

学 位 論 文 題 名

自治体における粗大ごみ処理に関する研究

学位論文内容の要旨

日本では、一層の廃棄物発生抑制および減量を目指すために、廃棄物処理に関する法律も整備されてきており、今後は、可能な限りの資源循環と発生残渣の適正処分を推進する必要がある。特に粗大ごみに関しては、可燃ごみや資源ごみに比べて資源回収・適正処分に関する十分な研究が行われていない。

そこで本研究では、現在の粗大ごみ処理状況について調査を行い、その問題点を明らかにした。そして資源循環型社会を目指して、あるべき粗大ごみ処理への改善策提案を行った。

以下に各章の内容についてまとめる。

第 1 章では、本論文の研究の背景および目的について述べた。粗大ごみ処理の歴史から、また処理や発生に関する既往の研究についての文献調査から、現状の粗大ごみ処理の状況およびそこでの問題点に関する研究・調査・情報収集の必要性について明らかにした。

第 2 章では、全国自治体における粗大ごみ処理状況、発生量、収集形態の状況についてまとめた。次に、札幌市における収集方法の変更に伴う粗大ごみ収集量の変化について検討を行い、有料申込制の導入により収集量が減少した要因について考察した。また、粗大ごみの中間処理施設である破碎選別施設の実態調査を行い、処理対象物、機器構成などの現状について明らかにした。

第 3 章では、5 つの破碎選別施設から発生する各種残渣および回収物の物理的性状について調査を行った。不燃残渣の物理組成は、搬入ごみ（粗大ごみ、不燃ごみ、事業系持込ごみ）ごとに異なった性状を示し、強熱減量は、粗大ごみを処理したときには約 50%と高い値となった。また、手選別では選別が困難であった不燃残渣の小粒径物（5.6 mm 以下）の組成について、測定方法を確立し、木、プラスチック、紙、金属、その他不燃物（土砂、ガラスなど）に分類する方法を提案し、分析を行った。その結果、1mm 以下の細粒径物にも木や紙が含まれており、ふるいによる可燃物と不燃物の選別方法には限界があることが分かった。さらに、破碎選別施設における物質収支を推定した。その結果、搬入ごみ中の木が不燃残渣に移行することで、強熱減量が大きくなっていることを明らかにした。

第 4 章では、埋立残渣である不燃残渣中の重金属含有量を測定した。不燃残渣中には、Pb や Cd といった有害重金属が高濃度で含まれていることがわかった。また、溶出試験を行うと、鉛の溶出濃度が高く、いくつかの試料では焼却炉飛灰に近い溶出濃度が検出され、埋立処分を行うためには、なんらかの対策が必要であることを明らかにした。

第 5 章では、カラムを用いた不燃残渣および焼却灰の埋立模擬実験を行い、破碎選別施設から発生する不燃残渣が埋立処分されることによる問題点について考察を行った。発生する浸出水中の鉛や亜鉛の濃度が水質汚濁防止法の基準値を越えた。特に、不燃残渣のみを充填したカラムからは有害金属である鉛が実験開始 150 日目まで溶出したが、焼却灰と混合することで鉛溶出が抑制されることが分かった。また、いずれの条件においても浸出水中有機物濃度が高く、好気性の不燃残渣充填カラムからは二酸化炭素が発生し、活発な微生物活動が行われた。以上から、破碎選別施設から発生する不燃残渣は、有害物質である鉛の溶出、および有機汚濁物質の溶出の点で埋立処分に適しているとは言えないことを明らかにした。

第 6 章では、破碎ごみ中の粒子について、組成ごとに形状、比重、終末速度を測定し、第 3 章で明らかにした、不燃残渣への可燃物混入率を改善するための技術的提案の基礎情報を得た。次に、広く破碎選別施設で用いられているふるい選別にかわる選別方法として、乾式流動層選別機を提案し、平均粒径 290 μm のガラスビーズを用いた選別実験で可燃物と不燃物を選別することができた。今後も実験を重ね、装置を改良することで実用化できる可能性があることを明らかにした。

第 7 章では、粗大ごみの破碎選別処理に伴って発生する不燃残渣中の鉛による汚染を回避するための方策を提案した。粗大ごみに伴って家庭から排出される製品中鉛量を調査した結果、粗大ごみ中には 2,048g/t の鉛が含まれており、その内、90%はテレビに由来していた。次に、A 破碎選別施設と焼却施設における鉛の物質フローを推定し、テレビを粗大ごみから除去することで、大幅に埋立物中鉛量を減少させることができることを明らかにした。

第 8 章では、札幌市での粗大廃棄製品発生量および粗大廃棄製品組成推定値をもとに、現状シナリオ(A)、家電リサイクル法により家電製品が民間業者によって全量処理される現状トレンドシナリオ(B)、および製品の再使用を重視した未来シナリオ(C)の 3 つのケースで、粗大廃棄製品の物質フローおよび鉛フローを推定した。(A)から(B)、(C)にかけて、自治体の粗大ごみ処理負担は、重量で約 7 割、3 割に減少し、また、埋立量も現状の粗大ごみ発生量に対する埋立処分割合である 29%から、それぞれ 9%、3%と減少した。また、鉛の埋立量も 100%から、1.6%、0.01%と、大きく減少した。

以上のように、本論文では、自治体の粗大ごみ処理に関する総合的な調査・研究を行い、現状の処理方法の問題として、破碎選別施設から発生する不燃残渣は環境影響を引き起こす可能性があること、また、破碎選別施設での選別効率の改善の必要性があるという、2 つの問題点を明らかにした。次に、この 2 つの問題点に対し、粗大ごみから有害物質を含む製品を排除すること、および選別効率を向上させる技術として乾式流動層選別装置を提案し、最終的には製品再使用を重視するシナリオを実現することによって、粗大ごみからの循環資源回収および適正処分が大きく改善できることを示した。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 田 中 信 壽

副 査 教 授 恒 川 昌 美

副 査 教 授 古 市 徹

副 査 助 教 授 松 藤 敏 彦

副 査 教 授 田 中 勝 (岡山大学環境理工学部)

学 位 論 文 題 名

自治体における粗大ごみ処理に関する研究

日本では、省資源と廃棄物処理対策として一層の廃棄物の発生抑制、可能な限りの資源循環及び発
生残渣の適正処分を推進する必要がある。しかし、粗大ごみに関しては、可燃ごみや資源ごみに比べ
て資源回収・適正処分に関する十分な研究が行われていない。

本論文では、現在の自治体における粗大ごみ処理状況について調査研究を行い、その問題点を明ら
かにし、その対策について明らかにしている。

第1章では、本論文の研究の背景および目的について述べている。

第2章では、全国自治体における粗大ごみ処理状況、発生量、収集形態の状況についてまとめ、次に、
札幌市における有料申込制収集法の導入に伴う粗大ごみ収集量の変化特性について検討を行っている。
また、粗大ごみの中間処理施設である破碎選別施設の実態調査を行い、処理対象物、機器構成などの
現状について明らかにしている。これらのことにより、自治体における粗大ごみ処理の現状・背景を
明らかにしている。

第3章では、粗大ごみや不燃ごみを処理している、5つの破碎選別施設から発生する各種残渣および
回収物の物理的性状について調査を行っている。選別により回収された不燃残渣の物理組成は、搬入
ごみごとに異なった性状を示し、強熱減量は、粗大ごみを処理したときには約50%と高い値となったこ
とを示している。また、手選別分析では識別が困難であった小粒径物（5.6mm以下）の組成測定方法を
確立している。その結果、小粒径物にも木や紙が含まれており、ふるいによる可燃物と不燃物の選別
には限界があること、さらに、破碎選別施設における物質収支を推定して、搬入ごみ中の木が不燃残
渣に移行することで、強熱減量が大きくなっていることなどを明らかにしている。

第4章では、埋立残渣である不燃残渣中の重金属含有量の測定や溶出試験を行い、不燃残渣中には、
PbやCdといった有害重金属が高濃度で含まれ、さらに、鉛の溶出濃度が高く、いくつかの試料では焼
却炉飛灰に近い溶出濃度が検出され、埋立処分するための対策が必要であることを明らかにしている。

第5章では、カラムを用いた埋立模擬実験より、破碎選別施設から発生する不燃残渣が埋立処分され
ることによる環境上の問題点について検討している。発生する浸出水中の鉛や亜鉛の濃度が水質汚濁

防止法の基準値を越えること、不燃残渣のみを充填したカラムからは有害金属である鉛が実験開始150日目まで溶出したが、焼却灰と混合することで鉛溶出が抑制されること、また、いずれの条件においても浸出水中有機物濃度が高いことなどを示している。以上から、破碎選別施設から発生する不燃残渣は、有害物質である鉛の溶出、および有機汚濁物質の生成の点で埋立処分に適しているとは言えないことを明らかにしている。

第6章では、破碎ごみ中の粒子について、物理組成ごとに形状、比重、終末速度を測定し、不燃残渣への可燃物混入率を改善するための基礎情報を得た。また、広く破碎選別施設で用いられている篩選別にかわる選別方法として、乾式流動層選別機を提案し、平均粒径 $290\mu\text{m}$ のガラスビーズを用いた選別実験で可燃物と不燃物を選別することができ、装置を改良することで実用化できる可能性があることを明らかにしている。

第7章では、粗大ごみの破碎選別処理に伴って発生する不燃残渣中の鉛による汚染を回避するための方策を提案している。粗大ごみに伴って家庭から排出される製品中鉛量を調査した結果、粗大ごみ1トン当たり $2,048\text{ g}$ の鉛が含まれており、その内の90%はテレビに由来すること、A破碎選別施設と焼却施設における鉛の物質フローを推定して、テレビを粗大ごみから除去することで、大幅に埋立物中鉛量を減少させることができることなどを明らかにしている。

第8章では、札幌市での粗大廃棄製品発生量および粗大廃棄製品組成推定値をもとに、現状シナリオ(A)、家電リサイクル法により家電製品が民間業者によって全量処理される現状トレンドシナリオ(B)、及び製品の再使用を重視した未来シナリオ(C)の3つのケースで、粗大廃棄製品の物質フロー及び鉛フローを推定している。(A)から(B)、(C)にかけて、粗大ごみ発生量に対する埋立処分割合は29%から、それぞれ9%、3%と減少し、また、鉛埋立量も100%から、1.6%、0.01%と、大きく減少することを明らかにした。

第9章は、結論であり、論文全体の成果を要約している。

これを要するに、著者は、自治体の粗大ごみ処理に関する包括的な調査・研究を行い、現状の処理方法において、破碎選別施設から発生する不燃残渣は環境汚染を引き起こす可能性があること、また、破碎選別施設での選別効率を改善する必要があることなどを、多くの分析測定により明らかにした。次に、粗大ごみから有害物質を含む製品を排除すること、破碎物の選別に乾式流動層選別装置が有望であること、さらに製品再使用を重視する粗大ごみ処理システムの実現によって循環資源回収および適正処分が大きく改善できることを示し、今後の自治体における粗大ごみ処理の進歩に有効な多くの研究成果を得たものであり、廃棄物工学及び環境工学に寄与するところが大きなものがある。

よって著者は、北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格あるものと認める。