

廃棄物埋立層における窒素の分解過程に関する研究

九州大学 工学部 学生員 〇島岡隆行 正 員 栗谷陽一
福岡大学 工学部 正 員 花嶋正孝 正 員 松藤康司

1. はじめに

廃棄物最終処分場(埋立地)からは、多量の浸出液が発生し、その高度処理に当っては経済性などいろいろな問題が残されている。元来、埋立地は「浄化機能」を有しており、この機能を有効利用することが埋立構造の基本概念の一つである。本研究は、「埋立地は脱窒槽にもなり得る」という仮定の基に実験を行なっているもので、今回アンモニア性窒素の硝化(亜硝酸化)が確認され、焼却灰を利用しての脱窒の可能性が見られたのでこれまでの知見を報告する。

2. 実験条件 及び 方法

実験装置は、図-1に示す内径 7.0 cm, 高さ 20.0 cm のアクリルパイプを 2 本(カラム-1, 2)用い、底部中心部に 8 mm の排水口を設けている。カラムには、福岡市南部清掃工場の焼却灰(見掛け密度 1.49 t/m³, 熱灼減量 4.1%)を充填した。基質として NH₄Cl 溶液(30 mg NH₄⁺-N/l)を各々カラムに微量定量ポンプでカラム上部から焼却灰に連続供給(3.0 ml/min.)し、更に、リン酸の硝化に及ぼす影響を見るためにカラム-2は、KH₂PO₄をリン濃度で 2 mg/l になるように添加した。また、実験は、簡易恒温室で行なった。流入水、流出水の採水は 5~7 日ごとに行ない、流入水の試料は供給タンクの NH₄Cl 溶液を用いた。分析は流入水、流出水ともに、水温、pH、M アルカリ度、NH₄⁺-N、NO₂⁻-N、NO₃⁻-N、T-C、PO₄³⁻-P について行なった。

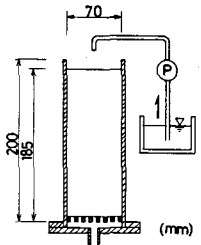
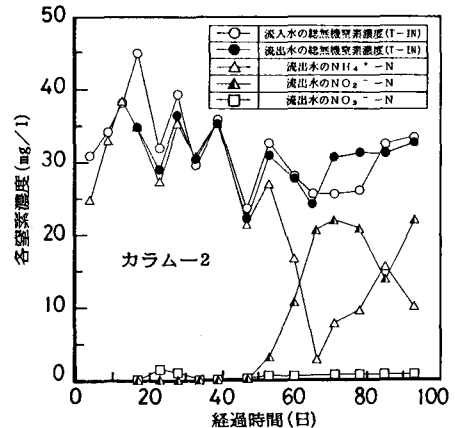
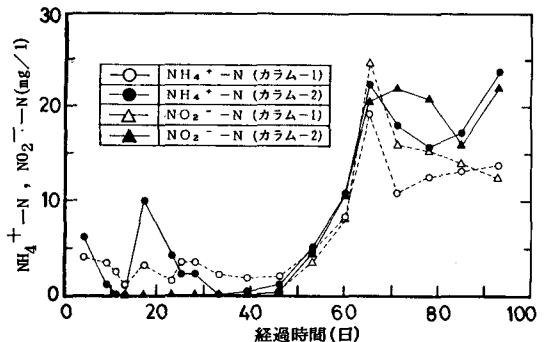


図-1 実験装置

3. 実験結果

NH₄⁺-N、NO₂⁻-N、NO₃⁻-N の経時変化を図-2,3に示す。各形態窒素濃度の総和(T-IN)は流出水の方が流入水濃度に比べ約 1~3 mg/l 程低いことが多く大きな減少は見受けられなかった。NH₄⁺-N は、実験経過とともに減少し 40 日目前後から急激に減少し始め、65 日目付近で最大の減少を示している。NO₂⁻-N は、NH₄⁺-N が減少し始めた時期とほぼ同じくして検出され始め、その後急増している。NH₄⁺-N の減少量と NO₂⁻-N の増加量を比較してみると、各カラムとも概ね一致しているが、65 日目から 85 日目ごろまでの約 20 日間は NO₂⁻-N の増加量が NH₄⁺-N の減少量を上回り、焼却灰に含まれていた有機物が無機化されたものと思われる。NO₃⁻-N は実験期間(100 日間)中ほとんど検出されず、カラム中に硝化菌を接種してない状態で実験を行なったため亜硝酸化にも約 50 日を要し、硝酸化の過程に移行するためにはなお日数を要するものと思われる。以上のことはカラム-1, 2 について同じことが言え、現在のところリン酸濃度の違いによる影響は見られない。pH と M アルカリ度の経時変化を示したものが図-4である。両者は、時間経過とともに漸減しており、pH は NO₂⁻-N が検出され始めた 40 日目前後で 8.5~9.0、100 日目前後で pH = 7.0~7.5 を示している。一般に言われている、混合培養系での亜硝酸化の起こり得る pH 値の範囲に実験結果は入っているが、硝酸菌にとっては少し高いようである。M アルカリ度は当初 100 mg/l で 100 日目付

図-2 NH₄⁺-N, NO₂⁻-N, NO₃⁻-N の経時変化図-3 NH₄⁺-N の差と NO₂⁻-N の経時変化

近では 50 mg/l と約半分の値であり、またカラム - 2 の方が常に低い値を示している。焼却灰中でアンモニアが亜硝酸に変化する場合も、一般的な生物処理と同様にアルカリ度を消費することがわかる。図 - 5 は流出水の各炭素濃度から流入水の各炭素濃度を差し引いた値の経時変化を示したものである。ほとんどの実験期間で供給水濃度よりも流出水濃度の方が高く、このことは溶液のカラム流下中での炭素の消費量よりも焼却灰からの炭素の溶出量が大いことを意味している。総炭素 (T - C) は経過日数とともに減少しているが、無機炭素 (IC) はあまり変化しておらず約 3 mg/l である。これらのことから総炭素の減少は、有機性炭素 (TOC) の減少に伴うもののようであるが、いずれにせよ供給水の窒素濃度が約 30 mg/l であることや、前述したように流入水の炭素濃度よりも流出水の炭素濃度が高いことから硝化のための炭素源が埋立層から供給され得ると考えられる。図 - 6 に $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ と時間の関係を表す。流入水のリン濃度から流出水のリン濃度を差し引いたものをプロットしたもので KH_2PO_4 を加えていないカラム - 1 の流出水からは僅かしかリン酸が検出されなかった。一方、2 mg $\text{PO}_4^{3-}\text{-P/l}$ を加えたカラム - 2 は、流出濃度が流入水より低く実験日数の経過とともにカラム内に取り込まれるリン酸が増えている。

4. 考 察

水質分析結果より、40 日目以降のアンモニア性窒素は亜硝酸性窒素に変化しており、100 日を経過した時点で約 70 % のアンモニアが亜硝酸化した。また、不燃物 (焼却灰) 埋立地からの浸出液は、硝化に際してアルカリ度を供給し得ることがわかる。更に、埋立層内部には微生物に必要な炭素は図 - 7 に示すように各形態の炭素が含まれていることが考えられ、埋立層は硝化に必要な無機炭素の供給源になり得ることを裏付けているものである。このことは、一般土壌と異なり、可燃性ごみの焼却残渣と言う物理的にも化学的にも極めて複雑なマイクロハビタット (図 - 7 参照) を有する焼却灰の中でも微生物は生存可能であり、本研究は焼却灰を用いての生物学的な水 (浸出液) 処理として硝化、脱窒処理の可能性を示唆しているものと言える。

今後は実験条件を整えていくことにより、焼却灰を利用した塩化アンモニウムの硝化並びに脱窒について検討する予定である。

最後に本研究に協力してくれた福岡大学工学部水理衛生工学実験室の卒業生 深浦達也君、藤田正実君、藤本純二君、吉田雅尋君に感謝いたします。

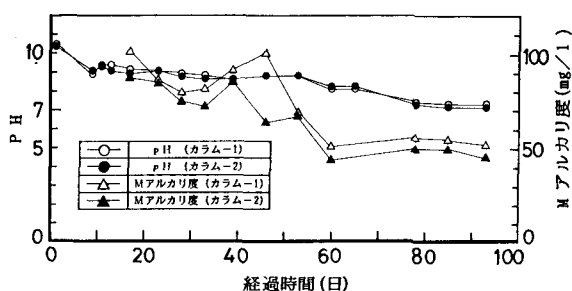


図-4 pH, M アルカリ度の経時変化

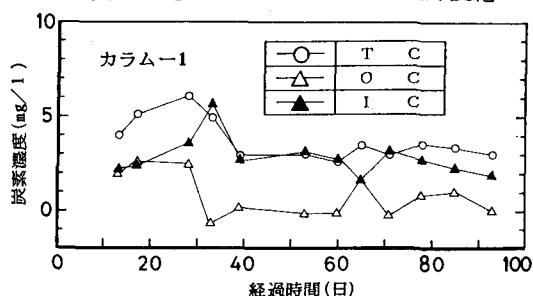


図-5 T C, O C, I C の経時変化

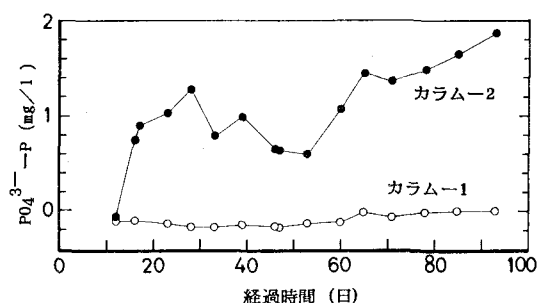


図-6 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ の経時変化

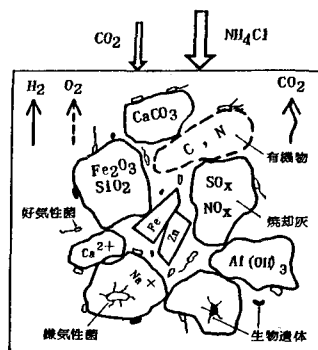


図-7 埋め立て廃棄物層 (焼却灰) 中の生物, 物理, 化学的環境