

3. 既設処分場データ

1) 調査対象処分場の概要

マクロモデルを適用する際に、現在供用中または埋立完了後の最終処分場から浸出水水質の経時変化を継続してモニタリングを行っている文献について調査を行った。調査対象文献は、最終処分場技術システム研究協会 (LS研) の報告書とした。そのうち、概ね5年以上にわたって浸出水の水質、並びに埋立廃棄物の種類や埋立量が記録されている文献から抽出したAからFまでの6つの処分場の埋立状況を表-1に示す。

2) マクロモデルの物質収支

実際の埋立地から得られた実測データをもとに埋立廃棄物と浸出水に関連する物質収支を求めた。埋立地内に降った雨(降水量 I)のうち、蒸発によって除かれる水量を除いた年間の浸透量 Q [m^3/y]は、式(1)に示す合理式によって求めた。ここで、 C [-]は浸出水係数、 I [mm/y]は年間の平均降水量、 A [m^2]は埋立面積である。なお、 C の値は「廃棄物最終処分場整備の計画・設計要領」に記載されている当該埋立地近傍の浸出係数における年平均値を用いた。また、最終的に埋立地系外に排出される浸出水は、浸透量 Q と同じ値とした(浸透水は全量浸出水として排出されるものと仮定)。洗出し量 W [t]は、式(2)に示すように負荷量として算出した。ここで、 X [mg/L]は浸出水中の対象物質濃度であり、今回は浸出水中の塩化物イオン Cl^- 濃度である。また、埋立廃棄物中の塩化物含有量は、表-2に示す含有割合とした。

$$Q = \frac{1}{10^3} C \times I \times A \quad (1), \quad W = \frac{1}{10^6} Q \times X \quad (2)$$

4. データの分析

処分場内に蓄積した塩化物が、どれだけの降雨に晒され、どの程度の洗出しを受けたかを示す指標として、カラム試験や溶出試験に用いられる固液比相当の数値 (L/S) を用いた。ここでの L/S は以下の二つの量の比、 $L/S = \text{期間中に埋立地に浸透した浸出水総量 } L \text{ [} m^3 \text{] } / \text{期間中の埋立容量 } S \text{ [} m^3 \text{]}$ である。なお、 L の値は、降水量 I に当該地の浸出係数の平均値 C を乗じた数値である。

図-2にA~Fの処分場からの浸出水中の塩化物イオン濃度の測定結果を示す。これより、CとF処分場以外の処分場では塩化物イオン濃度の溶出が1,000 mg/Lよりも小さいことが分かった。これらの原因としては、埋立廃棄物中の塩化物イオン含有量に依存していると推察されるが、E処分場については処分場全体の想定含有量はF処分場の倍以上であり、これ以外の要因が大きいと考えられる。ここでは、埋立完了後に塩化物イオン濃度が顕著に低下傾向を示したCとFの処分場について、

表-1 調査対象処分場埋立状況一覧

埋立関連情報		最終処分場					
		A	B	C	D	E	F
埋立状況	埋立開始年	1994	1979	1978	1993	1994	1988
	埋立終了年	埋立中		1997	埋立中		1996
埋立物	焼却灰	37%	—	76%	—	12%	50%
	可燃物	—	63%	—	—	53%	—
	不燃物	54%	37%	24%	100%	21%	50%
	汚泥	9%	—	—	—	14%	—
年間平均降水量[mm/y]		1,509	1,106	1,363	1,440	2,304	1,599

表-2 埋立廃棄物中の塩素含有量

埋立廃棄物	含有量割合		参考文献
焼却灰	0.8%	8kg-Cl/t-埋立廃棄物	*1
焼却飛灰	20%	200kg-Cl/t-埋立廃棄物	*1
※焼却灰中の主灰：飛灰の割合=9:1			*2
不燃物	0.15%	1.5kg-Cl/t-埋立廃棄物	*1
可燃物	0.3~0.8%	3~8kg-Cl/t-埋立廃棄物	*3

*1: H15年度研究報告書「クローズドシステム処分場開発研究会」平成16年
 *2: 廃棄物研究財団編「特別管理一般廃棄物ばいじん処理マニュアル」平成5年, P. 71
 *3: 全国都市清掃会議編「ごみ処理施設整備の計画・設計要領 2006改訂版」平成18年, P. 33

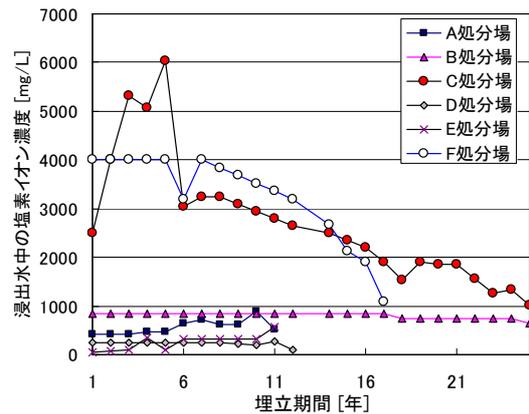


図-2 各処分場の塩素イオン濃度推移

図-2にA~Fの処分場からの浸出水中の塩化物イオン濃度の測定結果を示す。これより、CとF処分場以外の処分場では塩化物イオン濃度の溶出が1,000 mg/Lよりも小さいことが分かった。これらの原因としては、埋立廃棄物中の塩化物イオン含有量に依存していると推察されるが、E処分場については処分場全体の想定含有量はF処分場の倍以上であり、これ以外の要因が大きいと考えられる。ここでは、埋立完了後に塩化物イオン濃度が顕著に低下傾向を示したCとFの処分場について、

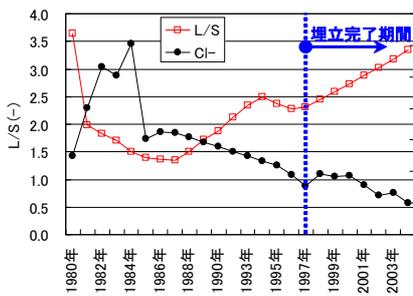


図-3 C処分場の Cl^- と L/S 推移

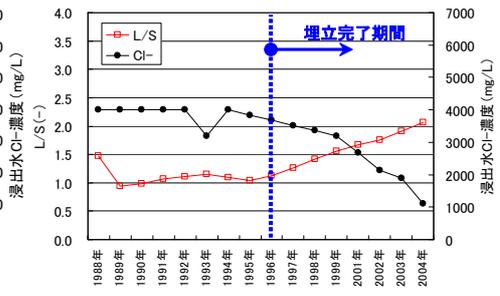
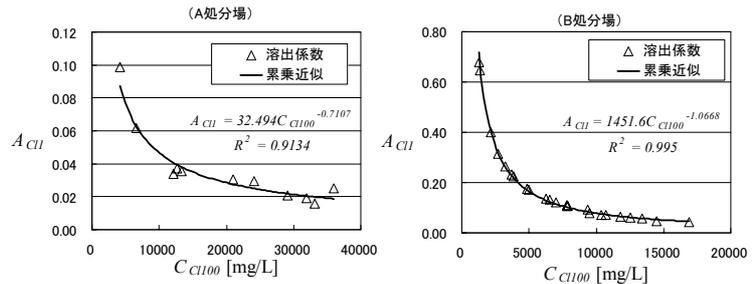


図-4 F処分場の Cl^- と L/S 推移

－3と図－4に塩化物イオンとL/Sの相関を示す。処分場CとFでは埋立中L/Sの値が低下傾向を示しているが、埋立終了後はL/Sが上昇に転じており、L/S値の上昇に従い、Cl濃度も低下している。処分場AとDでは、L/Sの値は上昇していないため、こうした傾向は明確に見られなかった。



図－5 AとB処分場の溶出特性

5. 溶出特性

先述した処分場AからFにおけるClの溶出挙動の違いを定量的に評価するために、マクロレベルでの簡易モデルを用いて比較検討した。この際、各処分場の溶出挙動からは、埋立量に応じて溶出量が增大する傾向を示していなかったため、ここでの評価指標はそれとは異なるアプローチとして、単年でのClの溶出係数 A_{Cl} を用いて検証した。 A_{Cl} は式(3)から得られる係数である。ここで、 $A_{Cl}(i)$:任意の1年間(埋立後*i*年目、以下の全ての同じ表記(*i*)も同様の意味)でのClの溶出係数[-]、 $C_{Cl}(i)$:任意の1年間での溶出Cl(*i*)濃度[mg/L]、 $C_{Cl100}(i)$:任意の1年間で埋立廃棄物中の全含有Cl(*i*)が完全に溶出された場合のCl濃度[mg/L]である。このとき、 $C_{Cl}(i)$ は実際の浸出水の分析結果を用いた。 $C_{Cl100}(i)$ は、式(4)に示す式により求めた。ここで、 $W_{TCl}(i)$:任意の1年間での埋立廃棄物中の全含有Cl重量[t]、 $W_w(i)$:任意の1年間で埋立廃棄物中に浸透した水重量[t]である。このときの $W_{TCl}(i)$ と $W_w(i)$ はそれぞれ式(5)と式(6)によって求めた。ここで、 $W_{TCl}(i-1)$:埋立後*i-1*年目での埋立廃棄物中の全含有Cl重量[t]、 $A_{Cl2}(i)$:廃棄物中のCl含有率[-]、 $W_s(i)$:*i*年目までに埋め立てられた全廃棄物重量[t]、 $W_{Cl}(i-1)$:*i-1*年目の1年間に溶出したCl溶出重量[t]、 $A_w(i)$:浸出係数[-]、 $W_{wr}(i)$:*i*年目の1年間に埋立処分場に降った雨水重量[t]である。任意の1年間での W_{Cl} は、式(7)によって求めた。ここで、 ρ_w :浸出水の密度[t/m³]であり、今回は ρ_w が1.0として計算した。

$$A_{Cl}(i) = \frac{C_{Cl}(i)}{C_{Cl100}(i)} \quad (3), \quad C_{Cl100}(i) = 10^6 \left(\frac{W_{TCl}(i)}{W_w(i)} \right) \quad (4), \quad W_{TCl}(i) = W_{TCl}(i-1) + A_{Cl2}(i)W_s(i) - W_{Cl}(i-1) \quad (5),$$

$$W_w(i) = A_w(i)W_{wr}(i) \quad (6), \quad W_{Cl}(i) = \left(\frac{1}{10^6} \right) C_{Cl}(i) \frac{W_w(i)}{\rho_w} \quad (7)$$

これらの結果により、各処分場によって廃棄物層からのCl溶出特性が異なっていることが定量的に確認できた。具体的には、廃棄物中から溶出されるCl成分の A_{Cl} は、0.009 (E処分場)～1.006 (D処分場)と非常に広範囲に分布していた。これは、処分場に埋め立てられた廃棄物の種類、降雨条件、または埋立層内の透水性などによる違いによる影響と考えられる。 C_{Cl100} と A_{Cl} の相関では、処分場E以外の場合で強い相関関係が確認できた。図－5にはこのうちAとB2つの処分場での相関関係を示す。同図より、処分場に蓄積されているCl量が埋立量に応じて増加するにしたがって溶出係数が低下していることが分かった。また、ここでは明示できていない結果として、埋立中と埋立完了後での違いとしては、埋立初期段階では、降雨量が埋立廃棄物量よりも大きいため、高い溶出係数を示し、埋立完了段階では、降雨量よりも埋立廃棄物量が大きいため、低い溶出係数となる傾向がみられた。

6. おわりに

本研究は、これまで行っていなかった、実際の処分場からの物質の溶出特性を定量的に評価・検証するというアプローチを実施した。その結果、今回は各処分場における塩化物イオンの溶出特性を把握することができた。今後は、これらの手法をさらに多くの処分場へ適用して、実際の処分場での各物質の溶出挙動を解明するとともに、クローズド型処分場の散水方法へフィードバックしたいと考えている。

謝辞 本研究は、クローズドシステム処分場開発研究会コントロール研究グループ安定化基礎ワーキングの平成18年度の研究成果である。そのなかでも、マクロモデルの構築や既設処分場データの収集では、当ワーキングメンバーである鹿島建設(株)の菅野様をはじめ、貴重な助言を頂いた当ワーキングメンバーの方々から御礼を申し上げます。