

モーリシャス国

環境・持続開発・災害・海浜管理省(MOESDDBM)

モーリシャス国  
海岸保全・再生に関する能力向上  
プロジェクト

ファイナル・レポート  
【要約】

平成27年6月  
(2015年)

独立行政法人  
国際協力機構(JICA)

国際航業株式会社  
日本工営株式会社  
セントラルコンサルタント株式会社  
株式会社ふたば

環境
JR
15-105

モーリシャス国

環境・持続開発・災害・海浜管理省(MOESDDBM)

モーリシャス国  
海岸保全・再生に関する能力向上  
プロジェクト

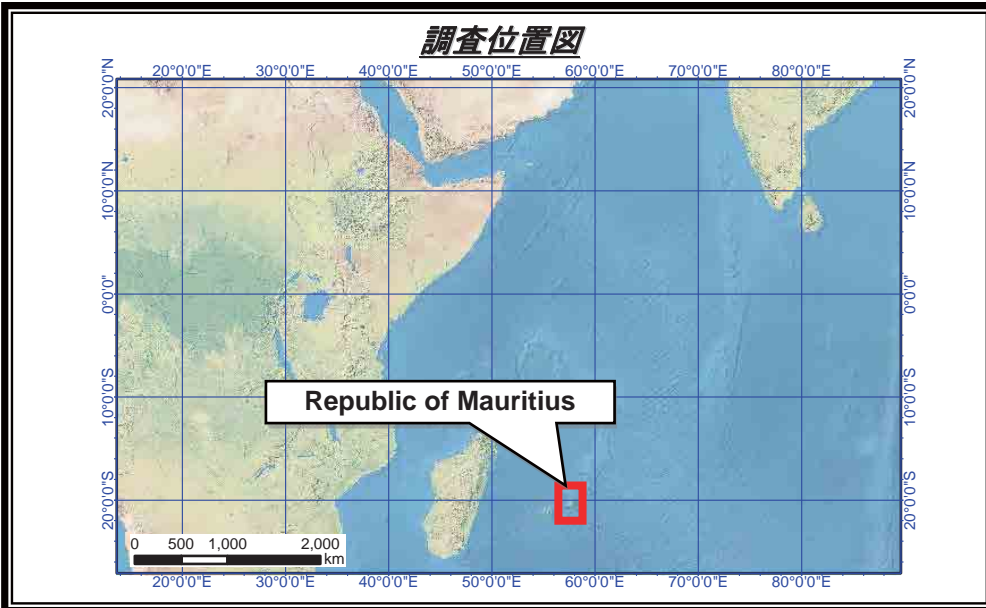
ファイナル・レポート  
【要約】

平成27年6月  
(2015年)

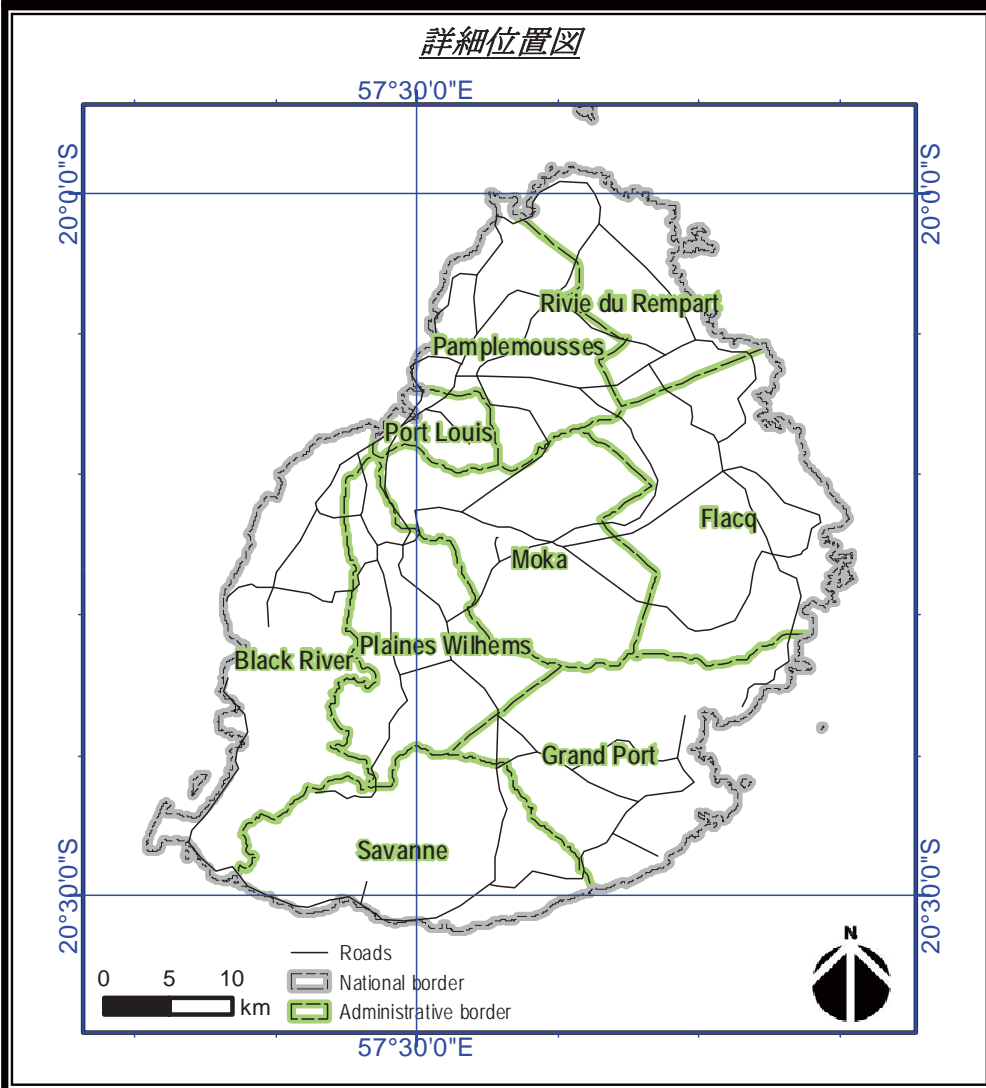
独立行政法人  
国際協力機構(JICA)

国際航業株式会社  
日本工営株式会社  
セントラルコンサルタント株式会社  
株式会社ふたば

調査位置図



詳細位置図



調査位置図

## 通貨換算率

1 USD = 35.230 Rs  
= 124.11 JPY

100 Rs = 2.760 USD  
= 342.56 JPY

Rs:モーリシャス・ルピー

2015年6月1日時点

# 目次

	Page
<b>1</b>	<b>序論..... 1-1</b>
1.1	概要..... 1-1
1.2	プロジェクトの背景..... 1-1
1.3	プロジェクトの目的..... 1-1
1.4	プロジェクトの範囲..... 1-2
1.5	実施項目と工程..... 1-2
<b>2</b>	<b>基礎調査..... 2-1</b>
<b>3</b>	<b>海岸保全計画の方針..... 3-1</b>
3.1	海岸保全の課題..... 3-1
3.2	海岸域のリスク..... 3-1
3.3	海岸保全戦略..... 3-3
3.4	海岸保全対策の基本方針..... 3-4
<b>4</b>	<b>優先海岸における海岸保全計画..... 4-1</b>
4.1	優先海岸の選定..... 4-1
4.2	計画策定プロセス..... 4-3
4.3	優先海岸の特徴と対策方針..... 4-3
4.4	優先海岸の保全計画..... 4-5
<b>5</b>	<b>海岸管理計画..... 5-1</b>
5.1	海岸管理面の課題に基づく改善策の提案..... 5-1
5.2	総合的土砂管理の観点からの海岸維持管理計画の提案..... 5-2
<b>6</b>	<b>リーフ環境保全計画..... 6-1</b>
6.1	背景..... 6-1
6.2	リーフ環境の現状..... 6-2
6.3	リーフ環境の課題..... 6-3
6.4	リーフ環境保全計画..... 6-4
6.5	組織的対応..... 6-6
6.6	まとめ..... 6-7

<b>7</b>	<b>能力向上・IEC計画および海岸管理制度・体制計画</b> .....	<b>7-1</b>
7.1	能力向上計画の策定.....	7-1
7.2	情報・教育・コミュニケーション（IEC）計画.....	7-3
7.3	海岸管理制度・体制計画.....	7-4
<b>8</b>	<b>実証事業の実施</b> .....	<b>8-1</b>
8.1	概要 .....	8-1
8.2	実証事業を通じた技術移転・能力向上 .....	8-1
8.3	物理的対策事業.....	8-2
8.4	非物理実証事業.....	8-6
8.5	継続的モニタリング .....	8-10
8.6	実証事業によって得られた成果.....	8-11
<b>9</b>	<b>技術移転</b> .....	<b>9-1</b>
9.1	技術移転の項目と方法 .....	9-1
9.2	ガイドラインの作成.....	9-3
9.3	まとめ .....	9-3
<b>10</b>	<b>環境・気候変動・防災対策プログラム</b> .....	<b>10-1</b>
10.1	概要 .....	10-1
10.2	プロジェクトと関連組織.....	10-1
10.3	JICA環境・気候変動対策・防災にかかるまとめ .....	10-5
<b>11</b>	<b>結論と提言</b> .....	<b>11-1</b>
11.1	海岸保全の現状 .....	11-1
11.2	海岸保全計画.....	11-2
11.3	実証事業.....	11-4
11.4	能力向上.....	11-5
11.5	提言 .....	11-5

## 図リスト

	Page
図 1.1 プロジェクト実施のフローチャート.....	1-3
図 4.1 海岸保全計画の策定14海岸.....	4-2
図 6.1 海岸保全に関連するリーフ環境の課題と対策.....	6-1
図 7.1 業務目標と各コンポーネントの位置づけ.....	7-1
図 7.2 能力向上全体計画の概要.....	7-2
図 7.3 住民参加型の海岸管理を実現するための実施体制.....	7-5
図 8.1 実証事業実施の全体の流れ.....	8-1
図 8.2 用いた養浜材（礫および砂）.....	8-3
図 8.3 平面配置および代表断面形.....	8-3
図 8.4 工事後の海岸の様子(工事前との比較)（工事前：2013年9月、工事後2014年3月）.....	8-4
図 8.5 代表側線における海岸の断面形状の変化の様子(S15ライン、礫・砂混合断面).....	8-5
図 8.6 Pte. d'Esnyにおける非物理対策事業の検討プロセス.....	8-6
図 8.7 計画策定にあたっての海岸域のゾーニング.....	8-7
図 8.8 ゾーン1の最終保全計画.....	8-7
図 8.9 ゾーン2の最終保全計画.....	8-8
図 8.10 ゾーン3の最終保全計画.....	8-9
図 10.1 JICA環境・気候変動対策・防災プログラムのコンポーネントと 対応する「モ」国機関.....	10-1
図 10.2 IOC実施プロジェクトのコンポーネント.....	10-2
図 10.3 AFDプログラム実施内容とスケジュール.....	10-3
図 10.4 JICA気候変動適応対策・防災プロジェクト・他国際開発パートナーとの関係及びモーリシャス国の最新の環境・防災政策への関与.....	10-6

## 表リスト

	Page
表 2.1 基礎調査結果の概要.....	2-1
表 3.1 海岸保全に関する課題.....	3-1
表 3.2 侵食速度、期間と侵食量の関係.....	3-2
表 3.3 将来の海面上昇による侵食量.....	3-2
表 4.1 優先14海岸の種別および提案する短期および長期対策.....	4-4
表 6.1 リーフ環境モニタリングにおける水質モニタリングの概要.....	6-4
表 6.2 サンゴ礁保全の水質ガイドライン(案)の報告値.....	6-5
表 7.1 本業務におけるIEC活動計画の概要.....	7-3
表 8.1 設計条件.....	8-2
表 8.2 礫浜の代表諸元および養浜材仕様.....	8-2
表 8.4 モニタリング項目およびその主な目的.....	8-10
表 9.1 技術移転項目の目的と投入.....	9-1
表 9.2 必要な技術的能力とその評価.....	9-2
表 9.3 CDにおける各発展段階.....	9-2



## 略 語

略語	英語	日本語
AAP	Africa Adaptation Programme	アフリカ気候変動適応支援プログラム
AC	Advisory Committee	支援委員会
AF	Adaptation Fund	適応基金
AFD	Agence Française de Développement	フランス開発庁
AFP	Adaptation Fund Programme	適応基金プログラム
BA	Building Act	建築法
BLUPG	The Building and Land Use Permit Guide	建築土地利用申請の手引き
C/P	Counterpart	カウンターパート
CA	Capacity Assessment	キャパシティ・アセスメント
CADMAC	Climate Change Adaptation and Disaster Management Committee	気候変動適応策・防災対策調整委員会
CC	Crisis Committee	危機委員会
CCD	Climate Change Division	気候変動室
CD	Capacity Development	キャパシティ・ディベロップメント
CEB	The Central Electricity Board	中央電力委員会
CONDC	The Cyclone and Other Natural Disasters Committee	サイクロン・自然災害対策委員会
CONDS	Cyclone and Other Natural Disasters Scheme	災害スキーム
CSO	Central Statistics Office	統計局
CWA	The Central Water Authority	中央水道局
DEM	Digital Elevation Model	数値標高モデル
DRR	Disaster Risk Reduction	災害リスク低減(プログラム)
EU	European Union	欧州連合
F/S	Feasibility Study	フィージビリティ調査
FAS	First Aid Service	救急サービス
Fs	Safety Factor/Factor of Safety	安全率
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GIS	Government Information Service	政府情報サービス
GIS	Geographic Information System	地理情報システム
GL	Ground Level	地盤高
HFA	Hyogo Framework for Action	兵庫行動枠組
HWL	High Water Level	高潮位
HWM	High Water Mark	高潮位線
IC/R	Inception Report	インセプションレポート
ICZM	Integrated Coastal Zone Management	統合的沿岸域管理
IEC	Information, Education, and Communication	情報・教育・コミュニケーション
IOC(COI)	Indian Ocean Commission (Commission de l'Océan Indien)	インド洋委員会
ISO	International Organization for Standardization	国際標準化機構
JET	JICA Expert Team	JICA 専門家チーム/調査団
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人 国際協力機構
JICE	Japan International Corporation Center	財団法人 日本国際協力センター
LGA	Local Government Act, 2003	地方自治法
LMU	Landslide Management Unit	地すべり対策ユニット
M/M	Minutes of Meeting	協議議事録

略語	英語	日本語
Mauritius	The Republic of Mauritius	モーリシャス共和国
MBC	Mauritius Broadcasting Corporation	モーリシャス放送局
MEHR	Ministry of Education and Human Resources	教育省
MGCW	Ministry of Gender Equality, Child Development and Family Welfare	男女平等・児童開発・福祉省
MHL	Ministry of Housing and Lands	住宅・土地省
MHQL	Ministry of Health and Quality of Life	厚生省
MLG	Ministry of Local Government & Outer Islands	自治省
MMS	Mauritius Meteorological Services	気象庁
MoESD	Ministry of Environment and Sustainable Development	環境・持続開発省
MOESDDBM*	Ministry of Environment, Sustainable Development, Disaster and Beach Management (*Former MoESD)	環境・持続開発・災害・海浜管理省(*元環境・持続開発省)
MoFED	Ministry of Finance and Economic Development	財務・経済開発省
MPI	Ministry of Public Infrastructure, National Development Unit, Land Transport and Shipping	公共インフラ・国家開発・陸上交通・海運省
MSL	Mean Sea Level	平均海面
MSS	Ministry of Social Security, National Solidarity and Reform Institutions	社会保障省
MTEF	Medium-Term Expenditure Framework	中期支出枠組み
MTL	Ministry of Tourism and Leisure	観光省
MTSRT	Ministry of Tertiary Education, Science, Research and Technology	文部科学省
NDOCC	National Disaster and Operations Coordination Centre	国家災害対策運営調整本部
NDS	National Development Strategy	国家開発戦略
NDU	National Development Unit	国家開発ユニット
NGO	Non-Governmental Organization	非政府組織/民間公益団体
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
OPS	Outline Planning Schemes	地域計画
P.Fs	Planning/Designed Factor of Safety	計画安全率
P/R	Progress Report	プログレスレポート
PBB	Programme-Based Budgeting	プログラムベースの予算編成
PDA	Planning and Development Act	開発計画法
PEFA	Public Expenditure and Financial Accountability	公共支出と財政アカウンタビリティ論
PFM	Public Financial Management	公共財政管理
PIU	Planning and Implementation Units	計画・実施ユニット
PMO	Prime Minister's Office	首相府
PMS	Performance Management System	パフォーマンスマネジメントシステム
PPG	Planning Policy Guidance	開発計画政策指針
PS	Permanent Secretary	事務次官
PVC	Polyvinyl Chloride	ポリ塩化ビニル
R/D	Record of Discussion	討議議事録
SC	Steering Committee	ステアリングコミッティ
TAS	Treasury Accounting System	財務会計システム
TCPA	Town and Country Planning Act	地域計画法
The Disasters Scheme	The Cyclone and Other Natural Disasters	サイクロンと自然災害スキーム/災害スキー

略語	英語	日本語
	Scheme	ム
The Project	The Project of for Capacity Development on Coastal Protection and Rehabilitation in the Republic of Mauritius	本プロジェクト/モーリシャス国海岸保全・再生にかかる能力向上プロジェクト
TICAD IV	The Fourth Tokyo International Conference on African Development	第4回アフリカ開発会議
UNDP	The United Nations Development Programme	国連開発計画
WCDR	World Conference on Disaster Reduction	国連世界防災会議

# Chapter 1

---

---

序論

*Introduction*

# 1 序論

## 1.1 概要

モーリシャス国海岸保全・再生に関する能力向上プロジェクトは、モーリシャス国(以下「モ」国)環境・持続開発・災害・海浜管理省(以下MOESDDBM)と独立行政法人国際協力機構(以下JICA)との間で締結された協議議事録に基づき開始された。

JICAは16名からなる海岸侵食に関する調査・解析・設計・対策の専門家(JICA Expert Team、以下JET)を派遣した。プロジェクトはMOESDDBMの職員からなるカウンターパート(以下C/P)との協力によって、2012年5月から2015年6月の間に実施されている。

## 1.2 プロジェクトの背景

第2回国連世界防災会議(WCDR: World Conference on Disaster Reduction)「兵庫行動枠組(HFA: Hyogo Framework for Action)」で加盟国は「災害リスクの視点を効果的に統合し防災に重点をおく」ことを戦略目標とし、この枠組で10年間にわたる防災活動を行うこととなった。これを受け、日本政府は防災協力イニシアチブに重点をおき、かつ第4回アフリカ開発会議(TICAD IV: Tokyo International Conference on African Development IV)「横浜行動計画」で環境・気候変動問題への対応を優先事項とし、同会議「議長サマリー」においては、島嶼国に対する特別な配慮につき言及した。

気候変動に対し脆弱な「モ」国では、近年の環境変化によりもたらされる自然災害、都市開発に伴うサンゴ礁の減少を受けて、特に海岸侵食が深刻化している。これらに対し「モ」国は環境負荷や安全管理を踏まえた、科学的・技術的根拠のある計画策定、リスク把握、対策実施を行いたいと考えている。しかしながら専門家や技術者の不足、コミュニティに対する気候変動適応策・防災行政の周知不足から抜本的な解決策を見いだすに至っていない。

以上の背景に基づき「モ」国政府は日本政府に、海岸防護／再生についての技術支援を要請し、本技術協力プロジェクトを実施するに至った。

## 1.3 プロジェクトの目的

### 1.3.1 上位目標

プロジェクトの上位目標は、「モ」国政府により承認され、実施される海岸保全計画を策定することである。

### 1.3.2 プロジェクト目標

プロジェクト目標は、基礎調査により影響を受けている地域が明確化され、モーリシャス本島における海岸保全計画が作成され、これに基づき対策が必要とされる優先海岸が選定され、詳細調査および実証事業とモニタリングが実施されることである。また、これらの活動を通じて、MOESDDBM及び関係機関の職員の技術能力が強化されることである。

### 1.3.3 プロジェクトの成果

期待されるプロジェクトの成果は、

- 1) 基礎調査により、侵食の影響を受けている地域が特定される。

- 2) モーリシャス本島の海岸保全計画が策定される。
- 3) 実証事業を通じて海岸保全計画の有効性が証明される。
- 4) MOESDDBMと関係機関職員の技術的能力が強化されることである。

## 1.4 プロジェクトの範囲

### 1.4.1 対象地域

プロジェクト対象地域はモーリシャス本島である。

### 1.4.2 カウンターパートと調査団

本プロジェクトのカウンターパート機関はMOESDDBMであり、C/Pはその中の環境局、総合海岸域管理(ICZM)課の職員からなる。調査団は市川総括をはじめとする、各分野の担当者、合計16名からなる。

## 1.5 実施項目と工程

### 1.5.1 主要実施項目

本プロジェクトはコンポーネント1「基礎調査」、コンポーネント2「海岸保全計画の策定」、コンポーネント3「実証事業の実施」及びコンポーネント4「海岸保全管理に係る技術移転」からなる。

基礎調査は海岸域の現状と課題の把握を目的とした。総合的海岸域管理に係る政策、組織また自然及び社会経済条件、過去の海岸災害についての資料を収集した。

海岸保全計画の策定は基礎調査により抽出された課題を基に、海岸保全のための計画を策定した。

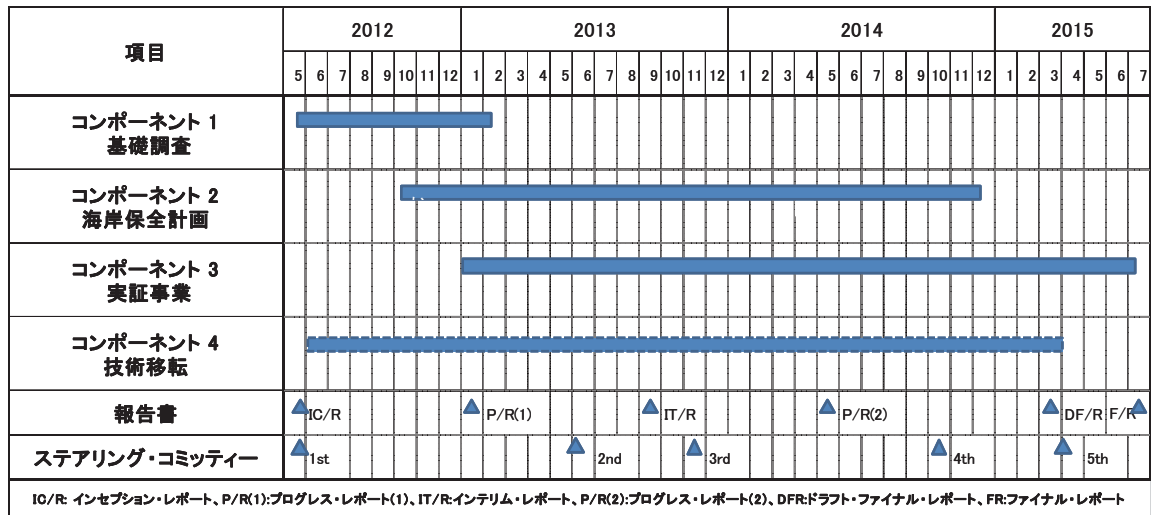
実証事業の実施は海岸保全計画案の有効性、実施可能性の検証とフィードバック及び人材育成を目的として、優先海岸に対して物理的対策、非物理的対策、継続的なモニタリングを実施した。

海岸保全管理に係る技術移転は、「モ」国の工学教育のレベルを勘案し、政府関係機関を対象に、実務上必要になる工学知識の習得を図るものである。このため、技術ガイドラインの策定及びセミナー等を実施した。

### 1.5.2 実施工程

基礎調査を2012年6月から2013年3月、海岸保全計画の策定を2012年10月から2014年12月、実証事業を2013年5月から2015年3月、技術移転を2012年6月から2015年3月の期間に実施した。

各コンポーネントの実施工程は図 1.1に示すとおりである。



出典：JICA 調査団

図 1.1 プロジェクト実施のフローチャート

# Chapter 2

---

基礎調査

*Basic Study*



## 2 基礎調査

本プロジェクトは「モ」国の海岸が適切に保全されることを目標とし、海岸侵食等の影響を受けている海岸の明確化、海岸保全計画の策定、対策を必要とする優先海岸の選定と関連する実証事業を実施し、MOESDDBM 及び関係機関の能力向上を目的としている。

基礎調査は、これらの検討を実施するため、自然条件、社会経済条件、政策・法制・組織等の把握を行い、海岸侵食や海岸災害の実態を把握し、関連するサンゴ礁の水質及びサンゴの状況を調査し、影響を受けている海岸を特定し、課題を抽出するとともに結果を海岸環境データベースとして取りまとめるものである。下記に基礎調査結果の概要を示す。

表 2.1 基礎調査結果の概要

章番号	概要
2.2 自然条件	<p>(1) 地形・地質</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 地形：海岸線延長は322km、ラグーン面積は243km<sup>2</sup>、リーフ延長は150km。海岸形態は砂浜、礫浜、泥浜、湿地、崖、石灰質およびそれらの混合海岸から形成される。</li> <li>➤ 地質：北東部の一部は2万年以上前の溶岩質、その他は10万年以上前の溶岩質である。</li> </ul> <p>(2) 海岸地形</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 海岸地形：北部・西部のリーフ幅は100m～1km、東部は5kmを超える広いリーフが広がる。「モ」国の海岸地形はType A：狭いリーフの最新地層海岸、Type B：広いリーフの最新地層海岸、Type C：リーフの無い最新地層海岸、Type D：古地層海岸の4種類に分類されている。</li> <li>➤ 底質特性：主な海岸での中央粒径(D50)は、Mon Choisy、Flic en Flac 及びPte. d'Esnyで0.2～0.34mm、Le Morneで0.5～0.8mm、Pte. aux Pimentsで0.4～1.4mm。また、リーフ沖側での粒径はTrou aux BichesやLe Morneで中央粒径が0.5mm以上と養浜砂として利用できることが確認できた。</li> </ul> <p>(3) 気候</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 気象・降雨：熱帯気候に属し、11月～4月に降雨が多い。雨期と乾期の区分はないが、12月～5月で年間雨量の2/3を占める。</li> <li>➤ 風況：11月～2月はENE～SSE、5月～8月はSSEの風が卓越する。</li> <li>➤ サイクロン：サイクロンは12月～3月の期間に多く来襲する。これまで特に規模の大きいサイクロンは、1960年のAlix, Carol、1975年のGervaise、1994年のHollanda、2002年のDinaが挙げられる。規模の詳細は2.2.3参照。</li> <li>➤ 海象：潮位は半日周期であり、平均潮位は1～3月で高く、5月～10月で低い傾向にある。過去30年間のPort Louisでの潮位観測では3.9mm/年の海面上昇傾向となっている。平均的な有義波は主にSSW～ESE方向の夏季で1.5～2.5m、冬季で2.5～3.5mである。リーフ内の有義波高は0.3m程度。水深(d)と波高(H)の関係は<math>H=0.07\sim 0.09d</math>である。Pte. d'Esnyでのリーフ内の流れは10cm/s以下である。</li> </ul>

章番号	概要
2.3 社会経済状況、政策、法制、組織	(1) 社会経済状況 <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 経済状況：GDPの伸び率は6%で、製造業が全体の16%を占め、観光産業は6%である。</li> <li>➤ 観光産業：観光客の伸び率は約4%、年間の観光客数は104万人(2014年)。ホテル数は112で、その内客室80を超えるホテルは53軒で、総ベッド数の75%を占める。</li> <li>➤ 財政状況：MOESDDBMの2013年度の予算は約5億7千万ルピーで、その内、環境保護・保全に対する予算は約2億ルピーである。2014から2016年にかけて職員人件費の増額が見込まれている。</li> <li>➤ 経済評価：2013年の観光収入額は405億ルピーとGDPの12%を占め、その割合は年々増加している。沿岸域の土地利用は23%が農地、ついでバンガロー、ホテルとなっている。</li> </ul> (2) 政策、法制、組織 <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 国家政策：国家発展戦略および国家環境政策の中で、総合的海岸管理に関わる国家目標が掲げられている。</li> <li>➤ 法制度：①沿岸域の定義、②沿岸域の土地所有権、③沿岸域の分類、④沿岸域におけるセットバック規制、⑤海岸背後の構造物規制、⑥環境影響評価の手続きなどの法規が規定されている。</li> <li>➤ 組織：総合的海岸管理については、25の府省から構成されている。基礎調査、海岸保全計画、設計・施工、海岸管理・モニタリングによって、詳細に役割分担が設定されている。</li> </ul>
2.4 過去の海岸災害と対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 海岸災害：これまで来襲したサイクロンの中で、甚大な災害に至ったものとして、Carol(1960)、Hollanda(1994)、Dina(2002)が挙げられる。</li> <li>➤ 海岸構造物の変遷：1960年以降の海岸構造物の変遷としては、1960年～1993年で小規模構造物、1994年～2003年で蛇籠、2003年～2013年で巨石護岸である。</li> </ul>
2.5 海岸特性・変化解析	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 空中写真による侵食把握：解析に使用した空中写真は、1967年、1975年、1991年、1997-1999年、2008年、2012年である。2008年および2012年は衛星写真、その他は航空写真である。</li> <li>➤ 方法：GISを活用した空中写真の地形判読</li> <li>➤ 結果：長期的な海岸侵食は17%、安定海岸は59%、堆積海岸は23%である。0.2m/年以上の長期的な侵食を示しているのは18海岸である。短期的な変動の平均値は0.5m/年である。</li> <li>➤ 考察：全般的には長期的な変化よりも短期的な変動が大きく、サイクロンによる地形変化の影響が顕著であると考えられる。</li> </ul>
2.6 リーフ環境	(1) 水質環境 <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 水質モニタリングの現状：水質モニタリングは、ラグーン内がアルビオン水産研究所(AFRC)、表流水(河川、池等)が国立環境実験所(NEL)、下水処理水が排水管理庁(WMA)、飲料用井戸水が中央水庁(CWA)で行われている。ラグーン内で水質汚濁が著しい海岸は、2007年以降でPte. aux Sables、Albion、Bird Sanctuary、Riviere Noireで、特に対象海岸でもあるPte. aux Sablesで大腸菌濃度が著しく高い。</li> </ul>

章番号	概要
	<p>➤ 本プロジェクトでの水質調査：砂浜が存在しているリーフおよび将来的に観光開発が想定される8海岸において水質調査を行った。その結果、ラグーン内では濁度、クロロフィルa、窒素、リンの濃度が高くなるにつれて、サンゴの被度が低下する。背後地の河川や湿地帯からの窒素、リンの流入負荷が大きく起因していると考えられる。これより、流入負荷の削減対策、富栄養化対策がリーフ環境保全で重要である。</p> <p>(2) サンゴ環境</p> <p>➤ サンゴの現状調査：スポット・チェック法により、50箇所においてサンゴの調査を行った。その結果、生きたサンゴの被度は44地点の平均で27%とサンゴ礁の評価基準では不良と評価。透明度とサンゴの被度は正の関係に有り、シルト分の堆積との関係は負の関係。平均被度は2000年の51%に比べ、2010年で19%と著しく低下している。</p> <p>➤ サンゴ礁における現状と課題：主な問題としては、礁湖・礁池内での①サンゴの長期的な減少傾向、②サンゴ礁への稚サンゴ加入量の低下、③かつて占有していた卓上サンゴの急減、④いくつかの種の地域的消滅、⑤2003、2004、2009年の度重なる白化現象、⑥富栄養化、⑦夏季の微少藻類の異常発生、⑧シルト分の堆積、⑨透明度の低下、⑩地引き網漁が挙げられる。</p>
2.7 住民意識	<p>➤ アンケート調査の主な内容：①過去のサイクロンによる海岸域の被害実態把握、②長期的な海岸の侵食傾向、③将来の気候変動に伴って起こりうる海岸災害に対する意識、④気候変動に伴う海岸災害に対する望ましい対応策、⑤望ましい海岸保全施設と海岸保全対策に対する支払い意志。</p> <p>➤ アンケートの主な結果：①全体的に大きな規模の侵食は認識されていない、②海岸保全対策に対する支払い意志は1/4程度、③防護面だけでなく環境面の意識の高さを確認、④ハード構造物による保全対策が5割、養浜が3割など。</p>
2.8 海岸環境データベース	<p>➤ 既存データベース：既存データはいくつかの座標系で作成されていることから、WGS84、UTM座標、ゾーン40Southに統一した。既存のデータとしては、行政区域図、インフラデータ、地質図、土壌図、土地利用図、マングローブ分布図、等高線、各種観測地点、自然保護区域図、海岸公園区域図などがある。</p> <p>➤ 本調査での新たなGIS化：13の対象海岸において、1967、1975、1991年および1997年～2000年の航空写真、2008年、2011～2012年の衛星データを用い、幾何補正および海岸線データの作成を行った。このデータに基づき、各海岸の土砂収支の検討を行っている。</p>

出典：JICA調査団

# Chapter 3

---

*海岸保全計画の方針*

*Policy of Coastal Conservation  
Plan*

### 3 海岸保全計画の方針

#### 3.1 海岸保全の課題

基礎調査に基づき、海岸保全、海岸再生、能力向上に関する課題について検討した。それらは(1)海岸管理、(2)このプロジェクトの主要な課題である海岸保全、(3)リーフ環境保全、(4)能力向上であり表 3.1に示す。

表 3.1 海岸保全に関する課題

項目	課題
海岸管理	海岸管理及び計画の具体的な実施不足 制度の有効性の問題、管理体制の不足 将来の気候変動、経済発展を含む変化への対応 基礎資料及びモニタリングの不足 関係機関および住民との合意形成の不足
海岸保全	防災、利用、環境の調和 養浜、セットバック サイクロンによる海浜変動 海岸侵食・堆積 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 砂浜海岸の長期的な侵食</li> <li>・ 沿岸漂砂による侵食、堆積</li> <li>・ サンゴ/海草の消長による侵食、堆積</li> <li>・ 水路の閉塞</li> <li>・ リーフ外への砂の流出</li> <li>・ 崖侵食</li> </ul> 越波、高潮 海岸再生：構造物の撤去
リーフ環境保全	サンゴの劣化 リーフ内の富栄養化サンゴの移植 環境保全、漁業、レクリエーションとの競合
能力向上	EIAの評価能力不足 技術的能力不足

出典：JICA 調査団

#### 3.2 海岸域のリスク

海岸侵食及び越波等による海岸災害に関する現状及び将来のリスクを検討した。リスクとしては現状での海岸侵食によるリスク、越波及び高潮による浸水、将来の海面上昇、サンゴの劣化、経済発展によるものがある。解析は現状の資料を基礎にしていることから、今後の詳細調査の結果によりリスク評価結果を改定することが必要である。

##### 3.2.1 海岸侵食によるリスク

海岸侵食によるリスクについては、砂浜海岸では長期的な侵食によるものと、サイクロンの来襲による一時的な侵食が考えられる。長期的な侵食については、各海岸での45年間の平均侵食速度とリスクの検討期間から侵食量を推定し、リスクを検討することができる。

侵食速度としては明確に侵食と判定できる値は 0.2m/year と、ほぼ最大と考えられる 0.4m/year を想定し、期間としては、一般の構造物の耐用年数や借地期間である 30年、これより長い 50年、100年を想定し侵食量を求めると表 3.2 のようになる。

表 3.2 侵食速度、期間と侵食量の関係

侵食速度/期間	30年	50年	100年
0.2m/year	6m	10m	20m
0.4m/year	12m	20m	40m

出典：JICA 調査団

サイクロンの来襲による一時的な侵食量については、定量的には 1960 年の Carol の資料しかなく、その場合の最大侵食量は約 13m であった。このサイクロンの確率規模はその中心気圧の低下より推定すると、ほぼ 100年と想定される。

「モ」国では海岸の土地はそのほとんどが国有地で、住宅やホテルは 30 年期限の借地上に建てられている。また、満潮位からセットバック量として 30m の範囲には建物を建てることできない。侵食期間を 50 年とし、長期的な侵食量が 0.3m/year の場合にサイクロンによる一時的な最大侵食 13m を加えると侵食量は 28m となり、現在のセットバック量以下である。すなわち、侵食量が 0.3m/year 未満の場合、侵食はセットバック量の範囲内にあり、これ以上になると侵食によるリスクが生じる。

崖海岸については、岩質が玄武岩であり侵食に対して抵抗できることから、砂浜海岸と比較するとリスクは少ない。ただ、サイクロン時にゆるんだ岩が崩壊した例があり、リスクはあるが、具体的な状況は今後個別に検討する必要がある。

サイクロンの来襲時には高波浪及び高潮により越波や浸水被害が生じるが、状況を推定できる資料が限定され、明確な結果は得られなかった。過去の資料で状況が分かるのは 1960 年のサイクロン Carol の結果であり、これによると漂流物の最大打上げ高は崖海岸で 12ft(4m)、砂浜海岸で 9ft(3m)となっている。現状の海浜の高さではある程度のリスクは存在すると考えられるが、海浜地盤高の資料がほとんどなく、その程度は明確でない。

広いリーフが存在する海岸では波が減衰し、海岸の地盤高が 2m 以下の場所があり、これらの海岸では越波等の影響を受ける。現状の地形は過去の潮位や波浪で形成されており、地盤高が低くてもそれに応じた外力であるため、現状では特に他の砂浜海岸と比較してリスクが高いとは言えない。しかし、将来海面が上昇する場合には、影響が大きく表れると考えられる。

#### a. 海面上昇による影響

過去の平均海面の上昇量 3.9mm/year を適用し、将来 30 年後、50 年後、100 年後の海岸侵食に対するリスクを概略評価すると表 3.3 のようになる。

表 3.3 将来の海面上昇による侵食量

項目/期間	30年	50年	100年
海面上昇量	0.12 m	0.20 m	0.39 m
海岸侵食量	1.2 m	2 m	4 m

出典：JICA 調査団

海面が上昇すると、海岸は侵食される。その侵食量の推定方法についてはいくつかあ

るが、ここでは一般に用いられている Bruun の方法を用いた。これは、海面上昇量  $S$  に対し、漂砂の移動範囲または海浜勾配から侵食量  $R$  を次の式で求めるものである。

$$R=C*S$$

係数  $C$  は海浜勾配に関係し、一般の海岸では 50 から 100 といわれているが、「モ」国ではサンゴ礁により移動が制限されており、海浜勾配を  $1/10$  とすると、係数  $C$  は 10 となる。これを適用して侵食量を算定した。この数値等は今後の検討により変更される可能性がある。

## b. サンゴの劣化

サンゴ礁は海浜砂の供給源であり、また波を減衰させるために、海岸保全に重要な役割を果たしている。現在、長期的な定点での観測結果によると 2000 年の被度が 50% から、2010 年には 20% に低下し、別の地点で今回調査した結果でも被度は平均 27% であり、低下の傾向を示している。サンゴの劣化が直ちに海岸侵食等の問題に結びつくとは考えられないが、長期的には問題を生じる。しかし、それを定量的に推定する資料が不足しており、リスクの評価は現時点では困難である。

### 3.2.2 リスク地域の特定

長期的な侵食についてのリスクは、長期的な侵食速度と変動から特定できる。侵食量が  $0.2\text{m/year}$  を超える海岸は侵食されていると考えられ、これらの海岸は次の 13 海岸となる。すなわち、(1) Pointe aux Piments, (2) Mon Choisy, (3) Pte. aux Cannoniers, (4) Part of P.G. Choisy, (5) Q. Cocos Vge & T. d'Eau Douce, (6) Ile aux Cerfs, (7) Pte. d'Esny, (8) Saint Felix, (9) Le Morne, (11) Wolmar & Flic en Flac, (12) Albion, (13) Pte. aux Sables である。また、海岸線の侵食速度が  $0\sim 0.2\text{m/year}$  の海岸は、侵食は生じるものの、セットバックによりリスクは免れている。

越波や浸水によるリスクについては、海岸道路等の高さは低く、また  $30\text{m}$  のセットバックがとられていない個所があるが、地盤高に関する資料が不足していることから、地域を特定するには至らなかった。

### 3.3 海岸保全戦略

海岸保全の戦略は、基礎調査の結果と関連する課題の抽出に基づき、災害防止、環境保全、海岸域利用を総合的に図ることを念頭に次のように取りまとめた。

#### (1) 「モ」国海岸の自然の状態を保ち、自然の特性を活かす

「モ」国の砂浜海岸の侵食、堆積は、自然の回復可能な過程であり、保全のための構造物設置の必要性は少なく、自然の状態に任せることとする。自然の砂浜は「モ」国の観光産業の主要な資源であることから、その状態を維持、管理する。サンゴ礁は生態系の保全や漁業に重要な役割を占めており、また、海浜砂の主要な供給源であり、波浪の減衰機能を有していることから、その保全と再生に努める。

#### (2) 将来の自然条件、社会条件変化への対応能力を強化する

将来の気候変動に伴う海面上昇、海岸域の経済発展などへの適応能力の向上を図る。モニタリングによる状況把握と将来の予測、対応策の検討と実施、結果の評価による適応管理を実施する。また、関連する情報の蓄積、経験の集積・活用を図るとともに、自

然の特性に基づいた対策を進める。

### (3) 多様な関係者との協同により海岸管理の総合化を図る

海岸保全対策や管理に関して、MOESDDBM による総合的な戦略設定と調整、関係政府機関による担当分野の実施、及び地域住民の参画により、海岸保全、環境保全、海岸利用に関する対策や管理の総合的な実施を図る。

## 3.4 海岸保全対策の基本方針

上記の海岸保全の基本戦略に基づき、モーリシャスで提案する海岸保全対策の基本方針を以下にまとめる。

現在まで自然の海浜が保持され、人工構造物の存在しない海岸については、この自然環境・景観、その優位性を重視し、これを維持する唯一の対策として、養浜と海浜整形とし、構造物は作らない。

既に海岸構造物が存在する海岸においても、基本的には上記と同様、養浜と海浜整形とする。仮に沿岸漂砂により多大な維持管理が必要と予想される場合には、既設構造物の改良や場合によっては新たな海岸施設の追加を行う。

養浜材として用いる砂や礫は、基本的には海岸に現存するものと同じ組成、色を持つものとする。

養浜を伴わない構造物対策は、決して砂供給量を増加させず、プラス効果を相殺するマイナス効果が生じることが、過去の事例からも示されている。このような対策は、特に海岸利用・環境を重視する観光海岸における保全対策として適さない。

土砂収支は増加しているが、沿岸方向の漂砂の不均衡が侵食要因である海岸においては、その海岸の中で解決を図ることとし、保全対策として、堆積域から侵食域へのサンドリサイクルを推奨する。

全体の土砂収支が減少している海岸では、その海岸域以外から砂を調達し、養浜する。

長期的には、安定した海岸維持のため、連続的な漂砂の供給を図り、リーフ環境の保全・改善を図る方針とする。養浜による対策とともに、リーフ環境改善を優先的に図っていく方針とする。

長期的には、将来的な気候変動リスクを踏まえ、セットバックライン遵守と土地利用計画の見直しを行う。

養浜砂の入手は「モ」国の土砂収支と各海岸の漂砂特性を考慮しつつ、経済性に配慮して行う。



# Chapter 4

---

*優先海岸における海岸保全計画*  
*Coastal Conservation Plan for Priority*  
*Coast*

## 4 優先海岸における海岸保全計画

### 4.1 優先海岸の選定

海岸保全計画を具体的に策定するために、問題があると想定される 58 海岸から 20 海岸を選定し、基礎調査を行い、その結果を基に保全計画策定のための 14 の優先海岸を選定した。

#### 4.1.1 基礎調査海岸の選定

海岸侵食とその対策に関連し、海浜地形解析等の基礎調査を実施するために、「モ」国の海岸について主に既往資料より 1) 侵食・越波状況および 2) 地形・地質特性で分類し、20 の基礎調査海岸の選定をおこなった。選定した海岸は、1) 漂砂セル単位として侵食に問題がある 13 海岸、2) 崖海岸の 1 海岸、3) 越波海岸の 1 海岸、および 4) 工事を計画(PBB)中の 5 海岸である。

#### 4.1.2 優先海岸の選定

基礎調査対象の 20 海岸から、4 つの観点により評価を行い、14 海岸を選定し、保全計画を策定した。評価基準は自然と地形条件、リーフ環境、海岸災害、海岸の利用である。これより 1)海岸侵食問題が生じている海岸 (10 海岸)、2)崖侵食に対する土地利用規制が必要な海岸 (1 海岸)、3)背後インフラ施設 (海岸道路) への高波・越波問題が生じている海岸 (1 海岸) の計 12 海岸を選定した。また、MOESDDBM から Baie du Tombeau と Bras d'Eau の計画検討が要請されたため、これら 2 海岸も検討海岸に加えることとした。海岸位置を図 4.1に示す。

➤ 海岸侵食が問題となっている 10 海岸

- ・ Pte. aux Cannoniers (The Vale, No.B2-1)※
- ・ Mon Choisy (No.B2-5)
- ・ Q. Cocos Vge (No.B5-12), T. d'Eau Douce (No.B5-13),
- ・ Ile aux Cerfs (No.B6-1)
- ・ Pte. d'Esny (No.B7-2)
- ・ Bel Ombre (No.B9-2 & No.B9-3)
- ・ Le Morne (No.B10-1)
- ・ Flic en Flac (No.B11)
- ・ Albion (No.B12-1, No.B12-2 & No.B12-3:海浜)
- ・ Pte. aux Sables (No.B13-2)

※漂砂セルNo.B2においては地形特性よりPte. aux Cannoniers (The Vale)とMon Choisyに分割

➤ 崖侵食に対する土地利用規制が必要な海岸

- ・ Albion (崖:灯台北部) (No.B20)

➤ 背後インフラ施設 (海岸道路) への高波・越波問題が生じている海岸

- ・ Grand Sable (No.B19)

➤ MOESDDBM からの要請があった 2 海岸

- ・ Baie du Tombeau (No.B1)
- ・ Bras d'Eau (No.B4)



出典：MOESDDBM から入手した地図を JICA 調査団で加工

図 4.1 海岸保全計画の策定 14 海岸

## 4.2 計画策定プロセス

一般に海岸保全計画は、以下の3つの機能を考慮し策定する必要がある。

- (1) 海岸防護：砂浜の保全および背後域の資産(住居、ホテル、インフラ施設の防護)
- (2) 海岸利用：海水浴やマリンスポーツ等の海岸利用の促進
- (3) 海岸環境：生物の多様性を含む自然環境および景観の保全

これらは、互いにトレードオフの関係にある。各地域の自然条件や土地利用の条件によって要求されるレベルが異なる事から、どの地域にも適用できる海岸保全計画は存在しない。そのため、海岸保全計画策定の際に最も重要なのは、地域特有の課題を明確にし、上記3つの機能の要求レベルを的確に設定したうえで計画を立案することにある。この観点から、海岸保全計画の策定においては、各関係者を巻き込み、その能力向上を図る方針とした。

## 4.3 優先海岸の特徴と対策方針

優先14海岸について、問題の種別、海岸土砂収支、海岸状況をまとめた。また、各海岸で必要とされる短期および長期対策を検討した。これら海岸状況及び提案する各海岸での短期および長期対策を、まとめて表4.1に示す。

表 4.1 優先 14 海岸の種別および提案する短期および長期対策

No	海岸名	海岸問題の種別	土砂収支 (基礎調査結果より)			海岸の種別 A: 自然海岸 B: 構造物海岸 (部分的) C: 構造物海岸 (多数)	提案する対策案	
			45年間 (1967-2012) (m3/45年)	年平均 (m3/年)	分類 I: 増加 II: 平衡 III: 減少		短期対策	長期対策
1	Baie du Tombeau	部分的侵食	17,700	390	II	B	・既存護岸改修 ・歩道橋改築	-
2a	Pte. aux Canoniers (North)	侵食	-2,400	-50	III	B	・動的養浜 ・既存護岸撤去または改修	・水質改善対策(下水整備) ・借地権更新時期でのセットバック
2b	Pte. aux Canoniers (East)	侵食	-6,900	-150	III	C	・静的養浜(突堤突堤の改修含む) ・既存護岸改修	・海岸域の土地利用計画見直し
3	Mon Choisy	侵食	-22,400	-500	III	A	・動的養浜	水質改善対策(下水整備)
4	Bras d'Eau	部分的侵食	9,300	210	II	B	・西側堆積域からのサンドリサイクル ・既存護岸改修	・公衆便所の移設 ・サンゴ・海草移植
5	Q. Cocos Vge & T. d'Eau Douce	部分的侵食	17,800	400	II	B	・既存護岸改修	借地権更新時期でのセットバック
6	Ile aux Cerfs	堆砂による水路閉塞	171,300	3,810	I	A	・水路陸上域での土砂掘削 ・掘削土砂のサンドリサイクル(一部)	総合土砂管理による土砂の有効利用
7	Pointe d'Esny	部分的侵食	17,600	390	II	C	・静的養浜(既存突堤の改修含む) ・既存護岸改修	水質改善対策(下水整備) 借地権更新時期でのセットバック
8	Bel Ombre	部分的侵食	63,400	1,410	I	B	無許可の建築物(ホテルレストラン)のセットバック	-
9	Le Morne	部分的侵食	55,900	1,240	I	A	・導流堤東から西へのサンドバイパス ・導流堤の改修	サンゴ移植
10	Flic en Flac	部分的侵食	23,800	530	II	A	北側堆積域からのサンドリサイクル	サンゴ移植
11	Albion	侵食	-7,700	-170	III	A	新規ホテル開発時のセットバック	サンゴ・海草移植
12	Pointe aux Sables	部分的侵食	53,800	1,200	I	A	・東側堆積域からのサンドリサイクル ・既存護岸の改修	・水質改善対策(下水整備) ・サンゴ移植 ・借地権更新時期でのセットバック
13	Grand Sable	越波、浸水	-	-	-	-	礫浜(フレキシブル護岸)	・沿岸道路海側居住地の移転 ・海岸道路の嵩上げ
14	Albion (Cliff)	崖侵食	-	-	-	-	-	セットバック(バッファゾーン確保)

## 4.4 優先海岸の保全計画

優先海岸 14 海岸に対して提案する保全計画、すなわち、各海岸についての海岸の防護、リーフ環境の保全、海浜管理に関する主要な個別対策は次のようになる。

### 4.4.1 Baie du Tombeau

海浜は古くは侵食された時期があったが、現在はほぼ安定し、一部南側ではラグーン内 2 か所で砂州が形成され、その岸側で堆積の傾向を示す。直立護岸の損傷や樹木の倒壊が生じているが、限定的である。また、北側、公共海浜公園への歩道橋の橋台が損傷し、アクセスが不便な状況である。古くは下水が放流されていたが、これは廃止になり、水質改善が期待され、また、サンゴも比較的良好な状況にある。これより、主な計画は次のようになる。

- 直立護岸の改善
- セットバックの確保
- モニタリング
- サンゴ移植

### 4.4.2 Pte. aux Cannoniers

北側の砂浜は現在維持されているが、一部では消失し、また、東側では半分以上の砂浜が、沿岸漂砂の供給減少により消失している。海岸の大部分である借地では、直立護岸がセットバック範囲内に存在し、これらが侵食を助長している状況が見られる。また、これらの個別の対策は、全体としての海浜安定を考慮しておらず、住民も含めた意見の集約が求められる。後背地には人口密集域があり、生活排水による富栄養化に伴うサンゴの生息環境が悪化していくことが懸念される。これより、主な計画は次のようになる。

- 養浜(北側)および突堤の併用(東側)
- 直立護岸の改善
- セットバックの確保
- 住民合意形成
- 水質改善

### 4.4.3 Mon Choisy

海浜は長期的には砂の供給の減少に伴う侵食の傾向を示している。これに加えて南側の侵食、北側の堆積、およびサイクロンによる一時的な浜崖の発生が生じている。海岸侵食の要因として、水質環境の悪化やサンゴや海草の消失による供給源の減少が考えられる。これより長期的対策として、リーフ環境改善による砂供給量の回復が求められる。公共海浜公園が位置していることから、海浜を良好な状態に保つ管理も求められる。これより、主な計画は次のようになる。

- 養浜と海浜整形
- 海草の移植
- 航行活動の規制
- 水質改善
- 海浜管理

### 4.4.4 Bras d'Eau

海岸は東に開口部を有する湾の北側に位置している。海岸に沿って公共海浜公園、ホテル、別荘が存在している。海浜はサンゴ砂からなり、いくつかの玄武岩からなる岬で分断されている。土砂収支は堆積の傾向を示す。しかし、西への沿岸漂砂と、マングロ

ープまたは海草の消失による侵食、堆積が比較的大きい。これには現存する直立護岸の影響も考えられる。浜崖が海浜公園の公衆便所の前で見られる。これより、主な計画は次のようになる。

- セットバックの確保
- 海浜整形とサンドリサイクル
- 直立護岸の撤去
- 公衆便所の移設
- マングローブ、海草の移植
- 海浜及び海草の管理

#### 4.4.5 Q. Cocos Vge and T. d'Eau Douce

波浪条件の変動による侵食・堆積に加えて、ラグーン内サンゴの発生による影響が重なり、大きな海浜変動、すなわち侵食と堆積が生じている。侵食対策として直立護岸や突堤が建設されている箇所では、局所的に汀線の後退が生じる可能性がある。海岸全体としては堆積であり、堆積はサンゴの生成により生じ、漂砂の下手側では侵食となっている。侵食は回復すると考えられるが、サンゴは劣化の傾向を示している。これより、主な計画は次のようになる。

- セットバックの確保
- 直立護岸の改善
- リーフ環境のモニタリング
- サンゴの保全
- 海浜及び海草の管理

#### 4.4.6 Ile aux Cerfs

海岸は二つの島の水路を含む。白砂の海浜では多くの観光客が日光浴や水路の流れを楽しんでいる。近年、この水路が堆砂により閉塞し、海岸利用およびその周辺海岸で侵食が生じている。水路の浚渫を行ってきたが再び閉塞する状況にある。また、浚渫砂を、将来活用する可能性を有している。これより、主な計画は次のようになる。

- 水路の掘削とサンドバイパス
- 海浜モニタリング
- 土砂資源管理

#### 4.4.7 Pte. d'Esny

海浜全体としては堆積であるが、一部で侵食が生じており、侵食域から堆積域への沿岸漂砂が存在する。また、海岸には直立護岸、突堤が設置されており、その影響で侵食が生じている可能性がある。サイクロンによる海浜の変動域を確保するセットバック内にも構造物が存在する。海岸の大部分は借地であり、対策が個別になっている。したがって全体としての海浜安定に関する対策について、関係者の合意が求められる。また、サンゴが海浜の安定に寄与しているが、気候変動により劣化の可能性があるため、その対策が求められる。これより、主な計画は次のようになる。

- 砂のリサイクリング
- 突堤等の再編成と撤去
- セットバックの確保
- 住民合意形成
- サンゴの移植
- 水質改善

#### 4.4.8 Bel Ombre

海浜全体として砂が堆積しており、侵食が生じているのは前面の海草の消長と関係があると考えられる箇所である。侵食は現在、特に大きな問題では無いが、海草の消長による変動、背後のホテルによる護岸、突堤等の設置による影響が危惧される。また、一部では低平地に住宅が位置しており、高潮の影響を受ける可能性がある。ラグーン内では、パラセーリングが盛んに行われており、サンゴや海草に影響を与える可能性がある。これより、主な計画は次のようになる。

- セットバックの確保
- 低平地の住居移転
- 航行活動の規制

#### 4.4.9 Le Morne

この海岸は、堆積海岸であり、特に現在問題の個所は少ないが、長期的には海浜砂の供給源であるサンゴの劣化、ラグーン内のサンゴや海草の消長により海浜変形が生じているため、その動向を把握し、現在から対策を検討する必要がある。局部的にはホテルで建設した水路を維持するための導流堤が北への沿岸漂砂を止め、北側のホテルが利用している海浜で侵食、また水路の閉塞が生じている。ラグーン内の地引網やパラセーリングはサンゴや海草の環境に影響を与えている可能性がある。これより、主な計画は次のようになる。

- 砂のバイパス
- セットバックの確保
- サンゴの移植
- 海洋保護区の確立
- 航行活動の規制

#### 4.4.10 Flic en Flac

全体としては、堆積海岸である。ただ、中央付近では人為的な影響か、ラグーンの水深が深くなっており、サンゴ礁の先端からのサンゴ砂の供給があってもそれが海浜に到達せず、侵食の傾向を示している。特に、高波浪が来襲すると浜崖ができ易い。また、堆積域から侵食域への砂のリサイクルが可能と考えられる。サンゴは漂砂の供給源であり、長期的な対策が求められる。特に、侵食域前面の水深が深い範囲でのサンゴの移植による地形の回復が求められる。このためには、サンゴ、海草、水質の実態把握のためのモニタリングとその解析をまず実施する必要がある。これより、主な計画は次のようになる。

- 砂のリサイクルと海浜整形
- サンゴの移植
- 航行活動の規制
- 水質改善

#### 4.4.11 Albion(海浜)

長期的には、全体として侵食の傾向を示しており、その原因としては、海浜前面のサンゴと海草、特に海草藻場の消失が想定される。サンゴ礁の規模が小さく、また河川が流入しサンゴ礁発達が良い。サンゴや海草の消失は海水温の上昇、サイクロンや地引網の影響を受けていると推定される。これより、主な計画は次のようになる。

- セットバックの確保
- 海草の移植



- 航行活動の規制
- サンゴの移植

#### 4.4.12 Pte. aux Sables

海浜全体としては堆積であるが、一部西側で侵食が生じており、侵食域の東側で沿岸漂砂による堆積が生じている。これは、リーフ上のサンゴおよび海草生息状況の変化、サンゴの生息環境の悪化に伴うリーフからの砂供給量の減少等が考えられる。またこれに加えて、侵食が顕在化した後に実施されてきた護岸や舟揚場の構築による前浜の消失、洗掘の助長等も考えられる。この海岸は、モーリシャスの他の海岸に比べて濁度や生活排水に起因すると思われる富栄養化が進み、水質悪化が顕著である。また、リーフ上ではサンゴの分布域が以前に比べて減少し、中央部の岸よりにあった海草藻場が消失している。これより、主な計画は次のようになる。

- 砂のリサイクル
- セットバックの確保
- 直立護岸の改善
- 水質改善
- サンゴの移植

#### 4.4.13 Grand Sable

海岸は、中央付近は溶岩が風化して波により侵食された地形で、両側は河川からの流出土砂により形成された地形であり、海岸侵食は法面の崩壊程度で大きな問題はない。しかし、地盤が低い場所を海岸道路が走っており、越波の問題がある。しかも、この道路は空港から南東への観光地を結ぶ主要な路線となっている。この対策として、フレキシブル護岸が計画され、一部が実証事業として施工された。また、海岸はごみや海草が集積しやすく、環境上の問題がある。これより、主な計画は次のようになる。

- フレキシブル護岸の延長
- 海浜と海草の管理

#### 4.4.14 Albion (崖)

崖侵食の事例として、Albion 海岸を選定した。崖海岸の対策として、セットバックと構造物対策が考えられる。工費や将来の変化へ対応が容易なことからセットバックが適切である。ここでは、セットバックの範囲の設定法を提案した。これより、計画は次のようになる。

- セットバックの設定

# Chapter 5

---

*海岸維持管理計画*  
*Beach Management Plan*

## 5 海岸管理計画

### 5.1 海岸管理面の課題に基づく改善策の提案

#### 5.1.1 海岸維持管理面における改善案

##### a. 養浜工における維持管理面に関する課題

- 適切な前浜勾配および後浜高の設定
- 適切な砂の粒径の設定（既存の海岸の砂と同等または大きい粒径）
- 適切な頻度による縦断測量モニタリングおよび解析の実施

##### b. 浜崖形成に関する課題

- 関係機関連携によるモニタリング体制の強化
- 海岸域での植栽に関する適切な管理

##### c. 海岸上の植栽に関する課題

- 海岸植栽に関する適切な配置および構成
- 樹種の適切な選定（可能な限り在来種の選定）

#### 5.1.2 土地利用管理面における改善案

##### a. 既存海岸施設に関する課題

- 直立護岸の形状から透過式傾斜護岸（植栽）等への改修
- 既存施設の効果の検証結果に基づく、突堤の撤去または改修

##### b. 沿岸域における浚渫に関する課題

- 継続かつ定期的なモニタリングの実施
- 借地者からのモニタリングデータ提出の義務付けと適切な評価

##### c. 動的海岸域内（セットバックエリア）での既存施設/構造物に関する課題

- 既存施設の建設位置および建設時期の検証結果に基づく撤去または移設計画
- 堆積域での境界位置の管理。借地境界は契約更新時などに沖側に移設しないことを借地契約書に明記

##### d. 動的海岸域（セットバックエリア）での施設/構造物の新設に関する課題

- 動的海岸域内での不適切な施設建設を管理するために MHL および郡政府による管理組織の設立
- 動的海岸域内での不適切な施設・構造物に関する定期的なモニタリング

#### 5.1.3 海岸利用面における改善案

##### a. 海岸清掃に関する課題

- リーフレットなどを用いた借地者への海岸清掃に対する意識の高揚
- 地方行政による定期的な視察・指導

- 新たな海岸清掃体制の確立と適切な海岸清掃の実施義務に関する借地契約書への明記
- b. 公共海浜公園内への車両進入に関する課題**
- モーリシャス全国での段階的な駐車場の整備
  - 標識や案内板の設置、低木や花木の配置による海岸域と駐車スペースの境界の明確化
- c. 排水施設の不足**
- 沿岸域背後の道路改修時における排水施設の計画策定
  - 駐車場と道路または公共スペースの間への浸透式排水の設置
- d. 海岸砂草の植栽除去に関する課題**
- リーフレットなどを用いた海岸砂草の重要性に関する情報の借地者への提供と保全に関する意識の高揚
  - 海岸砂草の保護や保全の責任に関する借地契約への明記

#### 5.1.4 海岸管理面に関する組織・管理体制の改善案

海岸維持管理面、土地利用面、海岸利用面における様々な課題を解決するため、組織・管理体制の改善策は、関係機関との協議結果に基づき設定された。しかし、今後各課題に対する責任の所在や協力体制については、関係機関（MOESDDDBM、MHL、MoLG、Beach Authority、Forestry service、MOF および MOI）で十分に協議した上で、適宜レビューしていく必要がある。

### 5.2 総合的土砂管理の観点からの海岸維持管理計画の提案

#### 5.2.1 対象海岸の海岸維持管理に関する基本方針

- 対象海岸に対する海岸維持管理として、長期的な土砂収支で増加傾向にある 9 箇所の海岸については、堆積域にある砂を侵食域に投入し、定期的な維持管理により海岸全体の均衡を図ることを方針とする。
- 短期的に侵食傾向に転じている海岸（Le Morne および Bras d'Eau）については、基本的に同海岸でのサンドバイパスやサンドリサイクルを基本とするが、将来的に土砂収支で減少傾向が見られる場合は、外部から砂を調達して海岸を維持することも考慮に入れる。
- 長期かつ短期的に土砂収支で減少傾向にある Mon Choisy および Pte. aux Cannoniers の 2 海岸については、海岸を良好な状態に維持するために、継続的な砂の投入が必要となる。養浜に必要な砂は、当海岸以外の外部からの調達となる。
- なお、長期的に最も堆積している Ile aux Cerfs は、2 つの島の間の水路を維持するために、過去に浚渫を行っており、その砂の処分に苦慮していることから、この余剰分の砂を他の侵食海岸への再利用も視野に入れることを提言する。

#### 5.2.2 海岸域内の海岸維持管理に対する改善計画

**a. ケースー1：堆積域（公共エリア）、侵食域（借地エリア）**

- 侵食エリアにおいて管理方法、費用負担、施工業者の選定などを協議できる協議会または組合を発足する必要がある。

- 官と民との協議調整が必要であることから、官民連携の維持管理体制を構築することが必要である。
- 民による自主的な海岸維持管理を後押しするために、当該エリアの借地者に対して借地料の減免または政府からの補助制度を適用することも考慮に入れる。

#### **b. ケースー2：堆積域（借地エリア）、侵食域（公共エリア）**

- 借地契約に基づく、官民境界の位置を現地での官民両者での現地立会いによる確認
- 将来の維持管理を円滑に行うために、官民境界線上に境界杭を設置する。
- 堆積域の住民グループと関係機関（MOESDDBMなど）との間で官民連携が図れる協議会を設立する。
- 協議会で維持管理の施工方法、施工期間に関する情報交換、施工後のモニタリング結果に関する情報共有する。
- 定期的なミーティングを行い、継続的かつ円滑な維持管理をおこなう。

#### **c. ケースー3：堆積域（借地エリア）、侵食域（借地エリア）**

- 維持管理を円滑に進めるために、関係機関（MOESDDBMなど）より、借地者に対して維持養浜後のモニタリングデータを定期的に提供し、維持管理の効果について理解を深めることが重要である。
- 借地契約に基づく、官民境界の位置を現地での官民両者での現地立会いによる確認する。
- 将来の維持管理を円滑に行うために、官民境界線上に境界杭を設置する。
- 侵食エリアにおいて管理方法、費用負担、施工業者の選定などを協議できる協議会または組合を発足する必要がある。
- 堆積エリアでの砂採取や運搬などの工事、採取後の汀線の変化などの情報を堆積エリアの借地者に提供するために、彼らにはオブザーバーとして協議会に参加してもらうこととする。
- 民による自主的な海岸維持管理を後押しするために、当該エリアの借地者に対して借地料の減免または政府からの補助制度を適用することも考慮に入れる。

### **5.2.3 ラグーン内外からの砂の調達の可能性と今後の課題**

ラグーン内外からの砂の調達に関する今後の課題と必要な対策としては、以下の点を挙げる。

- 採取する砂の質および量を把握するため、可能性のある採取候補地において十分かつ詳細な調査/分析の実施が必要
- 砂採取候補地における周辺海岸への影響と環境影響評価の実施
- 砂採取に関する周辺住民への技術的側面からの理解と同意
- 砂採取禁止の規制に対して、特例での適用に関する手続き
- 土砂採取から砂の投入に至る費用負担や実施体制の構築
- 砂採取に関する監視と砂採取中およびその後の継続的な環境モニタリングの実施

# Chapter 6

---

リーフ環境保全計画  
*Reef Environment Conservation  
Plan*

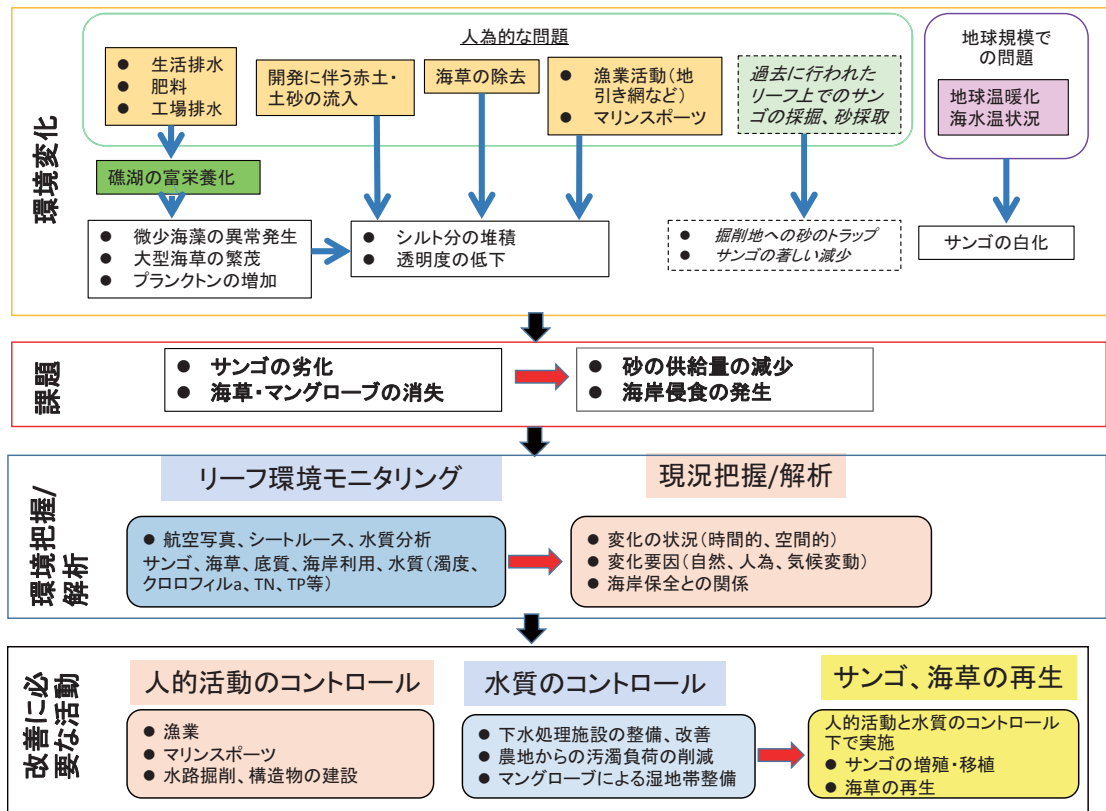
## 6 リーフ環境保全計画

### 6.1 背景

「モ」国における海岸保全対策に対する基本的考え方は、リーフ、ラグーン、海浜を一体として捉え、Baird(2003)年の提言を受けて、そのシステムの保全と再生を目標としていることである。本調査においてもこの基本的考え方に沿って、リーフ環境の保全計画を策定する。

本調査で行った航空写真および衛星画像を用いた海岸状況の解析結果から、リーフ環境を構成するサンゴ、海草、水質等が海岸保全に大きく関連していることが明らかになった。すなわち、前礁及び背礁のサンゴ群集は海浜砂の供給源であると共に高波浪を大きく低減する機能を有している。また、ラグーン内のサンゴ群集は主に波浪の減衰、沿岸流の変化をもたらし、結果的にサンゴ群集は海浜の堆積、侵食に影響を与えている。一方、ラグーン内の海草は、海浜近くで波浪の減衰と底質の保持に寄与しており、その消失は侵食につながる。サンゴおよび海草の消長には水質が関係し、富栄養化によりサンゴ被度の低下をもたらしている。

Albion水産研究所(AFRC)によって行われたモニタリング調査の結果において、サンゴ被度の長期下落傾向を示している。被度が20%以下となっている。これは、将来海浜砂の供給と波浪減衰効果の低下により海岸災害を引き起こす可能性がある。これらの状況から、海岸災害防止にはリーフ環境の保全は欠くことのできない要素であり、この観点からリーフ環境保全計画を検討した。海岸災害防止の視点に関連するリーフ環境保全の主要な課題と対策を図 6.1に示す。



出典： JICA 調査団

図 6.1 海岸保全に関連するリーフ環境の課題と対策

「モ」国リーフ環境保全に関連する要素とその関係については、その実態が十分に明確になっていない。また、課題も指摘はされているが、詳細な調査結果による明確な事実に基づいていないことである。従って、今後問題点を明確にするためのモニタリング調査が必要不可欠となる。これらの調査結果を基に、サンゴや海草の劣化と海岸侵食の関係を検討し、劣化の原因を解析して、対策に結び付ける計画を策定した。

## 6.2 リーフ環境の現状

### 6.2.1 サンゴ

1998年当時には50%あった平均被度も10数年の間に、前礁、背礁、岸礁いずれにおいても減少傾向で、2010年には25%を下回った。この値は環境省の評価基準では“不良”に相当する。また、2012年6月から2013年2月にかけて行われた、本プロジェクトの基礎調査でも平均被度は27.2%で、“やや不良”と“不良”の境界線である30%を下回った。これらの結果からも推察されるように、「モ」国のサンゴ礁は、図 6.1に示したように、様々な原因により長期下落傾向にあることは明白である。

2012年6月から2013年2月にかけて行われたスポットチェック法による結果とグラスボートによる目視観測の結果により、13対象海岸での18年間のサンゴと藻場の分布域の増減を見た。サンゴの分布域は、Pte. d'Esny、Bel Ombreの2つの礁湖を除いて、いずれも減少傾向にあることがわかる。一方、海草藻場についてみると、多くの海岸において増加傾向にある。Pte. aux Sablesは1994年のAFRCの調査図で、中央の岸よりにあった藻場が1996年には消失している。またAlbionでは北側のHaloduleよりなる藻場は範囲を広げているが、南側のAFRC前の藻場は消失している。

### 6.2.2 水質

本調査で行った水質調査結果より、サンゴの生息としては適さないレベル（サンゴ被度10%以下）あるいはやや適さないレベル（サンゴ被度10-20%）にある海岸としては、河川の影響が強く、海岸付近の塩分が低いGrand SableやBras D'Eauを除くと、以下に示すような人口が密集している海岸やHotel/Villaが密集している海岸である。

#### 1. Baie du Tombeau、2. Mon Choisy、3. Pte. aux Cannoniers、12. Pte. aux Sables

これらの海岸においてクロロフィルaが高くなる要因としては、下水道に接続されていない民家、Villa、Hotel等の排水が大きく影響しているものと考えられる。一方、背後地が人口密集地でなく、広大なサトウキビ畑を有するQ. Cocos Vge, T. d'Eau DouceやIle Cerfsは、水質は比較的良好であることから、サトウキビ畑からの肥料や赤土流出がこれら海岸のサンゴに直接的に影響を及ぼしていることは少ないと考えられる。

Belle Mare/Palmarは、サンゴ被度が50~60%と高い状態にあるが、最近藻類が増えていることが報告されている。本調査で求めたサンゴ被度とクロロフィルa濃度との相関関係から判断すると、Belle Mareは平均0.35ug/Lであり、サンゴの生息としてはやや良好なレベル（サンゴ被度として20-50%に相当するレベル）にあると考えられる。一方、Palmarは平均0.72ug/Lであり、サンゴの生息としてはあまり適さないレベル（サンゴ被度として10-20%に相当するレベル）である。今後、Palmarにおいて、クロロフィルaがこのような高い状態が続けば、サンゴ被度は急激に低下することが推察される。Palmarにおいてクロロフィルaが高くなる原因としては、海岸背後のHotel Villaからの排水や畑地からの肥料流出が地下を通してラグーンへ流入していることが考えられる。



### 6.2.3 海岸保全とリーフ環境

沿岸生態系は3つの要素、すなわちサンゴ礁、海草、マングローブ林からなっていることは明らかであるが、これらは海浜の侵食と堆積と密接に結びついている。特に、サンゴ礁は海浜砂の供給源のみならず、海浜の安定に寄与している。それ故、海岸線の変動を解析には海浜過程をモニターするのみならず、生態系についても注意する必要がある。

## 6.3 リーフ環境の課題

### 6.3.1 基礎資料

#### a. 時系列変化

「モ」国では、モーリシャス全体としてのインベントリー情報（時系列情報を含む）はほとんど整備されていない。今後、定期的にヘリコプターによる航空写真撮影による遠隔（面的）調査とシートルースによる現地調査を実施し、各種のインベントリーについて時系列的に整備する必要がある。

#### b. 水質指標

サンゴの生息状況（サンゴ被度）と水質の関係において強い相関が見出されている項目は、クロロフィルa、濁度、窒素（NO<sub>3</sub>-N）、リン（PO<sub>4</sub>-P）である。特に、クロロフィルaおよび濁度は、測定方法が比較的簡単であり、沿岸水のモニタリングに早急に取り入れるべきである。また、水質悪化（富栄養化）に伴うサンゴの衰退は、「モ」国の水質ガイドライン値（サンゴ礁保全のための類型A1）に比べ、より低い濃度レベルで生じている。よって、水質からラグーンにおけるサンゴの生息環境を適切に評価するには、クロロフィルaおよび濁度についても水質モニタリング項目に追加するとともに栄養塩類（NO<sub>3</sub>、PO<sub>4</sub>）については分析精度の改善を図る必要がある。

#### c. 因果関係

サンゴの劣化は、富栄養化等の人間活動に起因するもの、サイクロン・洪水等の自然特性によるもの、および白化現象のような気候変動によるものがあるが、それぞれの影響について定量的に把握することは、今のところ出来ていない。これらの把握には、ラグーンにおける水質やサンゴ等の生態系に関するスポット的なモニタリングとともに、航空写真や衛星画像を用いた面的なモニタリングから構成される総合的なモニタリング体制の構築が必要である。

#### d. 対応組織

水質管理の連携体制は、各省庁の関係機関の間では概ね構築されているので、各機関が実施する水質モニタリングの共通パラメータが増えると、陸域からの汚濁負荷の影響について、共通認識が深まり、連携体制が強化されることが期待できる。しかし、地元住民、ホテルに対する情報収集や情報提供は十分でないため、今後の課題である。

#### e. 対策実施

ICZMには、現在 "Sub Committee on Coral Reef" が組織されており、the Ministry responsible for Fisheries (Fisheries Division), Ministry responsible for the Environment (Department of Environment), MOI (Mauritius Oceanography Institute), Univ. of Mauritius の他、National Coast Gard, Beach Authority, Wastewater Management Authority, Tourism Authority, NPOs, Indian Ocean Commission (IOC) などからの代表者により構成されている。この会議は定期で開催されている。この組織は関係諸機関の情報交換の場として機能していると共に、問題に対応するための、対策実施の機関となっている。

サンゴの移植はAFRCとMOIにより、2011年から行われており、パイロットプロジェクトとしては十分成果を上げたと考えられる。しかし、「モ」国のサンゴ礁の劣化の現状を考慮すると、サンゴ礁再生のためには移植が更に加速される必要がある。これらの対策を円滑にするためにMOESDDBMがイニシアチブを取り、対策実施機関を組織し、参加組織間の連携を図ることが重要である。

## 6.4 リーフ環境保全計画

### 6.4.1 基本方針

上述したように、サンゴ自身は海浜のサンゴ砂の供給源としてだけでなく、礁湖内のサンゴ群集の存・不存はまた海浜の堆積や侵食にも重要な役割を果たしている。また、海草藻場やマングローブの存在も海浜の安定化に寄与していることが示唆された。一方で、生きたサンゴは長期下落傾向にあり、緊急に保全・再生を行うことが求められる。また、海草藻場、マングローブについても人為的除去の脅威にさらされている。

「砂の供給量の減少」「海岸の侵食」という課題への対応策として、サンゴ礁及び海草藻場の保全・再生を挙げ、リーフ環境保全計画を策定した。

その骨子として、

1. 現況把握のためのモニタリングとその解析
2. サンゴ・海草藻場保全及び水質環境保全のための人的活動の制御
3. サンゴ礁再生へ向けてのサンゴの移植／増殖及び海草藻場増殖を掲げる。

### 6.4.2 モニタリング計画

#### a. 生態系モニタリング計画（サンゴ、海草、マングローブ）

モニタリングは、サンゴ礁内のサンゴ、海草、砂の分布状況をヘリコプターやドローンによる航空写真による撮影、衛星写真の活用と、グラスボートなどによるシートルースを定期的、少なくとも1年間隔で実施する。その結果をリモートセンシング技術により解析し、リーフ内のサンゴ等の分布状況に関する基礎資料を蓄積する。この成果を活用し、現象の把握、時系列的变化、問題の抽出、解決策の検討と実施、結果の評価を行う。また、その成果を広く公表することにより、関係者に認識を高め、対策に結び付ける。これと同時に、サンゴ、海草、海藻、マングローブ、底質、海岸域開発、海岸植生に関する資料の集積を図る。

#### b. 水質モニタリング計画

今後実施する水質モニタリングは、以下に示すように基本的に年4回（雨季2回、乾季2回）とし、本調査と同様にラグーン全体にわたって実施するものとする。

表 6.1 リーフ環境モニタリングにおける水質モニタリングの概要

Item	Method
Sampling depth	Surface: 0.5m below surface,
Water quality parameter	Field measurement: Water Temperature, Salinity, Chlorophyll-a, Turbidity, Transparency, DO, pH Laboratory: NH <sub>4</sub> -N, NO <sub>2</sub> -N, NO <sub>3</sub> -N, T-N, PO <sub>4</sub> -P, T-N, COD, Chlorophyll-a

Location	Near the coast, on the patch reef and around the reef edge (same as the coral monitoring sites)
Frequency	4 times a year (rainy season: 2 times, Dry season: 2 times)

出典：JICA 調査団

### 6.4.3 人的活動制御計画

#### a. サンゴ礁での人為的活動の規制

漁業及び観光に関連した活動がサンゴ礁で行われており、具体的な規制がそれぞれ Ministry of Fisheries and the Ministry of Tourism/Tourism Authority で実施されている。その効果をモニタリングにより評価し、規制項目や方法の改善を図る。

#### b. 水質規制とその改善

表 6.2には、サンゴ礁保全のためのガイドライン値について、本調査の水質調査で得た結果と併せて他の報告値を示す。これらの結果を比較すると、本調査で得たガイドライン値は、概ね他の報告値と同程度となっている。本調査で得たサンゴ礁の保全のためのガイドライン値（案）については、今後より精度の高い水質モニタリングを行い、これを精査する必要がある。また、サンゴを保全すべき水域と他の利用用途を重視する水域を明確にすることも必要であろう。

表 6.2 サンゴ礁保全の水質ガイドライン(案)の報告値

Water Quality Parameters	Unit	Location of Coral Reefs				
		Mauritius		Okinawa	Caribbean	Great Barrier
		Existing guideline	This study*	(1)*	(2)#	(3)@
Chlorophyll-a	ug/L		<0.2	-	<0.1-0.5	<0.45
Turbidity	NTU		<0.5	<0.11	-	-
Transparency	m		-	>14	-	>10
T-N (mg/L)	mg/L		-	<0.08	-	-
T-P (mg/L)	mg/L		-	<0.01	-	-
NO <sub>3</sub> -N+NO <sub>2</sub> -N+NH <sub>4</sub> -N	mg/L	<0.2	<0.012	<0.01	<0.014	-
PO <sub>4</sub> -P	mg/L	<0.04	<0.007	<0.006	<0.006-0.009	-

\*: サンゴ被度を50%維持するのに必要な水質をガイドライン値としている

#: サンゴと藻類の競合が始まる水質（富栄養化の閾値）をガイドライン値としている

@: サンゴの種類数が急激に減少し始める水質値をガイドライン値としている

(1): Kinjyo et al. (2011): 礁池内の栄養塩および濁りの現状とこれらがサンゴの生息状況に及ぼす影響. 日本サンゴ礁学会第14回大会講演要旨集.

(2): Mutti and Hallock(2003): Carbonate systems along nutrient and temperature gradients; some sedimentological and geochemical constraints. Int. J. Earth Sci. 92, 465-475

(3) Glenn De'ath and Katharina Fabricius (2008): Water Quality of the Great Barrier reef : Distributions, Effects on Reef Biota and Trigger Values for the Protection of Ecosystem Health, Research Publication No.89, Great Barrier Reef Marine Park Authority

#### 6.4.4 水質改善計画

##### a. 富栄養化対策（窒素及びリンの削減対策）

陸域における窒素およびリンの削減対策は、下水道整備プロジェクトのように多大な時間を要するため、水域の水質に対して10年以内という早急な改善は見込めない。そのため、水質改善計画は、早急に取り組むべきもの（短期的対策）と中長期的に取り組むべきもの（中長期的対策）に分かれる。短期的取り組み（短期対策）としては、パラメータ（クロロフィルa、濁度、T-N、T-P）の追加とより精度の高い分析技術を用いて水質モニタリングを強化し、これに基づき水質悪化の地域および水質悪化を引き起こす要因を特定することである。一方、中長期的な対策としては、家庭系の汚濁負荷を主体とした、下水道整備のさらなる推進である。

##### b. 赤土流入対策

「モ」国の赤土流入の実態は、よく分かっていない。まずは、赤土が問題となっている地域を同定するためのモニタリング（ラグーンにおける濁度や赤土の堆積状況のモニタリング）を実施する必要がある。赤土流入対策は、陸域での発生源を軽減するには、富栄養化対策と同様に多大な時間を要するため、10年以内という早急な改善は見込めない。一方で、ホテルの前の海では海草が定期的に除去されているが、海草藻場は微粒子の安定化に寄与しているため、今後は除去をしないよう指導することが望ましい。

#### 6.4.5 サンゴ、海草、マングローブの移植計画

##### a. サンゴの移植

移植に関しては、単純で機敏な方法が最も適しており、そのため無性生殖を用いた方法を提言する。即ち、生きたサンゴ片を、水中ボンドを用いて直接サンゴ礁に植える方法である。すなわち、幼生のサンゴ移植方法は、日本の環境省により採用されている無性生殖による移植法である。

海水温の上昇によるサンゴの再生を進めるために、今より広い規模でサンゴの移植を「モ」国で行うことが求められる。水質が良好で、保護区であることを考慮すると、Le Morneのラグーンで始めることが出来よう。また、それに引き続きFlic en Flacでも移植を計画できよう。

##### b. 海草の移植

海草は種子植物であり、「モ」国には6種類が知られている。再生には株の移植と種子を利用した方法があるが、今後は再生に向けた基礎的な研究を行うことが必要である。

#### 6.5 組織的対応

ICZMには、現在「Sub Committee on Coral Reef」が組織されている。この組織に、定期的に行われるモニタリングの解析結果等を検討し、サンゴ礁に問題が生じた場合に対応策を策定する等、Scientific Committeeのような機能を持たせることを提案したい。また、ICZMがイニシアチブをとり、直接関係する諸機関の役割分担を行い、具体的な対策を実施する。

## 6.6 まとめ

航空写真、衛星写真の時系列的解析から、礁湖内のサンゴ群集、海草藻場、マングローブ林の存在が海浜の侵食や堆積に深く関与していることが示唆された。「モ」国サンゴ礁においては2000年以降、サンゴ礁の劣化が進み、その総合評価が“良好”から“不良”へと下落している。その原因として、礁湖内の富栄養化、土砂の流入、礁湖内での漁業及びマリンスポーツ等の人為的な原因の他に、オニヒトデ等の生物的要因、地球温暖化に伴う海水温の上昇の結果起こるサンゴの白化現象等が挙げられる（図 6.1）。

これらの問題に対応するため、リーフ環境保全計画では、航空写真、衛星写真、シートランス、水質分析等リーフ環境のモニタリングを通して、現況把握／解析を図る。礁湖内の水質の制御、特に海草藻場やサンゴ群集内での人間活動の制御（セーリング、プレジャーボート等）、また、サンゴ、海草及びマングローブの植林等の具体的な対策を通して、サンゴ礁、海草藻場及びマングローブの再生を実現し、ひいては海浜の安定化に向けた行動計画について提言を行った。

# Chapter 7

---

*能力向上・IEC計画および  
海岸管理制度・体制計画*

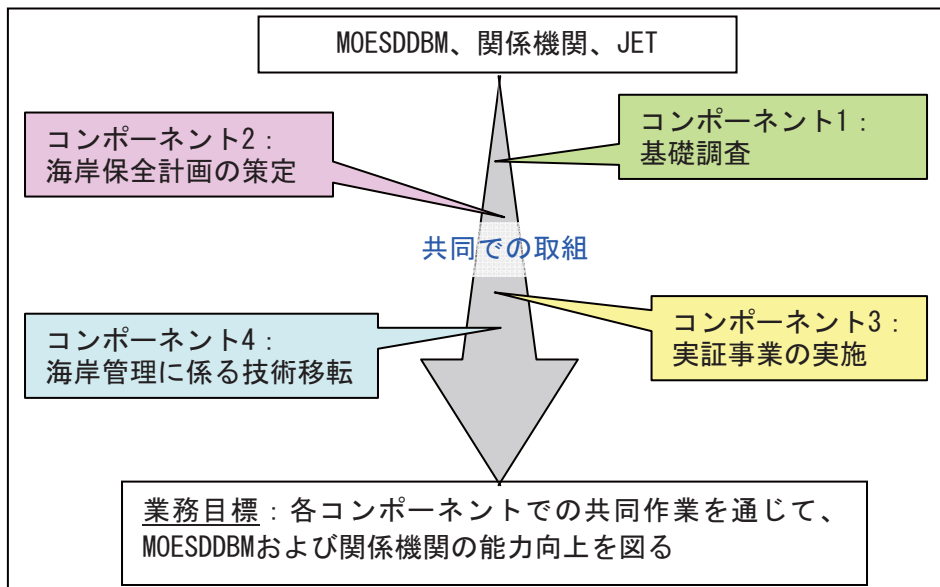
*Capacity Development,  
Information, Education and  
Communication (IEC) Plan and  
Coastal Management System*

## 7 能力向上・IEC 計画および海岸管理制度・体制計画

### 7.1 能力向上計画の策定

本業務の目的は、各コンポーネントに対して C/P である MOESDDBM(主として ICZM 課)および関係機関と共同で取りんでいくことで、関連分野における能力向上(キャパシティデベロップメント)を図る事にある。本業務の概念図を図 7.1に示す。

一般に能力向上には基礎知識の習得、知識を生かした実務の実践、実務経験の蓄積による能力の醸成といった長期的なプロセスが必要となる。これを踏まえて、本業務における能力向上計画の概要を図 7.2に示す。なお、能力向上全体計画における本業務の位置づけは、「短期的目標の達成」となり、主として基本的な知識・能力の習得が目標となる。



出典：JICA 調査団

図 7.1 業務目標と各コンポーネントの位置づけ

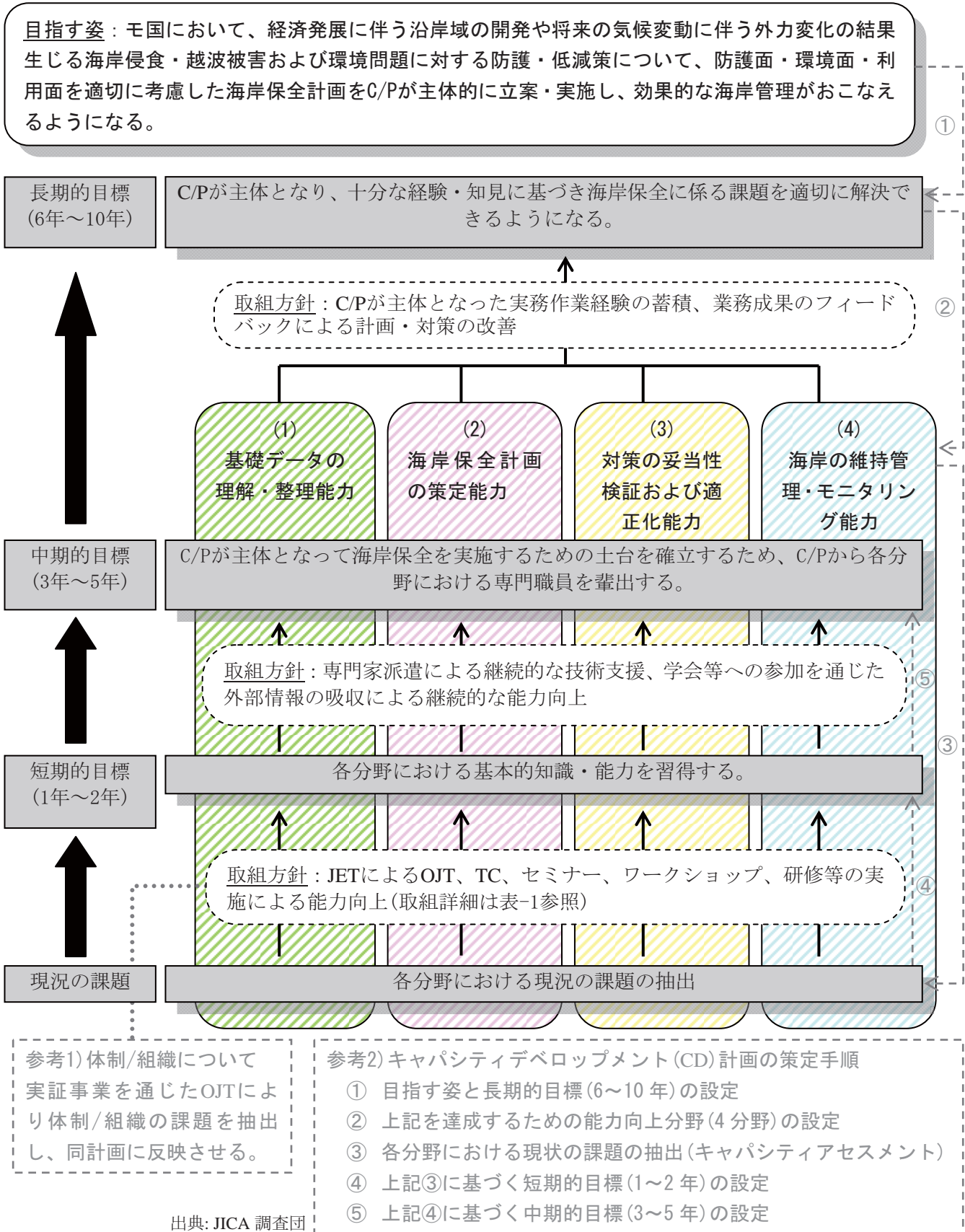


図 7.2 能力向上全体計画の概要



## 7.2 情報・教育・コミュニケーション(IEC)計画

本業務で策定した IEC 計画について下表に示す。本業務における具体的な IEC 活動の実施例を参考とし、円滑な海岸保全事業の実施およびその業務成果の PR による事業の波及効果を図る事を目的に、今後 MOESDDBM が主体的に IEC 活動を実施していくことが望まれる。

表 7.1 本業務における IEC 活動計画の概要

	Information	Education	Communication	Public Relations (広報)
IEC 活動の定義	<ul style="list-style-type: none"> <li>海岸災害および海岸保全に関する一般的な情報の提供。</li> <li>IEC活動の第1段階の位置づけ。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>海岸災害および海岸保全に関する(個人にとっての)新たな知識の獲得や意識向上。</li> <li>対話式により対象者のもつ知識(経験)の獲得・蓄積も図る。</li> <li>IEC活動の第2段階の位置づけ。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>提案する海岸保全対策に係る合意形成。</li> <li>Communicationを通して合意形成(Consensus building)を図る事を目的とする。</li> <li>IEC活動の第3段階の位置づけ。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>左記の活動のプロセス・成果について地域・国レベルでの広域的な周知・PRをおこない本活動の波及効果を図る。</li> <li>IEC活動の第4段階の位置づけ。</li> </ul>
対象	<ul style="list-style-type: none"> <li>海岸被害(侵食、高波)の発生している地域住民</li> <li>全国10地区程度(海岸保全計画の策定海岸を想定)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>海岸被害(侵食、高波)の発生している地域住民</li> <li>全国2地区程度(物理・非物理対策地区を想定)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>モ国国民、観光客等</li> <li>関連機関(UNDP、IOC等)</li> </ul>
活動方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>地元住民などの海岸利用者(個別)に対する対話式のヒアリング・アンケート調査等</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>利害関係者を参集し会議を実施(ステークホルダーミーティングの開催)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>TV、インターネット、ラジオ、新聞等のマスメディアを活用した広報活動</li> </ul>
活動詳細	2.7章：住民の意識		8.3.5章：住民合意形成	8.3.9章：住民参加型の海岸維持管理とIEC活動
実施機関	MOESDDBM、JETおよび関連機関 (効率的な技術移転を図るため、JETが指導をおこない、MOESDDBMが主体として実施)			MOESDDBM、JETおよび関連機関等

出典：JICA 調査団

### 7.3 海岸管理制度・体制計画

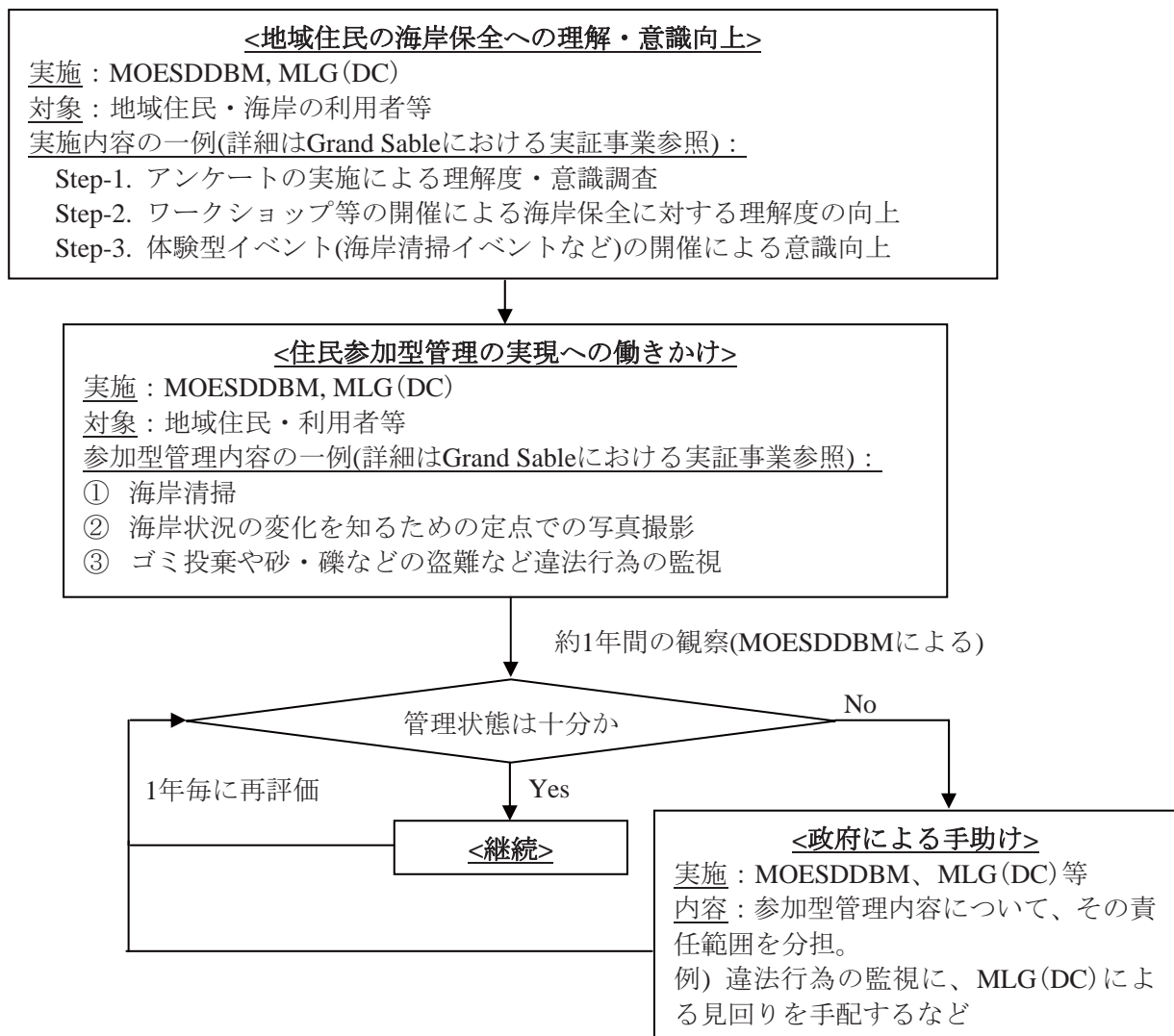
本業務で実施してきた能力向上に係る活動成果をベースとして、今後の海岸管理・体制計画に係る以下の項目について提案をおこなった。ここではその一事例として、「5) 地域住民参加型の海岸管理を実現するための実施体制」に係る提案を示す。

#### <提案する海岸維持管理およびモニタリングに係る制度・体制計画>

- 1) 海岸環境データベースの管理体制
- 2) 海岸変形モニタリングの実施体制
- 3) 波浪・流況モニタリングの実施体制
- 4) リーフ環境保全計画を策定するための実施体制
- 5) 地域住民参加型の海岸管理を実現するための実施体制
- 6) 海浜整形による海岸維持管理体制
- 7) 海岸域のリースエリアの契約・利用に係る制度の改正案
- 8) 砂の再利用に係る体制

### 7.3.1 住民参加型の海岸管理を実現するための実施体制

モ国の海岸エリアは Public Beach、Leased Area、Vested Area および Uncommitted Area の 4 種類に大別される(詳細は第 2 章参照)。このうち Public Beach においては政府機関である Beach Authority が管理を行っているが、Leased Area および Vested Area については個々の借主の自主性に任せた状態、Uncommitted Area については実質的な管理が行われていない状況にある。限られた政府人員でこれらの海岸についても管理を行っていく事は現実的に難しい。そのため、将来的には地域住民主体の海岸管理を推し進めていくことが望まれる。本業務では、物理的対策を実施した Grand Sable(Uncommitted Area に該当)において、住民参加型の海岸管理を実践した(詳細は第 8 章参照)。このようなプロセスを参考に、他海岸においても、極力住民主導型で海岸管理を行えるような体制作りを実施していくことが重要である。



出典：JICA 調査団

図 7.3 住民参加型の海岸管理を実現するための実施体制

# Chapter 8

---

*実証事業の実施*

*Implementation of  
Demonstration Project*

## 8 実証事業の実施

### 8.1 概要

図 8.1 に実証事業実施の全体の流れを示す。

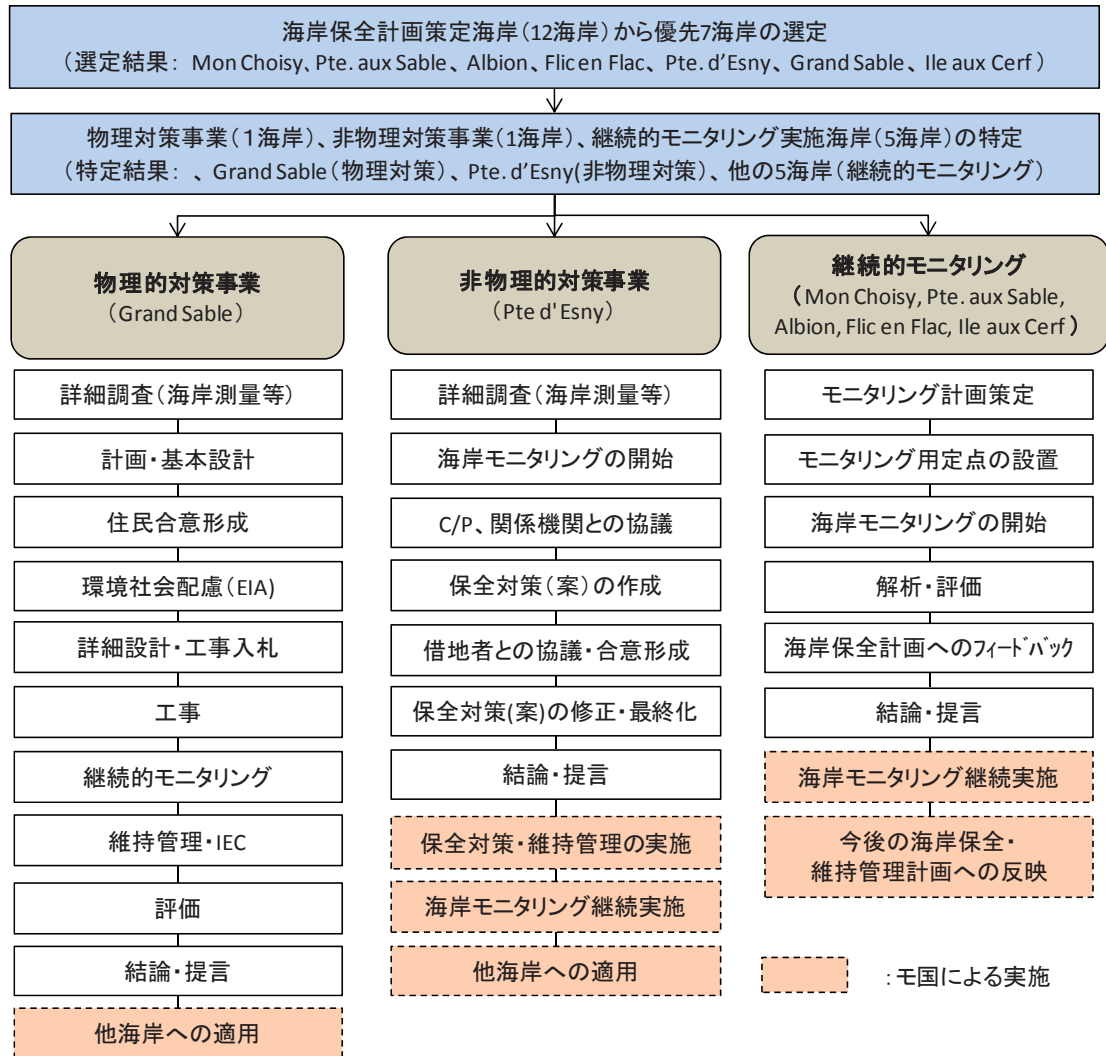


図 8.1 実証事業実施の全体の流れ

### 8.2 実証事業を通じた技術移転・能力向上

7 海岸で実施される実証事業は、C/P や海岸保全に関わる関係機関の海岸保全計画策定能力および維持管理能力を高めるための技術移転・能力向上を図ることが目的である。海岸保全計画に必要な実務上の技術移転・能力向上を、単にセミナーやワークショップ等の単発的なイベントのみで達成することはできない。よってこれらの実証事業を C/P やモ国関係者と一緒に行っていく継続的な OJT により、真の技術移転・能力向上を図るものである。

## 8.3 物理的対策事業

### 8.3.1 候補地選定

低標高エリアにおける高波・越波対策は、海岸侵食問題とあわせてモ国における2つの大きな海岸問題の1つである。Grand Sableはこの海岸問題に直面している海岸であり、物理的対策事業として選定された。

### 8.3.2 工法選定に対する基本方針

高波・越波対策を目的とした海岸防護対策工法として、フレキシブル護岸（礫浜）を採用した。

### 8.3.3 設計条件

現地調査および数値検討結果より得られた設計条件を表 8.1 に示す。

表 8.1 設計条件

設計諸元	設計条件	摘要
30年確率潮位 (a)	MSL+0.67m (CD+1.04m)	30年間の潮位データを用いた極値解析より (2章2.2.3より)
波による水位上昇量(b)	0.55m	30年確率波高に対する推定量
長期水位上昇量 (c)	0.12m	0.39mm/year×30年
設計潮位	MSL+1.34m (CD+1.71m)	= (a) + (b) + (c)
設計波高( $H_{1/3}$ ) <sub>30年</sub>	0.4m	30年確率波高
設計周期 ( $T_{1/3}$ ) <sub>30年</sub>	8.0 s	
地形		2013年8月測量結果

出典：JICA 調査団

### 8.3.4 平面配置および断面形

用いた養浜材を表 8.2、図 8.2 示す。また提案する平面配置および断面形を図 8.3 に示す。

表 8.2 礫浜の代表諸元および養浜材仕様

項目	説明
後浜幅	道路端から10m以上を確保
後浜高	MSL+2.0m
初期前浜勾配	1:5 (礫断面部), 1:8 (砂断面部)
用いた養浜材料	砕石および砕砂 (採石場より調達)
粒径	10~30mm (礫), 2~4mm (砂)

出典：JICA調査団

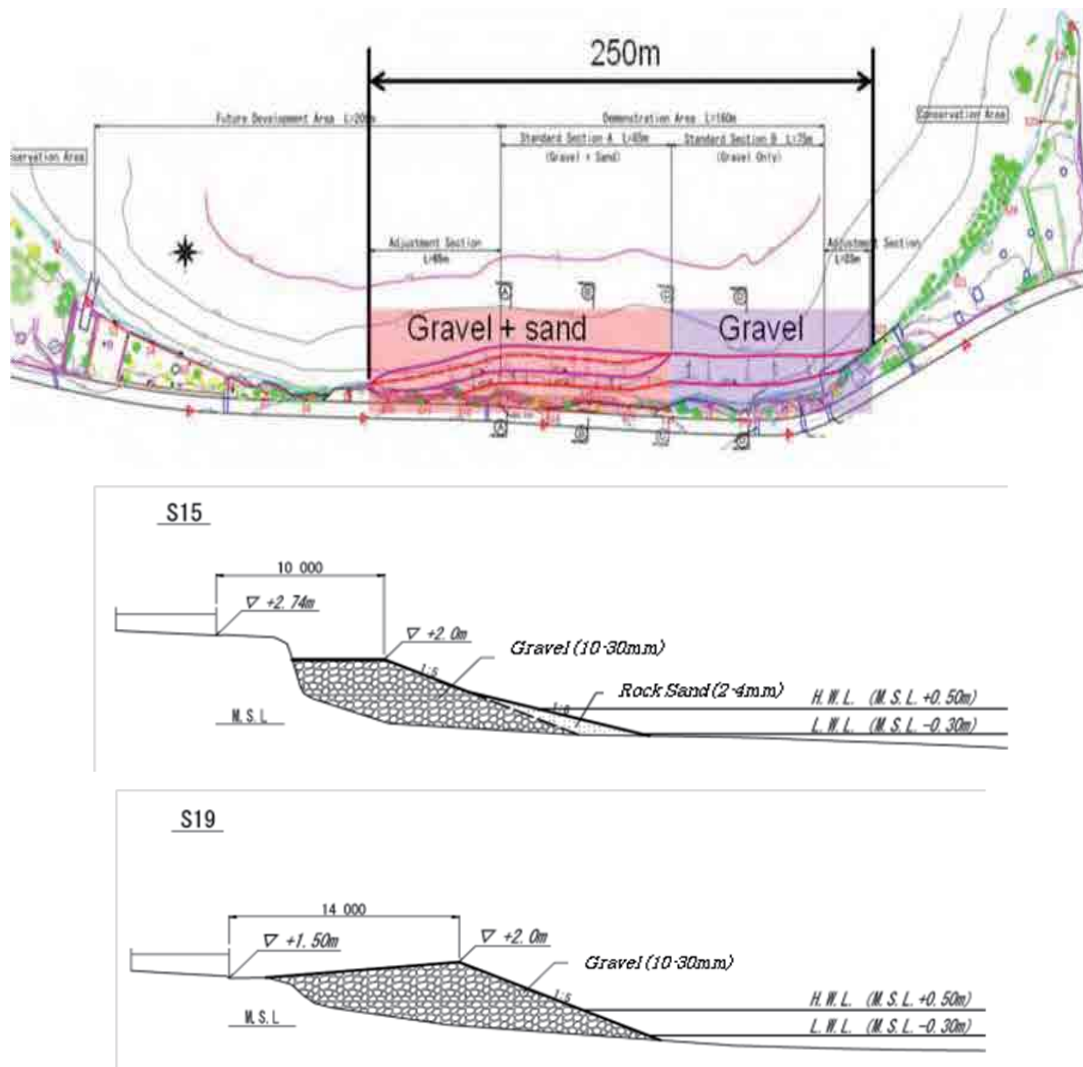


礫 (10~30mm)

砂 (2~4mm)

出典：JICA調査団

図 8.2 用いた養浜材(礫および砂)



出典：JICA調査団

図 8.3 平面配置および代表断面形

### 8.3.5 工事前後の比較

工事前後の海岸の状況の比較を以下に示す。



出典：JICA 調査団

図 8.4 工事後の海岸の様子(工事前との比較) (工事前:2013年9月、工事後2014年3月)

### 8.3.6 工事後の海岸モニタリング結果

「モ」国における礫浜の妥当性および適用性を調べるために、工事完了から継続的なモニタリングを実施した。海岸測量、入射波浪観測、定点写真撮影、水質調査、海岸利用状況調査、底質採取等を、調査団と MOESDDBM と共同で、3ヶ月に1回の間隔で実施した。得られた結果を下記に示す。

- 工事完了後の2014年1月、2月にサイクロンの接近による高波が生じたが、形成された海浜断面は安定形状が維持されている。
- 住民による高い海岸利用や水質改善、自然の植生の形成等、望ましい海岸利用および海岸環境が形成されている。
- 住民や地域による自主海岸管理（自主海岸清掃）が本事業の取り組みを通じて根付いた。



撮影時期	S15 (海に向かって左側)	S15(海に向かって右側)
事業 実施前		
第1回モニタリング (2013/12, 施工直後)		
第7回モニタリング (2014/12)		

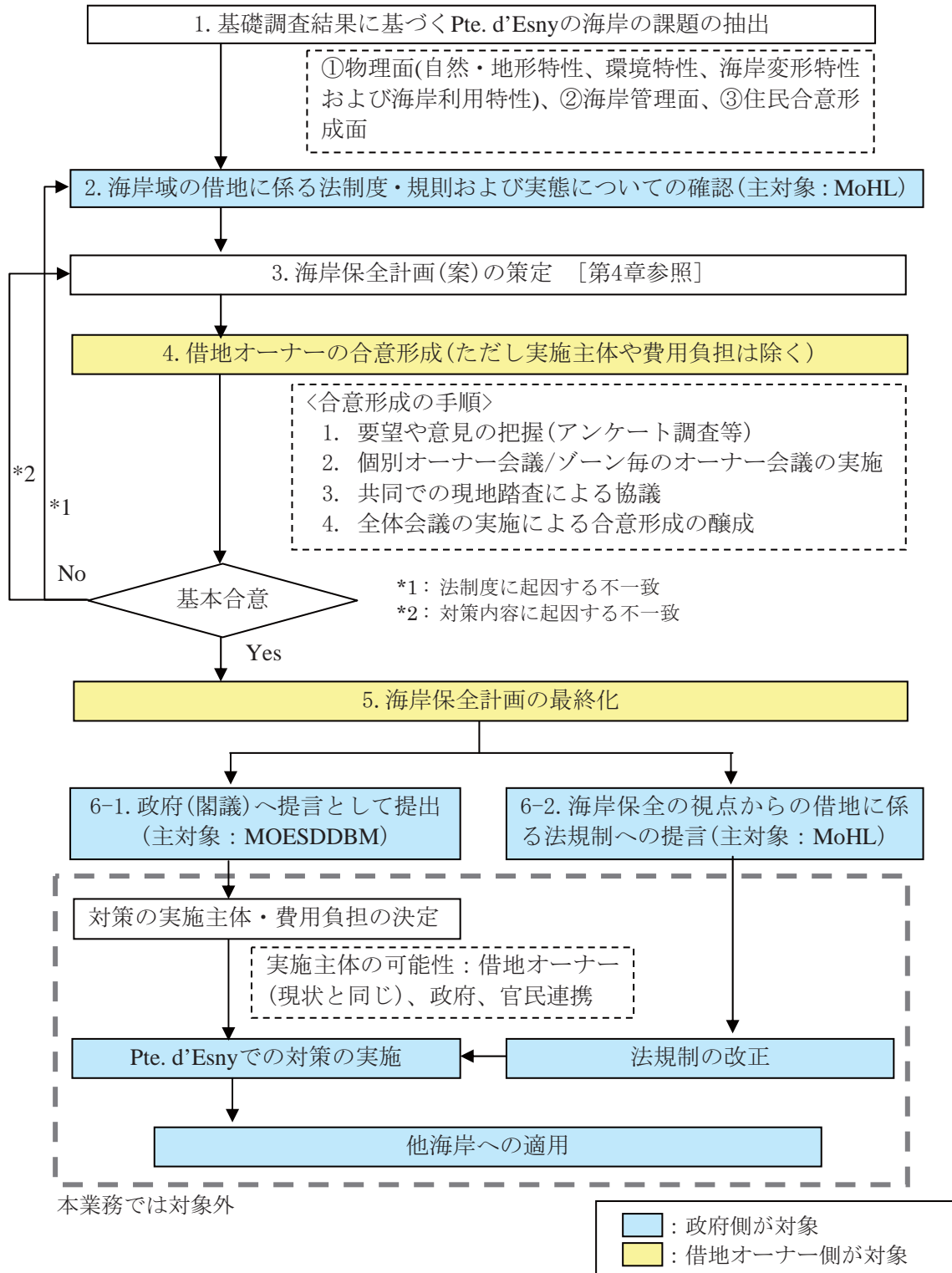
出典：JICA 調査団

図 8.5 代表側線における海岸の断面形状の変化の様子(S15 ライン、礫・砂混合断面)

## 8.4 非物理実証事業

### 8.4.1 検討手順

Pte. d'Esny における非物理対策事業の検討プロセスについて以下に示す。



出典: JICA 調査団

図 8.6 Pte. d'Esny における非物理対策事業の検討プロセス

### 8.4.2 住民意見を反映した海岸保全計画の策定

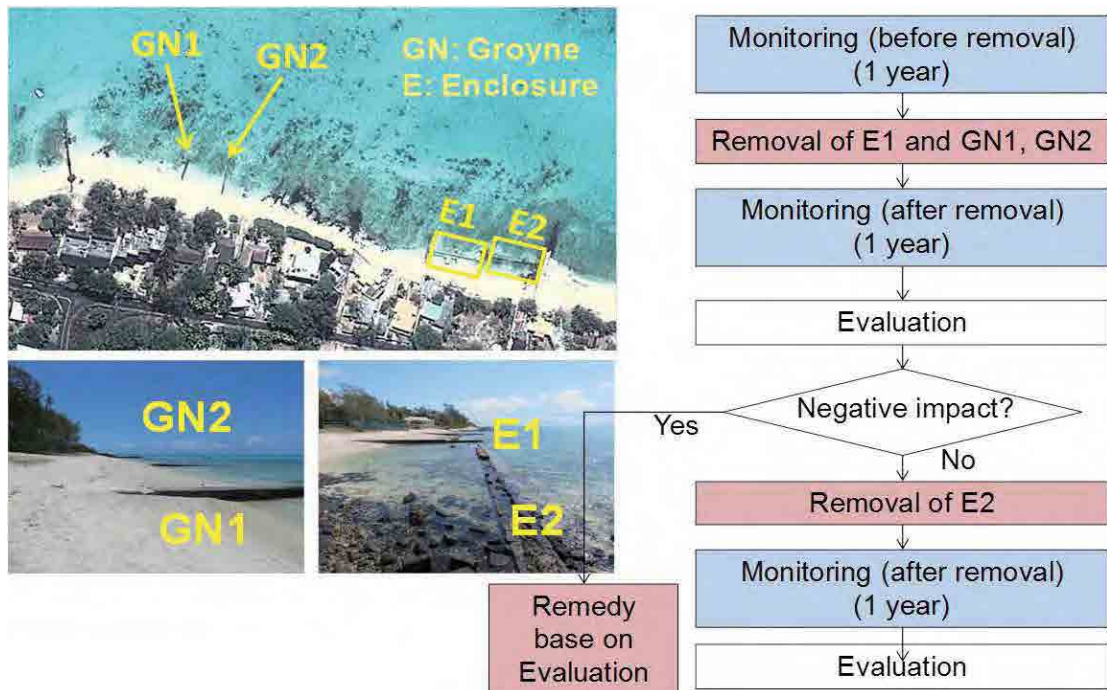
Pte. d’Esny の海岸域を既存の大型突堤(沿岸漂砂の連続性が途切れる箇所)によって3ゾーンに分割し、それぞれのゾーンについて地域住民と協議を図り保全計画の最終化をおこなった。以降にゾーン毎の最終計画を示す。



出典：Google Map を JICA 調査団で加工

図 8.7 計画策定にあたっての海岸域のゾーニング

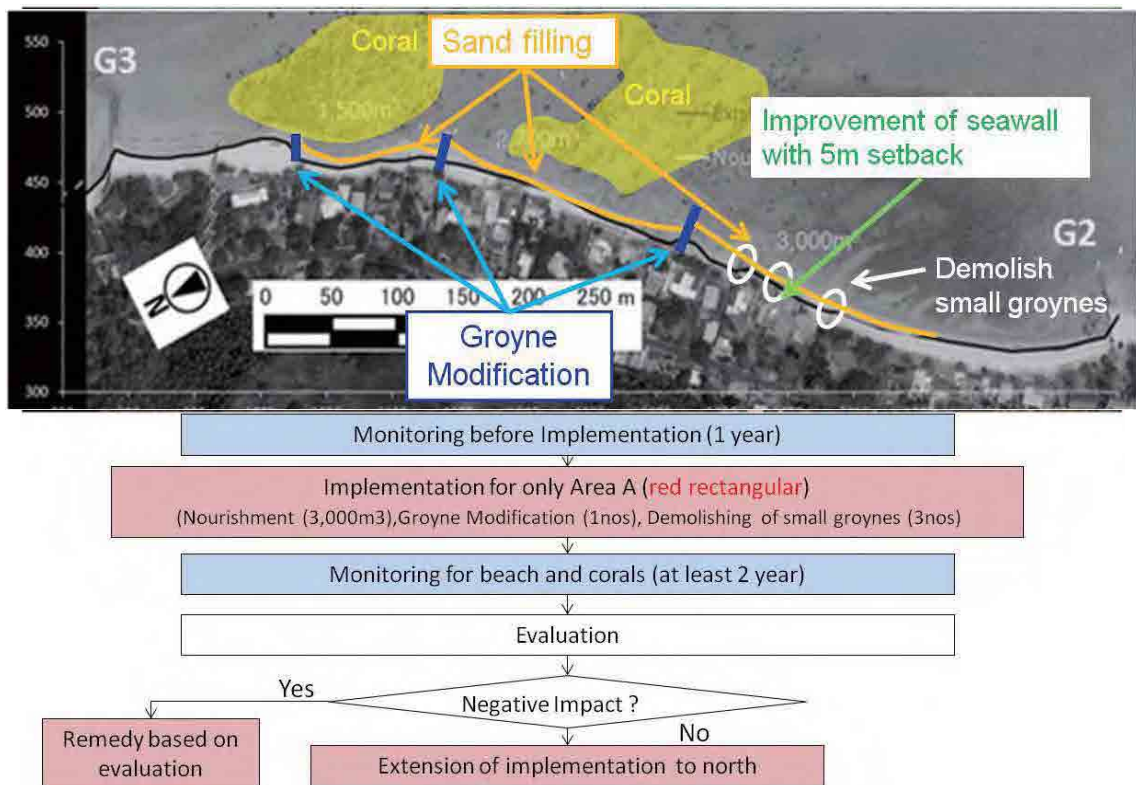
#### a. Zone1



出典：航空写真)Google Map を JICA 調査団で加工、その他)JICA 調査団

図 8.8 ゾーン 1 の最終保全計画

b. Zone2



出典： JICA 調査団

図 8.9 ゾーン 2 の最終保全計画

c. Zone3



出典： JICA 調査団

図 8.10 ゾーン 3 の最終保全計画

## 8.5 継続的モニタリング

継続的モニタリング実施海岸として、物理対策(Grand Sable)および非物理対策(Pte. d'Esny)海岸を含む、計7海岸が選定された。このうち、既述の Grand Sable および Pte. d'Esny を除く 6 海岸についてモニタリング項目・目的を表 8.3 に示す。

表 8.3 モニタリング項目およびその主な目的

No.	海岸名	検討の選別	モニタリング項目	モニタリングの主な目的
1	Mon Choisy	継続的 モニタリング海岸	海岸地形モニタリング リーフ環境モニタリング (但しMOF, MOIが実施)	・南側に位置する公共海浜公園部における今後の継続的な海岸保全対策を計画・実施していく上での判断材料となる基礎データを得る ・中長期的なリーフ環境改善計画を策定・実施していくためのサンゴ・水質変化の基礎データを得る
2	Pte. aux Sable	継続的 モニタリング海岸	・海岸地形モニタリング ・リーフ環境モニタリング (但しMOF, MOIが実施)	・新たに整備した公共海浜公園部周辺における汀線変化状況を調べ、構造物構築による周辺海浜に及ぼす影響の有無について検討する上での判断材料となる基礎データを得る ・中長期的なリーフ環境改善計画を策定・実施していくためのサンゴ・水質変化の基礎データを得る
3	Albion	継続的 モニタリング海岸	・海岸地形モニタリング ・リーフ環境モニタリング (但しMOF, MOIが実施)	・AFRC前面での汀線後退状況を把握するとともに、浜崖の形成、季節特性を調べる。 ・南側の淡水がフラッシュされる際の海浜およびリーフ環境への影響をモニターする
4	Flic en Flac	継続的 モニタリング海岸	海岸地形モニタリング	海岸中央部付近の公共海浜公園部の汀線後退・浜崖形成の季節変動および長期変化を把握するとともに、北側の堆積砂のサンドリサイクル計画等、砂浜維持管理計画の策定、実施のための判断材料を得る
5	Ile aux Cerf	継続的 モニタリング海岸	海岸地形モニタリング	モ国の観光上維持しなければいけないChannel部の堆積・閉塞状況および周辺海浜変化状況を把握し、開口部維持のための適切な維持管理計画を策定するための判断材料を得る

出典：JICA 調査団

## 8.6 実証事業によって得られた成果

本業務では、実証事業として、Grand Sable における物理対策事業、Pte. d'Esny における非物理対策事業およびこれら 2 海岸を含む全 7 海岸において継続的モニタリングをそれぞれ実施した。継続的モニタリングでは、海岸地形変化測量を全対象地区で、波高計・流速計設置による観測を Grand Sable および Pte. d'Esny で実施した。

本業務は能力向上を目的とした業務である。そのため、いずれの事業においてもその最終成果を得るためのプロセスに重点を置き、事業を実施した。実証事業によって得られた成果について、それぞれ実施プロセスにおける成果と最終成果および今後の課題に分けて事業別に以下に示す。

### 8.6.1 物理対策事業(Grand Sable)

#### a. 実施プロセスにおける成果

- ・ 越波・高波が問題となっている海岸について本地区を事例として、海岸保全事業実施に必要な一連の作業を共同で実施する事で、これらプロセスにおける政府関係者の知識・理解が向上し、経験として蓄積された。(プロセス：調査、計画、設計、住民合意形成、入札図書作成、環境影響評価、施工管理、モニタリング)
- ・ 礫浜の計画諸元(天端高、天端幅、法勾配、粒径)に係る技術的考え方について、政府関係者の理解が図られた。
- ・ 住民に対するIEC活動(合意形成会議、海岸清掃イベントなど)の実施により、海岸保全に対する住民の理解・参加意識の向上が図られた。
- ・ 住民参加による海岸維持管理体制が確立され、定期的に具体的な活動(海岸清掃)が実施されるようになった。
- ・ 上記を受け、政府側からも積極的に海岸維持管理に参画する意思が示され、公共海岸(Public Beach)に指定される事が決定した。

#### b. 最終成果

- ・ 事業実施後のモニタリング評価によって、防護機能における礫浜の海岸保全対策としての有効性が示された。また、住民による評価結果より利用・環境保全の観点からも礫浜の海岸保全対策としての有効性が示された。
- ・ 上記より、今後C/Pが実施していく海岸保全対策の一つとして礫浜の有効性が示された。

#### c. 今後の課題

- ・ 住民による自主的な海岸清掃の取り組みが根付きつつある。一方本海岸では、海側からの漂着ゴミも多く、これらを住民のみで対応するのは現実的には困難である。これより、住民による自主的管理を活かしつつ、政府側からの必要に応じた支援が、良好な海岸状況の維持には必要と考えられる。
- ・ 海岸変形モニタリングについて、測量結果の妥当性が十分に確認されていないケースがいくつか見受けられる。これについては引き続き指導すると共に、モニタリングガイドラインにおいて、評価の際注意すべき事項として明記する。
- ・ 本事業において、Grand Sableで実施した礫浜パイロット工事は、望ましい結果が得られた。しかしながら、だからといってこれがどこでも同じように適用できるとは限らない。本工法の今後の計画・設計に際しては、各対象海岸の特性を十分把握した上で、その適用性を判断することが重要である。

## 8.6.2 非物理対策事業(Pte. d' Esny)

### a. 実施プロセスにおける成果

- ・ リースエリアに位置し、構造物による沿岸漂砂の遮断が問題となっている海岸について、本地区を事例として海岸保全計画策定に必要な一連の作業を共同で実施することで、これらプロセスにおける政府関係者の知識・理解が向上し、経験として蓄積された。(プロセス：調査、計画、概略設計、住民合意形成)
- ・ 特に、C/Pがこれまで実施した事の無かった、利害関係者を一同に会した住民合意形成を共同で実施することで、合意形成に係るノウハウ・経験が蓄積された。
- ・ 住民協議を通して、これまでの個々の対策でなく海岸の連続性を考慮した全体での対策が必要である事について、住民の意識・理解の向上が図られた。また、Pte. d'Esnyにおける漂砂機構および構造物による沿岸漂砂の遮断状況について理解の向上が図られた。
- ・ 計画策定プロセスにおいて、海岸域のリースエリアの土地契約・利用における法制と実態の乖離が明確となり、これに対する政府関係者(特にMoHL)の理解・問題意識が向上した。また、住民側に対しても、土地契約・利用における法制上の規制に対する理解の向上が図られた。
- ・ 住民が持つ海岸域の変遷に係るローカルナレッジおよび利害関係者としての多様な意見を海岸保全計画に反映させることで、計画の有効性・実現性が向上された。

### b. 最終成果

- ・ 当該地区の海岸保全計画について、住民の意見を踏まえたうえでの最終計画案が策定された。
- ・ 計画案のうち、モニタリングを併用した養浜および突堤の改良については概ね合意を得た。
- ・ 今後、海岸保全対策を実施する上での留意点(制度の改正の必要性、土地利用管理体制の改善)が明確にされ、政府へ提言として示された(第7章参照)。

### c. 今後の課題

- ・ 計画案のうち、利用・景観の向上を目的とした既設構造物(突堤)の撤去については、住民から反対意見が出され合意には至っていない。これは、住民が海岸全体での保全の必要性を理解しつつも、最終的には個人資産あるいは個人所有の土地の防護を優先することに原因がある。本計画を実施に結び付けていくためには、この課題について住民と協議を続け、合意を得る、もしくは適切な折衷案を探し出す必要がある。
- ・ モ国において海岸問題が顕在化している多くの海岸は、当海岸のような借地エリアである。ここではこれまで基本的に各借地者の責任、費用負担での海岸対策が行われてきたが、これが全体的な漂砂バランスを崩している事例も多い。今後の借地エリアでの海岸管理体制についての再議論が必要である。

## 8.6.3 継続的モニタリング

### a. 実施プロセスにおける成果

- ・ 海岸地形のモニタリングにおいて、チェックすべき項目(勾配、高潮位・低潮位点、粒径、植生等)について実施関係者の理解が向上した。
- ・ 海岸地形変化測量の実施手順(定点の設置、定点における写真撮影、測量)の理解および機材(オートレベル、GPS等、スタッフ、ポール)の使用方法について実施関係者の理解が向上した。



- ・ 波高計・流速計の測定能力(測的可能項目・測定方法・期間)および測定結果の解析手法について政府関係者の理解が向上した。
- ・ 波高計・流速計のセットアップ～設置～撤去～データ回収を現地で共同で実施する事で、これら一連の作業について実施関係者の理解・実施能力が向上した。

#### **b. 最終成果**

- ・ 海岸地形変化測量について、LEUのスタッフを動員した実施体制をMOESDDBMが確立し、彼ら自身で測量を実施できるようになった。また測量成果について、それらをデータベース形式で整理・評価できるようになった。
- ・ 波高計・流速計について、MOESDDBMおよびMMS、MOIが自身で機器のセットアップから設置・回収およびデータの一次処理を実施できるようになった。
- ・ 以上のモニタリング結果を海岸保全計画へ反映させることで、海岸保全計画の有効性が向上された。

#### **c. 今後の課題**

- ・ 取得データの妥当性を判断する能力(ヒューマンエラーの有無を適切に判断できるか等)については向上の余地がある。これについては、本業務で策定したガイドラインを参考に、関係者自身が実務作業の中で経験を蓄積していくことが重要と考えられる。
- ・ 海岸モニタリングの最終目的は、モニタリング結果から海浜変化過程や漂砂特性を把握し、今後の計画・設計に活かしていくことである。その観点からすると、得られた結果の解釈や判断能力はまだ大きく不足している。これについてはOJT等による技術支援が引き続き必要であると考えられる。

# Chapter 9

---

技術移転

*Technical Transfer*

## 9 技術移転

### 9.1 技術移転の項目と方法

#### 9.1.1 目的と方針

海岸保全に関する技術的能力向上のために、実務上必要となる工学知識の習得を図ることを目的として、技術移転をおこなった。本プロジェクトの実施に際し、現地調査、モニタリング、データ解析、課題分析、計画策定、実証事業の実施等を通じた OJT を主体とし、関連するガイドラインを策定し、合わせてワークショップ、セミナー、本邦研修、技術交流を組わせて実施した。また、「モ」国で必要とする技術項目とレベルに適合したものとした。

#### 9.1.2 技術移転の項目

技術移転の項目とそれぞれの具体的な目的及び投入は表 9.1に示すとおりである。

表 9.1 技術移転項目の目的と投入

項目	目的	投入
1. 技術ガイドラインの策定	海岸保全事業を実施する際に必要となる技術的なガイドラインを策定し、適切な技術レベルの維持を図る。	<ul style="list-style-type: none"> <li>「モ」国で必要な海岸保全に関する技術項目及びレベルの調査</li> <li>ガイドラインの策定</li> <li>OJTによるガイドライン活用法の習得</li> </ul>
2. モニタリングガイドラインの策定	海浜変形、リーフ環境を調査するためのガイドラインを策定し、海岸保全に関する管理に役立たせる。	<ul style="list-style-type: none"> <li>自然の海浜変形特性、養浜後の変形等をモニタリングするためのガイドラインの策定</li> <li>サンゴ礁の健康度、サンゴ修復に関するモニタリングするためのガイドラインの策定</li> <li>OJTのよるガイドラインを使用したモニタリングの実施</li> </ul>
3. EIAガイドラインの策定	海岸域の開発による海岸侵食等の発生を防止し、適切な開発を行うためのガイドラインを策定する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>既存のEIAレポート及び海岸事業による影響の評価</li> <li>必要な評価項目の抽出とガイドライン策定</li> <li>EIAの事例評価による訓練</li> </ul>
4. ワークショップ、セミナー、本邦研修、技術交流の実施	プロジェクトの成果を広く、政府関係者、地方自治体、現地業者、一般住民、NGOに伝えることにより、海岸保全の重要性の認識を高めるとともに、各関係者の能力向上を図る。	<ul style="list-style-type: none"> <li>ワークショップの開催</li> <li>セミナーの開催</li> <li>本邦研修の実施</li> <li>「セ」国との技術交流の実施</li> </ul>

出典：JICA 調査団

### 9.1.3 技術移転の方法

#### a. 技術的能力の確認

技術移転では、C/P、C/P 機関、社会の 3 つの階層における現状を基に、求められる技術的能力を検討し、業務開始・途中・最終段階での能力評価 (CA) をおこなった。その結果を表 9.2に要約して示す。

表 9.2 必要な技術的能力とその評価

求められる技術的能力	業務開始時	最終段階
基礎調査データの理解・整理能力		
海浜地形、波浪、水質、サンゴ等のデータを集積し、活用する	MMS、MOI(波浪)、AFRC等(サンゴ、水質)が能力を有するが、他の項目についてMOESDDBM他は経験無し	MOESDDBMを含む関係機関が調査法と結果の評価法を理解、データを集積
海岸保全計画の策定能力		
海岸保全について、地域の特定、課題の抽出、計画案の策定を行い、評価する。	過去、コンサルタントが策定しており、経験無し	MOESDDBMを含む関係機関が計画策定過程と、利用、環境への配慮を理解
対策の妥当性検証、適正化能力		
事業の妥当性の評価、環境への配慮、関係者の合意形成を図る。	コンサルタント成果の検証が不十分、問題が発生	MOESDDBMが施設の設計法、EIA、保全計画の合意形成について理解
海岸の維持管理・モニタリング能力		
海岸の維持管理、違法行為への対応、住民への啓発、モニタリング成果を活用した管理を実施する。	モニタリングは実施しておらず、能力も不十分	モニタリング方法を理解し、主体的に実施、違法行為の課題解決開始

出典：JICA 調査団

#### b. 段階的な技術移転

本プロジェクトでは第 1~4 段階までの能力向上 (CD) の考え方に基づいて技術移転を進めた (表 9.3)。この CD は 1 つの対策の流れの中で行われるものであり、本件期間中にこの段階的な CD を繰り返して実施していくことにより、C/P の対応能力を効果的に向上させることとした。

表 9.3 CD における各発展段階

発 展 段 階
<input type="checkbox"/> 基本的な海岸保全域管理のための知識の習得
<input type="checkbox"/> 海岸管理の計画、管理技術の習得
<input type="checkbox"/> 実証事業を通じた計画策定、工事管理等の実践
<input type="checkbox"/> 自立的な調査・計画・管理の実施

出典：JICA 調査団

## 9.2 ガイドラインの作成

本業務では技術移転の最終段階として、以下の各種ガイドラインを関係者と共同の上で作成した。いずれのガイドラインにおいても、海岸管理者(MOESDDBM)が海岸管理業務において有用に活用できる内容とすることを目的としている。なお、ガイドラインはVolume 3 として取りまとめた。

- ① 海岸保全技術ガイドライン
- ② 海浜モニタリングガイドライン
- ③ リーフ環境保全ガイドライン
- ④ 海岸保全事業EIAガイドライン

## 9.3 まとめ

技術移転の成果を、基礎技術、海岸保全に関せする計画管理技術、ガイドライン、セミナー・研修等、実証事業の項目についてまとめると以下ようになる。

### 9.3.1 基礎技術の習得

海岸保全に関する基礎技術としては、海浜モニタリング、海岸線変化の把握、サンゴおよび水質モニタリング、波浪等の観測、海岸環境データベースの活用、養浜と海浜整形、保全施設の計画と設計がある。これらのうち海浜モニタリング、海岸線変化の把握、養浜と海浜整形、保全施設の計画と設計に関して MOESDDBM ではこれまで実施したことが無く、新たにその技術の導入を図った。サンゴおよび水質モニタリングは「モ」国で実施はされていたが、海岸保全の観点から必要と考えられるサンゴのスポット・チェック法、水質に関してはクロロフィルの測定法に関して技術を移転した。波浪観測に関しては、外洋での波浪観測は「モ」国で実施していたが、ラグーン内での水位、波浪、流れの観測は実施しておらず、その技術を移転した。海岸環境データベースは既に存在するが、海岸保全及び関連する海岸管理へは活用されていないことから、その手法を導入した。

海浜モニタリングは、その必要性が指摘されていたにも関わらず実施されていないことから、基礎調査の際に C/P と共同で実施することにより、その技術を移転した。これを受けて、ICZM は保全計画策定海岸と過去の事業実施海岸に関して、2013年11月から3か月間隔で定期的モニタリングを開始し、その技術を活用している。モニタリング資料は、長期的な海浜変形の把握に役立つものと考えられる。

サイクロンによる浜崖の発生に対しては海浜整形が有効であるが、実施されていなかった。調査団はこの手法を提案し、MOESDDBM ではLEU (Living Environment Unit) を組織し、その技能者に対し、調査団と共同で講習及び現地での実習をおこなった。その成果は2014年から海浜の維持工事として活用されている。

波浪、海浜流、潮位の観測に関しては、これまで「モ」国での経験がなかったことから、現地調査の際に MMS および MOI の担当者への技術移転を行い、またワークショップを開催した。これら関係機関は引き続き機器の譲渡を受けて、観測を継続する予定である。この成果は今後「モ」国周辺の波浪等の観測資料の集積に貢献すると考えられる。

### 9.3.2 海岸保全に関する計画、管理技術

海岸保全に関する計画策定、管理に関しては、「モ」国では限定的に実施されており、

海岸侵食対策の視点からは実施されていなかった。このため MOESDDBM をはじめとする関連政府機関、学術機関を対象として、海岸保全の計画策定と管理に関する技術移転を、主にテクニカル・コミッティ（TC）の際に実施した。

TC はプロジェクト開始の 2012 年 7 月から 2015 年 3 月までに合計 14 回開催し、プロジェクトの進行に合わせて、現況把握と課題の抽出、海岸保全計画の策定、実施事業の実施にとその結果の評価に関する議論を通して、関係者への技術移転を行い、その能力向上を図った。

個別海岸の具体的な海岸保全計画の策定に関しても、「モ」国では経験を有していなかった。このため、優先海岸の保全計画策定に関しては、関係組織によるワーキンググループを組織し、各海岸について 3 回に会合をもち、計画について議論した。また、計画を現地において確認した。これにより各海岸の具体的な問題に把握と対策の選択について、関係者への技術移転を行い、その能力向上が図られた。

海岸管理に関しては、海岸侵食対策の視点での管理はなされていない状況にあった。このため、各組織は海岸侵食を含む管理に関する知識と方法を習得したと考えられる。すなわち、MOESDDBM については、総合的な海岸域の管理、MoHL についてはセットバックの管理、BA については海浜公園の管理、MoOEMRFSO (Ministry of Ocean Economy, Marine Resources, Fisheries, Shipping and Outer Island) についてはサンゴ礁の管理である。

### 9.3.3 技術ガイドライン

「モ」国の特性に対応した海岸侵食対策を主体としたガイドラインは存在しないことから、基礎調査および保全計画の策定に関連した技術をガイドラインとして取りまとめた。これは、海岸保全事業を実施する際に必要となる自然及び設計条件、保全施設の計画、設計、施工および維持管理、海浜及びサンゴモニタリング、水質分析、サンゴの移植、EIA からなる。

ガイドラインは MOESDDBM 及び関係機関が海岸保全を実施するのに配慮すべき点を、「モ」国の特性を考慮して取りまとめている。今後、MOESDDBM が海岸保全の実施に活用するとともに、その改善を「モ」国の経験に基づいて行うことを提案する。

### 9.3.4 セミナー、研修等

「モ」国では海岸保全に関する知識及び関心が少ないことから、ワークショップを開催し、その普及を図った。海岸保全計画の策定に際して、関係機関および住民の参加により、その内容の検討及び現地での確認等を実施した。セミナーにおいてはプロジェクト開始時の全体説明と、終了時にプロジェクトの成果を説明した。また、技術交流として、類似のプロジェクトを実施しているセーシェル国でのセミナーに参加し、「モ」国の状況を報告するとともに、関係者との議論を行った。これらの成果は両国の技術的な能力向上に寄与すると考えられる。

「モ」国の技術者は、海岸侵食の問題やその対策に関する経験がほとんどない。このため、本邦研修を「モ」国の関係者 7 名の参加を得て、2013 年 12 月に実施した。参加者は日本の海岸保全の現況を講義及び現地見学により、茨城県、千葉県、神奈川県での具体的事例で把握した。また、「モ」国と類似のサンゴ礁海岸である沖縄県の海岸保全の事例と、環境と景観保持のための関係者の取り組みの事例を見学し、意見交換を行った。あわせて、参加者は「モ」国への適用性について検討を行った。新たな視点での知見を

得ており、今後の活用が期待される。

### 9.3.5 実証事業

「モ」国では自然の特性を生かした施設の検討がなされていないことから、実証事業として、「モ」国での活用の可能性のある礫によるフレキシブル護岸を提案し、その計画、設計、施工に際し、C/P への技術移転を行った。礫を用いた護岸は、ICZM が Riviere des Creoles 及び Bois Des Amourettes において実施し、その成果が活用されている。

合意形成に関しては、個別の構造物撤去が「モ」国で実施されてきたが、海岸全体としての保全計画については実施されていなかった。Pte. d'Esny において関係者及び住民との会議を持ち、海岸保全対策の計画策定を目指した。合意には至らなかったが、この経験は、今後の類似事例へ適用できると考えられる。

### 9.3.6 提言

能力向上は継続的な活動であり、本プロジェクトで検討した第 7 章で説明した能力向上・IEC 計画に従って実施することが求められる。特に、人材や予算が限られていることから、「モ」国の特性に適合した必要な能力を選定し、主体的に開発することを提案する。このプロジェクトがその契機になれば幸いである。

# Chapter 10

---

環境・気候変動・防災対策  
プログラム

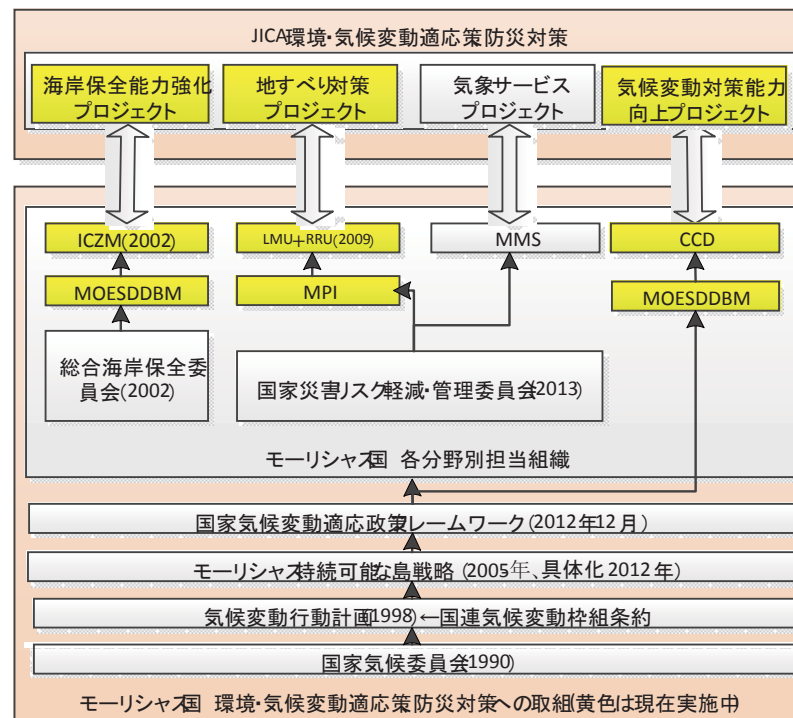
*Environment, Climate Change  
Adaptation and Disaster  
Management*



## 10 環境・気候変動・防災対策プログラム

### 10.1 概要

本海岸保全能力向上プロジェクトは上述の世界的潮流を背景として独立行政法人国際協力機構（JICA: Japan International Cooperation Agency）の環境・気候変動対策・防災プログラムの一環という位置付けを基本として実施された。そのためプロジェクト実施上、気候変動対策や環境、防災対策としてどのような位置付けがなされているかという視点を意識しながら進めることによって、「モ」国での JICA 環境・気候変動対策、防災コンポーネント間の相乗効果の発現を目指すものでなければならない。また「モ」国で実施中の他の開発パートナーによる各種プロジェクトとの協調、情報共有、調整を行いつつ「モ」国の政策面、行政面のキャパシティに見合った効率的な技術移転がなされることが重要であると認識している。図 10.1 に JICA プログラムとコンポーネントに対する「モ」の対応を示した。本プロジェクトの他、気象サービスプロジェクトとして気象レーダーの無償資金協力プロジェクト及びその有効活用にかかる技術移転プロジェクト、2014年には当初AAPの後継案件とされた気候変動対策にかかるセクターワイドアプローチは、モーリシャス国気候変動対策能力向上プロジェクトとして、気候変動課への3分野（ガイドラインの作成、脆弱性評価、教育啓蒙活動）を通じて能力向上プロジェクトが開始された。



出典：JICA 調査団

図 10.1 JICA 環境・気候変動対策・防災プログラムのコンポーネントと対応する「モ」国機関

### 10.2 プロジェクトと関連組織

気候変動対策に関係のあるすべての関連プロジェクトは海岸保全分野の C/P である環境・持続開発・災害・海浜管理省（MOESDDBM: Ministry of Environment and Sustainable Development, Disaster, Beach Management）内の ICZM 課が統括している。また、気候変動

室 (CCD: Climate Change Division) が統括、調整している。その他、海岸管理プロジェクト (AFP、UNDP) も MOESDDBM 内にプロジェクトマネージャーを置いて作業を開始した。ただし、IOC に関しては MOESDDBM との関係を重視しつつも 5 つの島嶼国をとりまとめる方向で作業を進めているため、若干スタンスが異なっており、独自性が強い。

当初このように多岐にわたる「モ」国内機関、並びに類似のスコープを持つ開発パートナー間と JICA 専門家チームとの調整に多くの労力が費やされることを念頭に置き、関係するコンポーネントを実施する組織を調整する総括と副総括を中心とした「気候変動・防災統括専門家グループ」として「モ」国内外の動向、情報共有に対応していくとともに、本プロジェクトに反映させることとした (Attachment II clause 3, MM of ICR, 30/May/2010)

## 10.2.1 国際開発機関の動向

### a. インド洋委員会 (IOC)

主にフランス開発庁 (AFD: Agence Française de Développement) がファンドを支出し、インド洋の島嶼国フランス領レユニオン、セイシェル、モーリシャス、マダガスカル及びコモロ 5 カ国を対象として 2011 年- 2016 年の間「自然リスク・災害の防止及び管理 (Risques Naturels de la COI)」を実施している。全体で 16 コンポーネントがあり、当初は IOC のプログラムの中にあつたチトラクト地すべりモニタリング、対応策については JICA プロジェクトで扱うことで合意している。2012 年以降実施内容を以下にまとめる。

PRJ	実施項目、暦年	2012	2013	2014	2015	2016
南西インド洋地域自然リスク軽減プロジェクト IOC	1. 基本戦略構築					
	1.1 自然リスク・災害防止及び管理にかかる基本政策設定					
	1.2 国内調整組織構築の支援					
	1.3 緊急時における活動指針の構築					
	2. 現地作業					
	2.1 トレーニング/キャパシティビルディング					
	2.2 チトラクト地すべりのリスク軽減		JICA実施			
	2.3 災害後の復旧					
	2.4 データ収集ならびにモデル化					
	2.5 RIVAMP (UNEP) 手法の応用 (マダガスカル内の1つの流域)					
	2.6 危機管理に対する一般的なコンセプトの開発					
	2.7 一般市民と若年層に対する啓蒙活動					
	3. 組織					
	3.1 プロジェクトプロモーター: COIリスクユニットの設立、ステアリングコミティー					
	3.2 プロジェクトプロモーターの補助					
	3.3 交換基盤の促進と設立					
4. ファイナンス/機材						
4.1 保障戦略決定に向けた域内リスク確率的分析						
4.2 緊急時備蓄品とその保管庫の再建設						
4.3 遠隔通信システムの供与						

出典: IOC プログラムを基に JICA 調査団が編集

図 10.2 IOC 実施プロジェクトのコンポーネント

このコンポーネントの中で JICA が実施するプロジェクトである、チトラクト地すべりのリスク軽減以外にも、以下のコンポーネントが類似もしくは重複している。

- 2.1 トレーニング/キャパシティビルディング
- 2.3 災害後の復旧
- 2.6 危機管理に対する一般的なコンセプトの開発
- 2.7 一般市民と若年層に対する啓蒙活動

これらの重複等については情報を共有しつつ、実施に向けての共通化のための調整を

進めたが、2012年6月22日にIOCステークホルダー・ミーティングが開催され、プロジェクトの現況報告の後、今後の方向性について協議がなされた。尚、このミーティングの翌日にはChitrakoot地すべりサイトへの現地視察が実施され、JICA専門家チーム(JET: JICA Expert Team)が現況と調査方針などの説明を行った(6月23日)。その後2012年12月8日に第二回のSCがセイシェルにおいて実施された。2013年以降当プロジェクトのIOCとの連携状況は以前に比べて活発には行われなくなった<sup>1</sup>(ステアリングコミッティーなどの参加が主体)。主な理由はIOC内部での他のプロジェクト(ISLAND)とのリソース配分や2プロジェクトの合体などの問題が発生したことや、2013年後半RN-COIの予算配分が減少したことなどによる。

2014年10月、RN-COIのファイナル・ワークショップが開催された。この中で成果として、自然災害にかかる各国のニーズと要望、ミッションの記載、解析レベル及び自然災害にかかる一般的な管理と低減にかかるフレームワークを掲げている。

## b. 海岸地域気候変動適応プログラム

本プロジェクト開始前に実施が決まっていたが、実際にTORが発効され、現地側の枠組みが決定したのは2012年8月に開催されたInception Workshopである。本案件は以下に示すとおり5つのコンポーネントに分かれている。

PRJ	実施項目、暦年	2012	2013	2014	2015	2016
Climate Change Adaptation Programme in the Coastal Zone of Mauritius UNDP	1. 関連する開発と自然資源にかかる適応能力向上					
	1.1 海岸防護対策設計のための詳細技術アセス					
	1.2 海岸防護対策設計					
	1.3 気候変動に対して脆弱資産(人工、自然、社会)の強化					
	1.4 その他の脆弱資産に対する介入方法案の策定					
	1.5 モニタリングプログラム策定					
	1.6 モニタリングプログラム					
	2. 国家レベルでの気候変動関連災害・脅威の発現減少化					
	2.1 海洋監視システムの現況アセス、緊急警報システムの要求性能					
	2.2 緊急警報システム					
	3. 気候変動に伴う社会経済・自然環境のロスに関連するリスク減少のための組織キャパシティ強化					
	3.1 CCA訓練ハンドブックとトレーニングモジュールの開発					
	3.2 海岸工学短期コースのデザインと実施(2回実施)					
	3.3 海岸環境適応対策コースのデザインと実施(年間1回、4年間)					
	4. 復元計画の強化とプロモーションにかかる政策・規則の改善					
	4.1 海岸地域環境適応の国家戦略開発					
	4.2 海岸地域に最適な組織適応対策と最適な演習にかかる助言					
	4.3 気候変動情報センターの構築、キャパシティ開発					
	4.4 新たな経済指標の導入と助言					
	5. 効果的な教訓の取り込みと周知					
	5.1 最良の海岸適応策のハンドブックとWbsiteの構築					
	5.2 教訓に対する地域単位での共有					
	5.3 海岸過程設計の小型モデル構築とサイトへの適応					
	5.4 パブリックアウェアネスキャンペーン(メディアを通じた手法の共有と方法策定)					
	5.5 海岸復元サイトの優先順位付けと将来の投資順序ガイドの構築					

出典：UNDP資料を基にJICA調査団が編集

図 10.3 AFD プログラム実施内容とスケジュール

このうち、一番大きなコンポーネントは1.2で、Mon Choisy、Riviere des Galetsの2海岸で海岸侵食に対する設計・施工およびQuatre Soeursでの避難所の建設が行われる見通しで5,755,650USDを投入する計画である。また、高波に備えた避難所建設(Quatre Soeurs)を計画中である。当該プロジェクトはJICAの海岸保全・再生ともっとも重複の多いプロジェクトであり、各コンポーネントについての実施内容を十分情報共有、調整する必要があるものである。

本プロジェクト実施主体はUNDPで主担当は、「モ」国代表Mr. Simon SpringettコーディネーターはMs. Marion Fortune、作業部隊(Project Manager、Coordinator)はMOESDBM内に事務局を置いて活動している。PMはDr. Nuvin Khedah氏、調整業務は

<sup>1</sup> ここで言う「活発な交流」とはプロジェクトベースでのものであり、JICA(JICAマダガスカル事務所)とIOCの開発パートナーとしての活動とは別として記載している。

ICZM 課の Ms Henna Ramdour である。基本的にこのプロジェクトは MOESDDBM 内で実施されていること、コーディネーターが同じ ICZM 課であることから、緊密な関係を構築している。すなわち、JCG は SC のメンバーになっていることから、活動内容についての情報はすべて海岸保全プロジェクトと共有されているとともに、実施内容に関して JET 海岸保全チームとの意見交換が行われている。また Quatre Soeurs での避難所建設にあたっては地すべりチームからの情報提供を行っている。また、JET チームの技術移転セミナーにおいては PM の参加を得て情報の相互交換をおこなっている。

### c. アフリカ気候変動適応支援プログラム(AAP)

AAP は 20 カ国のアフリカ諸国を対象とした様々な気候変動適応対策をコンポーネントとして実施するものであり、2009 年 12 月に開始し 2012 年 12 月に完了した。海岸分野と最も関係のあるコンポーネントとしては、災害リスク低減プログラム (Development of a DRR Strategic Framework and Action Plan, DEC 2012, Studio Galli Ingegneria S.p.A. in association with Centro Euro-Mediterraneo per I Cambiamenti Climatici S.c.a.r.l and Desai & Associates Ltd) があげられる。

また、気候変動適応対策に関係のある Preliminary なコンサルタントサービスとして、以下のものがあげられる。

- Consultancy Services for Review & Drafting of Climate Resilient Policies and Legislation
- Consultancy Services for Mainstreaming Climate Change Adaptation in the Devt. Process of Tourism, Fisheries and Agricultural Sectors and also for Rodrigues
- Climate Change Adaptation Planning and Design of Buildings in Mauritius

AAP の成果は NCCAPF としてとりまとめられた。その後、CCIC の設立、MID のフレームワークそして AAP プロジェクトを総括した NCCAPF でのアクションプランの実現と、CCD の役割が増す一方で、具体的な業務の範囲や実施内容にかかるデマケーションについての議論が多くなりつつある。NCCAPF では AAP の DRR を中心に据え 5 つのカテゴリーの中、合計 39 のプロジェクトが計画されている。そのうち Cross Sectorial のプログラムは高いプライオリティが付けられており、実施期間はいずれも 2013 年～2015 年の間に実施することとなっている。主要なものは以下のとおりである。

- ① Preserve healthy natural environment 自然環境の健全な保護 (45,000,000MUR)
- ② Coastal Management Plans for Inundation 高波に対する海岸管理 (45,000,000MUR)
- ③ Sound Spatial data Infrastructure 空間情報インフラ整備(270,000,000MUR)
- ④ Flood Management Plans 洪水管理計画 (937,000,000MUR)

このうち比較的予算も小さな②が実施対象となっている。2014 年 11 月の段階で上記のプロジェクトのうち実施されているものは①のみであり、他のプロジェクトは実施途上ではあるが、未だに予算が正式に認められていない。Cross Sectorial でない 35 のプロジェクトについてもまだ手をつけているものは無く、NCCAPF が一定の成果をあげるまでの道のりは長いと言わざるを得ない。

### 10.3 JICA 環境・気候変動対策・防災にかかるまとめ

本プロジェクトのうち、海岸保全に係わる主要成果として以下の点があげられる。

1. 気候変動適応策・防災対策のうち、気候変動の影響によってサイクロンや降雨パターンの変動や、海面上昇による海岸地域での越波などが懸念されている。海岸の侵食状況を解析したところ、過去には海浜は堆積の傾向を示していたが、近年は減少の兆しを示し、長期的変化とともに変動が大きい。その原因としたサイクロンやリーフ環境の悪化が想定される。
2. JICAのパッケージにより、海岸保全計画が立案された。基本的には現在の状態を保持しつつ、侵食箇所は養浜などによって海岸を管理することが望ましく、大規模な構造物建設は、現在の景観や海岸利用を損なう可能性があることが指摘された。
3. サンゴ砂の供給源であり、消波機能を有するサンゴの状態を調査した結果、近年劣化の傾向を示し、原因として海水温の上昇や富栄養化が想定される。影響は直ちに出来るわけではないが、現在から対策を始める必要がある。サンゴ礁内のサンゴ、海草、水質、海浜形状の変化等の基礎的情報が不足していることから、定期的にモニタリングを行い、状況を把握し、結果を解析することを行動計画に含めた。これと合わせ、サンゴ礁の回復を図るために、サンゴおよび海草の移植に関して、過去の経験を基に広域に展開することを提案した。
4. MOESDDBMに対してモ国の海岸管理手法を具体的に提案し、かつ選定された海岸において対策の具体的計画を策定し、将来の効果的な海岸管理への提言を行った。特に、気候変動への適応策として、海岸域のリスクを低減するセットバックが重要であることから、現在のセットバック量を評価し、セットバック内施設の管理、新たな崖海岸でのセットバック量を提案した。
5. 気候変動による海面上昇や高波浪の来襲に対応するため、礫を用いたフレキシブル護岸を提案した。これは、既存の護岸よりも嵩上げ等が容易で、変化に対応できる特性を有する。実証事業でその効果を確認し、環境および海浜利用についても効果があることを明らかにした。

最終的に、海岸分野での関与は実施フローとして、図 10.4のとおりとりまとめることが出来る。

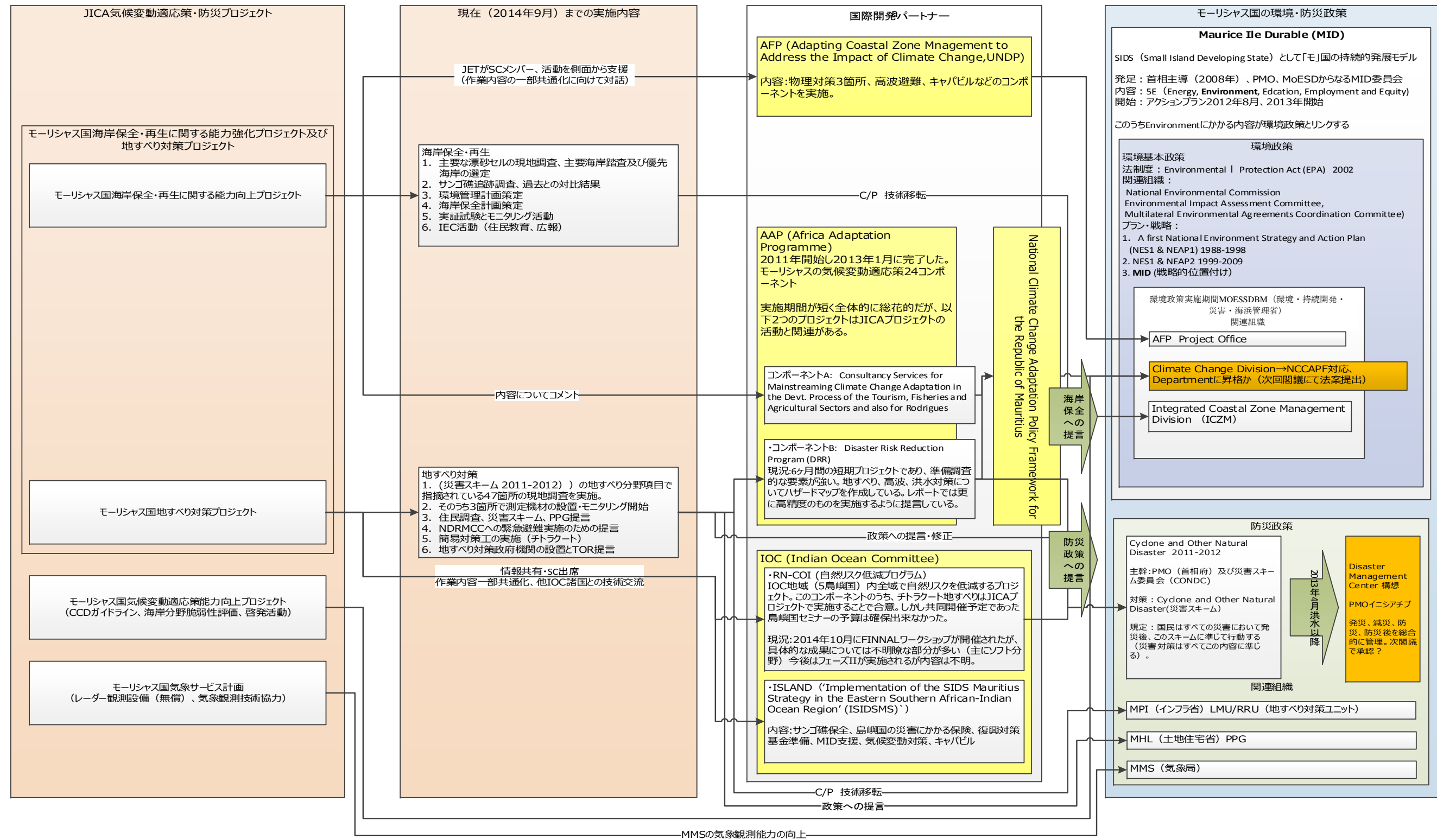


図 10.4 JICA 気候変動適応対策・防災プロジェクト・他国際開発パートナーとの関係及びモーリシャス国の最新の環境・防災政策への関与

# Chapter 11

---

結論と提言

*Conclusion and Recommendation*

## 11 結論と提言

### 11.1 海岸保全の現状

海岸侵食と関連するサンゴと海草の状況、また保全対策の現況を調査した結果、現在抱えている問題の解決に加えて、将来の気候変動によるサンゴの劣化や海面上昇の影響に対して、現在から対策を始める必要があることが明らかになった。

#### a. 海浜変形

長期的な海浜変形を把握するために、過去1967年から2012年までの45年間、6時期の航空写真及び衛星写真を用いて海岸線の変化を解析した。対象としたのは延長1km以上の13の砂浜海岸(漂砂セル)で総延長は約67kmになる。侵食区間は全体の17%、堆積は23%、安定は59%であった。漂砂セル全体の侵食海岸は3海岸、一部が侵食、他で堆積している海岸は7海岸であった。砂浜全体の土砂収支としては堆積となっている。1990年以前は堆積傾向が続き、以降は安定している。

他方、短期的にはサイクロン、サンゴ群落の生成による堆積と侵食、サンゴ・海草の消失による侵食などが認められる。

#### b. リーフ環境

サンゴ礁は海浜砂の供給源でもあり、来襲波を低減することからも海岸の保全に重要な役割を担っている。このため、現状で生きたサンゴの被度をスポットチェック法により合計44地点で調査した。その結果、サンゴの被度は平均で27%となった。長期的な変化をアルビオン水産研究所の資料で解析した結果、1998年以後、海水温の上昇によると考えられる前礁の被度が継続的に低下し20%以下になり、リーフ内の背礁、岸礁でも2009年の海水温上昇により被度が20%から10%に急激に低下している。

サンゴ劣化の原因の一つと考えられる水質として、海水の濁度、クロロフィルa、窒素、リンは、その濃度が高くなるとサンゴの被度が減少する傾向にある。

#### c. 海岸保全対策

1960年のサイクロンCarolにより、砂浜の侵食、崖海岸の崩壊が生じ、侵食量は最大で13mに達した。また1994年のサイクロンHollandiaによる侵食後、対策として蛇かご護岸が3.5kmにわたり設置された。

その後、2003年にBairdによる調査が行われ、大部分の砂浜海岸は侵食されても回復すること、健全なサンゴ礁 - ラグーン - 海浜システムが人為的な原因で劣化すると回復しないことが指摘された。これよりサンゴ礁と海浜の変動を自然の状態に保つこととし、構造物による対策は最後の手段とした。また、サンゴ砂の採取は2003年に禁止された。

2006年以降、海岸侵食対策はBairdによる調査結果を受け、蛇かご護岸の撤去、巨石護岸の設置、養浜が行われ、構造物による対策は、それが必要とされる海岸ではほとんど終了している状況にある。今まで施工された巨石護岸は、設計外力を過大に評価する傾向があること、海浜利用や環境への配慮が無いことなどの問題を有している。

海岸域は「モ」国では高潮位線(HWM)より1km陸側及び海側を指す。HWMより81m岸側はPas Geometriquesとよばれ、国有地で商業や宅地目的で賃借することが可能である。また、HWMより30m陸側はセットバック域となっており、通常は建物の建設が認められない。セットバック量は2004年以前では15mとなっており、既存建物は契約更新時に30m



を確保するとしている。また、護岸等の保全施設の建設はEIAの認可を得る必要がある。これら実施されている取り組みは、海岸域の災害リスクの低減に対して有効に機能している。ただ、件数は少ないが、セットバック域内30mに設置されている施設や不法な施設が存在する。

海岸保全に関係する組織は、海岸域の総合的な管理方針や計画の策定と実施の促進、関係政府機関との調整、海岸侵食対策などを行う環境・持続開発・災害・海浜管理省(MOESDDBM)、統合的沿岸域管理課(ICZM)、土地管理を行う住宅土地省(MHL)、サンゴ礁の保全を行う漁業省(MoF)、公共海浜公園を管理する海浜庁(BA)、調査研究を行う気象庁(MMS)とモーリシャス海洋研究所(MOI)、観光省(MTL)等多数の省庁が関係している。総合的に海岸を管理する組織は整備されているが、調査時点では必ずしも関係機関が有機的に役割分担を担っているとは認められなかった。本調査ではこの点を鑑み、各機関の役割を明確化した上で技術移転を行った。

## 11.2 海岸保全計画

### a. 戦略

基礎調査の結果と関連する課題の抽出に基づき、海岸保全戦略を次のように取りまとめた。

- 「モ」国海岸の自然状態を保ち、自然の特性を活かす

「モ」国の砂浜海岸の侵食、堆積は、自然の回復可能な過程であり、保全のための構造物設置の必要性は少なく、自然の状態に任せることとする。自然の砂浜は「モ」国の観光産業の主要な資源であることから、その状態を維持、管理する。サンゴ礁は生態系の保全や漁業に重要な役割を占めており、また、海浜砂の主要な供給源であり、波浪の減衰機能を有していることから、その保全と再生に努める。

- 将来の自然条件、社会条件変化への対応能力を強化する

将来の気候変動に伴う海面上昇、海岸域の経済発展などへの適応能力の向上を図る。モニタリングによる状況把握と将来の予測、対応策の検討と実施、結果の評価による適応管理を実施する。また、海浜の変化、潮位や波浪、サンゴ礁のサンゴや海草の状況、水質等関連する情報の蓄積、経験の集積・活用を図るとともに、自然の特性に基づいた海岸保全対策を進める。

- 多様な関係者の協同により、海岸管理の総合化を図る

海岸保全対策や管理に関して、MOESDDBMによる総合的な方向設定と調整、関係政府機関の担当分野の実施、地域住民の参画等により、海岸保全対策、環境保全、海岸利用に関する総合的な達成を図る。

### b. 海岸保全計画

海岸保全計画及び海岸維持管理計画に関して、基礎調査結果に基づき海岸保全の観点から計画を必要とする14海岸を特定した。それぞれの海岸に関して課題を抽出し、類型化するとともに対策を検討した。

基礎調査の結果によると海岸侵食は限定されること、自然の砂浜は貴重な観光資源であることから、海岸保全計画では、養浜やセットバックの規定を遵守することにより現状の自然状態を保持し、再生を図ることとした。

海岸保全の方針として、砂浜海岸が全体的に侵食されている場合は、主に養浜で対応することとした。海岸としてはMon Choisyが対応する。侵食量は年間約500m<sup>3</sup>と少なく、養浜で対応可能な量であり、また海浜の利用等を阻害しない。また、Pte. aux Cannoniersのように砂の損失を防ぐため、養浜に加え、一部突堤を併用する場合もある。

全体として安定または堆積し、部分的に侵食している砂浜海岸については、その原因や変形特性に応じて、サンドリサイクル、サンゴの移植、海草の移植などで対応することとする。サンゴ、海草、マングローブの消失により部分的に侵食が生じ、他の場所で堆積が生じている場合には、堆積域から侵食域へのサンドリサイクルを行い、長期的にはその原因となったサンゴ、海草、マングローブの再生、移植を図る。このカテゴリーに属する海岸としては、Bras d'Eau、Flic en Flac、Pte. aux Sablesなどが挙げられる。特殊事例としてIle aud CerfsとLe Morneがあげられる。前者は地形的な特性から堆積による水路の閉塞と周辺海岸の侵食が問題であり、水路の浚渫とその砂を用いた養浜、サンドリサイクルを行う。また、後者は導流堤により沿岸漂砂が阻止され、侵食と堆積が生じていることから、堆積域から侵食域へのサンドバイパスにより対応する。

海浜変形がサイクロン、サンゴの消長や海草の消失等により生じている場合がある。これには、消失後に海浜は安定することから、侵食を許容し、セットバックにより変動に対応することも可能である。これまでの解析では現在のセットバック量30mはほぼ妥当であるが、今後地形変化をモニタリングして、変動量が現在のセットバック量を超える場合には、その改定を図ることも必要である。崖海岸についてもセットバック量を設定する方法についてAlbionを事例に検討した。このほか、侵食や洗掘を助長する直立構造物の緩傾斜化やセットバック内の構造物については、その撤去を図ることとした。

サンゴ礁が広く、海岸が礫やシルトで形成されている海岸では地盤が低く、高波浪及び波によるセットアップ、また将来の海面上昇の影響を受ける越波問題を抱えている。すなわち、サンゴ礁は波浪を減衰させ、海岸では波の影響が小さく、地盤が低い状況にある。しかしサンゴ礁での波高の減少に伴い、礁内では水位が上昇する。これがセットアップと呼ばれている。この様な海岸の代表としてGrand Sableを選定し、現地の地形を模した砕石を活用したフレキシブルな護岸を提案し、実証試験を行った。実証事業1年経過後の状況から判断すると、この護岸は越波防止に有効である。また、費用も安く海浜の利用、景観、水質の改善にも役立っている。

サンゴ礁は漂砂の供給源であり、消波機能も有しており、海岸保全には必要不可欠である。しかし、現在では海水温の上昇や海洋汚染などにより劣化が始まっている。その回復を図るために、環境条件である水質環境を下水処理や水質規制で改善し、地引網や海草の除去などの人為的な影響を規制し、サンゴの移植を図ることを提案した。

海岸保全計画の策定に際しては、カウンターパート機関であるMOESDDBMに属するICZMの能力向上を図るとともに関係機関とも情報を共有しつつ、テクニカル・コミッティ等による本計画の理解促進と技術移転に努めた。海岸保全計画は限られた情報に基づいていることから、実証事業及び継続的なモニタリングに基づき計画の更新及び実施を行うことを提案した。

### c. 海浜維持管理計画

砂浜海岸ではサイクロンが来襲すると浜崖が出来やすく、海浜の回復と利用者の安全確保のための海浜整形を提案し、実施した。また、直立構造物による前面洗掘と周辺海岸への影響防止のための緩傾斜堤への改築、セットバック内の不法構造物のモニタリングと管理、清掃に伴う砂の海浜からの持ち出し防止を提案した。

#### d. リーフ環境保全計画

航空写真と衛星写真の時系列解析から、礁湖内のサンゴ群集や海草藻場の存在が海浜の侵食や堆積に深く関与していることが示唆された。「モ」国のサンゴ礁では、2000年以降その劣化が進み、その総合評価が“良好”から“不良”へと低下している。原因として、礁湖内の富栄養化、土砂の流入、礁湖内での漁業及びマリンスポーツ等の人為的な原因の他に、地球温暖化に伴う海水温の上昇により生じるサンゴの白化現象等が挙げられる。

これらの問題に対応するため、リーフ環境保全計画では、航空写真、シートルース、水質分析等リーフ環境のモニタリングを通して、現況把握／解析を図るとともに、ラグーン内の水質の制御、人間活動の制御、サンゴ及び海草の移植等の具体的な対策を通して、サンゴ礁及び海草藻場の再生を実現し、ひいては海浜の安定化に向けた行動計画を策定した。

#### e. 海岸管理制度等

海岸管理制度・体制、情報・教育・報道（IEC）に関する計画に関しては、すでに総合的海岸管理に関連した提言がなされており、その実行が課題であることから、重点的に実施すべき項目として、担当者の業務を通じた技術的能力向上と、関係者相互の情報交換を提案した。

### 11.3 実証事業

#### a. 物理的実証事業

物理的実証事業として、「モ」国の自然特性を生かし、環境及び利用に配慮した越波防止、将来の海面上昇などの条件変化への対応も容易な砕石および砂を用いたフレキシブル護岸を提案し、その効果や影響を評価するとともに、能力向上を図ることを目的として実証事業を実施した。

対象とした海岸は「モ」国南東部に位置するGrand Sableである。ここは地盤が低く、主要な海岸道路が走り、越波や将来の海面上昇の影響を受けやすい状況にある。延長約400mの海岸に天端高2m、天端幅10m、法勾配1/5の形状のフレキシブル護岸を計画し、その一部240mについて工事を実施した。能力向上の一環として、計画、設計、施工監理をC/Pと共に実施した。また、地元住民の合意及び維持管理を図るため、住民協議会や清掃等イベントを開催した。

工事実施後のモニタリングによると、砕石はほとんど安定しており、砂は未施工区間に一部移動しているが特に問題とはならない。海浜では施工前と比較してごみ等の投棄が少なく、漁船のアクセス、釣り、子供の遊びなどに活用され、また臭いや水質の改善が見られた。海浜の清掃及びモニタリングが、地元住民の参加により自主的に実施されている。これらの成果は、今後類似の海岸に適用されると考えられる。

#### b. 非物理的実証事業

非物理的実証事業は、関係者及び住民による合意形成を基に、海岸保全計画を策定することを目的として実施した。対象とした海岸は「モ」国の南東に位置するPte. d'Esnyである。この海岸は背後が別荘や住宅、一部ホテルが位置し、過去の侵食や越波への対応として、借地人が建設した突堤や護岸が設置されている状況にある。また、海岸全体としては堆積であるが部分的に侵食が生じ、構造物による侵食への影響も想定されている。

課題としては、借地契約、セットバック、既存の構造物の効果と影響、海岸侵食の機構、海岸全体の保全と借地人の利害対立などがあり、これらに関しての合意形成を図る必要があった。

海岸侵食の状況を基に、全体としての方向付けを行い、既設構造物の再配置と養浜を主体とした対策を提案し、関係者との協議を行った。地元住民との協議会を開催し、借地人それぞれの意見を考慮して、修正案を提示することを数回実施したが、全体の合意を得るには至らなかった。

主要な問題は、既存の構造物撤去であり、撤去しても影響がないことを具体的に示すことが求められる。これに関しては、類似事例に関して、現地でのモニタリングを継続し、資料の集積を図り、理解を得ることが必要と考えられる。

## 11.4 能力向上

海岸保全に関する技術的能力向上のために、実務上必要となる工学知識の習得を目的として技術移転を実施した。すなわち、現地調査、モニタリング、データ解析、課題分析、計画策定、実証事業等の実施を通じたOJTにより技術移転を図った。また、関連するガイドラインを策定し、合わせてワークショップ、セミナー、本邦研修、技術交流を実施した。この際、「モ」国に必要な技術項目とレベルに適合するよう留意した。能力向上は継続的な活動であり、本プロジェクトはそのきっかけを与えたと考えられる。今後、関係者が主体性をもって能力向上を図ることを期待する。

技術ガイドラインについては、海岸保全事業を実施する際に必要となる自然及び設計条件、保全施設の計画、設計、施工および維持管理、海浜及びサンゴのモニタリング、水質分析、サンゴの移植、海岸保全事業に関するEIAのそれぞれについて策定した。今後、ガイドラインを「モ」国の経験に基づいて改善していくことを提案する。

ワークショップは海岸保全計画の策定に際して、関係機関および住民の参加による内容の検討及び現地での確認等を実施した。また、セミナーにおいてはプロジェクト開始時の全体説明と、終了時にはプロジェクトの成果を説明した。また、技術交流として、類似のプロジェクトを実施しているセーシェル国でのセミナーに参加し、「モ」国の状況を報告するとともに、関係者との議論を行った。これらの成果は「モ」国の技術的な能力向上に寄与すると考えられる。

## 11.5 提言

これまで、海岸侵食対策や総合的海岸管理に関連して多くの提言がなされている。人的資源および財政的制約の中では、重点的に提言を実施することが重要である。海岸保全対策の実施に際しては、ここで提案している戦略を基にした次の項目に重点をおいて実施することを提言する。

### a. 海岸域管理

海岸保全として、これまでの構造物対策に加えて、海岸管理に重点を置くことを提言する。今後の問題は、環境条件の変化により生じることが多く、将来の変化予測が困難なことから、対策計画を策定しても有効性は限定される。そのため、状況をモニタリングすることにより計画を改定し、これに基づいた適応管理の手法をとる必要がある。

過去の構造物対策、すなわち蛇かごや玉石護岸は問題が生じていること、また、すでに侵食を指摘された海岸での工事はほとんど完了していることから、今後は管理を主体に対策を実施することが妥当と考えられる。

管理を主体とした海岸侵食対策として、セットバックが重要な役割を担う。新しい施設の建設はセットバック内では認められていないが、過去に造られた施設は一部認められており、その改善が求められる。また、30mのセットバック量に関しては、現状ではほぼ妥当である。しかし、将来のサイクロンによる海浜変動や海面上昇による後退が想定されることから、継続的な海浜モニタリングの結果を評価し、定期的にセットバック量を改定することを提案する。

長期的には現状では海浜は安定であるが、過去にサイクロンCarolにより大きな侵食が生じた。その対策として海浜の変動域を確保するセットバックがある。しかし、一時的な侵食により海浜利用に問題が生じる場合がある。対策として、砂浜の回復を促進する海浜整形がある。これについては、本プロジェクトの期間中、技術的な研修を実施し、また組織（LEU）が整備された。今後、サイクロンによる侵食が生じた場合にこの組織による対応を期待する。

今回、前面に広いリーフがあり、海岸道路や漁村が位置する低平地での長周期波による越波の問題が明らかになった。このような海岸は地盤が低いために、将来の気候変動による海面上昇の影響を容易に受ける。対策として海岸道路の嵩上げ、護岸の建設等が考えられる。対策では単なる越波防止ではなく、地域開発や環境保全にも配慮する必要がある。このため、具体的な計画に必要な地形資料、たとえば海岸域の1mまたは2mの等高線資料が必要となるため、その整備を提案する。対策として、実証事業で提案したフレキシブル護岸のような計画を、住民も含めて関係者が取りまとめ、実施することを提言する。

## b. モニタリング

保全計画として提案した項目のうち、特にモニタリングが重要であるため、重点的に実施し、成果の活用を図ることを提言する。

対策の検討や管理のためには、海浜及びリーフ環境のモニタリングが欠かせない。本プロジェクトで提案しているリーフ環境に対する調査方法は、経済的で実際的である。今後、衛星データの活用と、情報の取得および処理技術の進歩が速いことを鑑みたりモートセンシング技術の活用を図ることを提案する。

海域での水質モニタリングに関しては、現在の水質指標と分析精度が、サンゴへの影響を評価するのに十分ではない。また、サンゴを保全するための水質基準が存在しない。ここでは、ラグーン内で比較的簡易に富栄養化の状況を把握するため、クロロフィルaと濁度の測定を提案した。今後、モニタリング成果を基にサンゴ保全のための水質基準を策定し、継続的なモニタリングにより水質を規制することを提言する。

モニタリングした結果はGISデータとして整理されているが、十分活用されていない。このため、MOESDDBMが、広くデータを配布し、データの精度を確保し、利用方法を示すべきである。

## c. 自然環境の活用

海岸保全として、サンゴや海草は重要な役割を有していることから、その保全及び再生に関して、諸外国での研究及び「モ」国での適用性を検討し、リーフ環境の保全に努めることを提案する。

対策として、実証事業で示したフレキシブル護岸のように、自然の特性を生かし、環境及び利用に配慮した構造物を今後開発することを提案する。今後は、この実証事業の

実施により培った知見や改善策の考察を通じて、「モ」国の環境に適合した対策の検討が可能となると考えられる。

サンゴ礁での漂砂や海浜変形は、複雑であり十分解明されていない。このプロジェクトで供与した波浪計や流速計を活用した観測により現象を解明し、その成果を活用し、サンゴ礁海岸での新たな海浜変形の制御法や侵食対策工法を開発することを提言する。「モ」国の多くの海岸は安定である。その状況を解明し、模擬することにより、侵食海岸の安定化を図ることが出来ると考えられる。

#### d. 関係者の協力

海岸保全は、関係者の協力を得ることなくして達成することは困難であるため、関係者の協力を得ることを目標とする。海岸保全対策は単に政府機関が実施するのではなく、広く民間及び住民の協力を得よう働きかけることを提言する。

海浜前面のサンゴや海草は、海浜砂の保持に役立っている。ホテル等の関係者にその状況を周知し、リーフ環境の保全に役立てることを提言する。

保全施設の計画、設計はコンサルタントが重要な役割を担っている。このため、「モ」国の地域性を活用した技術開発を、コンサルタントが参加している技術者協会等で実施するよう提言する。また、これらに従事するコンサルタントが海岸特性を理解するために、関連資料を広く公表することを提言する。