

研究課題名 = シュレッダーダスト資源化・適正処理のための物理化学特性調査分析

研究期間（西暦） = 2003-2004

代表研究者名 = 松藤敏彦（北海道大学）

共同研究者名 = 角田芳忠（北海道大学）

研究目的 = 資源循環型社会実現のための法律・制度が整えられ、3Rの優先順位に従った取組みが、容器包装、家電製品などの一般廃棄物を中心に始められている。しかし発生量の多さ、有害性を考えると、資源使用量削減、環境負荷低減のためには産業廃棄物の対策を早急に進める必要がある。産業廃棄物については業界の自主的取組みに任されていたが、ようやく自動車リサイクルによってシュレッダーダストの資源化が本格的に始められようとしている。組成が不安定なためにマテリアルリサイクルは難しく、サーマルリサイクル主体の資源化が考えられているが、実際のところシュレッダーダストに関するデータがきわめて少ないままに資源化システムが作られようとしている。またシュレッダーダストは自動車以外の製品の処理からも発生し、それぞれ特性が異なると考えられる。本研究は、産廃の中でも対策の急がれるシュレッダーダストの物理・化学的特性を複数の施設を対象として調査し、資源化・適正処理のための基礎データを得、資源化および万が一埋め立てられた場合の環境負荷を検討する（下記方法1）。さらに、自動車リサイクル法は資源化率の向上が第一の目的とされているが、ダスト発生量の削減をまず図るべきである。そこで廃自動車について、部品回収によるダスト発生量削減、環境負荷削減効果を、部品の物理・化学分析によって検討する（下記方法2）。

研究方法 = (1) 破碎前処理方法の異なる3箇所のシュレッダー施設で発生したダスト、および非鉄精錬会社に原料として搬入されたダスト3種類を採取した。分析対象としたのは、廃自動車ダスト4種類、廃家電ダスト2種類、自販機ダスト1種類である。試料は乾燥後粒径別にふるい分けし、物理組成分析を行った。各組成ごとに粉碎試料を作成し、工業分析（灰分、揮発分、固定炭素）、重金属含有量、発熱量を測定した。また粉碎試料を再び混合し、重金属溶出量、TOC溶出量を測定した。分析結果より、まず組成の時間変動特性を検討し、処理物ごとに工業分析値、物理組成、発熱量より資源化特性、重金属溶出量、TOC溶出量から埋立時の環境負荷を検討した。

(2) 解体・シュレッダー施設において2台の廃自動車を対象とし、部品を回収した。回収部品は重量を測定し、分解して物理組成を求めた。次に組成ごとに破碎し、工業分析、発熱量測定、重金属含有量分析、TOC溶出量測定を行った。部品重量、組成を測定できないものについては文献値を利用した。また、解体業における部品回収状況を把握するため、全国150社の解体業者にアンケートを実施し、部品ごとの回収実施率を調べた。回収実施率の順に部品を並べ、法あるいは事前選別ガイドラインで定められたフロン、エアバッグ、バッテリーのみを回収するシナリオ(S0)から本調査で回収した部品すべてを回収するシナリオ(S0)、その中間シナリオを仮定し、現状シナリオ(各部品がアンケートで得られた実施率で回収されているとする)との比較を行った。

結果と考察

(1)同一シュレッダー施設より1日4回のサンプリングを行い、シュレッダーダストの時間変動を検討した。廃自動車ダストは時間変動が大きい、ウレタン、綿ごみをどれだけ採取したかというサンプリング誤差と考えられる。廃家電ダストは硬質プラスチックが約70%を占めており、自動車、家電など処理対象が一定していれば組成は安定している。

サーマルリサイクル性を、発熱量、燃料比(固定炭素/揮発分)によって検討した。家電ダストの発熱量は約35MJ/kgであり、石炭の発熱量(約30MJ/kg)を上回る。しかしプラスチックが多いために燃料比が0.01~0.015と非常に小さく、燃料としては燃焼温度が高くなりやすいとの特徴をもつ。また燃焼時にクリンカ発生の原因となる低融点金属Na、Kを1.5~4%(両者の合計)含む。廃自動車ダスト、自販機ダストの発熱量は同程度で18~28MJ/kgとやや低く、廃自動車ダストは灰分が40%と高いため(自販機ダストは約30%)、燃料として利用するよりも、最も有力な資源化方法と考えられている溶融・スラグ化が妥当である。Na、Kの含有量(合計)は廃自動車ダストが1.5~2%、自販機ダストは1~1.2%である。ダストには5.6mm以下の小粒径物は10~30%含まれ、その60%程度は灰分である。ふるいにより容易に除去できることから、5.6mm以下を除き燃料として高品質化がはかれる可能性がある。組成別の測定値を基に推定したところ、廃自動車ダストの発熱量は10~25%増加するが、燃料利用の可能性がある廃家電ダストは小粒径物割合が10%以下と小さく、2~4%の増加に過ぎない。

マテリアルリサイクルとして金属に注目すると、含有量が最も多いのは銅であり、3~9%含まれている。銅鉱石はCuの含有量が5%あれば高品位といわれるが、それを上回るものもある。純度の高いCuを40~70%の割合で含むハーネスがダストに残留することが原因である。

埋立処分の際に最も問題となるのは、有害重金属の溶出である。Pbは0.1~1.0mg/Lであり、7試料のうち5つが特定有害産業廃棄物の基準0.3mg/Lを超えた。Cdは不検出であった(0.001mg/L以下)。TOC溶出量は廃家電、自販機ダストは20~50mg/Lと低く、安定型処分場浸出水のレベルであるが、廃自動車ダストは60~150mg/Lと高かった。

(2)解体によって回収した部品は内装(座席シート、フロアマットなど)36~52kg、外装(ボンネット、ドアガラス、ランプ類など)56~59kg、その他(ヒューズボックス、ホーンなど)4~6kgである。これらに含まれる鉄、非鉄は破碎後に回収されるが、部品回収による廃自動車ダスト削減量を回収シナリオごとに計算した。ダスト発生量は現状(S_pシナリオ)では200kg/台程度であるが、最大限の部品回収(S₄)を行うと一台あたり約40kgの減少となる。年間のELV発生台数430万台を乗じると17万トンとなり、50万都市の一般廃棄物量に相当し、削減効果は大きい。逆に法で定められた回収のみ行うS₀シナリオでは、57kg/台の増加になる。廃自動車ダストはサーマルリサイクルが有力な資源化方法とされているため、発熱量の変化を推定した。プラスチックなどの部品回収による発熱量低下を予想したが、S₄シナリオでも大きな変化はなかった。ただし、総熱量は減少する。またシュレッダーダストを管理型埋立しなければならないのは重金属量のためだが、Pb、Cr、Cd、Znなどの重金属は、回収される部品中の含有量が少ないため、いずれの回収シナリオでも現状と比べてほとんど変化がなかった。

結論= シュレッダーダストの特性は、処理物によってほぼ一定である。廃家電ダストはプラスチックが多いため発熱量が高くサーマルリサイクルには有利である。しかし低燃料比であるため燃焼時に高温となりやすく、クリンカ発生の原因となる低融点金属を1.5~4%含んでいる。一方廃自動車ダストは灰分が高く、燃料としての価値は廃家電ダストに較べて劣る。サーマルリサイクルとしては現在の有力な手段である溶融・スラグ化が妥当と思われる。小粒径物の除去によって発熱量上昇が見込まれるのは廃自動車ダストであるが、ス

ラグ化を行うならば総熱量が減少し、スラグ発生量が減るため意味がない。自動車リサイクルにおいては、シュレッダー業者に対して廃自動車とそれ以外のダストを分けて保管することが求められている。廃自動車ダストと廃家電ダストは発熱量、灰分の点で差が見られ、混合処理、あるいはダストの混合は特性の変動の原因となるため、やはり分けることが望ましい。マテリアルリサイクルの点から見ると、銅の含有量が高い。銅は資源化としての価値が高く、枯渇が懸念されている金属であり、回収率を上げる必要がある。

自動車リサイクル法では、資源化率を高めることが目標とされており、法で定められたフロン、バッテリーのみを回収してシュレッダー処理し、サーマルリサイクルを行っても目標資源化率は達成できる。しかし、ダスト量は現状より約30%増加し、ダストの輸送や資源化処理における環境負荷発生が大きくなる可能性がある。逆に最大限の回収を行うとしたS4シナリオでは20%減少する。解体作業は大変であるが資源化率という相対値ではなく、処理すべき絶対量を減少させるべきである。部品の回収によって、廃自動車ダストの発熱量、重金属含有量に大きな変化はない(よくも悪くもならない)。