

参考文献の概要

Redesigning the Camel The European WEEE Directive

Kieren Mayers, Richard Peagam, Chris France, Lauren Basson, and Roland Clift

要旨：2008年にWEEE指令の修正案が提出され、欧州理事会・欧州議会が賛成すれば、2011年の早い段階で修正案が決定する。しかし、以下の図にもあるとおり、PRO(producer responsibility organization)の管理外で流通している廃家電製品がある（点線部分がPROの管理範囲、実線部分がPROの管理外）。

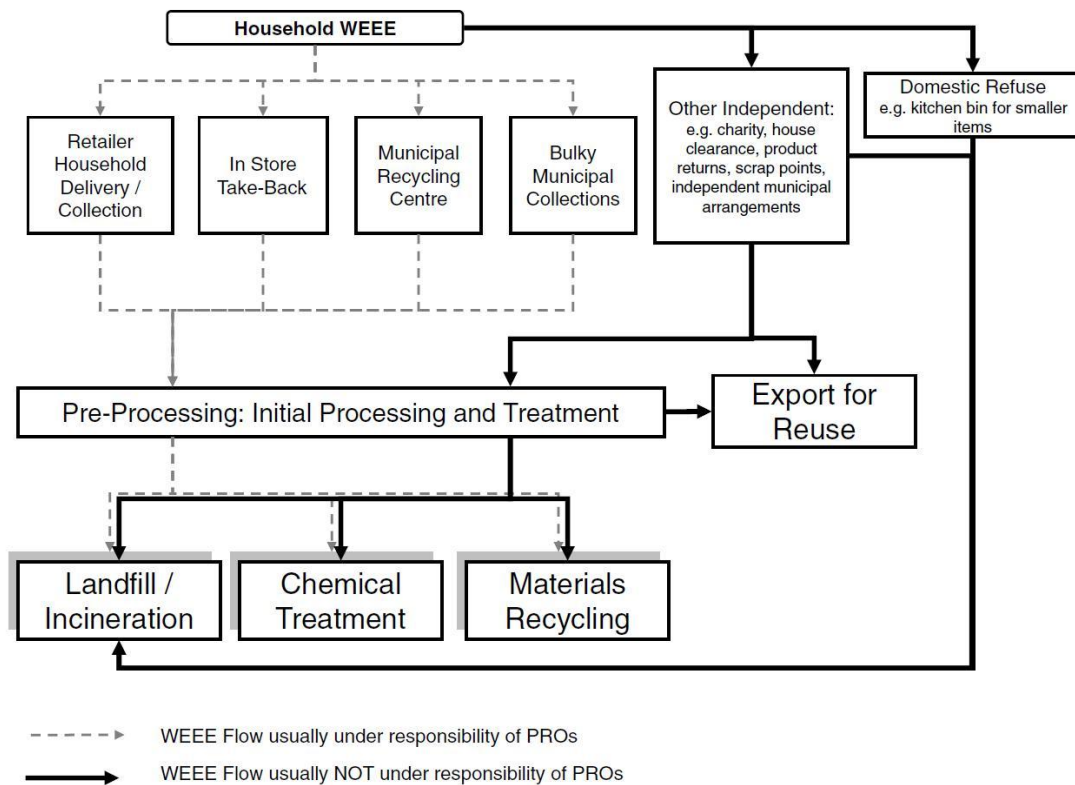


Figure 1 Collection routes for waste electrical and electronic equipment (WEEE) in Europe. PRO = producer responsibility organization.

ある推計によると、廃家電の40%程度がアフリカやアジアに輸出されている（上図では「Export for Reuse」に該当）ともされている。しかし、現在検討されている修正案では、行政的な細目、回収対象、ロジスティクス、徴収金などに焦点が当てられており、本当に検討すべきクローズドループでの資源循環を成立させるための施策に焦点が当たっていない。

Li et al., Waste Management, 29, 2147-2150, 2009

埋立模擬カラムを用いた E-waste からの重金属溶出

要旨：埋立模擬カラムを用いて廃棄されたパソコンや CRT テレビモニターからの毒性物質の溶出を調べた。5 種類のカラム（MSW を充填したコントロールカラム、CRT が入った 2 カラム、PC 構成部品（基板、ハードディスクドライブ、各種メディアドライブ、電源ユニット）が入った 2 カラム）が実験に使われた。浸出水が 2 年間にわたってモニタリングされた。鉛と他の重金属類は浸出水から検出されなかった。E-waste の下の埋立物を採取し、分析を実施したところ、相当量の鉛が検出された。このことから、鉛は E-waste から溶出しうるが、E-waste 周りの埋立物に吸着されていると考えられる。鉛は浸出水から検出されなかったが、長期間の移動により浸出水中に溶出する可能性も考えられる。

イントロダクション（要点）：USEPA の TCLP 試験だと、CRT や基板からの鉛溶出濃度は極めて高く、5 mg/L の regulatory limit を超過してしまう。一方、溶出試験は、pH 4.93（氷酢酸と水酸化ナトリウムで調整されたもの）の溶出液を使用しており、試験対象物の粒子径も 9.5 mm 篩い通過画分を用いることとなっており、TCLP 試験の溶出シナリオは、ワーストのものであり、やや現実的でないかも知れない。本研究は、埋立模擬カラムを用いてより現実的な条件設定での E-waste からの重金属類の溶出調査を実施したものである。

実験方法（要点）：有姿の 14 インチ TV（CRT ガラスは 20-100 mm に砕いている）とほぼ有姿の PC 構成部品を MSW と混合。埋立物中、CRT 含有量は重量比で 8%、15%、PC は 5%、8%。

図 1 に示す埋立模擬カラム（温室内、内径約 0.6 m×高さ 2.0 m、底部に浸出水ドレイン、MSW 充填密度 300 kg/m³）の中央層に E-waste を配置。週ベースで 30 mm の水道水を散水（米国の降雨期）。毎週採水し、月ベースで分析。実験は 2 年間継続。

浸出水中の分析項目は、pH, TOC, ORP, 18 元素（Ag, Al, As, Au, Ba, Be, Cd, Cr, Cu, Fe, Ga, Ni, Pd, Pb, Sb, Se, Sn, Zn）。2 年間の実験後、カラム内部の E-waste 直下（30 mm 直下未満）の MSW 充填物を層試料として採取、含有量分析。E-waste についても目視確認。

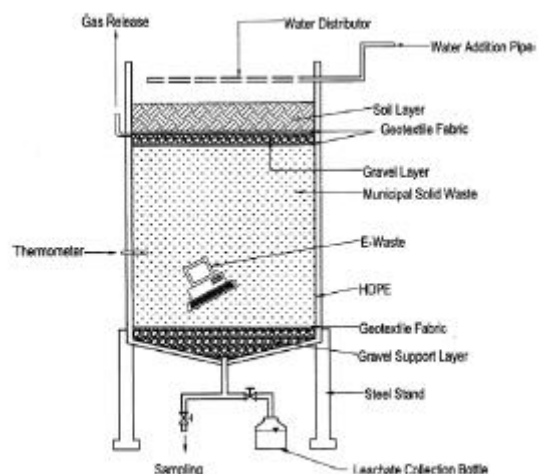


Fig. 1. Schematic of landfill simulation columns.

結果と考察(要点): 浸出水量と温度変化は実験期間中、5 カラムでよく一致。散水量の 45% が浸出水へ、残りは蒸発散。カラム温度は気温に近く、深部温度は比較的一定であり、実際の埋立地の浅層部を模擬。

浸出水の分析結果については、pH, TOC, ORP のプロファイルは 5 カラム間でよく類似。pH は実験期間で 7.0 から 7.6 へ上昇。ORP は、20 から 200 mV へ上昇(嫌気性へ)。TOC は開始 2 ヶ月後にピークがあり(初期の微生物分解を反映か)、その後減少、1 年後一定。元素濃度については、Al, Ba, Cu, Fe, Zn が検出(最高は Fe の 4.5 mg/L)されたが、期間とともに減少傾向。5 カラム間での溶出濃度、傾向はよく一致。Pb は検出されず。

カラム充填埋立物(E-waste 下部)の分析結果(図 2)については、浸出水に比べ、より多くの金属元素が検出。浸出水中で未検出の Pb, Cr, Ni, Sn が検出。E-waste 埋立カラムでの含有量の高さは、Al, Fe, Pb の順。CRT 埋立カラムでの Pb 濃度は、PC カラムほど高くない。このことは TCLP 試験結果と符合する(CRT ガラスからの Pb 溶出性は、基板ほど高くない)。

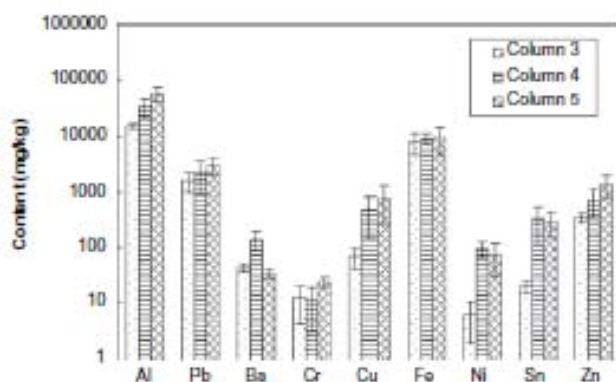


Fig. 2. Elements detected in solid samples underneath the E-waste layers in Columns 3, 4, and 5. The error bars represent the standard deviations of five samples taken in the same columns.

カラム 3 : CRT (15%) カラム 4 : PC (5%) カラム 5 : PC (8%)

結論(要点): E-waste からの鉛の脱離を下部の MSW の分析から確認。浸出水からは検出されず。吸着あるいは錯体化のメカニズムにより MSW 中に保持されている。このことは永久的な固定化(不溶化)を意味するものではない。条件変化や水分移動で最終的には浸出水中に溶出可能性。

Encapsulation of lead from hazardous CRT glass wastes using biopolymer cross-linked concrete systems

Daeik Kim, Michael Quinlan, Teh Fu Yen

Sonny Astani Department of Civil and Environmental Engineering, Viterbi School of Engineering, University of Southern California, KAP 210, 3620 South Vermont Avenue, Los Angeles, CA 90089, USA

要旨：廃ブラウン管テレビはブラウン管ガラスに大量の鉛を含んでいるため、有害物質に指定されている。しかしながら、適切な e-waste の管理や改善技術が確立されていないために、ブラウン管テレビやブラウン管モニタを含む廃家電がストックされており、すでに米国や世界中では e-waste の一斉廃棄(e-waste tsunami)が起きている。そのため現在の処分方法に代わる、新たな技術を開発する必要がある。

本論文では、微量のバイオポリマーと架橋剤(crosslinking agent)を用いてクロスリンクされたコンクリート複合体(concrete composite)を用いる方法を紹介する。具体的には、市販のバイオポリマーであるキサントガンムとグァーガムを用いて、ブラウン管ガラスを包み込むものである。これにより鉛の溶出量を減少させることができる。

この研究において、二つの異なるバイオポリマーを混合したり、その溶液に架橋剤を加えることによる架橋反応のシナジー効果が確認された。また形成された複合体(CRT-biopolymer-concrete(CBC))は、標準的なコンクリートよりも圧縮に対する高い強度を示し、鉛の溶出量も大幅に減少した。