

平成 19 年度 CDM / J I 事業調査

ベトナム・都市ごみの 3 R 促進・安定化処理事業調査

報 告 書

概 要 版

平成 20 年 3 月

鹿島建設株式会社

1 プロジェクトの目的・経緯

東南アジアの多くの国・地域が抱える環境問題のひとつが都市ごみ処理の問題である。急激な人口増加・経済成長に伴いごみ量が増大している一方で、ごみ処分への予算配分は優先度が低く、最終処分場へのオープンダンプイングが継続されている。その結果、悪臭・水質汚染・火災発生・崩落事故などの諸問題が引き起こされている。さらに、それら諸問題のために周辺住民の反対も多く、処分場の新規立地が困難になっている。

越国においてもこれら都市ごみ問題が顕在化している中、他の環境問題とともに都市ごみ問題への対応が迫られている。越国政府は、2003 年に策定された越国の環境保護戦略で、廃棄物関連の優先目標のひとつとして「リサイクル産業の育成によるリサイクルの促進とリサイクル率 30%の達成」を挙げ、また 2005 年に改訂された「環境保護法」においては、「3R（リデュース、リユース、リサイクル）を通じての廃棄物の最小化、廃棄物種別による適正な処理方法等」が明記されるなど、都市ごみ問題の解決策のひとつとして 3R の導入を掲げている。

また、わが国も小泉前首相が 2004 年に「3R イニシアチブ」を提唱、2006 年にアジア 3R 推進会議を開催、2007 年 6 月 1 日には「環境立国戦略」を閣議決定するなど、3R を通じた持続可能な資源循環を提言しており、今後これを具現化するスキームの構築が求められている。その一環として、ハノイ市を対象とした国際協力機構（JICA）の技術協力プロジェクト、「循環型社会の形成に向けてのハノイ市 3R イニシアチブ活性化支援プロジェクト」が 2006 年 11 月より開始された。当プロジェクトでは、ハノイ市のモデル地域におけるごみの発生源分別の導入、3R に関する住民の意識啓蒙などが実施されている。

本プロジェクトは、都市ごみの 3R 促進及び安定化処理により、越国の都市ごみ問題の解決と、CDM による温室効果ガス排出削減の実現を図るものである。

2 プロジェクト内容

廃棄物に関する CDM プロジェクトとしては、処分場ガス回収・発電利用プロジェクトがこれまで有望視されてきた。この事業は、事業化に必要な条件「一定規模」かつ「閉鎖直後」を満たす処分場が限定されており、さらに東南アジア特有の高温多雨な気候条件や中間覆土不足等により有機物が早期に分解・流出し、事業実施時には十分なガス量の回収が見込めない事例が多いことが分かってきた。

そこで、廃棄物が最終処分場に投棄される前に適切な処理を行う、すなわち中間処理の導入が、越国の都市ごみ問題解決及び CDM 事業化の効率性・確実性に適うものと考えられる。中間処理手法には、「生物処理（コンポスト化）」、「焼却」、「嫌気消化」、「RDF」、「焼却」等がある。このうち、わが国で主として適用されているのは「焼却」であり多く

の技術を有しているが、焼却施設は初期建設費・運用費ともに高く、途上国では事業化に至らない事例も多い。そのため、持続可能な観点から適正なコストの中間処理手法の模索が求められている。

本プロジェクトは、越国の中部に位置するダナン、北部に位置するハイフォン、バクニンの3都市において、処分場に投棄される都市ごみを「機械・生物処理手法」を用いて中間処理するものである。この手法は、主として「機械選別工程」と「生物処理工程」から構成され、「機械選別」により資源物の効果的な回収、ごみの減量化を（3R）、「生物処理」でごみの有機成分を高速好気分解することで安定化を図る。この好気分解により、現状の処分場での嫌気分解によるメタン発生が回避され、温室効果ガス排出削減に寄与する。

また、本プロジェクトの実施により、温室効果ガス排出削減に加えて、最終処分場の衛生化（悪臭防止、水質改善）、最終処分場の火災リスク低減などの環境改善効果が期待できる。

現地調査等の結果に基づき計画した機械選別処理工程と生物処理工程を組み合わせた処理フローを図2.1に示す。なお、各市のプロジェクトでの計画処理量はそれぞれ、ダナン：500 [ton/day]、ハイフォン：250 [ton/day]、バクニン：250 [ton/day]とした。本処理フローに基づく、処分場への最終投棄量は、搬入量の4～5割程度（重量ベース）となる見込みである。

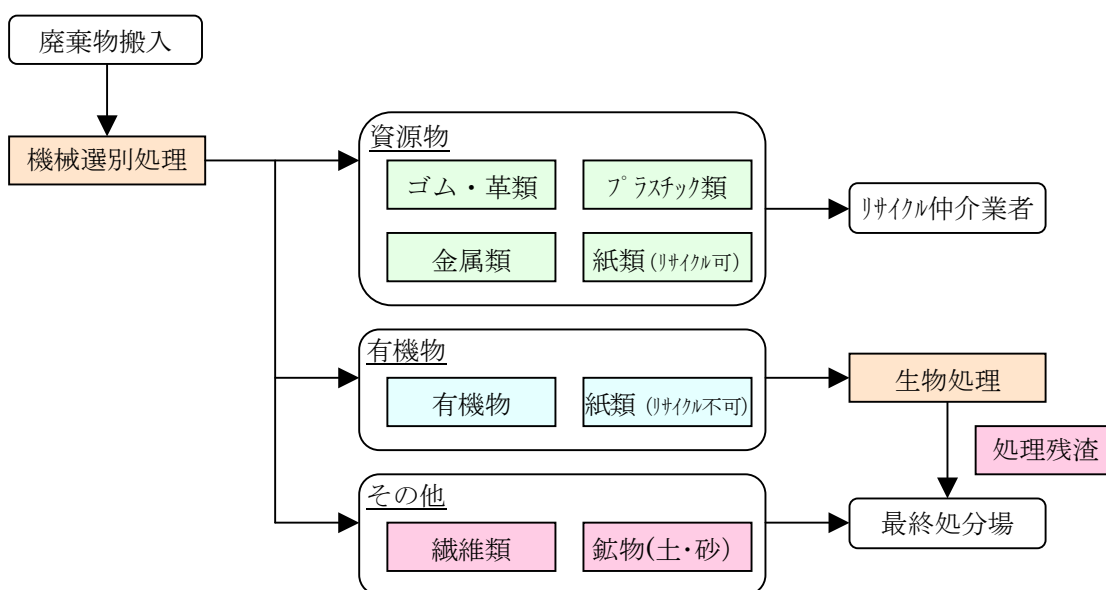


図 2.1 プロジェクトの処理フロー

・機械選別工程

機械選別工程では、「①資源物」、「②有機物」、「③その他」に大別する。

資源物としては、プラスチック類、ゴム・革類、金属類、紙類（リサイクル可能なもの）

等を回収し、既存のリサイクル仲介業者へ売却する。プラスチック類・紙類は、RDF等に加工しセメント工場等で燃料・原料として活用する手法もあるが、現地調査の結果、これら資源物の再生市場が既に存在していること、セメント工場では廃棄物起因燃料の受入実績がなく、かつ安価な燃料（石炭）が購入可能なこと等から、採用しないこととする。

有機物としては、厨芥、枝葉等の有機物と紙類（リサイクル不可なもの）を回収し、生物処理を施す。

その他の繊維類、鉱物類（土・砂など）等は選別後、そのまま最終処分場へ投棄する。

・生物処理工程

生物処理の対象廃棄物は、有機物と紙類（リサイクル不可なもの）とする。生物処理後の残渣を有機肥料として製品販売するには、国家標準により、品質の確保、2年間のフィールドテストの実施等が必要である。品質を確保するためには、少なくともその原料を安定的に供給する必要があるが、現状のようにパッカー車の回収先が市場、路上、家庭などと特定されておらず、一台のパッカー車の内部でこれら別々の供給源からの廃棄物が混合された状態で最終処分場に搬入されている状態では、それは困難である。また、2年間のフィールドテストも早期導入への障壁となり得る。よって、現段階では、生物処理後の残渣は、最終処分場へ投棄・埋立てされることとする。

3 ベースラインシナリオ

本プロジェクトには、承認済み方法論 AM0025 ” Avoided emissions from organic waste through alternative waste treatment processes (version 10)” を適用する。本方法論は、ベースライン（プロジェクト活動がなかった場合）として埋立地において有機性廃棄物の嫌気性分解により温室効果ガスであるメタンが発生している状況を想定しており、規定された中間処理手法のうち、ひとつもしくは複数を用いたプロジェクト活動により、このメタン発生の回避を図るものである。本プロジェクトは、既定された処理手法「a) 好気条件下でのコンポスト化」適合しており、また、コンポスト化プロジェクトとしての適用条件も満足しているため、本方法論の適用が可能である。

また、本方法論に従い本プロジェクトに最適なベースラインシナリオを設定し、「追加性の評価と証明のためのツール(Tool for the demonstration and assessment of additionality)」を用いて追加性を証明した。

4 モニタリング計画

本プロジェクトにおけるモニタリング項目を適用する方法論 AM0025 に基づいて決定した(表4.1)。

表 4.1 モニタリング項目及びその計測方法

パラメータ	定義	データ元/計測方法	頻度
$EG_{PJ,EF,y}$	プロジェクト活動により施設内の発電所で発電された、またはグリッドから購入した電力量 (MWh)	電力メーターによる計測	継続的に
CEF_{elec}	プロジェクト活動で発電された電力の排出係数 (tCO_2/MWh)	公式書類から算定	年1回または事前算定
$F_{cons,y}$	クレジット期間 y 年における、施設内の燃料消費量(mass or volume units of fuel)	請求明細書及び/又は計測	年1回
NCV_{fuel}	燃料の発熱量 (Mj/mass or volume units of fuel)	プロジェクト独自データもしくは国のデータによる。両方がない場合のみ、IPCC 規定値を使ってよい。	年1回または事前算定
EF_{fuel}	燃料の排出係数 (tCO_2/MJ)	同上	年1回または事前算定
$M_{compost}$	1年間に生産されたコンポスト量 (tones)	計測	年1回
CCW_i	廃棄物分類毎の炭素含有率 (fraction)	IPCC または他の文献値	年1回
FCF_i	廃棄物分類毎の化石炭素含有率 (fraction)	サンプリングによる	年1回
MB_y	プロジェクトがなかった場合に処分場で発生するメタン量 (tCH_4)	計算	年1回
$NO_{vehicles,i,y}$	運搬車両(積載量毎の)(Number)	集計	年1回
$RATE_{Compliance,y}$	法律遵守率	自治体の年報に基づき算出	年1回
$DT_{i,y}$	ベースラインと比較したときの、'i'種の車両による平均追加運送距離'	専門家が評価し DOE による承認を受ける	年1回
VF_{cons}	'i'種の車両についての燃料消費量 (litres/kilometer)	燃料メーターによる計測	年1回
$S_{a,y}$	コンポストプラントにおいて'y'年中に嫌気性条件化で分解される廃棄物の割合 (%)	酸素測定装置にて計測。統計的に有意なサンプリング方法により、標準化された可動式ガス検出器を使って測定を行う。	週1回
$S_{OD,y}$	酸素欠乏しているサンプルの数(例:酸素含有量10%以下)		
$S_{total,y}$	サンプル数		
S_{LE}	嫌気性サンプルの割合 (%)		
$S_{OD,LE}$	酸素欠乏状態のサンプル数		
$S_{LE,total}$	サンプル数		
$A_{j,x}$	'x'年中に最終処分場での埋め立てを免れた廃棄物(分類'j')の量 (tones/year)	トラックスケールでの計量	年1回
$A_{ci,x}$	嫌気性消化、ガス化、またはRDF oyobi SBの製造/焼却による残留廃棄物(分類'ci')の量		
$Q_{COD,y}$	嫌気的処理または処理されずに放出された廃水の量 (m^3/yr)	流量計による測定	月1回 aggregated annually
$P_{COD,y}$	廃水の化学的酸素要求量 ($tCOD/m^3$)	測定	月1回及び 平均値は年1回

5 温室効果ガス排出削減量

本調査の結果に基づき、本プロジェクト実施による温室効果ガス排出削減量を試算した(表5.1、図5.1)。

年あたりの排出削減量は、プロジェクト開始以降徐々に増加し、およそ10年後以降はほぼ定常化する。プロジェクト実施期間：7年間の各市プロジェクトでの総排出削減量は、ダナン：46万[tCO₂e]、ハイフォン：25万[tCO₂e]、バクニン：10万[tCO₂e]程度となる見込みである。

表 5.1 温室効果ガス排出削減量

・ダナン

年	ベースライン 排出量 ①	プロジェクト 排出量 ②	リーケージ ③	排出削減量 = ①-②-③
1	27,350	1,390	0	25,970
2	47,180	1,390	0	45,790
3	61,780	1,390	0	60,390
4	72,720	1,390	0	71,330
5	81,070	1,390	0	79,690
6	87,580	1,390	0	86,190
7	92,750	1,390	0	91,360
				7年間計 460,720

[tCO₂e/yr]

・ハイフォン

年	ベースライン 排出量 ①	プロジェクト 排出量 ②	リーケージ ③	排出削減量 = ①-②-③
1	15,400	820	0	14,590
2	26,370	820	0	25,560
3	34,280	820	0	33,460
4	40,060	820	0	39,240
5	44,340	820	0	43,530
6	47,570	820	0	46,750
7	50,040	820	0	49,230
				7年間計 252,360

[tCO₂e/yr]

・バクニン

年	ベースライン 排出量 ①	プロジェクト 排出量 ②	リーケージ ③	排出削減量 = ①-②-③
1	6,000	390	0	5,610
2	10,230	390	0	9,840
3	13,240	390	0	12,860
4	15,420	390	0	15,030
5	17,010	390	0	16,620
6	18,180	390	0	17,800
7	19,070	390	0	18,680
				7年間計 96,440

[tCO₂e/yr]

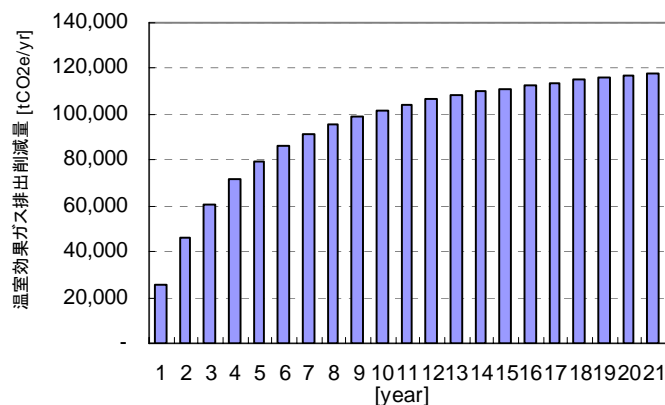


図 5.1 温室効果ガス排出削減量（ダナン）

6 環境影響分析

越国の環境影響評価（EIA）制度について調査した。調査の結果、本プロジェクトは、EIA の対象事業「通常の固形廃棄物の再加工・処理施設事業（規模：すべて）」に該当するため、環境影響評価を行い環境報告書を作成することが義務付けられる。

また、本プロジェクトの実施に伴う種々の環境影響を想定し、それらの低減策の検討を行った。

7 プロジェクト実施計画

プロジェクトは、3都市ともに日本側企業（鹿島建設含む）と市政府との共同出資による特別目的会社（SPC）により実施する。市政府は、SPC へ出資すると共に、特別目的会社に処理業務を委託することで委託費（チップング・フィー）を支払う。また、プロジェクトの実業務（廃棄物処理業務）は、現状処分場の管理者である各市環境公社（URENCO）に外部委託する。

なお、プロジェクトを実施する特別目的会社を、将来的に市当局へ譲渡する BOT 形式での事業体制も考えられる。事業化にあたり今後、市当局と詳細に検討する必要がある。その場合でも、CDM 事業として実施する場合は、日本側が排出権売却先となる体制とすることが前提となる。

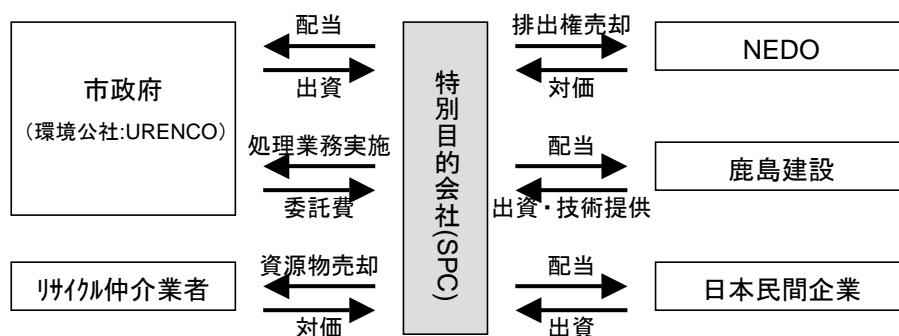


図 7.1 実施体制

プロジェクトの実施スケジュールを表 7.1 に示す。2008 年上期から下期にかけて政府承認、国連登録を目指し、その後詳細設計、建設工事を経て、2009 年中頃に稼動開始する予定である。なお、プロジェクト実施期間は 7 年間（最大 2 回延長 21 年間）とする。

表 7.1 実施スケジュール

	2007				2008				2009				2010			
FSの実施																
PDD作成																
EIA実施																
Validation																
政府承認																
国連登録																
詳細設計・会社設立																
建設工事																
稼動開始																

8 収益性評価

本プロジェクトの収益性を、IRR（内部収益率）を指標として評価した。

事業費用は、ダナン：建設費 224[百万円]・運転管理費 34[百万円/年]、ハイフォン：建設費 124[百万円]・運転管理費 19[百万円/年]、バクニン：建設費 46[百万円]・運転管理費 13[百万円/年]を見込んだ。また、収入に関する単価は、①CER 売却価格：10USD/tCO₂e（CDM 理事会への登録料、越国政府への CER 売却料も別途考慮）、②処理業務委託料：0.5 USD/waste-ton、③資源物の売却益（プラスチック）：600 VND/kg をベースとして設定した。

なお、評価指標（ベンチマーク）は越国の海外向け国債（2005 年 10 月発行、償還期限

10年)の利率7.125%とした。

評価の結果(表8.1)、CDM事業がない場合は、いずれも事業として成立しない。CDM事業がある場合では、ダナンでの事業のみ評価指標を上回った。

表 8.1 収益性評価結果

	ダナン	ハイフォン	バクニン
CDMなし	-	-	-
CDMあり	7.8	2.3	-

IRR:[%]

プロジェクト実施期間は7年間を予定しているが、実施期間を10年間、14年間に延長した場合の評価結果を表8.1に示す。ハイフォンにおいては、プロジェクト実施期間が延長することで評価指標を上回るが、バクニンにおいては、期間延長に関わらずIRRは負値で事業化の可能性は少ない。

表 8.1 収益性評価結果(プロジェクト実施期間の延長)

		ダナン	ハイフォン	バクニン
プロジェクト 実施期間	7年間	7.8	2.3	-
	10年間	14.1	9.0	-
	14年間	17.0	12.2	-

IRR:[%]

9 まとめ

本調査は、越国の3都市(ダナン、ハイフォン、バクニン)で最終処分場に投棄されている都市ごみの3R促進及び安定化処理を実現することで、現状の処分場での嫌気分解によるメタン発生を回避し温室効果ガス排出を削減するプロジェクトについて検討したものである。

本プロジェクトでは、処理する廃棄物の組成によりガス削減量が大きく左右されるため、現地最終処分場にて搬入される廃棄物の組成調査を実施し、より正確なガス削減量の試算を行った。また、廃棄物の3Rの促進を図るには選別後の行先(需要先)の把握が不可欠なため、資源物等のリサイクル状況も合わせて調査し事業計画を行った。

調査における事業性評価の結果、収益性の観点から事業実施が妥当と見込めるのはダナンでの事業であった。ハイフォンにおいては、諸条件が好転すれば事業性は見込めるが、バクニンでの事業実施は現状では厳しいと判断せざるを得ない。ただし、いずれにおいても、第一約束期間以降もCER売却益が見込めるとの条件下での評価であるため、第一約

束期間以降の情勢について考慮した上での最終事業化判断が必要となる。

今後は、まずダナンを事業化対象として、有効化審査、両国政府承認、国連登録等のCDM手続きを進めるとともに、施設の詳細設計、運営会社設立準備等、事業化に向けた作業を進め、できるだけ早いプロジェクトの実現を目指す所存である。

なお、本プロジェクトは、温室効果ガス排出削減のみならず、越国の都市ごみ問題の解決に寄与するものである。そのため、中央政府、各市政府関係者からも本調査及びプロジェクトに期待する旨の意見が多くあった。現在、越国でのCDMプロジェクトで国連登録されているのは2件のみであるが、本プロジェクトの実現が、今後の越国でのCDMプロジェクトの発展に繋がるとともに、環境面でのわが国との協力関係に寄与することを祈念する。

最後に、本調査の実施に際し多大なる協力をいただいた各市政府関係機関、とりわけ廃棄物管理を管轄している市環境公社（URENCO）の関係各位に深く感謝の意を表したい。

