

## 2.1.2. 海生哺乳類／ウミガメ

### 2.1.2.1. 海生哺乳類

#### (1) 調査方法

海生哺乳類としては調査海域に、マイルカ *Delphinus delphis*、ハンドイルカ *Tursiops truncatus* 及びハナゴングウ *Grampus griseus* 等 10 種が記録されている。しかし、ここでは生息情報も多く、希少種であるジュゴンを主たる調査対象とした。

与えられた時間内で保護に有効な情報を得るため、質問表／聞き取り調査、海岸航空調査及び目視調査をウミガメ調査と同時に実施した。

#### (2) 調査結果

##### 1) 質問表／聞き取り調査

本調査によれば、①アカバ湾口からドウバ北部にかけて、②アルワジバンク内、③シャバン湾、④ラスバリディからヤンブーにかけて、ジュゴンは比較的頻繁に目視されていることがわかった。上述地域のほかに、ドウバ南部における小さなアマモ場のある小湾においても、ジュゴンが目視確認されている。目視報告のほとんどは単独個体であり、最大でも 2 頭であった。唯一、バラカン島の漁師一名がジュゴンの多頭数の群れを目視したと回答した。

今回の調査では、目視回数の増加を回答するものはいなかった。人間によるジュゴンの利用についてはまったく行われておらず、まれに魚網で混獲される程度である。

##### 2) 海岸航空調査

本調査においてジュゴン 7 群が目視確認された。7 群のうち 6 群までは 2 頭以下で、最大の群は 4 頭、幼獣はまったく見られなかった。このように低い幼獣の割合が、ジュゴン繁殖の特徴によるものか、あるいは移動パターンによる結果なのか、あるいは調査によるバイアスなのか継続して十分に調査する必要がある。

##### 3) 目視調査

ジュゴン及びシナウスイロイルカを現地調査において目視確認した。

#### (3) 考察

調査結果より、1) 生息種数、2) 繁殖の生物環境、3) 絶滅危惧種／固有種、4) 利用圧(人間による影響)、5) 死亡率の 5 つの項目を用いて保護優先地域の評価を行なった。この評価は、ジュゴンの保護を基本とするものである。ジュゴンの主な分布域としてはティラン島周辺域とアルワジバンクがもっとも保護優先度の高い地域である。ただし、ドウバ／アルワジ、アルシャバン／ヤンブーなどのアマモ場のある閉塞されていない小湾についても、特別な配慮が求められている。

ジュゴン、ハンドイルカ及びシナウスイロイルカは生息分布が限られ、海岸に近接する生息種であるため、保護管理において特別な配慮が必要である。

## 2.1.2.2. ウミガメ

### (1) 調査方法

ウミガメの分布及び産卵海岸の広がりを見極めるため、1) 質問表／聞き取り調査、2) 海岸の航空調査、3) 産卵海岸における現地踏査を実施した。

### (2) 調査結果

#### 1) 質問表／聞き取り調査

沿岸警備隊員 42 名、漁師 17 名に対して、質問表／聞き取り調査を行なった。

ウミガメの産卵箇所はアカバ湾入口からジェッダ北部で見られたが、その活動は盛んではないことが示唆された。また、ウミガメの産卵巣穴が増加しているという回答はまったく無かった。ヤンプー／ジェッダでは、12 人中 4 人が海岸域の開発が産卵巣穴の減少要因であると指摘した。アルワジ及びウムルジにおいても、産卵活動の著しい変動が示唆された。

なお、人間がウミガメ及び卵を利用しているという回答はほとんどなかった。ただし少数ではあるが、薬品としての利用目的でウミガメが捕獲されているという回答が出された。

#### 2) 海岸航空調査

海岸の航空調査では、以下の島嶼及び地点において多数の産卵巣穴、遺跡を観察し、産卵を確認された。

サナフィル、シューシャ、アルノマン島、アルシイハマラバット、バリム、アルワッカディ、クルジコーストガード（アルワジバンク内）沖の 4 つの島嶼、ガライルコーストガード (N25°34'E36°40'—N25°34'E36°46') 沖の 6 つの島嶼、アルハラコーストガード (N25°13'E37°08'—N25°09'E37°09') 沖の 7 つの島嶼、ジャバルハッサン、リブナ、マリハ島。

大陸側海岸ではラスワディティリアム、アルムワイリヤコーストガード南部、アルハラ湾南部、ドゥバ北部、ジュバ湾北部、ズベイダコーストガード南部、ラスウバイダ北部及び南部、ラスマージャー（アンタル湾南部）、ラスマライビット（ハラミルコーストガード北部）及びラスアブムラー南部（アルワジ南部）。

#### 3) 産卵海岸の現地踏査

##### 産卵海岸

バラカン、アルワッカディ、ジャバルハッサン島、シャバン湾南部及びラスバリディにおいて比較的活発な産卵を観察した。巣穴の数に比べて産卵巣数は少なかった。

##### 巣の調査

タイマイの 1 巣当たり平均正常卵数は  $66.3 \pm 19.0$  (N=9)、平均無卵黄卵数は  $30.0 \pm 19.2$  (N=9) であり、その割合は  $30.2 \pm 14.5$  (%) に達していた。これらは産卵個体群の繁殖の特徴を示していると思われる。

アオウミガメにおいては2巣を調査し、正常卵数は124、128であった。うち1巣で無卵黄卵5個を確認した。

### 巣温度

アオウミガメの産卵のピークは、8月後半から10月である。この時期のラスバリディの産卵海岸では、深さ50cm地点の温度が32°Cから28.5°Cへの下降期間であった。4月後半から7月にかけては温度の上昇期間であって、28.5°Cから32°Cへと同程度の温度が記録された。

第4次現地調査(平成11年6月)では、アオウミガメのかなり活発な産卵がラスバリディ、ジャバルハッサン島において確認された。今後の詳細調査が必要であるが、得られた温度データからアオウミガメの産卵期間は4月から始まっているか、あるいは二相性であると考えられた。

### 産卵メス個体

タイマイの産卵個体は、第2次現地調査(平成10年6月)で1個体を調査した。

アオウミガメに関しては、ラスバリディで5個体、第3次現地調査(ジャバルハッサン島)で1個体について新しい産卵メス個体を計測し、標識放流した。また、平成10年の調査でラスバリディにおいて1標識個体を再計測することができた。

ラスバリディにおいて、非常に短い期間に新しい産卵個体が確認できたことはある程度の産卵個体が補充されていると推測できる。

### 死亡例

産卵地調査中に7個体の死亡個体を発見した。リブナ島海岸で発見されたタイマイの成体オスの性器は、捕獲者によって切り取られていた。通常ウミガメの性比は雌に偏っており、紅海においてウミガメ種の性比が雌に顕著に偏っていた場合、オスに対する選択的な狩猟圧は影響を与える可能性がある。

ラスバリディではアオウミガメの産卵メスの死亡個体を1例確認した。産卵個体の死亡率は個体群に与える影響が大きい。死亡原因と死亡率に関する調査は、管理計画策定に必要である。

## (3) 考察

保護優先度の高い地域を、1)出現種数と分布、2)産卵海岸の広がり、3)絶滅危惧/固有種、4)利用圧(人間による影響)、5)死亡率の5つの項目から評価した。

調査地域をその特徴から6つの地域に分け、それぞれ3段階で評価した。最も保護優先度の高いのが、アルワジバンクとティラン島周辺地域である。次に優先度の高い地域として、ドゥバ/アルワジを産卵海岸が散在する点から、重要と評価した。

### 2.1.3. 陸域環境

#### 2.1.3.1. マングローブ/沿岸植生

調査対象地域である北部紅海沿岸はサハローアラビアン植物区に属している。この地域は、高温と極端な乾燥、及びほかの地域より極端に少ない降水量という環境条件下で、マングローブ以外の植生は極めて乏しい。

調査地域の植生に係わる既存文献は極めて少なく VESEY-FITZGERALD (1956) がジエツダ北部の植生について記載しているほかは、マングローブについての報告がいくつかあるだけである。調査地域においては、紅海で記録されているマングローブ4種のうち、ヒルギダマシ *Avicennia marina* とオオバヒルギ *Rhizophora mucronata* の2種が記録されている (SHEPPARD et al. 1992, ORMOND et al. 1986)。また、アラブ地域のマングローブは古くから燃料や木材として利用され、分布が減少しており (ORMOND et al. 1986)、家畜による食害によってもマングローブ林は大きな影響を受けている (MIYAMOTO & AL-WETAID 1993)。

#### (1) 調査方法

調査サイトの沿岸から陸域にかけて約1kmの範囲において調査区(約0.5km×1km)を設置し、植物相及び植物群落調査を行なった。調査地点数は島嶼部の3地点を含む26地点(1地点は植物相調査のみ)である。

このうち21地点は第2次現地調査(その1:平成10年5~6月)に、4地点は第2次現地調査(その2:平成10年10月)に、7地点は2季にわたり現地調査を行なった。植物相調査では、出現したすべての維管束植物について記録するとともに、標本採集及び写真撮影を行なった。

植物群落については、全体で69個の植生調査(方形区調査)を実施するとともに、調査地点の相観植生図及び植生断面模式図を作成した。

#### (2) 調査結果

##### 1) 植生

植生調査の結果、これらは①マングローブ(2群落)、②沙漠性灌木群落(5群落)、③多肉性塩性湿地群落(10群落)、④沙漠性多肉質半灌木群落(3群落)、⑤禾本科類塩性湿地群落(3群落)、⑥ヨシ・ガマ群落(2群落)、⑦沙漠性イネ科草本群落(1群落)、⑧その他(ナツメヤシ植林など3群落)の8つの植生タイプに区分され、29の植物群落が確認された。

植生の分布状況は、調査地点の立地条件によって多様であったが、汀線から陸域にかけての成帯構造が普遍的にみられた。マングローブのうち、ヒルギダマシは、浅瀬のある礁湖や入江の縁、アルワジバンクの平坦な島など8地点で群落を形成していたのに対して、オオバヒルギは島嶼の2地点で小面積確認しただけであった。

##### 2) 植物相

現地調査の結果、調査地域全体でマングローブ2種を含む43科159種の高等植物を確認した。調査地域の植物の多くは、アカザ科、マメ科、イネ科に代表される塩性植物または乾生



### 2.1.3.2. 鳥類

北部紅海沿岸域の鳥類は、ほとんどがアジア区の鳥によって占められ、わずかにアフリカ区の鳥を認めることができる(JENNINGS 1995)。

サウディ・アラビア国の鳥類の研究は長い歴史を持つが、一部の地域では非常に厳しい気候と交通事情がよくないために体系的な調査をすることができなかった。紅海北部のさまざまな生息場所のうち、マングローブは多くの鳥類に安全な採食場、営巣場所そして罅(ねぐら)を提供する重要な場所である(BALDWIN & MEADOWS 1987, LOBLEY)。渡りの時期は3~4月及び9~10月である(LOBLEY)。

#### (1) 調査方法

鳥類はその分布と生活を生息域の植生に依存しているので、植生と鳥類の分布との関係を概観することは大変重要である。そこで鳥類はマングローブ/沿岸植生とともに調査を実施した。それぞれのスポットではラインを前もって設定せずに、なるべく多くの鳥を観察するように努めた。

予備調査を第1次現地調査(その2)(平成10年2月)に、全域調査を第2次現地調査(平成10年5~6月、10月)に実施した。調査機器としては、10 x 40及び8 x 30の双眼鏡、24 x 60の望遠鏡を使用した。秋季にはカスミ網による標識調査も実施した。鳥類リストはPORTER et al. (1996)のリストに従った。

#### (2) 調査結果

第1次現地調査(その2)には82種を調査対象地域全域で記録した。第2次現地調査には64種(平成10年5~6月)を21サイトで、他5種をサイト以外で、10月には86種を10サイトで他3種をサイト以外で観察した。同時期に1カ所で標識調査を実施した。

予備調査と全域調査の結果、調査対象地域全域で134種を記録した。また、詳細調査でコシアカツバメ *Hirundo daurica* をリストに追加し、結果的に全調査では135種を記録することとなった。

2月には、調査対象地域の南部よりも北部でより多くの種を記録している(表7.)。同地域で越冬している鳥が北部と南部では違っているようである。

5~6月及び10月には計24サイトで調査を行なった(表8.)。

カンムリヒバリ *Galerida cristata* が全季節及び調査対象地域全域で最も普通に見られた。シロチドリ *Charadrius alexandrinus* とウススミカモメ *Larus hemprechii* の繁殖を確認した。9種は「繁殖の可能性大」、4種は「繁殖の可能性あり」に分類される。24種は2月のみに記録した。

絶滅危惧種では、シロメカモメ *Larus leucophthalmus*, vulnerable とヒメハイイロチュウヒ *Circus macrourus*, near-threatened を観察した。中近東で個体数が減少している2種と、中近東に生息がほぼ限定されている10種を記録した。

10サイトで5~6月と10月の2回調査を行った。同サイトで観察された鳥類のうち13~30%は渡り鳥(冬鳥も含む)であると考えられる。

10月10日と11日にシャームアンテウ(B11)サイトで標識調査を行い、6種8個体を捕獲し足

輪をつけ放鳥した。

24 サイトは次の 6 つの生息地型に分けた。ワジ、マングローブ、ワジと乾燥地、マングローブ／ワジ／農場、乾燥地、それに農場／ヤシである。

### (3) 考察

#### 1) 種多様性

調査対象地域は気候が非常に厳しいために繁殖している種は少ない。ただし同地域は渡り鳥と冬鳥にとって重要な場所といえるであろう。調査サイト間では大きな違いは見られない。それぞれのサイトの種多様性は、調査対象地域のどこに位置するかというよりも、その場所の植生と被度に依存している。ワジとマングローブが高い種多様性を維持する重要な要素である。

#### 2) 個体数

調査対象地域全域、全季節でそれぞれの種の個体数は少なかった。個体数の多寡は調査サイトの植生被度よりも植生の構成要素に依存しているようである。海鳥は一般的に個体数が多いが、今回の調査では調査対象外とした。

#### 3) 絶滅危惧種及び固有種

アルワジバンクとヤンブー地域が絶滅危惧種にとって重要な場所である。

#### 4) 海鳥

海鳥は今回の調査対象とはなっていないが、NEWTON et al. (1987) は海鳥についてアルワジバンクの詳細な調査を提案している。

表 7. 地域と種数

番号	地域名	開始点		終了点		種数
		緯度 (N)	経度 (E)	緯度 (N)	経度 (E)	
①	マグナ〜ズベイダ	28° 22' 18"	34° 43' 44"	26° 54' 14"	36° 02' 05"	47
②	シャームアントウ 〜ワディムラカ	26° 36' 01"	36° 15' 26"	25° 16' 27"	37° 08' 56"	43
③	ワディムラカ〜 シャームヒサイ	25° 16' 27"	37° 08' 56"	24° 37' 40"	37° 20' 00"	50
④	ムハラフ〜 マストウーラ	24° 16' 27"	37° 31' 31"	23° 04' 07"	38° 48' 44"	35
⑤	ラビ〜トゥワル	22° 46' 22"	38° 58' 41"	22° 17' 24"	39° 05' 44"	32

表 8. サイトと種数

サイト番号	サイト名	緯度 (N)	経度 (E)	種数
B1	アルドゥラ	29° 20' 26"	34° 57' 07"	19
B2	マグナ	28° 22' 18"	34° 43' 44"	3
B3	アシ シュクハシッド	28° 06' 00"	34° 35' 41"	7
*B4	シャルマ	28° 02' 37"	35° 13' 46"	24
B5	アシュシャルマ	28° 01' 27"	35° 12' 09"	9
B6	シャームアルバドゥ	27° 35' 24"	35° 32' 22"	10
B7	ラウドアズィアン	27° 25' 49"	35° 36' 09"	18
*B8	アルグフ	27° 08' 11"	35° 47' 39"	30
B9	ジャジラットヌマン	27° 07' 58"	35° 45' 09"	11
*B10	ズベイダ	26° 54' 14"	36° 02' 05"	35
*B11	シャームアントゥ	26° 36' 01"	36° 15' 26"	38
B12	シャームハラミル	26° 22' 27"	36° 22' 21"	7
B13	ハバン	26° 03' 40"	36° 35' 43"	5
B14	ワジアルハムド	25° 57' 33"	36° 43' 31"	5
B15	アルムレイシ	25° 50' 26"	36° 41' 06"	5
B16	デュグムサブグ	25° 36' 11"	36° 57' 53"	16
B17	ジャジラットシャイバク	25° 24' 52"	36° 53' 25"	8
*B18	ドゥバ	25° 07' 18"	37° 15' 46"	34
B19	ジャジラットジャハルハッサン	24° 57' 11"	37° 06' 04"	10
B20	アシュシャバン	24° 47' 38"	37° 10' 29"	11
B21	マルサルクアワル	24° 17' 20"	37° 38' 06"	9
B22	ヤンブー	23° 55' 38"	38° 17' 43"	15
*B23	マストゥーラ	23° 04' 07"	38° 48' 44"	45
*B24	ラビ	22° 46' 22"	38° 58' 41"	14

注：サイト番号に\*がついている場所では両季節に調査を実施した。

## 2.2. モデル地域調査

### (1) モデル調査地域の選定

#### 1) 選定基準

本調査団は、NCWCD との協議によりモデル調査地域を評価・選定した。選定基準は以下の 5 項目とした。

- ① 種多様性が高い地域（出現種数が多い）
- ② 生物生産量が多い地域（生物現存量が多い）
- ③ 絶滅危惧種、または固有種が多く生息している地域
- ④ 数多くの生物環境が確認、存在している地域（航空写真解析に基づく）
- ⑤ 人間活動による改変、影響が少ない地域

#### 2) モデル調査候補地域区分

モデル調査地域は地形及び地理的な特徴から、①アカバ湾（内湾）、②ティラン島周辺（アルクレイバ（湾口の浅海域と周辺島嶼からアルクレイバまで）、③ドゥバ/アルワジ、④アルワジバンク、⑤ウムルジ/ラスアルバルディ⑥ヤンブー/ジェッダに区分した。

ヤンブー/ジェッダは人口も多く、海岸域の開発も進んでいるため、人間活動の影響が大きく全体的に生物環境が脆弱であるため候補地より除外した。

### (2) モデル調査地域候補地の選定過程

各分野別インベントリー調査及び航空写真解析の結果を踏まえ 5 つの選定基準ごとに、候補地域を詳細に比較検討した。生物環境構成の一次要素として物理環境を、二次要素として固着生物（海域環境ではサンゴ、海草/海藻、陸域環境では沿岸植生）を重要視し検討した。

アカバ湾は、サンゴで最も多くの種数を記録したが、他の調査結果から良好なモデル地域ではないと評価した。また、サウディ・アラビア国の政治及び社会的制約を考慮した結果、保護区設置ならびにモデル調査の実施が困難であると判断した。

ティラン島周辺は、海域生物環境の基本要素と、そこを利用する移動性生物の面から高い評価を得たが、マングローブ/沿岸植生の評価は低い。

アルワジバンクは、サンゴ種数、マングローブ/沿岸植生の現存量が多く、非常に高い評価となった。評価に際しては、保護区設置・沿岸環境管理に重要な要素となる人間活動による影響についても勘案した。

総合的に評価/検討した結果、アルワジバンクをモデル調査地域として選定した（表 9.）。

図 4. には、モデル調査地域を示した。

表9. 調査地域別の生物環境総合評価

項目	調査地域					
	アカバ 湾	ティラン 諸島	ドウバ/ アルワジ	アルワジ バンク	ウムルジ/ラス アルバリディ	ヤンブー/ ジェツダ
生物	2	4	4	5	4	1
ハビタット	*	3	2	5	3	1
人間活動	5	*	4	3	2	1
面積的広がり	1	5	3	5	2	1
航空写真の有無	×	○	○	○	○	○/×
政治社会的制約	×	×	○	○	×	×

5：最高度、4：高度、3：普通、2：やや劣る、1：劣る。

ただし、人間活動については、低いところを高く、強すぎることを劣ると評価した。

航空写真の有無：○ 有り、× 無し

政治社会的制約：○ 無し、× 有り

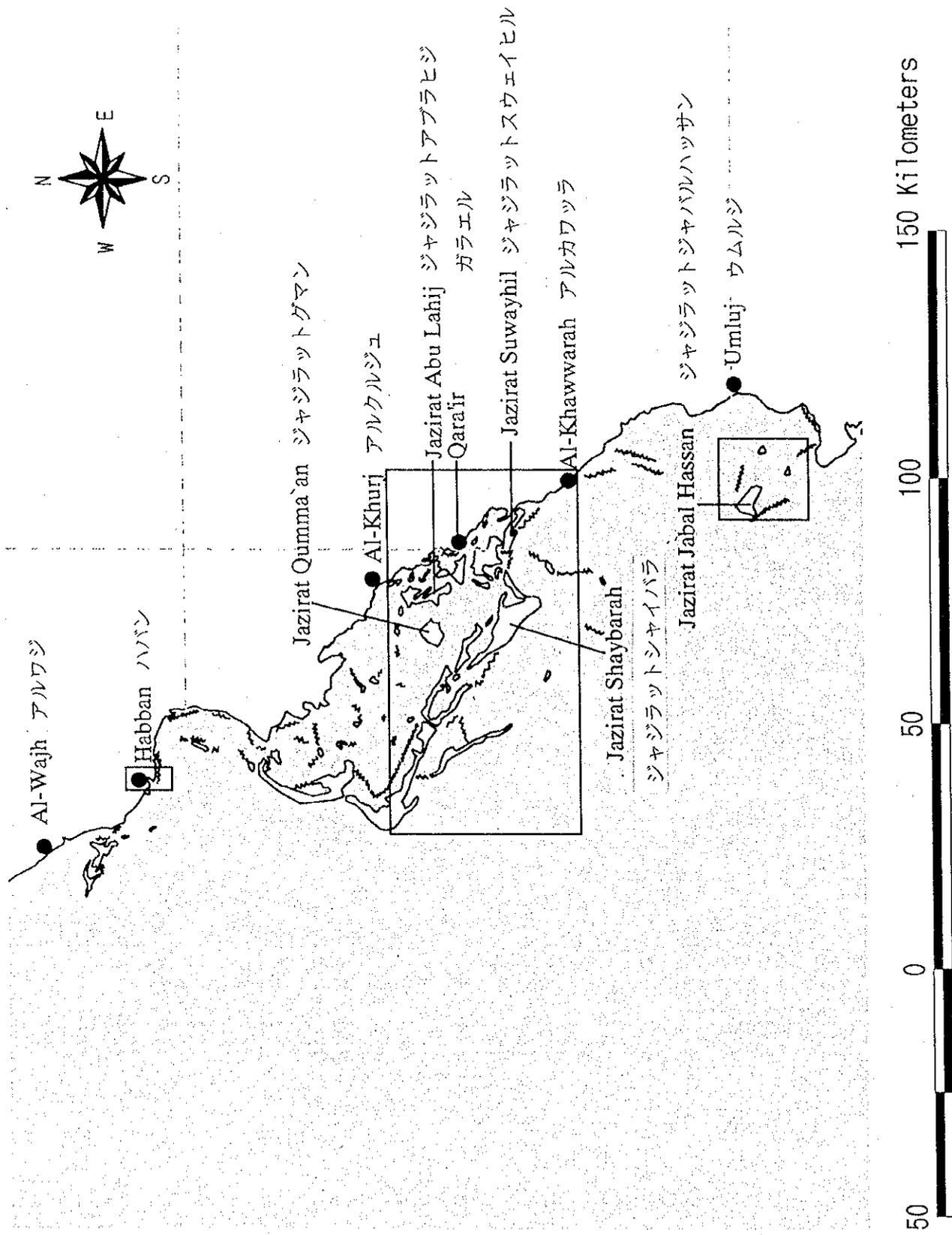


図4. モデル調査地域の図

## 2.2.1. 海域環境

### 2.2.1.1. サンゴ

第3次現地調査において、アルワジバンクの29の珊瑚礁、39の調査地点でトランセクトラインを設け調査した。調査結果は生物環境図作成へ反映した。

#### (1) 調査方法

調査方法としてリーフチェックを採用した。これは、等深線に対して並行にトランセクトラインを設置し、8つのカテゴリー（生きているイシサンゴ類、死亡したサンゴ、ソフトコーラル類、海藻類、岩、礫、砂、及びその他の付着底生動物）について定量調査を行なった。

各サイトで一つまたは二つの水深（3~4m、8~10m）を選択し、等深線に沿って長さ100mのテープを設置した。さらに長さ20mのトランセクトをこのテープ上に5mの間隔をあけて設けた。各トランセクト上において50cm間隔に観察された底生動物をカテゴリーごとに記録して各カテゴリーの占める割合を推定した。

また、オニヒトデ *Acanthaster planci* とマンジュウヒトデと同種の *Culcita* sp. を各々のサイトのリーフチェックを行なった水深において、それぞれ約500 m<sup>2</sup>の範囲で調査した。

#### (2) 調査結果

##### 1) 珊瑚礁の被度

アルワジバンクでは生存しているイシサンゴ類の被度が10%以下から75%まで（平均42%、最少1.5%）、ソフトコーラルが1%以上から50%まで（平均12%、最少1%）、さらに死滅サンゴの被度は10%以下から30%まで（平均8%、最少1%以下）であった。第3次現地調査ではバンクトランセクト区域を設定した。そこで観察した数カ所の離礁には死滅サンゴの被度が最も高く、これはオニヒトデによる捕食が原因であった。

##### 2) 現状

調査サイトのサンゴの大量死には、オニヒトデとアクキガイ *muricid snails, Drupella spp.* による捕食が原因となるものが多数含まれていた。多くの珊瑚礁においてはオニヒトデやゴカイの個体数は低く、このような捕食がサンゴの被度や群落の構成に大きな影響を与えることはない。しかし、モデル地域の数カ所の離礁においては、被度や群落の構成がオニヒトデの個体数の増加（1畝当たり約100個体と概算）に伴って影響を受けていた。アルワジバンクではオニヒトデの個体数が多いが、これはオニヒトデを捕食する魚類（フェフキダイ科 *Lethrinidae*、Balistidae、Labridae、ハタ類 *Serranidae*、フェダイ科 *Lutjanidae*）の乱獲と関係している可能性がある。

#### (3) 考察と結論

サウディ・アラビア国の紅海北部から中央部にかけて連続する珊瑚礁は、人間活動による利用や影響が低く、良好な状態で生存している。地域的、国家的、国際的の各レベルからみても、こ

れらはきわめて重要で保全されるべきものである。

この調査サイトには、世界でみられる主要な珊瑚礁のすべてのタイプが存在し、被度の高いサンゴ群落と多様な種及び特徴的な群落構成が見られ、固有種や新種も発見された。また、これらのサンゴ群落は、保全すべきサンゴ以外の生物種にとっても、不可欠なハビタットを提供しているわけである。

将来の海洋保護区管理計画を展望して、特別に保全の必要な珊瑚礁と広大な保護区候補地域を選定した。これはモニタリング調査、プロジェクト形成といった将来の管理方法に関わる諸提案に加えて、総合的な海洋保護区計画を立て、そこで調査対象地域に保護の重要拠点を設定し、他方で多目的利用地域を指定し、用途に明確な較差をつけて管理していくことが重要な点である。

#### 2.2.1.2. 海草/海藻

##### (1) 調査方法

現地調査は第3次現地調査（平成11年2月）及び第4次現地調査（同年6月）の2度にわたり、コドラート法により行なった。調査スポット数は59カ所である。潮間帯から潮下帯にかけて潜水目視観察により分類群ごとの被度、底質の性状、物理的環境条件と海草/海藻の分布との関連を調査した。

##### (2) 調査結果

全出現種数は82種群（海草類9種群、海藻類73種群）で、季節別の出現種数に大きな差はなかった（2月58種、6月51種）。

海草藻場は波あたりの緩やかな、適度の流れのある入江内によく発達していた。

生息水深帯は最深で12.2mであった。他の生息域、例えば通常の開放的な沿岸域では水深0.5mまでしか生育が確認できなかったことと比べると、入江は海草類の生育場所として好適である。

海藻類は鋸礁、離礁及び礁原のうち、波あたりが強く流れも速い場所を主要な生息域としていた。大型海藻類のホンダワラ *Sargassum*、*Cystoceira* 及び *Turbinaria* 属は、開放的な沿岸域、鋸礁、離礁で多かった。また、ホンダワラと緑藻類の *Cladophora* の寄り藻がみられた。芝状/小型海藻類は堡礁の内外とも分布し、礁原ではしばしば優占群となった。藍藻類は潮上帯のサブカ及び潮下帯のうち堡礁背後や礁湖のやや深い場所など、静穏でサンゴ起源の泥粒子が沈積する場所に沈殿層を形成した。

なお、今回の調査で、海草類の *Enhalus acoroides* がウムルジ北部沿岸域で見出された。これは、従来ジェッダ付近とされていた本種の分布の北限を更新するものである。

##### (3) 考察と結論

第3次、第4次現地調査の結果を比較すると、出現種数に差はないが、大型海藻類の被度には違いがみられる。*Turbinaria* は春季に多く、夏季には基質に根だけを残して流出しはじめる個体がみられた。一方、ホンダワラと *Cystoceira* は春季よりも夏季に高い被度を示した。このことか

ら、*Turbinaria* は夏に現存量のピークを有し、ホンダワラと *Cystoceira* は秋に最も繁茂すると考えられる。

一般に、海草類は砂底に生育し、海藻類は岩や死んだ珊瑚礁等の堅い基質上に生育する。海草藻類の分布は、底質の性状を左右する海洋の物理的な条件により大きく影響される。礁斜面は通常、サンゴが高い被度で生育するため海藻類の着生基盤がなく、植物相が乏しい。鋸礁では波が激しく砕け、速い流れも生じるため泥の沈積は起こらず、植食性魚類の摂食も少ない。ここでは、芝状/小型海藻類が繁茂する。鋸礁のすぐ背後では、波がほとんどなく流れも緩やかなので泥粒子が礁原の深部に沈積する。このような砂底域には藍藻層が形成され、他の植物は生育しない。

礁原のうち、浅い海域では波の作用を幾分か受けるため泥が払われ、海草類や海藻類の生育が可能になっている。離礁は鋸礁と同様に大きな海水流動を生じるので、大型海藻類が繁茂しやすい。陸寄りになるほど沖合から吹く風の吹送距離が大きくなるため、風浪が大きくなる傾向がある。そのため、このような場所でも大きな海水流動が生じて海草藻類の好適な生育環境がみられる。

モニタリング調査は、海域環境管理計画を適切に作成・運用するための基礎となるものである。具体的な方法としては、永久コドラートを設置し、定期的な潜水目視観察を行うことが望ましい。

観察・記録項目は以下のとおりである。

ア. 種(群)数、イ. 被度、ウ. 個体数、エ. 全長、オ. 底質上の泥厚、カ. 水温、キ. ウミガメ、ジュゴン等植食生物の食痕

モニタリングスポットの位置は、植物相が豊富であること、アクセスが容易であることも十分配慮して決定する必要がある。調査頻度は季節性を考慮して年4回とする。

### 2.2.1.3. 魚類

#### (1) 調査方法

世界的に高い実績を誇るサンゴ環境のモニタリングネットワークであるリーフチェックと珊瑚礁モニタリングネットワーク (GCMN: Global Coral Monitoring Network) の調査手法を基本とした潜水観察法を用いた。漁業者や鑑賞魚採取者の対象魚、紅海での固有種、希少種等を主眼におき、表 10. に示す 33 種をモニタリング種として選定した。

調査地点は航空写真をもとにモデル地域内藻場、珊瑚礁といったさまざまな環境を網羅するように調査地点を選定した。1 調査点当たり 4 本の 20m トランセクトラインを原則として 2 層(上層: 海面下 1-3m、下層: 海面下 6-9m) に設定し、観察者がライン上をゆっくり泳ぎながら 5m ごとに約 2 分間停止し、トランセクトラインから左右に 5m 幅でモニタリング対象種の個体数を観察した。また、対象魚によっては体長を目測により測定した。

#### (2) 調査結果

全部で 24 調査地点、計 29 層で調査を行なった。ほとんどの調査地点で、漁業者の釣り糸や刺し網の残骸、船の碇によると思われるサンゴの損壊等が認められ、人間による環境への負荷を少

なからず確認した。

モデル地域の中央部にあるグマン島周辺やアルワジバンクの中央部にある離礁では食材としての商品価値の高いハタ類を比較的多く観察した。

### (3) 考察と結論

鋸礁や礁斜面のような外海性調査点とサンゴに囲まれた砂堆や離礁のような内湾性調査点との比較では、内湾性調査点の方が多くの魚の出現数を数え、水中で観察した魚の平均体長も大きい。

乱獲による資源量変化をモニタリングする方法として、時期別の魚体長、個体数の比較の一例を紹介した。また、今回の調査結果では出現種の割合に偏りが見られるため、モニタリング種の改善を提案した。

表10. モニタリング対象種

科	英名	学名	選択理由			観察方法		
			漁業対象	紅海固有種	希少種又は鑑賞魚	個体数	個体数区分	体長観測
Groupers (Serranidae)	Coral hind	<i>Cephalopholis miniata</i>	○			○		○
	Vermillion hind	<i>Cephalopholis oligosticta</i>	○			○		○
	Lyretail grouper	<i>Variola louti</i>	○			○		○
	Suamona grouper	<i>Epinephelus suamona</i>	○			○		○
	その他					○		○
Snappers (Lutjanidae)	Twinspot snapper	<i>Lutjanus bohar</i>	○			○		○
	Bluelined snapper	<i>Lutjanus kasaira</i>	○			○		○
	その他						○	
Emperors (Lethrinidae)	Blackspot emperor	<i>Lethrinus harak</i>	○			○		○
	Sky emperor	<i>Lethrinus mahsena</i>	○			○		○
	その他						○	
Sweet lips (Haemulidae)	Blackspotted sweetlips	<i>Plectorhynchus gaterinus</i>	○			○		○
	Painted sweetlips	<i>Diagramma pictum</i>	○			○		○
	その他						○	
Butterfly fishes (Chaetodontidae)	Redsea bannerfish	<i>Heniochus intermedius</i>		○		○		○
	Exquisite butterflyfish	<i>Chaetodon austriacus</i>		○		○		○
	その他						○	
Surgeon fishes (Acanthuridae)	Striped bristletooth	<i>Ctenochaetus striatus</i>	○			○		○
	Sailfin surgeonfish	<i>Zebrasoma veliferum</i>	○			○		○
	その他						○	
Fusiliers (Caesionidae)	Suez fusilier	<i>Caesio suevica</i>	○			○		○
	Goldband fusilier	<i>Pterocaesio chrysozona</i>	○			○		○
	その他						○	
Jacks (Carangidae)	Orangespotted trevally	<i>Carangoides bajad</i>	○			○		○
	Bigeye trevally	<i>Caranx sexfasciatus</i>	○			○		○
	その他						○	
Wrasses (Labridae)	Clown wrasse	<i>Coris aygula</i>			○	○		○
	Brontail wrasse	<i>Cheilinus lunulatus</i>			○	○		○
	Humphead wrasse	<i>Cheilinus undulatus</i>	○		○	○		○
	その他						○	
Damsels (Pomacentridae)	Redsea dascyllus	<i>Dascyllus marginatus</i>			○	○		○
	Black damsel	<i>Neoglyphidodon nelas</i>			○	○		○
	その他						○	
Parrotfishes (Scaridae)	Bumphead parrotfish	<i>Bolbochetopon muricatum</i>			○	○		○
	Indianocean longnose parrotfish	<i>Hippocampus harid</i>	○			○		○
	Bicolor parrotfish	<i>Cetoscarus bicolor</i>			○	○		○
	Steaphead parrotfish	<i>Scarus gibbus</i>		○	○	○		○
	その他						○	
Goatfishes (Mullidae)	Yellowfin goatfish	<i>Mulloidichthys vanicolensis</i>	○			○		○
	Yellowsaddle goatfish	<i>Parupeneus cyclostomus</i>	○			○		○
	その他						○	
Rabbitfishes (Siganidae)	Rivulated rabbitfish	<i>Siganus rivulatus</i>	○			○		○
	Stellate rabbitfish	<i>Siganus stellatus</i>	○			○		○
	その他						○	
Angelfishes (Pomacanthidae)	Yellowbar angelfish	<i>Pomacanthus maculosus</i>			○	○		○
	Regal angelfish	<i>Pygoplites diacanthus</i>			○	○		○
	その他						○	

注: Damsels (Pomacentridae), Fusiliers (Caesionidae) および Groupers (Serranidae) を除く "その他" についてはRuss(1985)の対数による個体数区分法 (1:1, 2:2-4, 3:5-16, 4:17-64, 5:65-256, 6:257-1024, 7:1025-4096, 8:4097-16384)により表記した。

#### 2.2.1.4. 底生動物

##### (1) 調査方法

モデル調査地域におけるモニタリング調査方法は、誰にでも実行できるように、容易かつ標準化されていることが望ましい。そのためにはモニタリング種が次の条件を満たしていなければならない。

- ・紅海において普遍的にみられる種
- ・種の同定が容易で、かつ観察が容易な種
- ・潮位帯や底質型などの各々のハビタットに典型的な種

広域調査結果をもとに選択した17種のモニタリング種を表11.に示した。

表11. 底生動物調査のモニタリング種

動物門	学名	和名
軟体動物	<i>Tridacna maxima</i>	シラナミガイ
棘皮動物	<i>Diadema setosum</i>	ガンガゼ
棘皮動物	<i>Echinometra mathaei</i>	ナガウニ
軟体動物	<i>Dendropoma maxima</i>	フタモチヘビガイ
軟体動物	<i>Conus arenatus</i>	コモンイモガイ
棘皮動物	<i>Ophiocoma scolopendrina</i>	ウデフリクモヒトデ
軟体動物	<i>Cellana eucosmia</i>	カサガイの一種
軟体動物	<i>Acanthopleura haddoni</i>	ヒザラガイの一種
軟体動物	<i>Nerita polita</i>	アマオブネガイの一種
節足動物	<i>Scopimera cf. globosa</i>	コメツキガニの一種
節足動物	<i>Macrophthalmus cf. convexus</i>	オサガニの一種
節足動物	<i>Uca cf. lactea perplexa</i>	シオマネキの一種
節足動物	<i>Uca cf. tetragon</i>	シオマネキの一種
軟体動物	<i>Pinctada margaritifera</i>	クロチヨウガイ
軟体動物	<i>Pedum spondyloideum</i>	ウミギクガイモドキ
軟体動物	<i>Coralliophila violacea</i>	クチムラサキサンゴヤドリガイ
軟体動物	<i>Lambis truncata sebae</i>	ラクダガイ

調査点の典型的な箇所方形枠 (3m×3m) を置き、泥、砂、岩盤、サンゴ、または海草類等の底質の概観を記録した。次いで、方形枠内のモニタリング種を計数した。ただし、コメツキガニ類 *Scopimera cf. globosa*、オサガニ類 *Macrophthalmus cf. convexus*、シオマネキ類 *Uca cf.* については、観察者が近づくと生息孔に隠れて個体の確認が困難なため、それぞれの生息孔を計数した。

水産有用種であるシラナミガイ *Tridacna maxima*、クロチヨウガイ *Pinctada margaritifera*、ラクダガイ *Lambis truncata sebae* については殻長範囲を測定した。

さらに、モニタリング種以外にも個体数が特に多い種や特徴種等について記録した。原則的に、1調査点に3カ所で方形枠調査を行なった。

## (2) 調査結果

17 調査区域、48 調査点で調査を行なった。各調査区域はその典型的なハビタットのほかにも様々な微環境を含んでいた。重要なハビタットであるマングローブ域のなかでも、特に重要な場所はドウグムサブクである。ここでは、干潟生態系にとって重要な種であるオサガニ類やシオマネキ類が生息しており、これらの種の生息域は北部紅海沿岸全体においても限られている。

通常、紅海北部沿岸域では、砂、岩盤、離礁などの複合的な底質を持つ潮間帯で底生動物の種数、現存量が高い。しかし、モデル地区の潮間帯は砂や浮泥によって覆われているので、種数や現存量は低い傾向にある。例えば、アルワジバンクにおける珊瑚礁で観察されたシラナミガイの数やその殻長はアルワジバンク以外の場所より小さい。

モデル地域の底生動物相の特性は下記に要約される。

- ・種数が少ない。
- ・現存量が少ない。
- ・シラナミガイの大きさが小さい。

## (3) 考察と結論

アルワジバンクは比較的閉鎖的な環境であり、外部との海水交換が低く、浮泥が多い。このような環境は、今回の調査の主な対象である大型底生動物（メガロベントス）よりむしろ内在性の小型底生動物（マクロベントス）の生息に適している。アルワジバンクではゴカイ類やヨコエビ類などのマクロベントスが、二次生産者や底生動物を食性とする魚類の餌資源として重要であると推測される。モデル地域の生態系の正確な把握のためにはマクロベントスの調査が必要である。

### 2.2.2. 海生哺乳類／ウミガメ

#### 2.2.2.1. 海生哺乳類

##### (1) 調査方法

モデル地域におけるジュゴン個体群の状況を把握するため、アルワジバンク全域を対象とした航空トランセクト調査を、第3次現地調査（平成11年2月）に実施した。さらに、ハバンとガワシュコーストガード近隣のアマモ場そしてシャイバラ島東部で、ジュゴンの生息情報収集を目的とした現地踏査を行なった。なお、シャイバラ島東部は、生物環境図（案）から広範なアマモ場を示唆した場所である。

##### (2) 調査結果

23 トランセクトにおいて 23 個体が計測された。今回の調査結果から 335 以上のジュゴン個体群が、アルワジバンク内あるいはその近隣を含めて生息していることを推定した。全確認数に対する幼獣率は 4.7%であった。オーストラリア国ハーベイ湾における航空調査（1988 年、1992 年）

では 22%の幼獣率が報告されている(PREEN, A. 1995)。この顕著な違いは、アルワジバンクにおける個体群の低い繁殖状況、幼獣の高い死亡率、或いは調査方法によるバイアスによるものかを詳細に評価する必要がある。

イルカ類の目視確認も記録されたが、種の同定は困難であった。イルカ類の幼獣率は 16 %であった。第 2 次現地調査でシナウスイロイルカをモデル地域で確認した。紅海において生息が確認されている種で、シナウスイロイルカとコウカイハンドウイルカが比較的生息域が狭いことが知られている。この両種は海岸に近い地域に生息しており、ハビタットの劣化に対して脆弱な種である。したがって両種の生息状況について注意深く評価する必要がある。

ガワシュコーストガード前面の海岸には、漁師が頻繁にジュゴンを目視している海域がある。そこは離礁によって囲まれており、波から保護された海域でアマモ場が広がっている。そこでは 5 種のアマモが確認され、その内でボウバアマモ *S.isoetifolium* にだけ、ジュゴンによる明らかな食み跡を確認した。

### (3) 考察と結論

モデル地域は、ジュゴンの幼獣率が低いことやアマモ場が限定されていることから、個体群の高い脆弱性が示唆された。モデル地域において人間活動の影響は小さく、厳しい自然環境が鍵と考えられる。

アルワジバンク内でのアマモ場は、保護管理計画において特に注意をすべきハビタットである。また、海岸近くに主に生息するシナウスイロイルカ、コウカイハンドウイルカの 2 種の生息状況に対して注意深く評価すべきである。

## 2.2.2.2. ウミガメ

### (1) 調査方法

最も重要なタイマイ産卵海岸のある島として、ジャバルハッサン島とアルワッカディ島の両島を調査対象地として選定した。タイマイの産卵期間が 5~6 月と報告されているこれまでの研究に従って、第 4 次現地調査(平成 11 年 6 月)に産卵海岸の現地調査、産卵メス個体、巣穴の調査を実施した。

### (2) 調査結果

#### 1) 産卵活動

ジャバルハッサン島周辺地域においてタイマイの這跡 31 と巣穴 2 カ所、アオウミガメの這跡 15 と巣穴 2 カ所が確認された。アオウミガメ 1 頭が調査期間中に産卵した。さらに、ラスバリディにおいて 13 の新しい這跡が確認された。

アルワッカディ島においては平成 10 年調査では 44 の這跡と 39 の巣穴を、平成 11 年調査では 38 の這跡と 15 の巣を確認した。全ての這跡と巣はタイマイのものであった。

## 2) タイマイの巣穴の調査

タイマイの4巣穴を調査したところ、1巣穴当り平均正常卵数  $56.5 \pm 13.1$ 、無卵黄卵数  $31.8 \pm 24.5$ であった。巣穴の位置は、満潮時の波打ち際から  $3.5 - 6.7\text{m}$ であった。全ての巣穴は隣接の植生から  $3\text{m}$ 以内に位置していたが、いずれも直接太陽光にさらされていた。これらのデータからタイマイの再生産量は、インド洋、セイシェル島における個体の半分以下と推定した。

ジャバルハッサン島でアオウミガメ産卵個体1頭、アルワッカディ島ではタイマイ産卵個体1頭を捕獲し、全域調査と同様に計測し、標識をつけ放流した。捕獲したタイマイ個体の計測値は、直甲長  $660\text{mm}$ 、体重  $30\text{kg}$ であり、産卵個体としては小型である。

## 3) 調査におけるウミガメ目視確認

アルワジバンク全域には、タイマイにとって最も重要なハビタットである珊瑚礁が分布している。この点を考慮すると、タイマイの目視確認数は少なかった。通常若齢個体は珊瑚礁内の浅瀬に生息するものだが、わずか1頭のみが確認できた。アオウミガメはすべて亜成体と成体サイズの個体である。

## (3) 考察と結論

### 1) タイマイ

モデル地域にはウミガメにとって適したハビタットである珊瑚礁が広範に分布している。しかし、生息する個体群の数は比較的少数であることが示唆された。

タイマイの産卵期間として5~6月であることを確認した。産卵や孵化に気温変化が影響するため、同程度の気温となる9~10月における確認調査も必要である。

モデル地域でのタイマイの繁殖は、1産卵巣穴当たりの少ない正常卵数と、高い無卵黄卵比率との2点を確認した。この繁殖の特徴は、個体群の何らかのハビタットの劣化、利用圧、原油流出事故などの人間活動に対する脆弱性を示している。利用圧は僅かに記録したが、ほとんどが偶発的なものであると判断した。

タイマイの生息にとって、モデル地域は「限界」あるいは「やや適している」環境であることを示している。しかし現在のところ個体群は維持されていることが確認された。地域の保護管理のためには、種の生存にとっての鍵となる因子を調査する必要がある。

### 2) アオウミガメ

今回の調査において、モデル地域内にアオウミガメの生息個体は少ないことが示唆された。ラスバリディで記録された巣穴の温度から推定すると、4~6月におけるアオウミガメの産卵が示唆された。

モデル地域の効果的な保護管理計画策定のためには産卵のピークを知る必要がある。さらに、モデル地域における産卵個体群の移動パターン及び生息個体群の状況についての調査も必要である。

### 3) 餌資源量 (アマモ、カイメン)、餌資源の生物生産性及びその脆弱性

アマモやカイメンはウミガメの主な餌資源である。それらの分布及び量は種の存続にとって鍵となるため、これらの餌資源の量、生産性を含めてウミガメの生息条件の脆弱性を調査研究する必要がある。

## 2.2.3. 陸域環境

### 2.2.3.1. マングローブ/沿岸植生

#### (1) 調査方法

##### 1) 方形区調査

モデル調査地域として、本土沿岸部のデュグムサブク及び島嶼部のクマン島の 2 地域を選定し、それぞれ 2~3 カ所のトランセクトを設定した。また、モデル地域から外れるが、成熟したヒルギダマシ林が確認されているアルグフにも比較のために調査地点を設定した。

現地調査では、トランセクト上のマングローブ、塩性湿地、乾性草地などの異なる植生タイプごとに、それぞれ 2~5 個、合計 18 個の永久方形区を設定し、種名、方形区内の位置、高さ、胸高直径および株の直径、枝・葉の広がり、開花結実、実生の数、食害状況などを記録した。

マングローブ林は胸高直径 1cm 以上を対象とした。典型的なマングローブ 5 地点ではナンバリングを行なった。

##### 2) 土壌調査

土壌と植生との関連を把握するために、毎木調査を行なった地点で土壌調査を実施した。マングローブ林については、毎木調査地点のうち代表的な 7 地点において酸化還元電位差 (Eh)、pH、塩分濃度、土色などを現地で測定した。塩性湿地及び沙漠植生については、各調査地点の土壌サンプルを採取し、現地事務所に持ち帰り自然乾燥させた後、純水 (土壌の 5 倍の容積) を加え 10 分間振とう後 1 時間放置し、上澄み液の電気伝導率、pH を測定した。乾燥土壌は篩にかけて、礫 (粒径 2mm 以上)、粗砂 (粒径 0.5 - 2mm)、細砂 (粒径 0.05 - 0.5mm)、泥 (粒径 0.05mm 未満) に分け、重量比から粒度組成を算出した。

##### 3) 植生図

モデル地域調査及び航空写真判読から、トランセクトを設定した 2 地域 (デュグムサブク、クマン島)、オオバヒルギの分布が確認されているウムルマ島及びアルグフの 4 地域について現存植生図 (縮尺 1:10,000) を作成した。

マングローブは、優占種のほか樹高階、疎密度に応じて凡例を区分した。

#### (2) 調査結果

##### 1) 方形区調査

##### ① 沿岸植生の帯状構造

モデル地域調査の結果、すべてのトランセクト上で、植生の帯状構造を明瞭に確認した。調査地区では汀線より陸側に向かって、マングローブ（オオバヒルギ *R. mucronata*、ヒルギダマシ *A. marina*）→ 冠水する塩性湿地（*Arthrocnemum macrostachyum*, *Halocnemum strobilaceum*）→ 湿った陸域の塩性湿地（*Halopeplis perfoliata*）→ 沙漠の乾性草地（*Zygophyllum album*）、という配列パターンが共通して認められた。

## ② 塩性湿地と沙漠植生の群落構造

塩性湿地と沙漠植生の植被率、密度、群落高などの群落構造は、優占種によってパターンが決まっていた。例えば、*H. strobilaceum*, *A. macrostachyum*が潮間帯に優占する塩性湿地では、高さ 30~60cm のわい生化した個体がパッチ状に分布しており、植被率は 70%以上と常に高かった。

## ③ マングローブ林のタイプ

毎木調査の結果、アルワジバンク周辺のマングローブ林は、群落構造、群落高、生育形などから次の 6 つのタイプに区分した。

- a. 本土側の礁湖のヒルギダマシと混交するオオバヒルギ林
- b. 島嶼の感潮水路沿いのオオバヒルギ林
- c. 島嶼の海岸線を縁取るヒルギダマシ林
- d. 本土側の海岸沿いのわい生化したヒルギダマシ林
- e. 島嶼の内部潮間帯のわい生化したヒルギダマシ林
- f. アルクフの成熟したヒルギダマシ林

## ④ マングローブの毎木調査

マングローブ調査地点の林分構造を比較すると、感潮水路の縁に生育が限定されているオオバヒルギ林の方がヒルギダマシ林よりも幹密度は高く、わい生化したヒルギダマシ林で最も密度が低かった（表 12.）。根元断面積合計は成熟したヒルギダマシ林で最大であった。樹高 3m 以下のヒルギダマシ林では、根元径は 2~23cm と幅が大きかったが、胸高直径は 3cm 未満に限定されていた。成熟したヒルギダマシ林では、樹高に応じて様々な大きさの根元径、胸高直径が見受けられた。オオバヒルギ林では、根元径はほとんど胸高直径と同じであった。樹冠の広がり、ヒルギダマシの方が同じ樹高のオオバヒルギよりも大きい傾向が認められた。

表 12. マングローブ毎木調査結果

調査地点	優占種	調査面積 (㎡)	幹数	密度 (/100 ㎡)	高さの DBH の		根際径の平均値 (cm)	胸高断面積合計 (c㎡)		根際断面積合計 (c㎡)	
					平均値 (m)	平均値 (cm)		実測値	100 ㎡ 当たりの換算値	実測値	100 ㎡ 当たりの換算値
サイト 1	R.m	200	57	28.5	2.1	1.9	3.3	418.6	209.3	580.1	290.1
	A.m		27	13.5	2.6	3.3	10.6	1326.7	663.4	3790.6	1895.3
	A.m, R.m		84	42	2.4	2.6	6.9	1745.4	872.7	4370.7	2185.4
サイト 2	R.m	25	14	56	3.0	5.0	5.1	631.9	2527.4	326.7	1306.9
サイト 7	A.m	50	17	34	1.9	2.3	5.2	401.3	802.7	933.8	1867.7
サイト 15	A.m	100	15	15	1.8	1.6	10.3	333.2	333.2	1528.4	1528.4
サイト 18	A.m	100	28	28	3.6	5.6	9.5	1361.5	1361.5	2606.9	2606.9

R.m : オオバヒルギ、A.m : ヒルギダマシ

## 2) 土壌調査

### ① マングローブ土壌

マングローブ調査地点の土壌調査結果の概要を表 13. に示す。ヒルギダマシとオオバヒルギとの土壌の違いは特に認められなかったが、ヒルギダマシ林では林分が発達するにつれて酸化還元電位差は低くなる傾向が認められた。土壌 pH 値は、7.2 から 7.9 の弱アルカリであった。土壌塩分濃度は、ほとんどのサイトで 4.7% 以下であったが、クマン島内陸部の潮間帯では 9.4% と例外的に塩分濃度が高かった。

表 13. マングローブの土壌調査結果

場所	デウグムサブク		クマン島			アルグフ	
	1	2	3	4	5	6	7
通し番号							
サイト番号	TD2-サイト 1	TD3-サイト 15	TQ1-サイト 2	TQ2-サイト 7	TQ2-サイト 8	サイト 18	サイト 19* <sup>2</sup>
調査日 (平成 11 年)	6/5	6/6	6/8	6/14	6/14	6/13	6/14
優占種* <sup>1</sup>	R.m + A.m	A.m	R.m	A.m	A.m	A.m	A.m
高さ (m)	2.5 - 4	2 - 2.5	2.5 - 3.9	1.5 - 3	2.5 - 3	1.6 - 5.1	1 - 2
土壌型	深さ (cm)						
	10	泥・砂	泥・砂	泥・砂	砂	泥・砂	泥
	40	泥・砂	砂	泥・砂	砂	泥・砂	泥
Rh (mV)	10	-66.0	-37.1	-37.9	379.3	329.3	-74.9
	40	-93.8	65.1	-86.8	384.3	177.7	-137.1
PH	10	7.4	7.5	7.5	7.9	7.3	7.4
	40	7.3	7.3	7.3	7.7	7.3	-
塩分濃度 (%)	10	3.8	2.9	4.7	3.1	9.4	4.0
	40	3.5	3.1	4.2	3.2	-	-

\* 1. R.m : オオバヒルギ、A.m : ヒルギダマシ、\* 2. 土壌調査のみ

## ② 塩性湿地と沙漠植生の土壌

塩性湿地と沙漠植生の土壌は、アルカリ土壌で (pH 8.2~9.6)、塩分濃度 (1:5 懸濁液) は 0.0~1.3% であった。優占種によって土壌の持つ塩分濃度の範囲が決まっており、*H. perfoliata* は塩分濃度が 0.73~1.3% と比較的高いのに対して、*Z. album* は、0.01~0.05% と低かった。また、深さ 10cm の方が深さ 40cm の土壌よりも塩分濃度は高かった。

## 3) 植生図

デウグムサブクでは、樹高約 2m のヒルギダマシわい生低木林がまとまっており、植生の分布構造としては単純であった。アルグフでは樹高 4~5m のヒルギダマシ林のほか、樹高 3m 以下の樹高、密度の異なる林分がモザイク状に分布していた。

アルワジバンクのクマン島とウムルマ島では、感潮水路沿いにオオバヒルギが分布しており、それに連続して内陸側の潮間帯にヒルギダマシのわい生低木林、塩性湿地、サブカが分布していた。

## (3) 考察と結論

### 1) アルワジバンクでのマングローブの分布

アルワジバンクでのマングローブの分布は、島嶼の南または東側に偏って分布する傾向がみられる。これは、アルワジバンクでは 1 年を通じて北西の風が卓越しているためで、風下側の波風の穏やかな島の南東側にマングローブ林が形成されやすいものと考えられる。

### 2) オオバヒルギの分布

現地調査から、オオバヒルギはアルワジバンクの 3 つの島 (クマン島、ウムルマ島、シャイバラ島) に分布していることが明らかになった。ウムルマ島北側のオオバヒルギ (北緯 25 度 44 分付近) は、中東地域において最北端の分布と考える。

### 3) ウムルマ島でのオオバヒルギの一斉枯死

ウムルマ島の感潮水路上流部では、オオバヒルギの一斉枯死が確認された。これは、堆砂によって水路が遮断され、蒸発により溜水の塩分濃度が急激に上昇したことが原因と考える。

### 4) マングローブ林への食害の影響

本土側のマングローブは、ラクダなどの家畜による食害によって枯死しているところが認められる。現地の観察では、水深に応じてラクダが接近できる範囲が決まっているようである。

### 5) 伐採とマングローブの林齢

本土側のヒルギダマシ林において、過去の伐採の痕跡を確認した。マングローブは建材や燃料として伝統的に利用されてきたが、石油の収益の流入以来その利用は減少していると考えら

れるため、現在のマングローブ林は石油収益流入以降、成立した可能性がある。

## 6) 遷移

デウグムサブクでは、オオバヒルギとヒルギダマシが混交しており、オオバヒルギは、陸側に偏って分布し若齢の個体が多かった。これらから、はじめにヒルギダマシが水深の浅い砂地に定着し立地を作った跡に、オオバヒルギの胎生種子が流れ着き、ヒルギダマシに囲まれることで波風から遮られ定着し、現在に至っているという遷移過程が推測された。林床には、ヒルギダマシの実生はわずかで、オオバヒルギの実生が多く見られたことから、今後オオバヒルギ林への移行が予測される。

## 7) 土壌と植生

土壌調査によって、マングローブ林が発達するに従い酸化還元電位差は低下することなどが明らかになった。しかし、潮間帯の土壌環境は季節的、日周的に変化するため、今回得られたデータは十分なものではない。今後は詳細な調査が必要である。

## 8) 保護区選定のためのアルワジバンク内での評価

オオバヒルギがまとまって分布するグマン島とウムルマ島は、アルワジバンク内では最も価値が高いと判断する。

シャイバラ島は、マングローブ林の面積が最大であること、オオバヒルギもわずかに分布することから評価が高い。

デウグムサブクは、本土側で唯一オオバヒルギが分布すること、また遷移的にも興味深いことからモニタリング地点として重要と考える。

## 9) 提案

モデル地域調査を通じてアルワジバンクの植生の現況が把握されたが、まだ十分とはいえない。今回の調査結果をもとに、さらに詳細な調査が必要である。そのため、以下の調査等を提案する。

- ①永久方形区の再調査
- ②潮位変動の調査
- ③食害の定量的な調査
- ④過去と現在のマングローブ利用に関する社会調査
- ⑤過去に撮影された空中写真の利用（写真判読によるマングローブの動態の把握）

### 2.2.3.2. 鳥類

#### (1) 調査方法

鳥類の分布・生活様式がその場の植生と密接に関係していることから、詳細調査でも鳥類はマングローブ/沿岸植生とともに調査を実施した。

航空写真と生物環境図を使って本土に2カ所(ドゥグムサブク、ガラエル)、島嶼に1カ所(ジャジラットグマン)を調査対象地域に選定した。選定基準は、モデル調査地域の主要な生息地タイプを含むこと、アクセスが比較的簡単で永久調査ラインを設定できること、の二つである。

それぞれの調査地で、本土では約2.5km、島嶼では約1.2kmの調査ラインを設定した。ラインは調査地の異なる生息地を通るようにした。ドゥグムサブクでは4ライン(ライン1~4)、ジャジラットグマンには2ライン(ライン5、6)、ガラエルには1ライン(ライン7)を設定した。

調査は第3次現地調査(平成11年2月)と第4次現地調査(同年6月)の異なる季節に実施した。

6月の調査ではアルワジの北100kmにあるアルグフで、ドゥグムサブクとジャジラットグマンのマングローブの鳥相との違いを比較するために、ラインセンサスを実施した。アルグフは詳細調査地域外にある。

調査機器としては、10 x 40 及び 8 x 30 の双眼鏡、24 x 60 の望遠鏡を使用した。鳥類リストは PORTER et al. (1996) のリストに従った。

#### (2) 調査結果

生息地の概観とそこで観察された種数を表14.にまとめた。

##### 種と生息地

ライン毎出現種とその個体数は異なっている。これは生息地の特徴に左右され、また季節にも影響を受けていると考えられる。

##### 2月(冬)

ライン1と3の種構成は似ていて、陸生鳥類よりもシギ・チドリ類(ハマシギ *Calidris alpina* 等) やカモメ類(ハシボソカモメ *Larus genei* 等) がより多く見られる。

ライン2と4の種構成は似ているが、その個体数に違いが見られる。島嶼ではほとんど鳥類を観察できなかった。

ライン7では、陸生鳥類はヒバリの仲間1種を観察したのみである。

##### 6月(夏)

観察種数は非常に少なかった。カニチドリ *Dromas ardeola* のみが例外である。ライン1、3及び7の種構成は似ている。ライン2ではミサゴ *Pandion haliaetus* とメジロカモメ *Larus leucophthalmus* の2種のみを観察した。

ライン4ではなにも記録がなかった。ライン5では悪天候によりほとんどなにも観察できなかった。

マングローブ沿いにあるライン 6 ではヨシキリの仲間 (*Acrocephalus stentoreus* または *A. baeticatus*) の声を聞いた。

詳細調査地域外であるが、アルグフのマングローブとドゥグムサブクとの主な違いはハト類の生息密度であった。

### (3) 考察と結論

#### 1) 種と生息地

2月と6月の両季節で種構成と個体数は生息地のタイプによって違っていた。本土のラインでは海岸沿いのもので内陸のラインよりも多くの種を観察した。

次の4つの生息地が詳細調査地域で重要であると考えられる。

- ① 乾燥地：この生息地のタイプが優先している。鳥類は非常に少ない。
- ② 塩性湿地：ライン 1 の海岸線沿いに狭い帯状に発達している。種数は少ないが、種によっては比較的多くの個体を観察した。
- ③ ワジ：ライン 4 は詳細調査対象地域で唯一ワジが発達している地域に設定した。ワジは小さいが、冬季の種構成と個体数に関して他の生息地のタイプとの違いは明確である。この地域は詳細調査対象地域ではたいへん重要な場所である。
- ④ マングローブ：インベントリー調査の結果からは、詳細調査対象地域のマングローブで豊富な鳥類相が観察されると考えた。しかし、そのような結果は得られなかった。マングローブ/沿岸植生の調査によると、アルグフのマングローブは成熟したもので、アルワジバンクのものは皆まだ若い段階にあることがわかった。若い段階にあると、林自体が複雑な構造をとることがなく、鳥類にとってもあまり魅力的な環境とは考えられない。ただ、マングローブの面積は調査対象地域全域の中でもっとも広いので、今後渡り鳥の調査も含めてモニタリング調査の対象となる地域である。

#### 2) 種と季節

季節的な違いは非常に明白である。2月にはシギ・チドリ類とカモメ類を多く記録したが、6月にはほとんど観察しなかった。秋にも渡り鳥を観察する可能性が高いので、秋の調査を実施する必要がある。

#### 3) モニタリング調査の条件について

モニタリング調査を今後実施していくにあたり、季節以外の条件をなるべく揃えておく必要がある。

表 14. 調査地、ライン、その生息地概況及び記録した種数

調査地	ライン	生息地の概況	種数	
			2月	6月
ドゥグムサブク	1	海岸線に沿ったラインで、地形は平坦。出発点にはマングローブ（主にヒルギダマシ <i>Avicenia marina</i> ）があり、最終点にも同じようにマングローブ（主にヒルギダマシ）がある。ライン上の植生は塩性湿地で、 <i>Arthrocnemum macrostachyum</i> 及び <i>Halocnemum strobilaceum</i> が生えている。	30種	15種
	2	ライン1から約500m陸側（内側）に位置し、地形は平坦。植生の被度は非常に低く、 <i>Halopeplis perfoliata</i> 及び <i>Zygophyllum album</i> が優占している。	6種	2種
	3	海岸線に沿ったラインで、地形は平坦だが、所々に小さな砂丘がある。植生の被度は低く <i>Zygophyllum album</i> が優占している。土質は主に砂。	25種	7種
	4	ライン3から約500m陸側（内側）に位置する。地形はライン2よりも複雑で、起伏に富んでいる。小さなワジが発達している。植生は <i>Zygophyllum album</i> が優占している。	10種	観察されず
ジャジラットグマン	5	海岸線から島の中心に向かうように設定しており、地形は平坦である。マングローブ（ヒルギダマシ <i>Avicenia marina</i> ）と塩性湿地及び乾燥地が直線的に海岸線から並んでいる。	4種	5種
	6	マングローブ（オオバヒルギ <i>Rhizophora mucronata</i> 、ヒルギダマシ <i>Avicenia marina</i> ）に沿うような形で設定してある。	7種	7種
ガラエル	7	海岸線に沿ったラインで、地形は平坦。植生の被度は非常に低く、 <i>Halpeplis perfoliata</i> の小さな塊が散見できる程度。土質は主に砂。	18種	8種

### 3. 社会環境調査

現在及び将来の人間による沿岸の生物環境への影響を予測する目的で、社会経済調査が行われた。調査地域のほとんど総ての地域住民は、回教徒である。彼等は伝統的な放牧、漁業そしてワジにおける農業によって暮らしてきた。地域住民は熱帯乾燥地における極端なまでに乾燥した人口希薄な地域で、これらの伝統的な職業に従事しながら生活を続けてきた。だが、近年の石油収益の流入や大規模開発による影響は、伝統的な生活を急激に変えている。

#### 3.1. 調査方法

##### (1) 広域社会経済状況調査の調査方法

広域社会経済状況調査は、1) 一般情報、2) 放牧、3) 漁業の3つに焦点を絞った。

一般情報には、a) 人口、b) 大規模開発、c) ゴミ投棄地などである。大規模開発には、石油化学プラント、火力発電所、淡水プラントそしてセメント工場などがあげられる。

##### (2) モデル調査地域における詳細社会環境調査の調査方法

詳細社会環境調査では、主として放牧と漁業に焦点を定めた。両調査ともに現地住民への聞き取りと公的情報の収集が重要である。

#### 3.2. 調査結果

##### (1) 広域社会経済状況調査

広域調査の対象地域は南北約 1,000km にわたり、ハックル、ドゥバ、アルワジ、ウムルジ（以上タブク州）、ヤンプー（メディナ州）そしてマストウーラ（メッカ州）の6地域を調査した。

###### 1) 基本情報

###### 人口分布

広域調査地域は、人口分布より全体の3分の2を占める北部の人口希薄な地域（タブク州）と、残りの3分の1に及ぶ南部の人口の多い地域（メディナ、メッカ州）に、二分される（表15.）。このような地域的な違いは外国人の割合に関しても示される。

出稼ぎの外国人が相対的に少ない北部は、人口が希薄で伝統的な第一次産業の地帯である。それと対照的に南部のヤンプーからジェッタの地域で、人口も多く、第二、第三次産業の発達した地域である。

###### 広域経済状況調査地域での大規模開発

図5. にあるように、紅海沿岸には石油プラント、火力発電所、淡水化プラントそしてセメント工場などの大規模プラントがある。とりわけ周辺に多くの人口を抱えるヤンプーやジェッタの淡水化プラントは、その規模も大きい。

表15. 調査地域における推定人口と外国人比率

地域名	ハックル	ドウバ	アルワジ	ウムルジ	ヤンブー	マストウーラ
人口	19,323	39,100	32,644	44,091	172,086	5,207
推定面積(km <sup>2</sup> )	5,643	15,750	15,000	16,000	4,250	25
人口密度 人/km <sup>2</sup>	3.4	2.5	2.2	2.8	40.5	208.3
外国人比率(1)	17.1	19.1	13.3	11.5	22.2	14.6
行政区名	タブク			メディナ		メッカ
人口(人)	486,134			1,084,947		4,467,670
外国人比率	17.3			22.8		37.8

1. マストウーラはラビ市の一郡である。

2. 外国人比率(1)は1997年の各地公立病院データからの推定値である。

3. ヤンブー、タブク、メディナそしてメッカのデータは、1992年人口センサスより。

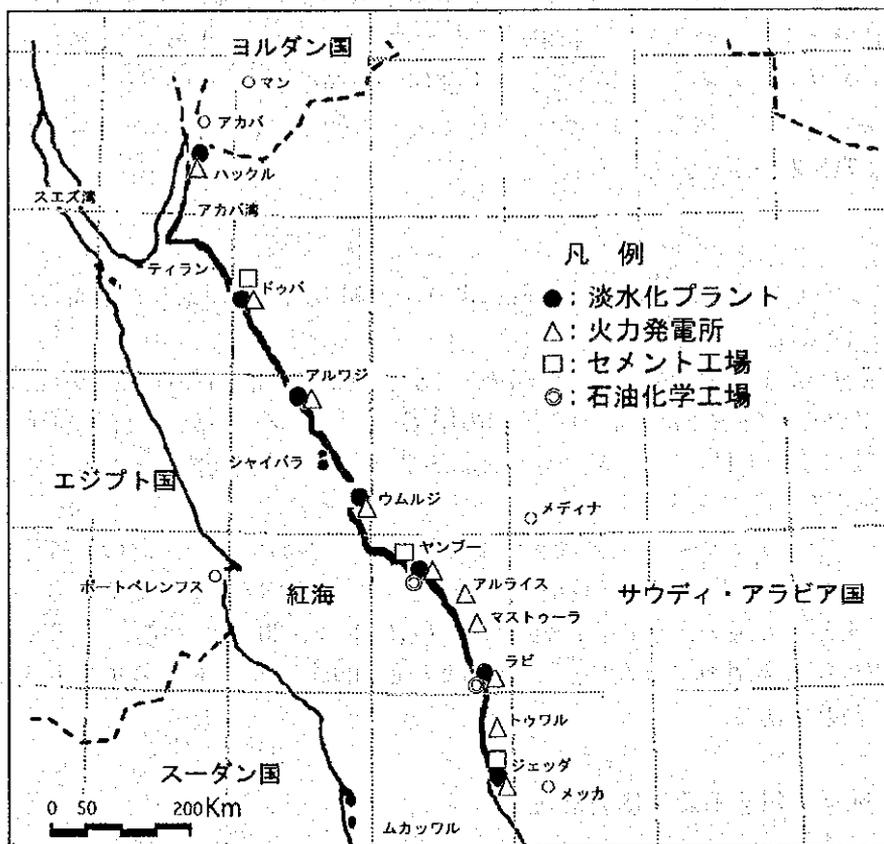


図5. 広域調査地域における大規模開発プラントの分布

資料: Saline Water Conv. Corp. Annual Report 1996.

JCCME/JEPIC.1998. Survey on Electric Power Generation in Saudi Arabia

## 2) 放牧

国内での放牧は旺盛な国内産家畜への需要に支えられ、地方においてなお重要な伝統産業である。調査地域には二つの型の放牧がある。

### 遊牧

「本格的規模」のベドウィンは、ヒツジとラクダの両方を所有し、放牧する傾向がある。そのキャンプは市街地から遠く離れたところに設営される。一方、「小規模」のベドウィンは、市街地郊外に定住し、家屋の周辺でヒツジやヤギを飼っている。ラクダ1頭は少なくともヒツジ5頭分以上に評価される。豊かな「本格的規模」のベドウィンだけが、外国人を牧童に雇用し、ラクダを飼育することができる。

### ワジ農業の定着型放牧

遊牧と比べると元来定着型のワジ農業は、周辺環境への影響は小さい。それでもヒツジの飼育には、農場周辺での放牧が必要であり、自然植生への影響は避けがたい。ヒツジの飼育とデーツ栽培を基幹とするワジ農業は、灌漑用の井戸の水質/水量によって、「良い井戸による多種作物生産型」と「水質が劣った井戸による少種作物生産型」に分けられる。前者は多種多様な野菜や果樹が加わって、農業の要素が高くなる。一方後者は、ヒツジの頭数が増え、ラクダを飼育するなど放牧の要素を強くする。

## 3) 沿岸漁業

サウディ・アラビア国では、沿岸警備隊により、漁船の出入港が厳しく監督されている。

### 伝統的漁業と漁業圧

珊瑚礁の発達した紅海沿岸では、小型船で一本釣りを行なう伝統的な漁業が行なわれている。図 6. は漁港ごとの漁師数である。調査地域の中でも、ヤンブーやジェッタの漁師の数は非常に多い。南部は漁師数に関しても、人口希薄な北部より多く、漁業圧もはるかに北部より大きい。

### 外国人漁師の参入

サウディ・アラビア人の船主と外国人漁師の間では、漁船単位に、魚の販売金額から全ての経費を引いた利益を、船主と外国人漁師との間で折半する契約方式が一般となっている。

この方式により、外国人としては高額の月収 (1,500~2,000 サディール、60,000~80,000 円) を稼ぐ出稼ぎ外国人もまれではない。主な外国人漁師は、エジプト人、インド人そしてバングラデッシュ人などである。

## 4) 広域調査地域に対する環境影響評価

表 16. は、調査地域における人間活動が及ぼす自然環境への影響を評価したものである。

北部では伝統的な職業である放牧と漁業も総じて少ない。南部のヤンブー/ジェッタでは、放牧や漁業に加えて大規模開発など自然資源の影響は大きくなる。

漁港ごとの漁師数がウムルジ以南で大きくなる漁業では、同域以南で漁業圧が高まる。大規模開発では、南部はプラント数が多く、その規模も大きくなり、特にヤンブー/ジェッタでの影響はきわめて大きい。したがって、海洋保護区の開設を計画するような企画は、南部のヤン



## (2) モデル調査地域における詳細社会環境調査

詳細社会環境調査は、アルワジバンク沿岸地域をモデル調査地域とした。ここでは放牧と漁業に焦点を絞り、伝統産業による自然環境への影響を評価課題として実施した。

### 1) 放牧

聞き取り調査では、「本格的規模」5家族と「小規模」6家族からの情報を得た(表17.)。

モデル地域の自然植生へ影響を及ぼす放牧グループは、アルクルジュからウムルジとモデル地域南部を主要な拠点とする。なかでもアバルウムニタッシュ、アルハッラーそしてウムルジの3地区が重要な放牧の拠点である。「小規模」経営は、市街地ウムルジとその郊外のアルハッラーを拠点とする。それに対して「本格的規模」の数グループは、アバルウムニタッシュを根拠地とする。そこはウムルジの北部60kmにあたり、人口はきわめて希薄な地帯である。

ベドウィンの生活上にみられる大きな変化は次の2点である。

表17. 形態別放牧経営調査結果(モデル地域調査)

形態	サウディ人オーナー 定職	ヒツジ	ラクダ	住居 テント/家屋	地名	緯度 (N)	経度 (E)
本格的規模	ガソリンスタンド	300	15	家屋	アバルウムニタッシュ	252835	371012
	役人	65	45	テント	アバルウムニタッシュ	252825	371220
	沿岸警備隊	80	18	テント	アバルウムニタッシュ	253003	370929
	県支庁職員	40	20	家屋	アルハッラー	251417	371401
	なし	100	3	テント	ウムルジ郊外南	245215	371947
小規模	淡水化工場	30	12	家屋	アルハッラー	251417	371401
	なし	40	3	テント	アバルウムニタッシュ	253000	370930
	沿岸警備隊	50	0	家屋	ウムルジ郊外南	245711	371650
	なし	50	0	テント	アルハッラー	251351	371835
	なし	20	2	テント	アバルウムニタッシュ	252741	371126
	なし	10	0	テント	ウムルジ郊外南	245214	371955

1. 両形態の境界はヒツジ保有規模100頭とした。

2. ラクダ1頭はヒツジ5頭分とした。

- 広域社会調査にもあるように、「小規模」経営は市街地郊外に定住し、家屋に住む。ところが「本格的規模」のベドウィンもまた定住化している。それがたとえ、市街から遠く離れ、テントで生活していようとも、ベドウィンの家族はその地にすでに20年以上も留まっていて、遊牧といえるような移動をしていない。
- 「本格的規模」の家族の、5人の家長のうち4人までは定職を持ち、町で現金収益を稼ぐ仕事についている。家長の通勤、子供の通学などのためハイウェー付近に居住するなど定住化が進んできた。

購入飼料がかなり利用されるなどの放牧上の技術的な変化が起きている。それでも自然植生への放牧による深刻な影響は、当分解消される見込みはない。放牧が「小規模」であっても、

多数のベドウィンが市街地周辺に定住すれば、周辺の植生への影響は大きい。

一方、遠隔地における「本格的規模」の放牧も、マングローブを含めて、モデル調査地域の生物環境への影響は続いている。なおモデル調査地域内に、ワジ農業と結びついた定着型の放牧には、環境的に大きな影響を与えるものはみられなかった。

## 2) 沿岸漁業

モデル調査地域沿岸は延長 165km に及び、そのアルワジからウムルジまでに 8 港の漁港がある。そのうちでアルワジバンク内部を漁場とするのは唯一、アルクルジュだけである。アルハッターとアルカワッターの 2 漁港の漁師たちは、アルワジバンクの外側を主要な漁場としている。

漁業の実際の活動を調べると、「自己雇用型」と「漁業ビジネス型」の 2 つのタイプが存在する (表 18.)。

表18. 形態別漁業聞き取り調査結果 (モデル地域調査)

形態	サウディ人オーナー		雇用作業員		出漁日数	漁港名 聞き取り場所	販売 市場
	住所	保有漁船数	人数・国籍				
雇用者 = 漁業ビジネス型	ウムルジ	4	5 E. 5 I.		4日間	アルクルジュ	不詳
	ヤンブー	3	6 B.		4日間	アルハッター	Y.
	ヤンブー	3	6 B.		不詳	アルハッター	Y. M.
	ウムルジ	2	2 B. 3E.		不詳	アルクルジュ	不詳
	アルワジ	2	2 B. 2E.		4日間	アルクルジュ	Y.
	ウムルジ	2	2 B. 2E.		4日間	アルクルジュ	Y. M. J.
	ウムルジ	2	4 サウディ(家族)		5日間	アルカワッター	Y. M. J.
	ヤンブー	2	3 P.		4-6日間	アルハッター	Y. M. J.
	ウムルジ	1	3 B.		4日間	アルハッター	Y. M.
	ウムルジ	1	1 I. 1 サウディ		1日間	アルクルジュ	Y. M. J.
	ウムルジ	1	2 サウディ		5日間	アルカワッター	Y. M.
	ウムルジ	1	2 サウディ		1日間	アルムレーシー	Y. U.
自己雇用型	アルワジ	1	なし(兄弟)		1日間	アルワジ	W.
	アルワジ	1	なし(息子)		1日間	アルワジ	W.
	アルワジ	1	なし(息子)		1日間	アルワジ	W.
	アルワジ	1	なし		1日間	アルワジ	W.
	ウムルジ	1	なし		3日間	アルハッター	U.
	ウムルジ	1	なし		1日間	ウムルジ	U.
	ウムルジ	1	なし		1日間	ウムルジ	U.
	ウムルジ	1	なし		(3日間)	ウムルジ	U.

1. 外国人の国籍: B.= バングラデシュ, E.= エジプト, I.= インド, P.= パキスタン  
数字は人数

2. 販売市場: J.= ジェッタ, M.=メディナ, U.= ウムルジ, Y.=ヤンブー, W.=アルワジ

3. 漁業作業員, ( ) 内は臨時に家族を作業員とすることを意味する。

消極的な「自己雇用型」は 1 艘の小型漁船を所有し、自分だけ、もしくはもう一人漁師を雇い毎日出漁する。またアルワジやウムルジ居住地の漁港を拠点として出漁し、魚の販売も地元市場で行う。

それに対して典型的な「漁業ビジネス型」は、複数の漁船を所有し、多数の外国人漁師を雇

用し、1 回の出漁日数は 3~4 日間となり集中的に操業する。この「漁業ビジネス型」は、価格の高い大都市を魚の販売先としてヤンプー、メディナそしてジェッダと大都市市場へ出荷する。「漁業ビジネス型」のサウディ人オーナーは、外国人出稼ぎ作業員と売上げを折半する。ここで出稼ぎ外国人たちは、出漁日数をできるだけ長めにして、漁獲量を伸ばそうとする。大都市の増加する魚需要は、このような「漁業ビジネス型」の漁業活動を急速に拡張させている。

聞き取り調査対象となった 20 人のサウディ人漁船所有者のうち、5 人はアルワジ、12 人がウムルジ、そして 3 人がヤンプーを居住地とする。彼等は 8 人の「自己雇用型」と 12 人の「漁業ビジネス型」とに区分することができる。

複数回答を含め、うち 9 人が地方市場に、21 人が大都市市場に出荷する。「漁業ビジネス型」オーナーは、アルワジバンクで漁獲した魚を、大都市に出荷する。先の広域調査では、人口の多い調査地南部における漁業が魚資源への漁業圧となっていることを示唆した。このように外国人出稼ぎ作業員の漁業への参入は、南部地域での漁業圧の一部分を担っている。

### 3.3. 考察と結論

モデル調査地域は、広域調査地域の北部に当たる。人口も希薄で、大規模開発は少ないため、北部紅海沿岸のアカバ湾からウムルジまで自然環境は、開発事業による影響はわずかに過ぎない。ただしこの地域においても、放牧と漁業など、人間活動が原因となって引き起こされた自然資源への大きな影響は続いている。

特に放牧は、近年変化し、ベドウィンが定職を得て、定住化し、遊牧はすでに行っていない。このため定住地周辺での放牧地の過剰利用が懸念される。ただし、ベドウィンは熱帯乾燥地における長い歴史の間に、過放牧への対処を獲得していた。牧草保護区たる「ヒマ」がそれで、「ヒマ」は部族コミュニティーによって維持されてきた。まさに伝統的手法としての知恵である。地域コミュニティーによる放牧地の計画的な利用と保護管理の必要性が期待される場所である。なお、ワジ農業と結びついた定着型放牧については、現在のところ環境上に重大な問題となるようなものは見られなかった。

「自己雇用型」の伝統的な漁業活動は、小規模で、消極的であるため漁業資源への影響は少ない。旺盛な大都市での魚需要に結びついて大都市市場へ出荷する「漁業ビジネス型」の活動は、活発になりつつある。今日の「漁業ビジネス型」の活動は、一段と集約的な操業になる可能性がある。もし「漁業ビジネス型」が現在以上に盛んになると、モデル調査地域の海洋資源に対して重大な危惧となる過剰漁業となりかねない。

沿岸の生物環境を保全し、地域における伝統産業を持続可能な産業として振興していくために、次の 4 項目を提言する。

- 1) ベドウィンにおける生活体系の変遷に対するモニタリングを続ける。
- 2) 「ヒマ」システムの再現を、持続可能な放牧業のために研究する。
- 3) 「漁業ビジネス型」の操業や市場出荷方法などのモニタリングを続ける。
- 4) 伝統的な漁業の持続可能性に配慮した上で、海洋保護区の設立を計画する。

#### 4. 生物環境図

調査対象地域の全域を単純化した生物環境に分類し、分類した生物環境は各々異なった色で表現し、それぞれの生物環境がどこに分布しているか、容易にわかるようにした。この生物環境図により調査対象地域全域の生物環境を明確にとらえることができる。

#### 4.1. 調査方法

##### 4.1.1. 生物環境の分類

航空写真の色調を一枚ずつ調整しプリント（縮尺 1:10,000）した。調査対象地域全域の生物環境は表 19. に示す。これに基づいて航空写真を解析した。生物環境図には工場、農園、漁港といった社会環境情報も含まれている。

表 19. 生物環境の分類とそれらの色調と模様の特徴

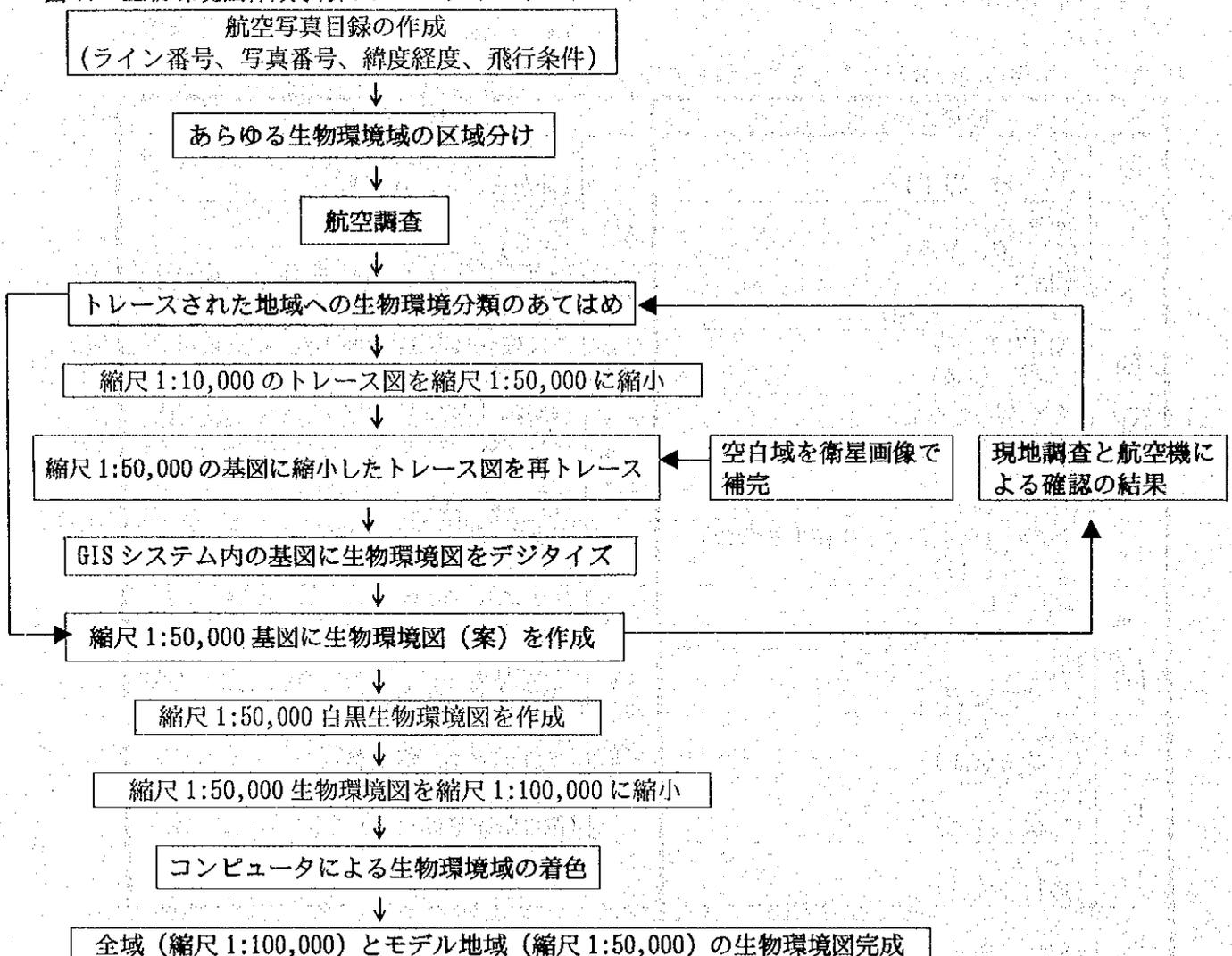
陸域生物環境		海域生物環境	
D	砂漠 (黄、橙、茶系)	S	砂地 (淡黄土、白、淡黄)
Is	島嶼 (黄、橙、茶系)	Md	泥地 (褐灰)
Tf	潮間帯 (茶、焦茶、苔緑)	Rp	離礁のある砂地 (サンゴ被度 10%以下) (散在灰、茶)
Ro	露出岩礁 (濃橙、焦茶)	C-1	珊瑚礁 (被度 11-30%) (白、灰、茶)
M	マングローブ (濃緑、茶)	C-2	珊瑚礁 (被度 31-50%) (白、灰、茶)
V	沿岸植生 (茶、緑茶)	C-3	珊瑚礁 (被度 51-75%) (白、灰、茶)
Sk	サブカ (藍藻類や塩生植生を含む) (黒、茶、灰)	C-4	珊瑚礁 (被度 76-100%) (白、灰、茶)
Sm	塩生植生 (サブカ基盤の散在茶系緑)	T/Sa	芝状/小型海藻 (散在淡又は焦茶、黒)
Fm	農園 (形状で確認)	Ma	大型海藻 (散在淡又は焦茶、黒)
Lv	家畜柵 (形状で確認)	Sg	海藻 (散在濃青系、緑系黒)
Fp	漁港 (形状で確認)	Cy	藍藻類 (散在焦茶又は真黒)
Tw	市街地 (形状で確認)	Sc	海域 (青、緑)
Fc	工場 (形状で確認)		

#### 4.1.2. 生物環境図作成手順

生物環境図作成の手順を図7.に示す。

- 1) 解析に必要な航空写真を容易に検索可能とするために写真目録を作成した。
- 2) 分類された生物環境域の範囲をトレーシング紙にトレースした。
- 3) トレースされた生物環境図を 1:50,000 に縮尺し、同縮尺の基図（地形図）に再トレースした。
- 4) 現地スポット調査の結果と航空機による確認情報を、航空写真解析結果の修正のために取り込んだ。

図7. 生物環境図作成手順のフローチャート



## 4.2. 調査結果

### (1) 航空写真解析

生物環境図は、第2次現地調査（平成10年6～7月）の夏季に高度5,000フィートから撮影された航空写真に基づいている。ただし、第3次現地調査（平成11年2～3月）と第4次現地調査（平成11年5～6月）におけるモデル地域調査の情報も、生物環境図に取り込んである。

航空写真解析から以下の調査結果を得た。

#### 1) 全域調査

変化に富み広がりのある生物環境は、アカバ湾の入口とアルワジバンクからジャバルハッサン地域及びマストウーラからラビにかけての付近にみられる。しかし、アカバ湾の入口はマングローブが存在しなかったため中程度になっている。

#### 2) モデル地域調査

生物多様性とその広がりを考慮すると、アルワジバンク南部がモデル調査地域で最も重要、かつ貴重な地域として評価する。

##### アルワジバンク北部

生物多様性はアカバ湾入口と同ランクである。これはマングローブが存在することが、アルワジバンクの南部と比べ、珊瑚礁の被度が単調であることによる。生物環境の広がりアルワジバンクの北部側が高度である。

##### アルワジバンク南部

生物多様性はその複雑な地形により最も高度である。南部の生物環境の広がり、北部のそれに次ぐ高度である。

### (2) 衛星写真解析

衛星写真により補完されたアカバ湾とラビ以南の生物環境図は、珊瑚礁の分類が1分類だけとなっている。これは衛星写真の画像分解能力が低く、珊瑚礁の被度を詳細に判別する精度ではなかったためである。

## 4.3. 考察と結論

生物環境図の情報は、現場調査の時間的な制限があったため、将来的には補足調査を含め全域において再調査を行うことが生物環境図の精度をあげるために必要である。

生物環境は質量ともに徐々に変化している。大雨の後は、陸域からの大量の土砂や淡水の拡散による影響で、潮間帯や浅海域の生物相はハビタットが変化することが予測される。

このことから航空調査と現地調査は少なくとも5年に1度は実施し、環境図の改訂が必要である。