

II-522

不燃性破碎ごみの埋立特性について

福岡大学○久保真理子 田中綾子
松藤康司 花嶋正孝

1. はじめに

我国では、埋立処分場の確保難から廃棄物量の減量化を目的とし、可燃性廃棄物の殆どが焼却処理されている。更に近年では、不燃性廃棄物についても破碎選別処理により有価物が回収された後、更に可燃物が焼却される方向にある。このため、埋立地に搬入される廃棄物の質は従来の不燃性ごみと異なり、焼却残渣や不燃性破碎ごみを主体としたものへ変化しつつある。そこで、本報では上記廃棄物に対しての効率的な埋立工法を確立することを目的として、実験的研究を行い若干の知見を得たので報告する。

2. 実験条件及び方法

実験槽は準好気性槽、改良型準好気性槽、循環式準好気性槽の3構造とし、内径1.6m、高さ4.0mの円筒の埋立実験槽を用いた。充填廃棄物は可燃物が100%焼却処理され、不燃性ごみも100%破碎選別処理された場合を想定し、焼却残渣と不燃性破碎ごみの重量割合を5:1とし、単位体積重量 1.22t/m^3 、槽当たり8tを充填した。（図-1）。

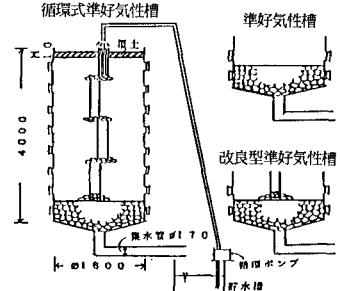


図1 実験装置

3. 結果及び考察

3. 1 浸出水の特性

浸出水水質（焼却残渣：不燃性破碎ごみ=5:1）を、既実験槽の浸出水水質（不燃物槽；焼却灰56%、I L 14.1%）及び焼却残渣埋立地浸出水（焼却灰槽；焼却灰100%、I L 2.3%）と、比較することによりその特性を評価した。

まず、有機汚濁指標の一つであるBODについて比較すると、充填直後においては、本実験槽では約 10mg/l と、不燃物槽に比べて $1/35$ と非常に低く、数ヶ月で 3mg/l まで低下し減少も早い。一方、本実験槽よりも有機物含有量が少ない焼却灰槽と比べると $1/350$ であり、焼却灰単独埋立よりも水質の浄化が早かった。TNはBODと比べると減少割合は遅いものの、充填直後において不燃物槽の約 $1/4$ と非常に低く、焼却灰槽とは同程度の濃度で推移している。しかし、窒素形態で比較すると、焼却灰槽では殆どが有機性窒素であるのに対し、本実験槽ではその殆どが $\text{NH}_3\text{-N}$ や $\text{NO}_3\text{-N}$ の無機性窒素で占められていることから、不燃性破碎ごみの混合によって、本実験槽では窒素の無機化が促進されたと推察される（図-2）。

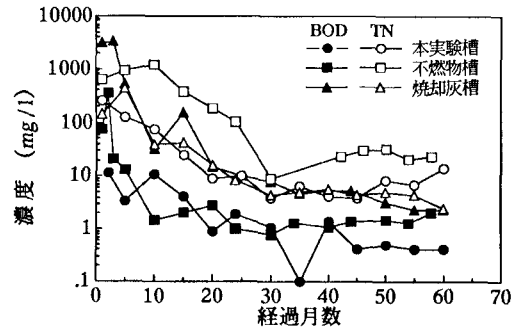


図-2 BOD, TN濃度の経時変化

次に、無機物の汚濁負荷変動 (Cl^-) を見ると、 Cl^- は生物分解を受けない為、焼却灰含有量の多い本実験槽では、埋立初期 $50,000 \sim 60,000\text{mg/l}$ と非常に高く、埋立後約2年間は $10,000\text{mg/l}$ 以上の高濃度で推移した。また、初期濃度は焼却灰槽とほぼ同値で推移しており、その濃度変動は不燃物槽に類似した傾向であるが、焼却灰槽に比べると濃度減少が遅いことから、不燃性破碎ごみが混入されることによりごみ槽の透水性等の物性が変化したものと推察される（図-3）。

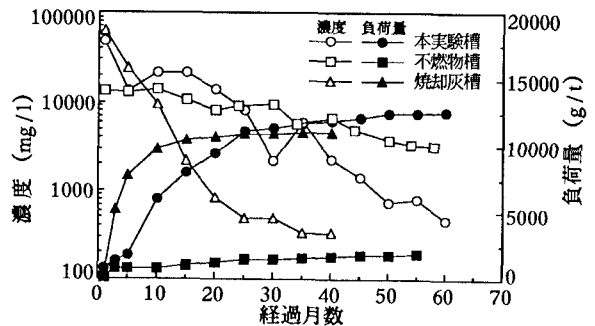
図-3 Cl^- 濃度および負荷量の経時変化

図-3 Cl^- 濃度および負荷量の経時変化。図-3は、 Cl^- 濃度および負荷量の経時変化を示すグラフである。縦軸は濃度（左側、対数スケール）と負荷量（右側、線形スケール）を示す。横軸は経過月数（0から70ヶ月）を示す。データ系列は、濃度（本実験槽：丸、不燃物槽：四角、焼却灰槽：三角）、負荷量（本実験槽：丸、不燃物槽：四角、焼却灰槽：三角）である。濃度は本実験槽で最も高く、減少が遅い。負荷量は本実験槽で最も高く、減少が遅い。

次に、重金属の流出傾向は表-1に示すように、いずれの金属も初期の流出は大きい、経時的には低い値まで低下した。また、流出率はいずれも1%以下と非常に低く、そのほとんどが廃棄物層内に残留していると推察される。しかし、本実験槽を不燃物槽、焼却灰槽の場合と比較すると、その流出傾向は①焼却灰含有割合が高い程高濃度であるもの（Hg, Cd）、②不燃性破碎ごみの混入により流出が抑制されるもの（Pb, Cu）、③不燃性破碎ごみの混入により流出が促進されるもの（Fe, Mn）、の3つに分類できる。以上の傾向から判断すると、焼却灰に不燃性破碎ごみが混合処分されることにより、無機塩類の流出の軽減は計られないものの、有機汚濁負荷は小さくなり、また有害金属であるPb等は流出が抑制されることが分かった。この要因として、本実験槽は、高アルカリ性の焼却灰が80%以上も含有されているにもかかわらず、図-4に示すようにpHが7～8の中性付近に維持された結果と推察される。一方、無機塩類のCl⁻については、混合処分されることにより、流出の緩慢化が生じた。

3. 2埋立構造と汚濁物質の挙動

前述したように、本ごみ質が埋立処分されると、有機汚濁負荷が軽減される一方、無機物やある種の金属においては、その流出抑制が十分なされてないことが明らかとなった。次に、埋立構造の違いによる有機物汚濁、無機物及び重金属の流出特性に関して検討した。

各埋立構造における各汚濁負荷量と準好気性埋立に対する負荷軽減率を表-2に示す。まず、有機物汚濁指標であるBOD, TNでは、好気的な埋立構造ほど、負荷軽減効果が大きく、準好気性<改良型<循環式の順である。特に循環式はBODで準好気性の約30%、窒素で約70%と高い負荷軽減効果が認められた。これは、循環式が浸出水を再度埋立地へ返送する為に、脱窒に必要な有機炭素源がごみ層内から供給されると同時に、廃棄物分解の担い手である細菌の集積が計られ好気的分解が促進するためと考えられる。更に、不燃性破碎ごみの混合により流出が促進されたFe, Mnも、循環式を採用することによって、ほぼ100%の軽減が可能であることも明らかとなった。これは、無機塩類が含まれた浸出水を循環する為、溶解度積の関係で新たに廃棄物層から溶解される塩類量が軽減されることによって、結果的には無機イオン間の反応が緩衝され、急激なpHの増減も生じなかった事や、埋立廃棄物の吸着作用によって流出抑制が生じたものと推測された(図-4)。一方、反応性のないCl⁻については埋立構造別による負荷量、流出傾向にほとんど差は認められなかった。

4. まとめ

本研究より得られた結果をまとめると次の通りである。①有機物汚濁負荷は従来の不燃性ごみ埋立に比べると非常に小さく、また焼却灰埋立と比べても小さい。②無機塩類の流出負荷は大きく、特に埋立初期に大きい。また、この無機塩類の流出は破碎不燃ごみとの混合により緩慢になる。③Hg, Cd等の重金属類は他の水質項目同様、初期に流出が認められるがその流出率は小さく、そのほとんどが層内に残留していると考えられる。④埋立構造に循環式を採用することにより、準好気性よりも更に有機汚濁の流出負荷の軽減を計ることができ、特に窒素の除去効率は大きい。⑤循環式は浸出水のpHの緩衝能力を有し、重金属の流出抑制及びクローズ化にとって有効である。

表-1 重金属の期間毎の負荷量および流出率

月	1～5	5～10	10～15	15～20	20～25	25～30	30～35	35～40
Hg	0.13	0.85	0.28	0.13	0.097	0.0085	0.0023	0.032
	3.7	24.2	8.0	3.7	2.8	0.2	0.1	0.9
Pb	33	121	74	67	163	30	39	11
	0.4	1.6	1.0	0.9	2.1	0.4	0.5	0.1
Cr	0.8	1.1	0.6	1.3	0.9	2.3	1.6	0.4
	0.3	0.4	0.2	0.4	0.3	0.8	0.5	0.1
Cd	24	108	134	54	36	4	3	4
	18.8	84.3	104	42.2	28.1	3.1	2.3	3.1

(注) 上: 負荷量 (mg) 下: 流出率 ($\times 10^{-3}$)

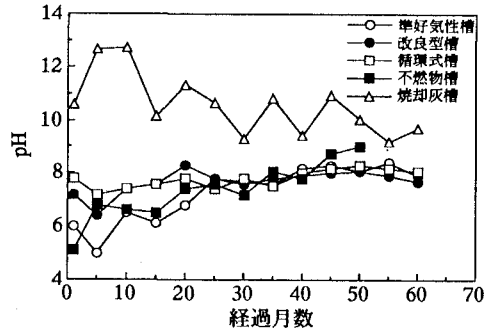


図-4 pHの経時変化

表-2 各項目毎の負荷量、流出率および負荷軽減率（62ヶ月目）

	BOD	T-N	Cl ⁻	Hg	Cd	Pb	Cu	Fe	Mn	Zn	Cr
準好気性槽	19.8	273.3	101506	1.8×10^{-3}	375	551	2663	64764	6955	12474	26.6
	<0.1	2.2	46.2	<0.1	0.3	<0.1	<0.1	<0.1	0.9	<0.1	<0.1
改良型槽	18.8	262.6	106419	2.1×10^{-3}	278	448	8558	20483	4069	13448	23.9
	<0.1	2.1	48.4	<0.1	0.3	<0.1	<0.1	<0.1	0.5	<0.1	<0.1
循環式槽	5	4	-5	-19	26	20	12	68	42	-8	-2
	13.6	76.5	105605	1.4×10^{-3}	313	489	4744	3278	973	10474	34.6
	<0.1	0.6	48.1	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	<0.1
	31	72	-4	20	17	12	38	95	86	16	-48

(注) 上: 汚濁負荷量 (g) 中: 流出率 (%) 下: 負荷軽減率 (%)

負荷軽減率 = $\frac{\text{準好気性埋立槽の負荷量} - \text{各槽の負荷量}}{\text{準好気性埋立槽の負荷量}} \times 100$