

準好気性廃棄物処分場で発生する埋立ガスのモニタリング調査事例

Case study of landfill gas monitoring in semi-aerobic sanitary landfill

室蘭工業大学大学院 ○ (学生員) 加我浩行 (Hiroyuki Kaga)
室蘭工業大学大学院 (正会員) 吉田英樹 (Hideki Yoshida)

1. はじめに

現在、埋立処分場の標準構造として採用されている準好気性埋立構造は、従来の処分場よりも好気性反応の促進に優れているという特長があり、廃棄物の分解反応によって発生する埋立ガスのガス成分として、多くの二酸化炭素 (CO_2) が発生し、メタン (CH_4) はあまり発生しないものと考えられているが、積雪寒冷地にある北海道における実際の現状としてはまだ十分には確認されていない。本研究ではガス抜き管から埋立ガスのガス成分と温度の測定を行い、その結果から処分場の現状の把握と検討を行った。

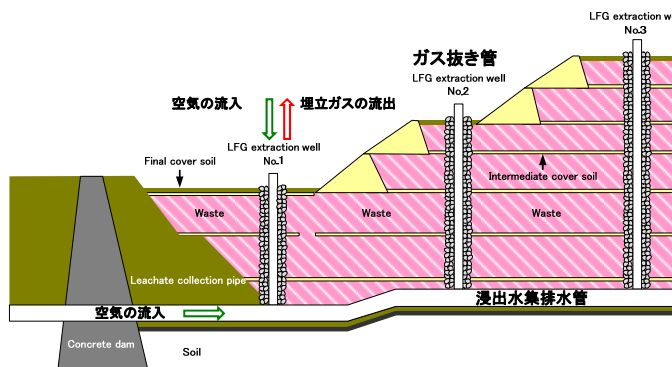


図-1 準好気性廃棄物処分場の構造図

2. 調査対象処分場の概要

調査対象としている処分場は、北海道内にあり、2001 年から 2003 年の 3 年間で敷地面積 179.7ha、埋立面積 13.2ha、埋立容量が 184 万 m^3 として建設され、2003 年から埋立が開始され、埋立期間は 15 年間、埋立終了は 2018 年を予定している。立構造形式はガス抜き管と地中に埋設された浸出水排水管からなる準好気性埋立構造の廃棄物最終処分場であり、浸出水排水管幹線（以下、幹線）の上部には地表まで続く碎石層が設置されている。

3. 調査概要

ガス抜き管内部の埋立ガスのガス成分 (%) の分布は、ガス測定器 GA2000 を用い、ガス抜き管中の酸素 (O_2)・メタン (CH_4)、二酸化炭素 (CO_2)・窒素 (N_2) の 4 項目について深さ方向へ 1m 間隔または 2m 間隔で各管の水面付近までの測定を行った。

ガス管内部の埋立ガスの温度 ($^{\circ}\text{C}$) は、熱電対式の測定器を用いて、地表面から深さ方向へ 1m 間隔または 2m 間隔でガス抜き管内部の温度を測定を行い、また、管口部を測定する場合にはデジタル温度計を用いて測定を行った。

4. 調査結果及び考察

4.1 出口ガス測定結果

図-2 に処分場におけるガス抜き管の配置図と 2011 年 10 月時のガス抜き管の出口ガス成分の測定結果を円グラフで示した。好気性微生物反応の活発さを示す炭酸ガスは、複数のガス抜き

管で検出されている。一方、嫌気性微生物反応により発生するメタンガスも検出された。いずれのガス抜き管でもメタンガス濃度が炭酸ガス濃度とほぼ同じ比率で検出された。

処分場内部で起こる嫌気性微生物反応と好気性微生物反応では、メタンと炭酸ガスの発生比率はほぼ 3 : 2、後者では炭酸ガスのみが発生する。つまり、炭酸ガス濃度/メタン濃度（メタン炭酸ガス比と呼ぶことにする）を計算して、これが 1 より大きくなればなるほど、好気性反応が活発であり、準好気性構造がうまく機能していることを示す。そこで、特に温度上昇が顕著で好気性反応が活発であると考えられるガス抜き管番号 91 の出口ガスの成分、温度、メタン炭酸ガス比の経過を図-3 に示した。内部温度はほぼ 40 度を越え、炭酸ガス濃

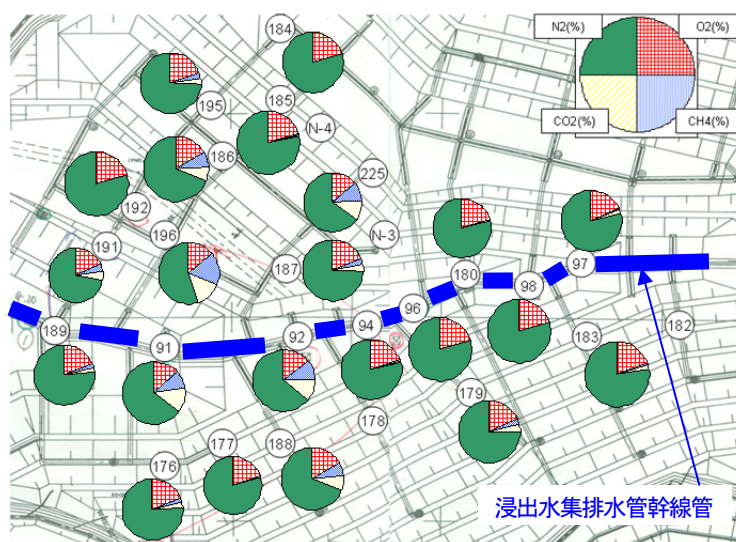
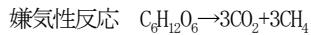
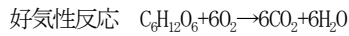


図-2 ガス抜き管の配置と出口ガス濃度

度が常にメタンガスをやや上回る傾向で推移しているが、メタン炭酸ガス比は1.0～1.8である。

ここで、有機物をグルコース $C_6H_{12}O_6$ とし、微生物反応により、以下のように反応していると仮定する¹⁾。



もし、グルコースが50%が好気性分解、50%が嫌気性分解したとすると、メタン炭酸ガス比 ζ はグルコース1モルあたり、 $\zeta = (\text{嫌気性反応により発生する炭酸ガス } 6 \text{ モル} \times 50\% + \text{好気性反応により発生する炭酸ガス } 3 \text{ モル} \times 50\%) / (\text{嫌気性反応により発生するメタンガス } 6 \text{ モル} \times 50\%) = 4.5/1.5 = 3.0$ となる。つまり、 $\zeta=3.0$ では、有機物分解に好気性反応が寄与する割合(好気性寄与率)は50%と推定できる。

しかし、有機物の分解では、メタンと炭酸ガスの発生比率は1:3程度になり¹⁾、米国での混合ごみの分解ではメタンと炭酸ガスの発生比率は1.2:1になるとされている²⁾。ここでは、本研究の調査対象地域にある埋立が完了した処分場跡地で観測されたガス組成を参考にして、3:2とする。この場合、 ζ と好気性寄与率の関係を求めると、 $\zeta=1.0$ で好気性寄与率17%、 $\zeta=1.5$ で33%、 $\zeta=2.0$ で45%となる。図-3に示したメタン炭酸ガス比は、最低1.0から最高で1.8の範囲にあるため、ガス抜き管内の埋立ガス成分から上記の仮定で判断すると、好気性微生物反応が活発な状況でも好気性の寄与率は17～45%にとどまり、嫌気性が支配的である。

これは、ガス抜き管を3次元的に考えると、ガス抜き管近傍の好氣的なエリアと管から離れた嫌氣的なエリアからそれぞれ埋立ガスがガス抜き管に流入することから、好気性エリアが管からきわめて近傍に限られた場合には、メタンガス成分が多く検出されることになる。したがって、今回調査したガス抜き管近傍では好氣的ゾーンが限定的であると考えられ、当処分場ではガス抜き管が30～50mピッチで設置されているが、廃棄物層内全体を好氣的にする機能をガス抜き管のみで達成することは難しいと思われる。

4.2 深さ方向埋立ガス分布測定結果

図-4に管91について、2011年と2012年の1月時の深さ方向におけるメタン炭酸ガス比と温度の分布を示した。気温は2011年1月が+0.5℃、2011年1月が-11.1℃であった。なお、このガス抜き管は設置深さは25m以上であるが、管内部の屈曲により、測定は管口から6m深さまでしか測定できなかった。2年にわたってともに最高で60℃以上の値を示していたこと、メタン炭酸ガス比を見ると2011年では1.3前後で、2012年では1.5を超えて6m深さまで推移していたことから、管内部が厳冬期でも高温が維持され、好気性微生物反応が起こっていることが確認できた。年間を通じて比較すると、冬期に特にメタン炭酸ガス比が大きくなっていた。これは冬期

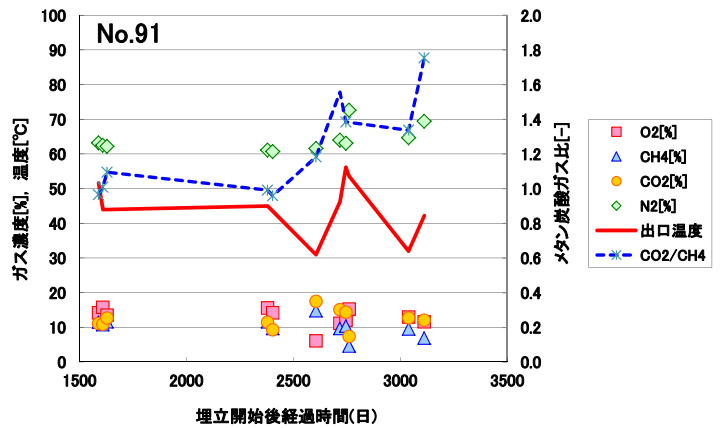


図-3 ガス抜き管91の観測データの推移

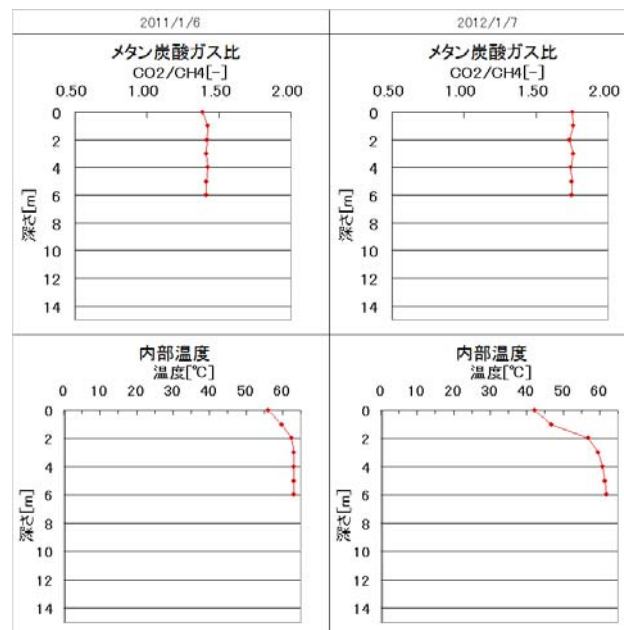


図-4 管91の深さ方向についての調査結果

に特に内外の温度差が大きいことから、好気性反応により内部温度が上昇することで上方への自然対流が生じ、さらに空気の導入を促進するという、いわゆる準好気性構造の機能が適切に働いていると思われる。

5. まとめ

今回取り上げた91のガス抜き管では最も温度が高く、好気性反応が活発であると予想されたが、メタンガスが一定量検出され、ガス抜き管のみで廃棄物層全体を好氣的にすることは難しいと推定された。なお、当処分場では処分場の浸出水集排水管幹線に沿って、採石層を縦に積み上げることによって空気の流通を促進しており、ガス抜き管の機能を補う効果が期待されており、現在さらなる調査を進めている。

引用文献 1) E. A. McBean, et. al: Solid Waste Landfill Engineering and Design, Prentice Hal, pp. 65-66(1994), 2) T. H. Christensen, et. al: Sanitary Landfilling, Academic Press, p. 157(1989)