

研究課題名 = 可燃性都市ごみの炭化処理法の確立と高度化に関する研究

研究期間 (西暦) = 2002 - 2003

研究年度 (西暦) = 2002

研究代表者名 = 田中信壽 (北海道大学)

共同研究者名 = 松藤敏彦 (北海道大学)

研究目的 = 自治体が処理するごみ (都市ごみ) の主要成分は厨芥と紙であり、湿ベースで 70 ~ 80% にも達する。したがって都市ごみ処理における資源化率を上げるためには、厨芥やその他の可燃ごみ (容器包装リサイクル物などを除く) を資源化する技術を発展させる必要がある。その一つとして、最近、炭化技術が注目されている。この技術は、高度の技術を要しない・比較的低温で低圧のローテクノロジーである、熱処理なのでバイオハザードに強い、ごみの発熱量低下に強い、用途の多い回収物が得られる、熱的に自立できる可能性がある等の利点を持つと考えられる。そのため、今後広く利用される可能性がある。

そこで、都市ごみの炭化処理に対して、基礎的な研究を行うため、次のような研究課題を設定して研究を行った。

各種の都市ごみについて炭化を行い、炭化物の回収率などの特性を明らかにする

炭化処理の熱収支・物質収支を明らかにする

炭化物からの金属回収法や溶出性塩類・重金属成分除去法を明らかにする

炭化物に含有する灰分の除去法を明らかにする

以上により、都市ごみ処理における炭化処理の長所短所を明らかにし、都市ごみ処理及び資源化技術としての評価を行う。

研究方法 = 次のような実験・解析を行った。

(1) 供試試料のサンプリングと調製方法

供試試料は厨芥・プラを含む可燃模擬ごみ (以下可燃)、厨芥を分別排除した可燃模擬ごみ (可燃)、プラを分別排除した可燃模擬ごみ (可燃)、家庭系粗大ごみ破碎残渣 (粗大)、分別不燃ごみ破碎残渣 (不燃) の 5 つとした。

可燃模擬ごみについてはステーションから可燃ごみをサンプリングし、可燃を 2000 年札幌市の組成データを基に調製し、さらに可燃と可燃を調整した。家庭系粗大ごみ破碎残渣及び分別不燃ごみ破碎残渣は H 破碎工場よりそれぞれ可燃残渣 (ふるい上) と不燃残渣 (ふるい下) をサンプリングし、搬出物の重量割合で混合した後、炭化装置の炭化物排出口の構造上、6cm 以上の金属を除去し、供試試料とした。これらの物理組成、三成分分析、発熱量などの工業分析を行った。

(2) 実験装置 (炭化装置) と炭化方法

炭化装置はキルン径 15cm、キルン長 2m である。炭化方法はガス化熔融炉及び炭化炉の報告を参考に炭化温度 500、滞留時間 1h、キルン回転数 1rpm、装置の仕様書を参考にゴミ処理量を 150g/h とし、空気の侵入を防ぐために炉内を N₂ 流量 30L/min でパージした。可燃性の炭化ガスは小型のプロアで吸引した後、石油ストーブで燃焼させ、大気放出した。

(3) 炭化物分析と実験

炭化した後の固形物 (炭化物) は、炭化収率、粒度分布を求めた後、比重選別 (灰分分離) 実験を行った。また、炭化物を 1mm 以下に粉碎し、発熱量、金属含有量や塩素分析を行うとともに、水洗実験を行った。

- 比重選別実験: 可燃、粗大、不燃からの炭化物について、比重 1.4 の CaCl₂ 溶液を用いて分離した。得られた試料について組成分析及び工業分析を行った。
- 水洗実験: 液固比 100mL/10g、振とう強度 150/min、振とう時間 30min の条件で水洗を行い、吸引ろ過後、ろ液中の水溶性塩素濃度をチオシアン酸第二水銀法により測定した。

結果と考察 = 次のような結果と考察が得られた。

a) 炭化収率及び炭化物特性:

a)-1 炭化収率: 乾燥ごみに対する収率は、可燃 (厨芥・プラを含む可燃模擬ごみ): 24.0%、可燃 (厨芥を分別排除した可燃模擬ごみ): 21.1%、可燃 (プラを分別排除した可燃模擬ごみ): 30.1%、粗大 (家庭系粗大ごみ破碎残渣): 30.4%、不燃 (分別不燃ごみ破碎残渣): 47.5% であった。炭化物量は供試試料中の灰分

+ 固定炭素の量にほぼ等しいことが分かった。

a)-2 炭化物特性 (1mm 以下): 灰分、揮発分、固定炭素、含有量 (C、H、O、N、Cl) 低発熱量の順に数値を示す。ただし、酸素含有量は、 $100 - \text{灰分} - \text{C} - \text{H} - \text{N} - \text{S} - \text{Cl}$ により求めた。

可燃 : 39.0%、24.0%、37.0%、(43.0、1.9、12.4、1.5、1.9%)、3775 kcal/kg、

可燃 : 42.3%、22.1%、35.6%、(42.3、1.8、10.9、1.3、1.0%)、3599 kcal/kg

可燃 : 40.3%、22.9%、36.8%、(42.7、1.8、11.7、1.6、1.6%)、3638 kcal/kg

粗大 : 14.0%、19.6%、66.3%、(69.8、2.6、10.5、1.9、1.1%)、6195 kcal/kg

不燃 : 71.9%、16.3%、11.8%、(18.3、1.0、6.1、0.5、1.9%)、1315 kcal/kg

a)-3 金属含有量 (1mm 以下): Fe、Cu、Pb、Zn、Cd、Cr [mg/kg] の順に示す。

可燃 : 3200、97、37、540、3、75

可燃 : 9800、127、58、290、3、63

可燃 : 3800、150、55、380、3、25

粗大 : 6600、1590、1120、1380、15、4

不燃 : 15500、627、634、2700、13、6

RDF : 3300、60、30、160、1、20 (参考、文献値、平均)

a)-4 粗粒分 (1mm 以上) の物理組成: 5.6mm 以上の物を手選別した。

粗大 (5.6mm 以上物の割合: 95.6%): 鉄; 61%、銅; 7.7%、非鉄; 13%、ガラス; 9.7%など

不燃 (5.6mm 以上物の割合: 80.8%): 鉄; 11%、銅; 0.9%、非鉄; 7.6%、ガラス; 79.4%など

b) 熱収支計算

炭化ガスの持出熱を、熱収支を取ることによって推定した。その後、その熱量によって熱分解に必要な熱量と水分蒸発熱を供給できるかについて検討した。そのことによって、炭化処理の熱的自立性を評価した。その結果、どのごみ種でも自立できることが分かった。

c) 水洗処理

塩素濃度の目標値として RDF のセメント原燃料利用やプラスチックの高炉還元利用時に制約となる 0.5% を設定した。水洗前の炭化物はどれも 0.5% を上回っているが、水洗処理を行うことによって 0.5% をクリアすることができた。

d) 灰分分離実験 (比重 1.4 による分離)

可燃 については沈下物が認められなかった。粗大と不燃の炭化物については、水洗後炭化物と浮上物の工業分析値を比較した。浮上物全体の工業分析値は各粒径の工業分析値から推定した。比重選別によって特に不燃炭化物中の灰分が減少しているが、48.5% と高い。

結論 = 得られた結論をまとめると次のようである。

(1) 可燃ごみ炭化物の炭化収率、発熱量には供試試料組成の影響は小さいが、金属含有量、塩素量に影響が見られた。粗大ごみ炭化物は発熱量が高く、灰分の少ない品位の高いものだが、不燃ごみ炭化物は灰分が非常に多く、品位が低い。

(2) どのごみ試料においても熱的自立が確認できた。

(3) 炭化物中の塩素濃度はどれも目標とした 0.5% 以上であったが、水洗処理によってクリアできた。

(4) 比重 1.4 での分離は、特に不燃炭化物中の灰分分離に有効性が示唆されたが、品位として十分でない。