

廃棄物埋立地における埋立ガス放出に及ぼす植生の影響に関する基礎的研究

九州大学工学部 学生会員 ○高橋 麻由

九州大学大学院 正会員 中山 裕文

" フェロー会員 島岡 隆行

1. はじめに

廃棄物埋立地はメタンの主要な発生源であることから、地球温暖化に大きく寄与しており、ICPP の報告によると廃棄物埋立地から放出されるメタンは全メタン発生量の約 10% に相当すると概算されている¹⁾。過去の著者らの研究²⁾において、廃棄物埋立地の被植地と裸地では廃棄物層内の埋立ガス濃度や覆土表面からの埋立ガスフラックスには違いがあることを明らかにしており、覆土層の透気性等のガス交換に影響を及ぼす要因に差異があると思われた。しかし、被植地と裸地における覆土層の物理化学的性状に大差はなく、また農業分野でのメタン放出量に関する研究ではメタン放出経路として水稻の通気組織の影響が報告されている³⁾ことから、廃棄物埋立地においても植物の通気組織がメタン放出量に影響を与えていることが考えられた。そこで、本研究では中国上海市老港廃棄物最終処分場を研究フィールドとして、植物の通気組織を介した埋立ガスフラックスに関する検討を行った。

2. 実験内容

2-1 予備実験 予備実験として、九州大学伊都キャンパス敷地内で大部分が植生で覆われていた被植地を選定し、2 地点 (a 地点、b 地点) において以下の 2 項目について調査を行った。

(1) 植生調査 植生調査は、調査地点において優占している植物種の同定と目測による植被率 (調査方形区面積に対して植物体が覆っている面積の割合) 植生の観察と高さの記録を行った。植生調査の結果を表-1 に示す。

(2) 土壌表面からの CO₂ フラックス調査 土壌表面からの CO₂ フラックスを閉鎖式チャンバー法により求めた。使用したチャンバーは底面積 1.55 × 10³ cm²、容積 46.8 × 10³ cm³ のプラスチック製容器で作られている。閉鎖式チャンバー法では、10~15 分間隔でチャンバー内のガスを採取して研究室に持ち帰り、ガスクロマトグラフ (島津製作所, GC-8A, GC-2014) によりガス濃度の経時的な変化を測定することにより土壌表面からのガスフラックスを算出した。両地点での測定条件を表-2 に示す。

植物の通気組織を介した土壌からのガス放出がある場合、植物を刈り取った植生がない条件ではガス放出が減少し、植生がある条件よりも CO₂ フラックスは小さくなると予想される。図-1 には土壌表面からの CO₂ フラックス調査の結果を示す。a 地点では植生を刈り取ると CO₂ フラックスが小さくなった。しかし、植物の通気組織を介したガス放出を制限するために切り口にグリースを塗布すると、予想に反して CO₂ フラックスは大きくなったが、この原因についてはよく分からず、今後とも検討が必要である。b 地点では植物を刈り取ると CO₂ フラックスが小さくなった。また、土壌に水分を添加すると CO₂ フラックスが大きくなり、水分の添加による土壌内の気相率の変化および微生物の活性がガス放出に影響を与えたと考えられた。

表-1 植生調査結果 (予備実験)

	植被率 (%)	植生高さ (cm)	優占種
a 地点	90	30-80	エノコログサ (イネ科)
b 地点	90	30-60	オオアワダチソウ (キク科)

表-2 測定条件 (予備実験)

測定地点	a 地点			b 地点		
	a1	a2	a3	b1	b2	b3
植生の有無	有	無	無	有	有	無
切り口へのグリースの塗布	—	無	有	—	—	有
土壌の含水率	低	低	低	低	高	高

2-2 現地調査 本研究において対象とした老港廃棄物最終処分場は埋立面積約 300ha の中国最大規模の廃棄物処分場で、上海市街地から発生する都市ごみを受け入れている。埋立構造は嫌気性埋立で、主として都市ごみが未焼却の状態の埋立で、埋立方法としては、一つの埋立区画の埋立高さが標高 4~8m (廃棄物層厚 15m) まで埋立で、その後 20~60cm の最終覆土が施されている。埋立完了区画の被植地の 2 地点 (2009 年 10 月 13 日 (8 番区画・A 地点) および 19 日 (49 番区画・B 地点)) を現地調査対象として、以下の 3 項目を実施した。

(1) 植生調査 植生調査の方法は予備実験(1)と同様とした。優占種については予備実験の a 地点、b 地点に対応させるため A 地点ではイネ科のオヒシバおよびエノコログサを、B 地点ではキク科のセイタカアワダチソウを選定した。植生調査の結果を表-3 に示す。また、両地点の優占種の根の長さは約 10~20cm であった。

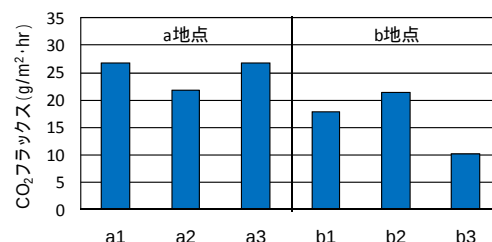
図-1 土壌表面からの CO₂ フラックス

表-3 植生調査結果 (現地調査)

	植被率 (%)	植生高さ (cm)	優占種
A 地点	90	50	オヒシバ (イネ科) エノコログサ (イネ科)
B 地点	90	60-120	セイタカアワダチソウ (キク科)

(2) 廃棄物層内の埋立ガス濃度調査 廃棄物層内の埋立ガス濃度調査は、覆土表面から廃棄物層に至る深さまで覆土層をボーリングバーで穿孔し、孔内に採取管を挿入して数分間静置した後、原位置ガス測定器 (Geotechnical Instruments 社, GA2000) を用いて 1 地点につき覆土層内の 3 深度でガス成分の測定を行った。測定したガス成分は、 CH_4 、 CO_2 、 O_2 である。測定結果を図-2 に示す。

両地点とも深さとともに O_2 濃度は低下し、 CH_4 および CO_2 濃度は増加した。最も深い位置では、 CH_4 濃度が高いことから嫌気的な状況にあることが分かる。

(3) 覆土表面からの埋立ガスフラックス調査 覆土表面からの埋立ガスフラックス調査方法は、予備実験(2)と同様とした。使用したチャンバーはアクリル製の円筒形パイプで、直径 $\phi 80\text{cm}$ (内径 $\phi 79\text{cm}$)、高さ $50\text{cm}/1$ 段 (2 段に嵩上げ可能) であり、高さ約 10cm のステンレス製リングからなる基盤を土壤に打ち込み、このリングに円筒形パイプを固定できるようになっている (図-3 参照)。測定条件は植生の有無の 2 条件とし、植物が生えた状態で測定した後、チャンバー内の植物を刈り取り、その切り口にグリースを塗布することで植生がない条件を満たすとした。

予備実験と同様、埋立地においても植物の通気組織を介したガス放出が起きている場合には植生なしの条件でガスフラックスが小さくなると考えられる。図-4 に覆土表面からの埋立ガスフラックス調査の結果を示す。A 地点では CH_4 、 CO_2 とともに予想に反して植生なしの条件で植生ありの条件よりも大きなフラックスが観測された。一方、B 地点では植生なしの条件で CO_2 フラックスが小さくなり、このときの CH_4 は低濃度のため測定できなかった。

まずはじめに、A 地点の結果について考察する。エノコログサ等のイネ科の植物はガスの通り道として通気組織を発達させ易く、発達の程度は嫌気状態において顕著になると言われている。A 地点における優占種の根圏は 30cm ($\text{CH}_4 5.0\%$) 以浅にあり、嫌気状態とは言えない状況にあったため十分に通気組織が発達していなかったと考えられ、A 地点の植物の通気組織が未発達であり、埋立ガス放出経路として機能していないことが考えられる。一方、イネ科植物のガス放出は葉の裏の気孔ではなく、葉鞘や節にあるとの報告がなされている⁴⁾。この知見から、本調査では茎の切り口だけにグリースを塗布して植生なしの条件としたが適切ではなく、またグリースで十分に切り口を密閉できていない場合には切り口がより大きなガス放出口となってしまう可能性がある。さらに、ガス放出の影響因子の一つであるチャンバー内の温度が測定時間中に 11 近くも変化しており、温度変化の影響が植生の有無以上に埋立ガスフラックスに影響を及ぼしたために予想とは異なる結果が得られたとも考えられた。次に、セイタカアワダチソウ (キク科) が優占種であった B 地点について考察する。A 地点とは傾向が異なり、埋立ガスフラックスは植生ありの方が植生がない場合よりも大きくなった。セイタカアワダチソウはイネ科の植物と比較して通気組織が発達し難い植物種類である。また、セイタカアワダチソウの根圏の状態については A 地点と同様であった。しかし、B 地点では、測定時間中のチャンバー内の温度変化は約 3.5 と小さく、セイタカアワダチソウの茎には覆土表面近傍の高さに節などが認められなかったことから、切り口に塗布したグリースによって植物の通気組織を介したガス放出を確実に止めることができたため、今回のような結果となったと推察された。

4. まとめ

本研究では植物の通気組織を介した埋立ガスフラックスについて検討した。その結果、今回の現地調査からは植物の通気組織を介した明瞭な埋立ガス放出を確認できなかった。しかし、予備実験および現地調査ともに植生の有無によりガスフラックスに変化が起きていたことから、植生の有無が土壌表面からのガスフラックスに影響を及ぼしていることが分かった。今後は、植生の有無や切り口の状態などの条件のほかに、土壌の含水率や温度といった因子が及ぼす影響を考慮し、植物の通気組織を介したガス放出についてさらに多くの地点で調査を行うつもりである。

[参考文献]

- 1) IPCC (2007): IPCC Fourth Assessment Report (AR4): Climate Change 2007, Cambridge University Press. <http://www.ipcc.ch/> 2) 小宮哲平, 石崎俊夫, 中山裕文, 島岡隆行: 大規模最終処分場安定化モニタリングにおける NDVI の利用可能性に関する検討, 環境システム研究論文集, Vol. 34, pp. 423-431, 2006. 3) 細野達夫: 水田におけるメタンフラックスと水稻体を通したメタン放出機構に関する研究, 農環研法 Vol. 18, pp. 33-80, 2000. 4) 野内勇, 細野達夫, 青木一幸: 水田からの水稻を介したメタンの放出, 農業気象, Vol. 55(3), pp. 267-287, 1999.

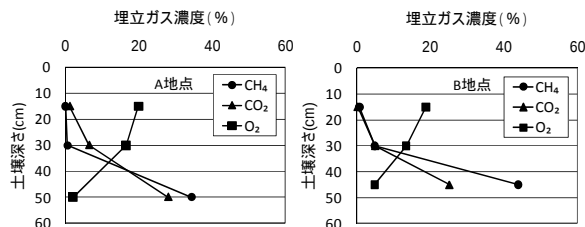


図-2 廃棄物層内の埋立ガス濃度調査結果

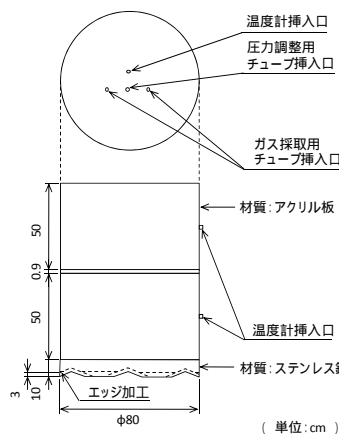


図-3 チャンバー容器概要

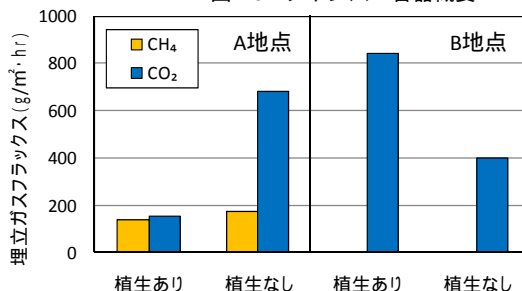


図-4 覆土表面からの埋立ガスフラックス調査結果