

- c) 原油タンク・ドレン切り操作（過剰の原油をドレンとともに排出している可能性あり）および原油蒸留装置デソルター運転（デソルター排水中に原油の混入が認められる）などオペレーション技術と管理に改善の余地が多いと判断される。
- d) API セパレーター等のメンテナンス技術と管理の不良（油泥の堆積、漏洩）。
- e) API セパレーター設計上の問題（雨水混入、設置場所レベル）。

#### 4-4 製油所における環境対策の方向

本格的な対策の確立のためにはさらに詳細な調査が必要であるが、予備調査完了時点での考察結果を記す。

##### (1) 設備面の改善

###### 1) 原油タンク排水操作

製油所で受け入れている高含水重質原油のタンクにおける排水作業はかなり困難なことが想像される。したがって、現状では過剰の原油を水とともに排出しているのではないかと推定される。この作業の技術と管理基準を見直し、排出量を必要最小限にとどめるよう、オペレーターの教育、訓練を実施し、オペレーター的环境保全意識を高めることが基本である。環境保全の大原則は排出されるもの（水および油など）の発生源対策を先ず講ずることである。

###### 2) Slop Oil タンクの設置およびエマルジョンブレイカー添加

原油タンク排水はなおかなりの油を含む場合もあると思われる。したがって、オイルー排水を直接排出する前に一旦 Slop Oil タンクに受入れ、静置後再度排水を行う。もし、エマルジョンが発生している場合はエマルジョンブレイカーを添加混合する。このためのエマルジョンブレイカーの選定・添加法の詳細検討が必要である。

###### 3) Topping プラントのデソルター排水の改善

###### a) エマルジョンブレイカーの検討

デソルターの排水中に原油の混入が観察された。

適正エマルジョンブレイカーを選定するための詳細検討が必要である。

#### b) デピュレーター (Depurator) の設置

効果的なエマルジョンブレイカーが見当たらない場合、含油デソルター排水をさらにデユレーターで処理すると有効な場合が多い。

図 4-4-6 に デピュレーターのフローシートを示す。

デピュレーターの原理は、油泥分を含んだ排水を攪拌し気泡を発生させ、油泥分を気泡に付着させて浮上分離するもので、浮上した油分及び固形物（フロス）をスキマーによってフロス・タンクへ回収する。デピュレーターの浮上分離効率が悪いときは更に薬剤添付を検討する。

#### 4) ストーム・ウォーター系統とプロセス排水系統の分離

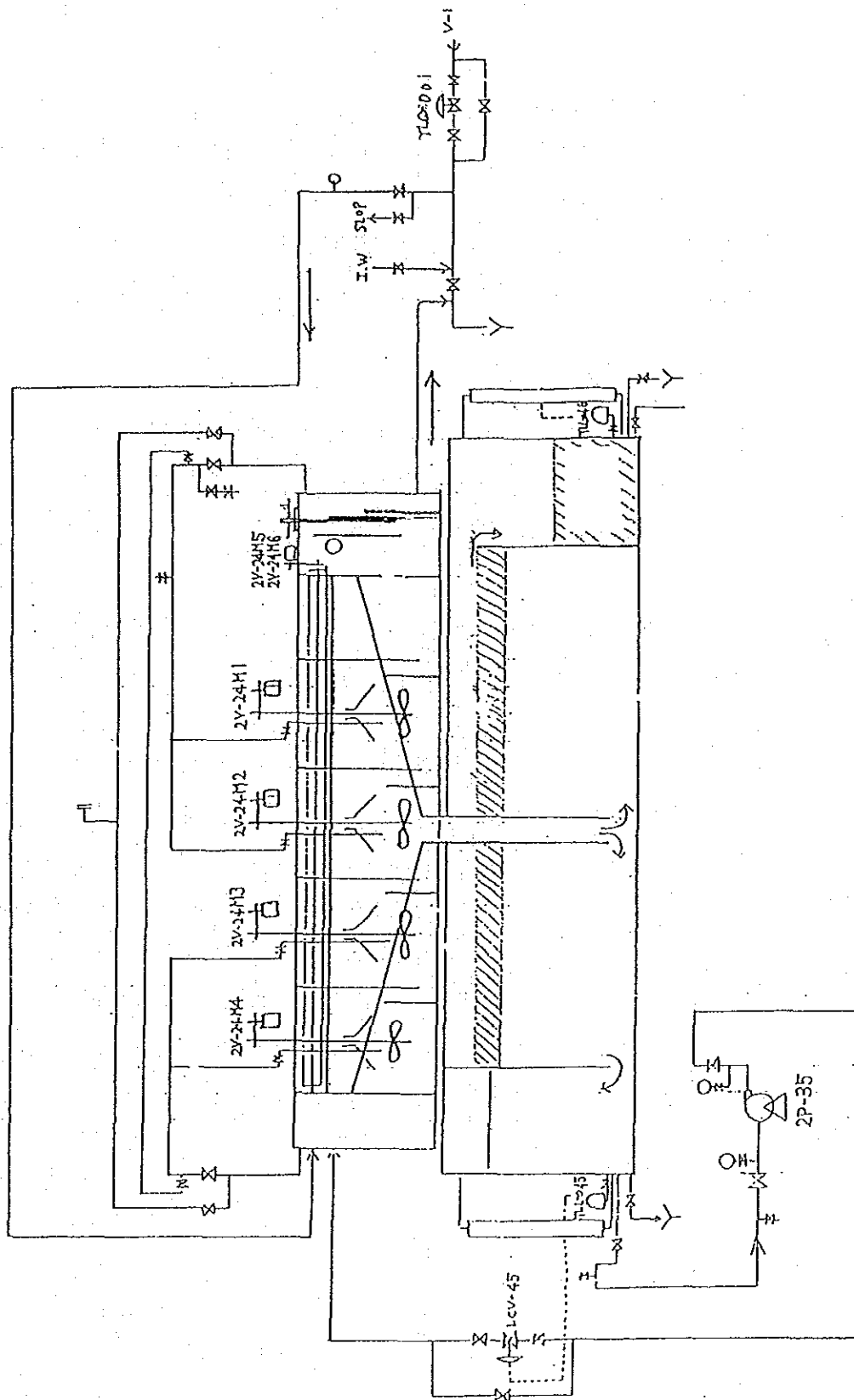
#### 5) 既設 API セパレーターの改善

既設 API セパレーターの負荷容量を詳細チェックし、その結果により増設、統合等の改善対策を講ずる。

APIセパレーターの適用、性能については一般的に直径150 $\mu\text{m}$ までの油滴を回収する設計となっている。したがってこれ以下の粒径のものは流出することになるが、一般に流入水中の油分1,000ppm 内外のとき流出水中の油分は約30ppm前後となるのが普通である。一般に重力式分離法による処理は一次処理と呼ばれている。

エマルジョン化した油滴が多量に混合していると、浮上分離は著しく困難になるので、予め化学的方法または物理的方法によってエマルジョンを破壊し、粒子を大きくしておかなければならない。したがって、現状排水にエマルジョンがなければ API セパレーターで対応可能と考える。

Figure 4-4-6:DEPURATOR FLOWSHEET



6) 加圧浮上分離装置の設置

この方法の適用範囲は通常は一次処理後の排水（油分10～30ppm）を対象とし、処理水質としては油分2～5ppmを期待する場合である。

一次処理による改善で対処することが基本であるが、エマルジョン対策の応用動作として、部分的に加圧浮上分離装置の設置を併せ検討することも必要であろう。

7) 既設 API セパレーターの操作及びメンテナンス作業の見直しと改善

API セパレーターの運転効率を上げるため浮上油のスキミング操作及び沈降スラッジの除去等作業面の改善が重要である。

(2) 運転員の技術向上トレーニング

各種設備を正しく運転および保安全管理するためのトレーニングも大切である。

TRINTOC の対応は、1992年に安全環境防災本部内に独立の環境安全ユニットを設立し、環境保全プログラムの作成が行われた。表 4-4-12 に環境保全アクションプランの概要を示した。石油汚染防止作業部会では、IDB資金によるUpgradingプロジェクトの完成（1995～1996）までに環境改善対策をとることとしている。その概要は環境モニタリング（水質、大気）の実施、カンパニー基準（水質、大気、騒音）の確立、ストームウオーターの分離、排水処理施設の改善が含まれている。

今後の方向としては、アクション・プランなどの内容を十分勘案し、具体的に設備面の改善及び技術管理の強化を推進することが要請される。



Table 4-4-12:

ACTION PLAN FOR THE IMPLEMENTATION OF ENVIRONMENTAL PROGRAMMES AT TRINTOC

ACTIVITY	Targeted Completion/Implementation Date			
	1992	1993	1994	1995
1. Monitoring & Control Programmes				
a) Liquid effluent monitoring	Aug.			Dec.
b) Gaseous effluent monitoring				Dec.
(i) Ground Level Conc of H <sub>2</sub> S/SO <sub>2</sub>	Aug.			Dec.
(ii) Exhaust Gas Conc. of CO/SO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub>	Nov.			Dec.
(iii) Particulate Emissions		Mar - Ongoing		
c) Control Programmes				
(i) Fugitive Emissions	Dec.			
(ii) Segregation of Stormwater flows from process flows			Dec.	
2. Solid Waste Management Programmes				
a) Quantification and characterization of oily solid wastes	Dec.			
b) Disposal of oily wastes			Dec.	
(i) Establishment of landfill site at Pointe-a-Pierre		June		
(ii) Establishment of landfill for E&P operations		June		
c) Management Plan for Pointe-a-Pierre Foreshore landfill and disposal of Solid Wastes		June		
d) Location of landfill site for disposal of solid wastes from Point Fortin		June		
3. Environmental Training Programme				
a) Training Environmental Unit Staff	Sept.			
b) Development of Training Packages	Oct.			
c) Training of line Managers and Operators	Oct.		Mar.	
4. Standard Limits for Liquid, Gaseous and Noise Contamination				
a) Development of Company Standards for				
(i) Oil & Grease (in conjunction with Ministry of Energy)	June			June
(ii) Other Liquid Parameters (ARPEL Standards)	June			June
(iii) Gaseous Effluents				June
(iv) Noise				June
b) Compliance with Standards for:				
(i) Oil & Grease				June
(ii) Gaseous Emission				June
(iii) Noise				June
(iv) Other Contaminants in Liquid Wastes				June
5. Procedures for the Prevention of Chronic Contamination				
a) Identification of Sources of Chronic Pollution	Oct.			
b) Development of Alternative Operation procedures in Pollution Control	Oct.	June		
c) Implementation of Procedures for the prevention of chronic contamination		June		
d) Implementation of Spill-Clean-up Standard		June		
			five to ten year timeframes	



## 5. 排水処理

### 5-1 油田における排水処理

トリニダッド・トバゴ共和国の洋上及び陸上の原油及び天然ガス生産に伴う排水処理の概要は、本報告書IV.2に記述した。一般に油田の老朽化、重油原油の生産及び河川水、海水あるいは水蒸気圧入などの二次回収が行われているため、地層水の併産量が多い。一般に地層水中には、原油が乳濁しReverse Emulsionを形成しており、産出原油をタンク内で静止しておいてもEmulsion層が消滅せず、分離水とともにEmulsion及び原油が流出し、一般のオイル・セパレーターでは原油分が分離回収されず、公共河川を介し外洋に汚染が拡大している。更に、同国には熱帯特有の集中豪雨があるため、オイル・セパレーターあるいはGuard Basinが流入水で氾濫し、一度分離された原油も氾濫水に伴われて流出し、石油汚染が広く分散することになる。

油田地帯における、原油汚染発生源はトリニダッド島南部に広く分布しており、一部はトリニダッド島南部の湿地帯にも及んでいる。原油汚染範囲は陸上油田からオイル・セパレーター、Guard Basinより湿地帯を介し中小河川を通じ河口より外洋に達している。油田地帯の汚染発生量推定は現地予備調査の際、限定された地点のスポット・サンプリングでCOD(Mn)測定を行ったに止まっている。一方、同国政府も限定された3ヶ所、すなわちPenal, Barrackpore及びGuayaguayareの1991年9月より1992年8月までの毎月1点のスポット・サンプリングで(Oil and Grease)の分析実績があり、本報告書V.1.にまとめたが、最高2,600ppm、最低40ppmの広範囲に亘っているばかりでなく、サンプリング時の流量測定値が欠落しているため、原油汚染発生量を積算するための充分なる基礎数値が整備されていない。従って、今次予備調査報告書は、油田の原油汚染量を予測することは差し控えざるを得ない。また、同国政府の全国の慢性石油汚染量推定値210BPDとの関連を議論することは行わない。しかしながら、同国の洋上油田の原油汚染は陸上油田の原油汚染に比較して軽度であるとの予測はできよう。



## 5-2 製油所における排水処理の現況

トリニダッド・トバゴ共和国にはTRINROCが所有・操業している製油所が2基あり、各々Pointe-a-Pierre及びPoint Fortinに立地している。両製油所の1992年の操業実績は88MBPD及び41MBPDであり、使用原油はPointe-a-Pierreは水分2%を含む国産原油を主体とし、Point Fortinはヴェネズエラからの輸入原油を主体としている。

製油所の排水処理法はPointe-a-Pierreでは4基のAPIセパレーターと最終排出河川のGuaracara RiverのOil Catchより構成されている。一方、Point Fortinでは3基のSaverと1基のCorrugated Plate Inceptor (CPI)セパレーターと最終排出のAgaar RiverのOil Catchよりなっている。いずれも排出水への油分のReverse Emulsion濃度が高く、更に排出水に浮遊する重質油がセパレーターをそのまま通過することも観察される。

両製油所に関する、1992年8月時点のCARIRIによって行われた排出濃度分析値があるが、Point Fortinについては排出水量の実測値が欠落している。従って排出水量については、オイル・セパレーターの設計値を採用し、石油汚染量を推測することとする。表 4-5-1にCARIRIによる1992年度の分析基礎数値をまとめた。同表よりトリニダッド・トバゴ政府が排出基準値として採用しようとしているOil and Grease の50<sub>ppm</sub>と比較すると Pointe-a-Pierre の平均値221<sub>ppm</sub>、Point Fortinの平均値56.3<sub>ppm</sub>といずれも目標基準値を超えている。両製油所の排水は Pointe-a-Pierre は Guaracara Riverに、Point Fortin は Agaar River に排出され各々最終的な Oil Catcher を通過し、Gulf of Pariaに流入しており、河川の両側及びGulf of Pariaの南方の海岸を汚染している（Gulf of Pariaの海流は時計回りである）。

Table 4-5-1: WASTE WATER FROM REFINERIES IN TRINIDAD AND TOBAGO

Items	Pointe-a-Pierre				Point Fortin			
	No.1 API	No.2 API	No.3 API	No.4 API Total	No.1 Saver	No.2 Saver	No.3 Saver	No.4 Saver Total
1. Operating Rate, MBPD			88				41	
2. Oil Separator								
3. Waste, Water, MTPD	3.54	11.75	1.21	64.11	9.10	2.81	24.14	10.85
4. COD, mg/l	402	291	223	229	na	na	na	na
5. Oil and Grease, mg/l	422	406	196	176	88	25	53	45
6. SS, mg/l	na	na	na	na	23	27	4	4
7. Discharge River							Aggar River	
8. Final Discharge							Gulf of Paria	

Sources : CARIRI, August 24, 1992

### 5-3 製油所における石油汚染

製油所の排水処理法と処理排水の水質に関する客観的国際比較を行える基礎数値は入手困難である。国際比較の指標として信頼性の高いデータとして、日本における全製油所の平均値及び世界銀行の環境基準を採用し、この両者とトリニダッド・トバゴの製油所の現状との比較検討を行った。

まず、日本全体の製油所の環境問題指標を表 4-5-2にまとめた。日本の製油所排水基準（国家レベル）はOil and Greaseで5.0ppm、これに対し実績は Oily Waste について平均0.6ppm、日間最高値は0.76ppmである。一方トリニダッド・トバゴの実績は221ppm及び56.3ppmである。更にOily Waste Waterの排出量は日本の場合0.078TPBで、トリニダッド・トバゴにおいては0.920TPB及び1.146TPBで、排出濃度が高いこととともに排出水容量も著しく高い。従って、製油所の原油投入量MMBに対するOil and Greaseの排出量は、日本平均値が0.34B/MMBであるのに対し、Pointe-a-Pierreは1,438B/MMB、またPoint Fortinは457B/MMBとなっている。

表 4-5-3には世界銀行の製油所の環境基準、日本の全製油所の平均的環境負荷及びトリニダッド・トバゴの製油所の三者の比較表を示した。この表からも、トリニダッド・トバゴの現状は、石油汚染物質排出濃度自身が高いばかりでなく処理原油量に対する排出水量比（Oily Waste Water）も高く、Oil and Greaseの積算排出量の原単位が著しく高いことが認められる。

トリニダッド・トバゴの製油所2基からの Oil and Grease排出量を推算すると合計145.2BPDとなり、同国政府の慢性的石油汚染排出推定量210BPDと比較すると、妥当な数値と推論される。しかしながら、両数値の差が陸上油田からの排出量であるとの考案は予備調査段階では差し控えざるを得ない。

Table 4-5-2 : ENVIRONMENTAL POLLUTANTS DISCHARGE FROM TOTAL REFINERIES IN JAPAN  
(Statistics for 1989)

Number of Companies	Number of Refineries	Crude Oil Throughput, MMk1PD	Discharge Water, MMTPD		Analysis, mg/liter of Oily Oil and Grease		Notes		
			Oily	Clean	COO	SS			
<b>1. Discharge Water</b>									
9 (Normal)	45	0.51(3.19 MMBPD) Rated Capacity =4.13MMBPD	0.25	6.09	6.35	0.60	2.81	4.73	Annual Average
8 (Special and Integrated)	32		na	6.59	7.45	0.76	5.97	9.73	Daily Maximum
			na	na	0.31	na	25.0	na	Annual Average
			na	na	0.41	na	33.0	na	Daily Maximum
						5.0	120.0	150.0	National Regulation, Daily Average
						5.0	180.0	200.0	National Regulation, Maximum
<b>2. Raw Water Supply and Consumption, MMTPD</b>									
9	28		Process	Cooling	Boiler	Municipal	Others	Total	
			Municipal	0.001	0.000	0.011	0.001	0.014	
			Industrial	0.089	0.476	0.166	0.021	0.803	
			Recycled	0.014	5.666	0.029	-	0.007	5.717
			Sea Water	0.801	5.501	0.000	-	0.005	5.501
				0.105	1.164	0.195	0.032	0.064	2.040
<b>3. Flue Gases Exhaust</b>									
28	45		Discharge Flue Gas		Analysis				
			MMNm <sup>3</sup> /Day	SOx, ppm	NOx, ppm	Dust, mg/Nm <sup>3</sup>			
			29.65	198.4	106.0	22.0			Annual Average
			38.99	272.5	154.0	43.0			Daily Maximum
<b>4. Solid Wastes, MTPY</b>									
17	24		Oil	Furnace Dust	Fuel Ash	Waste Acid	Waste Alkaline	Waste Metal	Construction Wastes
			15.2	74.5	1.9	18.5	22.8	4.8	26.2
			Sludge	Catalyst					
			3.2	6.9					
<b>5. Refinery Area, MMm<sup>2</sup>(%)</b>									
29	45		Green Area		Other Environmentals		Production		Total
			3.96	0.42	35.27	43.5			
			(9.0)	(1.0)	(80.4)	(100.0)			

\* National Regulation is not applied for exhaust gas analysis directly

Sources : Various Study Reports

Table 4-5-3 : POLLUTANTS IN REFINERY EFFLUENTS

Items	Trinidad and Tobago, 1992		Japan, 1989		World Bank Guidelines, 1988			
	TORINTOC	TRINTOC	Whole Refinery	State-of-the-Art Process	Conventional Process	State-of-the-Art Process (1)	Complex (3)	
	Pointe-a-Pierre	Point Fortin		Simple (2)	Complex (3)	Simple (2)	Complex (3)	
1. Crude Oil Throughput	MBPD	88	41	3,190	6.29	6.29	6.29	6.29
2. Oily Effluent	MTPD	81	47	250	0.093	0.235	na	na
3. Oily Effluent/Crude Throughput	TPB	0.920	1.146	0.078	0.015	0.037	na	na
4. Pollutant Concentration in Oily Effluent								
Oil and Grease	ppm	220.6	56.3	0.60	333.3	319.0	na	na
COD	ppm	245.5	na	2.81	233.0	1,400.0	na	na
SS	ppm	na	4.7	4.73	193.5	247.0	na	na
5. Pollutant Quantity								
Oil and Grease	TPD	17.87	2.65	0.15	0.031	0.075	0.003	0.007
(Oil and Grease)	(BPD)	(126.51)	(18.73)	(1.10)	(0.226)	(0.547)	(0.019)	(0.049)
COD	TPD	19.89	na	0.70	0.217	0.329	0.061	0.152
SS	TPD	na	0.22	1.18	0.018	0.058	0.006	0.007
6. Pollutan/Crude Oil Throughput								
Oil and Grease	grPB	203.1	64.6	0.05	4.93	11.93	0.41	1.07
(Oil and Grease)	(B/AMB)	(1,437.6)	(456.8)	(0.34)	(35.93)	(86.96)	(3.02)	(7.79)
COD	grPB	226.0	na	0.22	34.50	52.31	9.70	24.17
SS	grPB	na	5.4	0.37	2.86	9.22	0.92	2.23

Notes : Conversion factor for BPT is assumed 7.08 for Trinidad and Tobago, 7.29 for Japan and 7.30 for World Bank Guidelines.

(1) Cited as End-of-Pipe Control Technology with effective housekeeping measures.

(2) Cited as Topping plus Cracking Refinery.

(3) Cited as Integrated Refinery with Topping, Cracking, Petrochemicals plus Lube Processes.

Sources : (1) Data for Trinidad and Tobago is taken from various data provided by Ministry of Energy and Energy Industries as well as TORINTOC with minor modifications and adjustments.

(2) Data for Japan is taken from various study reports.

(3) Data for World Bank Guidelines is taken from Table 2. (Page 342) and Table 4. (Page 344) of Environmental Guidelines, Environment Department, The World Bank, September, 1988.

#### 5-4 排水処理に関する環境対策の方向および骨子

トリニダッド・トバゴ共和国の最大の石油汚染は油田地帯（特に陸上油田）では、原油生産の同伴水によるReverse Emulsion形成と浮上原油が重力式オイル・セパレーターを通過し湿地帯の河川に流出し、そのまま海洋に拡散することにある。同伴水量が多いこと、Demulsifierの効果が充分には発揮されていないこと、更に熱帯地方特有の集中豪雨によりオイル・セパレーターが水没してしまうことが、石油環境汚染の根源と推定される。

一方、製油所においては、受入原油中の同伴水及びNormal Emulsion形成による水分含有量合計が2.0%に及ぶため、原油タンクの水切り操作における過剰な原油の排出、脱塩工程での水分分離不十分、油分分離のオイル・セパレーターの能力不足によるReverse Emulsionの流出と浮上原油の流出が認められる。また、製油所の排水絶対量が大きく、更に雨水、豪雨水が流入し重力式オイル・セパレーターが水没してしまうことも石油環境汚染の根源と推定される。

いずれの場合も、排水処理法改善が石油汚染低減の最も有効な対策と判断される。排水処理で石油汚染を防止する方向は次の通りと考察される。

- a) 同伴水及び流入水の絶対量を低下させ、排水の再利用を計る。
- b) 有効なDemulsifierを活用し、油と水分の分離を促進する。
- c) Emulsionの粒径を大きくし、重力式セパレーターの効率を高める。
- d) 加熱処理、静電処理、気泡式フローテーション処理を行う。
- e) 濾過、物理的Emulsion破壊装置を追加する。
- f) 活性汚泥処理などの生化学処理を行う。
- g) 油田及び製油所の設計改善、運転法、保全法の技術水準向上。
- h) 重力式オイル・セパレーターの地理的環境を整備し、豪雨、雨水、冷却水、雑用水などの流入を阻止する。
- i) 排水の地下圧入を行う。

- j) 油田で原油生産に伴う地層水量比が高いことが油田地帯の石油環境汚染の主要因となっている。一方、製油所では受入原油中の水分が高いことが石油汚染の主要因となっている。従って、油田地帯及び製油所双方の石油汚染対策を一つの統合システムと考え、排水処理システムを最適化することが最も重要である。

表 4-5-1 に一般的な油・水分分離法の基本諸元をまとめたが、石油・水分 Emulsion (Normal 及び Reverse) の粒径分布、荷電状態、界面張力、温度、塩分濃度などが分離法の効率向上に不可欠の検討要因である。本格調査では、これらの諸点を充分考慮し、油田と製油所の双方を統合したシステムの最適排水処理法を検討することが期待される。

Table 4-5-4 : DESIGN BASIS AND PERFORMANCE OF OIL SEPARATOR

Oil Separator Type	Applicable Oil Droplet Diameter in Micron <sup>1)</sup>	Oil Content mg/l Out/in	Flow Speed m/min	Oil Droplet Rising speed mm/sec	Notes
1. Gravity Separator					
- Settling Tank	200+	50-/1,000	-	-	-
- API: American Petroleum Institute	150+	30-/1,000	0.9	0.9	Rectangular
- PPI: Parallel Plate Interceptor	100+	10-/1,000	0.6	0.2	Parallel Plates
- CPI: Corrugated Plate Interceptor	60+	10-/1,000	0.3	0.2	Corrugated Plates
2. Heater - Treater					
- Vertical Heater - Treater					-
- Horizontal Heater - Treater					-
- Electrostatic Treater					Chemetric, Electrochemical
3. Coalescer	15+				Fine Tubing
4. Flotation	15+				Contact Angel
- Pressurized Air Flotation					
- Vertical Type					
- Horizontal Type					
- Dispersed Air Flotation					
- Ion Flotation					Anionic Surfactants
- Precipitation Flotation					Cationic Surfactants
- Bentonite Method					
- Electrolytic Flotation					H <sub>2</sub> and O <sub>2</sub> gases
5. Clarifying Filtration	3+				
- Sand Filter					
- Anthracite					
- Granite					
- Pressure Filtration					
- Multilayer Filtration					
- Upflow Type Filter					
- Upflow/Downflow Type Filter					Anthracite/Sand/Gravel
6. Bubble Flotation	1.5+				
7. Activated Carbon Adsorption	1.5+				
8. Demulsifier Addition					
- Multivalent Metal Coagulation	1.0-				
- Organic Chemicals	1.0-				
- Heating and pH Adjustment	1.0-				
9. Electrolysis	1.0-				Petro, Home Baker 40-150° C, 2.8 atg, 0,005 kWh/B
10. Activated Sludge Method	1.0-				
11. Concentration and Incineration	1.0-				

Notes : 1) Micron =  $\mu m = mm/10^3$



## 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

油田における石油廃棄物の主なものは、含油スラッジである。これは主として地下の油層に存在する土砂が、原油と共に地上で回収され、ギャザリング・タンクの底部に溜まるか、あるいは排水と共に排水処理装置に流れ、ここで沈澱する。いずれにしても含油スラッジは定常的に排出されるものではなく、タンクやAPIセパレーターのクリーニングの際に発生する。

その他の廃棄物は、河川に設けたオイルキャッチからの廃棄物、空容器やその他の廃材類である。

これらは現在、油田敷地内処分地に投棄あるいは埋立されている。処分地自体は汚れているが、土地に十分な余裕があるため、周囲の環境を汚染するような状態には至っていないように思われる。ただし、処分地を決めるに際し、地下への浸透、雨水による流失などに対する配慮を充分行っているか否かは不明である。

なおATOCでは、APIスラッジの処分について、地面を幅5m、長さ15m程度に浅く掘り、ビニールシートで地下への浸透を防いだ上、バクテリアを含んだ土と混ぜてここに広げることにより、6~8ヶ月で油分を完全に除去しているとの説明があった。ただ実際には太陽熱その他による複合的な効果であろうと考えられる。この技術を全体的に採用できるか否かについては、更に検討が必要である。

### 6-2 製油所における石油廃棄物処理の現状

製油所においても、タンクやAPIセパレーターのクリーニングの際に、油田と同様の含油スラッジが出る。ただしこれは石油精製工程から出るポリマーを含んだポリマースラッジである。その他オイルキャッチからの廃棄物、空容器その他廃材類は油田と同様である。製油所からはそれに加え、装置の修理、クリーニングに際してポリマー、廃触媒などが出る。

現状の処分の方法は、油田と同様、投棄ないしは埋立処分を行っている。

### 6-3 石油廃棄物による環境汚染問題

#### (1) 油田および製油所

油田および製油所の廃棄物は前述のとおりである。現状さほど大きな環境問題になっているわけではないが、タンク、APIなどのクリーニング後のスラッジその他の含油廃棄物の投棄をそのまま継続すれば、土壌汚染の原因となり、また大雨などによって河川に汚染物が流れ出すことが考えられる。特に製油所は海岸に立地しているため、地下への浸透、大雨などによって直ちに海を汚染する可能性もある。

#### (2) 廃潤滑油

石油関連の環境汚染源として廃潤滑油がある。同国の潤滑油消費量は年間約5,000KL程度と推定される。仮にこの内の1/3が廃潤滑油として排出されるとしても、1日4KL程度の廃潤滑油が発生していることになる。廃潤滑油は主としてガソリンスタンドでエンジンオイル交換の際に発生する。各スタンドには廃潤滑油が排水と一緒に流れ出さないよう、簡単な溜め升が設けられているが、廃油回収のシステムがないため、実際には垂れ流しの状態である。

同国のガソリンなどの燃料、潤滑油はNational Petroleum Marketing Co.(NPMC)が独占的に販売しており、国内220のガソリンスタンドはすべてNPMCの傘下にある。NPMCでは現在廃潤滑油の回収、再生計画を進めており、この10月から25のガソリンスタンドで計画的に廃潤滑油を回収し、これをPointe-a-Pierre製油所に運んで処理、回収しようとしている。

一般に廃潤滑油には添加剤が種々含まれており、これが製油所の機器装置類の腐食、あるいは触媒の劣化をもたらす危険性がある。ガソリンスタンドからの廃潤滑油回収計画そのものは環境保全上重要な施策であるが、仮に製油所での再生がうまく行かない場合でも、一定の責任体制のもとで一括した処理（焼却を含む）ができるよう、計画のフォローが必要であろう。

参考までに、日本における潤滑油の消費量は2.5MMKL/年で、廃潤滑油の処理は次のようになっている。

産業廃棄物として焼却	18%
ビニルハウスその他の熱源	75%
再処理	7%

日本には約50の再処理工場があるが、何れも小規模であり、年間の処理量は1工場当たり平均で1,000KL程度である。再生処理は技術的には確立しているが、現在の価格体系ではコスト的に採算をとることが難しいので、焼却による熱利用のウエイトが高くなっている。また、硫酸ピッチ（スラッジ）、廃白土など、別の産業廃棄物の問題も派生する。

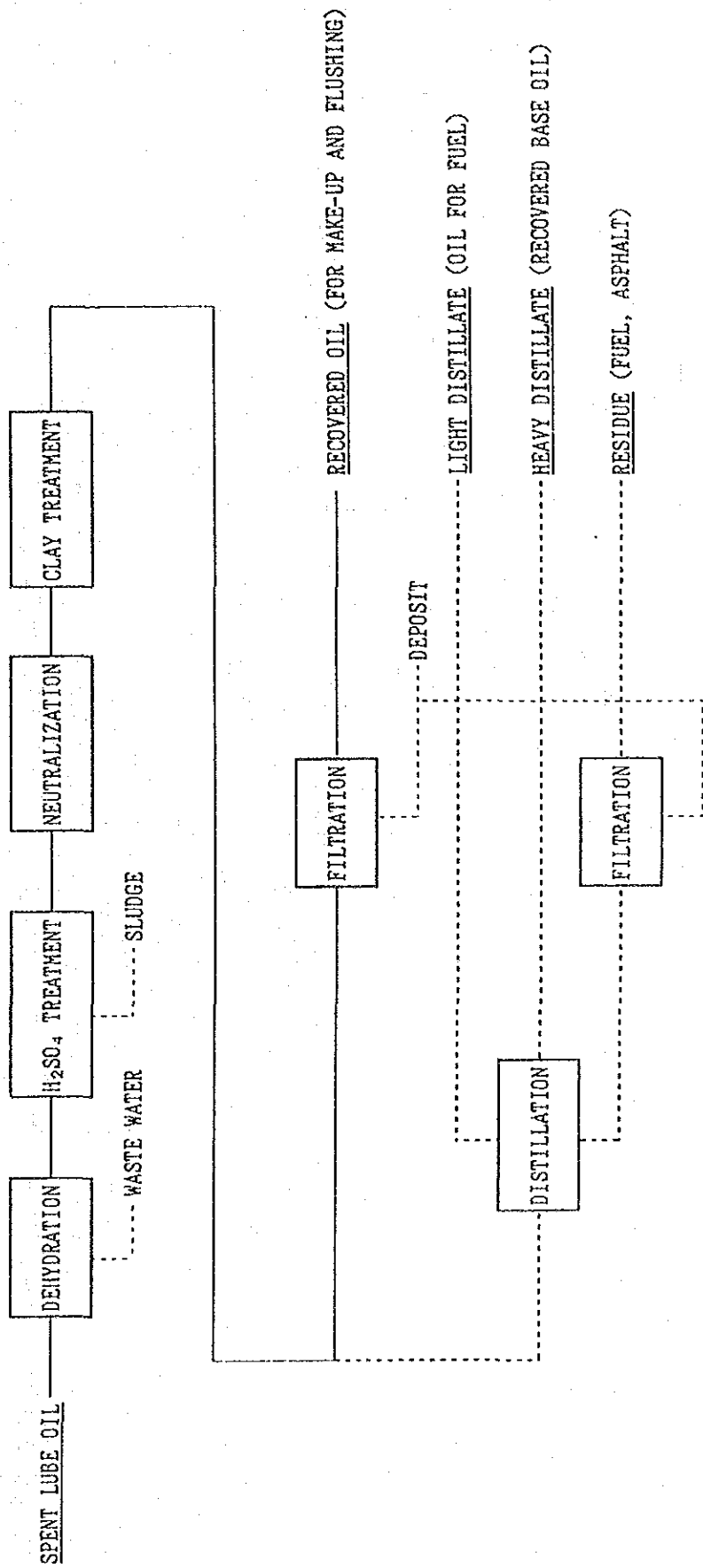
図 4-6-1に再生の基本的なプロセスを示す。回収した潤滑油は機械的に水分を除去した後、硫酸処理により炭化、酸化した劣化物を除去する。硫酸処理工程の前にプロパン洗浄工程を採用する場合もある。その後中和、不純物吸着工程を経て油として再生されるが、潤滑油のベース油とするためには更に蒸留工程を経なければならない。

なお、日本では「廃棄物の処理と清掃に関する法律」により、油分は焼却処理が義務づけられており、投棄、埋立は禁止されている。

### (3) 大気汚染

廃棄物ではないが、石油産業にともなう排水以外の環境汚染として大気汚染がある。調査期間中に、Pointe-a-Pierre製油所の硫酸工場ベントからのSO<sub>2</sub>、スチームフラッキングをおこなっている油田のギャザリングタンクからのH<sub>2</sub>Sが感知されたが、2回目の詳細調査時には観測されなかったため、頻度、濃度などの詳細は不明である。これに対しては、ベントの高さを検討すべきであろう。小規模で場所が分散しているため、脱硫装置の設置は困難である。発生源と気象データに基づき、地上で問題にならない濃度となるよう、ベント高さの検証計算をしておくべきである。

Figure 4-6-1: SPENT LUBE OIL RECOVERY PROCESS



## 7. 本格調査を実施する場合のコンサルタント体制案

コンサルタント構成、調査内容、調査手法等につきA案、B案、C案の三ケースを想定し、調査体制の概要をまとめる。なお、ローカル・コンサルタントは外数とし、また携行分析・測定機器についても特定していない。

コンサルタント専門分野	調査内容と手法等	コンサルタント人・月配分		
		A案	B案	C案
1. 環境行政、組織、制度	行政、法令、基準、規制	2	4	5
2. 産業育成、環境保全政策	金融、税制、環境監査	2	4	5
3. マクロ経済分析	産業構造、石油、石油化学産業分析	2	3	5
4. 市場分析(カリブ、米州)	エネルギー、化学品輸出市場分析	2	3	5
5. 原油生産とEOR技術	EOR技術と原油同伴地層水及び微砂除去の最適化調査	4	6	8
6. 原油生産、製油所オイルルーター設計	オイルルーター最適設計	4	6	8
7. 水文学(油田地帯、製油所)	降雨条件、河川水量の解析	3	6	8
8. 原油クワ、パイライン設計	現状解析と改善法	0	0	4
9. 原油クワ、パイライン運転・保全技術	現状設備改善、技術向上	0	3	4
10. 製油所プロセス技術	Up-Grading計画と環境保全技術改善	4	6	8
11. 原油生産、製油所運転、保全技術	オイルルーター運転・保全技術改善	4	6	8
12. エマルジョン対策技術	エマルジョン(Normal及びReverse)処理技術、地下圧入技術	3	6	8
13. 排水分析・測定	油田地帯と製油所排水の汚染物質の分析と流量測定	4	6	8
14. 排ガス・廃棄物処理技術	油田地帯と製油所排ガスの汚染物質の分析と流量測定	0	3	5
15. 廃潤滑油、廃汚洗液容器再利用	再利用技術と経済性評価	0	0	5
16. テクノエコノミスト	調査総括、有望プロジェクトの財務分析、経済評価、社会評価、結論及び提言	4	6	8
合 計		38	68	102
調査体制諸元				
セミナー開催回数		1	1	2
現地調査・現地説明回数		2	3	4
調査期間歴月数		8	14	18
現地調査		2	3	4
国内作業		4	9	11
報告書修正、製本		2	2	2
報告書提出総計		4	6	8
-----				
IC/R+Q		1	1	1
P/R +M/M		1	2	3
IT/R+M/M		0	1	2
DF/R+M/M		1	1	1
F/R		1	1	1

## V. 参考資料

### 1. 対処方針会議資料

トリニダード・トバゴ共和国

石油汚染対策計画

予備調査

対処方針会議資料

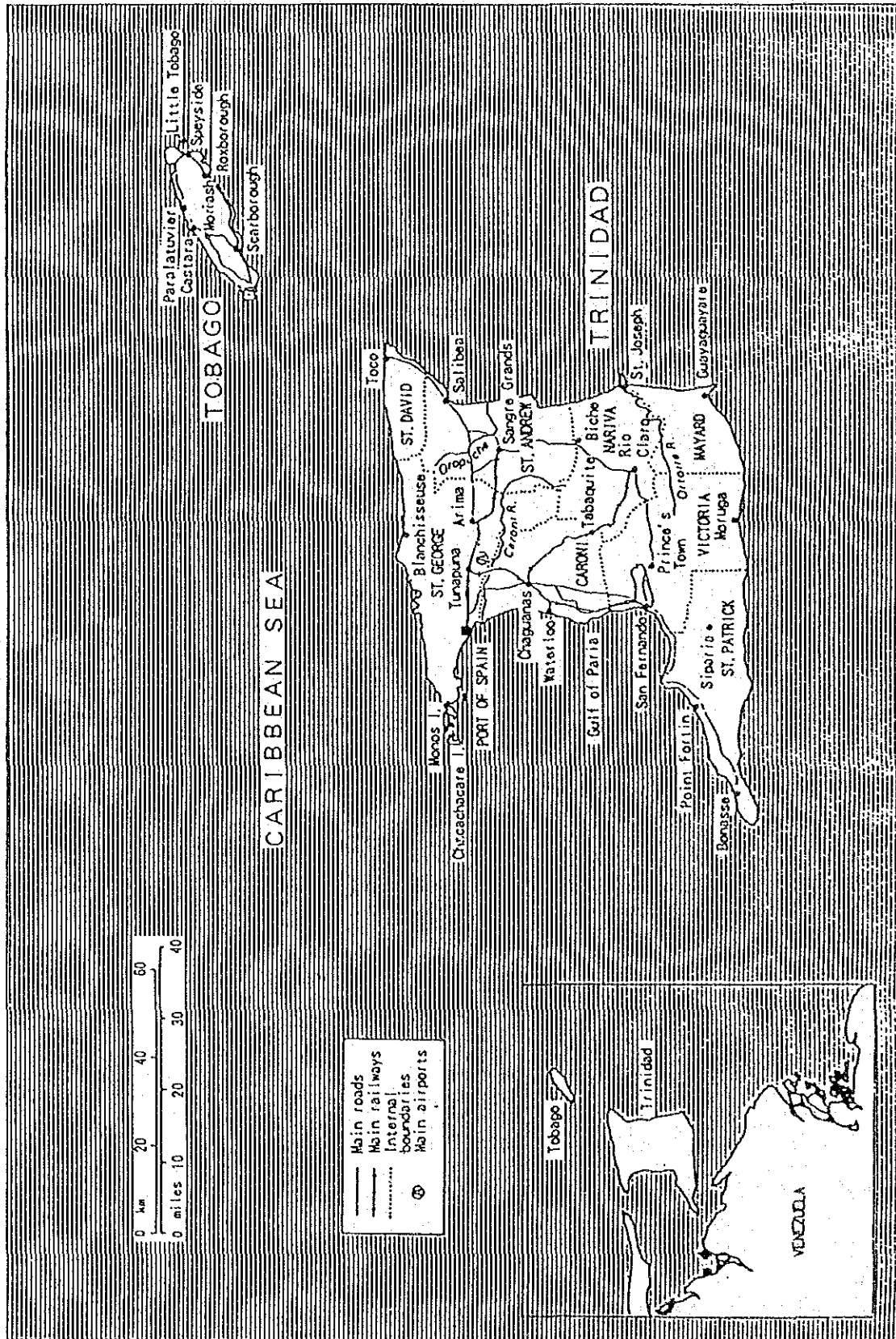
I	トリニダード・トバゴ共和国地図	P. 1
II	トリニダード・トバゴ共和国概要	P. 2
III	要請内容	P. 3
IV	調査実施内容	P. 3
V	対処方針(案)	P. 6

別添 調査のコンセプト

平成4年9月9日

国際協力事業団  
鉦工業開発調査部  
工業開発調査課

ト リ ニ ダ ッ ド ・ ト バ ゴ 共 和 国 地 図



## II トリニダード・トバゴ共和国概要

### トリニダード・トバゴ Trinidad and Tobago

国名——トリニダード・トバゴ共和国, Republic of Trinidad and Tobago;  
 国土面積——5,130㎢(日本の0.02倍)  
 人口——129万人(91年7月)  
 首都(人口)——ポートオブスペイン(Port-of-Spain)6万人  
 主要言語——英語 政体——共和制・英連邦加盟国  
 元首——ハッサナリ大統領(87年3月就任、任期5年)



【政治・経済動向】91年12月選挙で、経済不況と90年のクーデターの後選定で野党のPNM(民主国家運動党)が勝利、パトリック・マニング首相が就任。7年間の連続マイナス成長は90年に終止符、91、92年も成長見込み。石油依存脱却、貿易・投資の規制緩和による成長維持を図る。

### 経済

#### 主要指標

国内総生産(GDP)(90年)50億9,700万ドル 一人当りGDP(90年)4,195ドル

#### GDPの産業別構成(90年)

一次産業 3.5% 二次産業 41.0% 三次産業 55.5%  
 外債返済率(91年10月末) 3億8,860万USドル 対外債務残高(90年末) 21億200万USドル  
 物価上昇率(91年6月現在年率) 4.1%  
 通貨・TTドル、為替レート(固定) 1ドル=4.25TTドル

#### 主要産業

原油産出788万トン(89年)、全輸出額の60%、GDPシェア25%(86年)を占める。天然アスファルトの世界最大供給国(26千トン87年)。石油精製量は全製造量の33%を占め、農業では砂糖及び生産が(89年125万トン)最大。

### 貿易

#### 貿易額の推移 (100万USドル)(FOB)

輸出 1,387(88年) 1,552(89年) 1,986(90年) 輸入 1,128(88年) 1,244(89年) 1,230(90年)

#### 主要商品別輸出入 (88年、100万USドル、%)一次産品は燃料を除く

輸出(FOB)			輸入(CIF)		
品目	金額	構成比	品目	金額	構成比
一次産品	93.9	6.7	一次産品	275.7	24.5
燃料	853.1	60.4	燃料	134.3	11.9
製造品	465.0	32.9	製造品	717.0	63.6

#### 主要国・地域別輸出入 (90年、100万USドル、%)

輸出(FOB)			輸入(CIF)		
国名	金額	構成比	国名	金額	構成比
米国	1,071.1	53.9	米国	502.4	40.9
バルバドス	73.6	3.7	ベネズエラ	93.8	7.6
英領アンデル	62.6	3.2	英国	93.5	7.6

### 日本との経済関係

#### 日本との貿易の推移 (100万USドル)

年	日本の輸出*	日本の輸入	バランス
89	25	11	14
90	36	11	25
91	82	35	47

#### 主要商品別輸出入 (91年、1,000USドル)

日本の輸出		日本の輸入	
品名	金額	品名	金額
乗用車(KD)	34,204	鉄・非合金鉄の塊	31,378
トラック(KD)	8,978	マグロ、カツオ	1,333
自動車の部分品付属品	6,439	ココア豆	601

#### 日本の直接投資額の推移 (100万ドル)

年	88	89	90	累計(51~90)
件数	-	-	-	7
金額	-	-	-	1

#### 気候 ポートオブスペイン月平均気温(°C)

1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
24.6	24.8	25.4	26.4	26.7	26.1	26.1	26.1	26.2	26.0	25.5	24.9

在留邦人数(90年10月1日現在) 邦籍32人 ポートオブスペイン(31人) 日本との時差 -13時間



### III 要請内容

#### 1. 調査要請の背景

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。

#### 2. 先方政府の要請内容

- (1) 石油産業における公害防止対策計画の作成
- (2) 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
- (3) 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
- (4) 石油廃棄物処理場のリハビリ計画の策定

#### 3. 実施機関（カウンターパート）

エネルギー省

#### 4. 調査対象地域

トリニダッド島南部の石油生産地域

### IV 予備調査実施内容

#### 1. 予備調査団派遣の背景

先方要請内容は、調査対象範囲及び地域が、海上から陸上におたる石油汚染と広範囲におたるうえ、要請書からは同国における汚染状況について把握することは困難である。そのため、現段階では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る。

そのため、今回の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共に、要請の背景・内容を確認し、JICAとして協力可能な範囲を絞り込むための基礎資料収集・分析を行う。

#### 2. 予備調査団の目的

- (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) 関連情報の収集

### 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 嘱託	・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)

(1) 9月14日(月)～21日(月) 午前 全員同一行動

9月14日(月) 日本大使館表敬訪問

エネルギー省と打ち合わせ

9月15日(火) 環境担当省庁訪問、調査

9月16日(水) 海上油井、パイプライン概要調査

9月17日(木) 午前：海上油井、パイプライン概要調査

午後：陸上油井、パイプライン概要調査

9月18日(金) 貯蔵設備、精製プラント概要調査

9月21日(月) 午前：エネルギー省と協議

午後：日本大使館報告(千原、原田、早川のみ)

補足調査(石川・栗田・土方・桑原・横山)

(2) 9月22日(火)～25日(金) 2チームに分かれて詳細調査

① 石川・桑原

9月22日(火)～23日(水) 海上油井、パイプライン詳細調査

9月24日(木) 陸上油井、パイプライン詳細調査

9月25日(金) 貯蔵設備詳細調査

② 栗田・土方・横山

9月22日(火)～24日(木) 精製プラント詳細調査

9月25日(金) 廃棄物処理、アスファルトプラント、サービス  
ステーション等について調査

(3) 9月26日(土)～28日(月) Bチーム同一行動

9月26日(土)～27日(日) サンプル収集、分析

9月28日(月) 午前：エネルギー省と協議

午後：日本大使館報告

## V 対処方針（案）

### 1. 基本方針

今回の予備調査団においては、同国における石油汚染の現状全般を把握すると共に、要請の背景・内容を確認し、JICAとして協力可能な範囲を絞り込むための情報資料収集等を行う。

### 2. 予備調査報告書について

同国における石油汚染の現状と一般的な対応策について取り纏め、和文・英文にて報告書を作成し、英文版は先方政府に提出する。なお和文版においては、我が方協力可能性についても言及する。

### 3. M/Mについて

今回の予備調査の目的は本格調査実施可能性判断のための情報収集であるためM/Mは作成しない。

### 4. 先方実施体制

今回要請においてはエネルギー省がC/P機関となっているが、同国の環境担当省庁との関係を調査し、先方実施体制について確認する。

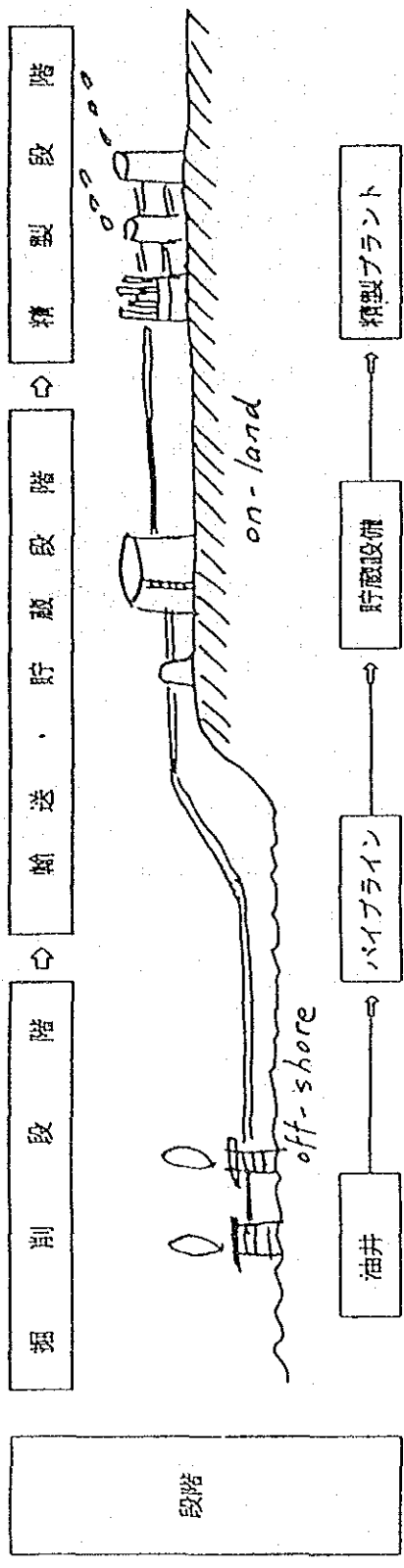
### 5. 予備調査終了後の予定

上記2で述べたように本調査団は、帰国後収集した資料情報をもとに、プロジェクト実施の妥当性・必要性を見極めた上、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我が方協力可能範囲を検討する。

その結果、我が方にとって協力可能な分野があると判断された場合には、平成5年1月頃事前調査団を派遣するものとする。

以上

石油生産のコンセンサス [トリニダード・トバゴ石油汚染対策計画調査]



原因	対策
<ul style="list-style-type: none"> <li>・流出油</li> <li>・掘削用泥水 (ポリマー) の漏洩</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・油防除 (オイルフェンス)</li> <li>・プロセス改良</li> <li>・設備改良</li> <li>・流出油検知・予測システムの確立</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・継目亀裂による油漏洩</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・設備補修</li> <li>・メンテ・管理体制の強化</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・継目、ポンプ、タンクからの油漏洩</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・設備補修</li> <li>・メンテ・管理体制の強化</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・各プロセスからの有機排水</li> <li>・ボイラー、加熱炉からの排煙</li> <li>・貯積みされたアスファルト留分 (ピッチレーク)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・排水処理</li> <li>・排煙対策</li> <li>・プロセス改善</li> <li>・設備のリハビリ</li> <li>・廃棄物処理・処分</li> </ul>

石油関連基礎データ	一人当GDP (1990年)	石油産業のGDPに占める割合	石油産業の輸出に占める割合	政府収入における石油収入の割合	石油埋蔵量	石油生産力	石油精製能力
	4,195ドル	3.2パーセント	6.8パーセント	4.5パーセント	536百万バレル	海上4基 (テキサコより国有化)	国営3社51%、民間1社49%

## 2. 石油流出関係日本国内法

### (1) 湾岸汚染及び海上の災害の防止に関する法律

- ・船舶、海洋施設及び航空機（「船舶等」という。）からの海洋に油、有害物質等を排出することを規制。また、船舶等のみならず陸上施設（タンク含む）についても大量の油の排出があった場合、通報、除菌措置義務を規定。更に、油の排出があった場合に備えて、排出油防除のための資材の保有を船舶の所有者等に義務付け。（MARPOL条約の国内法）

### (2) 油濁損害賠償保障法

- ・CLC条約、FC条約実施のための国内法
- ・船舶から漏油が生じた場合の船主の責任及びその制限、国際基金に対する請求、拠出等について規定。石油企業は本法に基づき油受取量を報告するとともに、拠出金を納付する。

### (3) 石油コンビナート等災害防止法

- ・昭和49年の水島コンビナートで発生した重油流出事故を契機に石油コンビナート総合防災対策として制定。
- ・全国の石油コンビナート等を、石油及び高圧ガスの総貯蔵、取扱数量を基準として石油コンビナート等防災特別防災地区として指定し、その区域内の事業所には、その事業所の設備のレイアウトの規制、特定防災施設等（流出油等防止堤、屋外給水施設等）の設置の義務付け、自衛防災組織（防災要員及び消防車、オイルフェンス、油回収船等防災資材等を備えたもの）の設置の義務付け、各事業者間の共同防災組織の設置の奨励などを規定している。

### (4) 鉱山保安法

- ・石油及び天然ガスの採掘の際の鉱害を防止するため、鉱山保安法及び石油鉱山保安規則により鉱業権者に、その施設計画の認可、届出及び保安規定策定を規定。保安統括者等保安要員の選任、通気及びガス等に関する施設の設置及び各種機械、器具等に関する制限のほか噴出防止装置の設置等を規定。

3. 収集資料一覧

(1) エネルギー省

番号	標 題	備 考
1.	MINISTRY OF ENBRGY AND NATURAL RESOURCES ANNUAL RBPORT 1986	
2-1~3	PBTROLBUM INDUSTRY OPBRATIONS REPORT Dec. 89, Dec. 80, Dec. 91	
3-1~3	PBTROLBUM INDUSTRY MONTHLY BULLETIN May, June, July, 92	
4.	ARBAS UNDER OIL EXPLORATION IN TRINIDAD AND TOBAGO	図面
5.	MAPS OF POLLUTION ABATEMENT FACILITIBS IN THE PETROLEUM SECTOR	図面
6.	REPORT OF THE TEAM APPOINTED TO RBVIEW THE PLOBLEMS RBLATED TO THE CHRONIC POLLUTION IN THE PETROLEUM INDUSTRY AND TO PREPARE DRAFT REGUATIONS ON OIL AND GRBASE LIMITS	コピー
7.	REVIEW OF THE MINISTRY'S POSITION ON THE WORKSHOP "THE MANAGEMENT AND CONTROL OF PETROLEUM WASTES"	
8-1	OIL POLLUTION DATABASE 1/1/89~8/31/92	
8-2	MONTHLY POLLUTION REPORT 1/1/89~8/31/92	
8-3	OIL POLLUTION DATABASE AS OF 10/21/92	大使館経由後日入手

(2) TRINMAR

9.	SOLDADO FIBLD PIPE LINE & SEA BED MAP	図面
10.	1992 OIL AND WATER PRODUCTION BY BLOCK STATIONS	
11.	CRUDE OIL PRODUCTION 1985~1992	
12.	CRUDE OIL PRODUCTION 1954~1992	
13.	OIL LINE SUMMARY	コピー
✓14.	GAS LINE SUMMARY	コピー
15.	POINT LIGOURB MAIN STORAGE	図面、予備調査報告書に添付
16.	HISTORY OF LBAKS	
17.	(CONTINGENCY PLANS FOR ENVIRONMENTAL PROTECTION)	資料の抜粋、コピー
18.	(建設工事安全管理)	資料の抜粋、コピー
19.	DAILY PRODUCTION REPORT DATA	
20.	MARINE OIL SPILL CONTINGENCY PLAN	
21.	ONSHORE TRUNK LINE ROUTE FIELD MAP	図面

(3) TRINTOPEC

22.	OVREVIEW OF OPERATIONS	コピー
-----	------------------------	-----



[4] TRINTOC

23.	TRINTOC MANUFACTURING DIVISION	運営方針等、コピー
24.	MANPOWER LEVELS, TOTAL MANUFACTURING	人員構成、コピー
25.	NON-FATAL & ACCIDENTS AT TRINTOC	事故記録、コピー
26.	TRINTOC ENVIRONMENTAL UNIT TERMS OF REFERENCE ENVIRONMENTAL POLICY STATEMENT ORGANIZATIONAL CHART	
27.	REPORT ON THE ESTABLISHMENT OF TRINTOC'S ENVIRONMENTAL UNIT AND AN ACTION PLAN FOR IMPLEMENTATION OF ENVIRONMENTAL PROGRAMMES	コピー
28.	MAP SHOWING PROPOSED TRINTOC PIPELINE SYSTEM	図面
29.	SAFETY MANUAL	
30.	SAFETY HANDBOOK	
31.	ENVIRONMENTAL AND SAFETY CONSIDERATIONS	資料の抜粋、コピー
32.	AVERAGE DAILY REFINERY THROUGHPUT 1987~1991	
33.	THE TRINTOC POINT FORTIN REFINERY	製油所パンフレット
34.	POINT FORTIN REFINERY TANK FARM LOCATION	図面
35.	EFFLUENT SAMPLES EX TRINTOC POINT FORTIN	コピー
36.	EFFLUENTS TO OIL SAVERS AND CPI	コピー
37.	MANUFACTURING DIVISION, REFINERY OPERATIONS	コピー
38.	INSPECTION SECTION, TANK SCHEDULE	大使館経由後日入手
39.	POINT FORTIN FIRE STATION INVENTORY	同上
40.	REFINERY OPERATIONS PROGRAMME	コピー
41.	POINTE-A-PIERRE FACILITIES	コピー
42.	POINTE-A-PIERRE SHIPPING & REFINING PORT	図面
43.	EFFLUENT SAMPLES EX TRINTOC POINTE-A-PIERRE	コピー
44.	EFFLUENTS TO API SEPARATORS AND GUARD BASINS	コピー
45.	POINTE-A-PIERRE STORAGE TANKS	コピー
46.	UTILITIES	コピー
47.	SHUTDOWN SCHEDULE 1992	コピー
48.	REFINERY PLANT PERFORMANCE POINTE-A-PIERRE PAST 3 YEARS, NEXT 3 YEARS	コピー
49.	REFINERY UPGRADE, SCOPE OF WORK	コピー
50.	REFINERY OPERATING INSTRUCTIONS AND NEWS REPORT	コピー
51.	SAFETY BOOKLET FOR NEW EMPLOYEES	
52.	API SEPARATORS	図面 1 2 案



JICA