

循環浸出水へのリン添加が廃棄物分解に及ぼす影響

福岡大学大学院 学生会員 ○ 宇野慎一 坂本大地 澤村啓美
正会員 平田修 立藤綾子 松藤康司

1. はじめに

準好気性埋立構造は廃棄物の早期安定化、浸出水の汚濁負荷の低減及びメタンガスの削減等の効果があることから、我国の多くの最終処分場において適用されているだけでなく、開発途上国の埋立地の改善技術として採用されている。さらに、近年では、マレーシア、サモア、ドミニカ等において、これら準好気性埋立構造の機能の向上と浸出水処理機能を付加した「循環式準好気性埋立構造」が浸出水処理施設設置のための財源が確保できない埋立地における周辺環境保全対策として採用されている。この循環式準好気性埋立構造の廃棄物の分解促進機能や浸出水の浄化機能は、埋立層から排出された浸出水を層内に返送する事により、水分・微生物・空気などの埋立層内の微生物活性の促進に必要な物質が供給されることで向上すると考えられる¹⁾。このことは、循環式準好気性埋立構造において返送される浸出水に微生物の必須栄養源や廃棄物層において不足しがちな酸素等を付加²⁾することによって、さらに廃棄物層内の微生物活性を高めることが可能であることを示している。

これまで、浄化機能の向上を目的として、特に浸出水中の濃度が低いリンに注目し、廃棄物を充填した小型模型槽を用いてリンを添加した浸出水の循環の効果について実験的に検討した。その結果、廃棄物中の有機物の減少量においてリンを添加した槽がリン無添加槽に比べて多く、浸出水の汚濁負荷が低減された³⁾。そこで、本研究では、廃棄物の分解の液化プロセスとガス化プロセスへのリンの影響についてそれぞれ検討を行った。その結果、浸出水中の可溶性有機汚濁物濃度はリン添加によって早期に低下、すなわちガス化することが確認された⁴⁾。本報告では、液化プロセスへのリン添加の影響について報告する。

2. 実験条件及び実験方法

図-1に本研究に用いた実験装置の概要を、図-2に実験方法を示す。実験装置は、発生ガスの採取が可能で密閉性を確保するために、500mlのねじロガス洗浄瓶12個を使用した。まず、炊飯した米をミキサーで泥状にして均一化したもの100gを各洗浄瓶に入れ、硝酸アンモニウム溶液25ml（窒素量1000g相当）を加えた。また、12個のうち3個に純水（Case 1）を、残り9個には27.1（Case 2）、54.2（Case 3）、162.4（Case 4）mg/mlのリン酸二水素ナトリウム溶液を25mlずつ、各々3個の洗浄瓶に加えた。さらに、埋立実験槽より採取した浸出水をNB培地で3日間前培養した後、遠心分離により集菌した菌体を滅菌水に懸濁した懸濁液（ 4.8×10^7 cfu/ml）を5mL植種した。洗浄瓶に中管を取り付け、中管のガスの出口を1Lのテドラーバッグと連結し、大気の流れを防止するためにガスの入口をシリコンテープとピンチコックを用いて閉鎖した後、37℃の培養器内で7週間静置培養した。また、週に1回テドラーバック内及び洗浄瓶内のガス量、ガス濃度を測定した。その後、装置を2時間、大気に開放し酸素の供給を行った。実験開始後7週目に洗浄瓶の重量を測定するとともに、内容物を取り出し、その炭素、窒素及びリン量と細菌数を測定した。

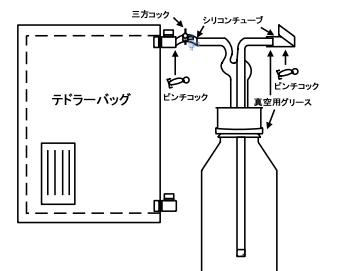


図-1 実験装置

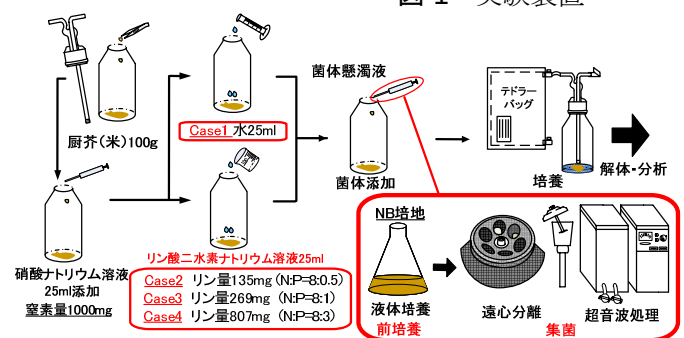


図-2 実験方法

3.1 実験結果及び考察

図-3に洗浄瓶内のCO₂発生量と累積CO₂発生量の経時変化を示す。全てのCaseにおいて実験開始1週目からCO₂の発生が見られ、その濃度は10~15%であった。しかし、時間の経過と共に、リン酸塩の添加の有無によって若干傾向が異なり、リン酸塩無添加のCase 1の場合3個のうち2個において3週目以降濃度が減少し始め、6及び7週目には数%になった。一方、リン酸塩をN:P=8:1及び8:3となるように添加したCase 3及びCase 4では逆に6週目以降上昇傾向を示した。次に、各Caseの累積CO₂発生量を比較すると、7週間の累積CO₂発生量はCase 3>Case 2>Case 4=Case 1であった。また、7週間に於いてテドラーバックにガスが捕集されることはなかったことから、洗浄瓶内の酸素がCO₂に変換さ

れたものと考えられる。以上の結果から、リンの添加によって若干加水分解が促進される傾向が示されたが、ブランク（Case 1）との差は小さかった。

そこで、液体として添加したリンの生物等への吸収量について検討した。リンを添加した Case2, Case3, Case4 では、添加したリン量の半分以上が生物等の固体部分に存在しており、リンが生物の生育に消費されたことがわかった（図-4）。しかし、7 週間の液化量とガス化量、及び細菌数について各 Case を比較すると（表-1）、リンを添加した Case2,3,4 と無添加の Case1 とに顕著な差は見られなかった。また、炭素及び窒素収支においても（図-5）、固体中の炭素量は Case 4 (65%) > Case 2 (63%) > Case 1 (58%) > Case 3 (55%) であった。窒素の残存量も炭素と同様の結果であった。以上の結果から、リンは微生物の生育に利用されているものの、リンの添加が廃棄物の液化へ及ぼす影響は小さいと考えられた。これは、液化プロセス、すなわち加水分解プロセスにはリンを必要とする好気性微生物だけでなく、リンの要求量が少ない嫌気性微生物が関与するためと考えられる。しかし、昨年の厨芥等を充填した小型模型槽実験において、リン添加槽が無添加槽に比べて廃棄物層の有機物の減少量及びガス化量が多いことが確認されていること³⁾やリン添加によって浸出水の浄化が促進されること⁴⁾が明らかとなっている。これらの結果と今回の結果から総合的にリン添加の効果を評価すると、液化プロセスへのリン添加の直接的な影響は小さいものの、その後のガス化プロセスが促進されることによって廃棄物層全体の微生物活性が高まると共に、微生物の生育を妨害する有機酸の蓄積が抑制されるために、間接的に液化プロセスの進行を促進するものと考えられる。

4. 結論

本報告に関連する一連の研究結果と本報告の結果から、廃棄物の分解及び浸出水の浄化へのリン添加の影響について、以下のことが予想される。

- ① 廃棄物の液化プロセスの促進へのリンの添加の効果は小さい。これは、リンの要求量が少ない嫌気性微生物が液化プロセスに関与するためである。
- ② しかし、ガス化プロセスが促進されることによって廃棄物層全体の微生物活性が高まると共に、微生物の生育を妨害する有機酸の蓄積が抑制されるために、間接的に液化プロセスの進行を促進する。

以上のように、リン添加は浸出水の可溶性有機物のガス化の促進に効果があることから、循環浸出水へのリンの添加は循環式準好気性埋立構造の重要な機能である浸出水の処理機能の向上にとって有効であると考えられる。

参考文献

- 1) 柳瀬龍二、松藤康司：循環式準好気性埋立の実用化に関する研究、第 7 回全国都市清掃研究発表会講演論文集(1986)
- 2) 米田将基ら：浸出水循環及び曝気の有無による準好気性埋立構造の水質浄化機能の違い、第 31 回全国都市清掃研究発表会講演論文集(2009)
- 3) 坂田明光ら：リン添加浸出水の循環による埋立廃棄物の分解促進効果に関する研究、平成 23 年度廃棄物資源循環学会九州支部総会(2011)
- 4) 宇野慎一ら：循環式準好気性埋立構造における循環浸出水の性状に関する研究、第 34 回全国都市清掃研究発表会講演論文集(2012)

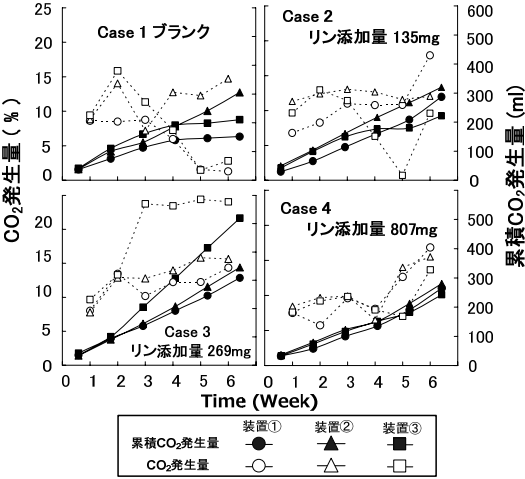


図-3 CO₂ 発生量と累積 CO₂ 発生量の経時変化

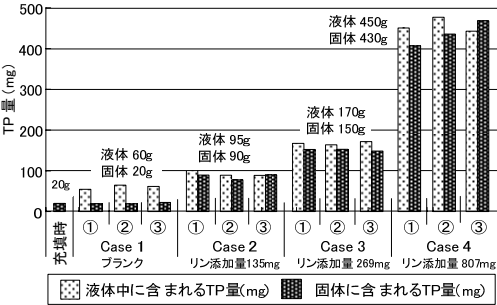


図-4 リンの収支

表-1 厨芥の分解量（液化量,ガス化量）と微生物数

条件 (リン添加量)	液化量 (g)	ガス化量 (g)	微生物数(CFU/ml)	
			(NB培地)	(GAM培地)
Case1 (ブランク)	20.6	4.5	4.25E+06	2.64E+05
	21.6	7.1	1.97E+07	9.46E+06
	19.7	4.2	6.87E+05	4.63E+05
Case2 (135mg)	19.6	4.5	2.78E+07	4.06E+07
	19.8	5.2	6.40E+05	7.40E+05
	21.2	6.5	2.60E+06	2.55E+06
Case3 (269mg)	22.4	5.2	3.33E+06	2.75E+06
	21.3	5.5	1.65E+06	6.40E+06
	21.5	5.1	1.51E+06	1.21E+06
Case4 (807mg)	20.4	5.7	3.75E+06	2.91E+06
	20.2	4.3	2.74E+06	2.32E+06
	18.7	3.5	2.25E+06	2.36E+06

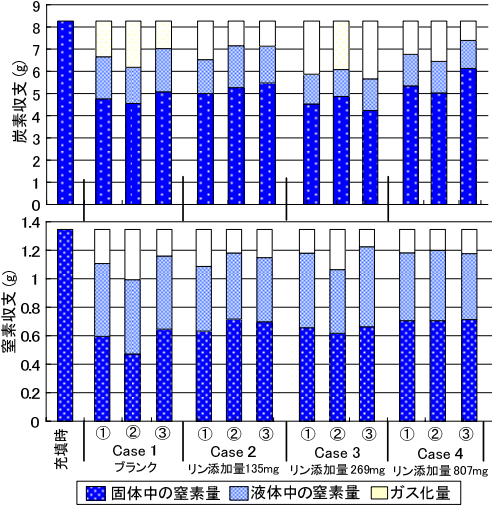


図-5 厨芥(米)の炭素及び窒素収支