

3. 3 ガス発生非増加基準（一般廃棄物、管理型、安定型） **最終案**

3.3.1 ガス発生に関する廃止基準

基準省令第1条第3項第七号には、「埋立地からガスの発生がほとんど認められないこと又はガスの発生量の増加が二年以上にわたり認められないこと。」とある。これらは、一般廃棄物最終処分場、管理型最終処分場及び安定型最終処分場に示されている廃止基準である。「**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の運用に伴う留意事項**について（付録E）」¹⁾のうち「Ⅲ 一般廃棄物の最終処分場の廃止基準、8 ガスの発生（第一条第三項第七号（一般廃棄物最終処分場）と第二条第三項二号柱書き（産業廃棄物安定型最終処分場）」を次に示す（以下、留意事項①～⑦と示す。）。

1) 一般廃棄物最終処分場ならびに産業廃棄物管理型最終処分場

- ①廃止の確認の申請の直前にガスの発生がほとんど認められないこと、又は廃止の確認の申請の直前 2年間以上にわたりガスの発生量の増加が認められないことを確認すること。また、ガスの発生量に係る測定の結果には、埋立終了後に実施されたものが含まれている必要があること。
- ②埋立地からのガスの発生は気圧の影響を受けることから、**測定は曇天時に行うなど気圧の高い時を避け、かつ各測定時の気圧ができるだけ等しく**なるようにすること。
- ③ガスの発生量の測定は、第1条第2項第16号の規定による通気装置等から適当な箇所を選定し、流量の測定を行うこと。このほか、埋立地上部の植物の枯死や目視によりガスの発生が認められるなど埋立地からガスが発生している可能性があつて付近に通気装置等がない場合は、そこに採取管を設置して測定すること。
- ④流量の測定の方法は、超音波流量計、熱式流量計を用いる方法によるほか、透明な管を通気装置等に接続し、煙等を吹き込み、その管内の移動速度を測る方法もあること。なお、熱式流量計については、メタンガスによる爆発のおそれがある場合には防爆型の計器を用いること。
- ⑤測定の頻度は、ガスの発生が認められた場合は原則として3か月に1回以上とすること。
- ⑥このほか、ガスの採取地点の選定に当たっては、「**廃棄物最終処分場安定化監視マニュアル**（付録F）」（平成元年11月30日付け環水企第311号環境庁水質保全局企画課海洋汚染・廃棄物対策室長通知の別添。）を参考にすること。

2) 産業廃棄物安定型最終処分場

- ⑦安定型最終処分場のガスの発生（及び埋立地の内部の温度）については、それぞれⅢの8（上記の①～⑥）（及び9）に準じて取り扱うものであること。ただし、ガスの発生量（又は埋立地の内部の温度）の測定の場所は、基準省令第2条第1項第3号ハの規定により設置された**浸透水採取設備等から適当な箇所を選定**して行うこと。

3.3.2 概説

1) 「廃止基準」の整理

基準省令においては、具体的な事項はほとんど定められていない。すなわち、「埋立地からガスの発生がほとんど認められない」の記述では、対象とするガスの種類、ガスの発生の調査方法、「ほとんど認められない」とする評価基準などが示されていない。また、「ガスの発生量の増加が2年以上にわたり認められないこと」の記述でも、対象とするガスの種類、ガスの発生量の実施可能な調査方法、増加の評価基準、「増加しないことと発生量との関係」などが示されていない。許容できる発生量の目安が示されていない。

本章では、ガスの発生からみて、「埋立廃棄物の安定化」及び「生活環境保全上の支障」について、現時点で明らかな範囲で整理する必要がある。なお、ガスの「発生」は基準省令で記されている言葉であり、ガスが生成 (generation) する現象を意味する。他方、ガスの発生は「移動 (release)」や「放出 (emission)」として間接的にモニタリングできることから、本章ではガス調査に関する記述を「放出」とする。

2) 埋立地ガスについて

埋立地から放出されるガスは、メタン、水素及び炭化水素等の可燃性成分による爆発や火災の誘因、硫化水素、アンモニア等の悪臭成分による生活環境や健康への影響、一酸化炭素、水銀、揮発性有機化合物等の有害成分による健康影響等の様々な点から十分な管理が求められる。これらの成分はすべて廃棄物中に含まれていた物質が生物化学的あるいは物理化学的な変換を受けて生じたものである。有機物に含まれる炭素成分は微生物分解によって、好気性条件下では二酸化炭素、嫌気性条件下では二酸化炭素とメタンへと最終的には変換されることが知られている。有機物が埋め立てられた埋立地においては、微生物分解に伴うガス（バイオガス）の発生量が多いこともあり、メタン及び二酸化炭素を主成分とするガスが長年指標とされてきた。近年は埋め立てられる廃棄物や埋立地管理方法の工夫によって、必ずしもバイオガスを観測していれば安全性が担保される状況ではなくなっている。たとえば有機物の嫌気性分解では水素が発生することも知られているほか、有機性炭素の生物分解に際しては一酸化炭素が最終産物となることもある。物理化学的な影響としては、埋立層内の高温化による液相や固相に存在している成分がガス化して埋立地ガスとして放出されることなどが一例である。埋立地ガスの性状について把握しておくことは、多岐にわたる安全性を評価する上できわめて重要な意味を持つ。

実際に埋立地で観測されるガスは、埋立層で変換反応や相移行してガスとなった成分のみで構成されていることは稀であり、様々な経路で侵入した大気と混合することが知られている。埋立地内部への大気の侵入機構としては、風や気圧等の気象条件や自然条件下での拡散に基づいて法面、表層覆土及びガス抜き管と碎石層を含めた通気装置の開口部からの侵入、ならびに準好気性埋立のメカニズムによる侵入が考えられる。表層覆土や通気装置の開口部からの大気の侵入は埋立地ガスの放出量が多い時にはほとんど無視できるが、廃止が近づきガス放出量が減少すると影響が大きくなる。たとえば、管内の測定深度が同じであっても、経年的に徐々に大気の影響を受けてしまうことなどが起こりうる。法面で受ける風によって輸送される大気は立地や風向きによっては大きな影響を受ける。埋立層への空気の供給という点では、埋立層内部での反応経路や速度を大きく変えることから、埋立地ガスの放出量や組成に影響する。一方で、法面付近のガス抜き管にも直接侵入して埋立地ガスを希釈する可能性もある。そのため、法面付近の観測地点においては常に大気侵入の影響を受けたガスを観測していることに留意する必要がある。また、埋立層内の分解性有機物の分布や通気性の不均一性、さらに、経時的な埋め立ての進行などの理由により、埋立層内でのガス発生速度やガス濃度は空間的に不均一であることも留意しなければならない。この他、焼却灰など

アルカリ性の廃棄物が埋め立てられている場合に、二酸化炭素が吸収され、埋立地ガス中のメタン割合が極端に大きくなることもある。

旧来の衛生埋立などの通気装置を有しない嫌気性の埋立地では放出するガスはほぼ埋立内で有機物が分解して発生したガスである。準好気性埋立構造を有する埋立地では、埋立層へ空気が主に、浸出水集排水管及びガス抜き管（通気装置等）から侵入する。保有水が十分に排水され、浸出水集排水管が冠水していなければ、ガス抜き管でのガスの流れは、埋立層内で微生物の活動に伴う発熱による温度上昇のため外気との密度差が発生し、圧力差によって上部へ流れ、その結果、浸出水集排水管の大気開放部から空気が流入する。これは廃棄物中の物質変換が活発な際によく観測される現象であり、この期間において、ガス抜き管出口から放出されるガスは、流入した大気と埋立層内で発生したガスの混合したものとなる。また、これら浸出水集排水管、ガス抜き管からの空気の侵入により、これらの管を中心に埋立層内に好気性領域が生じ、そこでは二酸化炭素の発生が大きくなるため、埋立地ガスのメタンに対する二酸化炭素の濃度比が大きくなる。なお、通気装置等の閉塞が生じた場合は、空気の移動が遮られ、酸素供給量の減少により埋立層内は嫌気性となる。閉塞の原因には、管の破損や変形²⁾、廃棄物や微生物膜などによる目詰まり、保有水（浸出水）の内部貯留などが考えられる。その場合、埋立地ガス放出量の正しい計測ができなくなり、廃止の判断を誤る可能性がある。

廃止が近づいてきた状況においては、埋立地内の物質の変換反応が鈍化し埋立層と外気の温度差も小さくなるため、浸出水集排水管及びガス抜き管を通じた埋立地ガスの放出や空気の侵入も徐々に低下する。そのため、ガス抜き管で観測されるガスの流量や組成にも変化が生じる。ガスの移動は密度差や圧力差を駆動力とした移動現象から、濃度差に基づく拡散による移動に支配されるようになってくる。ガスの放出量や濃度の減少に応じて測定地点、測定深度、及び計測に用いる機器を見直していく必要がある。

3) 「廃止基準」における「ガス発生」の意味

「ガス(の)発生」とは主として「有機物の微生物分解」に起因し、有機物の微生物分解が「生じていないか、ほぼ終了している」状態を施設の廃止の条件とするという考え方がひとつある。もうひとつの考え方は、最終処分場の跡地利用時に生活保全上の支障が生じない状態を、施設の廃止の条件とするものである。有機物の微生物分解に伴って生じる廃止後の跡地利用における生活環境保全上の支障の原因には、悪臭の発生、可燃性ガスの発生、害獣害虫の発生、地盤沈下、保有水水質の悪化がある。このうち、悪臭の発散防止の措置、火災の発生防止の措置、害獣害虫の発生防止の措置、保有水等水質についてはそれぞれ支障に対応した基準が設けられている。温度とガス発生は有機物の微生物分解が生じている程度を見極めるための総括的な指標の位置づけと考えられる。ガス放出については、悪臭や植栽などの枯死、可燃性ガスの滞留による爆発や火災事故など、生活環境保全上の支障の原因としての位置づけも考えられる。これらの支障を防止するためには、可燃性ガスの発生指標となるメタン及び水素、悪臭ガスの指標となる硫化水素やアンモニアに対して、廃止後に許容できる濃度や放出量の判定方法あるいは考え方を具体的に設けるべきである。

埋立地からのガス放出量が容易に観測できるほど大きいと、有機物の活発な微生物分解が進行中のまま廃止してしまうことになり、保有水の水質悪化などの周囲生活環境への支障や悪臭発生や火災などの跡地利用時の支障が生じるおそれ大きい。

したがって、「ガスの発生量の増加が認められない」との表現は、廃止後の跡地利用時に支障が生じない程度に「ガスの発生量が十分に小さく」かつ「ガス発生量の減少が認められる」時に廃止できると読む必要がある。

4) 判定基準について

ガスの放出量については、埋立地において嫌気性と好気性両方の条件下で有機物分解が生じることから、バイオガスであるメタンガスと二酸化炭素ガスの合計（以下、ここでは埋立地ガスと示す。）量を測定するのが良い。ガス量の測定法には留意事項④に示された方法がある。埋立地ガス放出量の判定基準は、ガス流量測定法（熱線式風速計）において、直径 200mm のガス抜き管でガス流速 0.01m/秒（通常の測定器の下限）とし、メタンガスの爆発限界値 5%としたときに、メタンガス放出量は 1L/分になる。埋立地ガス放出量は、メタンを主に考えるが二酸化炭素も含んだバイオマスガス全体で 1L/分と設定される。また、埋立廃棄物量当たりの埋立地ガス放出量、あるいは通気装置等の面積当たりの埋立地ガス放出量で判定する考え方もあるが、本報告書では測定地点 1 箇所当たりの埋立地ガス放出量で評価することとした。

コラム（埋立地ガス放出量の測定範囲の目安）

欧米の混合ごみ埋立地におけるガス放出量の実測値 $0.1 \sim 10 \text{ m}^3 / (\text{年} \cdot \text{m}^3 \text{ ごみ層容積})^3$ に、ガス抜き管の集ガス範囲を半径 25m・埋立深さ 10m の円筒としたとき、管からのガス放出量は 3.7~370 L/分と計算される。一方、拡散により覆土から漏出するガス量の概算値として次のような計算がある³⁾。つまり、覆土（厚さ 1 m）の空隙率 $\varepsilon = 0.1 \sim 0.4$ （これに対応して $\varepsilon / \xi = 0.003 \sim 0.2$ 、 ξ ; 屈曲係数）、拡散係数 $D = 0.2 \times 10^{-4} \text{ m}^2 / \text{秒}$ 、覆土直下は埋立地ガスのみとして、漏出ガスフラックス = $0.005 \sim 0.4 \text{ m} / \text{日}$ となり、これが半径 25m の範囲の覆土表面から漏出すると仮定すると 7~470 L/分となる。したがって、「ガスの発生が認められない」という判定基準については、ガス抜き管を使って簡便に正確に測るとすれば、**埋立地ガス放出量 1 L/分程度が一つの目安**になる（埋立深さを 10m とし、ガス抜き管の集ガス範囲を半径 25m 円筒としたとき、 $0.073 \text{ L} / \text{日} / \text{m}^3$ となり、表面フラックス*は $0.73 \text{ L} / \text{日} / \text{m}^2$ に相当する）。

注*) 表面フラックス $0.73 \text{ L} / \text{日} / \text{m}^2$ を分単位に換算すると $0.51 \text{ mL} / \text{分} / \text{m}^2$ になる。

気圧の変動によって発生したガスの放出点は移動するので、埋立地ガス放出量の測定では天候を考慮する必要がある。細見らによると⁴⁾、観測値の統計解析から平均として 1 hPa の気圧変化によってガス放出量は $0.06 \sim 0.07 \text{ L} / \text{分}$ 変化するという結果が得られている。長森らによると⁵⁾、ガス抜き管からの埋立地ガス放出量の変動は大きく、同一ガス抜き管で同一調査日であっても $4.8 \sim 380 \text{ L} / \text{分}$ と 2 桁の差が観測された事例があり、1 時間当たり $\pm 1 \text{ hPa}$ 以下の僅かな気圧の変動が要因の一つとしている。なお、**気圧の上昇時にガス放出量は減少し、気圧の下降時にガス放出量は増加する傾向にあり、気圧変化からガス放出量の変化まで時間差がある場合もある。**このほか、埋立地ガスの放出は気温、降水、風などの気象の影響を受ける。埋立地ガス放出量の測定に当たっては、気圧の上昇時のみの測定を避け、ガス放出量はできる限り長時間測定するとともに、測定時の気圧、気温、降水量、風速などの気象データも入手して、測定値の連続性を確認すべきである。できる限り長時間とは、気象及びガス流速データの変動を把握することが重要であり、測定地点（数）との兼ね合いもあるが、15 分程度は必要であると考える。

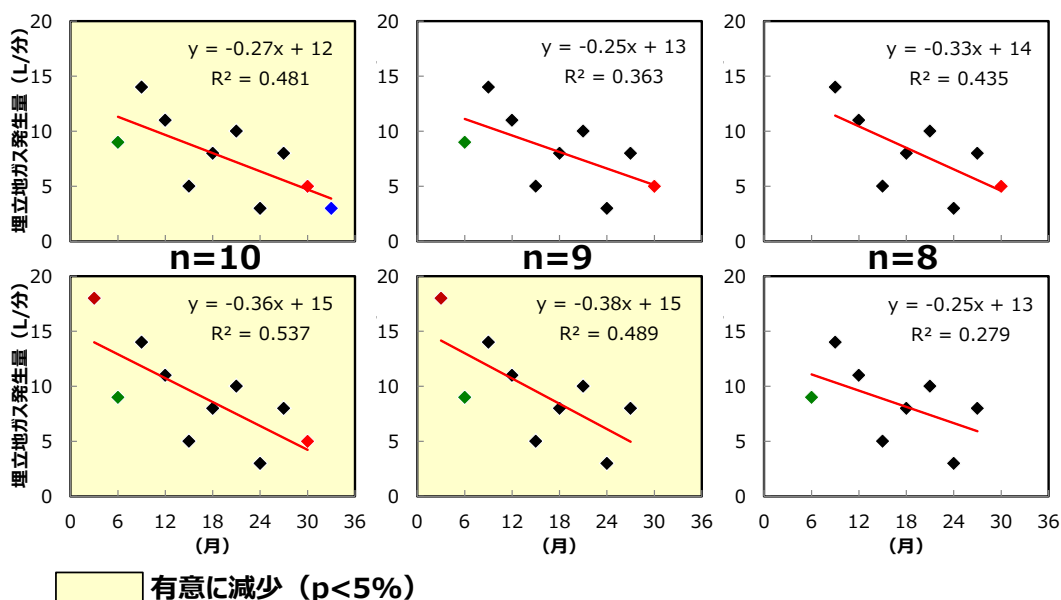
また、「ガスの発生量の増加が認められない」とは、2 年間以上計 8 回以上の測定値について、線形回帰式における測定時間に対する埋立地ガス放出量の低下傾向が有意水準 5%（片側）で認められる、すなわち減少傾向が統計的に有意であることとする。ただし、8 回測定で 0.62 以上、12 回測定で 0.50 以上の相関係数が必要であり、特にばらつきの大きい埋立地ガス放出量の測定は 8 回より回数が多いほど低下傾向が認められやすくなる（図 3.3-1）。

跡地利用において「生活環境保全上の支障がないこと」を確認するためには、埋立地ガスに含まれる可燃性である水素やメタンガス、悪臭の原因である硫化水素やアンモニアの濃度も考慮する必要がある。爆発・発火の下限値⁶⁾は、大気圧、20°Cにおいてメタン-空気混合物は約5%、水素-空気混合物は約4%である。

硫化水素ガスは1～2ppmvという極低濃度で微かに臭気が認められる。管理型産業廃棄物最終処分場、一般廃棄物最終処分場、及び安定型廃棄物最終処分場のいずれの廃棄物最終処分場でも硫化水素ガス発生条件(①嫌気性、②硫酸イオン、③有機栄養、④硫酸還元菌)が成立する可能性がある。したがって、**悪臭発生や周辺農地や林地における植物の枯れといった環境問題を起こさないことを確認して廃止するために、メタンガス測定時に併せて硫化水素ガス濃度を測定することが望ましい。なお、硫化水素ガスの許容濃度5ppmvを超えてはならず、作業環境管理濃度の1ppmv以下が望ましい。**

緑地などの跡地利用であれば、埋立地ガス放出量は草木が枯れない程度であればよい。ガスが滞留する構造物を設置する跡地利用ならば少量でも爆発や火災の危険がある。廃止の可否は2年以上の廃止モニタリングでは上記の基準でガス放出量の低下から判断することとし、それ以降の支障の防止は跡地利用(形質変更)時において配慮する必要がある。また、建造物等を設置する地表面からの埋立地ガスの放出量はガス抜き設備や最終覆土の施工方法によって変わることから、廃止後における埋立地ガス放出量は地表面フラックスの測定で確認すべきである。なお、埋立中・終了に限らず、維持管理においても、埋立地の健康診断の意味合いでガス組成や埋立地ガス放出量を測定することにより、廃止に向けて理解を深めることは重要である。その際は、産業廃棄物最終処分場維持管理マニュアル⁷⁾などを参考にすると良い。

図 3.3-1 埋立地ガス放出量の経月変化(例)



5) 測定方法について

通気装置等(ガス抜き管)及び採取管(場内観測井など)における埋立地ガス放出量の測定は、留意事項④に示される幾つかの方法があるが、本書においては**熱線式風速計を用いる方法を推奨**する。安定化監視マニュアル(付録F)でフロート式流量計(石鹼膜流量計)等も紹介されているが、ガスの流れに抵抗を与える測定法であり、埋立地ガス放出量が過小評価されるため推奨できない。やむを得ず、フロート式流量計等を使用する場合には、熱線式風速計での結果との比較を含めた検討を十分に行う必要がある。また、

通気装置等におけるガス流れが上部から下部に向かうこと（負の流量）があるため、留意事項④に示される煙等の吹き込み（スモークテスト）等によりガス流れは目視でも確認できる。なお、この他にも埋立地ガス放出量の測定として、採取管を用いたチャンバー法、地表面ガスフラックスのチャンバー法、渦相関法などの全フラックス計測法など、小さい埋立地ガス放出量を測定可能な方法がある。

埋立地ガス放出量の標準的な測定手順を 図 3.3-2 に示す。**管の中心部のガス流速を測定し、管断面積より流量を求め、同時に埋立地ガス組成（体積濃度）を測定し、流量と濃度を掛け合わせて（二酸化炭素ガス放出量+メタンガス放出量）=埋立地ガス放出量 [L/分] を求める。**ガス流量=埋立地ガス放出量としない理由は、日本の多くの最終処分場のガス抜き管は浸出水集排水管と連結されていて、ガス抜き管に空気が大量に侵入するからである。なお、管内の埋立地ガスの流れは乱流であることが多いため、管中心部のガス流速を代表値として良い。ただし、ガス放出量が少なくなると層流になる場合があり、ガス放出量が高めに見積もられる可能性がある。**ガス抜き管内のガス流れは風によって影響を受けるので、強風時には測定を避けたほうがよい。また、強降雨時やその翌日などは、間隙水の増加により覆土の透気性が変化し、場合によっては水封の状態になるため、常時とは異なるガスの流れが生ずる恐れがあり、このような場合も測定を避けたほうがよい。**

埋立地ガス放出量の測定は、既設の通気装置等（ガス抜き管）で行うことが妥当である。ただし、ガス抜き管がないとき、あるいは不足であるときには、廃止の測定のために追加の採取管を設けるのが良い。その場合は 2,000～3,000m² 当たり に最低 1 箇所を目安に設置する（田中⁸⁾によれば、覆土の透気係数などの条件によるが、ガス抜き管の配置間隔は 50m 程度と示されている。指針解説⁹⁾において、ガス抜き管の配置間隔は小規模で 20～30m 程度、大規模で 40～50m 程度と示されている。)**採取管は最終覆土厚以深の部分**を有孔管とし、口径は 100mm 程度、**ほぼ埋立地底部に達する（遮水シートの破損防止のため、埋立地底部よりも約 2m 上）**までの深さとする。測定時以外は空気が入らないように開口部は密閉しておく。埋立地上部の植物の枯死や目視によりガスの放出が認められるなどの箇所がある場合はそこに採取管を設置して測定するのがよい。あらかじめ地表面フラックスチャンバー法を用いて地表面のガス放出量の分布を求めておく方法もある。あるいは最終覆土直下に碎石などで集ガス層を設け、発生ガスを集約する採取管を設置することもよい。

ガス抜き管や採取管において、地表面近くでは管内に大気が侵入することから、大気の影響を受けない深度（管上端から 5m 以上が望ましい）で埋立地ガス組成を測定すること。また、ガス抜き管に地表面まで碎石等が巻かれている場合には、碎石からの大気の流れを防止するため、碎石部をシート等で覆う必要がある。

廃止確認のための埋立地ガス組成の測定には、基本的に**ガスクロマトグラフィー（GC）による公定法**が用いられる。メタンガス及び二酸化炭素ガス濃度が定量下限値未満の場合は、埋立地ガス放出量の算定にあたっては**定量下限値を代入することが良い**。なお、可燃性ガス測定装置（メタンガスの測定範囲 0～5.0% の機器）は酸素濃度が低い可能性のある埋立地ガスに適さないため、作業環境の安全や目安としての使用に留める必要がある。可燃性ガス測定装置で表示される LEL (%) は、可燃性ガスの爆発限界下限値（メタンの場合は 5%）を 100 としたときに可燃性ガスを 100 分の 1 で表したものであり、また、メタン以外の可燃性ガスを含めて測定するため、そのままメタンガス濃度として用いることはできない。

地表面フラックスチャンバー法を用いる場合、埋立地ガスの地表面フラックスは位置的な散らばりが大きいため、できるだけ多くの測点、少なくとも 1,000～1,500m² 当たり に 1 箇所を目安に埋立地ガス放出量を測定することが望ましい。

図 3.3-2 埋立地ガス放出量の標準的な測定手順（通気装置等：ガス抜き管、採取管：場内観測井）

I 準備

1. 直射日光や雨の影響を受けない場所に温湿度・気圧計など設置する。
2. タープ類で風と太陽光の影響を少なくする。

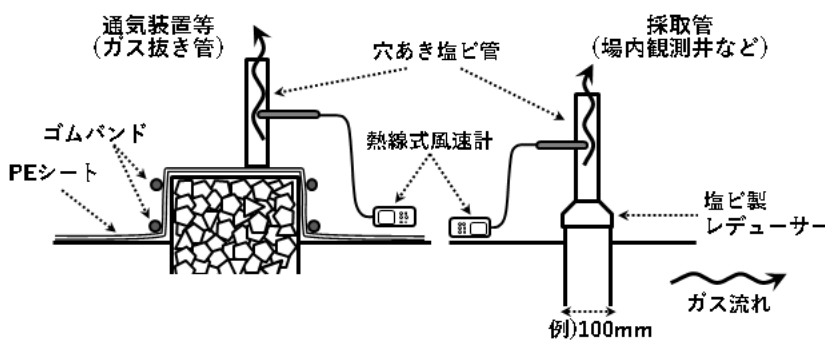
II 埋立地ガスの組成測定・ガス採取

1. 管内の水位を測定する。なお、ガス抜き管で水位が高い場合は、準好気性の機能が発揮できていない。
2. 管内のガス組成を簡易ガス測定器*で深度別に測定し、外気の影響を受けない深度を確認する（この深度における「メタンガス+二酸化炭素ガス」濃度が重要）。簡易ガス測定器が無い場合は、廃棄物層内のガスが多く出ている可能性のある高温部の深度が望ましい。
3. ガスクロマトグラフィー（GC）測定のためのガス（上述の深度におけるガス）を捕集バッグに採取する（なお、2回程度の共洗い実施後の採取が良い。）

III 埋立地ガス流量測定のためのガス流速データ取得

1. 通気装置等の地上部に穴がある場合、穴を塞いでガス漏れを防ぐ。
2. 通気装置等に穴を開け、熱線式風速計センサーを設置する（ただし、通気装置等の管径が大きい場合、塩ビ製レデューサー等でガス流れの抵抗をあまり受けない程度に管径を小さくし（Φ25mm以上）、穴あき塩ビ管を取り付け、熱線式風速計センサーを設置する。）。
3. 熱線式風速計のセンサーはガスの流れ方向に垂直に、管の中央に設置する。
4. 熱線式風速計の連続モニターをセットする。データロガーに保存できる数は限られているため、容量に応じて測定間隔等を決定する。例えば、10秒間隔の瞬時値を15分間で90データを取得することができる。

注) 簡易ガス測定器*：酸素濃度が低いガスでもメタンガスが測定可能な簡易測定器。メタンガスの測定範囲が0～5.0%の可燃性ガス測定装置は使用不可。



ガス流速の調査イメージ図

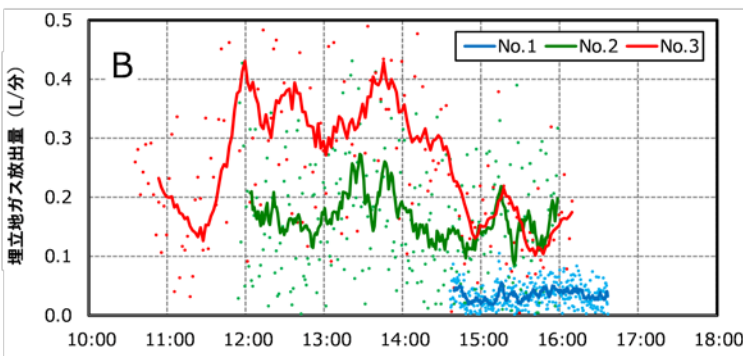
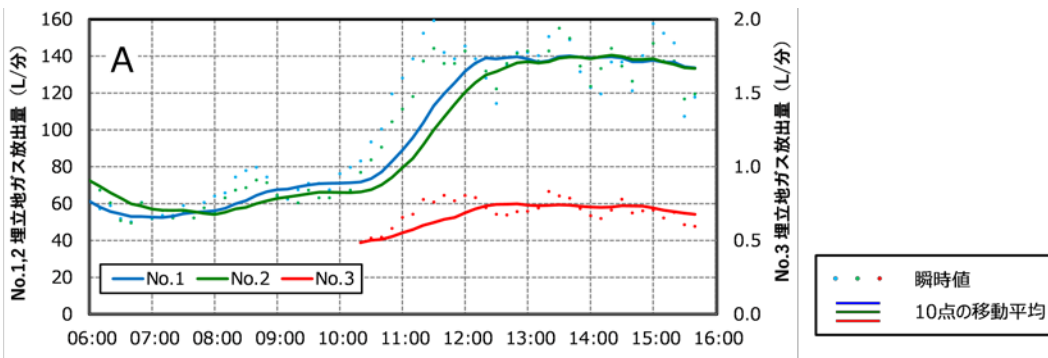


通気装置等でのガス流速の測定風景

コラム (埋立地ガス放出量の測定事例)

埋立終了後における埋立地ガス放出量の測定事例を2つ紹介する。A 処分場は汚泥や廃プラスチック類など多様な廃棄物を埋め立てた産業廃棄物管理型処分場で、深層から集めたガスを排出している2箇所ノ.1、2のガス抜き管、ならびに表層に設置した場内観測井1箇所ノ.3において調査した。B 処分場は焼却残渣及び溶融スラグを埋め立てた一般廃棄物管理型処分場で、3箇所ノ.1、2、3のガス抜き管において調査した。

図は埋立地ガス放出量に換算しているが、一日の調査においても変動が大きいことが分かる。A 処分場のガス抜き管は多くの管を連結させたもので、メタンガス濃度が高く、埋立地ガス放出量が安定して大きい。それに比べて、場内観測井ではメタンガスが低濃度で埋立地ガス放出量は小さい。他方、B 処分場のガス抜き管では、メタンガスが低濃度で埋立地ガス放出量が小さいうえに、瞬時値を見るとばらつきが非常に大きい。なお、B 処分場のメタンガス濃度は非常に低いため、簡易ガス測定器を使用した場合は定量下限値が0.1%未満であり、0.1%で計算するため、No.1、2、3の順で平均値が0.078L/分、0.24L/分、0.36L/分と少し高い値になる。



	ガス濃度 (%)				流速 (m/秒)				埋立地ガス放出量 (L/分)				
	CH ₄	CO ₂	O ₂	N ₂	最小	最大	平均	中央	最小	最大	平均	中央	
A	通気装置等No.1 (連結ガス抜き管)	81.1	7.1	1.3	10.5	0.30	1.40	0.80	0.70	45	160	97	83
	通気装置等No.2 (連結ガス抜き管)	62.9	7.1	1.1	28.9	0.40	1.70	1.00	0.90	49	160	96	91
	採取管No.3 (場内観測井)	2.6	0.25	19.4	77.7	0.54	1.30	0.87	0.88	0.49	0.83	0.69	0.70
B	通気装置等No.1 (ガス抜き管)	0.0002	0.08	20.4	79.5	0.03	1.56	0.51	0.47	0.0017	0.11	0.034	0.032
	通気装置等No.2 (ガス抜き管)	0.0002	0.22	19.8	80.0	0.02	2.31	0.88	0.87	0.0028	0.43	0.17	0.16
	通気装置等No.3 (ガス抜き管)	0.0014	0.25	19.2	80.5	0.02	3.50	1.21	1.08	0.0043	0.75	0.26	0.23

3.3.3 測定方法と判断フロー

1) 測定地点 (数)

- ・通気装置等 (ガス抜き管)、採取管 : 2,000~3,000m²あたりに最低1箇所を目安
- ・地表面チャンバー : 1,000~1,500m²あたりに最低1箇所を目安
- ・測定地点数の合計は最低でも3箇所以上
- ・通気装置等が目安よりも多い場合、全孔調査を実施したのち、埋立地ガス放出量の多い地点を選定

2) 測定方法

- ・埋立地ガス放出量の標準的な測定手順 (図 3.3-2)
- ・ガス組成: 原則としてガスクロマトグラフィー (GC) 法
- ・ガス流量: 通気装置等を用いる場合、原則として熱線式風速計法
- ・通気装置等を用いる場合、15分間以上の測定の平均値で評価
- ・地表面フラックスチャンバー法の詳細は参考文献¹⁰⁾等を参照

3) 測定項目

- ・埋立地ガス組成: メタン、二酸化炭素、水素、酸素、窒素 [%]、硫化水素 [ppmv]
- ・管 (通気装置等、採取管、流量測定用穴あき塩ビ管*) の中心部のガス流速 [m/秒]
- ・管断面積算出のための管径 [m]
- ・埋立地ガス放出量 [L/分] の計算は以下のとおりである。
管中心部のガス流速 [m/秒] × 管断面積 [m²] × (二酸化炭素ガス濃度 + メタンガス濃度) [%]
× 60 [分/秒] × 1000 [L/m³]
ただし、ガス濃度が定量下限値未満の場合、定量下限値を代入する。

4) 測定頻度

- ・廃止申請前 (大きな改変があれば、改変後) 2年以上にわたり3か月に1回以上、かつ、2年間以上計8回以上
- ・2年以上のうち埋立終了後のデータを含むこと
- ・年4回以上のうち夏期 (7~8月) の測定データを含むこと

注) 流量測定用穴あき塩ビ管*: 図 3.3-2参照

5) 判定フロー

I. 管理型・一般廃棄物最終処分場

埋立地ガス放出量（ここではメタンガス放出量と二酸化炭素ガス放出量の合計と定義）について次の点を確認する。

1. 廃止申請前（大きな改変があれば、改変後）2年以上にわたり3か月に1回以上、2年間以上計8回以上測定されているか（埋立終了後のデータを含んでいること）。また、その年の夏期（7～8月）の測定データが含まれているか。
2. 測定地点は、おおむね 2,000～3,000m²に1箇所以上設定されているか。ただし、地表面フラックス調査については、1,000～1,500m²あたりに最低1箇所を目安とする。測定地点を選定している場合、埋立地ガス放出量の多い地点において測定されているか。管の変形、廃棄物や微生物膜などによる目詰まり・水没による閉塞が測定地点に含まれていないか。
3. 測定法は適正か。埋立地ガス放出量の測定下限値が約 1L/分以下であるか。
4. 埋立地ガス放出量を測定している前後の気象データ（気圧、温度、降雨量、風速など）が添付され、それらの変化を確認できるか。なお、降雨時や強風時は測定を避けることが望ましい。
5. 必要なデータとして、投入廃棄物の量と組成及び埋立構造・保有水集排水管の状況（水没しておらず、開放系になっているか等）を参照する。



以下の2項目のうち、どちらかを満足しているときに廃止基準を満足する。

1. 全ての通気装置等（ガス抜き管）や採取管（場内観測井など）で、埋立地ガス放出量が測定下限値以下である。測定下限値の目安は 1L/分である。一方、地表面ガスフラックス測定点で、埋立地ガス放出量が約 0.6mL/分/m²（メタン：約 0.1mL/分/m²、二酸化炭素：約 0.5mL/分/m²）以下である。
2. 埋立地ガス放出量が測定下限値よりも大きい場合、測定時間対埋立地ガス量の相関係数が有意水準5%（片側）で有意と判定される（減少傾向が統計的に有意である）。なお、測定下限値以下のデータが含まれていることが望ましい。

II. 安定型最終処分場

1. 搬入廃棄物に関する維持管理記録等から安定型廃棄物以外の廃棄物が入っていないことを確認する。



2. 「I.管理型・一般廃棄物最終処分場」の判定フローに準ずる。



3. なお、安定型最終処分場には通気装置等が設置されていない場合が多いため、縦型の浸透水採取設備が存在する場合はそれを通気装置等に読み替えることができる。ただし、浸透水採取設備と通気装置等とは構造が異なり、埋立地ガスが適切に捕集されているとは限らないので、ガス放出量が適切に測定されているかどうか確認する（ストレーナーの位置や水没の有無など）。

3.3.4 被覆型最終処分場の廃止

被覆型最終処分場で、「腐敗せず、かつ、保有水を生じない一般廃棄物のみを埋め立てるもの」については、このガスに関する廃止基準は適用されない。しかし、「腐敗せず、かつ、保有水を生じない一般廃棄物のみを埋め立てるもの」以外の廃棄物を埋める場合にはこの基準が適用される。さらに、一般廃棄物の最終処分場の維持管理の技術上の基準には、「前項第五号ニただし書に規定する埋立地については、同号イ(1)(イ)から(ハ)までのいずれかの要件を備えた遮水層に不織布を敷設したものの表面を土砂で覆った覆い又はこれと同等以上の遮水の効力、遮光の効力、強度及び耐久力を有する覆いにより閉鎖すること（基準省令第一条第2項十七号）。」とあるので、埋立終了の届出は通常最終処分場と同じ扱いである。なお、被覆施設を残したまま廃止する場合も、ガスに関する廃止基準は適用されるため、ガスの調査方法については実状に応じて考える必要がある。埋立跡地に既に建造物があるため、前述のガス測定に加えて、ガスの滞留しやすい箇所への対応が求められる。

3.3.5 廃止時の留意点

1) 跡地利用における爆発防止

3.3.2 で述べたように埋立層内でのガス濃度は空間的に不均一であり、部分的に覆土直下のメタンガス濃度が高い場合もあるため、跡地利用において特にガスが貯まるような構造の建造物等を設ける場合には、形質変更時にさらなるガス抜き設備を設けるとともに、利用している最中にも定期的にメタンガス濃度を測定し、必要に応じてガスセンサーの設置や換気などの対策を講ずる。「廃止≠ゼロリスク≠何もしない」でないことを理解し、メタンガス放出の可能性がある閉鎖空間においては、ガスセンサーの設置や換気対策を行うなどのリスク管理が必要である。

2) 資料保存の重要性（第5章にも掲載）

廃止後も設計書、埋立廃棄物、測定データなどの資料を保存することが望ましい。廃止を許可する者は、施設管理者に対してデータの重要性を説明し、資料の保管を促す必要がある。廃止の許可及び区域指定をした後に、跡地利用あるいは形質変更時に爆発事故があった場合などは責任問題になる可能性がある。

3) 埋立廃棄物の種類の違いによるリスクの把握

考えられるリスクについては、事前に把握する必要がある。たとえば、石膏ボードを含む廃棄物が埋め立てられている場合には、硫化水素ガスが発生する最終処分場が多い。厨芥類など易分解性有機物を多く含む場合には、安定化が進んでも埋立地ガス放出量は小さくないため、閉鎖系領域にメタンガスが滞留する可能性がある。埋立廃棄物に焼却灰が多い場合には、埋立地ガス放出量は小さいが、層内で固まって透水性が低くなるため宙水が生まれ、嫌気性領域が局所的に発生する可能性がある。また、飛灰（焼却施設の排ガス処理で過剰に消石灰を噴霧した場合）が多く含まれると、カルシウムスケールにより保有水集排水管などが目詰まりする可能性がある。

3.3.6 跡地形質変更制度への対応

1) 形質変更ガイドライン¹¹⁾におけるガス基準

埋立地ガスに含まれるメタンガスは放出量が小さくても閉鎖空間に蓄積すれば燃焼や爆発を引き起こす濃度（5%）に達しうる。したがって上記で判定基準として設定した埋立地ガスの放出量は、公園利用など表面が常時開放された利用形態に即したもので、建造物の設置など全ての跡地利用に対応したものではない。

廃止確認がされた最終処分場に対して、都道府県知事等は、廃止届出台帳や許可申請書等を参照して、指定区域を指定するとともに台帳を作成する。指定区域となった最終処分場の跡地を利用する場合には、「最終処分場跡地形質変更に係る施行ガイドライン」が適用される。ガイドラインには、当該土地の形質の変更をしようとする場合（軽易な行為等を除く）は、予め土地の形質の変更によって生ずる生活環境保全上の支障の程度を把握しなければならず、廃棄物の種類、施設の構造、施設の位置や構造等を把握できる資料、水質・ガス等の測定結果等の事前情報の収集や、必要に応じた現地調査を行うとされ、生活環境保全上の支障の程度に応じて適切な環境保全対策やモニタリング計画等を策定する必要性が記されている。ガイドラインにおいて可燃性ガス等の発生基準は、メタンガスは5%を下回っていても着火すれば燃焼し、酸素濃度が低い場合や硫化水素ガスが発生する場合は利用住民や施工時に酸欠・中毒等を起こしかねないことから、**可燃性ガスが発生しないという条件の目安を、メタン1.5%、二酸化炭素1.5%、酸素18%、硫化水素10ppmv**としている。

以上のように廃止の判定は、跡地利用時において発生ガスに起因する最低限の生活環境保全上の支障を防止するものであり、実際の利用時（形質変更時）に利用形態に応じた適切な対策を講ずるべきものである。

2) 埋立跡地の土地利用

埋立跡地の指定区域の指定ならびに公表制度の創設により、指定区域届出台帳に掲載された土地を形質変更する場合には利用計画と環境への影響の程度が確認される。しかし、**最終処分場の廃止は土地の安全性を担保したわけではなく、あくまでも形質の変更を行わない限り生活環境に支障がないことを念頭にして土地利用を図る制度**であり、安易な宅地化を図るべきではない。なお、跡地の利用方法は、国内自治体を主体とした最終処分場管理者に対するアンケート¹²⁾では、運動施設、太陽光発電所、多目的広場、公園、災害廃棄物の仮置き場の順で、跡地利用していない主な理由は、土地の地理的な条件で経済性に乏しいことであった。関東・東海地方など跡地利用率の高い場合は、都市計画や地域計画を考慮した収益を伴った跡地利用が進んでおり、地域や事情によって土地利用は異なると思われる。

<参考文献>

- 1) 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の運用に伴う留意事項について、平成10年7月16日、環水企301・衛環63（各都道府県・各政令市廃棄物主管部(局長)あて環境庁水質保全局企画課海洋環境・廃棄物対策室長・厚生省生活衛生局水道環境部環境整備課長通知）、<https://www.env.go.jp/hourei/11/000018.html>
- 2) 三橋実季、竹崎聡、柴田健司、吉田英樹、ガス抜き管座屈状況とそのメカニズムの推定、第32回廃棄物資源循環学会研究発表会講演集、pp.329-330（2021）
- 3) 李海承、北海道大学大学院博士論文、p.183（1996）
- 4) 細見正明、佐々木祐治、白井規善、井上元、小林守、廃棄物埋立処分地からのメタン放出量と気象条件との関係、廃棄物学会論文誌、Vol.3、No.4、pp.71-77（1992）
- 5) 長森正尚、山田正人、埋立終了した管理型産業廃棄物最終処分場におけるガス放出量と気圧の関係、

- 廃棄物資源循環学会論文誌、Vol.33、pp. 193-203 (2022)
- 6) 日本化学会、改訂三版化学便覧基礎編、(株)丸善 (1992)
 - 7) (公社)全国産業資源循環連合会、改訂版産業廃棄物最終処分場維持管理マニュアルー廃棄物の適正処理と環境に安全な最終処分場の運営のためにー、pp.127-130 (2020)
 - 8) 田中信壽、環境安全な埋立処分場の建設と管理、p. 75、p. 172、技報堂出版 (2000)
 - 9) (財)全国都市清掃会議、廃棄物最終処分場指針解説、pp. 210 (1989)
 - 10) 山田正人・関東処分組(最終処分場研究会)編著、廃棄物最終処分場のための現場調査法：現場屋がつくった現場調査法、p.130-131 (2016)
 - 11) 廃棄物最終処分場跡地形質変更に係る基準検討委員会、最終処分場跡地形質変更に係る施行ガイドラインについて、平成17年6月6日、環廃対001・環廃産001、<https://www.env.go.jp/hourei/11/000146.html>
 - 12) 坂本篤、薦田敏郎、工藤友康、庄司茂幸、石井一英、アンケートによる最終処分場の跡地利用に関する動向調査、第28回廃棄物資源循環学会研究発表会講演集、pp. 449-450 (2017)

【他の章へ】

A) 集水ピット内の浸出水の滞留対策

最終処分場の底部よりも水処理施設が高い位置にある場合には、浸出水が集水ピットのポンプを經由して浸出水処理施設に送られる構造になっている。廃止ができたとしても、このままの状態のままにすると、浸出水が埋立層内に徐々に滞留されることになる。浸出水の内部貯留は、①埋立層内を嫌気状態に変化させメタンや硫化水素ガス発生を引き起こしたり、堰堤や遮水シート等の構造物に負荷をかけ崩落や破損を招いたりする。

対処方法としては、①廃止後も集水ピット内の浸出水を定期的に排水する、②集水ピットに集まる浸出水を自動的に系外に放出させる等が考えられる。対処方法の決定は、廃止申請時に最終処分場設置者と都道府県知事等の合意が必要である。