

No. 03

トリニダッド・トバコ共和国
石油汚染対策計画調査
予備調査報告書

1993年2月

国際協力事業団

鉦 調 工
J R
93 - 068

トリニダッド・トバコ共和国石油汚染対策計画調査予備調査報告書

1993年2月

S12
6/9
MPI

88

JICA LIBRARY



1109012131

国際協力事業団

25581

トリニダッド・トバコ共和国

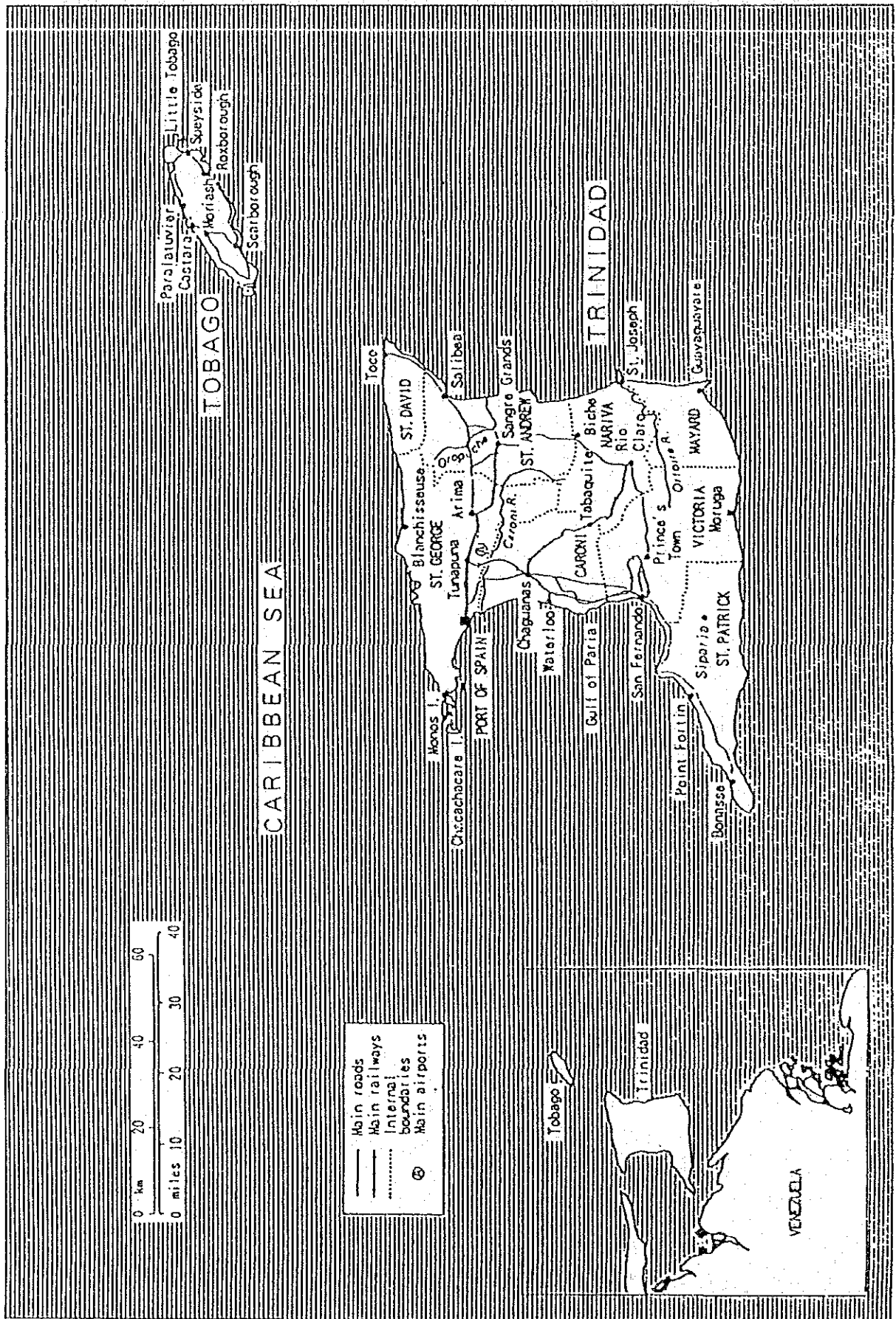
石油汚染対策計画調査

予備調査報告書

1993年2月

国際協力事業団

トリニダード・トバゴ共和国地図



目次

I. 予備調査の概要

1. 調査の背景・経緯	1
2. 調査の目的	2
3. 調査団の構成	3
4. 主要調査日程	4
5. 主要面談者	6

II. 協議内容と結果

1. 要請の内容について	8
2. 本格調査の協力可能性について	11
3. 本格調査実施の場合の留意点	13

III. 石油汚染防止行政

1. 石油汚染防止行政の現状	
1-1 行政機関	14
1-2 法律	14
1-3 環境基準	14
2. 現状の問題点	15
3. 石油汚染防止行政に関する関係省庁の意向	15

IV. 石油汚染対策

1. トリニダッド・トバゴ共和国における石油産業	
1-1 トリニダッド・トバゴ共和国の概要	4-1-1
1-2 石油・天然ガスの開発と利用	4-1-5
1-3 地理的環境条件	4-1-11
1-4 石油による環境汚染と環境保護施設	4-1-15
2. 原油汚染	
2-1 原油及び天然ガス田	4-2-1
2-2 各原油及び天然ガス田の概要	4-2-3
2-3 各原油及び天然ガス田の石油汚染の現況	4-2-5
3. 石油設備	
3-1 原油貯蔵設備及びパイプラインの概要	4-3-1
3-2 原油貯蔵設備及びパイプラインのフローダイアグラム	4-3-1
3-3 原油貯蔵設備及びパイプラインの接続、防食、塗装方法	4-3-4
3-4 原油漏洩に対する現在の対策	4-3-4
3-5 原油漏洩による汚染状況及び過去の記録	4-3-4
4. 製油所	
4-1 製油所のプロセスオペレーションの現状	4-4-1
4-2 製油所における環境保全対策の現状	4-4-7
4-3 製油所における環境の汚染の状況	4-4-19
4-4 製油所における環境対策の方向	4-4-26

5. 排水処理	
5-1 油田における排水処理	4-5-1
5-2 製油所における排水処理の現況	4-5-2
5-3 製油所における石油汚染	4-5-4
5-4 排水処理に関する環境対策の方向及び骨子	4-5-7
6. 石油廃棄物処理	
6-1 油田における石油廃棄物処理の現況	4-6-1
6-2 製油所における石油廃棄物処理の現況	4-6-1
6-3 石油廃棄物による環境汚染問題	4-6-2
7. 本格調査を実施する場合のコンサルタント体制案	4-7-1

V. 参考資料

1. 対処方針会議資料	V-1
2. 石油流出関係日本国内法	V-9
3. 収集資料一覧	V-10

List of Table

Table Number	Title	Page
4-1-1	MAJOR INDICES OF TRINIDAD AND TOBAGO	4-1-3
4-1-2	BASIC INDICATORS FOR COUNTRY COMPARISON PER CAPITA	4-1-4
4-1-3	IMPORT, EXPORT AND BALANCE OF VISIBLE TRADE	4-1-9
4-1-4	PETROLEUM AND NATURAL GAS BALANCE	4-1-10
4-1-5	TAR CONCENTRATION FOR TRINIDAD	4-1-18
4-1-6	COMPARISON OF TOTAL HYDROCARBONS IN SURFICIAL SEDIMENT FROM DIFFERENT INTERNATIONAL LOCATION	4-1-20
4-1-7	OIL IN EFFLUENT, 1991 SEPT-1992 AUG	4-1-23
4-1-8	LIQUID EFFLUENT LIMITATIONS FOR PETROLEUM REFINERY WASTE	4-1-24
4-2-1	CRUDE OIL WELLS AND PRODUCTION IN TRINIDAD AND TOBAGO	4-2-2
4-2-2	MAJOR PETROLEUM POLLUTED RIVER IN TRINIDAD AND TOBAGO	4-2-6
4-2-3	WASTE WATER DISCHARGE AT OIL FIELDS	4-2-8
4-2-4	HYDROLOGICAL SURFACE WATER DATA OF TRINIDAD AND TOBAGO	4-2-9
4-2-5	BRIEF DATA FOR CIPERO RIVER IN TRINIDAD AND TOBAGO	4-2-11
4-3-1	MAJOR TRUNK PIPELINES IN TRINIDAD AND TOBAGO	4-3-2
4-3-2	OIL LOSS FROM CRUDE OIL TANK AND PIPELINES	4-3-5
4-4-1	INTEGRATED SYSTEM PRODUCT YIELD	4-4-2
4-4-2	MAIN UNITS AND CAPACITIES	4-4-3
4-4-3	PARAMETERS FOR LIQUID EFFLUENT MONITORING	4-4-8
4-4-4	POINT FORTIN EFFLUENT DATA	4-4-13
4-4-5	POINTE-A-PIERRE EFFLUENT DATA	4-4-13
4-4-6/7	POINT FORTIN REFINERY FACILITIES (1), (2)	4-4-14/15
4-4-8/9/10	POINTE-A-PIERRE REFINERY FACILITIES (1), (2), (3)	4-4-16/17/18
4-4-11	OIL POLLUTION STATISTICS 1985-1992 AUG	4-4-20
4-4-12	ACTION PLAN FOR THE IMPLEMENTATION OF ENVIRONMENTAL PROGRAMMES AT TORINTOC	4-4-30
4-5-1	WASTE WATER FROM REFINERIES IN TRINIDAD AND TOBAGO	4-5-3
4-5-2	ENVIRONMENTAL POLLUTANTS DISCHARGE FROM TOTAL REFINERIES IN JAPAN	4-5-5
4-5-3	POLLUTANTS IN REFINERY EFFLUENTS	4-5-6
4-5-4	DESIGN BASIS AND PERFORMANCE OF OIL SEPARATOR	4-5-9

List of Figure

<u>Figure Number</u>	<u>Title</u>	<u>Page</u>
4-1-1	GAS AND OIL FIELDS IN TRINIDAD AND TOBAGO	4-1-8
4-1-2	CURRENT PATTERNS OF THE ATLANTIC	4-1-13
4-1-3	CURRENT PATTERNS AROUND TRINIDAD AND TOBAGO	4-1-13
4-1-4	HYDROMETRIC AREA IN TRINIDAD	4-1-14
4-1-5	STRANDED TAR ON TRINIDAD BEACH	4-1-19
4-1-6	COMPARISON OF TOTAL HYDROCARBONS IN SURFICIAL SEDIMENTS	4-1-21
4-1-7	OIL IN EFFLUENT, 1991 SEPT - 1992 AUG	4-1-23
4-2-1	MAJOR RIVERS IN TRINIDAD AND TOBAGO	4-2-10
4-3-1	TANK FARM FLOW DIAGRAM	4-3-3
4-4-1	SCHEMATIC DIAGRAM OF REFINERY PROCESSING, POINT FORTIN	4-4-4
4-4-2	SCHEMATIC DIAGRAM OF REFINERY PROCESSING, POINTE-A-PIERRE	4-4-5
4-4-3	SCHEMATIC DIAGRAM OF REFINERY PROCESSING, POINTE-A-PIERRE	4-4-6
4-4-4	POINT FORTIN REFINERY EFFLUENT TREATMENT	4-4-10
4-4-5	POINTE-A-PIERRE EFFLUENT TREATMENT	4-4-11
4-4-6	DEPURATOR FLOWSHEET	4-4-28
4-6-1	SPENT LUBE OIL RECOVERY PROCESS	4-6-1

I. 予備調査の概要

1. 調査の背景・経緯

トリニダッド・トバゴ共和国は中米産油国のひとつであり、その外貨収入・政府歳入の多くを石油部門に依存しており、同国の輸出の68パーセントを石油部門が占めている。石油に依存する社会・経済体制の一方、石油の掘削、生産、輸送、精製段階での公害対策はたち遅れており、環境汚染問題が深刻な社会問題となっている。そのため同国の農業、漁業、観光等の発展にも影響を及ぼしている。

このため同国政府は、この環境汚染対応策の策定を計画し、その具体策作成を我が国に要請越したものである。

(1) 先方政府の要請内容

- a) 石油産業における公害防止対策計画の作成
- b) 石油生産に伴う排水及びエマルジョンの処理に関する提言
- c) サービスステーション等からの石油廃棄物の回収・処理方法に関する提言
- d) 石油廃棄物処理場のリハビリ計画の策定

(2) 実施機関（カウンターパート）

エネルギー・エネルギー産業省

(3) 調査対象地域

トリニダッド島南部の石油生産地域

2. 調査の目的

先方要請内容は、調査対象地域が海上から陸上の広範囲にわたり、要請書から同国における汚染状況を把握し、本格調査の協力可能分野及び範囲の見極めを行うことは困難であった。

そのため、予備調査団においては、同国における石油汚染の現況全般を把握するとともに、JICAとして協力可能な範囲を絞り込むため、以下の項目についての情報収集・分析を行った。

(1) 要請の背景確認

(2) 要請の内容確認

(3) 石油汚染に重点をおいた環境問題の現状調査

(4) 本格調査を実施する場合の重点対象分野及び対象場所（プラント）

選定のための情報・サンプル収集

(5) 本格調査を実施する場合のトリニダッド・トバゴ側受入体制の確認

(6) その他関連情報

3. 調査団の構成

氏名	担当分野	所属	業務分担
千原 大海	団長・総括	JICA 国際協力専門員 (エネルギー開発・鉱工業開発・環境)	・協議の代表、総括
原田 富雄	技術協力行政	通商産業省 資源エネルギー庁 石油部精製課	・技術協力行政的見地からの助言 ・「ト」国における石油関連環境政策の把握
早川 賢一	調査企画	JICA鉱工業開発調査部 工業開発調査課	・臨時会計業務 ・その他調整業務
桑原 誠	業務総括者 排水処理	(社)日本プラント協会 業務部協力課 調査役	・技術部門の総括 ・石油精製プラントにおける排水処理に関する調査
石川 洸	油汚染対策	合同石油開発(株) 顧問	・海上油井及びその周辺における油汚染に関する調査
栗田 賢一	石油設備	(社)日本プラント協会 技術部 囑託	・石油輸送・貯蔵設備に関する調査
土方 昭史	石油精製プロセス	(社)日本プラント協会 技術部	・石油精製プラントのプロセス全般に関する調査
横山 朗	石油廃棄物処理	(社)日本プラント協会 技術部プロジェクトマネージャー	・石油精製プラントにおける石油廃棄物の調査

4. 調査日程

* 千原、原田、早川

平成4年9月11日(金)～9月24日(木) (14日間)

* 桑原・石川・栗田・土方・横山

平成4年9月11日(金)～10月1日(木) (21日間)

9月14日 (月) AM	日本大使館表敬訪問 Ministry of Foreign Affairs Ministry of Planning and Development
PM	Ministry of Energy and Energy Industries
9月15日 (火)	Trintoc (Point-a-Pierre)製油所概要調査
9月16日 (水)	Trintoc (Point Fortin)製油所概要調査 Trintoc 西部地区油田概要調査
9月17日 (木)	Trintopec Santa Flora 油田地区概要調査 Premier Consolidated Oilfields Plc. 概要調査
9月18日 (金)	Trinmar 海上油井、パイプライン、陸上貯油設備概要調査
9月19日 (土)	Amoco 海上油井、パイプライン、陸上貯油設備概要調査
9月20日 (日)	資料整理
9月21日 (月) AM	Ministry of Energy and Energy Industries Ministry of Planning and Development
PM	日本大使館報告
9月22日 (火)	Trintoc Forest Reserve地区詳細調査 Trintoc (Point-a-Pierre)製油所詳細調査

9月23日 (水)	Trintoc Penal 地区詳細調査 Trintoc (Point Fortin)製油所及びLake Asphalt 工場詳細調査
9月24日 (木)	調査結果の中間分析
9月25日 (金)	Trintocpec Galeota 事務所、Guayaguayare 貯蔵基地詳細調査 Trintoc (Point-a-Pierre)製油所詳細調査 Institute of Marine Affairs にて情報収集 National Petroleum Marketing Co.調査
9月26日 (土)	サンプル収集
9月27日 (日)	サンプル分析
9月28日 (月) AM PM	Ministry of Energy and Energy Industries 日本大使館報告

5. 主要面談者

* Ministry of Foreign Affairs

Mr. Trevor Spencer-Permanent Secretary

Mr. Bernard Weston-Director, Technical Cooperation

Mr. Keith Kerwood-Foreign Service Officer

* Ministry of Planning and Development

Ms. Marva Arthur-Senior Planning Officer, Environment Division

Ms. Kay Rudder-Assistant Director, Technical cooperation Division

Mr. Fabian-Assistant Director, Town and Country Planning Division

Ms. Lyn Brown-Administrative Officer, Technical cooperation Division

* Ministry of Energy and Energy Industries

Mr. Rupert Mends-Permanent Secretary

Mr. Kenrick Haynes-Chief Technical Officer

Mr. Oswald Adams-Senior Chemical Engineer

Mr. Carl Mc Clashie-Petroleum Inspector

Ms. Gail Kowlessar-George- Petroleum Inspector

* Trinidad&Tobago Oil Co. Ltd.

Mr. David Ayoung-Manufacturing Technical Manager

Dr. Utam Maharaj-Senior Research Chemist

Dr. Ahamad Khan- Senior Environmental Officer

Mr. D. L. Flanklin-Chemical Engineer

Mr. Patric Laurence-Safety, Environmental and Fire Service Manager

* Trinidad&Tobago Petroleum Co. Ltd.

Mr. K. M. Birchwood-Managing Director

Mr. Besar Bachan-Oil Stocks Supervisor

Mr. Vishnu R. Mangalsingh-Senior Production Engineer

* Trinmar Ltd.

Mr. Wayne G. Bertrand-General Manager

Mr. Russel-Technical Manager

* Amoco Trinidad Oil Company

Mr. Shastri M. Maharaj-Senior Staff Engineer

* Premier Consolidated Oilfields Plc

Mr. Ronald Chung-Petroleum Engineer

* 在トリニダード・トバゴ日本大使館

江口 暢 - 特命全權大使

鈴木 隆 - 参事官

磯田 由幸 - 一等書記官

森吉 正美 - 二等書記官

Mr. Dexter Maitland-Economic Advisor

II. 協議内容と結果

1. 要請の内容について

(1) 要請の背景

a) 石油汚染の歴史的背景

トリニダード・トバゴ国における産業構造は、1940年代より石油部門が砂糖・ココア等の農業部門に代わって主導的位置につき、現在はエネルギー資源をベースとした輸出型の構造となっている。(88年原油及び石油製品輸出は8.5億USドルで全輸出額の60%を占め、石油部門の89年の生産額11億USドルはGDPの27.8%を占めている。)

このような石油部門依存経済体制のもと、環境に関する配慮が不十分なまま石油開発が行われ、さらに80年代の外資石油会社の国営化の結果、環境対策のノウハウに乏しい国営石油会社による石油汚染という図式となり、環境規制の存在しないこととあいまって、事態を更に悪化させてきた。

b) 石油汚染対策の必要性

同国は石油部門に多くを依存する産業構造のため、変動の激しい原油価格に影響され一貫した経済政策がとりにくい。また、天然ガスの埋蔵量は豊富であるものの、原油の採掘可能年数は10年にも満たないとも言われている。

このような状況のもと、同国は石油部門のみに依存する経済体制からの脱却も考える必要がある。

石油部門に依存している経済体制の多角化を目指す一方、財政赤字の削減と外貨不足改善のためには石油生産も拡大せざるを得ない。実際、今回の調査においても、国際機関からの融資によって、石油精製設備の能力増強計画があることが明らかになった。このような石油生産増強の前提として、観光を主産業とする近隣カリブ海諸国への影響等も含め、地域レベルでの石油汚染対策が、世界的な環境問題の高まりのなかで必須施策として位置付けられていることが明らかとなった。

(2) 要請書の内容

a) 調査対象地域について

要請書には『トリニダード島南部地域』とだけあったが、具体的には以下の地域・施設を示すことが明らかになった。

・石油精製プラント及び貯油設備

Trintoc (Point-a-Pierre)

Trintoc (Point Fortin)

・陸上油井、パイプライン及び貯油設備

Trintoc

Trintopec

・海上油井、パイプライン及び貯油設備

Trinmar

(PCOL、Amoco は民間企業のため除外)

b) 石油生産における、砂と高温の原油を伴った排水及びエマルジョンの処理

老朽化した油田で、重質原油の流動性増加のためにスチーム圧入二次回収を行っている。これに伴って、分離排水が高温となり、さらに砂が同伴されることを指していることが判明した。

c) サービス・ステーションからの廃油の収集と廃棄システム

ガソリン給油所における自動車用廃潤滑油に関するものであることが判明した。具体的にはガソリン給油所から廃潤滑油の回収を行い、これをTrintoc (Point-a-Pierre)で原油に混入する計画であるが、石油製品品質及び触媒活性低度の詳細検討が必要であろう。

d) 石油廃棄物処理場のリハビリ計画

石油に関する廃棄物としては、APIセパレーターやタンクの洗浄、プラントの修理に伴って生じる含油スラッジ、潤滑油プラスチック容器やガソリン給油所からの廃潤滑油等種々のものがある。

今回の調査によって、同国には石油廃棄物処理場（廃棄物焼却炉等）は見当たらず、これらの廃棄物は陸上投棄あるいは埋め立て処分されている現状が明らかになった。

2. 本格調査の協力可能性について

今後の本格調査実施の可能性を考えるにあたっては、現地にて収集したサンプル・資料等を分析することにより、同国における石油汚染に対して最も効果がある調査スキームを抽出し、なおかつ予想される調査の規模・範囲・費用、人的・技術的アベイラビリティ等の点から、JICAとして協力可能な範囲を絞り込み、先方政府の意向とともに検討する必要がある。

上記のことを前提とした上で、現時点での予備調査団としての本格調査実施に対する考え方は以下の通りである。

(1) 調査の意義

- ・同国における石油汚染は深刻であり、地球レベルでの環境問題への取組が必要とされているなか、協力の意義は大きいと考える。
- ・同国における石油産業の位置付けは極めて重要であり、石油産業のさらなる振興のためには環境問題は避けて通れないことから、本件調査に対する先方政府の期待は大きい。

(2) 先方政府受け入れ体制

C/P機関であるエネルギー・エネルギー産業省はじめ、関係機関は極めて調査に協力的であり、対象地域における調査の際にも、同省のもと周到な受入準備がなされていた。

また、本格調査を実施した場合、同国政府にも便宜供与の必要が生じる旨説明しようとしたところ、JICA社会開発調査部にて実施済の『トリニダード島水管理計画調査』時のUndertakingsにて既に承知済であった。

以上のことから本格調査を実施した場合も、エネルギー・エネルギー産業省の協力を得ることにより、順調な進捗が期待できる。

(3) 調査の範囲について

・最終的にはサンプル・資料分析の結果を待たなければいけないが、現地視察の結果、海上油井及びその周辺と比較して、陸上油田地帯、精製設備及びその周辺において汚染が目立った。

また、石油廃棄物についても陸上投棄あるいは埋め立て処分されているものの、現状では大きな環境汚染問題と結びついているとは思われなかった。

・上記の点につきC/Pに質問したところ、先方も同様の考え方で、石油汚染問題のプライオリティー付けをするならば、陸上油田地帯、精製設備及びその周辺が最も深刻だとの見解を示した。

以上のことから陸上油田地帯、精製設備及びその周辺における石油汚染問題に本格調査の範囲を絞ることが現状考えられる。

3. 本格調査実施の場合の留意点

- (1) 同国における環境行政の現状を考えると、C/Pとしてはエネルギー・エネルギー産業省が適当と思われるが、計画・開発省を始めとする関係機関とも密接に連絡を取りつつ調査を進める必要がある。(Ⅲ. 1. 1-1参照)
- (2) 石油会社のほとんどが国営会社ということもあり、規制を作ってもそれを守らないという事態をエネルギー・エネルギー産業省は懸念している。日本の環境行政のノウハウを伝えること必要と思われる。
- (3) 一般に石油汚染は、雨量、蒸発、日射、風向き、風速、気温、気圧、潮位などの気象条件により変化するので、調査時刻は日間、月間変動などを考慮し、年間の平均的な状況と年間の最大値の状況把握に留意すべきである。

特に現地の気候は熱帯性であり、雨季乾季の別により降水量に大きな変動がある。雨季における短期集中豪雨によるAPIセパレーターからのオーバーフローが石油汚染の大きな原因のひとつとなっていることが予想されることから、年間を通じたモニタリングが必要である。

その際現地コンサルタントの利用も考える必要がある。

- (4) Trintoc(Point-a-Pierre)については、国際機関からの融資によって、石油精製設備の能力増強計画があることが判明した。今回予備調査において、その情報を入手すべく努力したが、十分な情報は得られなかった。本格調査を実施する場合、この融資計画範囲と重複しないよう十分注意する必要がある。
- (5) 環境問題に関しては、ハード面の問題もさることながら、行政及び現場での問題意識の向上が不可欠である。開発調査とあわせて、セミナーの開催、専門家の派遣及び研修員の受入が可能であれば極めて有益であると思われる。

セミナーのテーマとしては設置設計、運転技術、保全技術、品質管理技術向上及び環境保全意識向上等が考えられる。

Ⅲ. 石油汚染防止行政

1. 石油汚染防止行政の現状

1-1 行政機関

石油汚染については、開発、輸送、貯蔵、精製等の装置が巨大かつ複雑であるがゆえに様々な防災措置が採られているが、いったん災害が発生するとその性格上被害の規模が非常に大きくなる可能性があり、一国の環境については経済にも大きな影響を与えるとともに、隣接諸国に対しても被害を与えかねない恐れがある。

このため、近年世界的に地球環境問題が取沙汰される中で、石油流出等広義な意味での石油災害は、環境汚染の広域化等の問題から国際協力の必要性が高まっている。

このような状況に対する各国の対応は、環境基準の強化、海洋等への石油や有害物質等の排出規制、防災施設の整備等により国内体制の整備を図るとともに、IMO(国際海事機構)を中心とした国際協力の推進などの方策がとられている。

ト国における環境行政については、日本における環境行政を所管する環境庁といった位置付けに相当する行政機関は無く、計画・開発省の環境課が唯一同国における環境行政を組織上包括的に所管している。このため、国内産業を所管する各省庁が各々の産業に関して環境基準を作成し指導を行うこととしており、計画・開発省もこれを認めている。

このような状況のもと、石油部門を所管するエネルギー・エネルギー産業省は、同国の主要輸出品目である石油について増産計画を進めている一方で、同国の抱える石油汚染問題に積極的に取り組んでいる。

1-2 法律

ト国における石油汚染防止に関する法律としては、1969年に施行された石油法がある。同法においては「水質・大気及び陸上における油分汚染に関する防止に関する規制措置」がうたわれている。しかしながら、具体的な防災設備や排出基準遵守といった規制とはされていない。(日本国内法参考)

1-3 環境基準

エネルギー・エネルギー産業省は、1988年、慢性的な石油汚染防止対策として、同省に石油関係の専門家からなる委員会を設置し、石油産業における排水中の油分(オイル及びグリース)排出基準のガイドラインの策定に取りかかり、翌1989年12月に成案を得て環境基準の整備を図ったところであるが、未だ強制力を伴う法令として施行されるに至っていない。

「石油産業における排水中の油分(オイル及びグリース)排出基準のガイドライン」の抜粋
排水中の油分濃度基準

領 域	月間平均(ppm)	日量最大値(ppm)
陸上及び海上 (20km以内)	50	75
陸上及び海上 (20km以遠)	100	150

2. 現状の問題点

ト国では、国営石油会社 Trintoc, Trintopec, Trinmarが、国内における石油の生産、精製を行っている。

一般に、石油産業の国有化は、産油国の多くでとられている政策であり、国内の安定供給よりは、自国の石油資源に対する主権の確保を目的としている。国営の石油会社は先進国にはあまり多くないが、自国への石油の安定供給確保と、石油製品価格など国内石油市場安定化及び政府財政への寄与等を目的として設立されている例がある。ト国もその例にもれず、政府歳入の多くを石油部門に依存しており、外貨収入手段である石油の輸出が同国総輸出額の60% (1989年) を占めている。

しかし、産業の国有化は自国の産業的・技術的資産として価値を持つことと裏腹に、民間における競争を通じて技術的な研究開発、生産プロセス自体の革新の立ち遅れが問題となるケースがある。

ト国における慢性的な石油汚染の原因として、エネルギー・エネルギー産業省自らが分析を行っており、その報告書によれば、

- (1) 石油設備の老朽化に対する維持・管理能力の不足
- (2) 石油汚染防止や環境整備に携わる職員の不足及び教育の不徹底

などが指摘されており、技術的なハード面と教育的なソフト面の両面の不備が認められる。

また、政府における石油汚染防止対策として、法令による環境維持の遵守が考えられるが、ト国においては環境基準としての指針は示されているものの、法令としての強制力を伴っていないため、その対策が甘くなると考えられる。

さらには、事業者の既存体質の構造改善のための自助努力を誘導支援する方策として一般的に、設備投資等について政府の補助金及び課税の特例に関する規定を設けることが有効的であるが、石油生産に関して一部補助金が認められる程度のものに留まっており、また、国営企業に対して金融支援策は馴染みにくい性格ゆえ、対応が遅れぎみな傾向にあると思料される。

3. 石油汚染防止行政に関する関係省庁の意向

既に述べたように、ト国における環境行政を所管する行政機関は存在せず、国内産業を所管する各省庁がそれぞれの分野における環境基準を作成し指導を行おうとしているのが現状である。

石油分野を担当するエネルギー・エネルギー産業省においても1989年に石油産業における環境基準を提示し、これを同省の通達として強制力を持たせることを考えているようである。

これに対して、同国における環境行政を組織上包括的に所管している計画・開発課においては、環境に関する知識・人材の点から現在機能していない同国の環境行政を打開するため、法律の専門家を招いて、3年後を目途に環境分野を担当する政府組織（環境省）を設置することを検討している段階である。

IV. 石油汚染対策

1. トリニダッド・トバゴ共和国における石油産業

1-1. トリニダッド・トバゴ共和国の概要

トリニダッド・トバゴ共和国は南米大陸北部の大陸棚上にある人口が1.3百万人弱の島国で、ヴェネズエラを東西に流れるオリノコ川の河口デルタの沖に位置している。国民一人当たりのGNPはUS\$3,610でUpper-Middle-Income Economies諸国の中位にある。主要産業は石油および天然ガス製品の輸出に依存している。同国の主要な指標を表 4-1-1に、また、国民一人当たりの経済指標を、次の3カ国と対比して表 4-1-2に示す。

- a) ガボン：国民一人当たりのGNPが同位にあり、かつ産油国であって、石油が輸出商品の大半を占めている。人口は1.1百万人である。
- b) シンガポール：島国であり、かつ輸出指向の製油所 (Export Oriented Refinery...EXOR) が立地している。人口は3.0百万人である。一人当たりのGNPはUS\$11,160で、High-Income Economies諸国の下位にある。
- c) 日本：人口123.5百万人の高度開発国家であるが、原油の大輸入国で、製油所技術も発達している。

表 4-1-2から、トリニダッド・トバゴ共和国の現況を次のようにうかがうことができる

- ① トリニダッド・トバゴ共和国は国民一人当たりのGNPがこの25年間ゼロ成長であるが、これはそれ以前からすでに石油依存体質ができあがっていたことの証左である。ちなみに、トリニダッド・トバゴとガボンのこの期間での原油生産量の推移、およびGDPのシェアのうち農業と工業の変化を比較すると次のとおりである。

	トリニダッド・トバゴ				ガボン			
<u>原油生産量(MBPD)</u>								
	<u>1960</u>	<u>1970</u>	<u>1980</u>	<u>1990</u>	<u>1960</u>	<u>1970</u>	<u>1980</u>	<u>1990</u>
	115.7	139.8	211.0	144.4	16.1	108.8	180.0	269.0
<u>GDPシェア(%)</u>								
	<u>1965</u>		<u>1990</u>		<u>1965</u>		<u>1990</u>	
農業	8		3		26		9	
工業	48		48		34		49	

すなわち、ガボンが過去25年間に脱農業（石油の増産）で成長を遂げたのに対し、トリニダッド・トバゴはもともと農業のウエイトが余り高くなく、世界の石油事情がそのまま同国の経済事情に反映しているものと推定される。

② シンガポールはトリニダッド・トバゴよりも更に小さい島国であるが、アジアという大きなマーケットを控えていることもあり、石油精製におけるEXORなどの加工貿易が盛んで、製造業の付加価値も大きい。ただし商品の貿易収支は赤字で、金融、サービス業中心の経済構造に進展している。GDPにおけるサービスのシェアは日本より大きい。

③ トリニダッド・トバゴの指標の中で目立つものは、天然ガスである。

事実、同国は天然ガスの利用を重要な経済開発課題として位置づけており、国内3箇所火力発電所の燃料として利用する他、アンモニア、メタノールなどの化学原料、更に最近では、自動車燃料としての用途開拓など、積極的な展開を図っている。同国の今後の繁栄の鍵は、天然ガスの有効利用にあると言っても過言ではないと考える。

Table 4-1-1: MAJOR INDICES OF TRINIDAD AND TOBAGO

Area:	5,124km ²	
Population:	1,270,000 (1990 estimated)	
Population Density:	248/km ²	
Age Distribution:		
0-14	32.9%	
15-49	58.7%	
60+	8.4%	
Ethnic Groups (1980):		
Africans	40.8%	
East Indians	40.7%	
Whites	0.9%	
Chinese	0.5%	
Others	0.8%	
Mixed	16.3%	
Official Language:	English	
Religions:		
Roman Catholic	32%	
Anglican	15%	
Presbyterian	4%	
Hindu	25%	
Moslem	6%	
Major Cities:		
Port-of-Spain (Capital)	300,000	
San Fernando	50,000	
Government Type:	Parliamentary Democracy	
Labor Force:		
Agriculture	9%	
Mines	8%	
Industry	30%	
Services	53%	
Land Use:		
	Share of Total Land Area (1989)	Average Annual Growth (1965-89)
Agriculture	23%	1.0%
Permanent Pasture	2%	1.0%
Forest and Woodland	43%	-0.4%
Other	31%	-0.1%

Source: World Almanac 1992
 ATLASCO 1990
 World Bank: World Development Report, 1992
 J. Taylor: Trinidad and Tobago, 1991

Table 4-1-2 : BASIC INDICATORS FOR COUNTRY COMPARISON PER CAPITA

Items	Unit	Gabonese Republic	Republic of Trinidad and Tobago	Republic of Singapore	Japan
1. GNP/Capita, 1990	US\$	3,330	3,610	11,160	25,430
-GNP/Capita Ascending Order among 184 Economy		115	116	132	152
-AAGR, 1965-1990	%	0.9	0.0	6.5	4.1
2. Population, 1990	M	1.1	1.2	3.0	123.5
-Estimate, 2025		3.0	2.0	4.0	128.0
-AAGR, 1989-2000	%	2.8	1.0	1.2	0.3
3. GDP/Capita, 1990	US\$	4,291	3,958	11,533	23,929
-GDP Deflator, 1980-1990	%	2.3	(-)4.7	6.4	4.1
-GDP Share, 1990	%				
-Agriculture		9	3	0	3
-Industry		49	48	37	42
-(Manufacturing)		(7)	(13)	(29)	(29)
-Services		42	49	63	56
4. Per Capita Value Added, 1990	US\$				
-Agriculture		392	103	32	600
-Manufacturing		234	450	2,821	6,714
5. Per Capita Merchandize Trade, 1990	US\$				
-Export		2,246	1,733	17,542	2,322
-Import		691	1,052	20,216	1,872
-Balance		1,555	681	(-)2,674	450
6. Per Capita External Debt, 1990	US\$	3,315	1,923	na	na
-External Debt/Export, 1990	%	138	99	na	na
-External Debt/GNP, 1990		86	51	na	na
7. Per Capita Daily Calorie Supply, 1989	Calorie	2,383	2,853	3,198	2,956
8. Per Capita Commercial Energy Consumption, Oil Ton, 1990	Ton	0.50	4.80*	3.88	2.90
-Solid		0.00	0.00	0.01	0.65
-Liquid		0.37	0.78	3.87	1.67
-Gas		0.08	4.02*	0.00	0.37
-Electricity		0.05	0.00	0.00	0.21
9. Per Capita Petroleum, 1991	BBL				
-Proven Crude Reserve		663.64	449.17	0.00	0.48
-Annual Crude Production		97.79	43.19	0.00	0.05
-Annual Refining Rated Capacity		7.96	74.83	108.65	13.63
-Annual Products Consumption		3.09	5.51	22.79	9.43
-Crude Reserve/Crude Production	Year	6.79	10.40	na	9.60
10. Per Capita Natural Gas, 1991	MMSCF				
-Proven Reserve		0.410	74.17	0.00	0.003
-Annual Production		0.003	0.17	0.00	0.001
-Reserve/Production	Year	136.0	436.29	na	8.00

Notes : * Gas consumption in Trinidad and Tobago is misleading, because 75% of its production is exported as gas derivatives such as ammonia, urea and methanol. Similar data is referable for Brunei with its per capita consumption of 10.46 Ton of which approximately 80% is LNG and exported mostly to Japan.

Sources : 1) Energy Statistics Year book, 1990, UN,
2) Energy Statistics, 1988-1989, IEA, OECD,
3) World Development Report 1992, World Bank

1-2 石油・天然ガスの開発と利用

同国の石油および天然ガスの生産は、次に示す7企業により行われており、生産井は陸上田と海上田の双方に分布している。

- (1) Amoco Trinidad Oil Co. Ltd. (ATOC): 米国系外資、石油・天然ガス最大生産企業
- (2) Trinidad & Tobago Oil Co. Ltd. (TRINTOC): 国営企業、2製油所を保有
- (3) Trinidad & Tobago Petroleum Co. Ltd. (TRINTOPEC): 国営企業
- (4) Trinidad Northern Areas Ltd. (TRINMAR): TRINTOC, TRINTOPECおよびTexaco Trinidad Inc.の3社各1/3による合弁企業
- (5) Trinidad & Tobago Marine Petroleum Co. Ltd. (TRINTOMAR): TRINTOC, TRINTOPECおよびNational Gas Corp.による合弁国営企業
- (6) Premier Consolidated Oilfields Ltd. (PCOL): 英国系外資
- (7) Lease/Farmout: Lease Operators Ltd. (LOL), Oil Contractors Ltd. (OCL), Krishna Persad & Associates Ltd.などの内資私企業が約12社ある。

なお、トリニダッド・トバゴ政府の方針により、TRINTOCとTRINTOPECは来年合併する。

同国の油田およびガス田は図 4-1-1に示すように、トリニダッド島の南部に集中し、東の海上からトリニダッド島南部を横切って、ヴェネズエラ国境の海上まで広がっている。確認埋蔵量は536 MMBBLで、全世界の0.077%に相当する。

また天然ガスは主に東部海上に分布するほか、トリニダッド島の北部、バリア湾内にも分布している。確認埋蔵量は8.9 TCFで、これは全世界の0.25%にあたる。東部の海上油田は ATOC, TRINTOMARおよびTRINTOPEC、西部の海上油田はTRINMAR、また陸上の油田はTRINTOC, TRINTOPECその他により採掘されている。

同国の石油採掘は1866年に開始されており、世界でもっとも古い産油国の一つである。同国はすでに今世紀初頭から商業的な石油の生産を開始し、1946年頃には当時の英帝国の石油需要の2/3をまかなっていた。さらに、1954年には西部海上油田が開発され、ついで東部に海上油田が開発された。原油生産量は1980年に211MBPDの史上最高値を示したが、その後低迷し、1990年の原油、コンデンセートおよび天然ガスの生産量はそれぞれ144MBPD、3.7MBPDおよび780MMCFDと言われている。従って、(埋蔵量) / (生産量) の比率は原油で10.2年、天然ガスで31.3年と計算される。また、究極埋蔵量は原油が3,300MMBBL、天然ガスが20TCFと推定されており、(究極埋蔵量) / (生産量) を再計算すると、原油は62.8年、天然ガスは70.2年となる。

製油所は1912年Point Fortinに、1916年Pointe-a-Pierreにそれぞれ建設された。1950年代には原油処理能力はPointe-a-Pierreが365MBPD、Point Fortinが100MBPDまで達した。1943年にはすでに同国の輸出商品の中で、原油及び石油製品の占めるシェアは80%であった。ちなみに現在の商品の輸出輸入の金額および主な品目は表 4-1-3のとおりである。原油および石油製品は輸出金額の65%、メタノール、アンモニア、尿素といった天然ガス誘導体を含めると80%強であり、50年前と輸出の構造はほとんど変わっていないことになる。

現在の製油所の公称能力はPointe-a-Pierreが155MBPD、Point Fortinが85MBPDであるが、現実には更に低い稼働を余儀なくされている。

同国の生産企業別の原油、天然ガスの生産、輸入、国内消費および輸出について概要を表 4-1-4に示す。同国は生産原油の約50%を直接輸出し、少量の原油と石油製品を輸入してはいるが、石油製品の内需は生産量の約10%に過ぎない。また、天然ガス生産量の約25%が国内発電に利用されているが、天然ガス誘導体であるアンモニア、尿素およびメタノールの95%以上は輸出されている。従ってトリニダード・トバゴの石油、天然ガス産業は典型的な輸出指向産業であり、製油所はExport Oriented Refinery (EXOR)の代表例と言える。

同国は従来より石油への過度の依存体質から脱却するため、天然ガスの利用を計画していたが、1973年の石油価格高騰を契機として、1977年に大型アンモニア工場を、1984年にはメタノールと尿素の工場を相次いでスタートさせた。最近では、自動車燃料として、国内の主要ガソリンスタンドでの圧縮天然ガス販売を開始する(CNG Project)など、積極的に天然ガスの需要の開拓を図っている。

同国の商品の輸出入の実績は表 4-1-3のとおりである。石油、天然ガスおよびその製品の輸出が全体の80%以上を占めていることは先に述べたが、それ以外で貿易収支が黒字の品目は飲料、タバコのみで、あとはすべて赤字であり、このパターンは今後もおそらく大きく変わることはないと予想される。当面は石油産業の近代化、高付加価値化によって経済的な成長を図ると共に、重質原油の二次回収などから予想される原油生産コストの増加による石油産業の収支の悪化、さらには来たるべき原油の枯渇にそなえ、天然ガスの有効利用を進めることが、同国の経済にとり最も有益である。その過程で環境保全が大きな課題となる。同国には熱帯自然環境がまだ破壊されておらず、貴重な観光資源を提供している。石油および関連産業による環境汚染を防止することが、同国にとってきわめて重要な意味をもっている。

INSET MAP
EXPLORATION LICENSES

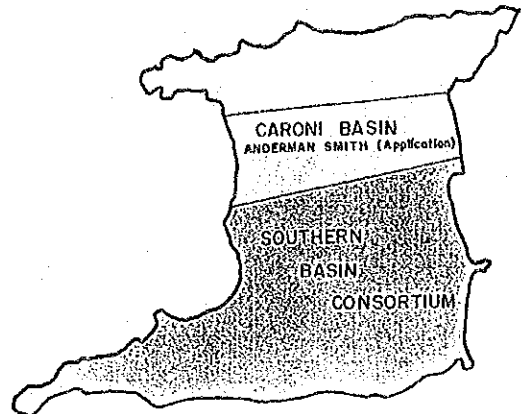


Figure 4-4-1
GAS AND OIL FIELDS
IN TRINIDAD AND TOBAGO
Source: Petroleum Consultants (Trinidad) Ltd.

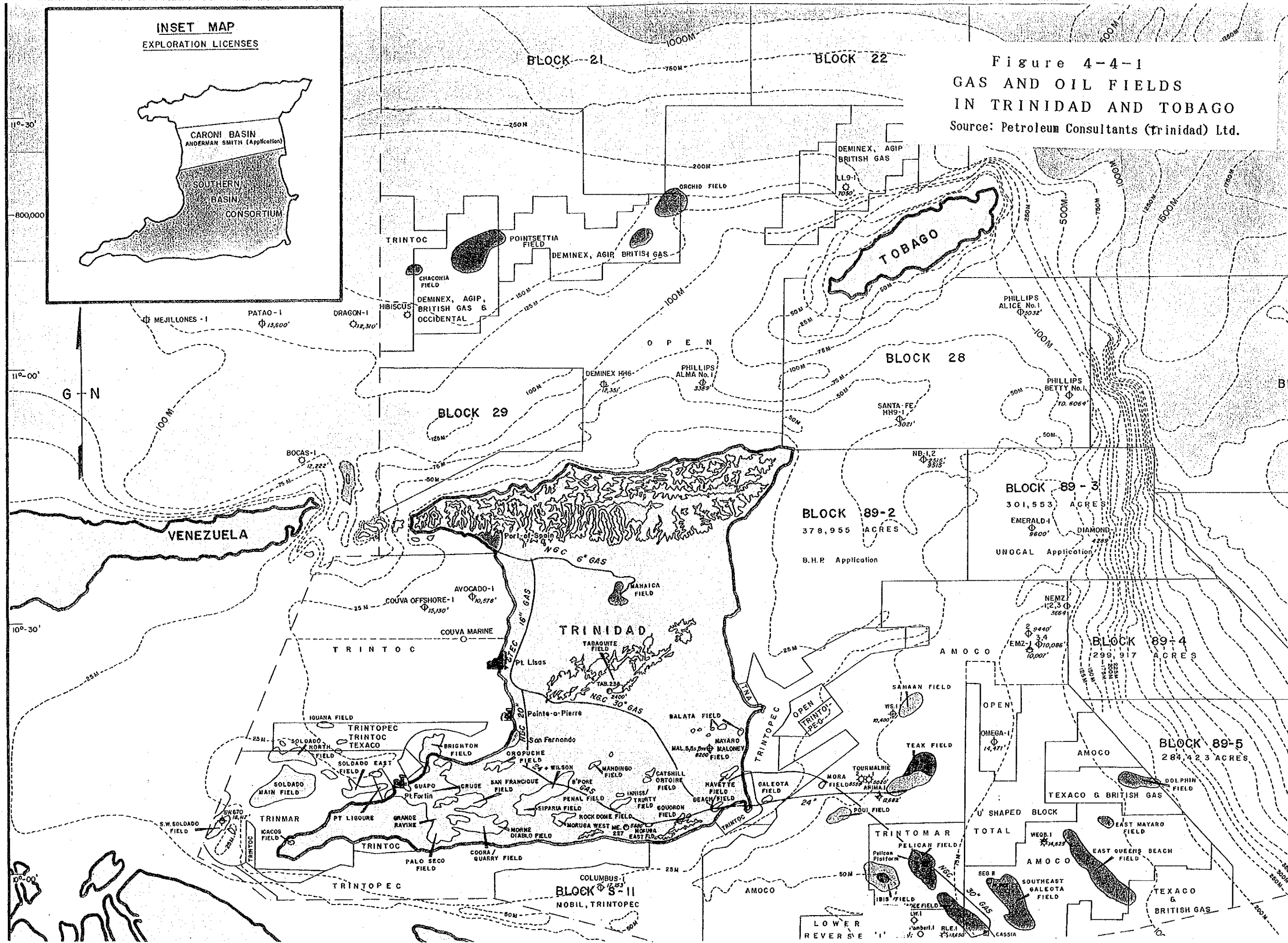


Table 4-1-3 : IMPORT, EXPORT AND BALANCE OF VISIBLE TRADE IN TRINIDAD AND TOBAGO

Commodities	Trade Value		Balance		Major Commodities and Values		(Unit : TT\$, Million)
	Export, FOB	Import, CIF	Export	Import	Export	Import	
0. Food and Live Animal	378	895	(-)517		Sugar and Molasses :137	Milk and Cream :115 Soya Beans :122 Vegetables :138	
1. Beverage and Tobacco	100	41	59				
2. Crude Materials Inedible except Fuel	11	444	(-)433			Iron Ore :155	
3. Mineral Fuel and Lube	5,506	1,039	4,467		Crude Oil :2,591 Petroleum Products:2,784	Crude Oil :911 Petroleum Products:106	
4. Animal and Vegetable Oils and Fats	14	35	(-)21				
5. Chemicals	1,421	892	529		Methanol :261 Ammonia :770 Urea :285	Medicine :139	
6. Manufactured Goods and Materials	781	1,360	(-)579			Paper :182 Pipe and Tube :166 Motor Car :180 Pumps :113 Other Machinery :125 Instrument :123	
7. Machinery and Transport Equipment	42	1,841	(-)1,799				
8. Miscellaneous Manufactured Articles	87	490	(-)403				
9. Others	2	47	(-)45				
Total	8,342	7,084	1,258		6,833	2,462	

Notes : 1) Major commodities are selected among values of more than TT\$ 100 Millions.

2) Major export destination countries are : USA; 48.6%, Barbados; 3.3%, Neth. Antilles; 3.3%, Venezuela; 2.8%, French Guiana; 2.7% and UK; 2.2%.

3) Major import origin countries are : USA; 38.9%, Venezuela; 14.0%, UK; 7.4%, Japan; 5.6%, Canada; 4.9% and Brazil; 3.8%.

4) Export share of crude oil and products is 64.5% while crude oil, natural gas and their products is 80.3%.

Sources : Overseas Trade, 1991, Central Statistical Office, Republic of Trinidad and Tobago

Table 4-1-4 : PETROLEUM AND NATURAL GAS BALANCE

1. Crude Oil and Products

(Unit : MBPD, 1990)

Items	Production	Import	Consumption	Export
Crude Oil				
ATOC	70.0			70.0
TRINMAR	33.8			
TRINTOPEC	17.8			
TRINTOC	17.1	18.0+	91.0+	
TRINTOMAR	3.9			7.0
PCOL	0.8			
Lease/Farmout	0.9			
Sub-Total	144.4	18.0+	91.0+	77.0
Products				
TRINTOC	84.0+			70.0+
NP		3.0	17.0	
Total	84.0+	3.0	17.0	70.0+

2. Natural Gas and Derivatives

(Unit : MMCFD, 1990)

Item	Production	Captive Consumption	Net Sales	
Natural Gas				
ATOC	625	123	502	
TRINMAR	71	71	0	
TRINTOPEC	20	20	0	
TRINTOC	50	49	1	
TRINTOMAR	15	0	15	
Sub-Total	781	263	518	Pipeline Capacity: 1,000

Derivatives	Production, TPD	Export, TPD	Natural Gas Consumption, MMCFD
Ammonia			
Hydro-Agri	750		
TRINGEN	2,650		
FERTIN	2,100		
Sub-Total	5,500	4,050	
Methanol			
T&T Methanol Co Ltd	1,380	1,350	
Urea			
T&T Urea Co Ltd	1,620	1,550	
T&TEC(Electricity)	578MW		Capacity : 1,200MW
ISCOTT(iron)	2,610		Sponge Iron

Sources : East-West Center, 1991, Oil and Gas Journal, July 6, 1992, Financial and Petroleum News, Jan/Feb, 1992.

1-3 地理的環境条件

(1) 海洋条件

同国をとりまく海流は、赤道付近から南米大陸に沿って北上するガイアナ海流にオリノコ川の流れが合流し、図 4-1-2,3に示すような海流を形成している。海流はトリニダッド島の東南端で2つに分かれている。一つは島の東岸を南から北に流れ、流速は0.5-1m/秒である。もう一つの流れはコロンプス海峡を経て Serpent's Mouthを流速1-1.5m/秒でバリア湾に入り、Dragon's Mouthからカリブ海に出る。バリア湾はトリニダッド島とヴェネズエラとに囲まれた準閉鎖系水域を形成しており、湾の東側（トリニダッド島側）には時計回りの海流が流れる。

(2) 気象条件

トリニダッド島は北緯10°より11°、西経61°より62°の熱帯に位置し、周囲を海に囲まれ、気候は比較的温和である。年間の平均気温は27℃で、月平均は±2℃の範囲にある。降水量はトリニダッド島の北西部で1,524mm、北東部では3,048mmに達する。おおむね5月から12月までが雨期、1月から4月までが乾季である。この地帯は貿易風の影響を受け、11月から2月は北東ないし東風が、4月から7月は東風が支配的である。8月から10月にかけては風向は一定しない。

(3) 水系

トリニダッド島の河川系は図 4-1-4のとおりで、陸上油田付近の河川はほとんどがバリア湾に注いでいる。

(4) 自然環境

同国は熱帯の美しい自然環境に恵まれ、重要な観光資源として位置づけられている。しかし現状では石油産業が同国の基幹産業であることから、石油産業の振興と環境の保護の両立は、同国にとって極めて重要な命題である。

同国の自然環境の中で、石油産業との関連で留意すべきものは次の三点であろう。

1) マングローブ林の保護

マングローブは気根に石油が付着すると窒息、枯死する。トリニダード島東南の Guayaguayare 湾や Point Fortin 近くの Point Ligoure では、石油によるマングローブの枯死事故があったが、現在は排水口の位置変更によりこれ以上汚染は進行しないとのことである。更に注意すべき地域は Port of Spain の南に広がる Caroni 湿原（鳥類保護区）である。ここには同国の国鳥とされている ショウジョウトキ (Scarlet Ibis) をはじめ、多くの野鳥が生息しており、保護が問題となっている。

2) トバゴ島の珊瑚礁の保護

珊瑚礁についても、油の付着による珊瑚の枯死が問題となる。

3) 大西洋岸の砂浜の保護

観光資源であると同時に、オサガメ (Leatherback Turtle) の産卵地の保護という意味を持っている。

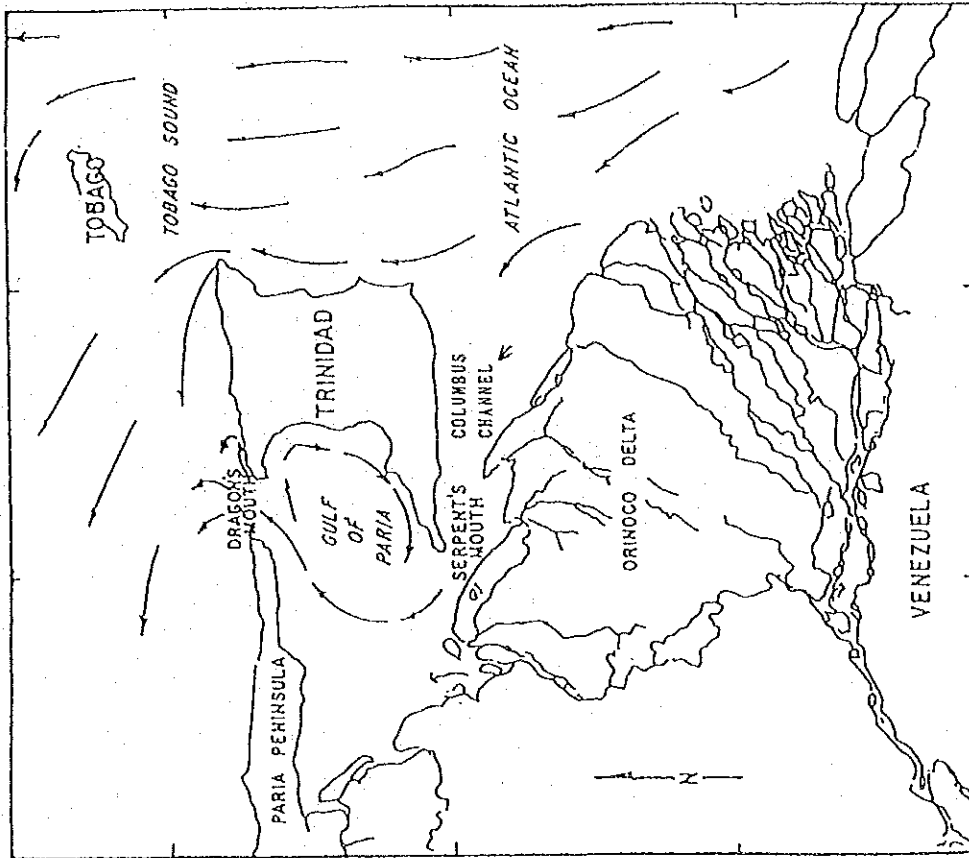


Figure 4-1-3:
CURRENT PATTERNS AROUND
TRINIDAD AND TOBAGO

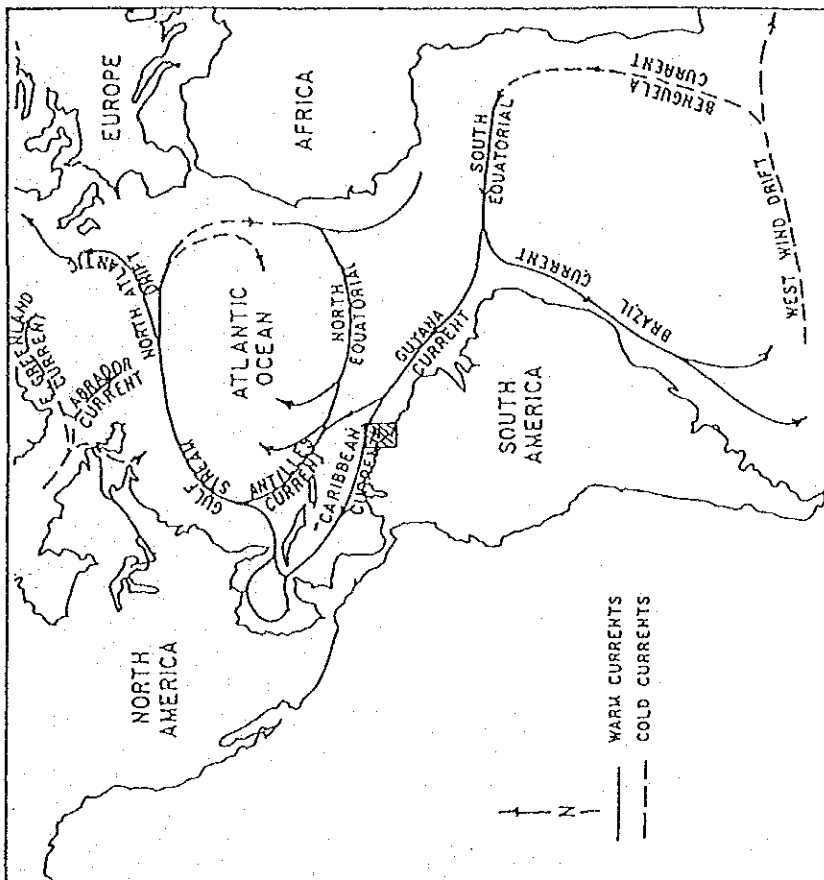


Figure 4-1-2:
CURRENT PATTERNS OF
THE ATLANTIC






Figure 4-1-4:
HYDROMETRIC AREAS IN TRINIDAD

Source: IMA

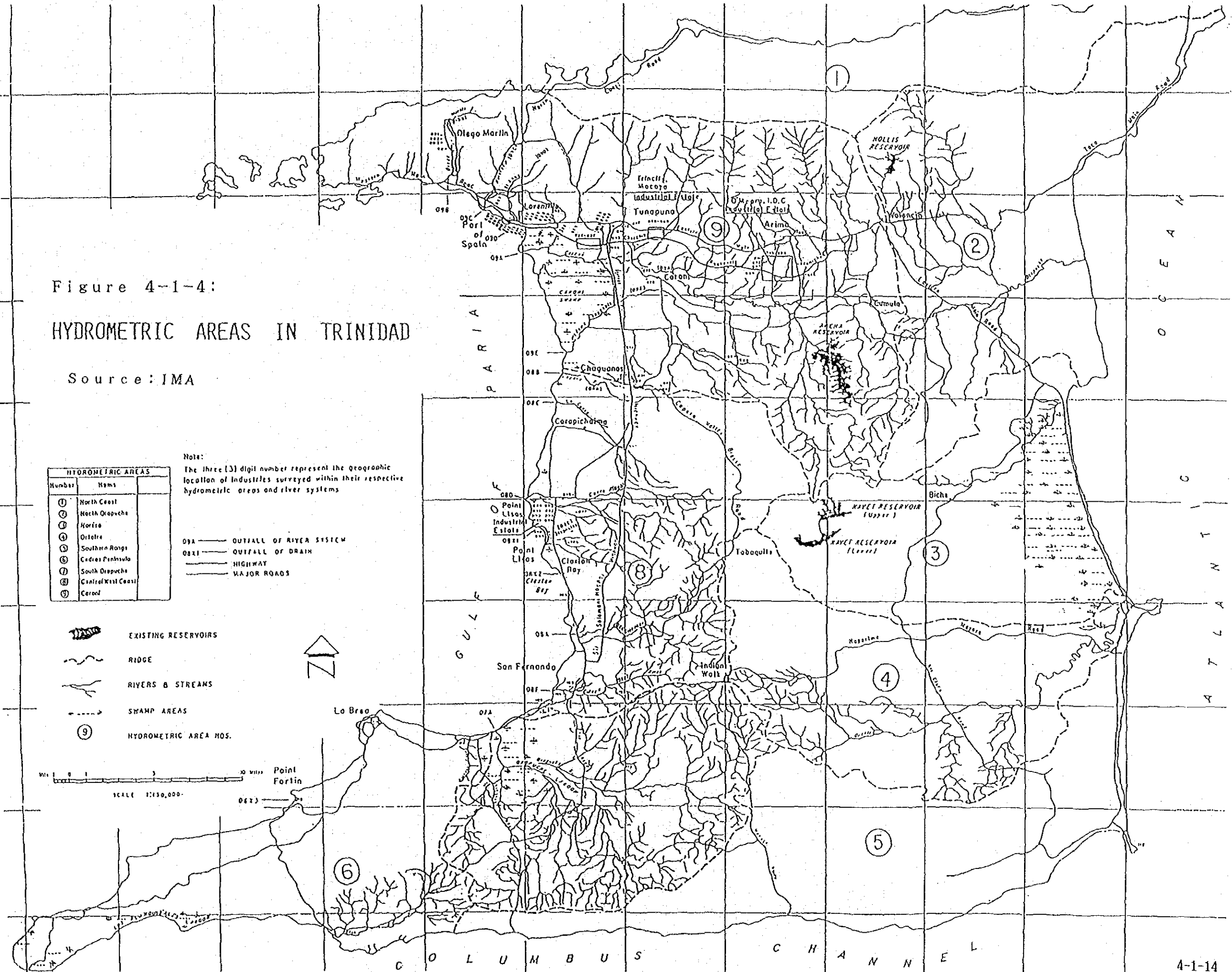
HYDROMETRIC AREAS	
Number	Name
①	North Coast
②	North Orapucho
③	Horise
④	Ortoire
⑤	Southern Range
⑥	Carriacou Peninsula
⑦	South Orapucho
⑧	Central West Coast
⑨	Caroni

Note:
The three (3) digit number represent the geographic location of industries surveyed within their respective hydrometric areas and river systems

09A ——— OUTFALL OF RIVER SYSTEM
08X ——— OUTFALL OF DRAIN
——— HIGHWAY
——— MAJOR ROADS

-  EXISTING RESERVOIRS
-  RIDGE
-  RIVERS & STREAMS
-  SWAMP AREAS
-  HYDROMETRIC AREA NOS.

Scale 1:150,000
0 1 2 3 4 5 Miles
Point Fortin



1-4 石油による環境汚染と環境保護施策

(1) 汚染とそのモニタリング

カリブ海および隣接するメキシコ湾には多くの油田、製油所が立地しており、原油などを運ぶタンカーの往来も激しいことから、この地域では以前から石油による海域の汚染が問題となっていた。1979年以降、沿岸14カ国が参加して、The Intergovernmental Oceanographic Commission's Regional Subcommission for the Caribbean and Adjacent Regions (IOCARIBE)を組成し、The United Nation's Environment Programme(UNEP)、Food and Agriculture Organization (FAO)などの協力により、CARIPOL プロジェクトと呼ばれる環境モニタリングのためのデータ採取を、次の3項目について行った。

- a) 海岸に漂着しているタール量
- b) 浮遊タール量
- c) 溶存/分散している石油炭化水素量

同国では、Institute of Marine Affairs(IMA)によって主に漂着タールの測定が行われた。ここで言うタールは、海に入った油が水中に分散したり、温度、雨、風、潮流などの影響で消失してゆく中間段階として存在し、観測されるものを意味する。1980年10月から翌年の9月まで、海岸線1mあたりに漂着しているタール量を実測した。測定の結果を表 4-1-5に、測定個所ごとの結果を図 4-1-5に示す。

一般に海岸のタール量が10g/mを超えると裸足でタールの存在を感じ、100g/m程度になると海水浴などの観光地として適さないとされているが、これから考えると、トリニダード島東岸は当時かなり汚染されていたことがわかる。ただしこれは同島の東南にある油田からというより、むしろタンカーから投棄された油や、海底から湧出する天然の油が原因と推定されている。ちなみにCARIPOLの報告でも、キュラサオ、ボネール、グランドケイマンなどの島の東岸に高いタール濃度が観測されており、その原因として約半分は海中のタールが海流と貿易風の影響で流されてきたものであり、残りの半分がタンカーの洗浄やバラストの投棄によるもの

としている。このうち後者のタンカーに起因する分は、国際条約に基づく規制の強化が徐々に効果を示しているので、現状はかなり改善されているものと推定される。現実には、図 4-1-5においてかなり汚染されているとされた東岸も、今回予備調査団が訪れた際、海水浴客が不快を感じる状況とは認められなかった。

勿論、島の東南にある海上油田や陸上基地で、石油の流出を防止するための十分な管理が必要とは言うまでもない。1986年4月、東海岸に多量のタールの漂着がみられたが、この時はIMAの紫外線蛍光スペクトルの分析などから、原因が東南の陸上石油基地と断定されている。なおIMAでは事故時の原因究明のため、各油田ごとの原油の紫外線蛍光スペクトルをデータベース化する作業を行っている。

島の西岸、バリア湾側は多少事情が異なる。バリア湾における海水中の浮遊物の石油系炭化水素を分析したデータを図 4-1-6に示す。これからわかるとおり、湾内の汚染は南部に集中している。この地区は

- a) 油田地区を流れる川の河口であること
- b) 原油・石油製品の積み出し港付近であること
- c) 製油所が立地していること
- d) 海底の断層から海中への油の漏出があること

などの原因で汚染が発生しているものである。バリア湾は中近東の油田地帯と比較して汚染が進んでいるとの報告もなされている（表 4-1-6）。

(2) 環境保護施策

石油産業の振興は同国の基本的命題であることから、同国では国際金融機関（IDBおよびWorld Bank）の融資を得て製油所の近代化、能力増強およびEORの強化を図ろうとしている。しかし同国の石油は既にかなり重質化しており、採掘にあたって二次回収法をとらざるを得ないが、油田排水処理設備は従来のままであり、能力を超えた処理を余儀なくされている。製油所の排水処理設備についても同様であり、排水処理設備を現状のまま放置して能力増強をすれば、環境汚染がさらに進行することは明白である。

石油産業に対する法的規制制定の経緯を表 4-1-7に示す。環境関連の法的な規制は1970年のPetroleum Regulationで成文化されるが、具体的数値が示されたのは1990年のDraft Guidelineが最初である。この中で所管官庁であるエネルギー省は油田および製油所の排水について、油分（油およびグリース）の月間平均を50ppm、日最高を75ppm（沿岸から20km以上のオフショア油田に対してはそれぞれ100ppm, 150ppm）とする基準を設け、これの遵守を石油企業に呼びかけている。この意味で同国の石油産業の環境対策はまさにスタート台に立ったところといえる。

油分の50ppmという値は、米国EPAの助言と、近隣の産油国で採用されている基準値を参考に定められたものであるが、現状で河川に排出されている水質のデータ例（図 4-1-7）が示すように、この達成には多大の努力が必要であろう。更に長期的には、この値が妥当であるかどうかについての再検討も必要であろう。詳細は後述するが、国際的な環境ガイドラインの1つである世界銀行のEnvironmental Guidelinesでは、製油所について原料1,000m³当たりの汚染物質の最大排出量を定めている（表 4-1-8）。これをPointe-a-Pierre製油所に当てはめると、現状でプロセス排水を1日8万トン以上も流しており、仮にUpgradingにより通油量を175MBPDに増強したとしても、現在の水量のままであれば油分濃度が50ppmでは基準に合致しないことになる。ちなみに日本では国内46の製油所からのプロセス排水は総量で254,000トン/日（1989年実績）である。また油分の規制値は5ppmである。

また、油田と製油所の総排水量についても、バリア湾という準閉鎖系水域における規制値として適正であるか検証することが必要である。

さらに、公害防止については、設備面の増強もさることながら、直接の操作に携わる運転員の環境保全意識の向上が不可欠である。環境保全のための、関係者の教育プログラムを作成し、それを継続して実施することが望まれる。

公害防止の施設は常に保全を怠らず、正常に機能するように保っておくことが重要である。更に、APIセパレーターやオイルキャッチには油を溜めておかず、常時クリーニングしておくべきである。それによって集中豪雨の際も下流の公共河および海洋の汚染を最小限にすることができる。

Table 4-1-5 : TAR CONCENTRATION FOR TRINIDAD

Unit : Wt. Av. gr/m of Beach Length
Source: I M A

Surveyed Coasts	Pilot Survey 1980				Main Survey 1980/1981								Average			
	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J		J	A	S
North	0.1	0.1	0.1	0.1	Trace	2.4	Trace	Trace	0.5	Trace	0.0	0.0	0.2	Trace	Trace	0.3
East	121.3	456.6	74.6	46.1	61.1	92.8	34.0	27.3	69.0	91.3	72.8	82.3	34.2	34.4	5.0	54.0
South	0.5	5.6	3.6	0.5	1.0	4.1	3.3	5.7	0.5	0.7	0.5	0.1	0.1	0.6	0.4	1.5
West	5.0	0.4	1.4	6.5	13.0	6.2	2.7	0.8	16.5	15.6	0.7	2.8	5.9	0.0	15.7	7.1
Average	34.2	16.0	19.9	13.1	18.1	25.9	10.0	8.5	21.6	28.2	18.5	21.3	10.1	8.3	5.3	15.7

Note: (1) Trace = 0.04gr/m

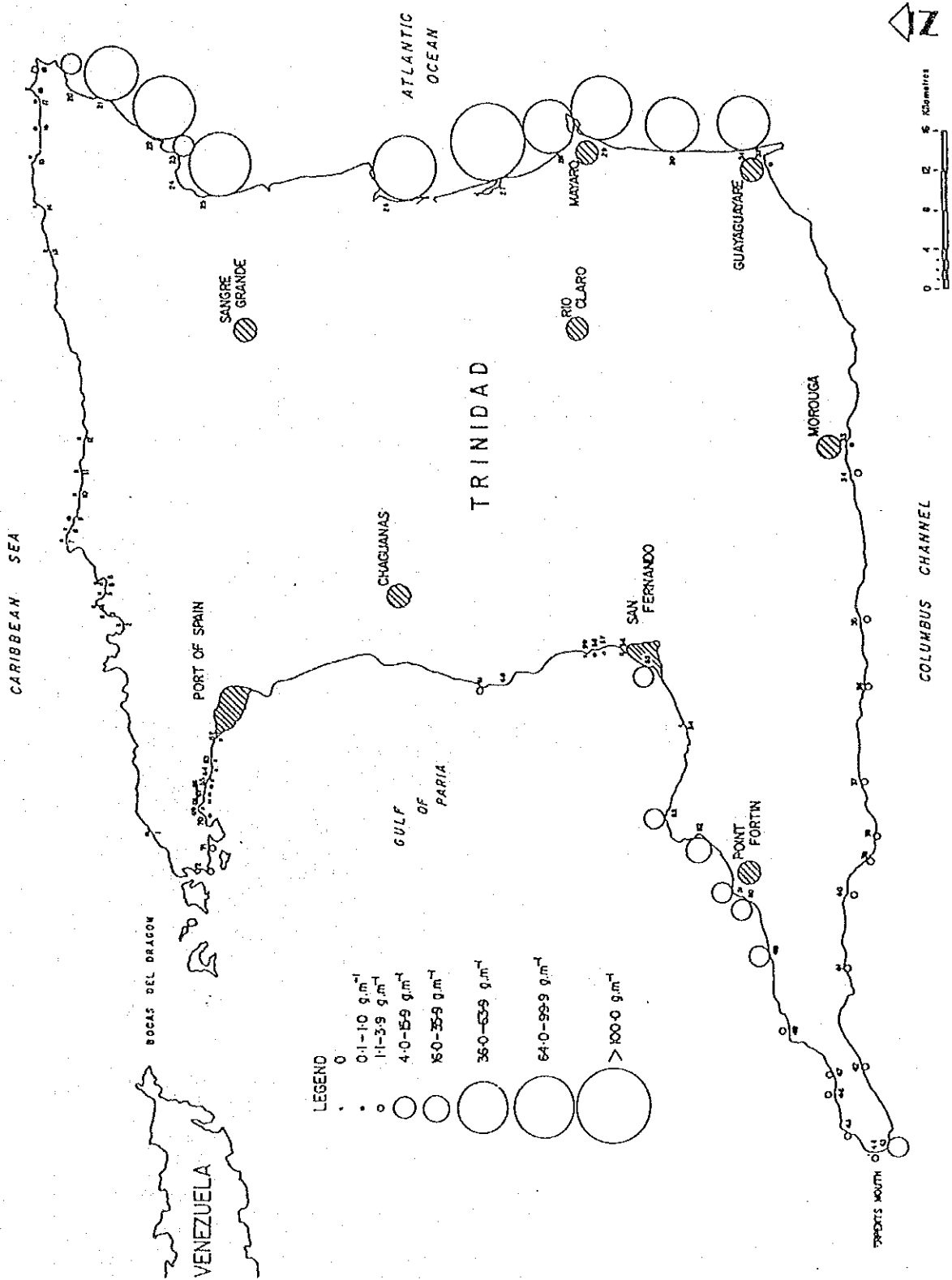


Figure 4-1-5: STRANDED TAR ON TRINIDAD BEACHES Source: I M A

Figure 4-1-6:
**PETROLEUM HYDROCARBON
 POLLUTION IN THE GULF
 OF PARIA**

Source: I M A

PETROLEUM HYDROCARBONS
 ($\mu\text{g g}^{-1}$ dry wt. chrysene equiv)

	0-25
	26-200 Contaminated
	201-500 Highly Contaminated
	> 500 "Hot Spot"

	OIL PORT
	OTHER PORTS
	REFINERIES
	OIL PRODUCING FIELDS
	OIL SEEPAGE AREAS
	OIL TANKER ROUTES

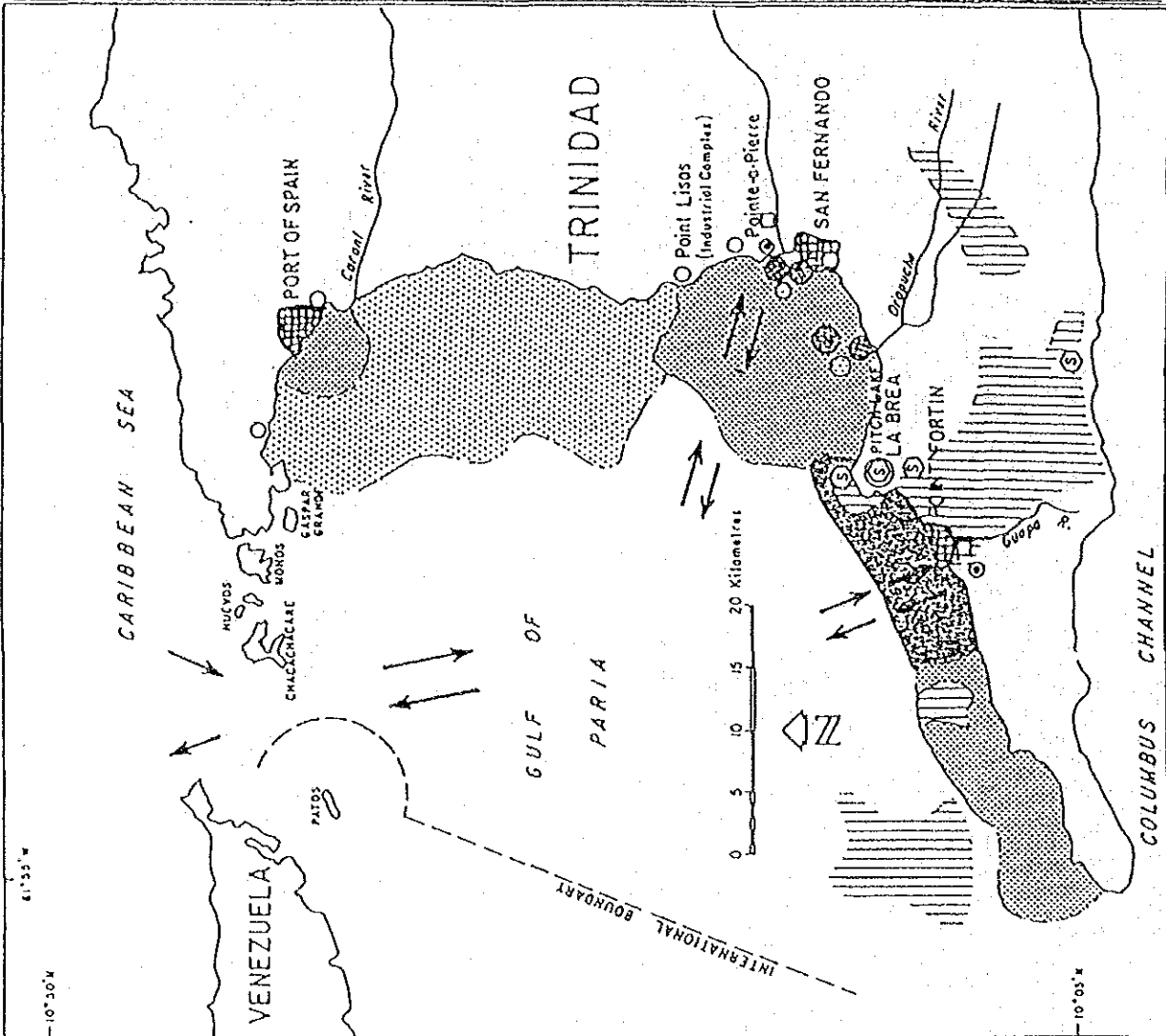


Table 4-1-6
 COMPARISON OF TOTAL HYDROCARBONS IN SURFICIAL SEDIMENTS
 FROM DIFFERENT INTERNATIONAL LOCATIONS

<u>Location</u>	Concentration Range ($\mu\text{g/g}$ dry wt Kuwait Crude Oil Equivalents)	<u>Comments</u>	<u>Reference</u>
Coast of Oman	0.8-19.0		Burns et.al. (1982)
Shatt al-Arab River and North- West Arabian Gulf (Iraq)	0.4-44.0		Douabul et.al. (1984)
Kuwait	1.0-291.0	most concentra- tions in range 1.0-35.0 $\mu\text{g/g}$, only 5 higher	Zarba et.al. (1985)
Gulf of Paria	28.2-17147.5	most concentra- tions in range 28.2-4636.1 $\mu\text{g/g}$, only 3 higher	J.B.R.Agard et.al. (1988)

J.B.R.Agard et.al. "Petroleum Residues in Surficial Sediments
 from the Gulf of Paria, Trinidad"

Table 4-1-7 : LAW AND REGULATION RELEVANT TO PETROLEUM POLLUTION IN TRINIDAD AND TOBAGO

Title	Issue Year		Major Contents	Pollution Aspects		
	Original	Current				
1. Petroleum Act Chapter 62:01	1969	1980	Part 1: Petroleum Operation -Licences -Default and Dispute -Non-Resident Companies Part 2: Ancillary Rights Part 3: Miscellaneous and General Petroleum Regulations Price of Petroleum Products Order Protection against Fire Transport Regulation			Fire Flash point, Capacity
2. Petroleum Taxes Act	1974	1981	Income Tax Supplemental Petroleum Tax - Land Operation : 35% - Marine Operation : 60% Marine Production Allowance : 10 to 30% Exploration Allowance : 150% Enhanced Recovery Allowance : 140% Supplemental Refining Tax :			
3. Petroleum Regulation	—	1970	Licences for Petroleum Operations - Exploration, - Pipe-Line - Exploration and Production - Refining, - Transportation - Requefaction of Natural Gas - Marketing, - Petrochemicals Assignment and Operation Rights General Obligations - Avoid Pollution (of sea, surface, beach, river to ensure navigation, agriculture fishins, research, and conversation of living resources and property) - Pay Compensation (for loss, damage or injury) Technical Obligations - Safety for Blow-out and Fire - Prevent Water and Air Pollution Work Obligations - Refinery Operation Duty			Pollution, General Pay Compensation Safty Pollution, Air and Water Refine locally over 50% of Crude
4. Draft Guidelines on Oil and Grease Limits of Chronic Oil Pollution by Ministry of Energy and Energy Industries ... As Proposed Regulation under Petroleum Act, Chapter 62:01, 1980	1990	—	Average of 210 BPD of Oil and Grease Lost as Chronic Pollution in 1988 and Urgent Pollution Problems are cited at Point Ligoure Foreshore, and Guayaguayare Bay. Oil and Grease Discharge Monitoring. First Successful Well in 1860 Tarballs at Mayaro Beach and Guayaguayare Bay in 1905. Natural Seeps on the East and West Coasts of Trinidad NOSCP : National Oil Spill Contingency Plan, 1977 Continuous Monitoring of Environment by CARIRI: Caribbean Industrial Research Institute and IMA : Institute of Marine Affairs Penalties	Oil/Grease General Offshore 20+km off	Monthly Av 50ppm 100ppm	Daily Max 75ppm 150ppm
						Monitoring Point Tarballs in 1905 Natural Seeps NOSCP, 1977 CARIRI and IMA Penalties/Fine - TTS 0.010 MW/Case - TTS 0.001 MW/Day

Figure 4-1-7: OIL IN EFFLUENT
1991 SEPTEMBER ~ 1992 AUGUST

Source: TRINTOC

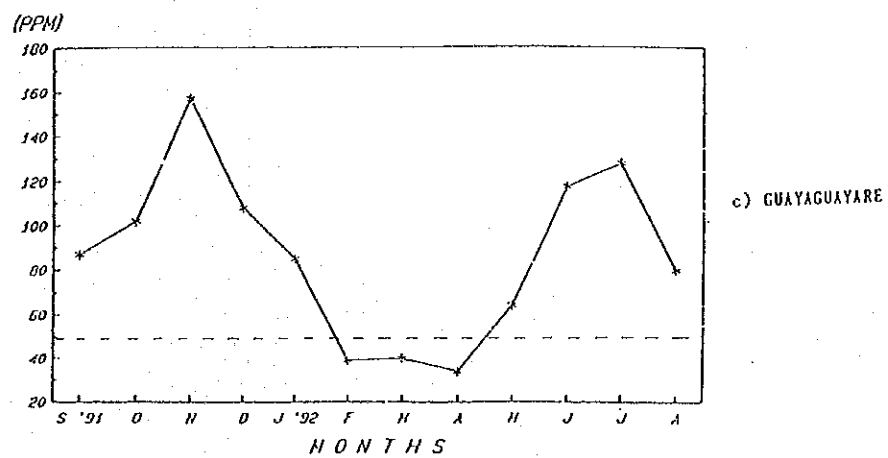
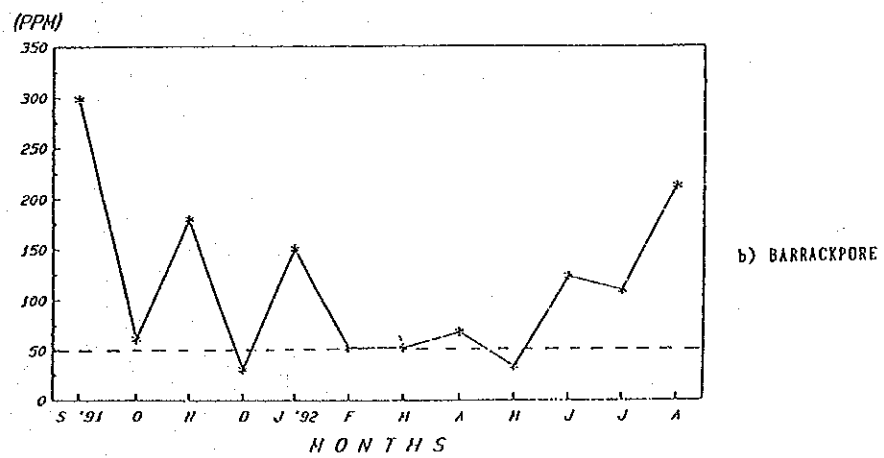
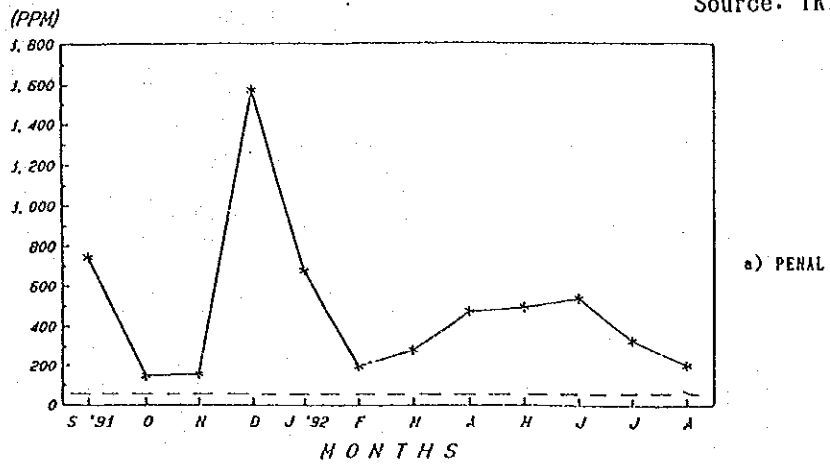


Table 4-1-8: LIQUID EFFLUENT LIMITATIONS FOR PETROLEUM REFINERY WATERS
 World Bank: Environmental Guidelines (1988)

Process Category	Maximum Daily Discharge - Kg per 1000 m ³ of Feedstock <u>a/</u> <u>b/</u>										
	BODs	COD	TOC	TSS	O/G	PHENOL	NH ₃ -N	SULFIDES	TOTAL Cr	Cr ⁺ ₆	
Topping	6.3	32	8.2	4.0	1.9	0.04	1.3	0.04	0.10	0.002	
Cracking	8.7	61	11	5.8	2.6	0.06	8.6	0.05	0.14	0.002	
Petrochemicals	12	69	15	7.7	3.5	0.08	11	0.06	0.19	0.003	
Lube	16	126	24	12	5.6	0.12	11	0.10	0.31	0.005	
Integrated	22	152	29	14	6.7	0.14	11	0.12	0.37	0.006	
Runoff <u>c/</u>	0.03	0.19	0.03	0.02	0.01	—	—	—	—	—	
Ballast <u>d/</u>	0.03	0.24	0.03	0.02	0.01	—	—	—	—	—	

a/ Feedstock - Crude Oil and/or Natural Gas Liquids throughput.

b/ For all effluents pH = 6 to 9.

c/ Applies only to process area runoff treated in main treatment system.

All runoff from tank fields and non-process areas shall not exceed

35 mg/L of TOC or 15mg/L of O/G when discharged.

d/ Applies only to ballast waters treated at refinery.

BODs: 5-day Biological Demand

COD : Chemical Oxygen Demand

TOC : Total Organic Carbon

TSS : Total Suspended Solids

O/G : Oils and Greases

NH₃-N: Ammonia Nitrogen

2. 原油汚染

2-1 原油及び天然ガス田

トリニダッド・トバゴ共和国の石油産業の発祥は、1595年英国の Sir Walter Raleighによるトリニダッド島の南西部のLa Breaに位置するPitch Lakeの天然Pitchが木造船の漏洩防止剤として優れた性能を有することを見いだしたことに始まると云われている。トリニダッド島の天然Pitchは、その後世界各国に輸出されており、1991年にも16,000トンの輸出実績がある。Pitch Lakeは地下約100メートルの断層より恒常的にPitchが湧出しており、Pitchの採取と湧出が均衡している世界最大の石油の漏出(Seepage)と云われている。現状の埋蔵推定は8.0百万トンである。

同国の油田の開発はPitch Lake付近のBrightonにおいて1866年に開始され、最初の商業規模原油開発は1907年にPitch Lake南のPoint Ligoureで行われた。

同国の原油及び天然ガスの賦存はトリニダッド島南部を中心とし、西はヴェネズエラ国境線に達する水深25mのSaldado海底油田よりトリニダッド島南部を横断し、更にGaleota半島より大西洋に広がる大陸棚の約100km沖合い、水深250mの海域に達している。同国北東部のトバゴ島には商業規模の石油及び天然ガス田の賦存は確認されていない。

同国の原油及び天然ガス生産はIV.1に記述した通り主要7社にて行われている。各社の主要鉱区と生産井の深さ(Mft)、生産井数、生産原油量(MBPD)、原油のAPI重度、産油方法、石油同伴水量、油田における同伴水の分離などに関する入手可能なデータを集約して表 4-2-1に示す。なお、同表は予備的なものであり、次回調査において完全なものとするを想定して、作成したものであることに留意されたい。同国の原油及び天然ガス田の分布はIV.1の表 4-1-1に示した。

Table 4-2-1 : CRUDE OIL WELLS AND PRODUCTION IN TRINIDAD AND TOBAGO

Company	Name of oil field, Discovery date	Depth Mft	No. of wells		Production		Reserves		Production Method				Water Separation		Average Annual Growth Rate, %		
			Producing	Total	Average MBPD	Cumulative to Dec. 31, 1990 MMB	API Gravity	Recoverable Reserve MMB	Self Production	Pumping	Enhanced Oil Recovery		Water /Oil Ratio, B/B	Platform and Water Separation Units		Water in Processed Crude, %	
										Natural Gas	Water	Steam	CO ₂				
Amoco Trinidad Oil Co Ltd (ATOC)	•Cassia, 1973	12.7	9	9	3.6	15.5	na/45.0							0.80	1		
	•Mora, 1982	8.5	2	2	0.3	0.8	na/na							2.10	1		
	•Poui, 1974	11.7	38	40	18.6	171.4	34.0/na							1.36	2		
	•Samaan, 1971	11.8	37	47	13.0	189.5	36.8/na							0.61	3		
	•Teak, 1969	15.2	60	71	39.6	265.7	29.3/30.0		x					0.13	5		
				146	146	75.2	642.9	- /32.0									0.5
Trinidad & Tobago Oil Co Ltd (TRINTOC)	Area IV and Guapo, 1963	na	85	192	na		25.5/na										
	Barrackpore, 1911	11.1	83	379	4.2		18.3/26.4					x					
	Brighton, 1903	7.5	59	620	0.5		20.8/31.8										
	Catshill, 1950	9.7	31	134	0.1		38.3/33.3										
	Forest Reserve, 1913	11.0	289	2,042	3.9		23.0/18.3										
	Grand Ravine, 1929	11.0	51	168	na		na-/33.5										
	Guayaguayare, 1902/59	10.8	115	699	1.8		3.7/na										
	Oropouche, 1944	9.1	29	128	0.2		na/32.0						x				
	Palo Seco, 1929	12.7	77	939	2.0		5.0/na										
	Parrylands 1-5, 1913	10.6	118	508	1.7		0.2/na										
	Penal, 1936	11.1	78	289	1.1		2.4/20.3				x		x				
	Point Fortin C & W, 1907	10.6	124	551	3.6		22.0/19.9										
	Trinity/Inniss, 1956	9.7	20	95	0.5		na/31.1										
Bernstein/Point Ligoure, 1938	na	na	na	0.5		na/17.5						x					
Trinidad Northern Areas Ltd. (TRINMAR)	•Fortin Offshore (FOS), 1954	na	12	35	0.2		24.8/na							0.91	28	2.0	(-)3.0%
	•Soldado, 1955	11.0	371	673	37.5		na/20.0							na	na		(-)3.0%
			na	767	33.8	513.2			x	x	x	x		0.21	4		(-)3.0%
Trinidad & Tobago Petroleum Co Ltd (TRINTOPEC)	Centarl Los Bajos, 1973		162	221	2.4		na/18.9										
	Coora/Quarry, 1936	14.0	151	736	3.4		23.8/na										
	Fyzabad/Apex/Quarry, 1920-38	11.0	300	1,042	2.8		21.5/19.2										
	Galeota, 1963	6.3	47	105	2.1		25.5/26.3				x					1.0	
	Palo Seco/Erin/Mckenzie, 1926	12.7	493	1,581	7.4		20.2/										
Guapo	na	196	923	2.7		na/13.1							0.97		2.0	(-)1.5%	
			5,101	20.8	507.9												
Premier Consolidated Oilfields Ltd (PCOL)	San Francique Barrackpore, Fyzabad	11.0	103	521	0.8	22.1	na/17.4				x		x	0.56		0.6	(-)1.5%
Trinidad and Tobago Marine Petroleum Co Ltd (TRINTOMAR)	Pelican	—	—	6	3.9	2.2	na										
Lease/Farmout	Barrackpore	—	—	33	1.3	0.7	na										
Total/Average		—	3,203	14,026	144.4	2,632	—	536									

Notes : •Offshore Field

1) This Table is preliminary and should be elaborated for further study.

Sources : Oil and Gas Journal, International Petroleum Encyclopedia, 1992 and 1981, Oil and Grease Report 1988/9 Department of Energy and Energy Industries, Trinidad and Tobago, and Petroleum Encyclopedia of Trinidad and Tobago, 1993.

2-2 各原油及び天然ガス田の概要

トリニダード・トバゴ共和国の油田は一般に小規模、老朽化したものが多い。原油品質は重質油が多く、二次回収(Enhanced Oil Recovery:EOR)では天然ガス、海水、河川水、水蒸気あるいは炭酸ガスの圧入法が採用されている。更に原油の生産に伴って、大量の地層水あるいは圧入水、水蒸気凝縮水が混入し、原油中への水分の乳化分散(Normal Emulsification)及び同伴水への原油の乳化分散(Reverse Emulsification)が顕著である。

生産油井数は陸上に約2,680本、洋上に520本、総計では3,200本あると云われており、油井1本当たりの単純平均生産量は54BPDとなり、かなり小規模・老朽生産井戸であることがわかる。各油田の特性について概説すると次の通りである。

(1) 東部洋上油田及び天然ガス田

ATOCの大ガス田及び大油田であるTeak、Samaan及びCassiaガス田、TRINTOPECのGaleota油田及びTRINTOMARのPelican油田が散在しているが、この地区の生産量が同国生産量に占める割合は原油で約75%、天然ガスの90%、また、コンデンセートの100%である。天然ガス、原油とも今後の探査及び開発がこの地域で進むと期待されている。ATOC原油は比較的低密度でAPI重度32.8度、硫黄分0.27%、TRINTOPEC及びTRINTOMAR油田は相当量のコンデンセートを併産しており、同伴水分離はDemulsifier添加、貯蔵タンク静置及び伝統的な油・水分離装置の併用により原油中の水分は0.5%まで低下させており、洋上及び陸上の油汚染は比較的軽度である。なお、ATOC及びTRINTOPEC原油(API重度27度、海水圧入)は全量Galeotaより輸出されている。TRINTOPECはこの原油の90%を独自の販売網で、また10%をATOCを通じて輸出している。地層的にはPlioceneとPleistocene期に属するが、地質的検討の結果では更に深部に大規模油層が存在する可能性があると言われている。

(2) 南東部陸上油田

トリニダード島南東部にはGuayaguayare, Moruga East, Galeota Trend及びCatshill油田がある。原油採掘は主にTRINTOCにより行われている。この地域の産油能力は比較的小さくて合計能力は8MBPDである。油質は中質油が主体である。

(3) 南西部陸上油田

Forest Reserve油田を中心とする密集油田地帯であるが、原油生産は北部がTRINTOC、南部がTRINTOPEC、中間地帯はPCOLと3社で分担しており、合計42MBPDの産油がある。原油性状は南部油田にいく程重質化の傾向があり、一部にはAPI重度20度以下の重質油も産出している。小規模、老朽油田が多く、水蒸気圧入による重質油の二次回収が行われているが、同伴水が多く、(同伴水) / (重油+同伴水) が90%に及ぶところもあり、平均50%と云われている。原油と同伴水がEmulsionになり、原油と同伴水の分離が不十分なため、分離水中の原油濃度は1,000ppmを超えるばかりでなく、原油自身が流出浮上し、公共河川を介しパリア湾に流出しているケースも認められる。油分離装置の設計、運転、保全上の技術問題を解決することが石油汚染防止に必須である。

(4) 西部洋上油田

トリニダード島西南パリア湾のSoldado油田 (North, East, South West及びMainの四油田よりなる) をTRINTOC、TRINTOPEC 及び TRINMAR が分担し原油を生産している。原油の比重はAPI重度22度程度で同伴水及び天然ガスを併産しており、分離した天然ガスを使ってガスリフト生産が行われている。なお、Soldado East 油田付近に小規模な海洋天然ガスの自然噴出(Seepage)が観察される。

2-3 各油田及び天然ガス田の石油汚染の現況

トリニダッド・トバゴ共和国の石油汚染は一般論として洋上油田・ガス田、陸上油田・ガス田、製油所及びガソリン・ステーションなどが、規模の差はあるが問題視されている。しかしながら、今回の現地予備調査において、洋上油田・ガス田の慢性的石油汚染の程度は低いとの印象を受けた。

トリニダッド島東南洋上のATOCのTeak油田の生産石油（API重度32度）と同伴水の分離は一部洋上プラットフォームで行われている。静置貯槽排水を加圧空気フローテーション処理し、残留油を回収後に地層水を洋上放出しているが、視認できる油分の存在は観察されなかった。西南洋上のTRINMARのSoldado East油田の原油同伴地層水は陸上分離装置の静置貯槽排水処理を行っているが、来年2月完成予定でDemulsifier添加及びWaterfloodの計画があり、これに合わせてCorrugated Plate Interceptor(CPI)及び加圧空気フローテーション処理装置を追加する計画であり、石油汚染状況は現状よりある程度改善される見通しである。

慢性的石油汚染は圧倒的に陸上油田排水と製油所排水に集中している。Ministry of Energy and Energy Industriesの報告書には同国の慢性的石油汚染は1988年で210BPDと推定しているが、この数値算出の根拠は提示されていない。

今次予備調査の際、代表的な陸上油田排水及び河川水のCODを18点測定し、石油汚染の現況考察の資料とした（製油所排水については本報告書IV.4及びIV.5を参照されたい）。

トリニダッド・トバゴ政府の調査による慢性的石油汚染河川については、20の河川が指摘されている。その代表河川名をトリニダッド島東南部より時計回りに列挙し表4-2-2に示した。一部の河川についてはOil Catchで流出した原油を回収しているが、充分機能していないものもある。流出した原油は河川の両岸に堆積したり、草木に付着し景観を害している。水中に油分が乳化懸濁したReverse Emulsionはそのまま流下し海洋に排出される。

Table 4-2-2 : MAJOR PETROLEUM POLLUTED RIVER IN TRINIDAD AND TOBAGO

River Name	Tributary	Flow Rate Data (Oil Catch)
1. Ortoire River	Balata, Poole, Mora, Teak	Yes:F4-1
2. Bel Air River	Palmiste	No
3. Tavia River	-	No
4. Navette River	-	No
5. Madame Francoise River	Lizard, Iguana	No
6. Pilote River	Lawai, Eau Eau Clarke	Yes:F5-2
7. Moruga River	Petite, Stone, Grande	No
8. Road Morrovlte River	Little Moriguito, Cascas	No
9. La Lune River	-	No
10. La Marac River	-	No
11. Grande Riviera River	-	No
12. Cap de Ville River(1)	Corova, Cemetiére	Yes:F6-3
13. Guapo River(1)	Techier	Yes:F6-1 (2)
14. Cruse River	-	No (1)
15. Vance River	-	No (2)
16. Vassigny River	-	No (2)
17. Silver Stream River	Morne L'Enfer, Manout	No (2)
18. Tarouba River	-	No
19. Dropuche River	Molai, Rio Negro, Curapo, John, Godineau, Papura	No (2)
20. Guaracara River(2)	Moya, Black Swamp	No (1)

Notes: (1) Refinery of Point Fortin is located between Cap de Ville River and Guapo River. Waste water is discharged at Guaracara River and then into Gulf of Paria. Point Fortin is taking 2,160 TPD of industrial water as well as sea water, both of which are discharged at Ajaar River and into Gulf of Paria. Waste water flow rate is estimated 47,000 TPD.

(2) Refinery of Pointe-a-Pierre is discharging 81,000 TPD of waste water to Gulf of Paria through Guaracara River.

(3) Climatic Conditions at Refineries are summarized as follows.

Item	Point-a-Pierre	Point Fortin
Rainfall, mm		
-Annual Average	1,877	1,877
-Annual Maximum	2,572	2,572
-Maximum/Day	120	120
Tidal Data, m		
-Highest Possible	1.6	1.6
-Spring High	1.3	1.3
-Normal High	1.0	1.0
-Mean Tide	0.6	0.6
-Normal Low	na	0.4
-Spring Low	0.3	0.0

表 4-2-3に予備調査中に代表的陸上油田の原油・水分分離装置の排水及び代表的公共河川のスポット・サンプリングを行い、簡易分析測器でCOD(Mn)を測定した結果をまとめた。同表より明確なように油田より排出する排水はCODが1,000 μ mを超えているものが多数検出されている。一般河川でもCODが25~500 μ mに達するものが多い。一般的にCODと(Oil and Grease)の相関関係はないが、Order of Magnitudeでは一致しており、同国政府が設定を計画している(Oil and Grease)月間平均目標値50 μ mを達成することは現状では不可能に近い。

陸上油田での石油汚染は装置設計、運転及び保全の技術水準の問題であるが、同国の降雨と河川水量にも関係している。年間降雨量は日本の水準に近い1,800mm程度であるが集中豪雨が頻発し、油分回収装置が洪水に見舞われることも油汚染対策上充分考察すべきである。

同国の代表河川の水文学的データを表 4-2-4及び図 4-2-1に示した。主要河川は年間を通じ毎日の日間流量が記録されているが、石油汚染の著しい中小河川の記録は未整備である。

Point-a-Pierre の石油精製プラントに近い代表的河川 Ciperó River(F8-3)の水文学的基礎数値表を表 4-2-5に示す。Ciperó River の1989年の日間平均流量は0.27 m^3/sec であるが、雨期には31倍の8.40 m^3/sec になり、瞬間最高値は118倍の31.9 m^3/sec 、また歴史上の最高値は356倍の96.07 m^3/sec を記録している。集中豪雨については、120mm/Day あるいは 100mm/Hrが製油所の設計基準になっており、豪雨の頻度については43回/年とされている。

Table 4-2-3: WASTE WATER DISCHARGE AT OIL FIELDS

Sample Number	Production Company, EOR	Field	Water Sampling Point		Approximate Flow, m ³ /sec		COD, ppm	pH
			Point	Width, m	Depth, m	Flow Rate, m ³ /sec		
1.	TRINTOC	Forest Reserved	Tank Farm Out	1.0	0.2	0.2	1,000	na
2.	TRINTOC	Bernstein	Tank Farm Out	0.5	0.5	0.2	1,000	na
3.	TRINTOC	Silver Stream River	Oil Catch Out	35.0	4.0	0.01	500	na
4.	TRINTOC	Arrow Head, Silver River	Dam Out	10.0	1.0	0.1	500	na
5.	PCOL/TRINTOC	Fazabad, Molai River	Oil Catch Out	1.0	0.3	0.1	1,250	na
6.	TRINTOPEC	Fazabad, John River	Oil Catch Out	5.0	3.0	0.05	750	na
7.	TRINTOPEC	Arrow Head, Silver River	4km down from Dam	5.0	1.0	0.1	1,250	na
8.	TRINTOC	Penal	Station - 7 Out	...	Pipeline Discharge...		1,250	7.3
9.	TRINTOC	Barrackpore	Oil Catch Out	3.0	1.0	0.2	25	7.6
10.	TRINTOC	Barrackpore	Oil Catch Out	5.0	0.5	0.1	25	7.5
11.	TRINTOC	Oropuche	Compressor Station Out	...	Pipeline Discharge...		50	8.2
12.	Public River	Galeota North	Small River	4.0	1.0	0.05	50	7.2
13.	TRINTOPEC	Guayaguayare	Tank Farm Out	—	—	—	1,000	7.0
14.	TRINTOPEC	Guayaguayare	Separator Out	—	—	—	1,000	7.6
15.	TRINTOPEC	Beach Field	Pump Station	0.8	0.2	0.1	1,000	7.6
16.	Public River	—	Pilote River	20.0	5.0	0.1	25	7.4
17.	Public River	—	Ortoire River	60.0	8.5	0.05	25	7.6
18.	TORINTOPEC	Los Bajos	Tank Out	na	na	na	na	7.0
Total/Average				—	—	—	40.54	Wt. Av. 87.35 Av. 7.5

Notes : 1) Samples were taken on September 22, 23 and 25, 1992 by members of JICA as well as officers of Ministry of Energy and Energy Industries, Trinidad and Tobago.
 2) COD measurements were made by simplified COD (Mn) method.

Table 4-2-4 : HYDROLOGICAL SURFACE WATER DATA OF TRINIDAD AND TOBAGO

Hydrometric Area		Stream Gauging Stations				Streamflow, m ³ /second		Annual Rainfall	Annual River Run-off	
Number	Name	Area km ²	Number	Name	Area in km ²	Peak	Average	Minimum	mm	mm (%)
①	North Coast	388	F1-1	Paria	23.6	48.7	0.58	0.14	1,884	772 (41)
			F1-2	Matelot	23.3	32.3	1.07	0.32	3,189	1,446 (45)
②	North Orupuche	806	F2-1	Cunapo	82.1	63.1	2.08	0.00	2,083	798 (38)
			F2-2	North Orupuche Toco Road	177.4	46.1	3.65	0.06	2,221	717 (32)
			F2-5	Matura	45.1	52.1	1.45	0.34	2,097	1,014 (48)
③	Nariva	461	F3-1	Nevet	64.7	17.6	0.60	0.00	1,860	403 (21)
④	Ortoire	479	F4-1	Ortoire	146.1	38.4	1.44	0.01	1,789	308 (17)
⑤	Southern Range	526	F5-1	Moruga	77.7	36.4	1.08	0.00	1,731	435 (25)
			F5-2	Pilote	45.1	16.4	0.52	0.06	1,766	356 (20)
			F5-3	Inniss	86.5	44.3	1.02	0.00	1,563	368 (24)
⑥	Cedros Penninsula	420	F6-1	Guapo	41.7	30.7	0.65	0.00	1,891	490 (28)
			F6-2	Erin	45.1	* 19.6	* 1.43	* 0.01	* 1,759	* 1,008 (57)
			F6-3	Cep-de-Ville	14.4	19.9	0.22	0.00	1,743	439 (25)
⑦	South Orupuche	438	F7-1	South Orupuche	152.3	na	na	na	na	na (-)
⑧	Central West Coast	518	F8-1	Couva Caroni Ltd. Weir	62.9	55.7	0.45	0.00	984	227 (23)
			F8-3	Cipero	22.3	31.9	0.27	0.02	1,315	377 (29)
			F8-4	Caparo	58.0	17.9	0.63	0.01	1,531	339 (22)
⑨	Western Peninsula and Caroni	1,010	F9-1	Caroni Kelly	388.5	na	na	na	na	na (-)
			F9-2	St. Joseph	41.9	36.7	0.45	0.06	1,456	336 (23)
			F9-3	Diego Martin	31.6	45.4	0.17	0.01	1,587	166 (10)
			F9-4	El Mambo	16.6	31.0	0.35	0.00	1,731	663 (38)
			F9-5	Caura	23.8	6.5	0.48	0.10	1,920	633 (33)
			F9-6	Guanapo I	33.4	* 53.7	* 1.72	* 0.04	* 2,720	* 1,831 (60)
			F9-7	San Juan	53.9	50.0	0.76	0.21	1,612	442 (27)
			F9-10	St. Helena	384.1	154.8	8.71	2.33	1,806	717 (40)
			F9-11	Cuesa I	16.5	na	na	na	na	na (-)
			F9-12	Cunupia	38.8	17.0	0.48	0.00	1,426	371 (26)
			F9-14	Tacarigua	38.6	46.9	0.40	0.00	1,823	330 (18)
			F9-15	Cuesa II	21.4	na	na	na	na	na (-)
			F9-16	Guaymare	28.0	na	na	na	na	na (-)
			F9-17	Four Roads	36.8	na	na	na	na	na (-)
			F9-18	Guanapo II	41.5	108.6	1.23	0.15	1,544	933 (60)
Total/Average		4,826			2,363.7	Av:43.2	Av:1.23	Av:0.15	Av:1,727	Av:605 (35)

Source : Water Resources Agency, Government of Trinidad and Tobago, 1989 Edition and Supplemented by 1985 Edition (*)

Figure 4-2-1 : MAJOR RIVERS IN TRINIDAD AND TOBAGO

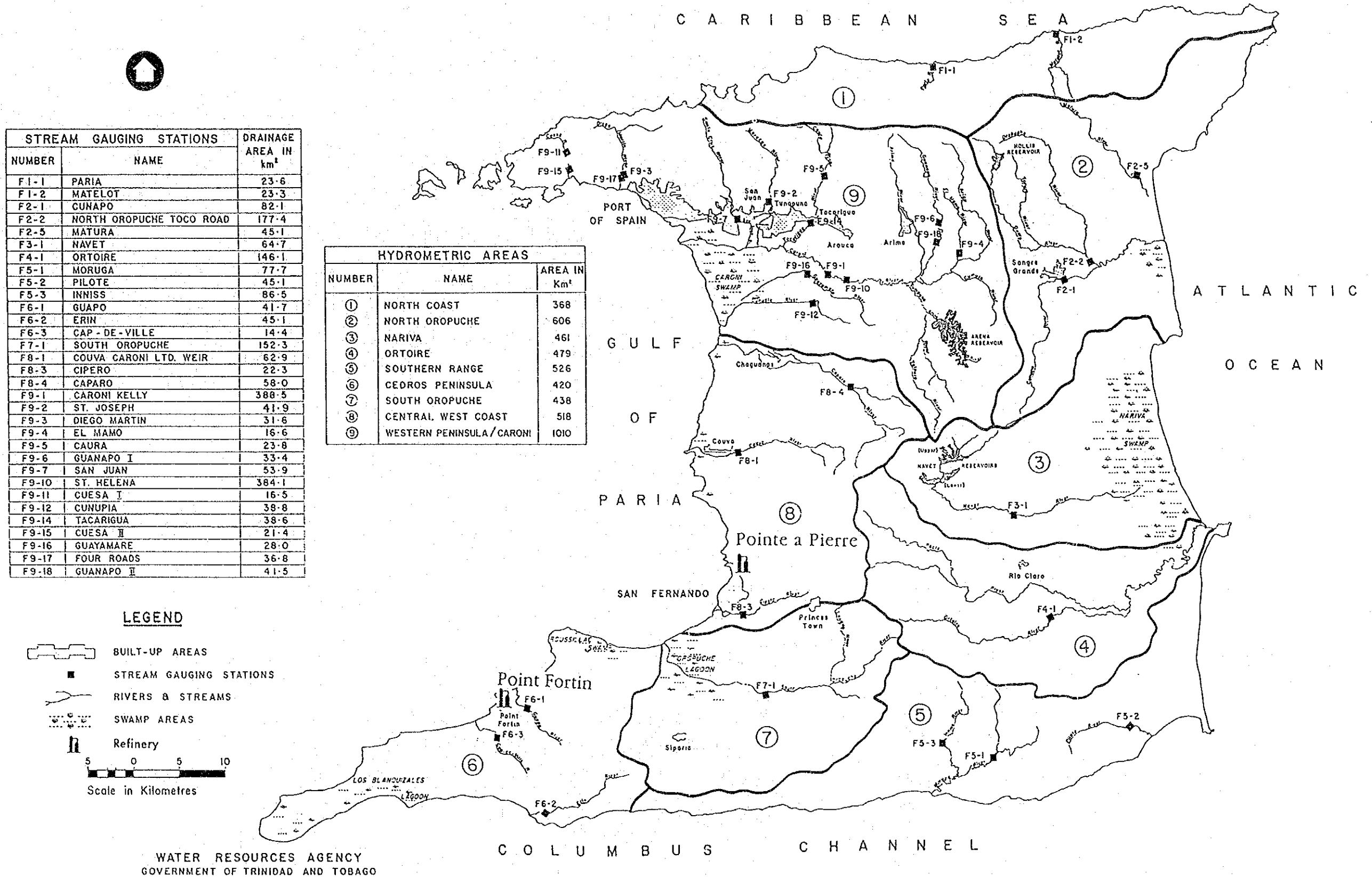


Table 4-2-5 : BRIEF DATA FOR CIPERO RIVER IN TORINIDAD AND TOBAGO

Items	Data in 1989
River Name	Cipero River (F8-3)
Location	South of San Fernando and Discharge into Gulf of Paria
Drainage Area, km ²	22.3... Heavy Clay Soil
Elavation and slope, m	5 to 69, channel slope=0.0056
Rainfall, mm	
Annual	1,315(100% in 1989)
Monthly Maximum	239 (18.1% in November)
Minimum	31 (2.4% in April)
River Run Off, mm	
Annual	377 (100% in 1989)
Monthly Maximum	90 (23.8% in November)
Minimum	7 (1.8% in April)
River Run Off/Rainfall, %	28.7
River Discharge Rate, m ³ /sec	
Instantaneous Peak	96.05 (Historical highest on July 21, 1985) 31.87 (1989)
Mean Discharg, m ³ /sec	
Annual	0.27 (1989)
Monthly Maximum	0.86 (September)
Minimum	0.06 (April)
Daily Maximum	8.40 (November 29)
Minimum	0.02 (July 02)

Notes : 1) The data is the latest available, however the recorded annual rainfall of 1,315 mm is considerably lower than the yearly average of 1,762 mm.

2) The hydrometric measurering was undertaken for Cipero River since 1978.

Sources : Surface Water Report, 1989, Water Resources Agency, Government of Trinidad and Tobago.

3. 石油設備

3-1 原油貯蔵設備及びパイプラインの概要

陸上油井からの原油はギャザリング・ステーションのタンクに集められ、更にタンクファームに送られる。ここでウォッシュタンクに入れられて底部から水が排出され、上層の原油はストレージタンクに送られ、そこから Pointe-a-Pierre製油所に送られる。海上油田の原油は先ず海底パイプラインで陸上基地に送られる。島の東南部の ATOC原油の全量及び TRINTOPECの原油の一部はそこから輸出されるが、TRINTOPECの残余の原油は Pointe-a-Pierreに送られる。西南部の TRINMARの原油も同様に陸上基地から Pointe-a-Pierreに送られる。

海底パイプラインはアスファルト・コーティングされている。一般に同国の陸上油田のパイプラインは油井からギャザリング・ステーションまでは2"、そこからタンクファームまでは6"のパイプが用いられている。タンクファームから Pointe-a-Pierreまでは8"以上のパイプが用いられる。

なお、天然ガス田は島の東南部にあり、ここからは Point Lisasの工業地帯とともに Penal, Port of Spainの発電所などに送るパイプラインが伸びている。陸上パイプラインは道路の脇に地上から約50cmの架台上に敷設されており、道路と交差する部分は地下埋設となっている。

表 4-3-1にトリニダッド・トバゴの幹線パイプラインの概要を示した。

3-2 原油貯蔵設備及びパイプラインのフローダイアグラム

タンクファーム周辺の代表的なフローダイアグラムを図 4-3-1に示す。

TRINMARの Point Ligoure基地は53MBPDの Soldado原油を16"パイプで受け入れ、ウォッシュタンクで水分を除去し、原油を TRINTOC製油所に6"及び8"パイプで送っている。

Table 4-3-1: MAJOR TRUNK PIPELINES IN TRINIDAD AND TOBAGO

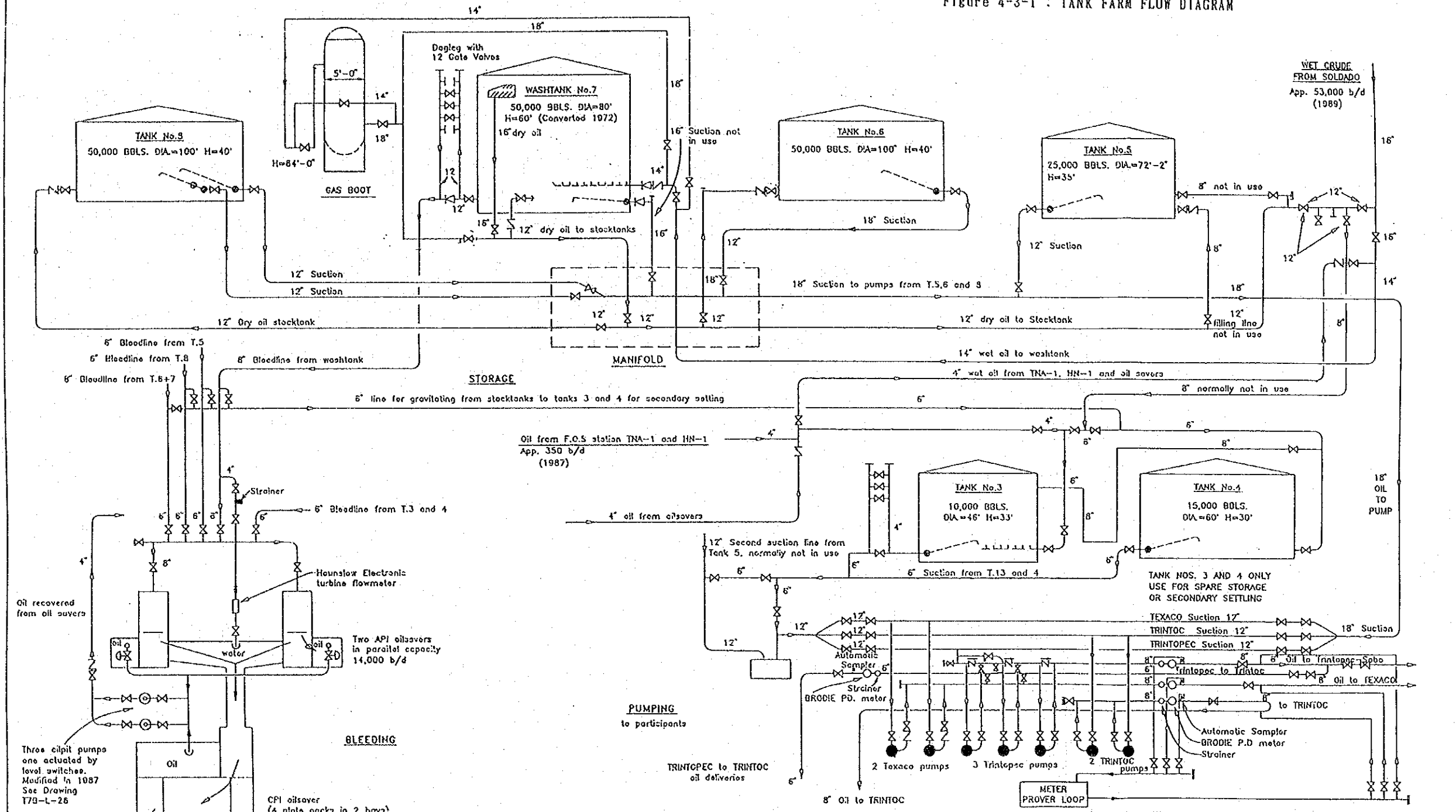
Pipeline Route		Delivery	Diameter	Approximate	Remarks
From	To		Feet, Inch	Distance, km	
Onshore					
Mayaro	Navatte Field	NG	5 - 1/2"	11	
Navatte Field	Beach Field	NG	1 - 6"	10	
		Crude	12"	10	
Balata East Field	Rochard Douglas Rd	Crude	1 - 6"	35	
Beach Field	Rochard Douglas Rd	Crude	1 - 12"	40	
		Crude	1 - 8"	40	
Mandingo	Cottage Trace	Crude	1 - 3"	10	
			1 - 6"	10	
Polo Seco Field	Pointe-a-Pierre	Crude	1 - 12"	30	
		NG	1 - 16"	30	
		CO ₂	10"	30	
Point Lisas	Pointe-a-Pierre	CO ₂	1 - 8"	10	
		H ₂	1 - 6"	10	
		NG	1 - 12"	10	
Point Fortin	Pointe-a-Pierre	Product	1 - 6"	35	
Gelota Point	Point Lisas	NG	30"	60	
Pointe-a-Pierre	Port-of-Spain	NG	16"	30	
Mahaica Field	Port-of-Spain	NG	6"	30	
Offshore					
Cassia	Galeota Point	NG	30"	60	
	Teak A	Cond	8"	30	
Sawaan	Teak B	Crude	16"	15	
Teak B	Poui	Crude/Cond	24"	20	
Teak A	Galeota Point	Cond	16"	40	
Poui	Galeota Point	Crude/Cond	24"	20	
Galeota D	Galeota Point	Crude	8"	10	
Saldado Main Field	Point Fortin	NG	8" + 10" + 12"	20	
		Crude	18"	20	
Brighton Marine-1	Point Fortin	Crude	6"	20	

Notes: NG=Natural Gas, Crude=Crude Oil, Cond=Condensate, CO₂=Carbon Dioxide for Enhanced Oil Recovery.

H₂=Hydrogen Gas for Refinery Uses. This table is preliminary and should be elaborated prior further study.

Sources: Location Map of Oil and Gas Pipelines, TRINTOC, June, 1985 and Others.

Figure 4-3-1 : TANK FARM FLOW DIAGRAM



- NOTES**
- Bleedline Connections to tank are not shown
 - Valves normally closed are shown as
 - Wash tank can be switched to stocktank service by closing 14" valve on incoming line and using 12" filling line
 - Elevations:

Pumphouse	+25'(app.)
Oil covers	+24'(app.)
T3/T4	+36.5'
T5	+50'
T6	+54.8'
T7	+54.5'
T8	+55'
 - All pumps electrically driven
 - Capacities are normal for tank 6, 7 and 8 taken above 4-5ft. suction level. (See Saybell Innage tables.)
 - All tanks have floating suction outlets

TRINMAR LIMITED			
POINT FORTIN			TRINIDAD W.I.
JOB TITLE:	POINT LIQUORE MAIN STORAGE		
DRG. TITLE:	SCHEMATIC DIAGRAM OF OIL AND BLEED WATER SYSTEM		
SCALE	SHEET	DRAWING No.	ISSUE
NONE	1 of 1	T7C-A-19	0
DRAWN	CKD./S.D.	ENG.	S.P.E. C.E.
91.07.30			

ACAD-A07-DISK #5

3-3 原油貯蔵設備及びパイプラインの接続、防食、塗装方法

(1) 接続方法

4" 以下のパイプは殆どカップリング接続であるが、6" 以上のパイプは電気溶接による接続が多い。

(2) 防食、塗装方法

タンクは錆止め塗装を1回、銀色の仕上げ塗装を2回施す。タンク底板の裏側（土に接する部分）にはコーラタールを2回塗装する。塗装は銀色のペイントが一般的であるが、中には下塗りだけのものも見られる。

海底パイプラインはガソリン・アスファルト混合物で下塗りした後、トップコートとしてアスファルト-ガラス繊維-アスファルト-ガラス繊維-アスファルトの多層防食を施し、更に亜鉛を陽極とした電気防食を行っている。

3-4 原油漏洩に対する現在の対策

原油貯蔵設備及びパイプラインの保全体制の一例を示すと、Guayaguayareタンクファームではポンプと油井の点検は毎日2シフト、1シフト3人によって行われる。メインラインの点検は週に1回、2人のライン・ワーカーによって行われる。

3-5 原油漏洩による汚染状況及び過去の記録

慢性的な汚染の原因としては、タンクの水切りにおいて、水と一緒に原油を排出し、これが油水分離不良のまま川に流出することが挙げられる。また、排水自体もエマルジョン化しており、分離が困難なことが多い。それ以外には、誤操作によるオーバーフロー、いたずらによるバルブよりの流出、更にパイプラインの腐食による油の流出による汚染がある。慢性的原油汚染の系統的資料は整備されていない。

表 4-3-1にトリニダッド・トバゴ全国の原油貯蔵設備及びパイプラインの1989年1月1日から1992年8月31日までの原油流出事故の記録を示す。陸上の原油流出185件のうち、腐食が原因となっているもの116件(62.7%)、流出量換算では3.72MBのうち2.55MB(68.5%)となっている。陸上流出原油の47%が回収されている。また、海洋原油流出は8件、0.54MBで原油回収はされていない。

Table 4-3-2 : OIL LOSS FROM CRUDE OIL TANK AND PIPELINES

<u>Location</u>	<u>Cause</u>	<u>Number of Incidents</u>	<u>Oil Spilled (MB)</u>	<u>Oil Recovered (MB)</u>
On-Shore	Corrosion	116	2.55	1.02
	Non-Corrosion	69	1.17	0.72
Sub-Total		185	3.72	1.74
Off-Shore		8	0.54	0
Total		193	4.31	1.74

Notes : Data is taken from January 1, 1989 to August 31, 1992

Source : Ministry of Energy and Energy Industries, 1992

4. 製油所

4-1 製油所のプロセス・オペレーションの現状

(1) 製油所運営方式

トリニダード・トバゴ共和国には国営企業TRINTOCの製油所がPoint Fortin(80MBPD)およびPointe-a-Pierre(175MBPD)の2ヶ所にある。Point Fortin 製油所はHydro-skimming Refinery で常圧蒸留、減圧蒸留、接触改質、水素化処理及びアスファルト製造の設備から成っている。Pointe-a-Pierre 製油所はいわゆるFull Refinery で常圧蒸留、減圧蒸留、ビスプレーキング、水素化処理、接触改質、接触分解、アルキレーション、接触重合、潤滑油製造、硫黄回収、Udex、ノルマル・パラフィン等各種石油化学の設備を有している。

両製油所の生産は、総合的最適生産が行われ、各種チャージ原料は両製油所間で輸送が行われる。広沸点範囲（ナフサとケロシンの混合）ナフサはPointe-a-Pierre から Point Fortin にタンカー輸送され、水添処理装置を利用してジェット燃料が高収率で生産される。

一方、常圧残渣油の余剰はPoint Fortin からPointe-a-Pierreにパイプライン輸送され、減圧蒸留を経て流動接触分解原料となる。両製油所設備をフルに活用し、更に潤滑油や石油化学製品を生産するため、国産原油とともに輸入原油処理が行われている。ヴェネズエラのMaraven からLago Treco原油を輸入し、Point Fortin で処理している。

両製油所統合の製品収率を表 4-4-1 に示す。

(2) 主要設備と能力

両製油所の主要設備と公称能力を表 4-4-2 に示す。1992年前半の操業はPoint Fortinが41MBPD、Pointe-a-Pierreが88MBPDの低負荷運転を行っている。

(3) 精製工程

Point Fortin 製油所精製工程を図 4-4-1、Pointe-a-Pierre 製油所精製工程（現状）を図 4-4-2、Pointe-a-Pierre 製油所精製工程（Upgradingプロジェクト完成後推定）を図 4-4-3 に示す。

Table 4-4-1

INTEGRATED SYSTEM PRODUCT YIELD

Liquified Petroleum Gas	2.4 % Volume
Mogas	22.5
Kerosene	10.5
Gas Oil	15.5
Fuel Oil	47.1
Gas/Loss	2.0

Source : TRINTOC

Table 4-4-2

MAIN UNITS AND CAPACITIES

[BPD]

UNITS	Point Fortin Refinery		Pointe-a-Pierre Refinery	
	unit number	Capacity	unit number	Capacity
Crude Distillation	1	80,000	2	175,000
Vacuum Distillation	1	7,000	3	163,000
Visbreaking Unit			2	17,000
Hydrotreating Unit	1	21,000	2	128,000
		(Naphtha, Kerosene)		
Fluid Catalytic Cracking Unit			1	26,000
Catalytic Reforming	1	6,500	2	25,000
Kerosene Hydrogenation	1	4,500		
Udex Unit			1	9,500
Aromatics Fractionation Unit			1	2,500
Alkylation Unit			1	2,100
Catalytic Polymerization Unit			1	1,500
Lube Oil Plant				
Furfural			1	8,000
Methyl Ethyl Ketone			1	5,000
Hydrofining			1	3,000
Nonene Fractionation			1	400
Narmal Paraffins			1	16,000
Sulphur Recovery			1	250 TPD
LPG Unit	1	2,700	1	1,500
Bitumen Blowing	1	1,600		

Source : TRINTOC

Figure 4-4-1 : SCHEMATIC DIAGRAM OF REFINERY PROCESSING
POINT FORTIN

Unit: Capacity in MBD
(): Number of Units

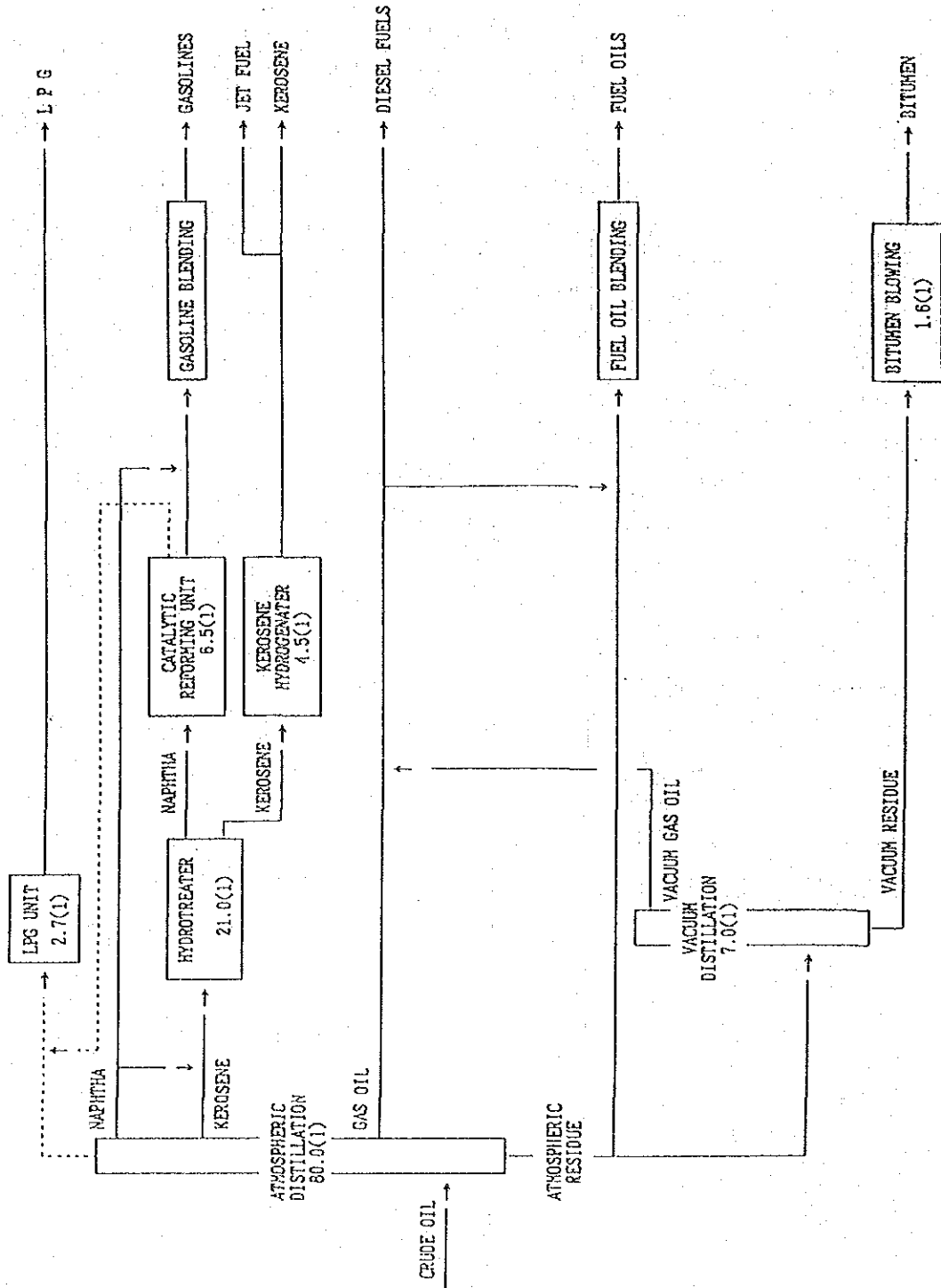
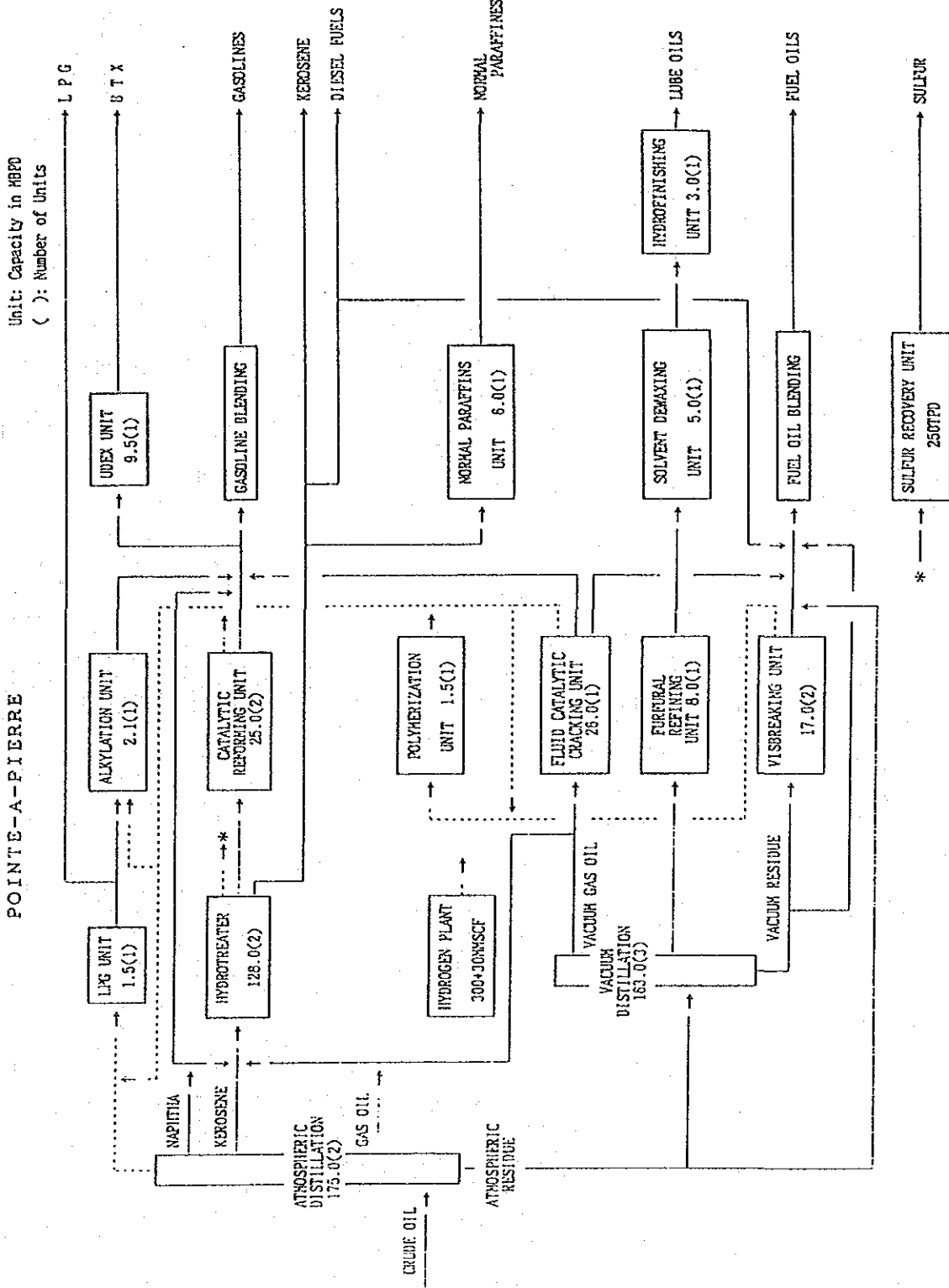


FIGURE 4-4-2 : SCHEMATIC DIAGRAM OF REFINERY PROCESSING
 POINTE-A-PIERRE



4-2 製油所における環境保全対策の現状

(1) 製油所排出基準の現状と今後の動向

1) 現 状

排水水質に関して月間平均油分(Oil and Grease)50ppmが共和国政府目標値として1990年6月1日提示されているが、水質に関するそれ以外の項目及び大気関係についても法律で定められた排出基準は未だない。したがって、TRINTOC あるいは製油所基準も未だ定められていないのが現状である。水質に関する他の項目の基準設定については、1992年5月のエネルギー省作業部会において時期尚早とされた。しかし、表 4-4-3 に示す項目について TRINTOC はモニタリングを実施することとなった。なお、pH、温度、溶存酸素、油分、溶解固形分、浮遊物質、アンモニア及び硫化物については、既に1990年1月より毎月1回 Point Fortin, Pointe-a-Pierre 両製油所各 APIセバレーター出口(処理水)のモニタリングが行われている。

2) 今後の動向

上述の排水モニタリングは、1995年末まで続行される。これによって得られるデータは今後の公害防止設備の設計に使用されるとともに排出基準作成の参考とされる。

大気関係については、汚染監視のためSO₂、H₂Sの着地濃度連続モニタリングを1992年中に実施の予定となっている。排出ガス中のCO、SO₂およびNO_xのモニタリングも1992年末までに実施の予定である。流動接触分解装置(FCC)から排出される粉塵のモニタリングは1993年より始められることになっている。これらのデータは今後の排出基準作成の参考とされるだろう。

騒音基準についても大気と並行して検討が進められることになっている。各排出基準の長期達成目標が Latin American State Oil Reciprocal Assistance(ARPEL)グループの環境ガイドラインにおいて提示されている。TRINTOCもこのグループに参加しており、達成期間は5-10年以内とされている。

Table 4-4-3

PARAMETERS FOR LIQUID EFFLUENT MONITORING	
EXPLORATION AND PRODUCTION DIVISION	MANUFACTURING DIVISION
* pH	+ pH
* Temperature	+ Temperature
* Oil and Grease Content	+ Oil and Grease
* Total Dissolved Solids	+ Total Dissolved Solids
* Sulphides	* Sulphides
* Dissolved Oxygen	* Chemical Oxygen Demand
* Total Suspended Solids	+ Total Suspended Solids
* Heavy Metals	* Phenol
* Polyaromatic Hydrocarbons	* Cyanide
	* Heavy Metals
	* Polyaromatic Hydrocarbons
	* Chlorinated Hydrocarbons
+ - weekly monitoring	
* - monthly monitoring	
* - specific studies	

Source : REPORT ON THE ESTABLISHMENT OF
TRINTOC'S ENVIRONMENTAL UNIT AND
AN ACTION PLAN FOR IMPLEMENTATION OF
ENVIRONMENTAL PROGRAMMES

(2) 公害防止設備

1) 排ガス関係

両製油所とも最新鋭の公害防止設備は設置されていない。ただし使用燃料は何れも製油所ガスおよび天然ガスで、クリーン・エネルギーに近く、モニタリング・データはないが排ガス中のSO_xは低レベルと思われる。

2) オイリー排水

貯蔵タンク及び各装置から排出されるオイリー排水は両製油所ともにそれぞれ4系統のAPIオイル・セパレーターで処理されている。

図 4-4-4 にPoint Fortin 製油所処理系統を示す。No.3 Oil Saver(APIオイル・セパレーターと同一構造)のみ下流にCPIセパレーターを持っている。また、No.1、No.2、No.3 Oil Saver の各排水は Effluent Channelで合流し、Agaar川に流出するが、河口にもOil Boomが設置され、三重の油分回収が図られている。

Pointe-a-Pierre 製油所処理系統は図 4-4-5 に示す。No.2 APIセパレーターは下流にGuard Basin がある。No.3、No.4 APIセパレーターは合流して下流にGuard Basin が設置されている。さらに、各排水が放流されているGuaracara川の川口にはOil Boom が展張されている。また、これらの他にポンプ室排水に対して2ヶ所の Oil Catchment、タンク・ヤード排水用に4ヶ所の Oil Catchment が設置されている。

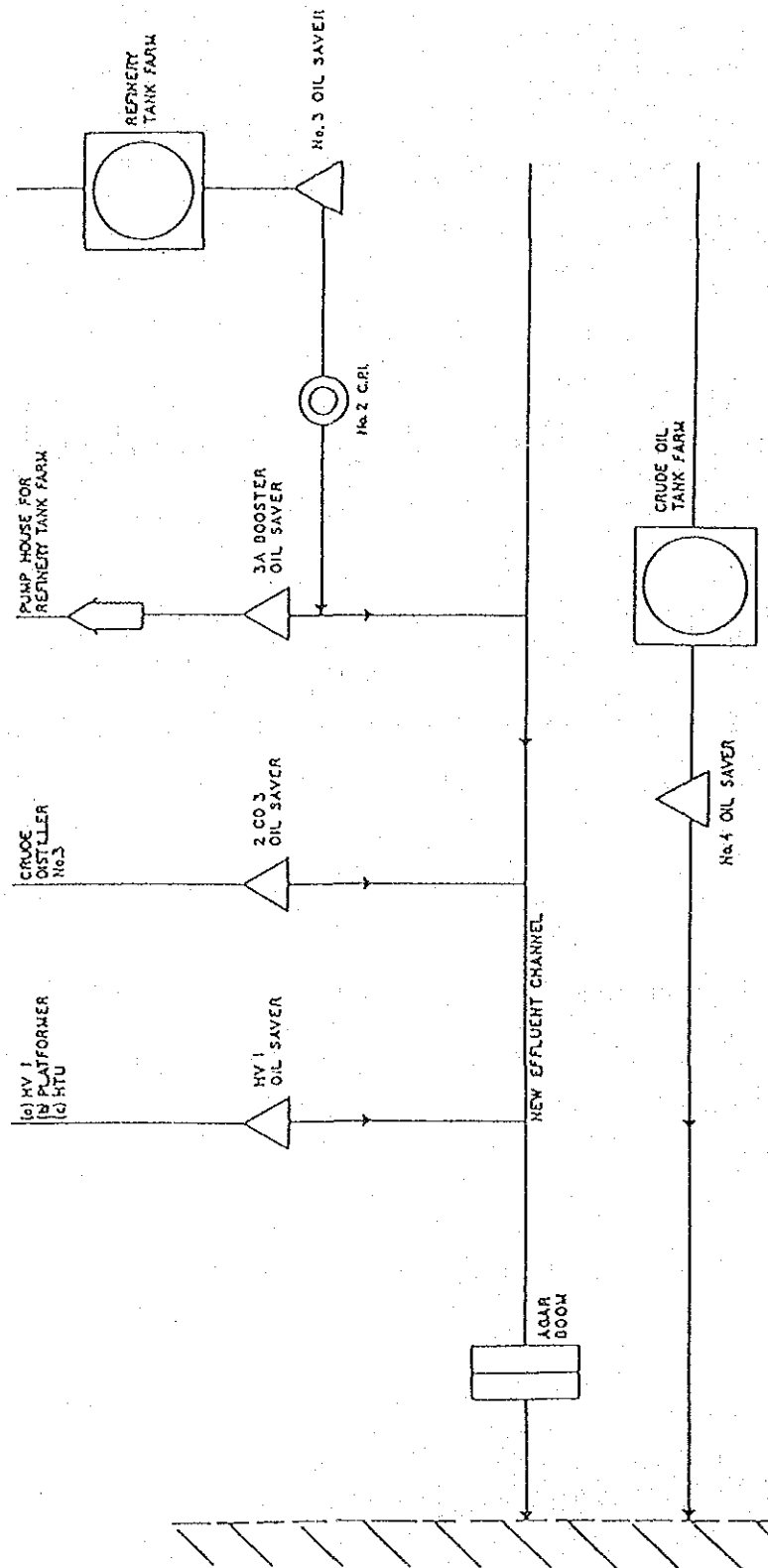
3) サワーウォーター

両製油所のプロセスからのサワー・ウォーター（硫化水素含有）は、ストリッパーで処理されている。

(3) 排水系統別流量と分析値

排水流量は両製油所とも定常的に測定はされていない。Pointe-a-Pierre については1992年4～6月のデータを分析値とともに表 4-4-5 に示す。

Figure 4-4-4: POINT FORTIN REFINERY EFFLUENT TREATMENT



Point Fortin については、最近の流量データがないので参考として設計値を採用し、1992年8月24日の分析データとともに表 4-4-4 に示す。

排水流量は非常に多く、日本の製油所に比べて概括的な見方をすれば7~8倍程度である。また、油分 (Oil and Grease)、CODも非常に高く、石油汚染の深刻さを示している。詳細は後述する。

(4) オイリー排水発生源

両製油所の排水系統別オイリー排水発生源をそれぞれ次の表に示す。

Point Fortin.....表 4-4-6、表 4-4-7

Pointe-a-Pierre.....表 4-4-8、表 4-4-9、表 4-4-10

Table 4-4-4

POINT FORTIN EFFLUENT DATA

STATION	※1 FLOW RATE [m ³ /hr]	※2 Oil & Grease [mg/ℓ]
#1 Oil Saver	379	88
#2 Oil Saver	117	25
#3 Booster and CPI Oil Saver	1,006	NA
#4 Oil Saver	452	45

※1 Design Fiure Cited since no Actual Data Available.

※2 Analytical Data on August 24, 1992

Source : TRINTOC

Table 4-4-5

 POINTE-A-PIERRE EFFLUENT DATA
 (APRIL-JUNE 1992)

STATION	PARAMETER	FLOW RATE (M ³ /S)	C.O.D. (mg/ℓ)	O. & G. (mg/ℓ)
#1 API	No. of samples	14	7	16
	Mean	0.041 148m ³ /hr	402	422
#2 API	No. of samples	15	7	16
	Mean	0.136 490 m ³ /hr	291	406
#3 API	No. of samples	14	7	14
	Mean	0.041 50 m ³ /hr	223	196
#4 API	No. of samples	14	7	16
	Mean	0.742 2,671m ³ /hr	229	176
#2 API Guard Basin	No. of samples	8	7	8
	Mean	0.150 540 m ³ /hr	236	236
Total		3,899 m ³ /hr		

Source : TRINTOC

Table 4-4-6: POINT FORTIN REFINERY FACILITIES (1)

REFINERY FACILITIES AT POINT FORTIN	RESPONSIBLE SUPERVISION	CHARGE IN	LIQUID WASTE TO OIL SAVER / OIL SKIMMER	OIL SAVER / OIL SKIMMER
CRUDE DISTILLATION III CD III	REFINERY OPERATIONS	Largo Treco Crude Oil / Indigenous Crude Oil	Kerosine, Gas Oil, Fuel Oil, Pump/gland leaks	# 2 OIL SAVER CD III
"	"	"	Salt Water	REFINERY EFFLUENT OIL SKIMMER
MEROX UNIT	REFINERY OPERATIONS	Light Tops from CD III, Platformer	Spent Caustic	REFINERY EFFLUENT OIL SKIMMER
UTILITIES	REFINERY OPERATIONS		Salt Water	REFINERY EFFLUENT OIL SKIMMER
HYDROTREATER UNIT HTU	REFINERY OPERATIONS	Heavy Kerosine/ Naphtha	Kerosine, Gasoline, Pump/gland leaks pipelines	# 1 OIL SAVER COMPLEX / HV1 / NOR
"	"	"	Sour Water	TANKS R 23, R 22
PLATFORMER	REFINERY OPERATIONS	Gasoline	Gasoline, Platformate, pump/gland leaks	# 1 OIL SAVER COMPLEX / HV1 / NOR
HYDROGENERATOR HGU	REFINERY OPERATIONS	Light Avjet	Avjet, pump/gland leaks	# 1 OIL SAVER COMPLEX / HV1 / NOR
BITUMEN PLANT	REFINERY OPERATIONS	Fuel Oil	Fuel oil, Gas Oil, Bitumen, pump/gland leaks, Salt Water	# 1 OIL SAVER COMPLEX / HV1 / NOR
NAPHTHANIC OIL RESIDUE UNIT NOR	REFINERY OPERATIONS	Spent Caustic after treating gas oil	Sulphuric Acid, Spent Caustic, Salt Water	# 1 OIL SAVER COMPLEX / HV1 / NOR

Table 4-4-7: POINT FORTIN REFINERY FACILITIES (2)

TANK #	RESPONSIBLE SUPERVISION	LIQUID WASTE TO OIL SAVER/ PIT	OIL SAVER/ PIT
1 - 11	INSTALLATION & SHIPPING	Crude Oil & Slop Oil bleeds	# 4 CRUDE OIL SAVER
46	INSTALLATION & SHIPPING	Naphtha, Roof bleeds	# 4 CRUDE OIL SAVER
50, 52	INSTALLATION & SHIPPING	SR Naphtha	# 4 CRUDE OIL SAVER
54, R 159	INSTALLATION & SHIPPING	Mogas bleeds	MOGAS OIL SAVER
60, 61, 62, 65 53	INSTALLATION & SHIPPING	Kerosine bleeds	# 3 BOOSTER OIL SAVER
41, 42, 43	INSTALLATION & SHIPPING	Platformate bleeds	# 3 BOOSTER OIL SAVER
71, 72, 73	INSTALLATION & SHIPPING	Light Tops bleeds	# 3 BOOSTER OIL SAVER
21, 22, 23, 51	INSTALLATION & SHIPPING	Gas oil bleeds	# 3 BOOSTER OIL SAVER
24, 26	INSTALLATION & SHIPPING	Largo Treco crude oil bleeds	# 3 BOOSTER OIL SAVER
70	INSTALLATION & SHIPPING	Wide range Naptha bleeds	# 3 BOOSTER OIL SAVER
12, 13	INSTALLATION & SHIPPING	Largo Treco crude oil bleeds	SHORE-END PIT
27, 29, 30, 28	INSTALLATION & SHIPPING	Fuel oil bleeds	SHORE-END PIT
	INSTALLATION & SHIPPING	Kerosine, Gas oil, Gasoline, Fuel Oil, Platformate	JETTY HEAD PIT

Table 4-4-8: POINTE-A-PIERRE REFINERY FACILITIES (1)

REFINERY FACILITIES AT POINTE-A-PIERRE	RESPONSIBLE SUPERVISION	CHARGE IN	LIQUID WASTE TO API SEPARATOR	API SEPARATOR/ GUARD BASIN
# 8 CRUDE DISTILLATION UNIT - CDU	NORTH AREA	Holo Crude oil/ Largo Cinco Crude oil	de-oiled Water from #8 CDU Sump	# 2 API
"	"	"	Surface water	# 2 API
# 4 VACUUM DISTILLATION UNIT - VDU	NORTH AREA	Reduced Crude from Holo crude	Kerosine stripper Vapour, Gas Oil Tower condensate Vapour, Hot well Vapour, pump leaks -small, Sour water	# 4 API
"	"	"	Salt Water, traces of hydrocarbons due to leakages of overhead pipelines	RIVER KWAI
# 3 VACUUM DISTILLATION UNIT - VDU	NORTH AREA	Reduced crude from Largo Cinco	Salt water, light hydrocarbon vapour, steam, effluent from Hot well, pump bleeds	# 4 API
FURFURAL RECOVERY UNIT - FRU	NORTH AREA	Vacuum Gas oil	None - closed system, if any discharge however, pump bleeds	# 4 API
METHYL ETHYL KETONE UNIT - SDU	NORTH AREA	Refined oil	Closed system - if any discharge however, pump bleeds	# 4 API

Table 4-4-9: POINTE-A-PIERRE REFINERY FACILITIES (2)

REFINERY FACILITIES AT POINTE-A-PIERRE	RESPONSIBLE SUPERVISION	CHARGE IN	LIQUID WASTE TO API SEPARATOR	API SEPARATOR/ GUARD BASIN
# 1 CATALYTIC REFORMING UNIT - CRU	SOUTH AREA	Straight Run Gasoline, Naptha	Fresh water with traces of Gasoline, Naptha, Kerosine, Gas oil	# 2 API
# 1 HYDROTREATER HTU	SOUTH AREA	Atmospheric Gas Oil/ Kerosine	Fresh water with traces of Gas oil, Kerosine	# 2 API
# 2 GIRBOTOL	SOUTH AREA	Hydrogen Sulphide Rich Gas	De-amine, light hydrocarbon gas	# 2 API
CATALYTIC POLYMERISATION UNIT CPU	SOUTH AREA	Depropaniser tops	Caustic treated, amine	# 2 API
LOW PRESSURE GAS UNIT LPG	SOUTH AREA	Propane/ Butane/ Methane	Caustic treated light hydrocarbons	# 2 API
JP -4 TREATER	SOUTH AREA	Kerosine	Spent Caustic soda, Caustic in water	# 1 API
PETRECO	SOUTH AREA	Gas Oil	Caustic soda in water	# 1 API
# 1 VISBREAKER UNIT VBU	SOUTH AREA	Resid	Salt Water, Gas oil, Kerosine, Gasoline, Heavy crude material	# 1 API
# 1 VISBREAKER UNIT VBU	SOUTH AREA	"	Salt water	# 2 API
NAPHTHALIC ACID PLANT NAP	SOUTH AREA	Soap Solution	Sulphuric Acid, Caustic Soda, traces of medium hydrocarbon, H ₂ O traces	# 1 API

Table 4-4-10: POINTE-A-PIERRE REFINERY FACILITIES (3)

REFINERY FACILITIES AT POINTE-A-PIERRE	RESPONSIBLE SUPERVISION	CHARGE IN	LIQUID WASTE TO API SEPARATOR	API SEPARATOR/ GUARD BASIN
FLUID CATALYTIC CRACKING UNIT FCCU	EAST AREA	Vacuum Gas Oil	De-oiled water from FCCU Run Down Sump, Surface water from FCCU	East Area Guard Basin
GAS CONCENTRATION UNIT	EAST AREA	Compressed Gasoline, FCCU distillates, HP gases	Surface water, leakages from pumps, Caustic soda, Sour Water	East Area Guard Basin
D3 COLUMN	EAST AREA	stop oil	pump glands leaks, acidic water	# 3 API
D4 COLUMN	EAST AREA	Phoenix Park Condensate	light hydrocarbons	# 3 API
ALKYLATION UNIT	EAST AREA	Butane, Butelyne	Alkylation bottoms, pump bleeds, caustic soda, sulphuric acid	# 4 API
ACID PLANT	EAST AREA	Hydrogen Sulphide	Amine, condensate, Hydrogen sulphide, weak sulphuric acid	PIT
# 1 CRUDE DISTILLATION UNIT - CDU	EAST AREA	Holo Crude Oil	Medium hydrocarbons, pump leaks if any	# 4 API
# 1 VDU	EAST AREA	Reduced crude	Kerosine, Salt water, Light hydrocarbons	# 4 API

4-3 製油所における環境の汚染の状況

(1) 過去の石油流出事故

エネルギー省統計による1985年以降の石油流出事故の状況を表 4-4-11に示す。このデータは、トリニダッド・トバゴ全体の陸上・海上油田、原油タンク基地、輸送パイプライン及び製油所における石油流出事故統計である。この中には地層からの石油浸出(Oil Seepage)は含まれていない。

1986-1988年の期間は後述するような事故のため発生件数、流出量とも異常に高い。1989年以降は減少しているが、原油生産量、処理量、国土面積等から考えるとまだまだかなり高い。これらのデータはあくまでも報告された事故統計であり、日常オペレーションを通じての発生ロスがこれに加算されるものと考えられる。

上記の統計の中から製油所における流出事故を抽出し、表 4-4-11に併記した。

Pointe-a-Pierre製油所のタンク事故は、タンクの異常沈下による亀裂発生で6.2MBの重油が海上に流出し、単一事故としては、トリニダッド・トバゴ最大の事故と言われている。この流出油のためIcacos半島周辺の漁業は重大な被害を受け、漁業協同組合からTRINITOCに対し補償要求が出され協議の結果解決された経緯がある。なお、この期間にはPoint Fortin製油所の流出事故は報告されていない。

(2) 製油所における石油汚染の現状

1987年以降は、両製油所からの流出事故による環境汚染の記録はない。次に、日常の操業及び保全技術とその管理を通じての汚染発生について述べる。

1) 製油所オイリー排水処理水の水質

両製油所排水中のOil and Greaseを算出し、次節の表 4-5-3に示す。

計算結果の概要は、Pointe-a-Pierre製油所処理水中のOil and Greaseは220.6ppm、CODは245.5ppmで126.5BPD(約17.9T/D)の油分(Oil and Grease)が海域に排出されていることになる。Point Fortin製油所処理水中のOil and Greaseは56.3ppmで18.7BPD(約2.7T/D)の油分が同様に海域に排出されていることになる。

Table 4-4-11

OIL POLLUTION STATISTICS 1985-1992 AUG

Year	Spill Incidents	Oil Spilled in bbl	Oil Recovered		Oil lost to environment in bbl
			in bbl	%	
1985	90	13,700	12,400	90	1,300
1986 ~1988	609	65,615	47,240	72	18,375
Yearly Average	(304	32,808	23,620		9,188)
1989 ~1992Aug.	193	4,306	1,738	40	2,568
Yearly Average	(54	1,200	482		713)

DATE	REFINERY	SPILL INCIDENT	OIL SPILLED	SPILLED OIL IN BBL	RECOVERED OIL IN BBL
1986. 7.20	Pointe-a-Pierre	No.71 Fuel Oil Tank(22,600Kl) <i>Leakage due to Crack of Bottom Corner</i>	Fuel Oil	24,684	18,513
1986.11.19	Pointe-a-Pierre	Leakage from 10" Heavy Gas Oil Pipeline	Desulf. Heavy Gas Oil	1,170	1,140

Source : MINISTRY OF ENERGY

これらの数値は、日本の製油所の現状と比較した場合著しく高いと言わざるを得ない。日本では国家規制値は5ppmで、実状は0.6ppm水準を保っている。

2) 排水処理施設サイトの現状

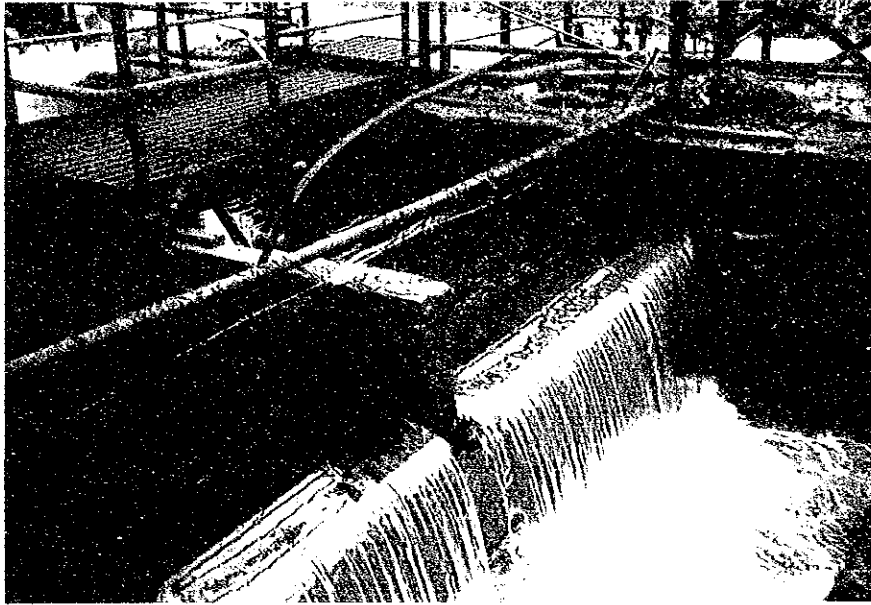
排水処理施設は両製油所とも重力分離方式のAPIセパレーターが主体である。その処理状況は著しく低効率である。Point Fortin製油所の方がやや軽度であるが大差はない。したがって、以下Pointe-a-Pierre 製油所を主体に述べることにする。

a) APIセパレーター出口の処理水は、油膜の存在のみならず、黒油（原油が主体と思われる）そのものが部分的に浮上している箇所もあり、処理水とは考え難い状態である。以下処理水の状況を写真7葉にて示す。

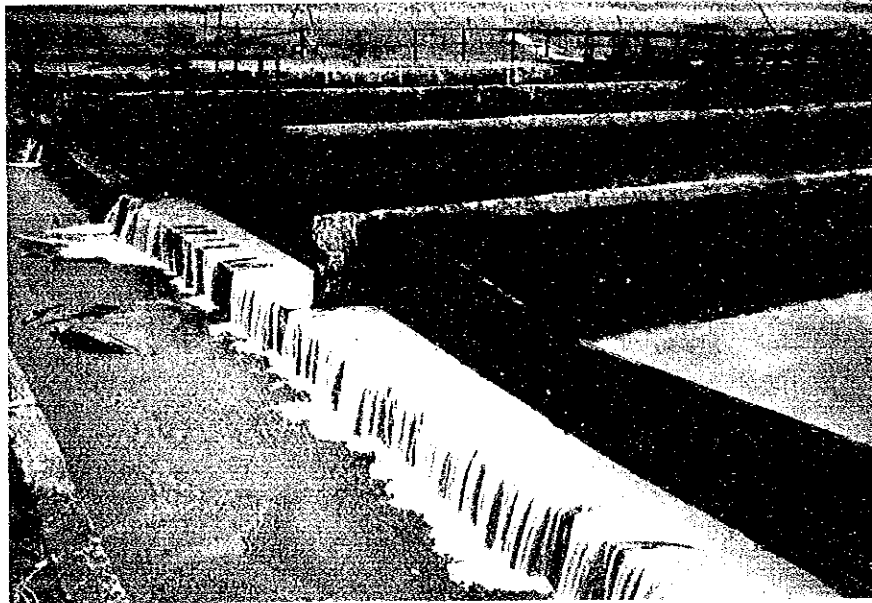


Pointe-a-Pierre製油所No.3、No.4 APIセパレーター出口合流部。

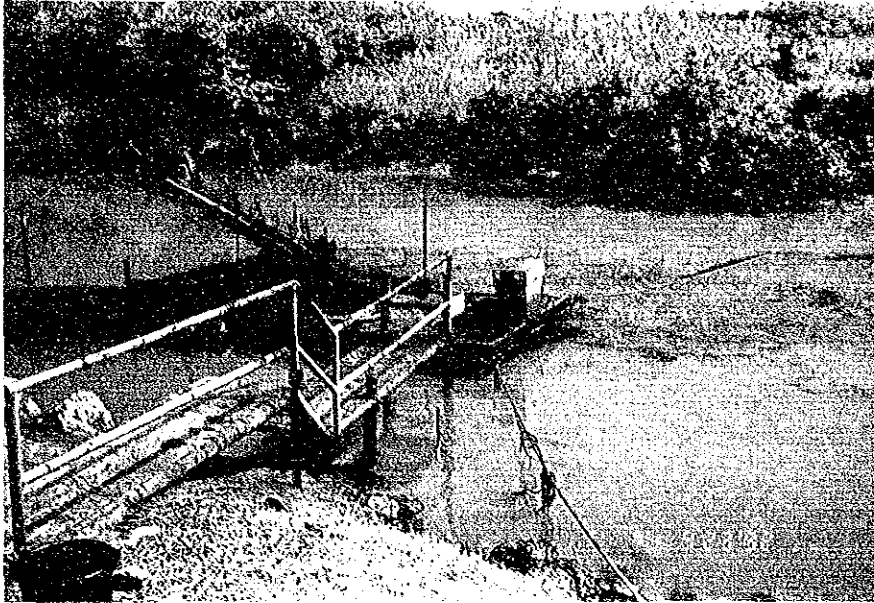
豪雨の際、APIセパレー（手前）よりオーバーフローしたと思われる黒油の跡が土手に残っている



Pointe-a-Pierre No.2 APIセパレーター出口。写真では明確ではないが、排水滞留部には部分的に黒油が浮上している。



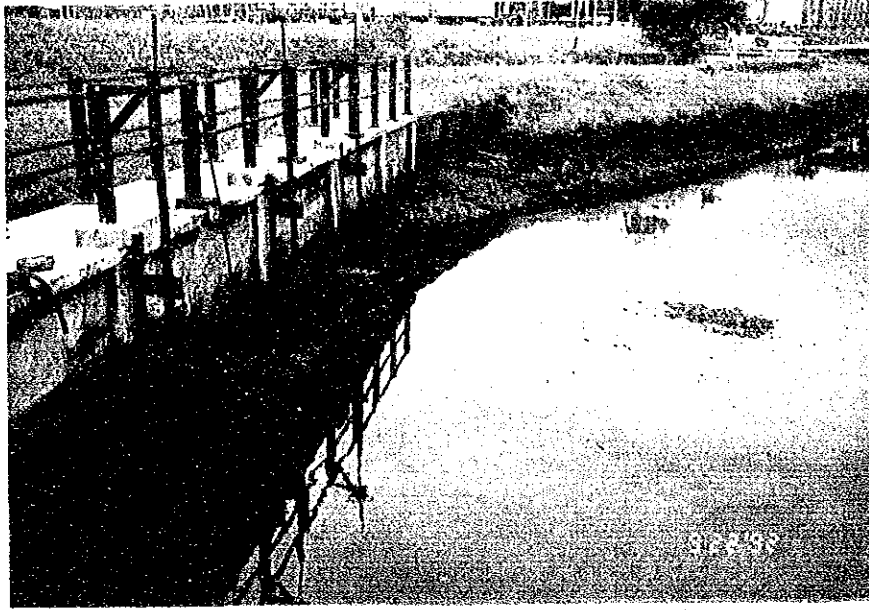
Pointe-a-Pierre No.1 APIセパレーター出口。黒灰色エマルジョン状態、黒油の浮上が多い。



Point Fortin 製油所、No1, No2, No3 Oil Saver 出口合流部 Oil Boom。
Paria湾へ放流される手前のOil Catch Boom内には黒油が滞留し、一部はBoom
外に流出している。

- b) API セパレーターに影響を与えるこれら黒油の発生源は、原油、重油、Slop Oil などの黒物タンヤード、原油蒸留装置、デソルター、減圧蒸留装置、ピスブレイカーなどのプロセスである。

- c) Guard Basinは、通常は処理排水とクリーン排水を合流し、河川（海域）に放流するものであるが、以下の写真のごとくここにも黒油そのものが浮上している。さらには、Guard Basin 出口においても部分的に浮上黒油が存在し、河川を經由して海域に流出している。即ち、部分的には“タレ流し状態”が発生している。

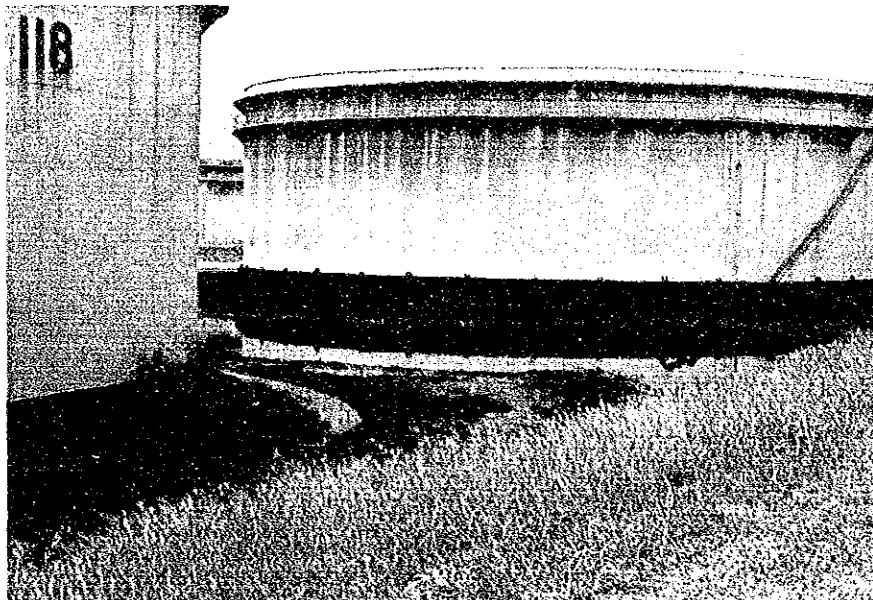


Pointe-a-Pierre No.3、No.4 Guard Basin。写真では判然としないが、部分的に黒油が浮上しており、API処理水とは考えられない。土手にも黒油の跡が見られる。



No.2 Guard Basin。No.3、No.4 Guard Basin同様ここにも黒油の跡がある。

- d) 排水処理施設周辺とともに、構内に掘られている油スラッジ溜池から豪雨時に油スラッジが溢流し、川に流出した形跡がある。また、一部の原油タンク・ヤード防油堤内にも多量の原油が流出し滞留しているのが観察された。



Pointe-a-Pierre原油タンク・ヤード。
排水ポンプが故障し、多量の原油・水が流出した事故の跡とのことである。

- e) 以上を総合して、製油所における石油汚染は事故以外は大半が排水処理施設周辺に集中していると結論される。

3) 排水処理不良の原因として考えられる事項

現状は、管理目標の(Oil and Grease) 50 ppm水準に達していない。さらにこの“ppm 管理”以前の問題として黒油流出防止対策を早急に図る必要がある。排水処理不良の原因としては次の諸点が考えられる。

a) 油田における油水分離の不良

特に二次回収を行っている重質原油生産油田では、含水量が高く製油所の受入時点で約2%となっている。

このことが、製油所原油タンク・ドレン切り操作を困難にし、APIセパレーターの負荷増大の一因となっている。

- b) さらに、豪雨時の雨水の流入が加わり、負荷はさらに増大していると推定される。

