

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

2007

Vol.

1

環 環

ann Kann

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/



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!



近況



循環・廃棄物のけんきゅう



ごみ研究の歴史



循環・廃棄物のまめ知識



当ててみよう



その他



たけ

りえ

目次

近況

- 環環創刊のご挨拶 ……1
- 近未来の循環型社会のビジョンを一緒に考えましょう！ ……2
- リサイクルと化学物質について考えよう ……4
- 循環型社会と科学技術 ……6
- 「見えないフロー」とリサイクル・海外輸出 ……8
- はかる ……10
- 地域を単位とした水・物質循環システムの再構築を ……11

Dr.
グッチー



循環・廃棄物のけんきゅう

- 廃棄物の研究って…? ……12
- ジュンカンガタシャカイってどんな社会? ……14
- ハウスダスト研究(ほこりの研究) ……16
- ごみの熱分解で発生するガス成分とその量を予測する ……18
- コクサイシゲンジュンカン? ……20
- 排水を毎日きれいにする小さな装置 ……22



ごみ研究の歴史

- 第1回 ……24
- 第2回 ……25
- 第3回 ……26
- 第4回 ……27



ゆうぞう博士

その他

- 研究報告「家電リサイクル法の実態効力の評価」 ……28
- 当ててみよう!の答えと解説 ……29

当ててみよう!

- 溶融スラグ ……3
- 難燃剤 ……5
- バイオマス ……7
- 電気・電子製品の廃棄量 ……9
- リデュース ……15



循環・廃棄物のまめ知識

- バイオアッセイ ……17
- 熱分解ガス化 ……19
- 家電リサイクル法—
「料金」の違いと「行き先」の違い ……21
- 生活排水 ……23





創刊のご挨拶

もりぐち ゆういち
森口 祐一

2006年11月5日号

オンラインマガジン環環(Kann Kann)へようこそ。早速お読み下さり、有難うございます。環環(Kann Kann)は国立環境研究所循環型社会・廃棄物研究センターが「高校生も楽しめる研究情報誌」というコンセプトで発行する広報誌です。創刊にあたり、ご挨拶をかねて本誌のねらいを説明しましょう。

私たちのセンターではいわゆる「ごみ」の研究をしていますが、ごみを減らすには、ごみの元となる「もの」がどこから来てどこへの行くのか、を知ることが大切です。こうした「ものの流れ」を私たちは「マテリアルフロー」と呼んでいます。

身近なフローとして、紙ごみを考えてみます。毎日のように、私のところにも、国内外の研究機関や会社などから、ニュースレターや広報誌などが送られてきます。そこにはとても役立つ情報が沢山掲載されています。どのような機関がどのような活動をしているのかを知るのにとっても便利です。私たちのセンターの活動を広く知ってもらうために、同じようなニュースレターを発行することも考えました。でも、考えてみればこうしたニュースレターも「ごみ」の元になります。気になった記事だけ読んですぐに古紙回収のボックスに放り込まれるか、バックナンバーとして保存されたとしても、いつかは捨てられてごみとなる運命にあります。そこで、なるべく「もの」を使わない広報を考えることにしました。インターネットを使ったニュースマガジンはこうして生まれました。むろん、印刷すれば、普通の「紙」の広報誌としても読めるような構成にしました。

漢字のほうのタイトルである「環環」は、環境の「環」と循環の「環」から取りました。このメールマガジンの編集を担当する研究員のグループが考えたもので、若い女性向けの雑誌のタイトルをヒントに付けたものです。「環環」は横文字ではKann Kannと書くことにしました。Kannはドイツ語で、英語のCanにあたります。環境先進国、循環先進国といわれるドイツに思いをはせながら、「やればできる、循環でよい環境が作れる」という思いをこめたものです。私たちのセンターの名称にもなっている「循環型社会」は、ものを大切に繰り返し使ってごみを減らし、資源や環境を守ることをねらいとするものですが、そのような社会の実現には「人と人のつながり」がとても大切です。「環」という文字はそうした「人の環」という意味も表していると思います。

一般に研究機関が発行するニュースレターは専門家に

向けた難しいものが多いのですが、環環(Kann Kann)はできるだけ分かり易い内容とする方針で編集してみることにしました。国立環境研究所では毎年、春と夏の2回、施設の一般公開を行っており、私たちのセンターのある循環・廃棄物研究棟にも、小さなお子様から年配の方まで、数多くの方々に訪問いただいています。そこで皆様と接した経験からも、全ての方に満足いただける内容をお伝えすることはとても難しいのですが、「ごみ・リサイクル」という身近な問題について、なるべく多くの方々の疑問にこたえられるようにしていきたいと考えています。親しみやすさ、を重視して表紙のデザインも雑誌っぽくしてみました。特定の読者層だけに向けた雑誌と違って、あまり奇抜なものにもしにくく、これでもちょっと抑え気味、のつもりです。

これから本誌では、私たちがどんな研究を行い、どんなことがわかったのか、のほか、ごみやリサイクルに関するまめ知識、廃棄物研究の歴史などについての記事を掲載していく予定です。また、本誌の創刊にあわせて、循環型社会・廃棄物研究センターのホームページもリニューアルしました。センターの概要や、研究プロジェクトの内容などについては、「パンフレット」に掲載しています。研究成果の詳しい内容を知りたい、という方には、研究報告書などの形でホームページからも公表していきますので、そちらもあわせてご覧下さい。

こうした媒体での広報活動は私たちにとっても新しい試みです。広報誌は、発行者が一方的に伝えたいことを伝える内容になりがちですが、読者の皆様からのご意見・ご要望もお聞きしながら、なるべく多くの読者の期待・関心に応えられる誌面づくりを目指したいと思います。と、志は高く掲げたものの、まずは定期的な刊行を軌道に乗せることが最初の目標です。これからご愛読下さいますよう、どうぞよろしくお願い致します。



近未来の循環型社会のビジョンを一緒に考えましょう！

おおさこ まさひろ
大迫 政浩

2006年11月20日号



将来はこんな職業につきたい、こんな家を持ちたい、私達は個人として、そして家族として、将来の目標をもって日々を生きています。明確な目標をもっているからこそ、生きていくことに活力ももてるし、頑張ることができます。このことは、私達の社会にもいえることです。社会全体として将来の目標をもち、どのようにしたらそれを
実現できるかを皆で話し合い、協力し、努力していくことが必要です。

今年度から開始された研究プロジェクト「近未来の資源循環システムと政策・マネジメント手法の設計・評価」は、資源の循環利用や廃棄物抑制の観点から、私達の社会全体で共有できる将来の「循環型社会」の目標とそれをどのように実現するか「道筋」を提案しようとするものです。将来の目標といっても、50年や100年先の夢物語を描くわけではなく、10年から20年先の比較的近い未来に実現できる目標を考えています。そこに至る「道筋」についても、どのような技術や仕組みが必要か、どのような社会的制度をつくって進めていくべきか、などについて、具体的に検討していくことにしています。

少し例を示しながら説明したいと思います。まず目標の設定ですが、現在国レベルでは、循環型社会形成推進基本計画という計画の中で、天然資源を出来るだけ節約し環境への負荷を小さくするために、資源生産性、循環利用率、最終処分量という三つの指標に対して2010年度の定量的な目標値が設定されています(詳しくは環境省のホームページ (<http://www.env.go.jp/recycle/circul/keikaku/index.html>)を調べてみて下さい)。

私たちが進める研究プロジェクトでは、新たな計画の目標にも繋がるような10~20年後の循環型社会のビジョンを描き提案したいと思っています。ビジョンを描くというのは、皆さんが「どのような循環型社会をつくりたいか」ということです。例えば、新しい技術を駆使し生活水準を落とさずに高度なリサイクルシステムが実現した社会、そのような社会は一つの理想かもしれませんが、完全な技術社会を築くことはなかなか難しいでしょう。そうであれば、少し不便でも慎ましくゆとりのある生活をして新たに

資源をあまり使わない地球に優しいライフスタイルが実現された社会を目指すべきとの選択肢も出てきます。もちろん、両者をうまくミックスしてより良い方向を見つけていくやり方もあるでしょう。このように、私たちが目指す社会のビジョンを描くとともに、その社会にふさわしい具体的な指標や目標値についても今後検討していきます。また、社会のビジョンは自ずとそこに至る道筋も示しています。ここでは、上述した二通りの社会のビジョンに繋がる具体的な道筋の例で説明したいと思います。

皆さんは「溶融技術」という日本の先進技術を知っていますか。皆さんの生活から排出されたごみを千数百度の高温でマグマのように溶かした後に冷やしてガラス状の人工砂を製造し、道路やコンクリートをつくるための土木材料としてリサイクルする技術です。ダイオキシンなどの有害物質の発生も抑制できます。このような技術が将来もっと普及すれば、ほとんどのごみがリサイクルされて最終処分(埋立処分)する量を大幅に減らすことができます。高度な技術によるリサイクル社会を実現する有力手段といえます。しかし、この技術は他の技術に比較してコストが高く、エネルギーを多く消費することが難点です。最終処分量の削減や有害物質対策には威力を発揮発揮しますが、地球温暖化や化石資源等の消費の面からは少なからず問題があります。このように高度な技術であっても万能ではなく、長所と短所があるわけです。

そうであれば、技術だけに頼らず私たちのライフスタイルを地球に優しいものに変えていく発想もあるのではないのでしょうか。ごみは私達が様々な商品を消費することによって結果的に出てくるわけですから、私達の工夫で出来るだけごみを出さないように心がけることができます。無駄に余計なものを購入しないようにしたり、すぐに捨てずに出来るだけ長く使ったり、スーパーのレジ袋の代わりに自分の「マイバッグ」を使ったり、過剰な包装はなるべく断ったり、いろいろなやり方があります。ただ、自分たちの自覚だけですべての人が同じように地球に優しい行動ができるわけではありませんので、強制的なルールを私たちの社会としてつ





くっていくことも必要になるでしょう。そのひとつに、例えばごみの「有料化」という方法があります。私たちが出したごみを市区町村(自治体)に処理してもらう際に、手数料を払うルールを課すのです。従来は私たちが納めた税金でごみ処理にかかる費用が賄われていましたが、こうしたやり方ではごみ処理にコストがかかっていることを私たちは実感としてなかなか認識することができません。ごみを出しても自治体がタダで集めて持って行ってくれていると勘違いしている人も多いと思います。そこで最近ではほとんどの自治体で有料化制度を導入しています。燃えるごみの場合は、自治体が指定するごみ袋を有料で市民に購入してもらうやり方が一般的です。こうすることで、自分たちが出したごみの量に応じて公平にごみ処理手数料を徴収することができますし、私たち市民はお金を節約しようとして出来るだけごみを出さないように工夫するきっかけになるでしょう。しかし今は、実際にかかる費用の一部(例えば大きなごみ袋いっぱいのごみを処理するには実際は数百円のお金がかかりますが、ごみ袋1枚は10円もしない値段で購入されている場合もあります)しか徴収していませんので、それほどごみを減らそうという気にならないかもしれません。

ですから、社会的ルールとして将来一層の有料化を進め、税金ではなく直接的なコスト負担の割合をもっと高くして、ごみを減らそうという意識を高めていくような方法



も一つの検討課題です。

この研究プロジェクトでは、その他にもいろいろな技術的、社会経済的な対応の仕方について検討していきたいと考えています。検討の過程では、様々な立場の多くの方々へ情報を提供し、また意見やアドバイスを頂きながら、一緒に議論していければと考えています。本マガジンの提供サイトにおいても、将来の循環型社会像等を議論し合う場を設けたいと考えておりますので、読者の方からも、「こういう循環型社会にすべき、そのためにこのようなやり方があるのではないか」、など、ご意見やご提案をお待ちしています。



当ててみよう!

【溶融スラグ】じよん ちゃんふあん 鄭 昌煥

2006年11月20日号



近年、ごみを千数百度の高温で溶かして処理する「溶融施設」が普及してきました。ごみを溶融すると写真のようなガラス状の「溶融スラグ」が製造されます。溶融スラグは様々なところにリサイクルされていますが、以下の中で溶融スラグの有効利用の用途ではないのはどれでしょうか?



1. コンクリート用の骨材
2. 道路の路盤材
3. 舗装用ブロック
4. 宝石や工芸

答えは29ページへ

リサイクルと化学物質について考えよう

のま ゆきお
野馬 幸生

2006年12月4日号

私たちの身の回りの製品にはさまざまな化学物質が使われていますが、どの製品にどのような化学物質が使用されているか考えたことはありますか。また、製品が捨てられた後、それらに含まれる化学物質は一体どこへ行って、どうなっているのでしょうか。化学物質は有用なものとして使用されていますが、無害な物質だけでなく、中には有害な物質もあります。また、資源としての価値の高い物から低い物まであります。多くの製品は使用された後に、廃棄物として燃やされ、埋め立てられるか、資源として価値のあるものは再び利用(リユース、リサイクル)されています。

私たちが目指す循環型社会では、できる限り廃棄物の量を減らして、発生した廃棄物についてはできる限り資源として活用することが求められています。

しかし、使用済みの製品を資源として再利用するときに、製品(廃棄物)に有害物質が含まれる場合は、それらをきちんと除去し、むやみに再利用しないように、またリサイクルして再生品をつくる過程では、新たな環境汚染が発生しないように注意しなければいけません。

そのためいろいろな廃棄物について、リユースやリサイクルが可能か、あるいはリユースやリサイクルすることが適切かどうかを前もって判断する必要があります。もっと根本的なことをいうと、製品をデザイン(設計)するに当たって、資源活用や化学的安全性の観点からリサイクルのしやすさをきちんと考慮に入れることが、ますます大切になってきています。

私たちは、製品に使用されているさまざまな化学物質を、望ましい面(資源性)と望ましくない面(有害性)の双方から評価しながら、資源の循環利用を促進するための研究プロジェクト「資源性・有害性をもつ物質の循環管理方策の立案と評価」を行っています。

この研究プロジェクトでは、主にプラスチックや金属などを対象として、製品の使用後に、使えるものをリサイクルし、不要なものを最終的に廃棄処分する過程で、有害物質がどこに、どれだけ流れるのかを調べます。そして、「有害物質が環境へ排出される量」、「その結果、人や生態系などへ及ぼす悪影響(リスク)」、「替わりの物質を使った

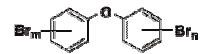


ときに生じるリスクやコストの比較」、「廃棄物に含まれる資源成分の評価」などを明らかにしてゆきます。資源としての価値をもつ使用済みの製品が無駄なくリユース、リサイクルできるように、しかも、その過程でおこる有害物質の発生が少なくなることを目指す、言ってみれば二兎を追う研究です。

プラスチックの例を説明したいと思います。プラスチックは、石油を原料として生産され、軽くて丈夫、加工のしやすい大変便利な素材として多くの製品に使われていますし、プラスチックのない社会はこれからも考えられないと思います。そのため、プラスチックのリサイクル技術はどんどん進歩しています。リサイクルにはプラスチックそのものを材料とするマテリアルリサイクル、化学的にプラスチックを分解し原料として再利用するケミカルリサイクル、エネルギーとして回収するサーマルリサイクルの3つがあり、マテリアルリサイクルが、もとのプラスチックの性質を変えずに(少ないエネルギー消費で)リサイクルできる最もよい方法と考えられています。プラスチックには劣化を防ぐ安定剤や色を付けるための着色剤、材料を柔らかくする可塑剤などのさまざまな化学物質(添加剤)が加えられていますが、マテリアルリサイクルでは添加剤も再生プラスチックと一緒にリサイクルされる可能性があります。しかし、添加剤の中にはリサイクルしない方がよ



化学物質を含む製品



臭素化ジフェニルエーテル

有用性

プラスチック母材(素材)
難燃性

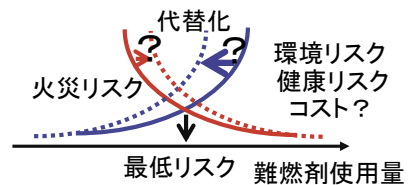
資源性確保



有害性

毒性
蓄積性
難分解性

安全性確保





いと考えられるものもあります。

例えば、テレビ、パソコンや防災(ぼうえん)カーテンなどのように使用時に高温になるような製品のケースカバーや電子基板には、難燃剤という化学物質が加えられています。この難燃剤は、文字どおり材料を燃え難くする添加剤で、火事を防ぐために(火事になっても容易に炎が燃え広がらないようにするために)必要な物質ですが、臭素を含む難燃剤(臭素系難燃剤)である臭素化ジフェニルエーテル類は、今では欧州など世界の国々で使用しないよう規制されています。それは、人や生物の体内に蓄積し、有害な作用を及ぼすと考えられるからです。臭素系難燃剤が有害な性質をもち、その作用が強いことがわかったときには、使用しないよう規制して、他の代替物質を使わなければいけません。そのせいで火事の発生が増えてもいけません。臭素を含まない難燃剤に有機リン系難燃剤やアンチモンなど無機系難燃剤もありますが、臭素系難燃剤に比べると同じ効果を期待するには使用量が増えたりコストが高くなったりするといった問題もあります。

このような代替物質に変更したときに火災の危険性、ヒトの健康や生態系生物への悪影響の度合いは一体どのように変わるのか、また、コストについても経済的なのかどうかの評価が必要となります。4ページ右下の図の上側は、臭素化ジフェニルエーテルなどを使用したときの難燃剤としての有用性と、毒性や蓄積性などの有害性を天秤にかけて評価するイメージを示しています。プラスチックという便利な素材は資源性を確保しながら、有害性の面からは悪影響が出ないよう安全性を確保することが重要です。また、図の下側は、臭素系難燃剤から臭素を含まない難燃剤に変更したときに最も適切な使用量はどれくらい

になるかを示したものです。火災リスクを下げるためには難燃剤の使用量を増やせば良いのですが、使用量を増やせば環境や健康へのリスクが増加する可能性もあります。そのため、両側のリスクを加算したものが最も低くなるポイントが難燃剤の使用量として許容できる最適用量だと考えられることを示しています。

このように、私たちは、実際の調査に基づいて、化学物質と向き合い、有害物質をきちんと管理しながら、資源価値のある物質をうまく循環するために、どのようにすればよいかを考える研究を行っています。



当ててみよう!

【難燃剤】いしかわ ゆかり 石川 紫

2006年12月4日号



火事を防ぐために、また、火事になっても容易に炎が燃え広がらないようにするために、身の回りのさまざまな製品には難燃剤という化学物質が用いられています。以下の中で、難燃剤が使用されていない製品はどれでしょうか?

1. テレビ
2. 防災カーテン
3. 鉄ナベ
4. パソコン

答えは29ページへ

循環型社会と科学技術

かわもと かつや
川本 克也

2007年1月9日号

最近、中学・高校の生徒などの理科離れということがよく言われます。科学技術の発達は私たちの生活をますます便利にしています。ところが、反面、理科に興味をもつ子どもが少なくなっているようなのです。なぜでしょう。いろいろな理由があるでしょうが、一つには製品のもつ機能などについてなぜそうなるのか、というからくりが見えにくくなってしまったことがあるかもしれません。製品がブラックボックス化していて、いきおい理解のむずかしい途中のものごとは飛ばしてしまい、結果が楽しめて使えればそれでよい、ということになるのでしょう。

このような問題の是非はともかくとして、科学の目を持つと、途中がどうなっているか、何が起きているのかがおもしろく感じられるようになると思います。

生活に身近な廃棄物が処理されていく過程も、この科学的な視点に基づくと興味深いことがたくさんあります。例えば、わが国では家庭生活から出されるごみの約8割が焼却されますが、物を燃やすということは、物質が高温で酸素と化合することにより炭素は二酸化炭素に、水素は水(水蒸気)に変化する化学現象です。そして、現実に大量のごみを相手にして滞ることなくこれを処理するために、大型の機械装置を用いて、焼却炉を構成する火格子(ひごうし)のかたちや動かし方、空気の吹き込み方法、炉の内部の温度などのコントロール、というようにいろいろと工夫します。これが技術であり工学的な応用です。

循環型社会をつくるには社会の仕組みづくり、人々の意識改革、政策的なビジョンづくりと並んで、廃棄物あるいは廃棄物になる前の製品などを扱うさまざまな技術が必要です。



私たちの研究センターでは、中核となる研究プロジェクトの1つとして「廃棄物系バイオマスのWin-Win型資源循環技術の開発」に取り組んでいます。その内容をかみ砕いて紹介しましょう。全体の目標に掲げたことは、廃棄物、中でもバイオマスに相当する廃棄物から有用なもの(物質)を回収または作り出して、エネルギー源となるものに転換することでリサイクルを進め、さらにこのこと

を通じて地球温暖化の防止や資源の安定供給などにも寄与することです。Win-Win(双方にとって勝ち)型と名づけているのはこのためです。バイオマスとは、植物などのように太陽のエネルギーと空気中の二酸化炭素(CO₂)を摂取することで成育した物体(マス)で、廃棄物ですと、木材、紙ごみ、生ごみなどが相当します。これらが燃焼して排出されるCO₂は、地球温暖化を引き起こすものとはみなされませんので、循環的利用が可能な資源として注目されています。

この研究プロジェクトは大きく3つの項目から成り立っています。それぞれについて簡単に説明しましょう。

■エネルギー循環利用技術システム

廃棄物系バイオマスの中でも廃木材や紙ごみなどの比較的乾燥した(水分の少ない)ごみには、熱を利用した技術的手段が有効です。研究では、熱分解ガス化、引き続き改質という変換工程に触媒(それ自体は変化しないけれども反応速度などを向上させる材料)を活用して、低温で効率のよい仕組みを開発しようとしています。作り出されるのは水素ガスと一酸化炭素そしていくぶんかのメタンガスで、いずれもエネルギーとして利用できる可能性をもったガス成分です。燃料電池やその他の発電システム、液体燃料転換などで活用します。

一方、生ごみや畜産廃棄物などの水分を多く含むバイオマスについては、微生物反応を応用した方法である水素とメタンの複合発酵システムを始め、各種の有用物を効率よく回収するための最適な技術の開発を行っています。微生物の応用は、環境にやさしく、またいろいろな面で大きな可能性を秘めています。

■マテリアル(物質)回収利用技術システム

貴重な資源として価値の高い物質を回収し利用します。一つは、生ごみを対象に微生物反応により乳酸という物質を生成する技術、そして回収した乳酸からは生分解性プラスチックを製造し、残った残さは養鶏などの飼料に利用する仕組みの研究開発です。これは、炭素(C)、窒素(N)、リン(P)などの元素のカスケード(高次から低次への多段階)利用型ゼロエミッションシステムと呼ぶことができます。実際に、鶏の飼養実験について、地域でのモデル的な実証試験を行います。



上で触れたリン元素は、排水や汚泥の中にもかなり含まれていますが、資源面で枯渇の可能性もあることから回収技術を開発しています。吸着脱リン法と呼ばれる方法などについて技術上の高度化、地域での回収システムとして最適化する研究を行っています。

■動脈・静脈プロセス間連携/一体化資源循環システム

鉄鋼、セメント製造、火力発電などの基幹的な動脈産業プロセスに対し、言わば静脈的な位置づけにある廃棄物系バイオマス化石燃料の代替物として用いる動脈/静脈連携システムを組み立て、実証まで行うことを目指しています。上で述べた2つの技術・システム開発の成果なども取り込んで、最終的にはモデル地域におけるシステム設計や実証試験を行い、事業展開の可能性の評価までを行いたいと考えています。

これらの研究では、さまざまな資料の調査を行ったり実験にもとづいてデータを蓄積します。その過程で新たな事実の発見などに胸をはずませ、そして工学的な効率の向上に知恵を絞り、さらに今後の望ましい姿を描きます。さて、現実の社会の実態はどうでしょうか。

一つの例ですが、廃棄物処理施設を事業者が設置しようとする場合、法令により地方自治体は、設置が生活環境に及ぼす影響などについて専門的な見地から審議する場を設けることとされています。そのようないわゆる現場に近い場所で私が感じることは、産業廃棄物は依然として大量に排出され、また処理施設では従来の一方向型の処理・処分が行われる例が多いことです。これは一面、現実でもあります。循環型社会そして持続可能な社会は遠いので

しょうか。先ほど指摘した私の経験は狭い範囲での観察によるものです。しかし、大枠の流れは、少なくとも最近の法令などによってつけられています。社会のそして個々人の認識や意識も、ゆっくりとはありますが変わりつつあると思います。

科学技術のもたらす夢とでも言えるものが、かつてより希薄になっているかもしれません。このことは、最初に触れた技術のブラックボックス化もその一因となって、高度に発達した社会における宿命なのかもしれません。しかし、この地球上で、100億に近づこうという人口がしかも限られた地域に住み持続的に豊かな生活を送りたいと願うならば、科学技術の進展と無縁でいるわけにはいかないでしょう。

生活に密着した廃棄物、いまやだれもが関心を抱く環境の課題に、科学技術という手立てを用いて取り組み、夢のある社会を築くことができればと思っています。この記事を読んだ皆さんの多くが、関心をもってもらえれば幸いです。



当ててみよう!

【バイオマス】稲葉 いなば 陸太 ろくた

2007年1月9日号



今、「バイオマス(再生可能な生物由来の資源)」が世界的に注目されています。日本では生ごみなどの「廃棄物系バイオマス」が最も多いとされていますが、これをエネルギーとして利用すると、日本の原油消費量のどのくらいに相当するでしょうか。

- 1. 約1.7日分
- 2. 約1.7週分
- 3. 約1.7月分
- 4. 約1.7年分

答えは29ページへ

「見えないフロー」とリサイクル・海外輸出

てらその
寺園 あつし
 淳

2007年2月19日号

2006年は廃棄物の分野で「見えないフロー(流れ)」という言葉が少し流行りました。これは、施行されてから5年が経過した家電リサイクル法の法改正を議論するにあたり、環境省や経済産業省の関係会合で使われた言葉です。つまり、法でリサイクルの対象となっている使用済みの家電製品4品目(ブラウン管テレビ、冷蔵庫・冷凍庫、洗濯機、エアコン)は、法で定めたりサイクル施設には使用済みとなった製品数の半数程度しか集まっておらず、消費者の手元を離れた後の行方がわからない「見えないフロー」が多く存在するというものです。家電リサイクル法の改正にあたっては、このフローも含めた使用済み製品の取引の実態をもう少し明らかにしてから議論をすべきという意見が多く、法改正は1年延期されることになりました。

このような「見えないフロー」は決して家電製品だけにあるわけではなく、リサイクルや廃棄にかかるフローはわからないことが多いのが実情です。最近では使用済みの製品が海外でリユース・リサイクルされることが多くなり、日本国内だけでリサイクルの制度を論じられなくなってきました。

特に、家電製品やパソコン・携帯電話のような電気電子製品の廃棄物はe-wasteと呼ばれ、海外での需要が高まる一方で、それをリサイクルする際に環境上の配慮が不適切であれば環境汚染を引き起こすことがあるために、国際的なリサイクルの観点からも注目すべき対象になっているといえます。



リユース目的で輸出されたと思われるものの、
香港の港で放置されている日本製のテレビ
(2005年10月、筆者撮影)

「見えないフロー」を明らかにするために必要なのは、電気・電子製品の廃棄量(台数)と、リサイクル・廃棄の方法別の取扱量(台数)です。

廃棄量(台数)は、電気・電子製品のような耐久消費財の場合は、製品の使用年数などを考慮せねばなりません。携帯電話やパソコンなどの使用年数は徐々に短くなる傾向がありますし、テレビも2011年の地上アナログ放送終了にあわせて大量に発生することが予想されます。

また、リサイクル・廃棄の方法としては、①家電リサイクル法で認められたリサイクル施設に引き取られるもののほかに、②海外へリユースなどを目的として輸出されるもの、③国内の処理業者で処理・リサイクルされるもの、などがあります。このほか、不法投棄もありますが、量的にはさほど多くないといわれています。

従って、見えないフローのほとんどは②と③ではないかと考えられています。②の場合は、製品(または部品)がリユースされる目的以外に、非鉄金属スクラップなどの材料がリサイクルされる目的で海外輸出される場合があるようです。③の場合も、国内で取引された後に、非鉄金属スクラップなどが海外輸出される場合があるようです。量的な把握はまだ難しいものの、見えないフローの多くは、製品・部品・材料として様々な形で海外輸出されていると考えられます。

私たちは、このように国際的に流通する循環資源が多くなかで、見えないフローをできるだけ明らかにしたり、適正な管理方法を提示したりすることを目的として、研究プロジェクト「国際資源循環を支える適正管理ネットワークと技術システムの構築」を行っています。家電を含むe-wasteや廃プラスチックを主な検討対象としています。また、アジア諸国でのリサイクルなどに伴う環境影響の把握や改善も目指しています。

さて、廃棄物を循環利用させるための、リデュース(発生抑制)、リユース(再使用)、リサイクル(再生利用)といういわゆる3Rの中で、リユースはリサイクルよりも優先されるといわれています。しかし、海外でのリユースと国内でのリサイクルのどちらが優先されるべきでしょうか。その答えは、簡単ではありません。

日本で役目を終えた家電製品が、海外で必要な人に適正にリユースしてもらえらるならば、確かに、資源の有効利用に役立っているともいえます。しかし、輸出された後で、使用されない製品やリサイクル後の残渣が処分場ではない場所に投棄されたり、野焼きなど健康や環境に悪い手段

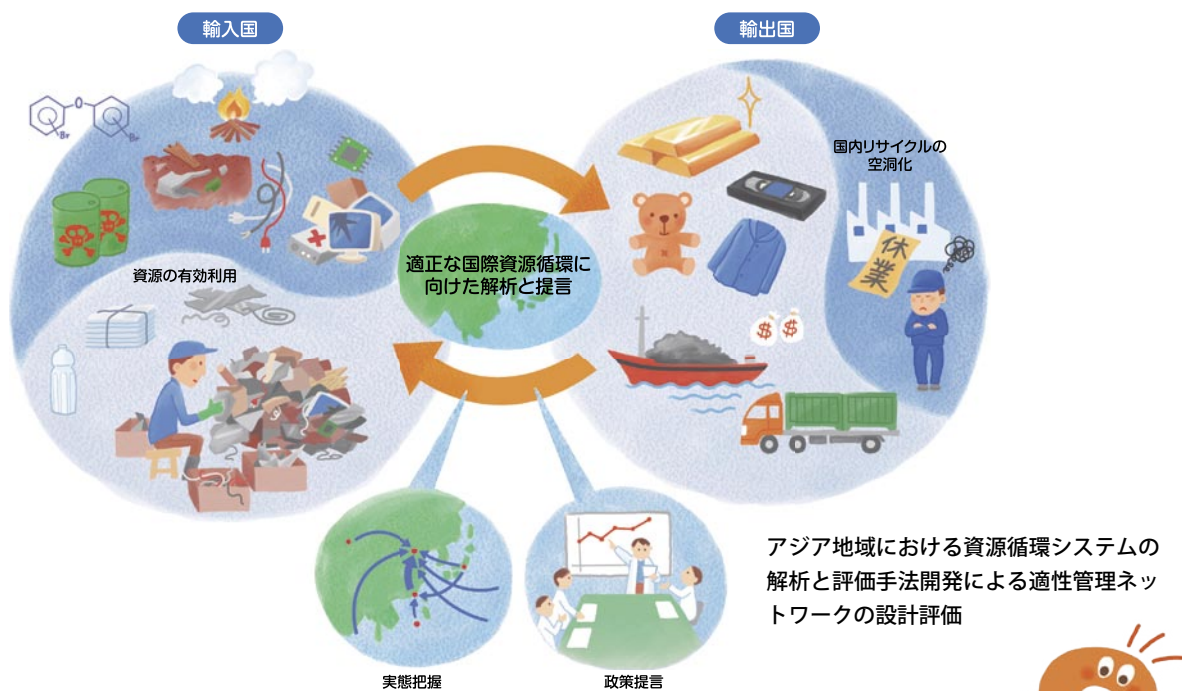


でリサイクルされることもあります。8ページの写真は、リユース目的で日本から輸出されたと思われるものの、香港の港で放置されている日本製のテレビの山です。このほか、中国ではリサイクルされたe-wasteの残渣が生活ごみと混ざって河川敷に投棄され、環境汚染を生じている場合もあります。

有害廃棄物の輸出を規制する国際・国内的な制度(バーゼル条約やバーゼル法)はあるものの、国際的なリユース・リサイクル全般に対する国際条約や国内法は整備されていません。ですから、市場原理に従えば、売り手と買い手の合意さえあれば簡単に海外輸出されるのが現状です。問題が生じて責任の所在や程度は問にくいのです。し

かし、健康や環境に悪いリサイクルや廃棄につながるおそれのある海外輸出は、できるだけ防止するためのルールを設ける必要があります。一方、国内だけでリユース・リサイクルしようとしても、製品は国際的に流通している状況では、現実的な解は得られません。

見えないフローは少ない方がよいですが、完全にすることもできないと思います。見えないフローがあるから対策が取れないのではなく、できるだけ不適正な方向に流れにくくする制度をつくる必要があると考えています。そのため、リサイクル全体のフローの把握と、政策のあり方の研究を私たちは進めているのです。



当ててみよう!

【電気・電子製品の廃棄量】

よしだ あや
吉田 綾



2007年1月9日号



1年間で廃棄される台数が一番多い電気・電子製品はどれ?

- 1. パソコン
- 2. 液晶テレビ
- 3. 携帯電話
- 4. 電子レンジ

答えは29ページへ

はかる

きだ あきこ
貴田 晶子

2007年3月19日号



「はかる」という言葉には「計る」、「測る」、「量る」などの漢字が当てはめられます。「計る」は数量や時間を数え上げること、「測る」は高さ、長さ、広さ、深さ、速さを調べること、「量る」は容量や重さを調べることです。科学的な事柄を明らかにするために、何らかの形で「はかる」ことが必要です。公害の防止が最優先だった時代では、排出源から排出される有害物質の濃度を「はかる」ことが重要でした。環境問題としての意識が高まった現在では、地球規模で「はかる」ことによって、温暖化や地球規模で移動する有害物質の対策が始まっています。

「はかる」ことは縁の下の力持ちです。環境問題がどのように起こるのか、実態はどうなっているのか、どのようにしたら解決の道が探れるのかといったことを明らかにするために必要な「技術」です。

一般に「はかる」方法には、物理的・化学的・生物的方法があります。有害物質には、主に物理・化学的原理を利用した機器分析が利用されます。ヒトや生態系への影響(毒性)を調べるためには、生物を用いた方法(バイオアッセイ)が利用されます。

「はかる」対象には、有害性が明らかで既に規制されている物質、新たに環境上問題となる可能性のある物質群が含まれます。例えば、私たちが使用している製品の品質や性能を高めるために様々な添加物が使用されていますが、それらすべての物質の毒性が分かっているわけではありません。生物や河川・海域の底質に濃縮されたり、過去に比べて濃度が高くなっている物質には注意が必要です。地球規模で注意が必要と考えられている、このような物質群を残留性化学物質(POPs、PHSと略される)と呼び、国際的に対策が検討されています。POPs物質として新たに検討すべき物質が常に追加されるため、研究者は新しい分析技術をもってそれらを「はかる」用意を調べておかねばなりません。私たちの研究センターでは、測定方法が未確立の物質の試験法を決め、循環・廃棄過程における物質の挙動を調べることをはじめています。

私たちの「はかる」対象(試料)はごみの発生から破碎・圧縮、焼却、リサイクル、埋立など廃棄・循環過程に関するものです。作業環境や大気中への排出ガス、排水、焼却灰、溶融物などのほか、土壌などの環境試料も含まれます。ま

た製品に含まれる有害物質の使用量を低減させることも大切で、潜在的な廃棄物として「製品」も対象物です。多くの部品を含み、また複合素材も多い製品中の有害物質の分析は、これまでの分析とは異なる新たな課題として取り組んでいます。また、難燃剤として多くの製品に用いられている臭素系難燃剤やその燃焼に伴って生じるダイオキシン類緑化合物などについては、これまで機器分析やバイオアッセイよってはかってきましたが、有害性が懸念される新たな物質群のヒトへの影響評価について、新たな手法開発も行っています。

さて、今日本では3R(廃棄物の発生抑制、再使用、再利用)を促進する動きが進んでおり、新たなリサイクル技術も多く開発されています。ところが、その技術が新たな有害物質の発生源になるかもしれません。またリサイクル現場で作業する人々への曝露も考える必要があります。このような潜在的な有害性を減らすために、まず「はかって」「知る」ことから始める必要があります。

しかし、これでは「はかる」対象の有害物質は増えるばかり、事業者の分析費用も増すばかりということになります。このような状況に対して、私たちは「簡易法」をキーワードにして、今よりも簡易な試験法の開発、すでにある簡易な試験法の利用拡大の見極め、精度管理といったことを行っています。廃棄物の循環利用が必要な測定データに裏付けられてうまく進むよう、政策的にも必要な(事業者や自治体に役に立つ)内容の研究といえます。例えば、廃棄物や焼却灰などを溶融処理して得られるスラグという物質がありますが、これを再生材として道路を造るときの材料などに利用する際には、スラグからの有害物質の溶出量や含有量が一般土壌と同レベル以下であることが求められます。そのため、日常管理すべき限られた項目について現場で測定可能な試験法を開発しています。

このように、資源循環を進めてゆくこと、また有害物質による環境影響を少なくすることに努める中で、うまく「はかる」ための基礎的な研究も行っているのです。





地域を単位とした水・物質循環システムの再構築を!

いなもり ゆうへい
稲森 悠平

2007年3月19日号

ごみ、と言った場合、皆さんは固形状の廃棄物を思い浮かべるかもしれません。ここでは、ごみの中でも、液状廃棄物と呼ばれる生活排水および家畜糞尿等の処理について取り上げたいと思います。

21世紀の健全な循環型社会を構築する上では、生活に由来して発生するし尿、生活雑排水、生ゴミ、畜産廃棄物等を、その地域内で資源として循環できるようにする("地産地消型"でその場、その場で処理する)ことが重要という指摘があります。そのためには、有用な資源(排水中のリン等)の回収、生ゴミ等の有機廃棄物の資源化のための技術開発が必要です。また、地域の実情にあった循環システムを構築していくことが重要です。

このような廃棄物・排水の処理と資源としての利用の最適化を目指した技術開発はこれからますます重要となると考えられます。例えば、生活排水中にはリンなどの有用な資源が含まれますが、これらを有効に回収・再利用できる費用対効果の高い基盤システム技術の開発は、これまでなされてきませんでした。この反省も踏まえ、今後の技術開発に必要な要素として、2つ挙げておきます。一つは、最小のエネルギー負荷で最大の廃棄物等の物質循環と高品質の水循環を達成すること、つまり、消費するエネルギーと、必要なメンテナンスを出来るだけ抑制する技術にすることです。二つ目は、地域を中核とし、有機物・リン・窒素の物質循環が自然との共生を目指しつつ行われることです。そのためには、物質系(廃棄物)と水系(排水)の循環を分離するのではなく一体とした形で、かつ自然生態系を損なうことを極力抑制するシステム技術の確立が必要とされます。そのため、私たちは、以下のような研究プログラムに取り組んでいます。

一つには、省エネルギー型水系循環技術の開発と評価が



あります。湖沼をはじめとする水環境において、窒素・リンは富栄養化および地下水の硝酸汚染という問題を引き起こすことが知られています。そのため、地域分散型の生ゴミ処理、し尿系排水と生活雑排水との合併処理浄化槽等において、窒素・リンを除去すると同時に、それらを資源として回収

する技術開発に取り組んでいます。また一つには、省エネルギー型物質系循環技術の開発と評価があります。すなわち、地域ごとに発生する廃棄物の負荷を、ある場所に収集して集中型で処理するのではなく、地域ごとに分散された拠点で処理することを目指すものです。このため、機能強化した各種の細菌等を用いた発酵技術と、物理化学的な処理技術等とを組み合わせ、生ゴミ等の有機廃棄物からエネルギーや資源を取り出す技術開発と評価を行います。このような研究の中核となるのが「バイオ・エコエンジニアリング」です。

バイオエンジニアリングとは生物処理工学のことで、例えば、高度処理浄化槽等により生活排水等に由来する汚濁物質を処理する技術です。エコエンジニアリングとは生態工学のことで、例えば、水生植物や土壌が本来環境中で持つ機能を最大限に発揮するように、工学的な設計に基づき植栽や土壌により環境浄化を試みる技術です。バイオ・エコエンジニアリングは、それらを組合せることで、生物、植物等の機能を活かした処理システムを構築することを目指しているものです。これらの技術導入にあたってポイントとして考慮していることは、①窒素・リンを排水中から効果的に除去し、湖沼でのアオコ発生等を抑制する富栄養化対策、②CO₂に比べて高い温室効果能力を有するメタンガスや亜酸化窒素ガスの発生を抑制する地球温暖化対策、③派生する汚泥・植物残渣等からアルコールを生産したり、堆肥を生産したりする資源化対策、これらが同時に達成されるようにすることです。私たちは、これらの開発研究に現在取り組んでいます。

今後ますます、生活に由来して発生する廃棄物や排水を、単に処理するにとどまらず、それらに含まれる物質を資源として利用する高度処理システムが必要とされるでしょう。また、その際には、できるだけエネルギーの使用を抑え、メンテナンスを軽減するリサイクルシステムが望ましく、そのシステムを緑農地等の自然の物質循環サイクルに乗せるような視点に立った評価手法の確立が重要です。バイオ・エコエンジニアリングは、そのような視点の維持と地域を単位とした処理システムの構築を目指して、今後も発展することが望まれます。

けんきゅう

廃棄物の研究って…?

きの のぶひろ
木野 修宏

2006年11月5日号

国立環境研究所では、重点的に取り組む4つの研究プログラムの一つとして、今年度から「循環型社会研究プログラム」が新たにスタートしました。その研究遂行の中心的役割を担うのが、このオンラインマガジン「環境(Kann Kann)」の発行を担当する循環型社会・廃棄物研究センターです。

さて、廃棄物の研究、もっと平たく言うとごみの研究と聞いて、皆さんは、どのようなイメージを持ちますか?もしかすると、ごみを対象にした研究をしている人が世の中にいるなんて、考えたことも無いかもしれないですね。廃棄物は、「汚い」、とか、何か事件が起きたきっかけで「危ない」とかいう悪いイメージをもたれることもあります。適切な方法と技術で管理すれば、安全に処理できますし、資源としても有効利用できます。そして、廃棄物を減らすことは、天然資源の抑制にもつながり、私たちの後の世代にも必要な資源を残せる持続可能な社会の実現のためにも重要です。私たちは、近い将来にこのような「循環型社会」を実現するため、技術の開発や研究を行っています。

実は、(私は研究者では無いのですが)周囲の研究者に話を聞くと、「ごみの研究はおもしろい!」、「廃棄物の研究はやればやるほどはまる!」という、とてもポジティブなコメントが返ってきます。とてもやりがいのある研究分野なんですね。

では、他の科学の分野と比べて、研究者にそう思わせるような特徴的な部分は何だろう、と勝手ながら想像すると、3つのことが浮かびました。①扱う問題がとても身近である、②研究の成果が社会に直接役立つことが実感できる、③やってもやっても新たな問題が無くならない・・・他にもあるでしょうが、この3つについて見ていくことにしましょう。

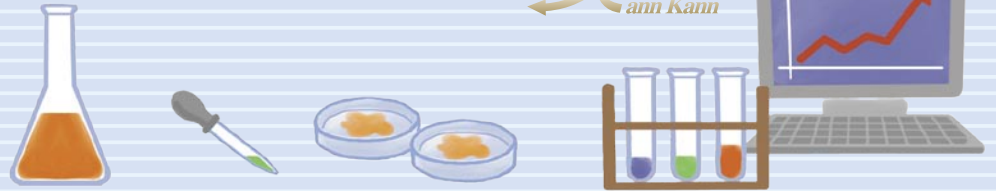
まず、身近な問題ということですが、廃棄物を、全く出さないで生活できる人はいないですね。統計によれば、平均すると、日本では一人あたり約1kgものごみを毎日出していることとなります。(想像以上に多いですか?)そして、どのようなごみをどの程度出すのかは、私たちがどのような商品を選んで、買い、使い、そして捨てるのか、に起因します。さらに、その回収や処理がもし適正に行われなければ、大気や土壌が汚染されるなど、私たちの身近な被害にも結びつきます。ということは、資源の消費を抑制しごみ

を出さない生活をするにはどうすればいいか、という問いかけは、どのようなライフスタイルや社会構造を私たちや社会が持つべきかという研究になりますし、大気汚染や地下水汚染を防止する廃棄物処理技術の研究は、私たちの生活環境の保全のためにはなくてはならないのです。毎日、誰もが必ず関わるごみの問題だからこそ、誰もが安心してごみを捨てられるよう、廃棄物の研究が日夜続けられているのです。



2番目の社会に役立つという部分は、何があるでしょうか(図に示した廃棄物が関与する様々な場面も参考にご覧ください)。例えば、私たちの生活は地方自治体が分別回収を行っていますが、何をリサイクル(再生利用)して何を燃やすか、リサイクルのため何種類に分別するかは、どのようにして決められたのでしょうか。ここ数年で、リサイクルされる製品が増えた気がしませんか(例えば、自動車やエアコンなどの家電製品)。また、焼却炉や埋め立て施設(最終処分場)を建設するときの構造や日頃の運転管理、監視などは、決められた基準に沿って行われていると聞いたことはありませんか。

このような、廃棄物の処理(リサイクルなども含みます)をどう行うべきかは、国の法律により制度が決められま



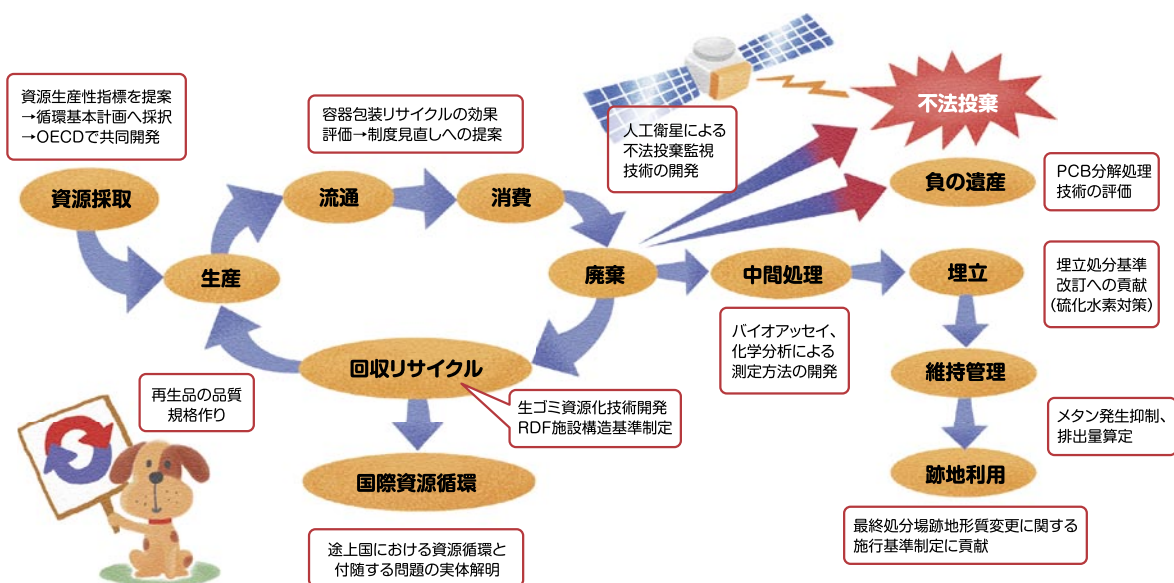
す。その制度のもとで、行政(環境省など国の省庁や地方自治体などが、具体的な制度の設計や運用を行っています。実は、このような法律の制定や改正、制度設計が議論される際に、廃棄物の研究成果が活かされているのです。技術開発により新たなリサイクル技術が確立されれば、リサイクルの対象となり、あるいは分別される項目が増えるかもしれません。新たな有害物質の発生がみつければ、その処理方法が研究され、焼却炉の基準が更に厳しくなるかもしれません。逆に、社会からこれを解決してほしい、という要請があれば、私たちの研究が科学的観点からその解決に役立っていきます。このように、廃棄物の研究は、知的な好奇心や科学の発展…、という側面よりも、私たちの生活や環境を守るために、という側面がとても大きいのです。

最後に、新たな問題が尽きないということを紹介します。従来の廃棄物研究は、発生する廃棄物にどう安全に対処すればいいか、ということが問題の中心でした。しかし、現在は、循環型社会とは何か、その実現にはどのような道筋をたどるべきか、という大きな問いに応えることが新たな課題です。廃棄物の発生を回避する、そのためには利用する天然資源の量を抑制し、廃棄物が発生した場合でもできるだけ再使用、再生利用する、という仕組みを作ることへの貢献が求められているのです。その他にも、製品(例えば、携帯電話)が高機能化、小型化すればするほど、製品の設計構造が複雑になり、微量で多種の化学物質や金属も含むようになりますので、廃製品をリサイクルし、安全に処

理するためには、それらに含まれる物質の資源性や有害性を確かめ、適正な処理の方法や仕組みを検討しなくてはなりません。また、技術についても、例えば、地球温暖化の対策のためには燃料電池の活用を中心とした水素社会の実現が重要ということになれば、従来のリサイクル技術を更に改良し、廃棄物から水素を取り出すような技術開発を目指すことになります。さらに、経済が国際規模で動く現在では、廃棄物の移動や利用も、国内に留まらず、中国をはじめとする外国との関係の中でその循環を捉えなくてはなりません。国際的な環境汚染防止にも配慮しつつ、資源となる廃棄物の管理ネットワークを構築することが求められています。このように、廃棄物を巡る研究には、まだまだゴールが見えないのです。

では、具体的には、冒頭で紹介した「循環型社会研究プログラム」で、私たちは何を研究し、また、何が成果として期待できるのか…、そのことについても触れたいのですが、残念ながら紙面が尽きてしまいました。次回以降の「環環(Kann Kann)」で担当の研究者が詳しく紹介していく予定です。これからの「環環(Kann Kann)」を是非楽しみにしてください。

(循環型社会研究プログラムの概要については、HP(ホームページ)に掲載していますので、そちらを是非ご覧ください。また、下図は、当センターのこれまでの研究成果が、どのように社会で活用されたのかを簡単に示したものです。)



研究成果が社会・政策に活用された最近の例

ジュンカンガタシャカイってどんな社会？

はしもと せいじ
橋本 征二

2006年11月20日号



皆さんは「ジュンカンガタシャカイ(循環型社会)」という言葉を知っていますか。そう、私たちの研究センターの名前にも採用されている言葉です。2000年には循環型社会形成推進基本法という法律もできました。循環型社会を形成し推進するための基本法です。法律まで作っ

て推進しようとしているこの「循環型社会」とは、いったいどんな社会なのでしょう。

「循環」という言葉を広辞苑で引いてみると、「ひとまわりして、また元の場所あるいは状態にかえり、それを繰り返すこと」とあります。循環とは、まわることです。ということは、「循環型社会」=「まわる型社会」？さて、皆さんは何がまわる社会を想像しますか。つくば市(研究所の所在地)には循環バスが走っています。お金も世の中を循環しています。そう、まさに何がまわるかで、循環型社会のイメージは異なったものになります。

もちろん、法律などで使われる「循環型社会」には既に定義があります。しかし、私たちは、循環型社会のビジョンを研究する一環として、世の中の循環型社会にはどのような概念があるのか、循環型社会の理念は何か、といったことについても研究しています。

循環型社会という言葉が行政の中で初めて用いられたのは1990年とされます。環境庁(当時)が「環境保全のための循環型社会システム検討会」という検討会を設置しました。この検討会のとりまとめた報告書が、循環型社会の原始形と言ってもいいでしょう。少し小難しいですが引用してみます。

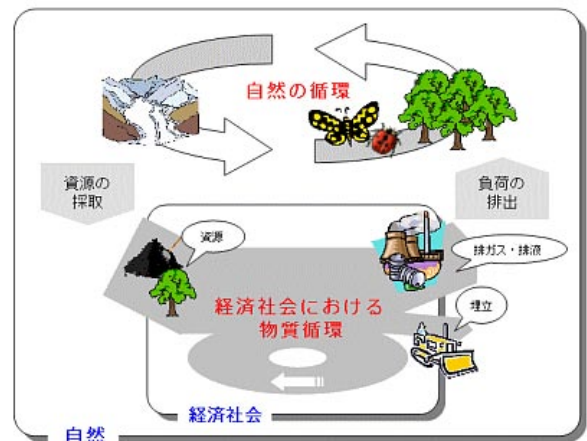
「持続可能な開発」を達成するには、地球の大気、水、土壌、野生生物といった資源や「これらが織り成す生態系(エコロジー)の大循環に適合するような経済活動の在り方」を考え、具体化していかなければならない。「自然生態系の循環とは掛け離れた」人間の経済活動を「自然生態系と適合させるためには、廃棄より再使用(同じものをもう一度使うこと)・再生利用(原料としてもう一度使うこと)を第一に

考え、新たな資源の投入をできるだけ押さえることや、自然生態系に戻す排出物の量を最小限とし、その質を環境を攪乱しないものとする必要がある。こうした経済社会の在り方は「循環型社会」と呼ぶことができる。」

さて、この説明では何が循環していたのでしょうか。2つのものが循環していました。下図を見てください。

一つは、「生態系の大循環」「自然生態系の循環」などの表現に見られるような「自然の循環」です。自然の循環には、炭素、窒素、水、空気などの物質の循環のほか、季節の移り変わりや生物の生まれ変わりの過程といった状態の循環も含まれるでしょう。言い換えれば、この「循環」には、そうした循環を乱さないように資源の採取や環境への負荷をしっかりと制御していこうというメッセージが込められています。では、自然の循環が乱された状態とはどのような状態でしょうか。その典型例として気候変動問題(地球温暖化問題)があります。これは、人間が大気中に捨てる炭素(二酸化炭素)が自然界の炭素の循環を変化させ、その結果気温が上昇し、海水の循環などにも変化をもたらして気候の変動を引き起こされるという問題です。その他のさまざまな環境問題も、基本的には自然の循環が乱されることによって生じていると言えます。

さて、もう一つの循環ですが、これは「再使用」「再生利用」「資源の循環利用」などの表現に見られるような「経済社会における物質循環」でした。この「循環」には、資源を経済社会の中でできるだけ循環=リサイクルして利用していこうというメッセージが込められていると言えます。



出所：中央環境審議会循環型社会計画部(第11回)
資料3に加筆



もしあなたが循環型社会という言葉を知っていたら、おそらくこの「経済社会における物質循環」、つまりリサイクルをまずイメージしたのではないのでしょうか？実は、私たちのセンターも廃棄物やリサイクルのことを主に研究しており、自然の循環自体を研究対象としているわけではありません。

しかし、廃棄物の処理やリサイクルは、「自然の循環」を乱さないように、環境への負荷を少なくすることを上位の目的とするものなので、常に意識する必要があります。もう一つ重要なのは、適切な廃棄物処理やリサイクルだけで適切な自然の循環を保つことは難しいということです。図にあるように、人間は自然から資源を採取し、使ったものを自然に還すという行為を毎日営んでいます。資源を使わない日はないし、ごみを出さない日ありません。ここで「ごみ」と言っているのは固形状のものではありません。液体状のごみ、気体状のごみも出しています。トイレに行って水を流したり、台所で食器を洗ったりすれば液体状のごみが出ますし、車に乗れば二酸化炭素や窒素酸化物などの気体状のごみが出ます。これらは日常生活であまり認識できませんが、確実に自然界に戻されているものです。資源を消費すれば、それは必ずごみとなるわけですから、そもそも資源の消費を減らすことが重要なのです。

さて、ここまで見てきた「自然の循環」や「経済社会における物質循環」の他にも、「循環」という言葉にさまざまな人がさまざまなメッセージを込めています。例えば、「環境と経済の好循環」というスローガンがあります。この場合は、経済がよくなることで環境を良くし、環境がよくなることで経済を良くする、そんな経済社会を目指しましょうというメッセージになっています。さらに、リサイクル

を進めていくためには、人の関係や情報の「循環」とでもいうべきものが重要であるとの指摘もあります。社会を作っていくためにはやはり仲間と情報のネットワークが必要なのです。一人ではたいしたことはできません。また、輪廻に関連づけて循環型社会の精神面が論じられることもあります。「MOTTAINAI(もったいない)」はケニアのワンガリ・マータイさんがノーベル平和賞を受賞してから国際語にもなりつつあります。

このように、「循環」という言葉にどのような意味を込めるかで、循環型社会のメッセージは変わってきます。さて、あなたにとってのジュンカンガタシャカイとは？

<もっと専門的に知りたい人は>
橋本征二ほか:循環型社会像の比較分析、廃棄物学会論文誌、17(3)、pp.204-218、2006



当ててみよう!

【リデュース】なんさい南齊 けいすけ規介

2007年7月2日号

Q
問題

循環型社会 を作るためにリデュースが必要なものはどれでしょうか？

1. 廃棄物発生量 2. エネルギー消費量 3. 資源採取量 4. 物質の総投入量

答えは29ページへ

ハウスダスト研究 (ほこりの研究)

たきがみ ひでたか
滝上 英孝

2006年12月18日号

ハウスダスト(家のほこり)は、私たちには身近な、普通の生活で発生してしまうごみの一部ですが、ご存知のようにダニや花粉、ペットの皮膚片といったアレルゲン(アレルギー抗原)を含むことがあり、アトピー性皮膚炎や他のアレルギー症状などとの関連性が問題視されています。私たちは少し違ったところ、化学物質のたまり場としてのダストという視点から研究を行っています。

ハウスダストは、いったい何から構成されているのでしょうか。屋外から持ち込まれた砂ほこりや土ほこりも含まれているでしょう。また、部屋に敷いているカーペットや布団の繊維(綿ほこり)といった室内用品に由来するものも主要な成分になっています。実は、私たち人間も発塵体(「ほこりの発生装置」)なのです。

ハウスダストは、化学物質のたまり場となっていると書きましたが、現代の住宅は気密性の高い構造になっています。このことは言い換えれば、換気が十分でなく、室内で使われている製品から発生する化学物質がたまりやすい環境になっているとも言えます。私たちはハウスダストに含まれている臭素系難燃剤という化学物質のグループについて調べています。家電製品やインテリア製品に含まれている臭素系難燃剤は、文字通り「燃え難い」剤で、火災の延焼を食い止めるための化学物質です。テレビなど高電圧部分のあるものは、発火の恐れがあるのでキャビネット部分(プラスチック)に高い割合で難燃剤が配合されています。また、カーテンやカーペットにも火の燃え移りを抑制する目的で添加されています。このように難燃剤は火事から人命を守る非常に有用な物質ですが、ある種類ものは人体に蓄積されやすく、近年増加傾向であるという報告が、最近になって世界中でなされるようになりました。臭素系難燃剤の健康影響については未知の部分が多いですが、欧州では予防的に規制した方がよいとの考え方(予防

原則)に基づいて特定の臭素系難燃剤の使用を規制しています。有用性ととも有害性についても科学的な情報を増やしておかねばならないという観点で私たちはいろいろな家庭や職場環境のダスト中の臭素系難燃剤の濃度を分析しています。また、バイオアッセイという手法でもダストの毒性について調べています。



ハンディータイプの蛍光X線分析計でカーテン素材中の元素を調べています

室内用品に含まれている化学物質は、どのような経路で私たちのからだに入ってくるのでしょうか。口から入る場合、空気を吸う場合、皮膚に付着して入る場合などいろいろなケースが考えられます。ハウスダストの場合、私たちは望んで摂取するわけではありませんが、細かなちりになって飛散しているダストを吸い込んだり、指先についたものを飲み込んだり、皮膚から吸収されたりというケースが考えられるようです。大人よりも子供、特にハイハイやよちよち歩きをする乳幼児はその摂取量が高いといわれています。この時期は目覚ましい知能発育(神経発達)を遂げる大切なときであり、そんなときにハウスダストを介して望ましくない化学物質を口にしてほしくないものです。影響を受けやすい弱者のための研究の視点が重要です。

では、家庭用品に利用されている化学物質はどういったメカニズムでハウスダストへ移行するのでしょうか。一般的に揮発性の高い物質は空気中に、揮発性の低い物質はダスト中に移行しやすい傾向があります。前述の臭素系難燃剤は揮発性が低い物質ですが、プラスチックの表面劣化でプラスチックとともに粒子としてダストに移行するか、いったん揮発して周囲にあったダストに付着するなどの諸説があります。製品からの化学物質の放出(揮発やダスト移行)が量的にどのくらいか、温度や湿度などの環境条件によってどのように変化するのか、きちんと調べる必要があります。その一環として私たちは、チャンバー(温湿



テレビの中にたまったダスト



度や気流の管理を行った実験空間)を用いた試験を行って、データを取得しています。

「ちり」は積もって山となってゆくものですから、こまめに取り除かねばなりません。ハウスダストを除去するための有効な対策としては、換気や掃除、空気清浄機の活用などが挙げられます。このような技術的対策が随分進歩していることは、最近のコマーシャルの多さからも分かります。これらの技術対策が化学物質の低減にも有効であることを私たちも確かめつつあります。

一方、「水際」の対策のみならず、室内用品を構成する素材そのものを機能性のみならず、安全性の観点からも好ましいものに改良あるいは、代替してゆくことが根本的には最も重要であると考えます。メーカー側と情報交換を行いながら協力して研究を進めることも重要ですし、一方で独立的な立場から研究を進める視点についても大切に思います。

ハウスダストは、家庭における化学物質の使われ方を物語る「語り部」だと思います。私たちはハウスダストを丹念に調べてゆきたいと考えています。

<もっと専門的に知りたい人は>

1. 滝上英孝ほか:ハウスダスト中のダイオキシン類縁化合物のバイオアッセイ評価、第15回環境化学討論会講演要旨集、pp.434-435、2005
2. 鈴木剛ほか:ハウスダスト及びオフィスダスト中のダイオキシン類縁化合物の同定、第15回環境化学討論会講演要旨集、pp.174-175、2006
3. 能勢和聡ほか:国内で採取したハウス・オフィスダスト試料中のPBDEsおよびPBDD/DFsの濃度及び組成について、第15回環境化学討論会講演要旨集、pp.448-449、2006

循環・廃棄物の

まめ知識



【バイオアッセイ】

2006年12月18日号

すずき ぎょう
鈴木 剛

「バイオアッセイ」は、化学物質が持つ毒性を測ることを目的とした分析方法です。

通常、化学物質の測定には計測機器などを用いた物理化学的な分析方法を用いることが多いのですが、この方法では化学物質の濃度は測れても、有害性の評価ができるとは限りません。実は、化学物質の多くは、毒性の情報が十分に解明されていないのです。バイオアッセイでは、化学物質に対する生物の反応をみることで、その物質が有する有害性を評価することができます。

現在私たちがバイオアッセイによる評価の対象としているものの一つが、「ハウスダスト」——いわゆる家の“ほこり”です。室内で使用されているさまざまな化学物質の溜まり場になっていると考えられるダストが毒性をもつ場合を懸念して、ダスト中の化学物質の有害性の評価を試みています。

ハウスダストの評価に使用しているバイオアッ

セイは、次の2種類です。

細胞を用いるバイオアッセイ。ダイオキシンのような毒性物質に対する細胞の反応を検出し、ダイオキシン類に似た有害性を持つ物質が含まれていないかを評価します。

タンパク質を用いるバイオアッセイ。胎児や幼児の知能発達に関連する甲状腺ホルモンは、あるタンパク質と結合して体内のさまざまな器官へと運搬されます。このことを利用して、甲状腺ホルモンと同様の結合性を持つ(つまり、胎児や幼児に悪影響を及ぼす可能性のある)化学物質が含まれていないかを評価します。これまでの研究結果から、ハウスダストには、化学物質が蓄積しやすい都市港湾で採取したヘドロなどよりも、高い有害性を持つものがあることが分かりました。

今後は、ハウスダスト中の有害性に関与している化学物質の正体を明らかにしていく必要があります。その結果は、室内で使用されているさまざまな化学物質の制御方策の提案につながり、ひいては、より安全な生活環境の実現へと役立てられるのです。



ごみの熱分解で発生するガス成分とその量を予測する

くらもち ひでとし
倉持 秀敏

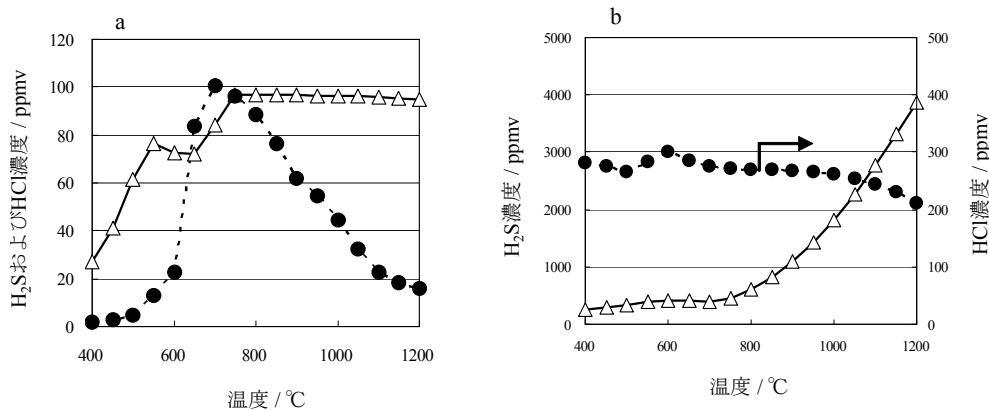
2007年1月22日号

皆さんの快適な生活には、電気が欠かせません。例えば、冬にはコタツやエアコンなどの暖房器具を利用するのに電気を使っていると思います。普段はあまり気づきませんが、停電を経験したときに電気の大切さをよく考えさせられるものです。わたしたちが使用している電気は、主に、石炭や天然ガス、石油などの化石燃料を燃やしたときに発生する熱(エネルギー)から作られます。これらを燃やすと地球温暖化の原因となっている二酸化炭素(CO₂)も発生してしまいます。また、化石燃料は再生することができないので、いつかは枯渇してしまいます。温暖化を防いで化石燃料への依存から脱却するために、近年、CO₂の排出量が少なく、かつ、枯渇の心配のないエネルギーを積極的に利用することが求められています。日本では、このようなエネルギーを「新エネルギー」または「再生可能エネルギー」と呼んでいます。太陽光や風力などの自然エネルギーもその一つですが、一方で、植物由来のごみからエネルギーを取り出して発電などに利用するという取り組みも始まっています。

当センターにおいても、このようなエネルギー変換に関する研究を3年ほど前から始めています。研究対象である植物由来のごみは、例えば、家を解体したとき生じる廃木材、残飯、家畜の糞尿などです。植物由来のごみに着目する理由は二つあります。一つは、これらのごみは比較的多くのエネルギーを有しているからです。例えば、廃木材であれば石炭の約6割程度のエネルギーを持っています。つまり、これらは化石燃料に代わる燃料とみなすことができるわけで、効率的にエネルギーを取り出すことができればご

みがエネルギー資源に生まれ変わるのです。二つ目の理由は、CO₂の増加を防ぐことができるエネルギーだからです。不思議に思われるでしょうが、廃木材を例に考えてみます。廃木材を燃やして電気として利用したときには、化石燃料と同様にCO₂が排出されます(炭素が燃えると、空気中の酸素と結合してCO₂になります)。一方、木が生長するときには、大気中のCO₂を吸収し、炭素を取り込みます。その木を燃やせば、炭素をCO₂として再度排出します。つまり、炭素が大気と植物を循環するおかげで、植物由来のごみを燃やしても新たなCO₂は排出されないとみなせるのです。最近、「バイオマス」という言葉を新聞やニュースなどでよく見かけるとは思いますが、バイオマスとは生物由来の資源を意味しています。

それでは、植物由来のごみをどのようにエネルギーに変換させるのでしょうか。廃木材のような水分量の低いごみは、そのまま燃やして熱エネルギーに変換する方法が一般的でしたが、近年、酸素のない状態で熱を与えてごみを分解し、水素、一酸化炭素、炭化水素というエネルギーを有した燃料ガスへ変換する技術が注目されています。この変換技術は熱分解ガス化と呼ばれています。得られたガスはガスエンジンや燃料電池に導入され、電気へと変換されます。しかし、得られたガスを燃料電池に直接導入することはできません。なぜなら、熱分解ガス化が進むなかで様々な化学反応が起こるため、ガスの中には、燃料電池の劣化の原因となる硫化水素(H₂S)、塩化水素(HCl)等の腐食ガスも発生します。したがって、ごみごとにこれらの腐食ガスの排出量を把握し、発電前に適切に除去することが



植物由来のごみを熱分解ガス化したときの腐食ガス (H₂S および HCl) の排出濃度

a) 廃木材、b) 下水汚泥、△ : H₂S 濃度、● : HCl 濃度、ppmv : 体積として占める割合が 1/1000000



必要となります。これらの腐食ガスの排出量を把握するには、実際に実験して確認すればよいのですが、多種多様なごみに対して実験することは大変な労力と時間を費やすこととなります。そこで、私たちの研究では化学平衡計算という手法を用いて、腐食ガスである H_2S と HCl の排出量を調べています。化学平衡計算を使うことで、いろいろな反応が進行した結果、最終的にどのような物質がどのような濃度で発生するのかを見積もることができるのです。その計算結果の一部を図に示します。計算の対象にしたごみは、廃木材や下水汚泥など計6種類です。図の横軸はガス化する温度を、縦軸は熱分解ガス化において排出される腐食ガス(H_2S もしくは HCl)の濃度を表しています。大まかな傾向として、廃木材(図a)では、熱分解温度が上がるにつれ、 H_2S と HCl が発生する濃度も上がり、約700°Cでピークを迎えます。しかし、それ以上の温度では、 H_2S 濃度はほぼ一定となりますが、 HCl 濃度は下がります。下水汚泥(図b)では、温度に対する腐食ガスの排出濃度の変化量は全く違う傾

向を示します。このように、ごみの種類によって温度に対する腐食ガスの排出量が違うことが明らかとなりました。また、面白い結果としては、カカオ(チョコレート)の殻は HCl の排出量が極端に低くなり、カカオ殻を原料に使用すれば、燃料電池の前に HCl を除去することが不要で、より低コストで電気を提供できる可能性が示されました。

しかし、これらの結果はあくまでもコンピュータ上でのお話で、実験と計算結果を比較して、計算結果の妥当性を評価する必要があります。現在、計算結果の妥当性の評価や腐食ガスの発生メカニズムに関する研究を進めています。

<もっと専門的に知りたい人は>

Kuramochi et al.: Prediction of the behaviors of H_2S and HCl during gasification of selected residual biomass fuels by equilibrium calculation, Fuel, 84 pp.377-387, 2005

循環・廃棄物の

まめ知識



【熱分解ガス化】

2007年1月22日号

呉 畏

燃やすことのできる都市ごみからは、熱エネルギーや可燃性ガスの回収が可能のため、「廃棄物資源」とも呼ばれます。エネルギーを回収する方法としては、主に「焼却・熱回収」と「熱分解ガス化」技術があります。「焼却・熱回収」技術は、都市ごみを焼却炉内で完全に燃やして、その熱をボイラーや熱交換器により回収し、電力や温水などをつくる方法です。現在、日本の約80%の都市ごみは、こういった方法で処理されています。一方、「熱分解ガス化」技術は、ごみを部分的に燃やして発生する熱を用いて、都市ごみから可燃性ガスを生成し、それをガスエンジンやガスタービンなどの燃料に利用することにより、焼却よりも高効率の発電が実現できる技術です。さらに、ガス化工程の後に「熔融」と発電を行うものが「ガス化熔融」技術です。ごみの燃焼では、ダイオキシン類などの有害物質を含む灰が発生する

ことが問題ですが、灰を1300~1500°Cの高温で溶かし(熔融し)、それが冷えた「スラグ」と呼ばれる物質にすることで、そうした問題を回避することができます。「熔融スラグ」は、外見が石炭に似た堅い石状の物質で、路盤材の原料などとしてリサイクルが可能となります。

近年、「熱分解ガス化」技術を利用して、都市ごみから水素(H_2)や液体燃料などを製造する技術の開発が特に注目されています。熱分解ガス化により都市ごみから一酸化炭素、水素などの可燃性ガスを生成した後に、その副産物の炭化水素成分を酸素、水蒸気と反応させ、さらに分離処理することにより、高純度な水素を得るのです。水素は、燃料電池自動車や燃料電池発電設備のエネルギーとして利用されますが、高効率な動力や電力を得た上に、排ガスには水しか含まれてないため、クリーンなエネルギー源として期待されています。「熱分解ガス化」による液体燃料製造技術は、ガス化の後に触媒という化学物質を用いて、可燃性ガスからメタノール、ひいては軽油などの液体燃料を合成する技術です。

このように、「熱分解ガス化」技術は、ごみから様々なエネルギーを取り出すことができ、地球温暖化防止や廃棄物の有効利用促進に役に立つ有望な技術なのです。

コクサイシゲンジュンカンとは？

むらかみ しんすけ
村上 進亮

2007年2月5日号

2006年11月20日号に「ジュンカンガタシャカイってどんな社会?」という記事(14ページ)がありました。「ジュンカンガタシャカイ」のイメージは出来ましたか?今回は、「コクサイシゲンジュンカン」です。なんだか関係のありそうな言葉ですね?国際+資源+循環です。

まず、「国際」については日本を始めとした一つの国の中だけではなく、国境を越えて循環が起こるんだな、と分かっていただけだと思います。何かの貿易の話ですね。

では「資源」です。皆さんは「資源」と言われて何を思い出すでしょうか。石油ですか?それとも鉄?広辞苑によれば資源とは「生産活動のもとになる物質・水力・労働力などの総称」という意味だそうです。そう言われれば「人的資源」などという言葉もありますね?先ほどの石油や鉄といった資源は、物質資源、その中でも「化石燃料資源」「鉱物資源」などと呼ばれるものです。

ではどんな資源が国際的に循環するのでしょうか。最近話題になっている国際資源循環では使用済み製品やスクラップなどの中でまた何らかの形で再利用(再生利用)できる物の循環について語られることが多いようです。写真のようなものからも大切な資源が回収できます。

最近では、エアコン、テレビといった家電製品やパソコ



ンなどの使用済み製品、これを解体して得られる部品などが(E-wasteなどと呼ばれ)国際的に循環することについて問題になっています。こうしたE-wasteは、そのまま中古として利用する場合がありますし、部品を取り出して再利用することも、また、銅をはじめ、時には金のように高価な素材が回収されることもあります。

国際資源循環について、何が起きているのか、なぜ起きているのかについて、私たちは研究を進めています。

何が起きているのかについては、貿易統計などの文献から得られる情報と、現地調査の結果をあわせて、その全体像を把握しようとしています。なぜ起きているのかについては、どのような点に着目すればいいのか、そしてその評価のためにはどのような指標が必要なのか、について検討しています。その時のキーワードが「資源性」と「有害性」です。

国際資源循環はそれが環境上正しく行われているのであれば、ある国の中では十分に再利用されない使用済み製品やスクラップが国境を越えることで再利用され、資源が有効に利用されるという意味で望ましいものはずですが。しかし、いったん輸出されると、それぞれの輸入国の中でこの「正しく」が保証されているかどうかを確認することは難しい問題です。部品や素材を取り出す工場で労働環境が守られているのか。また有用な資源を取り出した後の残り(残さ)は、正しく処理されているのか。こうした「有害性」に関わる問題が良くクローズアップされます。また、中古製品として利用された場合に、使えなくなった後の処理は誰の責任になるのかといった問題もあります。

また、私たちが注目して研究している点の一つに「資源性」という言葉があります。簡単に言えば、あるものが持つプラスの価値のようなものです。それは、各国の経済・社会事情により異なるため、輸出する国に比べて、輸入する国がその循環資源の資源性、つまり価値を高く評価する場合に貿易が起こるわけです(例えば日本ではもう中古品としての価値がないと考えられる自動車が、輸出先ではまだ中古製品として利用可能であると考えられるなど)。

ところが、E-wasteのような循環資源の中には稀少金属(地球上に余り存在しないような金属)が含まれている場合が多くあります。しかし、このような金属を回収するためには非常に高度な技術力が必要で、すべての国で可能なわけではありません。技術の伴わない国に輸出してしまうと、実は貴重な物質を無駄に捨ててしまう可能性もあるわけです。

循環型社会を構築する上で、循環資源の持つ「資源性」を最大限引き出すことは重要なことです。一方で、「有害性」が適正に管理されることが保証されない限りは、「資源性」を引き出すためだとしても、その循環は促進されるべきではないでしょう。

現実には、より大きな国境を越えるような循環型社会へ向けて国際資源循環は動いています。わが国は天然資源に



乏しい国として、また現在では循環資源を輸出することが多い国として考えるべき点が多く、これについては緊急の対応が必要な問題であるという指摘もあります。

本当に望ましい国際的な規模での「循環」を手に入れるために何をすべきか。皆さんはどう思うでしょうか？

<もっと専門的に知りたい人は>

村上進亮ほか:「マテリアルフローから見た循環型社会2」— e-wasteの国際循環と資源性・有害性、エネルギー・資源、27(4)、pp.260-263、2006

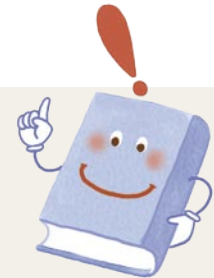
循環・廃棄物の

まめ知識

【家電リサイクル法】

「料金」の違いと「行き先」の違い

むらかみ りえ
村上 理映



2007年2月5日号

皆さんは、家電販売店に行った時に、「家電リサイクル法」という文字を見たことがありますか？これは、家庭で不要になった使用済み家電(テレビ、冷蔵庫、洗濯機、エアコン:家電4品目)を対象とした法律です。この法律では、消費者、販売店、生産者の全てが、役割を分担して、使用済み家電のリサイクルに取り組むことが定められています。

消費者は、「収集運搬料金(使い終わった家電を運ぶためのお金)」と、「リサイクル料金(リサイクル工場で処理するためのお金)」を払うことが決められています。販売店は、使用済み家電を引き取った後、それらがまた資源として利用できるように処理するためリサイクル工場に運搬します。生産者である家電メーカーは、リサイクル工場を責任を持って運営します。収集運搬料金は、販売店が必要な額として自由に決めることができます。その金額は、店舗の規模によっても違いますし、その店舗で家電を買い替えるか、単に使用済み家電を捨てる(単純廃棄)か、によっても違う金額が設定されています(表1)。

一方、リサイクル料金は、家電メーカーが決めています。この金額も各メーカーがリサイクルの内容に応じ自由に設定できるのですが、ほとんどのメーカーが結果的に同じ金額を設定しています(表2)。ただし1月15日に、1社がエアコンのリサイクル料金を3,150円に下げたことを発表してからは、各社がエアコンのリサイクル料金の引き下げを検討しています。このように「家電リサイクル法」の下では、捨てる家電の品目によってリサイクル料金が違

いますし、買い替えるか単純に廃棄するかによっても、また販売店によっても、収集運搬料金(<http://www.env.go.jp/council/03haiki/y0311-05.html>)が違っているのです。

ところで、販売店が回収した使用済み家電は、この法律の下でリサイクルされますが、全ての使用済み家電が、販売店に引き渡され、法律の仕組みに沿ってリサイクルされるわけではありません。では、「残りの使用済み家電」はどこに行くのでしょうか？

「残りの使用済み家電」の一部は、国内のリサイクルショップで販売されています。また別の一部は、中古品または処理する前の資源として輸出されていますが、輸出先でどのような第二の人生を歩んでいるかは、正確にはわかっていません。誰かの役にたっているかもしれませんが、処理される時に環境に負荷を及ぼしているかもしれません。

このように、家庭で不要となった家電すべてが「家電リサイクル法」の枠の中でリサイクルされているわけではなく、違うルートをとることもあるのです。なぜ、法律で決められているのに、それとは違うルートをとるようなことが起こるのでしょうか？「コクサイシゲンジュンカンとは？」を読んで理由を考えてみてはいかがでしょうか。

表2 代表的なリサイクル料金

品目	テレビ	冷蔵庫	洗濯機	エアコン
料金	2,835円	4,830円	2,520円	3,675円

表1 一般的な収集運搬料金

	大規模の量販店	小規模の販売店
買い替え時	644~688円	2,026~2,632円
単純廃棄時	2,319~2,458円	2,451~3,086円

資料：中央環境審議会・産業構造審議会合同会合 資料4より

排水を毎日きれいにする小さな装置

えびえ よしたか
 蛸江 美孝

2007年3月5日号

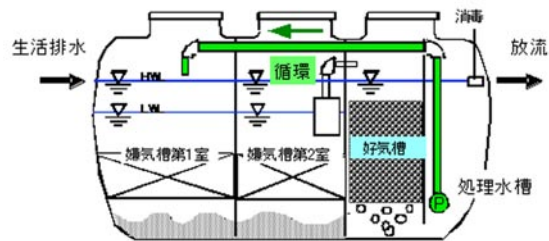
私たちはいま、21世紀の日本に住み、とても便利で快適な生活を送ることができます。この生活は様々な製品やサービスによって成り立っていることはすぐにわかりますが、それらを使い終えた後の廃棄物についてはどうでしょうか。もし、それらの廃棄物が私たちの生活の中で溜まっていったら…。そう考えると、私たちの生活が廃棄物の適正な処理によって支えられているという一面に気付くことができると思います。

一般家庭から出る廃棄物という、「日常生活などによって排出され、廃棄される不用品」ということで、ごみ箱のごみや台所の生ごみなどがイメージされますが、廃棄物の中にはトイレの水や台所、お風呂などからの排水といった液状廃棄物も含まれます。例えば、いま、あなたが水道の蛇口をひねれば、すぐにきれいな水が手に入ります。しかし一方で、湖沼や内湾などの水質の汚れは年々ひどくなっています。この原因はどこにあるのでしょうか。水質汚濁の原因という、一般に工場などから出る産業排水を思い浮かべますが、多くの場合、最大の水質汚濁の原因は私たちの便利な日常生活から排出される生活排水(液状廃棄物)なのです。私たちは、このような日常生活に必須となっている液状廃棄物の適正な処理のための技術システムの開発に関する研究をしています。

さて、このような生活排水を処理するものとして一番に思いつくのは下水処理場だと思います。小中学校などの社会科見学で、見学に行ったことがある方も多いのではないでしょうか。そこには大きな排水処理槽があり、数千、数万という規模の世帯から出てくる排水を一ヶ所に集めて処理しています。一方、このような大規模な下水処理場に対して、いま注目を集めているのが小型の「浄化槽」(じょうかそう)です。皆さんは、この浄化槽という言葉を知っているでしょうか。

文字通り、浄化槽は水をきれいにする槽ということになります。下水処理場が数千・数万という世帯からの生活排水を一ヶ所に集めて処理する集中型であるのに対して、浄化槽は個別の世帯に設けられる分散型の排水処理施設であり、一戸建ての住宅から、アパート、マンションなどの単位で生活排水を処理する規模のものまであります。では、なぜ浄化槽が今注目を集めているのでしょうか。それは、東京などの人口密集地域では汚水を大規模な下水処理場に集めて浄化することが効果的ですが、農山村や新興住宅地などの地域ではそのような対策が必ずしも有効ではないからです。つまり、生活排水の発生源である家庭が点在す

る地域では、下水処理施設まで下水管を張り巡らせるとその距離が長くなり非効率なので、各家庭から出た排水をその場で処理し、きれいな水にして環境へ戻すことができる浄化槽を分散させて整備した方が効率的な場合もあるわけです。



浄化槽の概略図
 (通常、浄化槽は地中に埋められ、マンホールのみが見えています。)

少し技術的なことに触れますと、生活排水の浄化には、主に微生物の力を利用した方法が用いられています。通常、2段階のプロセスを経ますが、まず前段(嫌気槽)で夾雑物を沈殿させることで除去し、後段(好気槽)で空気を吹き込むことによって微生物が汚濁物質を酸化分解することを促進します。つまり、私たちが汚いと思っている汚濁物質が、微生物にとっては栄養源になるわけです。この微生物の働きによって、汚濁物質が消費されることで水はきれいになっていくのです。浄化の原理は浄化槽も下水道も同様ですが、規模が小さな浄化槽で効率的な処理を行うためには様々な工夫が必要になります。例を挙げれば、夜中、皆さんが寝静まった時間には排水は出てきませんし、朝、食器を洗ったり、夕方にお風呂に入ったりすることによって集中的に排水が出てくるわけですから、汚水量の変動に対応して処理効果を維持するためのしくみや構造が重要となります。現在では、効率的な流量調整のしくみや沈殿、酸化分解を促進するための微生物付着担体(プラスチックやセラミックス等)の開発により、ほとんどの有機物は除去できるようになってきました。

しかしながら、それで問題が解決した訳ではありません。湖沼や内湾などの水質の汚れでの主な汚れの原因となっているのは、実は生活排水に含まれる窒素やリンといった栄養塩類なので、それらも除去する必要があるのです。窒素については、従来の処理方法だけでは除去できないため、好気槽で酸化処理した水の一部を嫌気槽に循環させる硝化・脱窒法が行われます。この方法により、排水中の



窒素(主にアンモニア)は微生物によって最終的には窒素ガスにされ、空気中に放出(脱窒)されます。浄化槽の中で、この窒素を除去するプロセスが効果的に行われるよう、内部で循環させる水量を最適に設計することが重要になります。私たちの研究では、循環水量の違いによる窒素除去特性と運転操作条件の関係について実際の生活排水を用いて比較試験を行った結果、流入する生活排水の4~6倍量の水を好気槽から嫌気槽に循環させることによって、80%以上の窒素を除去することができました。

このような工学的なアプローチの他にも、処理技術の主となる微生物に着目した研究を行っています。窒素除去反応は2段階(硝化反応と脱窒反応)の組み合わせから成っていますが、それぞれの反応に寄与する微生物は大きく異なります。特に硝化反応を担う微生物は増殖速度が著しく遅いため、一般に処理効率を決めるのは硝化反応となります。従って、この微生物を如何に多く反応槽内に保持するか、如何に微生物の活性を高く維持するかということが重要になるわけですが、実際にはこれらの微生物は1ミク

ロン(1/1,000mm)程度の大きさですので、どの種類の微生物が、どこに、どれくらい存在するかを知ることは容易ではありません。そこで、この微生物に特有の遺伝子(DNAやRNA)を目印に、どのような種類の微生物がどの程度存在し、また硝化反応を進める活性を持っているかということをも明らかにするための解析手法を確立し、技術開発や維持管理方法を効率化するための研究も行っています。

<もっと専門的に知りたい人は>

1. Ebie, Y. et al.:Functional analysis based on molecular microbiological methods in Johkasou technology for decentralized wastewater treatment system, Proceedings of 4th International Symposium on Sustainable Sanitation, pp.143-157, 2006
2. 山崎宏史ほか:嫌気・好気高循環排水処理システムの窒素除去特性と運転操作条件の関係解析、日本水処理生物学会誌、42(3)、pp.151-157、2006

循環・廃棄物の

まめ知識



【生活排水】

2007年3月5日号

けい へい
桂 萍

生活排水は、私たちの炊事、洗濯、入浴等の生活に伴い排出される水で、環境への汚濁負荷割合が高い液状の廃棄物です。特に、湖沼・内湾・内海などの外部との水の交換が少ない水域では、高度経済成長期以来の都市化により自然がもつ本来の自浄能力が低下している事情もあり、現在でも、生活排水に起因する水質汚濁(富栄養化などの問題)が生じやすい状況にあります。このようなことから、生活排水をはじめとした液状廃棄物対策は非常に重要であり、これまで特に有機汚濁物質を対象として対策がなされてきました。

さて、良く耳にされるかもしれない「富栄養化」という言葉ですが、ここで言う「栄養」というのは、湖沼などに生息する植物性プランクトンが成長するための「栄養塩類」を指しています。この栄養塩類の代表が、生活排水に多く含まれる窒素やリンになり

ます。湖沼などでこれらの濃度が高まれば、植物プランクトンが異常増殖を起こし、赤潮やアオコの発生、異臭(カビ臭など)などの水質障害、酸素濃度低下による魚介類の死滅、水域の水質値の悪化などの様々な問題を引き起こしてしまいます。

一般に、汚濁物質は、広がって濃度が薄まってしまいう前に、つまり発生源に近い場所で対策をとることが重要かつ効率的です。湖沼等の水質を改善していくには、工場や事業所のみならず、生活排水等も含めた発生源全体からの汚濁負荷量について総合的・計画的な対策を推進する必要があります。浄化槽は、このような生活排水対策を進めるために重要な技術として、さらに高性能化を図るための研究が進められています。



歴史

第1回

いのうえ ゆうぞう
井上 雄三

2006年11月5日号

1. はじめに

今回から10回程度、「ごみ研究の歴史」について連載をします。その内容をはじめにお知らせしておきましょう。処理しなければならないごみの量や質は、時代とともに著しく変化してきました。ごみ処理に関わってきた技術者や研究者は大変苦労をしましたが、気概を持って対処してきました。この連載は彼らの挑戦の記録です。これを読めばあなたもちょっとしたごみ博士です。歴史というと難しいイメージを持つかもしれませんが、学生の方にも関心を持ってもらえるよう頑張りますので、楽しみにしてください。



第1回と第2回は、わが国の"ごみ処理"の歴史を中世から現代まで一気に駆け上ります。そして、第3回からがこのシリーズの本題である研究に関する話題となります。明治から戦前の近代まで、ごみ処理技術は大変未熟で、技術開発は大変苦労をしました。第3回では近代のごみ研究を検証します。以下、戦後大きな苦労を伴ったし尿処理(し尿とは、人の排泄物で、尿とウンチのことです)、西(福岡)から始まったわが国の埋立処分研究、昭和45(1970)年に開始された旧国立公衆衛生院での研究、世界最高の技術レベルを築いたし尿処理技術、いくつも山を越さなければならなかったごみの焼却技術開発、いつも地域住民の矢面に立たされた最終処分場に関する研究、PCBや重金属など無害化技術研究、資源保全や脱温暖化も考慮に入れた資源化技術への転換、情報の大切さ、そして最後に私たちの社会を循環型社会に導くために必要なものは何か、などについて研究者の心臓をお見せしましょう。

2. ごみ処理の歴史:縄文から江戸時代まで

みなさんは貝塚を知っているでしょう。集落に住むようになった古代人は、縄文時代の昔から、貝殻などのごみを捨てるための一定のごみ捨て場を定め、居住空間から遠ざける知恵を持っていたんですね。

大和王朝誕生後もごみ問題は存在したようですが、かつては宮都を一代ごとに転々と移動していたので、ごみ問題も処理できる範囲に留まっていたようです。しかし、平城京が84年で平安遷都を余儀なくされた背景には、都市の中で処理をしきれなくなったごみ問題が一因であったとの説もあるようです。このようにわが国のごみ処理の歴史は非常に古く、驚くことに平安京にはすでに掃除に携わる官職がありました。掃部寮(かもんのりょう)といい、宮中の掃除や調度設営などを担当していました。延喜式(えんぎしき)という法律には清掃や掃除のことばが数多く記述され、京の生活環境を保っていました。道路を清掃する命も、当時すでに発せられています。鎌倉幕府時代の歴史書吾妻鏡(あずまかがみ)にも寺や道路の掃除の話題が述べられています。くみとり便所もそのころ発明されたようです。

江戸時代になると江戸や大阪で都市が発展し、ごみ処理が大きな問題となりました。芥改役(あくたあらためやく)を配置するなど、町をきれいに保つためのごみ処理に江戸幕府は苦労をしていました。そのお陰か、外国人が書いた文献によれば、江戸の町の清潔さは、当時の欧州の状況に比べ、非常に際だっていたようです。一方、し尿のリサイクルをはじめ、桶を修理する箍屋(たがや)、古着屋、古鉄買い、紙屑買いなど修理・再生・回収の専門業による循環型社会がかたちづくられ、21世紀の見本のように言われています。しかし、それでもごみが町に捨てられるので、三代将軍家光や四代将軍家綱は、堀や川、会所地(町単位に作られていた空き地のこと)へのごみの投げ捨てを、悪臭や美観上の問題から禁止する町触(まちぶれ)を出し、不法投棄の防止に努めたのです。その代わり、明暦元(1655)年幕府は深川永代浦をごみ捨て場に指定しました。以来18世紀半ばまで、江戸周辺だけでもごみ捨て場は10ヶ所にも及び、延べ約125haが埋め立てられたといわれています。

参考にした資料(例)

和田英松『新訂官職要解』(講談社/1998年)/ 溝入茂『ごみの百年史—処理技術の移り変わり』(学芸書林/1987年)/ 『環境史年表』(河出書房新社/2005年)/ 東京都清掃局『東京都清掃事業百年史』(2000年)/ 環境省『平成13年度版循環型社会白書』(ぎょうせい/2001年)/ 『ごみの百科事典』(丸善/2003年)



第2回

いのうえ ゆうぞう
井上 雄三

2006年12月18日号

「ごみ研究の歴史」第1回(11月5日号に掲載)は読んでいただけただけでしょうか。第1回と第2回で、我が国の"ごみ処理"の歴史を、縄文時代から現代まで遡ります。

3. ごみ処理の歴史:明治時代から現在まで

明治時代になり外国との交易が盛んになると、伝染病対策が緊急の課題となり、水道の整備、し尿やごみなどの汚物の処理の重要性が認識され始めます。そして、明治33(1900)年には汚物掃除法が制定されました。このように明治国家により整備が進んだ近代法はごみ処理の分野まで及んだのです。この法律で、ごみ処理事業は市町村への義務が課せられることとなりました。また、「塵芥はなるべくこれを焼却すべし」として、このとき以来ごみ焼却がわが国の主要な処理方法と位置づけられることになったのです。しかし、当時は未熟な技術でしたので、高価な焼却炉の建設には大変な苦勞を強いられました。焼却炉を作っても煙害問題で紛争に悩まされたのです。昭和8(1933)年の深川煤煙騒動はその典型的な事件でした。

戦後、江戸時代にかたちづけられたし尿のリサイクルシステムは、19世紀後半に利用され始めた化学肥料によってわが国に劇的な変化をもたらしました。社会の中で肥料から無用物となってしまったし尿は、公衆衛生上大きな問題をおこし、浄化するための施設が緊急に必要となりました。ごみについても、昭和30年代の高度経済成長とともに増え続け、その中身も生ごみ中心からプラスチックや粗大ごみなどに大きく変化してゆきました。また、生産活動などから大量に発生し、かつ有害な物質を含む危険のある産業廃棄物を適正処理する必要も生じました。昭和45(1970)年のいわゆる「公害国会」では、現在もごみ処理制度の基本となっている「廃棄物の処理及び清掃に関する法律(廃棄物処理法)」が制定されました。しかし、増え続けるごみの量や質の変化に対応することができず、燃焼の過程で微量に発生するダイオキシン類などがごみ焼却施設から排出され、国民に大きな不安を抱かせた時もありました。

例えば、昭和58(1983)年に初めて発表されたごみの焼却によるダイオキシン類の環境への放出は、平成11(1999)年のテレビ報道で最高潮に達する社会問題となりました。

また、ごみに含まれる有害物質の環境汚染が問題となり、大量生産・大量消費・大量廃棄から発生抑制・再利用・再生利用を基本理念とした新しい生活や経済のあり方が問われるようになりました。いわゆる循環型社会への移行が求められるようになったのです。

平成4(1992)年ブラジル国連環境開発会議(地球サミット)で採択されたアジェンダ21では、人類の持続可能な発展のための具体的な行動計画が提案されました。この行動計画の中には、ごみに関する章も設けられています。ごみの問題が地球規模で考えるべき環境問題のひとつとなってきたのです。わが国でも、ここ10年の間に、循環型社会形成推進基本法、改正廃棄物処理法、改正リサイクル法や、それに基づく様々な各種リサイクル法(容器包装リサイクル法、家電リサイクル法、建設リサイクル法、食品リサイクル法、自動車リサイクル法、グリーン購入法)が次々と整備されました。そして、行政、産業界、国民の協力のもと脱温暖化、資源保全、そして環境負荷の少ない未来社会—循環型社会の形成を21世紀の最も重要な課題として取り組むようになったのです。

※いよいよ次回からは、「ごみ研究」を振り返ります。

お楽しみに!

参考にした資料(例)

和田英松『新訂官職要解』(講談社/1998年)/ 溝入茂『ごみの百年史—処理技術の移り変わり』(学芸書林/1987年)/『環境史年表』(河出書房新社/2005年)/ 東京都清掃局『東京都清掃事業百年史』(2000年)/ 環境省『平成13年度版循環型社会白書』(ぎょうせい/2001年)/『ごみの百科事典』(丸善/2003年)



第3回

いのうえ ゆうぞう
井上 雄三

2006年1月22日号

4. 日本におけるごみ研究の先駆け (明治から戦前にかけて)

伝染病対策や産業革命後の都市ごみ対策として19世紀後半、イギリスで開発された都市ごみ焼却炉は、わが国にとっても救世主となりました。明治30(1897)年、イギリスに遅れること23年、敦賀にわが国初の都市ごみ焼却炉が建設されました。前回お話ししましたように、汚物掃除法で都市ごみの焼却が義務づけられましたが、当時の都市ごみ焼却炉は煤煙や悪臭を撒き散らし、周辺地域に多大な被害をもたらす公害施設でした。しかし、何人かの技術者が都市ごみに挑戦しました。第3回はそんな研究者の挑戦の物語です。



●わが国独自の焼却炉の開発

ごみは簡単に燃やせるものと思われるかもしれませんが、ものが燃え続けるには800kcal/kg以上の熱量が必要です。わが国の都市ごみは、欧米の都市ごみと異なり水分をたっぷり含んだ厄介者で、戦前の都市ごみ(熱量600kcal/kg程度)の焼却は、実に変な事業でした。ごみの焼却はいかに炉温を高温にし、煤煙や悪臭の原因となる未燃有機物を減らすかです。技術者の飽くなき努力により昭和初期に乾燥工程を炉内に持つ傾斜炉が開発されました。その立役者の一人に民間技師矢野雅雄がいました。彼の度はずれのごみ焼却へのこだわりは、「帰宅後に背中からウジ虫が出てきた」とのエピソードを生むほどでした。この炉形式は優れもので戦後昭和40年頃まで採用されることとなります。

●大阪市と3人の技師の挑戦

イギリスに遅れること四半世紀、わが国で初めて木津川河口南恩加島町に通風式焼却施設を建設した大阪市の先進性は賞賛に値するサプライズでした。これを用いたわが国初めての実炉によるごみ焼却実験が大正8~9(1919~20)年に行われ、塵芥処理方法調査報告書にまとめられました。それは単なる実験結果報告書ではなく、ごみ処理技術の紹介、外国のごみ処理の現状、国内外特許一覧、ごみ発電計画など、ごみ処理技術の全容を鳥瞰した意欲的なものでした。その中心に若い3人の技師、岸本寛治、岩崎元亮、中島信蔵がいました。既に西欧のごみ焼却施設は大規模な発電を行っていたので、若い研究者が発電の可能性を追求しないはずがありません。実験結果を基に大阪市の都市ごみの全量焼却発電の可能性を検討しています。ごみの成分から発電量と利益を試算しましたが、実現はしません

でした。水も滴るようなごみでは安定な燃焼ができなかったからです。岩崎と大阪市は更に挑戦を続けました。大正11(1922)年には乾留炉とボイラー付き焼却炉を連結したマテリアル・電力回収型都市ごみ処理実験施設を建設し、実験を行ったのです。

●失敗、そして得たものは?

実験の目的は、「都市ごみを焼却して、原料を余熱乾燥しかつその熱を利用して都市ごみを乾留し、ガス燃料と固形燃料を作り、同時に衛生的に処理する」とあります。技術の未熟な半世紀も前に、かつてのスターダスト'80(注:80年代に実施されたごみを資源化利用する大プロジェクト)、そして今日の熱分解ガス化や炭化技術の先駆けとなる実験を行っていたのです。自動給塵装置、燃焼炉、乾留窯、ガス洗浄装置、ボイラー、そして発電・・・なんと画期的で挑戦的な実験だったのでしょうか!乾留実験は失敗に終わりました。しかし、炉を改造しながらの焼却実験は、高温焼却(1000°C以上)を達成するなど大きな、また多くの科学的知見を集積しました。この一連の挑戦的な実験によって初めて、わが国の都市ごみ焼却が科学技術の表舞台に立つことができたのです。

●東京市深川ごみ処理工場の建設、そして戦争へ

その後東京市に移った岩崎は、当時混乱をしていた東京市の塵芥処理方式を收拾し、昭和8(1933)年には戦前わが国で最大級の日処理量700トンの深川塵芥処理工場を完成させ、戦前の技術発展を牽引しました。この間、戦前におけるごみ処理研究報告の集大成となった塵芥処理方法調査報告(東京市役所)の刊行、ごみ焼却発電、ごみの堆肥化、アルコール発酵などの有効利用の研究が岩崎を中心に行われました。戦争が激しくなるにつれ、ごみ焼却施設は次々と他の用途に転用され、ごみ処理は全てストップし、都市衛生環境は最悪の事態となり、やがて終戦を迎えます。



参考にした資料(例)

和田英松『新訂官職要解』(講談社/1998年)/ 溝入茂『ごみの百年史—処理技術の移り変わり』(學藝書林/1987年)/ 『環境史年表』(河出書房新社/2005年)/ 東京都清掃局『東京都清掃事業百年史』(2000年)/ 環境省『平成13年度版循環型社会白書』(ぎょうせい/2001年)/ 『ごみの百科事典』(丸善/2003年)



第4回

いのうえ ゆうぞう
井上 雄三

2007年4月2日号

今回は、し尿処理の話です。今は、水洗トイレが普及しているため、その処理が昔は大変だったと言われてもピンとこないかもしれませんが、水洗トイレが、もし社会から無くなったとしたら用を足したあとはどうになってしまうのか、想像しながら読んでください。

5. 必死だった戦後20年間のし尿処理

ずっと昔には、わが国ではし尿は処理しなくとも、貴重な肥料として利用する文化が根付いていました。江戸時代中期にはし尿のリサイクルシステムが完成していたのです。同じ時代に欧州が行っていた三圃式農業のように三年に一度の休耕をしなくとも、し尿を肥料として利用することで農業生産を持続的に行うことができたので、江戸時代の日本では3千万人も人口が維持できたのです。しかし、昭和に入り農業よりも工業が発展し、そして農村から都市に次第に人口が集中してくると、し尿の供給がだぶつきはじめ、都市部ではし尿の浄化や海洋投入処分をせざるを得なくなりました。図1は昭和12年(1937)から平成10年(1998)にかけての東京都のし尿処理がどのように変化してきたかを示したものです。

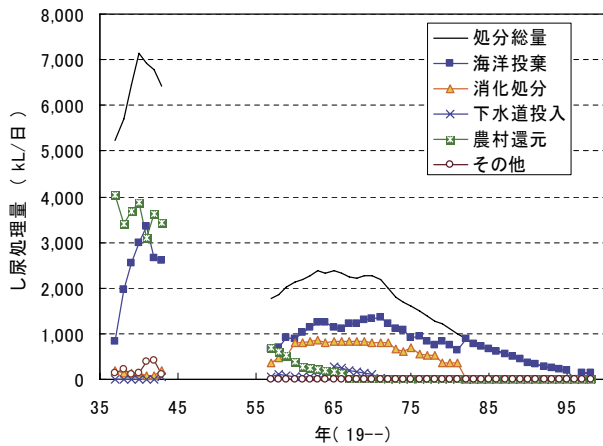


図1 東京都のし尿処理処分の変遷 (「東京都清掃事業百年史」のデータを利用)

昭和8(1933)年、東京市(当時)はし尿処施設綾瀬作業所を建設し、1日180kLのし尿処理を開始しました。この処理施設は促進汚泥式処理法(現在も使われている活性汚泥法という生物学的な汚水処理法)という当時としては最新鋭の技術が使われていました。しかし、私はむしろ、当時の言葉でバイオリスタンクといわれた(現在のバイオガスタンク(微生物によってメタンガスを発生させる反応タンク)に相当)技術が使われたことに驚いています。この技術開発の立役者が西原脩三(西原衛生工業所の設立者)でした。綾瀬作業所は戦争が激しくなった昭和18年で閉鎖されますが、蓄積された技術は戦後し尿処理に窮したとき、砂町し

尿消化槽の建設・運転に大きく貢献したのです。

戦後になると、食料増産と都市の公衆衛生を保つために国は農地還元策を進めます。肥料も大量に必要になりましたので、東京都から埼玉県などにし尿の貨車輸送が行われました。ところが、昭和20年代半ばになると化学肥料が大量に利用されるようになったため、し尿の需要は急速に低下しました。悪いことに、これに拍車をかけたのが連合軍総司令部(GHQ)指導で昭和25年に作成されたいわゆる「し尿の直接農地散布禁止令」です。その結果、し尿が町中に溢れ、河川、湖沼、湿地や窪地、沢や谷、沿岸部ありとあらゆるところに不法投棄され始めたのです。読者の皆さん、これがどんな結末を招いたか想像できますか? 伝染病の大流行です(図2)。このため、毎年多くの子供が亡くなりました。

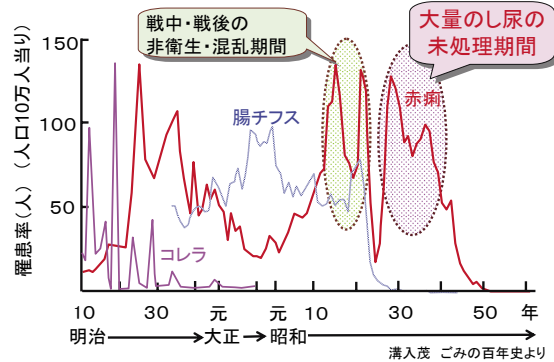


図2 わが国の水系伝染病の罹患率の推移

さて、困ったのは政府や自治体です。それまで、し尿処理技術の研究は、西原衛生工業所など一部の民間企業や大学、国立公衆衛生院(現在の国立保健医療科学院)などが行っていたに過ぎません。農地還元が主な処分方法でしたので、浄化技術の研究などする必要もなかったからです。戦後の農業、社会システムの激変にし尿処理技術が全く対応できなかったのは当然でした。政府はし尿処理に緊急に対応せざるを得なくなり、昭和29年に制定された清掃法で決められた施設整備のための国庫補助金は、その大部分がし尿処理施設の整備に当てられました。かくして、東京都には、超大規模な砂町し尿消化槽(注)が造られ、都内で発生するし尿の実に38%を処理したのです。しかし、何せ相手はし尿ですのでその道のりは大変だったようです。当時の研究者には心から敬意を表したいものです。当時、西原が促進消化法を開発し、欧米の消化技術と同じレベルにまで達したお陰で、わが国は赤痢菌による伝染病から開放されました。ところが、し尿には大量のアンモニアと色成分が含まれており、消化処理後の仕上げ処理でその後大変な苦勞をすることになるのです…。

注)し尿処理量が昭和27年(1952)には1,800kL/日、34年(1959)には2,700kL/日に達した。消化槽20基。



研究報告「家電リサイクル法の実態効力の評価」

たさき ともひろ
田崎 智宏

2006年11月5日号

皆さんは、家電リサイクル法というものをご存じでしょうか。ブラウン管テレビ、洗濯機、冷蔵庫・冷凍庫、エアコンの四品目について、そのリサイクルを定めた法律で、2001年の4月にスタートしました。これら四品目を捨てる人が2520～4830円のリサイクル料金に加えて、収集料金として1000～2000円程度を支払い、メーカーや販売店がそのお金を用いて収集・リサイクルをしっかりと行うというのがその仕組みです。現在、テレビについては主にブラウン管ガラス、その他の三品目については主に金属分がリサイクルされています。

それでは、家電リサイクル法はうまくいっているのでしょうか。法律が定めたリサイクル率を十分に達成できているので、うまくいっているという人がいます。その一方で、捨てる人がお金を払わずに不法投棄をするのではないかと、現在のリサイクル費用の支払い方式の問題点を指摘する人がいます。その他にも様々な意見があります。どちらが正しいのでしょうか。うまくいっているのか、そうでないのか。そうでなければ、法律のどこをどのように直したらよいのでしょうか。

このような素朴な疑問に少しでも答えてみたいと思い、取り組んだ研究が「家電リサイクル法の実態効力の評価」です。家電リサイクル法の過去5年間の実態データを一つ一つ明らかにしたもので、その成果は、2006年3月に刊行された研究報告にまとめられています。当研究所のホームページ<http://www.nies.go.jp/kanko/kenkyu/pdf/r-191-2006.pdf>からダウンロードできますので、ぜひともご覧ください。

さて、本報告の詳細は別途で見ていただくこととして、家電リサイクル法の実態実態を少しのぞいてみましょう。

まず、家電リサイクル法がうまくいっている点です。メーカーに集められた廃家電のリ

サイクル率は、四つの目ごとにそれぞれ66%、75%、77%、84%(2005年度実績)です。法律の目標は50%～60%ですから、目標達成は十分といえます。加えて、きめ細かなリサイクルもうまく進んでいます。例えば、テレビは外枠からブラウン管を取り外し、しかもそのブラウン管のガラスの正面部と側面部とを切断して、リサイクルがされています。ブラウン管には2種類のガラスが使われていますので、それぞれの用途に再び利用しようというものです。また、法律ができたときはプラスチックのリサイクルは今後の課題とされていましたが、洗濯機の浴槽や冷蔵庫の野菜ボックスなどはメーカーがリサイクルして、再びプラスチックとして利用され始めています。このようなリサイクルは「水平リサイクル」と呼ばれ、国際的にみても日本が進んでいるところの一つです。

その一方で、行方が分からなくなっている廃家電があり、問題となっています。本研究成果によれば、家電リサイクルルートでの廃家電の回収の割合は約半数であり、残りの2割は国外へ、3割は産廃業者が資源回収業者によって再資源化や処理がされていることが推計されました。こうしたルートに流れた廃家電の全てが確実にリサイクルされているとはいえないのが実状です。特に海外に流れたものはe-waste(電気電子機器廃棄物)と呼ばれ、途上国で中古品として利用されずに不適正な処理がされていないかと、国際的にも心配されています。それでは、自分が使ったもの、自分の国で使ったものが確実にリサイクルされるためにはどうしたらよいでしょうか。廃家電を引き渡す際に家電リサイクル券をもらう場合はほぼ間違いなくリサイクルされますので、きちんと必要な額のリサイクル料金を支払い、リサイクル券をもらうようにしましょう。一方で、世の中には廃家電を適正に引渡さない人や、適正に処理すると偽ってお金だけをもらい、いい加減な処理をする人もいますので、そのようなことが起こりにくい法律にすることも重要です。これまでの良い点を伸ばしつつも、悪い点を抑えることが今の家電リサイクル法に求められている課題です。



当ててみよう!の答えと解説



【溶融スラグ】^{じよん ちやんふあん}鄭 昌煥

答え 4. 宝石や工芸

近年、日本では溶融施設を導入する自治体が増えています。それらの施設で製造される溶融スラグは年間約50万トン、そのうち約60%は建設資材などに利用されており、さらにいろいろな用途に利用され、リサイクル率が高くなっていくことが期待されています。写真のように、溶融スラグは黒いガラス状で黒曜(こくよう)石のような不思議な輝きをしています。残念ながら宝石や工芸品としての価値は無いようです(笑)。今年(平成18年)7月には、私たちの研究成果も活用されてコンクリート用溶融スラグ(JIS A 5031)と道路用溶融スラグ(JIS A 5032)の品質基準を定めた日本工業規格(JIS)が制定されましたので、スラグの有効利用はこれからもっと拡大されると思います。

【難燃剤】^{いしかわ ゆかり}石川 紫

答え 3. 鉄ナベ

燃えにくいモノの開発が世界で初めて行われたのは、フランスのルイ王朝時代(17~18世紀)といわれています。当時、カーテンなどに火がつき劇場火災が多発していたことから、リン化合物などを繊維にまぜ、燃えにくいカーテンを作ったそうです。また、第二次世界大戦時には、米軍がハロゲン化炭化水素と酸化アンチモンを繊維にまぜた難燃性のパイロット服を開発し、多くの戦士の命を救いました。モノの燃えやすさを示す指数として酸素指数があります。空気中の酸素濃度(21%)よりも酸素指数が低いモノは燃えやすく、高いモノは燃えにくいといえます。プラスチックの代表格であるポリエチレン(PE)、ポリプロピレン(PP)およびポリスチレン(PS)の酸素指数は、それぞれ、17.4%、17.4~18.0%、18.1%であることから、いずれも燃えやすいモノであることが分かります。そのため、使用時に熱を帯び、発火する可能性が高いテレビやパソコンなどの電化製品に用いられているプラスチックには、燃焼防止のため難燃剤が添加されています。そもそもプラスチックの燃焼とは、プラスチックが分解し表面に溶け出し、それが空気中の酸素と触れて化学反応を起こすことです。そこで、1プラスチックを分解/溶解させない、2プラスチック表面にフタをし、分解/溶解したプラスチックが空気中の酸素と接触することを防ぐ、3分解/溶解したプラスチックと酸素との化学反応を邪魔する、これらのいずれかの方法によって難燃剤はプラスチックの燃焼を抑えます。臭素化難燃剤は主に3の分解/溶解したプラスチックと酸素との化学反応を邪魔することでプラスチックの燃焼を抑制しています。

【バイオマス】^{いなば ろくた}稲葉 陸太

答え 3. 約1.7月分

日本のバイオマス利用可能量は36,600[万t/年]、このうち廃棄物系バイオマスが約90%(32,700[万t/年])を占めると推定されています。これは原油換算で3,280[万kl/年]となる量です(バイオマス・ニッポン総合戦略(案)http://www.maff.go.jp/biomass/advisory/ad_dai8/siryou03-3.pdf)。一方、日本の原油消費量は23,763[万kl/年]です(平成15年から17年の平均)。

日本では、もちろん国内のバイオマスだけでは必要なエネルギーを賄いきれません。天然資源の消費をできるだけ抑え、エネルギー源を再生可能なものにシフトしてゆくには、やはり、太陽光や

風力など他の再生可能なエネルギーも同時に利用することになるでしょう。ちなみに、バイオマスのエネルギー利用をさらに促進すると、その原料として、ブラジルなどの外国から(廃棄物系バイオマスではなく)燃料製造用に栽培された「資源作物」を輸入することになるかもしれません。この場合、資源作物と従来の食用作物との農地の取り合いが懸念されます。新しいエネルギー源の開拓、エネルギー効率の向上とともに、そもそもエネルギーをむやみに使わない暮らし方も検討しなければなりません。

【電気・電子製品の廃棄量】^{よしだ あや}吉田 綾

答え 3. 携帯電話

推計によると、日本では1年間に、液晶テレビ約3万台、電子レンジ300万台、パソコンはデスクトップ型PC本体・パソコン用ディスプレイ・ノート型パソコンの合計約1400万台が廃棄されていると考えられます。一方、携帯電話・PHS本体は約3600万台が廃棄されており、保有年数が他の製品と比べて極端に短いことが特徴です(約95%が0~4年で廃棄されています)。ただし、重さに換算すると、年間の発生量はパソコン(約10万トン)、電子レンジ(約5万トン)、携帯電話(約1万トン)の順に多くなります。

携帯電話・PHSの本体や電池・充電器は、ブランドに関係なく、このマークのある全国約9300店舗(平成18年3月末現在)の専売店・ショップで、無償で回収しています。

使用済みの家電製品や家で眠っている古い携帯電話は、資源として適切にリサイクルするために、店頭での回収などに協力しましょう。あなたの協力で、リサイクル率の向上、ひいては「見えないフロー」を減らすことができるのです。

【リデュース】^{なんさい けいすけ}南斉 規介

答え 1~4の全て

「リデュース♪、リユース♪、リサイクル♪」と軽快なフレーズを最近テレビでよく耳にしませんか?こうした広告の効果もあって、リサイクルだけでなく、リデュースやリユースといったカタカナ語もかなり浸透していると思います。しかし、「リデュース」と聞くと、リサイクルを通してゴミを減らすことをイメージする人も多いのではないのでしょうか?

循環型社会を作るためのリデュースは、出たゴミを減らそう(減量)ではなく、そもそもゴミが出ないようにしよう(発生の抑制)というのが本来の意味です。そして、リデュースが必要なのは、ゴミの発生量だけではありません。9.7億トンの国内で採取した資源を含めて、日本は年間19.8億トンもの資源を投入しています(平成15年度)。その一部はエネルギーとして消費され、二酸化炭素というゴミになって大気中に捨てられています。また、一部は私たちが普段捨てているようなゴミになります。資源を使えばそれは必ず何らかのゴミになります。したがって、循環型社会を作るためには、単に廃棄物の発生量を減らすだけでなく、資源採取量を含め投入される物質の総量(物質の総投入量)を減らすことが必要です。そこにはエネルギーも含まれます。

私たちの暮らしは大量の資源消費によって支えられています。リデュースの意味を、単にゴミを減らすことではなく、消費する資源の量自身を減らすことと理解すると、私たちが循環型社会に向けて何ができるか、何をすべきかを、普段とは違った角度から考えてみることもできるのではないのでしょうか?



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/>