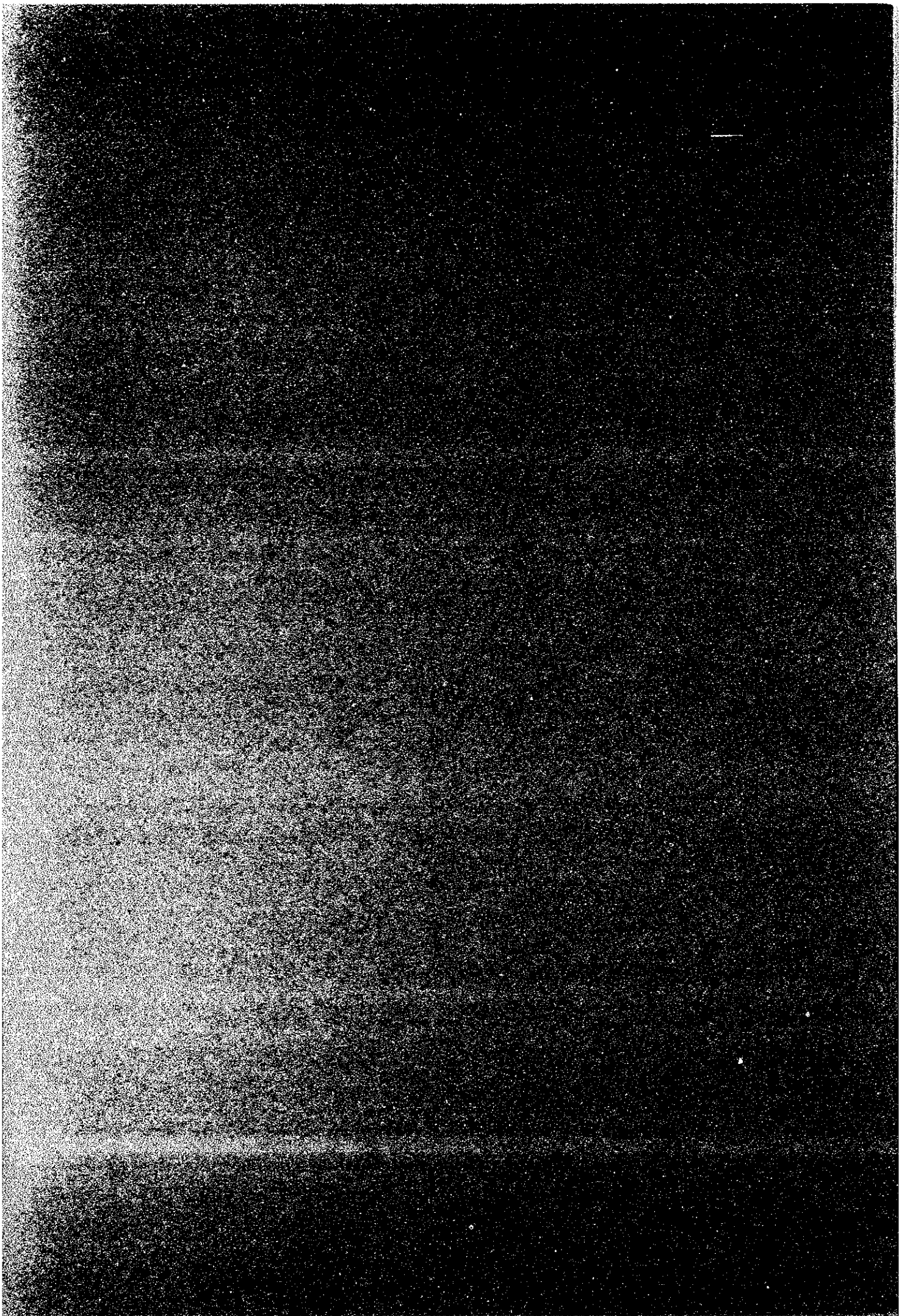


第11章 Pointe-a-Pierre製油所



第11章 Pointe-a-Pierre製油所

本章では、環境汚染対策の観点から、Pointe-a-Pierre製油所の概要をまとめる。

11-1 概論

Pointe-a-Pierre製油所は首都ポート・オブ・スペインの南方約40kmに位置し、1918年に運転を開始した。1956年にテキサコが製油所を買収した後、多くの改造工事が実施され、1973年には原油処理量が355,000バレル/日に達し、世界の20位までの製油所にランクされるに至った。1985年には、政府が製油所および関連資産をテキサコより買収し、新会社であるTrintoc社（100%政府出資）に譲渡した。

Trintocは高付加価値製品である軽質留分を増産し国際市場の要求に対応することを目的に、重質留分の分解設備の増強を中心とする近代化計画を策定・実施している。このプロジェクトには新プロセスの導入、既存プロセスの改善、計装・制御システムの近代化および環境保全設備の改善が含まれ、1995年末に完了する予定である。同プロジェクトの完了により、価格および品質の両面で、同製油所の競争力が強化されるものと期待されている。1993年にTrintocとTrintopecの合併によりPetrotrinが設立された後は、Petrotrinにより製油所の運転が行われている。

11-2 製油所の現状

11-2-1 製油プロセスおよび原油処理

製油所のプロセスフロースキームおよび排水処理に大きな関係を持つ原油処理の概要を以下にまとめる。

(1) プロセスフロースキーム

Pointe-a-Pierre製油所は、現在、以下の精製装置を持ち、概ね図11-1に示すフロースキームに従って運転を行っている。

常圧蒸留装置	: 160,000 bpd
減圧蒸留装置	: 128,000
ナフサ水素処理／接触改質装置	: 10,000
灯油／軽油水素処理装置	: 14,000
接触分解装置	: 28,000
ビスプレーカー	: 10,000
アルキレーション装置	: 1,800
潤滑油製造装置	: 2,100

(2) 原油処理

Pointe-a-Pierre 製油所では A P I 比重 20 程度の重質国産原油を処理しており、軽質留分の収量が少ない。従って、不足する軽質留分の生産を増加するため、生産計画に従って、国産原油より軽質のベネズエラ原油を必要量混合処理している。同製油所では 2 基の常圧蒸留装置が稼働している。中心的な役割を果たしているのは第 8 常圧蒸留装置であり、第 1 常圧蒸留装置はバランス用として運用されている。第 8 常圧蒸留装置の公称能力は 100,000 bsd であるが、国産原油に対する実能力は約 60,000 bpd、ベネズエラ原油に対しては約 30,000 bpd である。第 1 常圧蒸留装置の能力は 40,000 bpd である。

タンクファームから製油所に移送される原油の水泥分は 2 % 以下に規制されている。タンクファームでは、この規制を満たすために、エマルジョンを含んだ多量の水を分離・除去しているので、原油と共に製油所に持ち込まれるエマルジョンは少ない。従って、タンクファームと比較すると、製油所ではエマルジョンに起因する問題は少ない。

同製油所では、原油タンクに受け入れた原油を 24 時間以上静置し、ボトム水を排出した後、常圧蒸留装置に送っている。第 8 常圧蒸留装置には 2 系統並列の 1 段デソルターがある。デソルターの運転は、泥分の持ち込みにより不安定になる時があるが、排水処理上、格別の問題が発生している訳ではない。なお、第 1 常圧蒸留装置にはデソルターが無い。

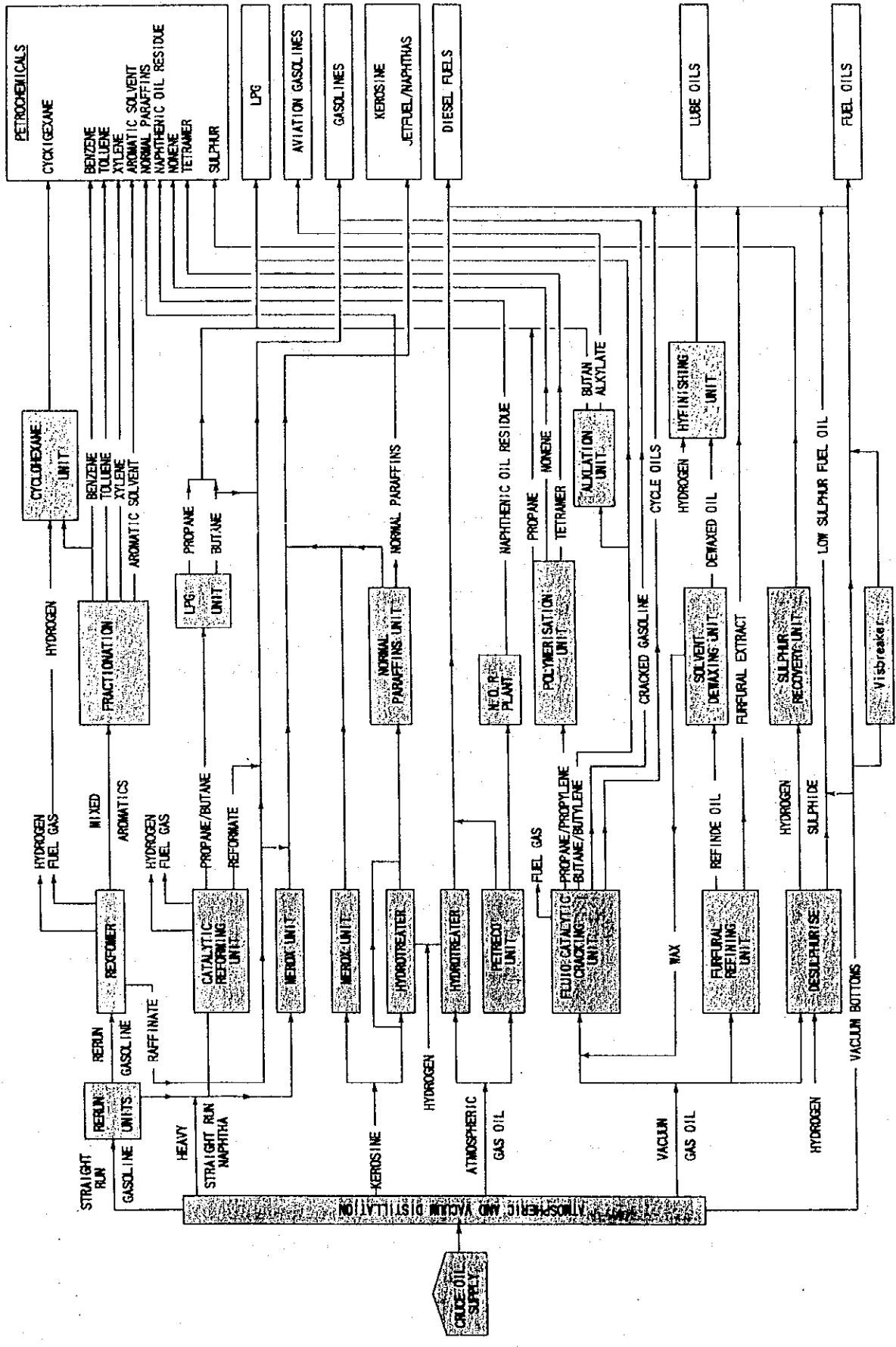


Figure 11-1 Processing Diagram of Pointe-a-Pierre Refinery

11-2-2 排水処理

Pointe-a-Pierre製油所は以下に示す排水処理設備を所有している。

- ・ 第1、2、3、4 APIセパレーター（重力浮上設備）およびそれぞれに対応したガードベースン
- ・ 数カ所のオイルキャッチ（油回収堰）
- ・ Guaracara川下流に設置したオイルブーム（金属パイプ製固定式オイルフェンス）
- ・ 数系統の排水用開渠：
含油排水、ケミカル排水等のプロセス排水および雨水が全てこれに集まり、APIセパレーターに流入する。

現在、製油所の総合排水に適用されている排水基準は以下のとおりである。

Table 11-1 Quality Standard

Item	Standard	Target	Test method
pH	6.0-9.0	6.0-9.0	pH meter
Oil & Grease	50 ppm	150 ppm	ASTM D-4281 freon method
BOD	none	none	
COD	none	none	
SS	none	5,000 ppm	Gravimetric method
TDS	none	5,000 ppm	TDS meter

Source: Petrotrin

製油所は排水管理を目的にモニタリングプログラムを設定しており、あらかじめ定めた測定点について、測定およびデータ保存を行っている。また、主管官庁であるエネルギー・エネルギー産業省は、別のモニタリングプログラムに基づき、別途、毎月1回の測定を実施している。製油所の行っているモニタリングプログラムの概要は以下のとおりである。

測定項目

pH、水温、電気伝導度、溶存酸素、濁度、油分、TDS、TSS

測定頻度

毎週1回、毎月第3月曜日のデータはエネルギー省に提出される。

測定場所

- ・ 第1、2、3、4 APIセパレーター出口
- ・ 第2 APIセパレーター下流ガードベイスン出口
- ・ Simpsonオイルキャッチ出口
- ・ オイルストックのメインサンプ出口
- ・ ボンド地域出口
- ・ Guaracara 川のオイルブーム出口
- ・ Guaracara 川の河口
- ・ マリントーミナル（港）
- ・ Guaracara 川の河口とマリントーミナルの中間点

モニタリングプログラムにより得られた油分のデータを表11-2に要約する。

Table 11-2 Oil and Grease Data

(Unit: ppm)

Location	Period	Data No.	Min.	Max.	Mean	Std. dev.
No. 1 API	Mar. 1992-Jun. 1993	12	100	6,612	2,950	2,577
No. 2 API	Mar. 1992-Sep. 1993	22	80	4,367	809	1,138
No. 3 API	Mar. 1992-Sep. 1993	19	14	762	211	177
No. 4 API	Mar. 1992-Sep. 1993	22	28	275	107	72
2 API GB	Mar. 1992-Sep. 1993	18	59	1,569	383	410
Guara. R.	Mar. 1992-Sep. 1993	19	1	1,283	124	299
Oil S.M.S	Mar. 1992-Sep. 1993	22	29	2,656	404	574
Bond A.S.	Mar. 1992-Sep. 1993	23	11	1,381	390	395
Simp. O.C.	Mar. 1992-Sep. 1993	23	34	1,790	257	394

Source: the Ministry of Energy and Energy Industries

上表より明かな様に、測定された油分のデータは、標準値である50ppmをはるかに越えている。その他の測定項目については格別の問題は見出せなかった。

FCCおよびアルキレーション装置の冷却水系統は循環式である。しかし、他のプロセス装置は海水冷却によっており、大量の冷却水が排出されている。先に述べた様に、全てのプロセス排水はオイリー排水と共に排水処理系統に流入し、APIセパレーターで処理されている。雨水は分離されておらず、プロセス排水と共に、同じくAPIセパレーターで処理されている。

製油所の検討報告書「Design Check on Nos. 1 to 4 API Oil-Water Separators in the Pointe-a-Pierre Refinery」によれば、設計流量と雨水流量につき下表に示す比較がなされている。このデータより、各APIセパレーターに流入する雨水の流量は設計流量に比べ極端に大きいことが分かる。

Table 11-3 Flow Rate of API Separator

API Separator	Design flow (bpd)	Storm flow (bpd)	Storm flow/Design flow
No. 1	474,470	3,437,857	7.2
No. 2	123,106	2,410,649	19.6
No. 3	128,235	8,677,444	67.7
No. 4	461,646	*	

Note: * Secluded from storm water runoff.

製油所の排水が流入するGuaracara川出口のオイルブームは、第1、2、3、4 APIセパレーターおよびそれぞれに対応するガードベースンの最終的なガードとして設けられている。このオイルブームは16インチ鋼管の両端を塞ぎ、スカートプレートを付けたもので、1本の長さ約6 m、水中深さ約1 mであり、数本を接続して川を横断するように設置してある。黒い油がブームの上流に多量にたまっており、下流にも広い油膜が観察された。

製油所は、APIセパレーターの注意深い運転とメンテナンスにより目標値である油分 150 ppm（前記）を達成できると考えている。製油所の言う注意深い運転とは、APIセパレーターの表層油の厚さを常時2インチ以下に保って置くことである。また、注意深い運転とは以下を意味する。

- ・ APIセパレーター底部に貯まるスラッジを常時清掃しておくこと
- ・ APIセパレーター入り口スクリーンを常時清掃しておくこと
- ・ 油回収ポンプを常時良好な状況に維持し、表層油を出来るだけ貯めないようにすること

APIセパレーターは過去、4～5年に一度清掃されていたが、1992年以降は毎年清掃されている。前回の清掃において、APIセパレーターの設計深さ7フィートに対し3.5フィートの深さまでスラッジが貯まっていた。スラッジが貯留

する原因は、原油中の泥分および固形物がデソルター排水に含まれて来ると、雨水に同伴される土砂によるものである。

A P I セパレーターおよび他の油回収設備より回収されたスロップ油は D - 3 塔 (スロップ油用蒸留塔) にチャージされる。スロップ油の代表的な組成は水 46 %、油 53 % および固形物 1 % である。回収されたスロップ油は No. 53 タンクにて 24 時間以上静置された後、油分は D - 3 塔で処理され、水は第 2 A P I セパレーターに放流されている。D - 3 塔における水分の許容値は 7 % であり、通常 5 % 程度で運転されている。D - 3 塔の運転日数は 1 カ月当たり 4 ~ 6 日であり、回収スロップ油の量とバランスしている。なお、タンクの間層エマルジョンは No. 54 タンクに移送されている。

11-2-3 廃棄物処理に関する現状

現在、トリニダッド・トバゴには廃棄物処理に関する規制は無い。製油所で発生する廃棄物は全て製油所内の素掘りピットに捨てられているが、製油所において発生する各種廃棄物の種類および発生量に関する情報およびデータの整理・保存は行われていない。現地調査を通じ、廃棄物に関する最大の問題はタンクおよび A P I セパレーターの清掃に伴って発生する含油スラッジの処理であることが判明した。スラッジピットの下部に貯まった、油分を多量に含む水は排水溝に排出され Guaracara 川に流入するが、油はオイルブームでは殆ど捕集されずそのまま海に流入している。また、ピットに捨てられた含油スラッジは特に雨期においてオーバーフローによる油汚染を発生している。

タンクの清掃は 3 ~ 5 年おきに実施されている。タンク解放による清掃はスラッジがタンクのサクションノズルの下面の高さ (30cm) に達した時点で実施される。スラッジは、エアマスクをつけた作業員がタンク内に入って人力で掻き出され、そのままピットに捨てられる。熱および薬品等による油回収処理は行われていない。

ガソリントankより発生する鉛を含んだスラッジの処理は、有害物質の点から大きい問題であり、対策を検討する必要がある。製油所は、含油スラッジを地上に広げ、自然のバクテリアにより処理する考えを持っており、そのための2～3のプロジェクトを最近発足させた。

11-2-4 大気汚染に関する現状

(1) Pointe-a-Pierre製油所において問題となる大気汚染物質

通常、製油所において大気汚染上問題となる汚染物質は、ばい煙中のイオウ酸化物(SO_x)、窒素酸化物(NO_x)、ばいじんおよび炭化水素蒸気である。しかし、現地調査の結果、 NO_x 、ばいじんおよび炭化水素蒸気に関しては、問題が無いことが判明した。従って、同製油所における大気汚染上の問題は SO_x に絞られる。同製油所では、主に水添脱硫装置より発生する硫化水素が全量フレアスタックで燃焼されており、これにより発生した SO_2 が、製油所内および風下の周辺公共地域に強烈な悪臭問題を引き起こしている。第1次現地調査時にも、製油所内で、居たたまれないほどの悪臭および喉の苦痛を感じた。第2次現地調査時には、 SO_2 濃度を定量的に把握するために、製油所内および風下公共地域において SO_2 環境濃度測定を実施した。測定の概要は以下のとおりである。

(2) 環境測定の概要

調査実施日時：1994年2月25日、午前 9:30～11:30

測定条件

- ・ 風向 : 東
- ・ 風速 : 7～10m/秒
- ・ 測定の総数 : 12
- ・ 測定器 : 北川式ガス検知管

測定結果

- ・ 警備部付近 : 0.25ppm
- ・ ショッピングセンター付近 : 0.5ppm
- ・ 総務ビルディング西端 : 0.1ppm
- ・ その他の場所 : 検出せず

日本の公害対策基本法によれば、SO₂の環境基準値は、「1時間値の1日平均値が0.04ppm以下であり、かつ、1時間値が0.1ppm以下であること」とされている。SO₂は有毒ガスであり、Pointe-a-Pierre製油所の現状は大きい問題であるといわざるを得ない。現在、硫化水素をフレアスタックで燃焼させている理由は、FCCおよび水添脱硫装置から回収した硫化水素およびアルキレーション装置から発生する廃硫酸を原料として硫酸を製造する硫酸製造装置が故障中で稼働していないためである。硫酸製造装置は信頼性を向上させるべく現在補修中であり、1994年6～7月にかけて再稼働に入る。これにより、現状の大気汚染問題は大幅に改善される予定である。また、アップグレーディングプロジェクトの一部として、減圧軽油用の水添脱硫装置（55,000bpd）が新たに稼働に入るが、同時に新硫黄回収装置が完成する。これにより、硫酸製造装置が運転不調の時はいつでも硫黄回収装置で硫化水素を処理できるので、現在のSO₂問題は完全に解消すると考えられる。

11-3 アップグレーディングプロジェクトおよび関連した改善

前記のように、Trintocの時代に計画されたPointe-a-Pierre製油所のアップグレーディング計画は Petrotrinに引き継がれ、1995年末の完成を目標に、現在工事実施中である。第16章にて詳述するが、新設および改造される装置の容量は表11-4に示すの通りである。

Table 11-4 Upgrading Project

(Unit: thousand bpd)

Process unit	New	Current	After revamp
Hydrogen unit, MMSCFD	30		
Sulfur recovery unit, tons/day	183		
Visbreaker	32		
Crude distillation unit		160	175
Naphtha Hydrotreating unit/ Catalytic reforming unit		10	25
VGO hydrotreating unit		-	55
Catalytic cracking unit		28	30
Visbreaking unit		10	0

Source: the Ministry of Energy and Energy Industries

なお、上記に加えて、アップグレーディングプロジェクトには、溶融硫黄の移送設備、硫黄の固形化装置および出荷設備、動力装置の拡張、中央計器室の新設および計装のDCS化、排水処理設備の改善が含まれる。

11-4 排水処理設備のアップグレーディング

アップグレーディングプロジェクトでは、排水処理設備の改善も計画されており、その内容は概略以下の通りである。

(1) 雨水のプロセス排水からの分離

可能な範囲で雨水をプロセス排水から分離しようとする計画である。第16章で詳述するが、西エリア（タンクエリア）では比較的容易に実施できる。しかし南エリア（プロセスエリア）では効果のある実施は困難と考えられている。また、ヒューマンリソーセーズエリア（従業員福祉施設エリア：ゴルフ場を含む）は広大であり大量の雨水が現在第3 APIセパレーターに流入している。この排水についてAPIセパレーターをバイパスさせる計画である。

(2) 油回収ポンプの自動運転

APIセパレーター、ガードベースン、各ピット等の表層油を常時最少にしておくため、油回収ポンプの運転を自動化するものであり、これにより表層油の流出を防止しようとするものである。

11-5 環境保全に関する問題点

11-5-1 排水処理に関する問題点

(1) オイリー排水と雨水との完全な分離

いかなる排水処理設備も、実流量が設計流量を越えた場合は正常に機能しない。Pointe-a-Pierre 製油所においては、APIセパレーターの実流量は設計流量を極端に越えており、このような状況下では、入り口水中に含まれる油分は必要な

浮上時間がとれないため、簡単にA P Iセパレーターを通り抜けてしまう。また、A P Iセパレーターで回収された浮上油は、特に雨期にしばしば発生する突然の豪雨により、A P Iセパレーター下流に流出してしまう。

ガードベースンは一般的に言って、製油所排水処理設備の最終ガードとして用いられるものであり、ガードベースンに浮上油が存在することすら異常であると考えねばならない。ブーム、オイルフェンス等は流速の大きい流れに対しては殆ど効果がなく、浮上油は簡単にくぐり抜けてしまうものである。

オイリー排水と雨水を完全に分離し、排水処理設備の流量を設計範囲で安定させることが根本的に必要である。

(2) 排水処理設備の改善

Pointe-a-Pierre 製油所にある実質的な排水処理設備はA P Iセパレーターのみである。周知のように、A P Iセパレーターは直径 150ミクロン以上の油滴を捕集するように設計されるものであり、通常、排水2次処理設備の前処理設備として設置される。換言すれば、通常の製油所オイリー排水に対し、A P Iセパレーター単独で油分50ppmを達成することは不可能である。Pointe-a-Pierre 製油所においても、50ppmを達成するために、加圧浮上装置等の適切な2次処理設備を設置することが不可欠である。

(3) メンテナンス

いかなる排水処理設備も、適切なメンテナンス無しには機能しない。排水処理に関する全ての設備、例えばA P Iセパレーター、加圧浮上設備、ポンプ、配管、フィルター、計装および電気設備等は、メンテナンス計画に従って必要かつ十分な保全を行う必要がある。

11-5-2 廃棄物処理に関する問題点

含油スラッジがオープンピットに捨てられており、雨水の流入によりオーバー

フローを引き起こしている。また、ピット底部の水は地下に侵入し、地下水の汚染を引き起こす可能性が高い。含油スラッジは、地下水汚染を起こさないよう適切に処理される必要がある。また、これ以外の廃棄物についても、第13章にて述べる様に、適切に管理・処理する必要がある。

11-5-3 大気汚染に関する問題点

SO₂の問題は、現在実施されている硫酸製造プラントの補修が完了すれば、かなり軽減されると思われる（完了：1994年6月～7月）。また、アップグレーディングプロジェクトで新設される硫黄回収装置が完成すれば、完全に解決されるのは明らかである。1996年以降は大気汚染に関する大きい問題は無くなると思われる。

11-5-4 アップグレーディングプロジェクトに関する問題点

アップグレーディング計画における雨水の分離はごく一部であり、完全ではない。前記のように排水処理設備の機能を維持するためには、雨水の完全な分離が必要不可欠であり、これがなければ、排水の油分50ppmをクリアーするために設置される新しい排水処理設備は、所定の機能を発揮しない。また、計画にはAPIセパレーターの油回収ポンプの自動化が含まれているが、これはAPIセパレーターを適切に機能させるに重要な事である。アップグレーディングプロジェクトにて計画されている排水処理設備の改善により、排水中の油分を150ppm以下に下げる事は可能と思われるが、50ppmを達成する事は不可能と言わざるを得ない。

11-6 結論

11-6-1 排水処理の改善

(1) 基本的な考え方

最も重要な点は、APIセパレーター、PPI、CPI、凝集沈澱、加圧浮上

等、全ての排水処理設備を、設計流量以下で、かつ流量変動無しに運転する事である。従って、雨水を含油プロセス排水と完全に分離すること、および排水処理設備の処理流量を、設計流量以内で安定化する事が対策の根本である。全ての近代製油所は、この考えに基づき、少なくとも含油排水系統とクリーン排水系統の2つの排水系統をもっている。

具体的には、既存の排水処理系統、即ち排水路、A P Iセパレーター、ガードベイスン等を雨水を含むクリーン排水用に転用し、新たに含油排水処理系統を地上に建設するのが最善の方法であると考えられる。これにより、Guaracara 川にオリリー排水が流入することは基本的に無くなる。

(2) 対策の方針

主要対策を以下に示す。

- ・各プロセス装置およびポンプ室の必要部分をスピルウオール（高さ15cm程度）で取り囲み、含油プロセス排水と雨水を分離する。
- ・各プロセス装置およびポンプ室、タンクヤードに含油排水用ピットを設置する。地下配管を閉め切るにより既存のピットを利用できるものがいくつかある。
- ・各ピットに自動液面制御ポンプを設置する。ソーダ、アミン等の薬品を含む含油排水ピットと、含まない含油排水ピットとを分離しておく必要がある。ソーダ、アミン等はCODに大きい影響を及ぼし、また、処理に先立ち中和も必要である。将来のCOD規制の可能性を考慮すると、薬品を含む排水は分離しておくべきである。
- ・各タンクの排水ノズルより、クローズドブリード方式により各タンクヤードに設けた含油排水ピットに配管を行い、各ピットに自動液面制御ポンプを設置する。
- ・薬品を含む含油排水用、および薬品を含まない含油排水用に、2系統のバッファータンクを設置する。既存の遊休タンクが利用可能と思われる。これらのタンクは、A P Iセパレーターの前に設置される前段比重差分離設備として、油分の分離に使用される。浮上油回収のためタンク内にはスイング式サクションノズルを設置する。
- ・各自動液面制御ポンプからバッファータンクまで、既設のパイプラックを利用して排水移送用の配管を設置する。
- ・バッファータンクの下流に一連の排水処理設備を新設する。第19章にて詳述する排水処理に関する実験の結果、Pointe-a-Pierre 製油所の各A P Iセパ

レーター排水に対しては、加圧浮上処理を中心とする2次処理までで油分濃度50ppm以下を達成できることが判明しており、新設される排水処理設備は、APIセパレーター、CPI、加圧浮上設備、ガードベースンおよび関連した付属設備となる。

11-6-2 廃棄物処理の改善

(1) 基本的な考え方

現在、ピットにそのまま捨てられている含油スラッジによる排水汚染、および、タンクファームを中心に今後発生する加圧浮上スカムの処理を主たる目的に、廃棄物処理センターを新設する必要がある。第13章「石油廃棄物」にて詳述する様に、廃棄物処理センターはPointe-a-Pierre 製油所に1カ所、およびタンクファームの中心であるバーンスティンで1カ所の計2カ所とするのが適切であろう。各タンクファームで発生する廃棄物はバーンスティンに輸送され、ここで集中処理される。

(2) 対象とすべき廃棄物

APIセパレーターおよびタンクの清掃にともなって発生する含油スラッジは、現在人力でかき集められた後開放ピットにそのまま捨てられており、水質汚染の原因となっている。

(a) タンクスラッジ

タンクスラッジは基本的に、油の回収および処理すべきスラッジの量の削減を目的に、洗浄、薬品添加、加熱、混合等によりタンク内で1次処理を行う必要があり、固形化された最終スラッジを搬出して廃棄物処理センターに移送し、ここで他の廃棄物とともに燃焼処理を行う必要がある。

(b) APIセパレーター/CPIのスラッジ

このスラッジは多量の油分と水を含んでいる。従って、このスラッジは廃棄物処理センターに輸送し、ある程度濃縮した後プレスまたは遠心分離機で絞り、油

回収、水分離を行って固形スラッジの状態での燃焼処理を行うのが適切である。回収した油はスロップタンクに移送して原油に混合し、常圧蒸留装置にチャージする一方、分離された水分は含油排水バッファタンクに移送し他の含油排水と共に新設排水処理設備で処理することが望ましい。

(c) 加圧浮上スカム

製油所およびタンクファームに新設される排水処理設備より多量の加圧浮上スカムが発生する。このスカムは油分と水を多く含むため、やはりそれぞれの廃棄物処理センターで、まず、プレスまたは遠心分離機で水分を絞り、固化化した後燃焼処理を行うことが望ましい。タンクファームに於いては、第19章「排水処理に関する実験」で述べる様に、排水の油分目標値50ppmをクリアーするため、加圧浮上の後処理設備として活性炭処理設備が設置される。また、プレスまたは遠心分離機の排水は、それぞれの場所に新設された排水処理設備で処理される。

(d) その他の廃棄物

製油所では上記のスラッジ、スカム以外に、以下の廃棄物が発生する。

- ・一般可燃性ごみ（廃木材、廃ウエス等）
- ・一般不燃性ごみ（鉄屑、煉瓦・石・コンクリート屑等）
- ・廃触媒
- ・その他

また、ガソリンスタンド等から持ち込まれる廃潤滑油の処理も、今後、重要課題となる。これらのうち、埋立を行うものは水に侵出する可能性の全く無いものに限定せねばならない。油を含むものおよび侵出の可能性のあるものは全て焼却炉で燃焼処理すべきであり、焼却炉の形式選定に当たっては、これらも考慮する必要がある。

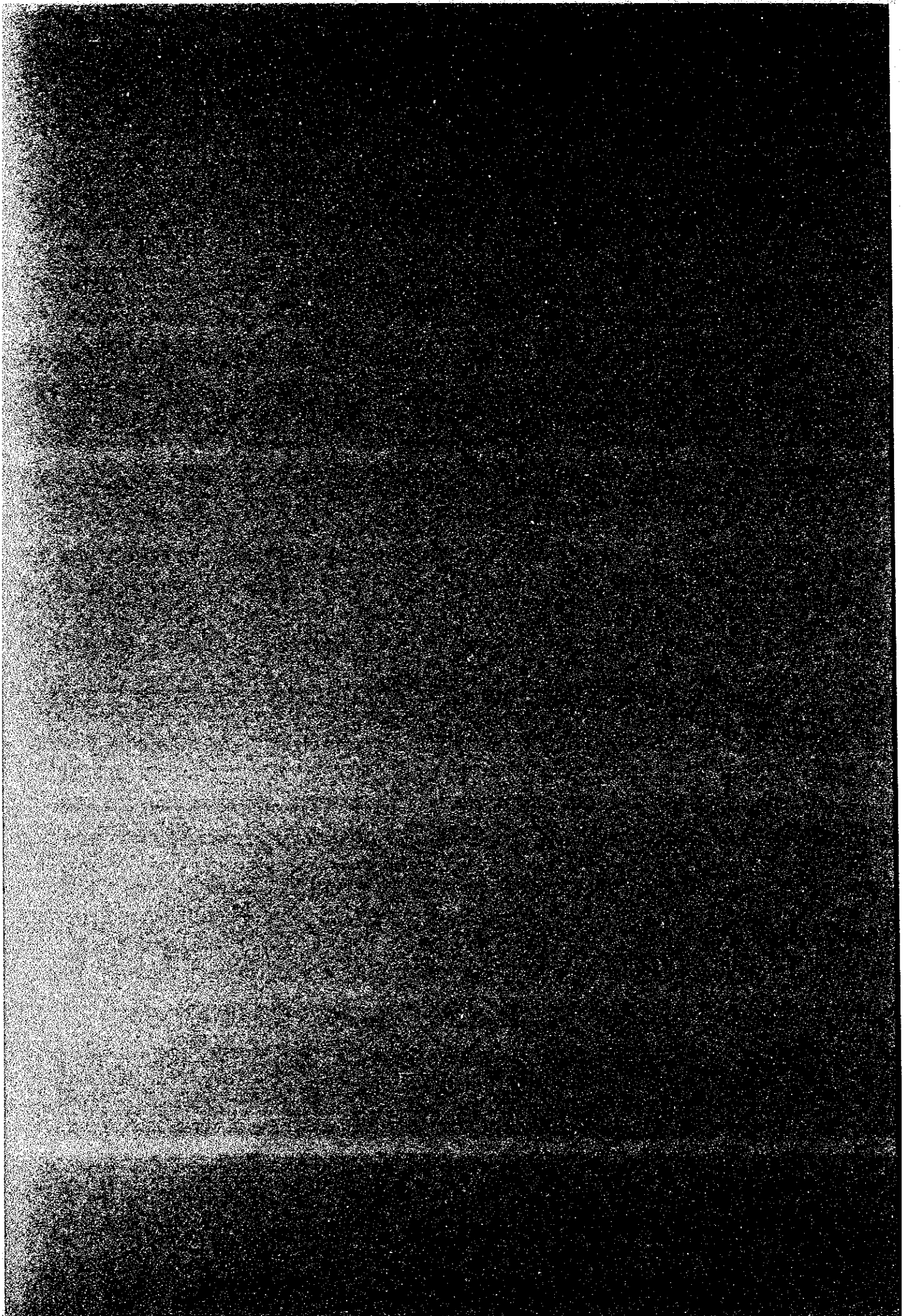
(3) 廃棄物処理センターに設置する設備

各廃棄物処理センターに必要な設備は以下の通りである。

- ・焼却炉（必要な大気汚染防止対策を考慮すること）
- ・脱水機
- ・含油スラッジ受け入れ静置タンク
- ・固形スラッジ受け入れ移送設備（ホッパー、タンク、コンベヤー等）

・必要なポンプ、配管、計装、電気設備等

第12章 サービスステーション



第12章 サービスステーション

12-1 サービスステーションにおける環境汚染

トリニダッド・トバゴには、現在、212カ所（うちトバゴ10カ所）のサービスステーションがあり、これらは全て、National Petroleum Company (NP) の傘下にある。サービスステーションにおける環境汚染源としては、ガソリンを充填する際に発生する炭化水素ベーパーの放散およびエンジンオイルの交換時に発生する廃潤滑油の投棄が考えられる。

12-2 廃潤滑油

トリニダッド・トバゴでは、年間約13,000 K1の潤滑油が消費されている。うち自動車用は8,000 K1/年、工場用が5,000 K1/年であり、全体の70%が国内生産、他は米国、ジャマイカ等よりの輸入である。

12-2-1 自動車用潤滑油の交換

自動車用潤滑油の交換の状況は下記の通りである。

40 % : 自宅で交換

40 % : 修理工場で交換

20 % : ガソリンスタンドで交換

自宅で交換された廃潤滑油は、ケロシン等で薄めてバナナの木を除虫用にスプレー、蚊（ぼうふら）を防ぐためのスプレー等に消費され、基本的に回収されない。また、ガソリンスタンド、修理工場で交換される潤滑油の量はごく僅かである。この国の自動車のエンジンは古いものが多く、オイルの消費が激しい。エンジンオイルは大部分が増し入れである。

12-2-2 自動車用廃潤滑油の回収

多くのガソリンスタンドに廃潤滑油回収用の200リットルドラムを置いているが、これが6ヶ月で一杯になる程度である。また、修理工場は零細が多く、実態として回収用ドラムは置いていない。修理工場で回収した廃潤滑油はガソリンスタンドへ持って行く事になっているが、実際にはほとんど行われていない。

スタンドで回収した廃潤滑油はPoite-a-Pierre製油所へ輸送し、ここで処理している。NPからの輸送量は合計10-20ドラム/3ヶ月である。製油所に輸送された廃潤滑油は、原油に混入されて蒸留される。しかし回収量は上述のように極めてわずかであり、実態として回収は殆ど行われていないに等しい。製油所としては、廃潤滑油が持ち込まれれば適切に処理しようとの考え方である。

12-2-3 回収の将来展望

NPは、潤滑油をガソリンスタンドで交換せよとのキャンペーンを行っている。しかしながら、実態は、交換の80%が自宅または修理工場で行われており、キャンペーン通りガソリンスタンドでの交換は容易に進行しない状況である。

またNPは、潤滑油をリサイクリングしたい考えを持っているものの、リサイクリング量の予測が立たないため、計画が立てられない状況にある。このため、NPとしては将来計画を持っていないのが実態である。

12-3 ガソリンスタンドにおける実態

1994年8月12日(金)、市内3カ所のガソリンスタンドにおいて、石油省およびNPの担当者立ち会いのもとに、ガソリン充填時における炭化水素ベーパーの測定を行った。また同時に廃潤滑油回収用ドラムの状況を視察した。結果は次の通りである。

1. スタンド名：N P CORNER PARK STREET & RICHMAN STREET

炭化水素測定結果（ガソリン充填中、風下2 m、北川式ガソリン検知管）

- 1) NON DETECT
- 2) 0.02% = 200 ppm
- 3) 100 ppm (n-Hex 検知管)

廃潤滑油回収ドラム：200 リットルのドラム缶1本あり。

2. スタンド名：N P JOHNSTON S/S

H C 測定結果（ガソリン充填中、風下2 m、北川式ガソリン検知管）

- 1) 0.02%
- 2) 0.01%
- 3) 0.01%

廃潤滑油回収ドラム：200 リットルのドラム缶1本あり。廃油回収用小型ピットあり、砂で充満、油水分離不可の状況。役に立っていない。

3. スタンド名：N P POONTIP S/S

H C 測定結果（ガソリン充填中、風下2 m、北川式ガソリン検知管）

- 1) 0.02%
- 2) 0.03%

廃潤滑油回収ドラム：200 リットルのドラム缶1本あり。

上記3カ所のスタンドはN P 本社が決めたものであり、いずれも立派なものであった。

結果は下記のように評価できる。

炭化水素測定

ガソリンベーパーの濃度はいずれも低い。臭氣的にも日本よりも低い。

この国のガソリン充填は、1回あたり5 - 10 TT\$ のケースがほとんどであり、その充填時間も1 - 2分程度と短いため、ベーパーが発生している暇がない程であった。このため大気汚染上の問題は実態としてほとんど無いと考えてよい。

廃油回収ドラム

各ガソリンスタンドに、200リットルの通常のドラム缶が1本ずつ置いてあるのみである。廃油回収ドラム缶は特殊な構造を有しており、現在製作中とのことであった。構造的には、中の廃油をバキュームカーで回収する口金を備えており、簡単には盗用出来ないようになっていると聞いている。

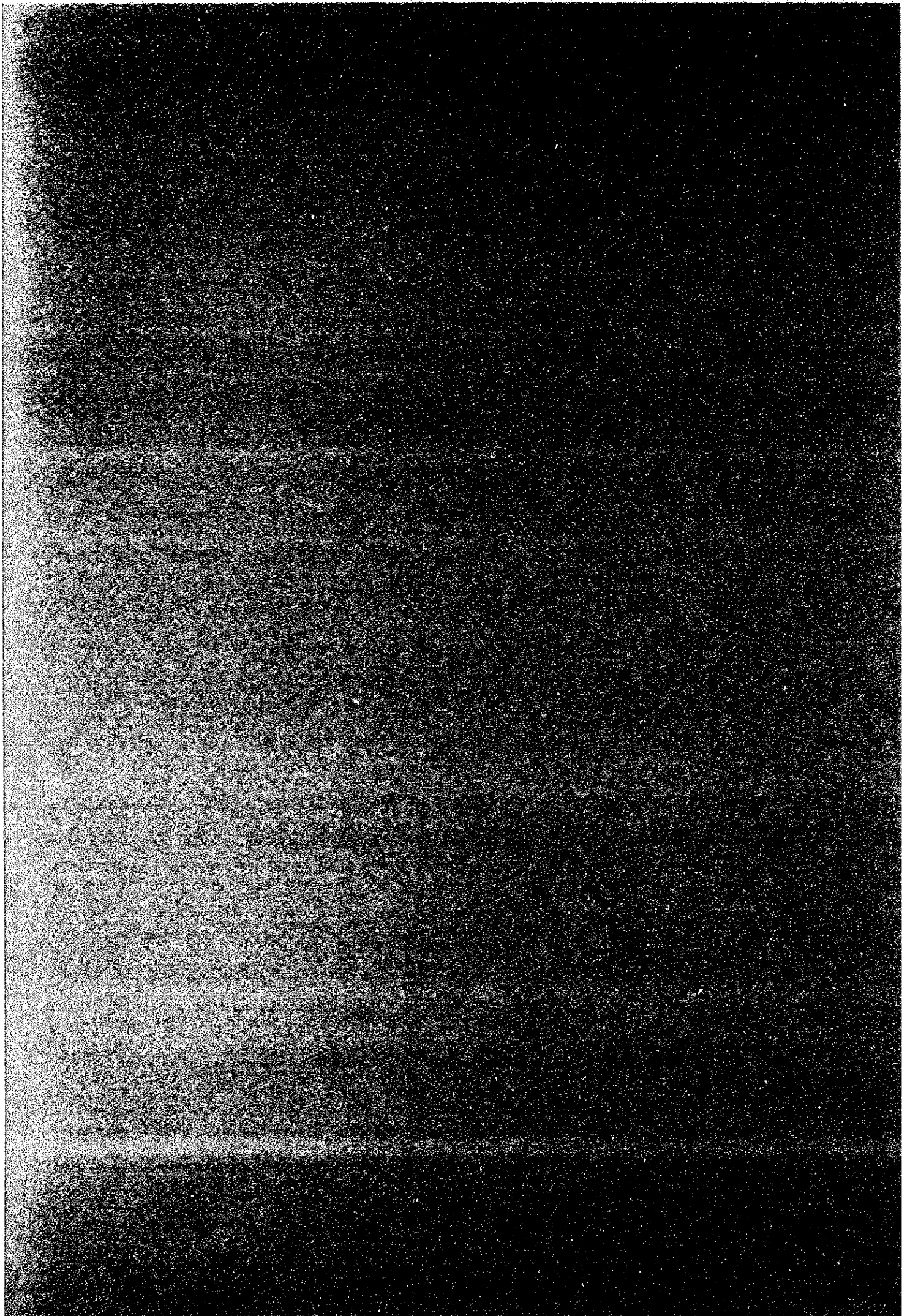
12-4 結論

廃潤滑油に関しては、大部分が、古いエンジンによる燃焼または家庭において再使用されていることにより、直接環境中へ放出される量は極めて少ないため、環境汚染への大きな影響は無い状況である。

また、炭化水素ベーパーに関しても、大気汚染上問題になる状況ではない。

従って、将来的に、廃潤滑油を回収利用する考えを持つのは良いことであるが、さし当たって早期の改善を要する状況にはないといえる。

第13章 石油廃棄物



第13章 石油廃棄物

13-1 石油廃棄物処理

13-1-1 石油廃棄物処理の現状

(1) 概況

現時点では、トリニダッド・トバゴには、石油廃棄物処理についての規制・基準は無い。石油廃棄物は、石油生産施設エリア内の処分地や公共の埋め立て地に投棄されている。油分を含んだスラッジ（含油スラッジ）の処分地への投棄に対する規制はないが、埋め立て地への投棄は認められていない。ただし、漏洩した油を吸収した砂の埋め立て地への投棄は規制されていない。また、有毒物質や危険物についても、トリニダッド・トバゴには処理施設がないため、埋め立て地に投棄されている。埋め立ては、基本的には、Marine Debris Action Plan for Caribbeanに従って行われている。

以下に、Pointe-a-Pierre 製油所および陸上油田・タンクファームにおける石油廃棄物処理の現状を述べる。

1) Pointe-a-Pierre製油所における石油廃棄物処理の現状

製油所において発生する石油廃棄物としては、装置・タンクからの含油スラッジ、排水処理設備からの含油スラッジ、固形廃棄物、廃触媒などがあるが、その性状および量についてのデータは無い。

(a) 装置からの含油スラッジ

機器の保全・清掃の時に排出される含油スラッジは、製油所内にある7つの処分地（ピット）のうちの一つに投棄される。一つのパットが満杯になると、そのピットは埋め戻され、新しいピットが掘られる。

機器を開放しての検査や清掃は3年に1回行われることになっており、機器か

らの含油スラッジは製油所内のピットに捨てられる。

タンクのフルメンテナンスは10年から15年に1回行われることになっているが、タンクの使用目的を変更したり、検査で欠陥が見つかったり、タンクボトムのスラッジのレベルがサクションノズルの真下30cmの高さまで上がったときにも、タンクを開放し、清掃を行う。タンクからの含油スラッジは製油所内のピットに捨てられる。

(b) 排水処理設備からの含油スラッジ

A P I セパレーター・ガードベースンなどの底に溜まったスラッジが、ある程度のレベルに達すると、清掃が行われる。これらの含油スラッジは製油所内のピットに捨てられる。

(c) 固形廃棄物

鋼材・ガラスの破片、所内のゴミは埋め立て地に捨てられている。今のところ、リサイクルしようという計画は無い。

(d) 廃触媒

廃触媒は、これまで製油所のエリア内に埋め立てられてきた。最近の10年間は、廃触媒の量が著しく減少している。というのは、廃触媒のいくつかは、触媒のサプライヤーによって再生されるようになったからである。そして、再生された触媒はラテンアメリカ圏で取り引きされている。

(e) スロップタンク内中間層エマルジョン

製油所のスロップタンクには、A P I セパレーターからの回収油（油分：46%、水分：53%、固形分：1%）が流入し、タンク内では油分、エマルジョン、水分と3層に分かれている。水分はタンクから抜き出され、排水処理設備へ送られる。中間層のエマルジョンは別のタンクに送られ、残った油分は専用の簡易蒸留塔に送られて軽質分が除かれ、燃料油のブレンド材となる。別のタンクに送られた中間層エマルジョンは、きわめて安定で強固なエマルジョンであり、過去40年にわ

たって蓄積された量は74,000バーレルにも達しており、現在も漸次増加の傾向にある。最近、このエマルジョンを処理するためのプロジェクトが発足している。

2) 陸上油田およびタンクファームにおける石油廃棄物処理の現状

製油所の廃棄物と陸上油田・タンクファームの廃棄物との違いは、製油所の廃棄物がより有害物質を含んでいるのに対し、陸上油田・タンクファームの廃棄物は主として砂や泥を含んでいることである。陸上油田・タンクファームで発生する廃棄物としては、タンクからの含油スラッジ、排水処理設備からの含油スラッジなどがあり、その総量は年間約25,000バーレルである。

(a) タンクからの含油スラッジ

タンクの清掃は1年に1回行われる。前述した石油廃棄物の総量（約25,000バーレル/年）の70%に相当する年間17,500バーレルは、タンクからの含油スラッジである。スラッジは人手によってかき出され、タンクに近接した処分地（ピット）に投棄される。この含油スラッジの典型的な性状は下記の通りである。

・密度	1,329 kg/m ³
・炭化水素	18.8 %
・塩素	2,130 mg/kg
・沈積物	46.4 % wt
・水	34.7 % wt

(b) 排水処理設備からの含油スラッジ

アーサンピット・スキマーピットなどの底に溜まったスラッジが、ある程度のレベルに達すると、清掃が行われる。石油廃棄物の総量、年間約25,000バーレルのうち、30%に相当する年間7,500バーレルは、この時にかき出された含油スラッジである。この含油スラッジの典型的な性状は下記の通りである。

・密度	1,730 kg/m ³
・炭化水素	14.2 %
・塩素	65 mg/kg
・沈積物	65 % wt
・水	20.8 % wt

(2) 現在進行中のプログラム

1) 石油廃棄物処理プログラム

石油廃棄物処理プログラムのための新しいプロジェクトが進行中である。このプログラムの基本的なポリシーは次の通りである。

1. ミニマム化
2. リサイクル
3. 再利用
4. 処理後の投棄

このために次の処理方法が検討されている。

1. 生物処理
2. 遠心分離
3. 焼却

生物処理による方法は、ランドファーミングというコンセプトで計画されている。このランドファーミングはテキサコの技術であり、地表に、周囲に盛り土をした5エーカーの長方形のピットを作り、ここに含油スラッジを集め、自然界に生息するバクテリアによって含油スラッジを処理するという考え方である。この計画は4カ所で計画されており、1つは製油所内に、他は北西、南、東の陸上油田・タンクファームにそれぞれ計画されている。

遠心分離による方法は、石油廃棄物の量をミニマム化することであり、分離後、スラッジはセメントで固形化して捨てられる。焼却による方法については、キルンを用いた石油廃棄物の焼却を検討しており、VESTA Technologyという会社のキルンを、必要な期間、リースする予定である。

2) サービスステーションなどからの廃潤滑油の回収

現在、1つのトライアルが進行中である。25カ所のサービスステーションから廃潤滑油が集められ、製油所のスロップタンクに一旦貯蔵され、それから原油の一部として蒸留塔で処理される。この廃潤滑油の量は月間4～8バレルである。製油所では、1997年までに全てのサービスステーションにこの方法を展開しよう

と考えている。ちなみに、トリニダッド・トバゴでは年間57,400バーレルの潤滑油が生産され、年間24,600バーレルが輸入されている。

13-2 調査によって判明した主な事項

13-2-1 石油廃棄物による環境汚染

製油所および陸上油田・タンクファームからの廃棄物は前述の通りである。現在、これらのうち含油廃棄物は処分地（ピット）に投棄され、埋め立てられている。ピットは人の居住区域から離れたところにあり、まだピットを掘るための空き地があるためであろうか、周囲の環境を汚染するような状態にはなっていないと人々は考えているようである。しかし、含油廃棄物の投棄をこのまま継続すれば、土壌汚染・地下水への影響、大雨などによる河川や海への汚染物の流出などの環境汚染は遠からず現実のものとなろう。

13-2-2 廃棄物の量および性状データの欠落

将来の廃棄物処理についての対策を検討する場合、廃棄物の量および性状に関するデータが不可欠である。陸上油田・タンクファームおよび、製油所からの廃棄物についてのデータは若干あるが不十分であり、系統立てた計画的なデータ収集が望まれる。

13-3 将来の展望

13-3-1 タンクスラッジの減量化

製油所の原油・重質油タンクなどのクリーニング時には、準備段階でタンクを加熱したり溶剤を導入するなどして、できるだけ油分を回収し、スラッジ中の油分を減らすことにより含油スラッジの量を減らすことができる。また、やむを得ず、油分を十分に回収できずにスラッジを抜き出すような場合には、遠心脱水機

(デカンター) などにより、スラッジから油分を回収することもできる。

13-3-2 タンク内中間層エマルジョンの処理

一般に、水分を10%以上含むエマルジョンの場合には、そのまま焼却する方法が、最もコストが安いと言われており、焼却炉で焼却することになる。

13-3-3 油汚染土壌の処理

油による土壌の汚染としては、タンクからの含油スラッジ、APIセパレータなどからの含油スラッジは処分地(ピット)に捨てられ、土壌が汚染される他、配管などからの油の漏洩による土壌の汚染がある。現在、ランドファーマーミングによる油汚染土壌の処理が計画中であるが、自然界に生息するバクテリアでは処理に時間がかかりすぎるので、市販されている、もっと積極的に油分を食べるバクテリアにより処理することを検討するべきである。

13-3-4 凝集・加圧浮上からのスカムの処理

製油所および陸上油田・タンクファームでの排水処理方法として、凝集・加圧浮上法を導入することになるが、この方法を導入すると、多量のスカムが発生し、新たな廃棄物となる。このスカムは、できるだけ脱水し、減量してから焼却する必要がある。焼却灰はセメントで固形化し、埋め立てるのがベストであろう。

13-3-5 廃潤滑油の製油所内処理

現在、テスト的に、月間5から10バレル程度の廃潤滑油が蒸留塔で処理されているが、今後、この処理を増加させていく場合、潤滑油中に含まれている添加剤等による触媒などへの影響が懸念され、原油の一部として回収することは難しくなると予想される。こうなると、廃潤滑油は燃料油として回収することになり、

前述の焼却炉などで補助燃料として使うことが考えられる。

13-4 石油廃棄物処理センター構想

13-4-1 背景

日本では法律により、油分で汚染された廃棄物をそのまま投棄、埋め立てすることは禁止されており、焼却処理が義務づけられている。トリニダード・トバゴでも、現在行われている処分地（ピット）への投棄、埋立をこのまま続けていくことは無理があると思われる。特に、凝集・加圧浮上法を排水処理に取り入れる場合、多量の含油廃棄物が定常的に発生するので、これを焼却処理する必要がある。また、タンク内中間層エマルジョンを焼却炉での補助燃料として使い、処分するとともに、併せて油で汚染された固形廃棄物をも焼却処理して環境汚染を防ぐというのがこの構想のねらいである。

13-4-2 石油廃棄物処理センターのロケーション

センターは廃棄物の輸送費用を考慮して、製油所内に1ヶ所と陸上油田・タンクファーム地区（具体的には、Bernstein）に1ヶ所設置する。

13-4-3 石油廃棄物処理センターの概要

(1) 製油所内廃棄物処理センター

1) 処理する廃棄物

製油所では、スロップタンクなどに蓄積した強固なエマルジョン、排水処理設備からの廃棄物、固形廃棄物などを処理する。

2) センターの設備構成

凝集・加圧浮上装置からのスカムはセンター内に設置された真空濾過機で脱水し、ケーキ状になったものを焼却炉へ送る。エマルジョンはできるだけ遊離水を

除いたものをそのまま焼却炉へ送る。油で汚染された固形廃棄物もこの焼却炉で焼却する。焼却灰は、そのまま、またはセメントで固化するなどしてから埋め立て地に投棄する。

3) センターの設備能力

排水処理設備と併せた廃棄物処理センターの概念フローと物質収支は第21章の「概念設計」で詳述するが、焼却炉では、凝集・加圧浮上装置からのケーキ状のスカムが14トン/日、およびエマルジョンが5トン/日焼却される。焼却灰は1.3トン/日程度となる。図21-1参照。

(2) 陸上油田・タンクファーム地区廃棄物処理センター

1) 処理する廃棄物

陸上油田・タンクファームでは、スロップタンクなどに蓄積した強固なエマルジョン、排水処理設備からの廃棄物、固形廃棄物などを処理する。

2) センターの設備構成

凝集・加圧浮上装置からのスカムを貯槽に受け、これを真空濾過機などに送って水を分離する。エマルジョンはそのまま焼却炉の補助燃料として利用する。油で汚染された固形廃棄物もこの焼却炉で焼却する。焼却灰は、そのまま、またはセメントで固化するなどしてから埋め立て地に投棄する。

3) センターの設備能力

排水処理設備と併せた廃棄物処理センターの概念フローと物質収支は第21章の「概念設計」で詳述する。この試算では、焼却炉では、55トン/日の凝集・加圧浮上装置からのケーキ状のスカムと11トン/日のエマルジョンが焼却される。焼却炉で発生する焼却灰は1日当たり約5トンである。

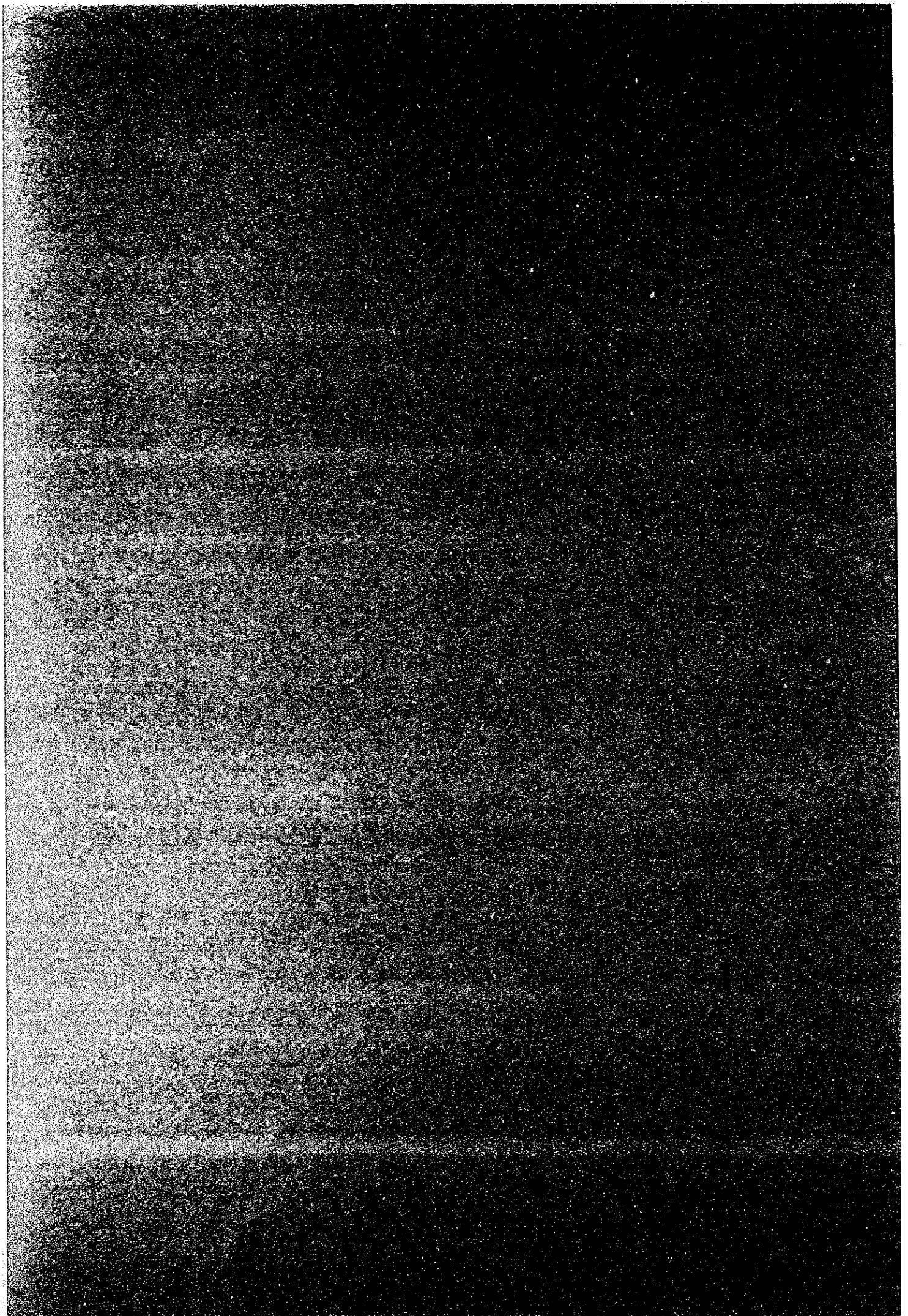
図21-2参照。

13-5 結論

環境汚染を防止するために、石油廃棄物をそのまま投棄し、埋立をすることは、近い将来止めるべきである。石油廃棄物といわれるものの中には、まだ、油分を多く含んでいるものがあり、特に、凝集・加圧浮上法を排水処理に取り入れる場合、多量の含油廃棄物が発生するので、これは焼却しなければならない。また、スロップタンクなどに蓄積した、強固なエマルジョンは、結局、焼却する方法が最もコストが安いので焼却することになる。こうした背景から提案しているのが石油廃棄物処理センター構想であり、石油廃棄物から油をエネルギー資源として回収し、同時に油による環境汚染を防ぐのがそのねらいである。

なお、調査団の提案により、セメント工場 (Trinidad Cement Limited:TCL) において、凝集・加圧浮上からのスカムを原料の一部として、また、スロップタンクなどに蓄積した強固なエマルジョンを燃料の一部として活用することをTCLにて検討中であり、これが可能との結論が得られれば、未利用資源の活用と共に、センターの焼却負荷を大きく減少できる。

第14章 土壤污染



第14章 土壤汚染

14-1 石油による土壤の汚染

14-1-1 土壤汚染の現状

(1) 石油廃棄物による土壤汚染

製油所および陸上油田・タンクファームからの廃棄物は前章で述べた通りである。現在、これらの廃棄物の内、含油廃棄物は処分地（ピット）に投棄され、埋め立てられている。ピットは人の居住区域から離れたところにあり、まだ十分にピットを掘るための空き地があるため、同国では、周囲の環境を汚染するような状態にはなっていないと判断している。

(2) 配管などからの油の漏洩による土壤汚染

もう一つの土壤の汚染源としては、製油所および陸上油田・タンクファーム内の配管・バルブ、および陸上油田・タンクファームと製油所間の配管・バルブなどからの漏洩によるものがある。漏洩箇所は速やかに補修され、その漏洩量は多くないが、汚染された土壤はそのまま放置されている。漏洩した油で汚染された箇所は製油所でも陸上油田・タンクファームでもよく目にする。

14-1-2 将来の展望

前述のように、含油廃棄物の投棄を継続したり、配管などからの漏洩による汚染をこのまま放置すれば、土壤汚染・地下水への影響・大雨などによる河川や海への汚染物の流出などの環境汚染は遠からず現実のものとなることが十分に考えられる。これを防ぐには、含油廃棄物からは極力油分を回収したうえで、焼却することになるだろうが、過渡的には、現在 Petrotrinが計画中の、ランドファーマーミングのコンセプトに、油分を食べる市販のバイオ生剤の導入を加えるなどして、積極的に、短期間で処理することを考えるべきであろう。配管などからの油の漏洩による土壤汚染については、後に述べる D C R 薬剤などにより、応急的に油を土

壤と一緒に閉じ込めてしまい、その後でランドファーミングで処理する方法が考えられる。

14-1-3 土壤再生の技術

調査団は、第2次現地調査において、油汚染土壌処理のために2つの処理技術による実験を行った。1つはオープンハイマーフォーミュラーを用いたバイオ技術による方法であり、もう1つはDCR (Dispersion by Chemical Reaction) システムと呼ばれる脂肪酸によりその表面をコーティングした生石灰の粉末を用いた処理技術である。

(1) オープンハイマーフォーミュラー

オープンハイマーフォーミュラーは、活発に炭化水素を酸化する働きを持つ自然界に生息する単細胞生物である酵素の混合体を用いて、有機の汚染物質を分解するバイオ処理剤である。酵素や細胞は、自然界に存在する粘土を不活性処理したものの中に生息している。この混合体は化学的に悪い影響は全くないものである。このフォーミュラーは、テキサス大学のC. H. オープンハイマー教授によって発明され、米国の環境保護庁に登録されている。

(2) DCRシステム

DCRシステムは、西独のベルジグ教授によって発明され、展開されたものであり、欧州、カナダ、米国、日本で特許を取っている。DCR薬剤の組成はポートランドセメントに類似したもので、主成分はCaOである。CaOはH₂Oと反応すると発熱反応でCa(OH)₂が生成する。Ca(OH)₂はCaOの百万倍もの表面積を持つ非常に微細な粒子を形成し、多量の油分を吸収する。DCR薬剤は発熱反応をコントロールする脂肪酸によってコーティングされた白色の粉末である。

14-2 土壤再生の実験

調査団が、第2次現地調査の時に行った実験の概要を以下に述べる。

14-2-1 実験の目的

この実験の目的は、2つの方法によって油汚染土壌サンプルを処理し、1週間毎にサンプルの外観観察を行うこと、および3週間のテストの始めと終わりに油汚染土壌サンプルから水に油分を抽出したときの水の中の油分を測定することである。

14-2-2 実験に使ったサンプル

サンプルは次に示す各場所の3つのポイントから採取した。各サンプルの量は約500mlであった。

Penal の処分地 (サンプル名: A1、A2、A3)
 Bernstein のメインストレージの投棄場 (サンプル名: B1、B2、B3)
 Pointe-a-Pierre 製油所の処分地 (サンプル名: C1、C2、C3)

14-2-3 実験のスケジュール

実験のスケジュールを以下に示す。

		# Visual observation + Oil content measurement			
Agent	Sample Name	Feb. 25	Mar. 04	Mar. 11	Mar. 15
Oppenheimer Formula	A1	# +	#	#	# +
	A2	# +	#	#	# +
	A3	# +	#	#	# +
	B1	# +	#	#	# +
	B2	# +	#	#	# +
	B3	# +	#	#	# +
	C1	# +	#	#	# +
	C2	# +	#	#	# +
	C3	# +	#	#	# +
DCR system	A1-1*	#			# +
	A1-2*	#			# +
	A1-3*	#			# +
	B1-1*	#			# +

Agent	Sample Name	Feb. 25	Mar. 04	Mar. 11	Mar. 15
	B1-2*	#			# +
	B1-3*	#			# +
	C1-1*	#			# +
	C1-2*	#			# +
	C3-3*	#			# +

Note: The samples with asterisks were tested with varying dosages as shown below.

A1-1*	Sample/DCR agent =	100g/	100g
A1-2*	Sample/DCR agent =	100g/	66g
A1-3*	Sample/DCR agent =	100g/	33g
B1-1*	Sample/DCR agent =	100g/	100g
B1-2*	Sample/DCR agent =	100g/	66g
B1-3*	Sample/DCR agent =	100g/	33g
C1-1*	Sample/DCR agent =	100g/	100g
C1-2*	Sample/DCR agent =	100g/	66g
C3-3*	Sample/DCR agent =	100g/	33g

14-2-4 実験方法

(1) オッペンハイマーフォミュラー (OF生剤) による実験の方法

1. 1,000mlのビーカーに2gのOF生剤を入れ、これに800mlの蒸留水を加える。
2. 窒素：磷：カリウム = 10：3：3 の液体肥料 0.8mlをこれに加える。
3. エアープンプにより3時間エアレーションを行う。
4. エアレーションをしている間に、油汚染土壌のサンプル (A1、A2、A3、B1、B2、B3、C1、C2、C3) 500mlを1,000mlのビーカーにそれぞれ入れ、よくかき混ぜておく。かき混ぜたサンプルから、それぞれ、その20gを採取し、油分測定用の処理前サンプルとする。
5. 3時間のエアレーションの後、バイオ溶液におが屑 200mlを加え、よくかき混ぜる。
6. それぞれの油汚染土壌サンプルにバイオ溶液20mlを加え、よくかき混ぜる。
7. 油汚染土壌サンプルを、200×300×30mm程度の大きさのバットにそれぞれ移し、均一な厚さに広げる。
8. 2日後、遅効性の有機肥料60gを各サンプルに加え、よくかき混ぜる。
9. 1週間後、2週間後、3週間後に各サンプルの外観観察を行う。また、

3週間後に各サンプルから、その20gを採取し、これを処理後のサンプルとする。

10. 処理前のサンプルと処理後のサンプルについて、水に抽出された、土壌からの油分を測定する。

(2) D C R システム (D C R 剤) による実験の方法

1. よくかき混ぜたサンプル (A1、B1、C1) から、それぞれ、その20gを採取し、油分測定用の処理前サンプルとする。
2. サンプル A1 から100gずつ、3つのサンプルを採取し、1,000mlのビーカーにそれぞれ入れる。次に、それぞれのビーカーにD C R 剤を、100g、66g、33g加える。
3. D C R 剤 100gを加えたビーカーに、水 5mlを加え、ハンドミキサーを使って、油汚染土壌とD C R 剤を2分間急速に攪拌する。
4. 発熱反応の様子を観察する。
5. D C R 剤を、66g、33g加えたものについても、3.~4.のステップを繰り返す。
6. 3.~5.のステップを、サンプル B1、C1 についても同様に繰り返す。
7. 1週間後、2週間後、3週間後に各サンプルの外観観察を行う。また、3週間後に各サンプルから、その20gを採取し、これを処理後のサンプルとする。
8. 処理前のサンプルと処理後のサンプルについて、水に抽出された、土壌からの油分を測定する。

14-2-5 実験結果

(1) オッペンハイマーフォミュラー (O F 生剤) による実験の結果

処理を始めてから2週間後の外観観察で、ある変化の兆しが現れている。特に、サンプルB2、C2、C3の小塊の表面突起部が淡黄色に変化した。他のサンプルについては、3週間（正確には18日）後の観察でも、そのような変化は出ていない。もう一つの変化は、粘着性に現れており、土壌サンプルの塊は粘着性を失い、容易に突き崩すことができるようになった。これらの変化は、油分の減少を示唆するものと考えられた。

次に、処理前のサンプルと処理後のサンプルの油分を測定した結果について述べる。油分の測定は、土壌中の全油分を測定するのではなく、水に溶解した（抽

出された)油分を、JISのN-ヘキサン抽出法によって測定した。結果は表14-1に示す通りである。

Table 14-1 Test of the Effect of OF Agent

(Unit: ppm)

Sample	Oil Content in Water Sample of Feb. 25 (Original control sample)	Oil Content in Water Sample of Mar. 15 (Treated Sample)
A1	36	8
A2	28	11
A3	35	19
B1	80	32
B2	130	13
B3	11	16
C1	146	72
C2	61	21
C3	99	43

Source: Study team

(2) DCRシステム(DCR剤)による実験の結果

ビーカーに水を加え、ハンドミキサーで土壌サンプルとDCR剤を攪拌するやいなや発熱反応による熱が発生し、土壌中の水分は急速に蒸発してしまう。最後には、土壌は非常に細かい粉末になった。この粉末には油の臭いはほとんど無いか僅かに臭いが感じられる程度である。

実験はDCR剤の添加量によって、3つのレベルで行われた。添加量が最も少ないレベルでも、外観上および臭気の面で満足のいく結果が得られた。

粉末化した土壌中に吸収された油分は容易には外に出てこないとされている。これを確認するために、水に抽出された油分の測定をN-ヘキサン法により測定した。測定結果を表14-2に示す。

Table 14-2 Test Results of DCR System

Oil content in water (ppm)

Sample	Oil Content in Water Sample of Feb. 25 (Original control sample)	Oil Content in Water Sample of Mar. 15 (Treated sample)		
A1-1/ A1-2/ A1-3	36	27	/13	/16
B1-1/ B1-2/ B1-3	80	24	/29	/26
C1-1/ C1-2/ C1-3	146	28	/25	/35

Source: Study team

14-3 実験によって判明した主な事項

14-3-1 オッペンハイマーフォミュラー（OF生剤）による実験

バイオ生剤による油汚染土壌処理の方法は、他の方法と比べて、その処理速度が遅く、外観観察からではなかなかその効果を確認することは難しい。しかし、今回の実験で得られた、水に抽出された油分の測定結果からは、3週間弱の処理期間で、油分は、処理前の油分の20～50%程度まで低下することが分かった。この低下率は、常識的には半年から1年かかって得られるものであり、その速効性は確認されたと言えよう。

ただし、この実験のために採取したサンプルは、処理前のサンプルの、水に抽出された油分の測定値がかなり低いことからみて、処分地あるいは投棄場に捨てられてから既にかかなりの時間を経ており、自然界に生存するバクテリアなどによって、既に、油分が分解されていたものと思われる。したがって、油分の多い汚染土壌を処理した場合にも同じような低下率が得られるかどうかは確認されていない。

14-3-2 DCRシステム（DCR剤）による実験

DCR剤の特長は、油で汚染された土壌を、短時間で、無害な白い粉末に変えてしまうということである。今回のピーカーによる実験では、水分の少ない土壌の場合は、瞬時に、水分の多いものでも数分で処理できた。DCR剤の添加割合を少なくすると、色はやや褐色を呈してくるし、臭気も感じられるようになる。

DCR剤で処理した土壌について、油分が水に溶け出すかどうかを確認するために、水に抽出された油分の測定を行ったところ、いずれの場合も、油分濃度は25ppm前後となった。このことは、DCR剤に含まれている脂肪酸が油分として測定されたためであると考えられるが、土壌の汚染度合いによらず、油分濃度が一定であることから、油分は土壌の中に固定されているものと思われる。

14-4 土壤再生に関する主な問題点

土壤再生処理での問題点は薬剤の費用であろう。現在のように、処分地に投棄し、十分に放置してから土をかぶせて埋め戻すというやり方なら、あまり費用はかからないが、薬剤を使うとなるとかなりの費用がかかる。費用をかけてまで環境汚染を防止するという強いポリシーを打ち出せるかどうかは鍵を握っている。

今回実験に使用した薬剤の概略の費用を以下にまとめる。

14-4-1 オッペンハイマーフォーミュラー（OF生剤）

OF生剤は、約 10m^3 の油汚染土壌を処理するのに、1kgの薬剤が必要で、1kgの薬剤の値段は25,000円である。ただし、他に、薬剤の運送費用、バクテリアのための栄養（肥料）の費用、水分を与えるための散水作業や酸素を補給するための掘り起こし作業などの費用もみておく必要がある。

14-4-2 DCRシステム（DCR剤）

今回の実験では、油汚染土壌 100g に対して、DCR剤を33gまで減少させても満足いく結果が得られた。実験による確認が必要であるが、DCR剤は10g位までは減少させることができると思われる。このベースでは、10kgの油汚染土壌を処理するのに、1kgの薬剤が必要で、1kgの薬剤の値段は60円である。他に、土壌と薬剤を混合して処理する作業費が必要である。

14-5 結論

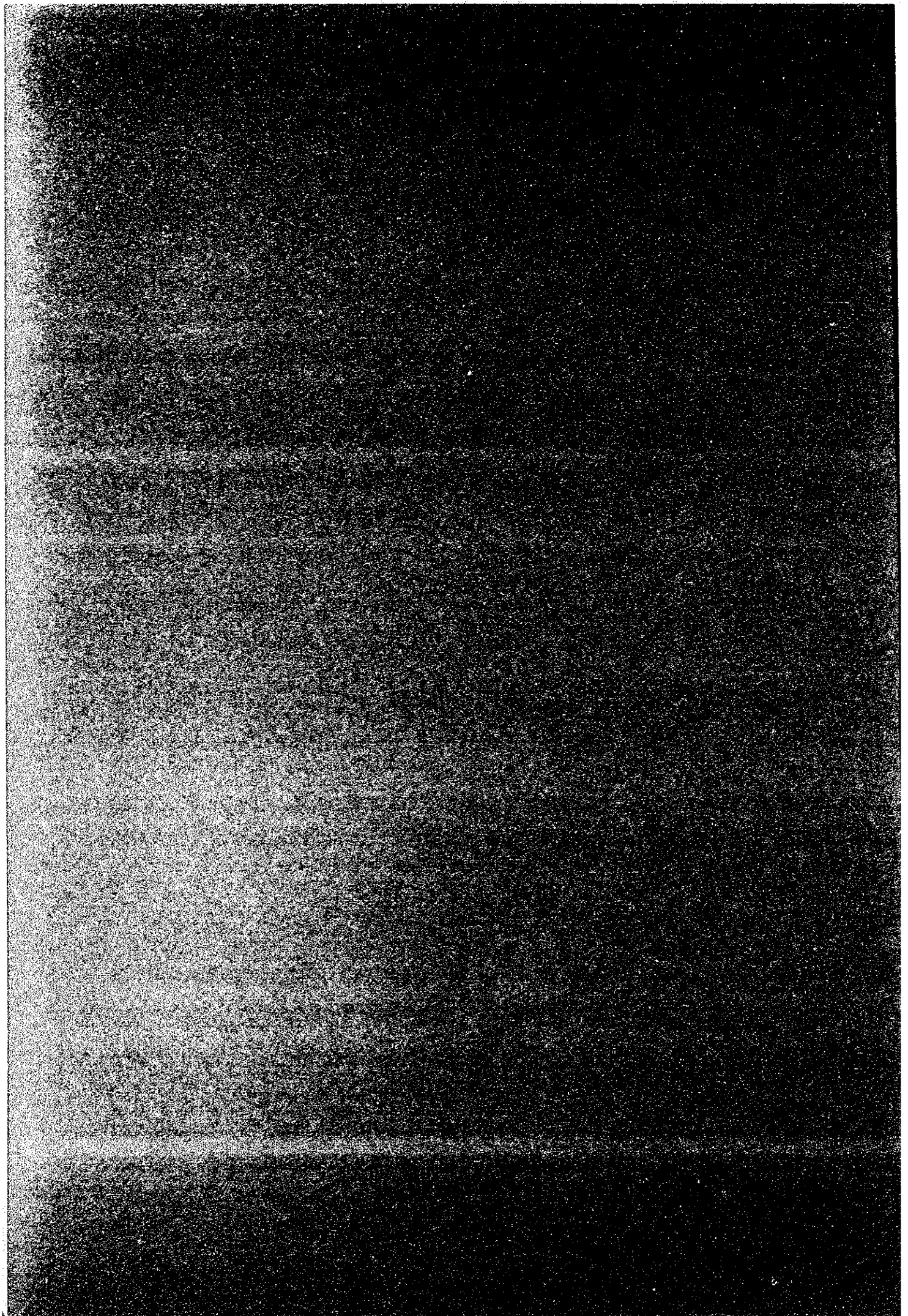
含油廃棄物の投棄を継続したり、配管などからの漏洩による汚染をそのまま放置すれば、土壌汚染・地下水への影響・大雨などによる河川や海への汚染物の流出などの環境汚染は遠からず現実のものとなることが十分考えられる。

含油廃棄物については、できるだけ油分を回収した後、焼却するのがベストであろうが、当面は、オープンハイマーフォーミュラーなどを使って、もっと積極的なランドファーミングを目指すべきであろう。配管などからの油の漏洩による土壌汚染については、DCRシステムなどにより、応急的に油を土壌と一緒に閉じ込めてしまい、その後でランドファーミングで処理する方法が考えられる。

バイオ処理は、アフターケアが大切で、微生物が活発に増殖できる環境、すなわち、適当な栄養源、湿度、酸素を土壌に与え続けなければならない。まさにファーミングであることをよく認識しておく必要がある。

DCRシステムの適用に当たっては、最小限の薬剤使用量で効果を上げることが心がける必要がある。例えば、油汚染土壌が水に浸かっている場合などは、水とその表面に浮いている油をバキューム車などで除去してから処理すべきである。DCRシステムでは、処理した土壌から、油分が溶出することはないとされているが、可能性がないわけではない。したがって、前述したように、処理した土壌はランドファーミングで処理する方が確実であろう。また、この処理した土壌は焼却炉で容易に燃やすことができるので、助燃剤として使うことも一つの方法であろう。

第15章 偶発的事故等による石油汚染



第15章 偶発的事故等による石油汚染

15-1 石油汚染事故の発生し易い設備およびその事例

15-1-1 Petrotrinにおける事例

Petrotrinの事故報告書および事故統計によると、様々な石油流出事故の報告がなされている。最も件数が多いのは、パイプライン（フローラインおよびトランクライン）からの流出で、件数の過半数を占めている。その原因として挙げられているものは、腐食による開孔、スクリュタイプ（スクリュー）のニップルおよびエルボの外れ等である。ニップル・エルボの外れの主な原因はネジ山のつぶれであるが、なかには盗難によるものもある。次に多いのはタンクのオーバーフローである。その原因は、バルブ操作等のミスオペレーション、電圧降下によるポンプシャットダウンなどである。また、タンクの底板開孔による漏油事故も数件ある。

製油所のタンク事故としては、タンクの不等沈下による亀裂発生により6,200バレルの重油が海上に流出したことがあり、単一事故としては、トリニダッド・トバゴ最大の事故となっている。報告件数としては少ないが、おそらく発生件数として多くあると思われるものとして、大雨によるオイルピットのオーバーフローがある。

油井では、スタッフィングボックスおよびウエルヘッドにあるBOPのガスケットブローがある。マリンプラットフォームにある中間タンクのオーバーフローも報告されている。

Petrotrinの種類別事故統計を図15-1および表15-1に示す。

15-1-2 重大石油汚染事故

一般的に、多方面に影響を及ぼし、深刻な石油汚染事故となるのは、油流出が

Field	Nos. of Incidents				Volume of Oil spills(bbls)			
	1991	1992	1993	Total	1991	1992	1993	Total
Penal	4	2	2	8	125	38	31	194
Barrackpore	9	6	5	20	311	407	92	810
Oropouche	2	1	1	4	25	80	10	115
Catshill	2	3	12	17	30	50	245	325
Trinity	2	1	1	4	60	12	20	92
Guayaquayare	1	2	0	3	100	45	0	145
Forest Reserve	7	7	7	21	150	190	420	760
Grande Ravine	0	0	1	1	0	0	15	15
Cruse	0	7	0	7	0	222	0	222
Point Fortin	5	1	3	9	95	10	42	147
Parryland	0	2	3	5	0	40	65	105
Brighton	2	3	5	10	75	170	202	447
Others	3	2	3	8	95	54	49	198
Total	37	37	43	117	1066	1318	1191	3575

Note: Oil spill incidents below 10 bbls are crossed off this list.

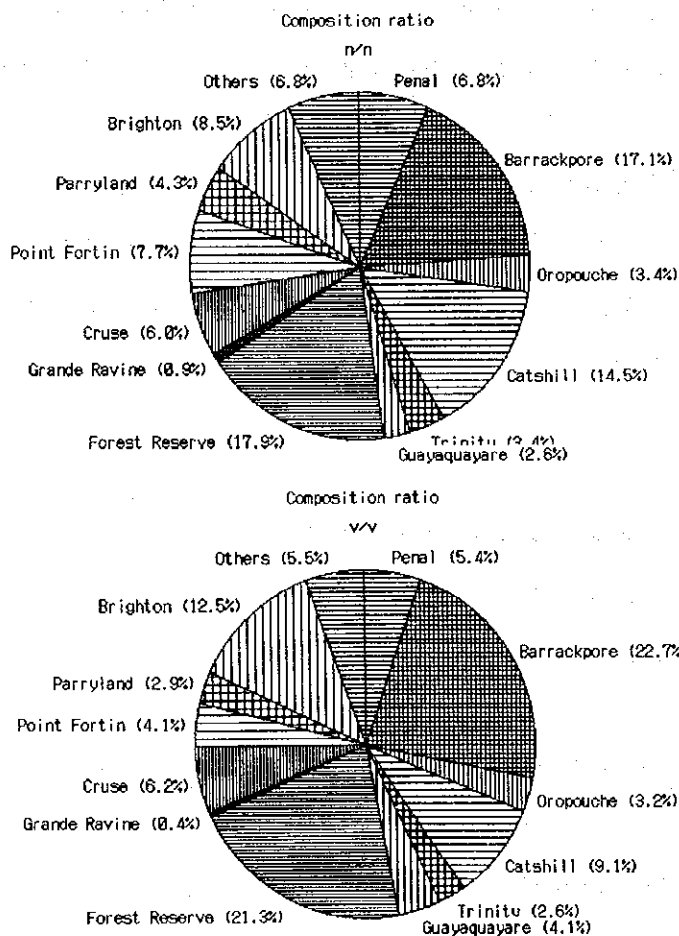


Figure 15-1 Oil Spills by Field

Table 15-1 Oil Spills on Production Fields in Recent Years (1/9)

PETROTRIN Western District		(Unit: bbls)				
Incident Date	Field	Facility	Description	Final amount spilled	Final amount recovered	Final Amount loss
91/01/15	P/Seco	Flowline	Leaked due to corrosion.	30.00	28.00	2.00
91/03/07	P/Fortin	2" Line	Stolen.	20.00	18.00	2.00
91/03/19	P/Fortin	2" Casing valve	Left open.	15.00	13.00	2.00
91/03/19	F/Reserve	100 lb Tank	Overflowed.	15.00	15.00	0.00
91/04/27	F/Reserve	Dogleg Tank	Oil escape.	30.00	0.00	30.00
91/04/29	P/Fortin	Flowline	Stolen.	15.00	12.00	3.00
91/04/30	P/Fortin	2" Line	Stolen.	20.00	18.00	2.00
91/05/21	B/Ton	Bulk Tank	Overflowed(Marine platform #1).	40.00	0.00	40.00
91/05/26	F/Reserve	BOP on Wellhead	Gasket blown.	15.00	0.00	15.00
91/06/11	P/Seco	Storage Tank	Overflowed.	16.00	15.00	1.00
91/06/14	F/Reserve	Manifold	Overflowed.	10.00	10.00	0.00
91/08/12	P/Fortin	2" Flowline	Cut.	25.00	25.00	0.00
91/08/17	F/Reserve	Header	Leaked due to corrosion.	10.00	9.00	1.00
91/09/05	F/Reserve	Bulk Tank	FR gassed out Header.	20.00	20.00	0.00
91/10/04	B/Ton	Bulk storage Tank	Burst.	35.00	12.00	23.00
91/10/21	F/Reserve	6" Storage line	Leaked.	50.00	48.00	2.00
91/01~91/12	Miscellaneous	No. of Spills :	24	86.00	35.00	51.00
Total No. of Spills :				452.00	278.00	174.00

Source: Oil Pollution Report 1991~1993, Production Department, PETROTRIN

Table 15-1 OIL Spills on Production Fields in Recent Years (2/9)

PETROTRIN Western District		(Unit: bbls)				
Incident Date	Field	Facility	Description	Final amount spilled	Final amount recovered	Amount loss
92/01/15	F/Reserve	4" Storage line	Leaked.	15.00	14.00	1.00
92/01/20	B/Ton	Transfer Pump	Malfunctioned.	35.00	0.00	35.00
92/02/19	F/Reserve	Storage Line	Leaked.	40.00	38.00	2.00
92/03/15	F/Reserve	Tanks	Overflowed.	30.00	30.00	0.00
92/03/29	B/Ton	250 bbl Tanks	Overflowed.	35.00	35.00	0.00
92/06/02	Cruse	Flowline	Leaked.	25.00	25.00	0.00
92/06/13	Cruse	Flowline	Leaked.	20.00	20.00	0.00
92/06/28	F/Reserve	1000 bbl Tank	Overflowed.	20.00	20.00	0.00
92/07/05	P/Seco	500 bbl Tank	Overflowed.	20.00	19.50	0.50
92/07/19	F/Reserve	Manifold	Gassed out.	60.00	57.00	3.00
92/07/23	Cruse	500 bbl Tank	Overflowed.	50.00	50.00	0.00
92/08/21	P/Land	Tank	Bleed line found open.	20.00	20.00	0.00
92/08/26	P/Land	Flowline	5 JTS 2" flowline stolen.	20.00	15.00	5.00
92/09/12	Cruse	Wash Tank	Bleed valve open.	30.00	30.00	0.00
92/09/20	Cruse	Tank	Punctured.	32.00	12.00	20.00
92/10/08	P/Fortin	Tanks	Overflowed.	10.00	10.00	0.00
92/10/14	F/Reserve	Casing of FR	Casing blew.	15.00	12.00	3.00
92/10/27	Cruse	Wellhead	Mist spray of oil/gas/mud.	23.00	10.00	13.00
92/10/28	Cruse	Elbows on Flowline	Oil/sand/mud sprayed through 3 cut elbows.	40.00	35.00	5.00
92/11/20	F/Reserve	Tank	Header opened in error.	10.00	10.00	0.00
92/11/20	B/Ton	Tank	Low voltage-pump failed to causing tank to overflowed.	100.00	90.00	10.00
92/12/08	P/Seco	Flowline	Bursted 2" flowline.	34.00	32.00	2.00
92/01~92/12	Miscellaneous	No. of Spills :	36	90.00	40.50	49.50
Total No. of Spills :				756.00	610.00	146.00

Source: Oil Pollution Report 1991~1993, Production Department, PETROTRIN

Table 15-1 Oil Spills on Production Fields in Recent Years (3/9)

PETROTRIN Western District			(Unit: bbls)			
Incident Date	Field	Facility	Description	Final amount spilled	Final amount recovered	Amount loss
93/01/09	P/Fortin	2" Test line	Leaked.	20.00	20.00	0.00
93/01/13	P' Land	Line to pit	Check valve malfunction.	30.00	28.00	2.00
93/01/27	B' Ton	2" Discharge hose	Pump discharge hose burst spilling oil into the sea.	60.00	0.00	60.00
93/01/29	P/Seco	Storage line	Develop leaks while pumping.	10.25	9.00	1.25
93/02/11	F/Reserve	4" Discharge line	Leaked.	10.00	0.00	10.00
93/03/02	P' Land	2" Bleed line	Bleed line was found opened.	25.00	23.00	2.00
93/04/27	P/Fortin	4" Gate valve	Valve was discovered opened.	10.00	8.00	2.00
93/05/20	F/Reserve	2" Bleed	Bleed on tank was found opened and bleeding oil to drain.	50.00	48.00	2.00
93/06/23	B' Ton	6" Flowline	Oil seepage through holes in rotten section of line.	60.00	0.00	60.00
93/07/03	F/Reserve	Tanks	Overflowed.	15.00	15.00	0.00
93/08/13	B' Ton	4" Storage line	Leaks discovered on storage line causing oil to spill into sea.	20.00	0.00	20.00
93/08/14	B' Ton	3" and 6" line	Leaks discovered on lines causing oil to spill into sea.	30.00	0.00	30.00
93/08/26	P/Seco	2" Flowline	Leaked.	10.00	0.00	10.00
93/08/30	F/Reserve	Tanks	Automatic pumping system failed causing tanks to overflow.	160.00	160.00	0.00
93/09/02	B' Ton	6" line	Corroded line.	32.00	0.00	32.00
93/10/02	F/Reserve	Tank	Corroded line.	150.00	150.00	0.00
93/10/12	F/Reserve	Storage line	Union on storage line stripped.	20.00	19.00	1.00
93/11/15	G/Ravine	Joints	Corroded joints.	15.00	14.00	1.00
93/11/16	P' Land	Casing	Oil spill on location due to casing left venting.	10.00	5.00	5.00
93/12/16	P/Fortin	Joint	Oil spilled from joint gasket during pumping operations.	12.00	8.00	4.00
93/12/19	F/Reserve	4" Storage line	Leaked.	15.00	14.00	1.00
93/01~93/12	Miscellaneous	No. of Spills :	20	53.85	26.75	27.10
Total No. of Spills :				818.10	547.75	270.35

Source: Oil Pollution Report 1991~1993, Production Department, PETROTRIN

Table 15-1 Oil Spills on Production Fields in Recent Years (4/9)

PETROTRIN Eastern District		(Unit: bbls)				
Incident Date	Field	Facility	Description	Final amount spilled	Final amount recovered	Amount loss
91/01/17	Penal	Main storage tank	Hole developed in base of tank.	80.00	80.00	0.00
91/02/16	G'Yare	Bleed valve on tank	Stuck in open position while bleeding.	100.00	98.00	2.00
91/02/22	B'Pore	500 bbl bulk tank	Hole developed in base of tank.	21.00	20.50	0.50
91/03/17	B'Pore	Wash tank	Dog leg bled oil which overflowed drain.	140.00	139.00	1.00
91/03/22	B'Pore	MR-372 Starter	RAG placed under starter and ignited.	10.00	10.00	0.00
91/04/04	Trinity	Old well in forest	Sporadic emission from old well.	50.00	50.00	0.00
91/04/15	B'Pore	Line to pit	Oil leaked thru. valve, pit overflowed.	30.00	30.00	0.00
91/04/22	B'Pore	3" Pump line	Leak developed on line.	10.00	8.00	2.00
91/07/08	B'Pore	4" Pump line	Leak developed on line-corroded.	30.00	28.00	2.00
91/07/24	B'Pore	2" Flowline	Leak developed on line.	10.00	9.50	0.50
91/08/02	B'Pore	CSG valve	Crude oil escaped from vented CSG valve.	35.00	33.00	2.00
91/09/06	Oropouche	Stuffing box	Developed leak.	10.00	9.50	0.50
91/09/15	MD Sifaria	500 bbl tank	Tank overflowed while recycling from 250 bbl tank	49.00	47.00	2.00
91/09/20	B'Pore	Test tank	R/Valve on test lift & tank o/flow.	25.00	20.00	5.00
91/09/29	Oropouche	3" Pump line	Line developed leak.	15.00	15.00	0.00
91/10/01	Catshill	6" Pump line	Line developed leak.	20.00	19.00	1.00
91/10/05	Catshill	6" Pump line	Line developed leak.	10.00	9.70	0.30
91/10/06	Penal	Tank vent pipe	Lightning struck above and was ignited.	10.00	10.00	0.00
91/11/11	Penal	4" Pump line	Line developed leak.	20.00	20.00	0.00
91/11/17	Trinity	Tank	Tank overflowed.	10.00	10.00	0.00
91/12/10	Penal	Stuffing box of Pump	S/Box blew, oil sprayed on nearby surroundings.	15.00	15.00	0.00
91/01~91/12	Miscellaneous	No. of Spills :	127	216.70	162.90	53.80
		Total No. of Spills :	148	916.70	844.10	70.60

Source: Oil Pollution Report 1991~1993, Production Department, PETROTRIN

Table 15-1 Oil Spills on Production Fields in Recent Years (5/9)

PETROTRIN Eastern District		(Unit: bbls)				
Incident Date	Field	Facility	Description	Final amount spilled	Final amount recovered	Amount loss
92/02/18	Penal	Tank	Leak developed at base tank.	25.00	25.00	0.00
92/03/11	Trinity	2" Flowline	Line developed a leak.	12.00	11.50	0.50
92/03/25	B'Pore	Tank	Sake overflowed.	10.00	9.50	0.50
92/05/25	Catshill	2" Flowline	Line developed a leak.	10.00	8.00	2.00
92/05/31	B'Pore	Pit	Pit & WIR Hydrant net open.	300.00	300.00	0.00
			oil flowed over to Dam.			
92/07/06	G'Yare	Tank line	From previous spills, residue oil washed into river.	25.00	25.00	0.00
92/07/08	Penal	2" Flowline	Line developed a leak.	13.00	12.00	1.00
92/08/26	B'Pore	Pit	Oil seeped from abandoned waste oil pit.	12.00	10.00	2.00
92/09/17	B'Pore	Tanks	Bulk test tanks overflowed.	25.00	18.00	7.00
92/09/21	Cashill	6" Pump line	Line developed a leak.	20.00	18.00	2.00
92/10/09	B'Pore	Valve on pump discharge	Found open.	10.00	8.00	2.00
92/10/15	Oropouche	Pump line	Line developed a leak. Oil flowed into Canals in cane field.	80.00	78.00	2.00
92/10/18	B'Pore	Tank	Overflowed. Oil contained in drains and pits.	50.00	50.00	0.00
92/11/21	G'Yare	Tank	Overflowed. Slug on cond. & water from NGC caused crude to spill over.	20.00	16.00	4.00
92/11/24	Catshill	6" Pump line	Lined developed a leak.	20.00	18.00	2.00
92/01~92/12	Miscellaneous	No. of Spills :	121	232.60	172.40	60.20
		Total No. of Spills :	136	864.60	779.40	85.20

Source: Oil Pollution Report 1991~1993, Production Department, PETROTRIN

Table 15-1 Oil Spills on Production Fields in Recent Years (6/9)

PETROTRIN Eastern District					(Unit: bbls)		
Incident Date	Field	Facility	Description	Final amount spilled	Final amount recovered	Amount loss	
93/01/19	Catshill	CO-39 Casing	Casing kicked causing oil to spill on location area & pollution pit area.	20.00	20.00	0.00	
93/01/19	B'Pore	Bleed valve on tank	Tank overflowed due to open valve.	12.00	6.00	6.00	
93/02/08	Catshill	CO-10 Casing	Casing blew causing oil to spill on location, Pit and nearby vegetation.	15.00	15.00	0.00	
93/02/15	B'Pore	Wilson STN Bleed valve	Valve was open causing oil to flow from pit into Waste Dam next to G/S.	35.00	35.00	0.00	
93/02/18	B'Pore	Bleed valve on tank	xxxx open causing oil to flow into Pit and to Waste Dam.	15.00	15.00	0.00	
93/05/19	Catshill	6" Flowline	Line developed a leak.	10.00	9.00	1.00	
93/05/26	Catshill	2" Bleed valve	Found partially open. Oil contained in pit and cellars.	35.00	35.00	0.00	
93/06/07	Catshill	6" Pump line	Line developed a leak.	50.00	50.00	0.00	
93/07/05	Catshill	2" Flowline	Line developed a leak.	15.00	15.00	0.00	
93/07/08	Catshill	6" Pumpaway line	Line developed a leak.	15.00	14.50	0.50	
93/07/17	B'Pore	3" Flowline	Line developed a leak on Union.	20.00	19.00	1.00	
93/08/27	Catshill	Test line on manifold	Line developed a leak.	10.00	0.00	10.00	
93/09/14	Oropouche	4" Pumpline	Line developed a leak.	10.00	9.80	0.20	
93/09/20	Catshill	Test line on manifold	Between CO-94 manifold and CO-88.99 locked.	10.00	9.00	1.00	
93/09/30	Catshill	Test line on manifold	Line developed a leak.	30.00	30.00	0.00	
93/10/30	Inniss	Valve on manifold	Valve found open.	28.00	5.00	23.00	
93/11/17	Penal	4" Pumpline	Line developed a leak.	10.00	9.50	0.50	
93/11/25	B'Pore	Tank	Tank overflowed.	10.00	10.00	0.00	
93/12/14	Catshill	6" Trunkline	Line developed a leak on corroded 4" Union was stripped out.	10.00	10.00	0.00	
93/12/15	Trinity	4" Pumpline		20.00	20.00	0.00	
93/12/24	Penal	F-122 Stuffing box	Box leaked spilling oil into cellar, pit and well site.	21.00	20.00	1.00	
93/12/28	Catshill	6" Pumpline	Line leaked.	25.00	23.00	2.00	
93/01~93/12	Miscellaneous	No. of Spills :	121	475.50	399.50	76.00	
		Total No. of Spills :	143	901.50	779.30	122.20	

Source: Oil Pollution Report 1991~1993, Production Department, PETROTRIN

Table 15-1 Oil Spills on Production Fields in Recent Years (7/9)

(Unit: bbls)

Incident Date	Field	Facility	Description	Final amount spilled	Final amount recovered	Amount loss
90/01/09	F/Reserve	8" Oil line	Leaked. TTPCL STN. Fyzabad.	50.00	25.00	25.00
90/01/12	Trinity	3" Oil line	Leaked. Pump line wayleave.	100.00	97.00	3.00
90/03/10	Penal	8" Oil line	Developed leak due to bush fire.	10.00	6.00	4.00
90/04/03	Penal	8" Oil line	Leaked. Well #153-F/Reserve.	50.00	46.00	4.00
90/05/04	Trinity	3" Oil line	Leaked. South of Edward TR.	150.00	79.00	71.00
90/05/07	F/Reserve	8" Oil line	Leaked due to external corrosion. Trinmar to F/Reserve.	20.00	0.00	20.00
90/05/20	G'Vare	8" Oil line	Leaked. Spilled into river. Sandy river.	158.00	58.00	100.00
90/05/25	Trinity	3" Trunk line	Leaked into corroded section. Trinity pump.	198.00	178.00	20.00
90/06/13	F/Reserve	8" Oil line	Leaked. FR-1522.	23.00	15.00	8.00
90/07/26	Oropouche	4" Oil line	Developed leak. Woodland manifold.	15.00	13.00	2.00
90/07/26	Oropouche	4" Oil line	Leaked. Manifold.	15.00	13.00	2.00
90/07/28	B'Pore	8" Oil line	Developed pin hole leak	25.00	0.00	25.00
90/08/17	S/F' que	8" Oil line F/R-PAP	Developed leak	10.00	6.00	4.00
90/09/25	F/Reserve	Oil line	Leaked due to external corrosion	70.00	66.00	4.00
90/01~90/12	Miscellaneous	No. of Spills :	48	378.50	314.40	64.10
Total No. of Spills :				1,272.00	916.40	355.60

Source: Oil Pollution Report 1990~1992, Engineering Service, PETROTRIN

Table 15-1 Oil Spills on Production Fields in Recent Years (8/9)

(Unit: bbls)

Incident Date	Field	Facility	Description	Final amount spilled	Final amount recovered	Amount loss
91/01/25	P/Fortin	P/F-F/R 8" Line	Leak was observed.	16.00	15.00	1.00
91/02/08	G'Yare	8" GY-BP Oil line	Developed a leak. Edward trace.	60.00	1.00	59.00
91/02/25	Penal	12" Oil line F/R-PAP	Oil leaked while charging spool-line pig duck pond river.	377.00	347.00	30.00
91/03/26	Oropouche	4" Line M/Fold	Oil observed near line. Woodland.	45.00	41.00	4.00
91/04/08	G'Yare	8" GY-BP Oil line	Oil was lost and soaked into dry soil.	30.00	8.00	22.00
91/04/11	Trinity	3" Pump line-Trinity	Line developed a leak. Evaporation and Absorption.	75.00	0.00	75.00
91/08/15	B'Pore	6" Oil line	Oil leaked into nearby drains.	37.00	34.00	3.00
91/08/26	Penal	8" Oil line	Oil leaked into surrounding areas.	300.00	91.00	209.00
91/09/12	F/Reserve	12" Oil line	Evaporation, Absorption, nearby streams.	150.00	117.00	33.00
91/11/19	Brighton	6"/10" Oil line	Oil line developed leak. Some to Tulsa Dam	215.00	210.00	5.00
91/01~91/12	Miscellaneous	No. of Spills :	35	91.00	32.80	58.20
Total No. of Spills :				1,396.00	896.80	499.20

Source: Oil Pollution Report 1990~1992, Engineering Service, PETROTRIN

Table 15-1 Oil Spills on Production Fields in Recent Years (9/9)

(Unit: bbls)

Incident Date	Field	Facility	Description	Final amount spilled	Final amount recovered	Amount loss
92/01/13	Penal	6" EX Catshill line	Oil leak. R. Douglas RD.	38.70	38.00	0.70
92/04/22	G'Yare	8" Line G'Yare-B'Pore	Oil leak was observed. Edward Trace.	38.00	36.00	2.00
92/04/22	G'Yare	8" Oil line	Oil leak was observed. Penal R.R.	14.00	12.00	2.00
92/05/05	Penal	6" EX Catshill line	Oil leak was observed. Roch. D.RD.	10.00	9.00	1.00
92/05/06	Penal	6" Catshill line	Oil leak was observed. Roch. D.RD.	239.00	229.00	10.00
92/05/15	Penal	6" EX catshill line	Oil leak was observed. Roch. D.RD.	22.00	17.00	5.00
92/05/19	Pt.Fortin	8" Line Pt.Fortin-F/R	Oil leak was observed. Cruse E.	60.00	46.00	14.00
92/05/10	Pt.Fortin	8" Line Pt.Fortin-F/R	Oil leak was observed. Cruse E.	420.00	408.00	12.00
92/07/13	B'Pore	2 7/8 KPA Trunk line	Oil leak was observed. G.P. RD P-A-P.	30.00	25.00	5.00
92/07/15	TPL P-A-P	12" Oil line.	Oil escaped due to heavy rain during slip blanking operation. Security RD. P-A-P, while cutting dead station-oil flowed out.	186.00	171.00	15.00
92/08/06	Penal	W.D. Oil line	Oil leak was observed.	11.00	10.00	1.00
92/09/17	Oropouche	12" Line F/R to P-A-P	Oil leak was observed.	363.00	353.00	10.00
92/10/05	F/Reserve	12" Line F/R to P-A-P	Centered TR. Pluck RD.	36.00	26.00	10.00
92/11/06	F/Reserve	12" Line F/R to P-A-P	Oil leak was observed. Dome field.	292.00	287.00	5.00
92/01~92/12	Miscellaneous	No. of Spills :	37	87.80	31.50	56.30
Total No. of Spills :				1,847.50	1,698.50	149.00

Source: Oil Pollution Report 1990~1992, Engineering Service, PETROTRIN

河川および海上に至った場合である。油が海上に流出すると、拡散の速度が大きくなり、広範囲に汚染が広がる。また、天候に左右される等、陸上とは異なった対策上の困難さがある。大量油流出では、タンカーあるいはタンクでの事故が双壁であろう。タンカー事故としては、衝突、座礁および沈没による船体亀裂、タンク事故では、オーバーフローまたは底板の開孔によるものがある。海上にある入出荷棧橋ならびに配管橋への船舶の衝突、入出荷作業中のミスオペレーションなどもある。大口径トランクリンからの流出も量的に大きく、重大事故の中にはいるであろう。

Petrotrin特有の現象として、大雨によるオイルピットのオーバーフローがあるが、たびたび起こっていること、河川から海上へ油が流れ出ていることから判断して、これも重大汚染事故に入ると考えられる。

15-1-3 大規模流出油事故例

近年の世界の大規模流出油事故例を表15-2に示す。大事故にいたる例は、タンカー事故がほとんどで、次に臨海地区にあるタンクからの流出が海上に流れ出たケースである。

15-2 Petrotrinにおける主たる問題点

Petrotrinには、石油汚染事故と言えないが、事故に相当する事柄および事故をおこしやすい状況が数多く見受けられる。具体例を以下に列記する。

1. 雨水排水が生産排水に入り込むような溝の配置・構造になっている。その結果、降雨時に、APIセパレーターはオーバーロードとなり所期の性能が発揮されなくなる。
2. タンクの水切りの際、水と一緒に油を排出し、これが油水分離不良のまま排水とともに公共河川に流出し、パリア湾に流れ出ている。また、排水自体も強固なエマルジョンを含み、この分離が困難な状況となっている。

Table 15-2 Recent Large-scale Oil Spills in the World

No.	Date (year/month)	Location	Source to Oil spill	Volume of Oil Spill
1	1967/03	Southern coast in England	The Torrey • Canyon (61,000G/T)	Crude oil about 93,000 kl
2	1970/02	Chedabucto Bay in Nova Scotia Canada	The Arrow (11,000G/T)	C Fuel oil about 10,000kl
3	1971/11	Off Niigata in Japan	The Juliana (11,000G/T)	Crude oil about 7,200kl
4	1974/12	Mizushima Bay in Japann	Heavy Fuel oil Tank (9,500kl)	Heavy Fuel oil about 7,500kl
5	1976/12	Off Massachusetts in the East U. S. A	The Argo • Merchant (19,000G/T)	C Fuel oil about 29,000kl
6	1978/03	Off Bretagne in the West France	The Amoco • Cadiz (110,000G/T)	Crude oil about 240,000kl
7	1989/03	North Pacific Coast in Alaska U. S. A	The Exxon • Valdez (95,000G/T)	Crude oil about 40,000kl
8	1992/09	North End in Malacca Str.	The Nagasaki • Spirit (52,787G/T)	Crude oil about 13,000 t
9	1992/12	Off La Coruna in northwest coast Spain	The Aegean • Sea (53,964G/T)	Crude oil about 73,000 t
10	1993/01	Off Sumburgh Cape in Shetland	The Braer (44,989G/T)	Crude oil about 85,000 t
11	1993/01	Off North End of Sumatra Is.	The Maersk • Navigator (142,488G/T)	Crude oil about 25,000 t
12	1994/03	Inlet of Bosphorus Str. from Black Sea	The Nassia (66,822G/T)	Crude oil about 20,000 t

3. この国の年間降雨量は 1,800mm程度であるが、集中豪雨が頻発し、油分回収装置（APIセパレーター、オイルキャッチ等）や河川が洪水に見舞われた時、溜まっていた油を一気に海まで押し流している。
4. 油井・タンクファームがある地域は、中小河川が縦横に走っている。しかも海にいたる流域が短いことから降雨時急流が生じ、これがオーバーフローした油分を一気に海にまで押し流す推進力となっている。
5. 石油設備のある地域の河川の殆どは、バリア湾に流れ込んでいる。また、バリア湾自体も準閉鎖系水域を形成しており、流入した油が蓄積され易い地理的条件になっている。
6. タンクおよびパイプライン等の石油設備が老朽化してきており、維持管理も不足がちである。
7. 従業員に対する石油汚染防止や環境整備の動機付けが希薄である。
8. 石油汚染防止に関わる法令が整備されていない。

上記の事柄が相互に作用し、慢性的な石油汚染を起こしていると推察する。

15-3 石油汚染事故防止

この国の石油汚染事故防止のレベルを高めてゆくためには、設備設計、運転および保全の技術の問題もさることながら、地理、気象・海象、人の公害防止に対する意識、国の政策等、多方面にわたる対策を有機的に進めてゆく必要がある。限られた資金・人材を考慮すると、優先順位をつけ、段階を追って、息長く事故防止のレベルを高めてゆかねばならない。最初に着手すべき対策は、ハード面では、油を河川やバリア湾へ流出させない方策である。次に、設備の運転・保全を適切に行うことにより、それらの信頼性を高めることである。ソフト面では、あらゆる機会を捉えて、石油汚染の問題意識の向上を計ることである。そのためには、行政および現場が一体となって、専門家を養成し、この人達を核にして底辺の嵩上げを計ることが必要である。さらに、国は関係法令を整備し、環境保全の意志を広く国民に周知すべきである。