

3-8 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, DO Thi Thu Trang, TRAN Thi Yen Anh

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した。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

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た。また、事業系一般廃棄物についても同様に調査を行い、フエ市における家庭系・事業系一般廃棄物の発生量・組成、またそれらのマテリアルフローの全体像（第3章）を明らかにした。

(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トによる各戸収集及びトラックによる中継輸送が主流となっており、分別収集、コンテナ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事例として、北部ハノイ市における生ごみの分別収集（第4章）、中部ダナン市におけるコンテナ収集等（第5章）の各種収集システムを取り上げ、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・収集効率等を比較した。

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	岡山ー関西空港ーホーチミン市		
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西空港ー岡山		

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。

(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	岡山ー関西空港ーハノイ市		
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。



フエ市における家庭ごみ組成調査の作業風景

- (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。

(3) ハノイ市訪問

年月日	発着地名 (国名・都市)	訪問先	用務
23.1.4	岡山ー成田空港ーハノイ市		
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ー岡山		

(4) フェ市訪問日程 (松井康弘)

年月日	発着地名 (国名・都市名)	訪問先	用務
23.11.12	岡山ーフェ市		
23.11.13-14	フェ市	フェ市内	事業系一般廃棄物発生実態調査
23.11.15-16	フェ市ー岡山		

(5) フェ市訪問日程 (修士2年 DO Thi Thu Trang)

年月日	発着地名 (国名・都市名)	訪問先	用務
23.9.5	岡山ーフェ市		
23.9.6-10.28	フェ市	フェ市内	事業系一般廃棄物発生実態調査
23.10.29-30	フェ市ー岡山		
23.11.8	岡山ーフェ市		
23.11.9-12.6	フェ市	フェ市内	事業系一般廃棄物発生実態調査
23.12.7-8	フェ市ー岡山		

(6) フェ市訪問日程 (外国人客員研究員 NGUYEN Phuc Thanh)

年月日	発着地名 (国名・都市名)	訪問先	用務
23.9.16	岡山ーフェ市		
23.9.17-30	フェ市	フェ市内	事業系一般廃棄物発生実態調査
23.11.30	岡山ーフェ市		
23.12.1-6	フェ市	フェ市内	事業系一般廃棄物発生実態調査
23.12.7-8	フェ市ー岡山		

フェ市の事業系一般廃棄物発生実態調査の詳細については第3章に示した。

(7) フェ市 ダナン市訪問日程 (松井康弘)

年月日	発着地名 (国名・都市名)	用務先	用務
24.5.30	岡山ー成田空港ーハノイ市		
24.5.31	ハノイ市ーフェ市		
24.6.1	フェ市	Hue Urban Environment and Public Works State Limited Company	研究成果発表
24.6.2-4	フェ市	Hue University	一般廃棄物発生・排出実態調査
24.6.5	フェ市ーダナン市		
24.6.6.8	ダナン市		一般廃棄物収集・運搬実態調査
24.6.9-10	ダナン市ーハノイ市ー成田空港ー鳥取		

(8) フェ市訪問日程 (松井康弘)

年月日	発着地名 (国名・都市名)	訪問先	用務
24.7.13	岡山ー関西空港ーホーチミン市ーフェ市		
24.7.14-18	フェ市	Hue University	一般廃棄物発生・排出実態調査
24.7.19-20	フェ市ーホーチミン市ー関西空港ー岡山		

(9) ホーチミン市 フェ市訪問日程 (松井康弘) 渡航日程

年月日	発着地名 (国名・都市名)	訪問先	用務
24.8.22	岡山ー関西空港		
24.8.23	関西空港ーハノイ市		
24.8.24	ハノイ市ーフェ市	Hanoi Hotel	ワークショップ参加
24.8.25	ハノイ市ーホーチミン市	ハノイ市内	フィールド調査 移動
24.8.26	ホーチミン市	ホーチミン市内	資料整理
24.8.27	ホーチミン市	Hotel Nikko Saigon	ワークショップ参加
24.8.28	ホーチミン市ーフェ市	ホーチミン市内	フィールド調査
24.8.29-9.3	フェ市	Hue University	一般廃棄物発生・排出実態調査
24.9.4-5	フェーハノイー関西空港ー岡山		

(10) フェ市 ダナン市訪問日程 (松井康弘)

年月日	発着地名 (国名・都市名)	訪問先	用務
24.11.10	岡山ー関西空港ーハノイ市ーフェ市		
24.11.11	フェ市	フェ大学	JAPAN-VIETNAM JOINT WORKSHOP ON ENVIRONMENTAL MANAGEMENT OF RIVER BASINS AND SOLID WASTES
24.11.12	フェ市ーダナン市	Da Nang URENCO	移動 (陸路) 研究打ち合わせ
24.11.13-15	ダナン市	ダナン市内	一般廃棄物収集・運搬実態調査
24.11.16-17	ダナン市ーハノイ市ー中部国際空港ー岡山		移動

(11) フェ市 ダナン市訪問日程 (松井康弘)

年 月 日	発着地名 (国名・都市名)	訪 問 先	用 務
25.03.17	ダナン市	Da Nang URENCO	今年度の研究成果報告及び意見交換
25.03.18	ダナン市	Da Nang University of Technology	部局間協定締結セレモニー、今後の学術交流に係る意見交換
25.03.19-20	ダナン市－ホーチミン －バンコク－関西空港 －岡山		

3. 研究報告 —ベトナム・フエ市における事業系一般廃棄物の発生とその関連要因—

(1) はじめに

本研究では、フエ市における事業系一般廃棄物に焦点を当て、その発生・排出に関する実態調査を実施することにより、同市の都市ごみのマネジメント・3R 推進に資する基礎資料を得ることを目的とした。

(2) 方法

本研究では、ベトナム中部のフエ市を対象とした(図1)。同市は Thua Thien Hue 省の省都であり、面積は 83.3 km²、2009 年 12 月 31 日現在の人口は 337,506 人である¹⁾。フエ市の都市ごみ収集量は 200t/日、収集率は 90-95%であり²⁾、Hue Urban Environment and Public Works State Company (HEPCO)によって収集されている。

事業系一般廃棄物の対象を選定するに当たっては、ベトナムにおける公式の産業分類である“*The System of Economic Branches of Vietnam*” (Decision No. 10/2007/QD-TTG dated January 23, 2007)³⁾を参照

し、経済部門毎に対象事業者を選定することとした。この経済部門体系は 5 階層で構成され、第 1 レベルではアルファベット順で A~U までの 21 部門、第 2 レベルでは 88 部門、第 3 レベルでは 242 部門、第 4 レベルでは 242 部門、第 5 レベルでは 642 部門で構成される。その構造と構成を表 1 に示した。また、同表には本研究で対象とした経済部門を併せて示した。

また、対象とした各経済部門の業態区分と、フエ市におけるそれぞれの区分の総事業所数、本研究の調査対象としたサンプル数、サンプル抽出方法を表 2 に示した。計 29 区分・446 事業所を対象とした。



図1 フエ市の位置

表1 ベトナムの経済部門の体系³⁾

Level					BRANCH	Target category
1 st	2 nd	3 rd	4 th	5 th		
A	1-3	242 branches, each branch coded by three numbers after those of the corresponding Level 2	437 branches, each branch coded by four numbers after those of the corresponding Level 3	642 branches, each branch coded by five numbers after those of the corresponding Level 4	Agriculture, Forestry and Aquaculture	
B	5-9				Mining Minerals	
C	10-33				Manufacturing and Processing Industries	HH with business
D	35				Production and Distribution of Electricity, Natural Gas, Hot Water, Steam and Air-Conditioning	
E	36-39				Water Supply, Waste and Sewage Management	
F	41-43				Construction	
G	45-47				Sale and repair of automobiles, motors, motorbikes, etc. Wholesale and retail	HH with business & Market & supermarket
H	49-53				Transport and Warehouse	Office
I	55-56				Accommodation and Restaurant Services	Restaurant & Hotel
J	58-63				Information and Communication	HH with business & Office
K	64-66				Finance, Banking and Insurance	Office
L	68				Real-Estate Business	Office
M	69-75				Professional Practice, Science and Technology	Office
N	77-82				Administrative Services and Assistant Services	HH with business & Office
O	84				The Communist Party, Civil society, State administration, National defense security, etc.	Office
P	85				Education and Training	School & education services
Q	86-88				Health and social support activities	Hospital & healthcare services
R	90-93	Artistic, recreational activities	HH with business & Office			
S	94-96	Other Services	HH with business & Office			
T	97-98	Hired Labor services for Households, Producing Home Consumption Material Products	HH with business			
U	99	Operation of International Organizations and Agencies	Office			
21	88	242	437	642		

表2 対象とした産業部門及び調査対象の選定手法

Category	Sub-category	Total size	Sample size	Sample selection methods	Remarks		
Institutional waste	Schools/ Education service	(1) Kindergarten	49	9	Based on the total list, excluding sub-category (4). The total list of each sub-category was prepared and sorted by the number of students. The target samples were selected systematically from the list.	-	
		(2) Primary education	37	5			
		(3) Secondary education	36	9			
		(4) Post-graduate education	8	2			
		(5) Other education services	181	6			
		(6) Education assistant services	0	0			
	Hospital/Healthcare services	(1) Hospitals	12	3	Random selection	-	
		(2) Healthcare stations	27	3	The total list of each sub-category was prepared and sorted by the number of beds. The target samples were selected systematically from the list.	-	
		(3) General and specialized medical establishments	256	6	The total list of each sub-category was prepared and sorted by the number of staff. The target samples were selected systematically from the list.	50% samples is family scale	
		(4) Dental establishments	92	6		50% samples is medium scale	
		(5) Standby [reserve] medical	5	1	Random selection	-	
		(6) Orthopedic and rehabilitation centers	2	1	Random selection	-	
	Offices	(1) Government offices - Professional management services - People committee (PC)	18	3	Random selection (Departments/Bureaus/Institutions/Agencies)	-	
		(2) Other offices	27+2	3+2	Random selection (27 Wards' PC, 2 City/Province's PC)	-	
	Commercial waste	Hotel	(1) Guest house	101	10	Based on the total list: The total list of each sub-category was prepared and sorted by the number of beds. The target samples were selected systematically from the list.	Total hotels in Hue also consist of: - 45: Non-rated hotels have registered - 76: Non-rated hotels have not registered yet
			(2) 1-star hotel	29	10		
			(3) 2-star hotel	18	7		
			(4) 3-star hotel	10	6		
(5) 4-star hotel			7	5			
(6) 5-star hotel			4	3			
Restaurant		(1) Restaurant (large scale)	131	15	5 target zones were selected according to the urbanization level ^[11]	68 restaurants in 5 zones	
		(2) Family-restaurant and pub/bar - 1 worker - 2 workers - 3 workers - 4 workers or more	1068 836 212 190	30 22 7 6	Based on the total list of each target zone: The total list of each sub-category was prepared and sorted by the number of workers. The target samples were selected systematically from the list.	Total number in 5 zones: - 1 worker: 565 - 2 workers: 425 - 3 workers: 114 - 4 workers or more: 92	
		(3) Beverage shops - 1 worker - 2 workers - 3 workers or more	921 793 211	11 7 2		Total number in 5 zones: - 1 worker: 564 - 2 workers: 416 - 3 workers or more: 149	
		(4) Vendor	NA	5	Random selection	1 sample for each zone	
		Market and supermarket	(1) Market (kiosks in market)	460	64	Kiosks are classified into 12 categories and 31 sub-categories based on the "The system of economic branches of Vietnam" (level 5) The total list of each sub-category was prepared. The target samples were selected systematically from the list.	1 st class market
(2) Supermarket			8	1	Random selection		
Household with business		(1) Manufacturing and Processing Industries (C)*	3247	45	5 target zones were selected according to the urbanization level ^[11] Based on the total list of each target zone: The total list of each sub-category was prepared and selected systematically from the list.	17 categories from 25 total categories in the 2 nd level of the "System of Economic Branches"	
		(2) Sale, repair of automobiles, motors, motorbikes etc. Wholesale and retail (G)*	7375	82	The sub-categories with less than 5 facilities were not surveyed (only 55 in total 85 sub-categories were considered and surveyed).	31 categories from 53 total categories in the combination both 4 th and 5 th levels of the "System of Economic Branches"	
		(3) Other Services (Level 1 of the "System of Economic Branches": J, N, R, S, T)*	2250	17		7 categories in the 2 nd level of the "System of Economic Branches"	

(*) Industrial code according Level 1 of the "System of Economic Branches"

NA: Not available

本研究では、2011年9月～11月の雨期の期間において、調査対象に対して、廃棄物の発生量調査、組成調査、アンケート調査の3種類の調査を同時に実施した。

- 1) 廃棄物の発生量調査：廃棄物の発生量に関するデータを収集する目的で合計10日間の実測調査を実施した。最初の3日間は準備期間とし、残りの7日間の実測値を解析に用いることとした。（ただし、レストランの区分においては最後の1日に洪水が発生したため実測できず、6日間のデータを使用した）廃棄物は「General waste」、「Recyclables」、「Food residues」、「Garden waste」の4種類に分けて保管するよう対象者に依頼し、毎日収集して湿重量を実測した。
- 2) 廃棄物組成調査：調査期間中に廃棄物組成調査を実施した。代表的なサンプルを選定して廃棄物を収集し、10種類の物理組成、用途形状に基づいて54種類の細組成に区分し、1gを最小目盛りとするデジタルはかりを用いて湿重量を実測した。
- 3) アンケート調査：面談調査によって、事業規模等のごみ発生量の影響要因、リサイクルの現状に関するデータを取得した。

(3) 結果及び考察

A) 事業系一般廃棄物の業種・業態別の発生原単位

フェ市の事業系廃棄物の業種・業態別の発生原単位(kg/unit/day)の平均及び標準偏差を表3に示した。発生原単位は「General waste」、「Recyclables」、「Food residues」、「Garden waste」の4種類に分け、また従業員数、あるいはベッド数等の事業規模を表す様々な変数で除して計算した。

教育機関については、g/class/day、g/pupil (student)/day、g/classroom/dayの3種類の原単位を計算し、食堂と教室の2つの発生源を区別して計量した。g/class/day、g/classroom/dayの2種類の原単位では“Kindergarten”が最も大きく、g/pupil (student)/dayの原単位では“other education (baby-keeping house)”の原単位が最も大きかった。

医療機関については、g/patient/day、g/worker/day、g/bed/dayの3種類の原単位を計算した。g/patient/dayの原単位では“hospital”が最も大きく、次いで“dental establishment”が大きかった。一方、g/worker/dayの原単位では“dental establishment”が最も大きく、次いで“hospital”が大きく、順序が逆転した。種類別にはgeneral wasteの量が最も多く、以下 food residues、garden waste、recyclable wasteの順であった。（医療廃棄物については本研究で調査していない）

事務所については、g/room/day、g/worker/day、g/m²/dayの3種類の原単位を計算した。廃棄物の発生原単位はg/unit/dayでみると“professional management services”が他の事業区分よりも小さく、g/worker/day、g/m²/dayでみると“other offices”の発生原単位が大きかった。種類別にはrecyclable wasteが最も多く、以下 general waste、garden wasteの順となり、養豚業者によって収集されるFood residuesは排出されていなかった。

ホテルについては、kg/room/day、kg/bed/day、kg/guest/dayの3種類の原単位を計算した。ホテルのグレード別に見ると、kg/unit/dayの原単位では“5-star hotel”が最も大きく、“guesthouse”が最も小さかった。種類別には、general wasteの量が最も多く、以下 food residues、recyclable、garden wasteの順となった。

レストランについては、kg/worker/day、g/chair/day、g/table/dayの3種類の原単位を計算した。レストランの業態別に見ると、kg/unit/dayの原単位では、“vendor”が最も小さく、“Cafe shops”、“restaurants”の順に大きくなった。kg/worker/dayの原単位（4種類合計）では、“1-worker restaurant”が最も大きく、g/table/day、g/chair/dayの原単位では“3-workers restaurant”が最も大きかった。種類別には food residuesの量が最も多く、以下 general waste、recyclable、garden wasteの順となった。

市場・スーパーマーケットについては、市場の Kiosk（売店）を 12 区分に分類し、kg/kiosk/day、kg/m²/day、g/m²/hour の 3 種類の原単位を計算した。スーパーマーケットでは、g/m²/day and kg/worker/day の 2 種類の原単位を計算した。

住居付き事業所については、製造業、自動車販売・修理業、卸売・小売業、その他サービスの 4 種類に分類し、日常生活から排出される廃棄物は店舗から排出される廃棄物と区分し、別途 g/capita/day として計算した。また、garden waste は家庭・事業規模によって 2 種類を計算した。

各経済部門において、業態区分による平均発生原単位の差を一元配置分散分析によって検討したところ、ホテル、教育機関、市場の 3 部門において業態区分による平均発生原単位の有意差が認められた。

B) 事業系一般廃棄物の業種・業態別の物理組成

事業系一般廃棄物の業種・業態別の 10 区分の物理組成の平均を表 4 に示した。

教育機関については、教室・食堂から排出される General waste を対象に 5 種類の業態別の物理組成を調査し、garden waste については別途表中に示した。全体のうち、Food waste が最も多く、以下 paper、plastic の順となった（ただし“post-graduate education”を除く）。“post-graduate education”では、plastic(27.42%)が最も多く、以下 miscellaneous (23.96%)、food waste (21.29%)、grass and wood (13.32%)、paper (11.64%)の順であった。

事務所については、General waste を対象に物理組成を調査した結果、Paper、food waste が最も多く、以下 plastic、miscellaneous、grass and wood、metals、textile、rubber and leather、ceramic、glass の順となった。food waste の多くは事務所で生活する警備員・運転手からのものであった。

ホテルについては、General waste 及び recyclable waste が分別されずに排出される例も多かったため、これら 2 種類を合わせて物理組成を調査した。全体のうち、Food waste が最も多く、以下 plastic、paper の順であった（ただし“guest house”を除く）。

レストランについては、General waste を対象に物理組成を調査した結果、Food waste が 50%以上と多くを占め、“Cafe”及び“vendor”では 75%以上を占めた。次いで Paper、plastic が大きかったが、“restaurants”では miscellaneous の割合が大きかった。この理由としては、“restaurants”では調理に練炭を使用することがあり、使用済みの灰が排出されたことが影響していることが考えられる。

市場・スーパーマーケットについては、市場の Kiosk（売店）を 12 区分に分類して調査を実施した。平均では全体のうち、Food waste が最も多く、以下 paper、plastic、grass and wood の順となった。

住居付き事業所については、製造業、自動車販売・修理業、卸売・小売業、その他サービスの 4 種類に分類して調査した。その結果、表 4 に示すとおり業種によって組成が大きく異なることが明らかとなった。

表3 事業系一般廃棄物の発生原単位(g/unit/day)

WASTE CATEGORY	General					Recyclable					Food residues					Garden					Total				
	General	Recyclable	Food residues	Garden	Total	General	Recyclable	Food residues	Garden	Total	General	Recyclable	Food residues	Garden	Total	General	Recyclable	Food residues	Garden	Total					
INSTITUTION WASTE	School/Education service	g/class/day																							
		(1) Kindergarten - Classes	1225.49 ± 991.96	5.04 ± 12.35	0	552.76 ± 805.99	1686.03 ± 928.76	32.59 ± 23.83	0.12 ± 0.28	0	15.73 ± 24.94	45.66 ± 23.44	1181.21 ± 1006.5	3.78 ± 9.26	0	537.21 ± 811.03	1624.93 ± 957.71								
		Kindergarten - Canteen	467.63 ± 227.53	28.32 ± 39.22	2989.65 ± 1743.24	0	3558.55 ± 1743.4	13.23 ± 5.65	0.8 ± 1.12	84.18 ± 48.38	0	100.28 ± 46.6	439.98 ± 177.53	26.05 ± 36.72	2848.14 ± 1643.61	0	3387.12 ± 1587.26								
		(2) Primary education - Classes	861.67 ± 184.57	0	0	119.14 ± 202.17	980.82 ± 124.45	25.61 ± 3.01	0	5.01 ± 8.97	0	30.62 ± 11.3	842.9 ± 162.36	0	136.63 ± 236.88	979.53 ± 237.65									
		Primary education - Canteen	112.18 ± 66.65	0	1537.02 ± 635.06	0	1649.2 ± 588.62	3.21 ± 1.22	0	51.81 ± 28.73	0	55.03 ± 27.54	114.69 ± 62.9	0	1634.23 ± 702.62	0	1748.91 ± 647.99								
		(3) Secondary education - Classes	475.57 ± 205.31	16.1 ± 47.42	0	685.45 ± 486.59	1137 ± 580.25	12.66 ± 5.86	0.39 ± 1.13	0	18.35 ± 15.7	30.46 ± 19.57	592.01 ± 269.84	19.4 ± 57.52	0	888.43 ± 701.51	1458.15 ± 864.51								
		Secondary education - Canteen	126.82 ± 48.33	18.46 ± 22.68	117.35 ± 133.07	0	329.42 ± 257.39	2.88 ± 1.04	0.42 ± 0.52	2.69 ± 3.04	0	7.55 ± 5.94	182.5 ± 121.58	21.56 ± 21.66	154.22 ± 180.06	0	428.93 ± 328.39								
		(4) Post-graduate education - Classes	368.82 ± 46.71	50.96 ± 25.73	0	474.33 ± 670.81	776.16 ± 483.02	6.17 ± 4.22	0.7 ± 0.06	0	4.5 ± 6.36	10.25 ± 0.49	496.64 ± 418.46	52.98 ± 16.46	0	283.57 ± 401.02	762.68 ± 133.62								
		Post-graduate education - Canteen	212.24 ± 52.33	31.24 ± 3.09	291.48 ± 21.15	0	625.74 ± 94.11	3.67 ± 2.84	0.52 ± 0.34	4.6 ± 2.4	-	9.65 ± 4.37	298.16 ± 273.51	41.65 ± 34.33	364.28 ± 256.1	0	758.36 ± 487.18								
		(5) Other education	21.06 ± 1.78	0	0	0	21.06 ± 1.78	2.58 ± 0.04	0	0	0	2.58 ± 0.04	138.75 ± 56.21	0	0	0	138.75 ± 56.21								
- Private teaching classes	1050.96 ± 486.58	0	1592.27 ± 1797.64	0	2643.23 ± 1318.2	79.31 ± 63.23	0	143.14 ± 129.74	0	222.46 ± 153.95	780.48 ± 661.44	0	796.13 ± 898.82	0	1576.62 ± 451.3										
- Baby-keeping house	2.51	1.174	-	0.892	1.544	3.485*	0.491	-	0.729	1.901	1.395	0.982	-	1.371	0.947										
ANOVA (F) [Among Classes of sub-categories]	6.689**	0.749	7.231**	-	9.016**	9.878**	0.724	7.304**	-	10.058**	4.526*	0.909	6.957**	-	8.660**										
ANOVA (F) [Among Canteens of sub-categories]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-										
INSTITUTION WASTE	Health-care services	g/patient/day																							
		(1) Hospitals	448.16 ± 565.2	40.83 ± 55.98	211.72 ± 423.43	88.19 ± 102.73	788.89 ± 1036.53	188.29 ± 112.64	30.53 ± 55.77	38.52 ± 77.03	70.63 ± 122.65	327.96 ± 160.19	186.51 ± 109.27	31.41 ± 58.67	30.04 ± 60.09	79.17 ± 143.62	327.13 ± 155.99								
		(2) Healthcare stations	91.37 ± 143.24	0	0	20.73 ± 26.67	112.09 ± 126.91	99.78 ± 57.02	0	0	181.66 ± 255.37	281.43 ± 241.22	178.67 ± 207.28	0	0	22.29 ± 31.52	200.95 ± 175.76								
		(3) General/specialized medical establishments	96.22 ± 100.72	13.31 ± 26.62	44.09 ± 88.17	0	153.62 ± 211.07	183.47 ± 147.76	17.45 ± 34.89	57.79 ± 115.59	0	258.71 ± 263.54	374.05 ± 300.9	14.83 ± 29.66	49.13 ± 98.25	0	438.01 ± 296.23								
		(4) Dental establishments	570.9 ± 517.06	0	0	0	570.9 ± 517.06	621.66 ± 413.17	0	0	0	621.66 ± 413.17	1201.95 ± 309.17	0	0	0	1201.95 ± 309.17								
		(5) Standby (reserve) medical activities	65.93	0	0	24.25	90.18	87.68	0	0	32.25	119.94	-	-	-	-	-								
		(6) Orthopedic and rehabilitation centers	251.51	14	162.05	292.29	719.84	57.72	3.21	37.19	67.08	165.21	50.3	2.8	32.41	58.46	143.97								
		ANOVA (F)	0.838	0.737	0.447	5.137*	0.703	2.551	0.397	0.329	0.807	0.952	7.578**	0.327	0.248	0.507	6.084								
		INSTITUTION WASTE	Offices	g/room/day																					
				(1) Government offices	168.29 ± 166.52	9.58 ± 16.59	0	154.45 ± 131.43	332.33 ± 233.37	35.34 ± 43.63	1.17 ± 2.02	0	28.98 ± 24.58	65.49 ± 61.51	1.51 ± 1.94	0.06 ± 0.1	0	1.14 ± 1.01	2.7 ± 2.74						
- Professional management services	280.97 ± 58.2			370.99 ± 197.54	0	960.49 ± 678.44	1612.44 ± 471.41	39.32 ± 17.6	45.76 ± 32.01	0	87.21 ± 14.33	172.29 ± 45.84	1.86 ± 0.23	2.66 ± 0.24	0	3.74 ± 0.39	8.26 ± 0.2								
- People committee (PC)	250.22 ± 194.77			509.35 ± 781.28	0	89.71 ± 158.12	849.28 ± 1035.31	51.07 ± 39.53	212.67 ± 316.34	0	9.6 ± 17.07	273.33 ± 355.38	8.14 ± 2.49	10.61 ± 17.33	0	0.62 ± 1.05	19.37 ± 7.77								
(2) Other offices (10 detailed sub-categories)	1.259			1.622	3.487**	1.622	1.134	1.901	3.550**	1.727	0.888	0.818	1.208	0.594	0	0.594									
ANOVA (F) [Among 13 sub-categories]	0.838			0.737	0.447	5.137*	0.703	2.551	0.397	0.329	0.807	0.952	7.578**	0.327	0.248	0.507	6.084								
COMMERCIAL WASTE	Hotel			kg/room/day																					
				(1) Guest house	0.19 ± 0.11	0.02 ± 0.01	0.09 ± 0.2	0.01 ± 0.03	0.3 ± 0.24	0.13 ± 0.08	0.01 ± 0.01	0.06 ± 0.13	0.01 ± 0.02	0.21 ± 0.16	0.39 ± 0.29	0.08 ± 0.11	0.07 ± 0.14	0.02 ± 0.06	0.55 ± 0.4						
				(2) 1-star hotel	0.31 ± 0.15	0.03 ± 0.02	0.07 ± 0.12	0.01 ± 0.04	0.42 ± 0.22	0.18 ± 0.09	0.02 ± 0.01	0.04 ± 0.07	0.01 ± 0.03	0.25 ± 0.13	0.59 ± 0.55	0.05 ± 0.08	0.08 ± 0.21	0	0.75 ± 0.66						
				(3) 2-star hotel	0.29 ± 0.31	0.02 ± 0.02	0.12 ± 0.16	0	0.42 ± 0.4	0.17 ± 0.17	0.01 ± 0.01	0.07 ± 0.09	0	0.24 ± 0.22	0.82 ± 0.85	0.05 ± 0.08	0.14 ± 0.2	0	1.01 ± 1						
		(4) 3-star hotel	0.55 ± 0.37	0.06 ± 0.05	0.29 ± 0.07	0	0.9 ± 0.4	0.29 ± 0.18	0.03 ± 0.03	0.16 ± 0.04	0	0.48 ± 0.19	1.43 ± 1.29	0.19 ± 0.28	1.01 ± 1.5	0	2.63 ± 2.63								
		(5) 4-star hotel	0.65 ± 0.45	0.06 ± 0.04	0.42 ± 0.26	0	1.12 ± 0.73	0.45 ± 0.19	0.04 ± 0.03	0.31 ± 0.12	0.01 ± 0.02	0.82 ± 0.31	1.18 ± 1.21	0.22 ± 0.58	0.85 ± 0.85	0.03 ± 0.12	2.28 ± 2								
		(6) 5-star hotel	0.79 ± 0.24	0.1 ± 0.07	0.51 ± 0.02	0.11 ± 0.17	1.5 ± 0.25	0.58 ± 0.25	0.07 ± 0.06	0.37 ± 0.03	0.08 ± 0.12	1.1 ± 0.31	1.73 ± 1.05	0.21 ± 0.18	1.13 ± 0.42	0.08 ± 0.19	3.15 ± 1.38								
		ANOVA (F)	3.993**	3.979**	6.971***	2.619*	7.8004***	7.225***	4.968**	11.698***	2.496*	15.011***	7.207***	2.611*	10.257***	3.372**	11.529***								
		COMMERCIAL WASTE	Restaurant	kg/worker/day																					
				(1) Restaurant (large scale)	1.41 ± 0.82	0.15 ± 0.18	1.86 ± 1.59	0	3.42 ± 2.32	134.5 ± 65.55	10.49 ± 9.29	174.26 ± 123.13	0.52 ± 1.54	319.76 ± 175.8	611.5 ± 311.02	61.49 ± 93.92	795.65 ± 598.81	2.85 ± 8.91	1502.38 ± 874.94						
(2) Family-restaurant and pub/bar	2.75 ± 2.1			0.05 ± 0.12	4.44 ± 4.24	0	7.25 ± 5.68	160.38 ± 104.88	3.02 ± 8.02	232.59 ± 165.93	0	395.98 ± 231.15	586.3 ± 439.4	12.06 ± 32.09	883.67 ± 682.75	0	1482.04 ± 973.35								
- 1 worker	1.51 ± 0.77			0.08 ± 0.12	3.08 ± 2.46	0.05 ± 0.16	4.72 ± 2.75	132.31 ± 71.46	4.57 ± 6.42	222.71 ± 189.47	3.58 ± 10.52	363.16 ± 227.17	568.37 ± 337.3	18.08 ± 25.39	996.51 ± 860.55	14.68 ± 42.38	1597.64 ± 992.37								
- 2 workers	1.74 ± 1.04			0.05 ± 0.09	3.87 ± 4.88	0	5.66 ± 5.55	169.17 ± 123.9	3.28 ± 6.56	459.65 ± 657.56	0.52 ± 1.57	632.63 ± 770.47	675.99 ± 494.86	15.58 ± 32.58	1796.34 ± 2628.07	1.84 ± 5.51	2489.74 ± 3071.9								
- 3 workers	2.1 ± 2.22			0.22 ± 0.54	2.4 ± 2.22	0.01 ± 0.03	4.73 ± 4.18	210.42 ± 161.32	4.64 ± 7.06	317.99 ± 377.27	0	533.05 ± 371.61	829.28 ± 657.46	18.58 ± 28.24	1251.35 ± 1520.08	0	2099.21 ± 1520.67								
(3) Beverage shops	2.08 ± 0.93			0.01 ± 0.01	0	0	2.09 ± 0.94	101.04 ± 52.27	0.32 ± 0.28	0	0	101.36 ± 52.34	330.9 ± 131.1	1.14 ± 1.05	0	0	332.04 ± 131.28								
- 1 worker	1.7 ± 1.4			0.07 ± 0.1	0	0.13 ± 0.32	1.9 ± 1.51	76.16 ± 38.86	2.47 ± 3.17	0	9.76 ± 26.46	88.39 ± 54.35	278.62 ± 133.64	8.84 ± 11.41	0	38.48 ± 106.04	325.94 ± 204.55								
- 2 workers	1.95 ± 1.88			0.79 ± 1.36	0	0.1 ± 0.13	2.85 ± 2.04	126.32 ± 44.77	8.91 ± 11.76	0	1.87 ± 3.23	137.09 ± 45.75	504.74 ± 204.17	28.21 ± 34.53	0	7.46 ± 12.93	540.42 ± 194.33								
- 3 or more than 3 workers	1.52 ± 1.06			0.02 ± 0.03	0.33 ± 0.05	0	1.87 ± 1.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
(4) Vendor	0.913	2.106*	2.910**	1.059	2.023	1.566	1.586	0.831	2.330*	1.599	1.694	0.849	2.278*	0.849	2.460*										
ANOVA (F)	0.913	2.106*	2.910**	1.059	2.023	1.566	1.586	0.831	2.330*	1.599	1.694	0.849	2.278*	0.849	2.460*										
COMMERCIAL WASTE	Market and supermarket	kg/kiosk/day																							
		(1) Market (kiosk in market)	1.58 ± 1.72	0.43 ± 0.18	0	0	2.01 ± 1.53	0.84 ± 0.87	0.24 ± 0.12	0	1.08 ± 0.75	143.7 ± 155.98	22.07 ± 11.31	0	0	98.16 ± 68.17									
		- Food (rice, cereal, etc.)	0.4 ± 0.09	0.05 ± 0.08	5.21	0	3.05 ± 3.64	0.57 ± 0.41	0.06 ± 0.12	1.74 ± 3.68	0	2.36 ± 4.12	39.42 ± 16.62	9.39 ± 13.29	289.31 ± 409.15	344.37 ± 431.06									
		- Meat and meat products	0.36 ± 0.3	0	1.57 ± 1.12	0	1.85 ± 0.96	0.33 ± 0.34	0	1.53 ± 1.3	0	1.86 ± 1.11	39.68 ± 48.74	0	165.21 ± 164.48	201.68 ± 153.12									
		- Fish and fish products	4.21 ± 1.16	0	0	0	4.21 ± 1.16	2.85	0	0	0	2.85	480.86 ± 117.47	0	0	265.78 ± 266.42									
		- Vegetables	11.2 ± 4.65	3.53 ± 3.6	0	0	14.73 ± 8.25	4.35 ± 0.41	1.05 ± 1.59	0	0	5.41 ± 2.41	1135.52 ± 262.54	111.52 ± 70.97	0	551.92 ± 95.95									
		- Fruits	0.22 ± 0.1	0	0	0	0.22 ± 0.1	0.17 ± 0.02	0	0	0	0.17 ± 0.03	18.31 ± 7.71	0	0	10.4 ± 6.71									
		- Other foodstuffs	1.29 ± 1.62	0.1 ± 0.23	5.84 ± 3.6	0	7.23 ± 4.84	0.77 ± 0.96	0.06 ± 0.14	3.47 ± 2.14	0	4.3 ± 2.88	150.61 ± 122.4	10.15 ± 22.7	523.57 ± 251.07	623.37 ± 250.65									
		- Food stalls	0.35	0	0	0	0.35	0.09	0	0	0	0.09	63	0	0	15.75									
		- Beverages	0.19	0.03	0	0	0.22	0.14	0.03	0	0	0.17	16.21	2.18	0	14.46									
- Cigarettes, rustic tobacco	0.68 ± 0.19	0.01	0	0	0.68 ± 0.19	0.32 ± 0.03	0	0	0	0.32 ± 0.03	52.64 ± 12.23	0.21	0	24.15 ± 3.47											
- Textiles, apparel, footwear	3.59 ± 5.03	0	0	0	7.15	3.58 ± 5.06	0	0	0	3.58 ± 5.06															

表 4 事業系一般廃棄物の物理組成 (%)

Category	Sub-category	Plastic	Paper	Food waste	Rubber & leather	Grass & wood	Textile	Metal	Glass	Ceramic	Miscellaneous	Total	Boundary	
Institutional waste	Schools/Education service	(1) Kindergarten	14.87	20.04	51.01	1.47	4.05	1.55	0.65	0.14	0.88	5.33	100	General waste (class and canteen)
		(2) Primary education	21.74	23.77	22.81	0.60	7.50	6.86	0.13	0.12	3.99	12.48	100	
		(3) Secondary education	22.74	28.76	32.06	0.17	8.21	0.38	0.32	1.14	0.46	5.76	100	
		(4) Post-graduate education	27.42	11.64	21.29	0.21	13.32	1.66	0.51	-	-	23.96	100	
		(5) Other education services	15.21	22.36	32.47	0.06	23.78	0.19	1.16	-	-	4.77	100	
		Garden of school	1.48	6.82	0.25	0.07	90.10	0.76	0.03	-	-	0.50	100	
	Hospital/Healthcare services		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Offices	(1) Government offices	15.66	38.57	31.39	0.58	4.69	0.78	1.90	0.18	0.14	6.13	100	General waste
		- Professional management	11.56	43.67	30.80	0.23	9.73	0.55	0.52	-	-	2.94	100	
		- People committee (PC)	14.07	35.61	39.45	0.01	0.20	0.26	1.75	-	-	8.64	100	
(2) Other offices		21.34	36.42	23.90	1.49	4.12	1.53	3.42	0.54	0.42	6.80	100		
Commercial waste	Hotel	(1) Guest house	11.52	10.24	28.80	0.03	3.73	0.04	1.70	31.90	0.01	12.05	100	General waste and recyclable waste
		(2) 1-star hotel	28.29	23.39	28.75	0.14	10.29	0.05	3.01	-	-	6.09	100	
		(3) 2-star hotel	25.15	8.99	52.15	0.05	2.92	0.85	0.42	-	-	9.46	100	
		(4) 3-star hotel	9.48	9.69	63.11	0.77	7.56	1.17	2.74	-	-	5.48	100	
		(5) 4-star hotel	13.86	18.93	47.37	0.38	3.64	1.77	1.67	3.52	0.01	8.86	100	
		(6) 5-star hotel	15.52	13.84	55.81	0.09	1.46	2.89	1.50	3.77	0.18	4.95	100	
	Restaurant	(1) Restaurant (large scale)	12.80	9.04	57.63	0.08	4.69	2.82	1.18	0.99	0.17	10.61	100	General waste
		(2) Family-restaurant and pub/bar	11.66	9.64	53.43	0.04	7.47	1.19	1.76	0.50	0.42	13.90	100	
		(3) Cafe shops	4.62	5.46	78.48	0.02	3.30	0.22	1.17	0.04	0.05	6.64	100	
		(4) Vendor	12.90	-	76.10	-	10.16	-	-	-	-	0.84	100	
	Market and supermarket	(1) Market (kiosk in market)	18.19	10.50	51.76	0.67	13.13	0.28	0.19	0.40	0.20	4.68	100	General waste
		- Food (rice, cereal, etc.)	2.65	0.94	71.33	0.17	-	-	-	-	-	24.91	100	
		- Meat and meat products	26.11	15.62	55.88	0.09	-	-	-	2.29	-	-	100	
		- Fish and fish products	4.74	-	95.04	-	-	-	-	-	-	0.22	100	
- Vegetables		4.80	0.69	91.15	-	3.07	-	-	-	-	0.29	100		
- Fruits		8.51	14.48	62.02	0.03	0.19	-	-	-	-	14.76	100		
- Other foodstuffs		55.14	27.09	14.94	0.15	2.19	0.25	-	-	-	0.25	100		
- Food stalls		3.67	2.98	46.61	0.03	38.45	0.02	0.03	0.43	-	7.77	100		
- Beverages		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
- Cigarettes, rustic tobacco		19.87	4.10	66.56	0.95	7.26	-	1.26	-	-	-	100		
- Textiles, apparel, footwear		51.46	15.79	22.53	4.92	2.75	2.19	0.24	-	-	0.11	100		
- Fresh flowers, ornamental		6.90	4.32	5.34	0.10	83.22	-	0.09	-	-	0.03	100		
- Other commodities		16.27	29.49	37.94	0.93	7.28	0.62	0.41	1.69	2.23	3.14	100		
(2) Supermarket	23.58	22.15	42.42	0.08	1.77	3.48	1.06	-	-	5.48	100			
Household with business	(1) Manufacturing Industries (C)	20.88	8.21	37.13	2.63	7.64	16.84	4.15	0.31	-	2.20	100	General waste of business facilities	
	(2) Sale, repair of automobiles, etc.	17.39	25.43	18.84	20.21	0.48	10.54	1.84	-	-	5.29	100		
	Wholesale and retail (G)	20.32	11.37	48.52	0.54	10.99	3.27	0.69	2.51	0.46	1.32	100		
	(3) Other Services	17.30	13.32	40.70	6.53	1.76	0.45	2.74	1.87	0.92	14.41	100		

C) 事業系一般廃棄物発生量の影響要因

本研究で調査対象とした業種・業態別の廃棄物発生量(kg/day)と事業規模、世帯規模、売り上げ等の関連要因の相関を解析した。general waste、recyclable waste、food residues、garden waste の4種類の廃棄物、及びその合計について各種要因との相関を検討した結果を表5に示した。ほとんどの業種・業態において、廃棄物発生量と各種要因との間に有意な正の相関が認められた。ただし、Garden Wasteについては相関係数が低い業種・業態が見られた。また Restaurant の recyclable waste、food residues、garden waste、住居付き事業所についても相関係数が低い傾向が見られた。今後、廃棄物の推定モデル構築、フェ市の廃棄物のマテリアルフローを検討するに当たって、より影響度の高い要因を探索・情報収集し、信頼性を向上させる必要があると思われる。

表5 事業系廃棄物の廃棄物発生量(kg/day)と関連要因の相関係数

Category	Sub-category	General	Recyclable	Food residues	Garden	Total	
Institutional waste	(1) School/class/office						
	<i>Number of Students/pupils</i>	0.738***	0.655**			0.746***	
	<i>Number of Class</i>	0.754***	0.612**		0.567**	0.746***	
	<i>Number of Classrooms</i>	0.706***	0.619**			0.758***	
	(2) Canteen (food stall)						
	<i>Number of Students/pupils</i>	0.603**	0.652**	-		-	
	<i>Number of Class</i>	0.699**	0.742***	-		-	
	<i>Number of Classrooms</i>	0.517*	0.669**	-		-	
	Healthcare	Number of beds	0.988***	-	-	-	0.969***
		Number of staff	0.986***	-	-	-	0.964***
		Number of patients	0.983***	-	-	-	0.957***
	Offices	Number of rooms	0.441**	-		-	-
		Number of staff	0.526***	-		0.496**	0.420**
Land area (m ²)		0.395*	-		0.647***	0.487**	
Floor area (m ²)		0.744***	-		0.977***	0.798***	
Garden area (m ²)		0.863***	-		0.955***	0.786**	
Commercial waste	Hotel	Number of workers	0.907***	0.752***	0.913***	0.485**	0.916***
		Floor area (m ²)	0.441*	0.622**	0.585**	0.264	0.522*
		Number of rooms	0.803***	0.670***	0.855***	0.418**	0.834***
		Number of beds	0.911***	0.678***	0.931***	0.441**	0.923***
		Number of guest	0.673***	0.384***	0.693***		0.713***
		Net-sales	0.772***	0.536***	0.682***	-	0.775***
	Restau-rant	Number of total staff	0.645***	0.283**	0.479***	-	0.668***
		Number of tables	0.817***	0.222*	0.266*	0.318**	0.612***
		Number of chairs	0.816***	0.242*	0.293**	0.299**	0.651***
	Market and supermarket		NA	NA	NA	NA	NA
	HH with business	(1) Business facilities					
		<i>Number of staff</i>	0.386***	-	-	-	0.375***
(2) Household							
	<i>Household size</i>	0.308***	-	-	0.173*	0.204*	

(*) Correlation analysis using Pearson correlation (2-tailed) * $p < 0.05$ ** $p < 0.01$ *** $p < 0.001$ NA: Not available

(4) まとめ及び今後の課題

本研究は、事業系一般廃棄物の発生・特性を評価することを目的に、フェ市にて2011年9月～11月の雨期の期間において、調査対象に対して、廃棄物の発生量調査、組成調査、アンケート調査の3種類の調査を同時に実施した。調査は、29区分・446事業所を対象とした。調査対象から発生する廃棄物は、「General waste」、「Recyclables」、「Food residues」、「Garden waste」の4種類に分けて毎日湿重量を実測し、様々な事業規模変数を分母として発生原単位を計算するとともに、「General waste」について10種類の物理組成、用途形状に基づいて54種類の細組成を明らかにした。また、各種廃棄物の発生原単位と事業規模を表す諸変数との相関を検討した結果、ほとんどの業種・業態において、廃棄物発生量と各種要因との間に有意な正の相関が認められた。

本研究は、今後の推定モデル開発のための第一段階であり、さらなる要因・水準での幅広い検討が必要である。こうした検討が進めば、廃棄物の推定モデルの構築も可能となり、科学的情報に基づいた合理的な廃棄物処理計画の策定に資することができるものと考えられる。

4. 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ト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2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。

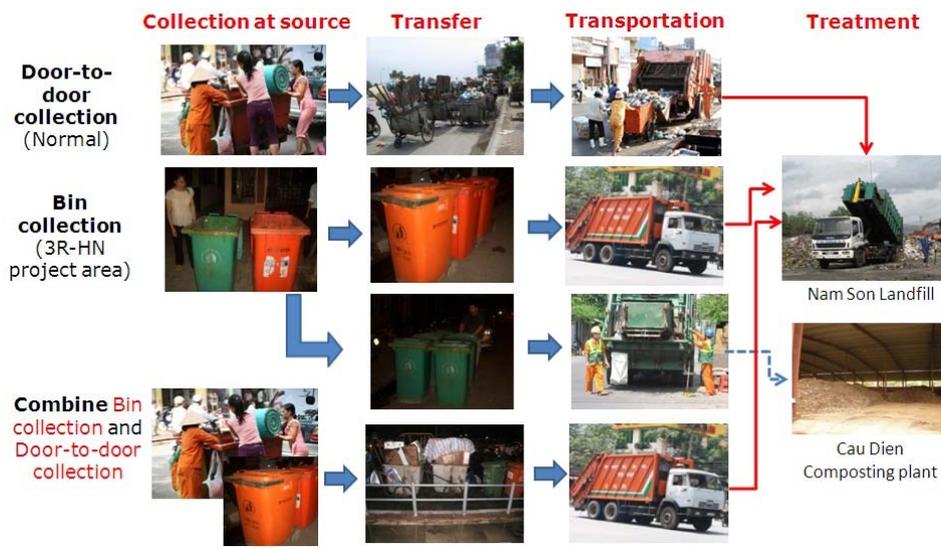


図2 ハノイ市の廃棄物マネジメントシステムの概要

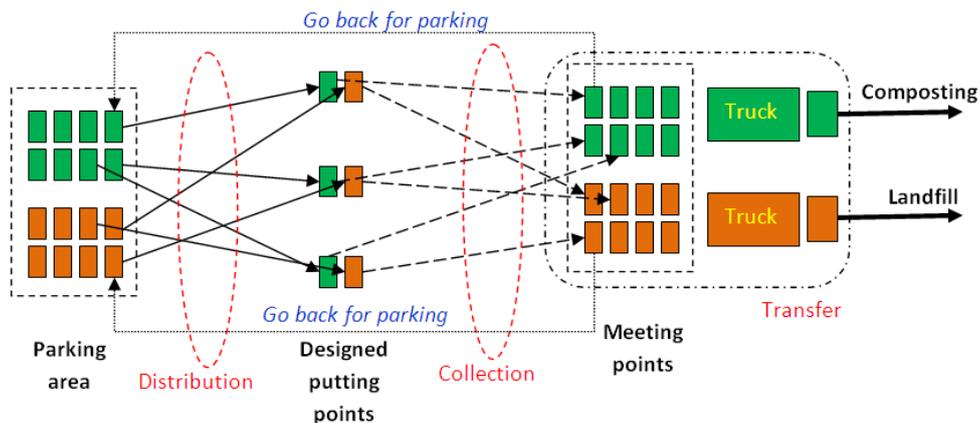


図3 ハノイ市におけるごみ容器による分別収集システムの概要

A. Mounting GPS logger onto collection vehicle (attach on the shoulder of Worker)



B. Collection of tracking data

O	D	E	F	G	H	I	J
DATE	TIME	VALID	LATITUDE N/S	LONGITUDE/W	SPEED	HEA	
2007/3/25	23:46:12	SPS	35.6685 N	139.418 E	0.095 km/1	181	
2007/3/25	23:46:13	SPS	35.6685 N	139.418 E	0.125 km/1	181	
2007/3/25	23:46:14	SPS	35.6685 N	139.418 E	0.154 km/1	181	
2007/3/25	23:46:15	SPS	35.6685 N	139.418 E	0.182 km/1	181	
2007/3/25	23:46:16	SPS	35.6685 N	139.418 E	0.114 km/1	181	
2007/3/25	23:46:17	SPS	35.6685 N	139.418 E	0.260 km/1	181	
2007/3/25	23:46:18	SPS	35.6685 N	139.418 E	1.524 km/1	181	
2007/3/25	23:46:19	SPS	35.6685 N	139.418 E	2.530 km/1	181	
2007/3/25	23:46:20	SPS	35.66849 N	139.418 E	6.503 km/1	181	
2007/3/25	23:46:21	SPS	35.66847 N	139.418 E	12.729 km/1	244	
2007/3/25	23:46:22	SPS	35.66846 N	139.4179 E	14.654 km/1	244	

C. Visualization of tracking data and calculation of travel distance/velocity by GIS software



図4 走行軌跡データの取得・解析の流れ

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3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4)。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5参照)。



図5 中継ポイントにおける重量の計測風景

(3) 調査結果

表6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6 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7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7 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

5. 研究報告 —ベトナム・ダナン市における各種収集システムの作業効率の比較—

(1) はじめに

ベトナムにおいて、都市廃棄物マネジメントの中で廃棄物の収集は労働集約的な作業であり、その収集効率の改善は大きな課題となっている。ダナン市は、ごみ容器による収集システム、三輪自転車による収集システム、車両を用いた収集システム、中継輸送システムなど先進的な廃棄物収集・運搬システムの導入に取り組んでいる。本研究では、ダナン市で導入されている各種収集システムに焦点を当て、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するとともに、各種システムのコスト・収集効率等を比較したので結果を報告する。

(2) 方法

本研究では、ダナン市において導入されている代表的な収集・運搬システムとして、シナリオ 1：三輪自転車による各戸収集・中継地点での積み替え・フォークリフトトラックによる二次運搬、シナリオ 2：ミニトラックによるごみ容器収集(容器にごみを入れたまま回収・空容器の配布)・中継輸送ステーションでの積み替え・フォークリフトによる二次運搬、シナリオ 3：フォークリフトトラックによるごみ容器収集・運搬+ミニトラックによるごみ容器の回収・洗浄・配布、シナリオ 4：フォークリフトトラックによるごみ容器収集・運搬、シナリオ 5：コンパクタートラックによる各戸収集・運搬、の 5 種類のシステム(図 6)を対象とした。

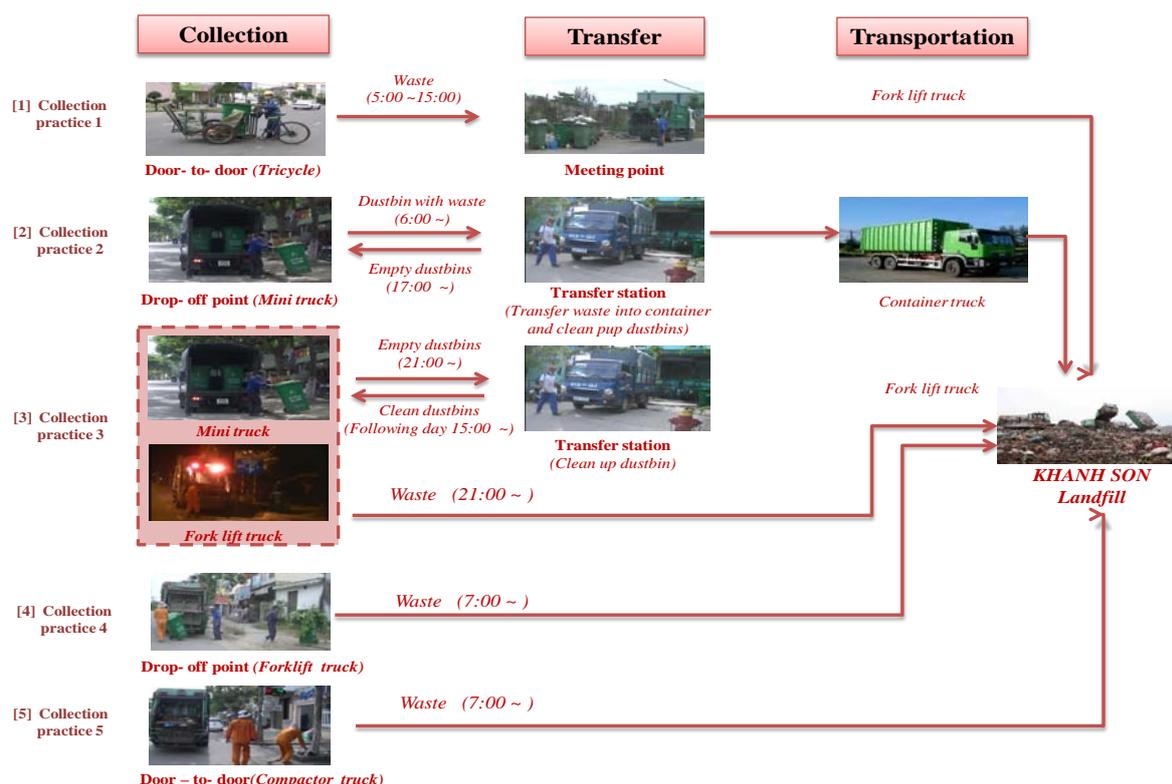


図 6 本研究で対象としたダナン市の収集・運搬システムの流れ

実態調査は、2012年5月3日～6月8日の期間に実施した。調査では、収集・運搬車両の走行速度、作業時間等の作業実態を把握することを目的とし、ごみの収集・運搬車両に Transystem 社製 GPS ロガー i-Blue 747 を設置して運行軌跡データを取得した。また、収集・運搬車両の後方からハンディカメラを用いて積み込み作業の詳細な作業実態を録画記録した。後日、ハンディカメラの録画記録等から目視によ

り各排出地点での作業速度、積み込み袋数等を計測・記録した。ごみの重量については、前述した(1)(2)(3)の収集・運搬システムについては 100kg 秤あるいは 1000kg 秤を用いて現地で実測した。また、ごみの搬入先である最終処分場に設置されたトラックスケールのデータにより、収集・運搬されたごみの総重量を把握した。

なお、収集・運搬作業は、1)駐車場・中継地点と収集エリアの往復移動、2)収集エリアでの収集（積み込み）、3)収集地点間の移動、4)中継地点・中継輸送ステーションでの積み替え、5)最終処分場への往復移動、6)その他、に大別される。取得した運行軌跡データは、GIS ソフトウェア(ESRI 社 ArcInfo 9.3)を用いて、上記時間区分別の走行距離・走行時速を解析した。

また、本研究では、調査対象とした 5 つの収集・運搬システムの作業効率について、人時/t、VND/t の 2 つの指標で評価することとした。

(3) 結果及び考察

1) 収集・運搬の作業軌跡及び作業距離

本研究で対象とした収集・運搬システムのうち、シナリオ 1,2,3 の作業軌跡を図 7 に示した。シナリオ 1 の各戸収集では、対象地域の道路のほぼ全体を巡回しており、1 日の収集距離は 6.96km であり、これは調査対象地域の道路総延長の 88%に相当する。一方、シナリオ 2,3 のごみ容器収集では、収集経路は単純化され、シナリオ 2 の 1 日の収集距離は 3.50km となり、調査対象地域の道路総延長の 46%となった。なお、シナリオ 3 では、車両による収集前に清掃作業員が 3 つのごみ容器を 1 か所に集めており、その収集経路はさらに単純化された。



Door-to-door collection in Area 4
(Practice 1)

Operation distance: 6.96 km
= 88% of total road length



Dustbin collection/ Dustbin distribution in Area 3
(Practice 2)

Operation distance: 3.50 km
= 46% of total road length



Dustbin distribution in Area 3 (Practice 3)

Operation distance: 2.42 km = 32%
of total road length



Waste Collection in Area 3
(Practice 3)

Operation distance: 1.45 km = 19%
of total road length



Dustbin Collection in Area 3
(Practice 3)

Operation distance: 1.45 km = 19%
of total road length

図 7 各種収集システムの作業軌跡のイメージ

2) 収集・運搬の作業速度

収集・運搬の作業速度を前述した作業区分別に解析した結果を表8に示した。

調査対象地域内の移動の実態としては、各戸収集では作業員が徒歩で移動しながら家の前に排出されたごみを積み込んでいる。一方、ごみ容器収集においては、ごみ容器は数世帯に1か所の割合で設置されており、ミニトラック・フォークリフトトラック等の車両によって収集が実施されている。作業員は、ごみ容器設置地点でトラックから降りてごみ容器全体（ミニトラックの場合）・あるいはごみ（フォークリフトトラックの場合）を車両に積み込み、その後トラックに乗車して次の設置地点に移動する。本研究では、調査対象地域内の移動速度は、各戸収集についてはごみの積み込み・移動の両方を含めた移動速度、ごみ容器収集については設置地点間の移動速度のみを計算することとした。

調査対象地点への移動、調査対象地点からの移動については、三輪自転車がそれぞれ 5.99km/h、3.86km/h であり、徒歩での移動速度と同等であったが、後者はごみを満載した状態の移動となるため、前者より若干遅かった。なお、ミニトラック、フォークリフトトラック、コンパクタートラックの調査対象地点への移動、調査対象地点からの移動は 14.03-28.54km/h の範囲であり、三輪自転車の 3-4 倍程度の移動速度であった。

調査対象地域内の移動速度については、各戸収集では三輪自転車（1名で収集）は 1.66km/h、コンパクタートラック（運転手1名、作業員2名で収集）では 4.13km となり、コンパクタートラックの作業速度は三輪自転車の約3倍であった。

収集地域から最終処分場への二次運搬については、作業速度は 32.23-35.63km/h となり、収集地域内での作業速度よりも早い傾向が見られた。収集地域内の移動では、走行する道路の幅も狭く、信号・交差点等で頻繁に停止する必要があるのに対し、収集地域から最終処分場への運搬に使用する道路は幅も広く、信号・交差点等での停止の頻度も相対的に少なくなることから、こうした差が見られたものと考えられる。

表8 各収集システムの作業区分別の作業速度

	Collection system	Vehicle used	1 st Collection			2 nd Transport
			Moving to target area	Moving in target area	Moving from target area	Transport
Practice 1	Door-to-door	Tricycle	5.99	1.66 (Load and move)	3.86	35.63
Practice 2	Dustbin	Mini truck	26.28	12.32 (Move only)	24.28	33.18
Practice 3	Dustbin	Forklift truck	17.44	12.73 (Move only)	16.11	32.85
Practice 4	Dustbin	Forklift truck	28.54	14.01 (Move only)		32.23
Practice 5	Door-to-door	Compactor truck	14.03	4.13 (Load and move)		34.99

3) 中継輸送施設における作業時間・作業速度

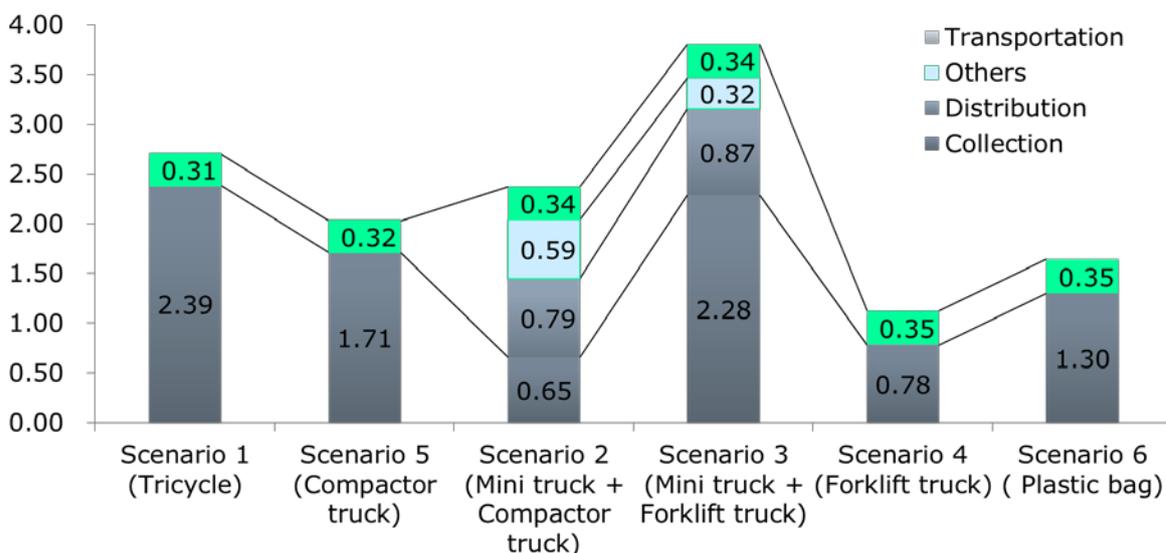
シナリオ 2,3 においては、ミニトラックでごみ容器を回収し、中継輸送ステーションでごみ容器から大型コンテナに積み替え、またごみ容器を洗浄している。

積み替えに要する時間は、小型のごみ容器(240L)で平均 56 秒、大型のごみ容器(660L)で平均 2 分であった。また、洗浄に要する時間は、小型のごみ容器(240L)で平均 39 秒、大型のごみ容器(660L)で平均 79 秒であった。

4) 収集・運搬システムの作業効率の比較

前述した各種収集・運搬システムの作業距離・作業時間・作業速度の解析結果に基づき、それぞれのシステムの作業効率を比較することとした。また、日本で実施されているプラスチックごみ袋を用いたごみ収集システムを適用した場合の作業効率についても、松井ら⁴⁾の作業時間・作業速度のデータに基づき、併せて評価することとした。

対象地域は、本研究で実態調査を実施したダナン市 Cam Le District の Area 3 (図7参照) とした。Area 3 には 656 世帯が在住し、ごみ発生量は 1.34t/日である。評価範囲は、ごみの家庭からの収集、中継輸送、最終処分場までの運搬とし、対象地域において必要な人時/日、費用 (VND)/日 を評価することとした。費用は、ごみ容器、収集・運搬車両、ほうき等の消耗品の購入に係る初期投資費用 (イニシャルコスト)、収集・運搬車両の運転手・作業員の人件費、燃料費、修理等費用、及び中継輸送ステーションの人件費、電気料、水道料、その他消耗品、修理等費用の運転費用 (ランニングコスト) を評価対象とした。使用量、各品目の耐用年数、価格については Da Nang URENCO の使用実態・実績に基づいて設定した。



Collection System	Door-to-Door		Dustbin or Station	
Transport System	Transfer to Container	Direct Transport	Transfer To Container	Direct Transport

図8 各収集・運搬システムの作業時間 (人時/日)

各収集・運搬システムの作業時間 (人時/日) を図8に示した。各戸収集に着目すると、収集に要する時間はシナリオ1の三輪自転車が2.39人時であるのに対してシナリオ5のコンパクタートラックで1.71人時となり、作業時間としてはコンパクターの方が短くなることが明らかとなった。ごみ容器収集については、シナリオ4のフォークリフトトラックによるごみ容器収集・運搬が作業時間が1.13人時・日と最も短く効率的であった。シナリオ2のミニトラックによるごみ容器収集(容器にごみを入れたまま回収・空容器の配布)・中継輸送ステーションでの積み替え・フォークリフトによる二次運搬、シナリオ3のフォークリフトトラックによるごみ容器収集・運搬+ミニトラックによるごみ容器の回収・洗浄・配布については、ごみ容器の積み替え、洗浄に時間を要しており、シナリオ5のコンパクタートラックによる各戸収集より作業時間が長かった。プラスチック袋による収集は、シナリオ4のごみ容器による収

集より積み込み時間が長いことが明らかとなった。運搬についてはいずれのシステムも大きな差は見られなかった。

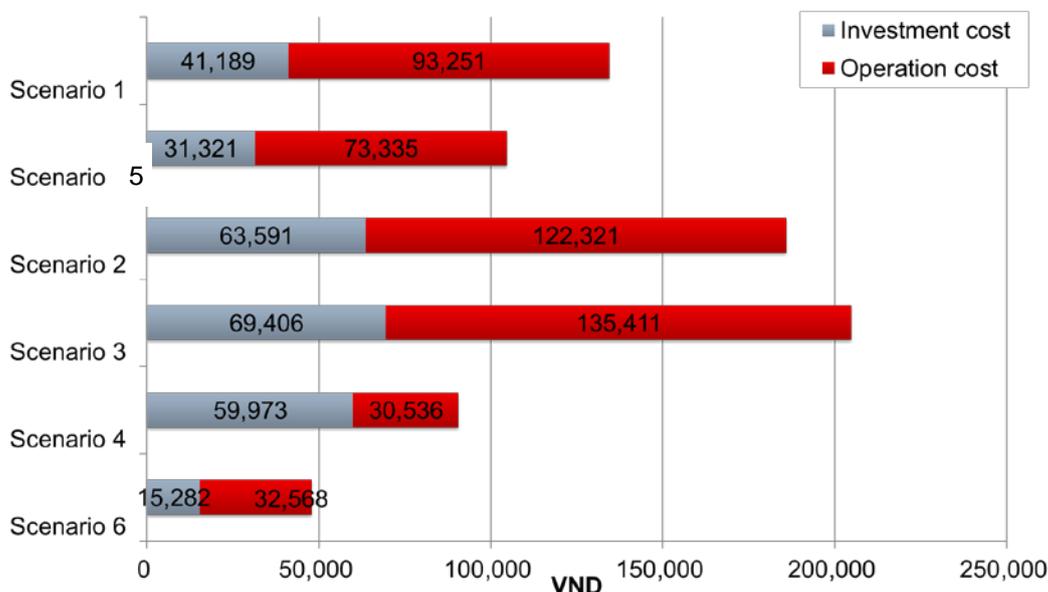


図9 各収集・運搬システムの総費用（VND/日）

各収集・運搬システムの総費用（VND/日）を図9に示した。ダナンで導入されている収集・運搬システムのうち最も総費用が小さかったのは、シナリオ4のフォークリフトトラックによるごみ容器収集・運搬であった。

初期投資費用では、各戸収集よりもごみ容器収集の方が大きかったが、これはごみ容器の費用がおおよそ27,000～34,000VNDとかなり大きな割合を占めていることが影響している。また、シナリオ2,3では収集・運搬に2種類の車両を用いるため、初期投資費用がさらに大きくなった。また、運転費用については、収集・運搬を1台の車両で実施するシナリオ4,5の方が小さいことが明らかとなった。ダナン市では、最終処分場までの距離が15km前後で短いため、中継輸送による収集・運搬効率の改善効果が認められないものと考えられた。なお、シナリオ6の日本のプラスチック袋による収集は、シナリオ4と比較して作業時間が長くなるため運転費用が若干大きいものの、ごみ容器の購入費用が不要で初期投資費用が大幅に小さいため、総コストでは最も小さいことが明らかとなった。

(4) 今後の課題

収集・運搬の作業効率には、収集・運搬システムだけでなく、地域の人口密度・都市化の度合い等も影響すると考えられる。今後は様々な地域特性を有する地域で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、一般廃棄物の発生・排出に係る推定モデル構築、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併せて検討を進め、様々な廃棄物マネジメントシステム全体に関する包括的なコスト・環境負荷の得失を評価することが必要である。

6. 参考文献

- 1) GSO, Statistical Yearbook 2009, Hue city's Statistical Office, Hue, Vietnam, 2010.
- 2) HEPCO, Summary report on solid Waste management of Hue city. Hue Urban Environment and Public Works State Company (HEPCO), 2009 (in Vietnamese).
- 3) Vietnam's Prime Minister, Decision 10-2007-QĐ-TTg of the Prime Minister: The system of economic branches of Vietnam, dated 23 January 2007, Prime Minister of the Government of Vietnam, 2007. Obtained through the Internet:
<http://quangnamconsulting.wordpress.com/2010/09/29/decision-no-102007qd-ttg-issuing-the-system-of-economic-branches-of-vietnam/>.
- 4) Yasuhiro MATSUI, Takeshi YASUE, Lanfang LU and Masaru TANAKA: Development of Predictive Models for Cost and CO₂ emission on Segregate Collection System, Proceedings of Waste and Climate Conference (Copenhagen, 2009.12.3-4)

7. 謝辞

本研究の実施に当たり、調査をご支援・ご協力いただいたハノイ土木工学大学、フエ大学理学部の教職員・学生の方々、関係機関である Hanoi URENCO、Hue Urban Environment and Public Works State Company、Da Nang URENCO の職員の方々、調査の実施に当たっていただいた数多くの大学生の方々にこの場を借りてお礼申し上げます。

8. 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)

- 6) Nguyen Thi LANH, Nguyen Hieu TRUNG, Nguyen Phuc THANH, Yasuhiro MATSUI, 2011. GIS/GPS application to support for monitoring and managing Municipal Solid Waste collection and transfer system: Case study in Can Tho city. Scientific Journal of Can Tho University. (in press). (Vietnamese, abstract in English).
- 7) Nguyen Phuc THANH, Yasuhiro MATSUI, 2011. Municipal Solid Waste Management in Vietnam: Status and Strategic Actions. International Journal of Environmental Research (ISI) 5(2): 285-296.
- 8) Do Thi Thu Trang, Yasuhiro Matsui, Nguyen Phuc Thanh, Pham Khac Lieu, Tran Ngoc Tuan, 2012. Commercial and institutional solid waste generation and relevant factors: Case study in tourism city - Hue, Vietnam. Conference proceeding of the 10th Expert Meeting on Solid Waste Management in Asia and Pacific Islands (SWAPI). February 2012, Tottori, Japan.
- 9) 松井康弘、Do Thi Thu TRANG、室山晃一、相原一智：事業系食品廃棄物・家庭系生ごみの分別収集のシナリオ評価、第33回全国都市清掃研究・事例発表会講演論文集、pp. 46-48、2012年1月、函館、日本
- 10) Nguyen Phuc THANH, Yasuhiro MATSUI, and Nguyen Thi LANH, 2011. A preliminary survey on residential solid waste generation and door-to-door collection by using GIS/GPS: a case study in Can Tho city, Vietnam. Proceeding of The 22nd Annual conference of Japan Society of Material Cycles and Waste Management. Vol. 22, pp 562 - 563. November 2011, Tokyo, Japan.
- 11) Do Thi Thu TRANG, Yasuhiro MATSUI, Nguyen Phuc THANH, Ngo Thi My YEN, 2011. Household waste generation and relevant factors in Hue city, Vietnam. Proceeding of The 22nd Annual conference of Japan Society of Material Cycles and Waste Management. Vol. 22, pp 560 - 561. November 2011, Tokyo, Japan.
- 12) Yasuhiro MATSUI and Do Thi Thu TRANG, 2011. BEHAVIOR MODIFICATION MECHANISM OF DISCHARGE FEE SYSTEM ON HOUSEHOLD SOLID WASTE. Conference proceeding of SARDINIA 2011 SYMPOSIUM: the 13rd International Waste Management and Landfill Symposium. pp 341 - 342. October 2011, Sardinia, Italy. (ISBN: 978-88-6265-000-7)
- 13) Nguyen Phuc THANH, Yasuhiro MATSUI, Do Thi Thu TRANG, and Nguyen Thi Kim THAI, 2011. GPS/GIS application for monitoring and managing segregate waste collection in Hanoi - Vietnam. Conference proceeding of SARDINIA 2011 SYMPOSIUM: the 13rd International Waste Management and Landfill Symposium. pp 987 - 988. October 2011, Sardinia, Italy. (ISBN: 978-88-6265-000-7)
- 14) Nguyen Phuc Thanh, Yasuhiro Matsui, and Takeshi Fujiwara, 2012. An assessment on Household attitudes and behavior towards household solid waste discard and recycling in the Mekong Delta region – Southern Vietnam. Environmental Engineering and Management Journal 11(8): 1821-1830.
- 15) Nguyen Phuc THANH, Yasuhiro MATSUI, 2012. An evaluation of alternative household solid waste treatment practices using life cycle inventory assessment mode. Environmental Monitoring and Assessment 184: 3515 - 3527. DOI: 10.1007/s10661-011-2205-5.
- 16) Nguyen Phuc THANH, Yasuhiro MATSUI, 2012. Scenario Analyses on Municipal Solid Waste Treatment Alternatives in Vietnam by using Life-cycle Approach. Proceeding of The 7th Asian Pacific Landfill Symposium (APLAS): Sustainable Solid Waste Management for a Better Life. October, Bali, Indonesia.

- 17) Do Thi Thu Trang, Yasuhiro Matsui, Nguyen Phuc Thanh, Pham Khac Lieu, Tran Ngoc Tuan, 2012. Estimation of Commercial and institutional solid waste generation in Hue city, Vietnam. Proceeding of The 7th Asian Pacific Landfill Symposium (APLAS): Sustainable Solid Waste Management for a Better Life. October, Bali, Indonesia.
- 18) Yasuhiro MATSUI, TRAN Thi Yen Anh, DO Thi Thu Trang, NGUYEN Phuc Thanh, PHAN Thi Nu2, LE Thi Tuong Vi, 2012. Comparison of operational efficiency among waste collection systems in Da Nang city, Vietnam. Proceeding of The 7th Asian Pacific Landfill Symposium (APLAS): Sustainable Solid Waste Management for a Better Life. October, Bali, Indonesia.