

循環式準好気性埋立における循環浸出水の曝気効果に関する基礎研究

福岡大学大学院 学生会員 ○坂田明光 萩原広大 澤村啓美
正会員 立藤綾子 松藤康司

1. 研究背景及び目的

経済発展の著しい開発途上国では、都市部における廃棄物の発生量の増加に伴い、廃棄物処理処分問題が深刻化しているが、その対策が遅れている。特に、環境汚染の一因となっている埋立地からの浸出水対策はほとんどなされていない。浸出水による周辺環境汚染を防止するためにも先進国で実施されている衛生埋立地への転換等の埋立技術の適用が必要である。しかし、これら地域の多くが廃棄物処理のための財源や人材が不足しており、埋立地の改善技術として低コストかつ維持管理が容易な技術が必要である。そこで、我々は、これら地域の埋立地の改善技術として廃棄物の分解促進と水質浄化機能が高い「循環式準好気性埋立構造」¹⁾の適用を推奨している。これら「循環式準好気性埋立構造」の機能の向上は、浸出水の循環によって埋立廃棄物層に「栄養」、「水分」、「酸素」が供給されることに起因する。米田ら（2009）²⁾は廃棄物層へ酸素の供給量を増加させるために循環浸出水の曝気により溶存酸素濃度を高め、その浸出水浄化効果について検討したが、浸出水の曝気効果は小さかった。この原因として、立渠からの空気供給量が浸出水の曝気による酸素供給量に比べて大きいことが予想された。そこで、本研究では、立渠からの空気供給を制限した条件下で浸出水浄化への曝気の効果について再検討した。

2. 実験条件及び実験方法

本実験では、立渠への曝気浸出水の循環効果を検討することを目的としているため、ガス抜き立渠被覆材に用いられる栗石の代わりにほぼ均一な粒径（φ8～10mm）のセラミックボール（CB）を直径 15cm、高さ 30cm のカラムに充填し検討した。実験槽は浸出水を曝気後循環する曝気循環槽と曝気無しで循環する循環槽、そして、曝気循環槽における曝気単独による水質浄化効果を見るための曝気槽の 3 つの実験装置を用いた（図 1）。循環浸出水は生ゴミを充填した埋立模型槽より採取した浸出水を純水で希釈し、BOD 濃度 3000mg/L 程度にしたものの 10L に初期の DO 濃度を 0mg/L にするために還元剤である L システイン酸塩酸塩とチオグリコール酸ナトリウムを各々3g 添加した。さらに、実験槽や浸出水タンク内の空気を排除するために、装置上部及び底部等を密閉した後、窒素ガスにて置換を行った。カラムから流出した浸出水を週に 1 回採取し、pH、EC、ORP、DO、BOD、TOC、COD_{Mn}、COD_{Cr}、TN、NH₄⁺-N、NO₂⁻-N、NO₃⁻-N の計測を行なった。また、10 週目に好気性細菌数及び嫌気性細菌数の計測も行なった。

3. 実験結果及び考察

3.1 DO 濃度及び pH の経時変化

DO 濃度と pH の経時変化を図 2 及び図 3 に示す。まず、DO 濃度についてみると、曝気循環槽及び曝気槽では、時間とともに濃度が上昇し、各々3 週目及び5 週目に 8mg/L の飽和濃度に達したが、循環槽の DO 濃度は時間とともに低下し、実験期間を通してほぼ 0mg/L であった。また、表 1 に示すように 8 週目以降の曝気循環槽のカラム気相の酸素濃度は 15～21%と、初期濃度（7%）に比べて増加していることから、曝気浸出水の循環によりカラム内に酸素が供給されている

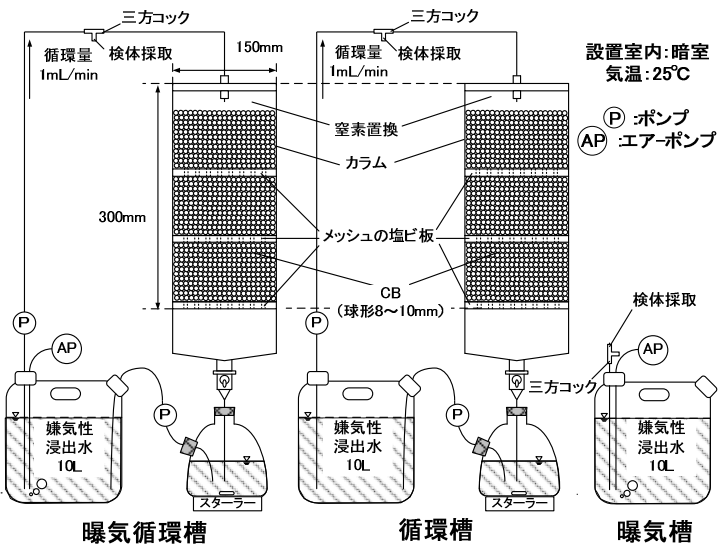


図 1 実験槽模式図

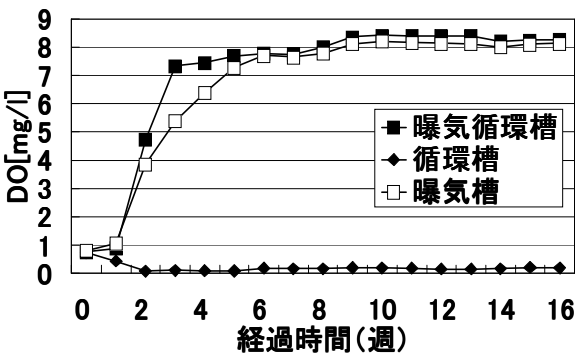


図 2 DO 濃度の経時変化

表 1 カラム気相の O₂ 濃度

実験槽	O ₂ (%)			
	0週目	8週目	12週目	16週目
曝気循環槽	9	16	20.1	17
循環槽	8	0.4	9.6	7.3

ことが確認された。一方、pH は、DO 濃度が上昇した曝気循環槽及び曝気槽では実験開始時 5.5 の酸性であったものが、1 週目に 8 に達し、それ以降ほぼ 8 前後の弱アルカリ性で推移した。一方、循環槽における pH の上昇は緩慢であり、中性 (pH7) に達したのは 7 週目以降であった。このことから、浸出水中に含有されていた有機酸等の酸性物質が曝気によって酸化分解されたものと予想された。

3.2 BOD 濃度の経時変化

図 4 に BOD 濃度の経時変化を示す。1 週目に、全ての槽で BOD 濃度が上昇した。しかし、曝気循環槽及び曝気槽では DO が上昇し始めた 2 週目に BOD 濃度が急激に減少したことから、1 週目における BOD 濃度の上昇は、嫌気性細菌による浸出水中の不溶性有機物の可溶性有機物への変換によるものと予想される。この傾向は循環槽においても見られたが、2 週目以降の BOD 濃度の低下は緩慢であり、濃度がほぼ一定した 12 週目以降における循環槽の BOD 濃度 (2000mg/L) は曝気循環槽 (200mg/L) の 10 倍であった。さらに、実験期間を通して循環曝気槽の BOD 濃度は曝気槽の 1/2 以下の値で推移したことから、曝気単独でも BOD 成分の分解が起きているが、その浸出水をカラムに循環することによって、さらに BOD 成分の分解が促進されることがわかった。

3.3 細菌数

図 5 に実験開始および 10 週目の好気性細菌及び嫌気性細菌数を示す。いずれの槽においても、10 週目の細菌数は実験開始時点に比べて増加したが、曝気循環及び曝気槽の好気性細菌数 (1.7×10^7 及び 9.8×10^6 cfu/mL) の増加が顕著であり、循環槽の細菌数 (0.9×10^6 cfu/mL) の 10 倍の菌数であった。一方、嫌気性細菌数は好気性細菌数と異なり、菌数の増加はほとんど認められず、循環曝気槽では実験開始時点の菌数とほぼ同数の 8.8×10^5 cfu/mL、そして循環槽及び曝気槽では 2.3×10^5 cfu/mL 及び 2.4×10^4 cfu/mL と初期菌数に比べて少なかった。以上のように、曝気循環槽は循環槽や曝気槽に比べて、好気性細菌だけでなく、嫌気性細菌も多い菌数が維持されていることから、曝気浸出水の循環によって CB に固定された好気性細菌及び嫌気性細菌の増殖が促進され、浸出水の浄化効果が表れたものと予想される。

4. 結論

本研究の結果をまとめると以下の通りである。

- ① 曝気浸出水の循環によって、立渠を模擬したカラム内において浸出水中の BOD 成分が分解された。しかし、その結果は曝気単独に比べて小さかった。
- ② 曝気循環槽では、好気性細菌及び嫌気性細菌が循環槽及び曝気槽に比べて多く、カラム内での微生物活性が高かった。
- ③ ①、②の結果から浸出水の浄化効果における曝気循環槽と曝気槽との差は小さいものの、循環槽との差が大きいことから、浸出水浄化の促進方法として、曝気した浸出水の循環は有用である。

5. 今後の課題

今後は、立渠による空気供給による浸出水浄化実験を実施し、その結果を本実験(曝気浸出水の循環)の結果と比較することによって浸出水を曝気することの費用対効果を検討する。

参考文献

- 1) 松藤康司等：第 3 回廃棄物学会研究発表会講演論文集「循環式準好気性埋立構造に関する理論的考察」(1992)
- 2) 米田将基：修士論文、曝気循環式準好気埋立構造の浸出水浄化機能に関する研究(2009)

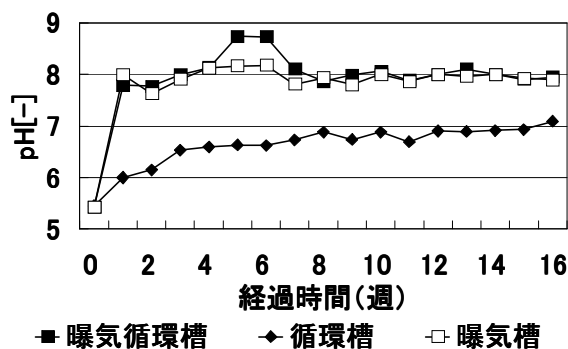


図 3 pH の経時変化

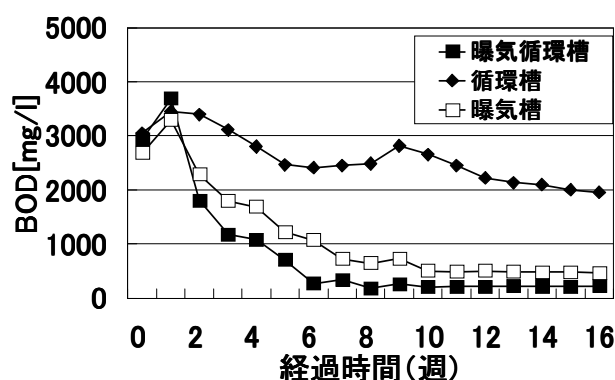


図 4 BOD 濃度の経時変化

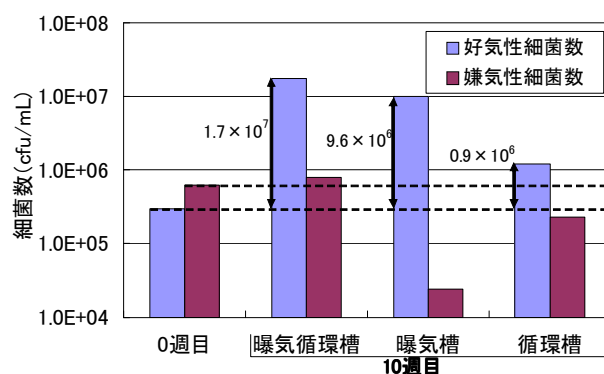


図 5 10 週目における細菌数