

循環式準好気性埋立における浄化機構のモデル解析(その2)

福岡大学工学部 学生員○末松 峰樹 正 員 島岡 隆行
 〃 正 員 松藤 康司 正 員 花嶋 正孝

1. はじめに

近年、社会問題の一つに廃棄物問題があり、最終処分場の浸出水による周辺環境への汚染問題が取沙汰され、適正な埋立地の設計・管理や浸出水処理システムの確立が急がれている。廃棄物の埋立処分においては、廃棄物層の持つ微生物活性を積極的に活用する埋立地が考案されて、その一つとして、浸出水を循環させることにより水質の安定、浄化、浸出水の減量を目的とした開発されたのが循環式準好気性埋立である。本研究では、動力学モデルを用いて循環式準好気性埋立の浄化機構を明らかにしてきているが^{(1),(2)}、廃棄物層内の浸透水水質の再現に問題を残していた。今回は既存の動力学モデルのパラメータ値を改良し、浸透水水質についても検定を行い、さらに循環式準好気埋立における浸出水の循環に伴う細菌の返送が有機物、窒素の除去に及ぼす影響について検討を行った。

2. 数値計算手法

シミュレーションに用いた動力学モデル(表-1参照)では、有機態炭素(TOC)、有機態窒素(Org-N)、アンモニウム性窒素(NH₄-N)、亜硝酸性窒素+硝酸性窒素(NO_x-N)を対象水質とし、廃棄物からの有機態炭素、有機態窒素の溶出、好気的条件下における有機態炭素の酸化、硝化、嫌気的条件下での脱窒、有機物の分解を考慮し、基本的な反応式は、モノ式で表現している。また、廃棄物層での液相は廃棄物に付着している水分(非流動域)と粗孔隙を流下する水分(流動域)に分ける「二層モデル」を用い、廃棄物層内の含水率分布は浸出水を循環させているため一定とした。生物反応は非流動域で起こるものとし、溶質成分は流動域を流下しながら非流動域と相互に交換されその後、浸出、循環するものとした。数値計算は、差分法によって行い、各パラメータ値は廃水処理に関する文献値をもとに実験結果を最もよく再現できるように定めた。また、廃棄物層からの汚濁物質の一般的な浸出パターンには、初期において指数関数的に濃度が減少する時期と、経過時間にもなって緩慢な浸出傾向を示す時期があることから、本数値計算は40日目を境にして有機態炭素の溶出速度を1/10に小さくして計算を行った。

3. 計算結果と考察

図-1、2、3に浸出水濃度、浸透水濃度の実測結果と計算結果を示す。計算結果は、浸出水、浸透水ともにほぼ実測値を再現し、本モデルとパラメータ値は、ほぼ妥当であると考えられる。ここで、得られたパラメータ値を用いて循環式準好気性埋立の特色の一つである細菌の返送の影響について検討を行う。図-4に細菌の返送を行った場合に対する返送を行っていない場合の浸出水、浸透水濃度の割合(以下、濃度変化の割

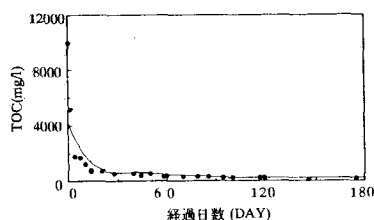


図-1 TOC経日変化

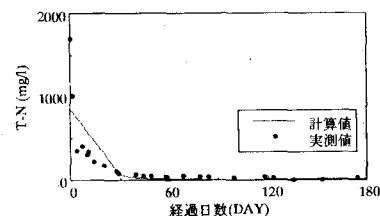


図-2 T-N経日変化

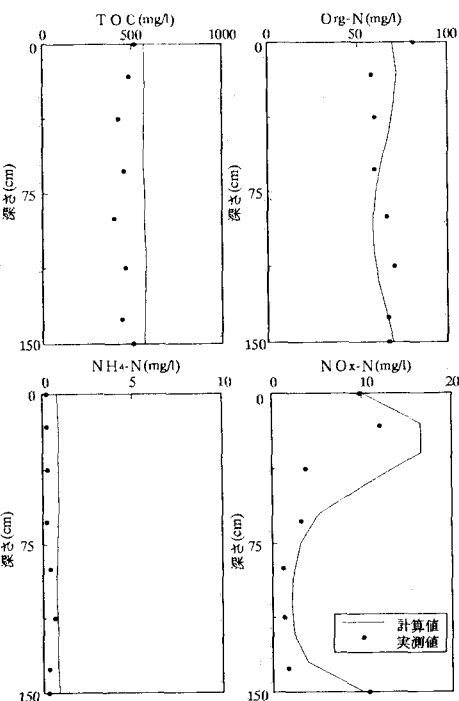


図-3 浸透水濃度分布(29日目)

合)の経日変化を示す。この図より浸出水のTOC、T-N濃度は、細菌を返送しない場合は、返送する場合に比べて全期間を通じて高い値を示していることが分かる。T-Nについては100日前後、TOCについては120日前後でピークを示している。また、TOCに比べてT-N濃度変化の割合はかなり大きく、細菌を含んだ浸出水を循環させることは、浸出水中の窒素除去に特に有利であることが分かる。図-5、図-6に示すTOC、T-Nの深さ方向の濃度分布を見てみると、細菌を返送すれば、実測値と同様、TOC、T-Nともに濃度は減少し深さ方向に一定になり、細菌を返送しなければ循環式準好気性埋立にもかかわらず、深さ方向に濃度分布を生じている。細菌の濃度分布を図-7に示す。これより細菌を返送した方が、層内に菌が集積していることが分かり、同時に浸出水中のTOC、T-N濃度が低くなることが分かる。

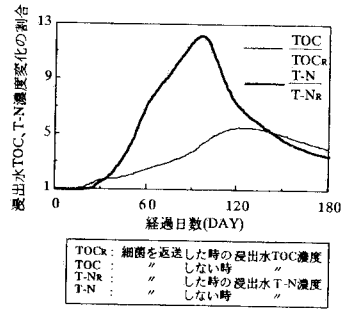


図-4 浸出水TOC、T-N濃度変化の割合 (経日変化)

4. まとめ

本モデルにより循環式準好気性埋立における浸出水水質、浸透水水質をほぼ再現することができ、また、循環式準好気性埋立におけるの特徴である細菌の返送の影響については、浸出水とともに細菌を返送する行為は、返送しない場合に比べて浸出水のTOC、T-Nの濃度は減少させ、その様子は、T-Nの方が顕著であることが分かった。今後は、実験により本モデルの検証を行う予定である。

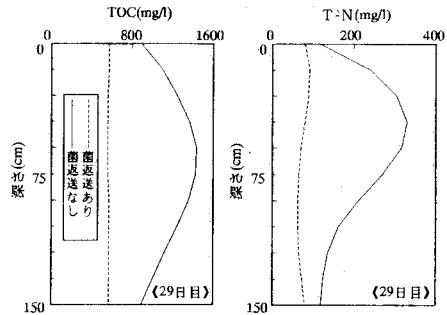


図-5 TOC濃度分布 (菌返送の有・無)

図-6 T-N濃度分布 (菌返送の有・無)

表-1 基質の物質収支

a) 有機炭素

$$\begin{aligned} \frac{\partial(C_{L1}C_{L1}^1)}{\partial t} + \frac{\partial(UC_{L1}^1)}{\partial z} &= r_L^1(C_{L1}^1 - C_{L1}^2) \\ \text{時間項} \quad \text{移流項} \quad \text{交換項} \\ \frac{\partial(C_{L2}C_{L2}^1)}{\partial t} &= r_L^2(C_{L1}^1 - C_{L1}^2) - \epsilon_{L2} \left(\frac{R_{L2}^1}{Y_C} + \frac{R_{L2}^2}{Y_C} + \epsilon \frac{R_{L2}^1}{Y_{N1}} \right) \\ &\quad + \alpha \epsilon_S C_L^1 (C_{BNC} - C_{L1}^1) \\ \text{時間項} \quad \text{交換項} \quad \text{反応項} \quad \text{溶出項} \\ \frac{\partial(\epsilon_S C_L^1)}{\partial t} &= -\alpha \epsilon_S C_L^1 (C_{BNC} - C_{L1}^1) \\ \text{時間項} \quad \text{溶出項} \end{aligned}$$

b) アミノ酸

$$\begin{aligned} \frac{\partial(C_{L1}C_{AM}^1)}{\partial t} + \frac{\partial(UC_{AM}^1)}{\partial z} &= r_{AM}^1(C_{L1}^1 - C_{L1}^2) \\ \text{時間項} \quad \text{移流項} \quad \text{交換項} \\ \frac{\partial(C_{L2}C_{AM}^1)}{\partial t} &= r_{AM}^2(C_{L1}^1 - C_{L1}^2) - \epsilon_{L2} k_{AM} X_{L2}^1 C_{L1}^1 + \epsilon_S \beta C_{AM}^1 (C_{EAM} - C_{L1}^1) \\ \text{時間項} \quad \text{交換項} \quad \text{反応項} \quad \text{溶出項} \\ \frac{\partial(\epsilon_S C_{AM}^1)}{\partial t} &= -\beta \epsilon_S C_{AM}^1 (C_{EAM} - C_{L1}^1) \\ \text{時間項} \quad \text{溶出項} \end{aligned}$$

c) アンモニア性窒素

$$\frac{\partial(C_{L1}C_{NH4}^1)}{\partial t} + \frac{\partial(UC_{NH4}^1)}{\partial z} = r_{NH4}^1(C_{L1}^1 - C_{L1}^2)$$

時間項 移流項 交換項

d) 硝酸性窒素

$$\begin{aligned} \frac{\partial(C_{L1}C_{NO3}^1)}{\partial t} + \frac{\partial(UC_{NO3}^1)}{\partial z} &= r_{NO3}^1(C_{L1}^1 - C_{L1}^2) \\ \text{時間項} \quad \text{移流項} \quad \text{交換項} \\ \frac{\partial(C_{L2}C_{NO3}^1)}{\partial t} &= r_{NO3}^2(C_{L1}^1 - C_{L1}^2) - \epsilon_{L2} \left(\frac{R_{L2}^1}{Y_{N1}} + \frac{R_{L2}^2}{Y_{N1}} \right) \\ \text{時間項} \quad \text{交換項} \quad \text{反応項} \end{aligned}$$

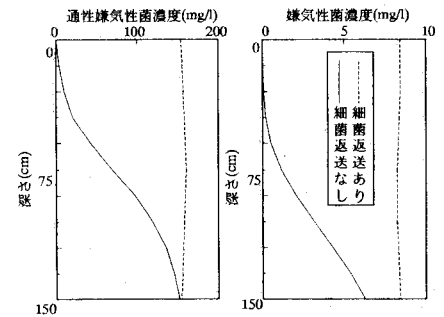


図-7 菌の返送による深さ方向の菌濃度分布 (29日目)

【参考文献】

- 1) 島岡ら、第一回廃棄物学会研究発表会 pp.177~180、(1990)
- 2) 島岡ら、第三回廃棄物学会研究発表会 pp.479~482、(1992)