

3-10 ベトナムにおける廃棄物マネジメント・3R 推進事業のシナリオ評価

岡山大学廃棄物マネジメント研究センター

松井 康弘, NGUYEN Phuc Thanh

1. 研究概要

本研究は、ベトナムにおける廃棄物マネジメント・3R 推進事業に係る技術・政策の費用・環境負荷を定量的に評価するための基礎情報を収集するとともに、各種技術・政策シナリオの費用対効果等を定量的に評価することを通じ、同国における循環型社会形成に資する情報基盤・評価手法を整備・確立することを目的とする。具体的な研究項目は以下の通りである。

(1) 一般廃棄物の発生・排出に係る実態調査及び推定モデル構築

北部ハノイ市・中部フエ市を対象に、家庭廃棄物の発生・排出フローについて、ごみ計量調査・アンケート調査（属性、ライフスタイル、環境意識、リサイクル行動等）等を実施して排出実態を把握し、ごみの発生量・排出ルート of 推定モデルを構築する。また、これまでに検討してきた南部カントー市のデータと合わせて各都市の発生・排出実態等を比較、地域差・共通性とその背景要因を検討し、3R を効果的に進めるためのポイントを整理する。

(2) 一般廃棄物の収集・運搬に係る実態調査及び推定モデル構築

ベトナムでは、一般廃棄物はハンドカードによる各戸収集及びトラックによる中継輸送が実施され、一方行政による分別収集はほとんど見られないのが現状である。本研究では、ベトナム国内の先進モデル事例として、北部ハノイ市における生ごみの分別収集、中部ダナン市におけるコンテナ収集を取り上げ、両市のモデル事業対象地域・非対象地域において GPS/GIS を援用して作業軌跡・作業時間等の作業実態データを収集し、収集・運搬のコスト・環境負荷・収集効率等を比較するとともに、その推定モデルを構築する。

(3) 一般廃棄物の処理・処分に係るコスト・環境負荷に関する基礎情報の収集

ベトナム及び日本において稼働中の一般廃棄物の処理・処分技術を対象としてヒアリング調査等の実態調査を実施し、そのコスト・環境負荷等の評価に必要な基礎情報を収集する。また、申請者は岡山大学 COE プログラム「循環型社会への戦略的廃棄物マネジメント」に参加して廃棄物マネジメント分野の意思決定支援ツール「戦略的廃棄物マネジメント支援ソフトウェア (SSWMSS)」を開発、各種技術データベースを整備している。後述する政策効果分析に当たっては、こうした技術データベースを適宜援用することとする。

(4) 廃棄物マネジメント・3R 推進事業に係る政策効果分析

上記3つの検討で得られた発生・排出の推定モデル、収集・運搬の推定モデル、処理・処分の技術データを用い、ベトナムのモデル自治体を対象として、生ごみの分別収集導入、コンテナ収集導入、堆肥化・バイオガス等の3R 技術導入等、様々な廃棄物マネジメント・3R 推進事業シナリオを設定し、そのライフサイクルコスト・環境負荷・費用対効果等を比較評価し、その政策効果を分析する。

本年度は、(1)についてフエ市の家庭系一般廃棄物発生・排出の実態調査、(2)についてカ

ントー市の収集実態調査、ハノイ市の生ごみ分別収集実態調査を実施したので、結果を報告する。

2. 交流報告

(1) カントー市訪問

年月日	発着地名 (国名・都市名)	訪問先	用務
22.7.15	岡山ー関空ーホーチミン市		
22.7.16-20	カントー市	カントー市内	廃棄物収集・運搬実態調査
22.7-21-22	カントー市ーホーチミン市ー関空ー岡山		

ベトナム・カントー市において、家庭ごみの収集・運搬を担当するハンドカート・バイク等を対象として、GPSを用いた作業実態調査を実施、収集・運搬に係る作業時間・走行軌跡に係るデータを取得し、収集・移動・中継ポイントでの待ち時間・運搬車両への積み込み等の作業実態を把握した。

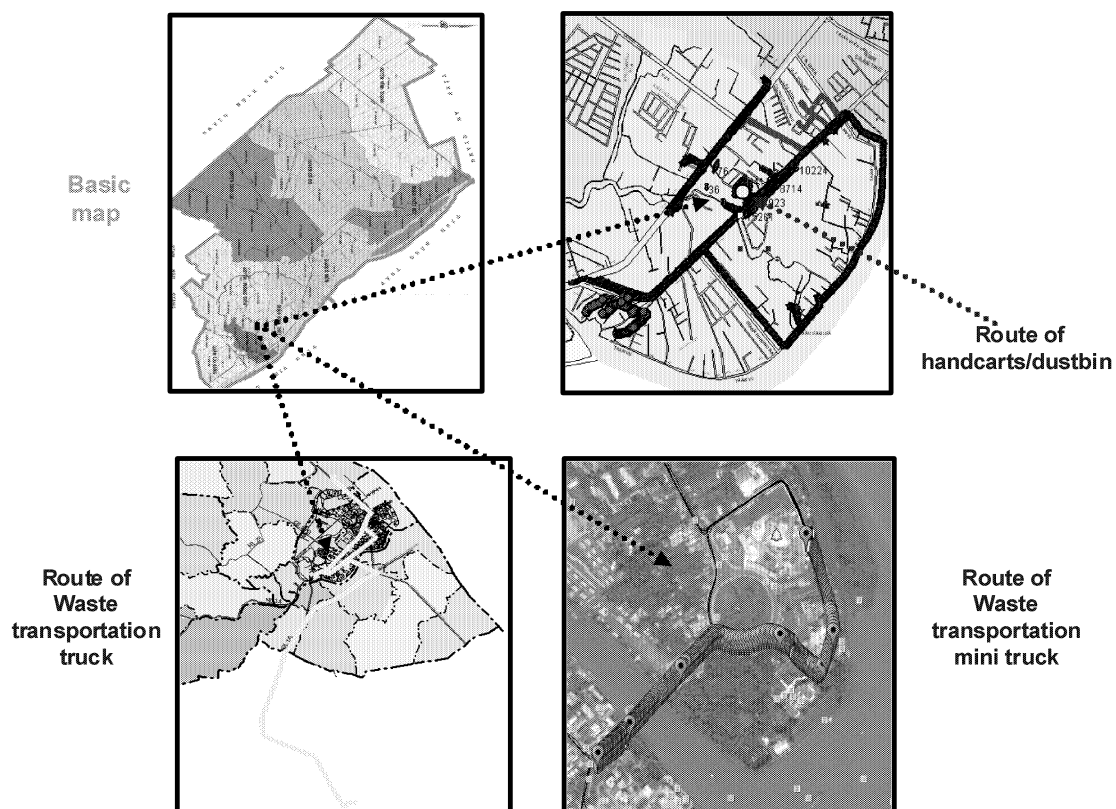


図1 カントー市における収集・運搬走行軌跡の例

(2) ハノイ市・フエ市訪問

年月日	発着地名 (国名・都市名)	訪問先	用務
22.10.11	岡山ー関空ーハノイ市		
22.10.12-16	ハノイ市	ハノイ市内	廃棄物・生ごみの分別収集実態に関するヒアリング調査及び実態調査
22.10.17	ハノイ市ーフエ市		
22.10.18-23	フエ市	フエ市内	廃棄物発生実態調査
22.10.24-25	フエ市ーハノイ市ー関空)ー岡山		

ハノイ市の訪問では、ハノイ市 **Hai Ba Trung** 街区の収集運搬作業員に対するヒアリングを実施し、廃棄物・生ごみの分別収集実態に関するヒアリング調査を実施するとともに、予備調査として収集に使用するハンドカート・ダストビンに **GPS** を設置し、試験的に作業時間・走行軌跡データを取得し、調査対象地域の設定、本調査を実施する上での課題について検討した。

また、ベトナム・フエ市における一般廃棄物の発生特性とその関連要因の検討に取り組んだ。具体的には、ベトナム中部フエ市の家庭廃棄物の発生・排出実態を調査し、家庭廃棄物を材質・用途別に **90** 種類に分類して、これら分類別の排出量と個人属性・ライフスタイル・家計消費との相互関連を包括的に分析した。具体的な成果は以下の通りである。

- (1) フエ市において乾期（22年3月に実施）・雨期の2回にわたって家庭廃棄物の発生・排出実態を調査し、その物理組成別、用途・形状別の発生量、リサイクル可能量を明らかにした。
- (2) 家庭廃棄物の発生量と個人属性変数・ライフスタイル・家計消費との相互関連を包括的に分析し、発生の関連要因を明らかにした。
- (3) アンケート調査により、環境意識・廃棄物マネジメントに対する意識を明らかにするとともに、そのごみの発生・排出との関連を検討した。

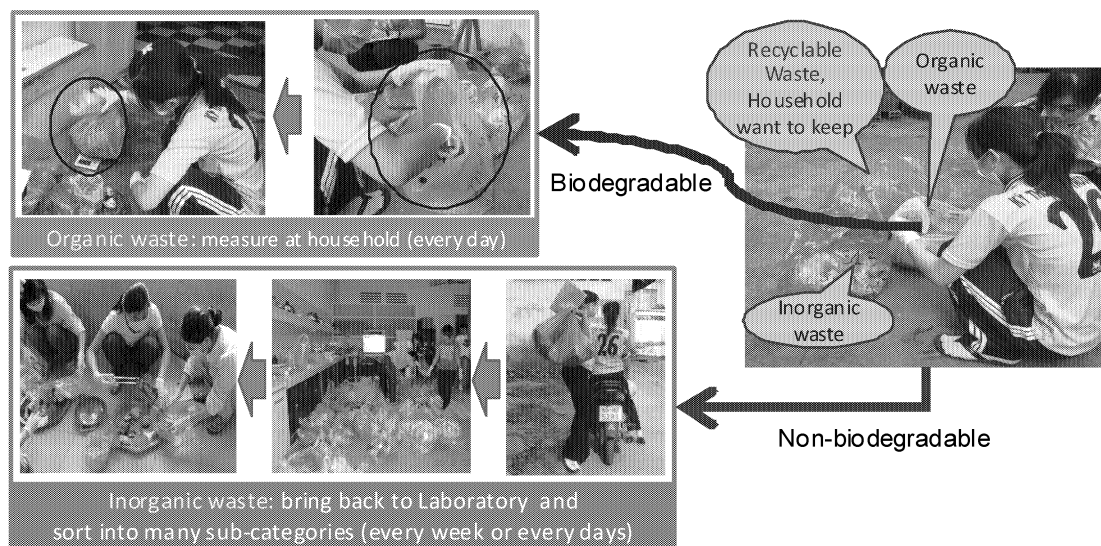


図2 フエ市における家庭ごみ組成調査の作業風景

(3) ハノイ市訪問

年月日	発着地名 (国名・都市名)	訪問先	用務
23.1.4	岡山ー成田空港(日本) ーハノイ市		
23.1.5-10	ハノイ市	ハノイ市内	廃棄物・生ごみの分別収集実態に関する実態調査
23.1.11	ハノイ市ー関西空港 (日本)ー岡山		

ハノイ市を訪問し、GPSを用いた生ごみ分別収集実態調査を実施した。詳細については次節の「研究報告」で紹介する。

3. 研究報告 —ハノイ市における GPS/GIS を援用した分別収集実態調査—

(1) はじめに

ベトナムでは、一般廃棄物はハンドカードによる各戸収集及びトラックによる中継輸送が実施され、行政による分別収集はほとんど見られないのが現状である。本研究では、ベトナム国内の先進モデル事例として、北部ハノイ市における生ごみの分別収集を取り上げ、生ごみ分別収集のモデル事業対象地域において GPS/GIS を援用して作業軌跡・作業時間等の作業実態データを収集したので結果を報告する。

(2) 方法

ハノイ市は、日本政府が支援する 3R プロジェクト（通称 3R-HN プロジェクト）の対象都市に選定され、2006 年 3 月より 3 年間にわたり循環型社会構築に向けた技術援助を受けた。このプロジェクトでは、Nguyen Du 街区(Hai Ba Trung 区), Phan Chu Trinh 地区(Hoan Kiem 区), Thanh Cong 地区(Ba Dinh 区), and Lang Ha 地区(Dong Da 区)の 4 つの地区で生ごみの分別収集を導入した。現在、ハノイ市においては、各戸収集(伝統的な手法)、分別ごみ容器による生ごみ・一般ごみ分別収集 (3R-HN モデル地域)、ごみ容器と各戸収集の混合、の 3

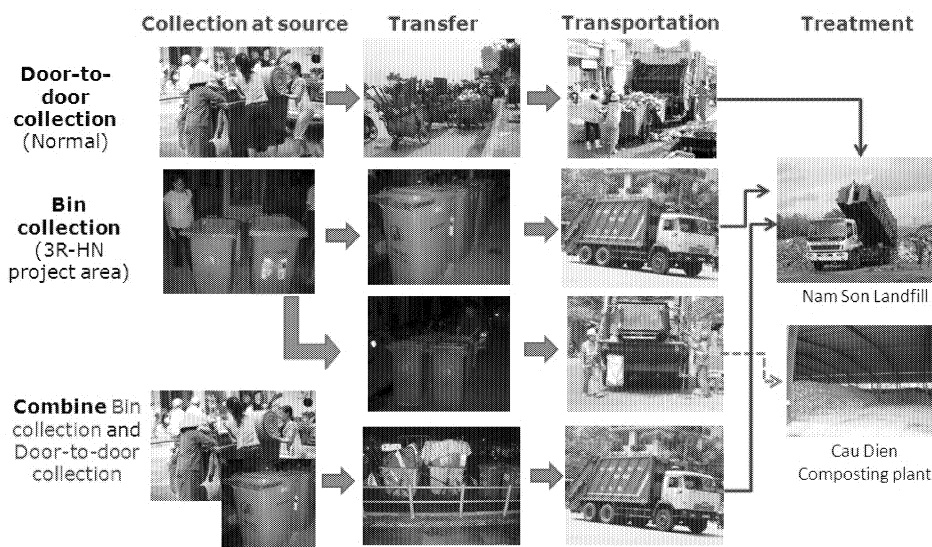


図3 ハノイ市の廃棄物マネジメントシステムの概要

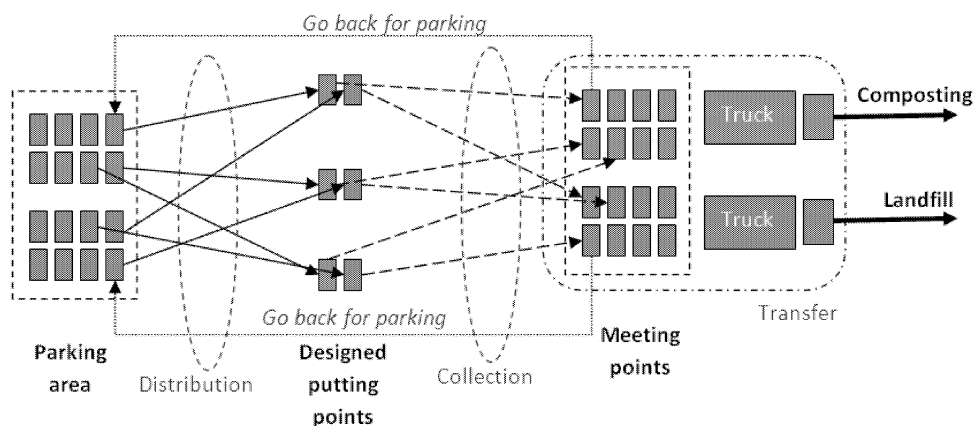


図4 ハノイ市におけるごみ容器による分別収集システムの概要

種類の収集システムが存在する。これらシステムの概要を図3に示した。

本調査では、これまでのところ生ごみ分別収集が成功したといわれている Nguyen Du 街区を調査対象として選定した。同街区の人口は 6,682 人、世帯数は 1,988 世帯である(2010)。家庭系廃棄物の収集量は 1 日約 9.0t と推定されている。

3R-HN プロジェクトのモデル地区では、収集作業員は決められた排出場所に、堆肥化される生分解性ごみ用の緑色のごみ容器、その他埋め立てられるごみ用のオレンジ色のごみ容器、の 2 種類のごみ容器を設置することになっている。分別収集システムの概要を図4に示した。

本研究では、対象地域において GPS ロガーを援用して廃棄物収集の移動軌跡データを取得するとともに、作業時間・距離、廃棄物量についても併せて測定した。取得した走行軌跡は ArcView 9.3 を用いて、走行時間・走行距離・速度等を計測した (図5)。

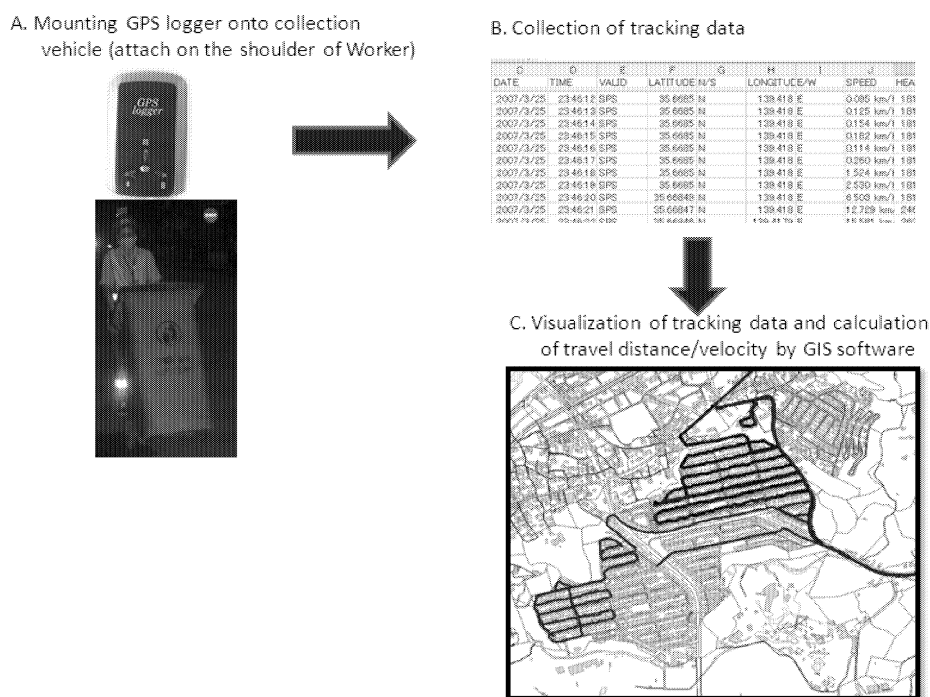


図5 走行軌跡データの取得・解析の流れ



図 6 中継ポイントにおける重量の計測風景

収集したごみの重量は、中継ポイントにおいてデジタル体重計を用いて計測した（図 6 参照）。

(3) 調査結果

表 1 に Nguyen Du 街区におけるごみ容器種類別の収集作業効率の概要を示した。作業時間は、ごみ容器の配布、休憩、収集、待機、積み替え、駐車（容器の返却）、に大別して示した。また、容器一つあたりの重量(kg)、ごみ容器底面からのごみの高さ(cm)、ごみの容積(L)、かさ比重(kg/m³)についても併せて示した。生ごみは一般ごみと比較してかさ比重、量ともに小さかった。

表 1 ごみ容器種類別の収集作業効率の概要

Activities	Items	N	Mean	SD	SE
Distribution (min)	Orange-bin	34	2.725	2.249	0.386
	Green-bin	27	2.734	1.924	0.370
	Total	61	2.729	2.094	0.268
Free (min)	Orange-bin	54	71.445	65.864	8.963
	Green-bin	37	89.573	63.936	10.511
	Total	91	78.816	65.345	6.8450
Collection (min)	Orange-bin	44	2.490	2.584	0.390
	Green-bin	35	3.251	6.593	1.114
	Total	79	2.827	4.772	0.537
Waiting (min)	Orange-bin	49	45.349	47.216	6.745
	Green-bin	39	42.838	16.865	2.701
	Total	88	44.093	32.040	4.723
Transfer (min)	Orange-bin	69	0.719	0.364	0.044
	Green-bin	44	0.664	0.332	0.050
	Total	113	0.692	0.348	0.047
Parking (min)	Orange-bin	20	2.332	3.478	0.778
	Green-bin	18	1.948	2.922	0.689
	Total	38	2.140	3.200	.733
Weigh (kg)	Orange-bin	73	47.805	20.932	2.450
	Green-bin	44	36.325	18.047	2.721
	Total	117	42.065	19.490	2.585
Height (cm)	Orange-bin	73	88.877	23.885	2.795
	Green-bin	44	74.341	22.567	3.402
	Total	117	81.609	23.226	3.099
Volume (L)	Orange-bin	73	206.194	55.412	6.485
	Green-bin	51	148.798	77.137	10.801
	Total	124	177.496	66.275	8.643

また、表2に作業員別の収集作業実態を示した。調査の結果、ほとんどの作業員が少なくとも一つのハンドカートを使用していることが明らかとなった。また、Nguyen Du 街区では、ごみ容器の数の方がかなり多いにもかかわらず、これらのハンドカートによって全収集量のうち多くの割合(44.48%)を収集していることが明らかとなった。また、緑色のごみ容器で収集される生ごみの量は全体の17.44%と小さかった。残りのごみ(82.56%)はオレンジ色のごみ容器によって38.08%、ハンドカートによって44.48%が収集されていた。

表2 作業員別の収集作業実態

Worker	No. Dustbin		No. handcart		Waste collected amount						
	Orange color	Green color	Large size (600L)	Small size (400L)	Total weight	Orange-bin		Green-bin		Handcart	
						kg	%	kg	%	kg	%
A	5	5	1		687.5	279.7	40.68	174.8	25.43	233	33.89
B	7	3	2		1095.5	391.7	35.76	137.8	12.58	566	51.67
C	8	5	2		901.4	336.7	37.35	71.7	7.95	493	54.69
D	10	6	1	1	1016.8	447.4	44.00	88.4	8.69	481	47.31
E	6	4			327.6	306.5	93.56	21.1	6.44	0	0.00
F	6	5		1	608.6	339.6	55.80	172	28.26	97	15.94
G	7	7	1		783.9	281.8	35.95	357.1	45.55	145	18.50
H	5	2		2	558	207.2	37.13	81.8	14.66	269	48.21
I	5	7	2		1035.1	230.4	22.26	281.7	27.21	523	50.53
J	8	4	3	1	1482.4	346.8	23.39	89.6	6.04	1046	70.56
K	6	3		1	667.3	322	48.25	122.3	18.33	223	33.42
Total	73	51	12	6	9164.1	3489.8	38.08	1598.3	17.44	4076	44.48

4. 今後の計画

今後は、ハノイ市の分別収集モデル地区以外の地区や中部ダナン市におけるコンテナ収集についても同様に作業実態データを収集し、収集・運搬のコスト・環境負荷・収集効率等を比較するとともに、その推定モデルを構築することが必要と考えられる。また、(1)一般廃棄物の発生・排出に係る実態調査及び推定モデル構築、(2)一般廃棄物の処理・処分に係るコスト・環境負荷に関する基礎情報の収集についても検討を進め、(4)廃棄物マネジメント・3R推進事業に係る各種シナリオを設定し、その政策効果分析を実施することが必要である。

5. 活動資料 —業績一覧—

- 1) Nguyen Phuc THANH, Yasuhiro MATSUI, Takeshi FUJIWARA, 2010. Household solid waste generation and characteristic in a Mekong Delta city, Vietnam. *Journal of Environmental Management* (ISI) 91(11): 2307-2321.
- 2) Nguyen Phuc THANH, Yasuhiro MATSUI, Takeshi FUJIWARA, 2010. Assessment of plastic waste generation and its potential recycling of household solid waste in Can Tho City, Vietnam. *Environmental Monitoring and Assessment* (ISI). DOI:10.1007/s10661-010-1490-8.

- 3) Nguyen Phuc THANH, Yasuhiro MATSUI, Ngo Thi My YEN, Pham Khac LIEU and Tran Ngoc TUAN, 2010. A study of the Household solid waste generation and characteristic in a North Central Vietnam City – Hue City. Conference proceeding of the 9th International conference on EcoBalance. pp 755 - 758. November 2010, Tokyo, Japan.
- 4) Nguyen Phuc THANH, Yasuhiro MATSUI, and Takeshi FUJIWARA, 2010. Seasonal and daily generation and characteristic of Household solid waste in a Mekong delta city, Vietnam. Proceeding of The 21st Annual conference of Japan Society of Material Cycles and Waste Management. Vol. 21, pp 302 - 303. November, Kanazawa, Japan. Available at: http://www.jstage.jst.go.jp/browse/jsmcwm/21/0/_contents.
- 5) Nguyen Phuc THANH, Le Hoang VIET, Nguyen Vo Chau NGAN, Nguyen Xuan DU, 2010. Municipal solid waste management in the Mekong Delta region: status and challenges. Conference proceeding of German - Vietnamese workshop on scientific technical cooperation in development and implementation of adopted waste management technologies. pp 137-153. October 2010, Ho Chi Minh, Vietnam. (In Vietnamese)