

オマーン国

環境気候問題省 (MECA)

オマーン国
マングローブ環境情報センター
開発プロジェクト
プロジェクト完了報告書

平成 26 年 3 月

(2014 年)

独立行政法人 国際協力機構 (JICA)

株式会社 Ides

国際耕種株式会社

環境
JR
14-069

目次

略語表

オマーン国のマングローブ・サイト

本プロジェクトの活動写真

1. プロジェクトの概要	1
1.1 プロジェクトの背景	1
1.2 プロジェクトの目的	1
1.3 プロジェクトの対象エリア	2
1.4 QEIC の施設および建設状況	3
1.5 プロジェクトの実施期間	4
1.6 JICA 専門家チーム	4
2. プロジェクトの活動と成果	5
2.1 プロジェクトの運営体制の確立	5
2.1.1 プロジェクト実施主体の確立 (PDM 活動: 0.2)	5
2.1.2 合同調整委員会 (JCC) の設立 (PDM 活動: 0.4)	6
2.1.3 ワークプランおよび PDM・PO の改定 (PDM 活動: 0.1)	7
2.1.4 日本からの携行機材および現地調達機材	7
2.1.5 供与機材の調達 (PDM 活動: 0.8)	8
2.1.6 QEIC の運営計画 (PDM 活動: 0.3, 0.6, 0.7)	8
2.1.7 QEIC 活動のモニタリング・評価 (PDM 活動: 0.5)	9
2.2 研修機能の強化	10
2.2.1 研修活動の目的	10
2.2.2 研修の対象者および内容 (PDM 活動: 1.1, 1.2, 1.3)	10
2.2.3 研修活動のための人材 (PDM 活動: 1.4)	13
2.2.4 研修の材料 (PDM 活動: 1.5)	13
2.2.5 研修活動のスケジュールと予算 (PDM 活動: 1.6, 1.7)	13
2.2.6 試験研修と評価 (PDM 活動: 1.8, 1.9)	14
2.2.7 今後の課題および提言	17
2.3 マングローブに係るモニタリング手法の開発	18
2.3.1 MECA の環境モニタリング活動の状況	18
2.3.2 マングローブ生態系モニタリング・プログラムの概要 (PDM 活動: 2.1, 2.2)	18
2.3.3 植栽木モニタリング・プログラムの概要 (PDM 活動: 2.1, 2.2)	27
2.3.4 モニタリング調査の実施 (PDM 活動: 2.4, 2.6)	28
2.3.5 マングローブ・モニタリング・ガイドライン (PDM 活動: 2.3)	40
2.3.6 モニタリング・データの管理および公開方法 (PDM 活動: 2.5)	40
2.3.7 今後の課題および提言	41

2.4	マングローブの植林方法と技術の開発	43
2.4.1	植林の目的	43
2.4.2	育苗施設と植林活動の状況 (PDM 活動: 3.1)	43
2.4.3	マングローブ植林技術の向上 (PDM 活動: 3.2)	50
2.4.4	マングローブの保全方法の検討 (PDM 活動: 3.3)	55
2.4.5	今後の課題および提言	56
2.5	環境教育	58
2.5.1	環境教育の目的	58
2.5.2	環境教育の対象グループ (PDM 活動: 4.1)	58
2.5.3	環境教育の方法とツール (PDM 活動: 4.2)	59
2.5.4	環境教育プログラム (PDM 活動: 4.3, 4.5, 4.6, 4.8)	62
2.5.5	出版物 (PDM 活動: 4.4)	73
2.5.6	展示計画 (PDM 活動: 4.7)	74
2.5.7	今後の課題および提言	77
2.6	QEIC のデータベースおよびウェブサイト	79
2.6.1	データベース	79
2.6.2	ウェブサイト	82
2.7	プロジェクト本邦研修および国際ワークショップ	83
2.7.1	プロジェクト本邦研修	83
2.7.2	国際ワークショップ	83
3.	プロジェクト目標の達成度	85
3.1	PDM の各成果の達成度	85
3.2	キャパシティ・アセスメント	87
3.3	合同終了時評価の結果	90
4.	その他プロジェクト関連活動	92
4.1	JICA 課題別研修	92
4.2	ラムサール条約登録湿地に向けての支援	93
5.	プロジェクト実施運営上の課題・工夫・教訓	94
6.	上位目標達成への提案	96
6.1	運営体制を強化していくための提案	96
6.2	C/P の能力を強化していくための提案	97
6.3	マングローブ生態系の持続的管理を普及していくための提言	98

附属資料

- 附属資料 1 JICA 専門家チームの現地派遣実績
- 附属資料 2 JCC の議事録 (第 1 回～4 回)
- 附属資料 3 PDM 最終バージョン (ver. 2.0) および改定経緯
- 附属資料 4 供与機材リストおよび Handover note
- 附属資料 5 QEIC の 8 カ年運営計画
- 附属資料 6 本プロジェクトで確認した生物の写真一覧
- 附属資料 7 日照条件と苗木の生育に係る予備的実験の結果
- 附属資料 8 植林の実績および評価結果 (6 サイト)
- 附属資料 9 本プロジェクトで作成した出版物 (別途フォルダー)
- 附属資料 10 QEIC 展示計画
- 附属資料 11 データベースの関連ファイル (別途 CD)
- 附属資料 12 研修員受入業務完了報告書 (1 年次および 2 年次)
- 附属資料 13 国際ワークショップのアジェンダおよび出席者リスト
- 附属資料 14 WBS 評価表
- 附属資料 15 キャパシティ・アセスメントの質問票

技術協力成果品 (別冊)

- 成果品 1 研修計画・研修材料
- 成果品 2 マングローブ・モニタリング・ガイドライン
- 成果品 3 マングローブ植林ガイドライン
- 成果品 4 マングローブ保全ガイドライン
- 成果品 5 環境教育プログラム作成ガイドライン

図目次

図 1.3.1	QNR の立地および QEIC の建設予定地.....	2
図 1.4.1	QEIC の外観イメージおよびフロアプラン.....	3
図 2.3.1	「マングローブ生態系モニタリング・プログラム」の枠組み.....	19
図 2.3.2	マングローブ林のモニタリング手順.....	20
図 2.3.3	動物相のモニタリング手順.....	22
図 2.3.4	マングローブ林調査の調査トランセクトの位置.....	29
図 2.3.5	2011 年 10 月の QNR の NDVI 値.....	31
図 2.3.6	2012 年 9 月の QNR の NDVI 値.....	31
図 2.3.7	2011 年 10 月と 2012 年 9 月間の NDVI 変化値.....	32
図 2.3.8	鳥類調査の調査トランセクトの位置.....	35
図 2.3.9	水質調査地点の位置.....	38
図 2.4.1	QNR の苗床.....	43
図 2.4.2	植林候補地の適地性評価シート.....	52
図 2.4.3	Khwar Sawadi の植林実績および評価結果.....	54
図 2.5.1	環境教育プログラムの組み立てイメージ.....	70
図 2.5.2	ワークシートの例.....	77
図 2.6.1	マングローブ・サイトのデータベースのイメージ.....	79
図 2.6.2	鳥類データベースのイメージ.....	80
図 2.6.3	写真データベースのイメージ.....	80
図 2.6.4	QEIC ウェブサイトのイメージ案.....	82
図 3.1.1	各成果の PDM 活動の達成状況.....	86

表目次

表 1.6.1	JICA 専門家チームの担当分野および所属機関.....	4
表 2.1.1	プロジェクト実施主体の人員構成および役割.....	5
表 2.1.2	JCC のメンバー.....	6
表 2.1.3	JCC の協議・承認事項.....	7
表 2.1.4	日本からの携行機材リスト.....	7
表 2.1.5	「オ」国内で購入した機材.....	8
表 2.2.1	研修コースの概要.....	12
表 2.2.2	試験研修の内容および主な成果・課題.....	15
表 2.3.1	マングローブ樹木の健康指標および健康評価基準.....	20

表 2.3.2	マングローブ樹木の総合健康評価基準	20
表 2.3.3	水質モニタリングの測定項目および測定方法の概要	23
表 2.3.4	土壌質モニタリングの測定項目および測定方法の概要	23
表 2.3.5	マングローブ生態系モニタリングのモニタリング頻度	24
表 2.3.6	モニタリングのサイト数と候補サイト案	25
表 2.3.7	QNR でのモニタリング実施スケジュール (2014~2016 年)	26
表 2.3.8	マングローブ林調査の結果	29
表 2.3.9	QNR および Mahut 島にて確認された魚類一覧	33
表 2.3.10	QNR および Mahut 島にて確認された甲殻類一覧	34
表 2.3.11	QNR にて確認された巻貝類一覧	34
表 2.3.12	鳥類調査の結果	36
表 2.3.13	水質調査の結果	38
表 2.3.14	土壌調査の結果	39
表 2.3.15	年次報告書の内容案	41
表 2.4.1	JICA マスタープラン調査において策定された植林計画	45
表 2.4.2	マングローブ植林の実績	45
表 2.4.3	植林地の面積推移の結果	48
表 2.4.4	植林候補地の適地性評価チェックリスト	52
表 2.5.1	ワークショップで提案された環境教育の対象グループおよび内容	58
表 2.5.2	対象グループ別に提案された環境教育の方法とツール	60
表 2.5.3	環境教育の基本的な方法	61
表 2.5.4	本プロジェクトで開発した環境教育のツール	62
表 2.5.5	QNR で行われている代表的な環境教育プログラムの内容	63
表 2.5.6	本プロジェクト期間中に実施された環境教育プログラムの概要および改善点	65
表 2.5.7	環境教育プログラムの参加者からのフィードバック	67
表 2.5.8	環境教育プログラムの主な改善点	68
表 2.5.9	環境教育のモジュール	69
表 2.5.10	小学生向けの環境教育プログラム案 (学校で実施する場合)	70
表 2.5.11	民間企業向けの環境教育プログラム案 (QNR で実施する場合)	71
表 2.5.12	地域住民向けの環境教育プログラム案 (植林地で実施する場合)	71
表 2.5.13	QNR での要請ベースの環境教育プログラム案	71
表 2.5.14	環境教育プログラムを実施するための年間コスト (記念品・飲食費)	72
表 2.5.15	環境教育プログラムを実施するために必要な年間コスト (教材作成費)	72
表 2.5.16	各モジュールの適切な実施時期	73

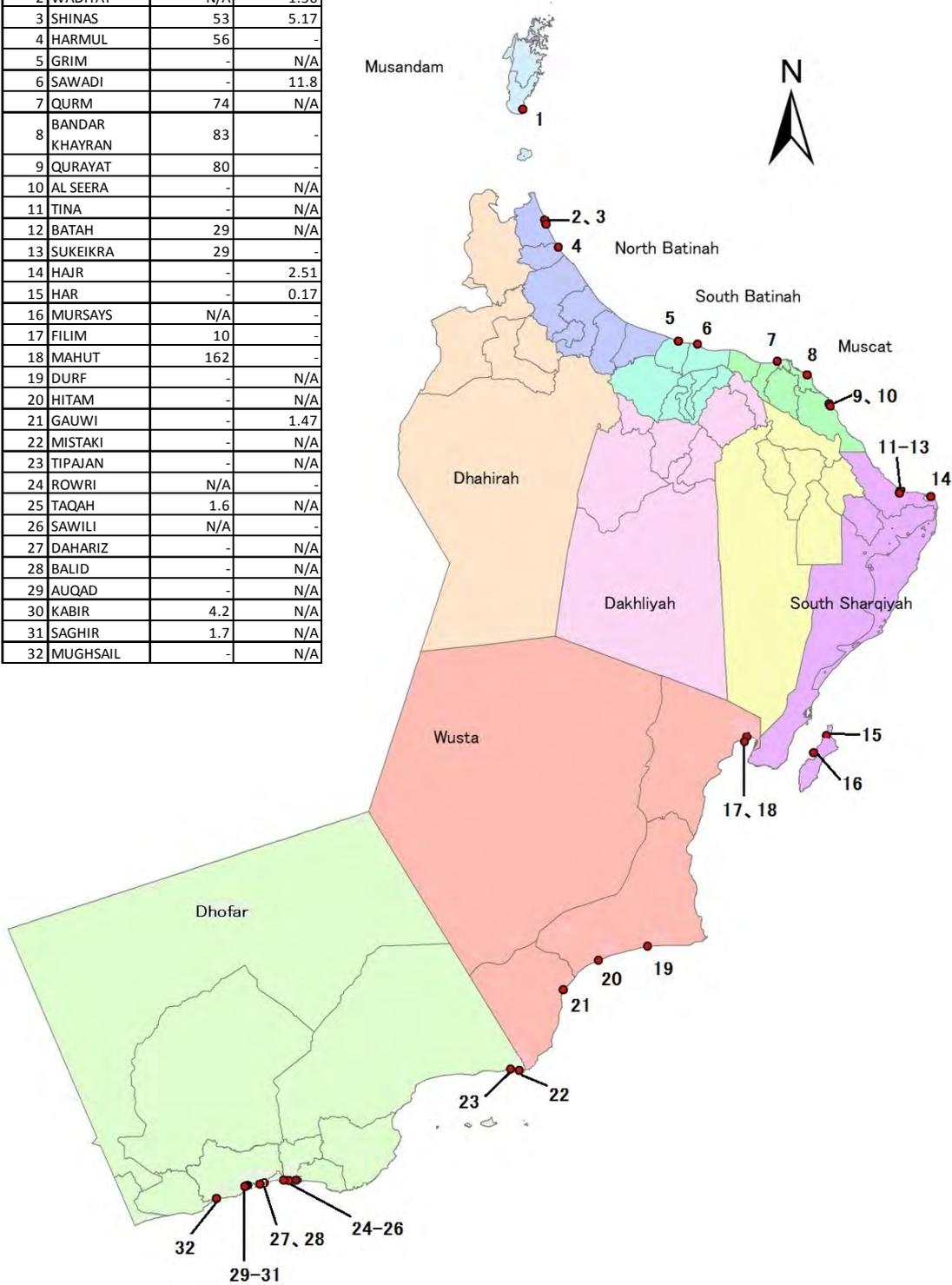
表 2.5.17	環境教育プログラムの実施頻度	73
表 2.5.18	本プロジェクトで作成した出版物一覧	74
表 2.5.19	QEIC の展示内容案	75
表 2.5.20	QEIC における企画展示の例	76
表 2.6.1	QEIC データベース構築のための基盤情報	81
表 2.7.1	プロジェクト本邦研修の概要	83
表 3.2.1	キャパシティ・アセスメントの結果（個人）	88
表 3.2.2	キャパシティ・アセスメントの結果（組織）	89
表 3.3.1	終了時評価の評価方法と結果の概要	90
表 4.1.1	JICA 課題別研修の概要（第 1 年次）	92
表 4.1.2	JICA 課題別研修の概要（第 2 年次）	93

略語表

COD	: Chemical Oxygen Demand
C/P	: Counterpart
CSR	: Corporate Social Responsibility
CUDBAS	: Curriculum Development Based on Vocational Ability Structure
DAC	: Development Assistance Committee
DO	: Dissolved Oxygen
EC	: Electrical conductivity
ESO	: Environmental Society of Oman
GIS	: Geographic Information System
GoO	: Government of Oman
GoJ	: Government of Japan
GPS	: Global Positioning System
ISME	: International Society for Mangrove Ecosystems
IUCN	: International Union for Conservation of Nature
JCC	: Joint Coordinating Committee
JICA	: Japan International Cooperation Agency
MAF	: Ministry of Agriculture and Fisheries
MECA	: Ministry of Environment and Climate Affairs
MECD	: Marine Environment Conservation Department
MSFC	: Marine Science and Fisheries Center
NDVI	: Normalised Difference Vegetation Index
NGO	: Non-Government Organisation
ORP	: Oxidation-reduction Potential
PDM	: Project Design Matrix
PO	: Plan of Operation
QEIC	: Qurm Environmental Information Center
QNR	: Qurm Nature Reserve
R/D	: Record of Discussions
RIS	: Ramsar Information Sheet
ROPME	: Regional Organization for the Protection of the Marine Environment
SQU	: Sultan Qaboos University
UNEP	: United Nations Environment Programme
WBS	: Work Breakdown Structure
WWF	: World Wild Fund for Nature

オマーン国のマングローブ・サイト

No.	Site	Natural forest (ha)	Planted forest (ha)
1	DIBA	-	N/A
2	WADIYAT	N/A	1.36
3	SHINAS	53	5.17
4	HARMUL	56	-
5	GRIM	-	N/A
6	SAWADI	-	11.8
7	QURM	74	N/A
8	BANDAR KHAYRAN	83	-
9	QURAYAT	80	-
10	AL SEERA	-	N/A
11	TINA	-	N/A
12	BATAH	29	N/A
13	SUKEIKRA	29	-
14	HAJR	-	2.51
15	HAR	-	0.17
16	MURSAYS	N/A	-
17	FILIM	10	-
18	MAHUT	162	-
19	DURF	-	N/A
20	HITAM	-	N/A
21	GAUWI	-	1.47
22	MISTAKI	-	N/A
23	TIPAJAN	-	N/A
24	ROWRI	N/A	-
25	TAQAH	1.6	N/A
26	SAWILI	N/A	-
27	DAHARIZ	-	N/A
28	BALID	-	N/A
29	AUQAD	-	N/A
30	KABIR	4.2	N/A
31	SAGHIR	1.7	N/A
32	MUGHSAIL	-	N/A



本プロジェクトの活動写真

Qurm Nature Reserve (QNR) の状況



QEIC の建設予定地



QNR 内の水路



QNR 内の遊歩道



QNR 内の苗床



塩性植物の侵入



海藻の繁茂



QNR マングローブ域に生息するカニ類



QNR に飛来する渡り鳥 (シギ類)

他のマングローブサイトの状況



Sawadi で植林されたマングローブ



Sur のマングローブ林



Bandar Khayran のマングローブ林



Salalah のマングローブ林



枯死したマングローブ (Harmul)



ゴミの投棄 (Sur)



フジツボの付着 (Mashirah)



ラクダによる食害 (Salalah)

研修活動



研修内容に係るワークショップ



モニタリングの試験研修



生物の採取研修



環境教育の教材作成研修



講義後の研修評価



苗木の測定研修



水質の測定研修



環境教育の研修

モニタリング活動



マングローブの測定



水質の測定



水質の分析



土壌サンプルの採取



刺網による生物採取



魚の体長測定



鳥類の観測



葉のNDVI値の測定

植林活動



地元学生との植林活動 (Mashirah)



地元女性グループとの植林活動 (Mashirah)



苗木の生育試験



種の処理作業



ポットの準備作業



種の播種作業



生育不良の苗木



植林サイトの現地踏査 (Shinas)

環境教育活動



苗床の説明 (QNR)



遊歩道での生物観察 (QNR)



ゲーム形式の環境教育 (QNR)



鳥類の観察 (QNR)



学校訪問による環境教育 (Duqm)



ポスターを使ったマングローブ林の紹介



クイズ形式の環境教育 (Mashirah)



ゴミの清掃活動 (QNR)

プロジェクト本邦研修（1年次）



鳥類の観察（行徳野鳥観察舎）



種の同定研修（いであ）



再生された河川の観察（グランドワーク三島）



葉色の観察（ホールアース自然学校）



貝類の研修（東京海洋大学）



地形測量の実習（ISME）



マングローブのジオラマ（漫湖水鳥湿地センター）



クロロフィル分析の実習（琉球大学）

プロジェクト本邦研修（2年次）



水質のサンプリング（いであ沖縄）



生物の方形枠調査（いであ沖縄）



マングローブの測定（いであ沖縄）



水生生物の採取（いであ沖縄）



鳥類の観測（山城先生）



マングローブの生理に関する講義（吉川先生）



リモートセンシングの研修
（宇宙システム開発利用推進機構）



研修修了証書の授与式（JICA）

国際ワークショップ



ワークショップの開会



C/PによるQEICの紹介



C/Pによるプレゼンテーション



C/Pによるプレゼンテーション



グループ討議のための質問票記入



グループ討議



Sawadi 植林地の視察



植林参加者に対する感謝状と記念品の贈呈

1. プロジェクトの概要

1.1 プロジェクトの背景

オマーン国（以下、「オ」国）は、約 3,000 km の海岸線を有し、点在する大小の入り江や湾奥などにヒルギダマシ (*Avicennia marina*) のマングローブ林が自生している。マングローブ林の総面積は約 1,880 ha であるとされ、砂漠気候に属する同国において極めて貴重な緑資源を提供している。しかしながら、「オ」国における昨今の経済発展、特に港湾開発、都市化ならびに家畜の増加などは、これらのマングローブ林への大きな脅威となっている。

「オ」国では、マングローブ林の価値を認識し、その保全・再生と管理の実施に積極的に取り組んでおり、その状況下、JICA は 2000 年から 2004 年にかけてのマングローブ植林に係る個別専門家派遣、2002 年から 2004 年にかけての開発調査「マングローブ林再生・保全・管理計画調査（以下、JICA マスタープラン調査）」の実施によるマスタープラン作成などの技術協力を行ってきた。同マスタープランでは、「オ」国内および周辺地域のマングローブ保全の拠点となる「マングローブ環境情報センター (QEIC)」の設立を優先的な取り組みとし、2003 年には「オ」国による QEIC の建設が決定された。

その後、「オ」国から、センター運営実施能力の強化と施設整備を目的とした技術協力の要請を受け、JICA は 2004 年から 2005 年にかけて事前調査を行い、地方自治・環境・水資源省（現：環境気候問題省 (MECA)）と討議議事録 (Record of Discussion : R/D) の署名・交換を行ったが、自然災害や QEIC 建設予算確保の遅延などにより、協力開始が見送られてきた。

しかしながら、その間も二国間での状況確認は継続され、JICA は 2011 年 4 月に調査団を派遣し、カウンターパート (C/P) 機関である MECA とプロジェクト開始の諸条件を合意するとともに、当初の R/D を修正するミニッツ (Minutes of Meeting : M/M) を署名・交換した。その後、2011 年 7 月に MECA から QEIC 設立・建設手続きの正式な開始が報告され、プロジェクト開始の前提条件が担保されたことにより、本プロジェクトの開始となった。

1.2 プロジェクトの目的

本プロジェクトに係る R/D および R/D 修正に係る M/M に基づき、以下の「上位目標」、「プロジェクト目標」および「期待される成果」が設定された。なお、「プロジェクト目標」は、当初「QEIC がオマーンにおけるマングローブ生態系の持続的な管理を促進するためのセンターとして確立する。」と設定されていたが、QEIC の建設・設立が遅れている事などにより、プロジェクト期間中に「・・・センターとして確立する」するのは困難との判断から「・・・センターとして準備が整う」に目標を改定した（詳細は 2.1.3 節参照）。

上位目標： マングローブ生態系の持続的な管理がオマーン国内及び周辺国に普及する。

プロジェクト目標： QEIC がオマーンにおけるマングローブ生態系の持続的な管理を促進するためのセンターとして準備が整う。

期待される成果：

- 成果 0： QEIC にプロジェクトの実施ユニットが組織される。
- 成果 1： QEIC のマングローブ生態系の持続的な管理を促進するための研修活動を実施する能力が強化される。
- 成果 2： QEIC がマングローブ生態系の持続的な管理を促進するためのモニタリング手法が開発される。
- 成果 3： マングローブ植林の促進のための手法と技術が開発される。
- 成果 4： QEIC の持続的マングローブ生態系管理を促進するための環境教育プログラム活動を実施する能力が強化される。

1.3 プロジェクトの対象エリア

本プロジェクトの活動は、主にマスカット市沿岸域に自生するマングローブ林で、自然保護区にも指定されている「Qurm Nature Reserve (QNR)」で行われた。QEIC は、QNR の一角に建設される予定である。図 1.3.1 に QNR の立地および QEIC の建設予定地を示す。



JICA 専門家チーム作成

図 1.3.1 QNR の立地および QEIC の建設予定地

なお必要に応じて、「オ」国内の他のマングローブ林も訪れ、研修、モニタリング、植林、環境教育などの活動を行った。

1.4 QEIC の施設および建設状況

QEIC の建物には、大ホール、研修用会場、展示スペース、ラボ、事務スペース、機材保管庫、図書室などの施設が整備される予定である。図 1.4.1 に QEIC の外観イメージおよびフロアープランを示す。



外観



1階



2階

出典：MECA

図 1.4.1 QEIC の外観イメージおよびフロアープラン

QEIC の建設状況であるが、当初は、プロジェクト終了時まで完成する予定であったが、設計の改定、交通予測調査の実施、入札手続きの遅れなどにより、大幅に着工が遅れている。なお本報告書作成時点（2014年2月末）では、MECAおよびTender Board（公共工事の入札を担当する機関）が、工事業者選定の最終評価を実施している段階である。C/P へのヒアリングによれば、QEICは、以下の予定で今後、建設が進められるとのことである。

- 工事業者は2014年3月中に決定し、2014年6月までに着工する予定である。
- 建物の建設期間は、18ヶ月程度を予定しており、その後の内装工事も含めると、完成は、2016年中になることが想定される。

1.5 プロジェクトの実施期間

本プロジェクトは、1年次と2年次に分け、「オ」国において2012年1月から2013年12月にかけて実施された。第1年次は、2012年1月～2013年2月、第2年次は、2013年4月～2013年12月の期間で実施された。

1.6 JICA 専門家チーム

JICA 専門家チームは、計5名で構成され、表1.6.1に各専門家の担当分野および所属機関を示す。各専門家の現地派遣実績を、附属資料1に示す。

表 1.6.1 JICA 専門家チームの担当分野および所属機関

氏名	担当分野	所属機関
原田 洋一	総括・研修計画	(株)Ides
佐藤 剛	マングローブ生態系モニタリング（自然条件）	(株)Ides
玉栄 茂康	マングローブ生態系モニタリング（社会条件） / マングローブ植林1	国際耕種(株)
湖東 朗	環境教育	国際耕種(株)
大沼 洋康	データ分析/マングローブ植林2	国際耕種(株)

JICA 専門家チーム作成

2. プロジェクトの活動と成果

2.1 プロジェクトの運営体制の確立

2.1.1 プロジェクト実施主体の確立（PDM 活動: 0.2）

本プロジェクトの実施主体は、自然保護局（Nature Conservation）の局長を Project Director とし、当局傘下にある海洋環境保護部門（Marine Environment Conservation Department : MECD）の職員と JICA 専門家チームで構成されることが、2012 年 2 月 11 日に開催された第一回合同調整委員会（Joint Coordinating Committee : JCC）において決定された（JCC の詳細については次節参照）。また 2012 年 5 月には、IT 部門の GIS 専門家 2 名が新たに、加わった。なお、2013 年 7 月に、Project Director の Ali Al-Kiyumi 氏が、局長職から大臣技術顧問職に移ったことにより、それ以降は Project Director は後任の Mohammed Al-Muharrami 氏が務めることとなった。表 2.1.1 に最終的なプロジェクト実施主体の人員構成および役割を示す。

表 2.1.1 プロジェクト実施主体の人員構成および役割

	役割	役職・名前
Oman side	Project Director	Director General of Nature Conservation Mr. Mohammed Al-Muharrami
	Project Manager	Director of MECD Dr. Ahmed Mubarak Al-Saidi
	Training	Environmental planner, MECD Ms. Aziza Said Al-Adhubi
	Monitoring	Nature Reserve Specialist, MECD Mr. Hitham Al-Farqani
		Marine Environment Specialist, MECD Mr. Mohammed Al Rezaiqi
	Plantation	Head of Wetland Environment Section, MECD Mr. Badar Al-Balushi
	Environmental education	Marine environment conservation specialist, MECD Ms. Aida Khajaf Al-Jabri
	Information technology	GIS Specialist, IT Department Ms. Zayana Salim Sheikhan
	Information technology	GIS Specialist, IT Department Ms. Moza Khalaf Said Al-Reiamy
JICA Expert Team	総括・研修計画	原田 洋一
	マングローブ生態系モニタリング（自然条件）	佐藤 剛
	マングローブ生態系モニタリング（社会条件）／マングローブ植林 1	玉栄 茂康
	環境教育	湖東 朗
	データ分析/マングローブ植林 2	大沼 洋康

JICA 専門家チーム作成

2.1.2 合同調整委員会（JCC）の設立（PDM 活動: 0.4）

本プロジェクトの意思決定機関として、合同調整委員会（Joint Coordinating Committee : JCC）が設立された。JCC のメンバーは、2012 年 2 月 11 日に開催された第 1 回 JCC にて協議・承認された。JCC の Chairperson は、自然保護局の局長とし、「オ」国側は MECD、生物多様性部門（Biodiversity Department）および国際協力部門（International Cooperation Department）の職員、日本側は JICA 専門家チーム、大使館職員および必要に応じて JICA からの派遣員で構成されることとなった。表 2.1.2 に JCC のメンバー構成および所属する機関・役職を示す。なお JCC のメンバーについては、当初、外部機関を含める事も想定されたが、C/P の方針により、MECA 職員に限定することとなった。

表 2.1.2 JCC のメンバー

	機関・役職	名前
Chairperson	Director General of Nature Conservation	Mr. Ali Amer Al-Kiyumi（後に Mr. Mohammed Al-Muharrami に変更）
Oman side	Deputy Director General of Nature Conservation	Mr. Mohammed Juma Al-Sharyani
	Director of Biodiversity Department	Ms. Thuraya Said Al-Sareari
	Director of MECD	Dr. Ahmed Mubarak Al-Saidi
	Acting Director of International Cooperation Department	Mr. Mohammed Al-Sanadi
	Head of Wetland Environment Section	Mr. Badar Al-Balushi
	Marine conservation specialist	Ms. Aida Khajaf Al-Jabri
	Environmental inspector of Pollution Operation Monitoring Section	Mr. Moza Al-Salami
	Environmental planner of MECD	Ms. Aziza Saud Al-Adhubi
Japan side	JICA Expert Team	-
	Officials of the Embassy of Japan in Oman	-
	Other personnel concerned to be dispatched by JICA (if necessary)	-

JICA 専門家チーム作成

JCC は計 4 回実施され、表 2.1.3 に各回の協議・承認事項を示す。また各回の議事録を附属資料 2 に示す。

表 2.1.3 JCC の協議・承認事項

	実施日	協議・承認事項
1 回目	2012 年 2 月 11 日	<ul style="list-style-type: none"> ・プロジェクト実施体制の確立・承認 ・JCC メンバーの承認 ・第 1 年次ワークプランの承認
2 回目	2013 年 2 月 5 日	<ul style="list-style-type: none"> ・プロジェクトの進捗と成果の報告 ・プロジェクトに必要な機材の調達 ・PDM・PO のバージョン 1.1 への改定・承認
3 回目	2013 年 6 月 2 日	<ul style="list-style-type: none"> ・第 2 年次ワークプランの承認 ・QEIC の建設状況の確認 ・調達した供与機材に関する報告 ・PDM・PO のバージョン 2.0 への改定・承認 ・国際ワークショップに関する協議
4 回目	2013 年 12 月 12 日	<ul style="list-style-type: none"> ・QEIC の建設状況の確認 ・QEIC の 8 ヶ年運営計画の説明・承認 ・合同終了時評価報告書の説明と提出 ・JICA コストシェア型技術協力スキームについての説明 ・供与機材の引渡し

JICA 専門家チーム作成

2.1.3 ワークプランおよび PDM・PO の改定 (PDM 活動: 0.1)

本プロジェクトの活動は、それぞれの年次に策定および JCC で承認されたワークプランならびに Project Design Matrix (PDM)・Plan of Operation (PO)に基づき実施した。なお PDM・PO は、プロジェクトの進捗、QEIC の建設状況などを鑑み、2 回改定した（バージョン 1.0→1.1→2.0）。PDM・PO の最終バージョン（ver. 2.0）およびそれに至る改定経緯を附属資料 3 に示す。

2.1.4 日本からの携行機材および現地調達機材

本プロジェクトの第一年次の開始に当たり、モニタリング調査などで早急に必要と想定される機材を、日本から携行した（表 2.1.4 参照）。また、表 2.1.5 に示す事務機材を「オ」国内にて購入した。

表 2.1.4 日本からの携行機材リスト

機材	仕様	数量	用途
GPS	ポータブル・タイプ	1	位置の測定
デジタルカメラ	10 m 防水	2	写真撮影
実態鏡	7-45 倍	2	生物などの観察
樹高計	12m	2	マングローブ調査
クリノメータ	+/- 0.25 度	2	樹高と地盤高の確認
塩分濃度屈折計	ポータブル・タイプ	2	塩分測定

JICA 専門家チーム作成

表 2.1.5 「オ」国内で購入した機材

機材	仕様	数量	用途
パソコン	Windows	1	文書作成、データ保存
スキャナー	A4, PDF/JPEG	1	文書保管
プリンター	A4 color	1	印刷

JICA 専門家チーム作成

2.1.5 供与機材の調達 (PDM 活動: 0.8)

供与機材は、第 1 年次と第 2 年次に分けて調達した。第 1 年次は主に、プロジェクト活動期間中に必要な機材を調達し、第 2 年次は主に、QEIC の今後の活動に必要なと想定される機材を調達した。供与機材は、研修、モニタリング、水質分析、環境教育などに関連する機材を中心とし、2013 年 12 月 12 日に実施された第 4 回 JCC において、Handover note と共に MECA に引き渡された。最終的な供与機材リストおよび Handover note を附属資料 4 に示す。

なお供与機材は、当面は MECA 建屋内の空部屋と QNR の倉庫で保管されることとなり、C/P が使用状況の管理、消耗品の購入および機材メンテナンスを実施していく。また、これらの機材の維持管理を円滑に実施できるようにするため、メンテナンスの頻度や機材の調達先などを記載した目録を作成し、C/P に渡した。

2.1.6 QEIC の運営計画 (PDM 活動: 0.3, 0.6, 0.7)

本プロジェクトを通して開発・計画された QEIC の各種活動（研修、モニタリング、植林、環境教育、展示など）を、今後、効果的かつ持続的に実行していくためには、適切な組織・人員体制を確立するとともに、中長期的な活動計画に基づき、必要な予算を確保していくことが重要である。以上の事から、本プロジェクトでは、2014 年～2021 年の期間を対象とした、QEIC の 8 カ年運営計画を C/P と策定し、第 4 回 JCC にて計画の基本的内容が承認された。

同計画では、QEIC の建設予定期間である 2014 年～2016 年の 3 か年を「mini-QEIC フェーズ」と位置付け、各種活動を段階的に実施していくと同時に、2017 年以降の QEIC の本格的な稼働に向けた組織・人員体制を確立、および職員の能力強化を中心としている。また、当期間中には MECA の敷地内にある建屋（現 Bank Dhofar 支店ビル）に、暫定的な機材保管、水質分析および小規模な展示用スペースを確保する予定である（当施設を「mini-QEIC」と呼称する）。2017 年～2021 年の 5 カ年は、QEIC の本格稼働期間とし、各種活動を本格的に実施していくことを計画している。QEIC の 8 カ年運営計画の構成を以下に示す（QEIC の 8 カ年運営計画は附属資料 5 として添付）。

- QEIC の役割・責任
- QEIC 8 カ年アクションプラン（各活動の達成目標、活動スケジュール）
- QEIC の組織体制（組織図、各部署の役割・責任、職員の責任と資格、職員のリクルート計画）

- QEIC の 8 カ年予算計画
- 予算計画のブレイクダウン
- Mini-QEIC のレイアウトおよび必要な施設

2.1.7 QEIC 活動のモニタリング・評価 (PDM 活動: 0.5)

現在 MECA では、毎年事業報告書を作成し、それをもとに次年度以降の活動計画の見直しを行っており、今後の QEIC 活動も同様にモニタリングおよび評価していくことが必要になってくる。各種活動のモニタリング手法は、本プロジェクトの進捗状況を確認するために用いた、Work Breakdown Structure (WBS) を活用することを想定している。各種活動の評価は、MECA 内に評価委員会を設立し、WBS の結果および年間報告書などを基に、評価していく予定である。

2.2 研修機能の強化

2.2.1 研修活動の目的

QEIC の研修は、マングローブ生態系の保全・管理を促進していくために必要な各種活動（モニタリング、植林、環境教育、展示など）を、効果的に実施していけるよう、関係者の能力を強化していくことを主目的としている。

2.2.2 研修の対象者および内容（PDM 活動: 1.1, 1.2, 1.3）

研修の対象者およびニーズを把握することを目的に、C/P およびその他 MECA 職員の参加の下、2012 年 2 月 7 日にワークショップを開催した。ワークショップは Curriculum Development Based on Vocational Ability Structure (CUDBAS)¹と呼ばれる手法を用いて行われた。

上記ワークショップの結果および本プロジェクトを通して開発された各種プログラムに基づき、必要な研修コースおよび対象者などを整理した。研修コースは、大きく一般、モニタリング、植林、保全、データベース、環境教育、展示の分野に分けられる。また、研修対象者は、以下の観点から QEIC・MECA 職員、大学を含む研究機関、学生、NGO、地域住民、民間企業とした。

- QEIC・MECA 職員：QEIC の運営および活動を効果的に実施するにあたり、職員の能力強化が必要。
- 研究機関：今後、モニタリングや研究などの活動を協同しながら実施する可能性がある。
- 学生：今後、マングローブ生態系の保全・管理の原動力になることが期待される。
- NGO・地域住民：今後、モニタリングや植林などの活動を協同しながら実施する可能性があると共に、マングローブ生態系の保全・管理の原動力になることが期待される。
- 民間企業：CSR（企業の社会的責任）の一環として、今後、企業が積極的にマングローブ生態系の保全・管理に係ることが期待される。

一般分野の研修コースは、他分野の研修コースを受講する上で必要なマングローブ生態系に関する基礎知識および QEIC の活動・施設について学ぶことを主目的としており、基本的には全ての研修対象グループを対象としている。

モニタリング分野の研修コースは、本プロジェクトを通して開発されたモニタリング・プログラムが、モニタリング活動に携わる QEIC/MECA 職員が的確に実行できるようにすることを主目的としている。なおモニタリング活動は、NGO、地域住民、学生などと協力しながら実施することも想定していることから、これらの人々も研修対象者としている。

¹CUDBAS : A method of Curriculum Developing Based on Ability Structure の略で、「能力資質の構造図に基づくカリキュラム開発手法」のことである。CUDBAS は、研修コースを実施する際の研修目標を具体的かつ体系的に示し、カリキュラム編成につなげる手法として開発された。

植林分野の研修コースは、土地所有権の問題、適地選定および苗木の生産など、植林の方法を総合的に学ぶことを主目的としており、QEIC/MECA 職員および将来的に植林事業に協力または自ら実施する可能性のある機関（NGO、地域住民、民間セクターなど）を対象としている。

保全分野の研修コースは、マングローブ生態系の保全に係る法令や保全策を学ぶことを主目的としており、QEIC/MECA 職員および将来的に保全事業に協力または自ら実施する可能性のある機関（NGO、地域住民、民間セクターなど）を対象としている。

データベース分野の研修コースは、将来構築される予定である QEIC のデータベースの構造および使用方法を学ぶことを主目的としており、基本的には QEIC/MECA 職員のみを対象としている。

環境教育分野の研修コースは、教材や環境プログラムの作成方法および環境プログラムの実施方法を学ぶことを主目的としており、QEIC/MECA 職員および将来的に環境教育に協力または自ら実施する可能性のある NGO を対象としている。

展示分野の研修コースは、QEIC の展示内容についての理解を深めることを主目的としており、QEIC/MECA 職員および将来的に協力する可能性のある NGO を対象としている。

表 2.2.1 に各研修コースの対象者、目的、場所、所要時間、モジュール数、想定される講師などを示す。なお、これらの研修コースの内容は、今後の QEIC 活動の状況などを踏まえ、定期的にレビューおよび更新する必要がある。

表 2.2.1 研修コースの概要

分野	コース名	対象者						目的	場所		所要時間(日)	モジュール数	講師	
		QEIC/MECA 職員	研究機関	学生	NGO	地域住民	民間企業		講義室	フイールド				
I	General	1. Function of QEIC	x	x	x	x	x	x	To introduce activities, facilities and equipment of QEIC, as well as case studies of similar institutions.	x		1.5	6	Q
		2. Introduction on mangrove ecosystem	x	x	x	x	x	x	To obtain a basic understanding on mangrove ecosystem, and importance of conservation and the various threats.	x	x	1.0	2	Q
II	Monitoring	1. Introduction on Mangrove Ecosystem Monitoring Program	x		x	x	x		To learn how to monitor and assess the status of mangrove ecosystem.	x	x	4.0	4	Q, E
		2. Introduction on mangrove health assessment using remote sensing	x		x				To learn how to monitor and assess mangrove forest health with remote sensing technology.	x	x	3.0	3	Q, E
		3. Introduction on Transplanted-seedling Monitoring Program	x		x	x	x		To learn how to monitor the growth and health status of transplanted seedling.	x	x	1.0	2	Q
III	Plantation	1. Method of mangrove tree plantation	x			x	x	x	To learn necessary processes for mangrove tree plantation such as site selection, seed collection/treatment, nursery operation and transplanting procedure. The course also covers landownership issues associated with plantation.	x	x	3.0	4	Q
IV	Protection	1. Introduction on mangrove ecosystem protection	x			x	x	x	To learn practical and regulatory measures to protect mangrove ecosystem.	x		0.5	1	Q
V	Database	1. Introduction of QEIC database	x						To learn the structure and how to use QEIC database.	x		0.5	1	Q
VI	Education	1. Producing education materials	x			x			To learn how to produce education materials.	x		2.0	7	Q
		2. Implementing education programs	x			x			To learn how to implement education programs.	x	x	1.0	2	Q
VII	Exhibition	1. Introduction of QEIC exhibition	x			x			To learn about the QEIC exhibition, as well as methods to enhance visitors understanding. The course also introduces examples of other similar exhibitions.	x		0.5	3	Q, E

E: Expert from outside organization, Q: QEIC staff (incl. MECA staff)

JICA 専門家チーム作成

2.2.3 研修活動のための人材 (PDM 活動: 1.4)

研修の講師は、基本的に QEIC 職員が務める事を想定しているが、一部の研修コースは、高い専門性を有するため、当面は、現地の外部専門家を活用することを想定している。具体的には、以下の研修に係る講師を、外部専門家に依頼する必要があると考えている。

- リモートセンシングを用いたマングローブのモニタリング手法についての研修（講師候補:SQU の Remote sensing and GIS Center の教授）
- 鳥類のモニタリングおよび同定方法についての研修（講師候補：他省庁または NGO の鳥類専門家）
- 魚類、甲殻類などの生物同定についての研修（講師候補：Marine Science and Fisheries Center の職員）
- 展示に関する研修（講師候補：展示物の設計、製作を請け負う業者の職員）

2.2.4 研修の材料 (PDM 活動: 1.5)

各研修コースについては、コースの概要（目的、対象者、モジュールなど）をまとめたシラバス、講師用マニュアルおよび研修用材料（パワーポイント資料など）を作成し、一式を別途の技術協力成果品 1「研修計画・研修材料」に取りまとめた。

2.2.5 研修活動のスケジュールと予算 (PDM 活動: 1.6, 1.7)

各研修コースの基本的な実施スケジュールを、研修対象者別に計画した。mini-QEIC としての活動を予定している最初の 3 年（2014～2016 年）については、2017 年以降の QEIC による本格的な研修活動に向け、将来講師となるべき人材の能力強化を主目的とした。データベース、展示にかかる研修については、その内容、施設などが具体化されるであろう 2016 年から開始することとした。なお研修の内容やスケジュールは、最新情報や研修生からのフィードバックなどを基に、定期的に見直すことが望ましいため、3 年ごとにレビュー・更新することも活動計画に含めている。また、それぞれの研修の実施に必要な予算を積算した。主な積算項目は以下の通り。

- 教材の印刷費
- 外部講師への謝礼：QEIC が本格稼働するであろう 2017 年以降は、QEIC 職員が講師になることを想定し、予算には計上していない（展示計画は除く）。
- 研修者の QEIC への招待費：地方の NGO、地域住民など、マングローブ生態系保全のうえで今後重要となる対象の招待費。MECA の中央・地方職員分は含まない。
- 研修計画の見直し：関係機関からの意見も含めるため、合同会議費を想定。

スケジュールと予算の詳細は、QEIC の 8 年運営計画（附属資料 5 参照）に掲載した。

2.2.6 試験研修と評価 (PDM 活動: 1.8, 1.9)

計画した研修内容や研修材料などの妥当性を確認することを目的として、計 3 回の試験研修を実施した。試験研修の参加者は、将来、研修講師になる可能性のある、C/P、MECA 職員および MECA 地方職員に限定した。また、研修終了後には、参加者にアンケート調査を実施し、理解度の確認を行うと共に、研修の内容や材料に対する意見収集をし、研修計画の改善の参考とした。表 2.2.2 に、試験研修の内容、成果および参加者から得られた課題を示す。

主な課題としては、現場での実習を増やすこと、基礎知識の強化、時期や時間の適切な配分、講師用マニュアルの作成などが挙げられた。特に、実施時期や時間に関しては、「オ」国の気候や受講者の健康に配慮した計画を立てる必要があることが確認された。このことにより、一日当たりの研修時間は最大 5 時間程度とし、研修を円滑に実施できるよう、研修プログラムを統合、簡素化し、また講師用マニュアルを作成することとした。

表 2.2.2 試験研修の内容および主な成果・課題

回	日程	対象	カテゴリ	コース名	研修内容	主な成果・課題
1	2012年10月7～9日	C/P、MECA中央・地方職員	一般	・ Introduction of mangrove ecosystem	・ マングローブ生態系について、日本人専門家が講義した。	【全般】 - 研修内容については、有益であるという意見が多かった。 【モニタリング】 - 時間に制約があり、受講者全員が調査を実践することができなかった。今後は、研修生の数および適切な時間配分を考慮する必要がある。 - モニタリング・データの解析・評価に関する講義が必要であることが確認された。 【環境教育】 - 今回は講義室での研修であったが、今後は環境教育プログラムの実施手法などについて、現場で実践的な研修を実施することが必要である。
			植林	・ Methods of seedling production and transplation	・ 「オ」国におけるマングローブ植林の取り組みをC/Pが紹介した。	
			モニタリング	・ Introduction on QEIC's mangrove monitoring programs ・ Monitoring of health of mangrove forest ・ Monitoring of mangrove fauna	・ モニタリング・プログラムの概要を日本人専門家が講義した。 ・ 日本人専門家によりマングローブ林の健康度調査と動物採取調査を実習した。	
			環境教育	・ Producing education materials ・ Implementing education programs	・ マングローブ生態系に関する環境教育について、対象者、内容、教材およびプログラムなどの講義および実習を行った。	
2	2013年2月10～11日	C/P、MECA中央・地方職員	一般	・ Report of the JICA training courses	・ JICA 課題別研修に参加したC/Pが、生態系保全にかかるアクションプランについて報告を行った。	【全般】 - C/Pが講師となって試験研修を行った。 - 体系化した講師用マニュアル、資料が必要であることが確認された。 【モニタリング】 - マングローブや鳥についての基本的な知識をもっと得たいとの意見があった。 - 供与機材による実習により、有効に研修が行えた。 【環境教育】 - 現場での実習を望む声が多かった。
			モニタリング	・ Introduction of monitoring of mangrove forest in Japan ・ Introduction on transplanted-seedling monitoring program ・ Introduction of bird watching, including photo shooting	・ 日本留学時代のマングローブモニタリングの紹介をC/Pにより行った。 ・ 苗木の生長を計測する方法についてC/Pが講義、実習を行った。 ・ 鳥の観察方法と写真撮影について、C/Pによる実習を行った。	
			環境教育	・ Producing education materials	・ 環境教育の材料について	

回	日程	対象	カテゴリ	コース名	研修内容	主な成果・課題
				・ Implementing education programs	C/P が講義を行った。 ・ 環境教育に係る新しい取り組みについて、日本人専門家が紹介した。	
3	2013年5月29～30日	C/P	一般	・ Introduction of training programs of QEIC ・ Introduction on mangrove ecosystem	・ QEIC の研修機能と計画について、日本人専門家が講義した。 ・ 基礎知識として必要な、マングローブ生態系についての講義を日本人専門家が行った。	【全般】 - 現場での研修については、「オ」国の厳しい気候や時間制限などを考慮すべきとの意見があった。 - 基礎知識については、気候変動に関する要素も加えたい旨の意見があった。 【モニタリング】 - 底質、臭気の判定に関する具体的な指針が欲しいとの要望があった。 - 供与機材の活用についての認識が高まった。
			モニタリング	・ Introduction on mangrove ecosystem monitoring program	・ 水質・土壌調査の現場実習を日本人専門家が行った。 ・ 現場で採取した試料の分析に関する講義を日本人専門家が行った。	

JICA 専門家チーム作成

2.2.7 今後の課題および提言

大半の研修コースについては、QEIC の職員が講師になることを想定しているが、そのためには、マングローブ生態系の基礎知識やプレゼンテーション能力の向上などが引き続き必要である。また、講師は担当分野の活動内容を熟知していることが大前提であり、そのためには継続的に担当分野の活動に携わり経験を積んでいくことが重要である。

マングローブ生態系の基礎知識の向上に関しては、本プロジェクトで開発した研修や材料（Introduction on mangrove ecosystem のコース）などを使い、内部研修を実施すると共に、モニタリング活動など現場での活動にも積極的に参加することが重要である。

プレゼンテーション能力の向上に関しては、頻繁に試行研修を開催し、C/P に講師の経験を積ませていくことが重要である。また、現在 MECA は、職員を対象として様々な研修コースを専門業者に委託しており、新たにプレゼンテーション能力に係る研修コースを構築することを提案する。

また一部の研修コースは、高い専門性を有するため、当面は、現地の外部専門家を活用することを想定しており、極力早期に支援体制を構築する必要がある。

2.3 マングローブに係るモニタリング手法の開発

C/P との協議の結果、マングローブに係るモニタリングは、現生するマングローブ生態系を対象としたモニタリング（以下「マングローブ生態系モニタリング・プログラム」）、および植林したマングローブ苗木を対象としたモニタリング（以下「植栽木モニタリング・プログラム」）の 2 種類のモニタリング・プログラムで構成することとなった。なおモニタリング手法を開発していく上では、C/P がトライアルベースでモニタリング調査を経験し、それにより得られる意見を踏まえながら、確立していくことが重要視されたことから、当初の PDM (ver. 0.1) を改定し、トライアル・モニタリングを重ねて手法を開発することに主眼を置いた。更に C/P の要望により、国内有識者にヒアリング（馬場 繁幸教授（ISME）、川満 芳信教授（琉球大学））も行った。モニタリング手法の詳細については、技術協力成果品 2「マングローブ・モニタリング・ガイドライン」に取りまとめた。

次節以降に、モニタリング活動の現状、モニタリング・プログラムの概要、モニタリング調査の結果、「マングローブ・モニタリング・ガイドライン」の概要、データ管理・公開手法などを記す。

2.3.1 MECA の環境モニタリング活動の状況

1) マングローブに係るモニタリング

JICA マスタープラン調査では、マングローブのモニタリングの必要性が提示されているものの、現在までは、一部の植林サイトで簡単なモニタリングが一次的に実施されたのみである。また収集されたデータも、適切に管理されておらず、所在は不明である。したがって、今後、継続的かつ効果的にモニタリングを実施していくためには、体系的なモニタリング・プログラムおよびデータ管理システムの構築が必要である。

2) その他のモニタリング

現在 MECA は、大気質および海洋汚染のモニタリングを実施している。海洋汚染のモニタリングは、年 1 回、水質、底質、生物（カキ）を対象に、重金属および炭化水素を全国 13 地点でモニタリングしている。なおマングローブ生態系は、大気汚染や海洋汚染の影響を受けることから、マングローブ生態系に異常が確認された場合には、これらのモニタリングのデータを、要因究明のために参照することが可能である。

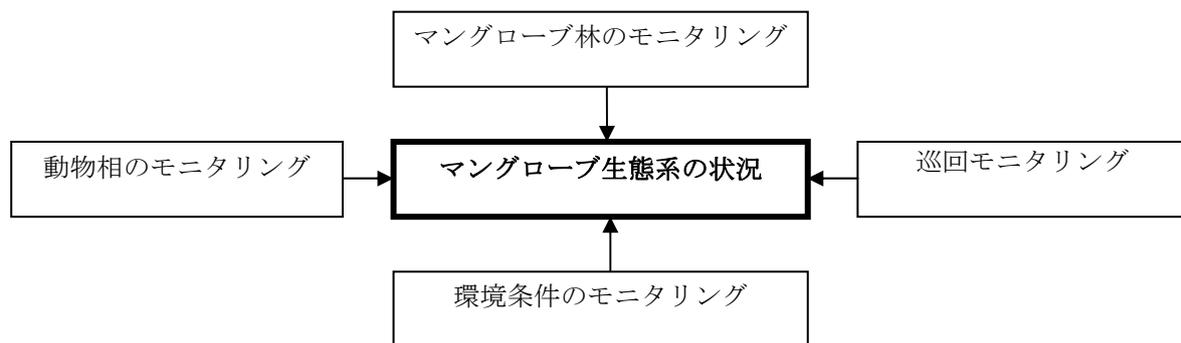
2.3.2 マングローブ生態系モニタリング・プログラムの概要（PDM 活動: 2.1, 2.2）

1) 目的および枠組

「オ」国のマングローブは、もともと厳しい自然条件（高塩分、高気温など）の中、自生してきたが、近年における人口増加、経済発展、沿岸開発などにより、マングローブおよびその生態系への脅威が増大している。

「マングローブ生態系モニタリング・プログラム」は、上記の状況を踏まえ、現存するマングローブ生態系の状況を定期的にモニタリングするために開発されたプログラムであり、モニタリングの結果をマングローブ生態系の保全・管理に活用することを想定している。またモニタリングにより得た知見、データ、写真などを、QEIC の展示、研修または環境教育の材料として活用することも想定している。

「マングローブ生態系モニタリング・プログラム」では、生態系の構成要素であるマングローブ林、動物相および環境条件を定期的にモニタリングすると共に、自然・人為的脅威の存在を監視するため、マングローブ林周辺を定期的に巡回するモニタリングも含まれる。そして、これらの結果を基に、包括的にマングローブ生態系の状況を評価する。図 2.3.1 に「マングローブ生態系モニタリング・プログラム」の枠組みを示す。



JICA 専門家チーム作成

図 2.3.1 「マングローブ生態系モニタリング・プログラム」の枠組み

2) モニタリング方法の概要

モニタリング方法は、「マングローブ・モニタリング・ガイドライン」に詳細を記載しているため、以降に概要のみを示す。なお、モニタリングは、将来的には NGO や住民参加型の形式で実施していくことも想定していることから、極力簡易な方法を採用する方針のもと開発した。またモニタリングに必要な機材は、全て供与機材として購入した。

a. マングローブ林のモニタリング

マングローブ林のモニタリングについては、マングローブならびに林の健康状況を把握することを主目的としており、フィールド調査と、必要に応じてリモートセンシング技術を併用しながらモニタリングする。

フィールド調査は、マングローブ林中の代表的樹木を選定し、それらの樹木の生長（樹高と幹周）を計測すると共に、目視観察により健康状況を評価する。目視観察の方法であるが、表 2.3.1 に示すマングローブ樹木の健康指標（枝葉密度、葉の健康、梢端の枯損、開花）を観察し、それぞれの健康指標の状況を、健康評価基準に基づき、「Good」、「Fair」、「Poor」のいずれかに評価する。そして、各評価結果を基に、樹木の総合健康度を、表 2.3.2 に示す総合健康評価基準に基づき、「Good」、「Fair」、「Poor」のいずれかに評価する。

表 2.3.1 マングローブ樹木の健康指標および健康評価基準

Health indicator (健康指標)		Health criteria (健康評価基準)		
		Good	Fair	Poor
1	Leaf/branch density (枝葉密度)	High	Moderate	Low
2	Leaf health (葉の健康)	Most leaves are healthy (e.g. > 80%)	Mixture of unhealthy leaves	Most leaves are unhealthy (e.g. > 80%)
3	Tree-top dieback (梢端の枯損)	No dieback	Some dieback	Significant or complete dieback
4	Flowering* (開花)	Abundant	Less abundant than usual	Very few or none

* : 開花時期のみ適用する。

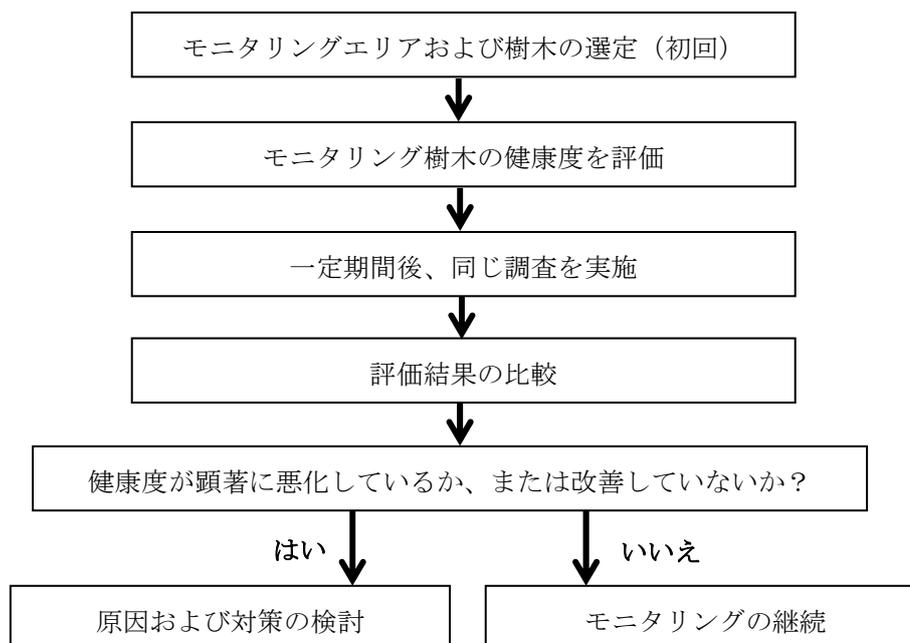
JICA 専門家チーム作成

表 2.3.2 マングローブ樹木の総合健康評価基準

Good	Fair	Poor
All health indicators rated as “Good”	One or more health indicators rated as “Fair” but no “Poor”	One or more health indicators rated as “Poor”

JICA 専門家チーム作成

各樹木の健康度を評価した後は、その結果から、周辺マングローブ林の健康状況の評価する。なお、本プロジェクトでは、樹木の健康度の変化を経時的に比較することにより、林の健康を評価することとした。具体的には、各樹木の生長や健康度を、ベースライン時または前回調査と比較し、仮に生長不良や健康度に顕著な悪化が確認された場合（または健康度が改善していない場合）は、その周辺の林の健康度が何かしらの要因で悪化あるいは改善を妨げていることが類推できる。そして、その要因を環境条件のモニタリング結果なども参照しながら究明し、対策を検討する。図 2.3.2 にマングローブ林のモニタリング手順を示す。



JICA 専門家チーム作成

図 2.3.2 マングローブ林のモニタリング手順

以下に、マングローブの健康を阻害する可能性がある要因を示す。

- 海水の供給不足による土壌の乾燥
- 停滞水の発生による水質悪化
- 土壌水の高塩分化
- 土壌の浸食・堆積
- ゴミや海藻の付着
- 他の植物種の侵入
- 家畜による食害
- 人による伐採・損傷
- 害虫やカビの増殖

リモートセンシングによるモニタリングは、衛星画像と画像解析ソフトを使い、植生指数（NDVI）²などの指標を用いてマングローブ林の健康状況を把握する。なお、NDVI に関しては、ヒルギダマシの健康度を示す確立した基準値は存在しないため、ベースライン時または前回調査との比較により、林の健康状況を評価する。リモートセンシングは、広域なマングローブ林またはフィールド調査のみでは不十分である場合に実施することを想定している。なお具体的な手法については、現地専門家（SQU の教授）と協同で開発し、モニタリング・評価手順をまとめたガイドライン（Guideline for Mangrove Health Assessment using Remote Sensing）を作成した。同ガイドラインは、「マングローブ・モニタリング・ガイドライン」の附属資料として添付した。

b. 動物相のモニタリング

マングローブ生態系は、魚類、甲殻類、貝類、鳥類など多様な動物相で構成され、それぞれが、相互に関係しながら、生態系の健全性を維持している。本プロジェクトでは、生態系の健全性を評価する一手段として、「指標生物³」を用いてモニタリングする方法を採用した。

具体的には、まずマングローブ生態系の主要な生息場（干潟域、マングローブ林域、水路など）に生息する主要動物相（魚類、甲殻類、巻貝類、鳥類など）のインベントリを作成し、その中から適切な動物種または動物群を指標生物として選定する。その後は、定期的に指標生物の出現状況を調査し、例えば顕著な減少または増加が確認された場合は、その原因および対策を検討する。指標生物を選定する際は、以下に示す選択肢や要素を考慮しつつ、ある程度、明確な根拠に基づき適切な動物種・群を選定する必要がある。なお選定の際は、極力、有識者に相談する。

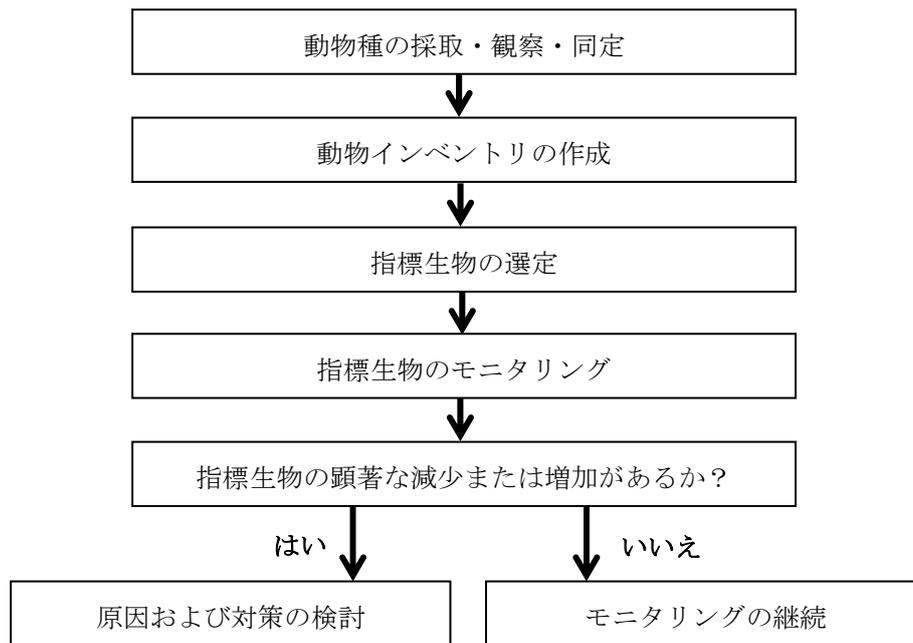
- マングローブ生態系の食物連鎖の中で上位に位置する動物種・群（例：サギ類（鳥）、ワタリガニ類（カニ）、クロダイ類（魚））。

² 植生の活性度を示す指数。衛星データの可視域赤と近赤外域の反射率から算定する。

³ 指標生物：マングローブ生態系の健全性の指標となる生物。例えば、指標生物に顕著な減少または増加が確認されたとすると、マングローブ生態系の健全性が損なわれている可能性がある。

- マングローブ生態系の物質循環に特に重要な役割を有していると考えられる動物種・群（例：落葉を摂食・分解するベンケイガニ類（カニ）やウミナナ類（巻貝））。
- 観察・採取・同定が比較的容易な動物。
- 生態や生息域がよく知られている動物。
- 汚染や環境変動に比較的脆弱な動物。

図 2.3.3 に動物相のモニタリング手順を示す。



JICA 専門家チーム作成

図 2.3.3 動物相のモニタリング手順

c. 環境条件のモニタリング

マングローブ生態系は、周辺の環境条件に強く依存または影響を受けることから、特に重要と考えられる、水質、土壌質、地形、水位をモニタリングすることとした。モニタリングの結果は、各種基準または過去の調査結果などと比較し、顕著な悪化が確認された場合は、原因および対策を検討する。以下に、モニタリング方法の概要を示す。

水質

水質モニタリングは、マングローブならびに水生生物の生育・生息に直接または間接的に影響すると考えられる一般的な項目を選択した。表 2.3.3 に水質モニタリングの測定項目と測定方法の概要を示す。

表 2.3.3 水質モニタリングの測定項目および測定方法の概要

項目	測定方法
水温	ポータブル水質計で現場測定
塩分	
pH	
溶存酸素 (DO)	
化学的酸素要求量 (COD)	採水後、ラボの水質分析計で測定
無機栄養塩類	
硝酸態窒素 (NO ₃ -N)	
亜硝酸態窒素 (NO ₂ -N)	
アンモニウム態窒素 (NH ₄ -N)	
リン酸態リン (PO ₄ -P)	

JICA 専門家チーム作成

土壌質

土壌質モニタリングは、マングローブの生育に影響すると考えられる、一般的な項目を選択した。表 2.3.4 に土壌質モニタリングの測定項目と測定方法の概要を示す。

表 2.3.4 土壌質モニタリングの測定項目および測定方法の概要

項目	測定方法
土性	手触りで判断
土色	目視または標準土色帳で判断
土壌温	土壌温度計で現場測定
酸化還元電位 (ORP)	ポータブル ORP 計で現場測定
電気伝導度 (EC)	体積比 1 : 5 の土壌と蒸留水の混合液を準備し、上澄み水をポータブル水質計で現場測定
塩分	
pH	
硝酸態窒素 (NO ₃ -N)	体積比 1 : 5 の土壌と蒸留水の混合液を準備し、上澄み水をラボの水質分析計で測定
リン酸態リン (PO ₄ -P)	

JICA 専門家チーム作成

地形

「オ」国では、砂浜の地形変動（浸食や堆積）が頻繁に起こるため、マングローブ林の水路入口が移動または塞がるリスクがある。水路入口が塞がると、海水の流出入が阻害されるため、マングローブ生態系に多大な影響が及ぶことになる。したがって、水路入口の地形を以下の方法でモニタリングすることとした。

- 定点から定期的に水路入口を撮影し、地形の変化状況を把握する。
- 水路入口の断面沿いに杭を設置し、杭の上部から地表面の距離を定期的に測定する。距離が短くなった場合は、水路入口が堆積傾向にあることが解る。

なお、水路の地形を、さらに詳細に把握する必要がある場合は、オートレベル（供与機材として購入済み）で断面を測量することとする。

水位

Salalah など、一部のマングローブ林は、海との開口部が砂浜により塞がっているため、雨季時などに陸側からの流入水がある場合は、マングローブ林内の水路の水位が上昇する可能性がある。恒常的に水位が上昇した状態が続くと、気根の酸素摂取に弊害が生じ、マングローブの生育に悪影響が及ぶ可能性がある。したがって、恒常的な水位上昇のリスクが懸念されるマングローブ林を対象に水位の変動をモニタリングすることとした。

水位の変動は、杭を水路内に設置し、杭の上部から水表面の距離を定期的に測定することにより把握する。つまり距離が短くなった場合は、水位が上昇傾向にあることが解る。なお本手法は、海との開口部が塞がり、潮位変動がないサイトのみに適応することを想定している。

d. 巡回モニタリング

マングローブ生態系を保全・管理していく上では、自然・人為的脅威の存在を極力早期に確認し対策を施すことが重要である。したがって、上記のマングローブ林、動物相および環境条件のモニタリングを補完する形で、定期的（2 ヶ月に一回程度を想定）にマングローブ林周辺を巡回することとした。なお巡回は、地方のマングローブ・サイトの場合は、MECA の地方職員が実施することを想定している。巡回の方法であるが、基本的に目視観察により、自然・人為的脅威の存在を確認する。特に留意すべき脅威に関しては、マングローブ保全ガイドライン（技術協力成果品 4）を参照。

3) モニタリングのスケジュール

マングローブ生態系モニタリングは、現地の状況に応じて、実施頻度を決定していく必要があるが、基本的には、表 2.3.5 に示す頻度で実施することを想定している。一般的に変動が短期的に起こりやすい項目（地形、水位など）は、2 ヶ月に 1 回程度実施する。逆に、樹木など変動が少ない項目は、年 1 回程度実施する。その他の項目は（動物相、水質、土壌）季節変動を考慮し、年 2 回程度実施する。モニタリングの実施時期は、季節、動物の回遊・渡り時期および地域性を考慮しながら設定する。またモニタリングは、必ずしも全ての項目を実施する必要はなく、現地の状況に応じて、必要な項目を選択する。

表 2.3.5 マングローブ生態系モニタリングのモニタリング頻度

モニタリング項目		頻度
マングローブ林	マングローブの生長	年 1 回（初年度は年 2 回）
	マングローブの健康（目視観察）	年 1 回（初年度は年 2 回）
	マングローブの健康（リモセン）	1/年
動物相		2/年
環境条件	水質	2/年
	土壌質	2/年
	地形	6/年
	水位	6/年
巡回		6/年

JICA 専門家チーム作成

モニタリングの対象サイトであるが、C/P と協議した結果、影響を受けるリスクが高いサイトまたは保全価値の高いサイトから優先的に実施することとした。サイト数は段階的に増やし、QEIC が本格稼働する予定である 2017 年からは 20 サイトをモニタリングすることを目標とした。表 2.3.6 に、2014～2021 年のモニタリングの候補サイト案を示す。なお 2017 年以降に関しては、2014～2016 年のモニタリング結果およびその時の状況を踏まえ、モニタリングサイトを決めることとした。

表 2.3.6 モニタリングのサイト数と候補サイト案

年	サイト数	候補地		主な脅威
		地域	サイト名	
2014	1	Muscat	QNR	沿岸開発、都市活動
2015	5	North Batinah	Shinas, Harmul	沿岸開発
		South Batinah	Sawadi	沿岸開発
		Muscat	QNR	沿岸開発、都市活動
		South Sharqiyah	Sur	都市活動
2016	10	North Batinah	Shinas, Harmul	沿岸開発
		South Batinah	Sawadi	沿岸開発
		Muscat	QNR	沿岸開発、都市活動
		South Sharqiyah	Sur	都市活動
		Al Wusta	Gauwi, Durf	家畜による食害
		Dhofar	Kabir, Saghir, Auqad	家畜による食害、沿岸開発
2017-2021	20	未定		

JICA 専門家チーム作成

2014 年からは、まず QNR でモニタリングを開始する予定だが、参考までに 2014～2016 年の実施スケジュール案を作成した（以下表 2.3.7 参照）。

2.3.3 植栽木モニタリング・プログラムの概要 (PDM 活動: 2.1, 2.2)

1) 目的および枠組み

MECA が今まで植林した苗木は、全てが順調に生育している訳ではなく、枯死または生長が停滞しているケースが多々ある。しかし、その状況と要因は、今までモニタリングが行われていないため明確でない。また、モニタリングを行うことで、事前に対策を施せた可能性もある。以上の事から、「植栽木モニタリング・プログラム」では、以下に示す目的のもと、植栽木の生長と健康状況および環境条件をモニタリングすることとした。

- 植栽木の生長と健康状況のモニタリングを通して、植栽木の活着状況を確認し、植栽木の生長や健康への支障が確認された場合は、原因を究明し対策を施す。
- モニタリングを通して得られる知見・データを通して、今後の植林の成功率を高める。

2) モニタリング方法の概要

モニタリング方法は、「マングローブ・モニタリング・ガイドライン」に詳細を記載しているため、以降に概要のみを記す。

a. 植栽木の生長と健康状況のモニタリング

植栽木の生長と健康状況は、全ての植栽木を対象とするのは困難なため、代わりに植栽地の代表的なエリアにモニタリング枠を設定し、枠内の植栽木を対象とすることとした。生長状況は、植栽木の茎高と根元直径を定期的に測定することにより把握する。植栽木の健康状況は、枠内の植栽木の葉密度、葉形、葉色などを観察し、不健康または枯死状態にある植栽木の割合を目視により推定する。

不健康または枯死状態にある植栽木の割合が顕著な場合は、その空間的傾向および考えられる要因を下記の環境条件のモニタリング結果と併せ検討する。なお植栽木の成長・健康を阻害する要因としては、そもそも植栽地の環境条件が生育に適していなかったこと、または植栽後に自然または人為的ストレスが加わったことなどが考えられる。植林地を現地踏査した限りでは、特に以下に示す要素によると思われる阻害が顕著だった。

- 海藻やゴミの付着
- 家畜による食害
- 土壌水の高塩分

b. 環境条件のモニタリング

環境条件に関しては、水質と土壌をモニタリングする。モニタリング項目は、可能な限り「マングローブ生態系モニタリング・プログラム」で対象としている項目をモニタリングする。しかし、困難な場合は、現場で測定できる項目のみ極力実施する。地形や水位に関しては、必要に応じて実施する。

3) モニタリングのスケジュール

植栽木は、自然または人為的ストレスによる影響を受けやすく、生育状況が短期的に変動する可能性があるため、モニタリングは、月 1 回程度実施することを想定している。なおモニタリングは、植栽木が定着したと判断された時点（例えば気根が確認された時点）で終了する。モニタリングの対象サイトについては、植林計画に合わせて決定する。

2.3.4 モニタリング調査の実施（PDM 活動: 2.4, 2.6）

トライアル・モニタリングも兼ねて、QNR を中心に C/P と共同でモニタリング調査を実施した。モニタリング調査は、「マングローブ生態系モニタリング・プログラム」の内、マングローブ林、動物相および環境条件のモニタリングを実施した。以降にモニタリング調査の結果および調査を通して得られた課題などを記す。

a. マングローブ林のモニタリング

2013年5月8日と9日に、QNRでマングローブ林の調査を実施した。調査は、比較的アクセスが容易な3か所を選び、それぞれ50～100m程度のトランセクトを設定した。そしてトランセクト内にある樹木を7～8本選び、各木の樹高・幹周を測定すると共に、健康度を評価した。図2.3.4に調査したトランセクトの位置を示す。表2.3.8に調査の結果を示す。



JICA 専門家チーム作成

図 2.3.4 マングローブ林調査の調査トランセクトの位置

表 2.3.8 マングローブ林調査の結果

Transect no.	Tree no.	Tree height (cm)	Stem circumference (cm)*	Health status
T1	1	258	5.5	Good
	2	376	15.8	Fair
	3	382	17.5	Good
	4	257	3.0	Fair
	5	292	9.5	Fair
	6	278	8.5	Fair
	7	241	4.0	Fair
T2	1	345	8.4	Good
	8	360	6.2	Good
	9	287	6.4	Fair
	4	350	8.6	Fair
	7	265	8.8	Fair
	10	280	6.2	Fair
	11	200	5.3	Fair
	12	235	8.6	Fair
T3	13	506	18.6	Fair
	2	214	3.3	Good
	14	446	11.0	Good
	15	484	8.2	Good
	16	410	21.5	Good
	17	332	12.0	Good
	18	345	9.5	Good

*: 根元から 130 cm の位置にある部分を測定

JICA 専門家チーム作成

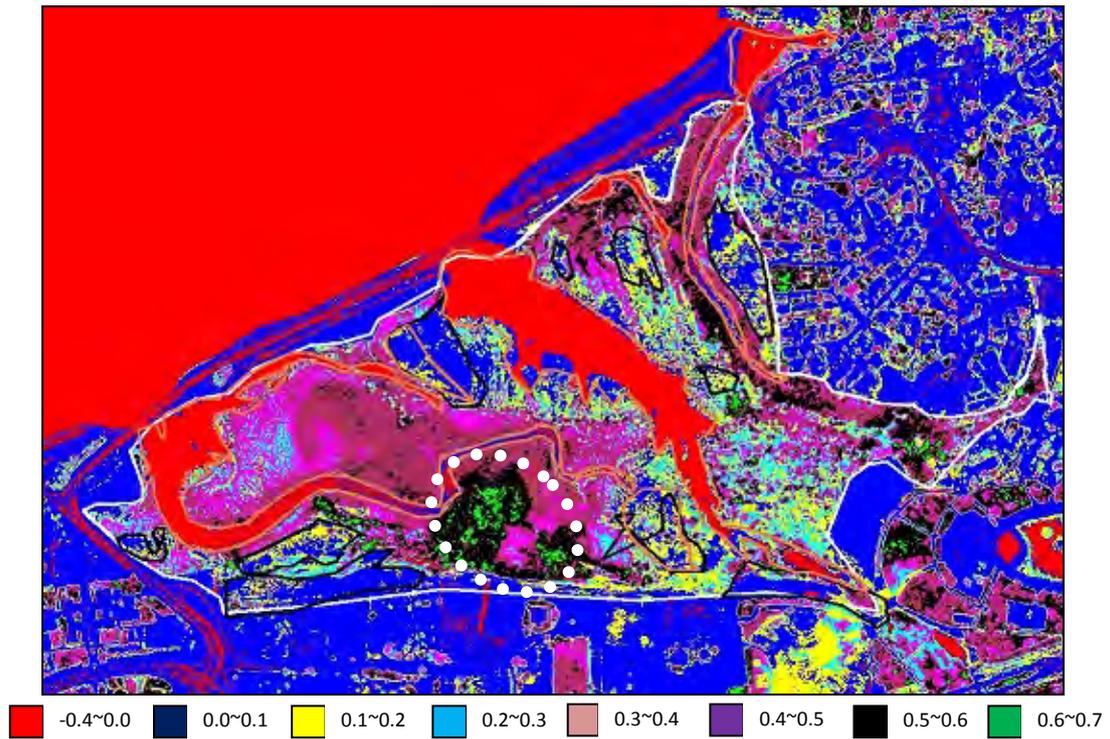
調査の結果、トランセクト T1 と T2 では、約 7 割の木の健康度が「Fair」で、残りが「Good」と評価された。一方、トランセクト T3 では、8 本中 7 本が「Good」と評価された

(残り一本は、「Fair」)。この結果から、トランセクト T3 周辺の木は、T1 と T2 に比べ、比較的ストレスの少ない良好な環境下で生育していることが示唆された。なお調査を実施した結果、いくつかの課題が明らかになり、それに基づきモニタリング手法を改善した。主な課題および改善点を以下に示す。

- 木の健康度を評価する際、特に「Good」か「Fair」の判定が難しい場合があった。また健康指標が多く、各指標の重みづけも一様でないため、総合評価が難しい場合があった。したがって、極力、総合評価にばらつきが生じないように、より明確な評価基準を設定すると共に、各健康指標の重みづけが一様になるよう、指標の数と内容を改定した(表 2.3.1 および表 2.3.2 が最終版)。
- ヒルギダマシは、幹や枝を四方に広げながら密生するため、場所によっては、林の奥部へのアクセスが困難であった。したがって調査は、トランセクト T2 と T3 のように、マングローブ林の外縁沿いに限られてしまう場合があり、サイトによっては、林全体を評価する上で、十分な量の樹木をモニタリングすることは難しいことが考えられる。その場合は、リモートセンシングによるモニタリングを併用しながら、臨機応変に調査計画を立てる必要がある。

b. リモートセンシングによるマングローブ林のモニタリング

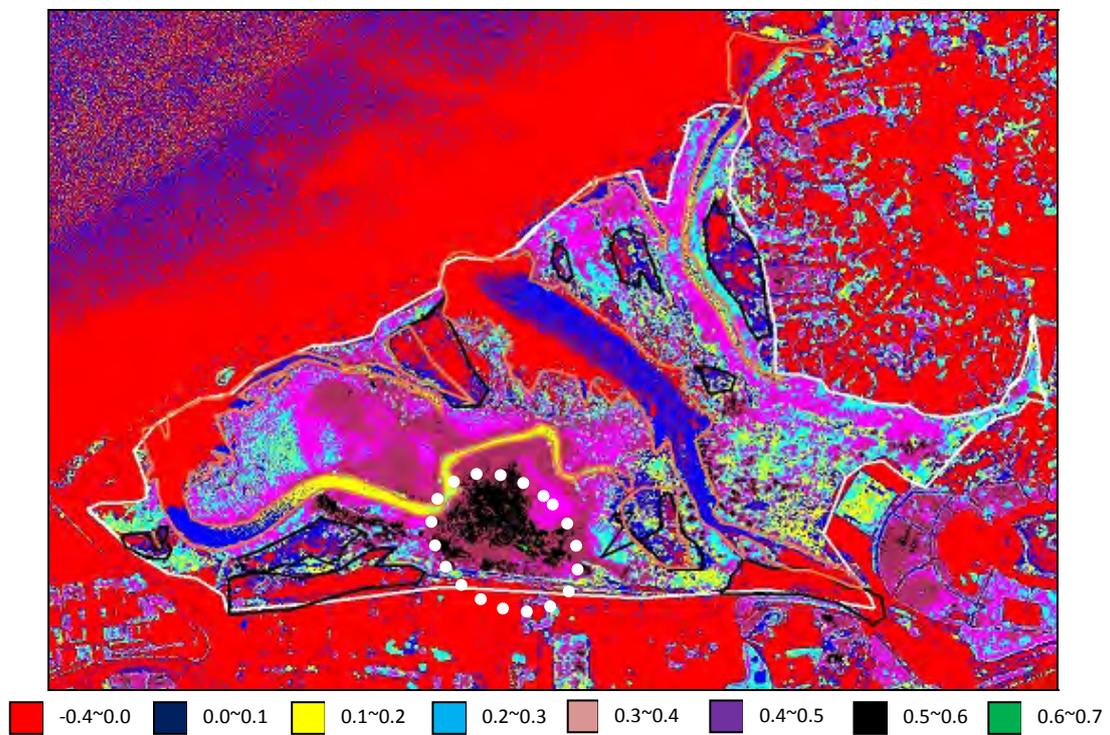
QNR のマングローブ林の健康状況を把握するため、SQU の専門家と協同で、2011 年 10 月と 2012 年 9 月の GeoEye 衛星画像を使って、NDVI 値の経時変化を解析した(画像解析は、画像解析ソフト ENVI を使用)。2011 年 10 月と 2012 年 9 月の NDVI 値を、それぞれ図 2.3.5 と図 2.3.6 に示す。また、図 2.3.7 に 2011 年 10 月と 2012 年 9 月間の NDVI 変化値を示す。



注：白線は、QNRの境界を示す。

JICA 専門家チーム作成

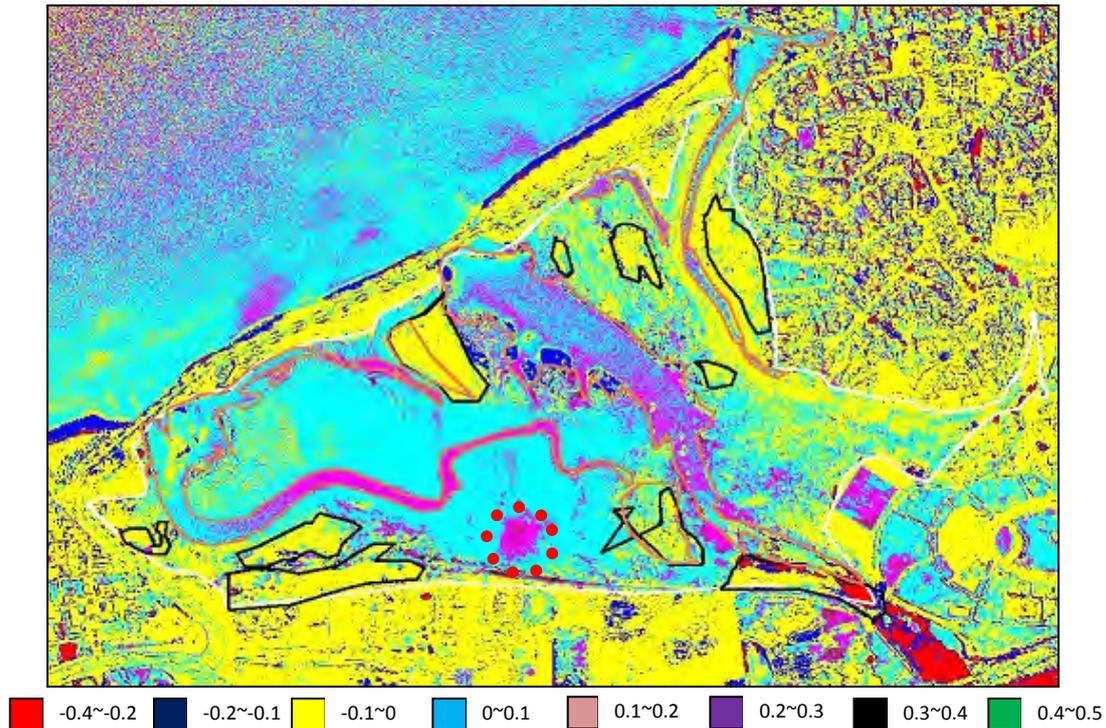
図 2.3.5 2011年10月のQNRのNDVI値



注：白線は、QNRの境界を示す。

JICA 専門家チーム作成

図 2.3.6 2012年9月のQNRのNDVI値



注：白線は、QNRの境界を示す。

JICA 専門家チーム作成

図 2.3.7 2011年10月と2012年9月間のNDVI変化値

以下に調査の主な結果および課題を示す。

- マングローブ分布域の NDVI 値は、各年とも概ね 0.3～0.5 の範囲にあった。なおマングローブ分布域の一部エリア（図 2.3.5 と図 2.3.6 の白点線で囲んだエリア）では、各年とも NDVI 値が 0.5～0.7 と、比較的高い。なお確認のため、白点線で囲んだエリアの外縁を現地踏査した所、他の植生が混在しており、それが原因の可能性もある。このことから、今後 NDVI 解析により、マングローブ以外の植生の分布・侵入状況も確認できる可能性があることが示唆された。
- 2011 年と 2012 年間の NDVI 変化値は、QNR の主なマングローブ分布域では-0.1～0.1 の範囲にあり、顕著な変動はなかった。しかし、白点線で囲んだエリアの一部では（図 2.3.7 の赤点線で囲んだエリア）、NDVI 値が 0.1～0.3 程増加しており、他の植生が増加している可能性がある。したがって今後、現地踏査を通して、状況を確認する必要がある。
- リモートセンシングによるマングローブ林のモニタリングは、「オ」国では、比較的新しい試みであるため、今後ともモニタリングを継続し、経験・知見を蓄えながら、モニタリング手法や解析・評価の技術を向上していく必要がある。

c. 動物相のモニタリング

水生生物のモニタリング

マングローブ林内の水生生物の生息状況を把握するため、QNR において、生物のインベントリ調査を 1 年次と 2 年次にわたり数回実施した（Mahut 島でも一回実施）。生物の採取は、地引網、刺網、漁かごなどを使用した。採取した個体の同定は、図鑑を参照すると共に、Marine Science and Fisheries Center（MSFC）や日本人有識者へのヒアリングを通して行った。同定後の個体は、エタノールまたはホルマリンで固定し、MSFC に保管している。調査を通して確認された魚類、甲殻類、および巻貝類の一覧を、それぞれ表 2.3.9～2.3.11 に示す。また確認した生物の写真一覧を附属資料 6 に添付した。

表 2.3.9 QNR および Mahut 島にて確認された魚類一覧

Location	Family name	Scientific name	Common name
QNR	Cyprinodontidae	<i>Aphanius dispar</i>	Killifish
	Terapontidae	<i>Terapon jarbua</i>	Jarbua terapon
	Gerreidae	<i>Gerres acinaces</i>	Longtail silverbidy
		<i>Gerres sp.</i>	Silverbidy
	Ambassidae	<i>Ambassis gymnocephalus</i>	Glass fish
	Mugilidae	<i>Moolgarda seheli</i>	Bluespot mullet
		Unidentified	Mullet
	Gobiidae	<i>Oxyurichthys ophthalmonea</i>	Eyebrow goby
		<i>Favonigobius rechei</i>	Indo-Pacific tropical sand goby
		<i>Cryptocentroides insignis</i>	Insignia prawn-goby
	Cichlidae	<i>Oreochromis niloticus</i>	Nile tilapia
Sparidae	<i>Acanthopagrus sp.</i>	Seabream	
Mahut	Sparidae	<i>Acanthopagrus latus</i>	Yellowfin seabream
	Mugilidae	<i>Ellochelon vaigiensis</i>	Squaretail mullet
	Sillaginidae	Unidentified	Whiting

JICA 専門家チーム作成

表 2.3.10 QNR および Mahut 島にて確認された甲殻類一覧

Location	Family name	Scientific name	Common name
QNR	Ocypodidae	<i>Ocypode saratan</i>	Ghost crab
		<i>Macrophthalmus</i> sp.	Sentinel crab
		<i>Uca lactea</i>	Milky fiddler crab
		<i>Uca</i> sp.1	Fiddler crab
		<i>Uca</i> sp.2	Fiddler crab
	Grapsidae	Unidentified	-
		<i>Metopograpsus</i> sp.	Climber crabs
	Sesarmidae	<i>Perisesarma</i> sp.	-
Portunidae	<i>Thalamita crenata</i>	Mangrove swimming crab	
Alpheidae	<i>Alpheus</i> sp.	Pistol shrimp	
Mahut	Sesarmidae	<i>Episesarma</i> sp.	Tree climbing crab
		<i>Perisesarma guttatum</i>	-
	Ocypodidae	<i>Macrophthalmus</i> sp.1	Sentinel crab
		<i>Macrophthalmus</i> sp.2	Sentinel crab
		<i>Uca</i> sp.1	Fiddler crab
		<i>Uca</i> sp.2	Fiddler crab
	Portunidae	<i>Portunus seignis</i>	Blue swimming crab
		<i>Thalamita crenata</i>	Mangrove swimming crab
<i>Portunus</i> sp.		Swimming crab	

JICA 専門家チーム作成

表 2.3.11 QNR にて確認された巻貝類一覧

Location	Family name	Scientific name	Common name
QNR	Potamididae	<i>Terebralia palustris</i>	Mangrove whelk
		<i>Cerithidea</i> sp.	-

JICA 専門家チーム作成

以下にインベトリ調査の結果概要および課題などを記す。

- 魚類に関しては、QNR にてハゼ科 (Gobiidae)、ボラ科 (Mugilidae)、クロサギ科 (Gerreidae) など計 12 種が確認された。多くの魚類が、稚魚・幼魚であったことから、QNR が稚魚・幼魚の生育場として重要な機能を有していることが示唆された。なお、一般的には、外来種として分類されるティラピアが確認されたが、在来種との競合により、マングローブ生態系に悪影響を及ぼす可能性があるため、引き続き出現状況をモニタリングしていくべきである。
- 甲殻類に関しては、スナガニ科 (Ocypodidae)、イワガニ科 (Grapsidae)、ベンケイガニ科 (Sesarmidae)、ワタリガニ科 (Portunidae) のカニ類が確認された。これらのカニ類は、マングローブ域で一般的に見られるが、種レベルまでの同定が困難な個体が多かったことから、今後は国内外の専門家の協力を得ながら、同定の精度を高めていく必要がある。またカニ類は、マングローブ生態系の物質循環において重要な役割を担っており、モニタリングも比較的容易であるため、指標生物の有力な候補と考える。
- 巻貝類に関しては、QNR にてキバウミニナ (*Terebralia palustris*) とフトヘタナリ類が干潟域で多くの個体が確認された。キバウミニナは、マングローブの落葉を分解す

るなど、マングローブ林の物質循環において重要な役割を担っており、指標生物の有力な候補と考える。

- 本プロジェクトでは、調査時間やマンパワーの制約上、確認できた種は限定的であり、引き続きインベトリ調査を実施していく必要がある。なお生物の同定に関しては、MECA には専門家がないため、当面は MSFC などの専門機関の支援が必要である。
- 今後は、QEIC にも生物専門家を配置するべきであり、QEIC の 8 カ年運営計画の雇用計画に含めた。

鳥類のモニタリング

2013 年 5 月 6～7 日と 12 月 3 日に、現地専門家と協同で、QNR で鳥類のインベトリ調査を実施した。調査は、双眼鏡、スコープ、望遠カメラなどを使用しながら、観測された鳥の種類および個体数を記録した。図 2.3.8 に調査したトランセクトの位置を示す。



注：2013 年 12 月 3 日の調査は、T2、T3、T5 のみで実施。

JICA 専門家チーム作成

図 2.3.8 鳥類調査の調査トランセクトの位置

表 2.3.12 に鳥類調査の結果を示す。また調査時に撮影した写真一覧を附属資料 6 に添付した。

表 2.3.12 鳥類調査の結果

		Scientific name	Common name	Count
May 2013	1	<i>Fracolinus pondicerianus</i>	Grey Francolin	2
	2	<i>Plegadis falcinellus</i>	Glossy Ibis	2
	3	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Black-crowned Night Heron	1
	4	<i>Butorides striata</i>	Striated Heron	2
	5	<i>Ardea cinerea</i>	Grey Heron	9
	6	<i>Ardea purpurea</i>	Purple Heron	1
	7	<i>Egretta alba</i>	Western Great Egret	1
	8	<i>Egretta gularis</i>	Western Reef Heron	2
	9	<i>Gallinula chloropus</i>	Common Moorhen	1
	10	<i>Himantopus himantopus</i>	Black-winged Stilt	10
	11	<i>Vanellus indicus</i>	Red-wattled Lapwing	18
	12	<i>Charadrius alexandrinus</i>	Kentish Plover	1
	13	<i>Charadrius mongolus</i>	Lesser Sand Plover	4
	14	<i>Charadrius leschenaultii</i>	Greater Sand Plover	5
	15	<i>Limosa limosa</i>	Black-tailed Godwit	3
	16	<i>Numenius phaeopus</i>	Whimbrel	1
	17	<i>Numenius arquata</i>	Eurasian Curlew	10
	18	<i>Actitis hypoleucos</i>	Common Sandpiper	1
	19	<i>Tringa totanus</i>	Common Red Shank	1
	20	<i>Tringa nebularia</i>	Common Greenshank	4
	21	<i>Larus hemprichii</i>	Sooty Gull	1
	22	<i>Larus cachinnans</i>	Caspian Gull	1
	23	<i>Sterna sandvicensis</i>	Sandwich Tern	39
	24	<i>Sterna hirundo</i>	Common Tern	6
	25	<i>Sterna repressa</i>	White-cheeked Tern	4
	26	<i>Spilopelia senegalensis</i>	Laughing Dove	20
	27	<i>Psittacula krameri</i>	Rose-ringed Parakeet	26
	28	<i>Merops persicus</i>	Blue-cheeked Bee-eater	1
	29	<i>Merops orientalis</i>	Green Bee-eater	4
	30	<i>Lanius isabellinus</i>	Daurian Shrike	1
	31	<i>Lanius meridionalis</i>	Southern Grey Shrike	1
	32	<i>Corvus splendens</i>	House Crow	18
	33	<i>Pycnonotus (leucogenys) leucotis</i>	White-eared Bulbul	22
	34	<i>Galerida cristata</i>	Crested Lark	3
	35	<i>Ptyonoprogne (fuligula) obsoleta</i>	Pale Crag Martin	8
	36	<i>Hirundo rustica</i>	Barn Swallow	7
	37	<i>Prinia gracilis</i>	Graceful Prinia	10
	38	<i>Phylloscopus trochilus</i>	Willow Warbler	1
	39	<i>Phylloscopus collybita</i>	Common Chiffchaff	2
	40	<i>Acridotheres tristis</i>	Common Mynah	38
	41	<i>Pastor roseus</i>	Rose-coloured Starling	1
	42	<i>Muscicapa striata</i>	Spotted Flycatcher	2
	43	<i>Cinnyris asiaticus</i>	Purple Sunbird	13
	44	<i>Passer domesticus</i>	House Sparrow	13
	45	<i>Lonchura malabrica</i>	Indian Silverbill	15
Dec. 2013	1	<i>Fracolinus pondicerianus</i>	Grey Francolin	10
	2	<i>Anas platyrhynchos</i>	Mallard	1
	3	<i>Anas acuta</i>	Northern Pintail	3
	4	<i>Anas crecca</i>	Eurasian Teal	5
	5	<i>Plegadis falcinellus</i>	Glossy Ibis	1
	6	<i>Ardea cinerea</i>	Grey Heron	4
	7	<i>Ardea purpurea</i>	Purple Heron	1
	8	<i>Egretta alba</i>	Western Great Egret	1
	9	<i>Bubulcus ibis</i>	Western Cattle Egret	1
	10	<i>Egretta gularis</i>	Western Reef Heron	3

	Scientific name	Common name	Count
11	<i>Pandion haliaetus</i>	Osprey	4
12	<i>Circus aeruginosus</i>	Western Marsh Harrier	3
13	<i>Gallinula chloropus</i>	Common Moorhen	3
14	<i>Fulica atra</i>	Eurasian coot	1
15	<i>Himantopus himantopus</i>	Black-winged Stilt	2
16	<i>Vanellus indicus</i>	Red-wattled Lapwing	5
17	<i>Pluvialis squatarola</i>	Grey Plover	9
18	<i>Pluvialis fulva</i>	Pacific Golden Plover	10
19	<i>Charadrius alexandrinus</i>	Kentish Plover	1
20	<i>Gallinago gallinago</i>	Common Snipe	9
21	<i>Numenius phaeopus</i>	Whimbrel	2
22	<i>Numenius arquata</i>	Eurasian Curlew	6
23	<i>Actitis hypoleucos</i>	Common Sandpiper	4
24	<i>Tringa ochropus</i>	Green Sandpiper	4
25	<i>Tringa totanus</i>	Common Red Shank	1
26	<i>Tringa nebularia</i>	Common Greenshank	4
27	<i>Alcedo atthis</i>	Common Kingfisher	1
28	<i>Chroicocephalus genei</i>	Slender-billed Gull	5

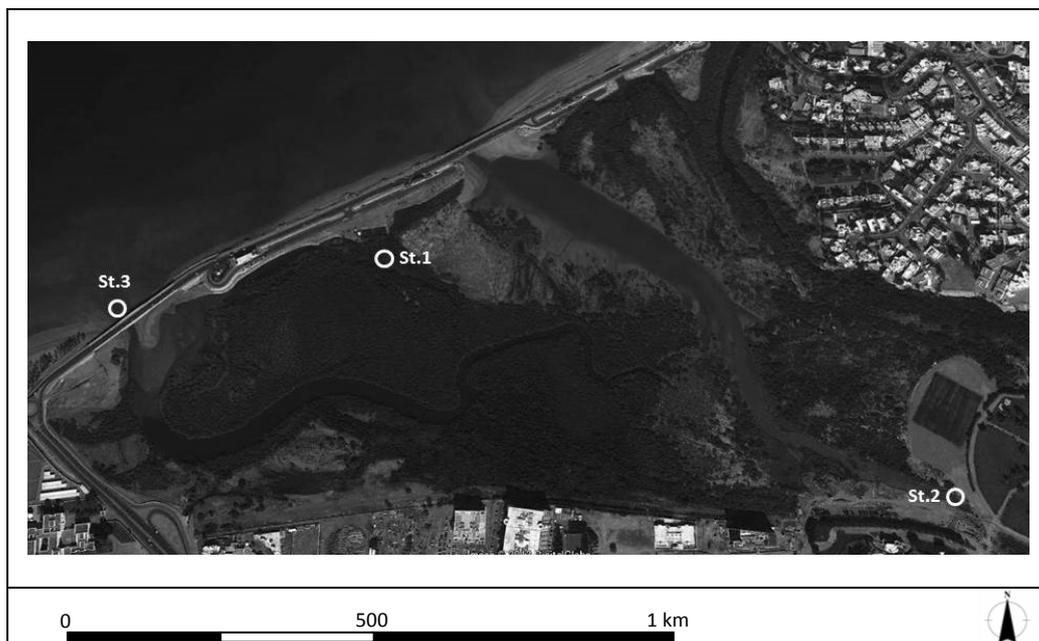
JICA 専門家チーム作成

調査の結果、サギ類、シギ・チドリ類、アジサシ類などを初め、5月と12月で、それぞれ計45種と28種の鳥類を確認した。12月時の種数が少ないのは、調査期間と調査地点が少ないのと、水鳥を調査の主対象としたことに起因すると考える。なお、MECAには、鳥類の専門家がいないため、当面は外部専門家の協力が必要である。

d. 環境条件のモニタリング

水質のモニタリング

水質調査は、2013年5月30日、2013年6月18日および2013年10月1日に、計3地点（表層）で実施した。図2.3.9に調査位置を示す。



JICA 専門家チーム作成

図 2.3.9 水質調査地点の位置

水質調査の結果を表 2.3.13 に示す。物理的項目（水温、塩分、pH、DO）は、供与機材のポータブル水質計を使い現場で測定した。COD と栄養塩類に関しては、サンプルをラボに持ち帰り、供与機材の水質分析計（HACH DR/890 Portable Colorimeter）で分析した。

表 2.3.13 水質調査の結果

Parameter	Results						Standards of other countries
	St.1			St.2		St.3	
Date	2013/05	2013/06	2013/10	2013/06	2013/10	2013/06	-
Water temp (C°)	32	33.2	30.9	34.8	33.5	36.2	-
Salinity (‰)	36	34	37.8	3.12	7.11	35	-
pH	7.59	7.57	7.74	7.78	7.82	7.65	7.8-8.4 ^{*1}
DO sat. (%)	47.9	80.2	57.9	112.7	131.3	83.5	> 90 ^{*2}
DO conc. (mg/l)	3.34	5.56	4.37	7.80	10.85	5.78	> 6 ^{*1}
COD (mg/l)	-	190	-	10	-	188	2 ^{*1}
NO ₃ -N (mg/l)	-	<D.L.	0.01	0.55	>0.5	0.01	(NO _x) 0.008 ^{*2}
NO ₂ -N (mg/l)	-	0.007	0.003	0.008	0.025	0.013	
NH ₄ -N(mg/l)	-	<D.L.	<D.L.	<D.L.	<D.L.	1.00	0.01 ^{*2}
PO ₄ -P (mg/l)	-	0.13	0.11	0.23	0.05	0.15	0.005 ^{*2}

*1: 日本の水産用水基準、*2: オーストラリアの水生生物用基準（熱帯沿岸域）

<D.L.:分析機の定量下限以下

注：2013/05 の調査では、調査時に分析に必要な機器が揃っていなかったため、COD および無機栄養塩類は実施していない。2013年10月の調査では、時間の制約上 COD は実施していない。

JICA 専門家チーム作成

以下に水質調査の結果概要および課題などを記す。

- 塩分は、St.1 と St.3 で外海と同様の約 35‰だが、St.2 では 3～7‰と低かった。St.2 の上流から地下水経由でマングローブ域に淡水が流入していることが解った。
- pH は、日本の水産用水基準値と比較した限り、概ね問題のない範囲内にあった。
- DO 濃度は、St.1 と St.2 で、日本の水産用水基準値を下回った。St.1 と St.2 は、水路の奥にあることから、水が停滞しやすく、DO が低くなりやすい傾向にあることが示唆された。
- COD と栄養塩類に関しては、特に COD、リン酸、アンモニウムの値が想定より大幅に高い場合があり、分析プロセスに問題があった可能性がある。
- COD と栄養塩の分析を正確に実施するためには、ある程度の経験を要することから、クロスチェックのため当面は、信頼のおける国内ラボにも分析を依頼するべきである。また、QEIC に化学分析の専門家を雇用する計画を QEIC の 8 ヶ年運営計画に含めた。

土壌のモニタリング

土壌調査は、2013年5月30日に一地点（水質調査の St.1）で実施した。土壌調査の結果を表 2.3.14 に示す。土壌に関しては、ORP 値がマイナスであったことから、還元状態にあることがいえるが、これはマングローブが生育する所では一般的なことである。また塩分と電気伝導度（EC）の値は、比較的高かったが、周辺のマングローブの生育・健康状況は良好であったため、特段問題のないレベルであると考えられる。

表 2.3.14 土壌調査の結果

Parameter	Layer	Results
Soil temp (C°)	Surface (10 cm)	29.9
	Middle (40 cm)	28.6
Texture	Surface (10 cm)	Silt/clay
	Middle (40 cm)	Fine sand
Color	Surface (10 cm)	10YR 3/1
	Middle (40 cm)	10YR 6/1
Smell	Surface (10 cm)	H ₂ S smell
	Middle (40 cm)	No smell
ORP (mV)	Surface (10 cm)	-87
	Middle (40 cm)	-75
Salinity (‰)	Surface (10 cm)	4.61
	Middle (40 cm)	-
EC	Surface (10 cm)	8.4 mS/cm
	Middle (40 cm)	-
pH	Surface (10 cm)	7.95
	Middle (40 cm)	-
NO ₃ -N (mg/l)	Surface (10 cm)	-
	Middle (40 cm)	-
PO ₄ -P (mg/l)	Surface (10 cm)	-
	Middle (40 cm)	-

注：調査時には、分析に必要な機器が揃っていなかったため、無機栄養塩類は実施していない。

JICA 専門家チーム作成

地形のモニタリング

QNR の水路入口の地形変化をモニタリングするため、PVC 製の杭を水路脇に設置した。しかし、設置後すぐに盗難にあい、モニタリングを実施することはできなかった。したがって今後は、盗難対策も検討する必要がある。

2.3.5 マングローブ・モニタリング・ガイドライン (PDM 活動: 2.3)

技術協力成果品 2「マングローブ・モニタリング・ガイドライン」は、QEIC 職員がモニタリングを実施する際に参照するガイドラインとして、調査ならびに評価の方法などを極力解りやすく解説した資料である。当ガイドラインは、トライアル・モニタリングの結果などを踏まえ、改定を重ね、最終化した。ガイドラインの附属資料として、以下の資料を添付した。

- Guideline for Mangrove Health Assessment using Remote Sensing
- 現地調査時に使用する野帳およびデータの入力フォーマット
- 水質計の校正マニュアル
- 水質分析のマニュアル

2.3.6 モニタリング・データの管理および公開方法 (PDM 活動: 2.5)

1) モニタリング・データの管理

収集したモニタリング・データや写真は、QEIC 内で共有することが重要であることから、QEIC のデータベースで保管・管理することを想定している。データベースの管理主体は、創設予定の IT 部門が担当することを想定している。なお QEIC のデータベースは、今後開発していく予定だが、その構築に資する基盤情報を整理した（詳細は、2.6.1 節参照）。なおデータ入力には、共通のフォーマットを使う事が効率的であるため、モニタリング分野別に入力フォーマット案を作成した（「マングローブ・モニタリング・ガイドライン」に添付）。

2) モニタリング・データの公開

モニタリング・データは、QEIC のウェブサイトを通して公開する予定である。なお C/P と協議した結果、当面は、モニタリング結果を取りまとめた年次報告書を作成し、それを公開することとなった。表 2.3.15 に年次報告書の内容案を示す。

表 2.3.15 年次報告書の内容案

	項目	内容
マングローブ生態系モニタリング	モニタリング調査の目的	調査の目的を記載。
	モニタリング調査の方法	調査の方法、地点図などを記載。
	モニタリング調査の結果	調査結果を図表などで示し、また過去の調査結果と比較する。
	結果の考察	調査結果からマングローブ生態系の状況を要約し、懸念事項などを記載する。
植栽木モニタリング	モニタリング調査の目的	調査の目的を記載。
	モニタリング調査の方法	調査の方法、地点図などを記載。
	モニタリング調査の結果	植栽木の生長度、枯死率、環境条件の調査結果を記載。
	結果の考察	調査結果から植栽木の成長状況を要約し、懸念事項などを記載する。

JICA 専門家チーム作成

2.3.7 今後の課題および提言

本プロジェクトを通して得られた経験に基づき、今後の活動へ向けての課題および提言を以下に記す。

- 本プロジェクトを通して、C/P は、現場調査（マングローブや水質の測定、生物の採取など）を実施するための基本的能力は、大幅に向上したと考えるが、特にモニタリングの計画策定（地点の設定など）、データの解析・評価、動物の同定、機材の維持管理および化学分析に係る能力（特に COD と無機栄養塩の水質分析は、正確に行えなかったため、現地の分析機関（e.g. Ministry of Regional Municipality and Water Resource）の支援の下、分析の精度を高める必要がある）を、引き続き強化する必要がある。なお、これらの能力は、実際にモニタリングの経験を積み、また失敗を重ねながら培うことが重要である。
- モニタリング結果を的確に解析・評価するためには、マングローブ生態系および環境学に関する基礎知識を向上する必要がある。なお、基礎知識は、研修や自習を通して理論を学ぶと同時に、実際に現場に行き、観察・体験することが重要である。
- 動物の同定、リモートセンシングおよび化学分析は、高い専門性を要することから、C/P の能力が十分強化されるまでは、当面、外部の専門家・機関の支援を受ける必要があると考える。また、マングローブの生物や生態系に精通している人材と化学分析に精通している人材を早期にリクルートすることを提案する。
- 仮にマングローブ生態系への悪影響が確認された場合は、有識者を含めた委員会を立ち上げ、影響の原因や対策を検討することを提案する。

- モニタリング活動は、多くの労力を要するため、将来的には **NGO** や市民と共同しながら実施することを提案する。また参加者は、モニタリング活動を通して、マングローブ生態系への理解をより深めることができる。

2.4 マングローブの植林方法と技術の開発

2.4.1 植林の目的

マングローブの植林活動は、緑資源を増大することを中心的な目的として実施されているが、マングローブが増える事により付随する、防災、二酸化炭素吸収、水産資源の維持、観光の促進、地域活性化などの効果も期待されている。また自然・人為的影響により、マングローブ林が被害を受けた際の復元策としても実施されている。

2.4.2 育苗施設と植林活動の状況（PDM 活動: 3.1）

1) 育苗施設

現在 MECA は、シェードネット付の苗床を計 4 か所（QNR に 2 棟、Sur に 1 棟、Salalah に 1 棟）に整備している。図 2.4.1 に QNR の苗床を示す。



JICA 専門家チーム作成

図 2.4.1 QNR の苗床

各苗床には、約 8 m²の育苗用ベッドが 20 面あり、1 ベッドで年間約 600 苗の生産が可能である。したがって 1 つの苗床で、年間 12,000 苗、4 つの苗床で、年間 48,000 苗の生産が可能である。本プロジェクトでは、これら 4 つの苗床の現状把握および改善点を検討するため、育苗施設を詳細に観察し、その結果を以下に示す。

- QNR および Sur の苗床は、MECA が JICA 専門家の支援の下で開発した潮汐灌漑のシステムを導入している。苗床はパイプでマングローブ林の水路と繋がっており、潮汐

の干満によって苗床が自動的に灌漑される。そのため、ポンプなどで人工的に海水を導入する必要がないため、メンテナンスの必要性および運用コストが比較的少なくすむという点で極めて優れたシステムである。こうした利点は、他国のマングローブ植林の関係者に向けて発信されるべきと考え、育苗施設の構造や機能に関しては、技術協力成果品3「マングローブ植林ガイドライン」に記載した。

- 一方、Salalah の苗床は、隣接する水路が海から隔離されており、潮汐灌漑システムを導入できないため、モーター式ポンプで灌漑している。ヒアリングによれば、ポンプの出力不足や取水口の位置の問題などにより、安定した取水ができない場合があるとのことである。そのため、本プロジェクトでは、供与機材として新しいポンプを購入するとともに、適切な取水口のレベルを指導した。
- 前述したように、苗床にはシェードネットが張られている。シェードネットは、防風や遮光の機能を持つが、それらの機能が却って苗木を徒長⁴傾向にすることが懸念された。したがって本プロジェクトでは、シェードネットの是非を検討するため、予備的な実験を行った（実験の方法・結果の詳細については、次節 2.4.3 および附属資料7参照）。
- シェードネットは、砂塵などにより汚れ、必要以上に苗床を遮光していることが懸念されたため、定期的な清掃を提言した。またシェードネットを支える鉄柱についても、海水により腐食していたため、錆落としや塗装といった維持管理作業を提言した（必要な維持管理については、「マングローブ植林ガイドライン」に記載）。なお QNR の苗床の鉄柱は、海水に浸る部分をコンクリートで保護する策がとられた。
- 苗床によっては、ひとつのポットに種を 2～3 粒播種している場合があった。しかしながら、ヒルギダマシの種の発芽率は極めて高く、間引き作業が煩雑になるため、1ポットに対して1粒のみ播種することを提言した。

2) 植林活動

a. 植林活動の現状

植林活動に関しては、2002～2004 年にかけて実施された JICA マスタープラン調査において、植林の必要性、適地性などに基づいて、表 2.4.1 に示す植林計画（2005～2014 年）が策定された。

⁴日照不足や肥料の与えすぎなどにより、植物の枝や茎が間延びして伸びること。徒長した苗は、病気やストレスに弱くなる。

表 2.4.1 JICA マスタープラン調査において策定された植林計画

Name of Mangrove Forest	Priority of plantation	Estimated Area (ha)	1st year (2005)	2nd year (2006)	3rd year (2007)	4th year (2008)	5th year (2009)	6th year (2010)	7th year (2011)	8th year (2012)	9th year (2013)	10th year (2014)	Total
1. Khawr Shinas	Medium	2.5	nursery	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	0	0	0	0	25,000
2. Khawr Harmul & Nabr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3. Khawr Sawadi	High	10.4	10,400	10,400	10,400	10,400	10,400	10,400	10,400	10,400	10,400	10,400	104,000
4. Khawr Haradi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5. Khawr Qurm	High	4.0	planning	pond	10,000	10,000	10,000	10,000	0	0	0	0	40,000
6. Bandar Khayran	Medium	3.7	7,400	7,400	0	0	0	0	7,400	7,400	7,400	0	37,000
7. Quray at	High	1	planning	dike	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	0	0	0	10,000
8. Tina	High	8.1	9,500	9,500	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	76,600
9. Batah	Medium	2.1	2,300	2,300	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	19,000
10. Khawr Quq	Low	0.6	nursery	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0	0	0	6,000
11. Khawr Hajr - East Shore	Low	11.9	0	14,000	14,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	119,000
12. Wadi Mursays	Low	1.0	0	2,500	2,500	2,500	2,500	0	0	0	0	0	10,000
13. Filim - Eastern Beach	High	1.0	0	2,500	2,500	2,500	2,500	0	0	0	0	0	10,000
14. Mahut Island	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15. Al Demer Beach	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16. Khawr Rowri	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17. Qurm Tagah	Medium	0.2	2,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,000
18. Khawr Dahariz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19. Khawr Balid	High	0.4	planning	pond	4,000	0	0	0	0	0	0	0	4,000
20. Khawr Kabir	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21. Khawr Saghir	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total:			19,800	22,800	31,400	27,400	27,400	22,400	19,800	17,800	17,800	10,400	217,000

出典：JICA マスタープラン調査 (2004)

植林活動の実績に関しては、2010 年に MECA が発行した「Mangroves in the Sultanate of Oman」に記載されている実績 (2001~2010 年) と C/P へのヒアリングを基に把握し、その結果を表 2.4.2 に示す。

表 2.4.2 マングローブ植林の実績

Name of mangrove forest	Region	Number of seedling per year												Total
		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
Khasab	Khasab/Musandam	0	0	0	0	0	0	0	0	1,000	0	0	0	1,000
Diba	Diba/Musandam	0	0	0	0	0	0	0	1,000	1,200	2,000	0	0	4,200
Wadiyah	Shinas/Al-Batinah	0	0	0	14,625	13,200	18,000	18,000	8,000	13,200	12,000	0	0	97,025
Shinas	Shinas/Al-Batinah	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,000	12,000	0	23,000
Sawadi	Al-Sawadi/Al-Batinah	17,250	0	18,000	18,000	19,200	13,500	14,400	0	0	0	0	0	100,350
Grim	Musanaa/Al-Batinah	0	0	15,000	4,875	0	0	0	0	0	0	0	0	19,875
Hafri	Al-Batinah	0	0	0	0	0	180	0	0	0	0	0	0	180
QNR	Muscat	0	500	0	0	0	0	0	0	600	0	1,600	1,700	4,400
Al-Seera	Quray at/Muscat	0	0	0	0	0	300	0	0	0	0	0	0	300
Sukeikra	Sur/Al-Sharqiya	16,500	0	18,000	18,000	14,625	7,500	0	0	0	0	0	0	74,625
Batah	Sur/Al-Sharqiya	0	0	0	0	0	0	13,950	5,000	0	0	0	0	18,950
Hajr	Sur/Al-Sharqiya	0	0	0	0	0	0	0	3,000	8,000	9,000	19,000	0	39,000
Har	Masrah/Al-Sharqiya	0	0	0	0	0	0	4,200	2,000	0	1,500	0	0	7,700
Durf	Duqm/Al-Wusta	0	0	0	0	900	0	0	0	2,800	1,200	1,200	0	6,100
Gauwi	Al-Jazer/Al-Wusta	0	0	0	0	1,800	3,600	3,600	2,000	1,200	5,000	3,400	0	20,600
Hitam	Duqm/Al-Wusta	0	0	0	0	0	0	0	0	1,200	0	0	0	1,200
Kabir	Dhofar	0	0	7,200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,200
Saghir	Dhofar	0	0	10,800	2,700	0	0	0	0	0	0	0	0	13,500
Balid	Dhofar	0	0	900	0	0	0	0	0	0	0	0	0	900
Mughsayl	Dhofar	0	0	900	7,650	10,800	17,850	0	0	0	0	0	0	37,200
Taqa	Dhofar	0	0	0	0	1,800	0	0	0	0	0	0	0	1,800
Auqad	Dhofar	0	0	0	0	0	150	18,000	11,000	0	0	0	0	29,150
Tipajan	Sharbathat/Dhofar	0	0	0	0	0	0	0	0	800	4,000	0	0	4,800
Dahariz	Salalah/Dhofar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,000	11,000	0	19,000
Mistki	Sharbathat/Dhofar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,000	0	1,000
Total		33,750	500	70,800	65,850	62,325	61,080	72,150	32,000	30,000	42,700	48,200	13,700	533,055

注：2011 年および 2012 年は、ヒアリングの結果に基づいた数量。

出典：Mangroves in the Sultanate of Oman (2010)

上記の植林計画と植林実績を比較した結果、以下のことが明らかとなった。

- Musandam 地域では、当初、植林は計画されていなかったものの、2008～2010 年にかけて、2カ所で小規模な植林が実施された。
- Batinah 地域では、2001～2007 年にかけて Sawadi において大規模な植林活動（計約 10 万本）が実施された。また、植林の優先度が中程度とされていた Shinas（Wadiyah と Shinas）においても、2004～2012 年にかけて、計 10 万本以上の植林が実施された。
- Muscat 地域では、2007～2010 年にかけて 40,000 本の植林が QNR で計画されていた。しかし、2007 年のサイクロン（Cyclone Gonu）がもたらした洪水により、植林予定地が浸水したため、植林は実施されなかった。なおサイクロンにより被害を受けたマングローブ域を復元するため、2009 年以降から小規模な植林活動が実施された。植林の優先度が中/高とされた Bandar Khayran や Qurayat については、2006 年に Qurayat で 300 本植林したのみである。なお Bandar Khayran を現地踏査した結果、以下の理由などにより、植林には不適切であると考えられた。
 - 干潟域が狭いため、植林可能域が限られている。
 - 地盤が、主に岩盤層と浅い砂層で構成されているため、保水性に乏しい。そのため、干潮時には土壌が乾燥しやすく、塩分濃度も高くなる傾向にあることから、マングローブの生育に不適切である。
- Sharqiyah 地域においては、植林の優先度が中/高とされた Sur で 2001～2011 年にかけて約 13 万本の植林が実施された。植林の優先度が高いとされた Filim においては、天然更新が認められたため植林活動は実施されなかった。植林の優先度が低とされた Masirah Island では、新規の候補地（Al-Har）を開拓し、2007 年以降小規模な植林が実施された。
- Al Wusta 地域における植林は、当初計画されていなかったものの、2005 年以降 Durf、Gauwi といった新規に開拓した候補地に対して、年間 2,000 本程度の植林活動が実施された。
- Dhofar 地域においては、Taqah および Balid において植林が計画されていたが、実際には 2003 年以降 9カ所の入江で植林活動が展開された。
- 2012 年までに合計 50 万本以上の植林が実施され、C/P 曰く最終的には計 100 万本の植林を目指しているとのことである。

このように、JICA マスタープラン調査の計画を踏まえつつも、現地における状況の変化に応じて、MECA 独自に計画を修正しながら植林活動を展開していることが理解できる。

b. 植林活動の評価

過去 10 年以上に渡って各地域で展開してきた植林活動を評価する目的で、植栽した苗木の生存率および植栽後の植林地面積の推移を検証した。

植栽した苗木の生存率に関しては、植林地内の生育状況を代表すると考えられる場所に方形枠を設け、枠内に現存する立木本数を数え、実際の植栽本数と比較して生存率を推定しようとした。しかしながら、検証対象の植林サイトが植栽後、数年以上を経過していたため、既に天然更新が始まっており、植栽苗木と天然木の区別がつかず生存率を推定することは困難であった。したがって、苗木の生存率を検証するためには、植栽時にタグを着けて、モニタリングしていく必要があること、また苗木が最も脆弱である植栽後の 1~2 年間は最も重要であることを C/P と共有した。

以上の経験から、第 1 年次中に植林を実施した Durf において、C/P と協同で 775 本の植栽木のうち、ランダムに 100 本の植栽木にタグを付けて、生長状況および生存率をモニタリングすることとした。しかし、一年後の観察では、多くのタグが紛失していたり、幹に食い込んでいたりしたため、有意義なモニタリングを実施することはできなかった。したがって、今後は、タグの付け方を工夫するとともに、頻繁にタグの状況をチェックする必要がある。以上の教訓などを踏まえ、植林した苗木の生長・生存率をモニタリングする方法を技術協力成果品 2「マングローブ・モニタリング・ガイドライン」に記述した。

植林地の面積推移に関しては、植林した場所の現在の森林面積を測定して、植栽時の面積と比較することとした。具体的には、現地踏査した 6 カ所の植林地 (Wadiyat、Shinas、Sawadi、Hajr、Har、Gauwi) において、以下の手法で、現在の森林面積と植栽面積を推定し、植林活動を評価した。

- 各植林地において、GPS を使って森林の縁に沿った主要地点の座標を測定し、衛星画像と GIS ソフトを使って現在の森林面積を計算した。
- 植栽面積に関しては、データがなかったため、総植栽本数ならびに平均的な植栽密度 (85 cm × 85 cm) から求めた。

表 2.4.3 に植林地の面積推移の推定結果を示す。

表 2.4.3 植林地の面積推移の結果

Name of mangrove forest		Wadiyat	Shinas	Sawadi	Hajr	Har	Gauwi
Region		Batinah	Batinah	Batinah	Sharqiyah	Sharqiyah	Wusta
Wilayat		Shinas	Shinas	Barka	Sur	Masirah	Duqm
Plantation schedule	Priority	Medium	Medium	High	Low	Low	No plan
	Number of seedlings	25,000	25,000	104,000	119,000	10,000	-
	Planting density (m ²)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	Area scheduled (ha)-A	2.50	2.50	10.40	11.90	1.00	-
Plantation performed	Number of seedlings	97,025	23,000	100,350	39,000	7,700	20,600
	Planting density (m ²)	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
	Area planted (ha)-B	7.01	1.66	7.73	2.82	0.56	1.49
Area of existing forest (ha)-C		5.17	1.36	11.80	2.51	0.17	1.47
Activity performance	B/A*100	280.4	66.5	74.3	23.7	55.6	-
Plantation performance	C/B*100	73.8	81.8	152.7	89.0	30.3	98.8

JICA 専門家チーム作成

以下に上記結果などから推定できることを示す。

- Wadiyat においては、現在の森林面積が植栽面積の 7 割程度であったことから、植栽した苗木の大半は、定着したと考えられる。一方、2004 年から植栽を始めたにも関わらず、森林面積が拡大していないのは、植林地周辺のマングローブ生育可能域がこれ以上ないことが示唆される。
- Shinas においては、現在の森林面積が植栽面積の 8 割程度であったことから、植栽した苗木の大半は、定着したと考えられる。なお植栽は、2011 年以降に始めたため、今後天然更新により、森林面積が拡大するか、モニタリングするべきである。
- Sawadi においては、現在の森林面積は、植栽面積の 1.5 倍以上に達しており、天然更新により森林面積が拡大していることが分かる。
- Hajr においては、現在の森林面積が植栽面積の 9 割程度であったことから、植栽した苗木の大半は、定着したと考えられる。また、現場では天然更新も観察されたことから、今後更に森林面積が拡大する可能性がある。
- Har においては、現在の森林面積が植栽面積の 3 割程度にしか満たしておらず、また生存している木の健康状態も良くないことから、植林地としては、不適であったことが示唆される。
- Gauwi においては、現在の森林面積が植栽面積の 10 割近くであったことから、植栽した苗木の大半は、定着したと考えられる。一方、2005 年から植栽を始めたにも関わらず、森林面積が拡大していないのは、植林地周辺のマングローブ生育可能域がこれ以上ないことが示唆される。

以上の結果から、Har 以外では、現森林面積が植栽面積と同等または超えていることから、植栽した苗木が高い確率で定着し、また場所によっては天然更新が進んでいることが解る。したがって MECA は、適切な場所を選んで植林を行ってきたことが示唆される。なお Har の場合は、定着率が低かったため、今後その原因を究明し、将来の植林地選定に生かす

べきである。なお、上記の解析においては、植栽面積を植栽本数・密度から推定しているため、結果に不確実性があることに留意する必要がある。したがって今後、より正確に面積推移を評価していくためには、植林する際に、GPS で植栽エリアを正確に記録することが重要である。また同時に、植林に関連する一連の情報（植栽計画、植栽実績、植栽面積）を、データベース上で管理することが重要である（詳細は、次節 2.4.3 参照）。

c. 植林後の問題

植林した苗木は、様々な自然または人為的要因により、健全な生育が阻害されているケースがあった。特に顕著な要因としては以下が挙げられる。

- 一部の植林地（特に地方）では、ヤギやラクダなどの家畜による食害が見られた。保護区に指定されているサイトでは、金網で囲うなどの対策が施されているが、それ以外の植林地では金網の設置は実質困難である。したがって、今後、普及啓蒙活動などを通して、摂食行動を抑制するよう家畜主の理解を得る必要がある。
- 一部の植林地では、植栽木に大量の藻が絡み付き、その重みにより植栽木に負荷をかけている現象が見られた。MECA は、一部のサイトでネットを周辺に設置し、藻の侵入を防ぐ対策を施し、ある程度の効果は得られている。しかしネットは、全てのサイトで設置するのは困難であるため、人手により定期的に藻を除去するなどの作業が重要である。
- 一部の植林地では、ゴミ（特にプラスチック袋）が植栽木に絡み付き、その重みにより植栽木に負荷をかけている現象が見られた。したがって今後は、普及啓蒙活動を通してゴミの投棄を抑制するとともに、人手により定期的にゴミを除去することが重要である。

なお植林は一般的に「良いイメージ」がある一方、以下に挙げる問題が発生している。

- Sur においては、海岸線が浸食により後退したことから、結果的に私有地の一部にマングローブ植林が実施されるという事態が起こった。地主とは現在交渉中であり、結論は今の所、得られていない。
- Sur の一部植林地は、植林前はサッカーなどのレクリエーション場として利用されていたが、植林のため、その場所が利用できなくなったとの情報がある。
- 植林などにより、鳥類の餌場である干潟域が減少し、鳥類に悪影響が及ぶことが懸念されている。

以上の事から、今後は植林の負の影響も想定し、また住民と十分な合意を得てから（例えば公聴会の開催）植林活動を実施することが重要である。

2.4.3 マングローブ植林技術の向上 (PDM 活動: 3.2)

1) 苗木の生産技術

a. 日照条件と苗木の生育

MECA は、10 年以上の苗木生産の実績を有し、手法も確立し、植林もある程度成功していることから大きな改善点はない。しかし、シェードネット付の育苗施設の苗木は、日照不足のためか、天然の苗木に比べて全体的に徒長傾向にあることが観察された。したがって、日照条件と苗木の生育の関係性を把握することを目的に、比較苗高⁵を指標に予備的実験を行い、その結果から解ったことを以下に示す（実験の詳細な方法および結果は、附属資料 7 に添付）。

- シェード有り無しで育てた苗木の比較苗高を一定期間、観測した結果、シェード無しの苗木の方が、比較苗高が低い傾向があった。なお、一般的に発芽直後の苗木は、日焼けする可能性があるため、播種直後から 1 ヶ月間程度は、苗木をシェードの下で育成し、ある程度育った時点で、シェード無しの環境で育てるのが適切であることが示唆された。そのため、今後は可動性のシェードネットの導入を検討することを提案する。
- なお実施した一連の実験は、サンプル数が少なかったこと、日照条件以外の生育条件（土壌質、灌漑時間など）が一定でない可能性などがあったことから、今後 QEIC の研究テーマの一環として追加実験をすることを提案する。そして、追加実験の結果、可動性シェードネットの妥当性が認められた場合、建設コスト、育苗施設の強度への影響なども併せて、可動性シェードネットの導入の是非を総合的に検討するべきである。なお実験の際は、特に以下のことに留意する。
 - ・ 十分なサンプル数を確保し、計測方法も統一する。
 - ・ 日照条件以外の生育条件をできるだけ統一する。
 - ・ 移植後の苗木の生育状況もモニタリングし、比較苗高の妥当性を検証する。

なお可動性シェードネットの導入が妥当であるが、設置が困難と判断される場合は、植林予定地の干潟に、一時的な育苗圃場（シェード無し）を設けることも考えられる。そのため、「マングローブ植林ガイドライン」には、一時的な育苗圃場の設定に関する項を設けた。

b. 栄養塩と苗木の生育

⁵ 苗木高と根元径の比率（林業技術ハンドブック P745：全国林業改良普及協会）。一般的に、比較苗高が低い方が強い苗木とされている。

苗木の生育に必要な栄養塩の供給は、健全な苗木の育成の上で重要であり、将来的にさまざまな方策を検討する必要がある。たとえば、育苗棟の中にタンクと砂場を設けて魚飼育とカニ・貝の生息場（生物の糞、死骸による栄養塩の供給効果）を造成する選択肢は考えられる。なお、マングローブ生態系に与える影響を考慮して、化学肥料の使用は避けるべきである。

2) 植林の適地選定

MECA は、JICA マスタープラン調査において策定された植林計画および現地状況を踏まえ植林地を選定してきた。しかし、場所によっては、自然・社会条件が不適切であることにより、苗木が定着しない、または植林後に地元住民との軋轢（私有地での植林の実施、既存土地利用の改変、害虫・害獣の発生など）が生じるなどの問題が発生している。そのため、今後、植林地を選定する際は、植林地としての適地性を慎重に検討することが重要であり、本プロジェクトを通して、植林候補地の適地性を判断するための指針を作成した。指針では、自然条件、社会条件、その他の条件別に、以下の要素を検討することとした（詳細は、「マングローブ植林ガイドライン」参照）。

自然条件

- 気象条件（気温、風向、風速など）
- 水文条件（海水交換、流況、波浪など）
- 潮間帯（傾斜、範囲など）
- 土壌条件（土壌の厚さ、土質など）
- 水質条件（塩分濃度、溶存酸素など）
- 生物条件（潮間帯の生物特性、鳥類の採餌場など）

社会条件

- 家畜による食害リスク
- 既存の土地利用（船の停留、レクリエーション場など）への影響
- 将来の開発計画

その他の条件

- 過去のマングローブ分布
- マングローブ林の拡張可能範囲
- アクセスの容易さおよびコスト

また上記検討事項を植林候補地の現場で検証するための、適地性を評価するためのチェックリスト（表 2.4.4）を作成した（「マングローブ植林ガイドライン」に添付）。チェックリストは、各検討項目を 5 段階で評価する仕組みになっている。またチェック結果を総合的かつ

視覚的に評価できるようにするため、レーダーチャートを用いた評価シートも作成した（図 2.4.2）。なお、植林後に住民と軋轢が生じないようにするためにも、上記評価結果を基に、最終的には住民との合意を得た後に植林を進めることが重要である。

表 2.4.4 植林候補地の適地性評価チェックリスト

Attachment-1: Field Checklist for Site Selection (Observation Sheet)

Date: _____ GPS Northing: _____ Tide during survey (high/low): _____
 Location: _____ GPS Easting: _____ Existing mangrove tree (matured tree/seedlings): _____

No.	Points to be checked	Favorable condition for plantation (5 point)	Medium condition for plantation (3 point)	Unfavorable condition for plantation (1 point)	Evaluation					Note
					5	4	3	2	1	
1	Situation of the mouth of khawr	Mouth of khawr is opened throughout the year	Mouth of khawr is occasionally closed	Mouth of khawr is closed throughout the year	5	4	3	2	1	
2	Situation of the tidal current and ocean wave	Tidal current and wave are calm throughout the year	Tidal current and wave are occasionally strong	Tidal current and wave are strong throughout the year	5	4	3	2	1	
3	Extent of intertidal zone	Intertidal zone is wide and flat	Intertidal zone is medium and rather slopy	Intertidal zone is narrow and steep	5	4	3	2	1	
4	Thickness of the soil layer	Enough soil depth for root growth more than 15cm	Limited soil depth for root growth less than 15cm	No soil layer at all	5	4	3	2	1	
5	Smell of hydrogen sulfide from subsurface soil layer	No smell of hydrogen sulfide from soil layer at all	Some smell of hydrogen sulfide in some places	Strong smell of hydrogen sulfide at everywhere	5	4	3	2	1	
6	Salinity level of water	Average water salinity is very low (less than 2%)	Average water salinity is similar to ordinary sea water (3-4%)	Average water salinity is very high (more than 5%)	5	4	3	2	1	
7	Situation of the grazing activity potential	No grazing activity potential at all	Occasional grazing activity potential seasonally	Heavy grazing activity potential due to the situation	5	4	3	2	1	
8	Land use situation by the local community	No human activity in the site	Occasional human activity in the site	Heavy human activity in the site	5	4	3	2	1	
9	Access from the main road to the site for plantation and maintenance	Easy access from the main road to the site by road	Moderate access from the main road to the site with rough road	Difficult access from the main road to the site without road	5	4	3	2	1	
10	Utilization as birds feeding ground	No use as birds feeding ground	Some use as birds feeding ground	High use as birds feeding ground	5	4	3	2	1	
11	Coastal development plan	No plan for future development	Some paper plan for future development	Practical plan for future development	5	4	3	2	1	

JICA 専門家チーム作成

Field Checklist for Site Selection (Sample Evaluation Sheet)

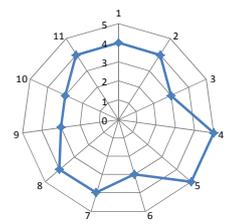
Date: 2013/10/4 GPS Northing: 563513 Tide during survey (high/low): Surveyed during low tide
 Location: Grim GPS Easting: 2630736 Existing mangrove tree: Both matured trees and seedlings were available

No.	Points checked	Evaluation	Note
1	Situation of the mouth of khawr	4	Better to ask local people
2	Situation of the tidal current and ocean wave	4	Generally calm but some wind ripple was observed
3	Extent of intertidal zone	3	Generally flat and more or less wide area
4	Thickness of the soil layer	5	Deep enough
5	Smell of hydrogen sulfide from subsurface soil layer	5	No smell at all
6	Salinity level of water	3	Better to check several places
7	Situation of the grazing activity potential	4	No symptom was observed on mangrove leaves
8	Land use situation by the local community	4	Site is adjacent to the residential area of the local people
9	Access from the main road to the site for plantation and maintenance	3	Need to pass rough road
10	Utilization as birds feeding ground	3	Several species of birds were observed
11	Coastal development plan	4	Better to ask local people

Satellite Image or Google Earth Image



Evaluation Result



JICA 専門家チーム作成

図 2.4.2 植林候補地の適地性評価シート

将来的には、植林地を、上記プロセスを踏まえ選定し、それに基づき、将来の植林計画および苗木の生産計画を策定することが望まれる。つまり、植林適地面積を推定し、適地面積に応じて苗木の生産計画を立てることにより、必要以上の苗木を生産することが避けられる。

3) 植林活動の評価

現在、MECA では、植林活動を体系的に評価する手法を確立していない。したがって、本プロジェクトでは、植林地の面積推移をモニタリングすることにより、評価する方法を確立した（詳細は 2.4.2 節参照）。また、評価結果および必要な植林実績データを記録するためのデータベース用フォーマットを開発した。当フォーマットでは、衛星画像と GIS を使い、面積推移を視覚的に把握できるようにしている。図 2.4.3 に、当フォーマットを使った、Khawr Sawadi の植林実績および評価結果を示す（附属資料 8 に、評価した 6 サイトの植林実績および評価結果を示す）。なお衛星画像については、本プロジェクトを通して、「オ」国の全マングローブサイト（32 か所）の最新 GeoEye 画像⁶を購入し、IT 部門がファイルを保管している。

⁶商業ベースの衛星画像で、水平解像度は 0.4 m。

Mangrove Evaluation at Khawr Sawadi in Batinah

Khawr Sawadi	Year	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Total	
Plantation Schedule in Master Plan	Number of Seedlings					10,400	10,400	10,400	10,400	10,400	10,400	10,400	10,400	10,400	10,400	104,000	
	Planting Density (m)					1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	
	Area to be Planted in ha					1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	10.40	
Actual Plantation Performed	Number of Seedlings	17,250		18,000	18,000	19,200	13,500	14,400							-	-	100,350
	Planting Density (m)	1.00		0.85	0.85	0.85	0.85	0.85							-	-	-
	Area actually Planted in ha	1.73		1.30	1.30	1.39	0.98	1.04							-	-	7.73
Plantation Evaluation	Size of Planted Forest Surveyed in 2012 (ha)															11.80	
	Activity Performance in % (Actually Planted Area/Scheduled Area * 100)															74.3	
	Forestation Performance in % (Existing Forest Area/Actually Planted Area * 100)															152.7	

JICA 専門家チーム作成

図 2.4.3 Khwar Sawadi の植林実績および評価結果

4) マングローブ植林ガイドライン

「オ」国および中東地域のマングローブ植林関係者を主対象に、JICA マスタープラン調査時に策定されたガイドラインを基本に、本プロジェクトを通して得られた成果（植林適地の選定指針など）を新たに加え、技術協力成果品 3「マングローブ植林ガイドライン」を作成した。なお、「オ」国では特に実施されていないが、コストが安い直播手法もガイドラインに含めた。

なお本ガイドラインは、今後の植林活動で得られる知見を通して、必要に応じて改定を加えて行くべきものと考えている。したがって、ガイドラインの利用希望者への配布に加えて、利用者からのフィードバックを改定に反映させるシステムの構築が重要である。またマングローブ植林に係る研修コースの教科書として利用することも想定している。

2.4.4 マングローブの保全方法の検討 (PDM 活動: 3.3)

1) マングローブの保全に係る法規制

「オ」国のマングローブ保全に係る法規制を把握するため、C/P や MECA の関連部署にヒアリング調査を実施した。以下にマングローブ保全に係る「オ」国の法規制および関連条項を示す。

- The Law on Conservation of the Environment and Prevention of Pollution: Royal Decree No. 114/2001
 - ・ 同法は「オ」国の環境基本法に相当するものであり、Article 21 において、公有林内の樹木、灌木、草本の伐採、掘り起し、破損などの行為を禁じている。また Article 33 において、保護区内の樹木の伐採に対しては、1 か月以下の懲役あるいは 10 RO 以上 500 RO 以下の罰金が定められている。なおマングローブは、基本的に公有林であるため、これらの条項が適用される。
- The Law on Nature Reserves and Wildlife Conservation: Royal Decree No. 6/2003
 - ・ 自然保護区および野生生物保護に関する基本法である。自然保護区は、Article 10 の下、国王令 (Royal Decree) により指定される。マングローブが分布する保護区は、QNR と Dhofar 地域の入江があり、それぞれ Royal Decree 38/75 と Royal Decree 49/97 により指定されている。
 - ・ Article 13 においては、管理計画の策定が規定されている。管理計画には、保護区を Public zone、Specially protected zone と研究・教育目的で立ち入りが許されるゾーンを指定することとしている。
- Decision No 20/90 regarding the rules regulating and specifying coastal setbacks
 - ・ 沿岸域のセットバックを定める規定であり、マングローブが分布する砂浜や入江 (Khawr) も対象になっている。なお砂浜や入江の場合は、セットバックは最高潮位線から 150 m と規定されている。しかし、建設活動が環境に与える影響が限定的な砂浜の場合は、セットバックは 50 m に定められている。

「オ」国では、上記の法規制により、マングローブ保全に係る法体制は、比較的整備されていると考える。今後も、これらの法規制が確実に運用されることが期待される一方、近年の状況に応じて、改定または臨機応変な運用も必要であると考え。以下に今後検討すべき事項を示す。

- Royal Decree No. 114/2001 により、マングローブの伐採が禁じられているが、マングローブ林ならびに生態系を維持していく上では、時として伐採または剪定することも必要であると考え。したがって今後は、維持管理を含めたマングローブ生態系の管

理計画を策定し、維持管理計画に基づき、必要に応じてマングローブの伐採・剪定を許可すべきである。

- QNR は、Royal Decree 38/75 により自然保護区（Nature Reserve）に指定されているが、指定された年が 1975 年であるため、Royal Decree No. 6/2003 で求められている内容が反映されておらず、今後改定されるべきである。特に必要な事としては、ゾーニングを含めた管理計画を策定することである。なお、管理計画の策定は、ラムサール条約でも推奨されており（QNR は、ラムサール湿地に登録予定）、早急に策定されることが期待される。
- マングローブのワイズユースの観点から、Mahut 島を初め、サイトによっては地元住民によるマングローブの利用を許容すべきである。そのためには、地元住民も含め、関連機関と共同で管理計画（利用可能時期や範囲を示したゾーニング計画など）を策定する必要がある。

2) 土地所有に関する法体制

過去に間違っって私有地に植林し、問題が生じたこともあることから、マングローブの植林を実施していく上では、土地所有権に関する法体制を理解することが重要である。しかし C/P にヒアリングした結果、それらの法規制は MECA の管轄から離れることなどの理由により、有益な情報は得られなかった。今後は、土地所有権に関する知見を得ると共に、土地所有に係る問題が発生しないように植林を展開していく必要がある。

3) マングローブ保全ガイドライン

「オ」国のマングローブ生態系が直面している様々な潜在的脅威に対して、具体的な保全策を、技術協力成果品 4「マングローブ保全ガイドライン」に取りまとめた。保全策は、実用的な対策、規制措置案などを含んでいる。

2.4.5 今後の課題および提言

本プロジェクトを通して得られた経験に基づき、今後の活動へ向けての課題および提言を以下に記す。

- 植林方法全般に関しては、大きな改善点はないが、植林の成功率を高めるためには、より良質な苗木を生産することが重要である。本プロジェクトでは、日照条件と苗木の生育に係る予備的実験を実施したが、更なる詳細な検証のため、今後 QEIC の研究テーマの一環として追加実験を実施することを提案する。
- 過去の植林活動を通して、苗木が定着しない場合や地元住民との軋轢が生じるなどの問題が発生したため、本プロジェクトを通して植林候補地の適地性を判断するための

指針を作成した。今後、こうした指針を活用し、適切な植林サイトを選定していくことが重要であり、そのための能力を強化していく必要がある。

- 現在までは、植林の需要も高かったためか、毎年、苗木を最大数生産してきた。しかし、将来的には、植林適地の減少に伴い、苗木の需要も減ることが想定される。したがって過剰な苗木の生産を避けるためには、将来的には、植林が必要な面積を推定した上で、その面積に応じた苗木生産計画を立てることを提案する。
- 上記の研究や活動を効果的に実施していく上では、植物学の専門家を QEIC にリクルートすることを提案する。

2.5 環境教育

2.5.1 環境教育の目的

QEICにおける環境教育の目的は、さまざまな対象グループの人たちにマングローブ生態系の特性や重要性についての理解を深めてもらい、マングローブ生態系の保全や適切な管理に対する意識を高め、それらを実現するための行動につなげることである。なお本プロジェクトの環境教育分野における活動の主な目的は、すでに実施されている環境教育活動をベースにして、活動をより効果的に実施するための、新たな方法、ツール、プログラムなどを開発することにある。

2.5.2 環境教育の対象グループ（PDM活動: 4.1）

QEICの環境教育の対象グループ、ツールや方法などについて討議するために、C/PとMECA中央職員・地方職員を集めてワークショップを2012年2月8日に開催した。環境教育の対象グループの候補としては、小中高生、大学生、地域住民、民間企業、商工会議所、メディア、政府機関、NGOが提案された。また各対象グループ別に必要と思われる環境教育の内容も提案された。表2.5.1にワークショップで提案された環境教育の対象グループおよび内容を示す。

表 2.5.1 ワークショップで提案された環境教育の対象グループおよび内容

対象グループ	環境教育の内容
学生（小学生、中高生、大学生）	<ul style="list-style-type: none"> - マングローブ生態系の役割とその重要性について - 「オ」国および世界におけるマングローブ生態系の現状について - 人々の暮らしとマングローブ生態系の関係について
民間企業など	<ul style="list-style-type: none"> - マングローブ生態系に関する法的・制度的な枠組みについて - マングローブ生態系の役割とその経済的価値について - 「オ」国および世界におけるマングローブ生態系の現状について - マングローブ生態系のエコツーリズムの可能性 - 企業活動がマングローブ生態系に及ぼす影響について
地域住民	<ul style="list-style-type: none"> - マングローブ生態系の役割とその重要性について - 「オ」国におけるマングローブ生態系の現状について - 地域住民の生活とマングローブ生態系との関係やその経済的価値について - 地域住民によるマングローブ林の利用と保全に関する具体的情報
商工会議所	<ul style="list-style-type: none"> - マングローブ生態系の役割と自然資源としての投資機会について - マングローブ生態系の役割とその経済的価値について - マングローブ生態系に関する法的・制度的な枠組みについて - 「オ」国および世界におけるマングローブ生態系の現状について
メディア	<ul style="list-style-type: none"> - マングローブ生態系の役割とその重要性について - 「オ」国および世界におけるマングローブ生態系の現状について - 人々の暮らしとマングローブ生態系の関係について - マングローブ生態系に関する法的・制度的な枠組みについて - マングローブ生態系保全のための意識向上に係る関連省庁の役割について
政府機関	<ul style="list-style-type: none"> - マングローブ生態系の役割とその重要性について - マングローブ生態系の経済的価値について - 「オ」国および世界におけるマングローブ生態系の現状について - 人々の暮らしとマングローブ生態系の関係について - マングローブ生態系保全に係る政府や関連省庁の役割について
NGO	<ul style="list-style-type: none"> - マングローブ生態系の役割とその重要性について - マングローブ生態系の経済的価値について

対象グループ	環境教育の内容
	<ul style="list-style-type: none"> - 「オ」国および世界におけるマングローブ生態系の現状について - 人々の暮らしとマングローブ生態系の関係について - マングローブ生態系保全に係る政府およびNGOの役割について

JICA 専門家チーム作成

上記のワークショップの結果を踏まえ、本プロジェクトでは、環境教育の主な対象グループを、子供（小中高校の生徒）、一般市民（地域住民）および民間企業とした。主な理由を以下に示す。

- 子供：現在および将来のマングローブ生態系や環境保全全般を担っていく中心的な存在である。
- 一般市民：マングローブ生態系の役割とその重要性について理解を深めることがその地域のマングローブ生態系保全につながると期待できる。
- 民間企業：企業活動がマングローブ生態系に影響を及ぼす可能性があり、社員がマングローブ生態系の役割とその重要性について理解を深めることが、地域のマングローブ生態系保全につながると期待できる。

したがって本プロジェクトでは、子供たちを対象に学校との連携による環境教育プログラムの実施（学校訪問なども含む）、民間企業の社員対象のプログラム、一般市民を対象としたプログラムの実施なども行うこととした。

2.5.3 環境教育の方法とツール（PDM 活動: 4.2）

前記のワークショップでは、対象グループごとに、環境教育の方法とツールについても議論した。ワークショップの結果、表 2.5.2 に示した、方法とツールが提案された。

表 2.5.2 対象グループ別に提案された環境教育の方法とツール

対象グループ	方法とツール
学生（小学生、中学生、高校生、大学生）	<ul style="list-style-type: none"> - マングローブ生態系に関するパンフレット、小冊子、ガイドブックなどの配布 - 塗り絵によるマングローブ生態系の理解や意識の向上（小学生） - クイズやゲーム（正解者には賞品を出す） - 苗木植林の実施および「自分の木」として世話をさせる - 研究テーマを与えて調査研究などを行う（大学生）
民間企業	<ul style="list-style-type: none"> - マングローブ生態系に関するパンフレット、小冊子、ガイドブックなどの配布 - エコツアーの推進 - マングローブ生態系保全に係る法律および制度に関する情報の提供 - 展示会やワークショップの開催 - 植林キャンペーンを共催する - 経営者や政策決定者の教育 - ポスターなどによる啓発 - 環境配慮をしている企業の表彰（websiteで企業紹介をするなど）
地域住民	<ul style="list-style-type: none"> - マングローブ生態系に関する広報ビデオを作成して住民に見せる - パンフレットや小冊子などの配布 - 漁民や地域住民をワークショップなどに招待 - マングローブ生息地に注意書きなどを記した掲示板を設置する - 植林キャンペーンに参加させる - 地域住民に経済的メリットがあるようなエコツアーを企画する
商工会議所	<ul style="list-style-type: none"> - マングローブ生態系に関するパンフレットや小冊子などの配布 - マングローブ生態系に関する広報ビデオを作成して関係者に見せる - 環境配慮をしている企業の表彰（websiteで企業紹介をするなど）
メディア	<ul style="list-style-type: none"> - テレビ局と協力してマングローブ生態系保全に関する意識向上番組を作成する - 新聞社と協力してマングローブ生態系保全に関する記事や写真を掲載する - 意識向上のための広報用掲示板を幹線道路沿いに設置する - マングローブ生態系に関する広報ビデオを配布する - マングローブ生態系に関する情報を提供する - メディアを会議やワークショップに招待する - テレビ局やラジオ局と共催してコンペを実施する
政府機関	<ul style="list-style-type: none"> - マングローブ生態系保全のために関連省庁からなる委員会を結成する - 教育省と協力してマングローブ関連事項を教育プログラムに組み込む - マングローブ生態系保全の重要性や手法に関する会議やワークショップなどを開催する - マングローブ生息地を自然保護区に指定する - 蜂蜜や薬剤生産などのマングローブ利用に対する投資を促進する - 観光省と協力してエコツアーを推進する
NGOs	<ul style="list-style-type: none"> - 植林キャンペーンを共催する - マングローブ生態系に関するパンフレットや小冊子などの配布 - マングローブ生態系に関するプレゼンや講習の実施（情報発信） - 展示会や会議を共催する - マングローブに関する活動を増やすよう要請する

JICA 専門家チーム作成

本プロジェクト期間中は、C/P が実施する環境教育活動に参加し、方法の改善を検討する共に、ニュースレターやブローチャーなどの資料を作成し、情報発信も行った。それらの活動

と参加者のフィードバックをもとに、今後 QEIC が実施する環境教育の方法やツールの開発を行った。表 2.5.3 に本プロジェクトで開発した環境教育の基本的方法を対象者別に示す。表 2.5.4 に本プロジェクトで開発した環境教育のツールを示す。

表 2.5.3 環境教育の基本的方法

対象グループ	基本的な方法
子供	定期的に学校を訪問し、マングローブ生態系について紹介する。さらに、クイズ・ゲームなどを使い、楽しみながら理解を深める。また QNR など、マングローブ林にも招聘し、実際に現場を体験する。
民間企業	企業を訪問またはマングローブ林に招聘し、マングローブ生態系を紹介すると共に、保全の重要性と、企業活動を初め人間活動が及ぼす脅威について理解してもらう。また保全活動の一環として、植林、モニタリングや清掃活動に参加してもらう。
一般市民	沿岸域に住む住民を、マングローブ林に招聘し、マングローブやマングローブ生態系を紹介すると共に、保全の重要性と人間活動が及ぼす脅威について理解してもらう。また保全活動の一環として、植林、モニタリングや清掃活動に参加してもらう。

JICA 専門家チーム作成

表 2.5.4 本プロジェクトで開発した環境教育のツール

種類	項目	内容	対象		
			子供	民間企業	一般市民
教材 など	ブローシャ ー	QEIC プロジェクトやマングローブ生 態系紹介のためのパンフレット。植 林方法をイラスト入りで説明したパ ンフレット。	X	X	X
	ポスター	「オ」国のマングローブ林の紹介や マングローブ生態系の食物連鎖を説 明するポスター。	X	X	X
	写真リス ト	マングローブ林で見られる動物（鳥 類・魚類・カニ類など）の写真付き の A4 版リスト。	X	X	
	カードパズ ル	マングローブ林で見られる鳥類の写 真を 10 枚程度のピースに切断したも ので、各ピースを組み合わせて 1 枚の 写真を完成させる。	X		
	冊子	マングローブおよびマングローブ生 態系を主として子供たちに説明する ために、簡易な表現の小冊子。	X		
	学習帳	マングローブおよびマングローブ生 態系について質問に答える形で学ん でいくための学習ノート。	X		
	QEIC ニュ ースレター	QEIC プロジェクトの活動に関するニ ュースやマングローブ関連情報を紹 介する。		X	X
ゲー ム類	マングロー ブ・クイズ	マングローブおよびマングローブ生 態系に関して、クイズ形式で学ぶ。	X		
	ネイチャ ー・ゲーム	マングローブ生態系を構成する各要 素をカードに描いてそれぞれを子供 に配り、各要素の役割やお互いの関 係性についてゲーム形式で学ぶ。	X		
	ビンゴ・ゲ ーム	マングローブ生態系の構成要素であ るマングローブ、魚、カニ、エビ、 貝、水鳥などを配置したビンゴ・カ ード。	X		

JICA 専門家チーム作成

2.5.4 環境教育プログラム (PDM 活動: 4.3, 4.5, 4.6, 4.8)

1) 環境教育プログラムの実施状況

マングローブ関連の環境教育プログラムは、本プロジェクト実施前からすでに MECA によっ
て多く実施されている。実施されている主なプログラムは、「Oman Environment Day」（毎
年 1 月 8 日）および「World Wetlands Day」（毎年 2 月 2 日）に因んだ活動、そして要請に応
じて QNR で環境教育を実施している。

a. QNR でのプログラム

QNR で実施されている環境教育の内容は、マングローブおよびマングローブ生態系の概要説明、マングローブ林や育苗施設の見学、マングローブ苗木の植林、清掃活動などである。対象者は小中高校生が主であるが、大学生を対象に行われる場合もある。これら一連の活動は、すでに何度も行われており、比較的効率的に運営されている。QNR で行われている代表的な環境教育プログラムの内容を表 2.5.5 に示す。

表 2.5.5 QNR で行われている代表的な環境教育プログラムの内容

	項目	内容
1	マングローブ紹介	マングローブおよびマングローブ生態系についての概要説明
2	マングローブ見学	ボードウォークでマングローブや生物を観察
3	育苗施設の紹介	育苗施設の見学
4	マングローブ植林	苗木の植林の実施と周辺のゴミ掃除

JICA 専門家チーム作成

今後も、QNR は環境教育の重要な拠点として機能していくことが想定されるが、今まで比較的不足している生物や生態系に関する環境教育をより充実していく必要がある。また参加者が植林するプログラムに関しては、好評ではあるが、鳥類の採餌場である干潟域が減少するなど、QNR で今後実施していくべきではないという意見も C/P 内にある。このような事情から、本プロジェクトでは、代替案として、マングローブのモニタリング活動に参加するモジュールを開発した。さらに、本プロジェクトの支援の基に、以下の環境教育プログラムも実施した。

b. 学校と連携したプログラム

毎年 2 月に行われる「World Wetlands Day」のイベントや QNR における環境教育では、Muscat 市内のさまざまな学校の生徒を対象にしたプログラムを実施した。また教育省主催で「The First Family Forum」というイベントが、マスカット市内（Mutrah）の小学校を会場として実施され、子供たちを対象に環境クイズやお絵描き、ジグソーパズルなどの子供用プログラムを実施した。さらに地方では、Duqm の Shamukh School にて小中学校生約 60 名を対象に、マングローブの出前授業を行ったり、Salalah において Indian school の生徒を対象に、野鳥観察やマングローブ植林なども行った。

c. 民間企業と連携したプログラム

上記の「World Wetlands Day」のイベントには、小中学校の生徒に加えて、民間建設コンサル会社の社員約 10 名も参加して、マングローブ植林や清掃作業などを行った。また、ホテルの従業員（Al Bustan Hotel）を対象に、QNR で環境教育イベントが実施され、マングローブの紹介、ナーサリーおよび QNR 見学、野鳥観察、マングローブ植林、清掃作業などが行われた。さらにその後、同ホテルの宿泊客を QNR に招待して、同様なイベントを実施した。イベントは、大変好評であったため、今後は、エコツーリズムに発展する可能性もある。

2) 環境教育プログラムの改善

本プロジェクトでは、既存の環境教育プログラムをベースにして、新たな教材やツールの開発によって、プログラムの実施効果を高めたり、プログラム内容を多様化することをめざした。主な改善点としては、対象者に合わせてマングローブ生態系に関する環境ゲームやクイズ形式のマングローブ・クイズの導入も行い、プログラムをより充実させた。また新たな教材としてポスターやブローシャーを作成したり、供与機材を活用してプログラムに野鳥観察を組み入れてプログラムに変化を与えたり、より良い活動になるように努めた。表 2.5.6 は、本プロジェクト期間内に実施された環境教育プログラムの概要と主な改善点を記載したものである。

表 2.5.6 本プロジェクト期間中に実施された環境教育プログラムの概要および改善点

No	実施日	項目	内容	対象者 (参加者数)	担当 C/P	使用教材	主な改善点
1	2012年 2月6日	World Wetlands Day	QNRにおけるマングローブの紹介と苗木植林、環境ゲームの実施	Omani/International/Indian/Philippine school などの小中高校生 (約 200 名)	Dr. Ahmed, Badar and Aida	Nature game set 1 & 2, Drawings & puzzle supplied by Ramsar	1) Nature game の実施 2) Questionnaire 方式の Feedback を実施
2	2012年 2月18日	Mangrove trees transplantation campaign	QNRにおけるマングローブの紹介と苗木植林の実施	The American International School の小学生 (60 名)	Badar		
3	2012年 2月20日	Mangrove trees transplantation campaign	QNRにおけるマングローブの紹介と苗木植林の実施	The American International School の幼稚園児 (40 名)	Badar		
4	2012年 2月22日	Introduction of mangrove & mangrove ecosystem in the QNR	マングローブおよび生態系の紹介	SQU の教師および学生 (25 名)	Badar	Mangroves in the Sultanate of Oman (MECA)	
5	2012年 10月20日	Educational Site Visit at QNR	マングローブおよび生態系の紹介	British School Muscat の小学生 (40 名)	Badar, Aziza, Mohammed	Mangrove quiz (type 1)	Mangrove quiz の実施
6	2013年 1月8日	植林、環境教育 (Shinas)	マングローブおよび生態系の紹介	Oman Women Society (約 15 名 + 子供約 15 名)、Sohar University (男性約 10 名、女性約 25 名)	Badar, Mohammed Al Booti (Shinas)	Mangrove quiz (type 2)	
7	2013年 2月2日	World Wetlands Day	QNRにおけるマングローブの紹介と苗木植林、野鳥観察、環境ゲームの実施	地元小中学生および SQU 大学生 (計約 80 名)	Badar, Aida and Aziza	Photo list of birds, Telescopes, Drawings & puzzle supplied by Ramsar	野鳥観察の実施 (供与機材と Photo list の活用)
8	2013年 2月7日	環境の日イベント (Qurayat)	1) マングローブ苗木植林 2) 子供向けクイズ&ゲーム 3) 湿地やマングローブの紹介プレゼン	1) 地元中高生 (約 40 名) 2) こどもたち多数 3) 省庁職員など (数十名)	Dr. Ahmed, Badar, Aida, and Aziza	Mangrove quiz (type 1)	
9	2013年 2月17日	植林、環境教育 Salalah	マングローブの紹介と苗木植林、野鳥観察	Indian school の生徒 (約 40 名)	Badar, Issam (Salalah)	Photo list of birds in Salalah, Telescope	Photo list の活用 供与機材の活用
10	2013年 4月30日	環境教育 Mutrah	Mutrah の小学校で行われた教育省主催のイベントに参	子供たち多数	Aida	環境クイズ、ジグソーパズル、	

No	実施日	項目	内容	対象者 (参加者数)	担当 C/P	使用教材	主な改善点
			加			Drawing	
11	2013年 5月15～ 16日	植林、モニタリング、環境教育 Duqm	1) マングローブ苗木植林と野鳥観察 2) マングローブの出前授業	1) 小中学生 (13名) 2) 小中学生 (55名)	Badar, Aida	1) 植林ブローシャー、Telescope 2) PPT、Movie	イラスト入りの植林ブローシャーの活用、供与機材の活用
12	2013年 5月20日	環境教育 QNR (for Hotel staff)	マングローブの紹介と苗木植林、野鳥観察、清掃	Al Bustan Palace Hotel の職員 (約 30名)	Badar, Aida	プロジェクト・ブローシャー、植林ブローシャー、Photo list、Telescope	イラスト入りの植林ブローシャー、Photo list、供与機材の活用。Feedback 実施。
13	2013年 10月30日	環境教育 QNR (for cub scouts)	マングローブの紹介、マングローブ林観察、魚採り、Field bingo	8～10歳の cub scout (35名)	Badar	ポスター (食物連鎖)、Photo list、Bingo card	食物連鎖ポスター使用、子供向けステッカー式 Feedback 試行
14	2013年 11月11日	環境教育 QNR (for Hotel staff)	マングローブの紹介と苗木植林、野鳥観察、清掃	Al Bustan Palace Hotel の職員 (11名)	Badar	ポスター (マングローブ林、食物連鎖)、マングローブ生態系ブローシャー、Photo list、Telescope	1) マングローブ林ポスター使用 2) マングローブ生態系ブローシャー配布 3) Feedback 実施。
15	2013年 11月11日	環境教育 QNR (for HTC students)	マングローブの紹介、モニタリング機材の紹介、野鳥観察	Higher Tech College の女子学生 (17名+先生2名)	Badar, Mohammed	ポスター (マングローブ林、食物連鎖)、ブローシャー (生態系)、Photo list、Telescope	同上
16	2013年 11月13日	環境教育 QNR (for GCC sports women)	マングローブの紹介と苗木植林、野鳥観察、清掃	GCC 女性スポーツ連盟 (約 50名)	Badar, Aida	同上	同上
17	2013年 11月25日	環境教育 QNR (for Guests and staff of Al Bustan Hotel)	マングローブの紹介と苗木植林、野鳥観察、清掃	Al Bustan Palace Hotel の宿泊客7名+職員10数名	Badar, Aida	ポスター (マングローブ林、Food chain)、Photo list、Telescope	1) マングローブ林ポスター使用 2) Feedback 実施。
18	2013年 11月25日	環境教育 QNR (for international volunteers)	マングローブの紹介と苗木植林、野鳥観察、清掃	International volunteers in Arab countries (約 40名)	Bader, Aida	同上	同上

JICA 専門家チーム作成

3) 環境教育プログラムのモニタリング・評価

現状では、環境教育プログラムの実施の際に、プログラムの評価や効果の検証が行われていないため、本プロジェクトの中で、さまざまな評価方法を開発・実施した。評価手法としては、質問票による調査、おもしろかった活動にステッカーを貼るステッカー方式、クイズに解答してもらって理解度を測るなどの方法を実施した。これらの評価方法を使い、参加者から得られたフィードバックを表 2.5.7 に示す。評価用の質問票などは、技術協力成果品 5「環境教育プログラム作成ガイドライン」の参考資料として添付した。

表 2.5.7 環境教育プログラムの参加者からのフィードバック

No	実施日	対象者	評価方法	主なフィードバック
1	Feb. 6, 2012	フィリピン人学校の生徒	質問票	マングローブのことがよくわかった。ブーツや手袋を準備してほしい。
2	May 20, 2013	Al Bustan Palace Hotel の職員	質問票	マングローブについて新しい情報や経験が得られた。サインボードを設置してほしい。実施時期は夏季を避ける。
3	Oct. 30, 2013	カブ・スカウト	ステッカー式	干潟での泥遊びや魚採り体験に人気集中した。
4	Nov. 11, 2013	Al Bustan Palace Hotel の職員	質問票	野鳥観察が興味深かった。またイベントに参加したい。
5	Nov. 11, 2013	HTC 学生	質問票	潮汐灌漑やマングローブ林の動物が印象的。ボードウォーク増設などの施設が必要。
6	Nov. 13, 2013	GCC スポーツ連盟	質問票	マングローブについての情報が得られた。さまざまな動物が見られた。
7	Nov. 25, 2013	Al Bustan Palace Hotel のゲスト	質問票	素晴らしい体験ができた。またイベントに参加したい。
8	Nov. 25, 2013	国際ボランティア	質問票	植林体験が最もおもしろかった。もっと時間が必要。カヤック体験もしたかった。

JICA 専門家チーム作成

上記のフィードバックを基に、環境プログラムを改善した。主な改善点を表 2.5.8 に示す。

表 2.5.8 環境教育プログラムの主な改善点

項目	視点	改善点
プログラム内容	マングローブ生態系の理解	プログラムの最初に、ポスターなどを使いながら、より解りやすくマングローブ生態系の説明をすることとした。
	マングローブ生態系の体験	野鳥観察、干潟体験、魚採取、カヤックツアーなど、体験型プログラムを織り交ぜていくこととした。
	マングローブ生態系の理解	クイズ、ゲームなどをとおして、マングローブ生態系の理解を促進する。
プログラム材料	マングローブ生態系の理解	マングローブ域に生息する、鳥、魚、カニなどの写真入り説明書を用意し、生態系の多様さを実感してもらうこととした。
プログラムの時期	安全性	気温が高くなる時期・時間帯は、野外のプログラムは、極力控えることとした。
プログラム用の機材	安全性	干潟、マングローブ域を安全に歩けるよう、ブーツを用意した。植林、ビーチクリーニング用にゴム手袋を用意した。
フィードバック	プログラム持続性	質問票、ゲーム形式により、今まで実施されていなかった参加者の意見を取り入れ、今後のプログラム改善の参考とすることとした。

JICA 専門家チーム作成

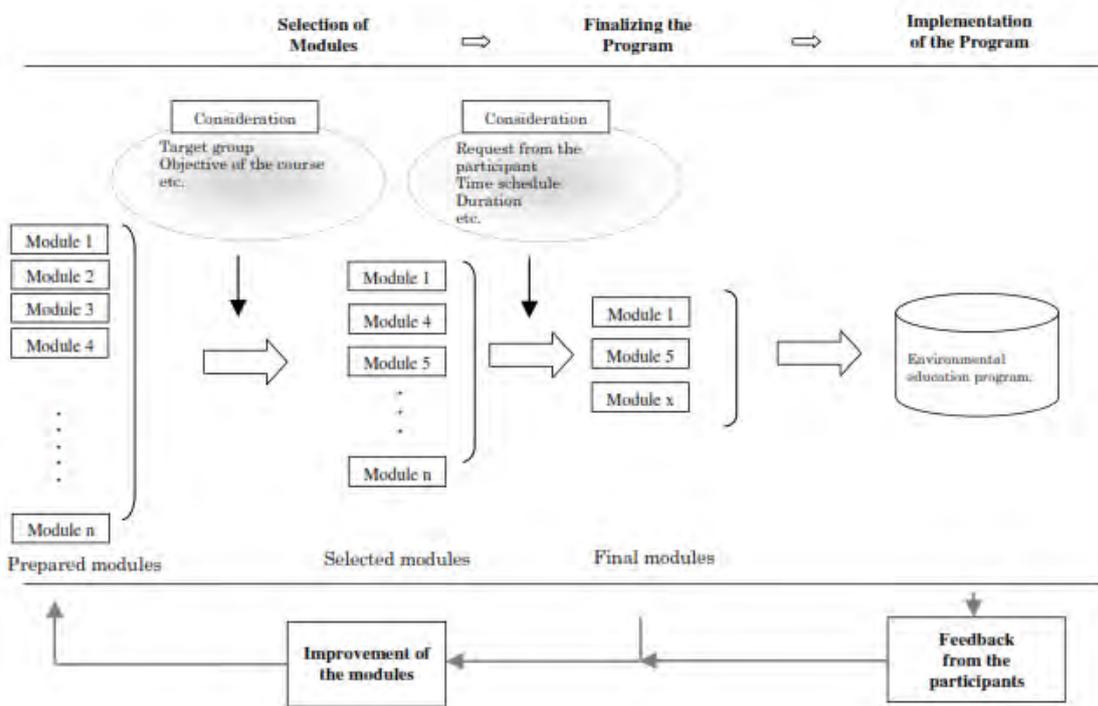
4) 環境教育プログラムの作成

環境教育プログラムは、目的、対象者、時期などを考慮しながら、臨機応変に組み立てることが必要である。また参加者からのフィードバックを基に、随時改善していくことも必要である。本プロジェクトでは、環境教育プログラムを構成するモジュールを開発した。そして各モジュールに対して、実施方法、教材などを要約した、概要表 (Activity sheet) を作成した。表 2.5.9 に開発したモジュールの概要を示す。また図 2.5.1 に環境教育プログラムの組み立てフローのイメージを示す。

表 2.5.9 環境教育のモジュール

No	項目	内容	目的	対象者	時期
1	ネイチャーゲーム (ロールプレイ)	マングローブ生態系を構成する各要素をカードに描いてそれぞれをこどもたちに配り、各要素の役割やお互いの関係性についてゲーム形式で学ぶ。	マングローブ生態系の構成要素とその相互関係の理解	小中高生	通年
2	ネイチャーゲーム (カード探し)	マングローブに関する文章を構成する単語を記したカードを探し出して、組み合わせて文章を作る。	マングローブに関する理解を深める	小中高生	通年
3	カード・パズル	マングローブ林で見られる水鳥の写真を10枚程度のピースに切断したもので、各ピースを組み合わせて1枚の写真を完成させる。	マングローブ林の野鳥に関する理解を深める	小中高生、一般	通年
4	ジグソー・パズル	マングローブ生態系を表現したイラストをジグソーパズル化したもの。	マングローブ生態系に関する理解を深める	小中高生、一般	通年
5	フィールド・ビンゴ	マングローブ生態系の構成要素であるマングローブ、魚、カニ、エビ、貝、水鳥などを配置したビンゴ・カード。	マングローブ生態系に関する理解を深める	小中高生、一般	通年 (但し夏季は不適)
6	マングローブ・クイズ	マングローブおよびマングローブ生態系に関して、クイズ形式で学べる。	マングローブに関する理解を深める	小中高生、一般	通年
7	野鳥観察	マングローブ林でよく見られる野鳥の観察を行う。野鳥観察シート、双眼鏡、望遠鏡などを使用。	マングローブ林の野鳥に関する理解を深める	小中高生、一般、民間	夏季を除く
8	魚採り	魚採り用の籠に餌を入れて水中に沈めて小魚を採る。あるいは網引きをして魚を捕まえる。	マングローブ林の魚類などの水棲動物に関する理解を深める	小中高生	通年 (但し夏季は不適)
9	PET ボトル栽培	PET ボトルを使ったマングローブの水耕栽培。	マングローブに親しむ	小中高生、一般	(種子の採取できる時期)
10	写生	マングローブおよびマングローブ生態系を題材として絵を描く。	マングローブに親しむ	小中高生	夏季を除く
11	マングローブ生態系の紹介と見学	マングローブおよびマングローブ生態系についての概要説明。併せてボードウォークでマングローブや生物を観察する。	マングローブおよびマングローブ生態系に関する理解を深める	小中高生、一般、民間	夏季を除く
12	マングローブ・ナーサリー紹介	QNR のナーサリーの紹介と苗木植林時の留意事項などの簡単な技術的指導。苗木の配布。	マングローブ植林方法の理解	小中高生、一般、民間	夏季を除く
13	マングローブ植林体験	マングローブ苗木を植林する。また、苗木にネーム・タグを付けて継続して成長を見守ってもらうなどの工夫も必要。	マングローブ植林方法の理解	小中高生、一般、民間	10月～3月頃
14	マングローブ調査	植栽したマングローブ苗木の観察を行う。	マングローブに関する理解を深める	小中高生、一般、民間	夏季を除く
15	海岸清掃	植栽したマングローブ苗木の管理・保全も兼ねて海岸清掃を実施する。	マングローブの生育環境の整備	小中高生、一般、民間	夏季を除く
16	マングローブのモニタリング	参加者は自生しているマングローブを一本選び、生育状況をモニタリングする。また選択枝した木は、参加者の木として Certificate を発行する。	モニタリング活動を通して、マングローブの保全意識を高める。	小中高生、一般、民間	夏季を除く

JICA 専門家チーム作成



JICA 専門家チーム作成

図 2.5.1 環境教育プログラムの組み立てイメージ

開発したモジュールを組み合わせ、対象グループ別に環境教育プログラム案を作成した。小学生、民間企業、地域住民および要請ベースで実施する QNR での環境教育プログラム案を、それぞれ表 2.5.10～2.5.13 に示す。

表 2.5.10 小学生向けの環境教育プログラム案（学校で実施する場合）

時間	内容	モジュール番号*	教材	場所
09:00 – 09:10	Introduction of mangrove forests in Oman	11	Poster	Class room
09:10 – 09:40	Understanding of mangrove ecosystem through roleplay	1	Card	Class room
09:40 – 10:00	Understanding animals of mangrove ecosystem	3	Card puzzle	Class room
10:00 – 10:15	Feedback		Feedback sheet	Class room

* : モジュールの詳細は表 2.5.9 参照

JICA 専門家チーム作成

表 2.5.11 民間企業向けの環境教育プログラム案（QNR で実施する場合）

時間	内容	モジュール 番号*	教材	場所
09:00 – 09:10	Introduction of mangrove forests in Oman	11	Poster	Shade hall
09:10 – 09:20	Understanding food chain in mangrove ecosystem	11	Poster Brochure	Shade hall
09:20 – 09:30	Visiting mangrove nursery	12	-	Nursery
09:30 – 09:45	Observing mangrove forest	11	Photo list	Board walk
09:45 – 10:15	Monitoring of mangrove	16	Tree measure	Mangrove area
10:15 – 10:30	Feedback		Feedback sheet	Shade hall

*：モジュールの詳細は表 2.5.9 参照

JICA 専門家チーム作成

表 2.5.12 地域住民向けの環境教育プログラム案（植林地で実施する場合）

時間	内容	モジュール 番号*	教材	場所
09:00 – 09:15	Introduction of mangrove forests in Oman	11	Poster	Planting site
09:15 – 09:30	Understanding food chain in mangrove ecosystem	11	Poster Brochure	Planting site
09:30 – 09:40	Planting mangrove seedlings	13	Brochure	Planting site
09:40 – 09:50	Cleaning the planting site	15	-	Planting site
09:50 – 10:00	Feedback		Feedback sheet	Planting site

*：モジュールの詳細は表 2.5.9 参照

JICA 専門家チーム作成

表 2.5.13 QNR での要請ベースの環境教育プログラム案

時間	内容	モジュール 番号*	教材	場所
09:00 – 09:10	Introduction of mangrove forests in Oman	11	Poster	Shade hall
09:10 – 09:20	Understanding food chain in mangrove ecosystem	11	Poster Brochure	Shade hall
09:20 – 09:30	Visiting mangrove nursery	12	-	Nursery
09:30 – 09:45	Observing mangrove forest	11	Photo list	Board walk
09:45 – 10:15	Bird watching	7	Photo list	Tidal area
10:15 – 10:30	Feedback		Feedback sheet	Shade hall

*：モジュールの詳細は表 2.5.9 参照

JICA 専門家チーム作成

5) 環境教育プログラムのコスト

環境教育プログラムを実施するために必要なコストは、主に各イベントで配布する記念品・飲食費および教材作成費である。記念品・飲食費に関しては、年間対象者数を 500 名と想定し、年間コストを算定した（表 2.5.14 参照）。その結果、年間一人当たり約 US\$ 17 程度のコストが掛かる。教材作成費に関しては、教材の印刷代を中心に、年間 US\$ 4,600 程度のコストが掛かる（表 2.5.15 参照）。

表 2.5.14 環境教育プログラムを実施するための年間コスト（記念品・飲食費）

No	Item	Number	Unit cost (RO)	Total cost (RO)	Total cost (US\$)
1	T-shirt	500	1.775	887.500	2,307.5
2	Cap	500	0.750	375.000	975.0
3	Bag	500	0.600	300.000	780.0
4	Drinks	500	0.150	75.000	195.0
5	Snacks	500	0.500	250.000	650.0
6	Cup	200	2.000	400.000	1,040.0
7	Crystal gift	10	12.000	120.000	312.0
	TOTAL	—	—	2,407.500	6,259.5

注：1 R.O=US\$2.6 で算定

JICA 専門家チーム作成

表 2.5.15 環境教育プログラムを実施するために必要な年間コスト（教材作成費）

No	Item	Number	Unit cost (RO)	Total cost (RO)	Total cost (US\$)
1	Poster	3	30.000	90.000	234.0
2	Poster (panel)	3	40.000	120.000	312.0
3	Rollup Banner	4	50.000	200.000	520.0
4	Brochure	500	1.000	500.000	1,300.0
5	Puzzle	200	2.000	400.000	1,040.0
6	Coloring paper	200	0.600	120.000	312.0
	TOTAL	—	—	1,770.000	4,602.0

注：1 R.O=US\$2.6 で算定

JICA 専門家チーム作成

なお QEIC の 8 ヶ年運営計画では、上記のコストに基づき、環境教育の予算計画を策定した。

6) 環境教育プログラムのスケジュール

環境教育プログラムの内容や実施時期を検討する際には、マングローブの季節変化（開花期、結実期）、苗木の移植時期、気候などの条件を考慮すべきである。特に野外での活動は、高温になる夏季は避けるべきである。表 2.5.16 に、マングローブの季節変化や気候を考慮した、各モジュールの適切な実施時期を示した。

表2.5.16 各モジュールの適切な実施時期

Module	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Transplanting			Flowering			Seed collection					Transplanting
Nature game: Role play												
Nature game: Searching cards												
Card puzzle												
Jigsaw puzzle												
Field bingo												
Transplanting												
Mangrove quiz												
Bird Watching												
Fish Catching												
PET Bottle Cultivation												
Drawing / Sketching												
Introduction of mangrove ecosystem												
Introduction of mangrove nursery												
Mangrove plantation												
Observation of planted seedlings												
Cleaning												
Mangrove monitoring												

JICA専門家チーム作成

表 2.5.17 に、対象グループ別に定めた環境教育プログラムの実施頻度を示す。詳細なスケジュールについては、QEIC の 8 ヶ年運営計画に示した。

表 2.5.17 環境教育プログラムの実施頻度

プログラム	対象	実施頻度
子供向け	マスカット市の学校	5校/年
	地方の学校（沿岸6地域）	2校/地域/年
民間企業向け	サービス、運輸、廃棄物セクターなど	各セクターを年1回
地域住民向け	沿岸7地域	1コミュニティ/地域/年
QNRでの要請	全て	年8回程度

JICA専門家チーム作成

7) 環境教育プログラム作成ガイドライン

QEIC 職員が今後、自ら環境教育の材料やプログラムを作成できるよう、技術協力成果品5「環境教育プログラム作成ガイドライン」を作成した。また本プロジェクトを通して作成した、教材やプログラムもガイドラインに含めた（開発した教材に関しては、ガイドラインに添付したCDに含めた）。

2.5.5 出版物（PDM活動: 4.4）

本プロジェクトの活動およびマングローブ生態系の保全・管理に関する情報を、広く一般市民に対し広報していくため、子供向けも含め、様々な出版物を作成した。表 2.5.18 に作成した出版物の一覧およびその内容を示す。なお作成した出版物は、附属資料9として別途フォルダーに添付した。

表 2.5.18 本プロジェクトで作成した出版物一覧

No	タイトル	様式	内容
1	QEIC Project	Brochure	本プロジェクトの背景や概要を紹介するためのパンフレット。
2	Introduction of Mangrove Ecosystem	Brochure	マングローブやマングローブ生態系について簡単に紹介するブローチャー。環境教育のイベント時などの配布資料として、活用することが期待される。
3	Mangrove Forest in Oman	Booklet	「オ」国の特徴的なマングローブ・サイトを紹介する冊子。
4	Introduction of Mangrove Ecosystem	Booklet	マングローブやマングローブ生態系の特性およびマングローブ生態系の価値や脅威を紹介する一般向け冊子。環境教育を初め、QEIC職員や研修のテキストとしても活用可能。
5	Introduction of Mangrove Ecosystem (for children)	Booklet	マングローブ生態系をイラストなどで紹介する子供向けの冊子。
6	Animals of Mangrove Forest in Oman	Booklet	マングローブ生態系の主要な動物類（魚類、カニ類、貝類、鳥類など）を紹介する冊子。
7	Animals of Mangrove Forest in Oman	Photo sheet	マングローブ生態系の主要な動物類を紹介する下敷き。環境教育の参加者に配布し、動物類を観察する際に使うことを想定。
8	Basic Procedure of Mangrove Seedling Transplanting	Brochure	苗木の植林手順や留意点を、イラストで紹介したブローチャー。
9	QEIC Newsletter (No. 1-4)	Brochure	本プロジェクトの主な活動を紹介するニュースレター。

JICA 専門家チーム作成

2.5.6 展示計画（PDM 活動: 4.7）

QEIC の一角に、3 部屋の展示用スペースが設けられる予定である。展示の主な目的は、マングローブおよびマングローブ生態系について、専門的知識を持たない子供たちや一般市民にわかりやすく紹介し、その価値や保全の意義を理解してもらうことである。なお実際の展示物の作成は、民間業者に委託する予定であるが、効果的な展示を展開できるよう、展示内容や方法をまとめた「QEIC 展示計画」を策定した（附属資料 10 として添付）。

1) 展示計画の内容

QEIC の展示では、大きく、以下の分野について紹介することを計画している。

- マングローブ木の特性
- マングローブ生態系の特性
- マングローブ生態系の価値
- マングローブ生態系への脅威
- マングローブ生態系を保全するための QEIC の取り組み

上記、各分野について表 2.5.19 に QEIC の展示内容案を示す。

表 2.5.19 QEIC の展示内容案

No	分野	内容案
1	マングローブ木の特性	マングローブとは何か？
		マングローブの多様性
		「オ」国および世界のマングローブ林の分布および分布特性
		ヒルギダマシの特性
		過酷な環境（高塩分、嫌氣的環境）への適用方法（気根や脱塩機構）
		マングローブの繁殖方法（胎生種子などの紹介）
2	マングローブ生態系の特性	魚類（主な種類、食性、稚魚が多いことなど）
		カニ類（主な種類、生息場、食性など）
		貝類（主な種類、生息場、食性など）
		鳥類（留鳥、渡り鳥、渡りのルート・時期、嘴の形状など）
		その他（ゴカイ類、昆虫、微生物などなど）
		マングローブの葉を中心とした食物連鎖
3	マングローブ生態系の価値	貴重な緑（淡水の供給を必要としない）
		生物のゆりかご
		鳥類の餌場、休息場など
		沿岸の防護機能
		リラクゼーション場の提供
		地域住民の収入源（エコツーリズム、養蜂）の可能性
		水の浄化作用
		CO ₂ の固定
4	マングローブ生態系への脅威	家畜による食害
		藻やフジツボの付着
		外来種の侵入
		港などの沿岸開発（海岸の浸食・堆積による河口の移動または閉塞）
		道路開発（地中の海水交換の阻害）
		汚水の排水
		ゴミの投棄
5	マングローブ生態系を保全するための QEIC の取り組み	モニタリング活動
		植林活動
		環境教育活動
		研修活動

JICA 専門家チーム作成

展示手法などに関しては、類似施設などの展示事例から学べることも多く、2012年に韓国で行われた万国博覧会や、本邦研修で視察したビジターセンターなどから、参考になるような手法やしぐみを、「QEIC 展示計画」に反映した。

2) 常設展示と企画展示

展示方法に関しては、常設展示と企画展示に分けて企画する。常設展示では上記で述べたような内容に基づいて、マングローブおよびマングローブ生態系に関する基本的な事項を紹介する。一方、企画展示は、常設展示では表わしきれない、より詳細な情報や、比較的、高度なテーマや内容をカバーしたものを展示し、リピーターを獲得するため定期的に更新する。またイベントなどの開催も、企画展示に含まれる。なお企画展示は、QEIC が持つ情報だけでは限りがあるため、

他国の展示施設や機関の協力が必要である。企画展示の例としては表 2.5.20 のようなものが考えられる。

表 2.5.20 QEIC における企画展示の例

区分	内容
マングローブ生態系に関する詳細情報	「オ」国や中東地域のマングローブ域に飛来する渡り鳥を紹介。
	「オ」国や中東地域のマングローブ域に生息する生物の紹介。
	世界のマングローブ域に生息する生物の紹介。
	マングローブ域の微生物や昆虫の紹介。
やや高度なマングローブ学	マングローブの生理・生態に関する最新情報の紹介。
	「オ」国や中東地域のマングローブ・サイトの紹介。
	世界のマングローブ・サイトの紹介。
	マングローブと人間の係りの歴史を紹介。
QEIC 活動の進捗に伴う内容	モニタリングや研究成果の発表。
	マングローブ生態系が直面している脅威や保全・管理策の紹介。
	環境教育イベントの紹介。
イベント的な企画	一般市民参加型の写真、絵画、ポスターなどの作品展。
	マングローブを使った、工作および染物教室。
	マングローブ生態系をテーマとした自由研究。
	マングローブ域の生物を使った、料理教室（調味料はマングローブが分泌した塩を使用）。

JICA 専門家チーム作成

3) ワークシートの活用

ワークシートとは、展示資料に関連した質問などが書かれたもので、子供たち（来館者）が展示を見る際のヒントになったり理解の手助けになったりする役割がある。ワークシートの設問に答えたり、簡単な作業をすることを通して、展示のねらいに合った見学や観察をすることを目的として作られた補助資料である。ワークシートを記入していくことにより、子供たちは受動的ではなく、より積極的に展示を見ることができるようになるのみならず、ワークシートを通して展示の意図を伝えることも可能である。ワークシートは展示内容に即して作成されるものであるが、その一例を図 2.5.2 に示した。

センターに展示されている動植物を探して、名前を書こう。	
 <p>1) _____</p>	 <p>2) _____</p>
 <p>3) _____</p>	 <p>4) _____</p>
 <p>5) _____</p>	 <p>6) _____</p>

JICA 専門家チーム作成

図 2.5.2 ワークシートの例

4) 展示施設の維持管理

展示施設（水槽など）や展示物（ジオラマ、生物標本など）は、定期的に維持管理をしていく必要がある。なお展示施設や展示物の作成は、民間業者に委託する予定だが、その際は、維持管理に係るマニュアルの作成および研修の実施を契約に含めることを推奨する。

2.5.7 今後の課題および提言

本プロジェクトを通して得られた経験に基づき、今後の活動へ向けての課題および提言を以下に記す。

- マングローブに関する環境教育は、現状でもすでに多くのプログラムが実施されており、QNR においては、実施体制やプログラムが確立されている。しかし、プログラムをより充実させるためには、今まで比較的不足している生物や生態系に関する環境教育をより強化していく必要がある。また参加者が植林するプログラムに関しては、好評ではあるが、鳥類の採餌場である干潟域が減少するなど、QNR で今後実施していくべきではないという意見も C/P 内にある。このような事情から、植林に変わる代替案を検討する必要がある。
- 今後は、環境教育を地方でも多く展開していくことを予定しており、その際は MECA の地方職員がファシリテータになることも期待されるため、研修などを通して、地方職員の能力を強化する必要がある。
- 環境教育プログラムを、より魅力的なものに改善し、新規プログラムを開発するためには、今後とも新たな教材を作成することが求められる。こうした新規の教材やプログラムの継続的な開発がリピーターの確保にもつながっていくものとする。なお改善していくためには、プログラムを継続的にモニタリング・評価していくことが重要である。
- QNR は、今後ボードウォークの拡張や鳥の観察小屋を新設する予定だが、それに合わせて、生物や生態系の特性を解説した、サインボードを要所に設置することを提案する。またトイレやゴミ箱も設置する。
- QEIC の展示計画を立てるための参考として、インドネシア、バリ島にある「マングローブ情報センター」などの類似施設を視察することを提案する。

2.6 QEIC のデータベースおよびウェブサイト

2.6.1 データベース

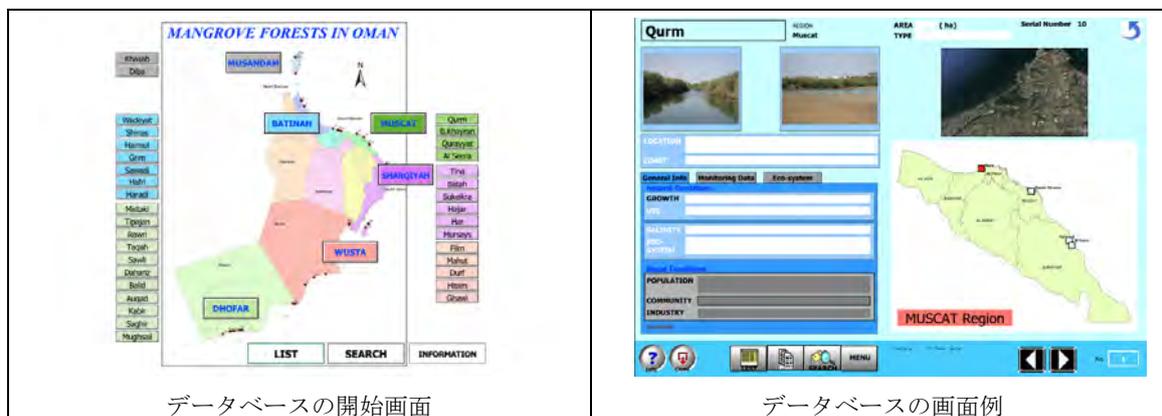
モニタリング・データを初め、QEIC の今後の活動においては、大量のデータが収集されることになるため、これらのデータを適切に管理していくデータベースを構築する必要がある。QEIC では、モニタリング、マングローブ・サイト、動物類および写真に係るデータを、データベース上で管理していくことを想定しており、本プロジェクトでは、それらのデータベースの基盤情報または試行版を作成した。以下に各データベースの概要を示す。

1) モニタリングのデータベース

モニタリングのデータベースは、「マングローブ生態系モニタリング」および「植林苗木モニタリング」を対象とする。なおモニタリングのデータベースは、データの検索を中心とし、解析作業などはエクセルで実施することを想定している。

2) マングローブ・サイトのデータベース

マングローブ・サイトのデータベースは、「オ」国の全マングローブ・サイト（天然林および人工林）32ヶ所が対象となり、各サイトの景観写真、衛星写真、面積、植栽本数・面積（人工林の場合）、自然条件および社会条件などの情報を含む。図 2.6.1 にマングローブ・サイトのデータベースのイメージを示す（データベースのファイル（File Maker）は、附属資料 11 の CD に含めた）。

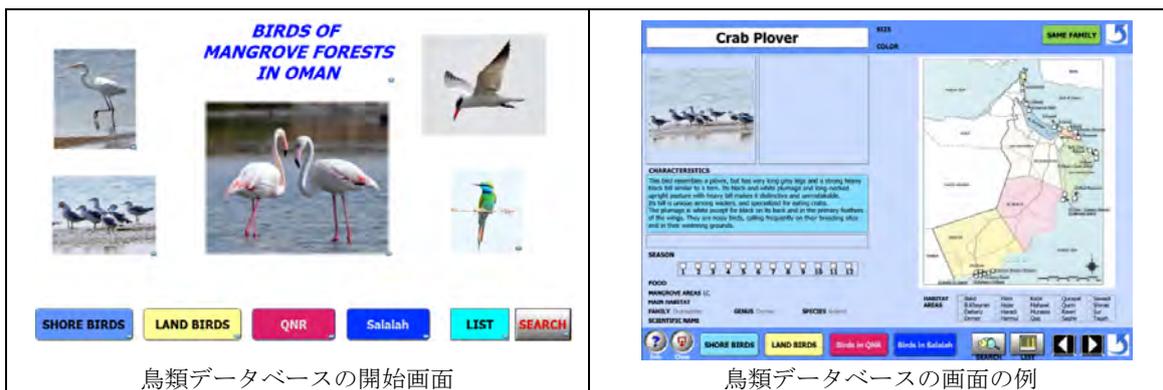


JICA 専門家チーム作成

図 2.6.1 マングローブ・サイトのデータベースのイメージ

3) 動物類のデータベース

動物類のデータベースは、マングローブ・サイトに出現する動物類を検索するもので、鳥類、魚類、甲殻類、貝類などを対象とする。データベースには、種別に、写真、生態的特性、出現したサイトなどの情報を含める。図 2.6.2 に鳥類データベースのイメージを示す（データベースのファイル（File Maker）は、附属資料 11 の CD に含めた）。

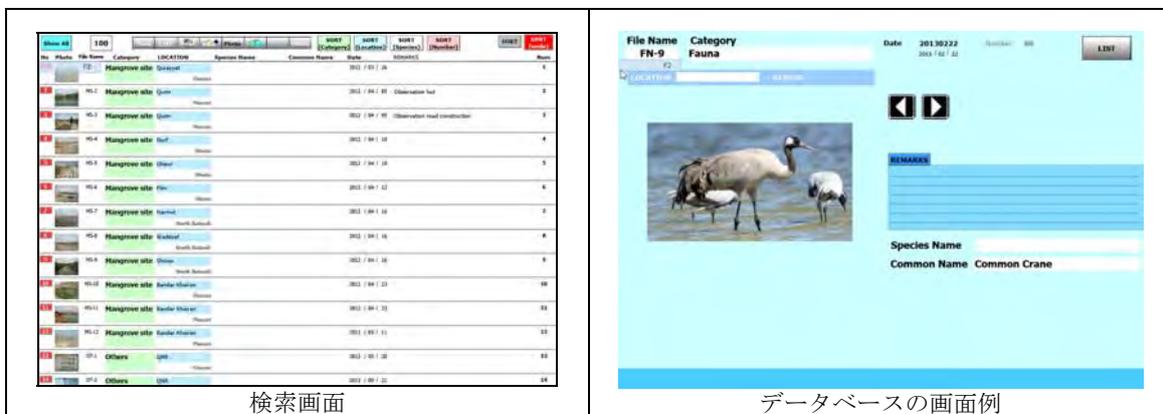


JICA 専門家チーム作成

図 2.6.2 鳥類データベースのイメージ

4) 写真のデータベース

QEIC の活動を通して撮影される、マングローブや動植物類などの写真は、展示や報告書などに使える貴重な資料であることから、データベース上で管理する。C/P および本プロジェクトを通して撮影された主要な写真については、カテゴリ（鳥類、魚類など）、撮影日時、撮影場所などの分野別に検索できるようにデータベース化した（データベースのファイル（File Maker）、写真の画像ファイルおよび写真リスト（Excel）は、附属資料 11 の CD に含めた）。図 2.6.3 に写真データベースのイメージを示す。



JICA 専門家チーム作成

図 2.6.3 写真データベースのイメージ

上記の各データベースは、今後、業者が本格的に構築していくが、そのためにはデータベースの基盤情報（情報の種類、地点数、総数、データ頻度、データ内容（文字列、数字、写真）など）を整理する必要がある。表 2.6.1 に QEIC データベースを構築するための基盤情報を示す。

表 2.6.1 QEIC データベース構築のための基盤情報

Category	Item	Parameter	Data specification							Media
			No. of parameter	No. of sites	No. of station	No. of layer	Frequency	Format		
Monitoring	Mangrove survey	Tree growth	Height, diameter	2	32	5/site	-	1/year	Digit	EXCEL
		Tree health	Health	1	32	5/site	-	1/year	Letters	EXCEL
	Fauna survey	Fauna inventory	Fish, crab, snail, bird	4	32	-	-	-	Letters	EXCEL
		Survey of indicator species	Fish, crab, snail, bird	4	32	5/site	-	2/year	Digit	EXCEL
	Environmental condition survey	Water quality	Temp., salinity, ph, DO, COD, NO ³⁻ , NO ²⁻ , NH ⁴⁺ , PO ₄ ³⁻	9	32	5/site	2/site	2/year	Digit	EXCEL
		Soil quality	Texture, color, temp, ORP, EC, salinity, pH, NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻	9	32	5/site	2/site	2/year	Digit	EXCEL
			Sedimentation	1	32	5/site	-	6/year	Digit	EXCEL
		Topography	Photo	1	32	5/site	-	6/year	JPEG	Photo folder
	Water level	Level	1	32	5/site	-	6/year	Digit	EXCEL	
	Inspection survey	Visual inspection	Impact factors	1	32	-	-	6/year	Letters	EXCEL
	Transplanted-seedling survey	Seedling growth	Height, diameter	2	32	5/site	-	12/year	Digit	EXCEL
		Seedling health	Survival rate	1	32	5/site	-	12/year	Digit	EXCEL
Environmental condition		Water and soil quality	18	32	5/site	2/site	12/year	Digit	EXCEL	
Mangrove site	General	Location	Coordinates	1	32	-	-	1/2-3years	Digit	EXCEL
		Surface area	-	-	32	-	-	1/2-3years	Digit	EXCEL
		Satellite image	-	-	32	-	-	1/2-3years	JPEG	GIS
	Plantation performance	Location	Coordinates	1	32	-	-	1/2-3years	Digit	EXCEL
		Surface area	-	1	32	-	-	1/2-3years	Digit	EXCEL
		No. of seedling	-	1	32	-	-	-	Digit	EXCEL
	Natural condition	Meteorology	Temp., wind direction/speed	3	32	-	-	-	Digit	EXCEL
		Hydrology	Water exchange, wave	2	32	-	-	-	Letters	EXCEL
		Intertidal zone	Slope, width	2	32	-	-	-	Letters	EXCEL
		Soil	Soil depth and quality	5	32	-	-	-	Letters	EXCEL
		Water quality	Salinity, DO	2	32	-	-	-	Digit	EXCEL
		Fauna	-	-	32	-	-	-	Letters	EXCEL
	Social condition	Animal grazing	-	-	32	1/site	-	-	Letters	EXCEL
		Land use	-	-	32	1/site	-	-	Letters	EXCEL
Development plan		-	-	32	1/site	-	-	Letters	EXCEL	
Fauna	Bird	Photo, identified sites, ecological characteristics		3	32	-	-	-	Letters, JPEG	EXCEL, Photo folder
	Fish									
	Crustacean									
	Gastropod									
Photo	Fauna	Fish, bird, crab etc.	Name, date, location	3	-	-	-	-	JPEG	Photo folder
	Mangrove site	-	Date, location	2	-	-	-	-	JPEG	Photo folder
	Activity	QEIC activities	Training, monitoring, plantation, education	4	-	-	-	-	JPEG	Photo folder
	Others	Other photo	-	-	-	-	-	-	JPEG	Photo folder

JICA 専門家チーム作成

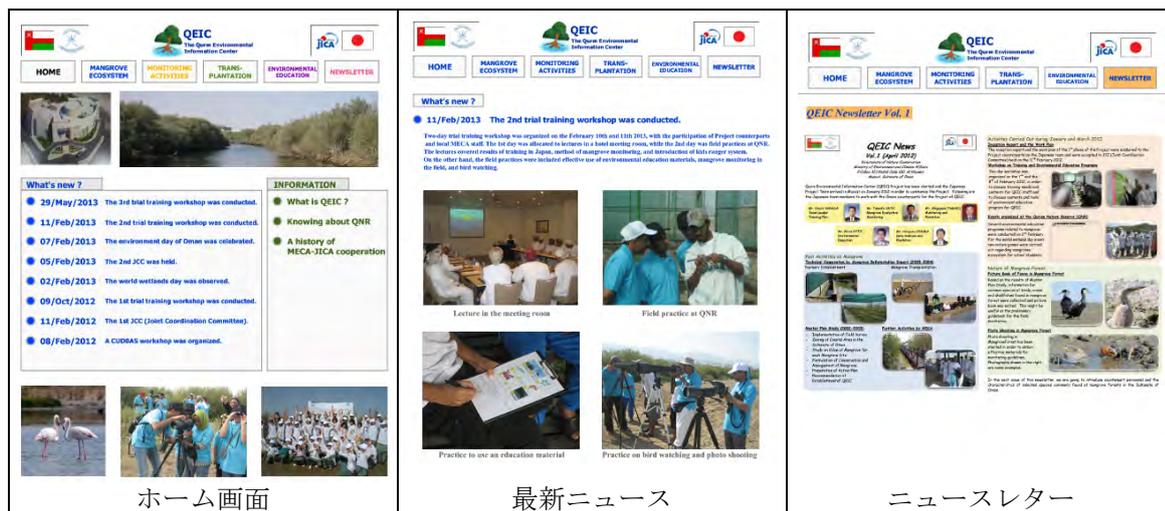
またマングローブ・サイトや動物類などのデータベースは、QEICの展示施設でもタッチパネルなどを使い、来訪者が利用できるようにすることを考えている。またiPadなどのタブレット型PCを利用することにより、環境教育やフィールドでも、データベースを利用できるようにすることを想定している。

2.6.2 ウェブサイト

QEIC の活動を通して得られる各種データは、今後開発予定の「QEIC ウェブサイト」を通して公開する予定である。C/P と協議した結果、「QEIC ウェブサイト」は、主に以下のコンテンツで構成することを想定している。

- QEIC や QNR の紹介
- 最新トピックス
- マングローブやマングローブ生態系の解説
- QEIC の各活動の紹介および報告
- ニュースレター
- 展示内容の紹介やイベントの予定告知

図 2.6.4 に調査団が作成・提案したウェブサイトのイメージ案を示す。



JICA 専門家チーム作成

図 2.6.4 QEIC ウェブサイトのイメージ案

2.7 プロジェクト本邦研修および国際ワークショップ

2.7.1 プロジェクト本邦研修

C/PおよびMECA職員を対象に、プロジェクト本邦研修を各年次で計2回実施し、それぞれの概要を表2.7.1に示す。各研修の成果や詳細は、附属資料12として添付した研修員受入業務完了報告書に記載している。

表 2.7.1 プロジェクト本邦研修の概要

	第1年次	第2年次
主目的	講義、実習、視察などを通して、マングローブ生態系に係る保全・管理、モニタリング、啓蒙活動の手法を学ぶ。	講義や実習などを通して、マングローブ生態系のモニタリングと植林活動に必要な基本的知識と経験を得る。
期間	2012年11月10日～12月2日	2013年6月17日～7月5日
参加者	- Dr. Ahmed Mubarak Al-Saidi (Director of MECD) - Mr. Badar Al-Balushi (Head of Wetland Environment Section, MECD) - Mr. Issam Al Boosi (MECD, Salalah)	- Mr. Haitham Said Al-farqani (Nature reserve specialist, MECD) - Mr. Mohammed Abood Al-washahi (MECD, Shinas) - Mr. Mohammed Salim Hardan (MECD, Salalah) - Mr. Yareb Ali Khadam Al-Hashmi (MECD, Sur)
場所	東京、沖縄など	沖縄、東京

JICA 専門家チーム作成

2.7.2 国際ワークショップ

プロジェクトの終了時前に、C/Pを主体に計3日間（2013年12月9～11日）の国際ワークショップをマスカット市のCrown Plazaホテルで開催した。ワークショップの目的および主な参加者を以下に示す。ワークショップのアジェンダおよび参加者リストは、附属資料13に添付した。

目的：

- QEICおよびプロジェクトの活動結果の周知・共有
- マングローブ生態系の保全・管理に関する情報交換
- QEICに期待する活動の共有

参加者：

- 日本からの基調講演者：2名
- GCC諸国からの招待者：14名（クウェート、サウジアラビア、UAE、バーレーン、イラン、イラク、イエメン）
- 国際機関からの招待者：4名（WWF、Ramsar、UNEP、IUCN）
- JICA本部代表：1名
- 在オマーン日本国大使館代表：2名
- 「オ」国内関連機関からの招待者35名
- C/PおよびMECA職員

- JICA 専門家チーム

ワークショップでは、最終日を除く各日の後半に、マングローブ生態系の保全・管理に係る課題および QEIC の活動に期待することなどを、国外の関係機関や国際機関からの参加者とアンケートおよびディスカッション形式で討議した。主な討議結果を以下に示す。

- マングローブの保全・管理に係る国外の関係機関からは、職員の能力・意識の不足、職員数の不足、予算の不足、調査機材の不足などの課題が挙げられ、そのため国によっては、保全・管理が効果的に行われていないことが示唆された。
- それを受け、QEIC に期待する活動としては、主に以下の意見が参加者から挙げられた。
 - ・ 植林、モニタリング、環境教育などの技術支援。
 - ・ マングローブ生態系の保全・管理に係るデータの収集および拠点となる。
 - ・ NGO など他機関と協力体制を構築しながら活動を実施する。
 - ・ 展示、環境教育、ワークショップなどを通して普及啓蒙を積極的に行う。
 - ・ 苗木の提供および植林の実施。

以上の事から、参加者が QEIC に寄せる期待は、今後予定している QEIC の活動に基本的に合致している事が解った。

3. プロジェクト目標の達成度

プロジェクト目標の達成度については、PDM の各成果の達成度、C/P のキャパシティ・アセスメント、および合同終了時評価の結果の観点から評価した。以降にそれぞれの評価の結果を記す。

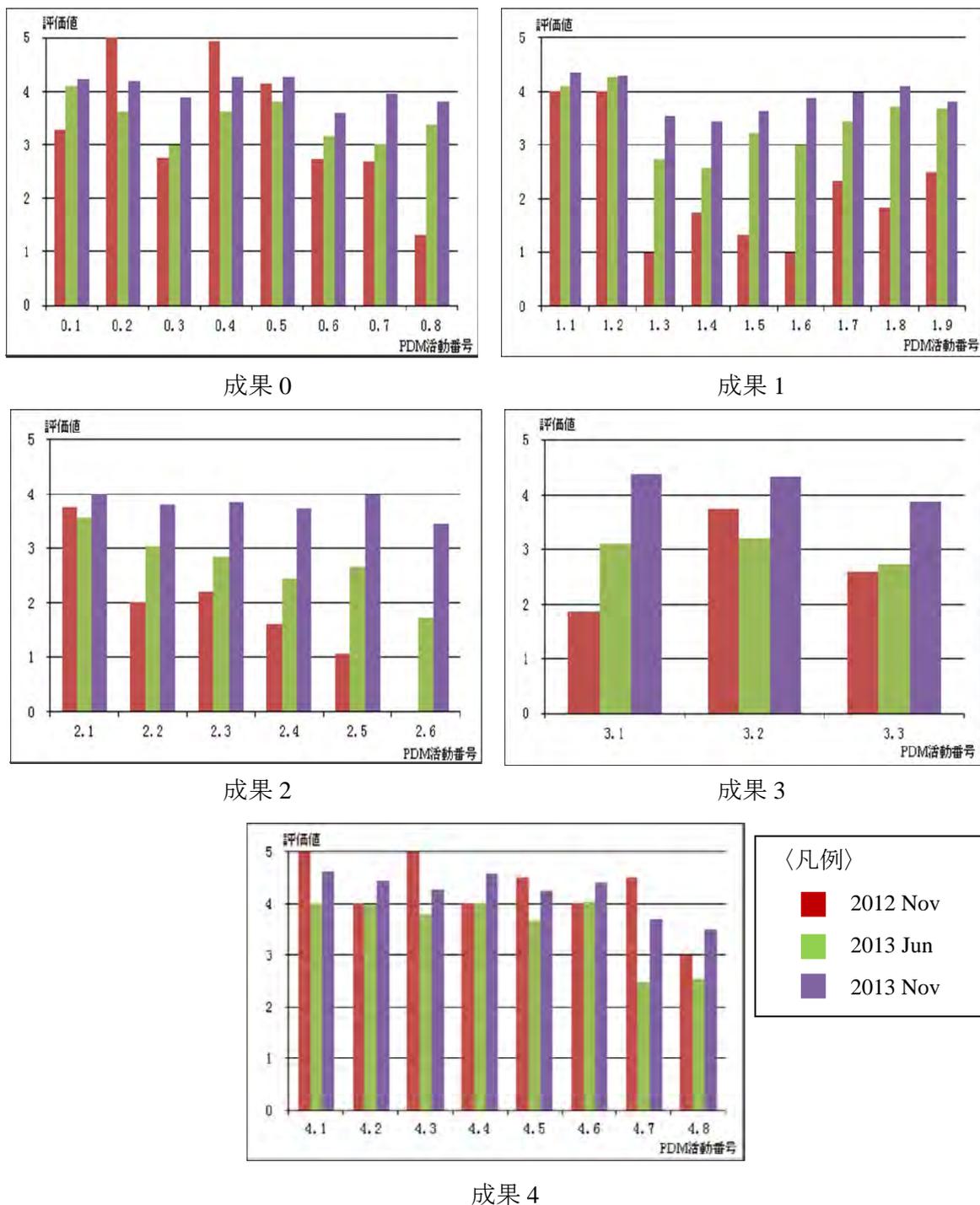
3.1 PDM の各成果の達成度

PDM の各成果の達成度については、Work Breakdown Structure⁷ (WBS) の手法を用いて定期的に評価した。具体的には、PDM の各活動をさらに細かいタスクに分化した評価表を作成し、各タスクの達成度を C/P が 6 段階 (0 : 未活動、5 : 達成) で評価した (WBS 評価表は附属資料 14 を参照)。

評価は、2012 年 11 月 (プロジェクト開始後 9 ヶ月後)、2013 年 6 月 (プロジェクト開始後 1 年 4 ヶ月後) および 2013 年 11 月 (プロジェクト終了 1 ヶ月半前) の計 3 回実施した。図 3.1.1 に、成果別に各 PDM 活動の達成状況を示す (評価値は C/P の平均値)。

なお、2013 年 6 月時の評価において、一部の活動では、2012 年 11 月時の評価よりもスコアが小さく、進捗が前回よりも後退した評価になっている。これは、第 1 回目の評価 (2012 年 11 月時) に比べて、第 2 回目以降の評価 (2013 年 6 月、2013 年 11 月) の評価基準を厳しくしたこと、そして第 1 年次の結果を踏まえ、第 2 年次の活動内容の見直しが必要になったこと (PDM の活動は変更なし) に主に起因している。

⁷ WBS とは、プロジェクトマネジメントで計画を立てる際に用いられる手法の一つで、プロジェクト全体を細かい作業に分解した構成図。プロジェクトを理解し、管理する上でプロジェクトの各工程を各担当者の作業レベルまで展開し Tree 構造にまとめたものである。



注：図中の評価値はC/P、7名の平均値

JICA 専門家チーム作成

図 3.1.1 各成果の PDM 活動の達成状況

各成果の達成状況を以下に要約する。なお、最終評価は、プロジェクトの現地活動が終了する前（11月）に実施したため、C/Pの意向により、例えば、満足するレベルまで活動が達成していると判断されたとしても、最終報告書において確認するまでは、5点を付けるのは控えることとなった。したがって、最終評価時において、満足するレベルまで活動が達成していると判断された場合は、4点台に評価することとした。

- 成果 0: 最終評価時においては、QEIC の運営や供与機材に係る活動（活動 0.3、0.6～0.8）が 3 点台だったが、その後 QEIC の 8 ヶ年運営計画が JCC で承認され、また供与機材も全て調達したため、成果 0 は概ね達成できたと考ええる。
- 成果 1: 最終評価時においては、主に研修計画に係る活動の評価値が 3 点台だったが、それは研修計画が最終化されていなかったことが主な要因である。なお研修計画の大枠は既に C/P と協議・合意済みであるため、研修計画の最終化により、成果 1 は概ね達成できたと考ええる。
- 成果 2: 最終評価時においては、主にモニタリング・ガイドラインに係る活動（活動 2.2～2.4、2.6）の評価値が 4 点未満だったが、それはモニタリングの方法やモニタリング・ガイドラインが最終化されていなかったことが主な要因である。なおモニタリング・ガイドラインの大枠は既に C/P と協議・合意済みであるため、ガイドラインの最終化により、成果 2 は概ね達成できたと考ええる。
- 成果 3: 最終評価時においては、マングローブ保全ガイドラインに係る活動（活動 0.4）以外は、評価値が 4 点以上であった。なおマングローブ植林ガイドラインおよびマングローブ保全ガイドラインの大枠は既に C/P と協議・合意済みであるため、ガイドラインの最終化により、成果 3 は概ね達成できたと考ええる。
- 成果 4: 最終評価時においては、展示計画に関する活動 4.7 および環境教育の評価に関する活動 4.8 においてスコアが 3 点台であった（他の活動は全て 4 点以上）。なお展示計画の大枠は既に C/P と協議・合意済みであるため、計画の最終化により、成果 4 は概ね達成できたと考ええる。

以上の結果から、各成果は概ね達成できたと考ええる。

3.2 キャパシティ・アセスメント

JICA のハンドブック⁸によれば、キャパシティ・デベロップメントは、「各個または共同によりその役割をとおり、決められた目標の達成または問題解決することのできる個人、組織、システムまたは社会の能力プロセスの発展」と定義されている。なお本プロジェクトでは、プロジェクト目標を踏まえ、キャパシティ・アセスメントは、「個人」および「組織」の観点から行うこととした。具体的な方法としては、プロジェクト開始時（2012 年 2 月）と終了時評価時（2013 年 11 月）に、アンケート（質問票）を C/P に配布し、アウトプット別に自己評価形式で、各質問を 0～4 の 5 段階で評価してもらった（質問票を附属資料 15 として添付した）。表 3.2.1～3.2.2 に、それぞれ個人および組織の観点からのキャパシティ・アセスメントの結果を示す。

⁸ Capacity Development Handbook for JICA staff (2004)

表 3.2.1 キャパシティ・アセスメントの結果（個人）

	Item	Feb. 2012	Nov. 2013
Output 1	Technical knowledge and skill on identifying training needs	2.4	3.2
	Technical knowledge and skill on preparing training curriculum	2.2	2.8
	Technical knowledge and skill on preparing teaching material	2.1	3.0
	Administrative capability for training course management	2.2	3.0
	Technical knowledge and skill as a trainer	1.9	3.0
	Evaluation of training course efficiency and trainer performance	1.7	3.2
Output 2	Sense of understanding and responsibility on monitoring	2.4	3.0
	Technical knowledge and capability on monitoring parameter for natural condition	1.7	2.7
	Technical knowledge and capability on monitoring parameter for social condition	2.0	3.0
	Technical knowledge and capability on monitoring methods and schedule	1.6	2.8
	Technical skill and capability on conducting monitoring	1.9	2.8
	Technical skill on analyzing & reporting monitoring results	1.8	2.2
	Administrative capability	2.0	3.0
Output 3	Sense of understanding and responsibility	2.3	3.0
	Technical knowledge and skill on nursery management (raising seedlings)	2.7	3.2
	Techniques on mangrove reforestation	2.7	3.0
	Technical knowledge and skill on the management of reforested areas	2.7	2.8
	Sense of understanding and responsibility on legal framework and regulations	2.4	3.3
Output 4	Technical knowledge and skill on preparing environmental education programme	2.2	3.0
	Technical knowledge and skill on implementing environmental education programme	2.3	2.8
	Monitoring and evaluation of environmental education programme	1.9	3.2
	Technical knowledge and skill on preparing materials for environmental education	2.2	3.0
	Administrative capability of the exhibition management for environmental education	1.9	3.0
	Technical knowledge and skill as a facilitator of environmental education programme	2.0	3.0

注：表中の評価値は C/P、7名の平均値

JICA 専門家チーム作成

表 3.2.2 キャパシティ・アセスメントの結果（組織）

	Item	Feb. 2012	Nov. 2013
Output 1	Allocation of human resources	2.0	2.6
	Accumulation of experience and knowledge	2.6	3.2
	Human resources development	2.0	2.6
	Working space and IT property	2.1	2.4
	Training tools	1.6	2.4
	Capability for acquiring necessary information	1.9	2.6
	Framework for the next generation	1.8	2.2
	Structure of Working Group	2.3	3.2
	Clear demarcation between central and regional organizations in MECA	2.1	3.4
	Collaboration between MECA and related organizations	2.2	2.8
Output 2	Allocation of human resources	1.9	2.4
	Accumulation of experience and knowledge	2.7	2.8
	Human resources development	1.8	2.4
	Working space and IT property	2.6	2.6
	Capability for acquiring necessary information	2.4	2.8
	Structure of Working Group	2.6	3.2
	Clear demarcation between central and regional organizations in MECA	2.2	3.4
	Management system for monitoring	2.1	2.8
	Collaboration between MECA and related organizations	2.2	2.8
Output 3	Allocation of human resources	1.9	3.0
	Accumulation of experience and knowledge	2.6	3.4
	Human resources development	1.8	3.0
	Framework for the next generation	1.7	3.4
	Facility, equipment	1.9	3.0
	Supply of consumables	1.8	2.8
	References and manuals	2.0	3.0
	Structure of Working Group	2.3	3.4
	Clear demarcation between central and regional organizations in MECA	2.1	3.6
	Collaboration between MECA and related organizations	1.9	3.2
Output 4	Allocation of human resources	1.8	2.6
	Accumulation of experience and knowledge	2.3	3.2
	Human resources development	1.8	2.6
	Framework for the next generation	1.8	2.6
	Facility, equipment	1.9	3.4
	References and manuals	2.2	3.2
	Structure of Working Group	2.2	3.0
	Clear demarcation between central and regional organizations in MECA	2.1	3.0
	Collaboration between MECA and related organizations	2.2	2.6

注：表中の評価値は C/P、7名の平均値

JICA 専門家チーム作成

「個人」に関しては、すべてのアウトプットにおいて、評価値が上がっており、個人レベルでのキャパシティが向上したことが解る。特に、各分野の技術的知識や方法論に関する能力の向上が大きく、プロジェクトを通じて技術移転した活動が効果的に行われたと思われる。一方、能力向上が比較的低かった項目としては、研修プログラムの作成・改定、モニタリング結果の解析・評価、マングローブ植林地の管理、環境教育の実施に係る能力など、知識・方法論に関する項目よりも経験にもとづいた技能に関する項目が多かった。C/P の意見からも、技術知識や方法論はプロジェクトを通じて得られたものの、更なる実践に基づく経験が必要であるとの認識が得られている。これらは今後 QEIC 活動の実践と経験により培われていくものであると考えられる。

「組織」に関しては、すべてのアウトプットにおいて、評価値が上がっており、組織レベルでのキャパシティが向上したことが解る。しかしながら、いくつかの調査項目では評価値 3（最高到達値の 75%）を超えていない。これは、主に QEIC が組織として正式に発足していないことに起因することが考えられる。なお、MECA は、QEIC の 8 ヶ年運営計画に基づき、今後 mini-QEIC を設立すると共に QEIC の組織体制の早期設立および強化を検討しており、それにより、組織としての能力が強化されていくことが期待される。

以上のことから、個人および組織面の能力は向上したと考えられるが、向上度が比較的低い項目もあり、今後、活動の実践などを通して個人と組織の能力を引き続き強化していく必要があることが解った。

3.3 合同終了時評価の結果

2013 年 11 月 20 日から 12 月 12 日にかけて、JICA 本部を含む日本からの 3 名と MECA から 1 名で合同評価委員会を組織し、プロジェクトの終了時評価が行われた。評価は、妥当性（Relevance）、有効性（Effectiveness）、効率性（Efficiency）、インパクト（Impact）および自立発展性（Sustainability）の観点から行われた。表 3.3.1 に評価の方法および結果の概要を示す。

表 3.3.1 終了時評価の評価方法と結果の概要

評価項目	観点	評価結果
妥当性	Relevance is reviewed by the validity of the Project Purpose and Overall Goal in light of Oman's development policies and needs as well as the Japanese cooperation policy.	High
有効性	Effectiveness is assessed to what extent the Project has achieved its Project Purpose, clarifying the relationship between the Project Purpose and Outputs.	High
効率性	Efficiency is analyzed with emphasis on the relationship between Outputs and Inputs in terms of timing, quality, and quantity.	High to medium
インパクト	Impact is assessed in terms of positive/negative and intended/unintended influence caused by the Project.	High to medium
自立発展性	Sustainability is assessed in terms of institutional, financial, and technical aspects by examining the extent to which the achievements of the Project will be sustained after the Project is completed.	Medium

出典：Joint Terminal Evaluation Report, December 2013

評価の結果、妥当性、有効性、効率性およびインパクトは、「High」または「High to medium」と高評価を得ている。しかし、自立発展性に関しては、1) マングローブの保全・管理が生物多様性国家戦略（2015～2020年）の優先事項として含まれること、2) そして QEIC の 8 カ年運営計画が、MECA の 5 カ年計画（2015～2020年）に反映される、という条件付で「Medium」であった。また、QEIC 職員の能力強化が、引き続き必要であることが強調されている。

結論

以上の事から、自立発展性に関しては多少の懸念があるものの、組織や技術的面で能力が今後引き続き強化されれば、プロジェクト目標は達成できるものと考えられる。

4. その他プロジェクト関連活動

4.1 JICA 課題別研修

プロジェクト実施期間を通じ、合計で6名のC/Pが5つのJICA課題別研修に参加した。表4.1.1および表4.1.2に、それぞれ第1年次と第2年次に参加した研修の概要および主な成果を示す。

表 4.1.1 JICA 課題別研修の概要（第1年次）

研修名	マングローブ生態系の持続可能な管理と保全	持続可能な開発のための環境教育 -沿岸生態系と住民生活の保全-
参加者名	Mr. Mohammed Al Rezaiki	Ms. Aida Khajaf Al-Jabri
期間	2012年5月23日～8月11日 (特別枠で参加したため、応募要領配布が研修直前であったこと、およびMECA内の手続きの遅れにより実際の参加は6月15日からとなった)	2012年9月19日～11月3日
研修内容	<ul style="list-style-type: none"> - 沿岸生態系としてのマングローブの重要性、マングローブ生態系概論、植生調査法、リモートセンシング入門、環境教育に係る講義、実習 - マングローブ生態系管理技術、マングローブ植林と地域開発、マングローブ構成植物分類、世界各地の植林事例に係る講義、実習 - サンゴ礁と環境影響評価、浅海水産資源管理、海藻藻場生態系に係る講義、実習 - プレゼンテーション手法、写真撮影技術、プロジェクトプロポーザルの作成・発表、アクションプランの作成・発表 	<ul style="list-style-type: none"> - マングローブ生態系、干潟および海藻藻場などの浅海生態系ならびにサンゴ礁生態系の役割、機能および重要性の理解のための講義・実習 - 上記の持続可能な利用方法と住民生活との関わり方の理解のための講義・実習 - 環境教育の理解と推進方法の理解のための講義・実習 - 沿岸生態系の簡易なモニタリング手法およびエコツーリズムなどによる利用方法の理解のための講義・実習 - 持続可能な開発のための環境教育に係る知識、技術の普及に係るアクションプランの作成
主な成果	<ul style="list-style-type: none"> - 研修参加後、本研修ではマングローブ生態系保護に関する基礎情報をすべて網羅しており、有意義であったと参加者から報告があった。 - 「オ」国のマングローブ状況把握とマングローブに係る環境教育についてのアクションプランが参加者の手によって作成され、日本人専門家チームに披露された。これらは、将来のQEIC活動に活用されるであろう。 	<ul style="list-style-type: none"> - 研修参加後、本研修では生態系保護と環境教育に関する基礎情報をすべて網羅しており、有意義であったと参加者から報告があった。 - 「オ」国の持続的開発と沿岸生態系の保護のための環境教育についてのアクションプランが参加者の手によって作成され、日本人専門家チームに披露された。これらは、将来のQEIC活動に活用されるであろう。

JICA 専門家チーム作成

表 4.1.2 JICA 課題別研修の概要（第 2 年次）

研修名	生物多様性情報システム	森林リモートセンシング	サンゴ礁をはじめとする沿岸生態系の保全とその持続的利用に関する総合研修
参加者名	Ms. Aziza Saud Al-Adhoobi	Ms. Aida Khajaf Al-Jabri Ms. Moza Khalaf Al-Riyami	Mr. Mohammed Al Rezaiqi
期間	2013 年 8 月 4 日～9 月 13 日	2013 年 9 月 18 日～11 月 6 日	2013 年 11 月 6 日～12 月 21 日
研修内容	生物多様性の保全を進めるため関連情報の収集、解析、公開を行う上で、収集した情報を地図上に記述して視覚化を図り、情報を数値化して地理情報システム（GIS）を用いた分析を行い、ウェブの技術を用いて発信することを目的に実施する。	日本の有する森林分野における基本的なリモートセンシング技術を途上国に移転することによって、途上国の REDD の取組を支援し、それにより気候変動緩和策の推進に大きく寄与するとともに、違法伐採対策や持続可能な森林経営に資する。	サンゴ礁域をはじめとする沿岸生態系の保全とその持続的利用が（日本を含む）島嶼国において図られていく事を目的として、現在の沿岸生態系の保全策と主として第一次産業をはじめとする産業活動の生態系に対する影響に関する講義をベースとして、沿岸生態系を保全しつつ地域住民の生計向上を図っていく手法に関して課題解決的な研修を実施する。
主な成果	GIS は QEIC で使用し、マングローブ林の管理に用いられることになっており、本研修の成果が応用されることが期待される。	参加した 2 名はリモートセンシング技術を使用した環境教育ならびにマングローブ林の消長把握のアクションプランを立てており、QEIC の活動への応用が期待される。	沿岸生態系保全は将来の MECA の目標であり、本研修成果が QEIC の活動へつながることが期待できる。

JICA 専門家チーム作成

4.2 ラムサール条約登録湿地に向けての支援

MECA は、QNR をラムサール条約登録湿地にすべく、登録に必要な情報をまとめた Ramsar Information Sheet (RIS) を作成している。RIS は一度、ラムサール条約事務局に提出されたが、環境データ（水質や主要生物のデータ）の不足などが指摘されたため、JICA 専門家チームは、本プロジェクトの活動で得られた情報・データを C/P に提供し、RIS の最終化に向けての支援を行った。当面は、MECD ならびに自然保護局下の Department of Nature Reserves が、QNR の RIS 更新作業などを担当するが、将来的には QEIC が MECD の代わりを担う予定である。なおラムサール条約では、管理計画を策定することが推奨されており、Royal Decree No. 6/2003 の手続きに基づき（関係省庁で構成された委員会の設置など）、極力早期に QNR の管理計画を策定すべきである。

5. プロジェクト実施運営上の課題・工夫・教訓

本プロジェクトは、QEIC の建設開始が遅れていることに加え、組織として QEIC が正式に設立されず、能力強化の対象となる C/P が、QEIC の職員として正式に配属されていない状況下で進められた。また「オ」国が、開発援助委員会（DAC）の決定により 2010 年末に ODA 卒業国に認定され、移行期間が終了する 2013 年中に、現地でのプロジェクト活動を終了しなければならないという時間的制約もあった。これらの理由により、プロジェクトを実施運営していく上で、主に以下の課題に直面した。

- C/P は、QEIC の建設の遅れ、および将来 QEIC の職員として配属されるか不明確であったため、当初 QEIC の活動に対し、時としてモチベーションおよびオーナーシップ意識が低くなる傾向があった。
- 本プロジェクトの全体期間ならびに各現地派遣期間が比較的短期間であったことから、当初、各分野の活動を実施していく上で、通常業務がある C/P とのスケジュール調整が難しい場合があった。

本プロジェクトでは、上記の課題に対応するため様々な工夫をした。以下に実施した工夫ならびにそれにより得られた効果を示す。

- QEIC の建設および組織の設立が遅れている状況下、C/P のモチベーションおよび QEIC の活動の持続性を確保するため、QEIC の運営計画を、本格的に稼働する予定である 2017 年以降のみを対象とせず、それ以前の期間（2014～2016 年）も重要な能力強化ならびに準備期間であることを C/P と共有し、QEIC の運営計画の対象を 8 カ年にすることとした。また、QEIC が具備する予定のいくつかの機能を持った mini-QEIC を MECA 内部に設置し、先行的に運営することを提案した。その結果、C/P は、mini-QEIC の早期設立を通して活動を継続すると共に、QEIC の組織設立を、建設完了まで待たず、極力早く進める必要があることを認識するようになった。
- また QEIC 活動へのモチベーションまたはオーナーシップ意識を高めるために、国際ワークショップでは、C/P が主体的に会議を進行ならびにプロジェクトの成果を発表するようにした。さらに QEIC に期待することをディスカッション形式で他国や他機関の参加者と討議することにより、植林やモニタリングに対する技術支援や普及啓発活動の拠点となることなど、多くの期待が周辺国・機関から寄せられていることが解り、その結果、C/P の意識向上に繋がった。
- 各分野の活動を実施していく上で、担当 C/P が参加できない場合があることを想定し、活動を実施する際は、担当分野に拘らず、C/P 全体で各活動をフォローすることとし、また後日、ミーティングなどを通して、活動結果を共有化するよう工夫した。結果的に、C/P は自身の担当分野のみならず、他の分野の活動についても理解を深め、C/P 全体の能力向上に繋げることができた。

以上に示した課題・工夫から得られた主な教訓を以下に示す。

- C/P のモチベーションやオーナーシップ意識を高めるためには、極力 C/P が前面に出る形でプロジェクトに参画するようにすることが重要である。

- 本プロジェクトのように、将来の人員配置が不透明である場合は、技術移転を担当 C/P のみに絞らず、極力多数の C/P や可能であれば C/P 以外の職員も対象とし、組織全体として将来の状況に対応できるようにすることが重要である。また、その相乗効果として、課題などを省内で広範に共有化することができ、また組織の能力向上にも繋がることを期待できる。
- 本プロジェクトのように活動期間に限られる場合は、プロジェクト終了後も C/P が引き続き能力を強化していけるような、具体的な将来計画を立てることが重要である。

6. 上位目標達成への提案

本プロジェクトの上位目標「マングローブ生態系の持続的管理がオマーン国内及び周辺国に普及する」を達成するためには、その前提として、運営および技術的側面から QEIC がマングローブ生態系の保全・管理に係るセンターとして確立する必要がある。そのためには、QEIC の運営体制が確立されること、また本プロジェクトを通して策定された各種計画が、QEIC の職員により適切かつ正確に実行できるようになることが重要である。また必要に応じて、職員自身で活動内容を改定・改善していくことも大切である。そのためには、引き続き、運営体制および C/P の能力を強化していく必要があり、特に重要な点を以降に提案する。またマングローブ生態系の持続的管理を普及していくための提案を 6.3 節に記す。

6.1 運営体制を強化していくための提案

- QEIC の 8 カ年運営計画を、MECA の将来 5 カ年計画（2015～2020 年）に含めると同時に、極力早期に QEIC の組織体制を確立し、職員を正式に配属すると共に、以下の人材を省内、大学またはその他機関からリクルートする（詳細は附属資料 5、QEIC の 8 カ年運営計画を参照）。
 - ・ マングローブ生態系をモニタリング・保全していく上では、海洋生物ならびに生態系に精通した人材をリクルートする必要がある。
 - ・ 水質分析を正確に行うためには、化学分析に精通した人材をリクルートする必要がある。
 - ・ 苗木の生産および植林に係る技術を向上していくためには、植物学に精通した人材をリクルートする必要がある。
 - ・ 視覚的に魅力的な教材や出版物などを作成するためには、デザイナーをリクルートする必要がある。
- QEIC の 8 カ年運営計画の予算計画に基づき、中長期的に活動予算を確保する。
- QEIC の建設が完了するまでは、mini-QEIC を活動の拠点とし、本プロジェクトを通して策定された各種計画が円滑に実行できるようにする。mini-QEIC において特に必要とされる機能としては、水質や生物の分析用ラボラトリー、機材の保管・管理スペースおよび小展示場である。
- 今後開発予定の QEIC データベースが完成するまでは、本プロジェクトで開発したデータベースを活用し、各種データを体系的に管理する。
- QEIC の活動を実行していく上では、他機関の技術的支援が必要になることが想定されることから、国内外の関連機関（MSTC、SQU、ESO、ISME、ラムサール）または類似機関（バリのマングローブ情報センターなど）との協力関係を構築・強化する。また、必要に応じて、支援を受けるために必要な予算を事前に確保する。なお現時点で支援が必要と想定される活動は以下が挙げられる。

- ・ 研修の講師（特にモニタリング分野）
 - ・ 動物類の調査・同定
 - ・ 水質分析
 - ・ 展示計画の構築
- QEIC の活動を評価することを目的に、MECA 職員を中心とした評価委員会を設置し、定期的に活動を評価・改善する。
 - 仮にマングローブ生態系への悪影響が確認された場合は、有識者を含めた委員会を立ち上げ、影響の原因や対策を検討する。

6.2 C/P の能力を強化していくための提案

1) 全般

QEIC は、マングローブ生態系の持続的管理を目指しており、それに係る各種活動を適切に実施するためには職員全員が、マングローブ生態系についての基礎的知識を保有および共有化する必要がある。そのためには、本プロジェクトで開発した研修や材料（Introduction on mangrove ecosystem のコース）などを使い、QEIC 職員を対象とした内部研修を実施すると共に、モニタリング活動など現場での活動にも積極的に参加させ、職員の基礎知識を向上させていくことを優先事項として提案する。

2) 研修関連

大半の研修コースは、QEIC の職員が講師になることを想定しており、基礎知識やプレゼンテーション能力など、講師としての能力強化が引き続き必要である。そのためには、頻繁に試行研修を開催し、C/P に講師の経験を積ませていくことが重要である。

3) モニタリング関連

モニタリングに関しては、特にモニタリングの計画策定、データの解析・評価・管理、動物の同定、化学分析、機材の維持管理などに係る能力を引き続き強化する必要がある。また、モニタリング結果に基づき、マングローブ生態系を順応的に管理する能力も必要である。なお、これらの能力は、実際にモニタリングの経験を積み、また失敗を重ねながら培っていくものであり、したがって継続的かつ長期的にモニタリングに関与していくことが重要である。また、動物の同定など、高い専門性を有する分野に関しては、外部専門家による研修を受けることに加え、自習していくことが重要である。

4) 植林関連

植林に関しては、特に植林の適地選定に係る能力を引き続き強化する必要がある。なお、適地選定のためには、自然条件や社会条件を包括的に評価していくことが重要であり、特に水文、水質、土壌、生態系などの自然条件に係る基礎知識を、研修や自習を通して培っていく必要がある。

5) 環境教育・展示関連

環境教育・展示に関しては、ファシリテータとしての能力を引き続き強化する必要がある。特にファシリテータは、マングローブ生態系に対して、正確でかつ広範な知識を持つことが重要である。そのためには、モニタリング活動など現場での活動にも積極的に参加すると共に、研修や自習を通して、知識を向上していくことが重要である。

なお、QEIC の運営体制および C/P の能力を引き続き強化していく上では、当面、外部専門家による技術支援が必要と考える。具体的には、以下に示す2名の長期専門家が必要と考える。

- 専門家1：主にモニタリング・植林分野の活動を支援する。
- 専門家2：主に環境教育・展示分野の活動を支援する。

なお、一部の高い専門性を要する分野（データベース構築、化学分析、展示など）に関しては、上記専門家では対応できない可能性もあるため、短期専門家の必要性も想定しておくべきである。

6.3 マングローブ生態系の持続的管理を普及していくための提言

マングローブ生態系の持続的管理を国内外に普及していくためには、QEIC は、湾岸海洋環境保護機構（ROPME）などの沿岸生態保全関連の機関と連携を図りつつ、積極的かつ戦略的に普及啓発活動を実行していく必要がある。QEIC が取り組むべき具体的な活動としては、以下が挙げられる。

1) 普及活動

- 現在、植林活動の際に実施しているように、今後モニタリングなどの活動を実施する際にも、NGO や市民と協同で実施するような協力関係を構築し、マングローブ生態系の保全を広く一般市民にも普及させる。そのためには、NGO や市民の代表者を QEIC の研修に招聘し、協力の意義への理解を深めると共に、マングローブ生態系保全に係る技術移転を行う。
- 本プロジェクトで開発した各種ガイドラインを、QEIC のウェブサイトで公開すると共に、国際セミナーなどの場で国内外の関連機関（周辺国の環境当局、NGO、開発業者など）に積極的に配布する。そして、例えば QEIC のウェブサイトに相談窓口を設け、自ら植林、モニタリングおよび保全・管理活動を実施できるよう支援する。また、必要に応じて、研修で支援する体制を構築する。

- 湾岸諸国のマングローブ生態系保全の普及に係る拠点として、QEIC が機能していくことを目指していることを ROPME に働きかける。QEIC の具体的な機能としては、国際セミナーの定期的な開催、周辺国の研修生の受け入れなどによる技術支援などが挙げられる。また QEIC が湾岸諸国の拠点になることにより、ROMPE の地域間協力の取り組みが、より推進されることも期待できる。

2) 啓発活動

- QEIC のウェブサイトを通して、マングローブ生態系の特性および重要性を啓発していく。なお、極力多くの人を引き付けるためには、内容ならびにデザインが魅力的であることが重要であり、参考までに優良なウェブサイトを以下に示す。
 - ・ Mangrove Action Project (<http://mangroveactionproject.org/>)
 - ・ Mangrove World (<http://www.mangrove-world.com/main.html#study>)
- 現在、環境教育に関しては、主に要請ベースで実施しているが、今後は、積極的に学校、市民、民間企業などを継続的に招聘・訪問し、マングローブ生態系の重要性について啓発していく。
- テレビ、新聞、ラジオなどのメディアを通して、マングローブ生態系の重要性について啓発する。特にマングローブ生態系について関心のない層を啓発していくためには、広く一般市民に普及しているテレビは有効な手段である。

3) その他活動

- マングローブ生態系の重要性を理解してもらう上では、科学的な側面から説得していくことも重要であることから、将来的には QEIC で研究活動に取り組んでいくことも必要である。以下に研究テーマの例を示す。
 - ・ マングローブが増えることによる環境、生物多様性の変化
 - ・ マングローブ生態系の沿岸水産資源への寄与
 - ・ マングローブの CO₂ 固定への寄与
- マングローブ生態系の保全・管理を、改定予定の生物多様性国家戦略（2015～2020年）の優先事項として含める。