

埋立が終了した旭川市旧廃棄物最終処分場における廃止基準項目の現場調査結果

室蘭工業大学 ○吉田英樹
北海道大学 松藤敏彦
旭川市環境部 鎌田昭範
旭川市環境部 飛田亜樹

1. はじめに

平成 10 年 6 月に廃棄物最終処分場の廃止基準の概要（一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場に係る技術上の基準を定める命令）が制定され、基準に基づく調査により処分場での埋立ガス発生、浸出水発生等による汚染ポテンシャルが十分低くなったことが確認できれば、跡地管理（Aftercare）をほぼ終了して、廃止することができる。しかしながら、準好気性構造を持たない古い処分場では、埋立終了後も長期間にわたってメタンを始めとした埋立ガスの発生や廃止基準を上回る水質を持つ浸出水の発生が見られることがある。本研究では、埋立が終了した旭川市旧廃棄物最終処分場において、早期安定化を図るために新設された受動型ガス抜き管において、廃止基準の指標である温度および埋立ガス成分調査を行い、安定化に関わる現状把握と受動型ガス抜き管設置に伴う内部の好気化の状況について調査を行った結果について報告する。

2. 現場調査結果

2.1 調査対象

調査対象処分場は旭川市に位置し、埋立期間は 24 年間、2003 年に埋立が終了した。当該処分場は、事業系及び家庭系一般廃棄物、下水汚泥を含む産業廃棄物などの多くが焼却処理を経ないで直接埋め立てられており、分解性有機物が多量に処分されていた。ガス抜き管および集水管が設置されているが、現在これらが十分機能しておらず、準好気性構造が維持されているとは言えない状況である。図-1 に示したように、2005 年 7 月から $\phi 200\text{mm}$ の塩ビ管をおよそ 50m 間隔で設置する整備工が始まり、2009 年 12 月までに新たに 93 本のガス抜き管が設置されている。この塩ビ管には、直径約 10mm の通気用の孔が側面に多数開けられ、通気性が確保されている。また、塩ビ管は廃棄物層底部まで打ち込まれているが、集水管には連結されておらず、空気はガス抜き管の上部からのみ流入可能な状態である。例えば、図-1 の円内に示した No.6-4 ガス抜き管については埋立開始から約 26 年、埋立終了から 2 年後の 2005 年 10 月に設置された。図-2 にガス抜き管の模式図を示した。埋立終了後にボーリング掘削を行い、塩ビ管を挿入した。管頂部の横穴は常に大気開放されている。掘削深さは廃棄物層最深部までで、管底は集水管には連結されていない。このため、埋立ガス (LFG) が管から排出されるとともに、空気も同じ経路から侵入する構造となっている。

2.2 調査概要

下記のような調査を実施した。

- (1) 温度測定 熱電対式の測定器を用いて、ガス抜き管において、地表面から深さ方向へ 1m 間隔でガス抜き管の内部温度を測定した。
- (2) 埋立ガス測定 ガス測定器（Geotechnical Instruments 社製・GA2000）を用いて、ガス抜き管の管頂から約 50cm の深さ及



図-1 調査対象の地形図およびガス抜き管の設置状況

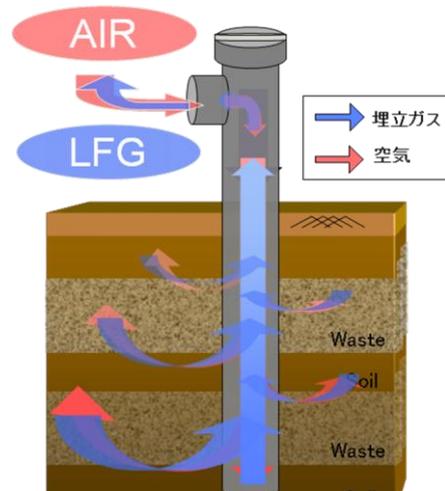


図-2 受動型ガス抜き管の模式図

び地表面から深さ方向へ1m間隔で管内で二酸化炭素、メタンガス、酸素、窒素の4項目に関してガス成分観測を行った。

2.3 ガス抜き管内部の埋立ガス成分の測定結果

現場において、温度については2005年10月から、また埋立ガス成分（メタン、二酸化炭素、酸素、窒素）については2006年8月から現在まで継続的に測定を行っている。図-3に示したのは、ガス抜き管全体でも温度上昇が特に顕著な箇所のNo.6-4についての測定結果である。廃棄物層内最高温度は約60度に達している。ガス組成では、空気成分である窒素及び酸素に加えて、メタン、二酸化炭素が検出されている。特に酸素が減少し、二酸化炭素が増加している時期（図中の矢印部）では、メタン組成の約10倍に達し、かつ高温状態が維持されている。一般に、嫌気性分解ではメタンと二酸化炭素の濃度比は6:4であり、これを上回っている場合は好気性微生物反応が部分的に起こっていると考えられる。また、好気性微生物反応では顕著な温度上昇が見られることから、No.6-4では設置初期とその後の複数の時期で活発な好気性微生物反応が起こっていたと思われる。当該処分場では他にも温度上昇が顕著なガス抜き管があるが、すべてのガス抜き管で好気性微生物反応が確認できているわけではなく、メタン組成が二酸化炭素組成を上回り、嫌気性微生物反応が支配的なものが多い。

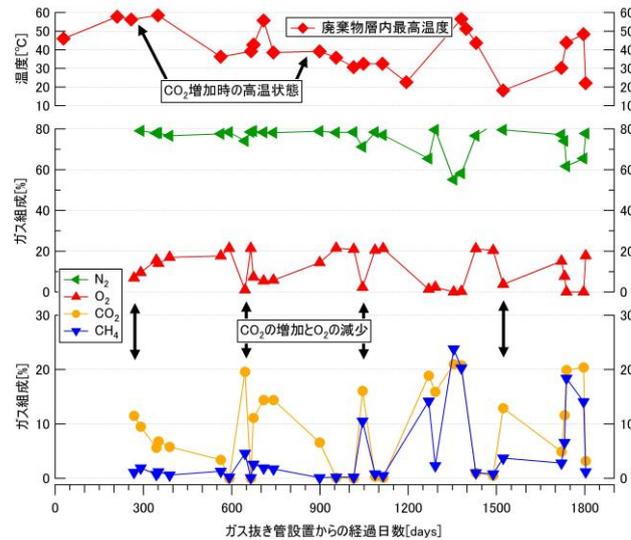


図-3 No.6-4 ガス抜き管出口の温度・ガス組成測定例

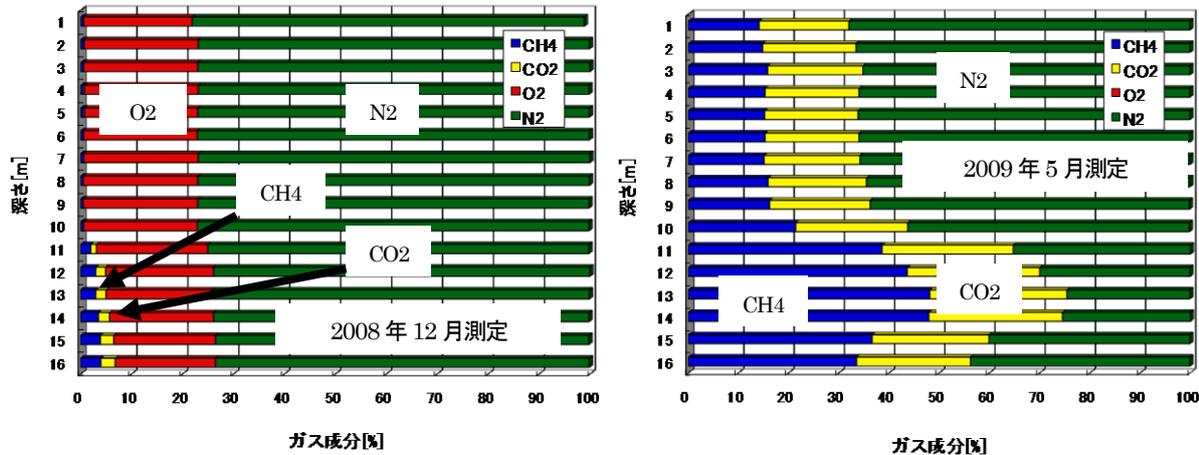


図-4 No.6-4 ガス抜き管内部のガス組成分布測定例

図-4にNo.6-4におけるガス抜き管内のガス成分の深さ方向の分布を示した。No.6-4では地表面から管底まで約27mであり、内部水面は約22mである。2008年12月では、内部に空気が侵入し、底部でもメタン濃度が5%未満であり、内部温度も約10°Cと低下していたことから、微生物反応が終息し、ほぼ安定化したと思われる。しかしながら、2009年5月にはメタン・二酸化炭素濃度が上昇し、底部は特に強い嫌気性を示した。深さ11mより深いところでは、メタンと二酸化炭素の濃度比がほぼ6:4であり、完全な嫌気性状態になっていることが確認できた。図-3に示したように、No.6-4ではガス抜き管内部の最高温度や埋立ガス成分が変わりやすい。この理由として、1)気圧による影響、2)近接するNo.6-5, No.7-4(約50m離れた位置)からの影響、が考えられる。1)としては、気圧が高くなると、内部で発生した埋立ガスが廃棄物層内部に封じ込められ、かつガス抜き管から空気が侵入することが考えられる。また、2)としては、すでにNo.6-4付近の内部の微生物反応は終息しているが、No.6-5, No.7-4付近の内部の微生物反応によって発生した埋立ガスや熱がNo.6-4に移動し、温度や埋め立てガス成分に影響を与えることが考えられる。この場合、廃棄物層の水平方向のガス透気係数が十分大きく、かつ水分が少ない(ガスの流路が確保されている)という状況でなければならない。ガス抜き管設置時のボーリング掘削時に掘削に使用した鋼管を引き抜いた時に水が落下する音がしていたことや、現在でも常に管内で水が落下する音がしている管があることから、宙水の存在や水平方向に透水性の高い層があることが推察される。

次に、表-1 にガス抜き管の出口でのメタン濃度が5%以上、10%以上、20%以上の管の割合を計算した結果を示す。この場合、2010年時点（8月）でもメタン濃度が5%以上の管が38%を占めており、ほぼ年々減少している、つまり安定化に近づいていることがわかる。メタン濃度10%及び20%異様も同様である。しかしながら、埋立ガス成分の変動が大きいことから、今後すべてのガス抜き管の出口でのメタン濃度が5%未満になることを確認するには相当の年数を要すると思われる。したがって、跡地管理にあたって、暫定利用も含めて、最終覆土上部に覆蓋構造を設置する場合には、爆発限界であるメタン濃度5%を越えないように、換気を含めたメタンの滞留を防止する措置が必要であると思われる。なお、本調査対象処分場での跡地利用は現在計画はされていない。

2.4 ガス抜き管内部の温度の測定結果

安定化を促進する好気性微生物反応が嫌気性に比べて多量の熱を発生し、顕著な温度上昇が見られるため、温度も安定化の指標となりうる。深さ方向の温度分布の測定例を図-5 に示した。

図に示したように、2005年12月（設置から1ヶ月経過）には表層から約10m付近まで約60度の高温状態になっていることがわかる。本調査対象処分場が位置する地区の12月の平均気温はマイナス9℃であったことから、著しい温度上昇であることがわかる。図-3 で示したように、ガス抜き管設置後約250日（2006年8月）のガス抜き管出口のガス組成では、二酸化炭素組成がメタン組成の約10倍に達し、きわめて活発な好気性微生物反応が起こっていることが推察されたが、温度分布も2006年6月と10月に表層から10m付近まで最高60℃に達しており、その結果を裏付けるものとなっている。つまり、ガス抜き管上部から空気が侵入して、好気性微生物反応を促進させたと考えられる。その後2008年12月には10℃付近まで温度が低下したが、2009年9月には再び50℃付近まで温度が増加している。このように、2010年10月までほぼ高温状態を維持しているものの、きわめて大きな変動を示しており、これは2.3 で述べた埋立ガス成分の変動と同様の理由と考えられる。

図-3 で示したように、ガス抜き管設置後約250日（2006年8月）のガス抜き管出口のガス組成では、二酸化炭素組成がメタン組成の約10倍に達し、きわめて活発な好気性微生物反応が起こっていることが推察されたが、温度分布も2006年6月と10月に表層から10m付近まで最高60℃に達しており、その結果を裏付けるものとなっている。つまり、ガス抜き管上部から空気が侵入して、好気性微生物反応を促進させたと考えられる。その後2008年12月には10℃付近まで温度が低下したが、2009年9月には再び50℃付近まで温度が増加している。このように、2010年10月までほぼ高温状態を維持しているものの、きわめて大きな変動を示しており、これは2.3 で述べた埋立ガス成分の変動と同様の理由と考えられる。

一般に、2.3 に述べたようなガス組成の測定は、サンプリングや分析機器の問題で、頻繁にかつ簡易に測定することは難しい。しかしながら、温度については、熱電対及びデータロガーによって、頻繁にかつ簡易に測定することができる。したがって、温度測定を定期的に行うことによって、廃棄物層内部で進行している安定化の動向をおおよそ把握することが可能である。

また、本調査対象処分場でのそのほかの調査結果として、1)好気性微生物反応が活発に起こっていると最高60℃に達し、変動は多いものの持続する、2) 酸素組成がほぼゼロでメタン濃度が高い、つまり嫌気性微生物反応が支配的な区画では、内部温度は気温と同程度で高くない、という傾向があった。つまり、温度が高い＝不安定、温度が低い＝安定、というのは一概には言えない状況であった。温度や埋立ガス成分の絶対値だけでなく、変化傾向も重要であり、測定にあたっては日・週・月単位での連続的な測定（ガス抜き管であれば深さ方向の分布）が望ましいと思われる。

3. まとめ

本調査対象処分場で埋立終了後に設置された受動型ガス抜き管内の温度及び埋立ガス成分を5年にわたって調査した結果から、一部の管では好気性微生物反応による安定化促進効果が見られ、全体としてもメタン濃度が低減されていることがわかった。

表-1 調査対象ガス抜き管出口のメタン濃度検出状況

		2006	2007	2008	2009	2010
メタン濃度5%以上	調査管数	69	91	88	81	78
	該当管数	49	60	49	51	30
	比率	71%	66%	56%	63%	38%
メタン濃度10%以上	調査管数	69	91	88	81	78
	該当管数	45	43	41	47	27
	比率	65%	47%	47%	58%	35%
メタン濃度20%以上	調査管数	69	91	88	81	78
	該当管数	34	30	32	40	21
	比率	49%	33%	36%	49%	27%

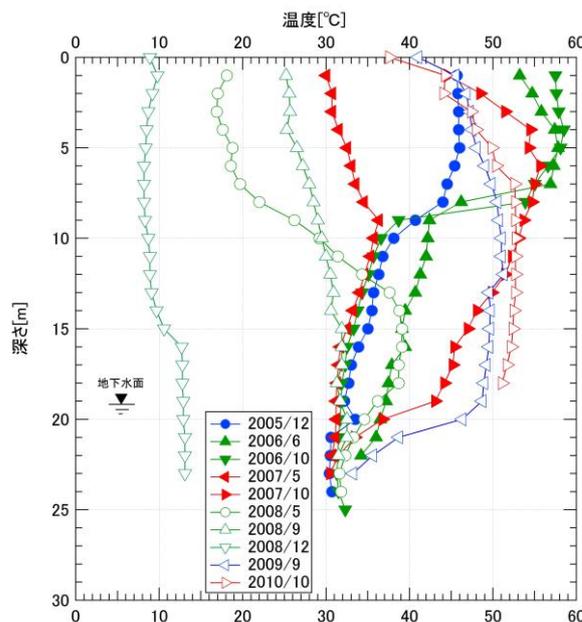


図-5 No.6-4 ガス抜き管内の温度分布測定例
(ガス抜き管設置 2005年11月)