

### 3-9 インドネシアの廃棄物マネジメントに関する 学官パートナーシッププロジェクト

岡山大学廃棄物マネジメント研究センター  
藤原健史

#### 1. 研究概要

このプロジェクトの目的は、3Rの観点から埋立ごみ量を減らすことである。廃棄物の発生、輸送、処理、処分という廃棄物の流れを調査分析し、バンドン市に適切な廃棄物マネジメントを検討することである。バンドン工科大学(ITB)のダマンフリ教授や他の教員がわれわれ岡山大学の研究協力者である。本年度は岡山大学からバンドン工科大学、バンドン工科大学から岡山大学へと渡航や招聘を2度以上行ない議論する機会を多く持つことができた。また、大学と自治体との議論の中でごみ収集に関して大変重要なことを認識することができた。分別収集は住民ではなく多くのスカベンジャーが中継所や処分場でごみの選別に携わっている。家庭内での分別と収集はさらにごみの流れを円滑かつ効率的にするであろう。廃棄物発生メカニズムを分析して、収集・資源化・輸送過程をデザインし、さらに効率性を評価する。

#### 2. 交流報告

平成22年6月17日～22日

藤原健史教授および4年生濱田智史がバンドン工科大学、バンドン市訪問  
バンドン工科大学にてミーティング  
バンドン市のごみ収集現場、中継施設、処分場の訪問



写真1 環境工学棟の前



写真2 学科長との写真



写真3. ダマンフリ教授の研究室でバンドン市職員を交えてのディスカッション

平成22年10月5日～12月25日

バンドン工科大学モハマド・カエル講師が廃棄物マネジメント研究センターに招聘研究員として来日（インドネシア政府派遣）。研究打ち合わせ

平成23年1月21日～26日

バンドン工科大学エンリ・ダマンフリ教授を招聘

学官パートナーシップ年次報告会にて講演を依頼。プロジェクトの打ち合わせ

北九州エコタウンの視察（写真4）、及び福岡大学資源循環環境制御システム研究所の見学（写真5）



写真4 ムハマド・カエル氏の北九州エコタウンの視察



写真5 福岡大学の資源循環・環境制御システムの見学

平成23年3月28日～4月4日

藤原健史教授および3年生（4年生）川口晃二がバンドン工科大学を訪問  
研究打ち合わせ

### 3. 研究報告

#### 3.1 バンドン市の廃棄物マネジメント

インドネシアは都市に人口が集中し、廃棄物処分場の逼迫が問題となっている。ごみのリサイクルはスカベンジャーと呼ばれる人たちが、資源化物の回収で生計を立てており、そのためリサイクル率は高い。しかし廃棄物の発生量はそれ以上に大きく、処分場の確保が重要な課題となっている。ごみの埋立処分量を減らすためには、排出源においてごみ分別を実施し、さらなるリサイクル量を増やすことと、生ごみを減量化することが必要である。学官パートナーシップでは、バンドン市を対象として、都市でのごみ発生と排出、中継所での選別、処分場への輸送と資源化物の回収などを分析し、より適した廃棄物マネジメントを探求することを目指す。

##### 1) 廃棄物の収集、輸送、埋立、リサイクルに関する視察

バンドン市に滞在中に、市内のごみ収集を視察した。バンドン市民は早朝に朝食などの食材を買いに市場にゆくために、市場は朝からにぎわっておりごみ発生量も多い。写真6のように、道路に置かれたコンテナにはごみが山積みされており、ごみが溢れていた。写真7はレストランから排出されるごみ（事業系ごみ）を、早朝にごみ収集車が取りに来たところである。



写真6 朝のマーケット前



写真7 レストランごみの早朝収集

住宅地では、20件ほどに1人の割合でコミュニティごとにごみ収集者を雇う。ごみ収集者は一軒ずつ訪ねて、分別されていないごみを受け取り、写真8の「ヘンカ」という手押し車に乗せる。集めたごみは中継所に運ばれる。そこでは、資源化物が選別されプラ袋に詰め込まれ、バイヤーに売られる。そして、残渣はコンテナに集められて40km以上も離れた最終処分場に運ばれる。



写真8 「ヘンカ」の正面



写真 9 中継所での資源化物の選別



写真 10. 袋詰めされた資源化物

最終処分場へ向かう道路の脇で、トラックから紙製飲料容器を入れたプラ袋を下し、袋から中身を取り出して、手作業で選別していた。(写真10) また、プラ袋は洗浄して乾燥させることで再度使用するか集めたポリ袋を有価で売却する(写真11)



写真 10 個人のごみ収集場で紙製飲料容器などを手作業で選別



写真 11 選別されて洗浄されたプラ袋

現在、バンドン市は最終処分場の近隣に建設することは、日本と同様に非常に困難である。現在の最終処分場は、バンドン市の中心から **44.4km** の位置にあるが、これは一時的に



使用している処分場であり残りの寿命が短かく、次の処分場の建設にかからねばならない。  
(写真12)

輸送のもう1つの問題は交通や道路の状況である。処分場を都会から離れたところに建設すると、道路幅が狭かったり、舗装されていなかったり、道路事情が悪くなるため交通渋滞やぬかるみのために徐行運転を余技なくされてしまう。そのため、雨が降れば輸送時間が長くなる傾向になる。交通渋滞も収集効率を悪くする大きな要素である。(写真13、14)

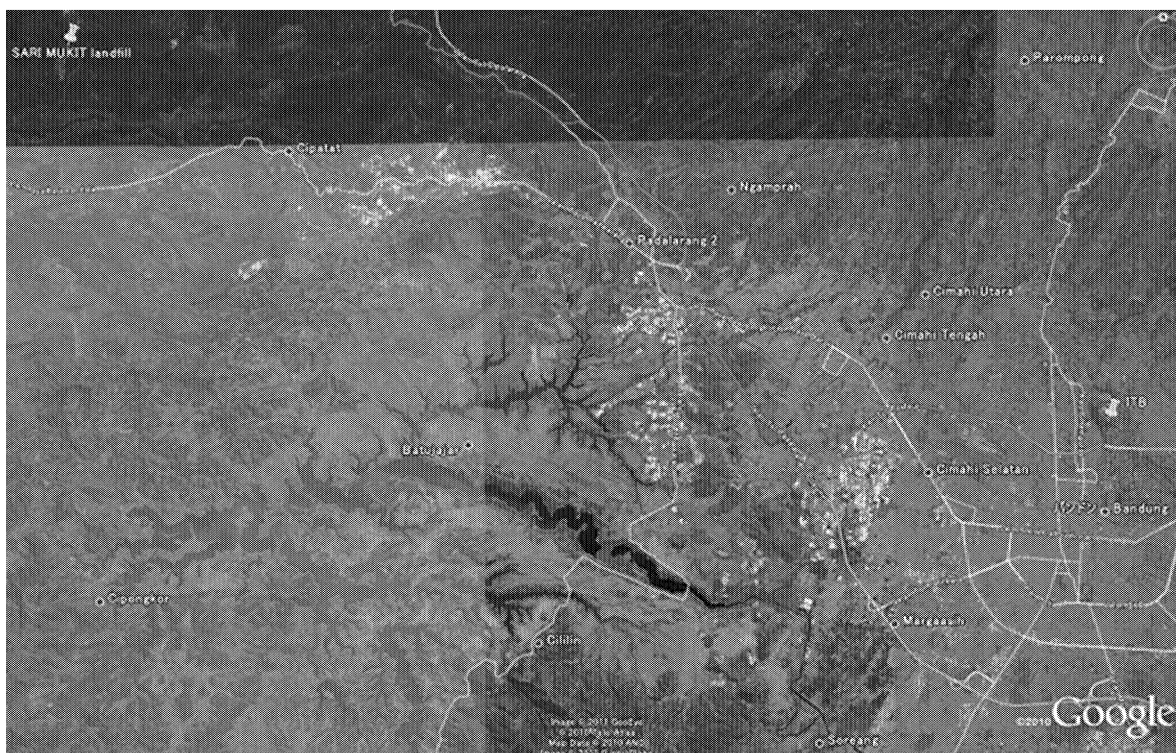


写真12 バンドン市から最終処分場へのごみ輸送路の例

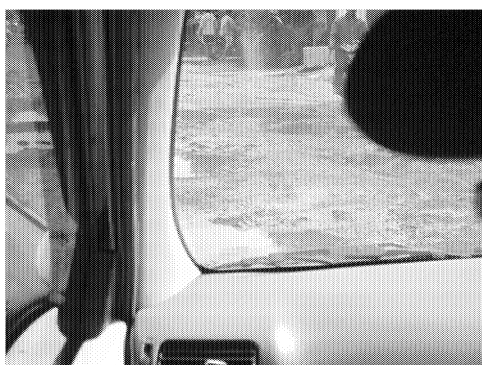


写真13 ぬかるんだ道



写真14 交通渋滞

視察した TPK SARI MUKTI 処分場で、管理人にヒアリングとガイドをお願いした（写真16）。写真15は処分場の基礎構造物を示している。

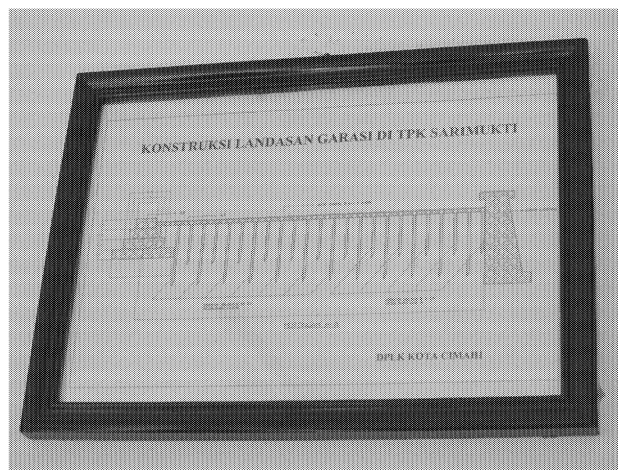


写真15 処分場の基礎構造物

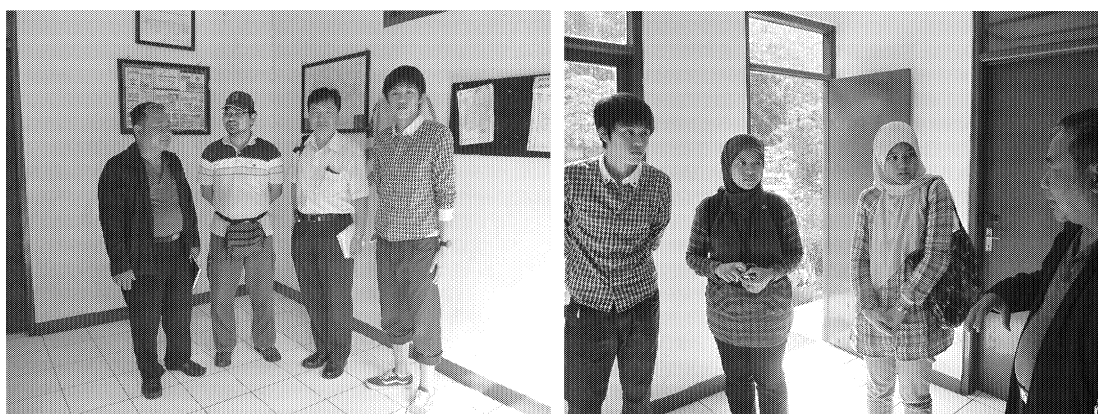


写真16 処分場管理人へのヒアリング

写真17は処分場の地図と写真である。地図の上左にある処分場の入り口でトラックの重量を測ることになっているが、秤は壊れて長い時間がたっていた。道路は緩い下りのスロープで、その脇にはスカベンジャーの貧乏な家が並ぶ（①を参照）。全部で4つの埋立スペースがあるが、一番下の段以外は埋立が終了していた（②を参照）。スロープの道の中ほどにコンポスト工場がある（③を参照）。最下段に向かって道路ではダンプを待つトラックが並んでいた（④を参照）。最下段の処分場では、スカベンジャーの家族が家建てて生活しており、子供たちもごみ拾いをして働いていた。新しいトラックがやってきてごみをダンプしようとする時、その周りにスカベンジャーが集まってきて、資源化物を漁っていた（⑥を参照）

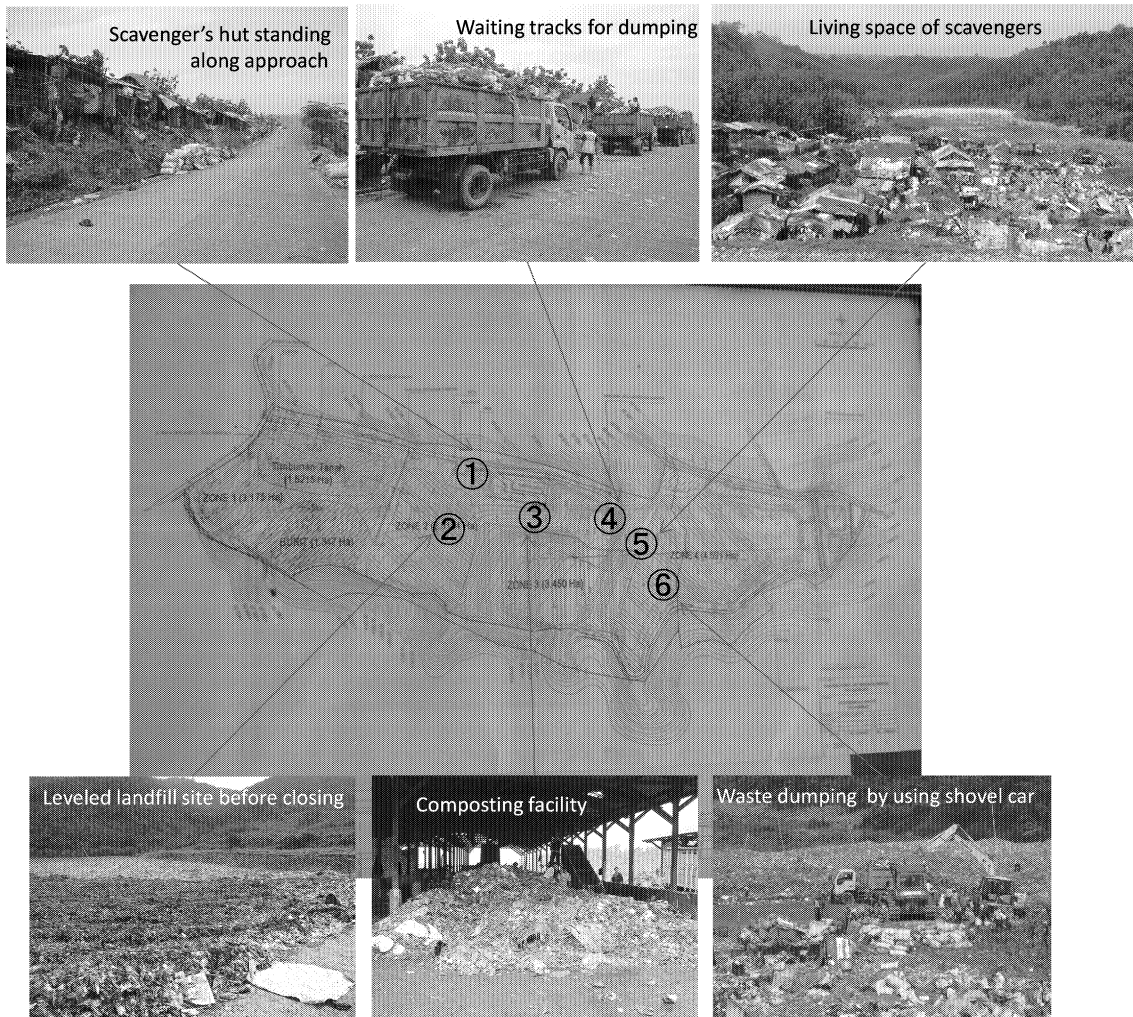


写真17 最終処分場の地図と写真

写真18はコンポスト工場の写真である。処分場に持ち込まれる市場からの食品廃棄物を主な原料としてコンポストが製造されている。風力選別を用いてプラスチックとそれ以外を選別している。工場には複数の部屋があり、そこに敷き詰められた原料を1週間に1回の割合でかき混ぜて空気を取り入れる。



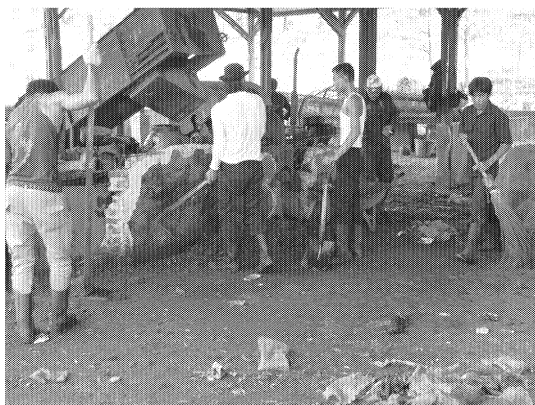
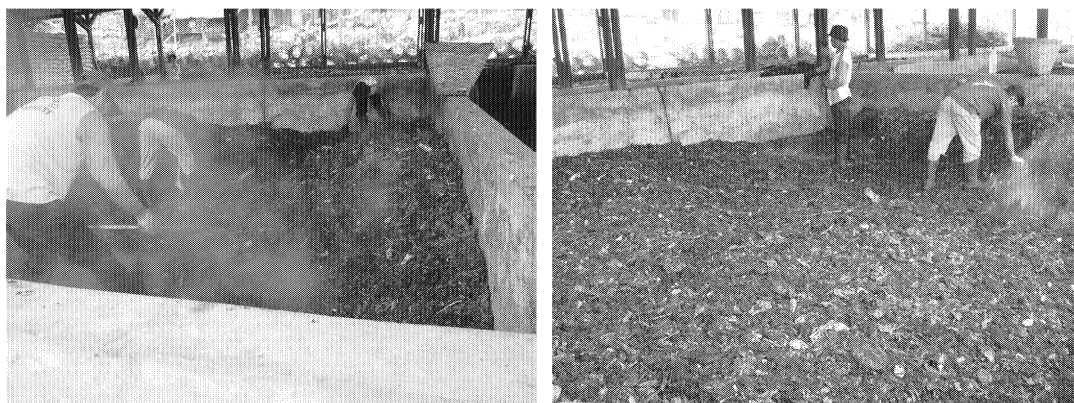


写真18 コンポスト工場(1)



コンポスト工場(2)

次に、街中にある中継所を訪れた。バンドン市ではごみの減量化を図るために、中継所で簡易なコンポストの製造をパイロットテストで行っている。搬入された剪定ごみをチップ化装置で破碎・細分化し、それに高速堆肥化の酵素を添加して、毎日切り返すことによって1週間程度でほぼコンポストが出来上がる。このように、中継所での堆肥化は減量化の有力な候補である。(写真19, 20)



写真19 チップ化装置



写真20 1週間後のコンポスト

### 3. 2 考察

現在のごみ収集と処理システムでは、スカベンジャーがごみを集めてまわるため、住民がごみの分別をする必要がない(図1)。インドネシアの労働賃金が安いために、中継所での手作業による選別が可能となっている。ごみの分別の精度から言うと、混合したごみを選別することは効率的ではなく、発生源での分別の方が有効である。すなわち、図2に示すように、発生源で選別することが望ましい。例えば、具体的な分別種類は、スチール缶、アルミ缶、ガラスびん、ペットボトル、その他プラスチック、紙とダンボール、そして衣類やその他などである。日本の地方自治体ではこれらの分類が一般的である。もちろん、収集頻度が増えると収集の労働が発生し雇用が必要になる。分別収集になれば、中継所を経ずに資源化物のバイヤーに直接輸送することとなる。中継所では生ごみのコンポストを行って減量化を促進するべきである。また、それが中継所で選別の仕事を失ったスカベンジャーの新しい仕事となる。家庭での分別の教育や啓発は不可欠である。日本のケースを見ると、百回単位での説明会を開いており、分別が浸透するにはかなりの時間を要する。日本とインドネシアで、分別意識の定着にかかる時間の違いは興味ある点である。図2に示す収集輸送システムを検討するために、必要な情報を今後集める予定である。

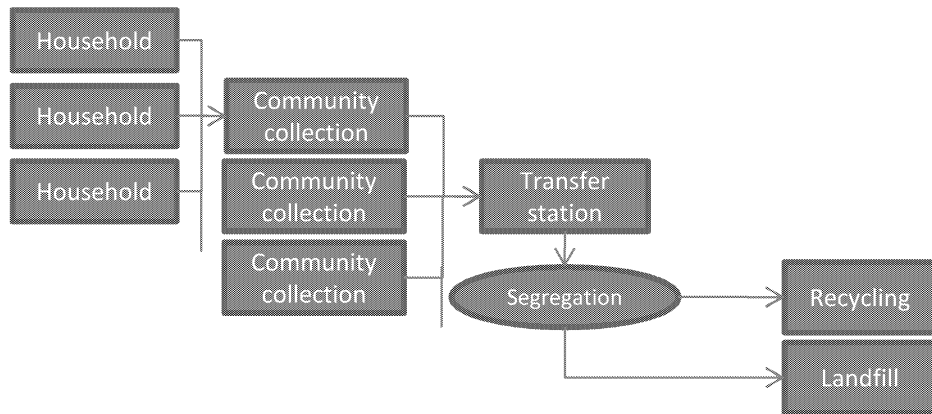


図1 現在の収集輸送システム

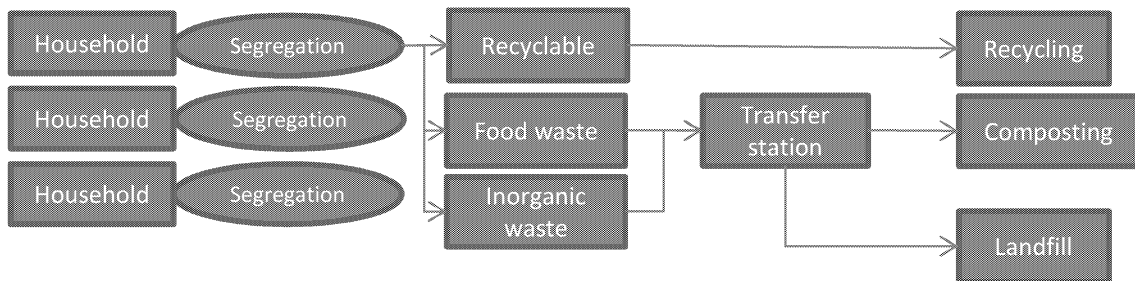


図2 検討すべき収集輸送システム

#### 4. 今後の計画

本年度は研究プロジェクトのための準備に視察やディスカッションを中心に研究を行った。われわれは、家庭での分別、分別収集、中継所での堆肥化、処分場への輸送というものをシステムとしてとらえ、大都市でそのシステムを最適化する必要がある。ごみの発生と排出に関する統計データに基づいて、いくつかのシステムのシナリオを作成して検討する必要がある。そのとき現在あるシステムの良いところを取り入れながら、時間、コスト、エネルギー、環境負荷の観点からシステムを検討する必要がある。

平成23年度には岡山市の職員とともにバンドン市を訪れ、日本とインドネシアの学官で廃棄物マネジメントについて議論を行い、日本の技術をどのように移転するかについても検討を行う予定である。