

廃棄物埋立地における塩類の挙動と抑制

福岡大学工学部 学生員○寺内将之 正 員 後藤久美子 正 員 島岡隆行
 正 員 松藤康司 正 員 花嶋正孝
 日本技術開発㈱ 正 員 樋口壮太郎 正 員 山口隆三

1. はじめに 近年、廃棄物の増加に伴い廃棄物の減容化を目的とした焼却が中間処理の中心となり、埋立廃棄物は無機物が主体となる傾向がある。また、排出される廃棄物へのプラスチック類混入割合が増加し、焼却に伴い発生する塩化水素は大気汚染防止のために除去されている。塩化水素の除去方法として、吸収薬剤に消石灰($\text{Ca}(\text{OH})_2$)を用いる乾式法($2\text{HCl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$)が多く採用されている。その結果、埋立地に搬入される飛灰に高濃度で含有するカルシウムが降雨によって流出し、水処理施設において炭酸カルシウム等のスケールが管を目詰らせたり、さらにポンプ等の機器や生物処理への障害を引き起こしている。本研究は、廃棄物層内において溶解するカルシウムの流出を抑制する埋立工法の開発を目的として行っているものであり、若干の知見を得たので報告する。

2. 実験装置および方法 実験には図-1に示す埋立模型槽を3槽(A槽～C槽)用いた。埋立模型槽の構造は準好気性埋立であり、充填廃棄物として表-1に示す調整ごみを用いた。B槽とC槽には、カルシウムの流出抑制のため炭酸ナトリウム(Na_2CO_3)を添加した。埋立模型槽への Na_2CO_3 添加量は、次の化学反応 $\text{Ca}^{2+} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{Na}^+ \cdots \text{①}$ に基づき、充填廃棄物中のカルシウム含有量の30%が溶解し反応に関与するとして、3,100g/槽と決定した。 Na_2CO_3 の添加位置とカルシウムの抑制効果を検討するために、B槽には覆土層直下の最上層部(層厚5.6cm)に、C槽には最上層部と中層部の2層(各層厚2.8cm)に分けてB槽と同量の Na_2CO_3 を添加した。降雨は人工降雨とし、蒸留水を10日に1回の頻度で3.4リットル(5mm/day)散水した。分析は散水直後に採水した浸出水の、 Ca^{2+} 、 Na^+ 、 TOC について行なった。

3. 実験結果および考察 3-1 Ca^{2+} の流出抑制効果について

カルシウム濃度の経時変化とカルシウム累加溶出量を図-2に示している。 Na_2CO_3 を添加したB槽とC槽については、初期に洗い流され高濃度で流出してくるカルシウムをかなり抑制できており、特にこの時期のC槽のカルシウム濃度は Na_2CO_3 無添加のA槽の約2割の約350mg/lとなっている。さらに、約1年を経過した357日目のカルシウム抑制率($=((\text{B槽またはC槽の}\text{Ca}^{2+}\text{累加溶出量}-\text{A槽の}\text{Ca}^{2+}\text{累加溶出量})/\text{A槽の}\text{Ca}^{2+}\text{累加溶出量}) \times 100(\%)$)は、B槽が56%、C槽が84%と、2層に分けて Na_2CO_3 を添加したC槽の方がカルシウムの抑制効果が著しいことが分かる。また、焼却残渣からのカルシウム溶出率($=((\text{Ca}^{2+}\text{累加溶出量}/\text{焼却残渣中の}\text{Ca}^{2+}\text{含有量}) \times 100(\%))$)は15%前後とされている¹⁾が、A槽のカルシウム溶出率は1.6%と極めて小さく、今回の Na_2CO_3 添加量はかなり多くなっていることが分かる。

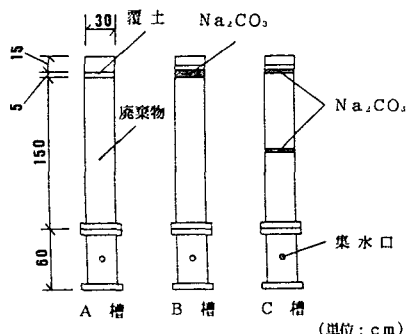
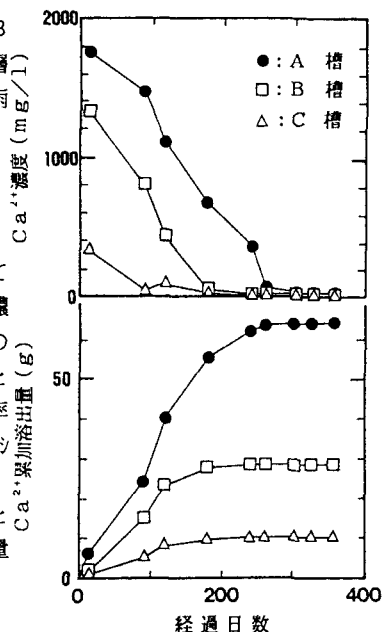


図-1 埋立模型槽

表-1 充填条件

	充填質量*(kg)	組成割合(%)
調整		
焼却灰	68.7	60
飛灰	22.9	20
破砕ごみ	11.5	10
コンポスト	11.5	10
合計	114.6	100

*湿潤質量、含水率6.8%

図-2 Ca^{2+} の経時変化と累加溶出量

3-2 炭酸ナトリウムの添加が浸出水水質に及ぼす影響 ナトリウム濃度の経時変化およびナトリウム累加溶出量を図-3に示す。 Na_2CO_3 を添加していないA槽のナトリウム濃度はB槽やC槽に比べ低く、約1年経過した357日目には降水による洗い出しにより1,000mg/lまでに低下した。また、B槽のナトリウム濃度は実験初期から357日まで約10,000mg/lを推移していたが、C槽は52日目に26,000mg/lを示した後徐々に低下し、 Na_2CO_3 の添加位置によりナトリウムの溶出傾向が大きく異なることが分かる。

ここで、 Na_2CO_3 によるナトリウム添加量に対する357日目までに溶解したと考えられるナトリウム量の割合($=(\text{B槽またはC槽のナトリウム累加溶出量}-\text{A槽のナトリウム累加溶出量})/\text{ナトリウム添加量}(\%) \times 100$)を求めて、B槽が48%に対してC槽が76%と、C槽はB槽の約1.6倍となっている。また、溶出して来たナトリウムの全量が①式の反応を経て来たものとして、同時期のナトリウム累加溶出量から求まるカルシウム量に占めるカルシウム抑制量($=\text{A槽のカルシウム累加溶出量}-\text{B槽またはC槽のカルシウム累加溶出量}$)の割合を求めてみると、B槽が6.3%、C槽が6.0%とほぼ同じ値を示した。これらのことから、3-1で述べた両槽のカルシウム抑制率の差は、添加した Na_2CO_3 の溶解量の差より生じたものと考えられ、 Na_2CO_3 を2層に分けて添加した方が Na_2CO_3 が溶解し易く、カルシウムの抑制に有利であると言える。

図-4には、各槽浸出水中の有機炭素(TOC)および無機炭素(IC)濃度の経時変化を示している。TOC濃度の経時変化を見てみると、A槽とB槽は時間の経過に伴い減少しているが、C槽は明瞭な濃度の減少傾向が見られない。C槽は Na_2CO_3 を2層にわけて添加しているため、低部からの空気浸入量がB槽に比べ少なく廃棄物層内嫌氣的となり、有機炭素の分解が遅くなっているものと考えられる。IC濃度はB槽が180日目頃から、C槽が80日目付近から急激に増加した。これらの時期にはカルシウム濃度が低下しており、またB槽およびC槽のナトリウム濃度がA槽よりも依然高いことから、過剰に添加された Na_2CO_3 由来の炭酸イオンが、カルシウムと反応せずに流出して来ているものと考えられる。

3-3 炭酸ナトリウム添加量について 水道水水質基準値から判断して、浸出水中のカルシウム濃度が50mg/l程度になれば、カルシウムによる埋立地の水処理施設や環境への影響は少ないと思われる。C槽の浸出水中のカルシウム濃度が50mg/l以下を示す時期は119日目であり、一方この時のナトリウム累加溶出量は474gであった。同時期のA槽のナトリウム累加溶出量(279g)を参考に、C槽の Na_2CO_3 由来のナトリウム溶出量から Na_2CO_3 の溶解量を求めると449gとなる。つまり、2層に分けて Na_2CO_3 を添加する場合、今回行った添加量の15%程度でカルシウムを廃棄物層内に炭酸カルシウムとして捕捉できると言える。

4. まとめ 埋立地からのカルシウムの流出を抑制する方法として、廃棄物中に Na_2CO_3 を層状に添加する埋立工法を試み、次のことが分かった。① Na_2CO_3 を添加することで、埋立初期に洗い出される浸出水中のカルシウムの濃度を小さくすることができた。② Na_2CO_3 の添加方法として、1層で添加するよりも2層に分けて添加した方がカルシウムの流出抑制効果が著しく、2層に分けた方が Na_2CO_3 が溶解し易いためであると考えられた。③ カルシウムの溶出量に対し極めて過剰な Na_2CO_3 を添加したため、ナトリウム等の無機塩類が高濃度で流出し、さらに有機物の分解が遅れるなど埋立廃棄物の安定化に悪影響を及ぼした。【参考文献】1)樋口壮太郎ほか：第10回全国都市清掃研究発表会，pp.204-206,1989.2

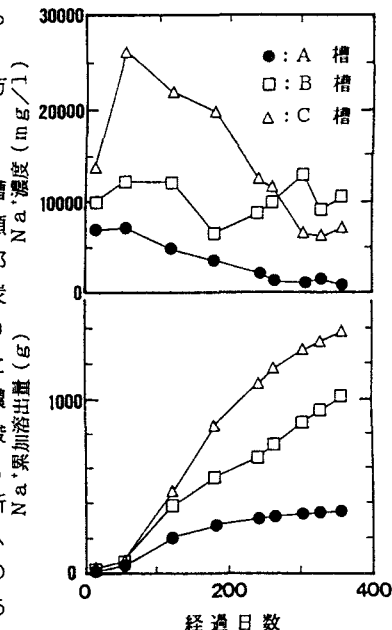


図-3 Na^+ の経時変化と累加溶出量

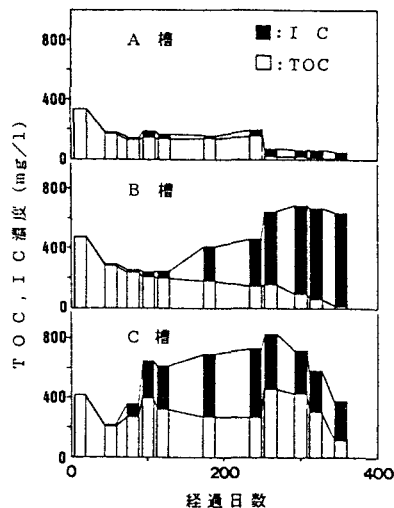


図-4 TOC, ICの経時変化