

第3章 マノックマノック中央 MRF の整備に係る フィージビリティ調査

3.1 はじめに

RA9003 では、「全てのバランガイごとまたはバランガイのクラスターで MRF を設置する必要がある」と述べている。ごみの発生源から適正な処理・処分の確立とともに、発生源での減量化・再利用や MRF での選別・再資源化による資源化の流れの確立による最終処分量の減量化が重要となっている。MRF では、コンポストや小規模な再資源化活動及び有価物回収事業者への流通の確保など、効率的な選別や適切な処理が必要となっている。

ボラカイ島には 3 つの MRF が各バランガイにあるが、運用状況はバランガイごとに異なり、生分解性廃棄物や資源ごみを適切かつ効率的に選別できるように MRF の改善が必要となっている。そこで MRF を統合化することにより、コンポスト化、資源ごみの選別、残渣ごみの減量化のような大規模なごみ減量化活動が可能となり、これらは、MRF 運用の効率化にも貢献する。

MRF への収集・運搬については、現在の各 MRF の収集区域は狭く、適切な収集ルートは未確立で、職員や収集車も効率的に使用されていない問題がある。そこで、中央 MRF の開発に伴い、現在の収集区域の境界を取り除くことにより効率的な収集・運搬システムの構築が求められている。

計画している中央 MRF は、残渣ごみの輸送効率や既存の土地の拡張による利用可能性の面から、バランガイマノックマノックに建設されるのが望ましく、下記の事項を比較検討し、中央 MRF を現状のマノックマノック MRF の区域に整備することが決定された。

- 新規処分場への輸送ルートを勘案し、中央 MRF は残渣ごみの海上輸送に使用される港に近い位置に整備する。
- 中央 MRF は、収集区域を勘案して設置する。
- 中央 MRF は、近隣に環境問題を生じない場所に設置する。

3.2 中央 MRF 予定地の現況

3.2.1 地形

中央 MRF の予定地は、表 3.2-1 に示すように南から北に延びる未舗装のアクセス道路によって東側及び西側の区域に分かれている。両区域とも南側から北側へ緩やかな傾斜があり、丘陵の斜面にある東側境界は海拔約 20m である。予定地の北西の場所が最も低い地点であり、降雨時に雨水が溜まりやすい。西側区域の北側部分は、雨期の間水浸しになり、ぬかるむ。土質は、ボラカイ島で典型的にみられる砂質粘土である。予定地の西側区域は、かつてごみ捨て場（現在のマノックマノック MRF の一部）として利用されていた箇所であり、この区域への建屋構造物の建設は好ましくない。

3.2.2 気象

中央 MRF 予定地があるボラカイ島は熱帯モンスーンに属しており、年間を通じて顕著に1回ずつの雨期及び乾期に分かれている。雨期は南西モンスーンの時期と重なり、6月から12月まで続く。年間降水量の大半は同時期に集中し、突風及び強い西風を伴う。一方、乾期は、1～5月の北東モンスーンの時期となり、比較的乾燥した気候である。予定地から最も近い気象観測所であるカリボ観測所では確率降雨強度のデータが整理されており、排水路の計算に利用することが可能である。カリボ観測所における確率降雨強度の計算結果は、表3.2-1に示すとおりである。

表 3.2-1 カリボ観測所の確率降雨強度データ

単位：mm

再現期間	継続時間														
	5分	10分	15分	20分	30分	45分	60分	80分	100分	120分	150分	3時間	6時間	12時間	24時間
2年	8.7	13.4	17.2	20.3	25.3	30.2	33.5	39.2	44.3	48.3	53.5	58.1	75.5	92.3	104.5
5年	12.3	18.9	24.4	28.9	36.2	43.3	48.2	56.5	64.0	70.0	77.6	84.4	110.7	135.4	154.0
10年	14.8	22.6	29.2	34.6	43.4	52.1	58.0	68.0	77.1	84.3	93.6	101.8	134.0	163.9	186.7
15年	16.1	24.7	31.9	37.9	47.4	57.0	63.5	74.4	84.4	92.4	102.6	111.6	147.1	180.0	205.2
20年	17.1	26.2	33.8	40.1	50.3	60.4	67.3	79.0	89.6	98.1	108.9	118.5	156.3	191.3	218.1
25年	17.8	27.3	35.3	41.9	52.5	63.1	70.3	82.5	93.6	102.4	113.7	123.8	163.4	200.0	228.1
50年	20.1	30.8	39.7	47.2	59.2	71.2	79.4	93.2	105.8	115.9	128.7	140.1	185.2	226.7	258.8
100年	22.3	34.2	44.2	52.5	65.9	79.3	88.5	103.9	118.0	129.2	143.5	156.3	206.8	253.3	289.3

注：確率降雨強度は、再現期間に対して一定時間継続する降雨の降雨量を示す。例えば、100年に1回の確率で30分継続する降雨は、継続時間65.9mmの降雨となる。

出典：フィリピン気象庁 (PAGASA) (1980-2000年)

3.2.3 環境の現況

中央 MRF は既存のマノックマノック MRF を含む用地に計画されたが、その近隣には闘鶏場やバランガイマノックマノックの消防署がある。中央 MRF の境界内の住居は少数であるが、北側境界に沿って数件の住居がある。また、地域には単相の電気及び水道水が供給されている。中央 MRF の計画地の地形情報を含む自然環境及び社会環境の状況は、図3.2-1に示すとおりである。

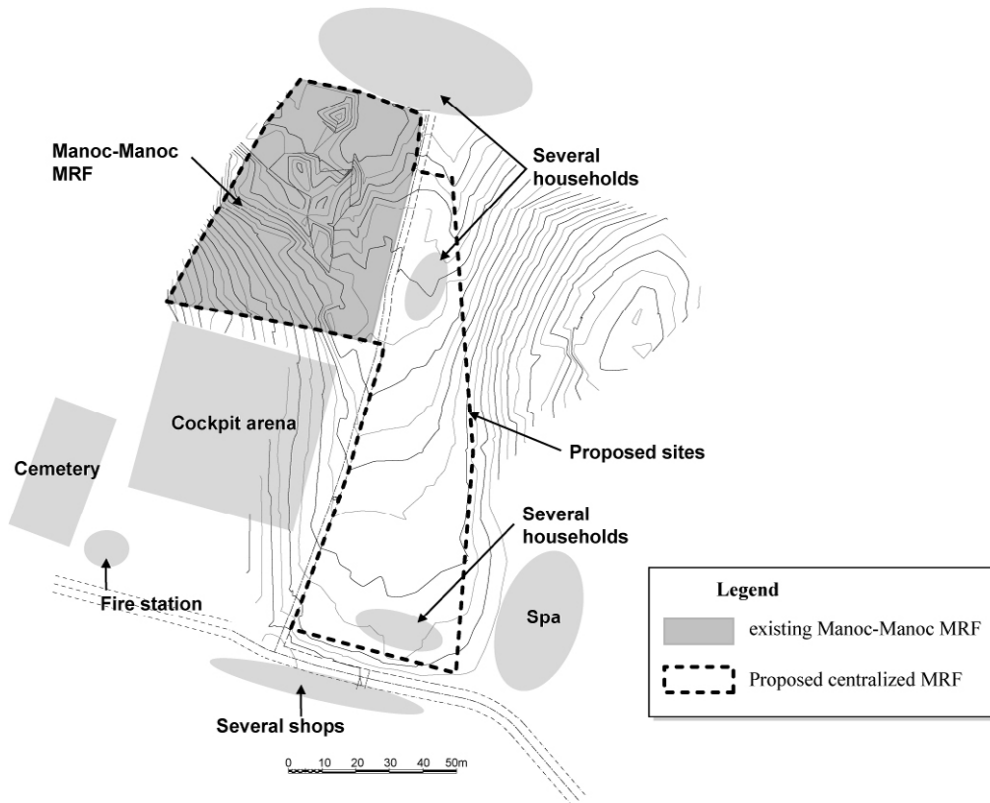


図 3.2-1 中央 MRF 予定地の周辺環境

出典：JICA 調査団

3.3 計画構想

3.3.1 基本構想

(1) 開発構想

長期間処分場を利用するとともに輸送コストを最小限化するために、排出されたごみから残渣ごみの資源化を含めて可能な限り最終処分場へ運搬するごみを減量化する。

マライ町の財務上の制約、用地の利用可能性、周辺住民からの社会的受容度を考慮するとフェーズごとの開発が提案される。そのため、3つのフェーズに分割して開発する計画とした。種々の機材が既存の MRF に設置されているので、それらは、中央 MRF で使用するために移動し、使用する計画である。

選別された資源ごみやコンポストと同様に、残渣ごみの十分な貯留場所を確保する。再資源化製品を生産するため、MRF で実施される再資源化技術の開発が提唱される。このため、これらの製品の流れや有価物、コンポストの市場を開発する必要がある。

(2) 適切な運転及び維持管理システム

選別、コンポスト及び再資源化システムの構築・実施に向けた MRF 職員の定期的なトレーニングを実施する。また、機器や施設を長期間使用するために日常点検を実

施するため、中央 MRF の整備に基づいてマニュアル及びガイドラインを策定し、それらに沿って適切な運転及び維持管理を行う。

(3) 環境社会配慮

中央 MRF は、可能な限り住民移転を避けるように計画する。また、悪臭を生じる可能性のある施設及び機材は、住宅地域から離れた場所に設置し、周辺的环境を考慮して、実行可能な環境影響軽減策を採用する。

3.3.2 基本条件の最適化

(1) 中央 MRF に対応する収集システムの改善

フィーズ分けした開発構想に基づき、中央 MRF の収集区域をフェーズ I からフェーズ II で拡張する。フェーズ I では組織及び技術的システムを改善するのみであることから、中央 MRF の収集対象区域はバランガイマノックマノックのみと現状の収集対象区域と同じである。一方、フェーズ II では、バランガイヤパック及びバラバグにも分別排出・収集を拡張・導入する。開発フェーズごとの収集区域は、図 3.3.-1 に示すとおりである。

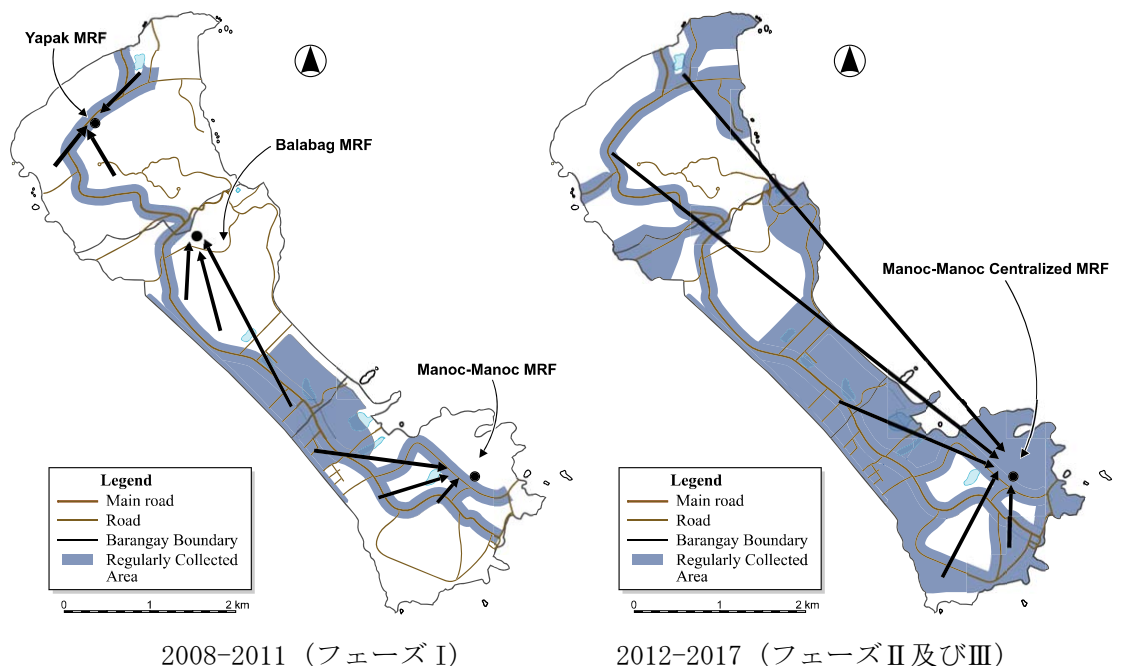


図 3.3-1 マノックマノック中央 MRF の収集区域

出典：JICA 調査団

(2) 分別収集システムの導入

中央 MRF で効率的に選別活動を実施するため、中央 MRF の収集区域の拡張状況にそって他のバランガイにおいても分別収集システムを導入する。現在、ごみのタイプ

ごと（生分解性廃棄物、資源ごみ、残渣ごみ）に3種類の収集車を用いる分別収集システムが、バランガイバラバグに導入されている。この分別収集の場合は、排出されるごみ量に関らず、収集車は同一の場所で毎日3回（生分解性廃棄物、資源ごみ、残渣ごみ）ごみを収集しなければならない。発生源分別後、収集されるごみの種類が曜日によって異なり、1つのごみの種類が1週間に3回のみ収集される収集システム（曜日別収集）が導入されれば、分別収集システムはさらに効率的になる。このシステムは、収集車が別のタイプのごみを収集し、待ち時間や集積所で収集員による手選別の時間を低減するのにも効果的である。従って、曜日別分別収集システムはボラカイ島の全てのバランガイで導入する計画とした。なお、意識調査によると住民や事業者は、生分解性廃棄物については保管が難しいという結果であったが、残渣ごみや資源ごみ数日間、保管可能としている。また、分別排出及び収集状況のモニタリングは、発生源での分別の促進に重要である。

3.3.3 MRFでの最適なごみ処理システム

第Ⅱ部で議論した比較結果に基づき、最適なごみ処理システムを導入する。新技術の導入や中央MRFの開発スケジュールを考慮した各開発フェーズは、表3.3-1に示すとおりである。

表 3.3-1 選定された各種ごみ取り扱い方法

ごみ分類	処理技術	フェーズ I	フェーズ II	フェーズ III
生分解性廃棄物	バイオリクター	○	○	○
資源ごみ	ベルトコンベアを用いた選別システム		○	○
	ポリスチレン溶融再生による再生品生産	○	○	○
	選別後のガラス破砕	○	○	○
残渣ごみ	ごみ梱包システム	△*	○	○
	残渣ごみからの中空ブロック生産システム	△*	○	○

注：△*：フェーズ I 以前に、バラバグ MRF にごみ梱包システムと中空ブロック生産システムを導入し、フェーズ II には中央 MRF にこれらの機材を移設し、利用する。

出典：JICA 調査団

3.4 概略設計

3.4.1 全体構想

(1) フェーズⅠ

1) フェーズⅠの開発構想

- 既存のマノックマノック MRF の機材を使用する
- フェーズⅡの将来開発状況に配慮した用地、施設、機材を開発する
- 中央 MRF の効率的な運営のため、現在利用可能な土地を使用する
- フェーズⅠからフェーズⅡへの転換期の間移動を最低限にするために施設及び機材を配置する

2) 設計条件

- 場所：マノックマノック MRF、バランガイマノックマノック
- 面積：0.37ha
- 収集区域：バランガイマノックマノック
- 推定ごみ量・ごみ質：表 3.4-1 及び表 3.4-2 に示す。

表 3.4-1 フェーズⅠの推定ごみ量

ごみの種類	2010	2011
生分解性廃棄物	1.8	1.9
資源ごみ	1.6	1.8
残渣ごみ	1.3	1.4
合計	4.7	5.2

出典：JICA 調査団

表 3.4-2 フェーズⅠの推定ごみ質

物理組成	生分解性廃棄物	資源ごみ	残渣ごみ
食品残渣ごみ	49%	1%	3%
草木類	32%	0%	0%
紙類	15%	30%	23%
プラスチック	1%	20%	61%
布革類	1%	2%	3%
ガラス類	0%	39%	8%
金属類	0%	7%	1%
その他	2%	1%	1%
合計	100%	100%	100%

出典：JICA 調査団

3) システムフロー

バランガイマノックマノックで収集されたごみはマノックマノック MRF に輸送され、各々のごみ処理区域で処理される。

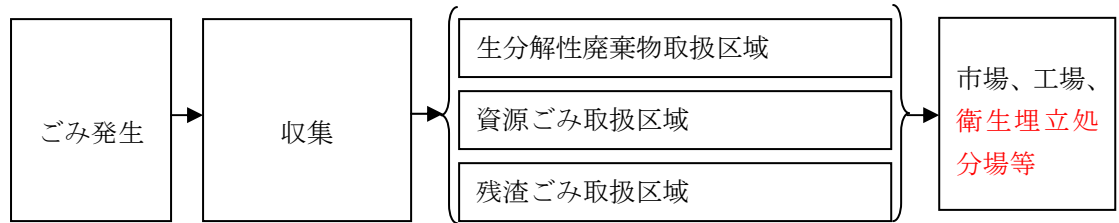


図 3.4-1 MRF の全体整備システム

出典：JICA 調査団

i) 生分解性廃棄物の取り扱い

生分解性廃棄物取扱区域では、積み下ろし、不純物や不適切物の除去、バイオリアクターによる堆肥化、養生、熟成、袋詰めやコンポストとして売却するまでの貯留を行う。市場の変動に対応するため十分な貯蓄場所を準備する必要があり、コンポスト利用のための畑や庭などもその実証を目的としたものや自己完結型の施設の準備が検討する。

生分解性廃棄物は、積み下ろし場所で積み下ろされ、選別区域に運ばれる。破碎前にプラスチック、ひも、金属及び割れたガラス等が選別除去される。生分解性廃棄物は破碎後、バイオリアクター内で堆肥化される。バイオリアクターでの 65°C 以下で 8 時間程度の 1 次発酵後の堆肥は 20~30 日間約 40°C 近辺で養生される。

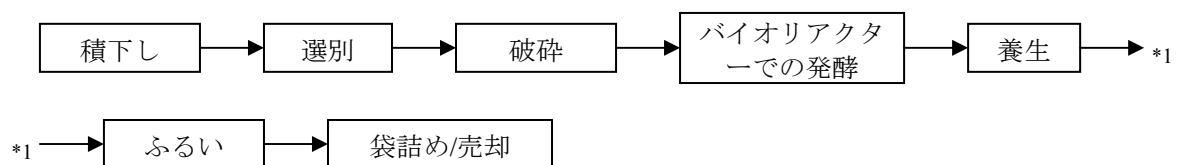


図 3.4-2 生分解性廃棄物の取り扱いのシステムフロー

出典：JICA 調査団

ii) 資源ごみの取り扱い

資源ごみ取扱区域では、有価物回収業者への売却のための資源ごみの選別、資源ごみとして収集されてごみに含まれる残渣ごみの選別を行う。選別活動は、フェーズ I では非機械的ではあるが、広い選別区域で現状の選別活動より系統的に実施する。

選別プロセスを容易に実施するため、未選別の資源ごみをおくための機が処理区域に置かれ、選別員は資源ごみを各カテゴリーに選別する。選別後の資源ごみは、ハンドカートで貯留場所に運びそこに一時的に保管する。ガラスカレット製品及びモールド品は小規模もしくはパイロット規模で生産される。資源ごみの取り扱いシステムフローは、図 3.4-3 に示すとおりである。

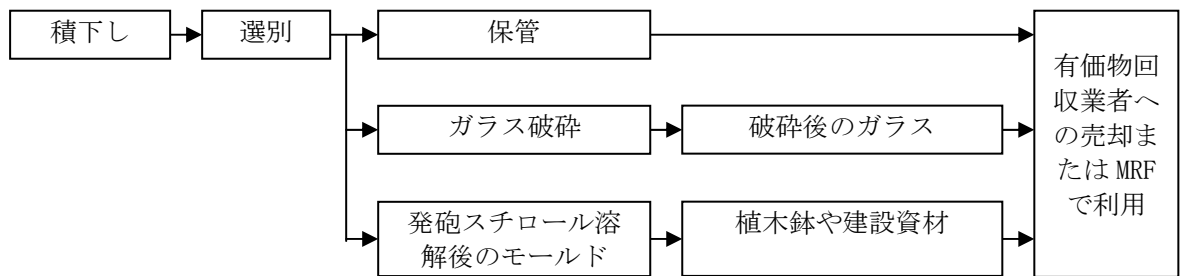


図 3.4-3 資源ごみの取り扱いのシステムフロー

出典：JICA 調査団

iii) 残渣ごみの取り扱い

残渣ごみは既存の選別区域を利用することで処理する。収集車から積み下ろされた生分解性廃棄物や資源ごみとして収集されたごみから選別された残渣ごみ、及び残渣ごみは袋に封入されて新規衛生埋立処分場へ運搬する。残渣ごみの取り扱いシステムフローは、図 3.4-4 に示すとおりである。

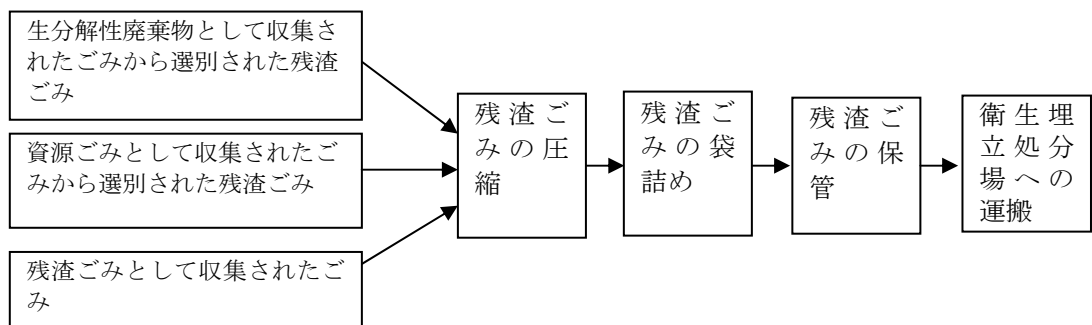


図 3.4-4 残渣ごみの取り扱いのシステムフロー

出典：JICA 調査団

(2) フェーズⅡ

1) フェーズⅡの開発構想

- 新規中央 MRF には、既存 MRF 及びフェーズⅠで使用される機材を使用する
- 既存マノックマノック MRF を新規中央 MRF に整備及び改良する
- 中央 MRF の効率的な運営のため、現在の利用可能な土地を利用する
- フェーズⅠから及びフェーズⅡへの転換時期に移動を最小限に抑えるように施設及び機材を移動する

2) 設計条件

- 位置：マノックマノック MRF
- 面積：0.7 ha
- 収集区域：バランガイマノックマノック、バランガイバラバグ、バランガイヤパック

推定ごみ量及びごみ質：表 3.4-3 及び表 3.4-4 に示す。

表 3.4-3 フェーズⅡの推定ごみ量

ごみの種類	2012	2013	2014
生分解性廃棄物	6.5	6.9	7.1
資源ごみ	6.1	6.5	6.7
残渣ごみ	4.9	5.2	5.4
合計	17.5	18.6	19.2

出典：JICA 調査団

表 3.4-4 フェーズⅡの推定ごみ質

物理組成	生分解性廃棄物	資源ごみ	残渣ごみ
食品残渣ごみ	51%	1%	2%
草木類	33%	0%	0%
紙類	13%	31%	23%
プラスチック	1%	19%	62%
布革類	0%	1%	3%
ガラス類	0%	40%	8%
金属類	0%	7%	1%
その他	2%	1%	1%
合計	100%	100%	100%

出典：JICA 調査団

3) 全体システムフロー

全体システムフローは、フェーズⅠに類似しているが、分別収集システムがフェーズⅡに導入され、資源ごみの選別のためベルトコンベヤーシステムにより、選別活動は著しく改善する。全体システムフローは、図 3.4-5 に示すとおりである。

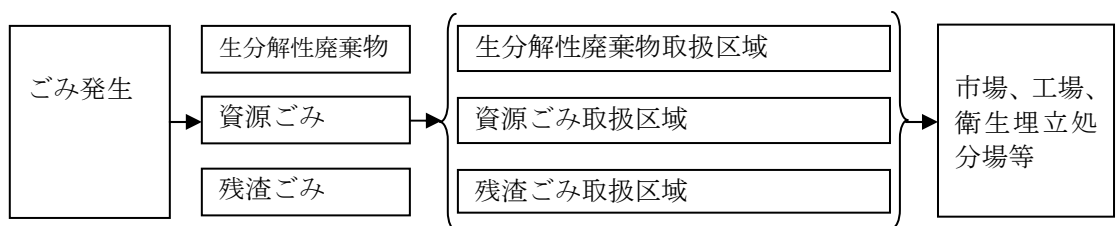


図 3.4-5 MRF の全体システムフロー

出典：JICA 調査団

i) 生分解性廃棄物の取り扱い

生分解性廃棄物取扱区域では、積み下ろし、選別、不純物及び不適物の除去、バイオリアクターでのコンポスト化、養生、熟成、袋詰め、コンポストとしての売却のための貯留を行う。市場の変動に対応するため十分な貯蓄場所を確保するとともに、コンポスト利用の畑や庭など、その実証を目的とした施設や自己完結型の施設の設置も予定する。

生分解性廃棄物は、積み下ろし場所で積み下ろされ、選別区域に運ばれる。破碎前にプラスチック、ひも、金属及び割れたガラス等は、選別除去される。生分解性廃棄物は破碎後、バイオリアクター内でコンポスト化または炭化システムによって炭化され再資源化される。食品残渣及び動物ごみに関しては、コンポスト化適用される。バイオリアクターでの 65℃以下で 8 時間程度の 1 次発酵後のコンポストは、20～30 日間約 40℃近辺で養生される。生分解性廃棄物のコンポスト化及び炭化システムは、図 3.4-6 に示すとおりである。

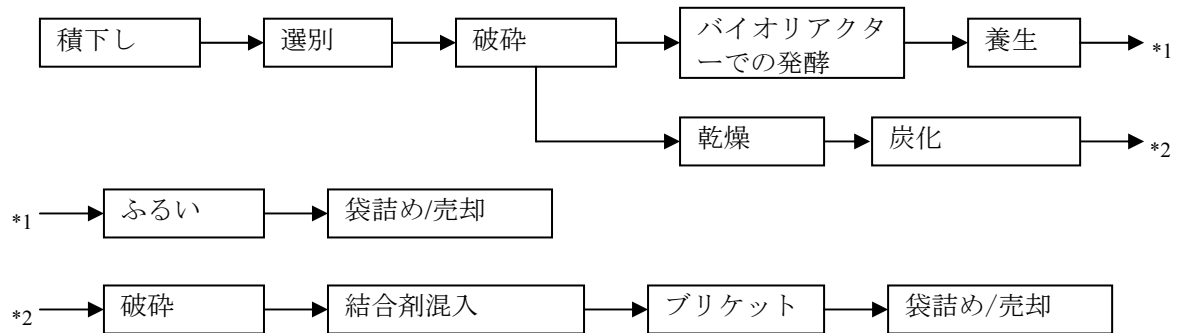


図 3.4-6 生分解性廃棄物のシステムフロー

出典：JICA 調査団

ii) 資源ごみの取り扱い

フェーズⅡでは、資源ごみの選別のためのベルトコンベヤーシステムを導入する。さらにガラス破碎区域、発砲スチロールのモールド製品の生産システムを導入する。資源ごみのシステムフローは、図 3.4-7 に示すとおりである。

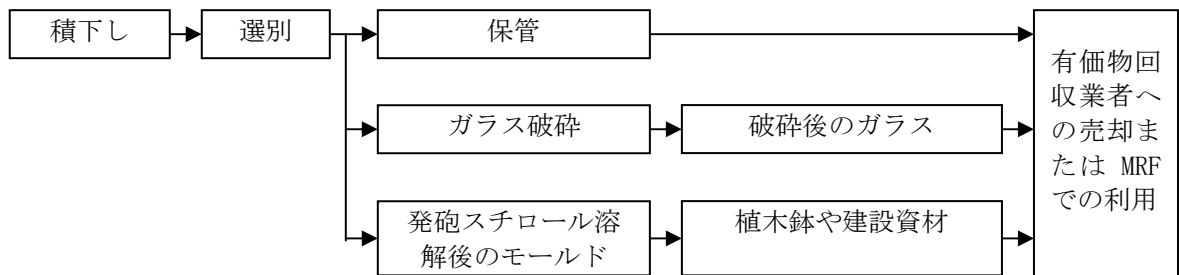


図 3.4-7 資源ごみのシステムフロー

出典：JICA 調査団

iii) 残渣ごみの取り扱い

残渣取扱区域にはプレス機を導入し、残渣の処分量及び運搬時の体積を減量化する。主な残渣の取り扱い方法は、プレス後に袋詰めする方法である。プレス機とともに中空ブロックの製作システムが導入し、残渣の減量化を図る。残渣ごみの取り扱い方法に関するシステムフローを図 3.4-8 に示す。

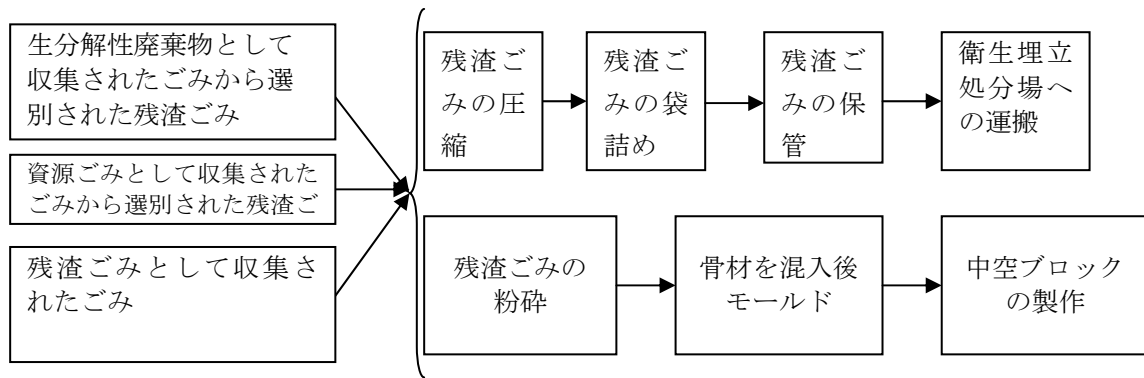


図 3.4-8 残渣ごみのシステムフロー

出典：JICA 調査団

(3) フェーズⅢ

1) 設計条件

- 場所: マノックマノック MRF、バランガイマノックマノック
- 区域: 約 0.7ha
- 収集区域: バランガイマノックマノック、バランガイバラバグ、バランガイヤパック

フェーズⅢで取り扱う推定ごみ量・ごみ質は、それぞれ表 3.4-5 及び表 3.4-6 に示すとおりである。

表 3.4-5 フェーズⅢの推定ごみ量

ごみの種類	[トン/日]		
	2015	2016	2017
生分解性廃棄物	7.4	7.6	7.9
資源ごみ	7.0	7.2	7.4
残渣ごみ	5.6	5.8	6.0
合計	20.0	20.6	21.3

出典：JICA 調査団

表 3.4-6 フェーズⅢの推定ごみ質

物理組成	[重量%、湿ベース]		
	生分解性廃棄物	資源ごみ	残渣ごみ
食品残渣ごみ	54%	0%	1%
草木類	37%	0%	0%
紙類	8%	32%	23%
プラスチック	1%	19%	62%
布革類	0%	0%	4%
ガラス類	0%	41%	8%
金属類	0%	7%	1%
その他	0%	1%	1%
合計	100%	100%	100%

出典：JICA 調査団

2) 全体システムフロー

全体システムフローはフェーズⅡと同様である。フェーズⅡの設備に加えて再資源化促進センターを整備し、有価物の売却促進や資源化活動に関する新技術の開発のため、有価物や再資源化プロセスを示すパネルの展示や3R活動に関する環境教育セミナーを実施する。また、コンポストを活用した庭園や花壇も整備する。

3.4.2 配置計画

設計構想に従い、各施設はフェーズごとに整備する。フェーズⅠでは、既存のマノックマノック MRF の区域を、全てのごみを取扱うために利用する。フェーズⅠの各施設の配置は、図 3.4-9 に示すとおりである。

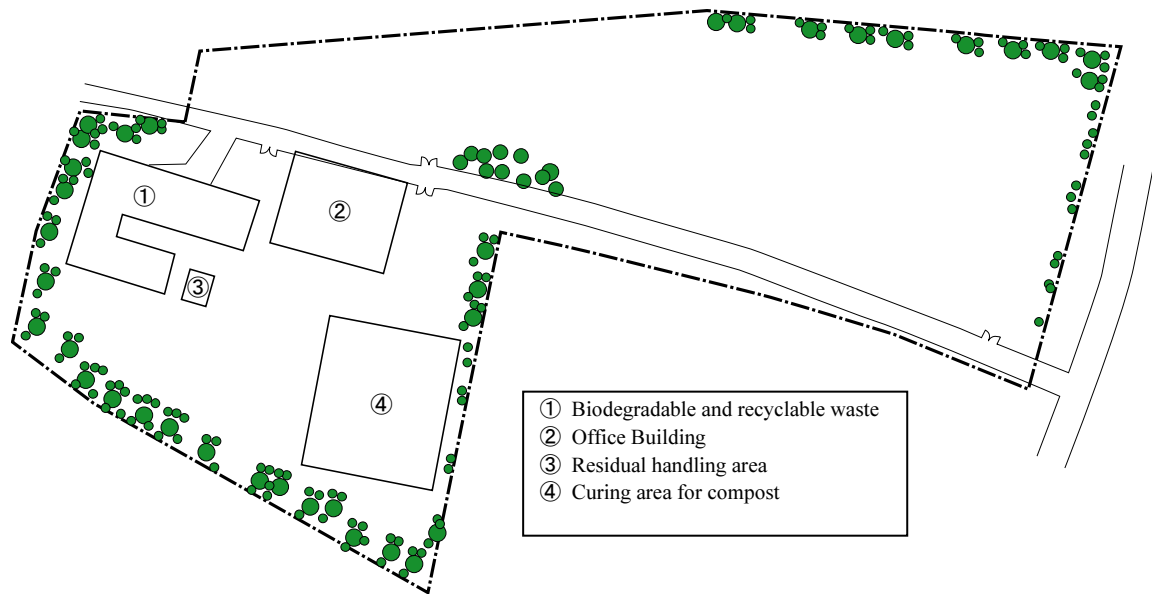


図 3.4-9 フェーズⅠの施設配置計画

フェーズⅡでは、中央 MRF の用地を既存のマノックマノック MRF の反対の現在庭園などに利用されている区域に拡張し、コンポストの養生以外の生分解性廃棄物の取扱区域及び資源ごみの取扱区域として利用する。フェーズⅡの施設配置は、図 3.4-10 に示すとおりである。

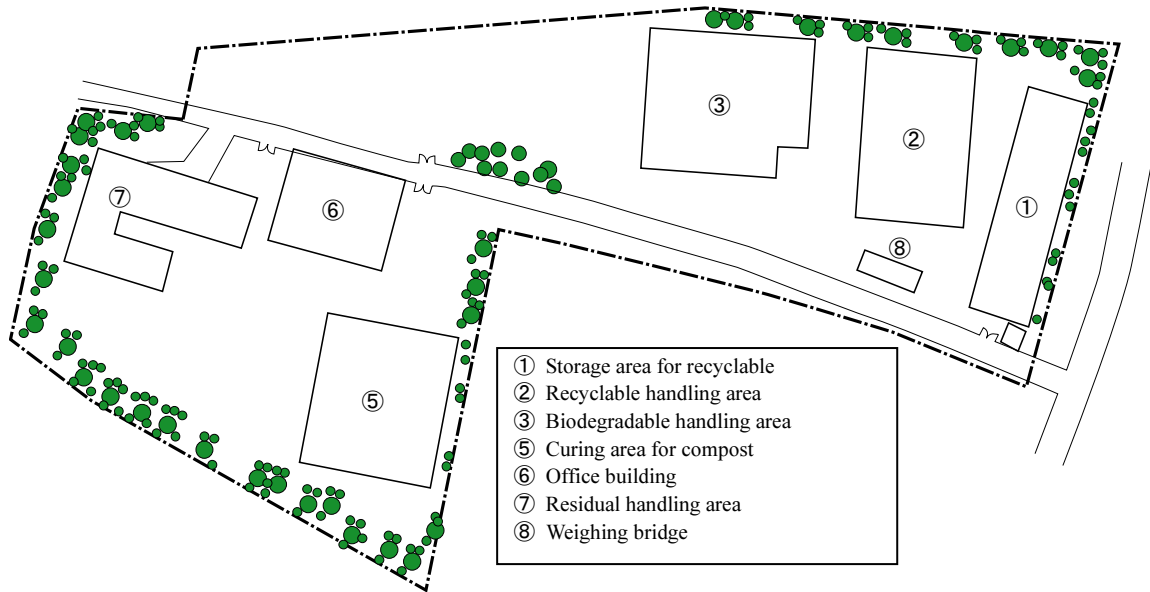


図 3.4-10 フェーズⅡの施設配置計画

フェーズⅢでは、再資源化促進センターを整備する。フェーズⅢの施設配置は、図 3.4-11 に示すとおりである。

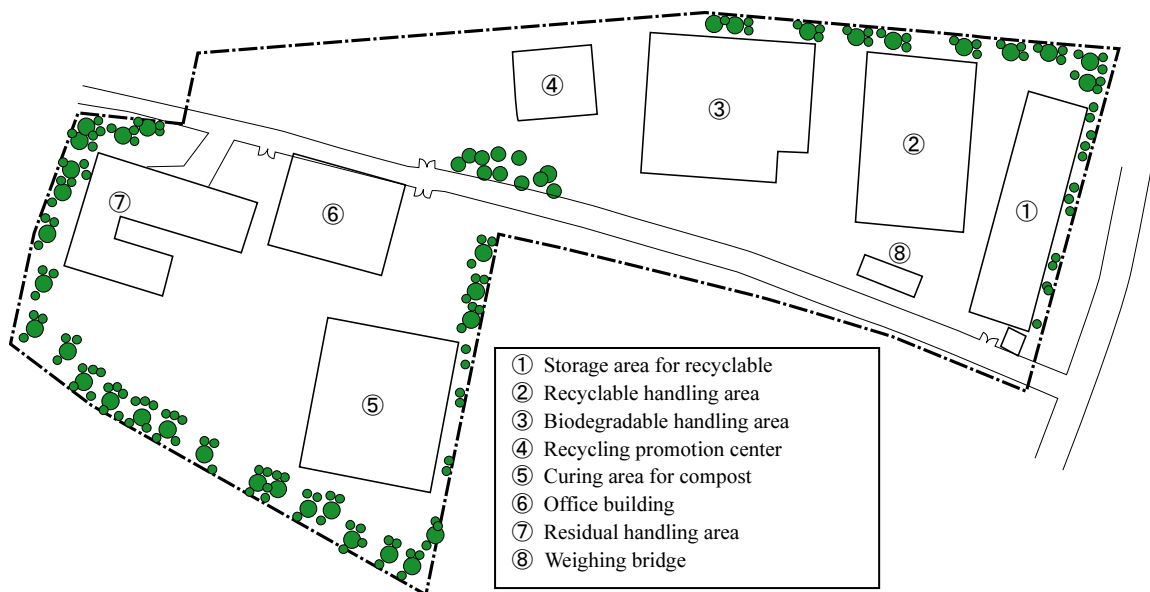


図 3.4-11 フェーズⅢの施設配置計画

3.4.3 土木設計

予定地の傾斜やマライ町の財務能力を考慮すると、車両の通行に舗装道路は必要ではないが、締め固めのような十分な予定地の整備が必要である。排水施設は、雨期の洪水を防ぐために必要である。

(1) 排水施設

提案された MRF の雨水排水システムは、MRF 用地の境界で囲まれている区域や排水集水域に寄与する近隣区域の構造物から集水される雨水を排水することを目的としている。この計画は、構造物に接続したコンクリート製パイプを利用し、主排水路となる開放型水路に接続する。雨水は最終的に集水池へ運ばれ、自然流下または地下浸透する。

1) 設計検討

排水路の設計の過程で以下のことを検討した。

- 雨水排水の輸送は、用地の高低差を利用して重力流によって行われる。
- 用地の傾斜を利用して 0.60~3.00[m/s]の流速で配管及び開放型水路は設計される。
- 施設周辺の雨水排水管には 150mm 以上の管径を適用するが、一部 200mm の管径も使用する。
- 排水枡やマンホールはパイプの突合せの開口部での高低差に適応するように設置する。また、パイプ開口部の径に適合したものとする。
- 開放型水路は、施設に溜まった水を集水するために供給し、それが自然排水される前に集水池にそれを輸送する。

2) 設計基準

設計基準となる降雨強度は、10 年の再現期間に基に排水管及び長方形水路の検討を行った。確率強度はカリボ観測所の降雨確率強度データを採用し、10 年間の再現期間で降雨継続時間が 10 分未満である $I_{10}=135.60$ mm/時を基に計算を行った。排水量の計算は集水域では合理式を採用し、排水施設からの排水の平均速度は開放水路及び管水路とも Manning 式を用いて計算した。鉄筋コンクリート製パイプ及び開放水路の排水容量の計算結果は、表 3.4-7 に示すとおりである。

表 3.4-7 排水路径及び排水流量の設計値

設備タイプ	排水設備のサイズ (最小勾配 0.5%)	排水容量(m ³ /秒)
施設周囲へのパイプ設置	コンクリート製パイプ (φ 150mm)	0.01
施設周囲へのパイプ設置	コンクリート製パイプ (φ 200mm)	0.02
矩形水路	400×600mm	0.32-0.71(最大断面時 [Manning 式における排水勾配]=0.03)

出典：JICA 調査団

3.5 施設及び機材計画

フェーズⅠ、Ⅱ、Ⅲにおいてマノックマノック中央 MRF に計画する施設及び機材は、表 3.5-1 に示すとおりである。

表 3.5-1 マノックマノック中央 MRF の施設及び機材

番号	設備・機材	機能	数量・仕様	既存機材の利用	新規購入・建設
施設					
1	オフィス建屋	現場スタッフのオフィススペース。来客用スペースを含む	約 200m ² , RC 構造	-	フェーズ I
2	生分解性廃棄物及び資源ごみ処理区域 (フェーズ I)	選別区域、バイオリアクター、ふるい・梱包区域を含む	約 280m ² , RC 構造	-	フェーズ I
3	生分解性廃棄物処理区域 (フェーズ II)	選別区域、バイオリアクター区域、ふるい・梱包区域、豆炭製造区域を含む	約 500m ² , RC 構造	-	フェーズ II
4	資源ごみ処理区域 (フェーズ II)	選別区域、梱包区域、ポリスチレン再生区域	約 300m ² , RC 構造	-	フェーズ II
5	資源ごみ貯留区域	選別された有価物と処理された病院ごみの貯蔵	約 310m ² , RC 構造	-	フェーズ II
6	コンポスト養生区域	バイオリアクターから取り出したコンポストを保存する。(保存は約 30 日間の想定)	約 450m ² , RC 構造	-	フェーズ II
7	雨水排水施設	処分場スロープ部からの流出雨水の排除、廃棄物埋立区域へ雨水流入の防止	コンクリート製パイプ (φ 150mm、φ 200mm) 及びそれに沿った開渠 (底面幅 400mm × 深さ 600mm)	-	フェーズ I、フェーズ II
8	トラックスケール	搬入されるごみ及び有価物の計量、計量データに基づきごみ及び物質フローを明らかにする	移動式トラックスケール (1 セット、最大 20 トン計量可)	-	1 基 (フェーズ I)
9	ゲート/ゲート小屋/フェンス	中央 MRF の敷地全体をフェンスで取り囲み、施設へのすべての入場 (人・車両) を、ゲートにて管理する。	フェンス延長約 200m、ゲート小屋 6 m ²	-	1 式 (フェーズ I、フェーズ II)
10	車両洗浄区域 (洗浄池)	場外へ退出する車両のタイヤの洗浄	約 10m ² 洗浄プールと水供給を整備	-	1 式 (フェーズ I、フェーズ II)
11	リサイクル促進センター	小規模の再生品製造の技術開発、再生品の展示、MRF の活動を通じた環境教育を行う。	86m ² (技術開発、再生品の展示エリアを含む)	-	1 式 (フェーズ III)
機材					
1	バイオリアクター***	生分解性廃棄物を初期発酵プロセスにより急速に分解する	0.5 [トン/日]	3 台	-
			1 [トン/日]	-	2 基 (フェーズ I: 1 基、フェーズ II: 1 基)
			2 [トン/日]	-	1 基 (フェーズ II)

番号	設備・機材	機能	数量・仕様	既存機材の利用	新規購入・建設
2	豆炭製造システム**	セルロース性物質より豆炭を製造する。木質及び草木類の切断、乾燥後に、過熱、固化、圧縮により、炭化を行う。	処理区域約15m ² 炭化、切断、混合、ブロック化の設備を含む。製造能力は約0.5 トン/日	1基	-
3	ベルトコンベア	選別を行うため、搬入された有機ごみを有機ごみ処理区域へ移動する	ベルトコンベア延長約20m	-	1式(フェーズ II)
4	ガラス破碎機*	割れガラスやガラス瓶を破碎しカレット化する。	2基(処理容量計500kg/hr)	1基	1基(フェーズ II)
5	シュレッダー**	バイオリアクターもしくは豆炭製造システムに導入するため庭木等のごみを破碎する	2基	2基	1基(フェーズ I)
6	プラスチック固化システム***	ポリスチレンフォームと廃油と溶解し、タイルやブロックを製造する。	処理容量約5kg/時	1式	-
7	中空ブロック製造システム**	破碎(粉化)した残渣ごみを薬品と混合した後、一定期間、整形・保存する。	粉化機(処理容量2トン/日)	1式	-
8	梱包機*	運搬の効率化とSLFの延命のためにごみを圧縮し減容する。	処理容量約500kg/時	-	1基

注: * 梱包機は、2008年にLGUにより、パラパグMRFに整備される計画である。F/Sでは、この費用をフェーズ1にて仮に計上した。

** 豆炭製造システムと中空ブロック製造システムはDOTに寄贈されることを仮定した。

*** バイオリアクター3基(0.5トン/日・基)とプラスチック固化システムは、フェーズIIにおいてボラカイ島の各MRFよりマノックマノック中央MRFに移設する。

出典: JICA調査団

3.6 運営維持管理計画

3.6.1 運営維持管理システム

(1) 運営

1) 施設全体の運営

マノックマノック中央MRFの運営においては、以下の活動を行う。

- 収集車の稼働: 収集車の施設への出入りを含む運転管理、トラックスケールでのごみ積載時及び未積載時の収集車の重量測定、日常点検等
- 生分解性廃棄物取扱区域の運営(フェーズII及びIII)¹: 生分解性廃棄物の積下し及び処理とバイオリアクターやシュレッダー等の施設の運営管理

1 フェーズIでは生分解性廃棄物及び資源ごみ取扱区域は既存のマノックマノックMRFの区域内の同一の建屋内に位置している。

- 資源ごみ取扱区域の運営（フェーズⅡ及びⅢ）：資源ごみの積下し及び衛生埋立処分場に搬入される資源ごみ及び残渣ごみの選別及び発砲スチロールやガラス片の再資源化やその他資源ごみの貯留
- 残渣ごみ取扱区域の運営（フェーズⅠ、Ⅱ及びⅢ）：残渣ごみの積下し及び残渣ごみ以外のごみの選別、衛生埋立最終処分場への運搬のための残渣ごみの圧縮及び袋詰め
- 毎日の稼働時間：原則として5時30分から18時まで全シーズンに適応

2) 収集車の稼働

分別排出を促進するが、フェーズⅠでは分別のための区切りを設置した1台の車で収集する。収集ごみは、生分解性廃棄物、資源ごみ及び残渣ごみの積下し区域で、それぞれ積下しを行う。フェーズⅠの収集車の稼働計画は、図3.6-1に示すとおりである。

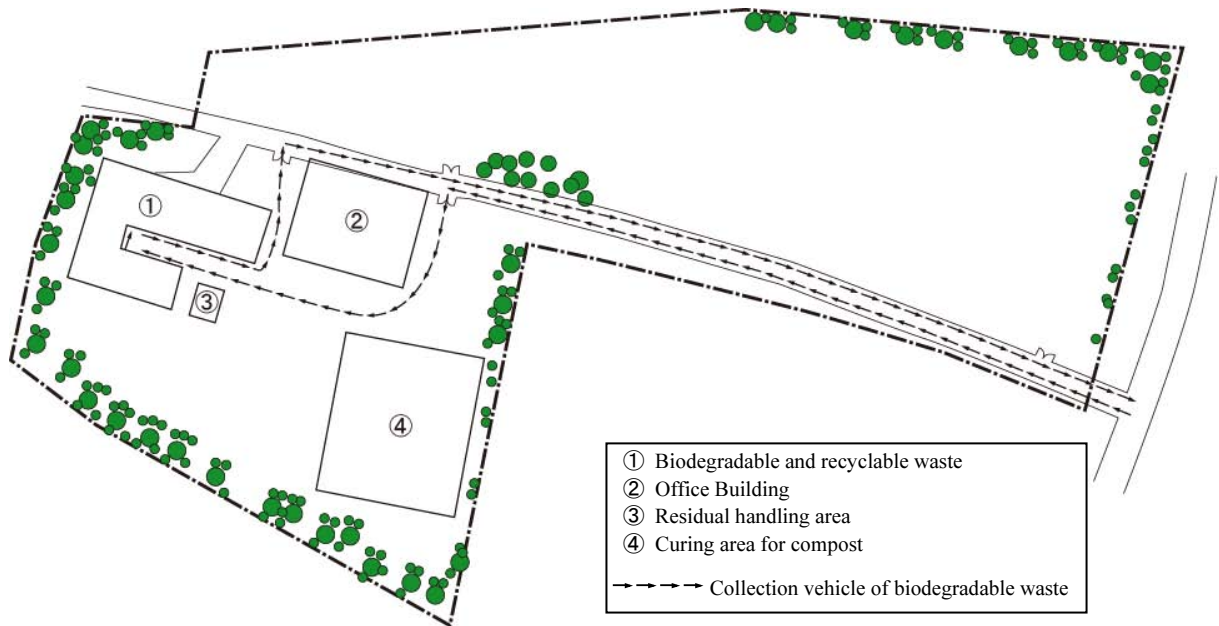


図 3.6-1 収集車の稼働計画(フェーズⅠ)

出典：JICA 調査団

分別収集はフェーズⅡ、フェーズⅢで導入する。フェーズⅡでは全ての収集車は、トラックスケールを通過し、ごみを積載した状態で収集車の重量を計測する。残渣ごみ取扱区域は、トラックスケールが配置されている場所の外ではあるが、残渣ごみを積載した収集車も積下しの前にトラックスケールを通過する必要がある。それぞれのごみを積載した収集車の稼働計画を図3.6-2から図3.6-4に示す。

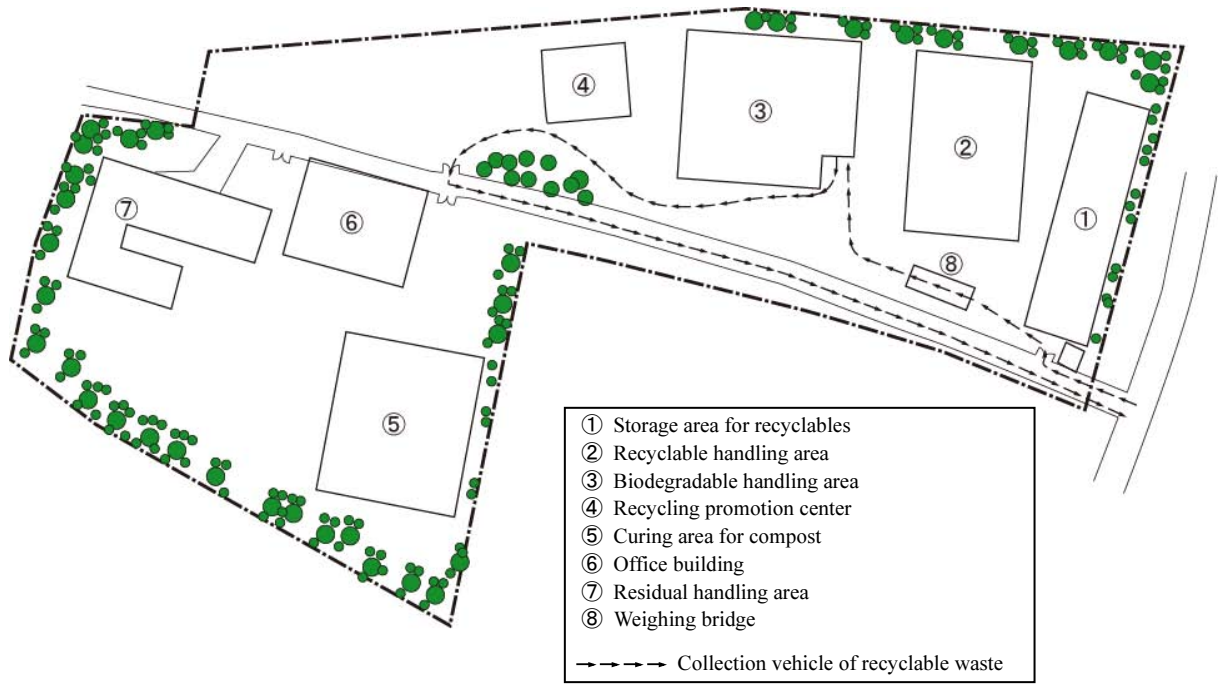


図 3.6-2 生分解性廃棄物収集車の稼働計画(フェーズⅡ及びⅢ)

出典：JICA 調査団

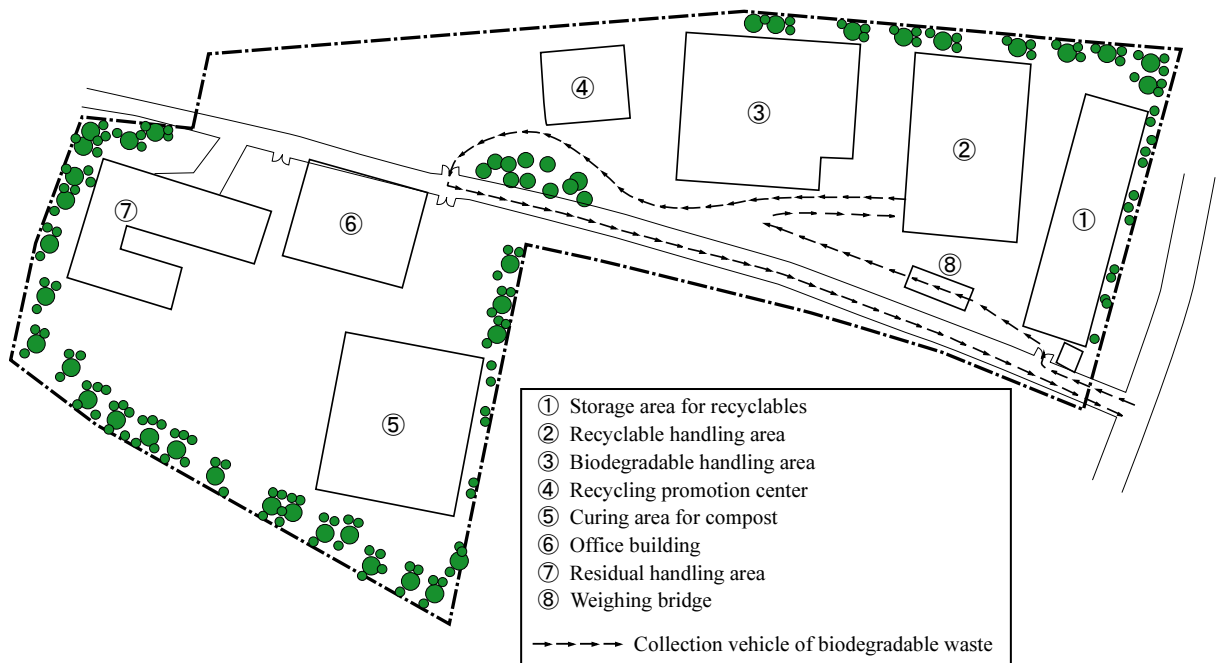


図 3.6-3 資源ごみ収集車の稼働計画 (フェーズⅡ及びⅢ)

出典：JICA 調査団

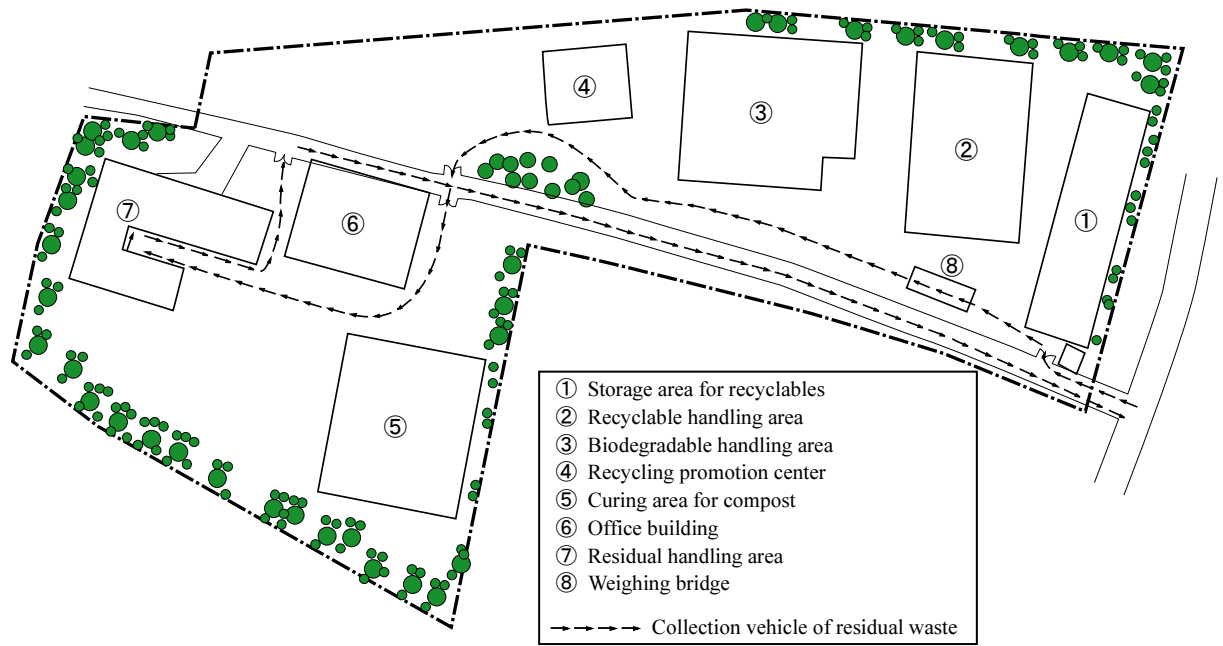


図 3.6-4 残渣ごみ収集車の稼働計画(フェーズⅡ及びⅢ)

出典：JICA 調査団

2) 生分解性廃棄物取扱区域の運営

生分解性廃棄物は生分解性廃棄物取扱区域で積下ろされ、資源ごみや残渣ごみのような不純物の除去後、破碎される。剪定ごみの一部は、フェーズⅡで導入する豆炭を作るため炭化区域で処理される。一方、食品残渣ごみは、一次発酵のため、8時間バイオリアクターに入れられる。一次発酵及び篩選別後、30日間程養生を行い、製品として袋詰めされる。生分解性廃棄物取扱区域の稼働計画は、図 3.6-5 に示すとおりである。

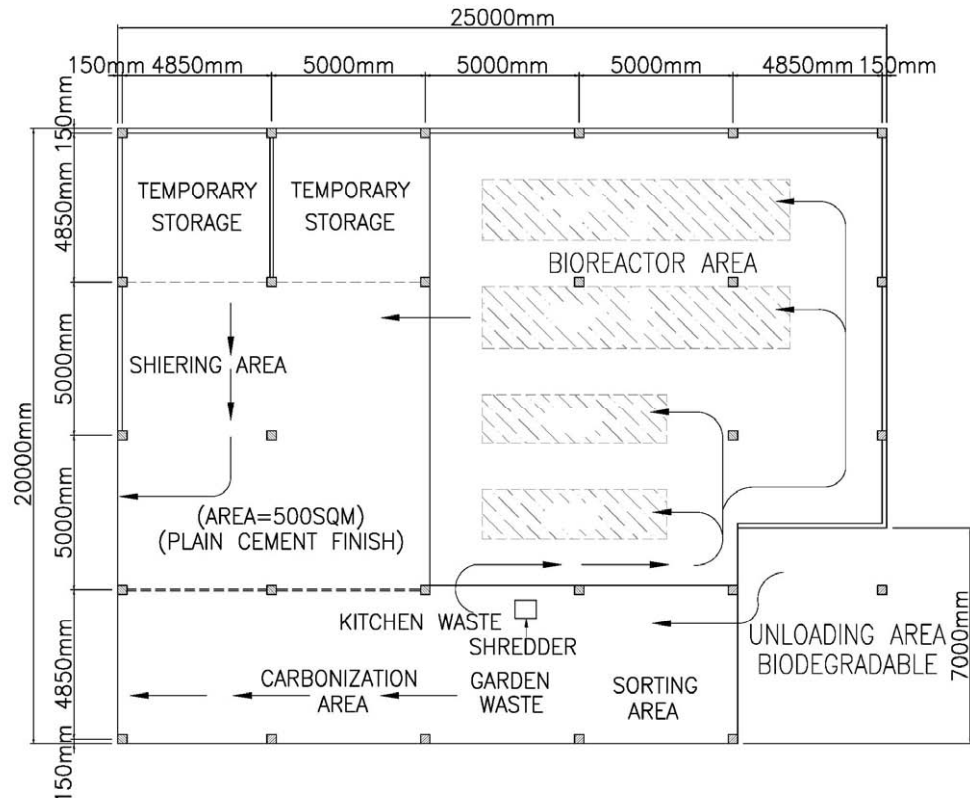


図 3.6-5 生分解性廃棄物取扱区域の稼働計画 (フェーズⅡ及びⅢ)

出典：JICA 調査団

5) 資源ごみ取扱区域の運営

資源ごみは資源ごみ取扱区域で積下ろし、ベルトコンベヤー乗せる。選別作業員は対象となる資源ごみを選別し、残渣ごみは、残渣ごみストックヤードに運搬後、資源ごみ貯留区域に運ばれる。ガラス及び発砲スチロールは、各取扱区域で取り扱い、再資源化品や再資源化品の基として利用される。資源ごみの流れを図 3.6-6 に示す。

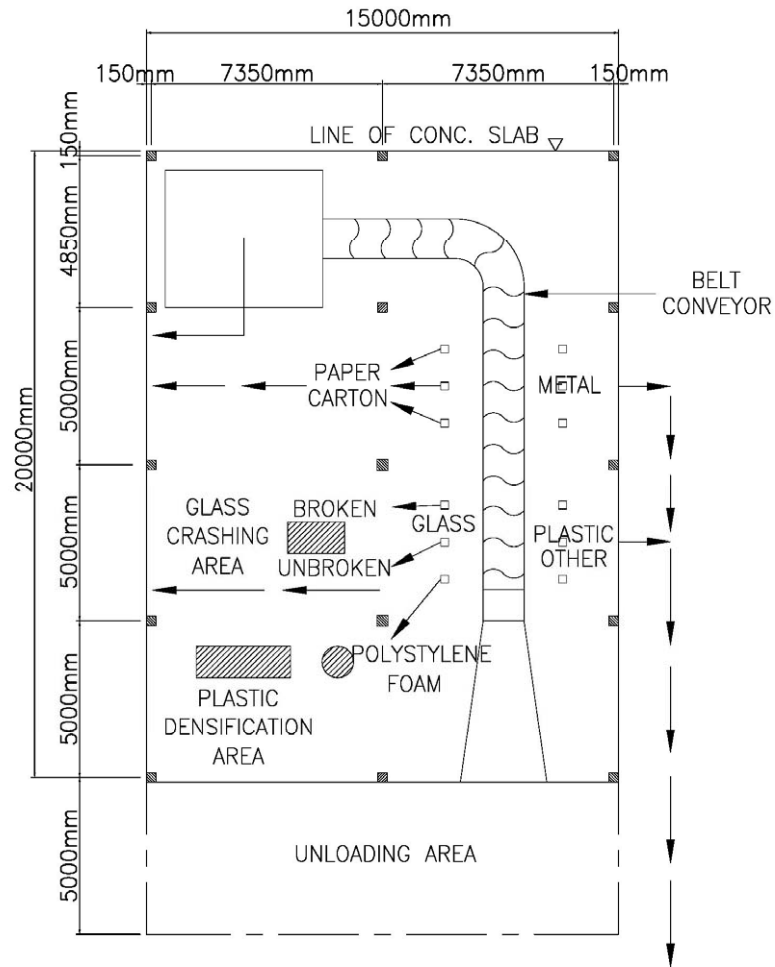


図 3.6-6 資源ごみ取扱区域の稼働計画(フェーズⅡ及びⅢ)

出典：JICA 調査団

6) 残渣ごみ取扱を含むその他の運営

残渣ごみは、残渣ごみ取扱区域で積下しされ、プレス及び袋詰め後、衛生埋立処分場へ運搬する。残渣ごみの一部は粉砕されセメントや骨材と混合して、中空ブロックを製造する。庭園や花壇とともに再資源化促進センターを、再資源化学品や観花植物のためのコンポストの展示などのために計画する。

(2) 維持管理

維持管理は、それらの稼働が円滑になるとともに施設や機材の延命化を行うために実施すべきである。各施設や機材は、機材メーカーのマニュアルや推奨項目に従って定期的に点検する。日常、週間及び月間の維持管理項目や緊急時に必要とされる対策を含んだ維持管理マニュアルを準備する。

(3) 品質管理

1) 発生源での適切な分別の促進

発生源分別はボラカイ島の収集区域で行われているが、調査団のごみ量ごみ質調査によると分別率は70～80%であった。MRFで効率的に選別を実施するに当って、適切な発生源分別の実施を促進は重要である。特に生分解性廃棄物の混在する不適物の手選別は重要であり、不適物の存在によるシュレッダーの刃先を傷めることを防止する必要がある、完全な発生源分別が望ましい。資源ごみ及び残渣ごみに関しても適切な発生源分別が重要であり、MRFでの資源ごみの選別及び残渣ごみの袋詰めは効率的な実施に貢献する。このような背景から、中央MRFに搬入されるごみの無作為抽出検査は不純物の混合を防止するためにも実施すべきである。IECプログラムでは、ポスター、パンフレット、ラジオ番組や簡易メッセージ等により分別手法の広報を行い、発生源での適切な分別の実施を促進する。

2) 再生品の品質管理及び市場確保

紙類及びダンボールは有価物回収業者に売却可能であるが、現在、紙類及びダンボールは売却できずMRFに保管されている。この主な原因として、保管されている紙類及びダンボール類が湿っており、汚れているためである。そこで、降雨や汚れを避けることのできる紙やダンボール類の保管場所を整備する。

フィルム性のプラスチックを除いたPETボトルのような熱可塑性プラスチックについては、サンミュゲル会社が行っているように、有価物回収業者に売却可能である。ある種のプラスチックについて売却は不可能であるが、売却可能な資源ごみとセットで一緒に回収するシステムが有価物回収業者や流通業者に対して提案可能である。アルミニウムのような付加価値の高いものは、既に発生源で有価物回収業者に売却するために抜き取られている。

コンポストは、ホテルやリゾートに鑑賞植物の肥料として5ペソ/kgで売却されている。現在のコンポストの品質を考えると適用範囲は限界があるが、市場の拡大は、品質の改善により可能となる。市場の拡大や開発のため、庭園、花壇、農園などをMRFに整備し、コンポストを使用することでその品質の証明やコンポスト市場の季節やその他の原因による変動への対策として活用する。

3.6.2 組織

マノックマノック中央 MRF の運営組織は、再構築されるボラカイ廃棄物管理活動チーム (BSWMAT) の一部として設立することを提案する。中央 MRF の運用のための組織は、図 3.6-7 に示すとおりである。ボラカイ島全体の清掃及び収集及び MRF の全体管理は経営監督者によって、技術課題は、技術監督者によって管理される体制とする。

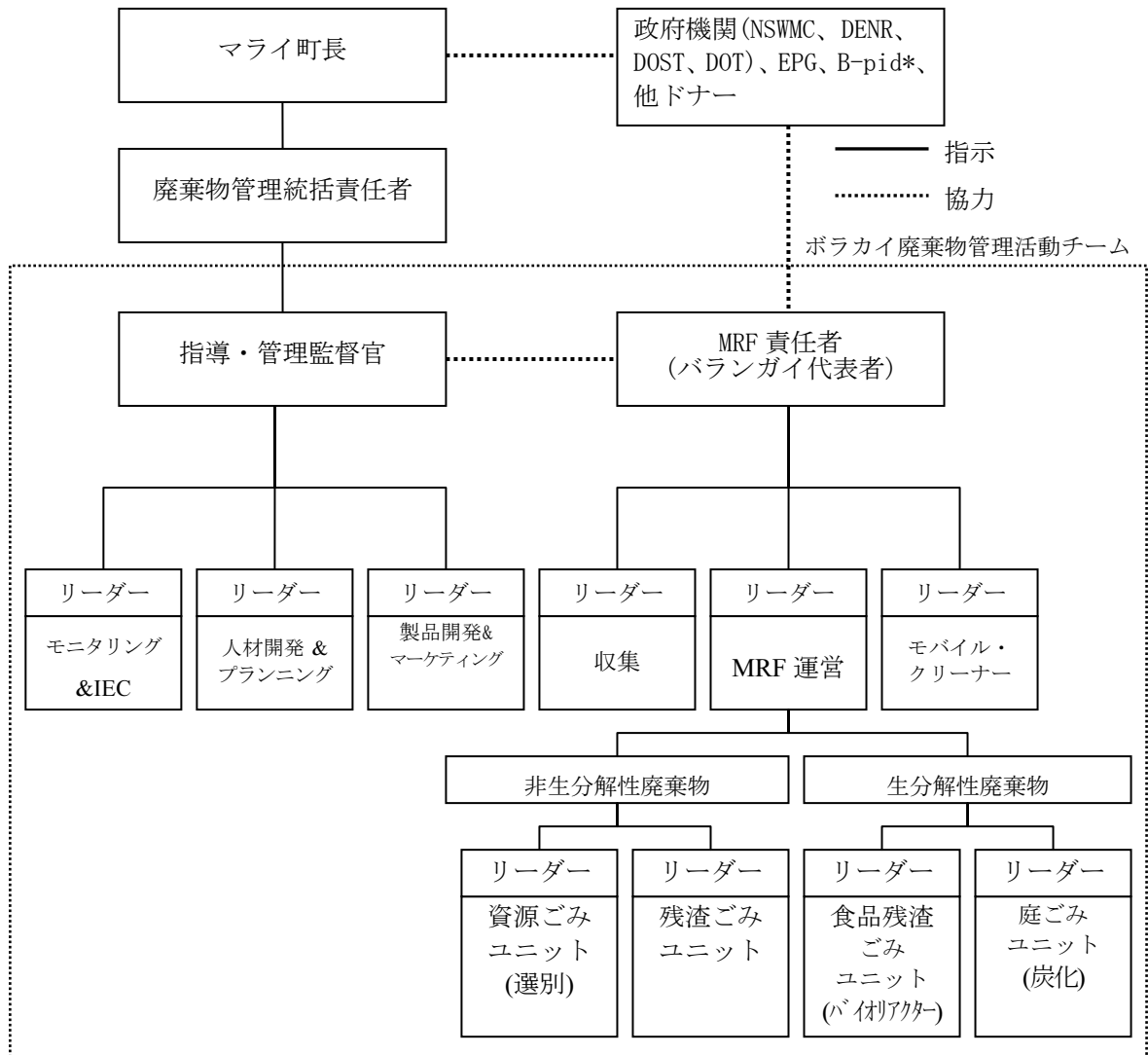


図 3.6-7 マノックマノック中央 MRF の運営組織

注*: B-pid (Boracay Private Initiatives for Diversion) は、環境保護活動に向けて、ボラカイ島における民間企業で構成される組織である。モバイル・クリーナーは海岸・道路清掃を行う。

出典: JICA 調査団

各部門で必要となる職員及びその役割は、表 3.6-1 に示すとおりである。

表 3.6-1 必要な職員及びその役割

役割	職員数			業務内容
	フェーズ I	フェーズ II	フェーズ III	
MRF マネージャー	1	1	1	MRF 全体の稼働の監督
経営監督者	1	1	1	MRF の運営状況の監査及び MRF マネージャーの監督
各区画リーダー	0	4	4	MRF、収集・運搬及び環境モニタリングの各セクションのまとめ
秘書	1	1	1	会計、管理部門を取扱い監督を補佐
収集車の運転手	3	6	6	収集車の運転及び維持管理
収集車の補助員	6	12	12	排出ごみのチェック、収集ごみの積み込み及び積み下ろし
エコエイド	0	8	9	毎日プッシュカート等で1次収集を行うとともに、終了後、MRF で選別の補助
海岸清掃員	-*	20	25	海岸の清掃をし、漂着ごみを集積場所まで運搬
道路清掃員	-*	20	25	道路清掃を行い、道路ごみを集積場所まで運搬
選別員	8	6	8	資源ごみを分別し、残渣ごみを袋詰めする。
技術スタッフ(生分解性廃棄物取扱区域)	2	2	2	区域内で使用する機材の運営及び維持管理及びコンポスト化、豆炭製作のための生分解性廃棄物の取扱い
技術スタッフ(資源ごみ取扱区域)	1	2	2	区域内で使用する機材の運営及び維持管理及び資源ごみの取扱い
技術スタッフ(その他の区域)	1	1	2	区域内で使用する機材の運営及び維持管理及び残渣ごみの取扱い
トラックスケール運転員	0	1	1	トラックスケールの稼働及び各車両及び取扱ごみの記録の管理
環境モニター	4	20	25	発生源分別活動のモニター及び実施促進やその他の住民意識啓蒙活動やごみ収集料金の徴収

注：* 海岸清掃員及び道路清掃員は、2011 年まで直接マライ町に雇われており、2012 年から再構築するボラカイ廃棄物管理活動チームで雇用する。

出典：JICA 調査団

3.6.3 人材開発

マノックマノック中央 MRF の設立及び稼働に伴い、人材開発及び管理が必要不可欠である。新規システムが開始するので、現場監督（技術監督）及び数人の技術職員及び作業員が計画及び設計段階等の初期段階から関与するのが望ましい。初期段階での経験を通じて作業員は柔軟に対応可能な運転方法を習得することができる。運転員へ向けた運転マニュアルの整備が必要である。マニュアルに基づいて運転員は適切な運転方法の研修をうけるべきである。運転マニュアルは次の項目を含むべきである。

- MRF、機材及び施設の稼働・運転時間
- 各区域のごみの取扱手法
- 機器の操作方法

ボラカイ島の廃棄物管理の全容を含む MRF の目的及びシステムを全ての職員に教えるべきである。この知識が各職員の役割や責任、また職員の各役割の相互関係の明確な理解への手助けとなり、MRF を円滑に稼働することを容易にする。さらに、数職員の中には、将来、移動になる可能性もありため、マニュアル及び日報は、経験から得た情報として有効利用するために保管されるべきである。研修プログラムは各職員に対して次のような項目を含むべきである。

表 3.6-2 中央 MRF の各職員の研修プログラム

ポジション	研修プログラム
技術監督員	- MRF の稼働に関する技術面の研修 - MRF の優良事例の視察
リーダー	- 施設管理と運転管理に関する研修 - MRF の優良事例の視察
チーフ	- 施設管理と運転管理に関する研修 - MRF の優良事例の視察
秘書	- MRF 施設及び組織の財務処理並びに活動に関する記録の管理
収集車の運転手	- 車両操縦技術、廃棄物収集ルート、収集スケジュールの理解 - 車両の日常監視、定期的維持管理に関する研修
トラック補助員	- 廃棄物収集ルート、収集スケジュールの理解 - マライ町での分別方法に関する研修 - 効率的ごみ収集に関する研修
エコエイド	- 廃棄物収集ルート、収集スケジュールの理解 - Boracay 島における分別方法に関する研修 - 効率的ごみ収集に関する研修
選別スタッフ	- 再生可能資源の種類とベルトコンベア等の選別に関する機材の運転手順
技術スタッフ (生分解性廃棄物処理区域)	- バイオリアクターの運転を含めた生分解性廃棄物の処理方法に関する理解、その他のコンポスト化過程において必要とされる知識の理解
技術スタッフ (資源ごみ処理区域)	- プラスチック固化やガラス破砕機の運転方法等、資源ごみ処理方法
技術スタッフ (その他の区域)	- 中空ブロック製造に用いる粉化機や整形機の運転方法等、残渣ごみ処理方法
トラックスケール運転員	- トラックスケールの利用・運転 - トラックスケールでの計量データの記録方法
環境モニタリング担当	- 分別収集でのごみ分類、ごみ収集者の収集ルート、収集スケジュール、収集エリア、環境モニタリングの対象区域の理解

出典：JICA 調査団

3.7 実施計画

マノックマノック中央 MRF の整備は、図 3.7-1 に示すようにフェーズⅠからⅢに分けた工程で実施する。

No.	Work Items	2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016		2017	
		J-M	A-J	J-S	O-D	J-M	A-J	J-S	O-D	J-M	A-J	J-S	O-D	J-M	A-J	J-S	O-D	J-M	A-J	J-S	O-D
A	Pre-Construction																				
1	CNC Application																				
2	Selection of E/S Consultant																				
	1) Expression of Interest (EO)																				
	2) Short Listing																				
	3) Technical Proposal																				
	4) Approval																				
3	Preparation of RFP and Tender Documents																				
4	Tender for Design and Build Contract																				
5	Contract Award and Notice to Proceed																				
B	Construction																				
1	Contractor mobilization																				
2	Preparatory work (to be done by the MOM)																				
	1) Clearing and grubbing (trees, shrub)																				
	2) Provisional rehabilitation of waste dumping area																				
3	Civil work (Phase I)																				
	1) Excavation and leveling																				
	2) Installation of drainage																				
4	Building work (Phase I)																				
	1) Office																				
	2) Biodegradable & recyclable handling area																				
5	Civil work (Phase II)																				
	1) Excavation and leveling																				
	2) Installation of drainage																				
6	Building work (Phase II)																				
	1) Storage area for recyclable																				
	2) Recyclable handling area																				
	3) Biodegradable handling area																				
	4) Curing area for compost																				
7	Civil work (Phase III)																				
8	Building work (Phase III)																				
9	Fencing and gate (cyclone wire, steel post & barbed wire)																				
10	Moving of existing facility																				
C	Equipment Procurement																				
1	Phase 1 equipment procurement																				
2	Phase 2 equipment procurement																				
3	Equipment procurement for Collection																				
D	Site Operation																				
1	Operation of the existing three MRFs																				
2	Operation of Phase I facilities																				
3	Operation of Phase II facilities																				
4	Operation of Phase III facilities																				
5	Environmental monitoring																				
	Site Closure of Balabag and Yapak MRFs																				

図 3.7-1 マノックマノック中央 MRF 整備実施工程

出典：JICA 調査団

3.8 事業費積算

3.8.1 投資額

数量及び各施設及び機材の基準単価を基に建設費、機材購入費、入札補助を含むエンジニアリング費、管理費は表 3.8-1 に示すように見積られた。

表 3.8-1 マノックマノック中央 MRF の投資額

(単位: x10³ ペソ)

カテゴリー	フェーズ I	フェーズ II	フェーズ III	合計
入札補助費用を含むエンジニアリングサービス (E/S) 費	514	851	108	1,473
MRF の建設費	10,287	17,025	2,164	29,476
管理費	540	894	114	1,548
機材調達費	2,050	2,750	0	4,800
小計	13,391	21,520	2,386	37,297
予備費	1,237	2,014	239	3,490
合計	14,628	23,534	2,625	40,787

注: 1) エンジニアリングサービス費は、建設費の 5%

2) 管理費は、建設費及びエンジニアリングサービス費の 5%

3) 予備費は、建設費、エンジニアリングサービス費及び管理費の総和の 10%及び機材調達費の 5%

出典: JICA 調査団

3.8.2 年間費用

2008~2017 年までの 10 ヶ年の年間費用は、マノックマノック中央 MRF の整備実施工程に基づいて作成した。見積もられた年間費用は、表 3.8-2 に示すとおりである。

表 3.8-2 マノックマノック中央 MRF の年間投資額及び維持管理費用

(単位: x10³ ペソ)

No.	Work Items	Total	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
A	Engineering Service (1)[(2)*0.05]	1,474	0	87	427	851	0	0	108	0	0	0
B	Construction (2)	29,476	0	1,740	8,547	17,025	0	0	2,164	0	0	0
1	Preparatory work	956	0	519	437	0	0	0	0	0	0	0
2	Civil work (Phase I)											
1)	Excavation and leveling	910	0	910	0	0	0	0	0	0	0	0
2)	Installation of drainage	97	0	97	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Building work (Phase I)											
1)	Office	4,050	0	0	4,050	0	0	0	0	0	0	0
2)	Biodegradable & recyclable handling area	2,750	0	0	2,750	0	0	0	0	0	0	0
4	Civil work (Phase II)											
1)	Excavation and leveling	1,144	0	0	572	572	0	0	0	0	0	0
2)	Installation of drainage	965	0	0	0	965	0	0	0	0	0	0
5	Building work (Phase II)											
1)	Storage area for recyclable	2,800	0	0	0	2,800	0	0	0	0	0	0
2)	Recyclable handling area	2,500	0	0	0	2,500	0	0	0	0	0	0
3)	Biodegradable handling area	4,000	0	0	0	4,000	0	0	0	0	0	0
4)	Curing area for compost	4,500	0	0	0	4,500	0	0	0	0	0	0
6	Civil work (Phase III)	599	0	0	0	0	0	0	599	0	0	0
7	Building work (Phase III)	1,200	0	0	0	0	0	0	1,200	0	0	0
8	Fencing and gate (cyclone wire, steel post & barbed wire)	1,574	0	0	262	1,049	0	0	262	0	0	0
9	Moving of existing facilities	29	0	0	0	29	0	0	0	0	0	0
10	Miscellaneous works (water supply, power supply)	1,404	0	215	476	610	0	0	103	0	0	0
C	Administration Cost (3)[(1)+(2)*0.05]	1,548	0	91	449	894	0	0	114	0	0	0
D	Equipment Procurement (4)	6,480	0	2,290	500	2,950	0	240	500	0	0	0
1	Phase 1 equipment procurement for MRF	2,050	0	2,050	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Phase 2 equipment procurement for MRF	2,750	0	0	0	2,750	0	0	0	0	0	0
3	Collection equipment procurement	1,680	0	240	500	200	0	240	500	0	0	0
E	Physical Contingency (5)[(1)+(2)+(3)*0.1+(4)*0.05]	3,574	0	306	967	2,024	0	12	264	0	0	0
	Subtotal of Investment (6) [(1)+(2)+(3)+(4)+(5)]	42,551	0	4,515	10,890	23,744	0	252	3,150	0	0	0
F	Operation and Maintenance Cost (7)											
1	O & M of MRF	48,839	4,167	4,707	5,521	5,588	4,516	4,577	4,612	4,980	5,046	5,123
2	O& M of Collection on Boracay Island	59,698	4,861	4,982	5,835	5,906	5,848	5,890	5,933	6,785	6,825	6,832
	Subtotal of O&M (7)		9,028	9,689	11,357	11,494	10,365	10,467	10,546	11,765	11,872	11,955
	Price Escalation (8)	44,774	451	1,456	3,507	7,594	2,864	3,646	5,575	5,617	6,545	7,519
	Total Cost (9)[(6)+(7)+(8)]	195,862	9,479	15,659	25,754	42,832	13,228	14,365	19,271	17,383	18,417	19,474

注：少数点以下は四捨五入されているため、1桁目の数値に誤差が生じている。

出典：JICA 調査団

3.9 財務分析

廃棄物の収集及び輸送費用は廃棄物管理費用の大部分となる MRF 及び提案された衛生理立処分場間の残渣ごみの輸送費用を含んでおり、廃棄物の収集及び輸送費用は、収集及び輸送される廃棄物量の増加により増えることが予測される。しかしながら、廃棄物管理 10 ヶ年計画はボラカイ島での廃棄物収集システムの改善は、3つの MRF の集中管理に従って収集効率の改善を目的として計画された。具体的には、分別ごみの改修頻度等の収集対象地域及び方法の変更である。マノックマノック中央 MRF は、現在、残渣ごみをマライ本島の衛生理立処分場への輸送に使用している港湾近傍に建設されるため、残渣ごみの輸送費の削減に貢献する。更に、提案された残渣ごみの荷造りシステムは、輸送される残渣ごみの容量を削減する。以上の条件でのボラカイ島の MRF の運営維持管理及び収集・輸送に係る年間費用は、表 3.9-1 に示すとおりである。

表 3.9-1 ボラカイ島の MRF の維持費用及びごみ収集・運搬費用

(単位: x10³ ペソ)

カテゴリー	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
ボラカイ島の MRF への収集・運搬	4,861	4,982	5,835	5,906	5,848	5,890	5,933	6,785	6,825	6,832
MRF から衛生埋立処分場への運搬	4,925	5,199	5,647	5,531	3,337	3,077	2,808	2,740	2,673	2,673
小計(収集・運搬)	9,786	10,181	11,482	11,437	9,185	8,967	8,741	9,525	9,498	9,505
ヤパック MRF	1,013	1,032	1,025	1,020	0	0	0	0	0	0
バラバグ MRF	1,908	2,730	3,040	3,144	0	0	0	0	0	0
マノックマノック MRF	1,245	1,276	2,016	2,059	4,516	4,577	4,612	4,980	5,046	5,123
小計 (MRF の維持管理費)	4,166	5,038	6,081	6,223	4,516	4,577	4,612	4,980	5,046	5,123
合計	13,952	15,219	17,563	17,660	13,701	13,544	13,353	14,505	14,544	14,628

出典：JICA 調査団

廃棄物管理 10 ヶ年計画では、ローカル・コモン・ファンド (LCF) の設立が提案されている。同ファンドはボラカイ島での中央 MRF、収集・輸送、清掃・モニタリングを運営するものであり、財務分析は以下の要素を含むこととした。

- 中央 MRF 開発の投資費用
- 既存 MRF 閉鎖の投資費用
- モニタリング及び清掃を含む生分解性ごみ、資源ごみ及び残渣ごみの収集場所から中央 MRF までの収集及び輸送に係る運営維持管理費
- 中央 MRF から衛生埋立処分場までの残渣ごみの輸送費用

費用回収システムの基本コンセプトについては、マノックマノック中央 MRF の整備、ボラカイ島の廃棄物収集・運搬のためのキャッシュフローは、以下の条件で策定した。

- 発生源でのごみ量の算出結果に基づき、住民及び事業所間での費用負担及び役割分担が検討され、住民が約 30%、汚染者負担の原則に基づき事業所が 70% とした。しかし、ごみ収集料金で費用回収できない分については、内国税収入 (IRA)、または一般財政の一般税で回収する。
- 廃棄物管理 10 ヶ年計画中は、家庭及び事業者からのごみ収集料金の 87% は、費用の割合に応じて MRF、ごみ収集・運搬関連費用に充当される。13% は廃棄関係に割り当てられる。
- 中央 MRF 開発に伴う費用の全額は、 balanガイおよびマライ町の内国税収入で賄うものとするが、内国税収入が他のプロジェクトにも充当されるように、環境・入島税も活用するものとする。
- ごみ収集の機材、MRF の運営維持管理は助成金または寄付により支出する。しかし、助成金及び寄付については確証されないため、検討していない。

資金支出は、表 3.9-2 のとおり算出された。ローカル・コモン・ファンドへの資金収入予測額は、中央 MRF の整備を含めたボラカイ島での廃棄物管理システムとしてのごみ収集・運搬の運営、中央 MRF の運営維持管理に必要な全費用を支払うことが可能と考えられる。

表 3.9-2 ボラカイ島の廃棄物管理及び収集・運搬のキャッシュフロー

Year		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Cash Inflows	A	14,650	21,783	33,002	50,354	20,070	18,523	23,300	21,431	22,564	23,828
GCF from HH		-	589	616	695	727	815	854	953	998	1,045
General Taxes/IRA from MOM and Barangays and EAF		14,650	14,655	25,422	40,581	9,181	6,581	10,496	8,603	6,914	7,239
Profit from Compost/ Recyclables at MRFs, etc.		-	1,526	1,742	2,443	3,345	4,079	4,774	4,508	5,138	5,827
GCF from BE		-	5,014	5,222	6,636	6,816	7,048	7,176	7,367	9,514	9,718
Cash Outflows	B	14,650	21,783	33,002	50,354	20,070	18,523	23,300	21,431	22,564	23,828
Investment for Development of the Centalized MRF		0	4,700	11,999	28,606	0	0	3,694	0	0	0
Investment for Closure of Existing MRF		0	0	0	0	2,583	0	0	0	0	0
MOOE related to MRF		4,375	5,553	7,040	7,565	5,764	6,134	6,490	7,358	7,829	8,345
Investment for Collection and Transport		0	307	671	282	0	373	816	0	0	0
MOOE related to Collection and Transport		10,275	11,224	13,292	13,902	11,723	12,016	12,300	14,073	14,735	15,484
Net Increase in Cash	C=A-B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

注：キャッシュフローには、物価上昇と予備費を見込む。

出典：JICA 調査団

3.10 環境社会配慮

中央 MRF の整備により悪臭や雇用機会への影響などが懸念されるため、適切な緩和策が必要である。また、環境への影響を早期に発見し、中央 MRF の健全な運用のために、運用中の環境モニタリングが必要である。フィ国の EIS システムに基づくと、中央 MRF の整備に際して環境社会配慮に関する調査は必要ない。しかし、上記のようにいくつかの環境影響が懸念されるため、IEE レベルの検討を行った。

3.10.1 MRF の整備における EIS システムの規定

フィ国の EIS システムによると、MRF の整備では、そのコンポスト機器の処理能力により、環境応諾証明書 (ECC) もしくは適用外証明書 (CNC) いずれかの取得が必要となる。ECC の取得が必要なのは、コンポスト機器の処理能力が 15 トン/日もしくは 5,475 トン/年以上の場合であり、それ以下の場合は CNC の取得となる。中央 MRF のコンポスト機器の処理能力は 2017 年に 7.3 トン/日の見込みであり、ECC を取得する必要はない。

3.10.2 環境社会面への影響と緩和策

(1) 不法居住者の移転

中央 MRF の予定地には数名の不法居住者が住んでおり、その移転には十分な配慮が必要である。「Urban Development and Housing Act of 1992」として知られる共和国令 No. 7279 とその実施細則 (IRR) は、不法居住者の移転に関する手続きと規定を定めている。それらによると、プロフェッショナルスクワッター (十分な収入があるにも関わらず、土地所有者の同意なしにその土地を占拠し住んでいる人々) の移転に対しては補償が必要でないとされている。中央 MRF の整備に伴い不法居住者の移転が必要となるが、万一補償が必要でない場合も、中央 MRF での雇用など適切な配慮を講じるべきである。

(2) 用地の確保

中央 MRF の長期的な運営において、土地利用の保障は必要不可欠である。マライ町は、初期投資額を減らすため、用地を取得ではなくリースにより確保することとし、 balan ガイマノックマノックと土地所有者が長期間のリース契約を締結した。その内容は 10 年間の土地利用を保障するもので、金額は 1 ペソ/年である。

(3) 水質汚濁

中央 MRF の予定地は丘に囲まれた比較的低い土地にあり、南から北にかけて勾配がある。そのため予定地の北側は最も土地が低く、特に雨期には雨水がたまり不衛生な状態となりがちである。また、予定地には公共下水道システムがないため、ごみに触れた雨水や中央 MRF からの排水が周辺へ流れ出て、環境を汚染する懸念もある。これらの影響を緩和するために、以下の対策を提案する。

- 雨水排水の回収システムの導入
- 敷地内への雨水の流入を防ぐための排水溝の設置
- 敷地内の勾配を減らし、土地が低い地区に雨水がたまるのを防ぐ

(4) 悪臭

既存のマノックマノック MRF にはコンポスト機器が設置されているが、その裏に住む住民は悪臭に悩まされている。地域住民によると、マノックマノック MRF の稼働後、約 1 年間は悪臭がなかったが、その後、悪臭がひどくなったという。その一つの理由は、労働者への指導が不十分であり、コンポスト化作業が適切に行われていないことである。現在、生分解性廃棄物は随時コンポスト化されず、しばらくの間、敷地内に放置されており、これが悪臭の原因となっている。マノックマノック MRF では、以前、悪臭防止のための溶液噴霧を行っていたが予算不足により止めており、現在は、悪臭防止のための具体的な対策は講じていない。

中央 MRF で受け入れる生分解性廃棄物の量は、マノックマノック MRF が受け入れている量よりも多くなることから、適切な対策を取らなければ悪臭がひどくなる可能性がある。そこで、これらの影響を緩和するために、以下の対策を提案する。

- コンポスト機器と周辺の住居や施設との間に一定の距離を設ける
- 中央 MRF の境界に植物を植えたバッファゾーンを設ける
- 悪臭防止のために溶液噴霧を定期的に行う
- 適切な頻度でコンポスト化を行い、それを使用・売却する
- 労働者への的確な指導を行う

(5) 事故

既存のマノックマノック MRF に設置されているコンポスト機器の処理能力は十分でなく、処理しきれない生分解性廃棄物は敷地内に埋められている。しかし、この作業は十分に管理されておらず、これまでに火災事故が数回起きている。例えば、2006 年の 8 月には埋められた生分解性廃棄物から発火し、消防署への通報騒ぎが起きた。また、労働者に

よると、特に降雨後に埋立区域が熱を持ち、煙が上がることもあるという。中央 MRF の稼働後には、このような事故を防ぐため、以下の対策を提案する。

- 中央 MRF では生分解性廃棄物の埋立を禁止する
- 十分な処理能力のあるコンポスト機器を設置する
- 現在、生分解性廃棄物を埋めている区域は、覆土などの適切な対策策を講じる

(6) 媒介生物の発生

既存のマノックマノック MRF では、残渣ごみの保管区域やコンポスト機器周辺で多くのハエが発生し、周辺住民や労働者は多くのハエに悩まされている。マノックマノック MRF では、以前、ハエの発生を防ぐために溶液噴霧を行っていたが、予算不足により止めており、現在は具体的な対策を講じていない。

中央 MRF で受け入れる生分解性廃棄物や残渣ごみの量は、マノックマノック MRF が受け入れている量よりも多くなることから、適切な対策を取らなければ、ハエの発生がひどくなる可能性がある。これらの影響を緩和するために、以下の対策を提案する。

- 残渣ごみ取扱区域やコンポスト機器と周辺住居や施設との間に一定の距離を設ける
- 中央 MRF の境界に植物を植えたバッファゾーンを設ける
- ハエ発生防止のために溶液噴霧を定期的に行う
- 適切な頻度でコンポスト化を行い、それを使用・売却する
- 適切な頻度で残渣ごみを新規衛生埋立処分場へ運搬する
- 労働者への的確な指導を行う

(7) 地域経済

中央 MRF の開発・稼働に伴い、バランガイ・ヤパックとバラバグにある既存 MRF を段階的に閉鎖する計画である。現在、バラバグ MRF には 15 人、ヤパック MRF に 12 人の労働者がいるが、この労働者は雇用機会を失う可能性がある。一方、中央 MRF の建設と運用は地域に雇用機会を提供することが期待される。そこで、地域経済への影響を緩和するために、以下の対策を提案する。

- マライ町は、雇用を失う可能性のある既存 MRF の労働者を、可能な限り建設工事や中央 MRF で雇用する
- 代替職業を斡旋するなど、収入源の損失が起こらないように配慮する

なお、既存 MRF にウェストピッカーはほとんどいないため、その影響はほとんどないと考えられるが、マライ町はその動向をモニタリングして、中央 MRF で雇用機会を与えるなど、必要に応じて対策を講じることとする。

3.10.3 環境モニタリング

マライ町とバランガイ・マノックマノックは、中央 MRF の運用に際して環境モニタリングを実施し、必要に応じて対策を行う。環境モニタリングの対象は、以下の項目を提案

する。特に周辺住民にとり大きな懸念となっているのが悪臭とハエなどの媒介生物の発生である。マライ町とバランガイ・マノックマノックは、定期的にその状態を確認する必要があり、周辺住民から環境についての意見を定期的に聞き取り、必要に応じて対策を講じる必要がある。

- 悪臭
- ハエなどの媒介生物の発生
- 周辺住民からの環境影響に関する意見の聞き取り

3.11 評価・結論

3.11.1 技術面

中央 MRF のために提案された生分解性廃棄物の取り扱いおける技術システムは、既存 MRF で使用されていたバイオリアクターの継続的な使用であり、豆炭を製作する新規炭化システムはパイロット規模で新技術として採用する予定である。一方、MRF で資源ごみを処理するために、リサイクル市場を考慮した効率的な分別システムが計画されている。残渣ごみについては、非資源プラスチック及び紙ごみ用に中空ブロック製作システムが計画され、その他の残渣ごみは適切な袋に入れ、新規衛生埋立処分場へ運搬される。基本的に、採用されるこれらの技術システムは、以前にフィ国で使用されていたものか、または科学技術省 (DOST) の協力により新規に開発されるものである。以上のことから、マノックマノックの中央 MRF の開発は技術的に実行可能と評価された。

3.11.2 環境社会面

マノックマノック中央 MRF の整備においては、既存 MRF の労働者、有価物回収業者、建設予定地近傍の住民等のステークホルダーとの合意が不可欠であり、関係者間で最終的な合意形成の手続きが進められている。特に、既存 MRF の労働者に対し、可能な限り建設工事や中央 MRF で雇用することや代替職業を斡旋するなど、収入源の損失が起こらない配慮がなされる予定である。一方、マノックマノック中央 MRF の整備に伴い悪臭や媒介生物の発生などの負の環境影響も予測され、これらの影響を軽減するため、収集されたごみ、特に生分解性廃棄物は適切な処理を実施するなど、施設配置計画も含め慎重な環境配慮・環境影響軽減対策が実施される。その結果、マノックマノックの中央 MRF の整備に伴い深刻な負の影響はなく、環境・社会面に配慮していると評価された。

3.11.3 財政・経済面

マノックマノックの中央 MRF の整備に必要な費用を積算した結果、投資費用は現在のマライ町の財政能力 (予算) を超過していた。そこで、ローンにより初期投資費用を準備するとともに、ローカル・コモン・ファイン드의設置、環境・入島税やごみ収集料金の改定等が計画されている。係る財政的な整備から必要な経費は回収可能と予測され、マノックマノックの中央 MRF の整備は財務的に実行可能であると評価された。

一方、経済面においては、ごみ量の増加に伴い MRF の運営維持管理業務が増加すると予想される。しかしながら、中央 MRF 整備の目的のひとつは時間及び費用に対する処理作業の効率化である。MRF の統合後、MRF の稼働効率は表 3.11-1 に示されるとおり改善されると予測される。既存 MRF の統合は、MRF での効果的な分別、コンポスト、リサイクル活動を促進し、運営・維持管理費用の削減に貢献することが期待される。

表 3.11-1 MRF の維持管理費用の比較

(単位: ペソ/トン)

年	ヤパック MRF	バラバグ MRF	マノックマノック MRF	マノックマノック中央 MRF
2008	3,083	637	922	-
2012	-	-	-	707
2017	-	-	-	659

出典: JICA 調査団

図 3.11-1 はごみ収集・運搬費用を含む運営・維持管理費用を示しており、中央 MRF の開発のケース (with-case)、既存の個別 MRF のケース (without-case) に対してそれぞれ費用を見積った。個別 MRF のまま運営した場合のごみ収集・運搬費用を含む運営・維持管理費用は、中央 MRF を整備しそれに伴い収集・運搬システムを改善した場合の費用に比べて約 2 倍の金額になると見積られた。

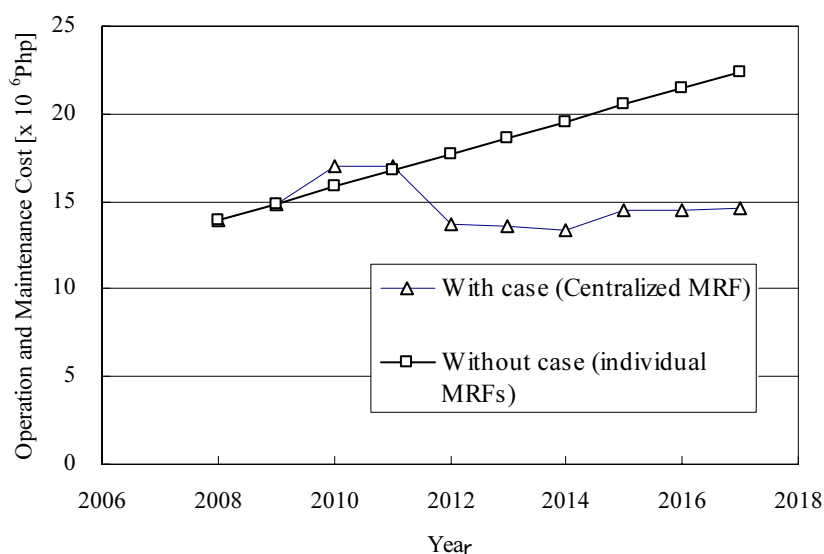


図 3.11-1 収集及び輸送システムの改良を含む中央 MRF の運営維持管理の総費用

注: 各年度で「ケース有」及び「ケース無」を比較しているため、運営維持管理費用の中で割引率は考慮していない。

出典: JICA 調査団

従って、中央 MRF の整備とそれに伴うごみ収集・運搬システムの改善はボラカイ島の高率な廃棄物管理システムの構築に貢献するため、財務及び経済的に実行可能と評価された。

3.11.4 総合評価

マノックマノック中央 MRF の整備は、廃棄物管理 10 カ年計画のビジョンに基づいて、新規衛生理立処分場へ運搬されるごみの十分な減量化を目的としており、ビジョンを達成するための主要な分野を網羅し、減量化、収集・運搬、処分の具体的な目標の達成に対応している。従って、マノックマノック中央 MRF の整備は、マライ町、特にボラカイ島を清潔に魅力的にすることに貢献することが期待される。上述の一連の技術、環境・社会、財務・経済面の評価から、マノックマノック中央 MRF の整備は総合的に実行可能と評価された。

第 IV 部 提言

第IV部 提言

1. 廃棄物管理10ヵ年計画についての提言

1.1 廃棄物管理10ヵ年計画の実施について

1.1.1 廃棄物管理10ヵ年計画の初期段階として2008年に必要な活動

(1) 廃棄物管理10ヵ年計画の公式な承認

RA9003 セクション 16 によると、州、市、町は、地方の廃棄物管理審議会を通じて、国家廃棄物管理の枠組みに沿って廃棄物管理10ヵ年計画を策定する必要がある。そこで、計画を効果的に実施に移すためには、国家固形廃棄物管理委員会により廃棄物管理10ヵ年計画の公式な承認を得ることが求められる。このため、マライ町は、第一に、町の廃棄物管理審議会及び議会の公式承認を取得する必要がある。多くの LGU が、それぞれ廃棄物管理10ヵ年計画を策定したが、国家廃棄物管理委員会に承認された計画はまだ無い。RA9003 の実施を促進するためにも、最良なモデルとして、本調査で策定した廃棄物管理10ヵ年計画の公式な承認手続きを急ぐべきである。

(2) 優先プロジェクトの進展に係る手続きの実施

廃棄物管理10ヵ年計画の一部として2008年に実施すべき必要な活動は、明確に位置づけられた。第一に、次の活動が優先プロジェクトを進展するために必要である。

- カブリハン衛生理立処分場の整備:改訂版 ECC を取得するための IEE の改訂
- 旧処分場の安全閉鎖:ATC を取得するための閉鎖計画の提出
- マノックマノック中央 MRF の整備:CNC の申請

資金調達については、マライ町は、上記優先事業を実施するためにローンの準備をすべきである。特に衛生理立処分場については、マライ町は、2009年中旬より処分場の正式な稼働を開始できるように至急活動を開始することが望まれる。

(3) 2008年に開始すべきその他の活動

廃棄物管理10ヵ年計画で提案されたように、上記の優先プロジェクトに加えて2008年に次の主な活動を実施することを推奨する。

- 1) 発生源減量化プログラムの導入
 - BALIK BAYONG プログラム
 - BALIK BOTE プログラム
- 2) ボラカイ島の収集システムの改善
 - 収集区域の改訂
 - 収集方法の改善
 - 機材調達
 - 人材開発

- 3) 環境教育情報（IEC）プログラムの実施
 - IEC 講師のトレーニング
 - 廃棄物管理 10 ヶ年計画の普及運動
- 4) 法制度の整備
 - マライ町条例の改訂
- 5) 組織の整備
- 6) コストリカバリー制度の導入
 - ローカル・コモン・ファンドの設置
 - ごみ料金徴収システムの改訂（基本ルールの設定）
 - 環境・入島税の改訂
- 7) 能力開発
 - 研修プログラムの実施
 - 廃棄物行政ツールの整備（マニュアル、ガイドライン）

1.1.2 廃棄物管理 10 ヶ年計画の定期的な改訂

廃棄物管理 10 ヶ年計画は、法や条例等の改正、廃棄物管理に伴う科学技術及び社会環境条件の変化等を反映し、定期的に更新する必要がある。RA9003 では、地方自治体の廃棄物管理審議会の役割の一つとして、同計画の 2 年毎のレビューを規定されている。廃棄物管理 10 ヶ年計画の実行に必要な規則及びそれら規則に基づいたガイドラインが、今後最終化されることを勧案すると、10 ヶ年計画は 2 年毎に更新されるべきである。

1.1.3 進捗評価システムの導入

廃棄物管理 10 ヶ年計画の進捗を確認するため、進捗評価システムの導入を推奨する。本システムの下、マライ町が廃棄物管理 10 ヶ年計画の進捗評価を目的として年次会合を実施する。また、マライ町は外部（NGO 等）からの評価を受けることとし、廃棄物管理に関する実施活動、モニターすべき指標、費用などを記載した書類を基に進捗や活動内容を評価する。また、外部評価や会議の結果は公開すべきである。外部評価を含む進捗評価システムは、廃棄物管理 10 ヶ年計画達成のための活動やシステムのマライ町及びパラングアイによる改善を助長するものと期待できる。

1.1.4 人材管理プログラムの導入

廃棄物管理に関わる人材管理のため、マライ町は人材管理（HRM）プログラムを導入すべきである。HRM プログラムは、人材のデータベースによる管理と一連の訓練で構成される。また、目標管理は HRM システムの一部として導入されるべきである。マライ町に構築されるべき HRM は以下のとおりである。

- 廃棄物管理における人材データベースの開発
- HRM プログラムの開発

- 業務に対する各職員の年ごとの成果評価を含む目標管理の実施
- 職員への激励や意欲の高揚化を通じて公務員としての道徳や意欲の改善、また業務改善に関係する功績への報酬（例：ボーナスや昇進など）

1.1.5 財務管理システムの確立

(1) 総合的なデータ管理の確立

適切な資金管理を行うためには、廃棄物管理に関する収入と支出を明確に理解することが不可欠である。また、両者の間には密接な関係があるため、資金とともに物質の流れも把握する必要がある。廃棄物の発生や MRF での出入り、処分するごみといったモノの流れと並行して、収入と支出の記録を行うべきである。これにより、担当者は、処理プロセスごと、廃棄物の種類（生分解性廃棄物、資源ごみ、残渣ごみ）ごとの費用分析を行うことができる。中央 MRF の開発に向けて、フォーマットに基づくデータ記録の試験的取組みを行い、総合的なデータ管理の方法を開発することが望まれる。

(2) 透明性を持った資金管理

例えローカル・コモン・ファンドを設立したとしても、あるいはどのような仕組みが用意されるにしても、できる限り関係者間で情報を共有し、透明性を保つことなしには適切な資金管理は困難である。特に、収入と支出に関する日常の情報は、町の各部門からの数人の実務者によって定期的にチェックされるべきである。これらのデータは、必要な手続きに基づいて民間や一般に公表される必要がある。そこで、下記の項目に基づいて情報を共有する手続きを開発することが望まれる。開発された手続きは、ローカル・コモン・ファンドの運営ガイドラインに盛り込むべきである。

- どの情報がチェックされるべきか？
- いつ情報がチェックされるべきか？
- 誰が情報をチェックすべきか？
- どのように関係者が情報をチェックすべきか？

ローカル・コモン・ファンドではバランガイ間の費用分担も実施されることになるが、どのように費用を分担するかが課題となることから、合意可能な費用分担の基準が必要である。合意を得るには、バランガイ間で公平性を確保する方法が開発されるべきである。リサイクル率や分別の質、残渣ごみの減量化率が、公平性を以ってバランガイ間での費用分担額が決めることができる指標になりうる。結果的に、このような指標に基づいて費用を決めることは、バランガイが積極的にごみの減量化に取り組むインセンティブともなることから、マライ町とバランガイが議論し、公平性のある費用分担のルールを決めることが望まれる。

1.1.6 地方自治体及びバランガイ間の協調の促進

マライ町は、バランガイ議長協会を含む多様なセクターの代表で構成されるマライ町廃棄物管理審議会（MSWMB）を組織している。審議会は、原則として毎月開催され、廃棄物管理に関する課題について議論し、関係者間の調整も行われている。しかしながら、全

でのバランガイの議長が同会議に参加しておらず、更にバランガイレベルではバランガイ廃棄物管理委員会が機能していないため、関係者間での情報や意見交換のために地方自治体及びバランガイ間での協力体制の確立が必要である。地方自治体及びバランガイでは、既存のボラカイ廃棄物管理活動チーム及び提案されたマライ本島廃棄物管理活動チームが、その役目を果たすものと期待される。

バランガイ議長協会は、廃棄物管理に関する課題を含め多様な課題について調整している。しかし、バランガイ議長が頻繁に会議で揃うのは困難であるため、ボラカイ島及びマライ本島にてバランガイ議長協会内でサブグループを設立することが提案される。民間部門、NGO 及び CBO 等の関係者も会議に招くべきである。

1.1.7 ステークホルダー間の協調関係の構築・促進

廃棄物管理 10 ヶ年計画実施の必要経費を削減するとともに、その実用的・効果的な実施のため、コンサルタントの活用代わりに国家固形廃棄物管理委員会、DENR 第 6 地域事務所、DOST、DOT 等の国レベルの政府機関、民間部門及び NGO からの支援が不可欠である。特に、DENR 第 6 地域事務所は、マライ町及びバランガイに国家固形廃棄物管理委員会とともに発生源での廃棄物減量化や IEC プログラム等への技術支援を実施すると合意しており、DOT 及び DOST からは、MRF の整備や運営・維持管理への支援も期待される。今後もさらにステークホルダー間での協力を促進していくことが提言される。

なお、現在、生分解性廃棄物/コンポスト可能廃棄物、資源ごみはバランガイによって収集されているが、残渣ごみ（非資源化/非回収物）は RA9003 に従ってマライ町によって収集されている。収集活動を効率的に実施するために収集システムの改善が廃棄物管理 10 ヶ年計画で提案されており、そのためには関係機関の協力体制が重要となっている。提案された中央 MRF の整備及びローカル・コモン・ファンドの設立のためにも、緊密な協力が不可欠である。

1.1.8 近隣国との協力関係の構築

2007 年 11 月 23～28 日にかけて、パラオ国の中央政府及びコロール州政府の廃棄物管理担当者 3 名が廃棄物管理の経験について意見交換するためにフィ国を訪問した（付属資料 IV 1-1）。彼らは、パラオ国で実施中の廃棄物管理に係る技術協力プロジェクトのカウンターパートであり、ボラカイ島の MRF や衛生理立処分場予定地を訪問するとともに、発生源での分別収集活動を視察した。マライ町、パラオ職員、国家固形廃棄物管理委員会の廃棄物管理担当者間で経験を交換するための会合も開催された。このスタディツアーの結果、参加者間でのさらなる協力を推進する雰囲気が作られ、e-mail での情報交換が進められている。パラオ国は観光地として有名な島国であり、同国が直面している課題は、ボラカイ島と同様であり、廃棄物管理を効率的かつ継続的に行うために協力することが提案された。パラオのみならず、その他の近隣諸国もボラカイ島と同様の問題を抱えていると考えられることから、廃棄物管理の相乗効果を得るために協力体制を構築することが必要である。

1.1.9 ボラカイ島に流出入する物質収支の把握

ボラカイ島において廃棄物減量化を促進するため、発生源での廃棄物減量化にまず取り組むべきである。廃棄物減量対策を行うことにより、廃棄物管理における個々のバランガイや環境に対する負担の軽減が期待される。残渣ごみになり得る物質の使用の抑制等を含む効果的な発生源での減量化のために、ボラカイ島における物質収支の流れを把握することは、対策及びモニタリングを構築及び実施する上で重要である。しかし、このような廃棄物の物質収支は空港および港湾において記録されていないことから、物質収支を記録することが求められる。

1.1.10 ブルアング町からのごみの受入

ブルアング町はマライ町の南側に位置し、2000年で人口15,000、15のバランガイがある。収集ごみ量は収集区域が狭いことから、マライ町と比べ少ない。現在、ブルアング町には衛生埋立処分場がないことから、同町のごみをカブリハン衛生埋立処分場に搬入することが議論されてきている。

カブリハン衛生埋立処分場は、原則残渣ごみのみを受け入れる計画であるが、ブルアング町にはMRFもないことから、生分解性廃棄物及び資源ごみを分別し残渣ごみを選別するためのMRFを整備することが求められる。ブルアング町から残渣ごみが搬入される場合、ボラカイ島からの残渣ごみと同様に、また受け入れごみ量を把握するために袋詰めされるのが望ましい。なお、マライ町としてごみを受入れる場合、コスト分担の概念に基づいてブルアング町から処分費を徴収すべきであり、その費用は衛生埋立処分場の運営管理費を基に決める必要がある。

1.2 環境保全のための観光管理

1.2.1 観光客数の把握

ボラカイ島に到着する観光客数は、マライ町観光局にて確認・記録されている。観光客数はカティックラン空港やカティックラン港にて確認されているが、一部記録漏れが指摘されている。この数字は、廃棄物管理のみならず、他の環境計画や開発計画に対して不可欠なものであり、廃棄物管理10ヵ年計画の実施のためのコスト回収システムと密接に関連している。そのため、ホテルやリゾートで観光客の人数を把握するなど、観光客の計測・記録システムを改良することが提言される。

1.2.2 ボラカイ総合観光マスタープランの反映

ボラカイ島のみならず新国際空港の建設が予定されているカラバオ島を含む、ボラカイ総合観光マスタープランがPTAによって策定中であるが、ボラカイ島を含む同地域への更なる観光客の誘致を目的としている。現在、同観光マスタープランは、まだ策定されていないため、策定された場合には、その構想や将来的な枠組みを廃棄物管理10ヵ年計画に反映することが必要である。

1.2.3 ボラカイ島の環境容量の考慮

環境容量は開発と環境保全の調和のためには重要な概念であり、その概念は自然環境が魅力である種々の公園や観光地で検討されている。ボラカイ上下水道課(BWSS)職員によれば、ボラカイ島内の世帯や事業所の全てが下水道に接続しているわけではないが、繁忙期における下水処理場への流入下水量は、現時点ではほぼ処理能力(14,198m³/day)に達しており、汚染管理の観点から、現在の観光客数ではほぼボラカイ島の環境容量に達していると言われている。対策無しで開発を継続すれば、ボラカイ島の環境は悪化し、観光客へ悪い印象をもたらす、最終的には観光客数の減少を導く恐れがある。従って、廃棄物管理に加え、環境保全と開発の調和を考慮した開発行為に対する適切な計画を策定する包括的な環境容量調査を実施すべきである。

2. 汚泥処理に関する提言

2.1 汚泥処理の現況及び課題

(1) 現況

ボラカイ環境保全プロジェクトにより、下水処理場がボラカイ島バランガイバラバグに建設された。またルホ山の麓に、汚泥乾燥設備が1.2ha(汚泥乾燥設備自体は0.2ha)の用地に建設されている。下水処理場で発生する全ての汚泥は、2m³の容量を持つバキュームカーにて汚泥乾燥設備へ毎日18回程度輸送されている。汚泥乾燥設備は6区画あるが、それぞれの面積は長さ18m、幅10m、深さ1.2mであり、底部で排水処理のため多孔管がマンホールを經由してラグーンに接続している。汚泥乾燥期間は雨期には約45~60日、乾期は30日となっている。

汚泥の継続的な処分を目指し、汚泥を肥料または土壌改良剤として活用するために、汚泥の質についての情報を収集する必要がある。乾燥汚泥質の分析結果は、表2.1-1に示すとおりである。

表 2.1-1 乾燥汚泥の質

全窒素 (% N)	全りん (% P ₂ O ₅)	全カリウム (% K ₂ O)	全酸化カルシウム (% CaO)	pH
2.29	1.92	0.04	-	7.0

出典: PTA

(2) 課題

汚泥乾燥においては、汚泥乾燥施設の周囲への悪臭、特に雨期で継続的に雨天となった場合の汚泥を乾燥する難しさ、乾燥汚泥用の貯留施設の不足など、表2.1-2に示すとおり課題がある。

表 2.1-2 乾燥汚泥についての課題の分析

課題	課題の内容	汚泥乾燥プロセスの改善	乾燥汚泥の取り扱いの改善
悪臭	汚泥乾燥施設の建設時には、周辺に建物がほとんどなかった。しかし、現在はいくつかの建物があり、その所有者が悪臭に対して不満を持っている。	○	△
汚泥の乾燥における難しさ	汚泥を乾燥する区画が6つあるが、そのうち3区画には屋根がない。そのため、その3区画に雨水がたまり、特に雨期には周辺に漏れ出すことが多い。さらに、排水の集水池からも汚水が漏れ出すことがある。	○	-
乾燥汚泥の保管場所の不足	住民と観光客の増加に伴い、汚泥の発生量が増加している。現在、乾燥汚泥は袋に入れた後、施設エリア内に野積みになっている。野積みの汚泥は袋に入れているものの、周辺環境へ影響を与える可能性がある。また、施設内で野積みできる区域も限られている。	-	○
排水	汚泥の乾燥区画から出る排水は、特に雨期において、十分な滞留時間を経ずに海域へ排出されている。排水の水質はフィリピンの基準を満たしていない。	○	-

脚注：○課題の緩和に貢献、△少し貢献する

出典：JICA 調査団

2.2 可能な技術オプション

汚泥をコンポストの生成過程で、生分解性廃棄物と共に扱うか否かの議論があるが、技術的な見地から、生分解性廃棄物と共に汚泥をバイオリアクターで処理することは可能である。しかし、汚泥の含水率は生分解性廃棄物よりも大きく、汚泥中にバクテリアが存在する場合、汚泥と生分解性廃棄物に存在するバクテリアは異種なものとなる可能性があり、その場合、接種の添加時期や量の調整が必要となるなど運転方法が難しくなる。原則として、下水処理場より発生する汚泥は RA9003 で定義されている固形廃棄物ではなく、1990年に制定された有害物質及び有害及び核廃棄物規制法 (RA6969) を基に処理される。従って、汚泥及び生物分解廃棄物は個別に処理することが推奨され、可能な技術オプションが提案された。

(1) 汚泥乾燥プロセスの改善

汚泥乾燥プロセスにおける脱水の主なオプションは、真空ろ過、加圧ろ過、遠心分離、乾燥床である。推奨されるオプションは PTA の財務及び技術的な条件から選定された。各オプションを比較し、結果を表 2.2-1 にまとめた。

表 2.2-1 汚泥乾燥プロセスの比較

汚泥乾燥プロセス	内容	長所	短所	評価
区画を使った乾燥 (現行システム)	汚泥乾燥用の区画の底に砂利を敷き、穴の開いた排水管を設置する。砂利は砂の層で覆う。汚泥は排水と自然蒸発により乾燥する。乾燥が進むにつれて汚泥の表面にひびが入り、汚泥内部の乾燥を促す。	- 初期投資とO&Mコストが少ない	- 悪臭 - 雨により乾燥が遅れる	△
区画を使った乾燥 (周辺をフェンスで囲む)	全体のシステムは上記と同様である。施設周辺に悪臭を防ぐためのフェンスを設置し、水和物やさらし粉などの化学物質を悪臭軽減のために使う。	- 初期投資とO&Mコストが少ない	- 悪臭が漏れる可能性がある	○
真空ろ過	真空ろ過システムはドラム形状をしており、その表面は綿や羊毛、ナイロン、ファイバーグラスなどの素材で覆われている。ドラム部が回転している間、真空にすることで汚泥から水分を取り除く。処理後、汚泥は湿った固形物になる。	- 狭い場所に設置可能 - 季節に影響されない - 十分脱水できる	- O&Mコストが高い - 化学物質による調整が必要 - 操作と毎日のメンテナンスで難しい点がある	×
加圧ろ過	加圧ろ過は、真空ろ過システムと似ている。真空ろ過と同様、濾葉には透過性の素材を用い、液体と固体を効率的に分離する。	- 真空ろ過に比べ、使用する化学物質にかかるコストを最小限に抑えられる	- O&Mコストが高い - バッチ運転が必要	×
遠心分離	遠心分離システムでは、沈殿作用と遠心力を利用して、液体と固体を分離する。汚泥はチューブを通してシステムのローラー内に供給する。分離された固体は、遠心力によりローラーの壁に貼りつき、その後、ローラー内の傾斜のある場所に集まる。廃棄までそこでさらに脱水が進む。	- 初期投資は少ないが、O&Mコストが比較的高い - 閉鎖系システムであり、悪臭を軽減できる - システムが簡潔で、狭いスペースに設置可能	- 化学物質を使わないと、汚泥の回収率が悪い - 化学物質を使うため、コストがかかる - 他のシステムに比べ、脱水力が弱い	×

脚注：○ 推奨、△ あまり推奨できない、× 推奨できない

出典：<http://water.me.vccs.edu/courses/ENV149/dewatering.htm> (JICA 調査団により一部整理)

(2) 乾燥汚泥の取り扱い方法の改善

乾燥汚泥の取扱いの主要なオプションは、バイオガスとしての利用、バイオリクターを使用したコンポスト化、埋め立てである。PTA の財務及び技術的な条件から推奨されるオプションを選定した。各オプションの比較結果は、表 2.2-2 に示すとおりである。

表 2.2-2 乾燥汚泥の取扱い方法の比較

取扱方法	内容	長所	短所	評価
農家への提供	乾燥汚泥を肥料として農家へ提供する	- 乾燥汚泥を有効に利用でき、廃棄も簡単	- 利用する農家を見つけないといけない。マライ本島への運搬も課題	○
バイオリアクターでコンポスト化	木屑やもみ殻、剪定ごみなどの炭素系物質と混合し、コンポストにする	- コンポスト化した生分解性廃棄物と一緒に利用可能	- 初期投資と O&M コストが高い - 利用する農家を見つけないといけない。マライ本島への運搬も課題	△
衛生埋立処分場で処分	袋に詰め衛生埋立処分場へ運搬する	- 衛生埋立処分場で処理できる	- マライ本島への運搬が課題 - 衛生埋立処分場の操業期間が短くなる - 衛生埋立処分場の周辺住民から合意を得るのが難しい	×
バイオガスシステムでの利用	無酸素状態で処理し、発生するメタンガスを回収する。残渣は肥料として使う	- 乾燥汚泥の減量と安定化だけでなく、エネルギーの効率的な利用にもなる	- 初期投資と O&M コストが高い - O&M が難しく、さらに技術的と経済的観点から、バイオガスシステムの操業が困難	△

脚注：○ 推奨、△ あまり推奨できない、× 推奨できない
出典：JICA 調査団

3. 他の地方自治体及び国家固形廃棄物管理委員会への提言

3.1 廃棄物管理 10 ヶ年計画の構成

廃棄物管理 10 ヶ年計画は、国家固形廃棄物管理委員会によって準備された「10 ヶ年計画策定のアウトライン」に基づいて策定されることとなっている。しかし、本調査で策定した 10 ヶ年計画の構成は、アウトラインとは異なっている。本調査において JICA 調査団は、当初インテリムレポートにてアウトラインの構成に厳密に従って廃棄物管理 10 ヶ年計画を策定した。しかし、アウトラインで示されている計画の構成は重複が多く、構成も複雑であった。そこで、JICA 調査団は関係者と廃棄物管理 10 ヶ年計画の構成について協議の上、本報告書の第 II 部に記載したとおりの廃棄物管理 10 ヶ年計画の構成（以下参照）について合意した。

- はじめに
- マライ町のプロフィール
- 廃棄物管理の現況
- 将来の枠組み
- 計画戦略
- 廃棄物管理の技術システム
- 廃棄物管理の組織システム

- 実施計画
- 積算及び財務分析
- 環境・社会配慮
- 評価

今後、それぞれの廃棄物管理 10 ヶ年計画を策定する地方自治体は、当報告書の第 II 部で提案した廃棄物管理 10 ヶ年計画の構成を参照することを提言する。提案された廃棄物管理 10 ヶ年計画及び「10 ヶ年計画策定のガイドライン」の比較は、付属資料 IV 3-1 に示すとおりである。

3.2 ごみ減量化（ダイバージョ）ン率の算定方法

3.2.1 国家固形廃棄物管理委員会の提示する減量化率の算定方法

RA9003 には「ごみ減量化（ダイバージョ）ン」とは、最終処分場で処分されるごみ量を削減または無くす活動を指す」と記載されており、ごみ減量化率は廃棄物管理 10 ヶ年計画の重要な評価指標となっている。しかし RA9003 では、ごみ減量化率の算定方法の定義はなされていない。そのため表 3.2-1 に示すとおり、国家固形廃棄物管理委員会は個別に活用される 4 種類のごみ減量化率の算定方法を提示している。

表 3.2-1 国家固形廃棄物管理委員会が提示するごみ減量化率の算定方法

方法	算定式	利点/不利点
方法 1	ごみの種類ごとに収集されたごみ量が MRF で測定される。処分されるごみ量を埋立地で測定する。減量化されるごみ量は、次の式を用いて計算する。 $\text{〈減量化率〉} = \frac{\text{〈MRF で収集されるごみ量〉} - \text{〈最終処分のごみ量〉}}{\text{〈発生源でのごみ量〉}}$	MRF や処分場にトラックスケールがある場合、比較的容易にモニターし、減量化率を計算することは容易である。しかし、発生源減量化の増加は、この減量化率の増加に寄与しない。この場合、処分するごみ量を減量化する発生源減量化プログラムの効果はこの方法で算出された減量化率に影響を与えない。
方法 2	発生源での廃棄物発生量が推定され、廃棄物の最終処分量が測定又は推定される。減量化量は以下の算定式を用いて算出される。 $\text{〈減量化率〉} = \frac{\text{〈全ごみ発生量〉} - \text{〈全最終処分量〉}}{\text{〈全ごみ発生量〉}}$	最終処分量は、容易にモニターが可能であり、全発生量は推定可能である。しかし、この式によると、野焼きや不法投棄などの不適切な処理方法で自家処理されているものは減量化量には含まれる可能性がある。そのため、減量化率は、実際に減量化、再利用、コンポスト化及び有価物回収による実際の発生源減量化量を反映していない。
方法 3	回収される全有価物(コンポスト化可能物及び有価物回収可能物を含む)を、各家庭や事業者のような発生源でヒアリングするとともに、有価物回収業者や MRF を通して測定する。 $\text{〈減量化率〉} = \frac{\text{〈回収される全有価物〉}}{\text{〈全ごみ発生量〉}}$	再資源化やコンポスト化された有価物の量は、再利用や再生利用の量や生分解性廃棄物や分別された再資源化の手法に依存する。即ち、プロセスの物質フローを考えるとコンポストを含む再資源化物の量は有価物やコンポスト化の元の物質と等しくはない。
方法 4	対象年と比較のため、基準年の最終処分量を測定又は推定する。 $\text{〈減量化率〉} = \frac{\text{〈基準年の全最終処分量〉} - \text{〈対象年の全最終処分量〉}}{\text{〈基準年の全最終処分量〉}}$	この方法の測定及び計算は比較的容易である。この方法は、廃棄物発生量の年間増加率が一定であるという仮定のもとに計算されている。この減量化率は、ごみ発生量が減少したならば、減量化率は、実際の減量化量が増加しない場合でも増加する。

出典：国家固形廃棄物管理委員会（JICA 調査団による補足説明）

3.2.2 ごみ減量化率の算定

ごみ減量化には、RA9003 の定義のとおり衛生埋立処分場へのごみの流れから適切に削減されたごみを全て含む必要がある。ごみ減量化は、家庭でのコンポスト化、返却可能な容器の回収、発生源での有価物回収業者への売却等の発生源での削減や有価物回収業者への売却、及び MRF でのリサイクル等の中間減量を含む。ある家庭及び事業者は、発生源での廃棄物の投棄や焼却を行っているが、これらは違法であり、ごみ投棄は環境に負の影響をもたらすため、ごみ減量化と認識されるべきではない。このため、以下のごみ減量化率の算定方法を、本調査で採用した。ごみ減量化率が適切に算定され、地方自治体間で比較することができるように、同式をフィ国で一般的に使用することを推奨する。

$$[WDR] = \{[QWRS] + [QWRM]\} / [QWG]$$

略語は以下のとおり：

WDR	： ごみ減量化率
QWRS	： 発生源で減量化されたごみ量(ごみ回収業者への売却、ホームコンポスト及び家畜のえさ)
QWRM	： MRF で減量化されたごみ量(資源化、コンポスト化及びその他の減量化)
QWG	： 発生ごみ量

ごみ減量化率を計算するため、各値の測定方法及びその測定値を基にした計算方法について図 3.2-1 に示す。

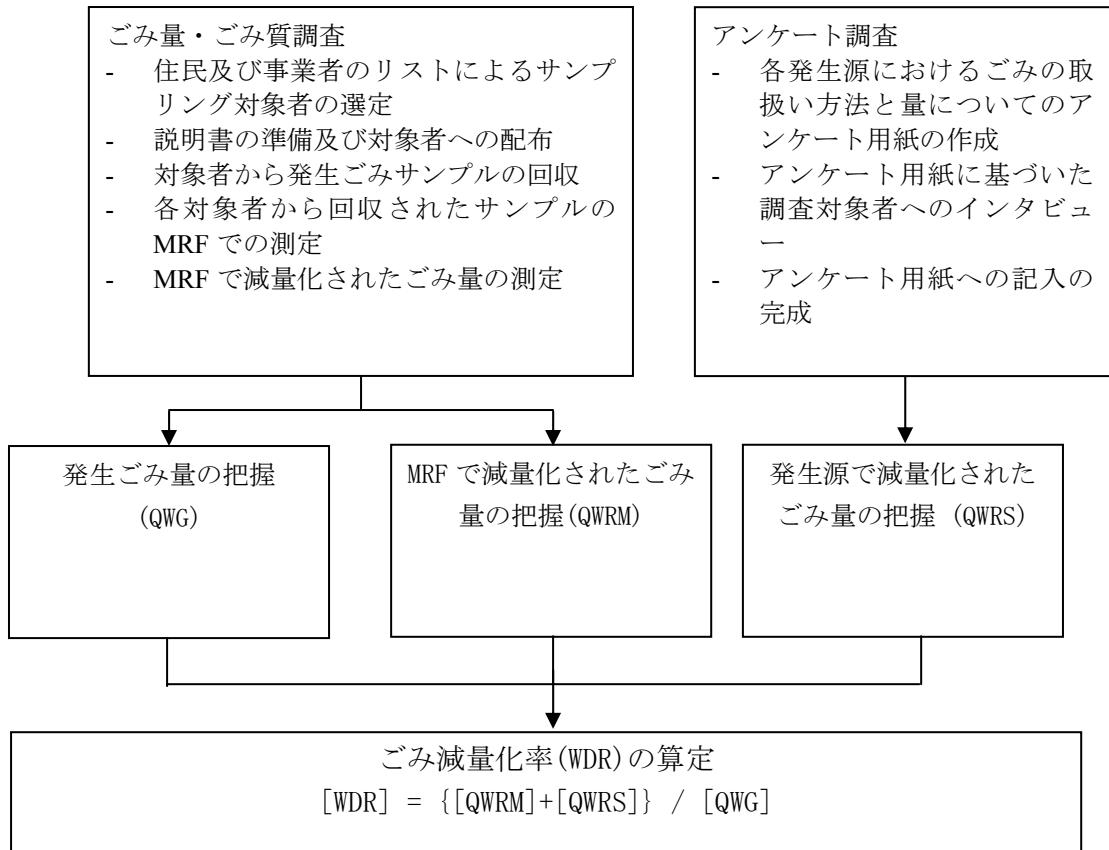


図 3.2-1 ごみ減量化率の算定方法

出典：JICA 調査団

3.3 フィ国での衛生埋立処分場の開発

3.3.1 慎重な用地の手配

本調査の開始時には既に衛生埋立処分場の予定地が確定しており、そのための用地も DENR により承認されていた。しかし、調査の過程において、処分場予定地の一部が譲渡可能な土地区分に該当しており、コンラド・アコスタ氏の相続人が土地所有の申し立てをしていることが判明した。アコスタ氏の相続人はそのために測量調査を行っており、申し立てをしていた土地は 1.038ha であった。測量調査は 2007 年 4 月に DENR に一旦承認され、アクラン州土地査定事務所においても、2007 年 6 月 12 日にアコスタ氏の相続人の申し立てを認め、土地の税金申告書を発行した。税金申告書の発行は、土地の所有権は発行されないものの、関係機関が申し立てを法的に承認したことを示している。しかし、その後アコスタ氏の相続人の申し立てには根拠がないことが判明し、関係者による多くの努力がなされ、2007 年 10 月 4 日に「Order for the Immediate Cancellation of Survey Plan issued heirs of Mr. Conrado Acosta」が DENR 第 6 地域事務局長及び土地管理局技術局長からアコスタ氏の相続人に送付され、政府側による土地問題解決のためのプロセスがようやく終了するに至った（付属資料 IV 3-2 参照）。

上記の教訓から、施設開発のための用地は慎重に手配される必要があることを強く提言する。仮に埋立処分場の開発において新規用地の確保が極めて困難な場合には、既存埋立処分場を修復して再利用することも選択肢の一つとして検討する必要がある。

3.3.2 衛生埋立処分場の要求事項

DAD10 では、建設予定地で受け入れる残渣ごみの量によって、衛生埋立処分場の開発カテゴリーを4分類している。廃棄物管理10ヵ年計画及び衛生埋立処分場のフィージビリティ調査では、衛生埋立処分場は15トン/日以下の残渣ごみを受け入れると予測されたため、カテゴリー1（衛生埋立処分場の開発の最も低いレベル）を適用した。更に、衛生埋立処分場に最低限の施設及び機材を提案した。しかし、衛生埋立処分場開発のために積算された投資費用は、廃棄物管理に充当することができるマライ町の年間予算を超過していた。従って、マライ町はローンの手配をしながら、予算配分について検討する必要がある。カテゴリー1の衛生埋立処分場であっても、最低でも60cmの厚さの粘土層、透水性 10^{-5} cm/秒、浸出水回収・処理施設等を具備すべきである。マライ町は開発費用を環境・入島税などの様々な財源で賄うことが可能だが、小規模の自治体の場合など財力を検討すると、カテゴリー1であっても衛生埋立処分場の建設は困難となる可能性がある。従って、状況が許すのであれば、小規模の地方自治体に対しては、衛生埋立処分場の開発の要求カテゴリーを緩和することも検討すべきである。