

D4-4

焼却残渣単独埋立地浸出水の特性と浸出水処理施設への影響に関する研究

○ (賛) 鳴海賢治¹⁾、(正) 松藤康司²⁾、(正) 立藤綾子¹⁾、(正) 鈴木慎也²⁾

1) 福岡大学大学院工学研究科 2) 福岡大学工学部社会デザイン工学科

1. 背景及び目的

近年の廃棄物の3Rの推進に伴う不燃性廃棄物の減少と焼却率の増加により、焼却残渣の埋立割合が年々増加し、平成26年時点において75%に達している。また、燃焼技術の高度化に伴い飛灰の埋立割合が増加している。このため、埋立地浸出水の塩素イオン濃度や Ca^{2+} 濃度が高濃度を示すようになり、浸出水処理施設における機器の腐食やスケールによる送水管の閉塞等の問題が発生している。これらの問題は埋立廃棄物中の焼却残渣の割合の増加とともに今後より深刻化すると予想される。

著者らは、焼却残渣単独処分場の適正な維持管理方法を提案することを目的として、平成28年4月から共用が開始されたT処分場（焼却残渣100%）の浸出水水質と埋立廃棄物の性状及び埋立量、降雨量の関係等を調査している。その結果、埋立が進行するとともに浸出水の塩類濃度は2層目埋立以降、低下傾向を示した。特に、 Ca^{2+} 濃度の低下が大きく、浸出水処理施設においてカルシウム除去装置を運転する必要がなかった（図1）。浸出水の Cl^- 濃度は、焼却残渣の溶出試験で得られた濃度とほぼ同レベルであったのに対して、 Ca^{2+} 濃度は溶出試験で得られた濃度の約1/6の値であったことから、埋立地内においてCa成分が不溶化している可能性が考えられた。

そこで、本研究では、まず、塩類の洗い出し要因である降雨量及び飛灰埋立量と塩類濃度の関係を調査すると共に、 Cl^- 濃度に対する Ca^{2+} 等の陽イオン濃度の比を求め、洗い出し以外の要因の可能性について検討した。

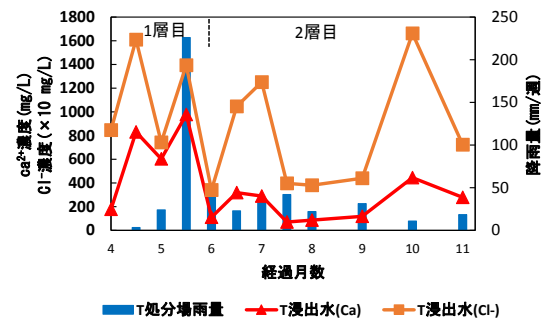
図1 Ca^{2+} 及び Cl^- 濃度の経時変化

表1 T処分場の概要

最終処分場		T最終処分場	
埋立開始		2016年4月	
埋立構造		準好気性埋立構造	
埋立面積(m ²)		25,000	
埋立容量(t)		516,000	
処分対象物		主灰: 約11,033 t (2017.3)	
		飛灰: 約4,879 t (2017.3)	
焼却残渣の名称		T主灰	T飛灰
溶出試験 (mg/L)	pH(-)	12.8 (13.5)	12.7 (11.1)
	COD	3.9 (8.5)	112.5 (2.5)
	T-N	0.8 (2.6)	45.1 (3.2)
	Cl^-	623 (583)	10,600 (14,651)
	Na	222 (260)	3,364 (5,386)
	K	69 (116)	3,135 (5,069)
浸出水処理能力		180m ³ /日	

* () 内は同一地域の焼却施設からの灰の性状

3. 研究方法

T処分場は準好気性埋立構造を有するで焼却残渣単独埋立地であり、平成29年3月までに主灰が約11,033 tと飛灰が約4,879 t埋められている。主灰と飛灰の埋立割合T処分場焼却残は7:3であり、近隣の処分場(4:1)に比べて、飛灰の埋立割合が高い。T処分場焼却残渣の性状(溶出試験)を、同じ地域で同一の処理工程を有する焼却施設からの焼却残渣と比較すると、T主灰の塩類及び有機物濃度は他施設の焼却主灰とほぼ等しい値を示したが、T飛灰の Ca^{2+} 及び有機物濃度は高い値を示した(表1)。

これらの分析で得られた塩類濃度と降雨量及び飛灰埋立量の相関を求め、濃度の変動が降雨による影響であるかについて検討した。また、溶解度が高く、物理・化学・生物作用を受け難い Cl^- の濃度と Ca^{2+} や Na^+ 、 K^+ 等の陽イオン濃度の比を求め、 Ca^{2+} 濃度の変動要因について検討した。さらに、1年経過後に埋立層から採取した混合灰について溶出試験を行い、1年間における塩類の消失量(溶出量)を求めた。

4. 研究結果及び考察

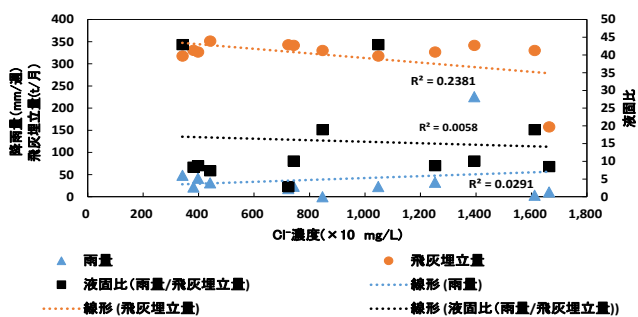
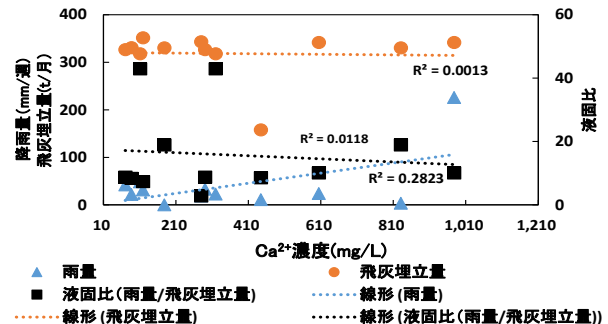
4. 1 降雨量及び飛灰埋立量と塩類濃度との関係

Cl^- 濃度と降雨量の関係についてみると、どちらの場合も降雨量が200mm/週においては高い値を示したが、それ以外の場合、降雨量と濃度に全く相関は見られなかった。また、飛灰埋立量及び液固比(降雨量/飛灰埋立量)とも相関は見られなかった(図2及び図3)。

【連絡先】〒814-0180 福岡市城南區七隈8丁目19番1号 福岡大学 水理衛生工学実験室 鳴海賢治
Tel: 092-863-8238 FAX: 092-863-8238 e-mail: td167005@cis.fukuoka-u.ac.jp

【キーワード】飛灰、浸出水処理、塩類、スケール形成、不溶化

Cl⁻の一部はフリーデル氏塩を生成し、不溶化することが知られているが、その量は少ないことから、化学的要因の影響は考えにくく、焼却残渣の固化に伴い、降雨の浸透域が制限されている可能性が考えられる。また、Ca²⁺濃度もCl⁻濃度同様に降雨量及び飛灰埋立量、液固比いずれの要因とも相関は見られなかった。Ca²⁺は水やCO₂との反応により水和物やスケールを形成し不溶化することから、固化に伴う浸透域が制限されていることに加えて、これら化学的要因も影響しているものと考えられる。

図.2 Cl⁻と洗い出し要因との関係図.3 Ca²⁺と洗い出し要因との関係

4. 2 Cl⁻濃度に対する陽イオン濃度の比

4.1で述べたように、洗い出しの影響要因である降雨量、飛灰埋立量、液固比と塩類濃度に関係が見られなかったことから、塩類濃度の変動に洗い出し以外の要因が影響していると予想された。そこで、Cl⁻濃度と各種陽イオン濃度の関係を見た(図.4)。その結果、T浸出水のNa⁺/Cl⁻は0.33~0.47で推移し、溶出試験で得られた濃度比(0.3)より高い値であった。K⁺/Cl⁻もNa⁺とほぼ同じ傾向を示した。それに対して、Ca²⁺/Cl⁻は1層目の埋立中において0.03~0.07、2層目に0.03前後で、溶出試験で得られた濃度比(0.2)の半分以下であった。特に、2層目の埋立以降において低い値であった。これらのことから、T浸出水のCa²⁺濃度が低かった要因として、①埋立地内で不溶化していること、②Na⁺及びK⁺等の陽イオンによってCa²⁺の洗い出しが抑制されていること等が考えられる。

4. 3 埋立1年間における溶解性塩類の溶出量

埋立前及び1年後の混合灰の溶出試験で得られた濃度の差を1年間に溶出したイオン量(溶出量)として検討した(表.2)。その結果、1年後の各陽イオン濃度は埋立前の濃度の1~12%の低い値であり、混合灰中に含有されていた溶解性塩類のほとんどが消失していることが分かった。そこで、その溶出量についてCl⁻に対する各陽イオン比を見ると、0.3前後でNa⁺、K⁺については溶出試験の濃度比とほぼ等しい値であるのに対して、Ca²⁺は溶出試験の1.5倍であった。更に、T浸出水のCl⁻濃度に対する濃度比と比べると、Na⁺及びK⁺の場合、浸出水の濃度比よりも低い値のに対して、Ca²⁺では約7倍の値を示した(表.2)。この結果から、水やCO₂との反応により水和物やスケールが形成したために、T浸出水中のCa²⁺濃度が低くなっているものと考えられる。

5. まとめ

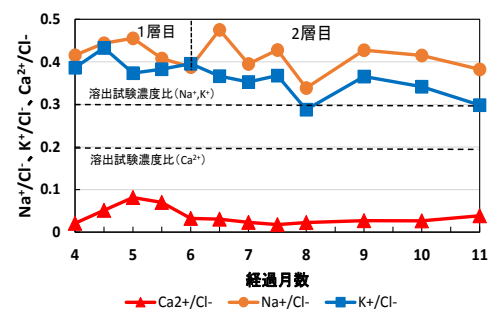
本研究を通して以下のことが明らかになった。

- ① T浸出水中のCl⁻濃度と降雨量及び飛灰埋立量の相関は見られなかったことから、固化により降雨の浸透域が抑制されている。
- ② T浸出水中のNa⁺/Cl⁻及びK⁺/Cl⁻は溶出試験から得られた濃度比に比べて高い値を示したのに対し、Ca²⁺/Cl⁻は半分以下の値を示したことから、スケール形成等の化学的要因によって浸出水水質濃度が低下している可能性が高い。
- ③ 埋立1年後の混合灰の溶解性塩類量は初期値の1~12%で低かった。
- ④ 埋立灰からの溶解性Ca²⁺の消失量のCl⁻濃度比は0.28で、浸出水の濃度比(0.04)の約7倍であった。
- ⑤ ①~④の結果から、Ca²⁺濃度が計画原水濃度以下であった要因は、水和物やスケール形成による不溶化である。

今後、埋立地内のどの部分でスケール形成が起こっているのか等を解明する必要がある。

【参考文献】

- 1) 内田正信他：キレート処理飛灰が埋立管理に与える影響(その3)、2012
- 2) 野馬幸生他：最終処分場におけるカルシウムスケール生成の予測、1990

図.4 T浸出水におけるCl⁻濃度に対する陽イオン濃度比表.2 T混合灰の溶出量及びCl⁻に対する濃度比

項目	Cl ⁻ (mg/L)	Ca ²⁺ (mg/L)	Na ⁺ (mg/L)	K ⁺ (mg/L)
溶出試験	T埋立灰0年(a)	3752	1143	1134
	T埋立灰1年後(b)	88	128	5
溶出量(C=a-b)	3664 (98)**	1015 (88%)	1129 (99%)	991 (95%)
Cl ⁻ 濃度比*	T埋立灰	—	0.28	0.31
	T浸出水	—	0.04	0.41

*T埋立灰(Cの陽イオン/Cl⁻)、T浸出水(陽イオンの平均/Cl⁻)

** () 内は溶出率