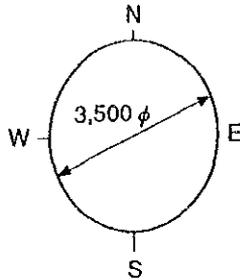


3) 測定判定例

判定例を図IV-9に示す。

図IV-9 不等沈下測定例

容量 1,200klの特定タンク



	'89	'90	'91
N	5,111	5,109	5,109
E	5,101	5,101	5,100
S	<u>5,124</u>	<u>5,124</u>	<u>5,130</u>
W	5,111	5,115	5,114
沈下量	23	23	30
不等沈下度	$\frac{1}{152}$	$\frac{1}{152}$	$\frac{1}{116}$

— 最高測定点

'91 測定結果は

絶対沈下量 $5,130 - 5,124 = 6 \text{ mm}$

不等沈下度 $1/116 < 1/100$

*基礎の修正は必要ない。

3.3 UPOTS

オリーブ油工場での最大の公害源はマージンである。このマージンは、UPOTSからは50~60 ton/日（年間 100日排出）、スファックス市地域では100,000ton/シーズン排出されている。（約 250社からの排出合計）

この様に季節的な稼働をし、企業規模が小さい工場に対し、公害対策とはいえ、マージン処理を含むプロセスの改良を求めるのは場合によっては企業経営に係わる恐れがある。

そこで、公害対策面からみたプロセスを改良する場合の考え方を以下の内容でまとめた。

- ① 原料・製品・副産物の性質
- ② 製造プロセスの種類
- ③ 製造プロセスの改良について

3.3.1 オリーブ、オリーブ油とその副産物（グリニオン、マージン）の性質等について
オリーブ油工場からの排液（マージン）の処理を検討するにあたって、

- ① 単純に排液そのものを処理する。
- ② 排液中から有価物の回収及び排液を有効利用してその後処理する。
- ③ プロセスの改造と組合せて、排液システムをも改造して処理する。

等の各段階が考えられ、あるいはこれらの組合せでより有利になりうる方法も含めて考慮する必要がある。

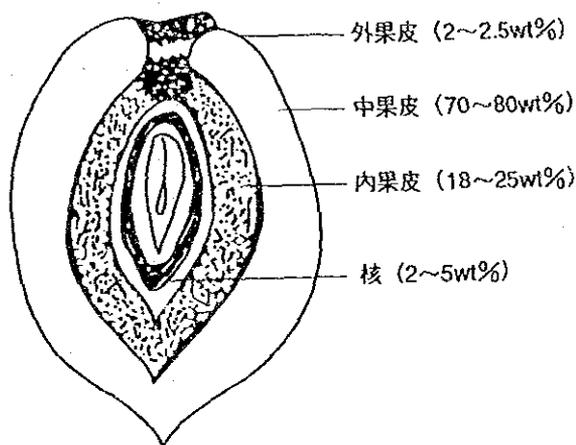
そのためにはまず最初に、オリーブの実そのもの、オリーブ油、グリニオン及びマージンの特性を知り、どのような可能性があるかを探るための一助としたい。

(1) オリーブの実の特性

オリーブの実は、その用途により20~30種類あると言われているが、ここではチュニジア（スファックス）で主として栽培されている油採取用のシエムラリ一種についてみて見る。

外形は図IV-10の通りで、それに占める各部の割合も示してある。

図IV-10 オリーブの実



一方、この各々の部分の中に更に含まれている化学的成分（乾燥時）をみると表IV-3の通りである。

外果皮は非窒素抽出分を多く含み、中果皮は脂肪分、内果皮と核の部分はセルロース分を多く含んでいることが分る。

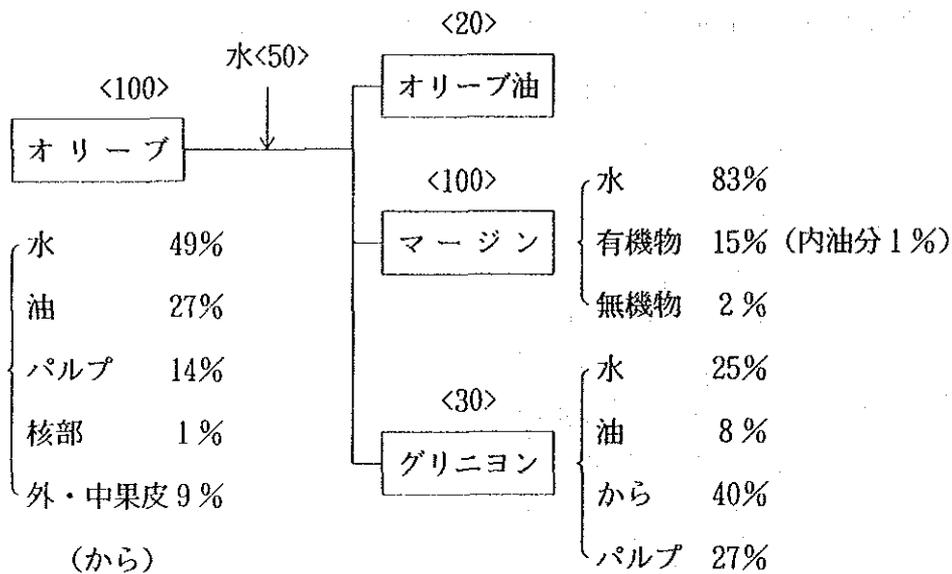
表IV-3 オリーブの実に含まれる成分

(wt%)

	外果皮	中果皮	内果皮及び
灰分	1.6	2.3	1.2
全窒素分	9.8	9.6	1.3
脂肪分	3.4	51.8	0.8
セルロース分	2.4	12.0	74.1
非窒素抽出分	82.8	24.2	22.7

また、オリーブの実全体では概略図IV-11に示すような構成比となる。同時に副産物とあわせて示す。

図IV-11 オリーブ各製品比率



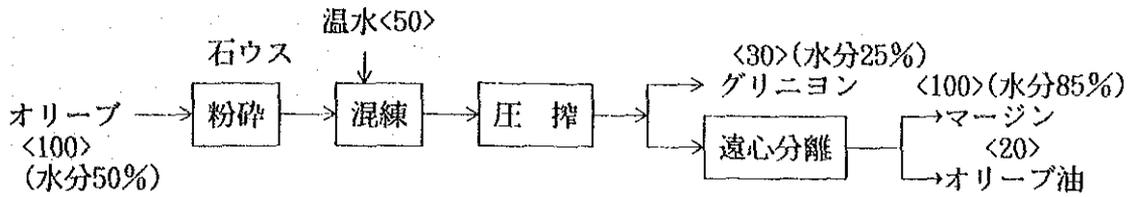
< > 内はオリーブ 100とした時の各製品の比率を示す。(圧搾法の場合)

(2) オリーブ油

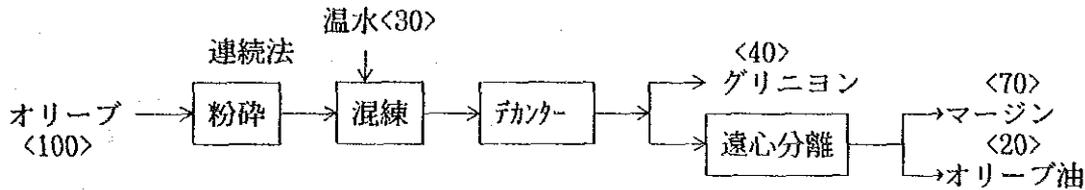
オリーブ油をオリーブの実から採取するには、3.3.2のプロセスの部分で述べるが、大きくは圧搾法(バッチ式)と連続法とがあり、夫々によって若干採取される油の量、性質、副産物の量、性質等が異なる。

量については大体次の通りである。

① 压榨法



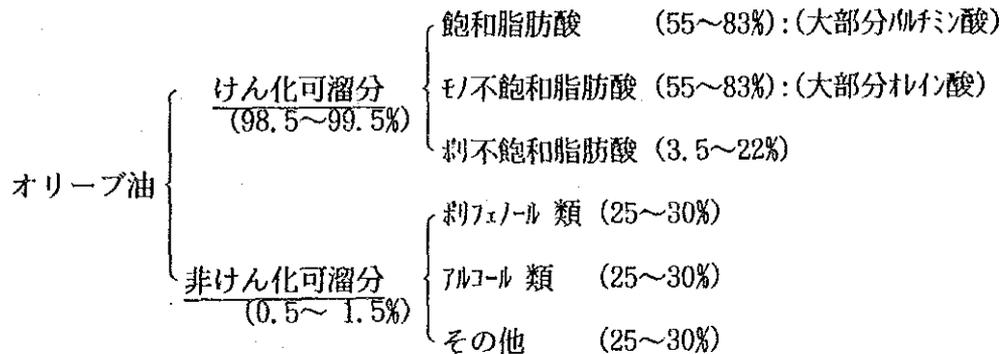
② 連続法



< > 内はオリーブ 100とした時の各製品の比率を示す。

但し、上の数値はあくまで概略で、実際には大きく幅がある。

オリーブ油の成分は次のようである。大部分 (98.5%~99.5%) はけん化可溜分である。



けん化可溜分の大部分はオレイン酸で、この部分がオリーブ油の食用となりうる大きな部分で、一方非けん化可溜分は全体量としては少ないが、オリーブ油の特性を決める重要な要素を含んでいる。即ち緑色色素、赤色色素、臭い、味を決める因子と、更にはポリフェノール類は抗酸化性を有しており、これがオリーブ油の長期貯蔵に役立つことになり、同時にマージンの生物処理を困難にしている部分でもある。

オリーブ油の品質は、種々の因子を考慮して決定されるが、I O O C (国際オリーブオイル協会) の決める基準の内代表的なものを表IV-4に示す。(これ以外にも多くの因子がある)

表IV-4 オリーブ油の品質

	バージンオリーブ油				精製油	オリーブ油	グリニオン抽出油			
	エキストラ	ファイン	セミファイン	灯油			粗製油	精製油	-	
定性的特性	・臭い	◎	◎	○	×	△	○		△	△
	・味	◎	◎	○	×	△	○		△	△
	・色	明黄～緑	→	→		明黄	明黄～緑		明黄～緑	明黄～緑
・酸価	≤1.0	≤1.5	≤3.3	>3.3	≤0.3	≤1.5		≤0.3	≤1.5	
・UV吸収値(270nm)	≤0.25	→	≤0.30		≤1.1	≤0.9		≤2.0	≤1.7	
コンタミ物質	・水及揮発物(%)	≤0.2	→	→	≤0.3	≤0.1	≤0.1	≤1.5	≤0.1	≤0.1
	・石鹸エーテル不溶分(%)	≤0.1	→	→	≤0.2	≤0.05	≤0.05		≤0.05	≤0.05

記号) ◎ 完全 △ 可
○ 良 × 不完全

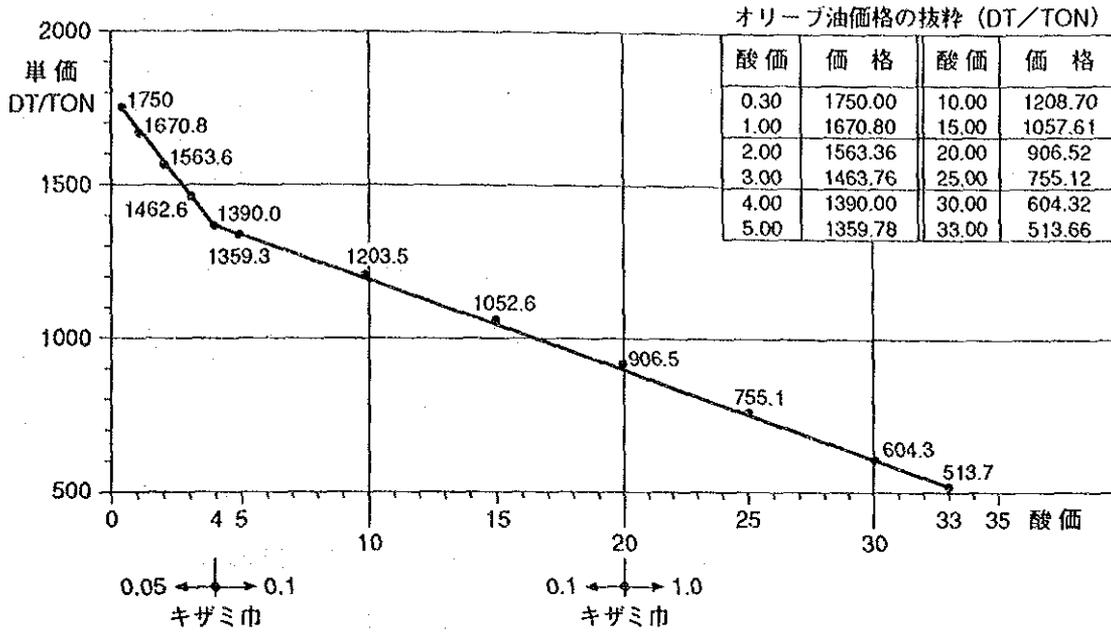
チュニジアに於けるオリーブ油のONH（オリーブ油公社）との取引価格は酸価によって決まっており、その価格体系は、

酸 価 0.3~4.0 の間は0.05きざみ
" 4.0~ 20 " 0.1 "
" 21 ~ 33 " 1.0 "

で単価が決められている。その様子は概略図IV-12のようである。

これから分ることは、酸価≤4から急に単価の傾向が変わる。即ち酸価を0に近付ける程、急速に良い価格になる。このことは表IV-3の品質の因子にも反映されている。

図IV-12 オリーブ油の価格



(3) グリニヨン

グリニヨンそのものにもオリーブ油が若干含まれており、一般的にはグリニヨン油抽出工場（石けん工場の場合もある）で可能な限りの油が抽出されて、廃グリニヨンとなる。これらの物理的成分は表IV-5のようである。

表IV-5 グリニヨンの物理的成分

	(wt%)		
	生グリニヨン	廃グリニヨン	備考
水分	25~30	15~18	
油	8~10	2~4	
から	43~56	50~55	内果皮、核
パルプ	23~28	30~35	外・中果皮

グリニヨン（乾燥分）の化学的成分は表IV-6のようである。

表IV-6 グリニヨンの化学的組成

(wt%)

	生グリニオン	廃グリニオン	備 考
乾 燥 分	70~90	86~95	
灰 分	3~15	6~9	
全チッ素分	5~10	12~16	大部分アミノ酸
脂 肪 分	5~13	1~7	中果皮より；大部分脂肪酸
セルロース分	32~48	33~53	内果皮より
非チッ素抽出分	27~45	25~45	外果皮より
そ の 他	tr	tr	ポリフェノール分等

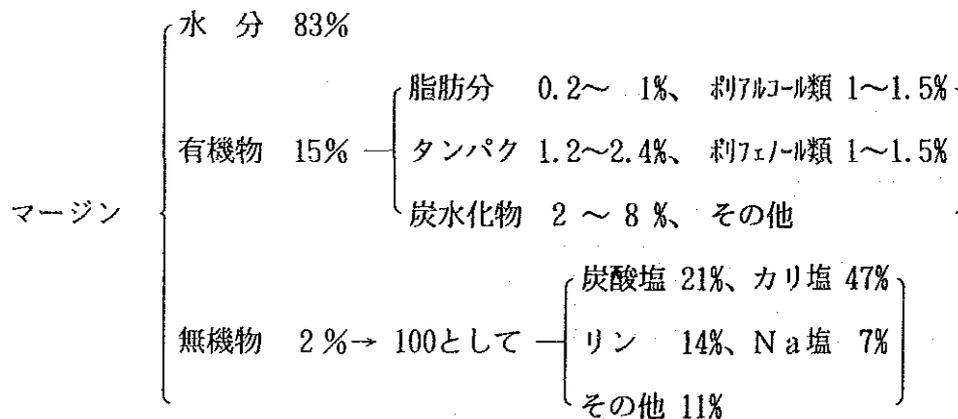
当然のことながら生グリニオンと廃グリニオンは油分（脂肪分）の含有量が大きく差があるのみで、他はほとんど同様の成分である。

(4) マージン

最も汚染負荷が高く、その処理に検討を要するのがこのマージンであり、この中に含まれる化学的及び物質的組成は十分に把握されるべきである。

しかし、実際にはこれらについても相当の幅をもった数値しかデータとして入手できてない。

概要をつかむために一例をあげると、



又、圧搾法（バッチ式）と連続法では相当の差があるといわれており、表VI-7に示すとおりである。

連続法の方が圧搾法に比して各数値は1/2程度小さいと言える。

表IV-7 マージンの成分例

1. Alfonso Ranalli ('91 Italy)

		Pressing Method	Continuous Method
Basic Index			
BOD	g/L	67.1	39.8
COD	g/L	148	85.1
TC	g/L	59	37.1
Density		1.054	1.023
Ash	g/L	19.5	5.8
Organic Matter	g/L	94.6	55.4
Color	*	37	40.6
Saccharose	g/L	35.2	17.3
Acidity	g/L	45.6	30.5
Polyalcohol	*	1.3	
Pectin etc.	*	1.3	

* : Ratio in organic matter

2. Fiestas Ros de Ursinos ('80 West Germany)

		Pressing Method	Continuous Method
Basic Index			
pH		4.5 - 5	4.7-5.2
COD	mg/L	120 - 130,000	25-48,200
BOD	mg/L	0.1	23-44,000
SS	%	12.0	0.27-1.7
Residual Dried (105 °C)	%	1.5	1.41-4.51
Residual Ignited (550 °C)	%		0.20-0.67
Organic Content			
Total Organic Matter	%	10.5	1.20-4.06
Total Saccharose	%	2 - 8	0.5-2.6
Total Nitrogen	%	0.5 - 2.0	0.17-0.4
Organic Acid	%	0.5 - 1.0	
Polyalcohol	%	1.0 - 1.5	
Pectin	%	1.0	
Polyphenol	%	1.0 - 2.4	0.3-0.8
Fat	%	0.3 - 1.0	0.5-2.3
Inorganic Content			
P	mg/L	1,100	24 - 259
K	mg/L	7,200	529-2,758
Ca	mg/L	700	49 - 267
Mg	mg/L	400	19 - 125
Na	mg/L	900	10 - 137
Fe	mg/L	70	2 - 62
CO2	mg/L	3,700	
SO3	mg/L	400	
Cl2	mg/L	300	
SiO2	mg/L	50	

☐ Frequently data

圧搾法ではどうしても空気にふれる機会（粉砕、すのご詰）が多く、かつ全体の作業時間も長く、一次圧搾、二次圧搾まで入れると3～4Hrかかることも珍しくない。

一方、連続法であると、オリーブが投入されてからオリーブ油が出てくるまでは約1Hrである。事実、酸価等は連続法の方が圧倒的に良いのであるが、味の面では微妙なものがあり、必ずしも連続法が優位であるとはいえない。

3.3.3 オリーブ油製造プロセスの改良について

マージン排水を浄化するための方策を考える場合、マージンそのものを直接浄化する方法及び処理する前に処理しやすいように濃縮して体積を減少させる方法等、更には、オリーブ油製造プロセスを改良してマージン排出量を減少させたり、あるいはマージンに含まれる汚濁物質を減少させる方法等幅広く考える必要がある。

又、別の考え方として、マージンに含まれる有価物を回収したり、マージンの持つ特性（例えばその燃焼性）を利用してプロセスに役立たせることも考えられる。

(1) 現有各種処理技術

表IV-8に、従来から研究されている各種のマージン処理方法を分類して示す。

これから分ることは、ほとんどあらゆる処理方法が研究されて来っており、これに関する論文は数百、あるいは1000件を超える数に及ぶのではなからうか。

自然の浄化力を利用したものから、水処理技術の中で最も一般的な物理-化学的な処理法あるいは生物処理法、あるいはオイル製造プロセスと組合せた濃縮法等大分類だけでも約10、小分類に至ると30を超える技術が研究されていることになる。

これらの研究の中で、最も多く取組まれているのは生物処理であり、それも嫌気性生物処理を主体にしたものである。次いで燃焼熱（グリニオンだきボイラ）を利用して濃縮処理するという形のものが多い。濃縮後の処理は、その中に含まれる有価物質を回収したり、あるいはペースト又は生グリニオンとまぜて抽出工程でオイルを回収又はグリニオンボイラで燃料として使用というようにさまざまな方法が検討されている。

更に表IV-9には主な技術の概要を抜すいして示している。

これから分ることは、これらの中の要素技術を適当に取捨選択して新しい組合

せがいくらでも考えられるということである。

又、これらは、十分注意しないと現在のオリーブ油製造工程よりも、規模が大きく内容も複雑なものになってしまい、全体としてアンバランス（特に運転技術上）なものになりうる可能性があるということである。

(2) プロセス改良の考え方

単にマージン排水を浄化するという目的のためだけで、プロセスにまでさか上って改良しようというのはよく考える必要がある。

例えば、マージン排水の汚濁負荷のより低い、かつオリーブ油酸価の良好な連続法に変更するとか、現在石けん工場へ売却している生グリニオンを自社の中でマージンとの組合せで利用できるようなプロセスに変更する等が考えられるが、

- 1) 大々的なプロセス変更はその会社自体の経営の問題に係ることになる。
- 2) 圧搾法（バッチ式）自体単純なプロセスであり、これの複数ユニットが一つの工場の中にあるという実情（従って単純労働の集約型）の中でそれよりも複雑な廃棄物処理システムを導入することは運転技術上もアンバランスである。（これに加えて季節性もある）
- 3) スファックス全体で約 250軒ある小規模のオリーブ油工場全体に適用することも考慮すべきである。

等から、いくつかの群小工場を統合して一つの大きな工場にまとめてそこで大々的に排水等の処理をする方法も考えられる。また、各々の工場の存在及びそのプロセスはありのままを尊重して、各工場内では可能な限り簡単な合理化に止め排出されるマージンをそのまま集合し処理することが望ましい。

表IV-8 現有の各種マージン処理技術分類

大 分 類	小 分 類
・自然浄化力利用	<ul style="list-style-type: none"> ・農土への散布処分 (肥料として) ・オリーブ畑へ散布処分 (") ・河川へ放流 ・ラグーンにて乾燥処理 ・砂層へ散布し肥料化
・堆肥化、飼料化	<ul style="list-style-type: none"> ・農業残渣、グリニオン等と混合、発酵、堆肥化 ・農業残渣、グリニオン等と混合、発酵、乾燥、ペレット化して飼料化 ・マージン発酵による食料化
・物理・化学処理	<ul style="list-style-type: none"> ・凝集法 (石灰/過硫酸ソーダ/硫酸鉄/電解凝集) ・濾過法 (UF/RO/ポーラス樹脂) ・ケン化処理 ・活性炭処理、超音波処理 etc.
・熱利用処理	<ul style="list-style-type: none"> ・グリニオン燃焼による乾燥 ・グリニオン燃焼による加熱濃縮 ・噴霧焼却 ・燃料化 (灰は肥料化)
・冷 凍	<ul style="list-style-type: none"> ・冷凍による濃縮
・生 物 処 理	
・嫌 気	<ul style="list-style-type: none"> ・嫌気発酵・メタン回収
・好 気	<ul style="list-style-type: none"> ・好気性生物処理
・有 価 物 回 収	<ul style="list-style-type: none"> ・ポリフェノール類回収 (低酸化剤として) ・芳香族、アルコール類回収 ・窒素分、タンパク分回収 ・カリ塩回収 etc.
・そ の 他	<ul style="list-style-type: none"> ・土木工事利用 (農工整備、レンガ製作) ・サンブラ用、活性炭用 (グリニオンとあわせ)

表IV-9 マージン処理技術の概要(抜すい)

(1リタ (伊) ≈ 1/10円)

No.	項目	設備概要	処理コスト等	備考
1	・廃グリニオン燃焼による生グリニオン乾燥及びマージン乾燥		<ul style="list-style-type: none"> 建設費 107/日オリーブ処理: 200×10⁶リタ 処理コスト 1,700リタ/㎡オリーブ (=17リタ/kg油) 	<ul style="list-style-type: none"> イタリアではこの設備に対する助成制度あり(資金、税金 etc.)
2	・蒸留及び生物処理によるマージン浄化		<ul style="list-style-type: none"> 処理コスト 9,660リタ/㎡マージン (=50リタ/kg油) 用役原単位: 160kg電/㎡マージン (15kWh/㎡) 0.3kgNaOH/㎡ 	<ul style="list-style-type: none"> 圧搾法のマージンより連続法のマージンの方が処理しやすい。
3	・機械コンプレッサー及びその回収熱による蒸留		<ul style="list-style-type: none"> 処理コスト 6,440リタ/TONマージン 109 " (スタート月) △ 3,560 " (売却益) 2,989リタ/TONマージン (=10リタ/kg油) 	<ul style="list-style-type: none"> スタートアップ用加熱剤が別途必要
4	・噴霧焼却		<ul style="list-style-type: none"> 建設費 20㎡マージン/日処理: 100×10⁶リタ 処理コスト 57リタ/kg油 用役原単位: 250kg電グリニオン/20㎡マージン 	<ul style="list-style-type: none"> オリーブ排液のない季節の生物の維持を如何にするかが問題
5	・嫌気性・好気性生物処理			<ul style="list-style-type: none"> フェノール除去(抽出)液の主なもの: 1. 糖質、心けい、Polyclearによる吸着、2. 糖質、心けい、Polyclear、糖質による抽出、3. Caro酸による酸化
6	・酵母発酵によるバイオマス(タンパク)生成			
7	・蒸留・抽出による有機物回収			
8	・発酵による飼料化			<ul style="list-style-type: none"> 動物に長期飼育させてよいか、まだ検討不十分
9	・冷凍による濃縮		<ul style="list-style-type: none"> 用役原単位: 108kWh/㎡マージン (100ℓ水/㎡) 	<ul style="list-style-type: none"> まだまだ実用化の段階ではない。

3.4 SIOS-ZITEX (SATHOP)

(1) 始めに

石けん工場のプロセス改良について検討するにあたって、SIOS-ZITEX、SATHOPの2社あるが、いずれもほぼ同様の排水であるので前者についてここではとりあげる。

SIOS-ZITEXの排水は数カ所から排出されているが、ここでは最もプロセスの改良に関連づけが容易と考えられる石けん反応槽（けん化槽）からの排水を選んで検討する。

特に現有の設備を尊重しあまり手を加えることなくプロセスを改良しようとする、排水中に含まれる有価物を回収し、これを排水処理費への控除額として反映させるのが最も考えやすい。

石けん排水中にある有価物としては次のものが考えられる。

- | | | |
|---|--------|------------|
| } | ・グリセリン | 2～8% (含有率) |
| | ・食 塩 | 2～3% |
| | ・NaOH | 3～4% |

ここでは従来から各種プロセスが確定しており、かつ最も価値の大きいグリセリンの回収（同時に塩分も回収される）を検討する。

(2) グリセリンについて

従来からグリセリンの製法としては合成法と天然法（石けんの生産に併産されるもの）の2種類があり、日本ではかつては天然法が大部分であったが、現在では輸入品及び合成法が徐々に増加してきている。

グリセリンの用途はその物理的性質（吸湿性、溶解度、粘度など）及び化学的性質（OH基が3箇あることによる反応性）、更には生体に対して無毒であるなど種々の特性を利用してあらゆる分野で使用されている。

主な用途は表IV-10であり、有効な化学品ということがいえる。

表IV-10 グリセリンの用途

分類	用途
1 食 用	溶剤（香料、着色剤）、結晶防止剤（砂糖）、冷媒（冷凍食品）、潤滑剤（食品機械）
2 薬 用	カン腸剤、チンキ剤、軟膏、精神安定剤、心臓病薬（ニトログリセリン）
3 化粧品 用	乾燥防止剤、粘度調整剤
4 潤滑剤 用	酸素圧縮機、非油溶性潤滑剤
5 タバコ 用	葉くずれ防止剤、乾燥防止剤
6 セロハン 用	可塑剤（10～20%吸着）
7 ウレタンフォーム 用	原料（グリセリン+PO/EO+ジイソシアネート）
8 モノグリセリド 用	食用、薬用、化粧品用、土木乳化剤（モノ、ジエステル）
9 樹脂 用	耐水性ラッカー、ワニス、ペイント類（エステルゴム）、塗料用（アルキッド樹脂）
10 火薬 用	ダイナマイト（ニトログリセリン）

また、これらに対応してグリセリンの品質規格として次のようなものがある。

表IV-11 グリセリンの品質規格（日本）

種類	内容及び細分類
1 局方グリセリン (PG)	・日本薬局方に合格（84～87wt%、 $\rho = 1.221 \sim 1.230$ ） 更に { ・濃グリセリン（95wt%以上） ・化粧品用グリセリン（化粧品原料基準合格）
2 精製グリセリン (RG)	・JIS精製グリセリン規格に合格（98.5wt%以上） 更に { ・樹脂用グリセリン（耐熱試験合格） ・食添用グリセリン（食品衛生法試験合格）
3 ダイナマイトグリセリン (DG)	・JISダイナマイトグリセリン規格に合格（98.5wt%以上） 若干黄色に着色

表IV-12 グリセリンの品質規格（米国）

種 類	内 容
1 USP級	ほぼ日本の局方濃グリセリンに等しい
2 BP級	USPと同等なるも $\rho \geq 1.260$
3 CP級	USPとほぼ同等
4 工業用グリセリン	淡黄色、 $\rho \geq 1.262$
5 ダイナマイト級	着色大、 $\rho \geq 1.262$

(3) 石けん排水からのグリセリン回収プロセスの概要

旧来からグリセリンの製造は石けん排液から回収併産するのが一般的であった。

S I O S - Z I T E Xの石けん排液は7 m³/日で、約5%のグリセリン及びその他（食塩、NaOH、不純物等）を含む。

グリセリンを回収するには、現在最も広く行なわれている濃縮精製法による工程で純良なグリセリンを収率よく回収できる。

なお、石けん排水は種々の不純物を含有するので、濃縮操作の前に十分に薬品処理をして除去する必要がある。

濃縮工程は二重効用缶と濃縮缶及び精製缶とからなっておりグリセリンと同時に塩分も回収される。

(4) 回収プロセスの説明

図IV-13にグリセリン回収フローをまとめた。このフローに沿って回収フローを以下に述べる。

1) 沈降槽（2基）

石けん排液中の不純物を除去するために、まず沈降槽を2基交互に用い、静置して、出来るだけの脂肪酸あるいは石けん分を分離除去する。

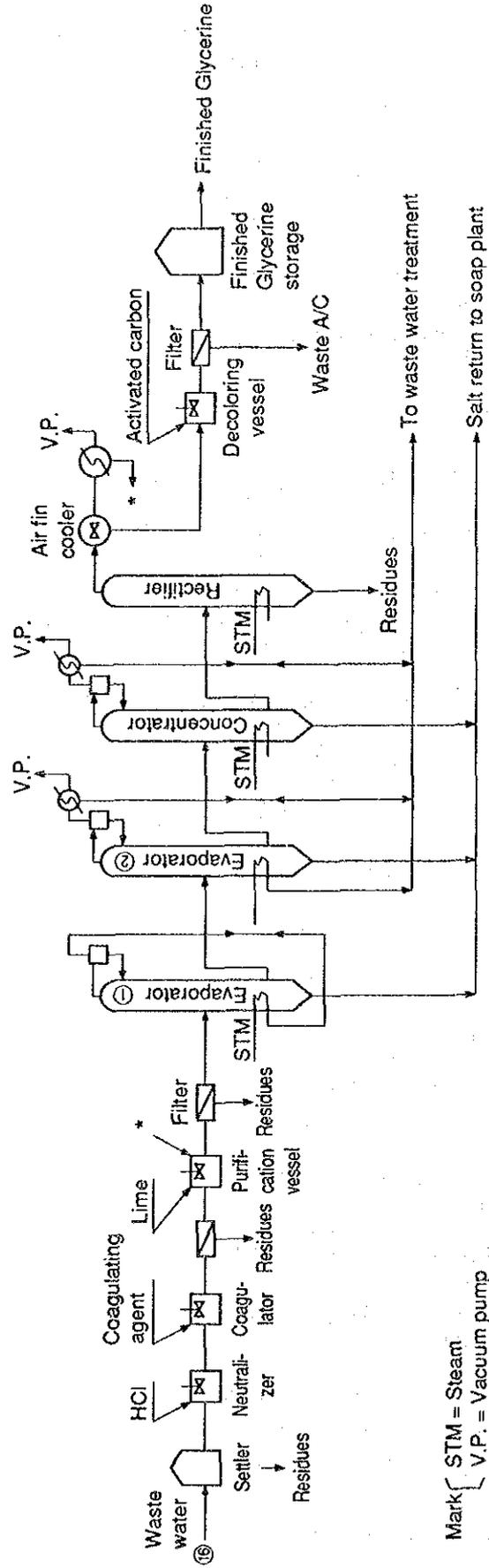
2) 中和槽

ここで、排水中に含まれるアルカリ分（苛性ソーダ）は塩酸を投入攪拌し、中和を行う（硫酸も可）

3) 凝集槽

この槽で硫酸バン土（硫酸アルミ）を加え、残留油脂エマルジョンを金属石け

図IV-13 グリセリン回収フロー



ん（アルミ石けん）と水酸化アルミのコロイド沈澱に分離する凝集精製を行う。
硫酸バン土の代りにミョウバン（alum）でもよい。

更に、消石灰を加え、種々の含有される不純物、脂肪酸あるいは石けん分をより十分に分離除去するために、攪拌し、PH4.5 で圧濾過を行う。

4) 浄化槽

更に次の濃縮操作のためにソーダ灰（炭酸ナトリウム）を加え攪拌し、PH8.5～9.0 として再び圧濾過を行う。

以上の2回の圧濾過操作からの残査は夫々、金属石けん（アルミ石けん）と水酸化アルミのコロイド沈澱物、及びアルミ石けんである。

5) 蒸発器（2基）及び濃縮塔

蒸発器（2基）は2重効用缶で成っており、これの第2缶で40～60%までグリセリンが加熱濃縮されると、濃縮塔に移送され60～80℃で50～100 mmHgの減圧下で80～90%まで濃縮され粗製グリセリンを得る。

以上の3缶の底部から析出される食塩はスラリー状で回収され、石けん工場で再使用可能である。

6) 精製塔及空冷熱交（3基）

粗製グリセリンは精製塔に移送され、約 200℃、40～50mmHgの減圧下で蒸留を行い、次いで空冷熱交（3基）で順次凝縮させ濃度98%以上のグリセリンが収率80～90%で得られる。

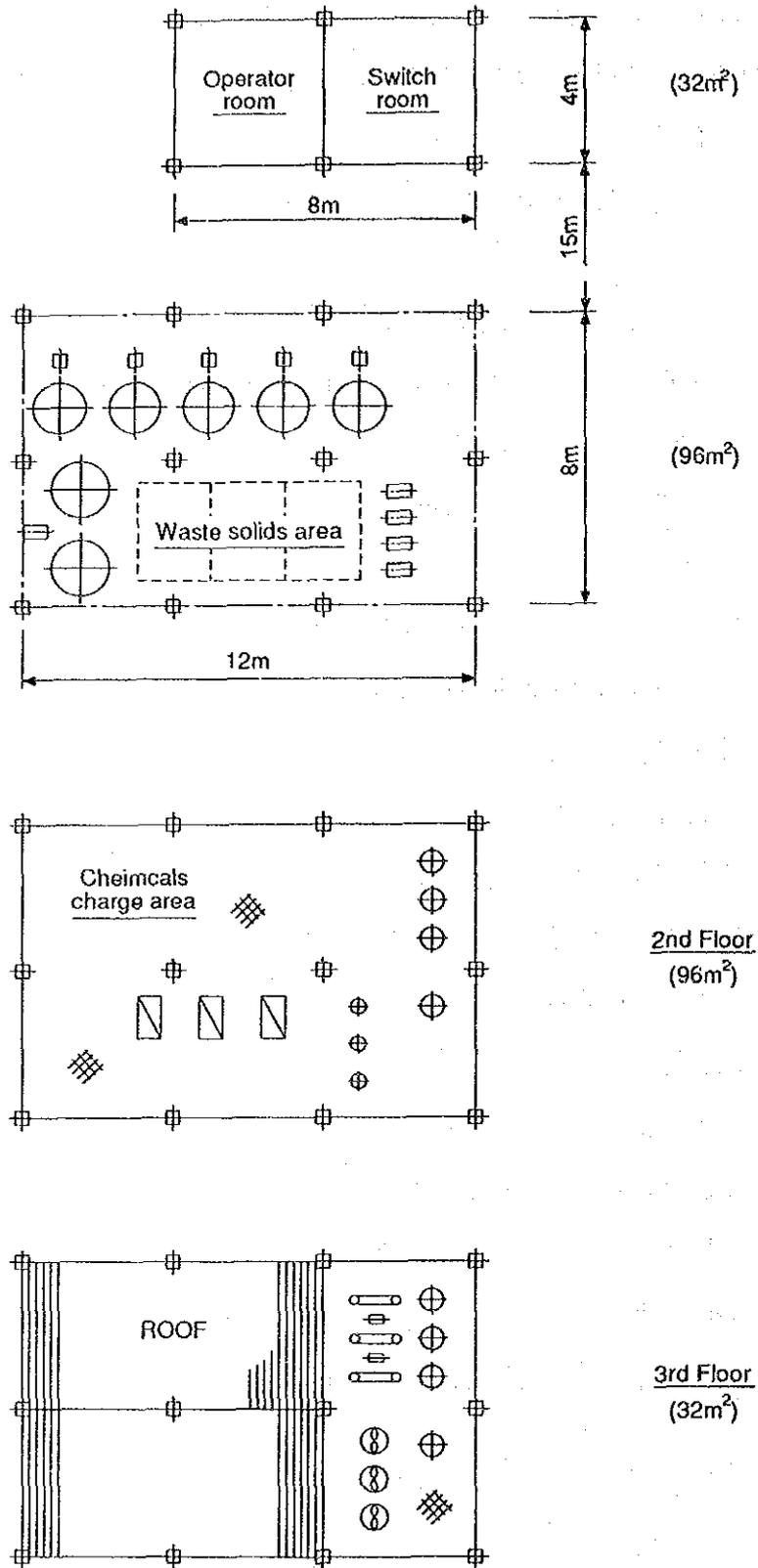
7) 脱色槽

以上のようにして得られた精製グリセリンは多少分解によって着色（淡黄色）しており、ときには臭気をも帯びていることがあるので、脱色槽にて活性炭を用いて攪拌し脱色を行い、圧濾過を行う。

場合によっては蒸留水で希釈し所要の濃度のグリセリンを得る。

以上の操作を行う設備の配置図、主要機器は夫々の図IV-14、表IV-13に示す。

図IV-14 グリセリン回収設備配置図



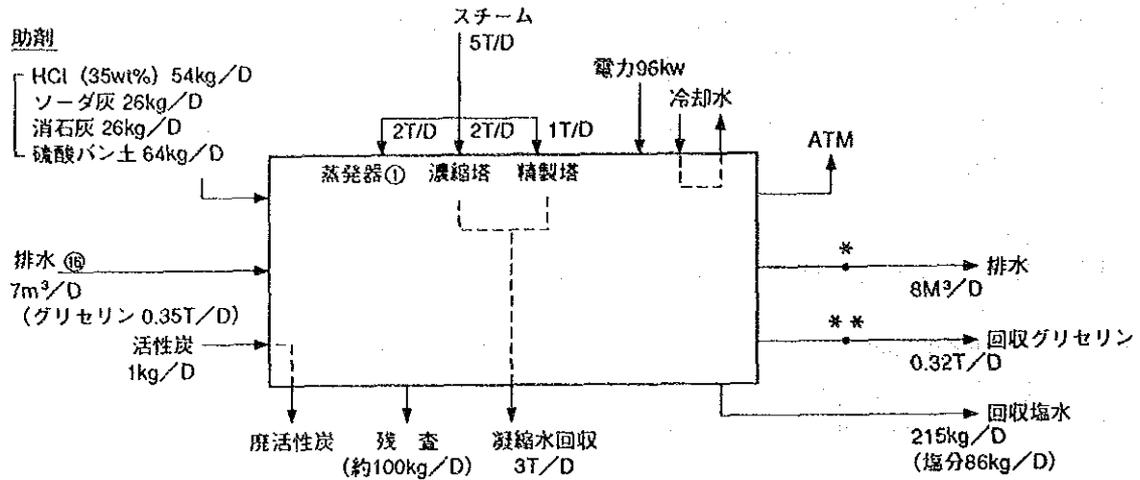
表IV-13 主要機器リスト

項 目	数量	仕 様 他
1 塔 ・蒸発器① ・ " ② ・濃縮塔 ・精製塔	1 1 1 1	500φ×3000H, C.S., ホールング, リボラー付 500φ×3000H, " " 400φ×4000H, " " 300φ×5000H, " "
2 槽類 ・沈降槽 ・中和槽 ・凝集槽 ・浄化槽 ・蒸発器供給槽① ・ " " ② ・濃縮塔供給槽 ・粗グリセリン貯槽 ・アキュムレータ ・凝縮水受槽 ・脱色槽 ・精製グリセリン貯槽	2 1 1 1 1 1 1 1 3 1 1 1	コーンルーフ・円筒形, 8 m ³ , PE 円筒形, 4 m ³ , PE, ミキサー付 " " " " " " " " 平底円筒形, 4 m ³ , CS " , 4 m ³ , " " , 2 m ³ , " 堅形円筒形, 1 m ³ , " " , 0.5 m ³ , " " , 0.2 m ³ , " 円錐底円筒形, 0.5 m ³ , CS, ミキサー付 コーンルーフ・円筒形, 3 m ³ , CS (1週間分)
3 熱交換器 ・蒸発器コンデンサー ・濃縮塔コンデンサー ・エアフィンクーラー ・最終コンデンサー	1 1 3 1	シエルアンドチューブ, CS/CS, 3 m ² " " " " エアフィン型, CS, 2 m ² シエルアンドチューブ, CS/CS, 2 m ²
4 フィルター ・凝集槽フィルター ・浄化槽フィルター ・脱色槽フィルター	1 1 1	プレスフィルター, Aℓ " " " " " "
5 バキュームポンプ ・蒸発器②バキュームポンプ ・濃縮塔バキュームポンプ ・精製塔バキュームポンプ	1 1 1	ナッシュポンプ, CS " " " " " "
6 ポンプ ・各種移送ポンプ	10	遠心式, 304SS, CS

(5) 物質収支

前述のプロセスによってグリセリンを回収する時、各種助剤・用役が使用される。これらを含んで全体の物質収支をまとめると図IV-15の通りである。

図IV-15 グリセリン回収の物質収支



上図に示す通りグリセリン回収率は91%となる。

$$0.32 / 0.35 \times 100 = 91\%$$

この時の回収グリセリンの品質は運転条件を変える事で次の2通りが可能である。

表IV-14 回収グリセリン品質

項目	精製グリセリン	局方グリセリン
密度 d ¹⁵	1.2626~1.2647	1.2241~1.2252
PH	5.7~6.6	5.8~6.7
グリセリン分	99.0~99.7%	84.3~84.7
塩素 (as NaCl)	<0.001 %	} (同左)
灰分	t r	
非揮発分	0.01~0.03%	
石けん分 (as Na ₂ O)	<0.01 %	

注) 図IV-15の**印の品質を示す。

一方工場からの排水 (No.16) 7 m³/日はグリセリン回収プロセスで汚濁分は下がるが水量は増え 8 m³/日となる。この排水水質は次の通りである。

グリセリン回収後排水水質 (図IV-15*印の水質)

流量	8 m ³ /日
残グリセリン濃度	2,000 ppm
CODcr	2,400 "
BOD	1,500 "
SS	Neg

(6) 概略の経済性検討

前述のグリセリン回収設備の経済性について以下に検討する。

- ① 年間グリセリン回収量 : 0.32ton/d × 330d/Y = 105.6ton/Y
- ② 設備費用 : 203,000千円
- ③ 労務費 (45,000円/月 × 2人 × 12月) : 1,080千円
- ④ 変動費 (薬剤・用役等) : 6,216千円

以上よりグリセリン回収の年間費用を算出すると次のとおりである。但し、減価償却は10%、税・保険・修繕費・利息等で12.4%を見込んだ。

- ・固定費 : 46,552千円
(建設・設備 : 45,472千円)
(労務費 : 1,080千円)
- ・変動費 : 6,216千円
- ・コスト (固定+変動費) : 52,768千円
- ・販売価格 : 28,512千円

これらより、資金回収期間 (POT) を次式より求めた。

$$\begin{aligned}
 POT &= \frac{\text{投資額}}{\text{税引前利益} + \text{減価償却}} = \frac{\text{投資額}}{\text{販売価格} - \text{コスト} + \text{減価償却}} \\
 &= 203,000 / (28,512 - 52,768 + 20,300) = -51
 \end{aligned}$$

故に本設備に対する投資は疑問があるが、排水水質負荷の低減が見込めるので排水処理設備能力が小さくなる。

このため、グリセリン回収+排水処理設備のケースと、排水処理設備だけのケース比較が必要と思われる。

3.5 SMCP (TMC)

SMCP/TMCは将来の明確な経営計画を持ち、これに添った設備導入を進めている。それには公害対策の設備も含まれている。この様な状況で今後、同工場が取組む公害対策の中心は、クロム塩の回収であろう。

しかしながら、企業規模が或る程度大きくないと採算がとれないと考えられるため、今回はクロム塩の回収について世界の状況を紹介するに留めた。

(1) クロム鞣し排液からのクロム塩の回収

1) 各国の状況

クロム鞣し排液の循環利用法は、大きく2つの方法に分けられる。クロム含有排液を、次回の鞣し用水として直接循環利用する方法と、排液中のクロムをアルカリにより水酸化クロムとして沈澱・分離し、これを硫酸で再溶解して、鞣剤として再利用する方法である。

直接循環利用法では、排液の再利用を繰り返すにつれて、可溶性塩類や、脂肪分・蛋白質などが増量蓄積し、再利用には限度がある。したがってこの限界に達したクロム排液は、これまで広く採用されて来た、含有クロムを沈澱・分別して回収することによって混在する可溶性塩類や脂肪蛋白質などを減少または除去した後、硫酸溶液として再利用する方法をとらざるを得ない。

この方法については下記の文献がある。

- ① Williams, D. A. : U. S. Pat, 2, 110, 187 (1933)
- ② Schulls, G. W. and Schubert, A. : PB Report, 12, 672 (1945)
- ③ Harnley, J. W : J. A. L. C. A., 46, 169 (1951)
- ④ Klanfer, K. : J. A. L. C. A., Supplement, No. 15, 29 (1970)
- ⑤ Hauck, R. A., : J. A. L. C. A., 67, 422 (1972)
- ⑥ Harenberg, O., Heidemann, B. und Allam, S. S. : Das Leder, 25, 219 (1974)
- ⑦ Robinson, J. W. : Leather and Shoes, 169, 38 (1976)
- ⑧ Robinson, Jr, J. W. and Howard, J. W. : Leather Manufacturer, 93, No. 8, 12 (1978)
- ⑨ Constantin, J. M. and Stockman, G. B. : Das Leder, 31, 52 (1980)
- ⑩ Emanuelsson, I., Persson, C. and Horrdin, S. : Ibid, 32, 125 (1981)

また1977年に来日したオランダのInstitute for Leather and Shoa Research TNO の所長 Ir. P. J. Van Vlimmeren によれば、この方法にもっとも有効な沈澱剤は酸化マグネシウムであり、その効果は締った沈殿物をつくる（10%Cr₂O₃/湿潤重量）、沈降速度が速かである（約 2.5m/h）、ギ酸やリン酸塩の存在下でも残留するクロム量は少い（5mgCr/l）、上澄液のPHは比較的低い（PH 8~9）などの特徴がある。さらに、沈澱させた水酸化クロムは硫酸で溶解し、再調整することにより、技術面や、製品等の品質に何等の問題もなく鞣液として再利用出来るとしている。1976年、欧米各国の主要研究機関や皮革製造工場並びに廃水処理場を訪問調査した日本皮革技術協会の報告によれば、クロム鞣し排液から水酸化クロム沈澱法によってクロムを回収し再利用しているところは、前記オランダのTNOをはじめ、フランスのCentre Technique du Cuicr (CTC)、ドイツのBASF、ドイツのCarl Freudenberg CO. (Weinheimにある皮革関連物質の総合製造会社) などがある。

このクロムを沈澱・分離・再溶解する方法は、水酸化クロムとして回収するための反応、沈澱槽、さらに沈澱したフロックの脱水装置、酸で溶解するためのホモジナイザー等の大規模な設備や装置を必要とし、その上これらを運転するための人手と経費が必要であり、大工場での大量処理には適するが、小規模では困難である。これは直接循環利用法が推奨される大きな理由である。

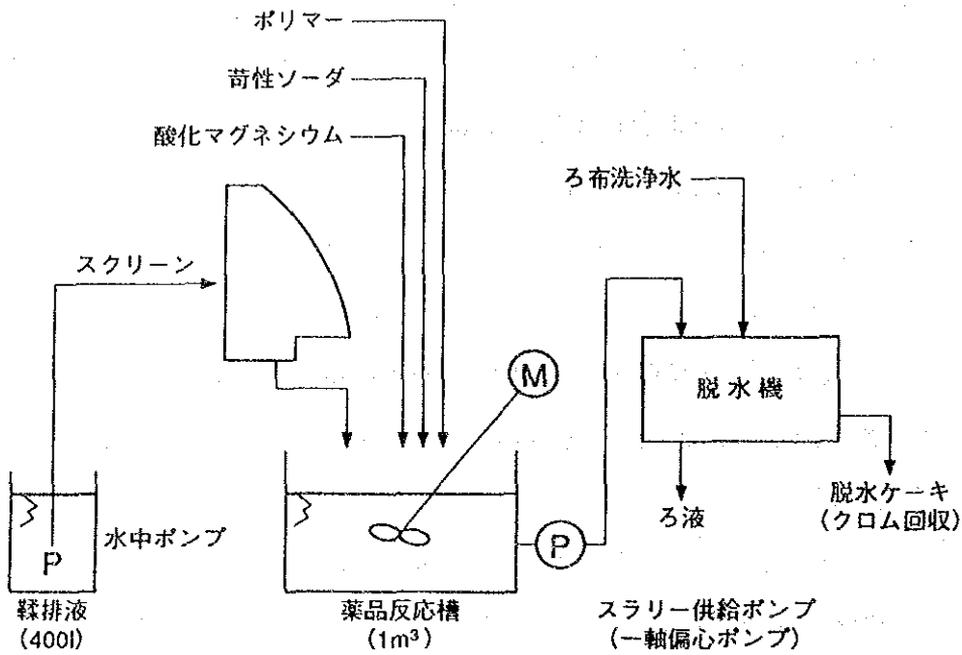
2) 日本での実験例

1988年、東京都立皮革技術センターで行われた「クロム鞣し排液からのクロム塩の回収および再生クロムによる鞣製実験」の概略について記述する。

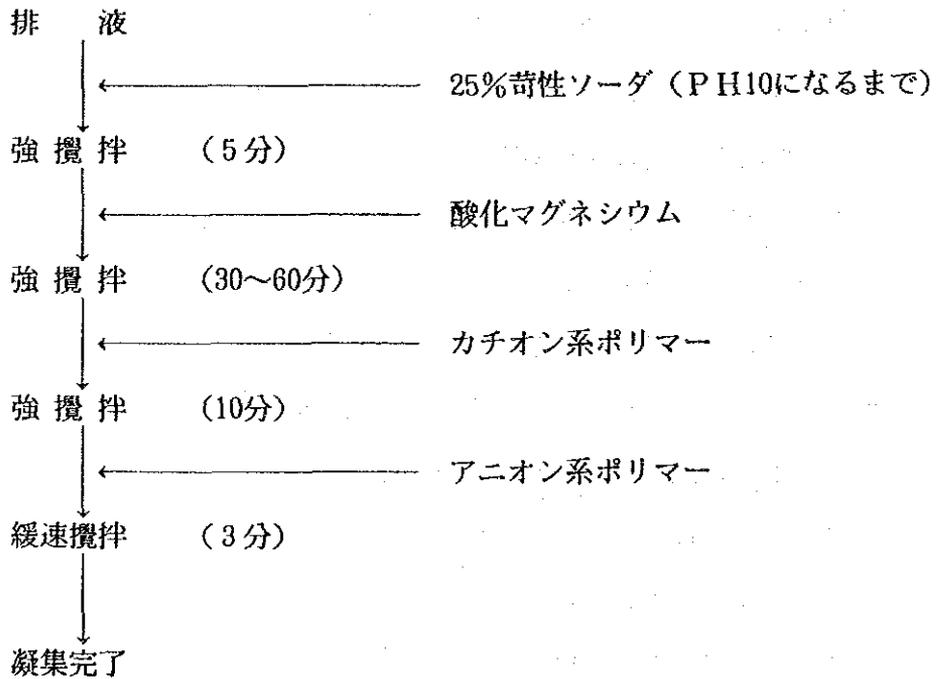
図IV-16は鞣し排液からのクロム塩の回収方法を図示したものである。

排液は 200ℓ ドラム缶 2本 (約 400ℓ) 採水し、目開き 150μmの自動スクリーン (ウェッジワイヤ) で皮くずを除去し、薬品反応槽へ投入した。薬品反応槽では25%水酸化ナトリウム溶液、ついで酸化マグネシウム、ポリマーを投入し攪拌混合した後、ポンプで脱水機に送水し脱水した。再溶解して鞣し液として利用することを目的とするため、沈澱あるいは凝集剤として鉄塩、石灰などを使用することは好ましくない。

図IV-16 クロム回収方法



図IV-17 糞排液の凝集方法



図IV-17は鞣し排液の凝集方法である。

脱水ケーキを硫酸で溶解して、クロム鞣剤としての再生実験を行った。

実験方法の概要は下記の通りである。

- ① 脱水ケーキ (65kg) を粉砕する。
- ② 熱湯 (30kg) でスラリー化する。
- ③ 工業用濃硫酸 (20kg) を徐々に添加し攪拌しながら脱水ケーキを溶解する。
- ④ ステンレス製金網 (5 mm×5 mm) の籠でろ過し不溶性の塊まりを除去する。
- ⑤ 熱湯 (40kg) を添加し良く攪拌する。
浮上した褐色の油分を除去する。
- ⑥ 水蒸気を吹込み、沸点近くまで加熱する。
- ⑦ 放置 (重量107.65kg)
- ⑧ 40%苛性ソーダ溶液 (5.8kg) を徐々に加えてPHを 2.0に調整する。
(実際は 2.2となった)
- ⑨ 再生クロム鞣液 (116.3kg) 作製完了

この再生クロム鞣液に新たな鞣剤を添加して鞣し試験を行った。この添加量は、当然再生クロム鞣液に含有されるクロム量を差引いた量となる。

結果、

- 1) 再生鞣液の塩濃度が30%前後と非常に高いために、鞣し液として利用する場合は、約4倍に希釈する必要があるが、再生液の量は使用済み液量の1/20～1/100に減少しているので全量を再利用出来る。
- 2) ウェットブルーの性状は、コントロール革と比べてほとんど差が無い。
- 3) 製品革の性状は、コントロール革に比べて充実性に優れ、物理的な強度についても何ら問題は無い。
- 4) 脱水ろ液は総クロムで2mg/lの排水基準を達成することは出来ず、循環系から離れたものとして凝集沈降による排水処理設備を通しスラッジとして処理する。

日本では水酸化クロム沈澱法によってクロムを回収し鞣し液として再利用しているところは無い。全て、スラッジとして処理されている。

3.6 STS

3.6.1 生産計画

現状稼働時間は、2交替で1日16時間であるが、販売政策の努力により、販売量増が可能となれば、3交替勤務として、1日24時間稼働、6日/週、日曜休み、祝祭日休みとすれば、利益増につながる。

理由としては、下記があげられる。

- ① 設備装置は、償却が終了しており、人件費はそれ程高くなく、固定費負担は少ないので安く増産できる。
- ② 装置はスタート停止を何度も繰り返すよりも連続運転の方がベターである。
(ボイラー、乾燥機等の熱応力の繰り返しが少なく寿命が長くなる。)
- ③ 同一種類の染色を長くした生産計画をたてた方が染色薬品のロスが少なくコストが安くなる。

従って、従業員増につながるが、販売増努力をすべきである。

3.6.2 凝縮水を回収したときのコスト低減効果

ドライヤーに使用している乾燥用空気を加熱したスチームの凝縮水を現在廃水としているが、スチームの凝縮水は、品質上も良くリサイクル使用可能である。約3トン/日放水している。又、年間稼働日数は、約290日であり凝縮水の回収金額は以下の如く少ないが、水の節約には寄与する。

$$\text{凝縮水回収量} = 3 \text{ m}^3/\text{日} \times 290 \text{ 日/年} = 870 \text{ m}^3/\text{年}$$

$$\text{回収金額} = 870 \text{ m}^3/\text{年} \times 0.106 \text{ デイナール/m}^3 = 92.2 \text{ デイナール/年}$$

又、この凝縮水が80°Cで出て、20°C迄冷却する場合A重油燃焼熱10,160kcal/kgとして、年間のA重油節減量は、

$$\frac{870 \text{ m}^3 \times (80 - 20^\circ\text{C})}{10,160} = 5.1 \text{ kl}$$

である。

3.6.3 日本の工場で行われている一般的省エネルギー対策の紹介

日本に於ける染色工場における省エネルギー及び廃水改善に対する一般的事例を以下に紹介する。

(1) 染色工場の省エネルギー

省エネルギーを実施するに当たって、第1に実施するべきものはエネルギーロスの排除である。すなわち、日常業務の中で「無駄」をなくするというのが主眼であって、このため工場全体の意識を昂揚し、全員参加の形で省エネルギーを行うことが必要である。

- ① 意識昂揚につとめ身近なところのロスを追放する。
- ② チェックリストをつくり各項目について検討を加える。
- ③ 過去の事例、他社の事例等を利用する。
- ④ 改善活動の結果として、省エネルギーの結果を発表させ、意識昂揚や参考事例として役立たせる。

等のことを考えねばならない。

1) スチームトラップの徹底整備

スチームトラップの作動を詳細にチェックすると問題のあるものが多い。われわれが調査した工場でも40%からのトラップに何等かの問題があったというような例があった。このためトラップの定期的な診断システムや徹底整備が必要である。

2) 凝縮水回収

染色工場ではボイラーへの薬品や染料の混入を恐れて凝縮水が回収されていない例があるが、これらについても温水として工程中に使用するか、または熱交換器を通して利用するなどを行い熱回収及び凝縮水を回収する。

3) 乾燥機の運転改善

シリンダー乾燥機等で最終シリンダーの何本かが無駄に使われていることがある。これはただ過乾燥を行っているに過ぎない。仕掛け品種に応じて最終シリンダーの蒸気を止めるなどの操作でロスを防ぐことができる。

4) 熱風乾燥機等からの排気コントロール

熱風乾燥機からの排気中の熱エネルギーを最少にするため排気の絶対湿度を測定してその排出量をコントロールする。

5) 熱風乾燥機の排気の熱回収

ヒートパイプ等の熱交換機を使用して排気の熱を給気の加熱に使用する。排熱から温水をつくり水洗機等の湯洗部分に使用する。

6) 照明のチェック

常時人のいないところでの小まめな消灯や、不必要な照度を下げたための電灯の間引きなど。

7) ロットの切り替えを減らす

染色工場、とくに捺染工場では柄、配色が切替るごとに型替えや染料替えが行われ、この間のエネルギーのロスや薬品のロスも多い。したがってロットを大きくすることは省エネルギーにつながる。

(2) 排水改善

1) 薬剤等の使用量の節約及び変更

調液作業の際多く調節しすぎたり、混合を間違えたりしないようにする。さらには現在使用している薬剤について汚濁負荷の少ないものや使用量の少なくてすむものに変更できないかを検討する。

2) 用水の節減

水洗方法を向流に洗浄すれば相当節水可能である。

第V編

排水処理・再利用技術の検討及び計画の前提

第V編 排水処理・再利用技術の検討 及び計画の前提

1. 排水処理・再利用に関する技術の概要

1.1 排水処理・再利用に関する技術の検討方法

技術の検討にあたっては、以下の諸要素が密接な相関を有し、総合的な取進めが必要となる。

- ① 用水削減方策
- ② 良質排水の簡易処理による回収対策
- ③ 悪質排水の前処理対策
- ④ 総合排水処理計画と各種対策後の変化予測
- ⑤ 総合排水処理水の再利用システムの検討
- ⑥ 各種ケーススタディと最適化
- ⑦ 上記項目に関する技術・経済的評価

これら諸要素及び主検討項目、検討の進め方を図V-1に示す。

1.2 排水処理に関する留意事項

1.2.1 発生源対策の必要性

(1) 汚染物質の下流での拡散防止

発生源で排水が小容量、高濃度の状態で処理し、下流での拡散防止を図る。

他排水と合流後は、大容量、低濃度となり処理しにくくなる。

此の方策が結果的には排水処理に要する経費（建設費・運転経費）を軽減する事になる。

(2) 汚濁物質の事故・トラブル等による流失防止

汚濁物質を含む排水処理系統の設備破損又は運転上のトラブル等による系統外への流出は、公共水域及び地下水への汚染となり種々問題を生じる為、未然に防止する必要がある。

(3) 汚濁物質発生源の見直し

汚濁物質発生源の排出状況を調査し、生産プロセスを見直し、発生源での汚濁物質排出量を低減する。

1.2.2 排水系統分離の必要性

汚濁物質は排出源の性格により種々異なっており、同一処理対象汚濁物質毎に分類し処理する必要がある。更に、未処理のまま放流出来る清澄排水と処理対象排水は完全に分離する必要がある。

上記を実行する事により、排水処理装置の建設費・運転経費等は大幅に低減出来る。

1.3 排水処理技術の概要

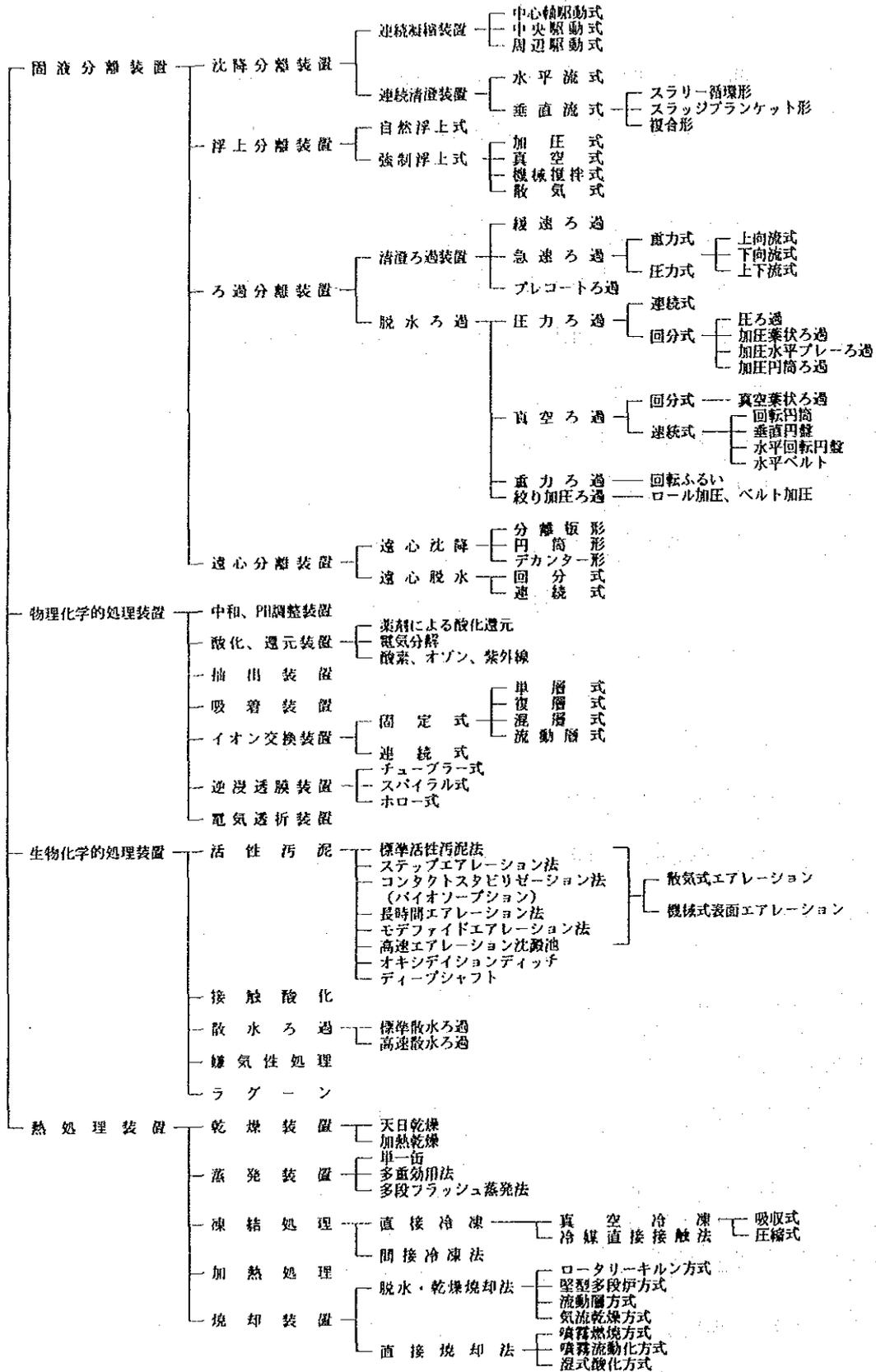
1.3.1 処理装置の方式

処理装置の方式を大別すると以下の通りとなり、図V-2装置の形状と分類を示す。

- ① 固液分離装置
- ② 物理化学的処理装置
- ③ 生物化学的処理装置
- ④ 熱処理装置

これらは現在使用されている排水処理装置の方式を殆ど包括している。

図V-2 排水処理装置の形式と分類



1.3.2 調査対象工場の排水の特性と処理システム

調査対象工場は多岐に亘っており、工場により排水の特性は異なる。然し、処理対象汚染物質は浮遊物質、有機物質（BOD、COD等）、ノルマルヘキサン抽出物質（油脂、グリース等）及びpH等が共通の処理対象となる。

特定の工場では重金属、臭気、色度等も処理対象となる。

これらの汚染物質とそれに対応した一次処理、二次処理及び高度処理の概要を表V-1に示す。

又、塩分濃度の高い排水も排出されているが、スファックス地域では給水自体の塩分濃度が高く、S I A P E（国営肥料工場）の井水は電気伝導度5.5~5.7ms/cm、S I O S-Z I T E X（石鹼工場）は電気伝導度14.9~21.9ms/cm、S M C P（革なめし工場）は電気伝導度12.0~12.5ms/cmと高く、水道水でさえT M C（革なめし工場）での測定結果は電気伝導度2.0~2.3ms/cmと日本の飲料水より高い値を示す。

表V-1 業種別排水の特性と処理システム

(注) ●●●高濃度 ●低濃度

汚染種 業・排水の種類	汚染種	SS	BOD	COD	油分	窒素 化合物	リン	フッ素	クロム	鉄	その他の 重金属	リン	硫化物	臭気	色	
	油・貯槽所		●	●	●●	●								●		
肥料工場	●●●	●●	●●	●●	●			●●								
石鹼工場	●	●●	●●●	●●●	●										●	
革なめし/染色工場	●●	●●	●●●	●●●	●●●	●●			●●				●		●●●	
下水処理場		●●	●●	●●	●●	●		●	●					●	●●	
オリーブ工場	●●	●●●	●●●	●●●	●	●●	●						●●		●●	
処理 方法	一次処理	スクリーン 自然沈殿	自然沈殿 凝集沈殿	自然沈殿 凝集沈殿	自然浮上	活性汚泥 散水ろ過				対一の 自然沈殿 凝集沈殿						
	二次処理	中和	凝集沈殿 ろ過	活性汚泥 散水ろ過 メタン醗酵	活性汚泥 散水ろ過 メタン醗酵	凝集浮上 ろ過	生物学的 脱窒素	活性汚泥	凝集沈殿 ろ過	還元・沈 殿ろ過	水酸化物 として沈 殿・分 離ろ過	水酸化物 または硫 化物として沈 殿・分 離ろ過	活性汚泥 凝集沈殿 ろ過	活性汚泥 化学的酸 化	活性汚泥 化学的酸 化	凝集沈殿 酸化・還 元
	高度な処理		活性炭吸 着 生物処理 後の凝集 沈殿・ろ 過 逆浸透	活性炭吸 着 塩素・オ ゾン酸化 逆浸透		逆浸透	活性炭吸 着		イオン交 換 電気透析	イオン交 換 電気透析	イオン交 換 電気透析		逆浸透	活性炭吸 着	活性炭吸 着 逆浸透	

1.3.3 調査対象工場の排水処理

今回の調査対象工場は業種が多岐に亘っているが、基本的には排水処理装置として普及している以下の処理装置の組合せで対処出来る。

- ① スクリーン
- ② 油水分離（オイルセパレータ）
- ③ 加圧浮上
- ④ 凝集沈殿
- ⑤ 生物処理
- ⑥ ろ過
- ⑦ pH調整
- ⑧ 逆浸透膜
- ⑨ 精密濾過

1.4 再利用に関する技術の概要

排水再利用及び再利用の為の装置概要を表V-2に示す。

表V-2の中で再利用システムに該当するものは、凝集沈殿、活性炭吸着、イオン交換、オゾン処理、電気透析及び逆浸透の各装置である。

各工場排水を最終的に再利用する際に水質上の問題となる項目は次の通りである。

① COD、BOD濃度が高い

主として水中に溶解している有機物等に起因している。

除去法は、油水分離、活性汚泥、湿式酸化、凝集沈殿、活性炭吸着、限外ろ過等の適用が必要となる。

② 塩分濃度が高い排水

用水の循環使用過程で用水中に含まれていた塩分は、プロセス内で酸及びアルカリの中和反応による塩類の生成、又は用水中へのプロセス側からの不純物の溶解等に起因し濃度が高くなる。

塩分の除去法はイオン交換、電気透析及び逆浸透法等の適用が必要となる。

表V-2 用水利用及び再生利用のための設備概要

処理設備	原 理	処理する主な対象	備 考
冷 却 塔 類	水と空気を接触させ、水の蒸発潜熱によって冷却する。	温 度	① 夏と冬では外気温が異なるため、冷却能力が異なる。 ② 外気湿球温度以下には下げ難い（通常外気湿球温度+5℃まで）。 ③ 間接冷却用水が主であり、汚濁量の大きい水は前処理を要す。 ④ 運転コストは安価である。 ⑤ 騒音問題、スケール、スライム、防食剤、ブロー排水の問題がある。
冷 水 池 放 冷 池 類	同 上	温 度	① 冷却塔に比較して冷却効率が低い→敷地を要す。 ② 臭気、有毒物などを含む場合は環境問題を起こすこともある。 ③ 運転コストは極めて安い。 ④ 外気湿球温度までしか冷却できない。 ⑤ 沈殿池、貯水池、調整池、噴水池などを兼ねることができる。
冷 凍 機 冷 水 塔	① 沸点の低い媒体の蒸発潜熱によって冷却する。 ② 水の蒸発潜熱によって冷却する。	温 度	① 運転コスト（特にエネルギーコスト）が高い。 ② 騒音問題がある。 ③ 鉄分、塩類などの除去問題がある。 ④ エネルギー効率のよい冷凍機技術開発の必要がある。
調 整 槽	水だめ	水量調整、貯水	① 水質、水量によって建設方法が異なる。 ② 運転コストは極めて安い。 ③ 技術的に容易に扱える。
濾 過 スクリーン マイクロストレーナーなど	金属網、砂等によって、水中の固形物を除去する。	SS	① 運転コストは安い。 ② 設備建設コストが安い。 ③ 技術的に容易に扱える。
油 水 分 離 コアレスナーなど	油と水の界面現象を応用して分離する。	BOD、COD 油 分	① 石油精製業で最も普及している。
固 液 分 離 装 置	固体と水を物理化学的性質を利用し分ける。	BOD、COD、 SS、スラッジ	① 石炭業で最も普及している。
浮上分離装置	粒子表面の物理化学的性質を利用して浮上分離させることであり、廃水中の油分、繊維質などの分離に適する。	油 分	① 食品、石油、化学、鉄鋼などで普及している。 ② 処理洗浄用水で普及している。
中和、薬注装置	pH調節、殺菌などを行う。	pH 細 菌 類	① 全業種で使用されている。 ② 運転コストは原水質によって大きく異なる。
軟 化 装 置	水中の硬度を薬品によって下げる。	硬度、塩類	① 食品、繊維、染色業で普及している。 ② 通常沈殿池、濾過器、イオン交換器などを組み合わせて用いる。 ③ スケール、スライム防止の効果がある。
活性汚泥装置	微生物により有機物を浄化する。	BOD、COD	① 夏と冬では水温がちがうため、処理能力に差がある。 ② 微生物をあつかっているため、殺菌作用のある原水は好ましくない。
凝集沈殿装置	水中に凝集剤を添加して微細懸濁物の粒子を大きくし、凝集した粒子（フロック）を沈殿分離する。	SS、BOD、 COD 無機物	① 石炭、硫酸ばん土、高分子凝集剤などを使用する場合が多い。 ② 薬品注入槽、フロック形成槽、沈殿池などから成る。 ③ 水中の懸濁物の質と量によって操作が大幅に異なる。
脱 気 装 置	水中の気体を除去する。	CO ₂ 、DO	① 金属腐食防止効果がある。
活性炭吸着装置	活性炭の表面における吸着現象を利用して水中の不純物を除去する。	BOD、COD 油分、におい、 色、ABS 遊離塩素	① 低分子性の有機物質を除去できる。 ② 活性炭が高価であるので、高濃度汚濁水は前処理をする。 ③ 通常、活性炭再生炉を併設する。
イオン交換装置	水中のイオンを吸着して除去する。	塩 類	① イオン交換樹脂の再生に薬品を使う。 ② 高濃度の汚濁水は前処理を要す。 ③ 小型でもメリットがある。
オゾン処理装置	オゾンで酸化分離する。	COD、BOD 細菌類、色、 におい、ABS	① スラッジ発生量が少ないか、あるいはほとんどない。 ② エネルギーを多量消費する。
電気透析装置	正負イオンを電気で分離し、脱塩、濃縮を行う。	塩 類	① 電気エネルギーを消費する。 ② 逆に塩類濃縮にも使用している。
逆浸透圧装置	膜を通して塩類を除去する。	塩類、有機物 細菌類	① 膜が高価。 ② 前処理に注意すること。

注)他に光学処理、電解処理、磁気処理、塩素処理、蒸留、冷凍法などがある。

2. 目標排水水質の設定

2.1 設定の概要

2.1.1 水系環境の整備

地球環境が叫ばれている現在、生活系排水・工場排水などが水系の環境へ大きな影響を及ぼす。その影響は下記に示すように極めて広範囲にわたる。

- (1) 公衆衛生面への影響
- (2) 上水道への影響
- (3) 工業用水への影響
- (4) 水産への影響
- (5) 農業への影響
- (6) 下水道への影響
- (7) 富栄養化

観光面を重視するチュニジアにとって水系の環境を整備することは重要な課題といえる。

2.1.2 産業と環境

産業の近代化が進み生産方式とその規模が拡大すると共に、排出される排水は環境を汚染する。それが自然の浄化機能を越える時、公害としてクローズアップされる。排水処理はきわめて希な例を除き企業の収益のプラスとならない。しかし企業の公共性に対する理念と公害防止に対する世論の観念、適正なる法的規制とによってこれを達成して行かねばならない。

しかしながら、いたずらに環境の基準値を上げ、必要以上の排出基準を設定しても産業の活性化を失わせ現状との食い違いが生じる。産業の業種、企業の規模などを考え、その発展に合わせた要は調和のとれた環境基準、排出基準を設定する必要がある。従って排出基準は段階的に設定することが必要である。

2.1.3 排水の負荷の低減

排水処理を実施する前に排水中の未利用資源の活用は資源論的見地からも重要である。排水中に汚濁物が流れるということは、有価物が流れているということで、それを先ず、回収することを考えねばならない。それには生産プロセスの見直し、運

転方法の改善などをはじめ、徹底した有価物の回収を図る必要がある。

今回の調査においても企業によってはその回収を心がけているところも見受けられるが、排水の汚濁度が高いところを見るとまだ回収の余地があるものとする。いたずらに排水処理への投資金額を大きくするだけでなく、有価物はできるだけ回収し排水処理への投資は最小限にせねばならない。

2.1.4 目標設定の必要性

前述の如く、工場の生産プロセスの合理化により工場外に排出する汚濁負荷は最小限とし、運転上止むを得ない物質のみを排出するのを第1原則とし、止むを得ず排出するものは、排水処理を実施する必要がある。この時、公共水域に排出するとき、水質の基準値が必要である。基準値としては、産業の発展と調和のとれた適正な基準とせねばならない。排出基準としては、チュニジアは INNORPIの基準がある。この基準は、大変厳しい数値であり、一挙に達成することは困難であるとする。そこで、基準の数値を暫定的に緩い基準値を一時的に採用し、段階的に実施し、最終目標値に達成させる方式を提案するものである。日本に於いても過去、産業の種類によって暫定基準を設けた例もあるので、先ず、次項に日本の基準について説明し、チュニジアの暫定基準の案についても言及する。

2.2 日本の環境基準・排水基準

日本の環境基準・排水基準はそれぞれ別に定められており次のその概略を示す。

2.2.1 環境基準

水域の汚濁防止に関わる基本の対策としては水域へ排出される汚濁負荷を減少させることであり、その達成のためには法律による規制、監視測定、下水道・排水処理設備の建設等の処置がとられている。

水質に関する環境基準は、公共水域の水質について達成し維持することが望ましい基準を定めているものであり、人の健康の保護に関する基準と生活環境の保全に関する基準の二つからなっている。

(1) 人の健康に関する基準

人の健康に関する基準は他の基準とも経済発展とも一切関わりなく、如何なる

時でも守って行かねばならない最低の基準である。従って数値も平均値ではなく最高値としている。

規制されているのは、Cd・CN・有機燐・Pb・Cr⁶⁺・As・総水銀・アルキル水銀・PCBの9項目である。

(2) 生活環境に関する基準

生活環境に関わる基準は直ちに人の健康に関係することに関わらず、生活環境を保護する意味で設定されたもので、日平均値として年間75%はこの基準が守られるようにしたものである。またこの基準は河川、湖沼、海域ごとに利水目的などに応じた水域類型を設け、それぞれに項目に関する基準を定め、各公共用水域について水域類型を指定することにより当該公共用水域の環境基準としている。

公共海域（A地区）にて規制されているのは、pH・BOD・SS・DO・油分・大腸菌群数の6項目である。

2.2.2 排水基準

前記の環境基準を守ために排水の排水基準を定めたものであり、これには全国一律基準と上乘せ基準、およびその他種々の基準がある。その概略を示す。

(1) 一律基準

現状において処理可能である数値を示したもので、原則として全公共水域を対象とし一律に適用されるものである。

しかし、生活環境項目に対しては50m³/日未満の事業所には適用されない。

表V-3にその数値を示す。

表V-3(1) 一律基準 (その1)

有害物質の種類	許 容 限 度
カドミウム及びその化合物	0.1 mg/l
シアン化合物	1 mg/l
有機燐化合物 (パラチオン、 メチルパラチオン、メチル ジメトン及び EPNに限る)	1 mg/l
鉛及びその化合物	1 mg/l
六価クロム化合物	0.5 mg/l
ひ素及びその化合物	0.5 mg/l
水銀及びアルキル水銀その 他の水銀化合物	0.005 mg/l
アルキル水銀化合物	検出されないこと
PCB	0.003 mg/l
トリクロロエチレン	0.3 mg/l
テトラクロロエチレン	0.1 mg/l

表V-3(2) 一律基準 (その2)

項 目	許 容 限 度
pH	海域以外 5.8-8.6 海 域 5.0-9.0
BOD	160(日間平均120) mg/l
COD	160(日間平均120) mg/l
SS	200(日間平均150) mg/l
n-Hex Extract(Mineral oil)	5 mg/l
n-Hex Extract(Non Mineral oil)	30 mg/l
Phenol	5 mg/l
Cu	3 mg/l
Zn	5 mg/l
Soluble Fe	10 mg/l
Soluble Mn	10 mg/l
Cr	2 mg/l
F	15 mg/l
大腸菌群数	日間平均 3,000個/cm ³
N	120(日間平均60) mg/l
P	16(日間平均8) mg/l

(2) 暫定基準

生活環境に関する基準において、業種によっては一律基準を適用するには現状経済的に困難をとまなうものについては、一定期間一律基準の適用を免除し、暫定的に緩い基準が設けられた。現在は、なめし皮製造業・毛皮製造業についてのみ暫定処置がとられている。なめし皮・毛皮製造業の暫定基準の推移を表V-4に示す。

表V-4 皮革産業にかかわる暫定基準の推移

	1971年	1979年	1984年	1989年	1994年
BOD最大 mg/l	2,300	1,100	900	900	160
日間平均mg/l			680	680	120
SS 最大 mg/l	2,000	600	500	300	200
日間平均mg/l			380	250	150
n-Hex 抽出物 mg/l	50	50	50	50	30
Cr mg/l	50	20	20	10	2

(3) 総量規制基準

汚濁発生源が集中し、排水基準のみでは環境基準を維持達成することが困難な閉鎖系水域には業種を指定し、その地域のCODの総量規制基準を設け、CODの濃度と流量の両者を規制している。

(4) 上乘せ規準

一律の排水基準では不十分と考えられる水域については、これに変わる基準としてより厳しい排水基準を都道府県にて決定している。50m³/日未満の排水量の事業所についても設定することができる。

(5) 富栄養化防止基準

湖沼は流入する汚水の中の窒素・磷によって富栄養化し、生物が異常繁殖し障害が生じる。このため湖沼に対して窒素・磷の規制を地域、業種を定めて規制している。

(6) 公害防止協定

地方自治体は環境基準を守り、必要ある時は企業・工業団地と公害防止協定を締結し、厳しい排水基準を設定し規制している。

(7) 下水道への排出基準

下水道は家庭污水・工場排水・雨水などを受け入れ処理した上、公共用水域へ放流するものである。工場排水を下水道へ流入させる場合基準を設け、その基準以上の場合は工場内に除害施設を設置することを義務づけている。

(8) 下水処理場からの放流水基準

下水処理場から公共用水域へ放流する場合の基準である。

2.2.3 助成・税制処置

民間の公害防止対策を推進するため各種の金融上、税制上の助成処置が設けられている。金融上の助成処置は事業団・銀行、公庫などから低利または無利子にて融資される。公害防止機器のリース制度もありリース会社に融資を行っている。また、污水处理施設については非課税処置が適用され、耐用年数の短縮・特別償却なども認められている。

2.2.4 日本とチュニジアとの基準値の比較

日本の基準値については前項で述べた通りであるが、これをチュニジアのINNORPI規格と比較すると表V-5の通りなる。

日本の基準は前述の通り環境基準と排水基準とに分け、環境基準を達成させるために排水基準を定めている。排水基準の設定も、地域の企業数・規模などの立地条件に河川の条件を当てはめ、きめ細かい数値を決定しているものである。それに経済的及び技術的な要素を加味し暫定的な基準をも決めている。それに比しチュニジアは全国一律の基準であり、環境基準ではなく、排水基準である。その排水基準も日本の基準の項目以外の項目が多種類あり、数値そのものも極めて厳しく、日本の環境基準と排水基準の中間に位置している。また、海域の排出基準に塩類の陰イオンである SO_4 の排水基準をも規定している。

この両者のどちらが良いかは一概に言うことはできず、その国情にあった基準を設定すべきものであろう。しかしながら SO_4 は一般の海水中に既に含まれている物質

でありこれを規制するのは徒らに排水処理への投資額を増加させるに過ぎないこと
 になろう。

表V-5 日本とチュニジアとの基準の比較

		J A P A N						T U N I S I A		
		ENVIRONMENTAL STANDARD		EMISSION STANDARD				EMISSION STANDARD (INNORPI)		
		FOR HEALTH	FOR LIVING (PUBLIC SEA A)	UNIFORM STANDARD	MORE STRINGENT ST. (EX. SEA OF KASHIMA) FISHERIES SEWAGE TR. PLANT	EXCLUSIVE FACILITIES (GENERAL)	EMISSION FROM SEWAGE TREATMENT PLANT	PUBLIC SEA	EMISSION TO SEWAGE TREATMENT PLANT	
Cd	mg/l	0.01		0.1			0.1		0.005	0.1
CN	mg/l	NOT DETECT		1			1		0.05	0.5
ORGANIC P	mg/l	NOT DETECT		1			1			
Pb	mg/l	0.1		1			1		0.5	1
Cr+6	mg/l	0.05		0.5			0.5		0.5	0.5
As	mg/l	0.05		0.5			0.5		0.1	0.1
Hg Total	mg/l	0.0005		0.005			NOT DETECT		0.001	0.01
Hg Alkyl	mg/l	NOT DETECT		NOT DETECT			NOT DETECT			
PCB	mg/l	NOT DETECT		0.003			0.003			
TRICHLOROETHYLENE	mg/l			0.3						
TETRACHLOROETHYLENE	mg/l			0.1						
pH			7.8-8.3	5.0-9.0		5.8-8.6	5-9	5.8-8.6	5.5-8.5	5.5-9
BOD	mg/l			160	AVE. 90	AVE. 20	600	20	30	400
COD Mn	mg/l		2	160	AVE. 90	AVE. 20				
COD Cr	mg/l								90	1000
SS	mg/l		25	200	AVE. 120	AVE. 40	600	70	30	400
SEDIMENT	ml/l								0.3	
DO	mg/l		> 7.5							
DIL	mg/l		NOT DETECT						20	30
MINERAL	mg/l			5			5		10	10
NON MINERAL	mg/l			30		MAX. 10	30			
CHLORINE SOLVENT	mg/l								0.05	0.1
ABS	mg/l								2	5
PHENOL	mg/l			5		1	100		0.05	1
I CONSUMPTION	mg/l						220			
Cu	mg/l			3			3		1.5	1
Zn	mg/l			5			5		10	5
Fe	mg/l			10			10		1	5
Mn	mg/l			10		1	10		1	1
Cr	mg/l			2		1	2			
Cr+3	mg/l								2	2
F	mg/l			15			15		5	3
S	mg/l								2	3
COLON BACILLUS	/100ml		1.000MPN	3.000/cm3				3.000/cm3	2.000	
STREPTOCOCCUS									1.000/100ml	
SALMONELLA									NOT DETECT	
CHOLERA BACILLUS									NOT DETECT	
TEMP.	°C						45		35	35
Cl	mg/l									700
Cl2	mg/l								0.05	1
ClO2	mg/l								0.05	0.5
SO4	mg/l								1000	400
PO4	mg/l								0.1	70
Mg	mg/l								2000	300
K	mg/l								1000	50
Na	mg/l									1000
Ca	mg/l									
Al	mg/l								5	10
COLOR	mg/l			16					100	
P	mg/l									90
NO3	mg/l								5	10
NO2	mg/l								30	100
NH4-N	mg/l			120						
T-N	mg/l									
B	mg/l								20	2
Sn	mg/l								2	2
Mo	mg/l								5	5
Co	mg/l								0.5	0.5
Br2	mg/l								0.1	1
Ba	mg/l								10	10
Ag	mg/l								0.1	0.1
Be	mg/l								0.05	0.05
Sb	mg/l								0.1	0.2
Ni	mg/l								2	2
Se	mg/l								0.5	1
Ti	mg/l								0.001	0.01
AGRICULTURAL CHEMICALS	mg/l								0.005	0.01

2.3 テュニジアの排出暫定基準の設定

チュニジアには排出基準としてINNORPIの基準があるが、日本の排出基準と比較して、項目数も多く、又数値も厳しい。そこで暫定的な基準を定め、最終的にはINNORPIの基準を達成するよう暫定基準の設定を提案する。

第5次現地調査において日本側より暫定基準案を提案した折、チュニジア側よりも暫定基準案が提示された。その両者の暫定基準値及びINNORPIの基準値を併記すると、表V-6のとおりとなる。但しこの表には、今回の調査で分析していない項目、無関係と考えられる項目は除外して記載した。

チュニジア側提案の暫定基準の特徴は、表V-6にみられるようにONASの下水処理場へ流す場合に塩類である Cl 、 SO_4 も規制していることである。第5次現地調査においてチュニジア側より塩類を規制する理由としては、ONASの処理水を灌漑用水として利用するために是非必要であるとの強い主張があった。

排水処理で塩類を除去するのは莫大な投資が必要であり灌漑用水の造水コストが上昇することになるが、ケーススタディの一つとして検討することとした。

表V-6 暫定基準

		TENTATIVE STANDARD (JAPAN PROPOSAL)		TENTATIVE STANDARD (TUNISIA PROPOSAL)	TUNISIA EMISSION STANDARD (INNORPI)	
		EMISSION TO PUBLIC SEA	EMISSION TO SEWAGE TREAT. PLANT	EMISSION TO SEWAGE TREAT. PLANT	EMISSION TO PUBLIC SEA	EMISSION TO SEWAGE TREAT. PLANT
Cd	mg/l	0.005	0.1	0.1	0.005	0.1
CN	mg/l	0.05	1	0.5	0.05	0.5
ORGANIC P	mg/l	-	1	-	-	-
Pb	mg/l	0.5	1	1	0.5	1
Cr+6	mg/l	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Cr+3	mg/l	2	2	2	2	2
As	mg/l	0.1	0.5	0.1	0.1	0.1
Hg Total	mg/l	0.001	0.01	0.01	0.001	0.01
pH		6.5-8.5	5.0-9.0	5.0-9.0	6.5-8.5	6.5-9
SS	mg/l	30	800	500	30	400
BOD	mg/l	30	800	800	30	400
COD Cr	mg/l	90	2000	2000	90	1000
OIL	mg/l	20	50	50	20	30
MINERAL	mg/l	10	-	-	10	10
NON MINERAL	mg/l	-	-	-	-	-
PHENOL	mg/l	0.05	5	5	0.05	1
Cu	mg/l	1.5	3	3	1.5	1
Zn	mg/l	10	10	10	10	5
Fe	mg/l	1	10	10	1	5
Mn	mg/l	1	10	3	1	1
F	mg/l	5	15	15	5	3
S	mg/l	2	-	-	2	3
COLON BACILLUS		2,000	-	-	2,000	-
		/100ml	-	-	/100ml	-
STREPTOCOCCUS		1,000	-	-	1,000	-
		/100ml	-	-	/100ml	-
SALMONELLA		ABSENCE	-	-	ABSENCE	-
TEMP.	* C	35	-	-	35	35
Cl	mg/l	-	-	2000	-	700
Cl2	mg/l	0.05	-	-	0.05	1
ClO2	mg/l	0.05	-	-	0.05	0.5
SO4	mg/l	-	-	1000	1000	400
PO4	mg/l	0.1	-	-	0.1	10
Mg	mg/l	2000	-	-	2000	300
K	mg/l	1000	-	-	1000	50
Na	mg/l	-	-	-	-	1000
Ca	mg/l	-	-	-	-	-
Al	mg/l	5	-	-	5	10
COLOR		100	-	-	100	-
NO3	mg/l	90	-	-	90	90
NO2	mg/l	5	-	-	5	10
NH4-N	mg/l	30	-	-	30	100
T-N	mg/l	-	-	-	-	-

3. 工場内の排水水質による分類及び技術検討

3.1 工場内の排水水質による分類

3.1.1 排水水質一覧表の作成

簡易分析結果の一覧表を表V-7に示す。

3.1.2 排水水質別分類

排水処理・再利用上の重要な水質因子は以下の3項である。

- ① 有機物質濃度
- ② 塩分濃度
- ③ 固形物質濃度

これらは簡易分析項目からそれぞれ化学的酸素要求量(COD_{cr})、電気伝導度(EC)、浮遊物質濃度(SS)で代表させ、各濃度により以下の通り分類する。

(1) 有機物質濃度

次の通り3ランクに分類する。

- ① 高有機物濃度排水： $COD_{cr} \geq 1,000mg/\ell$
- ② 中有機物濃度排水： $1,000mg/\ell > COD_{cr} \geq 100mg/\ell$
- ③ 低有機物濃度排水： $100mg/\ell > COD_{cr}$

(2) 塩分濃度

次の通り3ランクに分類する。

- ① 高塩分濃度排水： $EC \geq 5ms/cm$
- ② 中塩分濃度排水： $5ms/cm > EC \geq 0.5ms/cm$
- ③ 低塩分濃度排水： $0.5ms/cm > EC$

(3) 固形物質濃度

次の通り3ランクに分類する。

- ① 高固形物濃度排水： $SS \geq 400mg/\ell$
- ② 中固形物濃度排水： $400mg/\ell > SS \geq 100mg/\ell$
- ③ 低固形物濃度排水： $100mg/\ell > SS$

以上の分類基準を各排水に適用し、表V-8の通り排水水質別分類表を作成した。

表V-7 簡易分析結果一覽表 (1/2)

A. PRIMARY ANALYSIS (44 POINTS)

SAMPLING POINT	SAMPLING DATE	ANALYSIS ITEMS(8)							
		TURBIDITY deg.	p H	CONDUCT' TY us/cm	S. SOLID mg/L	C O Dcr mg/L	B O D mg/L	n-HEX mg/L	D O mg/L
SPE-01	10/07/92	2	7.2	5.7	4	<6		5	1
SPE-01	15/07/92	13	7.2	5.5	5		1		1.4
SPE-11	10/07/92	130	2.0	22.0	82	190	--	3	4.5
SPE-11	15/07/92	51	2.0	19.9	29	120	--	4	3.7
SPE-13	10/07/92	30	1.2	48.0	10	240	--	16	3.5
SPE-13	15/07/92	6	1.3	38.7	2	240	--	4	3.5
SPE-14	10/07/92	2	1.1	59.0	3	350	9	3	6.8
SPE-14	15/07/92	6	1.2	57.7	4	270	--	9	2.8
SPE-17	10/07/92	>999	2.1	18.0	31000	8700	--	4	5.7
SPE-17	15/07/92	>999	2.0	19.5	210000	5400	2200	39	1.5
SPE-18	10/07/92	110	7.3	8.9	160	190	--	3	4.6
SPE-18	15/07/92	50	9.0	6.7	66	210	130	3	3.6
SPE-19	10/07/92	25	1.6	24.0	60	220	--	10	4.2
SPE-19	15/07/92	10	1.7	20.1	11	220	--	5	3.8
SPE-20	10/07/92	14	1.8	19.0	27	260	400	6	3.9
SPE-20	15/07/92	6	1.9	14.7	7	470	--	11	3.8
SND-11	10/07/92	79	7.9	62.0	60	240	290	60	0.4
SND-12	10/07/92	72	7.3	51.0	20	550	140	34	0.5
SND-13	10/07/92	63	7.4	57.0	10	510	150	57	0.3
SZT-01	11/07/92	10	7.5	2.4	<1	6	5	3	4.8
SZT-01	14/07/92	0	7.7	2.1	<1	2	5		4.2
SZT-09	11/07/92	10	6.7	21.9	1	24	3	3	2.4
SZT-09	14/07/92	1	6.9	14.0	18	170	33		2.3
SZT-11	11/07/92	6	7.7	16.9	8	230		2	3.3
SZT-11	14/07/92	1	7.8	17.9	5	530	30	4	3.5
SZT-12	11/07/92	1	4.3	14.2	36	2000	700	23	3.3
SZT-12	14/07/92	20	4.6	15.6	57	2000	12	39	
SZT-13	12/07/92	>999	8.9	14.0	220000	170000	27000	18000	0.3
SZT-13	14/07/92								
SZT-14	11/07/92	695	6.3	2.5	20000	65000	23000	1800	1.8
SZT-14	14/07/92								
SZT-15	11/07/92	31	7.5	30.6	28	1600	160	14	0.7
SZT-15	14/07/92	27	7.8	24.5	26	1600	13	5	0.3
SZT-16	11/07/92	>999	12.3	91.7	740	44000	16000	9800	0.5
SZT-16	14/07/92	>999	12.6	>100	2600	29000	13000	5500	0
SZT-17	11/07/92	715	11.7	35.0	590	620	140	34	2.3
SZT-17	14/07/92	980	12.0	58.3	1300	550	450	20	1.5
SZT-18	11/07/92	10	8.5	2.6	1	130	26	4	4.9
SZT-18	14/07/92	2	8.0	2.5	1	32	170	4	3.9
SZT-19	11/07/92	110	5.7	14.0	70	940	530	4	3
SZT-19	14/07/92	700	6.1	14	2900	6400	2300	33	0.2
SZT-20	11/07/92	10	6.8	2.4	4	64	6	6	5
SZT-20	14/07/92	165	7.8	2.3	3	330	250	27	

表V-7 簡易分析結果一覽表 (2/2)

A. PRIMARY ANALYSIS (44 POINTS)

SAMPLING POINT	SAMPLING DATE	ANALYSIS ITEMS(8)							
		TURBIDITY	p H	CONDUCT' TY	S. SOLID	C O Dcr	B O D	n-HEX	D O
		deg.		ms/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
SMC-01	09/07/92	94	7.4	12.5	1	15	1	<1	
SMC-01	14/07/92	0	7.1	12.0	<1	27	16	--	3.5
SMC-11	09/07/92	>999	6.8	18.4	2700	50000	5200	270	
SMC-11	14/07/92	500	7.1	15.0	99	4600	13000	210	1.9
SMC-12	09/07/92	>999	>12	25.3	7200	740000	170000	260	
SMC-12	14/07/92	>999	12.0	18.0	9700	8800	6000	310	0.1
SMC-13	09/07/92	>999	8.7	31.1	1700	550000	59000	490	
SMC-13	14/07/92	>999	8.4	25.7	820	6000	112000	510	1.9
SMC-14	09/07/92	>999	8.7	16.5	3200	640000	170000	42000	
SMC-14	14/07/92	>999	8.4	12.5	1300	190000	140000	41000	6.4
SMC-15	09/07/92	>999	8.4	15.6	420	48000	8000	330	
SMC-15	14/07/92	>999	7.8	13.0	440	4100	2700	230	1.5
SMC-16	09/07/92	288	3.0	77.6	360	11000	2400	260	
SMC-16	14/07/92	440	3.6	76.0	180	720	1900	330	1.4
TMC-01	09/07/92	3	7.7	2.0	2	8	0.4	2	
TMC-01	14/07/92	0	6.6	2.3	0.8	4			5.4
TMC-11	09/07/92	>999	3.2	36.0	690	9700	7	990	
TMC-11	14/07/92	>999	3.4	27.0	260	7200	2300	1200	4.3
TMC-12	09/07/92	>999	4.9	36.0	690	5300	1200	810	
TMC-12	14/07/92	>999	5.0	31.0	280	10000	1800	1600	4.3
TMC-13	09/07/92	63	3.6	25.0	54	6400	2900	21	
TMC-13	15/07/92	125	3.2	19.3	37	10000	6500	19	3.9
STS-01	10/07/92				<1	<6	0.1	3	
STS-01	15/07/92	0	8.0	2.3	<1	<6	<6	--	4.8
STS-13	10/07/92	>999	10.3	17.0	770	19000	--	760	
STS-13	15/07/92	>999	11.3	22.0	110	2.1	48000	400	0
STS-16	10/07/92	0	8.8	2.6	12	160	--	3	
STS-16	15/07/92	20	9.8	2.9	6	410	130	4	4.2
STS-19	10/07/92	>999	5.4	2.6	30000	130000	1	230	
STS-19	15/07/92	>999	7.8	2.8	37000	160000	100000	7	0.7
STS-20	10/07/92	28	11.3	12.0	36	510	--	7	
STS-20	15/07/92	10	11.1	5.2	13	54	47	200	4.2
STS-21	09/07/92	10	7.3	34.0	<1	2000	--	4	
STS-21	15/07/92	0	7.3	35.0	2	15	7	--	4.6
ONS-11	10/07/92	220	7.3	6.2	100	240	45	9	1.4
ONS-11	13/07/92	180	7.6	5.0	200	360	230	73	0.5
ONS-11	14/07/92	650	7.3	4.6	770			140	0
ONS-11	16/07/92	160	7.6	6.0	150	340	280	--	0.6
ONS-12	10/07/92	220	7.8	5.5	140	210	39	7	0.5
ONS-12	13/07/92	200	7.8	5.3	110	190	71	12	2.3
ONS-12	14/07/92	230	7.7	5.2	130			9	1.8
ONS-12	16/07/92	280	7.8	5.3	130	280	160	--	4.6
ONS-13	10/07/92	120	7.9	5.5	13	410	74	4	2.3
ONS-13	13/07/92	150	7.8	5.2	42	230	43	8	3.8
ONS-13	14/07/92	180	7.8	5.2	50			4	3.7
ONS-13	16/07/92	200	7.9	5.5	24	210	86	--	4.5
MRG	10/07/92	>999	4.8	32.0	3200	180000	27000	320	0.2
MRG	14/07/92	>999	4.6	--	6000		74000	290	0

表V-8 排水水質別分類表

有機物・塩分	懸濁固形物質 (SS : mg/ℓ)		
	A. 低固形物 100 > SS	B. 中固形物 400 > SS ≥ 100	C. 高固形物 SS ≥ 400
1. 高有機・高塩分	SZT-12、SZT-15、 TMC-13	SMC-16	SPE-17、SZT-13、 SZT-16、SZT-17、 SZT-19、SMC-11、 SMC-12、SMC-13、 SMC-14、SMC-15、 TMC-11、TMC-12、 STS-13、STS-19、 MGR
2. 高有機・中塩分			SZT-14
3. 高有機・低塩分	SND-12、SND-13		
4. 中有機・高塩分	SPE-11、SPE-13、 SPE-14、SPE-19、 SPE-20、SND-11、 SZT-11、SZT-20、 STS-16、STS-20、 ONS-30	SPB-18、ONS-11、 ONS-12	
5. 中有機・中塩分			
6. 中有機・低塩分			
7. 低有機・高塩分	STS-21、		
8. 低有機・中塩分	SZT-18、		
9. 低有機・低塩分			
備 考	高有機物濃度排水 : $COD_{cr} \geq 1,000 \text{mg}/\ell$ 中有機物濃度排水 : $1,000 \text{mg}/\ell > COD_{cr} \geq 100 \text{mg}/\ell$ 低有機物濃度排水 : $100 \text{mg}/\ell > COD_{cr}$ 高塩分濃度排水 : $EC \geq 5 \text{ms}/\text{cm}$ 中塩分濃度排水 : $5 \text{ms}/\text{cm} > EC \geq 0.5 \text{ms}/\text{cm}$ 低塩分濃度排水 : $0.5 \text{ms}/\text{cm} > EC$ 分析結果が2点以上ある場合は平均値を使用した。		

3.1.3 排水水質分類表の活用方法

排水水質別分類表により、以下の検討が出来る。

- (1) 悪質排水の前処理必要性
- (2) 良質排水の再利用検討
- (3) 排水系統図を利用した良質排水、悪質排水の判定

3.2 前処理技術の検討

3.2.1 前処理の必要性

排水が高度に汚染されている場合（高有機物濃度、高塩分濃度、高固形物濃度、高油分濃度等）は排水をそのまま処理出来ない場合がある。

又は、処理出来たとしても装置自体が大型となり建設費が高く、運転経費も非常に高くつく場合が多い。

このような場合は排水は前もって何らかの処理を施し、後続の処理装置が運転しやすく又建設費及び運転経費が経済的となるようにする必要がある。

3.2.2 前処理が必要な排水の選定

前処理が必要な排水の選定を以下の基準で行った。

- ① 高有機物濃度排水：COD_{cr} > 1,000mg/ℓ
- ② 高塩分濃度排水：EC > 5ms/cm
- ③ 高固形物濃度排水：SS > 500mg/ℓ
- ④ 高油分濃度排水：Oil > 100mg/ℓ
- ⑤ pH：5 > pH及びpH > 10

この基準により対象となる排水を5.3項で指摘する。

3.2.3 前処理必要性の判定

各工場の悪質排水の前処理必要性の判定を行なった。

(1) S I A P E（国営肥料工場）

前処理検討対象排水は、排水記号でS P E -13及びS P E -14である。特に問題となるのはスクラバー排水であり、悪質項目はpH（1.1～1.2）及び弗素である。リアクター排水との合流水及び総合排水のpH（1.8～1.9）をも低下させている。従って、pH及び弗素の処理設備が必要である。

その他S P E -17は悪質項目pH（1.8～2.1）、固形物濃度（31,000～210,000mg/ℓ）、及び有機物濃度（5,400～8,700mg/ℓ）であるが、現在回収再使用しているので前処理の対象とはならない。

(2) S N D P (国営油貯槽所)

特に前処理検討対象排水は排出されていない。

(3) U P O T S (オリーブ油工場)

前処理検討対象排水は、排水記号でMGRである。悪質項目はpH(4.6～4.8)、SS(3,200～6,000 mg/ℓ)、COD(180,000 mg/ℓ)及びOil(290～320 mg/ℓ)である。

前処理設備としては、COD濃度が高い事から生物処理法又は湿式酸化法を検討する。

(4) S I O S - Z I T E X (石鹼工場)

前処理検討対象排水は、排水記号SZT-13で悪質項目pH(14)、固形物濃度(222,000 mg/ℓ)、有機物濃度(170,000 mg/ℓ)及び油分濃度(18,000mg/ℓ)である。排水記号SZT-14の悪質項目は固形物濃度(20,000mg/ℓ)、有機物濃度(65,000mg/ℓ)及び油分濃度(1,800mg/ℓ)である。

排水記号SZT-15の悪質項目は有機物濃度(1,600mg/ℓ)である。

排水記号SZT-16の悪質項目は固形物濃度(740～2,600 mg/ℓ)、有機物濃度(29,000mg/ℓ)及び油分濃度(5,500～9,800 mg/ℓ)である。

従って、これらの排水を集合し油水分離・固形物を分離した後生物処理法等の前処理を検討する。油水分離・固形物分離をする事により有機物濃度が大幅に減少する。

(5) S A T H O P (石鹼工場)

前処理検討対象排水は、排水記号STP-13で悪質項目pH(10.5)、固形物濃度(840～2,600 mg/ℓ)及び有機物濃度(58,000～65,900mg/ℓ)である。

排水記号STP-16の悪質項目は有機物濃度(95,000～189,000 mg/ℓ)及び油分濃度(1,400～1,643 mg/ℓ)である。

従って、これらの排水を集合し油水分離・固形物分離した後、生物処理法等の前処理を検討する。

(6) SMCP/TMC (革なめし工場)

前処理検討対象排水は、排水記号SMC-11、SMC-12、SMC-13、SMC-14、SMC-15、SMC-16、TMC-11、TMC-12及びTMC-13即ち、排水全てが高固形物濃度、高有機物濃度及び高油分濃度である。

現在は2工場に分かれて操業しているが、1992年10月には1工場での操業となる為、これらの全ての排水を集合し油水分離・固形物分離した後、生物処理法等の前処理を検討する。

(7) STS (染色工場)

前処理検討対象排水は、排水記号STS-13で悪質項目pH (10.3~11.3)、有機物濃度 (2,583~19,000mg/ℓ) 及び油分濃度(400~760mg/ℓ) である。排水記号STS-19の悪質項目は有機物濃度 (130,000~160,000 mg/ℓ) 及び油分濃度 (7~230 mg/ℓ) である。

排水記号STS-21の悪質項目は有機物濃度 (15~2,000 mg/ℓ) である。従って、これらの排水を集合し生物処理法等の前処理を検討する。

油分については有機物の前処理により相当量が微生物分解されると思われるので、特別な前処理は不要である。

(8) ONAS (国営下水処理場)

特に前処理検討対象排水は受入れていない。従って前処理検討対象とはならない。

3.3 工場別の排水処理技術の検討

排水処理技術は「図V-2 排水処理装置の形式と分類」に記載した個々の処理装置をシステムとしてとらえ、最小の排水処理装置の組合せで最大の処理効果を上げる事が出来るか検討する事が重要である。

排水処理技術の検討に当たっては排水性状を十分に調査し、過去の類似排水処理装置の実績等をも調査する必要がある。

排水処理装置は「表V-1 業種別排水の特性と処理システム」に記載した一次処理及び二次処理が中心であり、三次処理は主として排水再使用の場合である。しかし、排水放流基準値が厳しい場合には三次処理まで行う場合もある。

本検討は「表V-6 暫定基準」をベースにし、以下に各工場に於ける検討対象物質を示す。

3.3.1 SIAPE (国営肥料工場)

・排水の処理検討対象物質

- ① SEP-13
 - ② SEP-14
- } ; pH改善、SS・油分・弗素除去
- ③ SEP-18 ; pH改善、SS・油分除去

上記の排水源を処理することによりSEP-19及びSEP-20の水質は改善されるものと思われる。排水中のCODもやや高いので、CODも同時削減の方法を検討する。

3.3.2 SNDP (国営油貯槽所)

・排水の処理検討対象物質

- ① SND-11 ; 油分除去

現在設置の簡易油水分離装置では性能が不十分である。

3.3.3 UPOTS (オリーブ油工場)

・排水の処理検討対象物質

- ① MGR ; 有機物及びSS除去

マージンに含まれる有機物及びSSは、かなり高濃度であり、物理化学的処理法

- ・生物処理法及び燃焼法等の広範囲な処理法の検討をする。

3.3.4 SIOS-ZITEX (石鹼工場)

- ・排水の処理検討対象物質

- ① SZT-11 ; 有機物除去
- ② SZT-12 ;
- ③ SZT-13 ;
- ④ SZT-14 ; } 有機物及びSS除去
- ⑤ SZT-15 ;
- ⑥ SZT-16 ;
- ⑦ SZT-17 ; 有機物及びSS除去

上記の排水源を処理することによりSZT-19総合排水の水質は改善されるものと思われる。

3.3.5 SATHOP (石鹼工場)

- ・排水の処理検討対象物質

- ① STP-11 ; 有機物除去
- ② STP-13 ;
- ③ STP-16 ; } 有機物及びSS除去
- ④ STP-18 ;

上記の排水源を処理することによりSTP-19総合排水の水質は改善されるものと思われる。

尚、STP-11及びSTP-18の排水水質はSIOS-ZITEXの分析値より推定した。

3.3.6 SMCP/TMCP (革なめし工場)

・排水の処理検討対象物質

- | | | |
|------------|---|-------------------|
| ① SMP-11 ; | } | pH調整、SS、油分及び有機物除去 |
| ② SMP-12 ; | | |
| ③ SMP-13 ; | | |
| ④ SMP-14 ; | | |
| ⑤ SMP-15 ; | | |
| ⑥ SMP-16 ; | | |
| ⑦ TMC-11 ; | | |
| ⑧ TMC-12 ; | | |
| ⑨ TMC-13 ; | | |

クロム排水は既に工場側にて計画・建設中のため検討外とした。

3.3.7 STS (染色工場)

・排水の処理検討対象物質

- | | | |
|------------|---|----------------------|
| ① STS-13 ; | } | pH調整、SS、油分及び浮遊性有機物除去 |
| ② STS-16 ; | | |
| ③ STS-19 ; | | |
| ④ STS-20 ; | | |
| ⑤ STS-21 ; | | |

STS-16、STS-20及びSTS-21は汚染度が少ないが、工場排水が少ない点及び各工程がバッチ処理である点から工場排水全てを処理対象とした。

3.3.8 ONAS

・排水の処理対象物質

- ① SS
- ② COD
- ③ BOD

各工場の排水がONASへ流入することになるので、その場合のSS、COD、BOD及び水量が増加する。既存設備を含めて検討対象とする。

4. 工場別排水処理・再生利用技術の計画の前提

4.1 排水処理のケース設定

各対象工場の排水処理のケースを設定するものである。適用する基準は両国提案の暫定基準、INNORPI基準に分かれ、処理水の放流先がONAS、海域と分かれる。又、石鹼工場の合理化を含むケースがある。

ケースの番号1を日本暫定基準、2をチュニジア暫定基準、3をINNORPI基準とし、放流先別にAはONAS、Bは海域とし、ケース4のみは、石鹼工場の合理化後のケースとする。今回設定するケースは次のとおりとなる。

ケースNo.	放 流 先	基 準	備 考
1	A ONAS	日本暫定基準	
1	B 海域	日本暫定基準	
2	A ONAS	チュニジア暫定基準	
2	B 海域	チュニジア暫定基準	
3	A ONAS	INNORPI基準	
3	B 海域	INNORPI基準	
4	A ONAS	日本暫定基準	石鹼工場合理化

これを各工場にあてはめたケースを一覧表とすると表V-9のとおりとなる。

表V-9 対象工場ケース設定一覧表

工場名	ケースNo.	排出基準					
		日本暫定基準		チュニジア暫定基準		INNOPRI基準	
		ONAS	海域	ONAS	海域	ONAS	海域
		A	B	A	B	A	B
SIAPB	1		1 B				
	2				2 B		
UPOTS	1	1 A					
	2			2 A			
	3					3 A	
SIOS-ZITEX	1	1 A					
	2			2 A			
	3					3 A	
	3						3 B
	4	4 A					
SATHOP	1	1 A					
	2			2 A			
	3					3 A	
	3						3 B
	4	4 A					
SMCP	1	1 A					
	2			2 A			
	3					3 A	
	3						3 B
STS	1	1 A					
	2			2 A			
	3					3 A	
ONAS	2				2 B		

注記.1 ケース 4 Aは石鹼工場の合理化を含むケースである。

2 ケース 2 B、3 Bは同一の排出基準である。

3 ONASへの流入排水は、各工場の日本暫定基準にして排出されたものとする。

表V-6に示した、暫定基準及びINNORPI基準につき各ケースの排水水質を示すと表V-10のとおりとなる。

表V-10 各ケース毎の排水水質基準

CASE		TENTATIVE STANDARD (JAPAN PROPOSAL)		TENTATIVE STANDARD (TUNISIA PROPOSAL)	TUNISIA EMISSION STANDARD (INNORPI)	
		EMISSION TO PUBLIC SEA	EMISSION TO SEWAGE TREAT. PLANT	EMISSION TO SEWAGE TREAT. PLANT	EMISSION TO PUBLIC SEA	EMISSION TO SEWAGE TREAT. PLANT
		1A, 4A	1B	2A	3A	2B, 3B
Cd	mg/l	0.005	0.1	0.1	0.005	0.1
Cr+6	mg/l	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Cr+3	mg/l	2	2	2	2	2
pH		6.5-8.5	5.0-9.0	5.0-9.0	6.5-8.5	6.5-9
SS	mg/l	30	800	500	30	400
BOD	mg/l	30	800	800	30	400
COD Cr	mg/l	90	2000	2000	90	1000
DIL	mg/l	20	50	50	20	30
MINERAL	mg/l	10	-	-	10	10
PHENOL	mg/l	0.05	5	5	0.05	1
Fe	mg/l	1	10	10	1	5
P	mg/l	5	15	15	5	3
COLON BACILLUS		2,000 /100ml	-	-	2,000 /100ml	-
STREPTOCOCCUS		1,000 /100ml	-	-	1,000 /100ml	-
SALMONELLA		ABSENCE	-	-	ABSENCE	-
Cl	mg/l	-	-	2000	-	700
SO4	mg/l	-	-	1000	1000	400
PO4	mg/l	0.1	-	-	0.1	10
K	mg/l	1000	-	-	1000	50
NH4-N	mg/l	30	-	-	30	100

表V-9にみられるように、SIAPEを除き、ケース-1A、2A、3Aは、各工場にて、処理を行いONASへ流入させONASにおいて、INNORPIの海域排出基準まで処理するものである。

従って、SFAX地域全体を考えれば、いずれのケースにおいてもINNORPIの海域排出基準が守られていることになる。

ここで各工場にて、全く処理を行わず、全量ONASにて処理することも考えられるが、今回の調査においては、次の事を考えて検討対象とはしない。

- (1) 今回の対象工場はSFAX市の限られた企業であり排水量も限られたものである、SFAX市全体に範囲を拡大した時、排水量が増大し、ONASの新設をも考えねばならず、今回の調査範囲を超えるものとなること。
- (2) ONASは微生物処理であり、BOD、CODなどの有機物は処理できるが、SIAPEのF、SMCPのCrなどは処理することができない。

このような物質は、ONASへ流す前に工場処理することが条件となる。

4.2 工場別の排水処理の計画前提

4.2.1 SIAPE

サンプリングポイント SPE-20の問題となる水質項目は

PH/Cd/F/COD/BOD/Fe/SO₄/P

である。従って、工場の排水を系統的に分類し、次の4つの系統に分ける。

I. TSPスクラバー排水 44m³/Hr

pHが低く、Fの含有量の極めて高く、Cl、SO₄濃度も高い排水である。

II. ジェネレータ、ボイラー排水 18m³/Hr

COD、Feを含みCl、SO₄濃度も高い排水である。

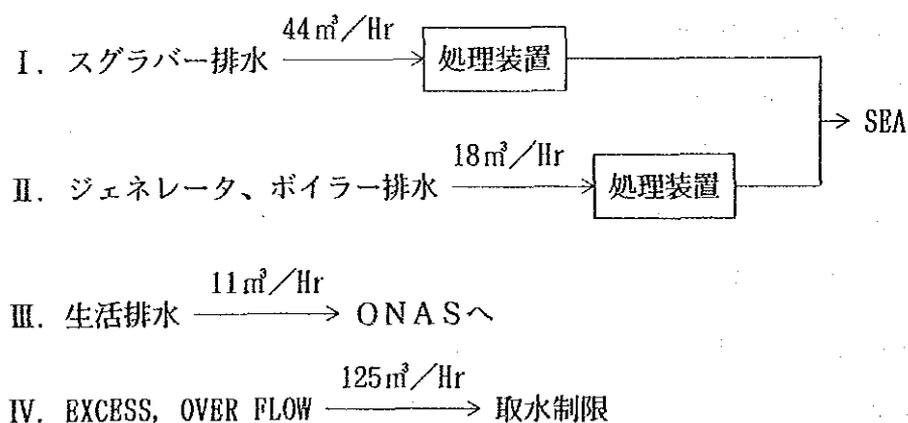
III. 生活排水 11m³/Hr

IV. EXCESS WATER, OVER FLOW 125m³/Hr

上記のI～IVを工場のフローシートに図示すると図V-3のとおりとなる。

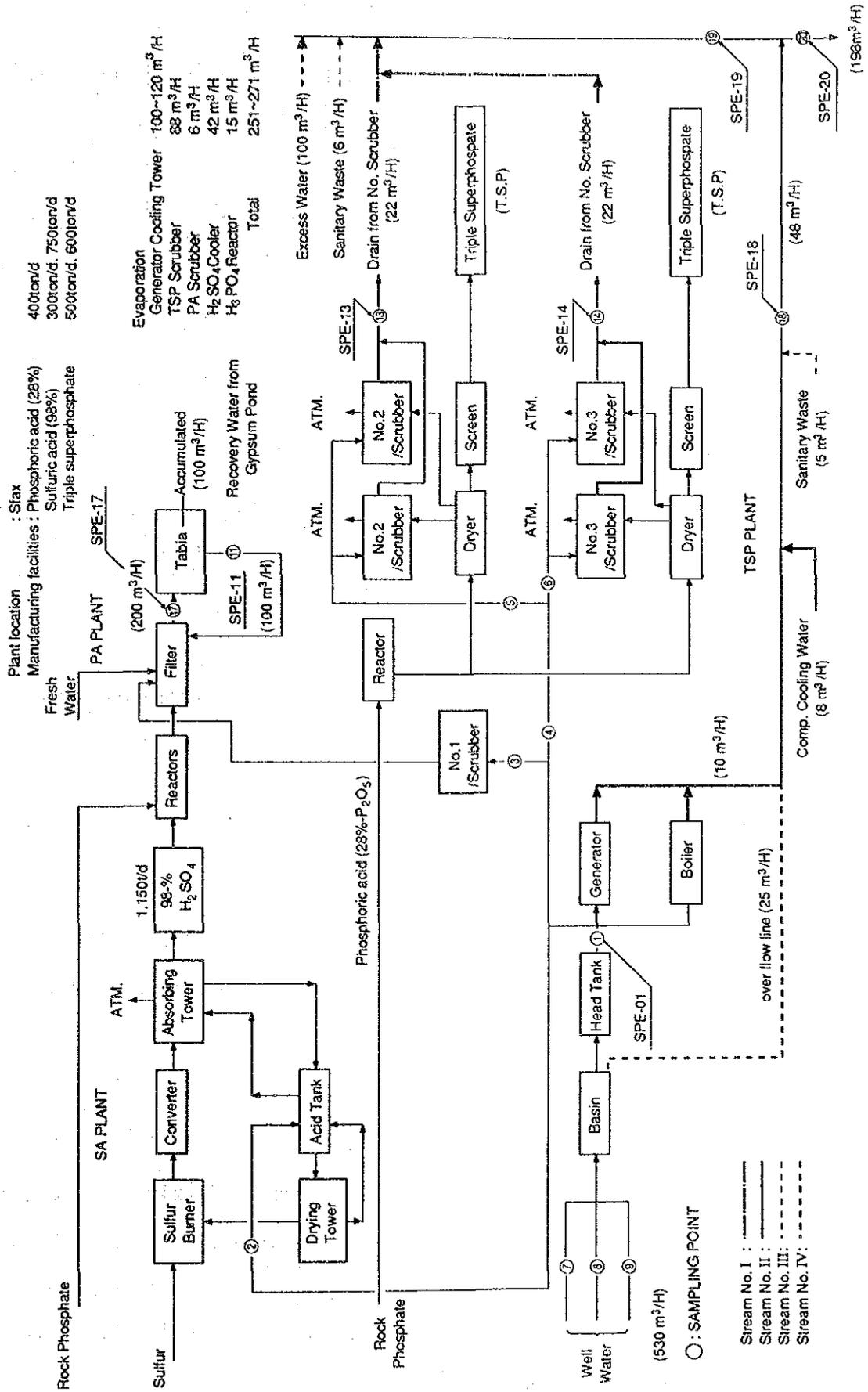
IIIの生活排水は直接ONASへ流すこととし、又IVのEXCESS WATER, OVER FLOWは井戸水が流れているので、処理対象より外すこととする。井戸水SPE-1はSO₄が940mg/l、930mg/l含まれているが、INNORPIの海域への排水基準1000mg/lを下廻っているので、取水制限をするか、排水の稀釈水として使うべきである。

即ちI～IV系統に分けた排水の中、I、II系統のみ処理対象とすると、次のようになる。



I、IIの排水の水質の測定値は、表V-11のとおりとなる。但しこの数値は、排ガス処理の対策を考慮していないため、後述の排ガス対策が行われる場合は、変更される。

図 V-3 排水系統の分離 (SIAPE)



表V-11 SIAPE 各排水の水質

		FLOW m ³ /Hr	PH	COD mg/l	F mg/l	Fe mg/l	Cd mg/l	P mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l
I	TSP SCRUBBER排水	44	1.1- 1.6	276	5848	3.36	0.018	108	3700	1125
II	ジェネレータ、ボイラ排水	18		150	4.2	2	0.01	0.1	3100	1800

排出先は、海域とし、排出基準は次2通りとなる。

ケース1 B 日本暫定基準

ケース2 B、3 B テュニジア暫定・INNORPI基準

(ケース2 B、3 Bは同一である)

処理後の排水は、リン酸プラントの濾過工程へ戻すことも検討することとする。

4.2.2 S NDP

第Ⅲ編にて述べたようにS NDPにおいては、工場内の種々改造工事が進行中であり、排水処理対策も計画中である。これらが完了すれば、水質面の大巾な改善が予想される。従ってS NDPについては、排水処理のケース設定は行わないこととする。

4.2.3 UPOTS

UPOTSの対象排水はマージンである。マージンの問題水質項目は、

N-HEX/Phenol/COD/Kj-N/K/P/Cl/SO₄

であり、COD、Kが極めて高濃度である。

これらの検討数値及び各ケースの基準を表V-12に示す。

UPOTSのマージン排水量は約50m³/日である。処理設備を考える場合、スケールメリットを考慮して他の会社のマージンと合わせて処理することとし、排水量は1,000m³/日とし、年間の排出期間は100日とする。処理目標の基準は、ケース1 Aの日本暫定基準、ケース2 Aのチュニジア暫定基準及びケース3 Aの、INNORPI基準の3ケースで放流先はONASである。

表V-12 MARGINの計画水質

FLOW m ³ /D	COD mg/l	N-HE mg/l	PHENOL mg/l	Kj-N mg/l	K mg/l	P mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	EC ms/cm
1000	190000	300	5	920	10000	2300	8900	3050	35

FLOW 1000m³/Dは年間100日間排出

4.2.4 SIOS-ZITEX

SIOS-ZITEXの問題となる水質項目は

PH/SS/COD/N-HEX/Cl/SO₄

である。

工場の排水はCOD濃度の高い排水と低い排水とに分け処理することが効果的である。このため図V-4に示す2系統となる。2系統の内訳は次のとおりである。

I. 抽出・精製・石鹼工程排出（高COD）

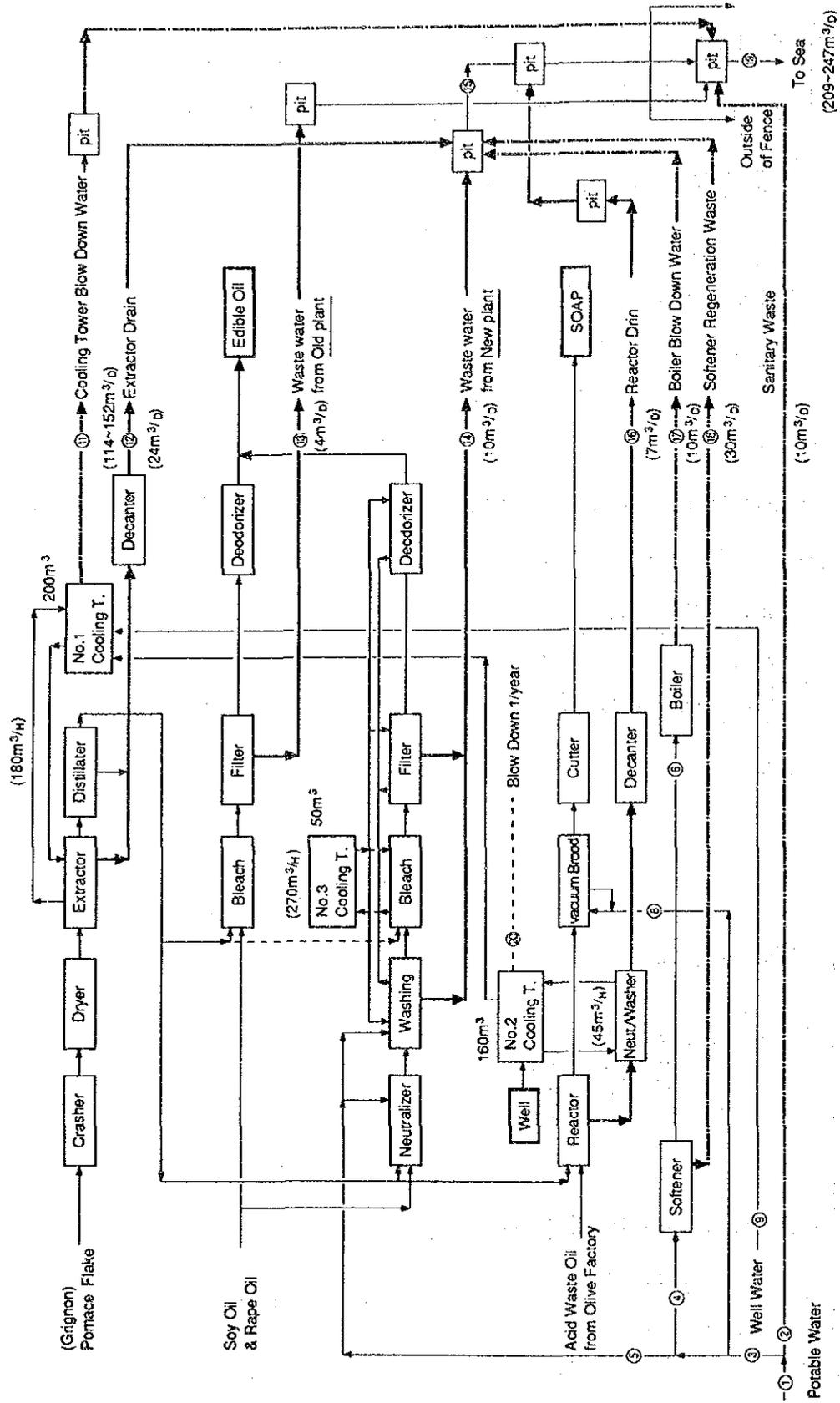
II. 冷却水・ボイラー・ソフトナー・生活排水（低COD）

I、II系統の排水の水質は、簡易・詳細分析値の平均値をとりまとめると表V-13となる。

表V-13 SIOS-ZITEX 各排水の水質

STREAM NO.	SAMP. NO.		FLOW m ³ /D	COD mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	EC mS/cm
I	SZT-12	抽出	24	1865	3750	3250	16.25
	SZT-13	旧精製	4	61919	1400	240	8.7
	SZT-14	新精製	10	21843	11500	1030	32
	SZT-16	石鹼	7	18733	10150	8350	45.9
	合流点 I			45	14267	6259	3282
II	SZT-11	冷却塔	152	300	3236	2158	17.4
	SZT-17	ボイラー	10	600	6585	7892	46.7
	SZT-18	ソフトナー	30	130	300	360	2.6
		生活排水	10	1000	300	360	
	合流点 II			202	324	2820	2086

図V-4 排水系統の分離 (S I O S - Z I T E X)



Stream No. I : ———
Stream No. II : - - - - -

但し、冷却水・ボイラー排水のCl、SO₄については、導電率より井戸水、水道水の比を考慮して算出した数値である。

生活排水のCOD値はONASの流入基準の1,000mg/lとしCl、SO₄は水道水の値とした。ケースとしては次の通りである。

ケース1A 日本暫定基準 ONAS

ケース2A テュニジア暫定基準 ONAS

ケース3A INNORPI基準 SEA

第IV編にて石鹼工場よりグリセリンの回収を図る生産プロセスの合理化案を示したが、これを行うと石鹼工程の排水のCODが減少し、排水量は7 m³/Dが8 m³/Dに増加する。このケースにつき、ケース4Aとして、日本暫定基準に合致する計画を行う。この場合の水質を表V-14に示す。

表V-14 SIOS-ZITEX 生産プロセス改善後の水質
〈ケース4A〉

		FLOW m ³ /D	COD mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l
I	合流点 I	46	12214	6259	3282
II	合流点 II	202	324	2820	2086

4.2.5 SATHOP

SIOS-ZITEXの場合と同様にCOD濃度の高い抽出工程、精製工程、石鹼工程よりの排水をIとし、他の冷却水、ボイラー、ソフトナー、生活排水をIIとする。

I、IIに区別した排水の系統図を図V-5に示す。

SATHOPは簡易分析を実施していないので、Iグループの排水については、SIOS-ZITEXの水質を採用し、ボイラー、ソフトナーの排水についても、SIOS-ZITEXの値を採用した。冷却塔のブローダウンは現在井戸へ流入しているものを放流に切替えるものとし、水質項目のSO₄については導電率より算出した。検討する水質を表V-15に示す。

ケース4については、生産設備の合理化を組入れたケースでSIOS-ZITE

Xと同様に考えた。その水質を表V-16に示す。

表V-15 SATHOP 各排水の水質

STREAM NO.	SAMP. NO.		FLOW m ³ /D	COD mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	EC ms/cm
I	SZT-11	抽出 精製 石鹼	15				
	SZT-13		31				
SZT-16	8						
	合流点 I		54	14267	6259	3282	
II	SZT-11	冷却塔 ボイラー ソフトナー 生活排水	80	300	11000	3550	17.4
	SZT-17		20	600	6585	7892	46.7
	SZT-18		30	130	300	360	2.6
			10	1000	300	360	
	合流点 II		140	356	7312	3259	

表V-16 SATHOP 生産プロセス改善後の水質 (ケース4A)

		FLOW m ³ /D	COD mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l
I	合流点 I	55	12692	6259	3282
II	合流点 II	140	356	7312	3259

4.2.6 SMCP/TMC

SMCP及び新工場であるTMCは両者を合せて処理することとする。水質の数値に関しては次のとおりとした。

- (1) SMCPの簡易分析、詳細分析値のCODは変動が極めて大きいため、日間変動の値を採用する。
- (2) TMCのCOD値は、簡易分析の平均値とする。
- (3) SMCPのT-N、NH₃-N、Crは詳細分析値とする。
- (4) Cl、SO₄については導電率より算出した。

SMCP/TMCの問題水質項目は、

COD/N-HEX/T-N/NH₃-N/Cr/Cl/SO₄

である。各水質項目の濃度を示すと、表V-17のとおりとなる。

排水量については第III編に示したように、将来の増設を考えて300m³/Dとする。

排水基準は次の4通りを計画する。

- ケース1 A 日本暫定基準 ONAS
- ケース2 A テュニジア暫定基準 ONAS
- ケース3 A INNORPI基準 ONAS
- ケース3 B INNORPI基準 SBA

表V-17 SMCP/TMC工場排水の水質

	FLOW m ³ /D	COD mg/l	N-HEX mg/l	T-N(Kj) mg/l	NH ₃ -N mg/l	T-Cr mg/l	EC ms/cm	Cl mg/l	SO ₄ mg/l
SMCP	26.4	4372	378	834	580	358	12.2	2000	1800
TMC	13.3	7055	-	-	-	-	22.7	3200	3836
SMCP+TMC	39.7	4372	251	555	386	318		2400	3480
検討対象数値	300	4372	251	555	386	318		2400	3480

4.2.7 STS

STSの排水の問題項目は

COD/Cl/SO₄

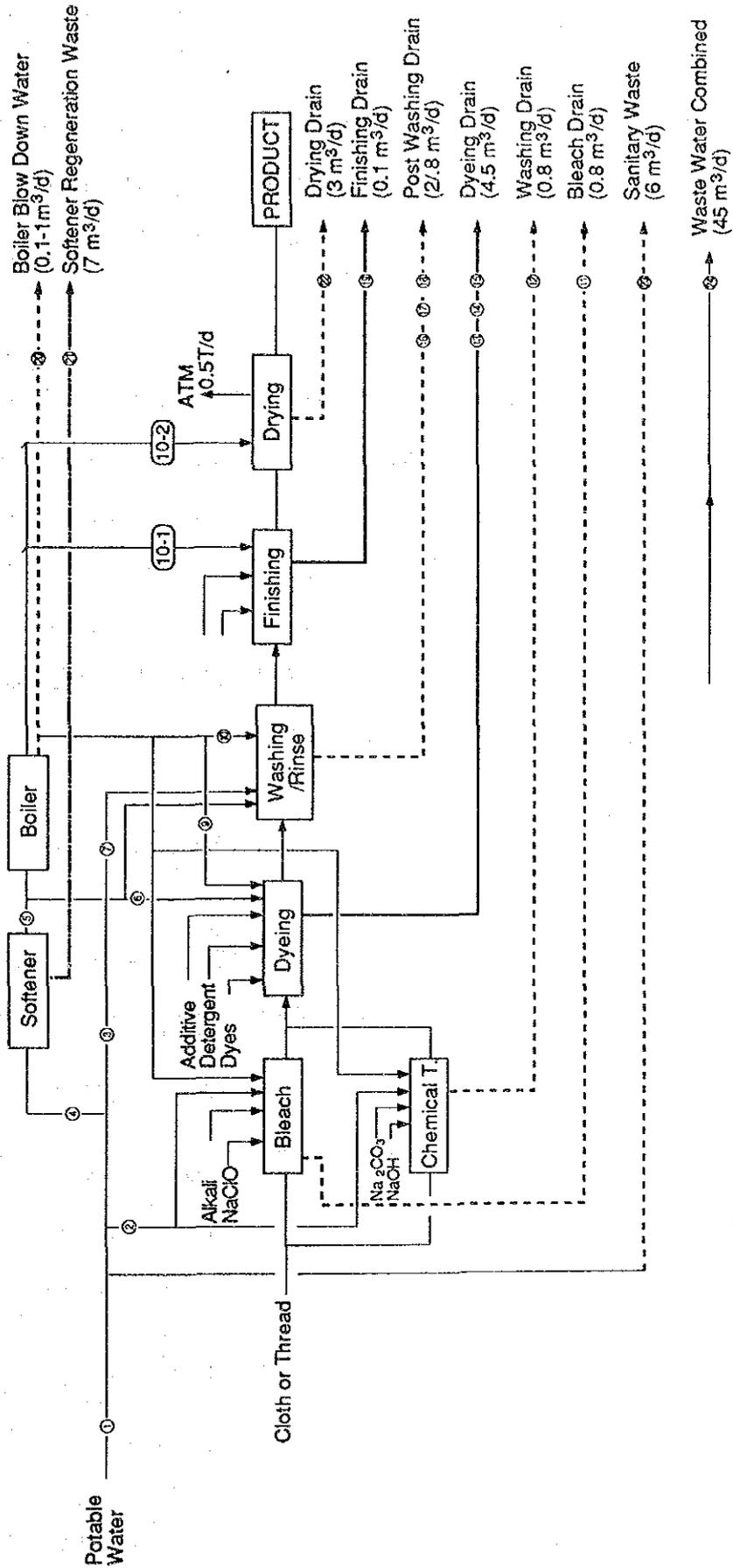
である。

排水を分類し、STS-13、14、15の染色排水の高濃度COD排水をIとし、STS-21のソフトナーの高塩分排水をIIとし、その他をIIIとする。区分した排水の系統図を図V-6に示す。排水の水質を表V-18に示す。

表V-18 STS 各排水の水質

STREAM NO.	SAMP. NO.	FLOW m ³ /D	COD mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	EC ms/cm
I	STS-13, 14, 15, 19	4.6	26276	1133	5476	19
II	STS-21	7.0	282	4800	5800	34.5
III	上記以外	33.4	504	363	595	

図 V-6 排水系統の分離 (STS)



Stream No. I : ———
 Stream No. II : - - - - -
 Stream No. III : ·····

4.2.8 ONAS

第Ⅲ編に記したように、ONASの流出水は現状で INNORPIの排出基準を満足していない。満足していない項目は、

COD/BOD/SS

である。又、ONASへの流入水をもみても、BODが INNORPIの流入基準を超過して流入している。これに今回の対象工場の排水水が加わるため、ONASの流出水は更に悪化することが予想される。そこで今回の対象工場の排水水が加わり、ONASの流出水が INNORPIの海域への放流基準を満足できる設備の改造を計画する。

今回の対象工場は各業種について選ばれた企業であり本来であればSFAX地域の全企業を対象としてONASの改造計画をするべきであるが、全企業の調査は行っていない。そこで今回は、対象工場の排水水について、今迄記した前提に基づいた数値のみをとり、ONASの改造計画とする。対象工場の排水水（ONASへの流入水）は、各ケースがあるがケース1Aの日本暫定基準にて排出されるものとし、SIAPEの生活排水のCOD、BOD、SSは、ONASの設計流入基準とした。ONASの負荷量の増加を表V-19に示す。

表V-19 ONAS各工場の排水量受入れに伴う増加量

		FLOW m ³ /D	COD mg/l	BOD mg/l	SS mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l
新規流入	SIAPB 生活排水	264	1000	390	350	360	300
	UPOTS MARGIN	685	2000	800	800	4160	1460
	SIOS-ZITEX	247	2000	800	800	3047	2304
	SATHOP	153	2000	800	800	7019	3265
	SMCP/TMC	300	2000	800	800	2400	3480
	STS	45	2000	800	800	1132	1904
	合計	1694	1844	736	730	3272	1935
既設流入	1991.6-1992.6 AVE.	19554	878	439	334	1026	429 EC換算
合計流入		21248	955	463	366	1205	549
	ONAS設計流入水質基準	20300	900	390	350		
	INNORPI流入水質基準			1000	400	700	400

これをみると、水量の増加は9%程度で、ONASの設計値を超えるが、第Ⅲ編に示した、日最大汚水量32,000m³/日以下である。CODは9%程度増加するが

ONASの流入基準未満である。BODは5%程度増加し、流入基準を16%程度超えて流入することとなる。SSは10%程度増加するが流入基準未満である。

Cl、SO₄などの塩類については、既設の運転データが既に、INNORPIの基準値を超えており、今回更に、Clについては、19%、SO₄については28%増加することになる。しかし塩類については、SO₄の排出基準が1,000mg/ℓであり、対象工場の排出を加えても、549mg/ℓであり、処理の必要はない。COD、BOD、SSのみを対象項目と考えればよい。

第VI編

排ガス処理技術の検討及び計画の前提

第VI編 排ガス処理技術の検討及び 計画の前提

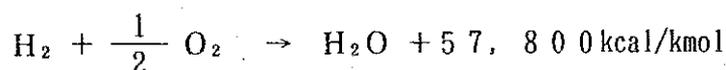
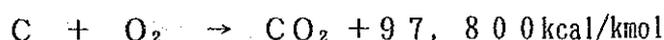
1. 燃焼技術の概要

燃焼とは温度が上昇し、光を発する酸化反応であり、ものを燃やすには燃料と酸化剤が必要である。多くの場合酸化剤は空気中であるが、燃料は気体・液体・固体等各種状態がある。現在我々が消費するエネルギーの大部分が化石燃料の燃焼に依ってもたされている。近年この化石燃料が有限であること、燃焼にともなう公害を抑えること等、燃焼技術の重要性が認識されている。そこで、燃焼に関する基本を以下に説明する。

1.1 燃 焼

燃焼とは可燃性の物質が空気中の酸素と作用して酸化物を生成する反応であり、酸化熱の発生により発光を伴うような場合を燃焼と言う。

燃焼反応を行う可燃物（炭素・水素類）の酸化反応が燃焼の主体となる。炭素及び水素の酸化反応式は次の通りである。



これらの反応が行われる際発生する反応熱により、燃焼物の温度が目に見える光を発生する程度の温度、すなわち 500°C以上の温度に上昇し、発生する熱と逸散する熱とが釣りあって反応が持続するような状態を燃焼と言う。

多くの物質が燃焼を起こす場合、一定温度以上にならないと燃焼は開始されないが、いったん燃焼が開始されると発生する燃焼熱によって可燃物の他の部分も必要な温度に達し燃焼を始め、可燃物と酸化剤が存在する限り燃焼は継続する。

固体燃料（石炭・木炭等）は炉の中で一定の速度で燃焼するが、その燃焼は対流による空気の供給によって持続されるためである。このような状態で燃焼速度は常に空気の供給速度によって支配される。燃焼速度を増大し、炉の温度を高めるには強制通風により空気の供給速度を増加させなければならない。

液体燃料は液体が蒸発し気体燃焼の形をとる。蒸発により生じた気体は拡散によって空気と急速に混ざり合う。いったん空気と混合した可燃性ガスは急速な燃焼速度が生じて爆発する性質を持っている。しかし、実際の燃焼ではバーナーから燃料（気

体・液体)が一定速度で供給されるので、爆発とならない。

1.2 燃 料

燃料とは燃焼によって光・熱・動力等を発生させる目的に用いられる物質をいう。そして、その種類は気体・液体・固体状態で分類する事が出来、それらの特徴は次の通りである。

(1) 気体燃料

- ① 燃焼効率が高く、僅かな過剰空気でも完全燃焼ができ、すすが発生しない。
- ② 燃料中に硫黄を含まないものが多く、燃焼排ガス中に SO_2 を生成しない。
- ③ 灰分が殆どなく、ばい煙を発生することがない。
- ④ 燃焼の調整が容易である。
- ⑤ 作業性が優れている。

(2) 液体燃料

- ① 発熱量が高く、貯蔵・運搬が容易である。
- ② 一定の品質のものを購入することが出来る。
- ③ 石炭の燃焼に比べてばい煙発生は少ないが、重質油の燃焼ではばい煙を発生することがある。
- ④ 重質油は硫黄分を含み、燃焼によって SO_2 を発生する。
- ⑤ 灰分は殆ど無いが、灰中の金属酸化物が障害の原因となることがある。

(3) 固体燃料

- ① 人類が最初に使用した燃料である。
- ② 無機質の灰分を含むため、燃焼灰の処理が必要となる。
- ③ 取扱・貯蔵が不便なため、燃料消費量の中で占める割合が低減している。

1.3 燃焼の条件

(この項では、調査対象工場で使用されている液体・固体燃料について説明する。)

1.3.1 燃焼空気量

(1) 理論空気量

燃焼には空気が必要であり、この燃焼に理論的に必要な最小空気量を理論空気量と呼ぶ。理論空気量を正確に求めるには燃料の組成を調べ次式により計算でき

る。

$$A_0 = \frac{1}{0.21} \left\{ \frac{22.4}{12} c + \frac{22.4}{4} \left[h - \frac{o}{8} \right] + \frac{22.4}{32} s \right\}$$

A_0 : 燃料 1 kg の燃焼に必要な理論空気量 (Nm³/kg)

c : 燃料 1 kg 中の炭素量 (kg)

h : 燃料 1 kg 中の水素量 (kg)

o : 燃料 1 kg 中の酸素量 (kg)

s : 燃料 1 kg 中の硫黄量 (kg)

(2) 所要空気量

燃料を燃焼装置で燃焼するとき、理論空気量だけを供給したのでは完全燃焼させることは出来ないため、実際には理論空気量より多量の空気を与えることとなる。

そこで、理論空気量と実際に供給された空気量の関係は次式のようになる。

$$A = mA_0 \quad (m > 1.0)$$

A : 実際に供給された空気量

m : 空気比

また、空気比は燃料や燃焼方法によって異なり、一般的に適正とされている空気比を下記に示す。

表VI-1 一般的空気比

燃 焼 方 法	油バーナー	移動火格子	手焼き火格子
m の 値	1.1-1.4	1.3-1.6	1.5-2.0
CO ₂ (%)	8-20	11-14	8-20

1.3.2 燃焼ガス量

燃料が完全燃焼すると、燃料の成分中の炭素分は炭素ガスに、水素分は水蒸気に、硫黄分は亜硫酸ガスとなり、空気中の窒素（及び酸素）が残って燃焼ガスとして排

出される。この時、燃焼ガス中に水蒸気を含んだものを湿りガス、水蒸気が凝縮したものを乾きガスという。

燃焼ガスの算出には2通りの考え方がある。

- ① 燃料中の可燃成分が酸素と反応し燃焼ガスを生成することに着目する。
- ② 燃焼後の体積増加に着目する。(燃焼前の燃料体積は、空気量に比べ無視できる程度であるため。)

上記の考え方による湿り燃焼ガスの算出式は次の通りである。

$$G = (m - 0.21) A_o + 1.867c + 11.2h + 0.8n + 0.7s + 1.24w \quad (\text{N m}^3/\text{kg}) \quad (1)$$

$$G = mA_o + 5.6h + 0.7o + 0.8n + 1.24w \quad (\text{N m}^3/\text{kg}) \quad (2)$$

また、乾き燃焼ガスの算出式は次の通りである。

$$G' = (m - 0.21) A_o + 1.867c + 0.8n + 0.7s \quad (\text{N m}^3/\text{kg}) \quad (3)$$

$$G' = mA_o - 5.6h + 0.7o + 0.8n \quad (\text{N m}^3/\text{kg}) \quad (4)$$

上記式で使用した記号は次の通りである。

G : 燃焼ガス A_o : 理論空気量 m : 空気比

c, h, n, s, w : 燃料中の炭素・水素・窒素・硫黄・水分

2. 排ガス処理技術の概要

燃料を燃焼させた場合の公害としては、ばいじん・硫黄酸化物・窒素酸化物が一般的に対象とされるが、これらの排出をコントロールして大気汚染と制御する手法は大別して次の4つの方法に分類できる。

(1) 燃料の改善

燃料の良質化又は燃料の無公害物質への転換

(2) 燃料の燃焼管理の適切化

(3) 適切な公害防止設備の設置

(4) 高煙突化による大気拡散を利用した地上の汚染濃度（着地濃度）の低減化

以下にばいじん、硫黄酸化物、窒素酸化物について、公害源の発生を処理法の面より述べることとする。

2.1 ばいじん

2.1.1 発生

ばいじんは燃焼ガス中に含まれる炭素粒子および燃焼ガスの触れる器壁などに附着する炭素粒子層であり、その生成過程は燃料の種類、火炎の性状により異なる。特に燃料の性質が大きく影響し、一般的に次のことがいえる。

① 燃料のC/H比が大きいほど、発生しやすい

② 炭化水素の種類による発生のしやすさは次の通りである。

ナフタリン系>ベンゼン系>オレフィン系>パラフィン系

③ 炭化水素の中で側鎖をもつ化合物が直鎖化合物より発生しやすい。

(1) 液体燃料におけるばいじん

液体燃料の噴霧燃焼は、噴霧された油滴がまず蒸発し、周囲から供給される空気と混合しながら燃焼するので、ガス燃料の拡散燃焼に似ている。従って、炎の中に炭素粒子が生成されるが、燃焼用空気が十分に供給されれば、ばいじんとなつて残るものは少ない。しかし、重油の噴霧燃焼では、油滴が蒸発した後コークスが残ることがある。これは、噴霧油滴の大きさに関係し、噴霧状態が悪いとばいじんを発生する原因となる。

(2) 固体燃料におけるばいじん

石炭・薪等の固体燃料は、その表面に空気が当たり固体表面で燃焼（ガス化を

含む) が起きる。このことは、燃料の粒と粒の間を空気が通り抜け燃焼が起きることとなる。この時、燃料層と空気流通部に不均衡が生じると部分的に空気の不足するところができ、ばいじんを発生する原因となる。

2.1.2 防止技術

ばいじんの防止は、発生を抑える燃焼管理をする事と、発生したばいじんを外部へ出さない設備を設けることになる。

(1) 発生抑制

発生抑制には、燃料と空気のバランスを取ることが必要であり、このため、液体燃料・固体燃料それぞれに次のような対策が考えられる。

1) 液体燃料

- ① バーナーの噴霧を良好にすること。
- ② 燃焼用空気の供給方法に留意すること。
- ③ 火炎形状と燃焼室の関係を適切にすること。
- ④ 灰分の少ない良質燃料を使用すること。

2) 固体燃料

- ① 手焚きの場合は燃料の供給方法に注意をする。
(燃焼面に対し左右交互に分割して供給する。または、全面に薄く散布する。)
- ② 燃料供給や灰だし時の作業を迅速に行い、炉内温度の低下に注意する。
- ③ 灰分の少ない良質燃料を使用すること。

(2) 集じん設備

燃焼により発生したばいじんは、発生源で除去することが大切である。このため、集じん設備を燃焼設備のあとに設置し、除じんした後、大気に排出する。

集じん設備の概略は次の通りである。

1) 重力集じん

ばいじんの重力を利用して、自然沈降させて分離補集する。

2) 慣性力集じん

ばいじんを含むガスを障害物に衝突させたり、急激な方向転換をさせることで、ばいじんの慣性を利用して分離補集する。

3) 遠心力集じん

ばいじんを含むガスに旋回運動を与え、ばいじんに作用する遠心力によってガスから分離する。

4) 洗浄集じん

ばいじんを含むガスを液体（主に水）を使い洗浄することで、ばいじんを分離補集する。

5) 濾過集じん

一般にバグフィルターと呼ばれ、濾材には木綿・毛織物・合成繊維・ガラス繊維等が使われている。この濾材により、ばいじんを分離補集する。

6) 電気集じん

直流の高電圧で放電極と集じん極の間にコロナ放電を行う。その時発生するイオンがガス中のばいじんに衝突・帯電し集じん極に引きつけられ、分離する。

7) 音波集じん

超音波圧力でガス中のばいじんを凝集させ、粗大化した凝集ばいじんをサイクロン等で分離する。

以上の各種集じん装置の特徴を表VI-2にまとめた。

2.2 硫黄酸化物 (SO_x)

2.2.1 発生

硫黄酸化物としてはSO₂・SO₃が問題となるが、その主な発生源は硫黄を含む燃料の燃焼設備（例えば重油燃焼設備）及び硫酸製造プラントがあげられる。燃焼設備を発生源とする場合、その発生量は使用する燃料中に含まれる硫黄分に比例することとなる。

2.2.2 防止技術

硫黄酸化物の抑制策は、低硫黄燃料への転換・重油脱硫・排ガス中の硫黄酸化物を除去する排煙脱硫がある。この中で、排煙脱硫法の概要について述べる。

排煙脱硫法には湿式法と乾式法があり、主要なプロセスを表VI-3に示す。

湿式法は排ガスを薬剤を含む水溶液で洗浄し、硫黄酸化物を除去する方法であり、洗浄後の排ガスの白煙防止のための再加熱の必要があるものの、脱硫効果が大きく、

負荷変動に追随し易いため実設備に採用されている。

特にアルカリ吸収法は石灰乳、カ性ソーダ・亜硫酸ソーダ・アンモニア等の水溶液を使い、硫黄酸化物を吸収・除去するが、硫黄酸化物は石膏・硫安・硫酸等の形で利用することが可能なため、多くの実績がある。

尚、硫黄酸化物の規制は前述のばいじんのような排出口における濃度規制ではなく、大気拡散方式により地上で最大濃度（着地濃度）を規制する方式をとっており、煙突を高くし、地上汚染濃度を低くする方法もとられている。

表VI-2 集じん装置の特徴

	主要形式	適用粒子径 (μ)	処理ガス速度 (m/sec)	圧力損失 (mmAq)	集塵効率 (%)	備 考
重力集じん	沈 降 室	>50	普通 3 m/sec 以内	5~10	低 い	
慣性力集じん	転流式（ルーバー型） 衝突式 （Calder-Fox型）	>50 > 5	衝突板に 吹出速度 15~30 m/sec	数10mmAq程度 (50~60mmAq) <100	中	・重力沈降室よりも小型 ですむ。 ・簡単な慣性集塵器は圧 損失少なく高性能集塵器 のプレダスタとして有 効である。
遠心力	切線型サイクロン 軸流型サイクロン マルチクロン 湿式サイクロン 機械的遠心集塵器 （タイゼンワッシャ）	> 5 0.5~100 0.1~50	6~20 10~20 12~18	切線型 100~200 軸流型 60~120 50~250 動力消費 50~250 mmAq相当	70~98 70~95 70~95	・軸流型のマルチクロン は電気集塵器のプレダ スタとして広く利用さ れる。 ・湿式サイクロンはサイ クロンの内部に水を噴 霧して捕集効果をあげ るものである。
洗浄集じん	充 填 塔 噴 霧 形 式 オリフィススクラバ サイクロンスクラバ ベンチュリースクラバ ビーボディスクラバ	1~100 1~100 0.05~50 0.2~50 0.05~50 0.5~50	3~8 2~12 30~50 15~35 30~100 3~8	50~150 30~75 350~500 50~300 250~900 50~350	50~60 40~55 80~85 70~90 90~99 50~70	使用水量 2~6 ℓ /m ³ 1~4 1~2 0.5~1 0.7~1.2 1~4
ろ過集じん	バッグ型 ろ過体により 円筒型 平板型 払い落とし方法により 櫛打型 逆風型 高周波振動型	>0.1	0.5~4	50~150	99+	・塩分のある粉塵および 高温ガスには不適 ・一般使用温度： 普通 100℃が最高シリ コン処理したガラスク ロス 300℃まで。
電気集じん	一般工業用には 一般型 乾 式 湿 式 半湿式 空気洗浄用には 二段型	>0.05	0.5~3	5~20	99+	・一段型ではオゾンや亜 酸化窒素が多量に発生 するが二段型ではほと んど発生しないため空 気清浄器は二段型が普 及している。 ・一段型は通称コット レルと呼ばれるもので ある。
音波集じん		<10	無関係	後段の集塵器 の種類による	大	・カーボンブラック、各 種ヒュームのごとくそ の生成初期において超 微粒子のもので凝集性 大なるものに適す。

表VI-3 主要な排煙脱硫法

方式	プロセス	名称	吸収剤	副製品
乾式	活性炭法	ガス/水蒸気脱離法 水洗脱離法	活性炭	濃硫酸 セッコウと希硫酸
	マンガン法	活性化マンガン法	活性化マンガン粉末	硫酸
湿式	アルカリ吸収法	カセイソーダ法 亜硫酸回収法 無水亜硫酸法 ホウ硝法 亜硫酸セッコウ法(ダブルアルカリ性) Wellman-Lord法	亜硫酸および酸性亜硫酸	ホウ硝水溶液：放流 亜硫酸溶液 無水亜硫酸 無水ホウ硝 セッコウ 濃硫酸
		アンモニア吸収法 アンモニア吸収-硫黄回収法 アンモニアセッコウ法	亜硫酸	硫酸またはセッコウ 硫黄 セッコウ
		石炭セッコウ法	石炭スラリー	セッコウ
	硫酸吸収法	希硫酸法	希硫酸	セッコウ
	マグネシウム吸収法	Chemico式MgO法 グリコ法	マグネシアスラリー MgO+MnOスラリー	濃硫酸、硫酸マグネシウム水溶液 濃硫酸

2.3 窒素酸化物 (NOx)

2.3.1 発生

窒素酸化物の中で主としてNOとNO₂が大気汚染の問題となる。これらの発生源は固定発生源としての燃焼設備、移動発生源としての自動車等に大別される。

燃焼によって発生する窒素酸化物は主にNOであって、NO₂は10%未満である。窒素酸化物はThermal NOxとFuel NOxに分けられ、大気汚染には前者の影響が大きい。

Thermal NOxは燃焼に使われる空気中の窒素が過剰の酸素と高温下で反応してできる。

Fuel NOxは燃焼中に含まれるピリジン・キノリン等の有機窒素化合物が燃焼によってNOに変化したものである。燃焼中の窒素化合物のNOへの変換は、燃焼条件により大きく異なるが、おおよそ20-60%である。

2.3.2 防止技術

窒素酸化物の抑制策は、燃料の転換・燃焼条件の改善・燃焼方法の工夫・燃焼室形式の変更等の燃焼の改善と、排ガス中の窒素酸化物を除去する排煙脱硝がある。

排煙脱硝は反応性に乏しいNOが対象となるため、その除去は技術的にかなり難しい。このため、実用化されているのはアンモニアを還元剤とする乾式接触還元分解法だけである。

現在、窒素酸化物の抑制策は燃焼の改善法が主流である。そこで、これらを表VI-4にまとめた。

表VI-4 燃焼時の窒素酸化物の抑制技術

抑制対策	技術的内容	問題点
燃料転換	石炭→重油→灯・軽油→気体燃料	設備更新、燃料供給態勢
燃焼条件の改善	空気比の低下、空気/燃料の均一混合、燃焼室負荷の低減、予熱空気温度の低下など	ばいじん、CO ₂ 、未燃炭化水素の発生、熱効率や出力の低下
燃焼方法の工夫	低NO _x バーナー（混合促進、火炎分割、再循環、段階燃焼） 段階燃焼（二段燃焼、濃炎燃焼） 排ガス循環（10～20%、燃焼温度の低下） 水噴射（燃焼温度の低下）	同上
燃焼室形式の変更	対抗燃焼→接線燃焼（火炎温度の低下） 流動層燃焼（燃焼温度の低下、NO _x の分解）	大幅な設備変更

3. 日本の大気汚染防止法の紹介

3.1 公害対策基本法

日本の公害関係の法律は公害対策基本法を中心に構成されている。この法律は国の公害対策上の基本姿勢を明らかにすることが主目的とされ、内容としては基本法の目的にはじまり、以下、公害の定義／事業者、国、地方公共団体の責務／公害防止に関する施策の基本事項／費用負担及び財政措置に関する規定／環境基準の規定／総合的な公害防止計画の作成等から構成されているが、その内容は具体的な措置より基本姿勢が中心になっている。

尚、大気に関する具体的な措置については別途、大気汚染防止法に規定している。

以下に公害対策基本法の主な部分について述べる。

(1) 公害の定義

次の7項目で、人の健康または生活環境に被害が生じることを公害と定義している。

大気の汚染／水質の汚濁／土壌の汚染／騒音／振動／地盤の沈下／悪臭

(2) 事業者、国、地方公共団体の責務

公害防止に関する事業者、国及び地方公共団体（都道府県）の責務を明らかにした規定であるが、公害発生のもっとも大きな原因を企業活動にあるとみて事業者の責務を国、地方公共団体の責務に先んじて規定している。また、国の責務については公害防止の基本的かつ総合的施策の策定及び実施について規定されており、地方公共団体については、国の施策に準じて施策を講ずると共に、さらに上乘せの施策の策定も可能としている。

(3) 環境基準

個々の工場、事業場から排出される汚染物質の重合、集積により生じる地域全体の環境汚染の改善目標を示す値として、環境基準値が定められている。

大気の汚染に関する環境基準には、二酸化硫黄・一酸化炭素・浮遊粒子物質・光化学オキシダントの4物質が定められており、その値は次の通りである。

二 酸 化 硫 黄：1時間値の1日平均値が0.04ppm以下

1時間値が0.1ppm以下

一 酸 化 炭 素：1時間値の1日平均値が10ppm以下

1時間値の8時間平均値が20ppm以下

浮遊粒子物質：1時間値の1日平均値が $0.10\text{mg}/\text{m}^3$ 以下

1時間値が $0.20\text{mg}/\text{m}^3$ 以下

光化学オキシダント：1時間値が 0.06ppm 以下

一方、個々の工場、事業場から排出される汚染物質の許容限度を示す排出基準は、大気汚染防止法としてまとめられている。

(4) 助成措置

大気汚染の防止のため、国などにより、金融上・税制上の各種の助成措置がとられている。

1) 金融上の措置

- ① 中小企業金融公庫・国民金融公庫の特別貸付
- ② 中小企業設備近代化資金による貸付
- ③ 公害防止事業団の貸付および建設譲渡
- ④ 中小企業事業団の貸付
- ⑤ 日本開発銀行の融資

2) 税制上の措置

- ① 国税………公害防止設備に対する特別償却
- ② 地方税………公害防止設備に関する固定資産税の軽減

3.2 大気汚染防止法

大気汚染防止法は、公害対策基本法の基本姿勢に対し、大気に関する公害対策上の具体的な措置について示している。この法律の体系を図VI-1にまとめた。

本法で注目されるのは公害防止に関する施策の具体的実施の権限を地方公共団体（都道府県知事）に置いていることである。主なものを次に示す。

- ① 排出基準の上乗せ及び総量規制の設定
- ② 公害発生施設の設置許可及び計画変更命令
- ③ 既存施設への改善又は使用制限命令
- ④ 燃料使用基準の設定
- ⑤ 緊急事態発生時の措置権限

また、本法律の目的・規制対象物質・規制基準に関し、本調査に関連することを中心に以下に概説する。

(1) 目的

工場および事業場で発生するばい煙の排出を規制し、自動車排出ガスの許容限度を定め、大気汚染から国民の健康を保護し、生活環境を保全する。さらに、大気汚染による被害が生じた場合、事業者の責任を定め、被害者の保護を図ることを目的とする。

(2) 規制対象物質

本法により規制対象物質として規定されているものは次の通りである。

1) ばい煙

- ① 燃料その他の物の燃焼に伴い発生する硫黄酸化物
- ② 燃料その他の物の燃焼または熱源としての電気の使用に伴い発生するばいじん
- ③ 物の燃焼・合成・分解その他の処理に伴い発生する有害物質
 - ・カドミウムおよびその化合物
 - ・塩素および塩化水素
 - ・フッ素・フッ化水素・フッ化ケイ素
 - ・鉛およびその化合物
 - ・窒素酸化物

2) 粉じん

物の破碎・選別・その他の機械的処理または堆積に伴い発生し、飛散する物質

3) 自動車排ガス

自動車の運行に伴い発生する一酸化炭素・炭化水素・鉛化合物・窒素酸化物・粒子状物質

4) 特定物質

物の合成等、科学的処理中の事故で汚染が懸念される物質としてアンモニア・フェノール・ピリジン等28種類ある。

(3) 規制基準

規制対象物質のうち、ばい煙については、排出基準が定められているが内容は次の通りである。

1) ばい煙の排出基準

ばい煙排出者が守らなければならない基準であり、違反に対しては罰則・改善

命令等がある。

排出基準には、一般・特別・地区の上乗せの3種類がある。その基準値は後者ほど厳しくなる。

尚、硫黄酸化物とばいじんの排出基準の設定には基本的に異なる発想がとられている。即ち硫黄酸化物については着地濃度規制（K値による規制……詳細次項）により行われ、ばいじんについては排出口における濃度規制により行われるという点である。

① 硫黄酸化物の排出基準

硫黄酸化物はK値により規制が行われており、他の物質の濃度規制とは全く違う概念である。これは、“地上での汚染物質の最大濃度は、汚染物質の排出量に比例し、有効煙突高さの自乗と風速に反比例する”というSuttonの拡散式を採用し、硫黄酸化物の排出量に応じて煙突を高くすることで、地上の影響を少なくしようとするものである。そして、次式により硫黄酸化物の排出許容量が計算される。

$$q = K \times (10)^{-3} \times (He)^2$$

q：硫黄酸化物の量（ m^3/h ）

K：地域ごとに異なる定数

He：有効煙突高さ（m）

排出基準は施設ごとに共通であるが、地域ごとに異なる値であり、現在K値は3.0～17.5までの16段階に分類されている。

そこで、K値と汚染物質の最大着地濃度の関係を表VI-5に示す。

表VI-5 K値と着地濃度

ランク	K 値	着 地 濃 度 (ppm)	対 象 地 域
1	3.00	0.005	東京特別区 等 6地域
2	3.50	0.006	千葉・市原 等 21地域
3	4.00	0.007	札 幌 1地域
4	4.50	0.008	鹿 島 等 4地域
5	5.00	0.009	富山・高岡 等 3地域
6	6.00	0.010	八 戸 等 9地域
7	6.42	0.011	八 王 子 等 3地域
8	7.00	0.012	仙 台 等 6地域
9	8.00	0.014	旭 川 等 8地域
10	8.76	0.015	秋 田 等 8地域
11	9.00	0.015	川越・浦和 等 6地域
12	10.00	0.017	静 岡 等 4地域
13	11.50	0.020	勝 田 等 15地域
14	13.00	0.022	久 留 米 等 6地域
15	14.50	0.025	熊 本 等 20地域
16	17.50	0.030	その他地域

尚、硫黄酸化物についてのK値規制は、あくまで硫黄酸化物を大気に拡散させるだけにとどまり、地域の総排出量を抑えるには必ずしも十分でないという点も考慮され、K値規制だけでは環境基準の達成が困難と思われる特定地域においては総量規制の措置がとられている。

② ばいじんの排出基準

ばいじんは排出口における濃度規制により行われ、施設の種類（55種）及び規模ごとに決められている。

ばいじんは濃度規制が、施設の種類（55種）及び規模ごとに決められている。

③ 有害物質の排出基準

窒素酸化物等の一般有害物質はばいじん同様に排出口における濃度規制によ

り行われ、このうち窒素酸化物については施設の種類（74種）及び規模毎に基準が定められており、他の有害物質については物質の種類及び施設の種類毎に基準が定められている。

(4) 規制措置

ばい煙を排出する者が排出基準に違反するか又は違反するおそれがある場合、及び大気汚染が急激に著しくなるような緊急事態の発生等に対しては地方公共団体（都道府県知事）の権限により次のような措置がとられる。

① 排出基準違反者への罰則

排出基準違反者は懲役又は罰金に処せられる（直罰）

② 改善命令

現在、排出基準に違反したばい煙を排出していても今後、違反するおそれのある発生施設を有する者に対して施設の構造及び使用方法について改善命令、場合によっては使用の一時停止を命ずることができる。（未然防止）

③ 燃料の使用規制

硫黄酸化物の排出規制に関連して、特定の地域に設置されている硫黄酸化物を排出する施設について燃料の使用基準を定めることができ、これに従うよう命ずることができる。

④ 緊急時の措置

大気の汚染が著しくなり、人の健康又は生活環境に重大な被害を生ずるような緊急事態が発生した場合には、その事態を一般に周知させるとともにばい煙を発生している者に対し、ばい煙の排出量や濃度の減少、ばい煙発生施設の使用の制限等の措置を命ずることができる。

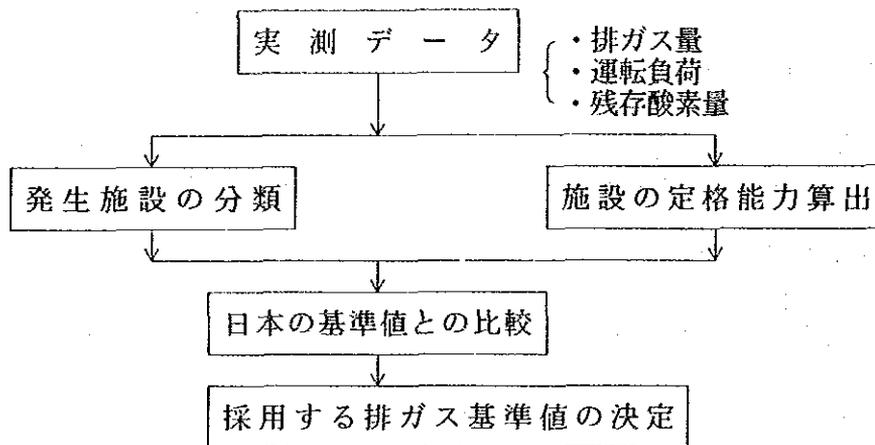
4. 目標とするばい煙排出基準

(1) 前提

チュニジアには、排ガス規制に関する法律は無く、作成の準備を進めているようだ。本来、法律・条例等で基準を決めるには、その国内の該当技術の程度を確認し、決定することが大切である。しかし、本調査ではチュニジア国全体の技術確認が困難なため、現在日本で適用されている規制値を採用し、今後の検討を進めることとする。

排出基準の設定は、図VI-2に示す手順によって進めた。

図VI-2 排出基準設定手順



日本の規則では前述した通り、施設の種類・その規模に応じ規制値が定められている。本調査で対象とした設備は、この規制による分類を適用すると、次のようになる。

施設名	調査対象施設
・液体燃焼ボイラー	STS-51/52
	SZT-57
	SPE-66
・固体燃料ボイラー	SZT-54/55/56
	STP-53
・乾燥炉	SZT-51/52/53
	STP-51/52
	SPR-57/59/62/64
・磷酸反応施設	SPE-54

- ・ 燐酸系肥料製造及び付帯施設 SPE-55～53
- ・ 無機薬品製造焙焼炉 SPE-51/53

また施設規模は、対象工場で使用していた設備が古く、仕様の確認できない設備もあった。このため、現地調査で測定した排ガス量より、定格の排ガス量を算出し、各設備の規模とした。

定格の排ガス量の算出は次式によった。

$$Q_0 = \frac{Q_1}{R} \times \frac{21 - O_1}{21 - O_2} \times 100$$

Q_0 : 定格排ガス量 (Nm³/h)

Q_1 : 測定時の排ガス量 (Nm³/h)

R : 測定時の設備負荷 (%)

O_1 : 測定時の残存酸素濃度 (%)

O_2 : 定常運転の残存酸素濃度 (%)

以上よりばいじん・窒素酸化物・フッ素の排出基準を定めた。さらに、硫黄酸化物の排出基準はK値方式としたがチュニジアで初めての基準であり、設定した基準が遵守できるように、現在最も緩やかな値である17.5が妥当と思う。

(2) 排出基準の設定

前述した前提により設定した。排出基準を物質ごとにまとめると以下ようになる。

- ・ ばいじん : 0.20-0.40 g/Nm³ 残存酸素濃度換算有り
- ・ SO_x : K値規制 K=17.5
- ・ NO_x : 230-650 ppm 残存酸素濃度換算有り
- ・ F : 10-15 mg/Nm³

これらは硫黄酸化物を除き、施設の種類・施設能力ごとに異なる値となる。

各施設毎の基準値を表VI-6に示す。

表VI-6 排ガス排出基準案

工場名 ポイント	測定施設	測定排ガス Nm ³ /h	運転 負荷 %	硫黄酸 濃度 %	酸素 濃度 %	測定排ガス Nm ³ /h	SOx K値	NOx		ばいじん		F 蒸気値 mg/Nm ³
								対象施設	蒸気値 ppm	濃度 %	蒸気値 R/Nm ³	
S T S	SIS-51 H.Oil Boiler	1,230	50	11.0	1.447	17.5	17.5	250	4.0	0.30	4.0	
	SIS-52 Oil Heater	350	50	8.2	1.527	4	4	250	4.0	0.30	4.0	
SIOS-ZITEX	SZT-51 Grignon dryer	10,000	100	19.9	2,200			250	16.0	0.40	16.0	Os
	SZT-52 Grignon dryer	9,130	100	20.3	1,278			250	16.0	0.40	16.0	Os
	SZT-53 Grignon dryer	9,400	100	19.9	2,068			250	16.0	0.40	16.0	Os
	SZT-54 Grignon Boiler	7,830	100	15.7	2,767			480	6.0	0.40	6.0	Os
	SZT-54 Grignon Boiler	9,500	100	15.2	3,678			480	6.0	0.40	6.0	Os
	SZT-55 Grignon Boiler	1,540	100	18.7	236			480	6.0	0.40	6.0	Os
	SZT-56 Grignon Boiler	3,570	100	17.8	762			480	6.0	0.40	6.0	Os
SATHOP	SZT-57 H.Oil Boiler	1,240	50	8.0	1,896			250	4.0	0.30	4.0	Os
	STP-51 Grignon dryer	3,100	100	15.4	3,472			250	16.0	0.40	16.0	Os
	STP-52 Grignon dryer							250	16.0	0.40	16.0	Os
S I A P E	STP-53 Gri. H.Oil Boiler	26,900	83	15.4	12,100			480	6.0	0.40	6.0	Os
	STP-53 Gri. H.Oil Boiler	23,300	83	14.8	11,603			480	6.0	0.40	6.0	Os
	SPE-51 750 SA Absorber	107,000	100	9.2	180,371			250	14.0	0.30	14.0	Os
	SPE-52 750 Pump Tank	240	100	18.1	99				14.0	--	14.0	Os
	SPE-53 300 SA Absorber	31,000	100	11.7	40,800			250	14.0	0.40	14.0	Os
	SPE-55 PA Scrubber Out	34,800	100	12.6	5,800			650	15.0	--	15.0	Os
	SPE-57 500TSP Scrubber Out	50,300	100	20.0	24,144			250	16.0	0.20	16.0	Os
	SPE-59 500TSP Scrubber Out	43,400	100	17.7	28,644			250	16.0	0.20	16.0	Os
	SPE-60 TSP Main Reactor	4,200	100	12.0	6,300			650	15.0	--	15.0	Os
	SPE-62 600TSP Scrubber Out	61,200	100	16.5	55,080			250	16.0	0.20	16.0	Os
SPE-65	600TSP Scrubber Out	64,100	100	18.3	34,614			250	16.0	0.20	16.0	Os
	TSP Sub Reactor	2,610	100	19.4	696			650	15.0	--	15.0	Os
	H.Oil Boiler	9,500	15	14.6	28,843			190	4.0	0.20	4.0	Os
	H.Oil Boiler											

日本の基準では、施設能力が一定規模以下は適用除外とする規定がある。このように規制の適用または除外を判断する設備能力（定格能力）について、施設名と規模を示す。

施設名	規 模
・ボイラー	伝熱面積：10㎡以上、重油換算燃焼量：50ℓ/h以上
・焙焼炉	原料処理量：1トン/h以上
・乾燥炉	火格子面積：1㎡以上、重油換算燃焼量：50ℓ/h以上
・磷酸質肥料	原料処理量：80kg/h以上、重油換算燃焼量：50ℓ/h以上

製造施設

現地調査では、各施設の定格能力を正確に把握する事ができなかった。このため、排ガス測定時の運転負荷等により定格排ガス量を算出し、定格能力を推定した。これらの値から上記の基準適用除外となる設備能力が数点あるが、本報告書では全ての設備に対し処理対策を作成する。しかし、チュニジア国で今後大気汚染防止法を作成する場合、上記の様な小規模設備への考慮は必要である。

5. 排ガス処理計画の前提

(1) 設備能力

設定した排出基準と測定した排ガス分析値を比べ、基準値を超える設備と物質を燃料別に分けると次の通りである。

表VI-7 燃料別の基準値を超えた発生源

	ばいじん	SO _x	NO _x	F
重油	STS-51、STS-52 SZT-57 SPE-57、SPE-59 SPE-62、SPE-64 SPE-66		SZT-57 SPE-66	SPE-57、SPE-59 SPE-62、SPE-64
グリニオン	SZT-54、SZT-55 SZT-56 STP-51、STP-53			
その他	SPE-51、SPE-52	SPE-51、SPE-53		SPE-55、SPE-60 SPE-65

S Z T - 56	1,300 × 3 基	3,900 Nm ³ /h
S Z T - 57	2,000 × 3 基	6,000 Nm ³ /h
S T P - 51		3,600 Nm ³ /h
S T P - 52		3,600 Nm ³ /h (S T P - 51測定値使用)
S T P - 53		21,000 Nm ³ /h

測定した排ガス分析値に対し、設定した排出基準値を比較した結果を表VI-9に“排出基準判定”としてまとめた。表中に示す○印は基準値以内、また×印は基準値を超えることを表す。

VI-9(1) 排出基準判定

FACTORY	S T S		S I O S - Z I T E X								
	STS-51	STS-52	SZT-51	SZT-52	SZT-53	SZT-54	SZT-55	SZT-56	SZT-57		
SAMPLING POINT	STS-51	STS-52	SZT-51	SZT-52	SZT-53	SZT-54	SZT-55	SZT-56	SZT-57		
SAMPLING DATE	JUL/7/92	JUL/7/92	JUL/13/92	JUL/13/92	JUL/13/92	JUL/14/92	OCT/1/92	JUL/15/92	JUL/14/92	JUL/15/92	
FACILITY	BOILER	BOILER	R. KILN	R. KILN	R. KILN	BOILER	BOILER	BOILER	BOILER	BOILER	
FUEL	H. OIL	H. OIL	GRIGNON	GRIGNON	GRIGNON	GRIGNON	GRIGNON	GRIGNON	GRIGNON	H. OIL	
Emission Standards											
Dust	mg/Nm ³	300	300	400	400	400	400	400	400	300	
Residual Oxygen %		4	4	Os	Os	Os	6	6	6	4	
SOx	K Value	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	
NOx	ppm	250	250	250	250	250	450	450	450	250	
Residual Oxygen %		4	4	16	16	16	6	6	6	4	
Stack											
Actual Height	m	10	10	15	15	15	30	30	20	30	15
Effective Height	m	10	10	15	15	15	33.2	34.4	20	31.8	15
Diameter	m	0.32	0.23	0.95	0.95	0.95	0.9	0.9	0.52	0.9	0.39
Type(with roof Y/N)		Y	Y	Y	Y	Y	N	N	Y	N	Y
GAS VOLUME											
ACTUAL	m ³ /h	2870	720	13100	11500	12000	12400	16100	2020	6250	1860
WET GAS	Nm ³ /h	1370	380	11000	9830	10200	8280	10100	1670	3850	1370
DRY GAS	Nm ³ /h	1230	350	10000	9130	9400	7830	9500	1540	3570	1240
H ₂ O	%	10.5	7.9	8.8	7.1	8.2	5.5	5.6	7.7	7.2	9.4
GAS TEMP.	°C	298	248	52	46	48	137	163	58	170	99
CO ₂	%	7.8	11.6	0.3	0.3	0.9	4.9	4.8	1.8	2.6	10.0
O ₂	%	11.0	8.2	19.9	20.3	19.9	15.7	15.2	18.7	17.8	8.0
DUST											
DUST	mg/Nm ³	1200	1000	43	160	100	2800	3100	1900	720	1300
O ₂ conv.	mg/Nm ³	2040	1322	43	160	100	7925	8017	12391	3375	1700
Valuation		×	×	○	○	○	×	×	×	×	×
SOx	ppm	560	900	<11	<11	<11	<11	21	<11	<11	1000
SOx (K=17.5)	Nm ³ /h	1.75	1.75	3.94	3.94	3.94	19.28	20.76	7.00	17.67	3.94
SOx (Calc.)	Nm ³ /h	0.69	0.32	---	---	---	---	0.20	---	---	1.24
Valuation		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
NOx	ppm	170	180	<12	<12	22	46	63	22	55	290
(O ₂ Content)	%	6.6	8.0	19.9	20.3	19.9	15.4	15.4	18.0	17.6	9.0
O ₂ conv.	ppm	201	235	---	---	100	123	45	110	243	411
Valuation		○	○	○	○	○	○	○	○	○	×

VI-9(3) 排出基準判定

FACTORY	S I A P E (TSP)										(BOILER)
	SPE-56	SPE-57	SPE-58	SPE-59	SPE-60	SPE-61	SPE-62	SPE-63	SPE-64	SPE-65	
SAMPLING POINT	SPE-56	SPE-57	SPE-58	SPE-59	SPE-60	SPE-61	SPE-62	SPE-63	SPE-64	SPE-65	SPE-66
SAMPLING DATE	SEP/17/92	SEP/18/92	SEP/18/92	SEP/18/92	SEP/18/92	SEP/14/92	SEP/14/92	SEP/15/92	SEP/15/92	SEP/21/92	OCT/28/92
FACILITY	TSP500-IN	TSP500-OUT	TSP500-IN	TSP500-OUT	TSP-MAIN	TSP600-IN	TSP600-OUT	TSP600-IN	TSP600-OUT	TSP-SUB	E.G/BOILER
FUEL	H.OIL	H.OIL	H.OIL	H.OIL	H.OIL	H.OIL	H.OIL	H.OIL	H.OIL	---	H.OIL
Emission Standards											
Dust mg/Nm3	200	200	200	200	---	200	200	200	200	---	200
Residual Oxygen %	Os	Os	Os	Os	---	Os	Os	Os	Os	---	Os
SOx K Value	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5
NOx ppm	250	250	250	250	650	250	250	250	250	650	190
Residual Oxygen %	16	16	16	16	15	16	16	16	16	15	16
F mg/Nm3	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Stack											
Actual Height m	10	30	30	30	20	30	30	30	30	20	25
Effective Height m	10	42	42	39	21	48	48	45	45	21	30
Diameter m	0.57	1.31	1.31	1.31	0.8	1.5	1.5	1.5	1.5	0.53	0.8
Type(with roof Y/N)	Y	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
GAS VOLUME											
ACTUAL m3/h	76800	64200	93100	64200	6300	119000	115000	121000	108000	3540	16700
WET GAS Nm3/h	62200	52900	63700	52900	5100	79900	84700	79800	85400	2960	10300
DRY GAS Nm3/h	50300	43400	50300	43400	4200	57900	61200	60900	64100	2610	9500
H2O %	19.1	17.9	21.0	17.9	18.3	27.5	27.8	23.7	24.9	11.9	7.7
GAS TEMP. °C	64	58	130	58	66	138	98	145	73	53	169
CO2 %	2.0	2.4	2.4	2.3	46.0	3.0	2.5	2.3	2.2	2.0	4.2
O2 %	18.6	17.7	17.6	17.7	12.0	15.9	16.5	18.5	18.3	19.4	14.6
DUST mg/Nm3	290	810	580	810	890	1220	1110	580	1000	30	140
O2 conv. mg/Nm3	290	810	580	810	890	1220	1110	580	1000	30	372
Valuation	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
SOx ppm	220	260	400	260	1100	560	550	400	520	135	800
SOx (K=17.5) Nm3/h	30.2	27.0	40.7	27.0	7.9	36.0	40.7	36.0	36.0	7.6	15.7
SOx (Calc.) Nm3/h	10.5	11.3	11.3	11.3	4.6	33.7	33.7	33.3	33.3	0.4	7.6
Valuation	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
NOx ppm	---	1500	---	1500	---	---	---	---	---	---	108
(O2 Content) %	---	65.1	---	65.1	---	---	---	---	---	---	14
O2 conv. ppm	---	91	---	91	---	---	---	---	---	---	262
Valuation	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	x
TOTAL MIST mg/Nm3	---	154	---	154	---	---	---	---	---	---	---
kg/h	---	7.7	---	7.7	---	---	---	---	---	---	---
H2SO4 MIST mg/Nm3	---	154	---	154	---	---	---	---	---	---	---
kg/h	---	7.7	---	7.7	---	---	---	---	---	---	---
H3PO4 MIST mg/Nm3	---	154	---	154	---	---	---	---	---	---	---
kg/h	---	7.7	---	7.7	---	---	---	---	---	---	---
F COMPOUND mg/Nm3	---	154	---	154	---	---	---	---	---	---	---
kg/h	---	7.7	---	7.7	---	---	---	---	---	---	---
Valuation	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
F MIST mg/Nm3	---	64	---	64	---	---	---	---	---	---	---
kg/h	---	2.8	---	2.8	---	---	---	---	---	---	---

第Ⅶ編 設備及び実施計画

第VII編 設備及び実施計画

1. 排水処理のプロセス決定

排水処理のプロセスの選定に当たっては、排水水量および水質からプロセスの処理特性、建設費、維持管理等を考慮し、決定する必要がある。

今回の調査の対象水質項目より次の3項目について処理プロセスの比較を行う。

1.1 浮遊物質（SS、浮遊性のBOD、COD、油）

浮遊物質の処理方法としては、大きな夾雑物はスクリーン、自然沈澱などで処理できるが、細かい浮遊物、コロイド状のもの（金属・非金属類）などは通常凝集剤を添加して、凝集沈澱又は、加圧浮上などにて処理する。

排水の水質が高濃度でなければ砂濾過も有力な手段となる。

凝集沈澱、加圧浮上、砂濾過について比較表を示すと表VII-1のようになる。

表VII-1 浮遊物質及び浮遊性のBOD、CODの除去プロセス比較

	凝集沈澱	加圧浮上	砂濾過
1. 処理特性 排水の高濃度への対応 処理水の水質	良 良	良 やゝ悪い	否 良
2. 建設費	やゝ高い	安い	安い
3. 維持管理 薬品及び動力量 運転管理の容易性	低い 容易	やゝ高い やゝ困難	低い やゝ困難
4. 設置面積	大	小	小

今回の対象工場においては、SIAPEの弗素除去、SIOS-ZITEX、SATHOP、SMCP、STSの高濃度COD除去に対しては、処理水の安定性、維持管理面より考えて凝集沈澱法とする。

1.2 有機物処理

COD、BODで表わされる有機物の処理方法としては生物処理が最も適していると云える。生物処理は大きく好気性と嫌気性とに分かれそれぞれ特長を有している。