

# 1991年湾岸戦争による油流出時の国際協力

N.I. タフィーク [ サウジアラビア気象環境保護庁 (MEPA) 副長官 ]

D.A. オルセン [ サウジアラビア気象環境保護庁 (MEPA) 顧問 ]

## 1 はじめに

1991年1月、イラク軍がタンカー Al Qadasiyah、Hitten、Tarik Ibn Ziyad、Al Mutanabbi の船長に積荷を特製マニホールドを通してペルシャ湾の海中に故意に放出するよう命じた。このとき史上最大の石油流出がはじまった。(表1)。この意図的な油の流出と、それに続く Mina al Ahmadi 基地と Min al Bakr 基地からの放出は史上最大の流出となり (Tawfiq & Olsen, 1994)、非常に有名な Exxon Valdez の流出の40倍以上に達する(表2)。

実戦のさなかに発生したこの流出とその巨大な影響に対する対策活動は、全世界のメディアの史上最大の情報収集の目前で繰り広げられた。この結果、サウジアラビア王国は空前の環境危機に直面し、サウジの措置を全世界のメディアが固唾をのんで見守った。幸い、事態の深刻さを認識した世界各国がサウジとペルシャ湾の環境に援助の手をさしのべた。以下の報告はペルシャ湾の油流出対応の国際的性質を要約するものであるが、この困難な時期における関係各国へのサウジアラビア王国の感謝の気持ちが伝われば幸いである。

### 1.1 流出源

流出源と流出量を正確に推定できるそれ以前の流出と異なり (Koons & Jahns, 1992) [1]、1991年の事件で流出した実際の油量は正確にわかったとはいいがたい。MEPAによる流出量の最初の推定値は6-800万バレルであった。戦後に入手できるようになった追加情報に基づき、以前の推定値は約1080万バレルへと上方に修正する必要があった。油量に関する得られる限りの情報を表2に要約する。

[1] 他の大規模流出には次のものがある：メキシコ湾における1978年のIxtoc-1油井の噴出(約400万バレル)、1978年のBrittany沖のAmoco Cadizの流出(160万バレル)、1967年のイングランド沖のTorrey Canyonの流出(90万バレル)、1973年のマジラン海峡におけるMetulaの流出(38万バレル)。有名な1989年のアラスカのPrince William SoundにおけるExxon Valdezの流出は26万バレルにすぎない。

クウェートの油田火災からの油とその燃焼生成物もかなりの量(正確な量は不明)流出に加わる。Readmanら(1992)は“...入手可能な限りの推定値によれば、油井が燃焼した(約)250日にあたり、約5億バレル(6700万トン)の油が散出または発火し、油のエーロゾル、煤煙、有害燃焼生成物およびガスが放出され、それらは大気中を運ばれた後、降下堆積したと推定できる。これらの放出の数%のみが沿岸海域に降下しただけとしても、流出原油の量をはるかに凌駕するだろう”と指摘する。

このように、実際の流出油量は正確にわからないにせよ、史上最大の流出であることは確実であり、メキシコ湾の Ixtoc の噴出 (370 万バレル) の少なくとも 3 倍、非常に有名なアラスカの Exxon Valdez の流出の 40 倍以上 (Koons & Jahn, 1992) ペルシャ湾でのかつての最大の流出であった 1985 年の 150 万バレルの Nowruz の流出の 7 倍以上である。

## 1.2 対応の構造

サウジアラビアでは、気象環境保護庁 (MEPA) が中心的な環境対応機関であり、“非常時における石油及びその他の有害物質による海洋汚染への対応のための 1991 年国家緊急時対応計画”の下で流出油への対応責任を負う。この国家計画には油流出時の責任が明記され、諸施設の主たる保護責任は沿岸に施設をもつ沿岸で事業をなす個々の省庁で割り当てられている。

上記の計画は 1991 年の流出時に 1 カ月未満で発効したばかりであり、流出の規模と戦時の条件と、個々の省庁には対応準備と態勢づくりをする時間的余裕はなかった。その結果、流出への対応には強力な中心的な調整機能が必要であり、この機能は Dhahran の流出油対応センター (OSRC) において MEPA が果たすことになった。

OSRC はサウジの対応計画の中心となった。ただし、ジュベル・ヤンブー王立委員会ならびに Saudi Aramco は上記計画の条件下で個々の責任を遂行する態勢にあったので、両者は各自の施設の完全責任をとり、MEPA の活動に重要な支援を行った。

多国籍軍の軍部による流出の発表から数時間以内に、MEPA は国内的対応の態勢づくりに着手するとともに、全世界から追加支援をとりつける作業を開始した。世界各国は全世界のメディアで事態の深刻さが認識されはじめるにつれて、援助を申し出るようになった。

この初期段階で中心的な役割をになったのは国際海事機関 (IMO) であり、国際的申し出のための情報センターを開設し、支援を募り、後には浄化活動の支援のための信託資金を設置した。

以下、1991 年の対応の詳細ならびに実際の成果について報告する。また、環境破壊に関する現在の科学的情報についても簡単に要約する。

## 1.3 国際的支援

サウジは、各国の政府主導の国際的支援と民間分野の支援のすべてから大きな利益を得た。

まず第一に、日本、米国、オランダ、英国、ノルウェーの貢献が大きかった。流出油対応センターはこれらの諸国のおかげで主要な戦略的インフラストラクチャーの保護と、環境資源の保護活動ができた。

### 国際的支援

#### 国際海事機関 (IMO)

IMO は、国際的な対応の申し出を調整し、後の段階では浄化活動のための資金を募るなど、全期間を通して主要な役割を果たした。

IMO は対応期間を通して流出油対応センターにテクニカルコーディネーターを常駐させた。

IMO の信託資金は 1991 年の産卵期の前の Karan 諸島のウミガメの産卵場所である海浜の浄化ならびに Dawhat ad Dafni to Jazirat Al-Maqta の油で汚染された海岸線の浄化に役立ち、Masharabah の塩性沼沢地の浄化もできた。

IMO の技術的連携は流出対応期間が終わるまで続き、Gurman 島のマングローブ浄化作業の立案を含め、貴重な指導が得られた。

#### その他の国際機関

流出対応期間における他の国際機関（UNEP、IAEA、IUCN、CEC）の関与は、主に油流出の環境面での技術的評価に集中した。

戦後の期間には、グリーンピース組織が R.V.Greenpeace 船で科学的実状調査のための巡航を行った。

国際自然保護連合（IUCN）は、サウジアラビアの沿岸領域および自然保護計画に長期にわたり関与しているが、海岸線の影響、漁業の影響の詳細な分析、およびクウェートの石油火災が及ぼす海洋環境への潜在的影響を取り扱う一連の詳細な科学的調査派遣を支援した。この活動の多くは、Mt. Mitchell の科学的航海調査から得られた結果は 1994 年に「Marine Pollution Bulletin」の特別号に発表された。

欧州共同体委員会（CEC）はサウジアラビアの国立野生動物保護開発委員会（NCWCD）と共同で、Raz az Zawr、Mussalamiyah および Abu Ali 地域における野生動物の保護地の確定作業を行った。流出の影響に関する詳細な長期的研究の多くが保護地について実施されている。

#### 政府主導の支援

##### 米国

米国は流出の開始から 1 週間以内に流出油攻撃部隊の下で動員された熟練した対応アドバイザーチームを流出油対応センターに置いた。このチームは沿岸警備隊、海洋大気圏局、環境保護庁、技術者集団、魚類野生動物局、陸軍、および海軍からの専門家から構成された。

このチームの主要な活動は、対応組織の補佐、流出監視およびリスクのある沿岸施設の詳細な地域特定に集中した。側方監視レーダーを装備した“air eye”監視機も供給され、油膜の位置とカバー範囲に関する重要な詳細データがもたらされた。

また、米国は政府間海洋学委員会（IOC）が後援した交戦後の湾環境調査に対して NOAA の調査船である Mt. Mitchell も配置された。この科学的活動は、詳細な科学調査において湾岸諸国からの多数の科学者を含む世界中の科学者を結びつけた。

##### 日本

日本は、リヤドの日本大使館員が OSRC のスタッフと緊密に連携し日本の油濁防除資機材（サウジアラビアに最初に到着した）の寄贈を募るなど対応に大きく貢献し、また戦後には、損害の評価と被害を受けた生息地の浄化のための技術的・自発的支援を行った。

特に注目されたのは、第 1 週の終わりまでに OSRC に到着しはじめた大量の資機材である。Saudi Aramco と Jubayl・Yanbu 工業都市王立委員会はこの時点までに自前の機材をほぼすべて設置してしまったので、日本の貢献によりそれを引き継ぐ活動が可能になった。

また、日本の寄与は OSRC を通して調整されたため、MEPA はそれをいくつかの環境資源の保護に利用するように割り付けることができた。

その後における環境の浄化のための（IUCN を通しての）技術専門家とボランティアグループは被害を受けた環境のいくつかを浄化する試みの一翼になった。日本の環境ボランティアチ

ームは Gurmah 島のマングローブの森で浄化活動を行い、また Khafji にあるアラビア石油のマングローブ養樹場の被害を修復した。

戦後の数年間、日本は RV Umitake Maru を用いる一連の科学的航海調査も後援しており、日本の科学者と当地の科学者が影響を受けた地域の漁業と環境の調査を続けてきた。

#### オランダ

オランダ政府は多数のオランダ企業の初期の関与の後ろ盾の役割を果たした。もっとも注目すべきなのは Tanker Cleaning Amsterdam であり、同社は初期の回収作業を実施し、その後の活動の判定に使用されることになった効率基準を設定したことである。

#### オーストラリア

オーストラリア政府は熟練アドバイザーと油回収機材を提供した。オーストラリアの専門家たちはその後の浄化活動の成功に大きく貢献した。

戦後、流出油に対して組織された国際的対応で成功を収めたとして、サウジアラビアは Banksia Environmental Foundation から環境的業績のための賞を受賞した。

#### その他の国々

その他の多くの国々が専門技術や機材の寄付を通して対策を支援した。それぞれの国が熟練者や委託者を派遣し、専門技術と有意義な作業のために多くの時間を割いた。これらの支援については表 にまとめた。

#### 商業的申し出

流出油対応センターは 23 カ国から 500 件を超える商業的申し出を受けた。実際に、初期に直面した大きな問題の 1 つは、対応センターのたった 2 台の FAX 装置が受信した 20,000 頁以上の FAX 通信を受け付け、検討することだった。

これらの企業の多くが職員を飛行機でサウジアラビアに派遣し、1 社は対応作業に就くための機材 1 式、熟練職員および供給品を空輸した。こうした派遣者たちがもたらした技術的資源は初期の対応活動の貴重な要素となった。

### 1.4 流出影響を受けた地域

流出軌跡はサウジアラビアの湾岸沿いをたどり、油の多くが Khafji と Ras Abu Ali の間の海岸に漂着した。流出油はアラビア湾の北方部分のほとんどに及ぶ多数の放出源から出たため、軌道モデルの作成者にとって 1991 年の流出軌道の解析は難しい問題であった。最終的には、流出油はサウジアラビアの領海のほぼ全体に何らかの程度の影響を及ぼした（図 1）。

有視界飛行、米国の Aireye レーダー計画および限定的リモートセンシングの実施から得られた監視データにより、OSRC による軌道モデルの利用が改善された。これらのデータはすべて作戦上の重要性をもった。なぜなら、油が漂着するとは思わない地域を保護するのではなく、対応立案者が限りのある在庫資機材を実際にリスクのある区域に配備することが可能になるからである。

全体で、サウジアラビアの 765km の海岸線のうち約 650km が油で汚染された。影響は Abu Ali の北方で終わった (Gundlach ら、1993 ; McCain ら、1992a ; MEPA、1991a)。実際に、この地域の全体で油汚染がひどすぎたので、再コロニー作りのための生物種の減少の懸念が生じた (WCMU、1991)。

サウジの漁業資源 (図 2) とその指定保護区域および環境的に影響を受けやすい区域 (MEPA/IUCN、1987 ; CEC、1994) の大部分は流出による影響を受けた区域内にあった。

### 1.5 油の結末

いったん放出された油はさまざまな経路をたどり湾の環境に入り込んだ。これらの経路を表 3 にまとめたが、この表 3 は経路の条件下での油の揮発性と溶解性に関するデータ (Gundlach ら、1985)、MEPA の流出油回収結果 (MEPA、1991b)、MEPA の沿岸調査結果 (MEPA、1991a) および UNEP/IOC の報告書 (UNEP/IOC、1991) から再構成したものである。

油量の約 75% は、各種の海岸線の調査、サウジの回収作業 (全流出の 11%)、揮発および水中溶解により説明できる。元々の流出の約 59% (640 万バレル) は海洋と沿岸環境に入り込んだ。

上記以外の油の成り行きは現在のところ不明である。Michel ら (1993) によれば、Abu、Ali 区域の沿岸の潮汐下における油の大規模な沈降の証拠はみられない。Tanagib から沖合の区域での Mt. Mitchell の巡航時に、沿岸潮間帯下の一介の沈降物が認められた。

### 1.6 油の回収

対応立案者は、人員・資機材の制限ならびに進行中の交戦による困難さから、もっとも効果的な対応戦略は海上から浮遊油の除去することに活動を集中することだと早期に決定した。

海岸線の回収に活動を集中する決定が下されたのは、浮遊機雷のために沖合作業は危険だったためと、優勢な風と海流のためにサウジアラビアの海岸線沿いの浅い水域に油が集中するためであった。沖合の回収は Saudi Aramco のみが行い、使用した 9 隻の回収船で合計 146,000 バレルの油を回収した。NORPOL の回収船である Al Waasit は、Saudi Aramco に対する用船契約の下で、このうちの 87,000 バレルを回収した。

国内・国際の回収活動は表 8 に示した広範な場所に集中して行なわれた。沖合作業と沿岸作業により合計 144 万バレルの油 / 水の混合物が回収されたが、これは水分に対する調整を行うと油 1,163,457 バレルに相当し、油の回収の記録である。

### 1.7 浄化

流出の直後に、MEPA は影響を受けた可能性のある海岸線の完全調査を実施した (MEPA、1991a、Gundlach ら、1993、表 6)。海浜に残った油を浄化できる可能性のある場所が全部で 148 か所特定された。コスト見積もりが作成され (MEPA、1991c)、場所の全部を浄化するためのコストは \$540,000,000 であった。

MEPA は、IMO の専門家の助けを借りて最初の案を見直し、作業効率を高めるように構成を練り直した。その後の修正案では、見積りコストが \$210,000,000 に下がった (MEPA、1991d)。このコストの低下は、一部の場所では自然の浄化も起こっているという事実を示すものでもある。また、各種の浄化方法の一部とその試験により、自然回復のほうが浄化作業より環境を傷める

度合いが少ないこともわかった。

修正案では、KFUPA/MEPA の調査の過程で試験された技術を用いる浄化活動も計画された (McCain ら、1992)。

OSRC が手がけた全浄化プロジェクトを表 9 に要約する。IMO 基金により資金をまかなうプロジェクトの詳細については McMurtrie (1992) を参照されたい。

## 2 環境影響と現状

### 2.1 海岸の影響

戦時には大きな関心を集めたにもかかわらず、ここ数年は湾岸の環境に関して奇妙な沈黙が支配してきた。事実、科学的証拠はアラビア湾が深刻かつ潜在的に長期的な環境破壊を受けたことを今や示しはじめていているというのに、メディアにほとんど現れないのは、科学的証拠の取り上げがきわめて選択的であることを示すものである。こうした科学証拠の多くは、IUCN と連携したサウジの科学者、欧州共同体、Mt. Mitchell の派遣時における IOC、および日本の調査船 Umitaka Maru の巡航によりなされた研究から得られたものであり、以下に簡単にまとめることにする。

#### 沿岸堆積物における油の沈積

MEPA、グリーンピース、IUCN、および ROPME/IOC がした Mt. Mitchell の巡航によりなされた調査はすべて、影響を受けた地域の堆積物は世界最高の汚染に属することを示した (図 3)。沿岸帯では、1-2%の濃度が一般的であった。

堆積物中の油の浸透は 2-50cm の範囲だった (動物の巣穴への浸透のためもっと深い場所もある) (CEC、1992、1994 ; Hayes ら、1993)。もっとも深い区域では、油が液体のままのことも多く、以前の流出からの油の証拠もみられた (同上)。どの調査でも粗粒の堆積物中で炭化水素の浸透が深いことが一貫して認められた。この油の一部ははぎとられ、潮間帯下の領域に運ばれた。

大きな影響を受けた沿岸地域から採取されたバクテリア標本の調査で自然分解のある程度の証拠がみられた。これらは油を劣化させる作用が優勢で、浜辺に残った油と潮間帯下の油を分解しつつあることがわかった (Al-Hadbrami & Lappin-Scott、1993)。

#### 潮間の群集

##### 藻類の群床

塩生植物の群集の全滅が観察された Dawhat ad Daiffi にある保護下の塩生植物沼沢地と藻類の密生地にはまだ何 100 万ガロンもの油が残っている (Hayes ら、1993)。

一部地域では藻類の限定的な回復がみられたものの、油汚染がひどかった Abu Ali 地域では藻類の回復はより遅かった (Al-Thukair & Al-Hinai、1993)。

油流出の 2 年後、タール層が表面に残ったままで、堆積物がその上を覆っていない地域では、緑藻類とラン藻類の密生の兆しはみられなかった。堆積物がタールを覆った地域では、活発な

成長が短期間で生じた。(Hoffman、1994)。

### マングローブ

7カ所のマングローブ地が油で汚染され(MEPA、1991a) その中には Gurmah 島の大規模なマングローブ地が含まれていた(Abu Ali の近辺) ここは汚染がひどく、空気を呼吸する根の上に2-3cmの油がたまっていた(McCainら、1992a)。マングローブに関連する植物相も動物相も死亡率が高かった。保護状態にない、しばしば高潮にみまわれる区域で損害が特に大きかった。マングローブの約30%が流出で死んだ(De Clerck & Coppejans、1994)。

*Avicennia marina* は多数の分岐した呼吸根と不定根を生じ、それによりガス交換のための気根と皮目を拡張することにより、流出油による地下水の酸素レベルの枯渇をしのいだ(Boer、1994)。

流出時に、高容量のスプリンクラーを用い、上記の効果を高め、かつマングローブから油を洗い流すための浄化作業が開始された(Tawfig & Olsen、1993)。処理を行った区域のマングローブ密度は未処理地域より3.3倍高かった(De Clerck & Coppejans、1994)。

浄化により一定の成功は収めたものの、進行中の調査(同上)によれば劣化が継続している。Gurmah 島と Al Qatif (流出油の影響を受けない地域)における1992年2月のマングローブの葉のナトリウム対カリウム比(マングローブのストレスの指標)の調査(Tokudaら、1992)によれば、Gurmah 島の標本すべて Al Qatif からの標本より高い比率を示した。この所見は Gurmah 島のマングローブにストレスがあることを示す。どの場所でも生存樹木数は減少し続けてきた(Sadiq & McCain、1993)。

### 塩性沼沢地

流出時に48カ所の塩性沼沢地が油で汚染され(MEPA、1991a) これは149kmの海岸線に及ぶ。この同じ調査の推定では、油で汚染された塩性沼沢地には677,000m<sup>3</sup>の油による汚染堆積物が残っている。

塩性沼沢地の植物種は流出により大きな影響を受け、その死亡率は *Halocnemum strobilaceum* marsh で30%、*Arthrocnemum macrostachyum* marsh で35%、*Salicornium* marsh は99%が全滅した。しかし、潮間植生の50%は生存した(Boer、1994)。

2年後には、損害を受けた湾岸特別保護区内の潮間植生には回復の兆しがみられなかった。種子の発芽がときどきみられたものの、影響を受けない地域の種子発芽とは比べものにならなかった。

唯一の例外が1地域にみられたが、それは油が表面を密封せず、下層堆積物中に沈降した地域だった。(同上)

塩性沼沢地では、海浜1mにつき1000匹ものカニの死亡が確認され、その他に死んだ無脊椎動物が多数みられた。(Sadiq & McCain、1993)。

### 砂浜と潮汐平底

保護状態にある潮汐平底(166km)、露出状態にある潮汐平底(20km)、粗砂の海浜(292km)および細砂の海浜(25km)も油でひどく汚染された(MEPA、1991a)。潮汐平底には約556,900m<sup>3</sup>の汚染堆積物が含まれ、砂浜には90,100m<sup>3</sup>の汚染堆積物が含まれた。

上記の生息地のどちらでも潮間の埋在動物と大型動物相の死亡率が高いことが報告された (Faraj ら、1992 ; Prena、1992)。

流出直後の影響を受けた地域には生きたカニはみられなかった。2年後には、一方の調査地域ではやや回復したものの、他方の地域では回復はみられなかった。プランクトン調査によれば、回復補充に利用可能な物質は豊富にあった (Barth & Niestle, 1994)。

影響を受けた地域の一部ではゴカイ・イソメ類による巣穴作りがみられた。これは土壌を通気し、油汚染堆積物中の自然の分解速度を高める。

Amoco Cadiz の調査では meiofaunal の回復は約 8 年かかることが示された (Bodin、1988)。

### 海草類

流出の 1 年後に調査された海草の群落は (Kenworthy ら、1993) 流出の影響から回復したようで、葉の生産性は他の地域の健康な植物と同じだった。生存の理由は油の影響を比較的受けにくいことによるのかもしれない。この点は実験室で未風化のクウェート原油への海草の暴露実験で証明されている (Durako ら、1993)。

草生の共生動物のサンプリングによれば、影響を受けない他の地域から取った標本および流出前にとった標本と比較べて 10 倍もの減少が示された (McCain、1984 ; Sadiq & McCain、1993)。

### サンゴ

グリーンピースや Mt. Mitchell の巡航時にも、IUCN の追跡調査時にも (Downing & Roberts、1993 ; IUCN、1991、1992) その他の短期調査時にも、サウジのサンゴ礁および関連魚類の目立った被害はみられなかった。クウェートの Shuaiba 近くの 2 カ所のサンゴ礁ではかなりの被害がみられた。

浅い海域のサンゴ 7 属における全脂質レベルの組織学的分析によれば、油汚染は脂質の合成と光合成に影響することはない (Al-Sofyani、1993)。

以上の調査ではっきりと証明された沿岸の生態系の被害は、完全に回復するまで何十年もかかるかもしれない (図 4)。

## 2.2 漁業の影響

流出により漁業資源が大きな影響を受けた証拠がある。Saudi Fisheries Company の発表では、小エビの水揚げは戦前のレベルの 1%未満であり (図 5) 1992 年の漁獲における小エビのサイズ (kg 当たり 60-80 匹) は通常サイズ (1kg 当たり 20-30 匹) より相当に小さかった。

中型エビの量は 1988-89 年期の 10%であった (Matthews ら、1993) 1994 年の漁獲高はなおも減少し、戦前の水揚げの 25%であった。

サウジアラビア農業省は、資源回復を促進するため 1991 年 7 月 15 日から 10 月 15 日まで漁場を閉鎖した。損失は 5500 万ドルと推定された (同上) 漁業を再開したとき、漁獲率は流出前のレベルの半分以下であった (32kg/hr が 14kg/hr に低下)。

特に Gurmah 島の周囲で魚の死亡率が高く、海浜 1m につき 1-2 匹の密度で魚の死骸がみられた (同上) 食用魚として人気に、生殖力のある Hamour (*Epinephelus suiilis*) が漁獲にみられなかった (Matthews ら、1993)。

以上の影響の原因を流出や流出に関連する 1991 年 3 月～9 月の気温(クウェートでは約 3-4 低く、バーレーンとサウジアラビアでは 0.8-2.4 低かった)に直接帰することはできない。この影響の一部は石油火災による噴煙から生じた日照の減少によるものとされた(Sadiq & McCain, 1993)。その原因が何であれ、魚の成長と生殖は温度と生理学的な関連があるので、このような大きな変化は何らかの影響をもつように思われる。

温度のほかに、流出とその関連油膜の毒性はプランクトン性の魚や小エビの幼生にかなり影響を及ぼすことが示された(Sadiq & McCain, 1993)。エビの幼生と卵は 12 月から 5 月までプランクトンにもっとも富んでいる(Price ら、1993)。従って、プランクトンの死亡率が水揚げの減少の原因だった可能性はあるだろう。

## 2.3 野生動物の影響

### 海鳥

もっともよく知られた流出の側面の 1 つはアラビア湾の野生動物資源に対する影響である。推定では、この影響には 15-30,000 羽の沖合の海鳥、おそらく 36 頭のイルカ、3 頭のジュゴンおよび 3 頭のカメの死亡が含まれる(World Conservation Monitoring Unit, 1991)。

影響を受けた野生動物を治療するため、Jubail・Yanbu 王立委員会(RCJY)と国立野生動物保護開発委員会(NCWCD)との協力により野生動物救助センターが開設された。英国の王立動物愛護協会から重要な技術的支援がもたらされた。流出期間を通して、同センターは 28 種の約 1300 羽の鳥(表 7、Abuzinada, 1992 から得た)、数頭のウミガメ、24 匹のウミヘビを扱った。同センターの活動はメディアに広く取り上げられ、サウジアラビアの環境に対する懸念が大いに伝わった。

流出後の海鳥の個体数調査によれば(Symens & Suhaibani, 1994)、影響は以前の予想を上回るように思われる。アラビア湾の海鳥の個体数は流出により相当の影響を受け、流出後の個体数は流出前のレベルの 70%以下になったとみられる(表 8)。

岸辺の渉禽はさらにひどい影響を受けた。アラビア湾沿岸は渉禽のための世界の 5 大越冬地の 1 つである(Summers ら、1987)。推定では、260,000 羽の渉禽がサウジのアラビア湾で越冬し、アラビア湾全体では最高 400 万羽が越冬する(Zwarts ら、1991)。また、東アフリカで越冬するすべての渉禽と南アフリカで越冬する渉禽の大部分も渡りの途中で中東を通過する(Symens & Suhaibani, 1994)。

通過時の餌場となる潮間生息地の油汚染は鳥の個体数にとって重大な意味をもつだろう。現在利用できるデータによれば、渉禽の個体数の大きな減少(83-98%)がはっきりわかるが、これが死亡率を示すのか、汚染生息地の回避を示すのかは完全には明らかではない(表 9)。

### カメ

Mt. Mitchell の巡航時に、Al Arabiyah、Karan(重要なカメの産卵場所)、Janna および Jinnah 諸島の沖合で油がみられた。カメが産卵を行う島々の浄化が高く優先された。こうして、IMO 基金による資金を用い、Alba International により、1991 年のカメの産卵期以前に Karan 島で大がかりな浄化作業が行われた。Alba 社は油で汚染された堆積物を海岸線からすべて除去し、島内の汚染されていない堆積物と置換し、浜辺に残ったくずは NCWCD と英国軍が除去した。

1991年の産卵期におけるアオウミガメの産卵は過去の結果と同じ速度と孵化率を示した(Pilcher、1992)。タイマイは(それ以前の数年と)同数の卵を生んだが、孵化率はわずか46%であった(1986-7年では87%と89%、1992年では80%)。

この影響は、流出にも、クウェートの石油火災期間に生じた海面温度の2.5の低下にも直接帰することはできない(McCainら、1992b)。しかし、タイマイは炭化水素を濃縮する傾向をもつ水底の無脊椎動物を餌とする

上記の島々の大がかりな浄化作業は、IMOの指示の下で1991年の産卵期の前に実施され、浜辺から堆積物とくずを除去し、島内からの砂に置き換えられた。

#### 海の哺乳動物

推定では、1991年の流出時に14頭のジュゴン、57頭のバンドウイルカ、13頭のザトウクジラ、1頭のネズミイルカ、8頭の未確認のクジラが死亡した(Preen、1991)。

### 3 要約と結論

1991年の油流出は当初は破局的な出来事として報道され、メディアは汚染地域の未来の環境に対する終末論的な予言でいっぱいだった。その後の分析でメディアの主張がおおげさなことが判明すると、戦時のプロパガンダの一環として環境破壊が誇張されたのではないかという疑いが生じた。その結果、一般の関心は薄れ、こうしてアラビア湾の環境は破壊された環境を取り戻すための重要な味方を失ってしまった。

事件後の入念な科学的調査は、流出がサウジアラビア沿岸の多くに大規模な影響を与えたことをはっきりと示している。沿岸には130万m<sup>3</sup>の汚染堆積物が残っており、流出による150万バレル以上の油は特定が不可能で、海洋環境のどこかに残っているはずである。油の多くが最高50cmの深さまで埋まっており、風化や好気性細菌の分解ができない。また多くの場合はこの油はなおも有害成分を含んでおり、コロニーを作る種へのリスクが継続している。

沿岸の生態系は大きな影響をこうむってきた。例えば、藻類の群床の破壊；マングローブの油汚染(劣化が進行している)；塩性沼沢地の種の30-40%の死亡率；塩性沼沢地、マングローブおよび海草等と共に生活しているカニその他の共生生物の高い死亡率などであり、まだ科学的文献に現れていないその他の潜在的な影響もあるかもしれない。

野生動物は流出により大きな影響を受け、海岸に生息する鳥の個体数は80%減少し、遠洋に生息する海鳥は35%減少した。このほか、1991年にタイマイの産卵の成功率が低下し、海の哺乳動物の一部が死亡した。

サウジの漁業も大きな影響を受け、1991年～1994年の小エビ漁は壊滅状態となり、その結果サウジは\$55,000,000の損失をこうむった。また、重要な食用種の生殖力のある個体がないことも漁場調査で認められた。個体数の構造におけるこうした影響は、回復までにある期間を要するだろう。

サンゴ礁や海草などの一部の群落には目立った影響はなかった。また、潮汐下やMt. Mitchelの巡航時の湾の堆積物には大規模な汚染の証拠はみられなかった。従い、悪いニュースばかりというわけではない。

しかし、いくら臆目にみたところで、1991年の流出が大きな影響を及ぼしたのは確かであり、これは数十年間継続することが予想され（図6）、また今のところ被覆状態にある油は再露出されるので環境への影響が継続するだろう。この事件は、将来の紛争において環境を武器として利用するのをくい止める努力が必要なことを万人に思い出させるものでなければならない。

本報告の主題の中心は湾岸戦争の環境危機における国際協力の役割であった。本報告では、この国際協力の参加者、ならびに戦後の浄化活動の多くに関わった関係国と個人のこの結束から得られた成果についても、ある程度詳細に提示した（表10）。

サウジアラビアは全関係者からもたらされた大いなる貢献に深く感謝するものであるが、それと同時に、環境破壊の性質の理解においても、環境浄化および修復活動においても今後も国際協力が必要である。

湾岸の流出の経験から得られた教訓を生かし、こうした協力の様式を確立する必要がある。この教訓の第1かつ最重要の点は、湾岸の流出ほどの規模をもつ大規模な環境災害に対処できる備えをもつ国はごく少数ということである。頻発するとはいえない出来事に備えて専門技術と機器の巨額の蓄えを維持するコストを負担するのは、もっとも豊かな一部の国以外には不可能である。OSRCのような本質的に相互的な協力関係は継続性をもたないが、こうした協力関係は非常事態が発生するたびに再構築されねばならない。

かかる限界を認識し、サウジアラビアは1991年にUNEPの管理評議会に対し、UNEPの地域海域方式に基づき、環境の非常事態に対応するための地域対応センターのネットワークの設立を勧告した。サウジの提案は、非常事態の発生時に早急に動員できる対応機材と専門技術のネットワークの地域的“depots（保管所）”に関わるものとなる。資機材は必要に応じて地域間で共有できる。（油流出の場合の）資金は事態の収拾後に通常の債務ルートを通して得ることができるだろう。UNEPはこの方向でいくつかの予備作業を手がけてきた。

UNEPの実行が今後いかなる形をとるにせよ、環境の非常事態への対応には特に富裕国と南の発展途上国の間での国際的協力が必要なことに変わりはないだろう。サウジアラビアは自国の非常時にこうした協力を受けた国として、この点に関する今後の努力の支援に備えた立場と必要性を痛感するものである。