

焼却灰粒子の性状に及ぼすごみ組成の影響

九州大学大学院 学生会員○大寺 泰輔

正会員 中山 裕文 島岡 隆行

1. はじめに 現在、ごみの約8割が焼却処理により減容化され埋立処分されているが、埋立残余容量は依然として逼迫した状況である。よって埋立容量の約半分を占める焼却灰の有効利用が求められており、有効利用をする上で焼却灰の性状を把握することは重要であると考えられる。しかし、近年のリサイクル促進によって排出されるごみの量や組成が変化し、有効利用が必要とされる焼却灰の性状が大きく変化することが考えられる。そこで本研究では、まず焼却灰粒子の粒子構造に注目し、焼却灰粒子の物理的性状を調べ、さらに焼却灰粒子の生成過程についての検討を行い、ごみ組成の変化が焼却灰粒子の性状に及ぼす影響を力学的・幾何学的視点から考察した。

2. 焼却灰粒子の物理的性状について

2.1 試料及び実験概要

試料はK市のH清掃工場から採取した焼却灰を用いた。表-1に試料の性状を示す。まず焼却灰を粒度別に篩分け、粒径が4.75mm以上の焼却灰粒子に注目し、粒子の洗浄を行った。すると図-1に示すように、粒子内部に固形物（以下、焼却灰粒子の核と呼ぶ）が存在しているという特異的な粒子構造を持つことが確認された。よってこの特異的な粒子構造を基に焼却灰粒子の物理的性状を把握するため、粒径が4.75~9mmと9mm以上の粒度別に（1）試料を洗浄した後、粒子内部の核を廃棄物種別に分類、（2）単粒子の全体重量と粒子内部の核のみの重量を計測、を行い焼却灰粒子の物理的性状についての実験結果から、ごみ組成変化が焼却灰粒子の性状にどのような影響を及ぼすかについて考察した。

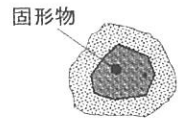


図-1 焼却灰粒子内部の模式図

表-1 試料の性状

項目	物性値
密度 (g/cm)	2.41
初期含水比 (%)	18.5
最大粒径 (mm)	13.0
均等係数 U_c (—)	7.24
曲率係数 U_c (—)	1.81

2.2 実験結果と考察

(1) 焼却灰粒子内部の核の分類

図-2に、焼却灰粒子内部の核を廃棄物種別に分類し、重量割合を算出した結果を示す。核の全量に占めるクリンカの重量割合が最も大きい。ガラス、金属類、陶磁器類等の不燃物の割合も大きく、粒径9.5mm以上の方が全体の重量に占める核の重量割合が小さい傾向にあることが分かる。

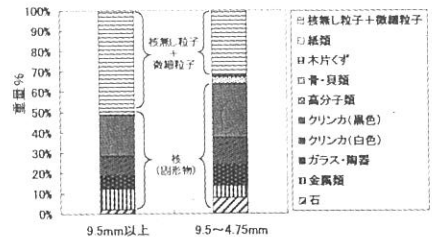


図-2 核の廃棄物種別重量割合

(2) 焼却灰粒子の重量計測

図-3に、焼却灰単粒子の全体重量と粒子内部の核のみの重量を計測した値から、粒子全体重量に占める核の重量比を算出した結果を示す。この図からも、粒径9.5mm以上の方が4.75~9.5mmと比較して全体に占める核の重量比が小さい傾向にあることが分かる。また、核の存在しない焼却灰粒子の存在も確認でき、粒径が9.5mm以上の方が4.75~9mmと比較して核の無い粒子が多く存在する傾向にある。つまり、焼却処理の対象となるごみ中に焼却灰粒子の核になると考えられる不燃物等の混入割合が減少すると、核の無い焼却灰粒子の数の増加及び、焼却灰の粒度分布がより細かい粒径へ移行する可能性が示唆される。

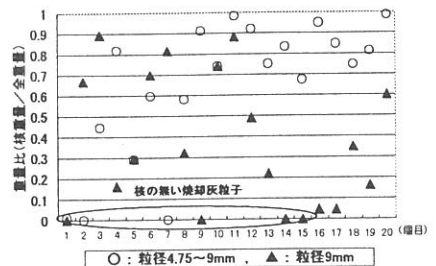


図-3 粒子全体に占める核の重量比

3. 焼却灰粒子生成過程についての検討

図-4は物質の発火点・融点を示すものであり、図-5は一般的なストーカ炉内部での焼却灰粒子生成過程について考察した概念図である。廃棄物焼却に係るダイオキシン削減のための規制措置が法律で定めら

れ、既設の都市ごみ焼却炉の燃焼温度は800℃以上（850℃以上が望ましい）とされている。よって物質の発火点・融点を考慮すると、焼却灰粒子の生成現象は図-5及び以下に示すような過程で起こっている可能性があると考えられる。

第1段階：ごみの乾燥

投入ホッパから焼却炉内に投入されたごみは、まず乾燥ストーカで乾燥される。紙類、繊維類、ゴム・プラスチック類、草木類、厨芥の可燃性物質の中でも発火点の低い易燃性物質の紙類、繊維類、ゴム類、プラスチック類の一部は燃焼が始まる¹⁾。

第2段階：可燃性物質の燃焼

乾燥工程が終了したごみは次に燃焼ストーカで燃焼される。紙類、ゴム類、プラスチック類、厨芥等の可燃性物質が燃焼し、融点の高い不燃性物質であるガラス、金属類、陶磁器類のいわゆる不燃物及びクリンカ等の固形物と共に火格子の運動により攪拌されながら下流へ移送される¹⁾。

第3段階：不燃性物質の溶融

可燃性物質は燃焼して残渣となり、不燃性物質の中でも融点の低いガラス、金属類の周囲が溶融する。燃焼工程と、後燃焼工程の境界線は燃え切り点と呼ばれる、投入されたごみの大部分は燃え切り点までに燃焼を終了し、ごみ質が変化しても焼却炉内の燃焼温度を一定に保つよう監視・制御されている。

最終段階：焼却灰粒子の生成

連続的な燃焼、攪拌により後燃焼ストーカに移送されてきたごみは、約1時間の後燃焼工程で未燃分の完全燃焼を行う。燃焼工程により周囲が溶融したガラス、金属類と陶磁器類の不燃物あるいはクリンカ等の固形物が主体となつて、その周囲に燃焼した可燃性物質の残渣が付着する（以下、付着残渣と呼ぶ）。火格子の運動による攪拌が継続することで残渣の付着が促進され、上記の工程を経て焼却灰粒子が生成されると考えられる。また、鉛直方向に荷重を与えて焼却灰粒子を破碎させた時の粒子断面をSEMにより撮影した写真を図-6に示す。この図からも核の存在と上記の生成過程による焼却灰粒子の構造が確認できる。以上のことから、焼却灰粒子の核となり得るガラス、金属類に代表されるごみ中の不燃物の混入割合が焼却灰粒子の生成に大きな影響を及ぼす可能性が示唆される。

4. まとめ

本研究では、①焼却灰粒子が、核を持ち周囲を付着残渣が取巻く特異的な粒子構造であること、②特異的な粒子構造に注目し、焼却灰粒子の物理的性状を調べ、焼却灰粒子の生成過程について検討を行った結果から、焼却灰粒子の核となり得るガラス、金属類に代表されるごみ中の不燃物の混入割合が焼却灰粒子の生成に大きな影響を及ぼす可能性が示唆された。

今後は焼却炉内の温度分布や焼却灰粒子内部の化合物の分布等を調べ、焼却灰粒子の生成過程を追求し、さらに核の有無、種類の違いによる単粒子強度や地盤強度等の差異を調べる事が課題として挙げられる。

【参考文献】 1) タクマ環境技術研究会 編：ごみ焼却技術絵とき基本用語、1998

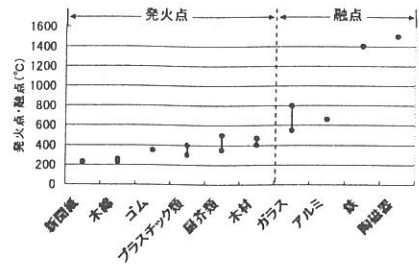


図-4 物質の発火点・融点

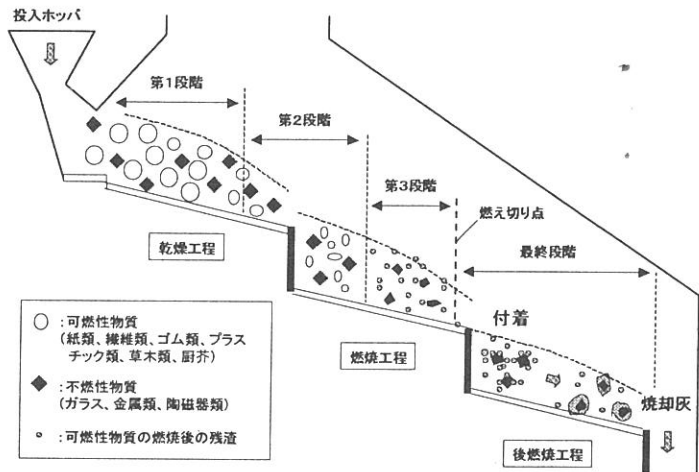


図-5 焼却灰粒子の生成過程概念図

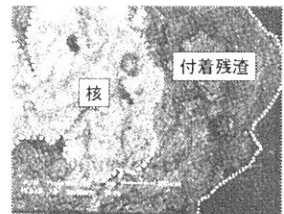


図-6 焼却灰粒子の断面SEM写真