

京都大学工学部 学生員 土居 通治
 “ 正員 寺島 泰
 “ 正員 浦辺 真郎

1. はじめに 現在、都市ごみの焼却処理が進み、減量・安定化後に埋立処分を行うという方式が一般化しつつあるが、焼却残灰中の重金属や残存有機物の埋立後の挙動やその対策など、解明、解決すべき問題がかなり残されている。このような観点から、本研究では、主として都市ごみ焼却灰の埋立を実施しているA市の埋立地を例にとり、埋立地からの浸出水の水量・水質などを把握することにより、埋立地の設計・維持・管理のために必要となる基礎的データ・知見等を得ようとしている。

2. 現地調査 調査対象とした埋立地は内陸部の平面埋立であり、埋立工法はサンドイッチ工法によって、土断構造を有しており、埋立地底部には集水管を設けている。埋立物も都市ごみ焼却灰が中心である。降雨後の浸出水の排出特性を調査するために、16.5mmの降雨後3日間(12月、降雨終了15時間30分後から54時間)の連続調査を行った。当埋立地内に設けられたボーリング孔(深さ10m、5m間隔で2か所)および集水ピットにおいて採水し、水温・pH・電導度・ Cl^- ・TOC・Cd・Pb・Cu・Znなどの項目について測定した。また、降雨の影響がない状態での廃棄物層中の水の移動状況を把握するため、調査開始からほぼ47時間後にNaClをボーリング孔No.1に投入してその後の Cl^- 濃度の変化を測定した。以下、その結果について述べる。測定項目のうち水温および Cl^- 濃度の変化を図-1、図-2に示す。水温は孔内水よりピット水のほうが高く、孔内水の水温は調査期間中はほぼ一定であるのに対し、ピット水は調査開始後25~30時間あたりから上昇しそれ以後はほぼ一定となっている。また Cl^- 濃度は、孔内水で約400ppmとほぼ一定である

のに対し、ピット水は20時間くらいまでは低下を続け、それ以後上昇し30時間後くらいからはほぼ一定となっている。これらのことから次のことが推察される。すなわち、調査の開始時点ですでにピット水に降雨の影響が現われており、ピット水の水温は温度の低い降雨水のための低下し、 Cl^- 濃度は希釈効果のための低下する。したがって調査開始20~30時間後の水温および Cl^- 濃度の上昇は降雨の影響が終了したことを示していると考えることができる。なお、 Cl^- 濃度が47時間後に急上昇しているのはNaCl投入の影響である。他の水質項目について述べれば、pHはほぼ7.5~8.0、TOCはピット水で約50ppm、重金属濃度はそれぞれ、Cd<0.015ppm(ほぼ環境基準値以下)、Pb<0.1ppm(環境基準値以下)、Cu<0.1ppm、Zn<0.05ppmであった。次に、NaCl投入後の Cl^- 濃度の低下から不透水層上の水の移動速度を次のように推定した。すなわち ①水の移動は集水管への水平方向のみでありその速度は一定である。②ボーリング孔内の水位は変化せず孔内では Cl^- 濃度は一様である。③ Cl^-

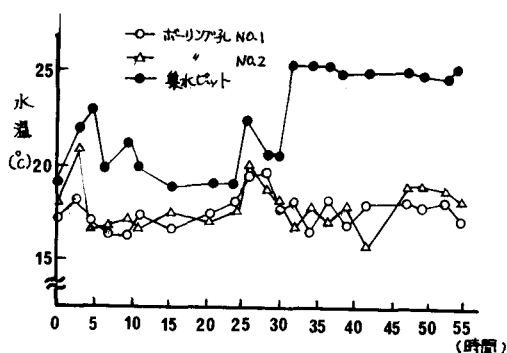


図-1 水温の経時変化

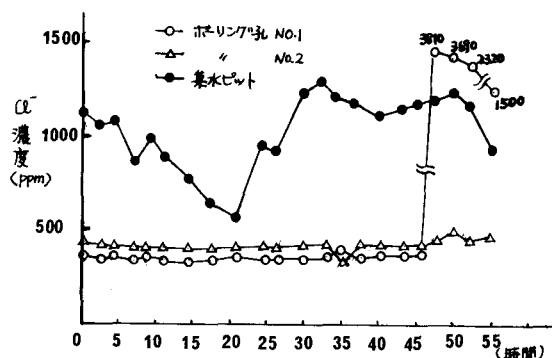


図-2 Cl^- 濃度の経時変化

濃度は水の流による希釈効果によって低下する。以上の仮定により、ボーリング孔内における α^- 濃度 C (ppm)は次式で表わされる。 $C = (C_0 - C_1) \exp(-\frac{Q}{V}t) + C_1$ ここで C_0 : NaCl 投入直後のボーリング孔内の α^- 濃度(ppm), C_1 : NaCl 投入前の α^- 濃度=400ppm, Q : ボーリング孔内への流入・流出量[cm^3/hr], V : ボーリング孔内の水量=5600 cm^3 , t : 時間[hr]。図-2のNaCl投入後の4回のデータを用いて最小二乗法により C_0 , Q を推定すると、 $C_0=4830\text{ppm}$ $Q=1019\text{cm}^3/\text{hr}$ であった。この Q を流れ方向のボーリング孔断面積で割り、水の移動速度 v は $v=3.1 \times 10^{-4}\text{cm}/\text{sec}$ となる。この v の値は降雨の影響がないと思われる時点の値であり降雨の影響を受ければもっと大きな値になるであろう。しかし水の移動速度がオーダー的にみてこのように小さい値になるということは、降雨から集水ピットへの流入という一連の水の移動の中で、不透水層上に下降した水が水平移動によって集水管に入るまでのプロセスが律速段階になっていることを示していると思われる。

3. 埋立地における水量および重金属量の収支 当埋立地における降雨量と浸出水量の関係を把握するために、昭和53年について1か月単位でまとめたのが表-1である。ここで浸出率とは浸出水量を降雨水量で割った値であるが、これは1か月単位でまとめたにもかかわらずかなり変動している。しかし1年の平均浸出率は0.515であった。また埋立開始1年後からの30か月についてみると浸出率は0.432であった。したがって降雨水の約50%が浸出水となり、残りは蒸発散もしくは地下浸透すると考えられるが、それらの量的把握は行えなかった。上述してきた調査結果等を用いて、以下の仮定のもとに当埋立地における埋立開始後30か月間の重金属(Cd, Cu, Pb, Zn)の溶出率(浸出水中の重金属の総量/埋立地内の重金属の総量)を計算した。結果を表-2に示す。① 埋立地における重金属の挙動は1か月間平均的にとらえられるものとする。② 浸出水中の重金属濃度に影響を与えるのは、質的・量的観点から都市ごみ焼却灰だけとし、その重金属濃度は表-3に示した筆者らが測定した19サンプルの平均値とする。③ 浸出水の重金属濃度および浸出水量は各月毎のデータを用いる。表-2では、重金属のinputは埋立てられた残灰中の重金属だけ、同じくoutputは浸出水中の重金属だけであると仮定しこれらの量比をとって重金属溶出率で表わしているが、この結果から、Cu, Pb, Znに比べてCdが溶出しやすいことがわかり、環境庁告示の溶出試験およびカラム実験によっても同様の結果が得られた²⁾。

4. おわりに 非常に概略的ではあるが一応の傾向を見る上で興味ある知見が得られた。現在、調査の継続によりデータを集積しつつあり、また重金属の存在形態の把握や水量・水質変化の動的解析を行なっているが、追って発表する予定である。

表-1 降雨量と浸出水量の関係

	降雨量 m^3	浸出水量 m^3	浸出率
1月	354	899	2.543
2月	453	711	1.570
3月	1486	715	0.481
4月	860	1144	1.329
5月	2338	1236	0.529
6月	8782	2507	0.285
7月	1061	1930	1.818
8月	467	658	1.410
9月	4245	547	0.129
10月	2975	948	0.319
11月	2001	911	0.456
12月	1316	1358	1.032
計	26338	13564	0.515

表-2 埋立地における重金属量収支

	Cd	Pb	Cu	Zn
Input	1114 kg	83202 kg	131086 kg	187188 kg
output	1209 g	11365 g	6165 g	9182 g
6か月後	(0.109)	(0.014)	(0.005)	(0.005)
12か月後	2037 g	13711 g	17534 g	46316 g
	(0.183)	(0.016)	(0.013)	(0.025)
18か月後	3742 g	39180 g	21974 g	56775 g
	(0.336)	(0.047)	(0.017)	(0.030)
24か月後	4449 g	47652 g	26553 g	62156 g
	(0.399)	(0.057)	(0.020)	(0.033)
30か月後	4878 g	50734 g	27683 g	6467 g
	(0.438)	(0.061)	(0.021)	(0.035)
36か月後	5001 g	51765 g	28164 g	67246 g
	(0.449)	(0.062)	(0.021)	(0.036)

F値の()は溶出率%

(注) 焼却残灰 埋立量 84900t
平均含水比 25% D.B

表-3 焼却残灰の重金属濃度(19サンプル平均)⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾

Cd	Pb	Cu	Zn
16.4	1225	1930	2756

ppm D.B

[引用文献]

- 1) 「不燃性廃棄物処分地における重金属等の挙動に関する基礎的研究」 五十嵐昭夫 京都大学卒業論文(1977)
- 2) 「都市廃棄物焼却灰の重金属溶出とその埋立に伴う浸出水について」 土居 通治 (1978)
- 3) 「都市ごみ焼却灰の挙動とその埋立に伴う浸出水に関する基礎的研究」 大島範男 (1979)