

テュニジア共和国
スファックス産業公害対策計画調査
報告書

1993年9月

国際協力事業団

鉦調工

C R (3)

93-125

JICA LIBRARY



1108871(3)

25556

国際協力事業団

25556

テュニジア共和国
スファックス産業公害対策計画調査
報告書

1993年9月

国際協力事業団

序 文

日本国政府は、チュニジア共和国政府の要請に基づき、同国のスファックス産業公害対策計画にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施しました。

当事業団は、平成3年6月から平成5年8月まで6回にわたり、三菱油化エンジニアリング株式会社の片柳蒞氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

調査団は、チュニジア政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経てここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成5年8月

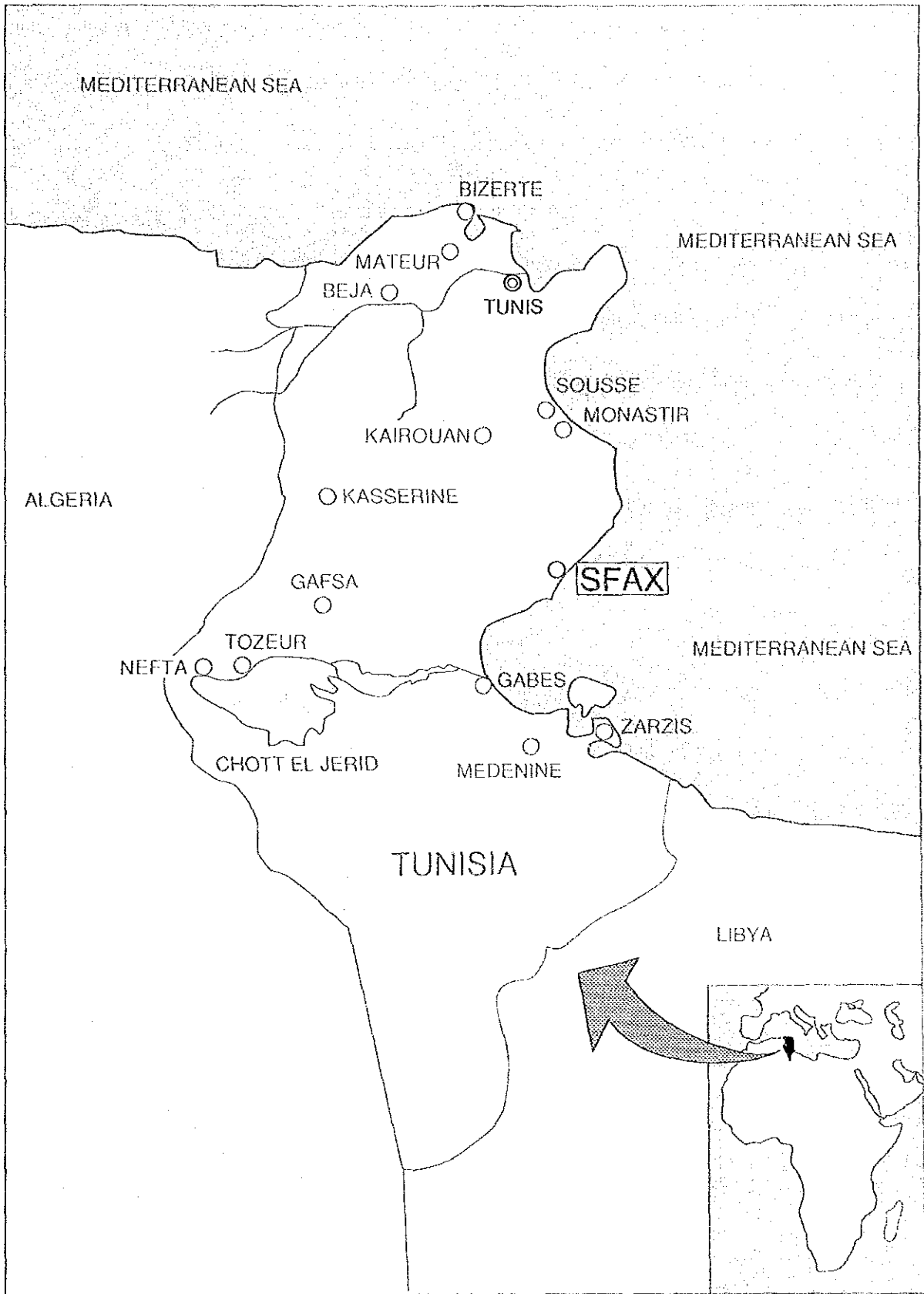
国際協力事業団

総 裁 柳 谷 謙 介

柳 谷 謙 介

LOCATION MAP

(SFAX CITY IN TUNISIA)



大 要

1. 目 的

調査対象工場における産業公害対策計画の策定を通じ地域の環境保全と産業の発展に寄与すること。

2. 調査期間

1991年5月………1993年9月

3. 対象工場：チュニジア共和国 スファックス市及び近郊

- (1) 国営磷酸肥料工場 (1工場；SIAPE A)
- (2) 国営石油公社スファックス油槽所 (1工場；SNDP)
- (3) オリーブ油工場 (1工場；UPOTS)
- (4) 石鹼工場 (2工場；SIOS-ZITEX及びSATHOP)
- (5) 皮なめし工場 (2工場；SMCP及びTMC)
- (6) 染色工場 (1工場；STS)
- (7) 下水処理場 (1処理場；ONAS)

4. 対策の概要

(1) 排出基準の設定

① 排水処理

排水処理の排出基準としてチュニジアには INNORPIの基準があるが、段階的に基準を達成することが現実的であると考え暫定基準を提案した。

② 排ガス処理

チュニジアには排ガスの排出基準は無いため日本の排出基準を参考とした。

(2) 公害対策設備概要

排出量合計	総排水量	4,968	m ³ /日	
	総排ガス量	568,000	Nm ³ /時間	排出ヶ所 15ヶ所

処 理 方 式

- ① ケース1 (排水の排出基準は日本側提案の暫定基準)

排水 各工場にて前処理を行いS I A P E以外はONAS下水処理場へ排出、
S I A P Eは海域へ排出とした。

排ガス S I A P Eの硫酸プラントはDCDA法に改造、燐酸プラント・T S
Pプラントは湿式スクラバー、ボイラーはマルチサイクロンとした。
S I O S - Z I T E X ・ S A T H O P ・ S T Sは全てマルチサイクロ
ンとした。

② ケース2 (排水の排出基準はチュニジア側提案の暫定基準)

排水 各工場にて高度処理まで行い、S I A P E以外はONAS下水処理場
へ排出とし、S I A P Eは海域へ排出することとした。

排ガス ケース1と同一

③ ケース3 (INNORPI基準)

排水 各工場にて高度処理まで行い、S I A P E以外はONAS下水処理場
へ排出とし、S I A P Eは海域へ排出することとした。

排ガス ケース1と同一

(3) 総所要資金 (1 TD=125円)

① ケース1 (排水の排出基準は日本側提案の暫定基準)

排水処理 15,782,600 TD (建設費 14,550,000 TD)

排ガス処理 17,386,400 TD (建設費 15,931,700 TD)

計 33,169,000 TD (建設費 30,481,700 TD)

② ケース2 (排水の排出基準はチュニジア側提案の暫定基準)

排水処理 24,329,600 TD (建設費 22,537,100 TD)

排ガス処理 17,386,400 TD (建設費 15,931,700 TD)

計 41,716,000 TD (建設費 38,468,800 TD)

③ ケース3 (INNORPI基準)

排水処理 25,450,900 TD (建設費 23,581,000 TD)

排ガス処理 17,386,400 TD (建設費 15,931,700 TD)

計 42,837,300 TD (建設費 39,512,700 TD)

(4) 工期

建設期間として2年間を要する。

5. 財務・経済検討

一般的に産業公害対策投資は生産増加等をもたらせないため、企業の利益増加に直結しない。従って通常の財務・経済分析には馴染まない。しかしながらチュニジア国の近年及び将来の規制強化動向、並びに現実に産業公害のため稼働を停止している工場もあることを考慮し、公害対策を実施することによる稼働停止の回避即ち生産損失の回避という概念を導入して、稼働停止日数の影響を評価した。また、排水基準超過費用・下水処理費用の減少、副製品の価値、原料費の削減、特別償却の免税効果などを上記の稼働停止の回避とともに経済便益とし、財務的内部収益率（F. IRR）及び経済的内部収益率（E. IRR）を算出した。減産損失を含めた経済便益の考え方はIRRがプラスを示すとしても、公害防止と産業の発展を計る本来の目的に合致するとは考えにくい。本調査は環境対策であるためIRRをもって投資の採算性を判断することはできず、更に広い観点より実行の可否を決定すべきと考える。

財務・経済の検討結果として次の事が言える。

- (1) 公害を防止することは社会的に有意義であり、産業を発展させ地域住民の生活向上に寄与する。また処理過程で回収可能な有用物質の活用も単なる経済効果にとどまらず、各種生産プロセスの改良技術取得の機会となる。
- (2) 実施段階にて建設費の圧縮、運転費用の削減を計り、各企業の負担の軽減を計画する必要がある。
- (3) 本施設導入により、新規雇用機会は直接要員以外にも建設要員にも及ぶ。

6. 結論

本調査の目的は対象工場の産業公害対策を通して地域の環境保全を計るものである。従って本調査を一つのモデルとして、これをチュニジア国全域に及ぼし、実行計画を策定する必要がある。

(1) 対象工場の現状

公害対策としては一部の工場を除き、対策が殆どなされていないとあってよい。排水の排出基準としては INNORPIの基準が設定されているが達成されていない。排ガスの排出基準は設定されていない。

(2) 調査の結論

環境を保護し、各企業の経済性の向上のためには対策設備の建設費及び運転費用の

削減が必要であるが、重点検討項目としては下記の通りである。

- ① 各工場の汚濁物質の量が極めて高い。工場内の合理化を計り有価物を回収し、排水中の汚濁物質の削減を心がけるべきである。
- ② 日本側提案の暫定基準による排水処理設備を検討すべきである。暫定基準とは言え、S I A P Eの海域排出のSO₄以外はINNORPI基準に合致したものとなっている。
- ③ INNORPI基準はC I、SO₄などの塩類が規制されている。再検討が望ましい。
- ④ M A R G I Nの処理は世界的な問題である。本報告書を参考にしてチュニジア国にて更に検討すべきである。
- ⑤ S I A P Eは硫酸プラントにおいて硫酸の収率を上げ、併せて公害防止への対応のためDCDA法の採用を計るべきである。また磷酸プラント、TSPプラントの排ガス処理としてF除去のためスクラバーの改造を実施すべきである。
- ⑥ 石鹼工場、染色工場は媒塵対策のためサイクロンの設置を提案するものであるが、その前段階として燃焼技術の管理手法の向上を計るべきである。

目 次

	頁
第I編 序 論	
1. はじめに	I - 1
2. 調査の背景	I - 1
3. 調査の目的	I - 1
4. 調査の対象地域	I - 2
5. 調査の対象範囲	I - 4
6. 調査の実施方法	I - 4
第II編 対象地域の現状	
1. 調査対象地域の諸条件	II - 1
1.1 自然条件	II - 1
1.2 社会条件	II - 5
1.3 経済条件	II - 9
2. 環境政策と環境基準	II - 16
2.1 環境政策の流れ	II - 16
2.2 環境法の体系	II - 18
2.3 適用される環境基準/排出基準	II - 19
2.4 施行法令の実態	II - 24
3. 水資源の現状と将来予測	II - 26
3.1 スファックス地区の水資源の現状	II - 26
3.2 スファックス地区の水資源の将来予測	II - 27
4. 大気汚染状況	II - 28

5. 海洋及び河川の汚染状況	II - 30
----------------------	---------

第III編 対象工場の現状

1. S I A P E	III - 1
1.1 工場概要	III - 1
1.2 運転状況の現状と問題点	III - 4
1.3 用・排水の現状と問題点	III - 12
1.4 排ガスの現状と問題点	III - 16
2. S N D P	III - 20
2.1 工場概要	III - 20
2.2 運転状況の現状と問題点	III - 22
2.3 排水の現状と問題点	III - 25
3. U P O T S	III - 29
3.1 工場概要	III - 29
3.2 運転状況の現状と問題点	III - 33
3.3 用・排水の現状と問題点	III - 39
4. S I O S - Z I T E X	III - 46
4.1 工場概要	III - 46
4.2 運転状況の現状と問題点	III - 50
4.3 用・排水の現状と問題点	III - 57
4.4 排ガスの現状と問題点	III - 60
5. S A T H O P	III - 64
5.1 工場概要	III - 64
5.2 運転状況の現状と問題点	III - 68
5.3 用・排水の現状と問題点	III - 70
5.4 排ガスの現状と問題点	III - 74

6. SMCP/TMC	Ⅲ - 76
6.1 工場概要	Ⅲ - 76
6.2 運転状況の現状と問題点	Ⅲ - 85
6.3 用・排水の現状と問題点	Ⅲ - 89
7. STS	Ⅲ - 95
7.1 工場概要	Ⅲ - 95
7.2 運転状況の現状と問題点	Ⅲ - 100
7.3 用・排水の現状と問題点	Ⅲ - 103
7.4 排ガスの現状と問題点	Ⅲ - 107
8. ONAS	Ⅲ - 109
8.1 処理場概要	Ⅲ - 109
8.2 運転状況の現状と問題点	Ⅲ - 115
第Ⅳ編 生産プロセスへの提案	Ⅳ - 1
1. 生産プロセスにおけるデータの重要性	Ⅳ - 1
2. 日本の生産管理手法の紹介	Ⅳ - 5
3. 各工場の生産プロセスへの提案	Ⅳ - 9
3.1 SIAPE	Ⅳ - 9
3.2 SNDF	Ⅳ - 23
3.3 UPOTS	Ⅳ - 26
3.4 SIOS-ZITEX (SATHOP)	Ⅳ - 39
3.5 SMCP (TMC)	Ⅳ - 48
3.6 STS	Ⅳ - 52
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	Ⅴ - 1
2. 目標排水水質の決定	Ⅴ - 8
2.1 設定の概要	Ⅴ - 8

2.2	日本の環境基準・排水基準	V-9
2.3	チュニジアの排水暫定基準の設定	V-15
3.	工場内の排水水質による分類及び技術検討	V-17
3.1	工場内の排水水質による分類	V-17
3.2	前処理技術の検討	V-21
3.3	工場別の排水処理技術の検討	V-24
4.	工場別排水処理・再生利用技術の計画の前提	V-27
4.1	排水処理のケース設定	V-27
4.2	工場別の排水処理の計画前提	V-30

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	VI-1
2.	排ガス処理技術の概要	VI-5
2.1	ばいじん	VI-5
2.2	硫黄酸化物	VI-7
2.3	窒素酸化物	VI-9
3.	日本の大気汚染防止法の紹介	VI-11
3.1	公害対策基本法	VI-11
3.2	大気汚染防止法	VI-12
4.	目標とするばい煙排出基準	VI-18
5.	排ガス処理計画の前提	VI-21

第VII編 設備及び実施計画

1.	排水プロセスの決定	VII-1
1.1	浮遊物質	VII-1
1.2	有機物処理	VII-1
1.3	塩類の処理	VII-2
2.	排ガス処理プロセスの決定	VII-4
2.1	処理対象設備の分類	VII-4
2.2	生産プロセスからの排ガス処理	VII-4
2.3	燃焼設備からの排ガス処理	VII-7

3. 設備計画	VII - 13
3.1 概要	VII - 13
3.2 S I A P E	VII - 13
3.3 U P O T S	VII - 32
3.4 S I O S - Z I T E X	VII - 42
3.5 S A T H O P	VII - 51
3.6 S M C P / T M C	VII - 60
3.7 S T S	VII - 68
3.8 O N A S	VII - 76
4. 実施計画	VII - 77
4.1 実施体制、組織	VII - 77
4.2 要員計画	VII - 78
4.3 実施スケジュール	VII - 80
第VIII編 財務・経済上の損益的試算	
1. 総所要資金と資金計画	VIII - 1
1.1 総所要資金	VIII - 1
1.2 資金計画	VIII - 4
2. 運転費用の算出	VIII - 7
3. 財務分析	VIII - 12
4. 経済分析	VIII - 27
5. 財務・経済評価	VIII - 33
第IX編 結論、勧告	
1. 対象工場の現状に関する概要	IX - 1
2. 調査の結論	IX - 1
3. 勧告・留意事項	IX - 2
3.1 勧告	IX - 2
3.2 計画実行に当たっての留意事項	IX - 3
ANNEX	A - 1

表 目 次

	頁
表Ⅱ-1 気象データ	Ⅱ- 4
表Ⅱ-2 国内総生産（GDP）の推移	Ⅱ- 10
表Ⅱ-3 国内総生産の産業別部門別動向	Ⅱ- 11
表Ⅱ-4 主要農産物生産高の推移	Ⅱ- 12
表Ⅱ-5 主要鉱産物生産高の推移	Ⅱ- 12
表Ⅱ-6 石油・ガス生産量の推移	Ⅱ- 13
表Ⅱ-7 製造業の部門別成長率の推移	Ⅱ- 14
表Ⅱ-8 観光部門の動向	Ⅱ- 14
表Ⅱ-9 排水基準（INNORPI）	Ⅱ- 21
表Ⅱ-10 測定法	Ⅱ- 23
表Ⅱ-11 水道水供給量、加入者数推移	Ⅱ- 26
表Ⅲ-1 S I A P E工場水バランス	Ⅲ- 12
表Ⅲ-2 排水分析結果（S I A P E）	Ⅲ- 15
表Ⅲ-3 排ガス分析結果（S I A P E）	Ⅲ- 19
表Ⅲ-4 S N D P貯槽リスト	Ⅲ- 21
表Ⅲ-5 排水分析結果（S N D P）	Ⅲ- 27
表Ⅲ-6 オリーブ油生産高と販売高	Ⅲ- 30
表Ⅲ-7 主要機器設備	Ⅲ- 31
表Ⅲ-8 1・2次圧搾の違い	Ⅲ- 36
表Ⅲ-9 オリーブ油とマージンの推移	Ⅲ- 39
表Ⅲ-10 各地区の工場数	Ⅲ- 40
表Ⅲ-11 各種文献に見るマージンの水質値	Ⅲ- 43
表Ⅲ-12 マージンの分析値	Ⅲ- 44
表Ⅲ-13 主要原料及び使用量（1991年）	Ⅲ- 47
表Ⅲ-14 製品及び生産量（1991年）	Ⅲ- 47

表Ⅲ-15	主要設備仕様	Ⅲ-48
表Ⅲ-16	排水分析結果 (S I O S - Z I T E X)	Ⅲ-59
表Ⅲ-17	ボイラー関連一覧	Ⅲ-61
表Ⅲ-18	排ガス測定結果 (S I O S - Z I T E X)	Ⅲ-62
表Ⅲ-19	主要原料及び使用量	Ⅲ-65
表Ⅲ-20	製品及び生産量	Ⅲ-65
表Ⅲ-21	主要設備仕様	Ⅲ-66
表Ⅲ-22	排水分析結果 (S A T H O P)	Ⅲ-72
表Ⅲ-23	両工場のCOD比較	Ⅲ-73
表Ⅲ-24	排ガス測定結果 (S A T H O P)	Ⅲ-75
表Ⅲ-25	生産量 (1990年)	Ⅲ-79
表Ⅲ-26	副材料 (1990年)	Ⅲ-80
表Ⅲ-27	主要設備仕様	Ⅲ-82
表Ⅲ-28	SMCPにおける工程排水量	Ⅲ-89
表Ⅲ-29	排水分析結果 (SMCP)	Ⅲ-91
表Ⅲ-30	原材料	Ⅲ-96
表Ⅲ-31	製品及び生産量	Ⅲ-96
表Ⅲ-32	主要設備仕様	Ⅲ-99
表Ⅲ-33	排水分析結果 (S T S)	Ⅲ-105
表Ⅲ-34	排ガス測定結果 (S T S)	Ⅲ-108
表Ⅲ-35	設備仕様 (O N A S)	Ⅲ-110
表Ⅲ-36	O N A S 水質データ (月間平均値)	Ⅲ-113
表Ⅲ-37	排水分析結果 (O N A S)	Ⅲ-114
表Ⅳ-1	QCによる改善取進めの具体策	Ⅳ-8
表Ⅳ-2	検査周期	Ⅳ-23
表Ⅳ-3	オリーブの実に含まれる成分	Ⅳ-28
表Ⅳ-4	オリーブ油の品質	Ⅳ-30
表Ⅳ-5	グリニヨンの物理的成分	Ⅳ-31
表Ⅳ-6	グリニヨンの化学的成分	Ⅳ-32

表IV-7	マージンの成分例	IV-33
表IV-8	現有の各種マージン処理技術分類	IV-37
表IV-9	マージン処理技術の概要	IV-38
表IV-10	グリセリンの用途	IV-40
表IV-11	グリセリンの品質規格(日本)	IV-40
表IV-12	グリセリンの品質規格(米国)	IV-41
表IV-13	主要機器リスト(グリセリン回収設備)	IV-45
表IV-14	回収グリセリン品質	IV-46
表V-1	業種別排水の特性と処理システム	V-5
表V-2	用水利用及び再生利用のための設備概要	V-7
表V-3	一律基準	V-11
表V-4	皮革産業にかかる暫定基準の推移	V-12
表V-5	日本とチュニジアとの基準の比較	V-14
表V-6	暫定基準	V-16
表V-7	簡易分析結果一覧	V-18
表V-8	排水水質別分類表	V-20
表V-9	対象工場ケース設定一覧表	V-28
表V-10	各ケース毎の排水水質基準	V-29
表V-11	S I A P E各排水の水質	V-32
表V-12	マージンの計画水質	V-33
表V-13	S I O S - Z I T E X各排水の水質	V-33
表V-14	S I O S - Z I T E X生産プロセス改善後の水質	V-35
表V-15	S A T H O P各排水の水質	V-36
表V-16	S A T H O P生産プロセス改善後の水質	V-36
表V-17	S M C P / T M C工場排水の水質	V-38
表V-18	S T S各排水の水質	V-38
表V-19	O N A S各工場の排水量受入れに伴う増加量	V-40
表VI-1	一般的空気比	VI-3

表VI-2	集じん装置の特徴	VI-8
表VI-3	主要な排煙脱硫法	VI-9
表VI-4	燃焼時の窒素酸化物の抑制技術	VI-10
表VI-5	K値と着地濃度	VI-16
表VI-6	排ガス排出基準案	VI-20
表VI-7	燃料別の基準値を超えた発生源	VI-21
表VI-8	排ガス処理設備能力	VI-22
表VI-9	排出基準判定	VI-23
表VII-1	浮遊物質及び浮遊性のBOD・CODの除去プロセス比較	VII-1
表VII-2	有機物処理プロセス比較	VII-2
表VII-3	塩類処理のプロセス比較	VII-3
表VII-4	ばいじん処理設備選定比較	VII-12
表VII-5	SIAPE変更後の排水水質	VII-14
表VII-6	SIAPEブロックフローシート	VII-14
表VII-7	主要機器リスト(SIAPE 1B)	VII-18
表VII-8	主要機器リスト(SIAPE 2B)	VII-21
表VII-9	排ガス処理設備前提(SIAPE)	VII-23
表VII-10	主要機器リスト(SAプラント)	VII-26
表VII-11	主要機器リスト(PAプラント)	VII-27
表VII-12	主要機器リスト(TSPプラント)	VII-30
表VII-13	マルチサイクロン主要寸法	VII-31
表VII-14	マージンの水質	VII-32
表VII-15	マージン、ブロックフローシート	VII-33
表VII-16	主要機器リスト(UPOTS 1A)	VII-37
表VII-17	主要機器リスト(UPOTS 2A)	VII-40
表VII-18	SIOS-ZITEX各排水水質	VII-42
表VII-19	SIOS-ZITEXブロックフローシート	VII-42
表VII-20	主要機器リスト(SIOS-ZITEX 1A)	VII-46
表VII-21	主要機器リスト(SIOS-ZITEX 2A)	VII-49

表Ⅶ-22	SATHOP各排水水質	Ⅶ- 51
表Ⅶ-23	SATHOPブロックフローシート	Ⅶ- 51
表Ⅶ-24	主要機器リスト (SATHOP 1A)	Ⅶ- 55
表Ⅶ-25	主要機器リスト (SATHOP 2A)	Ⅶ- 58
表Ⅶ-26	SMCP/TMC排水水質	Ⅶ- 60
表Ⅶ-27	SMCP/TMCブロックフローシート	Ⅶ- 60
表Ⅶ-28	主要機器リスト (SMCP 1A)	Ⅶ- 64
表Ⅶ-29	主要機器リスト (SMCP 2A)	Ⅶ- 67
表Ⅶ-30	STS排水水質	Ⅶ- 68
表Ⅶ-31	STSブロックフローシート	Ⅶ- 68
表Ⅶ-32	主要機器リスト (STS 1A)	Ⅶ- 72
表Ⅶ-33	主要機器リスト (STS 2A)	Ⅶ- 75
表Ⅶ-34	ONASへの流入水	Ⅶ- 76
表Ⅶ-35	主要機器リスト (ONAS 2B・3B)	Ⅶ- 76
表Ⅶ-36	要員表	Ⅶ- 79
表Ⅶ-37	SFA X産業公害対策計画工程	Ⅶ- 81
表Ⅷ- 1	総所要資金	Ⅷ- 2
表Ⅷ- 2	検討ケース	Ⅷ- 2
表Ⅷ- 3	建設費	Ⅷ- 3
表Ⅷ- 4	建設費支払計画	Ⅷ- 6
表Ⅷ- 5	減価償却費	Ⅷ- 10
表Ⅷ- 6	運転費用	Ⅷ- 11
表Ⅷ- 7	企業現状解析	Ⅷ- 14
表Ⅷ- 8	減算損失回避額	Ⅷ- 17
表Ⅷ- 9	下水処理料金の回避可能減価	Ⅷ- 17
表Ⅷ-10	ケース別財務的内部収益率	Ⅷ- 19
表Ⅷ-11	工場別FIRR	Ⅷ- 21
表Ⅷ-12	感度分析	Ⅷ- 22
表Ⅷ-13	建設費と経営努力目標額	Ⅷ- 23

表Ⅷ-14	F I R R (60日間操業停止ケース)	Ⅷ - 24
表Ⅷ-15	財務分析結果からの評価	Ⅷ - 26
表Ⅷ-16	工場別E I R R	Ⅷ - 29

目 次

	頁
図Ⅰ-1 調査・対象工場の位置	Ⅰ- 3
図Ⅰ-2 業務フローチャート	Ⅰ- 5
図Ⅰ-3 作業工程	Ⅰ- 6
図Ⅱ-1 スファックスの平均気温と雨量(1986年)	Ⅱ- 3
図Ⅱ-2 スファックス県の構成	Ⅱ- 6
図Ⅱ-3 大気汚染の監視点	Ⅱ- 29
図Ⅲ-1 S I A P E配置図	Ⅲ- 3
図Ⅲ-2 硫酸工場のプロセスフロー	Ⅲ- 5
図Ⅲ-3 磷酸工場のプロセスフロー	Ⅲ- 6
図Ⅲ-4 磷酸工場の循環水フロー	Ⅲ- 7
図Ⅲ-5 T S P工場のプロセスフロー	Ⅲ- 9
図Ⅲ-6 T S P工場の排ガスフロー	Ⅲ- 10
図Ⅲ-7 S I A P E工場の用・排水フロー	Ⅲ- 13
図Ⅲ-8 S N D Pの貯槽配置図	Ⅲ- 21
図Ⅲ-9 受入れ配管系統	Ⅲ- 22
図Ⅲ-10 防油堤の寸法	Ⅲ- 23
図Ⅲ-11 油水分離槽の寸法	Ⅲ- 24
図Ⅲ-12 排水系統図	Ⅲ- 27
図Ⅲ-13 U P O T Sの工場配置図	Ⅲ- 32
図Ⅲ-14 U P O T Sのプロセス・排水フロー	Ⅲ- 34
図Ⅲ-15 B O Dの経時変化	Ⅲ- 45
図Ⅲ-16 S I O S - Z I T E Xの配置図	Ⅲ- 49
図Ⅲ-17 S I O S - Z I T E Xのプロセスフロー	Ⅲ- 51
図Ⅲ-18 S I O S - Z I T E Xの水フロー	Ⅲ- 58

図Ⅲ-19	SATHOPの工場配置図	Ⅲ-67
図Ⅲ-20	SATHOPのプロセスフロー	Ⅲ-69
図Ⅲ-21	SATHOPの水フロー	Ⅲ-71
図Ⅲ-22	SMCPの配置図	Ⅲ-77
図Ⅲ-23	TMCの配置図	Ⅲ-78
図Ⅲ-24	羊衣料用ナッパ及びスエードの製造工程	Ⅲ-86
図Ⅲ-25	皮革生産の流れ図(TMC)	Ⅲ-88
図Ⅲ-26	衣料用ナッパの生産工程と排水・廃棄物排出概要	Ⅲ-90
図Ⅲ-27	SMCPの水フロー	Ⅲ-93
図Ⅲ-28	TMCの水フロー	Ⅲ-94
図Ⅲ-29	STS工場配置図	Ⅲ-98
図Ⅲ-30	STSの生産フロー	Ⅲ-101
図Ⅲ-31	STSの用・排水フロー	Ⅲ-104
図Ⅲ-32	ONASの配置図	Ⅲ-111
図Ⅲ-33	ONASの下水処理場フロー	Ⅲ-112
図Ⅲ-34	流出水の推移	Ⅲ-116
図Ⅲ-35	除去率の推移	Ⅲ-116
図Ⅲ-36	BODの容積負荷と除去率の相関	Ⅲ-117
図Ⅲ-37	水温とBOD除去率	Ⅲ-117
図Ⅳ-1	データ活用	Ⅳ-3
図Ⅳ-2	QCによる改善取進法	Ⅳ-7
図Ⅳ-3	排ガス脱硫装置フローシート(湿式)	Ⅳ-10
図Ⅳ-4	排ガス脱硫装置フローシート(乾式)	Ⅳ-12
図Ⅳ-5	フッ素回収装置フローシート	Ⅳ-17
図Ⅳ-6	フッ素回収装置フローシート(P ₂ O ₅)	Ⅳ-18
図Ⅳ-7	TSPプラント排ガス洗浄フローシート	Ⅳ-19
図Ⅳ-8	測定点の設置法	Ⅳ-25
図Ⅳ-9	不等沈下測定例	Ⅳ-26
図Ⅳ-10	オリーブの実	Ⅳ-27

図IV-11	オリーブ各製品比率	IV-28
図IV-12	オリーブ油の価格	IV-31
図IV-13	グリセリン回収フロー	IV-42
図IV-14	グリセリン回収設備配置図	IV-44
図IV-15	グリセリン回収の物質収支	IV-46
図IV-16	クロム回収方法	IV-50
図IV-17	なめし排液の凝集方法	IV-50
図V-1	排水処理・再生利用に関する技術の検討フローチャート	V-2
図V-2	排水処理装置の形式と分類	V-4
図V-3	排水系統の分離 (S I A P E)	V-31
図V-4	排水系統の分離 (S I O S - Z I T E X)	V-34
図V-5	排水系統の分離 (S A T H O P)	V-37
図V-6	排水系統の分離 (S T S)	V-39
図VI-1	大気汚染防止法の体系図	VI-13
図VI-2	排出基準設定手準	VI-18
図VII-1	固体燃料燃焼設備	VII-8
図VII-2	排水処理設備フロー (S I A P E 1 B)	VII-16
図VII-3	排水処理設備配置図 (S I A P E 1 B)	VII-17
図VII-4	排水処理設備フロー (S I A P E 2 B)	VII-19
図VII-5	排水処理設備配置図 (S I A P E 2 B)	VII-20
図VII-6	D C D A法フローシート	VII-24
図VII-7	D C D A法配置図	VII-25
図VII-8	リン酸プラント排ガス処理フローシート	VII-27
図VII-9	T S Pプラント排ガス処理フローシート	VII-28
図VII-10	T S Pプラント排ガス処理設備配置図	VII-29
図VII-11	マージン処理設備フロー (U P O T S 1 A)	VII-35
図VII-12	マージン処理設備配置図 (U P O T S 1 A)	VII-36

図VII-13	マージン処理設備フロー (UPOTS 2A)	VII- 38
図VII-14	マージン処理設備配置図 (UPOTS 2A)	VII- 39
図VII-15	排水処理設備フロー (SIOS-ZITEX 1A)	VII- 44
図VII-16	排水処理設備配置図 (SIOS-ZITEX 1A)	VII- 45
図VII-17	排水処理設備フロー (SIOS-ZITEX 2A)	VII- 47
図VII-18	排水処理設備配置図 (SIOS-ZITEX 2A)	VII- 48
図VII-19	排水処理設備フロー (SATHOP 1A)	VII- 53
図VII-20	排水処理設備配置図 (SATHOP 1A)	VII- 54
図VII-21	排水処理設備フロー (SATHOP 2A)	VII- 56
図VII-22	排水処理設備配置図 (SATHOP 2A)	VII- 57
図VII-23	排水処理設備フロー (SMCP 1A)	VII- 62
図VII-24	排水処理設備配置図 (SMCP 1A)	VII- 63
図VII-25	排水処理設備フロー (SMCP 2A)	VII- 65
図VII-26	排水処理設備配置図 (SMCP 2A)	VII- 66
図VII-27	排水処理設備フロー (STS 1A)	VII- 70
図VII-28	排水処理設備配置図 (STS 1A)	VII- 71
図VII-29	排水処理設備フロー (STS 2A)	VII- 73
図VII-30	排水処理設備配置図 (STS 2A)	VII- 74

略 語 表

MOB	Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire 環境省
ANPE	Agence Nationale de la Protection de l'Environnement 環境保護庁
ENIS	Ecole Nationale d'Ingénieurs de Sfax スファックス工科大学
LARSEN	Laboratoire Régional des Sciences de l'Environnement 環境科学研究室
INNORPI	Institut National de la Normalisation et de la Propriété Industrielle 工業規格令
ONAS	Office National de l'Assainissement 下水道公社
API	Agence de Promotion de l'Industrie 産業推進局
SIAPB	Société Industrielle pour la Fabrication de l'Acide Phosphorique et d'Engrais 国営磷酸肥料工場
SNDP	Société Nationale de la Distribution du Pétrole 石油配給公社
UPOTS	Union des Producteurs Oleicoles de Tunisie-Sud オリーブ油製造組合
SIOS-ZITEX	Société Industrielle des Huiles d'Olives de Sfax 石鹼製造会社-1
SATHOP	Société Anonyme Tunisienne des Huiles d'Olives Pures 石鹼製造会社-2
SMCP	Société Moderne de Cuir et des Peaux 皮なめし会社
TMC	Tannerie le Moderne de Cuir Sfax 皮なめし新工場
STS	Société de Tissage de Sfax, Société de Tissage du Sud 織物・染色会社
ONH	Office National des Huiles オリーブ公社

第 I 編 序 論

第 I 編 序 論

1. はじめに

本報告書は国際協力事業団が1991年5月より1993年8月の予定で実施した「チュニジア共和国 スファックス産業公害対策計画調査」に於いて、1993年2月に中間報告書を作成し、第5次現地調査で討議した結果を織込み、引続き国内調査を実施して最終報告書として取りまとめたものである。

2. 調査の背景

チュニジアでは同国に豊富に産出する燐鉱石を主要原料とする燐酸肥料工業、オリーブを原料とするオリーブ油工業が主要産業である。

また、チュニジア第2の都市スファックス市（人口約60万人）は、同国随一の工業都市であり、特にリン酸肥料工場等の大型プロジェクトによる環境汚染が以前から問題となっている。

さらに同市は、ガベス湾岸の水産地帯に隣接していることや、地中海の観光地域にも近いことから、チュニジア政府もこの問題を重視し、総理府内に環境保護庁（ANPE）を1988年に設置し、産業排水及び排煙処理を中心とした環境対策に乗り出し、これにかかる協力を我が国に要請した。

これを受けて国際協力事業団は、先方要請内容の確認ならびに調査対象工場の概要調査を行った上、本件調査に係るS/Wの締結・署名を行った。

コンサルタントはこれに拠り1991年5月より本格調査を開始した。

3. 調査の目的

本調査の目的は、調査対象工場等における産業公害対策計画の策定を通じ地域の環境保全ならびに健全な産業発展に寄与することである。

具体的には、下記の対象8工場に対し

① 排水処理・再生利用、排煙（ばい塵）処理計画

② 貯油設備の診断（石油漏洩対策）

を実施する。

また、調査団はチュニジア側と協力して当該調査を実施するので、この調査実施中に

参画するカウンターパートに対し、調査手法等の技術移転も行う。

4. 調査の対象地域

(1) 対象地域 ; テュニジア共和国 スファックス市及び近郊

(2) 対象工場 ; 下記に示す工場の位置は図 I - 1 に示す通りである。

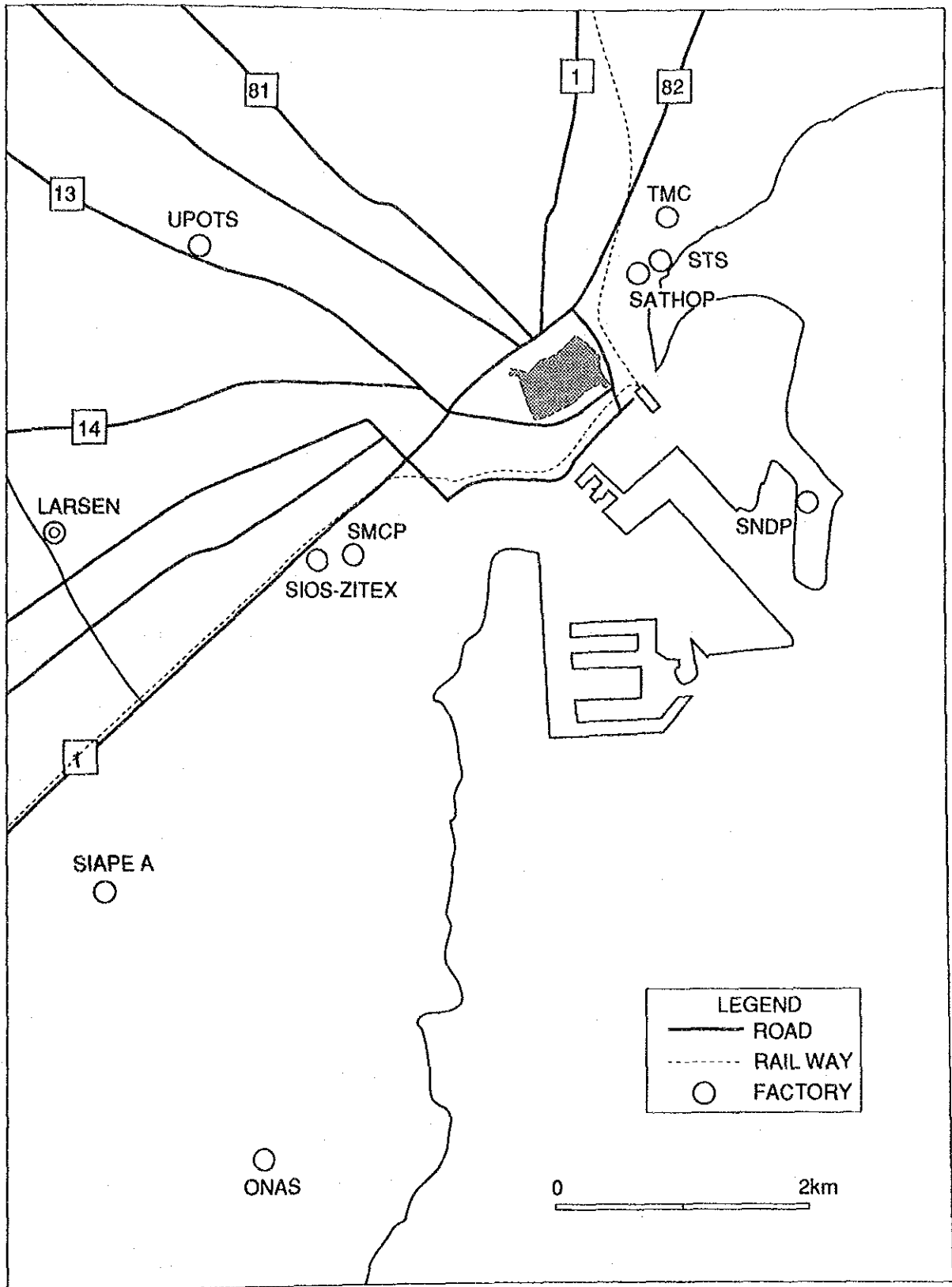
- ① 国営磷酸肥料工場 (2工場; SIAPE A及びB)
- ② 国営石油公社スファックス油槽所 (1工場; SNDP)
- ③ オリーブ油工場 (1工場; UPOTS)
- ④ 石鹼工場 (2工場; SATHOP及びSIOS-ZITEX)
- ⑤ 皮なめし工場 (1工場; SMCP)
- ⑥ 染色工場 (1工場; STS)

尚、第2次現地調査時に対象工場の一部が次の理由により変更があった。

磷酸肥料工場であるSIAPE B工場は、操業停止となり調査対象外とする。皮なめし工場は新規工場が稼働することとなり、生産工程が2工場に分割される。このため新工場も調査対象とする。そこで、調査対象工場は次の8工場になった。

- ① 国営磷酸肥料工場 (1工場; SIAPE A)
- ② 国営石油公社スファックス油槽所 (1工場; SNDP)
- ③ オリーブ油工場 (1工場; UPOTS)
- ④ 石鹼工場 (2工場; SATHOP及びSIOS-ZITEX)
- ⑤ 皮なめし工場 (2工場; SMCP及びTMC)
- ⑥ 染色工場 (1工場; STS)

図1-1 調査・対象工場の位置



5. 調査の対象範囲

本調査に関する主要検討項目としては以下の8項目が挙げられ、各項目の相互関連を業務フローチャートとして図I-2に示す。

- ① 生産プロセスの現状診断
- ② 用水・排水の現状診断
- ③ 排煙の現状診断
- ④ 適正な環境基準及び用水水質基準の設定
- ⑤ 生産プロセスの改造計画の策定及び経済性評価
- ⑥ 排水処理・再生利用計画の策定及び経済性評価
- ⑦ 排煙処理計画の策定及び経済性評価
- ⑧ 総合的な経済性の評価及び結論

6. 調査の実施方法

6.1 調査日程

本調査の作業工程は1991年5月から1993年9月の最終報告書の提出となる。これら作業工程を図I-3にまとめた。

6.2 調査概要

(1) 第1次現地調査(1991年6月7日～1991年6月21日)

- ① インセプションレポートによる調査全体の説明
(第3次現地調査計画案を含む。)
- ② 対象工場のプロセス面からの現状調査
- ③ 第3次調査で実施する排水・排ガス分析ポイントの調査
- ④ 第3次調査で実施する排水・排ガス分析方法の確認
- ⑤ 対象工場のプロセスに関するセミナーの実施

(2) 第2次現地調査(1991年1月18日～1992年2月1日)

- ① 供与資機材の内容説明
- ② 排ガスサンプリングポイントの確認
- ③ 第3・4次現地調査方法・工程の説明

図1-2 業務フローチャート

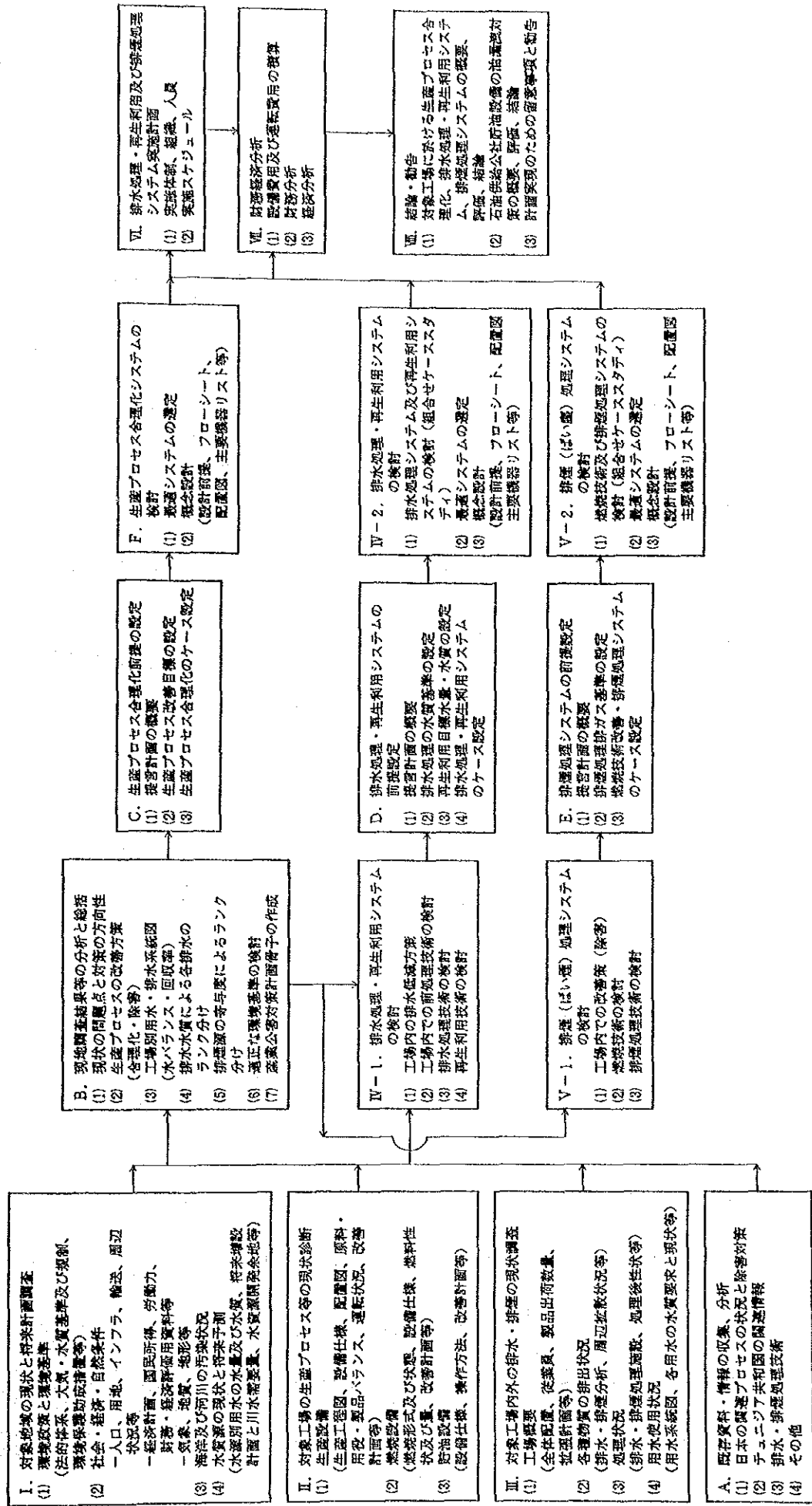


図1-3 作業工程

作業項目	1991					1992					1993						
	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9
インセンションレポート作成	—	—															
第1次質問表作成	—	—															
機材リスト作成																	
分析マニュアル作成																	
第2次質問表作成																	
現地作業日程作成																	
第3次質問表作成																	
現地一般状況解析																	
工場の現状解析																	
排水分析データ解析																	
排水ガス分析データ解析																	
排水処理目標値の設定																	
排水ガス処理目標値の設定																	
公害面からのプロセス改善検討																	
排水処理計画の作成																	
排水処理計画の作成																	
排水処理計画の経済性検討																	
排水処理計画の経済性検討																	
総合評価																	
現地作業																	
インセンションレポート説明	—	—															
プロセス関連ヒアリング																	
機材掘え付け・調整																	
分析方法指導																	
排水関連分析																	
排水ガス関連分析																	
経済関連ヒアリング																	
中間報告書説明																	
ドラフト報告書説明																	
現地調査期間																	
	第1次	第2次	第3次	第4次	第5次	説明											

(3) 第3次現地調査(1992年6月12日～1992年7月29日)

- ① 供与資機材の開梱・据え付け・調整
- ② 分析マニュアルを使用した排ガス・排水分析方法の指導
- ③ 排ガスサンプリングポイントの工事確認
- ④ 対象工場の排水フローの作成
- ⑤ 排水のサンプリング及び簡易分析の実施
- ⑥ 排ガスのサンプリング及び分析の実施

(4) 第4次現地調査(1992年9月5日～1992年10月19日)

- ① 財務・経済分析用データ収集
- ② 磷酸工場・皮なめし工場に関するプロセス面の調査
- ③ 排水のサンプリング及び詳細・日間変動分析の実施
- ④ 排ガスのサンプリング及び分析の実施

(5) 第5次現地調査(1993年2月5日～1993年3月6日)

- ① 中間報告書の説明及び討議
- ② 対象工場の補足調査
- ③ 供与資機材の開梱、数量検査、調整
- ④ 分析方法の指導及び討議

(6) 第6次現地調査(1993年7月27日～1993年8月9日)

- ① 最終報告書(案)の説明及び討議

6.3 調査団構成

(1) 日本側調査団

片柳 菫	団長・総括
金子 欣司	副団長・水処理(物理化学)
宮木 英二	水質分析(有機)
栄 一樹	水質分析(無機)
織田 則子	水質分析(生物)
安川 剛正	水処理(生物)
小野 正勲	水処理(生物)
明見 洋治	排煙測定・処理
窪田 信高	プラント設計A
市原 史郎	プラント設計B
江川 勝之	プロセス(磷酸)
加藤 直也	プロセス(皮なめし)
小南 正夫	プロセス(植物油)
佐上 博之	プロセス(染色)

佐久間 邦 夫	燃 燒 技 術
佐々木 貢 夫	貯 油 設 備
岩崎 史 夫	設 備 積 分
庭山 佳 雄	財 務 経 済 分 析
松谷 義 信	通 訊 訳 算
安土 和 夫	通 訳 算 析

(2) テュニジア国側担当者

MOE

Mr. Faiez AYED
 Mr. Adel HENTATI
 Mr. Houcine EL BECH
 Mr. Nouredine BEN AISSA
 Mr. Salah HASSINI
 Mr. Rachid TRIKI

ANPE

Mr. Mohamed ENNABLI
 Mr. Mounir FERCHICHI

TUNISIAN STUDY TEAM

*LARSEN

Mr. Khaled MEDHIOUB	Leader and overall coordination
Mrs. Emna AMMAR	Water treatment(biological)
Mr. Jalel BOUZID	Water treatment
Mr. Mohamed SARBAJI	Water treatment
Miss Imen BELGHITH	Measurement and removal of exhaust gas
Mrs. Amel HACHICHA	Analysis of water quality
Mr. Ridha HACHICHA(IWRST)	Water treatment
Mr. Mohamed BEN JMAA	Analysis of water quality
Mr. Chafai AZRI	Measurement and removal of exhaust gas
Mr. Moncef KHADRAOUI	Analysis of water quality
Mr. Shems Eddine FESSI	Analysis of water quality
Miss Leila KHLIFI	Analysis of water quality
Miss Samia BEN ABDELKADER	Analysis of water quality
Mr. Foued KHMIRI(SIAPÉ)	Measurement and removal of exhaust gas

*Others

Mr. Morem AYADI	(ENIS, Dépr. Chimie)
Mr. Ridha ABDELHEDI	(ENIS, Dépr. Chimie)
Mr. Mengi FEKI	(ENIS, Dépr. Chimie)
Mr. Ali ABID	(ENIS, Dépr. Mécanique)
Mrs. Faika CHARFI	(FSEG, Dépr. Economie)

第II編 対象地域の現状

第 II 編 対象地域の現状

1. 調査対象地域の諸条件

1.1 自然条件

1.1.1 地理的位置

スファックス市は、北チュニジアと南チュニジアの間、北緯34° 43' 東経10° 46' に位置し、チュニスからは 267km、スースからは 128km、カイルーアンからは、136km、シディ・ジジッドからは 132km、ガフサからは 169km、ガベスからは 137 km離れている。

この国の様々な活動拠点からはほぼ等距離で離れていることが、この都市に経済活動と行政の基盤的役割を託すことにもなっている。

1.1.2 気象条件

スファックス地方は、地中海式気候の恩恵を受けているため、乾燥しており、四季が非常にはっきりと分かれている。

気温の高い季節は乾燥しており、この季節は、夏を超えて続く。雨は変則的に降り、主に秋と冬に降雨が見られ、一般的に短時間に緩慢な驟雨となることが多い。

風は、12月から4月にかけて北風がやや頻繁に吹く。

(1) 気温

年平均	20°C
夏期最高	31°C
冬期最低	8°C

— 気温の一番高い月は、8月で最大平均気温は28.0°Cである。

— 1月が最も寒く、最低平均気温は12.5°Cである。

— 気温が氷点下に達することは稀で、この地方の最低の日間平均気温は 8.0°C である。

— 夏に内陸部ではしばしば耐えきれないような暑さに苦しむが、スファックス地方では、日中は海風を受け、夜間は大陸からの風を受けるため、気温が下降するという恩恵を受けている。

(2) 降雨量

年間降雨量 242.0mm

月間最大降雨量 50.0mm

図II-1に示す曲線の分析から、以下の特徴が明らかになってくる。

- 10月～12月が湿度が高い。
- 夏季が最も乾燥している。
- 秋が最も雨が多く、春がそれに続く。冬は三番目に位置する。
- 夏は乾期であり、雨は偶発的な現象で降るだけである。

(3) 蒸発量

年間蒸発量 1898mm

月間最大蒸発量 253mm (8月)

雨量の不足に加えて、更に蒸発が乾燥に影響を与えている。気象データ（スファックス気象台1986年）によれば、年間蒸発量は1898mmの量に達し、降雨量の7.8倍にも達している。

(4) 湿度

月平均最高 79.5% (昼間74.0%、夜間85.0%) ……11月

月平均最低 59.5% (昼間54.0%、夜間65.0%) ……7月

スファックス地方に於ては、蒸発量が降雨量に較べ非常に大きいにもかかわらず、海に隣接しているため、湿度は年間を通して比較的に高い値を示している。

(5) 風向き

季節によって変化する。

(北:50% 東南:50%)

スファックス地方は、夏にシロッコ（南西から吹く乾いた熱風）の影響を受けることもある。

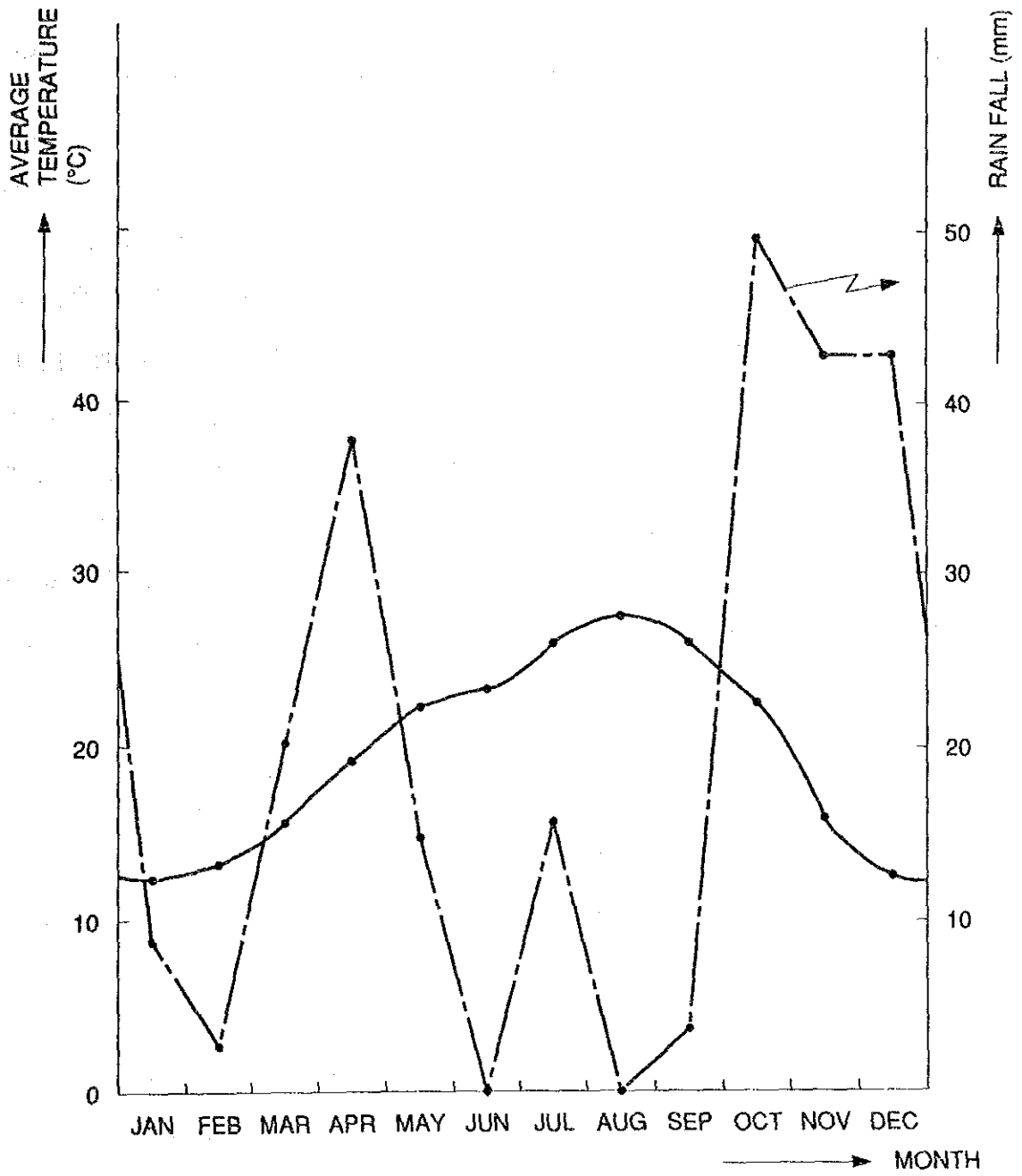
(6) 風速

年平均 14.44m/s

月平均最大 18.93m/s

尚、気象データ（スファックス気象台1986年）を表II-1に示す。

図II-1 スファックスの平均気温と雨量 (1986年)



表II-1 気象データ (スファックス気象台 1986年)

月	平均気温	最高気温	最低気温	降水量	湿度		実効蒸発量	風向	風速
					昼間	夜間			
	℃	℃	℃	mm	%	%	mm		m/s
1	12.5	17.0	8.0	9.0	71.0	84.0	127.0	N 0	17.00
2	13.6	17.8	8.4	3.0	71.5	84.5	121.0	N 0	17.96
3	16.0	18.6	13.5	21.0	71.0	84.0	114.0	N 0	18.19
4	19.7	22.3	17.2	38.0	70.3	81.3	137.0	N 130	18.93
5	22.5	26.0	19.0	15.0	69.0	79.0	231.0	N 130	18.00
6	23.6	26.5	20.7	00.0	58.0	70.0	243.0	N 130	13.00
7	26.3	29.7	23.0	16.0	54.0	65.0	237.0	N 130	11.00
8	28.0	31.0	25.0	00.0	57.0	63.0	253.0	N 0	9.00
9	26.1	28.9	23.3	4.0	59.0	66.0	195.0	N 130	8.33
10	22.9	25.7	20.1	50.0	72.0	80.0	109.0	N 0	13.32
11	16.0	20.0	12.0	43.0	74.0	85.0	93.0	N 130	14.60
12	13.0	17.0	9.0	43.0	57.0	85.0	38.0	N 0	14.00
合計	—	—	—	242.0mm/年	—	—	1898.0mm/年	—	—

1.1.3 地質と地形

(1) 地 勢

スファックス地方はサヘル（訳注：北アフリカ、地中海沿岸の丘陵地帯）傾斜盆地に属している。

一部を海に接した低い沿岸平野で、その最高地点である39m地点は、市の中心から8 km離れたグランダ地方との隣接地点に位置する。最低地点は沿岸沿いであり、火薬庫地区に僅かな沈下が見られる（市の中心から北東へ2 km）。

本調査に関連する工場、排水処理場の用地は全て平坦である。

(2) 地耐力

地耐力は問合せたが、不明とのことで、明確な値を設定できなかった。

尚、ONASの下水処理場が設置されている場所は、塩田地跡であり、泥状の土地である。又、このONAS地域の地下水位は、2 mとのことである。

1.2 社会条件

1.2.1 人口関連

(1) スファックス県は、チュニジアの東中央部、海岸に面し、北はマクディ (Mahdia) 県、西はケロアン (Kairoan) 県、シディ・ブジド (Sidi Bouzid) 県、ガフサ (Gafsa) 県、南はガベス (Gabes) 県と接している。総面積は7086km²を有する。

またスファックス市は、スファックス県の東中央部海岸に面し、海をはさんで東にはケルケナ島がある。

(2) スファックス県の人口は

1988年 650,700 人

1989年 651,100 人

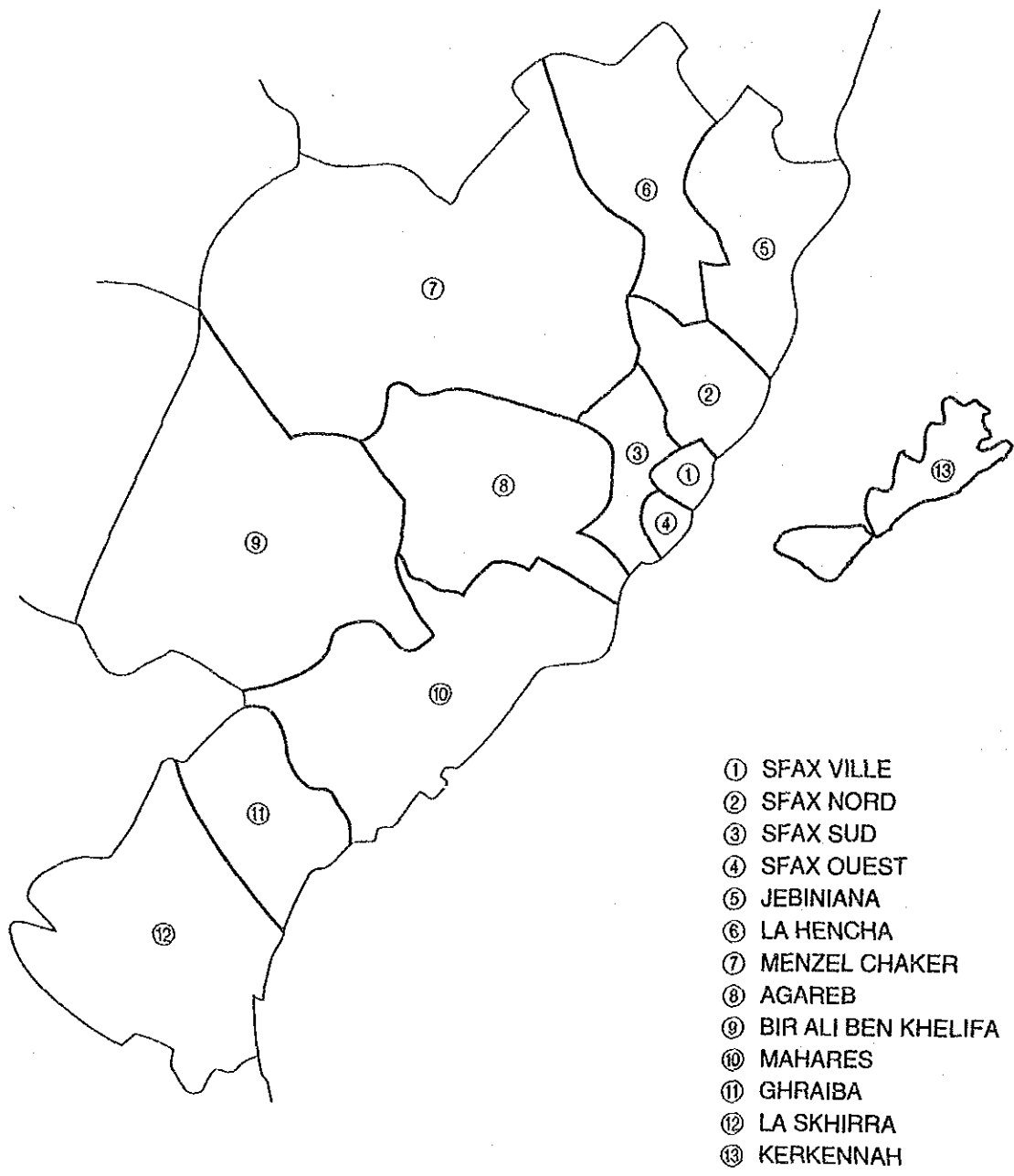
1990年 665,100 人

と漸増している。

人口増加率は約 2.2%で、人口の約53%が都市部に移住している。

スファックス県とスファックス市の関係を示す図を図II-2に示す。

図II-2 スファックス県の構成



1.2.2 用地関連

(1) スファックス県の総面積7086km²の用地使用状況は次の通りである。

野菜地区	1,390 km ² (19.6%)
森林地区	80 km ² (1.1%)
農業地区	4,906 km ² (69.3%)
その他地区	10km ² (0.1%)

計 7,086km²

チュニジアの偉大な富となっているオリーブに関しては、スファックス県にて、6,066,000本(3085km²)を有し、オリーブオイルの生産量は、チュニジア国の生産量の35~40%を占める。

- (2) 調査の対象工場は前述の図I-1の記載のとおり、スファックス市周辺に有り、工場敷地内に排水処理設備の設置が必要な場合、STS(染色工場)に於ては、既に敷地の余裕が無く、既存の施設のレイアウトの変更が必要となる状況であった。
- (3) 工場外に新規用地を購入する場合の価格は、API(産業推進局)の1990年のデータでは、スファックス地区にて、30TD/m²と記載されているが、工場にて聴取した結果では、40~100TD/m²の値であった。
- (4) スファックス市のマスタープランとして、スファックス市北部に第2の下水処理場を検討中である。用地は、平坦な土地であり、地下水位は2m程度であるが、造成には問題なさそうである。

1.2.3 ユーティリティの供給状況

(1) 電力

1) スファックス市の電力は、ソースの発電所より給電され、電力事情は非常によい。特に停電はなく、送電設備の保守・点検の場合には、事前に連絡がなされる。従って調査対象工場の内、SIAPE(リン酸肥料工場)を除き、自家発電設備は有していない。

2) 給電条件としてSTEG(チュニジア電気・ガス会社)より送電される電圧は

高圧	225KV	150KV	及び	90KV
中圧	30KV	15KV	及び	10KV
低圧	380V	220V		

の各種電圧がある。

尚、周波数及び相数は、50Hz、3相である。

(2) 燃料

使用燃料は、工場及び使用目的により異なり、例えばSMCP（皮なめし工場）では、ブタンガス、石油及び重油を使用しているが、SATHOP（石けん工場）では、グリニオン及び重油を使用していた。

(4) スチーム

- 1) スチームボイラーは工場により使用燃料が異なり、例えばSMCPでは、重油炊きボイラーとなっているが、SATHOPでは、1基は重油炊きボイラーであったが、その他6基は全てグリニオンを有効利用したグリニオン炊きボイラーであった。
- 2) 各社とも現在保有しているスチームボイラーの能力には、それほど余裕はなく、新規設備計画に際しては、スチームが必要な場合ボイラー設備の新設が必要になる。

1.2.4 輸送状況

- (1) テュニジアにはテュニス、グウレット、ラード、ビセルト、スース、スファックス、ガベス、ザルジス等の港があるが、海外からスファックスの調査対象工場に機材を輸送する場合、先ずスファックス港に入り、一般にはトラックで公道を使用し輸送するのが普通である。

(2) スファックス港の概要

- 1) 港への進入水路は、6,150mの長さで、10.5mに浚渫されている。岸壁は照明が完備され、完全に遮蔽されている。
- 2) 有効最大船型 : 船長 185m、吃水 10m、埠頭深さ 10.5m
- 3) パース能力
 - a) 商業岸壁 : 520 m……………一般荷物用
 - b) 磷酸肥料岸壁 : 584 m……………磷酸肥料、硫黄荷役用
 - c) N. P. K 岸壁 : 150 m……………過磷酸肥料の積出/硫黄、石灰の荷揚げ
 - d) Soufrier岸壁 : 220 m……………N. P. K岸壁の延長
- 4) クレーン :

60 Ton	フローティングクレーン	～1基
10～40 Ton	モービルクレーン	～多数
2～10 Ton	フォークリフト	～多数

トレーラーも使用可能

5) バラ荷設備 : ベルトコンベアー

(3) 道路状況

スファックス地区の道路は舗装され、道路幅は十分で、道路事情は良い。

SI APE-A、ONAS、S I O S-Z I T E X、S T S等はスファックス港より半径4 km以内に位置しており、公道を使用し、機材等十分輸送可能である。

尚、道路制限は

幅 : 2.4 m

高さ : 4.2 m

長さ : 12 m

となっている。

普通トラックのベッド高さは、1.2 mであり、上記高さ制限を考慮すれば、カーゴ高さは、3.0 m迄可能となる。又、低床トラックを使用すれば、ベッド高さが0.5mであるので、カーゴ高さとして3.7m迄輸送可能となる。また、上記道路制限を越える大物のカーゴ輸送に当たっても、警察署の許可を取得し、トレーラーの前後に伴送車を配備すれば、輸送可能である。

1.3 経済条件

1.3.1 経済概況

70年代の同国経済は、民間投資の活発化及び軽工業や観光業の発展などにより順調に推移し、71年から81年の平均経済成長率は7.7%であった。82年に石油価格の急落による石油輸出の減少、農業生産の不振によりマイナス成長となったものの、83年から同国経済は回復に転じ、85年まで年平均成長率5.4%の高水準で推移した。

しかし、86年には、石油価格の急落、農作物の不作、観光収入の減少などにより、成長率はマイナス1.4%となった。また、経常収支の大幅な悪化により、深刻な外貨不足に陥るなど、同国は経済危機に見舞われたが、IMFと世銀からの緊急融資を受けることにより経済破綻は回避された。同国はこうした経済困難を克服するためにIMFと世銀の指導に基づき、経済の自由化を基調とする構造調整政策を推進した。87年には、同政策の効果に加え、経済情勢が良好に推移したため、経済成長率は6.7%に回復した。

88年および89年には干ばつと回遊イナゴの被害により農業生産が低調であったこ

とから、経済成長率は低下した。しかし、90年に入ると干ばつによる被害がなかったために、農業生産が大幅に回復したことを主因として、7.6%に達した。このように、同国の経済成長率は天候に左右され易い農業生産に大きな影響を受ける傾向にある。

91年は湾岸危機の影響が懸念されていたものの、農業生産の拡大、繊維、皮革等の輸出が好調に推移したことにより、経済成長率は政府予想値を上回る3.5%に達したと推定される。

表II-2 国内総生産（GDP）の推移

(単位：百万ディナール、%)

	85	86	87	88	89	90	91e
名目GDP	6,910	7,021	7,997	8,685	9,661	10,990	NA
実質GDP*	6,910	6,810	7,266	7,271	7,542	8,115	8,400
実質成長率	5.7	-1.4	6.7	0.1	3.7	7.6	3.5

(注) * : 85年価格により算出された数値 e : 推定値
 (出所) IMF IFS、チュニジア中央銀行 Statistiques Financieres

1.3.2 経済開発計画

同国の経済開発計画は5ヶ年計画を基本として、広範な政策目標を掲げ、同国経済の構造的な改革を推進するうえで、重要な役割を果たしてきた。第7次経済開発計画は91年に終了し、92年より第8次経済開発計画(92~96年)が実施されている。

(1) 第7次経済開発計画(87~91年)

同開発計画の基本的な政策目標は、雇用問題の解決、地域格差の是正、国際収支の改善の3項目であった。この目標に沿って、農業、観光、軽工業部門など雇用創出効果の大きいプロジェクトへの投資が重点的に行われた。同時に地方での製造業部門の投資奨励や地方農業開発委員会の指導による農村開発などが実施された。また、輸出市場の拡大や輸出指向型製造業の育成などの輸出振興策の推進、食糧自給体制の確立による食糧輸入の削減、および主要な外貨収入源である観光部門への重点投資などが実施された。

(2) 第8次経済開発計画(92~96年)

同開発計画書は、92年9月の調査の時点では、アラビア語で作成されてはいるものの、先だ仏文に訳されていないとのことであった。但し、情報によれば、同

開発計画の基本方針は前計画を踏襲しているが、国営企業の民営化、経済の解放、外国資本の誘致等に重点が置かれている。同国政府は財政負担の軽減を図るために国営企業の民営化を実施中であり、また自由市場経済の確立のため、貿易の自由化を含めた広範囲な改革の段階的实施を予定しているとのことである。

1.3.3 産業構造

(1) 産業構造の特徴

同国経済において従来農業部門が大きな比重を占めていたが、近年そのウエイトは低下しており、90年のGDPに占める構成比は16%となっている。鉱業と石油・ガス部門は合計でGDPの9%を占めている。その主力はそれぞれ磷鉱石と石油であるが、資源規模はともに小さく、将来性は必ずしも高くない。

繊維、皮革、食品加工など労働集約型の軽工業を中心とする製造業部門は、農業部門に代わって徐々にそのGDP構成比を高め、90年においては17%となっており、特に繊維・皮革産業はGDPの5%に相当するなど成長が著しい。また、サービス部門は、同国の外貨収入源の一つである観光業を中心として商業、金融など多角化が進展している。このように、同国は発展途上国としては比較的バランスのとれた産業構造を有していると言える。

表II-3 国内総生産の産業部門別動向

	〔構成比〕	
	80年	90年
農業	17.6%	16.3%
鉱業	0.9%	1.0%
石油・ガス	6.0%	8.4%
製造業	13.0%	16.9%
観光業	4.2%	4.4%
商業・サービス	29.1%	33.9%
政府サービス	15.2%	13.5%
合計	100.0%	100.0%

(出所) チュニジア中央銀行 Statistiques Financieres

(2) 農 業

同国の農業生産は、農業用水を天然降雨に依存する部分が大きいため、天候に大きく影響を受けるという脆弱性を有している。88年においても、干ばつの影響を主因として農業生産は87年の水準に比較して約25%減少した。主要農産物は穀物、オリーブ、柑橘類、および野菜である。小麦、大麦等の穀物は農業総生産額の20%以上を占める重要な作物である。オリーブは主としてオリーブ油に加工され、同国の主要輸出品の一つとなっている。

表II-4 主要農産物生産高の推移

(単位：千トン)

	85	86	87	88	89	90
小麦	1,380	474	1,360	220	420	1,122
大麦	699	158	569	69	215	511
オリーブ	95	105	114	100	54	130
柑橘類	196	252	250	230	260	237

(出所) テュニジア中央銀行 Statistiques Financieres

(3) 鉱 業

同国の主要鉱産物は磷鉱石であり、生産高は90年において世界第5位である。磷鉱石は磷酸や肥料などに加工後、西欧諸国やトルコ等に輸出されている。鉱業の90年の国内総生産に占める構成比は1%であるものの、輸出収入の9%に相当し、同国の外貨収入源の一つとなっている。しかし、世界的に需要が低迷していることに加え、磷鉱石が枯渇してきていることから、生産高は横這い傾向で推移している。

表II-5 主要鉱産物生産高の推移

(単位：千トン)

	84	85	86	87	88	89	90
磷 鉱 石	5,385	4,505	5,734	6,216	6,026	6,610	6,259
鉄 鉱 石	309	307	310	291	326	280	291

(出所) テュニジア中央銀行 Statistiques Financieres

(4) 石油・ガス

石油・ガス部門の国内総生産に占める構成比は、生産がピークに達した83年には13%であったが、その後は低下傾向で推移している。同部門の輸出総額に占める構成比も、80年代前半には40%以上の水準で推移し、貿易収支に大きく寄与していたが、86年以降、生産量の減少と輸出品目の多様化により、90年には17%にまで低下している。

91年後半より、米国石油会社を中心として、新規油田の発見、開発が進められているものの、国内のエネルギー消費量も増加傾向にあるため、同国は21世紀には石油の純輸入国に転ずると見られている。

表 II - 6 石油・ガス生産量の推移

(単位：千バレル/日、百万立方メートル/年)

	85	86	87	88	89	90
石油	108.6	105.4	100.1	98.6	98.9	90.4
ガス	403	399	331	306	314	277

(出所) テュニジア中央銀行 Statistiques Financieres

(5) 製造業

製造業は70年代以降、軽工業を中心とした輸出産業の育成、外貨の積極的導入等が図られたことから発展を遂げた。この結果、90年の国内総生産に占める構成比は17%となっている。製造業の中心は繊維・皮革と食品加工であり、この2部門で全製造業生産の50%以上を占めている。製造業における国営企業の比率は約50%となっている。政府は輸出競争力のある企業を育成すること、および財政負担の軽減を図ることを目的として、国営企業の民営化政策を推進している。

表II-7 製造業の部門別成長率の推移

(単位：%)

	84	85	86	87	88	89	90	構成比※
食品加工	18.6	-0.4	4.7	1.2	3.9	-3.9	12.8	19.5
建設資材	2.1	9.8	1.1	4.8	7.5	7.1	7.9	15.0
機械学	7.5	5.5	0.4	-0.1	3.6	8.7	9.9	13.5
繊維・皮革	-0.3	6.7	14.9	5.7	14.6	3.2	-1.5	6.2
その他	0.4	4.1	5.6	7.6	8.0	13.5	13.5	31.5
合計	9.5	8.3	4.2	5.0	5.2	7.8	6.1	14.3
	6.7	5.0	4.8	4.1	6.9	6.0	9.3	100.0

(注) ※：90年の製造業生産額合計に占める各部門の構成比
(出所) テュニジア中央銀行 Statistiques Financieres

(6) 観光業

観光業は最も重要な外貨収入源の一つである。同国は地理的、気候的条件に恵まれており、また政治的にも安定しているため、フランス、イタリア、ドイツなどのヨーロッパおよび隣国リビアからの外国人観光客が多数、同国を訪れている。90年の旅行者数は約3.2百万人にのぼり、約9.4億ドルの外貨収入がもたらされた。

観光部門は重要な外貨獲得部門であるとともに雇用創出効果も大きいため、政府は公共投資を重点的に実施したり、民間投資を奨励するなど、同部門の発展を促進している。

表II-8 観光部門の動向

(単位：千人、百万ドル)

	84	85	86	87	88	89	90
旅行者数	1,580	2,003	1,502	1,875	3,468	3,222	3,204
観光収入	461	499	486	687	1,166	928	943

(出所) テュニジア中央銀行 Statistiques Financieres

1.3.4 労働力

スファックス県の総人口66万人の内、市の人口は約40万人(約62%)となっている。

スファックス地区にある調査対象工場に於ては、将来計画をするのに必要な労働力は問題なく確保出来る。

スファックスでの教育レベルは

文盲率	31.2 %
小学校	43.2 %
中学校	22.3 %
高等学校	3.0 %
その他	0.3 %

となっており、職種に見合った教育レベルの人の採用が可能である。

一方労務費単価はA P I 発行の“チュニジアの生産コスト”によれば

ゼネラル・マネージャー	650 TD/月・人
プロダクション・マネージャー	550 TD/月・人
技術者	450 TD/月・人
技能者	300 TD/月・人
班長	280 TD/月・人
会計係	280 TD/月・人

となっている。

尚、工場で確認した結果もほぼこれに近い値であり運転要員は 150~250 TD/月・人であった。

2. 環境政策と環境基準

2.1 環境政策の流れ

- (1) 環境管理のための制度上の組織は経済開発に伴い増大発生する環境保護の必要性に対応するため、1960年代に徐々に段階的につくられた。環境に対する意識と問題に対する最初の制度上の対応は、DHMP E（環境衛生・保護部）の創立であった。そして、それは健康に限られていた。

例えば1968年青年スポーツ社会省より政令68-88号（1968年3月28日付）“危険・非衛生・または迷惑な産業用建築物”が公布され危険・非衛生・または迷惑な産業建築物における作業者の利益保護等健康を重視した環境施策が明確に規定された。

- (2) 1974年経済開発に伴い増大する工場排水及び家庭排水の処理責任機関としてONASが創立され、これにより液体廃棄物特に下水に対する責任機関が明確化された。
- (3) 国内の水路の汚染保護にもっとも重要な役割をはたす“水規則”が1975年公布された。この水規則は地表水と地下水の汚染を防止するための一連の禁止令を含んでいる。

尚、この水規則には、産業開発に対する国の金融上の援助は、開発に伴って適切な水処理設備を設けることを義務付けている。この水規則はまた開発活動から発生する排水の処理及び排水処理設備の設置に必要な費用は全て、原則として汚染者が支払うべきだと規定している。

- (4) 1979年公共下水網に関し、政令79-768号（1979年9月8日付）“公共下水網における下水の引込み工事及び排水条件についての規則”が制定された。

本規則には下水用引込管設置の義務の他、違反した場合の罰則規定も明記してある。

- (5) 1982年政令82-1355（1982年10月16日付）“廃油回収についての規則”が制定された。

本規則により海、河川、下水等に廃油を流すことを禁止し、この政令に違反する者に対する罰則が明記された。

- (6) 1985年政令85-56号（1985年1月2日付）“環境内の排水・廃棄物投棄についての規則”に関する政令が制定された。

本規則により環境内に排出される排水・廃棄物に関する規則及び規則違反時の罰則が明記された。

(7) 1988年環境庁設立に関する法律88-91年（1988年8月2日付）が制定され、ANPEが設立された。

本法律は、環境庁の性格、役割、権限を規定するとともに、環境保護のための助成措置、公害汚染源となる個人、法人に対する義務、排水・廃ガスの処理施設の検査、公害汚染に係る違反者に対する罰則等が規定された。

尚、ANPEの設立迄の間、経済発展とともに増大する環境問題に対して全体として統合した法的組織がなく、関係する各機関が個々に異なったレベルで環境対策に関するかかわりを持っていた。

上記制度上の問題に効果的の回答を与えるため、ANPEが設立されたのである。

ANPEの誕生により、制度上及び法律上のレベルで環境分野の大幅な改善を可能とする新しい推進力が生まれた。

また、ANPEによって始められた環境保護の分野に於ける部門間のコーディネーションの強化により、全体として、汚染防止、環境保護の統合されたアプローチが可能となった。

ANPEの役割の詳細については、上記法律第88-91号の第3条に具体的に規定されているが、主な内容は次の通りである。

- 汚染防止及び環境保護に関する施政方針の策定に参加するとともに、その実施に参加する。
- 汚染防止及び環境保護に関する国家政策を確実に実施するための全般的・個別的措施を主務官庁に提案する。
- 偶発的汚染又は環境のバランス及び生活の質を脅かす外的危険に備えた国家緊急介入計画を策定し、又、その施行を監視する。
- 汚染・公害の発生及びあらゆる形態の環境破壊を防止する。
- 工業、エネルギー、都市、農業、輸送の各事業の廃棄物汚染限度を示す基準を関係省庁・機関と協力して制定し、その施行を監視する。
- 汚染防止及び環境保護に寄与する目的を持った事業への投資を認可する。
- 汚染廃棄物及び廃棄物処理設備を監督監視する。
- 環境関連の科学的・技術的・経済的研究活動を関係省庁・機関と協力して推進する。

(8) 1989年デュニジア基準（INNORPI）“環境保護—海洋・河川・下水における排水”

N、T 106、002 号が制定された。

この基準は農業省、経済省、厚生省、設備省により集められ作成されたもので、これにより

- 1) 排水基準の適用対象
- 2) 水質分析と分析方法
- 3) 海域、河川、下水に於ける排水基準

が規定された。

尚、この基準は排水を受入れる環境（海、河川、下水）別の水質基準を示すことにより、1985年に制定された“環境内の排水、廃棄物投棄についての規則に関する政令”とともに、1975年制定の水規則をバックアップするものである。

- (9) 1990年政令90-2273号(1990年12月25日付)“ANPEの監視専門官の地位について”が制定された。

本政令はANPEが産業汚染、海洋汚染の監視のための現場での活動の経験を織り込んで作成した規則であり、監視専門官の機能を規定し、より効率的な監視作業を保証するのに寄与するものとして作成された。

- (10) 1991年何らかのプロジェクト活動を開始する前に不可欠なものとして、環境調査の実行を義務づけるために、政令91-362号(1991年3月13日付)“環境アセスメント”がANPEにより作成され採用された。

本政令には“公害又は環境汚染源となる恐れのある工業・農業・商業施設の行政認可には環境アセスメントが要求される”旨記載があった。関係省庁はANPEの反対のないことを確認の上でなければ、施設建設の認可が与えられないこととなった。

この政令は、環境の荒廃を防ぐ有効な手段の一つとなっている。それは産業、エネルギー、輸送、観光等のあらゆる開発計画に於て、経済的、社会的計画を決定する場合、環境問題が考慮されるべきだと記載している。

- (11) 上記環境アセスメントに続き、1991年10月MOEが創設され、ANPEにより行なわれる環境保護の活動が強化され、現在に至っている。

2.2 環境法の体系

- (1) テュニジアには、環境保護のための一つの統合された環境法典がなく、どちらか

と言えば、広い分野を取り扱う散漫的規則集（法律、政令、決定）となっている。
又、これらの規則は、長期間に発布され統合されていないため、これらの規則集を調べ、あるいは知ることは比較的困難な状態にある。

(2) テュニジアの環境法は、大きく分け次の3つのカテゴリーに分類される。

- 1) 自然環境の保護 : 土壌、下層土、森、国内の水路
海洋環境、大気、植物群、動物群
- 2) 人類の財産の保護 : 建造物、考古学上のあるいは歴史的遺産、
国立公園
- 3) 汚染管理 : 廃棄物、危険な施設、化学品及び危険物、騒音、有害な臭い

(3) 排水の水質は、1989年制定のチュニジア基準“環境保護—海洋・河川・下水における排水” N. T 106.002号及び1985年の政令85-56号“環境内の排水・廃棄物投棄についての規則”に関する政令によって規制されているが、この他にも、水質を保全するためにいくつかの政令がある。

(4) 大気については排水の水質基準のような基準は未だ制定されておらず、大気の汚染は、現在の法律では取締られない状態となっている。

2.3 適用される環境基準/排出基準

2.3.1 適用される排水基準

(1) テュニジア基準は、農業省、経済省、厚生省、設備省で検討して作成され、1989年にN. T 106.002 (INNORPI) が排水基準として適用された。

この排水基準は、海域、河川及び下水に排出する排水について規定したものであり、表Ⅱ-9に記載の通りである。

またこの排水基準 (N. T 106.002) には測定方法も規定されており、表Ⅱ-10の通りである。

(2) 水質基準に加え、1985年に制定された政令85-56号“環境内の排水・廃棄物投棄についての規則”に関する政令もまた環境内に排出する排水について規定しており、これも適用される。

(3) 上記排水基準には、水質の濃度に関する値として規定されているが、総量規制値はない。

- (4) 現在排水についての基準は、上記のチュニジア基準として制定されているが、大気に放出する排ガスについての排出基準はない。尚、ANPEの説明によれば、現在関係機関で検討中とのことである。
- (5) チュニジアでは、現在日本で施行されているような“人の健康の保護に関する環境基準”であるとか“生活環境の保全に関する環境基準”のような環境基準はない。

表II-9 排水基準(1/2)

(INNORPI)

NT: テュニジア規格

項目	海 域	河 川	公共下水道	測 定 法
採取時の温度(°C)	35°C以下	25°C以下	35°C以下	-
pH(水素指数)	6.5 < pH < 8.5	6.5 < pH < 8.5	6.5 < pH < 9	NT 09.05、NT 09.06
SS (mg/l)	30	30	400	NT 09.21
COD (mg/l)	90 (水浴・海産物区域)	90	1000	NT 09.23
BOD (mg/l)	30	30	400	NT 09.23
Cl (mg/l)	-	600	700	NT 09.77
Cl ₂ (mg/l)	0.05	0.05	1	NT 01.31
ClO ₂ (mg/l)	0.05	0.05	0.5	-
SO ₄ (mg/l)	1000	600	400	NT 09.78
Mg (mg/l)	2000	200	300	NT 09.09
K (mg/l)	1000	50	50	NT 09.65、NT 09.66
Na (mg/l)	-	300	1000	NT 09.65、NT 09.66
Ca (mg/l)	-	500	-	NT 09.09、NT 09.10
Al (mg/l)	5	5	10	-
色 (Pt/Co.No.)	100	70		NT 09.16
S (mg/l)	2	0.1	3	-
F (mg/l)	5	3	3	-
NO ₃ (mg/l)	90	50	90	NT 09.30
NO ₂ (mg/l)	5	0.5	10	-
有機窒素及びアンモニア窒素 (mg/l)	30	1	100	NT 09.18
PO ₄ (mg/l)	0.1	0.05	10	-
フェノール (mg/l)	0.05	0.002	1	-
油分 (mg/l)	20	10	30	-
鉱物・脂肪族・炭水化物 (mg/l)	10	2	10	-
B (mg/l)	20	2	2	-

表II-9 排水基準(2/2)

(INNORPI)

項 目	海 域	河 川	公共下水道	測 定 法
Fe (mg/l)	1	1	5	NT 09.25
Cu (mg/l)	1.5	0.5	1	NT 09.07
Sn (mg/l)	2	2	2	—
Mn (mg/l)	1	0.5	1	NT 09.28
Zn (mg/l)	10	5	5	NT 09.07
Mo (mg/l)	5	0.5	5	—
Co (mg/l)	0.5	0.1	0.5	NT 09.07
Br ₂ (mg/l)	0.1	0.05	1	—
Ba (mg/l)	10	0.5	10	—
Ag (mg/l)	0.1	0.05	0.1	—
As (mg/l)	0.1	0.05	0.1	NT 09.08
Be (mg/l)	0.05	0.01	0.05	—
Cd (mg/l)	0.005	0.005	0.1	NT 09.35
CN (mg/l)	0.05	0.05	0.5	NT 09.41
Cr (VI) (mg/l)	0.5	0.01	0.5	—
Cr (III) (mg/l)	2	0.5	2	—
Sb (mg/l)	0.1	0.1	0.2	—
Ni (mg/l)	2	0.2	2	NT 09.07 —
Se (mg/l)	0.5	0.05	1	NT 09.36
Hg (mg/l)	0.001	0.001	0.01	NT 09.37
Pb (mg/l)	0.5	0.1	1	NT 09.07
Ti (mg/l)	0.001	0.001	0.01	—
農薬、殺虫剤、除草剤 (mg/l)	0.005	0.001	0.01	—
大腸菌 (100ml)	2000	2000		NT 16.21、NT 16.22
レンサ球菌(100ml)	1000	1000		NT 16.23、NT 16.24
サルモネラ菌(5000ml)	検出されないこと	検出されないこと		
コレラ菌(5000ml)	検出されないこと	検出されないこと		

表II-10 測定法

No	測定法
NT. 09. 05	pH測色
NT. 09. 06	pHの電位測定
NT. 09. 07	炎原子吸収スペクトル測定 Co, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb
NT. 09. 08	Asスペクトル分析測定 (ジエチルジチオカーボン銀)
NT. 09. 09	Ca, Mg 原子吸収スペクトル測定
NT. 09. 10	カルシウム容量分析
NT. 09. 15	濁り度測定
NT. 09. 16	HAZEN比色
NT. 09. 17	アルカリ度測定
NT. 09. 18	アンモニア窒素
NT. 09. 19	硬 度
NT. 09. 20	BOD
NT. 09. 21	懸濁物質
NT. 09. 23	COD
NT. 09. 25	鉄分、フェナントロリンスペクトル測定
NT. 09. 26	イオン、非イオン物質
NT. 09. 28	マグネシウム、フォルマルドキシンスペクトル測定
NT. 09. 30	硝酸エステル
NT. 09. 31	窒 素
NT. 09. 34	電導率
NT. 09. 35	カドミ、炎原子吸収スペクトル測定
NT. 09. 36	セレン、スペクトル分光測定
NT. 09. 37	水銀、炎原子吸収スペクトル
NT. 09. 41	シアン
NT. 09. 65	ナトリウム、カリウム炎スペクトル測定
NT. 09. 66	ナトリウム、カリウム、原子吸収スペクトル測定
NT. 09. 77	塩素滴定、硝酸銀
NT. 09. 78	硫酸塩、重力測定
NT. 16. 21	大腸菌、定温反応
NT. 16. 22	大腸菌、糞
NT. 16. 23	レンサ球菌、フィルターろ過
NT. 16. 24	レンサ球菌

2.3.2 基準超過の場合の罰則

(1) 1988年に制定された法律88-91号には

8条：公害汚染源となる個人・法人の施設は公害の除去、削減、廃棄物の回収の義務がある。

と規定されており、罰則規定としては

11条：8条の違反者は100～50,000TDの罰金が科せられる。

裁判所は違反する施設の閉鎖を命ずることができる。また環境庁は違反者（個人・法人）と交渉、和解できる。

と規定されている。

従って、罰則の適用に当っては、基準超過の場合、トン当たりいくらの罰金を払うべきかとの定量的な罰金規定はなく、都度、基本的には裁判等により設定が必要な状態となっている。

(2) また政令85-56号“環境内の排水・廃棄物投棄についての規則”に関する政令では、排出基準に決められた排出量をこえて投棄した場合、3ヶ月～1年の拘留及び100～1,000TDの罰金又はどちらかの罰則が科されることになっている。

2.4 施行法令の実態

2.4.1 環境保護に関する助成措置

環境法令推進の為の助成措置に関するANPEの考え方は以下の通りである。

(1) 汚染予防及び除去のコストは、汚染発生者自身が負担すべきである。従って公害防止設備を企業が計画する場合、基本的に国ないし、地方自治体が直接的にその投資額の一部を援助する考えは採用していない。

(2) 但し工場で公害対策設備を計画して政府が承認すれば、助成措置として、法律88-91号の第7条に記載の通り、下記特典が環境を保護するための投資に対し、付与される。

- 1) 公害対策に必要な機器、設備、製品の輸入に課せられる関税の免除
- 2) 国内で製造される機器、設備、製品の購入に課せられる売上税の免除
- 3) この投資には、中央銀行より特別有利な条件で融資が受けられる。

(通常12～14%の金利を8%の金利で借りられるよう便宜を図っているとのこと)

- 4) 公害対策に関連する投資の減価償却率は年25%とする。
(通常10年の減価償却期間を短縮する便宜を付与している。)

2.4.2 施行法令の実態

- (1) 大気に放出される排ガスを取締まる排出基準がないため、SO₂、NO_x等を含んだ排ガス、あるいは黒煙が出ていても、問題とはなっているが罰金等の罰則も適用出来ず、取締まれない状態となっている。
- (2) 排水についてはチュニジア基準により規定された排水基準により排水濃度の規制値は制定されているが、総量規制値がないため、希釈すれば汚染物の量を低減することなく基準値がクリアーできる法体系となっている。
- 尚、ANPEの説明によれば、希釈の場合、使用水量が増加し、又水単価はONAS、SONEDE共に量が増えると料金が累進的に高くなる方式を採用しているため、希釈する工場等が損をするようになっているとのことである。
- しかしながら、環境保全のためには、総量規制の制定が必要である。
- (3) ONASへの受入排水の規制に関しては、チュニジア基準により基準値は制定されているが、ONASの説明によれば実際に受入れる排水が基準値を越えている場合もあるとのことである。
- (4) 環境保護に関する助成措置として上記 2.4.1項に述べた通り、法律88-91号にていくつかの特典を規定している。しかし調査対象工場でのインタビューで得た回答に関する限り、各工場とも直接的援助がないため基本的に公害防止設備は国の援助がなく、各企業の負担となっているとの意見であった。
- (5) 罰則規定として現在法律88-91号にて 100~50,000TDの罰金を規定しているが、罰金額の計算方式の規定がなく都度裁判等により取り決めることが必要となっている。

この問題を解決するため、ANPEでは現在、排出する排水の濃度と基準値の差、及び水量に比例した分類を計画し、その分類に応じて罰金額を算出する方式を検討中とのことである。

- (6) 工場を新設する場合、1991年に制定された政令91-362号による環境アセスメントにより、ANPEの反対のないことが確認されない限り、施設建設の認可が与えられないことになったため、環境保護は制定前に較べ、大幅に推進された。

3. 水資源の現状と将来予測

3.1 スファックス地区の水資源の現状

(1) スファックス地区の市水の90%はSONEDE（水道公社）により隣りのGasserine 県の Jelma及び Sbeitla(スファックスの北西 200~250km) で取水し、スファックスまで送水される都市水道水である。そしてこれらが飲料水及び工業用水として使用されている。

残りの10%は、地下水及び雨水である。ダム導水はない。

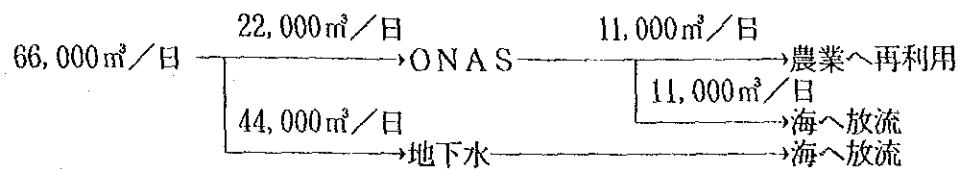
(2) 生活用水、農業用水、工業用水の需要の増大とともに、給水能力の増強を図るため、政府は北部よりスファックスに送水する計画を実施し、現在に至っているが、1987年の時点で、スファックス地域の住民の40%は、まだ水道水を使用しておらず、これらの住民は、雨水又は地下水層からの水を飲料水として使用している。

(3) SONEDEが供給している水道水の供給量及び加入者数の推移は、表II-11の通りであり、普及率及び供給量とも増大している。

表II-11 水道水供給量、加入者数推移

		1985	1986	1987	1988	1989
SFAX 1 (運河より内陸部)	水 量	12,773	13,732	14,198	15,596	15,656
	10 ³ m ³ /年	7.5%	3.4%	9.8%	0.4%	
	加入者数	59,039	63,494	66,654	69,815	73,601
		7.5%	5%	4.7%	5.4%	
SFAX 1 (運河より海側 対象工場を含む)	水 量	1,615	1,638	1,909	2,261	2,351
	10 ³ m ³ /年	1.4%	16.5%	18.4%	4%	
	加入者数	9,561	10,603	11,476	12,884	14,301
		10.9%	8.2%	12.3%	11%	
(水量計)		(14,388)				(18,007)

- (4) スファックス地区で使用する水の量は約66,000 m³/日であり、その排水のフローは、概略次の通りである。



- (5) スファックス地区にある各調査対象工場とも主たる用水源としては、水道水を使用しており、現在の所必要なだけ供給が受けられ供給上の問題は一切ない状況である。

尚、工場によっては、一部用水として井水を使用しているところもある。

井戸の設置に関しては50m迄の深さの井戸の設置には、規制がない。但し、それ以上の深さの井戸の設置には、県庁の認可が必要とのことである。

3.2 スファックス地区の水資源の将来予測

- (1) スファックス地区の調査対象工場は全て将来の大幅な増設計画はなく、調査を行った限りに於ては、各工場とも、現在供給されている水道水の供給能力に大幅な減少がない限り、供給上の問題は発生しないと考えている。
- (2) しかしながら、スファックスは、チュニジア第2の都市として、近年人口増加とともに、農業・工業分野で大きな発展をしているため生活用水、農工業用水とも、必要量が増加しており、表II-11に基づけば、水道水供給量は、1985年から、1989年の4年間で25%増加している。したがって、年平均6.25%の増加となっている。

今後もし必要量が同じ割合で増加する発展が続くならば12年後には現在の2倍の供給量が必要となる。

また、年平均4%の増加とみても、20年後には、必要供給量は2倍となり、現状のままでは、水資源に重大な問題を引き起こすものと思われる。

4. 大気汚染状況

スファックスは前述した通り、チュニジア第2位の都市であり、人口は約65万人で、人口増加率も約2.2%/年である。また、これらの人々が活動する産業もオリーブ油・肥料製造と国を代表する産業が立地しており、他の地域に較べ非常に活発な産業都市である。

このような活気ある都市活動をしている為、朝・夕の通勤時には街中で自動車による渋滞が起きている。

現在、国内で走っている車は関税等が高いこともあり、旧式の外国車が大部分である。日本では大気環境改善策としてディーゼル車からガソリン車への転換を進めている。

以上の様に、産業活動及び自動車からの排気ガスにより、スファックスの大気汚染は、国内の他の地域より進んでいると思われる。

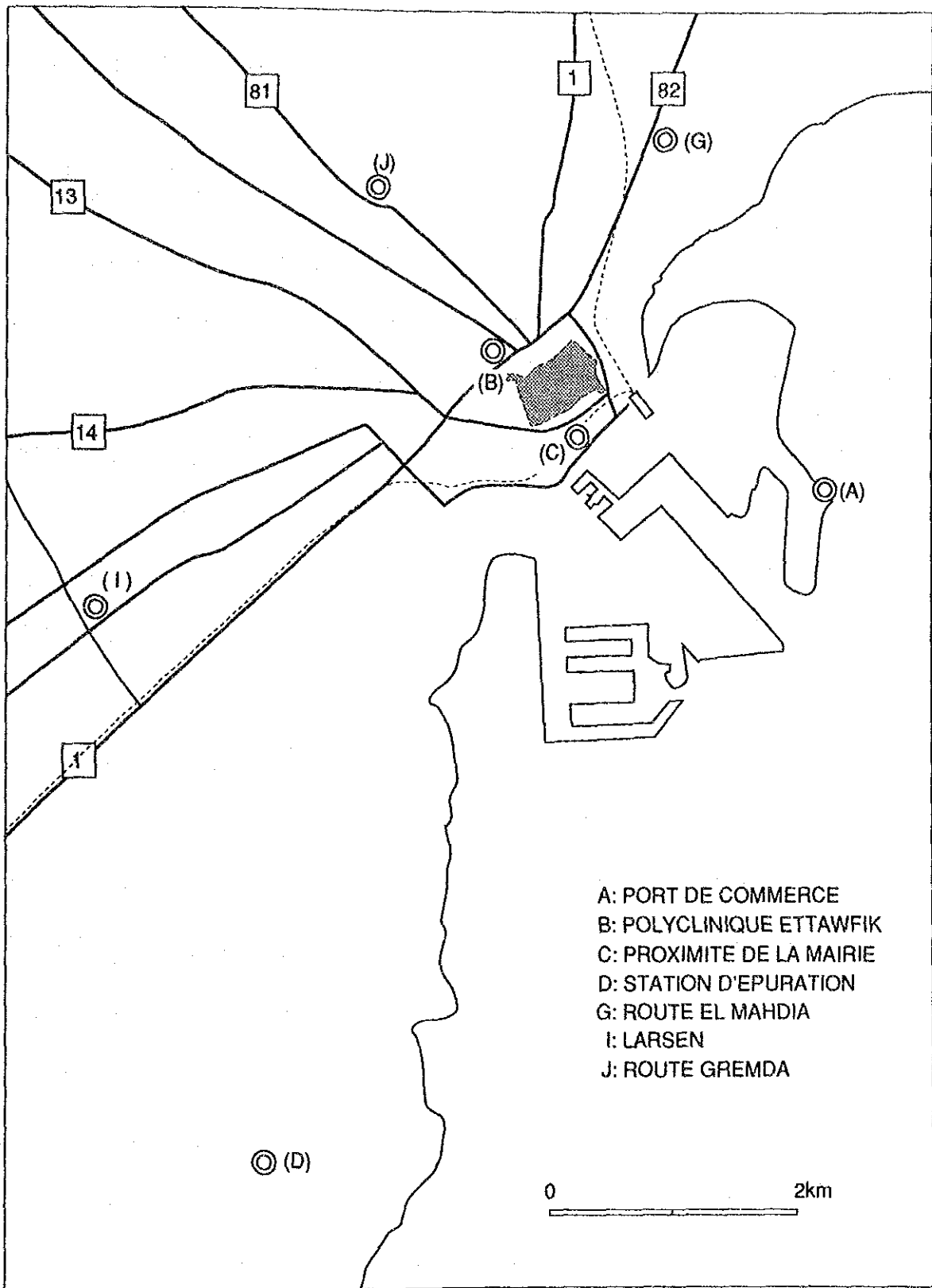
しかしチュニジア国には、大気汚染防止法は施行されていない為、公共機関等で汚染状況は把握出来ていない。

本調査のカウンターパートであるLARSENが、フランスの協力により1991年秋から市内での汚染状況について調査を開始した。

LARSENでは、市周辺を含め10ヶ所で大気のサンプリングを実施した。これらサンプリングポイントは図II-3にその内の7ヶ所を示す。あとの3ヶ所は市の中心部から6~7キロメートル離れた場所である。採取したサンプルは、一部はLARSENで、その他はフランスで分析を実施する事となっている。現在迄に、塩素、クロム、鉄、カルシウム等が分析を終了している。

LARSENでは、今後もこのような活動を進めていくようであり、各種データが解析され時、スファックスにおける大気汚染状況が判明できる事と思われる。

図 II - 3 大気汚染の監視点



5. 海洋及び河川の汚染状況

リン酸および肥料として使用されるT、S、P（トリプル・スーパーリン酸）の製造のためのリン鉱石処理は、スファックスの最も重要な工業活動の一つとなっている。

SIAP E工場からは、その工業活動のため、酸、フッ素を含んだ排水が一部海に廃棄されている。

一方、ONASでは、一次及び二次処理をした後に、毎日平均で20,000 m³の水を排出している。この内、処理水の1/2は農業用に使用され、残りは海に捨てられている。

またスファックス地域では下水網に生活排水を流しているのは、30%のみであり、残りの70%の排水は汲上用とは別の井戸を経由して地下水層へ流されている。その結果地下水層が汚染され、その汚染された地下水が海へと流れ込んでいるようだ。

これら、工場排水、ONASよりの排水、井戸からの地下水等でスファックス地域の海は汚染が進んでいる。LARS ENの説明によれば本海域では次のような現象が見られているとのことである。

- ・海水の濁度が増えた
- ・海草のPOSIDONIEが消えた
- ・RASCASという魚がいなくなった

第Ⅲ編 対象工場の現状

第III編 対象工場の現状

1. S I A P E (国営肥料工場)

1.1 工場概要

S I A P E (Société Industrielle pour la Fabrication de l'Acide Phosphorique et d'Engrais)は、スファックス市にA-工場、B-工場をもち、又ガベス市にも3工場をもっている等の国営のりん酸肥料 (Phosphatic Fertilizer)製造工場である。りん酸肥料の原料であるりん鉱石 (Phosphate Rock) は、チュニジアで最も豊かな鉱物資源の一つであり、ガフサ市より貨車にて各工場へ輸送されている。一方硫黄は固体にて総て輸入されており、輸入先はカナダ、メキシコ、イラン、イラク、ポーランド、フランス、サウジアラビアである。S I A P E設立は1952年であるが、スファックス市のB-工場は公害問題のため1988年大統領命令により硫酸、りん酸の生産をやめており、T S Pの製造のみを実施していたが、1992年に、T S Pも操業を中止した。従って、スファックス市の産業公害対策計画の対象は、A-工場に限定されたものとなっている。(以下、特記なきかぎり、S I A P E工場はスファックス市のA-工場を言うものとする。)

スファックス市のS I A P E工場位置は前述の図I-1に示す通りである。

1.1.1 生産量

S I A P Eの各プラントの生産量は次の通りである。

(1) 硫酸プラント (Sulfuric Acid Plant)

300 ton/日 × 1 系列

750 ton/日 × 1 系列

(2) りん酸プラント (Phosphoric Acid Plant)

400 ton/日 × 1 系列

(3) T S Pプラント (Triple Superphosphate Plant)

500 ton/日 × 1 系列

600 ton/日 × 1 系列

年間生産量 : 335,000 ton

1.1.2 販売高

S I A P E 全体の年間売上は3～3.5億米ドルでチュニジアの重要な外貨源となっている。しかし、1985年より損益は赤字といわれ、その主な理由は、次の通りである。

- (1) 原料硫黄の高騰
- (2) T S P の単価が、セネガル、モロッコ、ヨルダン等の供給国が増えた事、米国の在庫放出等の理由で低下している。

1.1.3 従業員数

1991年4月の時点でA及びBの両工場を合わせ786人となっており、その内A工場は550人である。B工場が前述の通り、閉鎖により余剰人員をA工場に吸収している。尚、1992年9月現在S I A P E A工場でプラント関係の人員は次の通りである。

硫酸プラント	:	26	人
りん酸プラント	:	41	人 (タビア担当も含む)
T S P プラント	:	74	人
保 全	:	190	人
<hr/>			
合 計	:	331	人

1.1.4 敷地・設備配置

S I A P E A工場の概略敷地・主要設備配置を図Ⅲ-1に示す。

1.1.5 将来計画

公害対策面からみたS I A P Eの将来計画は次の通りである。

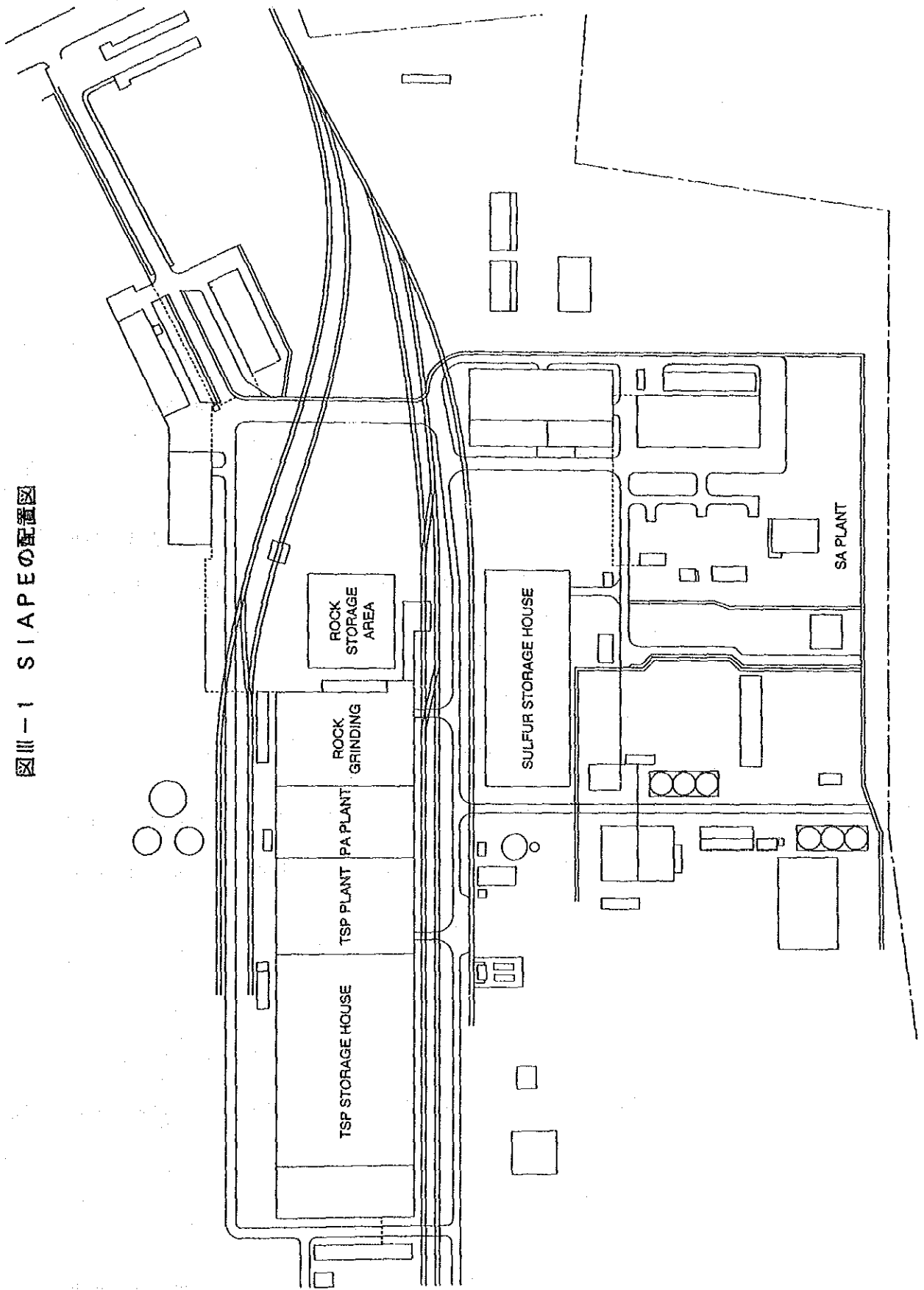
(1) 硫酸プラント

吸収塔からの酸ミストを減少させるために“BRINK MIST”のエレメントを設置する。

(2) りん酸プラント

- 1) リアクターの入口部でりん鉱石を湿潤させるシステムを設置し、ダスティングを防止する。

図III-1 SIAPEの配置図



- 2) リアクターよりの排ガスを洗浄する設備をつける。
 - 3) セッコウ水の再利用システム
- (3) TSPプラント
- 1) 排ガスの洗浄設備をつける。
 - 2) フルイ装置にダスティング防止装置をつける。

1.2 運転状況の現状と問題点

1.2.1 生産のプロセスフロー

(1) 硫酸プラント

硫酸プラントのプロセスフローを図Ⅲ-2に示す。プロセスは MONSANT法であり、SCSA (Single Contact, Single Absorption) 方式である。

固体硫黄を倉庫に受け入れて、メルターにて熔融した後、ファーネスで燃焼させ SO_2 としている。図Ⅲ-2に示すように、燃焼ガスはSCSA方式で処理しているためDCDA方式に比較し、硫黄の回収率が低く、即ち排ガスとして SO_2 が放出されている。

プロセス上で、公害の対象とされるものは、吸収塔(Absorbing Tower)からの排ガスであり副産物もなく、プラントからの排水はプロセス上、汚染されていない。

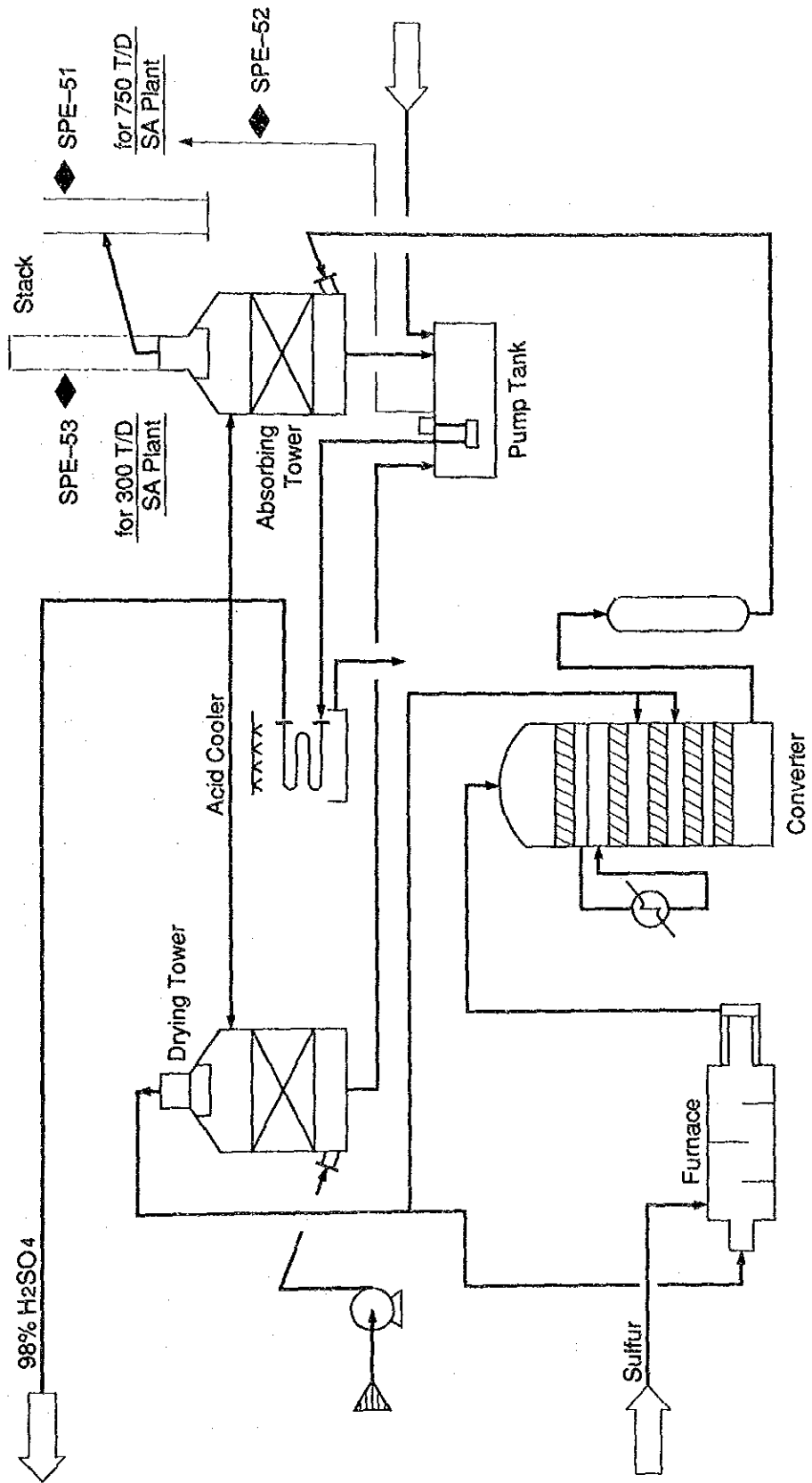
(2) りん酸プラント

りん酸プラントのプロセスフロー及び循環水フローを図Ⅲ-3、図Ⅲ-4に示す。プロセスは、SIAPEにより開発されたSIAPE法である。但し、基本的には、プラントで生産した硫酸でりん鉱石を分解(Digestion)する湿式2水法(Di-hydrate Wet Process)である。入荷したりん鉱石はミルで粉砕されプロセスに供給される。SIAPE法では、他の2水法に比較して、粒度の粗い(1mm以下)りん鉱石が使用できる。この点、粉砕エネルギー面では経済的であるが、一方りん鉱石の収率の面では半水-2水法(Hemi-hydrate・Di-hydrate Process)より低い。

湿式法(Wet Process)の宿命ともなっているりん酸プラントで副生される石こうは水でスラリーとして Tabiaへ放出している。

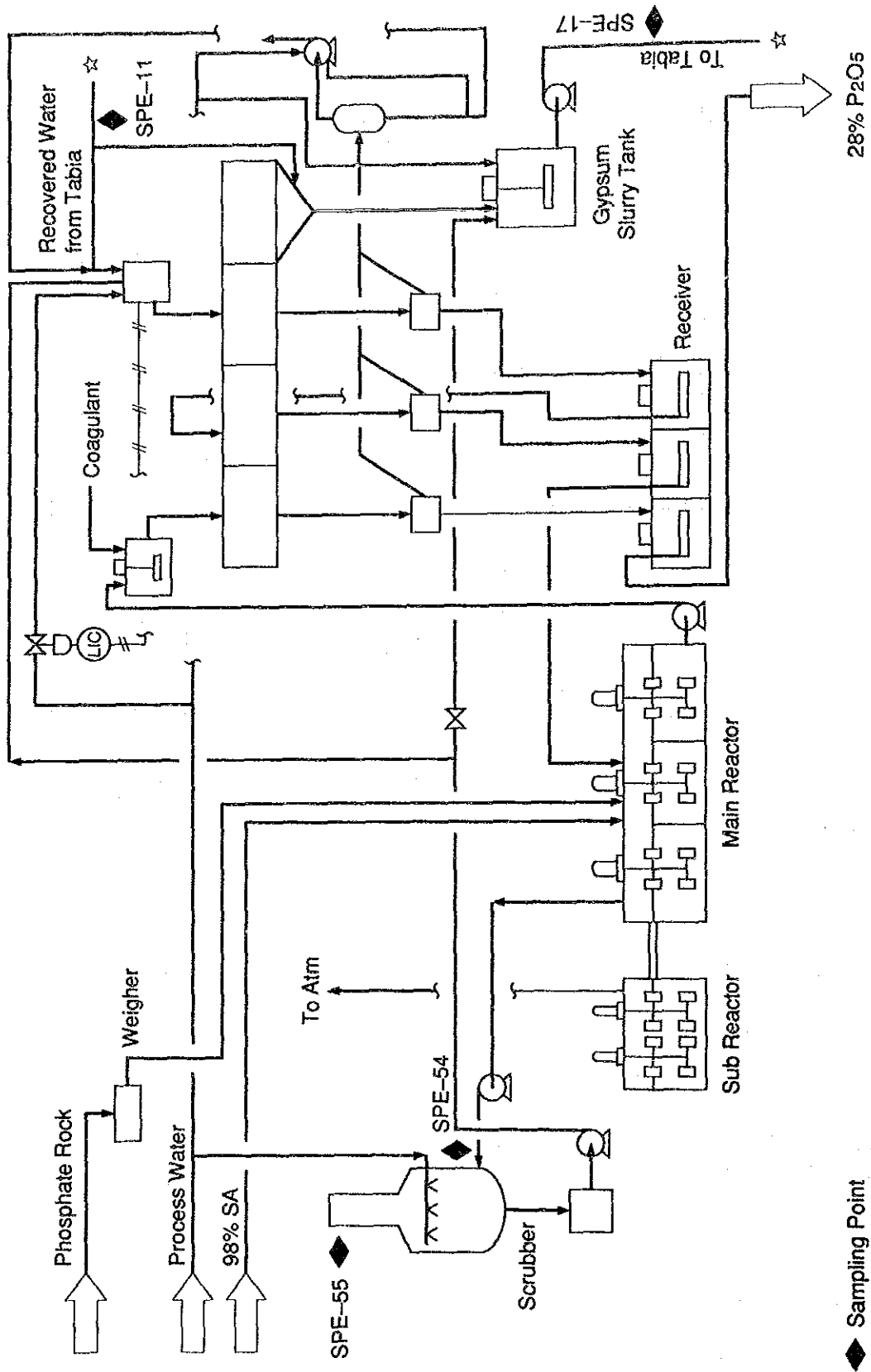
プロセス公害の対象とされるものは、スクラバーよりの排水、排ガス、および石こう中に含まれる不純物である。SIAPEの場合、スクラバーよりの水はプ

図三-2 硫酸工場のプロセスフロー

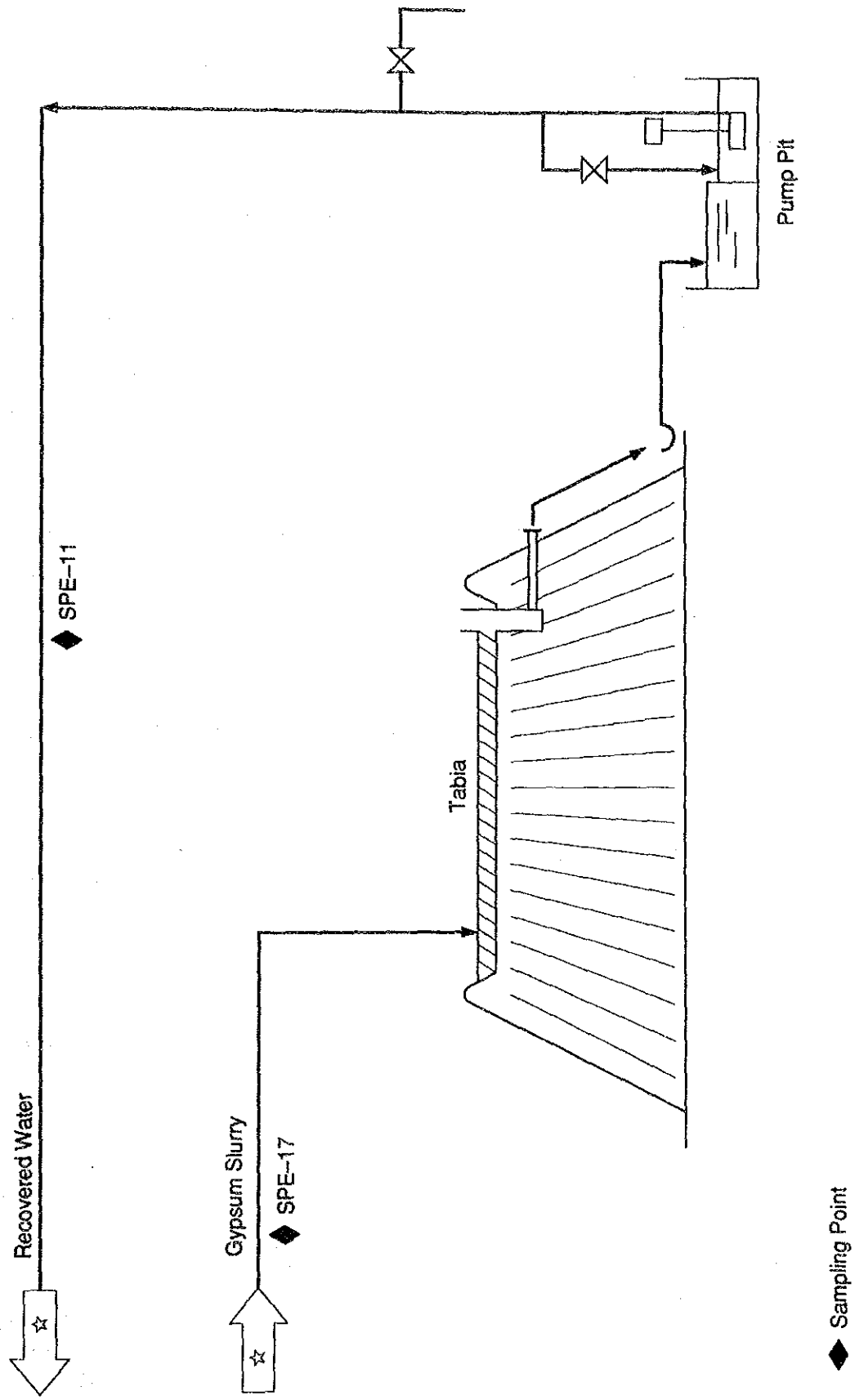


◆ Sampling Point

図III-3 磷酸工場のプロセスフロー



図III-4 磷酸工場の循環水フロー



プロセス内に再利用されており、石こうスラリーは Tabia に放出されるが、その際は再度循環されているので、水バランスが成立した運転下では、排水については閉回路 (Closed System) となっている。

(3) TSPプラント

TSPプラントのプロセスフロー及び排ガスフローを図Ⅲ-5、図Ⅲ-6に示す。

プロセスは、SIAPEにより開発されたSIAPE法でありスラリー法による。SIAPE法で他のスラリー法と比較し、特異な点は、造粒機 (Granulator) がなく、Dryer で造粒を兼ね乾燥している点と、濃度の低いりん酸 (28% P_2O_5) を直接使用している事である。

低濃度のりん酸を使用している点は、プロセス内の乾燥に必要な熱エネルギーを他のプロセスと同じ量とすれば、りん酸中の水が多いため、プロセスへ持ちこみ得る水量が制限されることになる。即ち、ガス洗浄で使用した水をプロセスで消化するのに、制限がある事になる。

プロセス上公害の対象となるものは、スクラバーよりの排ガス及びガス洗浄後の排水である。

(4) SIAPE工場の排ガス、排水処理装置

SIAPEの生産プロセスフローは各々に示した通りであるが、特に排ガス・排水処理装置について概要を示す。

1) 硫酸プラント

硫酸プラントの吸収塔からの排ガスは特に処理されておらず直接煙突より大気へ放出されている。

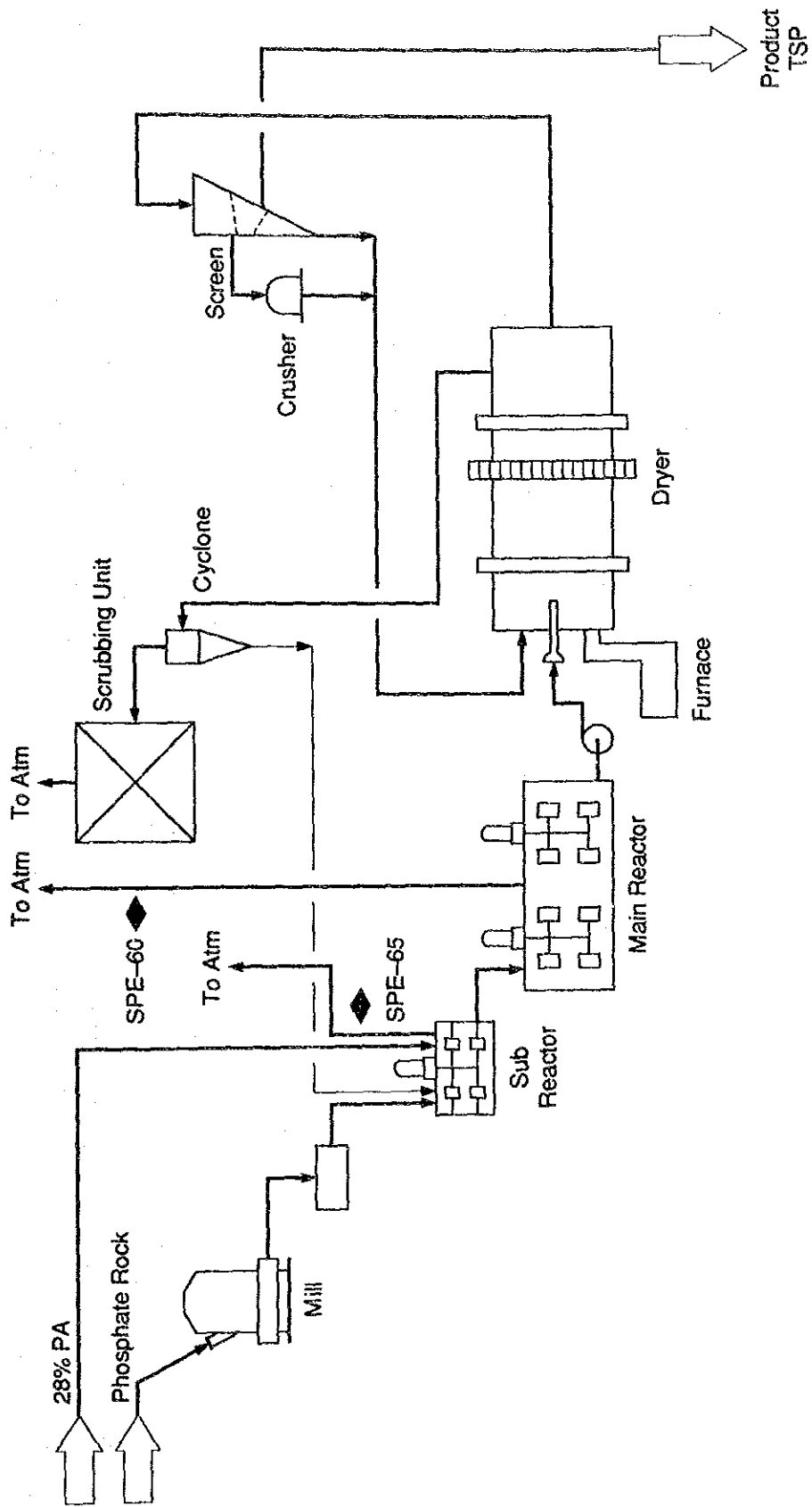
2) りん酸プラント

りん酸プラントの排ガスは、スプレー式のスクラバーが1基あり、化学洗浄でなく、プロセス水 (井戸水) による洗浄のみである。

3) TSPプラント

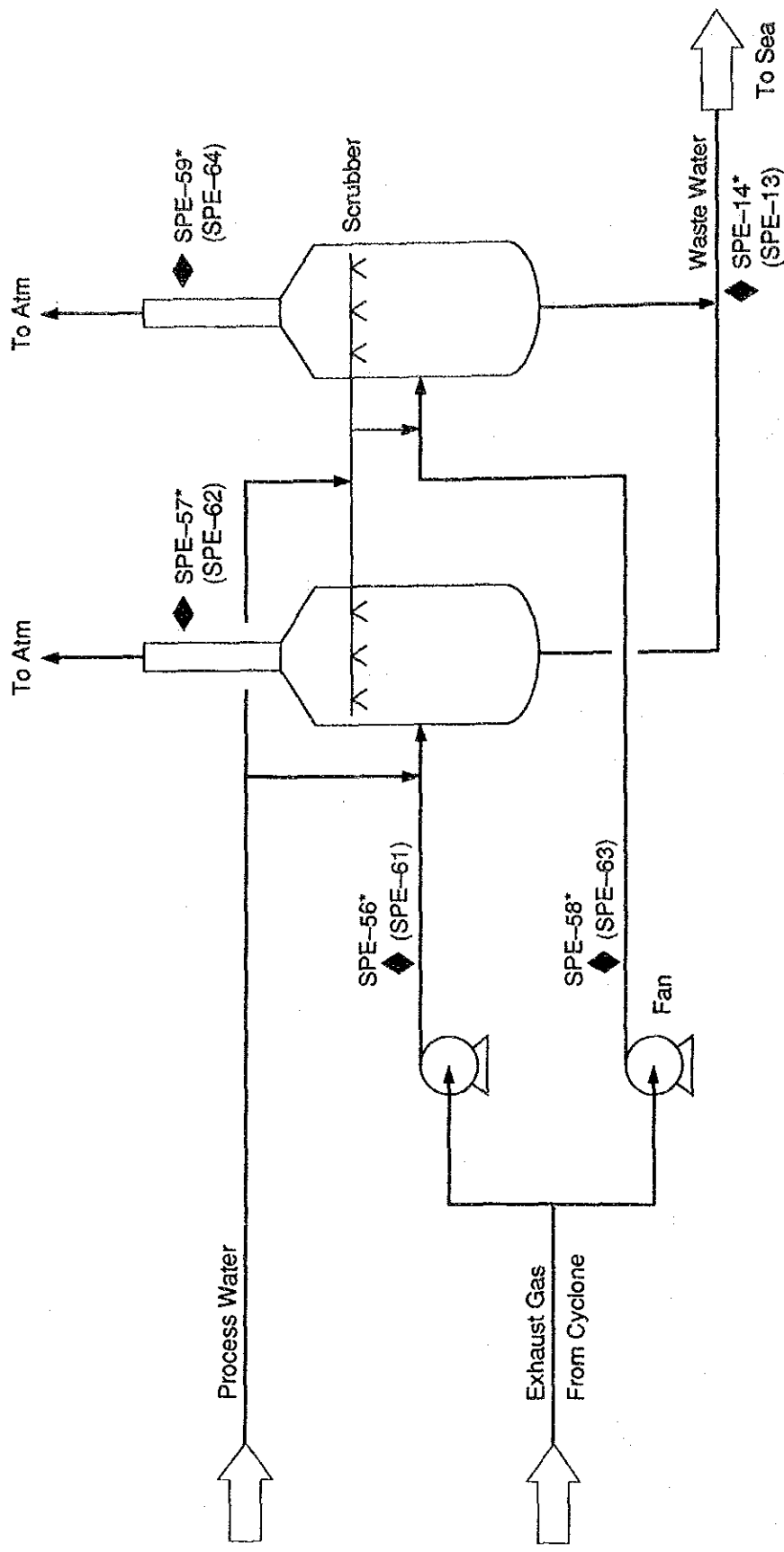
TSPプラントの排ガスは、各系列ごとに2基のスクラバーに分割されて処理されている。即ち排ガス洗浄の面では一段処理のみで、PAプラント同様に化学洗浄ではなく、プロセス水をスプレー方式で洗浄しているのみである。一方同スクラバーからの排水は、プロセス内にとりこまず海へ放出されている。

図III-5 TSP工場のプロセスフロー



◆ Sampling Point

図III-6 TSP工場の排ガスフロー



◆ Sampling Point
 * : 500 T/D TSP Plant
 () : 600 T/D TSP Plant

- 4) 以上の通り、公害の対象となりうる排ガスおよび排水処理については、一応処理されているものもあるが、全く処理されないものもあり、公害防止装置としては簡単なものとなっている。

1.2.2 安全面及び作業環境の問題点

S I A P E工場は、全体的に各設備が老朽化しており、補修をくりかえしながら操業されている。しかし各プラントの生産量は、フル操業ができており、プロセス上の問題点はないと考えられる。一方、老朽化が進んで、簡単に保全できない点もあり、プロセスのガス、液及び粉体がもれ出した状態で運転を続けている。排水、排ガスの現状については後記するが、ここでは、S I A P E工場内の安全及び作業環境の問題点についてまとめておく。

(1) 硫酸プラント

- 1) 固体硫黄は粉状であり、建家内に貯蔵されている。建家の屋根にやぶれがあり、建家に貯蔵される時、硫黄粉塵が立ち (Dusting) やぶれた部分から吹き出して作業環境を悪化させている。又、貯蔵建家まわりの地面に硫黄がこぼれ蓄積化しており、掃除がされていない。
- 2) 転化塔 (Converter) 塔頂よりガスがもれている。
- 3) 酸クーラー (Acid Cooler) まわりの電気配線に冷却水がかかっている。
- 4) 吸収塔まわりの架構で手すりがこわれている部分がある。
- 5) 回転機械のベルト、カップリング部の安全カバーがほとんどとりついていない。
- 6) 硫黄貯蔵建家まわりの禁煙化がルーズ

(2) りん酸プラント

- 1) りん鉱石によるダスティングの為作業環境がわるい場所
 - ワゴンチッパーまわり
 - バケット、エレベーターのケーシング
 - 各りん鉱石輸送コンベアー間の取合部
- 2) 回転機の駆動チェーンのカバーが脱落
- 3) 全体に異物がちらばっており、掃除が不足

(3) T S Pプラント

- 1) 各T S P輸送機からのT S Pのこぼれ

- 2) 歩廊上のTSPのつもり
- 3) 大容量ファンのベルトに安全カバーがかけていない
- 4) スクリーン建家内のダスティング
- 5) TSP貯蔵倉内のダスティング
- 6) TSP出荷時のダスティング
- 7) 架構手摺の破損
- 8) スラッジの未処理

1.3 用・排水の現状と問題点

ここでは、S I A P E工場の排水の現状と問題点について述べる。

1.3.1 用水の現状

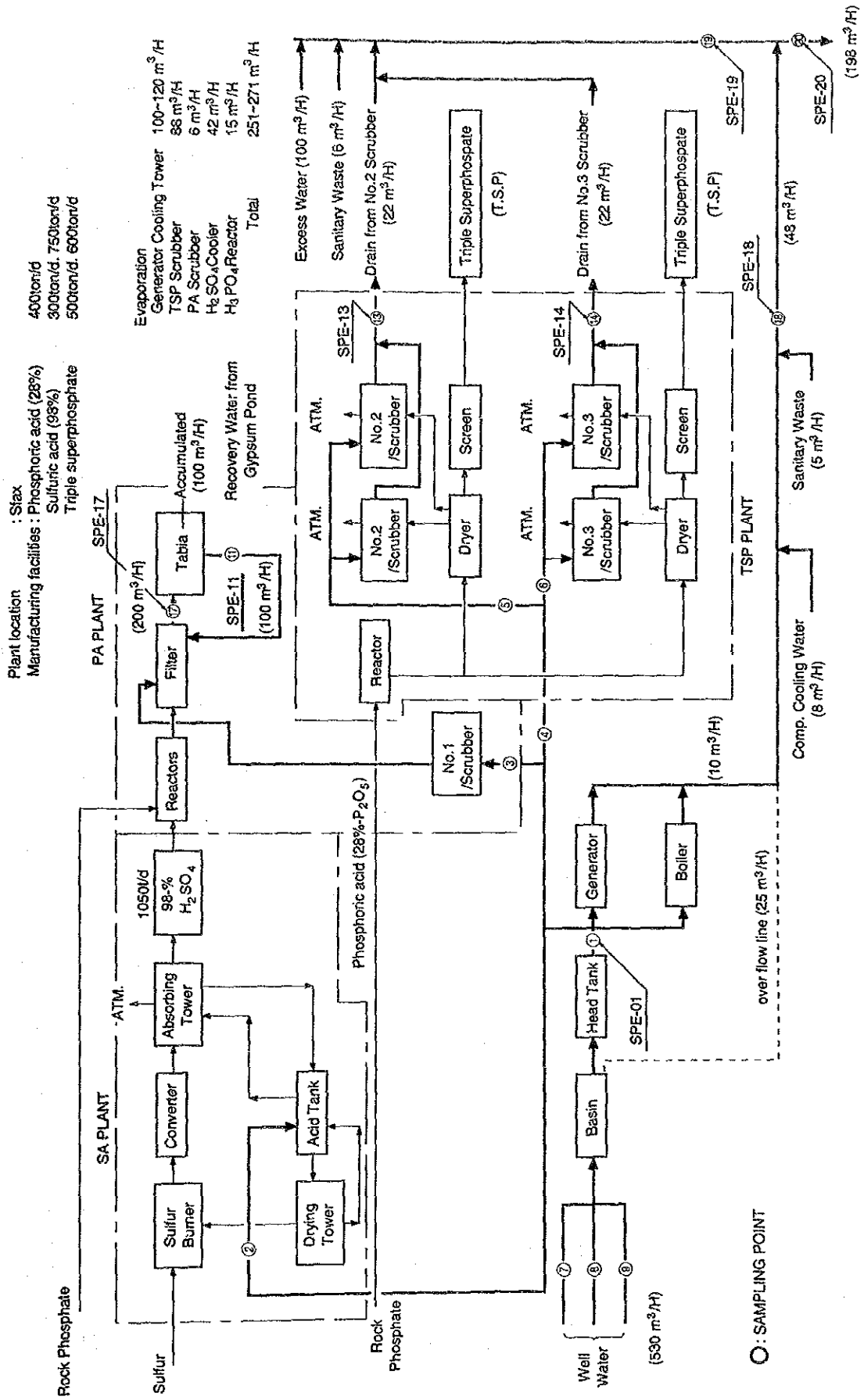
用水の使用量を示すブロックフローシートを図Ⅲ-7にまとめた。原水は深井戸よりポンプでくみ揚げ、各プラントへ供給している。S I A P E工場内で、用水を循環使用している箇所は、石こうスラリー中の水でありT a b i aよりりん酸プラントへ戻している。

表Ⅲ-1 : S I A P E工場水バランス

	入水量 (m ³ /H r)	出水量 (m ³ /H r)
井水	530	
揮散		
- 冷却塔		100~120
- TSPスクラバー		88
- 硫酸クーラー		42
- リアクター		15
- リン酸スクラバー		6
T a b i a		100
排水		198
計 (m ³ /H r)	530	549~569

(注) 水バランスが合わない点は、各々に流量計もなく推定値によるためと考えられる。

図 III-7 S I A P E 工場の用・排水フロー



1.3.2 排水の現状

工場外へ、即ち海へ排出されている水量は $198\text{ m}^3/\text{Hr}$ である。この水が汚染されていると考えられる点は、主にTSPプラントのスクラバーからの排水であり、また、この水の排水路は開放溝 (open pit) のため、プラント内を洗浄した水等も混入し汚染の要因となっていると考えられる。

又T a b i aに放出された石こうスラリー水は一部T a b i aに残存し、他はりん酸プラントにリサイクルされるものとT a b i aで大気へ揮散するものがある。T a b i aに残存する水の挙動が、どのようなものかは現地調査では明らかにできていない。

各サンプリングポイントに於ける水分析結果を表III-2に示す。

1.3.3 問題点

表III-2に示した各水質分析結果とチュニジア基準値と比較すると水質としてPH値、浮遊固形物、COD、F、 SO_4 、Total P、Cd及びFe等の物質が基準を超えている。以下に汚染源又は汚染原因について想定する。

(1) PH値

工場で取りあつかう物質に、硫酸、りん酸、TSP等、酸性物質があり、これらの一部がもれたり、又、床洗浄等により流出しているものと考えられる。

(2) 浮遊固形物

工場全体がダスティである点、石こう、TSP等固形物をとりあつかっており、かつ、排水溝が、開放されている等の理由と考えられる。

(3) COD

なんらかの有機物、又は酸化反応が十分終了していない物質が混在していると考えられる。

(4) FとTotal P.

りん酸プラントを運転するかぎり、宿命的に排出される物質である。

(5) SO_4

硫酸プラントからのもれも考えられるが、石こうの溶解他の硫酸の溶解と混在

表 III - 2 排水分析結果 (SIAPE)

A. PRIMARY ANALYSIS		ANALYSIS ITEMS(8)												
SAMPLING POINT	SAMPLING DATE	TURBIDITY deg.	pH	CONDUCTIVITY S. SOLID mg/L	C O Dcr mg/L	B O D mg/L	n-HEX mg/L	D O mg/L	C. DAILY ANALYSIS		SAMPLING POINT - SPE-20			
									SAMPLING DATE	SAMPLING HOUR	pH	CONDUCTIVITY S. SOLID mg/L	C O Dcr mg/L	
SPE-01	10/07/92	2	7.2	5.7	4	5	1	1.4	23/09/92	15:00	2.3	8.6	15	58
SPE-01	15/07/92	13	7.2	5.5				4.5	23/09/92	17:00	2.3	7.4	7	46
SPE-11	10/07/92	130	2.0	22.0	82	29	3	3.7	23/09/92	19:00	2.4	6.0	4	39
SPE-11	15/07/92	51	2.0	19.9	120	4	16	8.5	23/09/92	21:00	2.3	10.0	30	75
SPE-13	10/07/92	30	1.2	48.0	10	240	4	3.5	23/09/92	23:00	2.2	10.9	13	65
SPE-13	15/07/92	6	1.3	38.7	2	240	3	6.8	24/09/92	1:00	2.2	12.3	17	74
SPE-14	10/07/92	2	1.1	59.0	3	350	9	2.8	24/09/92	3:00	2.2	11.8	15	76
SPE-14	15/07/92	6	1.2	37.7	4	270	4	5.7	24/09/92	5:00	2.3	13.3	7	66
SPE-17	10/07/92	>999	2.1	18.0	31000	8700	39	1.5	24/09/92	7:00	2.1	12.4	21	70
SPE-17	15/07/92	>999	2.0	19.5	210000	5400	3	4.6	24/09/92	9:00	2.2	10.6	11	55
SPE-18	10/07/92	110	7.3	8.9	160	3	10	3.8	24/09/92	11:00	2.2	10.2	14	60
SPE-18	15/07/92	50	9.0	6.7	66	130	3	3.8						
SPE-19	10/07/92	25	1.6	24.0	60	220	5	3.9						
SPE-19	15/07/92	10	1.7	20.1	11	220	6	3.8						
SPE-20	10/07/92	14	1.8	19.0	27	250	5	3.9						
SPE-20	15/07/92	6	1.9	14.7	7	470	11	3.8						

B. DETAILED ANALYSIS (SIAPE)		ANALYSIS ITEMS(8)																									
SAMPLING POINT	SAMPLING DATE	TURBIDITY deg.	pH	CONDUCTIVITY S. SOLID mg/L	C O Dcr mg/L	B O D mg/L	n-HEX mg/L	D O mg/L	SPE-01	SPE-01	SPE-11	SPE-11	SPE-11	SPE-14	SPE-14	SPE-14	SPE-14	SPE-17	SPE-17	SPE-17	SPE-17	SPE-19	SPE-19	SPE-20	SPE-20	SPE-21	
									SEP. 14	SEP. 17	SEP. 17	SEP. 17	SEP. 17	SEP. 14	SEP. 14	SEP. 14	SEP. 14	SEP. 17	SEP. 17	SEP. 17	SEP. 14	SEP. 14	SEP. 17	SEP. 17	SEP. 14	SEP. 14	SEP. 30
TURBIDITY	deg.	5	2	69	44	2	4	16	>999	>999	4	16															
pH		6.4	7.2	2.0	1.7	1.6	1.4	1.6	2.2	2.2	1.4	1.6															
CONDUCTIVITY	ms/cm	5.7	5.4	21.1	27.2	36.4	39.5	32.6	13.9	14	39.5	32.6															
S. SOLID	mg/L	3	0	382	90	1	1	8	30400	247700	5.6	5.6															
C O Dcr	mg/L	54	8	77	5000	374	300	180	4500	4990	254	254															
B O D	mg/L	31	2	220	4	268	30	180	10400	12	16	16															
n-HEXANE	mg/L	2	2	3	4	5	14	15																			
F	mg/L	5.8	4.2	6500	5300	2900	6200	4900	4700	4200	9400	9400															
Cl	mg/L	1500	1300	1800	1700	4300	3300	3300	1200	3600	3900	3900															
SO4	mg/L	940	930	4500	9800	1100	1100	1100	15000	5000	1300	1300															
T-P	mg/L	0.1	0.1	3100	2500	130	98	92	2400	6900	110	110															
T-HE	mg/L	<0.0005	0.0014	0.0008	0.0007	<0.0005	0.001	0.0029	0.0044	0.0018	0.0022	0.0022															
Ca	mg/L	94	99	190	170	76	53	50	180	180	48	48															
Cd	mg/L	<0.01	<0.01	0.68	7.9	<0.02	0.02	<0.02	4.2	1	<0.02	<0.02															
Fe	mg/L	1.1	3.5	44	110	3.5	3.6	3.1	67	95	3.3	3.3															
T-Cr	mg/L	<0.05	<0.05	4.6	3.1	0.2	0.3	0.2	8.1	8.1	0.2	0.2															
Cr(VI)	mg/L	<0.05	<0.05	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1															
Al	mg/L	<1.0																									

するものと考えられる、原水にも多くふくまれている。

(6) Cd.

りん酸製造原料のりん鉱石、天然イオウには微量ながらCdが含まれているため、これらが、製造プロセスより流出しているものと考えられる。

(7) Fe.

工場全体が、りん酸と硫酸を取りあつかう環境であり腐食によるものと考えられる。

1.4 排ガスの現状と問題点

1.4.1 排出設備

ガス排出設備の概要は1.2.1(4)を参照。ここでは、SIAPEより提示された情報を追記する。

(1) 硫酸プラント吸収塔出口ガス

	<u>750T/日プラント</u>	<u>300T/日プラント</u>
設計条件	ガス量 : 95,000N ^m ³/Hr	40,000N ^m ³/Hr
	ガス温度 : 75°C	75°C
	SO ₂ : 0.25vol%	0.25vol%

(2) りん酸プラント用スクラバー

設計条件	処理ガス量	: 75,000m ³ /Hr
	ガス温度	: 不明
	材質	: FRP
	洗浄方式	: スプレーによる洗浄
		洗浄はone passのみ

(3) TSPプラント用スクラバー

設計条件	:	処理ガス量	:	150,000m ³ /Hr
		ガス温度	:	70℃
		材質	:	FRP
				スプレーノズルはUB ₆
		洗浄方式	:	2段スプレー
				洗浄はone passのみ
		圧力損失	:	100mmH ₂ O
		スプレー量	:	30m ³ /Hr

1.4.2 使用燃料

SIAP Eでは、下記仕様の重油をTSPプラントの乾燥機およびボイラーに使用している。

SIAP Eで使用している重油仕様

LHV	:	9,700kcal/kg
S 分	:	3.0 %
水 分	:	0.2 %
引火点	:	108 °C
動粘度	:	289.6 cSt (50 °C)

尚、TSPプラントで消費している重油は、70kg/Ton TSPであり、排ガスは地上より約30m高さのスクラバー出口ダクトから排出されている。

一方ボイラー設備は、その能力は27.5ton/Hr (圧力: 27kg/cm²G, 温度: 410℃) であり、4基の発電機で5MWhの発電が可能である。

現地で排ガス測定をした時、ボイラーの運転負荷は15%で、その時の燃料消費量は4ton/Hrであった。

排ガスは約20mの煙突より排出している。

1.4.3 排ガス基準値と性状

排ガス基準値について、チュニジアには、明確に制定されているものは見あたらない。従って基準値として、日本に於ける基準値を設定する。詳しい設定値は第IV編で検討する。そこで、ここでは、現地で分析したデータを表III-3に示すこととする。

1.4.4 問題点

S I A P E工場の排ガス分析結果を、日本の工場の運転状況と比較すると、相当悪質な排ガスである。直接の原因は、ガス処理が十分でない点にあるが、ここでは、大気汚染源について述べてる。

(1) ダスト

ダストの種類は、各プラントで取り扱っている粉体であると考えられる。即ちりん酸プラントでは、りん鉱石と石こう、T S PプラントではT S Pおよび重油をもやすために灰分が出るので、これらが主成分と考えられる。

(2) SO_x 、 NO_x

重油を燃焼するT S Pプラント、硫黄を燃焼する硫酸プラントからは当然これらの排出がある。

(3) F

S I A P Eで使用されているりん鉱石には、2.8~3.4%のフッ素が含まれている。

りん鉱石を、原料とするりん酸プラントおよびT S Pプラントでは、各々プロセス内の反応により、フッ化ガスが発生し、このガスが、一部大気へ放出されている。

表III-3 排ガス分析結果

FACTORY	SIAPE(H2SO4)				SIAPE(H3PO4)		S I A P E (TSP)	
	SPE-51	SPE-52	SPE-53	SPE-53	SPE-54	SPE-55	SPE-56	SPE-57
SAMPLING DATE	SEP/24/92	SEP/23/92	SEP/24/92	SEP/30/92	SEP/29/92	SEP/29/92		SEP/17/92
FACILITY	750-ABSORB	CIRC. TANK	900-ABSORB	900-ABSORB	SCRUB. IN	SCRUB. OUT	TSP500-IN	TSP500-OUT
FUEL	---	---	---	---	---	---	H.OIL	H.OIL
GAS VOLUME								
ACTUAL	m ³ /h	135000	300	41600	45600	75100	75200	76800
WET GAS	Nm ³ /h	107000	240	31100	34000	58800	58600	62200
DRY GAS	Nm ³ /h	107000	240	31000	34000	34800	34800	50300
H2O	%	0.1	0.5	0.1	0.2	40.8	40.5	19.1
GAS TEMP.	°C	73	73	92	92	77	77	64
CO2	%	0	0	0	0	6.4	6.3	2.0
O2	%	9.2	18.1	11.7	12.6	19.8	20.0	18.6
DUST	mg/Nm ³	770	700	230	110	30	60	290
SOx	ppm	4100	3300	2100	1620			220
NOx	ppm	11	<10	<10	<10			
TOTAL MIST	mg/Nm ³					47700	7000	---
H2SO4 MIST	mg/Nm ³	250	630		140	700	170	
H3PO4 MIST	mg/Nm ³					40	22	
F COMPOUND	mg/Nm ³					3900	1510	154
F MIST	mg/Nm ³					330	62	

FACTORY	S I A P E (TSP)								(BOILER)	
	SPE-58	SPE-59	SPE-60	SPE-61	SPE-62	SPE-63	SPE-64	SPE-65	SPE-66	
SAMPLING DATE	SEP/18/92	SEP/18/92	SEP/16/92	SEP/14/92	SEP/14/92	SEP/15/92	SEP/15/92	OCT/21/92	OCT/28/92	
FACILITY	TSP500-IN	TSP500-OUT	TSP-MAIN	TSP600-IN	TSP600-OUT	TSP600-IN	TSP600-OUT	TSP-SUB	F.G./BOILER	
FUEL	H.OIL	H.OIL		H.OIL	H.OIL	H.OIL	H.OIL	---	H.OIL	
GAS VOLUME										
ACTUAL	m ³ /h	93100	64200	6300	119000	115000	121000	108000	3540	16700
WET GAS	Nm ³ /h	63700	52900	5100	79900	84700	79800	85400	2960	10300
DRY GAS	Nm ³ /h	50300	43400	4200	57900	61200	60900	64100	2610	9500
H2O	%	21.0	17.9	18.3	27.5	27.8	23.7	24.9	11.9	7.7
GAS TEMP.	°C	130	58	66	138	98	145	73	53	169
CO2	%	2.4	2.3	46.0	3.0	2.5	2.3	2.2	2.0	4.2
O2	%	17.6	17.7	12.0	15.9	16.5	18.5	18.3	19.4	14.6
DUST	mg/Nm ³	580	310	890	1220	1110	580	1000	30	140
SOx	ppm	400	260	1100	560	550	400	520	135	800
NOx	ppm									108
TOTAL MIST	mg/Nm ³		1500			---	---			
H2SO4 MIST	mg/Nm ³									
H3PO4 MIST	mg/Nm ³		91							
F COMPOUND	mg/Nm ³	1850	130	33	1780	1250	1540	400	33	
F MIST	mg/Nm ³		64							

2. SNDP (国営油槽所)

2.1 工場概要

SNDPはスファックス市の東側の海岸に位置し、周辺にESSO社、TOTAL社、SHELL社等の石油備蓄基地がある地域の一面を占めている。同所は1961年に新設され、さらに1971年に増設後今日に至っている。タンカーからの油の受け入れは同所の南西部、数百米の所にある栈橋で行われパイプ輸送され各貯蔵タンクへ導かれている。

従来、この配管は複数の異なった油種について兼用して使われていたため、油種切替え時に挿入する海水が公害の原因になっているところから、現在油種別の専用配管にするべく工事中である。さらにタンカーとのパイプの接続にフレキシブルホースを使用しているがこれも順次ローディングアームに切替え工事が進められており、1993年半ばに完了予定である。

尚、従来、受入れ栈橋は上記の各社が会社別に設置していたが専用配管完成後は各社共有し、油種別の使用が可能になる。

2.1.1 製品油種及び貯蔵能力

SNDPのスファックス油槽所が取り扱っている油種は次の6種類で、1989年度の製品受入総量は約4.6億ℓであった。

- ① スーパーガソリン
- ② レギュラーガソリン
- ③ 灯油
- ④ 軽油
- ⑤ 家庭用燃料油
- ⑥ 重油

又、各々の貯蔵能力については次の表Ⅲ-4に示す。

表Ⅲ-4 S NDP貯槽リスト

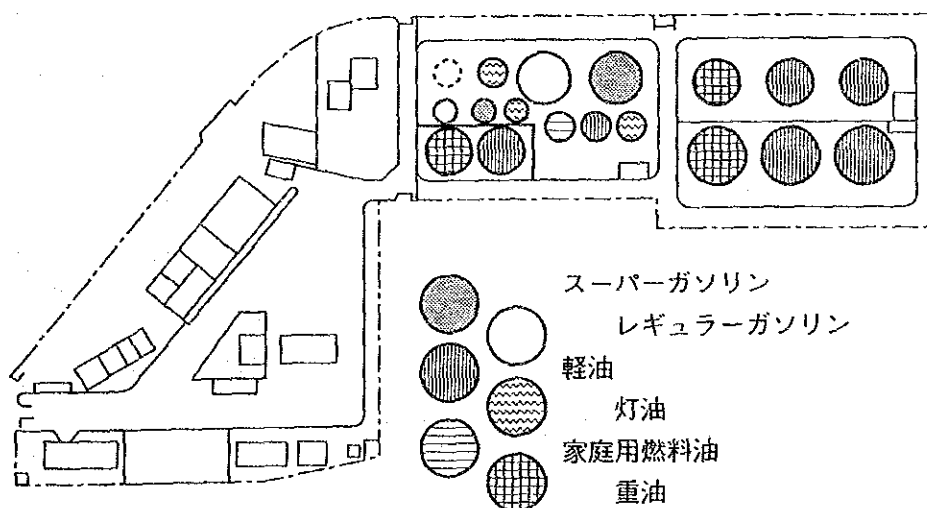
油種	基数	容量 (m ³)
スーパーガソリン	1	125
レギュラーガソリン	1	1860
灯油	1	125
軽油	1	3310
家庭用燃料油	1	486
重油	1	3310
合計	17基	26,699

(注) 家庭用燃料油は軽油と重油の混合油(98:2)を意味し油槽所内で混合し、タンクに貯蔵されている。

2.1.2 設備配置

S NDPの貯槽配置は図Ⅲ-8に示す。

図Ⅲ-8 S NDPの貯槽配置図



2.2 運転状況の現状と問題点

2.2.1 主要設備

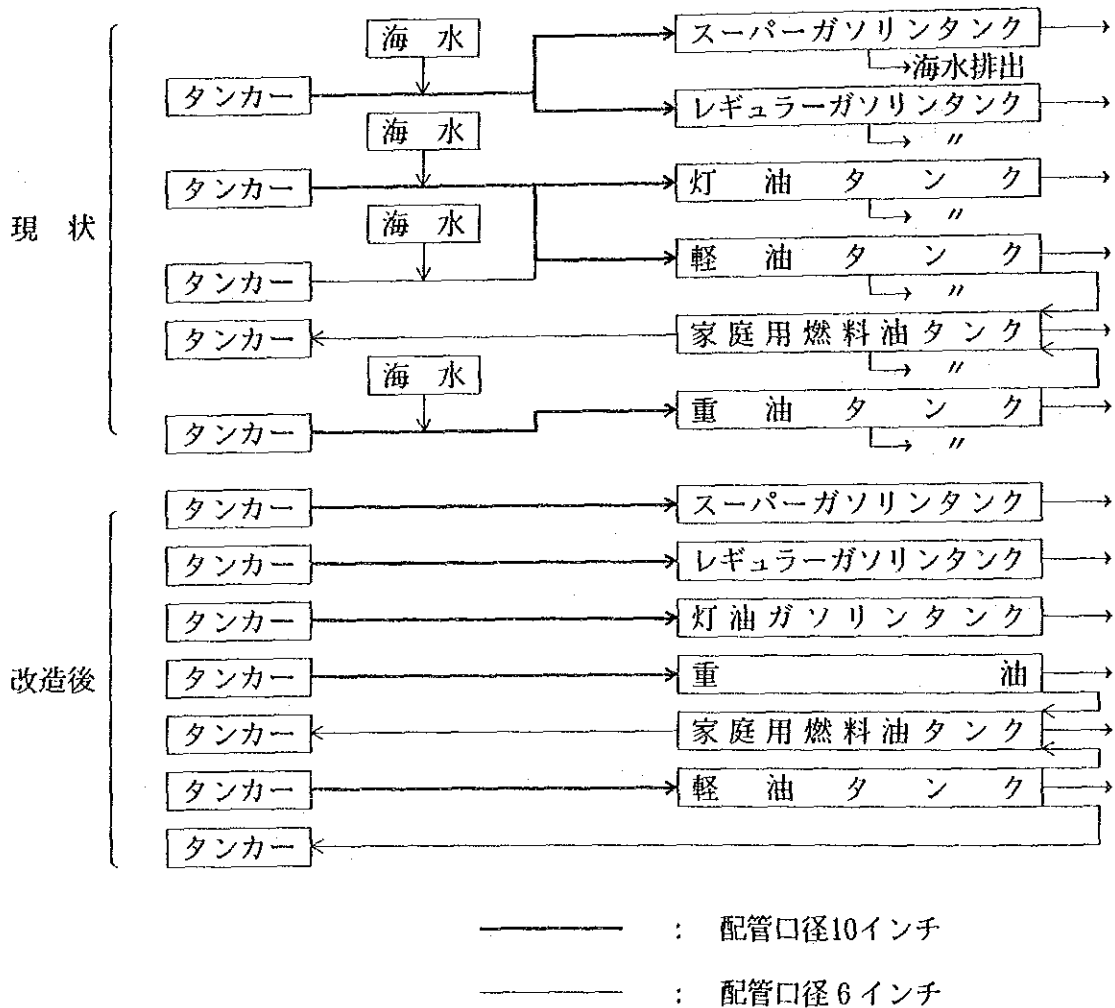
(1) 受入設備

現在受入れ配管系統に係わる工事として、油種別専用配管にするべく改造中である。

工事完成により、配管内の油種切替に使用していた海水は一切使用しなくなる。さらに、受入れに費やされる時間が短縮できる。

図Ⅲ-9に現状と改造後の受入れ配管系統をまとめた。

図Ⅲ-9 受入れ配管系統

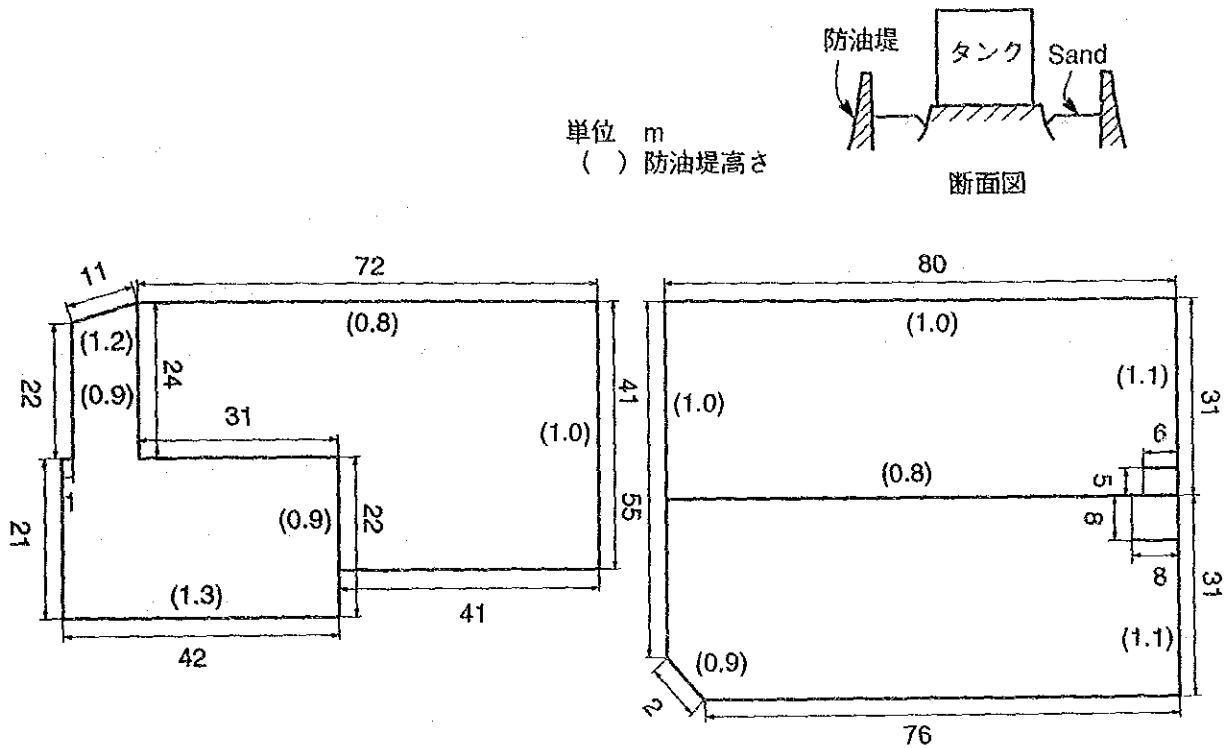


(注) 海水の使用は通常無くなる。

(2) 貯油設備

同所貯蔵タンクは前記表Ⅲ-4に示すように17基の地上置固定屋根式タンクより構成される。各タンクの周りには図Ⅲ-10に示す防油堤が設けられている。

図Ⅲ-10 防油堤の寸法



(3) ポンプヤード

各防油堤の一画にはポンプヤードが設けられ出荷用送油ポンプが設置されている。

出荷用送油ポンプの油種別台数は次の通りである。

① スーパーガソリン用	1台
② レギュラーガソリン用	2台
③ 灯油用	1台
④ 軽油用	2台
⑤ 家庭用燃料用	1台
⑥ 重油用	2台
合計	9台

(4) 出荷設備

タンクローリー車用と貨車用を有している。

- ① タンクローリー車用 4台分
- ② 貨車用 一式

(5) 油水分離槽

第1油水分離槽と第2油水分離槽がある。

① 第1油水分離槽 1基

タンクヤードの北側に設けられており、タンクヤード及びポンプヤード内の含油排水がこの分離槽に導かれる。

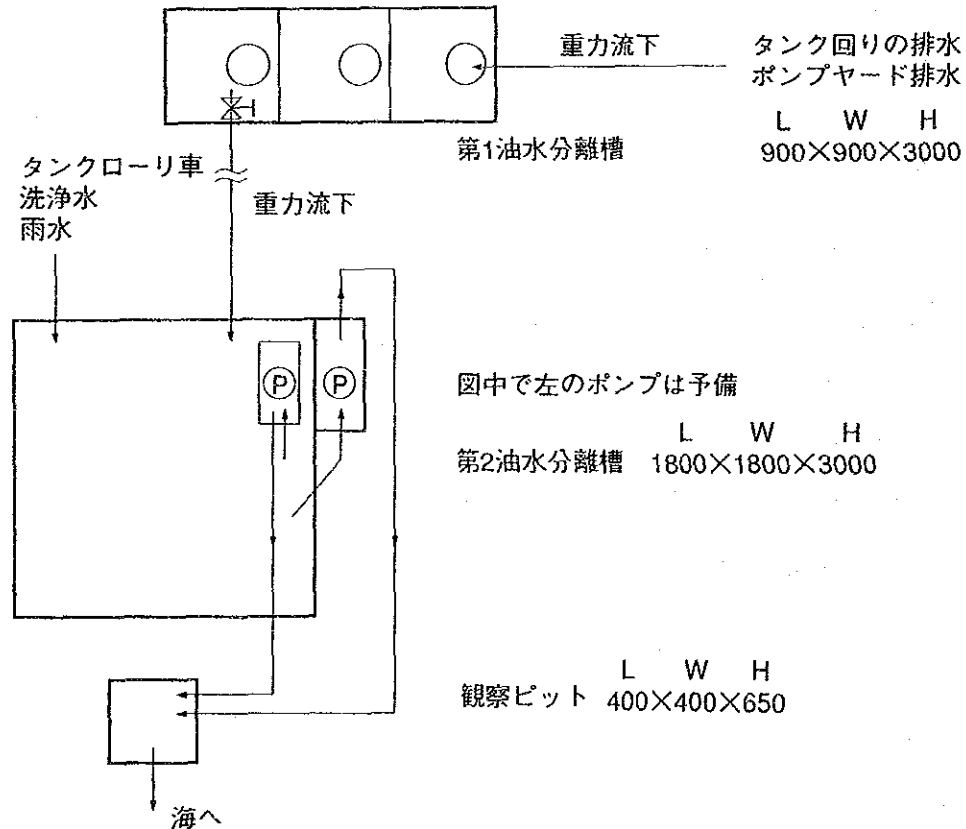
② 第2油水分離槽 1基

敷地内西側のタンクローリー出荷設備の側に設けられており第1油水分離槽からの一次分離排水とタンクローリー車洗浄排水を受け入れ、ここで最終処理し、処理水を海に排出している。第2油水分離槽には処理水を海へ送水するためのポンプが2台(20m³/Hr-1台予備)が設置されている。

油水分離槽を図III-11に示す。

図III-11 油水分離槽の寸法

(単位: mm)



2.2.2 自動計装化の程度

入出荷設備や排水ポンプ等の部分的な自動制御は採られているがほとんど現場形計器主体で中央制御式の管理は行っていない。

2.2.3 問題点

(1) S NDPでは、異った油種受入れを同一配管で行っていた為、油種の切替えに海水を使用している。これが、油流出の原因となる可能性が強かった。しかし油種別に専用配管を設置する工事を進めているので、大きな改善となる。

(2) 又、タンカーと配管の接続部もフレキシブルホースからローディングアームへの切替え工事を行っている。この点も油漏えいに対する大きな改善である。

以上の様に海水を一切使用しない方法とする為の設備・操作方法の改良を終了すれば、公害源除去の対策が達成できる。

(3) S NDPでは、大量の危険物を貯蔵する為、消防法又は石油備蓄に関する法律等、何らかの法規制に則り作業が行なわれていると思われる。この時、作業の保安維持のため、各種点検が行なわれている事と思われるが、調査の段階で、これら記録がほとんど無かった。

2.3 排水の現状と問題点

2.3.1 排水源

排水の発生源は製品タンクドレン・タンクヤード雨水・油貯槽所内雨水・ポンプヤード排水の4種類であり、前の3項目が汚染源となり処理対象となる。各排水源について以下に説明する。

(1) 製品タンクドレイン

受入製品は

- 1) スーパーガソリン
- 2) レギュラーガソリン
- 3) 灯油
- 4) 軽油
- 5) 家庭用燃料油
- 6) 重油

の6種類であり、これらを製品タンク17基に受入れている。

製品受入にあたっては図III-9に示すように、異種油類を同一配管を利用し移送する。従って、異種油類の混合を防ぐ為、又製品受入の計量精度を上げるために製品受入後海水にて製品の押出を行っている。

製品タンクでは、製品への海水混入を防ぐ為、一定時間経過後タンク低部より防油堤内オープンピットへ海水を排出する。

此の操作中に、排出海水へ製品の混入があり、油汚染の原因となる。

(2) タンクヤード雨水

タンクヤード雨水は一旦防油堤内に貯留後、系外へ排出される。

製品タンクドレインは防油堤内オープンピットを経由後系外へ排出される。

防油堤内に貯留された雨水も製品タンクドレイン排出と同一のオープンピットを使用するため油で汚染されている。

(3) 油貯槽所内雨水

クリーン排水に見えるが、各所で油種を扱っている為、油で汚染されている。

(4) ポンプヤード排水

製品出荷用電動ポンプ9台が稼働しており、この内重油用ポンプ2台はグランドパッキン使用の為油漏れがある。

然し、此の油は回収ドラムに受入れており、汚染源とはならない。

2.3.2 排水量

タンクドレインは1回当たり9 m³を約3時間で排出しており、オイルセパレーターへの負荷は3 m³/Hrとなる。

雨水については、敷地面積及び降雨強度等不明の為算出不可能であった。

2.3.3 排水水質及び処理水水質

現地調査で得られた水質を表Ⅲ-5に示す。

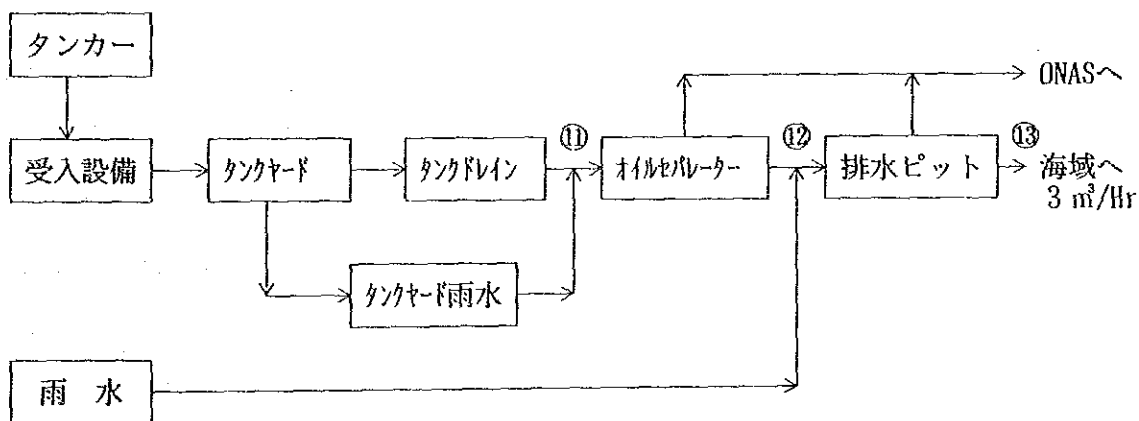
表Ⅲ-5 排水分析結果 (SNDP)

採水点	濁度 deg.	pH	電気 伝導度 ms/cm	浮遊 物質 mg/l	CODcr mg/l	BOD mg/l	n-HEX 抽出物 mg/l
①	79	7.9	62.0	60	240	290	60
②	72	7.3	51.0	20	550	140	34
③	63	7.4	57.0	10	510	150	57

2.3.4 排水系統図

SNDPにおける排水系統を図Ⅲ-12に示す。

図Ⅲ-12 排水系統図



2.3.5 問題点

(1) 処理水質

サンプル採取時は乾期であり、雨水の影響がないにも関わらず、COD_{cr}、BOD及びn-ヘキサン抽出物等はINNORPI規制値を越えている。

COD_{cr}、BOD源の一部分は油分に起因するものと思われるが、大部分は生活排水に起因するものと思われる。

建設以来30年運用しており、油貯槽所全体が油汚染されている可能性が高く、降雨時には排水ピットでの排水の滞留時間は短くなり、更に排水水質は悪化するものと思われる。

(2) 処理方式

SNDPの処理設備は前述の図Ⅲ-12の排水系統図の通りであり、1961年建設当時の簡易オイルセパレーターのみであり、油水分離効果は悪く、今後共INNORPI規制値は達成出来るとは思えない。

n-ヘキサン抽出物の除去にはオイルセパレーター等を設置し、タンクドレイン及びタンクヤードの雨水のみならず場内オイリー雨水全てを処理対象とする必要がある。

又、COD_{cr}及びBOD等の有機物質の処理設備は皆無であり、発生源から考えると生活排水系に浄化槽等を設け処理する必要がある。

(3) SNDPによる対応

上記問題点があるものの、SNDPにおいては、それらの改善案を考慮中である。即ち、オイルセパレータを既設のものより大規模なものに造り替える計画をしており、浄化槽についても新規のものにすべく入札の計画をしているとのことである。

これらの対応が完了すれば水質面の大幅な改善が予想される。

3. UPOTS (オリーブ油工場)

3.1 工場概要

UPOTSの製品であるオリーブ油はチュニジアの主要輸出品目の一つになっているが、特にスファックス地区はチュニジアにおけるオリーブ生産の中心地であり、抽出工場もチュニジア全土の約4分の1をこの地域が占めている。

製品としてのオリーブ油は食用が主であるが他に石けん原料、薬用等の用途となっている。

UPOTSは1950年にフランスと共同で設立されたが、最初は粉碎機4基ベース(原料オリーブの処理能力として約50t/d)程度であった。その後1964年にフランスから独立し自主経営に切り替えると同時に設備も増強した。

現在は粉碎機7基ベースで原料オリーブ処理能力として100t/d(実稼動約75t/d)、オリーブ油換算として能力20t/d(実稼動約16~17t/d)の生産量を有している。

尚、企業の運営は組合組織になっており、製品の大部分はオリーブ油公社(ONH)に納入される。

オリーブ油の抽出の際グリニヨン・フレと呼ばれるオリーブ油の搾りかすが副産するが、これは石けん製造工場へ売却され抽出後石けんの原料になったり、精製後精製油として製品になったりする。

又、オリーブ油を遠心分離機で精製する場合マージンと呼ばれるスラッジが分離されるが、現状では廃棄物として処理するしかなくONAS下水処理場にタンク車で運ばれるが、ONASでも処理方法に苦慮し、仕方なく専用の溜池に貯留しているが重大な公害問題になっている。ONAS側もこれ以上のマージンの受入れは問題になってきており、今後は製造者側での処理が義務づけられるとのことで、この対策は今後のオリーブ油生産工場にとって重大な問題とならざるをえない。

3.1.1 製品と生産量

オリーブ油の生産では、原料オリーブを集荷後72時間以内に処理する必要がある、UPOTSでは近隣の農家より、オリーブを購入・使用している。1991年におけるオリーブ(Chemlali種)の使用量と購入価格は次の通りであった。

- オリーブ使用量 5,633ton
- 購入価格 260,000TD

このオリーブを使用して、オリーブ油・酸価の高いオリーブ油、それにグリニヨン・フレが生産された。これらの生産量と販売高を表Ⅲ-6にまとめた。

表Ⅲ-6 オリーブ油生産量と販売高

製品名	生産量 (1991年)	販売高 (1991年)	備考
オリーブ油	1,162t	1,536,000TD	オリーブ油の品質の分析項目は酸価が主で他にヨウ素価、色、メチルエステル反応、等測定される。
酸価の高い オリーブ油	40t	15,600TD	酸価が20を超える油
グリニヨン・フレ	2,519t	12,594TD	水分含有量24~28%、 油分8~9%
合計		1,564,194TD	

オリーブ油の販売先は酸価により次のように区別される。

- 1) 酸 価 4以下 - そのまま食用油としてONHへ販売
- 2) " 4~20 - 他の精製油と混合し、食用油としてONHへ販売
- 3) " 20以上 - 石けんの原料として石けん工場へ販売

3.1.2 従業員数

オリーブ油生産は原料のオリーブ収穫期のみの季節稼働である。その稼働状況は次の通りである。

- ① 生産期間 : 11月-2月(約100日/年)
- ② 稼働時間 : 24時間3交代制

この様な稼働状況で、季節労働者を含む従業員数は約200名であり、その内訳は次の通りである。

- ① 事務部門 : 5名 (社長・技術管理・経理・倉庫・班長)
- ② 生産管理部門 : 21名
- ③ 技能者 : 2名
- ④ 一般作業員 : 170名 (含季節労働者)

3.1.3 設備配置

U P O T Sの敷地は現在使用している 6,739㎡と旧マージン廃棄場としている 2,000㎡の合計 8,739㎡である。

また 6,739㎡の中に建物が 1,000㎡占めている。

工場の全体配置及び、抽出工程棟内の設備配置を図Ⅲ-13に示す。

また設備配置に示した設備を中心とした、主要設備リストを表Ⅲ-7に示す。

表Ⅲ-7 主要機器設備

機 器 名	基 数	仕 様
1) 粉碎機	7基	Cap. 700kg/ Batch 1基
2) すのこ詰め機	3基	自 動 形
3) スーパープレス	12基	Cap. 300kg/ Batch 1基
4) 遠心分離機	9基	分 離 板 形
5) 製品貯槽		
地下槽	62基	総貯蔵能力 1550ton
地上円筒タンク	11基	" 330ton
一時貯留槽	12基	" 150ton
6) オイルセパレータ	1基	寸法3.0m×6.5m×2.2m ^H
7) マージン貯留槽	1基	寸法6.5m× 17.0m×2.2m ^H

3.1.4 将来計画

工場内の設備計画は特にないが、オリーブ産地直結の場所に小規模の抽出工場を建設したい意向が有る。但し詳細は未定である。この業界としてはなんと云ってもマージン処理が最大の問題であり、この処理設備の新設が急務である。

3.2 運転状況の現状と問題点

本工場では、まず近隣の農家から搬入される原料オリーブを、トラックスケールで計量し次いでオリーブの品質分類を行う。

- ・ 優良のもの（木から直接採取した新鮮なオリーブ）：緑のカード
- ・ 品質のおちるもの（木から落ちたものを拾い集めたもの）：ピンクのカード

仕分け所は最大300tonのオリーブをストックできる。契約農家毎に仕分け所の部屋が仕切られている。

オリーブは集荷後72時間（3日以内）に処理するのが望ましい。時間がたつにつれて酸価が増し、オリーブ油の品質が落ちることになる。

原料オリーブからの採油方法は一般的に抽出法と圧搾法があり、本工場では後者の物理的に圧力をかけ油を絞り出す圧搾法を取り入れている。

生産量は、オリーブ約6,000tonを処理して、オリーブ油1,200ton程度である。

3.2.1 生産プロセス

本工場での生産工程を図Ⅲ-14にまとめたが、その概要は以下の通りである。

(1) 粉砕

原料オリーブは建屋外のホッパーから人手により粉砕機へ投入される。オリーブ投入量及び水添加量はオリーブ品質によって経験的判断により調整する。粉砕時間はオリーブ品質により異なる。

(例)

- ・ 優良オリーブ 500kg → 40分粉砕
- ・ 低品質オリーブ 300kg+水（0～50%） → 60分粉砕（平均20%）

優良オリーブは旧工程で処理、低品質オリーブは新工程で処理する。低品質オリーブを処理した後に、より品質の良いオリーブを処理する場合は一連の工程の洗浄を行い、悪い品質の油が混入しないようにする。

(2) すのこ詰め

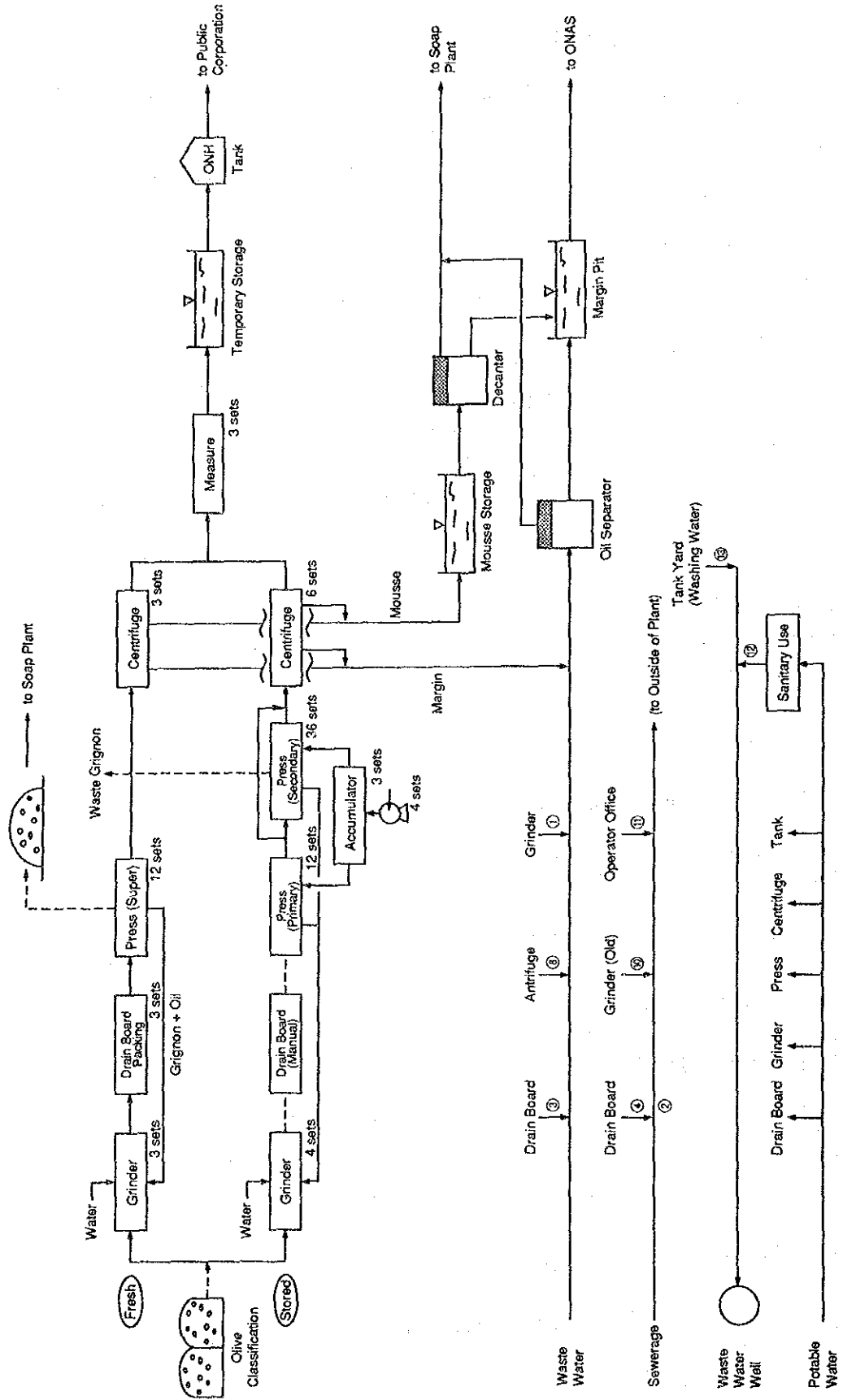
<新工程>：自動すのこ詰め機

粉砕されたオリーブは自動すのこ詰め機により、ほぼ一定量（3～5kg）

をはかりとりナイロンすのこ上に均一に敷きつめる。

機械の洗浄は低品質のオリーブを処理した後、優良オリーブを処理する場合に行う。

III-14 UPOTSのプロセス・排水フロー



<旧工程>：手詰め

粉碎されたオリーブは従業員の手によりアルファ（アフリカはねがやの一種、イネ科）又はナイロンすのこ上に均一になるように敷きつめる。

ナイロンすのこはナイロン臭を与えるので、優良オリーブを処理する場合はアルファすのこを使用する。

アルファ製新品すのこについて、すのこ自身に油が吸収されることを防ぐため水に24～48時間浸漬（浸漬槽大、小）させる。

長時間浸漬すると水が腐るので注意が必要である。1回の作業毎に水を交換する。ナイロン製は以上の作業は必要ない。

ナイロン製すのこは2～3年間の使用に耐える（アルファ製は5～6日のみ）。通常、すのこは圧搾作業後のグリニョンカスを取り除くだけで次の使用に供される。

特に酸価の高いオリーブを処理した場合のナイロン製すのこについてのみ、稀に洗浄が行われる（すのこ洗浄）。

アルファ製は洗浄工程は無い。

洗浄水には温水と酢の混合したものが使われる。

(3) 圧搾

<新工程>：スーパプレス

粉碎されたオリーブを乗せたすのこは圧搾機の付属の台車に積み重ねられセットされる。

一回の圧搾処理では60～80枚のすのこが重ねられる。各すのこには3～5kgの粉碎されたオリーブが乗せられ、圧力 350kg/cm²、時間1～2 Hrで処理される。

スーパプレスはアキュムレータを内蔵している。

すのこに付着した油は水シャワー（スーパプレス付属）で洗い流され、最大限回収している。

<旧工程>

粉碎されたオリーブの敷かれたすのこは、作業棟に布設されているトロッコ台に積まれ、手作業で1次圧搾機にセットする。

1次圧搾終了後のすのこは再びトロッコ台を経て、手作業で2次圧搾機へ

セットされる。

1次・2次圧搾の違いを表Ⅲ-8に示す。

表Ⅲ-8 1・2次圧搾の違い

	すのこ処理量	処理圧	処理時間	抽出量	抽出油品質
1次圧搾	約40枚	160kg/cm ²	30~40分	90%	良
2次圧搾	35	220	3~4hr	10	悪

旧工程の圧搾機はアキュムレータが内蔵されていない、圧力は3台のアキュムレータから夫々の圧搾機へ供給されている。

優良オリーブの処理は、旧工程・アルファ製すのこの組合せで行われ、1次圧搾からの油が最良である。

すのこに残った搾りカスはグリニオンと呼ばれ（油分6~8%）、石けん工場の原料として売却される。

圧搾終了後、圧搾機底部に残った果汁は、グリニオンをまいて吸収させ、粉碎機に投入回収する。

オリーブ品質別に処理されて得られた果汁は、より悪質なものは混合することなく別々の経路を通り遠心分離工程へ送られる。

(4) 遠心分離

圧搾処理から果汁は集油溝を経て、一時貯槽へ送られ、それからポンプで遠心分離機へ導入される。品質別に圧搾処理で得られた果汁はやはり品質別に遠心分離される。

粉碎から遠心分離までの一連の工程は7系統（新3、旧4）に分かれている。

遠心分離機により軽い油と重い油に分離され、軽い上澄油（黄色）は製品として計量室へ送られ、それ以外の重い油分（油分、水分、有機物etc.を含む）はマージンと呼ばれオイルセパレータへ導かれる。

遠心分離により、果汁100から製品油約30が分離され、残りの約70はマージンである。マージン中にはなお約0.5%の油分が含まれている。

遠心分離機は、ごみ等の夾雑物により正常に作動しない場合、前に処理した果汁より高品質の果汁を処理する場合等、洗浄の必要な場合には温水で洗浄する。

分離された製品油は工場の分析室で酸価を測定する。

(サンプリングは遠心分離機前の製品一時貯槽から行う。)

(5) 計量～貯蔵

分離された製品油は品質別に3台の台秤によって計量され、同じ部屋の地下貯槽(12室)に一時貯蔵される。その後、製品油は別棟のオリーブ油公社(ONH)の管理する貯槽へポンプで送られ封印される。

送油管は1本のみなので、品質の良い油から順に送られる。

ストック後の貯槽底部には灯火用油(huile lampante)またはたまり油工場へ売却(ONHの管轄)されている。

貯槽の洗浄水は排水用の井戸へ排出される。

(6) ムースのデカンテーション

遠心分離後のマージン一時貯槽内で、マージンの上澄部分に、油分の比較的多く含んだ泡状の層が発生(遠心分離により発生する)、これをムース(mousse:泡)と呼んでいる。

マージン一時貯槽で発生したムースはバケツで汲みとられ、ムース分離機へ投入される。

数カ月間(夏季を経ることが必要)に渡る静置後、油分は酸価の高い油として石けん製造工場へ売却、マージン部分はマージンピットへ貯められ、ONASへローリー車で運搬される。

(7) オイルセパレータ

遠心分離後のマージン、遠心分離機の洗浄水及び粉碎機、自動すのこ詰め機の洗浄水はオイルセパレータに送られる。

3槽に仕切られたオイルセパレータで回収された上澄油は少量ながら、酸価の高い油として石けん製造工場へ売却される。マージン部分はマージンピットへ送られ、ONASへと運搬される。

3.2.2 付帯プロセス概要

あまり大がかりな付帯設備はないが、概略以下のものがある。

(1) 上水

生活用水は勿論のこと、プロセス用水（洗浄等を含む）としても用いられる。

20～30m³/日程度。

(2) マージンピット

オイルセパレータを通過して、酸性油を分離されたマージン及びムースデカンテーションより分離されたマージンは、ONASヘローリー車で運搬されるのを待つ間、このピットへ一時貯蔵される。容量 240m³コンクリート製長方形、約10日間分の滞留時間となる。

(3) 排水井戸

日本ではあまり見られない方法であるが、当地ではまま見かけることもある。

比較的汚れの少ない排水（生活排水等）を投入処理により、地中での浄化作用を期待しているらしい。

3.2.3 問題点等

(1) プロセス・運転

短期間とはいえ、シーズン中は大勢（生産量に比して）の作業員が戦場の如く右往左往して作業している。大部分の工程がバッチ式かつ手動式であるため手作業が多く、得むを得ないかもしれない。

既に連続・自動式を採用している会社もあるが、確かに労働者数は少ないように見え、又油の品質もよい（空気に触れる時間が少ないせい、酸価値は低いようである）のであるが、味の点で微妙に劣る由、連続式を持つ会社も、この点で、バッチ式を同時に有している。

採油方法には、圧搾法以外にも抽出法（この中にも更に、溶媒法、酵素法、その他がある）もあり採用している会社もある。

(2) 安全・作業環境等

石ウス粉碎機、プレスその他むき出しの稼働部を有す機械が群れをなして設置されているが、夫々にふさわしい安全設備（防護ネット、安全スイッチ等）は十分とはいえないようだ。

3.3 用・排水の現状と問題点

チュニジア国には約55百万本のオリーブの木があり、耕作可能面積の1/3、面積にして100万～140万haを占めている。

100万人の生活がこれによっており、農業人口の20～30%が従事し、1年間の労働時間は延べ20～25百万労働日が費やされ、また農作物輸出の40%をオリーブ産業で占めている。

オリーブの生産量は 50万トン/年、オリーブ油のそれは 10万トン/年程度で、これよりマージン（オリーブ油搾油排液）が20～30万トン/年発生している（ONAS, '90）。

チュニジアにおけるオリーブ油の生産量とマージン排出量を表Ⅲ-9に示す。

表Ⅲ-9 オリーブ油とマージンの推移

（単位：1,000トン）

	オリーブ油	マージン
'84～'85	95	194
'85～'86	105	215
'86～'87	120	245
'87～'88	95	194
'88～'89	58	119
'89～'90	110	225

一方、オリーブ油工場は約 1,000を越え、各地の工場数を表Ⅲ-10にまとめた。

表Ⅲ-10 各地区の工場数

	地 区	工 場 数
北 部	チュニス	3
	アリアナ	16
	ベン アルース	12
	ビゼルテ	18
	ベジャ	19
	ジャンドバ	10
	ルケフ	7
	シリアナ	14
	ザゲーアン	21
	ナブール	51
	(小 計)	(171)
中 部	スース	182
	モナスティール	163
	マーディア	152
	ケロアン	72
	カセリーヌ	9
	(小 計)	(578)
南 部	◎スファックス	244
	シディブズド	35
	ガフサ	26
	ガベス	10
	メドニーヌ	87
	(小 計)	(402)
	合 計	1,151

一般に、オリーブ 100から、水30を加えて、オリーブ油20、グリニオン（絞りカス）40、マージン70が得られると考えられる。

マージンは更に水分83%、有機物（油分、炭水化物 etc）15%、無機物（K⁺、N⁺ etc）2%程度からなり、また公害指標値は、

$\left\{ \begin{array}{l} \text{COD} \\ \text{BOD} \\ \text{SS} \\ \text{油分} \end{array} \right.$	COD	60,000~90,000mg/ℓ
	BOD	20,000~30,000 "
	SS	1,000~ 5,000 "
	油分	1,000~10,000 "

程度であり、非常に濃度の高いものであるため、そのまま公共水域への放流、土壤散布等の廃棄を行うには不適當である。

因みに、チュニジアでのマージンによる環境汚染は 400万人の生活排水に匹敵すると試算されている。

3.3.1 用排水の現状

(1) 用水量

UPOTSでのオリーブ処理量は '91年度で 5,633トンであり、1日当りでは平均的に80~90トンとなり、オリーブ油を16~17トン/日製造している。

このプロセスは圧搾式（バッチ式）であり、あまり複雑なものでない。

使われる用役は、電力以外には、上水のみであると考えられる。

必要な上水量はオリーブの20~30%であり（オリーブの新鮮度による）、直接製品に混入する水としては

$$(80\sim 90\text{トン/日}) \times (20\sim 30\%) = 16\sim 27\text{トン/日}$$

更に機器洗浄水、生活用水その他を加えて上水必要量は30~60トン/日、平均的には40トン/日程度と考えられる。

(2) 排水量

オリーブ搾油後のマージン排液は、オリーブ20に対して、70程度と考えられている。従って

$$(16\sim 17\text{トン/日}) \times \frac{70}{20} = 56\sim 60\text{トン/日}$$

平均的には60トン/日程度と考えられる。

これ以外にも、機器洗浄水、生活排水等があるが、ONASへ運搬されているのはマージン排液のみであるので、ここではこれのみを検討の対象とする。

3.3.2 用排水系統図

用排水系統は前述の図Ⅲ-14に示した。

UPOTSの排水系統は3系統ある。

- (1) マージン排液としてONASへタンクローリー車で運搬
- (2) 生活排水等は排水用井戸へ投入
- (3) 機器洗浄水等は下水溝にてONASへ流下

マージンの排水経路は抽出作業棟内にあるマージン一時貯槽（4ヶ所）を経て屋外にあるオイルセパレータ（3×6.5×2.2、43m³、3室）で油分を分離（油分は

石けん工場へ売却)、水分はマージンピット(6.5×1×2.2、243 m³)へ流下、ここからローリー車でONASへ運搬される。

3.3.3 マージンの水質

マージンは汚濁物質の濃度が大きい上に、特徴はポリフェノール分を有しカリ塩分を多く含むことである。

マージンの外観は、貯留池の中で真黒なタール状であり、ONASの天日乾燥池の中でも黒く、その表面は高粘度の厚い油膜(10~50m/m)でおおわれている。油膜の下部はこれにより保護されている形になり蒸発も遅いようである。長い年月(10年近く)を経て完全に乾燥し切ったものは黒いバラバラの粒状となっており、ここまでくれば扱い易い形となっている。

マージンの水質は各工場により、又一つの工場でも時期により大きく異るといわれており、その水質値を決めこむのは極めて困難である。各種文献(数100はあると思われる)の中からいくつかを調査すると、幅は大きい、大略次のような値である。各種文献値を表III-11にまとめた。

PH	5	ポリフェノール分	5,000~10,000mg/ℓ
COD	60,000~90,000mg/ℓ	K ⁺	3,000~10,000 "
BOD	20,000~30,000 "	T-P	500~1,000 "
SS	1,000~5,000 "	T-N	1,000~2,000 "
油分	1,000~10,000 "	灰分	5,000~15,000 "

又、圧搾式と連続式を比較すると、大体において連続式の方が排水濃度が若干低いと言える。これは処理時間が短いため、空気に触れる時間が短くなり油分の劣化が少くなるのか、又は使用する上水量が多いために全体として希釈されているためかも知れない。

一方、UPOTSの排水値として今回分析したデータを表III-12に示す。

表 III-11 各種文献に見るマージンの水質値

Document No. Author Year, Country Remarks	① Härmann, L. '84 Italy	② Cassano, M. etc. '85 Italy	③ Vigo, F. '90 Italy	④ '92 Tunisia	⑤ Tunisia	⑥ Ranalli, A. '91 Italy		⑦ Aveni, A. '94 Italy	⑧ Fléscas, J. A. etc. '90 Spanish		⑨ Pietro, C. etc. '88 Italy	⑩ Annesini, M. '93 Italy	⑪ Bradley, R. M. etc. '90 Italy	
						Pressing	Continuous		Pressing	Continuous			Pressing	Continuous
• PH	5.5	5.0	4.8		5.2		85,100	5.4	4.5-5.0	5.0		4-5	4.8	5.0
• COD	58,640	160,000	41,800	300,000	198,150		148,800	110,000	120,000	100,000	50,000	50,000	92,800	60,000
• BOD	15,600	40,000	13,800	50,000	75,000		57,100	~150,000	90,000	30,000	40,000	40,000	28,200	18,500
• Oil	23,400	1,800		~100,000				300	~100,000	~50,000	~50,000	3,000		
• SS		4,000		1,000				2,000	10,000	2,000	~10,000	~10,000	600	400
• TOC		78,000		15,000	172,000			1,000	1,000	20,000	~50,000	~50,000		
• Sugar Content		20,000		~16,000			94,600	26,000	105,000	26,000	150,000	150,000		
• Organic Acid				20,000			35,200	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000		
• Polyphenol				~80,000			45,600	~40,000	10,000	~40,000	~40,000	~40,000		
• Polysty			4,550	20,000				5,000	5,000	1,000	5,000	5,000	1,800	930
• Pectin Coloring Matter								10,000	10,000	10,000	10,000	10,000		
• TIC		14,000						10,000	10,000	10,000	10,000	10,000		
• T-P		225	1,020		314			950	1,100	96	10,000	10,000		
• T-N			935					~500	5,000	2,800	12,000	12,000		
• Na ⁺					7,230			~800	~20,000	45	~14,000	~24,000		
• K ⁺					10,800			150	800	1,000	1,000	1,000		
• Ca ⁺⁺					726			~250	7,200	1,200	~1,500	~1,500		
• Cl ⁻								8,500	700	120	~8,000	~8,000		
• SO ₄ ⁻⁻								~10,000	300	1,000	1,000	1,000		
• PO ₄ ⁻⁻⁻								400	400					
• Ignition Residue		89,800					19,500		120,000	30,000			60,000	32,000
• Ash		13,700					5,800		110,000					

The Source

- ① Härmann, L. Anaerobic Digestion and Carbohydrate Hydrolysis. (PP. 307/317, '84)
- ② Cassano, M. etc. Inquinamento (Vol. 27, No. 2, PP. 67/90, '85)
- ③ Vigo, F. etc. Riv. Ital. Sostanze Grasse (Vol. 67, No. 3, PP. 131/137, '90)
- ④ ENIS, (91/1) Memo of Mr. Jalel Bouzid
- ⑤ ENIS, (92/9) Document received from Miss Emma
- ⑥ Ranalli, A. Olivas (No. 37, PP. 30/39, '91/6)
- ⑦ Ranalli, A. Olivas (No. 37, PP. 30/39, '91/6)
- ⑧ Fléscas, J. A. Anaerobic Digestion and Carbohydrate Hydrolysis. (PP. 489/491, '84)
- ⑨ Fléscas, J. A. Diferentes Utilizaciones Des Margins (PP. 83/107)
- ⑩ Pietro, C. etc. Water Research (Vol. 22, No. 12, PP. 1491/1494, '88)
- ⑪ Annesini, M. etc. Effluent and Water Treatment J. ('83/6)
- ⑫ Bradley, R. M. etc. Effluent and Water Treatment J. ('80/4)
- ⑬ Bradley, R. M. etc. Effluent and Water Treatment J. ('80/4)

表Ⅲ-12 マージンの分析値

FACTORY SAMPLING POINT SAMPLING DATE	UPOTS		UPOTS		Ben Ayad		OMAS	Japan Olive
	91.7	91.7	Oil Sep. 92.1	Marg. Pit 92.1	Continuous 92.1	Batch 92.1	Sun Dry 92.1	Continuous 91.12
pH	5.4	5.1	5.3	5.3	4.9	5.2	5.1	4.9
BOD mg/L	67,000	41,000	69,000	63,000	46,000	82,000	69,000	47,000
CO Dcr mg/L	160,000	108,000	72,000	62,000	40,000	89,000	59,000	49,000
S.SOLID mg/L	25,000	63,000	11,000	7,700	18,000	14,000	210,000	32,000
T-P mg/L	500	300	420	400	410	540	570	
T-N mg/L	1,200	600	970	880	680	1,000	2,300	
n-HEXANE mg/L			2,500	3,300	7,100	37,000	260,000	7,900
PHENOL mg/L								
SOLID wt%			10.0	9.1	6.0	15.0	35.0	8.0
CALORIFIC VALUE cal/g			4,090	4,020	4,970	5,110	6,690	5,020

同じサンプルをENISでも同時に採取し、経時的にBOD変化を追跡した結果を図Ⅲ-15に示す。

若干測定上の問題もある（ENISの言）が、このデータから分ることは、

- ① BOD値は5日以後も増加し、約1ヶ月かかって安定している。
- ② 希釈倍率により値が異なる。

であり、BOD測定の難かしさを表している。

マージンの処理で特に問題となるのは、その高濃度なことと、ポリフェノールが含まれていることは既に述べたが、このため排水の生物処理を行う場合の大きな障害となっている。

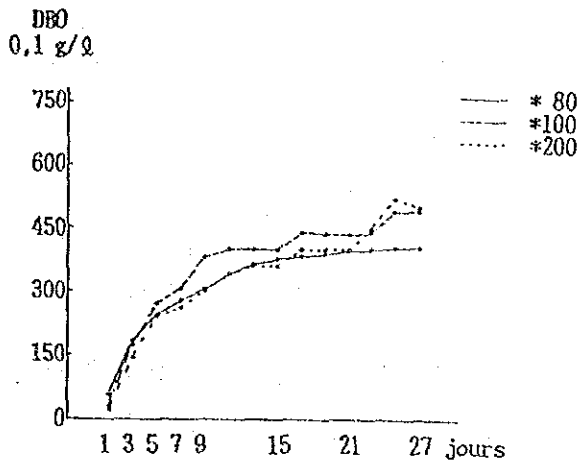
一方では、その含有されている有機分、無機分等をみると栄養価の高いもの、あるいは有価物が割合多いと思われる。

このことから、マージンの有効利用あるいは同時に無公害化について各種の研究がなされている。即ち、以下の方法である。

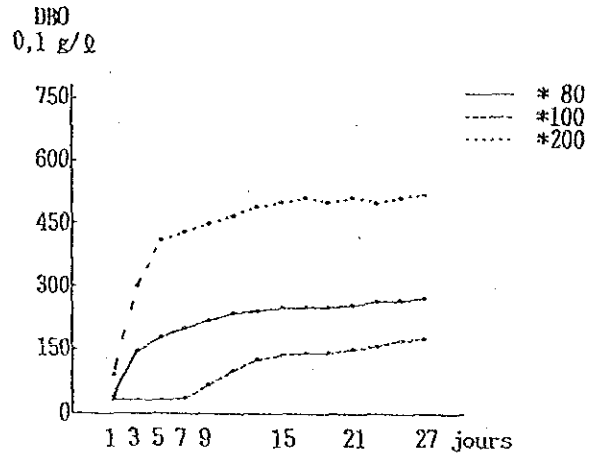
- ① マージンの直接利用（特にそのミネラル分）又は生物処理後の利用
- ② 物理的又は化学的処理による有効成分の分離
- ③ バイオテクノロジーの利用等による新しい物質への転換

図III-15 BODの経時変化

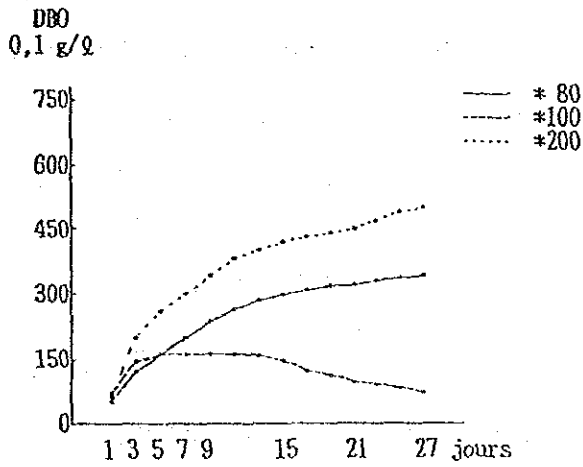
① UPOTS Oil Separator



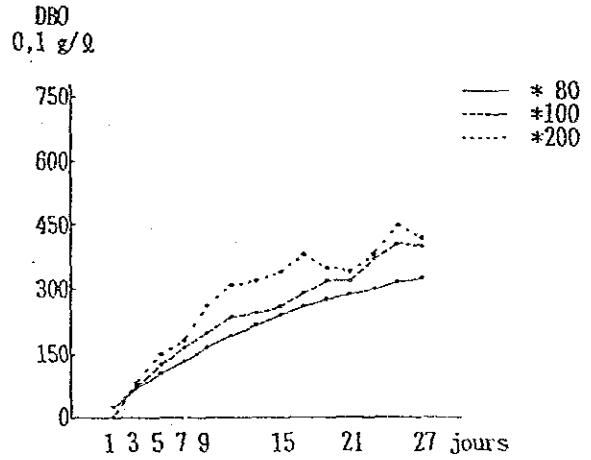
② UPOTS Margign Pit



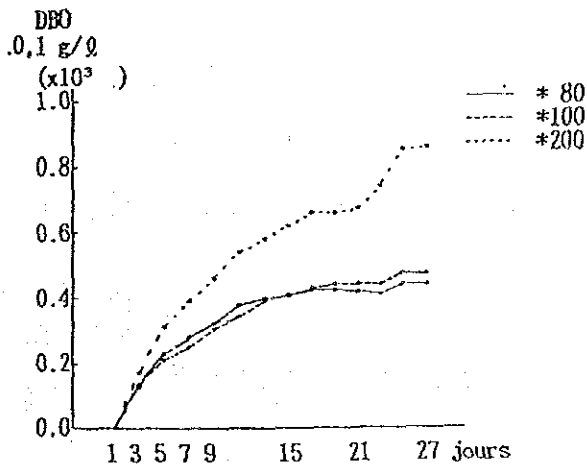
③ Ben Ayad Continuous Process



④ Ben Ayad Batch Process



⑤ ONAS Sun Dry Pit



Source : LARSEN Analysis Data