

不法埋立廃棄物の性状分析事例

森陰早也香・田中宏和・長谷川耕治・吉田耕一郎・坊栄二

Property Analysis of Illegal Landfill Waste

Sayaka MORIKAGE, Hirokazu TANAKA, Koji HASEGAWA, Koichiro YOSHIDA, Eiji BOH

1. はじめに

近年、産業廃棄物の組織的、計画的な不法投棄が多発している。これらの不法投棄は、排出事業者自らによるもののほか、排出事業者から委託された収集運搬・中間処理業者によって不法投棄されるものや、中間処理業者から無許可業者に渡り不法投棄されるものなど様々なケースが存在する¹⁾。

福井県においても平成20年5月に焼却施設を有する中間処理業者の敷地内にプラスチック廃材や燃え殻等が違法に埋められる事件が発生し、掘削調査で黒色の粘土状物質（以下、「埋立物」という。）が確認された。この物質について違反業者は「排ガス処理用の未使用活性炭」であると主張したが、目視では活性炭であるか否かの判断や、その使用歴は確認できなかった。さらに、業者は同様に「排ガス処理用の未使用活性炭」と主張する粘土状物質（以下、「建屋内保管物」という。）を建屋内にも保管していた。

これらの物質について、県の行政部局より当センターに分析依頼があったため、性状分析を行った。

2. 方法

2. 1 性状分析

性状分析は①固型分重量比および強熱減量試験、②金属類溶出試験、③電子顕微鏡による表面観察と元素分析の3種類の方法によりを行った。

なお、比較対照用の活性炭として、①と②については和光純薬製の試験用粉末活性炭ダルコ G-60（以下、「粉末活性炭」という。）、③ではフタムラ化学製の粒状活性炭 GL830A（以下、「粒状活性炭」という。）を用いた。

2. 2 分析方法

2. 2. 1 固型分重量比および強熱減量

固型分重量比は「産業廃棄物に含まれる金属等の検定方法 環告第13号」に準拠して測定し、重量%で表した。さらに、固型分重量比を測定後の乾燥試料を電気マッフル炉により600℃で加熱灰化し、乾燥重量に対する減重量比を強熱減量として求めた。

2. 2. 2 金属類溶出試験

金属類溶出試験は「産業廃棄物に含まれる金属等の検定方法」には準拠せず、以下の方法で行った。

試料約1gに2%の硝酸水溶液50mlを加えて混合攪拌し、時計皿でおおい95℃で約3時間過熱溶出した。放冷後、孔径1 μ mのガラス繊維ろ紙を用いてろ過し、水50mlにメスアップして検液とした。これをICP発光分析装置

（パーキンエルマー製 OPTIMA 3000 XL）を用いて検液中のアルミニウム、鉄、マンガン、鉛、亜鉛、銅、カドミウム、クロム、ニッケルおよびほう素を測定した。なおこの方法により得られる分析値は試料物質中の全含有量ではないが、活性炭の使用歴を推察することが可能と考えを行った。

2. 2. 3 電子顕微鏡による表面観察および元素分析

EDX付電界放射走査型電子顕微鏡（日立ハイテクノロジーズ製 SEMEDXIII TypeN/H）を用いて、105℃で乾燥させた試料について、表面の微細構造の観察と組成元素分析を行った。

3. 分析結果

3. 1 固型分重量比および強熱減量

固型分重量比と強熱減量の結果を表1に示した。

強熱減量は空気中でガスとして揮散する物質質量を示しており、通常、活性炭の主成分である炭素分は燃焼して二酸化炭素となり減量する。従って、埋立物と建屋内保管物が活性炭であれば、粉末活性炭と同様な強熱減量を示すはずである。しかしながら、粉末活性炭の強熱減量が95%以上であったのに対し、埋立物と建屋内保管物ともに10%以下であった。このことから、両者とも主成分は炭素ではなく、無機物主体の物質と考えられ純粋な活性炭とは程遠いものであると推察された。

表1 固型分重量比と強熱減量

	埋立物	建屋内保管物	粉末活性炭
形状	粘土状	粘土状	微粉末
色	黒色	茶黒色	黒色
固型分重量比(%)	80.9	77.4	89.3
強熱減量(%)	7.0	4.7	95.8

3. 2 金属類溶出試験結果

金属類溶出試験結果を表2に示した。

粉末活性炭の溶出液中の金属類の濃度は低く、ほとんど含まれていなかったのに対して、埋立物と建屋内保管物からはクロムとニッケルを除く金属類について、粉末活性炭の10倍以上の濃度で検出された。特に両者ともアルミニウムと鉄が多く、このことから両物質は純粋な未使用活性炭とは考えにくいと判断された。

ただし、埋立物と建屋内保管物に多く含まれる金属類がアルミニウム、鉄、マンガンと同じ順であり、業者が同じ活性炭であると主張していることから、両者は同様な経歴を有する廃棄物である可能性が高いと考えられた。

表2 金属溶出試験結果(単位:mg/l)

	埋立物	建屋内保管物	粉末活性炭
アルミニウム	200	190	2.2
鉄	170	120	0.20
マンガン	9.5	8.7	<0.05
亜鉛	7.9	1.9	0.20
鉛	7.6	1.2	0.005
銅	0.95	0.80	0.05
カドミウム	0.035	0.014	<0.001
クロム	0.03	0.04	0.02
ニッケル	0.030	0.033	0.016
ほう素	1.0	0.80	0.08

3. 3 電子顕微鏡による表面観察および元素分析結果

図1~図3にそれぞれ、粒状活性炭、埋立物、建屋内保管物の電子顕微鏡写真を示した。粒状活性炭では凹凸が激しい活性炭特有の表面構造が観察されたが、埋立物および建屋内保管物では、活性炭に比べて凹凸は少なく、さらに建屋内保管物では、不純物と思われる細長い柱状物質の付着が確認された。

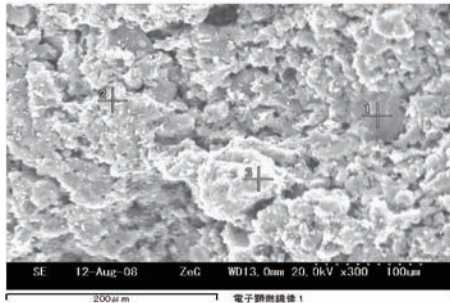


図1 粒状活性炭

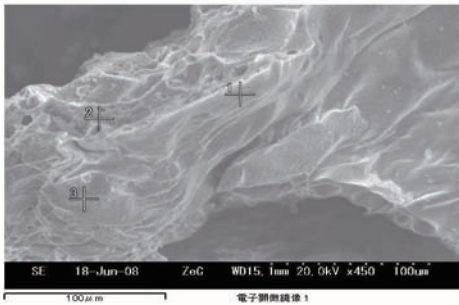


図2 埋立物

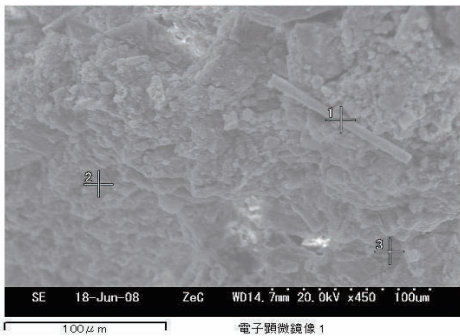


図3 建屋内保管物

次に、元素分析により、検出された元素について、重量比として算出した結果を表3に示した。

粒状活性炭は炭素が90%、酸素が約9%であったのに対し、埋立物では炭素が約26%、酸素が約41%、建屋内保管物では炭素は検出されず、酸素が55%であった。粒状活性炭の炭素と酸素の合計は、粉末活性炭の強熱減量95.8%に近く、矛盾しなかった。

一方、埋立物の炭素割合が強熱減量7%に比べて高値を示した理由としては、電子顕微鏡による元素分析では、試料に電子線を照射して、発生する特定X線から元素分析を行うため、電子線が届く表層部分の組成を主に示している。このことから、物質粒子の表層に炭素が集中して存在している可能性が推察された。

また、酸素については埋立物、建屋内保管物ともに高い割合で存在したが、これに関しても強熱減量が低いことと、粒状活性炭からは検出されなかった鉄、ケイ素、アルミニウム、カルシウムなどが多く検出されていることから、主にこれら元素の酸化物中の酸素を反映しているものと考えられた。

表3 検出元素の重量比(%)

元素	埋立物	建屋内保管物	粒状活性炭
炭素	26.3	-	90.0
酸素	40.9	55.0	8.9
鉄	11.4	0.8	-
ケイ素	9.7	19.1	-
アルミニウム	5.4	5.8	-
カルシウム	1.3	12.6	-
マグネシウム	1.4	4.0	-
カリウム	1.4	0.9	-
ナトリウム	0.9	0.6	-
その他	1.2	1.0	1.1

4. まとめ

強熱減量、硝酸水溶液による金属類溶出試験および電子顕微鏡による観察と元素分析の結果から、埋立物および建屋内保管物は業者が主張する未使用の活性炭ではなく、多くの金属酸化物を含む無機物主体の物質であることが判明した。

参考文献

- 1) 環境省: 循環型社会白書, 平成16年版, 循環型社会構築の障害とその克服に向けて
<http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/hakusyo.php3?kid=220>