

## 〔研究報告編〕

埋立処分地浸出水の活性汚泥法処理における  
重金属の挙動Fate of heavy metals in the leachete treated by the  
activated sludge process

馬場 寿\* 鈴木 均\* 野村 寛\* 矢込 堅太郎\*

Hisashi Baba, Hitoshi Suzuki, Hiroshi Nomura and Kentaro Yagome

## 1 はじめに

排水中に含まれる有機物質の除去には活性汚泥法が広く利用されている。しかし、近年排水中の重金属が生物処理におよぼす影響が問題化してきている。埋立地の浸出液は、高濃度生物分解性有機物、さらには各種金属を相当量含むことが知られている。ここでは埋立地浸出液を活性汚泥法によって処理する場合、重金属がどのような挙動を示すかを検討した。

実際の実験はベンチスケールのプラントで行い、重金属の蓄積特性を曝気槽内における汚泥への重金属の蓄積および水溶液部の重金属の濃度の両面から追跡し、各種重金属の挙動を明らかにした。なお大規模な処理プラントに比べ実験室レベルでの運転は維持管理面が難しいので、重金属が処理効果に与える影響については若干ふれる程度にとどめた。

## 2 実験方法

## 2.1 供試浸出水の性状および調整

実験に供した浸出水の性状は表1に示したA地区ごみ埋立地浸出水に金属を添加し、実験に供すべく調整したものがA-1、またB地区ごみ埋立地浸出水を同様に調整したものがB-1である。

A-1調整に際してBODを高濃度にするため、ごみ処理施設から排出されるピット汚水を添加した。このピット汚水はBOD 1,800mg/l、COD 209mg/lであった。pHの調整は1Nの水酸化ナトリウムおよび1Nの塩

\* 日本環境衛生センター衛生工学部

Department of Sanitary Engineering, Japan  
Environmental Sanitation Center

表1 浸出水および調整浸出水の性状

項目	A	B	A-1	B-1
PH	4.76	8.14	7.00	7.00
BOD	99.2	138	300	—
COD	131	560	200	513
N-NH <sub>4</sub>	311	778	—	—
Cl <sup>-</sup>	2130	7150	—	—
TS	4940	14500	—	—
SS	84	160	—	—
DS	4850	14340	—	—
Ni	0.16	0.35	1.10	10.10
Cu	0.03	0.12	1.00	10.00
Mn	3.93	0.26	2.30	12.30
T-Cr	ND	0.31	1.50	15.50
Pb	ND	0.19	1.00	10.00

酸で行った。

## 2.2 供試活性汚泥

今回の実験に供した活性汚泥は、神奈川県茅ヶ崎市し尿処理場から採取したものをを用いた。この汚泥中にはCu 24.7mg/kg、Pb 21mg/kg、Mn 91.5mg/kgが含まれ、その他T-Cr、Niについては不検出であった。

## 2.3 活性汚泥槽の仕様ならびに運転条件

実験に使用した活性汚泥槽はアクリル製樹脂（曝気槽容量、約4.8l、沈殿槽容量1.9l）の完全混合型装置で、その概要は図1に示したとおりである。なお運転条件は表2に示すとおりであるが、COD負荷を用いた。これはHeukelekian et al.<sup>1)</sup>によって重金属存在下でBOD阻害が指摘されているからである。

## 2.4 実験操作

運転条件については表2に示したとおりであるが、

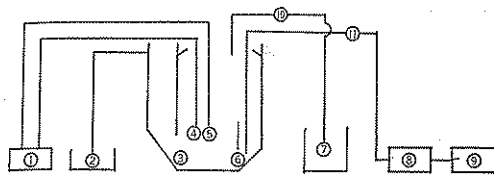


図1 活性汚泥槽

- 1 温度調節器リレー
- 2 処理水槽
- 3 曝気槽・沈殿槽
- 4 レギュレータ
- 5 温度計
- 6 散気管
- 7 原水槽
- 8 コンプレッサー
- 9 スタビライザー
- 10 定量マイクロポンプ
- 11 流量計

表2 曝気槽の運転条件

項 目	値
COD (kg/m <sup>3</sup> ·day)	0.20 (A-1)
曝気時間 (h)	0.54 (B-1)
滞留時間 (h)	24
MLSS (mg/l)	9.6
空気量 (l/min)	5000
温度 (°C)	0.8
	20 ± 0.115

A-1 浸出水の流入期間は5日間、B-1 浸出水は9日間とした。これらの実験開始後3時間までは30分毎、それ以後は24時間毎に活性汚泥混合液を25ml採取し、遠心分離法によって固液分離した。それぞれの試料を工場排水試験法に準拠し、原子吸光光度計を用いて各種金属を定量した。なお単位汚泥に吸着した金属の算定に必要なMLSS濃度は、重金属用試料採取と同時に採取して測定した。SVの測定は24時間毎に行い、200mlのメスシリンダーを用いた。処理水のCOD、TOC測定はSV測定と同様に24時間毎に行い、CODはJISの酸性高温法を用い、TOC測定には東芝ベックマン製102型全有機炭素分析計を用いた。

### 3 実験結果および考察

上澄液および汚泥中の重金属濃度の関係は図2、3に示すとおりである。各プロットから最小二乗法により相関係数および関係式を算出し、この値から水溶液部に対する乾燥汚泥中の金属濃度割合である濃縮係数を計算すると、 $10^2 \sim 10^3$ の範囲となる。その値を大きい順にあげると、 $Pb > Cu > Mn > Ni > Cr$ の順となることがわかった。これらの値は廃水の種類、金属濃度によって変化すると考えられる。金子ら<sup>3)</sup>の指摘するように、濃縮係数は活性汚泥自体の性状、水中の重金属濃度、pH、共存物質の種類と濃度等の水質条件および汚泥日令等により左右されるものと思われる。埋立地浸出水およびピット

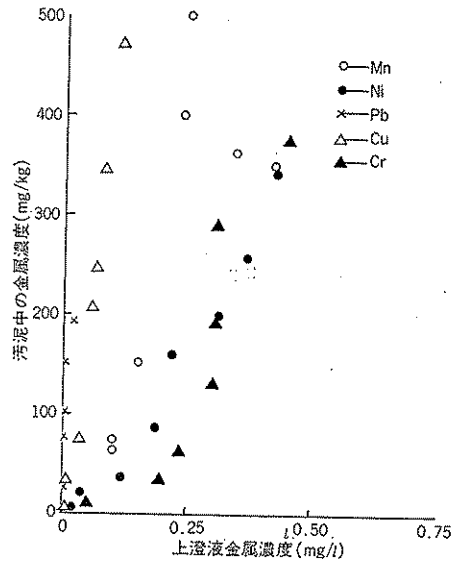


図2 A-1 浸出水流入試験における活性汚泥中と上澄液中の金属濃度の関係

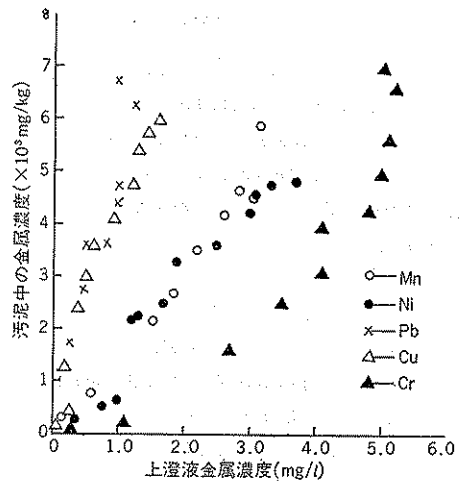


図3 B-1 浸出水流入試験における汚泥中と上澄液中の金属濃度の関係

汚水中の重金属は水酸化物となって沈殿しているものや、錯イオン形をとったりして影響を与えているものと思われる。

処理水のCODおよびTOCについては、図4、5に示したとおりである。すなわち、A-1浸出水のCOD除去効果はみられなかった。実験開始2日後から原水と比較して多少高くなった原因は、BOD負荷が低かったり、汚泥の滞留時間が長いことによる亜硝酸生成によるものと考えられる。B-1浸出水の場合、図5に示すように、表1の原水と同じ濃度で、6日前後からわずかに減

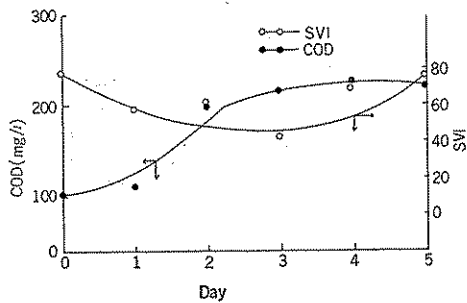


図4 処理水の COD および SVI 変動 (A-1)

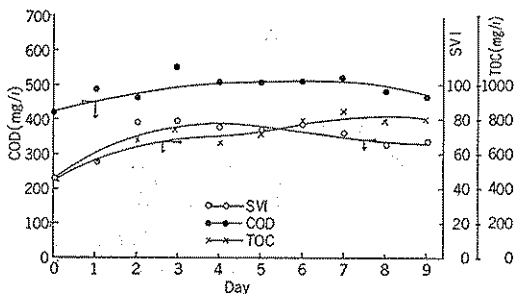


図5 処理水の COD, SVI, TOC 変動 (B-2)

少しているようにみられるが、測定誤差の範囲内であり、処理されているとは考え難い。同様に TOC も図で明らかなように処理されているとは認められない。

A-1 浸出水および B-1 浸出水において、COD の除去効果がなかったことについて考察すると以下のようなことである。

A-1 浸出水について考えると、ピット汚水が多量に含まれており、その中には BOD 1,800mg/l、COD 209 mg/l で示されるように生物分解され易い物質が多い。これはおそらく厨芥に依存する直鎖形の脂肪酸、アルコール、アミノ酸であろう。これらの物質の COD 酸化率は 0~7%<sup>9)</sup>であり、これに対して BOD 酸化率は 41~82%<sup>9)</sup>と COD のそれと比較して、非常に大きい値であると報告されている。すなわち BOD 値としては減少するが、COD 値としては減少し難い物質と考えられる。一方また BOD 指標の有機物が活性汚泥生物により分解した代謝成分は BOD 酸化率が低く、COD 酸化率が高いので、COD が増加することも考えられる。B-1 浸出水をピット汚水と比較すると、COD 値に対して BOD 値が低いこれは生物分解が進んでいるためであろう。成分的には多価アルコール形の芳香族化合物、窒素化合物との縮合物であるフミン酸が多いものと思われる<sup>9)</sup>。

SVI の変動について検討してみると、図 4、5 に示したように A-1 浸出水の場合 60~100 の範囲であり、B-1 浸出水の場合 50~80 の範囲であり、活性汚泥の沈降性に

特別の変化はなかった。

#### 4 ま と め

既知重金属を含む埋立地浸出水試料を活性汚泥処理を行ったところ、下記に示すように各金属によって特徴がみられた。

1) 流入試験において上澄液中に対する汚泥中の重金属の割合を示す濃縮係数は  $10^2 \sim 10^3$  の範囲内で、大きいものから  $Pb > Cu > Mn > Ni > Cr$  の順序であり、重金属によってかなり異った。

2) 本試験では COD の除去はほとんどみられなかった。

3) 汚泥密度指標を表わす SVI は、今回行われた重金属濃度および期間内では 50~100 で良好な結果であり、バルキング等の影響はみられなかった。

なお、本研究は昭和 49~51 年度科学技術庁特別研究促進調整費「都市廃水に対する生物処理の適応性及び機能向上に関する研究」の研究成果と、それをふまえ、更に新たな視点から行ったものであり、研究の機会を与えられたことを科学技術庁に感謝する。

#### 引用文献

- 1) Heukelekian, H. and I. Gilman: Studies of biochemical oxidation by direct methods IV. Effect of toxic metal ion on oxidation SIW. 27(1): 29~33, 1955.
- 2) 合田健, 宗宮功, 河村清史: 工業排水を主とする公共下水道終末処理場における重金属の挙動, 下水道協会誌, 10(107): 13~23, 1973.
- 3) 金子光美, 安斉忍: 金属の活性汚泥に対する毒性効果についての考察(その 3), 下水道協会誌, 10(109): 23~31, 1973.
- 4) 栗原四郎: ごみの浸出水の性状について, 公害と対策, 4(10): 35~39, 1968.
- 5) 矢木博・他: 水質測定技術(1), COD, 用水と廃水, 18(10): 35, 1976.

#### Summary

Land fill leachate which contained heavy metals was treated experimentally by activated sludge and the fate of heavy metals after treatment was pursued. Heavy metal distribution in both the liquid and solid flocculant phases was observed. Heavy metals were removed from the aqueous phase by biological flocculation.

More heavy metals were removed by biological flocculation in order of Pb, Cu, Mn, Ni and Cr. The ratio of the concentration of metal in the biological flocculation phase to that in the aqueous phase ranged from 100 to 1000.