

社会エネルギー科学講座 エネルギー社会工学分野

○昨年度修了した博士課程学生の研究からベトナムにおける家電リサイクルの現状と今後について紹介する。

1. 使用済み家電製品のフロー調査結果

アンケート調査より、最初の使用者から出た使用済み家電製品は、自宅保有、次の使用者への譲渡（売却）、回収業者への売却、サービスショップへ売却、埋め立て処分などの5つのオプションがあることが分かった。自宅に保有する場合、その期間は数年程度が多いようである。

回収業者は使用済み家電製品（完全に動かなくなった場合が多い）を買い取り、有価パーツ（鉄、銅、アルミニウム、ソフトプラスチック、IC、ダイオード）とそれ以外のパーツに分ける。前者はリサイクル業者（クラフトビレッジ）に売却されマテリアルリサイクルされ、IC やダイオードはリユースされる。それ以外は埋め立て処分か中国に輸出される。

回収業者から出てきた価値のないパーツ（基板やCRT モニター）は違法に捨てられるか、細かく砕かれたあとで規制されていない土地に埋め立てられる（埋め立て処分）。もしくは中国に輸出される。

一方、サービスショップでは、使用済みとなった製品の不具合のあるパーツが交換され新しい製品に作り直される。交換部品はほとんどが中国から輸入されている。

Vinh Phuc 省におけるフィールド調査から、毎年約400-580 トンの使用済み家電製品が、解体センターにある16の大型ショップに売られていることが見積もられた。さらに、年間2000～3000台のCRT が何の規制もなく廃棄、または埋め立てられていることも分かった。ハノイでは、一日10トン、すなわち年間2500～4000トンの使用済み家電製品が2つの主要な解体センターに売られている。これらの数値は、小規模な店舗に売却されハノイ周辺の地域に散らばっている製品については考慮されていないことに注意しなければならない。

2. 家電製品の普及量と使用済み量の予測結果

ベトナムにおける今後の家電製品の普及についてロジスティック関数、保有期間がワイブル分布に従うという仮定に基づき、ポピュレーションバランスモデルを用いて2025年までの家電製品の普及台数と使用済み台数の予測を行った。その結果、2004年に128万台の4家電製品が使用済みとなり、2010年には370万台（11万トン）、2025年には総計1700万台（56.3万トン）となることが判明した。

3. 廃棄家電製品のリサイクル量及び埋め立て量の推定

上述のように使用済み製品は、回収業者、サービス業者などを経て、リサイクル、埋め立て、中国へ輸出などされることとなる。本研究では、各オプションへのフローを調査するため単純化した使用済み製品フローモデルを構築した。このモデルは L. P. Genandrialine と M. F. Psyche (3) がフィリピンにおけるテレビ、ラジオ、冷蔵庫、洗濯機、エアコンの5種類の使用済み家電製品のフローを分析するために用いたもので、A. Nagurny と F. Toyasaki (4) がさらに改良している。

本研究で、埋め立て量は Landfill のカテゴリに流れる量として定義し、リサイクル量は Recycler のカテゴリに流れる量から Landfill に出ていく量を差し引いた量として定義した。個々のオプションの遷移確率はアンケート調査と解体業者とリサイクル業者へのヒアリングで得られた値を用いた。回収された材料の85%はリサイクル業者がマテリアルリサイクルし、残りの15%は埋め立てに流れるとした。実際には埋め立てだけでなく中国へ輸出されるというオプションもあるが、本研究では全て埋め立て処分されるとして考えた。また、実際には4番目、5番目・・・の使用者も考えられるが無視した。

Fig. 1 は推算されたリサイクル量、埋め立て量である。図より、2010年には使用済み家電製品から11,200トンの材料がリサイクルされ、37,000トンが埋め立てられるか中国に輸出されること、2025年には120,000トンの材料がリサイクルされ、290,000トンが埋め立てられるか中国に輸出されることがわかった。すなわち、現在のリサイクルシステムでは全体の使用済み家電製品の半分以上が埋め立て場か中国に流れることが分かる。リサイクルされる量は、埋め立てられる量の半分以下である。ベトナムのリサイクルはクラフトビレッジで主に行われるが、その技術力および処理能力は小さいため、環境や公衆衛生に与える悪影響を抑えることは難しい。したがって、リサイクル率を向上させ、埋め立てられる量を極力減少させるための適切なりサイクルシステムの構築が今後重要になると考えられる。

参考文献

Duc-Quang Nguyen, Eiji Yamasue, Hideyuki Okumura, Keiichi N. Ishihara, "Use and disposal of large home electronic appliances in Vietnam", *Journal of Material Cycles and Waste Management* (to be published).

教授 石原 慶一
助 教 奥村 英之
助 教 山末 英嗣
技術職員 藤本 正治

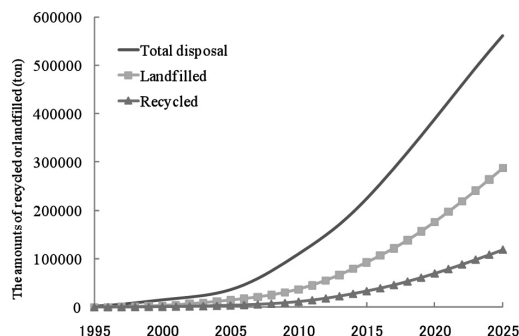


Fig. 1 The predicted amounts of recycled and landfilled e-waste.