

京都大学工学部 学生員 福井 隆二
京都大学工学部 正員 寺島 泰
京都大学工学部 正員 浦辺 真郎

1. はじめに

廃棄物埋立地を、より安全にかつ合理的に設計、維持・管理するためには、埋立処分される廃棄物から浸出する汚染物質、浸出水量、水質、浸出負荷量、これらの時間変化等について、事前に評価することが、重要な課題の一つになっている。そこで、本研究では、都市ごみ焼却灰からの各種物質の溶出を把握するため、環境庁告示の検定方法において、溶出条件を様々に変化させた溶出実験を行い、基礎的な検討を加えた。

2. 実験方法

試料として用いた焼却灰は、A市のごみ焼却場から採取したもので、その性状として、真比重は2.02、熱灼減量は24.55%である。実験方法は、基本的に検定方法に準拠した四分法による振とう溶出実験である。そして、溶媒の種類、重量体積比、振とう時間などの実験条件を表-1,2に示すように設定し、それらの条件を様々に組合せて、溶出実験を行った。表-2の準四分法とは、同一の試料灰に対して、溶媒のみを入れかえ、振とう実験をくり返すものである。

3. 実験結果及び考察

図-1,2に示すように、溶出液のNa, Kについては、振とう開始後、数分内に一定の濃度に達し、その後は、ほとんど変化しない。そして濃度の大きさと、重量体積比の間に比例関係が見られる。重金属については、図-3のように、振とう時間と、溶出液濃度との間に関係は見られず、重量体積比によって、濃度に一定の大小関係が見られるだけであった。そして、TC, IC, T-Nについても、重金属と同様の傾向であった。次に、実験結果を溶出量と溶出液濃度との関係に着目してまとめた。ここで溶出量とは、単位グラム当りの試料灰から溶出した物質重量である。K(図-4)のように、溶出液濃度に関係なく、溶出量が一定となる傾向を示すものは、本実験から得られた溶出量が焼却灰そのものの溶出可能量と一致していると考えられ、このことは、図-2からも推察される。重金属については、ほとんどが図-5に示すように、同一振とう時間について見ると、負の傾きを持つグラフが得られた。同一振とう時間では、重量体積比が大きくなると、一般にpHが上昇するが本実験においては、溶出液のpHは、おおそ7~8の範囲にあった。このpH領域では、金属炭酸塩、酸化物、水酸化物の溶解度は、わずかのpHの上昇で、急激に下がる。このことから、同一振とう時間で、重量体積比が大きくなると、溶出液の重金属濃度が、飽和濃度に近付き、図-5のような負の傾きを持つグラフが得られたと考えられる。そこで、図-7,8にZn, Cdの炭酸塩と水酸化物の溶解度と、pHとの関係を示し、さらに実験結果をプロットした。このグラフから、焼却灰中のZn, Cdは、ともに炭酸塩の形で存在したと考えられる。TCは、図-6のように長時間振とう

表-1 実験条件(四分法)

溶媒	蒸留水 500ml pH4緩衝液 500ml
試料量(g)	5 25 50 100
振とう時間	1shake, 30sec, 1min, 3min, 30min 1hr, 6hr, 12hr, 24hr

表-2 実験条件(準四分法)

試料量(g)	10
溶媒	蒸留水 pH4緩衝液
1回の溶媒量(ml)	500
洗管2回数回	20 10
全溶媒量(L)	10 5
振とう時間分	5

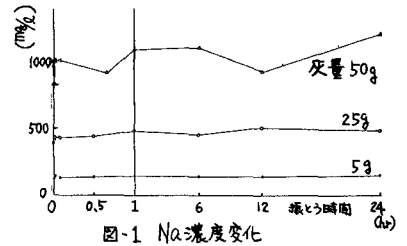


図-1 Na濃度変化

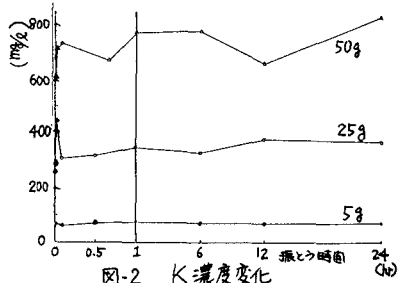


図-2 K濃度変化

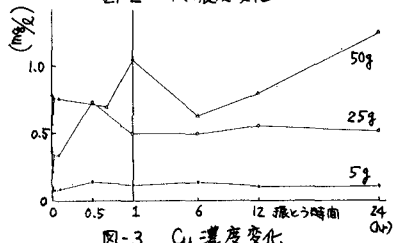


図-3 Cu濃度変化

うの場合、重金属と同様の溶出傾向を示し、短時間振とうにおいて、Kなどと類似した傾向を示した。TCは、重金属のように、pH変化により、溶出濃度が、小さくなるという影響を受けるとは考えにくく、振とう時間が長くなるにつれて、溶出量が增大していることから、TCの溶出速度が遅く、溶出量が溶出速度により影響されていると考えられる。そして重量体積比が大きくなるにつれて、振とう時間による溶出量の増加の割合が、小さくなり、図-6のような傾向を示したと考えられる。

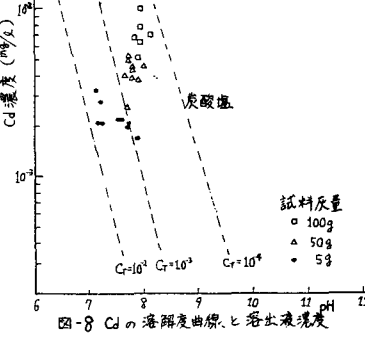
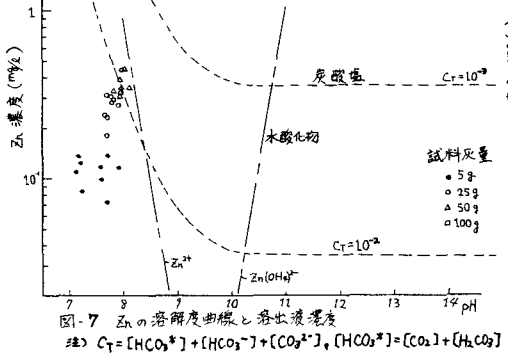
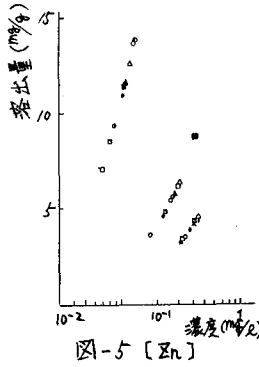
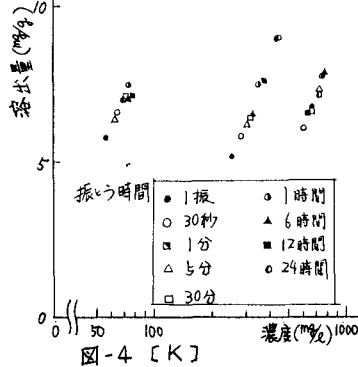
以上のように、溶出傾向としては、図-5に代表されるような、負の傾きを持つものが多いことが明らかとなった。この溶出傾向においては、重量体積比を小さくすれば、溶出濃度は高くなり、検定方法としては安全側の評価だと考えられるが、溶出量からすると、小さめの評価となる。したがって、検定方法においては、溶出可能量、つまり、

実際に埋立地から浸出水によって出てくる重金属等の総量が、過少評価されている危険性があると言える。表-3には、各種物質の累積溶出量を、実験条件別にまとめた。この表からわかるように、溶媒としてpH4緩衝液を用いた場合の方が、蒸留水の場合よりも、回分法、準回分法いづれにおいても溶出量が大きくなった。この傾向は重金属において著しく、注意を要するものと考ええる。次に、回分法、準回分法、カラム法による各種物質の累積溶出量を比較する。Na, K, Caについては、回分法により、溶出可能量を推定しうることと思われるが、重金属に関しては、回分法による溶出量のおよそ5~30倍の溶出が、準回分法、カラム法において見られ、このことから、実際の埋立地

においては、ある程度の濃度の溶出が、長期間、継続的にあふることが予想され、回分法によって溶出可能量を推定することには、問題があると考ええる。

4. まとめ

- 1) Na, K, Caについては、大体において検定方法により可能溶出量が推定されるが、重量体積比が大きいために、可能溶出量が小さめに評価されることがある。
- 2) 本実験のような溶出実験では、溶出液のpHにより、重金属の飽和濃度が小さく抑えられた形になり、溶出可能量を知るには、溶媒にpH緩衝液を用いたり、重量体積比を小さくしたりすることが必要である。
- 3) TCについては、溶出可能量を推定するには、検定方法の溶出条件より、さらに重量体積比を小さく設定し、振とう時間を長くすることが必要である。
- 4) 回分法による溶出実験では、重金属の溶出可能量を推定するには不十分であり、カラム法などの溶出実験が望まれる。



実験方法	反量 (g)	溶媒	溶媒量 (L)	累積溶出量 (mg/L)								
				Na	K	Ca	Cu	Pb	Zn	Cd	TC	TN
回分法	25	蒸	0.5	9.0	6.6	6.0	0.0099	0.0024	0.0058	0.0001	5.81	0.358
	25	pH4	0.5	12.1		21	0.0122	0.0026	0.1746	0.0019		
準回分法	10	蒸	10.0	12.2	9.9	11.5	0.0423	0.0347	0.0844	0.0010	20.4	4.9
	10	pH4	5.0	15.1		80.0	0.079	0.131	0.131	0.0067		
カラム法	20	蒸	18.6	16.3	8.7	15.0	0.0356	0.0292	0.0531	0.0033	18.6	1.6
	20	pH4	91.9	14.0	10.4	21.3	0.1047	0.1127	0.2988	0.0040	22.7	7.5

(注) 回分法・準回分法の振とう時間は、6時間である。