

嫌氣的ガス発生ポテンシャルを用いた廃棄物の安定度評価手法の構築

○ (正) 石垣智基¹⁾, 加藤光¹⁾, 木村恭輔¹⁾, (正) 山田正人²⁾, (学) 澤村啓美³⁾,
(正) 宇佐見貞彦⁴⁾, (賛) 大渡俊典⁴⁾ (正) 高田光康⁵⁾

1) 龍谷大学理工学部, 2) 国立環境研究所, 3) 大阪大学工学部, 4) 八千代エンジニアリング株式会社
5) 大阪湾広域臨海環境整備センター

1. はじめに

破碎選別処理を経た廃棄物のうち、最終的に廃棄物最終処分場に埋め立てられる残さの性状は、その後の処分場管理に大きな影響を与える。埋め立てられた残さ由来の、浸出水の有機性汚濁および埋立地ガスの放出は、維持管理の長期化や環境安全性の確保の観点から、非常に大きな懸念材料となっている。中間処理の高度化に伴い、最終処分場への長期的な負荷の軽減が可能であれば、廃棄物管理システムを総合的に評価する上での大きな利点として提案できることが期待される。すなわち、処分場における長期的な挙動に影響を与える、生物分解性の有機物由来の環境負荷のポテンシャルを「安定性」と位置づけ、その評価について検討した。固形廃棄物の埋立前の段階における嫌氣的ガス化ポテンシャル評価手法としては、欧州において GB2I や BMP100 などの埋立適正度の試験方法が提案されている。しかし、我が国の廃棄物の特性や、埋立前だけではなく埋立廃棄物の評価も可能とすることを考慮した上で、固形廃棄物中の有機物の長期的な生物分解に要する期間、および潜在的な有害性や環境汚染能力を評価するとともに、埋立地の安定化進行度評価を行うことが可能な固形廃棄物の評価手法を構築する必要があると考えられる。埋立地内での微生物による埋立廃棄物の分解を想定し、嫌氣的な環境下における生物分解によるガス発生ポテンシャルを用いて、廃棄物の安定度を表現可能な評価手法を構築することを目的とした実験的検討を行った。

2. 実験材料および方法

2-1 測定試料について

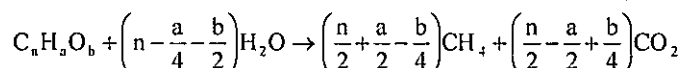
予備検討においてはモデル固形物としてセルロース粉末および木くずを用いた。その上で、実廃棄物試料として、埋立地掘削試料 (20-1~20-4) および建設廃棄物破碎選別残さ (IR-C-1,2) を評価対象として用いた。

2-2 固形物の物性評価

白磁皿に一定量の試料をはかり取り、110℃で4時間乾燥し、デシケーターで放冷した後、質量を測定し、水分率を求めた。また、同試料を800℃で2時間燃焼させ、デシケーターで放冷した後に質量を測定し、灰分率を求めた。可燃分率は固形物全体量から水分率および灰分率を差し引いて算出した。またあらかじめ乾燥および破碎した測定試料をNCH計NCH-22F(島津製作所, 京都)を用い、アセトアリニドを標準試薬として試料中のCとNの元素量を測定した。

2-3 嫌気条件下における固形廃棄物の安定度評価

200 ml 容有栓メスシリンダーにイオン交換水 100 ml を入れ、121℃, 20 分のオートクレーブで滅菌した上で測定対象試料 10 g を加え、植種菌を加えた。植種菌としては合成下水で培養した嫌気消化汚泥を用いた。50 ml 遠沈管に必要量を取り、3500×g で5分間遠心分離した上で上澄液を捨て、最終的に MLSS 濃度で 60 g/L になるよう滅菌水で調整した上で添加した。ガス採集用ステンレス管を挿入したシリコン栓で密栓し、窒素ガスで置換した上で 37℃で培養を行った。発生したガスはガス採集管からガスバッグに採取し分析に供した。また、有機物の分解量評価にあたっては植種菌の生育上で生じるガス発生量をバックグラウンド値として除くために、試料の評価と同様の調製を行った上で試料を加えないブランク試験を用意し、同時に実験を行った。試料の分解により生じたガス発生量の値と、ブランク試験との差を分解性有機物の評価に用いた。発生ガス中メタン濃度の測定には、水素炎イオン化検出器 (FID) 付きガスクロマトグラフ GC-14B (島津製作所, 京都) を用いて行った。二酸化炭素濃度測定は、低濃度の場合にはパルス放電光イオン化検出器付きガスクロマトグラフ GC-14B を用いた。また、高濃度の場合には熱伝導率検出器 (TCD) 付きガスクロマトグラフ GC-14B を用いて濃度測定を行った。有機物の嫌気性分解による分解性有機物量については、以下の Buswell のメタン発酵の理論式を用いてメタンと二酸化炭素の発生量から、分解された有機物量を求め、分解された有機物量が試料の可燃分量中に占める割合から試料の分解率を求めた。



3. 実験結果および考察

3-1 試料の性状

【連絡先】〒520-2194 滋賀県大津市瀬田大江町横谷 1-5 龍谷大学理工学部環境ソリューション工学科
石垣 智基 Tel: 077-544-7101 FAX: 077-544-7130

【キーワード】廃棄物最終処分場、嫌気性分解、ガス発生、中間処理

表 1 対象試料の物理化学的性状

	三成分			元素組成			
	水分(%)	灰分(%)	可燃分(%)	C(%)	N(%)	O(%)	H(%)
試料 20-1	26.1	67.6	6.32	42.8	0.24	40.6	16.4
試料 20-2	21.8	72.8	4.86	11.4	0.15	75.8	12.7
試料 20-3	22.4	72.1	5.50	31.4	0.24	56.4	12.0
試料 20-4	31.7	61.7	6.60	51.2	0.31	35.5	13.0
試料 IR-C-1	25.1	62.9	12.0	53.9	0.31	37.2	8.58
試料 IR-C-2	24.0	64.8	11.3	24.0	0.21	70.5	5.29

測定試料の三成分、および C、N、H、O の元素比率を測定した結果、試料 20-1 から 20-4 は、可燃分が 4.9%~6.6%と少なく、灰分が多い傾向にあることが示された。特に試料 20-2 および試料 20-3 では可燃分が少なく、灰分が多かった。一方で、IR-C-1、C-2 については可燃分が 10%を越えるなど性状の違いが示された。また、元素組成については、炭素および酸素の組成にばらつきが見られた。

3-2 嫌気条件下における固形廃棄物の安定度評価

試料の嫌気的生物分解に伴う累積ガス発生量および累積メタン発生量の評価の結果、いずれの試料においても、ガス発生量はブランク（無試料対照）よりわずかに上回るかほとんど同等であることが示された。その原因としては、固形物中に分解性有機成分がほとんど含まれていない、もしくは生物分解速度が極めて遅い成分が残存している、という以外に試料中の物質や環境が植種菌に対して悪影響を及ぼし、植種菌の活動が活発でない環境となっている可能性も考えられる。この場合においても、当該試料の有する一般的な生物分解速度を評価するという観点から、加速化の条件を検討することなく、評価を行った。培養初期においては、ガス発生が顕著でないが、培養中期からガス発生量が増加する傾向の要因としては、生物学的な阻害要因（例えば pH）に対して、植種菌の馴化過程の影響が示唆される。また、培養開始時には植種菌にとって活動の活性化が促進されない環境であったのが、時間の経過と共にサンプル内で化学反応や生物反応が起こり、環境の改善が見られたことも考えられる。いずれにしても、長期間の分解試験によって嫌気的生物分解挙動をより高精度で実施することが可能になることが予想される。反面、実験手法としては、より短期間で固形廃棄物の安定度評価を行うことが求められ、手法の改善に関する今後の検討が必要である。

メタン発生量から評価した分解率、メタン生成速度およびガス発生が終了するまでに要する時間を推定した。得られた数値の絶対的な評価は、次年度以降の研究の蓄積が必要であるが、今回得られた結果の相対的な評価より、有機物のガス化可能量（メタン発生ポテンシャル）が 10^{-4} L/kg オーダーのものを中程度、また嫌気生分解速度が 10^{-7} g/day 程度のものを中程度、と暫定的に評価すると以下のように区分された。すなわち、ガス化有機物の残存量が中程度で嫌気生分解速度が中程度の試料（試料 20-1 および試料 20-2）、嫌気生分解速度は中程度であるがガス化有機物の残存量が多く、そのためガス化に要する年数がやや長く見積もられた試料（試料 20-3）、ならびにガス化有機物の残存量は少ないが、嫌気生分解速度が遅いためにガス化に要する年数が長く見積もられた試料（試料 20-4、IR-C-1、IR-C-2）である。埋立地内での固形物中残存有機物量の評価が可能であることが確認され、中間処理の実施によって嫌気的にガス化可能な成分が相対的に削減されることが推測された。結果の代表性と解釈の妥当性に関する検証は今後の課題であるが、方法論として評価の方向性は示されたものと考えられる。

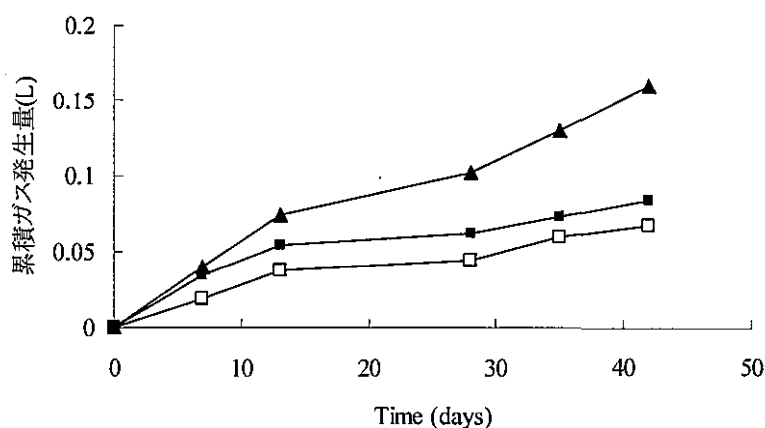


図 1 嫌気的ガス発生試験の一例、▲: 20-2, ■: 20-3, □: ブランク

4. 結論

埋立地内での微生物による埋立廃棄物の分解を想定し、嫌気的な環境下における生物分解によるガス発生ポテンシャルを用いて、埋立廃棄物の安定度を表現可能な評価手法を構築することを目的とした実験的検討を行った。実廃棄物を対象とした場合でも評価が可能であることが示され、元素組成およびメタンガス発生量を元に、ガス化終了までに係る年数を算出し、その相対的な比較に基づく予測が可能であることが提案された。

謝辞：本研究の一部は環境省廃棄物処理等科学研究費補助金 K1912 および K2058 の支援を受けて行われた。