企業活動との因果関係の推定を難しくしている。このような中で企業が自主的に、省エネルギー、省資源、廃棄物の発生抑制、汚染物質の排出抑制に取り組むことが重要となってきた。これを継続的に実施する手段として、環境管理システムを確立し、環境監査を実施するという仕組みを産業界が考えるようになった。

このような背景により、1991年7月にISO（国際標準化機構）において環境に関する国際規格の検討に入り、1996年9月に、環境管理・監査に関する規格ISO14000が発効した。

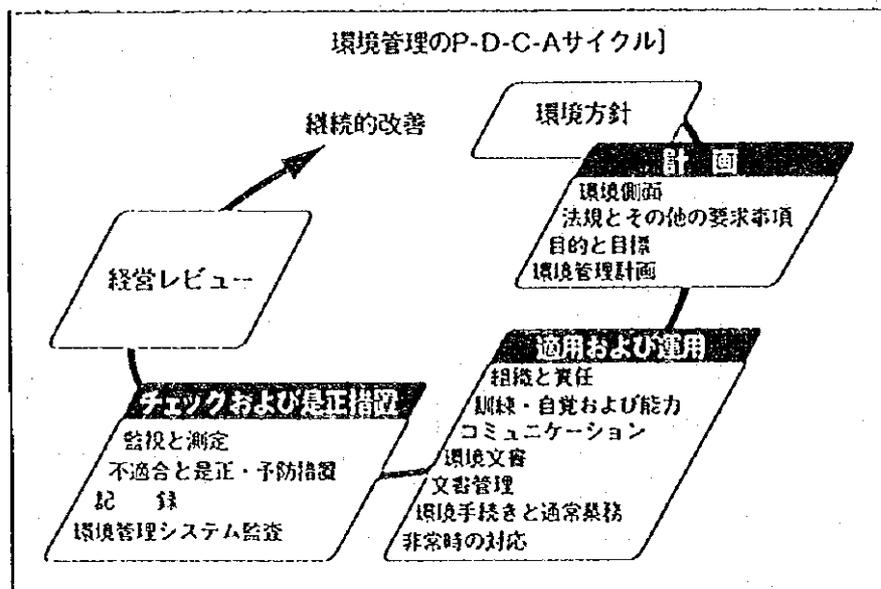
一方、EUにおいては、1990年12月にEU地域の環境保護を目的に環境監査についての素案を発表し、その後、内容が修正され、EC規則「EC環境管理・監査スキーム（Eco-Management & Audit Scheme; EMAS）」として、1993年6月29日に採択されている。EMASはその目的を「環境業績の継続的改善」に置いており、それを達成する方策として以下の3点を挙げている。

- ①事業場に関して、環境方針・環境計画・環境管理システムを確立し、実施すること
- ②これらの各要素の業績を、体系的・客観的かつ定期的に評価すること
- ③環境業績についての情報を一般に提供すること

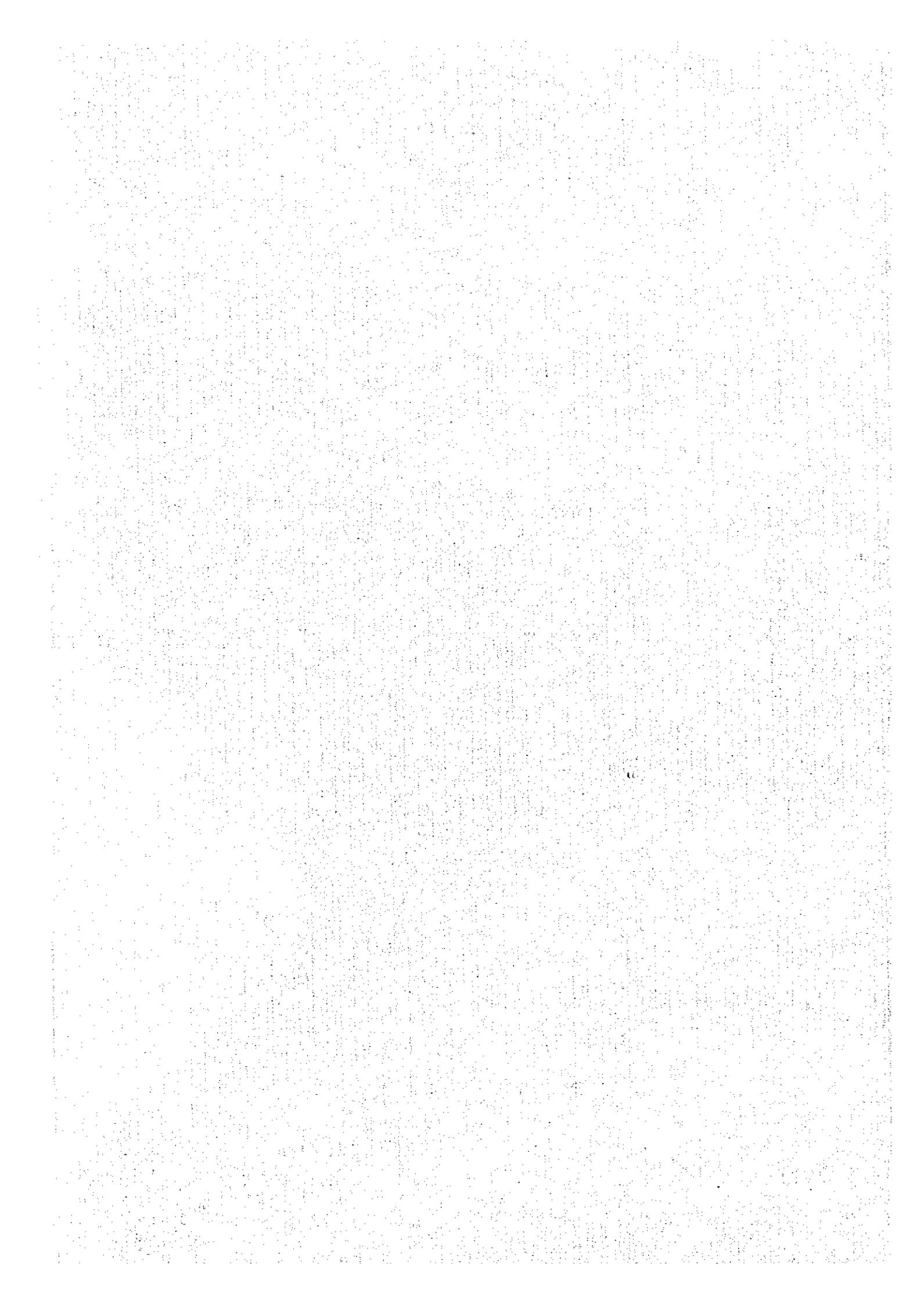
このような国際的な動きに対して日本においては、従来の規制に対応するという考えから自主的に環境管理システムを構築し、環境監査を実施し、この結果を公表する企業が増えている。これは、日本の多くの企業が製品の輸出により海外との関係が深いこともあり、環境に取り組む積極的な姿勢を内外に示す必要が出てきたためである。また、環境管理システムを構築し、環境の継続的改善、すなわち、省エネルギーや省資源に取り組むことにより、コストダウンをも達成する狙いもある。

現在、ISOの環境管理システムの概念をFig. 7.6.2に示す。

Fig. 7.6.2 環境管理の概念



8. 日本の下水処理場の紹介



8. 日本の下水処理場の紹介

日本の下水処理場は画一的ではなく、処理方式、受入水質基準、料金体系などそれぞれの自治体の政策に依って異なっている。特徴ある3ヶ所の例を紹介する。

処理場名	特徴	料金体系
(1) 和歌川	着色度の規制がある	排出量・濃度併用累進料金
(2) 鹿島臨海	工業地帯の産業排水が主体	汚濁濃度による累進料金
(3) 東京有明	生物脱窒脱リン+オゾン	排出量規模による累進料金

8. 1 和歌山市和歌川下水処理場

8.1.1 概要

和歌山市の中心部の河川は固有水量が殆どなく、潮の干満で水位の変わる所謂感潮河川である。流域には、染色工場、化学工場、皮革工場などの地場産業が点在している。1950年頃から工場廃水が激増し、和歌川下流のノリ養殖に被害をもたらしたので、1955年に和歌川下流に堰を設置し、海と縁を切った。下水道事業は、従来雨水対策が主眼で汚水対策が遅れていたため、1970年頃には、河川水の停滞、ヘドロの体積などがピークに達した。下水処理場の運転改善、海水を堰の上流にポンプで汲み上げて川を逆流させ、主要河川である紀の川の上流に放流するという離れ業を採用した。水質は改善されたが、川的美観的状况は依然として悪く、市民の願望や快適環境の保全に寄与するため、全国に先駆けて色などの規制条例を制定した。対象事業所に色処理のための予備処理設備を設置させるに当っては、特別融資や利子補給などを行った。

更に下水処理場自体の処理強化策として、生物処理上流に凝集沈殿処理を、下流にオゾン処理を追加した。これら追加処理のコストは、下水料金とは別として、和歌山市の一般財源で賄われている。

なお、下水処理場の処理水が放流される和歌川は現在でも堰で海と縁が切られており、ポンプで汲み上げた海水と混合して市内を逆流している。

8.1.2 処理施設の概要

下水処理場に流入する下水の流量（家庭排水と工場排水それぞれの水量）を、Fig. 8.1.1 に示す。家庭排水と工場排水の比率は約 3 : 2 である。

処理施設のフローシートを Fig. 8.1.2 に示す。下水処理場が受入れる排水の水質基準と、下水処理場が放流する処理水の水質基準を Table 8.1.2 に示す。特に上乘せ規制をした色の規制基準、すなわち測定方法を Table 8.1.3 に示す。

8.1.3 料金体系

一般汚水は排水量に応じて累進料金になっている。公衆浴場については特別安い料金が適用される。排水量や汚濁濃度が大きい工場排水などについては、流量・汚濁濃度併用累進料金になっている。但し、家庭などの一般排水よりも安い料金になっている。

Table 8.1.1 Charge rate of Sewerage in Wakayama city

下水道料金表

(1月当たり)

区 分	基本料金		超過料金 (1立方メートルにつき)	
	排除汚水量	金額	排 除 汚 水 量	金額
一般汚水	10立方メートルまで	500円	10立方メートルを超え30立方メートルまでの分	60円
			30立方メートルを超え100立方メートルまでの分	75円
			100立方メートルを超え500立方メートルまでの分	85円
			500立方メートルを超える分	95円
公衆浴場汚水	排除汚水量 1立方メートルにつき			10円

水質料金

1ヶ月の排除汚水量が1,000立方メートルを超え、排除汚水の濃度が200%を超えるものは、汚水の濃度に応じ下表の額(水質料金)を加算する。

水 質 区 分		料 金 (1立方メートルにつき)
汚水1リットル中の 生物化学的酸素要求 量又は化学的酸素要 求量	200ミリグラムを超え 300ミリグラムまでの分	10円
	300ミリグラムを超える分	10円に、300ミリグラムを超える分につき 100ミリグラム (100ミリグラム未満の端 数は、100ミリグラムとする) 増すごとに 8円を加えた額
汚水1リットル中の 浮遊物質	200ミリグラムを超え 300ミリグラムまでの分	15円
	300ミリグラムを超える分	15円に、300ミリグラムを超える分につき 100ミリグラム (100ミリグラム未満の端 数は、100ミリグラムとする) 増すごとに 18円を加えた額

(注) 生物化学的酸素要求量又は化学的酸素要求量については、それらのうち数値の大きい方による。

Table 8.1.2 Emission Standard for Inlet and Outlet of Sewerage Treatment Plant

項目	基準値	下水道法による排水基準値	水濁法による放流基準値	N D 値
温度		45(40)℃未満	40℃以下	--
P H		5(5.7)を越え9(8.7)未満	5.8以上 8.6以下	--
B O D		600(300)ng/l未満	30(平均20)ng/l以下	0.5
C O D		--	$60 \times 160,784 \times 10^{-6} = 9.65 \text{ t/D}$	0.5
S S		600(300)ng/l未満	70(平均50)ng/l以下	1
大腸菌数		--	3,000個/cm ³ 以下	1
ハキソ抽出物質		5(鉱油) ng/l以下 30(動植物油) ng/l以下	5(鉱油) ng/l以下 30(動植物油) ng/l以下	0.5
よう素消費量		220ng/l未満	--	1
全窒素		[240(150)未満]	120(平均60)以下	0.01
全りん		[32(20)未満]	16(平均8)以下	0.01
カドミウム		0.05ng/l以下	0.05ng/l以下	0.005
シアン化合物		0.5ng/l以下	0.5ng/l以下	0.1
有機りん化合物		0.5ng/l以下	0.5ng/l以下	0.1
鉛		0.1ng/l以下	0.1ng/l以下	0.005
六価クロム		0.25ng/l以下	0.25ng/l以下	0.02
ヒ素		0.1ng/l以下	0.1ng/l以下	0.005
総水銀		0.005ng/l以下	0.005ng/l以下	0.0005
アルキル水銀		検出されないこと	検出されないこと	0.0005
P C B		0.003ng/l以下	0.003ng/l以下	0.0005
トリクロロエチレン		0.3ng/l以下	0.3ng/l以下	0.03
テトラクロロエチレン		0.1ng/l以下	0.1ng/l以下	0.01
フェノール類		5ng/l以下	5ng/l以下	0.02
銅		3ng/l以下	3ng/l以下	0.04
亜鉛		5ng/l以下	5ng/l以下	0.15
溶解性鉄		10ng/l以下	10ng/l以下	0.30
溶解性マンガン		10ng/l以下	10ng/l以下	0.40
全クロム		2ng/l以下	2ng/l以下	0.03
ふっ素化合物		15ng/l以下	15ng/l以下	0.1
着色度		80以下	80以下	10.0
透明度		--	20度以上	1.0
残留塩素		2ng/l以下	2ng/l以下	0.1

注) []は下水道条例未制定、()は製造業の場合。

Table 8.1.3 Additional Color Standard for Sewerage in Wakayama city

排水口における排出水の着色度は、80以下とする。

備考

測定方法は、希釈法によるものとし、30センチメートル透視度計（底の標識板は黒線のない白色のみのもの）を用いて次の方法によるものとする。

(1) 10倍列希釈検体の作成及び着色の確認

検水50ミリリットルを共栓付きメスシリンダー500ミリリットルにとり、蒸留水を加え全容を500ミリリットルとして10倍希釈検体を作成し、これを透視度計の30センチメートル目盛まで入れて、基準透視度計（透視度計の30センチメートル目盛まで蒸留水を入れたものをいう。以下同じ。）と並べて、着色を比較する。着色が確認できる場合は、共栓付きメスシリンダーの中の10倍希釈検体50ミリリットルを別の共栓付きメスシリンダー500ミリリットルにとり、蒸留水を加え全容を500ミリリットルとして100倍希釈検体を作成し、これを透視度計の30センチメートル目盛まで入れて、基準透視度計と並べて、着色を比較する。着色が確認できる場合は、先と同様にして1000倍、10000倍……の10倍列希釈検体を着色が区別できなくなるまで作成し、「区別可能」な最大希釈検体を決定する。

(2) 着色の確認方法

基準透視度計と希釈検体を入れた透視度計を並べ、白色蛍光灯の光が両方に等しく当たる状態で上部から目視により行う。

(3) 2倍列希釈検体の作成

共栓付きメスシリンダーの中の「区別可能」な最大希釈検体を用いて、透視度計に1, 2, 4, 8, 16倍の2倍列希釈検体を作成する。

(4) 着色度の計算

ア 測定者は5人として、各測定者は、2倍列希釈検体が入った透視度計について基準透視度計と着色を比較して「区別可能」と「区別不能」を判定する。測定者ごとの希釈倍数を常用対数値として、次の式によって算出する。

$$\text{常用対数値} = \frac{1}{2} \times (\log a_1 + \log a_2)$$

(ア) 「 a_1 」とは、「区別可能」の判定の最大希釈倍数をいう。

(イ) 「 a_2 」とは、「区別不能」の判定の最小希釈倍数をいう。

次に、各測定者の常用対数値を集計したのち最大値と最小値を除き（最大値、最小値が複数ある場合は、1個だけを除く。）、残りの3者の平均値Cmを算出する。

イ 着色度は、次の式によって算出した値とする。

$$\text{着色度} = 10^{cm}$$

				A	B	C	D	E	合計	平均	着色度
5-10)	○	○	○	0.85	0.85	0.85			2.55	0.85	7.08
	○	○	×	0.85	0.85	1.15			2.65	0.85	8.91
	○	×	×	0.85	1.15	1.15			3.15	1.05	11.22
10-20)	○	○	○	1.15	1.15	1.15			3.45	1.15	14.13
	○	○	×	1.15	1.15	1.45	大	大	3.75	1.25	17.78
	○	×	×	1.15	1.45	1.45			4.05	1.35	22.39
20-40)	○	○	○	1.45	1.45	1.45			4.35	1.45	28.18
	○	○	×	1.45	1.45	1.75	大	大	4.65	1.55	35.48
	○	×	×	1.45	1.75	1.75			4.95	1.65	44.67
40-60)	○	○	○	1.75	1.75	1.75			5.25	1.75	56.23
	○	○	×	1.75	1.75	2.05	大	大	5.55	1.85	70.79
	○	×	×	1.75	2.05	2.05			5.85	1.95	89.13
60-80)	○	○	○	2.05	2.05	2.05			6.15	2.05	112.20
	○	○	×	2.05	2.05	2.35			6.45	2.15	141.25
	○	×	×	2.05	2.35	2.35			6.75	2.25	181.87

Fig. 8.1.1 排水系図

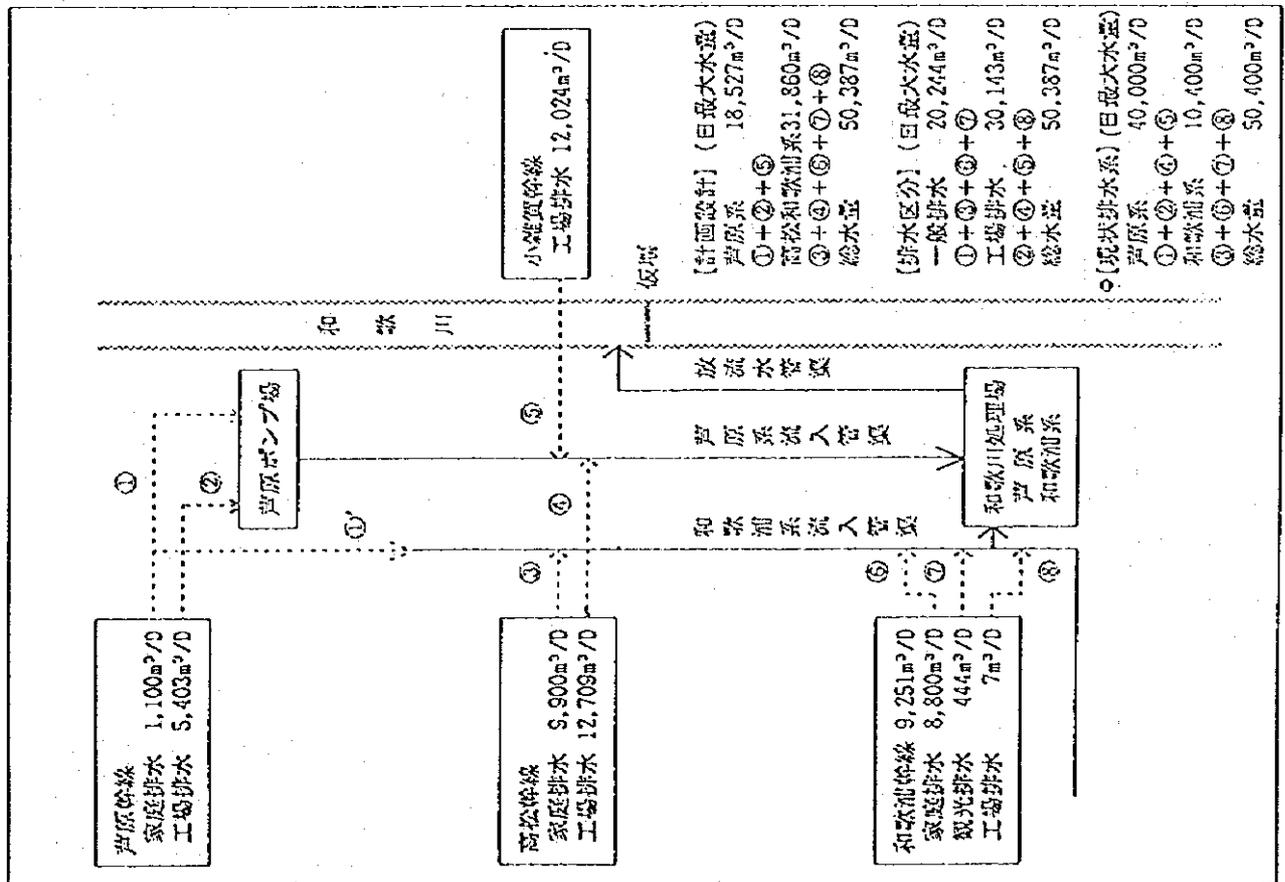
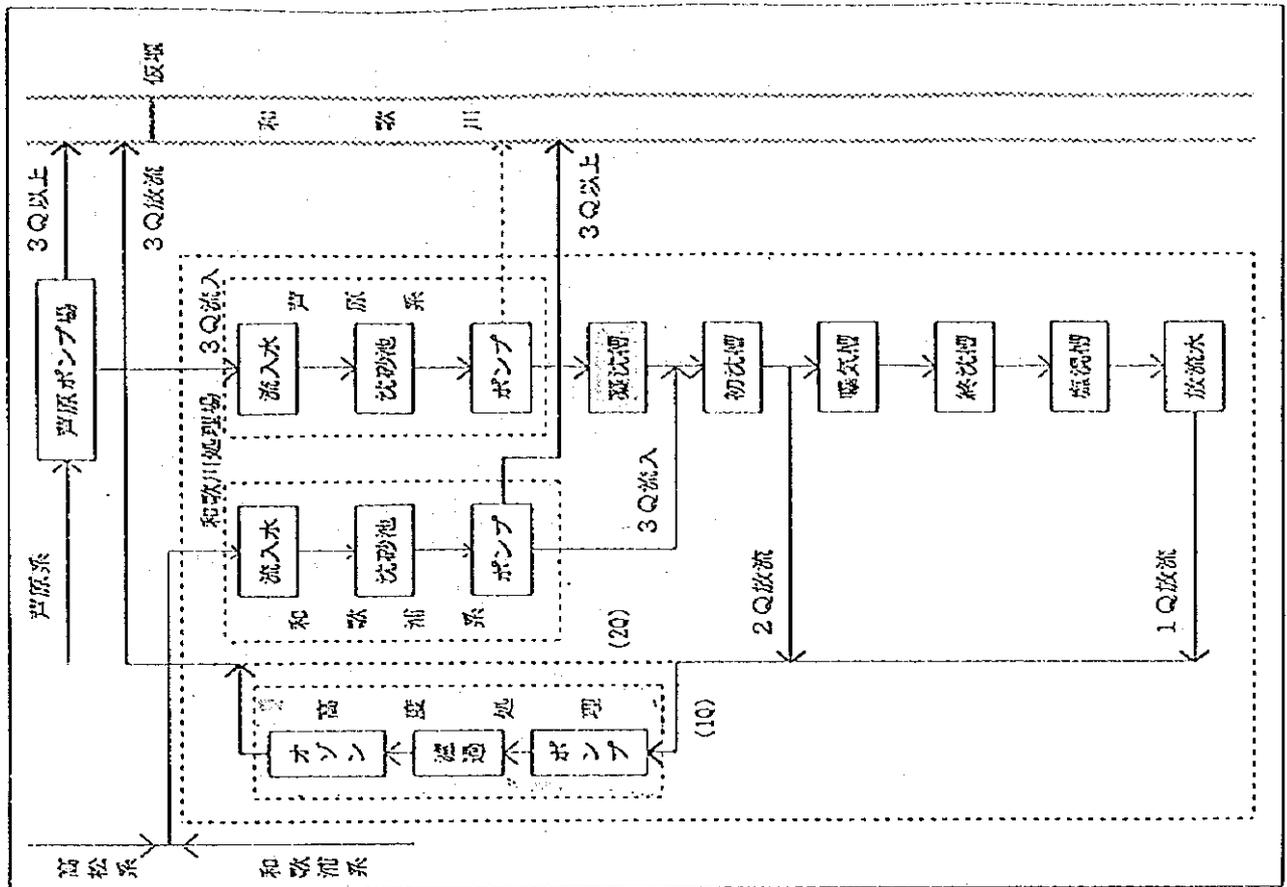


Fig. 8.1.2 Flowsheet of Wakagawa Treatment Plant



8. 2 鹿島臨海特定公共下水処理場

(Kashima Littoral Specified Public Sewerage System)

8. 2. 1 概要

鹿島灘に立地された鹿島臨海工業地帯の鹿島臨海特定公共下水道は、工業地域のうち高松地区を除く神之池東部・西部及び波崎各地区の工場・事業所から排出される汚水並びに周辺地域の生活排水を、幹線管渠により深芝処理場へ導き、そこで生物処理・薬品処理等を施した上鹿島灘へ放流している。

対象工場数は98社105工場で、排水処理量のうち工場廃水が92～93%占め、あとは生活排水である。1970年9月より運転されている。
なお、約半数の工場が予備処理設備を有している。

8. 2. 2 廃水処理状況

1) 処理プロセス

各工場より → 沈砂池 → 曝気油脂分離槽 → 調整槽 → 凝集沈殿池
→ エアレーションタンク → 最終沈殿池 → 消毒槽 → 放流

その他、汚泥の脱水、焼却炉がある。

2) 水量及び水質

(1) 水量 100,000 m³/d (1995年)、設備能力 125,000 m³/d

(2) 水質 概要は次のとおりである(詳細は Table 8.2.1)。

		処理場流入基準	処理場排出基準
水温	℃	45 >	
PH		5～9	5.8～8.6
BOD	mg/L	600	20
COD	mg/L	600	40 (日間平均)

			50 (最大)
SS	mg/L	600	40 (日間平均)
			50 (最大)
油脂	mg/L	20	鉱油 N-Hex 2.0 (日間平均)
			3.0 (最大)
			動植物油 N-Hex 2.0 (日間平均)
			3.0 (最大)

・ P の規制はないが、原水 4.8mg/L、処理水 1.7mg/L

3) ランニングコスト

1995年における廃水 1 m³ 当たりの実績は次のとおりである。これには、汚泥処理費及機械設備の補修費が含まれる。

薬品代	13円
電力費	5円
人件費	30円 (業者の委託費20円含む)
その他	12円
合計	60円 / m ³

8. 2. 3 管理状況

1) 水量管理

各工場に水量メータが設けられており、毎月始めにチェックする。

2) 運転員

職員全体90名のうち60名が運転員であり、夜間は監視要員のみ置いている。

3) 分析要員 9名 (職員6名、業務委託3名)

4) その他

- ・ 各工場に対し、水質及び水量調査のために少なくとも一回 / 月立ち入りチェックする。
- ・ 工場側と処理場側とで4~5回 / 年、連絡会議を行う。そこでは、問題点の抽出及び運営管理の向上のための話し合いが持たれる。

8. 2. 4 料金体系

料金は、水量料金、水質料金及び加算料金を合算した額とする。

即ち、

- ①水量料金の額は、汚水排出量 1 m^3 につき、42円とする。
- ②水質料金の料率は、汚水排出量 1 m^3 につき、Table 8.2.2のとうりとする。
- ③加算料金は各工場側と処理場側とで契約した汚水排出量及び汚水の水質に比較して、汚水排出量については110%、汚水の水質については、その濃度が120%を超えて排出された汚水について徴収するものとし、その額は、 1 m^3 につきそれぞれ52円とする。

注記：①に規定する汚水排出量とは、次表左欄に掲げる一ヶ月の日平均汚水排出量の段階ごとに当該右欄に掲げる数値を乗じて得た汚水排出量の合計量をいう。

一ヶ月の日平均排出量の段階	数値
3,000 m^3 までの部分	1.0
3,000 m^3 を超え5,000 m^3 までの部分	0.9
5,000 m^3 を超える部分	0.8

以上のように定められているが、実際に企業が払っている金額は100～120円/ m^3 程度である。

Table 8.2.1 鹿島臨海特定公共下水道に係わる水質関係規制基準

項目	区分	環境基準	排水基準	特定事業場の排除基準(法12条の2)	除害施設設置基準		産業廃棄物埋め立て基準	
					法第12条	使用契約		
環境項目等	水温	℃				45超	45超	
	pH	-	7.0~8.3	5.8~8.6		5未満9超	5未満9超	
	COD	mg/L	8.0以下	50(40)			600超	
	BOD	mg/L		20*			600超	
	SS	mg/L		50(40)			600超	
	石油抽出物質(鉱油)	mg/L		3(2)		5超	20超	
	石油抽出物質(動植物)	mg/L		3(2)		30超		
	フェノール	mg/L		5	10*			
	銅	mg/L		3	3			
	亜鉛	mg/L		5	5			
	溶解性鉄	mg/L		10	10			
	溶解性マンガ	mg/L		10	10			
	クロム	mg/L		2	2			
	ふっ素	mg/L		15	15			
	大腸菌群数	個/cm ³		3000				
	DO	mg/L	2以上					
よう素消費量	mg/L				220超			
有害物質	カドミウム	mg/L	0.01	0.1	0.1			0.3
	シアン	mg/L	不検出	1	1			1
	有機りん	mg/L	-	1	1			1
	鉛	mg/L	0.01	0.1	0.1			0.3
	六価クロム	mg/L	0.05	0.5	0.5			1.5
	ヒ素	mg/L	0.01	0.1	0.1			0.3
	総水銀	mg/L	0.0005	0.005	0.005			0.005
	7種水銀	mg/L	不検出	不検出	不検出			不検出
	PCB	mg/L	不検出	0.003	0.003			0.003
	トリクロル	mg/L	0.03	0.3	0.3			0.3
	ジクロル	mg/L	0.01	0.1	0.1			0.1
	ジクロル	mg/L	0.02	0.2	0.2			0.2
	四塩化炭素	mg/L	0.002	0.02	0.02			0.02
	1,2-ジクロル	mg/L	0.004	0.04	0.04			0.04
	1,1-ジクロル	mg/L	0.02	0.2	0.2			0.2
	シス-1,2-ジクロル	mg/L	0.04	0.4	0.4			0.4
	1,1,1-トリクロル	mg/L	1	3	3			3
	1,1,2-トリクロル	mg/L	0.006	0.06	0.06			0.06
	1,3-ジクロルベン	mg/L	0.002	0.02	0.02			0.02
	チウラム	mg/L	0.006	0.06	0.06			0.06
シマジン	mg/L	0.003	0.03	0.03			0.03	
チオベンカルブ	mg/L	0.02	0.2	0.2			0.2	
ベンゼン	mg/L	0.01	0.1	0.1			0.1	
セレン	mg/L	0.01	0.1	0.1			0.3	

Table 8.2.2 料金表

汚水の濃度 (F)		料 率
120未満		25円
120以上	240未満	38円
240以上	360未満	50円
360以上	480未満	63円
480以上	600未満	75円
600以上	720未満	88円
720以上	840未満	100円
840以上	960未満	113円
960以上	1,080未満	125円
1,080以上	1,200未満	138円
1,200以上	1,320まで	150円

備考

汚水の濃度は、次の算式により算出した数値とする。

$$F = \frac{B + C}{2} + S + 6N$$

この算式において、B、C、S及びNはそれぞれの水質の数値を表わすものとする。

B 汚水の生物化学的酸素要求量 (単位 1リットルにつき5日間ミリグラム)

C 汚水の化学的酸素要求量 (単位 1リットルにつきミリグラム)

S 汚水の浮遊物質量 (単位 1リットルにつきミリグラム)

N 汚水の油脂類含有量 (単位 1リットルにつきミリグラム)

8.3 東京都府有明下水処理場

8.3.1 概要

有明下水処理場は東京都臨海副都心に新設された下水処理場で96年7月から運転を開始した最新の下水処理場であるが、副都心計画の中断により、計画人口に達していないため、設計水量12万 m³/dに対し、3万 m³/dの設備が完成しているが、現在の受け入れ水量は5,000 m³/dのみである。生物処理法による脱窒・脱りん装置の運転は9月から立ち上げ運転に入ったばかりで、定常状態に達しておらず、完全なデータが得られていない状況にある。

8.3.2 施設概要：

計画水量 : 120,000 m³/d

計画再生水量 : 40,000 m³/d

処理方式 : 嫌気・無酸素・好気 + 生物膜ろ過 + オゾン

排除方式 : 分流式

汚泥は南部処理場にポンプ輸送して処理

計画処理水質

項目	流入水質	処理水質	
		嫌気・無酸素・好気 mg/L	生物膜ろ過 mg/L
BOD	250	20	8
SS	230	20	5
T-N	5.6	0.5	0.5

プロセス：

第1沈澱池 → 嫌気槽 → 脱窒槽 → 好気槽 → 生物膜槽
→ オゾン処理 → 塩素滅菌 → 地区のトイレ用水として再利用

嫌気槽 2,500m³, 滞留時間 2hr

脱窒槽 6,250m³, 滞留時間 5hr

好気槽 10,000m³, 滞留時間 8hr

生物膜槽 28m²/床 X 28床, 7mm径仕濾層厚 2m, 濾過速度 200m/d

建設費：530億円

内訳： 既設設備 3万M³/d

土建 12万M³/d

再生水：この地域全体が上水道と下水再生水との二重配管になっていて、トイレ用水として利用されている。

再生水料金：260円/m³ でこの内 30円/m³がオゾン処理の電気代。

ちなみに、水道料金は420円/m³

8.3.3 生物脱窒・脱りんの評価

設備費、運転費が通常の活性汚泥法よりやや増加するのみである。凝集法の脱りん場合の多量の汚泥処理を考えると生物脱窒・脱りんが有利

8.3.4 下水道料金

下水道料金表（1か月）

汚水の種別	排出量 (m ³)	料率 (円)
一般汚水	10m ³ 以下の分	536円
	11 ~ 20m ³	1m ³ につき 112円
	21 ~ 50m ³	// 151円
	51 ~ 100m ³	// 179円
	101 ~ 200m ³	// 208円
	201 ~ 500m ³	// 252円
	501 ~ 1,000m ³	// 291円
	1,001m ³ 以上	// 331円
浴場汚水	10m ³ 以下の分	268円
	11m ³ 以上	1m ³ につき 27円

8.3.5 下水排除基準

物質又は項目	基準値
カドミウム	0.1mg/ℓ以下
シアン	1mg/ℓ以下
有機機燐	1mg/ℓ以下
鉛	0.1mg/ℓ以下
六価クロム	0.5mg/ℓ以下
砒素	0.1mg/ℓ以下
総水銀	0.005mg/ℓ以下
アルキル水銀	検出されないこと
P C B	0.003mg/ℓ以下
トリクロロエチレン	0.3mg/ℓ以下
テトラクロロエチレン	0.1mg/ℓ以下
ジクロロメタン	0.2mg/ℓ以下
四塩化炭素	0.02mg/ℓ以下
1,2-ジクロロエタン	0.04mg/ℓ以下
1,1-ジクロロエチレン	0.2mg/ℓ以下
シス-1,2-ジクロロエチレン	0.4mg/ℓ以下
1,1,1-トリクロロエタン	3mg/ℓ以下
1,1,2-トリクロロエタン	0.06mg/ℓ以下
1,3-ジクロロプロペン	0.02mg/ℓ以下
チウラム	0.06mg/ℓ以下
シマジン	0.03mg/ℓ以下
チオベンカルブ	0.2mg/ℓ以下
ベンゼン	0.1mg/ℓ以下
セレン	0.1mg/ℓ以下
総クロム	2mg/ℓ以下
銅	3mg/ℓ以下
亜鉛	5mg/ℓ以下
フェノール	5mg/ℓ以下
鉄(溶解性)	10mg/ℓ以下
マンガン(溶解性)	10mg/ℓ以下
珪素	15mg/ℓ以下
生物化学的酸素要求量(BOD)	600mg/ℓ未滿(300mg/ℓ未滿)
浮遊物質(SS)	600mg/ℓ未滿(300mg/ℓ未滿)
ノルマルヘキサン抽出物質	鉱油 5mg/ℓ以下 動植物油 30mg/ℓ以下
窒素含有量	240mg/ℓ未滿(150mg/ℓ未滿)
燐含有量	32mg/ℓ未滿(20mg/ℓ未滿)
水素イオン濃度(pH)	5を超え9未滿(5.7を超え8.7未滿)
温度	45°C未滿(40°C未滿)
よう素消費量	220mg/ℓ未滿

注：1()内は製造業、ガス供給業に適用する排除基準です。

2この基準は、排水量によっては適用されない物質または項目もあります。

引用文献

- (1) 下水道施設計画・設計指針と解説、日本下水道協会(1994)
- (2) 下水道維持管理指針、日本下水道協会(1979)
- (3) 和歌川終末処理場における工場排水を主体とした水処理技術について、和歌山市下水道部 川崎重和(1996)
- (4) 公害防止の技術と法規(水質編)、公害防止の技術と法規編集委員会編(社)産業環境管理協会(1993)
- (5) 「感染性廃棄物を適正に処理するために」東京都清掃局(1993)
- (6) 産業廃棄物の処理手引、東京都清掃局(1996)
- (7) 改定・小規模事業場排水処理対策全科、公害対策技術同友会(1991)
- (8) 水質汚濁防止施設における安全管理とセキュリティシステムに関する調査(その2)、(社)日本産業機械工業会(1995)
- (9) 重金属の生物処理に及ぼす影響、下水道協会誌 Vol. 3, No. 29(1966)
- (10) (株)シチズン カタログ
- (11) 環境白書 平成8年版 環境庁(1996)
- (12) 環境六法 平成6年版 環境庁環境法令研究会(1994)
- (13) 東京の環境保全 東京都(1996)
- (14) 環境総覧 1994年版 通商産業省資料調査会(1993)
- (15) 環境対策のための助成措置の概要—金融措置、漆畑 環境管理Vol. 32, No. 5(1996)
- (16) 環境管理と監査—国際規格化と企業の対応、東京商工会議所環境委員会(1995)
- (17) 和歌山市排出水の色等規制条例・規則、和歌山市保健衛生部環境保全室(1991)
- (18) 和歌山市下水道条例・施行規則、和歌山市下水道部(1991)
- (19) 茨城県鹿島臨海都市計画、下水道事業特例集(茨城県 1996)
- (20) 東京都明下水処理場資料(1996)

JICA