

埋立地からの温室効果ガス測定手法に関する基礎的研究

福岡大学工学部

○学生会員 増田良太

福岡大学工学部

正会員 松藤康司

福岡大学環境保全センター

正会員 平田修

1.はじめに

近年、廃棄物最終処分場が地球環境に与える影響に注目が集まっている。その要因は埋立地から発生する温室効果ガスである。特に発生ガスに含まれるメタンガスは二酸化炭素の約 21 倍の温室効果を持っており、その詳細な発生量や組成を測定することで、埋立地から発生する温室効果ガスがどの程度地球温暖化に寄与しているのか把握する事が急務となっている。特にアジアの発展途上国の埋立地はオープンダンピングが未だ多く存在し、その廃棄物には厨芥等の易分解性有機物を多く含んでおりメタンガスの発生が著しい。埋立地からの発生ガスの測定手法は様々あるが、それぞれ長所・短所がある。そこで本研究ではアジア地域の廃棄物組成を人工的に模擬し、それらを充填した埋立実験槽から発生するガスの組成及び発生量を測定し、埋立構造別の発生ガス挙動を検討することを最終目標とした。本実験では連続測定が可能で時間変動するガスに対応できるレーザメタン検知器やガスモニタを用いた測定手法に関する基礎的な研究を行った。

2. 大型埋立地シミュレーター概要

本装置は好気性槽、準好気性槽、嫌気性槽の 3 種類の実験槽から構成されφ 600 mm、高さ 5m の塩化ビニール管を使用し、温度管理や降水量の調整を行える屋内実験室に設置した。また、高精度の大型天秤の上に実験槽を置くことで時間変動する廃棄物の重量を連続的に測定できるようにした。本装置の充填ゴミはアジアの発展途上国の組成割合を想定しているため有機物含有率、含水率が高い。充填ゴミ全重量のうち 43% を有機物が占めている。充填ゴミの組成条件を表-1 に示す。

表-1 廃棄物の組成条件と有機物重量

項目	組成割合(%)	湿重量(kg)	含水率(%)	乾燥重量(kg)	有機物割合(%)	有機物重量(kg)
厨芥	35	302.4	77.3	68.6	81.5	56.0
紙類	20	172.8	18.2	141.4	72.5	102.5
紙	20	172.8	33.2	115.4	96.9	111.9
プラスチック	13	112.3	41.8	65.4	94.0	61.4
木材チップ	10	86.4	47.4	45.4	96.9	44.0
カン	1	8.6	0.2	8.6	-	-
ピン	1	8.6	0.6	8.5	-	-
合計	100	863.9	※ 50.7(47.5)	453.4	-	375.7

※実測値(理論値)

3.レーザガス実験

3.1 装置概要

レーザメタン検知器 (Laser Gas Detector) はメタンが赤外線を吸収する性質を利用し、出射したレーザ光と反射し戻ってくるレーザ光の差でメタンガスを測定する。検知器の測定する量は、メタン濃度ではなく、メタンコラム密度 (メタン濃度×メタンの厚み、単位 ppm・m) で表される。この装置は通常ガス漏れの点検や屋外等の開かれた場所での調査に用いられる。そこで本実験では密閉された空間で濃度上昇の経時変化をとることでメタンの発生量を測定する手法を検討した。また従来のチャンバー法では測定に時間がかかり連続調査が困難なため時間変動するガスに対応できなかった。このレーザメタン検知器を用いることで連続的にリアルタイムで測定することが可能になる。

3.2 基礎実験

3.2.1 実験方法

高さ 1m、直径 28.5cm の小型円筒型実験槽に蓋を取り付け、下部より標準ガス (メタン : 9.6%、二酸化炭素 : 10.6%、酸素 : 3.4%) を流入させ、上部の蓋に開けた窓よりレーザ光を照射、底面に置いた反射板をターゲットとして小型円筒型実験槽内のメタン濃度の経時変化を測定した。その結果を理論値と比較することでレーザメタン検知器の有用性を検証する。埋立地には微生物反応が活発化した (ガスが大量に発生する) 時期と反応が安定した (ガスが少量しか発生しない) 時期がある。まず、この両方の時期に検知器が対応できるか検証するため標準ガス流量を 20,500ml/min で変化させて実験を行った。なお反射板には安定性に優れたリフレクトシート (再帰性反射シート、アンリツ社製) を使用し、内部のガスを均一にするため小型攪拌機を用いて実験を行った。

3.2.2 実験結果と考察

実験結果を図-1 及び図-2 に示した。図-1 より標準ガス流量 20ml/min (メタン流量 : 1.92 ml/min) の場合の理論値は 30ppm/min で、実測値の平均は 36.3ppm/min で理論値よりも少し高い値を示したが相関係数は $R=0.99$ であった。比較的近い傾きが得られたといえる。次に図-2 をみると標準ガス流量 500 ml/min (メタン流量 : 48ml/min) の場合の理論値は 750ppm/min で、得られた実測値の平均は 754ppm/min、相関係数は $R=0.99$ であった。こ

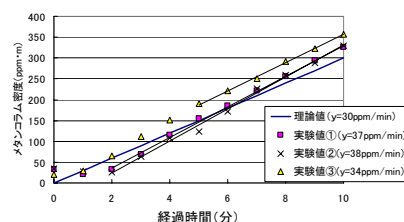


図-1 メタン濃度の経時変化 (流量 20ml/min)

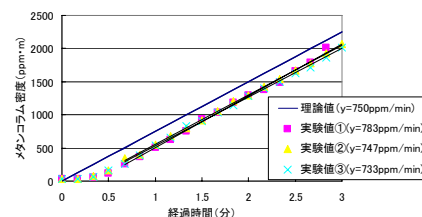


図-2 メタン濃度の経時変化 (流量 500ml/min)

らも非常に理論値に近い傾きが得られた。これらの結果よりレーザーメタン検知器による測定では発生ガス量が微少な安定期及び多量な活発期共に測定可能であると判断した。

3.3 レーザーメタン検知器を用いた大型埋立地シミュレーターでの実測

3.3.1 実験方法

ここで、準好気性および嫌気性埋立実験槽上部に蓋を取り付け密閉し、前述した手法を用いて、実験槽からの発生ガスの測定を行った。上部の蓋に開けた窓よりレーザー光を照射、底面に置いた反射板をターゲットとして覆土面から発生するメタンの連続測定を行った。

3.3.2 実験結果と考察

このレーザーガス検知器を用いた実験では準好気性、嫌気性ともに実験槽上部からのメタン濃度の上昇を確認できなかった。そこで上部からのガスの発生の有無を確認するため、実験槽上部を密閉し、テドラーバックを取り付けて24時間放置し、ガス発生の確認及び組成分析を行った。実験結果を表-2、表-3に示す。嫌気性から610mlのガス発生は見られたものの、発生したガスのほとんどが二酸化炭素であった。また、準好気性については実験槽上部からのガスの発生自体が極少であった。準好気性については実験槽下部に取り付けられた集排水管からのガス発生も考えられるため、集排水管でも同様に測定した。準好気性下部集排水管からは5240mlのメタン、二酸化炭素等の発生が見られた。そこで、発生ガス中のメタン以外のガスを同時に測定する手段としてガスモニタを用いた測定を行った。

4. ガスモニタ(Landfill Gas Analyser)実験

4.1 装置概要

レーザーメタン検知器を用いることでメタン濃度を求めることが出来るが、他の発生ガスの発生量を求めることが出来ない。また、赤外線ターゲットとなる反射板が設置できないガス抜き管のような環境では測定した値に誤差が生じる可能性がある。ここでは、チャンバー法を用いてガス発生量の測定を行う。チャンバー法にはガスクロを用いる方法が一般的であるが、今回は簡易で迅速に現場での測定が可能なガスモニタを用いて行った。本装置はメタン(CH_4)の他に二酸化炭素(CO_2)、酸素(O_2)、硫化水素(H_2S)、水素(H_2)の組成割合を同時に測定でき本来はガス抜き管からの発生ガス組成の分析等に用いられる。今回はその連続性に注目し、各種ガスの濃度上昇を経時的に測定し前実験同様ガス発生量を求める。

4.2 ガスモニタの基礎実験

4.2.1 実験方法

実験装置を図-3に示す。実験装置内に標準ガス(メタン:9.6%、二酸化炭素:10.6%、酸素:3.4%)をレーザーガス実験と同様に流量20、500ml/minで流入させ、実験装置内の空気をガスモニタで循環させながらガス組成の測定を行った。また、テドラーバックを取り付けることでガスの流入量も測定し、得られた結果を理論値と比較した。

4.2.2 実験結果と考察

実験結果を図-4、図-5、表-4に示す。図-4、図-5より実験装置内のガスの組成割合の変化は理論値と近い線形・傾きが得られていることが分かる。また、表-4より CH_4 と CO_2 のガス増加量は理論値と近い値が得られた。これらの結果よりガスモニタによる測定でも発生ガス量が微少な安定期及び多量な活発期共に測定可能であると判断した。

5. まとめ

①レーザーガス検知器を用いた CH_4 発生量測定の有用性を検証できた。

②ガスモニタを用いた CH_4 ・ CO_2 発生量測定の有用性を検証できた。

今後、これらの装置を用いて大型埋立実験槽で測定を行っていき、埋立構造別の発生ガスの挙動を分析していく。

参考文献

1) 第7回廃棄物学会研究発表会講演論文集, 1996, p731-p733

表-2 発生ガス組成割合(嫌気性上部)

	チャンバー内 発生前		チャンバー内発生後		ガスの増減 (L/day)
	組成割合(%)	量(L)	組成割合(%)	量(L)	
CH_4 (メタン)	0.2	0.06	0.2	0.06	0
CO_2 (二酸化炭素)	0.1	0.03	10.6	3.06	3.03
O_2 (酸素)	21.3	6.02	10.8	3.12	-2.90
N_2 (窒素)	78.4	22.16	78.4	22.63	0.48

表-3 発生ガス組成割合(準好気性下部)

	チャンバー内 発生前		チャンバー内発生後		ガスの増減 (L/day)
	組成割合(%)	量(L)	組成割合(%)	量(L)	
CH_4 (メタン)	16.1	14.0	18.2	16.8	2.78
CO_2 (二酸化炭素)	42.1	36.6	43.6	40.2	3.59
O_2 (酸素)	2.1	1.8	1	0.9	-0.90
N_2 (窒素)	39.3	34.2	37.1	34.2	0

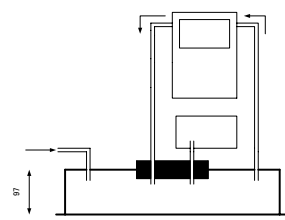


図-3 実験装置

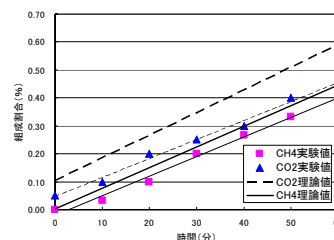


図-4 ガス組成経時変化
(流量 20ml/min)

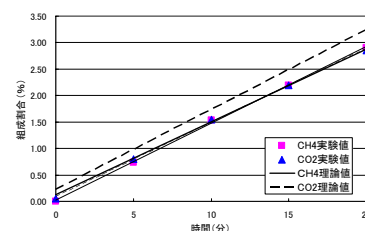


図-5 ガス組成経時変化
(流量 500ml/min)

表-4 LFG 実験結果

	標準ガス 流入量 (ml/min)	各ガスの流入量	
		理論値 (ml/min)	実験値 (ml/min)
CH_4	20	1.92	1.73
CO_2	20	2.12	1.60
CH_4	500	48	50
CO_2	500	53	49