

不燃物埋立地における浸出水の pH 低下現象に関する研究

福岡大学工学部 学生員○藤満 基樹 正 員 島岡 隆行
正 員 松藤 康司 正 員 花嶋 正孝

1. はじめに

埋立廃棄物から溶出するCa²⁺及びCl⁻等の無機塩類は、スケールの生成による集水管や浸出水処理施設配管の閉塞、機器類金属部の腐蝕や浸出水の生物処理の阻害等を誘発する原因となっている。この様な無機塩類を多量に含有する廃棄物の効果的な埋立処分を検討する実験において、一時的に pH 及び ORP の急激な低下が生じ、浸出水処理過程に大きな負荷を与える現象が確認された。この現象は、嫌気性構造よりも好気的条件下にある準好気性構造において早期に出現し、顕著であった。

そこで、本研究は、この準好気性構造に起こる浸出水の pH 低下のメカニズムを解明する事を目的として、1) 降雨による塩類の洗い出し、2) 空気の入入による CaCO₃ の生成、3) 空気の入入による微生物の活性化、4) 鉄の酸化の 4 点について検討を行った。

2. 実験装置概要

実験装置は、図-1 に示したような準好気性埋立構造と嫌気性埋立構造を模擬した小型模型槽 6 基である。各槽には調整ごみ (焼却灰: 破砕ごみ: コンポスト = 7: 2: 1 に混合したもの) 1.5 kg と人工下水 (BOD: 約 1000 mg/l) 3.75 L を充填した。各槽の実験条件を表-1 に示す。降雨による洗い出しを行う槽は、あらかじめ調整ごみを 3.75 L の自然降雨で 2 回洗浄し充填した。また、微生物の生育抑制剤としてストレプトマイシン硫酸塩 (以後 S.M) を用いた。

3. 実験結果

3-1 洗い出しによる pH 低下への影響

図-2 に洗い出しを行った溶液中のアルカリ塩の濃度を示した。また、表-2 に洗い出し前後の pH を示した。K⁺、Na⁺ 及び Ca²⁺ いずれのアルカリ塩も洗い出し回数が増すと溶出量が低下し、これに伴い pH も低下していることから、降雨によるアルカリ塩の洗い出しは pH 低下に寄与していることが確認できた。しかし、Ca²⁺ 濃度は洗い出し回数が増しても他の塩類ほど溶出量は低下しなかった。このため、経時的には槽内に残存する塩類の溶出が促進されることにより、更に pH

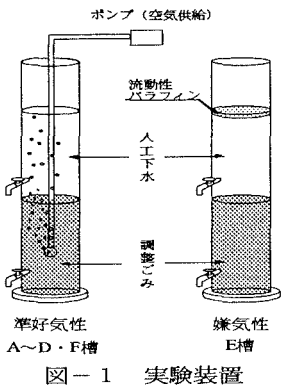


図-1 実験装置

表-1 実験条件

槽名	A槽	B槽	C槽	D槽	E槽	F槽
項目						
洗い出し	○	○	○	○	○	×
空気の供給	○	○	○	○	×	○
酸化鉄の添加	○	○	×	×	○	○
S.M添加	○	×	○	×	×	×

表-2 洗い出しによる pH の変化

槽名	項目	1回目の洗い出し	2回目の洗い出し
A槽		12.3	11.9
B槽		12.3	11.9
C槽		12.3	12.0
D槽		12.2	11.9
E槽		12.3	12.0

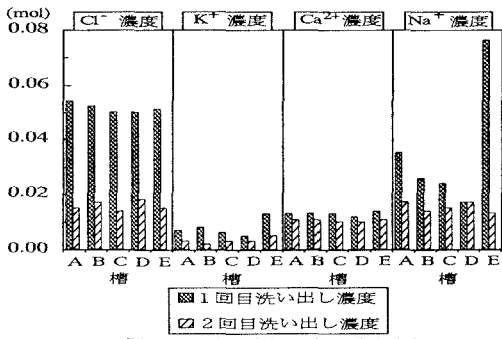


図-2 洗い出しによる濃度変化

低下が生じる要因となることが予想された。

3-2 空気の入入による CaCO₃ 形成の pH 低下への影響

空気の入入による pH 低下のメカニズムとして空気中の CO₂ と Ca²⁺ との中和反応が予想されることから、空気供給開始からの人工下水中の Ca²⁺ 濃度、CaCO₃ 形成指標としての濁度及び pH を調査した。その結果、図-3 に示すように Ca²⁺ 濃度の低下に

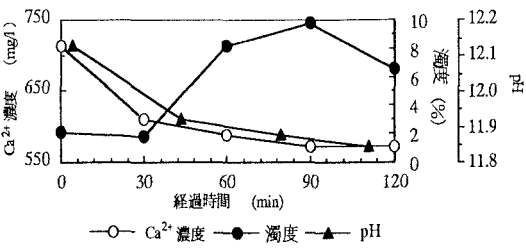


図-3 Ca²⁺ 濃度と pH 及び濁度の関係

に伴い、pHが低下し、濁度が上昇した。また、生成した濁度成分に塩酸を加えて溶解し、発生ガス中のCO₂濃度を測定した結果、8.0%であった。このことより、空気の供給により廃棄物から溶出したCa²⁺とCO₂が反応し、カルシウムスケールを形成することにより、更にCO₂が溶解し易くなり、pHが低下することが確認できた。

3-3 微生物の活動によるpH低下への影響

微生物の活動によるpH低下を確認するために、小型模型槽内に微生物活動を抑制するストレプトマイシン：1000 mg/lをpH約10付近で投入した。この結果、S.M添加槽のpH低下に比べS.M無添加槽のpH低下は大きく、pH10から8まで低下した。この時期の両槽の細菌数には数千オーダーの差が見られることから、pH低下に微生物の活動が寄与していることが確認できた(図-5参照)。しかし、本実験では過去の大型模型槽実験で見られたpH低下レベルまで低下しなかった。これは、大型模型実験の有機物量は本実験に比べて多く、微生物による酸素の消費が大きいため、酸素欠乏状態、いわゆる嫌気状態になったためと考えられる。そこで、S.M無添加槽に人工下水(BOD:約1000 mg/l)を加え、曝気無しの条件にしてpHがさらに低下するか検討した。その結果、図-6に示すようにpHは7付近まで低下し、それに伴いORPも低下した。この結果から、pH7付近までの低下は有機物の存在下で、好気的微生物による酸素の急激な消費が生じた結果、一時的に層内が還元的となり、嫌気的な微生物により低級脂肪酸類が発生することによって生じるものと予想される。

3-4 鉄の酸化によるpH低下について

金属の酸化腐食によるpHの低下の影響を調査したが、図-6に示すようにpHの値に鉄添加槽と無添加槽の間に差は見られず、本実験条件下では確認できなかった。この要因として鉄の酸化は充填初期の段階で急速に起こる可能性が高いと考えられ、今後条件を変え検討する必要がある。

4. まとめ

本研究のこれまでの結果をまとめると次のようになる。

- 1) アルカリ塩類が降雨により洗い出され、pH低下が生じる。
- 2) 自然降雨中及び底部集排水管より侵入する空気中のCO₂と溶解したCa²⁺が反応しカルシウムスケールを形成することによりpH低下が生じる。
- 3) pH10から8付近までのpH低下に好気的な微生物の活動が寄与している。
- 4) 3)の結果より、一時的に還元的な状態になり、嫌気性微生物が活動することにより、さらにpHは低下する。
- 5) 鉄の酸化によるpH低下については確認されなかった。

上記の実験結果から、不燃物埋立地における浸出水のpH低下現象のメカニズムを模式化すると図-7のようになる。埋立地の現場では、この現象が季節変動を受けながら生じ、経時的には徐々に減衰しながら埋立地は安定化するものと考えられる。

【参考文献】 福岡大学卒業論文「埋立地における高濃度無機塩類に関する研究」(1996)

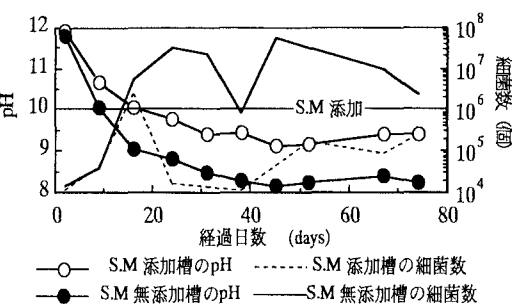


図-4 pHと細菌数の経時変化

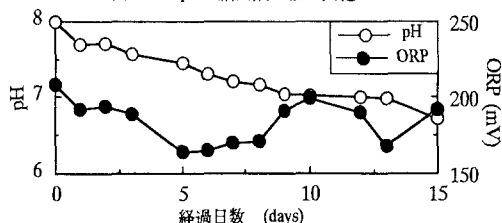


図-5 人工下水添加と空気供給停止後のpHとORPの経時変化 (S.M.無添加槽)

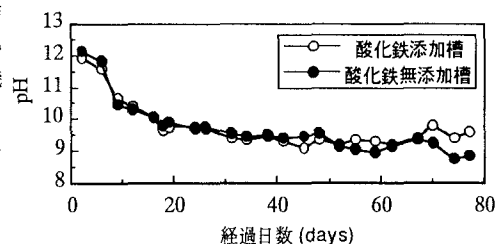


図-6 酸化鉄添加の有無とpHの経時変化

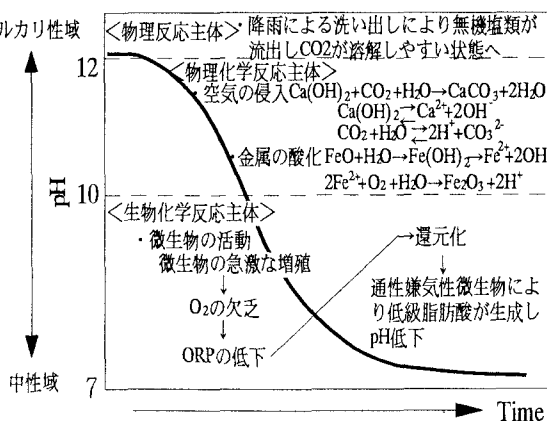


図-7 pH低下メカニズムの模式図