

II-342

無機塩類が埋立層内の微生物分解過程に及ぼす影響

福岡大学 正 ○ 立藤綾子
 " " 松藤康司
 " " 花嶋正孝

1. はじめに

近年の好景気の煽りを受けた消費型経済への移行は、廃棄物量の増大に拍車をかけている。こうした中、廃棄物量の減量化を主目的として我国のほとんどの自治体が可燃物の中間処理方法として焼却処理を採用している。これに伴って埋立処分される廃棄物中の有機物量は非常に減少する一方、焼却に伴い発生する排ガス、特に、塩化水素ガス対策に水酸化ナトリウムや消石灰などが用いられる事により塩化カルシウム、塩化ナトリウム等の無機塩類が多く含有されるようになっている。これら無機塩類が過多に集積されると廃棄物の分解・安定化の担い手である微生物の活性は抑制され、延ては埋立地の機能の一つである廃棄物の浄化機能を阻害することも予想される。

そこで、本研究はこれら無機塩類が過多に集積された場合における埋立地微生物の有機物分解に及ぼす影響について、浸出水中の従属栄養細菌の数、菌相及び水質を調査する事により検討を行なった。また同時に、塩化物は窒素の硝化プロセスに影響を与えている事より微生物による窒素の無機化への影響についても検討を行なった。

2. 実験方法

実験装置は直径30cm、高さ1mの循環式準好気性埋立構造を有する塩ビ製の円筒4基である。このうち、2基（B、D槽）には埋立槽からの浸出水に塩化ナトリウムを添加し、塩素イオン濃度を10,000 mg/ℓ及び20,000 mg/ℓに調整したものを、残り2基（A、C槽）は前者の比較対象として浸出水を立渠に循環した。循環水量は各槽2mℓ/minとした。充填廃棄物は表1に示すように生ごみと焼却灰を主体とした不燃ごみの2種類である。この各槽からの浸出水について水質、一般細菌数、好塩性細菌数、芽胞形成菌数及び窒素の分解活性の指標として有機性窒素の一つである尿素的分解菌数及びアンモニア酸化菌数の計測を行なった。細菌数の計測は希釈平板法により一般細菌及び芽胞形成菌は普通寒天培地、好塩性細菌については3.5% NaCl-NB培地（低度好塩細菌）、7%NaCl-NB 培地（中度好塩細菌）を用いて30℃で、前者は7日間、後者は14日間培養した。尿素的分解菌及びアンモニア酸化菌は0.5% NaCl-NB、3.5%NaCl-NB 及び7%NaCl-NB 培地を用いてそれぞれ7日間、31日間30℃で培養した。

3. 実験結果

（1）浸出水中の細菌数：生ごみ槽についてみると、一般細菌数ではA、B槽いずれも充填直後の洗い出しによる急激な減少後は 10^6 cells/mℓ - 10^7 cells/mℓで推移している。両槽を比較するとNaCl添加浸出水循環槽（B槽）は10,000mg/ℓ、20,000mg/ℓいずれの塩濃度循環においても循環直後に浸出水循環槽（A槽）より少ない菌数を示すが、循環が継続されるに従ってその菌数差はなくなる傾向にある（図1）。一方、好塩性細菌ではB槽はいずれの塩濃度循環においても減少傾向は認められず常に 10^5 cells/mℓで一定した菌数レベルを推移しているのに対して、A槽は経時的に減少する傾向を示し、塩濃度20,000mg/ℓの浸出水の循環を開始した頃より徐々にB槽がA槽より高い菌数レベルを推移した。この事より、高塩環境下ではその環境に直面した直後には高塩環境に弱い菌群は淘汰されるものの高塩環境が継続されるに従って高塩環境に適応した菌群に遷移するものと予想される。次に、不燃物槽の一般細菌数につい

表1 実験条件

実験槽	A槽	B槽	C槽	D槽
埋立構造	循環式準好気性			
充填廃棄物	生ごみ		都市ごみ70% 15% 破碎不燃ごみ15% 焼却灰70%	
廃棄物重量	48.10 (kg)		75.60 (kg)	
循環水	浸出水	NaCl添加 浸出水	浸出水	NaCl添加 浸出水
循環水量	2.0 mℓ/min			
降雨量	二回 (1410, 1060 mℓ/week)			

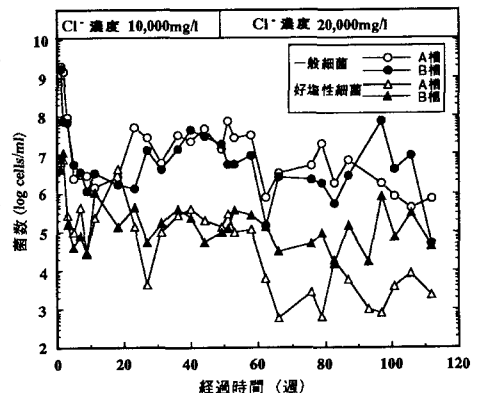


図1 浸出水中の細菌数の経時変化（生ごみ槽）

てみると生ごみ槽の場合と異なりいずれの塩濃度循環においてもNaCl添加浸出水循環槽（D槽）は浸出水循環槽（C槽）に比べて気温が高く細菌の増殖が盛んな時期においても低い菌数を示し、その増殖が抑制される傾向にある。一方、好塩性細菌数は両槽にほとんど差は認められず、経時的に減少する傾向を示した。

以上のように有機物量が多い生ごみ槽及び焼却灰を多量に含有した不燃物槽いずれも高塩環境下では細菌の増殖が一時的に抑制されるものの、生ごみ槽の方が細菌の栄養源である有機物が多いため高塩環境下での菌数の回復が早い結果を示した。

（2）浸出水中の細菌相：本研究では塩の細菌相へ及ぼす影響に視点を当てているため、細菌相の変化を好塩性細菌／一般細菌比及び種々の環境に耐性を持つ芽胞形成菌／一般細菌比を用いて検討した。その結果を図2に示す。生ごみ槽においては経時的な変動が大きいものの、塩濃度 10,000mg/ℓ及び 20,000 mg/ℓいずれの循環時においてもNaCl添加浸出水循環槽（B槽）が高塩性細菌／一般細菌比は高い。特に、20,000 mg/ℓで循環以降に両槽の差は顕著に認められ、B槽では好塩性細菌の割合が増加している。しかも、芽胞形成菌／一般細菌比はB槽の方が低い事より高塩濃度の浸出水の循環により埋立層内の菌相は孢子を形成し、休眠状態で高塩環境に耐えているのではなく、その環境を好む菌相へと移行したものと推察される。

一方、不燃物槽では生ごみ槽と異なり、好塩性細菌／一般細菌比は両槽に差がなく、高塩濃度の循環の影響はほとんど認められない。しかし、芽胞形成菌／一般細菌比は生ごみ槽同様NaCl添加浸出水循環槽（D槽）の方が低く、菌相は好塩性細菌相へと移行している事が伺える。

（3）細菌の窒素分解活性：有機性窒素の一つである尿素分解菌数についてみると生ごみ槽及び不燃物槽いずれにおいても塩濃度 20,000mg/ℓの浸出水を循環させた直後より、B、D槽の方がA、C槽に比べて1～2オーダー程菌数は少なく、特に生ごみ槽において顕著に認められる（図3）。また、この時期より生ごみ槽では浸出水中の全窒素濃度はB槽の方がA槽に比べて高くなり、高塩環境下での窒素の浄化機能が抑制されている事が水質にも大きく反映された。次に、窒素の浄化抑制が無機化のどのプロセスにより大きく影響を及ぼすのかについて検討するため各種塩濃度における尿素分解菌及びアンモニア酸化菌数を比較した。両菌群は塩濃度の影響を受け、特にアンモニア酸化菌は塩濃度が7‰になると急激に減少している（図4）。

4. まとめ

無機塩類が集積された埋立層における循環式準好気性埋立の浄化機能について微生物の動態からアプローチした結果、次の事が明らかになった。①高塩環境下では細菌の生育は抑制されるものの時間の経過とともに好塩性細菌群へ遷移するため水質の浄化抑制は早期に軽減される。②ただし、窒素の分解に関しては塩類の影響は比較的大きい。

以上のように塩類の上昇による浄化阻害は比較的小さい事が明らかになったが、今回の実験では焼却灰埋立時に生じる微生物の増殖を阻害するもう一つの因子である高アルカリ性環境については検討できなかったため、今後この点に関しては検討したいと考えている。

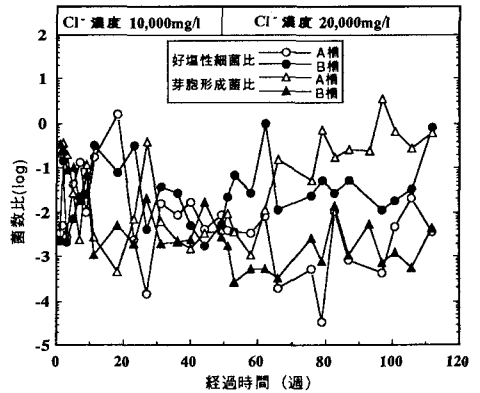


図2 浸出水中の細菌相の経時変化（生ごみ槽）

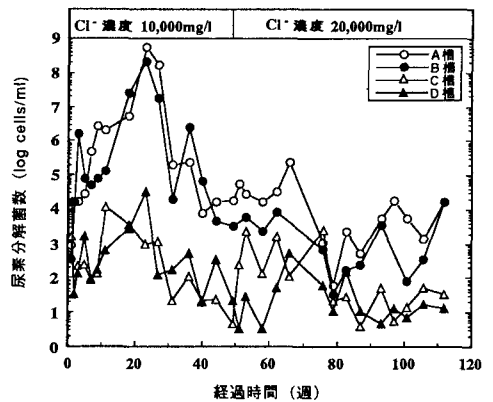


図3 浸出水中の尿素分解菌数の経時変化

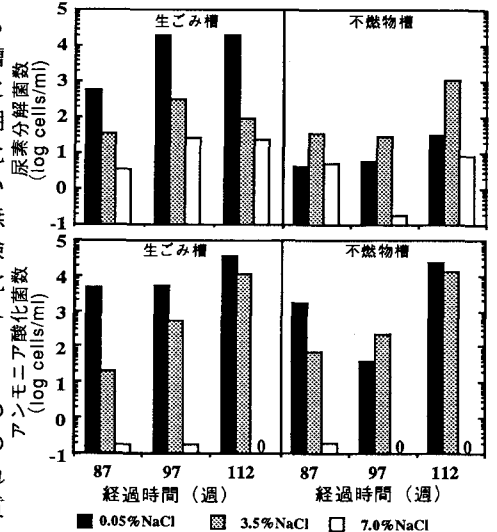


図4 各種塩濃度における尿素分解菌とアンモニア酸化菌