

令和5年度第3回処分場早期安定化分科会議事録

日 時：令和5年7月24日（月）13:30～16:30

場 所：全国産業資源循環連合会会議室（ZOOMによるWEB会議）

出席者：都築建（部会長：都築鋼産株）、澤田裕二（副部会長・座長：株フィルテック）、野原雅浩（副座長：有オー・エス収集センター）、穂積篤史（副座長：都築鋼産株）、山中裕史（株東立テクノクラシー）、杉田昭義（杉田建材株）、海老原正人（杉田建材株）、富澤雅三（杉田建材株）、上遠野浩樹（ひめゆり総業株）、水澤聖（ひめゆり総業株）、本郷和広（ひめゆり総業株）、川奈舞（環境開発株）、菊池忍（仙台環境開発株）、岩渕裕紀（仙台環境開発株）、久保直行（株平成開発）、小野佳弘（株西日本アチューマツトクリーン）、小城戸秀明（ダイユウ技研土木株）、首藤聖司（株東部開発）、篠原隆行（株篠原建設）、下田勝（株大日産業）、瀬戸口正海（鹿島環境エンジニアリング株）、古閑貴浩（鹿島環境エンジニアリング株）、橘知明（株富山環境整備）、東條智之（東條商事株）、中川和也（住吉工業株）、安村政彦（住吉工業株）、松野真士（住吉工業株）、藤田浩二（株あいづダストセンター）、松本明利（大栄環境株）、玉木信吾（株タケエイ）、宮後靖浩（株イーアールシー高城）、森岡あゆみ（株イーアールシー高城）、森和男（大平興産株）、山田辰成（株フィルテック）、築地原康志（野村興産株）、佐藤宏士（野村興産株）

【オブザーバー】山田正人（国立環境研究所）、吉田英樹（室蘭工業大学）、石垣智基（国立環境研究所）、石森洋行（国立環境研究所）

【事務局】室石泰弘（専務理事）、日浦朋子（事業部長兼調査部長）、香川智紀（参与）

【配付資料】

議事次第

出欠表

資料1	ガスモニタリングの実施状況に関するアンケート調査結果
資料2	維持管理期間における埋立ガス調査について (室蘭工業大学 吉田先生提供資料) (分科会員限り)
資料3	ガスモニタリング実施状況 (都築鋼産・映写のみ)
資料4	ガスモニタリング実施状況 (杉田建材・映写のみ)
資料5	ガスモニタリング実施状況 (フィルテック・映写のみ)
資料6	ガスモニタリング実施状況 (住吉工業・映写のみ)
資料7	ガスモニタリング実施状況 (鹿島環境エンジニアリング・映写のみ)
資料8	廃止期間等の予測モデル構築に係る産業廃棄物最終処分場の見学及びデータ閲覧状況 (国立環境研究所 石森先生提供資料)
参考資料1	令和5年度第2回処分場早期安定化分科会議事録

1. 開会

2. 挨拶

室石専務理事が次のとおり挨拶した。

本日の分科会では各社から事例をご紹介いただく予定である。

都築部会長が次のとおり挨拶した。

お忙しい中、先生方にご出席賜り厚く御礼申し上げます。

澤田座長(副部会長)が次のとおり挨拶した。

本日ご紹介いただく事例を参考としながら、各社においてもガスモニタリング方法を検討し、分科会で共有できると良い。

3. 議事

穂積副座長が進行した。

(1) 廃止を想定した埋立ガスのモニタリングについて

1) アンケート調査結果報告

事務局が資料1を説明後、室蘭工業大学の吉田准教授が資料2を説明した。

吉田：資料1では、モニタリング頻度が月1回の施設が多い。頻度が高い施設は今後も継続して実施し、データの蓄積に勤めていただけると良い。

2) 事例発表

穂積副座長から事例紹介の趣旨について以下のとおり説明した。

実際の処分場において様々な事例があることを、廃棄物資源循環学会の先生方にご理解いただくために、アンケート調査においてガスモニタリングを実施していると回答があった5社に事例紹介を依頼した。

①都築鋼産株式会社

穂積副座長が資料3を説明し、意見交換を行った。主な意見は以下のとおり。

吉田：観測口の下部は上面が有孔の横引き管に接続されているとのことだが、横引き管の出口(両端)はどのような構造か。法面ガス抜き管などに接続されており、そこから吸排気しているのではないか。管内の温度はどの程度か。

穂積：横引き管は4本あり、それぞれの端部は閉塞し、開口部は観測口として利用している1カ所だけである。外気温33度、浸透水内温度は37度程度である。

山田(正)：温度などの急激な変化はないと思うので、これほど早く吸排気しているように見えるのは風の影響が考えられるが、風が入りそうな場所もなさそうであり、原因はよく分からない。また、上の開口部を密閉している時に流速を測定しても良いのか。

吉田：紹介いただいた測定方法は非常に興味を持った。上部を密閉すると流速は止まる。流速は基本的には解放した状態で測定する必要がある。吸排気時のそれぞれの流速については個人的にも関心がある。流向の測定は難しいため、スモークテスターを用いて確認する場合もある。排気時は埋立ガス組成を測定できるが、吸気時は空気組成しか測定できない。長い期間測定し、平均化しないと評価は難しい。

穂積：ガスが発生している時の流速を測定する必要があると認識していた。ガスの濃度と流速を同時に測定する必要はないのか。測定深さはどの程度の地点が望ましいのか。

吉田：ガス抜き管が地表面から 1.5m 程度立ち上がっている場合では、GL=0m 程度までチューブを降ろして測定すれば良い。地表面から 30～50cm 程度しか立ち上がっていない場合は空気組成になってしまうため、正確な濃度は測定できない。

穂積：ガス抜き管が立ち上がってなくてもジョイントでつなぐことは可能であるため、つないだ方が良いのか。

吉田：可能であれば 1m 程度立ち上がっている状態にしておくが良い。

石垣：基本的には流速と濃度を同時に測定しない方が良い。どのような機械でもポンプで吸引する方式のため、それによる流れが生じてしまい流速を正確に測定することができず、過大評価になってしまう。流速を正確に測定するためにはガスの流れを乱さない状態で流速だけを測定した方が良い。ガス抜き管は吸排気があるため、できればログを記録できる装置を用いて長時間測定した方が良い。濃度は空気の影響を受けないような場所で測定することが重要である。

②杉田建材株式会社

富澤氏が資料 4 を説明し、意見交換を行った。主な意見は以下のとおり。

吉田：深さ 20m まで測定できる管で CO₂ が検出されたとのことだが、どの程度の深さの地点でガスを測定しているのか。

富澤：チューブの長さは 6m である。

吉田：O₂ が 1.4% 程度まで下がっている場所もあるようだ。好気性反応により CO₂ が 20% 程度出てもおかしくない。O₂ の下がり具合と CO₂ の上がり具合に整合性がないため、どちらかが正確に測定できていない可能性がある。O₂ が正確であれば CO₂ はもっと低くても良い。O₂ が下がる時には内部で反応が起きており、内部で起きている反応をうまく捉えていない可能性がある。継続的に測定しておくとうまいだろう。

海老原：浸透水採水設備の周りに栗石を巻いているために、埋立地ガスが栗石から抜けている可能性があるため、正確な測定はできないだろうという指摘を受けている。シートで覆うなどの対策を検討しているところである。正確に測定するため方法についてご指導賜りたい。

穂積：大気中の酸素濃度は 21% 程度、CO₂ 濃度は 0.4% 程度である。埋立地から発生するガスが大気と変わらない、例えば CO₂ が 0.4% 程度であればガスが発生していないと判断できるのか。

石垣：例えば 4,000ppm は 0.4% である。有機物が発酵してガスが発生している場合は、更に 2 桁多いレベルである。それに比べると 0.4% ではガスが活発に発生しているとはいえないだろう。しかし大気と比べると高いといわざるを得ない。すなわち収まってきてはいるが埋立地ガス発生は続いているという判断になる。計測器の検出限界に近いレベルで測定している場合や、吸排気など測定タイミングも影響する。計測している中で唐突に高くなっているように見えてしまうこともある。様々な変動をうまく把握できているかどうかを確認することが重要である。夏季に高い傾向があるとか、それぞれの測定地点による変化などを確認できてい

ると良い。そのためには継続的に測定することと、毎回同じ条件で測定する工夫をしておくが良い。

山田（正）：O₂は低いそれを補償するガス成分がないというのは説明ができない。それはN₂かもしれない。費用はかかるが一度ガスクロで分析してガス組成のバランスを確認してみると説明ができるのではないか。

吉田：焼却灰を埋め立てている管理型では、CO₂は吸収されるのでN₂とCH₄だけという事例もあるが、安定型では、CH₄とCO₂はある程度のバランスで発生しているはずである。

③株式会社フィルテック

山田（辰）氏が資料5を説明し、意見交換を行った。主な意見は以下のとおり。

穂積：No.7は何が違うのか。

山田（辰）：No.7は埋め立てたばかりである。以前は有機性汚泥の埋立が中心であったが、最近は無機性汚泥が中心となっている。この区画の殆どは無機性汚泥である。有機性汚泥を埋め立てた場所とは状況が明らかに異なっている。

穂積：各地点の測定深さはどの程度か。

山田（辰）：測定深さは全ての地点で地表から約50cmである。

穂積：No.7は埋立廃棄物の性状が他と異なるという理解で良いか。

山田（辰）：それに加えて、埋立後の時間が経過していないため、分解が進んでいるのではないかと考えている。

吉田：No.1、2、8の場所がかなり離れている。埋立はどのように進めていったのか。No.8から埋立てを行ったのか。

山田（辰）：主に有機性汚泥や下水汚泥を埋め立てていたため著しく沈下した。そのため端部を埋め立てた後、中央部を埋め立てるなど工区を分けて進めていた。全体的に埋立が進んだ段階でNo.1、2、8の間が著しく沈下しており、今後はこの工区を埋め立てる予定であるため測定していない。

吉田：水分を測定している事例を初めて見たが、どのような方法で測定しているのか。

山田（辰）：吸湿管を使用している。当社の作業マニュアルでは、吸湿管を使用前に110℃の乾燥機に一晚以上入れと記載されている。モニタリングは別の部署で行っているため詳しいことは分からない。

吉田：CH₄とCO₂の比も3:2程度であり、ガスの状況を見ても有機物が多い処分場の典型例である。学会で廃止についての議論を行っているのはこのような処分場をイメージしている。温度が高い地点だと、水蒸気が立ち上り、流速が2m/sを超える場合もあるだろう。水質はどのような状況か。BOD、CODは100を切るレベルか。

山田（辰）：水質はまだ高い状況である。ガス量が減少しても浸出液の性状の変動は認められない。降雨後に濃度は一旦低下するが、その後上昇するなど、落ち着いている状況ではない。

④住吉工業株式会社

中川氏が資料6を説明し、意見交換を行った。主な意見は以下のとおり。

石垣：紹介いただいたデータは2012年までだが、モニタリングは継続しているのか。

中川：内径 2,000mm 鋼管の浸出水温度と管内温度のみ継続している。測定するだけの人的要員の関係から紹介した項目及び頻度では測定できないのが実状である。紹介した内容は、処分場内の状況を把握する目的で調査した結果である。

石垣：現在は、このような大規模かつ網羅的なモニタリングは実施していないという理解で良いか。

中川：その通りである。

石垣：観測時の大気圧が概ね高い状況のようだ。1,010hPa より低い日がないようだが、晴天時を選んで測定したということか。

中川：期間を定めて天候に関係なく連続して測定した。大気圧については下関気象台のデータの平均値を用いているため、現地とは若干の乖離はあると考えている。

石垣：地域としての乖離はそれほど大きくはないだろう。石森氏が訪問した際に提供いただいたデータの解析報告では、大気との関係は見られないと報告されていた。本日、説明いただいたデータでは正しいと思うが、全体的に大気圧が高めであるため、大気との関係は見られないと言い切ってよいかという疑問を感じている。

石垣：内径 2,000mm 鋼管内のガス流量、流速を測定しているが、どのように測定しているのか。吸排気があるとのことだが向きなどは毎回同じ方向か。

中川：地表面に近くなるほど管に戻るように感じた。深くなるほど吸い込みが激しくなる傾向である。値が正しいかどうかは分からない。

石垣：測定地点は考察のために選定したと思うが、真ん中当たりの場合、両方の現象が生じている可能性があるのではないか。

吉田：ガス組成では H₂S 臭がないとのことだが、経験上では、これだけ水蒸気が発生している処分場では CO₂ が発生している。CO₂ が全く発生していない状況で内部の温度だけが上昇するという事は考えにくい。特に大口径の場合には、どうしても空気で置き換わってしまう。低い部分や栗石の部分での測定で CO₂ が%オーダーで検出されたこともないのか。

中川：ない。拡散されている可能性が高いのではないか。

吉田：出口ではなく深さ方向の真ん中当たりの濃度を測定することはできないか。例えば、チューブを下ろして測定することはできるか。

中川：可能である。

吉田：集水管上部に栗石を壁状に設置している他の処分場でも、数%程度は発生している。好気性反応による温度上昇で水蒸気が発生している状況であっても廃止基準への適合を評価する場合には CO₂ も含まれる。CH₄ と H₂S が発生していないことだけが条件ではない。CO₂ が沢山発生している場合でも反応が活発であるとの評価になる。少なくともガス組成は測定しておいた方が良い。好気性反応により CO₂ の濃度が上昇していることは埋立地にとっては良いことである。水蒸気は出ているがガスは出ていると言えないが、流量が非常に大きく、埋立地内に空気が大量に入っているため、好気性埋立の状況になっており、この処分場の安定化は非常に早いだろう。CO₂ の測定は実施しておいた方が良い。

石森：この施設を訪問しデータ提供にご協力いただいた。ガス抜き管が非常に沢山あるため、考察の対象としたのは、データ数が豊富な観測点を対象として評価した。ガス抜き管のガスの吸排気については、殆どのガス抜き管から排気されており、

吸気は真ん中の大きなガス抜き管だと考えられる。これが無く他のガス抜き管の構造が同じ場合には、同じガス抜き管でも吸排気は変化するのではないかと考えられる。ガス抜き管周辺の栗石から吸気し、ガス抜き管から排気されることもあるだろう。流速のばらつきが大きいと適切に測定する方法が難しいと感じた。ガス抜き管内のガスの流れは乱流であるため、熱線流速計で測定することが適切なのかという問題もある。熱線流速計は、流速の方向は関係なく速度の大きさに依存するため、乱流の場合には、必ずしもガスの流れ方向の流速を測定していることにはならないのではないかと感じる。一定の安定した流れ場であれば熱線流速計で正確な測定はでき得ると思うが、当該処分場のように換気が顕著であり、その流れ場の時間的変動が大きい場合（短時間で吸気したり排気したり、または時間依存の乱流が顕著であるとき）には、熱線流速計が示す瞬時値がその速度変化に追従して正しい値を示しているのかは気になっている。測定機器と測定環境の相性を考えておく必要がある。計測機器で測定することも重要であるが、水上置換などの原始的な方法が確実かもしれない。測定結果が乱れる場合には平均値で評価する以外に累積で評価する方法もある。

吉田：ガス抜き管内は乱流であり、解析する際には乱流であることを想定しておく必要がある（空気を想定すると、半径 10cm のガス抜き管で、ガス流速が 0.2m/s を超えると乱流になる領域になる）。乱流であったとしても、熱線流速計で長期的に測定していれば、長期的な傾向は把握することはできるので継続しておいた方がよい。この処分場のようにガス抜き管の流れが複雑な施設はあまり多くない。温度差による流れ（熱対流）と内圧による移流を考えた場合、この処分場は温度差による流れ（熱対流）が殆どであると考えているが、どちらの流れであるかはデータ解析で見分けることはできるのか。

石森：この処分場は、好気性状態が保たれているからこそ、ガス流速が早く乱れも大きい。温度差による流れであるか、廃棄物から発生したガス圧によるものかを判断できるのかという質問だと思う。前者の場合は深度方向の温度分布を把握することが重要だと思う。温度の場合は、空気の測定よりは安定した数値を把握することができる。ガス圧の場合にはどうすれば良いか分からない部分はあるが、内圧が少なければ、大気圧との圧力差は小さくなるため、流速は大気圧に依存しにくいと考えられる。内圧が高い状態の場合は、外の大気圧との差が大きく影響することになり、大気圧が低い場合にはガスの発生が大きくなる。すなわち大気圧との依存性が認められるといえる。大気圧との依存性を確認し、依存性がなければガスは殆ど発生していないと考えられる。したがって、この処分場ではガスは殆ど発生していないと評価できるのではないかと感じる。大気圧と内圧が殆ど変わらないのではないかと感じる。

吉田：学会で協議するレベルの専門的な議論ではあるが、大気圧が 10hPa の差圧でも理論的な流量は非常に大きい。この処分場の場合、ガス抜き管の内圧は大気圧の変化にすぐに追従していると考えて良いかもしれない。問題は廃棄物層内の内圧であるが、おそらくそれほど高くないだろう。内部温度が上昇し、温度差による流れ（熱対流）で流れていると考えられる。このような事例は今まで殆ど見たことがなく、このような事例は、処分場の内部をどのように考えれば良いかを考える

大きなヒントになる。ただし、ガスの濃度に関するデータがないと、これ以上の解析は困難である。是非ともデータ提供にご協力いただきたい。

穂積：乱流、層流、移流について説明していただきたい。

吉田：ガスの場合は拡散と移流がある。簡単に説明すると、拡散は濃度差による移動であり、移流は内圧差に伴う流れによる移動である。処分場内のガスの移動は、溜まっている場合は拡散だが、殆どの場合はガスの流れによる移流である。内圧が高い場合は、圧力差による流れが生じる。この処分場の場合は、温度差による移流が主体ではないだろうか。

⑤鹿島環境エンジニアリング株式会社

古閑氏が資料7を説明し、意見交換を行った。主な意見は以下のとおり。

穂積：堅型ガス抜き管 No. 1 の測定結果では、風速が大きく CO₂ が小さくなっているのはなぜか。

古閑：流速と CO₂+CH₄ の関係を確認することを試みていたが、一定の傾向は確認できていない。流速が高い時は、他の場所から空気が流入することで、希釈による濃度低下、または分解促進により CO₂ 濃度が上昇するなど一貫性が確認できていない。

穂積：大気の影響によると考えて良いのか。

瀬戸口：ガス抜き管の周りに栗石を巻いているので、この影響もあるのではないかと考えている。本来は、栗石部分を塞いで測定した方が正確な数値を把握することが望ましいと思う。しかし、限られた人員で、通常の維持管理業務を行いながら測定することは難しい。そのため、このような結果になっているのではないかと考えている。

石垣：通常業務を行いながらモニタリングすることが難しいということは理解できる。1 地点当たりの計測時間が 5 分程度というのは非常に迅速である。流速の変動が大きい場合には、ある程度、落ち着くまで待たなければならないが、毎回の流速は安定していたのか。

堅型ガス抜き管 No. 2 の中で、吸気で流速が大きいにもかかわらず、CO₂ 濃度が高くなっている。吸気状態で CO₂ が高いのは、埋立地内部の濃度が高く、希釈されてもなお高い状態であるのか、覆蓋型処分場であるためガス抜き管周辺環境の CO₂ が高いのかのいずれかと考えられる。後者の場合には作業環境上も心配である。

古閑：風速は熱式風速計を用いている。5 秒間 3 回計測され、その平均値として表示された値を用いている。風速が安定し計測を開始し結果が表示されるまでおよそ 15 秒である。堅型ガス抜き管 No. 2 の CO₂ 濃度については記載ミスだと思うので確認する。栗石層は考慮せず堅型ガス抜き管の流量と濃度だけを測定しているため、結果にばらつきがあると考えている。

瀬戸口：1 地点あたりどの程度時間を掛けて測定すれば良いか。

石垣：その時の状況に関係なく、オートで測定し、表示された結果を採用しているので、それでも良いかもしれない。私たちの計測方法は、予めログを取る時間を決めて、データがばらついている間は、長め（3～5 分程度）にデータをとり続け、その平均値を採用している。短時間の測定でやむを得ないと考えerるためにはある程度の期間継続して測定する必要はあるだろう。研究の場合は本当の状況を知るために測定しているため、長い時間データをとり続けているが、日常の維持管理の中で

の測定であれば、長い時間データを取ることはできないだろう。測定時間はその測定をどのように位置づけるかという考え方によるのではないか。オートであっても長期間、継続して把握することで、傾向を把握することはできるので問題はないのではないか。

瀬戸口：維持管理業務の中で正確に測定するのは大変であり、割り切ることも必要である。このやり方で良いかどうかなど、合理的な測定方法等をご教示いただきたい。

吉田：10分が良いのか、5分が良いのかは難しい問題である。例えばCO₂が20%程度の場合には、長い時間測定しておかなければ正確な評価は難しい。データを集めて傾向を分析し、処分場毎に論理的かつ合理的な方法を検討する必要があるだろう。濃度がppmオーダーの処分場と%オーダーの処分場を同等に考える必要はなく、リスクが低い施設は業務を簡素化して良いと思う。

石森：水蒸気は栗石から発生しているのか。

瀬戸口：ガス抜き管とその周辺部の栗石の両方から発生している。(映像にて説明)

吉田：コルゲート管の開口率が2%程度の場合には、ガスは栗石の方が流れやすいのではないか。

穂積：ガスの測定は難しいが、結果的に安定化には寄与しているのではないか。

石垣：栗石の設計・施工がうまく機能している良い証である。先ほどの事例のように連壁を作ると圧倒的に空気の出入りが盛んになるが、ガス抜き管の周りからこのようにガスが発生しているのは、ガスは測定しにくくなるが好気性領域の確保の観点からその効果は明らかである。

瀬戸口：ご指導いただければできることはできる限り実施して参りたい。

3) 意見交換

全体を通じて意見交換を行った。主な意見は以下のとおり。

篠原：ガスが発生する原因として何が考えられるのか。

吉田：CH₄が20%~50%程度発生している処分場において、ガス抜き管の下部の保有水を測定したところBODは200~300程度と低い状態である。保有水の水質とガス発生と原因は別のケースであると考えられる。もちろん、処分場内が滞水し、集排水管が水没している場合には、内部が嫌気状態になるためCH₄が発生する。処分場をボーリング調査したところ、建設廃棄物が入っている部分は、一般的に温度が高くガスが出やすい事例が多い。災害廃棄物の仮置き場で見られる木くずチップを積み上げている施設も水蒸気が発生している。

石垣：有機性汚泥は分解が早く、周辺の酸素を急激に使うので嫌気状態になりやすい。そのような場所に建設廃棄物や木くずなどがあると直ぐに嫌气的条件になってしまう。木くずは、本来はゆっくり分解されるため、急激に温度が上がることは通常は考えられない。汚泥の周りや下流に有機物を含むものや石膏ボードを埋めない方がよい。廃棄物の埋め合わせや配置に気をつけておけば、発生するガスの性質をコントロールすることはできる。

4. その他

国立環境研究所の石森氏が資料8を報告した。

国立環境研究所の山田（正）氏から以下の発言があった。

現場の情報をいただき大変勉強になった。まだまだ原因が分からないことも多いが、それを解明していくのが私たちの立場である。皆様からいただいた情報をもとに、ガスをどのように測定すれば良いか、どうすれば発生を抑制できるかなどについて、研究を進めてまいりたい。今後とも色々教えていただきたい。

穂積副座長から、第24回廃棄物資源循環学会研究発表会（令和5年9月11日（月）～9月13日（水）、大阪工業大学）についてお知らせした。

<https://jsmcwm.or.jp/taikai2023/>

5. 閉会

野原副座長から次のとおり挨拶があった。

- ・ 処分場のモニタリングのために様々な工夫が必要であるが、早く廃止できるように皆で検討をして参りたい。

杉田運営委員から、全産連副会長の立場として、自由民主党産業・資源循環議員連盟と全国産業資源循環政治連盟の連名で、環境大臣宛に次の内容を含む要望書を提出したことを報告した。

- ・ 最終処分関連として、軽油引取税の課税免除措置の延長、維持管理積立金の損金算入措置の縮小・廃止に代わる新たな支援措置の創設として、災害廃棄物を受け入れた処分場に対する支援措置の創設及び固定資産税の減免を要望した。

以上で閉会した。