

サウディ・アラビア国  
 アラビア湾環境モニタリング計画調査  
 (要約)

JICA LIBRARY



J1161726(3)

平成13年1月

千代田デイムス・アンド・ムーア株式会社

社調二

J R

01-04

サウディ・アラビア国  
アラビア湾環境モニタリング計画調査  
(要約)

平成13年1月

千代田デイムス・アンド・

3 2  
119  
333  
LIBRARY

国際協力事業団（JICA）

サウディアラビア国気象環境保護局（MEPA）

サウディ・アラビア国  
アラビア湾環境モニタリング計画調査  
（要 約）

平成 13 年 1 月

千代田デイムス・アンド・ムーア株式会社



1161726{3}

The exchange rate applied in this report is

**US \$ 1.00 = Saudi Riyal (SR) 3.73 = Yen 108.60**

(as of the beginning of November 2000)

## 序 文

日本国政府は、サウディ・アラビア王国政府の要請に基づき、同国のアラビア湾環境モニタリング計画にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成 11 年 3 月から平成 12 年 11 月までの間 5 回にわたり、千代田デイムス・アンド・ムーア株式会社の島津康弘氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

また、平成 11 年 3 月から平成 12 年 11 月までの間、当事業団国際協力専門員の大田正豁を委員長とする作業監理委員会を設置し、本件調査に関し専門的かつ技術的な見地から検討・審議が行われました。

調査団は、サウディ・アラビア王国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

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

終わりに、調査のご協力とご支援を頂いた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 13 年 1 月



国際協力事業団  
総裁 齋藤邦彦

平成13年1月

国際協力事業団  
総裁 齋藤 邦彦 殿

## 伝 達 状

サウディ・アラビア国アラビア湾環境モニタリング計画調査最終報告書の件

サウディ・アラビア国アラビア湾環境モニタリング計画調査に関する最終報告書を提出いたします。本報告書は貴国際協力事業団と千代田デイムスアンドムーア社を主体とする調査団との間における1999年2月19日、1999年5月20日、2000年5月10日付契約に基づき作成されたものです。

報告書には、サウディアラビア国における水質モニタリング形成のためのガイドラインおよびアラビア湾におけるモニタリング計画の内容について記載されています。

報告書は英文による主報告書、サマリーレポート、サポーティングレポート、データブック、技術移転報告書から構成されています。

主報告書には、1) アラビア湾の水質およびモニタリングの現況、2) 水質モニタリング計画策定の方針、3) アラビア湾における水質モニタリング計画、4) 将来における分析室整備計画、5) 沿岸域管理体制の強化のための提言について記載されています。

サマリーレポートにはこれらの内容を要約いたしました。

サポーティングレポートには、フィールド調査、海水分析手法、分析室の管理、データ解析方法等の水質モニタリング調査実施のための技術の詳細について記載いたしました。データブックにおいては、サウディ・アラビア国において収集されたデータおよびモニタリング調査の結果の詳細を示しております。

また、技術移転報告書には本調査において行われた各種の技術移転活動および移転結果について記載いたしました。

本調査の実施に当たりまして、貴事業団、作業監理委員会、外務省、環境庁、日本大使館の関係者各位によるご指導、ご支援を頂きましたことに心より御礼申し上げます。

また、本調査を共に実施してきたサウディアラビア国気象環境保護局（MEPA）各位の尽力に対して心より感謝する次第です。

本調査の成果がサウディ・アラビア国の沿岸域管理と持続的な発展に寄与できることを願ってやみません。

国際協力事業団  
アラビア湾環境モニタリング計画調査  
調査団 団長  
千代田デイムス・アンド・ムーア株式会社  
島津 康弘

島津 康弘



Monitoring Planning



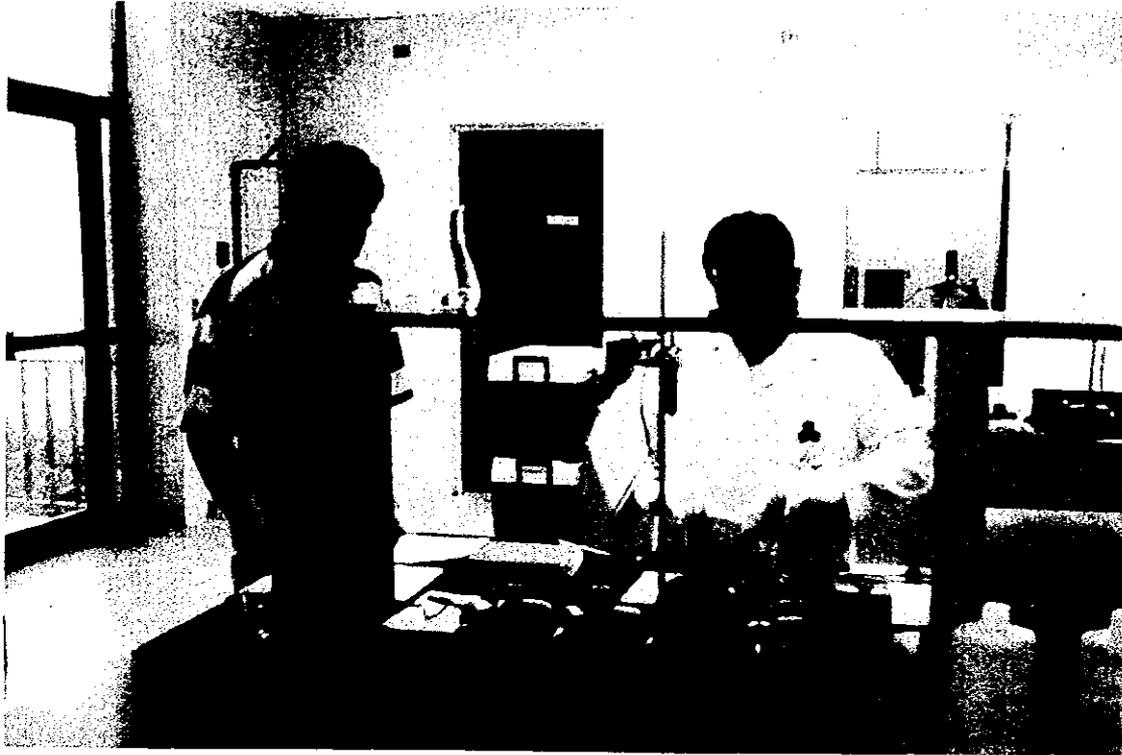
Sampling Bottle Preparation



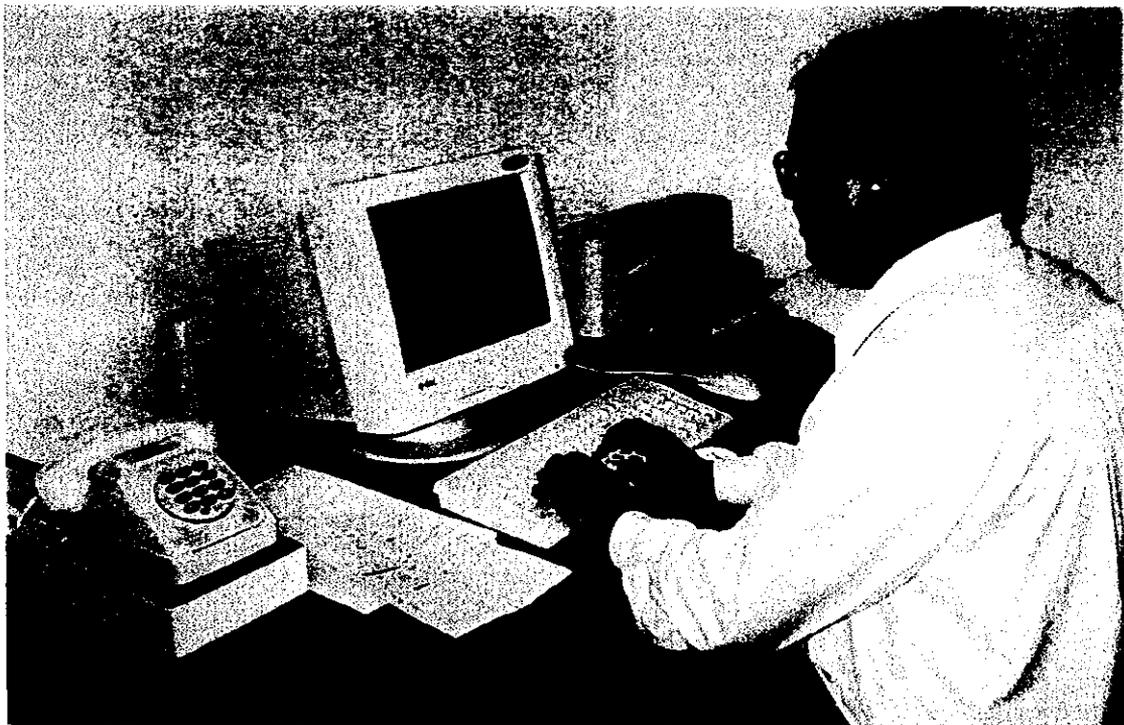
Field Sampling



Field Sampling

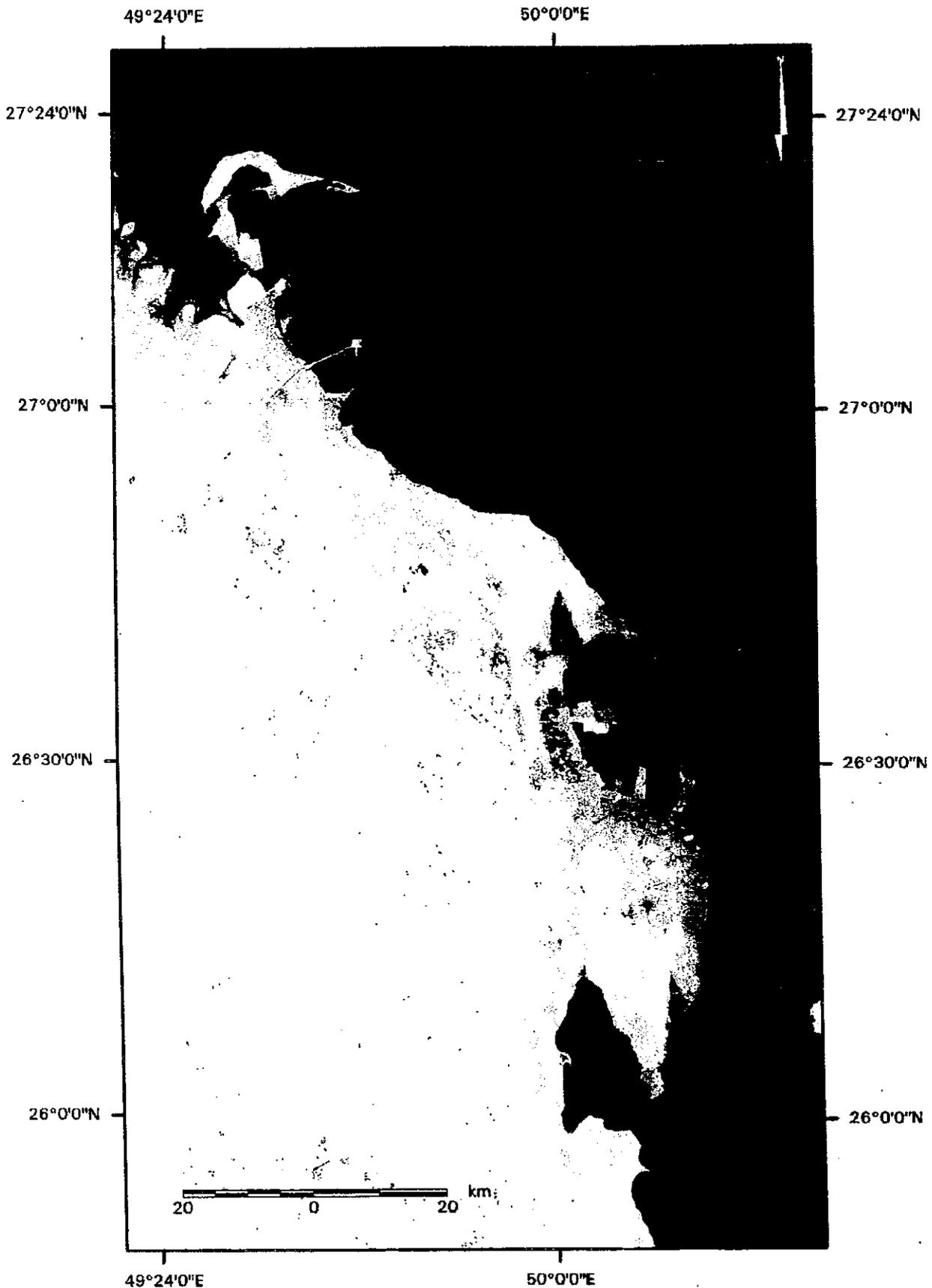


Laboratory Analysis



Data Analysis

# Intensive Study Area - Arabian Gulf, Saudi Arabia



JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)  
METEOROLOGY AND ENVIRONMENTAL PROTECTION ADMINISTRATION (MEPA)

# 目 次

## 調査結果概要

### 1. イントロダクション

1.1 調査の背景 .....	1-1
1.2 調査の目的および調査地域 .....	1-1
1.3 調査の範囲 .....	1-3
1.4 調査の概要および経緯 .....	1-3
1.5 調査工程 .....	1-6
1.6 調査組織および人員 .....	1-8

### 2. アラビア湾の概況

2.1 アラビア湾の概要 .....	2-1
2.2 経済概況 .....	2-2
2.3 東部州の産業 .....	2-4
2.4 主要な汚染源 .....	2-5
2.5 生態系 .....	2-9

### 3. 環境管理の現状

3.1 概要 .....	3-1
3.2 政府の活動 .....	3-1

### 4. 環境の現状

4.1 水域現況調査の概要 .....	4-1
4.2 衛星画像解析 .....	4-2
4.3 予備現地調査 .....	4-13
4.4 モニタリング調査 .....	4-24

### 5. 水質モニタリングにかかる将来計画

5.1 アラビア湾において求められる沿岸管理の枠組みと基本方針 .....	5-1
5.2 モニタリングシステムの段階的整備 .....	5-5
5.3 将来のモニタリング計画 .....	5-6

## 6. 分析室の現状と将来計画

6.1 背景.....	6-1
6.2 分析室の将来計画.....	6-4

## 7. MEPAの運営管理に関する提言

7.1 運営管理に関する一般事項.....	7-1
7.2 MEPA東部事務所の役割の明確化.....	7-1
7.3 弾力的な予算措置.....	7-4
7.4 他機関との協力.....	7-4
7.5 環境管理システムの策定.....	7-7
7.6 運営・管理の見直し.....	7-9
7.7 他の湾岸諸国との協力体制の構築.....	7-12
7.8 結論.....	7-12

# 図 表 リ ス ト

## 1. イントロダクション

図 1.1.1 調査対象水域 .....	1-2
図1.4.4. 調査フロー .....	1-4
図1.5.1. 調査工程表 .....	1-7

## 2. アラビア湾の概況

表 2.1 サウディアラビアの経済データ .....	2-2
表2.2 サウディアラビアの貿易収支 .....	2-3
表2.3 東部州における主要工場 .....	2-6
図 2.1 アラビア湾における潮流の概況 .....	2-7
図2.2 主要汚染源の分布 .....	2-7
図2.3 主要な港湾の分布 .....	2-8
図2.4 アラビア湾における脆弱域の分布 .....	2-11

## 3. 環境管理の現状

図3.2.1 サウディアラビア国における環境保護体制 .....	3-2
図3.2.2 MEPA の組織図 .....	3-7
図3.2.3 MEPA EPの組織図 .....	3-8

## 4. 環境の現状

表4.3.1 モニタリングスケジュール .....	4-3
表4.3.2 フィールド測定結果 .....	4-22
表4.3.3 化学分析結果 .....	4-23
表4.4.1 サンプル容器、保存・維持時間 .....	4-32
表4.4.2 フィールド測定結果（第3次現地調査） .....	4-37
表4.4.3 水質分析結果（第3次現地調査） .....	4-41
表4.4.4 底質分析結果（第3次現地調査） .....	4-42
表4.4.5 フィールド測定結果（第4次現地調査） .....	4-43
表4.4.6 水質分析結果（第4次現地調査） .....	4-47
表4.4.7 底質分析結果（第4次現地調査） .....	4-48
表4.4.8 水質調査結果の評価 .....	4-49
表4.4.9 底質調査結果の評価 .....	4-51
図 4.3.1 モニタリングポイント .....	4-14
図 4.4.1 サンプル採取地点 .....	4-25
図 4.4.2 水質調査結果の分類 .....	4-52

図 4.4.3 底質調査結果の分類 .....	4-55
-------------------------	------

## 5. 水質モニタリングにかかる将来計画

表5.3.1 PhaseIIにおける基本調査項目（案） .....	5-10
-----------------------------------	------

図 5.1.1 水質保全のための施策概念図 .....	5-3
-----------------------------	-----

図 5.1.2 沿岸域マネジメントプラン .....	5-4
----------------------------	-----

## 6. 分析室の現状と将来計画

表6.1.1 分析項目及び方法 .....	6-2
-----------------------	-----

表6.1.2 MEPA 分析室への導入機材 .....	6-3
-----------------------------	-----

## 7. MEPA の運営管理に関する提言

表7.1 各機関との協力内容 .....	7-5
----------------------	-----

表7.2 職員の職務権限書式の例 .....	7-11
------------------------	------

図7.1 MEPA 東部事務所における組織構成案 .....	7-3
--------------------------------	-----

図7.2 外部公的機関との環境管理にかかる連携（案） .....	7-6
----------------------------------	-----

図7.3 外部企業との環境管理にかかる連携（案） .....	7-8
--------------------------------	-----

## 略語および字頭語

ACOPS	Advisory Committee on Protection of the Sea
ARAMCO	Arabian Oil Company
BOD	生物的酸素要求量
COD	化学的酸素要求量
DO	溶存酸素濃度
E.P.	東部州または東部州事務所
FL-ASS	フレイムレス原子吸光光度計
GC-ECD	電子捕獲型検出器付ガスクロマトグラフィー
GC-MS	ガスクロマトグラフ-質量分析計
GDP	国内総生産
HPLC	高速液体クロマトグラフ
IC	イオンクロマトグラフ
ICP-MS	誘導結合プラズマ発光分光分析装置
IOC	Intergovernmental Oceanographic Commission
ISA	インテンシブ・スタディ・エリア (Intensive Study Area)
IUCN	国際自然保護連合 (The World Conservation Union)
JICA	国際協力事業団 (Japan International Cooperation Agency)
KFUPM	King Fahad University of Petroleum and Minerals
KSA	サウディ・アラビア国 (Kingdom of Saudi Arabia)
MAW	Ministry of Agriculture and Water
MEPA	Meteorology and Environmental Protection Administration
NCWCD	National Commission for Wild Life conservation and Development
OJT	オン・ザ・ジョブ・トレーニング
ORP	酸化還元電位
PERSUGA	Regional Organizations of the Red Sea and Gulf of Aden
PETROMIN	General Petroleum and Minerals Organization
QA/QC	品質保証/精度管理
RCJY	ロイヤルコミッション (Royal Commission for Jubail and Yanbu)
ROPME	The Regional Organization for the Protection of the Marine Environment
SABIC	Saudi Basic Industries Corporation
SAFCO	Saudi Fertilizer Company
SCH	Saudi Consulting House
STP	下水処理施設
TDS	総溶存物量
TKN	総ケルダール態窒素
T-P	総リン
TOC	総有機炭素量
TSS	総懸濁物量
UNEP	国連環境保護プログラム (United Nations Environment Program)
VOC	揮発性有機炭素

## 調査結果概要

## 調査結果概要

### 1 調査の目的

調査の主な目的は以下のとおりである。

- 1) アラビア湾沿岸域の水質の現況および汚染源について確認する。
- 2) 現在のアラビア湾のモニタリングシステムを含む水質管理体制を見直し、改善策を策定する。
- 3) 調査を通じてサウディ・アラビア側カウンターパート（以下C/P）への技術移転を行うことで、MEPAの東部事務所を中心にその環境管理能力の強化を図る。

### 2 調査対象域

調査はサウディアラビア国のアラビア湾沿岸域全域を対象として行った。このうち、現地予備調査の結果およびMEPAとの協議結果に基づき、Abu Ali から、Al-Qulayyahに至る水域をIntensive Study Areaとして選定し、特に集中的な水域調査を行った。

### 3 調査結果

#### 3.1 汚染実態調査

アラビア湾の汚染実態を把握するため、既存データ収集・整理、海洋モニタリング調査の実施、衛星画像解析による沿岸域汚染状況の把握が行われた。以下に概要を示す。

##### (1) 既存データ・情報の整理

既存のアラビア湾の自然環境、生態系、汚染の状況及び社会環境、環境管理に関するデータ及び情報について収集・整理を行った。また、主要な陸域排出源及び重要な野生生物の生息地の分布等について、収集した資料とMEPAのGIS マップに基づいて明らかにした。

アラビア湾において想定される潜在的な主要汚染源は、主として今回 Intensive Study Area（図2）として調査を行ったJubail、Ras-Tanura、Tarut-Dammam、Khobarの水域に集中しており、他の水域における陸域排出源の密度は調査水域に比べて低い。

##### (2) 水域モニタリング調査

調査区域（Intensive Study Area）における汚染の状況を明らかにするために、第3次現地調査時（1999年10～11月）および第4次現地調査時（2000年6～7月）に水域モニタリング調査を実施した。

調査においては、全部で34箇所のモニタリングポイントが選定され、水質および底質についてサンプリングおよび分析が行われた。サンプリングおよび分析はJICA供与資材を用いて行い、MEPAのラボで実施した。

モニタリング調査の結果排水の影響を受ける一部水域において水質の汚染の悪化が認められ、特に栄養塩類（窒素、リン）濃度が高い傾向が認められた。また、一部の底質について金属類（Cr、Cd、Cu、Hg、Ni、Pb、V、Zn）およびTPHの高い濃度が検出された。

上記結果より、水域の将来的な富栄養化の可能性が考えられる。

今後さらに水質調査を継続し、季節変動を含めた水質の長期的傾向について明らかにするとともに、将来的には水域における栄養塩の動態を視野に入れたモニタリングシステムを構築してゆく必要がある。

### (3) 衛星画像解析

アラビア湾の衛星画像について以下のような解析が行われ、以下の解析図が作成された。また、第4次現地調査ではMEPA本部の機器を利用して解析を行い、解析手法の技術移転を行った。

- 1) 浮遊物質 (SS) 分布図
- 2) クロロフィル分布図
- 3) 油汚染分布図
- 4) 水温分布図
- 5) 沿岸域土地利用分類図

衛星画像解析の結果、水温・浮遊物質・クロロフィルについては、現地調査結果と良好な相関を示し、汚濁分布の概況を把握する上で有効であることが示唆された。

一方で、油分の分布については、良好な再現性は認められなかった。

結果より、衛星画像解析が補助的なモニタリングの手段として活用可能であることが示唆された。将来的に衛星画像解析技術を修得した技術者を育成し、既存GISシステムとの連携等を図ることで、データベースを構築し、湾岸環境の保全に資することが考えられる。

## 3.2 将来モニタリング計画の提言

### (1) 既存モニタリングシステム

既存の水域モニタリングシステムとしてはJubail工業都市前面水域を対象としたRoyal Commissionの定期的な水質モニタリングや企業・工場において主として排水等を対象に行われているモニタリングがある。

将来的なモニタリングシステムにおいては、国家として水質の時間的・空間的変動傾向を把

握するための定期的なモニタリング体制を整備するとともに、Royal Commission等の他機関から得られる水質モニタリングデータ・情報の交換・統合も視野に入れることが必要であると考えられるが、このためには、他機関との意見・情報交換に対する継続的努力は非常に重要である。

## (2) アラビア湾における将来的なモニタリングシステムの提言

MEPAの将来的なモニタリングシステムとして、水域の水質変動傾向の把握、汚染水域の監視、環境規制効果の検証・検討等の機能を備えた総合的な国家水質モニタリングシステムの確立を提言した。

上記システムの実現のためのステップとして以下の4段階を想定し提言を行った。

Phase I（計画・準備）：Phase Iは将来モニタリングシステムの基礎の構築期間であり、本調査の実施および終了がPhase Iに該当する。

Phase II（確立期）：このPhaseでは、Phase Iで得られた情報に基づき基本的モニタリングシステムの確立を目指す。

Phase III（強化期）：Phase IIIでは、Phase IIで確立されたモニタリングシステムの強化、拡大を目標とする。

Phase IV（完成期）：Phase IVは総合的な国家水質モニタリングシステムの完成を目指す。

各段階の目標達成期間は各々2年間を目標とし、各段階の目標が達成された段階で次のステップに進むことを原則とする。

具体的なモニタリング活動として、Phase IIにおいては、湾岸域における定期的な水質モニタリングシステムおよび陸域汚染源等を対象とした汚染モニタリング体制の確立を、Phase IIIでは、富栄養化機構の解明・改善を視野に入れたモニタリングの実施と沿岸域管理計画の策定を行う。Phase IVでは、外部環境関連機関・研究機関との協力、湾岸諸国（特にROPME加盟国）との協力体制の基に、アラビア湾環境保全のためのネットワークの形成を図る。

## 3.3 MEPAの沿岸域管理能力の強化

### (1) MEPAの分析室の改善

MEPA東部事務所においてJICAの供与機材を用い、分析室の改善を行った。また、これらの機材を使用して分析技術の移転を行った。また、分析室の維持管理に必要となる各種、文書・書類の整備を行った。

本調査におけるこれらの機器および技術移転活動は、MEPA東部事務所がアラビア湾における水質モニタリングを実施してゆく基礎として十分なものであるが、今後さらに外部機関との協力や海外ドナーの技術援助等により分析者の育成に努め、必要に応じてより高度な分析機器

を導入・活用できるよう努力することが肝要である。

## (2) MEPAの運営管理に関する提言

MEPAの海洋モニタリング能力の強化のために以下の点を改善する必要があると考えられた。

これらの点について、以下のような改善策の提言を行った。

- 東部事務所を湾岸域における環境管理の中心として位置づけ、それに応じた職務権限・組織の強化を行う。
- 東部事務所が企画立案、予算要求を行い、独自の判断で予算執行できるシステムを構築する。
- 他の環境関連機関への情報提供、調整、協力により包括的な環境管理の実現を目指す。
- 環境関連省庁との連携・協力による環境管理、排出監視システムを構築する。
- 東部事務所内の業務／責任の明確化、マニュアル整備等により運営・管理体制強化を図る。
- 他の湾岸諸国（特にROPME参加国）との協力体制強化を図る。

## (3) 技術移転

技術移転に関しては、On-the-Job-Training (OJT)、C/Pへの講義、ディスカッション等の様々な方法で行われた。以下に主な技術移転項目を示す。

### 【分析作業】

- 化学分析の基礎
- サンプルの取り扱い
- 化学分析作業
- データ解析(計算およびデータの取り扱い)
- レポーティング
- その他

### 【フィールド調査】

- モニタリング計画の基礎
- Health and Safety Plan の策定
- サンプル管理
- データ解析
- サンプリング計画手法
- モニタリング準備作業
- 結果の記録
- COCによるサンプル管理

### 【組織運営・管理】

- MEPAの組織管理に関するディスカッションおよび提言

### 【衛星画像解析】

- 衛星画像解析技術の基礎

# 1. イントロダクション

# 1. イントロダクション

## 1.1 調査の背景

1970年代初頭からの急速な社会・経済的發展と都市化により、アラビア湾沿岸域においては、油の漏出、生活排水および工場排水による水質汚染、埋立・浚渫による海水の汚濁・沿岸域への流出土砂堆積等の環境問題が懸念されている。

サウディ・アラビア政府は1997年9月、わが国に対して、沿岸地域の環境モニタリング計画策定のため、本件調査の実施に関する協力を正式に要請してきた。国際協力事業団（Japan International Cooperation Agency：JICA）は、1997年11月に合意された「日・サ協力アジェンダ」に基づき、協力分野5分野（教育・職業訓練、環境、医療・化学技術、文化・スポーツ交流、投資のうち、環境分野の協力の柱として本調査を実施することになった。

## 1.2. 調査の目的および調査地域

### 1.2.1 調査の目的

本調査の主な目的を以下に示す。

- 1) アラビア湾沿岸域の水質の現況および汚染源について確認する。
- 2) 現在のアラビア湾のモニタリングシステムを含む水質管理体制を見直し、改善策を策定する。
- 3) 調査を通じてサウディ・アラビア側カウンターパート（以下C/P）である気象環境保護局（Meteorology and Environmental Protection Administration：MEPA）への技術移転を行うことで、MEPAの東部事務所を中心にその環境管理能力の強化を図る。

### 1.2.2 調査対象地域

アラビア湾沿岸部を対象とする。但しJazirat Abu Ali島（北端）からAl Qurayyah（南端）に至る沿岸域をIntensive Study Areaとして設定し、この水域を主な対象として、モニタリング調査、技術移転、モニタリング計画の策定を行う。調査対象地域およびIntensive Study Areaを図1.1.1に示す。

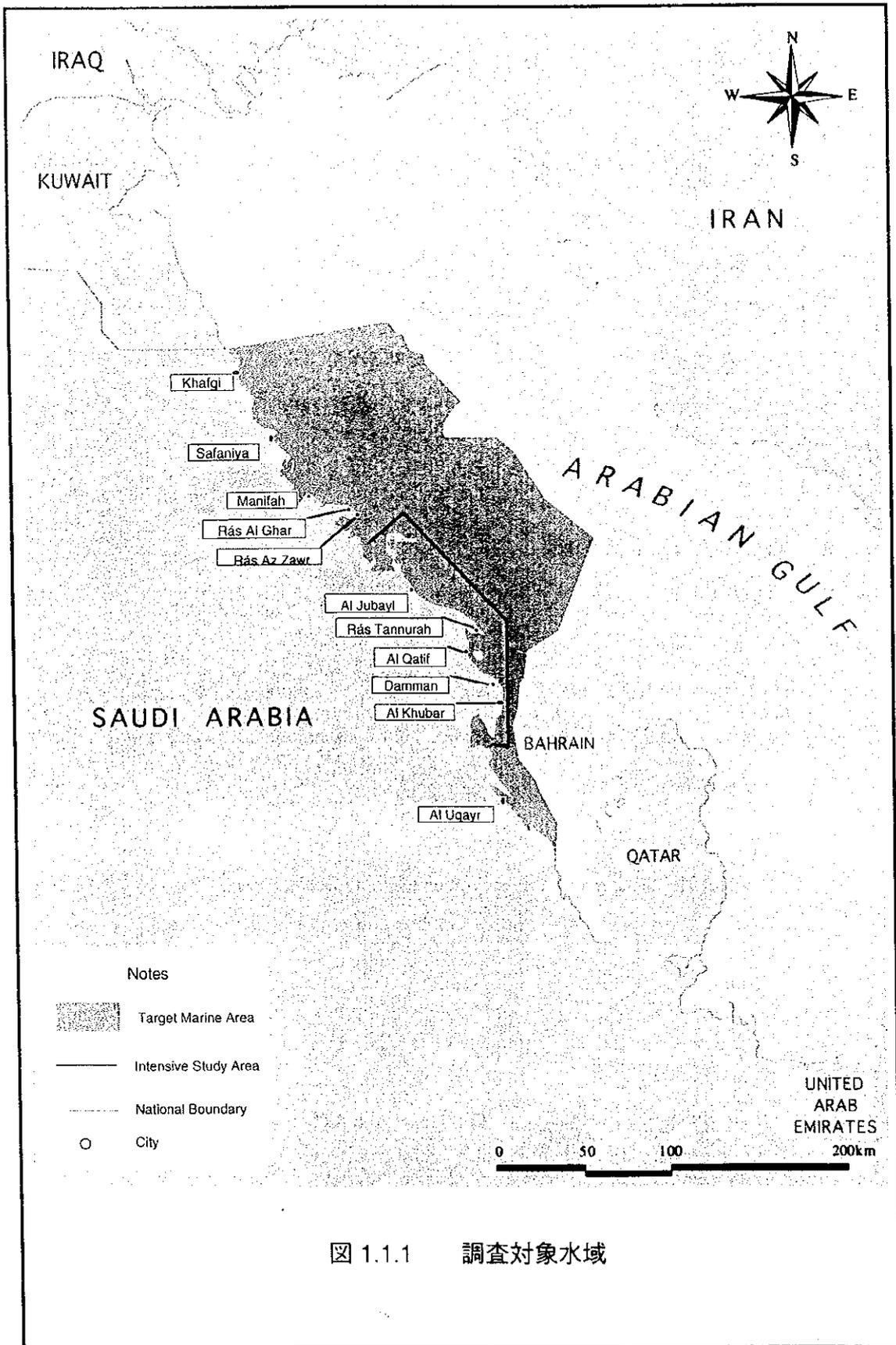


図 1.1.1 調査対象水域

### 1.3 調査の範囲

1998年8月1日付でMEPAと事前調査団との間で合意された調査の範囲は以下の通りである。

- 1) 既存情報およびアラビア湾におけるモニタリングシステムに関する情報の収集
- 2) 現地踏査の実施
- 3) 現地モニタリング調査の計画および実施
- 4) 水質の分析および評価
- 5) 水質悪化原因の特定
- 6) 現在のモニタリングシステムのレビューおよび適切な海水モニタリング調査の提言
- 7) モニタリングシステムの評価および強化
- 8) 関連機関との関係強化
- 9) MEPAの環境管理能力強化に関する提言
- 10) 費用および評価を含むモニタリングプログラムの提言

### 1.4 調査の概要および経緯

調査の概要を以下に示す。また、図1.4.1に調査フローを示す。

#### (1) 第1次国内準備作業 (1999年2月)

国内準備作業は下記事項を中心に実施した。

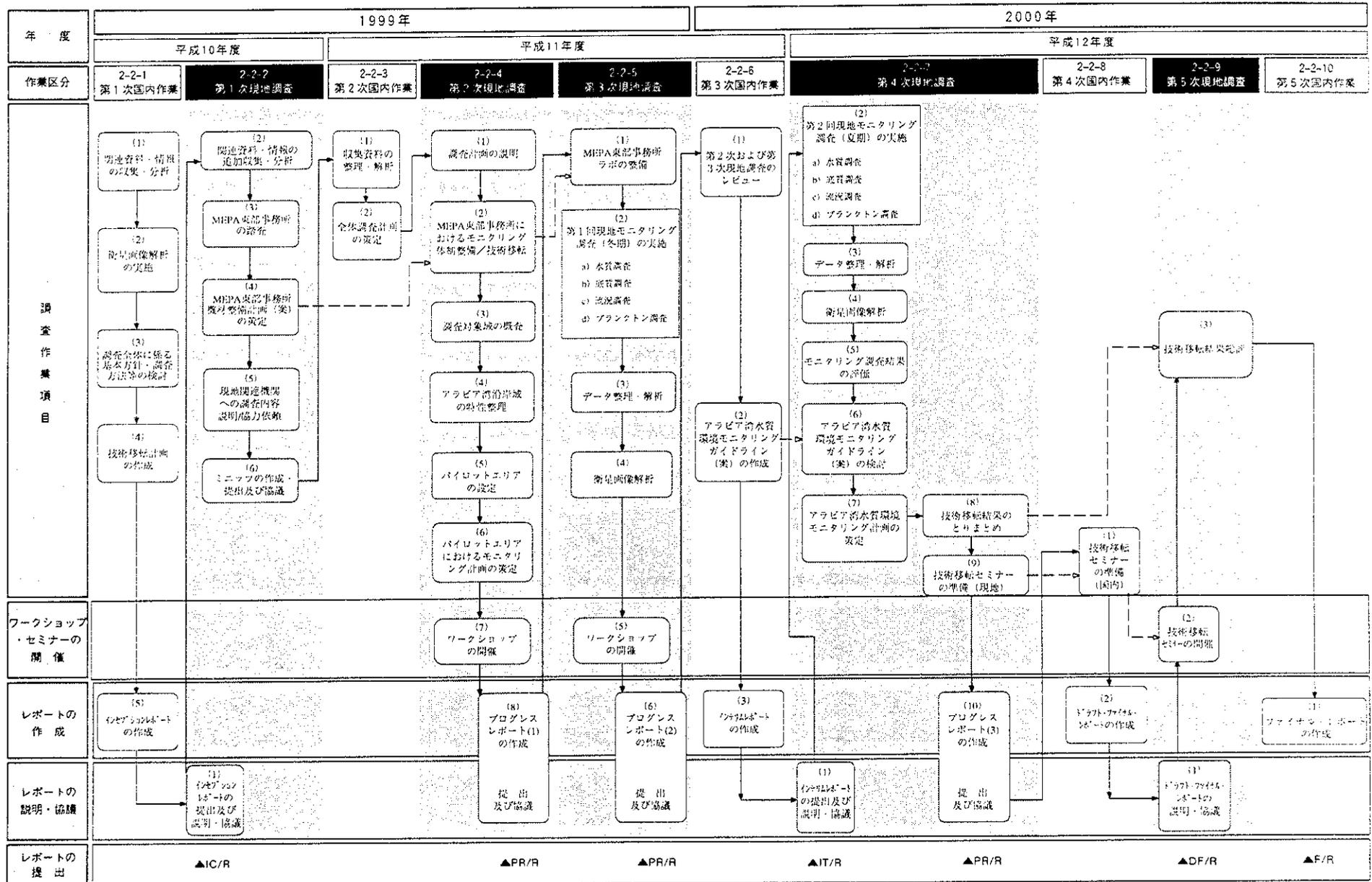
- ・ 関連資料、情報の収集・分析
- ・ 衛星画像解析の実施 (幾何補正、モザイク画像処理)
- ・ 調査全体に係る基本方針・調査方法等の検討
- ・ 技術移転計画の作成
- ・ インセプションレポートの作成

#### (2) 第1次現地調査 (1999年3月)

第1次現地調査では主として下記作業を行った。

- ・ インセプションレポートの提出及び説明・協議
- ・ 関連資料・情報の追加収集・分析
- ・ MEPA東部事務所の踏査
- ・ サウディ・アラビア沿岸域 (約300 km)の視察
- ・ MEPA東部事務所機材整備計画 (案) の策定
- ・ 調査計画のフレームの協議/確定

図1.4.1 調査フロー



(3) 第2次国内作業 (1999年5月)

- ・収集資料の整理・解析
- ・全体調査計画の策定
- ・衛星画像解析の実施 (濁度、油分、クロロフィル分布)

(4) 第2次現地調査 (1999年6月～7月)

- ・第1回モニタリング調査計画の説明・協議
- ・MEPA東部事務所におけるモニタリング体制整備/技術移転
- ・アラビア湾沿岸域の特性整理 (主要汚染源等のマッピング)
- ・Intensive Study Areaの設定
- ・Intensive Study Areaにおけるモニタリング計画の策定
- ・ワークショップの開催
- ・プロGRESSレポート (1) の作成及び説明

(5) 第3次現地調査 (1999年9月～11月)

- ・Intensive Study Areaにおけるモニタリング計画の再検討
- ・MEPA東部事務所ラボの整備
- ・第1回目の現地モニタリング調査の実施 (水質34地点、底質24地点)
- ・ワークショップの開催
- ・プロGRESSレポート (2) の作成・提出および協議

(6) 第3次国内作業 (2000年1月～2月)

- ・第2次及び第3次現地調査結果のレビュー
- ・アラビア湾水質環境モニタリングガイドライン (案) の検討
- ・インテリムレポートの作成

(7) 第4次現地調査 (2000年5月～7月)

- 1) 第2回現地モニタリング調査 (夏期) の実施 (水質34地点、底質24地点)
- 2) 衛星画像解析の実施・技術移転

第1回モニタリング調査と同時期の衛星画像データについてIntensive Study Area を対象とした解析を行った。(濁質、クロロフィル、水温分布状況、土地利用状況)

- 3) モニタリングガイドラインに関する協議の実施

(8) 第4次国内作業 (2000年9月～10月)

1) 技術移転セミナーの準備 (国内)

第5次現地調査において実施する技術移転セミナーの資料を作成した。

2) ドラフトファイナルレポートの作成

これまでの調査検討結果に基づきドラフトファイナルレポートを作成した。

(9) 第5次現地作業 (2000年11月)

1) ドラフトファイナルレポート説明・協議

サウディ・アラビア国側にドラフト・ファイナル・レポートを提出し、説明・協議を行った。併せて調査用資機材の調査終了後の取り扱いについても相手国と協議を行った。

2) 技術移転セミナーの実施

MEPA本部において技術移転セミナーを開催し、本調査結果の総括・発表を行った。セミナーはHICAとC/Pが共催し、各々調査の成果を発表した。

(10) 第5次国内作業

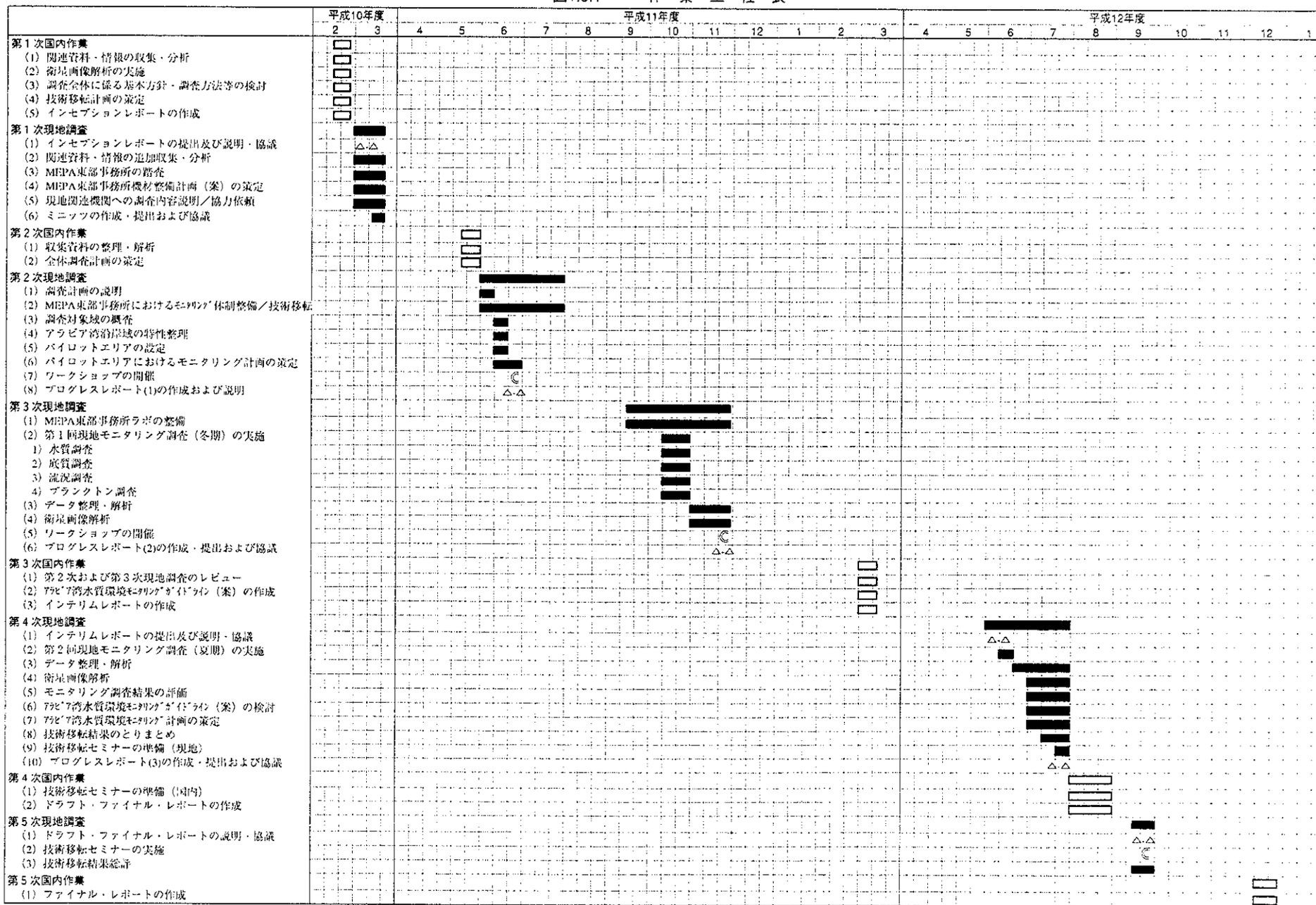
1) ファイナルレポート作成

ドラフト・ファイナル・レポートに対するサウディ・アラビア国側のコメントを受け、必要な修正を行い、ファイナルレポートとした。

## 1.5 調査工程

本プロジェクトの工程を図1.5.1に示す。

図1.5.1 作業工程表



凡例： ■■■■■ 現地調査期間 □□□□□ 国内作業期間 △△△ 報告書等の説明 ◎◎◎ セミナー及びワークショップの開催

## 1.6 調査組織および人員

本プロジェクトにおける組織および人員を以下に示す。

### カウンターパート

- |                       |                     |
|-----------------------|---------------------|
| 1) Hamdan Al-Ghamdi   | MEPA 東部事務所 所長       |
| 2) Aziz Al-Omari      | MEPA 東部事務所 環境部 チーフ  |
| 3) Adel Qusti         | MEPA 東部事務 環境部 職員    |
| 4) Ahmed Al-Dalouj    | MEPA 東部事務 環境部 職員    |
| 5) Ghazi Al-Naimi     | MEPA 東部事務 環境部 職員    |
| 6) Hashim Al-Zawad    | MEPA 東部事務 環境部 職員    |
| 7) Jamal Kazim        | MEPA ジェッタ事務所 職員     |
| 8) Khalid Al-Rasheed  | MEPA 東部事務 環境部 職員    |
| 9) Khalid Busbait     | MEPA 東部事務 環境部 職員    |
| 10) Mohammed Bukhari  | MEPA 本部 GIS センター 職員 |
| 11) Najib S Raadan    | MEPA 東部事務 環境部 職員    |
| 12) Qusai Bohlaiquah  | MEPA 東部事務 環境部 職員    |
| 13) Yousef H Al-Hilal | MEPA 東部事務 環境部 職員    |

### 作業監理委員会

- |             |             |
|-------------|-------------|
| 1) 大田 正 豁   | 委員長         |
| 2) 赤堀 剛 寛   | 環境専門家       |
| 3) 安田 能 生 弘 | 水質モニタリング専門家 |

### 調査団

- |                         |             |
|-------------------------|-------------|
| 1) 島津 康 弘               | 総括・海洋環境     |
| 2) Robert Hillard       | 水質モニタリング計画  |
| 3) 新井 邦 夫               | 海洋汚染        |
| 4) 大井 裕 之               | 水質分析        |
| 5) 今枝 良 隆               | 水質分析2       |
| 6) 佐藤 衛                 | 機材整備        |
| 7) 池 知 彦                | 生態系         |
| 8) Krishna Kumar Mishra | 衛星画像解析      |
| 9) 杉 田 明 弘              | 衛星画像解析2     |
| 10) 田 中 和 雄             | 社会・経済・組織・制度 |

## 2. アラビア湾の概況

## 2. アラビア湾の概況

### 2.1 アラビア湾の概要

アラビア湾は地質時代に形成された中新世海盆である。アラビア湾はカタール半島により東部と西部に区分され、アラビア側（西側）は遠浅であるが、イラン側（東側）は水深が急に深くなっている。アラビア湾は半閉鎖水域であるが、図2.1に示すような潮流が観察される。この潮流が起こる主たる理由は、同地域では水の蒸発量が流入量（降水量と河川からの流水量の合計）を上回るため、ホルムズ海峡からアラビア湾に向かって海水が流入するためである。垂直方向の潮流としては、湾の最深部（北部）での下向きの潮流が特記される。この潮流は、強烈な日差しにより濃縮された比重の大きな海水が、チグリス・ユーフラテス川からの流入水で希釈された比重の小さな海水の下に潜り込むことにより発生する。

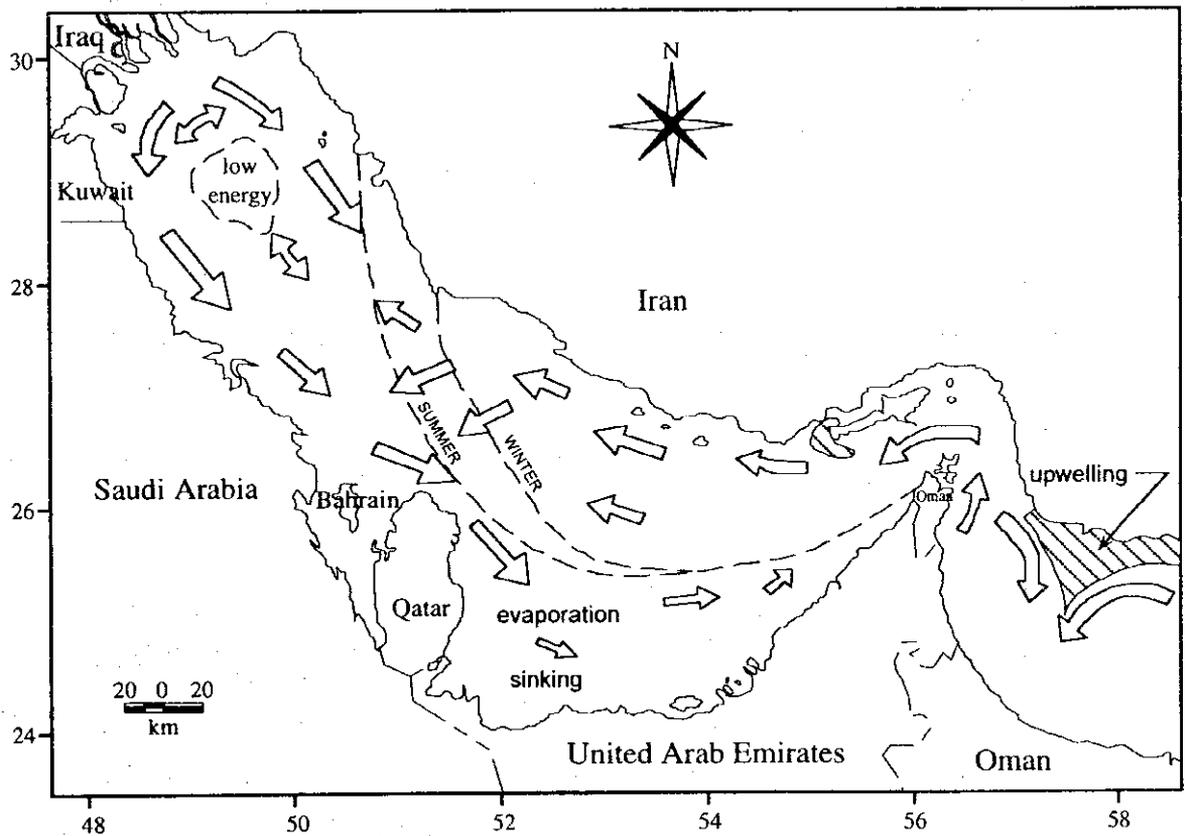


図2.1 アラビア湾における潮流の概況 (Michael Reynolds, 1993)

## 2.2. 経済概況

### (1) 概況

サウジアラビア政府は第1次5ヵ年計画（1970～1975）以来一貫して原油に依存する経済体質から脱却し、経済を多角化する努力を続けており、石油化学、プラスチック、肥料、金属、製鉄、セメント等の産業の育成、小麦自給体制の確立等に成功した。この間の非石油セクターの経済成長率は平均6.3%であり、同国のGDPにおける原油への依存度は1970年の60%から1997年には38%に低下した。セクター毎のGDPの推移を表2.1に示す。民間企業による経済活動の発展は著しく、1997年の総GDPにおける民間企業の寄与は40%（非石油セクターの60%強）となっている。

表2.1 サウディアラビアの経済データ

	1994	1995	1996	1997 (%)
Crude Oil, Gas etc.	39,863	42,606	49,516	54,425 (38)
Industry	10,554	11,412	12,741	13,967 (10)
Oil Products	(4,195)	(4,512)	(5,223)	(5,803)
Others	(6,359)	(6,900)	(7,518)	(3,164)
Construction	11,425	11,630	11,884	12,383 (8)
Agricult./Fishery	8,323	8,449	8,599	8,857 (6)
Commerce, Hotel	8,818	8,862	9,160	9,389 (6)
Transport etc.,	8,143	8,266	8,424	8,719 (6)
Finance etc.,	5,371	7,347	7,487	7,751 (5)
Public Services	21,417	23,060	24,172	25,998 (18)
Others	6,413	4,224	4,737	4,878 (3)
Total	120,327	125,856	136,720	146,367 (100)

(\*Exchange Rate: 3.74 Riyals/US\$)

国際収支は、表2.2に示す様に、貿易収支は大幅な黒字となっている。輸出品については原油・石油製品が全体の90%以上を占めている。主要な輸入品は電気製品（20%）、食料品（17%）、自動車（5.5%）などとなっている。一方、サービス収支・移転収支共に大幅な赤字となっている。移転収支が大幅な赤字となっているのは海外からの多数の出稼ぎ者の海外送金によるものである。全体では17億ドルの赤字（1999年）となっており、最盛期には1,400億ドルを超えていたサウジアラビアの外貨準備高は700億ドル程度まで減少している。

表2.2 サウジアラビアの貿易収支

(Unit: Million U.S. Dollars)

	1995	1996	1997	1998	1999
Trade Balance	24,391	35,370	34,361	11,287	22,765
Export	50,041	60,729	60,731	38,822	48,482
Import	25,650	25,358	26,370	27,535	25,717
Service Balance	△15,603	△21,523	△21,706	△15,152	△13,702
Investment	2,803	2,446	2,785	2,769	3,311
Transfer	△16,916	△15,613	△15,134	△15,053	△14,076
Total Balance	△5,324	681	306	△16,149	△1,702

Source: International Monetary Fund

## (2) 労働力

世界銀行の推定によると1999年におけるサウジアラビアの人口は2,140万人である。また、1992年に実施された国勢調査によれば、同国の人口は1,692万人余（サウジ人：72.7%、外国人：28.3%）であった。両資料から判断すると、この間の人口増加率は3.3%強である。多数の外国人労働者の存在と急激な人口増加はサウジアラビア人（特に若年層）の雇用（失業）問題を引き起こしている。短期間で外国人労働者をサウジ人に替えることは現実的ではない、サウジ人は単純労働に従事することを望んでいない、サウジ人を技能職に就けるためには教育が必要であるなどの問題があり、若年層の雇用機会を確保することが、サウジアラビア政府にとり大きな課題となっている。

## (3) 公共セクターの役割

経済の多様化の推進において公共セクターの果たした役割は非常に大きい。特に、以下の4つの公共企業はサウジアラビアの経済発展に大きく寄与し、現在でも非常に大きな力を有している。

- ・ Saudi Arabian Oil Company (Saudi ARAMCO)：100%国営の石油会社
- ・ Saudi Basic Industries Corporation (SABIC)：国内の炭化水素・鉱物資源を利用した産業育成を担当する公社で、傘下に多くの企業を有する。
- ・ General Petroleum and Minerals Organization (PETROMIN)：鉱物・石油関連プロジェクトを実施・管理する組織。1993年7月に、石油関連事業の多くをARAMCOに移管した。
- ・ Royal Commission of Jubail and Yanbu：ジュベールおよびヤンブーの工業団地に全てのインフラ（電気、上下水道など）を提供する機関

## 2.3 東部州の産業

### (1) 概況

1938年にダンマンで大規模油田が発見されて以来、東部州はサウジアラビアの経済の中心的な役割を果たしており、以下に示す様に、多くの企業・工場が東部州に建設された。

#### ◆ 製油所/NGLプラント

- |                           |             |
|---------------------------|-------------|
| ・ ARAMCO製油所、NGLプラント/石油積出港 | Ras Tanurah |
| ・ ARAMCO/Shell製油所         | Al-Jubail   |
| ・ アラビア石油                  | Khafgi      |

#### ◆ 石化プラント

- |                               |           |
|-------------------------------|-----------|
| ・ Al-Jubail Petrochemical Co. | Al-Jubail |
| ・ Eastern Petrochemical Co.   | Al-Jubail |
| ・ Arabian Petrochemical Co.   | Al-Jubail |
| ・ National Methanol Co.       | Al-Jubail |

#### ◆ 金属/製鉄プラント

- |                                  |           |
|----------------------------------|-----------|
| ・ Saudi Iron and Steel Co,       | Al-Jubail |
| ・ Zamil Steel Building Co., Ltd. | Dammam    |

#### ◆ 肥料工場

- |                                |           |
|--------------------------------|-----------|
| ・ Al Jubail Fertilizer Co.     | Al-Jubail |
| ・ Saudi Arabian Fertilizer Co. | Dahran    |

#### ◆ 造水/発電プラント

- |                                       |           |
|---------------------------------------|-----------|
| ・ Saline Water Conversion Corporation | Al-Jubail |
| ・ Saudi Consolidated Electric Co.     | Dammam    |
| ・ General Electricity Corporation     |           |

#### ◆ プラスティック製品工場

- |  |           |
|--|-----------|
| ・ National Plastic Co.                             | Al-Jubail |
| ・ Saudi Plastic Products Co. Ltd.,<br>Cement Plant | Dammam    |
| ・ Eastern Province Cement Co.                      | Dammam    |
| ・ Saudi Cement Co.                                 | Dammam    |

#### ◆ その他

- |                                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| ・ National Paper Products Company    | Dammam    |
| ・ Saudi Fisheries Co.                | Dammam    |
| ・ Arabian Geophysical and Survey Co. | Al-Khobar |

また、上記の製造業以外にも、多くの貿易会社、建設会社等が東部州に設立されている。

## (2) 産業の特徴

東部州では種々の産業が設立されたが、依然として主産業は原油の生産・精製である（金額ベースでは全体の90%）。就業人口ベースでは、建設・商業・サービスセクターが全労働人口の60%を占め、工業セクターは40%に過ぎない。

## (3) 環境への影響

アル・ジュベール、ダンマン、ダーラン及びアル・コバールはサウジアラビアを代表する工業都市である。以上の4市は全て東海岸にあり（互いの距離は200km以内）、多くの工場を有する。一般に、工場内でいかに公害対策を徹底しても、程度の差はあるが、工場が公害を起こす恐れをゼロにすることはできない。表2.3に上記4市にある公害源となる恐れのある工場を示す。

## 2.4 主要な汚染源

生態系への影響は十分に把握されていないが、アラビア湾の幾つかの地域で、石油、家庭・都市・産業汚染物質による環境問題が起こっている。沿岸域では固形廃棄物の堆積が問題となりつつある。海岸の埋立、浚渫、土砂など堆積なども沿岸の生態系に悪影響を及ぼしている。図2.2及び2.3に主要汚染源の分布をまとめる。また、汚染源毎の概要を以下に要約する。

### (1) 石油汚染

アラビア湾にはTanaquib、Saffaniya、Jubayl、Jubaymah、Ras Tanura、Dammam等多くの港があり、タンカーを始め多くの船舶が頻繁に運航されておる。アラビア湾における石油汚染の最大の原因はタンカーのバラスト水や他の船舶の含油廃水であると言われており、その量は年間40～70万トンと言われている（Linden et al. 1990）。タンカー・船舶に次ぐ石油汚染源は製油所およびその付帯設備（ガスプラント、タンクファーム等）である。図2.2に示す様に、アラビア湾に沿って多数の製油所が林立している。

表2.3 東部州における主要工場

グループ No.	製造業の種類	都市名	排出の恐れのある汚染物質	
12	Food	Dammam	Organic Substance	Oil & Grease
		Daharan	Residual Chlorine	
		Alkhobar		
13	Beverage/ Fodder/ Cigarette	Dammam	Organic Substance	Oil & Grease
			Nitrogen	Phosphorus
14	Textile (Excluding Fabrics)	Dammam	Organic Substance	Oil & Grease
			Nitrogen	Phosphorus
			Residual Chlorine	Metals (Cr)
17	Furniture	Dammam	Organic Substance	Oil & Grease
		Alkhobar	Organic Solvent	
18	Pulp/Paper	Dammam	Residual Chlorine	Oil & Grease
		Alkhobar		
20	Chemicals	Dammam	Metals(Mn, Cr, Pb, Cd, Hg, Fe, Na, As)	Cyanide (CN)
		Jubail	Organic Substance	Phenols
		Alkhobar	Oil&Grease	Phosphorus
			Organic solvents (BTEX)	SS
			Nitrogen (NH <sub>4</sub> -N, NO <sub>3</sub> -N)	LAS
21	Oil and Coal Products	Daharan	Phenols	Nitrogen (NH <sub>4</sub> -N)
		Khafji	Sulphide	Cyanide (CN)
			Organic Solvents (BTEX)	Oil & Grease
22	Plastic	Dammam	Organic Solvents (BTEX)	Phosphorus
		Alkhobar		
25	Ceramic/Soil and Stone Products	Dammam	Metals (Ca, Pb, Fe, Cd)	SS
		Jubail	Organic Solvents (BTEX)	Oil & Grease
		Daharan		
		Alkhobar		
26	Steel	Daharan	Metals (Fe, Cr, Pb, As, Fe, Hg)	Oil & Grease
		Alkhobar	Cyanide (CN)	SS
27	Metal excluding Steel	Jubail	Metals (Pb, As, Cu, Zn, Cd, Co, Fe, Al)	Oil & Grease
			Organic solvents	
28	Metal Products	Dammam	Metals(Cr, Mn, Zn, Fe, Ni, Pb, Cu, Sn)	Cyanide (CN)
		Jubail	Organic solvents (BTEX)	Nitrogen (NH <sub>4</sub> -N)
		Daharan		
		Alkhobar		
		Sayhat		
29	Machine	Dammam	Organic Solvents	
		Alkhobar		
30	Electrical Machine	Dammam	Metals(Hg, Pb, Cd, Ni, Hg, Sn, Zn)	Phosphorus (PO <sub>4</sub> -P)
		Daharan	Organic Solvents (BTEX)	Cyanide (CN)
		Alkhobar	Nitrogen (NH <sub>4</sub> -N, NO <sub>3</sub> -N)	
34	Other Products (Jewellery, Music Instruments, etc.)	Dammam	Organic Solvents	
37	Gas	Dammam	Metals	Residual Chlorine
		Alkhobar		

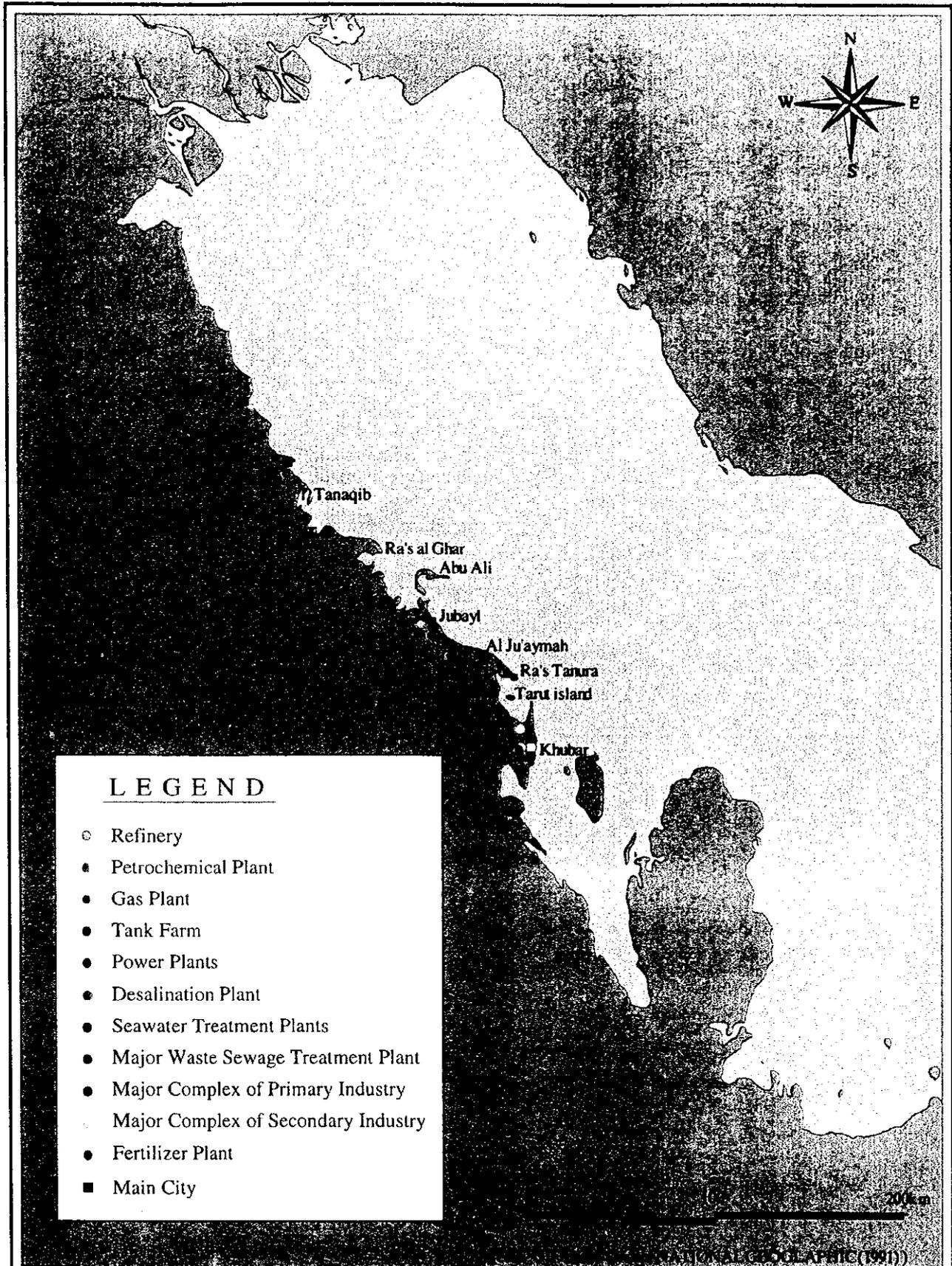


図2.2 主要汚染源の分布

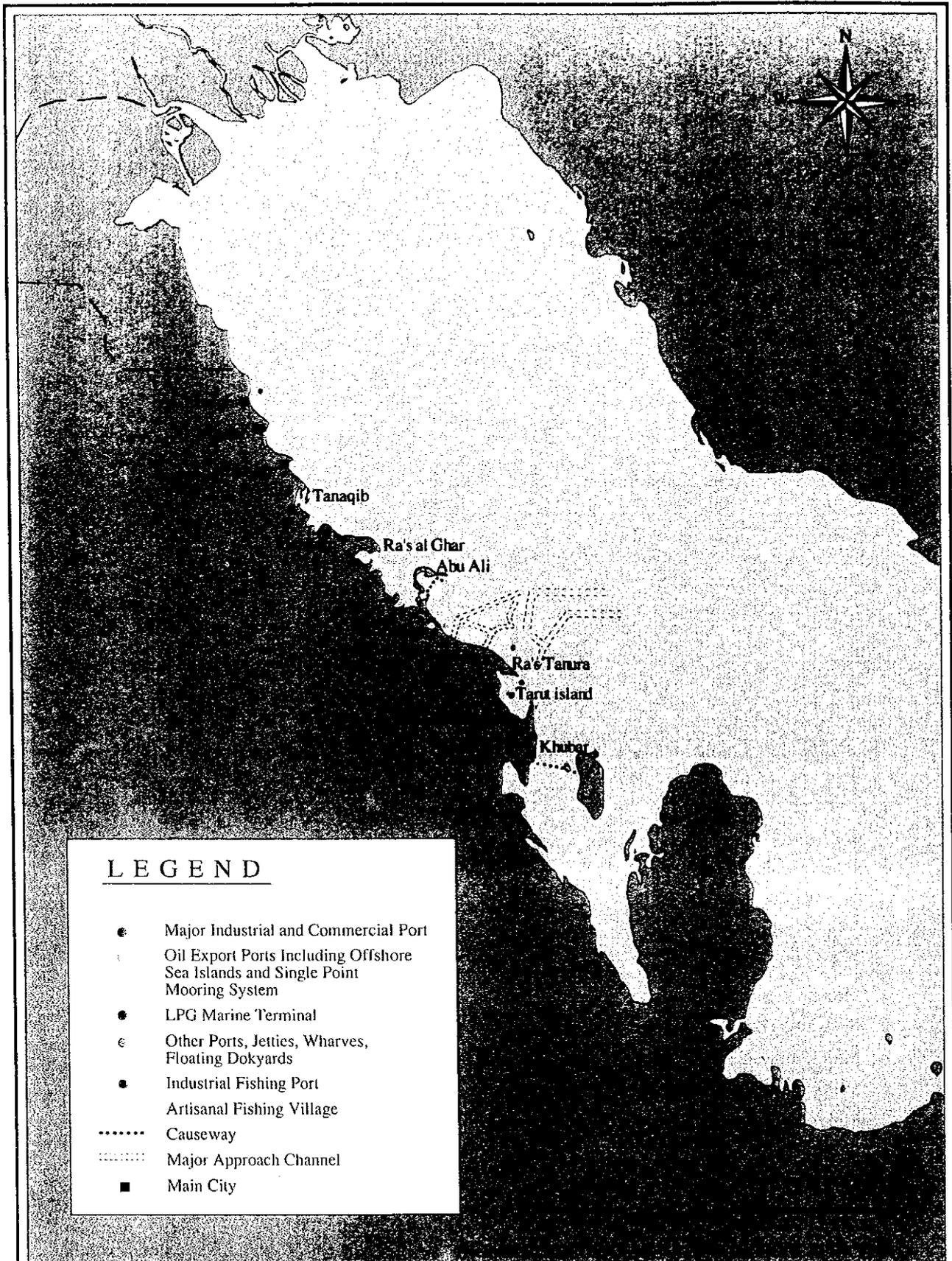


図2.3 主要な港湾の分布