



kju:



**SCAS
NEWS**

1998 - II



提言：地球環境診断学のすすめ

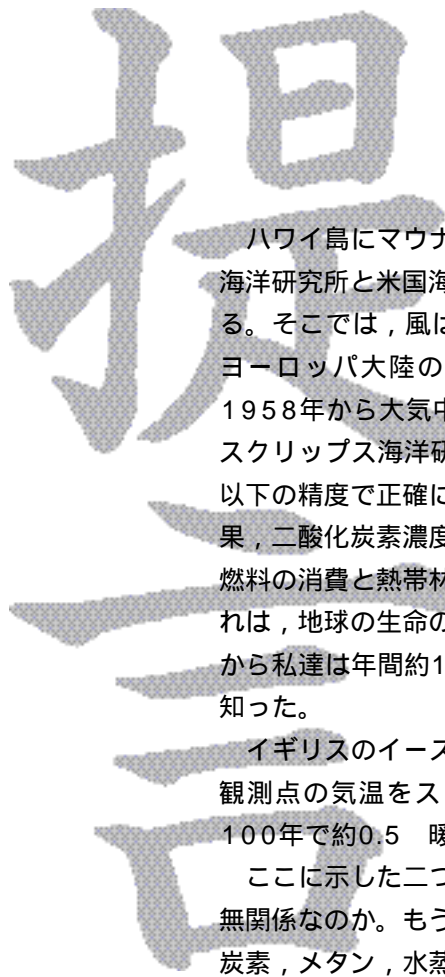
TALK ABOUT 21:「環境科学の現状」

FRONTIER REPORT：ダイオキシン類の測定

株式会社 住化分析センター

地球環境診断学のすすめ

鈴木 款
静岡大学理学部教授



ハワイ島にマウナロアという火山がある。その西斜面に、スクリップス海洋研究所と米国海洋大気庁（NOAA）が共同で運用する大気観測所がある。そこでは、風はたいてい西から吹いており、太平洋を超えてアジア、ヨーロッパ大陸の風を運んできている。そのマウナロアの山頂では、1958年から大気中の二酸化炭素やその気体の濃度を監視し続けている。スクリップス海洋研究所のC.キーリング博士はCO₂濃度の変化を0.01%以下の精度で正確に測定するために、多くの努力を費やしてきた。その結果、二酸化炭素濃度の変化は植生の光合成と呼吸に基づく季節変化と化石燃料の消費と熱帯林の破壊という人間活動による増加を同時に示した。これは、地球の生命の息吹と危機を同時に示していることである。その記録から私達は年間約1.3ppmの二酸化炭素が地球規模で増加していることを知った。

イギリスのイースト・アングリア大学の研究室では、世界中の何百もの観測点の気温をスーパーコンピューターを用いて解析し、地球がここ100年で約0.5 暖かくなったことを突きとめた。

ここに示した二つの観測値はお互いに、何か関連があるのか、それとも無関係なのか。もう一つ、私達が知っていることがある、それは「二酸化炭素、メタン、水蒸気は赤外線を吸収し、温室効果を示す」ということである。このことが、仲立ちとなり「二酸化炭素による地球の温暖化」というシナリオを描き出した。「気候モデル」というシミュレーションにより、二酸化炭素濃度が倍増すると、地球の平均気温が2～3 増加する可能性があることが予測された。本当に二酸化炭素濃度の増加と気温の上昇とは直接関係があるのだろうか。このことを確かめる簡単な方法は、マウナロアの二酸化炭素濃度の記録とイースト・アングリア大学の解析結果との相関図を書いてみることである。直ぐに気が付くことはいかに相関が悪いかである（ちなみに相関係数は0.2以下である）。さらに、最新のIPCC（気候変動政府間パネル会議）の報告では気温の上昇に関するシミュレーションの結果と観測結果との差を大気中に浮遊している微粒子による「日傘効果」で説明している。このように、地球環境の二つの観測事実の因果関係を「単純」な“論理”で説明するのは容易ではない。

どうして一筋縄ではいかないのかというと、自然界で起きていることは、「線形的」ではなく「非線形的」だからである。「地球環境問題」の主なものとして知られているのは二酸化炭素、メタンを始めとする温暖化、フロンガス等によるオゾン層の破壊、酸性雨、砂漠化、熱帯林の破壊等である。これらの問題はよく個別に話されたり、議論されることが多い。しかしながら、実はこれらのすべての問題は自然環境という一つの舞台の上で深く繋がっている。例えば、成層圏でのオゾン層の破壊は、紫外線の増加をもたらすという問題だけでなく、成層圏下部の気温の低下につながり、対流圏での温暖化と合まって、地球の大気循環の様子を変えてしまう可能性があるし、それにより気候の区分帯が変わり、食糧生産等にも影響を与えることが考えられる。また酸性雨の原因の一つである二酸化硫黄は雲の核になり、太陽の日射のエネルギーを妨げる役割をもっている。これは

「日傘効果」と呼ばれ、温暖化を相殺する効果を持つと考えられている。自然環境には壁がない。人間活動により大気あるいは海洋に放出された化学物質や人為的な自然環境破壊が例え個別に行われようと、それらを受け取る自然は、自然という一つのシステム中で、人間活動から受ける変化あるいはダメージを許容し、自然を構成しているさまざまなシステムに相互に影響しあい、補完している。こう考えてみると「地球環境問題」の背後にある本質的な問題は「自然のシステム」を理解することにある。

どのように複雑な地球システムにチャレンジしたらよいのか。当たりまえの言い方になるかもしれないが、「正確な分析値と論理的な思考に基づく総合診断」が必要である。さらに重要なのは「分析する対象を明確にし、かつ一つの分析項目が他の分析項目とどのような関係にあるのか」ということを前もって、よく議論し、考えておくことである。実際に、これらのことをすることは、なかなか簡単なことではない。「センス」が必要である。ここでいう「センス」とは分析の技術的センスという意味ではなく、「自然を知的に感じる」という意味のセンスである。「自然を読み取る力」とも言える。この一つは、分析値を一つ一つの数字としてでなく、全体の変化を示す数字として理解しようとすることである。例えば、マウナロアでの二酸化炭素濃度の測定値の一つ一つは、大事であるが、全体としての変化量、あるいは変化の傾向の方が地球環境を理解する上では極めて重要になる。

したがって、「センス」の第一は「地球環境の化学物質の微量で、微弱な変化量を捉える技術と解析のセンス」と言える。

第二のセンスは「地球環境の質」を理解するセンスである。地球環境における化学物質の質とは、実は化学種あるいは化合物レベルのことである。さまざまな化合物の存在の多くは地球の生物活動のせいである。実は地球環境問題に関係するほとんどの化学物質あるいは影響は地球の生物圏と深く関係している。マウナロアでの二酸化炭素濃度の季節変化に植物の活動が深く関係していることから分かる。二酸化炭素以外のメタン、亜酸化窒素、硫化水素、オゾン、有機物、アンモニア等さまざまな化合物が生物活動と関係して地球の炭素、窒素循環を形成している。しかも、これらの化合物は、短い時間から長い時間まで、様々な時間スケールで反応したり、変化したりしている。例えば窒素循環に及ぼす亜酸化窒素の影響を評価しようとする、亜酸化窒素を分析するだけでは何もわからない、同時にアンモニア、硝酸塩、亜硝酸塩、有機窒素等の分析が、あるいは酸化還元電位が必要になる。このように、安定なものから不安定なものまで、同時に分析し、全体として、総合的な情報を提供する必要がある。これにより、地球の「健康状態」を正確に把握し、確実な診断をすることができるようになると思われる。

21世紀の地球環境の分析科学は「地球環境診断学」としての位置を築く努力が必要であると考えられる。そのための、必要条件は専門家集団による「環境診断処方せん」作りをする努力を今から始めることである。



筆者略歴

1973年 名古屋大学大学院理学研究科博士課程修了理学博士
1975年 気象庁気象研究所地球化学研究部研究官
1986年 気象庁気象研究所地球化学研究部主任研究官
1993年 静岡大学理学部助教授
1993年 国立環境研究所客員研究員兼任
1996年 静岡大学教授
1997年 金沢大学理学部客員教授兼任

主要な職、受賞歴

環境庁地球環境モニタリング委員会委員
(財)地球環境産業技術研究機構
「サンゴ礁を利用する二酸化炭素の固定化委員会」委員
「大規模緑化と気候変動の調査委員会」委員
学術会議IGBP国際大気化学(IGAC)小委員会委員
地球科学技術推進機構大気変動予測グループ委員会委員
1977年 サンケイオーシャンズカラシップ賞 受賞
1982年 日本海洋学会岡田賞(研究奨励賞)受賞
1989年 科学技術庁長官賞 受賞

「環境科学の現状」

森田昌敏先生に聞く

森田 昌敏 先生

ご紹介

現在 環境庁国立環境研究所 地域環境研究グループ統括研究官

1967年 東京大学理学部化学科卒業
 1972年 東京大学工学系博士課程修了(工学博士合成化学)
 東京都立衛生研究所を経て
 1978年 国立環境研究所 計測技術部主任研究員
 同生体化学計測研究室長を経て
 1989年 国立環境研究所 計測技術部長
 1990年 国立環境研究所 化学環境部長
 1995年 国立環境研究所 地域環境研究グループ統括研究官

主な要職

中央環境審議会等多数の政府委員会のメンバー
 IUPACの分析化学部門のメンバー
 東京大学医学部講師

松尾 昌平

住友化学工業株式会社研究主幹 工学博士
 大阪大学先端科学技術共同研究センター客員教授

山田 宏彦

(株)住化分析センター専務取締役

大変お忙しい中ですが、今日は「環境科学の現状」について、先生の日ごろお考えになっておられることをお聞かせ戴きたいと思います。「循環型社会」と「環境維持・保全・創造」を図ろうとする動きやそれらに対する関心は高いかと思えます。現在、特に強く叫ばれる「環境問題」についての背景・要因についてお聞かせ下さい。

環境問題の背景

森田 環境への関心を高めてきている背景には大きく二つの要素があると考えられます。一つは「地球が小さくなってきた」ということです。世界の片隅で起こったことでも交通手段の進歩でどこへでもすぐに行けるようになりましたし、情報の発達で誰もがすぐ知るようになりました。そういう過程で様々なことが間近で見えるようになってきました。

産業の発展に伴う環境の傷む部分がいろんなかたちで見えるようになってきて、「人類はこんなことを続けていいのだろうか?」という反省点がでてきたのではないのでしょうか。この警告は昔からいろいろな人たちから出されています。例えば、アルバート・シュバイツァーは「人間というのは先のことも考えずにただ欲のために働いているところがあり、たぶん地球を絶滅させるだろう」と言っています。こういう側面に気づきはじめ、「これではよくないのではないか。単に自分たちの身の回りだけでなく、地球の問題で考えなければならぬのではないか」ということがでてきたと思います。

もう一つは「健康の問題」があげられます。誰も長生きしたいという願望がありますし、健康に対して悪い影響を与えるかもしれないということに潜在的な関心を持っています。それが時々ある種の波動を持って表面化してくるということがあるかと思っています。その典型的な例がいわゆる公害病で、昭和40年代に一度ピークを迎えました。

水俣病や四日市ぜんそくなどがその代表ですね。

森田 そうです。急性影響という形で表に現れました。その対策が一応打たれて、それは消え始めるのですが、その当時から

も、もっと有害なものによる長期的なあるいは複合的な影響によって将来に悪い影響が出るのではないかとかという仮説みたいなものが提案されていました。

しかし、それが本当なのかを証明するのはとても難しく、いつも水面下に半分ある、またそのように見えるようで、別の立場にたてばそうではないようにも見える。どうすべきかという判断は、ある程度様子がわかるまで置いてかれることになるのです。しかし、徐々に科学的な知識がついてくると、はっきりと見え始め、対策へと結びつきはじめました。これが癌の問題だったのです。癌は治りにくいし苦痛も大きい。自分の身近な人が癌で亡くなり、しかも、その苦しいところをみるといった状況になり、「ところで癌は一体何によっておこるのだろう」となります。その頃に提案された癌発生の原因には放射線、ウイルス、遺伝あるいは化学物質などがあったかと思えます。それらのうちの化学物質でも、植物などに由来する天然物質というのがかなりのウエイトを占めるそうですが、その他に合成された化学物質も癌発生の原因と予測され、その中には確かに発癌性を示すものがありました。癌というのは20年、30年という長い年月の潜伏期を経て現れます。その対策の方向は1990年レベルでほぼそろってきたという感じですね。このことが大気汚染防止法とか水質汚濁防止法、水道水の基準の改正と結びついてきます。

最近ではいわゆる「環境ホルモン」が話題になってきていますね。

森田 確かにそうです。人類はもっと先を見るべきだという議論になってきました。癌は一世代限りの話ですが、次の世代まで、例えば100年先まで考えるべきだという議論が今、内分泌攪乱、エンドクリンとして提起されています。実態がどういふものかはこれからの研究になると思いますが、そういう問題が次の課題として浮かび上がってきています。

物の造り方、使い方、捨て方

私たち産業活動に携わるものにとりまして、社会のお役に立つんだという意識に燃えていたのですが、造るもの造る



左から 森田 隆雄氏、結城 隆平氏、山田 文彦氏

ものみんな悪いんじゃないかという見方をされてきたようにも感じられます。もう新しいものはいらぬよといわれるのが一番つらいのですが。

森田 IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry)の1988年の集まりで、主催側のハンブルグの市長さんがシティホールでのパンケットで「化学工業はよくない。変なものばかりつくっている。その最悪なものの代表がダイオキシンである」と発言されましたね。それに対して、IUPACのプレジデントは「そうは言わないでほしい。化学は結果的に変なものも出してしまったかもしれないが、いいものもずいぶんつくってきた。例えば農薬では、天然物よりも安全で、よく効くものを作ってきた。そういうことも忘れないでほしい」と反論されました。このへんに市民感情のある種の盛り上がりと共にそれに代表される政治家とのもう一方でのすれ違いがないわけではないですね。結局、今までは造る側が副作用の視点なしで造ってきたところに多分欠点があって、それを含めた造り方をすることでよいものができてくるように思います。

どうすれば良いかという迷いのようなものが造る側にもあるということですかね。

森田 全般的に少し迷走するところがあ

ります。まず一つは造る側は造る側のモチベーションがありますから、例えば、ある性能のいいものを造ろうとします。その一方で、悪いことが起こると予測するだけの知見が少しずつたまってきますから、それをすこし援用しながら新規開発の方向に進んだほうがいいかなと思います。即ち、いわゆる代替品というものの毒性が良くわからないまま、とりあえず代替しようという方向へ逃げていくことが起こります。これがいい結果をもたらすとは言いきれないのです。

何か具体的な例があれば、ご紹介頂けますか。

森田 その典型的な例が農薬です。ある農薬が水質汚濁防止法とかに名前が載ってしまいますと、パッと蜘蛛の子を散らすように別のマイナーな方に移っていく場合があります。総合的な安全評価は決して軽減せず、実は大量に造られていた物の方がよかったと考えられる場合もあります。それまではどちらかという物中心に考えていますが、むしろ環境を中心にして考える、それにとってふさわしい物を作るにはどうすべきかという背景から設計をする発想が必要ではないでしょうか。

性能の面で他より優れなければならぬということがあったかと思います。正しいつくり方の面を追かけてきたと

もいえます。もちろん質、量ともに正しい使い方の検討を怠りなくやってきたつもりですが、尚一層使い方、併せて捨て方ということが産業界にとりましても重要な課題となっています。難しい課題なのですが。

森田 結構難しいですね。何が難しいかということ、農薬を例にして説明します。農薬は一般の市民ではなくて農家がお買いになります。ここがこの問題解決を非常に難しくしているところです。農家は環境が少々悪化しようと自分の収量が第一です。基本的な構造はそうなりません。環境が壊れて困るのは実は回りまわってくるかもしれない周りの人たちなのです。受益者の構造がびったりしないのですよ。そういう意味で、この問題を解くのは言葉では簡単ですが案外難しいところがあります。

もう一つの例ですが、私がお手伝いをしている運輸省の仕事で、有機スズの代替をどうするかという議論をしています。運輸省はある段階で有機スズの全廃という政策方針を立て、国内ではほとんど塗らない方向に行政指導を開始しました。ただ、関係するそれぞれのセクターに温度差がありまして、造船業界は「有機スズを塗りたくない。有機スズがドックの下に溜まって、底を浚せつせよといわれても大変だ。こんな蓄積するような、しかも毒性の高いといわれているようなものは塗りたくない」と。海運業界、船主

森田昌敏先生



さんは「塗りたい。少しでもメンテナンスフリーで、燃料コストも安くしたい。国際競争力という点でも、日本だけが塗らないと持たない。代替品というからにはもっと効くものでなければ困る」と。塗料工業会では「とにかくいわれたとおりにやります」と。水産業界は「なるべく使わないようにして欲しい」と、一般市民は「変なことが環境で起こっているなら少しでもそうならない方向になってほしい」となります。こういう構造の問題を一体誰がどう責任をもって解くのかということです。しかも、船主は塗り替え時に有機スズを塗ってよい国で船を塗ってしまおうとする。すると造船工業会は「仕事が減るからそれを止めさせてくれ」という。といったいくつかの副作用が起こってきます。結局、この問題解決にはIMO (International Maritime Organization) のような国連機関の下の国際的な取り決めの中で解決するしか答えがないであろうと考え、そのアプローチをとりはじめています。

地球規模で考えてそれらを解決していくとなると大変ですね。

森田 事が地球規模で動き出しますと、そのような場で答えを出していくことになるのかもしれませんが。化学工業会も世界的なネットワークをお持ちでしょうし、多分NGOも世界的なネットワークがあるでしょうし、行政という立場から、色々な国の利益をある程度反映しながらも、国際的な場である種のポリシーを決定していくという、そういう構造が将来的には予想されます。多分インターネット

トのような情報の発達がそれを加速することになるでしょうね。

環境影響評価

環境ホルモン、ダイオキシン、その他

リスク・ベネフィット評価が益々重要になってくる訳ですが、質的に良い悪いということに対して量の問題も併せて考えなければならないというのが、専門家の間ではかなり言われていると思います。このあたりをどうお考えかをお聞かせ下さい。

森田 そうですね、受け手側が何によって良いか悪いかを判断するかと言えば、その重要ポイントは量の問題です。行政というのはどちらかというと物質の名前を指定してコントロールする方向にあります。それは一番易しい。環境中で特定の物質が検出されるかどうかというのが一つのキーポイントになるわけです。それは実は分析法の感度に依存していたり、その他の要素でもあつたりします。物質の名前が決まって、そしてそれに併せてその量的なものがかわってくることにはなるのですが、更にその物質が持つ毒性的な性質というのが当然掛け合わされてきて、全体としてのリスク評価が存在します。しかも、人や生き物には回復力があって、そのリスクの閾値がある可能性もあります。それら全体の問題をどう解けるか、しかも、先ほども述べましたように、ある種の物質がコントロールされはじめますと別の物質が変わっていくだけで、トータルなリスクを誰がどう評価するのかというシステムはまだ持っていないのですね。そのために、ともすれば比較的大量の生産量を持つ物質が規制されて、小さい物質にシフトしていくということが恒常的に起こるのですね。これが本当に正しい決定かどうかはかなり疑問なのです。何故かと申しますと、一つには大量生産品の生産コストが安くなっていて、そういった意味では社会的なコストは小さくて済んでいるのですが、ファインの方に移っていくとコストが上がってきます。もう一つは、ファインの方にいったからといってリスクが下がるという保証はどこにもないし、しばしばファインについては毒性の情報が欠落していて、思わぬ有害なことが発生する可能性も結構

高い。だから必ずしもその方向がいいとは言えないのです。今のところ比較的安直にその方向に進んでいるという感じですね。もちろん、量的にある程度コントロールすれば環境中の濃度もある程度抑えられますが、多分それだけではすまない感じですね。

合成化学物質というものは、5万、6万以上あるといわれていますが、それらを全部短期間に毒性評価とか環境影響評価を実施するという事は、現実的にはかなり困難なことです。それで大きなもの、重要なものから評価されている訳ですが、それも保証にはならないということです。

森田 そのとおりです。私たちが持っている限られた知識をもう少し一般化できるような統一的な原理に置き換えて推定していくしか広げられないですね。構造活性相関に関する各種プログラムはその延長線上にはあります。生産量を小さいものにシフトすればよいということでは必ずしもないと思います。ひょっとするとシフトすればするほど別のリスクが増えてくるかもしれないという感想を持つほどです。もちろん、農薬の発展を見ますと、少なくとも低毒性化にはある程度成功しているような感じはします。

外因性内分泌攪乱化学物質 (環境ホルモン)

ところで、別のリスクと言いますと、ダイオキシンなどに代表される環境ホルモンという言葉が最近良く耳にします。この問題は単純にはいかないのではと心配しているのですが。

森田 内分泌攪乱の問題は、その現象がどのくらいリアルであるかということが先ずあります。それから、内分泌攪乱と関連するような事象がたとえあっても、それが内分泌攪乱物質と呼ばれるものによって引き起こされると決定することは単純ではありません。ある事象に対して、それを引き起こすかもしれない他の要因が存在することがあります。それらの事実関係を明らかにしていくことは相当難しいことです。今のところ十分なリスク評価がされていません。やや不

安が先行している面がないわけではないと思います。テレビ放送などでも何回かとり上げられておられますが、因果関係が明確になっている事例は必ずしも多くありません。イギリスの"Roach" (コイ科の魚) がメス化しているという話はノニルフェノールのポリエトキシレートのような界面活性剤が大量に使われた結果であるということは正しいかもしれませんが。但し、このいわゆるマस्पロダクションの化学品の他に、もっと可能性がありそうなのが合成ホルモン剤で、下水処理場の排水など、人を介して出てくるような水などがその作用を持っているように思うのですが、その解析はまだ十分にはなされていません。いわゆるエストロゲン作用を持つ水の中に現れてくる可能性がある物質としては合成ホルモン剤、人が使ったり動物に使ったりしているものですが、その他に天然の植物性エストロゲンなどがありそうです。この天然の植物エストロゲンもいくつかのカテゴリーに分けられます。ひとつはパルプの製造に関わるリグニンから分解されてくるような物質、それから、大豆などにたくさん含まれているイソフラボンの系統などがあります。

豆などは直接食べているわけですが、子供に豆乳を与えてよいかという議論が起こっています。以前は、日本人は大豆をたくさん食べていて結構長生きをしている。癌にもなりにくい。だから豆は良い。豆の中に入っている植物エストロゲンは体に良い。そういう研究がずっとされていたのですね。今、逆の面での研究がスタートしはじめています。物事には裏と表がどうしてもありますね。天然エストロゲンの他に、合成化学物質にも関係がありそうなものがあります。そ

山田 宏彦



の半分ぐらいがDDTやダイオキシンなどの有機塩素系の芳香族化合物で、これがかなり蓄積性があるという意味で問題になってきます。他には、工業薬品、農薬の中にもそういうものが少しあるかもしれませんが。

ダイオキシンの分析

ダイオキシンに関してですが、これまででない多数の異性体を非常に微量まで正確にかつ安く定量分析するということが要求されています。精度管理も重要です。ダイオキシンの分析についての考えをお聞かせ下さい。

森田 ダイオキシンの問題では、その解決を困難にしているいくつかの要素があります。ひとつは分析料が高く多数の分析がなかなか出来ないということです。今は1検体、数十万円くらいで実施されていますが、一体どのくらいの分析コストまで我々の社会が支払えるかという議論が当然あります。アメリカのダイオキシン分析の市場というのは、今は少し落ち着いています。約10年くらい前の分析の最盛期にはだいたい110万検体の分析がされて、その頃は90%くらいが簡易型の質量分析計(Q-MS)、10%くらいが二重収束の高分解能質量分析計(セクター型)だったという状態でした。落ち着いてからは徐々にQ-MSからセクター型に変わってきているようです。日本がアメリカと違ったのは、分析が一気にきってしまったことです。アメリカが5年間で分析したところを日本は1、2年で分析しなければいけない。そのため、極端にサンプル数が上がってきている状態ですね。今年は去年より更に上がりそうに感じますので、分析機関の方は超繁忙状態が続くかもしれませんね。

それでも、分析料を下げるための努力が必要です。簡易な分析法としては、おおざっぱに二つの方法があると考えています。一つはセクター型の質量分析計を低分解能の質量分析計に切り替えること、もう一つは原理が違った、たとえばイムノアッセイみたいな手法を用いて、もっとたくさん分析ができるようにすることです。

実際に私どもの研究所にも多くの方から分析をして欲しいと言われます。例え

ば、母親が自分の母乳を測定してくれないかというケースもあります。そういう場合どうすべきかという答えは今のところなくて、一人何十万円というお金を出せという話もちよっと出来ません。ちょうどウイルスの検査のような価格帯でできるようにすれば、対応してあげられるかなという感じです。

ゴミ焼却炉などのダイオキシンの発生源での分析は非常に高濃度の場合もあるでしょうし、一方では環境での非常に薄い低濃度の定量分析もあるでしょうし、これらをどうやって共存させて定量分析するのかが、実験室の汚染の問題もあつたりして非常に難しい問題になっていると思います。はじめてではないですか。こんなpg(ピコグラム)とか、また更にその下まで測れというのは。

またクロマトグラフでの分離も大変です。ご存じのように、今のところ17種類の、要するに2,3の位置に塩素がついたものにある力価を掛けて全部加算することになっておりますので、それが他のピークとすべて分かれて測定されていなければならぬのです。



山田 宏彦

話は変わりますが、極端な化学物質反対論者は今以上の化学物質はいらないという意見もあります。

森田 もちろん新しいものは必要です。世の中にリスクはいつも存在します。それくらいのリスクは許すという是認されるレベルが存在すると思います。典型的な例が車で、車の交通事故で亡くなるかたは1万人くらい。しかし、誰も車をなくせとは言わない。車を安全に使いましょうとか、事故の原因になりやすいものを取り除くことにコストをかけることは

賛成されています。化学工業もいろんな物質の変換を通じて、社会の基盤を構成しているわけですが、そこには当然なんらかの副作用はあるはず。その副作用を最小限にする努力が絶えずされておればいいという感じがするのです。

だけど、良い悪いは別としまして、反文明というような考え方はやっぱりあるように思います。我々の楽しめるだけの材料はたっぷりあるから、もうこれ以上新しい文明はいらぬという考え方もひょっとしたらあるでしょうね。この辺になると少し哲学じみてきて技術論では解決できない部分ではあります。

技術開発の方向

急に視点を変えて恐縮ですが、バイオテクノロジーの利用についてのお考えはいかがでしょう。

森田 バイオテクノロジーは今後拡大していくでしょう。環境の場面のひとつは環境修復への応用があります。その環境修復は設計の仕方が難しいのです。例えば、バクテリアを使って環境修復をやらせようとすると、バクテリアが生育するために必要な餌をいれてやらなければいけないのですが、このこと自体が次の環境問題を引き起こすこともあります。このパラドックスがまだ解けてなくて、菌をばらまくということへの市民感情的な拒絶反応以外に、別の意味での環境問題を解く道が今のところはっきりしていません。要するに生物を利用するときに、生物の特性把握が必ずしも追いついていないということです。

別の視点からですが、環境科学の分野における産官学共同のあり方について、ご意見をお伺いします。

森田 その問題について、一番面白いのはアメリカという国だと思います。アメリカは非常にフレキシブルで、ある種のフロンティア精神に満ち満ちて、新しいことをかなり大胆にやる。新しいことには副作用の心配もあるのですが、そこをどうやって官が整理して、つないでいくのかということにかなり重要な部分があるのかなと思います。アメリカの行政は非常にフレキシブルで、間違えたら軌

道修正すれば良いのだという発想なので、これが非常に硬直した考え方をせざるを得ない日本の官との違いだと思います。日本の官は間違ったことをやっばいけいけないのです。一度決めたことはきちんと守らなければならない。その為やもすればスピードが遅くなり、すべてに慎重となりがちです。

何か良いアイデアや提案がありましたら、お聞かせ下さい。

森田 日本という国は資源がなく、国土も狭く、唯一のリソースが人的資源です。そういう国が何で食っていくかという結局、何かを製造することで生まれる付加価値によって食っていくのだと思います。この部分は国として必要であり、絶えず何か新しいことをやれば産まれてきません。そういう意味で、一方で新しいことをやり、その一方ではその新しいことについての警戒的な感覚といったものが存在する。それら全体をうまく取りまとめて、コミュニケーションしながら展開するシステムが要りますね。情報公開だとか産官学というだけでなく、市民も含めたコミュニケーションのネットワークシステムが徐々にできあがっていけば、その後向きな話にはならないと思います。あともう一つは、それをプロモートしていくようなシステムがどこにあるかですが、あまり官僚機構に期待しすぎないで、むしろ民間のエネルギー及び市民のエネルギーが実るような形のほうが良いかもしれません。それに官のほうも参加するぐらいの形で、ダイナミックにやっていく、そういう意味では、例えば、学会といったややニュートラルな機関が強く活動しはじめるのがいいと思います。

分析サービス業のあり方

最後に、分析サービス業のあり方や今後の課題等のアドバイスがありましたらお伺いします。

森田 精度管理のシステムが極めて重要になってきていると思います。特に環境分析は、分析を頼む側の意向がどうしても反映するということがあったり、情報があまり公開されないということがあ

たりします。しかし、金融の世界でも似たようなことが言われていますが、精度管理を含めて世界の中で日本のシステムが孤立してきているのです。要するに欧米型の性悪説に基づく金融の検査システムが良いのか、これまでの日本のように性善説に基づくものの方がいいのかという議論がされています。結局、日本の金融システムがある意味では破綻した為、検査というのは性悪説でなければいけないのではないのかという状態なのです。同じような意味で、精度管理というのはいくらマイナーな領域なのかもしれませんが、分析者に任せっきりで良い値が出るのかという性悪説の考え方と、分析者を一生懸命エンカレッジして分析の精度をあげていくという日本のシステムの考え方がコンセプトとして対立しているのです。結局、欧米型のほうに世界のグローバルスタンダードがシフトしていく中で、日本がどうするのかという問題が問いかけてきています。日本型は決して悪くはなかったけれど、それだけだと持たなくなってきていて、精度管理を欧米型にあわせざるを得ないだろうという気がします。精度管理を無視すると、コスト的には一見有利になりますが、これからは精度の良いものを、適正な値段で買っていただくという、そういう構造になっていくのかなと思います。

弊社は1995年12月に分析業界では国内で初めてISO 9001認証を取得しました。GLPおよびGMPの推進と共に、それらを継続、維持して、更に精度管理に磨きをかけたいと思います。

森田 食品や、食品の検査の一部、医薬品にGLPが入ってきました。環境分析も徐々にそういうコンセプトが入りはじめるといえるのかなと思います。

多分、今度はクライアントのほうからそういう認証を受けていないところからは結果を受け取らないという次のステップがあるのでしょね。

多岐にわたる貴重なご意見および先生の環境科学に対する考え方をお伺いすることが出来ました。産業界のあり方、更には分析サービス業への叱咤激励まで頂戴致しました。ありがとうございました。

ダイオキシン類の測定

愛媛事業所 今井 眞



筆者略歴
 愛媛事業所グループリーダー
 1971年 東京工業高等専門学校工業化学科卒業
 同年 住友化学工業(株)に入社
 以来、無機化学分析、無機構造解析、
 有機分析を中心に工業化に係わる分析法の
 開発、改良検討、試験分析および品質保証
 業務に従事。
 1994年(株)住化分析センター兼務
 現在に至る。

1. はじめに

“ダイオキシン”が連日新聞紙上を賑わし、社会的に大きな関心を生んでいる。

国内の汚染状況が明らかになるにつれ、各面からの実態調査ならびに削減対策の推進が緊急課題として取り上げられており、昨年8月には、厚生省が“廃棄物の処理及び清掃に関する法律”の政省令を、環境庁が“大気汚染防止法”施行令をそれぞれ改正して、ダイオキシン類排出施設は12月から法的規制を受けるようになった。

この“ダイオキシン”とは、ポリ塩化ジベンゾ-p-ジオキシン (Polychlorinated dibenzo-p-dioxins, PCDDs) とポリ塩化ジベンゾフラン (Polychlorinated dibenzofurans, PCDFs) の総称^(注)である。合計210種類の構造異性体が存在するため、正しくはダイオキシン類と表現する。

“ダイオキシン”は猛毒物質といわれているが、ダイオキシン類の中で毒性を示すのはそのごく一部であり、毒性の強さも異性体毎に異なっている。このため、ダイオキシン類の測定に当たっては特定の異性体を正確に識別、定量することと、毒性を持つ異性体には超微量測定が要求される。従って、ダイオキシン類の定量には、夾雑物との分離精製操作と高感度、高分離、高分解能および高精度な測定手法が必要となる。

ここでは、1997年2月に厚生省より示された“廃棄物処理におけるダイオキシン類標準測定分析マニュアル¹⁾”および

同年10月に環境庁より示された“有害大気汚染物質測定方法マニュアル²⁾”を中心に測定法の概要を紹介する。

注) 共偏平構造を持つコプラナーPCB (Co-PCB) を含めることもある。

2. ダイオキシン類の構造と毒性

ダイオキシン類の化学構造を図1に示すが、塩素原子の置換する位置や数によってPCDDsでは75種類、PCDFsでは135種類の異性体が存在する。表1に置換塩素数毎の異性体数を示す。

これら異性体の中で毒性を持つのは塩素原子を4個以上持ち、2,3,7,8-位に塩素原子が置換した化合物とされている。2,3,7,8-位塩素置換体はPCDDが7種、PCDFは10種の合計17種類存在するが、その毒性もまた個々の異性体によって異なっている。毒性が最も強いのは4塩化物の2,3,7,8-T₄CDDで、モルモットに対する急性毒性 (LD₅₀) は、0.6-2.0 μg/kgである³⁾。2,3,7,8-T₄CDDの毒性を1とした時の各異性体の相対的な毒性の強さは毒性等価係数 (TEF: KEY WORD参照) として示されており、毒性

表1 ダイオキシン類の異性体数

塩素原子数	PCDD	PCDF
1	2	4
2	10	16
3	14	28
4	22	38
5	14	28
6	10	16
7	2	4
8	1	1
合計 (1-8)	75	135
(4-8)	49	87

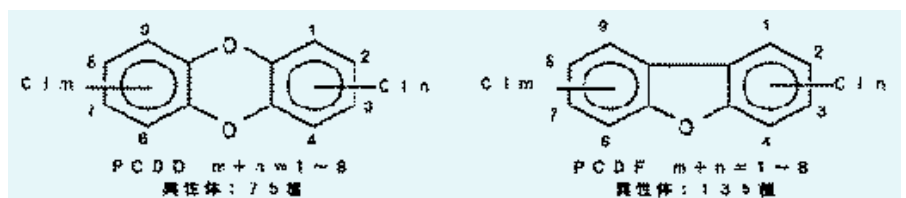


図1 ダイオキシン類の化学構造

が異なる異性体混合物の濃度は、各異性体の実測濃度だけではなく、2,3,7,8-TCDDの毒性等量 (TEQ) 濃度に変換して取り扱うのが一般的である。

3. 測定法

ダイオキシン類の測定法を表2に示す。測定対象試料によって最適なサンプリング法と前処理法を選択することが必要である。同定および定量はガスクロマトグラフ/質量分析計 (GC/MS) が使用される。

3.1 サンプリング

焼却炉等の排ガス中のダイオキシン類は粒子状とガス状で存在する。粒子状物はシルカ繊維製フィルターで過捕集し、フィルターを通過したガス状物は樹脂吸着および溶液吸収を組み合わせて捕集する。排ガスサンプリング装置の構成例を図2に示す。採取ノズルは排ガス温度によってガラスまたは石英製を使い分ける。

焼却炉内でのダイオキシン類の生成は、飛灰 (fly ash) 中に存在する塩化銅が触媒となって生じるオキシクロリネーションが一因だといわれている^{4,5)}。Voggら^{6,7)}は空気通気下120~600℃での飛灰の熱処理におけるPCDDsおよびPCDFsの挙

動を調査し、250℃付近のアニーリングから飛灰中のダイオキシン類濃度が増加し、300℃付近では10~15倍に増加することを明らかにした (表3)。従って、排ガスの温度が高い場合にはフィルター部の温度を120℃以下に冷却し、ダイオキシンの二次生成を防止することが重要となる。逆に、フィルター部の温度が100℃以下になると水分の凝縮によって通気抵抗が増大し、さらにはフィルター破損等のトラブルを引き起こすことがあるため、加熱機能を備えておくことも必要になる。

最終出口排ガスは炉の燃焼状態が安定した時点から最低1時間以上経過した後、等速吸引流量で4時間平均を基準とし、3m³N以上を採取する。

フィルターを通過したガス状ダイオキシン類は、インピンジャーにn-ヘキサン洗浄水を入れた液体捕集部 ()、XAD-2樹脂を充填した吸着カラムおよび吸収液にジエチレングリコールを用いた液体捕集部 () で吸収ならびに吸着捕集する。

XAD-2樹脂は温度に弱く、50℃以上になると熱分解を引き起こして吸着力が低下するといわれている⁸⁾。このため、排ガスを冷却する目的で、液体捕集部は氷浴又はドライアイス浴に入れて5~6℃以下に保持する。

また、ダイオキシン類は250および300nm付近の紫外線を吸収し、脱塩素反応によって無塩素化体にまで容易に光分解する。2,3,7,8-TCDD 1ppmジオキサン溶液の太陽光下での光分解半減期は夏場で1~2時間、冬場でも4~7時間と推定されている⁹⁾。このように、難分解性といわれるダイオキシン類でも溶液状態では光で容易に分解するため、標準溶液や試

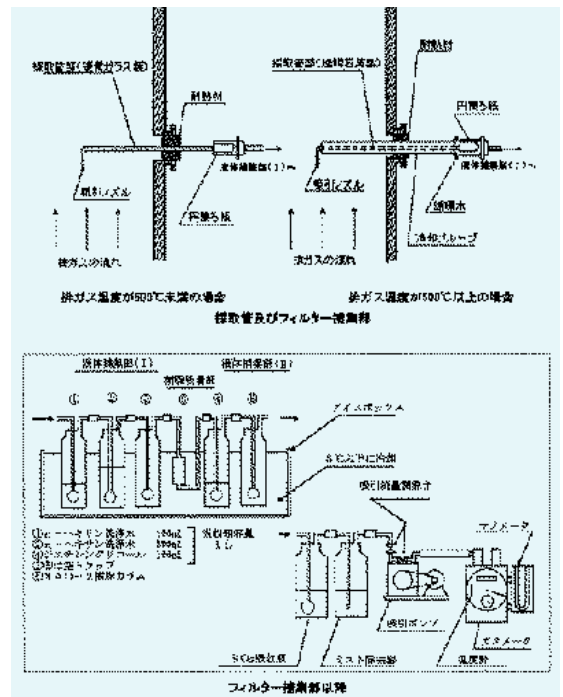


図2 排ガス採取装置の一例

料溶液の保管はもちろんのことサンプリングラインや採取器具類も遮光が必要である。

排ガス採取前には、試料採取操作全般にわたっての妥当性を確認するため、XAD-2樹脂またはインピンジャーに¹³Cあるいは³⁷Clでラベル化された内標準物質 (surrogate standards) を添加する。これをサンプリングスパイク (sampling spike) と呼び、回収率を確認する。

排ガス中ダイオキシン類の各捕集部での捕集割合は排ガス性状により変化すると思われるが、フィルター捕集部で~10%、液体捕集部 () 50~60%、XAD-2樹脂25~40%およびジエチレングリコール~5%となっている¹⁰⁾。本来、水インピンジャー部は排ガスの冷却を主目的とするが、ダイオキシン類は50%以上がここで捕集され、XAD-2樹脂吸着部と合わせると約90%が捕集される。

灰試料は採取口等から直接採取し、焼却灰は5mmのふるいでふるい分けた後試料とする。

環境大気中のダイオキシン類は石英繊維ろ紙 (203×254mm) およびポリウレタンフォーム吸着材を用い、毎分0.7m³

表2 ダイオキシン類分析法

分析法	対象試料等
厚生省マニュアル (1997)	排ガス 灰 排水 処理水
環境庁マニュアル (1997, 1999)	環境大気 排ガス 土壌
U.S. EPA 203	排ガス
U.S. EPA 1619	水 土壌 底質 スラッジ 生体組織
U.S. EPA 8290	魚 パルプ 生体組織 油 灰 水試料 土壌 底質
EUROPEAN STANDARD (EN 1948-1~3:1998)	排ガス

表3 フライアッシュ中ダイオキシン類の熱的挙動 (ng/g fly ash)

	non treated	temperature (°C)							
		120	200	250	300	350	400	500	600
PCDDs									
A. FLY ASH	395	325	310	3915	51	4.4	<0.1		
				(708) (3320) (1538)					
B. VAPORIZED	—	—	—	1.9	280	9.1	<0.1		
total sum(A+B)	395	325	310	3918	370	13.5	<0.1		
PCDFs									
A. FLY ASH	358	318	372	4577	448	18	0.4		
B. VAPORIZED	—	—	—	4	1153	236	27		
total sum(A+B)	358	318	372	4581	1602	256	37		

程度の一定流量で24時間サンプリングを行い、約1000m³の大気を採取する。

水試料は測定すべき濃度下限値に応じて3~101以上採取する。試料容器はガラスビンを用い、遮光して冷所に保存する。

土壌試料¹¹⁾の場合には、調査目的に応じて試料採取地点を適切に選定し、各採取地点(約10m四方)毎に5地点混合方式で採取する。ダイオキシン類は大气経路で表層部分に多く蓄積されるため、採取深度は地表面から5cmまでの部分とし、農用地など人為的な攪拌を行う土地では地表面から30cmまでとする。

3.2 前処理

採取された各試料は、有機溶媒によるダイオキシン類の抽出、内標準物質の添加、各種カラムクロマトグラフィーによる精製等の処理を行いGC/MSの測定に供する。各種試料からのダイオキシン類の抽出方法を表4に示す。基本的に固形分は酸処理後またはそのままトルエン等でソックスレー抽出し、液体試料はジクロロメタンで液液抽出する。

表4 ダイオキシン類の抽出法

試料	抽出方法	文献
排ガス	ソックスレー抽出/トルエン、活性炭/濃硫酸処理→ソックスレー抽出/トルエン、液相抽出/ジクロロメタン抽出	1, 8)
灰	活性炭処理→ソックスレー抽出/トルエン	1, 2, 10)
水試料	ジクロロメタン抽出(60分)またはソックスレー抽出、液相抽出→SDS抽出/トルエン	1, 12, 10)
環境大気	ソックスレー抽出/アセトン(ポリクレンソフォーム)およびトルエン(ろ紙)	2)
土壌 底質	炭酸→ソックスレー抽出/トルエン、硫酸ナトリウム混合ソックスレー抽出/トルエン、硫酸処理後SDS抽出/トルエン	11, 18, 18)
パルプ	硫酸ナトリウム混合ソックスレー抽出/ジクロロメタン(又はヘキサン/ジクロロメタン1:1)、硫酸処理後SDS抽出/トルエン、赤外線照射/ジクロロメタン	18, 19)
生体組織 魚	硫酸ナトリウム混合ソックスレー抽出/ジクロロメタン/ヘキサン(1:1)、硫酸処理後SDS抽出/トルエン	18, 19, 20)
液 スラッジ(食水)	SDS抽出/トルエン	10)

*Oochiwa, /Dean-Beak(DDO)

表5 内標準物質の一例

¹² C ₁₂ -2,3,7,8-T ₄ CDD	¹³ C ₁₂ -2,3,7,8-T ₄ CDF
³⁷ Cl ₄ -2,3,7,8-T ₄ CDD	
¹² C ₁₂ -1,3,6,8-T ₄ CDD	
¹³ C ₁₂ -1,2,3,4-T ₄ CDD	
¹² C ₁₂ -1,2,3,7,8-P ₂ CDD	¹³ C ₁₂ -1,2,3,7,8-P ₂ CDF
	¹³ C ₁₂ -2,3,4,7,8-P ₂ CDF
¹² C ₁₂ -1,2,3,4,7,8-H ₅ CDD	¹³ C ₁₂ -1,2,3,4,7,8-H ₅ CDF
¹² C ₁₂ -1,2,3,6,7,8-H ₅ CDD	¹³ C ₁₂ -1,2,3,6,7,8-H ₅ CDF
¹² C ₁₂ -1,2,3,7,8,9-H ₅ CDD	¹³ C ₁₂ -1,2,3,7,8,9-H ₅ CDF
	¹² C ₁₂ -2,3,4,6,7,8-H ₅ CDF
¹² C ₁₂ -1,2,3,4,6,7,8-H ₆ CDD	¹² C ₁₂ -1,2,3,4,6,7,8-H ₆ CDF
	¹³ C ₁₂ -1,2,3,4,7,8,9-H ₆ CDF
¹² C ₁₂ -1,2,3,4,6,7,8,9-O ₂ CDD	¹² C ₁₂ -1,2,3,4,6,7,8,9-O ₂ CDF

排ガス試料の前処理フローの一例を図3に示すが、排ガス中ダスト分や灰試料の場合は、粒子内部からのダイオキシン類の抽出効率を向上させる目的で2 mol/l塩酸による酸処理を行い炭酸塩等を分解する。不溶解残さはメタノールでリンス後風乾し、トルエンで16時間以上ソックスレー抽出を行う。この時、試料中に水分が残存すると抽出効率が悪化するため十分に乾燥させておくことが必要である。XAD-2樹脂も同様にトルエンで16時間以上ソックスレー抽出を行う。

各試料から得られた粗抽出液には¹³Cでラベル化された内標準物質 (internal standards) を添加する。これをクリーンアップスパイク (cleanup spike) と呼び、精製操作の妥当性確認と内標準法による定量操作に用いる。一般的に用いられる内標準物質を表5に示す。

クリーンアップスパイク後の粗抽出液はn-ヘキサンに溶媒置換し、濃硫酸を加えて有機物を分解除去した後、シリカゲルカラムクロマトグラフィーで強極性物質や色素成分を吸着分離する。硫酸処理のかわりに水酸化カリウム、硫酸および硝酸銀含浸シリカゲルを重層した多層カラム¹²⁻¹⁴⁾も用いられており、特に硫黄分が多い試料に対しては硝酸銀がその除去に効果的である。硫黄分はGC測定の際カラム液相と相互作用してダイオキシン類の溶出を抑制することがあり¹⁵⁾、硫酸処理の場合はシリカゲルクロマトグラフィーの前に銅チップを入れて硫黄分の除去を行う。水酸化カリウムはフェノール性化合物等の酸性物質や色素類の除去に

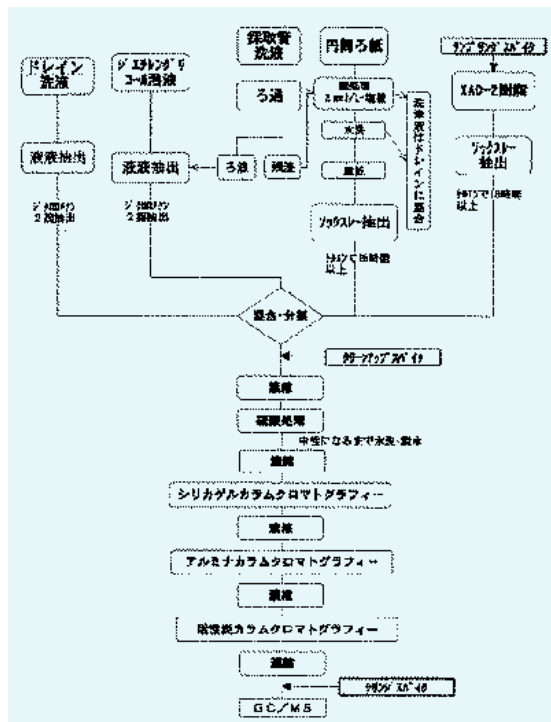


図3 排ガス試料の前処理フロー例

有効である。

次にアルミナカラムクロマトグラフィーで主にPCBを分画除去した後、¹³Cまたは³⁷Clでラベル化された内標準物質 (recovery standards) を添加する。これをシリンジスパイク (syringe spike) と呼び、サンプリングスパイクやクリーンアップスパイク定量時の内標準として用い、GC/MSへの試料注入量や装置の変動を補正する。最後にn-デカンを加えて20~100 μlに濃縮しGC/MS測定用試料とする。

しかし、ここまでのクリーンアップではGC/MS測定での溶出挙動が不安定になったり、質量分析計の変動を引き起こすことも多く、活性炭埋蔵シリカゲルクロマトグラフィーを組み入れた処理が有効である。活性炭はダイオキシン類のように偏平構造の化合物を強く吸着し、親和性の低い塩化ジフェニルエーテル等と分離することができる¹³⁾。また、活性炭カラムを用いたHPLC法も利用されている¹⁶⁾。

これらカラムクロマトグラフィーでは充填剤の保存期間やロットによってダイ

オキシンの溶出挙動が変化するため溶離条件は標準物質等の分画試験を行って決めなければならない。溶出挙動の一例を図4に示すが異性体によって挙動の異なることがわかる。

3.3 同定および定量

ダイオキシン類は、夾雑物との重なりを避け、個々の異性体を正確に、高感度で、精度良く定量することが必要である。このため同定および定量には高分離能のキャピラリーGC(HRGC)と高分解能の二重収束形質量分析計(HRMS)が用いられる。各同族体に特有なイオンを選択イオン

モニタリング(SIM)法で検出し、溶出時間ならびに同位体比を調べてダイオキシン類であることを確認(同定)した後、クロマトグラムのピーク面積から内標準法によって定量する。キャピラリーカラムはシアノプロピル系の強極性カラムがダイオキシン類を最も良く分離するため、4~6塩素化物の定量に使用される。しかし、沸点

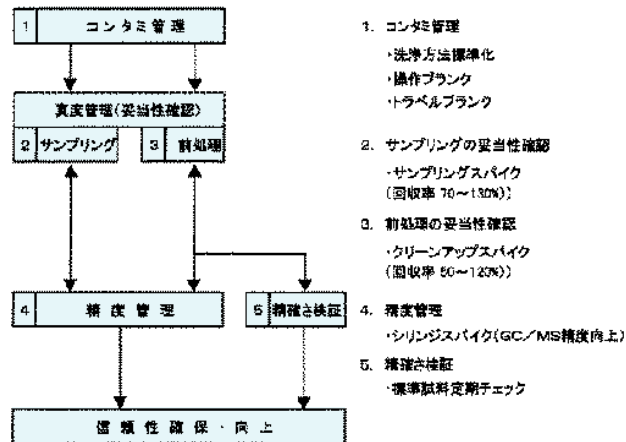


図7 品質管理概念図

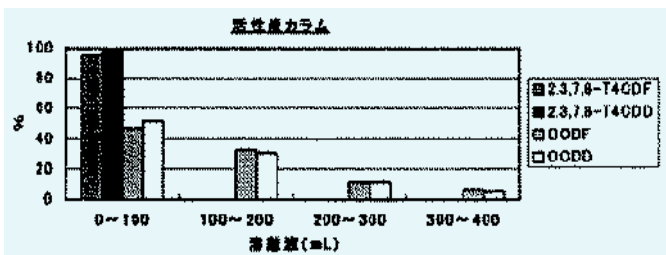


図4 ダイオキシン類の溶出挙動の一例

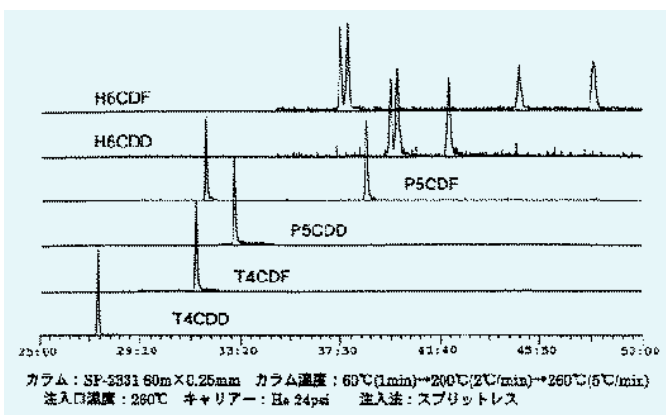


図5 ダイオキシン類標準溶液のSIMクロマトグラム(4~6塩素化物)

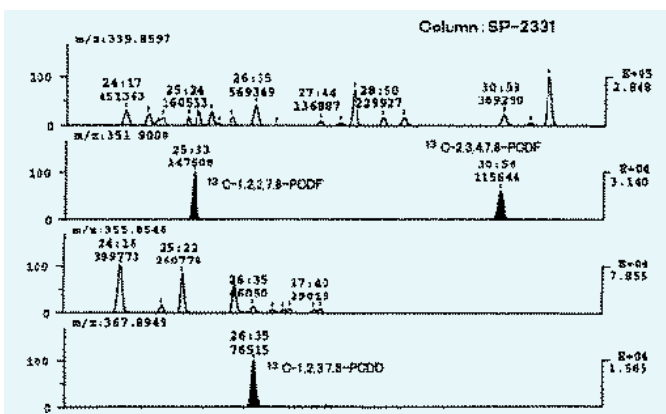


図6 排ガス試料のSIMクロマトグラムの一例(5塩素化物)

が高い7, 8塩素化物は溶出に時間がかかりピークがブロードになって感度が低下することから、高温での使用が可能なフェニルメチルシリコン系の低極性カラムを使用する。Ryanら¹⁷⁾は4~8塩素化物の全異性体を用い、低極性~高極性カラム9種類についてダイオキシン類の溶出挙動を調査しておりピーク判定の参考になる。図5に標準溶液のSIMクロマトグラムを示す。

量ピーク位置の変動を補正するためのロックマス機能, 2,3,7,8- T_4 CDD 0.2pg以下が測定できる定量感度等が要求される。モニターイオンは各同族体ごとに2つ以上とし、 M^+ , $(M+2)^+$ または $(M+4)^+$ を使用する。

ダイオキシン類の同定はモニターイオンのピーク面積比が同位体の天然存在比に対して $\pm 15\%$ 以内であること、またSIMクロマトグラムのピーク保持時間が標準品と同じであることを判断基準にしている。

検量線は $0.5\text{pg}/\mu\text{l} \sim 1\text{ng}/\mu\text{l}$ の範囲で作成し、その時の各標準液について相対感度係数(RRF)を求め、全RRFの変動係数が5%以内に収まるような精度管理が求められている。

実試料のSIMクロマトグラム測定例を図6に、また厚生省マニュアルにおける定量下限を表6に示す。

質量分析計は分解能10,000以上、質

4. 品質管理

ダイオキシン類の測定は極めて高い精

表6 ダイオキシン類各異性体の定量下限値(Limit of Quantification, LOQ)等

単位	ダイオキシン類			参考	
	4~5 塩素化物	6~7 塩素化物	8 塩素化物		
排ガス中濃度	ng/Nm ³	0.008	0.02	0.04	3~10Nm ³
灰中濃度	ng/g	0.0008	0.002	0.004	25~100g
排水中濃度	ng/l	0.004	0.01	0.02	3~10 l
処理水中濃度	ng/l	0.0004	0.001	0.002	10 l以上
最終検体量	50~100 μl (排水、処理水については20 μl)				

(参考)環境大気: 0.03pg-TEQ/m³(H9.10 環境庁有害大気汚染物質測定方法マニュアル, 1.000m³サンプリング)

度および真度が求められる。従って、サンプリング、前処理、同定・定量は、厳密な品質管理の下で行われなければならない。基本的な管理のフローを図7に示す。ダイオキシン類の測定は超微量測定になるため全操作にわたって汚染防止を図ることが前提になる。これは操作ブランクやトラベルブランクで確認、検証する。サンプリングから前処理操作については各段階でスパイクした内標準物質の回収率が妥当性を確認し、GC/MSの定量精度はシリンジスパイクで確保する。さらに、このような精確さの管理が適切に行われていることを検証するため、基準試料による定期チェックが必要であると考えている。

5. おわりに

ダイオキシン類の測定は、煩雑な操作

に加え感度、精度、真度のいずれの面においても難易度の高い測定法であるが、測定値が社会に与える影響は極めて大きなものがあり、今後ともデータの信頼性を維持、向上させて行くことが大切である。

一方で、現行法は測定に長時間を要し、コストがかかる等の問題を抱えており、より迅速で安価な測定法が望まれている。簡易化、迅速化の検討が多くの研究機関で精力的に進められているが、我々も新技術へのアプローチを含めて、これからも社会のニーズに応えていけるよう努力を続けていきたい。

引用文献

- 1) 厚生省生活衛生局水道環境部環境整備課，“廃棄物処理におけるダイオキシン類標準測定分析マニュアル”，(1997)
- 2) 環境庁大気保全局大気規制課，“有害大気汚染物質測定方法マニュアル”，(1997)
- 3) 森田昌敏，“ダイオキシン汚染問題解決への展望”，研修社・工業技術会(1992)

- 4) L. Stieglitz et al., Chemosphere, 18, 1219 (1989)
- 5) 酒井伸一，環境管理，33, 1239 (1997)
- 6) H. Vogt et al., Chemosphere, 15, 1373 (1986)
- 7) L. Stieglitz et al., Chemosphere, 16, 1917 (1987)
- 8) U.S. EPA, Method 23 (1994)
- 9) 腰岡政二，PPM, [5], 53 (1991)
- 10) S. Asada et al., Chemosphere, 16, 1907 (1987)
- 11) 環境庁水質保全局土壌農業課：“ダイオキシン類に係る土壌調査暫定マニュアル”，(1998)
- 12) L.L. Lamparski et al., Anal. Chem., 52, 2045 (1980)
- 13) L.M. Smith et al., Anal. Chem., 56, 1830 (1984)
- 14) L.K. Tan et al., Anal. Chem., 76, 191 (1998)
- 15) 高菅卓三他，PPM, [6], 16 (1991)
- 16) C.S. Creaser et al., Anal. Chem., 61, 1300 (1989)
- 17) J.J. Ryan et al., J. Chromatogr., 541, 131 (1991)
- 18) U.S. EPA, Method 1613 (1994)
- 19) U.S. EPA, Method 8290 (1994)
- 20) ダイオキシンリスク評価検討会，“ダイオキシンリスク評価検討会報告書”，(1997)

KEY WORD

最新分析用語解説

毒性等価係数と毒性等量

毒性等価係数 (Toxicity Equivalency Factor, TEF) とは、ダイオキシン類の中で最も毒性が強い 2,3,7,8- T_4 CDD の毒性を 1 とした時の各異性体の相対的な毒性の強さを表した値です。現在は表 1 の International-TEF (WHO/ICPS, 1988) が用いられています。2,3,7,8-位塩素置換体以外の異性体 (4~8 塩素化物で 119 種類存在) は、全て TEF=0 とされています。

ダイオキシン類と同様に、平板状 (Planar) の構造を持つコプラナー PCB (coplanar PCB,

Co-PCB) は、ダイオキシン類に近い毒性を示し、表 2 の TEF が与えられています。

毒性等量 (Toxic Equivalents, TEQ) は、各異性体の実測濃度に TEF を乗じた 2,3,7,8- T_4 CDD 換算値で、毒性が異なる異性体混合物の毒性濃度をわかり易く表現したものです。たとえば、TEF 0.1 の H_6 CDD が 10 ng/m³

存在していた時の毒性等量濃度は、1 ng/m³ となります。

現在、廃棄物焼却施設のダイオキシン類排出抑制基準は、新設炉で 0.1~5 ng-TEQ/Nm³ 以下、2002 年までに既設炉 1~10 ng-TEQ/Nm³ 以下、また、大気環境濃度の指針は 0.8 pg-TEQ/m³ 以下となっており毒性等量濃度で示されています。

表 1 国際毒性等価係数 (I-TEF)

PCDD異性体		PCDF異性体	
2, 3, 7, 8- T_4 CDD	1	2, 3, 7, 8- T_4 CDF	0.1
1, 2, 3, 7, 8- P_2 CDD	0.5	1, 2, 3, 7, 8- P_2 CDF	0.05
1, 2, 3, 4, 7, 8- H_6 CDD	0.1	2, 3, 4, 7, 8- P_2 CDF	0.5
1, 2, 3, 6, 7, 8- H_6 CDD	0.1	1, 2, 3, 4, 7, 8- H_6 CDF	0.1
1, 2, 3, 7, 8, 9- H_6 CDD	0.1	1, 2, 3, 6, 7, 8- H_6 CDF	0.1
1, 2, 3, 4, 6, 7, 8- H_7 CDD	0.01	1, 2, 3, 7, 8, 9- H_6 CDF	0.1
O_2 CDD	0.001	2, 3, 4, 6, 7, 8- H_6 CDF	0.1
		1, 2, 3, 4, 7, 8, 9- H_7 CDF	0.01
		O_2 CDF	0.001

表 2 毒性等価係数 (WHO-1997) Co-PCB

3, 4, 4', 5'- T_4 CB	0.0001
3, 3', 4, 4'- T_2 CB	0.0001
3, 3', 4, 4', 5'- P_2 CB	0.1
3, 3', 4, 4', 5, 5'- H_6 CB	0.01
2, 3, 4, 4', 5'- P_2 CB	0.0005
2, 3, 3', 4, 4'- P_2 CB	0.0001
2, 3', 4, 4', 5'- P_2 CB	0.0001
2', 3, 4, 4', 5'- P_2 CB	0.0001
2, 3, 3', 4, 4', 5'- H_6 CB	0.0005
2, 3, 3', 4, 4', 5'- H_6 CB	0.0005
2, 3', 4, 4', 5, 5'- H_6 CB	0.0001
2, 3, 3', 4, 4', 5, 5'- H_6 CB	0.0005

チトクロムP450を用いた代謝試験

大阪事業所 村上 真由美

[はじめに]

チトクロムP450(以下P450)は、生体内で多くの薬物の酸素添加反応に関わる酵素で、薬物の解毒・活性化に主要な役割を果たしています。このP450には多くの分子種が存在し、薬物はそれぞれ特定の分子種によって代謝されます。このことにより、臨床の場において下記のような問題が生じます。

遺伝的欠損

日本人の20~25%が、CYP2C19という分子種を遺伝的に欠いていると言われています。欠損者にCYP2C19で代謝される薬物を投与した場合、その薬物は代謝されず血中濃度が異常に高くなり、副作用が発現することがあります。

薬物間相互作用

複数の薬物(A,B)を同時に投与した場合、薬物Aを代謝するP450分子種が併用薬Bによって阻害されると、薬物Aの代謝が抑制されて血中濃度が上昇し、副作用が現れることとなります。

従って、医薬品がどの分子種によって代謝されるか、およびどの分子種を阻害するかを知ること、また、複数の薬物が併用されたときの相互作用の程度を知ることが、医薬品の安全性を確保する上で重要です。医薬品の開発段階、また、上市後においても必要な情報です。

最近では、遺伝子工学によって異種細胞(例えば酵母)に発現させたヒトP450の分子種(合計11分子種)、およびヒト肝から得たP450を用いることにより、上記の安全性について予測することが可能になりました。以下に私たちが提供しているサービスを紹介します。

[販売・受託試験]

酵母ミクロソームに発現させたヒトP450の販売
CYP1A1, CYP1A2, CYP2A6, CYP2B6,
CYP2C8, CYP2C9, CYP2C18, CYP2C19,
CYP2E1およびCYP3A4の11分子種。

また、典型基質とその代謝物標品の販売も行っています。

代謝に関与するヒトP450分子種の同定

被験薬物とヒトP450の1分子種を試験管内で反応させ、



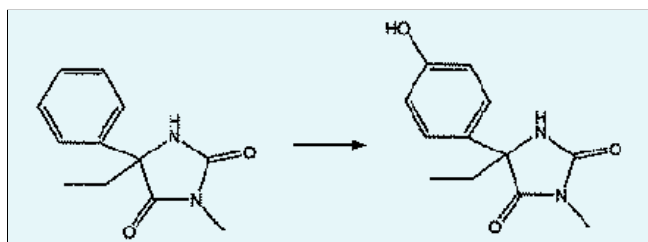
生成する代謝物を定量して、その分子種の関与の有無を知ることができます。P450の酵素活性は微弱で、代謝物の生成は微量ですので、通常は ^{14}C や ^3H で標識した比活性の高い薬物を用います。また、当社では高速液体クロマトグラフと直結した質量分析計(LC/MS)を用いた微量薬物定量法により非標識薬物での分子種の同定も行っています(下記「測定例」参照)。この方法では高額な費用と長期間を要する放射性標識化合物の合成が不要となります。

薬物間相互作用試験

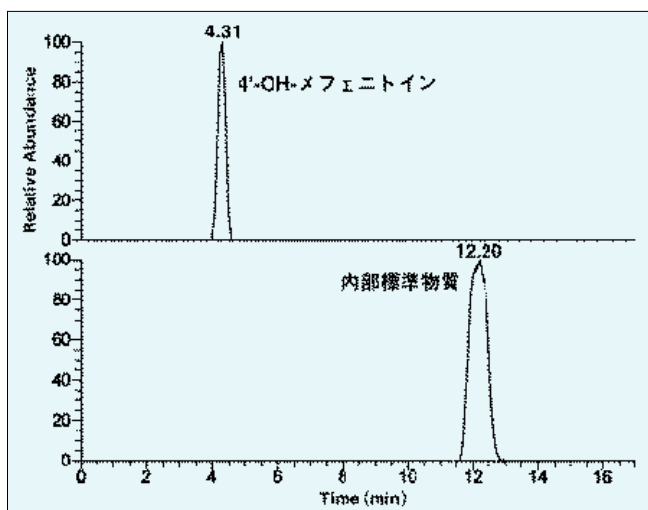
ヒト肝ミクロソームを用い、薬物Aの代謝を薬物Bの共存下で調べます。実験により K_m , K_i 等の反応定数を求め、お客さまから御提供頂く薬物AとBの臨床血中濃度値を用いて相互作用の程度を評価します。

[測定例]

CYP2C19によるS-メフェニトインから4'-OH-メフェニトインの生成



測定法: LC/MS/MS, 測定結果: 図参照



各種溶液精密自動調液装置 AUTOLER(オートラー)のご紹介

カラーシステム事業部 原田 弘治

[はじめに]

弊社カラーシステム事業部は、色彩関連全般のお客様にLA・FA化の一助となりますシステム販売を行っています。

近年、色彩につきましては以前にもまして品質管理が重要視されており、着色関連業界の色合わせを主業務とされておられます方々は、短納期・小ロット・多品種の対応に加えて色合わせの精度向上にたいへんご苦労されているとお聞きいたします。

目的の色に対して、忠実な色再現をするための色合わせ作業において、特に微量の調合を必要とする極淡色などの調合作業は、時間と労力を費やされています。

このような作業環境を改善し、色合わせ精度の向上と作業の軽減を目的とし開発いたしました精密自動調液装置「AUTOLER」につきましてご紹介させていただきます。

[概要]

本装置は、従来の人手に頼った調合作業を、誰でも簡単に操作が行え、調合精度を向上させ、調合作業の効率化を目指した装置です。

一般的には溶液を調合する場合、各溶液にそれぞれチューブが挿入され電磁弁の開閉により溶液が吐出する機構です。

AUTOLERは人手によるピペット調合作業をそのまま口ポット化された装置であり、ピペットの代わりに高精度なシリンジポンプを搭載しています。このシリンジポンプが数色の溶液の必要量を正確に吐出し調合いたします。

色材を秤量溶解しコンピュータが指定したテーブルにセットし、調合レシピをコンピュータに入力すれば、後はAUTOLERが指定された容器の溶液を受器に調合します。

従来調合作業中はピペット操作に神経を集中し、電話などの呼び出しがあれば中断し、再度操作しようとした場合どこまで入れたのか分からなくなり、もう一度操作の繰り返しを行うなどのご経験をお持ちの方もおられますかと思えます。

このような繰り返し作業は時間もかかり、また無駄な排液を増やし環境的にも決してよいものではありません。



[特長]

高精度調合が行えます。

操作が簡単に行えます。

チューブがありませんから、色材が詰まったり、エアーを吸うなどの心配が不要です。

機構が簡単でありメンテナンスが容易に行えます。

色材溶液の他に5種類の添加剤が調合可能です。

秤量溶解用の容器サイズがご自由に変更できます。

[用途]

繊維業界・食品業界・レンズ業界などの溶液調合業務を行っておられる各種業界にご使用いただいています。

[おわりに]

弊社は染色加工業界、アパレル業界、塗料、プラスチック、印刷、化粧品、食品、皮革、着色関連業界の業務の近代化、LA・FA化のご要望にお応えするために、今回ご紹介致しましたAUTOLERをはじめ、色を定量的に把握し表示、評価するSICOMUCシステムを開発しており、ISO9000シリーズの取得や品質管理、技術力の向上に、お役立ていただけます。

今後とも、お客様のニーズの発掘に努め、問題解決のお手伝いと、これらの関連システムの開発を通じて業界の発展に少しでも寄与したいと考えています。





私たちの千葉事業所・生産技術グループは、日本最大の工業地帯である千葉県京葉臨海工業地帯の中心である市原市にあります。市原市は、JリーグのJEF市原の本拠地でもあります。生産技術グループは、20才代を主体とした総勢30名のフレッシュなメンバーで構成されています。

当グループは、最大顧客である住友化学工業（株）千葉工場で生産されている多種多様な製品等の検査・試験を主に行っています。千葉工場は石油化学の工場ですので、エチレンセンターを中心とした各プラントで生産される各種モノマー、誘導品及び各種のポリマーが製品になっています。これらの製品等が顧客支給品としての分析用試料になります。また、これらに関連した分析については、住友化学以外からのご依頼にも対応しています。

[業務内容]

1. 工業分析

主にクロマトグラフ分析法と化学分析法を用いて、オレフィン類及び芳香族系製品等の分析を担当しています。主な装備としては、ガスクロマトグラフ（50台）、データ処理システム、自動滴定装置、各種元素分析装置、各

種前処理装置等の汎用機器を駆使して効率の良い分析を行っています。

2. 樹脂分析

主にクロマトグラフ分析法、熱分析法、X線分析法、赤外分析法等を用いて、ポリエチレン、ポリプロピレン等の製品分析及び工程分析を担当しています。主な装備としては、ガスクロマトグラフ、ガスクロマトグラフ質量分析計、液体クロマトグラフ、DSC、蛍光X線分析計等を使用しています。

[品質管理の充実]

千葉事業所は、平成7年12月にISO 9001の認証を、分析サービス業界では日本で最初に取得しました。品質方針として「お客さまの信頼と満足を得る品質を提供する」を掲げ、分析受注から報告までの業務全般に渡りきめ細かい品質管理を徹底しています。当グループにおいても、文書・記録類の管理、分析機器の管理等を日々実施し、品質レベルの高いデータを顧客に

提供できるように努力しています。

[分析業務の低コスト化]

分析業務の省力化を推進するためにコストハーフを合い言葉にして、各種業務の改革を進めています。業務全般についてゼロからの見直しを行い、従来のやりかたに拘らず、徹底した省力化を検討し実施しています。業務の再編成、分析の自動化、システム化等を主体に、時間解析を行いながらコスト削減を行い、顧客に安く、早く、正確な分析サービスを提供できるように努力しています。

当社の経営理念である「すべては分析に始まる。輝かしい未来の設計のために、最高の分析技術を通じて、人類と社会に貢献する」を全員のモットーにしています。更に品質レベルを向上させ、分析技術のレベルアップをはかるため、ガイド25の取得を目指して



後列左から佐藤（久）、田原、石川
前列左から三宅、高畑、原田、矢野



後列左から菅野、佐田、本川、猪瀬、高橋（篤）、高橋（聖）、斉藤、三枝、倉富、河内
中列左から桐谷、小山、平栗、高口、吉崎、堤、吉田（綾）
前列左から細川、真子、高橋（稔）、吉田（詠）、林、佐藤（愛）

います。その結果、お客さまに安心して頂けるデータ・情報をお届けできると考えています。

SCAS

施設

技術

主な投稿論文・口頭発表等

1998.3

投稿論文

ケミカルフィルタの性能評価 - ケミカル汚染物質の評価方法 -

竹田菊男, 飯川玲子, 藤本武利* (千葉事業所, *エグゼクティブコンサルタント)

クリーンテクノロジー, 7(12) 51-54 (1997)
最近, 電子産業用クリーンルームで空気中のケミカル汚染物質による製造工程や製品品質への影響が重大な問題となっている。ケミカル汚染に対する有力な対策方法としてケミカルフィルタによる除去が注目されている。そこで, ケミカル汚染物質の管理要求レベル, フィルタ評価方法, クリーンルームを使用した対策実施例などを紹介・解説した。

クリーンルーム環境問題 - シロキサン化合物 -

竹田菊男, 野中辰夫, 藤本武利* (千葉事業所, *エグゼクティブコンサルタント)

クリーンテクノロジー, 8(4) 34-39 (1998)
近年, 特に注目されてきているクリーンルーム環境の分子状汚染物質の1つ, シロキサン化合物について, その測定評価方法, 発生源の特定, クリーンルーム空気中の汚染レベルと挙動, シロコンウエー八表面への付着挙動, ケミカルフィルタを用いた除去方法例などについて解説した。

黒染色ポリエステル織物のスパッタエッチングによる濃色化

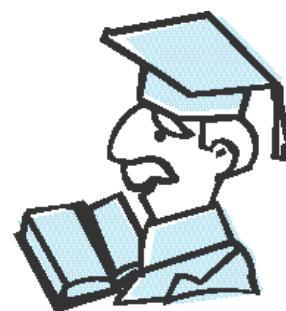
鈴鹿正和, 解野誠司*1, 小林重信*2, 陳美蘭*3, 脇田登美司*4 (カラーシステム事業部, *1 京都工芸繊維大学, *2 帝人(株), *3 台湾台北科学技術大学, *4 岐阜女子大学)
繊維学会誌, 54(4) 235-238 (1998)
ポリエステル織物を黒色に染色した後, スパッタエッチング処理する事により多くのマイクロクレータが繊維表面に形成され, これが表面反射光を抑える重要な役割をなし, 濃色効果が認められた。

乾熱, 過熱蒸気, 高圧蒸気処理した羊毛の染色性

鈴鹿正和, 李文雄*1, 脇田登美司, 森俊夫*2, 小笠原真次*3 (カラーシステム事業部, *1 韓国釜山大学, *2 岐阜女子大学, *3 信州大学)
繊維学会誌, 54(4) 198-203 (1998)
羊毛織物を乾熱, 過熱蒸気, 高圧蒸気処理した。これにより, 繊維表面の負電位が大きくなるにもかかわらず, これを酸性染料で染色すると, 染色速度や飽和染色量は増加し, K/S値(色濃度)も増加した。

クリーンルーム空気におけるガス状汚染物質の品質管理

藤本武利 (エグゼクティブコンサルタント)
日本機械工業連合会・日本産業機械工業会, 平成9年度クリーンルームの高性能を維持するための品質管理に関する調査研究報告書, 45-70
クリーンルーム空気中のガス状汚染物質 (Airborne Molecular Contaminants: AMC's) について, 空気中, その上流の発生源, 下流のサブストレート表面などの分析方法を開発し, 発生, 挙動トラブルの機構, 防止方法について考察した。



口頭発表等

TOF-SIMSを用いた加工段階における粒子崩壊および安定剤分散過程の観察

大和多実男, 青木修一, 佐渡学* (新第一塩ビ(株), *筑波事業所)
第46回高分子討論会 (名古屋工業大学)
1997年10月3日

超純水中の超微量金属成分のICP-MS定量

竹田菊男, 渡邊悟, 佐々木茂* (千葉事業所, *愛媛事業所)
日本分析化学会第46年会 (東京大学)
1997年10月8日

クリーンルームにおける分子状汚染物質の分析と評価

竹田菊男 (千葉事業所)
技術情報協会セミナー (ゆうぼうと 東京)
1997年10月22日

EPMAによる微小領域の構造および欠陥解析

末広省吾, 吉田晶子 (大阪事業所)
第16回電子線マイクロアナリシス研究懇談会 (島津製作所研修センター)
1997年10月23日

The Determination of Glyoxal and Methylglyoxal in Water Study of Reaction between Glyoxal/Methylglyoxal and O-(2,3,4,5,6-pentafluorobenzyl) hydroxylamine

播本孝史, 新堂幸子, 山田春美* (大阪事業所, *京都大学)
第13回国際オゾン会議 (京都国際協議会場)
1997年10月29日

Material and Process Related Analysis for Contamination-Free Manufacturing of High-Technology Products

青柳正也, 竹田菊男* (海外業務推進室, *千葉事業所)
第18回中日工程技术研究会 (台湾 新竹市)
1997年11月5日

イオンクロマトグラフィーによるシリコンウエー八表面付着成分の極微量定量

飯川玲子 (千葉事業所)
第14回イオンクロマトグラフィー討論会 (島津製作所 東京)
1997年11月6日

Evaluation of Outgas From Cleanroom Materials and polymers

野中辰夫, 竹田菊男, 藤本武利* (千葉事業所, *エグゼクティブコンサルタント)
PITTCON '98 (米国, ニューオーリンズ)
1998年3月4日

Evaluation of Contaminants in Cleanroom Atmosphere and on Si Wafer Surface () - Four Organic Contaminants to Induce Serious Troubles in Device Manufacturing Process

藤本武利, 竹田菊男*, 平敏和*, 野中辰夫* (エグゼクティブコンサルタント, *千葉事業所)
SPWCC '98 (米国, サンタクララ)
1998年3月4日

Determination of Ultra-Trace Impurities in Electronic-Grade Chemicals by Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry

竹田菊男, 渡邊悟, 藤本武利* (千葉事業所, *エグゼクティブコンサルタント)
SPWCC '98 (米国, サンタクララ)
1998年3月4日

ダイオキシン類測定法

今井真 (愛媛事業所)
硫酸協会第37回分析分科会 (大阪科学技術センター)
1998年3月12日

フッ素樹脂の薬液への微量溶解性の評価方法

藤本武利 (エグゼクティブコンサルタント)
リアライズ社半導体プロセスセミナー (化学会館 東京)
1998年3月19日

ISO9000取得に係わる諸問題

平野安之 (大阪事業所)
(財) 広島県環境保健協会による研究発表会・講演会 (広島弥生会館)
1998年3月27日

LC/APCI MS/MSによるカリウムチャンネル開口薬KRN4884およびその活性代謝物の高感度血漿中濃度測定法の開発

中島大輔, 小林勉, 中村真純, 新開寛, 松崎和恵*1, 濱松一美*1, 澤歌二*1, 土井侃*1, 鈴木隆*2 (キリンビール医薬開発研究所, *1 ファーマ事業部, *2 技術本部)
日本薬学会第118年会分析化学部会 (国立京都国際会館)
1998年4月2日

T O P I C S

「所さんの目ガテン」で真珠の色と光沢の秘密に迫る

3月1日日本テレビ系で放映された「所さんの目ガテン / 真珠特集」において、真珠の色と光沢のメカニズム検証に当社技術が活躍しました。

人類が最初に出会った宝石、それは真珠であったろうといわれています。太古の時代から、人類にとって貝は重要な食料でした。貝から真珠が見つかることは極めてまれなことですが、それでも身近な存在であったであろうと考えられています。

天然真珠は、通常アコヤ貝のような二枚貝の中に侵入した異物が、貝の分泌する貝殻形成光沢物によって包みこまれ、やがてピンク、ホワイト、ブルー、ブラックなどの宝石に成長したものです。その神秘的な色・光沢は、真珠層のミクロ構造（れんが構造と呼ばれています）に基づくもので、光の干渉作用の結果であることが分かっています。

番組で呈色メカニズムを検証するにあたり、当社筑波事業所では、真珠の断面を切り出し、断面の組成分析を行うとともに、形態観察を行いました。その結果、色

の異なった真珠間では、化学組成は主として炭酸カルシウムで差はないのですが、結晶層の厚さおよび均一さに明らかな違いがあることを示すことができました。



ピンク真珠

ホワイト真珠

青黄に学位授与

青黄史子（科学機器事業部）に、京都大学から薬学博士の学位が授与されました（5月25日）。学位論文は「低分子系キラル固定相を用いるHPLCによる光学分割に関する研究」です。

尿素誘導体型および配位子交換型の新しい光学活性固定相の開発を中心に研究を進めてきました。SUMICHIRAL OA-5000シリーズ、6000シリーズとして

商品化されています。なお、1995年度クロマトグラフィー学会奨励賞を受賞しています。

お知らせ 本社事務所が移転しました

このたび業務の一層の充実をはかるため、本社事務所が5月6日に、大阪市此花区から大阪市中央区へ移転しました。今後とも一層のご愛顧をお願い申し上げます。

[新住所]

〒541-0043

大阪市中央区高麗橋4丁目6番17号

（住化不動産横堀ビル）

[電話番号、FAX番号]

総務部・経理部

TEL 06-202-1810

FAX 06-202-0115

技術本部

TEL 06-202-1807

FAX 06-202-0116

情報企画開発部

TEL 06-202-1808

FAX 06-202-0116

人紹介

"your satellite laboratory"を目指して

大分事業所 川元 しのぶ



平成5年に入社後、医薬品安定性試験業務を経て、現在ガスクロマトグラフ質量分析計（以下GC/MSと略します）業務の全般を担当しています。平成5年の秋に私たちの事業所に初めてGC/MSが導入され、新水質基準に関係してヘッドスペース-GC/MSの検討が始まりました。今では農薬やクリーンルームエア、有害大気汚染物質等の分析をするために4台所有するまでになりました。また、私の他に3名の仲間も増え、お互いに切磋琢磨しながら日常業務に励んでおります。

入社した当時、世間では環境への関心が

高まっていました。水質関係の法律改正に伴い必要になった新水質基準物質の測定（VOC、農薬）を皮切りに、土壌、産業廃棄物、現在では有害大気汚染物質の測定と当事業所ならではの「新環境」分野の業務に携わって参りました。様々な新規分析法の確立を行って参りましたが、一番苦労した点は、ブランクへの対策です。超微量分析においては、必ずといってよほどブランクに悩まされます。室内や大気環境からの汚染や、容器や測定装置等からの汚染を、いかに少なくしていくかということに神経を使っていかなければなりません。しかし、このような苦労を一つ一つ積み重ねてやっと新しい分析方法を確立出来た時の喜びはひとしおです。

もちろん、GC/MSに関連した業務は環境だけではなく、クリーンルームエア中

の有機成分の測定や臭気成分の解明など様々です。私の所属している技術・検討グループでは、有機、無機全般のルーチ的な分析や問題解決型の分析を主たる業務としています。お客様の依頼がどのようなことを意味しているのか、お客様が何を求めているのかということをも十分把握した上で分析設計を行い、測定していくことに心がけています。最近はお客様と接する機会も多く、改めてお客様の求めていることを認識させられる毎日です。また、お客様に満足と信頼をしていただけるよう大分事業所ではSO9001認証取得も目指しています。

今後も“your satellite laboratory”としてお客様の期待に応えられる身近なラボの一員となるように、これからも頑張っていこうと思っています。

試験所認定制度

筑波事業所 福井 芳治

1. はじめに

私たちは国際ルールにしたがって企業活動することが求められています。いまや規格を制するものが世界を制すると言っても過言ではない時代になってきました。

WTO（世界貿易機構）におけるTBT協定（貿易の技術障害に関する協定）が国会の批准を経て1995年1月に発効しました。その骨子は次のとおりです。

(1) 国際規格の尊重義務

(2) 国際適合性評価制度の尊重義務

ここでは、適合性評価制度の一つである試験所認定制度の現状についてまとめてみました。試験所認定制度に関する国際的指針として、次のようなものがあります。

(1) ISO/IECガイド25 校正機関及び試験所に対する一般要求事項

(2) ISO/IECガイド58 校正機関及び試験所の認定制度・運営及び承認に関する一般要求事項

2. 試験所認定制度

試験所認定制度とは、ISO/IECガイド58（JISZ9358）に適合した権威ある認定機関がISO/IECガイド25（JISZ9325）の基準に基づき試験機関について審査を行い、特定の試験を行う能力を有していることを認定する制度です。

試験所認定制度の確立および各国の意見・情報交換などを目的としてILAC（国際試験所認定会議）が活動しており、APEC（アジア太平洋経済協力会議）においても、APLAC（アジア太平洋試験所認定協力）の活動をとおして相互承認の推進がはかられています。

3. ISO/IECガイド25の内容

この規格は、校正機関・試験所が特定の校正・試験を実施する能力があるものとして承認を得ようとする場合の一般要求事項を規定したものです。信頼性のあるデータを提供するために、必要な要素がもりこまれています。そ

の概要（1990年版）は次のとおりです。

(1) 組織及び経営：試験所の独立性と信頼性の維持，責任・権限の明確化，技術管理者の任命，品質管理責任者の任命，技能試験に参加すること。

(2) 品質システム：少なくともISO9002に基づく品質システムの確立及び文書化，品質マニュアルの作成・維持・徹底，内部監査の実施，是正処置及び見直し。

(3) 職員：試験の実施に必要な技能的知識及び経験をもつ十分な数の職員の確保，教育・訓練の実施。

(4) 試験の実施に適切な施設及び環境の確保

(5) 適正な試験の実施に必要な設備・標準物質を保有すること

(6) 測定の特長及びトレーサビリティの確保と校正の実施

(7) 試験方法の文書化と徹底

(8) 記録システムの維持，記録等の保管

(9) 証明書及び報告書に記載する内容

(10) 試験結果に関する苦情への対応処置

技能試験とトレーサビリティに特徴があります。技能試験とは試験所間の比較による，校正機関・試験所の校正能力または試験能力の決定と定義されており，技能試験に参加することが求められています。

品質システムに関する審査と，特定の試験分野の技術的事項に関する審査が実施され，個々の試験方法について認定されます。

また，この規格は近々ISO17025として改定されるはこびになっています。

4. 国内の状況

4.1 工業標準化法に基づく分野

1997年3月26日に工業標準化法が改正され，9月26日に施行されました。今回の改正の大きな点は以下の三点です。

(1) 民間提案によるJIS規格の制定を促進するため，規格制定手続きを簡素化する。

(2) 現在，専ら国により行われているJISマーク表示のための認定業務を国際ルールに適合した内外の民間企業に開放する。

(3) JISマーク対象品以外の品目については，JIS規格への適合に関する自己宣言の表示を円滑に導入するため，諸外国と同様に国際ルールに基づいた試験所認定制度を創設する。

JISマークの対象となっている製品については，上記(2)により指定認定機関および認定試験事業者が民間企業に開放されました。

上記(3)により，国際基準に基づく試験所認定制度が創設されました。本制度の認定機関は通産大臣があたり，5認定分野に限り認定業務が開始されています。しかし，JIS規格が無い試験方法には適用されません。

4.2 強制法規以外の任意分野の動向
強制法規以外の任意分野におきましては分野ごとに認定機関が存在することになりました。

(1) 米国のファスナー品質法が1998年5月から施行されましたが，それに関する試験分野の認定業務が1997年後半に(財)日本適合性認定協会(JAB)で開始されました。

(2) 情報技術装置のEMC電気分野につきましてはVCCI(情報処理装置等電波障害自主規制協議会)試験所認定センターで1998年4月から認定業務が開始されました。

(3) いわゆる化学分野の試験所認定につきましては，1998年10月ごろ認定業務の開始を目標に，(社)日本化学工業協会化学標準化センターで認定機関の設立準備が進められています。

まだ，認定分野の試験方法の数は少ないですが，国際ルールに則った試験所認定制度が着実に動きだしています。



真珠・蝶・シンガポール

取締役・海外業務推進室長 青柳 正也

< 真珠 >

連日30を超える常夏の国シンガポールへの出張から帰国した今年3月の最初の日曜日、江戸川から流れてくる朝の冷氣



を深呼吸して、テレビのスイッチを入れました。営業のTさんからEメールで当社の技術陣が協力した特集番組がその朝放映されることを知らされていました。

この特集番組のテーマは“真珠”。世界中の女性を魅了させて止まないあの神秘的な光沢と色調（番組ではホワイト、ピンク、グリーン系）が生まれる原因を解明するために、当社の筑波・技術陣が分析技術で、協力していたのです。

真珠表面に形成された炭酸カルシウムの層構造が最新技術で見事に可視化され、化学的には全く同じ組成の層の厚み（0.35～0.40ミクロン）のわずかな違い（1/100ミクロン程度の差）がグリーンとピンクの違いの原因であることを映像で示していて、ポピュラーサイエンスとして十分に楽しめる番組になっていました。

< 蝶 >

昆虫の美しい羽根の色は古代から人を惹きつけて止まなかったことは法隆寺の“玉虫の厨子”をみても分ります。

昆虫の色は、色素（Pigment colors）と体組織からくる構造色（Structural colors）の二つのタイプに分けられることはかなり以前から知られていたようです。1923年頃、C.W. Masonという人がこの構造色の原因となる昆虫の微細組織を調べようとしたのですが、光学顕微鏡

では“お手上げ”でした。

1942年T.F.Anderson等は当時ウィルスの研究で一躍注目されるようになった電子顕微鏡を用いて、世界で最も美しい（七色の輝き）といわれるモルフォ蝶の羽根を観察しました。そして羽根の色の分光学的測定結果も加えて研究し、米国の光学専門誌に“An Electron Microscope Study of Some Structural Colors of Insects”と題する論文を発表しています。

物理の授業で、白色光（無数の単色光の集まり）がその波長（無数の波長がある）よりも小さい径の粒子に当たって起こる弾性散乱は、レイリー散乱（Rayleigh, 1914年）であると習ったことを覚えているでしょうか。

真珠やモルフォ蝶のこのようなstructural color（構造色）は、白色光がサブミクロンの構造（粒子、または層構造）によって起こるレイリー散乱が原因で色付きの光に分かれる現象でした。

ところで、先のAndersonの論文は、23年前に仕事上の必要からU君と一緒に読んだものですが、レイリー散乱を引き起こすモルフォ蝶の羽根の構造の電顕観察の結果が精妙なスケッチにまとめて描かれていて、vane（屋根の上にある風見）やmullion（窓の縦仕切り）というような建築用語を用いて説明されていたことを覚えています。自然界の造形の妙は、私達科学・技術にかかわる者に常に新鮮な感動を与えてくれるような気がします。

< シンガポール >

シンガポール共和国の国づくりの見事さは1992年に「国連住環境賞」を先進国

部門で受賞したことを持ち出さなくても“人工的造形の妙”の集大成された同時代の文化的財産と言えるでしょう。学校、空港や港湾施設に象徴的にみられるように基本設計思想が“中枢あるいは拠点（hub）”です。

道路、鉄道、バス等のアクセスネットワークの整備や集合住宅と広場のバランス、建物のデザイン、間取りの多様性、生活関連施設の充実と美観への配慮など“お見事！”と叫んでしまいます。特にビジネス地区に林立する高層ビルのデザインは一つとして同じ物が無く、ビルの個性美を競っているように感じます。同じ建築物をつくることは法律で禁止されていると聞きました。

住友化学グループ企業のオフィスのあるビルから眺望するビル群の中には、あのAndersonのモルフォ蝶のスケッチを連想させるビル（写真）もあります。



国作りの基本に“hub”と“多様性”をしっかりと織り込んだ都市国家シンガポール。この地で、アジア経済危機を乗り切らんと頑張る現地の製造業と、同じくこの地に第一歩を踏み出したSCAS Singaporeの前途に七色の輝きあれと願っています。

編

SCAS NEWS1998-をお届けいたします。環境を中心に企画いたしました。地球環境分野でご活躍中の静岡大学教授鈴木先生に提言を賜り、ダイオキシンや環境ホルモンなど幅広くご活躍中の国立環境研究所統括研究官森田先生にお話を伺うことができました。誠にありがと

集

うございました。私たちを取り巻く物理的環境は、温暖化や化学物質の影響等種々の問題がクローズアップされ、またソフトな環境は、金融機関への信頼性の崩壊に代表される社会システムの問題等、21世紀に向かって不安感が増えています。これら

後

の不安感を一掃することが私たちの次世代に負っている役割ではないでしょうか。環境問題において分析の重要性を改めて認識いたしました。私たちは、信頼性の高い結果をご報告することが一層重要であると信じております。（SY）

記