5. GISデータベース

地理情報システム（GIS）は、様々な情報をレイヤー管理することに利点がある。例えば、社会環境に関わるデータと生物環境に関わるデータとをシステム上で重ね合わせ、相互の複雑な関係を明らかにすることができる。また、時系列的な評価も可能となるため、環境評価に使用することができる。この他、要因解析の結果を視覚化することで、専門家以外でもわかりやすい情報を提供することができるシステムである。

5.1. 地理情報データベースの構築

(1) GISデータの入力（図形データの作成）

本調査で使用する基図は、縮尺 1:150,000 の海図を基に作成した。調査対象地域はヨルダン国境に近いアカバ湾からジェッダまでとした。

図面をデジタイズし点、線、面（ポリゴン）情報として取り込み、結果を xy 座標に関連付けて管理した。**図 8.**にデジタイズした基図を示す。

また、Meteorology & Environmental Protection Administration（MEPA：気象・環境保全庁）が NCWCD に提供したデジタルデータには、縮尺 1:50,000 の海図から読み取った水深データが含まれており、本調査でもその一部のデータを利用した。

(2) データ変換

収集したデータは、GIS のフォーマットに基づいたファイル処理が必要となる。そのため、データ編集作業を行いコンパイルした後に、図形データと属性情報とのリンクづけを行なった。

これにより図形データと属性情報とが、互いに１対１の対応がつけられた。

その結果、これらのデータは地図上から属性データの検索が可能な構造となった。

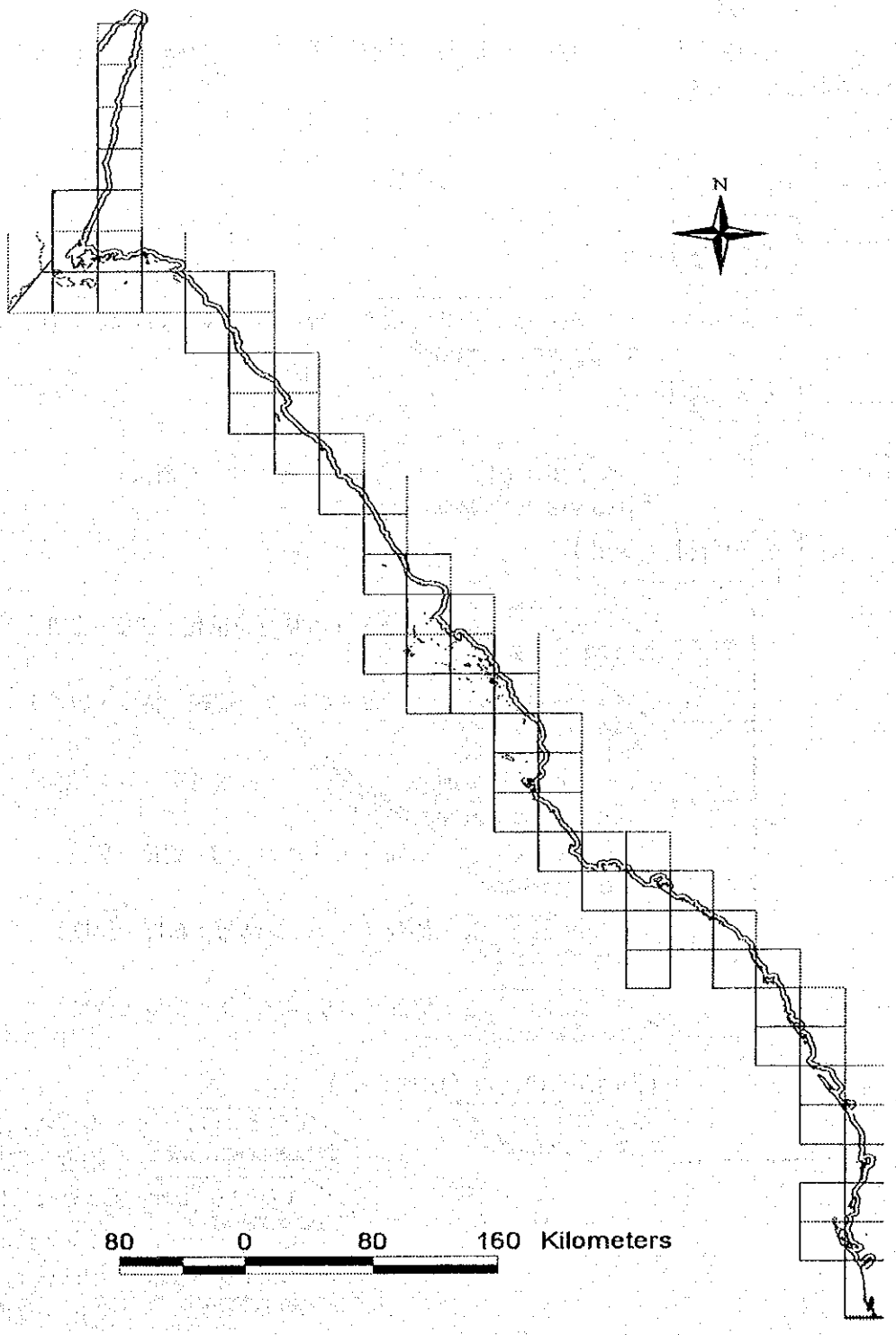

図 8. デジタル化した図

5.2. データベース構築

GIS を効率的に利用するため、最適なデータ構造の検討を行いデータベースを構築した。データベースの構造を図 9.に示す。

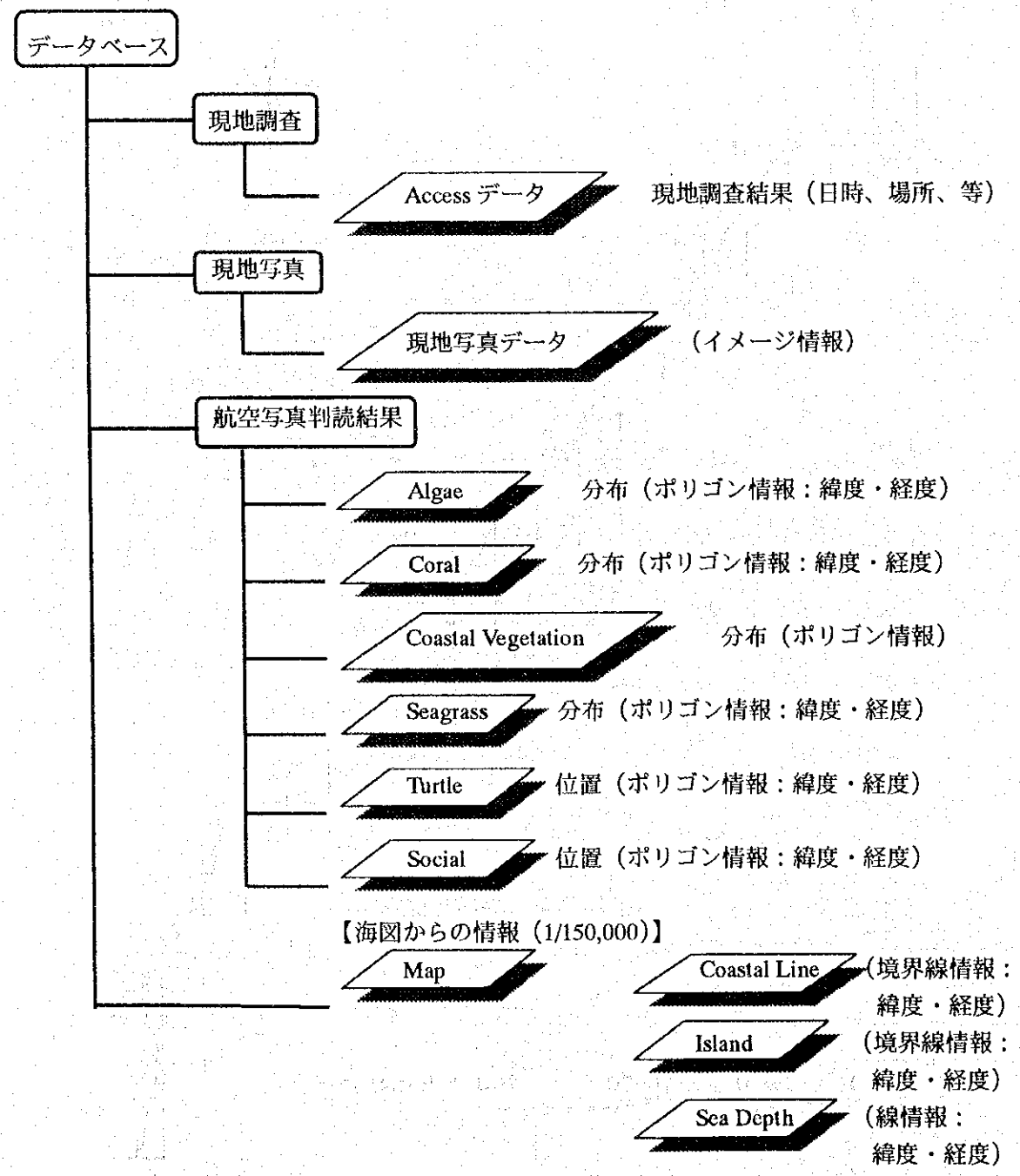

図 9. データベースの構造

5.3. 地理情報システムの導入

本調査で使うGISソフトウェアとしてArcView(Ver.3.0)を導入した。ArcViewはEnvironmental Systems Research Institute, Inc.(ESRI)の製品で、さまざまなユーザを対象として作られたソフトウェアである。多種類の用途に適するよう豊富な機能が盛り込まれている。

しかし、豊富な機能は逆に特定の目的に対して使い難くなる場合がある。そのため、ユーザのニーズに合わせてカスタマイズし、機能を有効に使える工夫が必要である。ここでは、ユーザがよく使ういくつかの反復操作を一つのコマンドにまとめたアイコンを準備することで、操作が容易となる。

カスタマイズした項目は以下のとおりである。

① データのアップデイト：データ更新するための機能
② グリッド：表示されている地図にメッシュを表示する機能
③ 検索：インベントリー情報を検索する機能（検索はインベントリーコード、分類名、Scientific name、観測日時、位置）
④ 面積集計：任意の場所の面積を集計する機能
⑤ GPSデータの取り込み：GPSで収集した位置情報を表示するための機能
⑥ 拡大機能：任意の範囲を拡大する機能
⑦ テーブル一覧：インベントリー情報を表示する機能
⑧ マウス表示機能：マウスで囲った範囲の情報検索機能

5.4. カウンターパート研修、技術移転

GISは新しい技術であり、地理情報をさまざまな形で表現することができる。したがってGISを理解することにより、これまで難しいとされた解析も可能となる。

しかし、コンピュータの知識が多少あるだけではGISを操作することは難しく、GISを理解することが前提となる総合的な研修が必要である。

GISの操作方法を理解するための基本的な研修として、以下の項目を実施した。

① 属性情報分類方法の習得
② 距離、面積測定方法の習得
③ 図面縮尺の変更方法の習得
④ 属性情報の扱い方法の習得
⑤ 空間情報の解析方法の習得
⑥ 解析結果の表示方法の習得

基本的な研修を終えた後、継続的な教育プログラムを進めることが必要である。そのため、研修の後半では技術の向上を目的とし、最終到達目標を次のとおり設定し、プログラムを継続した。

① GISデータベースの構築について
② GISのさまざまな分野での利用方法について
③ GISソフトウェア（ArcViewを中心とした）の応用について

6. 調査結果の評価

6.1. 調査概要

本調査対象地域は、汀線から陸域で1km、海域では水深15m以浅の範囲である。データはこの調査地域内において収集されたものである。

本調査では、これらのデータから陸域及び海域の生態系構成要素を明らかにするとともに、生物環境を視覚的なモザイクとして提示した。なお、種の同定は現在通常用いられている方法で調査の時間内に行なった。将来、遺伝子分析などによる新しい科学的な分類技術が開発された場合には異なった結果が導かれる可能性もある。また、各生態系の機能ならびに各要素の関連性は設定された本調査の目的外であった。ハビタット間や種間の相互及び干渉作用等についての解析は、環境物理・海洋物理学等のデータを得た次の段階での課題となる。

6.2. サマリーマップ

調査対象地域の自然環境の保護と適切な管理計画を策定するためには、その地域の正確な現状を把握し、適切な区分で自然・社会環境を判定していくことが重要である。本調査で集積された全ての資料を利用するに当たっては、地域の現状を視覚的に表現する地図の形にまとめることが最も適した方法である。

環境を一枚の地図で捉えるために、自然環境についてそれぞれの生物分類群情報を、各地区における分類群の現状の指標値として、得点をまとめた。社会環境については、現状あるいは計画中の人間活動の情報を収集し、それらの位置とタイプ（工場、漁業）を地図上に示した。そして、それらのデータを、生物、社会地図情報の重層的に統合した資料として地図化し、サマリーマップを作成することを試みた。

6.2.1. 生物環境の特異性

本調査により北部紅海沿岸域の生物環境は、世界的にみても大変特異であることが明らかになった。特に海洋生物に関しては、特徴的である。紅海は南端でインド洋に接しているため、海洋生物は基本的にインド洋－太平洋生物系に属している。しかし、その接点も小さく、交流の少ない閉鎖的な環境であることが、サンゴや魚類など固有種の多い点等でもって示唆された。

サンゴ

世界のサンゴ分布の中心は、インドネシア周辺海域の東南アジアである。したがって紅海北部は、サンゴの分布の周縁域となる。それにもかかわらず、非常に多くのサンゴの種数や固有種が確認されるなど、ユニークな特徴を示している。

海草

調査対象地域での海草の分布状況は、物理環境によって大きく左右されている。また、希少種であるジュゴンやアオウミガメなどの草食性動物の影響も関係していると考えられる。

海藻

珊瑚礁等の形状に左右されている海水流動、さらにそれに応じた草食性魚類の侵入の程度によって、それぞれの海藻の種類が違っている。

魚類

紅海北部は、調査スポット当たりに観察される種類数は、世界のサンゴ礁海域のそれと比べても上位を占め、魚相の豊富さにおいてもオーストラリアのグレートバリアリーフに匹敵する。また固有種も多いことから、インド洋とはある程度違った特異性のある海域と考えられる。

底生動物

南北方向に 1,000km にわたる調査対象地域の底生動物相は、北部と南部で大きな差は見られず、世界的にみれば驚くほど単調という特異性を示している。

海生哺乳類

アカバ湾を除く全域においてジュゴン、イルカ類の生息が明らかになった。アルワジバンクにおいてジュゴンの 330 頭以上の生息数が推定されたが、幼獣率がオーストラリアのデータと比較して顕著に低く、詳細な再生産状況の調査が必要である。

ウミガメ

広い地域において頻度は高くないがタイマイとアオウミガメの産卵が確認された。しかし、その再生産状況は、特にタイマイにおいて必ずしも高くないことが示唆され、慎重な管理が求められている。

マングローブ／沿岸植生

北部紅海の沿岸植生の特徴は、アルワジバンク内に点在する大小の島嶼に分布するマングローブ林をもって代表される。これらのマングローブ林は、島嶼の化石珊瑚平坦地形と海水面（潮位変動）との微妙なバランスのもとに成立している。このような特殊なハビタットに、相当の規模と分布面積で、しかも２種、極端に降水量の少ない厳しい乾燥気候地域に成立している点で、紅海沿岸のマングローブは世界的にもユニークである。

鳥類

繁殖している陸生鳥類は少なく、渡り鳥と冬鳥の種類数が多いのが特徴である。しかし、ペルシア湾岸に比べると個体数は少ない。鳥類の生息場所としては、マングローブと特に北部に発達しているワジが重要である。

6.2.2. 各情報と指標値

アカバ湾とラビ以南の地域は衛星画像によって生物環境図の空白地域を埋めたが、衛星画像か

ら得られた情報は、航空写真で得られたものと比べると明らかに不十分であった。したがって、サマリーマップは収集データの質が異なるアカバ湾とラビ以南の区域を除く地域について作成した。

地域を縮尺 1:50,000 地形図と同様に、15 分毎の緯度、経度のグリッドに区分した。各区分ごとに①20m 以浅域の面積、②ハビタット数、③ハビタットの広がり、④珊瑚礁の広がり、⑤アマモ場の広がり、⑥ガラモ場の広がり、⑦藍藻群の広がり、⑧干潟の広がり、⑨マングローブ群落の広がり、⑩工業プラントの存在、⑪漁船数、の項目についてデータを抽出した。

抽出した項目のそれぞれの理由を次に示す。

①20m 以浅域の広がり：20m 以浅の水域は、大きな生産力のある水域を意味する。調査海域の透明度は高く、航空写真では水深 20m までの生物環境の判読が十分に可能であった。

②ハビタット数：種類数が多いということは、生物環境が複雑となり、種にとっても、また生態系にとっても種の多様性に関連するため、重要である。

③ハビタットの広がり：単位面積当たりの生物環境の広がりと多様性は相反するものである。したがって、ある程度の広さを持ち、かつ程良く種類数が分布する状況を高く評価できるようにした。

④サンゴ礁の広がり：対象海域で最も重要な生物環境はサンゴ礁である。サンゴ礁は、また、魚介類の生育・隠れ場としても重要である。サンゴ礁は 5 段階の被度で評価され、これらをトータルに表現するため、指標値を用いた。

⑤アマモ場の広がり：海草は基礎生産者として重要である。そこは魚介類の産卵場、稚仔魚等の生育場、成体の隠れ場およびジュゴン、アオウミガメの餌場となる。海草群落の広がりは、複雑な生態系を形成し、多様性を高めることとなる。

⑥ガラモ場の広がり：海藻は基礎生産者として重要である。海藻は魚介類に、産卵場、生育場、隠れ場を提供する。海藻群落も高い生態系の多様性を示す。

⑦マングローブの広がり：対象地域におけるマングローブ群落の広がりは、後背地が砂漠であるだけに、沿岸域の重要な生物環境となる。しかもマングローブには栄養塩類を一旦干潟に蓄積する機能をもつ。

⑧藍藻類の広がり：藍藻類は、例えばサブカのような他の植物が生育できない、過酷な環境条件の下で繁茂している。藍藻類はサンゴも海草・海藻類も生育しにくいシルト基質に分布し、基礎生産者の役割を担っている。

⑨潮間帯の広がり：潮間帯は、特に底生動物の生活の場として、また水鳥の餌場ともなり重要である。

⑩工場の存在：工場は温排水、オイルスラッジおよびその他の汚染物質を海域に排出し、有害なインパクトとなる。

⑪漁船数：漁船数は、人間活動の海域環境への指標になる。

各項目について次に示すような指標値に変換し、要約データ表として整理して、それぞれの項

目ごとに地図化した。図 10.は、それらの指標値を地図上で合計することによって地域の環境を要約的に示したサマリーマップである。

① 20m 以浅域の広がり（指標値 1-5）（航空写真から水深 20mまで解析が可能であった）
② ハビタットの種類数（指標値 1-5）
③ ハビタットの広がり｛(20m 以浅域の広がり）×（ハビタットの種類数)｝(指標値 1-5)
④ 珊瑚礁の広がり｛Σ（ランク 1-5 の珊瑚礁の被度）×（それぞれの被度の面積)｝(指標値 1-5)
⑤ アマモ場の広がり（指標値 1-5）
⑥ ガラモ場の広がり（指標値 1-5）
⑦ マングローブ群落の広がり（指標値 1-5）
⑧ 藍藻類群の広がり（指標値 1-5）
⑨ 潮間帯の広がり（指標値 1-5）
⑩ 工場の存在（指標値 0 又は 5）
⑪ 漁船数（指標値 1-5）
⑫ 地図 1 ～11 の指標値を合計したサマリーマップ(図 10.)

ジュゴン、ウミガメ及び固有種や新記載種のデータは、サマリーマップに取り入れるべき重要なものである。だだし、今回の調査ではこれらの項目については、適切なランク分けをするほど十分な情報ではなかった。

6.2.3. サマリーマップの利用

保護区を計画する際に、適切なデータを統合した一つのサマリーマップに示すことは、自然環境の現況を視覚的に把握できるため、最も簡便にして有効な手法である。5 段階評価して作成したサマリーマップにおいてアカバ湾口、アルクレイバ、アルワジバンク、ウムルジ／シャームシャバン、アルハジール（ラスマストゥーラ北部）域が高く評価（3－5）された。

さらに保護管理の視点から、次の 3 つのカテゴリー区分を試みた。

1. 保護優先地域　　(評価 3－5)
2. 戦略的環境管理地域(評価 2)
3. 多目的利用域　　(評価 1)

生態系の健全性と生産性を維持していくため地域環境に対して総合的に取り組むことが重要である。今回の評価から、地域の総合的な地域沿岸海洋環境管理に関する政策及び計画のアウトラインを策定することが可能になると考えられる。そして、その総合地域環境管理の中核に位置付けられるのが海洋保護区の設立である。

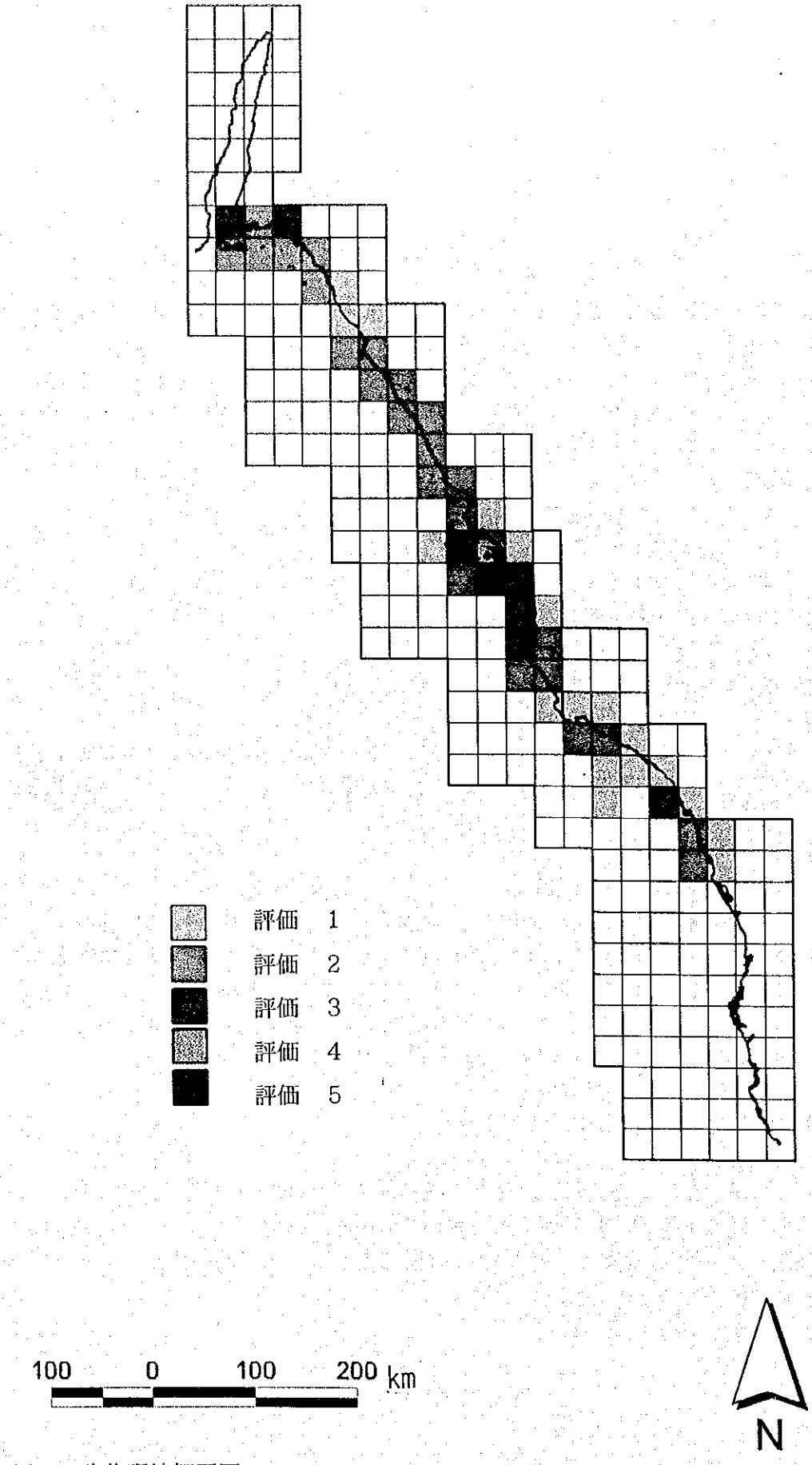

図 10. 生物環境概要図

6.3. 保護優先地域

現在の科学的な技術を用いた本調査結果から、自然環境の現況とその特徴を十分な精度で理解することができた。重要な生物群、生物環境の広がり及び社会環境要素を統合して作成したサマリーマップから、地域の連続性を考慮して次の3地域が保護優先地域として選定できる。

・ティラン島周辺域（アカバ湾口～アルクレイバ）、
・周辺域を含むアルワジバンク（ハバン湾～シャバン湾）
・アルハジル域（ラスマストゥーラ北部）

3つの保護優先地域は、海洋保護区設立の候補地である。北部紅海における海洋保護区は、総合沿岸海洋環境管理計画の中核となる計画である。

海洋保護区設立に当たっては、その生態系構造及び機能を基礎として科学的な境界を策定する必要がある。今回の調査は生態系の構成要素と生物環境の現況把握を目的としている。したがって、海洋保護区域の境界を正確に決定するためには重要な機能を保有する地域と、機能的に関連する地域を把握する必要がある。さらに季節的な変化（生態系機能の時間的要因）の評価も、区域決定には必要である。海洋保護区域設定のため、これらの情報を整備して精度の高い科学的な保護区境界線を描くことが求められる。

(1) 目標とゾーニング

海洋保護区設定にあたっては、明確な保護目的と目標を決定する必要がある。明確な保護目標は、管理区域のゾーニングを決める際の基礎となる。

(2) 管理における留意事項

保護管理を最も効率的で、効果的に進めるためには、科学的に裏付けられた管理計画が必要である。しかしながら、この分野の科学は急速に進歩しており、将来異なった結論を導き出す可能性もある。モニタリング調査の結果、新たな管理計画が必要になることも想定される。保護優先地域におけるハビタットは非常にユニークであり、そして、脆弱である。したがって保護管理計画策定に当たり重要なことは、新しい発見や知識及び調査結果に対して十分対応できるように柔軟性を持たせた計画にすることである。

地域の環境は陸上のみならず、海域も自然環境は非常に厳しく、微妙な自然のバランスによって多種多様な種の生存を可能としている。保護優先地域における種及びハビタットの脆弱性を十分認識して、効果的な保護管理計画を策定しなくてはならない。モニタリング調査は、重要なハビタット及び種に対して体系的に注意深く計画、実施する必要がある。固有種の隔離状況に関する情報は、生物多様性保護の観点から重要であり、保護管理において十分注意を払い調査研究していく必要がある。

さらに、情報収集体制、各管理責任機関相互及び地域コミュニティどうしの協力関係は、効果的な保護管理に不可欠であり、早急に確立する必要がある。

6.4. 戦略的環境管理地域

戦略的環境管理地域は、基本的に保護優先地域の周辺域であって、都市部を除く地域である。同地域における重要な開放及び非開放型湾のハビタットは他地域に比べてより脆弱である。また、沖合いの根や岩盤域は、海生哺乳類等の繁殖や求愛行動域として重要な生態的機能を果している場合がある。生態的機能に関する情報は本調査の目的の外であった。そのため、戦略的環境管理地域においてはこれらの散在した重要な機能を有するハビタットを明らかにし、それらに注目した管理計画を策定していく必要がある。

6.5. 多目的利用地域

多目的利用地域は、基本的に沿岸開発が進んでいる都市周辺地域である。降水量が極端に少ない本調査地域においては、陸域と海域生態系の関係が、湿潤熱帯、亜熱帯域のように強くない。しかしながら、都市部の、特に海岸開発、淡水化プラントからの排水、下水及び廃棄物などは海洋環境に相当の影響を与える。海洋環境は陸域環境と異なり強い連続性と関連性を有している。都市部住民のために良好な環境を維持し、さらに、戦略的環境管理地域及び保護優先地域に対する人間活動の影響をコントロールするため、これらの影響を監視及び管理する必要がある。

6.6. 提言

(1) 選定された保護優先地域における海洋保護区設立

本調査において生物インベントリー情報と高精度の生物環境図が得られた。効率的な保護管理のために、全ての情報を統合化したGISデータベースを作成した。ティラン、周辺域を含むアルワジバンク、アルハジル地域の3地域が、保護優先地域として提案された。これらの保護優先地域における海洋保護区設立にあたっては危急的及び重要な生態学的機能を有するハビタットと関連性について調査研究し、海洋保護区の境界を科学的に高い精度で決定していく必要がある。そして、サウディ・アラビア国の社会文化状況を考慮すれば海洋保護区の実現性（フィジビリティ）は十分に高い評価ができるため、設立に向けて準備していくことが必要である。

(2) 保護優先地域における海洋保護区の管理計画、管理区域のゾーニング及びガイドラインの策定

海洋保護区の目的及び目標を定義する。そして、最も重要な要素である管理区域のゾーニングを含む管理計画の重要な枠組みを決定する。次の項目を含む管理計画策定が必要である。

① 管理目標
② 保護区境界及び地域の特徴
③ 自然の特徴（地域と位置、地理的ならびにハビタット分類、保護状況、地域環境における位置づけ、歴史及び開発）
④ 物理的及び生物学的特徴（地形、水深、潮、塩分濃度、濁度、地学、海流、降雨量、温

度、風向風力、陸域及び海域動植物相）
⑤ 管理課題（対立、汚染及び将来需要）
⑥ 管理政策（目的、ゾーニング及びガイドライン）
⑦ 生物、環境と利用管理
⑧ 教育及び広報
⑨ 法執行
⑩ 維持管理及び行政機構（予算及び人員配置）
⑪ 植物種、動物種、特徴、過去、現在及び将来の利用
⑫ ゾーニングマップ

(3) 戦略的環境管理地域及び多目的利用地域の管理計画策定

開放、非開放型湾、沖合いの根、岩盤等重要な生態学的機能を有しているハビタットを明らかにし、それらの重要なハビタットに注目した管理計画を策定する。

(4) 将来研究及びモニタリング調査

①リーフチェック、地球規模珊瑚礁監視計画の方法による珊瑚礁モニタリング調査
②アルワジバンク、特に南部における珊瑚礁ハビタットにおける捕食者、被捕食者関係（魚、サンゴ及びオニヒトデ）の研究
③アルワジバンク生態系を正確に理解するためのマクロベントス（Polychaeta あるいは Amphipoda）調査研究
④アルワジバンクにおけるタイマイ種のインド洋個体群との隔離状況に関する遺伝子、DNA 研究
⑤アルワジバンクにおけるタイマイ種の餌料であるカイメン分布と現存量調査
⑥アルワジバンクにおけるアオウミガメ産卵個体群の移動パターンに関する研究
⑦アルワジバンクにおけるジュゴン個体群の再生産状況に関する研究
⑧植生変動や遷移に関する定点方形区調査
⑨過去の航空写真を用いたハビタット変化の評価
⑩漁業に関するモニタリング調査（漁師、船舶数、漁獲高、監視種の標本調査）
⑪アルワジバンクにおけるリーフチェック、地球規模珊瑚礁チェック手法による魚類調査
⑫放牧圧に関するモニタリング調査（家畜頭数、遊牧民、生産量、その他）

(5) 珊瑚礁監視に関する国際的協力

珊瑚礁保護において紅海は、国際的に近年ますます注目を集めている。現在、地球規模の珊瑚礁モニタリング調査が、多数の国の参加を得て実施されている。モニタリング調査において重要な点は、継続性と系統性である。多数の国が協力して実施している地球規模のモニタリング調査に参画することは、調査から得られた重要な情報を地球規模で提供し、共有するとともに、紅海の珊瑚礁保全に関わる最新の知識や技術を得ることができる。したがって、紅海の海洋環境保護において国際珊瑚礁モニタリング調査に参画し、情報や知識がスムースに交流できる国際協力関係を確立して

いくことが重要である。

(6) 環境教育及び啓発計画

自然保護の成否は一般大衆、特に地域コミュニティーの支持の有無にかかっている。地域コミュニティーの参加がなくては、海洋保護区の成功は達成できない。本調査ではハビタットの構造について、十分な知見（現存する生物資源）と代表的な標本が得られた。環境保護啓発のために2冊の本を作成し、多くの写真を撮影した。本調査のこのような成果品は教育啓発活動の適切な道具となる。

さらに環境教育を具体的に進めるためには、人材、ハードとソフト両面での教材、教育の場などが必要となる。世界に誇るべきユニークな自然環境をもつ紅海沿岸に、ビジターセンターを設置することは、環境教育の場として十分にその機能を果たすことが予想される。そこでは地域住民への実践的な環境教育が求められている。ただし、環境保全という複合的で、息の長い課題に対しては、大人を対象とするだけでは十分ではない。とりわけ将来の環境保護を担う子供達をこそ対象とすべきである。ビジターセンターには、子供達へ自然観察を教えるための、双眼鏡などの器材や生物図鑑などの教材が必要である。そして何よりも自然環境への関心を高め、保護の重要性を説明し、教育する指導員などの人材育成が、大学研究機関と協力して進めるべき緊急の課題である。

このように住民を対象とした環境教育を体系化し、実現していくことは、環境管理計画を企画、推進していく上でも共通する点は多い。具体的な活動としては既存の教育機関での教育プログラム策定やメディアを利用した北部紅海沿岸・海洋環境の情報の提供などが考えられる。これらの計画を充実させることにより、総合沿岸海洋環境管理計画に対する政府及び国民一般の理解と支持を獲得することが可能となる。

(7) 行動計画

自然保護の基本は、生態系の健全性と人間活動の均衡をとることにある。したがって目標は現在の生態系の健全性を保全し、同時に現在及び将来の人間のニーズを規定することである。サウディ・アラビア国では、数々の政府機関が自然保護を目標として、活動し、責任を負っている。NCWCD（野生生物保護委員会）は、野生生物と自然保護のための中心的機関であり、同国の保護区を管理している。また、MEPA（気象及び環境保護管理庁）は物理的環境に責任を持つ。農業省は、農業、水産業や水資源開発を管理する。沿岸警備隊は海域・沿岸の生物環境における人間活動を取り締まっている。多数の大学と研究所は、自然環境を研究している。地方自治体は初等教育と地域環境計画を管轄する。これらの機関は、効果的、効率的に目標を達成するためにも相互に調整し、協力する必要がある。

今回の調査は、北部紅海における保護区開設を前提に、総合的な自然保護を進めるために、十分な生物及び社会情報、生物環境図と GIS データベースを準備することを目的とした。調査の成果とともに、調査地域の自然環境を、保護優先地域、戦略的環境管理地域そして多面的利用地域の3種のカテゴリーで評価した。この試験的な評価は、基本的に珊瑚礁などの被

度や生物環境の構造に基づいている。それは調査対象地域に当てはまる。

本調査の成果を最大限に実現していくためには、明確な課題を設定し、それに基づいた行動を企画していく必要がある。紅海は半ば閉鎖した海ではあるが、沿岸諸国は 8 ヶ国に及ぶため、この地域での自然保護を進めるためには、国際協力が不可欠である。したがって自然保護の総合的な追求のための諸行動は、政策と法律、組織体制措置、紅海の環境管理、保護区設置と管理、環境教育、国際協力そして拠点整備などに集約できる。それらはサウディ・アラビア国政府、自然保護行政の中心的な機関として NCWCD そして調査・研究と３段階に区分して、表 20. に示した。表 21. は NCWCD における、また表 22. では調査・研究における、それぞれの行動計画の優先度、期間やスケジュール案及び必要な技術と機材に関する整理を試みた。

表 20. 紅海の海域･沿岸の自然環境を総合的に保護するための行動計画

サウディ・アラビア国政府	NCWCD	調査･研究
紅海の環境管理 紅海における総合的環境管理の実施（例えば漁業、汚染、放牧及び開発など人間活動の管理）	• 紅海北部全域におけるゾーニング及びモニタリング計画を含む総合的環境管理基本計画（マスタープラン）の策定と実施	• 紅海北部における総合的環境管理に関する基本計画（マスタープラン）策定調査 • 特に漁業及び放牧に対する規制計画を示した人間活動の影響についての評価に関する調査 • 種の分散を理解し、生態学上の重要区域を特定するための海洋学的特質に関する研究調査
	• 紅海南部全域における管理ゾーニング及びモニタリング計画を含む総合環境管理基本計画(マスタープラン)の策定と実施	• 総合的環境管理に向けたサウディ・アラビア紅海沿岸の生物生息環境環境に関する系統だった評価に関する調査 • 紅海南部における総合的環境管理に関する基本計画(マスタープラン)策定調査
	• 人間活動の規制を含む総合的環境管理に関する行政諸機関の調整及び協力体制の確立を目的とする特別委員会の設置	

保護区設置と管理 紅海における海域･沿岸の保護区ネットワークの確立 紅海における国際的な海域･沿岸の保護区ネットワークの確立	• 紅海北部におけるゾーニング及びモニタリング計画を含む海域・沿岸保護区管理基本計画(マスタープラン)策定と実施（アルワジバンク、ティラン区域そしてアルハジル域）	• 紅海北部におけるゾーニング、ガイドラインそして主なモニタリング計画の原則を含む海域・沿岸保護区管理計画(マスタープラン)策定調査 • 生息環境の生態上の機能を把握するために主要種のライフサイクル（生活環）とその様式の調査研究 • 生物多様性の状態を把握するための主要種の隔離程度に関する調査研究
	• 国際的な海域・沿岸の海洋保護区の設立と管理に向けた国際協力計画の開発と実施	• ティラン区域における国際海域・沿岸域保護区の設定に関する国際協力計画策定調査
	• 紅海南部におけるゾーニング及びモニタリング計画を含む海域・沿岸保護区管理基本計画(マスタープラン)策定と実施（ファラサン保護区等）	• 紅海南部におけるゾーニング、ガイドラインそして主なモニタリング計画の原則を含む海域・沿岸保護区管理計画(マスタープラン)策定調査
	• 紅海における海域・沿岸の保護区ネットワーク確立のための科学情報の調整と整備	
	• 保護区における調査結果等に基づいたモニタリング調査、データ解析、管理計画改善能力の強化	
	• 紅海における保護区管理の強化　(人材育成)	
	• 海域・沿岸の保護区管理に向けた国際協力の強化	

環境教育 自然保護について一般国民の啓発と環境教育に向けた機関の組織化と制度の準備	• 紅海の自然環境保全に向けた教育資材の整備と配布	
国際協力 紅海における環境管理と自然保護に関する二国間及び多国間協力	• 国際サンゴ礁モニタリング計画及び他の地球環境モニタリング計画への参加	
拠点整備 自然環境調査・研究、保護活動のための拠点整備	• 紅海における国際海洋生物保護研究センターとして保護区モニタリング調査／研究のためのインフラ整備	• 国際海洋生物保護研究センター設立計画策定調査
	• 自然環境保全、保護区の重要性を広く認識させる環境教育を目的とした施設及び器材整備	• 保護区の重要性を広く認識させる環境教育を目的とした施設や資機材の供給計画策定調査

表 21. NCWCD における行動計画、スケジュール案、必要な技術と機材

行動計画	優先度	期	2000	2001	2002	2003	2004	以後	専門技術	機材
• 紅海北部全域におけるゾーニング及びモニタリング計画を含む総合的環境管理基本計画（マスタープラン）の策定と実施	高	長期	■	■	■	■	■	■	総合的環境管理計画、ゾーニング、ガイドライン、モニタリング、各種調査技術	書籍、文献、生物生息環境図、ＧＩＳ、海洋学上のデータ
• 紅海南部全域におけるゾーニング及びモニタリング計画を含む総合的環境管理基本計画(マスタープラン)策定と実施	中	長期			■	■	■	■	同上	同上
• 人間活動の規制を含む総合的環境管理に関する行政諸機関の調整及び協力体制の確立を目的とする特別委員会	高	中期				■	■		組織体制作り	書籍、文献
• 紅海北部におけるゾーニング及びモニタリング計画を含む海域・沿岸保護区管理基本計画(マスタープラン)策定と実施（アルワジバンク、ティラン区域及びアルハジル域）	高	長期	■	■	■	■	■	■	保護区計画、海域・沿岸生態、地図作成、ゾーニング、ガイドライン、モニタリング、規制措置、地域住民の啓発、教育	生態的・社会学的情報、生物生息環境図、ＧＩＳ、車輌・ボートを含む調査用器材、地図作成用器材
• 国際的な海域・沿岸保護区の設立と管理に向けた国際協力計画の開発と実施	中	長期				■	■	■	国際保護区計画、同上	同上

• 紅海南部におけるゾーニング及びモニタリング計画を含む海域・沿岸保護区管理基本計画(マスタープラン)策定と実施（ファラサン保護区等）	中	長期				■	■	■	保護区計画、海域・沿岸生態、地図作成、ゾーニング、ガイドライン、モニタリング、規制措置、地域住民の啓発、教育	生態的・社会学的情報、生物生息環境図、ＧＩＳ、車輌・ボートを含む調査用器材、地図作成用器材
• 紅海における海域・沿岸の保護区ネットワーク確立のための科学情報の調整と整備	高	短期	■	■	■	■	■		調整、情報	
• 保護区における調査結果等に基づいたモニタリング調査、データ解析、管理計画改善能力の強化	高	短中期	■	■	■	■	■		モニタリング調査、データ解析、ＧＩＳ技術、調査器具、保護区管理	
• 紅海における保護区管理の強化　(人材育成)	高	短中期		■	■	■	■		保護区管理、規制措置、参加型保護区管理、ワークショップ	訓練用施設
• 海域・沿岸の保護区管理に向けた国際協力の強化	中	中長期				■	■	■	国際的な保護区の管理、参加型保護区管理	訓練用施設
• 紅海の自然環境保全に向けた教育資材の整備と配布	高	長期	■	■	■	■	■	■	情報、コミュニケーション、教育	情報、コミュニケーション、器材
• 国際サンゴ礁モニタリング計画及び他の地球環境モニタリング計画への参加	高	長期	■	■	■	■	■	■	モニタリング調査、データ解析、報告	書籍・文献

• 紅海における国際海洋生物保護研究センターとして保護区モニタリング調査／研究のためのインフラ整備	中	長期		■	■	■	■	■	施設設計、調査器具	施設、調査・研究機材、書籍・文献
• 自然環境保全、保護区の重要性を広く認識させる環境教育を目的とした施設及び器材整備	中	長期		■	■	■	■	■	施設設計、器具、情報、教育、コミュニケーション	施設、情報/ コミュニケーション、器材

表 22. 調査･研究における行動計画のスケジュール案、必要な技術と機材

行動計画	優先度	期間	2000	2001	2002	2003	2004	以後	専門技術	機材
• 紅海北部における総合的環境管理に関する基本計画（マスタープラン）策定調査	高	短期	■	■	■				総合的環境計画	書籍・文献
• 特に漁業及び放牧に対する規制計画を示した人間活動の影響についての評価に関する調査	高	短期	■	■	■				漁業と放牧が住民生活に及ぼす影響評価	書籍・文献、生物生息環境図、ＧＩＳ、海洋学上のデータ
• 種の分散を理解し、生態学上の重要区域を特定するための海洋学的特質に関する研究調査	中	中期			■	■			海洋学、海域・沿岸の生態	海洋学上の調査器材
• 総合的環境管理に向けたサウディ・アラビア紅海沿岸の生物生息環境環境に関する系統だった評価に関する調査	高	中期			■	■			航空写真解析、ＧＩＳ、地図作成、環境管理計画、	カラーの航空写真、地図作成器材
□ 紅海南部における総合的環境管理に関する基本計画(マスタープラン)策定調査	高	中期				■	■		総合的環境計画	書籍・文献
□ 紅海北部におけるゾーニング、ガイドラインそして主なモニタリング計画の原則を含む海域・沿岸保護区管理計画(マスタープラン)策定調査（アルワジバンク、ティラン区域及びアルハジル域）	高	短期	■	■	■				保護区計画、保護区管理、モニタリング調査、施設設計、用具、財務分析、参加型保護区管理	調査器材、書籍・文献

• 生息環境の生態上の機能を把握するために主要種のライフサイクル（生活環）とその様式の調査研究	高	短中期		生態学、個体数変動、調査計画、生物データ解析	調査器材、人工衛星による追跡
• 生物多様性の状態を把握するための主要種の隔離程度に関する調査	高	短中期		DNA 分析、衛星･無線追跡	DNA と種分析、衛星追跡機材、無線追跡機材、
• ティラン区域における国際海域・沿岸域保護区の設定に関する国際協力計画策定調査	中	中期		国際保護区、国際協力計画、参加型保護区管理、海域・沿岸の生態	書籍･文献､GIS.
□ 紅海南部におけるゾーニング、ガイドラインそして主なモニタリング計画の原則を含む海域・沿岸保護区管理計画(マスタープラン)策定調査	中	中期		保護区計画、保護区管理、モニタリング調査、施設設計、用具、財務分析、参加型保護区管理	調査器材、書籍・文献
• 国際海洋生物保護研究センター設立計画策定調査	中	中期		施設設計、調査研究設備・機材、基本設計	書籍･文献、情報、基本設計、
• 保護区の重要性を広く認識させる環境教育を目的とした施設や資機材の供給計画策定調査	中	中期		施設設計、情報、教育、参加型保護区管理、	書籍・文献、情報、コミュニケーション、教育用器材

□ 印は、開発調査に一括して提供（パッケージ化）できるもの。

6.4. 技術移転

本調査のカウンターパートは各分野を担当することによって、現場調査を経験し、調査技術を獲得して、知識を向上させることができた。カウンターパートが本調査において経験し、獲得した技術は表 23.に示すものである。

表 23. 本調査においてカウンターパートが取得、研修した技術

分野	技術
サンゴ	• 種同定技術 • リーフチェック • 珊瑚礁モニタリングネットワーク • ラインとランセクト調査手法
海草／海藻	• 種同定技術 • 標本作成技術 • 方形区調査 • 水中写真
魚類	• 種同定技術 • スポット調査 • リーフチェック • 標本作成 • 水中ビデオ写真撮影 • 水中における魚類全長推定技術
底生動物	• 種同定技術 • 標本採集、作成技術 • スポット及び方形区調査
海生哺乳類／ウミガメ	• 質問表／聞き取り調査 • 産卵海岸調査 • ウミガメ産卵海岸同定のための海岸航空目視調査 • 生息数推定のための航空トランセクト調査
マングローブ／沿岸植生	• 種同定技術 • 方形区調査（ブラウンーブランケット手法） • 樹木センサス調査 • 土壌調査
鳥類	• 種同定技術 • スポット調査 • ラインとランセクト調査
社会環境	• 質問表／聞き取り調査 • データ分析
航空写真解析	• 航空目視色調確認調査 • 航空写真解析 • 生物環境図作成技術
GISデータベース	• 基本コンピューター操作 • 基本 GIS データベースソフトウェアー • GIS データベース操作 • 保護区管理における GIS データベースの応用

7. 調査関係者名簿

7.1. 作業監理委員会委員リスト

	氏　名	所　属
作業監理委員長	黒田　大三郎	環境庁 自然保護局 企画調整課 調査官
作業監理委員	河本　晃利	滋賀県 企画県民部 地域振興課 参事 (前 環境庁 自然保護局 企画調整課 課長補佐)
作業監理委員	城殿　博	国際協力事業団 国際協力専門員

7.2. 国際協力事業団

氏　名	所　属
桜田　幸久	社会開発調査部長
池田　龍彦	前　社会開発調査部長
宮本　秀夫	社会開発調査部 社会開発調査第2課長
江尻　幸彦	社会開発調査部 社会開発調査第2課 課長代理
藤谷　浩至	社会開発調査部 社会開発調査第2課 課長代理
松島　正明	社会開発調査部 社会開発調査第2課 課長代理
増田　大	社会開発調査部 社会開発調査第2課
鈴木　和信	社会開発調査部 社会開発調査第2課

7.3. 国内アドバイザー

氏　名	所　属
水谷　泰史	環境庁 地球環境部 環境協力室
中澤　圭一	環境庁 地球環境部 環境協力室
岡本　光之	環境庁 自然保護局 企画調整課
塚本　瑞天	環境庁 自然保護局 企画調整課
青山　健治	外務省 経済協力局 開発協力課
木村　吉寿	外務省 経済協力局 開発協力課

7.4. 調査団

氏　名	担当分野	従事期間
松島　昇	総括	平成9年12月～平成12年2月
Lyndon M. DeVantier	サンゴ	平成9年12月～平成12年2月
新井　章吾	海草／海藻	平成9年12月～平成12年2月
染矢　貴	マングローブ／沿岸植生	平成9年12月～平成12年2月
大橋　秀一	魚類	平成9年12月～平成10年3月
原田　洋一	魚類	平成10年5月～平成12年2月
坪内　俊憲	海生哺乳類／ウミガメ	平成9年12月～平成12年2月
臼井　俊二	鳥類	平成9年12月～平成12年2月
南城　利勝	底生動物	平成9年12月～平成12年2月
岸　昭	航空写真解析	平成9年12月～平成12年2月
五味　謙隆	GISデータベース	平成9年12月～平成12年2月
Stefan Ottomanski	業務調整	平成9年12月～平成10年11月
吉田　英樹	業務調整	平成10年11月～平成12年2月

7.5. カウンターパート機関 (NCWCD)

氏　名	担　当
H.E. Prof. Dr. Abdulaziz H. Abuzinada	NCWCD事務総長
Yousef I. A. Al-Wetaid	プロジェクト アドバイザー
Omar Abdullah Al-Khushaim	プロジェクト マネージャー
Hassan Mohammed Al Mathami	社会環境
Khalid Ali Al Shaikh	サンゴ
Anas Zubeir Sambas	海草／海藻
Hatim Mohammed Al Yami	魚類
宮原　一 (JICA派遣専門家)	魚類
Ahmad Mohammed Al-Mansi, PhD.	底生動物
Mustafa Al Marghani Mohammed	海生哺乳類／ウミガメ
Abdullah Hamd Al-Wetaid	マングローブ／沿岸植生
Mohammed Ibrahim Al Salamah	鳥類
Mohamad Fwaz Al Barodi	航空写真解析
Ali Abdulaziz Al Assaf	GISデータベース
Saleh Ahmad Al Shodoukhi	GISデータベース
Aied Amer Al Ajmi	GISデータベース

JICA

LIB