

有機性廃棄物埋立地における発生ガスの数値解析

九州大学大学院 学生会員 ○喜多村 広輝
九州大学大学院 フェロー会員 島岡 隆行
正会員 高橋 史武 小宮 哲平
同済大学 柴 暁利 郝 永霞

1. はじめに

現在、東アジア圏の多くの国々では財政的、政策的な理由により中間処理である焼却処理を行わずに生ごみをそのまま埋立処分している。その埋立処分場からは二酸化炭素、メタンガスが多量に排出され、有機性廃棄物埋立地は温室効果ガスの主要な発生源となっている。しかし、気候や埋立方法によって埋立地から排出される温室効果ガスの排出状況（排出量、排出時期）は大きく異なり、その予測を困難なものとしている。本研究では3つのライシメータを用いて、有機性廃棄物層への送気条件（送気量、送気位置）が温室効果ガスの発生に及ぼす影響を明らかにすることにした。さらに埋立てられた有機物の分解及び物質移動プロセスをモデル式で表現し、有機性廃棄物埋立地から発生する温室効果ガス排出の解析を試みた。本稿では大型ライシメータからの測定値と数値シミュレーション結果の比較、検討を行った。

2. ライシメータの概要

表層面からの空気進入を防ぐために全てのライシメータ A, B, C に 2010 年 6 月 18 日、覆土を行った。実験を開始した 2009 年 10 月 20 日から 2010 年 8 月 28 日まで、ライシメータ A には表層（深さ 0.5m 地点、送気量 1.00/分）に送気、ライシメータ B には底層（深さ 2.5m 地点、送気量 1.00/分）に送気を行い、2つの好気性埋立を模擬し、ライシメータ C には送気を行わず、嫌気性埋立を模擬した。8 月 28 日以降はライシメータ A, B の送気条件を変更し、ライシメータ A には表層と底層（深さ 0.5m と 2.5m 地点、送気量 0.50/分ずつ）に送気、ライシメータ B は中層（深さ 1.5m 地点、送気量 1.00/分）に送気を行った。ガス採取口は廃棄物層表層面から深さ 0.25m 地点、以下 0.5m 間隔で設置し、ガス試料を採取した。ライシメータと送気条件を図 1 に示す。

3. 送気条件変更前後での深さ方向のガス成分分析

送気条件変更前後の各ライシメータの深さ方向の O_2 、 CH_4 濃度分布について考察した。各ライシメータの送気条件変更前後における O_2 、 CH_4 濃度の深さ方向分布を図 2 に示す。送気条件変更前後の O_2 濃度分布を見ると、どのライシメータも送気条件に則した分布をしていたことが確認された。

また、深さ 2.5m 地点の O_2 濃度において送気条件変更後のライシメータ A（深さ 0.5・2.5m 地点、送気量 0.50/分ずつ）は送気条件変更前のライシメータ B（深さ 2.5m 地点、送気量 1.00/分）と同等に高く、0.50/分で送気した場合と 1.00/分で送気した場合とでは O_2 濃度分布に大きな差は見られなかった。送気条件変更前後の CH_4 濃度分布に関しては送気条件変更前のライシメータ A にて高い濃度で分布が確認されたが、変更後 CH_4 はどの深さでもほとんど検出されなかった。ライシメータ B においては送気条件変更前後共に CH_4 濃度は十分に低く、その分布は確認されなかった。

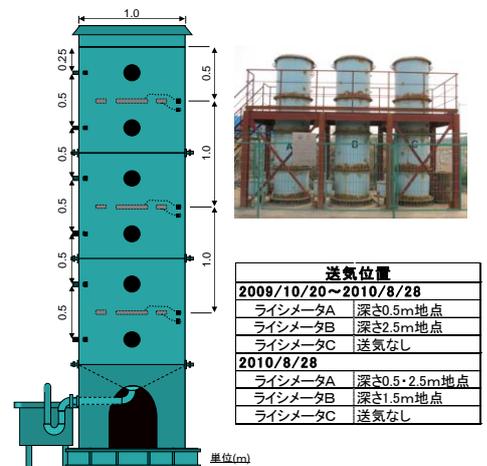
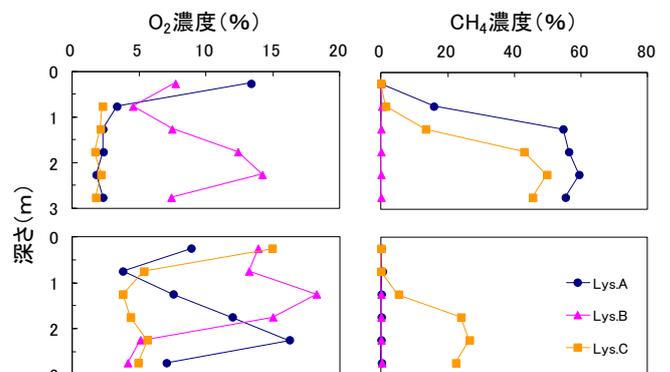


図 1. ライシメータ概要・送気位置



上：送気条件変更前（2010/8/12・実験開始 302 日後）

下：送気条件変更後（2010/9/15・実験開始 330 日後）

図 2. 送気条件変更前後の深さ方向ガス濃度分布

4. 廃棄物層内のガス濃度経時変化の考察

各ライシメータの深さ 2.75m 地点にて測定された O_2 , CO_2 , CH_4 濃度の経時変化を図 3 に示す。 O_2 濃度の経時変化を見ると、どのライシメータも覆土後に減少傾向を示した。送気条件変更後はライシメータ A には増加傾向が見られ、ライシメータ B・C は条件変更前に比べ、低い濃度推移を示した。表層・底層送気の方が中層送気よりも底層部での O_2 濃度を高く維持できることが確認できた。 CO_2 ・ CH_4 濃度の経時変化においては、ライシメータ A, C の O_2 濃度が低い期間にて顕著な増加が見られ、活発化した嫌気性細菌活動による増加が示唆された。またライシメータ A に関しては送気条件変更後に CO_2 ・ CH_4 の顕著な減少が確認された。底層が好気層になり嫌気性細菌の活動が抑制されたことが示唆された。ライシメータ B では送気条件変更後においても CH_4 の発生は見られなかった。

5. 分析結果とシミュレーション結果の比較

本稿では嫌気性埋立を想定したライシメータ C の測定結果とシミュレーション結果の比較・検討を行った。ライシメータ C の深さ 1.75m 地点における O_2 , CO_2 , CH_4 濃度推移の測定結果とシミュレーション結果を図 4 に示す。なお、モデルの詳細については既報である参考文献²⁾を参照されたい。 O_2 濃度推移は測定結果では覆土前は高く、覆土後からは低い濃度で推移しており、シミュレーション結果でも同様な傾向を示すことができた。 CO_2 濃度推移では、測定結果は実験開始 200 日後に増加傾向が見られ、その 100 日後に減少傾向を示した。一方でシミュレーション結果では、増加傾向は示すことができ、その後は若干の減少傾向を示せたが比較的大きな差が見られ、微生物モデルの CO_2 排出について検討が必要である。 CH_4 濃度推移に関しては測定結果では覆土後から増加が見られ、実験開始 400 日目までに発生が確認された。シミュレーション結果においても、同様の傾向を示すことができた。

6. まとめ

有機性廃棄物埋立地への送気が埋立地から発生する温室効果ガスにもたらす影響を把握するため、ライシメータを用いて廃棄物層内のガス濃度を分析した。 O_2 濃度分布は、送気量が 0.5l/分の場合と 1.0l/分の場合とでは送気地点における O_2 濃度に大きな差はないことが確認できた。 CH_4 濃度分布では、表層に送気していたライシメータ A から高い濃度で CH_4 が確認されたが、底層にも送気することで発生を抑制することができた。ライシメータ B は送気条件前後共に CH_4 は発生しなかった。また嫌気性埋立を想定したライシメータ C 内のガス濃度の測定結果とモデル式によるシミュレーション結果の比較を行ったところ、其々の測定項目において定性的な傾向を示すことができた。今後の課題はライシメータ内の浸出水の測定結果とシミュレーション結果を比較し、モデル式の妥当性を検討する。それに併せて好気性埋立を想定したシミュレーションも行い、温室効果ガス排出の挙動を把握する。

(謝辞) 本研究は、中国上海市の同濟大学との共同の成果である。本研究に携わっていただいた方々に深く感謝致します。

[参考文献] 1) 島岡隆行：循環式準好気性埋立における浄化機構のモデル解析，廃棄物学会論文誌，Vol.7, No.5, pp.234-243, (1996)

2) 喜多村広輝：有機性廃棄物埋立地内の汚濁物質挙動の送気による影響解析，平成 22 年度土木学会西部支部研究発表会，(2011)

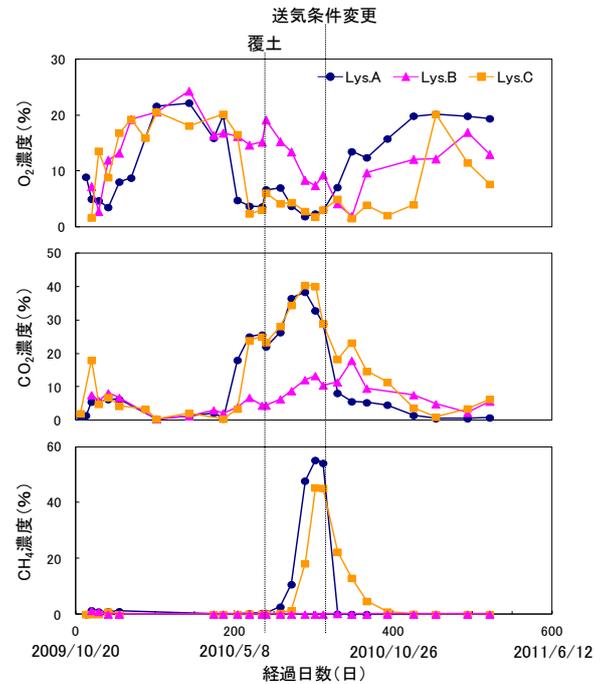


図 3. 各ライシメータのガス測定結果 (深さ 2.75m 地点)

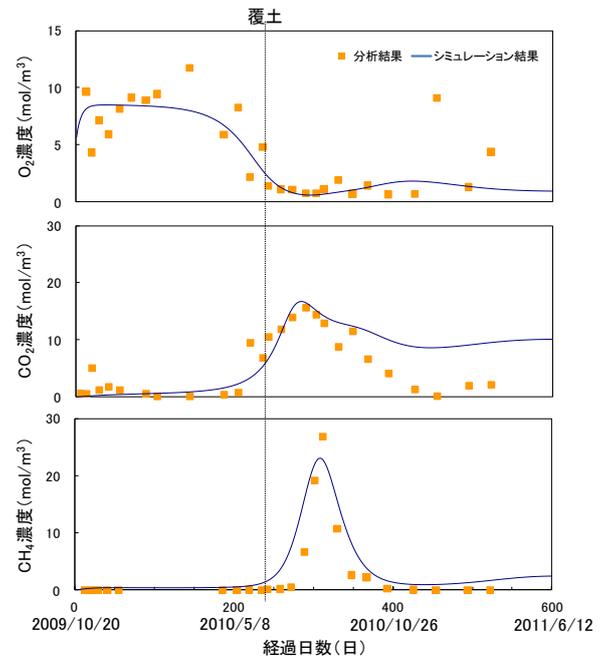


図 4. ガス測定結果とシミュレーション結果の比較 (ライシメータ C・深さ 1.75m 地点)