

### CONTENTS

特集 / 環境・安全性レポート ————— P1

#### フタル酸エステルの安全性確保に 向けた取り組みの最新情報

可塑剤工業会通信① ————— P4

#### 日米欧の可塑剤業界による3極会議を 5月2～4日、スペイン・マドリッドで開催

ロングインタビュー / 環境・安全性研究最前線 ——— P5

東京大学生産技術研究所教授 工学博士

安井 至氏

#### 21世紀の環境問題と 化学物質管理、情報伝達手法

可塑剤工業会通信② ————— P10

#### 発行物のご紹介

可塑剤用途の現場から⑨ ————— P11

#### フィルムの現場

アキレス株式会社

丸山 明男氏

(フィルム工場 技術グループ生産技術一課 課長)

金居徳太郎氏

(プラスチック研究開発部 主任研究員)

可塑剤工業会通信③ 【DATA BOX】 ————— P14

#### 平成12年の可塑剤データ

# フタル酸エステルの安全性確保に向けた取り組みの最新状況

霊長類(マーモセット)を用いた詳細かつ総合的なDEHP(フタル酸ジ-2-エチルヘキシル)の長期(65週間)投与試験など、積極的に安全性の確認に努めています。

フタル酸エステルは主に塩ビの可塑剤として、およそ半世紀にわたって世界中で利用されてきました。ビニール電線、壁紙から医療機器まで、社会の中で極めて幅広く利用されており、安全性については、多角的なチェックが繰り返し行われてきました。そうした安全性研究の現状と、可塑剤工業会による安全性確保の最新の取り組み状況を紹介します。

## ▶ 様々な角度からの試験で、DEHPの安全性を確認しています。

フタル酸エステルの安全性に関する研究の歴史は古く、特に代表的なDEHPに関しては膨大な量の安全性データが蓄積されています。あらゆる可能性までを想定した多角的な試験を行い、DEHPの安全性を確認しているのです。

また、フタル酸エステルは、たとえ環境中に放出されても微生物によって容易に分解を受け<sup>1)</sup>、生体内でも速やかに代謝、排出されるため<sup>2)</sup>、蓄積、残留して環境に影響を与えるリスクは極めて低い物質といえます。

実際、可塑剤工業会が1993年以来毎年春・秋の2回行っている環境モニタリング調査(関東、関西の計22

カ所の水源湖・河川水、地下水、水道水、海水をサンプリング)では、フタル酸エステルは環境中にほとんど存在せず、蓄積もしていないことが確かめられています<sup>3)</sup>。

最近の研究では、DEHPには食物連鎖による蓄積(生物濃縮性)は見られませんでした<sup>4)</sup>。

また、2000年、アメリカ疾病管理予防センター(CDC: Centers for Disease Control and Prevention)が1,000人のヒトの尿を調べたところ、DEHPの代謝物はほとんど存在せず、一般の人々への曝露は極めて低いことを明らかにしています<sup>5)</sup>。

## ▶ 【発ガン性】DEHPはヒトに対して発ガン性を示しません。

フタル酸エステルの安全性に関して、過去いくつかの疑問が提示されてきました。

まず、1982年、米国・NTP(国家毒性計画)/NCI(国立ガン研究所)が多数の化学物質を対象に実施した一連の慢性毒性試験の結果、DEHPをラット、マウスに極めて高濃度かつ長期間にわたって投与すると肝臓に腫瘍が発生することが報告され<sup>6)</sup>、発ガン性に関して疑問が投げかけられました。

日米欧の可塑剤業界では、互いに連携しながら実態の解明に努めました。1997年、日本の可塑剤工業会では、霊長類のマーモセットを用いた大規模な肝腫瘍の研究を(株)三菱化学安全科学研究所に委託して行いました。実験では、DEHPを13週間反復経口投与し、ラッ

ト、マウス(げっ歯類)で見られた肝臓におけるペルオキシゾームの増殖および腫瘍性変化は、霊長類であるマーモセット(キヌザル)では起きないことを確認しています<sup>7)8)</sup>。

日米欧3極の連携による数多くの研究の結果、以下のようなことが明らかになりました<sup>9)</sup>。

DEHPによってラット、マウスに起きる異常は、DNAに傷を付けて細胞をガン化させる反応とは違い、DEHPの投与がげっ歯類の肝細胞中にペルオキシゾームという微小体(酵素)の増殖に伴い肝細胞の増殖が促進されて腫瘍性変化を引き起こすというメカニズムに基づくものである。

肝細胞におけるペルオキシゾームの増殖はラット、マウスに特有の作用であり、ヒトを含むほかの動物では起きない。

ラット、マウスの場合でも、ある用量以下なら影響は起きず、投与を中止すると腫瘍性変化が大幅に減少していく。

世界的に権威のある国際ガン研究機関（IARC）で

は、2000年2月、DEHPの発ガン性評価ランクを従来の「2B」（ヒトに対して発ガン性がある可能性がある）から、より安全な「3」（ヒトに対する発ガン性については分類できない）へと改正し、DEHPはヒトに対しては非発ガン物質であることを明確に示しました。

ちなみに、「2B」にはコーヒー、酢漬けの野菜などが、「3」にはお茶や水道水（塩素処理した飲料水）などが分類されています。

## ▶【内分泌攪乱作用】OECDのガイドラインにのっとりチェックし、ホルモン類似作用を示さないことを確認済み。

内分泌攪乱作用、いわゆる環境ホルモン問題では、極めて高濃度の場合にフタル酸エステルが弱いエストロゲン（女性ホルモン）活性を示したというin vitro（試験管内）試験の報告<sup>10</sup>が海外でありました。

可塑剤工業会では、1997年、主なフタル酸エステルであるDBP、DEHP、DnOP、DINP、DIDPの5種類について、試験管内の試験（in vitro）および卵巣摘出ラットの子宮増殖試験法を用いた生体内試験（in vivo）によるエストロゲン活性試験を行い、5種類すべてがエストロゲン活性を示さないことが確かめられています<sup>11</sup>。海外でも同様の試験が行われ、in vivo試験でエストロゲン活性を示さないことが再現されてい

ます<sup>12</sup>。なお、この卵巣摘出ラットの子宮増殖試験法は、OECDのガイドラインに、女性ホルモン様作用のin vivoの発現確認試験法として取り上げられようとしています。

さらに、DEHPとDBPについては、より精度の高い試験を行い、生化学/ホルモン検査の他、細胞増殖動態検査、病理組織学的検査などで詳細にチェックし、DEHPとDBPにはエストロゲン活性はないという結論でした<sup>13</sup>。

現在までのところ、フタル酸エステルが野生生物やヒトに対して、内分泌系を攪乱させて健康に悪影響を与えるという科学的な証拠はありません。

## ▶【シックハウス症候群】内装材として広く使われているが、放散は極めて少ない。

建物の内装材などから放散するVOC（揮発性有機化学物質：トルエン、キシレンなど）が健康へ悪い影響を与えているのではないかとされているのが、“シックハウス症候群”です。フタル酸エステルも暮らしの中で幅広く使われていることから、室内環境中での健康影響について調査・安全管理が進められています。

（財）住宅・建築省エネルギー機構や旧・建設省、旧・通産省、大学などが参加して設置された健康住宅研究会が'98年3月に出したユーザーズ・マニュアルでは、実験の結果、フタル酸エステルの空気中への放散は極め

て少ないことが判明したと報告されています<sup>14</sup>。

厚生労働省のシックハウスに関するガイドラインでは、フタル酸エステルの1種であるDBPの室内濃度指針値を、 $220 \mu\text{g}/\text{m}^3$ （ $= 220,000\text{ng}/\text{m}^3$ ）としています<sup>15</sup>。また、DEHPについてもガイドライン化が進められており、室内濃度指針値の案として $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ （ $= 120,000\text{ng}/\text{m}^3$ ）が提示されています。

一方、実際の室内環境中では、東京都の調査<sup>16</sup>によるとDBPは平均 $660\text{ng}/\text{m}^3$ 、DEHPは平均 $216\text{ng}/\text{m}^3$ であり、DBPは基準値の300分の1程度、DEHPでは基準値案の500分の1程度に過ぎませんでした。

## ▶【精巣毒性】げっ歯類と霊長類では明確な種差があり、問題ないと考えられている。

DEHPを高濃度でラット、マウス（げっ歯類）に投与すると、精巣の小型化が起きることが知られています。可塑剤工業会では、（株）三菱化学安全科学研究所に委託して、霊長類のマーモセットを使った13週間の反復経口投与試験を行い、ラット、マウスで認められた精巣の小型化はマーモセットでは認められず、

DEHPの影響は、霊長類とげっ歯類では著しく異なることを明らかにしました<sup>17</sup>。このことは、カニクイザルを使った海外の試験においても同様の結果が得られています<sup>18</sup>。これらのことから、米国・NTPの検討により、通常の使用では特に問題がないと考えられています<sup>19</sup>。

▶【生殖毒性・発生毒性】霊長類を用いた長期投与試験で総合的にチェック。

いくつかの試験によって、DEHP および DBP は、ラットやマウス（げっ歯類）に対して、生殖機能や発生に影響を及ぼすのではないかと指摘がなされています<sup>20)</sup>。

こうした影響には、ペルオキシゾームが関係しているのではないかとことが、PPAR（ペルオキシゾーム増殖剤活性化受容体）をノックアウトしたマウスに対する試験によって示唆されています<sup>21)</sup>。

可塑剤工業会では現在、前記の精巣毒性も含め、フタル酸エステルの安全性を再度、総合的にチェックす

るため、下記のように霊長類（マーモセット）を用いた幼若期から始まる長期（65週間）投与試験を行っています。

この試験には、アメリカ、ヨーロッパの可塑剤業界からも資金提供があり、日米欧3極の連携による試験となっています。徹底したチェックによって、疑念の払拭が期待されます。

可塑剤工業会では、今後も引き続き、フタル酸エステルをより安心してお使いいただくための努力を続けてまいります。

幼若マーモセットを用いた DEHP の 65 週間反復経口投与毒性試験

**試験物質**

DEHP（フタル酸ジ-2-エチルヘキシル）

**試験実施機関**

(株)三菱化学安全科学研究所

**試験動物**

マーモセット（キヌザル） 生後約 100 日

**投与期間**

65 週間

**投与頻度、経路**

1 回 / 日 経口

**投与量**

100、500、2,500 mg / 体重 kg / 日

**溶媒**

コーン油

**検査項目**

右表のように各検査を実施。

**試験期間**

2000 年 9 月 ~ 2002 年末終了予定

検査項目	
一般毒性試験	一般状態観察および体重測定 血液学的検査 血液生化学検査 血中ホルモン測定 解剖検査 病理組織検査 精子数測定 精巣、卵巣の病理組織学的検査 ペルオキシゾーム増殖因子 レセプター測定 その他
動態試験 ( <sup>14</sup> C ラベル)	組織分布状態測定 尿検査 その他

- 1) 可塑剤工業会「暮らしの中の可塑剤～フタル酸エステルの性質と働き」, P14, (2000).
- 2) 可塑剤工業会「フタル酸エステル(PAE)の安全性に関する質問解答集」(第2集), P185 ~ 242, (1977).
- 3) 可塑剤工業会「暮らしの中の可塑剤～フタル酸エステルの性質と働き」, P15, (2000).
- 4) Gobas, F., Ikononou, M., Food-Chain Bioaccumulation of Phthalate Esters. (未発表)
- 5) CDC Report (未発表 / 2001 年 5 月の日米欧可塑剤 3 極会議において資料入手)
- 6) NTP. Technical Report Series No.217 (1982) .
- 7) 可塑剤工業会, 可塑剤インフォメーション, No.7(1997).
- 8) Kurata, Y., Kidachi, F., et al. : Toxicological Sciences, 42, 49-56(1998).
- 9) 可塑剤工業会, 可塑剤インフォメーション, 臨時号(2000).
- 10) Environmental Health Perspectives, 103, Supplement 7, October, 1995: Estrogens in the Environment.
- 11) (株)三菱化学安全科学研究所, フタル酸エステルのエストロゲン活性試験, 1997
- 12) Zacharewski, T., Meek, M.D., Clemons, J.H., et al.: Toxicological Sciences, 46, 282-293(1998).
- 13) 可塑剤工業会, 可塑剤インフォメーション, No.10(1998).
- 14) 健康住宅研究会: ユーザーズ・マニュアル (1998 年 3 月)
- 15) 厚生省生活衛生局企画課生活化学安全対策室通知「室内空気汚染に係るガイドライン案について」2000 年 9 月 25 日
- 16) 東京都衛生局「平成 11 年度室内環境中の内分泌かく乱化学物質の実態調査」2000 年
- 17) 可塑剤工業会, 可塑剤インフォメーション, No.7(1997).
- 18) George Pugh, Jr., et al., Effects of Di-isononyl Phthalate, Di-2-ethylhexyl Phthalate, and Clofibrate in Cynomolgus Monkeys : Toxicological Sciences, 56, 181-188(2000).
- 19) NTP-CERHR EXPERT PANEL REPORT on DI(2-ETHYLHEXYL)PHTHALATE, October, 2000
- 20) 小泉睦子ら, フタル酸エステルの生殖および発生に対する毒性影響についての最近の研究: 主として Di(2-ethylhexyl) Phthalate および Di-n-butyl Phthalate について: 日本食品化学会誌, 7, 65-73 (2000) .
- 21) 中島民江, PPAR を介した環境ホルモンによる生殖器障害: 細胞, 31(6), 239-242(1999).

# 日米欧の可塑剤業界による 3 極会議を 5月2～4日、スペイン・マドリッドで開催。

フタル酸エステル環境・安全性問題について情報交換。リスクアセスメントや多様な研究が各地で進行中。

今回で7回目を迎えた日米欧の可塑剤業界による3極会議は、スペイン・マドリッドで、ゴールデンウィークのさなか、5月2～4日の3日間にわたって開催され、情報交換や討議が熱心に行われました。

会議のメインテーマは、フタル酸エステルを中心とした可塑剤の環境問題と安全性問題です。

参加者はこれまで通り、

- ヨーロッパ = CEFIC-ECPI  
(欧州化学工業協会の可塑剤・中間体協議会)
- アメリカ = ACC-PAE Panel  
(米国化学工業協会のフタル酸エステル・パネル)
- 日本 = 可塑剤工業会

を中心としたメンバーおよびコンサルタントが参加しました。日本からは可塑剤工業会のメンバー5人とコンサルタント2人が参加しています。

会議への出席者は、連日30名程度に上りました。

日本側参加メンバー

可塑剤工業会 PAE 環境安全委員会  
 岡 義雄 委員長 新日本理化(株)取締役研究開発本部長  
 明里 秀昭 副委員長 積水化学工業(株)技術部可塑剤グループグループ長  
 山田研太郎 委員 シージーエスター(株)管理・技術本部技術部長  
 長谷川隆一 委員 (株)ジェイ・プラス管理部技術グループグループマネージャー  
 小菅 正弘 委員 (株)ジェイ・プラス営業本部東京営業第2グループグループマネージャー  
 コンサルタント  
 加藤 正信氏 (株)三菱化学安全科学研究所 技師長  
 宇山 裕氏 JTIC(日本技術情報センター) 社長

ヨーロッパにおけるリスクアセスメントや、アメリカにおけるCERHR(Center for the Evaluation of Risks to Human Reproduction: ヒトの生殖に関するリスク評価センター)の研究など、世界中で詳細な検討が進み、フタル酸エステルについては、“あとは、このデータとこのデータがあった方が良い”といった、いくつかの検討点が指摘されてきています。

その一つが、本冊子の特集で紹介している、「幼若マーモセットを用いたDEHPの65週間反復経口投与毒性試験」で、霊長類に対する生殖・発生毒性を中心とした総合的で大規模な試験です。

また、霊長類における薬理動態学の一部で、データ

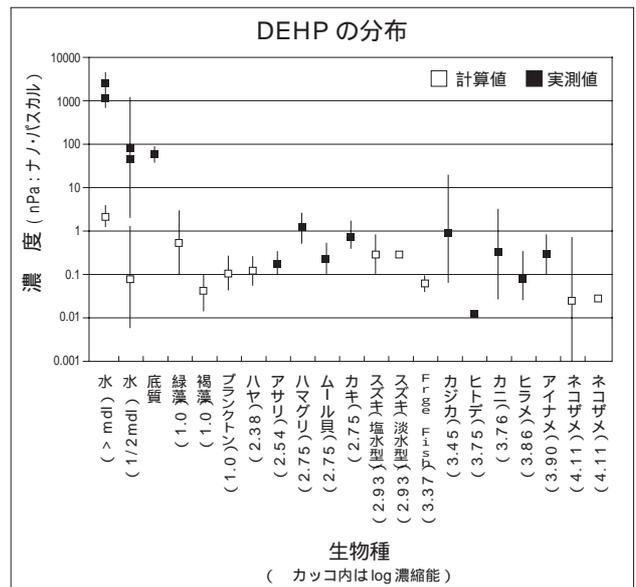
を補強することが望ましい部分があり、その試験がヨーロッパ(ベルリン自由大学)で行われています。

アレルギー関連の研究も進められています。今年の秋頃までにプロトコルを定め、来年、日本を皮切りに、3極で連携した試験を行っていく予定です。

フタル酸エステルのリスクの低さを裏付けるデータとして、“フタル酸エステルは、食物連鎖で上位の生物に蓄積していかない”というデータや、“ヒトへの曝露は予想以上に少ない”というデータなどがアメリカから紹介されました(出典:P3の4・5参照)。

### DEHPの食物連鎖における蓄積性

グラフは各生物種(水生生物)ごとのDEHPの濃度を示す。縦軸は濃度で、上に行くほど濃度が高い。横軸は食物連鎖の順に並べた生物種。グラフの右に行くほど食物連鎖の上位となる。グラフが右肩上がりになると、食物連鎖によって蓄積、濃縮されていることを示す(例えばPCBは右肩上がりとなる)。DEHPは蓄積、濃縮を示していない。



日本からは、幼若マーモセットの試験の進行状況など環境・安全性問題に関する研究の現状や、シックハウス問題、エンドクリン問題等における行政の動向、可塑剤工業会の活動状況などについて発表を行いました。

日米欧の3極の可塑剤業界は、今後も連携しながら、可塑剤の安全性をより確かなものにしていく取り組みに努めていきます。

# 21世紀の環境問題と 化学物質管理、情報伝達手法。

東京大学  
生産技術研究所教授  
工学博士

安井 至さん

環境関連の研究をリードするオピニオンへのインタビューシリーズ、今回は東京大学の安井至教授です。リスク・ゼロを目指すヨーロッパ的な考えに異を唱え、21世紀の環境問題では“ほどほど”が大切だという安井教授は、環境対策を 未来予測、様々なシナリオの提示、市民によるシナリオの選択というステップで進めて行くべきだと主張します。“少しでも社会の役に立とう”と思って始めたホームページは、環境問題に関する鋭い考察と示唆に富み、人気サイトになっています。歯に衣着せぬ語り口( オフレコ話が多かった! )の安井教授は、“ トーダイの先生 ”のイメージからはかけ離れたフランクなかたでした。



やすい・いたる

1945年東京都生まれ。東京大学大学院工学系研究科博士課程修了。工学博士。1990年より同大学生産技術研究所教授。専門は無機材料化学、環境科学、産学共同研究。日本セラミックス協会理事、日本LCA研究会会長などを歴任。主な著書に『リサイクルのすすめ』『市民のための環境ガイド』『21世紀の環境予測と対策』(編著)など。

(ホームページアドレス)

[http://plaza13.mbn.or.jp/yasui\\_it/](http://plaza13.mbn.or.jp/yasui_it/)

## 1. 21世紀の環境問題 ●●●●●●●●●●

いくつかの小さな問題のリスクを  
バランスよく低減すべき。

— 21世紀の環境問題の特徴をどうとらえていますか。

**い**ま、環境問題は“そこそこ収まっている状態”といえます。20世紀には人の命に関わるような大きな環境問題がいくつかありました。そうした大きな山はあらかた潰され、現在は山とは呼べないほどの小さな問題がいくつかあるくらいです。

ダイオキシン問題ではマスコミは大騒ぎしましたが、環境問題全体から見ると小さな出っ張りの一つに過ぎません。焼却炉での職業曝露など、一部の高曝露例を除き、一般の人に明らかな健康被害が出ているわけではないのですから。

シックハウス症候群なども問題となっていますが、これは、部屋の中のホルムアルデヒドと Total VOC (総揮発性有機化合物質：トルエン、キシレンなど)を極力減らしていくという対処がなされ、新築の建物などでは特に、窓開け・換気の励行でだいぶ改善されるようです。ただ、住宅メーカーは、なかなかそういうアナウンスができないみたいですね。

地球温暖化にしても、今後進行していくと危険な問題となるかもしれませんが、いまの世代にはほとんど影響は出ないでしょう。

化学物質の安全性の話は、実態が分からず、未来が読めないことに対する恐怖心が先に立っている様な気がします。化学物質の安全性に関する判断は短絡的であり、生理的に好き嫌いを決めてしまいがちです。

一方、地球温暖化問題は、高度に知的で哲学的ともいえる問題です。ほとんど影響を受けることはないであろう我々が、知恵を絞り、未来の世代に対して何をできるのかという問題なのです。私自身は、異常な資

源浪費型社会だった20世紀を反省し、21世紀型社会となるには、資源をもう少しゆっくり使っていこうよという意味で、CO<sub>2</sub>削減に賛成しています。

21世紀の環境対策は、そうしたいくつかある小さな出っ張りの動向をじっと注視し、どれか一つを突出させることなく、全体としてどうやってバランスよく抑制していくかというのがポイントです。その際、人間は地球に何らかの負荷をかけなければ生きていけませんから、若干負荷をかけることは仕方がないと考え、その分自分たちである程度のリスクを受容していくようにすべきだろうと思っています。

## ゼロ・リスクを前提とした “エコな考え方”に反発

——環境問題では行政の果たす役割が重要ですが、安井さんは日本の環境行政をどのようにごらんになってきましたか。

**行**政はこれまで、“私たちプロの言うことを聞いていけば間違いない”と市民に盲従を強いてきました。

“プロが安全だと言うから安全なのだ”と言っていたにもかかわらず事件・事故を起こし、信用を失っていったというのが、原子力などの先端科学技術と環境行政でした。

近年は、環境問題について行政の人に何か聞いても、誰も何も断言しません。分からないのです。もちろん未来の予測なんかできっこありません。

あらゆる面で、これまでの安全管理のシステムでは対応できなくなっているわけです。何か問題が起きたら、大騒ぎして対策の必要性を訴えるといったこれまでのマッチポンプ的発想ではない、新しいスタイルの研究手法が求められています。

いま、“エコ”という形でエコという言葉がよく使われますが、何故か非塩ビ製品を意味していることがあります。官庁でもエコ調達、グリーン購入として、例えば首相官邸には塩ビではない“エコ電線”が使われるようですが、環境負荷やリスク/ベネフィットのきちんとした研究がなされているとは思えず、危うい感じがします。

何も私は可塑剤・塩ビを擁護しているわけではありません。ゴミとして出るような用途では塩ビは使うべきではないと考えている(ダイオキシン云々ではなく、あえて塩素源を燃やすことはないと思う)のですが、官僚たちを中心とした、いわゆる“エコな考え方”に

は、反発を感じざるを得ません。それは「イヤなものは排除すればいい」ということであり、一切のリスクはゼロにできるという北欧などの一部の環境活動家たちの考え方に乗ったものだからです。環境派の一部市民への迎合ともいえます。

諫早湾の干拓では、実際にノリの不作という目に見える被害が出て大きな騒ぎとなりました。この問題では、環境省が行った環境アセスメントが一番罪作りだったと思います。

参考となる事例がないのですから、モデルを作っても、答え合わせをすべき“事実”がない。そもそも環境アセスメントなんてできるわけなかったのです。私も含め、専門家ははじめから誰も信じていませんでした。そもそも、日本の行政には、信じてもらおうというスタンスが欠けているように思います。

自然は、中途半端なアセスメントで理解できるような、そんなに単純なものではありません。きちんと分からないことや、自然に大規模に手を加えるときには、もう少し謙虚に、慎重になるべきだという良い教訓になったかと思っています。



## 2. 化学物質の管理手法 ●●●●●●●●●●

### 起きてから対処するのではなく、 先を見据えた予測が大事

——化学物質の管理の仕方については、どうお考えですか。

**実**は今日(インタビュー当日・5月17日)環境省で今後の化学物質管理の在り方について議論してきました。いろいろな考え方があるわけですが、少なくとも、何か問題が起きてから大騒ぎをし、対策をとるといった従来のような“後追い”の姿勢では、市民から信頼を得られないのは確かです。後追いだと、いつまで経っても「また出た」「またまた出た」の繰り返しになってしまうからです。

これからは、予測を立てることが大切です。それぞれの環境問題について20年先くらいまで考えて予測を立て、今後状況が変わるたびにモデルを修正するなどして、事実を積み上げながら検証していくという、“未

来を書き込んでいく”研究をしていかななくてはいいないと考えています。

例えば可塑剤のように、環境中で容易に分解され、生物の体内での代謝も速い物質なら、20年のモデルを作っても無意味ですから、10年くらいの比較的短期の予測で充分でしょう。

一方、地球温暖化問題などでは100年先、大量生産・大量消費・大量廃棄といった一つの社会の在り方を検証するには数百年先まで考えなければいけないでしょう。

実は私はいま、化学物質の管理手法について環境省から宿題を出されていて、今のところの答えを紹介します。「次の5項目の質問に対してキッチリ答えることができれば管理ができる」というものです。



### 化学物質を安全に管理する条件

人工の化学物質を徐々にゼロに向けて減らしていったらどうなるか？

～どのように減らしていくと、どのような社会になるのか、雇用なども含めて、全てのシナリオを書き下ろすべき。

化学物質はどのような条件を満たせば安全か？

A)地球の生態系や歴史的観点から見て“ごく普通の物質”か？

～細菌が好んで食べ、分解してくれるなど、“ごく普通の物質”であればまず安全。ただしあまり量を増やすべきではないかもしれない(例:CO<sub>2</sub>)

B)“ごく普通”ではない場合、以下の条件を満たすか？

- 1) 環境中での分解速度は速いか？
- 2) 体内での代謝速度は速いか、蓄積しないか？
- 3) ヒト、生物に対して不可逆的な影響を与えないか
- 4) 無機系、金属系などの物質では、原子の希少性を考慮しているか

化学物質の使用と排出の実態はどこまで把握できるか

現状の汚染実態、被害はどこまで解明可能で、製造者側の責任はどこまであるのか？

国民や社会の理解と連携が得られるか？

～特に、かなり不確実な知見のもとで、それがどのように得られるか？

### 北欧では、人工物を廃した昔の暮らしを志向

— 他の先進国では、化学物質の管理についてどのように臨んでいますか。

**北** 欧や一部の環境NGOでは、環境問題をバックワードに見ていくという手法がとられています。例えば、化学物質が徐々に増加してきたというベクトルをひっくり返し、だんだん減らしていったらどうなるかと考えるわけです。例えばスウェーデンでは、ノン・トキシック・ソサエティ(地球が元々持っていない人工的な物質は使うべきではない)という基本的な考えがあり、1945年頃の暮らしにまで戻るのが良いといわれたりしているようです。

国民みんながそうした考えに同意し、経済も成り立ち、働き口も確保でき、食料も不足しないというのであれば、私だって昔に戻ることに何ら異を唱えたりはしませんが、無茶なのは明らかです。ところが、北欧の人々は大まじめに実現可能だと考えており、歴史・文化、国の置かれた状況の違いが大きいことを実感させられます。

化学物質の管理手法は、それぞれの国の特性に合わせて、不可逆的な被害が出ないようにすればいいのであって、環境先進国?のヨーロッパのやることは、同じように日本でも良いはずだというのは間違った考え方です。また、環境情報を正しく市民に伝えるということは、まず、日本とはどういう国なのかをもっとよく理解してもらうことから始まるのだと思います。

## みんなで多様なシナリオを提示し、リスクとベネフィットを判断して市民が選択を

— 化学物質の管理は、具体的に誰がどうやって進めて行けばいいのでしょうか。

**企**業、行政、研究者、NGO、マスコミなど、環境にかかわる業務や研究を行うすべての主体が、「未来に対する選択可能なくつかのシナリオ」をひとかたまりのパッケージされた情報として提供し、市民がそれを選択できるようにすべきだと考えています。

未来を予測するためには、過去を振り返るのは重要なことですから、化学物質をだんだん減らしていったらどうなるかという北欧の例は、私たち日本人にとって重要なヒントになります。

登場した順番の逆に、新しい化学物質からだんだん減らしていくと、いったいどういう生活になるのか。それを例えば1980年モデル、70年モデル、60年モデル、50年モデルとして提示していく。あるいは、2020年モデルというものもあっていい。様々な、化学物質と人間の付き合いのシナリオを示し、今後どういう暮らしをしたいのかを市民に選択させるという取り組みが重要になってくるだろうなと思います。

例えば、可塑剤、塩ビがなくなったらどうなるか。電線はゴム被覆、壁紙は紙か織物になり、漏電事故や火事が多くなることが予測されます。なくしてみると、逆にベネフィットが明らかになるのです。企業、行政、NGOなどそれぞれがデータ・シナリオを持ち寄り、「もし可塑剤を使わないとしたら暮らしはこう変わる。リスクはマウスに対しては確かにあるけれど、人間では大丈夫と考えられている。一方、代替品のリスク/ベネフィットはこうなっている。さて、あなたはどちらを選びますか」と市民に訴え、選択してもらうわけです。

そうした際、化学物質のリスクだけでなく、ベネフィットもきちんと踏まえて、正しく判断できるように情報を伝えていく「リスク/ベネフィット・コミュニケーション」がキーポイントになってくるでしょう。そうしたプロセスを踏まなければ、化学物質はいつまでも「何となく怖い」「何となく嫌い」といったお化けに対するような感情論でしか捉えられないだろうと思います。



## 3. 環境情報の伝達 .....

### “どちらが環境負荷が低いか”といった研究など、分かりやすい情報伝達に注力

— 環境に関する情報を、市民にどうやって分かりやすく伝えていけばいいとお考えですか。

**環**境や安全性に関する情報は、分かり切っているようなことでさえ、ちゃんと伝えるのはかなりの難題です。例えば、ペットボトルに入っているミネラルウォーターの環境負荷は水道水の1,500倍もあり、ミネラルウォーターの方が安全かどうかも疑問が残るのですが、ミネラルウォーター市場は飛躍的に拡大を続けています。

また、ポリフェノールの効能を当てにしてチョコレートを食べるとしたら、かなりの量を食べなければならず肥満や糖尿病などのリスクの方が高くなるのに、TVで紹介されるとばっと売上が上がる。そうした付

和雷同する多くの人たちは、基本中の基本である「リスクがゼロのものはないし、全て健康にいいというものもない」ということが分かっていないようです。そうした点は、私たち専門家がきちんと説明していかなければいけないなと思っています。

いま、私たちは、様々な対立する事象を取り上げ、“どちらが環境負荷が低いか”を明らかにするという研究を進めています。例えば「紙オムツと布オムツ」「ガラス瓶の牛乳と紙パックの牛乳」などです。

これは、「社会的受容性獲得のための情報伝達技術の開発」というCREST（科学技術庁の戦略的基礎研究）の研究の一環として始めたものですが、情報伝達技術といいながら、どういう事実をどういうスタンスから把握するのかで情報の中身が全く違ってくるので、苦労しています。

例えば、オムツを洗濯機で洗う際、アメリカでは温水で洗って乾燥機で乾かすのに、日本では冷たい水で洗って干して乾かす。結論が同じはずがありません。条件によって大きく変動するパラメーターがたくさん関与するため、科学的に正しいデータを出すのはほとんど不可能という研究になっています。これではとても論文にはなりません、少しでも一般の人に分かりやすく環境情報を伝えようと取り組んでいるのです。

## PRTR を絶好の機会としてリスク / ベネフィット・コミュニケーションを

— 化学メーカーに何か要望、アドバイスはありますか。

**来**年の今頃、PRTRで化学物質の移動量と排出量が全国的に明らかになります。PRTRは「情報公開法」とセットになって、たいへん効力の高い法律となっているので、情報は全部出さざるを得ません。ここで万が一隠し事やごまかしがあると、化学業界全体の命取りになりかねないので注意が必要だと思います。

PRTRデータの公表・活用は、NGOなどに先手を取られると難しい状況となるでしょうから、化学メーカーは何も問題が起きていなくても積極的にリスク/ベネフィット・コミュニケーションのツールとして活用すべきでしょう。また、来年の春までに、化学物質の安全性について、市民と根本的なコミュニケーションを図り、企業のポリシー、スタンスをきちんと伝えておくべきではないかと思います。

## 研究者・マスコミも、もっと市民に情報を 分かりやすく伝える努力を。

— 最後に研究者、マスコミに対して何か要望はありますか。

**研**究をして論文さえ書いていけばそれでいいと思っている研究者は、市民との距離が大きく開いてしまっていることに気づいていません。もちろん、専門の業績を積み重ねることも重要ですが、それだけでは、ほとんど社会の役に立っていないのではないかと私は思います。

一般の人は誰も論文なんか読みませんし、読んでもよく分からないはず。それは、一般の人を念頭に置いて分かるように書いていないからです。しかし、これからの、特に環境関連の研究者は、市民に伝えようとする姿勢が不可欠になってくるでしょう。

一人の人間に研究と情報伝達の両方を望むのが無理だとしたら、分業で、分かりやすく解説の書ける人材を育成するとか、マスコミの人にもっともっと勉強してもらって、そうした役割を担ってもらえればと思います。マスコミの方たちは環境問題に関してあまりに無知な人が多い、と私は感じています。

私は以前、400人のメンバーで10数億円の費用をかけた大きな研究計画の総括代表を務めたことがあります。公費をたくさん費やした以上、大きな社会的責任を負ったわけですが、その研究で何か人の役に立ったかということ、どうも心許ない。

それで非常に罪の意識を感じまして、何か具体的に役に立つことをしようと始めたのが、ホームペー

ジによる情報伝達です。最近の環境問題を取り上げ、環境問題をいかに正しく理解するかについてなるべく簡単に解説を行っています。いつでも誰にでも情報の伝達が行え、少しは罪滅ぼしになっているかなと思います。(ホームページアドレス [http://plaza13.mbn.or.jp/yasui\\_it/](http://plaza13.mbn.or.jp/yasui_it/))

また、6月には府中市の市民講座で講師を務めるので、どのように伝えれば環境問題のことを分かってもらえるのだろうかというチャレンジをしてみようと思っています。



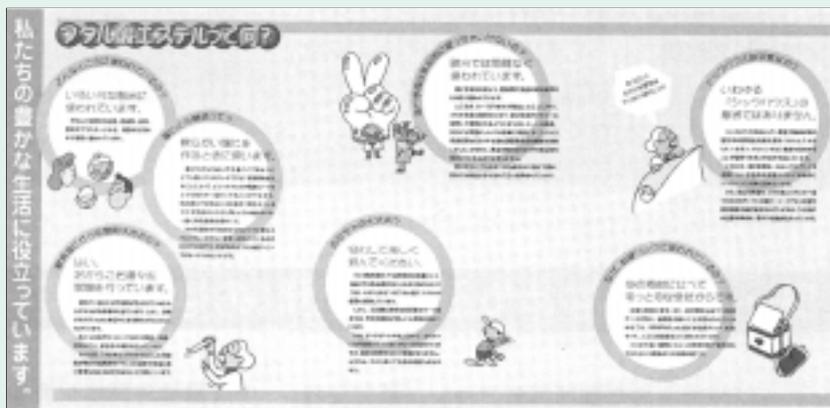
## 発行物のご紹介

今年4月、他の関連3団体（日本ビニル工業会、インテリアフロア工業会、塩ビ工業・環境協会）と共同で、フタル酸エステルに関するPRパンフレット『知って得する暮らしの化学～フタル酸エステル編～』を制作しましたので、簡単に内容を紹介します。

その他、すでに発行しているPRパンフレットについても、改めて紹介させていただきます。これらのパンフレットをご希望の方は、可塑剤工業会（TEL. 03-3404-4603 FAX. 03-3404-4604）までご連絡ください。可塑剤工業会では、インターネット・ホームページでも情報提供を行っていますので、ぜひご活用下さい。アドレス / <http://www.kasozai.gr.jp>

### 知って得する暮らしの化学 ～フタル酸エステル編

A4判×6P（片観音開き）  
4色カラー  
2001年4月発行



フタル酸エステルの安全性に関する最新の情報を中心に紹介しています。イラストを使った親しみやすいレイアウトで、分かりやすく簡潔にまとめてあります。

### 暮らしの中の可塑剤～フタル酸エステルの性質と働き



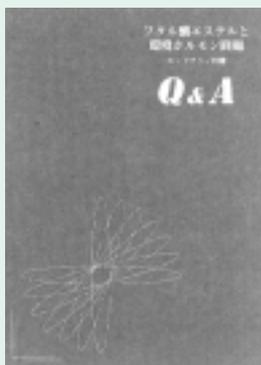
A4判×20P  
2色  
2000年12月発行

フタル酸エステルの物性、種類、用途から、安全性・環境問題まで、基本的な情報を全て網羅したパンフレットです。

#### CONTENTS

- 可塑剤に出会わない日はありません
- 1 可塑剤の働き / 軟らかい塩ビを作る材料です
  - 2 可塑剤の種類 / 代表的な可塑剤 フタル酸エステル
  - 3 可塑剤の用途 / 暮らしの様々なところで役立っています
  - 4 フタル酸エステルの安全性 / 確かな安心と信頼で有用性を支えています  
(コラム) フタル酸エステルはこうして作られます
  - 5 フタル酸エステルと地球環境 / 環境中では容易に代謝・分解  
(コラム) 地球環境と塩ビ  
塩ビのリサイクルが進んでいます
- 次の世代に快適な暮らしと住みよい環境を手渡すために

### フタル酸エステルと環境ホルモン問題 Q&A



A4判×16P  
2色  
1998年7月発行

環境ホルモン問題に関する基礎情報と、内分泌攪乱作用を中心としたフタル酸エステルの環境・安全性に関する様々な研究の状況をいち早くまとめたQ&A集です。

#### CONTENTS

- 環境ホルモン問題について
- Q. 環境ホルモンかどうかはどのようにして確かめられているのですか？ 他  
フタル酸エステルについて
- Q. フタル酸エステルはどのようなものに使われていますか？ 他  
フタル酸エステルと環境ホルモン問題について
- Q. フタル酸エステルが環境ホルモンだと言われていますが本当ですか？
- Q. 精子数の減少など人の生殖に対して影響を与える恐れはないのですか？ 他  
フタル酸エステルの環境・安全性について
- Q. フタル酸エステルは環境中にどのくらい存在しているのですか？ また、  
環境中や生物に蓄積されないのですか？ 他

# フィルムの現場

アキレス株式会社

フィルム工場 技術グループ生産技術一課 課長 丸山 明男 (まるやま・あきお)さん

プラスチック研究開発部 主任研究員 金居徳太郎 (かない・とくたろう)さん

軟質塩ビフィルム・シートは、戦後すぐ、ベルトやシューズ、バッグ、風呂敷といったファッション製品を中心に利用されるようになり、あっという間に各種包装・カバーや文具、雑貨、建材などとして普及してきました。

他のプラスチックと違い、可塑剤の配合比を変えるだけで柔らかさを自由自在に調節できたり、使う可塑剤の種類によって耐寒性や難燃性、帯電防止性といった様々な機能性も付加できるなど、可塑剤の特徴がいかに発揮されています。



## 塩ビフィルムの製造で最も重要なのは、温度を一定に保つこと。

塩ビフィルムメーカーの老舗であるアキレス株式会社 本社：東京都新宿区大京町22 社長：八木健(やぎ・たけし)氏の足利第一工場で、フィルム工場 技術グループ生産技術一課 課長の丸山明男さんとプラスチック研究開発部 主任研究員の金居徳太郎さんに話を聞きました。

アキレスといえば、一般にはシューズメーカーとして知られていますが、シューズ部門のほかにも、塩ビを中心としたプラスチック部門、ウレタンなどを中心とした産業資材部門の三つが事業の三本柱となっているのだそうです。特に塩ビフィルムでは、日本におけるパイオニアとして、昭和22年以來の長い歴史を誇ります。取材当日(2001年6月1日)は、奇しくも会社創立54周年の記念日に当たっていました。

「アキレスでは主に塩ビフィルムの原反(げんたん)つまり最終製品ではなく中間製品を製造しているので、一般消費者の方にはほとんど馴染みがないかもしれませんが、しかし、文具や雑貨、インテリア、ファッション、包装など、実は皆さんの暮らしに身近なところで私どもの製品がたくさん使われているのです。また近年では、半導体などの先端産業分野で、高い透明性と帯電防止性、難燃性を併せ持った高機能フィルムカーテンが工場の間仕切りなどとして使われるようになってきました」と丸山さん。

軟質塩ビでは、一般に厚さが0.2mm(200ミクロン)以上のものをシートと呼び、それより薄いものをフィルムと呼んでいます。圧延式のカレンダー機を使って作るのが一般的で、50~500ミクロンくらいまで自由に厚さ調節ができます。それより厚いものをつくるには、何層かに積み重ねるか、押し出し式の機械を使うのだそうです。

「製造中、塩ビの温度が一定でないと、フィルム表面の平滑精度や厚みの精度にばらつきが出るので、フィルム作

りでは温度調節が最も重要です。従来は、塩ビの加熱源として高圧蒸気を使っていましたが、多少不安定なため、近年は加熱した油(熱油)を使ったりして、厳重に温度をコントロールしています」と金居さんは製造技術のポイントを説明してくれました。

フィルムを作るときの塩ビの加工温度は、通常170~



話を聞いた丸山明男さん(左)と金居徳太郎さん(右)



7万坪の敷地に約1,000人が働く、広大なアキレス(株)足利第一工場

180 くらいで、誤差は± 0.5 の範囲に保っているそうです。

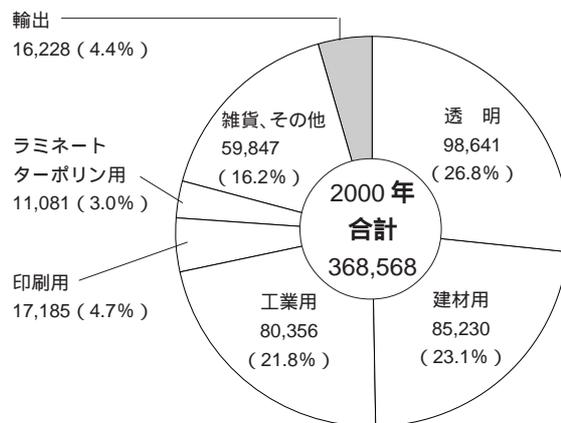
塩ビフィルムの種類としては、アキレスの足利第一工場だけで、これまでに6,000種類以上の組成のちがう製品が作り出され、それぞれについて、厚さ、長さ、幅、色の違いがあるため、その総数は膨大なものになります。

「ほとんどが、お客様の多様な要望に合わせたオーダーメイドなのです。我々製造現場の人間としては、もっと製品の種類を統合し、定番の規格品を多くしていったほうが、効率化やコストダウンが出来ていいのですが……」と丸山さんは苦笑します。

色に関しては、“軟質塩ビで出せない色はない”というくらいに自由自在で、シルバーやゴールド、メタリック調のものまで可能なのだそうです。CCM(コンピュータ・カラー・マッチング)というシステムで、最適な顔料の配合を割り出し、一度練ってみた後で、人間の目で見て微調整をするのだそうです。「技術がどんなに進んでも、最後は経験の積み重ねがものを言います」と丸山さん。

## 塩ビフィルムの用途別販売実績(2000年)

単位：1,000m(カッコ内は構成比)



(日本ビニル工業会資料)

## 機能面で大きい可塑剤の寄与。導電性可塑剤の開発でヒット商品も。

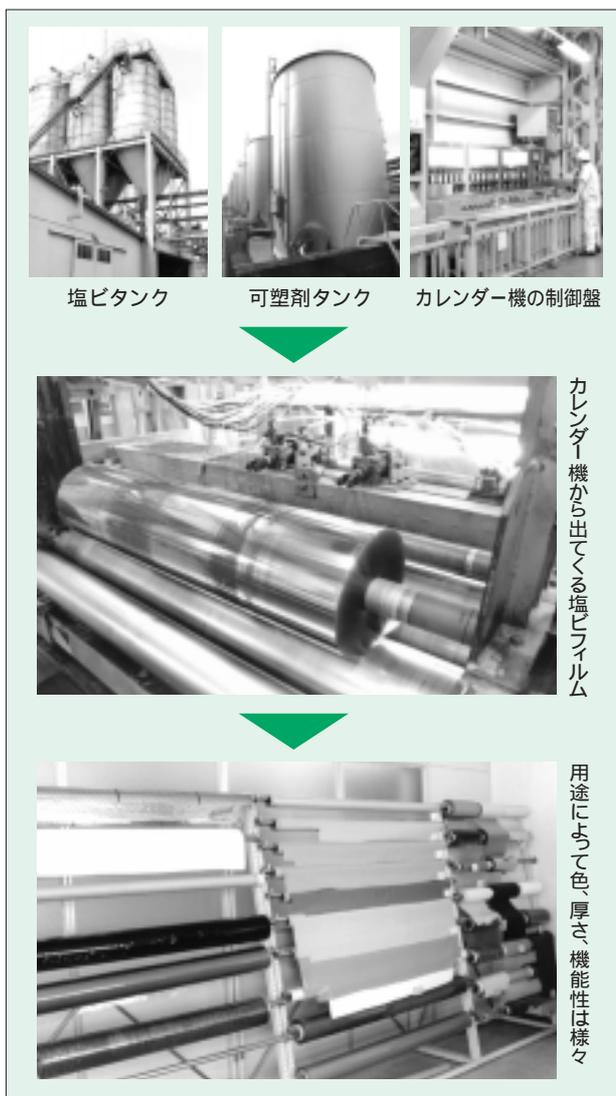
可塑剤は、DOP、DINPなどを中心に、20～30種類のもの用途に応じて使い分けているのだそうです。全体的に見ると、フタル酸エステルのうち分子量の小さいものはDOPへと統合され、一方、分子量の大きいものが増えているということでした。

可塑剤は塩ビフィルムの品質・機能性の違いに大きく寄与しています。歴史的に見ると、まず求められたのは耐寒性でした。冬場や寒い地域で、フィルムが硬くなってひび割れるのを防ぐため、DOAなどが耐寒性可塑剤として使われました。その後、内装材や間仕切りなど、建物の中で使われるようになると、どうしても難燃性が求められてきます。

「不透明でもかまわないのであれば、金属化合物の難燃剤を添加するなどして難燃化する技術は昔からありました。しかし、工場の間仕切りなどでは、透明でなおかつ難燃性が求められます。そうした用途のために、当社はかなり以前に、リン酸系の可塑剤を使うことで透明化と難燃化を両立させるという技術開発を行ったのです。ところが当時、リン酸系の可塑剤はかなり値段が高かったため、性能は認められてもコスト的に使い切れないということで、あまり売れなかったという悔しい思い出もあります」と丸山さんは当時を振り返ります。

最近の新しい技術としては、帯電防止性があげられます。半導体工場などでは、静電気で半導体が損傷したりホコリが吸い寄せられるのを防ぐため、工場内の間仕切り用フィルムにも帯電防止性が求められ、導電性可塑剤を使うことでその要求を満たしたのです。

帯電防止なのにどうして導電性可塑剤を使うかというと、電気がよく通るようにすることで、摩擦などで起きた静電気をほかへ逃がすことができるからなのだそうです。



絶縁物では、電気が逃げていかないため、かえって静電気が溜まってしまいます。

アキレスでは、帯電防止性と高い透明性、難燃性を備え

た高機能塩ビフィルムが、近年のヒット商品として売上を伸ばしているそうです。

## 塩ビは、フィルムとして、様々な面で総合的に優れた素材。

近年の塩ビフィルムの市場は、他素材の台頭などで厳しいものとなってきているようです。丸山さんは、「軟質塩ビフィルムは、透明性、柔軟性、難燃性、耐候性など多くの特徴を持つ、総合的に優れた素材です。原反を加工する際の裁断、接着、印刷といった2次加工性もすごくいい。近年、いわゆる“塩ビ離れ”“オレフィン化”が進んでいるようですが、雰囲気やイメージが先行しすぎているのではないかと思います。性能面で塩ビを嫌がっている人ははいはずです」といいます。

特に、“厚手で柔らかくて透明”なフィルムは、塩ビならではの特徴を生かした独壇場。他の素材ではこうしたものは難しいのだそうです。オレフィン系など他の素材でも、薄いものなら、透明でなおかつ柔らかくできるのですが、厚くするとどうしても色が濁るのだといえます。

また、軟質塩ビでは、可塑剤の種類や量を調整することで、柔らかさのグレードや風合いを簡単に変えることができます。加工の現場で様々な工夫でき、ノウハウを積み上げていけるのです。一方オレフィン系のフィルムでは、加工現場サイドで出来ることは限られており、その都度樹脂メーカーに開発してもらわなければならないのだそうです。

「オレフィン系のフィルムが増えてきた現象は、塩ビを避けるという“脱塩ビ”の流れではなく、塩ビが占めていた市場にオレフィンメーカーが参入してきた、あるいは、塩ビの短所を補う製品が出てきたのだというふうにとらえるべきだと思います。例えば農業用フィルムでは、オレフィン系で3層フィルムの技術が確立し、農ビとは違った特徴を打ち出す製品が出てきています。一方で、“燃やせ

プラスチック研究開発部 主任研究員  
金居 徳太郎さん



る”とうたっていた農業用のオレフィン系フィルムが、野焼きが禁止され、持って行き場がなくなって困っているという皮肉な状況もあります」と金居さん。

塩ビでは、何10年も前から積極的にリサイクルに取り組んでおきており、体制や技術が整っています。アキレスなど農ビメーカー7社と全農が共同し、農ビリサイクル促進協会(NAC)という団体も設立され、現在では農ビのリサイクル率は50%にも上っています。

また、フィルムメーカーや加工メーカーの間では、製造の際に出る端物やクズなども、きちんと回収して再利用していくシステムが数10年前から確立しており、塩ビ系の産業廃棄物の処理では、いままで一度も困ったことがないといえます。

官庁による“グリーン調達”の導入については、リサイクルシステムが整い、再生品の需要開発も進んでいる塩ビにとって、大きなチャンスと捉えているようでした。

最後に、フタル酸エステル安全性についての考えを聞くと、丸山さんは、「発ガン性や環境ホルモンの問題では、フタル酸エステルは問題ないと認識しています。シックハウス問題では、今度DOP(DEHP)の室内濃度の指針値が示されるようですが、実際に測定してみると、指針値の1/500でしかなかったという調査結果があります。DOPについては、こんなに安全なものはないと思っているし、万が一のリスクを減らそうという予防原則だとしても、測定値が1/500では、指針値を示す意味があるかどうかさえ疑問です。可塑剤メーカーは、もっと積極的に安全性をPRしてほしいですね」と、可塑剤業界への要望で話を締めくくりました。



フィルム工場  
技術グループ生産技術一課 課長  
丸山 明男さん

## 【DATA BOX】平成12年の可塑剤データ

可塑剤に関する平成12年のデータがまとまりましたので紹介します。

### 平成12年 可塑剤生産出荷実績表

品 目	平成11年		平成12年				
	生産量(t)	出荷量(t)	生産量(t)	対前 年比 (%)	出荷量(t)	対前 年比 (%)	構成 比 (%)
フタル酸系 小計	415,124	416,602	395,765	95.3	428,836	102.9	83.6
うち D O P	267,116	278,892	252,796	94.6	270,467	97.0	52.8
うち D H P	2,447	3,121	0	0.0	0	0.0	0.0
うち D B P	12,238	12,948	8,068	65.9	9,375	72.4	1.8
うち D I N P	109,335	92,017	108,358	99.1	121,634	132.2	23.7
うち その他	23,988	29,624	26,543	110.7	27,360	92.4	5.3
アジピン酸系	28,263	29,589	28,574	101.1	28,834	97.4	5.6
りん酸系	14,130	19,536	15,470	109.5	21,323	109.1	4.2
エポキシ系	17,690	18,947	17,832	101.1	18,262	96.4	3.6
ポリエステル系	12,892	15,710	13,348	103.5	15,298	97.4	3.0
合 計	488,099	500,384	470,989	96.5	512,553	102.4	100

出荷 = 販売 + 自消  
出荷は輸出含む

(化学工業統計月報 - 経済産業省)

### 平成12年 可塑剤(フタレート系)用途別需要実績表

品 目	平成11年		平成12年		
	需要実績 (千 t)	構成比 (%)	需要実績 (千 t)	構成比 (%)	対前 年比 (%)
一般用フィルム・シート	39.7	10.9	39.1	10.9	98.5
農業用フィルム	25.4	6.9	24.3	6.7	95.7
塩 ビ レ ザ ー	14.9	4.1	14.4	4.0	96.6
電 線 被 覆	88.7	24.3	82.5	22.9	93.0
押出製品 (ホース・ガスカート)	14.0	3.8	14.6	4.1	104.3
建材関係 (壁紙・床材料)	76.6	21.0	81.2	22.5	106.0
塗料・顔料・接着剤	25.9	7.1	25.3	7.0	97.7
履 き 物	4.9	1.3	3.2	0.9	65.3
コンパウンドゾル (中間製品)	54.6	14.9	54.9	15.2	100.5
その他	20.8	5.7	20.8	5.8	100.0
合 計	365.5	100	360.3	100	98.6

(可塑剤工業会資料)

# 可塑剤工業会

東京都港区元赤坂 1-5-26 東部ビル 4F 〒107-0051  
tel. 03-3404-4603(代) fax. 03-3404-4604  
<http://www.kasozai.gr.jp>

本件に関するお問い合わせは、  
可塑剤工業会 大久保まで

## 会員会社

シージーエスター株式会社  
大八化学工業株式会社  
大日本インキ化学工業株式会社  
株式会社ジェイ・プラス  
花王株式会社  
黒金化成株式会社  
新日本理化株式会社  
積水化学工業株式会社  
昭和エーテル株式会社  
田岡化学工業株式会社  
東邦理化株式会社

(ABC順)