

ノンタブリ県都市農村隣接地域における 土地利用および資源循環利用に関する研究

平松 あい¹・原 祐二²・関山 牧子³・本多 了⁴

¹正会員 東京大学特任助教 地球持続戦略研究イニシアティブ(TIGS) (〒113-8654 東京都文京区本郷7-3-1)
E-mail:ai@ir3s.u-tokyo.ac.jp

²正会員 東京大学特任助教 TIGS (〒113-8654 東京都文京区本郷7-3-1)

³非会員 東京大学特任助教 TIGS (〒113-8654 東京都文京区本郷7-3-1)

⁴正会員 東京大学特任助教 TIGS (〒113-8654 東京都文京区本郷7-3-1)

タイ王国バンコク周縁部では都市拡大に伴い、農地転用による住宅地と農地の土地利用混在が生じている。本研究では、バンコク近郊に位置するノンタブリ県バンメナン地区を対象として、住宅地と農地が混在する地域における適切な廃棄物再利用と資源循環施策を検討するため、対象地区住民の生活形態別の廃棄物排出と処理に関し、現場実態調査を行った。対象地区の廃棄物フローは、行政、民間およびコミュニティによる自主的な廃棄物回収・処理が混在していたが、それらの統合管理は行われておらず、地区全体にサービスが行き届いていないことが明らかになった。また、廃棄物組成は生ごみと農業廃棄物などの有機系廃棄物が大きな割合を占めていた。

Key Words : land use, solid waste management, urban-rural planning, resource-circulating society

1. はじめに

アジアの多くの都市域では、急速な経済成長と共に、各種環境問題も拡大の一途をたどっている。これらの地域では、先進国が直面してきた公害と環境問題対応の経験を活かし、環境負荷を軽減することが緊急の課題ではあるものの、先進国の環境問題対応手段・事例の単なる適用ではなく、アジアの風土に適した応用が求められる。

アジア地域では、都市と農村が混在した形で都市域が拡大していく傾向にある。これは強い私的土地所有権および適切な土地利用計画の不在によるところが大きく、欧米起原の純化型都市計画論の中では否定的に捉えられてきた。しかし、資源循環の観点から、さらには人間と環境が調和した持続的な社会の構築を目指す上では、都市と農村が近接したアジア型の土地利用混在は多くの優位性も持つと考えられ、その正当な評価が求められる¹⁾。

こうした観点から、本研究では、アジアの都市農村混在地域の事例としてタイ王国ノンタブリ県をとりあげ、人とモノのフローに着目して現地調査を行う。現場で得られたデータをGISを用いて統合・視覚化することで、土地利用と地域特性を考慮した資源循環を提案する。最終的には、アジア都市圏の持続的な発展のための政策の一助となることを目指している。

その一つの切り口として、持続的な廃棄物管理と資源の循環的有效利用があげられる。他の開発途上国と同様、タイにおいても廃棄物問題は深刻化しており、特に都市廃棄物は年々増加傾向にある。全国平均では0.65kg/日・人であるのに対し、バンコクでは1.3kg/日・人と約2倍にもおよんでいる²⁾。処理・処分状況は、オープンダンピングか、不衛生な埋立処分が主である³⁾。国際援助等によって衛生埋立が進められつつあるものの、予算や技術・人材不足と近年の廃棄物増加が重なり、廃棄物の適切な処理・処分が追いついていないところも多い⁴⁾。

本稿では、ノンタブリ県の廃棄物管理に着目して実施した現地調査(のべヶ月)を基に、廃棄物フローと生活系廃棄物排出量・回収についての解析結果を報告する。

2. 研究方法

(1) 対象地域

ノンタブリ県は、バンコク都の北西に隣接する面積622.3km²・人口986,000人(2006年)の県で、バンコク首都圏縁辺部の典型的な都市農村混在地域にあたる。今回選定したバンメナン地区は、ノンタブリ県中部の面積21.9km²の都市化進行地域である(図-1)。

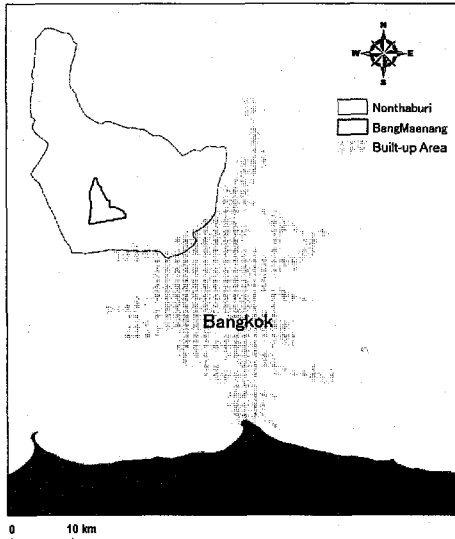


図-1 調査対象地

(2) 現地関連機関へのインタビューと世帯別アンケート調査

廃棄物管理に関する現状調査のため、ノンタブリ県内の政府関連機関、民間リサイクル業者等にて資料収集・インタビュー調査を行った。特にバンメナン地区を管轄する行政機関のオーポーター・バンメナン（以下、オーポーター）においては、集中的に統計資料の収集・聞き取り調査を進めた。また、ノンタブリ県唯一の埋立地であるサイノイ最終処分場を視察し、ウェイスト・ピッカーに対するインタビュー調査も実施した。

また家庭からの排出実態を把握するため、バンメナン地区内で空間的の偏りがないように50世帯を抽出し、訪問調査を行った。国勢調査にならった細かな世帯構成・勤務形態・家屋形態に関する項目や、ごみの発生・排出の実態、廃棄物処理についての意識調査など、全100項目におよぶ調査票を用いてアンケート調査を実施した。

(3) GPSを用いたごみ収集車の回収経路追跡

バンメナン地区では、オーポーター所有の3台のごみ収集車で回収を行っている。大きな集合住宅地によっては、オーポーターではなくコミュニティベースでの回収を実施しているところもあるが、基本的にはこの3台によって当地区から出る生活系廃棄物が埋立地に搬送されている。これら3台の収集車にそれぞれGPSロガー（GARMIN社製サターン16）を取り付け、2007年2月19日から1週間にわたり、10秒間隔にて位置を記録した。

(4) 家庭からのごみ排出量調査

既往研究⁹⁾および(2)のアンケート調査より、バンメナン地区では家屋形態—居住者属性間の強い相関が示唆されるため、表-1・図-2のように家屋形態を分類し、特定の形態に偏らず計25世帯を抽出、家庭ごみ排出量調査を実施した。具体的には、抽出世帯を訪問し、ビニール袋（20リットル）を手渡して①生ごみ、②庭・農作業ごみ、③その他に分けてごみを入れてもらい、一日毎一週間にわたって回収し、その重量を計測した。さらには、細かな組成（生ごみ、紙、プラスチック、ガラス、缶、金属、木材、繊維、ゴム、草、庭ごみ、その他）に手作業で再分別し、それぞれ計量した。

表-1 家屋形態分類

家屋形態(略称)	特徴
タウンハウス (TH)	面開発された中流階級向け連接長屋住宅
新興戸建住宅 (DH)	面開発された高級住宅地内の独立一軒家
アパート (AP)	地所一筆単位の開発による賃貸アパート
水田農家 (RF)	運河沿いの伝統的高床式住居のうち水田に隣接しているもの
園芸農家 (GA)	同高床式住居のうち園地に隣接しているもの
旧農家 (FF)	同高床式住居のうち周辺住宅地に取り込まれたもの
飲食店 (FS)	屋台を併設した小規模雑貨店
バラック小屋 (TE)	建設労働者のバラック仮設住宅



タウンハウス (TH)



新興戸建住宅 (DH)



アパート (AP)



農家 (RF/GA/FF)



飲食店 (FS)



バラック小屋 (TE)

図-2 家屋形態別写真

5) GISを用いた家庭ごみ排出量と回収率の推定

(2) (3) (4)の結果と国土公共事業省発行のベクター地図(2003年版)を基に、GIS(ESRI社製ArcGIS9.2)を用いて、バンメナン地区内の①家庭ごみ総排出量、②家庭ごみ回収率を算出し、それらの空間分布を考察した。詳細は以下による。

①家屋形態別一人あたり平均ごみ排出量×家屋形態別平均世帯人数×バンメナン地区内各家屋形態戸数

②時速10km以下のGPSポイントから20mバッファを発生させ、その中に含まれる戸数を家屋形態別に集計

使用したGPSロガーは10秒間隔で位置を記録する。収集車が時速10km以下で走行する場合、連続するポイント間の空間は20mバッファにより充填される。なお本稿は家庭由来の廃棄物に注目しており、ベクター地図上にも工場はほとんど見られないことから、地区内住宅のみを計測対象とした。また、家屋類型APおよびTEはGIS解析対象から除外した。前者はサンプル数が少ないため、後者は存続年数が1~2年と極めて短いためである。

3. 結果および考察

(1) バンメナン地区における人口増加

ノンタブリ県では、バンコク都公共交通の延伸を見越して次々と新興住宅地が出現しており、住宅や労働機会を求めて新規移入者が増えている⁹⁾。バンメナン地区も例外ではなく、図-3に示すように急速な人口増加が見られた。この傾向は今後も続いていくと考えられる。なお、図中2001年に人口減少が見られるが、これは10年に一度の人口センサスを用いて正確な移出入の調整を行ったためである。

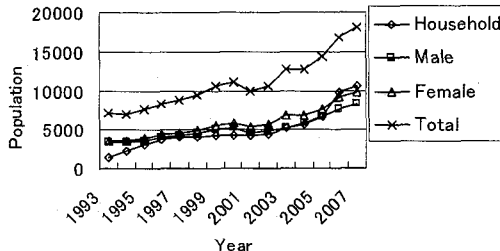


図-3 バンメナン地区における人口推移

(2) インタビューおよびアンケート調査によるごみ排出とフローの実態

a) 廃棄物フロー

現地調査により明らかになった対象地区を含むノンタブリ県の生活系廃棄物の基本的なフローは次のようであった。すなわち、オーポーターが戸外に置くゴミ箱を配

布し(分別はなし)、そのごみを回収して中間施設を介することなくバンメナン地区から北西に約30km離れたサイノイ最終処分場に運ばれ、埋め立てられる(ノンタブリ県全体で約843トン/日、2000年)⁷⁾。行政の公式業務はこのように単純な流れであるが、それを補完する形で有価物を回収し、入り組んだフロー構造を作り上げているのが、自発的な非公式の回収業者およびリサイクル関連会社である。これらは、世帯をまわる業者、それを集める業者、集まったものを分けて売る業者、埋立地で有価物を拾って生活するウェイスト・ピッカーなど、細かく分かれており、図-4、5のように複雑なフロー構造をなしている。回収による利益が高いため、数多くのこうした非公式セクターが存在しており、詳細なフロー構造の把握は難しい。また、オーポーターのごみ収集車の運転手らも、収集したごみの中からビン、カン、プラスチックを取り出して埋立地への搬入前後にリサイクル会社に寄って売り、自らの収益としている。非公式業務に関する明確な法制度がないため、彼らの活動は違法行為とも言えず、むしろ増加する廃棄物のリサイクルに貢献しているため、行政側も黙認している状況である。

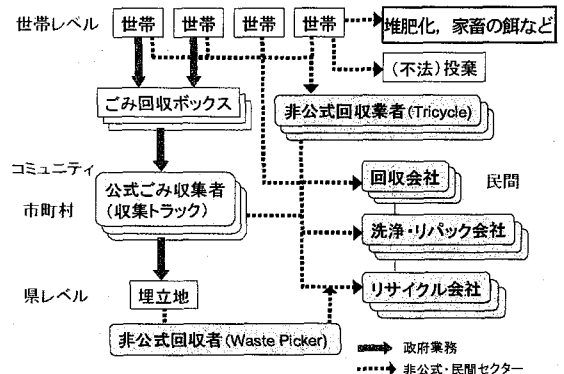


図-4 ノンタブリ県における生活系廃棄物フロー



サイノイ最終処分場 リサイクル会社

図-5 フロー各点の写真

b) 家庭からのごみ排出実態と意識調査結果

家庭ごみの排出先を図-6に示す。比較的新しい都市的集合住宅地には回収業者が来るが、水路沿いの旧集落農家では、地所内にて廃棄や焼却処分していることがわかった。またオーポーターからごみ箱の配布を受けても、実際は回収に来ていないという世帯も見られた。また、本地区では新興住宅地の建設労働者が住むバラック小屋(TE)もあちこちに見られるが、彼らの出すごみは回収の対象となっていない(近接道路沿いのごみ箱に入れて回収される場合はある)。

タイでは比較的きめ細かなごみ回収が行われているといわれ²⁾、ノンタブリ県においても行政統計上では約90%と回収率は極めて高い値となっている。しかしながら、住宅の裏手にごみが集積していたり、道路脇や運河沿い、耕作放棄地と見られる空き地などに廃棄物が散在している光景があちこちで見られた。本地域では未回収の世帯が少なからず存在する(図-6)ことも考慮すると、実際の発生量全体に対する回収の割合は、公式統計値よりもっと低いと考えられる。

図-7に示すとおり、実際に出したごみがどのように処理・処分されているのか知っている世帯は0~33%と少なかった。しかし、回収業者に売るために、大体80%以上の家庭がビンやカン、プラスチックなどを既に分別していることがわかった。また自治体の回収業者が来るここでは、ごみ処分の対価を支払っている。

生ごみをコンポストとして活用するという方法については、ほとんど知識がなく、そのために分別する意思も見られなかった。一部農家において市販微生物剤によるコンポストや家畜の餌にするとといった回答が見られたものの、現状では広範な活用に転じるものとはいえない。

(3) ごみ収集車の回収経路

オーポーター所有のごみ収集車に取り付けたGPSロガーにより、一週間にわたって記録された回収経路を図-8に示す。円の大きさはその地点を通る際の収集車の時速を表す。最小の円は時速10km以下の走行を示しており、ごみ回収がなされている可能性が高いと考えられる。ここで、バンメナン地区東にある住宅密集地域については、コミュニティ独自で費用を徴収してごみを収集し、私有の収集トラックにて直接埋立地へ運び込んでいる。そのためオーポーター所有の収集車は回収に行っていない。それ以外について見てみると、比較的住宅密度が高い地区中央部・南東部へは回収に行っているが、北部の水田地帯や、南西部の都市化未進行地帯にはほとんど回収に行っていない。さらには、回収カバー地区内においても、空間的には近接しながら、道路網から外れた水運起原の旧集落の回収率は極めて低くなっている。

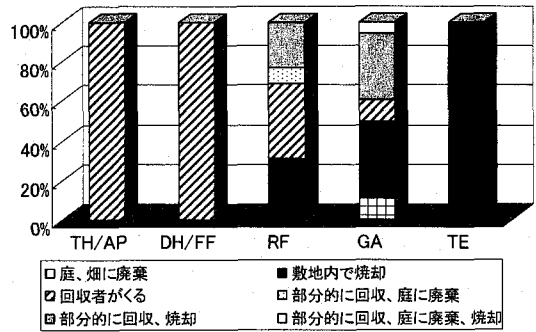


図-6 家庭ごみの排出先(家屋形態別)

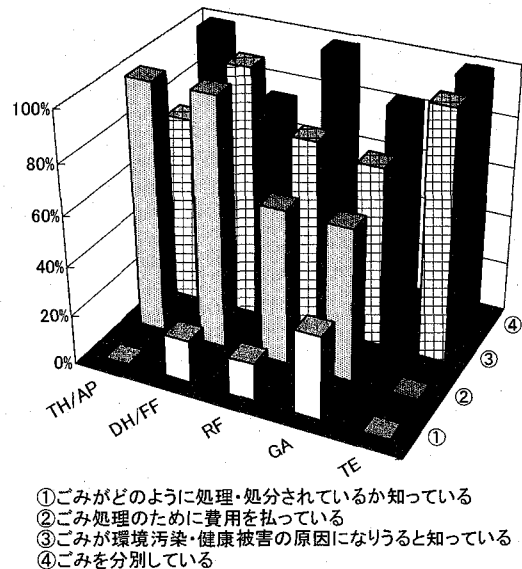


図-7 廃棄物処理についての住民意識(家屋形態別)

(4) 各家庭からの廃棄物排出量と組成

ビン・カンといった有価物については、回収業者に売るために確保していると考えられ、依頼してもほとんど排出されなかった。アンケート調査では、生ごみ、プラスチックに次いで多く出ると答えられていたビンについても、この調査ではほとんど出てこなかった。よって、これ以降では、家庭排出の段階で回収業者に売るもの以外(すなわちオーポーターの回収対象廃棄物)についての解析となる。

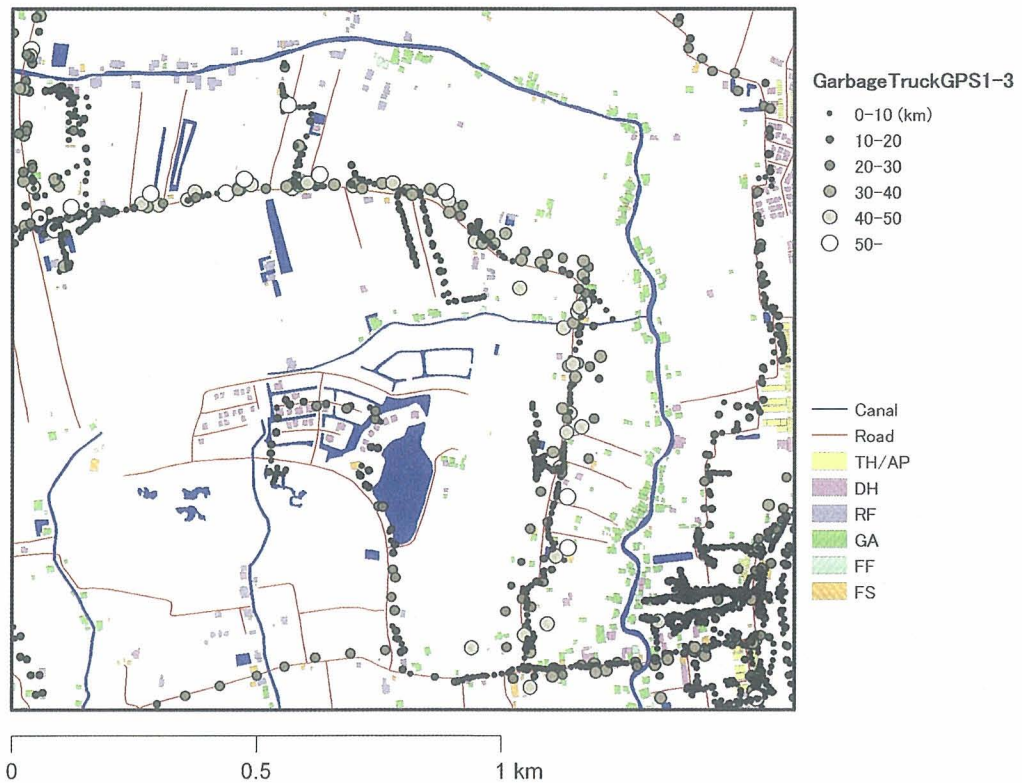
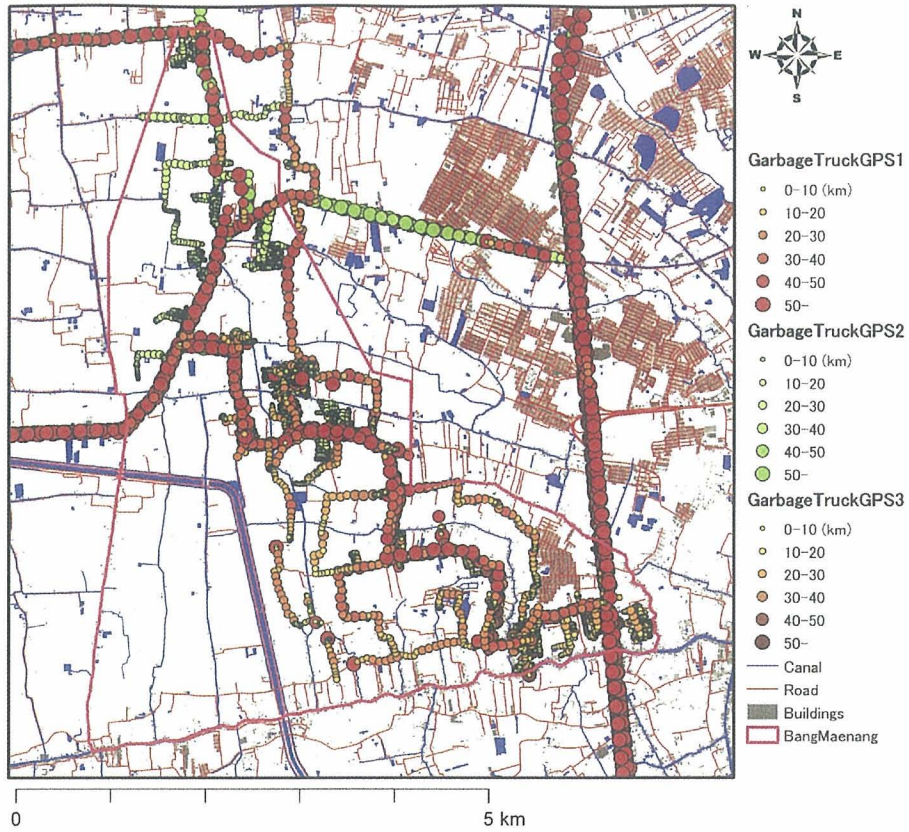


図-8 ゴミ収集車回収経路(上:バンメナン地区全体;下:南東部拡大図)

家屋形態別平均ごみ排出量を表-2に、その組成の内訳を図-9に、それぞれ週単位の値として示す。

まず非営農住宅について述べる。対象地区内戸数最多である家屋形態のタウンハウス (TH) では、大体3.5kg/人・週程度の排出量となった。組成については、生ごみが70%以上を占めた。アパート (AP) からの排出量は、新興戸建住宅 (DH) よりも排出量は約1kg/人・週程度小さく、2.91kg/人・週であった。同じ戸建住宅でも、旧集落起原の高床式住宅 (FF) からの排出量は、1.28kg/人・週とかなり少なかった。これは犬を飼っていたり池を持っていたりする家が多く、残飯を餌として与えるためではないかと思われた。組成については、生ごみの割合が最も多く、次いで庭のある戸建住宅では庭ごみとプラスチック、アパートではプラスチックの割合が多くなった。

次に農家について述べる。水田農家 (RF) のごみ排出量は2.1kg/人・週と比較的少ないのに対し、園芸農家 (GA) のそれは4.29kg/人・週と大きめの値となった。組成に関しては、60%以上が庭ごみ (農業ごみ) で、次いで生ごみ、プラスチックと続いた。

バラック小屋 (TE) からの排出量は、1.05kg/人・週と最も小さかった。組成は、生ごみが約62%、次いでプラスチックの約20%であった。ただし、バラック居住者にはミャンマーやカンボジアからの出稼ぎ労働者が多く、コミュニケーション上の問題からサンプルとして十分に採取しきれない部分もあった。

表-2 家屋形態別の平均ごみ排出量および世帯人数・戸数・回収率

家屋形態	kg/capita /週	平均世帯人数	回収対象戸数	回収率 (%)
TH	3.80	2.39	414	24.6
DH	3.78	2.16	356	48.3
AP	2.91	2.39	—	—
RF	2.10	3.53	687	9.8
GA	4.29	3.53	660	10.9
FF	1.28	3.53	209	7.2
FS	7.76	3.16	612	16.0
TE	1.05	4.58	—	—

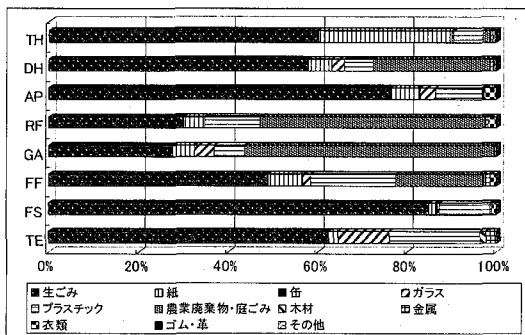


図-9 排出ごみ組成内訳

5) GISによるバンメナン地区内家庭ごみ総排出量の外挿算出と回収率の推定

表-2中に示された平均世帯人数は、アンケート結果より算出された。この値とベクター地図の家屋形態別全戸数を乗算して外挿推定される人口は13,160人であり、対応する2003年の統計人口値12,655人との誤差は4.0%であることから、平均世帯人数としてGIS解析に用いることは妥当であると判断した。

表-2に示された家屋形態別ごみ排出量平均値と、表-2中の平均世帯人数および回収対象戸数 (ベクター地図より計測; 私有ごみ収集車を保有している住宅地は除外) を掛け合わせて外挿算出されたバンメナン地区内の家庭ごみ総排出量は、37,706kg/週となった。

ゴミ収集車GPSポイントのバッファ解析により推算された家屋形態別ごみ回収率を、表-2の最右列に示す。新興住宅地の回収率は比較的高くなっているが、農家のそれは極めて低い。この家屋形態別ごみ回収率を組み入れて算出されたバンメナン地区内の家庭ごみ総回収量は、6387kg/週となった。これより、総発生量に対する回収率17%が導かれた。

5. まとめ

(1) 結論

本研究から以下のことが明らかになった。

- 地方行政機構オーポーターによる廃棄物関連業務を補完する多くの非公式な業者が存在し、廃棄物フローは複雑な構造をなしている。一部、回収サービスが行き届かないという問題を抱えている。
- 調査対象世帯の80%以上が回収業者に売るために分別を行っているものの、廃棄物処理・処分や問題への意識は低い。
- 排出量の約半分を占める有機性廃棄物については、堆肥化などによる再利用のポテンシャルはあるものの、現状では利用が限られている。
- 家屋形態別の廃棄物排出量は、飲食店が約7.8/世帯/週で最も多く、次いで3~4kg/世帯/週のグループ (タウンハウス、新興戸建住宅、園芸農家) と3kg/世帯/週以下のグループ (アパート住宅、水田農家、旧農家、バラック小屋) に分かれた。
- 廃棄物組成は、バラック小屋を除くすべての家屋形態で、生ごみおよび農業廃棄物由来の有機系廃棄物が70%以上を占めた。
- 現地調査による排出原単位量を基に、GISを用いて外挿算出された重量ベースの家庭ごみ総回収率は、

17%と相当低い値になった。GIS解析プロセス上の誤差も含め、今後詳細な検討が必要である。

(2) 今後の課題

対象地バンメナン地区では、次々に新興住宅地が建てられている。あわせて急速な廃棄物増加が見込まれることから、住宅地計画を考慮した廃棄物発生分布の予測、効率的な廃棄物回収のあり方を検討していく。今回ごみの分別回収を依頼した家庭から排出された生ごみについては、炭素・窒素などの成分分析を進めている。今後、排出される有機性廃棄物については、隣接農地への肥料還元など有効利用法を検討する。この段階において、発生原単位への着目と、詳細な空間投影の意義が高まると考えられる。例えば生ごみ発生源に近接する農地面積・コンポスト受容可能量の算出や、効率的な回収ルート探索、中間処理施設の適正配置計画などが可能となる。

現在タイでは、廃棄物関連業務が高収益を生むために様々な非公式セクターが稼働している。今後のさらなる経済発展と廃棄物増加を前にして、持続的な廃棄物管理、資源循環を実現させていくためには、そうした非公式セクターの有効な組織化・行政との連携が必要となる。この点からの考察も進めていきたい。

謝辞：本研究は環境省地球環境研究総合推進費（RF-067）および科学技術振興調整費の一部により実施された。現地ではタイ王国カセサート大学准教授 Chart Chiemchaisri氏およびRukapan Weerapong氏、Wajus Kanjana氏、Jutamas Kaewsuk氏にご協力いただいた。ここに深く謝意を記す。

参考文献

- 1) Yokohari, M., et al : Beyond greenbelts and zoning: a new planning concept for the environment of Asian mega-cities, *Landscape Urban Planning*, Vol. 47, No. 3-4, 2000.
- 2) Orawan Siriratpiriya : Prospective plan for development on solid waste management in Thailand, Proc. of the 2nd expert meeting on solid waste management in Asia and Pacific Islands, Kitakyushu, Nov. 2006.
- 3) Thailand Environment Monitor 2003, World Bank
- 4) 地球・環境人間フォーラム：日系企業の海外活動に当たっての環境対策（タイ編）～「平成 10 年度日系企業の海外活動に係る環境配慮動向調査」報告書～, 1999.
- 5) Hara, Y., et al : Urbanization linked with past agricultural landuse patterns in the urban fringe of a deltaic Asian mega-city: a case study in Bangkok, *Landscape Urban Planning*, Vol. 73, No. 1, 2005.
- 6) 本多了, 原祐二, 関山牧子, 平松あい : アジア大都市周縁における循環型社会を基調とした都市農村融合と戦略的土地利用計画～バンコク近郊ノンタブリ県における現地調査報告～, 環境安全 No. 111, 東京大学環境安全研究センター, pp. 7-10, 2006.
- 7) Nonthaburi Province : Interim Report: Environmental Impact Study for the Electricity Generation from Municipal Solid Waste (MSW) Project, 2005.

STUDY ON LAND USE AND RESOURCE UTILIZATION IN URBAN-RURAL MIXED AREA IN NONTHABURI PROVINCE

Ai HIRAMATSU, Yuji HARA, Makiko SEKIYAMA, Ryo HONDA

In the urban fringe of Bangkok Metropolitan Region, a rapid urbanization has been creating land-use mixture of agricultural fields and residential area. Toward the establishment of appropriate policies to enhance recycling of solid waste, we investigated the current situation of solid waste management in Bang Maenang in Nonthaburi Province adjoining Bangkok. We found that collection and treatment of solid waste in the study area were conducted by local government, private sectors, and local community individually. However, due to lack of integrated management, some residences remained out of service on solid waste collection. Organic waste such as kitchen garbage and yard waste accounted for a large proportion of waste generation.