

ベトナム社会主義共和国
ベトナム国南部固形廃棄物処理事業準備調査
(PPP インフラ事業)

最終報告書
(一般廃棄物処理事業)
(産業廃棄物処理事業)

平成 27 年 8 月
(2015 年)

独立行政法人国際協力機構 (JICA)

株式会社神鋼環境ソリューション
ツネイシカムテックス株式会社
八千代エンジニアリング株式会社
株式会社ワールド・リンク・ジャパン

| |
|--------|
| 民連 |
| CR(10) |
| 15-071 |

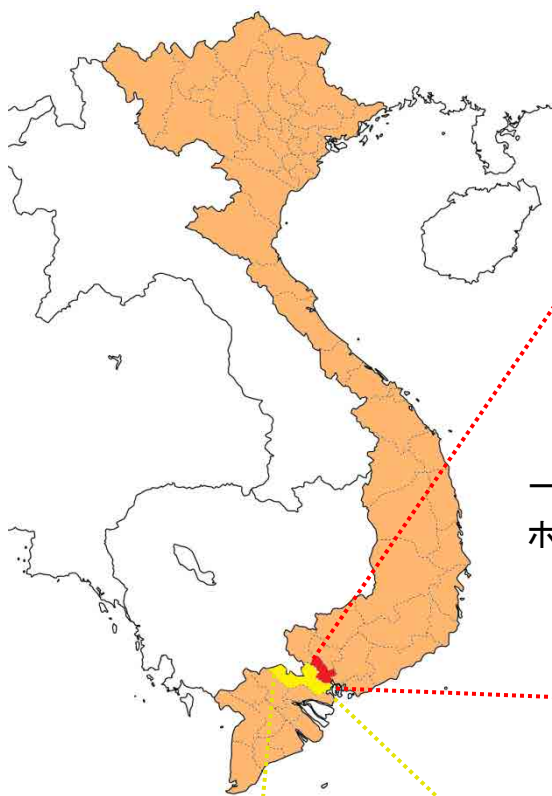
ベトナム社会主義共和国
ベトナム国南部固形廃棄物処理事業準備調査
(PPP インフラ事業)

最終報告書
(一般廃棄物処理事業)
(産業廃棄物処理事業)

平成 27 年 8 月
(2015 年)

独立行政法人国際協力機構 (JICA)

株式会社神鋼環境ソリューション
ツネイシカムテックス株式会社
八千代エンジニアリング株式会社
株式会社ワールド・リンク・ジャパン



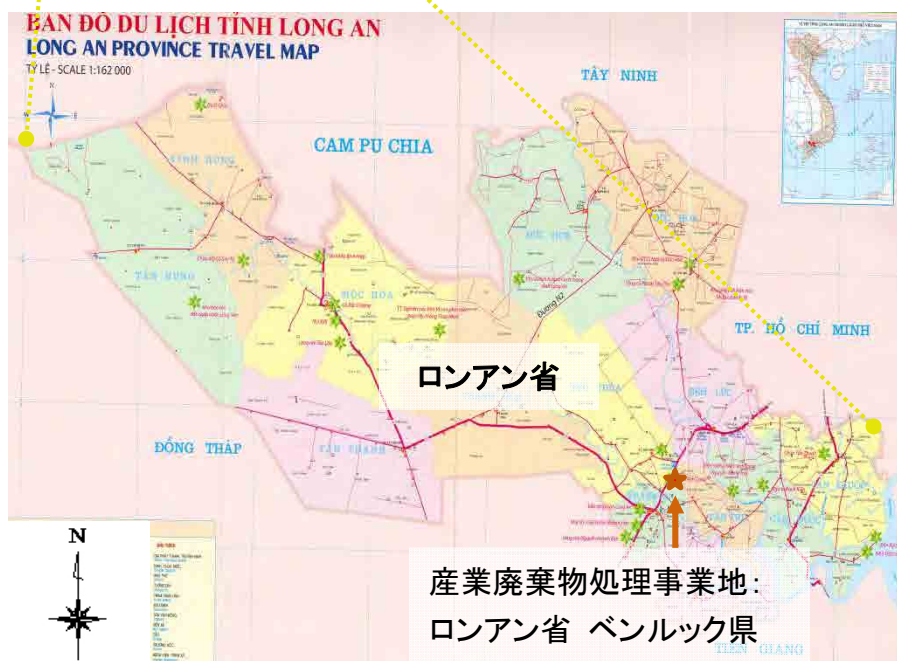
ベトナム国の地図とホーチミン市・
ロンアン省の位置

84 THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH



一般廃棄物処理事業地：
ホーチミン市 クチ地区

ホーチミン市の地図



ロンアン省の地図

目次

第1部

| | |
|----------------|-----|
| 第1章 調査の実施方針等 | 1-1 |
| 1.1 調査の背景 | 1-1 |
| 1.2 調査実施の基本方針等 | 1-2 |

第2部

| | |
|-------------------------|------|
| 第2章 事業を取り巻く状況 | 2-1 |
| 2.1 社会経済状況 | 2-1 |
| 2.2 自然環境状況 | 2-5 |
| 2.3 廃棄物処理の状況 | 2-6 |
| 2.4 環境社会配慮に係る法制度・組織 | 2-29 |
| 2.5 PPP インフラ事業に係る法制度・組織 | 2-35 |

第3部

| | |
|------------------|------|
| 第3章 一般廃棄物処理事業計画 | 3-1 |
| 3.1 本事業の背景と必要性 | 3-1 |
| 3.2 事業の目的 | 3-1 |
| 3.3 事業の需要予測 | 3-1 |
| 3.4 事業スコープ | 3-9 |
| 3.5 導入技術の妥当性・適切性 | 3-10 |
| 3.6 設計条件 | 3-11 |
| 3.7 施設概略設計 | 3-15 |

| | |
|--------------------|------|
| 第4章 PPP インフラ事業の事業性 | 4-1 |
| 4.1 事業リスク | 4-1 |
| 4.2 資金調達計画 | 4-3 |
| 4.3 事業の財務分析 | 4-6 |
| 4.4 事業の経済分析 | 4-10 |
| 4.5 ステークホルダーの分析 | 4-11 |

| | |
|----------------|-----|
| 第5章 事業実施計画 | 5-1 |
| 5.1 事業実施体制 | 5-1 |
| 5.2 事業実施スケジュール | 5-1 |

| | |
|--------------------------|-----|
| 5.3 運営・維持管理体制 | 5-3 |
| 5.4 事業実施に係る許認可及び取得スケジュール | 5-5 |

| | |
|--------------------------|------|
| 第6章 一般廃棄物処理事業整備に係る環境社会配慮 | 6-1 |
| 6.1 計画地の社会及び自然状況 | 6-1 |
| 6.2 環境影響調査について | 6-13 |

| | |
|----------------------------|-----|
| 第7章 事業の具現化にあたっての問題点及び今後の課題 | 7-1 |
|----------------------------|-----|

第4部

| | |
|------------------|------|
| 第8章 産業廃棄物処理事業計画 | 8-1 |
| 8.1 本事業の背景と必要性 | 8-1 |
| 8.2 事業の目的 | 8-2 |
| 8.3 事業の需要予測 | 8-2 |
| 8.4 事業スコープ | 8-13 |
| 8.5 導入技術の妥当性・適切性 | 8-16 |
| 8.6 設計条件 | 8-16 |
| 8.7 施設概略設計 | 8-20 |
| 8.8 施工計画 | 8-25 |
| 8.9 事業費 | 8-27 |

| | |
|--------------------|-----|
| 第9章 PPP インフラ事業の事業性 | 9-1 |
| 9.1 事業リスク | 9-1 |
| 9.2 事業の財務分析 | 9-2 |
| 9.3 事業の経済分析 | 9-4 |

| | |
|-----------------|------|
| 第10章 事業実施計画 | 10-1 |
| 10.1 事業実施体制 | 10-1 |
| 10.2 事業実施スケジュール | 10-1 |
| 10.3 運営・維持管理体制 | 10-2 |

| | |
|---------------------------|------|
| 第11章 一般廃棄物処理事業整備に係る環境社会配慮 | 11-1 |
| 11.1 計画地の社会及び自然状況 | 11-1 |

| | |
|-----------------------------|------|
| 第12章 事業の具現化にあたっての問題点及び今後の課題 | 12-1 |
|-----------------------------|------|

添付資料

1-1 有害廃棄物管理規約の抜粋

1-2 環境影響に関する法規制

1-3 VIETNAM INVESTMENT PROCEDURES APPLICATBLE FOR SOLID WASTE TREATMENT PROJECT

2-1 Analysis of Phuoc Hiep Municipal Solid Waste (MSW) Composition

2-2 Composition analysis of household waste in the model areas of source separation in Ho Chi Minh City

2-3 IDENTIFICATION OF SOURCES OF SOLID WASTE SUITABLE FOR INCINERATION AND VIABLE AMOUNTS OF MUNICIPAL SOLID WASTE FOR PHUOC HIEP LANDFILL, GO CAT LANDFILL AND DONG THANH LANDFILL

2-4 ANALYSIS OF PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF THE SOLID WASTE BURIED IN DONG THANH LANDFILL GO CAT LANDFILL

2-5 DETERMINATION OF THE HEATING VALUE OF SOLID WASTE FROM THE SOLID WASTE SEPARATION PROGRAM AT SOURCE IN ISTRIC 1 AND BINH THANH DISTRICT

3-1 REPORT: WATER SURVEY AND ANALYSIS FOR THE PROPOSED SOLID WASTE INCINERATION PROJECT WITH CAPACITY OF 300 TONS/DAY

3-2 最終報告書: 処理量 300 トン/日の固形廃棄物焼却事業提案に向けたホーチミン市及び周辺省の固形産業廃棄物、有害廃棄物、医療廃棄物処理の現状調査

3-3 ESTIMATE SHEET: INDUSTRY WASTE INCINERATOR FACILITY 150 TON/DAY

3-4 ロンアン省からのサポートレター

略語表

| 略語 | 名称（英語） | 名称（日本語） |
|---------|---|---------------------------|
| BOT | Build Operate Transfer | 建設・維持管理・移転 |
| CITENCO | Ho Chi Minh City Urban Environment Service Company Limited | 都市環境公社 |
| DOC | Department of Construction | 建設局 |
| DOIT | Department of Industry and Trade | 商工局 |
| DONRE | Department of Natural Resources and Environment | 天然資源環境局 |
| DPI | Department of Planning and Investment | 計画投資局 |
| EIA | Environmental Impact Assessment | 環境影響評価 |
| EPC | Engineering・Procurement・Construction | 設計・調達・建設 |
| EVN | Electricity Authority of Vietnam | ベトナム電力公社 |
| GEC | Global Environment Centre Foundation | 公益財団法人地球環境センター |
| IRR | Internal Rate of Return | 内部収益率 |
| JBIC | Japan Bank for International Cooperation | 国際協力銀行 |
| JCM | Joint Crediting Mechanism | 二国間クレジット制度 |
| JETRO | Japan External Trade Organization | 日本貿易振興機構 |
| JICA | Japan International Cooperation Agency | 国際協力機構 |
| MOC | Ministry of Construction | 建設省 |
| MOF | Ministry of Finance | 財務省 |
| MOIT | Ministry of Industry and Trade | 商工省 |
| MONRE | Ministry of Natural Resources and Environment | 天然資源環境省 |
| MPI | Ministry of Planning and Investment | 計画投資省 |
| ODA | Official Development Assistance | 政府開発援助 |
| NEDO | New Energy and Industrial Technology Development Organization | 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 |
| PPP | Public-Private Partnership | 官民（公共・民間）パートナーシップ |
| SPC | Special Purpose Company | 特別目的会社 |

第 1 部

ベトナム国南部固形廃棄物処理事業
準備調査(PPP インフラ事業)
最終報告書

第1章 調査の実施方針等

1.1 調査の背景

ベトナム国における固形廃棄物の発生量は2009年で28百万トン/年と報告されているが、収集されたのは70%程度とされ、そのうち85%の固形廃棄物が埋め立てられたと公表されている。従って、未収集の30%を含め、実に40%程度の固形廃棄物は適切な処理がされないまま放置されたか不法投棄されたということになる。さらに、収集された70%程度の固形廃棄物に関しても十分な環境対策が施されて埋め立てられたかどうかは定かではない。このような固形廃棄物処理の問題は、最終処分場の逼迫と併せて、ベトナム国全土、特に大都市で深刻な状況となっている。このため、ベトナム国政府は、2025年を目標年次とする固形廃棄物総合管理の国家戦略（首相決定2149号）を2009年に策定し、一般廃棄物、産業廃棄物等の処理目標、削減目標等を設定している。

ベトナム国南部の最大都市であるホーチミン市では、特に固形廃棄物処理の問題が深刻化している。ホーチミン市は2013年時点で人口が780万人、世帯数が180万以上で、また、1万以上のホテル・レストラン数、800以上の工場が立地しており、そこから排出される固形廃棄物は一般廃棄物だけでも日量7,000トンを超えている。ホーチミン市の廃棄物管理マスタープランによると、廃棄物排出量は、人口の増加及び経済の発展に伴い、2020年に排出量が現在の約2倍になると推測されている。このため、直接埋立に代わる固形廃棄物の衛生処理が強く求められている。

このような状況のなか、一般廃棄物に関してホーチミン市は、埋立処理、焼却処理、コンポスト処理を進めていくこととし、2015年までに、焼却処理10%、堆肥化40%、直接埋立40%、リサイクル10%を目指す基本計画を策定している。

また、ホーチミン市の産業廃棄物の発生量（2010年）は2,350トン/日（非有害産業廃棄物；2,000トン/日、有害産業廃棄物；350トン/日）で、ホーチミン市より認可を受けた13施設及び未許可の多数の業者によって処理が行われている。また、ホーチミン市とともに南部経済地区を構成するロンアン省では、近年、工業化が進行し、工業団地が30か所まで増加しており、2013年には省内から1,141トン/日（非有害産業廃棄物；937トン/日、有害産業廃棄物；204トン/日）の産業廃棄物が発生している。

ビンズオン省は、ホーチミン市の北に位置し、日系企業からの投資が盛んにおこなわれており、2010年の産業廃棄物の発生量は1,052トン/日（非有害産業廃棄物；883トン/日、有害産業廃棄物；169トン/日）となっている。ドンナイ省は、ベトナム国南部において急速に工業化が進んでいる省の一つで、産業廃棄物の発生量がホーチミン市に次いで多く、2012年の産業廃棄物の発生量は1,331トン/日（非有害産業廃棄物；1,206トン/日、有害産業廃棄物；125トン/日）となっている。また、バリアブントウ省は南部が南シナ海に面し、ベトナム国有数の港湾地域で、有害産業廃棄物の発生量がホーチミン市に次いで多く208.4トン/日（産業廃棄物発生量；934.7トン/日、非有害産業廃棄物；726.3トン/日）となっている。

このように、ホーチミン市およびその周辺省からなる南部経済地区では、工業化による産業廃棄物の増加が顕著で、適正な産業廃棄物処理の推進が求められている。

1.2 調査実施の基本方針等

1.2.1 調査の目的

本調査で検討する一般廃棄物処理事業は、ホーチミン市から排出される一般廃棄物の適正処理、及び廃棄物処理によって得られる熱源を有効活用した廃棄物発電による電力供給を行う事業である。

本事業の概要を以下に示す。

表1-1 一般廃棄物処理事業の概要

| 項目 | 内容 |
|---------|--|
| 事業内容 | ・ 廃棄物処理 ・ 廃棄物発電による電力供給 |
| 事業対象廃棄物 | ・ 一般廃棄物（ホーチミン市） |
| 事業対象地域 | ホーチミン市 |
| 事業計画地 | Northwest Solid Waste Treatment Complex |
| 施設概要 | 【焼却処理施設】 ・ 処理能力：600 トン/日、ストーカ式焼却炉（300 トン/日×2 炉） ・ 発電量：11,350kw |
| 各施設の設備 | 受入設備、燃焼設備、通風設備、廃熱ボイラー、排ガス処理設備、煙突 |

出典：JICA 調査団作成

本調査で検討する産業廃棄物処理事業は、ロンアン省、ホーチミン市及びその周辺地域から排出される産業廃棄物（非有害、有害）及び医療廃棄物の適正処理、及び廃棄物処理によって得られる熱源を有効活用した廃棄物発電による電力供給を行う事業である。

本事業の概要を以下に示す。

表1-2 産業廃棄物処理事業の概要

| 項目 | 内容 |
|---------|---|
| 事業内容 | ・ 廃棄物処理 ・ 廃棄物発電による電力供給 |
| 事業対象廃棄物 | ・ 産業廃棄物（非有害、有害） ・ 医療廃棄物 |
| 事業対象地域 | ロンアン省、ホーチミン市、ドンナイ省、ビンズオン省、バリアブントウ省 |
| 事業計画地 | ロンアン省 タン・ダオ工業団地 |
| 施設概要 | 【焼却処理施設】 ・ 処理能力：150 トン/日 ・ 発電量：4MW 【灰焼成プラント】 |

| 項目 | 内容 |
|--------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> ・処理対象物：燃え殻（主灰、飛灰） ・処理能力：最大 50 トン/日 【最終処分場】 ・容量：10 年分 |
| 各施設の設備 | 焼却処理施設：受入設備、燃焼設備、通風設備、廃熱ボイラー、排ガス処理設備、煙突、生成灰は埋立処分 |

出典：JICA 調査団作成

本調査では、本事業の民間投資事業としての実施可能性を、民間投資環境の確認、需要予測調査、官民事業スコープの検討、財務構造分析、リスク分析、技術・環境社会配慮の検証と実施、政府支援案の作成、マーケットサウンディングなどを通じて検討し、最適な事業スキームを提案することを目的として実施する。

1.2.2 調査実施の基本方針

(1) ベトナム国における上位計画及び政策・戦略を踏まえた事業を策定する。

ベトナム国では、過去 10 年間で平均 7%を超える急速な経済成長や都市化による人口集中によって、都市部を中心に深刻な廃棄物問題が生じている。これに対応するため、国家レベル及び地方レベルで様々な計画等が策定されているが、計画に従って具現化されている事業は多くなく、廃棄物問題に対する対策が十分に進んでいないのが課題の一つとなっている。

この現状を十分に留意し、既存の上位計画や政策・戦略に沿って事業内容を検討し、ベトナム国における今後の廃棄物処理の先進的な事例となる事業を策定する。

(2) 廃棄物処理の現状を分析し、直面する課題の解決に資する事業を策定する。

各家庭から排出される一般廃棄物は、人口増加に伴って年々増加しており、特に、人口が集中しているホーチミン市から多くの一般廃棄物（約 7,000 トン/日）が発生している。また、飛躍的な経済成長とともに、ホーチミン市、ロンアン省及びその周辺には多くの工業団地が整備され、日系企業を含む、多くの企業が集積されている。急速に進む工業化に伴って、工業団地から排出される産業廃棄物も増加している。しかし、廃棄物処理施設整備の実情を見ると、急激に増加する廃棄物の適正処理に対応できるだけの処理能力が確保できていないのが大きな課題となっている。

現在の廃棄物処理の実態に係る情報を収集、分析し、今後も大きな増加が見込まれる本地域の一般廃棄物の適正処理に資する事業を策定する。

(3) 環境的・社会的な効果が得られる施設整備及び運営・管理の事業を立案する。

廃棄物管理のための法的な枠組みは、廃棄物発生量の増加、あるいは、不適切な廃棄物管理に起因する環境や健康への影響リスクが高まるにつれて改善されている。2005 年 11 月に改正された環境

保護法（1994 年 1 月制定）では、廃棄物管理に関する章が別途設けられるなど、規制が強化されている。また、2003 年 4 月 22 日の首相決定「Decision No.64/2003/QĐ-TTg 深刻汚染施設の対策徹底」は象徴的な決定で、環境保護に向けたベトナム政府の強い姿勢が示されている。しかし、実態は、適正な中間処理施設や処分場の整備不足及び施設の不適正な運転管理・維持管理などの問題に直面しており、不適正な廃棄物管理による環境汚染が社会問題となっている。

ベトナム国で深刻な課題となっている廃棄物処理に起因する様々な環境汚染の対策として、本事業が優良な事例となるように施設整備及び運営・管理の事業を立案する。

(4) 本事業に伴うリスクを明確にして、官民の適切な役割分担及びリスク分担に基づいた事業形態の構築を図る。

ベトナム国では、廃棄物処理事業、とりわけ焼却処理事業への外国企業の参入が進んでいないのが現状である。この要因を明確にし、本事業の実現及び健全な運営の確保に向け、官民の適正なリスク分担を行うことが重要である。

本調査では、ベトナム国で事業を実施する際に考慮すべきリスクのほかに、廃棄物処理事業の運営・管理に係るリスクを明確にするため、ベトナム国における法制度を調査するほか、関係機関との協議を十分に行い、本事業に適用される支援、制限、条件等を明確にして、官民の適正なリスク分担に基づく事業形態の構築を図る。

(5) 財務分析・経済分析に基づき、経済性を伴い、事業性がある事業計画の構築を図る。

ベトナム国では最終処分場による埋立処分が廃棄物処理の主な手法となっているが、最終処分容量の削減及び環境汚染の低減等、ベトナム国が直面している様々な課題を考慮すると、大量の廃棄物を衛生的に処理できる中間処理施設の導入が解決策の一つであると言える。一方で、埋立処分が主流となっている理由として経済性があげられることから、適切な中間処理を継続的に行うための経済性の確保は大きな課題である。

廃棄物処理に係る市場の動向に十分に留意し、財務分析・経済分析に必要な情報を入手して、環境面、衛生面における効果だけでなく、経済的にも実現性がある事業を立案する。

1.2.3 事業計画及び事業の実現性の検討における留意事項

本調査の実施に際しては、事業計画及び事業の実現性の検討において、特に、下記の留意事項を考慮して行うものとする。

① 事業化に向けた検討

- ・本事業は将来的に PPP/BOT 方式にて事業化を進める予定であるが、PPP/BOT 事業として実施することに伴うリスクについて、十分に本調査内で検討・確認した上で、想定されるリスクに関する対応・緩和策、予備、その法的実現可能性を十分に検討する。

② 建設費の低減

- ・本事業において主な収入源となるティッピングフィーや廃棄物処理料に関しては、現在のベトナム国における産業廃棄物処理事業の実態から、期待する水準が確保できるかどうかには留意する必要がある。従って、本事業を民間事業として実施・継続するためには初期投資費用を可能な限り低減することが求められる。このため、本調査内では設備設計及び調達先の選定を適切な質を確保することを前提に、海外企業も含めて幅広く実施、初期投資費用の低減を図ることを検討する。
- ・共同事業体が実施した事前 FS 調査における焼却設備の建設費は、中国企業との比較においては高額な水準であるが、日本国の実績と比較すると 3 分の 1 程度の設定である。本 FS では、設備の詳細設計及び調達先の選定をベトナム国や中国をはじめとする海外企業も含めて幅広く実施し、建設費低減の実現性を確認する。

③ 関連政府機関・ドナーとの協調

- ・ベトナム国においては、本事業と同等な規模での廃棄物処理事業の実績は少なく、また、日本企業による海外投資事業となるため、許認可、規制等の事業実施に係る不確定要素によって事業の進捗が妨げられる可能性がある。従って、本調査では関連政府機関との協議を十分に行い、本事業実施のための環境整備の観点も留意して検討を行う。また、必要に応じて、関連政策に係る提案等を行う。
- ・本事業分野は、関連法規制整備等、ドナーによる取組が進められている分野であるため、調査の初期段階より関連機関からの情報収集を行い、事業環境に関する動向に留意する。
- ・本調査の成果は、本事業に対して海外投融資の審査を本機構が実施する際に、検討資料として活用されることに留意して、本調査の過程において十分に本機構と情報共有・協議を行う。

④ 実現可能な事業実施体制・資金調達計画の立案

- ・現地企業との協業やファイナンススキームの組み方を具体的に検討するとともに、ベトナム国の公的金融機関ならびに国際金融機関（IFC、ADB など）からの投資・融資の可能性も含め幅広い金融協調関係の構築を行い、本事業の実現を図る。
- ・本調査では事業計画の具体化・実現性の確保を念頭に、事業実施に係るパートナー企業の特定や協力関係の具体化など、具体的な事業実施体制の立案及び関係機関との協議を実施した上で資金調達計画の策定を行い、実現可能な事業計画の立案を行う。

第 2 部

ベトナム国南部固形廃棄物処理事業
準備調査(PPP インフラ事業)
最終報告書

第2章 事業を取り巻く状況

2.1 社会経済状況

(1) 一般概要

1) ホーチミン市

ホーチミン市はベトナム国南部に位置しており、北部でビンズオン省、北西部でタイニン省、東部でドンナイ省、南東部でバリアブントウ省、西部でロンアン省に接している。

ホーチミン市は、ハノイ市と同様の特別行政区で、経済、文化、教育及び科学技術等の中心となっているほか、政治的にも重要な都市となっている。また、国際的な流通の拠点であるとともに、産業をはじめとした多くの分野におけるサービスの中心となっている。さらに、本市は、南部経済地区やメコンデルタ経済地区を含め、ベトナム国で最も重要な経済地区を構成しており、本地域のみならず、ベトナム国全土において重要な経済地域となっている。

2) ロンアン省

ロンアン省はベトナム国南部に位置しており、東部でホーチミン市及びタイニン省、北部でカンボジア国、西部でドンタップ省、南部でティエンザン省に接している。また、137.7 kmにわたりカンボジア国と国境を有しており、ビエンhip（モックホア県）及びトーモー（ドゥックフエ県）に2ヶ所の国境ゲートが設けられている。

ロンアン省は、ベトナム国の経済発展戦略において特に重要な役割を持つ南部経済地区を構成する省の一つである。また、同省は、地理的にも特別なメコンデルタに位置している。メコンデルタにはカントー市、アンザン省、キエンザン省及びカマウ省からなるメコンデルタ経済地区があり、上記と同様にベトナム国の経済発展に重要な地域である。

(2) 人口

ホーチミン市の2013年の人口は約7,818,200人、総面積は2,095.6km²で、人口密度は約3,731人/km²である。本市の人口規模は、ベトナム国63市省のうち最も多くなっている。

ホーチミン市は24区と19郡(1区から12区(Dist.1, Dist.2, Dist.3, Dist.4, Dist.5, Dist.6, Dist.7, Dist.8, Dist.9, Dist.10, Dist.11, Dist.12)、ゴーヴァップ区(Go Vap)、タンタン区(Tan Binh)、タンフー区(Tan Phu)、ビンタイン区(Binh Thanh)、フーニャン区(Phu Nhuan)、トゥドック区(Thu Duc)、ビンタン区(Binh Tan))及び5つの県(クチ県(Cu Chi)、ホクモン県(Hoc Mon)、ビンチャイン県(Binh Chanh)、ニャベ県(Nha Be)、カンゾ県(Can Gio))で構成されている。

ロンアン省の人口は約147万人(2013年時点)で、ベトナム国の63省のうち17番目の人口規模である。同省の総面積は4,492km²で、人口密度は約327人/km²である。

ロンアン省は1市(タンアン(Tan An City)市)、1町(キエントゥーン(Kien Tuong Town)町)、13県(タンフン県(Tan Hung District)、ビンフン県(Vinh Hung District)、モックホア県(Moc Hoa District)、タンターン県(Tan Thanh District)、ターンホア県(Thanh Hoa District)、ドゥックホエ県(Duc Hue District)、ドゥックホア県(Duc Hue District)、ベンルック県(Ben

Luc District)、トゥートゥア県(Thu Thua District)、チャウターン県(Chau Thanh District)、
タントウルー県(Tan Tru District)、カンドゥック県(Can Duoc District)、及びカンズオック県
(Can Giuoc District))から成り、タンアン市は省直轄市である。

ホーチミン市、ロンアン省及び周辺地域の一般概要を以下に示す。

表2-1 ホーチミン市、ロンアン省及び周辺地域の一般概況
(ホーチミン市、ドンナイ省、ビンズオン省、ロンアン省、バリアブントオ省)

| No | 市/省 項目 | ホーチミン市 | ドンナイ省 | ビンズオン省 | ロンアン省 | バリア ブントオ省 |
|----|------------------------------|---------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------|
| 1 | 面積 (km ²) | 2,095.6 | 5,907.2 | 2,694.4 | 4,491.9 | 1,989.5 |
| 2 | 人口(2013) (人) | 7,818,200 | 2,768,700 | 1,802,500 | 1,469,900 | 1,052,800 |
| 3 | 市町県区数 | 24 区 19 郡 5 県 | 1 市 1 町 9 県 | 1 市 2 町 4 県 | 1 市 1 町 13 県 | 2 市 6 県 |
| 4 | 人口密度 (人/km ²) | 3,731 | 469 | 669 | 327 | 529 |

出典：JICA 調査団作成

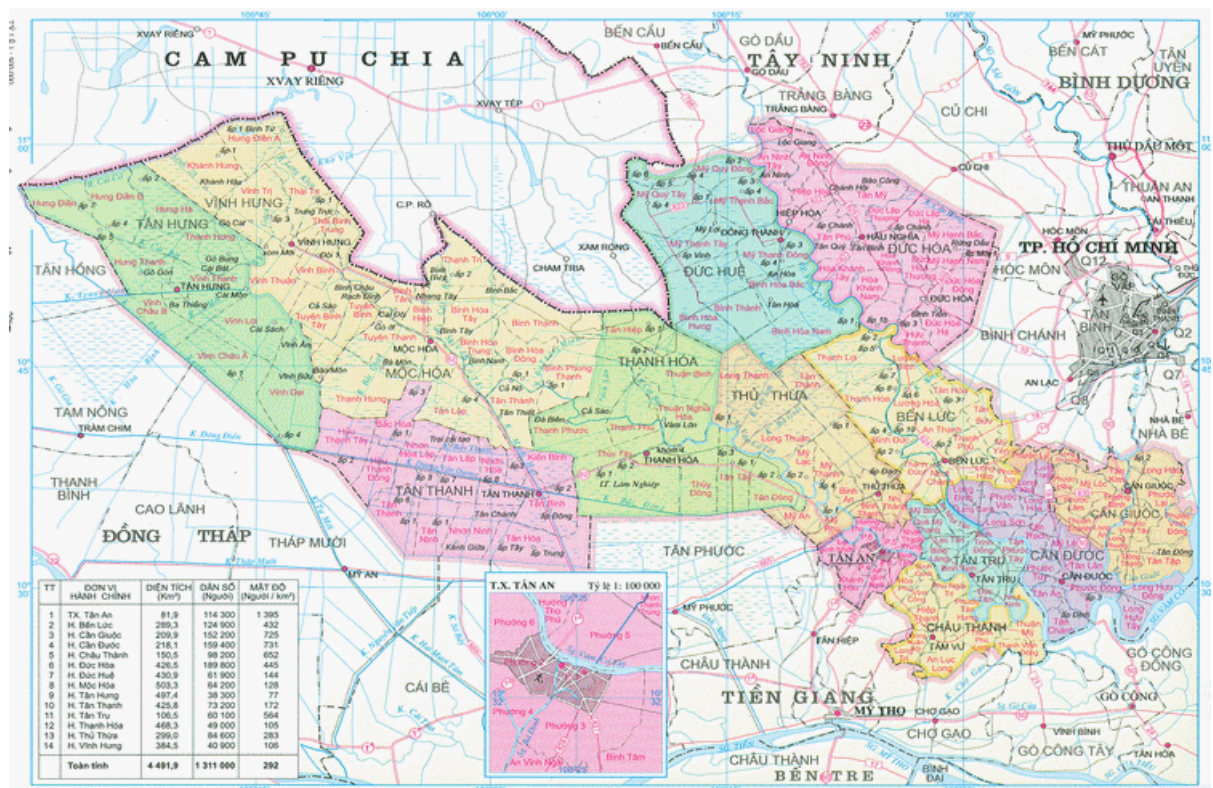


図2-1 ロンアン省の行政区分

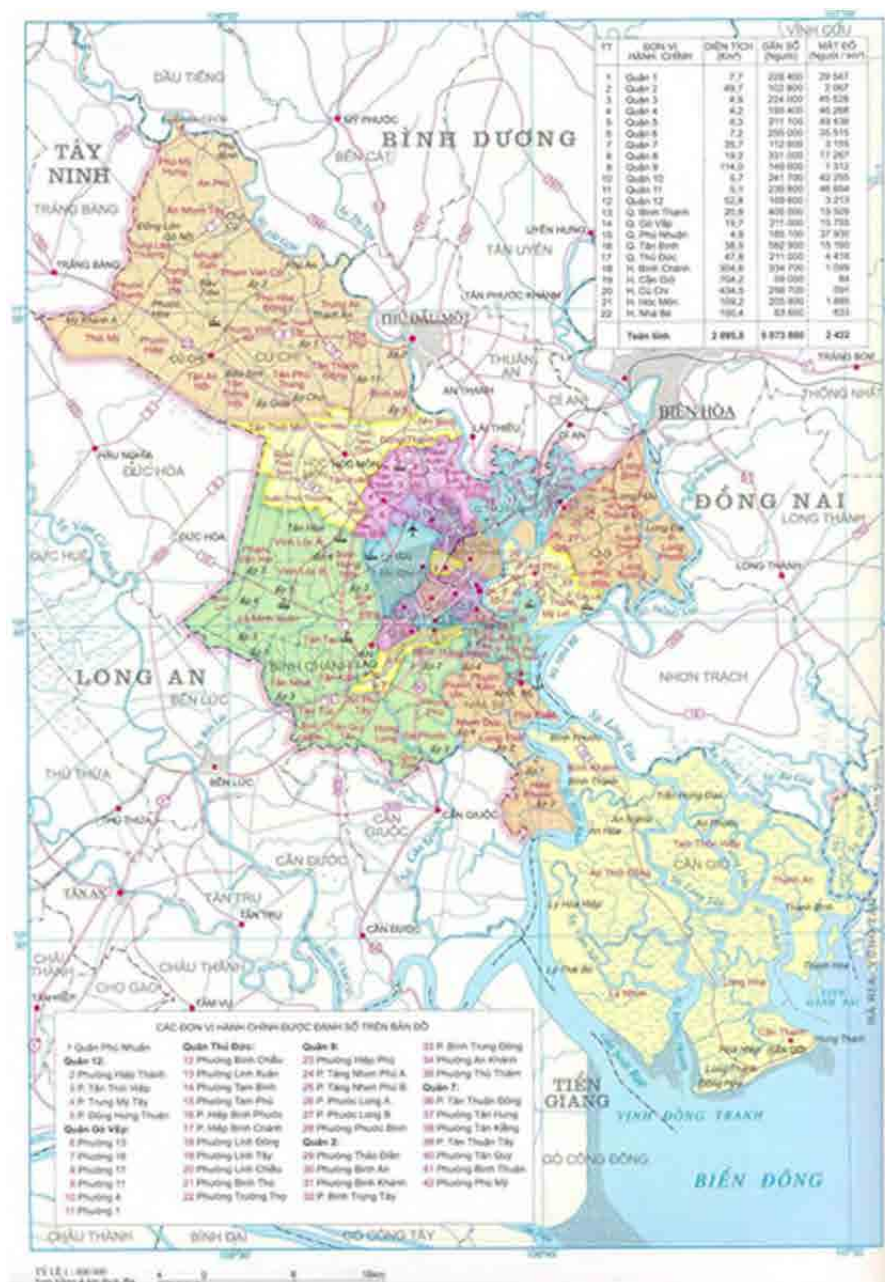


図2-2 ホーチミン市の行政区分

(3) 産業概況

2014年時点、ホーチミン市には3の輸出加工区と14の工業団地があり、このうち、3輸出加工区及び10工業団地が操業中である。一方、本市には工業クラスターが約30か所あり、そのうち、半分が操業中である。

また、2014年時点、ロンアン省は30の工業団地及び14の産業クラスターを有している。

ホーチミン市、ロンアン省及び周辺地域の産業概要を以下に示す。

表2-2 ホーチミン市、ロンアン省及び周辺地域の産業概況
(ホーチミン市、ドンナイ省、ビンズオン省、ロンアン省、バリアブントア省)

| No | 市/省 項目 | ホーチミン市 | ドンナイ省 | ビンズオン省 | ロンアン省 | バリア ブントア省 |
|----|---------------------|-------------------|---------|----------|---------|--------------|
| 1 | 工業団地、経済特区及び輸出加工区 | 輸出加工：3 工業団地：14 | 工業団地：30 | 工業団地：30 | 工業団地：28 | 工業団地：14 |
| 2 | 活動中の企業数 | 110,666 | 8,255 | 3,307 | 10,177 | 5,456 |
| 3 | 企業雇用者数 (人) | 2,371,572 | 630,046 | 178,614s | 823,008 | 166,318 |
| 4 | 平均企業資本金 (10 億ドン) | 4,191,293 | 442,958 | 152,447 | 467,612 | 474,678 |
| 5 | 純売上高 (10 億ドン) | 2,816,180 | 610,458 | 130,285 | 592,787 | 435,156 |

出典：JICA 調査団作成

表2-3 ホーチミン市、ロンアン省及び周辺地域の企業数
(ホーチミン市、ドンナイ省、ビンズオン省、ロンアン省、バリアブントア省)

| 市／省 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|----------|--------|--------|--------|---------|---------|
| ホーチミン市 | 58,093 | 77,700 | 95,837 | 104,299 | 110,666 |
| ドンナイ省 | 5,962 | 6,948 | 7,288 | 7,944 | 8,255 |
| ビンズオン省 | 5,250 | 6,318 | 7,368 | 8,600 | 10,177 |
| ロンアン省 | 2,416 | 2,741 | 2,947 | 3,236 | 3,370 |
| バリアブントア省 | 1,386 | 2,772 | 3,270 | 3,896 | 5,456 |

出典：JICA 調査団作成

表2-4 ホーチミン市、ロンアン省及び周辺地域の工業団地数
(ホーチミン市、ドンナイ省、ビンズオン省、ロンアン省、バリアブントア省)

| 市／省 | 工業団地 | 操業中工業団地 | 建設中／手続き完了等 |
|----------|------|---------|------------|
| ホーチミン市 | 17 | 13 | 4 |
| ドンナイ省 | 30 | 24 | 6 |
| ビンズオン省 | 28 | 26 | 2 |
| ロンアン省 | 30 | 16 | 14 |
| バリアブントア省 | 14 | 11 | 3 |
| 合計 | 119 | 90 | 29 |

出典：JICA 調査団作成

2.2 自然環境状況

(1) 土地利用概況（ホーチミン市）

2010 年におけるホーチミン市の土地利用状況をみると、総面積 209,555ha に対して 208,920ha の土地が利用されており、利用率 99.7%と非常に高い割合となっている。本市では急激な工業化及び都市化に伴って、農業用地及び非農業用地は概ね同じ割合となっており、それぞれ 56.3%、43.4%となっている。マスタープランで示されている 2020 年までの土地利用計画によると、主に工業地域及び基盤施設の整備が進み、農業用地は 39%まで減少するとしている。

表 2-5 ホーチミン市の土地利用率 (2010)

| 項目 | 2010 | |
|----------------|---------|--------|
| | 面積 (ha) | 割合 (%) |
| 総面積 | 209,555 | 100.0 |
| 1.1 農業用地 | 118,052 | 56.3 |
| - 水田 | 27,594 | 13.2 |
| - 畑 | 32,390 | 15.5 |
| - 保護森林 | 33,285 | 15.9 |
| - その他 | 24,783 | 11.7 |
| 1.2 非農業用地 | 90,868 | 43.4 |
| - 事務所等 | 440 | 0.2 |
| - 工業団地、工業クラスター | 4,818 | 2.3 |
| - 処分場、廃棄物処理施設 | 644 | 0.3 |
| - 基盤施設 | 18,196 | 8.7 |
| - その他 | 66,770 | 31.9 |
| 1.3 未利用地 | 635 | 0.3 |

出典：Master Plan of Land Use until 2020 in Ho Chi Minh city

(2) 土地利用概況（ロンアン省）

ロンアン省の土地利用率は高く、2005 年時点で総面積 449,240ha のうち、99.3%の 445,931ha が利用されている。2007 年時点では、農林・漁業養殖用用地が 82.7%と最大の割合を占めており、内訳は農業用地が 66.9%、林業用地が 14.2%、漁業養殖用用地が 1.6%となっている。しかし、近年、農林・漁業養殖用用地は減少傾向にあり、主に宅地や公共事業用地に転換されている。

表2-6 ロンアン省の土地利用率 (2005/ 2007)

| 項目 | 2005 | | 2007 | |
|----------------|---------|------|---------|------|
| | ha | % | ha | % |
| 1. 用地 | 445,931 | 99.3 | 446,017 | 99.3 |
| 1.1 農林・漁業養殖用用地 | 378,008 | 84.1 | 371,600 | 82.7 |
| - 農業用地 | 304,178 | 66.7 | 300,563 | 66.9 |
| - 林業用地 | 66,718 | 14.9 | 63,451 | 14.1 |

| 項目 | 2005 | | 2007 | |
|-----------------|---------|-------|---------|-------|
| | ha | % | ha | % |
| - 漁業養殖用用地 | 6,893 | 1.5 | 7,366 | 1.6 |
| - 未利用農林・漁業養殖用用地 | 219 | 0.05 | 219 | 0.05 |
| 1.2 非農地 | 67,923 | 15.1 | 74,417 | 16.6 |
| - 宅地 | 16,505 | 3.7 | 17,760 | 4.0 |
| - 特別用地 | 35,939 | 8.0 | 41,112 | 9.2 |
| - 宗教用地 | 193 | 0.04 | 195 | 0.04 |
| - 墓地 | 1,055 | 0.2 | 1,092 | 0.2 |
| - 貯水池 | 14,119 | 3.1 | 14,145 | 3.1 |
| - 残存非農地 | 112 | 0.02 | 112 | 0.02 |
| 2. 未利用地 | 3,309 | 0.7 | 3,223 | 0.7 |
| 土地利用合計 | 449,240 | 100.0 | 449,240 | 100.0 |

出典：ロンアン省 DONRE

2.3 廃棄物処理の状況

2.3.1 廃棄物処理セクターの現状

(1) 組織・制度

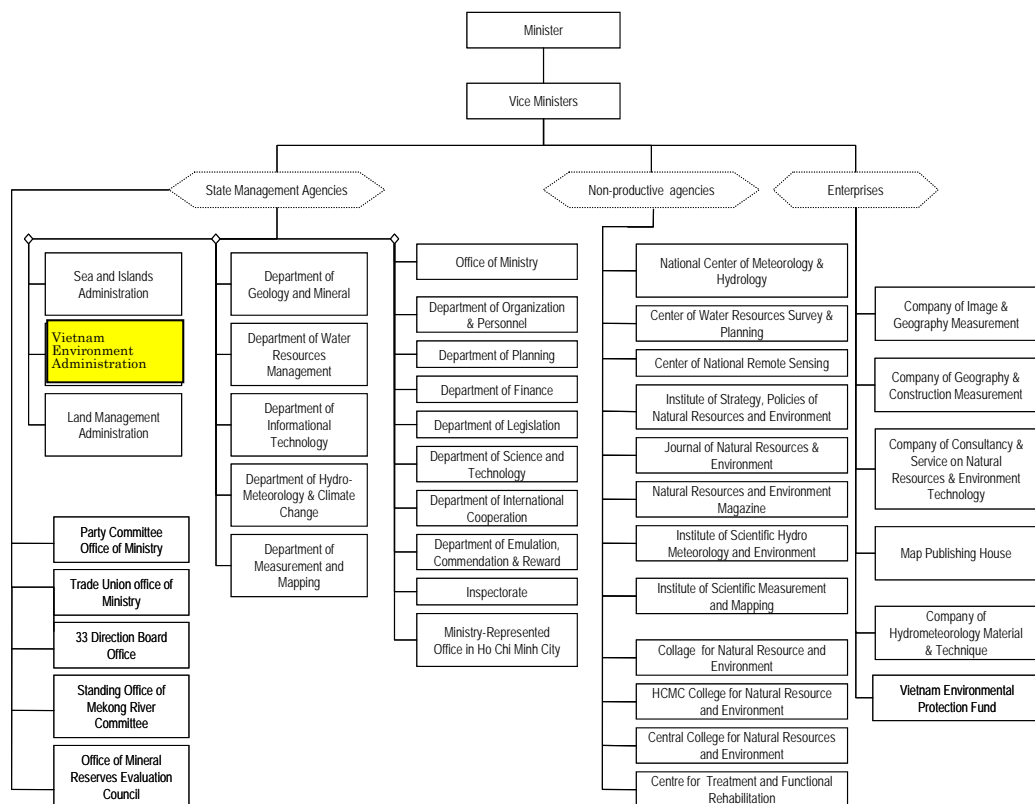
ベトナム国では、廃棄物管理は MOC が、環境全般は MONRE が主管庁となっている。加えて、他の省や地方人民委員会も、直接的に廃棄物管理に係る業務に携わっている。地方の人民委員会には、中央省庁機関に準じたいくつかの部局が設置されており、各都市における廃棄物行政を担っている。

1) 天然資源環境省 (MONRE)

MONRE は、ベトナム国における環境管理及び保護を担当する中央機関である。廃棄物管理に係る主な業務は下記のとおりである。

- ・ 他関係省庁と共同した廃棄物管理に関するガイドライン、規則及び基準の策定
- ・ 年次及び長期的な廃棄物管理計画のまとめ及び政策・戦略の作成
- ・ 調査及び開発予算の配分計画
- ・ 廃棄物管理プロジェクトに係る環境影響評価報告書 (EIA) の評価及び承認
- ・ 廃棄物管理に関する査察及び監督
- ・ 住民意識の向上とリサイクル及び処理技術の承認

MONRE の組織図を以下に示す。



出典：JICA 調査団作成

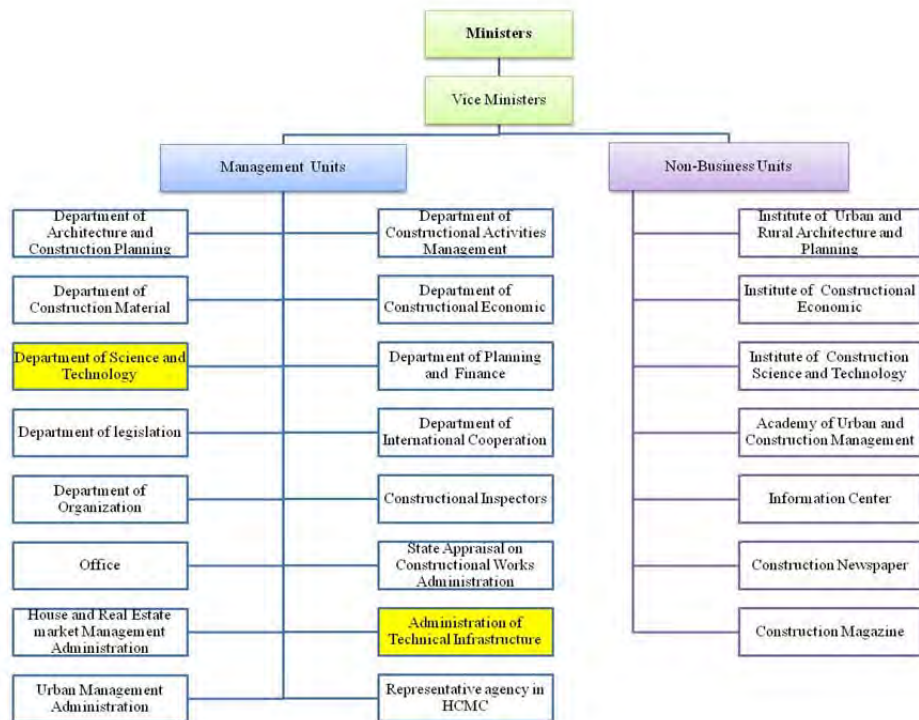
図2-3 MONREの組織図

2) 建設省 (MOC)

MOC は、自治体における廃棄物及び排水に関して、主として他のセクターの技術的な監督を行う権限を有する省である。廃棄物に関する責任は、以下のとおりである。

- ・ 政策及び法律の策定
- ・ 廃棄物処理施設の計画及び建設
- ・ 全国・地方で進められる廃棄物処理施設の計画及び建設

MOC の組織図を以下に示す。



出典：JICA 調査団作成

図2-4 MOCの組織図

3) 地方自治体（PPC）

各地方政府には代表組織として人民評議会が、また、地方行政機関として人民委員会（PPC）がある。人民委員会には、中央省庁機関に準じたいくつかの部局がある。人民委員会は、地方政権の全てにおいて責任を負っており、廃棄物に関する人民委員会の責務は、以下のとおりである。

- ・ 年次及び長期的な環境管理計画を実行するために中央政府機関と調整して、関連部局を指導する。
- ・ 地方の現状に基づき、関係プロジェクトの承認を行う。
- ・ プロジェクトのための投資資金を調達する。また、民間参画を促進するための仕組みを構築する。
- ・ 設計、建設、モニタリング、環境影響評価などに関して、プロジェクト実施中に DONRE 及び DOC を指導する。

建設局（DOC）は、省及び市レベルの都市開発計画の実施を監督する。また、廃棄物処理施設の設計や建設のまとめ、プロジェクトの決定に関して人民委員会に助言を行うほか、DONRE と連携して人民委員会に承認を求める。

天然資源環境局（DONRE）は、環境モニタリング、MONRE や人民委員会が発行した政策及び規則の実施や管理、プロジェクトに係る環境影響評価の査定、建設局と連携した処分場の選定を行い、最終的に人民委員会の承認を得るための提案を行う。

(2) 廃棄物管理に係る法令、関連政策・計画

1) 法令のリスト

以下の表に示すように、廃棄物管理を規定する一連の法律文書は、ベトナム国政府によって発行されている。

表2-7 法令リスト

| コード | 法規制の名称 | 発行年月 |
|--------------------------------|---|------------|
| 廃棄物管理 | | |
| 法律 29/2005/L-CTN | 環境保護法（基本法） （第 8 章 廃棄物管理） | 2005/12/12 |
| 政令 80/2006/ND-CP | 環境保護法施行細則及び指針に関する政令 （第 4 節 廃棄物管理） | 2006/8/9 |
| 政令 179/2013/ND-CP | 環境保護法罰則規定 | 2013/11/14 |
| 政令 59/2007/ND-CP | 固形廃棄物管理規則 | 2007/4/9 |
| 有害廃棄物管理 | | |
| 決定 60/2002/QD-BHKCNMT | 有害廃棄物埋立技術指針 | 2002/8/8 |
| 政令 104/2009/ND-CP | 有害物質の陸上輸送規程 | 2009/11/9 |
| 通達 12/2011/TT-BTNMT | 有害廃棄物管理規約 | 2011/4/14 |
| 医療廃棄物管理 | | |
| 決定 62/2001/QD-BKHCNMT | 医療廃棄物焼却技術指針 | 2001/11/21 |
| 決定 43/2007/QD-BYT | 医療廃棄物管理規則 （決定 2575/1999/QD-BYT 医療廃棄物管理規則, 8/27, 1999 の改訂版） | 2007/11/30 |
| QCVN02:2012/BNTMT | 医療廃棄物焼却炉排ガス基準 | 2012 |
| 廃棄物処理施設・処分場の建設・運転 | | |
| 通達 01/2001/TTLT-BKHCNMT-BXD | 埋立地の立地基準 | 2001/1/18 |
| 通達 05/2008/TT-BTNMT | 戦略的環境影響評価指針 | 2008/12/8 |
| QCVN07:2010/BXD | 廃棄物処理施設の立地規制 | 2010/2/5 |
| QCVN25:2009/BTNMT | 埋立地浸出水水質基準 | 2009/11/16 |
| QCVN40:2011/BTNMT | 産業排水基準 | 2011/12/28 |
| QCVN19:2009/BTNMT | 産業排ガス基準：無機物質と煤塵 | 2009/11/16 |
| QCVN20:2009/BTNMT | 産業排ガス基準：有機物質 | 2009/11/16 |
| TCVN7558:2005 | 廃棄物焼却炉排ガス中の有機物質濃度の測定法 | |
| QCVN30:2012/BTNMT | 産業廃棄物焼却炉の排ガス基準及び技術基準 | 2012/12/28 |
| ごみ処理料金 | | |
| 法令 38/2001/PL-UBTVQH | ごみ処理料金の設定に係る条例 | 2001/8/28 |
| 政令 57/2002/ND-CP | 上記法令の実施のための解説 | 2002/6/3 |

| コード | | 法規制の名称 | 発行 年月 |
|-----|----------------------|-----------------------------|-----------|
| | 通達 63/2002/TT-BTC | 上記法令の指針 | 2002/7/24 |
| | 通達 71/2003/TT-BTC | 都市ごみの処理料金に係る規定の実施のためのガイドライン | 2003/7/30 |

出典：JICA 調査団作成

ベトナム国における廃棄物管理に関する法制度は、1994 年 1 月に施行された環境保護法が基本法となっている。環境保護法は 2005 年 11 月に改定され、2006 年 7 月から施行されており、この改定で廃棄物管理に関する規定が強化された。廃棄物管理に関連する主要な法規制・基準等は 1990 年後半から数多く公布されている。

環境保護法は法律名が示すとおり、環境を保護するための総合的な法律である。改定された「環境保護法」では、全 15 章のうち廃棄物管理が一つの章として設けられており、「第 8 章 廃棄物管理」の第 66 条から第 85 条の中で、廃棄物管理の責任、廃棄物の収集・運搬、リサイクル、処理・処分の基本的な事項が示されている。また、第 1 章で廃棄物の定義がなされているほか、第 5 章の第 39 条には、医療機関から排出される一般の廃棄物、有害廃棄物・排水及び放射性廃棄物の管理のための基本的な方針及び対応策が記載されている。

固形廃棄物管理規則は、有害廃棄物や医療廃棄物など、特別な管理が必要となる廃棄物の管理規則に加え、2007 年 4 月 9 日に首相命令として公布された。これによって、有害廃棄物、医療廃棄物及び一般の固形廃棄物の管理規則が整備され、環境保護法の規定と相まって廃棄物管理に関する規制がより充実・強化されることとなった。同規則は、固形廃棄物管理に関する総合的な指針や解説が示されたもので、固形廃棄物の管理計画、資金投資及び各関係者の責任が明記されている。同規則で対象とする廃棄物は固形廃棄物のみであるが、都市廃棄物から産業廃棄物及び有害廃棄物までを対象とし、発生から保管、収集・運搬、処理・処分、再利用やリサイクルにおける規則を網羅している。

また、廃棄物処理施設及び処分場の整備に当たっては、候補地の基準を順守するほか、排出ガスや排水等の排出基準を満足できる施設を建設する必要がある。

2) 2015 年までの固形廃棄物統合管理国家戦略と 2050 年までのビジョン

ベトナム国における廃棄物管理の国家戦略は、2009 年に MOC と MONRE の共同で策定した「決定 No.2149/QĐ-TTg : 2015 年までの固形廃棄物統合管理国家戦略と 2050 年までのビジョン」に取り纏められている。本戦略では、2015 年、2020 年、2025 年を目標年度として、都市廃棄物、産業廃棄物、医療系廃棄物管理の目標を定めている。

また、MOC 及び MONRE は廃棄物管理や 3R（発生抑制、再使用、再生利用）の政策立案の責務を負う中央官庁で、廃棄物管理の実施は、地方政府の人民委員会が履行機関となっている。一方、計画投資省、財務省、産業通産相、保健省、農村・地方開発省及び文化・情報省の役割として、支援機関であることが規定されている。加えて、本戦略の目標達成のため、10 の行動計画が以下の表のように示されている。

表2-8 廃棄物管理実施の行動計画と関連省庁の役割分担

| No | プログラム名 | 目的 | 目標年次 | 主省庁 | 協力省庁 |
|---|--------------------------------|--|------|-------|---|
| 1 | 固形廃棄物防止と削減、リサイクル、再利用の促進 | - 固形廃棄物のリデュース、リデュース、リユース、リサイクルの実施と明確化 - リサイクル産業の発展 | 2020 | MONRE | MOC/MOIT/MOH/ 関連省庁/地方政府 PC |
| 2 | 固形廃棄物の分別収集の強化 | -固形廃棄物の分別収集の適用と規制の明確化 -固形廃棄物の分別収集のスケールアップモデル | 2015 | MONRE | MOC/MOIT/MOH/ MOF/地方政府 PC |
| 3 | 地方自治体の固形廃棄物処理構築に関する調査 | 地方自治体の固形廃棄物処理の構築 | 2020 | MOC | MOIT/MOH/MPI/ MOF/MONRE/ MOST/地方政府 PC |
| 4 | 2009-2020 年の固形廃棄物処理 | 64 省すべてで家庭ごみ処理の埋立規制技術を適用した設備を設置する | 2020 | MOC | MPI/MOF/MONRE/ MOST/地方政府 PC |
| 5 | 処分場とごみ処理施設の環境改善 | - 決定第 64 号/2003/QĐ-TTg によって規定された環境汚染を引き起こしている埋立地の処理 -環境基準に合う埋立地の全国的な修復と強化 | 2020 | MONRE | MOC/MOF/MPI/ 地方政府 PC |
| 6 | 農村部とクラフトビレッジでの固形廃棄物管理の強化 | 農村部とクラフトビレッジでの ISWM の強化 | 2020 | MARD | MONRE/MOC/ 地方政府 PC |
| 7 | 固形廃棄物データベースとモニタリングシステムの構築 | 中央レベルから地方レベルまでの廃棄物管理の有効性を強化するために、全国で廃棄物のモニタリングとデータベースシステムを明確にする | 2020 | MONRE | MOC/MOIT/MOH/ 地方政府 PC |
| 8 | 住民に対する意識啓発 | 住民に対して分別、リデュース、リユース、リサイクルなどの意識啓発を宣伝や教育を通して行う | 2015 | MOIT | MOET/MOIT/MOH/ MOC/MONRE |
| 9 | 廃棄物統合管理における政策、法律、組織の確立 | 廃棄物統合管理における標準システム、規制、技術的なガイドライン、メカニズム、政策と制度を確立する | 2015 | MOC | MONRE/MOIT/ MOH/MOF/MPI/ MOST |
| 10 | 2009 年から 2025 年の医療機関からの固形廃棄物処理 | 2025 年までに医療機関からの廃棄物排出量を 100%収集・処理し、環境基準を満たす | 2025 | MOH | MONRE/MOC/MOF |
| 注) PC: 人民委員会、MOF: 財務省、MOIT: 産業通商省、MONRE: 天然資源環境省、MOH: 保健省、MOC: 建設省、MPI: 計画投資省、MOST: 科学技術省、MARD: 農村・地方開発省、MIC: 文化・情報省、MOET: 教育・訓練省 | | | | | |

出典: Decision 2149/2009/QĐ-TTg: National Strategy on Integrated Solid Waste Management until 2015, Vision to 2050, Dec. 17, 2009

3) 2020 年までに北部、中部、南部の 3 経済地区に廃棄物処理施設を建設する計画

2020 年までに、北部、中部、南部の 3 経済地区に広域固形廃棄物処理複合施設の建設を行うための国家計画は、2008 年 10 月 6 日に首相によって示された「決定 No. 1440/2008/QĐ-TTg : 2020 年までに北部、中部、南部の 3 経済地区に廃棄物処理施設を建設する計画」で規定されている。

本計画の概要を以下に示す。

本計画では、南部経済地区として、Tan Thanh 廃棄物処理地域及び Cu Chi 廃棄物処理地域の 2 地域が上げられている。しかし、本計画は、中央政府主導で策定されたため、候補地の現状が十分に考慮されていないことなどから、これらの地域では具体的な建設計画が進められておらず、また、Cu Chi 地区に関しては、既存処分場のうち 3 か所がすでに閉鎖され、残りの 1 か所についても閉鎖される予定である。

表2-9 経済地区（7地域）の広域固形廃棄物処理施設整備事業計画

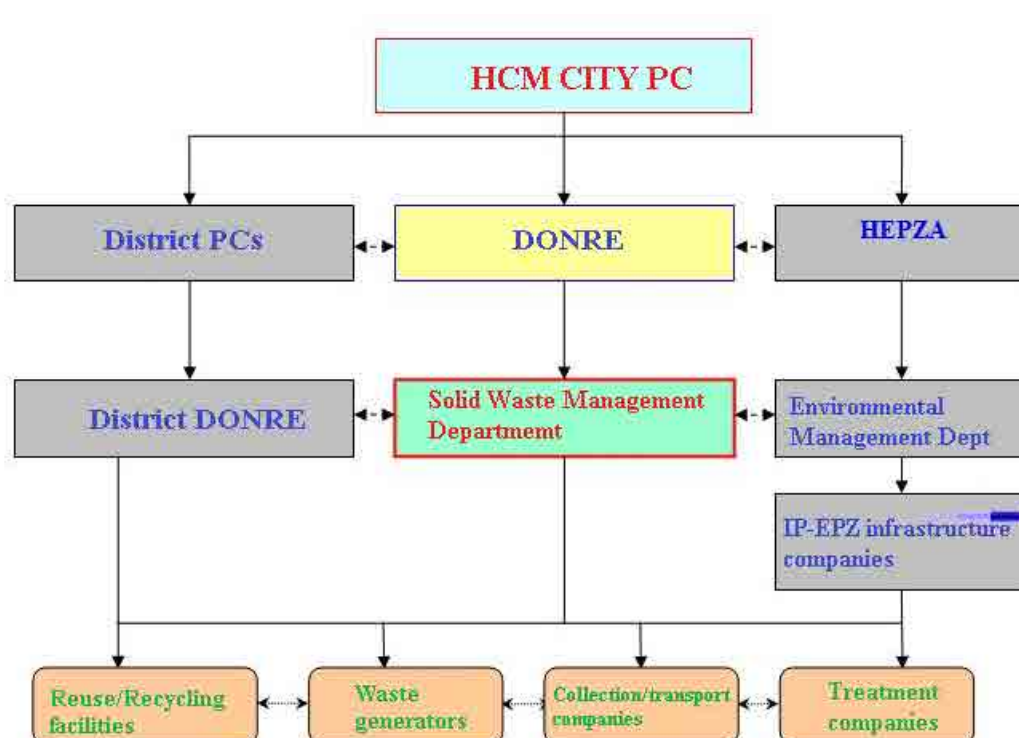
| No | 広域廃棄物処理 | 場所 | 面積 | サービス範囲 | 投資概算 |
|-----|---------------------|---|------------|--|-------------|
| I | 北部経済地区 | | | | |
| 1 | Nam Son 廃棄物処理地域 | Nam Son commune, Dong Anh district, Ha noi | 140-160 ha | - 産業廃棄物: Ha noi, Vinh Phuc, Ha Tay, Bac Ninh, Hung Yen - 都市廃棄物: Ha noi | USD 160mil |
| 2 | Son Duong 廃棄物処理地域 | Son Duong commune, Hoanh Bo district, Quang Ninh | 100 ha | -産業廃棄物: Quang Ninh, Hai Phong, Hai Duong -都市廃棄物: Quang Ninh | USD 68mil |
| II | 中部経済地区 | | | | |
| 1 | Huong Van 廃棄物処理地域 | Huong Van commune, Huong Tra district, Thua Thien Hue | 40 ha | -産業廃棄物: Thua Thien Hue and Đa Nang -都市廃棄物: Huế city | USD 30.5mil |
| 2 | Binh Nguyen 廃棄物処理地域 | Binh Nguyen commune, Binh Son district, Quang Ngai | 70 ha | -産業廃棄物: Quang Nam, Quang Ngai -都市廃棄物: Quang Ngai | USD 65.5mil |
| 3 | Cat Nhon 廃棄物処理地域 | Cat Nhon commune, Phu Cat district, Binh Dinh | 70 ha | -産業廃棄物: Binh Dinh and some western and southern provinces -都市廃棄物: Binh Dinh | USD 55mil |
| III | 南部経済地区 | | | | |
| 1 | Tan Thanh 廃棄物処理地域 | Tan Thanh commune, Thu Thua district, Long An | 1,760ha | -都市廃棄物と産業廃棄物: Long An and Ho Chi Minh city | USD 190mil |
| 2 | Cu Chi 廃棄物処理地域 | Cu Chi district, Ho Chi Minh | 822 ha | -産業廃棄物と有害廃棄物: Ho Chi Minh, Binh Duong, Tay Ninh | USD 29mil |

出典：Decision No. 1440/2008/QĐ-TTg dated on October 06, 2008 of Prime Minister on approval for plan of waste treatment facilities in three focal economic zones the North, the Centre and the South until 2020

2.3.2 廃棄物処理の状況（ホーチミン市）

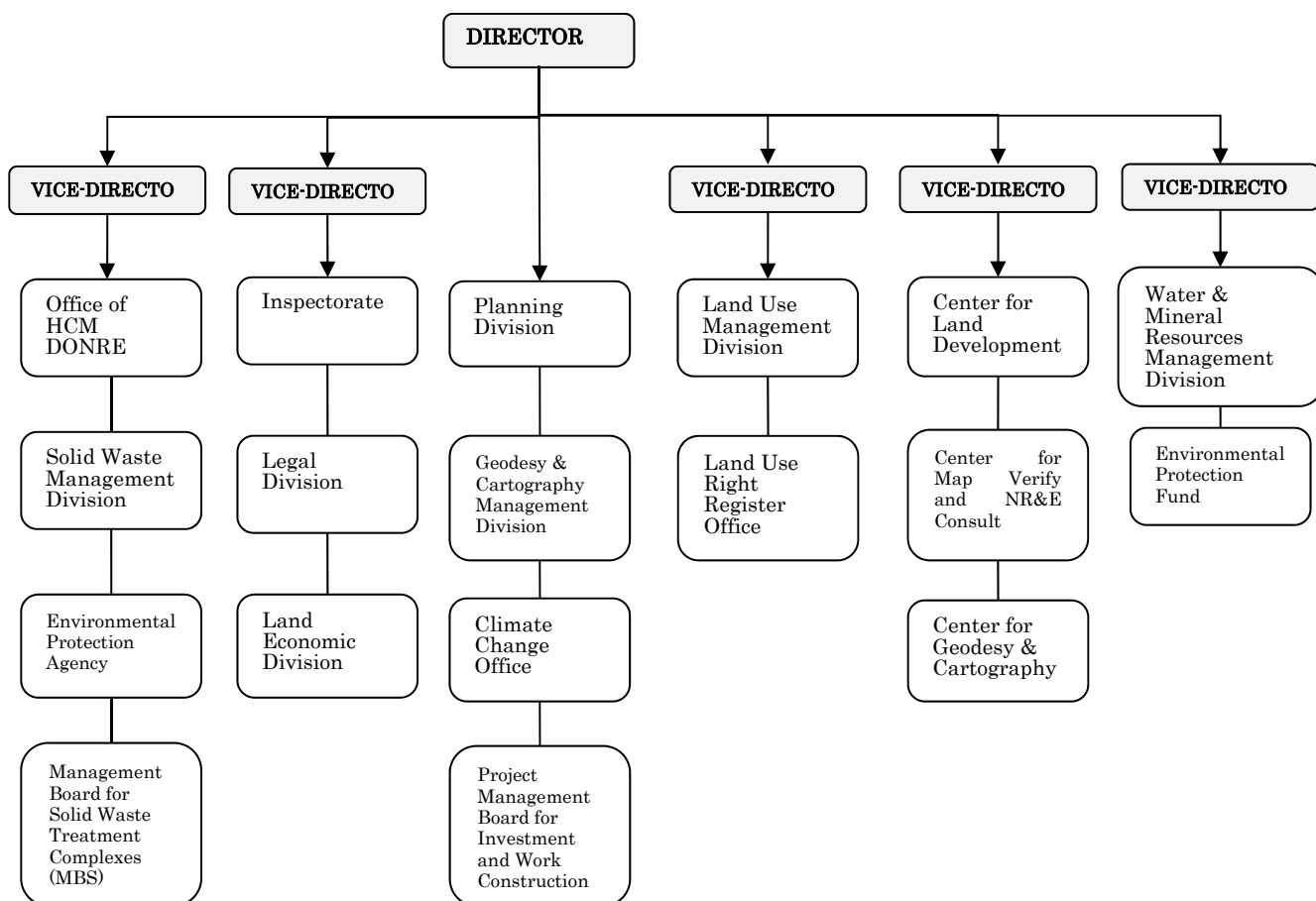
(1) 組織・制度

ホーチミン市では、DONRE が廃棄物管理に係る全ての事項において責務を負う主管部局となっている。DONRE にある組織のうち、本市における廃棄物管理を実施し、DONRE の局長に助言を行う組織は固形廃棄物管理課である。本課では、(1)環境管理課、固形廃棄物処理複合施設管理委員会（MBS）及び環境保護課（EPA）などの DONRE の管轄にある他の部局や委員会、もしくは、(2)ホーチミン市通産・生産・工業団地公社（HEPZA）及び市町県レベルの DONRE などの他関連機関と連携して、その責務を担っている。



出典： Planning orientation of solid waste management in Ho Chi Minh up to 2020, vision to 2030 (2011.10) (Ho Chi Minh City DONRE)

図2-5 廃棄物管理システムに関する組織図（ホーチミン市）



出典： <http://www.donre.hochiminhcity.gov.vn>

図2-6 ホーチミン市DONREの組織図

(2) 廃棄物管理マスタープラン

1) 都市ごみ量

建設省基準のごみ原単位（1kg/人/日）を用いて算出すると、ホーチミン市では 2010 年に 7,500～8,000 トン/日の都市ごみが発生していると推測される。このうち、一部のごみがリサイクルされているものの、収集されるごみは 6,500～6,700 トン/日となっている。

マスタープランで示されている都市ごみの収集量の推移を以下に示す。

ホーチミン市の都市ごみは、人口増加及び都市化に伴って年々増加しており、2010 年の収集量は 2000 年と比較して約 1.6 倍となっている。

表2-10 都市ごみの収集量の推移 (1992-2010)

| 年 | 収集量 | | 年間増加率 (%) |
|------|-----------|--------|--------------|
| | (トン/年) | (トン/日) | |
| 1992 | 424,807 | 1,164 | - |
| 1993 | 562,227 | 1,540 | 32.0% |
| 1994 | 719,889 | 1,972 | 28.0% |
| 1995 | 978,084 | 2,680 | 35.8% |
| 1996 | 1,058,468 | 2,900 | 8.2% |
| 1997 | 983,811 | 2,695 | -7.0% |
| 1998 | 939,943 | 2,575 | -4.4% |
| 1999 | 1,066,272 | 2,921 | 13.4% |
| 2000 | 1,483,963 | 4,066 | 39.2% |
| 2001 | 1,369,358 | 3,752 | -7.7% |
| 2002 | 1,568,476 | 4,700 | 14.5% |
| 2003 | 1,788,500 | 4,900 | 14.0% |
| 2004 | 1,684,023 | 4,678 | -5.8% |
| 2005 | 1,746,485 | 4,785 | 3.7% |
| 2006 | 1,895,889 | 5,194 | 8.5% |
| 2007 | 1,971,421 | 5,401 | 3.9% |
| 2008 | 2,021,593 | 5,538 | 2.5% |
| 2009 | 2,121,819 | 5,813 | 4.9% |
| 2010 | 2,372,500 | 6,500 | 7.4% |

出典：Planning orientation of solid waste management in Ho Chi Minh up to 2020, vision to 2030 (2011.10) (Ho Chi Minh City DONRE)

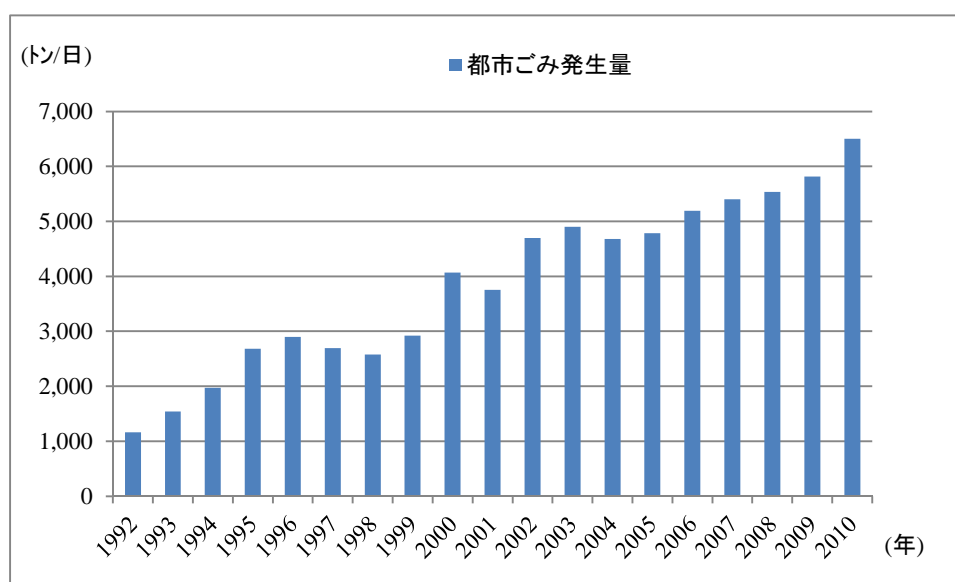


図2-7 都市ごみ発生量の推移 (1992-2010)

2) ごみ組成

家庭、学校及びレストラン/ホテルから排出されたごみの組成分析結果を以下に示す。

全てのサンプルにおいて、食品（厨芥類）が最も多く、ごみ全体の高い割合を占めている。

家庭から排出されるごみは、食品（厨芥類）が最も多く、61.0%~96.6%を占めている。次いで、ビニール類及びプラスチック類が多くなっている。その他では、紙類などの可燃系ごみが約1割程度、また、がれき等の不燃系ごみが約1割程度含まれている。学校から排出されるごみは、食品（厨芥類）が23.5%~75.8%と最も多い割合を占めている。一方で、ビニール類、プラスチック類及び紙類の割合も少なくなく、資源化が可能な可燃系ごみが多く含まれている。レストラン/ホテルから排出されるごみは、食品（厨芥類）が最も多く、79.5%~100.0%となっている。その他のごみの混入は少なく、食品（厨芥類）がごみ全体の高い割合を占めている。

表2-11 ごみ組成（家庭、学校、レストラン/ホテル）

| No | 組成 | 家庭 | 学校 | レストラン/ホテル |
|----|----------|-------------|-------------|------------|
| | | % (ww) | % (ww) | % (ww) |
| 1 | 食品 | 61.0 – 96.6 | 23.5 – 75.8 | 79.5 – 100 |
| 2 | ビニール類 | KDK – 13.0 | 8.5 – 34.4 | KDK – 5.3 |
| 3 | プラスチック類 | 0.5 – 10.0 | 3.5 – 18.9 | KDK – 6.0 |
| 4 | 布類 | 1.0 – 5.1 | 1.0 – 3.1 | - |
| 5 | 軟らかいゴム | KDK – 0.3 | - | - |
| 6 | 硬いゴム | KDK – 2.8 | - | - |
| 7 | 木材類 | 0.7 – 3.1 | - | - |
| 8 | 発砲スチロール | KDK – 1.3 | 1.0 – 2.0 | KDK – 2.1 |
| 9 | 紙類 | 0.7 – 14.2 | 1.5 – 27.5 | KDK – 2.8 |
| 10 | ガラス類 | 1.65 – 4.0 | KDK – 2.5 | KDK – 1.0 |
| 11 | 金属類 | 0.9 – 3.3 | KDK | - |
| 12 | 皮革類 | - | KDK – 4.2 | - |
| 13 | がれき、土 | KDK – 10.5 | - | - |
| 14 | 陶器 | KDK – 3.6 | - | - |
| 15 | 段ボール | KDK – 0.6 | - | KDK – 0.5 |
| 16 | カン類 | 0.98 – 2 | - | - |
| 17 | バッテリー | - | - | - |
| 18 | 綿類 | KDK – 2.0 | - | - |
| 19 | 竹、わら、葉 | 1 – 2.0 | - | - |
| 20 | 貝殻、骨（動物） | KDK – 9.0 | - | - |

出典：Planning orientation of solid waste management in Ho Chi Minh up to 2020, vision to 2030 (2011.10) (Ho Chi Minh City DONRE)

注：KDK；微量 <乾重量で0.5%未満、ww；湿重量、“-”；不検出

また、二つの処分場（Phuoc Hiep 処分場、Da Phuoc 処分場）から採取したごみの組成分析結果を以下に示す。

二つの処分場において、食品（厨芥類）が最も多く、Phuoc Hiep 処分場で 83.0%~86.8%、Da Phuoc 処分場で 83.1%~88.9%と 8 割以上を占めている。その他のごみの割合は低く、数%に留まっている。

表2-12 ごみ組成（最終処分場）

| No | 組成 | Phuoc Hiep 処分場 (%) | Da Phuoc 処分場 (%) |
|----|-----------------|-----------------------|---------------------|
| 1 | 食品 | 83.0 – 86.8 | 83.1 – 88.9 |
| 2 | 貝類 | 0.0 – 0.2 | 1.1 – 1.2 |
| 3 | 竹、わら | 0.3 – 1.3 | 1.3 – 1.8 |
| 4 | 紙類 | 3.6 – 4.0 | 2.0 – 4.0 |
| 5 | 段ボール | 0.5 – 1.5 | 0.5 – 0.8 |
| 6 | ビニール | 2.2 – 3.0 | 1.4 – 2.2 |
| 7 | プラスチック類 | 0.0 – 0.1 | 0.1 – 0.2 |
| 8 | 布類 | 0.2 – 1.8 | 0.9 – 1.8 |
| 9 | 皮革類 | 0 – 0.02 | - |
| 10 | 木材類 | 0.2 – 0.4 | 0.2 – 0.4 |
| 11 | 軟らかいゴム | 0.1 – 0.4 | 0.1 – 0.3 |
| 12 | 硬いゴム | - | - |
| 13 | ガラス類 | 0.4 – 0.5 | 0.4 – 0.5 |
| 14 | カン類 | - | 0.2 – 0.3 |
| 15 | 非鉄類 | 0.1 – 0.2 | 0.1 – 0.2 |
| 16 | 陶器 | 0.1 – 0.3 | 0.1 – 0.2 |
| 17 | がれき | 1.2 – 4.5 | 1.0 – 4.5 |
| 18 | 灰 | 0.0 – 1.2 | - |
| 19 | 発砲スチロール | 0.0 – 0.3 | 0.2 – 0.3 |
| 20 | 包帯、おむつ | 0.9 – 1.1 | 0.5 – 0.9 |
| 21 | 有害廃棄物（油付着物、蛍光灯） | 0.1 – 0.2 | 0.1 – 0.2 |
| 22 | 水分 | 52.5 – 53.7 | 52.6 – 53.7 |
| 23 | 乾燥重量 (%) | 81.7 – 82.4 | 81.7 – 82.4 |

出典：Planning orientation of solid waste management in Ho Chi Minh up to 2020, vision to 2030 (2011.10) (Ho Chi Minh City DONRE)

注：“-”；不検出

3) 既存の廃棄物処理施設

都市ごみに係る主要な施設は最終処分場で、これまで、中間処理施設は積極的に導入されていない。現在、ホーチミン市では、約 15%の都市ごみをコンポスト処理しており、それ以外は、処分場で直接埋立している。

現在稼働している都市ごみの廃棄物処理施設の一覧を以下に示す。

表2-13 都市ごみの既存廃棄物処理施設の一覧

| No | 名称 | 事業 | 面積 (ha) | 稼働期間 | 受入廃棄物量 (トン/日) |
|----|---|---|---------|-------------|------------------|
| 1 | Da Phuoc Landfill | Vietnam Waste solution Ltd., company (UsA) | 128.0 | 2007 年 11 月 | 2,500 – 3,000 |
| 2 | Phuoc Hiep Landfill No.2 | CITENCO | 19.7 | 2008 年 2 月 | 1,500 – 2,500 |
| 3 | Phuoc Hiep plant treating domestic waste to fertilizer (composting plant) | Vietstar Jsc (UsA) | 35.0 | 2009 年 12 月 | 600 – 1,200 |

出典：Planning orientation of solid waste management in Ho Chi Minh up to 2020, vision to 2030 (2011.10) (Ho Chi Minh City DONRE)

ホーチミン市には、中継基地が 45 施設ある。各地区で発生するごみ量及び廃棄物処理施設までの距離を勘案して整備されており、収集・運搬の効率化が図られている。

各収集運搬業者から廃棄物処理施設までの移動距離を以下に示す。

表 2-14 各収集運搬業者から廃棄物処理施設までの移動距離

単位: km

| 収集運搬業者 | 中継基地 | Da Phuoc 処分場 | Phuoc Hiep 処分場 | Vietstar 社 |
|---|-------|-----------------|-------------------|------------|
| Transportation Enterprise No. 1 (CITENCO) | 17.35 | 40.30 | 45.81 | 40.38 |
| Transportation Enterprise No. 2 (CITENCO) | 6.19 | 29.70 | | 37.74 |
| District 1 | 17.32 | 23.29 | 50.35 | 37.95 |
| District 2 | 35.00 | | 70.27 | |
| District 3 | 20.17 | 23.81 | | |
| District 4 – Cong Nong Co-operative | 7.50 | 20.50 | | |
| District 5 | 10.49 | 21.37 | | 60.20 |
| District 6 | | 25.38 | | 53.92 |
| District 7 | | 27.44 | | |
| District 8 | 11.68 | 22.46 | | |
| District 9 | | 70.89 | 68.55 | 69.04 |
| District 10 | | 21.71 | 53.43 | 54.18 |
| District 11 – Tan Hoa TSC- Cong Nong Co-operative | | 24.50 | 43.55 | 44.15 |
| District 11 – Public Service Company of District 11 | 3.41 | | | |
| District 12 | | | 53.46 | 56.01 |
| TanBinh District | 4.47 | | 42.55 | 43.40 |
| Tan Phu District | 9.65 | | | 44.01 |
| Binh Tan District | | 28.85 | | |
| Binh Chanh District | 12.80 | 25.98 | | |
| Phu Nhuan District | 4.03 | 26.10 | 43.85 | |
| Go Vap District | 9.96 | 51.34 | 48.33 | 49.49 |
| Thu Duc District | 30.00 | 62.16 | 57.88 | 60.31 |
| Hoc Mon District | | | 38.52 | |

| 収集運搬業者 | 中継基地 | Da Phuoc 処分場 | Phuoc Hiep 処分場 | Vietstar 社 |
|---------------------|-------|-----------------|-------------------|------------|
| Binh Thanh District | 9.81 | | 51.58 | |
| Nha Be District | 61.30 | 55.66 | | |
| Cu Chi District | | | 24.02 | |

出典：Planning orientation of solid waste management in Ho Chi Minh up to 2020, vision to 2030 (2011.10) (Ho Chi Minh City DONRE)

4) 産業廃棄物の現状

産業廃棄物の主な発生源は工業団地及び工業クラスターで、膨大な量の廃棄物が排出されていると推測される。非有害産業廃棄物の発生量は 1,500~2,000 トン/日で、有害産業廃棄物は総排出量の約 15%に当たる 250~350 トン/日となっている。

表2-15 有害及び非有害の産業廃棄物発生量（ホーチミン市 2010年）

| No | 種類 | 廃棄物量（トン/日） |
|----|----------|---------------|
| 1 | 非有害産業廃棄物 | 1,500 – 2,000 |
| 2 | 有害産業廃棄物 | 250-350 |

出典：Planning orientation of solid waste management in Ho Chi Minh up to 2020, vision to 2030 (2011.10) (Ho Chi Minh City DONRE)

2011 年 8 月時点、処理・処分のライセンスを持っている業者は 13 社で、このうち、ホーチミン市 DONRE が発行するライセンスを持った業者は 3 業者（Minh Tan Trade and petroleum transportation Co., Ltd、Duong Dung Trade and Production Co., Ltd、Trung Nam Trade – Production – Services Private Enterprise）、MONRE が発行するライセンスを持った業者が 10 業者（Green Environment Production – Services – Trade Co., Ltd、Vietnam Australia Environment JSC、Toan Thang Loi Co., Ltd、CITENCO、Petrolimex Shipbuilding and Commercial Co., Ltd、Tung Nguyen Production – Trade Private Enterprise、Sai Gon Petrolimex Construction Services and Trade Enterprise、Quoc Viet Environmental Science and Technology Co., Ltd、Dai Phat Mechanical Production and Services Co., Ltd、Thanh Lap Environmental Trade and Treatment Co., Ltd）となっている。

また、4 業者が有害廃棄物を処理するための焼却施設を有しているものの、処理能力は 1~7 トン/日と小規模で、合計の処理能力も 25 トン/日以下となっている。

ホーチミン市で有害廃棄物の処理・処分を行っている業者の一覧及び有害廃棄物の焼却施設の稼働状況を以下に示す。

表2-16 有害廃棄物処理業者の概要

| No | 業者名 | 住所 | 受入廃棄物の種類 | 処理技術 | 有害廃棄物処理量 (kg/年) |
|----|---|------------|----------|---|--------------------|
| 1 | Green Environment Production – Services – Trade Co., Ltd | Binh Chanh | 全種類 | - 02 焼却炉、処理能力 20m ³ /炉/h - 01 廃水処理システム、処理能力: 6m ³ /h - 01 固化処理システム - 09 廃水収集システム付き汚泥乾燥タンク - 01 オイルドラム缶処理システム - 01 溶剤回収システム - 01 粘性剤回収システム | 6,500,000 |
| 2 | Vietnam Australia Environment JSC | Binh Chanh | 全種類 | - 03 焼却炉 - 01 オイルリサイクルシステム - 01 鉛リサイクルシステム - 02 蒸留システム - 02 洗浄システム - 01 固化設備 - 01 廃油処理システム - 01 化学廃水処理システム - 01 生物的廃水処理システム | 6,970,000 |
| 3 | Minh Tan Trade and petroleum transportation Co., Ltd | District 7 | 廃油 | 廃油及び油性残渣の処理 | 2,880,000 |
| 4 | Toan Thang Loi Co., Ltd | District 9 | 廃油 | - 04 蒸留炉 - 01 廃油処理システム | 120,000,000 |
| 5 | CITENCO | Binh Tan | 全種類 | 02 焼却炉 (01 産業廃棄物焼却炉、01 医療廃棄物焼却炉) | 190,000 |
| 6 | Petrolimex Shipbuilding and Commercial Co., Ltd | Nha Be | 油性廃水 | 原料分離システム及び精油 - 01 内燃設備 | 208,034 |
| 7 | Duong Dung Trade and Production Co., Ltd | Binh Tan | 油用ドラム缶 | 油用ドラム缶処理/リサイクル | 150,000 |
| 8 | Tung Nguyen Production – Trade Private Enterprise | Binh Chanh | 油用ドラム缶 | 油用ドラム缶処理/リサイクル | 170,000 |
| 9 | Sai Gon Petrolimex Construction Services and Trade Enterprise | Nha Be | 廃油 | - 01 油性残渣分離 - 01 廃油分離 - 01 焼却炉: 50kg/h | 497,500 |
| 10 | Quoc Viet Environmental Science and Technology Co., Ltd | Binh Chanh | 酸性廃水 | 01 酸性廃水及び重金属含有廃水処理システム、鉄類複合溶液リサイクル | 72,000,000 |
| 11 | Dai Phat Mechanical Production and Services Co., Ltd | Binh Chanh | 油用ドラム缶 | 油用ドラム缶処理/リサイクル | 290,000 |

| No | 業者名 | 住所 | 受入廃棄物の種類 | 処理技術 | 有害廃棄物処理量 (kg/年) |
|----|--|------------|----------|--|--------------------|
| 12 | Thanh Lap Environmental Trade and Treatment Co., Ltd | Cu Chi | 移送 処理 | - 01 焼却炉、処理能力：01 トン/日 - 01 固化処理システム - 01 溶剤、蒸留/リサイクルシステム - 01 リサイクルシステム、処理能力：1,000 kg/h、攪拌及び粉碎を含む (500 kg/h) - 01 廃水処理システム | 5,930,000 |
| 13 | Trung Nam Trade – Production – Services Private Enterprise | Binh Chanh | 移送 処理 | - 金属溶融システム: 01 焼却炉、処理能力：1.2 トン/時間、01 金属精錬キルン、処理能力：1.2 トン/時間 - 鉛蓄電池洗浄システム - 廃水処理システム、10 m3/日 | 7,000,000 |
| 合計 | | | | | 219,908,414 |

出典：Planning orientation of solid waste management in Ho Chi Minh up to 2020, vision to 2030 (2011.10) (Ho Chi Minh City DONRE)

表2-17 有害廃棄物の焼却施設の稼働状況

| No | 業者名 | 概要 |
|----|--|---|
| 1 | CITENCO | - 有害廃棄物処理システム 2 焼却炉 ： + 医療廃棄物用焼却炉、処理能力；7 トン/日 + 産業廃棄物用焼却炉、処理能力；4 トン/日 <i>有害廃棄物処理を強化するため、21 トンの焼却炉の試運転を実施。</i> |
| 2 | Green Environment Production – Services – Trade Co., Ltd | - 有害廃棄物処理システム：産業廃棄物/有害廃棄物の焼却炉（2 段式炉）、処理能力 4 トン/日、排ガス処理及び排水処理システム付き、炉数；2 炉 |
| 3 | Vietnam Australia Environment JSC | - 有害廃棄物処理システム：焼却炉（2 段式炉）、処理能力 6 トン/日、排ガス処理及び排水処理システム付き、炉数；2 炉 |
| 4 | Thanh Lap Environmental Trade and Treatment Co., Ltd | - 焼却炉：2 段式炉、処理能力 1 トン/日、排ガス処理及び排水処理システム付き、炉数；1 炉 |

出典：Planning orientation of solid waste management in Ho Chi Minh up to 2020, vision to 2030 (2011.10) (Ho Chi Minh City DONRE)

医療廃棄物の収集/処理量の推移を以下に示す。

ホーチミン市の医療廃棄物は年々増加し、2010 年の収集/処理量は 2000 年と比較して約 2.5 倍となっており、2010 年の医療廃棄物の収集/処理量は 11.54 トン/日となっている。

表2-18 医療廃棄物の収集/処理量 (2000-2010)

| 年 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|
| 収集/処理量 (トン/日) | 4.6 | 5.6 | 5.8 | 6.19 | 6.88 | 7.64 | 8.97 | 10.50 | 11.38 | 12.86 | 11.54 |
| 収集/処理量 (トン/年) | 1,681 | 2,032 | 2,117 | 2,260 | 2,512 | 2,791 | 3,274 | 3,832 | 4,154 | 4,693 | 4,214 |

出典：Planning orientation of solid waste management in Ho Chi Minh up to 2020, vision to 2030 (2011.10) (Ho Chi Minh City DONRE)

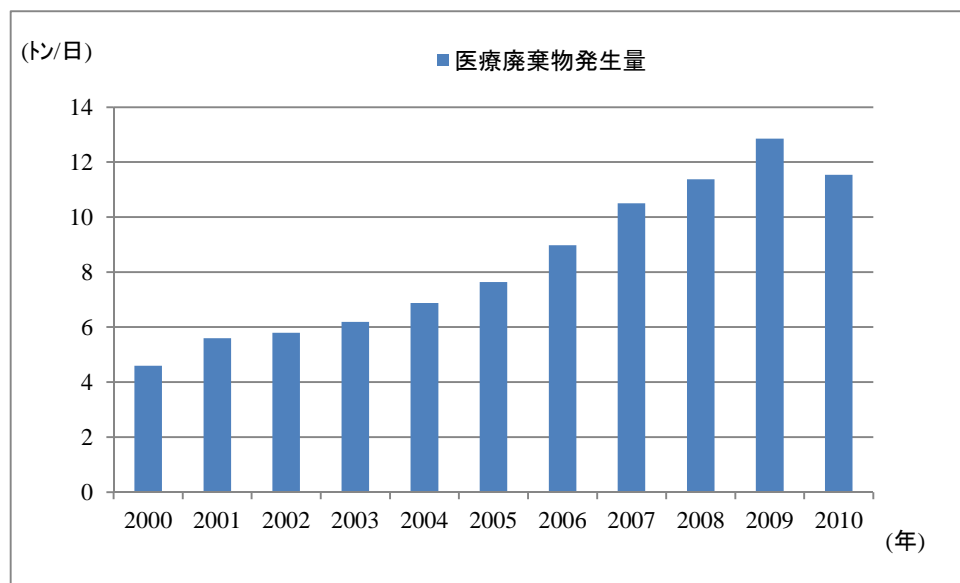


図2-8 医療廃棄物の収集/処理量 (2000-2010)

2.3.3 廃棄物処理の状況（ロンアン省）

(1) 組織・制度

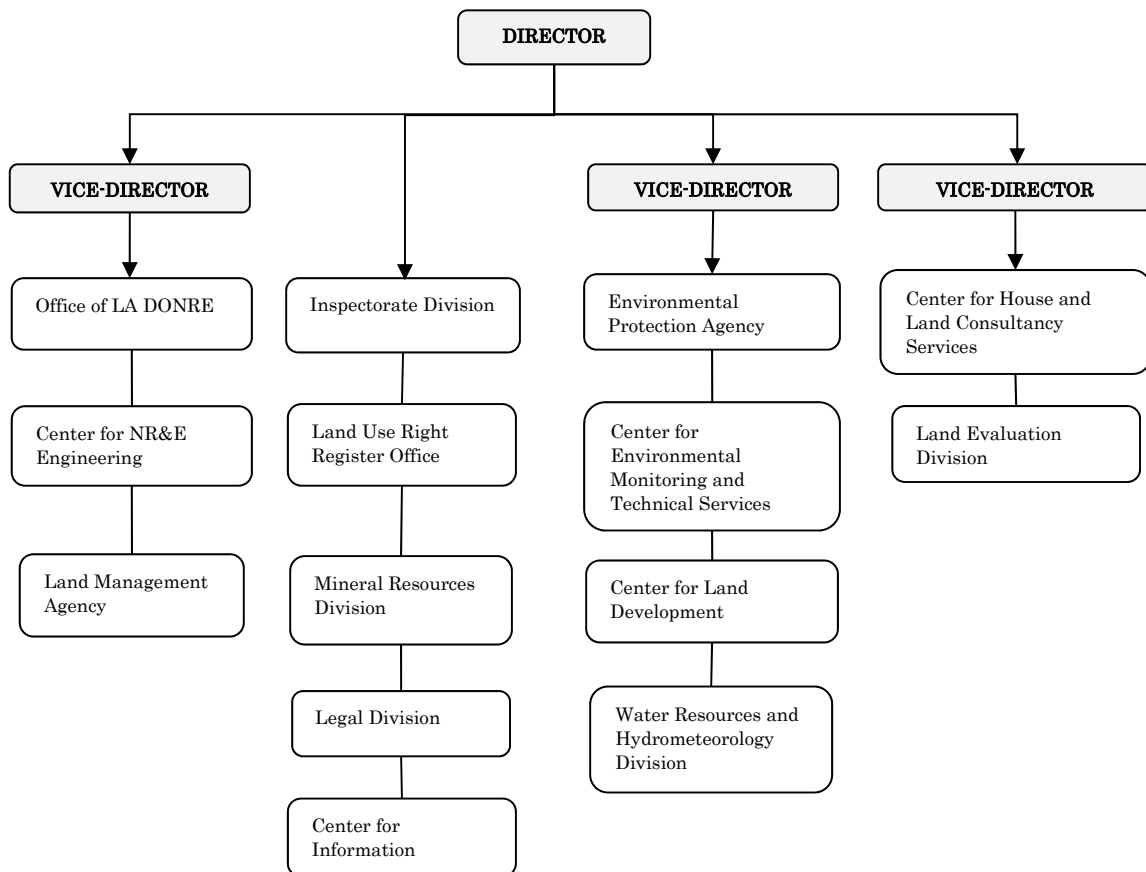
ロンアン省では、DONRE が廃棄物管理に関する主管部局となっており、建設局は廃棄物処理施設の建設に関しての責務を担っている。

各部局の役割及び責務を以下に示す。

表2-19 各部局における役割と責務

| 部局 | 役割／責務 |
|--------------------|---|
| 天然資源環境局 (環境保護部) | 廃棄物に係る統計データや一覧表の管理。 廃棄物に係る課題の解決に向けた行動に対する助言。 |
| 建設局 | 廃棄物処理施設整備のための計画策定。 |
| 保健局 | 病院から排出される医療系廃棄物の管理。 |

| 部局 | 役割／責務 |
|-----------|-----------------------------------|
| 計画投資局 | 投資に係る方針・決定。投資プロジェクトの受領、確認、推進。 |
| 産業通産局 | 工業クラスターにある事業所・工場から排出される廃棄物のデータ収集。 |
| 工業団地管理委員会 | 工業団地にある事業所・工場から排出される廃棄物のデータ収集。 |



出典：ロンアン省提供資料を基に調査団が作成

図2-9 ロンアン省DONREの組織図

(2) 廃棄物管理マスタープラン

1) 都市ごみの現状

家庭から排出される多くの家庭ごみは分別されておらず、混合して収集され、処分場に搬入されている。家庭ごみの収集量は多くなく、収集される地域は、主に Tan An 市や地方の商業地域・マーケットに限られており、ロンアン省全体の収集率は、42.90%である。

2011 年 11 月に策定されたマスタープランによると、一般廃棄物の発生量（2009）は下表のように推計されている。一般廃棄物の発生量の算出に当たっては、現地調査の結果から、原単位を 0.53kg/人/日と定め、算出されている。これによると、ロンアン省から発生する廃棄物量は 769.42 トン/日で、このうち、都市部を中心に発生量の 42.90%に当たる 330.1 トン/日が収集されている。

表2-20 都市ごみの廃棄物発生量及び収集量 (2009)

| No | 市/県 | 廃棄物 発生量 (トン/日) | 廃棄物 収集量 (トン/日) | 収集率 (%) |
|----|---------------------|----------------------|----------------------|------------|
| 1 | Tan An City | 71.25 | 50 | 70.18 |
| 2 | Tan Hung district | 26.19 | 3 | 11.46 |
| 3 | Vinh Hung district | 26.62 | 2 | 7.51 |
| 4 | Moc Hoa district | 37.17 | 30 | 80.71 |
| 5 | Tan Thanh district | 40.42 | 4,5 | 11.13 |
| 6 | Thanh Hoa district | 28.66 | 4,6 | 16.05 |
| 7 | Duc Hue district | 31.32 | 5 | 15.96 |
| 8 | Duc Hoa district | 115.73 | 65 | 56.17 |
| 9 | Ben Luc district | 79.42 | 50 | 62.96 |
| 10 | Thu Thua district | 47.71 | 10 | 20.96 |
| 11 | Chau Thanh district | 52.09 | 5 | 9.60 |
| 12 | Tan Tru district | 32.27 | 5 | 15.49 |
| 13 | Can Duoc district | 90.17 | 12 | 13.31 |
| 14 | Can Giuoc district | 90.41 | 84 | 92.91 |
| 合計 | | 769.42 | 330.1 | 42.90 |

出典：Master Plan on Waste Treatment Site in Long An Province in the Period of 2010-2020 and Vision to 2025

都市ごみの日々の収集・運搬に必要な備品は十分に整備されていない。

また、都市ごみは 12 収集業者によって収集・運搬が行われ、省内にある 13 ヶ所の処分場に搬入されている。

ロンアン省内の地方自治体における収集業者の現状及び既存処分場の一覧を以下に示す。

表2-21 ロンアン省における廃棄物収集業者の現状

| No | 市/県 | 収集業者 |
|----|---------------------|--|
| 1 | Tan An City | Tan An Urban Works JSC |
| 2 | Tan Hung district | Kien Tuong Water Supply-Sewerage and Environment Co., Ltd |
| 3 | Vinh Hung district | Vinh Hung Urban Works Co., Ltd |
| 4 | Moc Hoa district | Kien Tuong Water Supply-Sewerage and Environment Co., Ltd |
| 5 | Tan Thanh district | Tan Thanh township Co., Ltd |
| 6 | Thanh Hoa district | Kien Tuong Water Supply-Sewerage and Environment Co., Ltd |
| 7 | Duc Hue district | Water supply and environment station of district |
| 8 | Duc Hoa district | Duc Hoa district's public service company Phuong Nam Co., Ltd |
| 9 | Ben Luc district | Ben Luc Water Supply and Urban Service JSC |
| 10 | Thu Thua district | Thu Thua Urban Works JSC |
| 11 | Chau Thanh district | Chau Thanh Urban Works Co., Ltd |
| 12 | Tan Tru district | Phu Cuong company |
| 13 | Can Duoc district | Can Duoc Urban Works JSC |
| 14 | Can Giuoc district | Can Giuoc Urban Works JSC |

出典：Master Plan on Waste Treatment Site in Long An Province in the Period of 2010-2020 and Vision to 2025

表2-22 ロンアン省の既存処分場

単位：ha

| No | 市/県 | 処分場 | 面積 | 埋立終了 面積 |
|----|---------------------|--|-------|------------|
| 1 | Tan An City | Loi Binh Nhon landfill (Xuan Hoa 1 hamlet, Loi Binh Nhon commune) | 1.5 | 1.5 |
| 2 | Tan Hung district | Hung Thanh hamlet, Hung Thanh commune | 2.0 | 2.0 |
| 3 | Vinh Hung district | Trung Chanh hamlet, Thai Binh Trung commune | 0.5 | 0.5 |
| | | Trung Vinh hamlet, Thai Binh Trung commune | 0.3 | 0.3 |
| | | Bao Sen hamlet, Khanh Hung commune | 1.0 | 1.0 |
| | | Utilize tunnel exploiting soil as leveling material, Hung Dien A commune | 0.5 | 0.2 |
| 4 | Moc Hoa district | Go Tranh hamlet, Binh Tan commune | 4.4 | 1.5 |
| 5 | Tan Thanh district | Go Noi hamlet – Nhon Hoa commune | 5.0 | 3.0 |
| | | Dumping area in Hau Thanh Dong commune | 3.0 | 0.5 |
| 6 | Thanh Hoa district | Waste tunnel in Thanh An commune | 0.2 | 0.2 |
| 7 | Duc Hue district | KP4, Dong Thanh township | 0.3 | 0.3 |
| 8 | Ben Luc district | Hamlet No. 9, Luong Hoa commune | 1.7 | 0.8 |
| 9 | Thu Thua district | Hamlet No.2, Tan Thanh commune | 1.5 | 0.5 |
| 10 | Chau Thanh district | Collecting and transporting to landfills of Tien Giang province | - | - |
| 11 | Tan Tru district | Tan Binh hamlet, Tan Tru township | 0.3 | 0.3 |
| 12 | Can Duoc district | Area 1C, Can Duoc township | 0.56 | 0.56 |
| 13 | Can Giuoc district | Transporting to Da Phuoc landfill, Binh Chanh district, Ho Chi Minh city | - | - |
| 合計 | | | 22.76 | 13.16 |

出典：Master Plan on Waste Treatment Site in Long An Province in the Period of 2010-2020 and Vision to 2025

2) 産業廃棄物の現状

ロンアン省には、産業廃棄物を適切に処理できる施設がなく、2014年時点、廃棄物処理複合施設整備の計画も策定されていない。

ロンアン省の非有害産業廃棄物の収集・処理は、企業自身によって適切に実施されており、収集率は非常に高くなっている。非有害産業廃棄物の発生量は40,356トン/年で、収集率80~90%を考慮すると、32,284.8~36,320.4トン/年が収集されている。処理・処分方法は、敷地内における焼却や埋立がほとんどとなっている。

一方、革靴、バッテリー、鉄・アルミ工場、印刷用インクやプラスチックなどの事業所・工場から排出される有害廃棄物は大きな問題となっている。Decree No. 59/2007/ND-CPに従って登録している有害廃棄物排出事業者はロンアン省に319事業者ある。有害廃棄物の発生量は8,071トン/年で、収集率50%を考慮すると、4,035.5トン/年が収集されている。しかしながら、有害廃棄物の処理を行っている業者はロンアン省にないため、有害廃棄物排出事業者は、Green environment company、Ngoc Tan Kien company、Tuong lai xanh company、Holcimなど、他省にある処理業者に委託している。

2005年及び2009年における産業廃棄物の発生量を下表に示す。

表2-23 産業廃棄物の発生量

単位：トン/年

| No | 産業廃棄物の種類 | 年 | |
|----|----------|--------|--------|
| | | 2005 年 | 2009 年 |
| 1 | 非有害産業廃棄物 | 24,751 | 40,356 |
| 2 | 有害産業廃棄物 | 4,950 | 8,071 |

出典：Report on state of environment in Long An, period 2006-2010

3) 廃棄物発生量の予測

都市ごみの発生原単位や将来人口予測などをもとに、都市ごみの発生量が推計されている。

2010 年、2015 年、2020 年、2025 年における都市ごみ発生量の推計結果を以下に示す。

表2-24 ロンアン省における都市ごみ発生量の将来予測結果

| 年 | 人口 (人) | ごみ発生 原単位 | 廃棄物発生量 | |
|------|-----------|-------------|--------|---------|
| | | (kg/人/日) | (トン/日) | (トン/年) |
| 2010 | 1,453,095 | 0.53 | 767 | 279,774 |
| 2015 | 1,519,220 | 0.61 | 927 | 338,254 |
| 2020 | 1,572,310 | 0.72 | 1,132 | 413,203 |
| 2025 | 1,610,786 | 0.85 | 1,369 | 499,746 |

出典：Master Plan on Waste Treatment Site in Long An Province in the Period of 2010-2020 and Vision to 2025

「Report on state of environment in Long An, period 2006-2010」によると、工業団地から排出される産業廃棄物の原単位は、Bien Hoa I 工業団地で実施された産業廃棄物の組成調査から 104.7kg/ha/日と示されている。また、DONRE が作成した「Report on land management and planning, industrial land use planning in Long An province (2010.7)」によると、ロンアン省内で工業団地及び工業クラスターとして計画されている土地の面積は 23,090 ha となっている。

これらの条件をもとに、産業廃棄物の発生量を推計した結果を以下に示す。

表2-25 ロンアン省における産業廃棄物発生量の将来予測結果

| 年 | 計画 面積 (ha) | 整備率 (%) * | 整備 面積 (ha) | 産業廃棄物発生量 | | |
|------|------------------|--------------|------------------|------------------|-----------------|-------|
| | | | | 非有害廃棄物 (トン/日) | 有害廃棄物 (トン/日) | 合計 |
| 2010 | 23,090 | 40 | 9,236 | 967 | 193 | 1,160 |
| 2015 | 23,090 | 60 | 13,854 | 1,451 | 290 | 1,741 |
| 2020 | 23,090 | 80 | 18,472 | 1,934 | 387 | 2,321 |
| 2025 | 23,090 | 100 | 23,090 | 2,418 | 484 | 2,901 |

出典：Master Plan on Waste Treatment Site in Long An Province in the Period of 2010-2020 and Vision to 2025

注：(*)-将来推計のため、工業団地及び工業クラスターの 2025 年までの整備状況を想定した。

(3) ヒアリング調査結果

ロンアン省 DONRE から提供されたデータ及び情報によると、近年 5 年間の廃棄物発生量は下記に示すとおりである。

表2-26 ロンアン省における廃棄物発生量（5年間）

単位：トン/日

| 種類 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|-----------|--------------|--------------|---------------|---------------|--------------|
| 都市ごみ | 120.5 | 144.0 | 183.00 | 237.00 | 270 |
| 有害産業廃棄物 | 6.0 | 22.1 | 30.27 | 60.79 | 240 |
| 非有害産業廃棄物 | 12.0 | 110.5 | 140.78 | 263.28 | 506 |
| 合計 | 138.5 | 276.6 | 354.05 | 561.07 | 1,016 |

注1：表中の都市ごみの発生量は、都市部において Public/Urban work companies によって収集されたごみ量を示す。

注2：有害産業廃棄物及び非有害産業廃棄物の発生量は、有害廃棄物排出事業者として登録されている業者リストのものである。

出典：JICA 調査団作成

有害廃棄物の収集・運搬及び処理・処分を業として行うためには、MONRE もしくはロンアン省 DONRE が発行するライセンスを取得する必要がある。省を越えた広域事業を行う場合は MONRE のライセンスを、単独の省内で事業を行う場合はロンアン省 DONRE のライセンスを取得して事業を行うことになる。2014 年時点で、ロンアン省 DONRE にライセンスを申請した業者はなく、MONRE が発行するライセンスを持った業者は、収集・運搬に関しては 21 業者、処理・処分に関しては 19 業者あり、これらの業者がロンアン省から排出される有害廃棄物の収集・運搬、処理・処分を行っている。

ロンアン省で収集・運搬及び処理・処分を行っている業者の一覧を以下に示す。

表2-27 許可業者の一覧（ロンアン省）

| No | 業者名 | ライセンス (MONRE) | | ライセンス (ロンアン省 DONRE) | |
|----|---|------------------|-------------|------------------------|-------------|
| | | 有害廃棄物 収集・運搬 | 有害廃棄物 処理 | 有害廃棄物 収集・運搬 | 有害廃棄物 処理 |
| 1 | Vietnam Holcim cement Co., Ltd | ○ | ○ | - | - |
| 2 | Viet Nam Green Environment JSC | ○ | ○ | - | - |
| 3 | Ngoc Tan Kien Trade & production Co., Ltd | ○ | ○ | - | - |
| 4 | Dai Lam Son Co., Ltd (DALASO) | ○ | ○ | - | - |
| 5 | Tan Phat Tai Co., Ltd | ○ | ○ | - | - |
| 6 | Vietnam Australia Environment JSC (VINAUSEN) | ○ | ○ | - | - |
| 7 | Lam Phat Trade , Import and Export, Transportation Private Enterprise | ○ | ○ | - | - |

| No | 業者名 | ライセンス (MONRE) | | ライセンス (ロンアン省 DONRE) | |
|----|---|------------------|-------------|------------------------|-------------|
| | | 有害廃棄物 収集・運搬 | 有害廃棄物 処理 | 有害廃棄物 収集・運搬 | 有害廃棄物 処理 |
| 8 | Tuoi Sang Environment Co., Ltd (Sao Mai Xanh) | ○ | ○ | - | - |
| 9 | Binh Phuoc Xanh Environmetal Technology Co., Ltd | ○ | ○ | - | - |
| 10 | Thang Long metallurgy Co., Ltd | ○ | | - | - |
| 11 | A Chau Environment production and Trade Services Co., Ltd | ○ | ○ | - | - |
| 12 | Green Environment production and Trade Services Co., Ltd | ○ | ○ | - | - |
| 13 | Ho Chi Minh CITENCO | ○ | ○ | - | - |
| 14 | Phu Ha Environment Co., Ltd | ○ | ○ | - | - |
| 15 | Ha Loc Co.,Ltd | ○ | ○ | - | - |
| 16 | Thanh Lap Environmental Trade & Treatment Co., Ltd | ○ | ○ | - | - |
| 17 | Cat Thinh Xanh JSC | ○ | ○ | - | - |
| 18 | Bac Nam Engineering Environment Co., Ltd | ○ | ○ | - | - |
| 19 | Huynh Kim Nhat Environment Trade – Services One member Co., Ltd | ○ | ○ | - | - |
| 20 | Tan Hong Ngoc Environment One member Co., Ltd | ○ | ○ | - | - |
| 21 | Thanh Nhan Environmental Treatment Co., Ltd | ○ | | - | - |
| 合計 | | 21 | 19 | 0 | 0 |

出典：JICA 調査団作成

2.4 環境社会配慮に係る法制度・組織

(1) 環境社会配慮に係る関連法令

1) 環境保護法

ベトナムでは都市化、工業化による環境破壊が経済発展を促進する上での大きな課題として認識されている。このため憲法ではその第 29 条で環境保護を唱えているほか、基本的な環境法である環境保護法が 1993 年 12 月 27 日に成立した（1994 年 1 月 10 日施行）。この法律は 2005 年 11 月に大きく改訂され（Order 29/2005/L-CTN, Law on Environmental Protection (No.52/2005/GH11)）、特に廃棄物管理に関しては独立したひとつの章（第 VIII 章）として扱われるなど廃棄物管理のための規定が強化・緻密化している。また、戦略的環境評価（Strategic Environmental Assessment）が初めて規定され、環境影響評価や環境保護公約（Environmental Protection Commitment）もより明確に規定されている。

環境保護法第 VIII 章の廃棄物管理で規定される廃棄物には固形廃棄物のみならず、液状やガス状の廃棄物も含まれており、さらに、騒音、振動、光、放射物に関する規定も含まれている。そして、廃棄物の削減、再使用、リサイクリングを含む廃棄物管理における基本的な義務や責任が規定されており、責任の所在は廃棄物を発生する組織、個人にあるとして、各レベルの人民委員会には、生活系固形廃棄物の処理場、集中生活排水処理場、埋立地の建設計画や配置を立案する責任があると規定している。また、有害廃棄物については、有害廃棄物管理業務、有害廃棄物の分別、収集、一時保管、処理・処分施設、処理計画に関する規定がある。

第 VIII 章は以下の節、項によって構成されている。

第 1 節 一般規定

66 条 廃棄物管理責任

67 条 収集と処理

68 条 リサイクリング

69 条 人民委員会の責任

第 2 節 有害廃棄物管理

70 条 有害廃棄物管理に関する記録、登録、許可、コード番号

71 条 選別、収集、一時貯留

72 条 有害廃棄物の輸送

73 条 有害廃棄物の処理

74 条 有害廃棄物処理施設

75 条 有害廃棄物埋立地

76 条 収集、処理・処分計画

第 3 節 通常の固形廃棄物

77 条 通常の固形廃棄物の分類

78 条 収集・輸送

79 条 リサイクリング施設、処理施設、埋立地

80 条 収集、リサイクリング、処理施設、埋立地計画

第 4 節 排水処理

81 条 排水の収集と処理

82 条 排水処理システム

第 5 節 ダスト、ガス、騒音、振動、光、放射物の規制と管理

83 条 ダスト、ガス状物質の規制と管理

84 条 温暖化ガスとオゾン破壊物質の管理

85 条 騒音、振動、光、放射物の規制

2) 技術規則

廃棄物管理に関する法令、首相令、政省令、通達、指針等の他に様々な技術基準等が定められている。これらの中から特に本プロジェクトに関連すると思われる技術基準を整理すると表 2-14 のようになる。

表2-28 本プロジェクトに関連する国家技術規則一覧

| 分野 | 基準 | 備考 |
|-------|---|------------------------|
| 大気質 | QCVN 05:2013/BTNMT “National technical regulation on ambient air quality” | 大気環境基準 |
| | QCVN06:2009/BTNMT "National Technical Regulation on Hazardous Substances in Ambient Air" | 大気環境基準(有害物質許容濃度) |
| 水質 | QCVN08:2008/BTNMT “National technical regulation on surface water quality” | 地表水の水質環境基準 |
| | QCVN09:2008/BTNMT “National technical regulation on groundwater quality” | 地下水の水質環境基準 |
| | QCVN25:2009/BTNMT “National technical regulation on wastewater of the solid waste landfill site” | 固形廃棄物埋立処分場からの排水基準 |
| | QCVN40:2011/BTNMT "National Technical Regulation on Industrial Wastewater" | 産業排水基準 |
| 騒音 | QCVN26:2010/BTNMT “National technical regulation on noise” | 騒音に係る環境基準 |
| 振動 | QCVN27:2008/BTNMT “National technical regulation on vibration” | 振動に係る環境基準 |
| 廃棄物 | QCVN07:2010/BXD "Vietnam Building Code: Urban Engineering Infrastructures" | 廃棄物処理施設の立地規制 |
| 有害廃棄物 | QCVN30:2012/BTNMT "National Technical Regulation on Emission of Industrial Waste Incinerators" | 産業廃棄物焼却炉の排ガス規制基準及び技術基準 |
| | QCVN07:2009/BTNMT "National Technical Regulation on Hazardous Waste Thresholds" | 有害廃棄物判定基準 |
| 医療廃棄物 | QCVN02:2012/BTNMT "National Technical Regulation on the Emission of Health Care Solid Waste Incinerators" | 医療廃棄物焼却炉排ガス基準 |

出典：JICA 調査団作成

3) 産業廃棄物焼却炉の排ガス規制基準及び技術基準

本技術基準（QCVN30:2012/BTNMT, National Technical Regulation on Emission of Industrial Waste Incinerators, 2012 年 12 月 28 日）はベトナムでは初めてとなる産業廃棄物焼却炉の技術基準と排ガス規制値を定めたもので、同名の旧基準（QCVN30:2010/BTNMT、2010 年 12 月 28 日）を改訂したものである。都市ごみは埋立処分が主流であるため、都市ごみを対象とした焼却炉の技術基準及び排ガス規制基準は設定されていない。このため、都市ごみ用焼却炉の整備計画に当たっては、本基準が一つの目安となる。

産業廃棄物焼却炉はこの技術基準を満たすような構造、設備構成、性能を有するものでなければならない。この基準は製造プロセスから発生する有害、無害の廃棄物の焼却施設に適用され、焼却施設は排ガス処理設備や排水処理設備を備えることとされている。この基準に定められた要件の概要は以下のようなものである。

①技術要件

- 第 1 次燃焼室と第 2 次燃焼室で構成される。その容積の計算方法は付属書に示される。
- 燃焼室内は負圧とする。
- 煙突高さは 20m 以上として排ガスが十分拡散する高さとする。
- 煙突には煙道と煙突の結合部から管径の 7 倍の位置から煙突出口から 3m 以下までの間にガスサンプリング孔（直径 10cm）が取り付けられていること。
- 基本的な仕様は、
 - 焼却能力は 100kg/時間以上。
 - 燃焼温度：第 1 次燃焼室：650℃以上。第 2 次燃焼室：非有害産業廃棄物の場合は 1,000℃以上、有害廃棄物の場合 1,050℃以上。有機ハロゲン物質を含む基準値以上含む有害廃棄物の場合は 1,200℃以上。
 - 第 2 次燃焼室燃焼ガス滞留時間：2 秒以上。
 - 残留酸素濃度：6～15%。
 - 大気排出ガス温度（ガスサンプリング孔での測定）：180℃以下。
 - 焼却炉外壁温度：60℃以下。
 - 廃棄物 1kg の燃焼に必要な燃料の平均熱消費量：1,000kcal 以下。
 - 連続運転能力：72 時間以上。
- 排ガス基準値（最大許容レベル：2015 年 1 月 1 日より適用される値）

| | | |
|--------------|-----|--|
| ➢ 煤塵 | 100 | mg/Nm ³ |
| ➢ HCL | 50 | mg/Nm ³ |
| ➢ CO | 250 | mg/Nm ³ |
| ➢ SO2 | 250 | mg/Nm ³ |
| ➢ NOx | 500 | mg/Nm ³ (NO ₂ として) |
| ➢ Hg 及びその化合物 | 0.2 | mg/Nm ³ (Hg として) |

| | | |
|--|------|--|
| ➤ Cd 及びその化合物 | 0.16 | mg/Nm ³ (Cd として) |
| ➤ Pb 及びその化合物 | 1.2 | mg/Nm ³ (Pb として) |
| ➤ 他の重金属(As,Sb,Ni,Co,Cu,CrSn,Mn,Ti,Zn)及びその化合物合計 | 1.2 | mg/Nm ³ |
| ➤ HC | 50 | mg/Nm ³ |
| ➤ PCDD/PCDF | 0.6 | ng-TEQ/Nm ³ (焼却能力 300kg/時間以上) |
| | 1.2 | ng-TEQ/Nm ³ (焼却能力 300kg/時間未満) |

②運転管理、異常時対応

● 運転管理

- 焼却炉メーカーの運転マニュアルに従うのが原則であるが、特に規定されていない場合にはスタートアップと終了時には以下の点に留意すること。
- スタートアップ時には、まず、排ガス処理装置の稼働。次に、高発熱量の非有害廃棄物を投入して 1 次燃焼室温度を 300℃以上、2 次燃焼室温度を 800℃以上まで上げる。①技術要件で定めた温度に達してから始めて低発熱量の非有害廃棄物及び有害廃棄物を投入する。
- 運転終了に際しては、まず、廃棄物の投入を停止して、廃棄物が燃え尽きるのを待つ（必要に応じて補助燃料使用）。1 次燃焼室の廃棄物が完全に燃え尽きた場合補助燃焼を停止する。1 次燃焼室からの燃焼ガスが認められず、煙突からも排ガスが排出されなければ 2 次燃焼室の補助燃料の燃焼を停止する。1 次燃焼室温度が 300℃以下に達した後に排ガス処理装置の運転。炉の運転を停止する。
- 焼却前に廃棄物を調整して通常の焼却が可能となるようにし、少なくとも 24 時間運転が可能となるように投入量を調整すること。その他の留意点は付属書に示すとおり。
- 焼却不適物は放射性廃棄物、爆発物、腐食性廃棄物、水銀、鉛、カドミウムを基準（QCVN07:2009/BTNMT）以上に含む廃棄物。基準（QCVN07:2009/BTNMT）以上の有機ハロゲン物質を含む廃棄物の焼却は VEA（MONRE）が許可した有害廃棄物処理施設でのみ可能。
- 一次燃焼室の容積が 20m³ 以上か廃棄物投入口から一次燃焼室の最遠部の長さが 2m を超える場合には機械化された廃棄物投入装置を設置すること。
- 1 次燃焼室からの焼却灰の排出は連続燃焼を妨げないような技術を用いること。
- 焼却ごみの種類と量、焼却時間を記録する。

● 焼却に伴って発生する残渣の処理

- 排水基準：QCVN40:2011/BTNMT: National Technical Regulation on Industrial Wastewater、2010 年 12 月 16 日を適用。
- 焼却残渣（ボトムアッシュ、フライアッシュ）及び汚泥や残渣は QCVN07:2009/BTNMT: National Technical Regulation on Hazardous Waste Thresholds、2009 年 10 月 7 日の基準に従う。

● 異常時対応

- 当局が定めた火災・防火対策を講じること。
- 有害廃棄物管理規則に規定されている事故等の対応策を講じること。

- 異常時には焼却炉は自動および手動停止できること。
- 燃焼室の温度が異常高温になった場合には温度を下げる装置が備わっていること。
- 異常時には排ガスはガス処理設備をバイパスして大気放出できるものとし、このバイパス弁の開閉は規制当局の管理の下で行われること。
- 環境モニタリング
 - 燃焼室の温度及び処理後の排ガス温度を自動的に連続計測し、記録すること。
 - 1 次燃焼室には燃焼状態が確認できるようにカメラや直径 5cm ののぞき窓を設置すること。
 - 許認可当局の指示に従い定期的に環境モニタリングを行うこと。頻度は 3 ヶ月に 1 回以上とする。
 - ある種の汚染物質の自動・連続モニタリングや PCDD/PCDF のモニタリングは有機ハロゲン物質が基準 (QCVN07:2009/BTNMT) 以上に含む廃棄物を焼却する場合か、規制当局からの要求がある場合のみに限る。

③排ガス測定・分析方法

排ガスは以下の基準に従ってサンプリング、分析を行うものとする。これらの基準以上に正確な他の方法が国内に存在する場合はその方法に従う。国内に基準がない場合は国際基準が適用できるものとする。

- TCVN 5977:2009 Stationary source emission - Determination of dust value and flow in gas pipes - Manual weight method (煤塵の測定) ；
- TCVN 6750:2000 Stationary source emission - Determination of the mass concentration of sulfur dioxide – ion Chromatography method (SO₂ の測定) ；
- TCVN 7172:2002 Stationary source emission - Determination of the mass concentration of nitrogen oxides - Naphthylethylenediamine photometric method (NO_x の測定) ；
- TCVN 7242:2003 Medical waste incinerator. Determination method of carbon monoxide concentration (CO) in emissions (CO の測定) ；
- TCVN 7244:2003 Medical waste incinerator. Determination method of Hydrochloric acid concentration (HCL) in emission (HCL の測定) ；
- TCVN 7557:2005 (Part 1, 2 and 3) Medical Solid Waste Incinerator. Determination method of Heavy metal in gas emission (重金属類の測定) ；
- TCVN 7556-3:2005 Part 3 Medical Solid Waste Incinerator. Determination method of mass concentration of PCDD/PCDF (ダイオキシン類の測定)。

4) 有害廃棄物管理規約

有害廃棄物管理に関する法令は 1999 年に発効した決定 (Decision 155/1999/QDD-TTg: Regulation on Hazardous Waste Management, 1999 年 7 月 16 日) に始まり、2006 年の通達 (Circular 12/2006/TT-BTNMT: Guiding the Practice Conditions, Procedures for Compilation of Dossiers, Registration and Licensing of Practice and Hazardous Waste Management Identification Numbers, 2006/12/26) で、規制内容や特に有害廃棄物の排出、輸送、処理業の諸手続きの方法が明確にされた。その後、2011 年には有害廃棄物の管理をさらに強化するためにそれま

で発行されていた決定、通達等は改訂され、新たに有害廃棄物管理規約の通達が出された（Circular 12/2011/TT-BTNMT: Stipulating Hazardous Waste Management, 2011/4/14）。

(2) 環境影響評価制度

1) 制度の概要

環境影響評価制度は環境保護法の規定を基本として、環境保護法の実施細則や政令（Decree No.80/2006/ND-CP: Detailing and Guiding the Implementation of a Number of Articles of the Environmental Protection Law.）及び通達（Circular No.08/2006/TT-RTNMT: Guiding the Strategic Environmental Assessment, Environmental Impact Assessment and Environmental Protection Commitments）によって具体的な手続き等が決められている。

①対象事業

通常の廃棄物のリサイクリング施設及び処理・処分施設、産業廃棄物の処理・処分施設は、規模や能力に関係なく EIA が必要となる。対象事業は Decree No. 80/2006/ND-CP の付表に示されている。

②EIA 作成時期

EIA 報告書は対象事業の FS 報告書と同時に提出が義務付けられている（法第 19 条 2）。そして、EIA 報告書が承認されて初めて投資・建設・開発許可が承認・発給されることになる（法第 22 条 4）。

③EIA 報告書の内容

EIA の報告書の主要な構成は「Circular No.08/2006/TT-RTNMT: Guiding the Strategic Environmental Assessment, Environmental Impact Assessment and Environmental Protection Commitments」に以下のように定められている。

- 第 1 章 プロジェクトの概要
- 第 2 章 プロジェクトサイトの自然環境及び社会経済状況
- 第 3 章 環境影響評価
- 第 4 章 環境影響や環境リスク回避対策
- 第 5 章 環境保護対策
- 第 6 章 環境保護設備と環境管理及びモニタリング
- 第 7 章 環境保護設備の費用予測
- 第 8 章 住民への縦覧と公表
- 第 9 章 データソースと影響評価方法
- 第 10 章 結論と提言

2) 環境影響評価書の審査・手続き

①EIA 報告書の審査・承認

事業の種類によって EIA 報告書の承認機関・審査委員会設置責任機関は異なる。まず、国会、政府、首相決定または承認事業や複数の分野や省にまたがる事業の場合は MONRE が、中央省庁が承認する事業で前記以外の事業は関連する省庁が、そして、地方人民委員会が承認権限を有する事業は地方人民委員会が責任機関となる（法 21 条）。たとえば、対象事業が発電施設の場合、発電設備能

力が 300MW を超える場合は MONRE が、300MW 以下の場合は DONRE が EIA の審査・承認機関となる。また、特に、対象事業が有害廃棄物の処理・処分施設の場合には全て MONRE が EIA の審査・承認機関となる。

②審査期間

EIA 報告書の審査期間は、首相、政府または国会の決定及び承認権限に属する事業及び部門または省をまたがる事業の場合は報告書受領日から 45 就業日以内、これら以外の事業では報告書受領日から 30 就業日以内である（Decree No.80/2006/ND-CP 第 12 条）

③コミュニティ、住民の権利

事業実施サイト周辺の組織やコミュニティ、個人は要望書や請願書を EIA 審査機関に送付する権利が認められている。そして、これら EIA 審査機関は EIA の承認・不承認の決定前にこれらを精査する責任を有している（法第 21 条 6）。

2.5 PPP インフラ事業に係る法制度・組織

2.5.1 焼却発電事業に係る関連法令

本節では発電事業特に廃棄物焼却発電に係わる法制度、規制基準等を整理する。ベトナムでは廃棄物発電（waste-to-energy）は、埋立地でのメタンガス回収・発電や廃棄物焼却発電を含め、再生可能エネルギーの一形態と位置づけられているが、これまでのところ前者の例としてはホーチミン市の Go Cat 埋立地における世界銀行のプロトタイプカーボンファンドを利用した CDM 事業が、後者の例としては NEDO のモデル事業で行われたハノイ市における産業廃棄物焼却発電事業の建設が検討されている。しかし、近年、大都市を中心に海外企業等による都市ごみを対象にした廃棄物発電事業の調査が数多く進められる状況にあることから 2014 年に固形廃棄物利用の発電事業支援メカニズムの開発と題した首相決定（Decision No.31/2014/Qd-TTg of the Development Support Mechanisms of power Generation Projects Using Solid Waste in Vietnam）が為されている。本節ではこの首相決定の内容を概説するが、その他、再生可能エネルギーの開発・利用に関する法令や支援策等についても併せて整理する。

(1) 固形廃棄物利用の発電事業支援メカニズム

①対象事業

固形廃棄物利用の発電事業支援メカニズムの開発に関する首相決定（Decision No.31/2014/Qd-TTg）で対象とする廃棄物発電事業は都市固形廃棄物あるいは非有害固形産業廃棄物の焼却発電事業と埋立地で発生するメタンガスの回収利用による発電事業である。そして、発電事業は電力（全量あるいは一部）を国内電力網に送電する場合と全量を（電力網に送電せず）近隣住民に供給する場合の二つのケースである。

②事業計画

ごみ発電事業はまず 10 年間の計画を立てる事から始め、さらに 10 年先の計画を立てるにあたっては当該分野の研究開発の状況やそれまでの経験を勘案する。計画は国や地方の電力網整備計画や電力供給計画等に符合するものとして、社会経済開発計画、埋立地の整備計画、土地利用計画等を考慮するものとする。

③責任官庁

省のエネルギー局 (Department of Energy) が廃棄物発電事業計画を MOIT に提出し、審査・承認を得る必要がある。MOIT は承認した計画に対して公表、指導、監督、査察の責任がある。これらに要する費用は国の費用等で賄われる。

④送電網に送電する廃棄物発電事業

送電網に送電する廃棄物発電事業では MOIT の承認を条件に地方の人民委員会のみが投資許可 (Certificate of investment) を発出することができる。送電網への連結は省の電力供給計画に基づいて行われ、連結点は電力の売り手と買い手の協定に基づいて決められる。連結点が省の計画にない場合には送・配電部局との協議の上決定する。連結点までの送配電に係る費用は買い手側の合意の上、売り手が全て負担する。連結電圧が異なる場合、国内送電網までの送電線は送・配電部局が整備する。

⑤ごみ発電事業者

本決定でいう、ごみ発電事業者 (investor) は国内法に基づいてごみ発電事業に投資する組織で、電力の買い手はベトナム電力会社 (Electricity Authority of Vietnam) あるいは公認された部局である。電力の売り手はごみ発電事業を行い、施設を運転し、電力の取引きを行う企業 (company) である。ごみ発電事業者は計画を立案するにあたって、まず、投資許可を取得すること、投資、建設に関する法的規制に鑑みた初期設計に対するコメントを当局から文書で取得することが必要になる。これ以外に、送電網に送電するごみ発電事業の場合には、電力の買い手から電力購入協定を取得することと、送・配電当局から連結協定を取得することが必要になる。国内電力網への送電開始後 6 ヶ月を経てから買い手は電力購入協定に署名する。電力購入協定は 20 年間有効で、その後については延長の可否の協議を行って決定する。

⑥初期コスト、税制、土地利用に対するインセンティブ及び補助金等の支援策

現行の投資法に基づいて事業者は国内外の組織・個人から投資資金を調達することが許される。この事業では国内で調達不可能な固定資産用輸入製品、原材料、建設機材・工具、半完成品の輸入関税は免除される。また、法人所得税の減免措置が適用される。ごみ発電施設及び送配電線・施設の土地利用料金や賃貸料も減免される。事業が承認された場合、地方の人民委員会はごみ発電事業用の土地を事業者に割り当てなければならない。ごみ焼却発電事業の買電価格は VND2,160/kWh (10.05 セント/kWh)、埋立地ガス発電事業の買電価格は VND1,565/kWh (7.28 セント/kWh) である (VAT 別の価格)。これらの価格は MOIT によって毎年見直される。国内送電網に連結しないごみ発電事業では事業者は売値と上記買電価格との差額を国に対して補助申請できる。この補助金はベトナム環境保護基金 (Environmental Protection Fund of Vietnam) から賄われる。

⑦ごみ発電事業の関連省庁の役割

MOIT はごみ発電事業に対する規制、計画（変更を含む）の審査・承認を行い省の人民委員会に対する指導・協働を通じてこの決定の履行を監督する。また、電力の売買を推進する。財務省は MOIT 及び MONRE と共に国内送電網に送電しないごみ発電事業の電力価格に対する補助をベトナム環境基金を通じて積極的に行う。省の人民委員会は事業者に対して事業に必要な土地の補償や整備、インフラ整備、人的資源及び事業の開発支援を行う。ごみ発電事業に資するようにごみ処理料金を検討するように関連する部局に対して指導・協力する。

(2) 再生可能エネルギー政策と関連法制度

MOIT は再生可能エネルギー開発のマスタープラン（Master Plan on RE development for the period up to 2030 with outlook to 2050）を策定しており、現在、首相からの承認待ちであるが、再生可能エネルギーの開発や利用の促進に関連する現存する法律や決定には以下に示すようなものがある。

表2-29 再生可能エネルギーの開発・利用促進に関連する主要な政策及び法制度

| コード | 名 称 | 年/月/日 |
|---------------------------|---|------------|
| Law No.28/2004/QH11 | 電気法（Law on Electricity 2004） | 2004/12/3 |
| Law No.52/2005/QH11 | 環境保護法（Law on Environmental Protection 2005） | 2005/12/12 |
| Decision 110/2007/QD-TTg | 2006～2015 年の国家電力開発計画と 2025 年までの展望（Planning on National Electricity Development in the 2006-2015 period with a vision to 2025） | 2007/7/18 |
| Decision 1855/2007/QD-TTg | 2020 年までの国家エネルギー開発戦略と 2050 年までの展望（National Energy Development Strategy up to 2020 with outlook to 2050） | 2007/12/27 |
| Decision 158/2008/QD-TTg | 気候変動に対応する気候変動対策のための国家目標計画（National Target Program to Respond to Climate Change） | 2008/12/2 |
| Law No.50/2010/QH12 | エネルギー効率・保全法（Law on Energy Efficiency and Conservation 2010） | 2010/6/15 |

出典：JICA 調査団作成

A. 電気法

この法律はベトナムの電気事業を規制する初めての法律である。この法律には新エネルギー発電や再生可能エネルギー発電の開発と利用の促進が求められている（第 4 条、4.4 節）。また、再生可能エネルギー発電設備の建設には投資優遇策や財務省の指導の下で売電価格や電気料金が優遇されるとされている（第 13 条、1 節）。特に、山岳地帯や島嶼では新エネルギーや再生可能エネルギーを利用した発電や送電が奨励されている（第 60 条、4 節）

B. 環境保護法

環境保護法第 33 条ではクリーンエネルギーや再生可能エネルギーの開発や利用が環境保護のためのひとつの手段となると明記されている。そして、クリーンエネルギーや再生可能エネルギーの開発に投資する個人や企業・団体には税金や補助金、施設建設用地の確保のための優遇策が適用されるとしている。

C. 2006～2015 年の国家電力開発計画と 2025 年までの展望

ベトナムでは 2015 年までに 2,451MW の発電設備の増設（年間平均 241MW/年）、2016 年から 2025 年までには 1,600 MW の増設（年間平均 160 MW/年）の計画があるが、この決定はその計画を実現するための体制や具体的な方策等を取り決めたものである。この中で、小水力発電や新・再生可能エネルギー源の開発を、特に遠隔地や山間部、島嶼域での普及を目指した開発目標が設定されている。そのために、MOIT は関連省庁と共同して新・再生可能エネルギーの開発・普及のための投資を促進するために財政的な支援策を構築することとされている。

D. 2020 年までの国家エネルギー開発戦略と 2050 年までの展望

この戦略の基本的な考え方は、十分な量のエネルギーの供給は国の社会経済開発を達成するために必要であり、そのために電力、石油、天然ガス、石炭、再生可能エネルギーの調和のとれた開発が重要で、特に新エネルギーや再生可能エネルギーの開発を優先して、クリーンエネルギーの利用を促進すべきとされている。そして、1 次エネルギーに占めるこれらのエネルギーの供給割合を 2010 年には 3%、2050 年には 5%、2050 年に 11%にすることが目標に設定されている。

しかし、再生可能エネルギーの種類については十分な評価がなされておらず、従って、エネルギー種類の特定、投資計画、探査等について十分に計画する必要があるとされており、そのための体制作りが必要不可欠であるとされている。特に山岳地帯や島嶼地域での再生可能エネルギーの利用を促進するための情宣・普及活動、技術指導等が必要であるとしている。そのための支援策として調査・研究、パイロット事業のための財政支援、製品や新技術の輸入、新技術の生産や普及に係わる優遇税制や知的所有権の保護等に優遇策を設けることとしている。

E. 気候変動対策のための国家目標の計画

この計画は気候変動問題に国家として対応するための 2015 年までの計画で、気候変動による影響予測やそれに対応するための様々な政策が提案されている。これらの政策を実行することによってベトナムの持続的発展や低炭素社会への移行さらには気候変動問題に対する国際的な取り組みに対応することができるとしている。この計画の責任主管庁は MONRE であるが、関連する省庁においても取り組むべき計画が提案されている。この中で、MOIT に対しては再生可能エネルギーの利用促進を含む以下のような計画が提案されている。

表2-30 MOIT関連2009～2015年の気候変動対応事業計画

| タスクとプロジェクト | 主要調整官庁 | 予算（億ドン） |
|--|--------|---------|
| <ul style="list-style-type: none"> 海面上昇によるMOIT所管事業への影響評価 気候変動及び海面上昇対策 気候変動問題をMOITの政策、計画、プログラム、マスタープランへ反映 その他の対策 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 気候変動に対応するためのエネルギー使用の効率化と保全 ✓ 天然資源の効率的な利用とエネルギー活用（天然ガス、水力） ✓ 排出削減と省エネ技術の開発と適用（再生可能エネルギーの推進） ✓ 新エネルギーの開発（地熱、風力、太陽光、原子力） ✓ 商業活動における気候変動対応策の提案とパイロット事業の実施 | MONRE | 800 |

出典：Tasks and Projects under the National Target Program on Response to Climate Change in the 2009-2015 Period(Appendix of Decision No. 158/2008/QD-TTg of December 2, 2008)を一部改変。

F. エネルギー効率・保全法

この法律はベトナムにおけるエネルギー効率化とエネルギー保全（EE&C）を促進するための政策や方策を規定した法律である。この法律ではエネルギー効率化とエネルギー保全のためにクリーンエネルギーの開発と再生可能エネルギーの利用割合を高めることを優先している（第6条、1c節）。そして従来型の燃料を代替するための新エネルギーの研究開発が求められている（第42条、3f節）。この法律は以下に示す12章（48条）から構成されている。

- 第1章 総則
- 第2章 生産部門における EE&C
- 第3章 建設部門及び公共照明における EE&C
- 第4章 輸送部門における EE&C
- 第5章 農業部門における EE&C
- 第6章 サービス部門及び家庭部門における EE&C
- 第7章 国の投資事業における EE&C と担当部局
- 第8章 主要ユーザーによるエネルギー利用の管理
- 第9章 エネルギー消費機器の管理
- 第10章 EE&C 推進策
- 第11章 EE&C の国の責任官庁
- 第12章 施行規則

この法律で規定されている EE&C に対する国の基本政策は、

- 社会経済開発に EE&C 政策を組み込むこと

- EE&C を促進するために財政支援やエネルギー価格の補助等必要なインセンチブを与えること
 - エネルギーセキュリティの確保や環境保護に資するような EE&C 技術の研究開発と応用、国情に合わせた再生可能エネルギーの開発への投資の増強すること
 - 省エネ製品の普及・奨励やエネルギーラベルのロードマップ、非省エネタイプの旧式の機器の段階的な廃止を奨励すること
 - 家庭や組織、個人に対するエネルギー効率あるいは省エネについてのカウンセリングサービスを充実するために情報伝達や教育に対して適正な投資を行うこと
- などである。

そして、具体的な推進策としては以下の 3 点が規定されている。

- ①EE&C に対するインセンチブ
- ②EE&C の研究開発・応用の優先化
- ③EE&C の宣伝、教育、コンサルティングサービスの充実

(3) 発電施設・設備に係る国の基準

発電施設や電気設備に関する技術基準や安全基準等が多く定められているが、廃棄物発電事業に係ると思われるこれらの基準を以下に示す。

表2-31 発電施設・設備に係わる基準

| コード | タイトル | 所管庁 | 決定番号・公布日 |
|-------------------------|--|--|-----------------------------------|
| 11 TCN-18-2006 | Code on Electric Facility- Part I: General Regulation (電力施設：一般規定) | MOI | 19/2006/QĐ-BCN1 1/07/2006 |
| 11 TCN-19-2006 | Code on Electric Facility- Part II: Electric Network (電力施設：配電設備) | MOI | 19/2006/QĐ-BCN1 1/07/2006 |
| 11 TCN-20-2006 | Code on Electric Facility- Part III: Distribution Facility & Transformer Station (電力施設：送変電施設) | MOI | 19/2006/QĐ-BCN1 1/07/2006 |
| 11 TCN-21-2006 | Code on Electric Facility- Part IV: Protection & Automatic (電力施設：保護と自動装置) | MOI | 19/2006/QĐ-BCN1 1/07/2006 |
| QCVNQTĐ-5: 2009/BCT | National Technical Codes for Testing, Acceptance Test for Power Facility (発電施設の試験・認可基準) | MOIT | 40/2009/TT-BCT31 /12/2009 |
| QCVN QTĐ-6:2009/BCT | National Technical Codes for Operating and Maintenance Power system facilities (発電施設の運転管理基準) | MOIT | 40/2009/TT-BCT31 /12/2009 |
| QCVN QTĐ-7:2009/BCT | National Technical Codes for Installation of Power Network (配電施設基準) | MOIT | 40/2009/TT-BCT31 /12/2009 |
| QCVN QTĐ-8:2010/BCT | National Technical Codes for Low Voltage Electric Network (低電圧配電施設基準) | MOIT | 04/2011/TT-BCT16 /02/2011 |
| QCVN01:2008/BCT | National technical regulation on Electric safety (電気安全基準) | MOIT | 12/2008/QĐ-BCT1 7/06/2008 |
| QCVN01:2008/BL DTBXH | National technical regulation on safe work of Steam boiler and pressure vessel (蒸気ボイラ及び高圧容器取り扱い基準) | Ministry of Labor, Invalids and Social Affairs | 64/2008/QĐ-BLĐT BXH 27/11/2008 |

出典：JICA 調査団作成

(4) 再生可能エネルギーの開発・利用の促進のための制度や仕組み

再生可能エネルギーの普及に向けた MOIT の基本的な考え方は以下のように整理される。

- 企業に対して太陽熱温水器、小水力発電、風力発電、バイオガス施設等の新・再生可能エネルギーを利用した生産・組み立てラインを導入するように奨励すること。
- 先進国から太陽電池、風力発電施設などの高度な技術の移転を行い、国内で組み立て生産できるようにすること。
- 再生可能エネルギーの研究、試験、実証事業に対する財政支援を行い、輸入された製品や新技術に対する税の優遇、知的所有権の保護を行う。
- 国内外の企業、個人が両方に便益があることを前提に共同して新・再生可能エネルギーへの投資や探査を行うことを許可する。

そして、再生可能エネルギーに関連する事業に対する様々なインセンチブを規定した決定等には以下のようなものがある。

- 天然資源及び環境保護分野における投資インセンチブ (Decision No. 129/2009/QĐ-TTg: The Scheme on Investment Incentive Policy Mechanism in Natural Resources and Environment Protection Sector)
- CDM 事業に適用する資金政策やメカニズム (Decision No. 130/2007/QĐ-TTg: Issuing Some Mechanisms, Financial Policies Applying for the Clean Development Mechanism (CDM) Projects)
- 2007～2010 年の優先産業セクターと重要産業セクター及び 2020 年までの開発展望 (Decision No. 55/2007/QĐ-TTg: A List of Prioritized Industrial Sectors, Key Industrial Sectors for the Period 2007-2010, with the Vision to 2020 and Some Encouraging Development Policies)
- 農業及び農村開発へのビジネス投資に対するインセンチブ政策 (Decree No.61/2013/ND-CP: The Incentive Policies for Business Investment in Agriculture and Rural Development)
- 科学技術分野の国際協力や投資規制 (Decree No. 80/2010/ND-CP: Regulations on International Cooperation, Investment in Science and Technology Sector)
- 環境保護活動に対する支援とインセンチブ (Decree No. 04/2009/ND-CP: Incentives and Supports for Environmental Protection Activities)

この「環境保護活動に対する支援とインセンチブ」(Decree No. 04/2009/ND-CP: Incentives and Supports for Environmental Protection Activities)に鑑みて、クリーンエネルギーの生産や再生可能エネルギーの開発、廃棄物発電事業も「環境保護活動」として見なされ、これらの事業に対しても以下のような支援やインセンチブが与えられている。

- 土地整備や借地料の支援
- 法人所得税は事業期間中 10%に固定。しかも、社会経済状況が悪い地域での事業に対しては課税対象年の最初の 4 年間は免税、その後 5 年間は 50%減税。
- 事業で使用する生産設備や生産ラインの輸入税は免税。
- 加速減価償却の許可など

(5) 独立電気事業（IPP）に係る規則

Decision No. 30/2006/QĐ-BCN (Regulation on Investment and Construction Management Applicable to Independent Power Projects, August 31, 2006) では、IPP の投資計画、事業管理に関する申請、評価、選定に関する規定が定められている。この規定による IPP とは国の予算を使用せずに行う発電事業で、BOT や BOO 形式等によって行われる投資事業である。この投資事業は国の電力開発計画に沿うものでなければならず、投資計画の認可は電気法に照らして検討され、MOIT や当該省や都市の下部組織（DOIT）の承認が、また、小水力発電事業の場合には MOIT と省の人民委員会の承認が必要になる。IPP の投資計画の管理は国が行い、投資ライセンスの発行は投資法や建設管理に係わる法律で規定された部局が行うことになる。

事業者の選定は事業の効率性や持続可能性の確保の観点から入札方式で行うのが基本であるが、例外として、小規模の事業や遠隔地や山間部等の辺境地に電力を供給する事業あるいは単一の事業者しか存在しない場合には無競争で事業者が選定される。IPP への投資事業者（個人、団体）は当局に投資のための報告書を提出しなければならないが、それらの報告書はグループ A（投資報告）、グループ B（投資の検討申請）、グループ C（投資の検討と投資申請）の 3 種類に分けられる。投資報告と投資申請には投資者の基本情報として、

- 法的な能力
- ビジネス登記
- 組織
- 責任者
- 事業の実績
- 財務状況及び技術能力
- 過去 5 年間の事業一覧
- 過去 3 年間の財務状況

を、また、事業の概況として、

- 建設場所
- 事業目的
- 発電能力
- 投資資金
- 運転開始時期
- 地域開発計画
- 事業スケジュール
- 賠償額
- 住民移転
- 投資管理方法
- 事業運営方法など

が記述される必要がある。また、ベトナム電力公社（EVN）や電力卸業者との間で結んだ電力購入契約書が必要になる。さらに事業の資金源を明らかにした書類や銀行や信用会社からの融資契約書の提出も必要になる。事業者の自己資金は総事業費の最低 30%が必要になるが、特別な場合にはこの割合は変わりうるが、その場合でも 20%以下にはならない。

グループ A の事業や複数省にまたがる事業の場合は MOIT が、また、グループ B や C の事業は省や都市の DOIT が審査を行い、グループ A は 30 日以内、グループ B、C は 20 日以内に審査結果が事業者へ通知される。その結果を受けて事業者は事業の決行または事業の中止を判断することになる。

第 3 部

ベトナム国南部固形廃棄物処理事業
準備調査(PPP インフラ事業)
最終報告書

第3章 一般廃棄物処理事業計画

3.1 本事業の背景と必要性

(1) 本事業の背景

ベトナム国南部の最大都市であるホーチミン市では、特に固形廃棄物処理の問題が深刻化している。ホーチミン市は2013年時点で人口が780万人、世帯数が180万以上で、また、1万以上のホテル・レストラン数、800以上の工場が立地しており、そこから排出される固形廃棄物は一般廃棄物だけでも日量7,000トンを超えている。廃棄物排出量は、人口の増加及び経済の発展に伴い、2020年に排出量が現在の約2倍になると想定されている。このため、直接埋立に代わる固形廃棄物の衛生処理が強く求められている。

(2) 本事業の必要性

本事業はホーチミン市から排出される一般廃棄物を対象にした廃棄物焼却発電事業である。

- (ア) ホーチミン市から排出される固形廃棄物を、本邦の焼却技術で安全かつ衛生的に焼却処理することで、温室効果ガス発生量の低減、浸出水による汚染など、現行の「オープンダンプ方式」により生じる埋立地周辺の環境負荷を軽減する。
- (イ) 焼却処理を導入することで最終処分量が劇的に削減され、処分場逼迫の社会問題を将来に渡って解決する道筋をつける。
- (ウ) 廃棄物を燃料として発電を行うことで、人口の増加や生活レベルの向上により電気使用量が年々増加しているベトナム国の電力不足に貢献するとともに、再生可能エネルギーに位置付けられる **Waste to Energy** の実現により地球環境負荷の低減を図る。
- (エ) ホーチミン市では焼却処理を推進しており、基本計画において、2015年までに全体の10%を焼却処理にする目標を掲げている。

3.2 事業の目的

日本国のごみ処理に関わる技術、経験及び資金を導入して『一般廃棄物の焼却処理』を行い、あわせて『ごみ発電による電力供給』を実施する。その結果、ベトナム国における『公害問題の解決』、『最終処分場の延命化』、『環境負荷の低減』に寄与し、リサイクル産業の整備を通じて日本企業誘致の牽引を含む経済発展に貢献することを目的とする。

3.3 事業の需要予測

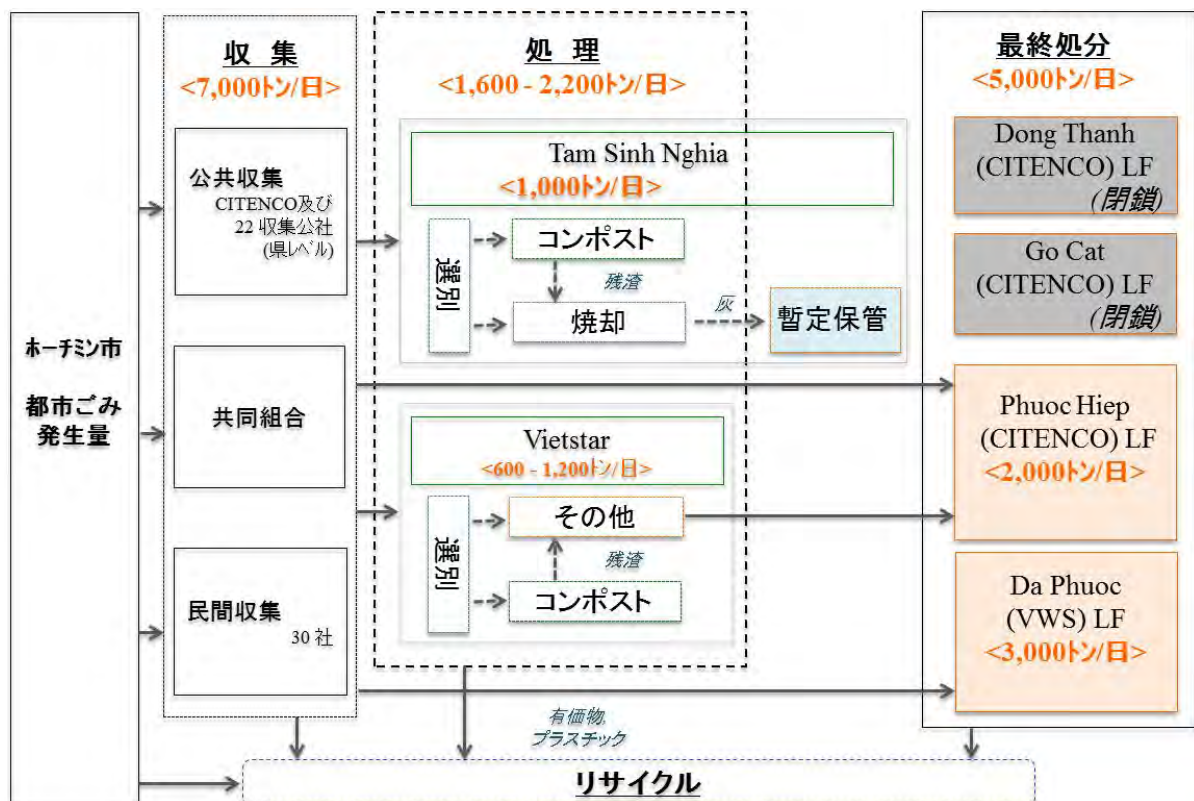
3.3.1 廃棄物の発生状況、処分状況（ホーチミン市）

(1) 廃棄物処理の基本的な流れ

ホーチミン市では一日当たり 7,500 から 8,000 トン/日の一般廃棄物が発生していると推測されている。ホーチミン市の一般廃棄物の収集・運搬は、CITENCO 及び県営都市環境公社 22 社、協同組合及び民営企業によって行われており、約 7,000 トン/日の一般廃棄物が収集されている。収集された一般廃棄物は、そのほとんどが Phuoc Hiep 処分場及び Da Phuoc 処分場で直接埋立されているが、一日に搬入される廃棄物量は、Phuoc Hiep 処分場が 2,000 トン/日、Da Phuoc 処分場が 2,000 トン/日となっている。また、一部については、Viet star 社及び Tam Sinh Nghia 社が有する処理施設で中間処理されている。Viet star 社は処理規模 1,200 トン/日のコンポスト施設を有しており、また、Tam Sinh Nghia 社は、コンポスト施設（処理規模：2,000 トン/日）及び焼却処理施設（処理規模：500 トン/日）を有している。

Viet star 社でコンポスト処理された一般廃棄物の残渣は、Phuoc Hiep 処分場で処分されているが、Tam Sinh Nghia 社に搬入された一般廃棄物は、焼却処理後に発生する焼却灰は内部で一時保管されている。

既存資料及び関係機関へのヒアリング調査等の結果から、処理能力に視点を置いたホーチミン市における一般廃棄物処理の基本フローを以下に示す。



注1: Tam Sinh Nghia社のフィットンクワイ(TF)には、選別、コンポスト、焼却及び暫定保管の料金が含まれる。

注2: Vietstar社のフィットンクワイ(TF)には、選別及びコンポストの料金が含まれる。処理した廃棄物量は、Vietstar社に持ち込まれる廃棄物からPhuoc Hiep 処分場で処分される廃棄物を減じて算出される。

出典：JICA 調査団作成

図 3-1 一般廃棄物処理の基本フロー図

また、本市の一般廃棄物処理に係る施設等の一覧に、及び本市にある中間処理施設及び処分場の位置図を以下に示す。

表 3-1 一般廃棄物処理に係る施設等の一覧

| 工程 | 処理施設等 | 施設概要 |
|-------|---------|--|
| 収集・運搬 | 収集・運搬業者 | CITENCO、共同組合、民間業者 30 社 |
| | 中継基地 | 合計：45 施設 タイプ 1 (800 トン/日)：2 施設 タイプ 2 (20-100 トン/日)：6 施設 タイプ 3 (100 トン/日以上)：4 施設 タイプ 4 (100 トン/日以下)：33 施設 |
| 中間処理 | コンポスト施設 | 2 施設 (Tam Sinh Nghia コンポストプラント、Viet star コンポストプラント) |
| | 焼却施設 | 1 施設 (Tam Sinh Nghia 焼却プラント(但し、コンポスト残渣を焼却)) |
| 処分 | 処分場 | 2 処分場 (Phuoc Hiep 処分場、Da Phuoc 処分場) |

出典：JICA 調査団作成

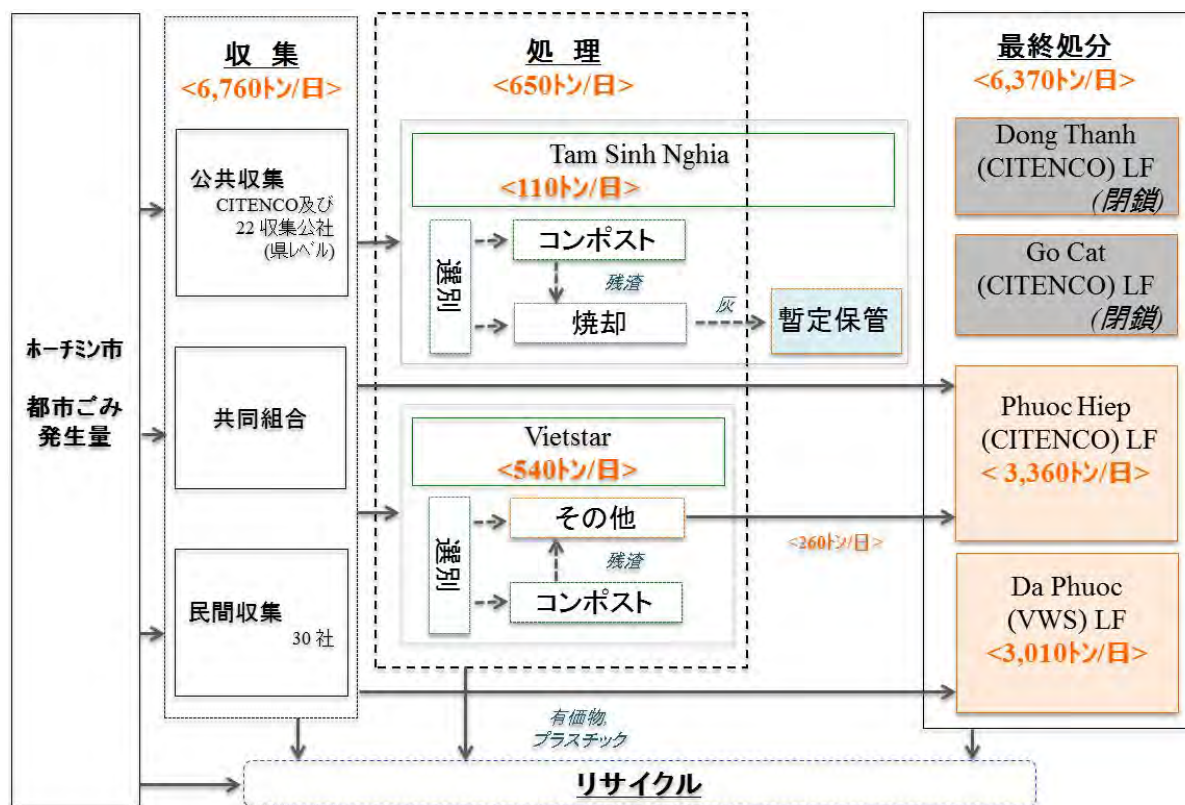


(2) 廃棄物処理・処分量 (2013 年)

2013 年にホーチミン市で発生した一般廃棄物是一日当たり約 7,000~7,200 トン/日と推測されている。そのうち、CITENCO 及び県営都市環境公社 22 社、協同組合及び民営企業によって収集・運搬された一般廃棄物収集量は、施設で計量したデータによると約 6,760 トン/日となっている。収集された一般廃棄物のうち、Phuoc Hiep 処分場では約 3,360 トン/日、Da Phuoc 処分場では約 3,010 トン/日が埋め立てられている。

また、処理規模 1,200 トン/日のコンポスト施設を有する Viet star 社で約 540 トン/日、コンポスト施設（処理規模：2,000 トン/日）及び焼却処理施設（処理規模：500 トン/日）を有する Tam Sinh Nghia 社で約 110 トン/日が中間処理されている。

2013 年におけるホーチミン市の一般廃棄物処理フローを以下に示す。



注1: Tam Sinh Nghia社のフィッシングバー(TF)には、選別、コンポスト、焼却及び暫定保管の料金が含まれる。

注2: Vietstar社のフィッシングバー(TF)には、選別及びコンポストの料金が含まれる。処理した廃棄物量は、Vietstar社に持ち込まれる廃棄物からPhuoc Hiep 処分場で処分される廃棄物を減じて算出される。

出典：JICA 調査団作成

図 3-3 一般廃棄物処理フロー図 (2013)

また、2013 年にホーチミン市にある一般廃棄物処理施設（中間処理施設及び処分場）で処理・処分された廃棄物量を以下に示す。

表 3-2 一般廃棄物処理施設に搬入された廃棄物量（2013）

単位：トン

| | 1 月 | 2 月 | 3 月 | 4 月 | 5 月 | 6 月 |
|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| PHUOC HIEP 処分場 | 91,220 | 82,164 | 84,069 | 91,362 | 101,489 | 100,644 |
| DA PHUOC 処分場 | 93,410 | 80,964 | 93,618 | 89,656 | 93,714 | 91,171 |
| 小計 | 184,630 | 163,128 | 177,687 | 181,018 | 195,203 | 191,815 |
| VIETSTAR | 12,760 | 10,251 | 12,743 | 12,538 | 13,054 | 19,083 |
| TAM SINH NGHIA | 3,654 | 3,027 | 3,635 | 3,349 | 3,542 | 3,414 |
| 小計 | 16,414 | 13,278 | 16,378 | 15,887 | 16,596 | 22,497 |
| 合計（2013） | 201,044 | 176,406 | 194,065 | 196,905 | 211,799 | 214,312 |

| | 7 月 | 8 月 | 9 月 | 10 月 | 11 月 | 12 月 | 年間 |
|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| PHUOC HIEP 処分場 | 99,819 | 100,787 | 96,284 | 99,937 | 92,730 | 91,116 | 1,131,621 |
| DA PHUOC 処分場 | 94,292 | 94,253 | 91,370 | 94,162 | 91,032 | 91,034 | 1,098,676 |
| 小計 | 194,111 | 195,040 | 187,654 | 194,099 | 183,762 | 182,150 | 2,230,297 |
| VIETSTAR | 19,732 | 19,754 | 18,994 | 18,984 | 18,516 | 19,278 | 195,687 |
| TAM SINH NGHIA | 3,476 | 3,479 | 3,437 | 3,556 | 3,428 | 3,351 | 41,348 |
| 小計 | 23,208 | 23,233 | 22,431 | 22,540 | 21,944 | 22,629 | 237,035 |
| 合計（2013） | 217,319 | 218,273 | 210,085 | 216,639 | 205,706 | 204,779 | 2,467,332 |

出典：ホーチミン市 DONRE 提供資料を基に調査団が作成

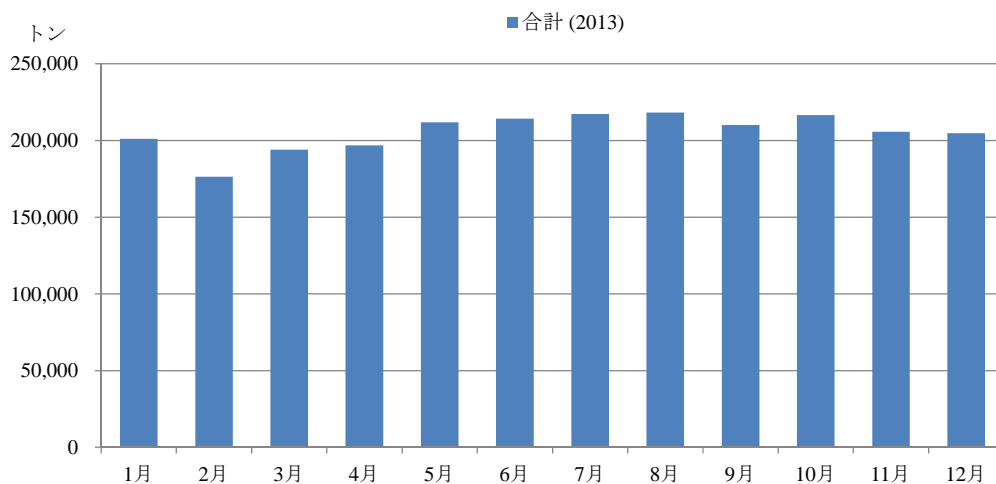


図 3-4 一般廃棄物処理施設に搬入された廃棄物量（2013）

表 3-3 一般廃棄物処理施設に搬入された 1 日当たりの廃棄物量 (2013)

単位：トン/日

| | 1 月 | 2 月 | 3 月 | 4 月 | 5 月 | 6 月 |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| PHUOC HIEP 処分場 | 2,943 | 2,934 | 2,712 | 3,045 | 3,274 | 3,355 |
| DA PHUOC 処分場 | 3,013 | 2,892 | 3,020 | 2,989 | 3,023 | 3,039 |
| 小計 | 5,956 | 5,826 | 5,732 | 6,034 | 6,297 | 6,394 |
| VIETSTAR | 412 | 366 | 411 | 418 | 421 | 636 |
| TAM SINH NGHIA | 118 | 108 | 117 | 112 | 114 | 114 |
| 小計 | 530 | 474 | 528 | 530 | 535 | 750 |
| 合計 (2013) | 6,486 | 6,300 | 6,260 | 6,564 | 6,832 | 7,144 |

| | 7 月 | 8 月 | 9 月 | 10 月 | 11 月 | 12 月 | 年間 |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| PHUOC HIEP 処分場 | 3,220 | 3,251 | 3,209 | 3,224 | 3,091 | 2,939 | 3,100 |
| DA PHUOC 処分場 | 3,042 | 3,040 | 3,046 | 3,037 | 3,034 | 2,937 | 3,010 |
| 小計 | 6,262 | 6,291 | 6,255 | 6,261 | 6,125 | 5,876 | 6,110 |
| VIETSTAR | 637 | 637 | 633 | 612 | 617 | 622 | 536 |
| TAM SINH NGHIA | 112 | 112 | 115 | 115 | 114 | 108 | 113 |
| 小計 | 749 | 749 | 748 | 727 | 731 | 730 | 649 |
| 合計 (2013) | 7,011 | 7,040 | 7,003 | 6,988 | 6,856 | 6,606 | 6,759 |

出典：ホーチミン市 DONRE 提供資料を基に調査団が作成

表 3-4 処分場で処分された廃棄物量 (2013)

単位：トン

| | 1 月 | 2 月 | 3 月 | 4 月 | 5 月 | 6 月 |
|------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 直接埋立(PHUOC HIEP 処分場) | 91,220 | 82,164 | 84,069 | 91,362 | 101,489 | 100,644 |
| VIETSTAR 残渣 (PHUOC HIEP 処分場) | 11,132 | 8,838 | 5,545 | 6,221 | 7,642 | 6,786 |
| 合計 (PHUOC HIEP 処分場) | 102,352 | 91,002 | 89,614 | 97,583 | 109,131 | 107,430 |
| 直接埋立(DA PHUOC 処分場) | 93,410 | 80,964 | 93,618 | 89,656 | 93,714 | 91,171 |
| 合計 (DA PHUOC LF) | 93,410 | 80,964 | 93,618 | 89,656 | 93,714 | 91,171 |
| 総合計(処分量) | 195,762 | 171,966 | 183,232 | 187,239 | 202,845 | 198,601 |

| | 7 月 | 8 月 | 9 月 | 10 月 | 11 月 | 12 月 | 年間 |
|------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| 直接埋立(PHUOC HIEP 処分場) | 99,819 | 100,787 | 96,284 | 99,937 | 92,730 | 91,116 | 1,131,621 |
| VIETSTAR 残渣 (PHUOC HIEP 処分場) | 9,925 | 8,724 | 7,783 | 7,790 | 8,310 | 7,661 | 96,357 |
| 合計 (PHUOC HIEP 処分場) | 109,744 | 109,511 | 104,067 | 107,727 | 101,040 | 98,777 | 1,227,978 |
| 直接埋立(DA PHUOC 処分場) | 94,292 | 94,253 | 91,370 | 94,162 | 91,032 | 91,034 | 1,098,676 |
| 合計 (DA PHUOC LF) | 94,292 | 94,253 | 91,370 | 94,162 | 91,032 | 91,034 | 1,098,676 |
| 総合計(処分量) | 204,036 | 203,764 | 195,437 | 201,889 | 192,072 | 189,811 | 2,326,654 |

出典：ホーチミン市 DONRE 提供資料を基に調査団が作成

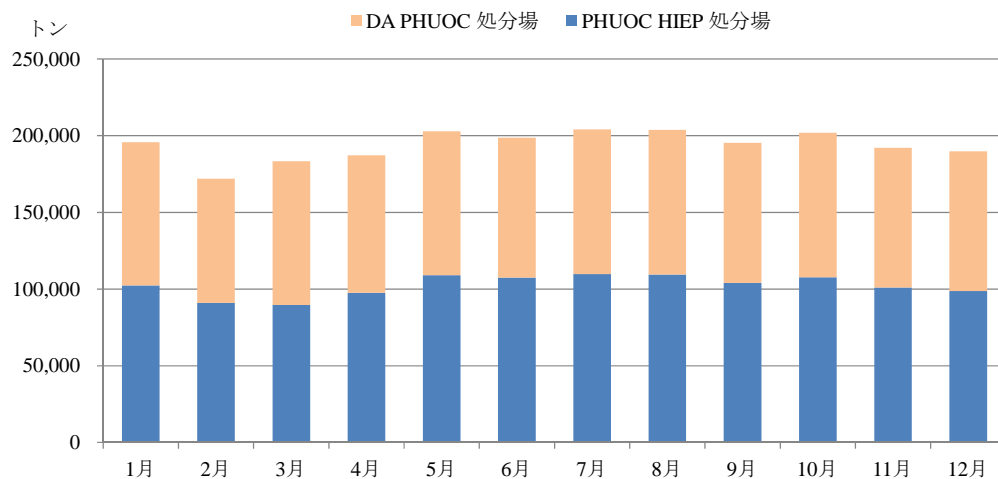


図 3-5 処分場で処分された廃棄物量 (2013)

表 3-5 処分場で処分された 1 日当たりの廃棄物量 (2013)

単位：トン/日

| | 1 月 | 2 月 | 3 月 | 4 月 | 5 月 | 6 月 |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 直接埋立(PHUOC HIEP 処分場) | 2,943 | 2,934 | 2,712 | 3,045 | 3,274 | 3,355 |
| VIETSTAR 残渣 (PHUOC HIEP 処分場) | 359 | 316 | 179 | 207 | 247 | 226 |
| 合計 (PHUOC HIEP 処分場) | 3,302 | 3,250 | 2,891 | 3,252 | 3,521 | 3,581 |
| 直接埋立(DA PHUOC 処分場) | 3,013 | 2,892 | 3,020 | 2,989 | 3,023 | 3,039 |
| 合計 (DA PHUOC LF) | 3,013 | 2,892 | 3,020 | 2,989 | 3,023 | 3,039 |
| 総合計(処分量) | 6,315 | 6,142 | 5,911 | 6,241 | 6,544 | 6,620 |

| | 7 月 | 8 月 | 9 月 | 10 月 | 11 月 | 12 月 | 年間 |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 直接埋立(PHUOC HIEP 処分場) | 3,220 | 3,251 | 3,209 | 3,224 | 3,091 | 2,939 | 3,100 |
| VIETSTAR 残渣 (PHUOC HIEP 処分場) | 320 | 281 | 259 | 251 | 277 | 247 | 264 |
| 合計 (PHUOC HIEP 処分場) | 3,540 | 3,532 | 3,468 | 3,475 | 3,368 | 3,186 | 3,364 |
| 直接埋立(DA PHUOC 処分場) | 3,042 | 3,040 | 3,046 | 3,037 | 3,034 | 2,937 | 3,010 |
| 合計 (DA PHUOC LF) | 3,042 | 3,040 | 3,046 | 3,037 | 3,034 | 2,937 | 3,010 |
| 総合計(処分量) | 6,582 | 6,572 | 6,514 | 6,512 | 6,402 | 6,123 | 6,374 |

出典：ホーチミン市 DONRE 提供資料を基に調査団が作成

表 3-6 中間処理施設で処理された廃棄物量 (2013)

単位：トン

| | 1 月 | 2 月 | 3 月 | 4 月 | 5 月 | 6 月 |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| VIETSTAR | 12,760 | 10,251 | 12,743 | 12,538 | 13,054 | 19,083 |
| ・コンポスト処理量 | 1,628 | 1,413 | 7,198 | 6,317 | 5,412 | 12,297 |
| ・残渣(Phuoc Hiep) | 11,132 | 8,838 | 5,545 | 6,221 | 7,642 | 6,786 |
| TAM SINH NGHIA | 3,654 | 3,027 | 3,635 | 3,349 | 3,542 | 3,414 |

| | 7 月 | 8 月 | 9 月 | 10 月 | 11 月 | 12 月 | 年間 |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| VIETSTAR | 19,732 | 19,754 | 18,994 | 18,984 | 18,516 | 19,278 | 195,687 |
| ・コンポスト処理量 | 9,807 | 11,030 | 11,211 | 11,194 | 10,206 | 11,617 | 99,330 |
| ・残渣(Phuoc Hiep) | 9,925 | 8,724 | 7,783 | 7,790 | 8,310 | 7,661 | 96,357 |
| TAM SINH NGHIA | 3,476 | 3,479 | 3,437 | 3,556 | 3,428 | 3,351 | 41,348 |

出典：ホーチミン市 DONRE 提供資料を基に調査団が作成

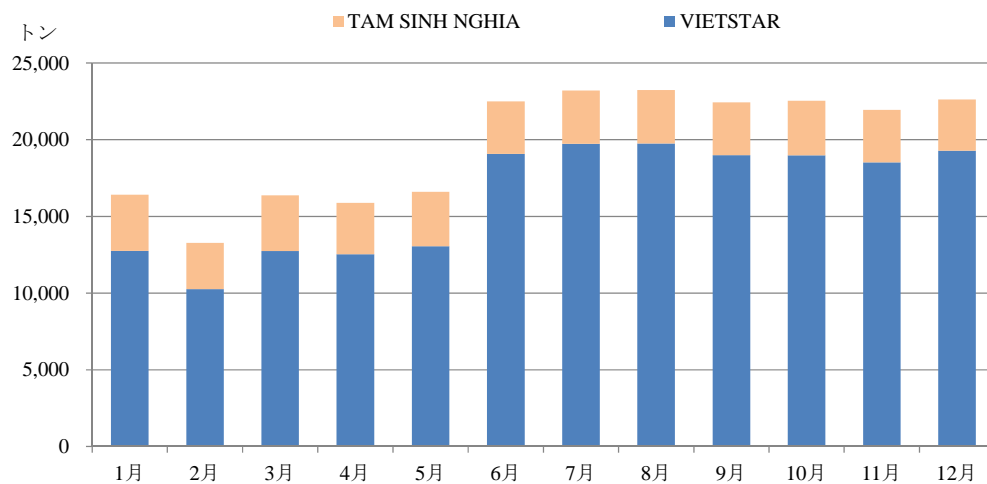


図 3-6 中間処理施設で処理された廃棄物量 (2013)

表 3-7 中間処理施設で処理された 1 日当たりの廃棄物量 (2013)

単位：トン/日

| | 1 月 | 2 月 | 3 月 | 4 月 | 5 月 | 6 月 |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| VIETSTAR | 412 | 366 | 411 | 418 | 421 | 636 |
| ・コンポスト処理量 | 53 | 50 | 232 | 211 | 175 | 410 |
| ・残渣(Phuoc Hiep) | 359 | 316 | 179 | 207 | 246 | 226 |
| TAM SINH NGHIA | 118 | 108 | 117 | 112 | 114 | 114 |

| | 7 月 | 8 月 | 9 月 | 10 月 | 11 月 | 12 月 | 年間 |
|-----------------|-----|-----|-----|------|------|------|-----|
| VIETSTAR | 637 | 637 | 633 | 612 | 617 | 622 | 536 |
| ・コンポスト処理量 | 316 | 356 | 374 | 361 | 340 | 375 | 272 |
| ・残渣(Phuoc Hiep) | 321 | 281 | 259 | 251 | 277 | 247 | 264 |
| TAM SINH NGHIA | 112 | 112 | 115 | 115 | 114 | 108 | 113 |

出典：ホーチミン市 DONRE 提供資料を基に調査団が作成

3.4 事業スコープ

(1) 事業概要

ホーチミン市の一般廃棄物を焼却して発電し、処理費と売電により収入を得る事業である。プラントは、当初は日本国で数多くの一般廃棄物処理プラントを建設、運営している(株)神鋼環境ソリューションが、日本国の先進技術をベースとした設計を行う予定であったが、本調査と同様の調査を行っている日立造船(株)とオールジャパンで対応すべく協業の協議を行っている。今回の検討では、同社のストーカ式焼却炉を採用し、(株)神鋼環境ソリューションは後処理関係及びベトナムで豊富な経験を持つ(株)神鋼環境ソリューション(及び子会社の Kobelco Eco-Solutions Vietnam Co., Ltd.)が運営を担当するものとして検討している。

なお、現状としては(株)神鋼環境ソリューション及び日立造船(株)とも 2015 年 2 月に DONRE より原則承認を受領しており、DONRE より F/S レポートを求められている状況である。

表3-8 事業内容の概要（案）

| 項目 | 内容 |
|-----------|---|
| 事業範囲 | 一般廃棄物の処理発電事業 |
| 建設予定地（面積） | Northwest Solid Waste Treatment Complex （533ha）内、2～3ha 程度 |
| 建設期間 | 約 3 年 |
| 計画受入廃棄物 | ホーチミン市一般廃棄物 （分別ごみ、コンポスト残渣、掘り起しごみを想定） |
| 計画処理量 | 600t/日 |
| 計画売電量 | 9,000kW |
| 施設概要 | ストーカ式焼却炉（300 トン/日×2 炉） |
| 事業期間 | 20 年間 |
| 事業体制 | 国内及び現地パートナーとの JV（SPC） |

出典：JICA 調査団作成

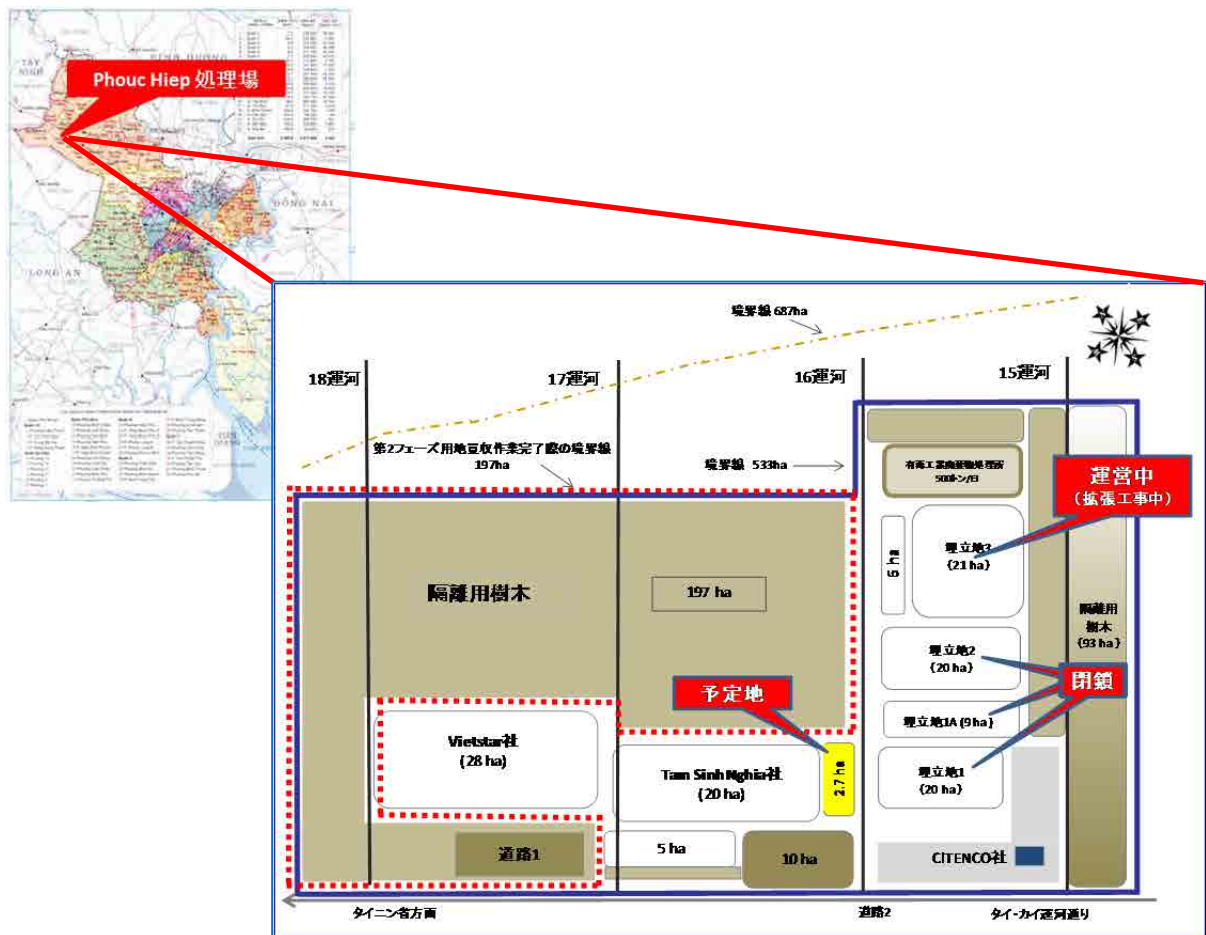
(2) 収集・運搬計画

一般ごみ、分別ごみ、掘り起しごみの収集・運搬については、ホーチミン市の公社である CITENCO 社が行うこととなる。また、コンポスト残渣についてはコンポスト残渣の発生元（今回は Viet Star 社）が行うこととなる。

DONRE と協議した際に、いずれのごみも DONRE のコントロール下にあることから、ごみ及び飛灰等の残渣の搬送は CITENCO が行い、その費用はホーチミン市が支払うとの言及があったので費用は見込んでいない。ただし、事業開始までに再度協議のうえ確定が必要と考える。

(3) 事業用地

現在、Northwest Solid Waste Treatment Complex を考えている。同廃棄物複合処理施設は、ホーチミン市市街地から車で1時間程度の場所にあり、コンポストプラントである Viet Star 社や Tam Sinh Nghia 社があり、CITENCO 社の最終処分場（Phuoc Hiep 処分場）がある。なお、CITENCO 社の最終処分場は、閉鎖との情報もあるが2014年9月の時点で拡張工事が行われており、2015年3月19日現在もいまだ稼働している。



出典：JICA 調査団作成

図 3-7 計画する事業用地の位置図

3.5 導入技術の妥当性・適切性

今回導入する技術は、日立造船のストーカ炉を導入する予定である。同社のストーカ炉は、世界で豊富な実績を有しており、各地で安定的にごみ焼却発電を行っている。よって、今回ベトナムに導入する技術としても妥当・適正であると判断する。

3.6 設計条件

(1) 対象となる廃棄物について

廃棄物発電の対象ごみとして、DONRE からの指定によるとコンポスト残渣、分別ごみ、埋立処分場の掘り起しごみが考えられる。コンポスト残渣は Viet Star 社へのヒアリング、分別ごみ、掘り起しごみについては ETM 社に調査を委託した。その結果は以下のとおりである。

表 3-9 対象廃棄物の組成及び性状

| No. | Sources of waste | Type of waste | HHV (Cal/g) | LHV (Cal/g) | Average | | | | |
|-----|------------------------------------|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-----------|----------|
| | | | | | HHV (Cal/g) | LHV (Cal/g) | Moisture (%) | Ash (%ww) | VS (%ww) |
| 1 | Phuoc Hiep landfill | | | | | | | | |
| | Aug-2012 | new waste | 1626 | 1285 | 1948 | 1619 | 62.6 | 8.6 | 28.8 |
| | Nov-2012 | | 1758 | 1413 | | | | | |
| | Oct-2013 | | 2109 | 1774 | | | | | |
| | Jan-2014 | | 2297 | 2001 | | | | | |
| | May-2014 | | 1949 | 1622 | | | | | |
| | Jan-2013 ⁽¹⁾ | | 1369 | 987 | 1369 | 987 | | | |
| 2 | Dong Thanh Landfill ⁽²⁾ | landfilled waste | - | - | 427 | 401 | 56.0 | 24.0 | 20.0 |
| 3 | Go Cat Landfill ⁽³⁾ | landfilled waste | - | - | 2217 | 1935 | 52.0 | 19.3 | 28.7 |
| 4 | District 1 | 3R | - | - | 1456 | 1134 | 59.9 | 16.8 | 23.3 |
| | | | | | 4336* | 4150* | 35.4 | 10.8 | 54.6 |
| 5 | Vietstar Company | | | | | | | | |
| | Before composting | Before and after composting | - | - | 3902 | 3657 | 45.0 | 12.0 | 43.0 |
| | After composting | | - | - | 2515 | 2303 | 39.0 | 19.0 | 42.0 |

Note: ⁽¹⁾ This sample is analyzed mixed heating value sample without analyzing heating value of each composition;

⁽²⁾ Calculated by data from HCMC's DONRE, 2007;

⁽³⁾ Sampling at cell 3 and cell 4, at a depth of 1.0 – 5.5m;

⁽⁴⁾ The heating value of mixed sample of high heating value components;

HHV: Higher heating value;

LHV: Lower heating value.

出典：ETM 社レポートより抜粋

1) コンポスト残渣について

コンポスト残渣として Viet star 社のものを調査した。結果としては上記の 5 のとおりであるが、このうち、2,303cal/g とごみ焼却発電事業としては十分なカロリーを有することが判明した。

なお、コンポスト残渣のティッピングフィーの考え方であるが、コンポスト化の際にコンポスト業者に支払われるティッピングフィーは、『コンポスト化により減容化された分』のみ支払われており、コンポスト残渣には支払われていないことから、コンポスト残渣にティッピングフィーを支払った場合にもホーチミン市としては二重払いとならない。

2) 分別ごみについて

分別ごみは、上記の 4 のとおりである。分別後、焼却に適したごみを抽出した場合には 4,150cal/g と非常に高いカロリーである。

3) 掘り起しごみについて

掘り起しごみは、上記の 2 と 3 のとおりである。双方ともごみの受け入れを停止しているが、Dong Thanh 処分場については、約 13 年前に閉鎖しており、かなりの堆積物が積もっていることから悪臭等の問題はあまりない。一方 Go Cat 処分場については、約 5 年前に閉鎖と新しく悪臭や浸出水等の問題がある。DONRE のいう掘り起しごみは、この Go Cat 処分場であると思われるが、その場合、1,935cal/g と十分なカロリーがある。

このような状況下、事業化のためのごみは DONRE からの指定を待つこととなるが、各種ヒアリング等の結果、今回は分別ごみ約 60%、コンポスト残渣約 30%、掘り起しごみ約 10%と想定して、対象ごみを下記のとおり設定した。なお、ごみについては、処理量のごみの供給保証をホーチミン市人民委員会から取得することが大前提となっており、今後原則承認に伴う FS 提出、交渉により最終確定させていくものとする。

表 3-10 廃棄物発電対象ごみの物理組成

| 項目 | 物理組成（湿ベース %） |
|--------|--------------|
| 厨芥類 | 50.77 |
| 貝類・骨類 | 1.13 |
| 紙 | 2.93 |
| おむつ | 5.53 |
| プラスチック | 19.97 |
| 繊維 | 12.86 |
| 木屑 | 1.02 |
| ごむ類・皮類 | 3.17 |
| 金属類 | 0.64 |
| 不燃物 | 1.76 |
| その他 | 0.23 |

出典：JICA 調査団作成

表 3-11 廃棄物発電対象ごみの三成分・低位発熱量及び元素組成

| 項目 | | 単位 | 基準ごみ |
|-------|----|-----------|-------|
| 水分 | | (%) | 56.2 |
| 可燃分 | | (%) | 38.6 |
| 灰分 | | (%) | 5.2 |
| 低位発熱量 | | (kJ/kg) | 8,080 |
| | | (kcal/kg) | 1,930 |
| 元素組成 | 炭素 | (%) | 53.80 |
| | 水素 | (%) | 8.17 |
| | 酸素 | (%) | 36.07 |
| | 硫黄 | (%) | 0.10 |
| | 窒素 | (%) | 1.45 |
| | 塩素 | (%) | 0.41 |

※1 元素組成は可燃分当たりを示す。

※2 1kcal は 4.1868kJ で計算。

※3 硫黄は燃焼性硫黄を示す。

出典：JICA 調査団作成

(2) 施設に係る条件

1) 廃棄物発電プラントの計画概要

600 トン/日(300 トン/日×2 炉)でごみを焼却し、ごみを焼却した際の廃熱をボイラーで熱回収し、蒸気タービンによる発電に利用する。発電した電力は場内で利用するが、余剰電力は電力会社に売却する。なお、2 炉で共通に利用する設備のうち重要度の高い装置機器並びにポンプには予備機を計画するものとする。主要な設備について以下に詳述する。

2) ごみ系統

ごみ搬送車で運ばれてきたごみは、計量機で秤量されて、ごみピットに投入され、ごみクレーンで積替え、攪拌される。ごみピット内のごみは、ごみクレーンでごみホップから焼却炉に投入され、火格子の上を順次送られながら、乾燥、燃焼し、完全に焼却される。

3) 焼却空気系統

焼却空気はごみピットから吸収され、ごみから出る悪臭成分を焼却炉内で分解するとともに、ごみピット内を負圧にすることにより空気が場外へ拡散することを防止する。燃焼空気の温度は、ごみ質が悪いときは高くする必要がある、反対にごみ質がよいときは低くする方が望ましく、それらの調整は蒸気式空気予熱器及びガスエアヒータのバイパスを流れる常温の空気量を調整することによって行われる。一次空気送風機で吸引された空気は、その時のごみ質に応じて燃焼に適した温度に調整され、水分の多い低質のごみが投入された場合には最高 300℃まで昇温できるシステムを採用する。

また、二次燃焼空気は焼却炉エリアから二次空気送風機により吸引される。二次燃焼空気ラインにも蒸気式の二次空気予熱器が備えられており、ごみ質の高低により温度調節できるようになっている。

二次燃焼空気は焼却炉内部に吹き込まれ、炉温の過昇を防止するとともに、未燃焼ガスの混合及び燃焼を効率よく行い、安定した燃焼状態とするために使用する。

4) 排ガス系統

ごみ焼却によって生成した高温の燃焼ガスは、ボイラーで減温されると同時に熱回収される。ボイラー、エコマイザを出た排ガスは、減温塔で有害ガス除去に適切な温度までさらに減温された後、バグフィルタで排ガス中のばいじんが除去される。排ガスがバグフィルタを通過する直前には消石灰が煙道に噴霧され、塩化水素、硫黄酸化物等の酸性ガスが中和除去される。そこでは同時に活性炭も吹き込まれ、排ガス中のガス状ダイオキシン類も吸着、除去される。これらの排ガス処理設備により適切に処理された排ガスは、誘引通風機を介して煙突から排出される。

5) 灰系統

ごみを焼却した灰は、灰落下管から主灰搬出装置を介し主灰貯留ヤードに貯留される。貯留された主灰はショベルローダで整理して貯留され、その後トラックに積み込み場外に搬出される。バグフィルタ等から排出される集じん灰については、飛灰コンベヤで飛灰貯留サイロへ送られ、飛散防止のために施されるセメント処理後に場外へ搬出される。

6) 燃料系統

本施設において、燃料（軽油）は焼却炉の運転立ち上げ、立ち下げ時の炉内温度調整、炉内温度低下時の昇温、非常時用発電設備の燃料として使用される。

7) 蒸気・復水系統

ボイラーからの蒸気は過熱器で全量過熱され、高圧蒸気だめに送られる。高圧蒸気の一部は燃焼空気昇温のために蒸気式空気予熱器のプロセス蒸気として利用される。

余剰蒸気は、蒸気タービンに送られ発電に利用される。蒸気タービンは抽気復水タービンを採用し、排気蒸気は、空冷式の低圧蒸気復水器で冷却、凝縮された後、復水タンクを経て脱気器に送られる。プロセス蒸気についても復水は回収され脱気器へ送られる。復水は脱気器からボイラー給水として再循環し、循環系統内での損失分は純水装置から純水が補給される。

8) 給水・排水系統

生活用水は水道水を受水し、生活用水加圧ポンプを介した直結方式にて各所へ給水する。プラント用水は井水を使用する計画とする。井水は処理後、プラント用水受水槽に貯留し、プラント用水ポンプによって、場内各使用先へ給水する。なお、プラント用水受水槽は、防火用水槽としての機能・容量も兼ねている。

機器冷却水は機器冷却水揚水ポンプで機器冷却水冷却塔へ揚水し、必要温度まで冷却する。その後この冷却水は、冷却を要する各機器に供給され、各機器を冷却した後、機器冷却水槽に戻し、循環利

用する。再利用水は再利用水槽に貯留し、排ガス減温のための噴霧水や主灰冷却水などの各使用先に給水する。

3.7 施設概略設計

(1) 全体配置計画図

廃棄物発電施設の配置図を以下に示す。

図 3-8 : 全体配置図

図 3-9 : 機器配置図 (側面)

図 3-10 : 機器配置図 (1 階)

図 3-11 : 機器配置図 (2 階)

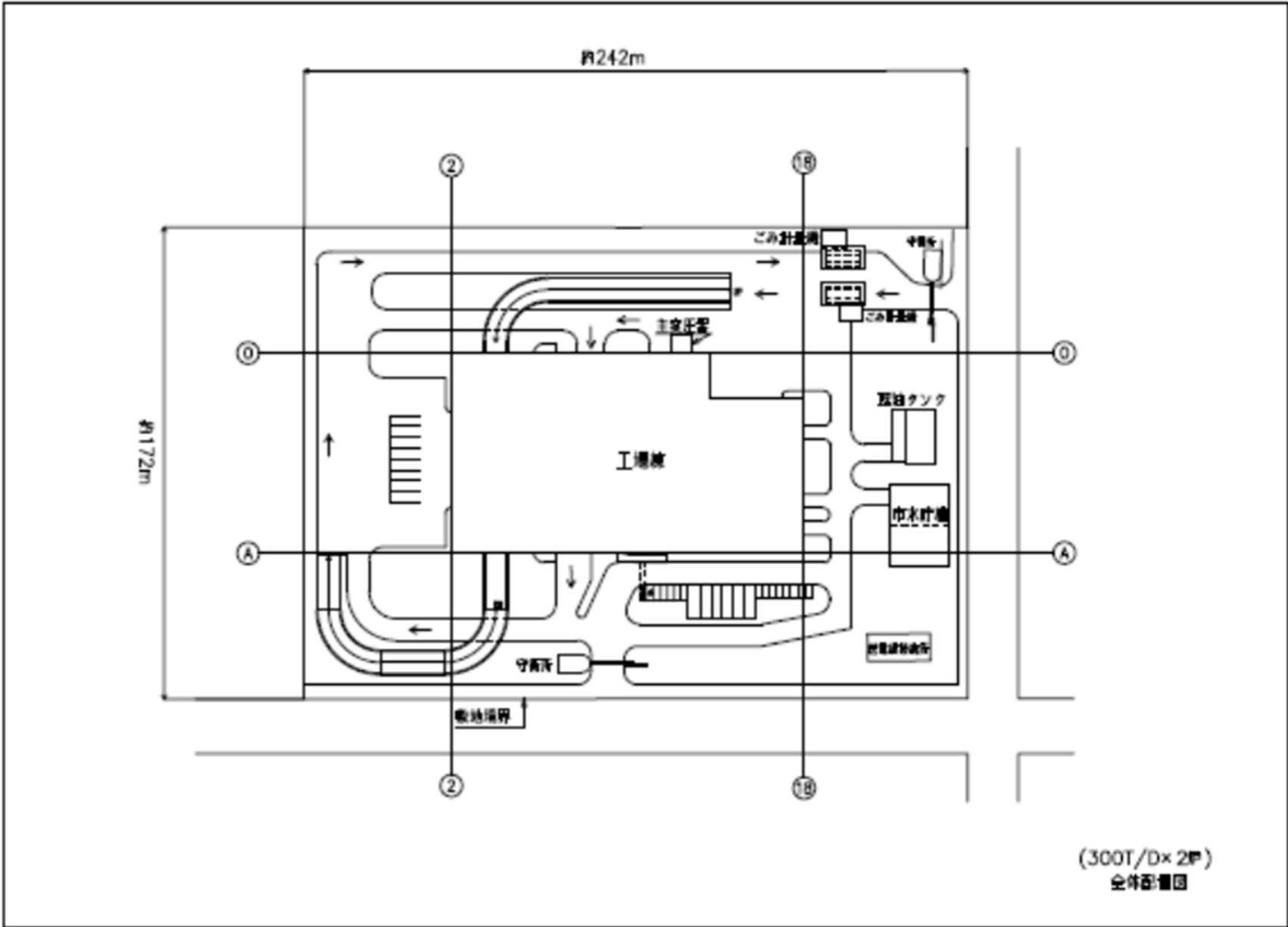
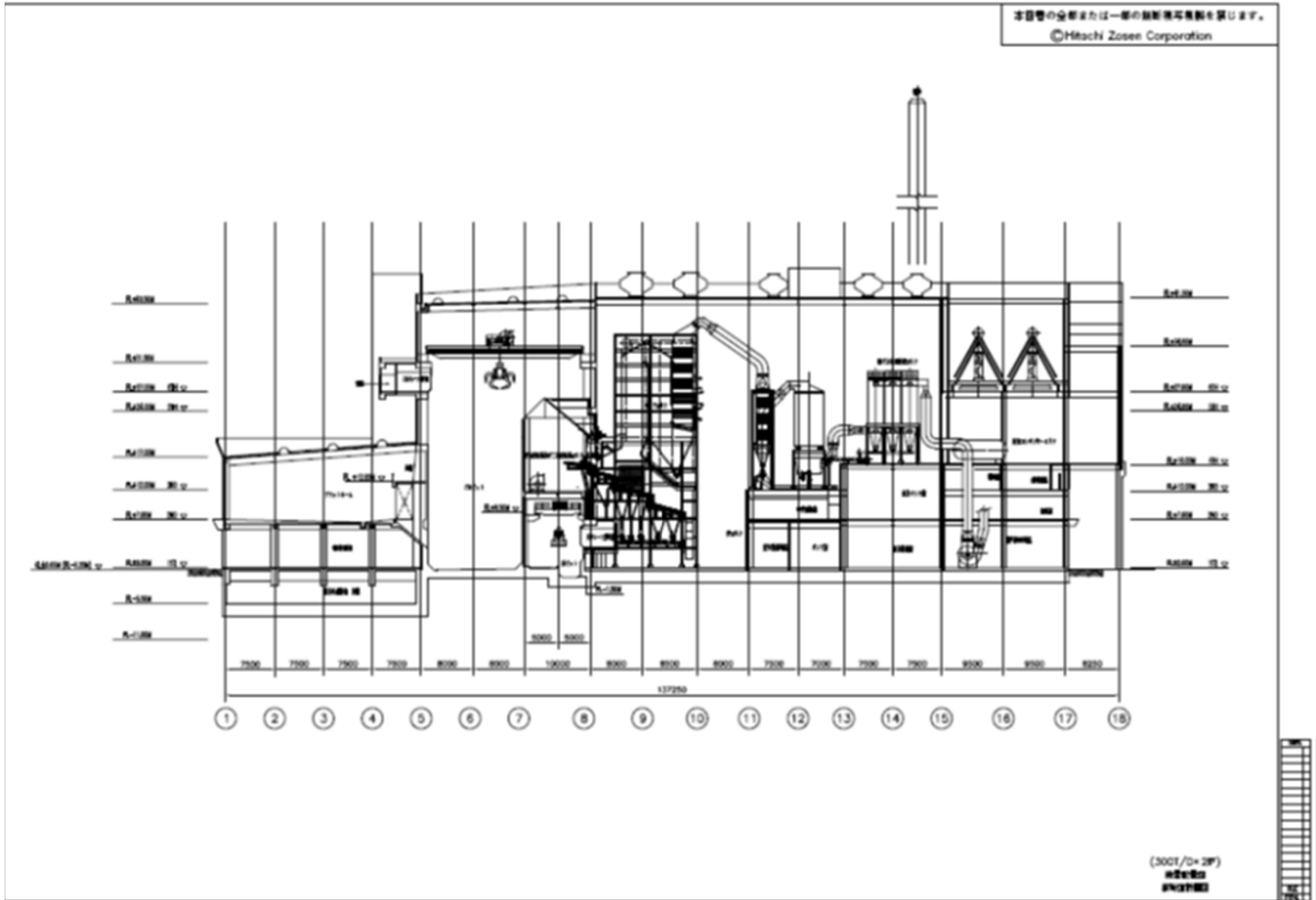


図3-8 全体配置図



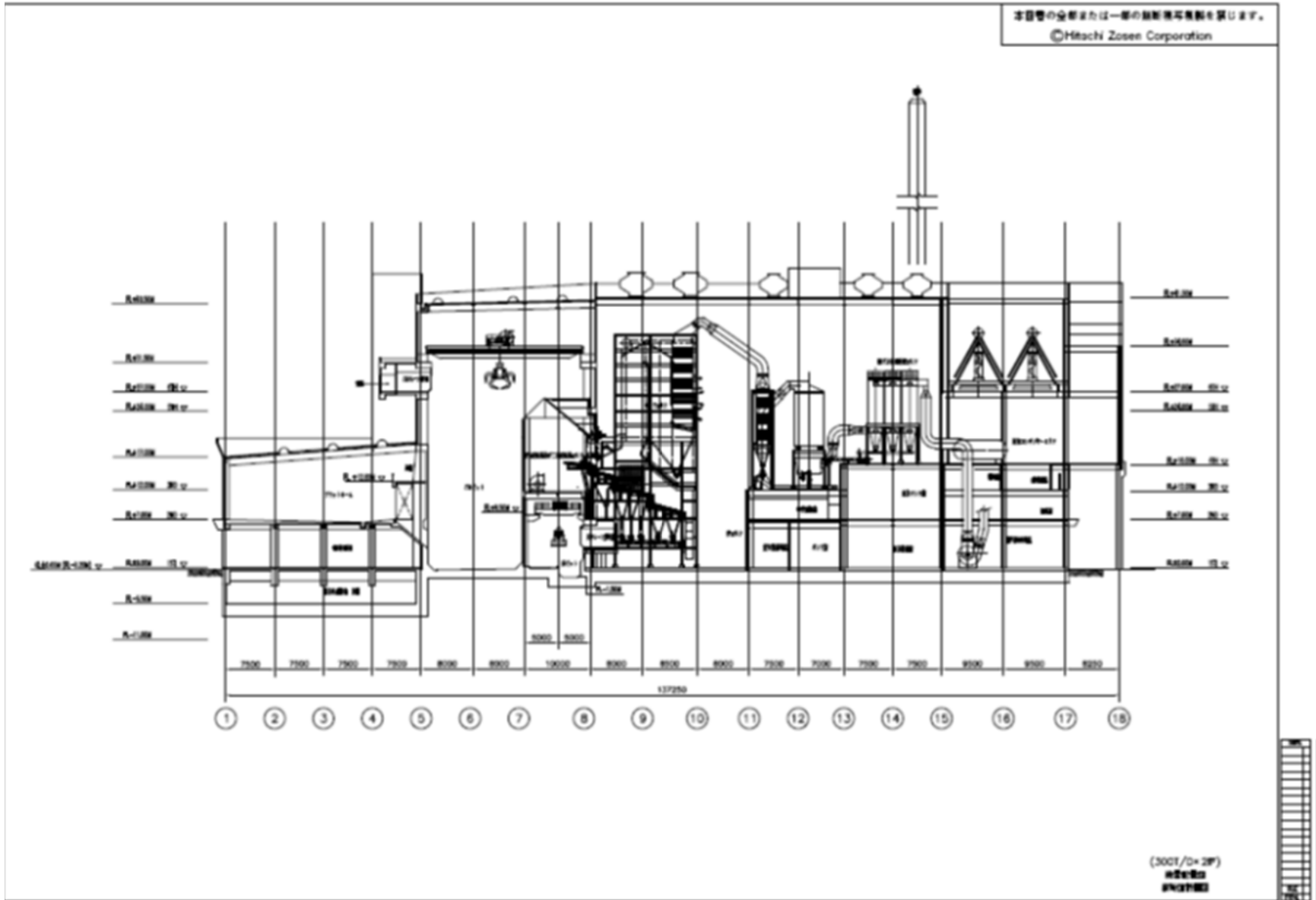


図3-10 機器配置図 (1階)

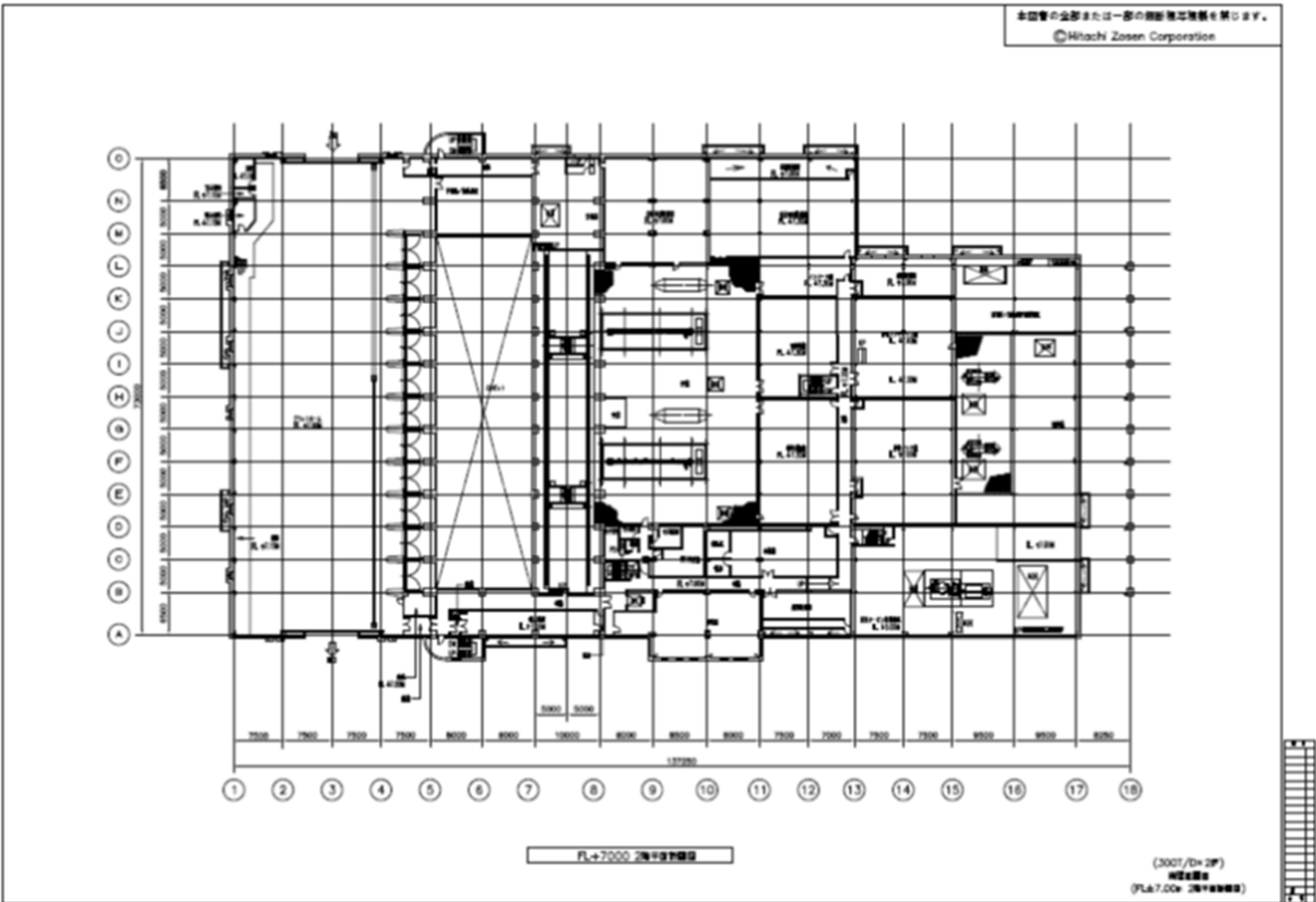


図3-11 機器配置図 (2階)

(2) 焼却処理フロー

廃棄物発電施設のフローシートを以下に示す。

図 3-12：ごみ・排ガス・灰フローシート

図 3-13：排ガス処理フローシート

図 3-14：ボイラー・復水フローシート



図3-12 ごみ・排ガス・灰フローシート

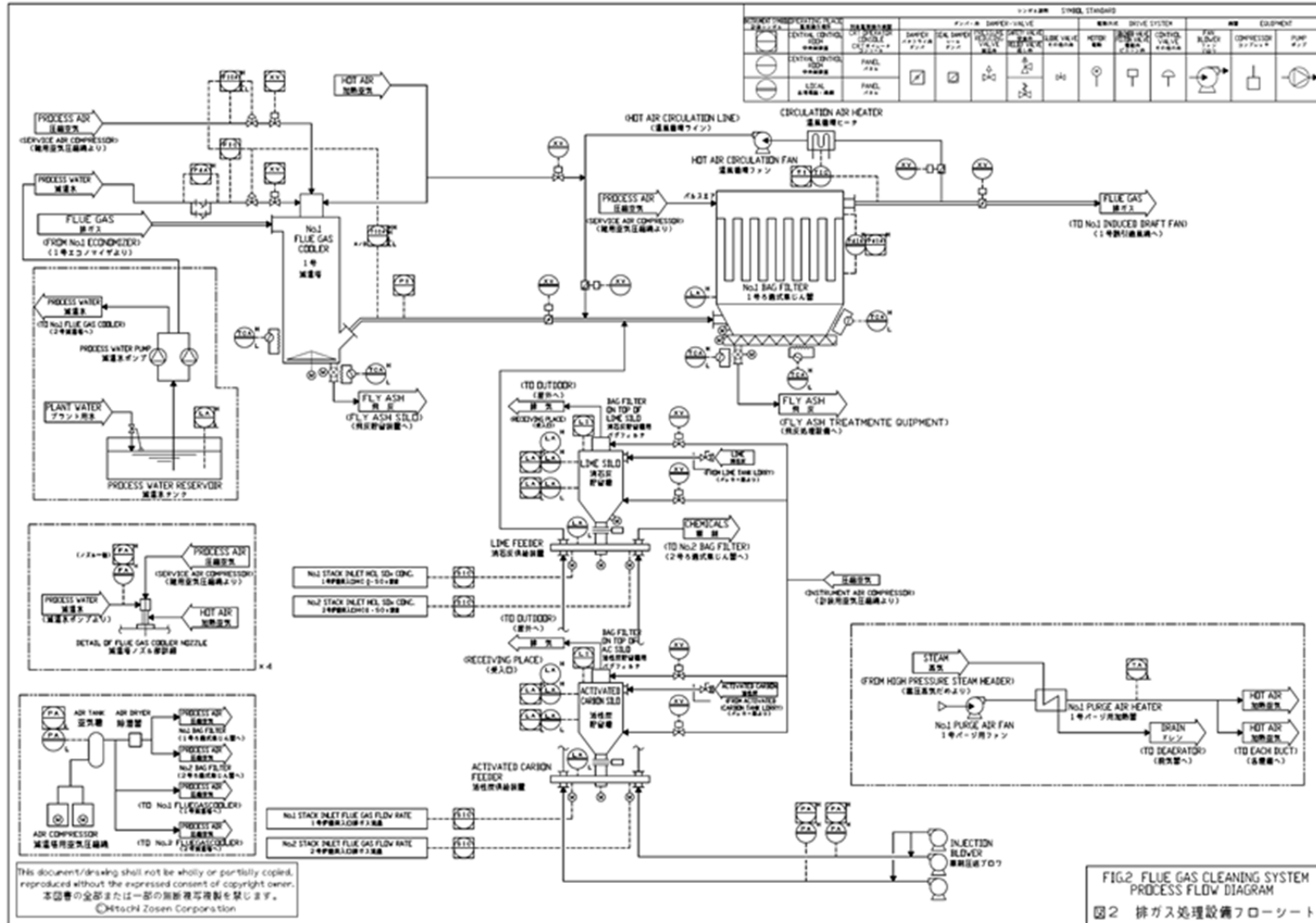


図3-13 排ガス処理フローシート

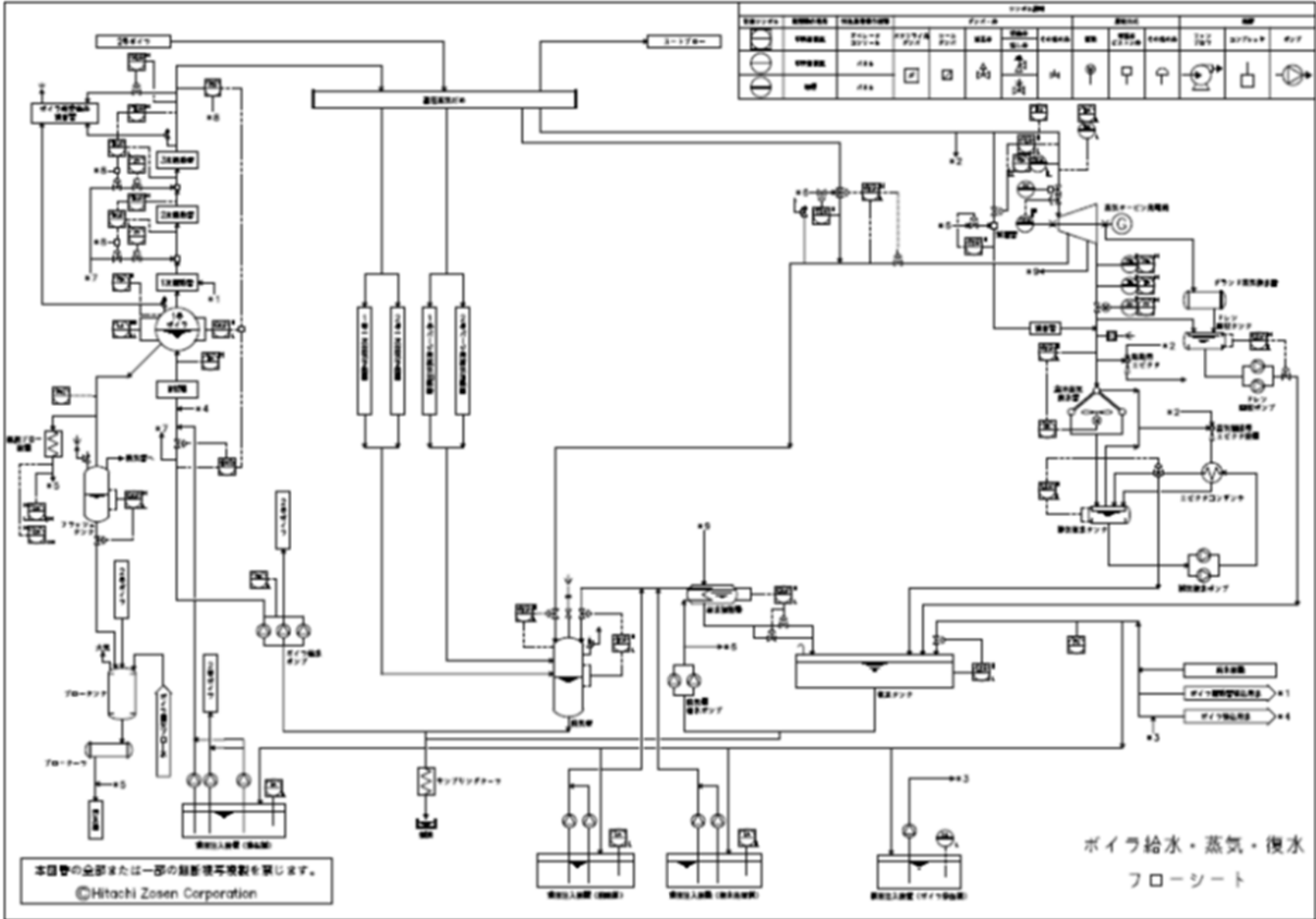


図3-14 ボイラー・復水フローシート

第4章 PPP インフラ事業の事業性

4.1 事業リスク

(1) 事業に係るリスクの要約

事業を実施するに当たって、想定されるリスクを以下に列挙する。

表4-1 想定されるリスクの一覧

| リスク種別 | |
|--------------------|--|
| スポンサー・リスク | スポンサーと考えていた日本企業または現地企業の業績悪化、倒産等により資金が得られず事業が実施できなくなる |
| 資金調達リスク | 想定していた融資、補助金が受けられない |
| 完工リスク | 現地業者のコントロールがうまくいかず工事が遅延する |
| 技術リスク | 未完成の技術により想定するような成果を上げられない |
| 操業リスク | 完成後の操業が想定どおりいかない |
| マーケット・リスク | 想定しているごみが収集できない。また、想定していたティッピングフィー、売電単価で売却できない |
| 環境リスク | ごみ焼却発電により周囲の環境に悪影響を与える |
| 関連・インフラ/ユーティリティリスク | 電気、水等のユーティリティ供給を受けられない |
| 事故・災害リスク | 事故や災害により工事が進められない |
| その他 | 事業に関する制度に変更がある |

出典：JICA 調査団作成

(2) 各リスクに対する対応策

1) スポンサー・リスク

ダンレポート等により、当該企業の状況をあらかじめ把握しておくことにより可能な限りリスクを回避する。契約により危機的状況に陥った場合には、こちらから契約解除で損害賠償請求が可能となるような条項を入れるべく交渉する。

2) 資金調達リスク

JCM 補助金を問題なく受領すべく、環境省及び事務局（今年度は GEC）に定期的にコンタクトをとり本件について説明し補助金に必要な条件等を調査する。

なお、本件についてすでに双方に数回にわたり説明しておりポジティブな反応はあるので、詳細が詰まってくるまでに定期的に説明・確認する予定である。

3) 完工リスク

2010 年の設立から現地に根ざし、現地工事及び運営を数多く手掛けている Kobelco Eco-Solutions Vietnam 社をチームに加え現地ベンダーの監理等を行い、完工リスクを可能な限り回避することを検討する。

4) 技術リスク

ストーカ炉は 40 年以上、約 1,000 施設が稼働している信頼性の極めて高い技術であり、その中でも日立造船(株)は国内外含め 500 件以上の実績を持っており、同社のストーカ炉を採用することにより技術リスクを回避する。また、(株)神鋼環境ソリューションの流動床式焼却炉も約 30 件の納入実績を有する信頼性の高い技術であり、仮に(株)神鋼環境ソリューションの技術を採用した場合にも問題はない。

5) 操業リスク

上記のような実績を有する Kobelco Eco-Solutions Vietnam 社が操業することを予定しており、操業リスクを可能な限り回避する。その際、試運転期間は日本人 SV による教育を行い、運転ノウハウを習得させることにより操業リスクをさらに低減することも検討する。

6) マーケット・リスク

ごみについては、ホーチミン市の供給保証をとるべく交渉する。ティッピングフィーについても、ホーチミン市と長期契約を目指し交渉する。また売電単価については、首相令で 20 年間の買い取り保証が決定しておりそのとおり EVN 社と契約することとする。

7) 環境リスク

上記のとおり日本で信頼性のある技術を導入するうえ、適切な操業を行うことにより環境リスクを可能な限り回避する。

8) 関連・インフラ/ユーティリティリスク

水については、近くに運河が流れまた地下水も豊富のようであるので特に懸念はしていない。電気については、売電の際に高圧の電線が必要であるがそちらについては調査中であり、場合によってはホーチミン市に協力を求めることを検討する。

9) 事故・災害リスク

上記のような実績を有する Kobelco Eco-Solutions Vietnam 社が監理をすることにより、事故・災害リスクを可能な限り回避することを検討する。具体的には、日本での施工要領を参考にし、実績に基づきベトナムでの施工に適応した施行要領を計画する。また、施工管理の経験の豊富な人材を投入するとともに、安全専任責任者を常駐させ、安全管理を徹底する。さらに、豪雨が発生する地域であり、排水対策や作業手順の適正化等を行うことにより、作業遅延を防ぐ対策をとる。

10) その他

当初、一般の手続きを経て事業を行う予定であったが、いわゆる新 PPP 法が施行されたことから、新 PPP 法に基づく手続きについて調査をする。また、同時に新 PPP 法を経ることなく案件構築できないか調査を行うこととする。

4.2 資金調達計画

(1) 政府支援策の検討

ベトナム国は、日本や欧米各国と異なり売電価格や処理費が安く政府支援策の検討が不可欠である。よって、まずは以下の通り政府支援策を検討する。

1) 環境省 JCM 関連について

環境省の JCM 関連の補助金としては、下記の 2 つについて検討することとする。

「二国間クレジット制度を利用したプロジェクト設備補助事業」は、JCM 文書署名国が対象となり、ベトナム国は当該対象国となり使用可能である。本補助金は、基本的にイニシャルコストの半額の補助が出るが、原則として 3 年間の間に事業開始をする必要があることから、ごみ焼却発電施設といった工期が長くかかるものについては注意が必要である。

一方の「リープフロッグ型発展の実現に向けた資金支援基金事業」は、「二国間クレジット制度を利用したプロジェクト設備補助事業」と似ているが、JICA との共同基金であることにその特徴がある。補助の対象が「CO2 削減に資する機器」の半額と不明確ではあるが、①環境省補助と JICA 融資が同時に使用可能な点、実施期間が原則 5 年以内と「二国間クレジット制度を利用したプロジェクト設備補助事業」と比べて若干長期の点は、本事業に適したものと言える。

表4-2 環境省JCM関連補助金制度の概要

| 制度名称 | JCMプロジェクト設備補助事業 | JICA等支援プロジェクト連携資金補助事業 |
|---------|---|---|
| 予算元 | 環境省地球環境局地球温暖化対策課市場メカニズム室 | 環境省地球環境局国際連携課国際協力室 |
| 執行団体 | 公益財団法人地球環境センター(GEC) | 公益財団法人地球環境センター(GEC) |
| 目的・概要 | JCM導入が見込まれる途上国において、優れた低炭素技術等を活用したエネルギー起源CO2の排出を削減するための設備・機器の導入に対して補助を行う。 | JICA等が支援するプロジェクトと連携するJCMプロジェクトのうち、CO2排出削減効果の高い事業を支援するための補助を行い、優れた低炭素技術の普及を図るとともに、従来よりも幅広い分野での低炭素化を推進する。 |
| 予算上限 | 補助対象経費(下記)の1/2 (ア)本工事費、(イ)付帯工事費、(ウ)機械器具費、(エ)測量及試験費、 (オ)設備費、(カ)事務費、(キ)その他必要な経費でセンターが承認した経費 | 原則として補助対象経費と協会が通知する基準額を比較して少ない方の額の2分の1 |
| 全体予算 | 年間24億円かつ3か年(合計72億円) | 年間18億円かつ4か年(合計72億円) |
| 対象事業・分野 | エネルギー起源CO2排出削減事業を実施できる設備の整備 | JICA海外投融資を受ける事業との連携し、温室効果ガス排出量削減に資する事業 |

出典：JICA 調査団作成

2) NEDO 関連について

NEDO の補助金については、以下の 2 つについて検討することとする。

これらは2つとも実証事業であり、いったんはNEDOに所有権が帰属しその後、事業者が有償買取り（「国際エネルギー消費効率化等技術・システム実証事業」では、NEDOから相手国政府等への無償譲渡も含む）するところに特徴がある。

「国際エネルギー消費効率化等技術・システム実証事業」は対象地域に制限はなく、ベトナムでも使用可能である。また、新規性として「相手国で商業的に普及していないもの」が求められるが、ごみ焼却発電施設については、ベトナムで商業的に普及していない。

一方の「地球温暖化対策技術普及等推進(JCM)事業」は、環境省のものと同様JCM 二国間文書署名国である必要があるが、ベトナムは署名国であり問題はない。

ただし、本補助金については、相手国の担当省（政府機関）とNEDOがMOU締結することが必要である。

表4-3 NEDO関連補助事業の概要

| 制度名称 | 国際エネルギー消費効率化等技術・システム実証事業 | 地球温暖化対策技術普及等推進(JCM)事業 |
|---------|--|---|
| 目的・概要 | ・日本が有する確立された技術を核に、各国の多様なニーズやエネルギー政策、規制環境等を踏まえ、海外において技術・システムを実証。 ・技術の実証だけでなく、実証後における我が国の技術・システムによる売上獲得を目指し、もって我が国のエネルギーセキュリティの確保、環境対策の推進、エネルギー産業等の海外展開、市場開拓に結びつける。 | ・優れた低炭素技術・製品・システム・サービス・インフラ等の普及や緩和活動を加速し、途上国の持続可能な開発に貢献。 ・日本からの温室効果ガス排出削減・吸収への貢献を、測定・報告・検証(MRV)方法論を適用し、定量的に適切に評価し、日本の排出削減目標の達成に活用。 |
| 予算上限 | 労務費、経費及び間接費の全額 | 主たる経費である機器装置等費の全額 |
| 全体予算 | 220億円(平成26年度) | 60億円(平成26年度) |
| 実施期間 | 4年程度 | 原則3年以内 |
| 対象事業・分野 | エネルギー起源CO2排出削減事業を実施できる設備の整備 | JICA海外投融資を受ける事業との連携し、温室効果ガス排出量削減に資する事業 |
| 終了後 | 実証設備について、委託先が有償買取、またはNEDOが相手国政府等へ無償譲渡する | 実証設備について原則として委託先が有償買取する |
| 対象国 | 制限なし | JCM二国間文書署名国 |

出典：JICA 調査団作成

3) JICA 海外投融資

JICA 海外投融資に関する概要を以下に示す。

表4-4 JICA海外投融資の概要

| | |
|---------|---|
| 制度名称 | 海外投融資 |
| 管轄 | 独立行政法人国際協力機構(JICA) |
| 目的・概要 | 海外投融資業務は、国際協力機構(JICA)が行う海外経済協力業務として、開発途上国において民間企業等が行う開発効果の高い事業であり、かつ、一般の金融機関だけでの対応が困難な場合に、「出資」と「融資」という2つの資金面から支えるもの。 |
| 予算上限 | ・融資 融資割合：原則70%(最大80%) 償還期間：原則20年(最長25年) ・出資 原則として現地企業等への直接出資。比率は25%以下。 |
| 公募期間 | 随時 |
| 融資対象通貨 | JPY及びUSD、新興国通貨は現地行を経由した2steploanが可能。 |
| 対象事業・分野 | 1. インフラ・成長加速 2. MDGs・貧困削減 3. 気候変動対策 |
| 対象国 | ODA対象国 |
| URL | http://www.jica.go.jp/activities/schemes/finance_co/loan/ |

出典：JICA 調査団作成

(2) 資金調達について

前述のようにベトナム国は、日本や欧米各国と異なり売電価格や処理費が安く、事業を行うためには政府支援策の検討が不可欠である。

公益財団法人地球環境センター(GEC)及び一般社団法人低炭素社会創出促進協会に数度にわたり案件説明及び補助金のヒアリングは実施した結果、今回は①工期の長いプラント物である、②補助金と融資の双方が利用できる、の2点からJICA、環境省の共同基金である「リープフロッグ型発展の実現に向けた資金支援基金事業」により検討する。

プロジェクトのトータルコストとして6,250万米ドルを想定し、そのうちEPCコストとしては5,750万米ドルと想定している。EPCコストの30%(1,725万米ドル)をJCM設備補助、残りの40%をJICAから現地金融機関を通じた2ステップローン、30%の資本金で調達計画する。2ステップローンを利用するためには、現地銀行とコンタクトを行い調査する必要があるものとする。

なお、同補助金について、昨年度は3件の応募のうち1件が採択されたとのことであり予算規模に比し応募が非常に少ない状況である。また、環境省及び事務局とのコンタクト状況であるが、現在公募中であり詳しい話はできないとのことであるが、双方に対する説明には昨年度から環境省には2～3回、GEC(大阪)には5～6回程度行っており進捗は折に触れて報告しており、双方から好感触は得ている。

また、資本金については、(株)神鋼環境ソリューションと日本のパートナー(場合によっては現地パートナー)との共同で出資することを想定している。

4.3 事業の財務分析

(1) 事業費について

現在、日立造船のストーカ炉 600 トン／日（300 トン／日×2 炉）の導入を考えており、EPC コストとしては 5,750 万米ドルと想定している。加えて、事業の開始までに 5 百万米ドルの支出を想定しており、これらのトータルとしては 6,250 万米ドルを事業費として想定している。また、補助金として EPC の 30% の 1,725 万米ドルを想定している。また、資本金としては 30% の 1,357.5 万米ドルを想定しており、残りの 40% の 3,167.5 万米ドルを融資にて借り入れることを想定している。JICA の海外投融資も候補の一つである。

(2) 処理委託費単価について

DONRE、ホーチミン市の処理業者、公社等にヒアリングの結果、現在 20.3 米ドル／トンとのことである。処理委託費単価については、DONRE から会議の席上「ごみ焼却発電プロジェクト」には 25 米ドル～30 米ドルとの言及があり、ごみ焼却発電への理解は確実にすすんでいるものと思われる。ここでは 26 米ドル／トンに設定する。また、上昇率については、消費者物価指数が年間 5.2% の上昇を見せていることから年率 5.2% とすることも考えられるが、ベトナムの公共料金の値上げの方法は、CPI を睨みながら、数年に 1 回というやり方が多く見られることから、今回 3 年に 1 度 5% 上昇するものと想定する。

なお、現状に比べ 26 米ドル／トンは高額であることから今後 DONRE との交渉となる。

表4-5 処理単価

| | 社 名 | 種 別 | T/F | 処理量 |
|---|--------------------------|-----------|----------|----------|
| 1 | Tam Sinh Nghia社 | コンボースト/焼却 | 20.3\$/t | 1,000t/日 |
| 2 | Viet Star社 | コンボースト | 20\$/t | 1,200t/日 |
| 3 | Vietnam Waste Solutions社 | 埋立 | 20\$/t | 3,000t/日 |
| 4 | CITENCO | 埋立 | 17\$/t | 2,000t/日 |

出典：ヒアリングによる調査

(3) 売電単価について

2014 年 5 月 5 日発行の首相通達 No31/2014/QĐ-TTg により、ごみ焼却発電に基づく売電価格は 10.05 米セント/kWh の 20 年間固定買取となっている。上昇率については、処理委託費単価と同様に考えるものとする。なお、2015 年 3 月 16 日より、EVN の TARIFF は平均 7.5% 値上げが実施されている。



出典：首相通達 No31/2014/QĐ-TTg より抜粋

図4-1 売電価格の設定

(4) 運営・用役及び費用について

運営体制としては4直3交代とし、各班は5人体制とする。それに各責任者や事務員等を含め合計46名体制とし、当初は日本人SVを派遣するもののゆくゆくは現地のみで運営可能な体制とする。

これらの費用については、初年度を723千米ドルと想定し、6年目まで5%、それ以降3%の上昇率と想定する。

燃料としては、立ち上げ時の軽油やボイラーの腐食防止、ボイラーのための純水製造、排ガスのための薬剤等とする。なお、プラント用水は井水を生活用水は水道用水を使用するものとする。これらの費用については、トン当たり8.44米ドルと想定する。

土地については、REGULATIONS ON COLLECTION OF LAND RENT AND WATER SURFACE RENT (No: 46/2014/ND-CP) の Article 19 の第7項が環境分野等に対する土地の無償貸与を定めており、DONRE に確認した際も非公式であるが無償貸与であると確認していることから、費用については見込んでいない。

表4-6 財務分析に係る前提条件

| 項目 | 条件 | 備考 |
|--------------|---|----------------------------------|
| 事業期間 | 20年 | ホーチミン市とのBOT契約 |
| 廃棄物処理量 | 600t/d | 300日×24時間＝7,200時間稼働 |
| ごみ処理委託費(T/F) | USD26/ton ※3年に1度5%上昇 | |
| 売電量 | 64,800,000kWh/年 | 売電分容量9.0MW×7,200時間 |
| 売電価格 | 10.05USCent/kWh ※3年に1度5%上昇 | 2014年5月5日発行の首相通達No31/2014/QĐ-TTg |
| 減価償却 | 土建20年、機械・電気工事7年 | 定額法 |
| 租税公課 | 利益発生後4年間法人税免税(0%) 利益発生後13年目まで優遇×50%減税(5%) 収入発生後15年目まで優遇(10%) 20年目まで標準税率(20%) | 投資特別奨励分野による優遇措置 |
| 借入金 | VND建、年利10% | 現地金融機関 |
| 物価変動 | 現地調達人件費・物品にインフレ5% | |

出典：JICA 調査団作成

(5) 財務分析結果

上記の前提条件をもとに算出した財務分析結果を以下に示す。

プラントの建設期間としては3年間と想定し、操業後1年目は80%、2年目は85%と段階的に操業率を上げていき6年目以降は100%と想定している。

この結果、プロジェクトIRRとしては14.73%、エクイティIRRとしては19.88%となった。

表 4-7 財務分析結果

HCMC MSW Treatment Project (Stoker 300t/d x 2)

| Loan Agreement | | Construction Period | | | Installation | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | (Unit US\$) | |
|---|--|---------------------|-------------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------|--|
| Project Year | | Year-3 | Year-2 | Year-1 | Year 1 | Year 2 | Year 3 | Year 4 | Year 5 | Year 6 | Year 7 | Year 8 | Year 9 | Year 10 | Year 11 | Year 12 | Year 13 | Year 14 | Year 15 | Year 16 | Year 17 | Year 18 | Year 19 | Year 20 | | |
| Calendar Year | | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 | 2037 | 2038 | | |
| MSW Treatment Capacity | | | | | 480 ton/day | 510 ton/day | 540 ton/day | 552 ton/day | 570 ton/day | 600 ton/day | 600 ton/day | 600 ton/day | 600 ton/day | 600 ton/day | 600 ton/day | 600 ton/day | 600 ton/day | 600 ton/day | 600 ton/day | 600 ton/day | 600 ton/day | 600 ton/day | 600 ton/day | 600 ton/day | | |
| Capacity Utilization Rate | | | | | 80.0% | 85.0% | 90.0% | 92.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | | |
| Power Generation | | | | | 9,080 kW | 9,648 kW | 10,215 kW | 10,442 kW | 10,783 kW | 11,350 kW | 11,350 kW | 11,350 kW | 11,350 kW | 11,350 kW | 11,350 kW | 11,350 kW | 11,350 kW | 11,350 kW | 11,350 kW | 11,350 kW | 11,350 kW | 11,350 kW | 11,350 kW | 11,350 kW | | |
| Capacity Utilization Rate | | | | | 80.0% | 85.0% | 90.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | | |
| Price Increase Rate for Treatment Fee | | | | | 5.0% | 0.0% | 0.0% | 5.0% | 0.0% | 0.0% | 5.0% | 0.0% | 5.0% | 0.0% | 0.0% | 21.6% | 21.6% | 21.6% | 27.6% | 27.6% | 27.6% | 34.0% | 34.0% | 34.0% | | |
| Accumulated Rate | | | | | 5.0% | 5.0% | 5.0% | 10.3% | 10.3% | 10.3% | 15.8% | 15.8% | 15.8% | 15.8% | 15.8% | 21.6% | 21.6% | 21.6% | 27.6% | 27.6% | 27.6% | 34.0% | 34.0% | 40.7% | | |
| Price Increase Rate for Power Sales | | | | | 5.0% | 0.0% | 0.0% | 5.0% | 0.0% | 0.0% | 5.0% | 0.0% | 5.0% | 0.0% | 0.0% | 21.6% | 21.6% | 21.6% | 27.6% | 27.6% | 27.6% | 34.0% | 34.0% | 34.0% | | |
| Accumulated Rate | | | | | 5.0% | 5.0% | 5.0% | 10.3% | 10.3% | 10.3% | 15.8% | 15.8% | 15.8% | 15.8% | 15.8% | 21.6% | 21.6% | 21.6% | 27.6% | 27.6% | 27.6% | 34.0% | 34.0% | 40.7% | | |
| Cost Increase Rate | | | | | 5.0% | 5.0% | 5.0% | 5.0% | 5.0% | 5.0% | 3.0% | 3.0% | 3.0% | 3.0% | 3.0% | 3.0% | 3.0% | 3.0% | 3.0% | 3.0% | 3.0% | 3.0% | 3.0% | 3.0% | | |
| Accumulated Rate | | | | | 5.0% | 10.3% | 15.8% | 21.6% | 27.6% | 34.0% | 38.0% | 42.2% | 46.4% | 50.6% | 55.4% | 60.0% | 64.8% | 69.8% | 74.9% | 80.1% | 85.5% | 91.1% | 96.8% | 102.7% | | |
| Typing Fee (Unit Rate) | | | | | \$ 27.30 /ton | \$ 27.30 /ton | \$ 27.30 /ton | \$ 28.67 /ton | \$ 28.67 /ton | \$ 30.10 /ton | \$ 30.10 /ton | \$ 30.10 /ton | \$ 30.10 /ton | \$ 31.49 /ton | \$ 31.49 /ton | \$ 31.60 /ton | \$ 33.18 /ton | \$ 33.18 /ton | \$ 33.18 /ton | \$ 34.84 /ton | \$ 34.84 /ton | \$ 34.84 /ton | \$ 36.58 /ton | \$ 36.58 /ton | | |
| Electricity Sales Price (Unit Rate) | | | | | € 10.55 kWh | € 10.55 kWh | € 10.55 kWh | € 11.08 kWh | € 11.08 kWh | € 11.63 kWh | € 11.63 kWh | € 11.63 kWh | € 11.63 kWh | € 12.22 kWh | € 12.22 kWh | € 12.22 kWh | € 12.83 kWh | € 12.83 kWh | € 12.83 kWh | € 13.47 kWh | € 13.47 kWh | € 13.47 kWh | € 14.14 kWh | € 14.14 kWh | | |
| Gross Revenue | | | | | 9,044,519 | 9,721,395 | 10,398,270 | 11,202,471 | 11,628,902 | 12,339,621 | 12,956,602 | 12,956,602 | 12,956,602 | 13,604,432 | 13,604,432 | 13,604,432 | 14,284,654 | 14,284,654 | 14,284,654 | 14,998,886 | 14,998,886 | 14,998,886 | 15,748,831 | 15,748,831 | | |
| Typing Fee | | | | | 3,931,200 | 4,176,900 | 4,422,600 | 4,746,924 | 4,901,715 | 5,159,700 | 5,417,685 | 5,417,685 | 5,417,685 | 5,688,569 | 5,688,569 | 5,688,569 | 5,972,998 | 5,972,998 | 5,972,998 | 6,271,648 | 6,271,648 | 6,271,648 | 6,585,230 | 6,585,230 | | |
| Electricity Sales Price | | | | | 6,898,802 | 7,329,678 | 7,761,153 | 8,330,304 | 8,601,844 | 9,054,678 | 9,507,412 | 9,507,412 | 9,507,412 | 9,982,793 | 9,982,793 | 9,982,793 | 10,481,922 | 10,481,922 | 10,481,922 | 11,006,018 | 11,006,018 | 11,006,018 | 11,556,319 | 11,556,319 | | |
| Net Electricity Sales Price | | | | | 5,113,319 | 5,544,495 | 5,975,670 | 6,455,547 | 6,727,187 | 7,179,917 | 7,538,917 | 7,538,917 | 7,538,917 | 7,915,863 | 7,915,863 | 7,915,863 | 8,311,656 | 8,311,656 | 8,311,656 | 8,727,239 | 8,727,239 | 8,727,239 | 9,163,601 | 9,163,601 | | |
| Total Cash Operation Cost | | | | | 1,074,510 | 2,088,428 | 2,204,243 | 2,276,473 | 2,305,992 | 2,488,089 | 2,517,118 | 2,547,094 | 2,577,931 | 2,609,693 | 2,642,408 | 2,676,104 | 2,710,811 | 2,748,580 | 2,783,381 | 2,821,304 | 2,860,349 | 2,900,004 | 2,942,404 | 2,984,731 | | |
| Variable Rate | | | | | 3,000,843 | 3,670,803 | 3,152,761 | 3,372,421 | 3,317,997 | 3,393,957 | 3,487,695 | 3,487,695 | 3,487,695 | 3,487,695 | 3,586,120 | 3,586,120 | 3,689,466 | 3,689,466 | 3,689,466 | 3,797,879 | 3,797,879 | 3,797,879 | 3,911,918 | 3,911,918 | | |
| Electricity Cost | | | | | 1,785,483 | 1,785,483 | 1,785,483 | 1,874,757 | 1,874,757 | 1,874,757 | 1,968,495 | 1,968,495 | 1,968,495 | 2,066,920 | 2,066,920 | 2,066,920 | 2,170,266 | 2,170,266 | 2,170,266 | 2,278,779 | 2,278,779 | 2,278,779 | 2,392,718 | 2,392,718 | | |
| Total Variable Cost less Power Cost | | | | | 1,215,360 | 1,291,320 | 1,387,280 | 1,397,684 | 1,443,240 | 1,519,200 | 1,519,200 | 1,519,200 | 1,519,200 | 1,519,200 | 1,519,200 | 1,519,200 | 1,519,200 | 1,519,200 | 1,519,200 | 1,519,200 | 1,519,200 | 1,519,200 | 1,519,200 | 1,519,200 | | |
| Fixed Cost | | | | | 759,150 | 797,108 | 836,963 | 878,811 | 922,752 | 968,889 | 997,956 | 1,027,894 | 1,058,731 | 1,090,493 | 1,123,208 | 1,156,904 | 1,191,611 | 1,227,380 | 1,264,181 | 1,302,106 | 1,341,169 | 1,381,404 | 1,422,846 | 1,465,532 | | |
| Gross Income | | | | | 7,070,009 | 7,632,967 | 8,194,027 | 8,925,996 | 9,262,911 | 9,851,532 | 10,439,446 | 10,409,508 | 10,378,671 | 10,994,739 | 10,962,024 | 10,928,328 | 11,573,842 | 11,538,094 | 11,501,273 | 12,177,580 | 12,138,517 | 12,098,282 | 12,806,784 | 12,764,099 | | |
| Project Cost | | 45,250,000 | 16,961,667 | 11,326,667 | 16,961,667 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Land Cost | | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SPC Cost incl. Contingency | | 40,250,000 | 9,680,000 | 15,295,000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Power Operation Cost (Expense) | | 5,000,000 | 1,696,667 | 1,696,667 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gross Cash Flow | | | -16,961,667 | -11,326,667 | -16,961,667 | 7,070,009 | 7,632,967 | 8,194,027 | 8,925,996 | 9,262,911 | 9,851,532 | 10,439,446 | 10,409,508 | 10,378,671 | 10,994,739 | 10,962,024 | 10,928,328 | 11,573,842 | 11,538,094 | 11,501,273 | 12,177,580 | 12,138,517 | 12,098,282 | 12,806,784 | | |
| Interest Expenses for Long Term Loan (PL) | | 748,786 | 1,616,785 | 2,597,485 | 3,618,008 | 3,434,818 | 2,926,465 | 2,761,594 | 2,596,723 | 2,431,851 | 2,015,004 | | 1,868,541 | 1,721,889 | 1,575,437 | 893,053 | 801,458 | 709,863 | 618,268 | 526,673 | 435,078 | 343,482 | 251,887 | 160,292 | | |
| Interest Expenses for Short Term Loan | | | 7,500 | 7,500 | 7,600 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Building depreciation | | | | | 1,610,000 | 1,610,000 | 1,610,000 | 1,610,000 | 1,610,000 | 1,610,000 | 1,610,000 | 1,610,000 | 1,610,000 | 1,610,000 | 1,610,000 | 1,610,000 | 1,610,000 | 1,610,000 | 1,610,000 | 1,610,000 | 1,610,000 | 1,610,000 | 1,610,000 | 1,610,000 | | |
| Land depreciation | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| Amortization on Pre-Operation Cost | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| GI/IT | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 340,718 | 346,548 | 352,334 | 390,465 | 422,949 | 425,843 | 462,699 | 465,491 | 1,872,920 | 2,026,501 | 2,037,007 | 2,047,278 | 2,207,298 | | |
| Net Cash Flow after Tax | | | -16,969,167 | -11,338,169 | -16,969,167 | 7,070,009 | 7,632,967 | 8,194,027 | 8,925,996 | 9,262,911 | 9,851,532 | 10,439,446 | 10,968,730 | 10,933,122 | 10,642,405 | 10,571,559 | 10,505,379 | 11,147,999 | 11,075,395 | 11,035,762 | 10,304,669 | 10,116,017 | 10,061,275 | 10,759,505 | | |
| Cumulative Net Cash Flow | | | -16,969,167 | -28,303,333 | -45,272,500 | -38,202,491 | -30,565,524 | -22,375,497 | -13,449,501 | -4,186,590 | 5,664,941 | 16,104,388 | 26,173,178 | 36,205,306 | 46,847,705 | 57,149,261 | 67,924,643 | 79,072,642 | 90,148,037 | 101,163,819 | 111,488,479 | 121,600,496 | 131,661,771 | 142,421,276 | | |
| NPV/Discount Rate=10% | | | 34,661,754 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| IRR (20 years after tax) | | | 14.73% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Payback Period (year) | | | 9 years | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Working Capital | | | 300,000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Financing Structure | | | 50,513,057 | 18,010,453 | 12,943,452 | 19,559,152 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Interest rate | | | 13.575,000 | 5,088,504 | 3,399,004 | 5,088,492 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Equity for Project Cost | | | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Equity for IDC (0% of IDC) | | | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Equity advance to cover working capital | | | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Equity Total | | | 13,575,000 | 5,088,504 | 3,399,004 | 5,088,492 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cumulative Equity | | | 5,088,504 | 8,486,508 | 13,575,000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Loan for Project Cost | | | 31,675,000 | 11,873,163 | 7,928,663 | 11,873,175 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Loan for IDC (100% of IDC) | | | 4,963,057 | 748,786 | 1,616,785 | 2,597,485 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Loan for Working Capital | | | 300,000 | 300,000 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Loan Total | | | 36,938,057 | 12,921,949 | 9,545,448 | 14,470,660 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cumulative Loan (incl. IDC 100%) | | | 12,921,949 | 22,467,397 | 36,938,057 | 36,938,057 | 34,806,155 | 32,974,253 | 31,142,351 | 29,310,449 | 27,478,547 | 25,646,645 | 23,814,743 | 21,982,841 | 20,150,939 | 18,319,037 | 16,487,135 | 14,655,233 | 12,823,331 | 10,991,429 | 9,159,527 | 7,327,625 | 5,496,723 | | | |
| Principal Repayment (incl. W. C. Loan) | | | 36,938,057 | 21,319,902 | 1,831,902 | 1,831,902 | 1,831,902 | 1,831,902 | 1,831,902 | 1,831,902 | 1,831,902 | 1,831,902 | 1,831,902 | 1,831,902 | 1,831,902 | 1,831,902 | 1,831,902 | 1,831,902 | 1,831,902 | 1,831,902 | 1,831,902 | 1,831,902 | 1,831,902 | 1,831,919 | | |
| Principal Balance after Repayment | | | 12,921,949 | 22,467,397 | 36,938,057 | 34,806,155 | 32,974,253 | 31,142,351 | 29,310,449 | 27,478,547 | 25,646,645 | 23,814,743 | 21,982,841 | 20,150,939 | 18,319,037 | 16,487,135 | 14,655,233 | 12,823,331 | 10,991,429 | 9,159,527 | 7,327,625 | 5,496,723 | 3,663,821 | | | |
| Interest Payment | | | | | 3,618,008 | 3,434,818 | 2,926,465 | 2,761,594 | 2,596,723 | 2,431,851 | 2,015,004 | 1,868,541 | 1,721,889 | 1,575,437</ | | | | | | | | | | | | |

4.4 事業の経済分析

(1) 分析の前提

本事業は、ベトナム南部最大都市であるホーチミン市の各家庭から排出される一般廃棄物（固形廃棄物）の焼却処理能力を増強し、同市の衛生改善並びに環境の保全を図るものである。また、焼却の過程で発生する排熱を用いて発電し、自家消費後の残りの電力をベトナム電力公社（EVN）に売電する計画である。

(2) 経済効果

1) 衛生改善効果/埋立処分場の使用期間延長効果

ホーチミン市に限らず、一般廃棄物に関わる環境問題は先ずその排出量の多さに代表される量的な問題が指摘される。例えば、処分量の増大に伴う処分場の残余容量の逼迫である。更に、廃棄物の収集・運搬、保管、中間処理、最終処分各過程で、様々な環境影響を与える。中でも特に問題となるのが、最終処分場の設置や運用に伴う様々な環境問題である。例えば、処分場を行き来する運搬車両の騒音、悪臭、大気汚染や処分場からの有害物質の漏出に伴う土壌・地下水汚染などである。

本事業対象地区のホーチミン市では現在でも一日当たり 7,500～8,000 トンの一般廃棄物が発生しているが、人口増加や集中の結果 2020 年までに大幅に増加すると推計されている。その一方、廃棄物の処分は埋立処分（Phuoc Hiep 処分場及び Da Phuoc 処分場）に依存しており、焼却処理施設を有している登録業者も数社しかなく、その焼却処理能力は合わせても数十トンにとどまっている。

こうした状況の下、日本の環境プラントメーカーの提案に基づく焼却処理能力をもった焼却施設によって一般廃棄物（固形廃棄物）を安全かつ衛生的に処理することは、現行の埋立方式によって生じる埋立地周辺の環境負荷を軽減することになる。また、処分量の増加に伴って、既存の埋立処分場の残余容量が懸念される中で、焼却処理能力を大幅に強化することによって、両処分場の使用期間延長に繋がる。

2) 発電効果（Waste To Energy）

ベトナムでは、再生可能エネルギー由来の電力普及は、これまでのところホーチミン市の既存埋立処分場における CDM 事業やハノイ市における産業廃棄物焼却発電事業が検討されている程度で、本格的な廃棄物発電（WTE）についての事例はなく、今後の課題となっている。

その一方で、事業対象区域内では経済の発展・成長に伴う電力需要の増加に対し供給が追いついていない状況である。事業者が想定しているとおり余剰電力量（9,000kW/d）、がすべて EVN へ売電できたと仮定した場合、その財務的な売り上げ効果のみならず、経済的にも本事業の実施による電力量の純増分としてその経済的効果を捉えることができる。

4.5 ステークホルダーの分析

ホーチミン市の一般廃棄物処理の主な関連業者は以下のとおりである。

表4-8 主な関連業者

| No | 業者名 | 業態 | 内容 |
|----|-------------------------|--------------|---|
| 1 | CITENCO | 廃棄物の運搬 埋立 | ホーチミン市の公社。廃棄物の運搬を行っており、また Phuoc Hiep 処分場の一般廃棄物の最終処分場を運営。現在ホーチミン市のごみを 1 日 2,000 トン処理している。なお、同最終処分場は閉鎖されとの報道がなされている。 |
| 2 | Tam Sinh Nghia | コンポスト 焼却 | コンポスト業者。Phuoc Hiep 処分場内にコンポスト工場を持ち、コンポスト化及びコンポスト残渣を欧州企業よりライセンスを受けた簡易なストーカ炉で焼却を行っている。現在、ホーチミン市のごみを 1 日 1,000 トン処理しており、今後 2,000 トンに拡大したい意向を持っているとのこと。Waste to Energy には関心はあるが自社施設の拡張に注力している。 |
| 3 | Viet Star | コンポスト | コンポスト業者。Phuoc Hiep 処分場内にコンポスト工場を持つ。現在、ホーチミン市のごみを 1 日 1,200 トン処理している。協業の意思はあるようであるが、自社のライセンスの下でのごみ焼却炉導入を目指している。 |
| 4 | Vietnam Waste Solutions | 埋立 | 越僑のアメリカ資本による埋立業者。Da Phuoc 処分場を運営し、現在ホーチミン市のごみを 1 日 3,000 トン処理している。数年前より Long An 省の Thu Thua に埋立場の建設を計画しており 2014 年 11 月頃に着工したとの報道があった。これによるさらなるごみ処理量の増大を目論んでいたようであるが、2015 年 1 月にホーチミン PC の副局長が競争法違反のおそれから現状以上の処理量増大は出来ないとコメントしたとの報道あった。現状協業の意思はない。 |

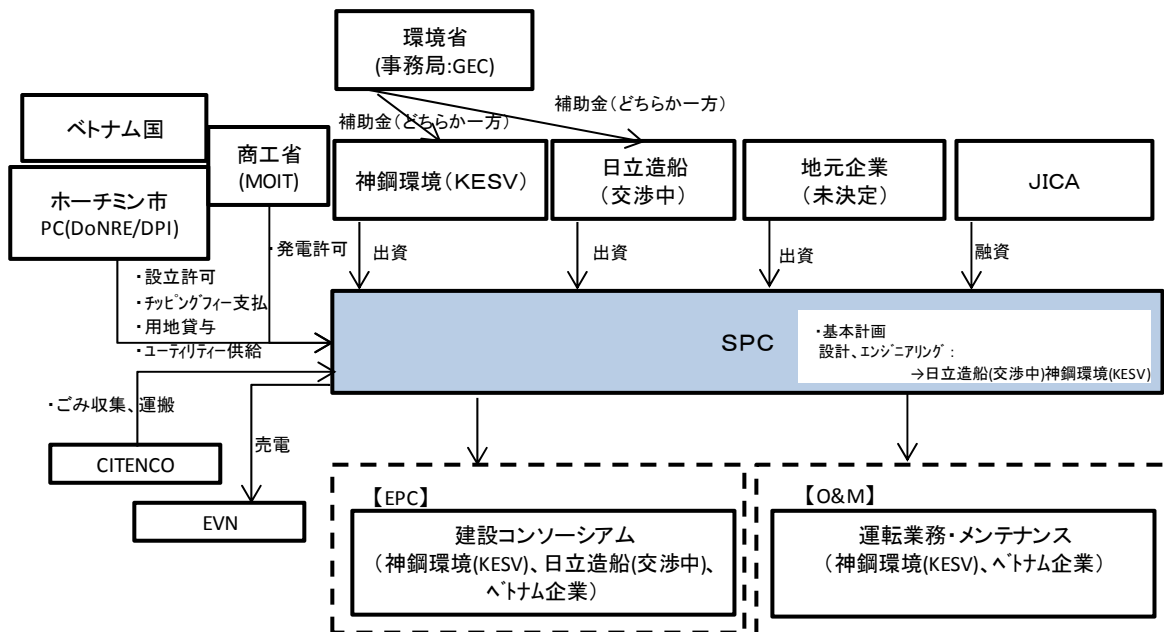
出典：JICA 調査団作成

第5章 事業実施計画

5.1 事業実施体制

事業実施にあたっては、現地に SPC を設立するものとする。出資者としては、(株)神鋼環境ソリューションの他に日本企業を考えており、現在プラントの基本設計等を委託している日立造船(株)と交渉中である。

前述のように、「リープフロッグ型発展の実現に向けた資金支援基金事業」への応募を検討しており、環境省からの補助金を日本企業である(株)神鋼環境ソリューションに、JICA からの融資を SPC に受け入れることとする。

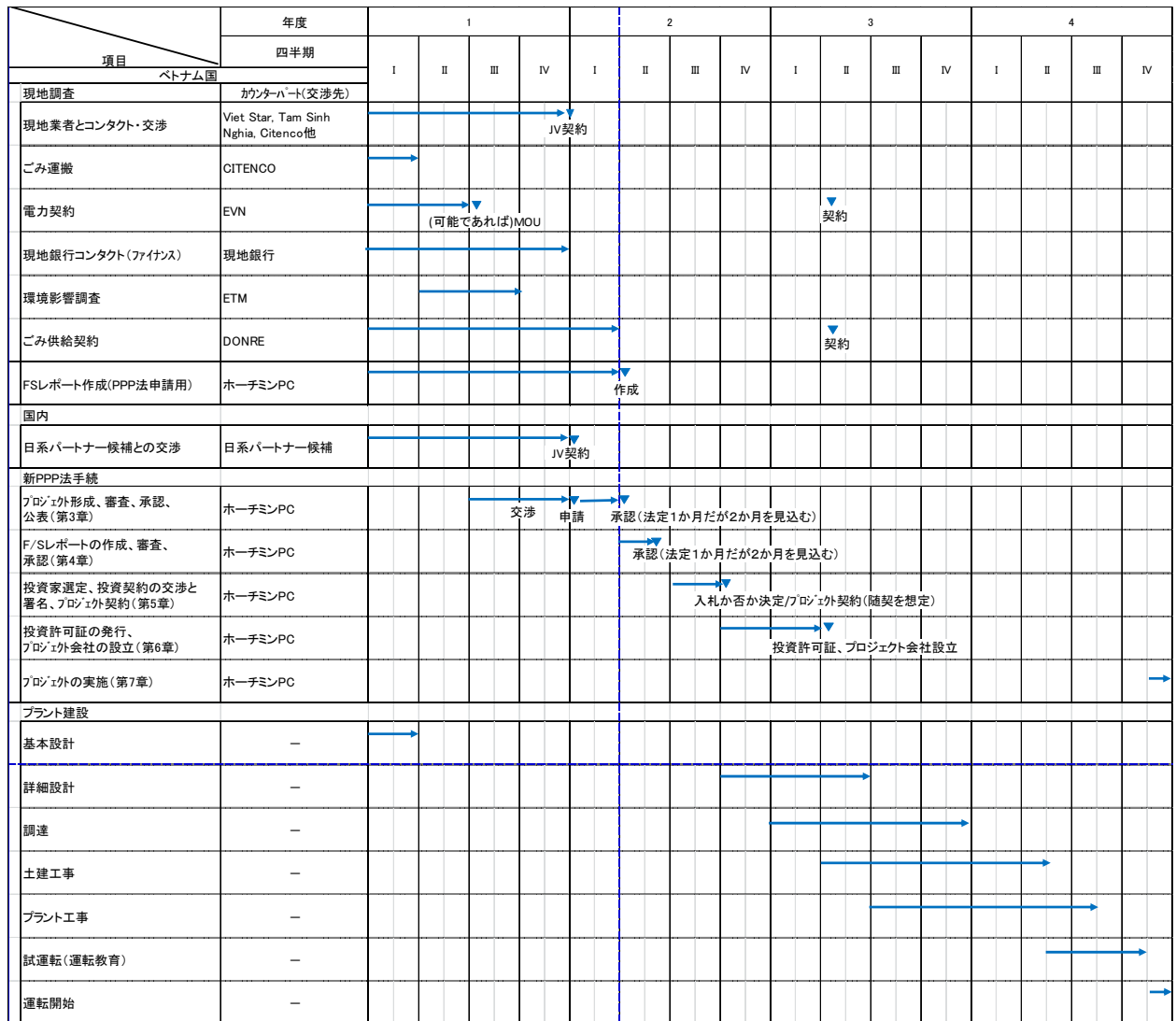


出典：JICA 調査団作成

図5-1 一般廃棄物処理事業の事業体制

5.2 事業実施スケジュール

事業実施スケジュールとしては以下のとおりとする。設計としては1年間を見込み、工事は1年半から2年、試運転・教育に約半年を見込み、設計開始から3年～4年程度で事業開始と想定する。



出典：JICA 調査団作成

図5-2 事業実施スケジュール

5.3 運営・維持管理体制

(1) 用役について

600 トン/日のごみ焼却炉であり、発電は 11,350kW を想定する。そのうち場内で 2,350kW 利用して売電としては 9,000kW を想定している。

現状の想定ごみでは、日常的な助燃は必要なく立ち上げ時の助燃のみを考え、定期点検後の立ち上げ時年 4 回を想定している。プラント用水としては井水を考えているが、生活用水としては上水の購入を考えている。油圧計機器やモーター類のために、油脂類の消費を予定しており、加えてボイラーや復水器の腐食やスケールを防止するための薬剤、排ガスを浄化するための消石灰、ボイラーのための純水装置用の薬剤等を予定している。

表5-1 用役費

| 項目 | | | 使用量 | 単位 | 備考 |
|-----|---------------|------------|---------|------|-----------------------------|
| 電力量 | 売電電力 | | 9,000 | kW | |
| | 発電電力 | | 11,350 | kW | |
| | 焼却・建築設備消費電力 | | 2,350 | kW | |
| 燃料 | 助燃量(軽油) | | 0 | kg/年 | |
| | 立ち上げ時の助燃量(軽油) | | 121,337 | kg/年 | 4回/年/各炉 |
| 用水 | 上水 | | 175 | m3/日 | |
| 油脂類 | 油圧作動油 | | 3,250 | L/年 | |
| | 潤滑油 | | 750 | L/年 | |
| | グリース | | 50 | kg/年 | |
| 薬剤 | 薬注装置 | 清缶剤 | 7.92 | kg/日 | リン酸ナトリウム(Na3PO4) |
| | | 脱酸剤 | 1.24 | kg/日 | 亜硫酸ナトリウム(NaHSO3) |
| | | 復水処理剤 | 2.06 | kg/日 | |
| | | 保缶剤 | 258 | kg/年 | 脱酸剤 229kg/年 復水処理剤 29kg/年 |
| | 排ガス処理設備 | 消石灰 | 912 | kg/日 | 水酸化カルシウム(Ca(OH)3) |
| | | 活性炭 | 278 | kg/日 | |
| | 純水装置 | 亜硫酸ソーダ | 0.16 | kg/日 | |
| | | 塩酸(35%) | 36.8 | kg/日 | |
| | | 苛性ソーダ(20%) | 58.7 | kg/日 | |
| | | 陽イオン交換樹脂 | 39 | L/年 | |
| | | 陰イオン交換樹脂 | 109 | L/年 | |
| | その他薬品等 | 防臭剤 | 876 | L/年 | |
| | | 殺虫剤 | 329 | L/年 | |
| | | 機器冷却塔冷却水 | 8.1 | kg/日 | |

出典：JICA 調査団作成

(2) 運転体制について

運転体制としては、24 時間運転とし 4 直 3 交代とする。また、それぞれに責任者を置き、現在 46 人の体制を考えている。なお、試運転期間中及び運転当初半年間、運転班の班長ごとに 1 人計 4 人の日本人を置き教育するものとし、その後は全て現地による運転体制とする。

表5-2 運転体制

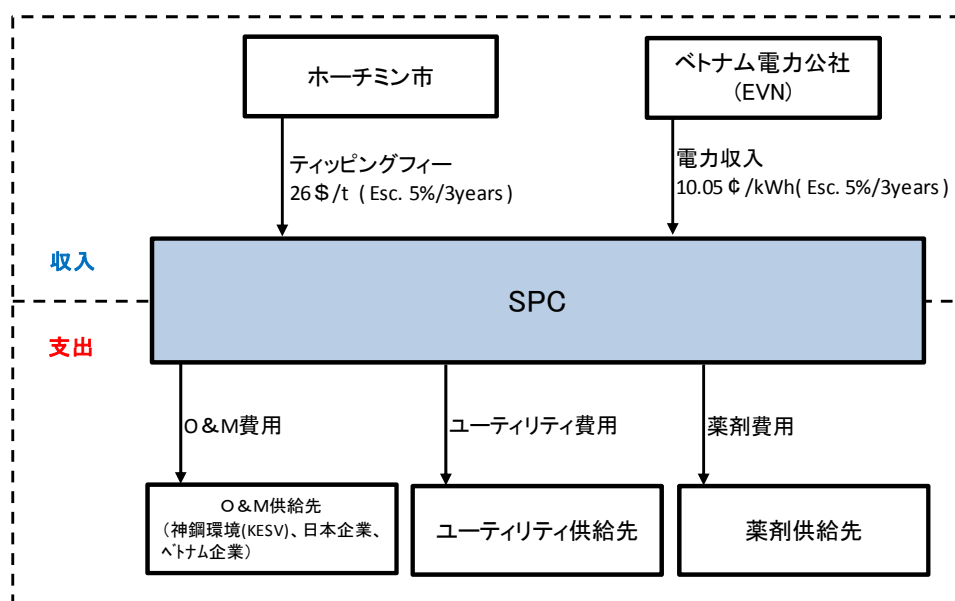
| 責任者等 | 人数 | 運転員 | 人数 | 事務員 | 人数 |
|-------------|----|------------|----|-----|----|
| 事業責任者 | 1 | ごみクレーン運転員※ | 4 | 事務員 | 5 |
| 工場長 | 1 | 炉・ボイラー運転員※ | 8 | | |
| 機械技師 | 1 | 電気設備管理員※ | 4 | | |
| 電気技師 | 1 | 機械管理員※ | 4 | | |
| 運転総括責任者 | 1 | | | | |
| 施設保全責任者 | 1 | 保守点検員 | 2 | | |
| 化学分析員 | 1 | ごみショベルローダ | 8 | | |
| 計量機係員 | 1 | 灰ショベルローダ | 1 | | |
| プラットフォーム管制員 | 2 | | | | |
| 小計 | 10 | 小計 | 31 | 小計 | 5 |
| | | | | 合計 | 46 |

※4直3交代とする。

出典：JICA 調査団作成

(3) 収入及び支出について

以上を踏まえ、当事業の収入及び支出体制は以下のとおり考える。



出典：JICA 調査団作成

図5-3 一般廃棄物処理事業の収入及び支出フロー

5.4 事業実施に係る許認可及び取得スケジュール

今回のプロジェクトは新 PPP 法に則った申請はせず、一般の投資案件としてプロジェクト構築する予定であったが、2015 年 4 月に新 PPP 法が施行され新 PPP 法に基づくプロジェクト構築となる可能性が高まったため新 PPP 法の調査も行った。ただ、新 PPP 法は国際競争入札となる可能性が高いえ、手続きもいまだ明確ではなく、当初の予定とおり一般の投資案件としてプロジェクト構築する道も探るものとする。

ここでは前半に一般の投資案件でのプロジェクト構築方法、後半に新 PPP 法でのプロジェクト構築方法を記載する。

(1) SPC 設立について

SPC 設立に際しては、Law No.60/2005/QH11 on Enterprise (いわゆる「統一企業法」)の適用を受ける。会社形態としては、一人有限会社、二人以上有限会社、株式会社等があり、株式会社は出資者が 3 名以上必要である等制限があることから、外資は有限会社を選択することが一般的である。

今回は、出資者を(株)神鋼環境ソリューションだけでなく、日本のパートナー企業や場合によってはベトナムの現地企業を想定していることから株式会社も視野に入れて検討する。

表5-3 ベトナム国における会社形態

| 項目 | 有限会社 | | 株式会社 |
|-------------|--|--------------------------|--|
| | 1 人有限会社 | 2 人以上有限会社 | |
| 創業者としての出資者数 | 1 名 | 2 名～50 名 (50 名以下) | 3 名以上 (上限なし) |
| 出資者 | 組織または個人 | 組織または個人 | 組織または個人 |
| 定款資本金 | 出資者の持分は払込資本に 応じる。 | 出資者の持分は払込資本に 応じる。 | 持分は株式の保有数に応じる。 |
| 株式発行 | 不可能 | 不可能 | 可能 |
| 資本金の増減 | 原則として、減資は不可能。増資の際にはライセンスの変更手続きも併せて行う必要がある。 ・ 出資者による追加出資または第3者からの出資を引き受けることで、増資は可能。 ・ 第3者の出資を受ける場合、出資契約した後、15日以内に、2人以上有限会社へ変更しなければならない。 | 増資も減資も可能。 | 増資も減資も可能。 ・ 会社が株式の買戻しまたは第3者への譲渡を行う場合を除き、会社へ出資した普通株資本金の回収は不可能。 |
| 責任範囲 | 払込資本金の範囲 | 払込資本金の範囲 | 払込資本金の範囲 |
| 資本譲渡 | 持分の一部か全部の譲渡が可能。 (一部を譲渡し、出資者が2名以 | 持分の一部か全部の譲渡が可能。しかし、現出資者へ | ◆創立株主から創立株主以外の株主へ譲渡の場合 |

| 項目 | 有限会社 | | 株式会社 |
|-------------|--|---|---|
| | 1人有限会社 | 2人以上有限会社 | |
| | 上になる場合は、2人以上有限会社への変更手続きが必要) | の譲渡が優先される。譲渡のオファーをした日から30日間、他の出資者から買戻しの意向が無ければ、外部の投資家に譲渡することができる。 | 創業後の最初の3年間は株主総会の決議がなければ譲渡不可能。 ◆上記以外の譲渡の場合 自由に譲渡可能（議決権優先株式を除く）。 |
| 払込の実施に関する規制 | 投資証明書、定款に定められた出資スケジュールに従う。数回に分けて、出資金額を送金することが可能である。 | 投資証明書、定款に定められた出資スケジュールに従う。数回に分けて、出資金額を送金することが可能である。 | 創立株主は、投資証明書が発給された後、90日以内に投資を実施しなければならない。なお、創業者が20%は普通株式を保持していかなければならない。 |
| 組織体制 | ◆出資者が組織の場合 会社の管理組織構造： ・委任代表者が一人の場合は、会長、社長および監査役となる。 ・委任代表者が二人以上の場合は、社員総会、社長および監査役となる。 ◆出資者が個人の場合 会社の管理組織構造は、会長、社長(会長が兼務可)となる。 | 社長、社員総会の会長（社長が兼務可）、社員総会および監査役会（11名以上の社員を有する場合、または内部統制の要請による場合に設置） | 株主総会、取締役会および社長、監査役会（個人の株主が11名以上、または総株式の50%以上を所有する法人株主がある場合に設置） |
| 経営者の監督機関 | 会長または社員総会が最高の決定権限を持つ。 | 社員総会が最高の決定権限を持つ。 | 株主総会が最高の決定権限を持つ。 |
| 法的代表者 | 社長、会長または社員総会の会長（社長が兼務可能） | 社長、会長または社員総会の会長（社長が兼務可能） | 社長または取締役会長（社長が兼務可能） |
| 会社形態の変更 | 2名以上有限会社か株式会社に变更可能 | 1名有限会社か株式会社に变更可能 | 有限会社に変更可能 |

出典：JETRO「ベトナム会社・駐在員事務所設立マニュアル」

(2) 投資証明取得について

投資証明書の取得については、Law No. 59/2005/QH11 on Investment（いわゆる「共通投資法」）の適用を受ける。外国人投資家がベトナムで会社を設立する場合、出資金額、定款、資本金、事業内容、投資実施場所、人材採用計画、環境対策、プロジェクト設計、建設等の経営に関する計画を取りまとめて「投資証明書（投資ライセンス）」の発給申請を行う必要がある。

今回のプロジェクトは、3,000億 VND（約15億円）を超える事業で、かつ工業団地等での投資でないため投資証明書の発給機関はホーチミン市人民委員会で投資証明書発給申請書の受理期間はホーチミン市の投資計画局となる。

表5-4 ベトナム国における投資証明

| | 一般の投資 | | 工業団地・輸出加工区・ハイテク地区のインフラ整備案件 |
|---------------------|----------------------------|-------------------|-----------------------------------|
| | 工業団地・輸出加工区・ハイテク地区・経済特区への投資 | 左記以外への投資 | |
| 投資証明書の発給機関 | 管理委員会 | 地方人民委員会 | 管理委員会 (無い場合は地方人民委員会) |
| 投資証明書発給 申請書の受理機関 | | 地方人民委員会 の計画投資局 | 管理委員会 (無い場合は地方人民委員会 の計画投資局) |

出典：JETRO「ベトナム会社・駐在員事務所設立マニュアル」

また、投資特別奨励分野に該当することから、投資計画局の審査の上、以下の投資優遇制度が適用される。

- ・優遇法人税率（15 年間、当初 4 年間は免税、その後 9 年間は 50%減免）
- ・輸出入税の減免
- ・固定資産税の免税
- ・土地リース料の免除（政府から直接貸与を受ける場合に限られる）

表5-5 ベトナム国における投資優遇制度

| 税率 | 条件 | 適用期間 (年間) | 免税期間 (年数) | 50%減税期間 (年数) |
|-----|---|--------------|--------------|-----------------|
| 10% | 以下の分野において新規投資案件を実施する企業の所得。 科学研究および技術開発、ハイテク法の規定による投資・ 発展優遇のハイテクリストに属するハイテク適用、ハイテ ク及びハイテク企業の育成、ハイテクに関する法律で規定 される発展優遇のハイテクリストに属するハイテクの発 展を目的とするベンチャー投資、ハイテク及びハイテク企 業の育成事業所の建設・経営への投資、法規による国家の 特別重要なインフラ開発への投資、ソフトウェア製品の生 産、複合材料・軽量建材・希少材料の生産、再生エネルギー・クリーンエネルギー・ <u>廃棄物処理により発生するエネ ルギーの生産</u> 、バイオテクノロジーの発展。 | 15 | 4 | 9 |

出典：JETRO「ベトナム会社・駐在員事務所設立マニュアル」の表より抜粋

(3) 新 PPP 法に基づく案件構築について

前述のとおり新 PPP 法の詳細手続きについては未だ公表されておらず、ここでは一般的な記載となる。

1) ステップ 1

Decree No. 15/2015/NĐ-CP の Chapter III に従いプロジェクトについて公表される。県の人民委員会は、条件の整った申請受領後 30 日以内の評価と承認に責任を負う。

2) ステップ 2

Decree No. 15/2015/NĐ-CP の Chapter IV に従い F/S レポートが準備、評価、承認される。県の人民委員会（委員長）は、条件の整った申請受領後 30 日以内の評価と承認に責任を負う。

3) ステップ 3

投資契約について交渉、サインする。また、Decree No. 15/2015/NĐ-CP の Chapter V に従いプロジェクト契約について一般競争入札もしくは業者が指名される。なお、本要件についてはガイドラインの公表がなく明確になっていない。

4) ステップ 4

Investment Registration Certificate の発行手続き及び、Decree No.15/2015/ND-CP の Chapter VI に従いプロジェクト管理会社を設立する。県の人民委員会は、プロジェクトの証明書の発行、調整、取り消しを担当する。

5) ステップ 5

Decree No.15/2015/ND-CP の Chapter VII に従ってプロジェクトが実行される。県の人民委員会は、プロジェクト実行のため事業用地を空ける責任を負う。

6) ステップ 6

Decree No.15/2015/ND-CP の Chapter VIII に従ってプロジェクトの財務報告及び移転がなされる。投資家は、プロジェクトが完了後 6 か月以内に、プロジェクト構築のためになされた投資資本について総決算を行う必要がある。また、移転の 1 年前若しくはプロジェクト契約に定められている期限内に、債務の返済だけでなくすべての権利と義務業務の移転、手順、期限について公示しなければならない。

第 6 章 一廃棄物処理事業整備に係る環境社会配慮

6.1 計画地の社会及び自然状況

(1) 計画地の社会状況

Northwest Solid Waste Treatment Complex は、ホーチミン市のクチ地区の北西にある。クチ地区は、434.5km²の自然豊かな土地で、北はタイニン省のチャンバン地区、東はビンズオン省のベンカト地区、北東にサイゴン川に接した地区である。

クチ地区は、20 の村と 1 つの町があり、タンフーチェン村が 30.7761km²と最も大きい地区で、クチ町が 3.79km²で最も小さい地区である。クチ町は、国道 22 号線で街の中心から 35km 離れている。クチの名所としてはベトナム戦争時代のクチトンネルが有名である。

交通に関しては、アジアハイウェイの一部である国道 22 号線を有しており、これはタイニン省モクバイまで続いている。よってクチ地区はホーチミン市と経済地域、そして工業団地をつなぐ交通の要所となっている。

1) 社会経済状況の概要

クチ地区の総人口は 381,796 人であり、多様な民族が居住している。そのうち、約 90%をキン族が占めており、その他中国人やクメール族、ティ族、タイ族が居住している。人口密度は 879 人／km²である。クチ地区全体で 1,102 の企業があり、3 つの国有企業、1,028 の非国有企業、71 の外資企業がある。

- ・農業について、クチ地区は 12,612ha の稲作のための農地があり、季節を問わず 12,612 トンの米を収穫している。クチ地区は市場用の作物として、3,881 ヘクタールの農地に 102,153 トンの作物を産出しており、これはホーチミン市最大である。
- ・家畜について、クチ地区はホーチミン市の他の地区に比べて数が多く、3,677 頭のバファロー、73,705 頭の牛、153,125 頭の豚を産出している。
- ・教育について、クチ地区は 38 校 491 クラスの幼稚園、70 校 1,517 クラスの学校がある。つまり、それぞれの村や町に幼稚園は約 2 校、学校は約 3 校あることになる。
- ・保健について、クチ地区には 24 の病院を含む保健医療施設がある。

2) 経済状況

クチ地区の総生産価値は、約 19 兆 3,199 億 VND になり前年比 16.31%増加した。そのうち、工業生産については前年比 16.40%、商取引・サービスについては前年比 19.27%、農業については 8.43%それぞれ増加した。

a. 工業生産

工業生産、零細工業、手工芸の総生産価値については約 14 兆 9,388 億 VND と目標の 100.77%に到達した。2013 年、新たに 406 の企業（子会社）が設立され、50 の企業が他所から移転してきた。また、56 の企業（子会社）が解散し、87 の企業が他所に移転した。

また、13 企業（12 外国企業、1 国内企業）で発生した 16 件の紛争があり、前年の同時期と比較すると 3 件減少した。そして、12,624 人中 4,994 人の従業員が仕事を辞めている。紛争の原因は、主に給料支払いの遅れ、不十分な年間有給、社会保険、健康保険の不履行、法を超える過度の残業によるものであった。

日常の国内の電気生産量については、8 億 3200 万 kWh 供給され、前年の同時期と比較すると、9.79%増加し、23.5%節約され、期待していた目標の 138.23%を達成した。

b. 商取引・サービス

商取引・サービスの総生産価値については、約 3 兆 1,477 億 VND と目標の 101.51%に到達した。2013 年 2 つの協同組合が設立された。現在、7 つの企業を含む 27 の協同組合が非常に順調に操業し、6 つの共同組合がほぼ順調に操業、6 つの協同組合が順調に操業し、2 つの協同組合が承認待ちである。また、3 つの協同組合がほとんど操業しておらず、2011 年に設立された協同組合は資本金が不足してすでに操業をしていない。

c. 農業生産

農業・林業等の総生産価値については、約 1 兆 2,333 億 VND と目標の 100.4%に達した。そのうち、39.42%が農業を占めており、60.58%が畜産を占めている。

全体の面積は 37.567ha で、同時期と比較すると 201ha 増加した。野菜類に関しては、8,354ha に達し、同時期に比べると 954ha 増加した。ランと観賞植物については、162ha のランと 3,434ha のフルーツの木を含め、約 419ha の全地域で発達した。

バッファロー、乳牛の含む全体の畜牛は 79,692 頭であり、目標の 107.40%到達した。前年同時期と比較すると、10,468 頭増加している。また、それには 62,307 頭の乳牛、（同時期に比べると 8,163 頭増加）31,153 頭の泌乳期乳牛を含んでいる。ブタの合計数は 206,630 頭で同時期と比べると 10,406 頭減少した。その他、56,000 頭のクロコダイル、817 匹のヤマアラシ、20,638 匹のニシキヘビ、5,900 匹のオオトカゲ、3,187 匹の蛇、4,280 匹のカメがいる。

水産養殖地域としては 238ha に到達し、主に鑑賞魚やカメを養殖している。2013 年の魚介類の生産はおよそ 7,000 トンとみられている。

その他、畜牛や家禽の減少や作物のダメージを防ぐことへの関心が高まっている。畜牛に対する LMLM ワクチンの接種率はバッファローと雌牛で 86.04%到達し、ブタは 85.66%到達した。

3) 文化・スポーツ

この地域の文化的活動は活発であり、地域の伝統的な場所、模範となる住民のチーム、自己管理のできる労働者チームといったものを奨励している。

また、スポーツもさかんであり、新年・祝日には 1 万人近くの競技者が参加する 55 ものスポーツ競技会がある。

4) 教育・訓練

2013 年時点、この地域の小学校を卒業する割合は 100%に達している。中学校に通学する割合は 98.78%、卒業する割合は 95.14%である。またこのうち、95.45%は高校にも通っている。

前年との比較では、成績も向上し、公立大学に通う者も増加したことが分かっている。

5) 健康

人々は健康への関心が高く、デング熱等の感染症の感染者も 853 人と前年と比べ 389 人減少している。

(2) ホーチミン市の自然状況

1) 気温

亜赤道帯のモンスーン熱帯地方に位置するホーチミン市の気候は熱帯で、5 月から 11 月までが雨季、12 月から 4 月までが乾季となっている。

本市の年間平均気温は約 28 度で、基本的に年間を通じて暖かく、月平均気温は 25 度から 30 度となっている。本市では 4 月が最も暑く、日中の最高気温が 39 度に達することもある。また、12 月が最も寒く、12 月の終わりから 1 月初旬にかけての早朝で 16 度を下回ることがある。

表6-1 ホーチミン市における月間平均気温

単位：℃

| 年 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 年間平均 | 28.2 | 27.9 | 28.1 | 28.6 | 28.1 | 28.6 | 28.4 |
| 1 月 | 27.3 | 27.2 | 25.9 | 27.3 | 26.9 | 27.6 | 27.3 |
| 2 月 | 27.2 | 27.3 | 27.7 | 28.4 | 27.6 | 28.2 | 29.0 |
| 3 月 | 28.8 | 28.2 | 29.3 | 29.4 | 28.3 | 29.5 | 29.3 |
| 4 月 | 30.1 | 29.5 | 29.4 | 30.3 | 29.1 | 29.3 | 30.4 |
| 5 月 | 28.9 | 28.2 | 28.5 | 31.3 | 29.5 | 29.2 | 29.8 |
| 6 月 | 28.7 | 28.6 | 29.2 | 29.3 | 28.5 | 28.7 | 28.9 |
| 7 月 | 27.7 | 28.3 | 28.0 | 28.3 | 27.9 | 28.3 | 28.1 |
| 8 月 | 27.7 | 27.7 | 28.6 | 27.9 | 28.4 | 29.1 | 28.3 |
| 9 月 | 27.7 | 27.7 | 27.6 | 28.6 | 28.1 | 27.5 | 27.6 |
| 10 月 | 27.5 | 28.0 | 27.7 | 27.5 | 28.1 | 28.2 | 27.7 |
| 11 月 | 26.9 | 27.2 | 28.4 | 27.2 | 28.1 | 28.8 | 28.1 |
| 12 月 | 27.6 | 26.9 | 27.5 | 27.4 | 27.2 | 29.1 | 26.6 |

出典: HCMC Statistical Yearbook, 2013 (HCMC Statistics Office, 2014).

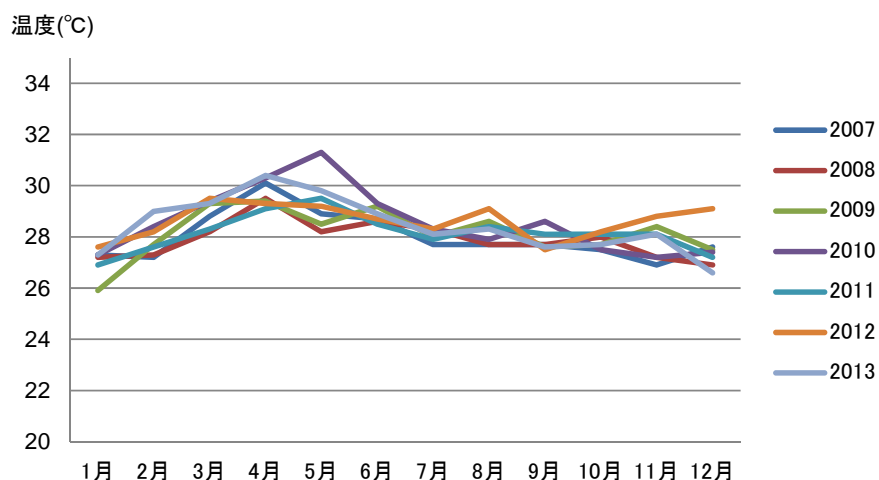


図6-1 ホーチミン市における月間平均気温

2) 降水量

本市の年間平均降水量は約 1,940mm で、年間の降水日数は 150 日から 160 日程度となっている。年間降水量の約 90%は 5 月から 11 月の雨季に集中している。月間降水量が最も多い月で 330mm から 400mm 程度の降水がある一方で、最も少ない月では 1mm 以下となっている。

表6-2 ホーチミン市における月間平均降水量

| 単位: mm | | | | | | | |
|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 年 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
| 年間 | 2,340.2 | 1,813.1 | 1,979.9 | 2,016.2 | 1,953.8 | 1,883.0 | 1,980.5 |
| 1 月 | 0.4 | 9.5 | 0.3 | 23.0 | 9.4 | 18.0 | 38.1 |
| 2 月 | - | 1.5 | 21.4 | - | - | 68.7 | 0.1 |
| 3 月 | 59.3 | 58.9 | 57.8 | 3.9 | 40.3 | 36.4 | 10.1 |
| 4 月 | 7.7 | 127.0 | 187.0 | 9.9 | 181.9 | 144.4 | 18.3 |
| 5 月 | 327.9 | 246.9 | 318.5 | 8.8 | 124.4 | 72.2 | 196.8 |
| 6 月 | 188.8 | 147.2 | 83.2 | 160.0 | 213.1 | 270.6 | 173.3 |
| 7 月 | 414.3 | 331.2 | 223.0 | 294.3 | 281.5 | 200.4 | 175.8 |
| 8 月 | 301.0 | 297.8 | 323.9 | 400.6 | 244.4 | 113.4 | 260.7 |
| 9 月 | 495.4 | 202.6 | 325.1 | 373.7 | 232.1 | 407.9 | 411.2 |
| 10 月 | 391.2 | 165.6 | 249.0 | 321.8 | 232.6 | 434.4 | 407.4 |
| 11 月 | 147.1 | 167.1 | 141.2 | 379.9 | 321.1 | 91.2 | 257.4 |
| 12 月 | 7.1 | 57.8 | 49.5 | 40.3 | 73.0 | 25.4 | 31.3 |

出典: HCMC Statistical Yearbook, 2013 (HCMC Statistics Office, 2014).

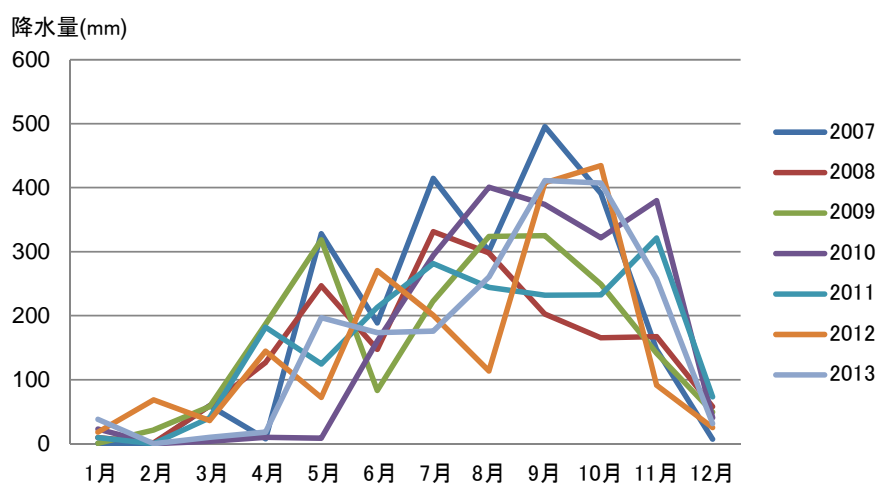


図6-2 ホーチミン市における月間平均降水量

3) 湿度

本市の年間平均湿度は 74%から 77%で、最も月間平均湿度が高い月は約 85%、最も月間平均湿度が低い月は約 67%となっている。

表6-3 ホーチミン市における月間平均湿度

単位：%

| 年 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 年間平均 | 76 | 77 | 76 | 74 | 75 | 73 | 74 |
| 1 月 | 69 | 71 | 70 | 71 | 70 | 68 | 68 |
| 2 月 | 68 | 69 | 73 | 70 | 68 | 69 | 61 |
| 3 月 | 71 | 71 | 71 | 68 | 67 | 67 | 68 |
| 4 月 | 69 | 73 | 76 | 70 | 70 | 74 | 69 |
| 5 月 | 80 | 81 | 81 | 70 | 75 | 74 | 75 |
| 6 月 | 80 | 78 | 77 | 76 | 77 | 77 | 79 |
| 7 月 | 83 | 79 | 79 | 79 | 79 | 77 | 80 |
| 8 月 | 82 | 83 | 80 | 80 | 80 | 75 | 80 |
| 9 月 | 83 | 83 | 83 | 76 | 81 | 82 | 82 |
| 10 月 | 82 | 81 | 80 | 79 | 80 | 76 | 81 |
| 11 月 | 76 | 79 | 73 | 80 | 77 | 74 | 76 |
| 12 月 | 72 | 73 | 74 | 73 | 70 | 67 | 72 |

出典: HCMC Statistical Yearbook, 2013 (HCMC Statistics Office, 2014).

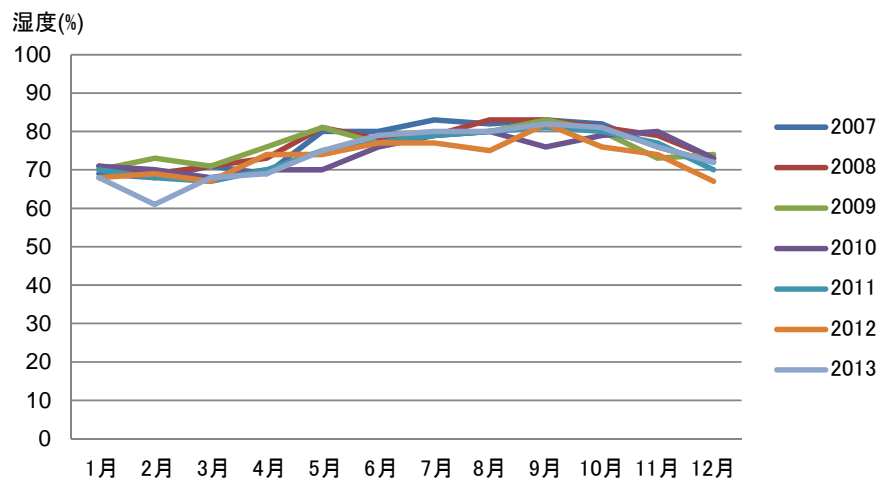


図6-3 ホーチミン市における月間平均湿度

4) 日照

本市の Tan Son Hoa 観測所における月間平均日照時間は、157 時間から 173 時間となっている。

表6-4 ホーチミン市における月間平均日照時間

単位：時間

| 年 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
|------|---------|---------|---------|---------|
| 年間 | 1,989.6 | 2,003.0 | 2,073.7 | 1,892.9 |
| 1 月 | 156.3 | 174.4 | 157.1 | 120.1 |
| 2 月 | 135.6 | 168.1 | 245.3 | 188.9 |
| 3 月 | 216.7 | 236.9 | 239.6 | 157.8 |
| 4 月 | 188.3 | 186.7 | 240.8 | 187.0 |
| 5 月 | 165.7 | 155.9 | 210.4 | 165.0 |
| 6 月 | 172.8 | 191.6 | 177.0 | 163.6 |
| 7 月 | 218.7 | 149.2 | 150.0 | 162.6 |
| 8 月 | 161.0 | 155.7 | 141.2 | 198.1 |
| 9 月 | 142.6 | 116.9 | 155.2 | 144.8 |
| 10 月 | 152.4 | 132.3 | 102.7 | 154.3 |
| 11 月 | 145.4 | 147.7 | 130.6 | 141.0 |
| 12 月 | 134.1 | 187.6 | 123.8 | 109.7 |

出典: Ho Chi Minh Statistical yearbook, 2011

(3) 計画地の自然状況

1) 地形・地質

Phuoc Hiep 処分場は、海拔は 0.1m から 0.5m 程度の比較的平らな地形であり、周囲はスゲ草、米、ユーカリ及び果物の樹木等が生い茂っている。2008 年に Bach Khoa Consulting J.S Company が行った Phuoc Hiep 処分場のボーリング調査の記録によると、表層は沈泥質粘土で N 値が 0～1 と

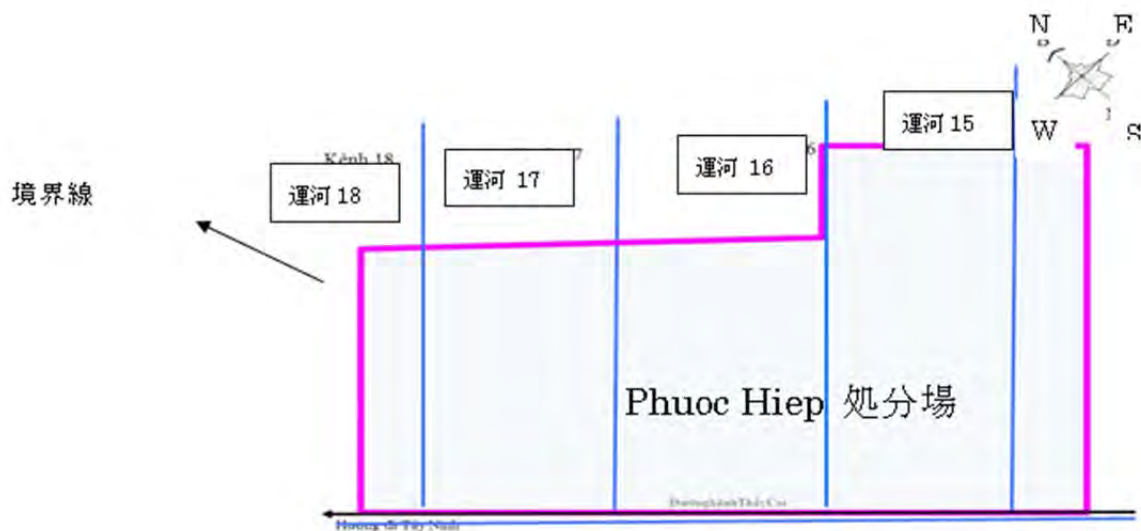
地盤が軟弱であり、プラント建設の際、より詳細な調査が必要となるが基礎を打ち込む必要があると思われる。

2) 気候

Phuoc Hiep 処分場があるホーチミン市のクチ地区は、赤道に近い熱帯モンスーン気候で年間を通じて高温であり、雨季と乾季に分かれており、雨季はおおよそ 5 月から 11 月、乾季はおおよそ 12 月から翌年 4 月までとなっている。

3) 地下水、表層水

地下水は、乾季に少なくなり雨季に多くなる。地下水は、地上から 15～40m のところに観測されている。給水、排水については、Tay cai 運河、15 運河、16 運河、17 運河、18 運河があり、これらは、Phuoc Hiep 処分場だけでなく周辺地域の給排水も担っている。

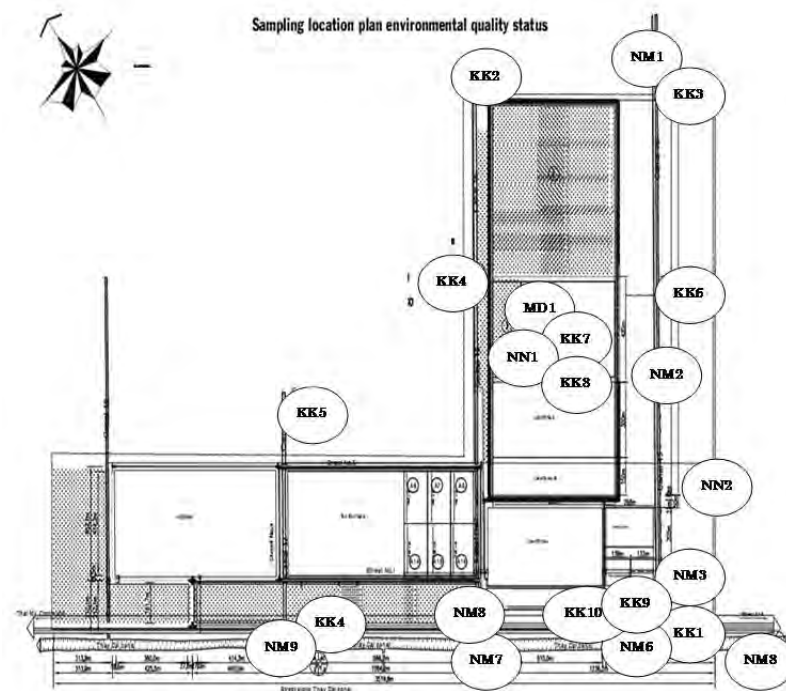


出典：JICA 調査団作成

図6-4 Phuoc Hiep 処分場

(4) 環境計測結果

Phuoc Hiep 処分場の複数ポイントにて行った環境測定結果については次のとおりである。



出典：JICA 調査団作成

図6-5 環境計測の調査地点図

- KK1 Thay Cai 運河に沿って 東南に位置する埋立地 NO3 から 1km はなれた場所
- KK2 16 運河に沿って 北西に位置する埋立地 NO3 から 500m はなれた場所
- KK3 15 運河に沿って 北東に位置する埋立地 NO3 から 500m はなれた場所
- KK4 Thay Cai 運河に沿って 西に位置する埋立地 NO3 から 1km はなれた場所
- KK5 17 運河に沿って 北西位置する埋立地 NO3 から 1.5km はなれた場所
- KK6 15 運河に沿って 東に位置する埋立地 NO3 から 500m はなれた場所
- KK7 埋立地 NO3
- KK8 埋立地 NO2 の境界線
- KK9 CITENCO
- KK10 CITENCO のオペレーションルーム

- NM1 15 運河で埋立場 No.3 からの水を受ける地点から 1km 上流に離れた場所
- NM2 15 運河で埋立場 No.3 の水を受ける地点
- NM3 15 運河で CITENCO の処理場から下水処理水を受ける地点
- NM4 16 運河で埋立場 No.3 の水を受ける地点
- NM5 16 運河で CITENCO の洗車の際、発生する汚水を受ける地点
- NM6 Thay Cai 運河で 15 運河と Thay Cai 運河の合流点
- NM7 Thay Cai 運河で 16 運河と Thay Cai 運河の合流点
- NM8 Thay Cai 運河で 15 運河と Thay Cai 運河の合流点から 1km 下流に離れた場所
- NM9 Thay Cai 運河で 16 運河と Thay Cai 運河の合流点から 1km 上流に離れた場所

1) 一般環境

一般環境の状況については、以下のとおりである。処分場内の気温は 29.3℃から 30.1℃であり、湿気は 75%から 81%、風速は 0.8～3.0m/秒であった。処分場の環境は比較的安定したものである。

表6-5 一般環境の測定結果

| Measurement position | Temperature (°C) | Humidity (%) | Wind speed (m/s) |
|---------------------------|------------------|--------------|------------------|
| Position KK ₁ | 29.3 | 78 | 2.3 ÷ 2.8 |
| Position KK ₂ | 29.5 | 75 | 0.8 ÷ 1.3 |
| Position KK ₃ | 29.5 | 77 | 1.1 ÷ 2.4 |
| Position KK ₄ | 30.1 | 80 | 1.6 ÷ 1.8 |
| Position KK ₅ | 30.0 | 75 | 1.2 ÷ 2.2 |
| Position KK ₆ | 29.7 | 78 | 1.5 ÷ 2.8 |
| Position KK ₇ | 30.0 | 81 | 2.4 ÷ 3.0 |
| Position KK ₈ | 29.0 | 80 | 2.3 ÷ 2.8 |
| Position KK ₉ | 29.7 | 78 | 2.2 ÷ 2.9 |
| Position KK ₁₀ | 29.3 | 78 | 1.2 ÷ 1.7 |

出典：再委託調査結果

2) 騒音

騒音の測定の結果は以下のとおりである。全ての地点で「QCVN 26:2010/BTNMT – National Technical Regulation on Noise」で定められる値をクリアしていた。

表6-6 騒音の測定結果

| Measurement position | Noise (dBA) | Measurement position | Noise (dBA) |
|---------------------------|-------------|---------------------------|-------------|
| Position KK ₁ | 51.6 ÷ 59.8 | Position KK ₆ | 49.1 ÷ 51.2 |
| Position KK ₂ | 49.3 ÷ 56.6 | Position KK ₇ | 56.7 ÷ 62.7 |
| Position KK ₃ | 52.2 ÷ 54.5 | Position KK ₈ | 55.8 ÷ 61.3 |
| Position KK ₄ | 55.7 ÷ 60.3 | Position KK ₉ | 46.3 ÷ 50.9 |
| Position KK ₅ | 48.8 ÷ 52.6 | Position KK ₁₀ | 49.2 ÷ 53.8 |
| QCVN 26:2010/BTNMT | 70 | QCVN 26:2010/BTNMT | 70 |

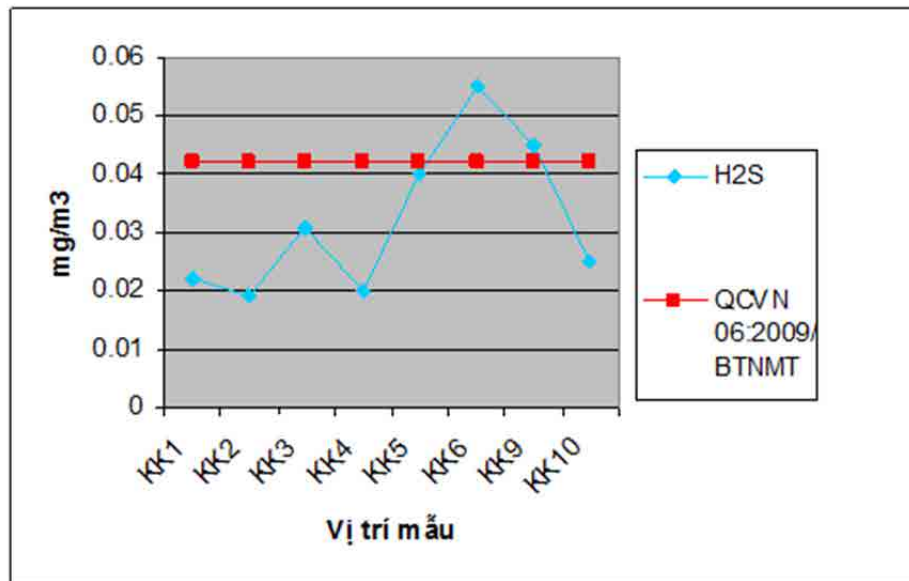
出典：再委託調査結果

3) 大気

大気の測定結果は以下のとおりである。CITENCO の最終処分場付近では悪臭があり、実際に硫化水素やアンモニアについて、高い値が測定された。

硫化水素の値は、4 か所で National Technical Regulation on some toxic substances in ambient air (QCVN 06:2009/BTNMT)の値をオーバーしていた。特に KK7 (CIETNCO の最終処分場で稼働中の埋立地 3) の測定ポイントの値が、非常に高い値を示している。ただ、いずれも Promulgation of

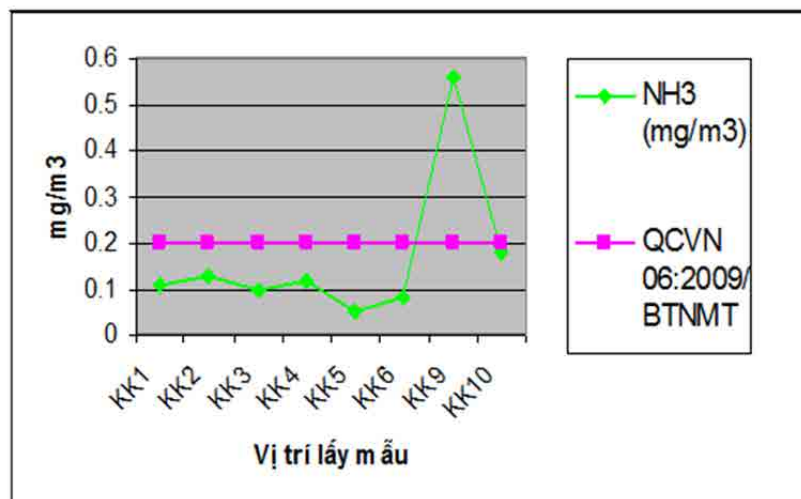
21 sanitation standards, 05 principles and 07 parameters of labor sanitation(Decision No. 3733/2002/QĐ-BYT)の値には適合していた。



出典：再委託調査結果

図6-6 大気の測定結果（硫化水素）

アンモニアの値は、3 か所で National Technical Regulation on some toxic substances in ambient air (QCVN 06:2009/BTNMT)の値をオーバーしていた。硫化水素と同様、KK7 の測定ポイントの値が、高い値を示している。ただ、こちらも Promulgation of 21 sanitation standards, 05 principles and 07 parameters of labor sanitation(Decision No. 3733/2002/QĐ-BYT)の値には適合していた。



出典：再委託調査結果

図6-7 大気の測定結果（アンモニア）

表6-7 大気の測定結果

| Position | Dust (mg/m ³) | SO ₂ (mg/m ³) | NO ₂ (mg/m ³) | CO (mg/m ³) | H ₂ S (mg/m ³) | NH ₃ (mg/m ³) | CH ₄ (mg/m ³) |
|----------------------------|------------------------------|---|---|----------------------------|--|---|---|
| KK ₁ | 0.07 | 0.15 | 0.02 | 0.14 | 0.022 | 0.11 | 3.05 |
| KK ₂ | 0.03 | 0.12 | 0.03 | 0.22 | 0.019 | 0.13 | 4.15 |
| KK ₃ | 0.04 | 0.08 | 0.04 | 0.33 | 0.031 | 0.10 | 5.05 |
| KK ₄ | 0.02 | 0.04 | 0.01 | 0.22 | 0.020 | 0.12 | 3.56 |
| KK ₅ | 0.02 | 0.07 | 0.02 | 0.23 | 0.04 | 0.05 | 3.33 |
| KK ₆ | 0.05 | 0.05 | 0.03 | 0.25 | 0.055 | 0.08 | 4.23 |
| KK ₇ | 0.03 | 0.05 | 0.05 | 0.25 | 0.16 | 0.82 | 9.20 |
| KK ₈ | 0.02 | 0.08 | 0.02 | 0.31 | 0.062 | 0.33 | 18.15 |
| KK ₉ | 0.05 | 0.13 | 0.04 | 0.12 | 0.045 | 0.56 | 10.12 |
| KK ₁₀ | 0.02 | 0.04 | 0.01 | 0.18 | 0.025 | 0.18 | 13.43 |
| QCVN 05:2013/BTNMT | 0.3 | 0.35 | 0.2 | 30 | - | - | - |
| QCVN 06:2009/BTNMT | - | - | - | - | 0.042 | 0.2 | - |
| TCVSLD 3733/2002/QĐ-BYT | 8 | 5 | 5 | 20 | 10 | 17 | - |

出典：再委託調査結果

4) 表層水

表層水の測定結果は以下のとおりである。亜硝酸態窒素が2か所で National Technical Regulation on surface water quality(QCVN 08:2008/BTNMT)の基準をオーバーした。また、全ての測定ポイントで Fe の値が National Technical Regulation on surface water quality(QCVN 08:2008/BTNMT)の基準をオーバーしている。なお、日本の排水基準の溶解性鉄含有量は 10mg/l であり、この値はすべての箇所ですべて十分クリアしている。

表6-8 表層水の測定結果

| Parameter | Unit | NM1 | NM2 | NM3 | NM4 | NM5 | NM6 | NM7 | NM8 | NM9 | QCVN 08:2008/ BTNMT, Level B1 |
|-------------------------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--|
| pH | - | 6.1 | 6.5 | 6.3 | 6.5 | 6.52 | 6.23 | 6.1 | 6.3 | 6.98 | 5.5 ÷ 9 |
| COD | mgO ₂ /l | 20 | 27 | 29 | 22 | 26 | 29 | 29 | 27 | 25 | 30 |
| BOD | mgO ₂ /l | 8 | 11 | 14 | 11 | 12 | 12 | 11 | 10 | 10 | 15 |
| SS | mg/l | 8 | 12 | 32 | 28 | 32 | 22 | 34 | 10 | 20 | 50 |
| DO | mgO ₂ /l | 4.0 | 4.2 | 4.4 | 4.0 | 4.7 | 4.4 | 4.9 | 4.2 | 4.6 | ≥4 |
| N-NH ₃ | mg/l | 0.08 | 0.11 | 0.44 | 0.35 | 0.21 | 0.4 | 0.12 | 0.22 | 0.09 | 0.5 |
| N-NO ₃ | mg/l | 1.43 | 1.63 | 3.4 | 2.45 | 2.55 | 3.82 | 1.63 | 1.78 | 0.98 | 10 |
| N-NO ₂ | mg/l | 0.018 | 0.035 | 0.06 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.037 | 0.038 | 0.017 | 0.04 |
| PO ₄ ³⁻ | mg/l | 0.101 | 0.152 | 0.178 | 0.148 | 0.112 | 0.152 | 0.108 | 0.18 | 0.21 | 0.3 |
| Oil & Grease | mg/l | 0.04 | 0.05 | 0.06 | 0.04 | 0.08 | 0.08 | 0.05 | 0.03 | 0.02 | 0.1 |
| Cu | mg/l | KPH | KPH | KPH | KPH | KPH | KPH | KPH | KPH | KPH | 0.5 |
| Cd | mg/l | KPH | KPH | KPH | KPH | KPH | KPH | KPH | KPH | KPH | 0.01 |
| Pb | mg/l | KPH | KPH | KPH | KPH | KPH | KPH | KPH | KPH | KPH | 0.05 |
| Fe | mg/l | 2,13 | 2,85 | 3,22 | 2,35 | 3,34 | 3,16 | 3,55 | 4,59 | 4,11 | 1.5 |
| Coliform | MPN/ 100ml | 1.100 | 3.500 | 5.300 | 1.200 | 1.500 | 4.000 | 1.200 | 2.400 | 1.500 | 7,500 |

出典：再委託調査結果

5) 地下水

地下水の測定結果は以下のとおりである。CITENCO の埋立処分場 3 と同埋立処分場から東に 500m の箇所で測定されている。なお、地下水は 80m の箇所まで掘削し採取されたものである。

表6-9 地下水の測定結果

| Parameter | Unit | NN1 | NN2 | QCVN 09:2008/BTNMT |
|--------------------------------|-----------|-------|-------|--------------------|
| pH | - | 6.84 | 6.79 | 5.5 – 8.5 |
| TDS | mg/l | 181 | 533 | 1500 |
| Cl ⁻ | mg/l | 40.6 | 31.5 | 250 |
| F ⁻ | mg/l | 0.02 | 0.01 | 1 |
| N-NO ₃ ⁻ | mg/l | 1.12 | 1.83 | 15 |
| SO ₄ ²⁻ | mg/l | 0.13 | 0.11 | 400 |
| Cu | mg/l | 0.022 | 0.019 | 1.0 |
| Mn | mg/l | KPH | 0.45 | 0.5 |
| Cd | mg/l | KPH | KPH | 0.005 |
| Pb | mg/l | KPH | KPH | 0.01 |
| Fe | mg/l | KPH | KPH | 5 |
| As | mg/l | KPH | KPH | 0.05 |
| Coliform | MPN/100ml | 3,6 | 3 | 3 |

出典：再委託調査結果

(5) 生態系

1) 水界生態系

① 植物プランクトン

分析の結果、ラン藻類、黄金色植物、緑藻植物、ミドリムシ植物、双べん毛藻類の 5 層のもと合計 48 種に上り、非常に豊富であり、また多様性をみせた。

② 動物プランクトン

分析の結果、動物プランクトンは、主にワムシ類、ミジンコ類、貝虫類、カイアシ類、幼生が観測されたが、数も種類も少ないものであった。このうちカイアシ類のノープリウス種は有機物質で汚染された川で多く観測されるものであるが、少数のみ観測されていることから、運河は汚染されていないものと考えられる。

2) 陸上生態系

① 植物相

フィールド調査によると、Phuoc Hiep 処分場内やその周囲の植物は主にコバノブラシノキ属、ギョウシンキ、リュウガン、灌木などが存在した。

② 陸上動物相

フィールド調査によると、主に鳥やハムスターなどの野生動物が観測され、珍しい陸上動物はいないことが判明した。

③ 水生動物

水生動物の種類と量は非常に少ないものであった。主になまずなどの魚介類が観測された。

6.2 環境影響調査について

(1) 環境影響調査の手続き

ベトナムでは以下の手続きに従い環境影響調査が行われる必要がある。

1) ステップ 1 必要な資料や訪問場所を集める

プロジェクト場所とその周りのエリア以内の環境の質のベースラインをサンプリングし、プロジェクトの活動に関わるデータ、プロジェクト場所の自然的及び社会的経済の状況を調査する。

2) ステップ 2 環境影響調査レポート（要約）の作成

ドラフト作成後、レポートを要約し地元の当局に送る。当局から要望があればレポートに反映する必要がある。

3) ステップ 3 許認可組織にレポートを提出

環境影響調査レポートを許認可を行う組織に提出する。許認可を行う組織はプロジェクトの特徴や規模に応じて決定される。

4) ステップ 4 許認可組織にてプレゼンを行う

5) ステップ 5 許認可組織のコメントに基づき環境影響調査レポートの修正を行う

また、環境影響調査が終了した後も、プラント建設段階、運転開始段階で定期的な環境モニタリングが求められる。

(2) ベトナムのガイドラインと JICA ガイドラインの差異

環境影響調査に関するベトナムのガイドライン(No.26/2011/TT-BTNMT)と JICA のガイドライン(OP4.01 AnnexB)の差異は以下のとおりである。

表6-10 ベトナムガイドライン(No. 26/2011/TT-BTNMT)とJICAガイドライン(OP 4.01 Annex B)の比較

| World Bank (OP4.01, Annex B) (JICA Guideline on Environmental and Social Consideration) | Circular No.26/2011(Guideline for Strategic Environmental Assessment, Environmental Impact Assessment and Environmental Protection Commitments) |
|--|--|
| Executive Summary: Concisely discusses significant findings and recommended actions. | Summary of the EIA report |
| Policy, legal, and administrative framework: Discusses the policy, legal, and administrative framework within which the EIA is carried out. Explains the environmental requirements of any cofinanciers. Identifies relevant international environmental agreements to which the country is a party. | PREFACE 1. Origin of the project - <i>Investment necessity</i> - <i>Appropriate authority for investment project approval</i> 2. Legal And technical basis for preparing the EIA report - <i>Basis of the EIA report</i> - <i>Legal basis of the Project</i> - <i>Available data sources from the investor</i> 3. Method of preparing the EIA report 4. Organization for EIA preparation |

| World Bank (OP4.01, Annex B) (JICA Guideline on Environmental and Social Consideration) | Circular No.26/2011(Guideline for Strategic Environmental Assessment, Environmental Impact Assessment and Environmental Protection Commitments) |
|---|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> - <i>Organization for EIA preparation</i> - <i>Organizations and members</i> |
| <p>Project Description: Concisely describe the proposed project and its geographic, ecological, social, and temporal context, including any offsite investments that may be required (e.g., dedicated pipelines, access roads, power plants, water supply, housing, and raw material and product storage facilities). Indicates the need for any resettlement plan or indigenous peoples development plan. Normally includes a map showing the project site and the project's area of influence.</p> | <p>CHAPTER 1: BRIEF DESCRIPTION OF PROJECT</p> <p>1.1. Project's name</p> <p>1.2. Project's owner</p> <p>1.3. Project's location</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Geographic location</i> - <i>The relationship between the project's area and adjacent objects</i> - <i>The relationship between the project's area with local traffic system</i> <p>1.4. Project's main contents</p> <p>1.4.1. <i>Project's objective</i></p> <p>1.4.2. <i>Number and scale of construction works of the Project</i></p> <p>1.4.3. <i>Construction method for Project's construction work items</i></p> <p>1.4.4. <i>Technology of production</i></p> <p>1.4.5. <i>List of machine and equipment</i></p> <p>1.4.6. <i>Demand for raw materials, fuel and Project's product</i></p> <p>1.4.7. <i>The project's implementation progress</i></p> <p>1.4.8. <i>Investment capital</i></p> <p>1.4.9. <i>Project management and performance</i></p> |
| <p>Baseline Data: Assesses the dimensions of the study area and describes relevant physical, biological, and socioeconomic conditions, including any changes anticipated before the project commences. Also takes into account current and proposed development activities within the project area but not directly connected to the project. Data should be relevant to decisions about project location, design, operation, or mitigatory measures. The section indicates the accuracy, reliability, and sources of the data.</p> | <p>CHAPTER 2 BASELINE NATURAL, ENVIRONMENTAL AND SOCIO-ECONOMIC CONDITIONS</p> <p>2.1. Geography location</p> <p>2.1.1. <i>Geographic, topographic, geological conditions</i></p> <p>2.1.2. <i>Meteorological condition</i></p> <p>2.1.3. <i>Hydrological condition</i></p> <p>2.1.3. <i>Baseline natural environmental status</i></p> <p>2.1.4. <i>Status of biological resources</i></p> <p>2.2. Socio-economic conditions</p> <p>2.2.1. <i>Economic condition</i></p> <p>2.2.2. <i>Social condition</i></p> |
| <p>Environmental Impacts: Predicts and assesses the project's likely positive and negative impacts, in quantitative terms to the extent possible. Identifies mitigation measures and any residual negative impacts that cannot be mitigated. Explores opportunities for environmental enhancement. Identifies and estimates the extent and quality of available data, key data gaps, and uncertainties associated with predictions, and specifies topics that do not require further attention.</p> | <p>CHAPTER 3: ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT</p> <p>3.1. Impact assessment</p> <p>3.1.1. <i>Preparation phase</i></p> <p>3.1.2. <i>Construction and equipment installation phase</i></p> <p>3.1.3. <i>Operation phase</i></p> <p>3.1.4. <i>Other phases</i></p> <p>3.1.5. <i>Impacts from risk and breakdown</i></p> <p>3.2. Comments on detailed contents and reliability of assessment</p> <p>3.2.1. <i>Assessment of impacts involved in waste</i></p> <p>3.2.2. <i>Assessment of impacts uninvolved in waste</i></p> <p>3.2.3. <i>Assessment of environmental risk and breakdown</i></p> |

| World Bank (OP4.01, Annex B) (JICA Guideline on Environmental and Social Consideration) | Circular No.26/2011(Guideline for Strategic Environmental Assessment, Environmental Impact Assessment and Environmental Protection Commitments) |
|---|---|
| <p>Analysis of Alternatives: Systematically compares feasible alternatives to the proposed project site, technology, design, and operation--including the "without project" situation--in terms of their potential environmental impacts; the feasibility of mitigating these impacts; their capital and recurrent costs; their suitability under local conditions; and their institutional, training, and monitoring requirements. For each of the alternatives, quantifies the environmental impacts to the extent possible, and attaches economic values where feasible. States the basis for selecting the particular project design proposed and justifies recommended emission levels and approaches to pollution prevention and abatement.</p> | <p>CHAPTER 4: MITIGATION MEASURE FOR NEGATIVE IMPACTS, ENVIRONMENTAL BREAKDOWN PREVENTION AND RESPONSE PROCEDURE</p> <p>4.1 Mitigation measure for negative impacts, <i>4.1.1. Preparation phase</i> <i>4.1.2. Construction and equipment installation phase</i> <i>4.1.3. Operation phase</i> <i>4.1.4. Other phase</i></p> <p>4.2. Prevention and response measures for risk and breakdown <i>4.2.1. Preparation phase</i> <i>4.2.2. Construction and equipment installation phase</i> <i>4.2.3. Operation phase</i></p> |
| <p>Environmental Management Plan: Covers mitigation measures, monitoring, and institutional strengthening; see outline in OP 4.01, Annex C.</p> | <p>CHAPTER 5: ENVIRONMENTAL MANAGEMENT AND MONITORING</p> <p>5.1. Environmental management program 5.2. Environmental monitoring program <i>5.2.1. Construction phase</i> <i>5.2.2. Operation phase</i></p> |
| <p>N/A</p> | <p>CHAPTER 6: COMMUNITY CONSULTATION</p> <p>6.1. Reviews Commune-level People's Committees. 6.2. Opinion Community Representatives (if any). 6.3. Reviews Institution Directly Affected By the project (if any). 6.4. Review Reporting Agency Approval Of environmental impact assessment construction projects in infrastructure production, business, and service focus (if any). 6.5. Feedback And commitment to the project owner for suggestions, recommendations and requests for the agencies and organizations were consulted.</p> |
| <p>N/A</p> | <p>CHAPTER 7: CONCLUSION, RECOMMENDATION AND COMMITMENT</p> |

| World Bank (OP4.01, Annex B) (JICA Guideline on Environmental and Social Consideration) | Circular No.26/2011(Guideline for Strategic Environmental Assessment, Environmental Impact Assessment and Environmental Protection Commitments) |
|---|---|
| <p>Appendix</p> <p>(i) List of EA report preparers – individuals and organizations.</p> <p>(ii)References - written materials both published and unpublished, used in study preparation.</p> <p>(iii) Record of interagency and consultation meetings, including consultations for obtaining the informed views of the affected people and local nongovernmental organizations (NGOs). The record specifies any means other than consultations (e.g., surveys) that were used to obtain the views of affected groups and local NGOs.</p> <p>(iv)Tables presenting the relevant data referred to or summarized in the main text.</p> <p>(v)List of associated reports (e.g., resettlement plan orindigenous peoples development plan).</p> | <p>Appendix</p> <ul style="list-style-type: none"> - Copies of legal documents relevant to project. - Diagrams (drawings, maps) relevant to project but not yet be presented in EIA report. - Analysis result papers of environmental parameters (air, noise, water, soil, sediment, bio-resources...) with signature, name, title of Head of analysis agency and stamps. - Copies of documents relating to community consultation and sociology questionnaires (if any). - Pictures of project site (if any). - Other relevant documents (if any). |

(3) スコーピング案

JICA ガイドラインに従い、以下のとおりスコーピングを行うものとする。

【スコーピング案】

| 分類 | | 影響項目 | 評価 | | 評価理由 |
|------|---|------|------------|-----|---|
| | | | 工事前 工事中 | 供用時 | |
| 汚染対策 | 1 | 大気汚染 | B- | A- | <p>工事中： 工事車両からの排ガスや建設作業からの粉じんにより、一時的に大気質の悪化が想定される。</p> <p>供用時： 焼却炉から大気汚染物質が排出される。</p> |
| | 2 | 水質汚濁 | B- | C+ | <p>工事中： 建設工事に伴い濁水が発生する可能性があり、近隣の水質に影響を与える可能性がある。</p> <p>供用時： 一施設稼働により排水が発生する可能性があり、近隣の水質に影響を与える可能性がある。</p> <p>一廃棄物を中間処理（焼却+MBT）してから埋め立てることにより、埋立地内の汚染源が減り浸出水の水質改善効果が見込める。</p> |
| | 3 | 廃棄物 | D | B± | <p>工事中： 建設残土や廃材の発生が予想されるが、有害廃棄物の発生は見込まれず、また、</p> |

| 分類 | | 影響項目 | 評価 | | 評価理由 |
|------|---|-------|------------|-----|---|
| | | | 工事前 工事中 | 供用時 | |
| | | | | | <p>発生した廃棄物は、既存の衛生埋立処分場に埋め立てられる（残土は覆土として活用）ため、周辺環境に影響を及ぼす可能性はない。</p> <p>供用時：－これまで直接埋め立てられていた廃棄物を中間処理（焼却+MBT）することにより、埋立量を大幅に削減することができる。</p> <p>－飛灰等一部有害物を含む廃棄物の発生が想定される。</p> |
| | 4 | 土壌汚染 | B- | C+ | <p>工事中： 建設工事に伴い濁水が発生する可能性があり、それにより土壌に悪影響を及ぼす可能性も考えられる。</p> <p>供用時： -施設稼働により排水が発生する可能性があり、それにより土壌に悪影響を及ぼす可能性も考えられる。</p> |
| | 5 | 騒音・振動 | B- | B+ | <p>工事中： 工事中：建設資材の運搬や、建設作業により騒音・振動の発生が見込まれる。</p> <p>供用時： 供用時：施設稼働により騒音・振動の発生が見込まれる。</p> |
| | 6 | 悪臭 | D | B+ | <p>工事中： 悪臭を発生させる作業は見込まれない。</p> <p>供用時： 廃棄物直接埋立を行っている現行の処分場敷地内で施設を稼働することにより、現行より臭気が悪化することはない。むしろ、悪臭の原因となる有機系廃棄物を熱処理や好気性発酵により早期安定化させるため、現行の処分場から発生している悪臭を緩和できる可能性がある。</p> |
| 自然環境 | 7 | 保護区 | D | D | 事業対象地及びその周辺に、国立公園や保護区等は存在しない。 |
| | 8 | 生態系 | D | D | 事業用地及び周辺に原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地（珊瑚礁、マングローブ湿地、干潟等）等はない。また、事業用地において希少生物種は確認されていない。 |
| | 9 | 跡地管理 | D | D | 本事業に廃棄物処分場が含まれないこと、また BOT スキーム下で実施する見込みであり、跡地管理は発生しない。 |

| 分類 | | 影響項目 | 評価 | | 評価理由 |
|------|----|-----------|------------|-----|--|
| | | | 工事前 工事中 | 供用時 | |
| 社会環境 | 10 | 住民移転 | D | D | 住民移転は発生しない。 |
| | 11 | 生活 | D | D | ※工事中の騒音・振動レベル上昇、供用時の悪臭抑制が考えられるが、「汚染対策」の項目で既述のためここでは割愛 |
| | 12 | 生計 | B+ | B+ | 工事中： 工事により地域に雇用機会が創出される。 供用時： 新施設の運営管理のために地域に雇用機会が創出される。ウェイトピッカーは手選別作業等のために雇用されるため、安定した賃金を得ることが可能となる。 |
| | 13 | 文化遺産 | D | D | 周辺地域に特筆すべき考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等は存在しない。 |
| | 14 | 景観 | D | C- | 観光資源となるような景観はないが、焼却施設の煙突等が景観を損ねる可能性がある。 |
| | 15 | 少数民族・先住民族 | D | D | 周辺地域に少数民族、先住民族は存在しない。 |
| | 16 | 労働環境 | D | B± | 工事中： Phuoc Hiep処分場内の作業であり、一般市民はおらず危険が及ぶ可能性はない。またインフラも整っており処分場作業員への危険が及ぶ可能性もない。 供用時： 埋立作業と比較して 労働環境は向上するが、焼却施設の運転作業を行う作業員については、適切な安全対策を講じないと危険が及ぶ可能性がある。 |
| その他 | 17 | 工事中の影響 | D | D | ※工事中の騒音・振動レベル上昇が考えられるが、「汚染対策」の項目で既述のためここでは割愛 |
| | 18 | モニタリング | D | B+ | 工事中： 工事中にモニタリングは行わない。 供用時： JCM 補助金に応募・採択された場合、一定期間 CO2 削減量のモニタリングを行う必要がある。 |

A+/-: Significant positive/negative impact is expected.

B+/-: Positive/negative impact is expected to some extent.

C+/-: Extent of positive/negative impact is unknown. (A further examination is needed, and the impact could be clarified as the study progresses)

D: No impact is expected.

第7章 事業の具現化にあたっての問題点及び今後の課題

(1) 資金面

ベトナムでは処理費や売電単価が低く、融資のみでなく補助金が必要となると考える。現在は、「リープフロッグ型発展の実現に向けた資金支援基金事業」への応募を考えているが、①低炭素に資する機器の半額補助であること、②予算規模と比較してプロジェクト規模が大きい、の2点から希望額を受け取ることが出来るかは不透明である。低炭素に資する機器の考え方には様々なものがあることから、今後も、環境省、事務局他への継続したコンタクトが重要になるものと考えている。

また、補助金を受領するとともに、JICA がこれまでの ODA で培ってきたベトナム国政府などとの信頼関係や、事業を持続させるための長期的・安定的融資といった視野からも JICA の融資も必須であるものと考えている。

(2) 事業パートナー

㈱神鋼環境ソリューション及び子会社のコベルコ・エコソリューションズ・ベトナムは、ベトナムでの水ビジネス経験は豊富であるが廃棄物処理の事業経験はなく、またごみの確保の観点からも日本・ベトナムの事業パートナーは必須であるものと考えている。

日本のパートナーとしては、日立造船㈱と本件について協議を重ねてきており、2014 年 12 月 1 日に本 FS の一部についての業務委託契約を締結した。現在も JV 協定の締結も視野に入れ継続して協議している。なお、日立造船㈱は、2014 年 8 月に、㈱神鋼環境ソリューションも 2014 年 11 月にホーチミン PC に原則承認願いを提出し、双方とも原則承認を取得している。現在は、独立して動いているものの当社は前述のとおり最終的には両社が一つの事業を行うことを目的にしており、情報交換及び交渉は継続して行っている。

また、ベトナム国のパートナーとしては、廃棄物処理業者として Viet Star 社と協議をしたが、①(新たな焼却発電ライセンスをとると時間がかかるとの考えから)自らのライセンス内での事業を要求、②出資の意思がない、の2点から現状は望ましいパートナーとは考えていない。当初考えていた Tam Sinh Ngina 社については、自社のコンポスト工場を 1,000 トン/日から 2,000 トン/日へ拡張することに注力しており本事業への協業の意思は希薄になっておりこちらも現状では望ましいパートナーとは考えていない。

(3) 相手方政府機関

MD 取得に 1 年程度かかっていること等、こちらの働きかけに対する反応が非常に遅いことを懸念している。ただし、2014 年 11 月に提出した原則承認願いに対し 2015 年 2 月 3 日と比較的短期に原則承認を取得できる等、若干の風向きの変化も感じている。これは、埋立会社の Vietnam Waste Solutions への逆風もあるかと思うが、ごみ焼却発電プロジェクトに対する理解は深まっていることも理由の一つと考える。

(株)神鋼環境ソリューションの現在の交渉先は主に DONRE であり、コベルコ・エコ・ソリューションズ・ベトナムの現地スタッフが連絡をとりあっている。今後、調査の進捗に従い DONRE だけではなくホーチミン PC へのコンタクトも必要であると考えている。

(4) ごみについて

ごみは、本事業において今後の最大の課題になると思われる。一般廃棄物はいずれも DONRE の管理下にあるものと考えており、安定的な事業のためには DONRE と長期にわたるごみ供給保証契約の締結が必須であるものと考えている。また個別のごみの種類について以下のとおり考えている。

1) 分別ごみについて

今回、分別ごみを 600 トンのうち 60% の 360 トンと想定しているが現状ではそれほど量はなく、ホーチミン市の 1 区と Binh Thanh 区の計画で 1 日 300 トンほどと考えられている。事業の安定的な推進には、今後順調にごみの分別が進められることが必要である。

2) コンポスト残渣について

コンポスト残渣については、Viet Star 社だけで 1 日 600 トン発生しており量としては問題ない。このコンポスト残渣は私企業から発生するものの、一般廃棄物となることから DONRE の管理下にあり DONRE により指定があれば受領できるものと考えている。ただし、DONRE から指定があったとしても例えば排出元が独自に焼却炉を建設する等することにより発生量が少なくなると受領できなくなることから、排出元と良好な関係を築くことは必要であるものと考えている。

3) 掘り起しごみについて

掘り起しごみを処理対象とする場合、新たに埋め立て場からごみを掘り起こす費用が必要となることから、この費用について DONRE と交渉し、事業者の負担とならないようにする必要がある。

(5) 土地について

電力や水等のユーティリティの供給網が整備されていることを前提として土地の無償貸与を受けられるものと考えているが、ごみ処理施設という施設の特性上周辺住民の反対も考えられ、ホーチミン PC 及び DONRE の行政手腕に期待したい。

事業を開始するにあたっては DONRE から土地の指定が必要と考えているが、すでにごみの最終処分場として運営しており、また Viet Star 社 や Tam Sinh Nghia 社といったコンポスト会社もあり電力や水の供給もある Phuoc Hiep 処分場を指定されるのが望ましい。

(6) ティッピングフィー、売電単価について

ホーチミン PC からの正式なごみ及び土地の指定を待ち、DONRE とティッピングフィー、EVN と売電単価の協議に入ることとなる。

本検討においては、ティッピングフィーを 26 米ドル/トンと想定しているが、DONRE とのキックオフミーティングでは 25 米ドル/トンから 30 米ドル/トンという言及もあり、事業性を考慮すると増額を要求することも視野に入れている。

また、電力単価についても、首相令で 10.05 米セント/kWh となっているが EVN との契約が必要となるので、こちらも交渉が必要となる見込みである。

(7) 海外勢について

韓国やフィンランドの企業もホーチミン市のごみ焼却発電事業に関心を持っており、ホーチミン市に提案したとの情報がある。

競争になると、海外勢の安価な焼却炉に押されて本事業の事業性が悪くなることを懸念している。

(8) 新 PPP 法について

2015 年 4 月より新 PPP 法が施行され、かつての BOT や BOO について定めた Decree No. 108/2009/ND-CP については明確に適用がなくなった。同法の施行により、今まで特命で行っていた事業が国際競争入札となる可能性が高くさらに採算が厳しくなることから、ベトナムにおける事業がさらに厳しくなるものと考えられる。本法律は提案当初想定していなかったものであり、事業を阻害する要因として非常に懸念している。

また、新 PPP 法の詳細手続は未だ公布されておらず、手続きも不明であり今後の動きを注視する必要があるものとする。

(9) 環境影響調査について

環境影響調査が完了していないことから、環境影響調査を実施する必要がある。

第 4 部

ベトナム国南部固形廃棄物処理事業
準備調査(PPP インフラ事業)
最終報告書

第8章 産業廃棄物処理事業計画

8.1 本事業の背景と必要性

(1) 本事業の背景

ベトナム国南部の最大都市であるホーチミン市では、2010年に2,350トン/日（非有害産業廃棄物；2,000トン/日、有害産業廃棄物；350トン/日）の産業廃棄物が発生している。また、ホーチミン市とともに南部経済地区を構成するロンアン省では1,141トン/日（非有害産業廃棄物；937トン/日、有害産業廃棄物；204トン/日、2013年）、ビンズオン省では1,052トン/日（非有害産業廃棄物；883トン/日、有害産業廃棄物；169トン/日、2010年）、ドンナイ省では1,331トン/日（非有害産業廃棄物；1,206トン/日、有害産業廃棄物；125トン/日、2012年）、バリアブントウ省では934.7トン/日（非有害産業廃棄物；726.3トン/日、有害産業廃棄物；208.4トン/日、2013年）の産業廃棄物が排出されている。これに対して、ホーチミン市、ロンアン省及びその近隣地域には、これらの産業廃棄物を適正に処理するための十分な施設が整備されていないことから、ロンアン省では環境配慮型の都市を目指す一環として、産業廃棄物処理事業を推進しようとしている。

(2) 本事業の必要性

本事業はホーチミン市を中心とするベトナム南部から排出される産業廃棄物を対象にした廃棄物焼却発電事業である。

- (ア) ホーチミン市を中心とするベトナム南部から排出される固形廃棄物を、本邦の焼却技術で安全かつ衛生的に焼却処理することで、温室効果ガス発生量の低減、浸出水による汚染など、現行の「オープンダンプ方式」により生じる埋立地周辺の環境負荷を軽減する。
- (イ) 焼却処理を導入することで最終処分量が劇的に削減され、処分場逼迫の社会問題を将来に渡って解決する道筋をつける。
- (ウ) 廃棄物を燃料として発電を行うことで、人口の増加や生活レベルの向上により電気使用量が年々増加しているベトナム国の電力不足に貢献するとともに、再生可能エネルギーに位置付けられる **Waste to Energy** の実現により地球環境負荷の低減を図る。
- (エ) 不法処理を行う処理業者が横行するベトナム国において、進出している日系企業が罰金を払うことなく安心して産業廃棄物処理を任せられる仕組みができる。その結果、裾野産業と呼ばれるメッキ、金型、鋳物といった産業の日本企業の工場誘致を積極的に行うことが可能となり、結果としてベトナム経済の競争力をあげることに繋がる。
- (オ) ベトナム金融機関に「プロジェクトファイナンス」の概念を定着・実行させるにはベトナム中央銀行や財務省の強いサポートと金融機関に対する正しい指導が必要である。

8.2 事業の目的

日本国のごみ処理に関わる技術、経験及び資金を導入して『産業廃棄物の焼却処理』を行い、あわせて『焼却灰の資源化』、『ごみ発電による電力供給』を実施する。その結果、ベトナム国における『公害問題の解決』、『最終処分場の延命化』、『環境負荷の低減』に寄与し、リサイクル産業の整備を通じて日本企業誘致の牽引を含む経済発展に貢献することを目的とする。

8.3 事業の需要予測

8.3.1 産業廃棄物の発生状況、処分状況に係る実態査概要

(1) 調査目的

ベトナム南部における有力な産業地帯の企業から発生する産業廃棄物の処理量、処理方法、性状・種類、処理費用、収集運搬会社の実態を調査した。

(2) 調査地域

ベトナム南部において産業が発達した地域であるホーチミン市、ロンアン省、ドンナイ省、バリアブントウ省、ビンズオン省において、産業廃棄物に関する調査を実施した。

(3) 調査内容

主な調査内容は、以下のとおりである。

① 処理量

1 市 4 省（ホーチミン市、ロンアン省、ドンナイ省、バリアブントウ省、ビンズオン省）における 100 社の企業ならびに 15 の医療機関を対象として産業廃棄物及び医療廃棄物の処理実態を調査した。

② 処理処分方法

ベトナムで最も一般的に実施されている埋立処分はじめ、堆肥（コンポスト）、焼却、リサイクルなどの実態を調査した。

③ 種類

1 市 4 省にある 100 企業から排出される廃棄物の種類を調査した。

④ 収集運搬、処理処分の会社

1 市 4 省における 20 社の産業廃棄物の収集処理会社の処理単価を含めた内容を調査した。

現在の業種から平均的な企業 100 社を選出した。日量 150 トンの処理に向けた収集運搬能力があり、市場調査と同時に、将来的に有力パートナー候補となり得る企業を各省でそれぞれ 20 社を選定した。

以下に、抽出した 100 企業の業種別データを示す。

表8-1 調査対象企業の一覧

| No | 業種 | ドンナイ 省 | バリアブ ンタウ省 | ビンズオ ン省 | ホーチミ ン市 | ロンアン 省 | 調査した 会社数 |
|----|--------------|-----------|--------------|------------|------------|-----------|-------------|
| 1 | 梱包業 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 8 |
| 2 | 皮革製品 | 2 | 2 | 2 | 8 | 4 | 18 |
| 3 | 紙製品 | 1 | 1 | 4 | 1 | 0 | 7 |
| 4 | 衣料 | 5 | 8 | 6 | 6 | 10 | 35 |
| 5 | 製糖業 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 木材業 | 5 | 2 | 4 | 2 | 1 | 14 |
| 7 | 装飾品（バッグ、財布等） | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 4 |
| 8 | タバコ業 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 9 | 寝具業 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 10 | タイヤ製造 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 11 | 食品業 | 1 | 5 | 0 | 1 | 3 | 10 |
| | 合計 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 100 |

出典：JICA 調査団作成

8.3.2 産業廃棄物の発生状況、処分状況に係る実態調査結果

(1) 廃棄物発生量の現状

1) ロンアン省の現状

ロンアン省で発生する廃棄物量は2,241.1 トン/日で、このうち、都市ごみが1,099.0 トン/日、産業廃棄物が1,141.0 トン/日（非有害廃棄物：937.0 トン/日、有害廃棄物：204.0 トン/日）、医療廃棄物が1.1 トン/日（非有害廃棄物：0.6 トン/日、有害廃棄物：0.5 トン/日）となっている。

都市ごみに関しては、発生量の73.0%にあたる802.3 トン/日が収集され、全量が最終処分されている。産業廃棄物に関しては、非有害産業廃棄物はほとんどが資源化处理されている。医療廃棄物に関しては、非有害廃棄物及び有害廃棄物ともに収集率が100%となっており、有害医療廃棄物は0.5 トン/日が焼却処理されている。

ロンアン省で排出される廃棄物量を以下に示す。

表8-2 ロンアン省から排出される廃棄物の総排出量（2013年調査）

単位： トン/日

| 種類 | 非有害廃棄物 | | | | 有害廃棄物 | | | 合計 |
|------------|----------|-----------|-----------|---------|-----------|-----------|-------|---------|
| | 都市 ごみ | 産業 廃棄物 | 医療 廃棄物 | 合計 | 産業 廃棄物 | 医療 廃棄物 | 合計 | |
| 発生量 | 1,099.0 | 937.0 | 0.6 | 2,036.6 | 204.0 | 0.5 | 204.5 | 2,241.1 |
| 可燃系ごみ | 329.7 | 359.0 | 0.1 | 688.9 | 170.3 | 0.46 | 170.8 | 859.6 |
| 不燃系ごみ | 769.3 | 367.3 | 0.4 | 1,137.0 | 33.7 | 0.07 | 33.8 | 1,170.8 |
| 収集 + 処理 | 802.3 | 625.7 | 0.6 | 1,428.5 | 204.0 | 0.5 | 204.5 | 1,633.0 |
| 最終処分 | 802.3 | | 0.6 | 802.8 | | 0.1 | 0.1 | 802.9 |
| 焼却処理 | | | | - | | 0.5 | 0.5 | 0.5 |

出典：JICA 調査団作成

2) ホーチミン市の現状

ホーチミン市で発生する廃棄物量は 8,000 トン/日で、このうち、都市ごみが 5,694.4 トン/日、産業廃棄物が 2,292.0 トン/日（非有害廃棄物：1,976.0 トン/日、有害廃棄物：316.0 トン/日）、医療廃棄物が 13.6 トン/日（非有害廃棄物：10.2 トン/日、有害廃棄物：3.4 トン/日）となっている。

都市ごみに関しては、発生量の 97.5%にあたる 5,549.6 トン/日が収集され、このうち、4,717.2 トン/日が最終処分、832.4 トン/日がコンポスト処理されている。産業廃棄物に関しては、非有害産業廃棄物はほとんどが直接埋立処分もしくは資源化处理されている。一方、有害産業廃棄物は収集量の 18.0%にあたる 56.9 トン/日が焼却処理されている。医療廃棄物に関しては、非有害廃棄物及び有害廃棄物ともに収集率が 100%となっており、有害医療廃棄物は 100%にあたる 3.4 トン/日が焼却処理されている。

ホーチミン市で排出される廃棄物量を以下に示す。

表8-3 ホーチミン市から排出される廃棄物の総排出量（2010年調査）

単位： トン/日

| 種類 | 非有害廃棄物 | | | | 有害廃棄物 | | | 合計 |
|---------|---------|---------|-------|---------|-------|-------|-------|---------|
| | 都市ごみ | 産業廃棄物 | 医療廃棄物 | 合計 | 産業廃棄物 | 医療廃棄物 | 合計 | |
| 発生量 | 5,694.4 | 1,976.0 | 10.2 | 7,680.6 | 316.0 | 3.4 | 319.4 | 8,000.0 |
| 可燃系ごみ | 740.3 | 1,247.3 | 6.8 | 1,994.3 | 83.4 | 2.3 | 85.7 | 2,080.0 |
| 不燃系ごみ | 4,954.1 | 728.7 | 3.4 | 5,686.3 | 232.6 | 1.1 | 233.7 | 5,920.0 |
| 収集 + 処理 | 5,549.6 | 592.8 | 10.2 | 6,152.6 | 316.0 | 3.4 | 319.4 | 6,472.0 |
| 最終処分 | 4,717.2 | 503.9 | 8.7 | 5,229.7 | | | - | 5,229.7 |
| コンポスト処理 | 832.4 | 88.9 | 1.5 | 922.9 | | | - | 922.9 |
| 焼却処理 | | | | - | 56.9 | 3.4 | 60.3 | 60.3 |
| 固化処理 | | | | - | 25.3 | | 25.3 | 25.3 |
| 排水処理 | | | | - | 15.8 | | 15.8 | 15.8 |
| リサイクル | | | | - | 218.0 | | 218.0 | 218.0 |
| 資源化量 | | 1,383.2 | | 1,383.2 | | | - | 1,383.2 |

出典：JICA 調査団作成

3) ビンズオン省の現状

ビンズオン省で発生する廃棄物量は 2,009.9 トン/日で、このうち、都市ごみが 947.0 トン/日、産業廃棄物が 1,052.0 トン/日（非有害廃棄物：883.0 トン/日、有害廃棄物：169.0 トン/日）、医療廃棄物が 5.9 トン/日（非有害廃棄物：4.7 トン/日、有害廃棄物：1.2 トン/日）となっている。

都市ごみに関しては、発生量の 75.0%にあたる 710.0 トン/日が収集され、このうち、568 トン/日が最終処分、71 トン/日がコンポスト処理、71 トン/日が焼却処理されている。産業廃棄物に関しては、非有害産業廃棄物はほとんどが直接埋立処分もしくは資源化处理されている。一方、有害産業廃棄物は収集量の 100%にあたる 25.4 トン/日が焼却処理されている。医療廃棄物に関しては、非有害廃棄物及び有害廃棄物ともに収集率がほぼ 100%となっており、有害医療廃棄物は 1.1 トン/日が焼却処理されている。

ビンズオン省で排出される廃棄物量を以下に示す。

表8-4 ビンズオン省から排出される廃棄物の総排出量（2010年調査）

単位： トン/日

| 種類 | 非有害廃棄物 | | | | 有害廃棄物 | | | 合計 |
|------------|----------|-----------|-----------|---------|-----------|-----------|-------|---------|
| | 都市 ごみ | 産業 廃棄物 | 医療 廃棄物 | 合計 | 産業 廃棄物 | 医療 廃棄物 | 合計 | |
| 発生量 | 947.0 | 883.0 | 4.7 | 1,834.7 | 169.0 | 1.2 | 170.2 | 2,004.9 |
| 可燃系ごみ | 284.1 | 510.6 | 1.3 | 796.0 | 141.1 | 1.0 | 142.1 | 938.1 |
| 不燃系ごみ | 662.9 | 372.4 | 3.5 | 1,038.7 | 27.9 | 0.2 | 28.1 | 1,066.8 |
| 収集 + 処理 | 710.0 | 264.9 | 4.3 | 979.2 | 25.4 | 1.1 | 26.4 | 1,005.7 |
| 最終処分 | 568.0 | 264.9 | 4.3 | 837.2 | | | - | 837.2 |
| コンポスト処理 | 71.0 | | | 71.0 | | | - | 71.0 |
| 焼却処理 | 71.0 | | | 71.0 | 25.4 | 1.1 | 26.4 | 97.4 |
| 資源化量 | | 618.1 | | 618.1 | 143.7 | | 143.7 | 761.8 |

出典：JICA 調査団作成

4) ドンナイ省の現状

ドンナイ省で発生する廃棄物量は 2,698.0 トン/日で、このうち、都市ごみが 1,361.0 トン/日、産業廃棄物が 1,331.0 トン/日（非有害廃棄物：1,206.0 トン/日、有害廃棄物：125.0 トン/日）、医療廃棄物が 6.0 トン/日（非有害廃棄物：4.5 トン/日、有害廃棄物：1.5 トン/日）となっている。

都市ごみに関しては、発生量の 86.4%にあたる 1,176.0 トン/日が収集され、このうち、606 トン/日が最終処分されている。産業廃棄物に関しては、非有害産業廃棄物はほとんどが直接埋立処分もしくは資源化処理されている。医療廃棄物に関しては、非有害廃棄物及び有害廃棄物ともに収集率が 100%となっており、有害医療廃棄物は 1.5 トン/日が焼却処理されている。

ドンナイ省で排出される廃棄物量を以下に示す。

表8-5 ドンナイ省から排出される廃棄物の総排出量（2012年調査）

単位： トン/日

| 種類 | 非有害廃棄物 | | | | 有害廃棄物 | | | 合計 |
|------------|----------|-----------|-----------|---------|-----------|-----------|-------|---------|
| | 都市 ごみ | 産業 廃棄物 | 医療 廃棄物 | 合計 | 産業 廃棄物 | 医療 廃棄物 | 合計 | |
| 発生量 | 1,361.0 | 1,206.0 | 4.5 | 2,571.5 | 125.0 | 1.5 | 126.5 | 2,698.0 |
| 可燃系ごみ | 408.3 | 697.4 | 1.2 | 1,106.9 | 104.3 | 1.3 | 105.6 | 1,212.6 |
| 不燃系ごみ | 952.7 | 508.6 | 3.3 | 1,464.6 | 20.6 | 0.2 | 20.9 | 1,485.4 |
| 収集 + 処理 | 1,176.0 | 1,206.0 | 4.5 | 2,386.5 | 106.4 | 1.5 | 107.9 | 2,494.4 |
| 最終処分 | 606.0 | 361.8 | 4.5 | 972.3 | | | - | 972.3 |
| 焼却処理 | | | | - | | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| 資源化量 | | 844.2 | | 844.2 | | | - | 844.2 |

出典：JICA 調査団作成

5) バリアブントウ省の現状

バリアブントウ省で発生する廃棄物量は 1,679.1 トン/日で、このうち、都市ごみが 742.0 トン/日、産業廃棄物が 934.7 トン/日（非有害廃棄物：726.3 トン/日、有害廃棄物：208.4 トン/日）、医療廃棄物が 2.4 トン/日（非有害廃棄物：1.8 トン/日、有害廃棄物：0.6 トン/日）となっている。

都市ごみに関しては、発生量の 77.0%にあたる 571.3 トン/日が収集され、全量が最終処分されている。産業廃棄物に関しては、非有害産業廃棄物はほとんどが直接埋立処分もしくは資源化処理されている。医療廃棄物に関しては、非有害廃棄物及び有害廃棄物ともに収集率がほぼ 100%となっており、有害医療廃棄物は 0.6 トン/日が焼却処理されている。

バリアブントウ省で排出される廃棄物量を以下に示す。

表8-6 バリアブントウ省から排出される廃棄物の総排出量（2013年調査）

単位： トン/日

| 種類 | 非有害廃棄物 | | | | 有害廃棄物 | | | 合計 |
|---------|--------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|---------|
| | 都市ごみ | 産業廃棄物 | 医療廃棄物 | 合計 | 産業廃棄物 | 医療廃棄物 | 合計 | |
| 発生量 | 742.0 | 726.3 | 1.8 | 1,470.1 | 208.4 | 0.6 | 209.0 | 1,679.1 |
| 可燃系ごみ | 222.6 | 420.0 | 0.5 | 643.1 | 174.0 | 0.5 | 174.5 | 817.6 |
| 不燃系ごみ | 519.4 | 306.3 | 1.3 | 827.0 | 34.4 | 0.1 | 34.5 | 861.5 |
| 収集 + 処理 | 571.3 | 726.3 | 1.4 | 1,299.0 | 208.4 | 0.6 | 209.0 | 1,508.0 |
| 最終処分 | 571.3 | 676.0 | 1.4 | 1,248.7 | | | - | 1,248.7 |
| 焼却処理 | | | | - | | 0.6 | 0.6 | 0.6 |
| 資源化量 | | 50.3 | | 50.3 | | | - | 50.3 |

出典：JICA 調査団作成

6) 廃棄物排出量及び処理量のまとめ

ロンアン省及び周辺の市省から排出される廃棄物の総排出量は 16,623.1 トン/日で、このうち、ロンアン省の排出量は 2,241.1 トン/日、ホーチミン市の排出量が 8,000 トン/日、ビンズオン省の排出量が 2,004.9 トン/日、ドンナイ省の排出量が 2,698.0 トン/日、バリアブントウ省の排出量は 1,679.1 トン/日となっている。

非有害廃棄物の総排出量は 15,593.5 トン/日で、このうち、都市ごみの排出量は 9,843.4 トン/日、産業廃棄物の排出量が 5,728.3 トン/日、医療廃棄物の排出量が 21.8 トン/日となっている。また、有害廃棄物の総排出量は 1,029.6 トン/日で、このうち、産業廃棄物の排出量が 1,022.4 トン/日、医療廃棄物の排出量が 7.2 トン/日となっている。

ロンアン省及び周辺の市省から排出される廃棄物の総排出量を以下に示す。

表8-7 ロンアン省及び周辺の市省から排出される廃棄物の総排出量

単位： トン/日

| 市/省 | 非有害廃棄物 | | | | 有害廃棄物 | | | 合計 |
|--------|---------|---------|-------|---------|-------|-------|-------|---------|
| | 都市ごみ | 産業廃棄物 | 医療廃棄物 | 計 | 産業廃棄物 | 医療廃棄物 | 計 | |
| ホーチミン市 | 5,694.4 | 1,976.0 | 10.2 | 7,680.6 | 316.0 | 3.4 | 319.4 | 8,000.0 |

| 市/省 | 非有害廃棄物 | | | | 有害廃棄物 | | | 合計 |
|----------|----------------|----------------|-------------|-----------------|----------------|------------|----------------|-----------------|
| | 都市ごみ | 産業廃棄物 | 医療廃棄物 | 計 | 産業廃棄物 | 医療廃棄物 | 計 | |
| ビンズオン省 | 947.0 | 883.0 | 4.7 | 1,834.7 | 169.0 | 1.2 | 170.2 | 2,004.9 |
| ドンナイ省 | 1,361.0 | 1,206.0 | 4.5 | 2,571.5 | 125.0 | 1.5 | 126.5 | 2,698.0 |
| ロンアン省 | 1,099.0 | 937.0 | 0.6 | 2,036.6 | 204.0 | 0.5 | 204.5 | 2,241.1 |
| バリアブントオ省 | 742.0 | 726.3 | 1.8 | 1,470.1 | 208.4 | 0.6 | 209.0 | 1,679.1 |
| 合計 | 9,843.4 | 5,728.3 | 21.8 | 15,593.5 | 1,022.4 | 7.2 | 1,029.6 | 16,623.1 |

出典：JICA 調査団作成

ロンアン省及び周辺の市省で収集・運搬される廃棄物の総量は 13,113.1 トン/日で、このうち、ロンアン省の排出量は 1,633.0 トン/日、ホーチミン市の排出量が 6,472.0 トン/日、ビンズオン省の排出量が 1,005.7 トン/日、ドンナイ省の排出量が 2,494.4 トン/日、バリアブントオ省の排出量は 1,508.0 トン/日となっている。

非有害廃棄物の総量は 12,245.8 トン/日で、このうち、都市ごみの排出量は 8,809.2 トン/日、産業廃棄物の排出量が 2,209.7 トン/日、医療廃棄物の排出量が 21.0 トン/日となっている。また、有害廃棄物の総排出量は 867.2 トン/日で、このうち、産業廃棄物の排出量が 860.2 トン/日、医療廃棄物の排出量が 7.1 トン/日となっている。

ロンアン省及び周辺の市省で収集・運搬される廃棄物の総量を以下に示す。

表8-8 ロンアン省及び周辺の市省で収集・運搬される廃棄物の総排出量

単位： トン/日

| 市/省 | 非有害廃棄物 | | | | 有害廃棄物 | | | 合計 |
|----------|----------------|----------------|-------------|-----------------|--------------|------------|--------------|-----------------|
| | 都市ごみ | 産業廃棄物 | 医療廃棄物 | 計 | 産業廃棄物 | 医療廃棄物 | 計 | |
| ホーチミン市 | 5,549.6 | 592.8 | 10.2 | 6,152.6 | 316.0 | 3.4 | 319.4 | 6,472.0 |
| ビンズオン省 | 710.0 | 264.9 | 4.3 | 979.2 | 25.4 | 1.1 | 26.4 | 1,005.7 |
| ドンナイ省 | 1,176.0 | 1,206.0 | 4.5 | 2,386.5 | 106.4 | 1.5 | 107.9 | 2,494.4 |
| ロンアン省 | 802.3 | 625.7 | 0.6 | 1,428.5 | 204.0 | 0.5 | 204.5 | 1,633.0 |
| バリアブントオ省 | 571.3 | 726.3 | 1.4 | 1,299.0 | 208.4 | 0.6 | 209.0 | 1,508.0 |
| 合計 | 8,809.2 | 2,209.7 | 21.0 | 12,245.8 | 860.2 | 7.1 | 867.2 | 13,113.1 |

出典：JICA 調査団作成

(2) 廃棄物の組成

ビンズオン省の固形産業廃棄物の組成分析結果をベースに、廃棄物の発熱量を計算した。廃棄物のカロリーを以下に示す。

現状ベトナム国で産業廃棄物の組成調査を行っている報告は多くない。ビンズオン省における調査は、工業団地及び企業数が最も多く多岐にわたるほか、ビンズオン省は本事業の代表的な対象地域であることから、本データを代表的な数字とする。

表8-9 廃棄物の組成及びカロリー

| No. | 組成 | 含有量 (%) | 発熱量 (kcal/kg) | 廃棄物 1kg 当たりの 発熱量 (kcal) |
|-----|-----------------|------------|------------------|----------------------------|
| 1 | 梱包資材、ナイロン | 5.28 | 7,835.2 | 413.7 |
| 2 | 排水処理汚泥 | 0.49 | 500.0 | 2.4 |
| 3 | ゴムくず | 0.86 | 6,051.1 | 51.9 |
| 4 | 段ボール、破碎紙 | 15.40 | 3,894.0 | 599.9 |
| 5 | 皮及び廃棄皮革製品 | 1.38 | 4,167.5 | 57.4 |
| 6 | 木くず、おがくず、削りくず、木 | 16.57 | 2,880.0 | 477.2 |
| 7 | 廃化学品 | 0.20 | 12,166.4 | 24.6 |
| 8 | 廃プラスチック | 0.12 | 7,788.0 | 9.0 |
| 9 | 期限切れ品（食品、薬） | 2.45 | 2,220.0 | 54.5 |
| 10 | 家庭系廃棄物 | 36.71 | 2,220.0 | 815.0 |
| 11 | グリース | 0.24 | 6,135.4 | 15.0 |
| 12 | ボロ布 | 0.45 | 9,481.9 | 42.3 |
| 13 | 廃ガソリン、廃油 | 0.07 | 9,255.0 | 6.5 |
| 14 | 発泡スチロール | 6.72 | 6,000.0 | 403.3 |
| 15 | その他 | 13.06 | 3,500.0 | 457.1 |
| 合計 | | 100.00 | - | 3,429.7 |

出典：JICA 調査団作成

(3) 廃棄物処理単価

有害廃棄物処理業者における処理単価を以下に示す。

表8-10 廃棄物処理単価の一覧

| No. | 処理方法 | 単価 (VND/kg) | 備考 |
|--------|---|----------------|--|
| 1 | SONADEZI SERVICE JOINT STOCK COMPANY | | |
| 1.1 | 非有害廃棄物 | | |
| | 衛生埋め立て | 800 – 1,100 | 成分や性状、扱いやすさに応じて埋め立て前の前処理を行う。そのために廃棄物毎に単価は異なる。 |
| 1.2. | 有害廃棄物 | | |
| 1.2.1. | － 安全に埋設; － 固化後に安全に埋設; － 破碎、固化、安全に埋設 | 5,500 – 18,500 | 異なる製造プロセスの廃棄物の種類によってサンプルを分析して処理コスト算定のための基礎とする。 |
| 1.2.2. | 焼却 | 5,500 – 18,500 | |
| 1.2.3. | 物理化学生物学的方法 | 7,000 – 21,000 | |
| 2 | TIEN TAI CO. LTD. | | |
| 2.1. | 非有害廃棄物 | | |
| 2.1.1. | 衛生埋め立て | 3,500 | 非有害汚泥 |
| 2.1.2. | 焼却 | 6,000 | 可燃性廃棄物 |
| 2.2 | 有害廃棄物 | | |

| No. | 処理方法 | 単価 (VND/kg) | 備考 |
|--------|--|-----------------|---|
| 2.2.1. | 焼却 | 6,500 – 35,000 | 成分や性状に応じて単価は異なる。 |
| 2.2.2. | 固化後安全に埋設 | 9,000 – 35,000 | 成分や性状に応じて単価は異なる。 |
| 2.2.3. | ドラムや有害物質付着金属の洗浄 | 6,000 | |
| 2.2.4. | 物理化学的微生物学的処理 | 3,000 – 5,000 | 成分や性状に応じて単価は異なる。 |
| 3 | DAI LAM SON CO. LTD. | | |
| | 廃油リサイクル | 1,000 – 1,500 | 成分や性状に応じて単価は異なる。 |
| 4 | DONG NAI URBAN ENVIRONMENT SERVICES COMPANY LIMITED | | |
| 4.1 | 焼却 | | - 医療廃棄物を収集・処理できるグループのみ。 - 廃棄物発生源までの距離に応じて単価は異なる。 |
| 4.1.1. | 医療廃棄物 | 12,279 – 13,944 | |
| 4.1.2. | 医療廃棄物以外 | 30,399 – 32,063 | |
| 5 | HOLCIM VIETNAM CO. LTD. | | |
| 5.1 | セメントキルン | | 成分や性状に応じて適応技術が異なる。 |
| 5.1.1. | - 固形廃棄物 | ～6,000 | |
| 5.1.2. | - 液状廃棄物 | ～6,600 | |
| 6 | MOI TRUONG XANH VN JOINT STOCK COMPANY | | |
| 6.1. | 焼却 | 5,500 – 8,000 | 成分や性状に応じて単価は異なる。 |
| 6.2. | 化学及び物理処理 | 6,000 – 7,000 | |
| 6.3. | グリースのリサイクル | 3,000 – 4,000 | |
| 6.4. | 固化後安全に埋設 | 6,000 – 11,000 | |
| 7 | THANH LAP ENVIRONMENT PROCESSING TRADE CO., LTD. | | |
| 7.1. | 焼却 | 6,000 | |
| 7.2. | 固化後安全に埋設 | 3,000 | |
| 7.3. | ドラムや有害物質付着金属の洗浄 | 1,500 | |
| 7.4. | グリースのリサイクル | 1,500 | |
| 7.5. | 化学及び物理処理 | 1,000 | |
| 7.6. | 他の技術 | 5,000 | |
| 8 | SAO VIET ENVIRONMENTAL JOINT-STOCK COMPANY | | |
| 8.1. | 廃溶剤 | 2,000 | |
| 8.2. | 廃油、油性汚泥 | 2,000 | |
| 8.3. | 廃鉛蓄電池 | 4,000 | |
| 8.4. | 有害物質含有廃水 | 4,500 | |
| 8.5. | 引火性廃棄物 | 5,000 | |
| 8.6. | 汚泥 | 6,000 | |
| 8.7. | 廃蛍光灯 | 12,000 | |
| 9 | TUOI SANG ENVIRONMENTAL COMPANY LIMITED | | |
| 9.1. | 有害物質含有廃水 | 6,000 – 9,000 | |
| 9.2. | 廃電子機器 | 7,000 – 9,000 | |
| 9.3. | 有害汚泥 | 7,000 – 10,000 | |
| 9.4. | 有害物質含有吸着材 | 7,000 – 10,000 | |
| 9.5. | 有害廃棄物付着梱包材 | 8,000 – 10,000 | |
| 9.6. | 廃油 | 8,000 – 10,000 | |
| 9.7. | 塗料汚泥 | 8,000 – 10,000 | |
| 9.8. | 廃鉛蓄電池 | 8,000 – 12,000 | |
| 9.9. | 廃インク | 12,000 – 15,000 | |
| 9.10 | 廃蛍光灯 | 15,000–25,000 | |
| 10 | BINH PHUOC XANH ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY COMPANY LIMITED | | |

| No. | 処理方法 | 単価 (VND/kg) | 備考 |
|-----------|---|----------------|------------------|
| 10.1. | 有害廃棄物付着梱包材 | 5,000 | |
| 10.2. | 引火性廃棄物、高発熱量廃棄物 | 6,000 | |
| 10.3. | 廃耐火物 | 8,000 | |
| 10.4. | その他廃棄物 | 6,000 – 30,000 | 成分や性状に応じて単価は異なる。 |
| 11 | QUOC VIET ENVIRONMENTAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COMPANY LIMITED | | |
| 11.1. | 製造工程、メッキ、洗浄、金属表面処理から発生する廃棄物 | 1,500 – 2,000 | |

出典：JICA 調査団作成

8.3.3 産業廃棄物及び医療廃棄物の排出量の予測

ロンアン省及び周辺の市省における産業廃棄物の総排出量は 6,750.7 トン/日で、このうち、非有害産業廃棄物が 5,728.3 トン/日、有害産業廃棄物が 1,022.4 トン/日となっている。また、医療廃棄物の総排出量は 29.0 トン/日で、このうち、非有害医療廃棄物が 21.8 トン/日、有害医療廃棄物が 7.2 トン/日となっている。

表8-11 産業廃棄物及び医療廃棄物の発生量

[産業廃棄物]

単位： トン/日

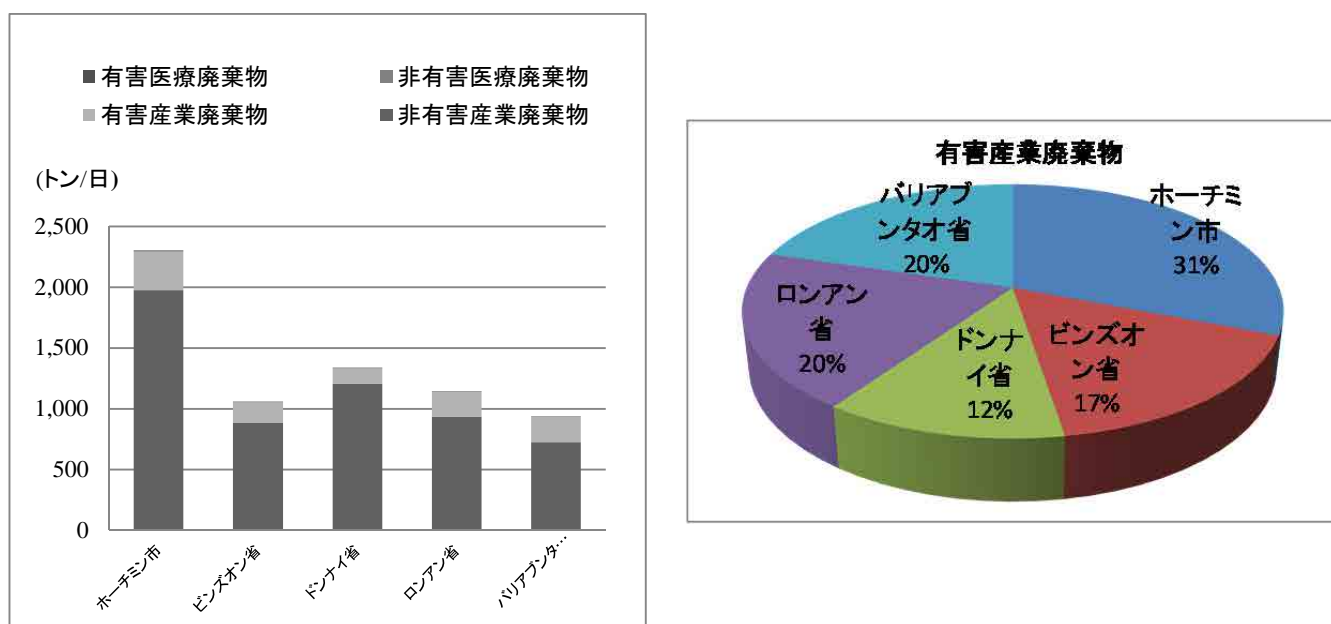
| 市/省 | 非有害 産業廃棄物 | 有害 産業廃棄物 | 合計 |
|----------|--------------|-------------|---------|
| ホーチミン市 | 1,976.0 | 316.0 | 2,292.0 |
| ビンズオン省 | 883.0 | 169.0 | 1,052.0 |
| ドンナイ省 | 1,206.0 | 125.0 | 1,331.0 |
| ロンアン省 | 937.0 | 204.0 | 1,141.0 |
| バリアブントオ省 | 726.3 | 208.4 | 934.7 |
| 合計 | 5,728.3 | 1,022.4 | 6,750.7 |

[医療廃棄物]

単位： トン/日

| 市/省 | 非有害 医療廃棄物 | 有害 医療廃棄物 | 合計 |
|----------|--------------|-------------|------|
| ホーチミン市 | 10.2 | 3.4 | 13.6 |
| ビンズオン省 | 4.7 | 1.2 | 5.9 |
| ドンナイ省 | 4.5 | 1.5 | 6.0 |
| ロンアン省 | 0.6 | 0.5 | 1.1 |
| バリアブントオ省 | 1.8 | 0.6 | 2.4 |
| 合計 | 21.8 | 7.2 | 29.0 |

出典：JICA 調査団作成



出典：JICA 調査団作成

図8-1 産業廃棄物及び医療廃棄物の発生量

ロンアン省及び周辺の市省における産業廃棄物及び医療廃棄物の排出量の推計に当たっては経済成長を考慮し、2020年における産業廃棄物及び医療廃棄物の総排出量は18,532.80トン/日と推測された。このうち、非有害廃棄物が15,116.0トン/日、有害廃棄物が3,416.8トン/日である。

産業廃棄物の総排出量は18,434.4トン/日で、このうち、非有害産業廃棄物が15,040.5トン/日、有害産業廃棄物が3,393.9トン/日となっている。また、医療廃棄物の総排出量は98.4トン/日で、このうち、非有害医療廃棄物が75.5トン/日、有害医療廃棄物が22.9トン/日となっている。産業廃棄物の33%に当たる6,092.0トン/日はホーチミン市から排出され、有害産業廃棄物の43%に当たる1,450.9トン/日がバリアブントオ省から排出されると推測されている。また、医療廃棄物の約半分に当たる46.1トン/日がホーチミン市から排出され、このうち、有害医療廃棄物は11.5トン/日と推測される。

<各省の参考データ>

- ・ビンズオン省：「ビンズオン省工業団地発展状況についての報告書」ビンズオン人民委員会、ベトナム環境総局作成、「ベトナム工業団地環境現状の報告書」2009年、ハノイ
- ・ドンナイ省：「環境戦略と2020年までの経済・社会発展計画報告書」
- ・ホーチミン市：「ホーチミン人民委員会2020年までの固形廃棄物処理計画と2030年のビジョン」
- ・ロンアン省：「2015年までのロンアン省環境マスタープランと2020年までのオリエンテーション」
- ・バリアブントオ省：「2025年までのバリアブントオ省の固形廃棄物管理計画と2030年までのビジョン」

・医療廃棄物：「建設省戦略資料」、1ベットあたりの廃棄物⇒2010年 2kg/日 2015年 2.2kg/日 2020年 2.5kg/日。有害医療廃棄物はそのうち 25%を占める。

ロンアン省及び周辺の市省における非有害廃棄物・有害廃棄物及び産業廃棄物・医療廃棄物の排出量の予測値を以下に示す。

表8-12 産業廃棄物及び医療廃棄物の排出量の予測値（2020）

単位： トン/日

| 市/省 | 非有害廃棄物 | | | 有害廃棄物 | | | 合計 |
|----------|-----------|-------|-----------|----------|-------|----------|-----------|
| | 産業廃棄物 | 医療廃棄物 | 計 | 産業廃棄物 | 医療廃棄物 | 計 | |
| ホーチミン市 | 5,184.00 | 34.6 | 5,218.60 | 908 | 11.5 | 919.5 | 6,138.10 |
| ビンズオン省 | 2,280.00 | 18.8 | 2,298.80 | 456 | 4.7 | 460.7 | 2,759.50 |
| ドンナイ省 | 2,845.90 | 8.6 | 2,854.50 | 273 | 2.7 | 275.7 | 3,130.20 |
| ロンアン省 | 1,405.50 | 8.2 | 1,413.70 | 306 | 2.7 | 308.7 | 1,722.40 |
| バリアブントア省 | 3,325.10 | 5.3 | 3,330.40 | 1,450.90 | 1.3 | 1452.2 | 4,782.60 |
| 合計 | 15,040.50 | 75.5 | 15,116.00 | 3,393.90 | 22.9 | 3,416.80 | 18,532.80 |

[産業廃棄物]

単位： トン/日

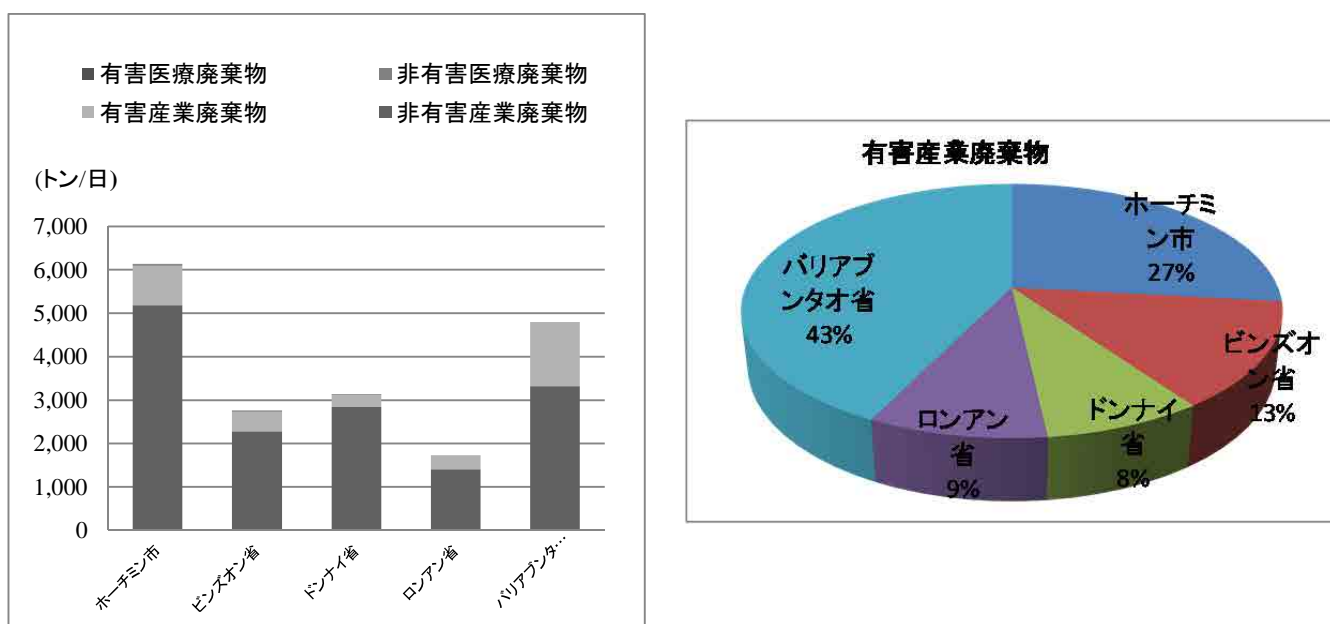
| 市/省 | 非有害 産業廃棄物 | 有害 産業廃棄物 | 合計 |
|----------|--------------|-------------|----------|
| ホーチミン市 | 5,184.0 | 908.0 | 6,092.0 |
| ビンズオン省 | 2,280.0 | 456.0 | 2,736.0 |
| ドンナイ省 | 2,845.9 | 273.0 | 3,118.9 |
| ロンアン省 | 1,405.5 | 306.0 | 1,711.5 |
| バリアブントア省 | 3,325.1 | 1,450.9 | 4,776.0 |
| 合計 | 15,040.5 | 3,393.9 | 18,434.4 |

[医療廃棄物]

単位： トン/日

| 市/省 | 非有害 医療廃棄物 | 有害 医療廃棄物 | 合計 |
|----------|--------------|-------------|------|
| ホーチミン市 | 34.6 | 11.5 | 46.1 |
| ビンズオン省 | 18.8 | 4.7 | 23.5 |
| ドンナイ省 | 8.6 | 2.7 | 11.3 |
| ロンアン省 | 8.2 | 2.7 | 10.9 |
| バリアブントア省 | 5.3 | 1.3 | 6.6 |
| 合計 | 75.5 | 22.9 | 98.4 |

出典：JICA 調査団作成



出典：JICA 調査団作成

図8-2 産業廃棄物及び医療廃棄物の発生量の予測値 (2020)

8.4 事業スコープ

(1) 事業概要

本事業は、ロンアン省 CanDuoc 地区の工業団地内に産業廃棄物焼却炉を建設して、ロンアン省及び周辺地区（ホーチミン市、ドンナイ省など）の工業団地や工場から排出される産業廃棄物を焼却処理する事業である。また、受注状況の安定化が見込まれてきた時点で、ツネイシカムテックス（株）が日本国で実績を有する灰の焼成処理プラントを建設し、焼却灰より人工砂を製造することで、建設・土木資材、タイル素材として活用する。発電については、廃油生成による重油を燃料とした蒸気の過熱により、発電効率を 27%まで高める事で、電力の売却益も見込むものとする。

タン・ダオ工業団地では他の工業団地との差別化を図るため、環境面にも配慮した工業団地を目指しており、本プロジェクト誘致に積極的である。

本事業の概要を以下に示す。

表8-13 事業内容の概要（案）

| 項目 | 内容 |
|-----------|---|
| 事業範囲 | <ul style="list-style-type: none"> 産業廃棄物・医療廃棄物の処理・処分 廃棄物発電 |
| 建設予定地（面積） | ロンアン省 タン・ダオ工業団地の一角（20ha.） |
| 建設期間 | 約 1 年 （弊社福山工場に過去導入した各種施設の建設期間参照） |
| 計画受入廃棄物 | <ul style="list-style-type: none"> 産業廃棄物（無害廃棄物である廃木材、廃プラ、廃紙、汚泥、廃油、廃ゴム、 |

| 項目 | 内容 |
|--------|--|
| | がれき類等の他有害含む) ・医療廃棄物 |
| 計画処理量 | 産業廃棄物：150 トン/日 |
| 計画売電量 | 自己消費電力予想に基づき推定中。 |
| 施設概要 | <p>【焼却処理施設】第一ステップ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・処理能力：150 トン/日 ・発電量：4MW <p>【灰焼成プラント】第二ステップ（第一ステップ後可否検討）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・処理対象物：燃え殻（主灰、飛灰） ・処理能力：最大 50 トン/日 <p>【蒸気・発電設備】第一ステップから導入</p> <ul style="list-style-type: none"> ・蒸気条件：蒸気 26 トン/時間,ボイラ出口 360℃圧力 30kg/cm² ・発電タービン：4MW <p>【最終処分場（焼却燃え殻ベースとする）】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・容量：10 年分（灰発生=5 万トン/年×20%=1 万トン/年） |
| 各施設の設備 | <p>① 第一ステップ</p> <p>焼却処理施設：受入設備、燃焼設備、通風設備、廃熱ボイラ、排ガス処理設備、煙突、生成灰は埋立処分</p> <p>② 第二ステップ</p> <p>灰焼成プラント：産廃受入設備、焼成設備、通風設備、排ガス処理設備、煙突</p> <p>生成人工砂は土木材料活用</p> <p>※第二ステップへの条件は、産業廃棄物及び一般廃棄物の処理によって排出される灰の集荷が安定的に確保可能と判断した場合。</p> |
| 事業期間 | 2016 年以降 |
| 事業体制 | <p>① 事業パートナーは別途検討</p> <p>② 出資パートナーも別途検討 ※現地企業が事業主となることも想定。</p> |

出典：JICA 調査団作成

<ロンアン省の役割とメリット>

ベトナムでの廃棄物埋立地のほとんどは単純埋立地やダンプの形態であり、衛生処理施設が設置されていないか、設置はされても運営に問題があるのが相当ある。また、適切な浸出水収集システムの不備で雨季に液状廃棄物の量が大幅に増加し、これは地下水の環境を破壊するなど、別の深刻な環境問題につながっている。産業固形廃棄物と有害廃棄物が特別な処理を経ずに無断投棄され、産業廃棄物のうち約 60%が家庭用廃棄物と収集および処理されるなどの報告もある。

ロンアン省への固形廃棄物調査（産廃）に先立つ表敬訪問をした際、ごみ処理は社会面で極めて重要な課題と認識していることを確認。日本から優れた環境技術を導入することに全面的に協力いただ

けることを書面（サポートレター）にて確認している。（添付資料参照）ロンアン省にとっても安心して産業廃棄物処理を任せられる仕組みを整備することが、日本企業を始、他国からの工場誘致にも繋がり、地域の環境問題の解決だけでなく、経済成長にも大きな役割をはたすと考えられる。

<タン・ダオ工業団地の役割メリット>

タン・ダオ工業団地では他の工業団地との差別化を図るため、環境面にも配慮した工業団地を目指している。不法処理を行う処理業者が横行するベトナム国において、進出している日系企業が罰金を払うことなく安心して産業廃棄物処理を任せられる仕組みが確立された工業団地となれば、裾野産業と呼ばれるメッキ、金型、鋳物といった産業の日本企業を誘致することが可能となり、結果として工業団地の競争力をあげることに繋がる。

タンダオ工業団地デベロッパーであるドンタム社 Mon 社長は、以前日本で廃棄物処理施設の見学をし、ベトナム国の廃棄物処理企業と違い非常にクリーン（臭気、排ガス等）であることを十分理解しており評価が高い。そのため本プロジェクト誘致に積極的であり、成功のために、各種許可の取得、住民との対話、インフラの整備、各省庁への働きかけなど積極的にご協力いただけることを約束頂いている。

<排出業者にとってのメリット>

環境関連インフラ整備の遅れや環境法体系の未整備、法処理を行う処理業者が横行、市民の環境意識の低さなど、進出した日系企業が日常の環境対策を実施するにあたっての多くの問題が存在する。企業は自主基準を策定して先進的な環境対策を自社で行うためのコストや、排出した廃棄物が適切に処理されないなどのリスクに対処しなくてはならない。本プロジェクトのように優れた日本基準の廃棄物処理とサービスを提供することで、排出企業が安心して経済活動を行うことができ、今後ベトナム進出を考える企業にとってもリスクの軽減になると考えられる。

(2) 収集・運搬計画

現段階での事業計画では、1日 150 トンの廃棄物の搬入を予定しているが、廃棄物は既存業者が取り扱い中である事より、既存の収集運搬業者とのアライアンスにより、外注化を行う。

現在想定している業者は以下の通りで、焼却・埋立等の施設を有しているが、有害物などを中心に焼却処理のニーズがあるため、下記中間処理業者による積み替え保管した廃棄物の持込を計画する。

| 収集・運搬業者 | 車両台数 |
|--|------|
| Sonadezi J/S Service Co. | 45 |
| Vietnam Waste Solution Co.Ltd, | 80 |
| HCM City Urban Environmental Company (Citenco) | 64 |
| Holcim Vietnam Cement Co. | 25 |
| Ha Loc Co.Ltd. | 31 |
| Vung Tau Urban Environment Service Co. | 37 |

8.5 導入技術の妥当性・適切性

日本で昭和 42 年より船舶廃油処理から事業をスタートし、固形焼却炉、熔融炉、液状焼却炉、中和処理設備などの日本有数の様々な処理能力とサービスを提供してきた経験と運営管理能力を最大限生かすため、弊社福山工場での技術実績のある能力 170 トン/日以下に設定した。投資額を抑えベトナムでの産廃処理実績、運営スタッフの教育などを行っていく上でも、巨大なプラントを建設するよりも初期投資リスクが低減できる。また、事業の財務分析で示す通り、この能力で算出した結果、本事業は、FCF ベースでの回収期間が 7 年となっており、十分採算点に達する事業である。

本事業の施設整備に必要な平均発熱量も日本での運用実績経験を基に、弊社福山工場での受け入れ基準から算出し 2,500～4,000 kcal/kg と設定した。この水準であれば、燃料の調整を行い温度、ガス管理の対応可能である。

8.6 設計条件

(1) 廃棄物に係る条件

1) 受入廃棄物量

受入廃棄物量：150 トン/日

日本での運用実績経験を最大限生かすため、弊社福山工場での技術実績のある能力 170 トン/日以下に設定した。

2) 廃棄物の性状

現状ベトナム国で産業廃棄物の組成調査を行っている報告は多くない。ビンズオン省における調査は、工業団地及び企業数が最も多く多岐にわたるほか、ビンズオン省は本事業の代表的な対象地域であることから、本データを代表的な数字とする。

調査結果から平均発熱量は 3,429.7 kcal/kg と計算された。（表 8-11 参照）

平均発熱量は焼却される産業廃棄物の発生源、発生時間、廃棄物の組成等、廃棄物の成分によって大きく異なる。このため、他事例も参考にして、本事業の施設整備に必要な平均発熱量は 2,500～4,000 kcal/kg と設定した。これは、日本での運用実績経験を基に、弊社福山工場での受け入れ基準から算出したもので、この水準であれば、燃料の調整を行い温度、ガス管理の対応可能である。

(2) 施設に係る条件

1) 主な設備

受入設備、燃焼設備、通風設備、廃熱ボイラー、排ガス処理設備、煙突

2) 稼働日数

330 日/年

3) 処理能力

キルン 3.5 トン/時間 + ストーカ 2.8 トン/時間

4) ボイラ蒸気条件

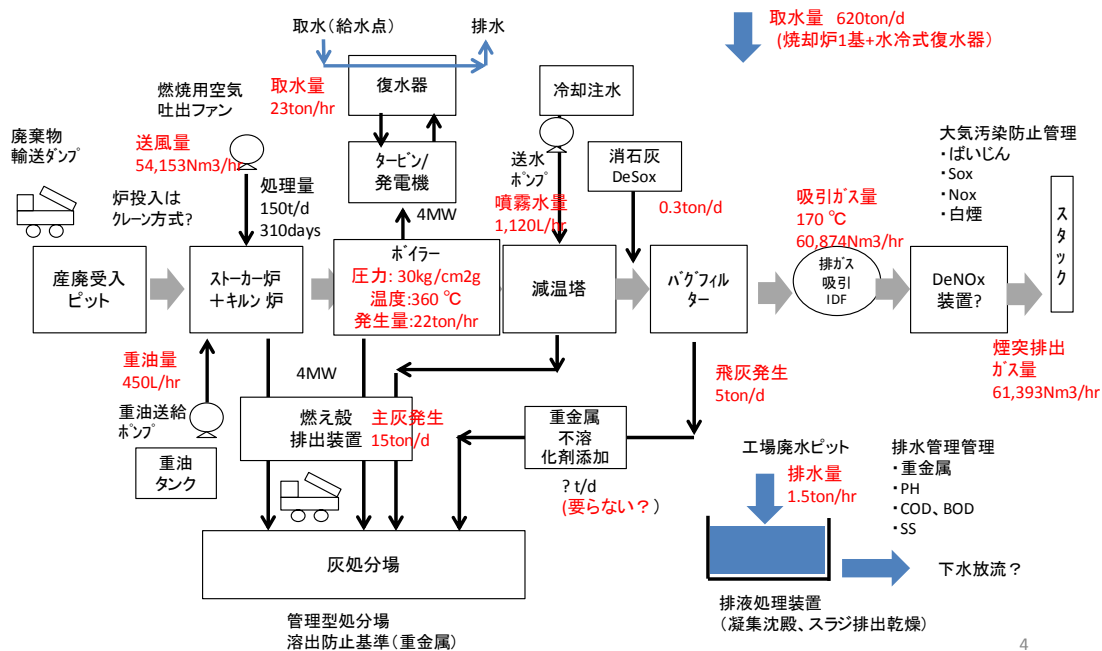
蒸気：26 トン/時間、出口：360℃、圧力：30kg/cm²

5) 焼却処理の基本システム

計画している焼却処理の基本システムを以下に示す。

ダンプ等で収集された産業廃棄物は、受入れピットで一時貯留した後、クレーンで供給設備に投入され、ロータリーキルン炉に供給される。ロータリーキルン炉では外部熱源（軽油を計画）及び産業廃棄物保有熱によって約 800℃の 1 次燃焼を行い、後段のストーカ炉では高温の 2 次燃焼を行う。発生した約 1,000℃以上の高温の排ガスはボイラーで熱交換されて高温高圧蒸気(22 トン/時間、360℃)となり、タービンで発電（4MW）を行う。その後、高温の排ガスは減温塔で水冷され、十分に温度が低下した後、脱硫剤添加後、集塵機で除塵清浄化されて煙突から排出される。なお、排ガス中の硫黄は消石灰で脱硫され硫黄分は CaSO₄(石膏)で回収する。排ガスは、煤塵濃度、硫黄酸化物などの汚染物質の排出基準を満足できるレベルまで低減して、放出する。

燃焼により発生した燃え殻と集塵機で捕捉された飛灰は、溶出防止剤を添加して安定化した後、灰保管場所へ運び、一時保管する。また、場内で発生した排水は排水処理装置に集水した後、排出基準（COD,BOD,重金属等）まで低減した後、放流する。



出典：JICA 調査団作成

図8-3 焼却処理の基本システム

(3) 基本仕様

現在、計画している焼却処理の基本仕様を以下に示す。

表8-14 施設の基本仕様(案)

| 項目 | 概要 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|---|-------|-------|-------|-----------|-------|-----------|-----|----|-------|-------|-------|-------|----|------|-------|-------|------|-----|-------|-------|-------|-------|------|----|-------|-------|-------|-------|----|------|------|------|------|----|------|------|------|------|----|-------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|-----|----------|-------|-------|-------|-------|----------|------|-------|-------|-------|-------|-------------------|-----|-----|-----|-----|
| 見積もり粗前提 | <p>①産業廃棄物（工業団地等の民間企業、医療機関より排出） 可燃性廃棄物、非可燃性廃棄物、医療廃棄物、有害廃棄物（日本基準みなし） 熱量 2,500～4,000 kcal/トン(dry)</p> <p>①処理能力 150 トン／日</p> <p>②発電装置 蒸気回収＋発電</p> <p>③燃え殻の処理 主灰は回収して処分場（新設）へ輸送。飛灰も飛散防止の上、処分場へ輸送保管する。 プラント敷地は 10ha で埋立処分場は 50 万 m3 を見込む。</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 廃棄物（推定） | <p>ホーチミン市ならびに近隣4省（ロンアン省、ドンナイ省、ビンズオン省、バリアブントウ省）において得た調査結果による。（以下は一旦仮定として置く。）</p> <p>①対象 産業廃棄物（いわゆる日本基準） 固形（紙木材、樹脂、プラスチック、繊維、汚染土壌、汚泥）、溶剤（廃油スラジ）、 廃重油、有害廃棄物（アスベスト、ダイオキシン、強廃酸、強アルカリ系）。 但し液体は対象外。</p> <p>②推定発熱量（ドライ換算） 2,500kcal/トン～4,000kcal/トン（要検討）</p> <p>③集荷可能量（推定） 150 トン×330 日＝49,500 トン/年</p> <p>④産廃の構成 可燃ごみ、不燃ごみ、破碎ごみ、軽量ごみ等 業種別（繊維、食品、化学、石油等）（要検討）</p> <p>⑤化学組成 水分、C、H、N、O、Cl、N、灰分、重金属（Pb、Se、Cr、Hg、As 等）、 灼熱残渣（要検討）</p> <div><table><caption>表2 各種ごみの組成分析結果</caption><div>単位:%</div><table><tr><th colspan="2">ごみ分類</th><th>可燃ごみ</th><th>不燃ごみ</th><th>その他ごみ</th><th>破碎ごみ(代表値)</th></tr><tr><td rowspan="3">三成分</td><td>水分</td><td>42.67</td><td>13.38</td><td>13.98</td><td>20.72</td></tr><tr><td>灰分</td><td>6.12</td><td>30.68</td><td>27.07</td><td>9.74</td></tr><tr><td>可燃分</td><td>51.20</td><td>55.94</td><td>58.96</td><td>69.54</td></tr><tr><td rowspan="6">組成分析</td><td>炭素</td><td>24.95</td><td>43.39</td><td>42.94</td><td>42.19</td></tr><tr><td>水素</td><td>3.60</td><td>6.09</td><td>6.56</td><td>5.56</td></tr><tr><td>窒素</td><td>0.29</td><td>0.16</td><td>0.33</td><td>1.97</td></tr><tr><td>酸素</td><td>22.24</td><td>5.16</td><td>6.72</td><td>15.92</td></tr><tr><td>燃焼性硫黄</td><td>0.04</td><td>0.53</td><td>0.53</td><td>2.19</td></tr><tr><td>揮発性塩素</td><td>0.10</td><td>0.61</td><td>1.88</td><td>1.71</td></tr><tr><td rowspan="2">発熱量</td><td>高位 kJ/kg</td><td>10127</td><td>21391</td><td>23119</td><td>18563</td></tr><tr><td>低位 kJ/kg</td><td>8242</td><td>19676</td><td>21285</td><td>16785</td></tr><tr><td>見掛け比重</td><td>kg/m³</td><td>130</td><td>207</td><td>105</td><td>127</td></tr></table></table></div> | ごみ分類 | | 可燃ごみ | 不燃ごみ | その他ごみ | 破碎ごみ(代表値) | 三成分 | 水分 | 42.67 | 13.38 | 13.98 | 20.72 | 灰分 | 6.12 | 30.68 | 27.07 | 9.74 | 可燃分 | 51.20 | 55.94 | 58.96 | 69.54 | 組成分析 | 炭素 | 24.95 | 43.39 | 42.94 | 42.19 | 水素 | 3.60 | 6.09 | 6.56 | 5.56 | 窒素 | 0.29 | 0.16 | 0.33 | 1.97 | 酸素 | 22.24 | 5.16 | 6.72 | 15.92 | 燃焼性硫黄 | 0.04 | 0.53 | 0.53 | 2.19 | 揮発性塩素 | 0.10 | 0.61 | 1.88 | 1.71 | 発熱量 | 高位 kJ/kg | 10127 | 21391 | 23119 | 18563 | 低位 kJ/kg | 8242 | 19676 | 21285 | 16785 | 見掛け比重 | kg/m ³ | 130 | 207 | 105 | 127 |
| ごみ分類 | | 可燃ごみ | 不燃ごみ | その他ごみ | 破碎ごみ(代表値) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 三成分 | 水分 | 42.67 | 13.38 | 13.98 | 20.72 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 灰分 | 6.12 | 30.68 | 27.07 | 9.74 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 可燃分 | 51.20 | 55.94 | 58.96 | 69.54 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 組成分析 | 炭素 | 24.95 | 43.39 | 42.94 | 42.19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 水素 | 3.60 | 6.09 | 6.56 | 5.56 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 窒素 | 0.29 | 0.16 | 0.33 | 1.97 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 酸素 | 22.24 | 5.16 | 6.72 | 15.92 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 燃焼性硫黄 | 0.04 | 0.53 | 0.53 | 2.19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 揮発性塩素 | 0.10 | 0.61 | 1.88 | 1.71 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 発熱量 | 高位 kJ/kg | 10127 | 21391 | 23119 | 18563 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 低位 kJ/kg | 8242 | 19676 | 21285 | 16785 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 見掛け比重 | kg/m ³ | 130 | 207 | 105 | 127 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| 項目 | 概要 |
|------|---|
| 設備諸元 | <p>1. 受入 設備</p> <p>①受入・供給施設 ピット・ヤード</p> <p>②供給クレーン (例 天井クレーン、掴み量、サイクルタイム能力設計)</p> <p>③剪断方式・破砕物移送設備</p> <p>④異物除去 (例 磁選、不燃物がれき類、金属くず選別)</p> <p>⑤保管施設 (危険物、試薬・スプレー等特殊廃棄物、廃プラ、危険物倉庫)</p> <p>⑥医療系保冷倉庫 前処理施設 (中和・混合等 分析施設)</p> <p>2. 焼却炉</p> <p>①焼却炉 能力 150 トン/日</p> <p>②炉形式 サプライヤーによる安価かつ能力を保証する形式の提案とする。 例 ストーカー炉、ロータリーキルン炉、ロータリーキルン炉+ストーカー炉 1次燃焼、2次燃焼の方式検討。</p> <p>3. 通風吸引装置</p> <p>①吸引ファン能力 発生ガス前提</p> <p>②燃焼用の押し込みファン 1, 2次燃焼 (炉形式により)</p> <p>③省電力制御 例 インバーター等</p> <p>4. 蒸気回収と発電 蒸気回収 (中圧蒸気を想定)</p> <p>5. 焼却炉の付帯設備</p> <p>①電気設備 (受電、電気室、計装)</p> <p>②運転操作室と DCS</p> <p>③原水タンクとボイラー純水製造装置 (例 1次: 砂ろ過等 2次: 膜処理等)</p> <p>④炉燃料供給装置 (重油受入タンクと輸送設備、薬剤タンクと輸送設備、脱硫剤タンクと供給装置 (例 NaOH、消石灰等))</p> <p>6. 排ガス清浄装置</p> <p>①燃焼ガス量推定</p> <p>②乾式除塵機 (バグフィルタ) 入りロガス速度</p> <p>③清浄ガス排出基準 含塵濃度、SO_x、NO_x 基準 ベトナム環境基準</p> <p>④脱硫装置、脱硝装置 (例 消石灰方式、触媒方式等)</p> <p>⑤捕集ダスト回収装置</p> <p>7. 排水処理</p> <p>①水処理施、排水処理設備</p> <p>②処理水条件及び排水基準 ・ベトナム環境基準</p> <p>③管理型処分場 50 万 m³ を一旦前提とする。 ・燃え殻 主灰発生の推定量は別途 ・飛灰 飛灰発生の推定量は別途</p> <p>8. 事務所、駐車場 トータル敷地面積 10ha</p> <p>9. 稼働時間 運転時間 24 時間/日 稼働日数 330 日/年</p> <p>10. 緊急対応 停電等非常時における設備損傷防止の非常用電源、放熱設備、計装電源用蓄電池、計装 Air 確保等)</p> |

8.7 施設概略設計

(1) 全体配置計画図

全体配置計画図を以下に示す。

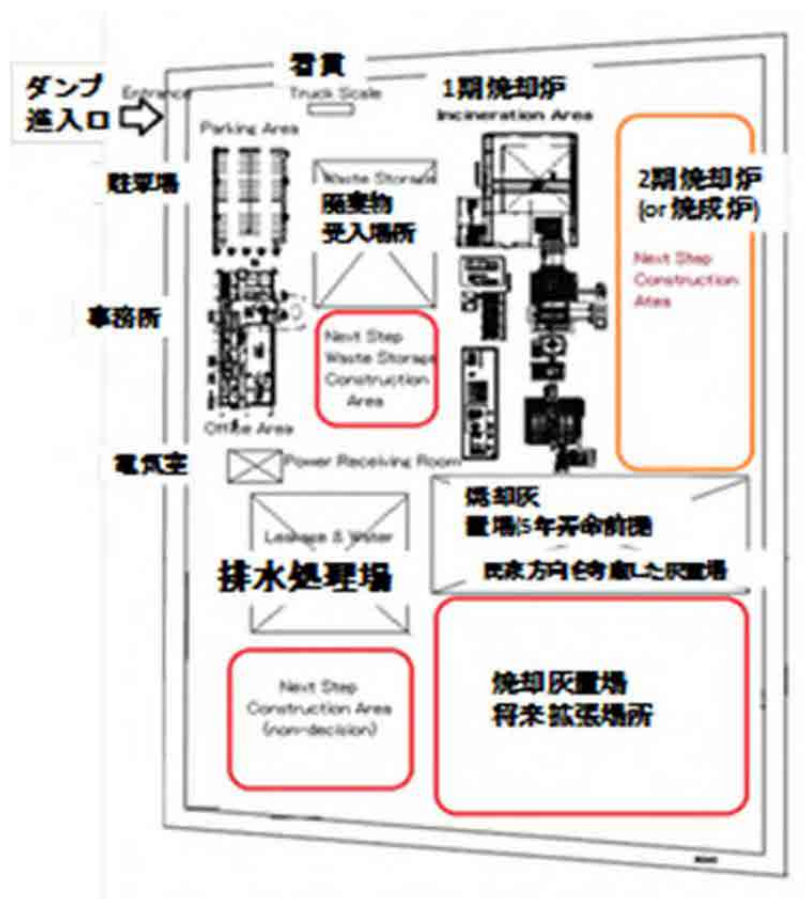


図8-4 全体配置計画図（案）

8-21

(3) 焼却処理フロー

焼却処理フローを以下に示す。

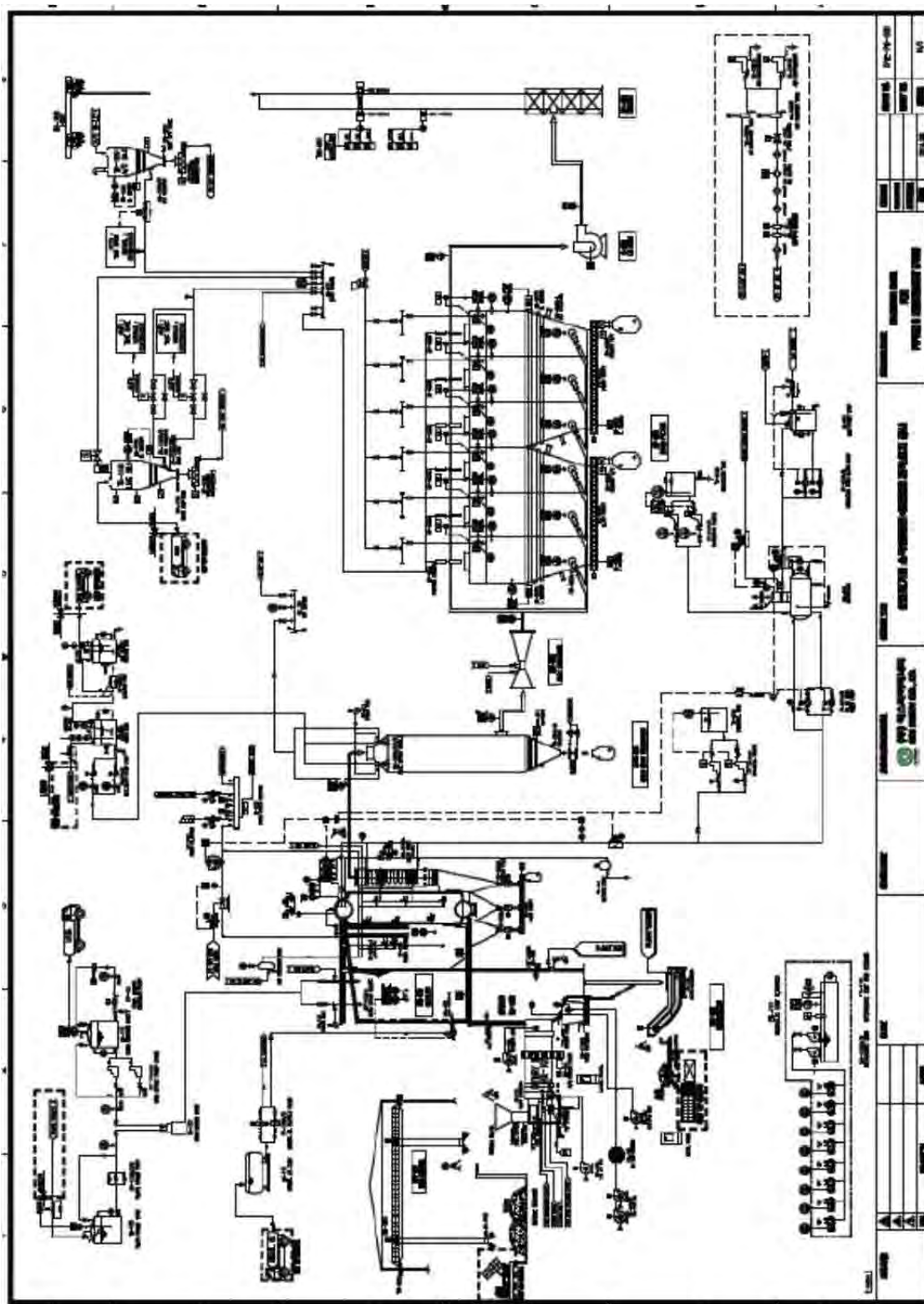


図8-6 焼却処理フロー図（案）

(4) 蒸気過熱設備

蒸気過熱設備のフロー及び基本仕様を以下に示す。

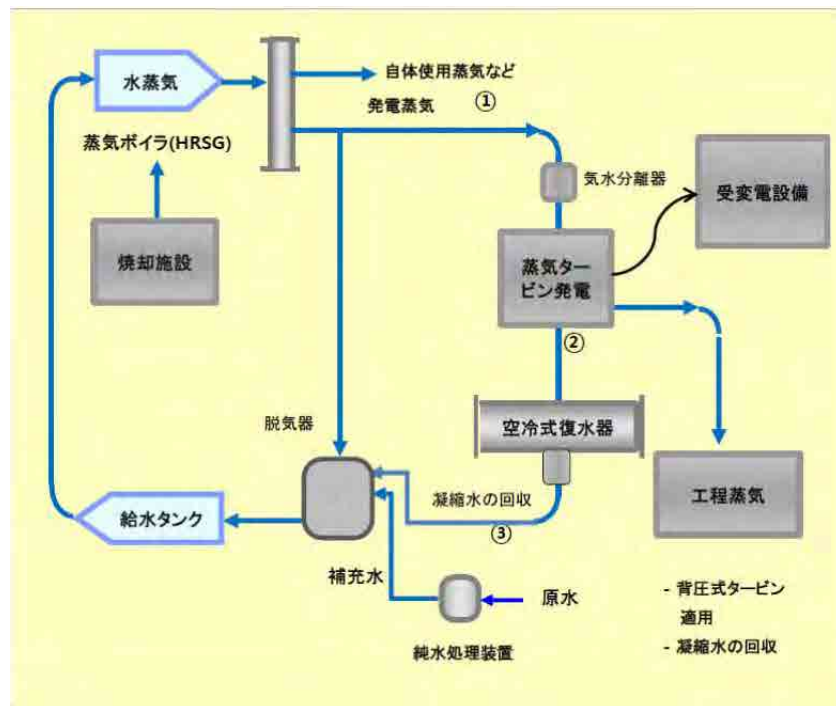


図8-7 蒸気過熱設備フロー図（案）

表8-15 蒸気過熱設備の基本仕様（案）

| 設備名 | 仕様 | 備考 |
|-----------------------|--|--------------------------|
| 蒸気タービン発電機セット(STG Set) | | |
| 蒸気タービン | 復水式タービン(4000kW, 4500kW) | |
| 発電機 | 同期発電機, 1800rpm, 6.6 kV | |
| Control Panel | GCP, VCB, NGR | |
| 主要設備 | | |
| 空冷式復水器 | "A" Frame, 1600 π kcal 真空圧 -0.83 kg/cm ² g = 0.2 ata | |
| 水冷式復水器 | Condenser + ejector system, 新空圧 -0.9 kg/cm ² g 冷却塔 3500 RT | 工程蒸気凝縮水の回収 工程蒸気凝縮水の回収 |
| 純水処理設備 | R/O(Two Pass), 5 ton/hr | 工程蒸気凝縮水の回収 |
| 受変電設備 | 高(低)圧遮断器盤、変圧器盤、MOF, T/R, CB など | |
| 監視制御設備 | HMI, PLC, PC & Monitor | |
| 諸工事 | | |
| 電気工事 | 発電機<=>パネル、現場主要設備2次電気 線路工事 22.9kV, 100m | |
| 配管工事 | 配管、保温、計器類 | |
| 設置工事 | タービン発電機、復水器、受変電設備、純水処理設備 | |
| 土木工事 | 諸設備の基礎 | |
| 建築工事 | 発電室 | |
| 設計および許認可 | | |
| | Engineering, 設計図書 | |
| | 発電事業の許可、使用前検査など | |

(5) 各設備の概要

各設備の概要を以下に示す。

表8-16 各設備の概要（案）

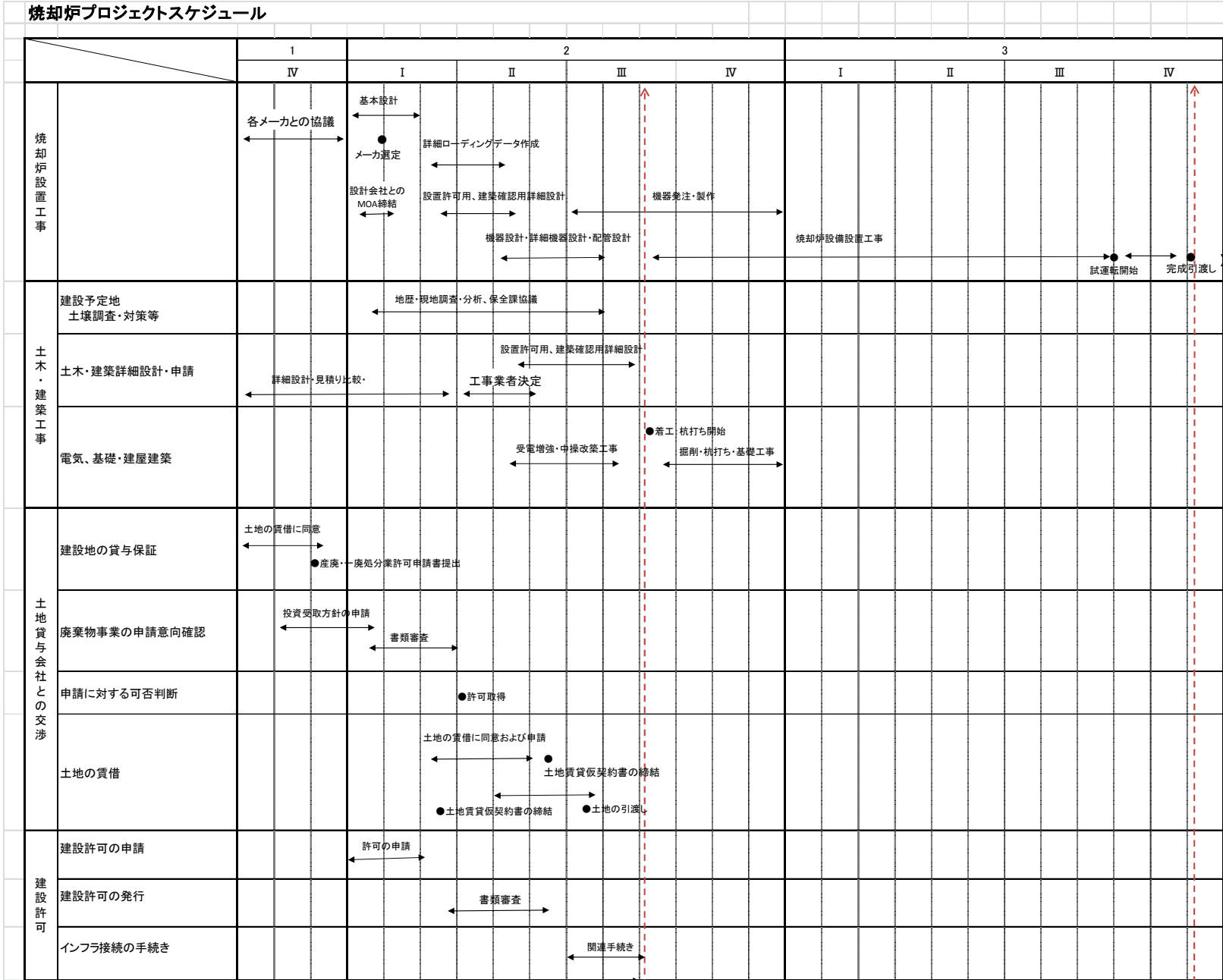
| 項目 | 設備名 | 仕様 | |
|---------|-------------------|--|-------------------------|
| | | 蒸気使用 | 発電含み |
| 廃棄物投入設備 | 破砕機 | 除外 | |
| | クレーン | オーバーヘッドクレーン, (バケット: 1.5 m ³), 1 Lot | |
| 焼却炉 | 形式 | ロータリーキルン + ストーカ | |
| | 容量 | 150 トン/日 (キルン 3.45 + ストーカ 2.8 トン/時) | |
| | 規格 | キルン: Ø3.5Mx10M | |
| | 低位発熱量 | 4,009 kcal/kg | |
| | ガス量 | | |
| | 燃焼室の容積 | | |
| | 火上面積 | | |
| | 2 次燃焼室への廃液投入 | | |
| | 燃焼用バーナー | 1 次 : 3,000,000 Kcal/h(Kiln) 2 次 : 4,500,000 Kcal/h(Stoker) | |
| | 使用燃料 | LNG | |
| ボイラ | 形式 (Water Tube) | W/T 2-Drum | |
| | 容量(Steam) | 28 トン/時間 | 26 トン/時間 |
| | ボイラ出口の温度 | 230 °C | 360 °C |
| | 設計圧力 | 25 Kg/cm ² . | 38 Kg/cm ² . |
| | 使用圧力 | 20 Kg/cm ² . | 30 Kg/cm ² . |
| | ボイラ効率 | | |
| | 過熱機(Super heater) | | 金額のみ適用(360°C) |
| | 脱気器(Deaerator) | 2Kg/cm ² (30 m ³ /時間) | |
| | 節炭器(Eco, 出口温度) | 214°C | |
| | 復水器(Condenser) | | |
| | 純水製造設備(R/O) | | |
| 燃焼カス設備 | 半乾式反応塔 | 1,813 m ³ /min(Ø5.1Mx16.4M), Nozzle : 4sets | |
| | バグフィルタ | バグフィルタ: 1,260EA (6 Chamber) | |
| | SNCR | 異類体ノズ(4sets) | |
| | 尿素水タンク | 20 m ³ (FRP) | |
| | 活性炭タンク | 5 m ³ | |
| | 消石灰タンク (液状) | 30 m ³ | |
| | Wet Scrubber | Dry Venturi Type | |

| 項目 | 設備名 | 仕様 | |
|----------|------------------|--|---------|
| | | 蒸気使用 | 発電含み |
| | 工程水タンク | 40 m ³ | |
| | 煙突(Stack) | Ø2Mx30M (SS400+Castable) | |
| | Hopper 再排出 C/V | Wet Apron Con'v (1 トン/時間, 2.2KW) | |
| 灰処理設備 | 再排出 C/V | Aperon Type (1 トン/時間, 3.75KW) | |
| | 再移送 C/V | Belt type (1 トン/時間, 1.5KW) | |
| | 磁力選別機 | 電動マグネチック | |
| | 飛灰の排出 C/V | Chain Type (5 トン/時間, 2.2KW) | |
| | | | |
| 燃料設備 | 燃料タンク | | |
| | 送りポンプ、配管 | | |
| 通風設備 | I.D FAN | 2,200A m ³ /min x 600mmAq (320KW) | |
| | F.D FAN(1 次) | 450A m ³ /min x 400mmAq (52.5KW) Kiln | |
| | F.D FAN(1-1 次) | 300A m ³ /min x 300mmAq (30KW) | |
| | F.D FAN(2 次) | 150A m ³ /min x 300mmAq (15KW) | |
| | F.D FAN(2-2 次) | 350A m ³ /min x 350mmAq (37.5KW) | |
| | Return FAN | | |
| | Kiln cooling FAN | 150A m ³ /min x 500mmAq (22KW) | |
| 付帯設備 | Air compressor | Screw(28.3 m ³ /min, 75KW) | |
| 廃水処理設備 | 廃水発生量 | | |
| | 貯蔵タンク容量 | | |
| 運転方法 | 電気室 | PLC + HMI | |
| 発電機 | 入/出口の圧力 | | Exclude |
| | 入/出口の蒸気温度 | | |
| | Generator | | |
| Scope 関連 | | *集塵機 By-pass poppet damper 適用 | |
| | | *2 次 Cable work 含み | |

8.8 施工計画

施工計画のタイムチャートを以下に示す。

表8-17 施工計画のタイムチャート



出典：JICA 調査団作成

ホーチミン近郊の土木会社（焼却灰処分場設計） -ENTEC 紹介-

1.CEE 社

1-1.SNREC(南部天然資源環境会社) の傘下の土木会社

1-2.所在地 Ho Chi Minh

1-3.実績 Dong Hoi Quang Binh(11ha),Quang Trach Quang Binh(3ha)

1-4.業務内容 土木調査、建設、保守

2. AIC (Advanced International Joint Stock Company)

1-1.SNREC(南部天然資源環境会社) の傘下の土木会社

1-2.所在地 Hanoi

1-3.実績 仮設処分場 Long Thanh Dong Nai(1.5ha), Long Khanh Dong Nai(5ha)

1-4.業務内容 土木調査、建設、保守

3. KBEC VINA

1-1.SNREC(南部天然資源環境会社) の傘下の土木会社. Korean own company

1-2.所在地 Ba Ria Vung Tao,Toc Tien

1-3.実績 Ba Ria Vung Tau(38ha) うち現在運営は 3ha で拡張中。

1-4.業務内容 土木調査、処分場運営、保守

8.9 事業費

(1) 施設整備費

上記の基本仕様をもとに得た焼却炉の見積を以下に示す。

また、各施設の整備費を以下の通りとする。

表8-18 焼却炉の見積比較（処理能力150トン/日）

| メーカー | 日本 | 韓国 | 中国 |
|---------------|--|---|--|
| | A 社 | SGE 社 | C 社 |
| 本社 | 石川県白山市 | 京畿道安養市 | 上海市 |
| 設立年度 | 1971年 | 2009年 | 1977年 (上海宝山鋼鐵総廠) |
| 資本金 | 9800万円 | — | 282,042万人民币元 450億円(16円/元) |
| 従業員 | 50名 | 48名 | 5000名 |
| 売上 | 92億円(2012年度) | 15億円 | — |
| 焼却炉実績 | 約100件 | 32件 | 0件 |
| 海外実績 その他特徴 | ①海外経験無し TKAMのバックアップ必要 ②日本語での会話可能 ③キルン無し | ①海外指向で実績も比較的多い ・ベトナムサムソング・ブリケット発 22MW ・フィリピン焼却炉 150 トン/日 ・インドネシア焼却炉 300 トン/日 ・スリランカ焼却炉 200 トン/日 | ①廃棄物焼却炉の実績無し ②製鉄関連の炉、セメント キルンの実績豊富 |

| メーカー | 日本 | 韓国 | 中国 |
|--------|---------------------------------|---|---------------------------|
| | A 社 | SGE 社 | C 社 |
| 焼却炉タイプ | ストーカー炉 4000kcal/kg | キルン+ストーカー炉 4000kcal/kg | キルン+ストーカー炉 3000kcal/kg |
| 見積金額 | ①単純蒸気回収：36 億円 ②発電：40 億円(3MW) | ①単純蒸気回収：9.4 億円 ②発電：9.9+3(将来発電) =13 億円 3 社で最安価 | ①発電：14.8 億円(3MW) |
| 見積範囲 | ①設備運搬費は別 (FOB) ②現地工事は別 | ①設備運搬費は別 (FOB) ②現地設置費用含む。土建別 | ①CIF ベトナムメイン港 ②現地土工事は別 |
| 評価 | △ (高い、海外経験無し) | ○ (安価、海外経験有り) | △ (焼却炉経験無し) |

出典：JICA 調査団作成

表8-19 各施設の整備費

| 施設名 | 整備費 | 備考 |
|---------------------|-------|---|
| 焼却処理施設（廃棄物発電付き） | 14 億円 | — |
| 水処理施設 | 2 億円 | — |
| その他設備（土木建屋、受変電設備など） | 3 億円 | — |
| 処分場 | 2 億円 | ①平均建設単価：1,000 円/トン ②焼却灰発生量： 年間処理量 5 万トン×20%=10,000 トン/年 ③建設費： 約 2 億円=10,000 トン/年×20 年間×1,000 円/トン |

出典：JICA 調査団作成

(2) 維持管理費

ツネイシカムテックスにおける実績より、以下の通りとする。

表8-20 維持管理費

| 項目 | 維持管理費 | 根拠 |
|-----|-----------|-----------------------|
| 人件費 | 113 百万円／年 | ローカル人件費単価は、日本の 25%と推定 |
| 燃料費 | 70 百万円／年 | 売上高の 10%と推定 |
| 電気代 | 7 百万円／年 | 売上高の 1%と推定 |
| 修繕料 | 60 百万円／年 | 設備投資額の 3%と推定 |
| 運賃 | 21 百万円／年 | 売上高の 3%と推定 |
| 販管費 | 70 百万円／年 | 売上高の 10%と推定 |

注 1：上記数値は、フル稼働を想定した数値

中 2：人件費については ADB（Asia Development Bank）と ILO（International Labor Org）の報告書を参考に算出

出典：JICA 調査団作成

第9章 PPP インフラ事業の事業性

9.1 事業リスク

(1) 事業に係るリスクの要約

想定されるリスクの一覧を以下に示す。

表9-1 想定されるリスクの一覧

| リスク種別 | | 具体的リスク | 対応方法（案） |
|----------------|--------------|--|---|
| 制度・政策 | 上位計画変更 | 当該計画の必要性や内容を決定する上位計画が変更される。 | 各種公的支援の活用等 |
| | 法令・税制変更 | 環境規制や基準値、通貨規制・外国送金等の法令や税制が変更される。 | |
| | 許認可の取得遅延や不可 | 事業遂行に必要な許認可の取得が遅れる、取得できない。 | |
| 経済環境 | 為替変動 | 為替が変動して日本企業にとっての収益を損なう。 | 「処理費への反映」、 「現地通貨借入れ部分の増加」、 「貿易保険の活用」等 |
| | 物価変動 | 物価が上昇または下降し、売上が減少あるいは費用が増加する。 | |
| | 資金調達不良・金利変動 | 資金調達できない。金利が上昇して資金調達コストが嵩む。 | |
| 社会・自然環境 | 学術的発見・自然破壊 | 学術的発見や自然破壊などが発見され事業が停止される。 | 大気や土壌への影響については要確認。周辺環境、用地の用途についても確認。 |
| | 反対運動/ゼネスト | 計画に反対するグループの活動やゼネストにより事業活動の制限。 | |
| | 用地取得 | 用地取得が計画どおりに進まず事業活動が制限される。 | |
| | 自然災害・天候不順・戦争 | 自然災害や天候不順、戦争などにより事業活動が制限される。 | |
| 顧客 | 需要変動 | 想定した需要量に達しない。 | 内外企業の移転・進出意向も十分調査。 相手国側の事業運営コスト変動要因を管理。 |
| | 資金回収・支払遅延 | 適正な支払いが行われない。 | |
| | 要求変更 | 当初の契約以上の仕様・品質水準を求められる。想定外のゴミの種類が出され計画以上のコストや設備不良が発生する。 | |
| 業務プロセス・オペレーション | 不適切な業務 | 不適切な調査・EPC・運営マネジメントにより、完工遅延、性能未達・瑕疵、設備劣化、労災などが発生する。 | 日本側で十分な管理体制・方法を検討した上で、現地の有力企業との共同で事業を進める。 |
| | 調達不良 | 仕入先や下請けの倒産などにより、必要な資材・業務を調達できない。 | |
| | 特許侵害・知的財産流出 | 日本企業が持つ知的財産やノウハウが流出する。 | |

出典：JICA 調査団作成

(2) 各リスクに対する対応策

1) 制度・政策

外国企業の工場進出は大型案件の減少は見られるものの中小規模の工場の進出は継続しており、かつ、事業内容も「組立事業」から「原材料をベトナムに求める製造業」に変わってきている。そのため固形廃棄物の排出量は増大しており、ベトナム当局の廃棄物を適正処理する基本方針に変わりはない。今後の経済発展に伴いますます需要が高まるものと思われる。ただし、急な政策転換もありうるので、ツネイシカムテックスとしては現地駐在員事務所を活用し JICA の現地事務所、各地人民委員会そして MPI や環境省との連絡を密にとることにより制度・政策の変更に対応していく。

なお、いわゆる新 PPP 法が制定された点については、当初より PPP 法での事業は想定していないが、「固形廃棄物焼却事業」は PPP 法のなかでも対象案件として含まれており、また「特別優遇税」の適用といった国の支援を求める可能性もあることから、新 PPP 法の「運用規定」の発行には今後とも注意しながら進める。

2) 経済環境

今年 2015 年は「アセアン統合が実施される初年度物にあたる。このため経済状況の変化とくに消費者物価指数、労働賃金、為替事情、外貨事情などについては注力していく。

3) 社会・自然環境

狭い国土のため固形産業廃棄物なかでも有害廃棄物の処理場の確保は容易ではない。ベトナム側担当部局と協調しながら立地については慎重に選択する。

4) 顧客

顧客についてはすでに把握しており、事業性の課題は焼却費用をどれだけ押さえ込み競争力を持ちながらどれだけ多くの顧客を取り込めるかにかかっている。焼却プラントのコストと運営費用の適正な設定に努力する。

5) 業務プロセス・オペレーション

日本での経験を現地雇用のベトナム人にスムーズに技術移転することが事業成功の鍵を握る。

ベトナム人スタッフの日本での現場教育も含めて出来るだけ早い技術移転を検討する。

9.2 事業の財務分析

本事業の財務分析の結果を以下に示す。算出の結果、本事業は、FCF ベースでの回収期間が 8 年となっており、十分採算点に達する事業である。

また、資金面で、70%借入金による資金調達、30%の出資を見込んでおり、今後パートナーの選定と併せ、出資に関する交渉を行う予定である。

「ベトナム国ホーチミン市近隣における産業廃棄物の焼却・焼成処理処理及びリサイクル事業」事業計画書（一次推計）

【前提】

- 設備稼働率
 - ・1年目70%
 - ・以後、年10%ずつ増加(4年目より100%稼働)
- 労務費(人件費)
 - ・弊社(ツネイシカムテックス)実績値から設備規模を加味し推定
 - ・ベトナムの人件費単価は日本の25%と推定)
- 燃料費
 - ・売上高の10%
 - ・弊社グループ実績値より推定
- 電力費
 - ・売上高の1%
 - ・弊社実績値(売上高の2.7%)に日越の単価差(30%)乗じて推計

- 運賃
 - ・売上高の3%
 - ・弊社実績値(売上高の10%)に日越の単価差(30%)を乗じて推定
- 支払利息
 - ・借入金14億円(現地通貨建て)
 - ・年利15%
 - ・10年返済
- 法人税
 - ・環境事業優遇税率10%
- 処理単価、処理量
 - ・現地におけるヒアリングから推計

本計画はこれまでの調査結果を下にした暫定的な結果であり、FSを通じての掘り下げが必要

【リスク要因(今後特に掘り下げる必要のある事項)】

- 初期投資
 - ・現地調達によってコストの低減は可能であるか
 - ・あるいは上ぶれがありうるか
- 処理単価、処理量(設備稼働率)
 - ・優良なアライアンス先(運搬事業者、現地既存廃棄物事業者)を獲得できるかどうかによって、処理量は大きく異なる。
 - ・地域および排出元企業の動向によって処理単価は大きく異なる。
- 人件費
 - ・地域によって人件費は大きく異なる(全般的に上昇傾向)。
 - ・費用面はもちろん、優秀な技術者(とりわけ管理職)を現地で採用できるかどうか。
- 運賃
 - ・費用面はもちろん優良なアライアンス先(運搬事業者)を獲得できるかどうかは、処理量にも大きく異なる。

【結果概要】

- 投資回収期間(FCFベース):8年
- IRR(内部収益率):4.7%(事業期間10年)、10.2%(事業期間15年)

| 初期投資 | 投資額 | 概要 |
|---------------|-------|----------------------------|
| 固形物焼却炉および付随設備 | 1,430 | 処理量:150t/日、5万1/年(330日稼働) |
| 排水処理設備建屋等 | 220 | |
| 発電設備 | 330 | 10,000kwh 設備@3万/kwh |
| 最終処分場および付随設備 | 220 | 250,000m ³ ・管理型 |
| 関連費用 | 1,120 | 用地取得料1.1億円他 |
| 合計 | 3,320 | |

| キャッシュインフロー | 1年目 | 2年目 | 3年目 | 4年目 | 5年目 | 6年目 | 7年目 | 8年目 | 9年目 | 10年目 | 11年目 | 12年目 | 13年目 | 14年目 | 15年目 |
|---------------|--------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 固形物処理売上高 | 700 | 800 | 900 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| 固形物受注単価(円/t) | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 |
| 固形物処理量(t) | 35,000 | 40,000 | 45,000 | 50,000 | 50,000 | 50,000 | 50,000 | 50,000 | 50,000 | 50,000 | 50,000 | 50,000 | 50,000 | 50,000 | 50,000 |
| 売電売上高 | 28 | 32 | 36 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| 売電単価(円/kwh) | 10.05セント=1.1円 | | | | | | | | | | | | | | |
| 売電量(kwh) | 500kwh x 24h x 300 = 3,600,000 kwh/Y | 2,520,000 | 2,880,000 | 3,240,000 | 3,600,000 | 3,600,000 | 3,600,000 | 3,600,000 | 3,600,000 | 3,600,000 | 3,600,000 | 3,600,000 | 3,600,000 | 3,600,000 | 3,600,000 |
| 再生物売上高 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 再生物受注単価(円/t) | | | | | | | | | | | | | | | |
| 再生物販売量(t) | | | | | | | | | | | | | | | |
| 合計 | 728 | 832 | 936 | 1,040 | 1,040 | 1,040 | 1,040 | 1,040 | 1,040 | 1,040 | 1,040 | 1,040 | 1,040 | 1,040 | 1,040 |
| キャッシュアウトフロー | 1年目 | 2年目 | 3年目 | 4年目 | 5年目 | 6年目 | 7年目 | 8年目 | 9年目 | 10年目 | 11年目 | 12年目 | 13年目 | 14年目 | 15年目 |
| 人件費 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 |
| 燃料費 | 70 | 80 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 電気代 | 7 | 8 | 9 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 設備維持・修繕費 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| 用地賃借料 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 販売諸費用(外注・運賃) | 21 | 24 | 27 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| その他管理費 | 70 | 80 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 支払利息 | 210 | 189 | 168 | 147 | 126 | 105 | 84 | 63 | 42 | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 合計 | 551 | 554 | 557 | 560 | 539 | 518 | 497 | 476 | 455 | 434 | 413 | 413 | 413 | 413 | 413 |
| 税引前償却前利益 | 177 | 278 | 379 | 480 | 501 | 522 | 543 | 564 | 585 | 606 | 627 | 627 | 627 | 627 | 627 |
| 減価償却費 | -221 | -221 | -221 | -221 | -221 | -221 | -221 | -221 | -221 | -221 | -221 | -221 | -221 | -221 | -221 |
| 税引前償却後利益 | -45 | 56 | 157 | 258 | 279 | 300 | 321 | 342 | 363 | 384 | 405 | 405 | 405 | 405 | 405 |
| 法人税 | 0 | -6 | -16 | -26 | -28 | -30 | -32 | -34 | -36 | -38 | -41 | -41 | -41 | -41 | -41 |
| 税引後償却前利益(FCF) | 177 | 272 | 363 | 454 | 473 | 492 | 510 | 529 | 548 | 567 | 586 | 586 | 586 | 586 | 586 |

| | | |
|--------|-------|------|
| IRR10年 | 4.7% | 自動計算 |
| IRR15年 | 10.2% | 自動計算 |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 投資およびFCF | -3,320 | 177 | 272 | 363 | 454 | 473 | 492 | 510 | 529 | 548 | 567 | 586 | 586 | 586 | 586 |
|----------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

表9-2 財務分析結果

9.3 事業の経済分析

(1) 分析の前提

本事業は、工業団地や工場から発生する産業廃棄物の焼却処理能力を増強し、地域の衛生改善並びに環境の保全を図るものである。また、焼却処理の過程で発生する排熱を利用して発電を行うとともに、自施設内消費後の余剰電力を売電する。

(2) 経済効果

1) 環境改善効果

事業対象区域のホーチミン市及び4省はいずれもベトナム、就中南部における経済発展戦略上重要な地域であり、近年の経済発展は目覚ましいものがある。このため、事業対象区域全域における産業廃棄物の総発生量は、非有害廃棄物（産廃＋医療廃棄物）が15,116トン/日、有害廃棄物（産廃＋医療廃棄物）が3,417トン/日（いずれも2020年、JICA調査団推計）になるものと推計されている。その一方で、事業対象区域内で産廃を適切に処理できる業者も焼却施設も少なく、このため、不法投棄や分別されずに一般廃棄物と一緒に埋め立てられるなど、増加する産廃処理が追いついていない状況である。

こうした状況の下、日本の環境プラントメーカーの提案に基づく焼却処理能力をもった焼却施設によって産廃を安全かつ衛生的に処理することは、現行の埋立方式（オープンダンピング）によって生じる埋立地周辺の負荷を軽減することに繋がる。

2) 発電効果 (Waste To Energy)

ベトナムでは、再生可能エネルギー由来の電力普及は、埋立地でのメタンガス回収発電が一部地域で行われているだけで、本格的な廃棄物発電（WTE）についての事例はなく、今後の調整事項となっている。

その一方で、事業対象区域内では経済の発展成長に伴う電力需要の増加に対し供給が追いついていない状況である。このため、将来、WTEによる電力の優遇買い取りが具体化することも想定される。こうした状況において高カロリーの可燃性廃棄物を焼却処理するプロセスで発生する排熱を用い発電し、自施設内で消費後余剰電力をEVNに売電することは発電電力量の純増分及び資源保全効果として評価することができる。

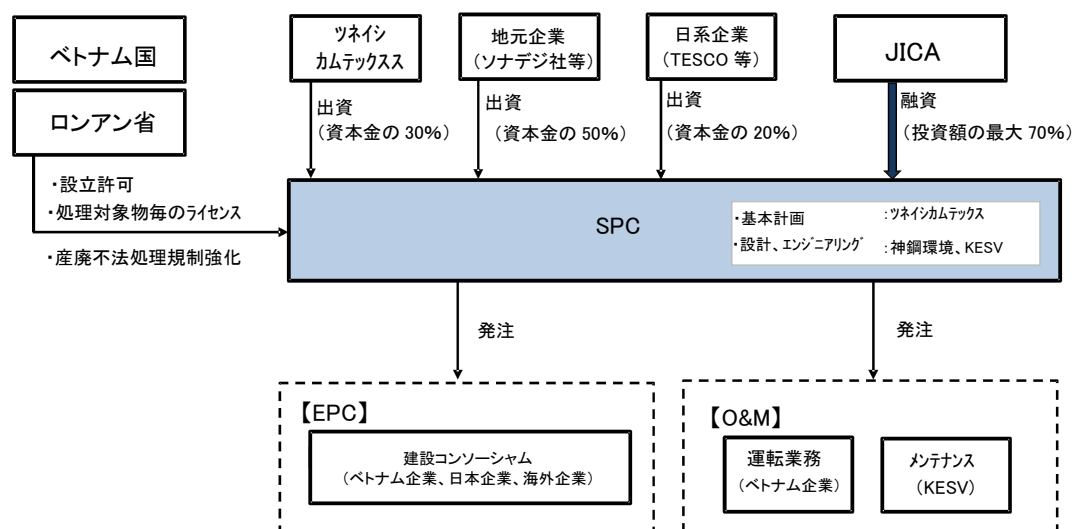
第 10 章 事業実施計画

10.1 事業実施体制

本事業における実施体制を以下に示す。

地元企業に関しては、出資だけでなく運営・維持管理の委託が可能な企業として、現在、廃棄物の収集・運搬もしくは処理・処分の事業を実施している企業（ソナデジ(Sonadezi Service Joint Stock Company)、都市環境公社(Ho Chi Minh City Urban Environment Service Company Limited: CITENCO)、ベトナムウエストソリューション(Vietnam Waste Solution: VWS)、ホルシムベトナム(Holcim Vietnam)、ビンズオン省水供給下水環境公社(Binh Duong Water Supply Sewerage Environment Co.,Ltd: BIWASE)) とする。

日系企業に関しては、一般・産廃処理を行っている企業、もしくは環境関連のエンジニアリング企業（TESCO、クリーンテック、出光エンジニアリング）とする。



出典：JICA 調査団作成

図10-1 産業廃棄物処理事業の事業体制

10.2 事業実施スケジュール

本事業は、2016 年までに施設設計を終え、2016 年後半から施設建設を行って、2018 年から事業を開始する計画である。

| 暦年 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018～2042 |
|-------------|------|------|------|-----------|
| (1) FS | | | | |
| (2) 設計 | | | | |
| (3) 建設 | | | | |
| (4) 運営・維持管理 | | | | |

出典：JICA 調査団作成

図10-2 事業実施スケジュール

10.3 運営・維持管理体制

運営・維持管理は、現地パートナーに委託することを基本とし、日本側より、運営・維持管理をサポートする要員 2～3 名を常時派遣する。

表10-1 現地パートナーの概要

現地パートナーの候補会社

| | 会社概要 | 当プロジェクト関心度 |
|---------------------------|---|---|
| ソナデジ | ドンナイ省のBien Hoaなど工業団地デベロッパー(7団地)。国営から民間企業へ移行。多角事業で環境廃棄物処理はその一部。 過去に排水流出の環境事故で罰則を受けている。 | 既に有害廃棄物ライセンス保有。10t/d焼却炉の運転実施中で24t新炉計画あり。日間集荷量105t(無害一般100t)。工業団地に55社入居(日系は富士通、日本ペイント等)前回打合では事業提携に前向き。但しトップの意向を確認要。 |
| CITENCO | ホーチン都市環境公社。民営化計画有り。集荷力が高く一般都市ゴミ7000～8000t/d有害30t/d(医療系半分)。 | 28t焼却炉をHoc Mon地区に保有。2015年3月に35t新炉(アメリカ製)を稼働予定。大量の都市ゴミはホーチン市CuChi埋立処分。以前から本プロジェクトに関心を寄せてきた。 |
| VWS (ベトナムウエイストソリューション) | 社長デビッド氏(USA帰化のベトナム人)率いるホーチン市最大の都市ゴミ処理会社。CITENCOとは競合する関係の様相。 | 現在は都市ゴミの埋立事業のみだが将来性を考え焼却に事業に強い関心あり。2014年11月初回ミーティングでは焼却運転、発電、廃油処理に関するカムテックス技術に大きな関心を寄せた。特に廃棄物発電(コスト、効率)では熱心に質問。 |
| ホルシム ベトナム | 大々的な産廃(有害主力)をセメント工場(南部ホーチン)で年間3万tをセメント処理。カライ港に集積処理場を有しバージで大量輸送。廃棄物処理はジオサイクル社が運営。 | 産廃処理という観点ではカムテックス事業と競合する関係。セメント焼却を既に事業化しており集荷部分のみの連携は難しいとも推定される。情報連携しつつビジネスチャンスを伺う。 |
| BIWASE | ビンズン省上下水道&環境公社。一廃・産廃とも取扱いしておりベトナム南部では大きな廃棄物処理会社。 | 既に有害廃棄物ライセンス所有。100t/d焼却炉の運転実施中で同じ能力の2号炉を製造中。現在ベトナム南部では最大能力の焼却炉。集荷量1200t/d(有害100t/d)。2012年に500t/d炉を建設し一廃・産廃の焼却計画があったが経済性に乏しく中断。Lui副社長はカムテックスの焼却炉計画に関心を寄せている。 |

【会社の沿革、業務内容】

| 社名 | 会社の沿革 | 業務内容 |
|------------------------|--|---|
| ソナデジ | 親会社であるソナデジ総会社は、1990年にドンナイ省が出資し、ビエンホア工業団地開発会社としてスタート。2003年に株式会社となり、ロンタンソナデジ会社、後に現在のソナデジ総会社となる。ドンナイ省が出資し設立された企業であるため、現在も省との関係はとても強い。 *2005年に子会社であるソナデジサービス会社(廃棄物処理会社)が作られ、ソナデジ総会社に属する22社の内の1社となる。 | ・工業団地関連事業 ・家庭用・工業用の排水処理 ・ごみの収集・運搬・処理 ・環境・資源コンサルティングサービス ・オフィス管理サービス ・広告・マーケティングサービス ・レストラン・ホテル・観光業の経営 ・旅行車・オフィス賃貸 ・実験分析事業 |
| BIWASE | ベトナムが統一された1975年に「給水と都市工事組合」としてスタート。1991年に公社となり、1997年から「ビンズン省給水・排水企業」となる。2005年から環境関連の事業も追加され、「ビンズン省給水・排水・環境有限会社」になった。略名はBIWASE。ビンズン省の最大公社である。 | ・給水やボトルウォーター、氷製造等の給水関連の事業 ・排水設備の建設、運営管理 ・各種廃棄物の収集・運搬・処理(都市ゴミ、産業廃棄物・有害廃棄物等) ・コンポスト肥料の生産 ・水道工事、建設、修理 ・給水・排水関連の部品、ゴミからのリサイクル商品等の販売・環境関連の事業にコンサルティング・設計・建設等 |
| VIETNAM WASTE SOLUTION | 1998年7月15日設立。アメリカにあるカリフォルニアウエストソリューション会社からの100%出資。ベトナムにおいて、初の都市ゴミ処理事業を行う民間企業。ベトナム政府、ロンアン省との関係も良好。 | *都市ゴミの収集運搬・処理 *廃棄物をコンポスト肥料に再生 *Da Phuoc複合廃棄物処理場の設計・建設・運営 |

出典：JICA 調査団作成

第 11 章 産業廃棄物処理事業整備に係る環境社会配慮

11.1 計画地の社会及び自然状況

(1) ロンアン省の気候

1) 気温

ロンアン省には、タンアン市及びモックホア県に観測点が設置されている。ロンアン省の気候的な特徴及び 2004 年から 2008 年における観測点の月平均気温を以下に示す。

【気候的な特徴】

- ・ タンアン市観測点の年間平均気温 : 26.34℃ (2004 - 2008)
- ・ モックホア県観測点の年間平均気温 : 27.27℃ (2004 - 2008)
- ・ 年平均気温変化 : 23.96℃ - 28.20℃
- ・ 月最高気温及び月最低気温の気温差 : 3.4 - 5.1℃
- ・ 最低気温 : 12 月もしくは 1 月 最高気温 : 4 月もしくは 5 月

表11-1 月平均気温 (2004 - 2008)

| 観測点 | 月平均気温 (°C) | | | | | | | | | | | |
|--------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 月 | 2 月 | 3 月 | 4 月 | 5 月 | 6 月 | 7 月 | 8 月 | 9 月 | 10 月 | 11 月 | 12 月 |
| タンアン市 | 24.74 | 24.80 | 26.36 | 28.20 | 27.70 | 27.18 | 26.54 | 26.48 | 26.42 | 26.50 | 26.20 | 25.04 |
| モックホア県 | 23.96 | 26.22 | 27.58 | 29.02 | 28.50 | 27.78 | 27.22 | 27.52 | 27.88 | 27.84 | 27.48 | 26.28 |

出典 : 2006 - 2010 ロンアン省 DONRE 報告書

2) 降水量

5 月から 11 月の雨季の降水量は 1,407 - 1,502mm であり、年間降水量の 90.8 - 91.3%を占めている。乾季は降水量が大きく減少することから、流水量及び地下水レベルが低下する。

表11-2 月平均降水量 (2004 - 2008)

| 観測点 | 月平均降水量 (mm) | | | | | | | | | | | |
|--------|-------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| | 1 月 | 2 月 | 3 月 | 4 月 | 5 月 | 6 月 | 7 月 | 8 月 | 9 月 | 10 月 | 11 月 | 12 月 |
| タンアン市 | 17.02 | 16.04 | 11.70 | 55.34 | 229.24 | 164.10 | 213.36 | 186.70 | 259.82 | 242.74 | 111.12 | 43.86 |
| モックホア県 | 11.36 | 2.66 | 16.48 | 56.44 | 90.86 | 206.54 | 209.36 | 200.82 | 294.46 | 349.24 | 150.40 | 55.26 |

出典 : 2006 - 2010 ロンアン省 DONRE 報告書

3) 湿度

湿度は降水量や季節によって変化する。ロンアン省の平均湿度は 79.4%から 88.5%であり、最高湿度は雨季の 92%、最低湿度は乾季の 73%である。

【湿度に関する特徴】

- ・ タンアン市観測点の年間平均湿度（2004 - 2008） : 87.85%
- ・ モックホア県観測点の年間平均湿度（2004 - 2008） : 81.00%

表11-3 月平均湿度（2004 - 2008）

| 観測点 | 月平均湿度(%) | | | | | | | | | | | |
|--------|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 月 | 2 月 | 3 月 | 4 月 | 5 月 | 6 月 | 7 月 | 8 月 | 9 月 | 10 月 | 11 月 | 12 月 |
| タンアン市 | 86.4 | 86.6 | 83.2 | 81.2 | 86.8 | 89.6 | 90.2 | 91.0 | 91.2 | 90.0 | 87.4 | 86.8 |
| モックホア県 | 77.6 | 78.6 | 77.6 | 76.8 | 82.8 | 84.2 | 85.4 | 84.2 | 83.0 | 81.4 | 79.2 | 77.0 |

出典：2006 - 2010 ロンアン省 DONRE 報告書

4) 日照量

ロンアン省の日照時間は年間 2,337 - 2,515 時間である。

表11-4 月平均日照量（2004 - 2008）

| 観測点 | 月平均日照量（時間） | | | | | | | | | | | |
|--------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 1 月 | 2 月 | 3 月 | 4 月 | 5 月 | 6 月 | 7 月 | 8 月 | 9 月 | 10 月 | 11 月 | 12 月 |
| タンアン市 | 213.16 | 229.52 | 251.62 | 232.04 | 201.34 | 174.12 | 149.30 | 172.86 | 160.86 | 174.48 | 198.24 | 180.06 |
| モックホア県 | 234.60 | 239.60 | 251.36 | 231.10 | 222.40 | 192.16 | 145.28 | 181.06 | 177.34 | 205.04 | 215.74 | 219.24 |

出典：2006 - 2010 ロンアン省 DONRE 報告書

(2) ロンアン省の社会環境

1) 農業

2014 年、農業振興局はカンデュオック地区の農業生産性の向上に向けて訓練、教育セミナーを開催した。この地区の農業地の面積は 1,066 ヘクタールで農業生産量は 4,797 トンであり、そのうち 10 ヘクタールのテュクラシア地区は 420 トンと際立っていてメロン、キュウリなど高級品を栽培している。

2) 工業

現在、ロンディン地方自治体のカンデュオック地区にはロンカン工業団地がある。この工業団地は既に稼働しておりロンディン地方自治体の管理下で次の 15 社が事業を行っている。

また、この地方自治体には新しい投資を呼び込むため拡張中のテュアンダオ工業団地がある。

- LD Saf – Viet Co., Ltd.;
- Hoang Tuan Trade Production Co., Ltd.;
- Long An Coal Enterprise;
- Thuan An Coal One member Co., Ltd.;
- Phuong Quan Trade Production Co., Ltd.;

- Petro Vietnam Southern Building and Development J.S.Co.;
- ChingChenFu Vietnam Company;
- Thuan Kieu Vai Private Enterprise;
- Five Star fertilizer Factory;
- VINA-PSMC Precast Concrete Limited Company;
- Ha Tien 1 Cement Joint Stock Company – Long An cement grinding station;
- Binh Dien – Long An fertilizer factory;
- Thanh Tai Long An Construction Trade Production Joint Stock Company;
- Stolt Bitumen Vietnam Co., Ltd.;
- An Hoa Export Seafood Processing Joint Stock Company.

3) 貿易

ロンディン地方自治体には商業設備も市場もない。しかし、カンデュオック地区のロンディン自治体はベンルック地区、ベンルック地区、ロンカン自治体と接しているのでロンディン地方自治体の住民の商業活動はベンルック町とロンカン自治体の下で行われている。

4) 観光業

ロンディン地方自治体では、観光スポットは未開発であり観光業はまだ発展していない。

5) 交通機関

ロンアン省への主要道路は国道 16 号線とロンディンとロンカンをつなぐ道路である。

加えて交通路として水路である東バムコドン川がある。2014 年に自治体は 5 件の地方道路の建設を行った。

- ・ 長さ 1,410mのトロン村における 4 ヶの新しい道の建設
- ・ 長さ 270mのバルからコンギエップ道路につながる拡張工事
- ・ 長さ 200mのハイホアン下水道からカイディエップ村への道路の建設
- ・ 長さ 500mのナムヘンからハムレット 2 への建設

6) 電力供給網

ロンアン省ロンディン自治体への送電は国家電力網で行われる。現在、電力グリッドは自治体の全体をカバーしている。2014 年には 3 件の低電圧プロジェクトがあった。

- ・ 長さ 317mのハイティ低電圧変電所からバイホーまでの送電網
- ・ 長さ 460mのハイティ定電圧変電所から県道 830 号をに沿ったライバンまでの送電網
- ・ 長さ 337mのバベ橋の下を通したハムレット 2 からトランバイハイまでの送電網

7) 上水設備

ロンアン省ロンディン自治体には現時点で上水供給会社はなく、ベンルック地区にあるホアンロン水道会社から生活用水が供給されている。

8) 排水設備

現在はロンアン省ロンディン自治体には共通の排水処理設備が無い。排水システムは内陸の運河水路を利用している。2004 年には 2 件の灌漑工事がロンディン自治体に建設された。一つはディン運河とウガン運河をつなぐ浚渫された T10 であり、マカダムスを含む、総延長 2,871m、川幅 5–6m、

深さ 1.5m の大きさである。もう一つは総延長 2,572m、川幅 5ー6m、深さ 1.5m の大きさでハムレット 2 とハムレット 4 のウガン運河とをつなぐものが浚渫された。

(3) 計画地の概要

ベトナム南部における東西の交流の要所であるロンアン省は南部の入り口とも言われ、ベトナム南部経済地区及びメコンデルタ経済地区に位置する重要な産業地域である。この魅力のためロンアン省は海外からの投資が増加している。

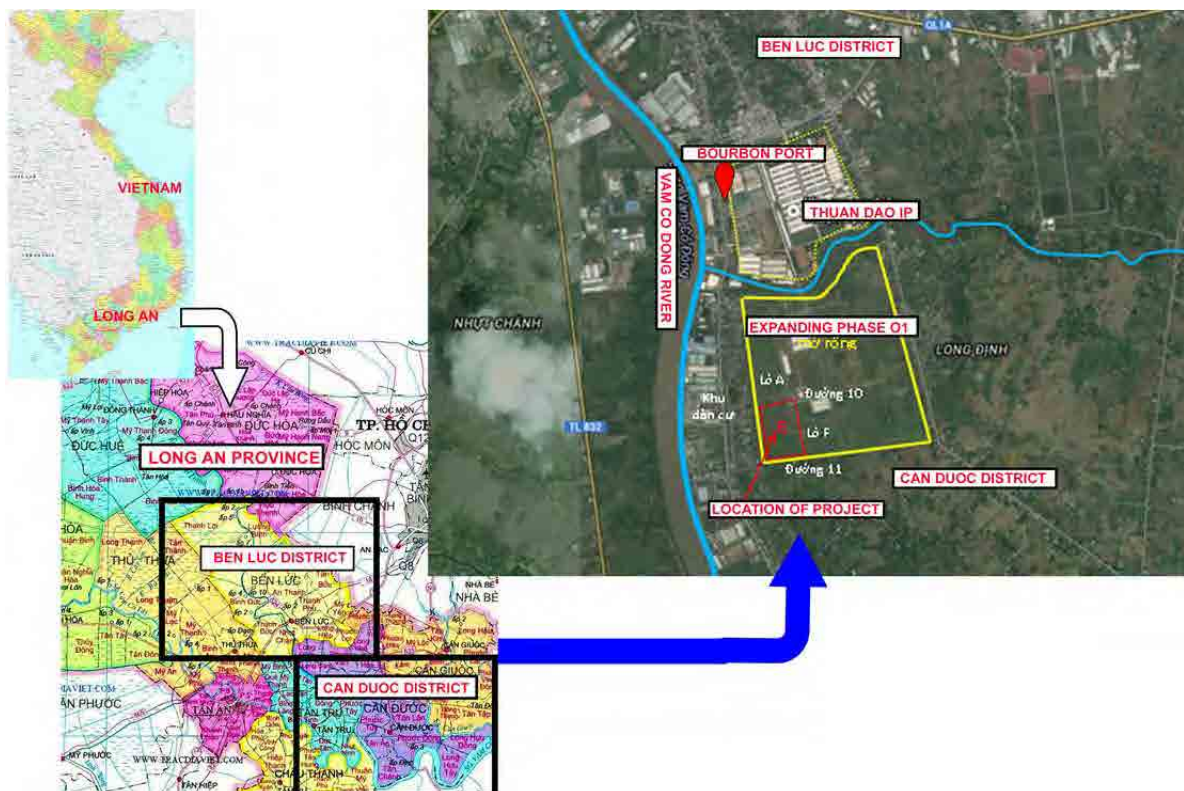
本事業の候補地はホーチミン市から約 25km 東に位置するロンアン省のベンルック県にある Thuan Dao (タンダオ) 工業団地 (第二期 E 地区) である。タンダオ工業団地の住所はベンルック県にあるが、行政区としては E 地区がカンダック県に属しており、この二つの県は Chanh 運河で分割されている。また、候補地は、バン・コー河川と約 200m 離れた場所に位置している。

東方向 : タンダオ工業団地の第二期の F 地区に近接

西方向 : 既存のカンダック地域の民家と接しており最短は 45m の距離

南方向 : タンダオ工業団地の第二期の 11 番通りと接する

北方向 : タンダオ工業団地の第二期の A 地区に近接



出典 : JICA 調査団作成

図11-1 タンダオ工業団地の周辺状況

(4) スコーピング案

環境影響項目 JICA 環境社会配慮ガイドライン(2010 年 4 月公布)の参考資料「環境チェックリスト」の「13.廃棄物」の項目を記載した。

【スコーピング案】

| 分類 | | 影響項目 | 評価 | | 評価理由 |
|------|-----|-------|-----|-----|---|
| | | | 工事中 | 供用時 | |
| 汚染対策 | (1) | 大気汚染 | B | D | 工事中： 工事車両からの排ガスや建設作業からの粉じんにて一時的な発塵は考えられるが散水等で最小に抑える。 供用時： 焼却炉の排ガスは清浄化された後にスタックから排出され問題ない。 |
| | (2) | 水質汚濁 | B | D | 工事中： 建設工事に伴い濁水が発生する可能性があるが一時的な溜柵で沈降分離して放流する。 供用時： 場内で発生した排水は排水処理場に集水処理されてCOD, BOD, 重金属を放流基準を維持した後に下水放流する。 |
| | (3) | 廃棄物 | D | D | 工事中： 建設残土や廃材の発生が予想される。発生した廃棄物は既存の埋立処分場に埋め立てられるため周辺の環境に影響を及ぼす可能性はない。 供用時： ー従来は埋立処分されている産廃を焼却処理で無害化、減容化するため環境への影響は大幅に改善される。 ー焼却炉から発生する燃え殻や飛灰は重金属の不溶化处理等を施された後に灰置場へ保管される。保管灰は第 2 ステップで人口砂の原料に使われる。 |
| | (4) | 土壌汚染 | B | D | 工事中： 建設工事に伴い濁水が発生する可能性があり、それにより土壌に悪影響を及ぼす可能性も考えられるが仮の溜柵で沈降分離させ放流する。 供用時： ー工場内の床は土間コンクリートを打設するため排水は地盤浸透することなく排水処理場に集水処理され放流される。 |
| | (5) | 騒音・振動 | B | D | 工事中： 建設資材の運搬や、建設作業により騒音・振動の発生が見込まれる。 供用時： 施設稼働には騒音・振動を発生する設備があるが騒音基準以下に抑える設計とする。例 ボイラー放散への消音器等 |
| | (6) | 悪臭 | D | B | 工事中： 悪臭を発生させる作業は見込まれない。 供用時： 臭気のある産廃は高温焼却されるため無臭化されるため従来の埋立方式に臭気は比べて大幅に改善される。ただし産廃集荷ピットでは未処理産廃から臭気の可能性があるが、建屋を囲い臭気の発散を極力防止する。 |

| 分類 | | 影響項目 | 評価 | | 評価理由 |
|------|-------|-----------|-----|-----|---|
| | | | 工事中 | 供用時 | |
| 自然環境 | (7) | 保護区 | D | D | ドンタムグループが既に運営しているタンダオ工業団地内での事業ゆえ対象外。 |
| | (8) | 生態系 | D | D | ドンタムグループが既に運営しているタンダオ工業団地内での事業でこの用地及び周辺には原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地（珊瑚礁、マングローブ湿地、干潟等）等はない。また事業用地において希少生物種は確認されていない。 |
| | (9) | 跡地管理 | 対象外 | 対象外 | ドンタムグループが既に運営しているタンダオ工業団地内での事業ゆえ対象外。 |
| 社会環境 | (10) | 住民移転 | 対象外 | 対象外 | ドンタムグループが既に運営しているタンダオ工業団地内での事業ゆえ対象外。 |
| | (11) | 生活 | 対象外 | 対象外 | ドンタムグループが既に運営しているタンダオ工業団地内での事業ゆえ対象外。 |
| | (12) | 生計 | D | D | 工事中：工事により地域に雇用機会が創出される。 供用時：新施設の運営管理のために地域に雇用機会が創出される。 |
| | (13) | 文化遺産 | 対象外 | 対象外 | 周辺地域に特筆すべき考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等は存在しない。 |
| | (14) | 景観 | 対象外 | 対象外 | 観光資源となるような景観はない。 |
| | (15) | 少数民族・先住民族 | 対象外 | 対象外 | 周辺地域に少数民族、先住民族は存在しない。 |
| | (169) | 労働環境 | D | D | 工事中： 建設班による安全衛生統括体制を敷き健全な労働環境の維持に努める。 供用時： 工場統括安全体制を敷き安全な労働者の労働環境を維持する。 |

凡例

A+/-: 大きな正／負の影響が予想される。

B+/-: ある程度の正／負の影響が予想される。

C+/-: 影響の程度は不明。

D: 影響は予想されない。

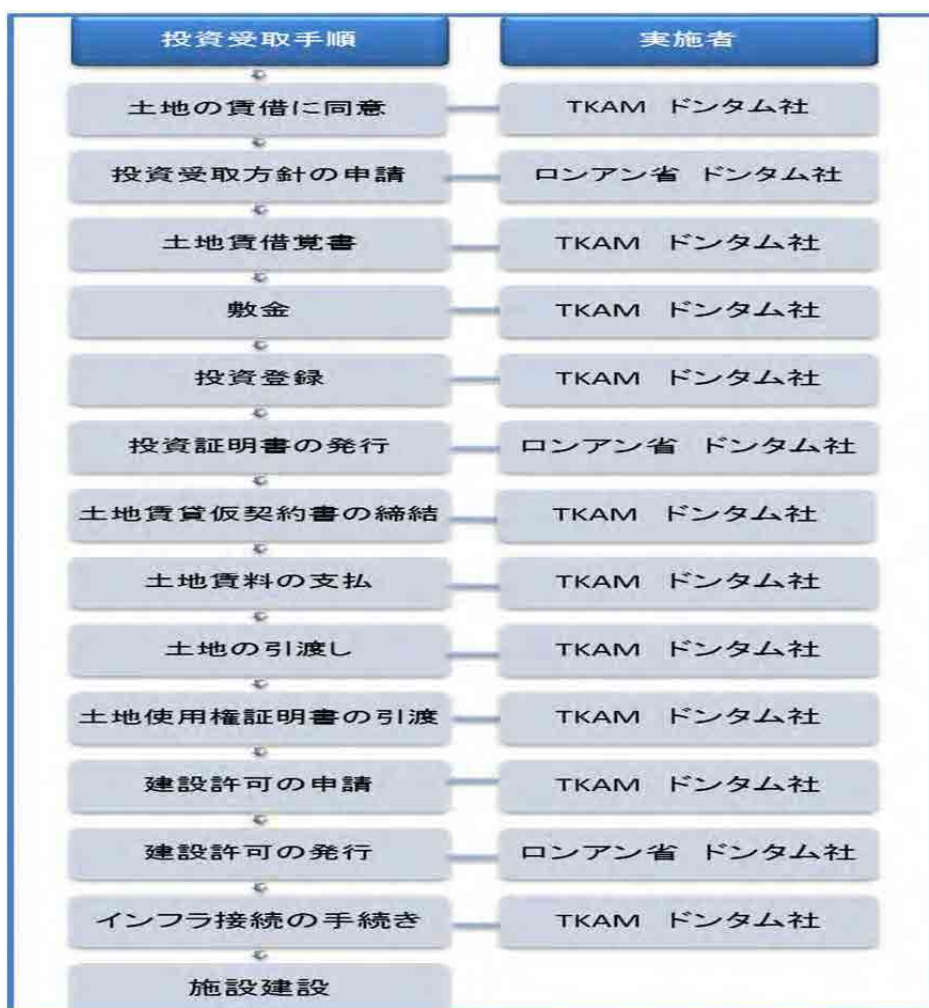
第 12 章 事業の具現化にあたっての問題点及び今後の課題

(1) 資金面

事業パートナーに現地の産業廃棄物処理業者を加え、実質的な運営の中心を担う事を想定している。仮に事業資金融資が必要資金の 70 %程度受けられたとしても、資本提供は現地企業にとって相当負担の重い金額となる。為替変動等、リスクも大きくなってきており、政府・関係機関の補助金・出資について依頼を行う事も必要となっている。

(2) 焼却炉建設候補地

当初計画に基づきロンアン省ベンルック県タン・ダオ工業団地のデベロッパーであるドンタム社と産業廃棄物処理事業に係る焼却炉建設の土地提供に関して、引き続き協議を行っている。タン・ダオ工業団地では他の工業団地との差別化を図るため、環境面にも配慮した工業団地を目指しており、本プロジェクト誘致に積極的である。ドンタム社との MOA を締結し実際に処理施設建設を行う場合の契約の手順は下記のとおりである。



(3) 事業パートナー

事業パートナーはこれまでの調査によりベトナムでの産廃事業の実績、資金力、各種許可の有無、ベトナム政府や各省庁との強いコネクションなどの観点から、ソナデジ、CITENCO、VES や出光などを候補とする。今後、具体的な事業計画を基に再度面談、ヒアリングを行い、コスト競争力・動員力・エンジニアリング・調達面での比較を行い、最終的な事業パートナーを決定する。

(4) 最終処分場の建設

ロンアン省では直接埋立の最終処分場新規建設に消極的な姿勢を示しているが、本プロジェクトで行う焼却後の灰の埋立に関しては問題ない。2012年10月4日にロンアン省からTKAMに対し本事業に関するサポートレターを頂いているが、ドンタム社とのMOA締結などの具体的な事業化に向けたアクションの中で、有害廃棄物処理の正式な許可申請も含め再度ロンアン省に確認を行う。

(5) 有害廃棄物処理に関する許可

4月8日に、タン・ダオ工業団地は有害廃棄物許可の申請書類をDONREに提出。6月4日にドンタム社のMon社長、ロンアン省人民委員会及びDONREの代表との会議を行い、タン・ダオ工業団地で有害廃棄物処理事業を行うことに口頭での了解を頂いた。正式な許可はドンタム社とのMOA締結後に発行される予定である。

(6) 用地取得に係る住民への説明

タン・ダオ工業団地に工場を出す企業は全て用地取得に係る住民代表との協議・説明会を行っている。TKAMの用地取得が決まった場合には同じくドンタム社、ロンアン省人民委員会、TKAMと合同で住民代表との協議・説明会を行うことを2015年1月訪問時にドンタム社より確認している。ドンタム社Mon社長は以前日本で廃棄物処理施設の見学をし、ベトナム国の廃棄物処理企業と違い非常にクリーン（臭気、排ガス等）であることを十分理解しており評価が高い。そのため、住民の理解を得るために全面的に協力いただけるとのこと確認済みである。住民代表に弊社福山工場の処理設備にご招待し、実際に現場見学いただく機会も計画である。

(7) 投資・建設許可

ベトナム投資委員会への投資・建設許可の申請はドンタム社との土地の賃借に同意後行う。申請にあたってはドンタム社のビジネス・マーケティング課を通じて行われる。

(8) 電力許可、取水権交渉

受電及び取水権はドンタム社との契約に含まれる。最大給水量、60,000トン/日の供給が可能。PhuAnThanh 浄水場からの配水の計画もあり。水質についての調査を実地済み。売電に関してはEVNとの売電交渉を行い、売電価格などについて協議する。

(9) 建設費用精度向上

各種建設許可を有している、プラント会社（SEG 社）、処分場（CEE 社）、建設会社（ベトナム企業、日系企業）より最終見積を入手し、価格面、設計を比較検討し契約会社を決定する。

(10) 人材の確保、育成

O&M に関し日本で弊社が養ってきた経験と技術をローカルスタッフに教育していくため、日本から技術者を駐在させ、実践の中でノウハウを提供していく。また、焼却炉立ち上げに係るスタッフには日本でのプラント研修なども必要と考える。

ベトナムは、適切な廃棄物処理・管理に対する法整備、排出者の意識向上に向けてはまだまだ解決すべき課題を多く抱えているものの、ベトナム側が廃棄物処理の必要性を認めていることから、日本の環境分野の企業にとっては大きな魅力、可能性を抱えた国である。現状、十分な安全・環境対策を行わない処理業者が、安価で処理を引き受け、市場で競争力を保ってしまっており、適正なコストを払って優良業者へ廃棄物が流れるシステムを構築することが重要課題であるといえる。我が国が比較優位を持つ高度なリサイクル・資源化技術の普及は、ベトナムの経済成長と環境保全の両立と、日本との両国の良好な関係を構築していく上で重要なファクターになると考えられるため、その一環としての本事業の実現に向けて引き続き注力していきたい。

添付資料

1-1 有害廃棄物管理規約の抜粋

1-1 有害廃棄物管理規約の抜粋

第 17 条. 有害廃棄物の処理登録

1. 有害廃棄物処理を行うために登録する個人（組織）は付属資料 2（A 及び B）の様式に従って、審査用と初めての有害廃棄物処理ライセンスを取得するために直接あるいは郵送によって本通達第 4 条に示す関係許可当局に提出する。
2. 有害廃棄物処理登録申請書類の受領
 - (a) 申請書類の受領後 10 日以内に、許可当局は書類の内容や有効性を検討しなければならない。書類が不備だったり、有効でない場合は登録申請者（組織）に修正や補足を求めなければならない。
 - (b) 必要に応じて修正・補足された書類を受領してから 5 日以内に許可当局は不備がないかあるいは有効であるかを再度検討しなければならず、必要に応じて再度修正や補足を求める。このようなやりとりは、登録者（組織）が当局の求めに満足できない時あるいは十分に満足できない場合以外は 3 回まででなければならない。
 - (c) 最後の修正要請から 6 ヶ月を超えて書類を再受領した場合、当局は最初から書類の審査を行わなければならない。
3. 有害廃棄物処理施設の試験操業
 - (a) 登録する個人（組織）は、付属資料 2(C)の様式にしたがって有害廃棄物処理施設の試験操業の計画をたて、計画書の 2 部を登録申請書類と同時にあるいは後日許可当局に提出しなければならない。
 - (b) 最初に提出された試験操業計画の検討期限は 10 日間である（初めて登録申請書類を提出し、その後に計画書を提出する場合）。また、許可当局からの通知で計画が修正あるいは補足された場合は 5 日間である。通知は 2 回まででなければならない。ただし、個人（組織）が当局の求めを不満とするか、十分に満足できない場合はこの限りではない。
 - (c) 試験操業計画の審査が終了してから 10 日以内に当局は付属資料 2（D）の様式に従って書面で通知しなければならない。この中には承認済みの印鑑を押印した計画書 1 部が同封されなければならない。
 - (d) 当局から承認を得てから個人（組織）は一時的に有害廃棄物を収集し、処理施設の試験操業を行う。当局は特別に施設を査察し、試験操業中にコントロール試料をサンプルする。
 - (e) 試験操業終了後、個人（組織）は試験操業の結果報告書を付属資料 2（E）の様式に従って作成し、2 部を当局に提出しなければならない。書面で最初の承認を受けてから 6 ヶ月を超えてからこの報告書が提出された場合には試験操業を再申請しなければならない。
 - (f) 試験操業結果に満足できないあるいは不完全な結果が示された場合には報告書受領後 10 日以内に当局は個人（組織）に施設の修理や改造を通知しなければならない。

第 18 条. 有害廃棄物処理ライセンスの付与

1. 許可当局がベトナム環境総局（Environment Administration）の場合、省の天然資源環境局に対して申請個人（組織）の有害廃棄物処理施設が同省に存在し、ライセンスを取得したものであるかどうかを書面で回答するように求める。ライセンスを取得していない場合にはその理由やライセンス付与前に考慮すべき事項などが回答に含まれることとする。省の天然資源環境局からのコメントは施設の試験操業の承認前に送付されなければならない。省レベルの天然資源環境局はベトナム環境総局からの要請を受領してから 25 日以内に書面で回答しなければならない。

2. 試験操業の結果が問題ないとした報告書を受領してから 25 日以内に許可当局は操業状況を検討し、最初の有害廃棄物処理ライセンスを付属資料 2(E) に示した様式で付与する。有害廃棄物処理ライセンスは付与後 3 年間有効である。有害廃棄物処理ライセンスは付属資料 6 で決められる有害廃棄物処理 ID 番号を有することになる。

3. 本条第 2 節でいう検討期間 25 日以内に必要に応じて当局は以下のような支援を選択しなければならない。

(a) 環境分野、廃棄物処理分野、処理技術の専門家からなる技術相談チームを結成し、有害廃棄物処理ライセンスの付与に関してアドバイスを求める。このチームは当局に提出された登録書類の検討、操業状態の評価、処理技術、試験試行操業結果、環境影響評価書の内容についてアドバイスと助言を行うほか、報告書や承認決定の際に含めるべきその他の必要事項や内容についてアドバイスと助言を行う。

(b) 本節(c)項で定めることに関連して有害廃棄物処理施設や運搬業者の査察を 2 日を限度に行う。

(c) 技術相談チームの会議を登録申請者（組織）の参加を得て開催し、有害廃棄物処理ライセンスを付与することに際して求める要件や提言に合意するかどうかを議論するなど、不明瞭な点あるいは満足できない点を必要に応じて明らかにする。

(d) 技術相談チームが結成されない場合は関連当局や組織、個人からコメントを集める。

4. 登録申請者（組織）が満足な試験操業ができなかったときあるいは技術相談チーム、関連当局、組織、個人からの要求を満たすことが出来ない場合、当局は要求を満足するように登録申請者（組織）に通知しなければならない。許可当局からの通知に記述された要請事項に答えた報告書を受領してから 20 日以内に、当局は修正された登録申請書類と共にそれらを検討し、有害廃棄物処理ライセンスを付与しなければならない。

第 19 条. 有害廃棄物処理ライセンスの延長

1. 有害廃棄物処理ライセンスは、最初のライセンス及び前回更新のライセンスが失効する日から 3 年間、複数回更新できるものとする。ライセンスの更新手続きは失効する少なくとも 3 ヶ月前に行わなければならない。

2. ライセンスの更新手続きのために必要な書類の作成や受領方法は本通達第 17 条、第 1、2 節の方法に従う。

3. 登録書類の審査を終えて 20 日以内に当局は付属資料 2(E) に示された様式に従って有害廃棄物処理ライセンスを検討し、更新しなければならない。有害廃棄物処理 ID 番号は変わらない。更新回数は最初のライセンスとその後の更新回数を含む。

4. 本条第 3 節でいうライセンスの更新検討する期間 20 日以内に当局は必要に応じて次のような支援を選択することができる。

(a) 有害廃棄物処理施設や運搬業者の査察を本節の b 項で規定する活動と相まって 2 日以内で行う。

(b) 有害廃棄物処理業者と関連する当局や組織、個人との会議を開き、不明点や満足できない点を必要に応じて直接議論する。

(c) （ライセンスがベトナム環境総局から発行されている場合）省レベルの天然資源環境局や関係部局、組織、個人から書面でコメントを集める。

5. 有害廃棄物処理業者が問題に直面したり、本通達の第 II 章で特定した条件を完全に満足できなかったり、本通達第 26 条に規定した責任を全うできなかったり、会議で省レベルの天然資源環境局、関連部局、組織、個人から寄せられた要件を果たすことが出来ない場合、あるいは本条第 4 節で集められたコメントに対して満足な対応ができない

場合、当局は有害廃棄物処理業者に対して（義務や約束の）履行を求めなければならない。処理業者から当局が求めた通知内容の履行結果の報告や登録書類の修正や補足書類を受領してから 15 日以内に、当局は有害廃棄物処理ライセンスを検討し、更新することとする。

第 20 条. 有害廃棄物処理ライセンスの変更

1. 有害廃棄物処理ライセンスは以下の場合には変更しなければならない。
 - (a) 廃棄物処理施設の種類や技術、規模や設計能力、場所あるいは有害廃棄物を扱う特殊車両や設備の数に変更や追加があった場合。
 - (b) 対象の有害廃棄物の種類や処理量に変更したり追加があった場合。
 - (c) 操業場所が移転したり拡張した場合（操業場所が 2 省あるいはそれ以上にまたがる場合に適用）。
 - (d) 有害廃棄物処理施設が移設せずに有害廃棄物処理業者が変わる場合、有害廃棄物処理業者が変わらず施設が移設する場合及び全ての特殊車両や設備が変わる場合。
 - (e) 有害廃棄物処理施設が追加される場合。
 - (f) 有害廃棄物運搬業者が変わったり、追加される場合。
2. 有害廃棄物処理ライセンスの変更登録と付与プロセスの手順は本通達第 17 条及び第 18 条で述べた最初のライセンス付与の時と同じである。全ての手続きが終了後、許可当局は付属資料 2(E) に示された様式に従って、3 年間の有効期限をもって有害廃棄物処理ライセンスを付与しなければならない。有害廃棄物処理 ID 番号は移設の場合や施設の操業場所が拡張した場合には付属資料 6 に従って変更しなければならない。ライセンス付与回数は 1 回目とそれに続く再付与の回数となる。
3. 本通達第 17 条、3 節でいう試験操業は以下の場合には必要ない。
 - (a) 本条第 1 節、c、d、f 項の場合。
 - (b) 有害廃棄物用の特殊車両や設備、駐車場や一時的な保管場所が追加されたり、有害廃棄物を予備的に処理する場合。
 - (c) 試験操業するライセンス取得済みの有害廃棄物に類似する有害廃棄物が追加される場合。
 - (d) 試験操業するライセンス取得済みの有害廃棄物の量が増えた時。
4. 許可当局がベトナム環境総局の場合、省レベルの天然資源環境局から書面でコメントを集める必要があるかどうかを検討しなければならない。
5. 有害廃棄物処理ライセンスは変更することは出来ないが、次の場合は本通達第 17 条及び 18 条にもとづき初回の登録として再登録しなければならない。
 - (a) 省内で地方の許可当局からライセンスを得て操業していた業者が操業地域を拡張してベトナム環境総局からライセンスを取得する場合。
 - (b) 2～3 省にまたがる地域を操業地域とし、ベトナム環境総局からライセンスを取得していて、操業地域を 1 省に狭める場合。

第 22 条. 有害廃棄物処理ライセンスの取り消し

1. 有害廃棄物処理ライセンスは以下のいずれかの場合取り消さなければならない。

(a) 政令 (Government's Decree) No. 117/ 2009/ND-CP の第 40 条、41 条、42 条で定義された管轄権者が許可当局に対してライセンスの取り消しを求める書面をその理由を説明した書類や検査記録、査察や調査の記録、検査、査察や調査結果、環境保護に関する違反に対する行政処分の決定、起訴書類や裁判所の判決などと共に送付したとき。

(b) 有害廃棄物処理業者が最初の有害廃棄物処理ライセンスを取得してから 1 年間操業していないとき。

(c) 有害廃棄物運搬業者が全ての有害廃棄物レシートと有害廃棄物処理施設所有者との処理契約を有しているか、あるいは有害廃棄物処理業者が契約を終了して新規契約にサインをしていないか、そして有害廃棄物運搬業者が同時に有害廃棄物処理施設の所有者で、Circular No. 12/ 2006/TT-BTNMT で許可を得ている場合を例外として、そのことを 1 ヶ月以内に許可当局に報告していないとき。

(d) 有害廃棄物運搬業者が本通達第 II 章、第 2 節、第 3 節で規定されたロードマップに従って操業状態を満足できない時あるいは許可当局に対してこれらの状態を満足すると決めた日から 2 ヶ月以内に許可当局に満足したことを書面で報告しなかったとき。

(f) 有害廃棄物処理業者、運搬業者、処理施設所有者が有害廃棄物処理の業を終了するとき。

(g) 省内に操業場所を持つ組織や個人が本回状あるいは Circular No. 12/2006/TT-BTNMT によってベトナム環境総局から操業場所の拡大に伴う別のライセンスを取得する時、地方許可当局は有害廃棄物処理ライセンスを取り消す。

(h) 操業地域が 2 あるいは 3 以上の省にまたがる有害廃棄物処理ライセンスを所有している業者が本通達によって操業地域を 1 省に狭めた有害廃棄物ライセンスを地方の許可当局から取得した時はベトナム環境総局は（ベトナム環境総局が発行した）ライセンスを取り消す。

2. 許可当局は有害廃棄物処理業者にライセンスの取り消しに関して、取り消し理由を明確に示し、有害廃棄物処理 ID 番号、ライセンス取り消し決定の日付、取り消しを受ける組織や個人名を明記して取り消しの決定を発行しなければならない。

3. 有害廃棄物処理ライセンスを取り消された業者（組織）は有害廃棄物処理を契約していた顧客やパートナーに対してライセンスの取り消しと契約を終了する旨を伝えなければならない。

第 23 条. 天然資源環境省が承認する有害廃棄物処理投資事業の環境影響評価報告書の審査と承認及びこれらの報告書の承認決定に際して求められる要件

1. 許可当局がベトナム環境総局の場合

(a) 環境影響評価報告書の提出、審査や承認及び承認決定する際の要件の要求手続きは（環境保護対策や問題解決のための試験運転や本操業を行う場合を含む）は個別に行われるのではなく、本通達による有害廃棄物処理登録や有害廃棄物処理ライセンスの取得手続きの一部として行われなければならない。

(b) 本通達付属資料 2 (E) に示された様式で作成された有害廃棄物処理ライセンスには環境影響評価報告書の内容証明やこの報告書を承認する際に求めた要件が含まれていること（環境保護対策や解決のための試験運転や本操業を含む）。

2. 許可当局が地方機関の場合

- (a) 有害廃棄物処理登録の組織や個人は地方の許可当局に提出した有害廃棄物処理登録書類と環境影響評価報告書の内容、この報告書の承認に際して求められた要件を履行する旨（環境保護対策の実行や解決策を含む）をベトナム環境総局から承認を受けるための書類を準備しなければならない。
- (b) 有害廃棄物処理登録の組織や個人は環境影響評価報告書で提案された環境保護対策や解決策の試験操業を本通達第 17 条、第 3 節で規定された有害廃棄物処理施設の試験操業と統合して行わなければならない。
- (c) 地方の許可当局とベトナム環境総局は本節に規定された二つの手続きを同時に行い、別々に有害廃棄物処理ライセンスを付与し、環境影響報告書の内容の履行やこの報告書の承認に際して求められた要件を履行することを承認しなければならない。

1-2 環境影響に関する法規制

1-2 環境影響に関する法規制

| Category | Laws/Regulations | |
|----------|--|--------------------------------------|
| General | Law on Environment Protection | No. 52/2005/QH11 |
| | Detail and guidance for implementing some ordinances of the Law on Environmental Protection | Decree No. 80/2006/ND-CP |
| | Amending and supplementing some ordinances of the Government's decree No. 80/2006/ND-CP | Decree No. 21/2008/ND-CP |
| | Regulating the sanction of administrative violation in the field of environmental protection | Decree No. 179/2013/ND-CP |
| | Prescribing the functions, tasks, powers and organizational structure of the Ministry of Natural Resources and Environment | Decree No. 21/2013/ND-CP |
| | Organization and operation of Vietnam environmental protection fund | Decision No. 02/2014/QD-TTg |
| | Promulgating the Organization and Operation Charter of Vietnam Environmental Protection Fund, 2008 | Decision No. 2031/QD-BTNMT |
| | Providing for the environmental management and protection of economic zones, hi-tech parks, industrial parks and industrial complexes | Circular No. 08/2009/TT-BTNMT |
| | Amending and supplementing a number of articles of the Circular No. 08/2009/TT-BTNMT | Circular No. 48/2011/TT-BTNMT |
| | Establishment of provincial Department of Natural Resources and Environment, 2003 | Decision No. 45/QD-TTg |
| | Specifying mandates, responsibilities, powers and organizational structure of the Department of Water Resources Management, 2008 | Decision No. 1035/QD-BTNMT |
| | Providing for the environmental protection at stages of elaboration, evaluation, approval and implementation of development strategies, planning, plans, programs and projects | Decree No. 140/2006/ND-CP |
| | Guiding to implement Decree No. 140/2006/ND-CP | Circular No. 06/2007/TT-BKH |
| | Guiding the functions, tasks, powers and organizations of the natural resources and environment related specialized units under the people's committees at all levels | Circular No. 03/2008/TTLT-BTNMT- BNV |
| | On the collection, management, exploitation and use of natural resources and environmental data | Circular No. 102/2008/ND-CP |
| | Regulation on setting-up, assessment, approval, inspection and certification of the implementation | Circular No. 01/2012/TT-BTNMT |

| Category | Laws/Regulations | |
|---------------------|---|-------------------------------|
| | of detailed environmental protection project; setting-up and registration of simple environmental protection project | |
| | On function, tasks, responsibilities, and organizational structure of Vietnam Environmental Protection Administration under MONRE | Decision No. 25/2014/QD-TTg |
| | Promulgation of 21 sanitation standards, 05 principles and 07 parameters of labor sanitation | Decision No. 3733/2002/QD-BYT |
| | National Technical Regulation on industrial waste incinerator | QCVN 30:2012/BTNMT |
| Construction | Law on Construction | No. 16/2003/QH11 |
| | Promulgation of National Technical Regulations on Construction Planning - QCXDVN 01:2008/BXD | Decision No. 04/2008/QD-BXD |
| | Installation of equipment earthing system for industrial projects | TCVN 9358:2012 |
| Fire-fighting | Law on Fire-fighting | No. 27/2001/QH10 |
| | The Law amending and supplementing a number of articles of the Law on Fire Prevention and Fighting | No. 40/2013/QH13 |
| | Guidance for implementing some ordinances of the Fire-fighting Law and the Law amending and supplementing a number of articles of the Law on Fire Prevention and Fighting | Decree No. 79/2014/ND-CP |
| | Fire prevention and protection for buildings and structures – Design requirements | TCVN 2622:1995 |
| | Fire extinguishing system – General requirements for design, installation and use | TCVN 5760:1993 |
| Investment | Law on Investment | No. 59/2005/QH11 |
| | Detail and guidance for implementing some ordinances of the Law on Investment | Decree No. 108/2006/ND-CP |
| | Guiding the import, export, processing and liquidation of imported goods and consumption of products of foreign-invested enterprises | Circular No. 04/2007/TT-BTM |
| Technology Transfer | Law on Technology Transfer | No. 80/2006/QH11 |
| | Detail and guidance for implementing some ordinances of the Law on Technology Transfer | Decree No. 133/2008/ND-CP |
| Air quality | National Technical Regulation on some toxic substances in ambient air | QCVN 06:2009/BTNMT |
| | National Technical Regulation on industrial emission of inorganic substances and dusts | QCVN 19:2009/BTNMT |

| Category | Laws/Regulations | |
|---------------|---|---|
| | National Technical Regulation on industrial emission of organic substances | QCVN 20:2009/BTNMT |
| | National Technical Regulation on ambient air quality | QCVN 05:2013/BTNMT |
| Water quality | Law on Water Resource | No. 17/2012/QH13 |
| | Detailing the implementation a number of articles of the Law on Water Resources | Decree No. 201/2013/ND-CP |
| | Environmental protection charges for wastewater | Decree No. 25/2013/ND-CP |
| | Guiding Decree No. 25/2013/ND-CP | Joint circular No. 63/2013/TTLT-BTC-BTNMT |
| | Promulgating list of fields and sectors in production and processing having wastewater containing heavy metal in serve of the calculating the environmental protection charges for wastewater | Circular No.06/2013/TT-BTNMT |
| | Urban and industrial-park water drainage | Decree No. 88/2007/ND-CP |
| | The registration for groundwater exploitation, form of dossier for issue, extension, modification, reissue of water resource permit | Circular No. 27/2014/BTNMT |
| | National Technical Regulation on surface water quality | QCVN 08:2008/BTNMT |
| | National Technical Regulation on groundwater quality | QCVN 09:2008/BTNMT |
| | National Technical Regulation on industrial wastewater | QCVN 40:2011/BTNMT |
| | National Technical Regulation on Coastal Water Quality | QCVN 10:2008/BTNMT |
| | National Technical Regulation on Domestic Wastewater | QCVN 14:2008/BTNMT |
| | National Technical Regulation on Domestic Water Quality | QCVN 02:2009/BTNMT |
| | Water supply – Pipeline system and Construction works – Design standard | TCXDVN 33:2006 |
| Solid waste | Ratifying the Strategy For Management of Solid Waste in Vietnamese Cities and Industrial Parks till the Year 2020 | Decision No. 152/1999/QĐ-TTg |
| | Solid waste management | Decree No. 59/2007/ND-CP |
| | Guidance of implementing some ordinances of Decree No. 59/2007/ND-CP | Circular No. 13/2007/TT-BXD |
| | Environmental protection charges for solid waste | Decree No. 174/2007/ND-CP |
| | Guidance of implementing Decree No. | Circular No. 39/2008/TT-BTC |

| Category | Laws/Regulations | |
|---|--|-------------------------------|
| | 174/2007/ND-CP regarding environmental protection charges for solid waste | |
| | Approving the planning on construction of solid waste treatment facilities in three northern, central and southern key economic regions up to 2020 | Decision No. 1440/QD-TTg |
| | National Strategy of Integrated solid waste Management up to 2005, vision to 2050 | Decision No. 2149/QD-TTg |
| | Approving the program for investment in solid waste treatment during 2011-2020 | Decision No. 798/QD-TTg |
| Hazardous Waste | Regarding hazardous waste Management | Circular No. 12/2011/TT-BTNMT |
| | National Technical Regulation on hazardous waste threshold | QCVN 07:2009/BTNMT |
| | Hazardous waste – Classification | TCVN 6706:2009 |
| | National Technical Regulations on Hazardous Thresholds for Sludge from Water Treatment Process | QCVN 50:2013/BTNMT |
| Noise | National Technical Regulation on noise | QCVN 26:2010/BTNMT |
| Vibration | National Technical Regulation on vibration | QCVN 27:2010/BTNMT |
| Soil | National Technical Regulation on allowable limit for heavy metals in soil | QCVN 03:2008/BTNMT |
| Land Use, Resettlement, Compensation | Law on Land | No. 45/2013/QH13 |
| | Providing for Implementation of Law on Land | Decree No. 43/2014/ND-CP |
| | Regulations on land prices | Decree No. 44/2014/ND-CP |
| | Collection Of Land Use Levies | Decree No. 45/2014/ND-CP |
| | Compensation, Support and Resettlement When Land is Recovered by the State | Decree No. 47/2014/ND-CP |
| | The sanctioning of administrative violations in the land domain | Decree No. 105/2009/ND-CP |
| | Issuance of regulations on compensation, support and resettlement when the State acquire lands in the territory of HCMC | Decision No. 35/2010/QD-UBND |
| Forest, biodiversity, natural environment | Law on forest protection and development | No. 29/2004/QH11 |
| | Implementation of the Law on forest protection and development | Decree No.23/2006/ND-CP |
| | Law on Biodiversity | No. 20/2008/QH12 |
| | Detailing and guiding a number of articles of the Biodiversity Law | Decree No. 65/2010/ND-CP |
| Climate change | The national strategy for climate change | Decision No. 2139/QD-TTg |
| | National action plan on climate change period 2012 - 2020 | Decision No. 1474/QD-TTg |
| | The national target program on response to climate change | Decision No. 158/2008/QD-TTg |

| Category | Laws/Regulations | |
|---|--|---|
| | The national target program on response to climate change period 2012 - 2015 | Decision No. 1183/QĐ-TTg |
| International environmental conventions/agreements/treaties which Vietnam engaged | Convention on Biological Diversity (CBD) | Effective dated in Vietnam on Nov 16 th , 1994 |
| | Kyoto Protocol on Climate Change | Effective dated in Vietnam on Sep 25 th , 2002 |
| | Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs) | Effective dated in Vietnam on Jul 7 th , 2002 |
| | UN's International Declaration on Cleaner Production | Effective dated in Vietnam on Sep 22 th , 1999 |
| | UN Convention to Combat Desertification | Effective dated in Vietnam on Nov 23 th , 1998 |
| | Basel Convention on the Control of Trans boundary Movements of Hazardous Wastes and their Disposal | Effective dated in Vietnam on Mar 13 th , 1995 |
| | Agreement on Cooperation for the Sustainable Development of the Mekong River Basin | Effective dated in Vietnam on Apr 5 th , 1995 |
| | United Nations Convention on the Law of the Sea (UNCLOS) | Effective dated in Vietnam in 1994 |
| | Vienna convention for the protection of the ozone layer including the Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer | Effective dated in Vietnam in Jan 26 th , 1994 |
| | United Nations framework Convention on Climate Change | Effective dated in Vietnam in 1994 |
| | Cartagena Protocol on Biosafety | Effective dated in Vietnam in 2004 |
| | Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES) | Effective dated in Vietnam on Jan 15 th , 1994 |
| | MARPOL International Convention for the Prevention of Pollution from Ships | Effective dated in Vietnam in 1991 |
| | Convention on Wetlands of International Importance especially as Waterfowl Habitat (Ramsar) | Effective dated in Vietnam in 1989 |
| | Convention Concerning the Protection of the World Cultural and Natural Heritage | Effective dated in Vietnam in 1982 |
| | International Commitment on spray and utilize pesticide, FAO | Effective dated in Vietnam in 1985 |
| | Convention on the Conservation Of Migratory Species Of Wild Animals (CMS) | Under discussion |
| | Agreement on the Network of Aquaculture Centers in Asia and the Pacific | Effective dated in Vietnam in 1989 |
| | Agreement for the Establishment of the Asia-Pacific Fishery Commission | Effective dated in Vietnam in 1995 |
| | Agreement on the Conservation of Nature and Natural Resources | Under discussion |

**1-3 VIETNAM INVESTMENT PROCEDURES
APPLICATBLE FOR SOLID WASTE TREATMENT
PROJECT**

**VIETNAM INVESTMENT PROCEDURES
APPLICATBLE FOR SOLID WASTE TREATMENT PROJECT**

**PREPARED BY
WORLD LINK JAPAN INC. AND MEKONG LLC**

JULY 2015

VIETNAM INVESTMENT PROCEDURE APPLICABLE FOR SOLID WASTE TREATMENT PROJECT

TABLE OF CONTENTS

| | |
|---|-----------|
| <u>INTRODUCTION</u> | 3 |
| <u>PART 1 - INVESTMENT PROCEDURES FOR COMMERCIAL WASTE TREATMENT PROJECTS</u> | 4 |
| APPENDIX 1.1. SUBJECT OF APPLICATION AND DOCUMENT REQUIREMENT FOR APPLICATION FOR DECISION ON INVESTMENT POLICY (DETAILS OF STEP 2.1) | 6 |
| APPENDIX 1.2. SUBJECT OF APPLICATION, DOCUMENT REQUIREMENT FOR INVESTMENT REGISTRATION, AND CONTENT OF THE INVESTMENT REGISTRATION CERTIFICATE (DETAILS OF STEP 4.1) | 10 |
| APPENDIX 1.3. DETAIL ON SUBJECT OF APPLICATION AND AUTHORITY TO ISSUE LICENSE/ CERTIFICATION FOR WASTE TREATMENT (DETAILS OF STEP 5) | 12 |
| <u>PART 2 - INVESTMENT PROCEDURES FOR SOLID WASTE TREATMENT PPP PROJECTS</u> | 14 |
| APPENDIX 2.1. CONTENT REQUIREMENT OF THE PROJECT PROPOSAL (DETAILS OF STEP 2.1) | 20 |
| APPENDIX 2.2. CONTENT REQUIREMENT OF THE FEASIBILITY STUDY REPORT (DETAILS OF STEP 3.1) | 21 |
| APPENDIX 2.3. COMPETENCE TO GRANT THE INVESTMENT REGISTRATION CERTIFICATE, DOCUMENT REQUIREMENT AND CONTENTS OF THE INVESTMENT REGISTRATION CERTIFICATE (DETAILS OF STEP 8) | 22 |
| <u>LIST OF IMPORTANT REGULATIONS</u> | 24 |

INTRODUCTION

Investment projects in Viet Nam are separated into several types: Public investment projects, PPP projects, and normal commercial investment projects. Each type of investment projects is governed by different laws and related decrees, circulars and other related regulation.

| Types of projects | Major governing laws and regulation |
|-----------------------------------|--|
| Public investment projects | Law on Public investment, Law on Bidding, Law on Enterprises. |
| PPP projects | Law on Public investment, Law on Investment, Decree No. 15/2009/NĐ-CP on Public Private Partnership investment form, Law on Bidding, Law on Enterprises. |
| Commercial projects | Law on Investment, Law on Bidding, Law on Enterprises. |

As for commercial projects, procedure for investment registration is different based on business line, amount of capital, incentives requirement of the project. As for PPP projects, procedure for investment registration is different based on projects type A, B, C and whether proposed by investors or by the State authorities.

The structure of this report comprises two parts: Part 1 is the investment registration procedure for commercial projects and Part 2 is the investment registration procedure for PPP projects. In this report, we mainly focus on describing procedure for investment registration of projects that we think applicable for Tunesihi case; specifically, commercial projects which the Prime Minister approves investment registration and PPP projects of type A & type B and proposed by investors.

In addition, considering specific character of the project as solid waste treatment project, after receipt of the investment registration license, the project may need to register for license or certification for waste treatment based on the type of wastes treated (i.e, hazardous waste, ordinary solid industrial waste, or municipal solid waste). Types of authorization in these cases are also presented in this report.

PART 1 - INVESTMENT PROCEDURES FOR COMMERCIAL WASTE TREATMENT PROJECTS

| | Procedure | Responsible parties | Results | Timeline | Regulation references |
|-----------------|---|--|-------------------------------------|--|--|
| STEP 1 - | Project Preparation | The investor | | | |
| 1,1 | Market research | The investor | | | |
| 1,2 | Legal framework research | The investor | | | |
| 1,3 | Discussion & negotiation with Vietnamese partner | The investor | | | |
| 1,4 | Make a joint venture agreement/ a project cooperation contract | The investor | | | |
| STEP 2 - | Application for Decision on Investment Policy | The investor, the State authorities (the National Assembly/ the Prime Minister/ the Provincial People's Committee) | Decision on Investment Policy | | Article 30, 31, 32, 33, 34, 35 of Law on Investment 2014 |
| 2,1 | Preparation & submit of documents to the local registry office <i>(for projects that are subjects to issuance of a decision on investment policies)</i> | The investor | | | |
| 2,2 | Issuance of Decision on Investment Policy | The State authorities | | Within 35 days from date of receipt of documents, investors shall receive notification of result from the registry office (for projects authorized by the Provincial People's Committee) | |
| | <i>Please see Appendix 1.1 for more detail on subject of application and document requirement of this step.</i> | | | | |
| STEP 3 - | Selection of investors via auction (if necessary) | The investor, the soliciting entity, the authorized bodies, the State authorities | | | |
| | | | | | |
| STEP 4- | Investment Registration | The investor | Investment Registration Certificate | | Article 36, 37, 38, 39 of Law on Investment 2014 |

| | Procedure | Responsible parties | Results | Timeline | Regulation references |
|----------------|---|--|--|---|--|
| 4,1 | Preparation & submit of documents <i>(for projects that are not subjects to issuance of a Decision on investment policies)</i> | The investor | | | |
| 4,2 | Issuance of Investment Registration Certificate | The State authorities | | - Within 05 working days from the receipt of the decision on investment policies (for projects that are subjects to issuance of a decision on investment policies; - Within 15 days from the receipt of sufficient documents (for projects that are not subjects | |
| | <i>Please see Appendix 1.2 for more detail on subject of application document requirement , and contents of the Investment Registration Certificate</i> | | | | |
| STEP 5- | Application for license/ certification for waste treatment | The investor, the State authorities (MONRE, the provincial People's Committee) | License of hazardous waste treatment/ Certification of meeting environmental protection requirements | | Article 9,10,11, 31,32 of Decree 38/2015/NĐ-CP |
| 5,1 | Preparation & submit of documents | The investor | | | |
| 5,2 | Issuance of Investment Registration Certificate | The State authorities | | | |
| | <i>Please see Appendix 1.3 for more detail on subject of application and authority to issue license/ certification for waste treatment</i> | | | | |

Appendix 1.1. Subject of application and document requirement for application for Decision on Investment Policy (details of Step 2.1)

1. Subjects of application

1.1. Project belong to the authority of the National Assembly

Except for the projects subject to issuance of decisions on investment policies by the National Assembly according to regulations of law on public investment, the National Assembly shall issue decisions on investment policies of the following projects:

1. Projects that have significant effects on the environment or potentially have seriously affect the environment, including:
 - a) Nuclear power plants;
 - b) Projects that change purposes of land in national parks, wildlife sanctuaries, landscape sanctuaries, experimental forests of 50 hectares or larger; headwaters protective forests of 50 hectares or larger; protection forests meant for protection against wind, sand, waves, land reclamation, environmental protection of 500 hectares or larger, production forests of 1,000 hectares or above;
2. Projects that change purposes of land meant for rice cultivation with two or more crops of 500 hectares or larger;
3. Projects that require relocation of 20,000 people or more in highlands; 50,000 people or more in other areas;
4. Projects that require special policies decided by the National Assembly.

1.2. Project belong to the authority of the Prime Minister

Except for the projects subject to issuance of decisions on investment policies by the Prime Minister according to regulations of law on public investment and the projects which are of the authority of the National Assembly, the Prime Minister shall issue decisions on investment policies of the following projects:

1. The following projects regardless of capital sources:
 - a) Projects that require relocation of 10,000 people or more in highlands; 20,000 people or more in other areas;
 - b) Construction and operation of airports; air transport;
 - c) Construction and operation of national seaports;
 - d) Petroleum exploration, extraction, and refinery;

- dd) Betting and casino services;
 - e) Cigarette production;
 - g) Development of infrastructure of industrial parks, export-processing zones, and specialized sectors in economic zone;
 - h) Construction and operation of golf courses;
2. Projects not mentioned in Clause 1 of this Article in which investment is VND 5 billion or above;
 3. Projects of investment of foreign investors in sea transport, provision of telecommunications services with network infrastructure; afforestation, publishing, journalism, establishment of wholly foreign-invested science and technology organizations or science and technology companies;
 4. Other projects subject to issuance of decisions on investment policies by the Prime Minister as prescribed by law.

1.3. Project belong to the authority of the Provincial People's Committee

1. Except for the projects subject to issuance of decisions on investment policies by the People's Committee of the provinces according to regulations of law on public investment and the projects which are of the authority of the National Assembly/ the Prime Minister, the People's Committees of provinces shall issue decisions on investment policies of the following projects:
 - a) Projects that use land allocated or leased out by the State without auction or bidding or transfer; projects that require changes of land purposes;
 - b) Projects that use technologies on the List of technologies restricted from transfer prescribed by regulations of law on technology transfers.
2. The investment policies of investment projects mentioned above executed at industrial parks, export-processing zones, hi-tech zones, and economic zones in conformity with planning approved by competent authorities are not subject to approval of the People's Committees of provinces.

2. Document requirement

2.1. For projects authorized by the Provincial People's Committee

The document consists of:

- a) A written request for permission for execution of the investment project;

- b) A copy of the ID card or passport (if the investor is an individual); a copy of the Certificate of establishment or an equivalent paper that certifies the legal status of the investor (if the investor is an organization).
- c) An investment proposal that specifies: investor(s) in the project, investment objectives, investment scale, investment capital, method of capital rising, location and duration of investment, labor demand, requests for investment incentives, assessment of socio-economic effects of the project;
- d) Copies of any of the following documents: financial statements of the last two years of the investor; commitment of the parent company to provide financial support; commitment of a financial institutions to provide financial support; guarantee for investor's financial capacity; description of investor's financial capacity;
- e) Demand for land use; if the project does not use land allocated, leased out by the State, or is not permitted by the State to change land purposes, then a copy of the lease agreement or other documents certifying that the investor has the right to use the premises to execute the project shall be submitted;
- f) Explanation for application of technologies to the projects that use technologies on the List of technologies restricted from transfer prescribed by regulations of law on technology transfers, which specifies: names of technologies, origins, technology process diagram, primary specifications, conditions of machinery, equipment and primary technological line;
- g) The business cooperation contract (if the project is executed under a business cooperation contract).

2.2. For projects authorized by the Prime Minister:

The investor shall submit the project documents to the local registry office. The document consists of:

- a) The documents as mentioned for projects authorized by the Provincial People's Committee;
- b) Land clearance and relocation plan (if any);
- c) Preliminary assessment of environmental impacts and environmental protection measures;
- d) Assessment of socio-economic effects of the project.

2.3. For projects authorized by the National Assembly:

The investor shall submit the project documents to the local registry office. The document consists of:

- a) The documents as mentioned for projects authorized by the Provincial People's Committee;
- b) Land clearance and relocation plan (if any);
- c) Preliminary assessment of environmental impacts and environmental protection measures;
- d) Assessment of socio-economic effects of the project;
- e) Proposed special policies (if any).

Appendix 1.2. Subject of application, document requirement for investment registration, and content of the Investment Registration Certificate (details of Step 4.1)

1. Subjects of application

The Investment Registration Certificate is required in the following cases:

- a) Investment projects of foreign investors;
- b) Investment projects of the business organizations which are
 - 51% of charter capital or more is held by foreign investors, or the majority of the general partners are foreigners if the business organization is a partnership;
 - 51% of charter capital or more is held by the business organizations mentioned in Point a;
 - 51% of charter capital or more is held foreign investors and the business organizations mentioned in Point a.

2. Document requirement

The investor shall submit the project documents to the local registry office. The document consists of:

- a) A written request for permission for execution of the investment project;
- b) A copy of the ID card or passport (if the investor is an individual); a copy of the Certificate of establishment or an equivalent paper that certifies the legal status of the investor (if the investor is an organization).
- c) An investment proposal that specifies: investor(s) in the project, investment objectives, investment scale, investment capital, method of capital rising, location and duration of investment, labor demand, requests for investment incentives, assessment of socio-economic effects of the project;
- d) Copies of any of the following documents: financial statements of the last two years of the investor; commitment of the parent company to provide financial support; commitment of a financial institutions to provide financial support; guarantee for investor's financial capacity; description of investor's financial capacity;
- e) Demand for land use; if the project does not use land allocated, leased out by the State, or is not permitted by the State to change land purposes, then a copy of the lease agreement or other documents certifying that the investor has the right to use the premises to execute the project shall be submitted;
- f) Explanation for application of technologies to the project mentioned in Point b Clause 1 Article 32 of this Law, which specifies: names of technologies, origins, technology process diagram, primary specifications, conditions of machinery, equipment and primary technological line;

- g) The business cooperation contract (if the project is executed under a business cooperation contract).

Note:

Collection, treatment, recycling of waste is one of business lines that are given investment incentive.

3. Contents of the Investment Registration Certificate

- a) Code of the project.
- b) Name and address of the investor.
- c) Name of the project.
- d) Location and area of the project.
- e) Objectives and scale of the project.
- f) Capital investment in the project (including the investor's capital and raised capital), capital contribution and capital raising schedule.
- g) Duration of the project.
- h) Project execution schedule: schedule of infrastructural development and inauguration (if any); schedule of achievements of primary targets and items; targets, duration, and operations of each stage (if the project is divided into multiple stages);
- i) Investment incentives, support, and conditions (if any).
- j) Conditions applied to the investor (if any).

Appendix 1.3. Detail on subject of application and authority to issue license/ certification for waste treatment (details of Step 5)

1. Hazardous waste treatment

- a) Hazardous waste treatment project must be given License for hazardous waste treatment.
- b) The Ministry of Natural Resources and Environment shall be competent agencies in licensing hazardous wastes treatment on a national scale.
- c) A License for hazardous waste treatment content includes:
 - operation areas,
 - number and types of hazardous waste permitted to treat,
 - the vehicles, system, equipment for the transport and treatment of hazardous waste (including pre-processing, recycling, co-treatment, recovery of energy),
 - other requirements for hazardous waste treatment.
- d) The time-limit for licensing hazardous waste treatment is 3 years from the date of issuance.
- e) Procedures for licensing hazardous waste treatment shall replace procedures for: inspection and certification of completion of the environmental protection works according to reports on environmental impact assessment, environmental protection projects (or equivalent records and document); confirmation of meeting environmental protection requirements for treatment facilities of daily-life solid waste and ordinary industrial solid waste (in case hazardous waste treatment facilities combine treatment of daily-life solid waste with ordinary industrial solid waste treatment); Other procedures for environment relevant to the operational stage of hazardous waste treatment facilities as prescribed by law.
- f) During the consideration, granting the License for hazardous waste treatment, the Ministry of Natural Resources and Environment shall approve in writing the trial operation of hazardous waste treatment as a temporary base for organizations and individuals to conclude contracts of collection, transportation and treatment of hazardous waste serving the trial operation within 06 (six) months.

2. Ordinary solid industrial waste

- a) Ordinary industrial solid waste treatment project must be given certificate of meeting environmental protection requirements prior to official operation.
- b) Authority to certify or adjust the certification of meeting environmental protection requirements:
 - ❖ The Ministry of Natural Resources and Environment shall certify or adjust the certification of meeting environmental protection requirements for:

- Ordinary industrial solid waste treatment facilities of which reports on environmental impact assessment are approved by the Ministry of Natural Resources and Environment;
 - Ordinary industrial solid waste treatment facilities receive waste for treatment from the waste generation sources in the inter-provincial areas;
 - Ordinary industrial solid waste treatment facilities associated with hazardous waste treatment (replaced by the License for hazardous waste treatment).
- ❖ The provincial People's Committee shall certify or adjust the certification of meeting environmental protection requirements for:
- Ordinary industrial solid waste treatment facilities of which reports on environmental impact assessment is under its competence.
 - The facilities only receive waste for treatment from the generators in the provincial areas.

PART 2 - INVESTMENT PROCEDURES FOR SOLID WASTE TREATMENT PPP PROJECTS

(Applied for project belong to Type A, B and proposed by the Investors)

| | Procedure | Responsible parties | Results | Timeline | Regulation references |
|-----------------|---|--|--|---|-----------------------------|
| I | PREPARATION | | | | |
| STEP 1 - | Project Preparation | The investor | - Project proposal - Project FS | | |
| 1.1 | Market research | The investor | | | |
| 1.2 | Legal framework research | The investor | | | |
| 1.3 | Select Vietnamese partner | The investor | | | |
| 1.4 | Make a joint venture agreement | The investor | | | |
| STEP 2 - | Preparation, assessment, approval and announcement of Project Proposals | The investor, the State authorities | - A written approval of the Project proposal | | |
| 2.1 | Preparation & submit of Project Proposals | The investor | | | Article 20, 21 of Decree 15 |
| 2.2 | Project approval | The State authorities | | within 30 days from the receipt of full documents | Article 22 of Decree 15 |
| 2.3 | Project announcement | the State authorities, the investors | | within 07 business days from the approval of Project Proposal | Article 23 of Decree 15 |
| | <i>Please see Appendix 2.1 for more detail on document requirement of the project proposal.</i> | | | | |
| STEP 3 - | Preparation, assessment, and approval of Feasibility Study Reports | The investor, the State authorities, the authorized bodies | - A written agreement among the Ministries, Branches, and provincial People's Committees and the Investor(s) on assignation of the Investor(s) to prepare Feasibility Study Report - A written approval of the Feasibility Study Report | | |

| | Procedure | Responsible parties | Results | Timeline | Regulation references |
|-----------------|--|--|---|----------|-----------------------------|
| 3.1 | Preparation & submit of Feasibility Study Reports | The investor | | | Article 24, 25 of Decree 15 |
| 3.2 | Evaluation of Feasibility Study Reports | The authorized bodies | | | Article 26 of Decree 15 |
| 3.3 | Approval of Feasibility Study Reports | The State authorities | | | Article 27 of Decree 15 |
| | <i>Please see Appendix 2.2 for more detail on the document requirement of this step.</i> | | | | |
| II | SELECTION OF INVESTORS | | | | |
| STEP 4 - | Pre-qualification | The investor, the soliciting entity, the authorized bodies | - Shortlist of investors is published on the national bidding network or Vietnam Public Procurement Review Journal by the soliciting entity; - Notification to every investor that submits the pre-qualification application by the soliciting entity; | | Chapter II of Decree 30 |
| 4.1 | Prepare the pre-qualification | | | | |
| 4.1.1 | Make the pre-qualification documents; | The soliciting entity | | | Article 17 of Decree 30 |
| 4.1.2 | Appraise, approve the pre-qualification documents | The authorized bodies | | | Article 17 of Decree 30 |
| 4.2 | Organize the pre-qualification | | | | |
| 4.2.1 | Announce the pre-qualification; | The soliciting entity | | | Article 18 of Decree 30 |
| 4.2.2 | Publish, adjust, clarify the pre-qualification documents; | The soliciting entity | | | Article 18 of Decree 30 |
| 4.2.3 | Prepare, submit pre-qualification applications; | The investor | | | Article 19 of Decree 30 |
| 4.2.4 | Receive, manage pre-qualification applications; | The soliciting entity | | | Article 19 of Decree 30 |
| 4.2.5 | Adjust, withdraw pre-qualification applications (if necessary) | The investor | | | Article 19 of Decree 30 |

| | Procedure | Responsible parties | Results | Timeline | Regulation references |
|--|--|---|---------|----------|--|
| 4.2.6 | Bid opening. | The soliciting entity | | | Article 19 of Decree 30 |
| 4.3 | Evaluate pre-qualification applications. | The soliciting entity | | | Article 20 of Decree 30 |
| 4.4 | Clarify pre-qualification applications (if necessary) | The investor | | | Article 20 of Decree 30 |
| 4.5 | Submit the pre-qualification results | The soliciting entity | | | Article 21 of Decree 30 |
| 4.6 | Appraise, approve the pre-qualification results; | The authorized bodies | | | Article 21, Clause 2 Article 83 Decree 30 |
| 4.7 | Publish the short list. | The soliciting entity | | | Article 21, Point d, clause 1, Article 2 & Point c clause 1/ Point b clause 2 Article 5 of Decree 30 |
| STEP 5 - Investor Selection plan | | The soliciting entity, The authorized bodies | | | |
| 5.1 | Making the investor selection plan | The soliciting entity | | | Article 23 of Decree 30 |
| 5.2 | Evaluating the investor selection plan | The appointed party | | | Article 24 of Decree 30 |
| 5.3 | Approving the investor selection plan | The authorized body | | | Article 24 of Decree 30 |
| STEP 6 - Competitive bidding for selection of investors in PPP projects | | The investor, the soliciting entity, the authorized bodies, the State authorities | | | |
| 6.1 | Preparation for the investor selection | | | | |
| 6.1.1 | Make the bidding documents; | The soliciting entity | | | Article 26 of Decree 30 |
| 6.1.2 | Evaluate the bidding documents | The soliciting entity | | | Article 28 of Decree 30 |
| 6.1.3 | Approve the bidding documents | The State authorities | | | Article 28 of Decree 30 |
| 6.2 | Organization of investor selection | | | | |

| | Procedure | Responsible parties | Results | Timeline | Regulation references |
|-------|--|--------------------------------------|--|----------|-------------------------|
| 6.2.1 | Invite bids; | The soliciting entity | | | Article 29 of Decree 30 |
| 6.2.2 | Publish, adjust, clarify the bidding documents | The soliciting entity | | | Article 30 of Decree 30 |
| 6.2.3 | Prepare, submit bid-envelopes | The investor | | | Article 31 of Decree 30 |
| 6.2.4 | Receive, manage bid-envelopes | The soliciting entity | | | Article 31 of Decree 30 |
| 6.2.5 | Adjust, withdraw bid-envelopes (if necessary) | The investor | | | Article 31 of Decree 30 |
| 6.2.6 | Open technical proposals. | The soliciting entity | | | Article 32 of Decree 30 |
| 6.3 | Evaluate technical proposals | | - A list of investors that satisfy technical requirements is send to all participant investors by the soliciting entity, inviting investors that satisfy technical requirements to attend opening financial - commercial proposals | | |
| 6.3.1 | Inspect the validity of technical proposals; | The soliciting entity | | | Article 36 of Decree 30 |
| 6.3.2 | Evaluate technical proposals in details; | The authorized bodies | | | Article 37 of Decree 30 |
| 6.3.3 | Appraise, approve the list of investors that satisfy technical requirements. | The State authorities | | | Article 37 of Decree 30 |
| 6.4 | Opening and evaluating financial – commercial proposals | | | | |
| 6.4.1 | Open financial – commercial proposals | The soliciting entity + The investor | The opening record that bears the signatures of the soliciting entity and investors who attend the opening ceremony is send to investors that satisfy technical requirements; | | Article 38 of Decree 30 |

| | Procedure | Responsible parties | Results | Timeline | Regulation references |
|---|--|--|---|---|---|
| 6.4.2 | Inspect the validity of financial – commercial proposals; | The authorized bodies | | | Article 39 of Decree 30 |
| 6.4.3 | Evaluate financial – commercial proposals in details and rank investors; | The authorized bodies | | | Article 39 of Decree 30 |
| 6.4.4 | Preliminarily negotiate the contract | The first ranked investors + The soliciting entity | - Draft Investment Agreement - Draft Contract | | Article 40 of Decree 30 |
| 6.5 | Submit the investor selection result | The soliciting entity | | | Article 42 of Decree 30 |
| 6.6 | Appraise, approve the investor selection result | The State authorities | | | Article 42, Clause 4 Article 83 of Decree 30 |
| 6.7 | Publish the investor selection results | The soliciting entity | - Investor selection result is published on the national bidding network or Vietnam Public Procurement Review Journal by the soliciting entity; - Written notification of investor selection result is send to every participant investor by post or fax by the soliciting entity; | within 5 working day from the day on which the investor selection result is approved. | Point 6 Article 42, Point 13 Article 6 of Decree 30 |
| STEP 7- CONTRACT NEGOTIATION, COMPLETION | | | | | |
| 7.1 | Negotiate and complete the contract | The investor + the State authorities | | | Article 43 of Decree 30 |
| 7.2 | Sign the investment agreement | The investor + the State authorities | The investment agreement | | Article 30 of Decree 15, Article 44 of Decree 30 |
| 7.3 | Sign the contract | The investor + the State authorities | The contract | After the investment certificate is issued | Article 31 of Decree 15, Article 44 of Decree 30 |
| III | INVESTMENT REGISTRATION & ESTABLISHMENT OF THE PROJECT ENTERPRISE | | | | |

| | Procedure | Responsible parties | Results | Timeline | Regulation references |
|------------------|---|---|-------------------------------------|---|---------------------------------|
| STEP 8 - | Investment Registration | The investor + the State authorities | Investment Registration Certificate | within 25 days from the date of receipt of full legitimate dossiers | Article 39, 40, 41 of Decree 15 |
| | <i>Please see Appendix 2.3 for more detail on the competence to grant the Investment Registration Certificate, document requirement and contents of the Investment Registration Certificate</i> | | | | |
| STEP 9 - | Establish the project enterprise | The investor + the State authorities | | | Article 42 of Decree 15 |
| IV | IMPLEMENTATION OF THE PROJECT | | | | |
| STEP 10 - | Select contractors to implement the project | The investor | | | Article 44 of Decree 15 |
| STEP 11 - | Prepare construction site for the Project | The Provincial People's Committee + other related authorized bodies | | | Article 45 of Decree 15 |
| STEP 12- | Prepare technical construction designs | The Investor/ The Project Enterprise | | | Article 46 of Decree 15 |
| STEP 13- | Supervise the project contract performance | The investor + the State authorities | | | Article 47 of Decree 15 |
| STEP 14 - | Supervise the quality of the work | The State authorities | | | Article 48 of Decree 15 |
| STEP 15 - | Management and operation of the work | The Investor/ The Project Enterprise or in accordance with conditions in the contract | | | Article 49 of Decree 15 |
| STEP 16 - | Investment monitoring and evaluation, financial publicity | | | | Article 52 of Decree 15 |
| V - | FINALIZATION AND TRANSFER OF THE PROJECT WORK | | | | |
| STEP 17 - | Finalization of the project work | The investor + the State authorities | | | Article 53 of Decree 15 |
| STEP 18 - | Transfer of the project facility | The investor + the State authorities | | | Article 54 of Decree 15 |

Appendix 2.1. Content requirement of the project proposal (details of Step 2.1)

The proposals for project shall have the following contents:

- a) A written proposal for project implementation;
- b) Project Proposal shall include the following main contents:
 - i. The necessity of investment; advantage of the PPP investment form compared to others; type of Project Contract;
 - ii. The consistence of the project with the planning, development scheme and the criteria set out in Article 15.1 of Decree 15;
 - iii. Proposed object, scale, location of the project; demand for land use and resources;
 - iv. Preliminary analysis of requirements on technique, standards, project quality, provided products or services;
 - v. Proposed project implementation schedule; facility construction and exploitation duration; plan for organization of management, commercial operation or service supply;
 - vi. Proposed plan on compensation, site clearance, and resettlement;
 - vii. Proposed criteria for implementation of other Projects (with respect to those implemented under BT Contract);
 - viii. Preliminary analysis of the project financial plan, including: total investment capital, equity structure and mobilization method; State equity invested for project implementation (if any); expenses; income, price, commodity and service fees; payback period, interests;
 - ix. Preliminary expectation of risks during project implementation and risk separation among competent State bodies and the Investor(s);
 - x. Proposal of investment incentives and guarantees (if any);
 - xi. Preliminary expectation of the project's social – economic efficiency; the project's impact on environment, society, national defense and security;
 - xii. Other necessary contents.
 - xiii. With respect to any project consisting of construction structure, in addition to such contents mentioned above, the Project Proposal shall include preliminary design as stipulated by the construction law.
- c) Documents proving the legal status, capacity, and experience of the Investor(s);
- d) Experience in implementing similar projects (if any);
- e) Other necessary documents for explanation of the proposal for project (if any).

The Investor(s) shall prepare and submit the proposals for project to the Ministries, Branches, and provincial People's Committees.

Appendix 2.2. Content requirement of the Feasibility Study Report (details of Step 3.1)

In respect of projects proposed by the Investor(s) and approved, the Ministries, Branches, and provincial People's Committees shall assign the Investor(s) to prepare the Feasibility Study Report.

The assignation of the Investor(s) to prepare Feasibility Study Report shall be made by a written agreement among the Ministries, Branches, and provincial People's Committees and the Investor(s). Such agreement must specify the purposes, requirements, Feasibility Study Report preparation fees, independent consultant rental and handling principles in case another Investor is selected for project implementation.

The Feasibility Study Report of a project shall consist of the following contents:

- a) Detailed analysis of the necessity of the project implementation investment and advantages compared to other investment forms; type of Project Contract;
- b) The consistence of the project with the planning, development scheme and the criteria set out in Article 15.1 of this Decree;
- c) Object, scale, components (if any), location of the project; demand for land use and resources;
- d) Technical and technological notes for satisfaction of requirements on project quality, provided products or services;
- e) Assessment on current status of the project, machinery, equipment, asset value (in respect of O&M Contract); criteria for implementation of other projects;
- f) Project implementation schedule; facility construction and exploitation duration; plan for organization of management, commercial operation or service supply;
- g) Compensation, site clearance, and resettlement plan;
- h) Project financial plan (as set out in Article 16.2.h of this Decree);
- i) Capital mobilization ability for project implementation, assessment of market demand and liquidation; study on the interest in the project of the Investor(s) and the lender(s);
- j) Analysis of risks and responsibility of each party in risk management during project implementation;
- k) Proposal of investment incentives and guarantees (if any);
- l) The project's social – economic efficiency and impact on environment, society, national defense and security;
- m) Other necessary contents.
- n) With respect to any project consisting of construction structure, in addition to such contents mentioned above, the Feasibility Study Report shall include preliminary design as stipulated by the construction law.

Appendix 2.3. Competence to grant the Investment Registration Certificate, document requirement and contents of the Investment Registration Certificate (details of Step 8)

1. Competence to grant, amend and revoke the Investment Registration Certificate

1. The Ministry of Planning and Investment shall issue, amend and revoke the Investment Registration Certificate with respect to the following projects:

- a) Projects of national importance;
- b) Projects in which Ministries, branches or bodies authorized by the Ministries and bodies are the state authorities having competence to enter into the project contracts;
- c) Projects to be implemented in 02 provinces and cities or more.

2. The provincial People's Committee shall issue, amend and revoke the Investment Registration Certificates with respect to Projects not stipulated in Point 1.

2. Document requirement

The application file for issuance of the Investment Registration Certificate shall comprise:

- a) Written request for issuance of an Investment Registration Certificate;
- b) Investment agreement and the project contract draft;
- c) Feasibility study report and approval decision of the project;
- d) Documents approving the use of state investment capital involved in the project implementation (if any);
- e) Joint venture contract and draft of the project enterprise charter (if any);
- f) Decision on selection of the investor.

The investor shall submit 05 sets of application files, of which at least 01 set of original documents must be submitted to the authorized State body.

3. Contents of the Investment Registration Certificate

An Investment Registration Certificate shall contain the following main contents:

- a) Name and address of the investor;
- b) Name of the project;
- c) Objectives, scale, requirements, conditions for implementation of the project;
- d) Project implementation location and land use area;
- e) Total investment capital of the project;
- f) Project term and implementation schedule; and the capital source structure;
- g) Duration and progress of the project;

- h) Value, proportion, progress, and conditions for disbursement of the State investment capital used for project implementation (if any);
- i) Investment incentives (if any).
- j) For BT projects, in addition to the contents on the infrastructure construction projects above, the Investment Registration Certificate must provide for conditions for implementation of other projects. For other projects, procedures for issuance of the Investment Registration Certificate shall be conducted in accordance with the law on investment.

LIST OF IMPORTANT REGULATIONS

| No. | Document No. | Document Name | Date |
|--|-----------------------------------|---|--|
| I. Investment regulations | | | |
| 1 | Law No. 67/2014/QH13 | Law on Investment | Issue date: November 26, 2014 Effective date: July 01, 2015 |
| 2 | Law No. 49/2014/QH13 | Law on Public Investment | Issue date: June 18, 2014 Effective date: January 01, 2015 |
| 3 | Decree No. 15/2009/NĐ-CP | Decree on public private partnership investment form | Issue date: February 14, 2015 Effective date: April 10, 2015 |
| II. Waste treatment regulations | | | |
| 4 | Decree No. 38/2015/NĐ-CP | Decree on management of waste and discarded material | Issue date: April 24, 2015 Effective date: June 15, 2015 |
| III. Bidding regulations | | | |
| 5 | Law No. 43/2013/QH13 | Law on Bidding | Issue date: November 26, 2013 Effective date: July 1, 2014 |
| 6 | Decree No. 30/2015/NĐ-CP | Guidelines for some articles on investor selection of the law on bidding | Issue date: March 17, 2015 Effective date: May 5, 2015 |
| 7 | Decree No. 63/2014/NĐ-CP | Detailing the implementation of several provisions of Law on Bidding regarding the selection of contractors | Issue date: June 26, 2014 Effective date: August 15, 2014 |
| 8 | Circular No. 01/2011/TT-BKHĐT | Guidelines for checking of the bidding | Issue date: January 4, 2011 Effective date: March 1, 2011 |
| 9 | Circular No. 21/2010/TT-BKH | Detailing on appraisal of bidding document | Issue date: October 28, 2010 Effective date: December 15, 2010 |
| 10 | Circular No. 20/2010/TTLT-BKH-BTC | Guidelines on providing bidding information to publish in Bidding Journal | Issue date: September 21, 2010 Effective date: November 5, 2010 |
| IV. Other regulation | | | |
| 11 | Law No. 68/2014/QH13 | Law on Enterprises | Issue date: November 26, 2014 Effective date: July 1, 2015 |
| 12 | Law No. 45/2013/QH13 | Land Law | Issue date: November 29, 2013 Effective date: July 1, 2014 |

添付資料

2-1 Analysis of Phuoc Hiep Municipal Solid Waste (MSW) Composition

REPORT OF

**PHUOC HIEP MUNICIPAL SOLID WASTE RESULTS,
JANUARY 2014**

January, 2014

CONTENTS

| | |
|---|-----------|
| 1. GENERAL INFORMATION OF PHUOC HIEP LANDFILL..... | 1 |
| 1.1 Location..... | 1 |
| 1.2 Capacity and operation status | 1 |
| 1.3 Disposal technologies..... | 2 |
| 1.4 Objective of sampling | 2 |
| 1.5 Implementation schedule | 2 |
| 2. STATUS OF MSW TRANSPORTATION ACTIVITIES AT PHUOC HIEP LANDFILL...3 | 3 |
| 2.1 Process of MSW transportation at Phuoc Hiep landfill | 3 |
| 2.2 Original of MSW and transporters to Phuoc Hiep landfill | 3 |
| 2.3 The number of waste transporters, trips and total amount of solid waste at Phuoc Hiep landfill..... | 5 |
| 3. SAMPLING PLAN, SAMPLING METHOD AND ANALYTICAL METHOD.....10 | 10 |
| 3.1 Sample plan | 10 |
| 3.2 Sample method | 10 |
| 3.2.1 Collection of sample | 10 |
| 3.2.2 Preparation of sample..... | 10 |
| 3.3 Analytical method..... | 11 |
| 3.3.1 Measurement of bulk density..... | 11 |
| 3.3.2 Composition of samples..... | 11 |
| 3.3.3 Moisture content..... | 12 |
| 3.3.4 Volatile solid, ash and gross calorific value | 12 |
| 4. ANALYTICAL RESULTS OF PHUOC HIEP MSW.....13 | 13 |
| 4.1 Information of Phuoc Hiep MSW samples..... | 13 |
| 4.2 Physical composition of Phuoc Hiep MSW | 14 |
| 4.3 Moisture, volatile solid and ash | 16 |
| 4.3.1 Moisture | 16 |
| 4.3.2 VS and Ash | 17 |
| 4.4 Correlation of moisture, VS and ash | 20 |
| 4.4.1 Correlation of moisture, VS and ash of each composition by wet weight..... | 20 |
| 4.4.2 Correlation of moisture, VS and ash of each sample by wet weight | 21 |
| 4.5 Gross calorific..... | 22 |

LIST OF APPENDIX

| | | |
|------------|--|-----|
| APPENDIX 1 | Formula..... | I |
| APPENDIX 2 | Figure of MSW sampling and classification at transferring floor of Phuoc Hiep landfill | II |
| APPENDIX 3 | Figure of MSW sample for moisture analysis..... | III |
| APPENDIX 4 | Figure of MSW sample after moisture analysis (dried at 105° C)..... | IV |
| APPENDIX 5 | The raw data | VI |
| APPENDIX 6 | Diagram of Phuoc Hiep landfill | XI |

LIST OF TABLES

| | |
|---|----|
| Table 1. General information of capacity and operation status in Phuoc Hiep landfill..... | 1 |
| Table 2. Implementation schedule..... | 2 |
| Table 3 Original of solid waste at Phuoc Hiep landfill | 4 |
| Table 4 Solid waste mass and number of trips transport into Phuoc Hiep landfill per day | 5 |
| Table 5 Frequency of transporter trips and total amount of MSW into landfill during the activity time | 5 |
| Table 6 Activities of waste transporters into Phuoc Hiep landfill | 8 |
| Table 7. Analytical method of solid waste | 12 |
| Table 8 Information of Phuoc Hiep MSW samples | 13 |
| Table 9 Statistic physical composition of 4 samples (January 2014) | 15 |
| Table 10 Statistic moisture of each composition 4 samples | 16 |
| Table 11 Statistic VS value by dry weight of 4 samples (January 2014)..... | 18 |
| Table 12 Statistic ash value by dry weight of 4 samples (January 2014) | 19 |
| Table 13 Statistic gross calorific value by dry weight of 4 samples (January 2014) | 22 |

LIST OF FIGURES

| | |
|--|----|
| Figure 1 Process of solid waste transportation inside Phuoc Hiep landfill. | 3 |
| Figure 2 The ratio of number of trips and solid waste mass in the daytime and the nighttime. ... | 6 |
| Figure 3 Transport time into Phuoc Hiep landfill of transport units..... | 6 |
| Figure 4 Types of vehicles transporting garbage to Phuoc Hiep landfill..... | 7 |
| Figure 5 The average solid waste mass (%) of each transporter into Phuoc Hiep landfill. | 9 |
| Figure 6. Sampling method..... | 11 |
| Figure 7. Average physical composition (% wet weight) of 4 samples in January 2014 | 15 |
| Figure 8. Average physical composition (% dry weight) of 4 samples in January 2014..... | 15 |
| Figure 9. Average physical composition (% wet weight) of 4 samples..... | 16 |
| Figure 10. Moisture content (%) of each composition of MSW sample..... | 17 |
| Figure 11. Average moisture content (%) of each composition of MSW sample..... | 17 |
| Figure 12. Ash and volatile solid by dry weight (%) of sample 1 | 18 |
| Figure 13. Ash and volatile solid by dry weight (%) of sample 2 | 18 |
| Figure 14. Ash and volatile solid by dry weight (%) of sample 3 | 18 |
| Figure 15 Ash and volatile solid by dry weight (%) of sample 4 | 18 |
| Figure 16. Average value of VS by dry weight of MSW composition. | 19 |
| Figure 17. Average value of ash by dry weight of MSW composition..... | 19 |
| Figure 18. Correlation of moisture, VS and ash of each composition of sample 1 | 20 |
| Figure 19. Correlation of moisture, VS and ash of each composition of sample 2 | 20 |
| Figure 20. Correlation of moisture, VS and ash of each composition of sample 3 | 20 |
| Figure 21. Correlation of moisture, VS and ash of each composition of sample 4 | 20 |
| Figure 22. Correlation of moisture, VS and ash by wet weight of sample 1..... | 21 |
| Figure 23. Correlation of moisture, VS and ash by wet weight of sample 2..... | 21 |
| Figure 24. Correlation of moisture, VS and ash by wet weight of sample 3..... | 22 |
| Figure 25. Correlation of moisture, VS and ash by wet weight of sample 4..... | 22 |
| Figure 26. Average value of gross calorific of MSW composition | 22 |
| Figure 27. Gross calorific of each sample | 22 |

LIST OF ACRONYMS

| | | |
|-----|---|-----------------------|
| DW | : | Dry Weight |
| HCV | : | High Calorific Value |
| LCV | : | Low Calorific Value |
| MSW | : | Municipal Solid Waste |
| VS | : | Volatile Solid |
| WW | : | Wet Weight |

1. GENERAL INFORMATION OF PHUOC HIEP LANDFILL

1.1 Location

Phuoc Hiep landfill locates at the North West Solid Waste Treatment Complex at Tam Tan hamlet, Phuoc Hiep commune, Cu Chi district, Ho Chi Minh city. Phuoc Hiep landfill is about 50 km far from the city center towards the North West, 5 km far from Cu Chi District center towards the South West, which is showed in the picture in Appendix 7. The landfill shares borders with the following positions:

- The region located in the planning areas of the North West Solid Waste Treatment Complex and the existing Indigo forest area in the East and North direction;
- Canal No. 16 in the North West direction;
- Thay Cai Canal in the South West direction;
- Canal No. 15 in the South East direction.

1.2 Capacity and operation status

General information of capacity and operation status in Phuoc Hiep landfill is showed in Table 1.

Table 1. General information of capacity and operation status in Phuoc Hiep landfill

| No. | General information | Compartment No.1 | Compartment No.1A | Compartment No.2 | Compartment No.3 |
|-----|---|------------------|-------------------|------------------|---|
| 1 | Operation duration | 2003 - 2007 | 2007 - now | 2008 - now | Both landfill and construction activities |
| 2 | Filling area (ha) | 18.99 | 9.75 | 19.50 | 60.00 |
| 3 | Designed capacity (ton/day) | 3,000 | 3,000 | 3,500 | 3,000 |
| 4 | Actual average receiving capacity (ton/day) | 3,000 | 3,000 | 3,500 | - |
| 5 | Landfill type | Sanitation | Sanitation | Sanitation | Sanitation |
| 6 | Landfill height from ground level (m) | 25 | 15 - 17 | - | - |
| 7 | Landfill depth from ground level (m) | -7 | -7 | -7 | -7 |

Source: Department of Natural Resources and Environment of HCM city (2010, 2013)

1.3 Disposal technologies

Phuoc Hiep landfill is a sanitation landfill with full items of environmental protection facilities such as









- Area of compartment No. 1 is 18.99 ha and divided into 4 sub-compartments. Each sub-compartment is about 4.74 ha in area. Maximum height of the compartment is 25 m. Municipal solid waste disposal in each compartment is covered in 10 layers. Each layer's thickness is 2.2 m (solid waste has been carefully compacted by landfill bulldozer). Thickness of soil layer between the solid waste layers is 20 cm. On the top, it is betonies layer and then 30 cm topsoil layer covered the compartment.
- Compartments No.1A and No.2 also use similar system of bottom liner and top-covering layer to compartment No. 1. Moreover, in design, pile wall system of compartment No. 1A has been reinforced in order to avoid slip and subsidence incidents surrounding the landfill.
- In compartment No.2, when the solid waste reaches appropriate level, the compartment No.2 will be connected with compartment No.1A in order to take advantage of the strong pile wall system of compartment No.1A. A part of border between compartment No.2 and compartment No.1A will be used for filling the waste in order to increase receiving ability.
- Compartment No.3 of the landfill began to operate in October, 2013 and was continuously constructed other construction items by South Korea contractor.

1.4 Objective of sampling

Sampling purposes at Phuoc Hiep landfill is to analyze physical composition, moisture, volatile solid, ash and gross calorific value of solid wastes in order to evaluate the quality of MSW.

1.5 Implementation schedule

Table 2. Implementation schedule

| No. | Articles | Timing plan | | |
|-----|---|---|---|---|
| | | 09/01-10/01 | 10/01-23/01 | 11/02-04/03 |
| 1 | Survey and sampling |  | | |
| 2 | Classification of municipal solid waste, bulk density |  | | |
| 3 | Analysis of physical composition and moisture | |  | |
| 4 | - Analysis of ash, volatile solid (VS) - Analysis of gross calorific value | |   |  |
| 5 | Data processing | | |  |
| 6 | Preparation of report | | |  |

2. STATUS OF MSW TRANSPORTATION ACTIVITIES AT PHUOC HIEP LANDFILL

2.1 Process of MSW transportation at Phuoc Hiep landfill

Diagram of solid waste transportation inside Phuoc Hiep landfill is presented in Figure 1.

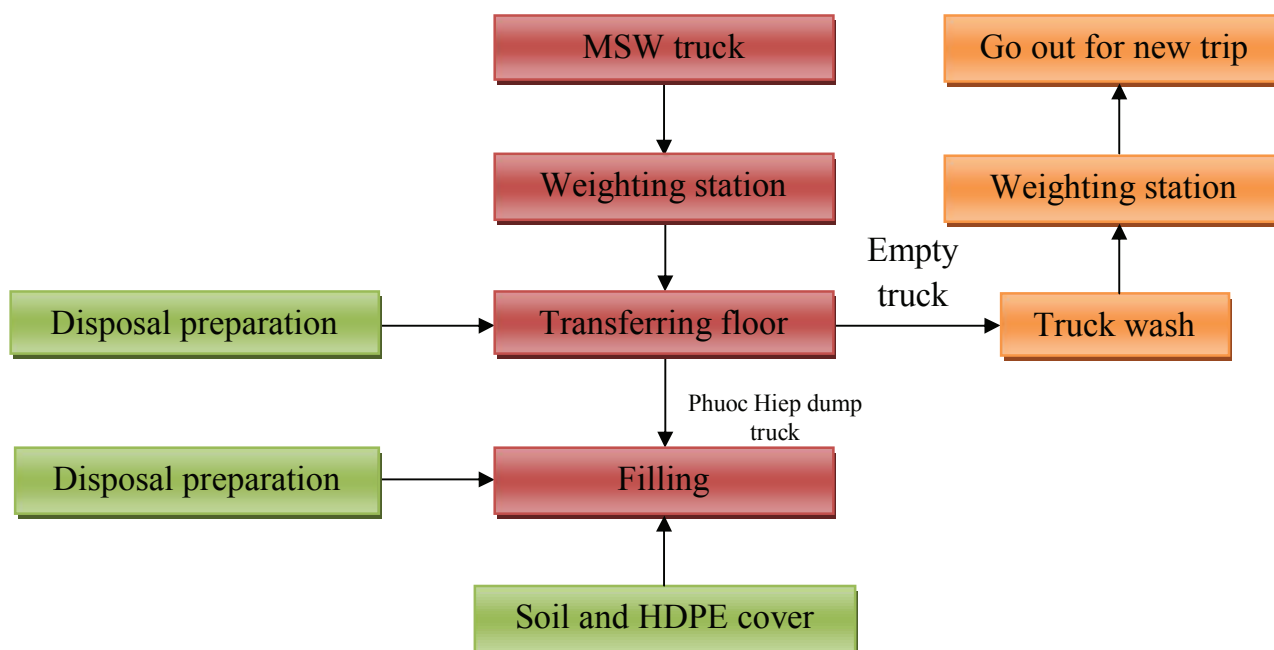


Figure 1 Process of solid waste transportation inside Phuoc Hiep landfill.

2.2 Original of MSW and transporters to Phuoc Hiep landfill

There are two waste sources transported to Phuoc Hiep landfill:

- (1) Municipal solid wastes (MSW) from Ho Chi Minh City and Duc Hoa District, Long An Province:
 - City Environmental Company (Citenco) collects and transports solid wastes from Binh Chanh, Nha Be, Binh Thanh, Tan Phu; district 2, 7, 9, 10, 11, and 12.
 - Industrial agricultural Co-operative transports wastes from District 11.
 - Duc Hoa Public Service Company transports wastes from Duc Hoa District, Long An Province.
 - 11 public service companies transfer wastes from their own districts.
- (2) Residue wastes arising from processes of classifying, recycling and composting from Vietstar Company.

Table 3. Original of solid waste at Phuoc Hiep landfill

| No. | Waste transporters | Transfer station | Original of solid wastes |
|-----|--------------------------------------|---|--|
| 1 | Citenco | - Quang Trung- Go Vap - Tong Van Tran- District 11 | Binh Thanh, Tan Phu, Binh Chanh, Nha Be, District 2, District 7, District 9, District 10, District 11, District 12 |
| 2 | Cu Chi public service company | - Tan An Hoi - Tan Phu Trung - Phuoc Thanh - Cu Chi - Tan Thong Hoi - Tan Thanh Tay - Phu Hoa Dong - An Nhon Tay - Lo 6 - Tan Thanh Dong - Quang Viet - Trung An - Pham Van Coi | Cu Chi District |
| 3 | Hoc Mon public service company | - Ba Diem - Tan Thoi Nhi - Xuan Thoi Thuong - Thi Tran | Hoc Mon District |
| 4 | Industrial agricultural Co-operative | - Tan Hoa | District 11 |
| 5 | District 12 public service company | - Hiep Thanh - Tan Thoi Hiep | District 12 |
| 6 | District 2 public service company | - Binh Trung Tay - An Loi Dong | District 2 |
| 7 | District 9 public service company | - Long Hoa - Phuoc Long A - Ben Do - Vinh Thuan | District 9 |
| 8 | Binh Thanh public service company | - Phan Van Tri - Thanh Da | Binh Thanh District |
| 9 | Go Vap public service company | - Quang Trung | Go Vap District |
| 10 | Tan Binh public service company | - Pham Van Bach | Tan Binh District |
| 11 | Thu Duc public service company | - Go Dua - So Ga 4 - Linh Xuan 5 - Truong Tho 3 - Tam Than - Hiep Binh Chanh | Thu Duc District |

| No. | Waste transporters | Transfer station | Original of solid wastes |
|-----|-----------------------------------|------------------|---|
| 12 | Duc Hoa public service company | - No information | Duc Hoa District - LA |
| 13 | Vietstar | - No information | Tan Phu, Phu Nhuan, Tan Binh district, Transport factory No.1, No.2 |
| 14 | District 1 public service company | - No information | District 1 |
| 15 | Phu Nhuan public service company | - Nguyen Kiem | Phu Nhuan District |

2.3 The number of waste transporters, trips and total amount of solid wastes at Phuoc Hiep landfill

According to field works in January 2014, there are 15 waste transporters dumping the wastes into Phuoc Hiep landfill. The average is about 273 trips per day. The average total amount of solid waste is about 3,348 tons/day. The details are presented in Table 4.

Table 4. Solid waste mass and number of trips transport into Phuoc Hiep landfill per day

| Date | Total waste transporters | Number of trips | Total solid waste mass (ton) |
|------------|--------------------------|-----------------|------------------------------|
| 09/01/2014 | 15 | 273 | 3,369 |
| 10/01/2014 | 15 | 272 | 3,326 |
| Average | 15 | 273 | 3,348 |

There are about 65.1% numbers of trips in the day time (12:00 – 18:00, about 170 trips) and 37.6% numbers of trips in the night-time (18:00 – 6:00, about 103 trips). Therefore, the amount of solid waste transported to the landfill is about 65.7% in the day time and 34.3% at nighttime). (See Table 5 and figure 2).

In the daytime (12:00 – 18:00), the rush hours are from 12:00 to 15:00, covering more than 64.7% trips of day time. In the night-time (18:00 – 6:00), the rush hours are from 18:00 to 21:00, covering about 42.9 % trips of night-time.

Table 5. Frequency of transporter trips and total amount of MSW into landfill during the activity time

| Time Date | From 12:00 – 18:00 | | From 18:00 – 6:00 | |
|--------------|--------------------|------------------------|-------------------|------------------------|
| | Number of trips | Solid waste mass (ton) | Number of trips | Solid waste mass (ton) |
| 09/01/2014 | 162 | 2,195 | 111 | 1,174 |
| 10/01/2014 | 178 | 2,207 | 94 | 1,119 |

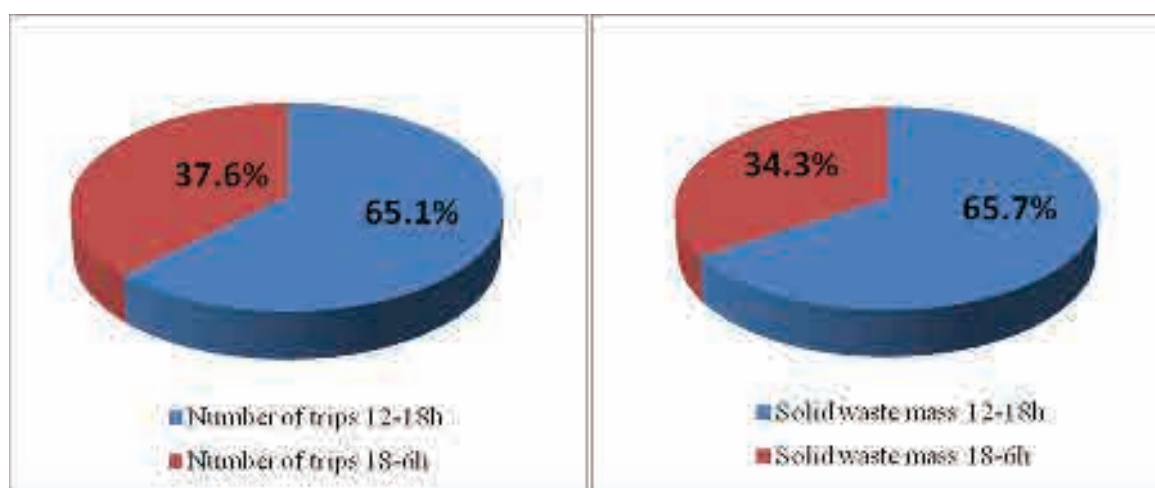


Figure 2 The ratio of numbers of trips and solid waste mass in the day time and the night-time.

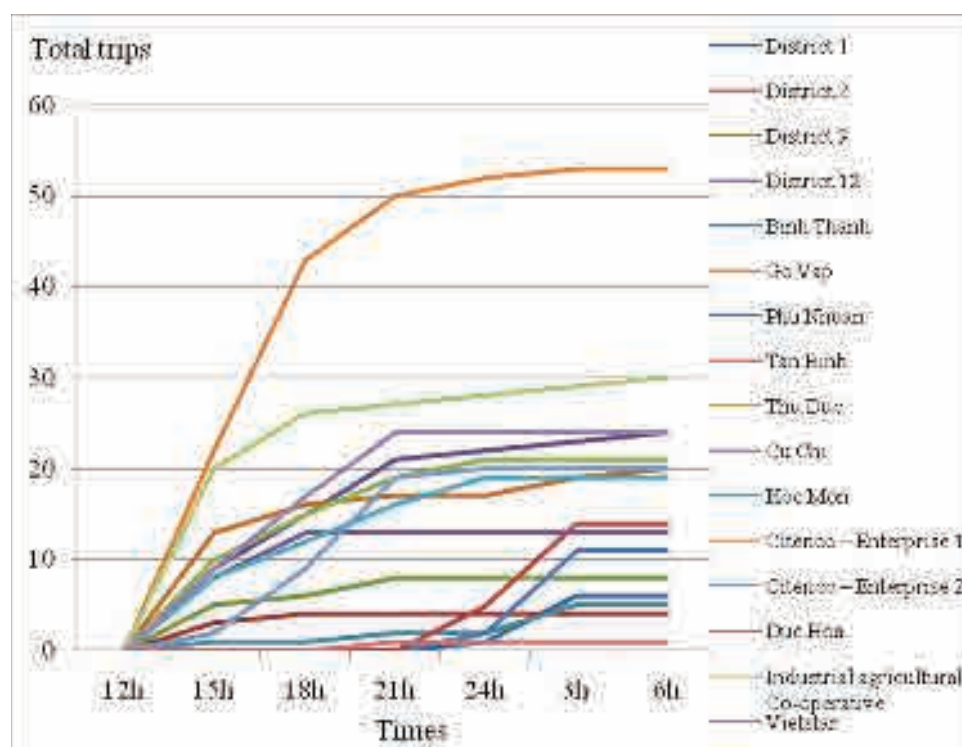


Figure 3 Transport time into Phuoc Hiep landfill of transport units

The study data also shows that there are 26.1% total numbers of trips and 25.8% amount of solid wastes transported by Citenco.

Average time for a truck going in and out Phuoc Hiep landfill is ranging from 10 to 15 minutes. The time passing weighing station is a minute in average.

There are three types of vehicles transporting wastes to Phuoc Hiep landfill: Rear Load Refuse truck, Hook lifting garbage truck, Tarpaulin truck.



Hook lifting garbage truck



Rear Load Refuse Truck



Tarpaulin truck

Figure 4 Types of vehicles transporting garbage to Phuoc Hiep landfill

Most of the wastes are transported into Phuoc Hiep landfill by RLR truck (Rear Load Refuse Truck). Except:

- Vietstar Company transports the waste by tarpaulin truck.
- Citenco transports the waste by hook-lifting garbage truck.

In this survey (in January 2014), the garbage trucks have loading capacity ranging from 4 tons to 18 tons, most of them are ranging from 10 tons to 15 tons, covering 71.2% in total trips (273 total trips). Besides, Citenco is covering 25.8% in total trips ranging from 10 tons to 15 tons.

The detail data of waste transporters, vehicles, trips as well as the total amount MSW of each transporter and transport time into Phuoc Hiep landfill are presented clearly in Table 6 and Figure 5.

Table 6. Activities of waste transporters into Phuoc Hiep landfill

| No. | Waste transporters | Number of garbage trucks | Average number of trips in day | Type of vehicle | Note: time | |
|-----|--------------------------------------|--------------------------|--------------------------------|-----------------|---------------------------|--------------------------------------|
| | | | | | From 12:00 to 18:00 | From 18:00 to 6:00 |
| 1 | Citenco | 45 | 72 | RLR, HL | Frequently (62%) | Mainly from 18:00 to 21:00 (38%) |
| 2 | Cu Chi public service company | 5 | 16 | RLR | Frequently (100%) | Not entering |
| 3 | Hoc Mon public service company | 5 | 20 | RLR | Frequently (64%) | Mainly from 19:00 to 21:30 (36%) |
| 4 | Industrial agricultural Co-operative | 23 | 28 | RLR | Frequently (86%) | Mainly from 20:00 to 3:00 (14%) |
| 5 | District 12 public service company | 6 | 24 | RLR | Frequently (64%) | Mainly from 18:00 to 0:00 (36%) |
| 6 | District 2 public service company | 3 | 4 | RLR | Unusually | Unusually |
| 7 | District 9 public service company | 5 | 10 | RLR | From 12:00 to 16:00 (75%) | Mainly from 18:30 to 19:00 (25%) |
| 8 | Binh Thanh public service company | 3 | 5 | RLR | Unusually (22%) | Only from 0:00 to 3:00 (78%) |
| 9 | Go Vap public service company | 14 | 20 | RLR | From 12:00 to 16:00 (83%) | Only 18:00-19:00 and 2:30-3:30 (17%) |
| 10 | Tan Binh public service company | 11 | 15 | RLR | Not entering | Mainly from 21:00 to 2:00 (100%) |
| 11 | Thu Duc public service company | 8 | 22 | RLR | From 12:00 to 17:00 (68%) | Mainly from 19:30 to 23:30 (32%) |
| 12 | Duc Hoa public service company | 1 | 1 | RLR | Unusually | Unusually |
| 13 | Vietstar | 4 | 21 | Tarpaulin | Frequently (83%) | Only from 18:00 to 20:00 (17%) |
| 14 | District 1 public service company | 6 | 6 | RLR | Not entering | Only from 23:30 to 2:30 (100%) |
| 15 | Phu Nhuan public service company | 7 | 10 | RLR | Not entering | Only from 23:30 to 3:00 (100%) |

| No. | Waste transporters | Number of garbage trucks | Average number of trips in day | Type of vehicle | Note: time | |
|---|--------------------|--------------------------|--------------------------------|-----------------|---------------------|--------------------|
| | | | | | From 12:00 to 18:00 | From 18:00 to 6:00 |
| Note: RLR : Rear Load Refuse truck; HL : Hook lifting garbage truck Tarpaulin : Tarpaulin truck | | | | | | |

Statistics: 09/01/2014 and 10/01/2014

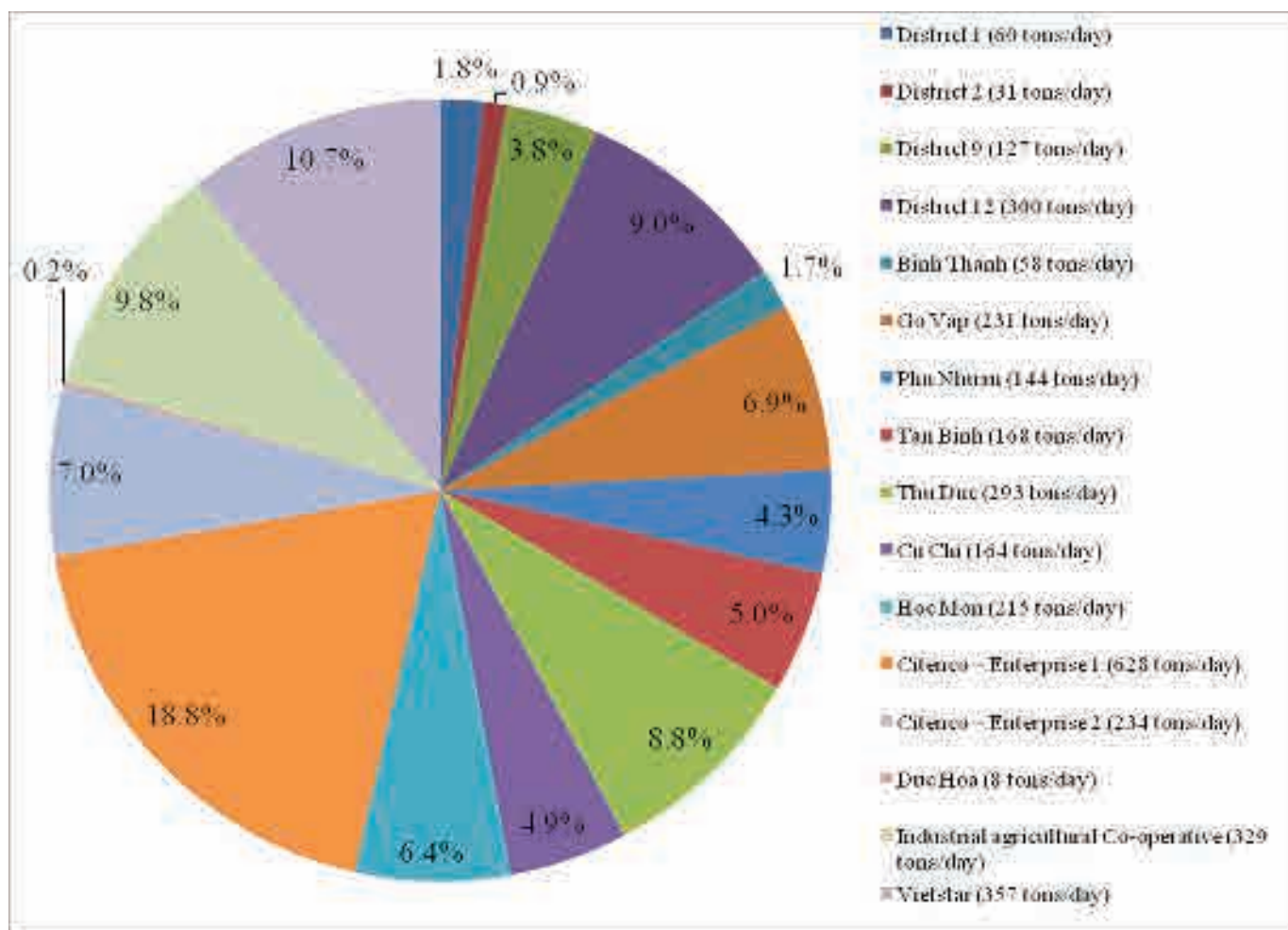


Figure 5. The average solid waste mass (%) of each transporter into Phuoc Hiep landfill

Figure 5 shows that among 15 transporters to Phuoc Hiep landfill, Citenco is the major transporter to Phuoc Hiep landfill, with 25.8% total MSW, 862 tons/day (Enterprise 1: 628 tons/day and Enterprise 2: 234 tons/day).

- After that, Vietstar transports about 10.7% - 357 tons/day, agricultural Co-operative occupies 9.8% - 329 tons/day. From 0.2% to 9.0% (8–300 tons/day) total MSW are: Duc Hoa, District 2 public service Company, Binh Thanh, district 1, district 9, district 12, Phu Nhuan, Tan Binh, Thu Duc, Cu Chi, Hoc Mon public service company, and Go Vap district public service Company.

3. SAMPLING PLAN, SAMPLING METHOD AND ANALYTICAL METHOD

3.1 Sample plan

4 samples are taken at Phuoc Hiep landfill in two days:

Day 1: 2 samples in day time, from 12:00 to 18:00

Day 2: 1 sample in day time and 1 sample in night-time, from 16:30 to 22:00

3.2 Sample method

3.2.1 Collection of sample

a. Sampling location will be decided based on work safety and specific samples.

b. The samples are taken from the MSW collection vehicles and 10th MSW collection vehicle is selected to be sampled in each period. At that time number of truck, date, time, transport units, origin of waste are recorded.

c. MSW is discharged from a collection vehicle into the pile. In the pile, four sampling points are randomly selected, and 20 kg of MSW are collected from each of the four points. In total, 80 kg of samples are collected from one vehicle.

d. Procedure c. is repeated four times. Final weight of samples will be approximately 300 kg.

3.2.2 Preparation of sample

a. Solid wastes after sampling are cut into pieces smaller than 15 cm by shovels and scissors. Bags and their contents should be also cut into smaller pieces. Similarly, bulky wastes such as cardboards and branch of trees are also cut into pieces smaller than 15cm. Each sample is then mixed manually by shovels. The sample should be mixed as homogeneously as possible.

b. The mixed sample is then divided and taken twice a quarter to obtain a smaller sample. By the way, the final sample, which is one-four of the initial sample, is analyzed. An illustration is presented as follows:

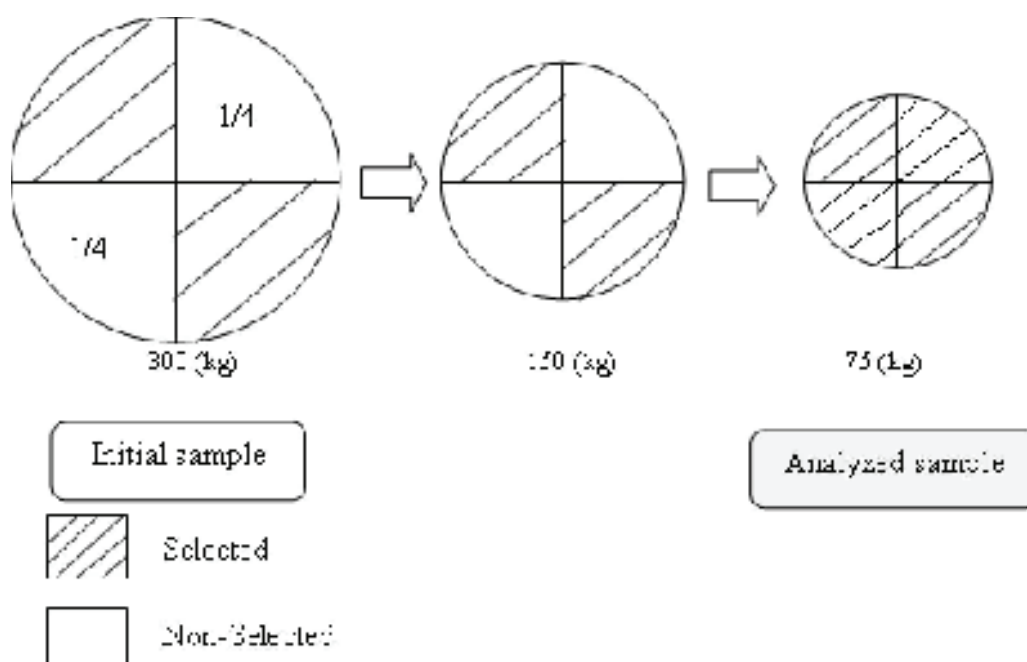


Figure 6. Sampling method

3.3 Analytical method

3.3.1 Measurement of bulk density

- a. The prepared sample in 3.2.2 is used.
- b. Plastic container with capacity of 80 L is used. The capacity (V_0) and weight (W_0) of the container should be measured beforehand.
- c. The sample is then filled into the container. It should be noted that the sample should not be pushed in the container.
- d. The container is lifted by hand and dropped in an upright position from the height of about 30 cm. If the volume of the sample in the container decreases as a result, more samples should be added to the container (to reach the same level as in Procedure c.).
- e. Procedure d. is repeated three times. Then, weight of the container containing the sample (W_1) is measured.
- f. Bulk density is calculated as follows.

$$\text{Bulk density (kg/L = t/m}^3\text{)} = \frac{W_1(\text{kg}) - W_0(\text{kg})}{V_0(\text{L})}$$

3.3.2 Composition of samples

- a. The raw samples are prepared as described in section 3.2.2
- b. The samples are spread on lining at sorting area for separation.
- c. The raw samples are physically separated into the following eleven compositions:

1-Food wastes (meat, vegetable, etc.), **2**-Paper, **3**-Diaper, **4**- Plastic, **5**-Textile, **6**-Wood, **7**-Rubber and leather, **8**-Metal, **9**-Inorganic waste (coal ash, brick, glass...), **10**-Shell, **11**- Others such as very small pieces not being able to be classified by visual observation.

- d. Each composition (X_i) is weighted and the total weight (X) of all compositions will be calculated. Each physical composition is calculated according to the following formula:

$$\text{Physical composition } x_i (\%, \text{ wet weight basis}) = \frac{X_i (\text{kg, wet weight basis})}{X (\text{kg, wet weight basis})} \times 100$$

$$\begin{aligned} \text{Physical composition } x_i (\%, \text{ dry weight basis}) \\ = \frac{\text{Dried weight of each component (kg)}}{\text{Total dried weight of components (kg)}} \times 100 \end{aligned}$$

3.3.3 Moisture content

- Moisture content of each composition is determined individually according to APHA 2540 G (2012).
- Each composition is cut into pieces of 2 to 3 cm and individually spread in metal container with 20 cm diameter (height of wastes should be less than 10cm in the container if possible).
- After that, the wastes will be dried at 105 degrees Celsius by conductive heating for 4 to 5 days or until the constant weight obtains.
- Finally, moisture content of each composition will be calculated according to difference between weight of wet sample and that of dried sample.

3.3.4 Volatile solid, ash and gross calorific value

08 combustible samples (food waste, paper, textile, wood, plastic, rubber & leather, diaper and others) are cut into pieces less than 1cm for analysis of volatile solid and ash content. They will be combusted at 550 degrees Celsius according to APHA 2540 G (2012).

08 combustible samples (food waste, paper, textile, wood, plastic, rubber & leather, diaper and others) are cut into pieces less than 1cm and then crushed into pieces smaller than 2mm for analysis of gross calorific value according to TCVN 200-2007 (ISO 1928:1995).

The analytical method of solid waste is presented in Table 7.

Table 7. Analytical method of solid waste

| No. | Parameter | Analytical method | Analytical Instrument |
|-----|------------------------|-------------------|---|
| 1 | Moisture | APHA 2540 G | WTB Binder, Germany, Metter Toledo MS204 balance, Switzerland |
| 2 | Volatile solid and Ash | APHA 2540 G | Nabertherm oven, Metter Toledo MS204 balance, Switzerland |

| No. | Parameter | Analytical method | Analytical Instrument |
|-----|-----------------------|--------------------------------|------------------------|
| 3 | Gross calorific value | TCVN 200 -2011 (ISO 1928:2009) | IKA calorimeter C 4000 |

4. ANALYTICAL RESULTS OF PHUOC HIEP MSW

4.1 Information of Phuoc Hiep MSW samples

The Phuoc Hiep MSW samples were taken in 2 days:

- January 9th, 2014 from 12:50 to 17:10: Dry season-Sample quantity: 2 samples
- January 10th, 2014 from 17:20 to 21:30: Dry season- Sample quantity: 2 samples

Specific information of Phuoc Hiep MSW samples is presented in the following table:

Table 8 Information of Phuoc Hiep MSW samples

| Sample No. | Vehicle registration number | Time | MSW transporter | Original of Waste | Vehicle color/ Type | Sampling MSW sample(kg) | Analyzing MSW sample (kg) |
|-------------------|-----------------------------|-------|---|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------|---------------------------|
| 09/01/2014 | | | | | | | |
| 1 | 57K- 0963 | 12h50 | Industrial-Agricultural Co-operative | Tan Hoa transfer station | Blue/ Rear load refuse Truck | 351 | 96 |
| | 51E-02533 | 13h10 | Thu Duc District public service company | Linh Xuan transfer station | Green/ Rear load refuse Truck | | |
| | 51C-21527 | 13h40 | District 9 public service company | Phuoc Long transfer station | Green/ Rear load refuse Truck | | |
| | 57K-3837 | 14h00 | Go Vap District public service company | Nguyen Huy Dien transfer station | Blue/ Rear load refuse Truck | | |
| 2 | 51E-01640 | 14h20 | District 12 public service company | Hiep Thanh transfer station | Green/ Rear load refuse Truck | 346 | 80 |

| | | | | | | | |
|-------------------|-----------|-------|---|--|---|-----|----|
| | 51C-09856 | 15h30 | Citenco – Factory No.1 | Quang Trung transfer station | Green/ Hook lift Truck | | |
| | 51C-05809 | 16h10 | Thu Duc District public service company | Thu Duc District | White/ Rear load refuse Truck | | |
| | 51E-02669 | 17h10 | Citenco – Factory No.2 | Pham Van Xao transfer station | Green/ Rear load refuse Truck | | |
| 10/01/2014 | | | | | | | |
| 3 | 51C-18565 | 17h20 | Hoc Mon District | Ba Diem commune | Green/ Rear load refuse Truck | 318 | 83 |
| | 62A-00123 | 17h40 | Duc Hoa Town- Long An Province | Duc Hoa Town- Long An Province | Green/ Hook lift Truck | | |
| | 51C-05199 | 18h10 | Citenco – Factory No.2 | Tong Van Tran transfer station | Green/ Rear load refuse Truck | | |
| | 51C-29835 | 18h43 | Thu Duc District | Thu Duc hospital | Green/ Rear load refuse Truck | | |
| 4 | 51C-18565 | 19h40 | Hoc mon District public service company | Hoc mon District | Red-White/ Rear load refuse Truck | 361 | 82 |
| | 51C-08984 | 20h20 | District 2 public service company | Binh Trung Tay transfer station | Orange/ Rear load refuse Truck | | |
| | 51E-02190 | 21h05 | Tan Binh Thanh District public service company | Tan Binh District | Green/ Hook lift Truck | | |
| | 51C-26161 | 21h30 | Binh Thanh District public service company | Binh Thanh District | Green/ Hook lift Truck | | |

4.2 Physical composition of Phuoc Hiep MSW

The results of average percent of wet weight and dry weight of MSW at Phuoc Hiep landfill are presented at Figure 7 and Figure 8. The results show that:

High proportional compositions (> 5%) are food waste, plastic and textile by both wet and dry weight. There are 61.3%, 17.3% and 6.4% by wet weight and 44.8%, 25.9% and 8.4% by dry weight, respectively. The remain compositions such as paper, diaper, inorganic, rubber and leather, others, shell-bone, wood, metal occupy low proportion, respectively 4.2%, 4.1%, 2.2%, 1.6%, 1.4%, 0.9%, 0.6% and 0.2% by wet weight, and 5.8 %, 2.6%, 4.8%, 3.2%, 1.3%, 1.8%, 1.1% and 0.5% by dry weight.

Compared with the data in Report of Phuoc Hiep MSW in November, 2013, it shows that food waste, paper, rubber and leather, metal and shell –bone increase by both wet and dry weight, but other compositions such as diaper, textile, wood, inorganic, plastic and others decrease by both wet and dry weight. However, only the physical compositions of food waste and plastic have great change. Particularly:

- The average percentage of food waste is still 61.3% by wet weight, but increases from 40.5 % (Nov, 2013) to 44.8% by dry weight now.
- The average percentage of plastic decreases from 19.6% to 17.3 % by wet weight and from 33.3% to 25.9% by dry weight.

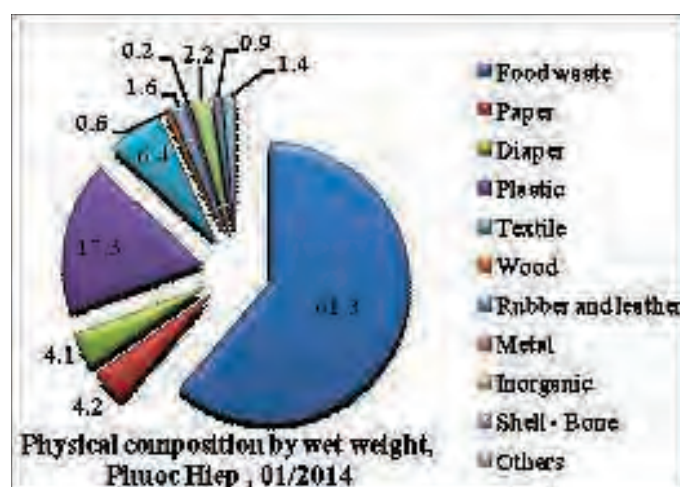


Figure 7. Average physical compositions (% wet weight) of 4 samples in January 2014

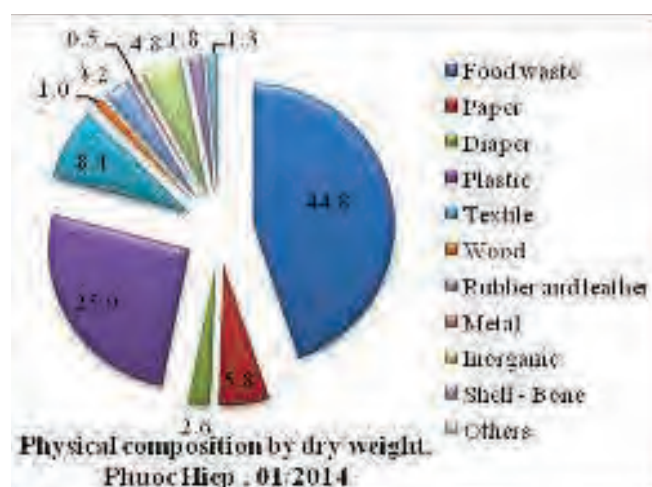


Figure 8. Average physical compositions (% dry weight) of 4 samples in January 2014

Statistic physical composition results of each physical composition (% wet weight) of each sample are presented in Table 9 and Figure 9. The proportion of each composition in each sample hasn't significantly changed among 4 samples.

Table 9. Statistic physical composition of 4 samples (January 2014)

| No. | Composition | Physical composition result (% wet weight) | | | |
|-----|-------------|--|----------|----------|----------|
| | | Sample 1 | Sample 2 | Sample 3 | Sample 4 |

| | | | | | |
|----|--------------------|------|------|------|------|
| 1 | Food waste | 64.7 | 58.0 | 60.6 | 61.7 |
| 2 | Paper | 3.8 | 4.7 | 4.7 | 3.5 |
| 3 | Diaper | 5.0 | 2.1 | 4.9 | 4.4 |
| 4 | Plastic | 16.2 | 18.2 | 19.3 | 15.3 |
| 5 | Textile | 5.0 | 8.8 | 3.7 | 8.1 |
| 6 | Wood | 0.3 | 0.6 | 1.2 | 0.1 |
| 7 | Rubber and leather | 2.5 | 1.5 | 1.2 | 1.0 |
| 8 | Metal | 0.3 | 0.4 | 0.1 | 0.1 |
| 9 | Inorganic | 1.5 | 1.7 | 2.1 | 3.5 |
| 10 | Shell - Bone | 0.4 | 1.9 | 1.2 | 0.1 |
| 11 | Others | 0.3 | 2.1 | 1.0 | 2.2 |

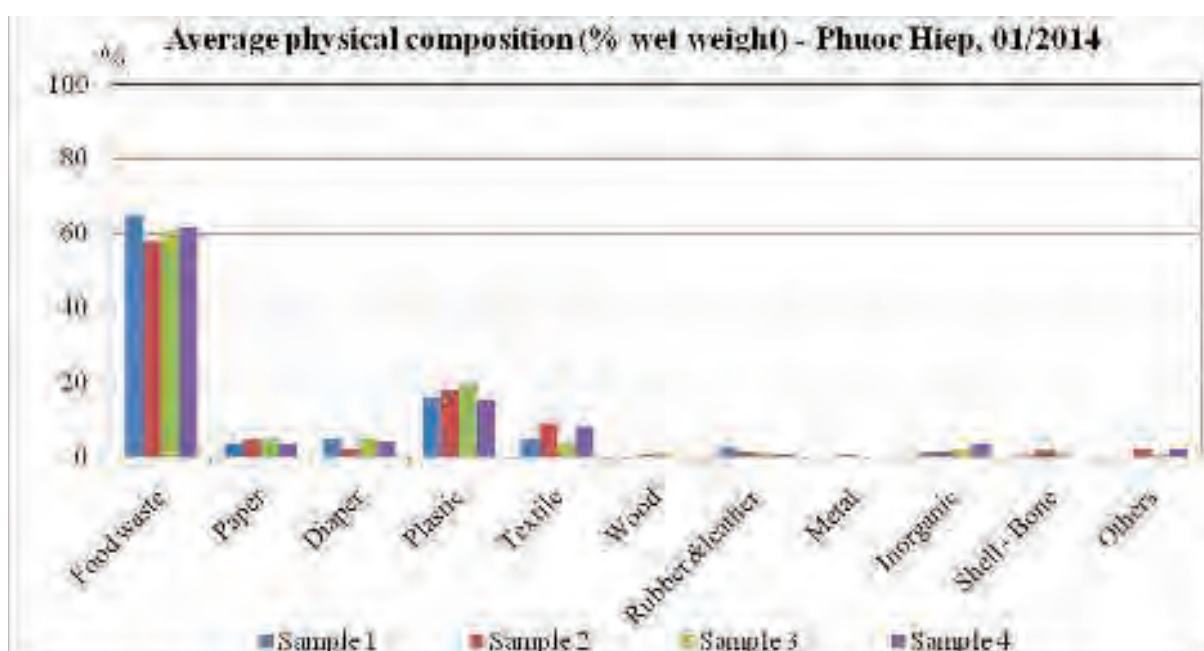


Figure 9. Average physical composition (% wet weight) of 4 samples

4.3 Moisture, volatile solid and ash

4.3.1 Moisture

The moisture content's data of each sample are presented in Table 10, Figure 10 and 11.

Table 10 Statistic moisture of each composition of 4 samples

| No. | Composition | Moisture content (%) | | | | | | |
|-----|-------------|----------------------|----------|----------|----------|-------------|------|------|
| | | Sample 1 | Sample 2 | Sample 3 | Sample 4 | Average (%) | Min | Max |
| 1 | Food waste | 69.6 | 68.0 | 70.5 | 62.3 | 67.6 | 62.3 | 70.5 |
| 2 | Paper | 37.1 | 37.0 | 36.0 | 44.5 | 38.7 | 36.0 | 44.5 |
| 3 | Diaper | 52.4 | 82.5 | 81.4 | 83.3 | 74.9 | 52.4 | 83.3 |
| 4 | Plastic | 31.7 | 27.0 | 33.2 | 44.2 | 34.0 | 27.0 | 44.2 |
| 5 | Textile | 23.2 | 46.5 | 44.6 | 46.7 | 40.3 | 23.2 | 46.7 |
| 6 | Wood | 18.3 | 19.0 | 13.0 | 19.2 | 17.4 | 13.0 | 19.2 |

| | | | | | | | | |
|----|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| 7 | Rubber and leather | 3.2 | 7.2 | 13.0 | 20.1 | 10.9 | 3.2 | 20.1 |
| 8 | Metal | 1.5 | 1.1 | 1.6 | 2.2 | 1.6 | 1.1 | 2.2 |
| 9 | Inorganic | 3.7 | 4.6 | 4.3 | 1.3 | 3.5 | 1.3 | 4.6 |
| 10 | Shell - Bone | 8.2 | 9.9 | 12.1 | 8.0 | 9.6 | 8.0 | 12.1 |
| 11 | Others | 24.7 | 53.2 | 62.7 | 62.9 | 50.9 | 24.7 | 62.9 |

- Moisture of diaper is the highest with the average value 74.9% and ranges from 52.4% to 83.3% because of their capability of water and leachate absorption.
- Moisture of food waste is ranging from 62.3% (sample 4) to 70.5% (sample 3) and average value is 67.6%. It depends on differences among food waste components.
- The average moisture of textile, paper, plastic, wood, rubber and leather, and shell-bone has an insignificant change compared with the previous one (November 2013), with the average value 40.3%, 38.7%, 34.0%, 17.4%, 10.9% and 9.6%, respectively.
- The difference of others in these samples makes the different moisture content. Others' component of sample 1 is almost hair so its moisture is low (24.7%), but others in sample 4 include hair, leaves and small branches, so moisture is higher (62.9%).
- Metal and inorganic (brick, coal ash, broken cups, etc) have low moisture because of their physical characteristics. Moisture of metal and inorganic is from 1.1% to 2.2% and from 1.3% to 4.6%, respectively.

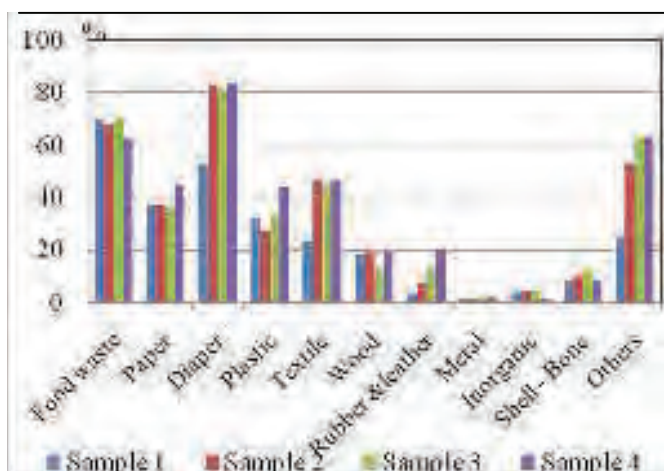


Figure 10. Moisture content (%) of each composition of MSW sample

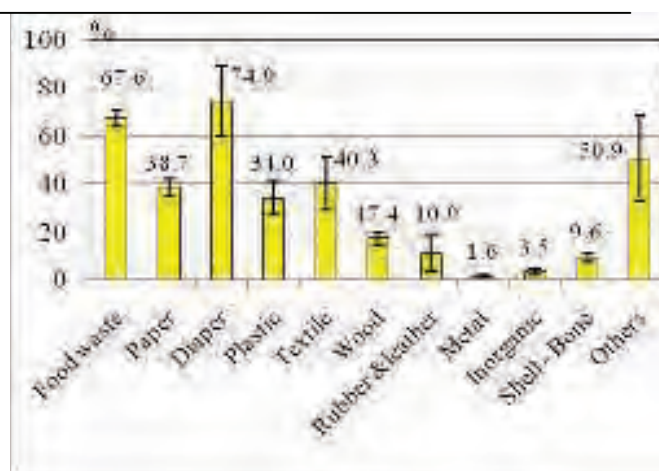


Figure 11. Average moisture content (%) of each composition of MSW sample

4.3.2 VS and Ash

Figures from 12 to 15 show the result of volatile solid and ash of each sample. Ash of metal, inorganic and shell – bone is not analyzed and estimated 100% dry weight.

- Ash of food waste is ranging within from 26.3% (sample 3) to 32.1% (sample 1) by dry weight, and is greater than the value in sampling period in November 2013 which fluctuates from 17.7% to 25.6% by dry weight.
- Ash of rubber and leather is 20.8% (average value) by dry weight, and is ranging from 15.9% to 27.5%.

- Ash of paper accounts for 18.4% (average value) by dry weight.
- Ash of wood, plastic, diaper and textile is 17%, 13.4%, 12.9% and 8.2% respectively.
- Ash of others is ranging from 2.3% (sample 1) to 20.3% (sample 2), and the average is 14.6%. Composition in sample 1 is almost hair, so, the ash is the lowest.

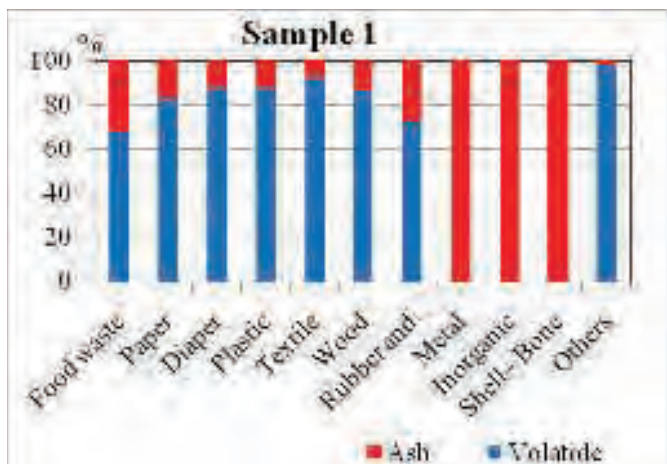


Figure 12. Ash and volatile solid by dry weight (%) of sample 1

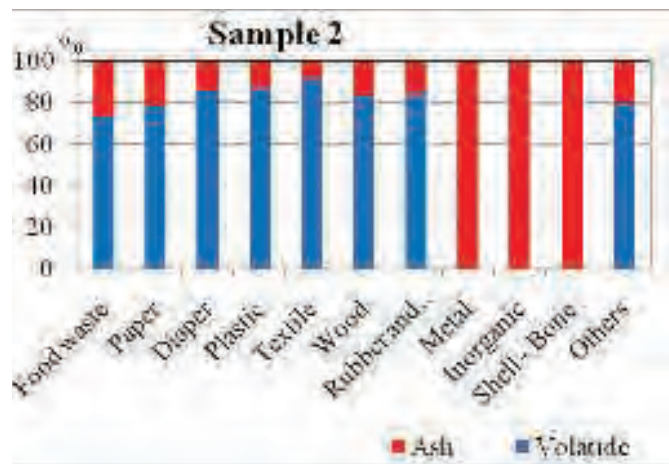


Figure 13. Ash and volatile solid by dry weight (%) of sample 2

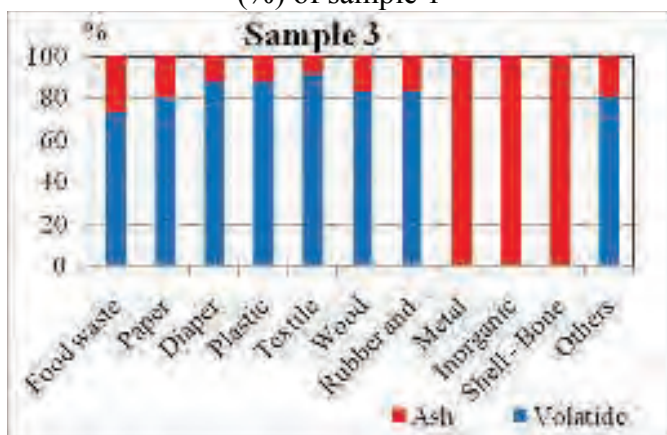


Figure 14. Ash and volatile solid by dry weight (%) of sample 3

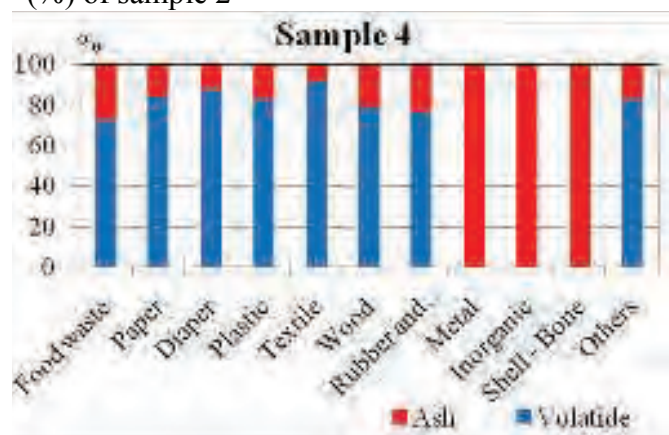


Figure 15. Ash and volatile solid by dry weight (%) of sample 4

The VS and ash values by dry weight and wet weight are presented in Table 11 and 12.

Table 11. Statistic VS value by dry weight of 4 samples (January 2014)

| No. | Composition | VS % dry weight | | |
|-----|--------------------|-----------------|------|------|
| | | Average | Min | Max |
| 1 | Food waste | 71.9 | 67.9 | 73.7 |
| 2 | Paper | 81.7 | 78.9 | 84.7 |
| 3 | Diaper | 87.2 | 85.6 | 88.4 |
| 4 | Plastic | 86.6 | 83.5 | 88.0 |
| 5 | Textile | 91.8 | 91.4 | 92.2 |
| 6 | Wood | 83.0 | 79.4 | 86.2 |
| 7 | Rubber and leather | 79.2 | 72.5 | 84.1 |
| 8 | Metal | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

| | | | | |
|----|--------------|------|------|------|
| 9 | Inorganic | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | Shell - Bone | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 11 | Others | 85.5 | 79.7 | 97.7 |

“-“ is not analyzed

Table 12. Statistic ash value by dry weight of 4 samples (January 2014)

| No. | Composition | Ash % dry weight | | |
|-----|--------------------|------------------|------|------|
| | | Average | Min | Max |
| 1 | Food waste | 28.1 | 26.3 | 32.1 |
| 2 | Paper | 18.4 | 15.3 | 21.1 |
| 3 | Diaper | 12.9 | 11.6 | 14.4 |
| 4 | Plastic | 13.4 | 12 | 16.5 |
| 5 | Textile | 8.2 | 7.8 | 8.6 |
| 6 | Wood | 17.0 | 13.8 | 20.6 |
| 7 | Rubber and leather | 20.8 | 15.9 | 27.5 |
| 8 | Metal | 100 | 100 | 100 |
| 9 | Inorganic | 100 | 100 | 100 |
| 10 | Shell - Bone | 100 | 100 | 100 |
| 11 | Others | 14.6 | 2.3 | 20.3 |

Average values of ash and VS value by dry weight are presented in figure 16 and figure 17.

- As data recorded in figure 16, the average VS values of 8 of 11 compositions (excluding metal, inorganic waste and shell-bone) are high between 71.9% and 91.8%, and 85.5% for others.

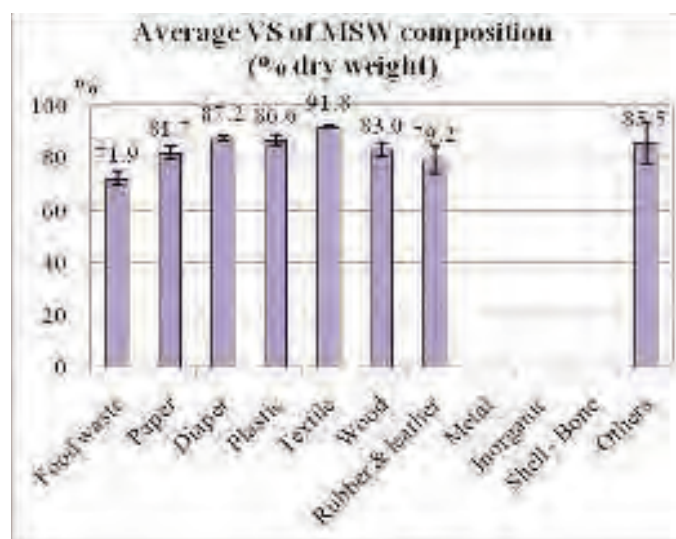


Figure 16. Average value of VS by dry weight of MSW composition.

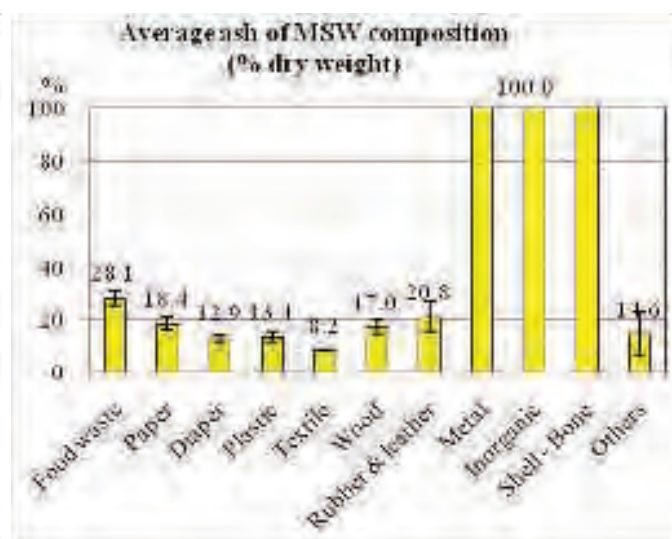


Figure 17. Average value of ash by dry weight of MSW composition.

4.4 Correlation of moisture, VS and ash

4.4.1 Correlation of moisture, VS and ash of each composition by wet weight.

The correlation of moisture, VS and ash of each composition is presented in 4 figures, from figure 18 to figure 21.

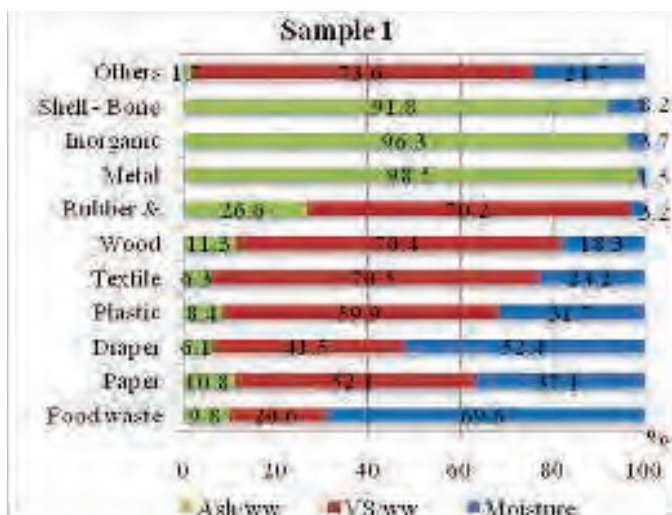


Figure 18. Correlation of moisture, VS and ash of each composition of sample 1

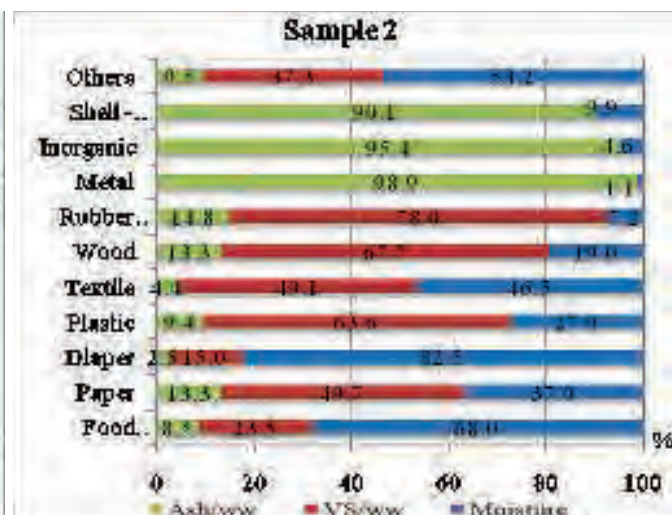


Figure 19. Correlation of moisture, VS and ash of each composition of sample 2

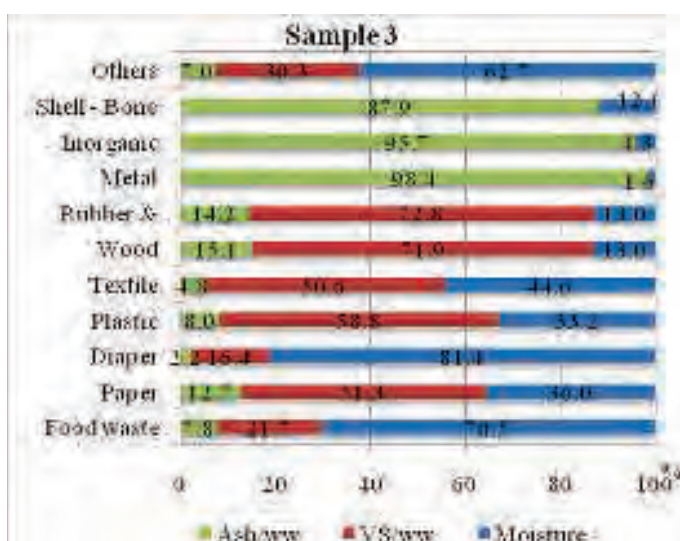


Figure 20. Correlation of moisture, VS and ash of each composition of sample 3

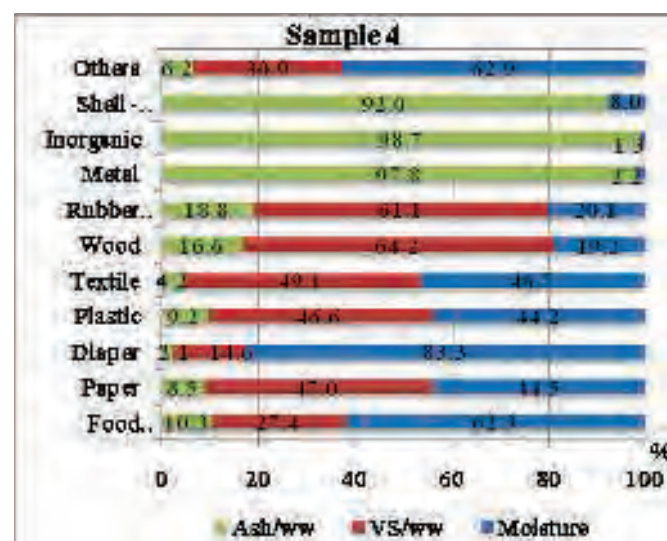


Figure 21. Correlation of moisture, VS and ash of each composition of sample 4

According to these figures, correlation of moisture, VS and ash in each composition is based on natural characteristics.

- Food waste has the highest proportion of physical composition with moisture 62.3% - 70.5%, VS: 20.6%- 27.4% and ash: 7.8% - 10.3% by wet weight.

- The second high proportion of physical composition is plastic with moisture fluctuating 27.0%- 44.2%, VS: 46.6% - 63.6% and ash: 8.0% - 9.4% by wet weight.
- Textile's moisture, VS and ash values are 23.2 % - 46.7%, 49.1% - 70.5% and 4.2% -7.3%, respectively.
- Diaper has the highest moisture 52.4% - 83.3% and the lowest ash 2.1% - 6.1%.
- Other compositions have low percentage of physical composition. Any that, moisture of shell-bone is 8.0% to 12.1%, moisture of metal is 1.1% to 2.2%, and moisture of inorganic is 1.3% - 4.6%. The remaining dryness of these compositions is estimated 100% ash.

4.4.2 Correlation of moisture, VS and ash of each sample by wet weight

The bar charts below show the percentage of moisture, VS and ash by wet weight in original sample.

Moisture of sample is ranging from 53.5% to 55.9%, volatile solid value is ranging from 31.7% to 34.5% and ash is 10.7% to 12.4% by wet weight.

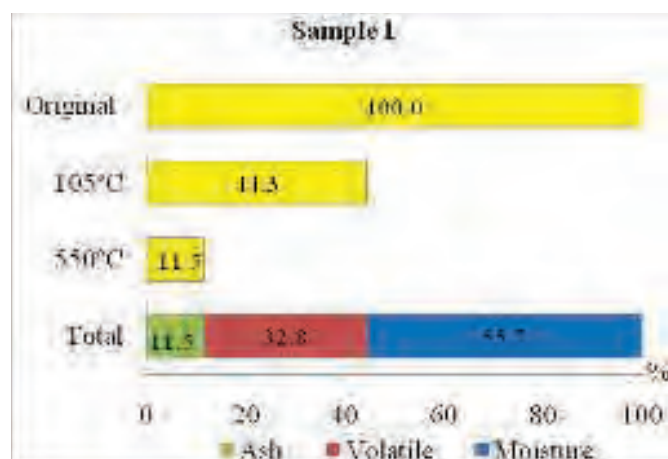


Figure 22. Correlation of moisture, VS and ash by wet weight of sample 1

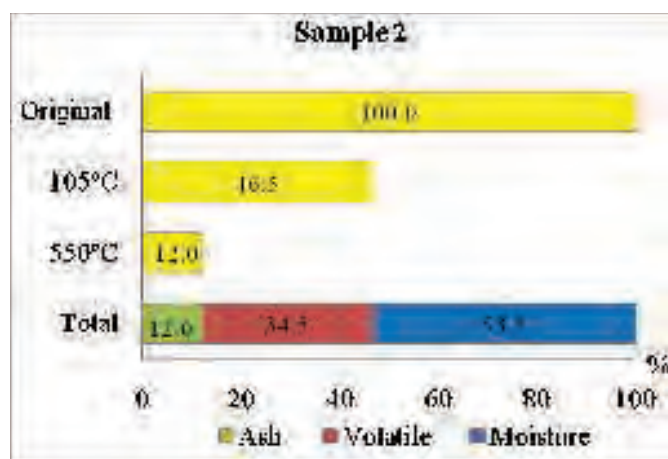


Figure 23. Correlation of moisture, VS and ash by wet weight of sample 2

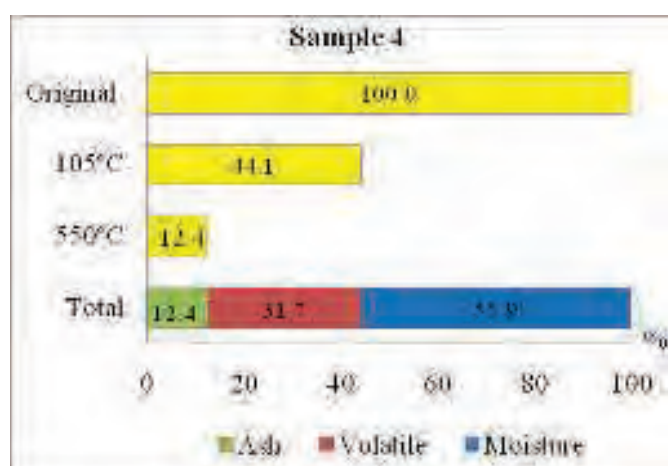
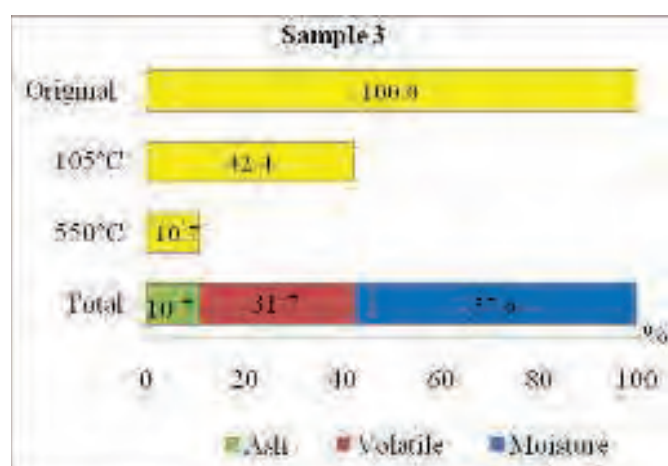


Figure 24. Correlation of moisture, VS and ash by wet weight of sample 3

Figure 25. Correlation of moisture, VS and ash by wet weight of sample 4

4.5 Gross calorific

Gross calorific values of general samples are showed in Table 13, Figure 26 and 27.

Table 13. Statistic gross calorific value by dry weight of 4 samples (January 2014)

| No. | Composition | Gross Calorific (Cal/g) | | | | | | |
|-----|--------------------|-------------------------|----------|----------|----------|---------|-------|-------|
| | | Sample 1 | Sample 2 | Sample 3 | Sample 4 | Average | Min | Max |
| 1 | Food waste | 4,449 | 4,043 | 4,168 | 4,325 | 4,246 | 4,043 | 4,449 |
| 2 | Paper | 4,045 | 3,845 | 4,294 | 4,188 | 4,093 | 3,845 | 4,294 |
| 3 | Diaper | 6,039 | 6,340 | 5,563 | 5,858 | 5,950 | 5,563 | 6,340 |
| 4 | Plastic | 8,571 | 8,071 | 8,657 | 9,172 | 8,618 | 8,071 | 9,172 |
| 5 | Textile | 5,187 | 4,718 | 4,515 | 5,849 | 5,067 | 4,515 | 5,849 |
| 6 | Wood | 4,531 | 4,326 | - | - | 4,429 | 4,326 | 4,531 |
| 7 | Rubber and leather | 6,958 | 6,474 | 7,923 | 5,587 | 6,736 | 5,587 | 7,923 |
| 8 | Metal | - | - | - | - | - | - | - |
| 9 | Inorganic | - | - | - | - | - | - | - |
| 10 | Shell - Bone | - | - | - | - | - | - | - |
| 11 | Others | - | 4,150 | 4,080 | 4,205 | 4,145 | 4,080 | 4,205 |

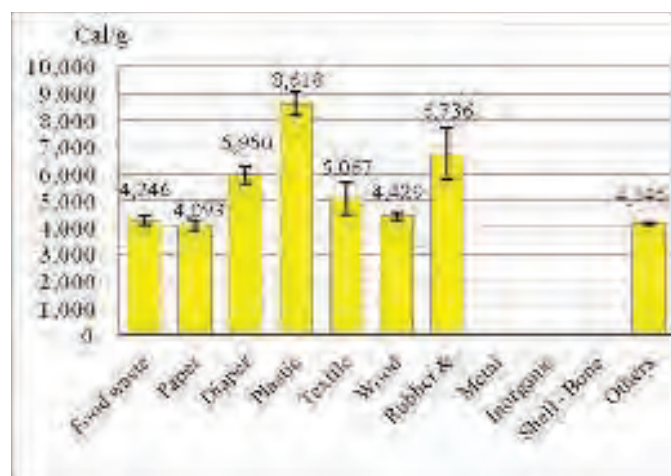


Figure 26. Average value of gross calorific of MSW composition

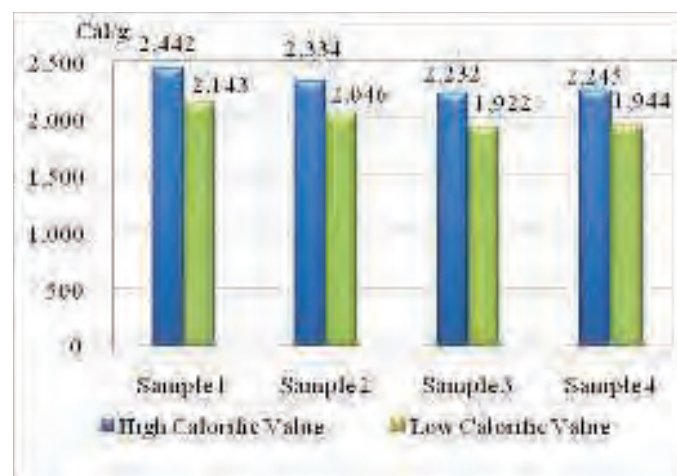


Figure 27. Gross calorific of each sample

- Gross calorific of plastic is the highest value; it oscillates from 8,071cal/g (sample 1) to 9,172cal/g (sample 4). The plastic component of sample 1 is hard plastic which has the largest proportion but in sample 4, there is color plastic.

- Plastic, textile, rubber and leather have a significant fluctuation. Their fluctuation is respectively 1,101cal/g, 1,334cal/g and 2,336cal/g.
- Paper is 3,845 – 4,294 \cal/g, diaper is 5,563 – 6,340 cal/g, wood is 4,326 - 4,531cal/g and food waste is 4,043 – 4,449 cal/g.
- Calculated results of HCV and LCV show that HCV of 4 samples fluctuates from 2,245 cal/g to 2,442 cal/g and LCV is ranging within from 1,922cal/g to 2,143 cal/g.

APPENDIX 1

FORMULA

1. Correlation of moisture, VS and ash by wet weight of each composition:

Moisture content of each composition (%) + Ash (% ww) + Volatile (% ww) = 100

$$\text{Ash (\% ww)} = \frac{(100 - \text{MCEC (\%)}) \times \text{ash (\% dw)}}{100}$$

$$\text{Volatile (\% ww)} = \frac{(100 - \text{MCEC (\%)}) \times \text{volatile (\% dw)}}{100}$$

2. Correlation of moisture, VS and ash by wet weight of each sample:

Moisture content (%) + Ash (% ww) + Volatile (% ww) = 100

$$\text{Moisture content (\%)} = \sum \frac{\text{PCEC (\% ww basis)} \times \text{MCEC (\%)}}{100}$$

$$\text{Ash (\% ww)} = \sum \frac{\text{SFEC (\%)} \times \text{ash (\% dw)}}{100}$$

$$\text{Volatile (\% ww)} = \sum \frac{\text{SFEC (\%)} \times \text{volatile (\% dw)}}{100}$$

3. High calorific value – HCV and Low calorific value – LCV of each sample:

$$\text{HCV (cal/g)} = \sum \frac{\text{Gross Calorific of composition} \times \text{SFEC (\%)}}{100}$$

$$\text{LCV (cal/g)} = \text{HCV (cal/g)} - \frac{540 \times \text{Moisture content (\%)}}{100}$$

Conversion formula: 1 cal/g = 4.187 J/g

$$\text{Solid fraction of each composition (\%)} = \sum \frac{\text{PCEC (\% ww basis)} \times (100 - \text{MCEC (\%)})}{100}$$

❖ Note:

- MCEC: Moisture content of each composition
- PCEC: Physical composition of each composition
- SFEC: Solid fraction of each composition

APPENDIX 2

FIGURE OF MSW SAMPLING AND CLASSIFICATION AT TRANSFERRING FLOOR OF PHUOC HIEP LANDFILL



APPENDIX 3

FIGURE OF MSW SAMPLE FOR MOISTURE ANALYSIS



Sample 1



Sample 2



Sample 3



Sample 4

APPENDIX 4

FIGURE OF MSW SAMPLE AFTER MOISTURE ANALYSIS (DRIED AT 105°C)



Sample 1

Sample 2



Sample 3

Sample 4

APPENDIX 5- THE RAW DATA

Sample 1

| No. | Composition | Analyzing result | | | | | | Calculated result | | | | |
|-------|--|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------|-------------------|--------------------------------|----------------------|------------------|-----------------|---|--|
| | | Bulk density (kg/l) | Physical composition (% ww) | Physical composition (% dw) | Moisture content (%) | Ash, at 550°C (%) | Gross Calorific (Cal/g) (% dw) | Moisture content (%) | Total Ash (% ww) | Total VS (% ww) | High Gross Calorific Value (Cal/g) (% ww) | Low Gross Calorific Value (Cal/g) (% ww) |
| 1 | Food waste | 0.34 | 64.7 | 44.4 | 69.6 | 32.1 | 4,449 | 45.0 | 6.3 | 13.4 | 875 | 632 |
| 2 | Paper | | 3.8 | 5.3 | 37.1 | 17.2 | 4,045 | 1.4 | 0.4 | 2.0 | 97 | 89 |
| 3 | Diaper | | 5.0 | 5.5 | 52.4 | 12.9 | 6,039 | 2.6 | 0.3 | 2.1 | 144 | 130 |
| 4 | Plastic | | 16.2 | 24.9 | 31.7 | 12.3 | 8,571 | 5.1 | 1.4 | 9.7 | 948 | 921 |
| 5 | Textile | | 5.0 | 8.7 | 23.2 | 8.2 | 5,187 | 1.2 | 0.3 | 3.5 | 199 | 193 |
| 6 | Wood | | 0.3 | 0.6 | 18.3 | 13.8 | 4,531 | 0.1 | 0.0 | 0.2 | 11 | 11 |
| 7 | Rubber and leather | | 2.5 | 5.5 | 3.2 | 27.5 | 6,958 | 0.1 | 0.7 | 1.8 | 168 | 168 |
| 8 | Metal | | 0.3 | 0.6 | 1.5 | 100 | - | 0.0 | 0.3 | 0.0 | - | - |
| 9 | Inorganic (Brick,coal ash, broken cup) | | 1.5 | 3.2 | 3.7 | 100 | - | 0.1 | 1.4 | 0.0 | - | - |
| 10 | Shell-Bone | | 0.4 | 0.9 | 8.2 | 100 | - | 0.0 | 0.4 | 0.0 | - | - |
| 11 | Others (mainly hair) | | 0.3 | 0.4 | 24.7 | 2.3 | - | 0.1 | 0.0 | 0.2 | - | - |
| Total | | | | | | | | 55.7 | 11.5 | 32.8 | 2,442 | 2,143 |

Report of Phuoc Hiep MSW Results, January 2014

Sample 2

| No. | Composition | Analyzing result | | | | | | Calculated result | | | | |
|-------|--|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------|-------------------|--------------------------------|----------------------|------------------|-----------------|---|--|
| | | Bulk density (kg/l) | Physical composition (% ww) | Physical composition (% dw) | Moisture content (%) | Ash, at 550°C (%) | Gross Calorific (Cal/g) (% dw) | Moisture content (%) | Total Ash (% ww) | Total VS (% ww) | High Gross Calorific Value (Cal/g) (% ww) | Low Gross Calorific Value (Cal/g) (% ww) |
| 1 | Food waste | 0.32 | 58 | 39.9 | 68.0 | 26.7 | 4,043 | 39.4 | 5.0 | 13.6 | 750 | 537 |
| 2 | Paper | | 4.7 | 6.4 | 37.0 | 21.1 | 3,845 | 1.7 | 0.6 | 2.3 | 114 | 104 |
| 3 | Diaper | | 2.1 | 0.8 | 82.5 | 14.4 | 6,340 | 1.7 | 0.1 | 0.3 | 23 | 14 |
| 4 | Plastic | | 18.2 | 28.6 | 27.0 | 12.9 | 8,071 | 4.9 | 1.7 | 11.6 | 1,072 | 1,046 |
| 5 | Textile | | 8.8 | 10.1 | 46.5 | 8.3 | 4,718 | 4.1 | 0.4 | 4.3 | 222 | 200 |
| 6 | Wood | | 0.6 | 1.1 | 19.0 | 16.4 | 4,326 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 21 | 20 |
| 7 | Rubber and leather | | 1.5 | 3 | 7.2 | 15.9 | 6,474 | 0.1 | 0.2 | 1.2 | 90 | 90 |
| 8 | Metal | | 0.4 | 0.9 | 1.1 | - | - | 0.0 | 0.4 | 0.0 | - | - |
| 9 | Inorganic (Brick,coal ash, broken cup) | | 1.7 | 3.5 | 4.6 | - | - | 0.1 | 1.6 | 0.0 | - | - |
| 10 | Shell-Bone | | 1.9 | 3.6 | 9.9 | - | - | 0.2 | 1.7 | 0.0 | - | - |
| 11 | Others (garden waste: grass, branch, leaves) | | 2.1 | 2.1 | 53.2 | 20.3 | 4,150 | 1.1 | 0.2 | 0.8 | 41 | 35 |
| Total | | | | | | | | 53.5 | 12.0 | 34.5 | 2,334 | 2,046 |

Report of Phuoc Hiep MSW Results, January 2014

Sample 3

| No. | Composition | Analyzing result | | | | | | Calculated result | | | | |
|-------|---|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------|-------------------|--------------------------------|----------------------|------------------|-----------------|---|--|
| | | Bulk density (kg/l) | Physical composition (% ww) | Physical composition (% dw) | Moisture content (%) | Ash, at 550°C (%) | Gross Calorific (Cal/g) (% dw) | Moisture content (%) | Total Ash (% ww) | Total VS (% ww) | High Gross Calorific Value (Cal/g) (% ww) | Low Gross Calorific Value (Cal/g) (% ww) |
| 1 | Food waste | 0.32 | 60.6 | 42.2 | 70.5 | 26.3 | 4,168 | 42.7 | 4.7 | 13.2 | 745 | 514 |
| 2 | Paper | | 4.7 | 7.0 | 36.0 | 19.8 | 4,294 | 1.7 | 0.6 | 2.4 | 129 | 120 |
| 3 | Diaper | | 4.9 | 2.2 | 81.4 | 11.6 | 5,563 | 4.0 | 0.1 | 0.8 | 51 | 29 |
| 4 | Plastic | | 19.3 | 30.5 | 33.2 | 12 | 8,657 | 6.4 | 1.5 | 11.3 | 1,116 | 1,081 |
| 5 | Textile | | 3.7 | 4.9 | 44.6 | 8.6 | 4,515 | 1.7 | 0.2 | 1.9 | 93 | 84 |
| 6 | Wood | | 1.2 | 2.4 | 13.0 | 17.3 | - | 0.2 | 0.2 | 0.9 | - | - |
| 7 | Rubber and leather | | 1.2 | 2.4 | 13.0 | 16.3 | 7,923 | 0.2 | 0.2 | 0.9 | 83 | 82 |
| 8 | Metal | | 0.1 | 0.4 | 1.6 | - | - | 0.0 | 0.1 | 0.0 | - | - |
| 9 | Inorganic (Brick,coal ash, broken cup) | | 2.1 | 4.7 | 4.3 | - | - | 0.1 | 2.0 | 0.0 | - | - |
| 10 | Shell-Bone | | 1.2 | 2.4 | 12.1 | - | - | 0.1 | 1.1 | 0.0 | - | - |
| 11 | Others (garden waste: grass, branch, leaves and hair) | | 1.0 | 0.9 | 62.7 | 18.9 | 4,080 | 0.6 | 0.1 | 0.3 | 15 | 12 |
| Total | | | | | | | | 57.6 | 10.7 | 31.7 | 2,232 | 1,922 |

Report of Phuoc Hiep MSW Results, January 2014

Sample 4

| No. | Composition | Analyzing result | | | | | | Calculated result | | | | |
|-------|--|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------|-------------------|--------------------------------|----------------------|------------------|-----------------|---|--|
| | | Bulk density (kg/l) | Physical composition (% ww) | Physical composition (% dw) | Moisture content (%) | Ash, at 550°C (%) | Gross Calorific (Cal/g) (% dw) | Moisture content (%) | Total Ash (% ww) | Total VS (% ww) | High Gross Calorific Value (Cal/g) (% ww) | Low Gross Calorific Value (Cal/g) (% ww) |
| 1 | Food waste | 0.37 | 61.7 | 52.7 | 62.3 | 27.2 | 4,325 | 38.4 | 6.3 | 16.9 | 1,006 | 798 |
| 2 | Paper | | 3.5 | 4.4 | 44.5 | 15.3 | 4,188 | 1.6 | 0.3 | 1.6 | 81 | 73 |
| 3 | Diaper | | 4.4 | 1.7 | 83.3 | 12.5 | 5,858 | 3.7 | 0.1 | 0.6 | 43 | 23 |
| 4 | Plastic | | 15.3 | 19.4 | 44.2 | 16.5 | 9,172 | 6.8 | 1.4 | 7.1 | 783 | 747 |
| 5 | Textile | | 8.1 | 9.9 | 46.7 | 7.8 | 5,849 | 3.8 | 0.3 | 4.0 | 253 | 232 |
| 6 | Wood | | 0.1 | 0.1 | 19.2 | 20.6 | - | 0.0 | 0.0 | 0.1 | - | - |
| 7 | Rubber and leather | | 1.0 | 1.9 | 20.1 | 23.5 | 5,587 | 0.2 | 0.2 | 0.6 | 45 | 44 |
| 8 | Metal | | 0.1 | 0.1 | 2.2 | - | - | 0.0 | 0.1 | 0.0 | - | - |
| 9 | Inorganic (Brick, coal ash, broken cup) | | 3.5 | 7.8 | 1.3 | - | - | 0.0 | 3.5 | 0.0 | - | - |
| 10 | Shell-Bone | | 0.1 | 0.1 | 8 | - | - | 0.0 | 0.1 | 0.0 | - | - |
| 11 | Others (garden waste: grass, branch, leaves) | | 2.2 | 1.9 | 62.9 | 16.7 | 4,205 | 1.4 | 0.1 | 0.7 | 34 | 27 |
| Total | | | | | | | | 55.9 | 12.4 | 31.7 | 2,245 | 1,944 |

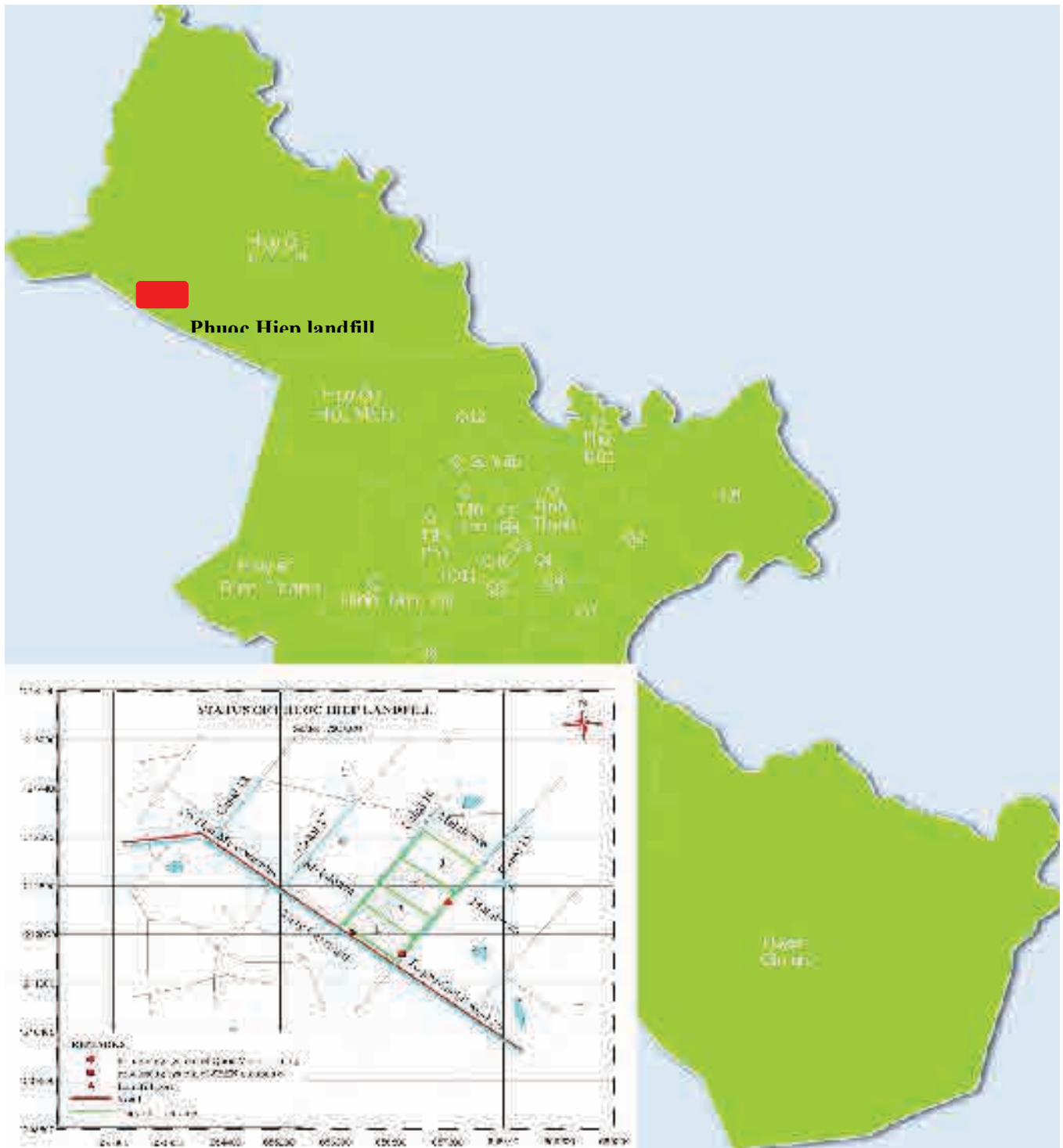
CALCULATED SAMPLE RESULT OF MOISTURE, ASH, GROSS CALORIFIC, HIGH GROSS CALORIFIC AND LOW GROSS CALORIFIC

| No.Sample | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Total Moisture | 55.7 | 53.5 | 57.6 | 55.9 |
| Total Ash (%ww) | 11.5 | 12.0 | 10.7 | 12.4 |
| Total VS (%ww) | 32.8 | 34.5 | 37.1 | 31.7 |
| High Gross Calorific | 2,442 | 2,334 | 2,232 | 2,245 |
| Low Gross Calorific | 2,143 | 2,046 | 1,922 | 1,944 |

| No | Composition | Total moisture (%) | | | | Total Ash (%ww) | | | | Total VS (%ww) | | | |
|--------------|--------------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|----------------|-------------|-------------|-------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Food waste | 45.0 | 39.4 | 42.7 | 38.4 | 6.3 | 5.0 | 4.7 | 6.3 | 13.4 | 13.6 | 13.2 | 16.9 |
| 2 | Paper | 1.4 | 1.7 | 1.7 | 1.6 | 0.4 | 0.6 | 0.6 | 0.3 | 2.0 | 2.3 | 2.4 | 1.6 |
| 3 | Diaper | 2.6 | 1.7 | 4.0 | 3.7 | 0.3 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 2.1 | 0.3 | 0.8 | 0.6 |
| 4 | Plastic | 5.1 | 4.9 | 6.4 | 6.8 | 1.4 | 1.7 | 1.5 | 1.4 | 9.7 | 11.6 | 11.3 | 7.1 |
| 5 | Textile | 1.2 | 4.1 | 1.7 | 3.8 | 0.3 | 0.4 | 0.2 | 0.3 | 3.5 | 4.3 | 1.9 | 4.0 |
| 6 | Wood | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.0 | 0.2 | 0.4 | 0.9 | 0.1 |
| 7 | Rubber and leather | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.7 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 1.8 | 1.2 | 0.9 | 0.6 |
| 8 | Metal | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.4 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 9 | Inorganic | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 1.4 | 1.6 | 2.0 | 3.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | Shell - Bone | 0.0 | 0.2 | 0.1 | 0.0 | 0.4 | 1.7 | 1.1 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 11 | Others | 0.1 | 1.1 | 0.6 | 1.4 | 0.0 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.8 | 0.3 | 0.7 |
| Total | | 55.7 | 53.5 | 57.6 | 55.9 | 11.5 | 12.0 | 10.7 | 12.4 | 32.8 | 34.5 | 31.7 | 31.7 |

APPENDIX 6

DIAGRAM OF PHUOC HIEP LANDFILL



REPORT OF

PHUOC HIEP MUNICIPAL SOLID WASTE RESULTS, MAY 2014

May, 2014

REPORT OF

**PHUOC HIEP MUNICIPAL SOLID WASTE
RESULTS, MAY 2014**

ETM CENTER

Director

May, 2014

CONTENTS

| | |
|--|-----------|
| 1. GENERAL INFORMATION OF PHUOC HIEP LANDFILL..... | 1 |
| 1.1 Location..... | 1 |
| 1.2 Capacity and operation status..... | 1 |
| 1.3 Disposal technologies | 2 |
| 1.4 Objective of sampling | 2 |
| 1.5 Implementation schedule | 2 |
| 2. STATUS OF MSW TRANSPORTATION ACTIVITIES AT PHUOC HIEP LANDFILL | 3 |
| 2.1 Process of MSW transportation at Phuoc Hiep landfill..... | 3 |
| 2.2 Original of MSW and transporters to Phuoc Hiep landfill | 3 |
| 2.3 Number of waste transporters, trips and total amount of solid wastes at Phuoc Hiep landfill..... | 5 |
| 3. SAMPLING PLAN, SAMPLING METHOD AND ANALYTICAL METHOD | 10 |
| 3.1 Sampling plan..... | 10 |
| 3.2 Sample method..... | 10 |
| 3.2.1 Collection of sample..... | 10 |
| 3.2.2 Preparation of sample..... | 10 |
| 3.3 Analytical method | 11 |
| 3.3.1 Measurement of bulk density..... | 11 |
| 3.3.2 Composition of samples | 11 |
| 3.3.3 Moisture content..... | 12 |
| 3.3.4 Volatile solid, ash and gross calorific value..... | 12 |
| 4. ANALYTICAL RESULTS OF PHUOC HIEP MSW | 13 |
| 4.1 Information of Phuoc Hiep MSW samples..... | 13 |
| 4.2 Physical composition of Phuoc Hiep MSW | 14 |
| 4.3 Moisture, volatile solid and ash | 16 |
| 4.3.1 Moisture..... | 16 |
| 4.3.2 Volatile solid and ash | 18 |
| 4.4 Correlation of moisture, VS and ash | 21 |
| 4.4.1 Correlation of moisture, VS and ash of each composition by wet weight..... | 21 |
| 4.4.2 Correlation of moisture, VS and ash of each sample by wet weight | 22 |
| 4.5 Gross calorific | 23 |

APPENDICES

| | |
|---|-----|
| APPENDIX 1 - FORMULA | I |
| APPENDIX 2 - FIGURE OF MSW SAMPLING AND CLASSIFICATION AT TRANSFERRING FLOOR OF PHUOC HIEP LANDFILL..... | II |
| APPENDIX 3 - FIGURE OF MSW SAMPLE FOR MOISTURE ANALYSIS | III |
| APPENDIX 4 - FIGURE OF MSW SAMPLE AFTER MOISTURE ANALYSIS (DRIED AT 105 °C)..... | IV |
| APPENDIX 5 - THE RAW DATA..... | VI |
| APPENDIX 6 - LOCATION OF PHUOC HIEP LANDFILL..... | XI |

LIST OF TABLES

| | |
|--|----|
| Table 1. General information of capacity and operation status in Phuoc Hiep landfill.. | 1 |
| Table 2. Implementation schedule | 2 |
| Table 3. Original of solid wastes at Phuoc Hiep landfill..... | 4 |
| Table 4. Solid waste mass and number of trips transported into Phuoc Hiep landfill per day..... | 5 |
| Table 5. Frequency of transporter trips and total amount of MSW into landfill during the activity time | 5 |
| Table 6. Activities of waste transporters into Phuoc Hiep landfill | 8 |
| Table 7. Analytical method of solid waste | 12 |
| Table 8 Information of Phuoc Hiep MSW samples..... | 13 |
| Table 9 . Statistic physical composition of 4 samples (May 2014) | 15 |
| Table 10 Statistic moisture of each composition of 4 samples..... | 16 |
| Table 11. Statistic VS value by dry weight of 4 samples (May 2014)..... | 19 |
| Table 12. Statistic ash value by dry weight of 4 samples (May 2014) | 20 |
| Table 13. Statistic gross calorific value by dry weight of 4 samples (May 2014) | 23 |

LIST OF FIGURES

| | |
|---|----|
| Figure1 Process of solid waste transportation inside Phuoc Hiep landfill..... | 3 |
| Figure2 The ratio of numbers of trips and solid waste mass in daytime and night-time. | 6 |
| Figure3 Transport time into Phuoc Hiep landfill of transport units..... | 6 |
| Figure 4 Types of vehicles transporting MSW in to Phuoc Hiep landfill..... | 7 |
| Figure 5. The average solid waste mass (%) of each transporter into Phuoc Hiep landfill..... | 10 |
| Figure 6. Sampling method..... | 11 |
| Figure 7. Average physical compositions (% wet weight) of 4 samples in May 2014 | 15 |
| Figure 8. Average physical compositions (% dry weight) of 4 samples in May 2014 | 15 |
| Figure9. Average physical composition (% wet weight) of 4 samples..... | 16 |
| Figure10. Moisture content (%) of each composition of MSW sample | 18 |
| Figure11. Average moisture content (%) of each composition of MSW sample | 18 |
| Figure12. Ash and volatile solid by dry weight (%) of sample 1 | 19 |
| Figure13. Ash and volatile solid by dry weight (%) of sample 2 | 19 |
| Figure14. Ash and volatile solid by dry weight (%) of sample 3 | 19 |
| Figure15. Ash and volatile solid by dry weight (%) of sample 4 | 19 |
| Figure16. Average value of VS by dry weight of MSW composition..... | 21 |
| Figure17. Average value of ash by dry weight of MSW composition..... | 21 |
| Figure20. Correlation of moisture, VS and ash of each composition of sample 3 | 22 |
| Figure21. Correlation of moisture, VS and ash of each composition of sample 4 | 22 |
| Figure22. Correlation of moisture, VS and ash by wet weight of sample 1 | 23 |
| Figure23. Correlation of moisture, VS and ash by wet weight of sample 2 | 23 |
| Figure24. Correlation of moisture, VS and ash by wet weight of sample 3 | 23 |
| Figure25. Correlation of moisture, VS and ash by wet weight of sample 4 | 23 |
| Figure26. Average value of gross calorific of MSW composition | 24 |
| Figure27. Gross calorific of each sample | 24 |

LIST OF ACRONYMS

| | | |
|-----|---|-----------------------|
| DW | : | Dry Weight |
| HCV | : | High Calorific Value |
| LCV | : | Low Calorific Value |
| MSW | : | Municipal Solid Waste |
| VS | : | Volatile Solid |
| WW | : | Wet Weight |

1. GENERAL INFORMATION OF PHUOC HIEP LANDFILL

1.1 Location

Phuoc Hiep landfill locates at the North West Solid Waste Treatment Complex at Tam Tan hamlet, Phuoc Hiep commune, Cu Chi District, Ho Chi Minh City. Phuoc Hiep landfill is about 50 km far from the city center towards the North West, 5 km far from Cu Chi District center towards the South West, which is showed in the Figure in Appendix 7. The landfill shares borders with the following positions:

- The region located in the planning areas of the North West Solid Waste Treatment Complex and the existing Indigo forest area in the East and North direction;
- Canal No. 16 in the North West direction;
- Thay Cai Canal in the South West direction;
- Canal No. 15 in the South East direction.

1.2 Capacity and operation status

General information of capacity and operation status in Phuoc Hiep landfill is showed in Table 1.

Table1. General information of capacity and operation status in Phuoc Hiep landfill

| No. | General information | Compartment No.1 | Compartment No.1A | Compartment No.2 | Compartment No.3 |
|-----|---|------------------|-------------------|------------------|---|
| 1 | Operation duration | 2003 - 2007 | 2007 - now | 2008 - now | Both landfill and construction activities |
| 2 | Filling area (ha) | 18.99 | 9.75 | 19.50 | 60.00 |
| 3 | Designed capacity (ton/day) | 3,000 | 3,000 | 3,500 | 3,000 |
| 4 | Actual average receiving capacity (ton/day) | 3,000 | 3,000 | 3,500 | - |
| 5 | Landfill type | Sanitation | Sanitation | Sanitation | Sanitation |
| 6 | Landfill height from ground level (m) | 25 | 15 - 17 | - | - |
| 7 | Landfill depth from ground level (m) | -7 | -7 | -7 | -7 |

Source: Department of Natural Resource and Environment of HCM city (2010, 2013)

1.3 Disposal technologies

Phuoc Hiep landfill is a sanitation landfill with full items of environmental protection facilities such as:

- Area of compartment No. 1 is 18.99 ha and divided into 4 sub-compartments. Each sub-compartment is about 4.74 ha in area. Maximum height of the compartment is 25 m. Municipal solid waste disposal in each compartment is covered in 10 layers. Each layer's thickness is 2.2 m (solid waste has been carefully compacted by landfill bulldozer). Thickness of soil layer between the solid waste layers is 20 cm. On the top, it is betonies layer and then 30 cm topsoil layer covered the compartment.
- Compartments No.1A and No.2 also use similar system of bottom liner and top-covering layer to compartment No. 1. Moreover, in design, pile wall system of compartment No. 1A has been reinforced in order to avoid slip and subsidence incidents surrounding the landfill.
- In compartment No.2, when the solid waste reaches appropriate level, the compartment No.2 will be connected with compartment No.1A in order to take advantage of the strong pile wall system of compartment No.1A. A part of border between compartment No.2 and compartment No.1A will be used for filling the waste in order to increase receiving ability.
- Compartment No.3 of the landfill began to operate in October, 2013 and was continuously constructed other construction items by South Korea contractor.

1.4 Objective of sampling

Sampling purposes at Phuoc Hiep landfill is to analyze physical composition, moisture, volatile solid, ash and gross calorific value of solid wastes in order to evaluate the quality of MSW.

1.5 Implementation schedule

Table2. Implementation schedule

| No. | Articles | Timing plan | | |
|-----|---|--------------|---------------|---------------|
| | | 28/05, 29/05 | 29/05 – 22/06 | 23/06 – 12/07 |
| 1 | Survey and sampling | ■■■■■ | | |
| 2 | Classification of municipal solid waste, bulk density | ■■■■■ | | |
| 3 | Analysis of physical composition and moisture | ■■■■■ | ■■■ | |
| 4 | - Analysis of ash, volatile solid (VS) - Analysis of gross | | ■■■■■ | |

| | | | | |
|---|-----------------------|--|--|------------|
| | calorific value | | | |
| 5 | Data processing | | | ██████ |
| 6 | Preparation of report | | | ██████████ |

2. STATUS OF MSW TRANSPORTATION ACTIVITIES AT PHUOC HIEP LANDFILL

2.1 Process of MSW transportation at Phuoc Hiep landfill

Diagram of solid waste transportation inside Phuoc Hiep landfill is presented in Figure 1.

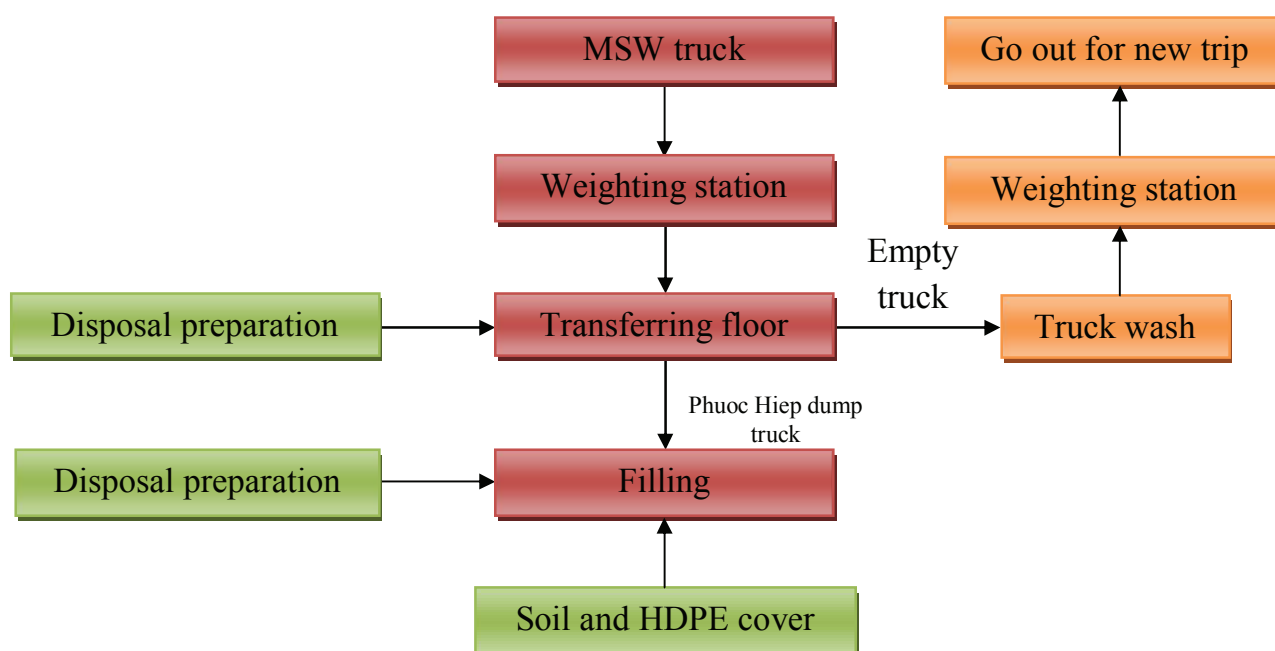


Figure1 Process of solid waste transportation inside Phuoc Hiep landfill.

2.2 Original of MSW and transporters to Phuoc Hiep landfill

There are two waste sources transported to Phuoc Hiep landfill:

- (1) Municipal solid wastes (MSW) from Ho Chi Minh City and Duc Hoa District, Long An Province:
 - City Environmental Company (Citenco) collects and transports solid wastes from Binh Chanh, Nha Be, Binh Thanh, Tan Phu; District 2, 7, 9, 10, 11, and 12.
 - Industrial agricultural Co-operative transports wastes from District 11.
 - Duc Hoa Public Service Company transports wastes from Duc Hoa District, Long An Province.
 - 11 public service companies transfer wastes from their own Districts (District 1, District 2, District 9, District 12, Go Vap, Binh Thanh, Tan Binh, Thu Duc, Phu Nhuan, Hoc Mon, Cu Chi Public Service Company). On May 28th 2014 and May 29th 2014, Phu Nhuan Public Service Company transported MSW into Tam Sinh Nghia Company instead of Phuoc Hiep landfill.

(2) Residue wastes arising from processes of classifying, recycling and composting from Vietstar Company.

Table3. Original of solid wastes at Phuoc Hiep landfill

| No. | Waste transporters | Transfer station | Original of solid wastes |
|-----|--------------------------------------|---|--|
| 1 | Citenco | <ul style="list-style-type: none"> - Quang Trung-Go Vap - Tong Van Tran - District 11 | Binh Thanh, Tan Phu, Binh Chanh, Nha Be, District 2, District 7, District 9, District 10, District 11, District 12 |
| 2 | Cu Chi Public Service Company | <ul style="list-style-type: none"> - Tan An Hoi - Tan Phu Trung - Phuoc Thanh - Cu Chi - Tan Thong Hoi - Tan Thanh Tay - Phu Hoa Dong - An Nhon Tay - Lo 6 - Tan Thanh Dong - Quang Viet - Trung An - Pham Van Coi | Cu Chi District |
| 3 | Hoc Mon Public Service Company | <ul style="list-style-type: none"> - Ba Diem - Tan Thoi Nhi - Xuan Thoi Thuong - Thi Tran | Hoc Mon District |
| 4 | Industrial Agricultural Co-operative | <ul style="list-style-type: none"> - Tan Hoa | District 11 |
| 5 | District 12 Public Service Company | <ul style="list-style-type: none"> - Hiep Thanh - Tan Thoi Hiep | District 12 |
| 6 | District 2 Public Service Company | <ul style="list-style-type: none"> - Binh Trung Tay - An Loi Dong | District 2 |
| 7 | District 9 Public Service Company | <ul style="list-style-type: none"> - Long Hoa - Phuoc Long A - Ben Do - Vinh Thuan | District 9 |
| 8 | Binh Thanh Public Service Company | <ul style="list-style-type: none"> - Phan Van Tri - Thanh Da | Binh Thanh District |
| 9 | Go Vap Public Service Company | <ul style="list-style-type: none"> - Quang Trung | Go Vap District |
| 10 | Tan Binh Public Service Company | <ul style="list-style-type: none"> - Pham Van Bach | Tan Binh District |
| 11 | Thu Duc Public Service Company | <ul style="list-style-type: none"> - Go Dua - So Ga 4 - Linh Xuan 5 - Truong Tho 3 | Thu Duc District |

| No. | Waste transporters | Transfer station | Original of solid wastes |
|-----|-----------------------------------|---------------------------------|--|
| | | - Tam Than - Hiep Binh Chanh | |
| 12 | Duc Hoa Public Service Company | - No information | Duc Hoa District - LA |
| 13 | Vietstar | - No information | Tan Phu, Phu Nhuan, Tan Binh District, Tranport factory No.1, No.2 |
| 14 | District 1 Public Service Company | - No information | District 1 |
| 15* | Phu Nhuan Public Service Company | - Nguyen Kiem | Phu Nhuan District |

(*): On May 28th 2014 and May 29th 2014, Phu Nhuan Public Service Company transported MSW into Tam Sinh Nghia company instead of Phuoc Hiep landfill.

2.3 Number of waste transporters, trips and total amount of solid wastes at Phuoc Hiep landfill

In the survey in May 2014, there are 13 waste transporters (except for District 2 and Phu Nhuan Public Service Company) on May 28th, 2014, and 14 waste transporters (except for Phu Nhuan Public Service Company) on May 29th, 2014.

A number of trips and solid waste mass in the survey in May 2014 decreased compared with that in January 2014. Namely, the average number of trips and total amount of solid wastes are about 208 trips/day and 2,756 tons/day compared with 273 trips/day and 3,348 tons/day in January 2014. The details are presented in Table 4.

Table4. Solid waste mass and number of trips transported into Phuoc Hiep landfill per day

| Date | Total waste transporters | Number of trips | Total solid waste mass (ton) |
|------------|--------------------------|-----------------|------------------------------|
| 28/05/2014 | 13 | 195 | 2,732 |
| 29/05/2014 | 14 | 220 | 2,780 |
| Average | 14 | 208 | 2,756 |

Moreover, the waste transport activities in day time have decreased compared with that in January 2014. There are about 58.6% numbers of trips in day time (12:00 – 18:00, about 122 trips) and 41.4% numbers of trips in night-time (18:00 – 6:00, about 86 trips). Therefore, the amount of solid waste transported to the landfill is about 57% in day time (about 1,572 tons) and 43% at night-time (about 1,184 tons). (See Table 5 and Figure 2)

Table 5. Frequency of transporter trips and total amount of MSW into landfill during the activity time

| Time Date | From 12:00 – 18:00 | | From 18:00 – 6:00 | |
|------------------|--------------------|------------------------|-------------------|------------------------|
| | Number of trips | Solid waste mass (ton) | Number of trips | Solid waste mass (ton) |
| 28/05/2014 | 112 | 1,456 | 83 | 1,276 |
| 29/05/2014 | 132 | 1,687 | 88 | 1,093 |
| Average | 122 | 1,572 | 86 | 1,184 |

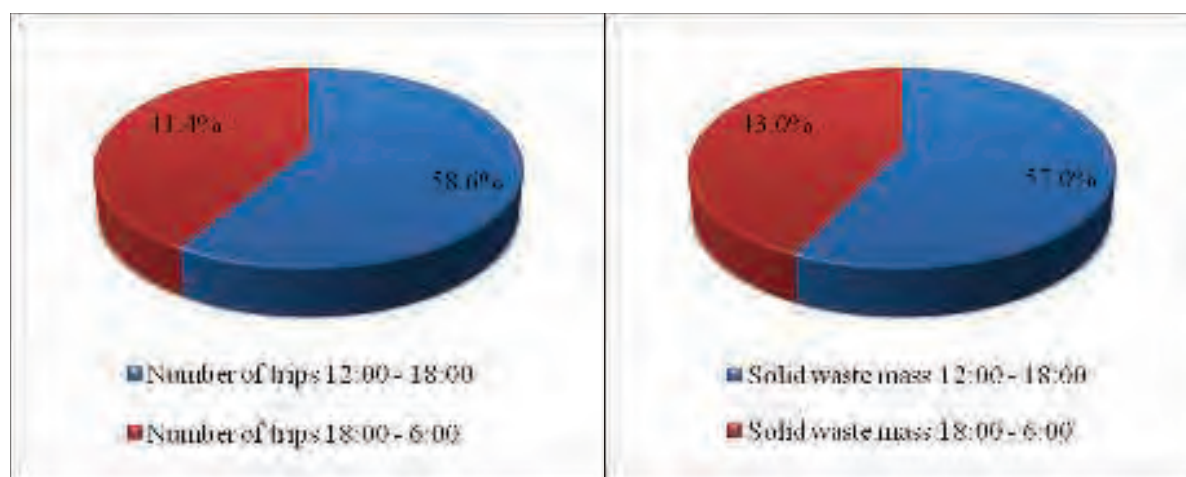


Figure2 The ratio of numbers of trips and solid waste mass in daytime and night-time.

In day time (12:00 – 18:00), the MSW trucks transport frequently into landfill. In night-time (18:00 – 6:00), rush hours are from 18:00 to 24:00, covering about 65.7 % trips of night-time.

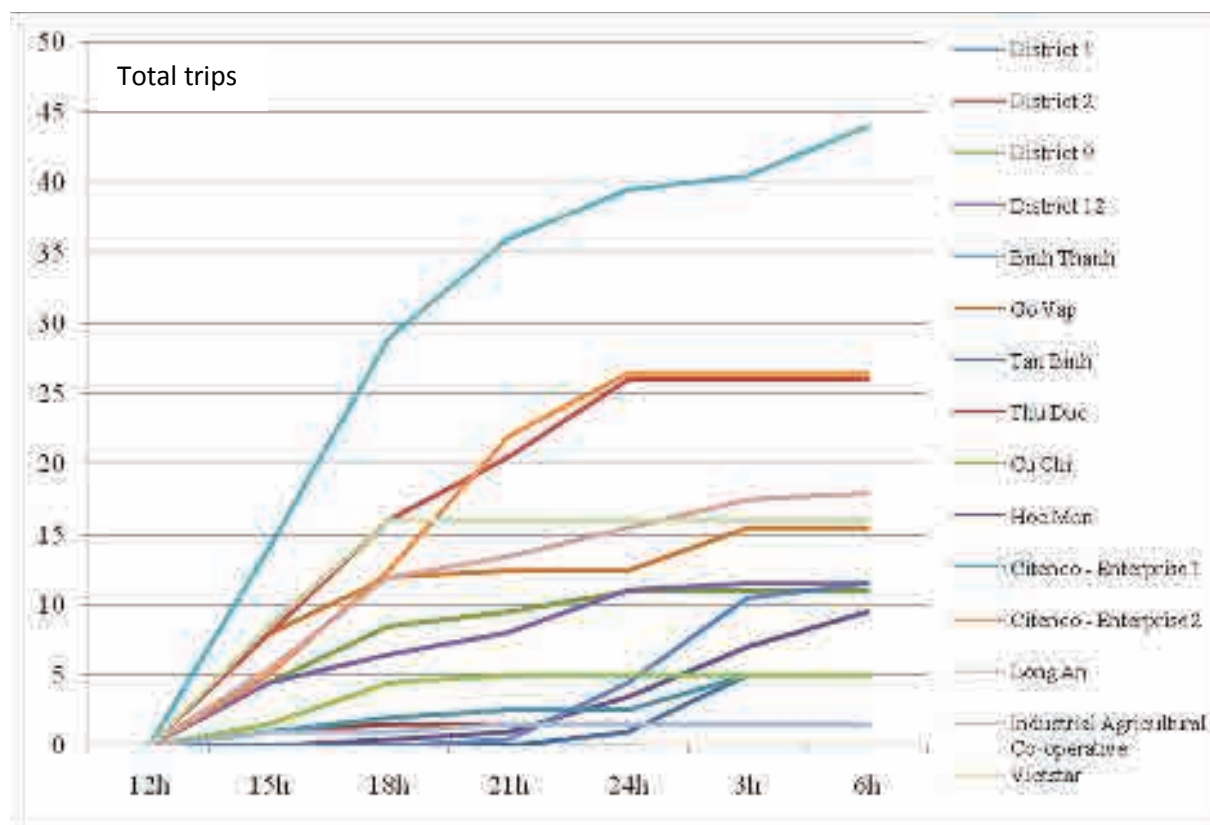


Figure3 Transport time into Phuoc Hiep landfill of transport units

The study data also shows that there are 33.7% total numbers of trips and 37.0% amount of solid wastes transported by Citenco.

Average time for a truck going into and out Phuoc Hiep landfill as a cycle is ranging from 10 to 15 minutes. The time passing weighting station is one minute in average.

There are three types of vehicles transporting MSW into Phuoc Hiep landfill: rear load refuse truck, hook lifting MSW truck, tarpaulin truck.



Hook lifting MSW truck



Rear Load Refuse Truck



Tarpaulin truck

Figure 4 Types of vehicles transporting MSW in to Phuoc Hiep landfill

Most of wastes are transported into Phuoc Hiep landfill by RLR truck (Rear Load Refuse Truck). Except:

- Vietstar Company transports wastes by tarpaulin truck.
- Citenco transports wastes by both hook-lifting MSW truck and rear load refuse truck.

Similar with the survey in January 2014, in this survey (in May 2014), the MSW trucks have loading capacity ranging from 5 tons to 18 tons, most of them range from 10 tons to 15 tons, covering 74.9% in total trips (208 total trips). Besides, Citenco is covering 38.6% in total trips ranging from 10 tons to 15 tons.

The detail data of waste transporters, vehicles, trips as well as total amount of MSW of each transporter and transport time into Phuoc Hiep landfill are presented clearly in Table 6 and Figure 5.

Table 6. Activities of waste transporters into Phuoc Hiep landfill

| No. | Waste transporters | Average number of trips in day | Type of vehicle | Note: time | |
|-----|--------------------------------------|--------------------------------|-----------------|--|-------------------------------------|
| | | | | From 12:00 to 18:00 | From 18:00 to 6:00 |
| 1 | Citenco | 71 | RLR, HL | Frequently (58.9%) | Mainly from 18:00 to 24:00 (41.1%) |
| 2 | Cu Chi Public Service Company | 5 | RLR | From 14:00 to 16:30 (90%) | Unusually from 18:00 to 19:00 (10%) |
| 3 | Hoc Mon Public Service Company | 12 | RLR | From 12:00 to 15:00 (56.5%) | Mainly from 18:00 to 24:00 (43.5%) |
| 4 | Industrial agricultural Co-operative | 18 | RLR | Frequently (66.7%) | Mainly from 18:00 to 3:00 (33.3%) |
| 5 | District 12 Public Service Company | 10 | RLR | Unusually (5.3%) | Mainly from 21:00 to 6:00 (94.7%) |
| 6 | District 2 Public Service Company | 2 | RLR | Unusually | Unusually |
| 7 | District 9 Public Service Company | 11 | RLR | From 12:00 to 14:30 and 16:30 to 18:00 (77.3%) | Mainly from 18:00 to 24:00 (22.7%) |
| 8 | Binh Thanh Public Service Company | 5 | RLR | Unusually (40%) | Only from 0:00 to 3:00 (60%) |
| 9 | Go Vap Public Service Company | 16 | RLR | Frequently (77.4%) | Mainly from 24:00 to 3:00 (22.6%) |

| No. | Waste transporters | Average number of trips in day | Type of vehicle | Note: time | |
|-----|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------|---------------------|------------------------------------|
| | | | | From 12:00 to 18:00 | From 18:00 to 6:00 |
| 10 | Tan Binh Public Service Company | 12 | RLR | Not entering | Mainly from 22:00 to 4:00 (100%) |
| 11 | Thu Duc Public Service Company | 26 | RLR | Frequently (61.5%) | Mainly from 18:00 to 24:00 (38.5%) |
| 12 | Duc Hoa Public Service Company | 2 | RLR | Unusually | Unusually |
| 13 | Vietstar | 16 | Tarpaulin | Frequently (100%) | Not entering |
| 14 | District 1 Public Service Company | 6 | RLR | Not entering | Only from 23:30 to 3:00 (100%) |

Statistics: 28/05/2014 and 29/05/2014

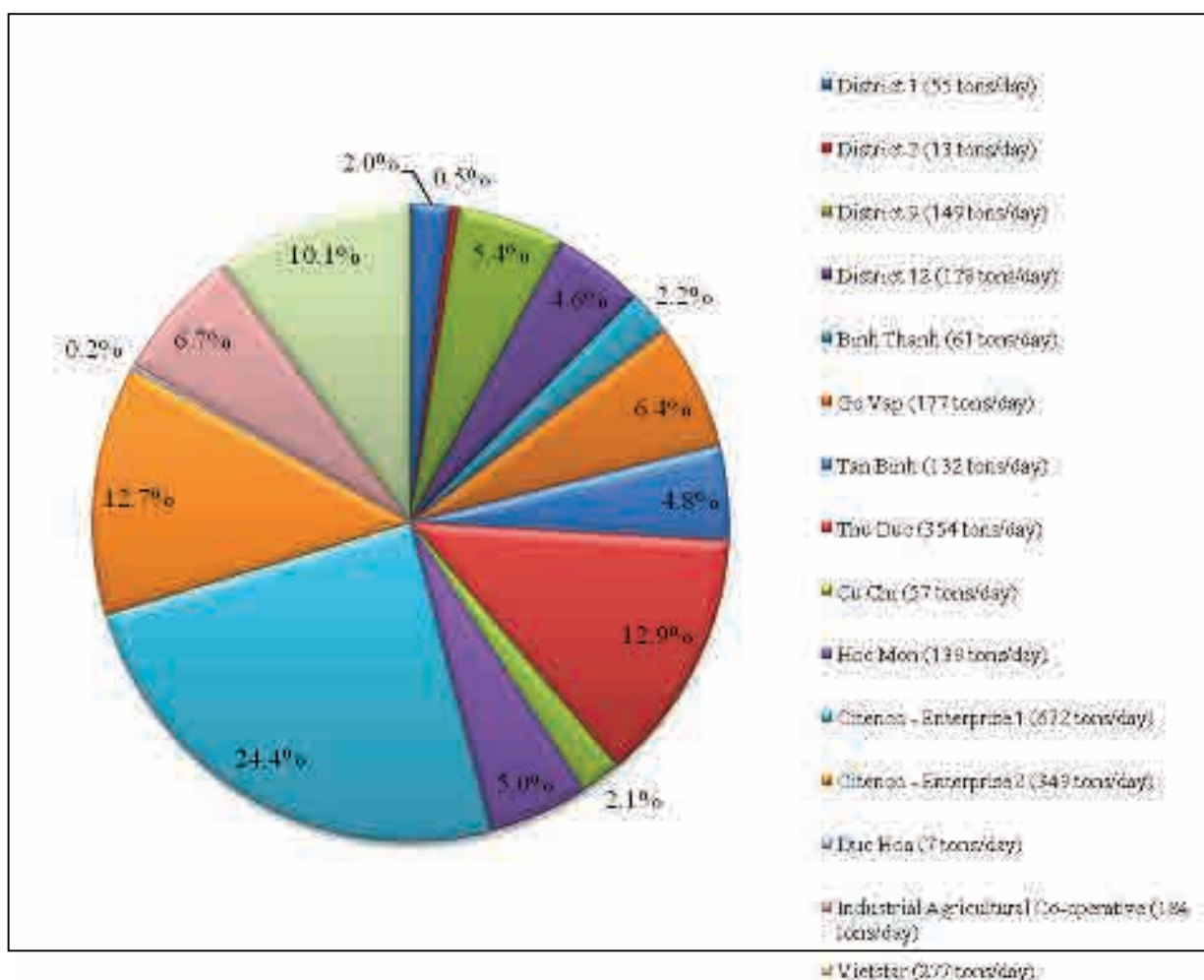


Figure 5. The average solid waste mass (%) of each transporter into Phuoc Hiep landfill

In this survey, there are 14 transporters into Phuoc Hiep landfill in May 2014, which decreases Phu Nhuan transporter compared with that in January 2014. Figure 5 shows that among 14 transporters into Phuoc Hiep landfill Citenco is the major transporter into Phuoc Hiep landfill, with 37.0% total MSW, 1,021 tons/day (Enterprise 1: 672 tons/day and Enterprise 2: 349 tons/day).

After that, Thu Duc District Public Service Company transports about 12.9% - 354 tons/day, Vietstar occupies 10.1% - 277 tons/day. From 0.2% to 6.7% (7 – 184 tons/day) total MSW are: Duc Hoa, District 2, District 1, Cu Chi, Binh Thanh, District 12, Tan Binh, Hoc Mon, District 9, Go Vap Public Service Company and Industrial Agricultural Co-operative.

Compared with the data in Report of Phuoc Hiep MSW in January 2014, it shows that:

- Amount of MSW in May 2014 are lower than that in January 2014 from 3348 tons down 2757 tons (17.6%) because Phu Nhuan Company has not transported MSW into Phuoc Hiep landfill and several waste transporters have transported a part of MSW into Tam Sinh Nghia Company.

3. SAMPLING PLAN, SAMPLING METHOD AND ANALYTICAL METHOD

3.1 Sampling plan

4 samples are taken at Phuoc Hiep landfill in two days:

Day 1: 2 samples from 12:30 to 17:30

Day 2: 2 samples from 16:30 to 22:00

3.2 Sampling method

3.2.1 Collection of sample

a. Sampling location will be decided based on work safety and specific samples.

b. The samples are taken from the MSW collection vehicles and 10th MSW collection vehicle is selected to be sampled in each period of 10 vehicles. At that time, numbers of trucks, date, time, transport units, origin of waste were recorded.

c. MSW is discharged from a collection vehicle into the pile. In the pile, four sampling points are randomly selected, and 20 kg of MSW is collected from each of four points. In total, 70 - 80 kg of samples are collected from one vehicle.

d. Procedure c. is repeated four times. Final weight of samples will be approximately 300 kg.

3.2.2 Preparation of sample

a. Solid wastes after sampling are cut into pieces smaller than 15 cm by shovels and scissors. Bags and their contents should be also cut into smaller pieces. Similarly, bulky wastes such as cardboards and branch of trees are also cut into pieces smaller than 15cm.

Then, each sample is manually mixed by shovels. The sample should be mixed as

homogeneously as possible.

b. After that, the mixed sample are divided and taken twice a quarter to obtain a smaller sample. By the way, the final sample, which is one-fourth of the initial sample, is analyzed. An illustration is presented as follows:

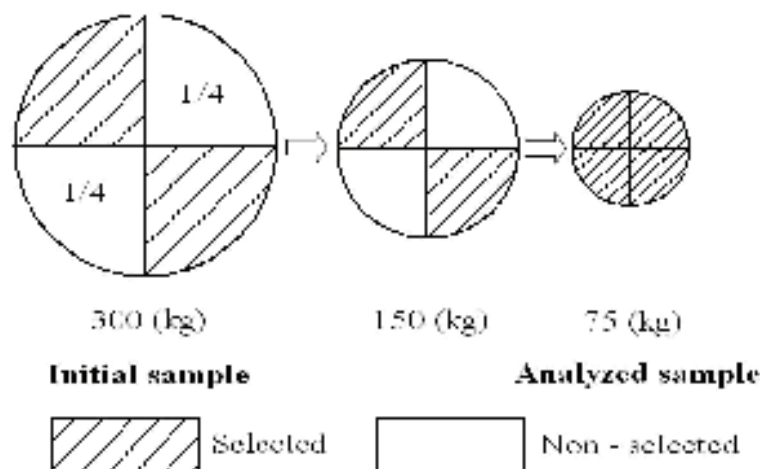


Figure 6. Sampling method

3.3 Analytical method

3.3.1 Measurement of bulk density

- a. The prepared sample in section 3.2.2 is used.
- b. Plastic container with capacity of 80 L is used. The capacity (V_0) and weight (W_0) of the container should be measured beforehand.
- c. The sample is then filled into the container. It should be noted that the sample should not be pushed in the container.
- d. The container is lifted by hand and dropped in an upright position from the height of about 30 cm. If the volume of the sample in the container decreases as a result, more samples should be added to the container (to reach the same level as in Procedure c.).
- e. Procedure d. is repeated three times. Then, weight of the container containing the sample (W_1) is measured.
- f. Bulk density is calculated as follows.

$$\text{Bulk density (kg/L = t/m}^3\text{)} = \frac{W_1(\text{kg}) - W_0(\text{kg})}{V_0(\text{L})}$$

3.3.2 Composition of samples

- a. The raw samples are prepared as described in section 3.2.2
- b. The samples are spread on lining at sorting area for separation.
- c. The raw samples are physically separated into the following eleven compositions: **1**-Food wastes (meat, vegetables, etc.), **2**-Paper, **3**-Diaper, **4**-Plastic, **5**-Textile, **6**-Wood, **7**-Rubber and leather, **8**-Metal, **9**-Inorganic waste

(coal ash, brick, glass...), **10**-Shell, **11**- Others such as very small pieces not being able to be classified by visual observation.

- d. Each composition (X_i) is weighted and total weight (X) of all compositions will be calculated. Each physical composition is calculated according to the following formula:

$$\text{Physical composition } x_i (\%, \text{ wet weight basis}) = \frac{X_i (\text{kg, wet weight basis})}{X (\text{kg, wet weight basis})} \times 100$$

$$\text{Physical composition } x_i' (\%, \text{ dry weight basis}) = \frac{\text{Dried weight of each component (kg)}}{\text{Total dried weight of components (kg)}} \times 100$$

3.3.3 Moisture content

- Moisture content of each composition is determined individually according to APHA 2540 G (2012).
- Each composition is cut into pieces from 2 to 3 cm and individually spread in metal container with 20 cm diameter (height of wastes should be less than 10cm in the container if possible).
- After that, wastes will be dried at 105 degrees Celsius by conductive heating for 4 to 5 days or until the constant weight obtains.
- Finally, moisture content of each composition will be calculated according to difference between weight of wet sample and that of dried sample.

3.3.4 Volatile solid, ash and gross calorific value

08 combustible samples (food waste, paper, textile, wood, plastic, rubber & leather, diaper and others) are cut into pieces less than 1cm for analysis of volatile solid and ash content. They will be combusted at 550 degrees Celsius according to APHA 2540 G (2012).

08 combustible samples (food waste, paper, textile, wood, plastic, rubber & leather, diaper and others) are cut into pieces less than 1cm and then crushed into pieces smaller than 2mm for analysis of gross calorific value according to TCVN 200-2007 (ISO 1928:1995).

The analytical method of solid waste is presented in Table 7.

Table 7. Analytical method of solid waste

| No. | Parameter | Analytical method | Analytical Instrument |
|-----|------------------------|--------------------------------|---|
| 1 | Moisture | APHA 2540 G | WTB Binder, Germany, Metter Toledo MS204 balance, Switzerland |
| 2 | Volatile solid and Ash | APHA 2540 G | Nabertherm oven, Metter Toledo MS204 balance, Switzerland |
| 3 | Gross calorific value | TCVN 200 -2011 (ISO 1928:2009) | IKA calorimeter C 4000 |

4. ANALYTICAL RESULTS OF PHUOC HIEP MSW

4.1 Information of Phuoc Hiep MSW samples

The Phuoc Hiep MSW samples were taken in 2 days:

- May 28th, 2014 from 12:30 to 17:30: Rainy season-Sample quantity: 2 samples
- May 29th, 2014 from 16:30 to 22:00: Rainy season- Sample quantity: 2 samples

Specific information of Phuoc Hiep MSW samples is presented in the following Table:

Table 8 Information of Phuoc Hiep MSW samples

| Sample No. | Vehicle registration number | Time | MSW transporter | Original of Waste | Vehicle color/ Type | Sampling MSW sample (kg) | Analyzing MSW sample (kg) |
|-------------------|-----------------------------|-------|---|-------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| 28/05/2014 | | | | | | | |
| 1 | 51C-226.96 | 12h30 | Hoc Mon District Public Service Company | Hoc Mon District | White – green/Rear load refuse Truck | 356.5 | 72.4 |
| | 51E-025.33 | 12h50 | Thu Duc District Public Service Company | Thu Duc District | Green/Rear load refuse Truck | | |
| | 51C-165.12 | 13h41 | Go Vap District Public Service Company | Go Vap District | White – green/Rear load refuse Truck | | |
| | 57H-8680 | 14h00 | District 9 Public Service Company | District 9 | Green/Rear load refuse Truck | | |
| 2 | 57K-0630 | 14h55 | Industrial-Agricultural Co-operative | Binh Tan District | Green/Rear load refuse Truck | 340.0 | 83.4 |
| | 51C-107.87 | 15h38 | Citenco – Factory No.2 | Pham Van Xao transfer station | White/Rear load refuse Truck | | |
| | 51C-352.93 | 16h20 | Citenco – Factory No.1 | Quang Trung transfer station | White – green/Rear load refuse Truck | | |
| | 51C-105.33 | 16h54 | Thu Duc District Public Service Company | Thu Duc District | White/Rear load refuse Truck | | |

| 29/05/2014 | | | | | | | |
|------------|------------|-------|--|---------------------|---------------------------------------|-------|-------|
| 3 | 51E-024.92 | 16h35 | Thu Duc District Public Service Company | Thu Duc District | Green/Rear load refuse Truck | 338.0 | 82.2 |
| | 51C-064.82 | 17h00 | Cu Chi District Public Service Company | Cu Chi District | White – green/Rear load refuse Truck | | |
| | 57M-1118 | 17h32 | Binh Thanh District Public Service Company | Binh Thanh District | White – orange/Rear load refuse Truck | | |
| | 51C-215.27 | 17h52 | District 9 Public Service Company | District 9 | White – green/Rear load refuse Truck | | |
| 4 | 51C-185.66 | 19h00 | Hoc Mon District Public Service Company | Hoc Mon District | Green/Rear load refuse Truck | 373.0 | 112.7 |
| | 57H-2175 | 20h20 | Hoc Mon District Public Service Company | Hoc Mon District | Green/Rear load refuse Truck | | |
| | 51E-019.04 | 20h45 | Tan Binh District Public Service Company | Tan Binh District | White – orange/Rear load refuse Truck | | |
| | 51E-024.92 | 21h20 | Thu Duc District Public Service Company | Thu Duc District | Green/Rear load refuse Truck | | |

4.2 Physical composition of Phuoc Hiep MSW

The results of average percent of wet weight and dry weight of MSW at Phuoc Hiep landfill are presented in Figure 7 and Figure 8. The results show that:

The highest proportional compositions are food waste and plastic by both wet and dry weight. They are 68.9% and 16.1% by wet weight and 51.1% and 27.5% by dry weight, respectively. The remain compositions such as textile, paper, diaper, shell – bone, inorganic, wood, rubber and leather, metal, and others occupy lower proportion, respectively 4.1%, 3.2%, 3.0%, 2.2%, 1.4%, 0.5%, 0.4%, 0.3%, and 0.1% by wet weight, and 5.4%, 4.5%, 1.7%, 4.5%, 3.1%, 0.9%, 0.7%, 0.6%, and 0.1% by dry weight.

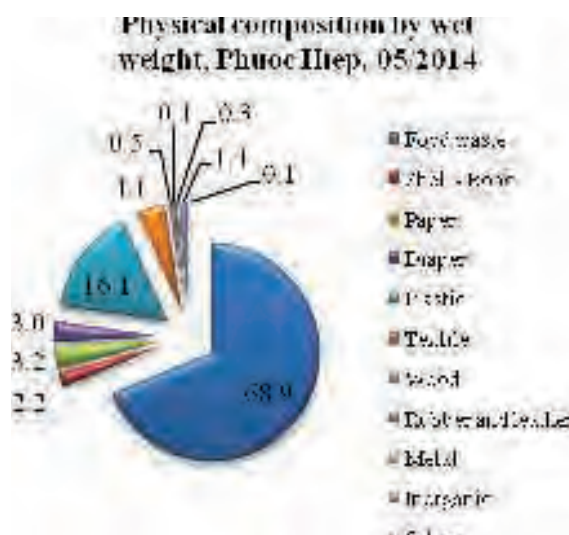


Figure 7. Average physical compositions (% wet weight) of 4 samples in May 2014

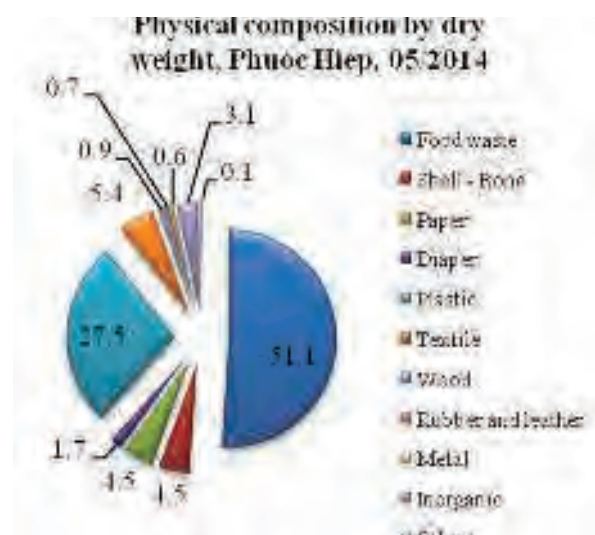


Figure 8. Average physical compositions (% dry weight) of 4 samples in May 2014

Statistic physical composition results of each physical composition (% wet weight) of each sample are presented in Table 9 and Figure 9. The proportion of each composition in each sample hasn't significantly changed among 4 samples, but sample 4 and sample 2 don't include composition of others. Composition of shell-bone in sample 2 is significantly higher than other samples because sample 2 has more shells and cockleshells

Table 9. Statistic physical composition of 4 samples (May 2014)

| No. | Composition | Physical composition result (% wet weight) | | | |
|-----|---|--|----------|----------|----------|
| | | Sample 1 | Sample 2 | Sample 3 | Sample 4 |
| 1 | Food waste (fruit peel, vegetables, leaves, crushed food,...) | 66.9 | 59.3 | 71.1 | 78.1 |
| 2 | Shell - Bone | 1.2 | 6.0 | 0.5 | 0.9 |
| 3 | Paper | 3.9 | 4.8 | 2.7 | 1.5 |
| 4 | Diaper | 4.4 | 3.6 | 2.4 | 1.6 |
| 5 | Plastic | 17.9 | 18.0 | 17.0 | 11.5 |
| 6 | Textile | 3.6 | 4.2 | 3.9 | 4.8 |
| 7 | Wood | 0.7 | 0.2 | 0.5 | 0.5 |
| 8 | Rubber and leather | 0.1 | 0.4 | 1.0 | 0.02 |
| 9 | Metal | 0.2 | 0.6 | 0.1 | 0.2 |
| 10 | Inorganic (brick, cups, glass, coal ash,...) | 1.0 | 2.9 | 0.7 | 0.9 |
| 11 | Others (Batteries, light bulbs, | 0.1 | - | 0.1 | - |

| | | | | | |
|--|-----------|--|--|--|--|
| | hair,...) | | | | |
|--|-----------|--|--|--|--|

- (-):No sample/Do not analyse

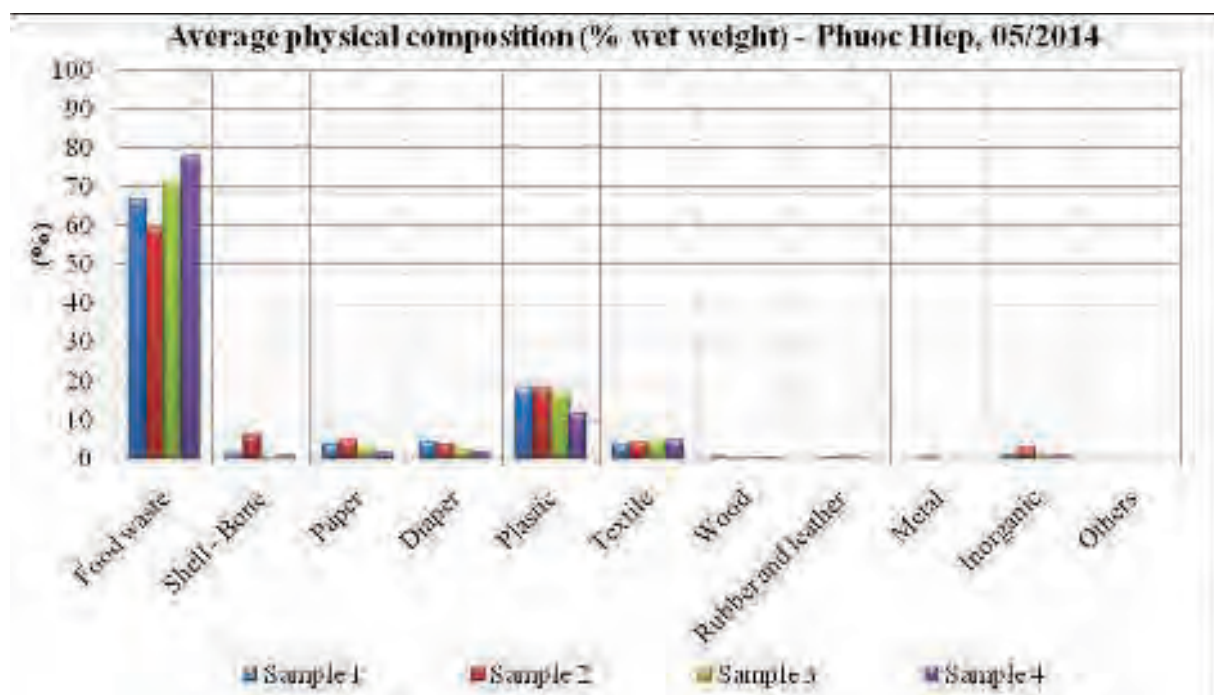


Figure9. Average physical composition (% wet weight) of 4 samples

4.3 Moisture, volatile solid and ash

4.3.1 Moisture

The moisture content's data of each sample are presented in Table 10, Figure 10 and 11.

Table 10 Statistic moisture of each composition of 4 samples

| No. | Composition | Moisture content (%) | | | | | | |
|-----|--|----------------------|----------|----------|----------|-------------|------|------|
| | | Sample 1 | Sample 2 | Sample 3 | Sample 4 | Average (%) | Min | Max |
| 1 | Food waste (fruit peel, vegetables, leaves, crushed foods,...) | 72.1 | 71.0 | 74.2 | 68.8 | 71.5 | 68.8 | 74.2 |
| 2 | Shell - Bone | 11.9 | 12.5 | 10.7 | 7.7 | 10.7 | 7.7 | 12.5 |
| 3 | Paper | 46.2 | 41.6 | 49.6 | 40.8 | 44.5 | 40.8 | 49.6 |
| 4 | Diaper | 77.8 | 77.4 | 76.7 | 77.0 | 77.2 | 76.7 | 77.8 |
| 5 | Plastic | 31.1 | 30.0 | 37.9 | 36.3 | 33.8 | 30.0 | 37.9 |
| 6 | Textile | 48.0 | 47.5 | 50.4 | 51.4 | 49.3 | 47.5 | 51.4 |
| 7 | Wood | 35.5 | 40.4 | 40.0 | 18.6 | 33.6 | 18.6 | 40.4 |

| | | | | | | | | |
|----|--|-----|-----|------|-----|------|-----|------|
| 8 | Rubber and leather | 2.3 | 6.7 | 45.0 | 8.9 | 15.7 | 2.3 | 45.0 |
| 9 | Metal | 6.8 | 8.6 | 7.2 | 7.6 | 7.5 | 6.8 | 8.6 |
| 10 | Inorganic (brick, cups, glass, coal ash,...) | 8.6 | 5.1 | 6.9 | 6.3 | 6.7 | 5.1 | 8.6 |
| 11 | Others (Batteries, light bulbs, hair,...) | 1.2 | - | 16.6 | - | 8.9 | 1.2 | 16.6 |

(-): No sample/Do not analyse

- Moisture of diaper is the highest with the average value 77.2% and ranges from 76.7% (sample 3) to 77.8% (sample 1) because of their capability of water adsorption.
- Moisture of food waste is ranging from 68.8% (sample 4) to 74.2% (sample 3) and the average value is 71.5%. It depends on differences among food waste components.
- Moisture of textile, paper, plastic, and shell-bone in 4 samples is insignificantly different. Their average values are 49.3%, 44.5%, 33.8% and 10.7%, respectively.
- Moisture of wood is significantly different among 4 samples, namely, its moisture in sample 4 is the least because it includes rough timber while other samples include bamboo basket and plywood; so, its moisture is significantly higher.
- Moisture of rubber and leather in sample 3 is significantly higher than other samples because sample 3 includes leather while other samples include tyre (sample 1), rubber shoe (sample 2) and foam rubber mattress (sample 4).
- Difference of others in these samples makes the different moisture content. Component of others in sample 1 includes batteries and light bulbs, so, its moisture is low (1.2%), while, that of others in sample 3 includes hair, so, its moisture is higher (16.6%).
- Metal and inorganic components (brick, coal ash, glass, etc) have low moisture because of their physical characteristics. Moisture of metal and inorganic components is from 6.8% to 8.6% and 5.1% to 8.6%, respectively.

Compared with the data in Report of Phuoc Hiep MSW in January, 2014, it shows that:

- The average moisture of food waste increases from 67.6% to 71.5%.
- The average moisture of textile, paper, diaper, plastic, and shell-bone has an insignificant change compared with that of January 2014.
- The average moisture of wood, rubber and leather, metal and inorganic has significantly changed. Namely, the average moisture of wood increases from 17.4% (in January 2014) to 33.6% because 3 of 4 samples in this survey

contain plywood and bamboo baskets. The average moisture of rubber and leather increases 10.9% to 15.7% because sample 3 contains leather. The average moisture of inorganic increases from 3.5% to 6.7% because all samples in this survey contain coal ash. These materials including plywood, bamboo baskets, leather, and coal ash have the capability of water absorption.

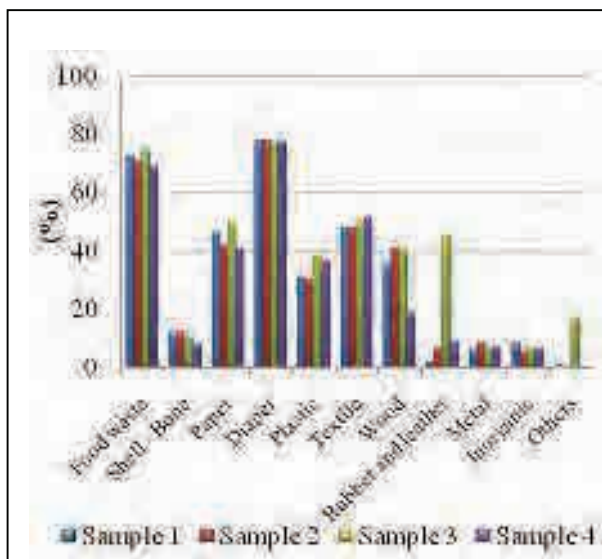


Figure10. Moisture content (%) of each composition of MSW sample

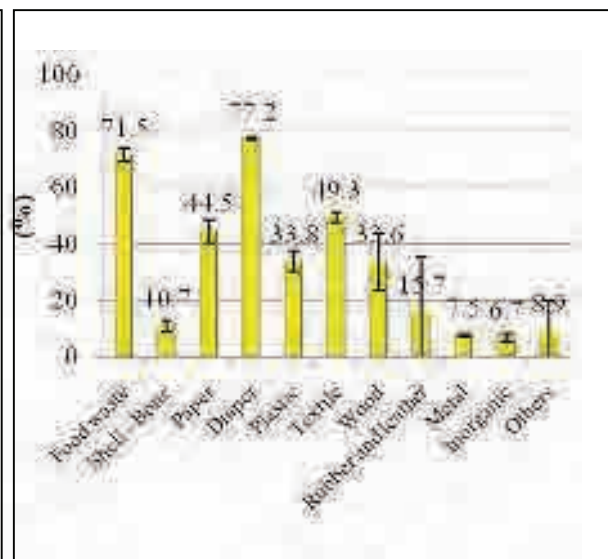


Figure11. Average moisture content (%) of each composition of MSW sample

4.3.2 Volatile solid and ash

Figures from 12 to 15 show the result of volatile solid and ash of each sample. Ash of metal and inorganic is not analyzed and estimated 100% dry weight.

- Ash of food waste is ranging from 13.0% (sample 4 includes leaves, vegetables and crushed foods...) to 17.7% (sample 3 includes coconut husk, jackfruit peel, pineapple shell, crushed foods...) by dry weight.
- The average ash of rubber and leather is 25.0% by dry weight, and is ranging from 3.8% (sample 4 includes foam rubber mattress) to 43.6% (sample 2 includes rubber shoe).
- The average ash of paper accounts for 15.9% by dry weight.
- The average ash of wood, plastic, diaper and textile is 9.5%, 8.5%, 11.0% and 10.5% respectively.
- Ash of shell – bone is high and the average is 94.5%.
- Ash of others is ranging from 4.1% (sample 3 includes hair) to 100% (sample 1 includes batteries and light bulbs).

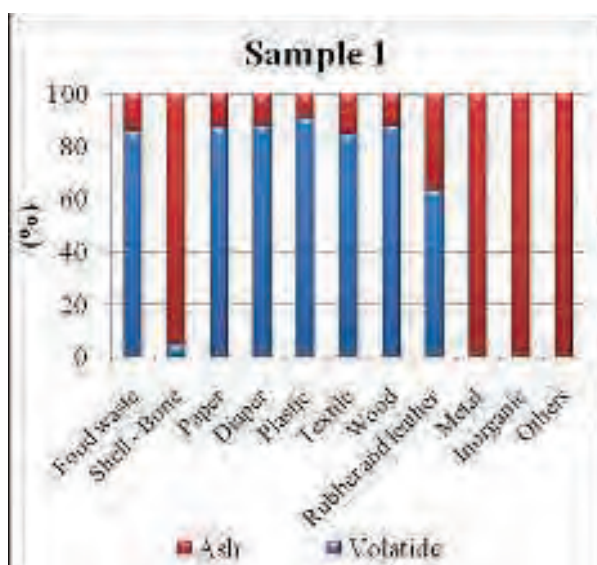


Figure12. Ash and volatile solid by dry weight (%) of sample 1

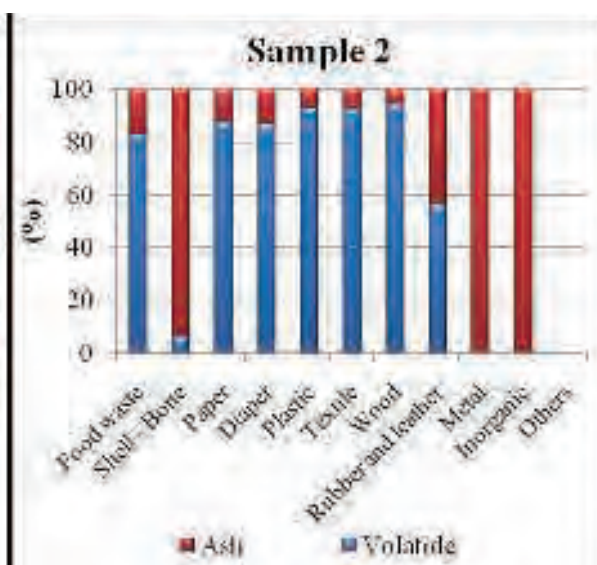


Figure13. Ash and volatile solid by dry weight (%) of sample 2

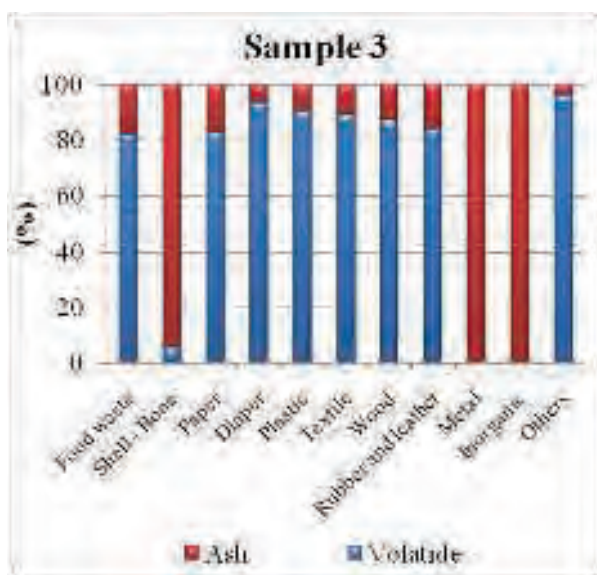


Figure14. Ash and volatile solid by dry weight (%) of sample 3

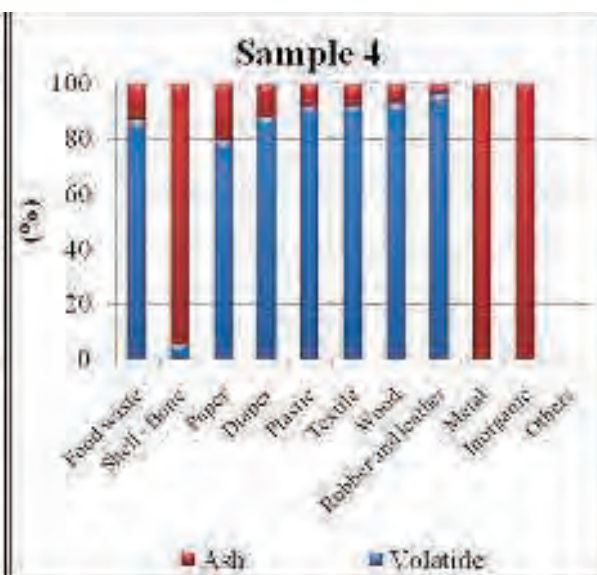


Figure15. Ash and volatile solid by dry weight (%) of sample 4

The VS and ash values by dry weight and wet weight are presented in Table 11 and 12.

Table11. Statistic VS value by dry weight of 4 samples (May 2014)

| No. | Composition | VS % dry weight | | |
|-----|--|-----------------|------|------|
| | | Average | Min | Max |
| 1 | Food waste (fruit peel, vegetables, leaves, crushed foods,...) | 84.5 | 82.3 | 87.0 |
| 2 | Shell - Bone | 5.5 | 4.8 | 6.2 |

| | | | | |
|----|--|------|------|------|
| 3 | Paper | 84.1 | 79.4 | 87.4 |
| 4 | Diaper | 89.0 | 86.8 | 93.5 |
| 5 | Plastic | 91.5 | 90.5 | 92.7 |
| 6 | Textile | 89.5 | 85.1 | 92.1 |
| 7 | Wood | 90.5 | 87.2 | 94.1 |
| 8 | Rubber and leather | 75.0 | 56.4 | 96.2 |
| 9 | Metal | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | Inorganic (brick, cups, glass, coal ash,...) | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 11 | Others (Batteries, light bulbs, hair,...) | 47.9 | 0.0 | 95.9 |

Table12. Statistic ash value by dry weight of 4 samples (May 2014)

| No. | Composition | Ash % dry weight | | |
|-----|--|------------------|-------|-------|
| | | Average | Min | Max |
| 1 | Food waste (fruit peel, vegetables, leaves, crushed foods,...) | 15.5 | 13.0 | 17.7 |
| 2 | Shell - Bone | 94.5 | 93.8 | 95.2 |
| 3 | Paper | 15.9 | 12.6 | 20.6 |
| 4 | Diaper | 11.0 | 6.5 | 13.2 |
| 5 | Plastic | 8.5 | 7.3 | 9.5 |
| 6 | Textile | 10.5 | 7.9 | 14.9 |
| 7 | Wood | 9.5 | 8.9 | 15.8 |
| 8 | Rubber and leather | 25.0 | 3.8 | 43.6 |
| 9 | Metal | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| 10 | Inorganic (brick, cups, glass, coal ash,...) | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| 11 | Others (Batteries, light bulbs, hair,...) | 52.1 | 4.1 | 100.0 |

VS and ash by dry weight of metal, inorganic and others (sample 1 – Batteries, light bulbs) are estimated 0% VS and 100% ash.

The average values of ash and VS value by dry weight are presented in Figure 16 and 17.

As data recorded in Figure 16, the average VS values of 7 of 11 compositions (excluding metal, inorganic waste, shell-bone and others) are high between 75.0% and 91.5%.

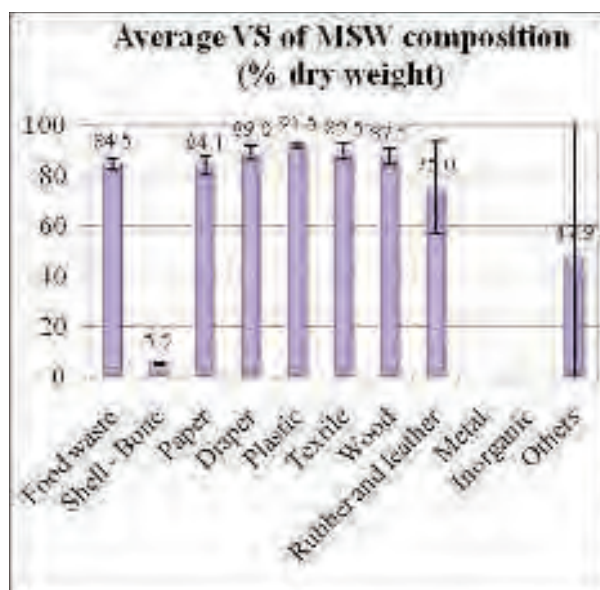


Figure16. Average value of VS by dry weight of MSW composition.

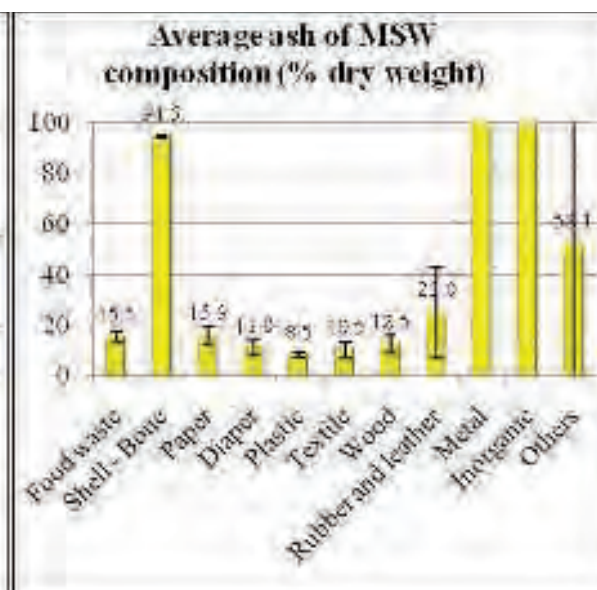
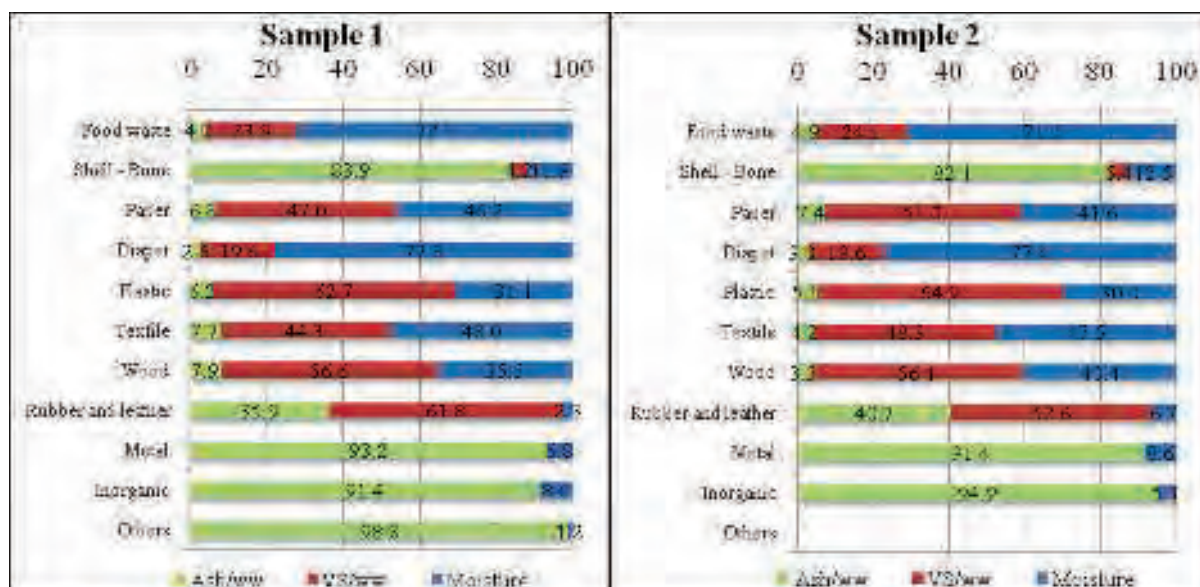


Figure17. Average value of ash by dry weight of MSW composition.

4.4 Correlation of moisture, VS and ash

4.4.1 Correlation of moisture, VS and ash of each composition by wet weight.

The correlation of moisture, VS and ash of each composition is presented in 4 Figures, from Figure 18 to Figure 21.



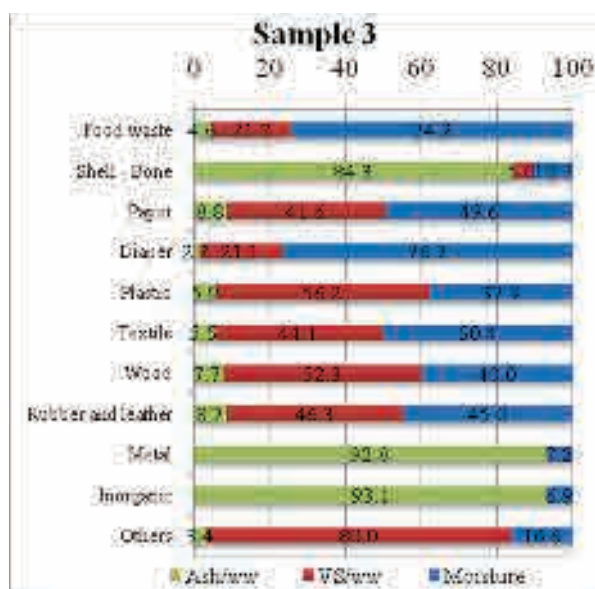


Figure 18. Correlation of moisture, VS and ash of each composition of sample 3

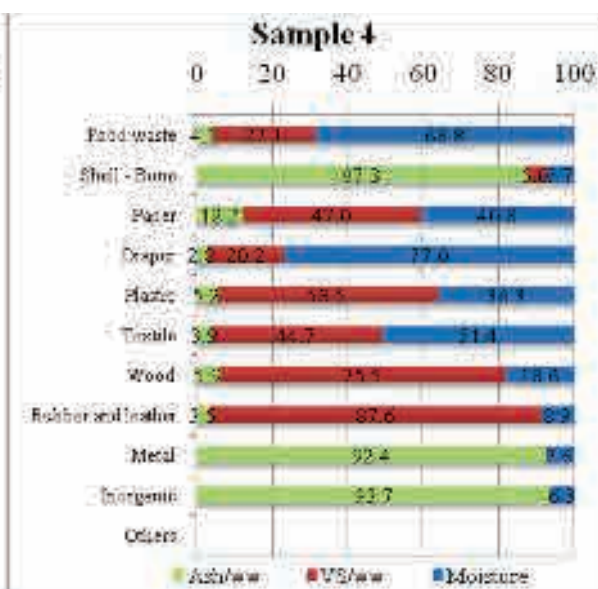


Figure 19. Correlation of moisture, VS and ash of each composition of sample 4

According to these Figures, correlation of moisture, VS and ash in each composition is based on natural characteristics.

- Food waste has the highest proportion of physical composition with moisture 68.8% - 74.2%, VS: 21.2% - 27.1% and ash: 4.0% - 4.9% by wet weight.
- The second high proportion of physical composition is plastic with moisture fluctuating from 30.0% - 37.9%, VS: 56.2% - 64.9% and ash: 5.1% - 6.2% by wet weight.
- Textile's moisture, VS and ash values are 47.5% - 51.4%, 44.1% - 48.3% and 3.9% - 7.7%, respectively.
- Diaper has the highest moisture 76.7% - 77.8% and the lowest ash 2.2% - 3.0%.
- Ash of shell-bone is high 82.1% - 87.3%, VS and moisture values are 4.2% - 5.4% and 7.7% - 12.5%, respectively.
- Other compositions have low percentage of physical composition. Any that, moisture of metal is 6.8% to 8.6%, and moisture of inorganic is 5.1% - 8.6%. The remaining dryness of these compositions is estimated 100.0% ash.

4.4.2 Correlation of moisture, VS and ash of each sample by wet weight

The bar charts below showed the percentage of moisture, VS and ash by wet weight in original sample.

Moisture of sample is ranging from 55.4% to 65.2%, volatile solid value is ranging from 28.8 % to 32.1% and ash is 6.0% to 12.8% by wet weight. Among samples, the moisture of sample 2 is the lowest because sample 2 includes less food waste than other samples. However, the ash of sample 2 is significantly higher than other samples because of including more shell-bone and inorganic (6.0% and 2.9% by wet weight,

respectively) whereas the percentage of shell-bone and inorganic in other samples ranges from 0.5% and 0.7% to 1.2% and 1.0% by wet weight.

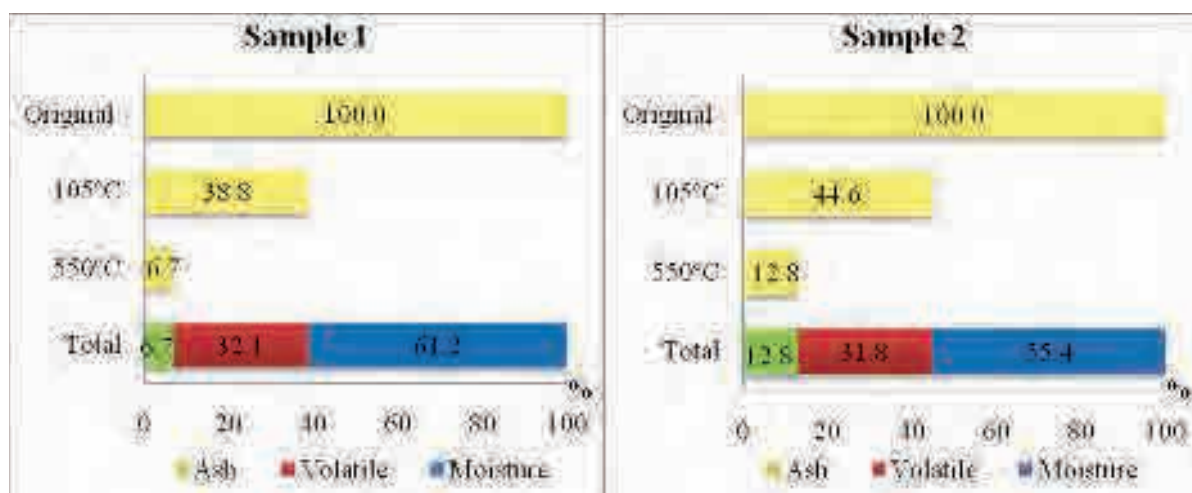


Figure20. Correlation of moisture, VS and ash by wet weight of sample 1

Figure21. Correlation of moisture, VS and ash by wet weight of sample 2

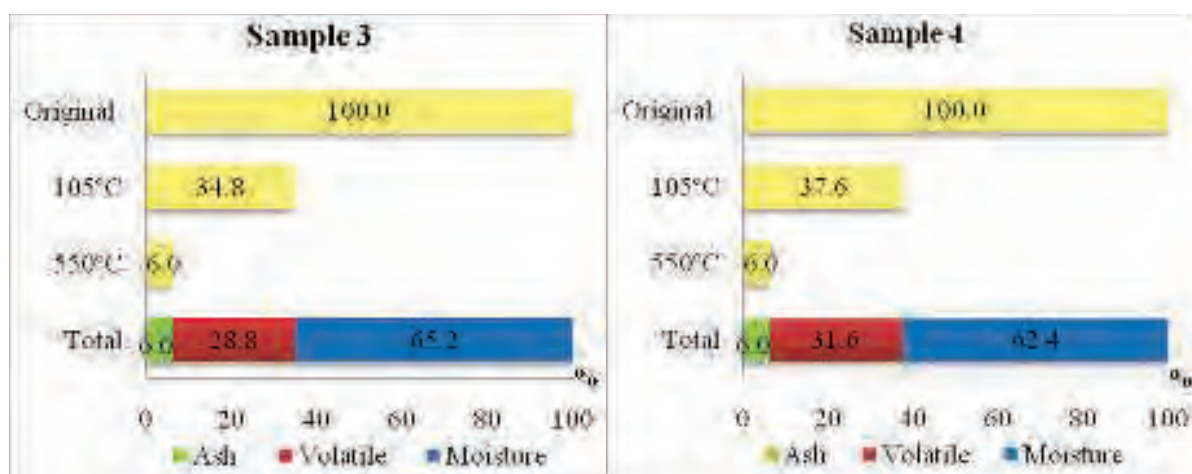


Figure22.Correlation of moisture, VS and ash by wet weight of sample 3

Figure23. Correlation of moisture, VS and ash by wet weight of sample 4

4.5 Gross calorific

Gross calorific values of general samples are showed in Table 13, Figure 26 and 27.

Table13. Statistic gross calorific value by dry weight of 4 samples (May 2014)

| No. | Composition | Gross Calorific (Cal/g) | | | | | | |
|-----|--|-------------------------|----------|----------|----------|---------|-------|-------|
| | | Sample 1 | Sample 2 | Sample 3 | Sample 4 | Average | Min | Max |
| 1 | Food waste (fruit peel, vegetables, leaves, crushed foods,...) | 4,731 | 3,893 | 3418 | 2696 | 3,685 | 2,696 | 4,731 |

| | | | | | | | | |
|----|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 2 | Shell - Bone | - | - | - | - | - | - | - |
| 3 | Paper | 4,686 | 4,307 | 3,422 | 5,282 | 4,424 | 3,422 | 5,282 |
| 4 | Diaper | 5,261 | 5,488 | 3,507 | 5,908 | 5,041 | 3,507 | 5,908 |
| 5 | Plastic | 8,777 | 9,591 | 9,676 | 8,772 | 9,204 | 8,772 | 9,676 |
| 6 | Textile | 5,326 | 4,576 | 4,841 | 5,157 | 4,975 | 4,576 | 5,326 |
| 7 | Wood | 3,962 | - | 4,326 | 4,475 | 4,254 | 3,962 | 4,475 |
| 8 | Rubber and leather | - | 5,005 | 4,646 | - | 4,826 | 4,646 | 5,005 |
| 9 | Metal | - | - | - | - | - | - | - |
| 10 | Inorganic (brick, cups, glass, coal ash,...) | - | - | - | - | - | - | - |
| 11 | Others (Batteries, light bulbs, hair,...) | - | - | - | - | - | - | - |

(-): No sample/Do not analyse

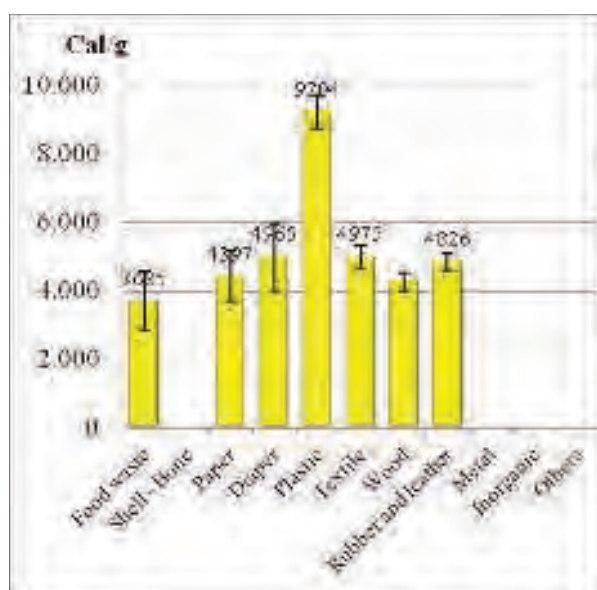


Figure 24. Average value of gross calorific of MSW composition

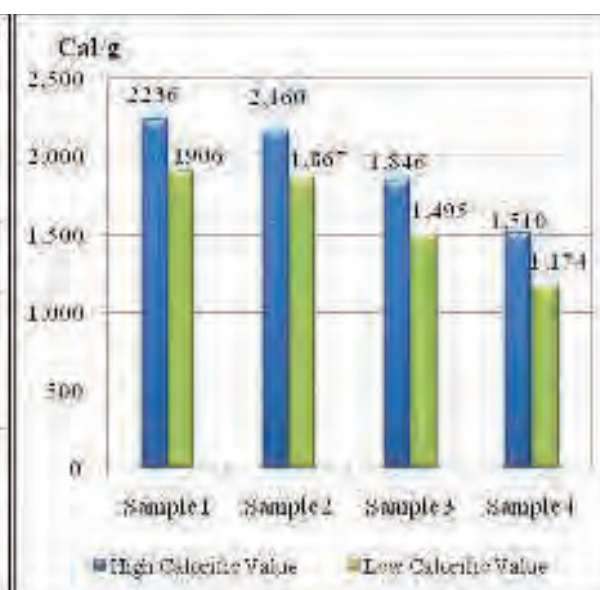


Figure 25. Gross calorific of each sample

- Gross calorific of plastic is the highest value; it oscillates from 8,772 cal/g (sample 1) to 9,676cal/g (sample 3).
- Food waste, paper and diaper have a significant fluctuation. Their fluctuation is respectively 2,696 – 4,731 cal/g, 3,422 – 5,282cal/g and 3,507 – 5,908cal/g. The compositions of food waste in all samples include fruit peels, coconut husk, leaves, vegetables, and crushed foods. However, sample 4 includes more

vegetables and crushed food, so, gross calorific of food waste in sample 4 is the lowest.

- Textile is 4,576 – 5,326 cal/g, wood is 3,962 – 4,475 cal/g, rubber and leather is 4,646 – 5,005 cal/g.
- Calculated result of HCV and LCV shows that HCV of 4 samples fluctuates from 1,510 cal/g to 2,236 cal/g and LCV is ranging within from 1,174cal/g to 1,906 cal/g. These values are lower than values in January 2014 (HCV and LCV range from 2,245 cal/g to 2,442 cal/g and 1,922cal/g to 2,143 cal/g, respectively) because these samples include more food waste (59.4 – 78.1% by wet weight) than samples in January 2014 (58.0% - 67.0% by wet weight).

APPENDIX 1 FORMULA

1. Correlation of moisture, VS and ash by wet weight of each composition:

Moisture content of each composition (%) + Ash (% ww) + Volatile (% ww) = 100

$$\text{Ash (\% ww)} = \frac{(100 - \text{MCEC (\%)}) \times \text{ash (\% dw)}}{100}$$

$$\text{Volatile (\% ww)} = \frac{(100 - \text{MCEC (\%)}) \times \text{volatile (\% dw)}}{100}$$

2. Correlation of moisture, VS and ash by wet weight of each sample:

Moisture content (%) + Ash (% ww) + Volatile (% ww) = 100

$$\text{Moisture content (\%)} = \sum \frac{\text{PCEC (\% ww basis)} \times \text{MCEC (\%)}}{100}$$

$$\text{Ash (\% ww)} = \sum \frac{\text{SFEC (\%)} \times \text{ash (\% dw)}}{100}$$

$$\text{Volatile (\% ww)} = \sum \frac{\text{SFEC (\%)} \times \text{volatile (\% dw)}}{100}$$

3. High calorific value – HCV and Low calorific value – LCV of each sample:

$$\text{HCV (cal/g)} = \sum \frac{\text{Gross Calorific of composition} \times \text{SFEC (\%)}}{100}$$

$$\text{LCV (cal/g)} = \text{HCV (cal/g)} - \frac{540 \times \text{Moisture content (\%)}}{100}$$

Conversion formula: 1 cal/g = 4.187 J/g

$$\text{Solid fraction of each composition (\%)} = \sum \frac{\text{PCEC (\% ww basis)} \times (100 - \text{MCEC (\%)})}{100}$$

❖ Note:

- MCEC: Moisture content of each composition
- PCEC: Physical composition of each composition
- SFEC: Solid fraction of each composition

APPENDIX 2
FIGURE OF MSW SAMPLING AND CLASSIFICATION AT
TRANSFERRING FLOOR OF PHUOC HIEP LANDFILL



APPENDIX 3

FIGURE OF MSW SAMPLE FOR MOISTURE ANALYSIS



Sample 1

Sample 2



Sample 3

Sample 4

APPENDIX 4
FIGURE OF MSW SAMPLE AFTER MOISTURE ANALYSIS
(DRIED AT 105°C)



Sample 1

Sample 2



Sample 3

Sample 4

APPENDIX 5- THE RAW DATA

Sample 1

| No. | Composition | Analyzing result | | | | | | Calculated result | | | | |
|-------|--|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------|-------------------|--------------------------------|----------------------|------------------|-----------------|---|--|
| | | Bulk density (kg/l) | Physical composition (% ww) | Physical composition (% dw) | Moisture content (%) | Ash, at 550°C (%) | Gross Calorific (Cal/g) (% dw) | Moisture content (%) | Total Ash (% ww) | Total VS (% ww) | High Gross Calorific Value (Cal/g) (% ww) | Low Gross Calorific Value (Cal/g) (% ww) |
| 1 | Food waste | 0.38 | 66.9 | 48.3 | 72.1 | 14.3 | 4,731 | 48.3 | 2.7 | 16.0 | 884 | 624 |
| 2 | Shell - Bone | | 1.2 | 2.8 | 11.9 | 95.2 | - | 0.1 | 1.0 | 0.1 | - | - |
| 3 | Paper | | 3.9 | 5.4 | 46.2 | 12.7 | 4,686 | 1.8 | 0.3 | 1.8 | 98 | 88 |
| 4 | Diaper | | 4.4 | 2.5 | 77.8 | 11.9 | 5,261 | 3.4 | 0.1 | 0.9 | 52 | 33 |
| 5 | Plastic | | 17.9 | 31.9 | 31.1 | 9.0 | 8,777 | 5.6 | 1.1 | 11.2 | 1,085 | 1,055 |
| 6 | Textile | | 3.6 | 4.8 | 48.0 | 14.9 | 5,326 | 1.7 | 0.3 | 1.6 | 99 | 90 |
| 7 | Wood | | 0.7 | 1.1 | 35.5 | 15.2 | 3,962 | 0.2 | 0.1 | 0.4 | 18 | 16 |
| 8 | Rubber and leather | | 0.1 | 0.3 | 2.3 | 36.7 | - | 0.0 | 0.0 | 0.1 | - | - |
| 9 | Metal | | 0.2 | 0.4 | 6.8 | 100.0* | - | 0.0 | 0.1 | 0.0 | - | - |
| 10 | Inorganic (Enamelled tiles, broken cups, coal ash) | | 1.0 | 2.3 | 8.6 | 100.0* | - | 0.1 | 0.9 | 0.0 | - | - |
| 11 | Others (Batteries, light bulbs) | | 0.1 | 0.2 | 1.2 | 100.0* | - | 0.0 | 0.1 | 0.0 | - | - |
| Total | | | | | | | | 61.2 | 6.7 | 32.1 | 2,236 | 1,906 |

(-): No sample/Do not analyse

*: ash is estimated 100% dw

Sample 2

| No. | Composition | Analyzing result | | | | | | Calculated result | | | | |
|-------|------------------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------|-------------------|--------------------------------|----------------------|------------------|-----------------|---|--|
| | | Bulk density (kg/l) | Physical composition (% ww) | Physical composition (% dw) | Moisture content (%) | Ash, at 550°C (%) | Gross Calorific (Cal/g) (% dw) | Moisture content (%) | Total Ash (% ww) | Total VS (% ww) | High Gross Calorific Value (Cal/g) (% ww) | Low Gross Calorific Value (Cal/g) (% ww) |
| 1 | Food waste | 0.31 | 59.3 | 38.6 | 71.0 | 17.0 | 3,893 | 42.2 | 2.9 | 14.3 | 670 | 442 |
| 2 | Shell - Bone | | 6.0 | 11.8 | 12.5 | 93.8 | - | 0.7 | 4.9 | 0.3 | - | - |
| 3 | Paper | | 4.8 | 6.3 | 41.6 | 12.6 | 4,307 | 2.0 | 0.4 | 2.5 | 120 | 110 |
| 4 | Diaper | | 3.6 | 1.8 | 77.4 | 13.3 | 5,488 | 2.8 | 0.1 | 0.7 | 44 | 29 |
| 5 | Plastic | | 18.0 | 28.2 | 30.0 | 7.3 | 9,591 | 5.4 | 0.9 | 11.7 | 1,208 | 1,179 |
| 6 | Textile | | 4.2 | 4.9 | 47.5 | 7.9 | 4,576 | 2.0 | 0.2 | 2.0 | 101 | 90 |
| 7 | Wood | | 0.2 | 0.3 | 40.4 | 8.9 | - | 0.1 | 0.0 | 0.1 | - | - |
| 8 | Rubber and leather | | 0.4 | 0.8 | 6.7 | 43.6 | 5,005 | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 17 | 17 |
| 9 | Metal | | 0.6 | 1.2 | 8.6 | 100.0* | - | 0.1 | 0.6 | 0.0 | - | - |
| 10 | Inorganic (Brick, glass, coal ash) | | 2.9 | 6.1 | 5.1 | 100.0* | - | 0.1 | 2.7 | 0.0 | - | - |
| 11 | Others | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Total | | | | | | | | 55.4 | 12.8 | 31.8 | 2,160 | 1,867 |

(-): No sample/Do not analyse

*: ash is estimated 100% dw

Sample 3

| No. | Composition | Analyzing result | | | | | | Calculated result | | | | |
|-------|--|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------|-------------------|--------------------------------|----------------------|------------------|-----------------|---|--|
| | | Bulk density (kg/l) | Physical composition (% ww) | Physical composition (% dw) | Moisture content (%) | Ash, at 550°C (%) | Gross Calorific (Cal/g) (% dw) | Moisture content (%) | Total Ash (% ww) | Total VS (% ww) | High Gross Calorific Value (Cal/g) (% ww) | Low Gross Calorific Value (Cal/g) (% ww) |
| 1 | Food waste | 0.32 | 71.1 | 52.7 | 74.2 | 17.7 | 3,418 | 52.8 | 3.2 | 15.1 | 627 | 342 |
| 2 | Shell - Bone | | 0.5 | 1.3 | 10.7 | 94.4 | - | 0.1 | 0.4 | 0.0 | - | - |
| 3 | Paper | | 2.7 | 3.9 | 49.6 | 6.5 | 3,422 | 1.3 | 0.2 | 1.1 | 46 | 39 |
| 4 | Diaper | | 2.4 | 1.6 | 76.7 | 9.5 | 3,507 | 1.9 | 0.1 | 0.5 | 20 | 10 |
| 5 | Plastic | | 17.0 | 30.3 | 37.9 | 11.1 | 9,676 | 6.5 | 1.0 | 9.6 | 1,022 | 987 |
| 6 | Textile | | 3.9 | 5.5 | 50.4 | 15.8 | 4,841 | 2.0 | 0.2 | 1.7 | 93 | 83 |
| 7 | Wood | | 0.5 | 0.8 | 40.0 | 6.5 | 4,326 | 0.2 | 0.0 | 0.3 | 13 | 12 |
| 8 | Rubber and leather | | 1.0 | 1.5 | 45.0 | 15.8 | 4,646 | 0.4 | 0.1 | 0.5 | 25 | 22 |
| 9 | Metal | | 0.1 | 0.3 | 7.2 | 100.0* | - | 0.0 | 0.1 | 0.0 | - | - |
| 10 | Inorganic (Broken cups, glass bottles, coal ash) | | 0.7 | 2.0 | 6.9 | 100.0* | - | 0.0 | 0.7 | 0.0 | - | - |
| 11 | Others (hair) | 0.1 | 0.1 | 16.6 | 4.1 | - | 0.0 | 0.0 | 0.0 | - | - | |
| Total | | | | | | | | 65.2 | 6.0 | 28.8 | 1,846 | 1,495 |

(-): No sample/Do not analyse

*: ash is estimated 100% dw

Sample 4

| No. | Composition | Analyzing result | | | | | | Calculated result | | | | |
|--------------|--|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------|-------------------|--------------------------------|----------------------|------------------|-----------------|---|--|
| | | Bulk density (kg/l) | Physical composition (% ww) | Physical composition (% dw) | Moisture content (%) | Ash, at 550°C (%) | Gross Calorific (Cal/g) (% dw) | Moisture content (%) | Total Ash (% ww) | Total VS (% ww) | High Gross Calorific Value (Cal/g) (% ww) | Low Gross Calorific Value (Cal/g) (% ww) |
| 1 | Food waste | 0.38 | 78.1 | 64.9 | 68.8 | 13.0 | 2,696 | 53.7 | 3.2 | 21.2 | 657 | 367 |
| | Shell - Bone | | 0.9 | 2.2 | 7.7 | 94.6 | - | 0.1 | 0.8 | 0.1 | - | - |
| 2 | Paper | | 1.5 | 2.4 | 40.8 | 20.6 | 5,282 | 0.6 | 0.2 | 0.7 | 47 | 44 |
| 3 | Diaper | | 1.6 | 1.0 | 77.0 | 12.2 | 5,908 | 1.2 | 0.0 | 0.3 | 22 | 15 |
| 4 | Plastic | | 11.5 | 19.6 | 36.3 | 8.2 | 8,772 | 4.2 | 0.6 | 6.8 | 645 | 622 |
| 5 | Textile | | 4.8 | 6.2 | 51.4 | 8.0 | 5,157 | 2.5 | 0.2 | 2.1 | 120 | 107 |
| 6 | Wood | | 0.5 | 1.1 | 18.6 | 10.3 | 4,475 | 0.1 | 0.0 | 0.4 | 19 | 19 |
| 8 | Rubber and leather | | 0.02 | 0.04 | 8.9 | 3.8 | - | 0.0 | 0.0 | 0.0 | - | - |
| 9 | Metal | | 0.2 | 0.4 | 7.6 | 100.0* | - | 0.0 | 0.2 | 0.0 | - | - |
| 10 | Inorganic (Glass, flower vase, coal ash) | | 0.9 | 2.2 | 6.3 | 100.0* | - | 0.0 | 0.8 | 0.0 | - | - |
| 11 | Others | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Total | | | | | | | | 62.4 | 6.0 | 31.6 | 1,510 | 1,174 |

(-): No sample/Do not analyse

*: ash is estimated 100% dw

CALCULATED SAMPLE RESULT OF MOISTURE, ASH, HIGH GROSS CALORIFIC AND LOW GROSS CALORIFIC

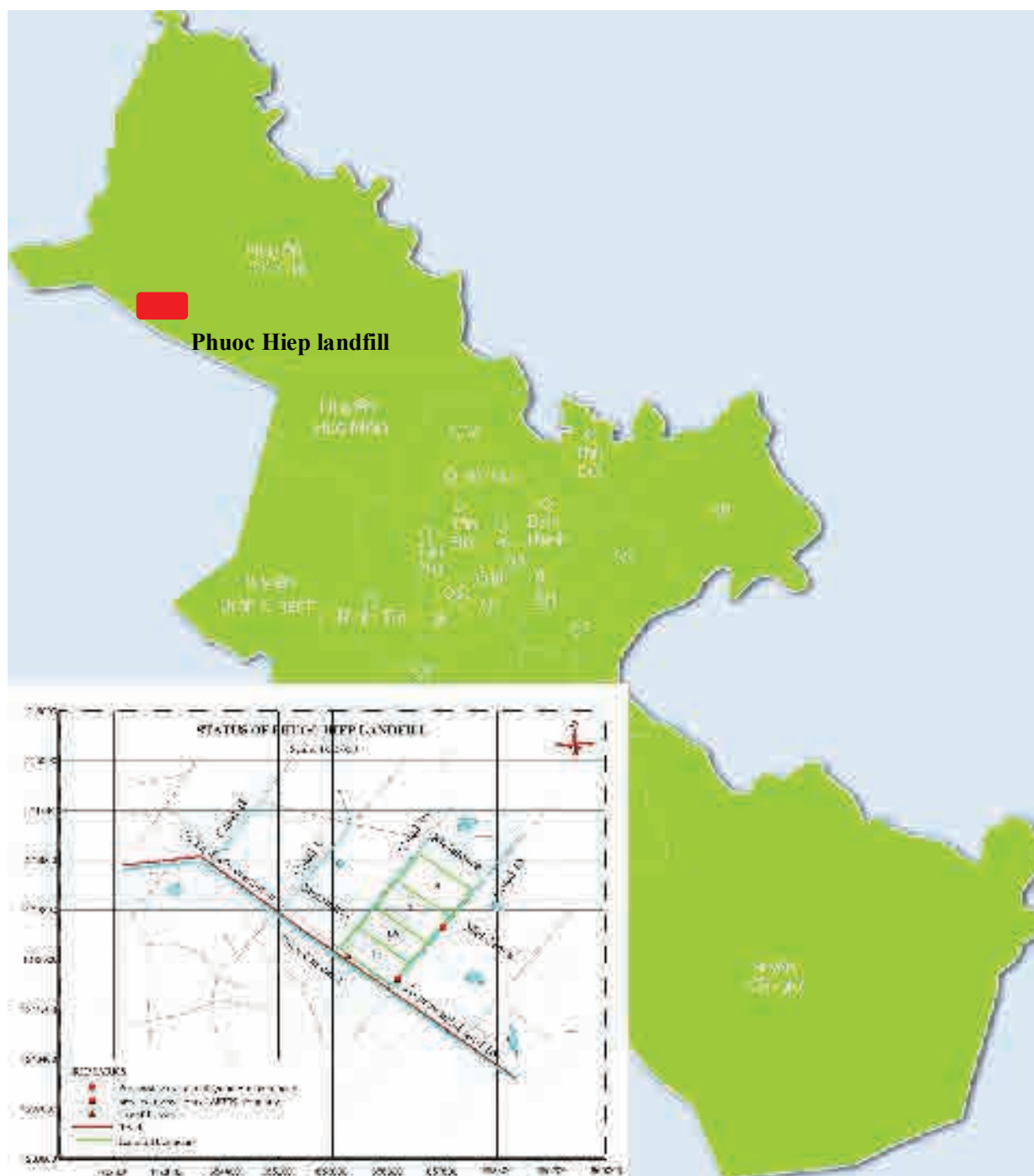
| No.Sample | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----------------------------|----------|----------|----------|----------|
| Total Moisture | 61.2 | 55.4 | 65.2 | 62.4 |
| Total Ash (%ww) | 6.7 | 12.8 | 6.0 | 6.0 |
| Total VS (%ww) | 32.1 | 31.8 | 28.8 | 31.6 |
| High Gross Calorific | 2,236 | 2,160 | 1,846 | 1,510 |
| Low Gross Calorific | 1,906 | 1,867 | 1,495 | 1,174 |

| No | Composition | Total moisture (%) | | | | Total Ash (%ww) | | | | Total VS (%ww) | | | |
|--------------|--------------------|----------------------------|-------------|-------------|-------------|------------------------|-------------|------------|------------|-----------------------|-------------|-------------|-------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Food waste | 48.3 | 42.2 | 52.8 | 53.7 | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.2 | 16.0 | 14.3 | 15.1 | 21.2 |
| 2 | Shell - Bone | 0.1 | 0.7 | 0.1 | 0.1 | 1.0 | 4.9 | 0.4 | 0.8 | 0.1 | 0.3 | 0.0 | 0.1 |
| 3 | Paper | 1.8 | 2.0 | 1.3 | 0.6 | 0.3 | 0.4 | 0.2 | 0.2 | 1.8 | 2.5 | 1.1 | 0.7 |
| 4 | Diaper | 3.4 | 2.8 | 1.9 | 1.2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.9 | 0.7 | 0.5 | 0.3 |
| 5 | Plastic | 5.6 | 5.4 | 6.5 | 4.2 | 1.1 | 0.9 | 1.0 | 0.6 | 11.2 | 11.7 | 9.6 | 6.8 |
| 6 | Textile | 1.7 | 2.0 | 2.0 | 2.5 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 1.6 | 2.0 | 1.7 | 2.1 |
| 7 | Wood | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.4 | 0.1 | 0.3 | 0.4 |
| 8 | Rubber and leather | 0.0 | 0.0 | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 0.0 |
| 9 | Metal | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.6 | 0.1 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | Inorganic | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.9 | 2.7 | 0.7 | 0.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 11 | Others | 0.0 | - | 0.0 | - | 0.1 | - | 0.0 | - | 0.0 | - | 0.0 | - |
| Total | | 61.2 | 55.4 | 65.2 | 62.4 | 6.7 | 12.8 | 6.0 | 6.0 | 32.1 | 31.8 | 28.8 | 31.6 |

(-): No sample/Do not analyse

APPENDIX 6

LOCATION OF PHUOC HIEP LANDFILL



添付資料

REPORT OF

**PHUOC HIEP MUNICIPAL SOLID WASTE RESULTS,
NOVEMBER 2013**



December, 2013

REPORT OF

**PHUOC HIEP MUNICIPAL SOLID WASTE RESULTS,
NOVEMBER 2013**

ETM CENTER

Director

December, 2013

CONTENTS

| | Page |
|---|-----------|
| 1. GENERAL INFORMATION OF PHUOC HIEP LANDFILL | 1 |
| 1.1 Location | 1 |
| 1.2 Capacity and operation status | 1 |
| 1.3 Disposal technologies | 2 |
| 1.4 Objective of sampling | 2 |
| 1.5 Implementation schedule | 2 |
| 2. STATUS OF MSW TRANSPORTATION ACTIVITIES AT PHUOC HIEP LANDFILL | 3 |
| 2.1 MSW transportation process at Phuoc Hiep landfill | 3 |
| 2.2 MSW source and transport unit to Phuoc Hiep landfill | 3 |
| 2.3 Number of MSW transport units, trips and MSW quantity at Phuoc Hiep landfill | 5 |
| 3. SAMPLING PLAN , SAMPLING METHOD AND ANALYTICAL METHOD | 10 |
| 3.1 Sampling plan | 10 |
| 3.2 Sampling method | 10 |
| 3.2.1 Collection of sample | 10 |
| 3.2.2 Preparation of sample | 11 |
| 3.3 Analytical method | 11 |
| 3.3.1 Measurement of bulk density | 11 |
| 3.3.2 Composition of samples | 12 |
| 3.3.3 Moisture content | 12 |
| 3.3.4 VS, ash and gross calorific value | 13 |
| 4. ANALYTICAL RESULTS OF PHUOC HIEP MSW | 13 |
| 4.1 Information of Phuoc Hiep MSW samples | 13 |
| 4.2 Physical composition of Phuoc Hiep MSW | 16 |
| 4.3 Moisture content, VS and ash | 18 |
| 4.3.1 Moisture content | 18 |
| 4.3.2 VS and Ash | 19 |
| 4.4 Correlation of moisture content, VS and ash | 22 |
| 4.4.1 Correlation of moisture content, VS and ash of each composition by wet weight | 22 |
| 4.4.2 Correlation of moisture content, VS and ash of each sample by wet weight | 24 |
| 4.5 Gross calorific value | 25 |
| APPENDIX | |
| 1. Formula | i |
| 2. Figure of sampling and classify MSW at tranfering floor of Phuoc Hiep landfill | ii |

| | | |
|----|---|--------|
| 3. | Figure of Phuoc Hiep MSW samples before moisture analysis | iii |
| 4. | Figure of Phuoc Hiep MSW samples after moisture analysis (dried at 105°C) | iv |
| 5. | Figure of Phuoc Hiep MSW after analysis VS and ash (ignited at 550°C) | v |
| 6. | The raw data | vi-xii |
| 7. | Diagram of Phuoc Hiep landfill | xiii |

LIST OF TABLES

| | | |
|-----------------|--|----|
| Table 1 | General information of capacity and operation status in Phuoc Hiep landfill | 1 |
| Table 2 | Implementation schedule | 2 |
| Table 3 | MSW source at Phuoc Hiep landfill | 4 |
| Table 4 | Number of trips and MSW quantity at Phuoc Hiep landfill | 5 |
| Table 5 | Number of trips and MSW quantity at Phuoc Hiep landfill in a day | 5 |
| Table 6 | Activities of MSW transport units into Phuoc Hiep landfill | 8 |
| Table 7 | Analytical method of solid waste | 13 |
| Table 8 | Information of Phuoc Hiep MSW samples | 14 |
| Table 9 | Average percentage (by wet weight) of each physical composition in four samples (October, November 2013) | 17 |
| Table 10 | Moisture content of each physical composition in four samples | 18 |
| Table 11 | VS values by dry weight and wet weight of each physical composition in four samples (October, November 2013) | 21 |
| Table 12 | Ash content by dry weight and wet weight of each physical composition in four samples (October, November 2013) | 21 |
| Table 13 | Gross calorific values by dry weight of each physical composition in four samples (October, November 2013) | 25 |

LIST OF FIGURES

| | | |
|------------------|--|----|
| Figure 1 | Solid waste transportation process at Phuoc Hiep landfill | 3 |
| Figure 2 | Diagram of number of trips and MSW quantity in the daytime and the night-time | 6 |
| Figure 3 | Schedule of transport units at Phuoc Hiep landfill | 6 |
| Figure 4 | Types of MSW transport vehicles to Phuoc Hiep landfill | 7 |
| Figure 5 | Average quantity of MSW (%) transported by each transport unit into Phuoc Hiep landfill | 10 |
| Figure 6 | Sampling method | 11 |
| Figure 7 | Average percentage of physical compositions (% wet weight) in four samples in October, November 2013 | 16 |
| Figure 8 | Average percentage of physical compositions (% dry weight) in four samples in October, November 2013 | 16 |
| Figure 9 | Average percentage (by wet weight) of each physical composition in four samples | 18 |
| Figure 10 | Moisture content (%) of each physical composition in four samples | 19 |
| Figure 11 | Average moisture content of each physical composition | 19 |
| Figure 12 | Ash and VS by dry weight (%) of each physical composition in sample 1 | 20 |
| Figure 13 | Ash and VS by dry weight (%) of each physical composition in sample 2 | 20 |
| Figure 14 | Ash and VS by dry weight (%) of each physical composition in sample 3 | 20 |
| Figure 15 | Ash and VS by dry weight (%) of each physical composition in sample 4 | 20 |
| Figure 16 | Average value of VS by dry weight of each physical composition | 22 |
| Figure 17 | Average value of ash content by dry weight of each physical composition | 22 |
| Figure 18 | Average value of VS by wet weight of each physical composition | 22 |
| Figure 19 | Average value of ash content by wet weight of each physical composition | 22 |
| Figure 20 | Correlation of moisture content, VS and ash of each physical composition in sample 1 | 23 |
| Figure 21 | Correlation of moisture content, VS and ash of each physical composition in sample 2 | 23 |
| Figure 22 | Correlation of moisture content, VS and ash of each physical composition in sample 3 | 23 |
| Figure 23 | Correlation of moisture content, VS and ash of each physical composition in sample 4 | 23 |
| Figure 24 | Correlation of moisture content, VS and ash values by wet weight in sample 1 | 24 |
| Figure 25 | Correlation of moisture content, VS and ash values by wet weight in sample 2 | 24 |
| Figure 26 | Correlation of moisture content, VS and ash values by wet weight in sample 3 | 25 |
| Figure 27 | Correlation of moisture content, VS and ash values by wet weight in sample 4 | 25 |
| Figure 28 | Average gross calorific value of each physical composition | 26 |
| Figure 29 | Gross calorific values (HCV and LCV) of four samples | 26 |

LIST OF ACRONYMS

| | | |
|-----|---|-----------------------|
| DW | : | Dry Weight |
| HCV | : | High Calorific Value |
| LCV | : | Low Calorific Value |
| MSW | : | Municipal Solid Waste |
| VS | : | Volatile Solid |
| WW | : | Wet Weight |

1. GENERAL INFORMATION OF PHUOC HIEP LANDFILL

1.1 Location

Phuoc Hiep landfill located on the North West Solid Waste Treatment Complex at Tam Tan hamlet, Phuoc Hiep commune, Cu Chi district, Ho Chi Minh city. Phuoc Hiep landfill is about 50 km far from the city center directed to the North West, 5 km far from Cu Chi District center directed to the the South West, that is showed in the picture in Appendix 6. The landfill shares the borders with the following positions:

- The region has been in the planning areas for the North West Solid Waste Treatment Complex and the existing Indigo forest area in the East and North direction;
- Canal No. 16 in the North West direction;
- Thay Cai Canal in the South West direction;
- Canal No. 15 in the South East direction.

1.2 Capacity and operation status

General information of capacity and operation status in Phuoc Hiep landfill are shown in Table 1.

Table 1 General information of capacity and operation status in Phuoc Hiep landfill

| No. | General information | No.1 compartment | No.1A compartment | No.2 compartment | No.3 compartment |
|-----|---|------------------|-------------------|------------------|---|
| 1 | Operation duration | 2003 - 2007 | 2007 - now | 2008 - now | Both landfill and construction activities |
| 2 | Filling compartment area (ha) | 18.99 | 9.75 | 19.50 | 60.00 |
| 3 | Designed capacity (ton/day) | 3,000 | 3,000 | 3,500 | 3,000 |
| 4 | Actual average receiving capacity (ton/day) | 3,000 | 3,000 | 3,500 | - |
| 5 | Landfill type | Sanitation | Sanitation | Sanitation | Sanitation |
| 6 | Landfill height from ground level (m) | 25 | 15 - 17 | - | - |
| 7 | Landfill depth from ground level (m) | -7 | -7 | -7 | -7 |

Source: Department of Natural Resource and Environment of HCM city (2010, 2013)

1.3 Disposal technologies

Phuoc Hiep landfill is a sanitation landfill with full items of environmental protection facilities such as







- Area of No. 1 compartment is 18.99 ha and divided into 4 sub-compartments. Each sub-compartment is about 4.74 ha in area. Maximum height of the compartments is 25 m. Municipal solid waste disposal in each compartment was covered in 10 layers. Each layer's thickness was 2.2 m (solid waste was carefully compacted by landfill bulldozer). Between the solid waste layers was 20 cm of thickness soil layer. On the top the compartment was covered by bentonite layer and then 30 cm topsoil layer.
- No.1A and No.2 compartments also use similar system of bottom liner and top-covering layer to No.1 compartment. Moreover, in design, pile wall system of No. 1A compartment has reinforce in order to avoid slip and subsidence incidents surrounding the landfill.
- In No.2 compartment, when the solid waste reaches to appropriate level, the No.2 compartment will connect with No.1A in order to take advantage of the strong pile wall system of No.1A compartment. A part of border between No.2 compartment and No.1A compartment will use to fill the waste in order to increase receiving ability.
- Compartment No.3 began to carry out landfill activities in October, 2013 and continued to construction activities by South Korea contractor.

1.4 Objective of sampling

Sampling purposes Phuoc Hiep landfill is analyzed physical composition, moisture, VS, ash and gross calorific value of solid wastes in order to evaluated the quality an quality of MSW.

1.5 Implementation schedule

Table 2. Implementation schedule

| No. | Articles | Timing plan | | |
|-----|---|---|---|---|
| | | 31/10, 1/11 | 1/11-20/11 | 21/11-10/12 |
| 1 | Survey and sampling |  | | |
| 2 | Classification of municipal solid waste, bulk density |  | | |
| 3 | Analysis of physical composition and moisture | |  | |
| 4 | Analysis of gross calorific value, ash and VS (VS) | |  | |
| 5 | Data processing | | |  |
| 6 | Preparation of report | | |  |

2. STATUS OF MSW TRANSPORTATION ACTIVITIES AT PHUOC HIEP LANDFILL

2.1 MSW transportation process at Phuoc Hiep landfill

Solid waste transportation process at Phuoc Hiep landfill is presented in Figure 1.

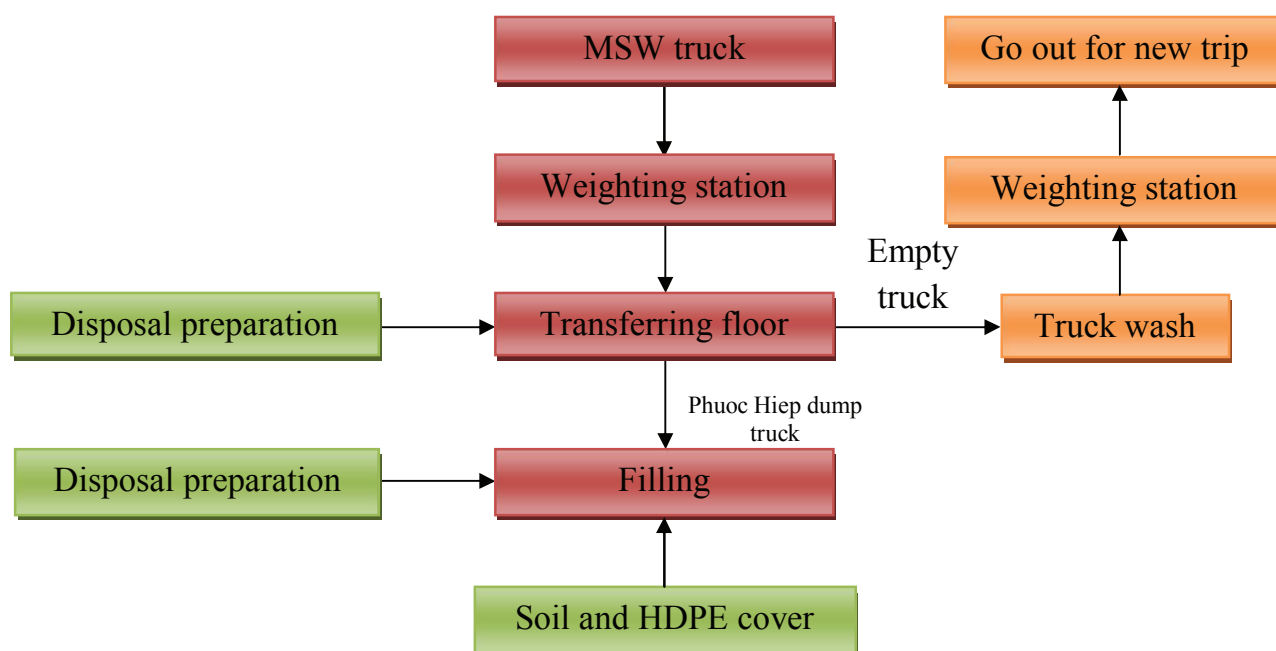


Figure 1 Solid waste transportation process at Phuoc Hiep landfill.

2.2 MSW source and transport unit to Phuoc Hiep landfill

There are two waste sources transported to Phuoc Hiep landfill:

- (1) Municipal solid waste (MSW) generated from Ho Chi Minh City and Duc Hoa District, Long An Province as follows:
 - City Environmental Company (CITENCO) is responsible for collecting and delivering MSW from Binh Chanh, Nha Be, Binh Thanh, Tan Phu District; District 2, 7, 9, 10, 11, and 12.
 - Industrial agricultural Co-operative is responsible for collecting and delivering MSW from District 11.
 - Duc Hoa Public Service Company is responsible for collecting and delivering MSW from Duc Hoa District, Long An Province.
 - 11 public benefit service companies are responsible for collecting and delivering MSW from their own districts.
- (2) Residue waste arising from classification, recycling and compost production from Vietstar Company.

Table 3 MSW source at Phuoc Hiep landfill

| No. | Transport unit | Transfer station | MSW generation source |
|-----|---|---|--|
| 1 | CITENCO | Quang Trung- Go Vap Tong Van Tran- District 11 | Binh Thanh, Tan Phu, Binh Chanh, Nha Be, District 2, District 7, District 9, District 10, District 11, District 12 |
| 2 | Public benefit service company of Cu Chi District | Tan An Hoi Tan Phu Trung Phuoc Thanh Cu Chi Tan Thong Hoi Tan Thanh Tay Phu Hoa Dong An Nhon Tay Lo 6 Tan Thanh Dong Quang Viet Trung An Pham Van Coi | Cu Chi District |
| 3 | Public benefit service company of Hoc Mon District | Ba Diem Tan Thoi Nhi Xuan Thoi Thuong Thi Tran | Hoc Mon District |
| 4 | Industrial agricultural Co-operative | Tan Hoa | District 11 |
| 5 | Public benefit service company of District 12 | Hiep Thanh Tan Thoi Hiep | District 12 |
| 6 | Public benefit service company of District 2 | Binh Trung Tay An Loi Dong | District 2 |
| 7 | Public benefit service company of District 9 | Long Hoa Phuoc Long A Ben Do Vinh Thuan | District 9 |
| 8 | Public benefit service company of Binh Thanh District | Phan Van Tri Thanh Da | Binh Thanh District |
| 9 | Public benefit service company of Go Vap District | Quang Trung | Go Vap District |
| 10 | Public benefit service company of Tan Binh District | Pham Van Bach | Tan Binh District |
| 11 | Public benefit service company of Thu Duc District | Go Dua So Ga 4 Linh Xuan 5 Truong Tho 3 | Thu Duc District |

| No. | Transport unit | Transfer station | MSW generation source |
|-----|--|---------------------------------|---|
| | | - Tam Than - Hiep Binh Chanh | |
| 12 | Public benefit service company of Duc Hoa District | - No information | Duc Hoa District – Long An Province |
| 13 | Vietstar | - No information | Tan Phu, Phu Nhuan, Tan Binh district, Transport factory No.1, No.2 |
| 14 | Public benefit service company of District 1 | - No information | District 1 |
| 15 | Public benefit service company of Phu Nhuan District | - Nguyen Kiem | Phu Nhuan District |

2.3 Number of MSW transport units, trips and MSW quantity at Phuoc Hiep landfill

According to field survey in October and November 2013, there are 15 MSW transport units into Phuoc Hiep landfill with about 273 trips/day in average. Total average quantity of MSW that is about 3,297 tons/day is presented in Table 4.

Table 4 Number of trips and MSW quantity at Phuoc Hiep landfill

| Date | Total waste transporters | Number of trips | Quantity (ton/day) |
|------------|--------------------------|-----------------|--------------------|
| 31/10/2013 | 15 | 270 | 3,284 |
| 1/11/2013 | 15 | 276 | 3,310 |
| Average | 15 | 273 | 3,297 |

There are about 43.0% of total trips of MSW transport in the daytime (12:00 – 18:00, about 117 trips) and 57.0% in the night-time (18:00 – 6:00, about 156 trips). Therefore, the quantity of MSW delivered to the landfill is about 42.6% in the daytime and 57.4% in the night-time). (See Table 5 and Figure 2).

In the daytime (12:00 – 18:00), the rush hours are from 12:00 to 15:00 when there are over 68.5% of total daytime trips. In the night-time (18:00 – 6:00), the rush hours are from 18:00 to 19:30 when there are about 29.6% of total night-time trips.

Table 5 Number of trips and MSW quantity at Phuoc Hiep landfill in a day

| Time Date | From 12:00 – 18:00 | | From 18:00 – 6:00 | |
|--------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| | Number of trips | MSW quantity (ton) | Number of trips | MSW quantity (ton) |
| 31/10/2013 | 119 | 1,441 | 151 | 1,843 |
| 1/11/2013 | 116 | 1,369 | 160 | 1,941 |



Figure 2 Diagram of number of trips and MSW quantity in the daytime and the night-time.

In comparison with the previous report (Phuoc Hiep MSW report dated February, 2013), the number of trips in the night-time (18:00 to 6:00) is increased from 44.0% (133 trips) to 57.0% (156 trips) in order to limit negative impacts on domestic activities of residential areas, especially in the daytime.

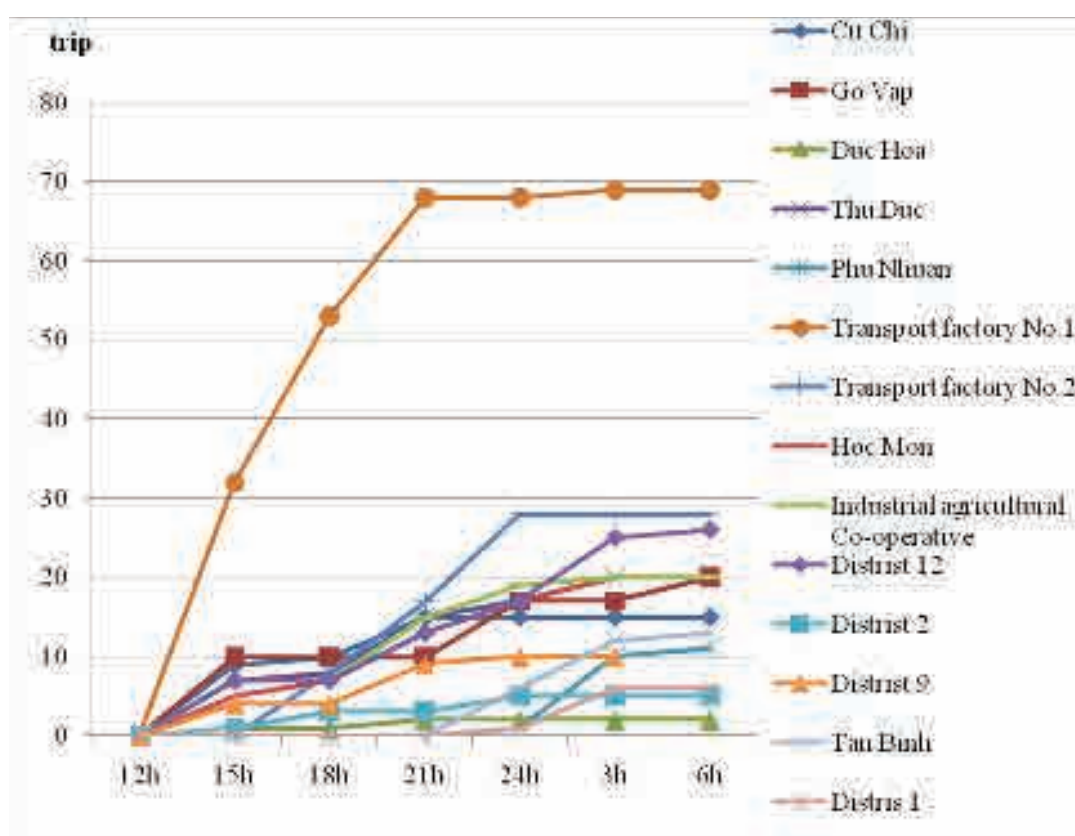


Figure 3 Schedule of transport units at Phuoc Hiep landfill.

The study data also showed that there were 34.2% of total trips and 35.9% of the MSW quantity transported by CITENCO.

It takes from 10 to 15 minutes in average for a truck going in and out Phuoc Hiep landfill and one minute in average for a truck passing weighing station.

There are three types of vehicles used for transporting MSW to Phuoc Hiep landfill such as rear load refuse truck; hook lifting garbage truck, tarpaulin truck.



Hook lifting garbage truck



Rear Load Refuse Truck



Tarpaulin truck

Figure 4 Types of MSW transport vehicles to Phuoc Hiep landfill.

MSW is mostly transported to Phuoc Hiep landfill by RLR truck (Rear Load Refuse Truck), except for the following cases:

- Vietstar Company has used tarpaulin truck for MSW transport.
- CITENCO has used hook-lifting garbage truck for MSW transport.
- According to Phuoc Hiep MSW report dated February, 2013, the public benefit service company of Phu Nhuan District used normal truck without upper canvas for MSW transport. However, MSW is now delivered to Phuoc Hiep landfill by RLR truck.

In this survey (October and November 2013), the garbage trucks, which are used for MSW transport, have loading capacity in range of 4 tons - 18 tons, mostly 10 tons - 15 tons, occupied 80.8% of total trips (221 trips). Besides, the garbage trucks with a loading capacity of 10 tons -

15 tons, which are used by CITENCO for MSW transport, are occupied about 33.8% of total trips.

The number and type of vehicles, number of trips as well as total MSW quantity performed by each transport unit and transport time into Phuoc Hiep landfill are specifically presented in Table 6 and Figure 5.

Table 6 Activities of MSW transport units into Phuoc Hiep landfill

| No. | Transport unit | Number of garbage trucks | Average number of trips per day | Type of vehicle | Time | |
|-----|---|--------------------------|---------------------------------|-----------------|---------------------------|--|
| | | | | | From 12:00 to 18:00 | From 18:00 to 6:00 |
| 1 | CITENCO | 55 | 94 | RLR, HL | Frequently (61%) | Mainly from 18:00 to 12:00 (39%) |
| 2 | Public benefit service company of Cu Chi District | 5 | 17 | RLR | Frequently (56%) | Not entering (44%) |
| 3 | Public benefit service company of Hoc Mon District | 4 | 20 | RLR | Frequently (36%) | Mainly from 19:00 to 22:30 and 12:00 to 3:00 |
| 4 | Industrial agricultural Co-operative | 22 | 21 | RLR | From 12:00 to 14:30 (38%) | Mainly from 18:00 to 23:30 (62%) |
| 5 | Public benefit service company of District 12 | 7 | 25 | RLR | From 12:00 to 15:00 (29%) | Frequently (71%) |
| 6 | Public benefit service company of District 2 | 4 | 5 | RLR | Unusually (67%) | Unusually (33%) |
| 7 | Public benefit service company of District 9 | 7 | 10 | RLR | From 12:00 to 14:00 (40%) | Mainly from 18:00 to 19:30 (60%) |
| 8 | Public benefit service company of Binh Thanh District | 6 | 6 | RLR | Not entered | Only from 23:30 to 3:00 |

| No. | Transport unit | Number of garbage trucks | Average number of trips per day | Type of vehicle | Time | |
|---|--|--------------------------|---------------------------------|-----------------|---------------------------|----------------------------------|
| | | | | | From 12:00 to 18:00 | From 18:00 to 6:00 |
| 9 | Public benefit service company of Go Vap District | 14 | 20 | RLR | From 12:00 to 15:00 (50%) | Only from 18:00 and 2:30 to 3:30 |
| 10 | Public benefit service company of Tan Binh District | 11 | 15 | RLR | Not entered | Mainly from 21:00 to 3:30 |
| 11 | Public benefit service company of Thu Duc District | 7 | 21 | RLR | From 12:00 to 14:30 (37%) | Mainly from 18:00 to 2:30 (63%) |
| 12 | Public benefit service company of Duc Hoa District | 1 | 2 | RLR | Unusually (33%) | Unusually (67%) |
| 13 | Vietstar | 5 | 5 | Tarpaulin | Frequently (80%) | Only from 18:00 to 19:00 |
| 14 | Public benefit service company of District 1 | 7 | 6 | RLR | Not entered | Only from 23:30 to 3:00 |
| 15 | Public benefit service company of Phu Nhuan District | 9 | 10 | RLR | Not entered | Only from 23:30 to 2:30 |
| Note: RLR : Rear load refuse truck; HL : Hook lifting garbage truck Tarpaulin : tarpaulin truck | | | | | | |

Source: Statistics dated 31/10/2013 and 1/11/2013.

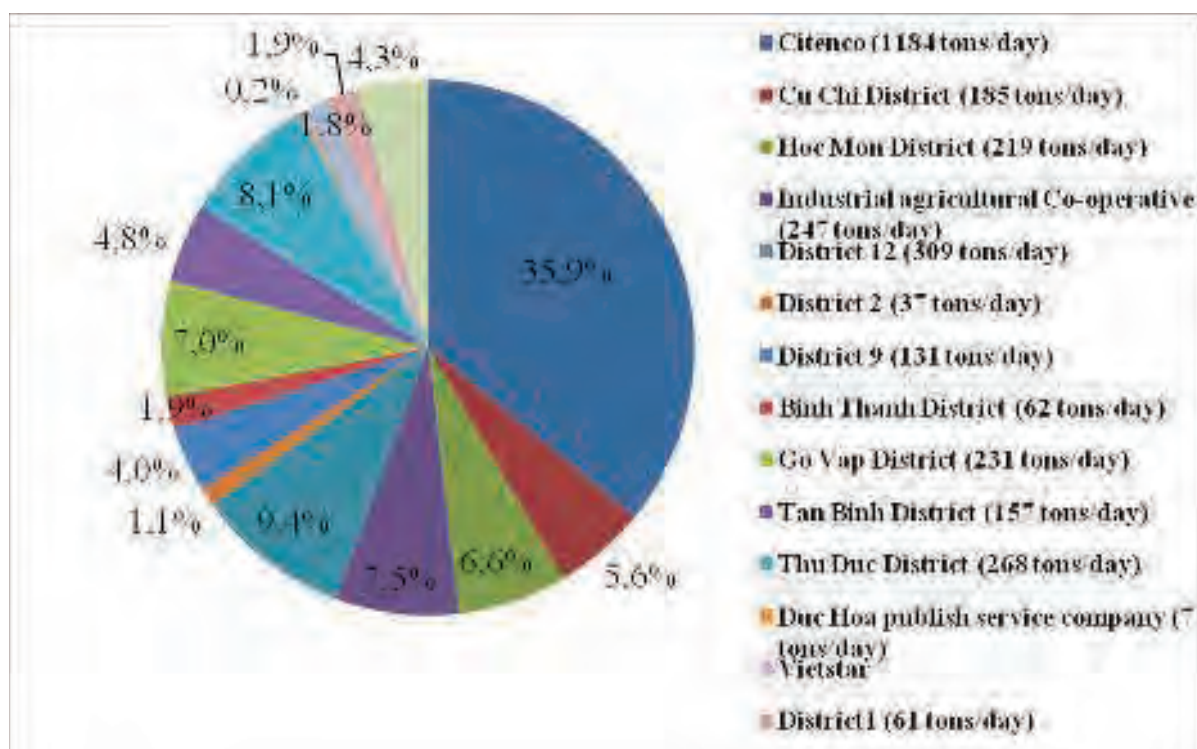


Figure 5 Average quantity of MSW (%) transported by each transport unit into Phuoc Hiep landfill.

Figure 5 shows that among 15 transport units, CITENCO is the major transport unit for MSW to Phuoc Hiep landfill, occupied 35.9% of total MSW quantity, equivalent to 1,184 tons/day.

- After that, there are about 9.4% of total MSW quantity, equivalent to 309 tons/day transported by the public benefit service company of District 12; about 8.1%, equivalent to 268 tons/day transported by the public benefit service company of Thu Duc District. The other transport units, which occupy from 0.2% to 7.5% (equivalent to 7–247 tons/day) of total MSW quantity, are the public benefit service company of districts namely Duc Hoa, Binh Thanh, Phu Nhuan, Tan Binh, Cu Chi, Hoc Mon, Go Vap District, District 2, District 1, District 9; and Industrial agricultural Co-operative.

3. SAMPLING PLAN, SAMPLING METHOD AND ANALYTICAL METHOD

3.1 Sampling plan

4 samples are taken at Phuoc Hiep landfill in two days:

Day 1: 2 samples in daytime

Day 2: 1 sample in daytime and 1 sample in nighttime

3.2 Sampling method

3.2.1 Collection of sample

- a. Sampling location will be decided based on work safety and specific samples.

b. The samples are taken from the MSW collection vehicles selected one of ten. At that time number of truck, date, time, transport units, origin of waste are recorded.

c. MSW is discharged from a collection vehicle into the pile. In the pile, four sampling points are randomly selected, and 20 kg of MSW is collected from each of the four points. In total, 80 kg of sample is collected from one vehicle.

d. Procedure c. is repeated four times. Final weight of samples will be approximately 300 kg.

3.2.2 Preparation of sample

a. Solid wastes after sampling are cut into pieces smaller than 15 cm by shovels and scissors. Bags and its contents should also be cut into smaller pieces. Similarly, bulky wastes such as cardboards and branch of trees are also cut into pieces smaller than 15cm. Each sample is then mixed manually by shovels. The sample should be mixed as homogeneous as possible.

b. The mixed sample is then divided and taken twice a quarter to obtain a smaller sample. By the way, the final sample, which is one-four of the initial sample, is analyzed. An illustration is presented as follows:

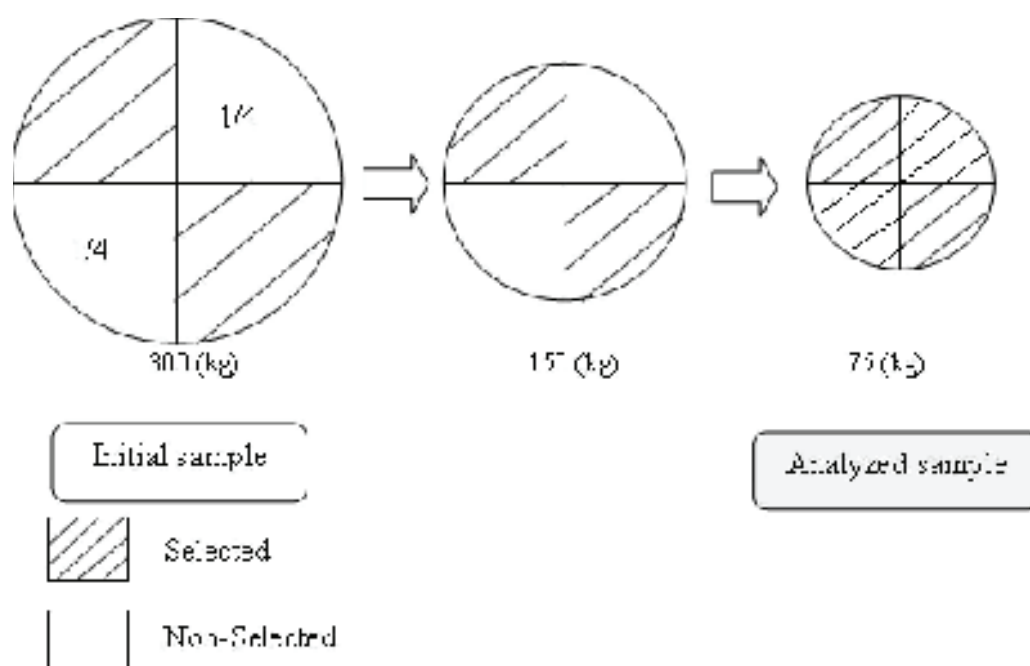


Figure 6 Sampling method

3.3 Analytical method

3.3.1 Measurement of bulk density

- a. The prepared sample in 3.2.2 is used.
- b. Plastic container with capacity of 80 L is used. The capacity (V_o) and weight (W_o) of the container should be measured beforehand.
- c. The sample is then filled into the container. It should be noted that the sample should not be pushed in the container.
- d. The container is lifted by hand and dropped in an upright position from the height of about 30 cm. If the volume of the sample in the container should decrease as a result, more samples are added to the container (to the same level as in Procedure c.).
- e. Procedure d. is repeated three times. Then the weight of the container containing the sample (W_1) is measured.
- f. Bulk density is calculated as follows.

$$\text{Bulk density (kg/L = t/m}^3\text{)} = \frac{W_1(\text{kg}) - W_o(\text{kg})}{V_o(\text{L})}$$

3.3.2 Composition of samples

- a. The raw samples are prepared as described in 3.2.2
- b. The samples are spread on lining at sorting area for separation.
- c. The raw samples are physically separated into the following eleven composition.
1-Food wastes (meat, vegetable, etc.), **2**-Paper, **3**-Diaper, **4**- Plastic, **5**-Textile, **6**-Wood, **7**-Rubber and leather, **8**-Metal, **9**-Inorganic waste (coal ash, brick, glass...), **10**-Shell, **11**- Others such as very small pieces that cannot be classified by visual observation.
- d. Each composition (X_i) is weighted and the total weight (X) of all composition will be calculated. Each physical composition is calculated according to the following formula:

$$\text{Physical composition } x_i (\% \text{ wet weight basis}) = \frac{X_i(\text{kg, wet weight basis})}{X(\text{kg, wet weight basis})} \times 100$$

$$\text{Physical composition } x_i (\% \text{ dry weight basis}) = \frac{\text{Dried weight of each component (kg)}}{\text{Total dried weight of components (kg)}} \times 100$$

3.3.3 Moisture content

- a. Moisture content of each composition is determined individually according to APHA 2540 G (2012).
- b. Each composition is cut into pieces of 2 to 3 cm and individually spread in metal container

with 20 cm diameter (height of wastes should be less than 10cm in the container if possible).

- c. After that, the wastes are dried at 105 degrees Celsius by conductive heating for 4 to 5 days or until the constant weight obtained.
- d. Finally, moisture content of each composition will be calculated according to a difference between weight of wet sample and dried sample.

3.3.4 VS, ash and gross calorific value

08 combustible samples (food waste, paper, textile, wood, plastic, rubber & leather, diaper and others) are cut into pieces less than 1cm for analysis of VS and ash content. They will be combusted at 550 degrees Celsius according to APHA 2540 G (2012).

08 combustible samples (food waste, paper, textile, wood, plastic, rubber & leather, diaper and others) are cut into pieces less than 1cm and then crushed into pieces smaller than 2mm for analysis of gross calorific value according to TCVN 200-2007 (ISO 1928:1995).

The analytical method of solid waste is presented in Table 7.

Table 7. Analytical method of solid waste

| No. | Parameter | Analytical method | Analytical Instrument |
|-----|-----------------------|--------------------------------|--|
| 1 | Moisture | APHA 2540 G | WTB Binder, Germany, Mettler Toledo MS204 balance, Switzerland |
| 2 | VS and Ash | APHA 2540 G | Nabertherm oven, Mettler Toledo MS204 balance, Switzerland |
| 3 | Gross calorific value | TCVN 200 -2011 (ISO 1928:2009) | IKA calorimeter C 4000 |

4. ANALYTICAL RESULTS OF PHUOC HIEP MSW

4.1 Information of Phuoc Hiep MSW samples

The Phuoc Hiep MSW samples were taken in two days as follows:

- October 31st, 2013 from 12:00 to 18:30: in rainy season - Sample quantity: 2 samples
- November 1st, 2013 from 16:30 to 22:00: in rainy season - Sample quantity: 2 samples

However, there was no rain at the sampling time on these days.

Specific information of Phuoc Hiep MSW samples is presented in Table 8 below:

Table 8 Information of Phuoc Hiep MSW samples

| Samp le No. | Vehicle registration number | Time | Transport unit | MSW source | Vehicle colour/ Type | Quantity of MSW taken (kg) | Quantity of MSW analyzed (kg) |
|-------------------|-----------------------------------|-------|---|-------------------------|--|----------------------------------|--|
| 31/11/2013 | | | | | | | |
| 1 | 51E-01682 | 12h25 | Public benefit service company of Cu Chi District | Cu Chi District | Blue/ Rear load refuse Truck | 298 | 100 |
| | 51C-26104 | 12h45 | CITENCO | Thu Duc District | Green/ Hooklift Truck | | |
| | 57K-0963 | 13h20 | Industrial- Agricultural Co- operative | Binh Tan District | Green/ Rear load refuse Truck | | |
| | 57H-8406 | 13h50 | Industrial- Agricultural Co- operative | District 11 | Blue/ Rear load refuse Truck | | |
| 2 | 51C-18567 | 14h20 | Public benefit service company of Hoc Mon District | Hoc Mon District | Green/ Rear load refuse Truck | 312 | 74 |
| | 51C-06741 | 14h55 | Public benefit service company of District 12 | District 12 | Green/ Hooklift Truck | | |
| | 51C-01347 | 16h00 | Public benefit service company of District 2 | District 2 | White/ Rear load refuse Truck | | |
| | 51C-09852 | 16h35 | CITENCO | Go Vap District | Green/ Rear load refuse Truck | | |
| 01/11/2013 | | | | | | | |

| Sam ple No. | Vehicle registration number | Time | Transport unit | MSW source | Vehicle colour/ Type | Quantity of MSW taken (kg) | Quantity of MSW analyzed (kg) |
|-------------------|-----------------------------------|-------|--|--|--|-------------------------------------|--|
| 3 | 51C-16512 | 16h40 | Public benefit service company of Go Vap District | Go Vap District | Green/ Rear load refuse Truck | 303 | 64 |
| | 51C-09993 | 17h20 | CITENCO | Quang Trung Transfer station | Green/ Hooklift Truck | | |
| | 51E-02443 | 17h40 | Public benefit service company of Thu Duc District | Thu Duc District | Green/ Rear load refuse Truck | | |
| | 57K-0902 | 17h50 | Public benefit service company of District 9 | District 9 | Green/ Rear load refuse Truck | | |
| 4 | 62 L-5502 | 18h | Public benefit service company of Duc Hoa District | Duc Hoa Town- Long An Provine | Red- White/ Rear load refuse Truck | 300.5 | 64 |
| | 51C-26084 | 18h25 | Public benefit service company of Binh Thanh District | Binh Thanh District | Organe/ Rear load refuse Truck | | |
| | 51C-09994 | 19h45 | CITENCO – Factory No.1 | Quang Trung Transfer station | Green/ Hooklift Truck | | |
| | 51C- 10460 | 19h40 | CITENCO – Factory No.2 | Tong Van Tran Transfer station | Green/ Hooklift Truck | | |

4.2 Physical composition of Phuoc Hiep MSW

The average percentage of MSW by wet weight and dry weight in Phuoc Hiep landfill is presented in Figure 6 and 7. The results are summarized as follows:

- Food waste of MSW in Phuoc Hiep landfill is observed with the highest percentage but lower than the previous value determined. According to food waste data of CENTEMA (2002) and Phuoc Hiep MSW report in February, 2013, the average percentage of food waste is decreased from 74.1% to 68.6% and is currently 61.3% by wet weight.
- Plastic has the second highest percentage after food waste. According to plastic data of CENTEMA (2002), the plastic percentage fluctuates from 5.6% to 7.4% by wet weight. In the Phuoc Hiep MSW report in February, 2013, the average percentage of plastic was about 16.4% and is currently 19.6% by wet weight.
- Textile and diaper have the percentage insignificantly higher than the previous value determined. Particularly, the textile percentage is increased from 5.8% (Phuoc Hiep MSW Report in February, 2013) to 6.8% (existing value) by wet weight. Textile includes small pieces of fabric generated mainly from the private companies. The diaper percentage is increased from 3.2% to 4.2% due to convenient and diversified production process.
- Paper, inorganic, others, wood, rubber and leather, shell-bone and metal with rather low percentage by wet weight is 2.7%, 2.2%, 1.6%, 1%, 0.7%, 0.6% respectively.

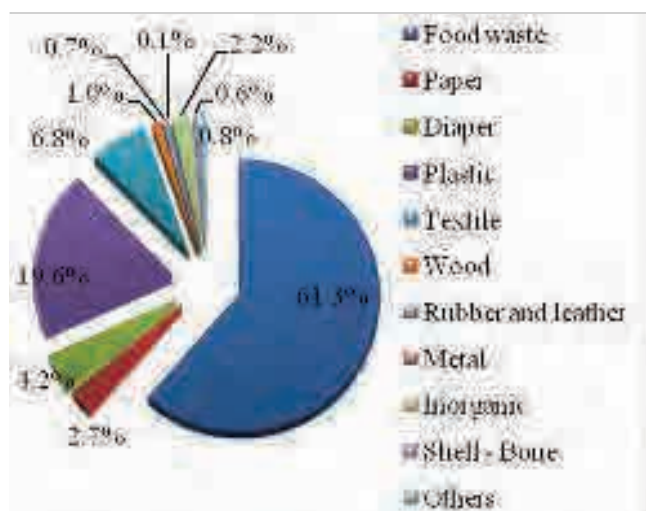


Figure 7 Average percentage of physical compositions (% wet weight) in four samples in October, November 2013.

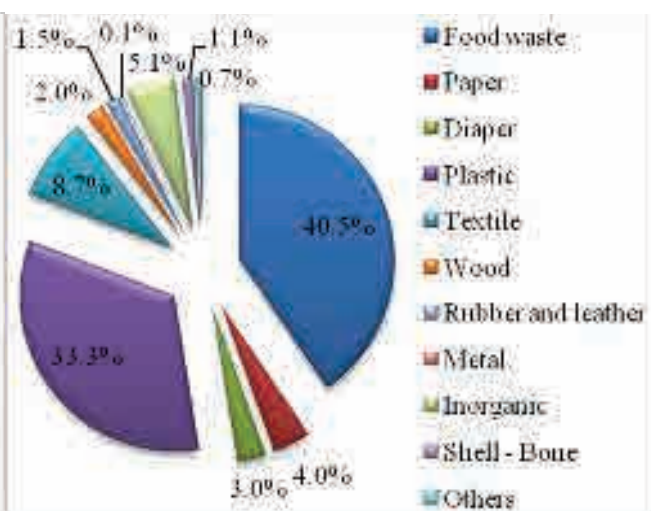


Figure 8 Average percentage of physical compositions (% dry weight) in four samples in October, November 2013.

- For dry weight percentage, some physical compositions of classified waste namely food waste and plastic, which are observed with high percentage, are 40.5% and 33.3% respectively.

- Textile occupies about 8.7% and inorganic matters (glass, coal ash, broken cup, etc.) occupy about 5.1% by dry weight. Paper, diaper occupies about 4.0% and 3.0% respectively and the others occupy from 0.1% to 4% by dry weight.

The percentage of each physical composition (% wet weight) of each sample is presented in Table 9 and Figure 9. Wood, rubber and leather, metal, inorganic matters and shell-bone are observed with low percentage in each sample and with insignificant fluctuation between 2 samples, between this data and previous data of recently report.

Table 9 Average percentage (by wet weight) of each physical composition in four samples (October, November 2013)

| No | Composition | Average percentage (% wet weight) | | | |
|----|--------------------|-----------------------------------|----------|----------|----------|
| | | Sample 1 | Sample 2 | Sample 3 | Sample 4 |
| 1 | Food waste | 51.6 | 66.5 | 66.1 | 61.2 |
| 2 | Paper | 4.0 | 0.7 | 2.3 | 3.7 |
| 3 | Diaper | 4.7 | 4.1 | 5.1 | 3.0 |
| 4 | Plastic | 21.9 | 16.6 | 20.2 | 19.6 |
| 5 | Textile | 9.7 | 7.1 | 3.9 | 6.7 |
| 6 | Wood | 1.0 | 1.1 | 0.3 | 1.7 |
| 7 | Rubber and leather | 0.4 | 1.1 | 0.8 | 0.3 |
| 8 | Metal | 0.1 | 0.1 | 0.1 | - |
| 9 | Inorganic matter | 2.7 | 2.4 | 0.9 | 3.0 |
| 10 | Shell - Bone | 0.9 | 0.2 | 0.3 | 0.8 |
| 11 | Others | 3.0 | 0.1 | - | - |

“-“ No sample

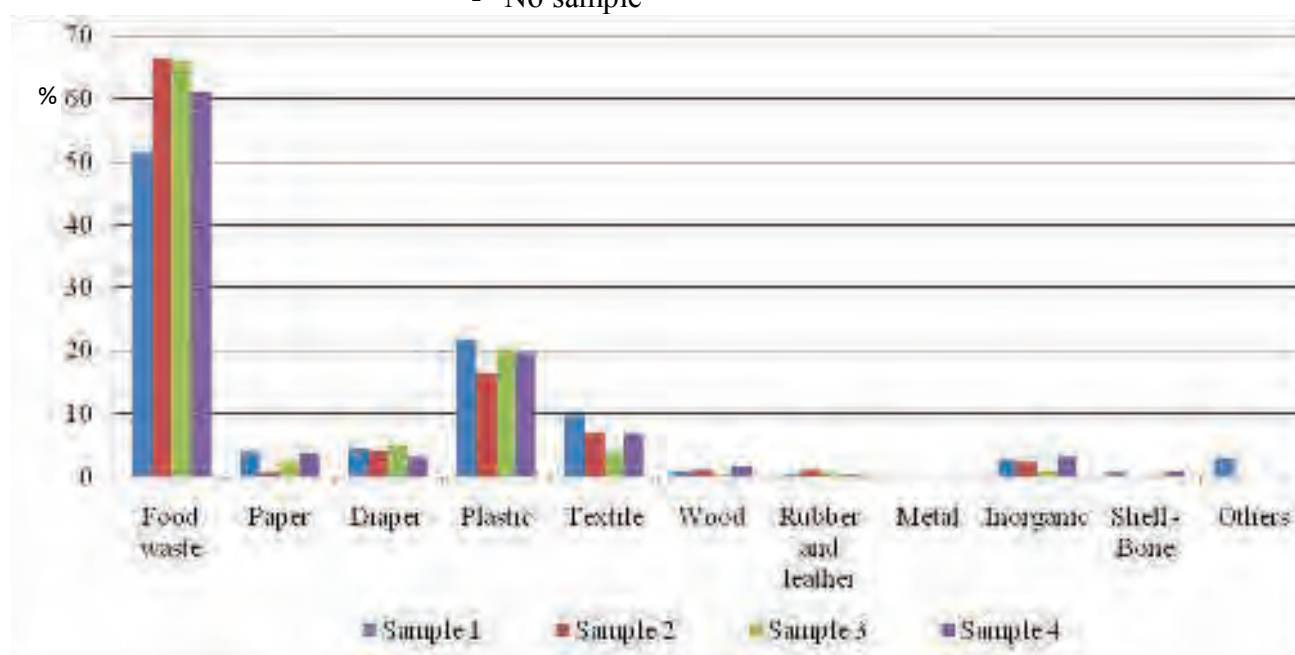


Figure 9 Average percentage (by wet weight) of each physical composition in four samples

4.3 Moisture content, VS and ash

4.3.1 Moisture content

The moisture content of each sample is presented in Table 10, Figure 10 and 11

Table 10 Moisture content of each physical composition in four samples

| No | Composition | Moisture content (%) | | | | | | |
|----|--------------------|----------------------|----------|----------|----------|-------------|------|------|
| | | Sample 1 | Sample 2 | Sample 3 | Sample 4 | Average (%) | Min | Max |
| 1 | Food waste | 73.1 | 68.8 | 78.5 | 70.4 | 72.7 | 68.8 | 78.5 |
| 2 | Paper | 30.7 | 46.8 | 42.4 | 39.5 | 39.9 | 30.7 | 46.8 |
| 3 | Diaper | 75.4 | 78.1 | 67.3 | 64.1 | 71.2 | 64.1 | 78.1 |
| 4 | Plastic | 28.5 | 29.8 | 32.4 | 28.7 | 29.9 | 28.5 | 32.4 |
| 5 | Textile | 48.3 | 53.4 | 41.3 | 39.1 | 45.5 | 39.1 | 53.4 |
| 6 | Wood | 12.2 | 15.9 | 25.4 | 20.8 | 18.6 | 12.2 | 25.4 |
| 7 | Rubber and leather | 8.6 | 4.3 | 9.6 | 1.5 | 6.0 | 1.5 | 9.6 |
| 8 | Metal | 1.7 | 1.1 | 1.6 | - | 1.5 | 1.1 | 1.7 |
| 9 | Inorganic matter | 4.8 | 4.7 | 3.1 | 1.2 | 3.5 | 1.2 | 4.8 |
| 10 | Shell - Bone | 15.2 | 13.5 | 9.3 | 9.3 | 11.8 | 9.3 | 15.2 |
| 11 | Others | 57.1 | 1.0 | - | - | 14.5 | 0.0 | 57.1 |

- Food waste has moisture content in range of 68.8% (sample 2) to 78.5% (sample 3) and 72.7% as average value. The moisture content depends on the composition difference in food waste.

- Similarly, paper has moisture content in range of 30.7% (sample 1) to 46.8% (sample 2) and 39.9% as average value. The moisture content of paper in sample 1 is lower than one in sample 2 because the main compositions of sample 1 namely cartons, cards, newspapers are relative dry while the main compositions of sample 2 is wet tissue, milk box shot.

- Diaper has moisture content in range of 64.1% - 78.1% because of its absorption to water and leachate.

- The moisture content is 28% - 32% for plastic, 9.3% - 15.2% for shell-bone; and from 2% to over 9% for rubber and leather.

- Metal and inorganic matters (brick, coal ash, glass, etc.), which have low moisture content due to their physical characteristics, are 1.1% - 1.7% and 1.2% - 4.8% respectively.

- The different compositions of others in these samples make the different moisture content. Specifically, the others of sample 1 is garden waste such as grass, leaves, branches and one of sample 2 is batteries, so the moisture content is about 57.1% and 1% respectively.

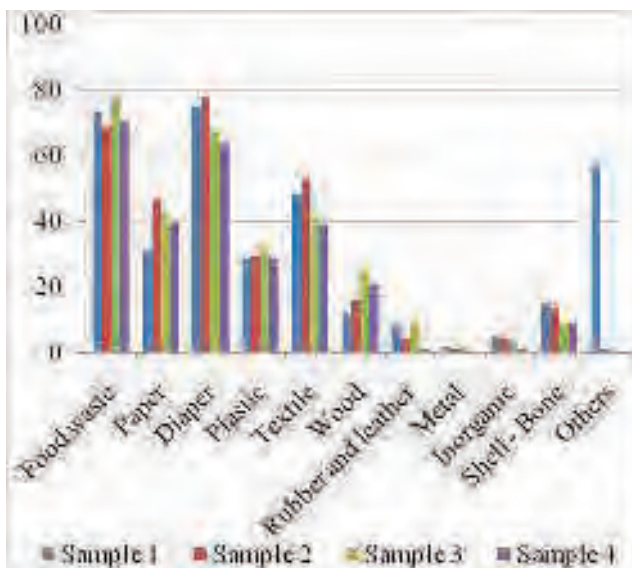


Figure 10 Moisture content (%) of each physical composition in four samples.

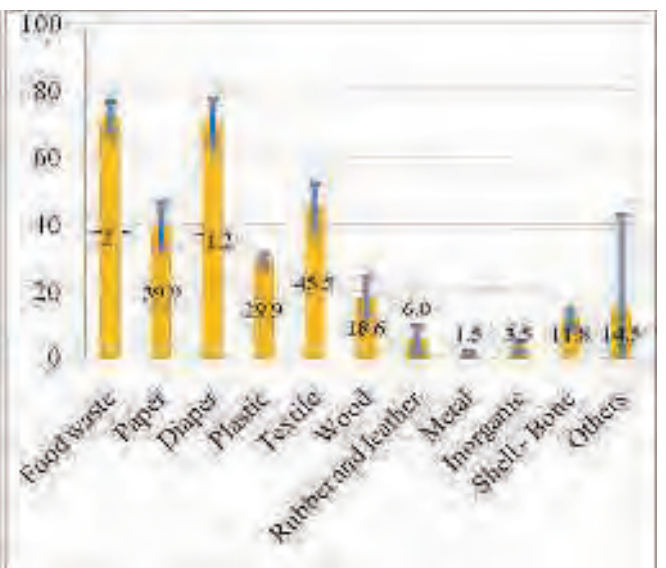


Figure 11 Average moisture content of each physical composition.

4.3.2 VS and Ash

The results of VS and ash of each sample are shown from Figure 12 to Figure 15. Ash content of metal, inorganic matter and shell is not analyzed and estimated by 100% dry weight.

- The ash content of food waste ranges from 17.7% (sample 1) to 25.6% (sample 4) by dry weight. In sample 4, the ash content is higher than other samples due to wet food waste attached with sand.
- The ash content of rubber and leather is 19.5% in average by dry weight. The ash content of rubber and leather in sample 3 and sample 4, which is significantly different, is 8.3% and 27.3% by wet weight respectively. The main reason is the difference in their compositions. Specifically, a soft rubber like a glove is observed in sample 4. On the other hand, a hard rubber like belts, shoes is observed in sample 3.
- The ash content of paper is approximately 17.6% in average by dry weight. The ash content of the other compositions is approximately 10% in average including plastic (12.4%), wood (11%), diaper (10.5%) and textile (9.7%).

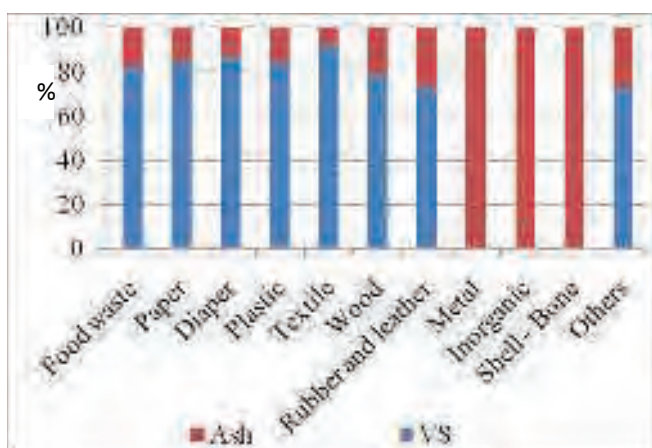


Figure 12 Ash and VS by dry weight (%) of each physical composition in sample 1

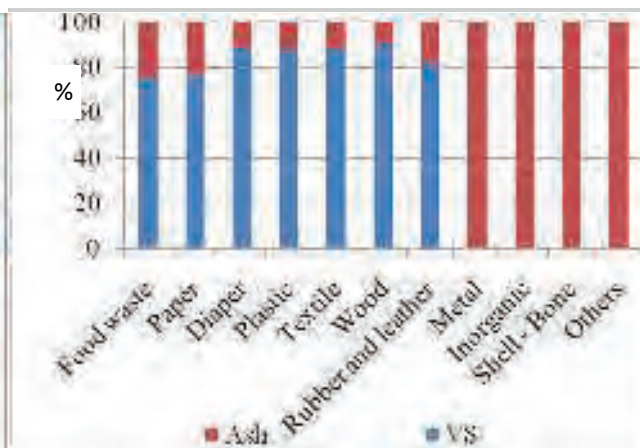


Figure 13 Ash and VS by dry weight (%) of each physical composition in sample 2

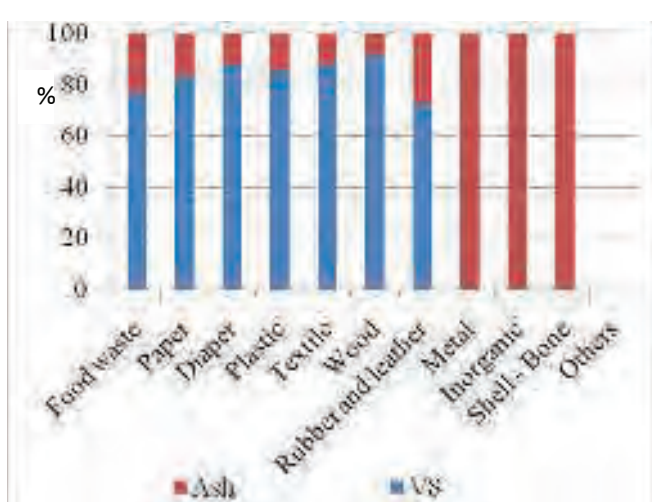


Figure 14 Ash and VS by dry weight (%) of each physical composition in sample 3

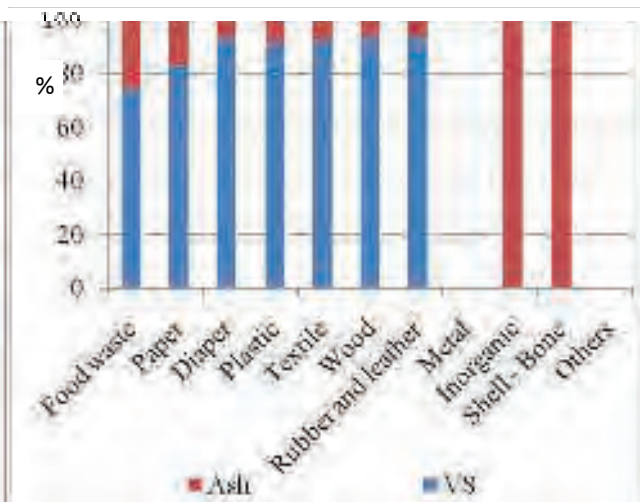


Figure 15 Ash and VS by dry weight (%) of each physical composition in sample 4

The VS and ash content by dry weight and wet weight are presented in Table 11 and Table 12.

Table 11 VS values by dry weight and wet weight of each physical composition in four samples (October, November 2013)

| No | Composition | VS by dry weight (%) | | | VS by wet weight (%) Calculated | | |
|----|-------------|----------------------|------|------|------------------------------------|------|------|
| | | Average | Min | Max | Average | Min | Max |
| 1 | Food waste | 77.3 | 74.4 | 82.3 | 12.9 | 10.9 | 15.6 |
| 2 | Paper | 82.4 | 77.7 | 85.6 | 1.4 | 0.3 | 2.4 |
| 3 | Diaper | 89.5 | 87.3 | 93.3 | 1.1 | 0.8 | 1.5 |
| 4 | Plastic | 87.6 | 84.8 | 91.8 | 12.0 | 10.3 | 13.3 |
| 5 | Textile | 90.3 | 88.5 | 92.5 | 3.3 | 2.0 | 4.6 |

| | | | | | | | |
|----|--------------------|------|------|------|-----|-----|-----|
| 6 | Wood | 89.1 | 79.4 | 93.9 | 0.8 | 0.2 | 1.3 |
| 7 | Rubber and leather | 80.5 | 72.7 | 93.7 | 0.5 | 0.3 | 0.9 |
| 8 | Metal | 0.0 | 0.0 | 0.0 | - | - | - |
| 9 | Inorganic matter | 0.0 | 0.0 | 0.0 | - | - | - |
| 10 | Shell - Bone | 0.0 | 0.0 | 0.0 | - | - | - |
| 11 | Others | 36.5 | 0.0 | 73.0 | 0.9 | 0.9 | 0.9 |

“-“ Not analyzed

Table 12 Ash content by dry weight and wet weight of each physical composition in four samples (October, November 2013)

| No | Composition | Ash by dry weight (%) | | | Ash by wet weight (%) Calculated | | |
|----|--------------------|-----------------------|------|------|-------------------------------------|-----|-----|
| | | Average | Min | Max | Average | Min | Max |
| 1 | Food waste | 22.7 | 17.7 | 25.6 | 3.9 | 2.5 | 5.1 |
| 2 | Paper | 17.6 | 14.4 | 22.3 | 0.3 | 0.1 | 0.4 |
| 3 | Diaper | 10.5 | 6.7 | 12.7 | 0.1 | 0.1 | 0.2 |
| 4 | Plastic | 12.4 | 8.2 | 15.2 | 1.7 | 1.1 | 2.4 |
| 5 | Textile | 9.7 | 7.5 | 11.5 | 0.3 | 0.3 | 0.4 |
| 6 | Wood | 11.0 | 6.1 | 20.6 | 0.1 | 0.0 | 0.2 |
| 7 | Rubber and leather | 19.5 | 6.3 | 27.3 | 0.1 | 0.0 | 0.2 |
| 8 | Metal | 100 | 100 | 100 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| 9 | Inorganic matter | 100 | 100 | 100 | 2.2 | 0.9 | 3.0 |
| 10 | Shell - Bone | 100 | 100 | 100 | 0.5 | 0.2 | 0.8 |
| 11 | Others | 63.5 | 27 | 100 | 0.2 | 0.1 | 0.3 |

The average values of ash content and VS by dry weight and wet weight are shown in Figure 16 - Figure 19.

- As shown in Figure 16, the average VS value of 8 out of 11 compositions (excluding metal, inorganic matter and shell-bone) are high in range of 77.3% – 90.3% and 36.5% for others.
- VS of wood fluctuates considerably from 79.4% (sample 1) to 93.6% (sample 4). In sample 1 there is a part of broken wood desk, very heavy and hard, but in sample 4, there is only plywood.

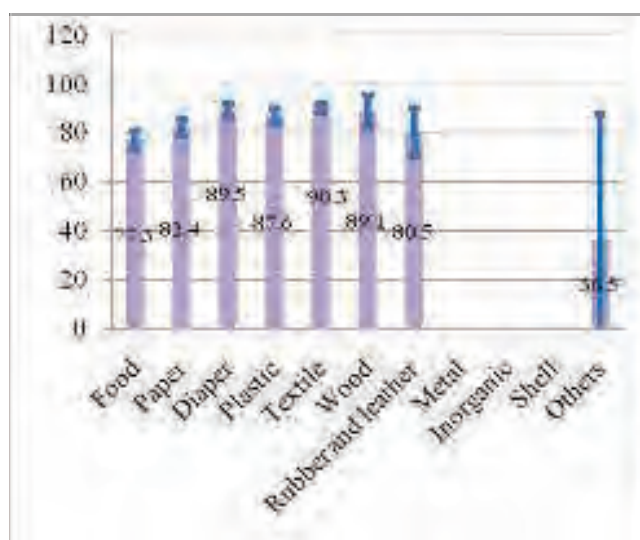


Figure 16 Average value of VS by dry weight of each physical composition

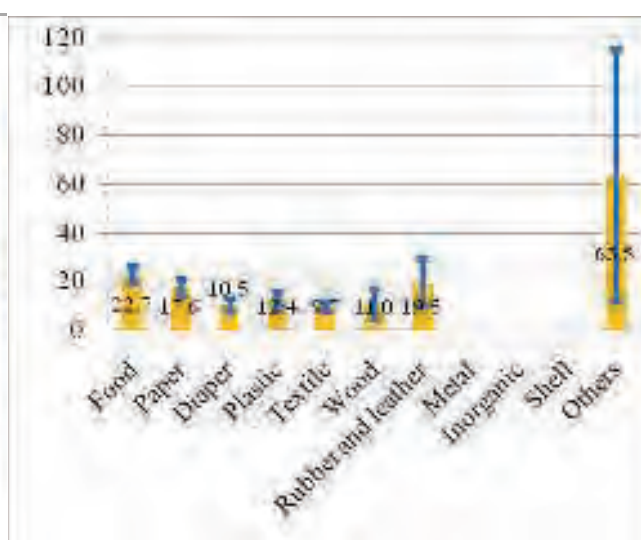


Figure 17 Average value of ash content by dry weight of each physical composition

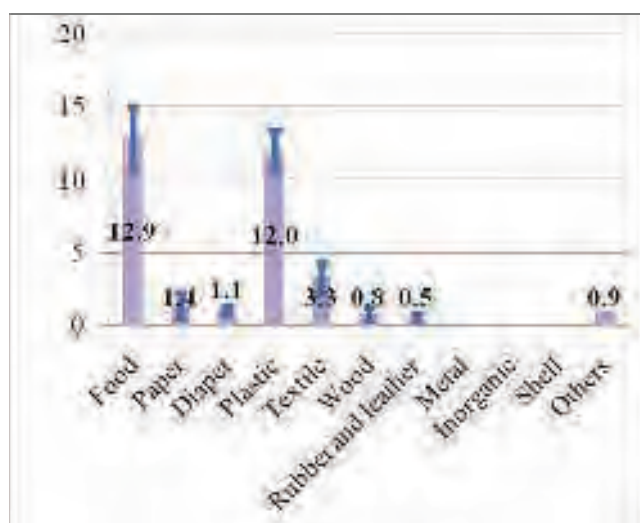


Figure 18 Average value of VS by wet weight of each physical composition

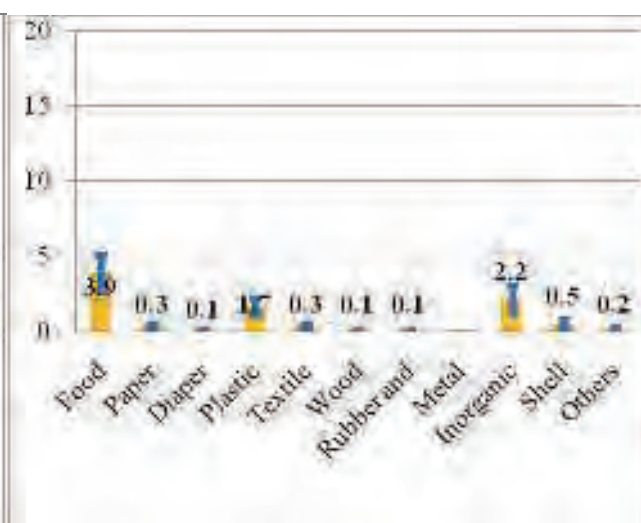


Figure 19 Average value of ash content by wet weight of each physical composition

4.4 Correlation of moisture content, VS and ash

4.4.1 Correlation of moisture content, VS and ash of each composition by wet weight.

The correlation of moisture content, VS and ash of each composition is shown in Figure 20 - Figure 23.

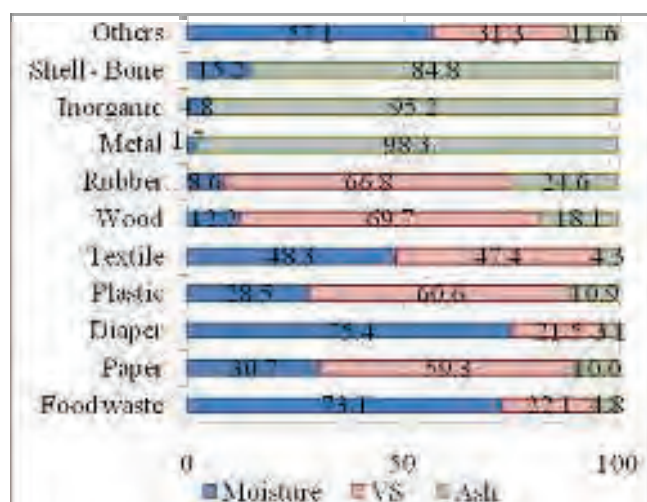


Figure 20 Correlation of moisture content, VS and ash of each physical composition in sample 1

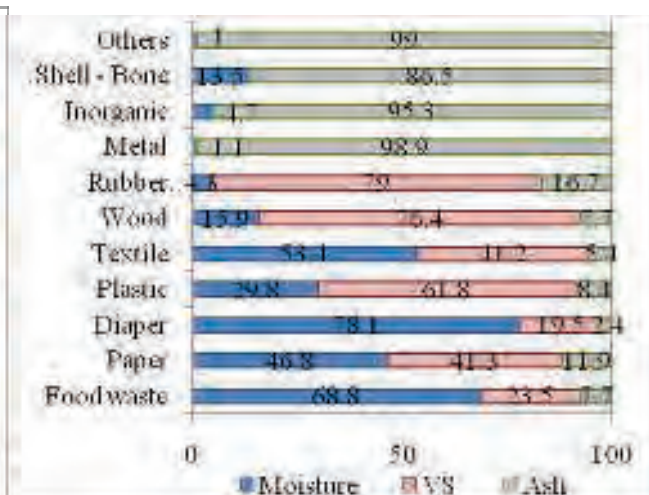


Figure 21 Correlation of moisture content, VS and ash of each physical composition in sample 2

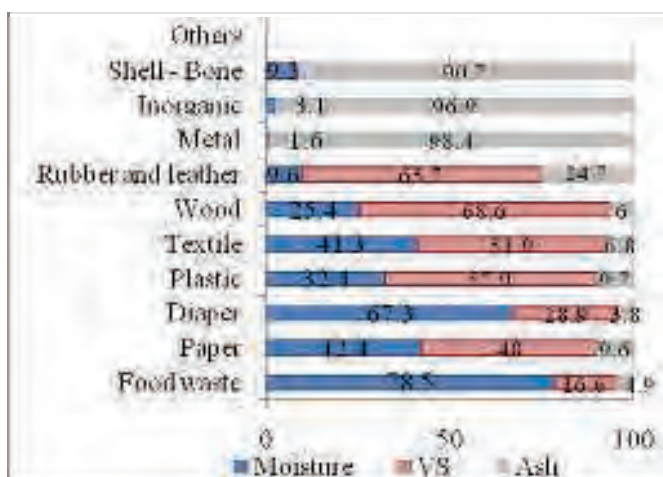


Figure 22 Correlation of moisture content, VS and ash of each physical composition in sample 3

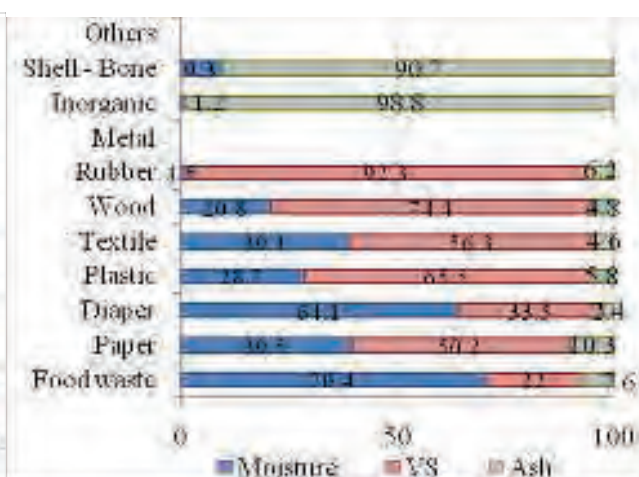


Figure 23 Correlation of moisture content, VS and ash of each physical composition in sample 4

As shown in above figures, the correlation of moisture content, VS and ash of each composition is based on its natural characteristics.

- Food waste has the highest percentage among physical compositions with moisture content of 68.8% -78.5%, VS of 16.6% - 23.5% and ash content of 4.8% - 7.7% by wet weight;
- After that, the second place is plastic with moisture content of 28.5% - 32.4%, VS of 57.9% - 65.5% and ash content of 5.8% - 9.7% by wet weight;
- The moisture content, VS and ash content of diaper is observed about 64.1 % - 78.1%, 19.5% - 28.9% and 3.4% - 2.4% respectively;
- The moisture and ash content of shell-bone is in range of 9.3% - 15.2% and 84.8% - 90.7% respectively;

- The moisture and ash content of metal is in range of 1.1% - 1.6% and 98.3% - 98.9% respectively. The moisture and ash content of inorganic matter is in range of 1.2% - 4.7%, 95.2% - 98.8% respectively.

4.4.2 Correlation of moisture content, VS and ash of each sample by wet weight

The percentage of moisture, VS and ash by wet weight in original sample is shown under bar chart in Figure 24 – Figure 27 below. Specifically, the moisture content, VS and ash content of this sample is in range of 55.1% - 64.7%, 27.9% - 34.6% and 7.4% - 10.3% by wet weight respectively.

As shown in Figures below, the moisture content, VS and ash values of sample 3 is significantly different from one of the other samples. Specifically, the moisture content of sample 1, 2, 4 fluctuates from 55% to 58% while one of sample 3 is approximately 65%. Furthermore, the ash content is observed with the lowest value of 7% in sample 3 and nearly 10% in the other samples.

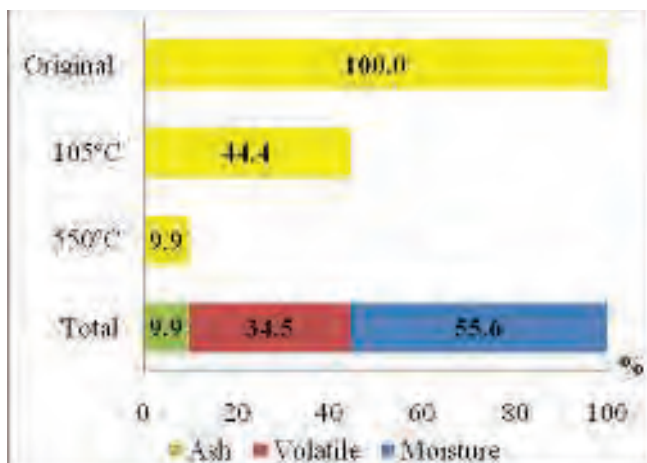


Figure 24 Correlation of moisture content, VS and ash values by wet weight in sample 1

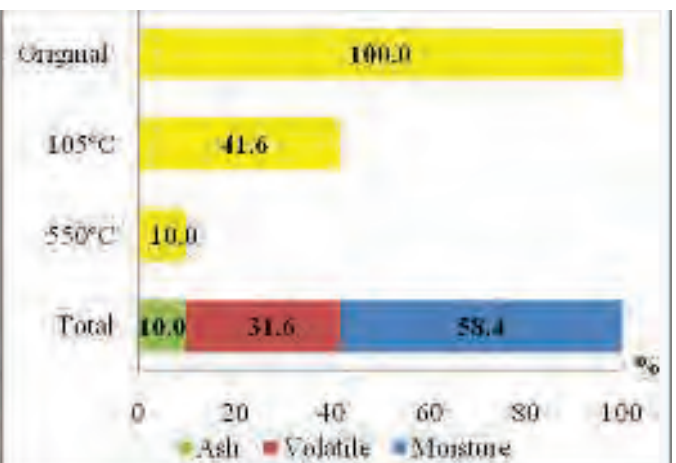


Figure 25 Correlation of moisture content, VS and ash values by wet weight in sample 2

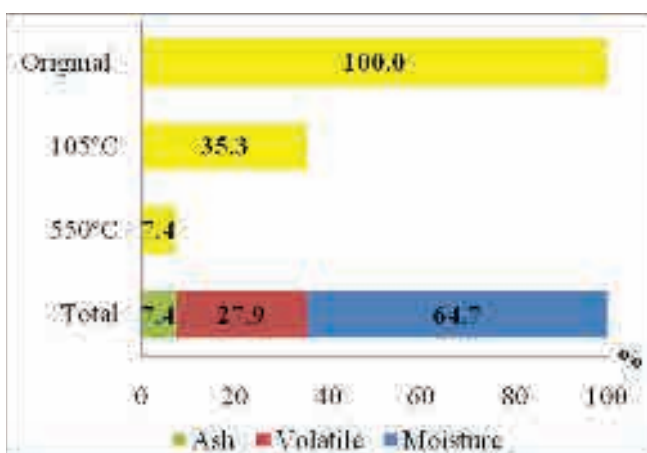


Figure 26 Correlation of moisture content, VS and ash values by wet weight in sample 3

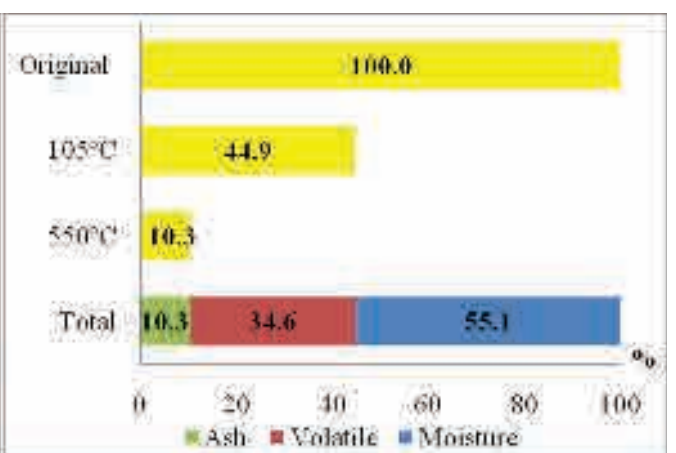


Figure 27 Correlation moisture content, VS and ash values by wet weight in sample 4

4.5 GROSS CALORIFIC VALUE

The gross calorific values of general samples are presented in Table 13, Figure 28 and 29.

Table 13 Gross calorific values by dry weight of each physical composition in four samples (October, November 2013)

| No. | Composition | Gross Calorific Value (Cal/g) | | | | | | |
|-----|--------------------|-------------------------------|----------|----------|----------|---------|-------|-------|
| | | Sample 1 | Sample 2 | Sample 3 | Sample 4 | Average | Min | Max |
| 1 | Food waste | 4,222 | 3,549 | 4,033 | 3,656 | 3,865 | 3,549 | 4,222 |
| 2 | Paper | 4,466 | 4,479 | 5,156 | 3,592 | 4,423 | 3,592 | 5,156 |
| 3 | Diaper | 4,889 | 4,504 | 4,320 | 4,616 | 4,582 | 4,320 | 4,889 |
| 4 | Plastic | 7,633 | 7,930 | 8,259 | 8,980 | 8,201 | 7,633 | 8,980 |
| 5 | Textile | 5,301 | 4,898 | 4,445 | 4,985 | 4,907 | 4,445 | 5,301 |
| 6 | Wood | 4,607 | 4,056 | - | 3,798 | 4,154 | - | 4,607 |
| 7 | Rubber and leather | - | 7,325 | 4,825 | - | 6,075 | - | 7,325 |
| 8 | Metal | - | - | - | - | - | - | - |
| 9 | Inorganic | - | - | - | - | - | - | - |
| 10 | Shell - Bone | - | - | - | - | - | - | - |
| 11 | Others | 3,917 | - | - | - | 3,917 | 3,917 | 3,917 |

- Food waste, wood, plastic have a significant fluctuation of gross calorific value. Specifically, food waste has gross calorific value in range of 3,549 cal/g to over 4,200 cal/g.
- Plastic is observed with the highest gross calorific value ranging from 7,633 cal/g (sample 1) to 8,980 cal/g (sample 4). The plastic in sample 1 is mostly hard plastic, but in sample 4 is color plastic. The gross calorific value of hard plastic is lower than one of colored plastic bag.
- The gross calorific value of paper, diaper and textile is in range of 3,592 – 5,156 cal/g; 4,320 – 4,889 cal/g; 4,445 to 5,301 Cal/g respectively.
- For others in sample 1 (mainly garden waste including leaves, braches, grass, etc.), the gross calorific value is 3,917 cal/g.
- As calculated results of HCV and LCV, the HCV and LCV of four samples fluctuates in range of 1,978 cal/g - 2,318 cal/g and 1,629 cal/g – 2,018 cal/g respectively.

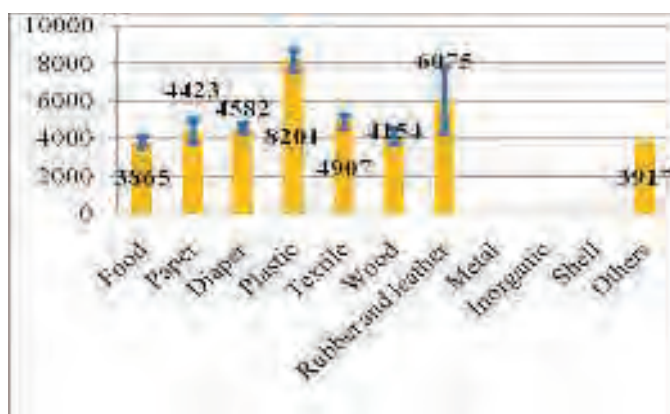


Figure 28 Average gross calorific value of each physical composition

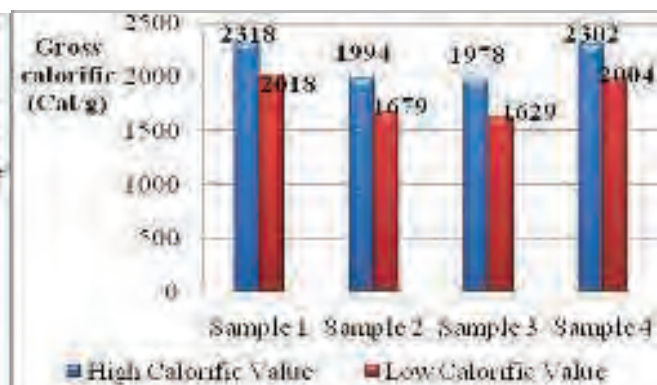


Figure 29 Gross calorific values (HCV and LCV) of four samples

APPENDIX 1

FORMULA

1. Correlation of moisture, VS and ash by wet weight of each composition:

Moisture content of each composition (%) + Ash (% ww) + Volatile (% ww) = 100

$$\text{Ash (\% ww)} = \frac{(100 - \text{MCEC (\%)}) \times \text{ash (\% dw)}}{100}$$

$$\text{Volatile (\% ww)} = \frac{(100 - \text{MCEC (\%)}) \times \text{volatile (\% dw)}}{100}$$

2. Correlation of moisture, VS and ash by wet weight of each sample:

Moisture content (%) + Ash (% ww) + Volatile (% ww) = 100

$$\text{Moisture content (\%)} = \sum \frac{\text{PCEC (\% ww basis)} \times \text{MCEC (\%)}}{100}$$

$$\text{Ash (\% ww)} = \sum \frac{\text{SFEC (\%)} \times \text{ash (\% dw)}}{100}$$

$$\text{Volatile (\% ww)} = \sum \frac{\text{SFEC (\%)} \times \text{volatile (\% dw)}}{100}$$

3. High calorific value – HCV and Low calorific value – LCV of each sample:

$$\text{HCV (cal/g)} = \sum \frac{\text{Gross Calorific of composition} \times \text{SFEC (\%)}}{100}$$

$$\text{LCV (cal/g)} = \text{HCV (cal/g)} - \frac{540 \times \text{Moisture content (\%)}}{100}$$

Conversion formula: 1 cal/g = 4.187 J/g

$$\text{Solid fraction of each composition (\%)} = \sum \frac{\text{PCEC (\% ww basis)} \times (100 - \text{MCEC (\%)})}{100}$$

❖ Note:

- MCEC: Moisture content of each composition
- PCEC: Physical composition of each composition
- SFEC: Solid fraction of each composition

APPENDIX 2

FIGURE OF SAMPLING AND CLASSIFICATION MSW AT TRANSFERRING FLOOR OF PHUOC HIEP LANDFILL



PRETREATMENT MSW SAMPLE FOR ANALYSIS AT ETM CENTER



APPENDIX 3

FIGURE OF MSW SAMPLE BEFORE MOISTURE ANALYSIS



Sample 1



Sample 2



Sample 3

Sample 4

APPENDIX 4

FIGURE OF MSW SAMPLE AFTER MOISTURE ANALYSIS (DRIED AT 105°C)



Sample 1



Sample 2



Sample 3



Sample 4

APENDIX 5

FIGURE OF PHUOC HIEP SAMPLE AFTER ANALYSIS VOLATILE AND ASH (IGNITED AT 550°C)



Sample 1



Sample 2



Sample 3



Sample 4

APPENDIX 6- THE RAW DATA

Sample 1

| No. | Composition | Analyzing result | | | | | | Calculated result | | | | |
|-----|--|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------|-------------------|--------------------------------|----------------------|------------------|----------------|---|--|
| | | Bulk density (kg/l) | Physical composition (% ww) | Physical composition (% dw) | Moisture content (%) | Ash, at 550°C (%) | Gross Calorific (Cal/g) (% dw) | Moisture content (%) | Total Ash (% ww) | Toal VS (% ww) | High Gross Calorific Value (Cal/g) (% ww) | Low Gross Calorific Value (Cal/g) (% ww) |
| 1 | Food waste | 0.33 | 51.6 | 31.2 | 73.1 | 17.7 | 4222 | 37.7 | 2.5 | 11.4 | 586 | 382 |
| 2 | Paper | | 4.0 | 6.2 | 30.7 | 14.4 | 4466 | 1.2 | 0.4 | 2.4 | 124 | 117 |
| 3 | Diaper | | 4.7 | 2.6 | 75.4 | 12.7 | 4889 | 3.5 | 0.1 | 1.0 | 57 | 37 |
| 4 | Plastic | | 21.9 | 35.3 | 28.5 | 15.2 | 7633 | 6.2 | 2.4 | 13.3 | 1195 | 1162 |
| 5 | Textile | | 9.7 | 11.3 | 48.3 | 8.4 | 5301 | 4.7 | 0.4 | 4.6 | 266 | 241 |
| 6 | Wood | | 1.0 | 2.0 | 12.2 | 20.6 | 4607 | 0.1 | 0.2 | 0.7 | 40 | 40 |
| 7 | Rubber and leather | | 0.4 | 0.8 | 8.6 | 26.9 | - | - | 0.1 | 0.3 | - | - |
| 8 | Metal | | 0.1 | 0.2 | 1.7 | - | - | - | 0.1 | - | - | - |
| 9 | Inorganic (Brick,coal ash, broken cup) | | 2.7 | 5.8 | 4.8 | - | - | 0.1 | 2.6 | - | - | - |
| 10 | Shell-Bone | | 0.9 | 1.7 | 15.2 | - | - | 0.1 | 0.8 | - | - | - |
| 11 | Others (garden waste: grass, branch, leaves) | | 3.0 | 2.9 | 57.1 | 27.0 | 3917 | 1.7 | 0.3 | 0.9 | 50 | 41 |

Sample 2

| No. | Composition | Analyzing result | | | | | | Calculated result | | | | |
|-----|--|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------|-------------------|--------------------------------|----------------------|------------------|----------------|---|--|
| | | Bulk density (kg/l) | Physical composition (% ww) | Physical composition (% dw) | Moisture content (%) | Ash, at 550°C (%) | Gross Calorific (Cal/g) (% dw) | Moisture content (%) | Total Ash (% ww) | Toal VS (% ww) | High Gross Calorific Value (Cal/g) (% ww) | Low Gross Calorific Value (Cal/g) (% ww) |
| 1 | Food waste | 0.33 | 66.5 | 50.0 | 68.8 | 24.6 | 3549 | 45.8 | 5.1 | 15.6 | 736 | 490 |
| 2 | Paper | | 0.7 | 0.9 | 46.8 | 22.3 | 4479 | 0.3 | 0.1 | 0.3 | 17 | 15 |
| 3 | Diaper | | 4.1 | 2.2 | 78.1 | 10.9 | 4504 | 3.2 | 0.1 | 0.8 | 40 | 23 |
| 4 | Plastic | | 16.6 | 28.1 | 29.8 | 12.0 | 7930 | 4.9 | 1.4 | 10.3 | 924 | 897 |
| 5 | Textile | | 7.1 | 7.9 | 53.4 | 11.5 | 4898 | 3.8 | 0.4 | 2.9 | 162 | 142 |
| 6 | Wood | | 1.1 | 2.2 | 15.9 | 9.1 | 4056 | 0.2 | 0.1 | 0.8 | 38 | 37 |
| 7 | Rubber and leather | | 1.1 | 2.6 | 4.3 | 17.5 | 7325 | - | 0.2 | 0.9 | 77 | 77 |
| 8 | Metal | | 0.1 | 0.1 | 1.1 | - | - | - | 0.1 | - | - | - |
| 9 | Inorganic (Brick,coal ash, broken cup) | | 2.4 | 5.4 | 4.7 | - | - | 0.1 | 2.3 | - | - | - |
| 10 | Shell-Bone | | 0.2 | 0.5 | 13.5 | - | - | - | 0.2 | - | - | - |
| 11 | Others (garden waste: grass, branch, leaves) | | 0.1 | 0.1 | 1.0 | - | - | 0.0 | 0.1 | - | - | - |

Sample 3

| No. | Composition | Analyzing result | | | | | | Calculated result | | | | |
|-----|--|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------|-------------------|--------------------------------|----------------------|------------------|----------------|---|--|
| | | Bulk density (kg/l) | Physical composition (% ww) | Physical composition (% dw) | Moisture content (%) | Ash, at 550°C (%) | Gross Calorific (Cal/g) (% dw) | Moisture content (%) | Total Ash (% ww) | Toal VS (% ww) | High Gross Calorific Value (Cal/g) (% ww) | Low Gross Calorific Value (Cal/g) (% ww) |
| 1 | Food waste | 0.35 | 66.1 | 40.2 | 78.5 | 23.0 | 4033 | 51.9 | 3.3 | 10.9 | 573 | 293 |
| 2 | Paper | | 2.3 | 3.8 | 42.4 | 16.7 | 5156 | 1.0 | 0.2 | 1.1 | 68 | 63 |
| 3 | Diaper | | 5.1 | 4.7 | 67.3 | 11.6 | 4320 | 3.4 | 0.2 | 1.5 | 72 | 54 |
| 4 | Plastic | | 20.2 | 38.6 | 32.4 | 14.3 | 8259 | 6.5 | 2.0 | 11.7 | 1128 | 1092 |
| 5 | Textile | | 3.9 | 6.5 | 41.3 | 11.5 | 4445 | 1.6 | 0.3 | 2.0 | 102 | 93 |
| 6 | Wood | | 0.3 | 0.7 | 25.4 | 8.0 | - | 0.1 | 0.0 | 0.2 | - | - |
| 7 | Rubber and leather | | 0.8 | 2 | 9.6 | 27.3 | 4825 | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 35 | 35 |
| 8 | Metal | | 0.1 | 0.1 | 1.6 | - | - | 0.0 | 0.1 | - | - | - |
| 9 | Inorganic (Brick,coal ash, broken cup) | | 0.9 | 2.6 | 3.1 | - | - | 0.0 | 0.9 | - | - | - |
| 10 | Shell-Bone | | 0.3 | 0.8 | 9.3 | - | - | 0.0 | 0.3 | - | - | - |
| 11 | Others (garden waste: grass, branch, leaves) | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Sample 4

| No. | Composition | Analyzing result | | | | | | Calculated result | | | | |
|-----|--|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------|-------------------|--------------------------------|----------------------|------------------|----------------|---|--|
| | | Bulk density (kg/l) | Physical composition (% ww) | Physical composition (% dw) | Moisture content (%) | Ash, at 550°C (%) | Gross Calorific (Cal/g) (% dw) | Moisture content (%) | Total Ash (% ww) | Toal VS (% ww) | High Gross Calorific Value (Cal/g) (% ww) | Low Gross Calorific Value (Cal/g) (% ww) |
| 1 | Food waste | 0.31 | 61.2 | 40.4 | 70.4 | 25.6 | 3656 | 43.1 | 4.6 | 13.5 | 662 | 430 |
| 2 | Paper | | 3.7 | 5.0 | 39.5 | 17.0 | 3592 | 1.5 | 0.4 | 1.9 | 80 | 73 |
| 3 | Diaper | | 3.0 | 2.5 | 64.1 | 6.7 | 4616 | 1.9 | 0.1 | 1.0 | 50 | 39 |
| 4 | Plastic | | 19.6 | 31.2 | 28.7 | 8.2 | 8980 | 5.6 | 1.1 | 12.8 | 1255 | 1225 |
| 5 | Textile | | 6.7 | 9.1 | 39.1 | 7.5 | 4985 | 2.6 | 0.3 | 3.8 | 203 | 189 |
| 6 | Wood | | 1.7 | 3.0 | 20.8 | 6.1 | 3798 | 0.4 | 0.1 | 1.3 | 51 | 49 |
| 7 | Rubber and leather | | 0.3 | 0.6 | 1.5 | 6.3 | - | 0.0 | 0.0 | 0.3 | - | - |
| 8 | Metal | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 9 | Inorganic (Brick, coal ash, broken cup) | | 3.0 | 6.7 | 1.2 | - | - | 0.0 | 3.0 | - | - | - |
| 10 | Shell-Bone | | 0.8 | 1.5 | 9.3 | - | - | 0.1 | 0.7 | - | - | - |
| 11 | Others (garden waste: grass, branch, leaves) | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

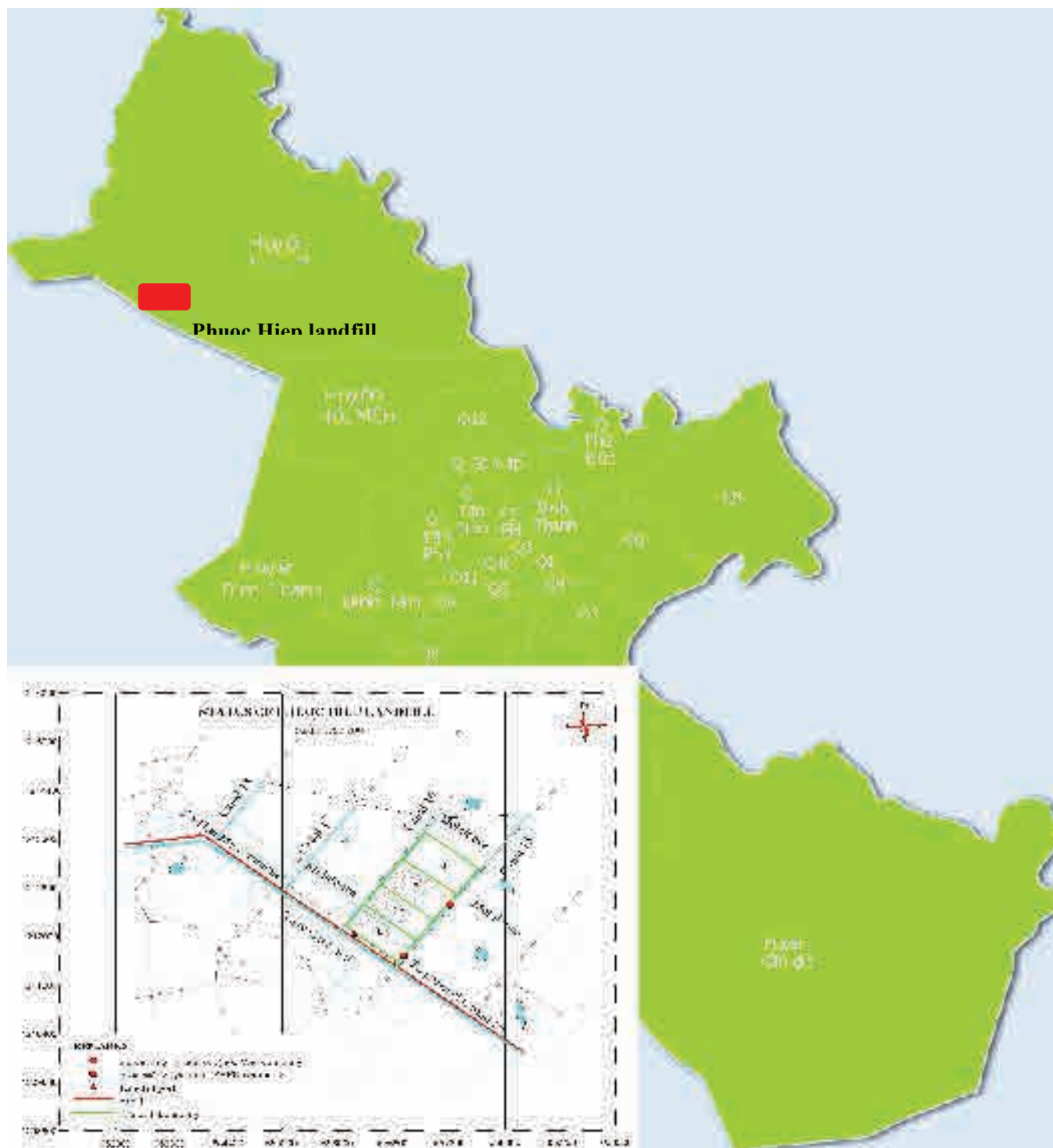
CALCULATED SAMPLE RESULT OF MOISTURE, ASH, GROSS CALORIFIC, HIGH GROSS CALORIFIC AND LOW GROSS CALORIFIC

| No.Sample | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----------------------------|------|------|------|------|
| Total Moisture | 55.6 | 58.4 | 64.7 | 55.2 |
| Total Ash (%ww) | 9.9 | 10.0 | 7.4 | 10.3 |
| Total VS (%ww) | 34.6 | 31.6 | 28.0 | 34.5 |
| High Gross Calorific | 2318 | 2018 | 2318 | 2018 |
| Low Gross Calorific | 1994 | 1679 | 1994 | 1679 |

| No | Composition | Total moisture (%) | | | | Total Ash (%ww) | | | | Total VS (%ww) | | | |
|-------|--------------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|-------------|------------|-------------|----------------|-------------|-------------|-------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Food waste | 37.7 | 45.8 | 51.9 | 43.1 | 2.5 | 5.1 | 3.3 | 4.6 | 11.4 | 15.6 | 10.9 | 13.5 |
| 2 | Paper | 1.2 | 0.3 | 1.0 | 1.5 | 0.4 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 2.4 | 0.3 | 1.1 | 1.9 |
| 3 | Diaper | 3.5 | 3.2 | 3.4 | 1.9 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 1.0 | 0.8 | 1.5 | 1.0 |
| 4 | Plastic | 6.2 | 4.9 | 6.5 | 5.6 | 2.4 | 1.4 | 2.0 | 1.1 | 13.3 | 10.3 | 11.7 | 12.8 |
| 5 | Textile | 4.7 | 3.8 | 1.6 | 2.6 | 0.4 | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 4.6 | 2.9 | 2.0 | 3.8 |
| 6 | Wood | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.4 | 0.2 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.7 | 0.8 | 0.2 | 1.3 |
| 7 | Rubber and leather | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.0 | 0.3 | 0.9 | 0.5 | 0.3 |
| 8 | Metal | 0.0 | 0.0 | 0.0 | - | 0.1 | 0.1 | 0.1 | - | - | - | - | - |
| 9 | Inorganic | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 2.6 | 2.3 | 0.9 | 3.0 | - | - | - | - |
| 10 | Shell - Bone | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.8 | 0.2 | 0.3 | 0.7 | - | - | - | - |
| 11 | Others | 1.7 | 0.0 | 0.0 | - | 0.3 | 0.1 | - | - | 0.9 | - | - | - |
| Total | | 55.6 | 58.4 | 64.7 | 55.2 | 9.9 | 10.0 | 7.4 | 10.3 | 34.6 | 31.6 | 28.0 | 34.5 |

APPENDIX 7

DIAGRAM OF PHUOC HIEP LANDFILL



2-2 Composition analysis of household waste in the model areas of source separation in Ho Chi Minh City

REPORT 2

**COMPOSITION ANALYSIS OF HOUSEHOLD
WASTE IN THE MODEL AREAS OF SOURCE
SEPARATION IN HO CHI MINH CITY**



December, 2013

REPORT 2
**COMPOSITION ANALYSIS OF HOUSEHOLD
WASTE IN THE MODEL AREAS OF SOURCE
SEPARATION IN HO CHI MINH CITY**

ETM CENTER
Director

December, 2013

TABLE OF CONTENT

| | Page |
|---|-------------|
| 1. GENERAL INFORMATION | 1 |
| 1.1 Project title | 1 |
| 1.2 Objective | 1 |
| 1.3 Implementing Agencies | 1 |
| 1.3.1 Physical composition analysis | 1 |
| 1.3.2 Proximate composition analysis | 1 |
| 1.4 Schedule of the 2 nd composition analysis | 1 |
| 2. ANALYTICAL PLAN AND METHOD | 2 |
| 2.1 Analytical plan | 2 |
| 2.2 Analytical method | 3 |
| 2.2.1 Sampling method for proximate composition analysis | 3 |
| 2.2.2 Analytical method | 3 |
| 3. ANALYTICAL RESULTS | 4 |
| 3.1 Information of household waste | 4 |
| 3.2 Physical composition | 6 |
| 3.3 Moisture content, VS and ash | 7 |
| 3.3.1 Moisture content | 7 |
| 3.3.2 VS and ash | 9 |
| 3.4 Correlation of moisture content, VS and ash | 9 |
| 3.4.1 Correlation of moisture content, VS and ash of each composition by wet weight | 9 |
| 3.4.2 Correlation of moisture content, VS and ash of each sample by wet weight | 11 |
| 3.5 Gross calorific value | 12 |
| APPENDIX Appendix 1 – Analytical result | i-v |
| Appendix 2 – Formula | vi-vii |
| Appendix 3 – Sampling and analyzing photograph | viii-xiv |

LIST OF FIGURE

| | | |
|------------------|--|----|
| Figure 1a | Average physical composition (% wet weight) of four samples in December, 2013 | 6 |
| Figure 1b | Average physical composition (% dry weight) of four samples in December, 2013 | 6 |
| Figure 2a | Moisture content (%) of district 1 household waste compositions in four samples | 8 |
| Figure 2b | Average moisture content of district 1 household waste compositions | 8 |
| Figure 3a | Ash and VS by dry weight (%) of sample 1, 20 December, 2013 | 9 |
| Figure 3b | Ash and VS by dry weight (%) of sample 2, 22 December, 2013 | 9 |
| Figure 3c | Ash and VS by dry weight (%) of sample 3, 24 December, 2013 | 9 |
| Figure 3d | Ash and VS by dry weight (%) of sample 4, 26 December, 2013 | 9 |
| Figure 4a | Correlation of moisture content, VS and ash (% wet weight) of each composition in sample 1 | 10 |
| Figure 4b | Correlation of moisture content, VS and ash (% wet weight) of each composition in sample 2 | 10 |
| Figure 4c | Correlation of moisture content, VS and ash (% wet weight) of each composition in sample 3 | 10 |
| Figure 4d | Correlation of moisture content, VS and ash (% wet weight) of each composition in sample 4 | 10 |
| Figure 5a | Correlation of moisture content, VS and ash (% wet weight) of each composition in sample 1 | 11 |
| Figure 5b | Correlation of moisture content, VS and ash (% wet weight) of each composition in sample 2 | 11 |
| Figure 5c | Correlation of moisture content, VS and ash (% wet weight) of each composition in sample 3 | 12 |
| Figure 5d | Correlation of moisture content, VS and ash (% wet weight) of each composition in sample 4 | 12 |
| Figure 6a | Average gross calorific value of each composition | 13 |
| Figure 6b | Average gross calorific value of each sample | 13 |

LIST OF TABLE

| | | |
|----------------|--|----|
| Table 1 | The schedule of the 2 nd composition analysis. | 2 |
| Table 2 | The analytical plan of 14 categories of District 1 household waste in December 2013. | 2 |
| Table 3 | Analytical method of District 1 household waste in December, 2013. | 4 |
| Table 4 | Information of District 1 household waste in December, 2013 | 5 |
| Table 5 | Average percentage of each physical composition by wet weight in four samples (December, 2013) | 7 |
| Table 6 | Moisture content of each composition in four samples | 7 |
| Table 7 | Moisture, ash content and VS values of District 1 household waste sample in December, 2013 | 11 |
| Table 8 | Gross calorific values by dry weight of four samples (December, 2013) | 13 |

LIST OF ACRONYMS

| | | |
|-----|---|-----------------------|
| DW | : | Dry Weight |
| HCV | : | High Calorific Value |
| LCV | : | Low Calorific Value |
| MSW | : | Municipal Solid Waste |
| VS | : | Volatile Solid |
| WW | : | Wet Weight |

1. GENERAL INFORMATION

1.1 Project title: “Solid Waste Separation at Sources Pilot Program” - The 2nd composition analysis of household waste in the model areas of source separation in Ho Chi Minh City.

1.2 Objective

To identify the quantity and quality of separated household waste in the model area of pilot study on source separation in district 1, Ho Chi Minh City.

1.3 Implementing Agencies

1.3.1 Physical composition analysis

The Department of Natural Resources and Environment (DONRE), Ho Chi Minh City implements the pilot study on source separation on 86 households in District 1 after training to separate including food waste and other waste for identifying the quality and quantity of household waste before starting the source separation, method as follows:

- To distribute designated plastic bags for sampling wastes to all households in the pilot areas;
- To sample and transport household waste in the pilot areas to Tong Van Tran transfer station in district 11;
- To sort the sampled waste into several categories per each household and weight the sorted waste at Tong Van Tran transfer station in district 11.

1.3.2 Proximate composition analysis

Center for Environmental Technology and Management – ETM Center conducts proximate composition (moisture, volatile, ash content and gross calorific value of sampled household waste in the model areas which aim to make clear the current waste quality and quantity), method as follows:

- To sample the waste after physical composition analysis;
- To analyze proximate composition (moisture, volatile, ash content and gross calorific value).

1.4 Schedule of the 2nd composition analysis

The schedule of the 2nd composition analysis is shown in Table 1.

Table 1 The schedule of the 2nd composition analysis

| Day | DONRE | ETM |
|-------------------|---|------------------------------------|
| 17 December (Tue) | 15:00 Preparation by students at DONRE | |
| 18 December (Wed) | 17:00 Distributing plastic bags | |
| 19 December (Thu) | 16:00 Sampling waste 17:30 Physical composition analysis | |
| 20 December (Fri) | 16:00 Sampling waste 17:30 Physical composition analysis | 19:00 Sampling waste- Sample 1 |
| 21 December (Sat) | 16:00 Sampling waste 17:30 Physical composition analysis | |
| 22 December (Sun) | 16:00 Sampling waste 17:30 Physical composition analysis | 19:00 Sampling waste – Sample 2 |
| 23 December (Mon) | 16:00 Sampling waste 17:30 Physical composition analysis | |
| 24 December (Tue) | 16:00 Sampling waste 17:30 Physical composition analysis | 19:00 Sampling waste – Sample 3 |
| 25 December (Wed) | 16:00 Sampling waste 17:30 Physical composition analysis | |
| 26 December (Thu) | 16:00 Sampling waste 17:30 Physical composition analysis | 19:00 Sampling waste – Sample 4 |

2. ANALYTICAL PLAN AND METHOD

2.1 Analytical plan

Household waste has been classified from 14 categories and the parameter analysis of each category is shown in Table 2.

Table 2 Analytical plan of 14 categories of District 1 household waste in December 2013

| No. | Categories | Moisture | Volatile | Gross calorific value |
|-----|--|----------|----------|-----------------------|
| 1 | Food | ○ | ○ | ○ |
| 2 | Shell – bone (also including durian skin, coconut shell, corn cores, egg shells, mango seed, etc.) | ○ | ○ | ○ |
| 3 | Paper | ○ | ○ | ○ |
| 4 | Plastic | ○ | ○ | ○ |
| 5 | Diaper | ○ | ○ | ○ |
| 6 | Textiles | ○ | ○ | ○ |
| 7 | Garden waste (green leaves, flower, etc.) | ○ | ○ | ○ |
| | | | | |

| No. | Categories | Moisture | Volatile | Gross calorific value |
|-----|--|----------|----------|-----------------------|
| 9 | Rubber and leather | ○ | ○ | ○ |
| 10 | Glass | ○ | x | x |
| 11 | Metal | ○ | x | x |
| 12 | Ceramics | ○ | x | x |
| 13 | Coal ash | ○ | x | x |
| 14 | Others (soil, sand, hair, cigarette butts, sawdust etc.) | ○ | ○ | ○ |

Note: ○ - analyze

X – not analyze

2.2 Analytical method

Household waste has been classified from 14 categories and contained in 80-liter bin. After that, ETM take these sorted categories for proximate composition analysis as following:

2.2.1 Sampling method for proximate composition analysis

- All of sorted waste after physical composition analysis is mixed manually per each category using a shovel so that it becomes as homogeneous as possible.
- The volume of waste is reduced with a quartering method until the sample gets about 25 kg.
- The mixed sample is then cut into pieces using shovels and scissors so that the size of a piece would smaller than 15cm long.
- The volume of waste is again reduced with a quartering method until the sample gets about 5-10kg for food waste and 5 kg plastic and sorted category is smaller than 2kg, collect all; higher than 2kg, collect about 2-5 kg.

2.2.2 Analytical method

Analysis of moisture content

- Moisture content of each composition is measured individually according to APHA 2540 G (2012).
- All of the waste for each composition is cut into pieces of 2 to 3 cm³ and individually spread out in a metal container (the height of the waste in the container should be less than 10cm if possible).
- Then the waste in the container is dried by conductive heating. Heating temperature

is set to 105 degrees Celsius. Heating will continue for 4 to 5 days or until the sample weight reaches a point where it will no longer change.

- d. Moisture content of each component is calculated by the difference between the weight of the wet sample and the weight of the dried sample.

Analysis of VS, Ash content and Gross Calorific value

VS, ash content and gross calorific value analysis are conducted using the dried residue from moisture analysis.

10 combustible samples (food, shell-bone, paper, plastic, diaper, textile, wood, flower and garden, rubber and leather, others) are cut into pieces less than 1cm for analysis of Volatile and Ash content. The sample will be combusted at 550 degrees Celsius based on reference APHA 2540 G (2012).

10 combustible samples (food, other food, paper, plastic, diaper, textiles, wood, flower and garden, rubber and leather, others) are cut into pieces less than 1cm. Then, the obtained samples are crushed into pieces so that the size of a piece would smaller than 2mm for analysis of gross calorific value based on reference TCVN 200-2011 (ISO 1928:2009).

The analytical method for all parameters of household waste is presented in Table 3.

Table 3 Analytical method of district 1 household waste in December 2013

| No. | Parameter | Analytical method | Analytical Instrument |
|-----|-----------------------|--------------------------------|--|
| 1 | Moisture | APHA 2540 G | WTB Binder, Germany, Mettler Toledo MS204 balance, Switzerland |
| 2 | Volatile and Ash | APHA 2540 G | Nabertherm oven, Mettler Toledo MS204 balance, Switzerland |
| 3 | Gross calorific value | TCVN 200 -2011 (ISO 1928:2009) | IKA calorimeter C 4000 |

3. ANALYTICAL RESULTS

3.1 Information of household waste

District 1 household waste is sorted into 14 types, then separately stored in 80-liter bins. After that, each type is weighed by ETM. The information of District 1 household waste in December 2013 is presented in Table 4.

Table 4 Information of District 1 household waste in December 2013

| Composition | Weight (g) | | | | | |
|--------------------|--------------------|------------------------------------|----------------------|--------------------|------------------------------------|----------------------|
| | 20 December | | | 22 December | | |
| | Initial sample (g) | % wet weight of initial sample (%) | Analyzing sample (g) | Initial sample (g) | % wet weight of initial sample (%) | Analyzing sample (g) |
| Food waste | 107,500 | 51.0 | 12,000 | 72,000 | 54.2 | 12,000 |
| Shell – Bone | 41,600 | 19.7 | 8,400 | 9,000 | 6.8 | 3,600 |
| Paper | 11,000 | 5.2 | 2,000 | 12,000 | 9.0 | 2,100 |
| Plastic | 20,400 | 9.7 | 4,000 | 14,700 | 11.1 | 3,900 |
| Diaper | 5,400 | 2.6 | 1,600 | 4,500 | 3.4 | 1,000 |
| Textile | 2,500 | 1.2 | 2,500 | 1,000 | 0.8 | 1,000 |
| Flower and garden | 5,500 | 2.6 | 2,650 | 8,000 | 6.0 | 3,500 |
| Wood | 400 | 0.2 | 400 | 700 | 0.5 | 700 |
| Rubber and leather | 750 | 0.4 | 750 | 600 | 0.5 | 600 |
| Glass | 8,400 | 4.0 | 1,500 | 2,200 | 1.7 | 2,200 |
| Metal | 700 | 0.3 | 700 | 800 | 0.6 | 800 |
| Ceramic | 1,000 | 0.5 | 1,000 | - | - | - |
| Coal ash | 300 | 0.1 | 300 | 400 | 0.3 | 400 |
| Others | 5,300 | 2.5 | 5,300 | 7,000 | 5.3 | 7,000 |
| Total | 210,750 | 100.0 | 43,100 | 132,900 | 100.0 | 38,800 |

| Composition | Weight (g) | | | | | |
|--------------------|--------------------|------------------------------------|----------------------|--------------------|------------------------------------|----------------------|
| | 24 December | | | 26 December | | |
| | Initial sample (g) | % wet weight of initial sample (%) | Analyzing sample (g) | Initial sample (g) | % wet weight of initial sample (%) | Analyzing sample (g) |
| Food waste | 90,000 | 48.7 | 7,500 | 87,000 | 48.7 | 8,500 |
| Shell – Bone | 35,400 | 19.2 | 4,300 | 39,000 | 21.8 | 5,000 |
| Paper | 9,600 | 5.2 | 2,500 | 10,800 | 6.0 | 2,300 |
| Plastic | 20,000 | 10.8 | 5,000 | 16,200 | 9.1 | 3,300 |
| Diaper | 7,000 | 3.8 | 1,400 | 6,200 | 3.5 | 2,000 |
| Textile | 4,100 | 2.2 | 4,100 | 1,800 | 1.0 | 1,800 |
| Flower and garden | 9,500 | 5.1 | 2,500 | 5,000 | 2.8 | 2,200 |
| Wood | 600 | 0.3 | 600 | 400 | 0.2 | 400 |
| Rubber and leather | 50 | 0.0 | 50 | 1,500 | 0.8 | 1,500 |
| Glass | 3,200 | 1.7 | 3,200 | 1,500 | 0.8 | 1,500 |
| Metal | 1,000 | 0.5 | 1,000 | 900 | 0.5 | 900 |
| Ceramic | 200 | 0.1 | 200 | 700 | 0.4 | 700 |
| Coal ash | 100 | 0.1 | 100 | 5,000 | 2.8 | 5,000 |
| Others | 3,900 | 2.1 | 3,900 | 2,600 | 1.5 | 2,600 |
| Total | 184,650 | 100.0 | 36,350 | 178,600 | 100.0 | 37,700 |

3.2 Physical composition

The results of average percentage (by wet weight and dry weight) of each composition of household waste are shown in Figure 1a and 1b.

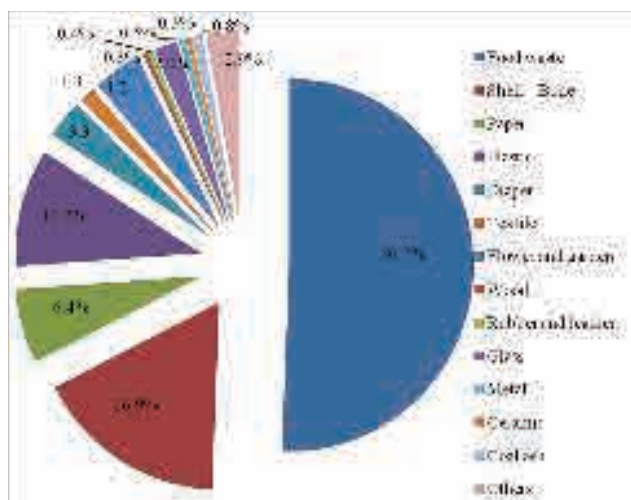


Figure 1a Average percentage of physical compositions (% wet weight) in four samples in December, 2013

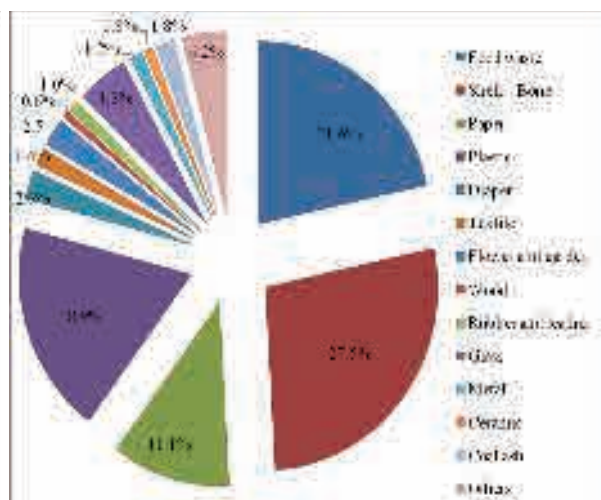


Figure 1b Average percentage of physical compositions (% dry weight) in four samples in December, 2013

As above figures, food waste in district 1 household waste has the highest percentage of 50.7% (% ww) that is higher than Binh Thanh district household waste but lower than Phuoc Hiep landfill. According to Binh Thanh district household waste report (July, 2013) and Phuoc Hiep MSW report (December, 2013), the average percentage of food waste in these two places was 45.3% and 61.3%, respectively.

The shell-bone like shell, bone, eggshell, coconut shell, fruit seed, etc. has the second high percentage of about 16.9% (% ww) that is higher than Binh Thanh district household waste (11.8%). Otherwise, flower and garden; and other compositions in district 1 household waste have their percentages that are lower than Binh Thanh district. Particularly, there are 4.2% and 2.9% for district 1 household waste; 10.8% and 5.0% for Binh Thanh district household waste.

Plastic, glass, metal, coal ash, etc. in district 1 and Binh Thanh district household wastes have insignificantly percentage fluctuation. Particularly, the average percentage (by wet weight) of these compositions is 10.2% for plastic, 6.4% for paper, 3.3% for diaper and 2% for glass. The average percentage (by wet weight) of textile, coal ash and metal is 1.3%, 0.8% and 0.5%, respectively. The average percentage (by wet weight) of ceramic and wood is equivalent, occupied about 0.3%.

The percentage by dry weight showed that among separated waste compositions, shell-bone and food waste occupied mostly with their high percentages namely 27.5% and 21.6%, respectively.

- In addition, there are 18.9% for plastic and 11.1% for paper by dry weight. The average percentage of glass and others is 4.8% and 4.2%, respectively. Another compositions have the average percentage in range of 0.6% - 2.6% by dry weight.

The result of the average percentage of each physical composition (% wet weight) of each sample is presented in Table 5.

Table 5 Average percentage of each physical composition by wet weight in four samples (December, 2013)

| No. | Composition | sample 1 | sample 2 | sample 3 | sample 4 |
|-----|--------------------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | Food waste | 51.0 | 54.2 | 48.7 | 48.7 |
| 2 | Shell – Bone | 19.7 | 6.8 | 19.2 | 21.8 |
| 3 | Paper | 5.2 | 9.0 | 5.2 | 6.1 |
| 4 | Plastic | 9.7 | 11.1 | 10.8 | 9.1 |
| 5 | Diaper | 2.6 | 3.4 | 3.8 | 3.5 |
| 6 | Textile | 1.2 | 0.7 | 2.2 | 1.0 |
| 7 | Flower and garden | 2.6 | 6.0 | 5.2 | 2.8 |
| 8 | Wood | 0.2 | 0.5 | 0.3 | 0.2 |
| 9 | Rubber and leather | 0.4 | 0.4 | 0.0 | 0.8 |
| 10 | Glass | 4.0 | 1.7 | 1.7 | 0.8 |
| 11 | Metal | 0.3 | 0.6 | 0.6 | 0.5 |
| 12 | Ceramic | 0.5 | - | 0.1 | 0.4 |
| 13 | Coal ash | 0.1 | 0.3 | 0.1 | 2.8 |
| 14 | Others | 2.5 | 5.3 | 2.1 | 1.5 |

“-“ No sample

3.3 Moisture, VS and ash

3.3.1 Moisture

According to moisture content of each physical composition in each sample presented in Table 6, the fluctuation of moisture content of each composition is shown in Figure 2a, 2b.

Table 6 Moisture content of each composition in four samples

| No. | Composition | Moisture content (%) | | | | | | |
|-----|-------------------|----------------------|----------|----------|----------|---------|------|------|
| | | Sample 1 | Sample 2 | Sample 3 | Sample 4 | Average | Min | Max |
| 1 | Food waste | 79.8 | 81.8 | 87.4 | 82.8 | 83.0 | 79.8 | 87.4 |
| 2 | Shell – Bone | 29.3 | 28.3 | 27.9 | 46.0 | 32.9 | 27.9 | 46.0 |
| 3 | Paper | 29.0 | 34.2 | 27.7 | 26.4 | 29.3 | 26.4 | 34.2 |
| 4 | Plastic | 25.5 | 24.9 | 24.8 | 28.4 | 25.9 | 24.8 | 28.4 |
| 5 | Diaper | 67.8 | 62.8 | 67.4 | 79.2 | 69.3 | 62.8 | 79.2 |
| 6 | Textile | 49.0 | 52.7 | 56.3 | 46.5 | 51.1 | 46.5 | 56.3 |
| 7 | Flower and garden | 74.8 | 78.7 | 77.2 | 72.6 | 75.8 | 72.6 | 78.7 |
| 8 | Wood | 26.4 | 14 | 26.6 | 22.7 | 22.4 | 14.0 | 26.6 |

| | | | | | | | | |
|----|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| 9 | Rubber and leather | 8.3 | 8.9 | 4.1 | 7.5 | 7.2 | 4.1 | 8.9 |
| 10 | Glass | 3.1 | 2.6 | 9.3 | 2.4 | 4.4 | 2.4 | 9.3 |
| 11 | Metal | 5.0 | 4.1 | 3.1 | 3.7 | 4.0 | 3.1 | 5.0 |
| 12 | Ceramic | 2.9 | - | 2.3 | 2.2 | 2.5 | 2.2 | 2.9 |
| 13 | Coal ash | 38.9 | 32.2 | 30.7 | 9.4 | 26.3 | 9.4 | 38.9 |
| 14 | Others | 43.4 | 41.7 | 43.3 | 38.3 | 41.7 | 38.3 | 43.4 |

As data presented in Table 6, some compositions have high moisture content as follows:

Food waste: the moisture content of food waste is observed about 79.8% (sample 1), 87.4% (sample 3) and so its average value is 83.0%. The moisture content depends on composition difference of food waste. The food waste has high moisture content due to organic compositions contained such as leftovers, vegetable, and fruit with high moisture content.

Garden waste such as green leaves, flower is also considered as high-moisture-content compositions, in range of 72.6%-78.7%.

Diaper: the moisture content of diaper in household waste ranges from 62.8% to 79.2% and 69.3% as average value. It is lightly higher than moisture content values of Binh Thanh district household waste (63.2%).

Textile: the moisture content of textile in household waste ranges from 46.5% to 56.3% and 51.1% as average value.

The moisture content of shell-bone (other food) fluctuates from 27.9% (sample 3) to 46.0% (sample 4) and 32.9% as average value. The snail shell has the highest moisture percentage and it is resulted from snail restaurants in sampling area.

The moisture content of coal ash is rather high in range of 30.7% - 38.9% in sample 1, 2 and 3 but is very low in sample 4 (9.4%). In sample 4, coal ash composition is husk firewood and the others are charcoal and coal slag.

The moisture content of some other compositions is very low. Particularly, there is 3.1% – 5.0% for metal, 2.4% – 9.3% for glass, and 2.2 – 2.9% for ceramic because they are non-absorbing materials.

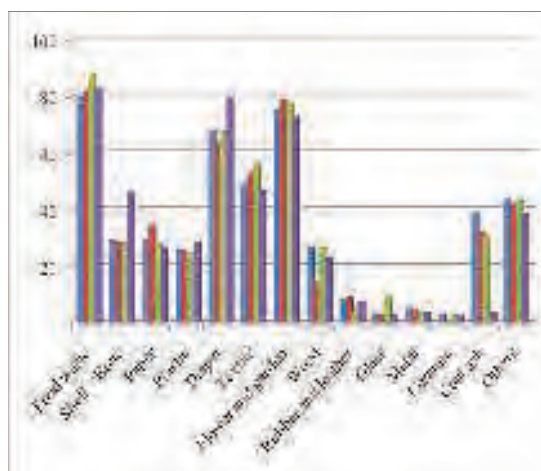


Figure 2a Moisture content (%) of district 1 household waste compositions in four samples

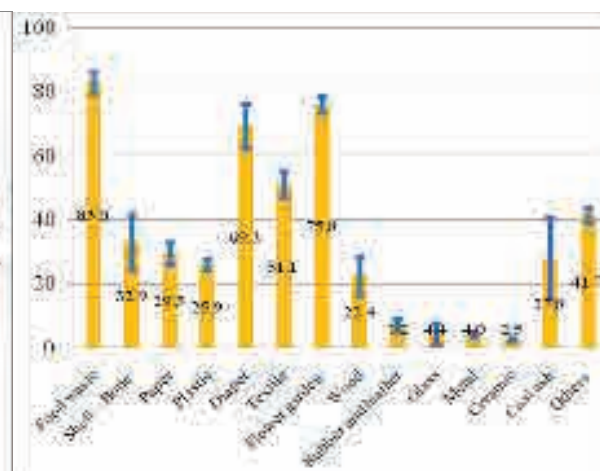


Figure 2b Average moisture content of district 1 household waste compositions

3.2 VS and ash

The results of VS and ash content of each sample are shown in Figure 3a, b, c and d. In which, the ash content of some compositions namely metal, glass, ceramic and coal ash is not analyzed and estimated 100% by dry weight.

VS (by dry weight) of wood, plastic, textile, diaper and paper and food waste is observed with high percentage. In which, VS of wood, plastic and textile is over 90% by dry weight; and diaper, paper and food waste is over 80% by dry weight.

VS of shell-bone (other food) and others is lower. Average VS value of shell-bone and other compositions is approximately 21.5% and 19.6% by dry weight, respectively.

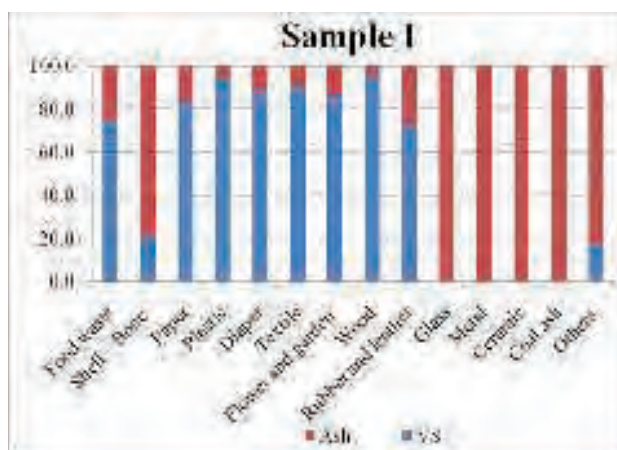


Figure 3a Ash and VS (% dry weight) of sample 1, 20 December, 2013

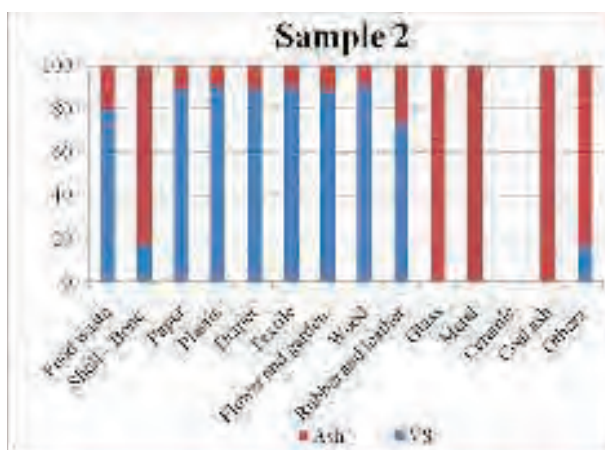


Figure 3b Ash and VS (% dry weight) of sample 2, 22 December, 2013

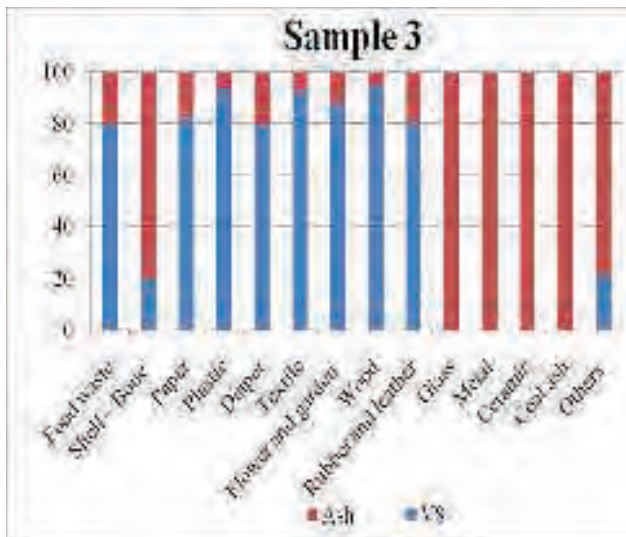


Figure 3c Ash and VS (% dry weight) of sample 3, 24 December, 2013

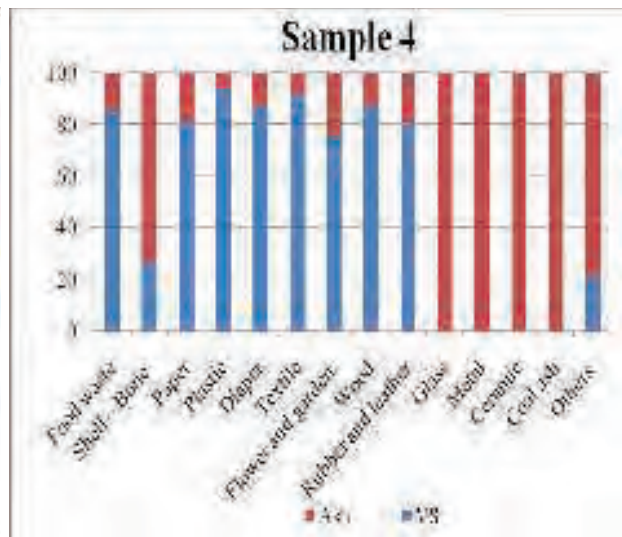


Figure 3d Ash and VS (% dry weight) of sample 4, 26 December, 2013

3.4 Correlation of moisture content, VS and ash

3.4.1 Correlation of moisture content, VS and ash of each composition by wet weight.

Correlation of moisture content, VS and ash (% wet weight) in household waste samples is shown in Figure 4a, b, c, d.

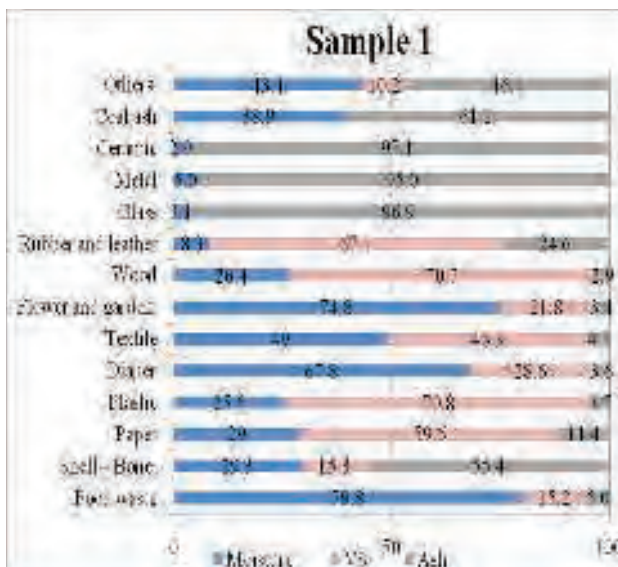


Figure 4a Correlation of moisture content, VS and ash (% wet weight) of each composition in sample 1

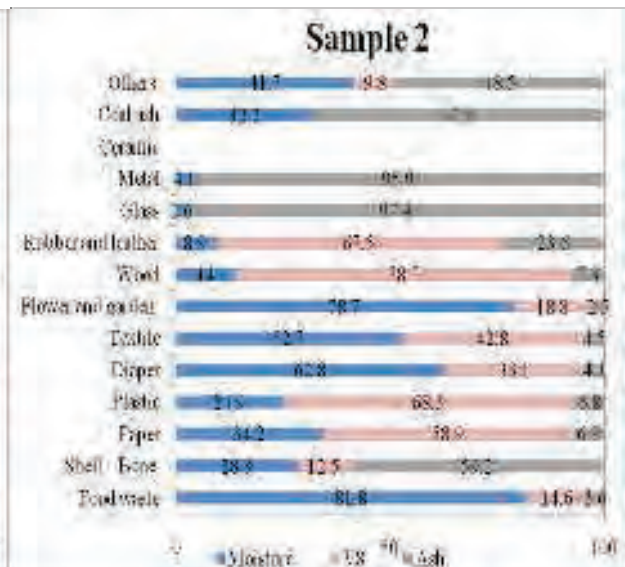


Figure 4b Correlation of moisture content, VS and ash (% wet weight) of each composition in sample 2

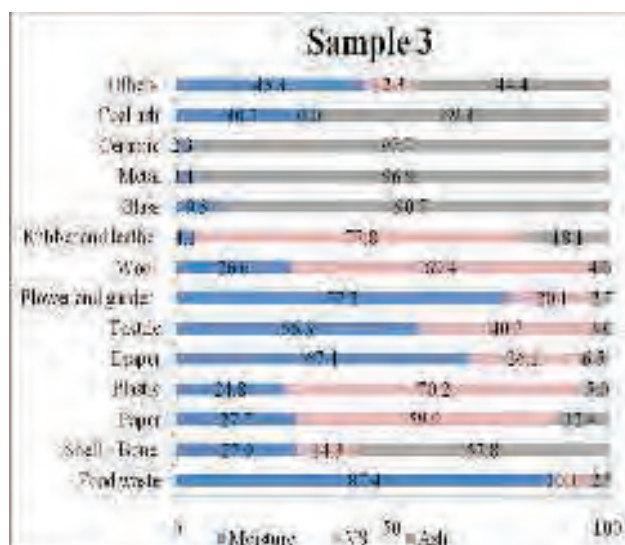


Figure 4c Correlation of moisture content, VS and ash (% wet weight) of each composition in sample 3

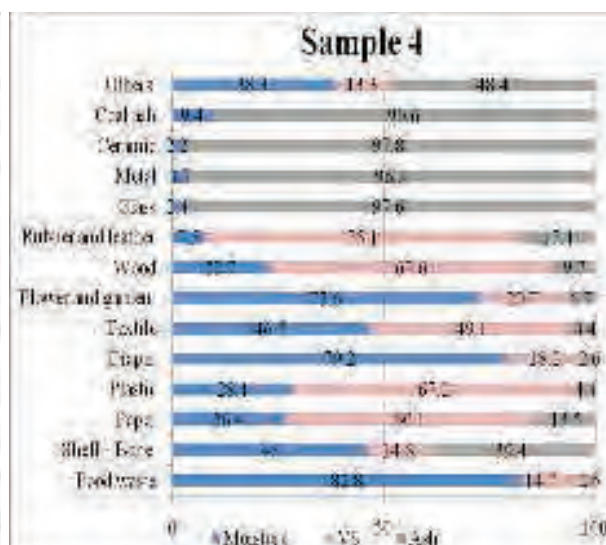


Figure 4d Correlation of moisture content, VS and ash (% wet weight) of each composition in sample 4

According to these figures, the correlation of moisture content, ash and VS in each composition is based on natural characteristics by itself.

The physical compositions of food waste have the highest percentage namely moisture content of 79.8% -87.4%, VS of 10.1% - 15.2% and ash content of 2.5% - 5.0% by wet weight.

The second high percentage is flower and garden namely moisture content of 72.6% - 78.7%, VS of 18.8% - 21.7% and ash content of 2.5% - 6.7% by wet weight.

Moisture content, VS and ash content of diaper is 62.8 % - 79.2%, 18.2% - 33.1% and 2.6% - 6.5% by wet weight, respectively. One of textile is 49.0 % - 56.3%, 40.7% - 49.1% and 3.0% - 4.7%, respectively.

Ash content of ceramic, coal ash and metal is very high in range of 90.7% - 97.8% by wet weight.

3.4.2 Correlation of moisture content, VS and ash of each sample by wet weight

The correlation of moisture content, VS and ash content of each composition is shown Figure 5a, b, c and d. The percentage of moisture content, VS and ash content by wet weight in original sample is shown under horizontal bar chart.

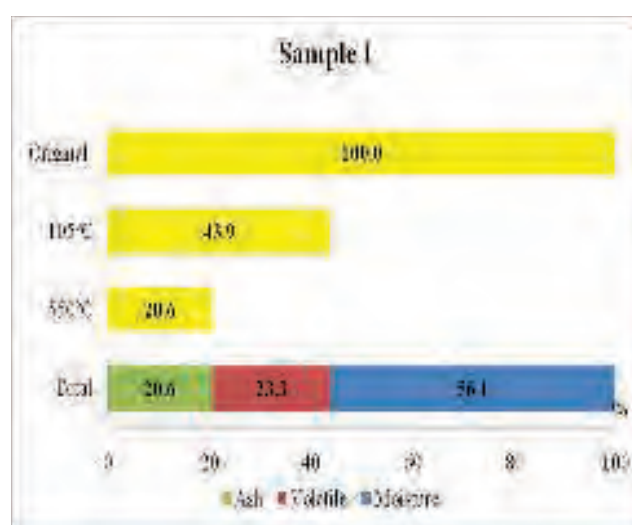
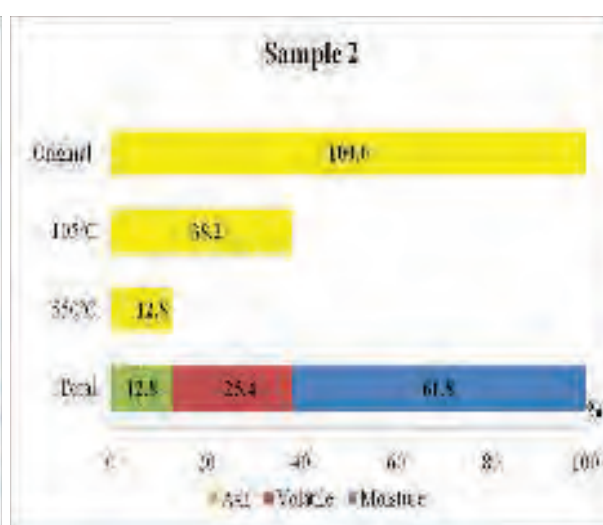
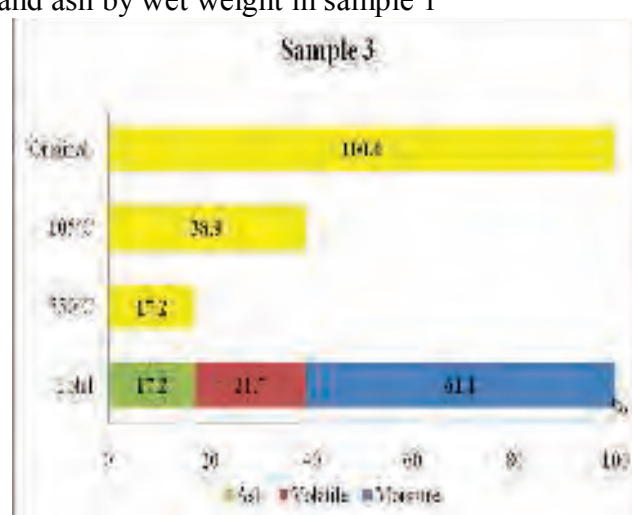
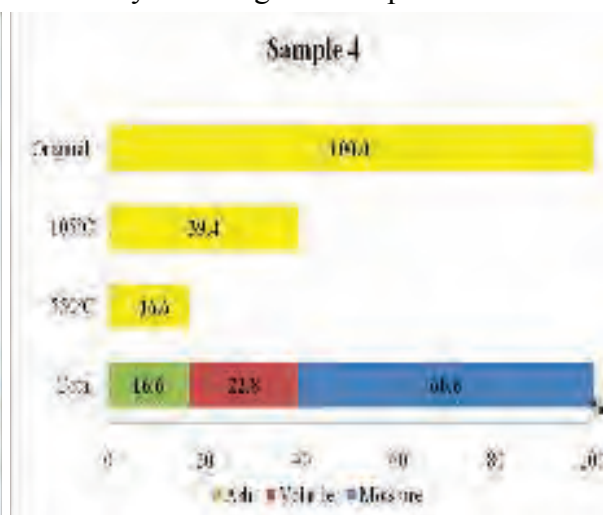
The result of four samples are observed with 56.1% - 61.8% for moisture content, 21.7% - 25.4% for VS and 12.8% - 20.6% for ash content (by wet weight).

The results of moisture, ash content and VS of District 1 household waste samples in December 2013 are presented in Table 7.

Table 7 Moisture, ash content and VS values of District 1 household waste sample in December, 2013

| Parameter | Average value | Min | Max |
|--------------|---------------|------|------|
| Moisture (%) | 59.9 | 56.1 | 61.8 |
| Ash (%) | 16.8 | 12.8 | 20.6 |
| Volatile (%) | 23.3 | 21.7 | 25.4 |

The average moisture content of District 1 household waste sample in December 2013 (59.9%) is lower than one of MSW of Binh Thanh district household waste sample in July, 2013 (62.0%). However, the average ash content of District 1 household waste samples (16.8%) is higher than one of Binh Thanh district household waste sample (13.8%).

**Figure 5a** Correlation of moisture content, VS and ash by wet weight in sample 1**Figure 5b** Correlation of moisture content, VS and ash by wet weight in sample 2**Figure 5c** Correlation of moisture, VS and ash by wet weight in sample 3**Figure 5d** Correlation of moisture, VS and ash by wet weight in sample 4

3.5 Gross calorific value

The gross calorific values of household waste in four samples taken on 20th, 22nd, 24th and 26th December, 2013 are shown in Table 8, Figure 6a and 6b.

Table 8 Gross calorific values by dry weight of four samples (December, 2013)

| No. | Composition | Gross calorific value (Cal/g) | | | | | | |
|-----|--------------------|-------------------------------|----------|----------|----------|---------|-------|-------|
| | | Sample 1 | Sample 2 | Sample 3 | Sample 4 | Average | Min | Max |
| 1 | Food waste | 3,958 | 4,643 | 3,654 | 4,680 | 4,234 | 3,654 | 4,680 |
| 2 | Shell – Bone | 1,280 | 1,199 | 579 | 588 | 912 | 579 | 1,280 |
| 3 | Paper | 3,767 | 3,428 | 3,499 | 3,645 | 3,585 | 3,428 | 3,767 |
| 4 | Plastic | 9,473 | 9,019 | 8,273 | 8,309 | 8,769 | 8,273 | 9,473 |
| 5 | Diaper | 5,546 | 5,233 | 5,111 | 5,860 | 5,675 | 5,111 | 5,860 |
| 6 | Textile | 4,262 | 4,717 | 5,139 | 4,809 | 5,352 | 4,262 | 5,139 |
| 7 | Flower and garden | 4,275 | 3,501 | 4,444 | 4,307 | 4,132 | 3,501 | 4,444 |
| 8 | Wood | 3,953 | 4,262 | 4,293 | 4,313 | 4,205 | 3,953 | 4,313 |
| 9 | Rubber and leather | 6,678 | 5,401 | - | 6,752 | 6,277 | 5,401 | 6,752 |
| 10 | Glass | - | - | - | - | - | - | - |
| 11 | Metal | - | - | - | - | - | - | - |
| 12 | Ceramic | - | - | - | - | - | - | - |
| 13 | Coal ash | - | - | - | - | - | - | - |
| 14 | Others | 596 | 376 | 318 | 1601 | 723 | 318 | 1,601 |

Among these compositions of household waste, plastic has the highest gross calorific value of 8,769 Cal/g.

Rubber & leather, diaper and textile has average gross calorific value in range of 5,352 – 6,277 cal/g.

Some compositions with lower gross calorific values from 3,500 to over 4,200cal/g include food waste (4,234 Cal/g), wood (4,205 Cal/g), flower and garden (4,132 Cal/g) and paper (3,585Cal/g).

Others (soil, sand, rock, etc.) and shell-bone (shell, snail shell, egg shell, etc.) have the lowest gross calorific value. The average gross calorific value of shell-bone and others is 912 and 723 Cal/g, respectively.

The estimated high gross calorific and low calorific values of four samples fluctuate from 1,287 Cal/g to 1,648 Cal/g and from 958 Cal/g to 1,315 Cal/g, respectively.

Therefore, if the low calorific value $H_L > 800$ Kcal/kg, can be applied range of incineration and if $H_L > 1,500$ Kcal/Kg, can be applied range of incineration with energy recovery; these household waste can be applied incineration treatment.

Therefore, if the sample has low gross calorific value of $H_L > 800$ Kcal/Kg, it can be applied for incineration. If the sample has gross calorific value of $H_L > 1,500$ Kcal/Kg, it can be applied for incineration with energy recovery. Therefore, these household wastes can be applied for incineration treatment.

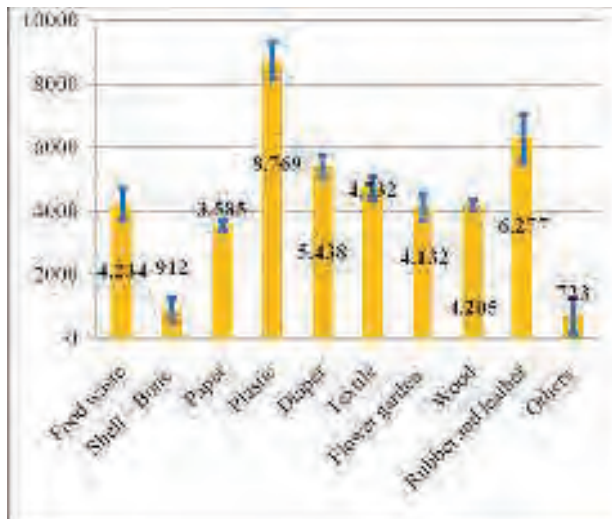


Figure 6a Average gross calorific value of each composition

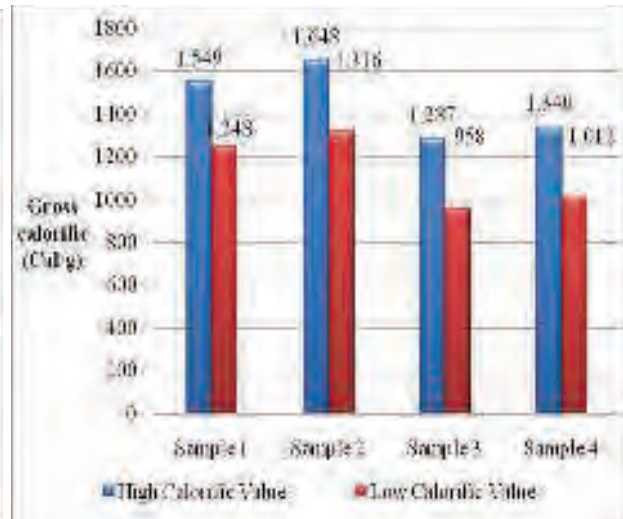


Figure 6b Average gross calorific value of four samples

添付資料

APPENDIX 1

Analytical result

Sample 1 (20.12.2013)

The raw results

| No | Composition | Moisture content, at 105°C (%) | Ash, at 550°C (%) | VS (%) | Gross Calorific (Cal/g) |
|----------------------------|---|--------------------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|
| 1 | Food waste | 79.8 | 24.6 | 75.4 | 3958 |
| 2 | Shell – Bone (snail shells, bones, corn cores, coconut shells, egg shells...) | 29.3 | 78.3 | 21.7 | 1280 |
| 3 | Paper | 29.0 | 16.1 | 83.9 | 3767 |
| 4 | Plastic | 25.5 | 5.0 | 95.0 | 9473 |
| 5 | Diaper | 67.8 | 11.2 | 88.8 | 5546 |
| 6 | Textile | 49.0 | 9.2 | 90.8 | 4262 |
| 7 | Flower and garden | 74.8 | 13.6 | 86.4 | 4275 |
| 8 | Wood | 26.4 | 4.0 | 96.0 | 3953 |
| 9 | Rubber and leather | 8.3 | 26.8 | 73.2 | 6678 |
| 10 | Glass | 3.1 | - | - | - |
| 11 | Metal | 5.0 | - | - | - |
| 12 | Ceramic | 2.9 | - | - | - |
| 13 | Coal ash | 38.9 | - | - | - |
| 14 | Others (soil, sawdust, cigarette butts, hair) | 43.4 | 81.9 | 18.1 | 596 |
| Measuring/analyzing method | | SMEWW 2540 G (2012) | SMEWW 2540 G (2012) | SMEWW 2540 G (2012) | TCVN 200:2011 |

The other calculated results

| No | Category | Physical composition | | Proximate composition | | | | |
|----|--------------------|----------------------|--------------|-----------------------|----------------|-----------|-------------|-------------|
| | | Wet (%) | Dry (%) | Moisture (%ww) | Volatile (%ww) | Ash (%ww) | HHV (Cal/g) | LHV (Cal/g) |
| 1 | Food waste | 51.0 | 23.5 | 79.8 | 15.2 | 5.0 | 408 | 188 |
| 2 | Shell – Bone | 19.7 | 31.8 | 29.3 | 15.3 | 55.4 | 178 | 147 |
| 3 | Paper | 5.2 | 8.4 | 29.0 | 59.6 | 11.4 | 139 | 131 |
| 4 | Plastic | 9.7 | 16.4 | 25.5 | 70.8 | 3.7 | 685 | 671 |
| 5 | Diaper | 2.6 | 1.9 | 67.8 | 28.6 | 3.6 | 46 | 37 |
| 6 | Textile | 1.2 | 1.4 | 49.0 | 46.3 | 4.7 | 26 | 23 |
| 7 | Flower and garden | 2.6 | 1.5 | 74.8 | 21.8 | 3.4 | 28 | 18 |
| 8 | Wood | 0.2 | 0.3 | 26.4 | 70.7 | 2.9 | 6 | 6 |
| 9 | Rubber and leather | 0.4 | 0.8 | 8.3 | 67.1 | 24.6 | 25 | 24 |
| 10 | Glass | 4.0 | 8.8 | 3.1 | 0.0 | 96.9 | - | - |
| 11 | Metal | 0.3 | 0.7 | 5.0 | 0.0 | 95.0 | - | - |
| 12 | Ceramic | 0.5 | 1.1 | 2.9 | 0.0 | 97.1 | - | - |
| 13 | Coal ash | 0.1 | 0.2 | 38.9 | 0.0 | 61.1 | - | - |
| 14 | Others | 2.5 | 3.2 | 43.4 | 10.2 | 46.4 | 8 | 3 |
| | Total | 100.0 | 100.0 | | | | 1549 | 1248 |

Sample 2 (22.12.2013)

The raw results

| No | Composition | Moisture content, at 105°C (%) | Ash, at 550°C (%) | VS (%) | Gross Calorific (Cal/g) |
|-----------------------------------|---|--------------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|
| 1 | Food waste | 81.8 | 20 | 80.0 | 4643 |
| 2 | Shell – Bone (snail shells, bones, corn cores, coconut shells, egg shells...) | 28.3 | 82.5 | 17.5 | 1199 |
| 3 | Paper | 34.2 | 10.5 | 89.5 | 3428 |
| 4 | Plastic | 24.9 | 9 | 91.0 | 9019 |
| 5 | Diaper | 62.8 | 11.1 | 88.9 | 5233 |
| 6 | Textile | 52.7 | 9.6 | 90.4 | 4717 |
| 7 | Flower garden | 78.7 | 11.7 | 88.3 | 3501 |
| 8 | Wood | 14 | 8.5 | 91.5 | 4262 |
| 9 | Rubber and leather | 8.9 | 25.9 | 74.1 | 5401 |
| 10 | Glass | 2.6 | - | - | - |
| 11 | Metal | 4.1 | - | - | - |
| 12 | Ceramic | - | - | - | - |
| 13 | Coal ash | 32.2 | - | - | - |
| 14 | Others (sawdust, cigarette butts, hair) | 41.7 | 83.2 | 16.8 | 376 |
| Measuring/analyzing method | | SMEWW 2540 G (2012) | SMEWW 2540 G (2012) | SMEWW 2540 G (2012) | TCVN 200:2011 |

The other calculated results

| No | Category | Physical composition | | Proximate composition | | | | |
|----|--------------------|----------------------|--------------|-----------------------|----------------|-----------|-------------|-------------|
| | | Wet (%) | Dry (%) | Moisture (%ww) | Volatile (%ww) | Ash (%ww) | HHV (Cal/g) | LHV (Cal/g) |
| 1 | Food waste | 54.2 | 25.8 | 81.8 | 14.6 | 3.6 | 458 | 219 |
| 2 | Shell – Bone | 6.8 | 12.7 | 28.3 | 12.5 | 59.2 | 59 | 48 |
| 3 | Paper | 9 | 15.6 | 34.2 | 58.9 | 6.9 | 203 | 186 |
| 4 | Plastic | 11.1 | 21.8 | 24.9 | 68.3 | 6.8 | 752 | 737 |
| 5 | Diaper | 3.4 | 3.3 | 62.8 | 33.1 | 4.1 | 66 | 55 |
| 6 | Textile | 0.7 | 0.9 | 52.7 | 42.8 | 4.5 | 16 | 14 |
| 7 | Flower and garden | 6 | 3.4 | 78.7 | 18.8 | 2.5 | 45 | 19 |
| 8 | Wood | 0.5 | 1.2 | 14 | 78.7 | 7.3 | 18 | 18 |
| 9 | Rubber and leather | 0.4 | 1.1 | 8.9 | 67.5 | 23.6 | 20 | 20 |
| 10 | Glass | 1.7 | 4.2 | 2.6 | 0.0 | 97.4 | - | - |
| 11 | Metal | 0.6 | 1.5 | 4.1 | 0.0 | 95.9 | - | - |
| 12 | Ceramic | - | - | - | - | - | - | - |
| 13 | Coal ash | 0.3 | 0.5 | 32.2 | 0.0 | 67.8 | - | - |
| 14 | Others | 5.3 | 8 | 41.7 | 9.8 | 48.5 | 12 | 0 |
| | Total | 100.0 | 100.0 | | | | 1649 | 1316 |

Sample 3 (24.12.2013)

The raw results

| No | Composition | Moisture content, at 105 °C (%) | Ash, at 550°C (%) | VS (%) | Gross Calorific (Cal/g) |
|----------------------------|---|---------------------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|
| 1 | Food waste | 87.4 | 19.9 | 80.1 | 3654 |
| 2 | Shell – Bone (snail shells, bones, corn cores, coconut shells, egg shells...) | 27.9 | 80.2 | 19.8 | 579 |
| 3 | Paper | 27.7 | 17.2 | 82.8 | 3499 |
| 4 | Plastic | 24.8 | 6.7 | 93.3 | 8273 |
| 5 | Diaper | 67.4 | 19.9 | 80.1 | 5111 |
| 6 | Textile | 56.3 | 6.9 | 93.1 | 5139 |
| 7 | Flower and garden | 77.2 | 12 | 88.0 | 4444 |
| 8 | Wood | 26.6 | 5.4 | 94.6 | 4293 |
| 9 | Rubber and leather | 4.1 | 18.9 | 81.1 | - |
| 10 | Glass | 9.3 | - | - | - |
| 11 | Metal | 3.1 | - | - | - |
| 12 | Ceramic | 2.3 | - | - | - |
| 13 | Coal ash | 30.7 | - | - | -3 |
| 14 | Others (soil, sawdust, hair) | 43.3 | 78.3 | 21.7 | 318 |
| Measuring/analyzing method | | SMEWW 2540 G (2012) | SMEWW 2540 G (2012) | SMEWW 2540 G (2012) | TCVN 200:2011 |

The other calculated results

| No | Category | Physical composition | | Proximate composition | | | | |
|----|--------------------|----------------------|--------------|-----------------------|----------------|-----------|-------------|-------------|
| | | Wet (%) | Dry (%) | Moisture (%ww) | Volatile (%ww) | Ash (%ww) | HCV (Cal/g) | LCV (Cal/g) |
| 1 | Food waste | 48.7 | 15.7 | 87.4 | 10.1 | 2.5 | 224 | -6 |
| 2 | Shell – Bone | 19.2 | 35.5 | 27.9 | 14.3 | 57.8 | 80 | 51.2 |
| 3 | Paper | 5.2 | 9.7 | 27.7 | 59.9 | 12.4 | 132 | 124 |
| 4 | Plastic | 10.8 | 20.9 | 24.8 | 70.2 | 5.0 | 672 | 657 |
| 5 | Diaper | 3.8 | 3.2 | 67.4 | 26.1 | 6.5 | 63 | 50 |
| 6 | Textile | 2.2 | 2.5 | 56.3 | 40.7 | 3.0 | 49 | 43 |
| 7 | Flower and garden | 5.2 | 3 | 77.2 | 20.1 | 2.7 | 53 | 31 |
| 8 | Wood | 0.3 | 0.6 | 26.6 | 69.4 | 4.0 | 10 | 9 |
| 9 | Rubber and leather | 0 | 0.1 | 4.1 | 77.8 | 18.1 | - | - |
| 10 | Glass | 1.7 | 4 | 9.3 | 0.0 | 90.7 | - | - |
| 11 | Metal | 0.6 | 1.3 | 3.1 | 0.0 | 96.9 | - | - |
| 12 | Ceramic | 0.1 | 0.3 | 2.3 | 0.0 | 97.7 | - | - |
| 13 | Coal ash | 0.1 | 0.1 | 30.7 | 0.0 | 69.3 | - | - |
| 14 | Others | 2.1 | 3.1 | 43.3 | 12.3 | 44.4 | 4 | -1 |
| | Total | 100.0 | 100.0 | | | | 1287 | 958 |

Sample 4 (26.12.2013)

The raw results

| No | Composition | Moisture content, at 105 °C (%) | Ash, at 550°C (%) | VS (%) | Gross Calorific (Cal/g) |
|-----------------------------------|---|---------------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|
| 1 | Food waste | 82.8 | 14.5 | 85.5 | 4680 |
| 2 | Shell – Bone (snail shells, bones, corn cores, coconut shells, egg shells...) | 46 | 72.9 | 27.1 | 588 |
| 3 | Paper | 26.4 | 18.4 | 81.6 | 3645 |
| 4 | Plastic | 28.4 | 6.1 | 93.9 | 8309 |
| 5 | Diaper | 79.2 | 12.6 | 87.4 | 5860 |
| 6 | Textile | 46.5 | 8.3 | 91.7 | 4809 |
| 7 | Flower and garden | 72.6 | 24.6 | 75.4 | 4307 |
| 8 | Wood | 22.7 | 12.6 | 87.4 | 4313 |
| 9 | Rubber and leather | 7.5 | 18.8 | 81.2 | 6752 |
| 10 | Glass | 2.4 | - | - | - |
| 11 | Metal | 3.7 | - | - | - |
| 12 | Ceramic | 2.2 | - | - | - |
| 13 | Coal ash | 9.4 | - | - | - |
| 14 | Others (soil, cigarette butts, foot incenses) | 38.3 | 78.4 | 21.6 | 1601 |
| Measuring/analyzing method | | SMEWW 2540 G (2012) | SMEWW 2540 G (2012) | SMEWW 2540 G (2012) | TCVN 200:2011 |

The other calculated results

| No | Category | Physical composition | | Proximate composition | | | | |
|----|--------------------|----------------------|--------------|-----------------------|----------------|-----------|-------------|-------------|
| | | Wet (%) | Dry (%) | Moisture (%ww) | Volatile (%ww) | Ash (%ww) | HCV (Cal/g) | LCV (Cal/g) |
| 1 | Food waste | 48.7 | 21.3 | 82.8 | 14.7 | 2.5 | 392 | 174 |
| 2 | Shell – Bone | 21.8 | 30.1 | 46 | 14.6 | 39.4 | 69 | 15 |
| 3 | Paper | 6.1 | 11.3 | 26.4 | 60.1 | 13.5 | 164 | 155 |
| 4 | Plastic | 9.1 | 16.6 | 28.4 | 67.2 | 4.4 | 541 | 527 |
| 5 | Diaper | 3.5 | 1.8 | 79.2 | 18.2 | 2.6 | 43 | 28 |
| 6 | Textile | 1 | 1.4 | 46.5 | 49.1 | 4.4 | 26 | 23 |
| 7 | Flower and garden | 2.8 | 2 | 72.6 | 20.7 | 6.7 | 33 | 22 |
| 8 | Wood | 0.2 | 0.4 | 22.7 | 67.6 | 9.7 | 7 | 6 |
| 9 | Rubber and leather | 0.8 | 2 | 7.5 | 75.1 | 17.4 | 50 | 50 |
| 10 | Glass | 0.8 | 2.1 | 2.4 | 0.0 | 97.6 | - | - |
| 11 | Metal | 0.5 | 1.2 | 3.7 | 0.0 | 96.3 | - | - |
| 12 | Ceramic | 0.4 | 1 | 2.2 | 0.0 | 97.8 | - | - |
| 13 | Coal ash | 2.8 | 6.5 | 9.4 | 0.0 | 90.6 | - | - |
| 14 | Others | 1.5 | 2.3 | 38.3 | 13.3 | 48.4 | 15 | 12 |
| | Total | 100.0 | 100.0 | | | | 1340 | 1012 |

APPENDIX 2

Formula

1. Correlation of moisture, VS and ash by wet weight of each composition:

Moisture content of each composition (%) + Ash (% ww) + Volatile (% ww) = 100

$$\text{Ash (\% ww)} = \frac{(100 - \text{MCEC (\%)}) \times \text{ash (\% dw)}}{100}$$

$$\text{Volatile (\% ww)} = \frac{(100 - \text{MCEC (\%)}) \times \text{volatile (\% dw)}}{100}$$

2. Correlation of moisture, VS and ash by wet weight of each sample:

Moisture content (%) + Ash (% ww) + Volatile (% ww) = 100

$$\text{Moisture content (\%)} = \sum \frac{\text{PCEC (\% ww basis)} \times \text{MCEC (\%)}}{100}$$

$$\text{Ash (\% ww)} = \sum \frac{\text{SFEC (\%)} \times \text{ash (\% dw)}}{100}$$

$$\text{Volatile (\% ww)} = \sum \frac{\text{SFEC (\%)} \times \text{volatile (\% dw)}}{100}$$

3. High calorific value – HCV and Low calorific value – LCV of each sample:

$$\text{HCV (cal/g)} = \sum \frac{\text{Gross Calorific of composition} \times \text{SFEC (\%)}}{100}$$

$$\text{LCV (cal/g)} = \text{HCV (cal/g)} - \frac{540 \times \text{Moisture content (\%)}}{100}$$

Conversion formula: 1 cal/g = 4.187 J/g

$$\text{Solid fraction of each composition (\%)} = \sum \frac{\text{PCEC (\% ww basis)} \times (100 - \text{MCEC (\%)})}{100}$$

❖ *Note:*

- *MCEC: Moisture content of each composition*
- *PCEC: Physical composition of each composition*
- *SFEC: Solid fraction of each composition*

APPENDIX 3

Sampling and Analyzing Photograph

Separating and sampling household waste activities at Tong Van Tran transfer station





Pretreatment household waste sample for analysis at ETM Center



Household waste sample after analysis moisture (dried at 105°C)

Sample 1: 20.12.13



Sample 2: 22.12.13



Sample 3: 24.12.13



Sample 4 : 26.12.13



Sample 1: 20.12.2013

Sample 2: 22.12.2013



Sample 3: 24.12.2013

Sample 4: 26.12.2013



REPORT OF

**MOISTURE CONTENT ANALYSIS OF
HOUSEHOLD WASTE IN HO CHI MINH CITY**

February, 2014

[Type text]

CONTENTS

| | |
|--|---|
| 1. GENERAL INFORMATION | 2 |
| 1.1 Project title | 2 |
| 1.2 Objective | 2 |
| 1.3 Implementing Agencies | 2 |
| 1.4 Schedule of the moisture content analysis | 2 |
| 1.5 Sampling wastes..... | 3 |
| 2. ANALYTICAL RESULTS: | 3 |
| 2.1. Physical composition:..... | 3 |
| 2.2. Moisture..... | 5 |
| APPENDIX | |
| Appendix 1: Separating and Analyzing of ETM staff's household waste Photograph | |
| Appendix 2: Information of household sample | |

LIST OF TABLE

| | |
|---|---|
| Table 1 The schedule of the moisture of content analysis..... | 2 |
| Table 2 Physical composition of ETM staff's household waste | 3 |
| Table 3 Statistic moisture of each composition of 4 samples..... | 5 |

LIST OF FIGURE

| | |
|--|---|
| Figure 1: Average physical composition (% wet weight) of 4 sample for food waste | 4 |
| Figure 2: Average physical composition (% wet weight) of 4 sample for others waste | 4 |
| Figure 3 Moisture content (%) of staffs ETM household waste composition in | Error! Bookmark not defined. |
| Figure 4 Average moisture value of staffs ETM household waste composition | Error! Bookmark not defined. |

1. GENERAL INFORMATION

1.1 Project title: “Moisture content analysis of household waste in Ho Chi Minh City”.

1.2 Objective:

To identify the moisture content of each category of household waste originally contained (before all categories are mixed together, or before the moisture of wet wastes such as food waste moves into other categories of household waste such as paper, plastic, etc.)

1.3 Implementing Agencies

Physical composition and moisture analysis

ETM implements the pilot study on source separation on 10 ETM staff’s households in Ho Chi Minh City after training to separate including food waste and other waste for identifying the moisture of household waste, method as follows:

- To distribute designated plastic bags including food waste and others waste bags for sampling wastes to all households during 2 weeks of the pilot study.
- To sample and transport household waste in the pilot areas to ETM center in district 9.
- To separate to 14 categories and analyze moisture of each categories.

1.4 Schedule of the moisture content analysis

The schedule of the moisture content analysis is shown in table 1.

Table 1 The schedule of the moisture of content analysis

| No | Date | | Activities |
|----|---------------------|-----|---|
| 1 | 17 February 2014 | Mon | 09:00 Sort waste into 14 categories 10:00 Sample 1 set of 100 g per category 11:00 Measure weights of each sample 13:00 Start drying samples |
| 2 | 20 February 2014 | Thu | 09:00 Sort waste into 14 categories 10:00 Sample 2 set of 100 g per category 11:00 Measure weights of each sample 13:00 Start drying samples |
| 3 | 24 February 2014 | Mon | 09:00 Sort waste into 14 categories 10:00 Sample 3 set of 100 g per category 11:00 Measure weights of each sample |

| No | Date | | Activities |
|----|------------------|-----|---|
| | | | 13:00 Start drying samples |
| 4 | 27 February 2014 | Thu | 09:00 Sort waste into 14 categories 10:00 Sample 4 set of 100 g per category 11:00 Measure weights of each sample 13:00 Start drying samples |

1.5 Sampling wastes

The sampling wastes is carried out as following:

- To select 10 staffs of ETM who live together with more than 3 members in their houses.
- To ask 10 staffs of ETM to separate food waste and other waste in their houses or NOT to mix all wastes.
- Attach ID labels on plastic bags, black plastic bags with wastes separated as other waste, other colors plastic bags with wastes separated as food waste.
- Distribute designated plastic bags to 10 ETM staff's households for making separated waste habit during two weeks of the pilot study.
- To transport food waste and other waste separately to ETM in the morning on 17, 20, 24 and 27 February 2014.

2. ANALYTICAL RESULTS:

2.1 Physical composition:

The result of total physical composition of ETM staff's household waste is presented in table 2:

Table 2 Physical composition of ETM staff's household waste

| Composition | 17 February | | 20 February | | 24 February | | 27 February | |
|---|--------------------|------------------------------------|--------------------|------------------------------------|--------------------|------------------------------------|--------------------|------------------------------------|
| | Initial sample (g) | % wet weight of initial sample (%) | Initial sample (g) | % wet weight of initial sample (%) | Initial sample (g) | % wet weight of initial sample (%) | Initial sample (g) | % wet weight of initial sample (%) |
| Biodegradable food (remaining food, fruit peels, vegetables) | 14,299 | 66.6 | 13,330 | 56.3 | 13,734 | 66.5 | 13,242 | 72.2 |
| Non-biodegradable food (bone, fruit seeds, corn pulp, egg shells, seeds, coconut shell, mango seed) | 656 | 3.1 | 2,082 | 8.8 | 988 | 4.8 | 1,538 | 8.4 |

| | | | | | | | | |
|---|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| Paper | 958 | 4.5 | 598 | 2.5 | 954 | 4.6 | 418 | 2.3 |
| Plastic | 2,308 | 10.8 | 2,291 | 9.7 | 2,722 | 13.2 | 1,689 | 9.2 |
| Diaper | 1,652 | 7.7 | 2,193 | 9.3 | 1,612 | 7.8 | 1,167 | 6.4 |
| Textile | 817 | 3.8 | 31 | 0.1 | 204 | 1.0 | 45 | 0.2 |
| Flower and garden | 211 | 1.0 | 1,272 | 5.4 | 237 | 1.1 | 2 | 0.0 |
| Wood | 33 | 0.2 | 849 | 3.6 | 101 | 0.5 | 21 | 0.1 |
| Rubber and leather | 194 | 0.9 | 4 | 0.01 | 36 | 0.2 | 4 | 0.0 |
| Glass | 29 | 0.1 | 613 | 2.6 | - | - | - | - |
| Metal | 109 | 0.5 | 162 | 0.7 | 39 | 0.2 | - | - |
| Ceramic | - | - | - | - | - | - | 183 | 1.0 |
| Coal ash | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Others (solid, sawdust, incense, hair, etc) | 193 | 0.9 | 258 | 1.1 | 25 | 0.1 | 29 | 0.2 |
| Total | 21,458 | 100.0 | 23,681 | 100.0 | 20,651 | 100.0 | 18,337 | 100.0 |

The results of average physical composition (%wet weight) of ETM staff's household waste for separated food waste and other waste are presented in figure 1a and 1b

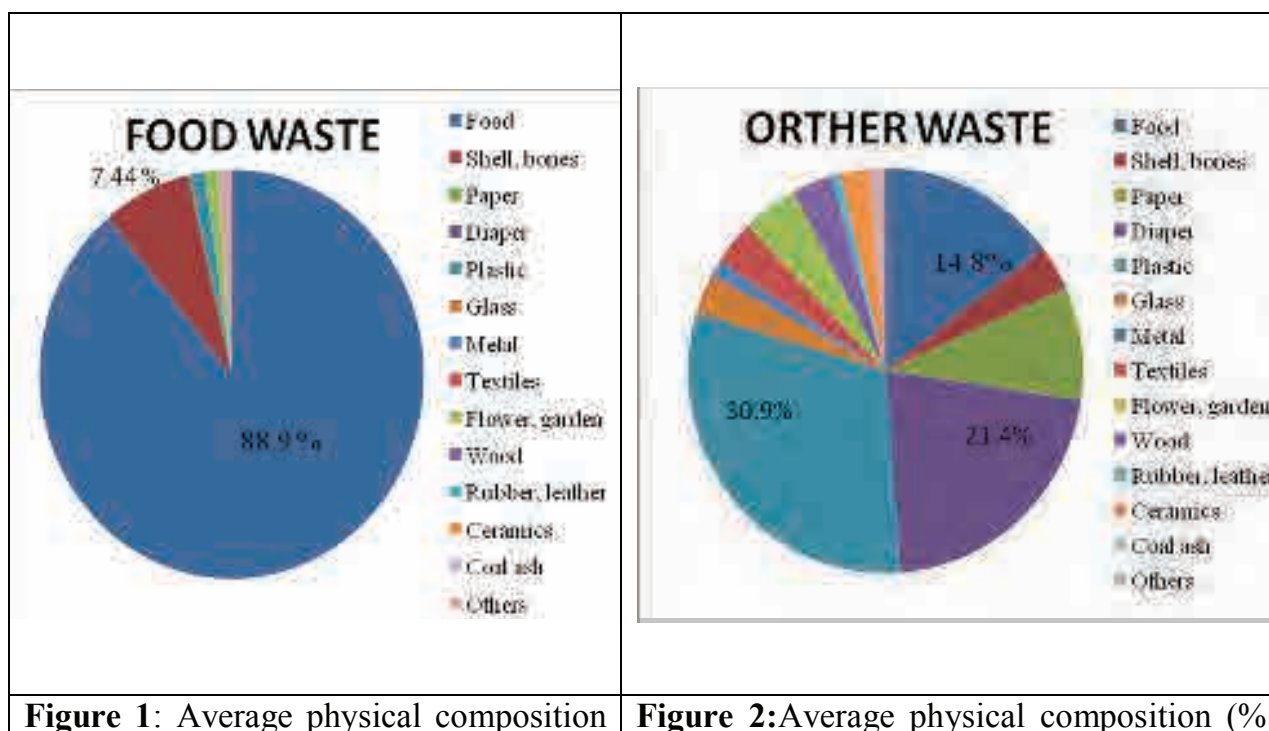


Figure 1: Average physical composition

Figure 2: Average physical composition (%)

| | |
|--|--|
| (% wet weight) of 4 sample in food waste | wet weight) of 4 sample in other waste |
|--|--|

The waste classification in the following ETM staff's households:

- Food waste: food waste dominates 88.9%, others waste is 11.1%.
- Others waste: others waste dominates 85.2%, food waste is 14.8%.

The physical composition results showed that the separation food waste and other waste is carried out strictly. However, some difficulties encountered during the pilot study:

- Mostly, households of ETM staffs don't locate at waste separation area in Ho Chi Minh City.
- These households have not had habit of waste separation yet.
- ETM staffs' usually guide and supervise their relatives to separate wastes. However, waste separation has not been implemented entirely, especially when ETM staffs' go for working.

2.2 Moisture

The moisture content's data of each sample were presented in table 3, and the fluctuation of moisture of each composition was shown in Figure 2a, 2b.

Table 3 Statistic moisture of each composition of 4 samples

| No. | Composition | Moisture content (%) | | | | | | |
|-----|---|----------------------|----------|----------|----------|---------|------|------|
| | | Sample 1 | Sample 2 | Sample 3 | Sample 4 | Average | Min | Max |
| 1 | Biodegradable food (remaining food, fruit peels, vegetables) | 77.9 | 80.6 | 80.5 | 81.0 | 80.0 | 77.9 | 81.0 |
| 2 | Non-biodegradable food (bone, fruit seeds, corn pulp, egg shells, seeds, coconut shell, mango seed) | 48.5 | 40.4 | 50.9 | 38.0 | 44.4 | 38.0 | 50.9 |
| 3 | Paper | 12.8 | 12.5 | 17.7 | 19.7 | 15.7 | 12.5 | 19.7 |
| 4 | Diaper | 67.2 | 63.4 | 69.7 | 74.4 | 68.7 | 63.4 | 74.4 |
| 5 | Plastic | 22.1 | 21.3 | 21.6 | 25.1 | 22.5 | 21.3 | 25.1 |
| 6 | Glass | 0.3 | 0.3 | - | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.3 |
| 7 | Metal | 4.5 | 2.5 | 2.2 | 3.4 | 3.2 | 2.2 | 4.5 |
| 8 | Textiles | 23.9 | 41.4 | 43.8 | 41.5 | 37.7 | 23.9 | 43.8 |
| 9 | Flower garden (green leaves, flower, etc.) | 60.2 | 65.6 | 69.9 | - | 65.2 | 60.2 | 69.9 |
| 10 | Wood | 3.5 | 4.3 | 3.5 | 5.8 | 4.3 | 3.5 | 5.8 |

| | | | | | | | | |
|----|--|------|------|-----|------|------|-----|------|
| 11 | Rubber, leather | 39.6 | 2.6 | 7.2 | 7.7 | 14.3 | 2.6 | 39.6 |
| 12 | Ceramics | - | - | - | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| 13 | Coal ash | - | - | - | - | - | - | - |
| 14 | Others (soil, hair, cigarette butts, incense, sawdust, etc.) | 36.0 | 11.5 | 1.8 | 11.4 | 15.2 | 1.8 | 36.0 |

“-“ no sample

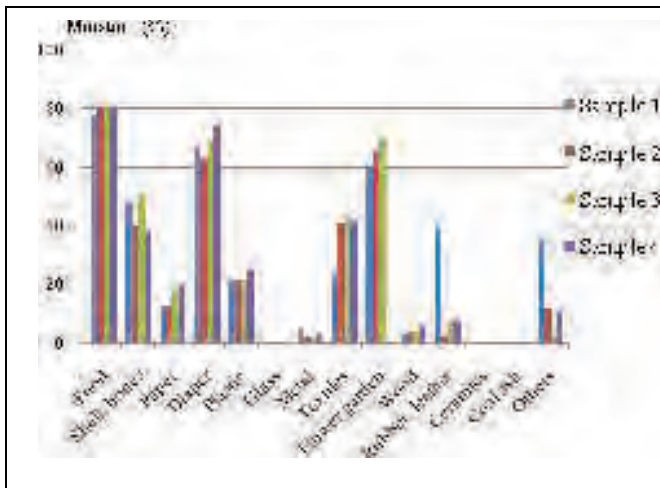


Figure 3 Moisture content (%) of ETM staffs' household waste composition

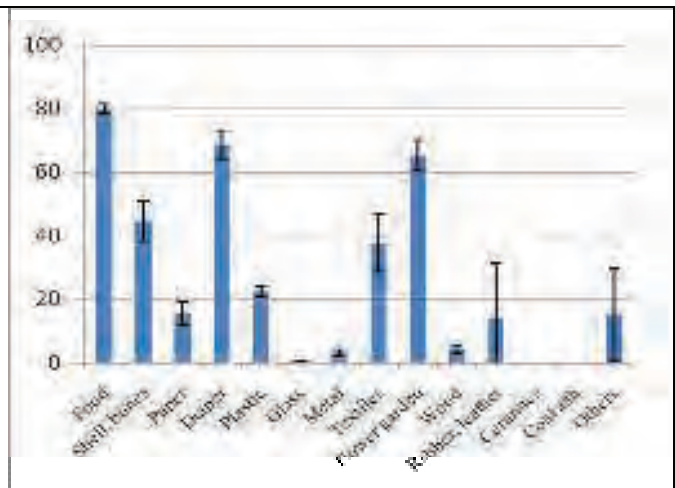


Figure 4 Average moisture value of ETM staffs' household waste composition

The results of moisture clearly showed that:

Biodegradable food: moisture of biodegradable food is highest ranging from 77.9% (sample 1) to 81.4% (sample 4) and average value is 80.0%. It depends on difference of food waste components. It could be the food waste mainly contains organic components such as leftovers, vegetable, fruit with high moisture.

Diaper: moisture content of diaper from household waste in the range of 63.4% to 74.4% and 68.7% is average value. It's also as moisture data of district 1 household waste (69.3%).

Garden waste such as green leaves, flower also considers as the components with high moisture, average value is 65.2%.

Moisture data of non-biodegradable fluctuate within from 38.0% of sample 4 to 50.9% of sample 3 (44.4% average value). In this composition, the snail shell is the highest proportion.

Textile: moisture content of textile from household waste in the range of 23.9% to 43.8% and 37.7% in average value. Moisture of textile in sample 1 is lower than the others because the textile of sample 1 includes just only fabric, face mask; does not include wet handkerchief.

Moisture data of plastic fluctuate within from 21.3% of sample 2 to 25.1% of sample 4 (22.5% in average value). This data isn't different compared to its in Binh Thanh household waste 23.4%, as well as district 1 household waste 25.9%.

Paper: moisture content of paper from ETM staff's household waste is in the range of 12.5% to 19.7% and 15.7% in average value. The moisture of paper significantly depends on whether the household waste is separated before or not. The result of paper moisture of ETM and district 1 household waste which is separated food waste and others waste before has low moisture are 15.7%, 29.3% respectively. In contract, the paper moisture of Binh Thanh households waste not classified is higher, ranging from 46.2% to 53.0%.

Rubber and leather: moisture content of rubber and leather from household waste is in range of 2.6% to 39.6% and 14.3% is in average value. The rubber and leather in sample 1 has a special sponge absorbed water that make it high moisture than the others.

Moisture results in metal (2.2% – 4.5%), glass (0.0% – 0.3%), and ceramic (0.0 – 0.2%) are considered as low values because of non-absorbing materials.

Others: the moisture of others in sample 1 is high 36%, whereas the moisture of it in sample 2,3,4 is low ranging from 1.8% to 11.5%. That the others of sample 1 contains a lot of wet soil and wet sawdust makes it high moisture.

APPENDIX 1

Separating and Analyzing ETM staff's household waste photograph

Separating household waste activities at ETM center



Household waste sample after analysis moisture (dried 105°C)



Sample 1: 17th February 2014



Sample 2: 20th February 2014



Sample 3: 24th February 2014



Sample 4: 27th February 2014

APPENDIX 2

Information of household sample

Table 1 Information data of ETM staff's household sample in February 2014

| ID | Number of family members | Number children (< 3 years old) | Address | Note | | | Number of sampling date | Food waste | | Other waste | | Go to market/ Supermarket on sampling dates? |
|----|--------------------------|---------------------------------|--|----------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|--|
| | | | | Type of household/ accommodation | Go to market / supermarket | Frequently go to market/ supermarket | | m Food (g)/ %Food per Food waste | m Other(g)/ %Other per Food waste | m Food(g)/ %Food per Other waste | m Other(g)/% Other per Other waste | |
| 1 | 4 | 1 | 637/28A Quang Trung street, ward 11, Go Vap District, Ho Chi Minh City | Household | Market + supermarket | 3-4 times/week | 1st day | 1,335.8/99.4 | 8/0.6 | 13/3.2 | 395/96.8 | Yes |
| | | | | | | | 2nd day | 654/99.5 | 3/0.5 | - | 612.4/100.0 | No |
| | | | | | | | 3rd day | 1,404/91.3 | 134/8.7 | - | 483/100.0 | Yes |
| | | | | | | | 4th day | 1,476/100.0 | - | - | 575/100.0 | Yes |
| 2 | 4 | 1 | 219/18A NguyenVan Tang street, Long Thanh My ward , District 9, Ho Chi Minh City | Household | Market + supermarket | 6 times/week | 1st day | - | - | - | - | - |
| | | | | | | | 2nd day | 1,398/99.4 | 8/0.6 | 326.7/40.5 | 479.7/59.5 | Yes |
| | | | | | | | 3rd day | 507/60.6 | 329/39.4 | - | 359/100.0 | No |
| | | | | | | | 4th day | 191/94.1 | 12/5.9 | 99/17.6 | 462/82.4 | Yes |
| 3 | 4 | 1 | 104 K, Binh Trung Dong , District 2, Ho Chi | Household | Market + supermarket | 3-4 times/week | 1st day | 547.7/100.0 | 0/0.0 | - | 814/100.0 | Yes |
| | | | | | | | 2nd day | 667/98.1 | 13/1.9 | 25.0/4.6 | 515.6 /95.4 | No |

| ID | Number of family members | Number children (< 3 years old) | Address | Note | | | Number of sampling date | Food waste | | Other waste | | Go to market/ Supermarket on sampling dates? |
|----|--------------------------|---------------------------------|---|----------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|--|
| | | | | Type of household/ accommodation | Go to market / supermarket | Frequently go to market/ supermarket | | m Food (g)/ %Food per Food waste | m Other(g)/ %Other per Food waste | m Food(g)/ %Food per Other waste | m Other(g)/% Other per Other waste | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | Minh City | | | | 3rd day | 2,048/98.3 | 36/1.7 | 45/8.3 | 494/91.7 | Yes |
| | | | | | | | 4th day | 225/100.0 | - | - | 203/100.0 | No |
| 4 | 4 | 0 | 102 Nguyen Anh Thu street , Hiep Thanh ward, District 12, Ho Chi Minh City | Household | Market | 4-6 times/week | 1st day | 1,131.0/83.9 | 217.2/16.1 | 104/39.4 | 160/60.6 | Yes |
| | | | | | | | 2nd day | 723/88.3 | 96/11.7 | 627.0/32.2 | 1,320.9/67.8 | Yes |
| | | | | | | | 3rd day | 332/99.7 | 1/0.3 | - | 241/100.0 | No |
| | | | | | | | 4th day | 1,316/100.0 | - | 53/38.1 | 86/61.9 | Yes |
| 5 | 4 | 0 | 2/2/63 Le Thuc Hoach street, Phu Tho Hoa ward, Tan Phu District, Ho Chi Minh City | Household | Market | 4 times/week | 1st day | 810.7/98.4 | 13.2/1.6 | 15/14.4 | 89/85.6 | Yes |
| | | | | | | | 2nd day | 606/100.0 | - | 115.7/27.5 | 305.4/72.5 | Yes |
| | | | | | | | 3rd day | 404/87.4 | 58/12.6 | 304/48.1 | 328/51.9 | No |
| | | | | | | | 4th day | 263/100.0 | - | - | 1,051/100.0 | Yes |
| 6 | 6 | 0 | 3185C, Pham The Hien, district 8, Ho Chi Minh City | Household | Market | 3 times/week | 1st day | 654.0/89.9 | 73.7/10.1 | 29/7.0 | 386/93.0 | Yes |
| | | | | | | | 2nd day | - | - | - | - | - |
| | | | | | | | 3rd day | - | - | - | - | - |
| | | | | | | | 4th day | - | - | - | - | - |

| ID | Number of family members | Number children (< 3 years old) | Address | Note | | | Number of sampling date | Food waste | | Other waste | | Go to market/ Supermarket on sampling dates? |
|----|--------------------------|---------------------------------|---|----------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|--|
| | | | | Type of household/ accommodation | Go to market / supermarket | Frequently go to market/ supermarket | | m Food (g)/ %Food per Food waste | m Other(g)/ %Other per Food waste | m Food(g)/ %Food per Other waste | m Other(g)/% Other per Other waste | |
| 7 | 3 | 0 | 606/162 3/2 street, District 10, Ho Chi Minh City | Accommodation | Market + supermarket | 2-3 times/week | 1st day | 1,116.6/74.4 | 385/25.6 | 5/0.4 | 1,141/99.6 | Yes |
| | | | | | | | 2nd day | 251/92.6 | 20/7.4 | - | 125/100.0 | No |
| | | | | | | | 3rd day | 287/68.2 | 134/31.8 | - | 276/100.0 | No |
| | | | | | | | 4th day | 326/100.0 | - | - | 375/100.0 | Yes |
| 8 | 7 | 1 | 11 street 52, ward 15 District 11, Ho Chi Minh City | Household | Market | 5 times/week | 1st day | 2,675.6/96.7 | 91.1/3.3 | 39/4.4 | 843/95.6 | Yes |
| | | | | | | | 2nd day | 1,419/83.0 | 291/17.0 | - | 393/100.0 | No |
| | | | | | | | 3rd day | 1,443/100.0 | - | - | 603/100.0 | Yes |
| | | | | | | | 4th day | 2,594/89.9 | 290/10.1 | 63/32.1 | 133/67.9 | Yes |
| 9 | 3 | 0 | 12/4 Truong Van Thanh street, Hiep Phu ward, District 9, Ho Chi Minh City | Accommodation | Market | 4 - 5 times/week | 1st day | 723.7/98.6 | 10/1.4 | 714/44.9 | 877/55.1 | No |
| | | | | | | | 2nd day | 1,422/51.0 | 1,365/49.0 | - | 215.2 /100.0 | Yes |
| | | | | | | | 3rd day | 1,095/77.8 | 312/22.2 | - | 482 /100.0 | Yes |
| | | | | | | | 4th day | 477/75.0 | 159/25.0 | - | 154/100.0 | No |

| ID | Number of family members | Number children (< 3 years old) | Address | Note | | | Number of sampling date | Food waste | | Other waste | | Go to market/ Supermarket on sampling dates? |
|----|--------------------------|---------------------------------|---|----------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|--|
| | | | | Type of household/ accommodation | Go to market / supermarket | Frequently go to market/ supermarket | | m Food (g)/ %Food per Food waste | m Other(g)/ %Other per Food waste | m Food(g)/ %Food per Other waste | m Other(g)/% Other per Other waste | |
| 10 | 7 | 0 | 109/47/11 street 8, Linh Xuan ward, Thu Duc District , Ho Chi Minh City | Household | Market + supermarket | 4 - 5 times/week | 1st day | 1303.0/95.7 | 58.9 / 4.3 | 20 / 3.1 | 632/96.9 | Yes |
| | | | | | | | 2nd day | 783/91.9 | 69/8.1 | - | 667.6 /100.0 | No |
| | | | | | | | 3rd day | 848/83.8 | 164/16.2 | 127/12.2 | 917/87.8 | Yes |
| | | | | | | | 4th day | 413/52.8 | 369/47.2 | - | 414/100.0 | No |
| 11 | 3 | 0 | 39/3/9 street 3, Truong Tho street, Thu Duc District, Ho Chi Minh City | Household | Market | 3 times/week | 1st day | 749.0/96.9 | 23.6/3.1 | 163/38.6 | 259/61.4 | Yes |
| | | | | | | | 2nd day | 758 / 98.8 | 9/1.2 | 187.9/63.7 | 107.3/36.3 | No |
| | | | | | | | 3rd day | 420/100.0 | - | 47/56.6 | 36/43.4 | No |
| | | | | | | | 4th day | - | - | - | - | - |
| 12 | 4 | 0 | 808 E, Binh Khanh, district 2, Ho Chi Minh City | Household | Market + supermarket | 2-3 times/week | 1st day | 671.5/95.8 | 29.2/4.2 | 5/5.8 | 81/94.2 | No |
| | | | | | | | 2nd day | - | - | - | - | - |
| | | | | | | | 3rd day | - | - | - | - | - |
| | | | | | | | 4th day | 1,796/97.0 | 56/3.0 | - /0.0 | 101/100.0 | Yes |

| ID | Number of family members | Number children (< 3 years old) | Address | Note | | | Number of sampling date | Food waste | | Other waste | | Go to market/ Supermarket on sampling dates? |
|----|--------------------------|---------------------------------|--|----------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|--|
| | | | | Type of household/ accommodation | Go to market / supermarket | Frequently go to market/ supermarket | | m Food (g)/ %Food per Food waste | m Other(g)/ %Other per Food waste | m Food(g)/ %Food per Other waste | m Other(g)/% Other per Other waste | |
| 13 | Canteen of ETM | 0 | Lot T2-6, D1 street, district 9, Ho Chi Minh City | Household | Supermarket | 5-6 times/week | 1st day | 505.3/80.0 | 126.6/20.0 | 968/70.2 | 410/29.8 | Yes |
| | | | | | | | 2nd day | 322/100.0 | -/0.0 | 284.3/9.5 | 2713.4/90.5 | Yes |
| | | | | | | | 3rd day | 4,314/95.2 | 219/4.8 | 108/7.5 | 1324/92.5 | Yes |
| | | | | | | | 4th day | 1,251/93.8 | 83/6.2 | - /0.0 | 473/100.0 | Yes |
| 14 | 7 | 1 | 151 Đinh Bo Linh street ward 26, Binh Thanh District, Ho Chi Minh City | Household | Market | 3 times/week | 1st day | - | - | - | - | - |
| | | | | | | | 2nd day | 2,489/98.3 | 43/1.7 | 271.9/24.1 | 854.4/75.9 | Yes |
| | | | | | | | 3rd day | - | - | - | - | - |
| | | | | | | | 4th day | 2,700/100.0 | - | - | 214/100.0 | Yes |

m food: mass of food waste (g)

m others: mass of others waste (g)

“-“ : no sample

Table 2 General information of ETM staff's household

| ID | Name of family member | Sex | Age | Number of family member | Address |
|----|-----------------------|--------|-----|-------------------------|--|
| 1 | Nguyen Thi Thuy Nhu | Female | 32 | 04 | 637/28A Quang Trung street, ward 11, Go Vap District, Ho Chi Minh City |
| | Nguyen Van Thach | Male | 29 | | |
| | Nguyen Vinh | Boy | 1.5 | | |
| | Nguyen Thi Hao | Female | 59 | | |

| ID | Name of family member | Sex | Age | Number of family member | Address |
|----|-----------------------|--------|---------|-------------------------|--|
| 2 | Le Chuc Nhanh | Male | 31 | 04 | 219/18A NguyenVan Tang street, Long Thanh My ward , District 9, Ho Chi Minh City |
| | Nguyen Thi Lan | Female | 29 | | |
| | Le Nguyen Duy Anh | Boy | 9 month | | |
| | The babysitter | Female | 45 | | |

| ID | Name of family member | Sex | Age | Number of family member | Address |
|----|-----------------------|--------|-----|-------------------------|---|
| 3 | Nguyen VanTruc | Male | 31 | 04 | 104 K, Binh Trung Đông , District 2, Ho Chi Minh City |
| | Vo Thi Dieu Hien | Female | 31 | | |
| | Vo Thi Ngoc Huynh | Female | 19 | | |
| | Nguyen Vo Khanh An | Female | 1 | | |

| ID | Name of family member | Sex | Age | Number of family member | Address |
|----|-----------------------|--------|-----|-------------------------|--|
| 4 | Nguyen Thi Kim Dung | Female | 52 | 04 | 102 Nguyen Anh Thu street , Hiep Thanh ward, District 12, Ho Chi Minh City |
| | Pham Thi Hien | Female | 46 | | |
| | Nguyen Nha Truc | Female | 23 | | |
| | Nguyen Khanh Linh | Female | 17 | | |

| ID | Name of family member | Sex | Age | Number of family member | Address |
|----|-----------------------|--------|-----|-------------------------|---|
| 5 | Tran Thi Tuyet | Female | 38 | 04 | 2/2/63 Le Thuc Hoach street, Phu Tho Hoa ward, Tan Phu District, Ho Chi Minh City |
| | Nguyen Thi Kim Tuyet | Female | 24 | | |
| | Bui Thi Hoai Thuong | Female | 14 | | |
| | Bui Thi Hoai An | Female | 5 | | |

| ID | Name of family member | Sex | Age | Number of family member | Address |
|----|-----------------------|--------|-----|-------------------------|--|
| 6 | Phan Anh Hau | Male | 23 | 04 | 3185C, Pham The Hien, district 8, Ho Chi Minh City |
| | Le Minh Thuan | Male | 22 | | |
| | Ha Thanh Hang | Female | 29 | | |
| | Nguyen Thuy Tramg | Female | 24 | | |

| ID | Name of family member | Sex | Age | Number of family member | Address |
|----|-----------------------|--------|-----|-------------------------|---|
| 7 | Dang Le Hoang Yen | Female | 23 | 03 | 606/162 3/2 street, District 10, Ho Chi Minh City |
| | Tran Dang Hoang Nhu | Female | 20 | | |
| | Phan Thuy Quyen | Female | 23 | | |

| ID | Name of family member | Sex | Age | Number of family member | Address |
|----|-----------------------|--------|----------|-------------------------|---|
| 8 | Do Lam Nhu Y | Female | 31 | 07 | 11 street 52, ward 15 District 11, Ho Chi Minh City |
| | Do Truong Quang | Male | 76 | | |
| | Lam Thi Cam | Female | 66 | | |
| | Do Lam Nhu Thuy | Female | 33 | | |
| | Do Quang Liem | Male | 31 | | |
| | Nguyen Thi Thao | Female | 32 | | |
| | Do Phuc Buu Khang | Boy | 14 month | | |

| ID | Name of family member | Sex | Age | Number of family member | Address |
|----|-----------------------|--------|-----|-------------------------|---|
| 9 | Nguyen Van Lam | Male | 57 | 03 | 12/4 Truong Van Thanh street, Hiep Phu ward, District 9, Ho Chi Minh City |
| | Ho Thi Ha | Female | 50 | | |
| | Nguyen Ho Phuong Lan | Female | 23 | | |

| ID | Name of family member | Sex | Age | Number of family member | Address |
|----|-----------------------|--------|-----|-------------------------|---|
| 10 | Nong Mai Hoang | Male | 34 | 05 | 109/47/11 street 8, Linh Xuan ward, Thu Duc District , Ho Chi Minh City |
| | Thai Van Danh | Male | 28 | | |
| | Huynh Thi Kim Nu | Female | 30 | | |
| | Huynh Thi Tuyen Trinh | Female | 27 | | |
| | Tran Thi Diem | Female | 58 | | |

| ID | Name of family member | Sex | Age | Number of family member | Address |
|----|-----------------------|--------|-----|-------------------------|--|
| 11 | Doan Thi Hong Chau | Female | 32 | 03 | 39/3/9 street 3, Truong Tho street, Thu Duc District, Ho Chi Minh City |
| | Le Hoang Chi Thanh | Male | 32 | | |
| | Le Thien Phu | Male | 5 | | |

| ID | Name of family member | Sex | Age | Number of family member | Address |
|----|-----------------------|--------|-----|-------------------------|---|
| 12 | Nguyen Thi Bich Thuy | Female | 34 | 04 | 808 E, Binh Khanh, district 2, Ho Chi Minh City |
| | Bui Thi Xuan Ha | Female | 35 | | |
| | Nguyen Hoang Hat | Male | 34 | | |
| | Huynh Thi Thanh Tam | Female | 20 | | |

| ID | Name of family member | Sex | Age | Number of family member | Address |
|----|-----------------------|-----|-----|-------------------------|---|
| 13 | Canteen of ETM | | | Cook for 30 persons/day | Lot T2-6, D1 street, district 9, Ho Chi Minh City |

| ID | Name of family member | Sex | Age | Number of family member | Address |
|----|-----------------------|-----|-----|-------------------------|---------|
|----|-----------------------|-----|-----|-------------------------|---------|

| | | | | | |
|-----------|------------------------|--------|----|----|---|
| 14 | Nguyen Thi Tuong Hoanh | Female | 33 | 07 | 151 Đinh Bo Linh street ward 26, Binh Thanh District, Ho Chi Minh City |
| | Nguyen Duc Dung | Male | 64 | | |
| | Tran Thi Tuong Vi | Female | 60 | | |
| | Phan Thi Tinh | Female | 65 | | |
| | Nguyen Quoc Quy | Male | 28 | | |
| | Nguyen Quoc Bao | Male | 36 | | |
| | Ngo Tuong Mai | Girl | 3 | | |