

国際協力事業団
モルディヴ共和国
建設・公共事業省
マレ市

モルディヴ国 廃棄物処理計画調査

最終報告書 (要約)

1999年5月

JICA LIBRARY



J 1150880 (1)

株式会社パシフィックコンサルタンツインターナショナル
株式会社エンバーテック

社調二
J. R.
99-094

国連開発計画
モルディヴ共和国
建設・公共事業省
マレ市
最終報告書
(要約)
1999年5月
株式会社パシフィックコンサルタンツインターナショナル
株式会社エンバーテック

114
618
SSS
LIBRARY

国際協力事業団

モルディヴ共和国
建設・公共事業省
マレ市

モルディヴ国 廃棄物処理計画調査

最終報告書
(要約)

1999年5月

株式会社パシフィックコンサルタンツインターナショナル
株 式 会 社 エ ン バ ー テ ッ ク



本報告書における通貨換算率

通貨	対米ドル換算率 (/US\$)
モルディヴ・ルフィア (Rf)	11.72
日本円 (JPY)	130

(1998年10月1日～10月9日の平均値)

序 文

日本国政府は、モルディヴ共和国の要請に基づき、同国のマレ市廃棄物処理計画にかかる開発調査を行なうことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成10年5月から平成11年6月までの間、3回にわたり株式会社パシフィックコンサルタンツインターナショナルの漆畑喜八郎氏を団長とし、同社及び株式会社エンバーテックから構成される調査団を現地に派遣しました。また、平成10年5月から平成11年6月までの間、国際協力事業団田中研一国際協力専門員を委員長とする作業監理委員会を設置し、本調査に関し専門的かつ技術的な見地から検討・審議が行なわれました。

調査団は、モルディヴ共和国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成11年5月

国際協力事業団
総裁 藤田 公郎

モルディヴ国マレ市廃棄物処理計画調査
伝 達 状

平成11年 5月

国際協力事業団
総裁 藤田 公 郎 殿

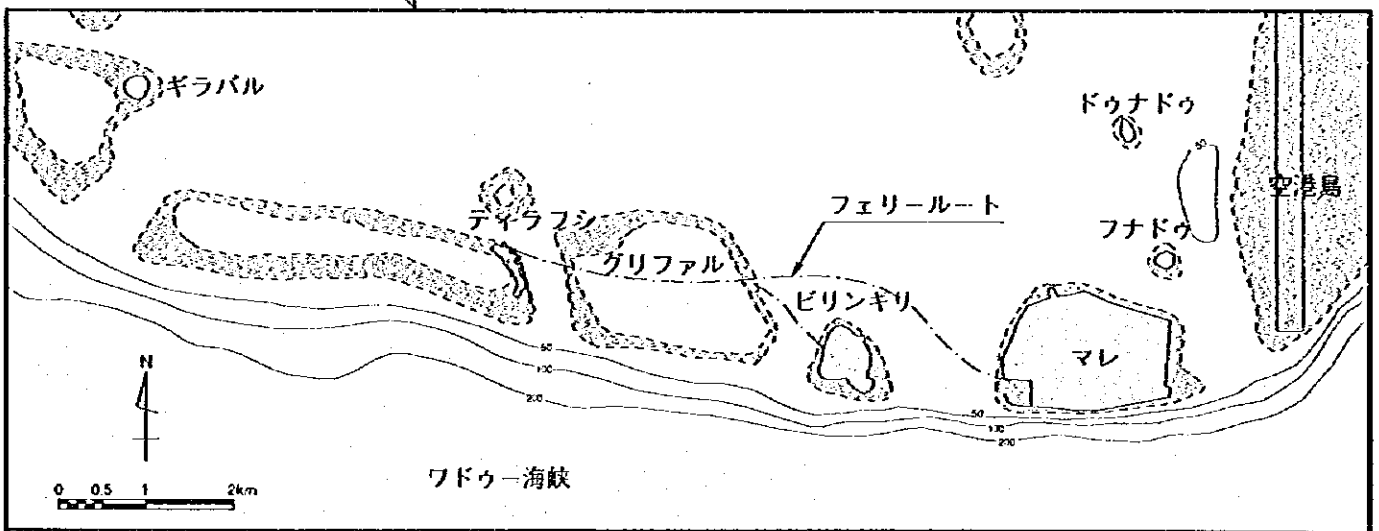
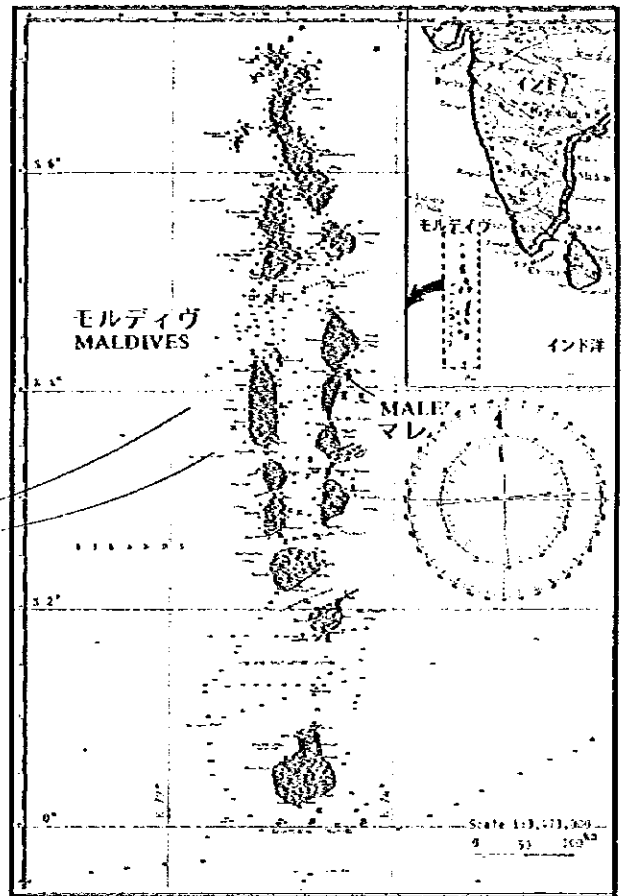
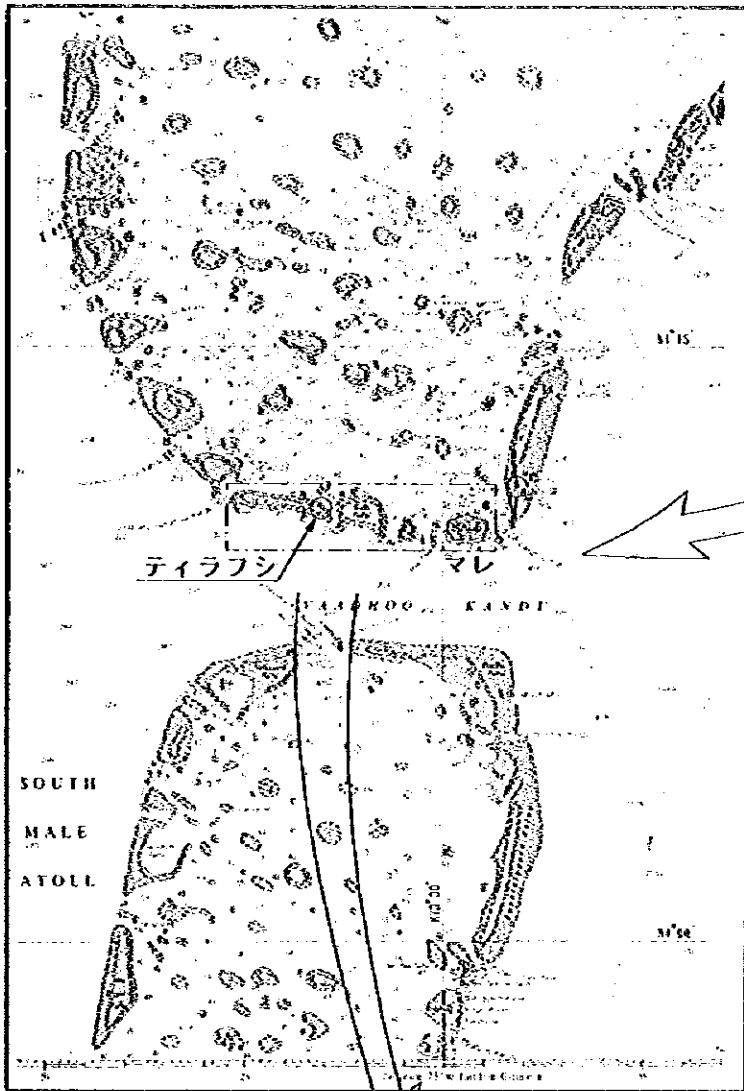
モルディヴ国マレ市廃棄物処理計画調査の最終報告書をここに提出いたします。本報告書は株式会社パンフィックコンサルタンツインターナショナルと株式会社エンバーテックの共同企業体が平成10年5月12日、平成11年4月30日付貴事業団との契約書に基づき作成したものです。

本調査ではモルディヴ国全土を対象とした廃棄物行政の基本方針の提案、ティラフシ最終処分場の改善計画を含む首都マレ市の廃棄物管理計画マスタープランの策定、マスタープランにおいて選定された優先プロジェクトに係るフィージビリティスタディ調査を実施しました。

報告書は、要約、主報告書、付属報告書、データブックによって構成されています。要約には全調査結果の要点をまとめ、主報告書には現況、マスタープラン、フィージビリティスタディの結果、結論と提言を記載しました。主報告書の内容の技術的な裏付けは付属報告書に取り纏め、解析に用いた種々のデータはデータブックとして添付しています。

最後に、調査団は貴事業団、監理委員会、外務省、厚生省、運輸省、在スリランカ国日本大使館、さらにモルディヴ国の関係者皆様のご支援に厚く感謝を申し上げますとともに、調査結果がモルディヴ国の環境改善に寄与し、さらに、これを機会として両国の友好関係がより深まることを祈念いたします。

モルディヴ国廃棄物処理計画調査団
総 括 漆 畑 喜 八 郎

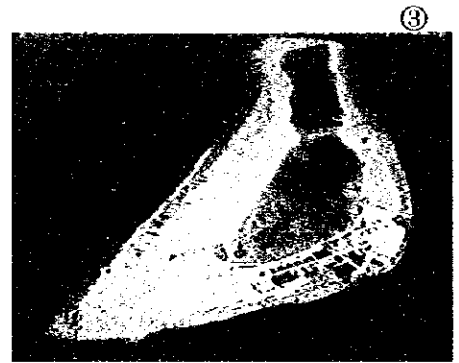
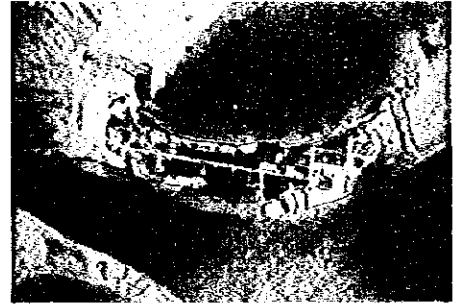
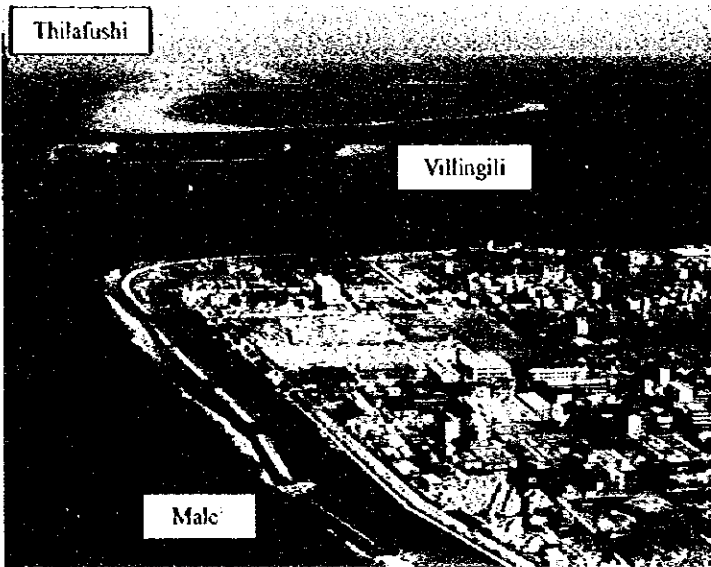


調査対象地域図

SOLID WASTE MANAGEMENT IN MALE'

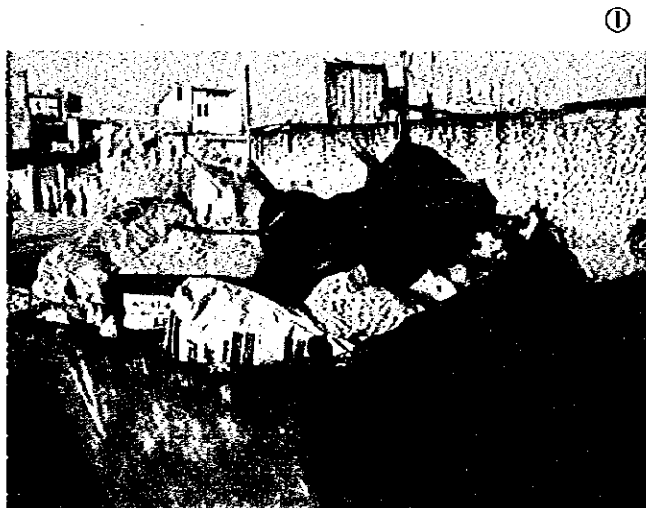
1. Male'

- ① Male'
- ②,③ Thilafushi island

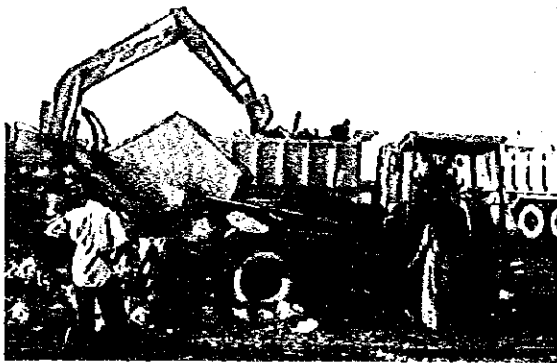


2. Collection

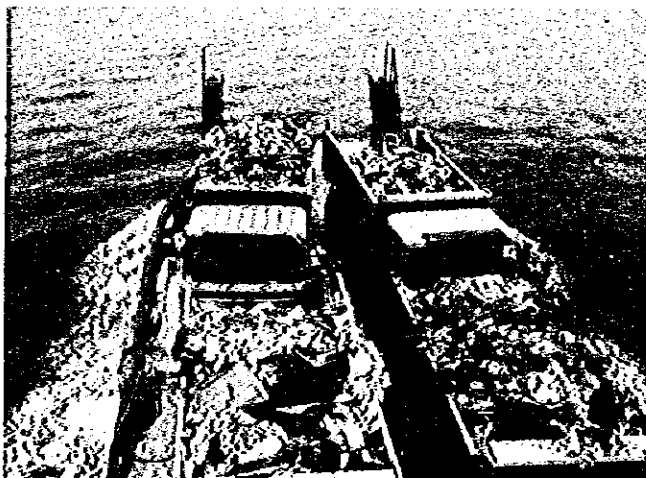
- ① Container
- ② Microbin
- ③ Handcart



3. Transfer Station



4. Transportation



5. Final Disposal (Thilafushi)



概 要

1 序論

本調査の目的はモルディヴ共和国（以下 モ国）を対象として、廃棄物処理問題の抜本的な解決を目指した総合的な廃棄物処理システムの構築を検討するものである。

対象地域： マレ島、ピリンギリ島より成るモルディヴ共和国首都マレ市。および同市、空港島、近隣リゾート島の廃棄物の最終処分場であるティラフシ島

計画目標： マスタープランは 2010 年を計画目標年次とし、また、短期目標年次を 2003 年とする

調査団は 1998 年 5 月から本格調査を開始し、マスタープラン策定を目的とした「フェーズ 1 調査」および優先プロジェクトのフィージビリティスタディを主要課題とした「フェーズ 2 調査」の 2 段階に分けて実施された。

本調査は廃棄物管理担当機関である建設・公共事業省(MCPW)、マレ市の協力のもと実施された。

2 マスタープラン

マレ市廃棄物管理マスタープランの概要を下表に示す。

項目	現状(1998)		2003 年		2010 年	
	人口	発生量(ton/d)	人口	発生量(ton/d)	人口	発生量(ton/d)
1. 基本データ						
マレ市	69,080	174.5	80,684	216.9	97,928	286.9
マレ島	67,236	173.4	77,097	214.3	88,822	278.9
ピリンギリ島	1,844	1.1	3,587	2.6	9,106	8.0
地方居住島 ^{*1}	201,427	136.9	235,261	185.6	285,543	270.7
リゾート島 ^{*2}	-	70.7	-	99.6	-	150.6
2. 収集システム	コンテナ収集		バックカー車による定点(11ヶ所)収集 ^{*3} 及びベル収集		バックカー車による定点(15ヶ所)収集及びベル収集	
民間収集業者	戸別収集		戸別収集		戸別収集	
3. 運搬システム	ダンプトラック+フェリー		ダンプトラック+大型バックカー車+フェリー			
4. 中継基地	マレ島:1ヶ所 ピリンギリ島:1ヶ所		マレ島:1ヶ所(新設) ピリンギリ島:1ヶ所(改築)			
5. 港湾清掃用具	手漕ぎ船+トラクター		動力船+ダンプトラック			
6. 最終処分 処分場	ティラフシ島 (ティラフシー-1)		ティラフシー-2		ティラフシー-3	
埋立方式	嫌気性埋立		嫌氣的衛生埋立		嫌氣的衛生埋立	
埋立容量	-		434,000 m ³		729,000 m ³	

^{*1} リゾート島を除く約 130 の有人島で、モルディヴ人が住み、アトール省が管轄している。

^{*2} 全国に約 70 ヶ所あって、外国人観光客用に開発・経営されている特別の島である。この島にはリゾートの従業員だけが住んでいてモルディヴ人居住者は居らず、観光省の管轄になっている。

^{*3} バックカー車を各収集区域の所定地点に配置し、現行のコンテナ収集のコンテナの役割を担わせる。

項目	現況(1998)	2003年	2010年
7. 管轄 MCPW	運搬(中継基地→最終処分場)、最終処分	新処分場の開発・建設、中継基地の建設	
マレ市	都市廃棄物の収集、公共空間の清掃	都市廃棄物の収集・料金の徴収。ごみ減量・再利用・リサイクルについての啓蒙活動	
公営企業	無し	廃棄物の受入・貯留・運搬・最終処分・料金の徴収。特殊廃棄物の処理処分、コンポスト。	

マスタープランの事業費を積算したところ、総事業費は約 38 億円、うち施設建設費は約 32 億円、機材調達費は約 6 億円となった。

経済分析の結果、当該事業の経済内部収益率は 17.0%となった。この数値は、モルディヴにおける資本の機会費用の推定値 10%を相当上回っている。従って、当該事業は経済的に十分な実行可能性を持っていると判定された。

3 優先事業

マスタープランより優先事業として選定されたものは下記の 7 事業である。

事業	内容	事業費	
		1,000 Rf	百万円
収集システムの刷新	収集用バッカー車の購入	9,055	100
運搬システムの強化	運搬用ダンプトラック、大型バッカー車の購入	24,489	272
中継システムの改善	新中継基地の建設(マレ島)、既存中継基地の改修(ピリンギリ島)	39,300	436
港湾内清掃の強化	港湾内清掃用機材(小型ダンプ、モーターボート)の購入	757	8
新処分場の建設	護岸・ポンド・付帯設備の建設、関連機材の購入	106,932	1,186
既存処分場の環境改善	護岸の建設	11,856	132
小計		192,389	2,134
設計・施工監理・予備費		26,423	293
合計		218,812	2,427

優先事業の総事業費は積算の結果、24 億円となった。うち施設建設費および機材購入費は各々約 18 億円、6 億円となった。

財務分析は以下の基本条件のもと行った。

- i) 機会費用は 10%とする。
- ii) 事業の償却期間は 20 年とする。
- iii) ごみ料金の徴収率は 95%とする。

財務分析の結果、当該事業の財務内部収益率は 12.4%となった。この数値は、モルディヴにおける資本の機会費用の推定値 10%を上回っている。従って、当該事業は財務的な実行可能性を持っていると判定された。

目次

1	序論.....	1
2	廃棄物管理の現況.....	2
2.1	関連組織.....	2
2.2	廃棄物フロー.....	3
2.3	収集.....	4
2.4	運搬.....	5
2.5	現行管理の問題点.....	5
2.6	ティラフシ島（最終処分場）.....	5
3	自然環境.....	6
4	廃棄物処理マスタープラン.....	7
4.1	収集システム.....	7
4.2	運搬システム.....	8
4.3	新中継基地の建設.....	9
4.4	中継基地（ピリンギリ島）.....	10
4.5	ティラフシ最終処分場.....	10
4.6	ごみの減量化・リサイクル・住民啓蒙.....	15
4.7	社会意識向上及び参加の促進.....	16
4.8	事業費の積算.....	17
4.9	財務経済分析.....	19
4.10	組織改革.....	21
4.11	マスタープランの実施計画.....	23
5	優先事業のフェージビリティスタディ.....	24
5.1	優先事業の構成.....	24
5.2	収集システム.....	24
5.3	運搬システム.....	24
5.4	既存処分場の環境改善.....	25
5.5	新処分場.....	26
5.6	マテリアルリサイクルの促進.....	28
5.7	事業費の総括.....	31
5.8	財務経済分析.....	32
5.9	実施機関の強化.....	33
6	事業評価.....	35
6.1	技術評価.....	35
6.2	社会評価.....	35
6.3	財務面.....	36

6.4	環境評価.....	36
7	勧告.....	37
7.1	減量・リサイクル.....	37
7.2	廃棄物事業の啓発.....	37
7.3	事業実施.....	37
参考	地方島の最終処分場改善計画.....	39

1 序論

本編は「モルディヴ共和国マレ市廃棄物処理計画調査 報告書 要約」である。本調査の目的はモルディヴ共和国（以下 モ国）の首都であるマレの清掃事業の改善であり、マスタープランの目標年次は2010年、優先プロジェクトについては2003年となっている。優先プロジェクトは首都であるマレおよび既存の最終処分地であるティラフシ島において必要な廃棄物処理施設、システムを提案することである。

本調査は清掃事業担当機関である建設・公共事業省、マレ市の協力のもと実施された。報告書の構成は下記の通りである。

- メインレポート
- サポートイングリポート
- データ
- 要約（本編）
- Environmental Impact Statement (EIS)

2 廃棄物管理の現況

2.1 関連組織

現在モルディブ共和国において廃棄物管理関連組織は政府機関、民間収集業者、排出者の3層構造になっている。また、関連行政機関は下表のように監督機関と実施機関に分割される。

表1. 廃棄物管理関連行政機関

機関名	内容	所轄分野
計画・国家開発省 (MPND)	取締	有害廃棄物
内務・住宅・環境省 (MHAHE)	取締	マレ市内発生廃棄物
アトール省 (MAA)	取締	居住島内発生廃棄物
建設・公共事業省 (MCPW)	取締	最終処分
観光省 (MT)	取締	リゾート島内発生廃棄物
保健省 (MH)	取締	医療廃棄物
通商・産業省 (MTI)	取締	梱包材、リサイクルごみの輸出
漁業・農業・海洋資源省 (MFAMR)	取締	魚あら
マレ市 (MM)	実施	マレ島公共空間の清掃・収集
住宅・都市開発庁	実施	ピリンギリ島公共空間の清掃・収集
地方島事務所	実施	各居住島

2.2 廃棄物フロー

1998年のマレ首都圏の廃棄物フローを下図に示す。

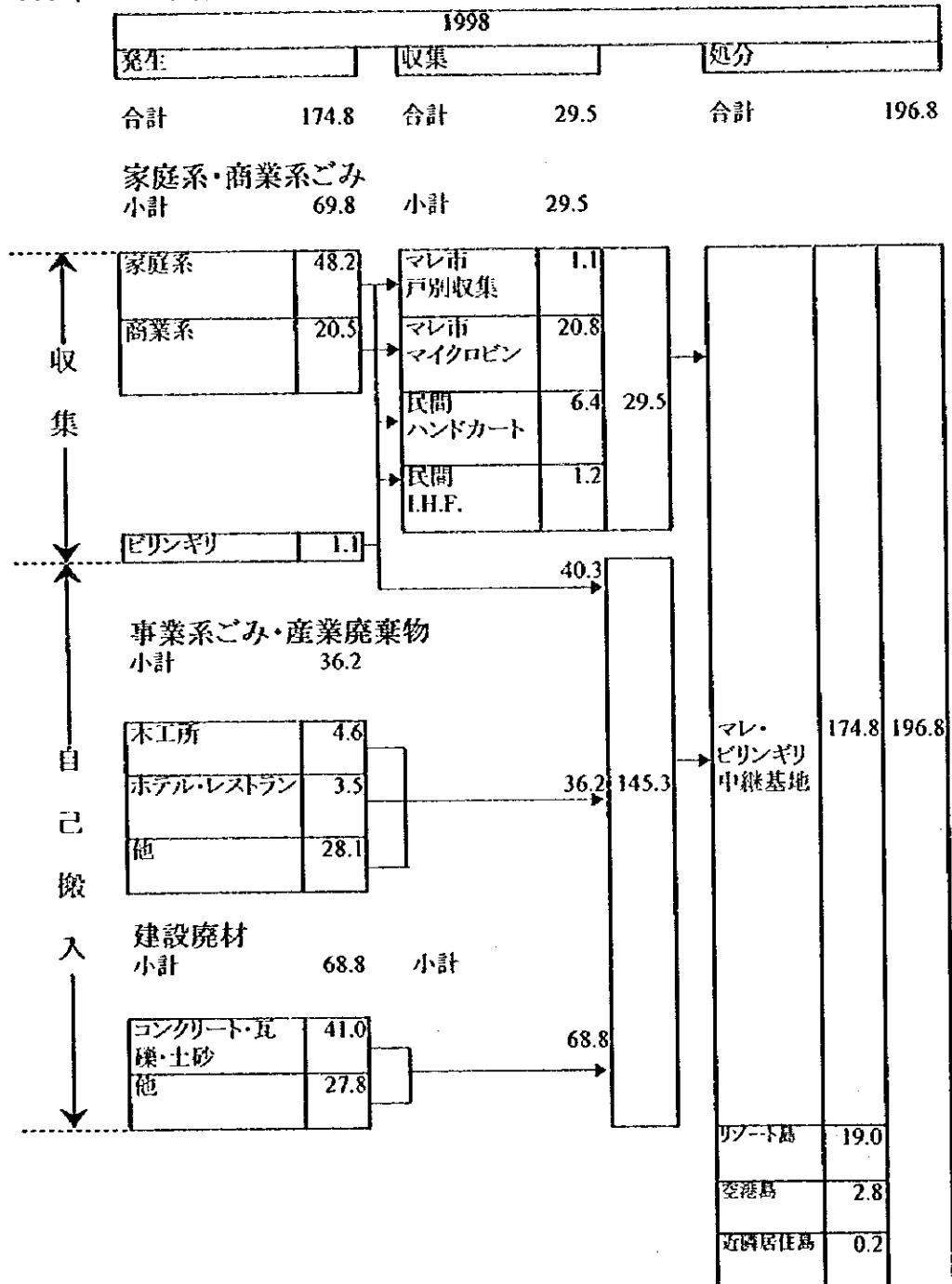


図1. マレ首都圏廃棄物フロー (ton/day)

2.3 収集

(1) マレ

現在、マレ市においては一般廃棄物は分別収集されておらず、建設廃材、鉄屑のみが分別されている。建設廃材は最終処分地であるティラフシ島において覆土材として利用されているが、鉄屑は中継基地に放置されている状況である。

収集業務はマレ市の Community Service Section (CSS) と民間業者が当たっている。CSS は 22 台のコンテナを島内周辺道路沿い 9 ヶ所に配置してのコンテナ収集と排出者との契約に基づいた有料の戸別収集を行っている。民間業者は中継基地までの運搬業務と戸別収集を行っている。

この収集サービスによってマレにて発生する廃棄物の全量が収集されており、1 日当たりの発生量は 173.7 トンである。収集された廃棄物は全て中継基地に搬入される。

収集形態別に収集効率を調査したところ CSS のコンテナ収集が最も効率が良く、最も非効率であったのは同 CSS による戸別収集との結果を得られた。

(2) ビリンギリ

マレ島に最も近いビリンギリ島はマレ市の管轄であり、居住島として開発が進められてきたため今後とも人口が増加していくものと考えられる。中継基地が設けられており、この島にて発生した廃棄物は全て居住者によって自己搬入されている。住居はいずれも中継基地から 500 m 以内の距離にあり、マレ市による収集サービスは不要と考えられる。

(3) リゾート島

全国に約 70 島あるリゾート島は外国人観光客用に開発・経営されている特別の島であり、観光省の管轄にある。リゾート島内にて発生した廃棄物は各島が処理処分することが法によって規定されており、焼却炉の設置および可燃ごみの焼却を義務づけられている。最終処分地であるティラフシ島へ船にて廃棄物を運搬している島もある。

(4) 地方居住島

地方居住島は全国に約 130 島ある有人島で、アトール管理省の管轄にある。島内にて発生した廃棄物は各島内にて処分されている。居住島の多くは大変小さい島であるため廃棄物収集・運搬サービスは無く、居住者自身が島内に設置された処分地へ廃棄物を投棄しに行くという形態が採られている。一般に居住島の処分地は覆土されておらず汚染レベルは概して低いとは言え、沿岸への二次汚染が懸念される。

2.4 運搬

運搬はマレ首都圏およびリゾート島にて発生した廃棄物に対して行われている。建設・公共事業省（MCPW）がマレ島およびピリンギリ島からティラフシ島への運搬、ティラフシ島の管理を管轄している。

マレ島の中継基地からティラフシ島への運搬は1往復90分を要す。海上輸送用のバージをMCPWは2隻所有しているが、廃棄物の輸送に従事しているバージは現在1隻である。

2.5 現行管理の問題点

(1) 収集

現行の収集に関する問題点は以下の通りである。

- ・ CSSの収集量は全家庭系ごみの44.2%のみである。
- ・ コンテナ収集の収集車両および機材が老朽化している。
- ・ CSSの戸別収集が非効率である。
- ・ 民間業者への助成が不十分である。

(2) 運搬

現行の運搬に関する問題点は以下の通りである。

- ・ 運搬能力が不十分のため中継基地内に廃棄物が堆積している。
- ・ 中継基地内の堆積した廃棄物が悪臭など二次公害を引き起こしている。
- ・ 運搬中に廃棄物が散乱している。
- ・ 夜間に搬入される廃棄物が十分に管理されていない。

2.6 ティラフシ島（最終処分場）

ティラフシ島（図3 Thilafushi-1）はマレ島、ピリンギリ島、近隣リゾート島にて発生した廃棄物の最終処分地として1992年12月より供用開始となっている。

現行の埋立て方法はポンド法と呼ばれるもので、珊瑚礁を浚渫することによりポンドを造成し、ポンドに廃棄物を投入した後、浚渫土で覆土を行うといった方法である。また、島内では野焼きも見受けられる。現行の不適切な処分は悪臭や蠅などの問題を引き起こしている。

ティラフシ島における主な問題を以下にまとめる。

(1) 底泥の拡散

十分に計画、管理されていない浚渫作業は底泥の巻上げ・拡散をまねき周辺海域の生態系特に珊瑚へ悪影響を及ぼしている。底泥拡散への対策は、周辺海域の環境保全のみならず

貴重な覆土材の確保という点からも重要である。

(2) 廃棄物の飛散、流出

島内の投棄地点付近では浮遊した廃棄物が見受けられる。これは海洋への飛散、流出防止策が採られていないこと、搬入された廃棄物の仮置き場が海岸線に近接していること、さらに波による海岸線の浸食のために引き起こされている。

(3) ラグーン内の環境劣化

ティラフシ島西岸のラグーンは準閉鎖性水域であるため、汚水の希釈効果が小さい。このためティラフシ島からの浸出水により、ラグーン内は富栄養化が進んでおり、ラグーン内にて珊瑚の罹病・死滅などを引き起こしている。

(4) 不適切な跡地利用

埋立てが終了した土地は既に様々な産業用途に使用される予定であり、いくつかのテナントは関連施設の建設を既に開始している。現行のティラフシ島では廃棄物は土地造成のための埋立材としか認識されておらず、浸出水の有害性や可燃ガスの発生などへ十分な配慮が払われていない。

3 自然環境

調査団はティラフシ島近海において珊瑚礁調査を実施した。調査結果は以下の通り。

- ・ ワドゥー海峡に面した南側の珊瑚を除きティラフシ島近海の礁上部の珊瑚に劣化が認められる。
- ・ 礁側面の珊瑚には劣化は認められない。
- ・ 浚渫による底泥の拡散により、近隣の珊瑚礁（グリファル）においてもシルトの堆積がみられ珊瑚に悪影響を及ぼしている。

また、調査団は水質・底泥分析も実施した。

分析の結果、マレ島およびティラフシ島近海の水には汚染は認められなかったが、マレ島の地下水はCOD15~20 mg/l と汚染が認められた。ティラフシ島は地下水と海水との活発な交換が浸出水浄化の一助となっていること、また浸出水中の重金属濃度は極めて低いことが明らかになった。

4 廃棄物処理マスタープラン

4.1 収集システム

a. 目的

良好な衛生環境の確立を目指し経済的に実現可能な収集計画を立案することを目的とする。

b. 計画概念

本計画は家庭系ごみの収集を対象とした。他の廃棄物については中継基地まで排出者が自己搬入するものとした。

また、本計画は基本サービスを全住民に提供するものであり、より高いサービスは民間業者が請け負うものとした。

c. 法制度

マレ市は本計画を実施する体制を確立し、下記の事項を含む条例の導入を図る必要がある。

- ・ 住居前の清掃は住民の責任であり、住民は市規定の収集地点に規定の時間帯に排出する。事業主は中継基地に自己搬入する。
- ・ 粗大ごみは中継基地に直接自己搬入する。
- ・ マレ市は公共スペースの清掃を行い、基本料金で最小限の収集サービスを全住民に提供する。
- ・ マレ市は住民の要求に応じ費用回収可能な料金で高質の収集サービスを提供できる。
- ・ マレ市は、登録民間業者の有料収集サービスの許認可を行う。

d. 収集代替案

収集代替案の比較検討を下表に示す。

表2. 収集代替案

	名称	長所	短所	費用 [Rf/ton]
代替案1	ステーション収集	高い収集効率	環境問題、 不便性	282
代替案2	戸別収集	住民が便利	低い収集効率	450
代替案3	収集車両によるステーション収集	高い収集効率	不便性	226

収集効率および費用の点から代替案3を採用した。本案はマレ島の過密な交通事情に適し、排出された廃棄物の暴露時間を最小限に抑えることが可能であるため、衛生環境上また景観上適当なものである。

c. 収集体制

採用案では収集車両を各収集区域の所定地点に配置し、現行のコンテナ収集のコンテナの役割を担わせる。パッカー車を収集車両として採用する。2003年の時点で各車両が受持つ収集区域面積は20 ha（半径250 m）で、徒歩4分以内の区域である。2010年では15 ha（半径220 m）の区域の収集を行う。

f. 事業系ごみ

事業系ごみは中継基地に排出者が自己搬入するものとする。無論、排出者は民間業者や市に運搬を請負わせることが可能である。このような民間業者の収集サービスは従来通り存続される。マレ市は排出者、民間業者の活動を指導、監視する。

g. 建設廃材

建設廃材の監督・監視はMCPWが執り行う。MCPWは大規模開発、解体工事、建設工事を監視する。事業主は工事開始前に廃棄物運搬計画をMCPWに提出し、許可を得なければならない。

4.2 運搬システム

a. 目的

良好な衛生環境の確立を目指し収集廃棄物を効率的に最終処分地に運搬する計画の立案を目的とする。

b. 運搬システム

現行のバージと大型トラックによる運搬システムはマレ島、ピリンギリ島の廃棄物を除去するに十分対応可能なものである。現有のバージ2隻は十分な輸送能力を持っており計画目標年次の2010年まで運用可能である。従って運搬量の増加分に対応する輸送能力拡大と運用上の改善を加え基本的に現行システムを存続させるものとする。

稼働日数を週6日とすると運搬量は1日当たり215トン（1999）、255トン（2003）、335トン（2010）となる。

c. 運搬代替案

運搬代替案の比較検討を下表に示す。

表3. 運搬代替案

区分	システム	長所	短所	費用 [R\$/ton]
代替案1	中継基地の整備	中継能力の改善、 中継基地の環境改善	搬入道路、待機地 点の環境改善が図 れない	255
代替案2	中継基地の整備+ パッカー車の導入	中継能力の改善、中継基地 搬入道路、待機地点の環境 改善、輸送能力の増強	積みこみ作業が多 少煩雑である	245
代替案3	中継基地の整備+ コンパクトシステム の導入	中継能力の改善、中継基地 搬入道路、待機地点の環境 改善、輸送能力の増強	資機材導入費用が 高い	394

環境配慮および費用の点から代替案2を採用した。

採用案は2003年より実施し、必要車両数は18台であり、3組に分けられる。各組はパッカー車3台、トラック2台より構成される。

4.3 新中継基地の建設

a. 概要

既存中継基地は住区内に位置しているため土地利用計画を配慮し、中継基地の移転、新設を提案した。中継基地への搬入量は1日当たり180トン(1999)から280トン(2010)に増加するものと見込まれる。

b. 新中継基地の特徴

中継基地は四方を道路で囲まれたマレ島南岸に面した土地に新設する。施設計画概念は以下の通り。

- ・ 有機性廃棄物以外は3日分の発生量の貯留が可能な施設規模とする。
- ・ 有機性廃棄物は1日ないし2日で搬出する。
- ・ 施設は廃棄物飛散防止用のフェンスで囲いかつ悪臭・騒音防止対策を行う。
- ・ 交通騒音を軽減するために、輸送車両の出入口は海に面する側とする。
- ・ 収集車両の出入口は収集エリアから中継基地までのアクセスをよくするために輸送車両の出入口と反対側とする。
- ・ 場内での収集車両、輸送車両、管理車両の動線は分離する。
- ・ 貯留場は廃棄物の種類によって区分けする。

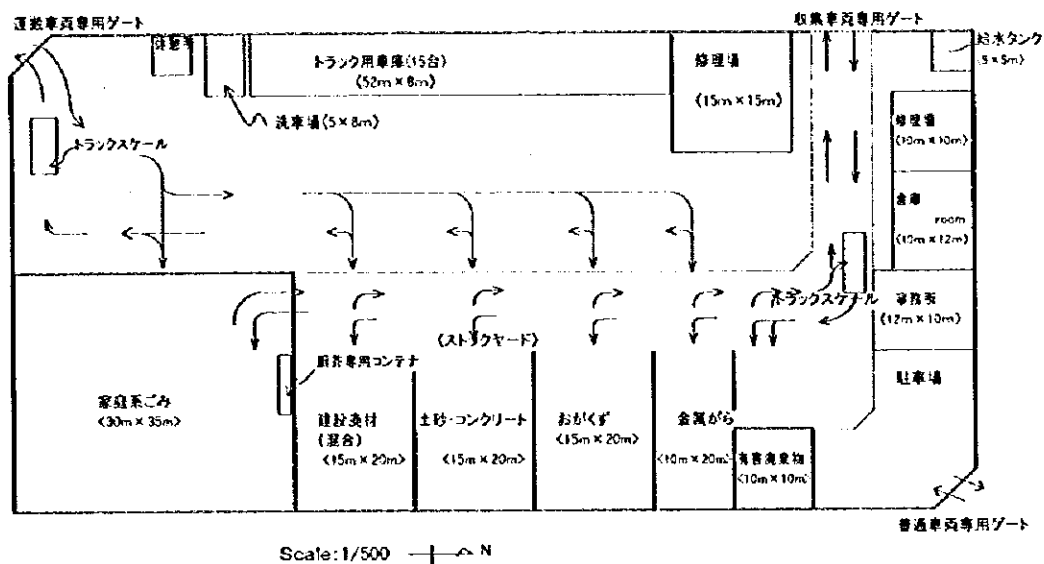


図2. 中継基地 (200 feet×400 feet)

4.4 中継基地 (ビリンギリ島)

a. 貯留施設

ビリンギリ島の中継基地は廃棄物飛散防止用フェンスを設け、貯留場は廃棄物の種類によって区分けする。

b. 積込施設

既存のバージへの積込用埠頭は波の浸食のため劣化している。安全な積込作業のため改修工事が必要である。

4.5 ティラフシ最終処分場

現行の埋立処分場であるティラフシ島に対して、今後とも最終処分場としての機能を確立することを目的とする。計画は以下の2事業で構成される。

- ・ 新処分場の建設
- ・ 既存処分場の改善

(1) 新処分場の建設

a. 埋立方法

水面下である埋立地の底面に遮水工を施すことは、材料入手が困難なモ国の現況および既存処分場の現況から非常に困難である。このことから現行の嫌気性埋立に即日覆土を行う嫌氣的衛生埋立を採用する。

b. 処分場の構造

新処分場の構造概念を以下にまとめる。

表4. 新処分場構造概念

埋立深さ	埋立層	埋立高	護岸構造 (リーフの内側)	護岸構造 (リーフの外側)
E.L. -2.5 m	2層	E.L. +4.0m	鋼矢板構造	石積み構造
平均潮位下 3.2m	1層目 +2.0mまで 2層目 +4.0mまで	平均潮位上 3.4m	遮水性擁壁	石積み防波堤と護岸 の間に水路を設ける

新設されるティラフシ最終処分場の全体計画は、周囲への環境配慮、処分場の運営面、経済性および埋立地の安定性から上記の構造を基本方針とした。

また、上記の基本構造に基づく処分場の機能を図3に示す。

c. 埋立地拡張方向

将来の埋立拡張地域は、以下の事項から北側リーフ上への拡張が求められる。

- i) 南側リーフでは外洋からのうねりによって常に高波が発生している。処分場の護岸構造はより強固なものが要求されるため高価となる。
- ii) 南側リーフには多種の珊瑚が分布している。またスクーバダイビングの観光ポイントが多くある。
- iii) リーフ内のラグーンは水深が約6mあり、リーフ上に比べて護岸の建設費は2倍以上となる。

d. 新処分場の規模

1999年から2010年までの埋立処分量と埋立面積を以下の表にまとめた。

また、建設廃材は全量に対し再利用が可能と判断される60%を除いた値を採用した。

表5. 埋立処分量と埋立面積

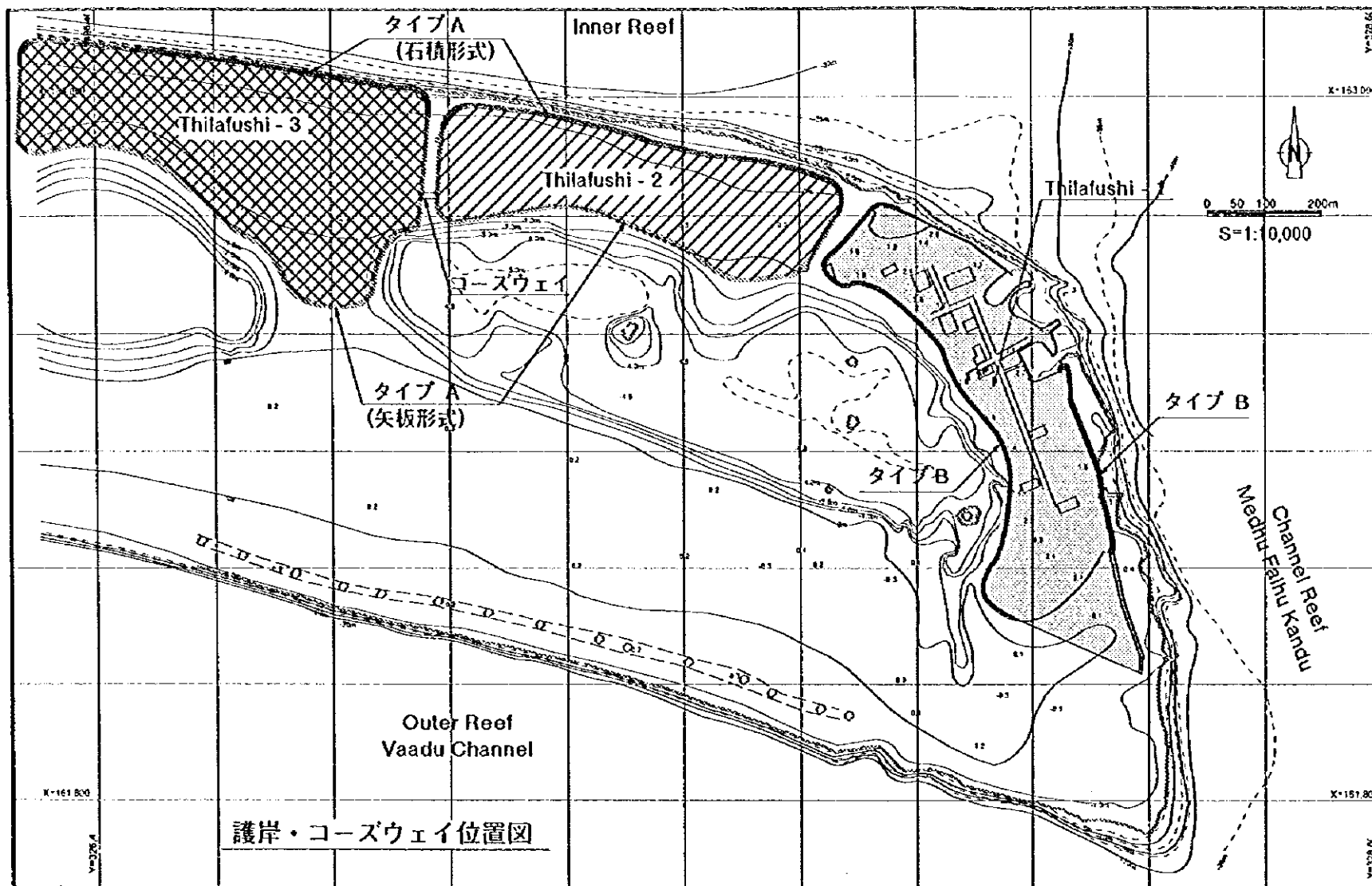
	廃棄物量 (tons)	建設廃材の60%を除く 廃棄物量 (tons)	建設廃材の60%を除く 廃棄物量 (m ³)	埋立地面積 (m ²)
1999-2003	410,990	328,000	402,000	105,000
2004-2010	767,595	629,000	786,000	180,000
合計	1,178,585	957,000	1,188,000	285,000

(2) 既存処分場の改善

埋立の完了した既存処分場の3分の2は既に同国の関連機関や民間企業の用地として借用契約が結ばれている。セメント貯蔵施設建設やフェリーの修理場等の港の整備・建設が開始されており、一部では運営が開始された区域もある。このような状況下において、処分場全体の改善計画の策定は非常に困難である。したがって、現行の産業活動に影響を与えることを考慮し、波浪による廃棄物の流出を防ぐための最小限の護岸施設の建設を計画する。

(3) 全体計画

1999年から2010年までの既存処分場の改善も含む新処分場の全体計画を図4に示す。



護岸延長 (m)

対象年	位置	タイプA		タイプB	コースウェイ
		石積形式	矢板形式		
2003	Thilafushi-1	—	—	1,320	—
	Thilafushi-2	740	970	—	50
2010	Thilafushi-3	800	1,300	—	50
	計	1,540	2,270	1,320	100

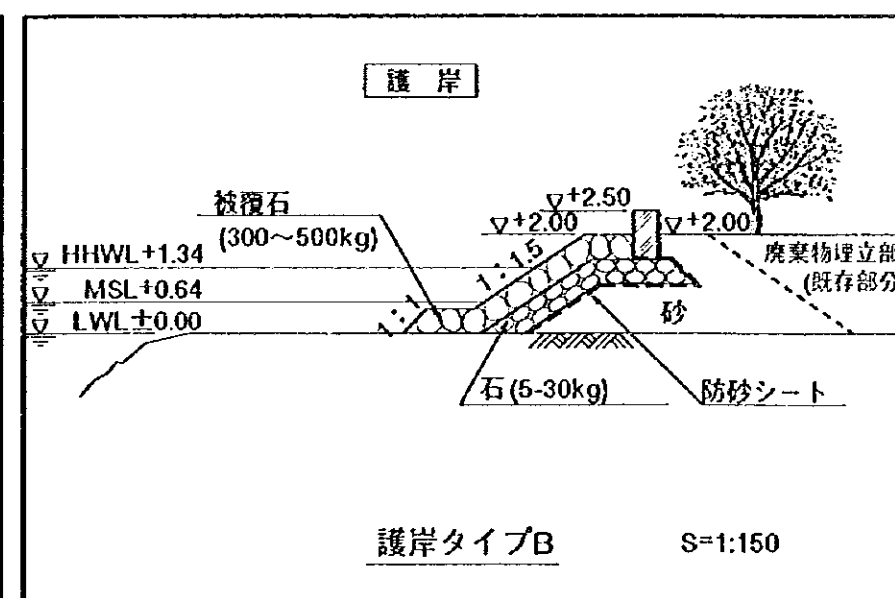
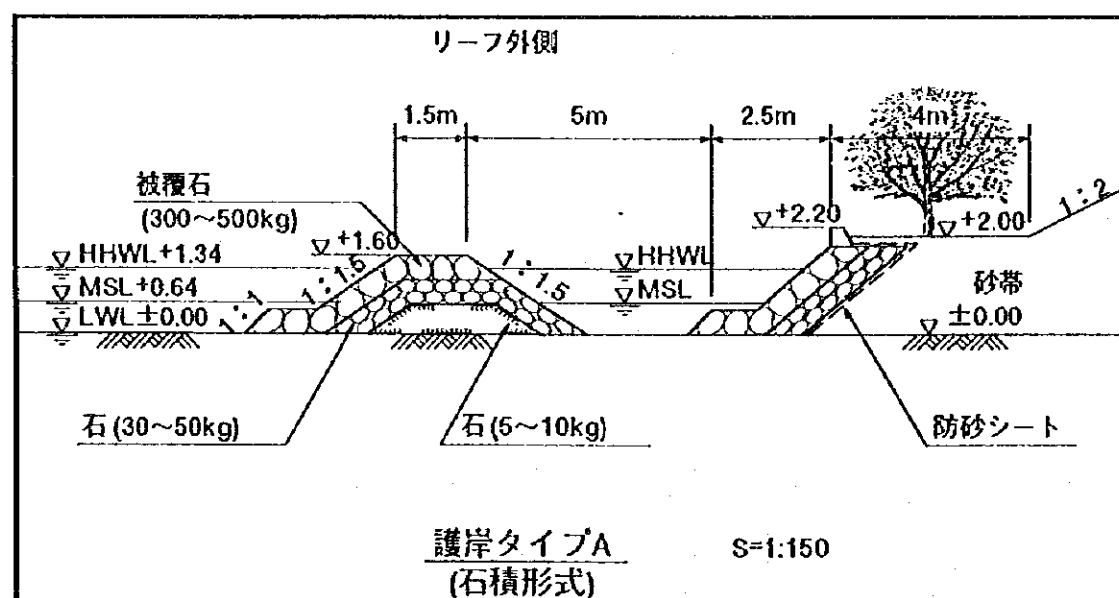
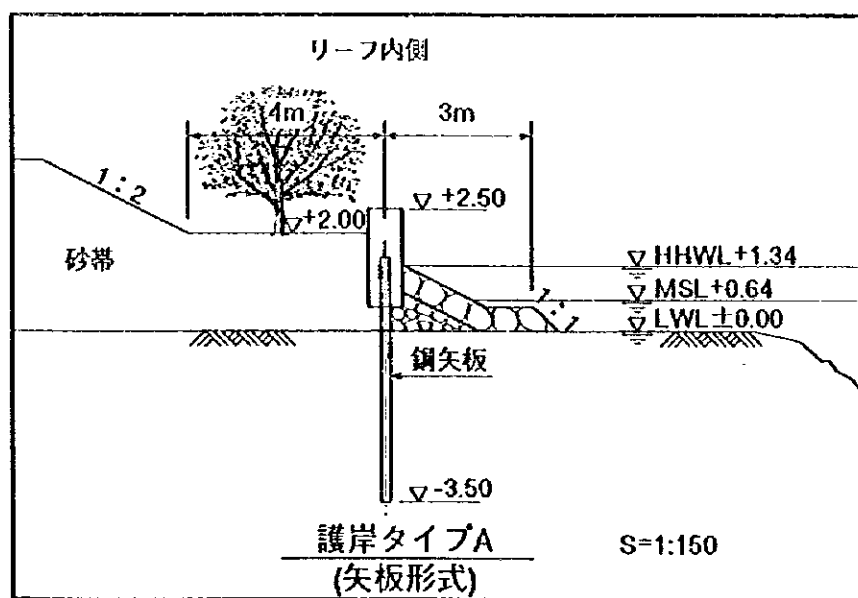
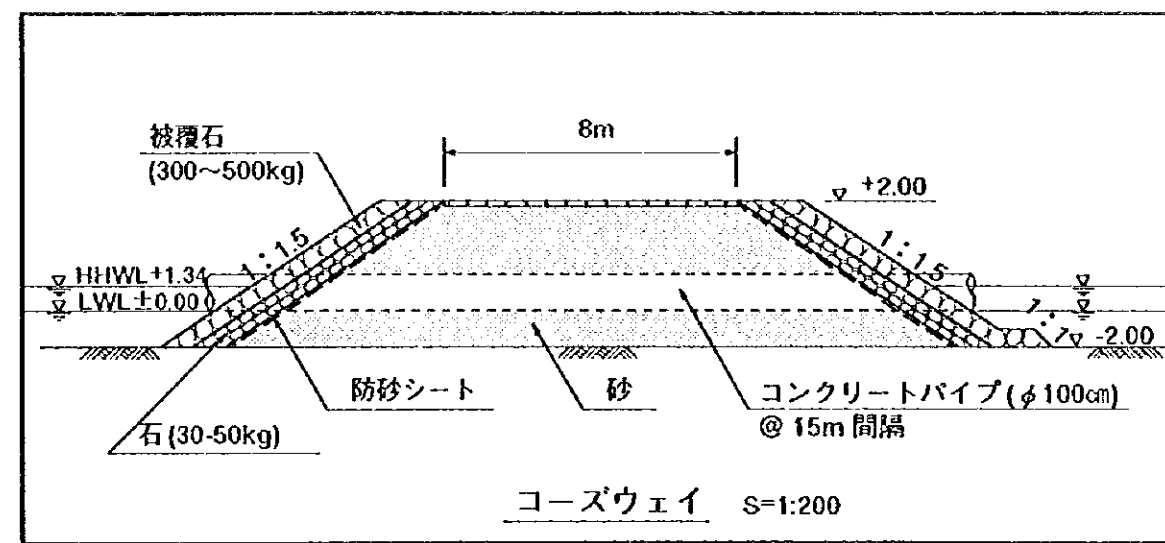


図4. 最終処分場マスタープラン

4.6 ごみの減量化・リサイクル・住民啓蒙

(1) 計画の方策

- ① マレ市にはごみの減量化計画に対する第一義的責任を持たせる。
- ② MCPWにはごみのリサイクル計画に対する第一義的責任を持たせる。
- ③ 減量化は家庭、商業、事業系、産業系、公共施設からのごみを対象とする。
- ④ 初期のリサイクルは中継基地に搬入される再利用可能なごみを対象に実施する。
- ⑤ 実施機関として特別業務班（Special Task Team）をマレ市に設立。班員はマレ市、MCPW職員から構成する。
- ⑥ 厨芥—おがくずのコンポスト化は適正な技術並びに規模により実施する。

(2) ごみの減量化、回収・リサイクル計画

ごみの減量化、回収、リサイクル計画は下記の構成要素からなる。

- ・ 発生源管理
- ・ ごみの排出管理
- ・ マテリアルの回収・リサイクル

(3) ごみ減量化の行動計画

a. 短期計画

- ① 特別業務班の設立
- ② 発生源管理及び排出管理の実施、
- ③ 流通販売管理、消費者管理の実施
- ④ 自己処理、壊れた器具・器物の修理・再利用、再利用可能物の販売による減量化
- ⑤ マレ市による広報、住民啓蒙の開始

b. 中・長期計画

- ① 広報、住民啓蒙の継続
- ② 生産管理、ごみ料金管理、事業系ごみ管理の実施

(4) 資源回収・リサイクルの行動計画

a. 短期計画

- ① 情報収集、分析、検討
- ② 廃品管理業者による回収・リサイクルの実施
- ③ 中継基地敷地内での買戻しセンター設立の促進、奨励・支持
- ④ 中継基地でのマテリアル回収
- ⑤ コンクリート片、砂の適切な利用
- ⑥ 観光島からの再利用可能物の分別・保管
- ⑦ 定期的な廃乾電池の回収・保管システム
- ⑧ リサイクル産業及び技術の調査・研究
- ⑨ リサイクル活動に興味を示す投資家の誘致、奨励、援助

b. 中・長期計画

- ① 資源回収・リサイクル計画の継続
- ② 回収資源物の定期的な市場
- ③ 販売ルート確保のためのリサイクルセンター整備の投資家への援助、
- ④ 将来の改善・発展のため、実行中の資源回収リサイクル計画・システムの評価

4.7 社会意識向上及び参加の促進

(1) 計画の方策

社会意識の向上は定期的な大人への啓発活動、児童・学生への学校教育、廃棄物管理サービス現場見学により行う。

(2) 社会意識向上及び教育計画

社会意識工場及び教育計画は下記の構成要素からなる。

- ・ MCPW、マレ市役所の意識向上
- ・ 廃棄物管理マスタープランの公開
- ・ 社会啓発
- ・ 学校教育
- ・ 公共の場所の清掃への参加並びにごみの減量化
- ・ ごみのリサイクル活動への参加

(3) 社会意識の向上及び啓発計画

a. 短期計画

- ① MCPW並びにマレ市役所の意識向上は、廃棄物管理計画を検討、討議、調整、又は修正し最も好ましい計画・プログラムを決定することを通じて行う。
- ② 廃棄物管理計画の公開は政府による廃棄物管理計画の承認後直ちに行う。公開の方法として、マスメディア、コミュニティーグループへのパンフレットの配布により行う。
- ③ 社会啓発は廃棄物管理計画の公開後におこなう。啓発の内容は廃棄物管理マスタープランの中で住民の協力を求めるための特定の要請事項を含める。
- ④ 学校教育は、特別業務班の協力により教育省が作成した教材、工程により毎年継続的に行う。学校教育のための有効な道具としてビデオテープを作成する。
- ⑤ 公共の場所の清掃への参加は“Clean Maldives, Independent Maldives”プロジェクトと調整を図りながら行う。

b. 中・長期計画

- ① 廃棄物のリサイクル活動への参加はMCPWによる廃棄物リサイクル計画開始の公示に伴い実施する。加えて、廃棄物減量化計画の継続。

4.8 事業費の積算

(1) 積算基準

事業費の積算に当たっては、1998年の市場価格を基準とし外貨の交換レートは次の通りとした。

$$1\text{US\$} = 11.72\text{Rf} = 130.0\text{¥}$$

事業費の構成は以下の表に示す通りとする。表中の％はモ国におけるマレ島での類似プロジェクトを参考として定めた。また、価格の変動による予備費は含めない。

表6. 事業費

施設建設	機材購入
建設費 (C.C)	機材購入費 (P.C)
直接建設費(D.C)	機材費 (CIF Price) (E.C)
施設の建設費	機材設置費 (= 10% of E.C)
直接仮設費	一般管理費 (= 3.5% of E.C)
間接建設費	
共通仮設費 (= 10% of D.C)	
現場経費 (=13% of D.C)	
一般管理 (=8% of D.C)	
設計施工監理費 (= 8% of C.C)	設計施工監理費 (= 3% of P.C)
予備費 (= 10% of C.C)	予備費 = 0.0

(2) 事業費

全体計画の検討結果を基に、マスタープランの事業費を表7にまとめた。

(3) 実施工程計画

1998年から2010年にかかる事業の実施工程を図5に示す。

表7. 事業費総括表

	種目	費用 (1,000MRD)	費用 (1,000US\$)	費用 (1,000円)	備考
1.	施設建設				
1)	ティラフシ処分場 (2)	97,457	8,315	1,080,950	(for 2003)
2)	ティラフシ処分場 (3)	109,505	9,343	1,214,590	(for 2004~2010)
3)	既存ティラフシ処分場 (Local Rock Type)	11,856	1,012	131,560	
4)	マレ島中継所	25,742	2,196	285,480	中継所施設
5)	ヴィリンギリ中継場	2,525	215	27,950	中継場
	小計	247,085	21,081	2,740,530	
6)	設計施工監理費	19,767	1,686	219,180	{(1)~(5)} × 8%
7)	予備費	24,709	2,108	274,010	{(1)~(5)} × 10%
	合計 (1)	291,561	24,875	3,233,750	
2.	機材購入				
1)	収集システムの改良	12,539	1,070	139,100	
2)	運搬システムの増強	24,489	2,090	271,700	
3)	マレ島中継所の機材	11,033	941	122,330	
4)	公共地の清掃				
(1)	公園内のごみ箱	141	12	1,560	
(2)	港湾区域清掃	616	53	6,890	
5)	ティラフシ処分場の機材	7,267	620	80,600	
	小計	56,085	4,786	622,180	
6)	設計施工監理費	1,680	144	18,720	{(1)~(5)} × 3.0%
	合計 (2)	57,765	4,930	640,900	
	総事業費	349,326	29,805	3,874,650	Total (1) + Total (2)

年	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
構成事業													
F/S	■												
B/D			■	■	■								
入札				■	■	■							
ティラフシ2建設工事				■	■	■							
ティラフシ3建設工事							■	■	■				
マレ島建設工事				■	■	■							
ヴィリンギリ島建設工事					■								
マレ島機材調達				■	■								
ティラフシ島機材調達				■	■								
埋立													
ティラフシ2			■	■	■	■							
ティラフシ3							■	■	■				

図5. 実施工程表

4.9 財務経済分析

(1) 実施機関の財政

当国の国家歳出予算は過重な債務償還残高を背負っていない。モルディヴ共和国は、当該事業の初期費用を借款で賄うと仮定した場合でも、充分償還できる能力を持っていると考えられる。

マレ市の世帯は既に収入の15%以上を水道と電気料金の支払いに取られている。従って、ごみ料金の導入に当たっては、極力追加負担を少なくすべきである。即ち、ごみ料金は受益者の支払意志の範囲内に収めるべきである。最終的に、世帯の場合は、収入の1%前後を提案することになった。

建設公共事業省とマレ市役所は、維持管理費の一部を負担するため、それぞれ予算の7~8%を充当すべきである。これは現在行われていることの踏襲を意味する。

(2) マスター・プラン事業の費用見積

(単位：千ルフィア)

初期費用	維持管理費		
	直接維持管理費	減価償却費	合計
349,326	16,543	17,397	33,940

マレ市廃棄物事業の初期費用は総額 349,326,000 ルフィア (約 38.7 億円) と見積もられる。更に、ごみの収集、輸送及び処分のための維持管理費用 16,543,000 ルフィア (約 1.8 億円) と、減価償却費 17,397,000 ルフィア (約 1.9 億円)、併せて 33,940,000 ルフィア (約

(3) 予算配分

a. 概念

歳出	歳入
初期費用	無償供与、借款、従来 of 歳入源
直接維持管理費	受益者からのごみ料金
減価償却費	従来 of 歳入源 / ごみ料金

初期費用のための建設公共事業省の歳出予算は、外国からの無償供与や借款、国内借款、そして観光税、地代、輸入税等から成る従来 of 歳入源を財源とする政府歳入予算から充当される。

同様に、固形廃棄物を収集、輸送、処分するために年々必要とする直接維持管理費のためのマレ市役所及び建設公共事業省の歳出予算は、受益者に課されるごみ料金を財源とする政府 / 市の歳入予算から充当される。

固形廃棄物管理用の機材や施設の減価償却のためのマレ市役所及び建設公共事業省の歳出予算については、観光税、地代、輸入税等から成る従来 of 歳入源に由来する政府 / 市の歳入予算から割り当てられる。

b. 定量分析

2000年から2010年までの実施期間に、当該事業の初期費用は政府の累積歳入予算の1%を取り込むことになろう。建設公共事業省の歳出予算の観点からは、上記期間における同累積歳出予算の16.9%を占めることとなろう。

直接維持管理費を賄うため、ごみ料金を受益者から徴収することを提案する。分析の結果、2003年から2010年に亘る平均値として、一住宅当たり月々マレ島で166ルフィア(約1,841円)、ピリングリ島で86ルフィア(約954円)が課されることとなろう。これら料金は受益者の支払意志の、マレ島で88.5%、ピリングリ島で177.0%に相当する。また、マレ島では同期間における平均値として事業者からトン当たり97ルフィア(約1,076円)を徴収することになろう。ティラフシ島へのごみ処分に対して月々、モルディヴ空港公園は2,281ルフィア(約25,301円)を、リゾート島は一島当たり398ルフィア(約4,415円)を支払うこととなろう(但し空港・リゾート島の料金は処分費のみで運搬費は含まない)。

収集車両の減価償却のため、中央政府からの交付金や地代/家賃と言った従来の歳入源に由来するマレ市役所の歳入予算の7.7%が充当されよう。現在、マレ市役所の予算の8.3%程度が固形廃棄物管理に割り当てられていると思われる。また、輸送、処分および清掃用の車両/機材及び施設の減価償却のために、従来財源に由来する建設公共事業省の歳入予算の6.7%が充当されよう。今は建設公共事業省の予算の7.0%が廃棄物管理課に配分されている。

(4) 経済評価

自宅内外における、ごみの不快な光景と臭気からの解放とか、下痢、赤痢、皮膚病などの衛生関連疾病の罹病率低減と言った当該事業の経済便益は、固形廃棄物管理への支払意志に定量的に反映されていると解釈することができる。

経済分析の結果、当該事業は17.0%の経済内部収益率を持つであろうことが判明した。この数値は、モルディヴにおける資本の機会費用の推定値10%を相当上回っている。従って、当該事業は経済的に高度の実行可能性を持っていると判定される。感度分析によれば、最も不利な状況下にあっても当該事業は実行可能性を保持する模様である。

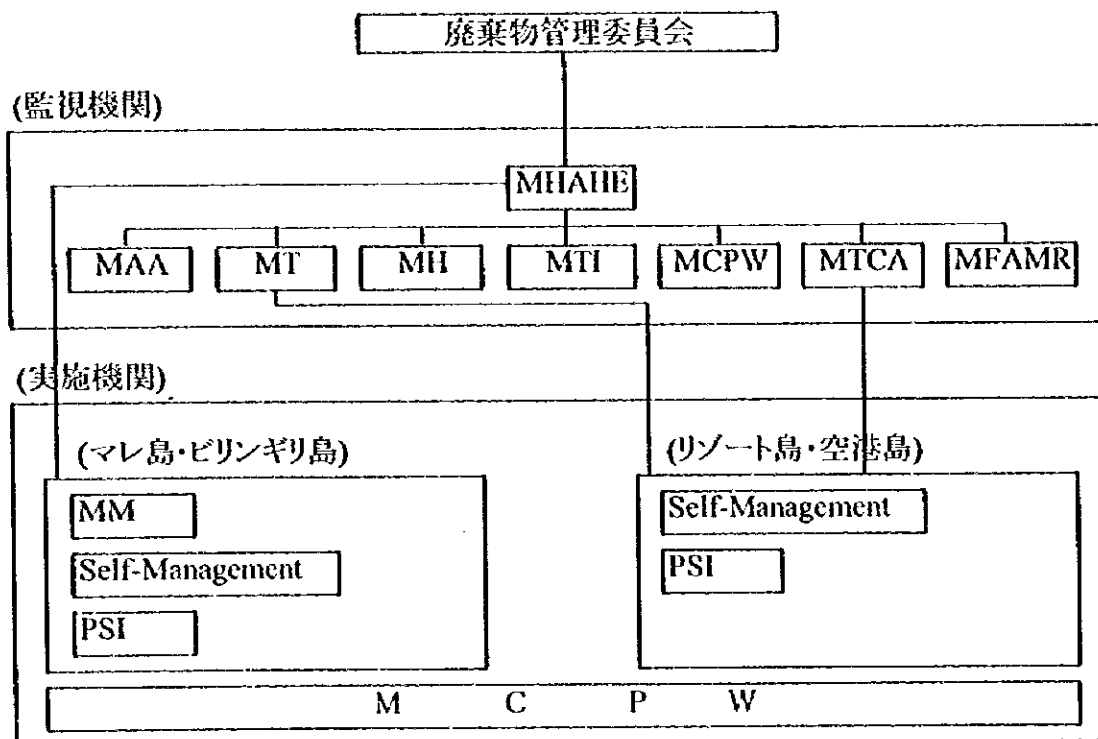
(5) 財務分析

財源が無償供与であれ、借款であれ、また歳入予算であれ、当該事業の初期費用は政府が背負うこと、固形廃棄物管理のために世帯は収入の1%内外を留保し、事業者はトン当たり約100ルフィア(約1,109円)を支払うこと、固形廃棄物管理のために建設公共事業省とマレ市役所はそれぞれ予算の数パーセントを配分すること、以上のような条件が満足されれば、当該事業は将来財務的に良好な状況を維持し続けるであろう。

4.10 組織改革

(1) 全国

包括的な廃棄物管理を実現するための下図のような組織構造を提案した。



注) MTCA : 運輸・航空省

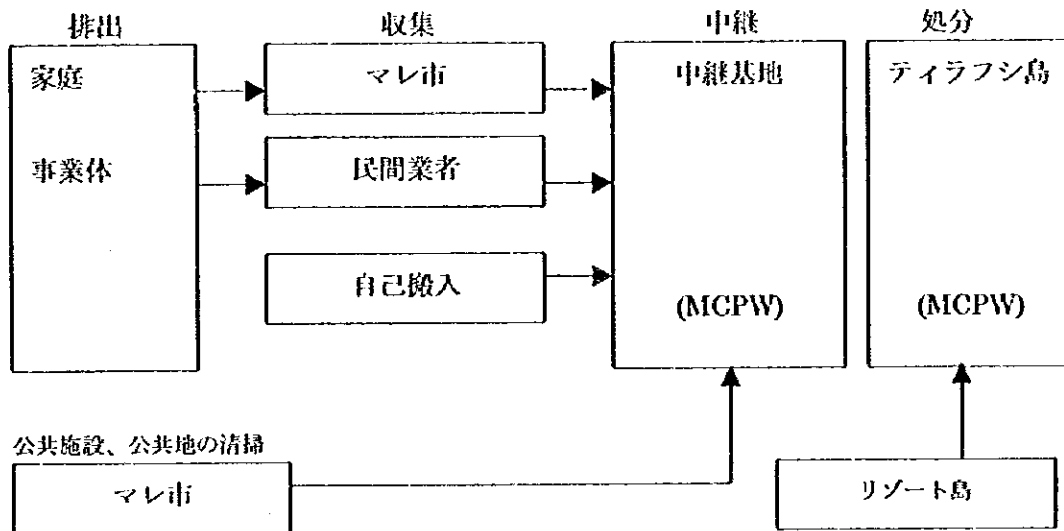
図6. 基本組織構造

また、包括的な廃棄物管理のための基本法として“The Cleansing and SWM Act of Maldives (仮題)”、基準法として“the National Solid Waste Disposal Technical Standard of Maldives (仮題)”、“the National Solid Waste Treatment Facilities Standard of Maldives (仮題)”等を同時に制定すべきである。これら3法は廃棄物業界にとってガイドラインとして有用である。

各組織は3法に沿って各組織の要件に応じた更に詳細な法律を定める必要がある。

(2) マレ首都圏

MCPW、マレ市の現行の管轄区分を下図に示す（ごみ量は図1参照）。各機関は収集から処分までを管轄する。現在、収集形式はマレ市による収集、民間業者による収集、排出者による自己搬入の3形態がある。



MCPW の機能強化に関して以下の事項を提案する。

- ・ 排出者管理
- ・ リサイクル、廃油焼却、コンポスト化の実施
- ・ 情報処理
- ・ 環境管理

マレ市の機能強化に関して以下の事項を提案する。

- ・ 計画、広報
- ・ 法規定
- ・ 排出者管理
- ・ 収集業務
- ・ 維持管理
- ・ 情報管理
- ・ ビリンギリ島管理事務所の設置

4.11 マスタープランの実施計画

マスタープランの事業内容として選定されたものは下記の6項目である。

- i. 最終処分場の改善
- ii. 収集・運搬能力の強化
- iii. 湾内清掃設備の強化
- iv. コンポスト施設の設置
- v. 廃油焼却施設の設置
- vi. 特殊廃棄物の貯留・処理ヤードの設置

実施計画を表8に示す。

表8. 実施計画

実施内容	実施計画											
	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
優先事業												
最終処分場(ティラフシ島)の改善 (目標年次2003年)		■	■	■								
収集運搬能力の強化		■	■	■								
湾内清掃設備の強化		■	■	■								
ティラフシ島の拡張 (目標年次2010年)					□	□	□	□	□	□	□	□
他の事業(ティラフシ)												
コンポスト施設の設置					□	□	□	□	□	□	□	□
廃油焼却施設の設置					□	□	□	□	□	□	□	□
特殊廃棄物の貯留・処理ヤード の設置					□	□	□	□	□	□	□	□
組織制度の強化												
組織制度、財務整備		□	□	□								
ごみ料金システム		□	□	□								
民活					□	□	□	□	□	□	□	□

■: 援助協力にて実施

□: モルディヴ政府による実施

各事業は2003年を節目として継続的に実施する。優先事業は2003年、その他の事業は2010年をまでに完了する。

5 優先事業のフィージビリティスタディ

5.1 優先事業の構成

調査を行った優先事業は下記の7事業である。

1. 廃棄物収集システムの刷新
2. 運搬システムの強化
3. 中継システムの改善
4. 湾内清掃の強化
5. 新処分場の建設
6. リサイクルの促進
7. 既存処分場の改善

5.2 収集システム

マレで発生する家庭系ごみ、事業系ごみ、商業廃棄物、建設廃材のうち、マレ市は家庭系ごみの収集を行い、建設廃材以外の中継基地への運搬を監督・監視する。建設廃材以外は排出が中継基地に自己搬入する。

(1) 収集計画

提案計画は収集方法を2種に大別する。収集車を規定の時間帯に所定の収集地点に配置する。住民は最寄りの収集地点までごみを排出しに行く。他の時間帯は所定の収集区域を音楽を流しながら低速で走行し、ベル収集を行う。

2003年時点で1日当たりの収集量は75トンであり、必要車両数は予備を含め13台である。各車両に割振られる区域は約20ha(半径250m)であり、徒歩4分以内の区域である。

(2) 収集費用

収集費用は、車両購入費、人件費、運営費、維持管理費によって構成される。車両購入費は約9.1百万ルフィア(約1.0億円)であり、購入費を除く年間の経費は約3.0百万ルフィア(約3.3千万円)となる。

5.3 運搬システム

良好な衛生環境の確立を目指し収集廃棄物を効率的に最終処分地に運搬する計画の立案を目的とする。現行のバージと大型トラックによる運搬システムはマレ島、ピリンギリ島の廃棄物を除去するに十分対応可能なものである。現有のバージ2隻は十分な輸送能力を持っており計画目標年次の2010年まで運用可能である。従って運搬量の増加分に対応する輸送能力拡大と運用上の改善を加え基本的に現行システムを存続させるものとする。

(1) 運搬計画

提案計画では中継基地を新設し、運搬車両として大型パッカー車を導入する。運搬システムは基本的に現行のままであるが、大型パッカー車を導入することにより輸送力の向上およびごみの散乱、悪臭防止を図る。

2003年時点で必要車両数は18台であり、これを3組に分ける。各組はパッカー車3台、トラック2台より構成される。

マレの新中継基地の配置図は4.3、中継基地の特徴は4.3、4.4に記述してある。

(2) 運搬費用

運搬費用は中継基地の建設費、トラックや重機などの資機材調達費、運営維持管理費からなり、各々約33.6百万ルフィア（約3.7億円）、約35.5百万ルフィア（約3.9億円）、約9.1百万ルフィア（約1.0億円）である。

5.4 既存処分場の環境改善

(1) 外郭護岸の改善

既存処分場の外郭の一部分はモ国の関連機関または民間企業により護岸が既に建設済み或いは建設中の状況である。従って未設の区域に対して図7に示す護岸の建設を計画する。

(2) 設計条件

護岸設計の基準となる波浪条件を以下に示す。

北海岸および東海岸： $H_{1/3} = 1.2 \text{ m}$ 、 $T = 6.4 \text{ sec}$

西海岸（リーフの内側）： $H_{1/3} = 0.7 \text{ m}$ 、 $T = 6.0 \text{ sec}$

南海岸： $H_{1/3} = 3.0 \text{ m}$ 、 $T = 16.0 \text{ sec}$

(3) 改善方法

既に建設された護岸は、モ国における従来工法のコーラル石をモルタルで積み上げた構造である。この工法は構造的に弱い面があるため、毎年のメンテナンスを必要とするが、輸入材量を使用して建設される強固な護岸と比べ、建設費が約1/3程度と安価である。また、本計画において、部分的に区切って施工する可能性が高いため、施工規模および、材料の確保を検討した結果、同国業者でも施工可能と判断した。したがって毎年の修理費を計上することで本計画に同工法を採用することとした。護岸構造を図5に示す。

また、建設する護岸は西海岸970m、東海岸350mである。

(4) 事業費

既設処分場にかかる事業費は約11.9百万ルフィア（約1.3億円）である。

5.5 新処分場

(1) 埋立処分量

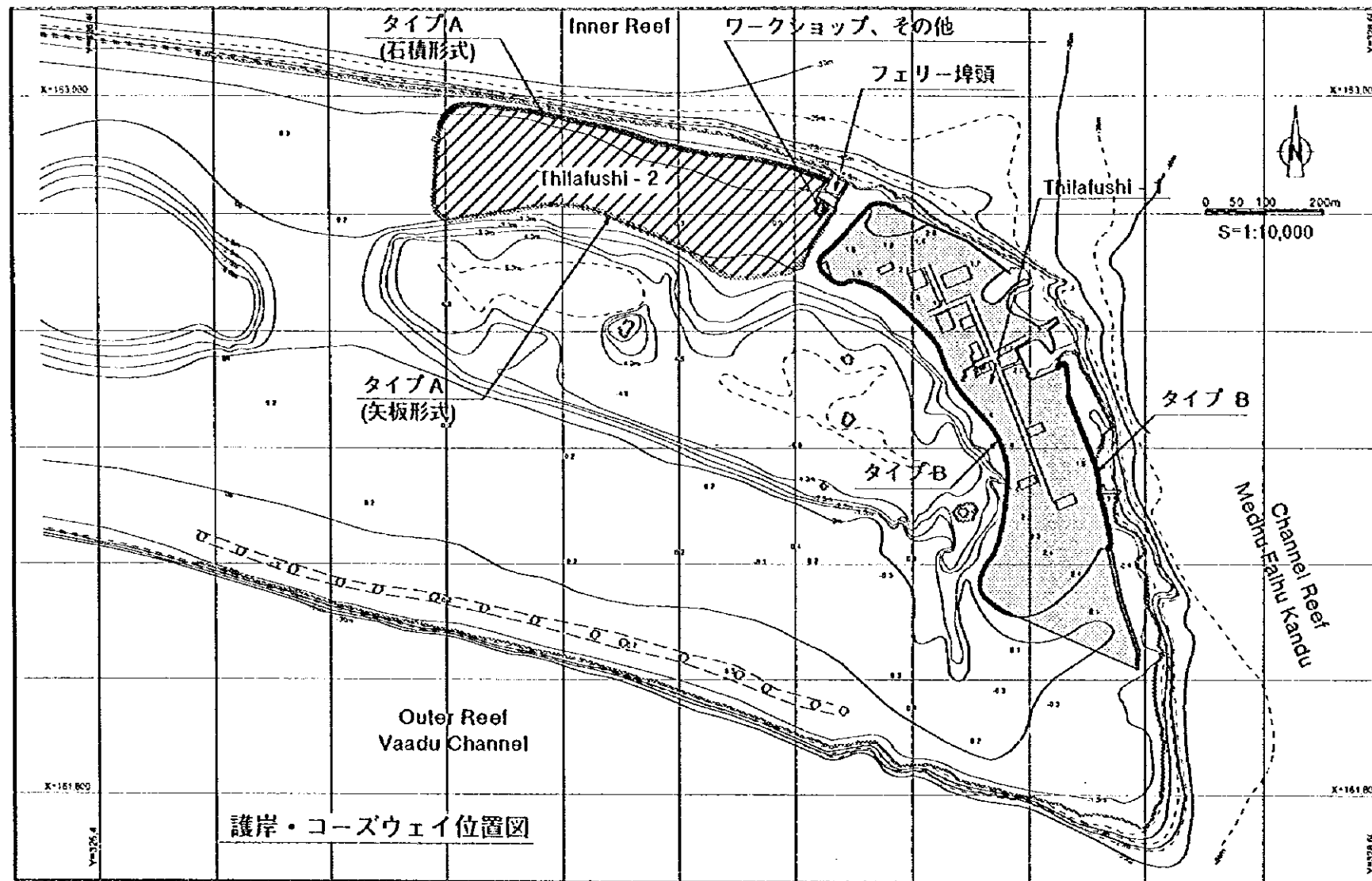
1999年から2003年に最終処分場に運搬される廃棄物量は、411,647 t (402,565 m³)と予想される。しかし、1999年の廃棄物量の30%は、既存処分場で処分可能と判断される。本プロジェクトにおける建設が2000年の終わりに開始されると仮定すれば、建設開始さ前までに発生する廃棄物は、1999年の廃棄物量の70%と2000年の廃棄物量の90%である。この廃棄物も新設処分場内に埋立てるとすれば、新設処分場の埋立処分量は約381,000 m³となる。

(2) 設計条件

護岸設計の基準となる波浪条件を以下に示す。

北海岸： $H_{1/3} = 1.2\text{m}$ 、 $T = 6.4\text{ sec}$

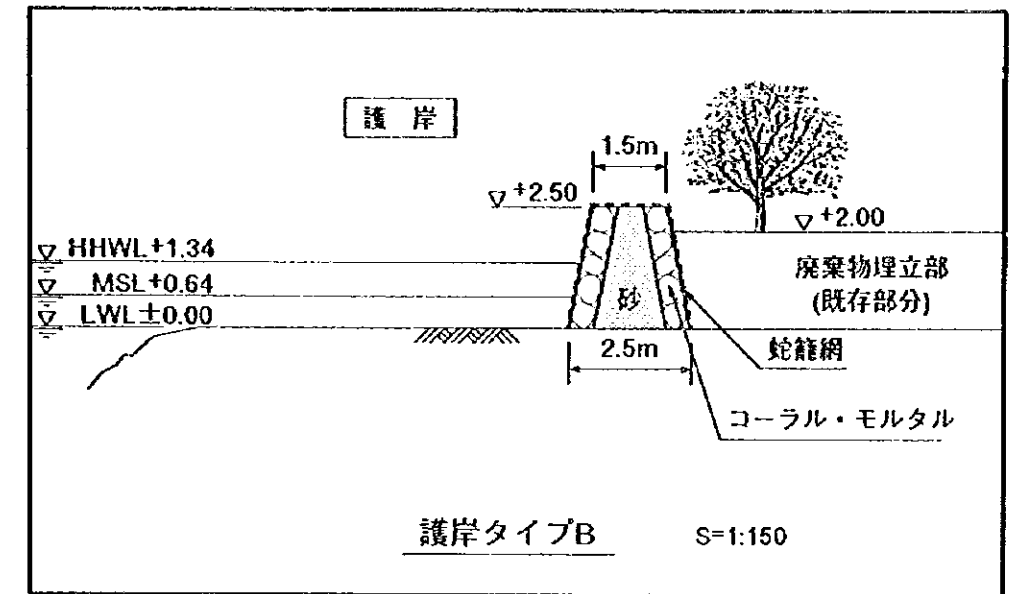
南海岸（リーフ内側）： $H_{1/3} = 0.7\text{m}$ 、 $T = 6.0\text{ sec}$



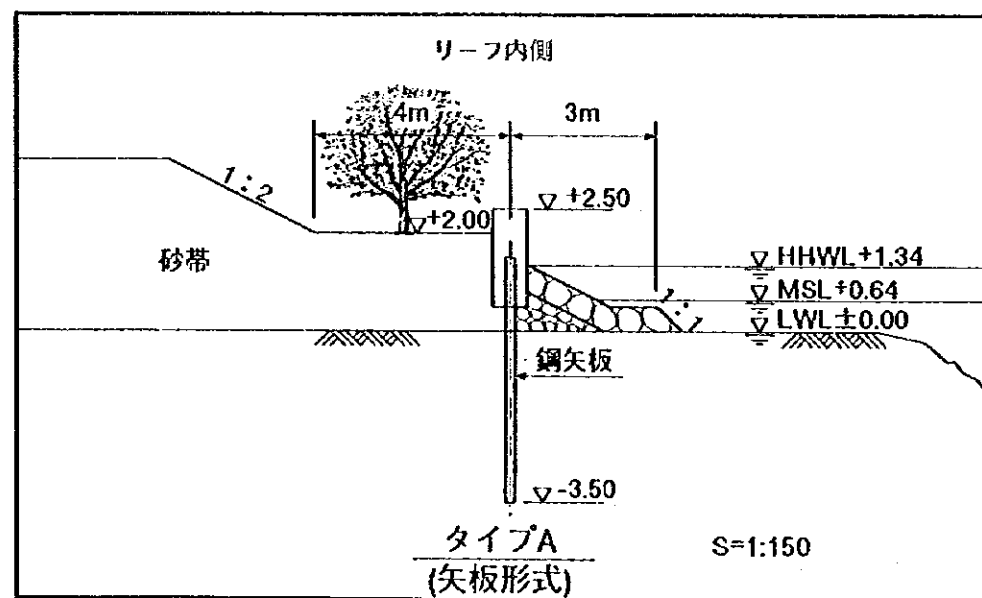
護岸・コースウェイ位置図

護岸延長 (m)

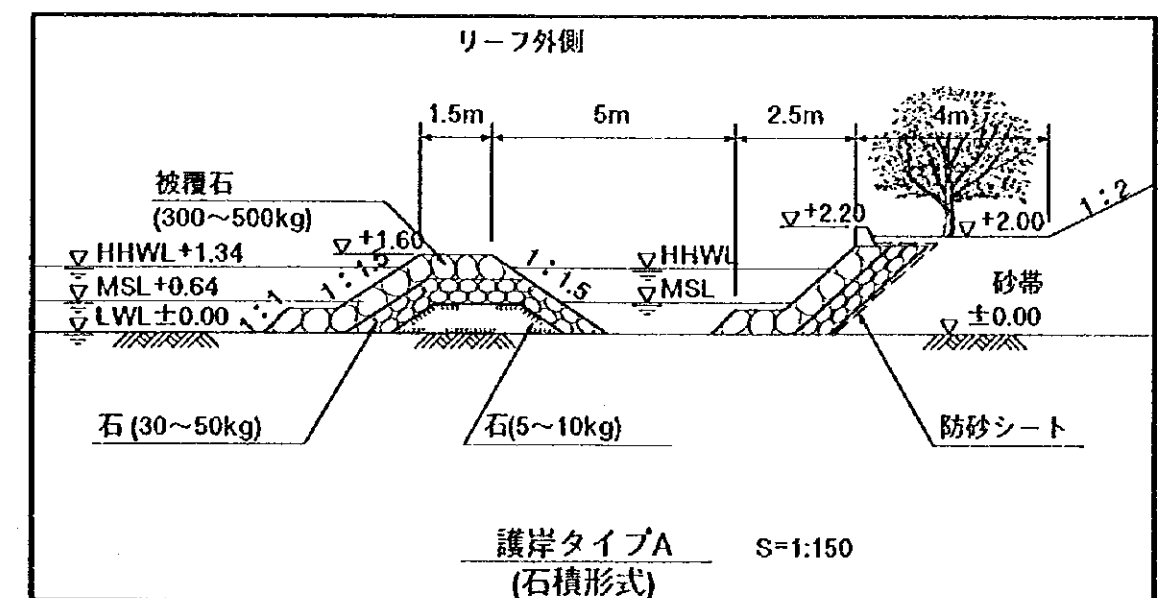
対象年	位置	タイプA		タイプB
		石積形式	矢板形式	
2003	Thilafushi-1	—	—	1,320
	Thilafushi-2	740	970	—



護岸タイプB S=1:150



タイプA (矢板形式) S=1:150



護岸タイプA (石積形式) S=1:150

図7. 短期整備計画

(3) 埋立方法

新設処分場の埋立ては、水中部の埋立て（第1層）と水上部の埋立て（第2層）の2層に分けて埋立てを計画する。

1層部（E.L.-2.5m～E.L.+2.0m）はリーフの長手方向に3つの区域に分割して埋立てる計画とする。以下にその埋立て手順を示す。

- ・ 新設処分区域への埋立て開始前に廃棄物運搬フェリーから廃棄物運搬車が上陸可能なステージを建設する。
- ・ 新設処分場区域を3つに分割した中央の区域（約幅60m長さ700m）を本計画開始前にモ国による埋立てが進められる区域とし、従来の方法で埋め立てを行なう。また、この期間の廃棄物の埋立てのため、に約1ヶ月分の処分量（約1500m²）を基準として処分池を掘削した土砂で作りながら、埋め立てを進める。
- ・ 本プロジェクトにより護岸の建設が計画地に沿って北側から南側へ建設される。そして3つに分割された北側の区域の埋立てを中央区域に続いて進める。北側区域の処分池は約3000m²を基準として進める。同様に南側区域の埋立ても北側に続き進める。埋立てられた廃棄物は掘削土を利用して厚さ50cmの覆土を行ない十分に締め固める。

2層目（E.L.+2.0m～E.L.+4.0m）は、埋め立て区域の長手方向に2つに分割して進める計画とする。以下にその埋立て手順を示す。

- ・ 掘削土を利用して埋立て区域の中央と外郭に築堤を建設する。
- ・ 廃棄物の埋立てを北側区域から南側区域の順に進める。埋立てられた廃棄物は掘削土を利用して、出来る限り即日覆土を行なう。
- ・ 重量車輛により毎日転圧を行なう。

(4) 事業費

機材購入費を含めた新処分地の建設事業費は約107百万ルフィア（約11.9億円）である。

5.6 マテリアルリサイクルの促進

(1) リサイクルの対象とする廃棄物

a. 発生源で回収対象となる廃棄物

- ・ 布類、雑誌、ココナツの殻、ガラスビン、おもちゃ、5ガロンのブリキ缶、電気製品、電線他

b. 中継基地・ティラフシ最終処分場で回収対象となる廃棄物

- ・ ホテル・レストランからの厨芥、木工所からのおがくず、鉄・非鉄金属、電線他
- ・ コンクリート塊、土砂、鉄・非鉄金属、電線、土嚢袋他
- ・ 観光島からのいきビン、鉄・アルミ缶、PETボトル、プラスチックボトル他

c. 減量化、回収・リサイクルの目標量

減量化及び回収・リサイクルの目標値として、2005年に各々5%、2.5%の値が提案された。建設ごみ中のコンクリート塊、土砂は80%の回収を目標値とした。これらの目標値により、2005年において、減量化で日量7.4トン、回収・リサイクルで日量62.4トンとなる。

(2) リサイクルの方法

a. 減量化及び回収・リサイクルの行動計画

減量化及び回収・リサイクルは下記に概説される計画・プログラムにより実施する。

発生源管理

- 生産管理*、流通・販売管理、ごみ料金管理*、消費者管理、事業系ごみ管理*

排出管理

- 自己処分の促進、再生品の利用

資源回収・リサイクリング

- 廃品回収業者・コミュニティーグループによる回収、回収品のリサイクル

(注： *印は初期の段階の成果を見ながら2003年以降において実施する。)

b. 減量化及び資源回収計画の実施

行動計画の中の主要なものは次に示すものであり初期の段階において実施する。

- 減量化計画についての社会意識の向上
- 資源回収・リサイクル地区分け
- 再利用製品バザー及びBuy-back Centres
- 廃品回収業者の奨励
- ごみ分別に対しての住民・企業の協力体制

c. リサイクル計画の実施

減量化及び資源計画と同様に、下記の事項がリサイクル計画として初期の段階で実施する項目となる。

- 中継基地・ティラフシ最終処分場でのリサイクル可能物の保管
- 仲買人・リサイクル産業との連携
- 厨芥-おがくずコンポスト

(3) 実施内容

a. 建設工事

中継基地での保管場所（中継基地計画）、ティラフシ最終処分場での保管場所（最終処分場計画）は記述済み。

b. 資機材の調達及び市場調査

広報活動用材料

- 大人用の啓発ビデオテープ
- 子供用の教育ビデオテープ
- 広報用ポスター

大人の啓発活動用材料

- Non-formal Education用の教材

子供の学校教育用材料

- 学校教育用教材

リサイクル産業の促進

- インド、インドネシア、シンガポールのリサイクル市場との連携
- 技術資料の蓄積及びモルディヴでの適正技術の検討

c. 要員

減量化及び回収・リサイクル計画は社会の様々な関係者及び団体を取り込んで行うものであり、言い換えれば、社会運動により実施される。マレ市役所に組織化される、提案された8名からなる特別業務班がその中心的な役割に対して責任を持って実施する。

(4) 費用の見積もり

a. 建設・調達費用

建設費用は中継基地及び処分場の費用に計上済み。調達費用は1,324,000ルフィア（約1.5百万円）。

b. 運転・維持管理費

人件費は年間294,000ルフィア（約3.3百万円）。

5.7 事業費の総括

短期整備計画において実施される優先事業の総事業費は 218.8 百万ルフィア(約 24.3 億円)である。施設建設費および機材購入費の積算結果は各々表 7、表 8 にまとめられる。

表 7. 施設建設費の総計
(Short Term Development Plan for 2003)

	項目	費用 (1,000 RF)	費用 (1,000US\$)	費用 (1,000円)	備考
1	施設建設費				
1)	新ティラフシ処分場建設	97,546	8,323	1,084,990	
2)	既存ティラフシ処分場の改善	11,856	1,012	131,560	現地発生材による施工
3)	マレ島中継所建設	25,742	2,196	285,480	
4)	ヴィリンギリ中継場の改良	2,525	215	27,950	
	小計	137,669	11,746	1,526,980	
2	設計施工監理費	11,014	940	122,200	小計 × 8%
3	予備費	13,767	1,175	152,750	小計 × 10%
	総建設費	162,450	13,861	1,801,930	1+2+3

表 8. 機材購入費の総計

	種目	費用 (1,000 RF)	費用 (1,000US\$)	費用 (1,000円)	備考
1	機材費				
1)	収集システムの改良	9,055	773	100,490	バックカー車(2t)
2)	運搬システムの増強	24,489	2,090	271,700	バックカー車(10t)、ダンプトラック
3)	マレ島中継所の機材	11,033	941	122,330	トラック、ホイローダー、その他
4)	公共地の清掃				
(1)	公園のごみ箱	141	12	1,560	ごみ箱
(2)	港湾区域の清掃	616	53	6,890	動力船、小型トラック
5)	新ティラフシ処分場の機材	9,386	801	104,130	バックホー、トラック、ブルドーザー、その他
	小計	54,720	4,670	607,100	
2	設計施工監理費	1,642	140	18,200	小計 × 3.0%
	機材購入費総計	56,362	4,809	625,170	

5.8 財務経済分析

(1) 優先事業の費用見積

(単位：千ルフィア)

初期費用	維持管理費		
	直接維持管理費	減価償却費	合計
218,813	14,088	14,369	28,457

優先事業の初期費用は総額 218,813,000 ルフィア (約 24.3 億円) と見積られる。更に、ごみの収集、輸送及び処分のための維持管理費用 14,088,000 ルフィア (約 1.6 億円) と、減価償却費 14,369,000 ルフィア (約 1.6 億円)、併せて 28,457,000 ルフィア (約 3.2 億円) が年々必要とされるであろう。

(2) 予算配分

a. 概念

歳出	歳入
初期費用	無償供与、借款、従来の歳入源
直接維持管理費	受益者からのごみ料金
減価償却費	従来の歳入源/ごみ料金

初期費用のための建設公共事業省の歳出予算は、外国からの無償供与や借款、国内借款、そして観光税、地代、輸入税等から成る従来の歳入源を財源とする政府歳入予算から充当される。

同様にして、固形廃棄物を収集、輸送、処分するために年々必要とする直接維持管理費のためのマレ市役所及び建設公共事業省の歳出予算は、受益者に課されるごみ料金を財源とする政府/市の歳入予算から充当される。

固形廃棄物管理用の機材や施設の減価償却のためのマレ市役所及び建設公共事業省の歳出予算については、観光税、地代、輸入税等から成る従来の歳入源に由来する政府/市の歳入予算から割り当てられる。

b. 定量分析

2000 年から 2002 年までの実施期間に、当該事業の初期費用は政府の累積歳入予算の 3.0% を取り込むことになろう。建設公共事業省の歳出予算の観点からは、上記期間における同累積歳出予算の 51.8% を占めることとなろう。

直接維持管理費を賄うため、ごみ料金を受益者から徴収することを提案する。分析の結果、2003 年から 2010 年に亘っての平均値として、一住宅当たり月々マレ島で 153 ルフィア (約 1,697 円)、ピリンギリ島で 67 ルフィア (約 743 円) が課されることとなろう。これら料金は受益者の支払意志の、マレ島で 81.8%、ピリンギリ島で 163.6% に相当する。また、マレ島では同期間における平均値として事業者からトン当たり 85 ルフィア (約 945 円) を徴収することになろう。ティラフシ島へのごみ処分に対して月々、モルディヴ空港公園は

2,281 ルフィア（約 25,301 円）を、リゾート島は一島当たり 398 ルフィア（約 4,415 円）を支払うこととなろう（但し空港・リゾート島の料金は処分費のみで運搬費は含まない）。収集車両の減価償却のため、中央政府からの交付金や地代／家賃と言った従来の歳入源に由来するマレ市役所の歳入予算の 7.3%が充当されよう。現在、マレ市役所の予算の 8.3%程度が固形廃棄物管理に割り当てられていると思われる。また、輸送、処分および清掃用の車両／機材及び施設の減価償却のために、従来財源に由来する建設公共事業省の歳入予算の 6.5%が充当されよう。今は建設公共事業省の予算の 7.0%が廃棄物管理課に配分されている。

(3) 経済評価

自宅内外における、ごみの不快な光景と臭気からの解放とか、下痢、赤痢、皮膚病などの衛生関連疾病の罹病率低減と言った当該事業の経済便益は、固形廃棄物管理への支払意志に定量的に反映されていると解釈することができる。

経済分析の結果、当該事業は 12.4%の経済内部収益率を持つであろうことが判明した。この数値は、モルディヴにおける資本の機会費用の推定値 10%をはっきり上回っている。従って、当該事業は経済的に十分な実行可能性を持っていると判定される。しかしながら、感度分析によれば、最も不利な状況下では実行可能性を喪失する恐れがある。

(4) 財務分析

財源が無償供与であれ、借款であれ、また歳入予算であれ、当該事業の初期費用は政府が背負うこと、固形廃棄物管理のために世帯は収入の 1%内外を留保し、事業者はトン当たり約 85 ルフィア（約 945 円）を支払うこと、固形廃棄物管理のために建設公共事業省とマレ市役所はそれぞれ予算の数パーセントを配分すること、以上のような条件が満足されれば、当該事業は将来財務的に良好な状況を維持し続けるであろう。

5.9 実施機関の強化

現在、各機関の担当区分は下表の通り。

表 1 1. 各機関の担当区分

区分	実施機関		監督、モニタリング	
	収集、搬入	運搬、処分	収集、搬入	運搬、処分
家庭系廃棄物	マレ市	MCPW	マレ市	MCPW
商業系廃棄物	排出者	MCPW	マレ市	MCPW
事業系廃棄物	排出者	MCPW	マレ市	MCPW
市場	排出者	MCPW	マレ市	MCPW
建設廃材	排出者	MCPW	MCPW	MCPW

提案優先事業の実施機関の枠組みを様々な観点から検討した。

概して、財務的に継続可能でありかつ十分なサービスを供給できる能力を保有していることが実施機関への基本要件となる。各機関は以下の 3 条件を満たさなければならない。

- (1) 十分なサービス供給、(2) 財務的な持続可能性、(3) ごみ料金の徴収。

実施組織構造として下記の3代替案が検討された。

- A.既存機関の強化
- B.公営企業の設立
- C.既存機関と公営企業の合同実施

モ国財務省によると、(1) 補助金制度は望ましくない。(2) MCPW がごみ料金徴収を直接担当する事は許可されない。との見解であった。

以上の財務省の見解と以下の2問題 (1) 既存公営企業 (電力、上下水道) に比べ利益が少ない (2) 既存処分場の無秩序な跡地利用を勘案した結果、代替案Cが最も適切な計画として採択された。

代替案Cとしてマレ市、公営企業、MCPWには下記の職責を果たすよう提案した。

マレ市

- ・都市廃棄物 (家庭系ごみ、商業系ごみ) の収集
- ・ごみ料金の徴収
- ・ごみ減量、再利用、リサイクルについての住民啓蒙

公営企業

- ・有害廃棄物、医療廃棄物を除く廃棄物の受入、貯留、運搬、最終処分の実施
- ・ごみ料金の徴収
- ・コンポスト
- ・電池、廃油などの特殊廃棄物の処理処分

MCPW

- ・受益者負担の合意形成
- ・新処分地の開発、建設
- ・新中継基地の建設

従って、各機関の担当区分は下表のようになる。

表12. 各機関の担当区分

区分	実施機関		監督、モニタリング	
	収集、搬入	運搬、処分	収集、搬入	運搬、処分
家庭系廃棄物	マレ市	公営企業	マレ市	MCPW
商業系廃棄物	排出者	公営企業	マレ市	MCPW
事業系廃棄物	排出者	公営企業	マレ市	MCPW
市場	排出者	公営企業	マレ市	MCPW
建設廃材	排出者	公営企業	MCPW	MCPW

6 事業評価

6.1 技術評価

提案改善事業は以下の2つの技術的改善要素から成る。

1. パッカー車を用いた廃棄物の収集、運搬
2. 浸出水の一次処理を図った護岸設備（ティラフシ-2、図5）を有する衛生埋立の処分施設

上記の改善は下記の事項から技術的に有用かつ実施可能と考えられる。

- ・ パッカー車の運転技術は普通車と比べやや高度とは言え習得するのは困難ではない。
- ・ 新処分場建設工事の難易はそれほど高くない。矢板工事のようなやや高度な工事も近隣国の建設業者で対応可能である。
- ・ 新処分場の護岸（矢板形式、図5 Type A）は準閉鎖性水域であるラグーンへの浸出水流出防止に有用である。また、重力式護岸（石積形式、図5 Type A）の遊水溝では浸出水が近海へ流出する前に一次処理され海洋汚染防止に十分な効果がある。

6.2 社会評価

(1) ごみ減量化、資源回収・リサイクル計画の実施

社会意識調査によると80%以上もの回答者がリサイクルに興味を持ち、ほぼ全員が発生源でのごみ分別に協力すると回答している。この事実に基づくと、計画の実施に支障はないし、減量化についても住民に受け入れられる事と考えられる。

(2) 新しい収集システムの導入

マレ独自の地理条件を考慮した提案収集方式の最少レベルのサービスは Vehicle Station の位置が半径 250m 以内の円周の中心に設けられる事から、現在の方式に比べ利便性のよいものとなる。この方式の導入により、現在操業している収集サービス供給者の利用者が減少する事が危ぶまれると言う見方がある。しかし、すでに金銭を払っても収集を委託している住民にとっては利便性を失うような事を嫌うものと推察できる。従って、現在の収集サービス供給者が顧客を失う事はないものとする。

(3) ごみ料金の収集

社会意識調査によると約38%の回答者が収集サービス供給者と契約しごみを排出し、平均として一月当たり164ルフィア（約1,819円）又は月所得の1.5%相当をごみ収集料金として支払いを行っている。提案のごみ料金はこれ以下の154ルフィア（約1,708円）であり、住民および事業体の支払意志額の約82%であることから提案内容は社会的受容可能なものであると評価する。

6.3 財務面

(I) 財務評価

財務評価は以下の基本条件のもと行った。

- i) 機会費用は 10%とする。
- ii) 事業の償却期間は 20 年とする。
- iii) ごみ料金の徴収率は 95%とする。

費用・便益分析の結果は下記の通り。

NPV : 18.8 百万ルフィア (約 2.1 億円)

B/C : 1.08

EIRR : 12.4%

FIRR が機会費用を超えていることから本事業は実施可能と判断できる。感度解析では事業実施可能性が低くなる条件もあるが、清掃事業は都市の居住適性の確保をする BHN に不可欠なものであるため経済面での実行可能性のみでは事業実施の可否は判断できない。

また、提案のごみ料金は人件費も含め運営維持管理費を全て賄うものである。また、この料金は住民の支払意志額の限度内にあることから本事業は財務的に実施可能と判断できる。

6.4 環境評価

事業実施が直接引き起こす最も重大な不可逆性の環境影響は、新処分場建設用地内に存在する海洋生態系に与える変化、特に珊瑚の喪失である。しかし、これは珊瑚が劣化している区域を用地として選択することによって最小限に抑えられる。

本事業では最重要の環境保全対策としてシルトスクリーンを採用している。これは周辺珊瑚礁への浚渫土流出を防止するのみならず水質や貴重な覆土材の確保のためにも有用である。本機材の継続的な使用は事業実施に不可欠であり、この浚渫土流出が与える影響ほど大きなものはない。

以上から本事業は無視できるほどの影響を除いてあらゆる意味で有益と判断される。

7 勧告

7.1 減量・リサイクル

継続的な廃棄物管理方法として減量・リサイクルの促進は極めて重要である。この観点から、減量・リサイクルの促進の基本段階は住民および事業者による分別排出の促進である。資源の節約および最終処分場容量の有効利用から、特に缶、ガラス瓶、プラスチック製品などの非腐敗性、非分解性廃棄物のリサイクル促進は必要である。

また、肥料の生成、腐敗性廃棄物の埋立処分量の減量化の手段としてコンポスト化施設をティラフシ島内に導入することを推奨する。

7.2 廃棄物事業の啓発

ごみの減量・リサイクル実現のためには排出者の協力は不可欠であり、排出者、住民、事業者の意識向上が非常に重要である。このためにマレ市によるキャンペーン、廃棄物教育を推奨する。

また、MCPW の廃棄物事業に対する意識改善も必要である。特に、廃棄物を単に土地造成材として扱うという観念は放棄すべきである。これは埋立地から発生する浸出水、可燃性ガスの有害性を十分に考慮した衛生的かつ環境的に受容可能な最終処分場実現において非常に重要である。

7.3 事業実施

7つの構成事業を各々の事業の性質による実施の利便性によって分類する。「既存処分場の改善」を除く構成事業の多くは廃棄物管理事業改善の環境事業として認められる。「既存処分場の改善」は侵食された沿岸からのごみの流出を防止するという面では正に環境事業であるが、それと同時に現在の土地利用状況のため異なる側面も持ちあわせる。したがって、7事業を以下の2組に分類した。

- | | | |
|--------|---|--|
| パッケージ1 | } | <ul style="list-style-type: none"> ・廃棄物収集システムの刷新 ・運搬システムの強化 ・中継システムの改善 ・湾内清掃の強化 ・新処分場の建設 ・リサイクルの促進 |
| パッケージ2 | | <ul style="list-style-type: none"> ・既存処分場の改善 |

また、緊急の改善が必要とされるティラフシ島での現行の埋立作業を考慮すると、技術面、環境面での改善策を盛り込んだ事業の早期実施が強く望まれる。

パッケージ1の実施に先立っては、まとまった投資準備期間が必要となる。下表に目標年次2003年にあわせた実施計画を示す。

表13. 優先事業実施計画

優先事業	2000	2001	2002	2003
廃棄物収集システムの刷新			■	
運搬システムの強化			■	
中継システムの改善				
新中継基地の建設(マレ島)		■	■	
新中継基地の建設(ピリンギリ島)			■	
湾内清掃の強化		■		
新処分場の建設	■	■	■	
リサイクルの促進		■	■	
既存処分場の改善	■	■	■	

参考 地方島の最終処分場改善計画

1. 段階的改善構想

モルディヴ共和国にはリゾート島の他に約 130 の居住島が存在する。各居住島はそれぞれ最終処分場を有し、その処分場の全てに対し衛生的な改善が必要となっている。概して既存処分場の環境保護レベルは劣悪であり、対象となる島数が多いことから段階的に改善策を講じる必要がある。

技術的にティラフシー 2 のような高い衛生レベルの最終処分場を全居住島に適用するのは費用の面から困難である。従って既存の最終処分と理想的な最終処分の中間的な衛生レベルを改善目標として提案する。典型的な改善例として第一段階で整備する居住島は全国 20 地方行政区（アトール）の各区からそれぞれ 1 島を選定し、次いで他の重要な島へと逐次整備していくことを提案する。

2. 最終処分場概念設計

a. 構造

本調査にて提案した中程度衛生水準の最終処分場構造は下記の様な特徴を持つ。

- ・ 処分地は大波および波による浸食に耐えうる永久護岸をもって海洋から隔離する。
- ・ 廃棄物の飛散防止、病原媒介生物の増殖防止のため少なくとも週一回の覆土を行う。
- ・ 最終処分場の容量は 10 年間処分可能なもの（面積：約 3,000m²）を提案した。
- ・ 簡易コンポスター、簡易焼却炉を設置し減量を図る。

b. 運営

処分場の運営は住民の自主管理に委ねるが、アトール事務所や島事務所など地方行政府がこれを支援する。地方行政府には覆土用機材が支給され最終処分場の保守の責任を担う。

3. 事業費

a. 初期投資額

建設に要する初期投資額は、1 施設に対し約 16.5 百万ルフィア（約 1.8 億円）、20 島で 330 百万ルフィア（約 37 億円）と見積もられた。

この積算は、護岸に輸入石材を使用するという条件下で行ったので、珊瑚のような現地発生材を利用する場合、建設費は三分の一にまで削減可能である。しかしながら現地発生材の護岸は耐久性に劣り、長期にわたり定期的な修復工事が必要となる。

b. 維持費

対象 20 島の完成を予定している 2010 年までの維持費は O&M 費と減価償却費を合わせて 65 百万ルフィア（7.2 億円）と見込まれる。2010 年以降は年々 12 百万ルフィア（1.3 億円）が維持費として必要になる。

c. 費用負担

初期投資額 330 百万ルフィア (37 億円) は、政府予算として支出するのが妥当であるが、その額はアトール省予算の約 16% に相当する。維持費については、受益者にごみ料金として課すべきであり、その額は 1 住宅あたり月 38 ルフィア (422 円) と算定される。これは地方島住民の支払意志額の 36% に相当する。

4. 実施スケジュール

地方島の最終処分場改善は、2 年間に 4 島、10 年間に 20 島のペースで反復的に実施される。

表. 実施スケジュール

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
グループ 1 (4島)			■	■									■	■
グループ 2 (4島)					■	■								
グループ 3 (4島)							■	■						
グループ 4 (4島)									■	■				
グループ 5 (4島)											■	■		
(マレ廃棄物処理マスタープラン)		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■



JICA