

## わが国の資源戦略に関する一考察 —最終処分場埋立層は「都市鉱山」として有望か?—



早稲田大学理工学術院教授  
香村 一夫

とも呼ばれている。

わが国では1990年以降に廃棄物のリサイクルに関する法制化が進んだ。しかし、それ以前の家電廃棄物の大部分は、破碎後、直接あるいは焼却施設を経由して最終処分場へと運搬され埋め立てられた。このような背景から、1990年以前に埋め立てられた最終処分場の埋立層には多種の金属類が混入しているものと思われる。しかし、埋立層の浸出水には金属類はほとんど検出されない。即ち、これらの物質は埋立層の中に封じ込められているものと推測される。埋立層の地表面に降り注いだ雨水は、層中へと浸透し、周囲の埋立廃棄物中の水溶性成分を溶かしこみながら、層内下部に設置された排水管へ向かって移動していく。一方、層内温度は、埋立物中の有機物の分解により、ある期間70~80℃を保持することも多い。この状態は、自然界の「熱水鉱床形成の場」に類似している。このようなことから、一部の最終処分場埋立層には金属が濃集するゾーンが存在するのではないかと考えている。

そこで、私たちの研究室では、ボーリングにより最終処分場の埋立物を掘削し、その掘削コア中に含まれる金属の種類と量およびそれらに付随する鉱物の解明を試みてきた。また、焼却灰と水を充填した後、密封したガラス瓶試料を作製し、

それらを恒温槽のなかに静置し、埋立層内に起こる現象をシミュレーションする実験も行っている。その結果、金属類は一定の鉱物と随伴して存在する傾向が認められ、埋立層内で濃集している可能性が示唆された。さらにこのゾーンを地表からピンポイントで探査する非破壊技術の開発も同時に進めている。

産業革命以後、人類は自然界に存在する資源を果てしなく消費し、それらを廃棄処分してきた。それは莫大な量にのぼる。まして工業化の進んだわが

国ではこの傾向が強い。とくにレア金属類は地球上で局在しており、それらの供給は資源産出国の政治的な影響を受けやすい。最終処分場から有用な希少資源を掘削し、備蓄しておくことは、これらの資源の乏しいわが国にとって重要な国家戦略であると考えられる。



図1 最終処分場埋立層掘削断面  
下部層は焼却灰、上部層はプラスチックやビニールから構成される。

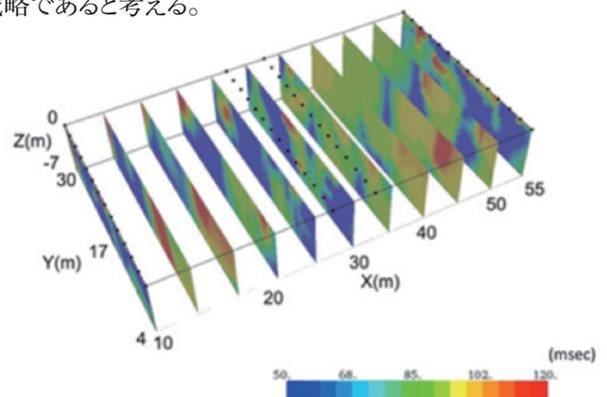


図2 最終処分場埋立層の充電率プロファイル  
赤色ゾーンに金属類が濃集していると推定される。

# 新しい規制に用いられる固体捕集管

## はじめに

行政は揮発性有機化合物(以下VOCs)の人への健康影響を考慮し、IARC(国際がん研究機関)の発がん性区分などからリスク評価を実施、調査後、必要があれば規制を行っています。平成25年1月1日に厚生労働省より施行された塗装作業に関するエチルベンゼンの規制は労働安全衛生法に基づいて管理濃度20ppm、特化則(特定化学物質障害予防規則)、及び有機則(有機溶剤中毒予防規則)の二つに該当します。これは人への健康障害の観点からは特化則による規制が妥当である一方、他の溶剤と混合物として取り扱われる塗装作業では有機則としての準用が妥当であると行政が判断したためです。(表1)

今回はエチルベンゼンや胆管がんの原因物質と疑われている1,2-ジクロロプロパン、ジクロロメタンなどの調査<sup>\*1)</sup>、研究に使用可能な固体捕集管(以下捕集管)について紹介します。

表1 塗装作業におけるエチルベンゼンの規制

適用の範囲 (塗装作業)		エチルベンゼン(EtB)と有機溶剤(1,2種)の合計使用量(wt%)	
		5%以下	5%超
EtBの含有量 (wt%)	1%超	特化則:測定・評価	特化則:測定・評価 有機則:混合有機溶剤としての測定・評価
	1%以下	特化則適用なし (測定義務なし)	有機則:混合有機溶剤としての測定・評価

管理濃度:20ppm

## 捕集管の構造

規制対象となったエチルベンゼンの測定法については直接捕集法および固体捕集-ガスクロマトグラフ法が規定されています。

使用可能な捕集管の構造を図1に示します。なお、ここに図示した球状活性炭管No.258これは両端が熔封された内径3.6mmのガラス管に100mg及び50mgの球状活性炭が充填されており、充填層の両端および各層の境界には充填物の移動を防ぐためのプラグ(ガラス繊維やウレタン)が配置されています。使用時には両端をカットして試料採取装置などに接続し、現場の空気試料を採取して目的物質を捕集します。捕集後、ガラス管から活性炭を取り出して二硫化炭素などの溶媒を加えて脱着し、ガスクロマトグラフ分析法により濃度を算出します。なお、ここに示しました球状活性炭管No.258は、厚生労働省の“化学物質のリスク評価検討会”等における試験・検討においても用いられました。

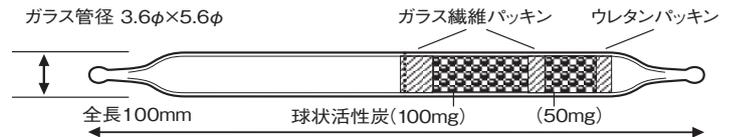


図1 捕集管外観図(型式No.258)

## 捕集管用の吸着剤

固体捕集に使用する吸着剤にはシリカゲル、活性アルミナのような無機系吸着剤やガスクロマトグラフの充填剤や試料精製等に使用されていたものが転用されて用いられることもあります。図1に示す捕集管には粒子径や表面積がコントロールされた石油ピッチ系の球状活性炭が使用されています。また、一般的に充填する吸着剤の粒子径は試料分子の吸着容量、通気抵抗などの性能に関係します。粒子径と捕集管内径の比(dp/dc 比)が0.10~0.25となることが望ましく、図1の捕集管は0.15 となります。この比が適切でない粒子を充填した場合には捕集管内の減圧度が高まって試料採取装置による採取が困難となったり、目的物質が吸着せずに捕集管を通過する不具合が発生する場合があります。

## 試料採取装置

捕集管に試料空気を通気させるための試料採取装置には流量範囲や使用環境条件、圧力損失値、流量精度等の仕様が設定されています。両端をカットした捕集管を接続、採取の速度や時間を設定して使用します。事前の流量校正が測定精度を確保する上で重要となります。

## 破過容量と吸着等温線

捕集管による試料採取では目的物質の損失なしにどれだけ多くの試料空気を通過できるかが正確な測定を行う上で重要です。吸着した分子は一定の場所にとどまらず、捕集管の中を徐々に移動、最終的に排出されます。この分子が排出されるまでの通気可能な採取試料総量を破過容量と呼びます。図2のような吸着等温線(ある温度における吸着剤への飽和吸着量)を作成することで目的物質の破過容量の推測を行うこともあります。

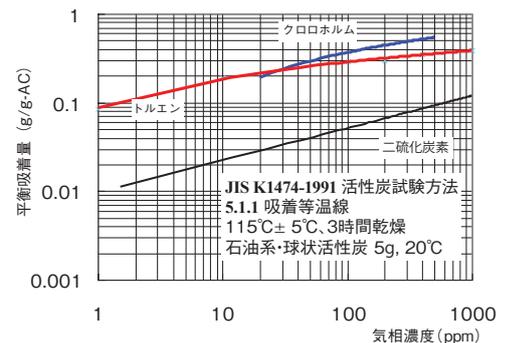


図2 吸着等温線の例

## 保存安定性

捕集管への試料採取から分析開始まで輸送や保管を含めて数日かかることがあります。従って、捕集された目的物質が捕集管内で移動、分解などがあっては正しい測定値が得られません。揮発性の高い物質は1層目から2層目への移動が起こる場合もあります。図1に示す捕集管においてエチルベンゼンは試料採取後7日程度安定ですが、目的物質の持つ官能基により保存に向かない物質もあります。例えば一部のケトン類は一日で10%以上減衰します。事前に保存安定性の確認を行うか、捕集後、速やかに分析ができるよう準備をすすめることが大切です。

## おわりに

ガステックは検知管を始めとする簡易測定機器メーカーですが、固体捕集法の知見や機器分析のノウハウが検知管の開発にも生かされています。一方で変色の帯をきれいに見せなくてはならない検知管の製造には捕集管よりも高度な充填技術が必要とします。長年蓄積された検知管の充填技術や知見を応用して、使いやすく有用な捕集管や簡易測定機器を提供し、人の健康を守るためのお手伝いができれば幸いです。

\*1) 厚生労働省 報道発表資料:大阪府の印刷事業場に対する測定結果等について <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000002ioeh.html>

有害大気汚染物質 測定の実際:(財)日本環境衛生センター、2000  
吉川正博ほか:産業医科大学雑誌 33:ヤシ殻活性炭を用いた固体捕集法におけるケトンの保存安定性の経時変化, 2011  
厚生労働省 平成24年10月の特定化学物質障害予防規則等の改正 <http://www.mhlw.go.jp/bunya/roudoukijun/anzeneisei48/>  
報道発表資料:平成22年度ばく露実態調査対象物質に係るリスク評価 <http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r9852000001iz7t.html>

参考資料

## 公益社団法人 におい・かおり環境協会より「技術賞」をいただきました。

公益社団法人 におい・かおり環境協会は、悪臭公害の防止等を目的として、前身団体が昭和44年に設立され、その後、快いにおい環境の創造を後押しする事業等も行うようになり、現在に至っています。また、臭気判定士の試験・登録等の事業も行っています。

当社は、5月29日に開催された、におい・かおり環境協会平成25年度定期総会懇親会において、「技術賞」をいただきました。受賞理由は以下の通りです。

「株式会社ガステックは、空気・窒素などの希釈ガスを定流量送ることで微量濃度のガスを簡単かつ連続発生することができる校正用ガス調製装置を開発し、各種分析計の校正、

消・脱臭実験の臭気発生源として利用され、臭気対策技術の発展に多大な貢献をされました。」

このような評価をいただいた協会の皆様に感謝の意を表するとともに、従業員一同、これを励みとして、今後とも、一層の精進に努めてまいります。



## 新製品紹介

### ●未知ガス定性用検知管ポリテックV No.28



8層の検知剤により、塩化水素、ホスゲン、二酸化イオウ、二酸化窒素、硫化水素、シアン化水素、一酸化炭素、二酸化炭素等、15種以上のガスの同時定性ができます。

火災現場等における発生ガスの同定の他、通常の作業現場等における未知ガス定性、漏洩検知等にもご活用下さい。

吸引回数(所要試料量)	1回(100ml)
測定所要時間	30秒
使用温度範囲	0~40℃
使用湿度範囲	RH 0~90%
有効期間	1.5年(冷暗所保存)

### ●塩化ビニル検知管 No.131TP



TPシリーズは、電動吸引により、10分間の連続サンプリングを行う、作業環境測定用検知管です。測定には自動ガス採取装置GSP-300FTシリーズをご使用下さい。



目盛範囲	0.2~3.0ppm
測定範囲	0.2~9.6ppm
吸引速度	100ml/min.(基準), 50ml/min.
測定所要時間	10分
使用温度範囲	0~40℃(補正あり)
使用湿度範囲	RH 0~90%
変色	黄色 → 赤紫色
有効期間	3年(冷暗所保存)

## 学会・展示会情報

### ●下水道展 '13

期間：2013年7月30日(火)~8月2日(金)  
 場所：東京ビッグサイト 東4・5・6ホール  
 お問い合わせ先：公益社団法人  
 日本下水道協会  
 Tel：ハローダイヤル 03-5777-8600

### ●第26回 におい・かおり環境学会・機器展示会

期間：2013年8月21日(水)~22日(木)  
 場所：文京学院大学 本郷キャンパス  
 お問い合わせ先：公益社団法人におい・かおり  
 環境協会 学会事務局  
 Tel：03-5309-2422  
 E-mail：info@orea.or.jp

### ●JASIS 2013

期間：2013年9月4日(水)~6日(金)  
 場所：幕張メッセ国際展示場  
 お問い合わせ先：JASIS事務局  
 Tel：03-3292-0642  
 E-mail：webmaster@jaima.or.jp

### ●第54回 大気環境学会年会・環境機器展

期間：2013年9月18日(水)~20日(金)  
 場所：朱鷺メッセ 新潟コンベンションセンター  
 お問い合わせ先：第54回大気環境学会年会  
 事務局  
 Tel：025-263-0558  
 E-mail：nt54jsae@acap.asia

### ●東京国際消防防災展 2013

期間：2013年10月2日(水)~5日(土)  
 場所：東京ビッグサイト 西1・2ホール・  
 屋外展示場  
 お問い合わせ先：東京国際消防防災展2013  
 事務局  
 Tel：03-5530-1121  
 E-mail：fst@tokyo-bigsight.co.jp

### ●第50回 全国建設業労働災害防止大会

期間：2013年10月10日(木)~11日(金)  
 場所：朱鷺メッセ 新潟コンベンションセンター  
 お問い合わせ先：建設業労働災害防止協会  
 業務部広報課  
 Tel：03-3453-8201  
 URL：http://www.kensaibou.or.jp/

\*上記展示会には、当社も出展しております。ご来場の際は当社ブースにもお立ち寄り下さい。

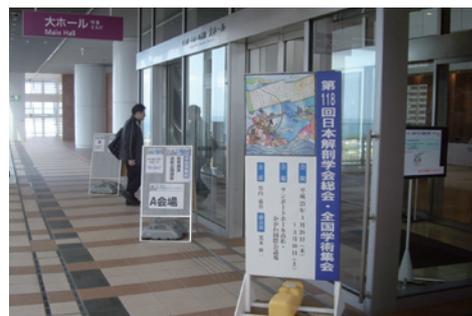
2013年3月28日～30日まで 香川県高松市のサンポートホール高松・かがわ国際会議場にて第118回日本解剖学会総会・全国学術集会が開催されました。

この日本解剖学会は、「第118回」という数字に表されるように1893年(明治26年)に創立され、我が国の学術集会のなかでもとくに歴史のある学会の一つといえます。

その歴史と伝統を受け継ぎ、医学に携わる方々の基礎教養学問としてその研究成果を発表する場では活発な議論がかわされておりました。

当社は、平成20年に特定化学物質障害予防規則改正後のホルムアルデヒド(FA)に対する規制強化を受けた後から企業展示を続け、大学医学部の系統解剖実習およびご遺体処置におけるFA対策の提案を行ってまいりました。現在までにFAばく露から学生や教官を守る除去装置付解剖台や実習前にFAを吸引除去し作業環境中のFA濃度を抑制できるFA拡散防止カバーおよび小型FA除去装置など、現場測定の結果から目的(リスク)に応じた対策が選択できる製品の開発に至っております。

今後もFA以外にも職場にある化学物質から安全にそして安心して働ける環境に貢献できるような環境改善技術の開発に努めてまいります。



❓ 1 携帯形ガス検知警報器の耐用年数はどれくらいでしょうか？

▲ 1 ガスセンサやフィルタ、吸引ポンプ、電池などの寿命のある部品を都度交換し且つ定期的な

点検を行っていても、検知警報器が使用される環境は一般的な電気機器に比べ特殊かつ過酷であり、持ち運ぶことによる環境変化の影響も大きい。そのため、携帯形ガス検知警報器の妥当な耐用年数は5年程度とお考えください。産業用ガス検知警報器工業会発行の保守点検規格においても携帯形・装着形ガス検知警報器の妥当な耐用年数は5年とされております。

参考:産業用ガス検知警報器 保守点検規格 7.2項



❓ 2 ガス検知警報器はどのくらいの範囲のガスを検知しているのですか？

▲ 2 熱線式、電気化学式、光学式など様々な検知原理のセンサによりガスを検知するものがありますが、どのような検知原理のものでも拡散式の場合はガス検知部、吸引式の場合には吸引口の近くに存在するガスだけを検知しています。このような特性のものであるため測定環境の広さ、深さや測定対象のガスの比重など考慮し複数個所の測定を行うことが必要になります。例えば、作業環境測定基準 第十二条(酸素及び硫化水素の濃度の測定)では酸素欠乏危険場所の濃度分布状況を知るためには5点以上測定することが規定されています。

参考:産業用ガス検知警報器 保守点検

規格 5.5.2項a)



ガステックニュース Vol.84

2013. 夏

発行日/平成25年7月15日(季刊)

発行/株式会社ガステック

編集/ガステックニュース編集部

営業二部 営業開発課

〒252-1195

神奈川県綾瀬市深谷中8-8-6

TEL.0467(79)3911 FAX.0467(79)3979

制作/株式会社ダイシンプリント

●編集スタッフからのお願い

各方面よりの情報、およびご意見・ご要望・ご質問などをお待ちしています。なお、当ニュースは製品・技術情報誌ですので、ぜひご保存ください。また、定期送付をご希望の方は、当社ホームページまたはFAXなどでお申しつけください。次回発行は平成25年10月の予定です。

編集スタッフ

責任者/小口博史

委員/海福雄一郎、

高木幸二郎、岩永裕介、

林健志



株式会社 ガステック

SINCE 1970

営業本部: 〒252-1195 神奈川県綾瀬市深谷中8-8-6  
電話0467(79)3911(代) Fax.0467(79)3979

本社/工場: 〒252-1195 神奈川県綾瀬市深谷中8-8-6  
電話0467(79)3900(代) Fax.0467(79)3978

西日本営業所: 〒532-0003 大阪市淀川区宮原2-14-14新大阪グランドビル  
電話06(6396)1041 Fax.06(6396)1043

九州営業所: 〒803-0843 北九州市小倉北区金鷲町9-27第一岡部ビル  
電話093(652)6665 Fax.093(652)6696

ホームページアドレス: <http://www.gastec.co.jp/>