

CERI NEWS

No.72 2011 October

CONTENTS

● 巻頭言

正確なデータと信頼ある情報発信

東京工業大学大学院理工学研究科 教授 高田十志和

● 業務紹介

MSDSの最新国際動向

ガス暴露法を用いた復帰突然変異試験

ペットフード中の有害物質等分析

● 技術情報

過酸化物架橋時のゴムと軟化剤の反応に関する研究

NMRを用いた加硫ゴム(CR)の劣化解析

ポリマー中の水分測定

下水処理施設における化学物質の除去率の推定

経済協力開発機構と諸外国における化学物質評価・管理制度の動き

● 本機構の活動から

分析展2011/科学機器展2011出展

受賞報告

● お知らせ

CERI賞表彰報告

平成23年度寄付講座(後期)

平成24年度CERI公募型研究助成の募集

● 編集後記

正確なデータと信頼ある情報発信

東京工業大学大学院理工学研究科 教授 高田十志和



「史上最強の猛毒、ダイオキシン！」という見出しの記事が、以前新聞などに堂々と書かれていたのを多くの方はご記憶だと思います。しかし、マイトトキシンという海産物の毒やプロスタグランジンというクスリの方が実は断然毒性は強いのです。そもそも毒とクスリを単純に分けるのも無理があり、たいていはどちらも量さえ間違えなければクスリであり、間違えれば毒となる生理活性の高いものです。また、今、福島原発の事故に関連して、情報の出し方や正確さ、さらには情報源のデータの信頼性などが大きな問題となっていますが、場合によっては素人の放射線量測定結果がそのままニュースになってしまうことがあります。しかし、一度表に出た情報やデータは、たとえ誤りがあっても一般の方の記憶から完全に消すことはできません。

マスコミから流れるニュースなどの情報がどのように“選ばれて”報道されているかを視聴者は知りません。ある大新聞の論説委員は「慈善事業をやっているわけではないので、儲かる（売れる、話題性がある）ニュースは流すがそうでないものは流さない」と述べていました。つまりそれぞれのマスコミは、ある個人の判断でよいと思うニュースだけを流しているのです。したがって視聴者は、実は流れてくるニュースをもう一度自分で判断し直す必要があります。今のマスコミの姿勢からは「徹底的な情報ソースの信頼性を確保した上でのニュース」というものは期待できません。例えば、最先端の科学技術に関わる記事でさえ、インタビューを受けた本人に校正させず記者の記事のまま出ます。その傲慢さは、マスコミの自らの記事の内容に対する責任の低さを表していると言えますが、こうした不確かな情報や二転三転する放射能に関する報道など科学にまつわる情報の不安定さは社会不安を助長し、ひいては科学、さらには科学者への不信感となって現れて来るに違いありません。

一方で、このような状況にありながら、確かなデータを持っているであろう研究者、技術者あるいは信頼のある機関からの積極的な情報発信が少ないのも実情です。広く一般に伝えるための方法・手段がないのも原因でしょうが、あきらめている、あるいは無関心という姿も見え隠れします。科学者の90%が地球温暖化の主な原因が二酸化炭素であると信じていない、といわれる時代です。少なくとも根拠のしっかりしていることに対し、正確なデータ、信頼ある情報を我々は一般に向け積極的に発信せねばなりません。

私どもはゴムの研究などで日頃よりCERIにお世話になっており、いただくデータを100%信頼して研究に活かしています。CERIのような信頼性の高い公正中立な機関の果たす役割は、上述の意味も含めて今後益々重要になると思われます。正確なデータ、信頼性ある情報を提供するためには、測定機器の充実・更新はもちろん、関連する最新の研究・技術動向の把握、実際の研究活動を通じた技術者、研究者個々のレベルアップもまた欠かすことができません。この点、常に高度な技術を持った人材と最先端のソフト、ハードをそろえて信頼に応えようとする現在のCERIの取り組みは高く評価できます。また、それに加えて信頼性ある情報の積極的な提供や発信が必要になるでしょう。それが社会の不安を軽減し、安寧をもたらします。これはCERIの大きな社会貢献になると確信します。

これからのCERIの活動に大いに期待します。

業務紹介

MSDSの最新国際動向

安全性評価技術研究所 神園麻子

1. はじめに

MSDS (Material Safety Data Sheet) は、安全性データシートと呼ばれる化学品を安全に取り扱うための情報シートで、安全性情報の伝達ツールとして広く普及しています。MSDSをめぐっては、2003年に国連からGHS (化学品の分類及び表示に関する世界調和システム) が勧告されたのを契機に、GHS分類基準に従った危険有害性分類やフォーマット統一の動きが進んでいます。国連GHSそのものは法的拘束力を持たず、各国の法制度に導入された時点で、対応義務が発生することになり、現在、多くの国でGHSを導入したMSDS制度の改訂が進められています (図1)。一方、国連GHS自体も定期的に改訂されています。本業務紹介では、国連GHSの改訂動向とGHS導入に伴う各国でのMSDS制度の改訂動向をご紹介します。

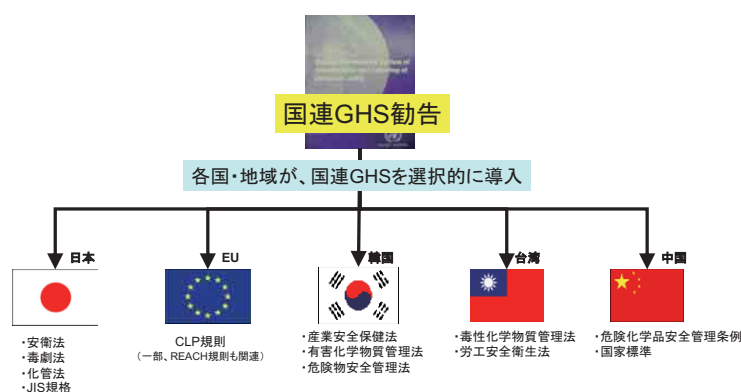


図1 国連GHSと各国法制度への導入

2. 国連GHSの改訂動向

国連GHS勧告は2003年に初版が公表されて以降、2年ごとに改訂されており、直近では今年7月に改訂第4版が公表されました。最近の改訂で大きなものとしては、改訂第3版 (2007年) の水生環境有害性 (慢性) の分類基準の変更が挙げられます。また、改訂第4版では、新たに chemically unstable gasses (化学的に不安定なガス)、non-flammable aerosols (非可燃性エアロゾル) の危険有害性カテゴリーが追加されました。各国へのGHS導入が進む一方で、国連GHSの更新も進んでいることから、各国で採用している分類基準が微妙に異なるケースが生じているため、注意が必要です。

3. 各国のMSDS制度の動向

(1) 日本

我が国では、労働安全衛生法 (安衛法)、毒物及び劇物取締法 (毒劇法)、化学物質排出把握管理促進法 (化管法) のいわゆるMSDS 3法においてGHSに対応したJIS規格に沿ったMSDS作成が推奨されています。GHS関連のJIS規格として、分類方法、MSDS、表示 (ラベル) に関するものの3つがあります。図2にこれらのJISとその改訂動向を示します。現行では、MSDSと表示 (ラベル) に関しては国連GHS改訂第3版準拠、分類方法に関しては国連GHS改訂第2版準拠と

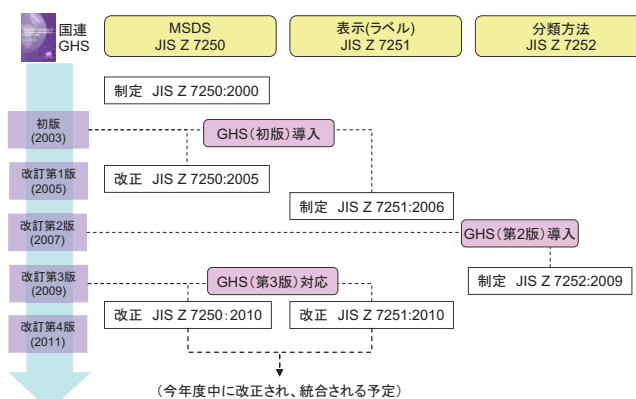


図2 GHS関連JISの改訂動向

なっていますが、本年度中にMSDSに関するJISと表示（ラベル）に関するJISの統合が予定されており、今後の動向を注視する必要があります。

(2) EU

EUでは、2009年1月に施行されたCLP規則において、従来の分類システムにGHSが導入されています。物質、混合物のそれぞれについて、旧システムからの移行期間が設定されていますが、物質の移行期限は昨年11月末で既に終了しており、混合物については2015年5月末までにCLP規則に従った分類への切り替えが必要となります。さらに2015年5月末までの間は、旧システムでの分類とCLP規則に基づく分類の両方をMSDS中に併記することとなっており、注意が必要です。また、CLP規則は今年4月の改訂で国連GHSの改訂第3版を導入しています。今後もGHSの改訂後、一定期間後に改訂されると予想されます。

(3) アジア各国

台湾では、毒性化学物質管理法や勞工安全衛生法において、2008年からGHSが導入されています。このうち勞工安全衛生法では、当局より第1段階適用物質（1062種）が公表され、2010年1月から適用されていますが、更に第2段階適用物質として1089種が公表されました。これらの物質又はこれらを一定以上含む混合物について2012年1月1日からGHS対応MSDSが必要となります。

韓国においても、有害化学物質管理法、産業安全保健法などにおいてGHSが導入されており、単一物質については既にGHSへの移行期限が終了しています。また、混合物の移行期限は2013年7月1日となっています。最近の動きとしては、有害化学物質管理法における有毒物（約600種）について、今年6月に当局による分類結果が公表されたところです。これらの情報を参考に、韓国向けのMSDS作成を進める必要があります。

中国では、2009年に既にMSDSに関する国家標準が整備されていましたが、今年3月に危険化学品安全管理条例が改訂され、危険化学品の定義にGHS分類基準が導入されるとともに、危険化学品について、GHSに従った分類、MSDS作成、表示（ラベル）対応が明確に義務付けられました。改訂条例の施行は今年の12月となっており、GHS対応のMSDSへ切り替えが必要となります。

なお、台湾、韓国、中国のMSDS制度は、現時点では国連GHSの改訂第2版に準拠したものとなっています。

このほか、シンガポール、マレーシア、インドネシア、タイ等の多くの国において、GHSを導入したMSDS制度の導入が進んでいます。また、米国、カナダの北米地域では、今のところ具体的な導入スケジュールは決まっていますが、GHS導入に向けた検討は進められています。

4. おわりに

このように、各国のMSDS制度へのGHS導入が進んでおり、国際的に化学品を取引する際にはGHS対応が必須となっています。MSDS作成の基本的な考え方は共通ですが、各国の当局がGHS分類を決定しているケースや準拠しているバージョンが異なるケースがあり、言語対応はもちろんのこと、こうした点に留意して各国向けにカスタマイズを行う必要があります。

本機構では、GHS分類に関する豊富な実績をベースに、GHS分類、MSDS作成支援業務（各国の規則に対応したMSDS作成、MSDS関連情報の調査、翻訳等）を実施しておりますので、お気軽にお問い合わせください。

ガス暴露法を用いた復帰突然変異試験

日田事業所 中井 誠

1. はじめに

復帰突然変異試験（Ames 試験）は、細菌を使って被験物質の突然変異誘発能を簡便に評価できる手法です。また、Ames 試験は発がん性のスクリーニング試験の一つとして位置づけられ、人に対する毒性評価では欠かすことのできない試験法でもあり、多数の化学物質、医薬品等の変異原性の評価に用いられています。

化学物質による人への暴露形態を想定したとき、固体や液体に比べて、ガス状物質は生体への直接的な暴露の危険性が高く、その有害性情報の評価は極めて重要です。しかしながら、通常の Ames 試験では、寒天培地で菌と被験物質を混合して培養プレートで暴露を行うため、被験物質が気体の場合や菌への暴露中に気化してしまう低沸点液体の場合には、適用できませんでした。そこで、CERI では、あらかじめ培養プレートに菌を接種し、ガス状となった被験物質を密閉バッグ中で暴露して、突然変異誘発能を評価する方法を導入しました。

今回は、平成22年9月から GLP 適用試験として実施している「ガス暴露法を用いた復帰突然変異試験」についてご紹介します。

2. 試験法の概要

2.1 被験物質ガスの調製

調製用のバッグにポンプ及び流量計を用いて被験物質ガスと媒体ガス（被験物質に反応性がない場合は空気）を導入します。さらに、媒体ガスを用いて希釈し、各濃度の被験物質ガスを調製します。

被験物質が固体や液体の場合、被験物質の用量はプレート1枚に含まれる被験物質の重量で表しますが、ガス暴露法では菌の暴露に供する被験物質ガスの濃度（％）で表します。

2.2 暴露

あらかじめ5種の試験菌株をそれぞれ培養プレートに接種して、暴露用のバッグに入れます。ポンプにより脱気した後に、調製した各濃度の被験物質ガスを導入し、バッグごとインキュベータに静置して被験物質ガスを暴露します（図1）。暴露は、被験物質ガスの用量及び処理法（代謝活性化の有無）別に実施します。



図1 密閉バッグを用いた被験物質ガスの暴露
菌を接種した培養プレートをホルダに設置し、
バッグ内で被験物質ガスに暴露します

2.3 評価

培養後、生育阻害の観察と復帰変異コロニー数を計数する作業は通常のAmes試験と同様です。用量設定試験で得られた結果から、適切な間隔で5段階以上の用量を決定して本試験を実施します。通常のAmes試験と同様に、被験物質ガスの暴露によって復帰変異コロニー数が陰性対照値の2倍以上に増加し、その増加に用量依存性と再現性がみられた場合に、「陽性」と判定します（図2）。

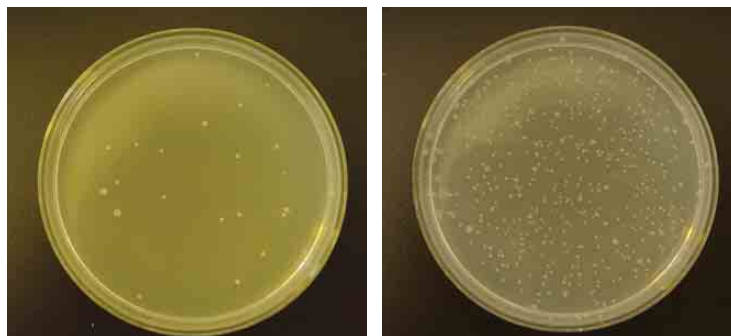


図2 陽性物質による復帰変異コロニーの誘発
左：陰性対照物質、右：陽性物質

3. おわりに

「ガス暴露法を用いた復帰突然変異試験」を用いることで、これまでお困りだったガス状物質の変異原性を適切に評価することができます。お気軽にご相談いただければ幸いです。

CERIでは、Ames試験のほか、哺乳類培養細胞を用いた染色体異常試験及び小核試験、げっ歯類を用いた小核試験、コメットアッセイ等の遺伝毒性試験を実施しています。これまでに培ったノウハウを生かし、皆様のご要望に迅速かつ的確にお応えするとともに、アフターサービスも更に充実させてまいります。

最後になりましたが、Ames試験は、おかげさまで、受託件数が5000件を突破いたしました。これもひとえに試験を御依頼していただいているお客様の御支持の賜物でございます。この場を借りて、心より感謝申し上げます。

ペットフード中の有害物質等分析

東京事業所環境技術部 和田丈晴

1. ペットフードの安全・安心のための法律・制度

メラミン混入粉ミルクが社会問題となる1年前の平成19年に米国でメラミンが混入したペットフードが原因となり、多数の犬及び猫が死亡するという事件が起きました。同年6月には、我が国でもメラミンが混入したペットフードが輸入販売されていたことが判明し、市場から回収されるということがありました。これらのことが契機となり、愛がん動物用飼料（ペットフード）の製造等に関する規制を行うことでペットフードの安全性の確保を図り、ペットの健康を保護し、動物の愛護に寄与することを目的として「愛がん動物用飼料の安全性の確保に関する法律」通称ペットフード安全法が平成20年6月に農林水産省と環境省が共管する法律として公布されました。この法律の対象となるペットフードには犬用及び猫用の総合栄養食、一般食のほか、おやつやスナック、ガム、サプリメント、ミネラルウォーターなどが含まれます。規制の対象となる有害物質は抗酸化剤として用いられるエトキシキン、ジブチルヒドロキシトルエン（BHT）及びブチルヒドロキシアニソール（BHA）、かび毒として知られるアフラトキシンB1及び農薬（グリホサート、クロルピリホスメチル、ピリミホスメチル、マラチオン及びメタミドホス）で、各々「愛がん動物用飼料の成分規格等に関する省令（平成21年4月28日農林水産省・環境省令第1号）」に基準値が定められています（表1）。更に猫用のペットフードにはプロピレングリコールを使用してはならないとさ

れています。法の実効性を保つため、(独) 農林水産消費安全技術センター (FAMIC) がペットフードの製造、輸入及び販売業者に対して立入検査を行い、収去したペットフードの分析結果を公表しています。この検査でペットフード中に有害物質等の混入が認められた場合には、農林水産大臣及び環境大臣によって、製造、輸入又は販売業者に対し、廃棄、回収等の必要な措置をとるよう命ぜられることがあります。

表1 ペットフード安全法の規制対象物質と基準値

規制対象物質	基準値
エトキシキン、BHT及びBHA	有効成分の合計量でペットフード1t当たり150g以下 但し、犬用ペットフード中のエトキシキンは1t当たり75g以下
アフラトキシンB ₁	0.02 ppm以下
グリホサート	15 ppm以下
クロルピリホスメチル	10 ppm以下
ピリミホスメチル	2 ppm以下
マラチオン	10 ppm以下
メタミドホス	0.2 ppm以下

2. ペットフード中の有害物質等分析法

今日上市されている犬用、猫用のペットフードはドライ、セミドライ、ウェットタイプなど多種多様であり、原産国や原料も様々です。したがって試料マトリックスも複雑であることから、ペットフード中の規制対象物質を特異的に分析するために確立された検査方法が必要となります。そこで、公的な検査法として「愛がん動物用飼料の安全性の確保に関する法律の施行について」(平成21年5月29日付け21消安第2236号・環自総発第090529009号農林水産省消費・安全局長・環境省自然環境局長連名通知)の規定に基づき「愛がん動物用飼料等の検査法」が制定されています。この検査法には前項で述べた規制対象物質以外にも、多くの分析法等が記載されています。例えば水分、生菌数、重金属等、かび毒(デオキシニバレノール)、有機塩素系農薬、有機リン系農薬等があります。この検査法は制定以来、毎年改正されており、今後にかび毒や農薬等、様々な有害物質等について分析法が追加され、それに伴い新たな規制対象物質及び基準値が定められていくものと考えられます。

3. ペットフード中の有害物質分析についてのCERIの取り組み

CERIはこれまでに魚類等を含む環境試料について農薬や重金属等のモニタリング調査を行ってきた実績があります。また、平成19年からは食品衛生法の登録検査機関として輸入食品中のピリミホスメチルのような有機リン系農薬の検査を実施しています。さらに、ここ数年は今後予想されるかび毒の規制強化に対応し、様々な食品について信頼性の高い分析結果をご提供するため、アフラトキシン類、オクラトキシンA、ニバレノール、デオキシニバレノール、ゼアラレノン、フモニシン類といったかび毒の分析法を検討してきました。また、これらの分析法については妥当性の評価を行うことはもちろん、外部精度管理に積極的に参加することにより、技術力の検証及び維持に努めています。平成22年度はアフラトキシン類、ゼアラレノン、デオキシニバレノール及びオクラトキシンAについて食品検査技能試験(FAPAS)に参加し、良好な結果を得ました。平成23年度は動物用飼料中の各種かび毒、魚肉缶詰中のヒ素、カドミウム及び水銀分析について技能試験に参加します。

ドライやセミドライタイプのペットフードの原料には、ふすまや糠といった穀類の外殻部分やとうもろこしが使われることが多いことから、かび毒による汚染を防ぐことが重要です。また、ウェットフードでは大型の魚が原料となることもあるため食物連鎖による水銀等の有害物質の濃縮を考慮する必要があります。CERIは環境分析及び食品分析で培った分析技術をペットフード中の有害物質分析にも活用することで、ペットフードの製造、輸入及び販売業者の皆様の自主的な管理をサポートし、動物愛護のためにも貢献していきたいと考えています。

過酸化物架橋時のゴムと軟化剤の反応に関する研究

東京事業所高分子技術部 照沼陽子

1. はじめに

ゴム材料は自動車産業を始め、輸送・医療・宇宙といった非常に多くの分野で、私たちの生活に欠かすことのできない重要な材料となっています。同時に、常に高機能化と信頼性が求められています。一言でゴムと言っても、多種多様のゴムが使用され、例えばエチレンプロピレンゴム（EPDM）は耐候性、耐オゾン性が優れているため様々な分野で用いられています。また、ゴム製品には加工性や機能性、耐久性向上のため多種多様の配合剤が使用され、ゴムの性能は配合設計により大きく左右されます。配合剤には、老化防止剤、架橋剤、加硫促進剤、可塑剤（軟化剤）等があります。可塑剤（軟化剤）は、ゴム製品の硬度調整や他の添加剤のゴム中への分散性向上、加工性の改良のための重要な配合剤で、鉱物油系・植物油系・合成軟化剤、更に鉱物油系の中でも石油系やコールタール系等があり、ポリマーの種類や用途により使い分けられています。また、ゴム製品の大きな特徴として、ゴム弾性を有することがあげられますが、この弾性を得るために架橋反応が重要となります。架橋反応には、主として硫黄架橋や過酸化物架橋等がありますが、過酸化物架橋は耐熱性や高温下での耐クリープ性に優れていることから広く用いられています。本研究では、過酸化物架橋時におけるEPDMと軟化剤の反応について検討しましたので、ご紹介します。

2. 過酸化物架橋EPDMの作製

EPDMはエチレンとプロピレンの共重合体に、ジエン成分を有した第三成分を共重合させた骨格を持っています。過酸化物架橋は過酸化物が分解して発生した1次ラジカルが、ゴム主鎖から水素を引き抜き、生成したゴムラジカル同士が再結合することにより架橋構造を形成していきます。一方、EPDMの軟化剤には鉱物油系軟化剤が多用されており、中でもパラフィン系及びナフテン系が多く用いられます。これら軟化剤のパラフィン成分はEPDMの骨格であるエチレン骨格を有しており、過酸化物架橋の際にはEPDMだけでなく軟化剤もラジカルにより反応する可能性が考えられます。そこで架橋剤にDCP（ジクミルペルオキシド）、架橋助剤にTAIC（トリアリルイソシアヌレート）、軟化剤にパラフィン系及びナフテン系を用い、表1に示した2種類の配合のゴムを試料とし、軟化剤に対する過酸化物架橋時の影響について検証しました。試料は、8インチオープンロールにて混練り後、架橋温度170℃で20分、2mm厚にプレス加硫することにより作製しました。

表1 実験に用いたEPDM試料の配合表 (phr)

原料ゴム及び配合剤	パラフィン系軟化剤配合EPDM	ナフテン系軟化剤配合EPDM
EPDM	100	100
酸化亜鉛	5	5
ステアリン酸	1	1
DCP	2.7	2.7
TAIC	3	3
パラフィン系軟化剤	20	－
ナフテン系軟化剤	－	20

3. 溶媒抽出量及びポリマー量の測定

メタノールを抽出溶媒として48時間のソックスレー抽出を行い溶媒抽出量を、TG（熱重量測定）でポリマー量を定量しました。溶媒抽出量はほぼ軟化剤量に相当します。架橋による影響をみるため架橋前後の溶媒抽出量及びポリマー量を定量し、その結果を表2に示します。パラフィン系及びナフテン系の両試料とも架橋前と比較して架橋後の溶媒抽出量が減少し、ポリマー量が増加する傾向が認められ、架橋反応がEPDMばかりでなく軟化剤においても何らかの影響を及ぼしていることが示唆されました。パラフィン系試料とナフテン系試料を比較すると、架橋前後の差異はパラフィン系試料が大きく、このためナフテン系より反応性が高いと考えられます。

表2 架橋前後の溶媒抽出量及びポリマー量

試 料	パラフィン系 軟化剤配合 EPDM		ナフテン系 軟化剤配合 EPDM	
	架橋前	架橋後	架橋前	架橋後
溶媒抽出量 (wt %)	14.9	12.7	16.3	14.7
ポリマー量 (wt %)	81.8	83.2	80.5	81.4

4. 軟化剤と架橋剤の反応性の比較

軟化剤が過氧化物架橋反応時に受ける影響を検証するため、パラフィン系とナフテン系の各軟化剤と架橋剤DCP、架橋助剤TAICを加熱反応させ、分子量と構造変化についてTG測定及びFT-IR（フーリエ変換赤外分光光度計）測定を行いました。TGによる熱分解挙動測定では迅速簡便に分子量情報を得ることができます¹⁾。そこで、ゴム作製時と同様の割合で各軟化剤、DCP、TAICを20：2.7：3で混合した試料を窒素雰囲気下170℃で20分間加熱し、軟化剤のみの試料と比較しました。図1にパラフィン系軟化剤と架橋剤加熱処理後試料のTG測定の結果を、図2にナフテン系軟化剤と架橋剤加熱処理後試料のTG測定の結果を示します。パラフィン系、ナフテン系軟化剤共に架橋剤加熱処理後の試料は分解温度が高温側にシフトしており、高分子量化していることが示唆されました。パラフィン系とナフテン系軟化剤を比較するとパラフィン系軟化剤がより高分子化している傾向にありました。図3に各軟化剤の架橋剤加熱処理後試料のFT-IRの結果を示します。パラフィン系試料とナフテン系試料を比較すると、ナフテン系試料には930cm⁻¹、990cm⁻¹、1320cm⁻¹付近に吸収が観測されましたが、パラフィン系試料にはこれらの吸収は認められませんでした。これら930cm⁻¹、990cm⁻¹、1320cm⁻¹付近の吸収はTAICのビニル基由来の吸収と考えられます。したがって、パラフィン系試料では、軟化剤と架橋剤で架橋反応が生じ架橋助剤であるTAICのビニル基の二重結合が消失したと考えられます。以上のTG測定及びFT-IR測定の結果、軟化剤も架橋剤によって同時に架橋反応を生じることが判明しました。さらに、パ

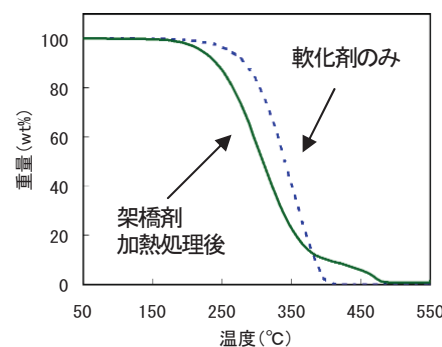


図1 パラフィン系試料のTG測定結果

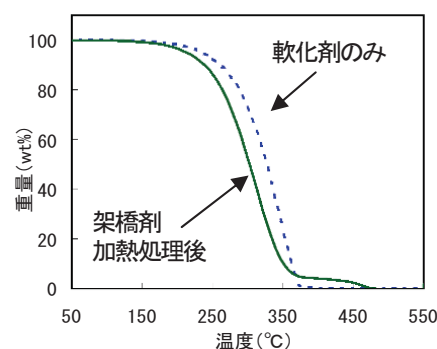


図2 ナフテン系試料のTG測定結果

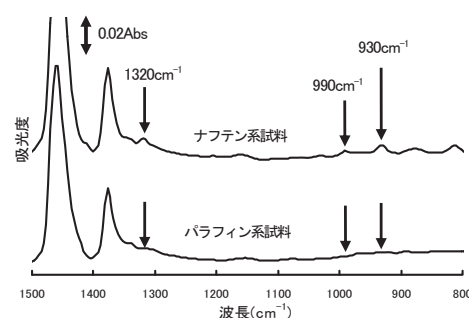


図3 架橋剤加熱処理後試料のFT-IR測定結果

ラフィン系とナフテン系ではパラフィン系軟化剤がより架橋反応を生じやすい結果が得られました。この理由としては、ナフテン成分がラジカル捕捉剤として働くことで、架橋反応が妨げられていると考えられます。

5. 結論と今後の展望

本研究では市場にて多用されている EPDM とパラフィン系、ナフテン系軟化剤の過酸化物架橋中における反応について検討を行いました。その結果、架橋剤はポリマーの EPDM だけでなく軟化剤に対しても反応性があることが判明し、軟化剤自身の架橋反応や EPDM にパラフィン成分がグラフト化するなどの高分子量化が生じていると考えられます。今後、EPDM とパラフィンとの反応後の構造解析を行い、実際のポリマー中での反応メカニズムについて検証していきたいと考えています。

6. 参考文献

- 1) 大武義人著 高分子材料の事故原因究明と PL 法 アグネ技術センター
- 2) 照沼陽子、仲山和海、菊地貴子、鈴木裕次、大武義人：(社)日本ゴム協会 2011 年年次大会研究発表講演会講演要旨、P.34

NMR を用いた加硫ゴム (CR) の劣化解析

東京事業所高分子技術部 齊藤貴之

1. はじめに

加硫ゴムは使用中に熱、光、オゾン等の劣化因子に曝されることにより劣化します。この加硫ゴムの劣化メカニズムを解明するためには、加硫ゴムの劣化構造を明らかにする必要があります。有機材料の化学構造解析では高分解能核磁気共鳴 (NMR) 法が最も強力な方法として知られていますが、加硫ゴムの場合、試料を溶媒に溶解することができないため、各種 NMR 法の中で最も高分解能に測定できる溶液 NMR 法を適用できません。さらに、多くのゴム材料は硬化劣化により分子運動性が低下しますので、NMR の分解能及び感度が低下し、劣化構造を解析することが非常に困難になります。このような場合、膨潤プローブを用いることにより、劣化後加硫ゴムの分子運動性を向上させれば高分解能測定並びに詳細な劣化構造解析が可能となります。我々はこれまでに様々なゴム材料の解析を行ってきましたが、本稿では加硫クロロプレンゴム (CR) の劣化構造解析を行った事例についてご紹介します¹⁾。

2. 実験

加硫 CR は JIS K 6388 に記載の純ゴム配合に従い 6 インチオープンロールにて混練り後、160℃で 28 分、厚さ 2mm にプレス加硫することにより作製しました。熱劣化処理はギヤー式老化試験機にて 100℃で 50 日間行い、得られた処理後の加硫 CR の劣化構造解析は膨潤 NMR 法にて行いました。

3. 結果と考察

図 1 に熱劣化処理前後の加硫 CR の ¹³C-NMR スペクトルを示します。熱劣化処理を行うことにより、新たに 16.2、47.3、62.0、81.7、175.9、203.8 及び 206.5ppm 付近にシグナルが現れました。これらのシグナルを詳細に解析するために行った DEPT 測定の結果を図 2 に示します。DEPT90 測定では 3 級炭素のみが上向きに検出され、1 級、2 級及び 4 級炭素は消失します。また、DEPT135 測定では 1 級及び 3 級炭

素が上向き、2級炭素が下向きに検出され、4級炭素は消失します。したがって、DEPT測定の結果から、16.2ppm付近のシグナルは1級炭素、62.0及び81.7ppm付近のシグナルは3級炭素、47.3、175.9、203.8及び206.5ppm付近のシグナルは4級炭素であることが明らかとなりました。DEPT測定の結果と化学シフト（NMRスペクトルの横軸の数値）に基づき、これらのシグナルのうち、175.9ppm付近のシグナルをカルボキシル基あるいはエステルの4級炭素、203.8及び206.5ppm付近のシグナルをカルボニル基の4級炭素に帰属しました。以上の結果から、CRが熱劣化するとメチル基、カルボキシル基及びカルボニル基を生じることが実証され、CRが自動酸化反応を生じて劣化するという過去の提案^{2), 3)}を支持する結果が得られました。また、CRの1,4構造に起因するシグナルについて、20～40ppm付近の飽和領域のシグナル強度に対する120～140ppm付近の不飽和領域のシグナル強度の比を熱処理前後で比較したところ、熱処理前では1.0であった不飽和領域のシグナル強度比が熱処理後では1.2に増大しました。これは、CRの脱塩化水素反応により二重結合が生じたことを反映しているものと考えられます。さらに、¹³C-NMRスペクトルに示された全シグナルの強度と3,4構造による4本のシグナルの強度から3,4構造の含有率を算出したところ、熱処理前では1.2%であった3,4構造の含有率が熱処理後では0.7%に減少しました。したがって、CRは熱処理により1,4構造だけではなく、3,4構造にも構造変化を生じていることが明らかとなりました。

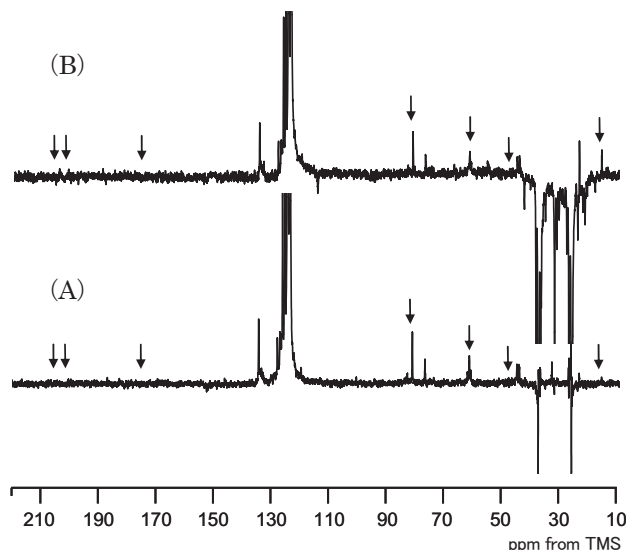


図1 (A)加硫CR及び (B)熱劣化処理後加硫CRの¹³C-NMRスペクトル

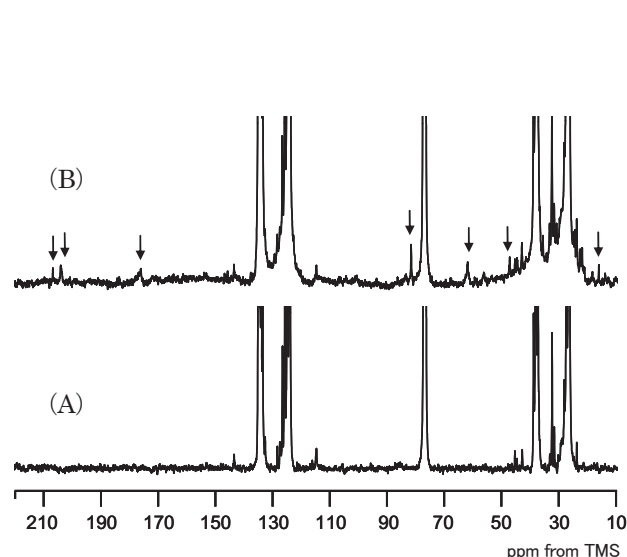


図2 (A)DEPT90及び (B)DEPT135測定により得られた熱劣化処理後加硫CRの¹³C-NMRスペクトル

4. 結論

膨潤プローブを用いた加硫CRのNMR解析より、加硫CRを熱劣化処理することにより、加硫CRは脱塩化水素反応を生じると同時に酸化反応が進行し、メチル基、カルボキシル基あるいはエステル及びカルボニル基を生成することを実証しました。

参考文献

- 1) 齊藤貴之、仲山和海、渡邊智子、大武義人：日本ゴム協会誌、84,43（2011）
- 2) 齊藤孝臣：日本ゴム協会誌、68,284（1995）
- 3) 松田種光：油化学、14,717（1965）

ポリマー中の水分測定

東京事業所高分子技術部 伊東久美子

1. はじめに

ゴムやプラスチックにおいて、その原料や配合物中の水分は、加工性や製品の品質に対して影響を与えることが知られています。ゴムにおいては、原材料中に含まれる水分による加硫反応時のスコーチ、加硫後発現するモジュラスなどが変化し、また、プラスチックにおいては、ペレットから成型する場合、水が含まれていると気泡の発生やシルバーストリークなどの好ましくない性状が現れる場合があります。したがって、高分子材料を評価する場合、水分測定は重要な試験の一つとなります。

高分子材料の代表的な水分測定方法は、よう素、二酸化硫黄、ピリジン等を含むカールフィッシャー試薬を用いて滴定するカールフィッシャー法です。その他、熱重量測定（TG）を用い揮発性物質の減少による重量変化率から求める方法、近赤外の吸収スペクトルから水分を定量する方法、間接法ですが、パルスNMRのT2と水分の間に相関があることを利用し定量する方法などがあります。本稿ではカールフィッシャー法を用いたポリマー中の水分測定方法をご紹介します。

2. 加熱気化－カールフィッシャー法の原理

カールフィッシャー法には、容量滴定法と電量滴定法の2種の測定方法があります。通常、試料中の水分量がおおよそ1%以上と考えられる場合は容量滴定法を選択することで良好なデータが得られ、ppmオーダーの微量水分量を精度良く定量する場合には、電量滴定法を選択すると良好なデータが得られます。ゴムやプラスチックのように滴定溶媒に不溶の物質や滴定の妨害物質を含む試料は、乾燥した窒素ガス気流中で試料を加熱し、水分を気化させ滴定溶媒中に水分を捕集後、容量滴定法若しくは電量滴定法で測定します。ゴム、プラスチックの水分測定に用いる加熱気化装置と滴定装置を組み合わせた構成を図1に示します。

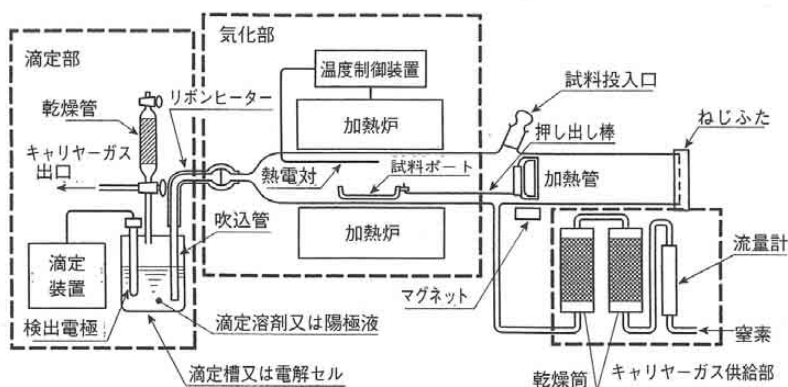
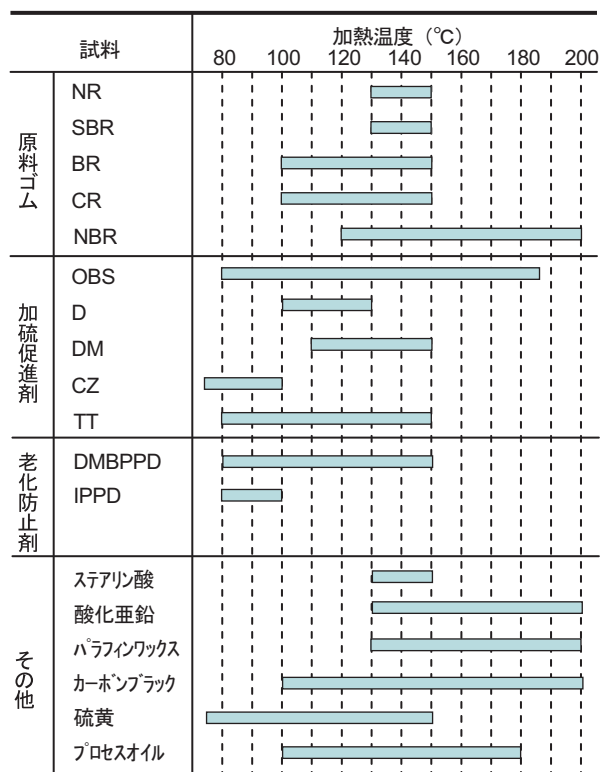
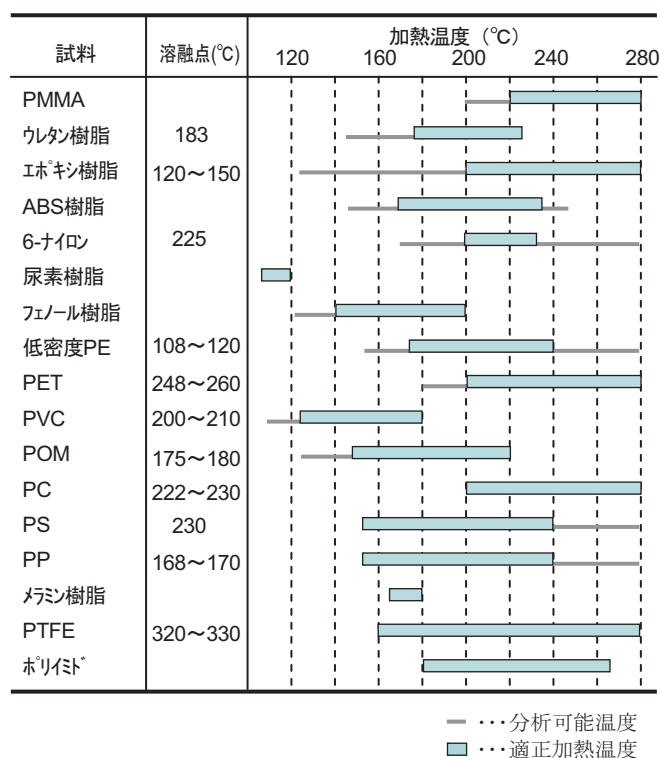


図1 加熱気化装置と滴定装置の組合せ¹⁾

3. 実際のゴム、プラスチック中の水分測定

前述したようにゴム、プラスチックの水分は、加熱気化法と容量滴定法若しくは電量滴定法の組合せにより測定します。また、ゴム配合剤の中には直接容量滴定法若しくは電量滴定法が使用可能な配合剤もありますが、加硫促進剤や老化防止剤の中にはカールフィッシャー試薬と反応し測定不能となるため、直接滴定ができない場合があります。この場合にも加熱気化法はカールフィッシャー試薬と供試料が直接触れないため、有効な手段となります。加熱気化法を採用する際の重要なパラメーターは試料の加熱温度です。表1に原料ゴム及び各種配合剤の適正加熱温度範囲を、表2にプラスチックの適正加熱温度範囲を示します。

表1 原料ゴム及び各種配合剤の適正加熱温度²⁾表2 プラスチックの適正加熱温度^{3), 4)}

一般にプラスチックの加熱温度は溶融点前後に設定して測定するのが望ましく、適正加熱温度以上の加熱を行うと、OH基を含むプラスチック、例えばポリビニルアルコール樹脂やフェノール樹脂などは水が生成してしまい、①測定値が高くなる、②いつまでも滴定が終わらない、といった現象が起こります。また、尿素樹脂は加熱分解して生成したアンモニアがよう素と反応するため120℃以上では正確な水分測定ができません。メラミン樹脂も同様の妨害が考えられます。このように、高分子材料の種類によっては加熱により測定を妨害する様々な現象を引き起こすため、加熱温度には十分注意が必要です。

本機構では、高分子材料ばかりでなく様々な材料の水分測定を行っていますので、お気軽にお問い合わせください。

文献

- 1) 『三菱化学/APCIのカルフィッシャー試薬テクニカルマニュアル』、株式会社エーピーアイコーポレーション (2007)
- 2) 山脇武、室井要、中島誠、小野光正、萩尾昇一：日本ゴム協会誌、52,569 (1979)
- 3) 加藤弘真他：高分子加工、35,584 (1986)
- 4) 室井要他：分析化学、11,351 (1962)

下水処理場における化学物質の除去率の推定

久留米事業所 鍋岡良介

1. はじめに

洗浄剤、化粧品、医薬品等由来の化学物質の多くは、下水処理場を経由して環境へ排出されています。下水処理場では、微生物による分解、加水分解、オゾンや塩素による分解、凝集や汚泥への吸着などにより化学物質のほとんどが除去されており、特に標準活性汚泥法という微生物による分解を利用した処理方法が多く、下水処理場で採用されています。このことに着目すると、下水処理場の好氣的反応槽における化学物質の動態を把握することにより、下水処理場から環境への排出を推定することができます。一般に微生物による分解を評価する試験としては、化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律（化審法）で採用されている OECD テストガイドライン（TG）301C が用いられていますが、この試験は自然環境中で化学物質が“容易に”分解するか否かという物質の性質を見極めるスクリーニング試験です。一方、実験的に下水処理場の好氣的反応槽における動態を把握する方法としては、従来 TG303 が用いられてきましたが、これよりもより簡易的に、より短期間でできる試験として 2008 年に OECD で採択された TG314B があります。

そこで、今回は医薬品成分である Diclofenac（DCF）を対象に TG314B 及び TG301C による試験を実施し、それぞれの試験から推定された下水処理場における除去率について比較した結果をご紹介します。

2. 試験の概要

TG314B は下水処理場の好氣的反応槽における化学物質の分解又は消失速度定数を求めるための試験です。試験条件は実環境に近い状態にするため、DCF 濃度が低く、微生物濃度（懸濁物質濃度）が高いという特徴があります。試験系としては、生物的作用を把握する系（生物系）と加水分解や吸着等の非生物的作用を把握するために汚泥を滅菌した系（非生物系）を調製しました。一方、TG301C は TG314B とは逆に DCF 濃度のほうが高い設定です。試験区である（汚泥 + DCF）系のほか、非生物的作用を確認するための（水 + DCF）系、汚泥自体の酸素消費量を確認するための汚泥ブランク系及び汚泥の活性を確認するための（汚泥 + アニリン）系を調製しました。今回の検討で実施した TG314B 及び TG301C の試験条件を表 1 に示します。

表 1 TG314B 及び TG301C の試験条件

試験法	TG314B	TG301C
DCF 濃度	100 µg/L	100,000 µg/L
植種源	都市下水処理場の好氣的反応槽汚泥	化審法汚泥
懸濁物質濃度	2,730 mg/L	30 mg/L
培養温度	25±2℃	25±1℃
培養期間	28 日	28 日
測定	高速液体クロマトグラフ-タンデム質量分析計による DCF 濃度の経時測定 	閉鎖系酸素消費量測定装置による生物学的酸素要求量（BOD）の経時測定 

3. 試験結果

TG314Bの結果、生物系と非生物系を比較すると残留率に明確な差が認められており、この差は微生物の作用によるものと考えられます（図1参照）。生物系においては、培養7日後にDCFはほぼ消失し、分解速度定数は 0.04h^{-1} 、半減期は17時間でした。なお、非生物系における残留率低下は汚泥への吸着等の非生物的作用によるものと推察されます。

一方、TG301Cの結果、アニリンのBOD分解度は60%を上回っていたにも係わらず、DCFのBOD分解度は4%以下であったことから、DCFは易分解性物質ではないと判断されました（図2参照）。

4. 除去率の推定

化学物質が下水処理場から排出される割合は、排出率として簡易的に式¹⁾から導くことができます。反応槽滞留時間を12時間と設定し、TG314Bで得られた分解速度定数を用いて排出率を算出すると、68%となります。一方、TG301Cの結果では、分解速度定数は 0h^{-1} と見積もられ²⁾、排出率は100%となります（図3参照）。

すなわち、TG314BではDCFは下水処理場で約30%除去されると推定されますが、TG301Cではほとんど除去されないと推定されます。TG314Bの結果から、DCFの生分解性が示されていること、また、活性汚泥処理により34～45%程度は除去される報告³⁾があることから、TG314Bの実施により、下水処理場における現実的な除去率が推定できることが明らかとなりました。

5. 最後に

今回の検討のように、TG301Cで分解性が認められなかった物質でもTG314Bでは分解性が認められることがあります。化学物質の

環境リスク評価において下水処理場の除去率をより正確に推定したいとき、又は排水管理において新たに製造する化学物質の工場排水処理施設の除去率を推定したいときなどにはTG314Bが有効です。

化学物質等の生分解性試験についてご興味ございましたら、是非、化学物質安全センター営業企画部までお問い合わせください。

参考文献

- 1) Struijs, J. *et al.* (1996), SimpleTreat 3.0 : a model to predict the distribution and elimination of Chemicals by Sewage Treatment Plants, Report no. 719101025, National Institute for Public Health and the Environment (RIVM), Bilthoven, the Netherlands.
- 2) European Commission (2003), Technical Guidance Document on Risk Assessment Part II.
- 3) 鈴木穰ら (2009), 下水道における化学物質の挙動に関する調査, 土木研究所資料, 4157, pp. 101-114.

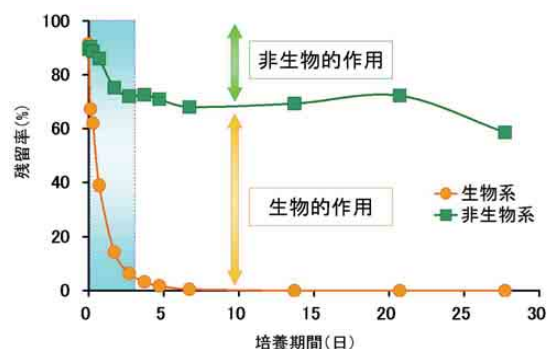


図1 TG314BにおけるDCFの残留率の変化

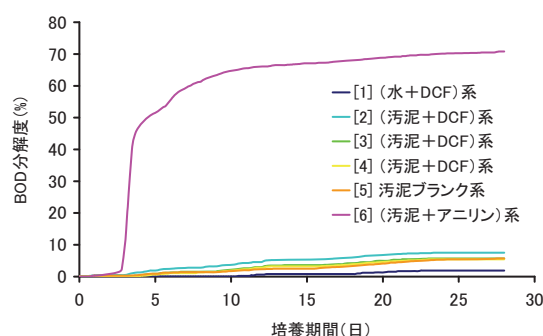


図2 TG301CにおけるBOD分解度の変化

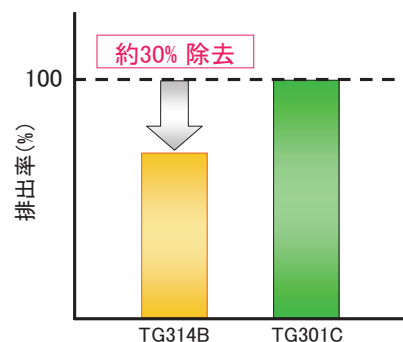


図3 試験法による排出率の違い

$$\text{排出率} = \frac{1}{1 + (\text{分解速度定数} \times \text{反応槽滞留時間})} \quad (\text{式1})$$

経済協力開発機構と諸外国における化学物質評価・管理制度の動き

安全性評価技術研究所 宮地繁樹

1. はじめに

我が国では化審法が改正され、今年4月から施行されましたが、世界的にも化学物質管理制度は大きく変動しています。改正された化審法では、既存化学物質の評価が体系的に進められていくことになります。ここでは経済協力開発機構が進めている高生産量既存化学物質評価プログラムの動き（図1）と諸外国における法改正等の動き（図2）をご紹介します。

2. 経済協力開発機構における高生産量既存化学物質の評価

(1) 高生産量既存化学物質評価プログラム

経済協力開発機構では、1991年の理事会決定により、加盟国若しくはEU圏内で年間製造量/輸入量1,000トン以上の化学物質を高生産量化学物質とし、高生産量の既存化学物質の安全性評価を加盟国で分担して実施することを決定しました。これに伴い、1992年から、高生産量既存化学物質評価プログラム（HPV Chemicals Assessment Programme）が開始されました。

加盟国は、分担して安全性評価書を作成した後、年に2回開催されるSIAM（SIDS Initial Assessment Meeting）会合で専門家による評価を受け、その成果は、国連環境計画をとおして公開されています。SIAM会合は現在まで32回開催されており、1998年からは、国際化学工業協議会も参加し、産業界も参加するプログラムとなりました。日本政府及び日本企業も積極的に参加しており、現在までに評価した物質数は、およそ1,400物質になります。

(2) Cooperative Chemicals Assessment Programme の開始

1992年に、高生産量既存化学物質プログラムが開始されて以来、各国における既存化学物質の安全性評価の状況は大きく変化しています。欧州ではREACHが導入され、年間製造量が1,000トンを超える化学物質については、昨年11月末までに登録がなされました。カナダは、Categorizationプログラムにより、全ての既存化学物質について、安全性評価の優先順位を決定し、現在、優先順位の高い物質について、政府と企業が協力して安全性評価を実施しているところです。韓国では、最近、欧州のREACHに類似した既存化学物質の登録制度を導入するという法案が出されています。日本でも、化審法の改正により、今後、優先評価化学物質のリスク評価が進められていく予定です。

このように、諸外国において、独自に既存化学物質の安全性評価は進められておりますが、当然ながら、評価の方法、スキームについては、各国によって異なっています。このような状況を受け、経済協力開発機構では、高生産量既存化学物質評価プログラムを発展的に解消し、新たにCooperative Chemicals Assessment Programmeを開始することを決定しました。Cooperative Chemicals Assessment Programmeでは、評価対象物質を高生産量既存化学物質に限定しないで範囲を広げたこと及び従来は統一された書式での報告を要求していたところを各国のプログラムで実施した安全性評価書をそのまま提出可能とすることが特徴です。また、今まで以上にQSAR（Quantitative Structure Activity Relationship）やカテゴリー評価が認められるようになりそうです。これに伴いSIAM会合は、CoCAM（Cooperative Chemical Assessment Meeting）会合となり、今年10月に第1回のCoCAM会合が開催されます。Cooperative Chemicals Assessment Programmeの開始により、今後、化学物質の安全性評価は、更に進むことが予想されます。

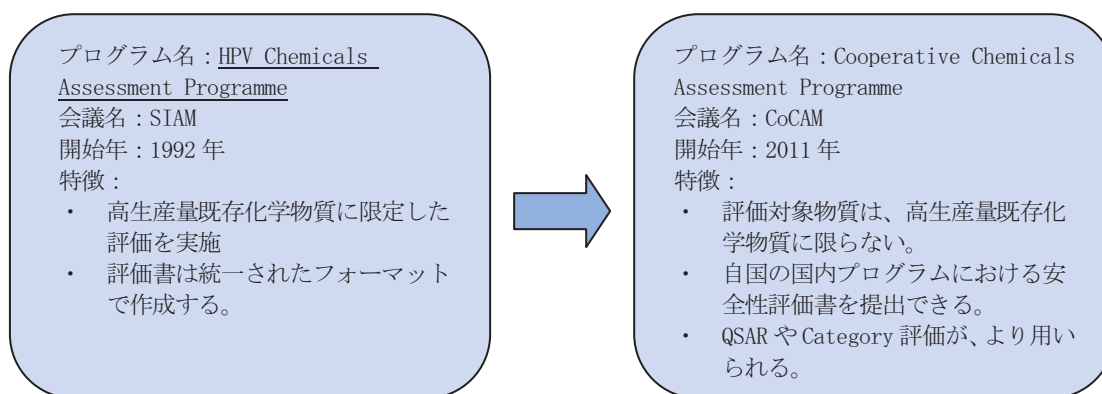


図1 経済協力開発機構のプログラムの動き

3. 諸外国の動き

(1) 韓国

韓国では、今年2月、「化学物質の登録及び評価等に関する法律（案）」が公表されました。この法案によると、国が定める評価対象物質を0.5トン/年以上製造、輸入している事業者は、2014年の1月から6月末日までに予備登録を行うとともに、最大8年以内に本登録を行うことが義務付けられます。

(2) 台湾

台湾では、新規化学物質の事前審査制度を導入するための準備が行われています。また、現在、既存化学物質リストの作成を行っています。事前審査制度は、製造量、輸入量により、通知、簡易申告及び完整申告の3つに分けられる予定です。本制度は今年6月1日に導入予定でしたが、既存化学物質リスト作成の遅れ等により、いまだ導入されていません。

(3) 中国

中国では昨年10月、新化学物質環境管理法が改正されました。新規化学物質の事前審査制度が改訂され、リスク評価書の提出が要求される等、大きな改正が行われました。また、意図的放出物質が規制対象になる等、欧州REACHの影響を受けているところもあります。年度報告が必要となる等、事後管理制度も強化されました。

(4) 米国

米国ではTSCA改正の動きが起きています。2010年4月には上院に改正案Safe Chemical Act of 2010が、同年7月には下院に改正案Toxic Safety Chemicals Actが提出されました。また、上院は今年5月にも更なる改正案を提出しています。両法案は、細部には異なるところもあるものの、基本的には同一です。改正案によると、既存化学物質を製造、輸入している事業者は、最小データセットの情報を期限までに環境保護庁に提出することが義務付けられます。

(5) 欧州

欧州では2007年に施行されたREACHにより、登録、評価、認可そして制限を軸に、化学物質の包括的な管理を進めています。また、高懸念物質の指定等が行われており、現在までに46の物質群が指定されています。今年2月には、6物質群が初めて認可対象物質として指定されました。

REACHの導入
認可対象物質の選定

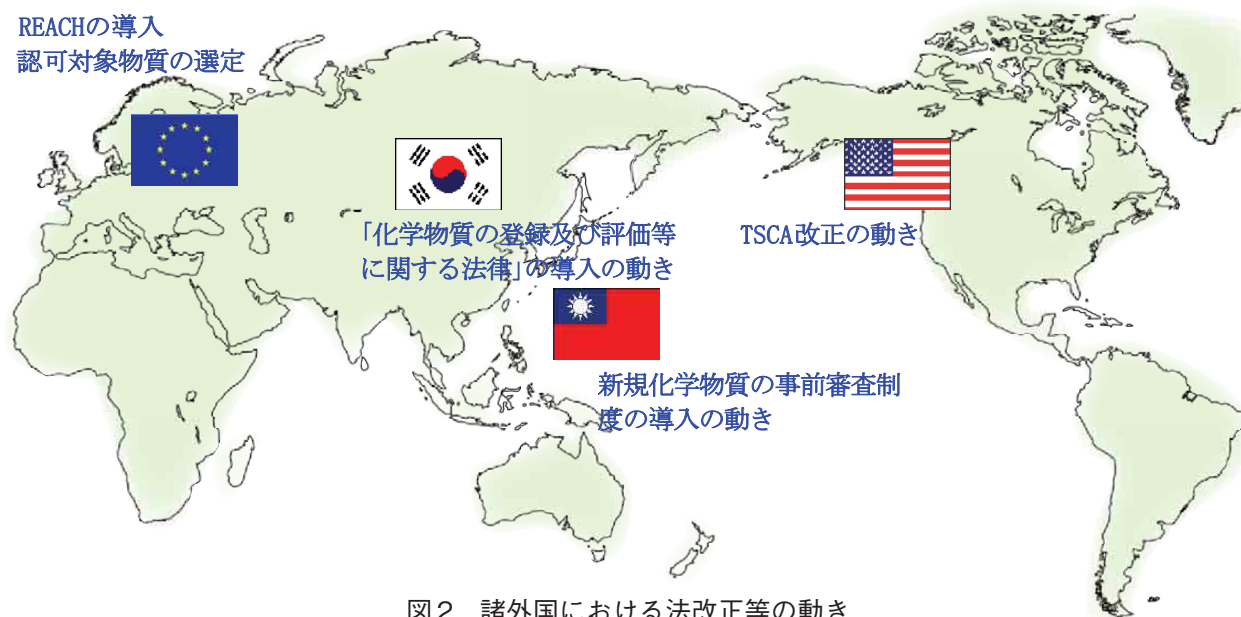


図2 諸外国における法改正等の動き

4. 最後に

東南アジア諸国等、ここに示した国以外でも、化学物質管理制度の変更等が実施されているようです。本機構では、経済協力開発機構や諸外国の法規制等動向等を常にウオッチし、Chemsafe等の機関紙で発信しています。これらの情報をとおして、事業者様による化学物質安全管理へ貢献していきたいと思っています。

本機構の活動から

分析展 2011/科学機器展 2011 出展

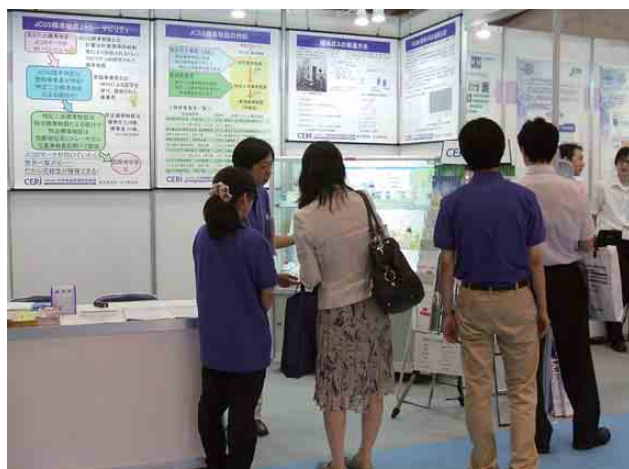
社団法人日本分析機器工業会、日本科学機器団体連合会主催の合同展「分析展 2011/科学機器展 2011」が、9月7日から9日までの3日間、幕張メッセ国際展示場で開催されました。

本機構から、化学標準部が「研究機関コーナー」で標準物質に関連する研究内容等について、クロマト技術部が「一般展示コーナー」で本機構のカラム製品について、それぞれの展示ブースにて紹介を行いました。

また、併催されたJAIMAコンファレンスで、化学標準部の山澤賢が「化学分析における測定値のばらつき（日本規格協会JCGM国内委員会；信頼できますか？あなたの測定値）」について、同じく上原伸二が、「各種法令に対応した受託分析とJCSS標準物質（NMIJ標準物質セミナー2011）」について発表しました。

さらに、クロマト技術部は、併催された新技術説明会において、「逆相HPLC分析のノウハウ一挙公開2011！未公開情報も満載」という演題でセミナーを行い、長年のカラム供給で培ってきたノウハウを紹介しました。

今回の出展では、多くの方々に本機構を知っていただくよい機会になりました。この場をお借りして、本機構ブースにお立ち寄りいただきました方々に心からお礼申し上げます。



展示ブース



新技術説明会

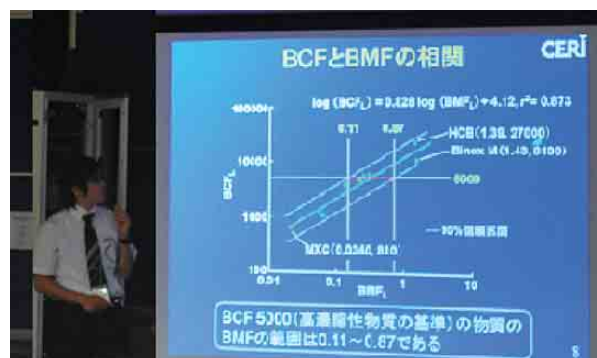
受賞報告

平成23年9月3日、4日に鹿児島大学で開催された「第17回日本環境毒性学会・バイオアッセイ研究会」において、久留米事業所の橋爪直樹職員が「奨励賞」を受賞しました。

題目 食物連鎖を想定した生物蓄積性評価手法 —経口濃縮度試験—

研究内容

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) 及び化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律（化審法）では、水に溶解した化学物質のエラを介した直接取込みに着目し、bioconcentration factor (BCF) によりその生物蓄積性を評価しています。一方で、水溶解度が極めて低い難水溶性物質については、試験実施の難しさが指摘されており、OECDは、餌（経口）からの間接的取込み経路に着目し、biomagnification factor (BMF) による新たな試験法（経口濃縮度試験）のガイドライン化とリングテストを実施しています。そこで、本研究では、OECDリングテストに参加するとともに、経口濃縮度試験の有効性を検証するため、比較的疎水性の高い（オクタノール/水分配係数の大きい）芳香族炭化水素の誘導体についてBCFとBMFの相関性を報告しました。



参考文献

- 1) Inoue Y, Hashizume N, Kikushima E, Otsuka M. (2011) Comparison of nitrofen uptake via water and food and its distribution in tissue of common carp, *Cyprinus carpio* L. Bull. Environ. Contam. Toxicol. DOI : 10.1007/s00128-011-0356-2

CERI 賞表彰報告

本機構の研究表彰事業である社団法人日本分析化学会の先端分析技術賞/CERI 評価技術賞、社団法人日本ゴム協会のCERI 若手奨励賞及び最優秀発表論文賞の2011年度受賞者は次のとおりです。

第4回先端分析技術賞/CERI 評価技術賞

受賞者：津越 敬寿氏（独立行政法人産業技術総合研究所計測標準研究部門主任研究員）
業績：「発生气体分析のための新規スキーマインターフェイスの開発と脱離/熱分解ガスのソフトイオン化質量分析」

第4回 CERI 若手奨励賞

受賞者：伊藤 幹彌氏（財団法人鉄道総合技術研究所）
研究の名称：「劣化解析に基づいた鉄道車両用床材へのナノコンポジット適用と現行床材のリサイクルに関する研究」

第8回 CERI 最優秀発表論文賞

発表者：櫻井 伸一氏、幸田 拓也氏、佐々木 園氏（京都工芸繊維大学）
今泉 公夫氏（旭化成株式会社）
発表内容：「熱可塑性エラストマー中に形成されるミクロ相分離構造の放射光小角X線散乱法による解析～軸延伸過程における球状ミクロドメイン構造の配列規則性変化のリアルタイム追跡」

平成23年度寄付講座（後期）

本機構では「化学物質のリスク評価」として、明治大学のご協力のもと、9月から来年1月までCERI 寄付講座を開設しています。途中からでも受講可能ですので、興味のある方は是非この機会に受講ください。詳細は本機構ホームページをご覧ください。

平成24年度 CERI 公募型研究助成の募集

本機構では、平成24年度CERI 公募型研究助成のテーマを12月から募集いたします。応募資格など詳細は近日中に本機構ホームページに掲載いたします。

各事業所連絡先

- 東京事業所
Tel：0480-37-2601 Fax：0480-37-2521
（高分子、環境、標準、クロマト、評価研）
- 名古屋事業所
Tel：052-761-1185 Fax：052-762-6055
- 大阪事業所
Tel：06-6744-2022 Fax：06-6744-2052
- 化学物質安全センター
Tel：03-5804-6134 Fax：03-5804-6140
- 久留米事業所
Tel：0942-34-1500 Fax：0942-39-6804
- 日田事業所
Tel：0973-24-7211 Fax：0973-23-9800
- 安全性評価技術研究所
Tel：03-5804-6135 Fax：03-5804-6139

編集後記

急に寒くなり、秋の深まりを感じられる季節になりましたが、いかがお過ごしでしょうか。

CERI NEWS 第72号をお届けいたします。巻頭言は、「正確なデータと信頼ある情報発信」について、東京工業大学大学院理工学研究科 教授 高田 十志和様から頂戴いたしました。誠にありがとうございました。本機構では今後も様々な情報を発信してまいりますので、一層のご指導、ご支援を賜りますようお願い申し上げます。

（企画部 渡邊美保里）

<http://www.cerij.or.jp>

CERI NEWS

発行日 平成23年10月

編集発行 一般財団法人化学物質評価研究機構 企画部

〒112-0004 東京都文京区後楽1-4-25 日教販ビル7F

Tel:03-5804-6132 Fax:03-5804-6139 E-mail : cerinews@ceri.jp