

II-443 模擬埋立カラムを用いた埋立層内汚水中の溶存カドミウムの挙動に関する研究(第2報)

北海道大学工学部 学員 土手 裕 正員 田中 信寿
正員 神山 桂一 山川 佳久

1. はじめに 廃棄物埋立層内のカドミウムの挙動を明らかにすることは、浸出水処理施設を計画・設計する上でも、地下水汚染を防止する上でも重要である。本報告では前報¹⁾の実験の継続結果と、ごみ充填層への空气の侵入を可能とした場合(カラムNo 5, 6)について前報と同様に行った実験の結果を報告する。

2. 実験方法 実験条件を表1に示す。湿

表1 実験条件

カラム No	1	2	3	4	5	6
充填物	人工ごみ	焼却灰	人工ごみ	焼却灰	人工ごみ	焼却灰
放置条件	模擬海水に 浸漬・嫌気	模擬海水に 浸漬・嫌気	湿潤・ 嫌気	湿潤・ 嫌気	湿潤・ 嫌気	湿潤・ 嫌気
充填量(g)	1120	6420	1110	6300	1110	6280
総水量(l)	5.05	4.20	4.57	4.25	4.54	4.57
添加グルコース(g)	210	87.5	126	75	126	75
添加ポリペプトン(g)	130	52.5	78	45	78	45
添加カドミウム量(mg)	47.9	34.7	45.1	34.2	43.7	37.7
カドミウム初期濃度 (mg/l)	9.48	8.26	9.87	8.05	9.63	8.25

潤・準好気カラムの実験装置を図1に示す。充填層の上下端が空气と接するようになっている(海水浸漬・嫌気, 湿潤・嫌気の実験装置はそれぞれ前報の図1, 2参照)。湿潤・準好気カラムの実験方法は前報で述べたものと同じである。各カラムとも1日に1度水コレクターの水をカラム上部から循環させ、

1~3週間に1度1ℓ採水し、同量の模擬海水または蒸留水を補充水として加えた。ただし各カラムともサンプリング回数(以後S.Noと表す)11~12にかけて約3ヶ月間採水停止期間がある。また必要に応じて消化汚泥, カドミウム, グルコースを加えた(図中の注釈を参照)。

3. 結果 実験の結果を図2~7に示す。カラムNo 1~4のS.No11までが前報で報告した結果である。図中右下がりの破線は補充水を加えたことによる希釈効果を表しており、ある物質の濃度プロット線の傾きが破線の傾きと等しければその物質は希釈のみで減少し、それより右下がりであれば減少反応が、そうでなければ生成反応がそれぞれ卓越していることを意味している。

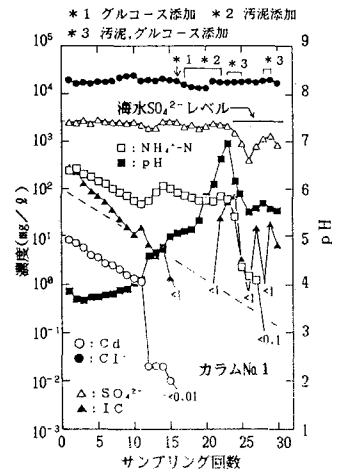
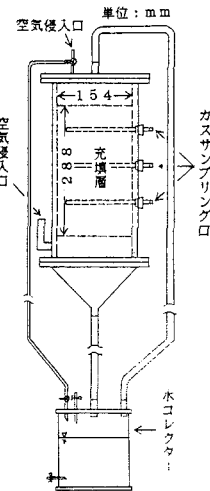


図1 実験装置(湿潤・準好気) 図2 実験結果(人工ごみ, 海水浸漬・嫌気)

る。前報で、 S^{2-} の供給がSを含む蛋白質の分解と SO_4^{2-} 還元によることを明らかにした。本報告でも NH_4^+-N (蛋白質分解の指標となる)と SO_4^{2-} について着目しながら溶存Cdの挙動について述べる。カラムNo 1では溶存CdはS.No11~12で急減し、S.No16以降では不検出になっている。これはS.No11~23における NH_4^+-N 生成と、S.No23以降における SO_4^{2-} 還元から、 S^{2-} が継続的に供給されているためと考えられる。カラムNo 3では、S.No37以降に明らかに溶存Cdの溶出が認められる。 NH_4^+-N 生成はS.No25以降には無く、また SO_4^{2-} 還元反応はみられないので、 S^{2-} の供給は無い。一方、液中からの S^{2-} 除去もCd溶出の原因と考えられるが、その機構としてはカラムが嫌氣的なので S^{2-} の酸化反応は考えられず、

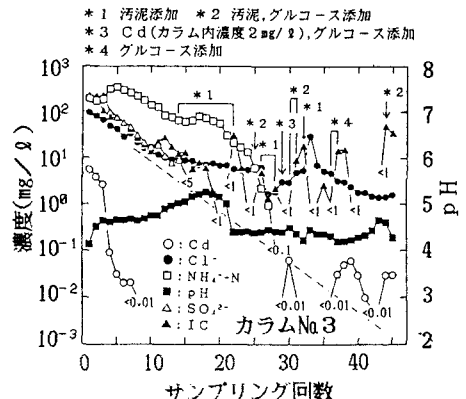


図3 実験結果(人工ごみ, 湿潤・嫌気)

S^{2-} のガス中への放散が予想される。カラムからのガス発生速度 R_g とCdの溶出速度 R_{cd} (R_{cd} の計算は前報の式(1)による)の関係を図8に示す(図中の数字は例えば37ならS.No.36と37の間の反応速度を表す)。この図からガス発生速度が大きいときにCdの溶出が生じており、上記の推定は妥当だと思われる。

カラムNo.5では SO_4^{2-} は終始希釈のみによって減少しているが、実験初期(～S.No.6)にカラムNo.3と同程度の NH_4^+-N 生成がみられる。そのためS.No.6まで溶存Cdは減少反応がみられ激減する。しかし不検出には至らず、逆にS.No.8以降Cdの溶出を示しており、他のカラムとは異なる挙動を示している。これは、ごみ充填層の上下端が空気と接しているために S^{2-} が酸化されて水中の S^{2-} 濃度が減少するので、Cdが溶出してきたものと考えられる(カラム内部は嫌氣的であった)。カラムNo.6では溶存Cdは初期濃度が低く、かつ減少傾向を示しS.No.6以降不検出となっている(S.No.30以降検出されているのはCdを加えたためである)。

SO_4^{2-} 還元は終始みられないが、S.No.11までは NH_4^+-N 生成が認められCdの不溶化は後者によって生じていると思われる。しかし、これ以降は S^{2-} の供給源は無い。またカラム内の O_2 濃度がS.No.12以降10%以上で好氣的雰囲気であり、CdがCdSの形で不溶化しているならばカラムNo.5と同様に溶出してくるはずである。以上からカラムNo.6では S^{2-} との反応以外のCdの不溶化プロセスも存在していると推定される。

カラムNo.2では溶存CdはS.No.12以降も不検出で、これはS.No.12以降も SO_4^{2-} 還元によって常に S^{2-} が供給されているためと考えられる。カラムNo.4ではCdが検出されたのはCdを加えた直後のみである。これは NH_4^+-N 生成はS.No.15以降生じていないが、焼却灰からゆっくり溶出してくる SO_4^{2-} の還元によって S^{2-} が供給されるためと考えられる。

4. 結論 CdSとしてごみ層内に保持されたCdが、 S^{2-} の供給がない場合に溶出してくる機構として、水中の S^{2-} の空気酸化と気相中への放散の二通りあることが分かった。長期的に埋立地を考えると、 S^{2-} の供給もガスの発生もやがて停止し、最終的には空気が廃棄物層内に侵入してくることから、今後Cdの溶出については空気による S^{2-} の酸化速度を明かにする必要がある。

引用文献 1)土手,田中,神山;第42回土木学会年講2-976 (1987)

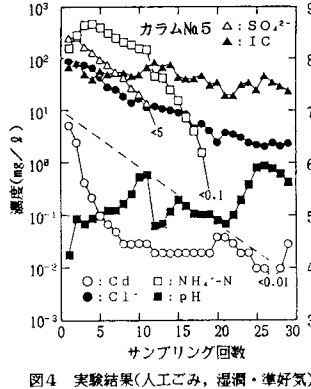


図4 実験結果(人工ごみ, 湿潤・嫌気)

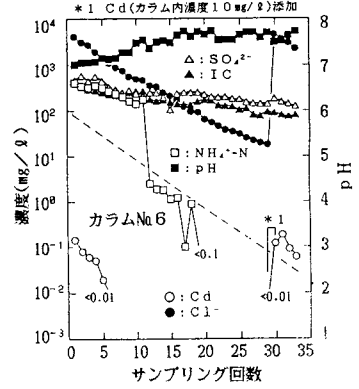


図5 実験結果(焼却灰, 湿潤・嫌気)

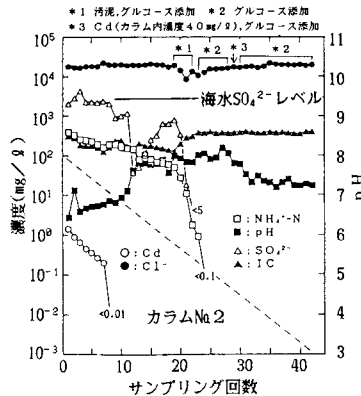


図6 実験結果(焼却灰, 海水浸漬・嫌気)

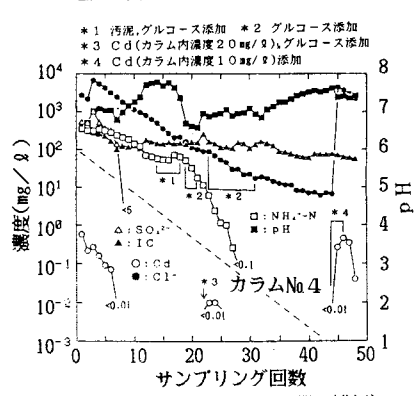


図7 実験結果(焼却灰, 湿潤・嫌気)

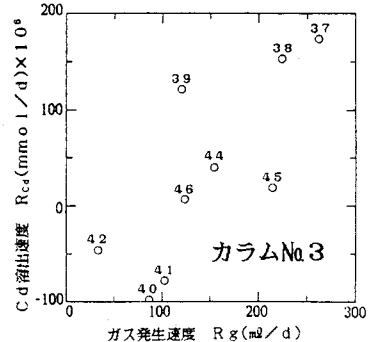


図8 ガス発生速度 R_g とCd溶出速度 R_{cd} (人工ごみ, 湿潤・嫌気)