

廃棄物処理等科学研究費補助金 研究報告書概要

研究課題名 = 資源循環型都市ごみ資源化・処理システム構築のための重金属フロー分析

研究期間(西暦) = 2002-2003

代表研究者名 = 松藤敏彦(北海道大学)

共同研究者名 = 東條安匡(北海道大学)

研究目的 = 資源循環型社会構築の目的は、環境負荷が小さく資源消費が抑制された持続可能な社会を作り上げることにある。製品中に含まれる重金属は、製品使用後の処理が不適正であれば大きな環境負荷となり、同時に資源の損失となるため、資源循環型社会の廃棄物処理において優先的に対処すべき対象である。さまざまな資源化・処理方法を、どのように選択し組み合わせればよいのか、明確な根拠をもって示すことが必要だが、個々のプロセスにおける重金属の挙動に関する情報はほとんどない。まず重金属フローを明らかにすることが必要である。

本研究は資源循環型の都市ごみ資源化・処理システム構築のために重要な基礎データとして、熱処理プロセス(焼却処理、灰溶融処理、ガス化溶融処理)、資源化プロセス(ごみ燃料化施設、堆肥化施設)、物質回収プロセス(資源選別施設、家電リサイクル施設)における収支を明らかにし、都市ごみ処理システム全体の重金属フローを解明することを目的とした。

研究方法 = 有害性、枯渇性を考慮して、As, Cd, Cr, Pb, Se, Sb, Sn, Zn、および Bi, Cu を分析対象とした。まず、主要な資源化・処理システムにおける搬出物の重金属含有量を分析する。

1)熱処理プロセス:主灰、飛灰、スラグ等の搬出物にどのように重金属が分配されるのかに注目した。2)変換型資源化プロセス:選別残渣(除去)と製品への残留に注目した。3)物質回収型資源化プロセス:素材回収による除去・回収、選別残渣への残留に注目した。いずれの試料も、収支を取るため各搬出物は同時刻に採取し、時間変化を考慮してそれぞれ3~4回サンプリングした。施設搬入・搬出量等に関するデータ収集、ヒアリングを併行して行った。最後、これらの結果を総合して、都市ごみの重金属フローを推定した。

結果と考察

(1)都市ごみ焼却施設...炉形式、処理能力、処理ごみの種類を考慮して19のストーカ炉、7つの流動床焼却炉を選び、焼却灰、焼却飛灰をサンプリングした。重金属濃度は炉形式、燃焼温度、施設規模には無関係であり、単に処理ごみ中の粗大ごみ割合に依存していることがわかった。この傾向はCd、Sn、Pbなどで顕著に見られ、粗大ごみの重金属分析に寄与の大きさを確認した。また、施設からの焼却残渣搬出量と金属濃度より、飛灰、焼却灰への分配率を計算した。Pb、Znは揮発性金属であるが、2/3は焼却灰に移行していた。飛灰への移行率が高いのはCd、Sbであるが、焼却灰へも20~40%が残留し、アルミ、銅も10%程度は飛灰側へ移行する。このように、重金属の配分は、揮発性だけでなく、粒子としての飛散が無視できない。海外における文献より配分率を計算したところ本研究とほぼ一致し、焼却の一般的な特性であることがわかった。

(2)灰溶融施設、廃棄物ガス化溶融施設...溶融方式、規模、処理対象物の異なる6つの灰溶融施設、および廃棄物の直接溶融を行うガス化溶融施設2施設を対象に、焼却施設と同様の調査を行った。焼却と比べて高温であるため、Pbの飛灰への移行率は100%近くとなる。しかしZnは溶融炉が酸化雰囲気であるとスラグに50%がとどまり、還元雰囲気では90%以上が飛灰へ移行する。スラグ化率は排ガス速度、溶融方式に影響されると言われているが、関係は認めら

れず、処理灰中の飛灰割合が高いほどスラグ化率が低くなる傾向が明らかであり、飛灰が完全に溶融されず、排ガス中に飛散している可能性がある。また飛灰割合の高い炉では Cu の溶融飛灰への移行率が 60%程度と、他の 20%に比べて高いが、塩素含有量が高いために塩化物を生成して揮発したと考えられる。ガス化溶融施設のスラグ化率は 65%程度で、溶融施設の平均 90%に比べて低い。そのため、ほとんどすべての重金属の溶融飛灰への移行率が高い。飛灰中の含有量に注目すると、灰溶融飛灰の Pb、Zn、Cd、As は焼却飛灰、ガス化溶融飛灰よりも 1 けた大きかった。

(3)家電リサイクル施設... 北海道内のリサイクル施設において搬出物の調査を行った。回収部品組成を文献および実際に分解作業を行って推定し、主な部品・素材の重金属含有量を分析した。代表的な資源化シナリオを仮定し、家電リサイクル法以前のシュレッダー処理と比較したところ、家電リサイクルによる再商品化は、テレビブラウン管回収を行うことにより従来のシュレッダー処理より増加するが、個々の部品回収によるマテリアルリサイクルの効果はそれほど大きなものではない。プラスチックのサーマルリサイクルを行わなければ、廃棄物量削減の効果も不十分である。また、有害重金属の環境への放出は 80~99%程度削減され、効果は非常に大きく、家電リサイクルは環境影響の削減に寄与の大きいシステムと考えられた。

(4)粗大ごみ処理施設...家庭系の粗大ごみは破碎したのちふるい選別し、ふるい上を可燃残渣、ふるい下を不燃残渣と呼び、それぞれ焼却、埋立されるのが代表的な処理方法である。札幌市における破碎施設を対象に搬入・搬出物を調査したところ、以下の結果が得られた。1)ふるいによって木、プラスチックが分離されず、可燃物全体の 40%が不燃残渣に移行しており、粒径による選別方法が不十分であることがわかった。2)素材ごとに金属含有量を測定し、Pb や Zn、As は 5.6mm 以下の小粒径物の寄与が非常に大きく、電子基板やガラスなど、金属を多く含む製品が原因になっていると考えられる。しかし、木やプラスチック中にも重金属が多く含まれていた。3)製品ごとの素材構成比をもとに、搬入ごみ中金属含有量の製品別寄与を推定した。多くの金属で家電製品が高い寄与率を示していたが、それ以外の製品も金属を多く含んでおり、特定の製品を除くだけでは埋立地に入る金属量を減少させるのに十分でないことがわかった。

(5)リサイクル施設...各種資源化施設における回収物および処理残渣をサンプリングし、重金属含有量を分析した。処理残渣の中では、RDF 施設残渣中の重金属濃度が著しく高かった。重量あたりとすると Pb、Zn、Sn、Cd、Cr は焼却飛灰と同程度に高濃度である。また PET 以外のプラスチック容器包装を原料とする油化施設から排出されるカーボン残渣(熱分解残渣)の Cr 濃度は、焼却飛灰の 10 倍近くにも達していた。これらは、適正な処理が必要である。コンポスト化、容器包装資源化施設の残渣中金属含有量は低かった。

結論 = 最後に各施設の搬出物中金属濃度から搬入物中重金属量を推定し、家庭から排出されるごみの組成を乗じて一般廃棄物の重金属フローを推定した。RDF：厨芥を除く可燃ごみ、コンポスト化：厨芥、資源選別施設：容器包装、油化：PET 以外のプラスチック、粗大ごみ処理施設：大型家電を除く粗大ごみ、家電リサイクル施設：大型廃家電に対応しており、家庭から排出される家庭ごみ中重金属フローを推定した。ただし、不燃ごみは未調査であり、収集前の資源回収物は含んでいない。また焼却は事業系ごみを含むため今回は使用しなかった。その結果重金属の主要なフローとして、粗大ごみは Bi90%、Cd60%、Sn75%、As43%であり、重金属が多く含まれていることがわかった。大型家電は濃度としては高いが発生量が少ないため、Pb が 70%を占めるに過ぎない。その他、厨芥を除く可燃ごみ中は Zn55%、Sb40%、As33% (Cr、Se25%)、容器包装に Se50% (Cr、Sb25%)、その他プラスチックに Cr50%が含まれ、含有量は低いものの絶対量としては無視できない量が環境へ放出されていることがわかった。