

環 環

ann Kann

独立行政法人 国立環境研究所
循環型社会・廃棄物研究センター
オンラインマガジン

総集編

2011

Vol.

8

高校生も楽しめる循環型社会・廃棄物研究情報誌

www-cycle.nies.go.jp/magazine/

環境研前



近況



社会のうごき



循環・廃棄物のけんきゅう



循環・廃棄物のまめ知識



当ててみよう



その他



循環センターの
メンバーが



研究情報を
わかりやすく紹介!

目次

近況

計画の評価と見直し 1

社会のうごき

25%目標と廃棄物管理 2

製品中化学物質の代替 3

循環・廃棄物のけんきゅう

有害な廃棄物の最終処分問題 - "ブラウン管鉛ガラス" を糸口に 4

途上国のゴミ捨て場の改善に関する研究 6

食料の消費と廃棄物 8

バイオディーゼル燃料の高速合成 10

続・使用済みの携帯電話 12

身の回りの製品に含まれる化学物質 14

廃棄物最終処分場からの汚水の漏れを防ぐ技術 16

その他

循環センター 2010 年春の一般公開 18

循環センター 2010 年夏の大公開 19

当ててみよう！



産業廃棄物の埋立地の種類 5

集じん装置でとれないもの 11

廃棄物最終処分場の遮水工 17

当ててみよう！の答えと解説 20

バックナンバーの目次

Vol.1 ~ Vol.2 21

Vol.3 ~ Vol.4 22

Vol.5 ~ Vol.7 23



たけ



りえ



ゆうぞう博士



Dr.グッチー

循環・廃棄物のまめ知識



ウェイト・ピッカー 7

食品リサイクル法 9

電池の捨て方 13

GC-MS と LC-MS 15



計画の評価と見直し

もりぐち ゆういち
森口 祐一

2010年4月5日号

新しい年度の初めにあたっての近況を書かせていただくのも、これで4度目となります。2006年11月の創刊号のご挨拶で、「まずは定期的な刊行を軌道に載せることが最初の目標」としていましたが、おかげさまで、『環環』は本号が通刊74号となり、総集編も6号まで発行しました。日頃のご愛読に改めて御礼申し上げます。

『環環』が順調に号を重ねてきた3年半の間に、いわゆるリーマン・ショック以降の世界経済不況、わが国の政権交代など、私たちをとりまく情勢には、いくつもの大きな変化がありました。大きな変化により計画どおりには進まなくなった、という状況があらゆる場面で起きています。

日本のものづくりを象徴する数値として、鉄鋼生産量と自動車生産台数をみると、2008年から2009年にかけて、どちらも30%余りも減少しました。廃棄物処理の現場からは、産業廃棄物の量が大幅に減っているとの情報が伝わってきています。こうした中、国際公約に向けた削減が十分には進んでいなかった温室効果ガスの排出量は、2008年度には前年度に比べて約6%減少しました。残念ながら、これは主に経済情勢の変化の影響であり、計画どおりに対策が進んだからではありません。

3年前、年度初めの近況としては最初に本欄を執筆した際、「マニフェストとアカウンタビリティ」を取り上げていましたが（2007年4月2日号「マニフェストとアカウンタビリティ」参照）、政権交代で、「マニフェスト」はますますよく使われる言葉になりました。これまで、「右肩上がり」に象徴される従来のトレンド（傾向）が将来も続くとの見通しのもとに、さまざまな事業が計画され、実行されてきましたが、そうした事業の見直しが進められていることも、大きな変化の一つでしょう。複数の未来を想定して未来に備えるシナリオ・プランニングについて昨年秋、『環環』で紹介しましたが（2009年11月2日号「循環型社会ビジョン検討のためのシナリオ・プランニング」参照）、最近の社会の急激な変化は、こうした考え方の大切さを裏付けていると感じます。

私たちの研究活動においても、計画づくりは大切な過程です。国立環境研究所は、2001年度から独立行政法人という形態に変わり、それ以降、5年間を期間とする中期計画という計画に沿って、業務を進めてきました。今年度は2006～2010年度の第2期中期計画の最後の年にあたり、次年度

からの第3期中期計画づくりの準備を進めています。

しかし、大切なのは、計画を作ることだけではなく、それを適切に実行し、それに見合った成果が得られているかを評価し、必要ならば計画を見直すことです。そうした一連の過程は、製品生産の品質管理などの分野では「PDCA(Plan Do Check Act)サイクル」と呼ばれています。見直しを次の計画に活かし、「好い循環」を実現していくことが大切です。国立環境研究所で行われている研究については、所外の有識者・専門家から構成される外部研究評価委員会によって、毎年、評価を受け、そこでの指摘をもとに、一部の研究プロジェクトの見直しを行ってきました。特に2010年4月に行われる外部研究評価では、第2期の5年間の最終年度を迎えるにあたって、これまで4年間の成果について評価が行われるため、その準備に追われている、というのが目下の「近況」です。

また、国立環境研究所では、研究者個人についても、毎年度の初めに、「今年度はこのような計画で研究を進めます」という職務目標を設定するとともに、前年度に設定した目標がどれだけ達成されたかを、研究室長やセンター長との面接によって評価する仕組みがあります。ちなみに、センター長も理事長、理事との面接によって評価を受けます。また、当センターもポリシー・ステートメントを達成したかどうか、という観点を中心に、研究所を構成する1ユニットとしての評価を受けます。

さらに、研究計画や研究成果に対する評価は、外部の競争的研究資金についても日常的に行われています。管理的な職にある研究者は、評価される立場であるとともに、他者の研究を評価する立場に立つ機会も少なくありません。評価される、評価する、の両面でかなり多くの時間を割いている毎日ですが、適切な評価や見直しは、限られた大切な研究資金を有効に使い、社会に役立てていくための重要な仕事です。

2010年度末で、当センターは設立以来10年を迎えます。節目の年として、研究成果をさらに積み重ねるとともに、『環環』を通じて、読者の皆様の関心に応える情報をよりタイムリーに提供するように努めていきたいと思っています。



25%目標と廃棄物管理

はしもと せいじ
橋本 征二

2010年4月5日号

鳩山首相が温室効果ガスの25%削減を明言したのは首相就任の直前、2009年9月のとあるシンポジウムにおいてでした。2020年までに1990年比で25%削減するというこの目標は、当時の麻生政権が打ち出していた2005年比で15%削減（1990年比では8%削減）という目標を大幅に上回っていたことから様々な反響を呼びました。15%削減が国内における排出削減の目標であるのに対して、25%削減は国内および海外における排出削減を合計した目標ではありますが、あと10年という期間を考えると、これが非常に大きな数値であることは明白です。

しかしながら、気候変動防止のためには、世界レベルでの大幅な排出削減が求められることも事実です。2009年7月のラクイラ・サミット（イタリア）においては、2050年までに世界全体の温室効果ガス排出量を少なくとも50%削減、先進国全体では80%以上削減するとの長期目標が示されました。2050年に80%以上削減するという道筋の中で、今回の2020年目標も考えていく必要があります。

さて、このような大幅削減を達成するためには、大幅な社会システムの変革が求められます。中でもエネルギーに関連する技術の転換はその中心を担うものです。太陽光発電、風力発電、ハイブリッド自動車、電気自動車、燃料電池等々、様々な技術が開発され導入が始まっていますが、こうした技術を大量に普及していくことが必要となります。

ここで留意しておかなければならないのは、これらの技術には様々な希少金属が使われているということです。太陽光発電にも様々なタイプがありますが、例えばCIGS（Copper Indium Gallium diSelenide）という素材を用いるタイプの太陽光発電では、その名の通りインジウム（In）、ガリウム（Ga）、セレン（Se）といった希少金属が用いられます。また、風力発電や電気自動車といった技術には永久磁石が用いられますが、この磁石にはネオジム（Nd）、ジスプロシウム（Dy）といった金属が必要となります。さらに、ハイブリッド自動車や、電気自動車には電池が必要です。現在のハイブリッド自動車ではニッケル水素電池が多く用いられていますが、電気自動車とあわせリチウムイオン電池の使用が今後は増えていくことになるでしょう。これらの電池には、ニッケル（Ni）、リチウム（Li）、コバルト（Co）、マンガン（Mn）といった金属が用いられています。また、燃料電池にも様々な種類がありますが、例えば、PEFC（Polymer Electrolyte Fuel Cell）と呼ばれるタイプ

ではニッケル（Ni）やプラチナ（Pt）が、SOFC（Solid Oxide Fuel Cell）と呼ばれるタイプではニッケル（Ni）、マンガン（Mn）、ストロンチウム（Sr）、ランタン（La）、イットリウム（Y）、ジルコニウム（Zr）といった金属が用いられています。

気候変動防止のために、これらのエネルギー技術が大量に普及すれば、上記のような希少金属の供給も逼迫する可能性が指摘されています。特に、これらの希少金属は、少数の国や企業で生産されているものが多いことから、供給不足や供給不安定になるリスクが高い資源です。

こうした状況に対応するには、いくつかの方法が考えられます。一つは、海外及び国内で独自の資源開発を行うことです。また、輸入した物質を備蓄しておくことも方法の一つです。日本では現在、ニッケル（Ni）、マンガン（Mn）、コバルト（Co）などの7鉱種の備蓄を行っています。7鉱種で十分かどうかについては議論があるところですが、さらに、製品を生産する段階で使用するこれらの物質の量を少なくすることが考えられます。例えば、PEFC燃料電池に使用されるプラチナ（Pt）の量を削減する技術開発が進められています。また、他の物質への代替も有力な対応方法です。プラチナ（Pt）を使用しない燃料電池の開発などがこれにあたります。最後に、リサイクルです。使用済みとなった製品からの希少金属の回収がこれから重要になると考えられます。

近年、都市鉱山（2009年1月26日号「都市鉱山」参照）という言葉が注目を浴びるようになり、家庭から発生する小型家電を回収し（2010年1月12日号「使用済み製品の下取りと回収に関する取り組み」参照）、これらの使用済み小型家電から金属を回収する実験も始まっています（2009年6月8日号「都市鉱山と金属資源のリサイクル」参照）。今後は、これらの取組と合わせて、気候変動防止の進展によって普及する製品をどのように回収し、そこから希少金属をどのように回収するのか、廃棄物管理側でのシステムと技術の開発が必要となっています。





製品中化学物質の代替

たきがみ ひでたか
滝上 英孝

2010年6月21日号

製品中化学物質の「代替（だいたい、だいがえ）」というと、その物質のもつ生物毒性や環境破壊（温暖化、オゾン層破壊、大気や水域の酸性化など）の可能性など、負の側面が問題視されて使用の表舞台から姿を消し、別の物質に置き換わるという意味があります。もともと、その物質のもつ優れた機能性や利便性など正の側面が注目されて製品に使用されたわけですが、負の側面まで把握され、問題ないことが分かった上で使用されている物質は稀有ではないでしょうか。逆に、毒性が分かって使用をやめた時点では、既にその物質は広く環境を汚染していたという例が数多くあります。

代替が進められてきた化学物質の例を3つ挙げます。

ひとつは、フロンです。冷蔵庫の冷媒として有名なガス状の物質ですが、特定フロンと呼ばれる種類がオゾン層を破壊することが分かり生産が中止されました。代わりに代替フロンが使用されるようになりましたが、その代替フロンも温室効果ガスであることが分かり、日本では使用後の回収が義務付けられています。現在は代替フロンの代替物質（ややこしいですが）が模索されています。

2つめは、VOC（揮発性有機化合物）です。VOCは、光化学オキシダント及び浮遊粒子状物質の原因物質とされています。VOCの排出源として塗装や接着、印刷、化学品製造など6業種が大気汚染防止法の規制対象となっていますが、これらの業種で製造、使用される塗料やインキ、接着剤、洗浄剤などがVOCを含まない、あるいはVOC低含有の水性物質に代替されてきています。

3つめは、鉛はんだです。鉛はんだは鉛とスズの合金で基板加工などに使われていましたが、鉛の毒性が高く、環境汚染、作業環境曝露を避けるために鉛フリーはんだ（スズと銀、銅、ビスマスなどの合金）に代替されてきています。一方で、鉛フリーはんだは、高価で、融点が高く、加工により多くのエネルギーを要し、劣化、浸食等による断線の問題も挙げられています。

製品中の化学物質そのものの代替事例について触れましたが、そういった場合のみならず、製品の製造プロセスで使用していた化学物質（触媒や原料など）を違うものに置き換えた場合や、製造プロセスから排出されていた化学物質を抑制できるようになった場合も、環境汚染を防ぐ観点から、広義の「化学物質の代替」といえると思います。

POPs（残留性有機汚染物質）については、ストックホルム条約でその廃絶が目指されており、前の段落で述べたように、POPsの製品としての使用、製造プロセスでの使用、

プロセスから排出の全てにおいてPOPsの代替が求められています。PFOS（ペルフルオロオクタンスルホン酸）は撥水剤として広く用いられてきましたが、POPsに認定され、限定用途（エッセンシャルユース）以外の使用は認められなくなりました。また、有機臭素系難燃剤であるPBDE（ポリ臭素化ジフェニルエーテル）の製剤についてもPOPsに追加されました。これらの物質の代替化は既に進んでいますが、代替物質としては、やはりPFOSやPBDEと同じフッ素や臭素を利用した物質、構造が類似した物質が用いられる場合が多くあります。機能の維持や素材との相性などを考慮した場合、このような、いわばマイナーな代替が妥当かもしれません、「リスク」について代替（削減）できているのか疑問に思う向きもあります。

製品中化学物質の代替については、素材、部材製造、製品組み立てといったサプライチェーン全体を巻き込んで、相当な時間とコスト、それに代替物質の研究開発力といった産業界の「体力」が必要になっています。特に中小企業にとって、代替への対応は、基本的な情報収集を含めて非常に困難です。このような状況を考慮して、化学物質の代替の取り組みを促すための公的な支援策が提案されるようになってきています¹⁾。今後の展開、発展に期待したいと思います。

公的な取り組みという点で、欧州では、例えば車の自動車燃費基準（CO₂排出量規制）など、一見非合理的とも思える高いハードルが設定されて（規制の枠組みが決まる時期が極めて早くなっています）、一定期間を経て、ある年限までに実施に移されるという流れがあります。燃費基準に限らず、廃自動車指令や廃電気電子機器指令、RoHS指令やREACH規則（2007年6月18日号「化学物質を管理すること―欧州の新たな化学物質管理法―」参照）まで種々の環境規制が同様の方式で続々と導入されています。一方、日本では規制基準については、審議会での議論を踏まえて、関係省庁の担当部課が調整に努め、決着を図るやり方となっています。製品中の化学物質の代替のあり方についても、国際的な動向をにらみながら、企業側の対応のみならず、国を挙げての積極的な取り組みが必要になりそうです。

<参考資料>

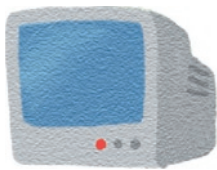
1. NEDO環境技術開発部:「有害化学物質代替等技術開発」基本計画 http://www.nedo.go.jp/nedopost/h22_3/data/22np3-env2-e.pdf

けんきゅう

有害な廃棄物の最終処分問題－"ブラウン管鉛ガラス"を糸口に－

さかなくら ひろふみ
肴倉 宏史

2010年4月19日号



環境2009年7月21日号に「ブラウン管テレビのリサイクル問題」を書いてから1年近くが経ち、この問題がいよいよ差し迫った課題となっています。ブラウン管ガラスには有

害金属である鉛が大量に使用されているため、これまで行っていたブラウン管への再生ができなくなりつつある現在、その処理・リサイクルが非常に困難な状況となっているのです。そこで今回は、「ブラウン管鉛ガラス」を糸口に、有害な物質を含む廃棄物の最終処分について考えてみたいと思います。

まず、どのくらいの量のブラウン管鉛ガラスがこれから排出されようとしているのか調べてみました。(財)家電製品協会によれば、2010年から2011年にかけて、ブラウン管テレビは年間1000万台前後が廃棄され、その重量は30万トン前後と推計されています。ブラウン管ガラス自体はテレビ全体重量の約60%を占めますが、このうちのファンネル（ブラウン管の背面にある漏斗状のガラス）、ネック（電子銃が装着される管状の部分）、フリット（表面パネルとファンネルを接続している部分）と呼ばれる各部位が、鉛を高濃度で含んでおり、テレビ全体重量で見ると約20%に相当します。したがって、年間約6万トンのブラウン管鉛ガラスが排出されることになります。将来的には、累計で24万トン程度が排出されると予測されています。

産業廃棄物の最終処分量が年間約2000万トンであることと比較すると、ブラウン管鉛ガラスの排出量は決して大きい数字ではないようです。それでは、ブラウン管ガラスを廃棄物埋立地（最終処分場）に処分すれば、全ての問題は解決するのでしょうか？答えはそう簡単ではありません。量だけでなく、質の観点からも考えてみる必要があるからです。

有害物質を含む廃棄物を最終処分すると、埋立地に降った雨が廃棄物と接触して、有害物質が溶け出すのではないかと心配されるかも知れません。そこで次に、埋立地の構造を見てみましょう。産業廃棄物の埋立地には「遮断型」「管理型」「安定型」の3種類がありますが、ブラウン管鉛ガラスが最終処分される場合の行き先は「管理型」の埋立地です。管理型埋立地は2007年6月18日号「ごみ研究の歴史（5）」で紹介されている一般廃棄物埋立地と同じもので、埋立地の底には粘土層やしゃ水シートを二重に敷いて、浸出水を外部に漏らさない構造になっています。埋立地に降った雨水は廃棄物層を浸

透して、底部の集水管に集められ、浸出水処理施設で排水基準を満たすように処理されてから放流されます。

では、このようにしっかりとした管理型埋立地なら、どんな廃棄物を入れても良いのでしょうか。その答えは「いいえ」ですが、これには二つの理由があります。

一つ目は、「管理型埋立地は半永久的に廃棄物を周辺環境から遮断して保管することを前提としたものではないことから、特に有害な廃棄物は最終処分してはならないことになっている」というものです。なお、産業廃棄物のうち特定の有害物質を含むものや、特別管理廃棄物に指定されているものは、廃棄物の溶出試験（2007年4月16日号「溶出試験」参照）を行って、埋立判定基準に合格しなければ管理型埋立地に入れてはならないことになっています。

二つ目は、「溶出試験に合格しても、そして浸出水に有害物質が溶出しなくても、埋立地の中には有害物質は存在し続けるので、有害物質を含んだ廃棄物の最終処分は避けるべきである」というものです。確かに、浸出水がきれいになって、その処理が必要なくなっても、中の廃棄物には有害物質が安定な状態で残る可能性はあります。そのため、その土地がかつて埋立地だったことがわからなくなって掘り返すようなことが無いように、将来にわたってなんらかの管理をしつづける必要があるでしょう（2007年6月4日号「埋立地の跡地利用」参照）。

だから廃棄物埋立地には有害物質を入れないべきだ、さらには、廃棄物埋立地は作らないべきだ、という答えは、たいへん理想的かも知れませんが、その実現には、とても多くのお金やエネルギーを必要とするということも忘れてはいけません。

ブラウン管鉛ガラスの問題は、今まさにこのような岐路にあると言えます。まず、ブラウン管鉛ガラスについて溶出試験を行うと、埋立判定基準を満たすことは難しいことがわかっています。そのため、最終処分するためには鉛の溶出を抑制する処理を行う必要があると考えています（さらに研究では、鉛溶出の要因や鉛の長期的な挙動を調べています）。一方、ブラウン管ガラスの鉛を埋立地に入れないために、事前に、ガラスから鉛を分離する処理も考えられます。しかし、ガラスを加熱して再熔融し鉛を揮発分離したり、ガラスを酸などに浸して鉛を抽出したりするには、加熱や廃液の処理などに、多くのお金やエネルギーが必要になります。そして鉛を完全に分離できる処理はなかなかないため、鉛を分離した後



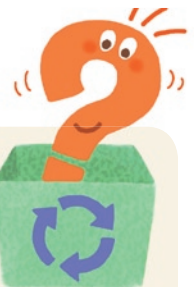
の残渣は、何らかの管理が必要になることも考えておく必要があります。

仮に埋立処分するとしても、全国の埋立地に分散して処分すべきか、数力所に集約すべきか、といった点も考える必要があるでしょう。また、法制度上は多くの課題があるかも知れませんが、廃棄物埋立地を一時保管場所として、鉛製錬の原料にしていく方法も探るべきかも知れません。

ブラウン管鉛ガラスを例に、有害な廃棄物の最終処分に対しては、量、質、時間、場所等々の実に様々な観点を踏まえながら検討を進めていく必要があることを述べました。そしてこのような検討を行う際の材料として、タイミング良く、客観的で信頼度の高い成果を提示することが、環境や廃棄物をテーマとする研究者の大切な役割の一つであると考えています。

＜もっと専門的に知りたい人は＞

1. 肴倉宏史ら：ブラウン管ガラスからのPb溶出量に対する微細粒子の影響、第20回廃棄物資源循環学会研究発表会講演論文集、553-554、2009



2010年4月19日号

当ててみよう! 【産業廃棄物の埋立地の種類】

おぐち まさひろ
小口 正弘

Q
問題

次の産業廃棄物の品目のうち、安定型処分場（最も簡単な素掘り構造の埋立地）に埋め立てることができないものはどれでしょうか。

- ① 廃プラスチック ② ガラスくず ③ 金属くず ④ 燃えがら

答えは20ページへ

途上国のゴミ捨て場の改善に関する研究

たかはた こうし
高畑 恒志

2010年5月24日号

皆さんが日常生活を通じて排出しているゴミや資源物は、お住まいの自治体のゴミ処理を担当する部署あるいはその許可を得た民間企業のゴミ収集車・資源回収車が集めて来てくれます。そして、焼却施設やリサイクルセンターに運ばれて、最終的に処理・回収しきれなかった残さを、廃棄物最終処分場（埋立地と呼ぶこともあります）に埋め立てて処分しています。このような仕組みは、日本にお住まいの皆さんには、当たり前のように思えるかもしれませんが。

しかし、海外の発展途上国の中には、日本のようなゴミ収集が行われていない地域も多く見られます。では、彼らがどのように処理しているかというと、例えば、集落の近くの空き地や湿地などに（国によっては、流れている川に）そのままゴミを捨てていたり、また、ゴミ収集がある地域でも、日本のように焼却処理をしているところは殆どありません。家庭等から排出された生ゴミ等が収集車（自動車ではなく手押し車の場合もあります）で運ばれ、ゴミ捨て場にそのまま捨てられているのです。

このようなゴミ捨て場はオープンダンプと呼ばれ、世界中で問題になっています。その何が問題なのでしょう？ 第一に、ゴミがむき出しになっているので、風が吹くとその塵や軽いビニル片等が周りに飛び散ってしまいます。第二に、ハエやネズミなどの病害虫・害獣がゴミの中の餌をあさりに集まってきて、繁殖し、伝染病等を媒介する場合があります。第三に、生ゴミ等が分解する過程で発生する悪臭やメタンガス等がそのまま周囲に発散してしまいます。第四に雨水が内部に入って汚水となり、周辺の地下水や河川を汚染してしまいます。第五に、途上国では、家庭を尋ねてPETボトルやガラス瓶、金属くず等を回収している人たちがいますが、中にはゴミ捨て場にまで入ってくる人たちもいます。こうした有価物を回収すると、お金になるので、貧しい生活をしている人たちの中には、ゴミ捨て場にこれらを集めて来るのです（2010年5月24日号「ウェイス・ピッカー」参照）。彼らは不衛生な環境の中で、有価物を回収するので、怪我をしたり病気になったりする例も少なくありません。

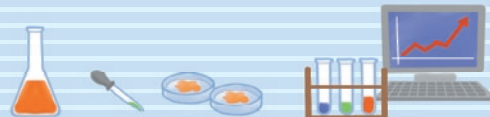
日本や欧米でも、かつては生ゴミをそのままゴミ捨て場に捨てていました。そして、同じような問題が生じたので、その解決策として衛生埋立（Sanitary Landfill）という方法を編み出したのです。衛生埋立では、第一に、ゴミを捨てた後、直ちに土を被せるようにしました（即日覆土：ソクジツフクドと言います）。これによって、ゴミや塵が飛び散ったり、虫や獣が大量に発生するのを防ぐ事ができ、悪臭も抑えることができるようになりました。第二に、地下に汚

水がなるべく浸み込まないように、しゃ水工という水を通し難い層を設け、溜まった汚水を適切に排除するためのパイプ等を設置します。第三に、パイプなどで集めた汚水を適切に処理するようにしました。第四に、ゴミが一杯になり、埋立作業を完了した最終段階では、先ほどの即日覆土よりも厚く、ゴミの山（ゴミ層と言います）を保護するように土を盛り、敷き詰めるようにしました（最終覆土と言います）。このことにより、ゴミ層の中に浸み込む雨水の量を減らすことができ、結果として汚水量も減り周辺環境汚染の危険性を下げることができました。さらに、第五の工夫として、ゴミ層から発生するガスをパイプで集めて燃やすことにより悪臭成分などを除去したり、発電したりする方法などもとられています。また、病院や診療所から発生する使用済の注射針などのゴミ（医療系廃棄物といいます）やその他の有害性のあるゴミ（有害廃棄物といいます）を無害化処理できない貧しい地域では、一般の生活から発生するゴミと区別して、収集・処理したゴミを特別に区分した処分場に埋め立てることも行われています。

現在、日本も含めて、欧米各国や多くの国際機関が、途上国におけるゴミ捨て場を露天投棄から衛生埋立に改善するための技術的援助や、資金援助による衛生埋立処分地の建設などに取り組んでいます。それでも、なかなか衛生埋立は進んでいません。それは何故でしょうか？ 第一の理由は、途上国の人たちの貧困があります。露天投棄から衛生埋立にすることにより、処分にかかる経済的な負担は増大しますので、そのような負担ができないのです。第二に、途上国の人たちの関心がゴミ捨て場にまで及んでいない点があります。汚いゴミを目の前から取り除くところまでは、お金を支払っても、集められ捨てられたゴミの山にまで、お金を支払う考えが浮かばないのです。

しかし、途上国のゴミ捨て場を衛生埋立方式（埋立処分地）に変えていくことによって、ゴミ捨て場に由来する公衆衛生や環境に関する問題が軽減されることが期待されています。さらに、ゴミ捨て場の問題は、皆さんもご存知の気候変動問題にも関わっているのです。

先程、ゴミ捨て場で生ゴミが分解する過程で、悪臭やメタンガス等が発生すると書きました。この時、発生するガス（埋立ガスと言います）には、メタンや二酸化炭素等の温室効果ガスが含まれています。メタンは二酸化炭素に比べて、約21倍も温室効果が高いことが知られています。そこで、世界中で、なるべく埋立地やゴミ捨て場からの温室効果ガスの放出量を少なくする取り組みがされています。また、現在のゴミ捨て場や埋立地だけでなく、過去に使われていたゴミ捨て場からも埋立ガスが発生するので、その



対策が必要です。

それでは、どのような対策が考えられるのでしょうか？何より有効なのは、ゴミ捨て場や埋立処分地に捨てられるゴミの中の有機物を減らすことです。捨てられる有機物が減れば、分解されて発生する埋立ガスも減りますから当然ですね。ですから、欧米をはじめ、多くの国では、生活から排出されるゴミをそのまま埋立地に捨てることを止める方向に進んでいます。なお、日本では、防疫や土地に限られている等の理由から、焼却処理を進めてきたため、埋立地に捨てられる有機物の量はすでに非常に少なくなっています。最近では、途上国でも、有機物が多い食品残さ（残飯や野菜くず等）をなるべく分別して、堆肥等に利用するように方針を変えてきている例も見られます。

私たち、循環型社会・廃棄物研究センターでは、有機物

がそのままゴミ捨て場に行かないようなゴミ処理の在り方を途上国の皆さんと一緒に考えるための仕組みや方法を研究しています。途上国では、ゴミの発生量等のデータもない場合が多く、そのような重要なデータの集め方や調査方法・項目などを確立する必要があります。そこで、どのようなゴミが発生し、どのような調査が行われているのかをアジア圏を中心に調べるとともに、どのような方法が適切なのか現地での適用可能性等を調べています。

また、ゴミ捨て場から発生する温室効果ガスを減らすために有効といわれている、準好気性埋立法を用いて、メタンガスよりも温室効果が小さい二酸化炭素を主体とした埋立ガスになるように、ゴミ捨て場の改善手法を研究しています。また、評価の基礎となる、埋立地から発生するガス量の測定・推計方法を現地の研究者と一緒に研究・開発しています。

循環・廃棄物の

まめ知識

【ウェイト・ピッカー】

こじま えいこ
小島 英子



2010年5月24日号

ウェイト・ピッカー (Waste Picker)」とは、直訳すると「ごみを拾う人」を意味し、発展途上国の路上や廃棄物処分場で、ビン・缶などの有価物をインフォーマルに回収・売却することで現金収入を得ている人たちのことです。以前は、ハイエナなどの腐肉を食べる清掃動物を意味する「スカベンジャー (Scavenger)」という呼び名が使われていましたが、差別的な意味合いを持つことから、最近ではあまり使われません。

ウェイト・ピッカーは、ほとんどが貧困層に属していて、廃棄物処分場内に家族で住んでいるケースもあります。医療系施設から排出される注射針などの有害廃棄物による感染や、割れたガラスなどによる怪我、清掃車との接触などの事故も多く、劣悪な労働・生活環境にあると言えます。2000年には、フィリピンのパタヤス処分場で、ごみの山が崩落し、200人以上が生き埋めになって死亡するという痛ましい事故も起きています。処分場内のウェイト・ピッカーは、処分場管理の妨げになることから、しばしば管理者側の行政と対立関係になり、排除しようとする動きもあります。

しかしながら、ウェイト・ピッカーは発展途上国におけるリユース、リサイクル活動の重要な担い手であり、資源循環に大きな役割を果たしています。

近年では、ウェイト・ピッカーの役割が認識され、彼らの労働環境の改善や、フォーマルな廃棄物管理システムの中に位置づける取組みが、現地の行政やNGO、国際協力機関などによってなされています。



処分場内のウェイト・ピッカーの住居
(ベトナム・フエ、筆者撮影)



処分場で有価物を集めるウェイト・ピッカー
(モロッコ・フェス、筆者撮影)

食料の消費と廃棄物

かよう ちひろ
加用 千裕

2010年6月7日号

■日本人の食生活の変化



皆さんは毎日米とパンのどちらを多く食べていますか。肉と魚ではどうでしょうか。それらの食材は家庭で調理して食べていますか。それとも惣菜などの

調理済み食品を購入したり、レストランなどで外食をしていますか。私たちの食生活は、社会・経済の状況や人々のライフスタイルとともに変化してきました。それでは、戦後から今日まで日本人の食料消費の状況はどのように変わってきたのでしょうか。1965年と2005年の日本人1人当たり食料消費量を図1に示しました（農林水産省平成17年度食料需給表から作成）。米、みそ、しょうゆといったいわゆる和風食材は40年前の約半分しか食べなくなったことが分かります。一方、果実、畜産物（牛肉、豚肉、鶏肉、鶏卵、牛乳と乳製品）、魚介、油脂の消費量は増え、特に畜産物や油脂といったいわゆる洋風食材の消費は40年前の2.4倍になりました。

また、各家庭の食料費の中で調理済み食品と外食の占める割合を見ると、1965年には10%でしたが2005年には30%に増えています（総務省平成17年度家計調査年報から計算）。両親が共働きの家庭や単身世帯が増えたことが主な原因と言われています。さらに、私たちが食べている食材は日本国内で生産されるものもあれば海外から輸入されるものもあります。カロリーベースの食料自給率を見

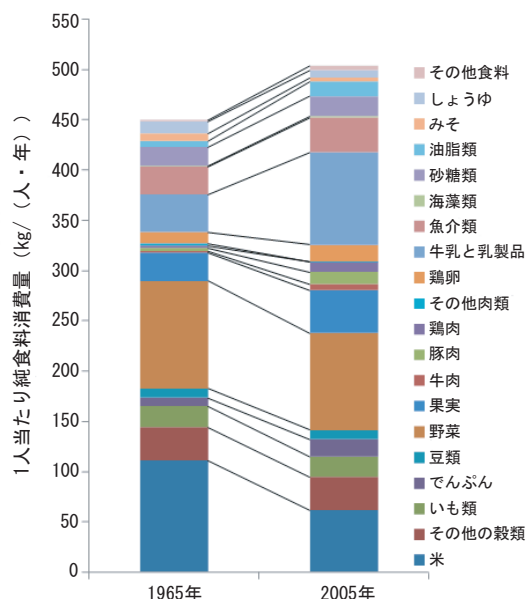


図1 1965年と2005年の日本人1人当たり食料消費量

ると、1965年には73%でしたが2005年には40%まで減っており、国産食材よりも輸入食材の方が多くなりました（農林水産省平成17年度食料需給表から計算）。

■食料消費と廃棄物

さて、前述のように食料の消費や生産の状況が変わることと、それに伴って発生する廃棄物の量や種類、その発生場所も変化すると予想されます。例えば、洋食化によって国内での米づくりが減ると、稲を収穫する時の稲わらや脱穀する時のもみ殻の発生量が減ると考えられます。また、肉を食べる量が増えると、飼育する家畜の頭数が増加するので、家畜ふん尿の発生量も増えると予想されます。また、私たちが家庭かレストランのどちらで食事をするかによって、調理くずや食べ残しなどの食品廃棄物が発生する場所も変わってきます。そこで、当研究センターでは、食料の消費や生産に伴って廃棄物がどこでどの程度発生するかを推定し、今後私たちの食生活が変化していく中で廃棄物の発生状況がどのように変わるのかを検討しています。廃棄物の発生状況を将来に渡って検討することは、今後の廃棄物管理や政策の方向性を考える重要な材料になります。

2005年と2030年の日本国内の食料消費に伴う廃棄物の発生量を推定した結果を図2に示しました。2005年を見ると、全体で約1億2000万tの廃棄物が発生し、なかでも家畜のふん尿が最も多く約9000万tでした。また、食品の加工や流通、食べ残しなどから発生する食品廃棄物は合わせて約2000万tで、半分は家庭や事業所から出る生ごみでした。

今から20年後の2030年については、私たちの食生活に関して2通りの将来像を描き廃棄物の発生量を推計しました。1つは今後も洋食化が進展し、調理済み食品と外食、輸入食材が増える傾向のまま進む将来像です。廃棄物の発生量（図2の「2030年（洋・輸）」）は全体で約1億3000万tと推計され、これから日本の人口は減るにも関わらず、廃棄物は2005年よりも増えてしまう結果となりました。特に畜産物を食べる量が増えるため家畜ふん尿が増加し、2005年の1.2倍の約1億1000万tになりました。一方、もう1つの将来像は再びかつての和食化が進み、家庭での調理、国産食材が増える方向性です。廃棄物の発生量（図2の「2030年（和・国）」）は全体で約1億tと推定され、2005年の80%程度に減ることが分かりました。米を食べる量が増えるため稲わらなどの農業残さは1.1倍に増えますが、畜産物を食べる量が減ることによって家畜ふん尿が78%に減少する結果となりました。

当研究センターでは、このような将来の食料の消費量、

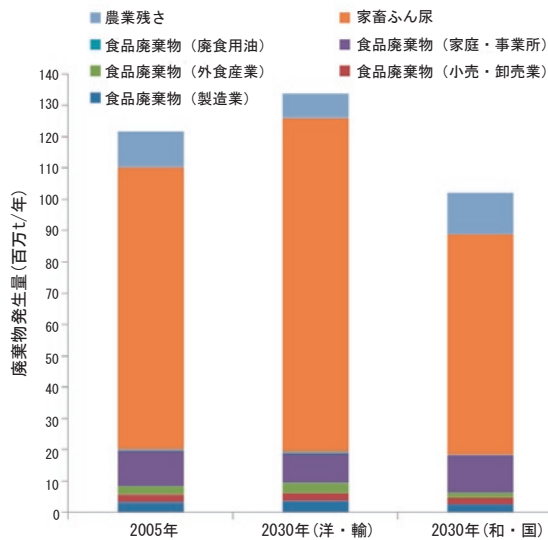


図2 2005年と2030年の食糧消費に伴う廃棄物発生量

生産量、廃棄物発生量の推計とともに、廃棄物の発生抑制、飼料化、肥料化、エネルギー回収といった廃棄物管理の技術や政策による埋立処分量や温室効果ガス排出量の削減効果などの評価も行っています。

<もっと専門的に知りたい人は>

1. 加用千裕、稲葉陸太、橋本征二、南齊規介、大迫政浩：近未来の食料需要・廃棄物フローの予測と廃棄物対策導入効果の評価、第5回日本LCA学会研究発表会講演要旨集、46-47、2010



循環・廃棄物の

まめ知識

【食品リサイクル法】

おおさこ まさひろ
大迫 政浩



2010年6月7日号

私たちの食料消費から生じる食品廃棄物。循環型社会の形成に向けて、その発生量を抑え、リサイクルを促進していくことが必要です。一般の家庭から出る生ごみ以外に、様々な事業所から出る食品廃棄物の排出量は年間1000万トン以上にも及び、従来は十分なリサイクルなどの対策が行われていませんでした。そこで国では、食品製造工程から出る材料くずや売れ残った食品、外食産業からの食べ残しなどの食品廃棄物を減らして、リサイクルを進めるために、生産者や販売者などに食品廃棄物の減量やリサイクルを義務付けた食品リサイクル法を2000年に制定しました。正式な名前は「食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律」と言います。法律(2007年改正)に基づいて、食品廃棄物を年間100トン以上出す製造、小売、飲食業者などに対して、2012

年度の業種別の再生利用等の目標(下表参照)の達成が義務付けられています。また、目標にはごみ自体を出さないようにする発生抑制(リデュース)の目標も含まれています。

再生利用の方法としては、法律の中で飼料化、肥料化が定められており、その他政令で炭化燃料・還元剤、油脂・油脂製品、エタノール、メタンへの再生利用の方法が指定されています。また、一定水準以上の熱回収や、減量化のための乾燥や脱水などの方法が認められています。

その他、再生利用を促進するための対応として、再生利用を行う事業者の登録や、食品廃棄物の排出から再利用までの仕組みを関係事業者が共同して作り、認定を受ければ規制が緩和される特例が定められています。

食品リサイクル法に基づく再生利用等の目標と現状

業種	2012年度 目標	2006年度 統計実績	2006年度発生量 (万トン)
食品製造業	85%	81%	495
食品卸売業	70%	62%	74
食品小売業	45%	35%	262
外食産業	40%	22%	304

バイオディーゼル燃料の高速合成

くらもち ひでとし
倉持 秀敏

2010年7月5日号



皆さんのお家では、調理した後の天ぷら油（廃食用油）をどう処理していますか？ 廃食用油を処理剤で固めたり、新聞に吸わせた後に可燃ごみと一緒に捨てていませんか？ 廃食用油は脂肪酸トリグリセリド（TG）という化学物質の混合物であり、図1のように、触媒（反応促進剤）を用いてメタノールとエステル交換反応させると、脂肪酸メチルエステル（Fatty Acid Methyl Ester: FAME）とグリセリンという二つの物質が得られます。

FAMEはバイオディーゼル燃料（BDF）と呼ばれ、バスやごみ収集車などの自動車の軽油代替燃料として利用されているのはご存知でしょうか？ BDFへのリサイクルは、廃棄物の有効利用という点だけでなく、使用時に化石燃料由来の二酸化炭素の排出量が少ないという点から地球温暖化対策としても期待されています（2008年10月6日号「バイオ燃料による食糧問題と解決策としての廃棄物の有効利用」参照）。

BDFは、一般的にアルカリ触媒法という方法で合成されています。図1のように、触媒である水酸化カリウム（KOH）を溶解させたメタノールを廃食用油と加温しながら混合すると合成できます。

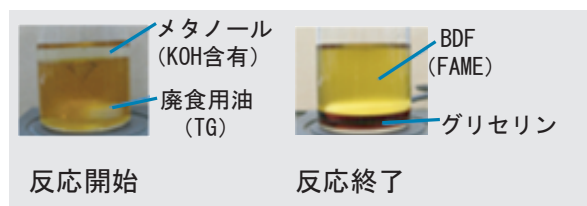


図1 BDF合成反応（アルカリ触媒法）

BDFを合成するには、反応性を有したメタノール分子とTG分子が衝突することが必要です。図1をみると、メタノールと廃食用油（TG）は溶け合わずに分離しています。この状態では、効率的に反応が進みません。そこで、私たちは、メタノールと廃食用油の間の界面を取り払って二つの液を一つの液としてしまえば（均一相化）、分子は自由に移動でき、分子の衝突が頻繁に起こり、反応が劇的に速く進むと考えました。今回は、この反応の高速化を試みた研究成果¹⁾の一部を紹介します。

まず、二つの液を均一相化することが必要なので、メタノールとTGの両方に溶解易い溶媒として、液化ジメチルエーテル（DME）を選定しました。DMEは常温1気圧においてガスですが、若干高圧（5～6気圧程度）にすると液化し

ます。液化DMEを用いた理由は、毒性が低いことと、反応終了後に圧力を下げてガスに戻すことで、反応溶液からDMEを容易に回収できることがあります。

液化DMEを添加してBDF合成反応を行い、BDFが生成する量を調べ、反応時間と反応収率（FAMEへ変換されたTGの量/反応へ供給されたTGの量）の関係を図2に示します。わずか10秒で供給した原料の約60%がBDFに変換されていることが明らかとなりました。また、液化DMEを添加せずに、同じ回転数で攪拌した場合の結果も比較しました。この比較により、反応溶液を一つの液とすることで、桁違いに速く反応が進むことがわかりました。

ただし、二つの液を一つの液にしようという考えは、カナダの研究者がテトラヒドロフラン（THF）という有機溶媒を用いて十年以上前に実験していました²⁾。そこで、彼らの合成反応実験を再現し、我々の結果と比較しました。図2の比較により、液化DMEを添加した方が、THFを用いるよりも反応は速く進みました。この原因は、液化DMEを含んでいると、スムーズに均一相化が実現できるためです（すべての溶液を混ぜてから5秒で均一相化が可能）。ちなみに、THFでは均一相化に100秒かかります。この結果は、反応の高速化において、添加した溶媒による液と液の混ざり易さの違いを考慮することの重要性を示しています。

私たちの提案した方法により、反応が非常に速く進みます。

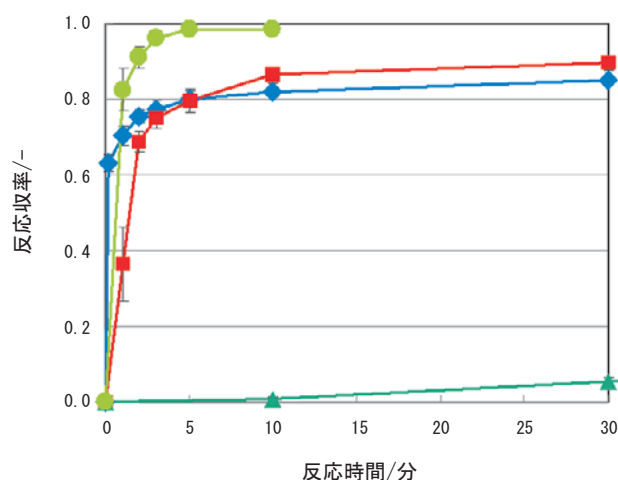
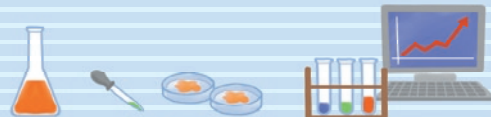


図2 BDF合成反応における反応時間と反応収率の関係（25℃、攪拌翼の回転数：300rpm）

▲：従来法、◆：DME 添加、■：THF 添加、●：DME 添加（10秒後にメタノール添加）



すが、残念ながら反応時間10秒以降には、溶液に溶けなくなったグリセリンが液滴として現れ、再び二液になり、図2のように反応の進む速さも低下していきます。この対応策として、今度はメタノールがグリセリンとBDFの両方に溶けやすい溶媒であることを利用して、グリセリンが溶解できなくなる直前、つまり、反応開始後10秒後にメタノールを添加して、反応液が終始一つの液になるようにしました。その結果、反応時間3分という短時間において反応収率が96%以上という高い収率を達成することができました。反応が非常に速く進むため、反応容器を従来法よりも数十分の1程度に小さくできると考えています。

しかし、この方法は、従来法よりも大量にメタノールを利用します。メタノールを回収して無駄なく利用することを考えていますが、大量のメタノールを回収することにより、従来法よりも製造に必要なエネルギーが1.7倍に増加することがシミュレーションによって予想されています。そこで、メタノールを過剰に添加しない方法を検討し、今では、製造エネルギーを従来法の65%まで削減できる可能性を得ています。

<もっと専門的に知りたい人は>

1. Kuramochi et al.: Superfast Transesterification of Triolein Using Dimethyl Ether and a Method for High-Yield Transesterification. Ind. Eng. Chem. Res., 47, 10076-10079, 2008.
2. Boocock et al.: Fast One-Phase Oil-Rich Processes for the Preparation of Vegetable Oil Methyl Esters. Biomass Bioenergy, 11, 43-50, 1996.



2010年7月5日号

当ててみよう!

【集じん装置でとれないもの】

かわもと かつや
川本 克也

Q
問題

ごみの焼却によって発生する汚染物質のうち、集じん装置では通常除去できないものはどれでしょうか。

- ① ばいじん ② ダイオキシン類 ③ 塩化水素 ④ 窒素酸化物

答えは20ページへ

続・使用済みの携帯電話

むらかみ すずき りえ
村上（鈴木） 理映

2010年7月20日号

2009年6月8日号「使用済みの携帯電話」では、日本で使用済み携帯電話がどのように回収され、リサイクルされているかを紹介しました。また、2010年1月12日号「使用済み製品の下取りと回収に関する取り組み」では、携帯電話や小型家電を回収するモデル事業について簡単に紹介しました。携帯電話を回収する経済産業省の事業には、量販店を含む全国1800の店舗が参加し、携帯電話端末を持ち込んだ消費者は、商品券があたるクジを引くことができる、という回収キャンペーンが行われました。当選確率が比較的高いという当選者の口コミも手伝ってか、3ヶ月で57万台弱の端末が回収され、既存のリサイクルプラントで分解処理の後、再生資源業者がレアメタルを取り出す、というリサイクルが行われました。

その一方で、ここ数年、中古端末市場が拡大する動きもあります。リサイクルについては「環境」でも度々触られてきましたので、今回は、リユース（中古）に焦点をあてましょう。

最近では、通信事業者と契約する時に電話番号ごとのSIMカードが割り当てられ、そのカードを差し替えれば、携帯電話端末を「着せ替えて」利用することができます。中古端末市場の拡大は、販売方式がSIMカード方式になったこと、そうした販売方式の変更により端末価格が上昇したことに後押しされていると言えるでしょう。中古端末は、手軽に機種変更したい人、「着せ替え」のために2台目の端末がほしい人、端末が壊れた時に同じ機種に交換したい人等のニーズに、安価で、手早く応えることができます。

しかし中古端末には、古本や古着等とは違うリスクもあります。中古店は、通信事業者や製造事業者とのつながりはないので、「製品」つまり端末自体に関する情報を持っていません。たとえば、端末の割賦支払いが完了しているか否かを確かめることができません。支払いが未完了であった場合、それを知らずに購入した消費者が、突然通話を止められた事件もありました。製造番号をたどればわかるはずですが、そのような個人が特定できてしまう情報を、つながりのない中古店に、通信事業者が教えることはできません。

非正規のイメージが残る日本の中古端末市場とは異なり、欧米では、携帯電話業界自体が積極的にリユースを進めています。例えば、欧州では、通信事業者のSIMカードは、端末とは別に自動販売機でも販売しています。そして、SIMカードがどの通信事業者にも対応できるようにするSIMロック解除サービスがあり、消費者は、SIMカード、通信事業者、端末を自由に組み合わせることができるのです。

そして欧米で中古端末市場が盛んである理由は、中古店が、製造業者や通信事業者（生産者として）と結びついていることです。生産者の知らないところで、つながりのない中古店に自社製品を取り扱われ、部品を利用して偽物を再製造されたり、個人情報が残っていた場合にその情報が流出したりすれば、生産者が責任を負わされるリスクがあります。そのようなリスクを回避しつつも、リユースを経た上で、再使用不可能なものはきちんとリサイクルして廃棄物を削減し、環境負荷を減らす「生産者の責任」（2007年10月15日号「生産者の責任」参照）の遂行をアピールするためにも、生産者が中古に関与するのは得策と判断しているためです。生産者は、製造番号等に関するデータも、契約中古店に「販売」しており、適正な中古販売ができるように後押ししています。とくに通信事業者にとっては、国内で中古のニーズがない端末を、途上国に無償や安価で提供することにより、固定電話よりも携帯電話が普及し始めている途上国で、自社の通信事業を拡大する、というビジネスチャンスにもつながるのです。

話を日本に戻しましょう。携帯電話の電波利用等を管理している総務省は、通信事業者同士を競争させ、通話料を引き下げることが狙って、SIMカードをどの通信事業者にも対応できるようにすることを検討しています。そうすれば、通信事業者と端末の関係は、従来のように固定化したものではなくなり、同じ端末で通信事業者を替えることもできるようになります。

これに対して多くの通信事業者は、現在の端末は一台で周波数の異なる複数事業者のサービスを利用することを想定しておらず、互換性がないため、消費者の利便性が制約されるので、消費者にとってデメリットの方が大きい、という意見を示していましたが、1社だけは2011年4月以降に発売する全機種のSIMロックを解除することを2010年7月発表しました。

総務省の意見が全ての通信事業者に受け入れられ、通信方式も統一されれば、欧州のように中古端末市場がさらに拡大する可能性があります。そして中古端末市場が拡大すれば、欧米のように、自社の活路を見出すために、各通信事業者が、自らまたは正規委託で中古端末を販売する日が来るかもしれません。





＜もっと専門的に知りたい人は＞

1. 村上進亮、NTTドコモモバイル社会研究所：使用済み携帯電話に対する責任の在り方とリユースを中心にした3R政策導入の可能性、2009
2. 村上（鈴木）理映ほか：使用済み携帯電話のリサイクル、リユースの現状と課題、第19回廃棄物資源循環学会研究発表会論文集、173-174、2009



循環・廃棄物の

まめ知識

【電池の捨て方】

よしだ あや
吉田 綾



2010年7月20日号

リモコン（乾電池）、ノートパソコンや携帯電話（リチウムイオン二次電池）、電子辞書や炊飯器（コイン型リチウム一次電池）、腕時計や体温計（酸化銀電池）、電話機子機・電動歯ブラシ・シェーバー（ニッケル水素電池）など、私たちの身の回りには、たくさん電池が使われています。

電池は大きく分けて、1回の使いきりの電池（一次電池）と、充電して繰り返し使える電池（二次電池）に分けられますが、それぞれ捨て方が違うのをご存じでしょうか？

1回の使いきりの乾電池・リチウム一次電池は、自治体が回収・処理しています。資源ごみ、不燃ごみ、有害・危険ごみなどの分類方法や回収方法は自治体によって異なりますので、それぞれの自治体のルールに従う必要がありますが、多くの自治体は分別回収や市役所・公民館などに設置されている回収箱に入れるなどの方法で回収しています。酸化銀などのボタン電池は、電気店や時計店等に設置されている「ボタン電池回収箱」で、小型二次電池（ニカド電池、ニッケル水素電池、リチウム二次電池、小型シール鉛電池）は、電気店やスーパー等に設置されている「充電式電池リサイクルBOX」で回収されています。回収協力店はボタン電池回収促進センターや有限

責任中間法人JBRCのホームページで検索することができます。自動車の鉛蓄電池やパソコン・携帯電話の二次電池はメーカー・通信会社・販売店等が回収しています。

最近、電池の使用・保管・回収時の発熱・破裂・発火による事故が多く起きています。輸出向け金属スクラップ火災も、分別されずに混入した鉛蓄電池などが一因と考えられています。

火災事故予防の観点から、ボタン電池や二次電池は製品本体から取り外して、1個ずつプラス極とマイナス極をセロハンテープで絶縁して回収箱に出すのが理想的です。しかしながら、電池が取りはずしにくい設計になっている製品もあるため製品に入ったままか、取り出されても絶縁されずに廃棄されているのが現状です。消費者が乾電池・二次電池をそれぞれ別の回収箱まで持って行かなければならないのも大変な労力を必要とします。現行の電池の回収ルールに対する意見は人それぞれありますが、使い終わった電池は、出来る限り安全に捨てたいものです。



身の回りの製品に含まれる化学物質

かじわら なつこ
梶原 夏子

2010年9月6日号

「化学物質」という言葉の定義はあいまいでとても難しいのですが、大きくは、もともと自然に存在するものから人工的に合成されたものまで、有機物から無機物までを含む原子で形作られるもの全てを指すと考えることができます。つまり、毎日の料理に欠かせない食塩の主成分である「塩化ナトリウム」も、焼却炉での発生が問題となった「ダイオキシン」も化学物質なのです。その中で、私たちの研究グループが対象としている化学物質は、生き物や環境に何らかの悪い影響を与える物質、あるいは、悪い影響を与えそうな物質です。具体的には、化審法（2009年9月7日号「化審法の改正」参照）やRoHS指令（2009年4月20日号「RoHS指令」参照）など国内外で規制対象となっている物質や、将来的に規制対象に含めるべきか国際的に検討されているような物質について研究をしています。この記事ではこうした物質のことを「化学物質」と呼んでお話ししたいと思います。

私たちが空気や食品など様々な媒体を通して化学物質を体内に取り込んでいることは皆さんもご存知だと思います。身の回りにある家具や家電製品、衣類などにも、数々の化学物質が様々な目的で使用されています。しかし、これら「製品」からヒトへの直接的な化学物質曝露の実態についてはあまりよく分かっていないのです（2009年4月20日号「家庭製品中の難燃剤の室内環境の影響」参照）。私たちは一日の大半を家庭や学校、職場などの室内で過ごしますから、ヒトへの化学物質曝露を考える際には、室内環境における製品からの曝露の実態を知る必要があります。しかし、そもそも、各製品にどのような化学物質がどれくらい含まれているのかもよく分かりません。そこで私たちの研究グループは、多様な化学物質のうち臭素系難燃剤（2006年12月4日号「難燃剤」、2006年12月18日号「ハウスダストの研究（ほこりの研究）」参照）に注目し、実際に身の回りで使われている製品に含まれる濃度を測定することにしました。

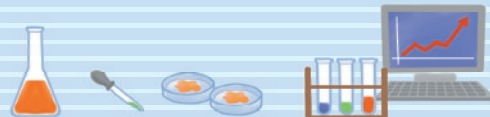
まずは、製品中の難燃剤含有量を正確に知るための分析方法を作ります。化学分析には一般的に「抽出→精製→機器分析」というステップがあります。抽出とは、試料から目的の成分を取り出す工程のことです。コーヒー豆からコーヒーをドリップするのも抽出ですね。精製とは、目的成分以外を取り除く工程を指し、数種類の方法を組み合わせ、段階的に精製処理を進めます。最後にGC-MSやLC-MSなどの精密分析機器（2010年9月6日号「GC-MSとLC-MS」参照）を用いて、目的物質の量を測ります。ある化学物質の濃度

を測る方法を作るには上記の各工程について一つずつ検討し、もっとも良い方法を選択していく必要があります。「製品」を対象に測る場合、例えば、プラスチックにも色々な種類がありますし、電子基板のようにプラスチックと金属が混ざっている場合はどうすればよいか、繊維製品はどうすればよいか、など多くの検討を経て分析方法を組み立てていきます。実際に、難燃剤の添加が予想される製品を集めて化学分析を行ったところ、製品によって含有量は大きく異なりましたが、使用済テレビやパソコンのケーシング（外箱）からは重量ベースで10%以上の臭素系難燃剤の一種であるポリ臭素化ジフェニルエーテル（PBDEs）が、電子基板からは最高で2%程度のPBDEsが検出されるものがありました。防災カーテンや建築用断熱材にはヘキサブロモシクロドデカン（HBCDs）という難燃剤が使われており、いずれも2~4%程度の含有が認められました。重量ベースで10%のPBDEsが添加されているということは、例えば、テレビケースの重量が2 kgだとすると、そこには200 gのPBDEsが含まれている、ということになります。どうでしょう、想像以上に大量に添加されていると思いませんか。

現在、PBDEsは規制が強化されており、他の物質への代替が進んでいます（2010年6月21日号「製品中化学物質の代替」参照）。そのため、最新のテレビやパソコンのケーシングを分析しても高濃度で検出されることはないでしょう。しかしながら、規制により化学物質の使用が終了したとしても、既に使用されている製品が回収されるとは限らないため、PBDEs含有製品の使用は継続します。とくに家電製品や家具などは製品寿命が長いので、家庭などに長期間とどまることになりますので、使用時の製品からヒトへの化学物質曝露の評価は重要です。いずれ製品は廃棄されますが、その際に、焼却や埋立、リサイクルに伴って規制物質が環境に放出される可能性を最小限に抑える必要があります。つまり、ある化学物質の規制が始まり、代替が進んだとしても、使用製品からの曝露および廃棄物処理という課題は残されてしまうのです。新たな製品を購入する際は、「どんな製品もいずれ必ずゴミになる」ということを常に意識し、潜在的な廃棄物としての視点をもって「製品」を選ぶことが大切だと思います。

<もっと専門的に知りたい人は>

1. Kajiwara, N. et al.; Photolysis studies of technical decabromodiphenyl ether (DecaBDE) and ethane



(DeBDethane) in plastics under natural sunlight. Environmental Science & Technology, 42, 4404-4409, 2008.

2. Kajiwara, N. et al.: Determination of flame-retardant hexabromocyclododecane diastereomers in textiles. Chemosphere, 74, 485-1489, 2009

3. Kajiwara, N. et al.: Brominated and phosphorus compounds in televisions and a personal computer in the Japanese market in 2008. Organohalogen Compounds, 71,795-799, 2009.



循環・廃棄物の

まめ知識

【GC-MS と LC-MS】

すずき 鈴木
ごう 剛



2010年9月6日号

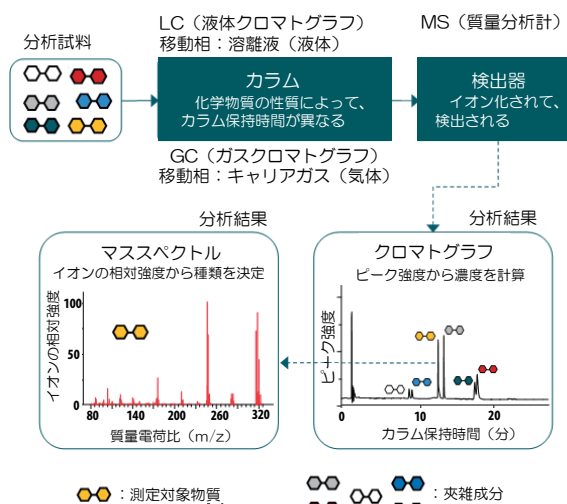
「GC-MSやLC-MSって？」となる人が多いかもしれません。今回は、「はかる」(2007年3月19日号「はかる」参照)のために使用する特殊な機器のおはなしです。

GC-MSやLC-MSとは、化学物質の種類や濃度を測定する数ある分析機器のひとつで、その名の通り、GC (Gas Chromatography: ガスクロマトグラフ) あるいはLC (Liquid Chromatography: 液体クロマトグラフ) とMS (Mass Spectrometry: 質量分析計) を連結した複合型の分析装置のことで、代表的な質量分析法です。測定対象とする化学物質を、GCあるいはLCで測定を妨害する他の成分から分離して、MSで検出するのが、大まかな分析の流れです。

GC-MSとLC-MSは、お互いの特性を考慮して使い分けられています。GCでは装置に導入した化学物質を高い温度で気化してあらかじめ成分の分かっている移動相のキャリアガスと共に気体としてカラムに導入しますが、LCでは化学物質を溶離液に溶かしてカラムに導入します。GC-MSは気化し易く熱で分解しにくい化学物質の測定に使われますが、それを補うように気化し難い、あるいは熱で分解してしまう化学物質の測定にはLC-MSが使用されています。使用する分析装置によって得手不得手があるので、新しい化学物質を測定対象とする際は、2007年9月18日号「はかることを評価する」で記述しているように、その妥当性を評価することが大切です。

当センターでは、カーテンやじゅうたんなどの繊維製品、テレビやパソコンのケーシング (外箱) などのプラスチック製品、一般家庭やリサイクル施設などから採取した埃など、様々な試料に含まれる「難燃剤」(2006年12月4日号「難燃剤」参照) を始めとした化学物質の種類や濃度をこのような分析装置を使用して調べています (2010年9月6日号「身の回りの製品に含まれる化学物質」参照)。

イメージ図



廃棄物最終処分場からの汚水の漏れを防ぐ技術

いしもり ひろゆき
石森 洋行

2010年9月21日号



廃棄物の減量化やリサイクルが積極的に推進されていますが、廃棄物をゼロにすることは現実的には不可能で、どうしても有効利用ができないものは廃棄物最終処分場に埋立処分せざるを得ません。一方、廃棄物最終処分場の受入容量には限りがあり、将来に

わたり廃棄物の埋立処分を安定的に維持するためには、新規の処分場建設が必要になります。しかし、廃棄物最終処分場は汚染源になり得るという懸念から、住民の反対等もあってその建設は大変難しくなっています。そのため、廃棄物処分場が汚染源とならないこと、特に汚水の漏れを防ぐ技術を説明して住民の理解を得る必要があります。

今回は、廃棄物最終処分場の最深部の遮水構造に着目し、それが処分場内からの汚水の漏れを防ぐのにどれだけの効果があるのかを考えてみましょう。

■最終処分場最深部の遮水構造

廃棄物最終処分場の側面と底面は水を通しにくい材料でつくられており、ちょうどお椀のような形をしています。このお椀の部分の遮水工と呼びます。雨などが廃棄物と接触して汚水が発生したとしても、処分場内部から外部に汚水が漏れることを防ぐようにする必要があります。水を通しにくい材料で処分場を囲んでいるのです。

水を通しやすい、通しにくいには大小があります。遮水工にはどの程度の通しにくさが求められるのでしょうか？ まず、水の通しやすさ、通しにくさの表わし方を紹介します。図1のように材料を通過する水の速度を考えたとき、その速度は、水面差に比例し、材料の厚さに反比例します。すなわち、

$$\text{水の流速} = \text{比例定数} \times (\text{水面差} / \text{材料の厚さ}) \quad (1)$$

このときの比例定数を透水係数と呼び、その値が大きいほど水を通しやすい材料であり、小さいほど水を通しにくい材料であることを示します。代表的な材料の透水係数を表1に示しました。

さて遮水工の目的は、廃棄物最終処分場内にある汚水の漏れを防止することなので、当然ながら透水係数の小さな材料が、遮水工に用いられます。私たちの身近にあるコンクリートは、ひび割れが生じなければ、非常に小さい透水

係数を持ち、優れた遮水材料なのですが、これは廃棄物最終処分場の遮水工に用いられることはほとんどありません。ひび割れのある個所から、水が漏れるからです。遮水工には、透水係数が小さく、ひび割れの生じにくい柔らかい材料として、粘土や合成樹脂製の遮水シートが用いられます。

わが国の遮水工は、その厚さと透水係数に着目して、構造が定められています。図2は、遮水工の構造の一例です。厚さ50cm、透水係数 10^{-6} cm/sの粘土層の上に、遮水シート(0.15cm厚)が設置されています。廃棄物最終処分場内に水位100cmの汚水が溜まっていたとすると、汚水がこの遮水工を通過するのに要する時間は、約120年となります。

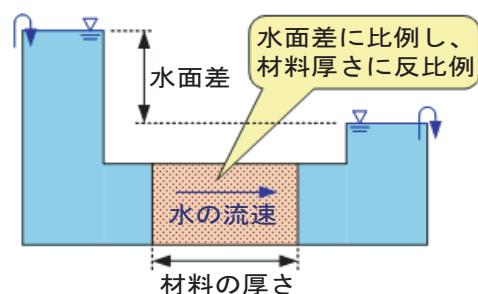


図1 材料中を流れる水の流れ

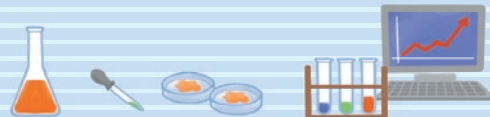
表1 代表的な材料の透水係数

材料名	透水係数 (cm/s)	材料1cmを通過する時間 ¹	
砂	10^{-2}	1分	
粘土	10^{-6}	8日	
ベントナイト粘土	10^{-9}	20年	
コンクリート	10^{-9}	20年	
遮水シート	10^{-11}	330年 ²	

■遮水工の安全性評価に必要な研究

遮水工を通過するのに必要な時間は、遮水工の安全性を表わす尺度の一つと考えることができます。この時間が長いほど、廃棄物最終処分場内の汚水が外に漏れにくく、安全性は高いといえます。しかし、上記の例で求めた120年は、本当に安全なのでしょうか？

廃棄物から汚水が発生するのは、廃棄物を埋め立てた後の、ある限られた期間においてです。この期間を廃棄物の安定化期間と呼び、安定化期間を過ぎると廃棄物から汚水は発生しにくくなります。したがって、安定化期間内に発



生する汚水の漏れを防ぐことが重要であり、汚水の遮水工を通過する時間が、安定化期間を上回れば安全と考えることができます。すなわち、

廃棄物の安定化期間 < 汚水の遮水工を通過する時間(2)

を満たす必要があります。

廃棄物の安定化期間は、まだ十分明らかにされていませんが、数十年から数百年と言われています。国立環境研究所では、2008年6月23日号「廃棄物埋立地の透水性と安定化」で紹介したように、埋め立て方法を工夫して廃棄物を早期に安定化させるための研究をしています。廃棄物の早期安定化は(2)式をより満たしやすくなるので、こうした研究は、最終処分場の安全性の向上につながっていると言えます。

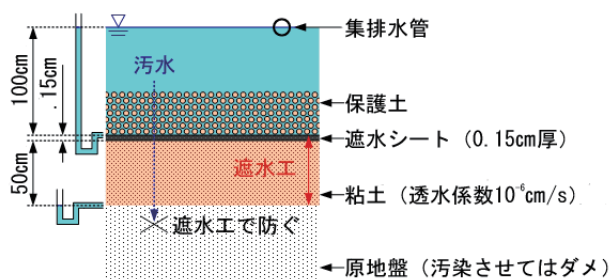


図2 遮水工の例

<もっと専門的に知りたい人は>

1. 文部科学省 科学技術振興調整費 重要課題解決型研究「廃棄物処分場の有害物質の安全・安心保障」、平成16-18年度報告書および総合報告書



2010年9月21日号

当ててみよう!

【廃棄物最終処分場の遮水工】

えんどう かずと
遠藤 和人

Q
問題

日本の廃棄物最終処分場で最も多く使われている遮水工は何でしょうか？

- ① 粘土と遮水シート ② コンクリートと遮水シート
- ③ 二重の遮水シート ④ アスファルトと遮水シート

答えは20ページへ

その他

循環センター 2010 年春の一般公開

こじま きょうこ
小島 恭子

2010年5月10日号

国立環境研究所「春の環境講座」が2010年4月17日（土）に開催されました。当日は、まさかの雪という生憎の天気でしたが、午後から天気も回復し、大勢の方にお越しいただきました。

今回も例年通り、講演を中心とした催しでしたが、そのトップバッターとして、循環センター物質管理研究室の肴倉研究員が「家電製品のリサイクル～技術と制度のしくみと課題～」と題した講演を行いました。午前中の早い時間にもかかわらず、多くの方が聴講してくださいました。

講演の内容は、家電製品のリサイクルについて、技術面と制度面の2つの側から、そのしくみと課題について説明するというものでした。



私が特に興味深く感じたのは、分離回収の方法についての説明でした。「リサイクル」という言葉は知っていても、実際にどのような方法で金属を回収しているか知っている方は、そう多くはないのではないのでしょうか。この講演では、工場に引き取られた家電製品がどのように破碎され、そして分離・選別されるのか、その方法や特徴について、多くの写真を使って説明がなされました。より良いリサイクルを行うために分離回収することが重要なこと、そのために様々な技術が導入されていることが分かりやすく説明されました。また、今後使用済み電化製品をどのように回収するのがリサイクルに効果的かといった説明もありました。

講演は様々な年代の方が参加してくださいました。メモを取ったりするなど、真剣な表情で聴いてらっしゃったのが印象に残りました。今回の講演がみなさんの興味を満足させる内容であつたら、とても嬉しく思います。

また、別会場では、講演に関するポスター展示も行いました。こちらも講演と同じく、熱心に説明に耳を傾ける方が多くいらっしゃいました。ポスターの前で、長いこと研究者と話し込む来場者の姿も見られました。

ポスターの他に、実際の家電製品の解体物の展示も併せて行いました。普段見る機会のないものだけに、多くの方の注目を集めていました。家電製品中のどの部分に、どのような金属が使われているかということを実際に見ることができ、なかなか面白い体験ができたのではないのでしょうか。

今回、ブラウン管テレビやノートパソコン、携帯電話などの解体物が展示されましたが、来場した子供たちの一番人気は、小型ゲーム機の解体物でした。身近なゲーム機にも様々な金属が含まれていることを知り、驚きの声をあげていました。有用な金属を回収し、有害な物質を管理するためにも、きちんとリサイクルすることが大切だという研究者の説明にも、熱心に聞き入っていました。

次の一般公開は7月に開催されます。多くの方により関心を持っていただけるよう、様々な角度から研究成果をお伝えしていきたいと思います。どうぞ楽しみに。





循環センター 2010 年夏の大公開

たがみ あつこ
田上 厚子

2010年8月23日号

毎年恒例の「夏の大公開」が2010年7月24日(土)に開催されました。当日は大変な猛暑にも関わらず、たくさんの皆さまにご来場頂き、誠にありがとうございました。

今年の循環センターの主な企画・展示は、日々の食事に関連して発生する環境負荷を知ってもらうゲーム「Eco一番屋」、各プラント実験室を探索しながらのクイズ「ゴミはどうなる どこへいく?」、身近な発酵食品を使っ

てのクリーナー作成体験「微生物クリーナーを作成しよう」でした。「Eco一番屋」では、カレーライスの具材選びを通して、環境負荷について楽しく知ってもらう体験型のゲームを行いました。皆さん、自分流のエコカレーを作ろうとスタッフからのヒントをもとに、食材のカード選びに奮闘されていました。最後のレジでは、環境負荷を診断したレシートが配布されこちらも好評でした。



また、「ゴミはどうなる どこへいく?」では、ゴミの処理やリサイクルなど、循環センターで行われている研究の一端を知ってもらうために、実験室などを探索しながらのクイズを行いました。会場はクイズの用紙を片手に楽しそうに実験室を回られているお子さんたちや、ゴールで全問正解を喜ばれているご家族などで、とても賑わっていま



た。また、全問正解の皆さんには博士帽をかぶっ

ての記念撮影を行いました。こちらも好評でした。「微生物クリーナーを作成しよう」では、納豆やヨーグルトなどの身近な発酵食品を使って、微生物の働きで排水口のぬめり等を除去するクリーナーを作成しました。初体験のクリーナー作りに、お子さんたちも興味深く楽しんでいました。

その他、各実験室では循環センターで行われている研究に関連する展示やデモ実験等が行われました。

今回もそれぞれの企画や展示を通して、たくさんの驚きや発見があったのではないのでしょうか。

来年の「夏の大公開」も、多くの皆さまに関心をもっ

ただけ

ていただ

けるよう

、循環セ

ンターの

研究をわ

かりやす

くお伝

えています

ますので

、どうぞ

お楽しみに。



当ててみよう！の答えと解説



【産業廃棄物の埋立地の種類】^{おぐち まさひろ}小口 正弘

答え ④ 燃えがら

産業廃棄物（事業活動に伴って出る廃棄物）のうち、安定5品目と呼ばれる廃プラスチック類、ゴムくず、金属くず、ガラス・コンクリート・陶磁器くず、がれき類は、「安定型処分場」という素掘り構造の埋立地にそのまま埋め立てることができます。これらの廃棄物は雨に濡れても腐敗・分解せず、汚濁物質が発生することがないので、安定型処分場には浸出水を外部へ漏らさない構造（遮水工）や浸出水の処理設備がありません。ただし、定期的に地下水の検査がされていますし、埋め立てる廃棄物の中身は厳しく検査されることが義務付けられています。しかし、一部の処分場で安定5品目以外の廃棄物の混入や有害物質の排出があることが指摘されており、安定型処分場のあり方には様々な議論があります。

安定5品目以外の産業廃棄物のうち燃えがら、污泥、ばいじん、鉙さいなどについては、溶出試験という試験を行い、特定の有害物質の溶出濃度が基準を超えるものは「遮断型処分場」という最も厳重な構造の埋立地に入れられます。遮断型処分場はコンクリートの仕切りで外部と遮断され、屋根をつけて雨が入らないようになっています。雨が入らないので浸出水が出ず、処理設備は不要ですが、地下水の検査は行われています。

安定型、遮断型に埋め立てる産業廃棄物以外の廃棄物は「管理型処分場」という埋立地に埋め立てられます。管理型処分場は安定型と遮断型の中間のような構造で、廃棄物は雨と接触しますが、埋立地の底に二重構造の遮水工（二重の遮水シートや粘土と遮水シートの組み合わせ）があり、浸出水は一箇所に集めて処理されています。

なお、この使い分けは産業廃棄物についてのみで、家庭ごみなどの一般廃棄物は、中身に関わらず管理型処分場と同じ構造の埋立地に埋め立てられています。

【集じん装置でとれないもの】^{かわもと かつや}川本 克也

答え ④ 窒素化合物

ごみの焼却処理は、排出されたごみを早く衛生的に減量できるなどの長所をもつ反面、発生したいろいろな大気汚染物質への対応が必要です。主な汚染物質のうち法律で排出基準が定められているものは、ばいじん、塩化水素、硫黄酸化物、窒素酸化物、そしてダイオキシン類です。ばいじんとは、主に排ガスとともに飛散してきた飛灰です。

これらに対する排ガス処理は、焼却炉後段でボイラーにより熱回収され、さらに冷却塔などによっておよそ200℃以下に温度が低下した後に集じん装置に送られて処理が進むことになります。集じん装置には、ダイオキシン類の生成が問題になって以後、従来の電気集じん器からバグフィルター（ろ過式集じん器）に多くが置き換えられました。

もっとも一般的な処理方法は、乾式と呼ばれ、バグフィルターの手前で、煙道に消石灰や粉末状の活性炭を注入します。これによって、元々粒子状のばいじんはもちろんのこと、酸性のガスである塩化水素と硫黄酸化物が中和反応によって除去されます。そして、温度が低下したこと、活性炭と飛灰中の未燃炭素粒子のもつ吸着作用に

よってダイオキシン類が除去されます。ダイオキシンは疎水性（水との親和力がとても小さいこと）が強いので、活性炭などの表面が疎水性の固体に吸着されます。なお、バグフィルターのろ布表面にばいじんと消石灰などの添加物から形成されるケーキ層と呼ばれる厚みのある固体層をガスが通り抜ける際に、上記の物理化学反応が生じていると考えられます。そして、反応はできるだけ低温である方が有利であり、集じん装置は150～200℃で運転されます。

さて、この中和と吸着の原理で取り除けないのが窒素酸化物で、これは燃焼により発生してから間がないことからおよそ90%は一酸化窒素（NO）の形態で存在しています。近年、都市部の施設を中心に、集じん装置の後段に触媒脱硝塔が設けられることが多くなっています。窒素酸化物は、アンモニアの注入と触媒を適用した脱硝反応によって除去されるのです。

【廃棄物最終処分場の遮水工】^{えんどう かずと}遠藤 和人

答え ③ 二重の遮水シート

答えは二重の遮水シートです。遮水シートは、工場で生産されるため製品の品質も安定しており、取り扱いが容易なことから、廃棄物最終処分場の遮水工として最も多く使用されています。遮水シートは、ため池や公園の池の下にも用いられており、実績が多いことも理由の一つです。広い処分場全体を遮水シートで覆うためには、継ぎ目ができてしまいます。この継ぎ目は、工場ではなく現地で接合することになります。継ぎ目をきちんと接合しないと、汚水が漏れてしまうため、各現場で念入りに接合され、接合状況を検査しながら設置されています。

コンクリートは、大変丈夫なイメージがありますが、ひび割れ等が発生する可能性があるため、遮水工としては用いられません。強度としての丈夫さと、遮水という丈夫さは別物です。

粘土と遮水シートは二重の遮水シートの次に多く用いられている遮水工です。粘土は天然の鉱物でできていますので、時間とともに劣化することがなく、長期的な耐久性に優れた材料といえます。しかし、工事中に雨に濡れたり、現地での設置に時間を要するなど、工事の面でのデメリットがあるため、それほど多くの処分場で採用されていません。また、日本の粘土では、それほど透水係数が小さくならないため、ベントナイトと呼ばれる微粒子粘土を混合して遮水工が作られることが一般的です。ベントナイトは水と接触すると膨らむ性質があることから、破損部を自ら修復する機能があり、非常に優れた遮水工の材料として知られています。



バックナンバーの目次

Vol.1

■ 2006 年 11 月 5 日号		
環境創刊のご挨拶	p01	
廃棄物の研究って？	p12	
ごみ研究の歴史（第 1 回）	p24	
研究報告「家電リサイクル法の実態効力の評価」	p28	
■ 2006 年 11 月 20 日号		
近未来の循環型社会のビジョンを一緒に考えましょう！	p28	
溶融スラグ	p03	
ジュンカンガタシャカイってどんな社会？	p14	
■ 2006 年 12 月 4 日号		
リサイクルと化学物質について考えよう	p04	
難燃剤	p05	
■ 2006 年 12 月 18 日号		
ハウスダスト研究（ほこりの研究）	p16	
バイオアッセイ	p17	
ごみ研究の歴史（第 2 回）	p25	
■ 2007 年 1 月 9 日号		
循環型社会と科学技術	p06	
バイオマス	p07	
■ 2007 年 1 月 22 日号		
ごみの熱分解で発生するガス成分とその量を予測する	p18	
熱分解ガス化	p19	
ごみ研究の歴史（第 3 回）	p26	
■ 2007 年 2 月 5 日号		
コクサイシゲンジュンカン？	p20	
家電リサイクル法 - 「料金」の違いと「行き先」の違い	p21	
■ 2007 年 2 月 19 日号		
「見えないフロー」とリサイクル・海外輸出	p08	
電気・電子製品の廃棄量	p09	
■ 2007 年 3 月 5 日号		
排水を毎日きれいにする小さな装置	p22	
生活排水	p23	
■ 2007 年 3 月 19 日号		
はかる	p10	
地域を単位とした水・物質循環システムの再構築を	p11	
■ 2007 年 4 月 2 日号		
ごみ研究の歴史（第 4 回）	p27	
■ 2007 年 7 月 2 日号		
リデュース	p15	

Vol.2

■ 2007 年 4 月 2 日号		
マニフェストとアカウントビリティ	p01	
高齢化社会とごみ問題-家庭からの医療系ごみが急増？-	p04	
■ 2007 年 4 月 16 日号		
ごみの建設材料へのリサイクルと環境安全性	p06	
溶出試験	p07	
■ 2007 年 5 月 7 日号		
研究所の春の一般公開イベント～開催報告～	p20	
■ 2007 年 5 月 21 日号		
埋立地ガスのモニタリング方法の開発	p08	
一般廃棄物の埋立処分場	p09	
■ 2007 年 6 月 4 日号		
海につくる処分場の話	p10	
埋立地の跡地利用	p11	
■ 2007 年 6 月 18 日号		
化学物質を管理すること		
-欧州の新たな化学物質管理法	p05	
ごみ研究の歴史（第 5 回）	p22	
■ 2007 年 7 月 2 日号		
どんなリサイクルがよいかな？	p12	
ライフサイクルアセスメント（LCA）	p13	
■ 2007 年 7 月 17 日号		
リサイクルについての疑問と的確な情報提供の大切さ	p02	
■ 2007 年 8 月 6 日号		
循環センター 2007 年夏の大公開	p21	
■ 2007 年 8 月 20 日号		
ごみから水素エネルギーをつくり出す	p14	
メタン	p05	
■ 2007 年 9 月 3 日号		
廃棄されたアスベスト製品やその無害化処理物中の		
アスベストを分析する	p16	
アスベストを含む建材-その廃棄はいつまで続く？	p17	
■ 2007 年 9 月 18 日号		
「はかる」ことを評価する	p18	
ダイオキシン	p19	
■ 2007 年 12 月 10 日号		
ごみ研究の歴史（第 6 回）	p24	

Vol.3

■ 2007 年 10 月 1 日号	
発生源研究の大切さ	p01
生ごみ処理の将来を占う?	p14
■ 2007 年 10 月 15 日号	
私たちの消費と廃棄物とのつながりを追う	p02
生産者の責任	p03
■ 2007 年 11 月 5 日号	
愛用パソコン、パソ子のゆくえ	p04
基板と貴金属	p05
■ 2007 年 11 月 19 日号	
適正な資源循環の促進のためのアジア地域での	
液状廃棄物対策	p06
アジアの環境協力	p07
■ 2007 年 12 月 10 日号	
イエール大学産業エコロジーセンター滞在記 (1)	p19
■ 2008 年 1 月 7 日号	
小売業者の違反事例にみる家電リサイクルの課題	p16
■ 2008 年 1 月 21 日号	
ごみ処理とリサイクルの費用はいくらか	p08
容器包装リサイクル法	p09
■ 2008 年 2 月 4 日号	
ゴミの燃焼とニトロ多環芳香族化合物	p10
廃プラスチックの処理	p11
■ 2008 年 2 月 18 日号	
カロリー? が気になる	p12
水蒸気改質	p13
ごみ研究の歴史 (第 7 回)	p17
■ 2008 年 3 月 17 日号	
イエール大学産業エコロジーセンター滞在記 (2)	p20

Vol.4

■ 2008 年 3 月 17 日号	
リサイクル品の偽装・不適正表示問題	p02
■ 2008 年 4 月 7 日号	
国際的な活動を中心とした対外活動の最近の状況	p01
■ 2008 年 4 月 21 日号	
家庭ごみからの金属回収可能性は?	p04
可燃ごみ中の金属のゆくえ	p05
■ 2008 年 5 月 12 日号	
循環センター 2008 年春の一般公開	p18
イエール大学産業エコロジーセンター滞在記 (3)	p20
■ 2008 年 5 月 26 日号	
排水からリン資源を回収するシステム	p06
リンとバイオ燃料	p07
■ 2008 年 6 月 9 日号	
中古家電 (テレビ) の海外リユースと環境問題	p08
エコリュックサック	p09
■ 2008 年 6 月 23 日号	
廃棄物埋立地の透水性と安定化	p10
廃棄物埋立地の覆土	p11
■ 2008 年 7 月 22 日号	
ナノ材料とその廃棄物	p03
イエール大学産業エコロジーセンター滞在記 (4)	p21
■ 2008 年 8 月 11 日号	
循環センター 2008 年夏の大公開	p19
イエール大学産業エコロジーセンター滞在記 (5)	p22
■ 2008 年 8 月 25 日号	
臭素化ダイオキシン類の発生源としての難燃剤	p12
プラスチックの添加剤	p13
■ 2008 年 9 月 8 日号	
モノの循環における『動脈静脈連携』	p14
カーボンフットプリント	p15
■ 2008 年 9 月 22 日号	
植物の力で水環境改善	p16
湿地の保全	p17

Vol.5

■ 2008 年 10 月 6 日号	
資源循環、廃棄物処理分野の技術開発の行方は?	p01
バイオ燃料による食糧問題と解決策としての	
廃棄物の有効利用	p02
オランダ通信 (1)	p20
■ 2008 年 10 月 20 日号	
素材産業を中核とした資源循環システム	p04
汚染土壌のセメント原料化	p05
■ 2008 年 11 月 4 日号	
廃電子回路基板の適正処理 (燃焼法)	p06
電子回路基板	p07
■ 2008 年 11 月 17 日号	
ガス化-改質技術による廃棄物系バイオマスからの	
エネルギー回収	p08
廃棄物系バイオマス	p09
■ 2008 年 12 月 1 日号	
アジア地域に適合した分散型の生活雑排水処理システム	p10
廃棄物系バイオマスからのエネルギー回収	p11
■ 2009 年 1 月 13 日号	
オランダ通信 (2)	p21
■ 2009 年 1 月 26 日号	
壊れたノートパソコンで金の指輪できる?	p12
都市鉱山	p13
■ 2009 年 2 月 9 日号	
各国のリサイクル政策と使用済み製品の越境移動	p14
家電リサイクルの追加品目	p15
■ 2009 年 2 月 23 日号	
ごみから炭作りができる?	p16
炭素の量	p17
■ 2009 年 3 月 9 日号	
ごみ焼却炉から発生するダイオキシン類を管理するために	p18
焼却排ガスの処理	p19

Vol.6

■ 2009 年 4 月 6 日号	
環境問題の「現場」	
～ごみ問題と地球温暖化問題との対比を交えて～	p01
チェンジ	p02
■ 2009 年 4 月 20 日号	
家庭製品中の難燃剤の室内環境への影響	p04
R o H S 指令	p05
■ 2009 年 5 月 11 日号	
循環センター 2009 年春の一般公開	p16
■ 2009 年 5 月 25 日号	
生ごみの品質とリサイクル方法	p06
エネルギー収支比 (E P R)	p07
■ 2009 年 6 月 8 日号	
都市鉱山と金属資源のリサイクル	p08
使用済みの携帯電話	p09
■ 2009 年 6 月 22 日号	
サービスの脱物質化と低炭素社会	p10
詰替商品の利用による「脱物質化」	p11
■ 2009 年 7 月 21 日号	
ブラウン管テレビのリサイクル問題	p03
■ 2009 年 8 月 24 日号	
循環センター 2009 年夏の大公開	p17
ごみの管路輸送システムとつくば市での廃止事例	p18
■ 2009 年 9 月 7 日号	
新たな化審法第一種特定化学物質を含有した	
廃棄物の適正管理	p12
化審法の改正	p13
■ 2009 年 9 月 28 日号	
ごみの熱分解・ガス化による生成物の特性と	
その有効利用	p14
R D F と R P F	p15

Vol.7

■ 2009 年 10 月 5 日号	
研究に必要な資金をどのように獲得するか	p01
「無駄」と「環境」	p02
■ 2009 年 10 月 19 日号	
堆積廃棄物の火災	p04
不適正処分された廃棄物の処理にかかる費用	p05
■ 2009 年 11 月 2 日号	
循環型社会ビジョン検討のためのシナリオ・プランニング	p06
シナリオ	p07
■ 2009 年 11 月 16 日号	
廃棄物や再生製品のための簡易な分析	p08
片手で持てる蛍光 X 線分析装置	p09
■ 2009 年 12 月 7 日号	
バイオエコ技術を活用した中国の環境再生保全戦略	p10
アオコ	p11
■ 2010 年 1 月 12 日号	
使用済み製品の下取りと回収に関する取り組み	p03
■ 2010 年 1 月 25 日号	
余剰水銀を安全に長期保存するために	p12
ノートパソコン中の水銀使用部分	p13
■ 2010 年 2 月 22 日号	
排水処理で発生する汚泥を減らして環境保全	p14
活性汚泥法による水処理	p15
■ 2010 年 3 月 8 日号	
鉄鋼業における CO ₂ 排出量と最終処分量のトレードオフ	p16
省エネ製品への買替	p17





独立行政法人 国立環境研究所
循環型社会・廃棄物研究センター

〒305-8506 茨城県つくば市小野川16-2

Tel. 029-850-2807

<http://www-cycle.nies.go.jp/>

■交通

●JR常磐線ひたち野うしく駅より6km バス13分

●つくばエクスプレスつくば駅より4km バス10分

「環境」の最新記事はこちらで!

<http://www-cycle.nies.go.jp/magazine/>