

6-3 環境対策方法

6-3-1 大気汚染質の排出源と処理方法

(1) 排出源

繊維・染色業の大気物質発生源は紡績、編織及び染色で蒸気を得るためのボイラ（ SO_x 、 NO_x 、ばいじん）と紡績及び編織の各工程（繊維質粉じん）が主である。

また、植毛施設、製綿施設及び起毛施設では粉じんが発生する。植毛施設、製綿施設及び起毛施設での粉じん発生箇所を以下に示す。

①植毛施設

植毛施設は基材に接着剤を塗布して、短繊維（パイル）を垂直に植付ける施設で、植毛後余剰パイルを回収する時にパイル粉じんが発生する。

②製綿施設

製綿施設は綿などの天然繊維、ナイロンなどの合成繊維、人工繊維を開綿機、混綿機、打綿機、梳綿機、回切機等を用いて綿状にする施設で、作業中に超短繊維、じん埃などの粉じんが発生する。

③起毛施設

毛織物において、織物の表面から、機械的に針布を使い毛羽をかき出す施設で、起毛した落毛による粉じんが発生する。

(2) 処理方法

ボイラから発生する大気汚染物質（ SO_x 、 NO_x 、ばいじん）に対する処理方法は、他産業と同様である。

硫黄酸化物については燃料転換、排煙脱硫等の方法によって処理し、窒素酸化物については燃焼管理によって処理する。ばいじんについては電気集じん装置等の集じん機を設置して排ガスの処理を行なう。また、植毛施設、製綿施設及び起毛施設での粉じん対策を以下に示す。

①植毛施設

余剰パイル回収には、ブラッシュ・振動・吸引の三要素を組合せており、吸引空気をサイクロン等で集じん処理を行う。図4-6-4に残余パイル回収装置例を示す。

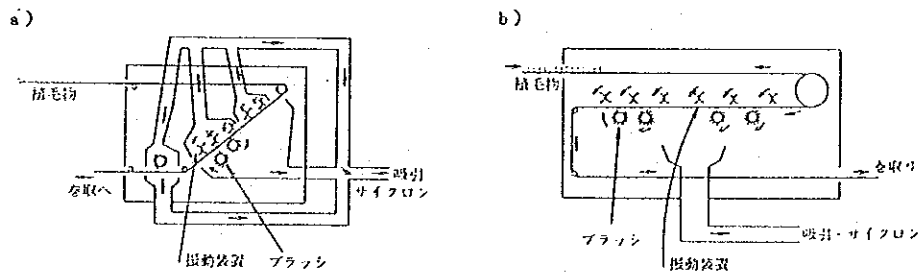


図4-6-4 残余パイル回収装置例

②製綿施設

開綿機、打綿機等の綿設備は周囲を囲いによっておおい、作業によって発生する粉じんを囲いの上部又は下部に接続したダクトによって吸引し、集じん機に導き処理を行う。集じん装置としては、サイクロン、バグフィルタが多く用いられている。集じん対策例を図4-6-5に示す。

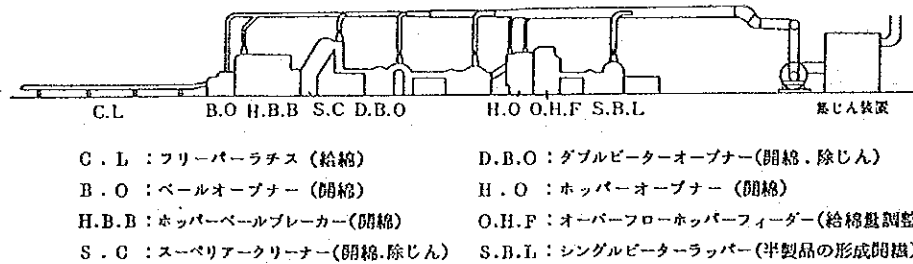


図4-6-5 混打綿工程の集じん対策例

③起毛施設

起毛した落毛は、機械下部に落ちるため、サイクロン、バグフィルタを設置して集じんを行う。

6-3-2 水質汚染物質の排出源と処理方法

(1) 排出源

繊維工業は、企業形態、原料の種類、工程が千差万別であるため、その排水は組成が複雑で、濃度、量、経時変化、日間変動及び季節変動が大きく一定せず、極めて流動的である。主な排出源を以下に示し、表4-6-5に一例として紡績、編織、染色工程における排出源と排出物を示す。

- ①麻、羊毛・絹等の天然繊維原料の処理、不純物除去、紡績、繰糸等の工程
- ②化学繊維製造等の化学反応工程
- ③糸・織物等の精練、漂白、糊抜き、染色、加工、仕上げ等の工程

表4-6-5 繊維工業における排出源と排出物

工 程	製 品	排 出 源	排 出 物
紡 績	麻 糸	浸 水 槽	BOD、COD、SS、土砂
	生 糸	まゆ湯煮釜 繰糸機 副蚕処理	BOD、COD、SS
	絹 糸	練腐化釜 水酸化がめ 脱洗水機	BOD、COD、SS、pH、油脂類、石けん質
	羊 毛	洗 毛 機	BOD、COD、SS、pH、油脂類、石けん質 泥土・不純物（油、羊毛土）
		プレスロー ラー 水 洗 機	COD、SS、pH
編 織	絹	浸 漬 槽	BOD、COD、SS、油類
		熱湯浸漬槽 精練機	BOD、COD、SS
	羊 毛	洗じゅう	BOD、SS、油類、石けん質
染 色	麻・綿	のり抜き	BOD、COD、pH
		精練・漂白	ペクチン質、ろう質、脂肪質、色素、灰分、pH、 漂白剤
	染 色 機	BOD、pH、染料	
	羊 毛	洗じゅう 煮じゅう	BOD、COD、SS、pH、紡績油、洗剤
		染 色 機	BOD、pH、染料

(2) 処理方法

繊維工業からの排水の汚染物質の内容は、おおよそ以下のように分類される。

- ①染料を主体とした着色成分
- ②繊維屑、油脂類からなる浮遊物質
- ③精練染色助剤である界面活性剤からの発泡成分
- ④柔軟仕上げ剤、機械油等からの油分
- ⑤シルケット及び染色助剤からの溶解塩類
- ⑥油脂類、糊剤、染色助剤及び仕上げ剤等からのBOD、COD成分
- ⑦酸、アルカリの使用によるpHの変動
- ⑧漂白剤からの残留塩素
- ⑨その他

これらの汚染物質が排水中に単独で排出されることはなく、種々の割合で混入している。この中で汚染性が高く、処理が必要なものとしてBOD、COD、SS、油分、pH調整及び脱色等が挙げられる。

以上のような理由から、繊維・染色工業においては排水処理施設を標準化したり、規格化することは困難であり、各々の工場がその操業方式、工程に対応した適切な処理施設を設置する必要がある。図4-6-6に一例として繊維工業における基本的な排水処理フローを示す。

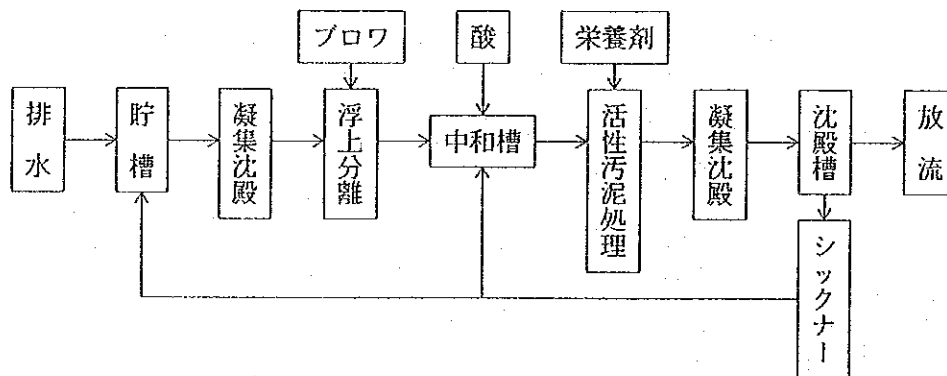


図4-6-6 繊維・染色工業の排水処理フロー

6-3-3 廃棄物の発生源と処理及び再利用方法

(1) 廃棄物の発生源とその種類

繊維工業で発生するスラッジに含まれるもののうち、量的に多いのは、綿、麻、絹、羊毛等天然繊維から除去される不純物である。その量は、2～3%から多いものでは10%前後で、繊維に付着しているでんぷん、ポリビニルアルコール（PVA）、アクリル系等のたて糸のり剤、加工処理中に脱落した繊維くず等である。その他の投入薬助剤等はその種類は非常に多いが、使用量は加工繊維量に対し多くても1%以下である。

スラッジの質および量は、加工内容、排水処理の方法によって異なる。表4-6-6に染色加工排水処理によるスラッジの生成量のいくつかの例を示す。

この例では、活性汚泥法や散水ろ床法等（生物化学処理）による処理の場合、排水量当たりの生成スラッジ量は少なく、凝集剤を用いた凝集分離法に比べて1/10以下である。また、凝集分離法では加圧浮上処理の方が沈殿処理よりも少ない。珪藻土処理法による場合は、当然のことながら生成スラッジ量は多く、含水率が低いため含水スラッジ量としては凝集沈殿法による場合と大差ないが、スラッジ固形分としてはかなり多量に生成される。

浸染のみの排水処理の場合は、精練排水を含めた処理のときよりもスラッジ量が少なく、捺染排水では捺染のり剤の混入により一般にスラッジ量が増大する。

綿など天然繊維ののり抜き排水と精練排水に凝集分離法を適用したデータがないが、この場合は当然スラッジ量が増大すると考えられる。

なお、K工場の糸染色の場合は、糸にのり剤なども付着していないし、染色も造塩結合型の染着で吸尽率が高く、汚濁物の少ないケースで、凝集浮上法によってかなり少ないスラッジ量で処理が行われている例である。

表4-6-6 染色加工排水処理によるスラッジの生成量

工場	加工内容 加工量(万㎡/月)	処理排水量 (㎡/月)	原水水質 (mg/ℓ)	処理方法	排水量当たり スラッジ量 (kg/㎡)
A	100%綿 80% 100%ポリエステル 20% 浸染加工 148	34,800	BOD 140 COD 120 SS 24	凝集沈殿法 プレコートフィルター(珪藻土) 硫酸第1鉄消石灰・高分子凝集剤	2.93
B	100%綿 のり抜き精練加工 100	7,150	COD 560 SS 170	活性汚泥法	0.66
C	合成繊維精練加工 31.3 合成繊維捺染加工 45.2 計 89.5	34,800	BOD 370-500 COD 120-270 SS 50-70	凝集沈殿法 硫酸バンド	4
D	合成繊維精練染色 86.8	7,150	BOD 200 COD 186 SS 5	凝集沈殿法 硫酸第1鉄・消石灰 高分子凝集剤	4.2
E	綿精練漂白 300 化学繊維精練 150 計 450	34,800	BOD 300	散水ろ床法	0.25
F	綿のり抜き精練染色 450 硫化染料染色 90%	7,150	BOD 300	凝集浮上法 硫酸第1鉄・高分子凝集剤	3.3
G	合成繊維精練染色 125	34,800	BOD 100-130 SS 25-30	凝集沈殿法 硫酸第1鉄・消石灰 高分子凝集剤	3
H	合成繊維浸染工程 256	7,150	BOD 130	珪藻土処理法	4
I	綿/ポリエステル 700 100%綿 750 のり抜き精練漂白1/2染色	34,800	BOD 200	活性汚泥法 凝集ろ過法	0.54
J	合成繊維捺染 70	34,800		凝集浮上法、デカンク 硫酸バンド、高分子凝集剤	3
K	アクリル、ウール糸染 (100t/月)	7,150	BOD 135 SS 224	凝集浮上法、フィルタープレス 硫酸バンド、高分子凝集剤	1.5

(2) 処理及び再利用方法

染色加工排水処理で発生するスラッジの処理は、図4-6-7に示すようにいくつかの処理プロセスが考えられる。

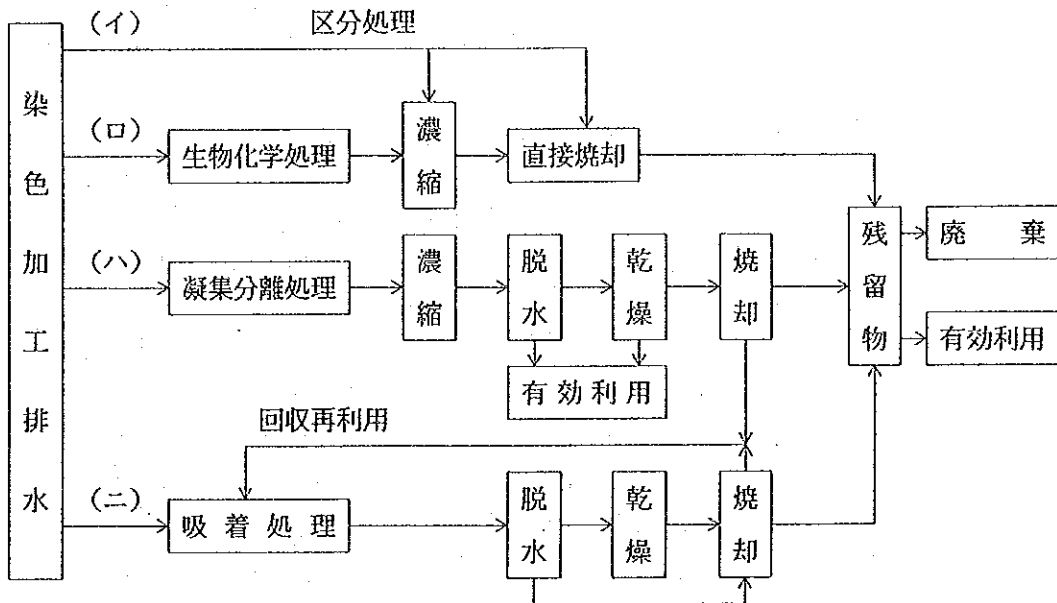


図4-6-7 染色加工排水のスラッジ処理のプロセス

1) 特定スラッジの区分処理

濃厚な排水を取出すことができる場合は、これを区分し処理する方が有利である。洗毛排水を蒸発濃縮して噴霧燃焼処理し、同時に水を蒸気として回収する。

最近、捺染のり残液を凝集分離処理したスラッジなどとともに、直接焼却する方法が行われている。

2) 生物化学処理スラッジの処理

生物化学処理は主として、天然繊維のり抜き、精練排水の処理に適用されるため、天然の有機物を含み、また、リン等の栄養源を添加してあるので濃縮、乾燥して肥料として有効利用することもできるが、散水ろ床法による処理で発生するスラッジは、その組成が窒素1.02%、リン0.48%、カリウム0%で、肥料としては不十分であるとされている。

3) 凝集分離処理スラッジの処理

凝集分離処理により発生するスラッジの一般的な処理方法は、濃縮、脱水を過ぎた後直接焼却することであるが、無機凝集剤を用いた場合は、凝集剤に由来する無機質量、スラッジの含水量、燃焼熱量等が燃焼効率に影響する。

染色加工排水処理で発生するスラッジは、無機凝集剤以外はほとんど全てが可燃性の有機物からなり、その成分は工程、加工内容によって異なり、スラッジ自体の発熱量にも差がある。

通常のスラッジは、無水物で2,000kcal/kg以下と考えられ、自然させるためには含水率を30～40%以下にする必要がある。親水性のコロイド質等を多く含む染色加工からのス

ラッジをこのような低い含水率にまで機械的に脱水することは、現在使用されているフィルタープレス、デカンタ、真空ろ過機、プレコートフィルター、ロータリースクリン、マルチロールプレス等では不可能である。

焼却処理の立場からみれば、凝集剤として無機凝集剤を用いるよりも有機凝集剤を用いる方が、凝集剤の添加量が少ない分スラッジ量が少なく、かつ高分子有機凝集剤の比率が高いほど燃焼性が良く有利である。

一方、染色加工で使用される染料・薬剤中には硫黄、窒素、塩素等の有害ガス、悪臭ガスを生成する原因になり得る分子（ $-SO_3$ 、 $-SO_4$ 、 $-NO$ 、 $-NO_2$ 、 $-NH_2$ 、 $-NHCO$ 、 $-N=N-$ 、 $-Cl$ ）を含んでいるものが多く、これらは燃焼の過程で種々の有害ガスを発生し、燃焼過程で生成されるケトン類、一酸化炭素、アクロレインなどととも、大気汚染、悪臭等の原因となる。

これらの燃焼排ガス組成や臭気と燃焼温度との関係からみて、燃焼温度は $700\sim 1,000^{\circ}C$ にすることが望ましいが、実際に、 $80\sim 90\%$ の含水率のスラッジをこのような温度で焼却処理するためには、何らかの補助燃料を必要とする。凝集浮上処理スラッジ（含水率 $85\sim 90\%$ ）を、ロータリキルンで焼却処理した実施例によれば、スラッジ 1 t を処理するのに約 200ℓ の灯油を補助燃料として必要としている。

スラッジの焼却処理で発生する燃焼排ガス中の SO_2 対策は、凝集処理を行う対象となる排水から生じたスラッジの場合、大部分にその必要性があると考えられる。さらに、多量の水分の存在下で燃焼を行う場合には、硫化水素 (H_2S) の発生が多くなり、その処理も同時に行わなければならない。

クロム等を使用する工場では、スラッジの焼却処理によって発生する灰分は、大部分の場合、無害化処理を行う必要がある。前述の硫酸バンド、高分子凝集剤を用いた凝集浮上処理スラッジの例では、含水スラッジ量の 5.5% のアルミニウム酸化物を主成分（〔参考〕参照）とする安定な粒状物ができる。これらはコンクリート骨材として有効利用できるが、凝集剤などとして再利用することも可能である。鉄塩、消石灰などを添加した凝集沈殿法の場合、凝集剤としての再利用には若干問題がある。いずれの場合も焼却処理を行う場合は、焼却排ガス処理対策が必要となる。

〔参考〕 高分子凝集剤を用いた凝集浮上処理スラッジの成分例

Al_2O_3	59.6
SiO	5.33
SiO ₂	0.57
FeO	0.57
Na ₂ O	0.41
CaO	0.028
MnO	0.01
MgO	0.143
C	0.88
S	0.41%

7 金属加工業

7-1 環境問題の所在

金属加工では素材の成形、加工、表面処理、仕上げ工程等から金属屑、金属粉、粉じん、ばいじん、SO_x、NO_x等の大気汚染物質、廃酸、廃アルカリ、有害物質等の水質汚染物質及び騒音・振動等が発生する。

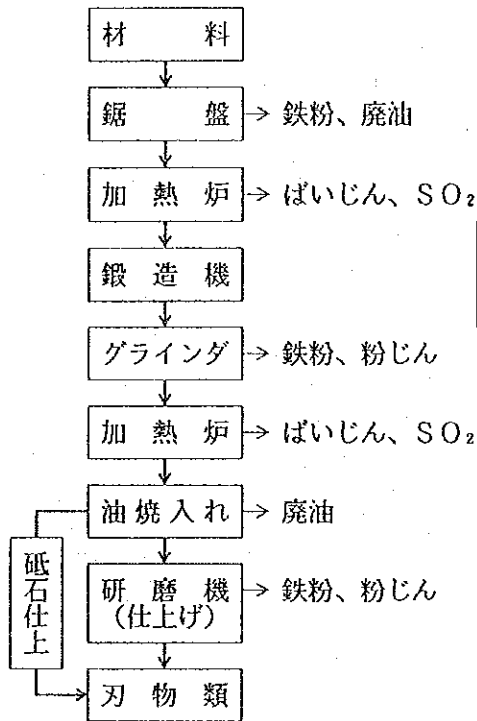
大気汚染物質は主として加熱炉や焼鈍炉等から発生し、水質汚染物質は主としてめっき等の工程から発生し、廃棄物は主として素材の成形、加工及び廃液処理工程等から発生する。

金属加工業の中では、めっき工程における水質の汚染が最も重要な問題である。表4-7-1及び図4-7-1に主要な生産工程からの排出物を示す。

表4-7-1 主要な生産工程からの排出物

製品・工程等	排出設備	排 出 物 質												
		大 気					水 質					廃 棄 物		
		SO _x	NO _x	ばいじん	粉じん	有害物質	SS	COD BOD	油分	酸 アルカリ	有害物質	固体	油分	酸 アルカリ
手 工 具 ・ 刃 物 類	素材加工				○							○	○	
	加熱炉	○	○	○										
	研削				○							○		
	油焼入								○					
	研磨				○							○		
洋 食 器 類	素材加工				○							○		
	脱脂						○	○	○	○		○		○
	酸洗						○	○		○	○	○		○
	めっき						○	○		○	○	○		○
め っ き	素地洗浄						○	○	○	○		○		
	脱脂						○	○	○	○		○		
	水洗						○	○	○	○	○	○	○	
	酸洗						○	○		○	○	○		○
	浸漬槽									○	○	○	○	○
	メッキ浴						○	○		○	○	○		○

〔（手工具、打刃物類）〕



〔（機械刃物）〕

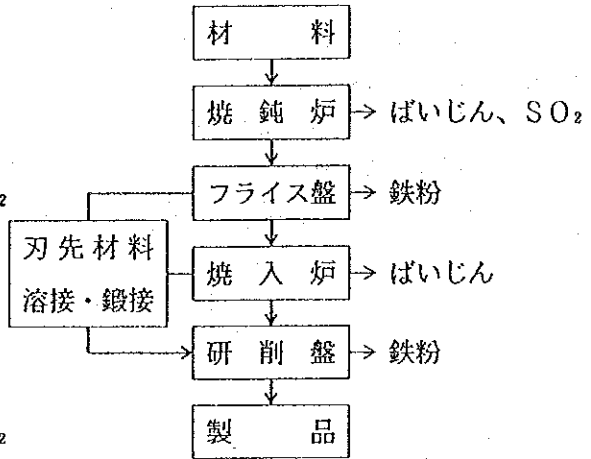


図4-7-1(1) 手工具、打刃物類、機械刃物類の製造工程と排出物

〔（洋食器類）〕

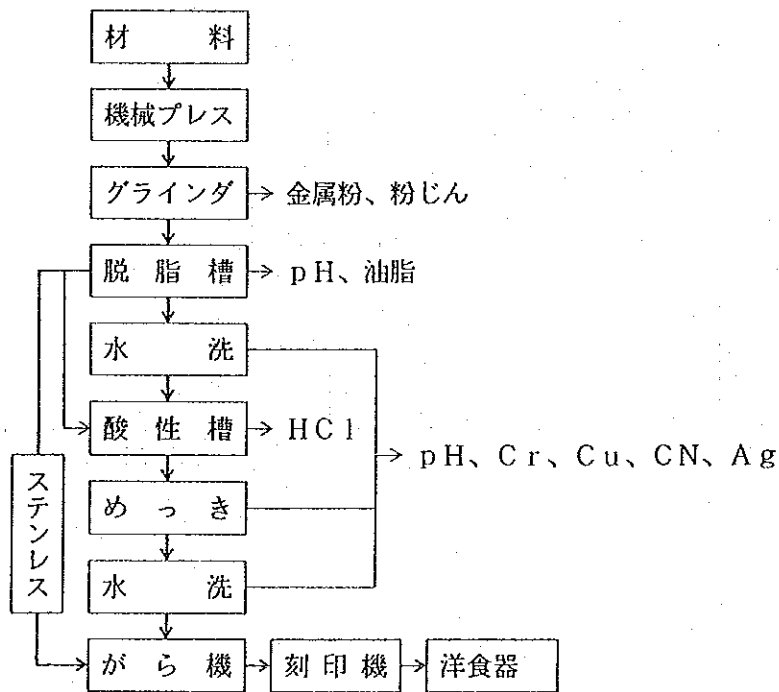


図4-7-1(2) 洋食器類の製造工程と排出物

7-2 生産工程の概要

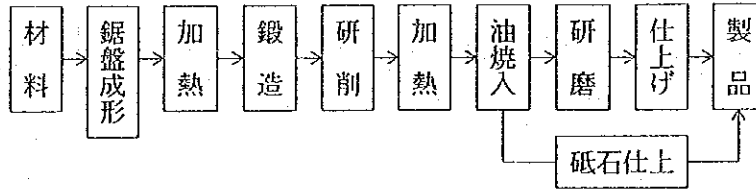
金属製品製造業では、①ブリキカン、②洋食器・刃物、③建設・建築用金具、⑤金属打ち抜き、⑥金属線、⑦ボルト・ナット等の製品を製造しており、それぞれが個別の製造業として成り立っている。これらの業種では、素材である金属を機械的（プレス、打ち抜き等）に加工する業種と、化学的な処理により加工を行う業種の大きくは二つに分類される。それぞれ、生産する製品及び加工方法により業種は多種類にわたるため、環境問題の面からみて比較的重要と思われる業種について以下に示す。

7-2-1 機械的な加工による製造業

この業種では、①機械プレス、②鋸盤加工、③鍛造、④シャーリング等により製品の原型を作成し、その後研磨、加熱、焼き入れ、めっき等の工程を経て製品を製造する。

図4-7-2に代表的な業種の製造工程を示す。

①手工具、刃物類製造



②洋食器類製造

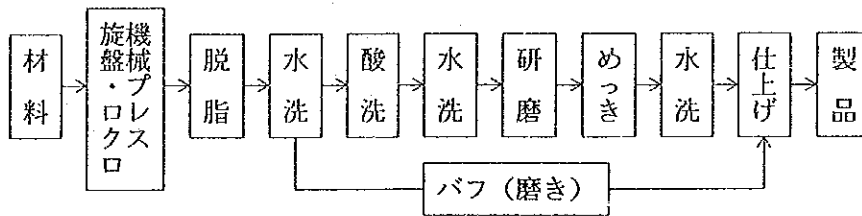


図4-7-2 代表的な業種の製造工程

7-2-2 めっき業

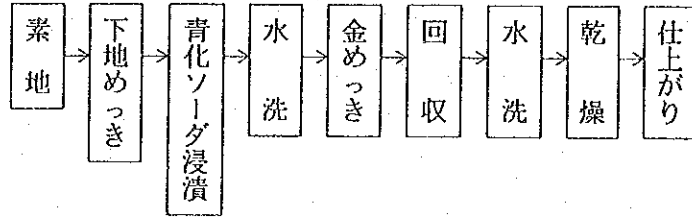
めっきは、電気めっきと無電解めっきに分けることができ、電気めっきは金属塩の水溶液や非水溶液から、電気分解によりカソード（陰極）上に金属を析出させることであり、無電解めっきは金属塩の水溶液から還元剤により自己触媒的に金属を目的物の上に析出させることである。

めっきはその用途により以下に示すように分類される。

- ①装飾用めっき—金、銀、白金等の貴金属をめっきを行う。
- ②防食用めっき—鉄鋼素地上への亜鉛・カドミウムめっきと、鉄鋼や亜鉛ダイカスト素地上への銅・ニッケル・クロムめっき等を行う。
- ③機能めっき—機械的性質向上、電気的性質向上、磁氣的性質の付与、熱的・光学的性質の向上等を目的としためっきを行う。

図4-7-3に代表的なめっきの工程を示す。

① 装飾用めっき



② 防食用めっき

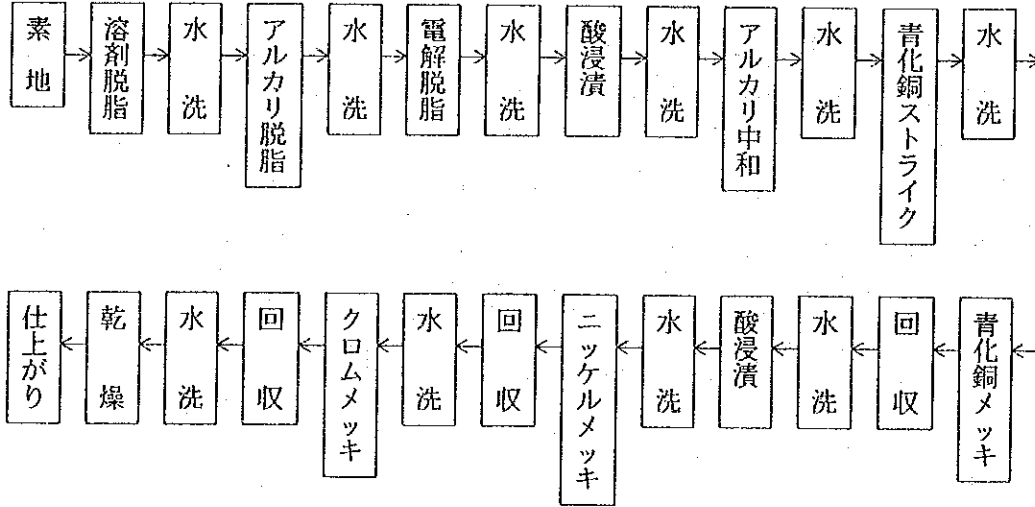


図4-7-3 代表的なめっきの工程

7-3 環境対策方法

7-3-1 大気汚染質の排出源と処理方法

(1) 排出源

金属加工では、鋼塊等の鍛造又は圧延、金属又は金属製品の熱処理等のために金属加熱炉が使用されている。金属加熱炉から発生するばい煙は、主として使用する熱源に左右されるが、加熱される物の表面の状態、例えば油の付着等によってもばい煙の発生が左右される。

一般に、金属加熱炉から発生するばいじんは少ないが、燃焼条件によっては多量に発生することもある。NO_xの発生状況は、金属加熱炉の型式及び加熱される物の状態によって異なり、また、燃料の種類によっても異なる。図4-7-4に各種金属加熱炉の炉温度を示し、図4-7-5にNO_x排出状況の一例を示す。

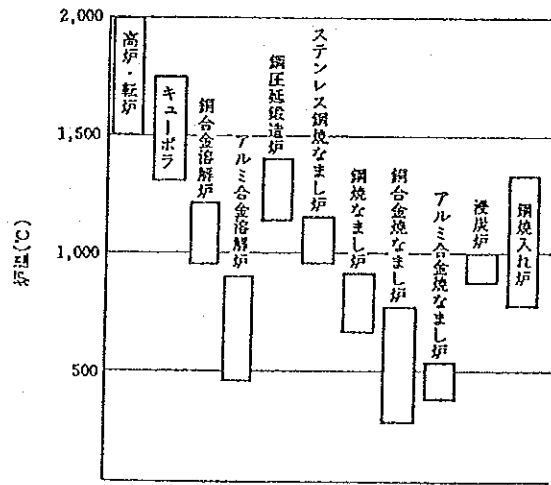


図4-7-4 各種金属加熱炉の炉温度

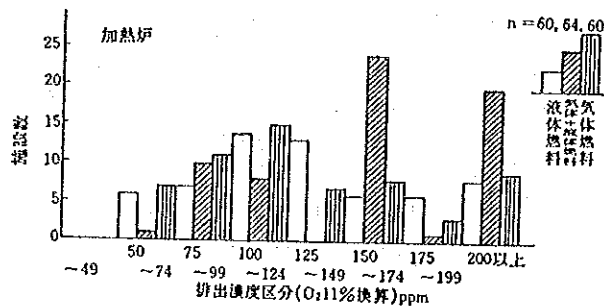


図4-7-5 NO_x 排出状況

粉じんの発生源としては、金属加工の各工程で行われるグラインダ、研磨盤、バフ、塗装等がある。

(2) 処理方法

均熱炉、鋼片加熱炉等の大型の金属加熱炉から発生する排ガスは、熱交換器で熱回収された後、必要な排ガス処理を行い排出される。しかし、鍛造用小型加熱炉には、排気口が設けられていない場合もあり、このような施設からの排ガスは、材料挿入口にフードを設けて煙突に接続し排気される。これらの大気汚染物質（ SO_x 、 NO_x 、ばいじん）の処理方法は、他産業と同様である。

SO_x については燃料転換、排煙脱硫等の方法で処理し、 NO_x については燃焼管理により処理する。ばいじんについては電気集じん装置等の集じん機を設置し、排ガスの処理を行っている。

なお、グラインダ、研磨盤、バフ、塗装等の各工程から発生する粉じんは、局所的な防じんカバー、囲い形フードを設置し集じん処理を行なう。

7-3-2 水質汚染物質の排出源と処理方法

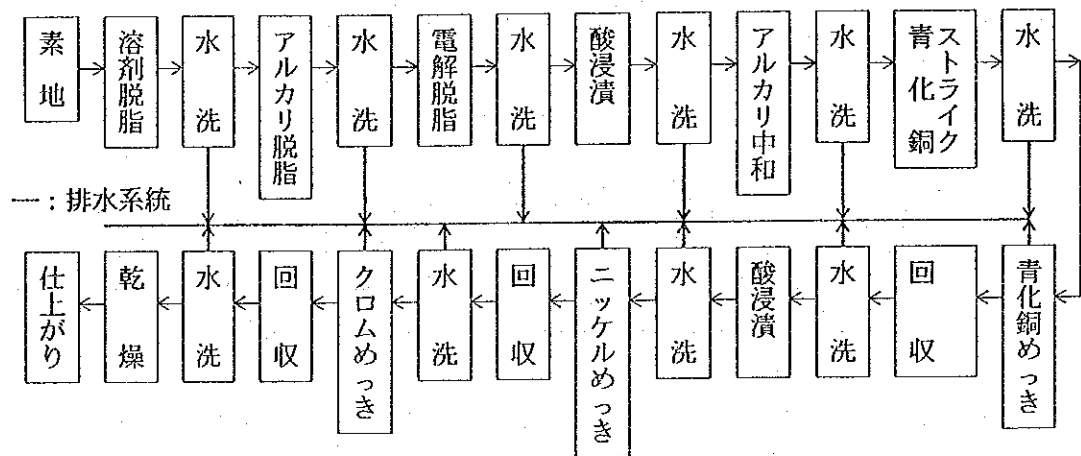
(1) 排出源

金属加工においては、素材の成形、研削、研磨、熱処理、洗浄、表面処理等の工程を経て製品が製造されるが、これらの工程から排出される水質汚染物質は、その大部分が表面処理工程、特にめっき工程からのものである。

めっきは、鉄その他の素材の表面を清浄にした後、素材の表面に電気化学的に金属の薄い膜を付けて素材の表面の性質を向上させる作業であり、大きくは装飾めっき（金、銀、白金等のめっき）、防食めっき（銅-ニッケル-クロムめっき、亜鉛-カドミウムめっき等）及び機能めっき等に大別される。

使用する薬品も酸、アルカリ、シアン化合物等多くの化学薬品（これらの薬品は、ほとんどが毒物、劇物である。）と規模に比較して多くの洗浄水が各工程中で使用されている。洗浄水は、各工程間には必ず組み込まれている洗浄工程で使用され、前工程で使用し、素材に付着している薬品を全て水洗して次の工程には持ち込まないように入念に行われる。図4-7-6に一例としてめっき工程における発生施設を示し、表4-7-2に発生汚濁成分と発生源を示す。

(a)銅-ニッケル-クロムめっき



(b)亜鉛めっき・クロメート

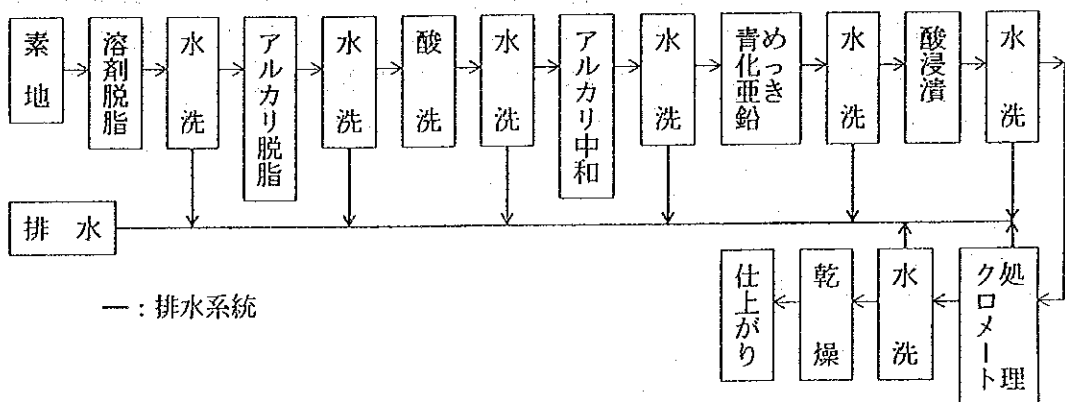


図4-7-6 めっき工程における発生施設の一例

表4-7-2 発生活汚濁成分と発生源

発生活汚濁成分	発 生 源	
	低 濃 度 排 水	高 濃 度 排 水
シアン化合物	アルカリ洗浄工程 電解洗浄工程 パレル研磨工程 めっき	アルカリ洗浄液 電解洗浄液 パレル研磨液 めっき液
シアン錯化合物	亜鉛めっき工程 ドミウムめっき工程 銀めっき工程 銅めっき工程 金めっき工程	電解洗浄液 めっき液 はく離液
クロム	めっき工程 クロメーション工程 エッチング工程	めっき液 クロメーション液 エッチング液
重金属類	アルマイト工程 各種エッチング工程	エッチング液
SS (研磨剤、活性炭金属粉)	各種工程	各種廃液
油分 (油脂類、界面活性剤)	脱脂工程	脱脂液
フッ素化合物	めっき工程 酸洗い工程	めっき液
酸	エッチング工程 電解研磨工程 酸洗い工程	エッチング液
アルカリ	脱脂工程 各種工程	脱脂液

(2) 処理方法

めっき排水処理を完全に行うためには、少なくともシアンを含む排水（シアン系）とクロムを含む排水（クロム系）及び金属イオンを含む排水（酸・アルカリ）の3系統に分ける。また、重金属の種類によっては、さらに分ける。さらに、周期的に更新される濃厚廃液については、濃厚廃液貯槽に入れ、処理装置の能力にあわせ少量づつ排水に混入させて処理するか、専用の処理施設（濃縮、乾燥、焼却等）により別途処理する。図4-7-7に処理プロセスの一例を示す。

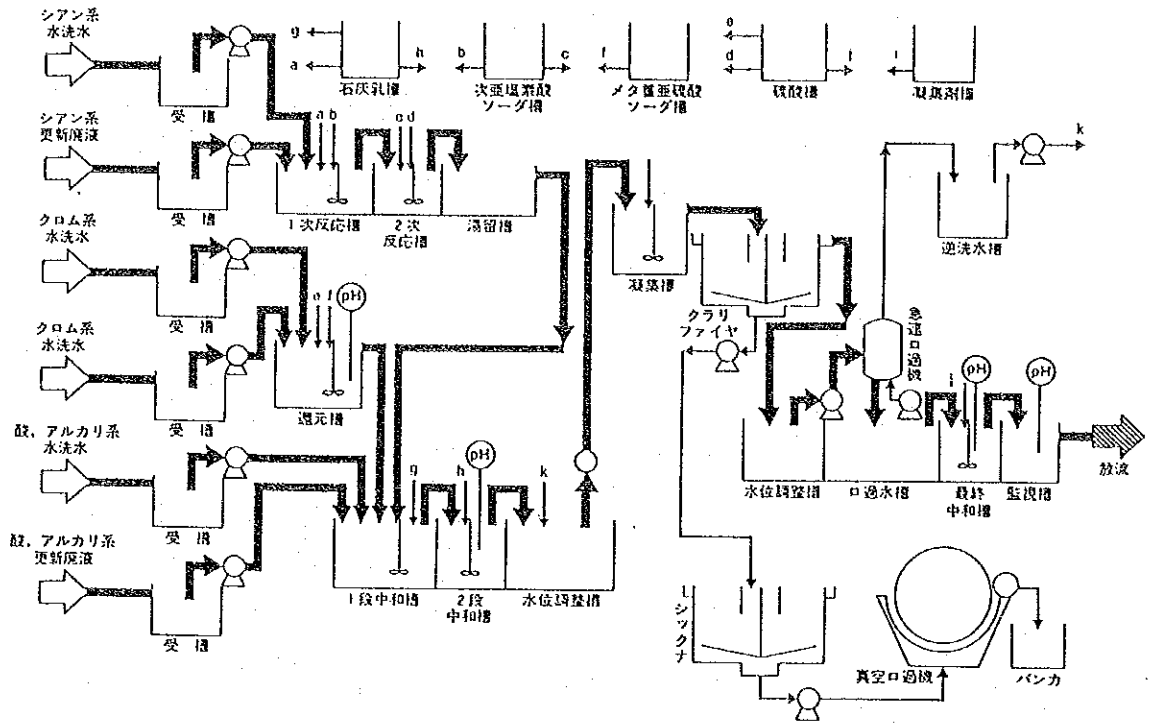


図4-7-7 めっき排水処理フローの一例

7-3-3 廃棄物

(1) 発生工程と発生物の種類

めっき工程は前処理、めっき処理、後処理及び不良品の再生のための剝離処理工程とに大別することができ、それぞれの工程において表4-7-3に示すような有害物質を含む薬品が使われる。

表4-7-3 めっき工程において使用されている薬品

工 程	めっきの種類	薬 品
前処理(脱脂、酸洗、研磨等)		シアン化ソーダ、トリクロロエチレン等
め っ き 処 理	シ ア ン 系	銅、亜鉛、金、カドミウム等のシアン化物
	カドミウム	酸化カドミウム、硫酸カドミウム等
	ク ロ ム	無水クロム酸、硫酸クロム
後処理(クロメート処理)		六価クロム化合物
剝 離 処 理		シアン化ソーダ、六価クロム化合物
中 和 、 活 性 化		シアン化ソーダ

めっき工程からは、劣化した浴を更新する際に生ずる濃厚廃液と常時生ずる水洗排水とが排出され、これらが排水処理工程を経ることによって、有害物質を濃厚に含んだ汚泥に変化する。めっき排水の処理は、一般的には最終処理として多くの含有重金属類を水酸化物として沈殿させるため、その汚泥中には各種の金属水酸化物が含まれている。しかも、この沈殿物は粒子径が非常に小さいため、このままでの処分は地下浸透による土壤汚染、その他の問題を引き起こすものとなり、汚泥に対して適切な処理が必要になる。この汚泥(スラジ)がめっき工程における主たる廃棄物である。めっき汚泥の成分例は〔参考〕に示す。

(2) 処理及び再利用方法

汚泥処理法を大別すると以下に示すようになる。

- ① 固形化
- ② 焼却
- ③ 再利用
- ④ 酸化還元

固形ならびに焼却処理は、廃棄処分あるいは再利用の前に、含有有害物の溶出がないように処理する方法である。また酸化還元処理は、汚泥中の有用金属類を全て回収しようとする方法である。

1) 固形化処理

めっき汚泥の固形化としては、セメント、プラスチック及びガラス固形化等がある。セメント固形化は有効な方法であるが、六価クロムやシアン錯体はアルカリ性で溶出し易くなる傾向があるため、適用の際には前もって試験しておく必要がある。

2) 焼却処理

この処理の目的は、汚泥を増量することなく、非水溶性化し、無害化廃棄処分が可能となることにある。ただめっき汚泥の場合には、六価クロム排水を還元処理により三価クロムとし、沈降除去したものが含まれていることが多いため、一般の酸化焼却では再び六価クロムに戻ってしまう。従ってめっき汚泥を対象とする場合には、還元性雰囲気での焼却が必要である。

3) 再利用

めっき汚泥を焼却した後、活用する方法には、人工軽量骨材、人工砂利、瓦類等がある。

4) 山元還元処理

めっき汚泥をその成分に応じ、ニッケル、銅、亜鉛等の各製錬所に運び、製錬工程に添加し、再び有用金属として活用する方法である。ただし含まれる成分が複雑なめっき汚泥の場合には、製錬所の引き取りに際し受入基準に合わない場合がある。

〔参考〕

(1) めっき汚泥の成分例

汚泥水分 (%)	汚泥灰分 (%)	汚泥 pH	成分分析結果 ppm				
			Cd	Pb	Hg	As	Cr
57.9	35.4	6.2	26.0	768.9	0.20	—	363.9
89.3	8.4	6.6	6.0	1,564.9	0.37	—	183.8
88.1	9.3	6.2	—	425.4	0.16	—	88,215.1
70.1	28.8	6.5	—	115.1	0.43	—	27,500.0
80.1	20.0	6.2	6.7	87.3	0.15	—	56,828.4
91.1	6.6	6.0	—	185.2	0.06	—	55,306.3
81.0	14.1	9.2	38.0	963.6	7.40	—	49,783.0
85.5	11.5	9.8	1,199.0	—	—	—	22,676.0
82.0	12.9	6.6	—	190.6	0.66	4.88	731.2
83.0	12.4	7.4	10.4	595.3	0.17	—	102,176.8

(2) めっきの種類別成分例

めっきの種類	含水率 (%)	成分組成 (乾燥ベース)				
		Cu	Ni	Cr	Zn	Fe
銅・ニッケル・クロム	98.5	6.0	13.0	15.7	0.1	—
	91.9	6.0	13.2	14.0	0.1	—
	96.5	4.4	12.9	4.6	14.0	7.0
銅・ニッケル	91.9	13.2	11.2	0.5	5.2	0.5
	88.5	22.5	4.0	1.0	8.4	1.0
	84.6	20.0	10.0	2.0	12.9	1.3
亜鉛	79.8	1.0	—	21.5	15.1	1.0
	74.1	3.0	—	30.7	12.9	1.6
	68.8	3.0	—	20.0	23.9	1.0

5章 公害防止技術

第5章 公害防止技術

1 大気汚染質処理技術

1-1 処理形式

排ガス処理は各業種で共通の処理物質である硫黄酸化物、窒素酸化物、ばいじんと特定の業種から発生する有害ガス（四ふっ化けい素、ふっ化水素、塩素、塩化水素）の処理が上げられる。処理形式をまとめて図5-1-1に示す。

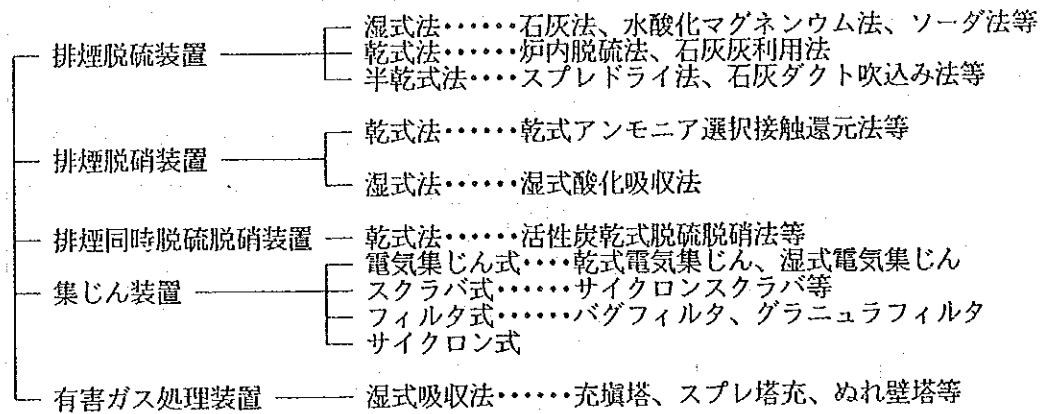


図5-1-1 大気汚染質処理技術の形式と分類

表1-5-1に大気汚染質処理技術の適用について示す。

表1-5-1 大気汚染質処理技術の適用

対象物質	対策方法	対策効果			技術的内容			保守管理			経費			技術移転の可能性		
		高	中	低	高度	普通	容易	複雑	普通	容易	高価	普通	安価	高	中	低
硫黄酸化物	燃料転換、燃料改善			○			○			○			○	○		
	排煙脱硫装置	湿式法	○			○			○			○				○
		乾式法		○			○			○		○		○		
		半乾式法		○			○			○		○			○	
窒素酸化物	燃料転換、燃料改善			○			○			○			○	○		
	燃焼方式の改善		○		○				○		○				○	
	排煙脱硫装置	湿式法	○			○			○			○				○
		乾式法	○			○				○		○				○
ばいじん	集じん装置	電気集じん	○			○			○			○				○
		スクラバ		○			○			○		○		○		
		フィルタ		○			○			○		○		○		
		サイクロン		○			○			○			○	○		
有害ガス	排ガス処理装置	湿式吸収法	○			○			○			○			○	

1-2 処理装置

1-2-1 排煙脱硫装置

排煙脱硫装置は大きく分けて湿式法、乾式法、半乾式法に区分され、さらに表5-1-2に示す方式に分けられる。

表5-1-2 排煙脱硫装置区分

脱 硫 方 法		副 製 品 名
湿式法	石 灰 (石) 法	石こう回収
	水酸化マグネシウム法	Mg (SO ₄) ₂ 放流、SO ₂ 回収
	ソ ー ダ 法	Na ₂ SO ₃ 、Na ₂ SO ₄ 回収、石こう回収、SO ₂ 回収
	海 水 洗 浄 法	吸収液の放流
	塩基性硫酸アルミニウム法	石こう回収
	ア ン モ ニ ア 法	硫安回収、石こう回収
	希 硫 酸 法	石こう回収
乾式法	炉 内 脱 硫 法	
	石 炭 灰 利 用 法	
半乾式法	スプレドライ吸収法	
	石灰ダクト吹込み・水噴射	
	石灰石炉内吹込み・水噴射	

(1) 湿式脱硫法

1) 石灰(石)法

石灰石 (CaCO₃) または消石灰 (Ca(OH)₂) のスラリーで、排ガス中のSO₂ を吸収し、亜硫酸カルシウム (CaSO₃) を生成させ、これを酸化させて石こう (CaCO₃) を回収する方法である。

2) 水酸化マグネシウム法

水酸化マグネシウムを吸収剤に用いる方法で、次の3種類がある。

①硫酸マグネシウム放流法

水酸化マグネシウム (Mg(OH)₂) を吸収剤としてSO₂ を吸収する。生成する亜硫酸マグネシウム (MgSO₃) は、空気中で酸化して硫酸マグネシウム (MgSO₄) にし、COD値を低下させてから放流する。MgSO₄ は、海水に含まれる成分なので問題はない。

②石こう回収法

水酸化マグネシウムと消石灰の混合スラリーを用いてSO₂ を吸収して硫酸マグネシウムと石こうを得、硫酸マグネシウムには消石灰を加えて水酸化マグネシウムを再生する。

③SO₂回収法

SO₂を吸収して生成した亜硫酸マグネシウム、硫酸マグネシウムを脱水、乾燥後、コークスを加えて、熱分解させ高濃度のSO₂と酸化マグネシウム(MgO)を得る。高濃度のSO₂は硫酸や単体硫黄の製造に用い、酸化マグネシウムは水和して水酸化マグネシウムにして循環使用する。

3) ソーダ法

カ性ソーダまたは亜硫酸ソーダを吸収剤に用いる方法で、次の2種類がある。

①亜硫酸ソーダ、ぼう硝回収法

カ性ソーダまたは亜硫酸ソーダ溶液でSO₂を吸収して、酸性亜硫酸ソーダを経て亜硫酸ソーダを得る。吸収剤のカ性ソーダは高価であるが、Na₂SO₃を含む水溶液は、パルプ化薬品として紙パルプ工場で見ることができる。溶液を濃縮、晶析させて、Na₂SO₃の結晶を回収することもある。

放流する場合には、COD値を下げるために空気酸化して、ぼう硝(Na₂SO₄)にしてから、薄めて放流する。なお、ぼう硝は回収してガラス原料に利用できる。

②SO₂回収法

濃厚なカ性ソーダまたは亜硫酸ソーダ溶液でSO₂を吸収し、生成した酸性亜硫酸ソーダ(NaHSO₃)溶液を加熱・分解してNa₂SO₃、SO₂を生成させる。Na₂SO₃は再びSO₂の吸収に利用し、SO₂は硫酸や硫黄の製造原料にする。

4) 海水洗浄法

海に近い所で利用できる方法で、海水中のアルカリ分を吸収剤として使用する。海水は循環使用せずに1度で捨てる。排水のCOD値が問題となる場合には、ばっ気槽を設置してCOD値を下げる。

5) 塩基性硫酸アルミニウム法

排ガス中のSO₂を塩基性硫酸アルミニウム(1-m)Al₂(SO₄)₃・mAl₂O₃溶液で吸収する。mが大きいほどSO₂吸収率が大きくなるが、スケールが生成するようになる。

通常、m=0.05~0.3の範囲で使用される。吸収搭及び酸化搭で吸収・反応した吸収液の硫酸イオンの一部は、中和槽へ導かれ石灰石粉で中和して石こうを回収するとともに塩基性硫酸アルミニウムの再生を行う。

6) アンモニア法

アンモニア水を吸収剤に用いる方法で湿式脱硫には次の2種類がある。

①石こう法

pH調整(pH=6程度)されたアンモニア水吸収液でSO₂を吸収し、空気酸化し硫酸アンモニウム((NH₄)₂SO₄)を得る。これに消石灰を加えて石こうを生成させ、同時に生成するアンモニア水は吸収工程へ循環する。

②硫安回収法

上記の工程で得られた硫酸アンモニウム溶液を、濃縮して硫安の結晶を析出させて回収する。この方法は、鉄鋼用コークス炉ガスなど、アンモニア源がある場合に使用される場合がある。

7) 希硫酸法

スケーリングトラブルを避けるためにスラリーを使わないで、2～3%の希硫酸でSO₂を吸収する。空気酸化を促進するために触媒を添加しておく。触媒としては、ダストによる被毒の少ない鉄系触媒が用いられる。硫酸を含む水溶液は、石こう工程に送り、石灰石と反応させて石こうを生成させる。

(2) 乾式脱硫法

1) 炉内脱硫法

石灰石微粉を炉内の900～1200℃の領域へ吹き込んでSO₂を吸収させる。石灰石の分解反応は900℃以上で起り、1200℃以上ではCaCO₃の分解が起る。

2) 石炭灰利用法

石炭灰、消石灰及び石こう（反応生成物）を約1/3ずつ混合し、水を加えて混練、成形後、蒸気で養生して得られる脱硫剤を使って、SO₂を乾式吸収する。使用済み脱硫剤の一部は、脱硫剤の製造に利用する。

(3) 半乾式脱硫法

1) スプレドライ吸収法

乾式吸収塔に脱硫剤として消石灰スラリーを噴霧し、スラリー粒子の乾燥課程でSO_xの吸収を行う。脱硫反応生成物（CaSO₃、CaSO₄、未反応のCa(OH)₂を含む）とフライアッシュはバグフィルタまたは電気集じん機で捕集する。集じん機上にたいた積した脱硫剤によっても脱硫が行われる。脱硫反応生成物の一部は脱硫剤として循環使用し、残りはセメントに混ぜて利用したり、フライアッシュと混合して安定化してから廃棄される。

2) 石灰ダクト吹込み・水噴射

スプレドライ吸収法と似たプロセスであるが、スラリーの代わりに石灰微粉を吹き込みその後水をスプレして加湿し、脱硫反応を起こさせる。

3) 石灰石炉内吹込み・水噴射

乾式の炉内脱硫法と同様に石灰石を吹き込むが、その後、空気予熱器通過後の低温域で水を噴霧して脱硫を行う。脱硫が二段で行われるため、炉内脱硫の場合よりも石灰利用効率及び脱硫効率が向上する。

1-2-2 排煙脱硝装置

排煙脱硝装置は表5-1-3に示す4方式に分けられる。

表5-1-3 排煙脱硝装置区分

	脱硝方法
乾式法	乾式アンモニア選択接触還元法
	無触媒還元法
	炉内脱硝法
湿式法	湿式酸化吸収法

(1) 乾式脱硝法

1) アンモニア選択接触還元法

排ガス中にアンモニアを添加し、脱硝触媒反応層を通すことにより NO_x だけを選択的に無害な N_2 と水蒸気に分解する。脱硝触媒成分は一般的にチタン-バナジウム系統が多く、触媒形状は格子状またはハニカム状が多い。

2) 無触媒還元法

触媒を用いず、高温の排ガス（燃焼炉付近）にアンモニアを噴霧し NO_x を無害な N_2 と水蒸気に分解する。アンモニア選択接触還元法(250~450℃程度)より高温(700~1000℃程度)域での反応となるが、装置の構造が簡単となる。ただし、脱硝効率はアンモニア選択接触還元法より低い。

3) 炉内脱硝法

燃焼方式の改善による制硝技術である。垂直な燃焼炉の下部主バーナ上部に燃料や空気の一部を投入して還元脱硝域を作り、主バーナ部で発生した NO_x を中間還元発生成分(NH_1 、 NH_2 等)から N_2 まで変換する。更に、その上部で空気を与え未燃分を燃焼完結させ、燃焼炉出口から出る NO_x を抑える。

(2) 湿式酸化吸収法

排ガスダクト中に二酸化塩素(ClO_2)又はオゾン(O_3)等の酸化剤を吹き込み、排ガス中の NO を NO_2 に酸化した後、カセイソーダ等のアルカリ吸収液を用いて排ガス中の NO_2 を除去する。吸収された NO_2 は還元反応により N_2 まで分解される。

1-2-3 排煙同時脱硫脱硝装置

排煙同時脱硫脱硝装置は表5-1-4に示す2方式がある。

表5-1-4 排煙同時脱硫脱硝装置区分

排煙同時脱硫脱硝方法	
乾式	活性炭乾式脱硫脱硝法
	電子ビーム照射脱硫脱硝法

(1) 活性炭乾式脱硫脱硝法

活性炭吸着塔にアンモニアを添加し、SO₂を活性炭に吸着させると、O₂、H₂Oと反応して硫酸になる。NO_xの場合は、活性炭が触媒となってNOとO₂、NH₃とが反応して窒素に分解する。活性炭は再生塔で活性化されるとともに、脱離ガス(SO₂濃度20~25%vol)はその後硫黄又は硫酸として回収される。

(2) 電子ビーム照射脱硫脱硝法

排ガス中にアンモニアガスを吹き込み、これに電子ビームを照射することにより排ガス中のNO_x、SO_x、N₂、H₂O、O₂がラジカル反応を起こし硫硝酸等となる。

1-2-4 集じん装置

集じん装置は大きく分けて電気集じん、スクラバ、フィルタに区分されさらに表5-1-5に示す方式に分けられる。

表5-1-5 集じん装置区分

型 式	集 じ ん 方 法
電気集じん	乾式電気集じん
	湿式電気集じん
スクラバ	サイクロンスクラバ
	ベンチュリスクラバ
	もれ棚スクラバ
フィルタ	バグフィルタ
	グラニューラフィルタ
サイクロン	サイクロン

(1) 電気集じん

コロナ放電を利用して排ガス中のダストに電荷を与えて、ダストを電氣的に捕集する方法である。

1) 乾式電気集じん

捕集した集じん極のダストを機械式植打又はブラシによって払い落とす方式である。処理温度は通常120~150℃程度であるが、200℃を越える高温集じん機もある。

0.1μm位までの粒子が捕そくできる。

2) 湿式電気集じん

捕集した集じん極のダストを洗浄水によって洗い流す方式である。排煙脱硫後の低含じん排ガスを処理するのに適している。また、ダストの電気抵抗に影響されることがないため、乾式電気集じんでは性能的に処理が困難な条件にあるガスの処理に適している。なお、この方式では水処理設備を必要とする。

(2) スクラバ

1) サイクロンスクラバ

サイクロン内で加圧水を噴霧し排ガス中のダストを洗浄する。円筒状本体下部より排ガスを接線方向に流入させて旋回しながら上部へ導き、一方、搭下部中央に高圧噴霧ノズルを多数取付けて放射状に水滴を噴霧する。5 μm 位までの粒子が捕そくできる。

2) ベンチュリスクラバ

排ガスをベンチュリ管に導入し、そのスロート部で流速を40~100m/sに加速する。スロート部で水を加圧・噴霧し、排ガス中のダストと接触させ捕そくする。1~0.5 μm 位までの粒子が捕足できる。

3) もれ棚スクラバ

開口比の比較的小さい(15~30%)多孔板の棚を数段設け、洗浄液は上段から下段へ順次流下し、ガスは下部より棚の開口部を通過して上昇し、この間にダストが捕集される。

(3) フィルタ

1) バグフィルタ

排ガスをろ布の表面でろ過してダストを分離する装置である。用いられるろ布の材質としては、ポリエステル、ポリアミド、ポリプロピレンなどの繊維の織布又はフェルトが主流である。ろ布は円筒形又は平板形に加工され、何本かあつめて必要なろ過面積を得るようにし、一室~数室のバグハウス内にセットされる。ろ布表面に付着したダスト層は自らがろ過膜となるが、時間と共に厚くなるので定期的に払い落とす。

2) グラニューラフィルタ

ろ過材に砂、砂利、セラミックス粒状物などを用い、高温、高圧のガス源からダストを除去する。ろ過装置は移動床が一~数段重なっており、捕集されたダストの付着した粒子は順次外部へ取り出され、粒径別にダストがふるい落とされ、再度ろ過層へ循環される。800℃近辺のガス温度にまで対応できる。

(4) サイクロン

ばいじんを含む排ガスを円筒内で旋回させ、その遠心力でダストを外壁側へ追出し、サイクロンの側壁に沿って落下させるものである。5~15 μm 位までの粒子が捕そくできる。

1-2-5 有害ガス処理装置

有害ガス(四ふっ化けい素、ふっ化水素、塩素、塩化水素)処理装置の概要を下記に示す。

(1) 四ふっ化けい素、ふっ化水素の処理

排ガス中の四ふっ化けい素、ふっ化水素は、水、海水、アルカリ水溶液による洗浄で、容易に除去されるので、主として湿式吸収法が採用されている。過りん酸石灰製造排ガス中には四ふっ化けい素を含み、けい酸の析出があるので、けい酸による腐食及び閉塞を起こすため、充填物を用いた充填塔の使用を避け、スプレ塔による洗浄を行なう。焼成りん肥製造用回転窯排ガス中のふっ化水素、ふっ化ナトリウムも、一般にスプレ塔による水洗で処理され、その洗浄水は消石灰により中和され排出される。

排ガスからふっ化水素を回収する場合は、吸収液として硫酸ナトリウム水溶液を用いる。図5-1-1にふっ化水素回収法の一例を示す。

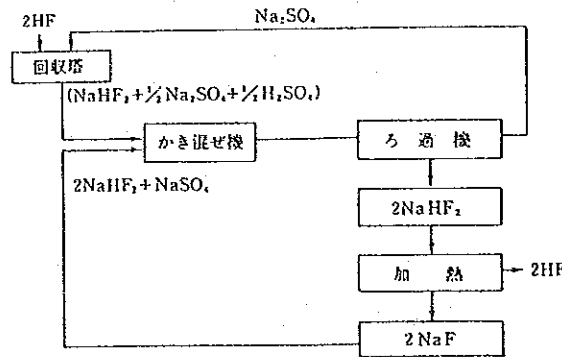


図5-1-1 ふっ化水素回収法の一例

(2) 塩素、塩化水素の処理

塩素、塩化水素の処理装置は、主として湿式吸収法によるもので、塩素の吸収装置には、充填塔、多孔板塔、ベンチュリースクラバなどが、また、塩化水素の吸収装置には、塩化水素の水に対する溶解度が大きいことから濃度が高い場合はぬれ壁塔が、濃度が低い場合は充填塔が用いられている。塩化水素吸収装置の一例を図5-1-2に示す。

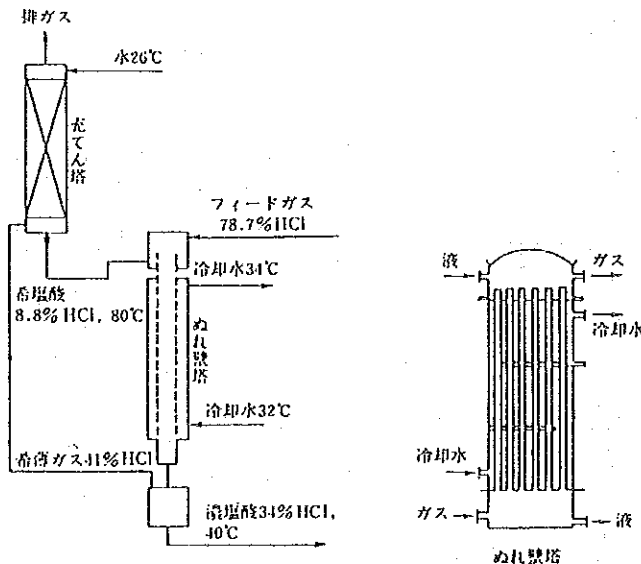


図5-1-2 塩化水素吸収装置の一例

2 水質汚濁物質処理技術

2-1 処理形式

排水処理法は、図5-2-1に示すように個液分離、物理・化学的処理、生物学的処理及び熱処理に大別される。

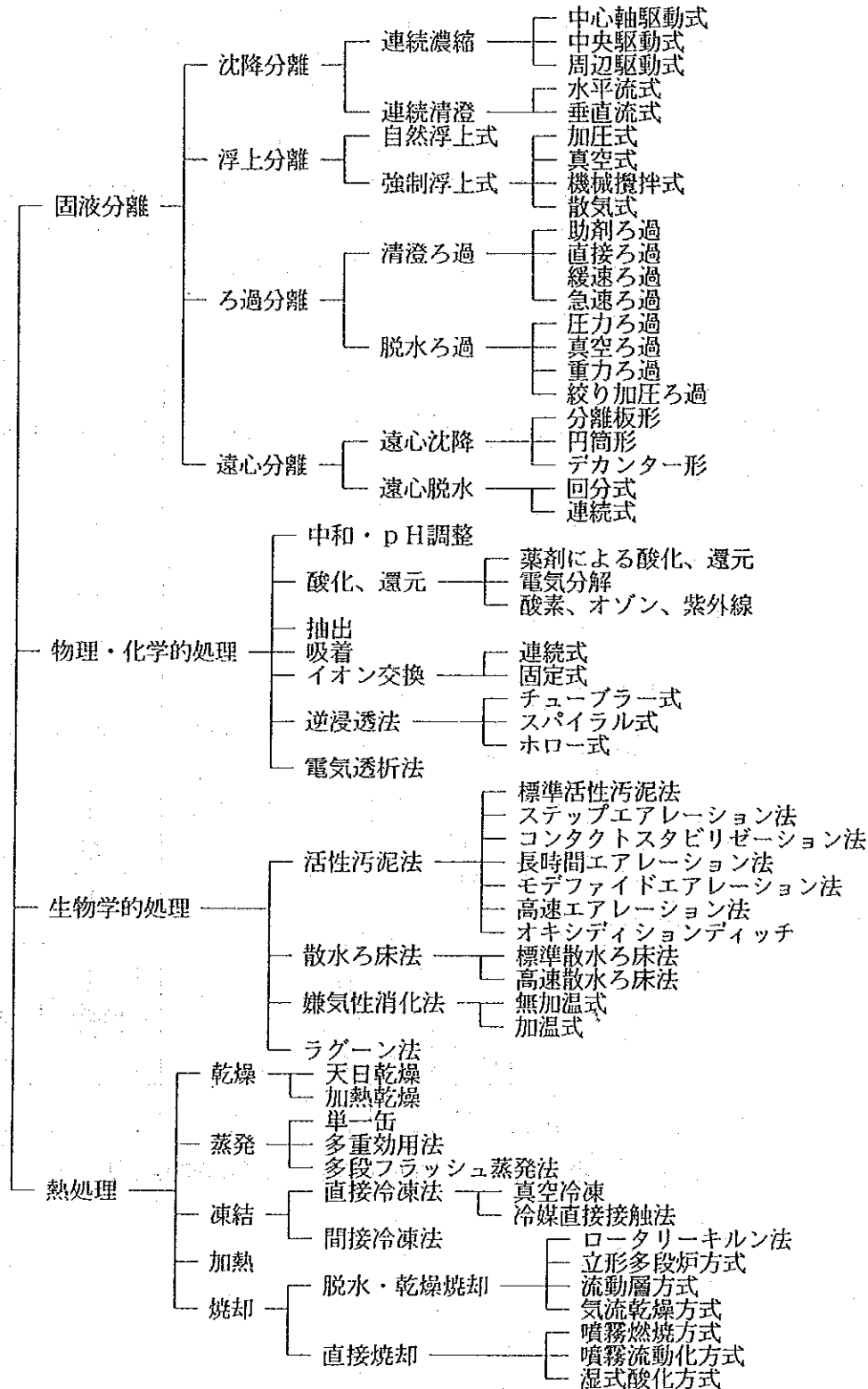


図5-2-1 排水処理の形式と分類

有機物を含む排水は、一般に生物学的方法によって処理されるが、処理のプロセスを構成する単位操作としては、固液分離あるいは酸素吸収など物理・化学的な操作が必要である。排水に含まれている汚濁物質には懸濁状のものと溶解状のものがあり、これらはさらに有機性と無機性とに大別される。排水処理の目標は、物理的、化学的及び生物学的方法を組み合わせ、これらの汚濁物質を分解したり、水から分離して濃縮したりすることである。

2-2 処理プロセスの選定

(1) 水中に存在する粒子の大きさによる分類とこれに対応する処理法

排水中の汚濁成分は、小さいものは低分子量の化合物から、大きいものは異物、固形物、懸濁物までの種々の大きさの粒子から成っている。水処理は、それぞれに適した方法を組み合わせることによって汚濁成分を除去する。図5-2-2に水中に存在する粒子の大きさによる分類とこれに対応する処理法を示す。

成分の直径 (m)	汚濁成分の分類	汚濁成分の例	分離プロセス	粒子径成長プロセス	無害化プロセス
10^{-2} (1cm)	↑ 懸濁成分 ↓	巨大懸濁質	↑ 沈殿 ↓ 浮上		
10^{-3} (1mm)		砂粒子			
10^{-4}		シルト粒子			↑ フロック形成
10^{-5}		藻類・原生動物	↑ろ過		
10^{-6} (1μm)	↑ コロイド成分 ↓	粘細菌類	↑ろ過	↑凝集	↑殺菌
10^{-7}		ウイルス	↑ろ過		
10^{-8}		蛋白質、澱粉	↑ろ過	↑相変化	
10^{-9} (1nm)		色度成分	↑吸着	↑凝析	↑金属イオン封鎖
10^{-10} (1Å)		イオン・水分子塩類	↑電気浸透		↓中和
			↑交換透析		
			↑蒸発		

図5-2-2 水中に存在する粒子の大きさと対応する処理手法

(2) 無機性排水の処理手順

- i) 浮遊物質があれば沈降試験を行う。常識的な静置時間内で目的の水質値が得られれば、この排水は自然沈殿法で処理できると考えてよい。
- ii) 有限時間内の処理で目的の水質値が得られないときは、凝集沈殿試験を行う。
- iii) 浮遊物質を除去した後も有害物質を含有しているときは、pH調節、酸化・還元処理及び硫化物生成等の化学的処理法で有害物質の除去を行う。
- iv) 以上の方法で除去できない物質については、吸着、イオン交換等の処理方法（高次処理法）の採用を検討する。
ただし、この物質が自然界にも存在する無害物質の場合は、そのまま放流するか再利用水としての使用を検討する。
- v) 排水が油分を含む場合は、まず静置浮上試験で遊離油を分離し、この処理で目的の水質値が得られないときは、凝集沈殿を行う。

(3) 有機性排水の処理手順

- i) 浮遊物質があればろ過し、ろ液のBOD、COD値が目的とする値であれば、ろ過処理法のみで良い。
- ii) ろ液のBOD、COD値が目的とする値を越えているときは、活性汚泥法等による処理を行う。
- iii) 以上の方法でもCOD値が目的とする値とならないときは、吸着、イオン交換等の処理方法（高度処理法）の採用を検討する。

(4) 高度処理法

排水が無機・有機を問わず、上記の一連の処理を行った後、なお処理目標に達しない時は吸着、イオン交換など一連の高度処理プロセスの適用を検討する。

(5) 製造プロセスの変更

一連の高度処理を行った後、なお処理目標に達しない時は製造プロセスにおいて除去困難な汚濁物質を出す工程の変更を検討する。

2-3 処理技術とその適応

図5-2-1に示す排水処理方法の適用について表5-2-1に示す。

表5-2-1 排水処理方法の適用

			処理効率			技術的内容			保守管理			設置経費			技術移転の可能性		
			高度	普通	一次	高度	普通	簡易	複雑	普通	簡易	高額	普通	安価	推奨	適当	可能
固 液 分 離	沈降分離	連続濃縮		○	○			○			○			○	○		
		連続清澄		○	○			○			○			○	○		
	浮上分離	自然浮上		○	○			○		○				○	○		
		強制浮上		○	○			○		○			○		○		
	ろ過分離	清澄ろ過		○				○		○			○		○		
		脱水ろ過		○				○		○			○		○		
	遠心分離	遠心沈降		○				○		○		○					○
		遠心脱水		○				○		○		○					○
物 理 ・ 化 学 的 処 理	中和・pH調整		○	○			○				○		○		○		
	酸化、還元		○				○			○		○		○			
	抽出	○				○			○			○					○
	吸着	○				○			○			○					○
	イオン交換	○				○			○			○					○
	逆浸透法	○				○			○			○					○
	電気透析法	○				○			○			○					○
生 物 学 的 処 理	活性汚泥法		○	○			○				○		○		○		
	散水ろ床法		○	○			○				○			○	○		
	嫌気性消化法		○	○				○			○			○	○		
	ラグーン法		○	○				○			○			○	○		
熱 処 理	乾燥	○					○				○		○				○
	蒸発	○					○				○		○				○
	凍結	○					○				○		○				○
	加熱	○					○				○		○		○		
	焼却		○				○				○		○		○		

2-4 処理技術

1) 沈降分離及び浮上分離

排水中に懸濁している粒子の密度が、液体の密度より大きいか、または小さいかによって2つの操作に分けることができ、前者を沈降分離操作、後者を浮上分離操作という。

①沈降分離

沈降分離操作は、清澄な処理水を得ることを主たる目的とする清澄分離操作と、濃厚なスラッジを得ることを主たる目的とする濃縮分離操作に分けられる。

分離方法は、一定容量の排水を一定時間放置することによって分離する方法（回分式）と、排水を一定の距離移動させる間に沈降させて分離し、排水は連続的に供給する方法（連続式）とがある。単純な重力による沈降だけでは時間がかかり過ぎ、経済的に沈降分離できない場合もあり、このような場合は、薬品（凝集剤）を加えて汚濁物質を凝集させ、粗大粒子にして沈降分離する。この方法を凝集沈殿法という。沈降分離操作の改良形として、沈降分離部に傾斜板または傾斜管を設置した装置が数多く実用化されている。

②浮上分離

浮上分離操作には、液体より軽い粒子または重い粒子に、物理的な方法（例えば微細気泡を付着させる方法）により液体より軽い粒子として分離する強制浮上分離操作と、液体より軽い粒子が自然に浮上することによる自然浮上分離操作がある。その原理は、沈降分離方法と逆の原理である。

2) ろ過分離

重力式分離（沈降分離・浮上分離）で除去し得なかった微量の懸濁物を、さらに除去して清澄な処理水を得る方法を清澄ろ過といい、ろ過の段階で物理的な作用（加圧、減圧等）を利用する方法を脱水ろ過という。清澄ろ過法には、助剤ろ過、直接ろ過、緩速ろ過及び急速ろ過等の方法があり、脱水ろ過法には、圧力、真空、重力、絞り加圧等のろ過法がある。

①助剤ろ過法

ろ過助剤を布その他の保持材にコーティングし、この層を通して浮遊物を除去する方法である。

②直接ろ過法

多孔質のセラミックスや焼結金属あるいは網や布によってろ過を行う方法である。

③緩速ろ過法

上水道用に用いられている方法で、10m /日以下の低速で砂層に水を通して、砂層表面に自然に生成するろ過膜を利用して不純物を除去する方法で、ろ過膜の生物化学的な作用で、水中の不純物、細菌類、鉄・アンモニア等の溶解性物質、あるいは色やにおいの原因となる微量の有機物質までも除去できる。

④急速ろ過法

100m /日以上ろ過速度で砂等の粒状ろ材層に水を通すことによって、懸濁液中の浮遊物質を除去する方法で、広く用いられている方法である。

⑤脱水ろ過法

ろ過面に対して排水を加圧して通す方法（圧力ろ過）、ろ過面の反対側を低圧にすることによって排水を通す方法（真空ろ過）、排水を処理槽上部より導入し、槽内に充填した粒状媒体（3～5 mm）層の間隙を通し、槽下部より処理水を得る方法（重力ろ過法）等がある。

3) 遠心分離

排水中に懸濁している固形物を分離濃縮・脱水する方法として遠心分離法があるが、この方法は遠心力を用いて分離する方法であり、加圧ろ過や真空ろ過と本質的に差はない。

4) 中和・pH調整

酸性やアルカリ性の強い水は生物に害を与え、鉄やコンクリートを腐食するので、種々の場合についてpHの許容範囲が定められており、pHがこの範囲外にある場合は、適当な中和剤を加えて許容範囲内に戻す必要がある。また、排水中の金属イオンの多くはpHが高くなれば水酸化物として沈殿する。したがって、pH調整は金属イオン除去法としても重要である。

5) 酸化、還元

①酸化

酸化反応を利用して排水中の汚濁物質を分解、無害化させる方法を酸化処理といい、排水中に存在する有害な有機物等は、完全に酸化すれば二酸化炭素、窒素、水、硝酸、硫酸等に変化し、一部の水溶性金属イオンも酸化され不溶性の水酸化物として除去することが可能になる。また、排水中の酸素を消費する成分を酸化すればCOD、BODを除去することもできる。酸化反応に利用される酸化方法としては、オゾン酸化、塩素酸化、空気酸化、電解酸化、紫外線酸化等がある。

②還元

還元は酸化の逆の過程であり、酸化物から酸素を失う化学変化、水素の添加、正の原子価の減少、負の原子価の増加が還元である。ある物質が還元された場合、他の物質にとっては酸化が起こっており、酸化と還元は表裏の関係にある。

還元による処理は、酸化処理とは異なり、ごく狭い範囲で利用されているにすぎず、一般的な応用例としては、六価クロム含有排水の処理と、銅イオン含有排水から金属銅を回収する処理がある。

6) 抽出

ここでは液-液抽出について示す。液-液抽出は、液体Aに物質Cを溶解し、Aと混合しない液体Bを接触させることにより、Cの一部あるいは大部分をBに移行させる操作で、物質Cの分離・濃縮・精製等に利用される。液-液抽出は一般に選択性がよく、特に化学反応を伴う抽出系は処理水中の特定の成分を抽出することができる。

また、物質移動が液相間で行われるため、連続化、大量処理が簡単であり、抽出の繰り返しによる分離効果の向上も期待できる。したがって有害成分の除去だけでなく、排水中の有用成分の回収にも利用可能である。

7) 吸着

吸着は固体吸着材を用い、その内部表面の吸着現象を利用してガスや液体中の不純物の除去を行う操作で、活性炭が吸着材として用いられることが多い。吸着方法としては、攪拌吸着、固定層吸着、移動層・流動層吸着等がある。

攪拌吸着は、粉末の吸着剤を排水に混合し、攪拌により排水に懸濁させて排水中の不純物を吸着させ、平衡に達したらろ過、沈降分離、凝集沈殿等により分離する。

①固定層吸着

粒状の吸着剤を容器内に充填し、ここに排水を連続的に通して不純物の除去あるいは回収を行う。

②移動層吸着

粒状の吸着剤の充填層に排水を上向きに流し、他方充填層粒子を下向きに移動させ、塔底から連続的に取り出し再生炉等に送り再生する。

③流動層吸着

排水処理に利用された例はほとんどなく、主に排ガス処理に利用されている。

8) イオン交換

一般に、固体-液体等の2相間において、イオンがお互いに入れ代わる反応をイオン交換反応といい、イオン交換をする母体をイオン交換体という。この反応を利用して排水中の有害なイオンをイオン交換体に取り込むことにより排水中の有害物を除去することができる。イオン交換体としては、有機合成によって製造する方法が確立され、イオン交換樹脂として排水処理も含む広い分野で利用されている。

9) 逆浸透法

ある種の水溶液を、その溶質は透過させないが、水だけを透過させることのできる半透膜を介して、水と接触させると、水は半透膜を透過して水溶液側に移動する。この水の水溶液側への移動を阻止するように、水溶液側に圧力をかけ、平衡に達したときの圧力をその溶液の浸透圧という。

溶液側にこの浸透圧以上の圧力を加えると、水溶液中の溶媒である水は半透膜を通して水側に移動し、水溶液から水を分離する方法を逆浸透法という。逆浸透法の特色を以下に示す。

- ①常温で相変化を伴うことなく溶質と水とを分離できる。そのため、熱による被処理液中の溶質の変成、スケール化、材質の腐食問題を回避できる。
- ②淡水化に要するエネルギーが極めて少ない。
- ③特別な無機物、有機物を除いて、非溶解性、可溶性を問わず無機成分、有機成分を分離できる。
- ④圧力を分離の駆動力とするため、簡単な装置でよく、操作も極めて簡単である。

この方法の欠点は、

- ①分離の生命である膜は化学的にも、機械的にも強度があまり強くない。
- ②膜の汚染が起こるため、膜に寿命があり、膜の交換に費用がかかる。

1 0) 電気透折法

イオン化した状態にある塩類の水溶液に一对の電極を配し、直流電流を流すと、陽イオンは陰極へ移動し、陰イオンは陽極に移動する。この一对の電極の間に、陽イオンのみを通過させる膜（カチオン膜）と陰イオンのみを通過させる膜（アニオン膜）を交互に配置すると、陽極側にカチオン膜、陰極側にアニオン膜のある室では陽イオンが大量に集まり、この室に隣接する室では両イオンとも減少する。

このような方法で、対象とする塩類の溶液中の塩類を除去、または濃縮する方法を電気透折法という。

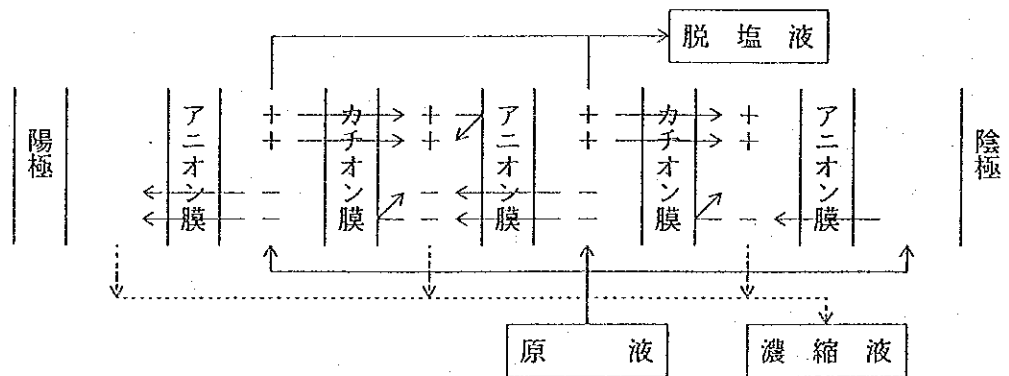


図5-2-3 電気透折法の原理

1 1) 活性汚泥法

排水に含まれている各種の有機物を培養基として、溶存酸素の存在下で、その系に自然発生的に増殖してきた微生物の混合集団を連続培養し、汚染性有機物を凝集、吸着、酸化分解、沈殿の各作用で除去する方法である。この方法では、排水中の有機物を分解、ガス化することに主眼が置かれ、生じた過剰の生物体、あるいは代謝産物は処分する。

活性汚泥法の絶対必要条件は、以下のとおりである。

- ①曝気槽にかかる汚泥負荷が常に一定となるように操作すること。
- ②酸素の供給が、BOD除去の律速因子とならない程度に酸素を供給し、混合培養液に一定値以上の溶存酸素を与えること。
- ③最終沈殿池で処理液と活性汚泥が完全に分離され、分離された活性汚泥は、少なくとも曝気槽の活性汚泥濃度よりも濃縮されること。
- ④濃縮された活性汚泥は、曝気槽の汚泥濃度を常に一定に維持するために、連続的に曝気槽に返送すること。
- ⑤SS除去、BOD分解によって増殖した浄化微生物は、汚泥令を一定とするため反応系外に取り出し、別途処分すること。

1 2) 散水ろ床法

浄化微生物を、固定された担体（ろ剤）に付着させ、上部から排水を散布し、排水がろ材表面を流下する過程で、有機栄養物の吸着、酸素の生物膜への拡散、生物酸化等の作用によって汚染物質を分解する方法である。

この方法の利点と欠点を以下に示す。

- ①原水の水質や流量の変動に対しては、下なりの対応性がある。
- ②活性汚泥法のような面倒な汚泥管理が不要である。
- ③運転操作状の柔軟性が乏しい。
- ④ろ材の比表面積が小さいため、高い浄化効率を要求される場合はBOD容積負荷に限度があり、空間効率が悪い。
- ⑤酸素の供給を自然通風に頼っているため、ろ床内部が往々にして嫌気性となり、浄化機能を持った有効容積が縮小される。

1.3) 嫌気性消化法

排水中に含まれている有機物濃度がある一定限度以上になり、大気中からの酸素供給が追いつかなくなると、排水は嫌気的条件となり有機物の腐敗が始まる。この発酵期には主として炭水化物が分解され、蛋白質の分解はその後に起こるので、発酵液中には酢酸、プロピオン酸、酪酸等の低級脂肪酸が濃厚に蓄積される（酸性発酵期）。

この発酵期を過ぎると、有機酸や含窒素有機化合物の分解が始まり、アンモニア、アミン、炭酸塩及び少量の炭酸ガス、メタン、水素、窒素等のガスが発生する。これと並行して硫化水素、インドール、スカトール、メルカプタン等が発生して不快臭を伴う。また、この時期には泡立ちの現象が起こり、固形物のかなりの部分が浮上する。この時期にはpHは次第にアルカリ側に移行し最終的には6.0～6.5に達し、排水のBOD値は最高となり、酸性減退期が終了する。

嫌気性消化の最終段階は、アルカリ性発酵期とよばれ、これまでの過程で蓄積された有機物のほとんどが分解、ガス化される。この時期には排水の酸度は極端に低下してアルカリ度を増し、pHは7.5以上に上昇し、BODも急激に減少して嫌気性消化は終了する。

この方法の利点と欠点を以下に示す。

- ①嫌気性消化液は、まだ残留有機物濃度が高く、さらに二次処理の必要がある。
- ②有機物の還元分解であるために、排水中に硫黄分、窒素分があれば硫化水素、アンモニアが生成され臭気が発生する。
- ③低濃度の有機性排水については経済的でない。
- ④処理装置の構造が簡単であり、運転操作に特別の技術を必要としない。
- ⑤処理すべき余剰汚泥の発生量が少なく、濃縮性、脱水性が極めて良好である。
- ⑥消化汚泥は衛生学的、化学的に安定化され、有効利用（肥料、飼料等）が可能である。
- ⑦嫌気性消化は排水中の固形物の液化作用が大きい。
- ⑧有機物を分解、ガス化することは資源的であるとはいえないが、発生ガス（メタンガス）を燃料として利用できるため、生物酸化処理に比較して動力費が約1/10ですみ、省エネルギー的な処理技術である。
- ⑨嫌気性活性汚泥法の技術が開発され、低濃度排水についても経済的に適用可能となった。
- ⑩消化槽が気密構造であるために、特に周辺への悪臭ガスによる公害問題が起きない。

3 廃棄物処理技術

3-1 廃酸・廃アルカリ

処理方法を大別すれば、図5-3-1に示すように中和と回収に分けることができる。回収処理は、廃酸に対して適用される例はあるが、廃アルカリに対する適用は少ない。

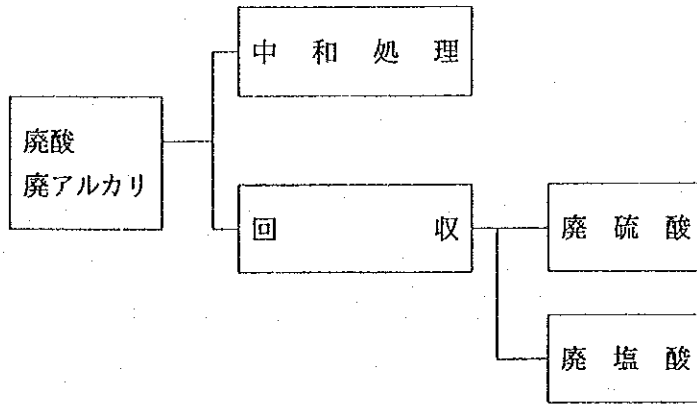


図5-3-1 廃酸・廃アルカリ処理方法

3-1-1 中和処理

中和処理は、有害物質を含まない廃液の処理及び回収・無害化処理の終末処理として行われる。中和剤としては次のものがよく使われる。

- 廃酸：① 塩基性ソーダ化合物（水酸化ナトリウム、炭酸ナトリウム）
② 塩基性アルカリ土類化合物
- 廃アルカリ：① 硫酸
② 塩酸

3-1-2 廃酸回収

(1) 廃硫酸

回収には次の方法がある。

① 冷却法

0℃～5℃まで廃硫酸を冷却し、硫酸鉄〔Ⅱ〕を析出させ、硫酸と硫酸鉄〔Ⅱ〕を回収する方法である。

② 蒸発法

i) 液中燃焼法は液中燃焼バーナを直接廃硫酸に挿入し、高熱燃焼ガスを噴射して蒸発濃縮し、硫酸と硫酸鉄〔Ⅱ〕一水和物を回収する。

ii) 真空蒸発濃縮法

(2) 廃塩酸

① 熱分解炉法

廃酸を噴霧状にして炉に供給し、熱風炉より送られた高温熱風（1100℃）と接触させ、塩化鉄〔Ⅲ〕を酸化鉄〔Ⅲ〕と塩素ガスに分解する。塩素ガスは水と接触させ、塩酸として回収する。

② 真空蒸留法

まず蒸留装置によって廃塩酸を蒸発させて、薄い酸を回収し、塩化鉄〔Ⅱ〕一水和物を

副生する。次にこの塩化鉄結晶をばい焼し、生成した塩化水素を蒸留装置によって留出した塩酸に吸収させる。

3-2 廃油

廃油は図5-3-2に示すように、水分を多く含んだ含油廃水、水分の少ない含水廃油、含油汚泥がある。含油廃水は排水処理工程において処理されるが、含水廃油は再生あるいは焼却、含油汚泥は焼却する。

含水廃油、含油汚泥の焼却を行う場合、水分が10%以下の廃油は比較的簡単に燃焼できるが、10%以上の水分になると、特殊な燃焼炉が必要である。

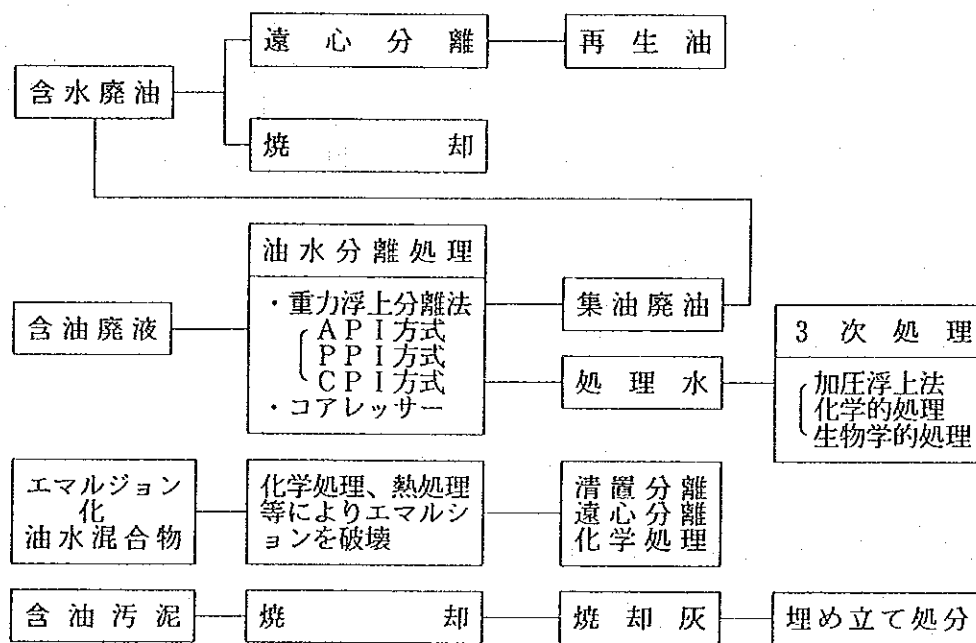


図5-3-2 廃油の処理方法

3-3 汚でい

産業廃棄物として排出される汚でいは、主として排水処理施設の沈降槽から得られるもので、排水の規制値が、厳しくなるほど、汚でい量は増加することになる。汚でいには、有機性のものと無機性のものがあり、有害物質を含有する場合もある。

各種の排水処理施設の沈降槽から得られる汚でいは、一般に水分を多く含み、固形分が0.5~5%の低濃度であって、流動性があり固体として取り扱うことができない。したがってこれを最終的に処分し、又再利用するには適当な濃度まで脱水する必要がある。

一般に、脱水される水量当たりの費用は沈降濃縮が最も安く、機械的な脱水がこれに次ぎ、熱による脱水(蒸発、乾燥等)が最も高い。初めに沈降濃縮を行い、次いで機械的に脱水するのが一般的方法である。

脱水した汚でいは、更にそれぞれの性質に応じた各種処理がなされて、再利用できないものについては、最終的に埋め立て処分される。図5-3-3に汚泥の処理方法を示し、以下に処理工程別の処理技術を列挙する。

(1) 脱水法

- ①自然脱水
- ②真空脱水（真空ろ過法）
- ③加圧脱水（フィルタープレス、ロールプレス）
- ④遠心分離法
- ⑤蒸発法

(2) 乾燥法

乾燥機を材料と熱風の接触状態から分類すると、次のような乾燥機がある。

- ①材料が静置された状態のまま移送される通気バンド、トンネル乾燥機
- ②材料自体が移動しながら乾燥される通気あるいは並行流乾燥機
- ③材料が機械的に攪拌されながら熱風と接触する多段円盤あるいは攪拌型乾燥機
- ④材料が熱風中に分散して乾燥される形式として、噴霧、気流、流動層、回転乾燥機

(3) 焼却法

焼却炉には次のような形式のものがあるが、産業廃棄物に最も多く使用されているのは、ロータリーキルンである。

- ①ロータリーキルン
- ②流動層炉
- ③噴流式炉
- ④火格子炉
- ⑤多段炉
- ⑥固定床炉

(4) 再利用

肥料・飼料化、建築資材化、燃料化等がある。

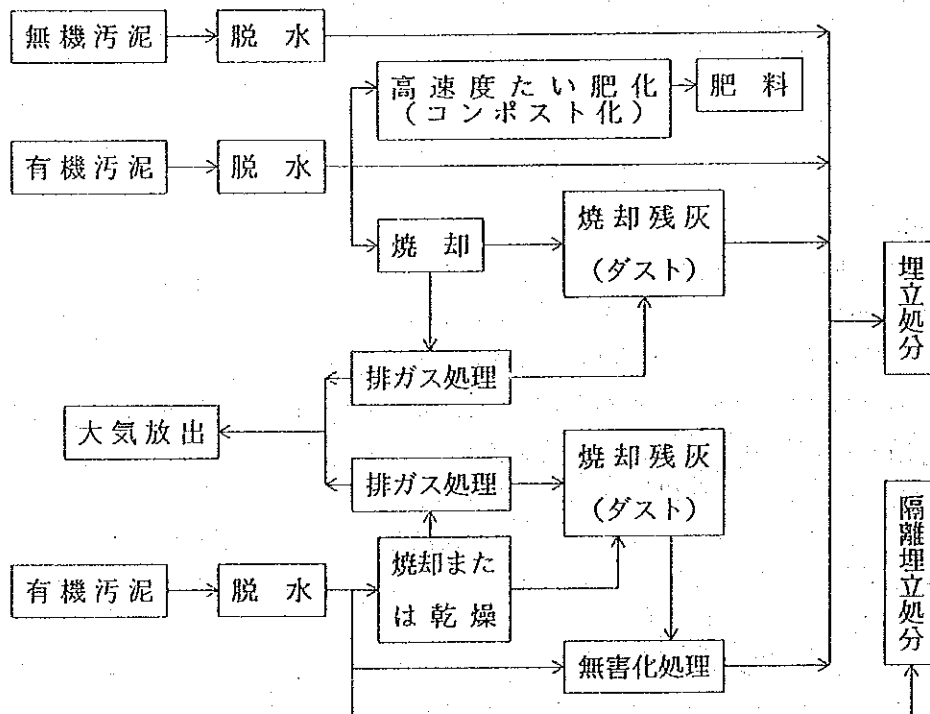


図5-3-3 汚泥処理のフロー

3-4 廃プラスチック

産業廃棄物として比較的単品で収集しやすい形で排出される場合は再生加工が行われる。一般廃棄物の中に混在するプラスチックの処理は、破碎、切断等で取扱い易い形にしてから、焼却処分するか埋め立て処分する。図5-3-4に一般的な処理、再資源化のフローを示す。

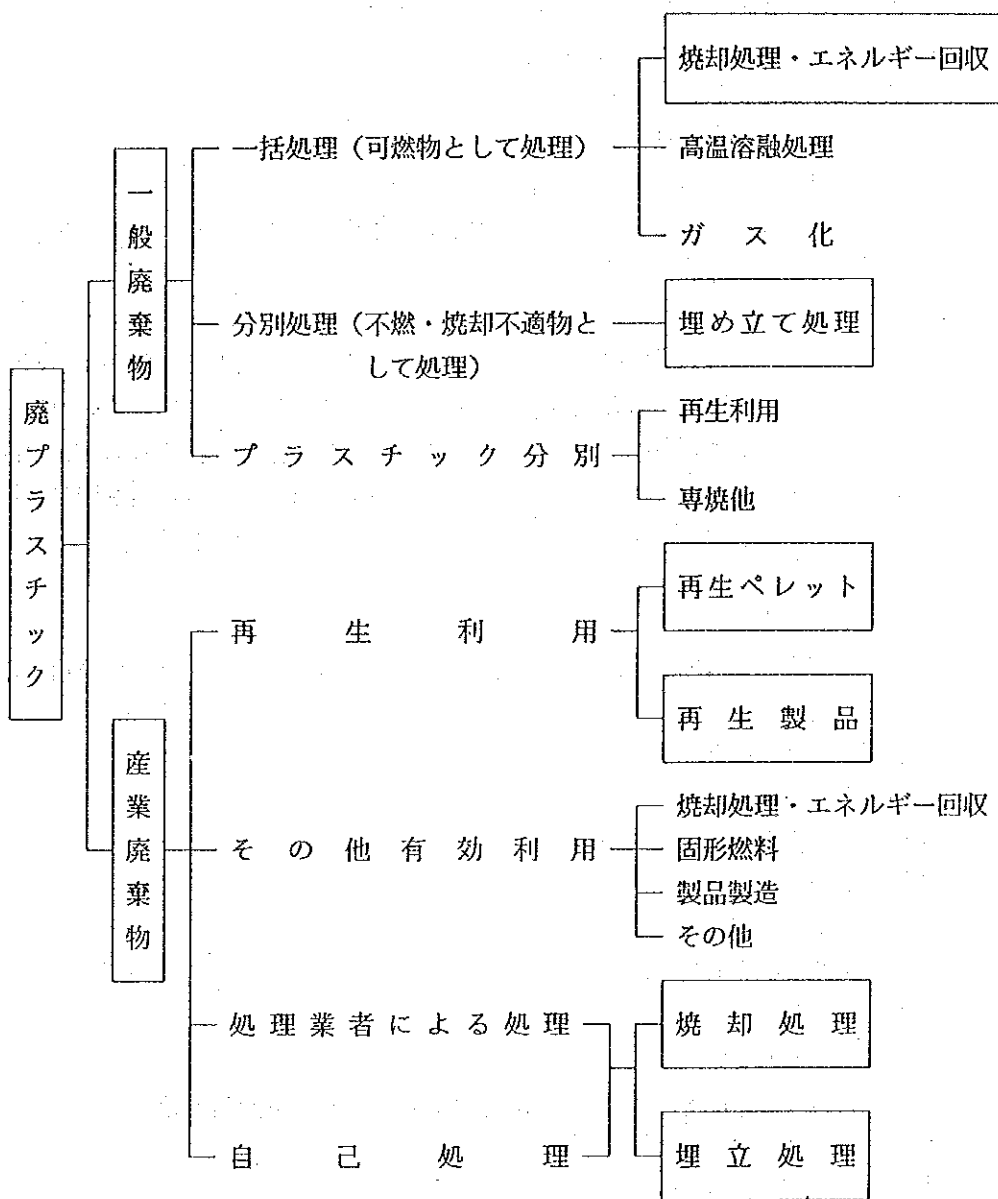


図5-3-4 廃プラスチックの処理・再生化のフロー

3-4-1 焼却

廃プラスチックを焼却するとき、次のような問題点があり、特殊な燃焼炉の必要な場合がある。

- ①発熱量、所要空気量が極めて大きい。従って都市ごみ用焼却炉でごみと一緒に焼却する場合には、少量づつ焼却する必要がある、炉の能率を低下させるおそれがある。
- ②焼却に際し、有害ガスを発生して、大気汚染、悪臭の原因になるとともに、焼却炉や他の

機器を損傷する。

- ③滴下燃焼による火格子の損傷
- ④焼却灰中に重金属が残ることがある。

3-4-2 再利用

再利用は、大別して次の2種類を挙げることができる。

①エネルギー回収のための熱分解処理

プラスチックに熱を加えると、300～500℃付近で熱分解し、低分子化合物になる。これをガス状あるいは冷却して液化し燃料として利用する。

②プラスチックの再生を指向した溶融固化処理

プラスチックを分解温度以下で加熱溶融し、成型機によってペレット、杭、パイプ等に加工する方法である。

3-5 燃えがら

燃えがらは普通、埋め立て処分されるが、有害物質を含む汚泥、塗料かす、廃油等を焼却した場合には、重金属類が一層濃縮されて焼却灰に残ることになるので、その処理には特に注意を要する。従って燃えがらの埋め立て処分にあたっては、飛散、流出等の防止に注意を払うとともに、有害物質を含むときには、埋め立て地は汚染しないような措置を講じ、場合によってはコンクリート固形化等の無害化処理を行っておくことも必要である。

3-6 有害産業廃棄物

有害産業廃棄物の処理処分技術を大別すると図5-3-5に示すように分類することができる。

(1) 固形化による廃棄

次のような方法がある。

- ①セメント固形化
- ②焼結固形化
- ③アスファルト固形化
- ④プラスチック固形化
- ⑤溶融固形化

(2) 分解による無害化

元素が有害物質に指定されている場合には、これらを分解無害化することはできない。化合物の場合には可能である。

例えば、シアン系めっき廃液等の濃厚シアン含有廃液の分解無害化には、蒸発乾固熱分解法、酸分解燃焼法、熱加水分解法等がある。

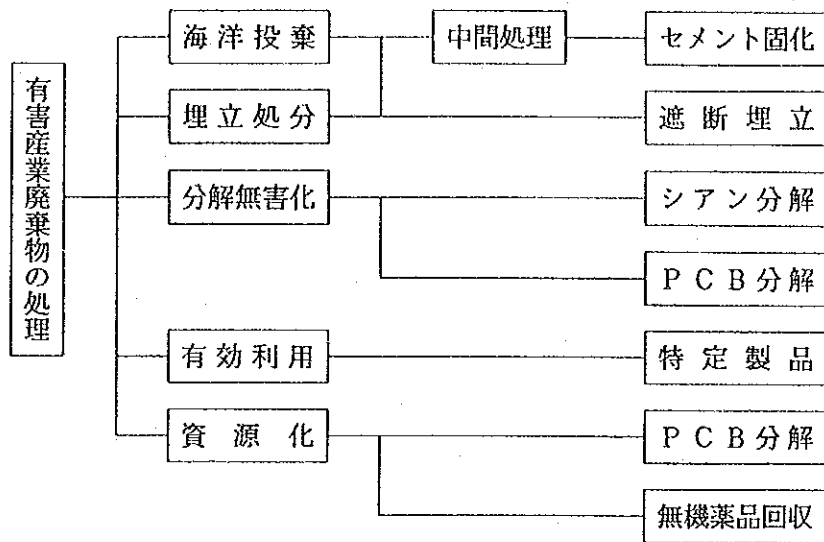


図5-3-5 有害産業廃棄物の処理法の分類

3-7 最終処分

廃棄物の最終処分は、廃棄物の処理における最後の工程である。このため対象となる廃棄物を分類し、ある種の物は隔離したり、自然界における物質循環サイクルにのせて安定させたり、または、我々の生活環境に特に影響を及ぼさないものは、飛散流出に注意して安定化させる方法がとられる。

埋め立てを実施する場合における留意点を以下に示す。

- ①最終処分場の選定
- ②最終処分場の施設構成
- ③埋め立て地内部の変化
- ④最終処分場の維持管理
- ⑤水面埋め立て
- ⑥跡地利用

付 録

1. レクチャー講師及びテーマ一覧

(所属・役職はレクチャー当時のもの)

- 第1回 「インドネシアの環境基準と産業公害」
講師：環境庁地球環境部企画課課長 八津 龍太郎氏
- 第2回 「わが国の公害防止政策について」
講師：通商産業省立地公害局公害政策課
公害防止指導室 糟谷 敏秀氏
- 第3回 「日本の公害防止技術（水）」
講師：栗田工業（株）装置事業部課長 村上 孝文氏
- 第4回 「大気汚染とその防止技術」
講師：国際環境技術移転研究センター 西川 益生氏

2. 本書執筆担当者名一覧

(社) 海外コンサルティング企業協会

菊池 剛 高梨 寿 田中 秀和 島津 英世
南坊 進二 山本 尚史 脇本 倫子

(社) 産業公害防止協会

今井 健之 小野 節夫 小野 憲仁

3. JICA工業調査案件レビュー概要

国名：グアテマラ共和国 調査名：製油所建設計画調査 業種：石油精製 調査年度：1984年
調査目的：現在半量を輸入に頼っている石油製品の国産化
調査内容： <ul style="list-style-type: none">・石油製品市場と販売経路調査・原油の供給調査・製油所・原油受け入れ基地の候補地及びパイプラインルート調査・概念設計・財務分析・経済・社会的評価
公害に関する記載： 大気：SO _x ・NO _x 排出量を考慮した高さの煙突の設計（脱硫・脱硝は立地条件より必要ない。） 水質：汚染排水の活性汚泥処理・凝集沈澱装置などの設置 悪臭：加熱炉・フレア設備での燃焼廃棄 環境基準値：同国の基準値は特に定まっていないが、人口過疎地の立地であって先進国とは状況が異なることに配慮が必要

国名：ウルグアイ東方共和国
調査名：紙パルプ工場建設計画調査
業種：パルプ
調査年度：1985年

調査目的：紙パルプの輸出促進と植林計画の策定

調査内容：
・紙パルプ産業政策
・国際市場を中心とした市場調査
・森林資源調査・植林計画評価・原料調査
・プラントサイト調査
・生産規模とプラント概念設計、建設・操業計画
・環境影響調査
・組織・要員計画
・プロジェクト総所要経費
・財務・経済分析

公害に関する記載：

大気：電気集塵機などによる粉塵対策と、使用燃料・設備の構造・燃焼方法の工夫などによるばい煙発生の防止

水質：単純沈澱、凝集沈澱、生物処理の提示

騒音・振動：防音フェンス・防音ブロックの設置

悪臭：燃焼処理

環境基準値：ウルグアイの環境規制とともに日本の状況や国際的に受けいられる規制値を考慮

<p>国名：ネパール王国</p> <p>調査名：繊維工場建設計画調査</p> <p>業種：繊維</p> <p>調査年度：1986年</p>
<p>調査目的：輸出主要産業である繊維産業の育成</p>
<p>調査内容：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・繊維産業市場調査 ・原料供給と需要の現状・展望 ・サイト選定と立地条件 ・プロジェクトの基本計画・概念設計策定 ・財務分析 ・経済・社会評価
<p>公害に関する記載：</p> <p>大気：高性能のボイラーにより煤塵・NO_xを低減</p> <p>水質：適切な污水处理施設としてラグーン方式を提示</p> <p>騒音・振動：工場のレイアウトを工夫して防止</p> <p>環境基準値：国際的レベルを考慮するが実勢的かは別途判断が必要</p>

国名：インドネシア共和国

調査名：プラント（バティック織布工場）リノベーション計画調査

業種：繊維

調査年度：1986年

調査目的：設備、操業・保全の技術レベル、運営管理など今後の市場動向に応じた改善

調査内容：・繊維産業の現状と政策
・工場の経営・生産管理の現状診断
・設備・機械の技術的診断
・原料・市場調査
・リノベーション計画
・財務・経済分析

公害に関する記載：

大気：NO_xは特に問題ない。煤塵対策には良質油を使用。

水質：排水処理槽での中和処理によるpHの低減と、BOD・COD対策のための活性汚泥処理の提示

騒音・振動：発電機と空調機器の切り替え／天井の取り付け

環境基準値：NO_xは日本の基準値を引用

<p>国名：インドネシア共和国</p> <p>調査名：第2製鉄所建設計画調査プレFS</p> <p>業種：製鉄</p> <p>調査年度：1987年</p>
<p>調査目的：拡大が見込まれる国内の鉄鋼需要に対する自給力の拡大</p>
<p>調査内容：・鉄鋼の需給の現状</p> <p>・原材料調査</p> <p>・サイトの選定</p> <p>・設計</p> <p>・投資額見積</p>
<p>公害に関する記載：</p> <p>大気：集じん装置の設置</p>

<p>国名：ザンビア共和国</p> <p>調査名： 燐酸肥料工場建設計画調査</p> <p>業種： 肥料工場</p> <p>調査年度： 1987年</p>
<p>調査目的： チレンブエの燐鉱石の輸入代替化</p>
<p>調査内容： ・ 国内での肥料の消費・供給・物流・市場性</p> <p>・ チレンブエ燐鉱石の肥料原料としての利用可能性</p> <p>・ 工場立地の選定</p> <p>・ 工場用役供給</p> <p>・ 概念設計</p> <p>・ 財務分析・経済評価</p>
<p>公害に関する記載：</p> <p>大気・水質： 基本設計の前に詳細な環境調査・アセスメントを行うことの必要性に言及</p> <p>環境基準値： 日本とアメリカの基準値を引用</p>

<p>国名：パラグアイ共和国</p> <p>調査名：肥料プラント建設計画</p> <p>業種：肥料</p> <p>調査年度：1987年</p>
<p>調査目的：国内の豊富な電力の有功利用</p>
<p>調査内容：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・世界の磷酸肥料の需給と価格動向 ・市場調査 ・電力・原料供給 ・工場の計画の概要 ・所要資金 ・財務・経済分析
<p>公害に関する記載：</p> <p>大気：COは再利用法、F・NH₃は回収法、SO_xは高い煙突での対処を提示</p> <p>水質：シアン化合物は電気分解、フッ化物は石灰乳による固形分離</p> <p>産業廃棄物：スラッグの再利用</p> <p>環境基準値：パラグアイの基準に日本の基準を加味</p>

<p>国名：タイ王国</p> <p>調査名：ラムチャバン工業基地開発計画調査</p> <p>業種：工業団地</p> <p>調査年度：1988年</p>
<p>調査目的：工業団地のプロモーションの手法、制度、必要な機能の整理</p>
<p>調査内容：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・産業開発政策、産業立地の状況、工業化の現状 ・既存調査及び日本の経験に基づいた立地期待業種の検討 ・入居選定基準の整理 ・企業誘致戦略と企業誘致体制のあり方 ・工業団地の支援サービスと施設 ・工業団地の管理運営のあり方の検討と整理
<p>公害に関する記載：</p> <p>大気：企業の高濃度排煙の排出のチェックを指示</p> <p>水質：上下水道・排水処理場の整備</p> <p>産業廃棄物：固形廃棄物処理場の建設</p> <p>有害化学物質：有害物質の適切な処理・処分を指示</p>

<p>国名：トルコ共和国</p> <p>調査名：アクス製紙工場リノベーション計画調査</p> <p>業種：製紙</p> <p>調査年度：1990年</p>
<p>調査目的：紙の国内需要の伸びと輸入の増加を背景とした、同工場の稼働率と品質の向上</p>
<p>調査内容：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・市場調査 ・工場の技術的診断 ・リノベーション計画代替案・技術的検討・環境保全対策 ・所用資金の積算と増資・借入れ計画 ・財務分析 ・経済・社会的評価
<p>公害に関する記載：</p> <p>大気：SO_x・NO_xは特に必要なし。煤塵は除去が必要</p> <p>水質：BODを低減するため、物理的分離と生化学処理とを組み合わせた排水処理を提示</p> <p>産業廃棄物：焼却処理の後、灰は埋め立てに利用</p> <p>騒音・振動：消音対策が必要</p>

4. 海外調査概要

1. 対象機関 : 国連環境計画 (UNEP)
2. 出張者 : 村瀬 達哉 (鉦計課)
田中 秀和 (ECFA)
3. 期 間 : 平成4年2月16日～24日
4. 訪問地 : ナイロビ及びパリ
5. 目 的 : JICA鉦工業計画調査部等に於いて実施する工業案件の開発調査に際し、環境面について配慮すべき項目、内容などを整理した「鉦工業関連環境ガイドライン」を執務参考資料として作成するため、国際機関に於ける関連情報・資料収集を行う。

6. 調査結果の概要

1) UNEPの活動

1972年のUNEP設立以来、日本は理事国(58ヶ国)の一つ。拠出額はアメリカに次いで第2位で(拠出国は79ヶ国)総額の12～15%を拠出。専門職員は約230名のうち日本人は現在5名(ナイロビに3名、パリとバンコックに各1名)。最高ランクは支援措置部長の平石尹彦氏(環境庁出身)。UNEPのメイン・テーマは地球環境の保全(オゾン層、気候変動、廃棄物、海洋、水質、砂漠化防止、熱帯林保全など)。具体的な活動としては:

- (1) 地球監視 … 地球環境モニタリング、国際環境情報照会制度、国際有害化学物質登録制度。
- (2) 法制度 … 有害廃棄物、オゾン層、野生生物などについての条約の推進。
- (3) 教育及び研修
- (4) 開発計画と協力 … 途上国の経済開発計画に環境保全の価値を取り入れ、持続可能な開発へ誘導。
- (5) クリアリング・ハウス … 途上国の環境保全プロジェクトに対し、援助機関、援助国の協力を結びつける仲介業務。

滋賀県と大阪府がUNEP国際環境技術センター(ETC)をUNEPの研究機関として誘致する計画がある。ETCは(1)研修、(2)情報提供及び(3)コンサルタント業務を主な活動内容としているが、詳細は未定である。また、パリのIEOとの関係はIEOが工業セクターに限定し、ETCはセクターをまたがった環境保全技術の

途上国の移転を目的としている。場所は大阪の「花博」の跡地で年内にも設立に向け具体的な動きが始まる。

6月にブラジルで開催されるUNCED（開発と環境会議）はUNEPの一大イベントでそのメイン・テーマは次の2点。

(1) 技術移転 : 南の国へ先端技術を安く提供することにより環境保全を促進。

(2) 国際的な資金援助 (New & Additional Resources) :

途上国が必要とする開発のための資金に加え、環境対策のために別枠で先進国が資金供与。

2) 環境と開発についての考え方

UNDPやJICAは開発を目的とする開発機関、UNEPは環境保全を専門とする環境機関であるが、開発と環境保全は両立するとの立場をとっている。

個別の開発プロジェクトと環境保全の問題は相手国との対話、プロジェクトの確認の場面で話し合う事だが、開発途上の国であるため環境保全技術、基準、法制度などの整備が遅れていることに注意を要する。

地域開発との関係も重要。どの国でも国内に開発の遅れた地域があり、政策的に開発する場合がある。このような場合、効率の低い投資行為と位置付けられがちであるが、環境面からはどうか検討の余地がある。国連地域開発センター（名古屋）と共同でケース・スタディを行ったことがある。日本には地域開発と環境のテーマで参考になるケースがある。

プロジェクトの選定・確認の段階で開発と環境を同時に満足させる方法はあるだろう。開発プロジェクトに先立って行うEIA、あるいは環境基準、排出規制、そして土地利用規制などの環境保全は本来その国の責任範囲である。一方、開発事業の推進主体は、それが商品的な民間ベースによろうと供与国による援助ベースによろうと、相手国の制度・規制に沿って実施することが普通の姿である。UNEPでは途上国のこれら組織・制度面の遅れをカバーするために援助活動を行っており、クリアリング・ハウスは最も具体的なかたちを取っているが、これらの努力の結果途上国側に充分環境保全能力が備われば、例えばJICAのプロジェクトでも環境について明確な責任の分担が出来る。

3) 自然・社会環境への影響について

UNEPは環境保護至上の立場をとっているのではない。むしろ「開発は貧困解決のために必要な行為であるが、環境を破壊する開発の仕方は国の発展を遅らせるから環境に配慮しなければならない。」との立場をとる。（ジャクリン所長）自然、社会・文化環境への影響はIEOの中心課題ではなく、よりクリーンな技術（Cleaner Technology）の適用、普及に力を入れている。但し、EIAのガイドラインは1980年に出版されている。

自然環境に対してはいかに影響をミニマイズするか、影響の少ない立地を検討する

ことが必要ではあるが影響が無い事は有り得ない。社会・文化面の扱いはプロジェクトによって異なり、G/Lには反映しにくいとの立場をとっている。

4) UNEPの環境ガイドライン

ガイドラインは既に何種類か発行されている。EIAに関係するものと製品毎のシリーズで、例えば有害廃棄物、皮なめし、鉄鋼、アルミ、モニタリングと排出の削減など。いくつかのガイドラインはUNIDOあるいは民間企業（フランスの化学会社）によって作成されている。製品毎に製造プロセスと公害防止について詳しく図入りで説明されたもので、今後も途上国の中小企業の公害問題を中心に作成していく。

UNEPはJICAのような実施機関ではないので、各々の製造プロセスが持つ公害と対策についての説明に留まっている。

5) クリーナー・テクノロジー

モントリオール議定書によって使用を禁止又は削減することになっている物質（例：フロン）を使わない技術の普及活動にUNEP/IEOは特に力を入れている。現在のIEOの活動は、(1) クリーナー・テクノロジー、(2) オゾン対策と(3) 産業事故対策。クリーナー・テクノロジーについては、欧米のプラント・メーカーなど企業から開発された技術についての情報を入手、データ・ベース化し各国からの問い合わせにコンピューター通信により答えられるようしており、これを“Information Exchange Clearing House” (ICPIC) と称している。残念ながら日本企業からの情報提供はビジネス習慣の相違からか、極めて限られている。例えば昨年6月、ドイツのニュールンベルグで排煙脱硫技術についてのセミナーを開催したが、日本企業の参加はなかった。

6) UNEPクリアリング・ハウスについて

UNEPクリアリング・ハウスでは途上国の環境保全活動を援助するために、各国の環境保全のための組織づくりなどを主としたプロジェクトに対し、技術協力を援助機関または先進国の個別の協力により実施している。協力の形態としてはUNEPを通じたトラスト・ファンドによる場合と、途上国への直接援助の場合とがあるが、これ迄EEC、Agfund、オランダ、ドイツ、ノルウェー、スウェーデン、USA、UK、フィンランド、フランスなどが協力した実績がある。これまでアフリカ、南米、アジアでは中国、マレーシア、インドネシア、タイ、PNGなど計40ヶ国へ協力した。例えば、ボツワナでの砂漠化防止、インドネシア・ジャワ島の開発規制、ヨルダンの砂漠化防止、パプア・ニューギニアの自然保護、ペルーの森林保護、東南アフリカ・ザンベジ盆地地域（セラウイー、サンビア、シンバブエ、モザンビーク）の保護。

Feb. 1992
UNEP IEO
Paris

LIST OF COLLECTED MATERIALS

(REPORT)

1. GUIDLINES OR ASSESSING INDUSTRIAL ENVIRONMENTAL IMPACT AND ENVIRONMENTAL CRITERIA FOR THE SITING OF INDUSTRY - UNEP 1980
2. STORAGE OF HAZARDOUS MATERIALS, A Technical Guide for Safe Ware housing of Hagarious Materials - UNEP 1990
3. Audit and Reduction Manual for Industrial Emissions and Wastes - UNEP/UNIDO 1991
4. Tanneries and the Environment, A Technical Guide - UNEP 1991
5. Environmental Auditing, A Report of UNEP-IEO Workshop - UNEP 1990
6. COMPANIES' ORGANIZATION AND PUBLIC COMMUNICATION ON ENVIRONMENTAL ISSUES - UNEP 1991
7. CLIMATE CHANGE AND ENERGY EFFICIENCY IN INDUSTRY - UNEP 1991
8. AWARENESS AND PREPAREDNESS FOR EMERGENCIES AT LOCAL LEVEL - UNEP 1988
9. ENVIRONMENTAL ASPECTS OF THE SUGAR INDUSTRY - UNEP 1982
10. ENVIRONMENTAL ASPECTS OF ALUMINA PRODUCTION - UNEP 1985
11. ENVIRONMENTAL ASPECTS OF IRON AND STEEL PRODUCTION - UNEP 1986
12. GUIDLINES FOR ENVIRONMENTAL MANAGEMENT OF ALMINA PRODUCTION - UNEP 1984
13. GUIDLINES FOR ENVIRONMENTAL MANAGEMENT OF IRON AND STEEL WORKS - UNEP 1986

(NEWS LETTER)

1. "Industry and Environment "
 - 1) Industrial Plant Monitoring - Jan 1991
 - 2) Computens: Tools for Environmental Management in Industry
 - 3) Water Conservation - July 1990
2. THE APELL NEWS LETTER - NO.4 1991
3. Cleaner Production - Nov 1991
4. Ozon Action - Nov 1991

(PAMPHLET)

1. INDUSTRY AND ENVIRONMENT OFFICE - UNEP
2. Environmental Impact Assessment - Basic Procedures for developing countreis - UNEP
3. CONFERENCE AND TRAINING PROGRAMME 1992-1993 - Center for Environmental Management and Planning (CEMP)
4. APELL

(COPIES)

1. LIST OF AVALABLE PUBLICATIONS - Jan 1992
2. The Cleaner Production Programme

(Data Base Output)

1. UNEP IE/PAC LIBRARY Holdings
RE : Environmental Guidlunes related to Industrial Activities.

LIST OF COLLECTED MATERIALS

(GUIDELINES)

- 1.UNEP Environmental Management Guidelines
(NO:1) Pesticide use on industrial crops
- 2.(NO.3) Watershed development
- 3.(NO.4) Pulp and Paper industry
- 4.(NO.5) Hides & industry
- 5.(NO.6) Coastal tourism
- 6.(NO.10) Agriculture Mechanization
- 7.(NO.14) Domestic Wastewater Management
- 8.(NO.16) Flood Plain Management
- 9.(NO.17) Coastal Protection Measures
- 10.(NO.18) Handling, Treatment and Disposal of Hazardous Wastes
- 11.(NO.19) Fish Farming
- 12.(NO.20) Sand Gravel Extraction
- 13.GUIDELINES TO ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT IN Developing Countries UNEP 1987

(REPORT)

1. " SAVING OUR PLANET. "
The State the Environment(1972-1992) UNEP 1992
- 2.UNEP ANNUAL REPORT 1990 UNEP 1991
- 3.ENVIRONMENTAL DATE REPORT 1991/1992 UNEP 1991
- 4.The State of the Environment 1987 UNEP 1987
- 5.The State of the Environment 1990
" CHILDREN AND ENVIRONMENT " UNEP/UNICEF 1990
- 6.The State of the Environment 1991 UNEP 1991
- 7.FACTS AND FIGURES ON THE ENVIRONMENT IN GERMANY 1988/1989
- Federal Environmental Agency
- 8.CLEARING HOUSE ANNUAL REPORT

(ENVIRONMENTAL LAW)

- 1.ENVIRONMENTAL LAW IN UNEP UNEP 1991
- 2.ENVIRONMENTAL LAW-GUIDELINES AND PRINCIPLES Shared
Natural Resources (NO.2)
- 3.ENVIRONMENTAL LAW-Banned and Restricted Chemicals (NO.6)
- 4.ENVIRONMENTAL LAW-Marine Pollution from Land - Sources (NO.7)
- 5.ENVIRONMENTAL LAW-Environmentally Sound Management of
Hazardous Wastes (NO.8)
- 6.ENVIRONMENTAL LAW-Exchange of Information on Chemical
International Trade (NO.10)

(DIRECTORY)

- 1.A Regional Directory of African Tertiary Level Environmental
Training Institutions, Programmes and Resources - UNEP 1991
- 2.Register of International Treaties and Othes Agreements in
the Field of Environment - UNEP 1991
- 3.LIST OF GUIDELINES FOR EIA AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT
AVAILABLE(Clering House Internal memo)
- 4.SOURCES of EIA(Floppy Disk)

(PROFILES AND PAMPHLETS)

1. UNEP PROFILE - UNEP 1990
2. Environmental Profile - KENYA - PANIDA 1989
3. " Towards A Prosperous Planet " - UNEP 1987
4. GLOBAL ENVIRONMENT FACILITY - UNDP/UNEP/World Bank
5. UNEP International Photographic Competition on the Environment 1991 - 1992 (Canon) - UNEP
6. Action on the Environment :
The role of the United Nations - UNEP/IIED 1989
7. Environment in Print 1990/91 Publication Catalogue of UNEP
8. UNEP in Brief

(NEW LETTER)

1. OUR PLANET the magazine of UNEP
 - 1) The Global Environment Facility Vol. 3, NO. 3, 1991
 - 2) South-east Asia's Trembling Rainforests Vol. 3, NO. 4, 1991
 - 3) Wrestling with the Soviet Environment Vol. 3, NO. 5, 1991
2. New Release UNEP 10 October 1991
International Photographic Competition

5. レクチャーシリーズの記録

工業環境ガイドライン

レクチャーシリーズ 第一回 記録

テ ー マ：インドネシアの環境基準と産業公害

講 師：環境庁地球環境部企画課課長補佐 八津 龍太郎氏

今年2月まで2年1カ月間インドネシア滞在

現在、来年ブラジルで開かれるUNCEDの準備を担当

日時 場所：平成3年7月26日 45階 第11会議室

出席者：(敬省略)

JICA：武田次長、古市課長、中井課長、鉦計課・工調課課員6名

産公防：小野

ECFA：田中、南坊、山本、脇本

配布資料：1) アジア 太平洋環境会議宣言、経団連地球環境憲章、その他
2) インドネシアの環境対策に関わる法制・規則の歴史や内容に関する資料
3) インドネシアの環境基準の表

A. アジア 太平洋環境会議

7月4・5日、環境庁と東京都の主催でアジア・太平洋環境会議が開かれ、UNCEDに向けて次の二つの課題が示された。新しい資金協力のシステムの確立と、途上国への技術移転に関するものである。途上国側は現在の環境問題は、先進国が資源搾取、大量生産、大量消費、大規模破壊を続けてきたつけであるので、先進国の責任を問いたすべきとの見方をしていいるが、上記2つの課題を果していくことができれば、途上国も問題解決に力を添えていけるだろう、としている。技術移転については、これまで“汚染型技術”

(End of Pipe Technology) を移転してきたために、その後始末としての技術を再度移転する必要があった。しかしこれから移転すべきは、“環境上安全な技術”(Environmental Sound Technology)、すなわち初めから問題をおこす恐れのない技術なのである。ただしそれも、より適した、非商業ベースのものが求められ、高い技術を有する民間がどう関与して行くべきかが問われている。さらに、特許権料が途上国の負担にならぬよう配慮していくことも必要である。

また、5月にはUNEPの理事会に於てUNEPの国際環境技術センターの日本への設置が決った。場所は大阪(花博跡地—大都市環境)と滋賀県(琵琶湖—淡水湖環境)に予定しており、日本の環境分野における国際機関への協力も強化される方向にある。

B. インドネシアの環境保護 汚染対策について

現在インドネシアの環境管理は、KLH(人口・環境担当大臣)とBAPEDAL(環境影響管理庁)が管轄している。KLHは政府の人口・環境政策を立案し、人口及び環境管理に係わる業務のあくまで調整機関であるのに対し、BAPEDALは'Environmental Police'とも呼ばれるように、環境保全の実行部隊である。現在はBAPEDALの長官はKLHとの兼任でエリム・サリム教授が勤めている。

法体系としては、1982年に環境基本法が、1987年に環境影響評価法(環境アセス法)が制定された。環境基本法について注目すべきは、汚染者負担の原則を固守していること、環境の維持改善を促進していく一つの手段として、汚染防止装置の輸入関税の軽減を挙げていることであろう。第20条と第22条では市民に対する責任と刑罰の規定が述べられており、これに基づいてBAPEDALは告発を行う。環境影響評価法ではアセスメント対象事業を、日本ではプロジェクトの種類や規模で決定しているのに対し、インドネシアの場合はプロジェクト活動の性質により決められているのが特徴である。

インドネシアの環境管理に大きく貢献しているのは、環境研究センター(PSL)である。PSLは、1. アセスメント制度に関する民間技術者へのトレーニング 2. アセスメント調

査やレポート作成 3. 中央（地方）アセスメント委員会への学識経験者としての参画を機能としている。この3つを兼ねていることからわかるように、独裁的ともいえる権限を有しており、有名無実化してしまうおそれもある。

C. 基準設定について

環境保全・汚染対策に関する基準は、環境基準（Ambient Standard）と規制基準（End of Pipe OR Emission Standard）とに区別できる。環境基準は行政が果たすべき目標値であり、健康への影響に関する基準と生活環境に関する基準とがある。一方規制基準は、工場や施設など汚染の発生源を対象にしている。さらに東京湾や伊勢湾といった閉鎖性のある海域では総量規制がとられる。

インドネシアの環境基準は、人口環境国務大臣決定通報で規定されているが、ここでは国レベルの基準としてランク分けがなされている。そのランクをどこにどう当てはめていくかは、各州政府に任されており、必要と認められればランク分けそのものが見直されることもある。従って“日本並の環境基準”と一言で言っても排出先の条件によって排水基準そのものも変わるので、一概に何 ppm と言うようなことはできない。

質疑応答

Q1. OECF, WB, ADB などの基準へのスライドを可能にしていくべきか。

JICA 独自のものではなく、国際的コンセンサスのあるガイドラインにしていくべきであろう。OECF, WB, ADB などへのアクセスは常に意識しつつも、これらは事業によるインパクトがいかなるものかを重視している一方で、JICA の場合はプロジェクトプロセスがもっと初期の段階のものを対象としているのであるから、その違いをわきまえ、社会、文化、生態系を含む最大限の環境の現状把握に努めていくべきである。（ESCAP による業種ごとのガイドラインは参考になるだろう。）

Q2. 現状把握となると、社会状況や生態系のことも研究していくことが要求されるが、これへはどう取り組んでいけるか。

日本の国内の環境アセスメントの感覚で行うと、詳細すぎてとてもやりきれないし、外国人がするには限度がある。現地の環境のプロフェッショナルや大学教授などと JICA 現地事務所なりがコンタクトしておき、データや意見を求める必要がある。日本のコンサルタントが調査していくにしても、現地のサポートは不可欠である。

(文責 ECFA 協本)

工業環境ガイドライン

レクチャーシリーズ 第2回 記録

テーマ：わが国の公害防止政策について
講師：通産省立地公害局公害政策課 公害防止指導室 糟谷敏秀氏
日時：平成3年8月8日 48階 第7会議室
出席者：(敬省略)
JICA：武田次長、中井課長、青木代理、他 計8名
産公防：小野
ECFA：田中、島津、山本、脇本
配布資料：1) 公害・環境関係年表
2) 環境基準に関する統計関係資料
3) "わが国の公害防止政策について"

A. 公害政策の変遷について

公害・環境関係年表では1950年ごろからのわが国における環境・公害問題の流れを、問題の発生と政府の動き、規則の制定、技術開発の動向、金融・税制上の助成の4つに分類して時系列で示されている。全体的な特徴として、事件が起こり規則が生まれ、技術が開発されてその導入のための財政的助成処置がとられる、といった流れのタイムスパンが短くなっていることが読み取れる。

この年表は3つの時代に分けることができる。第一の時代は50年代中ごろから60年代後半までで、健康の脅かされた4大公害(四日市ぜんそく・水俣病・第2水俣病・イタイタイ病)の時代である。第2の時代はその後70年代後半までで、都市への人口の過密化や産業の集中を背景にし、原因が複合的にかつ、洗剤・自動車排ガスといった住民も発生源のひとつとなり得るような都市型公害の時代と言える。そして第3は地域を越えてグローバルに影響の及ぶ地球環境問題の時代である。

B. 主要国の環境基準の比較と、日本における対策の効果

まず、大気環境基準の国際比較を見てみると、日本は1時間の日平均値でNO_xが0.04 ppm、SO_xが0.04~0.06 ppmとなっているが、これは主要先進国中最も厳しい値と言える。(1時間の平均値による基準の定め方はきめが細かく、年平均値で定めるよりも約2倍厳しいと考えられる。)排煙脱硫・脱硝設備の設置数も多く、SO_x・NO_xの排出量は'70から著しく減少している。

一方水質環境基準についても、その不適合率は'70年代かなりの低減を見せ、低率を保っている。しかし水質基準達成率を海域・河川・湖沼という水域別に較べると、前2者は7、8割の値を示すが、水の出入りの少ない湖沼では5割に満たない。

C. 公害防止政策について

日本の公害防止政策の3本柱は、規制・技術開発の推進・公害防止設備投資の促進である。以下それらについて概要を述べる。

日本の公害規制の中心をなしているのは、'67に定められた公害対策基本法である。このなかでは、公害の定義として典型7公害と呼ばれる大気汚染、水質汚濁、土壌の汚染、騒音、振動、地盤の沈下、及び悪臭を挙げている。また、政府に対し環境保護のために維持されることが望ましい基準を定める義務を課し、内閣総理大臣には公害防止政策の策定を知事に指示することを求めている。

上記典型7公害に関しては、それぞれ以下が定められている。

- ・大気汚染防止法('68) このなかにNO_x排出基準があるが、スモッグ対策としてこれを定めている国は少ない。
- ・水質汚濁防止法('70)
- ・農用地の土壌の汚染の防止などに関する法律('70) また、現在環境庁が環

境基準の制定に取り組んでいる。

- ・騒音規制法（'68）
- ・振動規制法（'76）
- ・悪臭防止法（'71）
- ・工業用水法（'56）

その他、廃棄物の処理及び清掃に関する法律（'70）、化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律（'73）、工場立地法（'69）、特定工場における公害防止組織の整備に関する法律（'71）などがある。またアセスメントに関し、'89に環境影響評価実施要綱が閣議決定されている。

以上のような体系を貫く原則は、環境汚染防止のコストは汚染者が支払うべきであるとする汚染者負担の原則（Polluter - Pays - Principle）である。

技術開発の推進においては、通産省のもとにある公害資源研究所、環境庁のもとにある国立環境研究所等において、排煙脱硫・脱硝技術、再資源化技術などの研究開発を進めると共に、これら国立試験研究所と産業界や学界が連携して、大型工業技術や新エネルギー、省エネルギー等について研究開発を実施している。さらに、民間における公害防止技術開発を支援するために、一定の条件を満たす新技術の開発に対する融資制度（開銀融資等）や、増加試験研究費税額控除の制度もある。

最後に公害防止設備投資の促進においては、公害防止用設備や廃棄物再生処理施設を対象に、政府系金融機関や公害防止事業団から低利（3～5%）の融資を認めたり、特別償却や固定資産税の減免といった税制がとられたりしている。実際の公害防止設備投資額の推移を見ると、公害国会の開かれた'70から'78ころに大きなピークが現れ、近年は世界的な環境への関心の高まりのためかいくぶん上昇傾向にある。

D. 質疑応答・その他

Q1 環境庁と他の省庁との係わり方はどうなっているか。

1971年に環境庁が発足するまでは厚生省、経済企画庁、通産省が主に環境行政を担当していたが、現在では汚染物・廃棄物の処理の基準に関しては環境庁が管轄し、ごみ・下水処理は厚生省、個別の機械・設備・商品については通産省が監督している。途上国によっては環境に関することをすべてその国の環境庁が任されているような場合があり、その際には日本側も複数の省庁が調整しつつ一つのプロジェクトにしていかなければならない。

なお、公害対策についての企業への改善勧告（罰則はないが企業にとって社会的制裁となる）、改善命令（罰則が課せられる）は知事名で出される。

Q2 環境基準値の設定のしかたについて

環境庁が学術経験者などを交え、中立的な立場から達成可能な基準を設定している。例えば、NOxの基準値は当初0.02 ppm以下とされていたが、'78年に0.04～0.06 ppmへ引き上げられている。これは達成可能な範囲ということで現実に合わせて結果だが、途上国の場合はこの乖離が大きいようである。さらに途上国での測定技術・測定機器の不足や行政側の技術者不在もネックとなっている。

Q3 基準を定めるときに産業界への配慮はどうされているか。

公害防止装置への投資資金の限られる中小企業に、過度の負担がかからないようにしている。

Q4 途上国に対し公害防止技術の特許料を軽減することは可能か。

特許権は法律で保障されているので、企業に対し途上国の状況を考慮するように働きかける程度のことしかできない。国の研究所が開発した技術であれば、政策的配慮により特許料を免除することもあり得るだろうが、現実には国は基礎的な研究

を行っており、実用化された個別の公害防止技術は民間企業が持っているケースが圧倒的に多い。

Q 5 東南アジアへ日本から過去に進出した企業が公害を持って行ったという話を聞くが、データはあるか。

ー後日解答

Q 6 工場立地法の内容について

事前の環境アセスメントが中心で、その際のチェックリストはガイドライン作成の参考になるだろう。

(文責 ECFA 脇本)

工業環境ガイドライン

レクチャーシリーズ 第3回 記録

テーマ：日本の公害防止技術（水）
講師：栗田工業（株）装置事業部課長 村上 孝文氏
日時：平成3年8月22日 45階 第11会議室
出席者：（敬省略）
JICA：武田次長、中井課長 他7名
産公防：小野（憲）
ECFA：田中、南坊、脇本
配布資料：産業廃水処理技術の概要

1. 排水基準

わが国の排水基準は水質汚濁防止法により、次の2種類が定められている。

まず人体に直接影響を及ぼすものとして、シアン、鉛、水銀といった有害物質に関する排水基準がある。最近問題になっている有機塩素化合物のPCB、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレンは、半導体洗浄用溶剤やドライクリーニング用溶剤に用いられているが、1970年代なかごろより地下水から検出されるようになり新たに規制されるようになった。なお水銀についてはたとえ排出時に無機物であっても、植物連鎖の過程で有機水銀となり人体へ悪影響を及ぼす。

必ずしも人体に直接害を与えないが快適な自然環境を損なうものは、一般水質項目に関する排出基準に挙げられている。項目の一部は次のとおりである。

水素イオン濃度 (PH)	普通の水は7程度でありそれから外れると微生物や藻類に影響が表れる。
生物化学的酸素要求量 (BOD)	生物が水中の有機物を分解するときに消費する酸素の量。ただし測定時には、1.炭素系有機物を分解するとき 2.窒素化合物（アンモニアなど）を硝化性細菌が分解するとき 3.水中に還元性物質があるときに酸素が消費されるのだが、3はBODと区別される。河川に適用され、水中の溶存酸素のレベルから自浄作用への影響の度合を知る。
化学的酸素要求量 (COD)	100度程度の状態で酸化剤を投入し、水中の有機物により消費される酸化剤の量を求め、酸素の量に換算する。酸化剤として日本では過マンガン酸カリウムを、日本以外では六価クロム酸カリウムを用いており、前者の方が後者より低い値で検出されるので諸外国のCOD値を見るときは注意が必要である。海域、湖沼に適用され、水中の有機物による汚濁の程度を表す。
浮遊物質 (SS)	水の透明度の指標になる。
油類	鉱油類は動植物類より分解しにくい。
窒素・燐	湖沼での富栄養化(植物プランクトンの増殖が酸素不足を招く)の原因とされ、最近規制された。

また、有害物質に関する排水基準は全ての排水を対象とするが、一般水質項目に関する排水基準は1日当り50立方メートル以上排水量があるときに対象となる。

2. 排水別含有汚濁物質

各産業に特有な排水の種類があり、それぞれで検出される汚染指標が確認されているので、汚染状況を調査する際どの指標を用いるか目安とすることができる。

3. 排水汚濁物質の除去方法

汚濁物質の水溶性、生物による分解性、酸化還元性などの性質により除去方法が異なり、

処理装置も固液分離、物理化学的処理、熱処理、生物処理といったものがある。そのうち生物処理がもっともよく使われている。処理プロセスとしては、ろ過・凝集沈澱・凝集加圧浮上・生物処理・活性炭処理等があるが、単独の方法では地方自治体が定めるような厳しい上乘せ基準を達成することは難しいので、複数の過程を組み合わせるのが普通である。生物処理の中でも特に効果的でポピュラーな方法は、活性汚泥（微生物）による処理システムである。これはSSや重金属などを前処理したのち、酸素を供給した曝気槽で好気性微生物が有機物を分解し、沈澱槽で浄化水と汚泥を分離させ、汚泥は曝気槽へ返送されるというもので、最終的な余剰汚泥は抜き出される。この余剰汚泥は微生物の代謝活動の結果として生産されるもので、残留BODが一部含まれており、通常濃縮後脱水処理される。

生物処理のうち最近注目されているのが、嫌気性処理である。酸素供給の必要がなくランニングコストも低いのに加え、生じる汚泥は好気性処理の場合の10分の1程度で、ほとんどがメタンガスに分解されるので燃料としての利用が可能である。また好気性処理の場合排水の有機物濃度は2000ppm以下であることが求められるが、嫌気性処理では2000ppm以上である必要がある。ただし化学系産業からの排水には不向きで、食品産業からの排水に向いているので、アジアで問題とされているパーム油処理に有効と考えられる。

窒素除去においても生物学的脱窒法が広く行われている。この方法では好気性硝化細菌によってアンモニア・亜硝酸塩を酸化して硝酸塩を生成する硝化工程と、嫌気性細菌によって硝酸塩を還元して窒素分子を生成する脱窒工程とを行う。有機性・アンモニア性・亜硝酸性・硝酸性・BOD・SSといったさまざまな形態の窒素が除去可能であり、他の方法より汎用性がある。

その他の物質の主な処理法は次のとおりである。

カドミウム・鉛	水酸化物として沈澱除去する。
六価クロム	三価に還元したのち水酸化物として沈澱除去する。
水銀	硫化物として沈澱除去する。また有機水銀の場合は、酸化剤で不溶性の硫化水銀とするか、活性炭吸着処理を行う。
ひ素	共沈法（ある種の金属類と難溶性塩を生成させる。）
シアン	アルカリ塩素法（塩素の添加により分解させ窒素ガスを生成する。）
有機リン	加水分解処理、凝集沈澱処理、活性炭吸着分離処理を組み合わせる。
PCB	PCBの状態にもよるが、低濃度の場合は活性炭を用いるのが今後有効と考えられる。
トリクロロエチレン及び テトラクロロエチレン	難溶性のため曝気して揮散させ、排水中濃度を低下させる。 揮散物質は排ガス処理が必要である。

4. 質疑応答

Q1 なぜ日本では値の低く出る過マンガン酸カリウムによるCOD測定をおこなっているのか。

過マンガン酸カリウムを用いれば45分程度で測定できるが、重クロム酸カリウムを用いると3時間かかってしまうため。また、測定後のクロムの処理にも問題がある。

Q2 工場などの排水処理法の立ち入り検査が行われているのか。

産業排水は処理義務が課されており、保健所が検査を行っている。自治体によっては特定の工場を定期的に検査している。しかしむしろ家庭からの雑排水に多くの問題が残されている。

Q3 処理施設メーカーどうしが争うのはどのような点か。

コストが一番の争点となる。

- Q 4 装置の製造法
工場排水を採取して、条件にみあう水質にするためのプロセスを組み、設計したのち金額を算出する。したがって、既製品があるというのではなく、クライアントにあわせて製造している。
- Q 5 途上国への処理装置導入について
装置の運転には特別な技術が必要とされるためより簡単な装置がふさわしいのだが、それでは日本企業としては採算が悪いので積極的でない。プラント輸出の際にパッケージされることはある。
- Q 6 処理装置設置後の排水汚濁が、装置運転上の問題か、メーカーの責任か問題となることはあるか。
装置を納めてから一定の保証期間以内であれば、メーカーの問題とされる。
- Q 7 コストについて
処理する排水の量や濃度によるが、性能の保証をするため1~2億円くらいである。運転コストは生物処理系のものが最も安い。処理技術は向上しているが規制値も年々厳くなるのでなかなか装置のコストは安くはならない。また、国内ではメーカー保証を求められるのでコスト高となるし、「膜」を使うとかなり高くなる。
- Q 8 余剰汚泥はcompostにできるか。
通常重金属を含んでいるので田畑には使えない。濃縮・脱水後、業者がひきとるか、汚水処理の汚泥は燃焼処理する。汚泥を減らすのが基本だろう。
- Q 9 好気性細菌は特殊なものを用いるのか。
自然に水中に存在するもので、たね汚泥としては下水処理場の余剰汚泥を用いる。
- Q 10 装置の大きさについて。
活性汚泥プロセスの場合は、BODの量で曝気槽の大きさが、排水量で沈澱槽の大きさが決る。
- Q 11 活性汚泥プロセスと温度の範囲
適当なのは10~40度の範囲で機能する温度が10度下がると活性度は半減する。そのため寒冷地では温度が下がらぬようふたをしている。温暖地は有効だろう。
- Q 12 途上国向けの低コスト装置について。
生物処理については、活性汚泥でなくてもラグーン（大きな池）や散水ろ床など場所をとるが、安価でメンテナンスの楽な方法がある。活性汚泥には分離オペレーション技術の難しさがある。
- Q 13 途上国でのメッキや繊維産業の対策はどう取るべきか。
メッキ工場の問題は重金属であるので、反応層と沈澱で対策をとれる上、コストもそれほどかからない。繊維・染織工程では水に色が出てCOD/BODが高い値となる。生物処理が必要だが、散水ろ床など中級処理が適切だろう。

(文責 ECFA 協本)

工業環境ガイドライン

レクチャーシリーズ 第4回 記録

テーマ：大気汚染とその防止技術

講師：国際環境技術移転研究センター 西川氏

日時 場所：平成3年8月29日 45階 第11会議室

出席者：(敬省略)

JICA：武田次長、古市課長、中井課長、計11名

産公防：小野

ECFA：田中、上田、小川、脇本

参考文献：1) 『大気汚染の基礎知識』 環境保全対策研究会編 産公防発行
2) 『公害防止対策要説』(大気編) 通産省立地公害局 産公防発行
3) 火原協会講座16『火力発電所の環境保全の技術・設備』
火力原子力発電技術協会

1. 公害とは

公害対策基本法では公害とは、大気汚染、水質汚濁、土壌汚染、騒音、振動、地盤沈下、悪臭の七つ(典型七公害)によって人の健康又は生活環境に係わる被害が生ずることと定義されている。大気汚染では主として人の健康に重点をおいていると考えられる。

2. 大気汚染の著名な事件

産業革命以降石炭を大量に使うようになったロンドンでは、家庭のストーブや工場、発電所等からの亜硫酸ガスを主原因として呼吸器疾患の患者が増え、1952年12月には死者4000人を数えた。

ロサンゼルスでも1944年頃から、石油系燃料に由来する光化学オキシダントを原因として、眼、鼻、気道などに刺激を伴う大気汚染が起こった。

3. 大気汚染物質

- ・工場やビルなど固定発生源からの燃料燃焼によって発生するもの
SO_x、浮遊粉じん(直径10μm以下)、NO_xなど
- ・自動車などの移動発生源から排出されるもの
CO、NO_x、HC、PAN(パーオキシアセチルナイトレート)など
(HCとNO_xは紫外線による光化学反応によりオキシダントを生成する。)
- ・特定の工場から排出されるもの
HCl、Cl₂、NH₃、H₂Sなど

4. 大気汚染のコントロール法

固定発生源に対しては次の4つの方法がある。

- 1 燃料として硫黄分の少ないものを用いる。あるいはガス、電気などで燃料転換する。
- 2 燃焼の管理により、黒煙や有害物質の発生を抑える。
- 3 2.では十分には防止できない汚染物質に対して、集じん装置や有害物質処理装置を用いる。
- 4 高煙突による大気拡散によって、地上汚染濃度を低減させる。

自動車についても同様である。具体的には

- 1 無鉛ガソリンを使用。光化学反応性のある物質（芳香族系物質、オレフィンなど）を入れない。
- 2 CO、HCなどの発生を抑えるよう燃焼管理をする。
- 3 触媒によりCO、HCを完全燃焼させる除害装置をつける。

5. 大気汚染をおこす有害物質

—SO₂ 一部は酸化してSO₃となる。SO₃は水蒸気と結びついて硫酸ミストを形成しスモッグの発生を促す。1時間0.1 ppm程度ではほとんど影響はなく、5 ppmが最高許容限度である。

なお煙突から白い煙りがでた後に紫がかかった煙りがたなびくのは、硫酸ミストが原因である。

—SPM（浮遊性粒子状物質・直径10 μm以下）

5 μm以上では鼻毛、のどの繊毛で捕獲できる。

3 μm以下では気管に沈着しやすい。

1 μm前後になると肺胞へ沈着する。

—NO₂ 1～3 ppmで臭気を感じ始める。

13 ppmで眼や鼻に刺激を感じる。

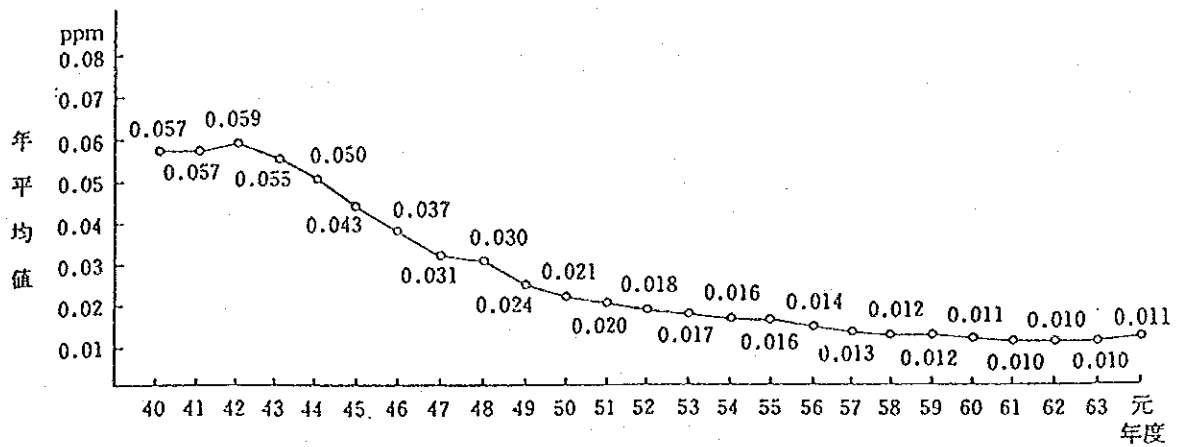
—光化学オキシダント

主成分はオゾンである。さらに光化学反応によりオゾンと炭化水素が反応し、生成する炭化水素のパーオキシド等である。NO₂やSO₂と比べるとはるかに毒性が高い。

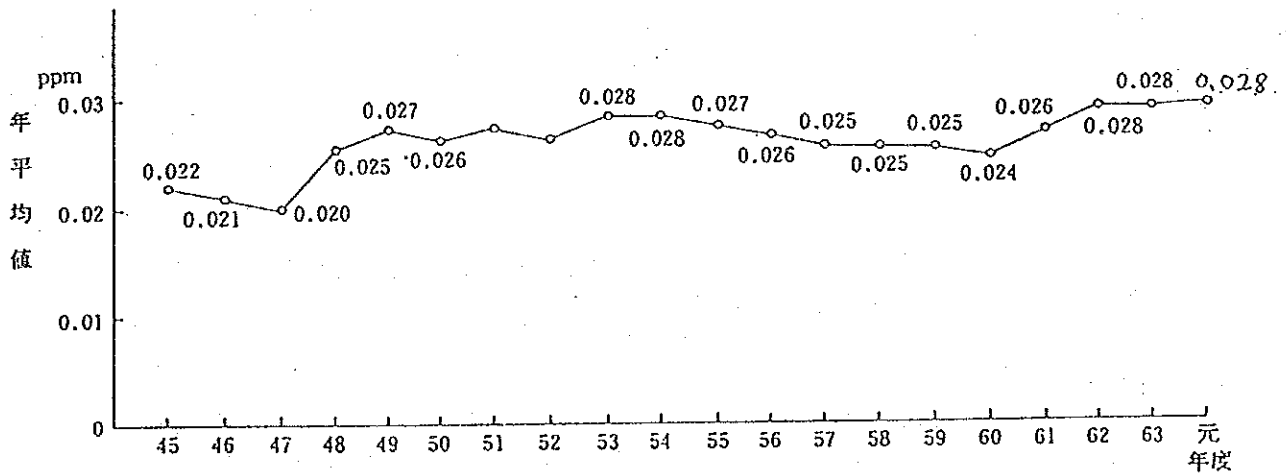
6. 大気汚染の現状

次頁に各物質大気濃度の経年図をあげる。

SO₂はかなり改善されたが、NO₂が減少せずむしろ若干増加しているのは自動車、特にディーゼル車の増加により発生したものである。



継続15測定局の二酸化硫黄年平均値の
単純平均値の年度別推移



継続15測定局の二酸化窒素年平均値の単純平均値の年度別推移

参考文献 1) P. 33, 35

7. 大気汚染対策

7-1 除じん集じん技術

大気中の粒子の呼び方は一般には、固体粒子をダスト、液体粒子をミスト、また特に1 μm 以下の固体粒子をヒュームと呼んでいる。重油ボイラーからのダストの粒径は20 μm 程度、一方肉眼で見分けられるのは40 μm とされている。

装置名	原 理	分離限界粒子径 μm
重力集じん装置	ガスの流れを遅くして重力による自然沈降で分離する。	50~60
慣性力集じん装置	ガスをじゃま板にあてる。	20
遠心力集じん装置	ガスに旋回運動を与える。	数 μm
洗浄集じん装置	洗浄液をガス中に分散するか、ガスを液中に分散して液膜、気泡などを形成する。	0.1 (50%)
ろ過集じん装置	袋状の布をろ過させるバグフィルターが主。	0.1 (50%)
電気集じん装置	帯電させたガス中のダストを電界中に通過させる。	0.1~1

日本では電気集じん装置とバグフィルターで全体の90%を占める。

バグフィルターは、ダイオキシン対策のため、都市ごみ焼却炉に用いられる。運転上の問題点はバグの寿命が短いことである。

電気集じん装置は、電極に付着したダストを洗浄する方法として、機械的衝撃による乾式と水で洗浄する湿式がある。前者は、再飛散の恐れがある。

7-2 ばい煙の性状とその対策

石炭ボイラーからのもの

石炭灰は粒径15~35 μm で、主成分は SiO_2 、 Al_2O_3 、出口ダスト濃度は20~45 g/Nm^3 でこれは石炭の品位に左右される。電気抵抗は 10^{10} ~ $10^{13}\Omega\cdot\text{cm}$ と高く、正常な電気集じんを行うには電気抵抗を下げる必要がある。(10⁴~5x10¹⁰ $\Omega\cdot\text{cm}$ が好ましい。)

重油ボイラーからのもの

重油炭は粒径20 μm 程のアッシュコークス70%、粒径0.02 μm 程のカーボンブラック20%で構成され、濃度は0.1~0.2 g/Nm^3 程度である。水分と SO_2 を多く含んでいるためダストの表面に硫酸分が吸着したり、装置の金属を腐食させたりする恐れがあり、その防止のためアンモニアを注入する。また、ダストの電気抵抗率は 10^3 ~ $10^4\Omega\cdot\text{cm}$ で電気集じんをするには低く、これを高めるためにもアンモニアは効果がある。

7-3 硫黄酸化物処理技術

SO_2 を出さない方法としては3つ挙げられる。

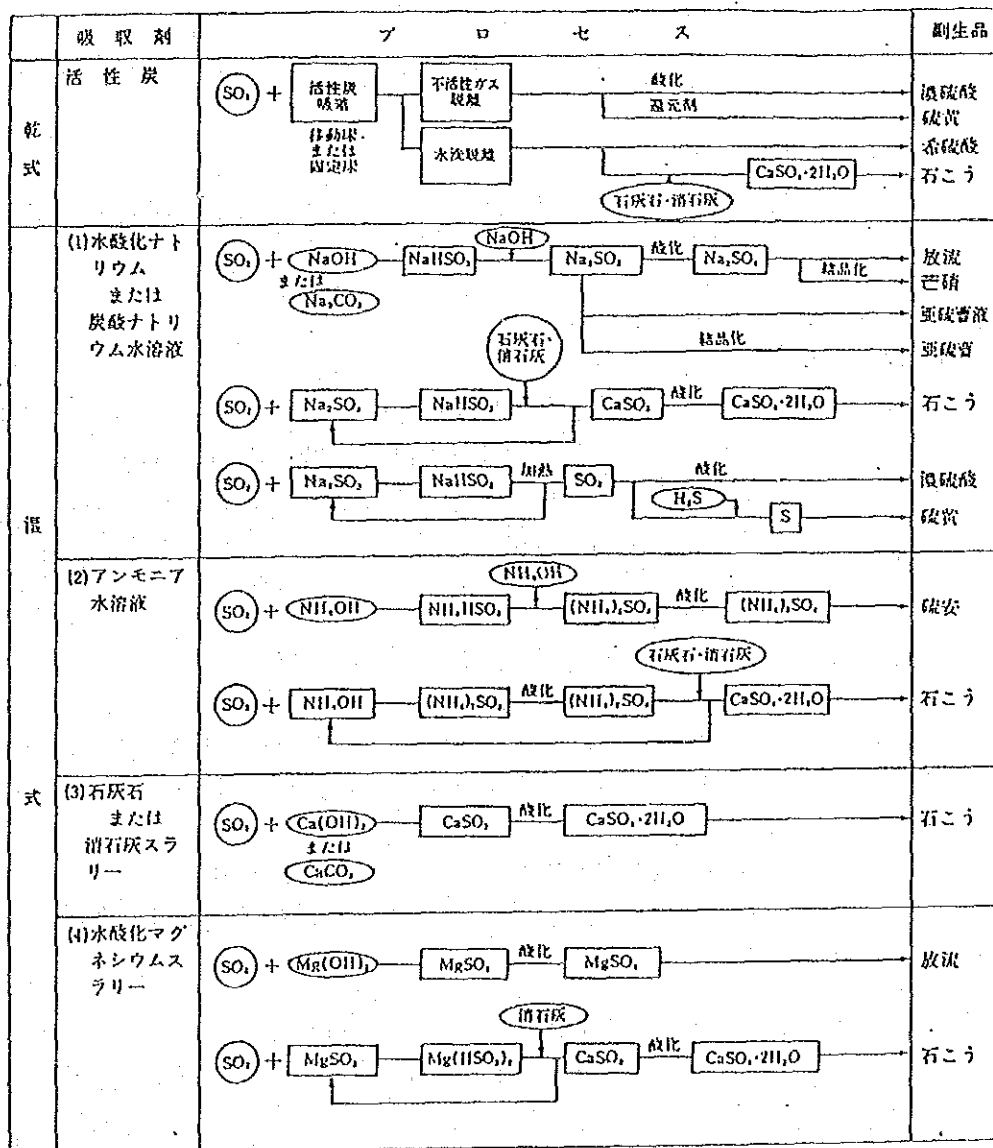
- a. 低S分原油の利用
- b. 重油の脱硫
- c. 排煙脱流 (湿式・乾式)

日本の場合、a、bの結果内需用重油の平均硫黄含有率は、昭和42年度の2.5%から昭和61年度には1.1%と低下した。しかし量的には十分な対策とは言えず、発生した SO_2

を除去するcの排煙脱硫が必要となる。湿式と乾式があるが、現在設置されているのはほとんど湿式である。これは排煙を吸収液で接触洗浄して硫黄酸化物を吸収除去するものである。また、副産品の石こうはセメントに、硫酸は化学工業原料や肥料の原料に利用でき、硫酸マグネシウムはもともと海に存在するので水溶液として放流できる。

各種排煙脱硫プロセス

参考文献2) P. 52



<簡易脱硫装置>

湿式脱硫装置に比べコストが低く、石炭を燃料とする発展途上国では注目されている。原理として、流動層ボイラからの発想で火炉に石灰石を投入し、火炉の高温の雰囲気中で石灰石とSO₂を反応させる。また、煙道ダスト（ガス温度150度）に消石灰を投入し、消石灰とSO₂を反応させる方法がある。石灰石を利用する場合、石灰石の純度及び微粉度が重要である。消石灰を使用する場合では、煙道ガス中に以下に均一に散布することが出来るかが問題である。脱硫率は60~70%と低く、火炉の中に燃料以外のもの、特に石灰石を投入するのは火炉中でスケールが発生する。欧米ではマグネシウム塩をダクトに投入する方法を実施しているが、やはり脱硫率は悪い。

7-4 窒素酸化物処理技術

窒素と酸素の化合物には種々知られているが、一般の燃焼装置から発生するものはNOとNO₂であり、両者を合わせてNO_xと呼んでいる。NO/NO_xの比は90～95%とほとんどがNOで、これが酸化されてNO₂となる。

NO_xは発生経路により次の2種に大別される。

1) サーマルNO_x (Thermal NO_x)

燃焼用空気の中に含まれている窒素と酸素が高温状態(1500度以上)において反応して生成される。

2) フューエルNO_x (Fuel NO_x)

燃料中に含まれる各種の窒素化合物の15～30%が燃焼に際して酸化され生成される。(残りはN₂になる。)

こうした生成機構の多様性が低減対策を困難にしている。

NO_x除去技術には抑制技術と脱硝技術とがある。

〈抑制技術〉(処理できるNO_xの種類)

1. 燃料転換 燃料中のN分を低下するとともに良質燃料へ転換する。重油、軽油、灯油、ガソリンの順でNO_x濃度は低くなる。(F)
2. 運転条件変更 燃焼装置を改善して運転条件だけを変更する場合には、酸素濃度の低下、炉内温度の低下などであるが、いずれも省エネルギーには反する。
3. 二段燃焼 第一段階では理論空気量の8～9割を供給し、第2段階で不足分を補って燃焼させる。(F,T)
4. 排ガス再循環 15～20%の排ガスを循環させやや不完全燃焼として、温度を抑える。(T)
5. 濃淡燃焼 燃料過剰燃焼バーナー(空気は少ない)と空気過剰燃焼バーナーとを交互に配置する。3.に原理は類似する。(F,T)
6. 燃料への水・水蒸気の吹き入れ 水の蒸発等を利用して燃焼温度の低下を図る。(T)
7. 低NO_xバーナー 上記3.と4.の機能を単一バーナーに内蔵する。最も多く利用されている。

〈脱硝設備〉

1. 選択触媒還元法 還元剤としてNH₃を用い、触媒のもとにNO_xをN₂に還元する。NOの1モルに対してNH₃は1.1～1.2モル必要で、反応温度300～350度、空間速度(単位触媒量で処理できる1時間当たりのガス量)5000程度で、脱硝率は70～80%以上が得られる。触媒にはTiO₂、V₂O₅、WO₃、MoO₃等を用いる。
2. 無触媒還元法 NH₃を還元剤に使うが触媒は使用せず、900～1000度の高温で反応させる。ただしNOの1モルに対しNH₃を2モル以上用いても脱硝率は30～50%程度で未反応のNH₃が残りやすいなど難点が多く、化学工場で見られる程度である。

種々のNOx抑制対策の特徴

抑制方法		thermal NOx			fuel NOx			H	考慮しておかない なければならない 障害				備考		
		抑制理由			D	抑制理由			I	J	K	L			
		A	B	C		E	F							G	
運 転 条 件	運転空気比範囲の変更	◎	◎	◎	△		○	◎				×	大形施設や石炭燃焼では、 低過剰空気燃焼, fuel NOxに対しては低過剰空 気燃焼が効果あり、特に高 い空気比以外 L×印は低空 気比側に移行したとき。 混合不良化では F, G ○印, I, K, L ×印 混合良好化では F, G ×印, I, K, L ◎印		
	エアレジスター操 作による燃焼室内混 合特性の変更	◎	◎	○	△		△	△	◎	○		○		新	
	燃焼室熱負荷の低減	◎		○	○				◎	△	×	×		既	
	燃焼用空気予熱の低減	◎		○	○				◎	×	×	×		既	
燃 焼 方 法	低 NOx バー ナー	混合促進型	○		◎				○				◎	マルチ・バーナーの施設に だけ適用可能 L×印は過度の場合、適正 の場合には、ばいじん、CO について改善の可能性大 Lばいじんについて改善の 可能性大 NOx低減の主因は二次燃 料による還元作用であり、 大形施設向。	
		分割火炎型	◎		◎				○				◎		
		自己再循環型	○	◎	○	◎		○	○	○					◎
		段階的燃焼組 み込み型	○	◎	○	◎		○	○	○					◎
		水噴射型	◎		○	◎				○					◎
	燃 段 階 的	二段燃焼	○	◎	○	◎		◎	◎	○					×
		濃淡燃焼	○	◎	○	◎		◎	◎	○					×
法	排ガス循環燃焼	◎		○	◎				△	×	既		×		
	水あるいは蒸気噴射	◎		○	○				○	×	既		○		
	炉内制硝燃焼		◎		○		◎		◎			×	△		
そ の 他	燃料転換	◎	◎	◎	□	○		◎	△				◎	石炭、重油からガスへ、あ るいは低N分燃料への転 換。Dが□印は重油から ガスへ転換したとき、増加 することがあるため。	
	燃焼室形式 流動層燃焼	◎		○	◎				△				◎		

thermal NOx A: 燃焼温度の低下 B: 燃焼域でのO₂濃度の低減 C: 高温域での滞留時間の減少

◎特に関係のあるもの ○関係のあるもの

D: 抑制効果の程度

◎大きいもの ○あまり大きくないもの △抑制法と効果が一定の関係になく装置ご
とに異なるもの □これまでの研究結果でその効果が明確でないもの

fuel NOx E: 燃料中の窒素化合物の低減 F: 初期燃焼域におけるO₂濃度の低減

○作用するもの △装置ごとに異なるもの ×逆に作用するもの

G: 抑制効果の程度

◎大きいもの ○あまり大きくないもの △装置ごとに異なるもの

H: 対策としてとる場合の難易度

◎現状の装置のままでも可能なもの ○若干の改造が必要なもの

△大幅な装置の変更が必要なもの

考慮しておかない
なければならない
障害

I: 熱効率の低下 J: 出力の低下 K: 装置の大形化 L: 他の汚染質(ばいじん
CO, HC(炭化水素類))の増加

×特に関係の強いもの △関係のあるもの ○装置ごとに異なるもの ◎改善が予
想されるもの 既: 既設に適用した場合 新: 新設に適用した場合

7-5 有害物質処理技術

1) 発生課程

カドミウム	亜鉛の精錬
	ガラス製品製造
鉛	鉛精錬
	鉛蓄電池の製造
	クリスタルガラス製造
フッ素	アルミニウム製造 (HFが発生)
	リン酸・リン酸肥料製造 (SiF ₄ が発生)
	フッ化水素製造 (HFが発生)
塩素/塩化水素	活性炭製造
	炭化水素の塩素化

2) 処理技術

カドミウム	電気集じんおよびバグフィルターによるダストの捕集
鉛	電気集じんおよびバグフィルターによるダストの捕集
フッ化水素	NaOHやCa(OH) ₂ によるアルカリ洗浄 HFに対する耐食性から、装置の材質に注意が必要
塩素/塩化水素	NaOH、Ca(OH) ₂ による中和 装置の材質に注意。耐酸煉瓦、ゴム、プラスチック、グラファイト等。

その他の処理技術として、炭化水素・悪臭に対する燃焼法（直接燃焼法、触媒酸化法）、悪臭に対する生物学的脱臭法あるいはマスキング法、し尿処理・空気滅菌にはオゾン酸化法等がある。

8. 質疑応答

Q1 固定発生源からの排気の測定方法について

SO_xの場合は原料のS分を測れば排気中のS分濃度を推定できる。脱硫装置透過後のS分濃度は煙突の前に取り付けた計器で測定する。

Q2 モニタリングについて

日本は湿式測定法、その他の国は乾式測定法を取っているが、やがては日本にならうと思われる。

またモニタリングでは、例えば周辺の植物から大気中のSO_xやpHを推定できるが、その発生源までは断定できない。

Q3 途上国への大気汚染防止装置導入について

最大の問題点は運転コストがかかることである。1つの機能の故障がシステム全体に影響してしまうので、特にメンテナンスは重要である。しかしたとえメンテナンス要員は教育できても、メンテナンスや運転を統括していく人材はまだおらず、日本人の持つ

ているような細部にまで行き渡った管理システムの構築が要求される。

高度なメンテナンス技術のいらない簡易な装置を導入する場合にも、細かな管理が必要であることにかわりない。

Q 4 NO_xを抑えるのに空気を制限すると、不完全燃焼を起こしCOが問題となるのではないか。

COの赤外吸収測定によりCO濃度を150 ppm以下に抑えている。まずCOで燃焼の管理をするのが、優れた方法である。

Q 5 大気汚染防止装置は既製製造設備に取り付けられるのか。

SO_x、NO_x等は既製技術で対応可能で、発生源に特有の有害物質にはそれぞれに合わせて防止設備を製造する。ただし、スペースがあれば問題なく取り付け可能である。

Q 6 設備のコストが高すぎないか。

現在建設コストの2割かかると言われている。四日市の場合では、S分を3.2%含む重油を使用し、それ以上S分を下げるが出来なかったので排煙脱硫装置を取り付けることにした。これは健康被害に対する補償金の問題等が絡んでのことだった。現実問題として、被害のない状況で高価な装置を付けることは難しい。手段としては、天然ガスの利用、重油中S分の低減、排煙脱硫装置設置、の順で取るべきだろう。

6. 参考文献

1. (財) 国際環境技術移転研究センター、(社) 海外コンサルティング企業協会『通商産業省委託 アジア太平洋環境保全対策総合調査(タイ編)』(1992)
2. (財) 国際環境技術移転研究センター、(社) 海外コンサルティング企業協会『通商産業省委託 アジア太平洋環境保全対策総合調査(マレーシア編)』(1992)
3. (社) 産業公害防止協会『産業公害』第28巻第5号
4. 環境庁水質保全局『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)
5. 『11691の化学商品』化学工業日報社(1991)
6. 環境行政研究会『環境行政ハンドブック』(株)ぎょうせい(1991)
7. 環境庁『環境白書 平成3年』(1991)
8. 三重県『三重県 環境白書 平成3年』(1991)
9. 国連工業開発機関“Striving Ecologically Sustainable Industrial Development”(1991)
10. (社) 海外コンサルティング企業協会『インドネシア公害防止技術移転交流ミッション報告書』(1991)
11. 通商産業省編『四訂公害防止の技術と法規(水質編)』(社) 産業公害防止協会(1990)
12. 通商産業省編『四訂公害防止の技術と法規(大気編)』(社) 産業公害防止協会(1990)
13. 井出 哲夫『(第二版) 水処理工学—理論と応用—』技報堂出版(株)(1990)
14. アジア開発銀行“Environmental Guidelines for Selected Industrial and Power Development Projects”(1990)
15. 国連工業開発機関“Project Design Reference File Vol. ; Guidelines for Environmental Appraisal”(1990)
16. (社) 日本鉄鋼連盟 立地環境委員会『日本鉄鋼業における環境対策』(社) 日本鉄鋼連盟(1989)
17. 環境庁大気保全局大気規制課『ばい煙発生施設解説集[改訂版]』(株)ぎょうせい(1989)
18. 環境機器活用辞典編集委員会『廃棄物処理・リサイクルの技術と機器』(株) 産業調査会(1988)
19. 日本石油(株)『石油便覧』燃料油脂新聞社(1988)
20. アジア開発銀行“Environmental Planning and Management and the Project Cycle”(1988)
21. 通商産業省『産業と公害』通産資料調査会(1986)
22. (社) 日本化学会『化学便覧応用化学編 プロセス編』丸善(株)(1986)
23. (社) 日本化学会『化学便覧応用化学編 材料編』丸善(株)(1986)
24. (社) 石油学会『新石油化学プロセス』(株) 幸書房(1986)
25. 粉体工学会『粉体工学便覧』日刊工業新聞社(1986)
26. 環境庁大気保全局大気規制課『ふん塵発生施設解説集』(株)ぎょうせい(1985)
27. (社) 石油学会『新石油精製プロセス』(株) 幸書房(1984)
28. 武藤 義一監修『総量規制の知識』日本規格協会(1983)
29. 古沢 次男『流域別下水道整備総合計画調査指針と解説』(株) 日本下水道協会(1983)
30. 紙・パルプ技術協会『環境対策・用水』紙・パルプ技術協会(1983)
31. 紙・パルプ技術協会『紙パルプ技術便覧』紙・パルプ技術協会(1983)
32. (社) 石油学会『新石油辞典』(株) 朝倉書店(1982)
33. 東京都公害局『公害防止技術指導書』(株) 産業技術調査会(1980)

JICA

