

閉鎖された最終処分場からの資源回収に関する基礎的研究

九州大学工学部	学生会員	鹿毛大雅
九州大学大学院工学研究院	正会員	中山裕文
〃	〃	小宮哲平
〃	フェロー会員	島岡隆行

1. はじめに

急速な工業化の進展と経済発展により、鉱物資源の需要は増加の一途をたどり、その持続的な供給に対する危機感が高まってきている。そうした背景によって都市鉱山という概念が注目されている。そこで、過去に最終処分場に埋立てられた金属の回収可能性に着目した。福岡市では2011年に「新循環のまち・ふくおか基本計画」が策定され、有効利用可能な金属の選別が進められているが、過去の金属選別はどうだろうか。1986年に東部工場敷地内に不燃性ごみ破碎選別処理施設が建設され、1997年からは2分別収集（可燃物、不燃物）を3分別収集（粗大ごみが追加）に変更し、さらに2000年に4分別収集（空きびん・ペットボトルが追加）に変更された。ルールが改善される前の選別は不十分であることは明らかであり、埋立地内には多くの金属資源が存在するが、その量を明らかにした研究は少ない。本研究では最終処分場に埋蔵されている金属の再資源化の可能性を明らかにすることを最終目標とし、今回は福岡市の最終処分場の金属埋蔵量の推定を試みた。

2. 研究方法

福岡市の統計資料^{1),2)}を用いて最終処分場に埋立てられている金属量の推定を行った。図1に1986年以降の福岡市のごみ処理フローを示す。最終処分場に流入する廃棄物は主に3つあり、一つ目は清掃工場において可燃物を燃焼したあとと排出される焼却残渣、二つ目は破碎処理センターにおいて不燃物を資源化する際に資源化が不可能であった破碎不燃物、三つ目は不燃物が中間処理されることなく直接最終処分場に流入する直接埋立対象ごみである。これら三つの廃棄物の組成と量から最終処分場における金属の埋蔵量を推定した。

(1) 焼却灰に含まれる金属量の推定方法

焼却灰を粒径の大きいものと小さいものに分け、金属量の推定を行った。粒径の大きい焼却灰の組成に関しては、福岡市が焼却施設の焼却能力を管理するために毎年行っている熱灼減量試験の統計データを使用した。統計データ中の①焼却残渣に含まれる10mm以上の不燃物の割合のデータと、②清掃工場別の各年の焼却残渣量のデータを用い、清掃工場別の焼却残渣に含まれる10mm以上の不燃物の推移のグラフを作成した。次に粒径の小さい焼却灰の金属組成の推定については、福岡市臨海工場において2019年5月に採取された焼却灰を使用し、粒径30mm以下を対象にXRF分析を行い、金属組成を調べた。

(2) 破碎不燃物に含まれる金属量の推定方法

福岡市東部地区（昭和63年度）の破碎不燃物の組成を調査した文献³⁾から破碎不燃物の組成のデータを取得した。表1に破碎不燃物の組成を示す。また福岡市統計データ^{1),2)}から各年の破碎不燃物量のデータを得た。各年の破碎不燃物の質量に組成を乗じて各年の金属量（鉄、銅・亜鉛等、アルミ）を算出し、1978~2017の期間で埋立てられた金属量の累計値を算出した。

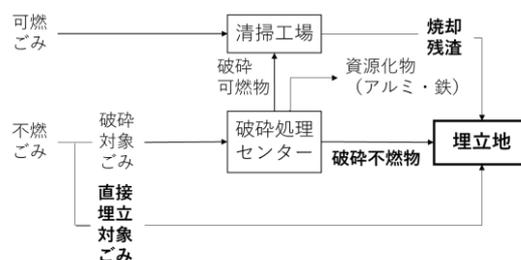


図1 1986年以降の福岡市のごみ処理フロー

表1 破碎不燃物の組成

紙類	10.5
布類	2.4
草・木類	12.4
土砂・ガレキ	3.3
ガラス	12.2
廃プラスチック	9.6
ゴム・皮革	0.4
鉄	2.2
銅・亜鉛等	0.5
アルミ	0.6
綿類	3.6
その他	42.2

(3) 直接埋立ごみに関するデータの作成方法

直接埋立ごみの組成に関するデータを入手することができなかつたため、福岡市統計資料^{1),2)}から直接埋立ごみの最終処分量に占める割合、並びに不燃ごみの処理量のデータを取得し、直接埋立ごみに関する考察を行った。

3. 結果及び考察

(1) 焼却残渣に含まれる金属量

図2に清掃工場別の粒径10mm以上の焼却残渣に含まれる不燃物の推移を示す。2010年頃以降は減少しているが、それより前は不燃物が多く含まれることが分かる。さらにこの累計を算出すると120万トンであることがわかり非常に多くの不燃物が焼却残渣として最終処分場に埋め立てられていることが分かった。

表2に10mm以下の焼却残渣の金属組成をまとめる。日本が確保すべき鉱種として指定しているベースメタルである鉄やアルミ、亜鉛、銅が存在し、レアメタルとして指定されているマグネシウムやチタンも焼却残渣内に存在していることが分かった。

(2) 破碎不燃物に含まれる金属量

表3に破碎不燃物として最終処分場に埋め立てられた金属の累計を示す。破碎不燃物として鉄が10,893t、銅・亜鉛が2,475t、アルミが2,971t埋め立てられていることが分かった。

(3) 直接埋立ごみに含まれる金属量

図3に埋立廃棄物別の埋立処分量の推移を示す。直接埋立ごみの推移に注目すると1993年頃からはその量や割合も減っているがそれより前は最終処分量に占めるその割合が大きく、中間処理をせず廃棄していたことが分かる。次に図4に処理方法別の不燃ごみの推移を示す。S60よりも以前はすべての不燃性ごみは中間処理されず直接埋立されており、資源化が開始されたその後も不燃性ごみが直接埋立処理される割合は大きいことが分かる。このことから現代に埋立てられた直接埋立ごみよりも過去に埋立てられた直接埋立ごみのほうが金属の割合が大きいことが予想できる。

4. まとめ

埋立地の金属埋蔵量を焼却残渣、破碎不燃物、直接埋立ごみに分けて検討した。破碎不燃物として埋立てられた鉄、アルミ、銅・亜鉛等はそれぞれ10,893t、2,971t、2,475tと推定されたが、焼却残渣及び直接埋立ごみについては金属量の推定には至らなかった。今後の課題として、焼却残渣に含まれる不燃物の金属組成を調査することや、直接埋立ごみの組成の調査が挙げられる。

【参考文献】 1) 福岡市環境局：ふくおかの環境（平成17年度版～平成30年度版）、2) 福岡市環境局：清掃事業概要（昭和53年度～平成16年度）、3) 石松忠行ら：不燃ごみの処理処分に関する調査研究(2)－破碎選別処理施設導入に伴う減量減容効果－、第11回全国都市清掃会議講演論文集、pp.147-154、1990。

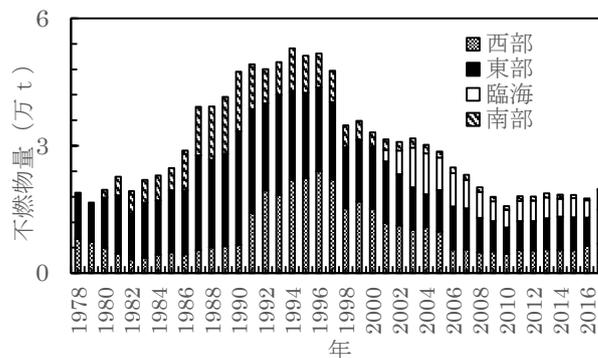


図2 清掃工場別の粒径10mm以上の焼却残渣に含まれる不燃物の推移

表2 10mm以下の焼却残渣の組成

CaO	48.912
SiO2	16.74
Al2O3	8.315
Fe2O3	5.214
Cl	4.827
MgO	2.563
P2O5	2.272
TiO2	2.152
Na2O	1.636
S	0.962
Zn	0.6699
K2O	0.639
Cu	0.2231

表3 破碎不燃物として埋立てられた金属の累計量 (単位:t)

鉄	10,893
銅、亜鉛	2,475
アルミ	2,971

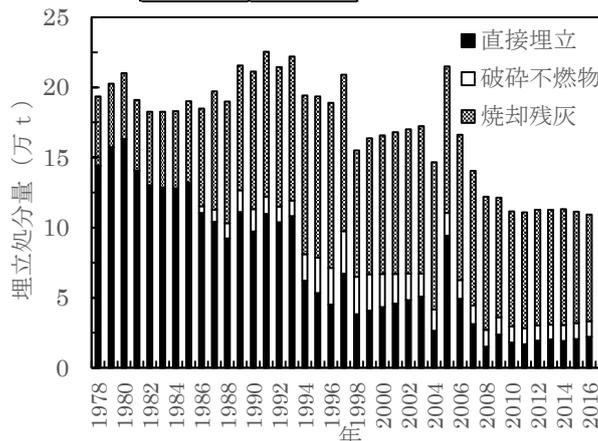


図3 埋立廃棄物別の埋立処分量

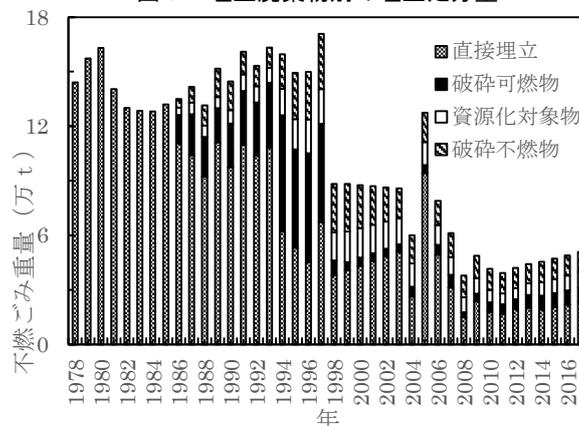


図4 処理方法別不燃ごみの推移