

ka

so

zai

可塑剤 50年史

安全性追究の歩み

可塑剤工業会

ka so zai

可塑剤 50年史

安全性追究の歩み



暮らしの中の可塑剤

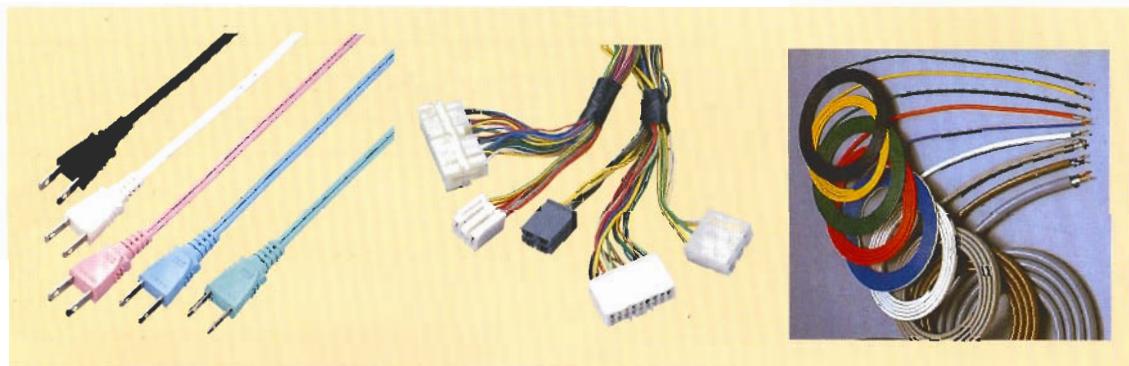
可塑剤（かそざい）は、主に塩化ビニル樹脂（塩ビ）に柔軟性を与える添加剤です。

塩ビは社会や暮らしの中で幅広く使われているプラスチックです。

可塑剤はそうした塩ビの特性を引き出す添加剤として生活の様々な場面で有用性を発揮しています。

可塑剤工業会は、1957年（昭和32年）の設立以来、可塑剤の安定供給に努めてきました。

■電線被覆材



■壁紙・床材



■農業用ビニルフィルム（農ビ）



■塩ビレザー（ソファー、自動車の内装、バッグなど）



■一般用フィルム・シート
(包装用品など)



■ホース・ガスケット



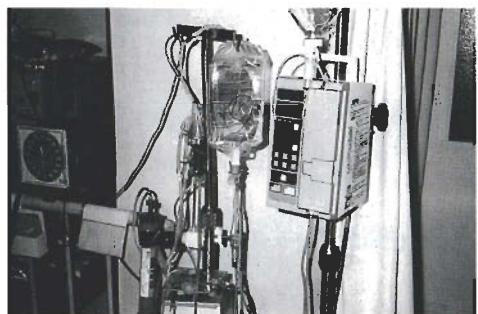
■帆布・ターポリン



■はきもの



■医療用器具



塩ビ製品になるまで

可塑剤は、ほかの添加剤（安定剤、充填剤、着色剤、ほか）とともに塩化ビニル樹脂と混ぜ合わされ、塩ビ製品（またはコンパウンドなどの中間製品）となります。



■左から可塑剤、充填剤、軟質塩ビコンパウンド、安定剤、硬質塩ビコンパウンド、塩化ビニル樹脂



可塑剤タンク



可塑剤



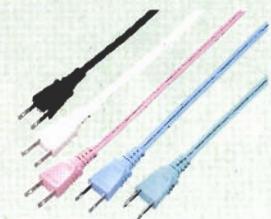
塩化ビニル樹脂



混合タンク



■多様な
軟質塩ビ製品



日米欧が連携して安全性を追究

可塑剤は世界中で使われており、日本の可塑剤工業会に相当する団体が欧米にもそれぞれあります。日米欧三極の可塑剤工業会では可塑剤の安全性追究のため、定期的に「可塑剤業界日米欧三極会議」を開催し、密接に連携して調査・研究に取り組んでいます。



■第1回となる日米欧三極会議

●米・ワシントンD.C.

●1995年11月



●米・ピッツバーグ

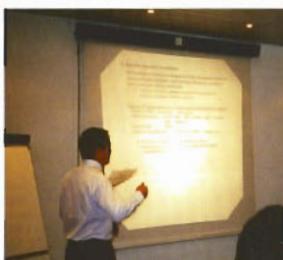
●1996年9月



●日本・東京（日欧のみ）

●1998年3月





●ベルギー・
ブリュッセル
●1999年3月



●スペイン・バルセロナ
●1999年4月



●米・セントルイス
●2000年4月



●米・ワシントンD.C.
●2002年3月



●フランス・パリ
●2004年9月

■2005年、日本において日米欧三極会議を開催

●日本・東京 ●2005年9月



●定例の会議（環境部会、安全部会、
コミュニケーション部会）のほか、
行政訪問やメディア・ブリーフィ
ング等も実施

目 次

●第1章 可塑剤工業会の設立 [1957年～1970年]

1. メーカー13社で可塑剤工業会を設立	1957年	P10
2. 工業会設立前後の可塑剤工業の概況	戦前～1960年代	P12
3. ポジティブリストの作成に積極的に参画	1967年	P16

■可塑剤工業の歴史-1 可塑剤工業の誕生と発展

可塑剤の誕生(1865年／慶応元年～)	P18
可塑剤工業の黎明期(戦前)	P20
戦後復興と可塑剤工業の成立(戦後～1950年代)	P22
量産体制の整備(1960年代前半)	P24

●第2章 環境・安全性問題 [1972年～1978年]

1. 多摩川などでフタル酸エステルが検出され問題に	1972年	P26
2. 環境調査や各種の安全性試験を直ちに実施	1972年～	P28
3. 大阪府がDEHPの安全を宣言して問題は終息へ	1978年	P32

■可塑剤工業の歴史-2 可塑剤工業の成長と安定

可塑剤工業の成長期(1960年代～1970年代前半)	P34
可塑剤工業の安定・成熟期(1970年代後半～1980年代)	P36

○可塑剤コラム-1

半世紀以上にわたる安全性試験の積み重ね	P38
---------------------	-----

○可塑剤コラム-2

可塑剤の用途とその変遷	P40
-------------	-----

●第3章 発ガン性問題 [1980年～2000年]

1. 米国NTPの試験でげっ歯類の肝臓に腫瘍が	1980年	P42
2. DEHPの総合的な安全性試験計画をスタート	1994年	P46
3. 安全性の新たな確証が出揃う	1997年	P48
4. IARCがDEHPを非発ガン物質へと分類を変更	2000年	P52

○可塑剤コラム-3

日米欧三極可塑剤工業会の連携	P54
----------------	-----

●第4章	内分泌搅乱作用問題 [1996年～2003年]	
1.	“環境ホルモン問題”として社会問題に	1996年 P58
2.	精緻な試験で安全性を確認	1997年 P62
3.	環境省が「内分泌搅乱作用が認められなかった」と発表	2003年 P66
■可塑剤工業の歴史-3 環境・安全性意識の高まりへの対応		
	可塑剤工業の試練(1990年代)	P68
	可塑剤工業の今(2000年代)	P70
○可塑剤コラム-4		
	安全性啓発の取り組み	P72
●第5章	生殖毒性問題 [2000年～2007年]	
1.	生殖毒性(精巣毒性)の解明で安全性問題の最終決着を図る	2000年 P74
2.	幼若期のマーモセットを使い、げっ歯類との種差を確認	2003年 P76
3.	「詳細リスク評価書」で“リスクなし”との評価が	2005年 P80
●第6章	可塑剤の環境・安全性問題のまとめ [1957年～2007年]	
1.	可塑剤は環境中で容易に代謝・分解され蓄積しない	P82
2.	発ガン性、環境ホルモン問題が決着。生殖毒性の究明に努力	P84
○可塑剤コラム-5		
	トピックス-1「可塑剤生合成の研究」	P86
	トピックス-2「室内濃度の長期データ」	P87
○出典		P88
資料編	1.可塑剤安全性年表	P90
	2.可塑剤工業会 歴代会長	P94
	3.可塑剤統計	P96
	4.可塑剤工業会 沿革	P98

1. メーカー13社で可塑剤工業会を設立

可塑剤工業会が設立されたのは1957年（昭和32年）6月1日のことです。その前年には経済白書で「もはや戦後ではない」といわれ、高度経済成長期の中でも空前の好景気とされる神武景気（1955-1957年）から岩戸景気（1958-1961年）へと向かう時期の船出でした。

加盟した可塑剤メーカーは13社（右記）で、事務局は霞が関にあった化学工業会館のプラスチック協会内に置かれました。初代会長は千原末夫（新日本窒素肥料（株）常務取締役）です。

当時の可塑剤生産量は年間約2万6千トンでしたが、塩ビ工業や石油化学工業の発展とともに、わずか6年後の1963年には10万トンを突破し、40年後のピーク時（1997年）には約57万トンへと20倍以上の成長を遂げることとなります。

■可塑剤工業会 設立当時の加盟社一覧

- (株)大八化学工業所
- 電気化学工業(株)
- 江戸川化学工業(株)
- 花王石鹼(株)
- 協和発酵工業(株)
- モンサント化成(株)
- 三建化工(株)
- 酸水素油脂工業(株)
- 積水化学工業(株)
- 新日本窒素肥料(株)
- 東神化学工業(株)
- 東洋合成化学工業(株)
- 弥栄化学工業(株)

※以上13社、ABC順 ※社名は当時のもの

▶可塑剤工業会の設立まで

■塩ビ業界団体の可塑剤部会として活動を開始

可塑剤工業会の前身は、戦後間もない1948年（昭和23年）に発足した塩化ビニール樹脂工業懇話会の中に設置された可塑剤部会※です。懇話会は、当時黎明期にあった塩ビ工業の企業化に関心のある法人とともに通産省が結成した官民合同の組織で、事務局は東京・銀座の教文館ビルの中にありました。塩ビ工業や可塑剤工業を含む日本のプラスチック工業は、そこで組織化され、発展の礎を築いていくことになるのです。

可塑剤部会の初会合が古河電気工業（株）においてもたれたのは1949年3月12日のことです。これが戦後・可塑剤工業としての活動の実質的な第一歩と言えるでしょう。以降積極的に会合が継続され、可塑剤の製造、特性、試験方法、規格などについて検討や共同研究が進められました。

具体的には、椰子油還元アルコールからのDnOP、BLP、DLPの製造法の研究や海外から輸入したDOP※サンプルの分析、パイロット段階にあった国産DOPの製造法の研究などが共同で行われました。

※ 塩化ビニール樹脂工業懇話会の可塑剤部会は以下の4人が中心となって設置・運営されました。

《可塑剤のバイオニア4人衆》

- 山田 桜（川口ゴム工業（株））
- 古谷 正之（古河電気工業（株））
- 杉田 辰男（塩化ビニール樹脂工業懇話会会长・大日本セルロイド（株））
- 水谷 久一（商工省東京工業試験所）

▶可塑剤の名称の見方

DOP	フタル酸ジオクチル
略号	原料となる 酸の名前
	原料となる アルコール の種類

▶可塑剤の名称

- DnOP：フタル酸ジノルマルオクチル
- BLP：フタル酸ブチルラウリル
- DLP：フタル酸ジラウリル
- DOP：フタル酸ジオクチル

※※ DOPはフタル酸ジオクチルの総称です。現在わが国では、通常、DOPといえばDEHP（フタル酸ジ-2-エチルヘキシル）を意味します。本冊子では混乱を避けるため、特に環境・安全性問題などで両者の区別を明確にする場合を除いて表記をDOPで統一しています。

▶可塑剤とは塩化ビニル樹脂（以下、塩ビ）に柔軟性を与える添加剤です。軟質塩ビ製品となって電線被覆材や壁紙、床材、バッグ、ガーデンホースなど暮らしの中の様々なところで使われ、役立っています。可塑剤工業会は設立以来半世紀、可塑剤の有用性と安全性を確保するために努めてきました。

1957年

■可塑剤工業会として独立

塩化ビニル樹脂工業懇話会は1950年7月にプラスチック協会（現在の日本プラスチック工業連盟）へと発展し、可塑剤部会もプラスチック協会の部会として活動を続けました。

塩ビの生産が本格化した1953年、プラスチック協会から塩ビ樹脂メーカーが独立して塩化ビニル協会（現在の塩ビ工業・環境協会）を設立するなどプラスチック協会の改組が進み、可塑剤部会を構成していた可塑剤メーカーも独立して可塑剤工業会を発足させました。事務局は協和発酵工業(株)内に置きました。

その4年後、1957年には業界団体として届け出を済ませ、可塑剤工業会が正式に発足したのです。

■初期の可塑剤研究は関西を中心に

戦後すぐ、可塑剤の工業化が検討されていた当時は、京大、阪大、大阪市大といった関西の大学が塩ビなどの高分子化学の研究をリードしていたため、可塑剤の製造や利用に関する学術的な研究も関西を中心進められていました。

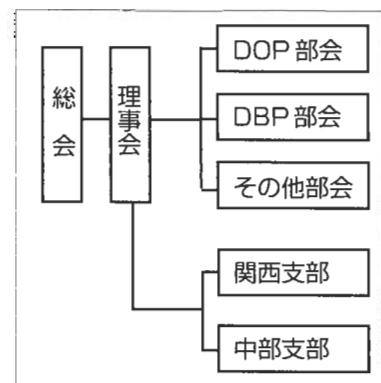
関西では1950年2月、近畿化学工業会（現・近畿化学協会）の専門部会の一つとして可塑剤部会*が発足しています。後に可塑剤工業会の会員となる可塑剤メーカーのうち、関西に拠点をもつ企業の多くがこの部会に加わっていました。

事務局は大阪市東区の野村ビルにありました。毎月1回の会合がもたれ、学界の専門研究者と産業界の生産技術者が研究・情報交換に努めました。

1950年12月1日には、高分子化学協会および日本ゴム協会と共に『可塑剤に関する研究報告会』を行っています。

こうした可塑剤研究の成果は高分子化学協会から『可塑剤の研究』上下2巻として1950年に発行され、日本初の可塑剤の専門書として業界の急速な発展の基となりました。

■設立当初の可塑剤工業会組織図



DBP：フタル酸ジブチル



可塑剤工業会が正式に設立して間もない
1959-1961年に事務局のあった赤煉瓦ビル
(三菱本館)と大槻事務局長

* 近畿化学工業会の可塑剤部会は、その後、ビニル部会と統合して活動が続いています。また、研究発表会は塩化ビニル討論会として年1回行われています。

2. 工業会設立前後の可塑剤工業の概況

▶ 戦前～戦後の可塑剤工業

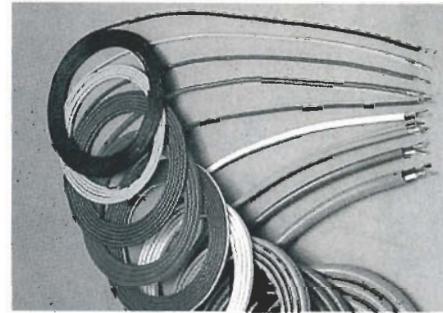
■セルロイド用から塩ビ用へと転換して国産化を推進

可塑剤工業は、第2次世界大戦まではセルロイド工業とともに発展してきました。セルロイド用の可塑剤として使われていた樟脳※は日本が主な産地だったこともあり、戦前日本はセルロイドの生産量世界第1位を誇っていました。

欧米では樟脳に代わる可塑剤の研究が進められ、日本でも昭和初期にDBPやTCP、DMP、DEPなどをドイツから輸入して使用するほか、順次国産化を進めていきました。昭和10年には(株)大八化学工業所がTCPの初の国産化に成功しています。

一方、塩ビ用の可塑剤としては、上記の可塑剤などがセルロイド用から転用され、戦時中から一部軍需用の電線被覆材などに使用されていました。1943年（昭和18年）には終戦前の最大生産量DBP 263トン／年、TCP 202トン／年に至っています。

戦後、1950年頃から塩ビ樹脂工業が急激に発展したのに伴ってDBP、TCP等よりも性能が優れた可塑剤への関心が高まり、DOPをはじめ各種の多様な可塑剤が研究され製造されるようになっていきます。前述した塩化ビニール樹脂工業懇話会の可塑剤部会が設置され、活躍したのはこの頃です。



戦時中から一部で電線被覆材などに使用

※樟脳：クスノキなどの精油の主成分（分子式は $C_{10}H_{16}O$ ）。「カンフル」という別名があり、活性化の手段を比喩的に「カンフル剤」というのは、かつて樟脳が強心剤として使われていたことから来ている。現在は血行促進や鎮痛、消炎のための医薬品として使われている。

TCP：リン酸トリクロレシル

DMP：フタル酸ジメチル

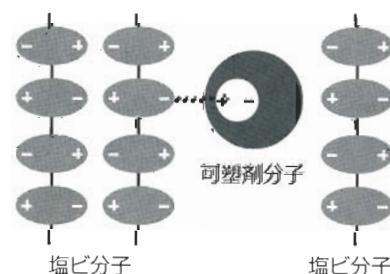
DEP：フタル酸ジエチル

■可塑剤とは

可塑剤とは、ある材料に柔軟性を与えるために添加する物質のことです。粘土細工では粘土に水を加えて軟らかくしますが、その場合の水と同じような働きをするのが可塑剤です。可塑剤は現在主に、塩ビを中心としたプラスチックを軟らかくするために用いられ、そのほとんどが酸とアルコールから合成される化合物（一般にエステルといわれるもの）です。常温では一般に無色透明の液体です。

塩ビは常温では硬い樹脂ですが、それを加熱すると、互いに引きつけ合う力よりも分子の運動量のほうが大きくなり、分子間の距離が広がってきます。つまり、“軟らかく”なるわけです。その状態の時に可塑剤の分子を取り込ませると（右図）塩ビ分子の接近が妨げられ、冷却して常温に戻っても“軟らかい”状態を保つことができるようになります。これが、塩ビを軟らかくする可塑剤の働きです。

■図：塩ビ分子と可塑剤分子



戦前～1960年代

世の中の出来事

▶ DOPの登場

■ 1949年にDOPを生産開始

可塑剤の原料は酸とアルコールです。この二つを様々な組み合わせることで多様な種類の可塑剤を作り出すことができます。その代表的なものが、「フタル酸エステル」と総称される一群のエステル化合物です。

フタル酸エステルは塩ビとの相溶性や耐寒性など、塩ビ用の可塑剤に求められる様々な性質をバランスよく備えているため、戦後幅広く使われるようになっていきました。

フタル酸エステルの中でもDOPの性質が優れていることは、終戦後すぐにアメリカの文献などから知られていました。

DOPの原料となる無水フタル酸とアルコール（2-エチルヘキサノール）は戦前から国産化が進められていたため、DOPの生産体制は戦後いち早く整えられました。1949年から生産が始まり、1951年にはDBPに代わって生産量第1位の可塑剤となっています。

▶ JISの制定

■ 1955年にJISを制定

可塑剤の規格に関しては、戦時中すでに日本標準規格として定められていましたが（1940年第405号、1942年第344号）、それらはセルロイド用途が中心でした。戦後、塩ビ用可塑剤の発展に伴い、使用量の増えてきたDOP、DnOP、DBPについて規格を定める必要性が高まってきました。

可塑剤工業会の前身であるプラスチック協会可塑剤部会は、通産省からの委託を受けて1950年ごろからJISの検討に入りました。1953年には可塑剤部会が独立してできた可塑剤工業会に検討が受け継がれ、1955年5月にフタル酸エステルJIS K-6751～6754として制定されました。このJIS制定により、メーカーは品質の維持・改善や生産の合理化を進めやすくなり、ユーザーである塩ビ製品の製造・加工業者にとっては原料の購買・使用的合理化が図れるようになりました。

1957年

（昭和32）

- 1月 ● 南極観測隊が南極に初上陸
- 8月 ● 東海村原子炉で「原子の火」点火
- 9月 ● 初の国産ロケット「カッパー4C型」の打ち上げ成功
- 10月 ● 日本が国連の非常任理事国に当選
- 5,000円札発行
- ソ連が人工衛星スプートニク1号の打ち上げに成功
- 12月 ● 100円硬貨発行

1958年

（昭和33）

- 1月 ● 欧州共同体（EEC）発足
- 4月 ● 巨人軍・長嶋茂雄選手、デビュー戦で4打席4三振



- 8月 ● 初の即席ラーメン発売
- 9月 ● 日本初の缶ビール発売
- 12月 ● 1万円札（聖徳太子）発行
- 東京タワー完成

1959年

（昭和34）

- 1月 ● メートル法施行
- 3月 ● 週刊少年マガジン、サンデー創刊
- 4月 ● 皇太子明仁親王（今上天皇）美智子様とご成婚。ミッチャーブーム
- 9月 ● 小沢征爾氏が国際指揮者コンクールで第1位に
- 伊勢湾台風、死者不明5,101人

1960年

（昭和35）

- 2月 ● 浩宮徳仁親王（現皇太子）ご誕生
- 5月 ● 「安保反対」で10万人の国会請願デモ
- 9月 ● カラーテレビ本放送始まる
- 10月 ● 社会党委員長・浅沼稲次郎氏刺殺
- 12月 ● ベトナム戦争始まる
- 池田首相、所得倍増計画を発表

▶ 各種可塑剤の開発

■ 1950年代には主な可塑剤が出揃い生産量も急増

可塑剤工業会の母体となった塩化ビニール樹脂工業懇話会がプラスチック協会へと発展した1950年ごろから塩ビの生産が軌道に乗る一方、アメリカから様々な可塑剤についての情報やサンプルが入ってくるようになりました。そして、塩ビの幅広い用途ごとに求められる多様な性能を満たすためには、DOPだけでなく様々な種類の可塑剤が必要なことや、一種類の可塑剤で対応できない場合にはそれぞれに特長を持った可塑剤を配合すると、いろいろな用途に使用できることが分かってきました。

その後10年ほどの間に、加工性の良いBBPなどの「フタル酸エステル」のほか、耐寒性を持ったDOA、DIDAなどの「アジピン酸エステル」や難燃性の高い「塩素化パラフィン」、安定剤の効果もある「エポキシ化大豆油」、移行性の小さい「ポリエステル系可塑剤」など、現在出荷されている可塑剤の大半がメーカー各社によって開発・製造されました。

1950年代には可塑剤の生産量はDOPを中心に大幅に伸びていくこととなります。



塩ビ製品の良さを広く知らせるため、1950年代、百貨店などで展示会がよく行われた。

(3大メーカー・ビニール展、1953年/S.28)

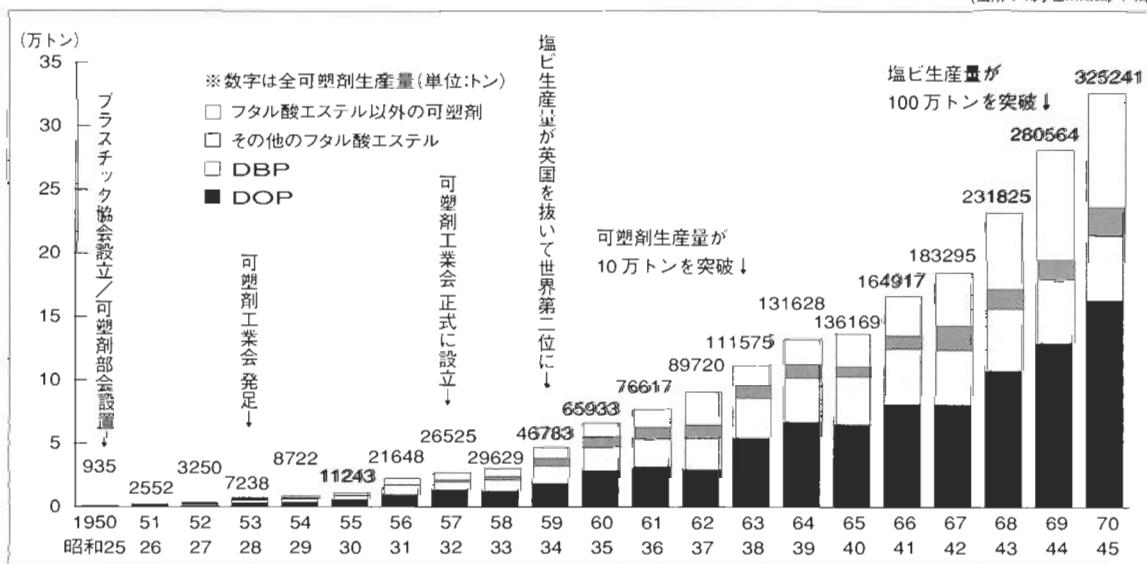
BBP：フタル酸ブチルベンジル

DOA：アジピン酸ジオクチル

DIDA：アジピン酸ジイソデシル

■ 可塑剤生産量推移（1950～1970年）

(出所：化学工業年報)



世の中の出来事

▶ 原料アルコールの製造法の変遷

■ 製造法の進歩で原料アルコールの大量供給が可能に

DOPの原料となるアルコールについては、当初1949年(昭和24年)には、花王石鹼(株)(現・花王(株))と第一工業製薬(株)が、椰子油から「還元法」によりn-オクタノールを製造していました。

同年10月には、協和発酵工業(株)が、発酵により得られたブタノールから2-エチルヘキサノールを製造する「発酵法」をスタートさせました。

一方、1950年に、アセチレンからブチルアルデヒドを経て2-エチルヘキサノールを製造する「合成法」が、三建化工(株)と新日本窒素肥料(株)(現・チッソ(株))で開始されました。

その後、1957年頃から石油化学工業の発展が始まり、1960年以降、各社で石油化学による2-エチルヘキサノールとその他の原料アルコールの大量生産が行われるようになりました。

▶ 用途の多様化

■ フィルム、レザーから農ビにまで拡大

塩ビ製品は可塑剤を使った「軟質塩ビ」と使わない「硬質塩ビ」に分けられますが、戦後の用途拡大は軟質塩ビ、いわゆる“ビニール”が中心となりました。

1947年に一般用フィルム、1949年には塩ビレザーなど、軟質塩ビ製品の工業化が続きました。フィルムやレザーは、ベルト、レインコート、時計バンド、鞄、ハンドバッグ、履き物(ケミカルシューズ)、椅子、ソファーなど、ファッショング、日用品、雑貨の分野で広く使われるようになりました。

電線被覆材としては第二次大戦中から使われていましたが、戦後、1950年から塩ビ被覆電線の本格的な工業化が始まりました。

1951年には農業用ビニールフィルム(農ビ)の研究も始まり、1953年には水稻の苗代に初めて利用されて米穀の収穫量が3割も増収したという成果がありました。

※石油化学工業：石油を原料とし、化学反応を利用して合成樹脂や合成繊維、薬品など様々な化学製品を作る工業。大規模な設備を使った大量生産が可能。

1961年

(昭和36)

- 1月 ●米国ジョン・F・ケネディ大統領が就任
- 4月 ●ソ連がガガーリン氏を乗せ、世界初の有人衛星船打ち上げに成功
- 8月 ●ベルリンに東西の壁が出現
- 10月 ●大鵬閣、柏戸閣が同時横綱昇進

1962年

(昭和37)

- 2月 ●東京都の常住人口が1,000万人を突破。世界最大の都市に。
- 7月 ●堀江謙一氏が小型ヨットで太平洋横断に成功
- 9月 ●初の国産電子複写機完成
- 10月 ●ビートルズがデビュー
- 10月 ●キューバ危機勃発
- 11月 ●戦後初の赤字国債発行を決定

1963年

(昭和38)

- 1月 ●アニメ「鉄腕アトム」登場
- 3月 ●吉展ちゃん誘拐殺人事件が発生
- 6月 ●黒部川第4ダム完成
- 11月 ●新千円札(伊藤博文)発行
●ケネディ大統領、ダラスで暗殺される

1964年

(昭和39)

- 3月 ●シャープとソニーが電子式卓上計算機を完成
●経済協力開発機構に加盟
- 4月 ●海外旅行の自由化
- 6月 ●新潟地震(M7.5)発生
- 10月 ●東海道新幹線が開通、「ひかり」「こだま」登場
●東京オリンピック大会開催



初期の農ビ使用風景

3. ポジティブリストの作成に積極的に参画

▶ 背景

■ 食品容器・包装や医療用器具では、より高い安全性が必要に

可塑剤は“軟らかい”塩ビ製品には欠かせない添加剤として1950年代から1960年代にかけて順調に生産量を延ばし、1963年には可塑剤全体の生産量が10万トンを突破するまでに成長しました。

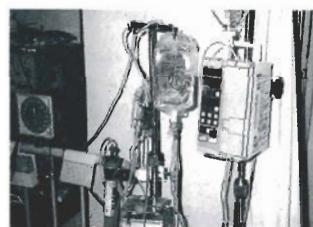
一方で、日常の暮らしに身近なところで大量に使われる素材であるため、可塑剤の安全性については上市された当初（1940年代）から極めて多くの研究が行われてきました。

生産量の多いDOPなどのフタル酸エステルを中心として、様々なチェック事項*について詳細に調べられ、1960年代中頃の時点で安全性に問題はないことが確認されていました。

しかし、可塑剤を使った軟質塩ビは、ファッション・日用品・雑貨だけでなく、食品の容器・包装や医療用器具などとしても広く使われるようになってきたことから、さらなる安全性を確保するための取り組みが求められていました。



軟質塩ビ製
食品ラップ
フィルム



軟質塩ビを
使った
医療用器具
(透析装置)

* 安全性の主なチェック事項：急性毒性、亜急性および慢性毒性、催奇形性、世代試験・生殖毒性、発ガン性、皮膚刺激および皮膚吸収による毒性、動物の体内での代謝速度、血液中の挙動等

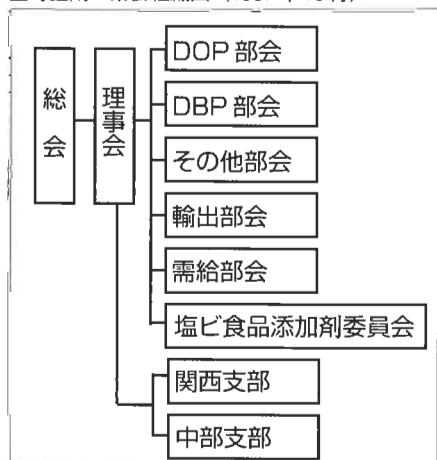
▶ 塩ビ食品衛生協議会（以下、塩食協）の設立

■ ポジティブルリストを制定するため、塩ビ関連企業が結集

欧米諸国では、食品の容器包装用途での可塑剤について、溶出量が制限されているほか、安全に使用できる可塑剤の種類を列挙したポジティブルリスト（PL）が定められています。

日本においては、従来は食品衛生法の規定に基づいた厚生省告示（第434号）によって軟質塩ビの規格が定められてきました。そして1967年6月、さらなる安全性確保のため、厚生省の指導のもとで諸外国を参考にしたポジティブルリストを業界自主規格として定めることとなり、関連企業が会員となって塩食協が設立されました。可塑剤工業会会員企業各社もこれに積極的に加入、協力したほか、可塑剤工業会においても、この問題に対応するため塩ビ食品添加剤委員会を同年10月に設置しました。

■ 可塑剤工業会組織図（1967年10月）



1967年

世の中の出来事

▶ ポジティブリスト(PL規格)の制定

■ 使用可能な物質や品質規格を規定

可塑剤工業会の会員企業は、塩食協の会員としてポジティブリストを制定するため、1967年より各国の規制、安全性に関する内外の文献の収集、調査等に取り組みました。また、各社で行われている安全性研究等の資料を提供するなど協力を進めました。

1968年には塩食協主管の厚生科学研究所で、軟質塩ビからの可塑剤の移行についての実験を工業会の各社で分担して行うため、塩食協分析委員会へ委員を派遣して研究に当たりました。翌年には研究が終了し、その成果をPL規格作成の重要な参考資料として提出しました。

1969年7月には、食品関連に限らず広く安全性や技術問題全般に対処するため、塩ビ食品添加剤委員会を発展させて技術部会とし、理事会の直属機関としました（1970年には技術委員会に改称）。

1970年7月、塩食協による業界自主規格、いわゆるPL規格が制定されました。PL規格は材質試験法とポジティブリストで構成されます。DOPをはじめとしたフタル酸エステルやアジピン酸エステルなど主な可塑剤は食品用途においても安全であることが確かめられ、ポジティブリストに掲載されました。

■ 各国のポジティブリストにおける主な可塑剤の記載（2007年6月現在）

可塑剤	日	米 (FDA)	EU	英				
				独	仏	伊	蘭	
フタル酸ジ-n-ブチル	○	○	○	○	○	○	○	○
フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	○	○	○	○	○	○	○	○
フタル酸ジ-i-デシル	○	○	○	○	○	○	○	○
フタル酸ジ-i-ノニル	○	○	○	○	○	○	○	○
フタル酸ブチルベンジル	○	○	○	○	○	○	○	○
アジピン酸ジ-2-エチルヘキシル	○	○	○	○	○	○	○	○
セバシン酸ジ-n-ブチル	○	○	○	○	○	○	○	○
アセチルクエン酸トリプチル	○	○	○	○	○	○	○	○
エポキシ化大豆油	○	○	○	○	○	○	○	○

※ 欧州では各国で多少のばらつきが見られます。今後、EU加盟国はEUの規制に合わせていくものと思われます。

1965年

（昭和40）

- 2月 ●米軍、北ベトナムに爆撃開始
- 10月 ●朝永振一郎氏ノーベル物理学賞受賞
- 11月 ●プロ野球でドラフト会議始まる
 - 新南極観測船ふじ、東京港出港
 - ニューヨーク大停電

1966年

（昭和41）

- 3月 ●日本の総人口一億人突破
- 6月 ●「建国記念の日」「敬老の日」
 - 「体育の日」制定
 - ビートルズ来日



写真提供 共同通信社

- 8月 ●中国、文化大革命が激化

1967年

（昭和42）

- 6月 ●第3次中東戦争、エジプト閉鎖
- 7月 ●欧州共同体（EC）発足
- 10月 ●ラジオ深夜放送「オールナイトニッポン」開始
- 12月 ●東京都電が荒川線以外廃止

1968年

（昭和43）

- 1月 ●OPEC発足
- 2月 ●成田空港反対闘争始まる
- 4月 ●初の超高層ビル霞が関ビル完成
- 7月 ●郵便番号制度スタート
 - 週刊少年ジャンプ創刊
- 8月 ●ソ連、東欧5カ国、チェコ侵入
- 10月 ●メキシコオリンピック開催
 - 川端康成氏ノーベル文学賞受賞
 - ニクソン氏、米大統領に当選
 - 北ベトナム爆撃を中止
- 12月 ●3億円強奪事件発生

可塑剤工業の誕生と発展

▶ 可塑剤の誕生(1865年／慶応元年～)

● 可塑剤が生まれたきっかけはビリヤードの流行？

可塑剤の長い歴史は1865年（慶応元年）、英國のAlexander Perkesが樟腦をニトロセルロース※の可塑剤に使って新しいプラスチックを作るのに成功したことに始まります。Perkesはその素材を「ザイロナイト」と命名しました。

一方、米国でも同様に樟腦をニトロセルロースの可塑剤に使う発明がJohn Wesley Hyattによって1868年（明治元年）に行われました。これは、当時大流行していたビリヤードの玉に使う象牙の代替品として開発されたものです。その素材は

- 「セルロイド」と命名され、象牙や木材、ゴム、べっ甲、サンゴなどの天然素材に代わる新素材として一躍脚光を浴びました。
- 1870年にはセルロイドを製造する会社が誕生し、初めて工業的に生産された“最古のプラスチック”となっています。可塑剤のスタートはプラスチック産業のスタートでもあったのです。

※ニトロセルロース：植物の細胞を構成する成分である炭水化物のセルロースを硝酸、硫酸で処理したもの。塗料や火薬の原料などになる。硝化綿ともいう。

● 日本でセルロイド工業が発展し、昭和初期には黄金時代に

日本では、19世紀末にはセルロイドの輸入・加工が行われ、べっ甲やサンゴの代替品として装身具などに使われていました。当時セルロイドは大変高価なものでした。

国内でのセルロイドの本格的な工業生産は堺セルロイド(株)堺工場が1910年（明治43年）に、また、日本セルロイド人造絹糸(株)網干工場が翌1911年（明治44年）に始めています（両社は現・ダイセル化学工業(株)）。

セルロイドが大量に生産されるようになり、安価になっていくと、ガラガラや人形などのおもちゃにも使われるようになります。用途が広がっていきます。

日本のセルロイド工業は、可塑剤である樟腦の生産が台湾で盛んになったこともあり、1933年（昭和8年）以降は生産量世界一を誇る黄金時代を迎えることとなります。

樟腦はセルロイドの可塑剤として全体の約25%ほど配合されていました。樟腦は樟（クスノキ）から採れるのですが、その産地は日本の九州、四国、紀伊半島南部や台湾、中国南部などに限られていました。

欧米各国は、樟腦を日本から高い値段で輸入せざるを得ませんでした。こうした事情が、欧米において樟腦に代わる可塑剤の研究開発を促進させ、現在の可塑剤工業へつながるフタル酸エステルの誕生を招くことになります。

▶可塑剤工業は、戦後、塩ビ工業とともに急速に発展しました。経済復興と高度成長の波に乗って一躍成長産業となつたのです。しかし、意外なことに可塑剤が使われてきた歴史は塩ビよりも古く、慶應元年から可塑剤はニトロセルロース用に使われていました。

●ノーベルはダイナマイトだけでなくフタル酸エステルも発明

樟脳に代わってニトロセルロースの可塑剤に初めてフタル酸エステルを使ったのはドイツ人の化学者C. Grabeで、1883年（明治16年）のことだと言われています。

ダイナマイトの発明で名高いA. Nobelも1894年（明治27年）にニトロセルロースの可塑剤にフタル酸エステルを使う特許を英国で取得しています。

フタル酸エステルの原料である無水フタル酸は防虫剤などに使われるナフタレン*を酸化させたもので、1897年（明治30年）にはドイツの化学メーカーBASF社によって工業生産が始まられ

ていますから、可塑剤としてのフタル酸エステルの登場はこの頃からだと考えられます。

また1901年（明治34年）にはドイツの化学者E. Zhelが、リン酸エステルのTCPをセルロイドの可塑剤に使うことを発明しています。

*1960年代以降、無水フタル酸はナフタレンだけではなくオルソキシレンからも作られています。

●日本ではまず塗料用としてフタル酸エステルの使用が始まる

セルロイド用の可塑剤としては樟脳の性能があまりにも優れていたため、日本では他の可塑剤による代替はあまり進みませんでした。

一方、ニトロセルロースからは、セルロイドだけでなくフィルムや塗料（ラッカー）、火薬などを作ることができるので、ニトロセルロースラッカー用の可塑剤として1917年（大正6年）にフタル酸エステルのDBPが日本に初めて紹介されています。

大正時代後期にはアメリカなどからラッカーの見本や可塑剤、溶剤などを輸入してニトロセルロースラッカーの研究が始められました。

1925年（大正14年）、関西ペイント（株）が輸入したDBPを使ってニトロセルロースラッカーの工業生産を始め、これが国内でのフタル酸エステルの使用開始となりました。

『可塑剤』の名称は誰が考えた？

1923年（大正12年）頃、（株）大八化学工業所〈現・大八化学工業（株）〉の田中豊によって“基礎剤を可塑化できるもの”という意味で『可塑剤』と命名され、以降は可塑剤に統一されていったと言われています。

それまでは軟化剤・柔軟剤や膠化剤などが使われていました。英語ではPlasticizer、Softner、Gelatinizerなどといいます。

可塑剤とは、《形作ること（塑）ができるようにする（可）調合物（剤）》ということです。出来上がった製品が軟らかいという“状態”よりも、自由な形にできるという“機能”に着目したネーミングといえます。

▶ 可塑剤工業の黎明期(戦前)

● 可塑剤の研究、国産化が急速に進展

大正末期から昭和初期にかけてセルロース系塗料※と可塑剤の研究が進み、自動車・車両用や電線用などに使われるようになりましたが、市場は限られており、産業規模としては小さなものでした。

1929年（昭和4年）には鉄道省（現JR）の車輌塗料に用いられるようになったほか、1931～32年（昭和6～7年）頃には藤倉電線（株）（現・（株）フジクラ）からラッカー塗装電線が発売されています。ラッカー塗装電線はその後、大日本電線（株）（現・三菱電線工業（株））や古河電気工業（株）、住友電線製造所（株）（現・住友電気工業（株））なども製造販売を始めました。

当初は輸入に頼っていた可塑剤も、徐々に国産化が進められました。1935年（昭和10年）の前後に、当時可塑剤では最も進んでいたドイツのIG社などから各種可塑剤の見本を輸入して研究を行い、2～3年のうちに次々と国産化を成功させたのです。

1935年（昭和10年）、（株）大八化学工業所がTCP

の製造に成功しました。これが、日本の可塑剤工業の記念すべき出発点でした。次いで同社はTPP、DBP、DMP、DEPなどの製造も開始します。

1937年（昭和12年）には日中戦争が勃発し、可塑剤の輸入が難しくなってきたことから、国産化が急速に進展することになります。保土谷曹達（株）（現・保土谷化学工業（株））、日本香料薬品（株）、旭電化工業（株）（現・（株）ADEKA）、佃化学（株）、日本曹達（株）などが相次いで可塑剤の生産を始めました。

※ニトロセルロースだけでなく、アセチルセルロースやベンジルセルロースなどを用いてラッカーの研究が進められました。可塑剤はDBP、DMP、TCP、TPPなどを使用。

TPP：リン酸トリフェニル

● 可塑剤原料の国産化① ブタノール

ブタノールと無水フタル酸は可塑剤の主要な原料であり、可塑剤工業の発展と密接に関わってきました。

ブタノールの歴史は古く、1852年（嘉永5年）に発見されたアルコールです。DBPや酢酸ブチルなどの原料となるほか、航空燃料にも使用されるため、第1次世界大戦の頃には各国で盛んに研究・製造が行われました。

製造法は、発酵菌を使った「発酵法」と、アセチレンから合成する「合成法」の2通りがあります。「発酵法」は1911年（明治44年）FernbachとWeizmanによって発見され、1915年（大正4年）には英国で工業生産が始まっています。日本では1931年（昭和6年）に広栄（株）（現・広栄化

学工業（株））、1937年（昭和12年）に合同酒精（株）、1940年（昭和15年）には東北アルコール工業（株）（現・合同酒精（株））で工業化が行われました。

一方、合成法はアセチレンを出発物質とするものです。日本合成化学工業（株）が1926年（昭和元年）から研究を開始したほか、日本窒素肥料（株）（現・チッソ（株））や大日本セルロイド（株）、昭和合成化学工業（株）（現・新潟昭和（株））、鉄興社（株）（現・東ソー（株））、電気化学工業（株）などが戦前に相次いで工業化を進めました。

1943年（昭和18年）には東アジア地域で1万トンを超えるブタノールが生産され、DBPは263トンが生産されています。

●可塑剤原料の国産化② 無水フタル酸

無水フタル酸は、前述のようにナフタレンを酸化して得られます。BASF社が1897年（明治30年）、硫酸水銀を触媒としてナフタレンを濃硫酸で酸化する方法で工業生産を始めました。その後20年後にはドイツと米国で「気相酸化」※という製造法が開発されます。

日本では1935年（昭和10年）に日本染料製造（株）（現・住友化学（株）春日工場）が、また1938年（昭

和13年）に三菱化成工業（株）（現・三菱化学（株））黒崎工場と三池染料（株）（現・三井化学（株））が、1941年（昭和16年）にはヲサメ化学工業（株）（現・日本触媒（株））が製造を始めました。

※ナフタレンの蒸気と空気を混ぜ、高温の触媒（五酸化バナジウム）の上を通して反応させる方法。

●塩ビの生産が主に軍需用として戦中に始まる

戦前、日本では塩ビはまだ試験生産段階にありました。1939年（昭和14年）、日本窒素肥料（株）水俣工場でパイロットプラントによる塩ビの試験生産が開始され、2年後には月産5トンの設備での稼働を始めています。次いで、大日本セルロイド（株）、東京電気（株）大船工場（後の東洋化学（株））がパイロット規模で塩ビの生産を始めています。

可塑剤を配合した軟質塩ビは、主として軍需用の電線被覆や塗料などの用途に使われましたが、量的にはごくわずかに過ぎませんでした。塩ビの可塑剤としては、セルロース系塗料用可塑剤として生産されていたDMP、DEP、DBP、TCPなどが用いされました。

●可塑剤工業 年表-1

1875 -78年	●仏英独などで相次いでセルロイドの生産開始	1917年 (大正6)	●DBPをラッカー原料として米国から初めて輸入	1937年 (昭和12)	●近藤製薬工場（現・協和发酵工業）DBPの生産開始
1883年 (明治16)	●C.Grafeニトロセルロースの可塑剤として初めてフタル酸エステルを使用	1923年 (大正12)	●この頃、田中豊らによつて「可塑剤」と命名され、以降統一される	1938年 (昭和13)	●DBP、TCP、TPPなどの可塑剤およびブタノールなどで日本標準規格制定
1894年 (明治27)	●A.Nobelがニトロセルロースの可塑剤にフタル酸ジアルキルを使用する英國特許を取得	1925年 (大正14)	●フタル酸エステル国内使用開始（関西ペイントがニトロセルロースラッカーにDBPを使用）	1939年 (昭和14)	●大ハ化学工業所によりタル酸ジメトキシエチル、リン酸トリ（クロルエチル）などが国産化
1897年 (明治30)	●独BASF社が無水フタル酸を工業化	1930年 (昭和5)	●日本窒素肥料などがセルロイド用可塑剤としてDEPを検討	1940年 (昭和15)	●日本窒素肥料、水俣で塗ビの試験生産に着手
1901年 (明治34)	●独E.Zhelセルロイドの可塑剤にTCPを使用することを発明	1934年 (昭和9)	●以降、独I.G.社より各種可塑剤が輸入される	1941年 (昭和16)	●近藤製薬、TCP生産開始
1910 -11年	●境セルロイド、日本セルロイド人造絹糸、セルロイド生地を生産開始	1935年 (昭和10)	●大ハ化学工業所がTCPの生産を開始。さらにTPP、DBP、DMP、DEPの生産も開始	●旭電化フタル酸ジメトキシエチルの生産開始	●大ハ化学工業所リン酸トリフェニルの生産開始
1912年 (大正元)	●Weizmanが強力な発酵菌を発見してブタノール発酵法の基礎を確立	1937年 (昭和12)	●日本窒素肥料、塩ビの製造研究を開始	●日本窒素肥料、大日本セルロイド、横浜ゴム、塩ビの生産開始	

※以下、年表中では（株）などの法人格は省略

▶ 戦後復興と可塑剤工業の成立(戦後～1950年代)

● 塩ビ工業の勃興とともに塩ビ用可塑剤の研究・生産を開始

第2次世界大戦の空襲で工場が打撃を受け、終戦の混乱の中で可塑剤の生産は一時ストップしていました。しかし、1947年（昭和22年）には生産再開への努力が実り、(株)大八化学工業所と旭化成工業(株)(現・旭化成(株))がDEPを、新日本窒素肥料(株)がDMPの生産を開始して戦後の可塑剤工業が新たな一步を踏み出しました。翌1948年には協和発酵工業(株)がDEPとDBPを、(株)大八化学工業所がDBPを、大日本セルロイド(株)がDEP、DBPを、旭化成工業(株)がDMPの生産を再開しています。

これらの可塑剤は戦前から知られていたものであり、セルロイドおよびセルロース系塗料用の可塑剤として生産されたものです。しかし、戦後復興策として、化学メーカーでは食糧増産のための化学肥料に統いて、原料の供給体制が整っている塩ビに注目が集まり、軟質塩ビの生産には不可欠な塩ビ用可塑剤の研究・生産に一躍脚光が当たることになります。

1949年には塩ビ樹脂の企業化ラッシュが起き、それに呼応するように可塑剤工業も生産体制が大幅に充実してきます（右表）。

この年は、可塑剤工業会の前身である塩化ビニール樹脂工業懇話会・可塑剤部会が発足した年でもあり、可塑剤工業飛躍のきっかけとなった年ですが、当時の生産能力はまだ小規模な状態に留まっていました（ページ下端の表）。

■戦後すぐの可塑剤生産開始状況

年	可塑剤	メーカー名
1947年 (S22)	DEP	(株)大八化学工業所、旭化成工業(株)
	DMP	新日本窒素肥料(株)
1948年 (S23)	DEP	協和発酵工業(株)、大日本セルロイド(株)
	DMP	旭化成工業(株)
1949年 (S24)	DBP	大日本セルロイド(株)、(株)大八化学工業所、協和発酵工業(株)、弥栄化学工業(株)
	DOP	(株)大八化学工業所、花王石鹼(株)、花王油脂(株)（現・花王(株)）、第一工業製薬(株)
	TCP	(株)大八化学工業所、協和発酵工業(株)、住商プラスケム(株)（現・住友商事プラスチック(株)）、日本製薬(株)、日本曹達(株)、保土谷化学工業(株)、大内新興化学工業(株)、(株)江戸川工業所（現・三菱ガス化学(株)）
	DBP	黒金化成(株)、三建化工(株)

■ 1949年の可塑剤生産能力（主なメーカー8社）

（単位：トン／月）

会社名	フタル酸エステル				リン酸エster (TCP等)
	ジメチル(DMP)	ジエチル(DEP)	ジブチル(DBP)	計	
(株)大八化学工業所	35	15	50	100	24
大日本セルロイド(株)	18	12	20	50	
協和発酵工業(株)	35	8	20	63	20
旭化成工業(株)	20			20	
新日本窒素肥料(株)		6		6	
住商プラスケム(株)			15	15	5
弥栄化学工業(株)			5	5	
日本曹達(株)					10
合 計	108	41	110	259	59

- 優れた塩ビ用可塑剤としてDOPの生産がスタート

DOPが塩ビとの相溶性や耐寒性など、塩ビ用の可塑剤に求められる様々な性質をバランスよく備えていることは米国の文献などから知られていました。1949年（昭和24年）には塩化ビニール樹脂工業懇話会・可塑剤部会が通商産業省からの依嘱を受けてDOPの共同研究*を行い、椰子油から作った高級アルコール（オクタノール）を使ってDOPを作る見通しがたち、各社が工業化を進めることとなりました。

DOPの生産開始は左表にある1949年以降も相次ぎ、1950年に協和発酵工業(株)、51年には酸素油脂工業(株)〈現・新日本理化(株)〉、積水化学工業(株)、三建化工(株)、52年弥栄化学工業(株)、53年新日本窒素肥料(株)、モンサント化成(株)〈現・三菱化学(株)〉などがDOPの生産を始めています。

当時、DOPの原料となるアルコール（オクタノールまたは2-エチルヘキサノール）の製造法に

- は、発酵菌を使った「発酵法」と、アセチレンから合成する「合成法」の2通りがありました。

協和発酵工業(株)は発酵法による2-エチルヘキサノールの生産を1950年から始め、それを使ってDOPを月産30トン生産していました。

一方、新日本窒素肥料(株)では1952年に合成法による2-エチルヘキサノールの生産を年産300トンで始めました。

両社の成功によってDOPの原料となるアルコールの本格的国産化が始まり、生産体制が整っていきました。

※共同研究の参加企業：【可塑剤の合成】＝花王油脂(株)、花王石鹼(株)、第一工業製薬(株) 【実用試験】＝住友電気工業(株)、藤倉電線(株)、古河電気工業(株)、川口ゴム工業(株)（現・ロンシール工業(株)）、長浜ゴム工業(株)（現・三菱樹脂(株)）、共和レザーブル(株)、高砂ゴム工業(株)、興國化学工業(株)（現・アキレス(株)）

●各種可塑剤の開発を積極的に推進

DOPは1949年以降順調に生産を延ばし、1953年以降はDBPに代わって可塑剤生産量トップ(3,500トン/年)を続けます。

一方、DOP、DBPといった主力となる汎用の可塑剤以外にも、用途によって多様な可塑剤が必要であることが米国からの可塑剤サンプルや資料、文献などから分かってきて、国内のメーカーは各種可塑剤の研究、工業化を積極的に行っていくようになりました。

まずBPBGが三井化学(株)によって1950年から生産が開始され、次いで弥栄化学工業(株)、(株)大八化学工業所も生産を開始しています。これは安全性が高いとしてフィルムなど食品包装用に使われたものです。

また、BBPは1953年からモンサント化成(株)によって生産が開始され、その後(株)大八化学工業

- 所が加わって床材その他の特殊可塑剤として使われるようになりました。
 - DOAは1955年から(株)大八化学工業所、モンサント化成(株)、弥栄化学工業(株)、新日本窒素肥料(株)などによって生産が開始され、耐寒性可塑剤として発展しました。
 - その他、塩素化パラフィン(難燃性)、エポキシ系可塑剤(熱安定性)、ポリエステル系可塑剤(非移行性、耐油性)など、特別な機能性をもつ可塑剤が1950年代に多数登場します。

BBP：フタル酸ブチルベンジル
DOA：アジピン酸ジオクチル
BPPG：ブチルフタリルゴムルグリコレート

▶ 量産体制の整備(1960年代前半)

● 石油化学工業の進展で原料の製法が転換

石油をもとにして様々な化合物を作り出す「石油化学工業」の誕生は、可塑剤原料の作り方を一新するほどの画期的な出来事でした。

石油化学工業では大規模な設備が必要とされますが、その分、大量かつ経済的に原料の生産を行うことができるようになりました。

石油化学工業は1955年頃から計画が進められ、1957～1959年にかけて工業化が図されました。

可塑剤の原料となるアルコールの石油化学工業による生産では、1960年、三菱化成工業(株)(現・三菱化学(株))がオキソ合成^{*}によるオクタノール(2-エチルヘキサノール)とブタノールの合成

に成功し、オクタノールでは年間6,000トンという大量生産を可能にしたことがきっかけとなり、以降各社で石油化学への転換が進みました。

もう一方の可塑剤原料である無水フタル酸は、それまではナフタレンを原料として作られていましたが、(株)日本触媒、川崎化成工業(株)の2社が1960～1961年に世界に先駆けて石油化学工業製品のオルソキシレンへと原料を転換し、以降は二通りの製法が共存していくことになります。

*オキソ合成：オレフィンとオキソガス（一酸化炭素と水素）から、触媒を使って高温で反応を起こし、アルデヒドを合成する方法。



1964年(S.39)の
三菱化成工業(株)水島工場

● 塩ビの急成長により、各社が設備を大型化

1955年から1964年の10年間（昭和30年代）で可塑剤の生産量は約12倍に増加し、13万8千トンに達しました。予想を超える塩ビ製品の需要増で、可塑剤および可塑剤の原料が一時期不足がちとなりましたが、石油化学工業によって原料の供給体制が整い、可塑剤メーカー各社も設備を大型化して増え続ける可塑剤需要に対応していました。

1963年には東邦理化工業(株)港工場が年間4,200トン規模のDOP製造を始めました。また、大協和石油化学(株)(現・協和発酵ケミカル(株))四日市工場が年間15,000トン規模のDOP製造を始めています。

1964年には酸水素油脂工業(株)川崎工場で年間8千トン規模のDOP製造を始めました。

1969年には日本エステル化学工業(株)(チッソ

(株)、積水化学工業(株)、(株)大八化学工業所、三建化工(株)、日本触媒(株)の共同出資会社)で年間48,000トン規模のDOP製造を始めました。



当時の可塑剤専用タンクローリー（1961年/S.36）

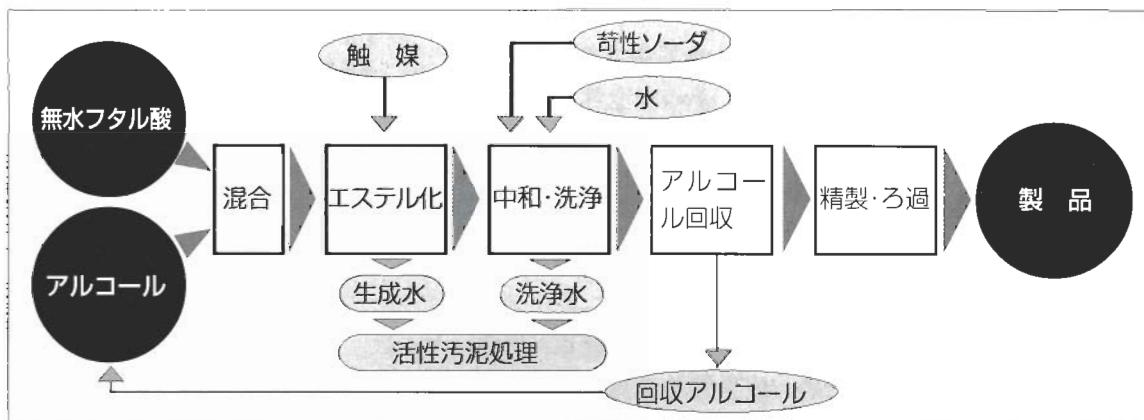
● フタル酸エステルのできるまで

フタル酸エステルの製造工程は、原料となる無水フタル酸とアルコールを触媒のもとで反応（エステル化）させ、その後苛性ソーダで中和してから水で洗浄します。これを蒸留して過剰なアルコールを回収し、最後に精製・ろ過します（下図）。

でき上がったフタル酸エステルは、厳重な品質チェックが施された後、タンクローリーやドラム缶

- に詰められて出荷されます。
- フタル酸エステルの製造工程は、外気に触れることのない「クローズド方式」です。製造工程中にに出る生成水および洗浄水は活性汚泥によって処理しています。また、流通段階では容器として使ったドラム缶の洗浄方法まで管理するなど、環境を保全するための管理体制は製造から流通に至るまで十分に整備されています。

■ フタル酸エステルの製造工程



● 可塑剤工業 年表-2

1945年	終戦	1950年 (昭和25)	塩化ビニール樹脂工業懇話会と合成樹脂協会、アセチレンクラブが合同しプラスチック協会設立	1955年 (昭和30)	フタル酸エステルのJISが制定される
1947年 (昭和22)	日本窒素肥料、水俣でDMPの生産再開		近畿化学工業会に可塑剤部会設置（現・ビニル部会）		DOAを各社が工業化。
	大八化学工業所および旭化成DEPの生産再開		近畿化学工業会と高分子化学協会、日本ゴム協会の共催で可塑剤に関する研究報告会が行われる		大八化学工業所、モンサント化成工業、弥栄化学工業、新日本窒素肥料
1948年 (昭和23)	川口ゴム、長浜ゴム、塩ビフィルムの生産開始		この年、塩ビレザー、フィルムなどの雑貨としての需要が急速に高まる	1956年 (昭和31)	塩ビが日本のプラスチック中第1位の生産量に
	「塩化ビニール樹脂工業懇話会」発足。可塑剤の合成、試験法などの検討が始まる		「農業用樹脂研究会」が発足。農ビの実施試験が始まる	1957年 (昭和32)	ケミカルシューズ普及
	協和発酵工業と大日本セルロイドがDEPとDBPを、大八化学工業所がDBPを、旭化成工業がDMPの生産を再開	1952年 (昭和27)	プラスチック協会が改組され、「可塑剤工業会」として独立		「可塑剤工業会」が業界団体として届け出を行い正式に設立
1949年 (昭和24)	「塩化ビニール樹脂工業懇話会」に可塑剤部会設置	1953年 (昭和28)	新日本窒素肥料、モンサント化成DOP工業化	1958年	モンサント化成工業DIDPを工業化
	この年から各社で可塑剤の生産が相次いで開始される			1959年	三建化工 DIDP 工業化

1. 多摩川などでフタル酸エステルが検出され問題に――

▶ 発端

■ 環境を汚しているのではないかとの指摘

1972年6月、多摩川などの河川からフタル酸エステルのDBPが検出され、環境中で容易に分解せず残留してしまう新たな環境汚染物質ではないかという報道がなされました。“第2のPCB”などとして、新聞や雑誌で大きく取り上げられたのです。

フタル酸エステルは1940年代から世界中で幅広く、安全に使われてきた実績があります。その安全性について数多くの研究の積み重ねによって確認されていました(P38参照)。しかし、この問題で指摘されているいくつかの点(環境中での分解性や生物の体内での代謝など)についてはデータが揃っていない部分もあり、可塑剤工業会では早急に調査・研究に着手しました。

ヒトに対する安全性だけでなく、環境や生態系への影響なども指摘されているため、安全性の確保に向けた多様な取り組みが必要でした。

* PCB (ポリ塩化ビフェニル)：1968年に西日本一帯で発生した「カネミ油症事件」は、皮膚に黒いニキビ様の発疹が出るもので、誤って米ぬか油に混入したPCBが原因物質でした。難分解性で環境中に残留し、生体に蓄積され、毒性が強い物質です。1972年に製造・使用が中止となっています。

▶ 米国における問題の発端と日米の取り組み

■ ラットの肝臓で分解されず蓄積性に疑問

そもそもその発端は、米国における一つの報告でした。1970年、ジョンズホプキンス大学においてRubinらが試験管内の試験でラットの肝臓への血液循環実験を行っている際に、軟質塩ビのチューブからフタル酸エステルのDEHP***が溶出することを確認し、さらにそれがラットの肝臓で代謝・分解されなかったと発表^{1)****}したことから、フタル酸エステルが難分解で蓄積性のある環境汚染物質ではないかとして、米国で大きな問題となりました。

さらに、当時ベトナム戦争で負傷して輸血を受けた兵士がショック肺^{*****}で死亡するという事故があり、血液バッグに使われているフタル酸エステルがその原因ではないかと憶測されるなどしてセンセーショナルな話題となりました。

*** DOPはフタル酸ジオクチルの総称ですが、現在わが国では、通常、DOPといえばDEHP(フタル酸ジ-2-エチルヘキシル)を意味します。本冊子では混乱を避けるため、特に環境・安全性問題などで両者の区別を明確にする場合にはDEHPと表記し、その他はDOPで統一しています。

**** 代謝に関しては、2年後の1972年、同じくRubinらがラットを使った生体内試験でフタル酸エステルが速やかに代謝・排泄されることを確かめて発表しています²⁾。

***** ショック肺：様々な原因で肺がショック状態となり、急性の呼吸困難、重症の低酸素血症、肺損傷などが起きる症候群。メカニズムは不明。ベトナム戦争での輸血患者のショック肺は、その後、小さな血の固まり(血餅)による肺毛細血管の塞栓であったことが明らかになっています。

* CMA (Chemical Manufacturers Association)：米国化学品製造者協会。2000年より ACC (The American Chemistry Council) に名称変更

▶ 1972年、フタル酸エステルの環境・安全性について初めて大きな問題が発生しました。PCBのように分解しないで残留し、環境を汚しているのではないかという疑問が提示されたのです。6年にわたる調査・研究の結果、その安全性が確かめられ、1978年には大阪府が安全宣言を出しています。

1972年

■米国は総合的な取り組みを開始

問題が先行していた米国では、1972年2月、可塑剤メーカーを含む化学メーカーの団体であるCMA*がフタル酸エステル委員会を設置し、同年11月には総合的な研究プログラムをスタートさせました。

一方、研究機関では、NIEHS*が1972年11月にフタル酸エステルの安全性、代謝、環境問題などについて研究発表を行う会議を開き、翌年1月にはそれをまとめた論文集³⁾を発行しました。

業界技術者の団体であるSPE*は1973年に軟質塩ビヒトの安全性に関する会議を行い、研究発表をテクニカル・ペーパーとしてまとめ、発行しています⁴⁾。

行政機関のFDA*では1972年に、それまでの知見をまとめて公表したほか⁵⁾、食品中や魚類中のフタル酸エステルについて広範囲に調査・分析し、1974年にはその結果を報告しました^{6) 7)}。食品中や魚類中にDEHPやDBPが極微量検出されるものの、その頻度とレベルは“消費者に何ら害を及ぼすものではない”とされています。

■日本の行政も早急に対処

日本では、問題が提起されるとすぐ、1972年8月に厚生省が研究班（班長：大場琢磨／国立衛生試験所〈現・国立医薬品食品衛生研究所〉）を作り、DEHPのヒトへの健康影響について総合的な調査研究を開始しました。その研究結果は3年後の1975年に発表され、“医療用器具に使われるDEHPが有害であるとする証拠は現在のところない”との結論でした⁸⁾。

通産省では1974年、(財)化学品検査協会化学品安全センター〈現・(財)化学物質評価研究機構〉で微生物による分解性および魚介類の体内における濃縮性試験を行い、翌1975年に結果をまとめています。フタル酸エステルは微生物によって容易に分解され、生物濃縮性も低いことが明らかにされました⁹⁾。

また、環境庁（現・環境省）では1974年、各都道府県に委託して環境調査（水質、底質、魚介類、雨水、水生生物などにおける分布等）を行っています。フタル酸エステルは環境中で検出されることがありますが、魚介類への濃縮は、有機塩素系農薬などと比べて著しく低いという結果でした¹⁰⁾。

世の中の出来事

1969年 (昭和44)

- 1月 ●東大紛争、安田講堂封鎖解除
- 5月 ●東名高速道路が全線開通
- 7月 ●アポロ11号、月面着陸
- 8月 ●米国でウッドストック・フェスティバルに若者40万人が参加
- 11月 ●金田正一投手が通産400勝達成
●佐藤ニクソン会談、沖縄返還で共同声明

1970年 (昭和45)

- 1月 ●第三次佐藤内閣発足
- 3月 ●八幡製鉄と富士製鉄が合併、新日本製鐵が誕生
●日本万国博覧会(大阪万博)開幕
- よど号ハイジャック事件発生
- 6月 ●日米安保条約、自動延長
- 7月 ●いざなぎ景気57ヶ月で終わる
- 11月 ●三島由紀夫割腹自殺

1971年 (昭和46)

- 2月 ●ペルシャ湾岸6カ国とメジャーが協定に調印、原油公示価格値上げ
- 6月 ●沖縄返還協定調印
- 7月 ●マクドナルド日本1号店オープン
- 8月 ●ニクソン・ショック(アメリカが金とドルの交換を停止)
- 9月 ●カップヌードル発売開始
- 10月 ●第一銀行と日本勧業銀行が合併して第一勧業銀行が誕生
- 12月 ●スミソニアン協定、多国間通貨調整で円を16.8%切り上げ1ドル308円へ

1972年 (昭和47)

- 1月 ●日米繊維協定に調印
●グアム島で横井庄一氏発見される
- 2月 ●札幌で冬季オリンピック開催
●連合赤軍あさま山荘事件
●ニクソン大統領訪中
- 3月 ●全農発足
- 5月 ●政府、初の環境白書を発表
●沖縄が返還され沖縄県発足
- 6月 ●田中角栄通産相、日本列島改造論を発表
- 7月 ●第一次田中内閣成立
- 9月 ●日中國交正常化の共同声明

* SPE (Society of Petroleum Engineers) : 石油技術者協会

* FDA (Food and Drug Administration) : 米国食品医薬品局

2. 環境調査や各種の安全性試験を直ちに実施

▶ 可塑剤工業会の取り組み

■ 不足データの補完に努める

● 1972年6月

問題発生後、可塑剤工業会では直ちに技術委員会を招集しました。5月に可塑剤工業会会长に就任したばかりの榎本徹次（三菱瓦斯化学（株）専務取締役）陣頭指揮のもとで対応方針を検討し、まず、現状を把握するため、それまでに収集した資料、文献等を再調査しました。

それまでに判明していた安全性に関する情報と、自主規制を含めた使用状況を考え合わせ、通常の使用においてフタル酸エステルの安全性には問題はないとする初期段階での統一見解をまとめました。

● 1972年7月

しかし、環境への影響の点で、フタル酸エステルは環境中で分解するのかどうかという微生物分解性のデータが不十分であったため、たくさんの種類のフタル酸エステルについて試験を開始しました。試験は専門機関である環境技術研究所に委託し、同年7月から翌年3月にかけて行われました。その結果（右表）、フタル酸エステルは微生物によって速やかに分解されることがわかり、少なくとも難分解性の環境汚染物質ではないことが明らかになりました。

● 1972年8月

連携して問題解決に当たっている塩ビ食品衛生協議会には、工業会の会員各社から分析委員が出向いて活動していました。当時、微量のフタル酸エステルの分析法が確立されておらず、環境問題の焦点として分析の重要度が増してきました。工業会内にも分析委員会を設置して検討を開始しました。

また、この時期に国立衛生試験所を中心とする厚生省（現・厚生労働省）のフタル酸エステル研究班が発足し、可塑剤工業会では技術委員会が資料、文献を提供するなど、積極的な協力を始めました。

■ 可塑剤の微生物分解性

○微生物によって分解されるかどうかを、船橋市下水処理場の活性汚泥を使い、JISに定められた生分解性試験の方法（K-3363）に則った試験で調べた。

品目	初濃度 (ppm)	分解率(%)		
		7日	8日	14日
DMP	10.0	100	100	—
DBP	10.0	100	100	—
		97	100	—
DHP	8.8	100	100	—
710P	7.5	100	100	—
610P	8.4	100	100	—
DEHP	9.3	96	99	—
		100	100	—
DNP	7.3	38	62	78
		58	64	—
DIDP	7.9	52	70	—
		54	68	68
DUP	8.6	90	93	—
		—	85	89
DTDP	7.6	53	53	—
		—	36	40
BBP	9.7	100	100	—
BPBG	9.2	99	99	—
		100	100	—
TOTM	9.5	39	45	—
DOA	8.6	82	100	—
DIDA	8.4	100	100	—
TCP	8.8	100	100	—
2-エチルヘキサン		95	100	—
フタル酸		100	100	—

（環境技術研究所 1973年）

DHP：フタル酸ジヘプチル

710P：フタル酸混基エステル C7-C10

610P：フタル酸混基エステル C6-C10

DNP：フタル酸ジノニル

DIDP：フタル酸ジイソデシル

DUP：フタル酸ジウンデシル

DTDP：フタル酸ジトリデシル

TOTM：トリメリット酸トリ-2-エチルヘキシリ

1972年～

世の中の出来事

● 1972年9月

国立衛生試験所、塩ビ食品衛生協議会と共同で、食品への溶出・移行に関する厚生科学研究所をスタートしました。その結果、油脂に対しては溶出・移行が見られたため、軟質塩ビは油脂の包装には好ましくないが、水や酸性水溶液などへの溶出は極めて少ないことが確認されました¹¹⁾。

● 1973年2月

魚類への影響を調べるために、富山県水産試験所にヒメダカに対するフタル酸エステルの急性毒性試験を依頼しました。半数致死濃度（TLm）を求め、フタル酸エステルの魚に対する急性毒性は高くない（飽和溶解度でもTLmに至らなかった）ことを確認しました¹²⁾。

● 1973年3月

フタル酸エステルの環境・安全性問題により効果的に対処していくため、可塑剤工業会に広報委員会を設置しました。文献集『フタル酸エステル（PAE*）の安全性に関する質問解答集』の編集を開始しました（第1集は1974年4月に発行。第2集は1977年1月に発行しています）。

● 1973年4月

環境中にどの程度存在しているのかを明らかにするため、可塑剤工業会分析委員会では全国13水域の海水、河川水での環境モニタリング調査を5カ年の予定で始めました。（結果はP31参照）

● 1973年6月

前述の米国で行われたNIEHSとSPEによる会議の論文集を入手し、塩ビ食品衛生協議会と共同で翻訳し発行しました。

また、海外の情報を直接入手するため、可塑剤工業会広報委員会の下村国夫副委員長（協和発酵工業（株））が渡米し、大学、研究機関や行政、メーカーなどを訪問して多くの知見を得ました。中でも、当時すでに米国ではフタル酸エステルの安全性問題は終息に向かっていたという情報が貴重でした。

● 1973年7月

魚類への影響を、ヒメダカより大きいニジマスを使って調べるために、東京水産大学（現・東京海洋大学）にDBPの急性毒性試験を依頼しました。半数致死濃度（TLm）は20ppm以上となり、毒性が高くないことを確認しました¹³⁾。

1973年

(昭和48)

- 1月 ● 拡大EC発足
- ベトナム和平協定調印
- 5月 ● 資本自由化実施、原則100%
- 8月 ● 金大中事件
- 10月 ● 第4次中東戦争により第1次石油ショック
- 巨人がV9達成
- 11月 ● トイレットペーパー、洗剤などの買い占め起こる
- 江崎玲於奈氏ノーベル賞授賞
- 12月 ● 公定歩合9%へ引上げ

1974年

(昭和49)

- 3月 ● ルバング島で小野田寛郎氏発見
- 5月 ● 政府、産業用電力料金平均74%の値上げを認可
- 堀江謙一氏ヨットで世界一周
- 8月 ● ウォーターゲート事件でニクソン大統領が辞任しフォード大統領就任
- 三菱重工爆破事件
- 10月 ● 「宇宙戦艦ヤマト」放送開始
- 佐藤前首相、ノーベル平和賞授賞
- 巨人の長嶋茂雄選手が引退
- 12月 ● 田中首相が金脈問題で辞任し三木武夫内閣成立

1975年

(昭和50)

- 2月 ● 企業倒産が過去最高となり失業者が100万人を超える
- 政府、第一次不況対策を決定
- 3月 ● 山陽新幹線が全線開通し、東京と博多間が直通運転に
- 4月 ● ベトナム戦争終結
- 5月 ● エリザベス女王夫妻が来日
- 東京で世界石油会議
- 6月 ● 49年度GNP戦後初のマイナス成長と発表。
- 7月 ● 「沖縄国際海洋博覧会」開催
- 9月 ● 天皇、皇后両陛下が初のアメリカ訪問
- 11月 ● 第1回主要国首脳会議を仏で開催
- 宝塚「ベルサイユのバラ」ヒット
- 12月 ● 「石油コンビナート等災害防止法」成立

* PAE : Phthalic Acid Ester = フタル酸エステル

● 1973年9月

貝類を用いて環境への影響を調べるために東海区水産研究所にアサリに対するフタル酸エステルの急性毒性試験を依頼しました。DEHP、DBPの半数致死濃度（TLm）は80ppm以上でアサリは死なず、毒性が高くないことを確認しました。

● 1974年7月

魚類への影響をさらに詳細に研究するため、コイを使って体内でのDEHPの分布、代謝、排出を調べる試験を東京水産大学に依頼しました。その結果、魚類の体内では、DEHPは肝臓で容易に代謝され、腸管を通じて速やかに（24時間以内には）体外に排出されることを確かめています¹⁴⁾。

● 1974年9月

フタル酸エステルの生分解性試験を、複数の工業会会員企業や研究所において化審法※に定められた方法で実施しました。いずれも分解性が良好であることを確認しました。

● 1974年12月

食品類似溶液を用い、市販の軟質塩ビ製食品包装フィルムからの可塑剤の溶出試験を環境科学センターに委託しました。食品への溶出、移行の度合いを明らかにしました。

● 1974年12月

DEHPの繁殖への影響や慢性毒性、催奇形性などを調べるために、ラットを使った3世代繁殖試験を米国BIO-TEST社に委託しました。

● 1975年2月

可塑剤工業会の広報委員会を環境委員会に改称するとともに関西環境委員会を設置しました。

▶ DEHPを投与したラットの3世代にわたる繁殖試験

● 試験期間：1975年5月～1977年1月

● 試験機関：米国 BIO-TEST 社

● 投与量：餌中 150、500、1,500(ppm)
および対照群

● 試験目的

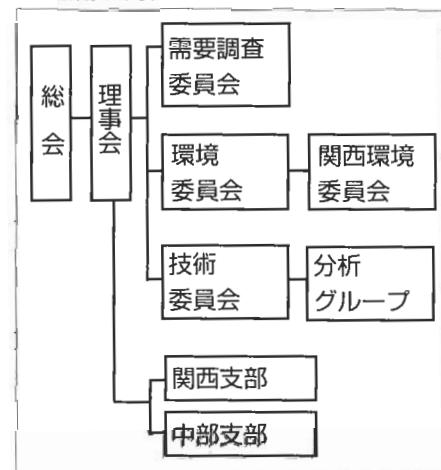
親ラットおよび連続した3世代の新生仔に及ぼすDEHPの影響（発生、成長、繁殖力等）を調べる。世代を越えた長期投与によって、繁殖関係の影響だけでなく慢性毒性や催奇形性、突然変異性なども調べる。

● 試験結果：

■ 繁殖状況については、親ラットおよび第1代目ににおいて、1,500ppmの投与群で対照群と比較して交配率の低下が観察されたが、交配、受精率、受胎率、出産率には特筆すべき差は認められなかった。

■ 繁殖状況以外では、投与群と対照群の間で、有意な体重の増加あるいは減少が見られたほかは、親ラットおよび3世代の新生仔のすべてにおいて特筆すべき異常は認められなかった。

■ 可塑剤工業会組織図（1975年2月）



※ 化審法：化学物質の審査および製造等の規則に関する法律

▶ 13水域環境モニタリング5カ年計画

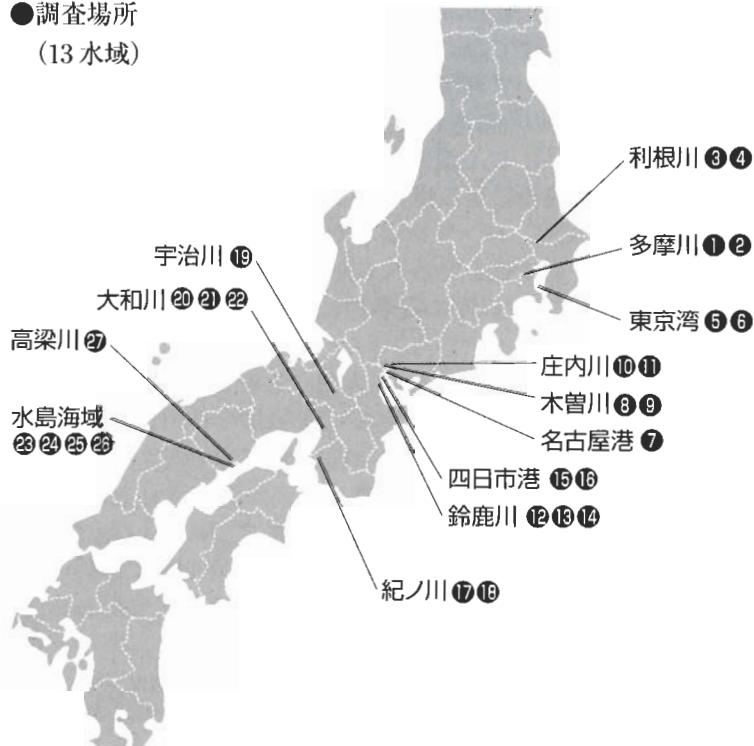
5年間にわたる環境濃度調査の結果、増加の傾向は示していませんでした。

【フタル酸エステル（DEHP、DBP）の環境濃度調査】

調査場所			
都府県	水域名	採水地点	No.
東京都	多摩川	二子橋上流	1
		二子橋下流	2
千葉県	利根川	芽吹橋上流	3
		芽吹橋下流	4
	東京湾	富津岬北側	5
		富津岬南側	6
愛知県	名古屋港	潮見橋	7
	木曽川	東海大橋	8
		尾張大橋	9
	庄内川	新川中橋	10
		前田橋	11
三重県	鈴鹿川	関町	12
		庄野橋	13
		高岡橋	14
	四日市港	第1地点	15
		第2地点	16
和歌山県	紀ノ川	田井ノ瀬橋	17
		六十谷橋	18
京都府	宇治川	觀月橋	19
大阪府	大和川	中谷付近	20
		府県境	21
		大和川大橋	22
岡山県	水島海域	水島港入口	23
		呼松港内	24
		六口島付近	25
		水島港内	26
	高梁川	酒津付近	27

- 測定期間：1973年（昭和48年）～1977年（昭和52年）
- 測定回数：計8回（1973年春、1974年秋、1975年春+秋、1976年春+秋、1977年春+秋）
- 測定箇所：全国8都府県、13水域、27地点
- 調査方法：5年間（8回）にわたる定点観測
- 調査結果：
 - 延べ206箇所の調査のうち約半数（DBPで113箇所、DEHPで99箇所）が検出限界（0.001mg/L）以下でした。
 - 残りの検出例も、おおむね0.001～0.004mg/Lとわずかな量であり、5年間にわたって調べても増加の傾向は示さず、むしろ減少していました。

●調査場所 (13 水域)



3. 大阪府がDEHPの安全を宣言して問題は終息へ

▶ 工業会によるPR活動

■ 専門家だけでなく広く消費者に向けて情報を発信

1970年代に日米の産官学や消費者をも巻き込んで大きな騒ぎとなったフタル酸エステルの環境・安全性問題をとおして、可塑剤工業会ではPRの大切さを学びました。

後に起きた環境ホルモン問題でもそうですが、環境問題ではイメージが先行することが多く、問題発生当初にフタル酸エステルに貼られた“第2のPCB”や“環境汚染物質”といったレッテルをはがすためには大変な手間と労力が必要とされたのです。

問題解決には、調査・研究によって事実を積み上げるだけでなく、“安全です”という情報をいかに効果的に発信していくのかということが大事になってきます。

可塑剤工業会では、まず、安全に関する情報を収集・分析・整理し、研究者や専門家に向けて発信していくため、文献集『フタル酸エステル(PAE)の安全性に関する質問解答集』を作成しました(第1集1974年4月、第2集1977年1月)。

また、専門家だけでなく一般の消費者にもフタル酸エステルの安全性について理解を得るために、1975年3月にはパンフレット『生活の中の科学—フタル酸エステルとは』(B5判・36P)を作成し、広く消費者に向けて配布しました。これは、可塑剤工業会による消費者に向けた初めての積極的PR活動となります。パンフレットの中では、フタル酸エステルの必要性や安全性をなるべく分かりやすく説明し、消費者の方々の疑問や不安に科学的に応えるような内容となっています。

また、安全性の情報が整ってきたことを受けて見解書『フタル酸エステルの安全性について』(1976年7月)、『可塑剤TCP(リン酸トリクロレジル)の安全性について』(1976年7月)、『作業環境中のフタル酸エステル濃度測定指針』(1977年6月)、『エポキシ化大豆油の安全性について』(1979年1月)、『DOA(アジピン酸ジオクチル)の安全性について』(1979年5月)といった小冊子を作成し、関係先に配布するなどして安全性のPRに活用しました。

こうしたことを教訓として、すぐ後に起こった発ガン性問題(1980年～)では、メディアやオピニオンリーダー、消費者の方々と良好な関係を築く窓口として工業会に広報ワーキンググループを設置して対応することになります。



1978年

世の中の出来事

▶世の中の動き

■公的機関が安全を宣言

フタル酸エステルの環境・安全性問題では、時期的にPCBなど他の公害問題と重なっていたこともあり、国や自治体などでも積極的に実態の把握と真相の究明に向けた取り組みを行っていました。

中でも大阪府は積極的で、フタル酸エステルの環境・安全性に関する独自の調査・研究も多数行い、知見の蓄積に大きな役割を果たしました。

そして1978年(昭和53年)

2月21日、大阪府衛生部がフタル酸エステルの安全宣言を出しました。「フタル酸エステルは生体が吸収しても排泄がよくて蓄積されず、現状では健康に特別の支障はないと考えられる」と発表したのです。

公的な機関による安全宣言の効果は大きく、問題発生から6年の歳月がかかりましたが、ようやく終息を迎えることとなります。



産経新聞



1976年

(昭和51)

- 1月 国内初の五つ子が鹿児島で誕生
- 2月 米国でロッキード事件が表面化
- 6月 新自由クラブ結成
- 7月 田中前首相、ロッキード事件で逮捕
 - ヴァイキング1号火星着陸
 - モントリオールオリンピック
- 9月 毛沢東主席が死去
- 10月 中国で江青女史ら四人組が追放
- 12月 福田赳夫内閣成立

1977年

(昭和52)

- 1月 青酸入りコーラ無差別殺人事件
- 米国カーター大統領就任
- 5月 領海12海里法・漁業水域200海里暫定処理法成立
- 6月 「独占禁止法改正」公布
- 8月 北海道洞爺湖畔の有珠山が噴火
- 9月 王貞治選手756号ホームランを達成し国民栄誉賞を受賞
 - 日本赤軍ダッカハイジャック事件
- 10月 伊藤忠商事、安宅産業を吸収合併

1978年

(昭和53)

- 4月 池袋「サンシャイン60」完成
- 5月 成田の新東京国際空港が開港
 - 植村直己氏が単独で北極点到達
- 7月 農林省が農林水産省に改称
 - 隅田川花火復活
- 8月 日中平和友好条約調印
- 12月 大平正芳内閣発足

1979年

(昭和54)

- 1月 米中国交回復
 - 初の国立大学共通一次試験
 - 第2次石油ショック
- 2月 イラン革命
- 3月 電話ダイヤル全国自動化
 - 米スリーマイル島で原発事故
- 5月 英国サッチャー首相就任
- 7月 ゾニーが「ウォークマン」を発売
- 11月 売
- 12月 売洋工業、米フォードと資本提携
 - 韓国でクーデター、全斗煥保安司令官が軍の実権を掌握
 - ソ連、アフガニスタン侵攻

可塑剤工業の成長と安定

▶ 可塑剤工業の成長期(1960年代～1970年代前半)

● オリンピック後には景気の一時的な谷間も

1960年代前半の可塑剤市場は、それまでの爆発的な拡大から安定的な成長へと移行し、可塑剤の生産量は毎年20%程度の伸びを示していました。

1960年には月産約8,000トンだった可塑剤の生産能力は、各社の増設により1965年には月産でおよそ15,000トンと倍近くに伸びています。

ところが1964年の東京オリンピックの頃を境に、金融引き締め等の景気調整によって不況に落ち入り（証券不況）、可塑剤需要も停滞しました。

1965年には、可塑剤生産工場の稼働率は60～70%であったと言われています。内需の不振による過剰設備の解消を目指し、可塑剤業界では輸出を積極的に進めることとなりました。1965年10月には輸出カルテル*が認可となっています。

- しかし、その後の景気回復（いざなぎ景気）によって国内の可塑剤需要も急速に回復し、1967年には輸出カルテルを中止して内需に振り向けるだけでなく、不足分を補うためにDOPの輸入まで行われました。

- 一時中断していた可塑剤の輸出は、生産体制の充実によって需給バランスが緩和してきたため、1968年に再開されています。

- ※輸出カルテル：輸出の安定と増進を図るために行う企業間の協定。価格や生産数量、販売地域などを調整して定めた。輸出カルテルや不況カルテルは、以前は独占禁止法の適用除外として認められていたが1999～2000年に見直され、廃止となっている。

● 好景気を背景として増え続ける需要に増産・増設で対応

1965年の不況を脱してから1973年の第1次オイルショックまでの間、可塑剤工業は順調に高度成長を遂げます。生産量は1965年の13万8,095トンから1973年には39万8,557トンと3倍近くにまで増えています。

この時期、可塑剤原料の石油化学法への転換に伴って原料および可塑剤の生産設備が大規模化しました。そのことは、需給の安定化と価格の低減に大きく寄与したのですが、その半面で過剰設備の顕在化と価格競争の激化をもたらし、生産体制の集約化に向けた業界再編成が進むことになります。1970年代中頃までは、原料であるアルコールの供給を軸として汎用可塑剤の生産は主に7社（チッソ、協和油化、三菱モンサント化成、三菱瓦斯化学、新日本理化、積水化学工業、東邦理化工業）へと集約化されていきました。

- 一方で2-エチルヘキサンオールやブタノール、椰子油還元アルコールなどに加えて、各種の可塑剤用高級アルコールが石油化学工業によって生産されるようになったのもこの頃です。

- 日産化学工業(株)が1965年にヘプタノール、イソデカノールを、1966年にはトリデカノール、1967年にはイソノナノール、オキソコール710の生産を開始しました。可塑剤業界ではこれを受けて新日本理化(株)〈酸水素油脂工業(株)〉、チッソ(株)などがDIDP、DHP、DNPのほか各種特殊可塑剤の生産を始めています。

- また、三菱化成工業(株)は1970年に α -オレフィンを使った高級アルコールの生産を始め、三菱モンサント化成(株)がそれを使って可塑剤の生産を始めています。

▶高度経済成長とともに順調に発展してきた可塑剤工業ですが、1973年、79年の2度にわたるオイルショックを経て軟質塩ビ製品市場が成熟し、安定成長時代へと移行していきます。また、生産量の増大に伴い、環境面でも社会の注目を浴びるようになりました。

●環境問題が発生し、工業会は総力を挙げて対応

1972年、多摩川からフタル酸エステルのDBPが検出され、その安全性について新聞、雑誌などで疑問が提起されました。それを契機としてフタル酸エステルに対する社会の関心が高まり、行政をはじめ多くの大学や研究機関で調査・研究が行われました。

可塑剤工業会では、直ちに体制を強化し、会員各社の総力を結集して環境汚染の実態調査や各種の安全性試験に着手しました。

フタル酸エステルの安全性について国内外で数多くの調査・研究が積み重ねられた結果、1978年2月、公の行政機関（大阪府衛生部）からフタル酸エステルは現状でヒトの健康に支障はないとする安全宣言が出され、問題は終息へと向かいました。

【可塑剤工業会の体制強化】

- 1972年8月 分析委員会を設置
- 1973年3月 広報委員会を設置
- 1975年2月 広報委員会を環境委員会へと発展させ、関西環境委員会を設置

●オイルショックで成長が鈍化

1972年、塩ビ業界の不況と可塑剤製造設備の大型化等が重なって需給のギャップが起こり、可塑剤業界では不況カルテルを結ばざるを得ない状況となりました。しかし、翌1973年には経済が回復し、一転して可塑剤需要が急増し、需給が逼迫するほどになります。

ところがその年の11月に第1次石油ショック***が発生し、原料を石油化学に依存していた可塑剤工業を直撃しました。しかも、一部の工場での生産トラブルなども重なり、低迷を続けていた可塑剤価格は一気に高騰しました。1974年には可塑剤の需要は大きく落ち込み、前記のような原料アルコールの供給を軸とした業界の再編成を加速させることとなります。

1966年、オクタノール工業会設立

原料アルコールの製法が石油化学法へと転換し、供給体制が整ってきた1960年代後半になって、代表的な可塑剤DOP、DOAの主原料である2-エチルヘキサノールのメーカー4社はオクタノール工業会を設立しました。

設立は1966年（昭和41年）2月7日で、事務局は可塑剤工業会内（当時は千代田区丸の内3-4日石ビル）に置かれました。設立時の会員はチッソ、大協和石油化学、三菱化成工業、東燃石油化学で、翌1967年には日産化学工業が加入しました。

*** 第4次中東戦争に端を発する石油の供給逼迫と価格高騰

可塑剤工業の安定・成熟期(1970年代後半～1980年代)

●第2次オイルショックの影響で3年連続のマイナス成長に

1979年の第2次オイルショック※によって原料費がさらに高騰したのを受けて可塑剤業界は相次いで値上げを実施します。

もともと1960年代後半からは可塑剤市場（可塑剤を使った軟質塩ビ製品の市場）は成熟の兆しを見せ始め、成長が鈍化していました（後述）。

その後1983年に需要が回復して以降は、以前のような20%を超える高成長ではなく、数%という堅実な低成長期を迎えることとなります。

- そうした状況のなか、1980年代に入って可塑剤および軟質塩ビ製品のアジア諸国などからの輸入が増えてきます。安価な輸入品に対抗して国際競争力を強化するため、可塑剤業界ではいっとうの生産集約化を行い、重複生産や交錯輸送の解消を図っていきました。

※ 1978年のイラン革命に端を発する石油の供給逼迫と価格高騰

●市場の成熟と円高不況で低成長時代が続く

可塑剤の需要は、軟質塩ビ製品の需要動向と密接にリンクしています。主なものは電線被覆材、壁紙、床・天井材、農業用ビニールフィルム（農ビ）、おもちゃ・雑貨、レザー（自動車の内装、家具、カバン、履き物、文具など）、ホース、ガスケットなどです。

これらは戦後、木やゴム、紙といった他の素材から代替した需要や新規に開発された需要から成っています。しかし、1970年代にはすでに代替はほぼ完了し、新規用途の浸透も進み、市場は成熟へと向かっていました。

- 逆に、用途によっては織物や本皮、他のプラスチックなど他素材への転換も進んできました。
 - 成熟後の可塑剤・軟質塩ビ製品の市場動向は一般的には景気、なかでも住宅着工数などに左右されます（他にも、ガーデンホースでは天候に左右され、おもちゃや履き物、バッグなどでは流行に左右されたりします）。

1980年代中頃には円高不況もあって内需の低迷と輸入増、輸出減の傾向が続き、バブル経済の到来までは低成長時代が続くことになります。

電線被罪林



馬家紅茶



床板



農七



フィルム・シート(テープルクロス)

レザー（自動車の内装）



レザー（ソファー）



レザー バッグ



杰一ス

●品種別の動向と原料の製法転換

可塑剤の品種別動向では、DOPの生産シェアの上昇とDBPのシェア低下がより顕著になりました。DBPのシェアは1968年には20%でしたが1974年以降は10%台を割り込んでいます。一方、DOPは1975年には50%台となり1980年以降は60%前後で推移しています。

アジピン酸系では1970年代後半にDOAがストレッチフィルム等に使われて需要を伸ばしましたが、安全衛生問題等によって1980年代以降はDINAへの代替が進んでいます。

また、エポキシ系、ポリエステル系などの特殊可塑剤が比較的好調な伸びを示しています。

一方、技術面では、原料オクタノールの製造法が、新しい触媒を使ったオキソ法へと転換しています。1970年代には三菱化成工業(株)が、1980年

代に入ると協和油化(株)と東燃石油化学(株)、チッソ石油化学(株)が転換を行ったことで、主なオクタノールメーカーはすべて製法転換を完了したことになります。



三菱化学(株)の2-エチルヘキサノールプラント

●可塑剤工業 年表-3

1960年 (昭和35)	●三菱化成工業、オキソ法により2-エチルヘキサンノールおよびイソブタノールの生産を開始 ●ダッコチャン人形ブーム	1969年 (昭和44)	●日本エステル化学工業が発足(チッソ、積水化学工業、大八化学工業所、三建化工、日本触媒化学の5社共同出資)、DOPの生産能力4.8万トン/年	1972年 (昭和47)	●可塑剤業界は環境・安全性問題に注力し、以降数年にわたって調査・研究を実施。1978年には大阪府が安全宣言を出して問題は終息に向かった
1963年 (昭和38)	●可塑剤の生産、出荷が10万トンの大台を超える ●東燃石油化学、アルドックス法*によるオクタノール、イソブタノールの生産を開始	1970年 (昭和45)	●協和油化、オキソ法により2-エチルヘキサンノールの生産を開始 ●塩ビ食品衛生協議会のボジティブリストが設定	1973年 (昭和48)	●第1次オイルショックによる原料価格の高騰などで可塑剤業界は大きな影響を被る
1965年	●DOP輸出カルテル認可	1972年 (昭和47)	●可塑剤業界が不況カルテルを結成 ●多摩川などの河川からタル酸エスチルが検出され問題に(6月)	1979年 (昭和54)	●第2次オイルショックで可塑剤工業はそれまでの成長基調が鈍化
1966年 (昭和41)	●「オクタノール工業会」を設立(事務局は可塑剤工業会内に設置)				
1967年	●塩ビ食品衛生協議会設立				
1969年 (昭和44)	●チッソ、オキソ法により2-エチルヘキサンノールの生産を開始				

*アルドックス法：反応はオキソ法と代わらないが、オキソ反応と縮合、脱水反応を一段で行い、脱触媒、水添する方法

半世紀以上にわたる安全性試験の積み重ね

□フタル酸エステルを中心として安全性を精査

代表的な可塑剤であるフタル酸エステルの安全性に関する研究の歴史は古く、半世紀以上も前の1940年代初めにまで遡ります。以来数多くの研究が内外で行われ、特に汎用性の高いDEHPに関する安全性データは大量に蓄積されています。

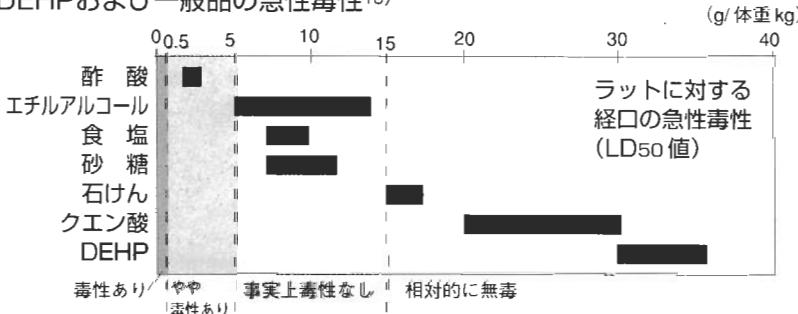
可塑剤の安全性をチェックするポイントとしては、右ページの表のように様々な項目があり、あらゆる可能性までを想定し、徹底して安全性が研究されてきました。現在、可塑剤は通常の使用状況においてヒトの健康に影響を与える可能性はないと考えられています。

■可塑剤の急性毒性は、食塩や砂糖よりも低く、毒性なしといえるレベルであることが下図でわかります¹⁵⁾。

■皮膚刺激性は無刺激ないし微刺激の範囲で、少なくともヒトを含む動物の皮膚に何らかの作用を及ぼすレベルではありません。皮膚吸収による毒性も極めて低いことがわかっています¹⁶⁾。

■変異原性（DNAに傷を付けて突然変異を起こす作用）については、微生物による変異原性試験の結果、DEHPは陰性と判定されています¹⁷⁾。

■DEHPおよび一般品の急性毒性¹⁵⁾



□特殊なケースまで考え、わずかな影響まで究明

塩や砂糖もたくさん摂れば体に悪いように、フタル酸エステルの幅広い用途の中には、医療器具など高濃度の曝露が想定される特殊なケースがあり、通常の使用では起こり得ない高濃度での影響や微細な影響まで厳しくチェックされてきました。近年争点となった影響は以下の3点です。

DEHPをラット、マウス（げっ歯類）に高濃度で投与すると、

●肝臓への影響（腫瘍の発生）¹⁸⁾

●精巣への影響（精巣の小型化など）¹⁹⁾

が起きることが知られていました。

また、1998年、環境省の「環境ホルモン戦略計画SPEED'98」で「内分泌搅乱作用が疑われる物質」

としてDEHPがリストアップされたことから、

●内分泌系への影響（環境ホルモン問題）についても研究が進められてきました。

こうした研究の結果、DEHPの発ガン性は2000年、IARC（国際ガン研究機関）によって非発ガン物質に分類され、決着しました。また内分泌搅乱作用では2003年6月、環境省がDEHPなど9種類の可塑剤に内分泌搅乱作用は認められないとする研究結果を発表しています²⁰⁾。

げっ歯類で見られる精巣への影響については、2003年1月、靈長類では起きないことが確認されました²¹⁾、さらに詳細な調査研究を継続中です。

■DEHPを中心としたフタル酸エステルの安全性-1（一般的な安全性）

項目	評価	文献
急性毒性	急性毒性は食塩や砂糖などの一般品より低い。	15)
皮膚刺激および 皮膚吸収による毒性	無刺激ないし微刺激の範囲。毒性も極めて低い。	16)
代謝	動物の体内での代謝・排出は極めて早い。	22)
変異原性	陰性（DNAに傷を付けない）。	17)
催奇形性	母獣への極めて高濃度の投与により、マウスでは奇形が発生。ラットでは明確でない。	23)
亜急性・慢性毒性	高濃度の投与で、ラット、マウスの肝臓や腎臓、精巣に影響が出るが、サル（靈長類）を用いた試験では、影響は現われていない。	24)

■DEHPを中心としたフタル酸エステルの安全性-2（近年争点とされた安全性）

項目	評価	文献
発ガン性 (肝臓への影響)	ヒトに対して発ガン性を示さない。 ※国際ガン研究機関（IARC）はDEHPをヒトに対する非発ガン物質（グループ3）に分類。（2000年2月）	25) 26) 27) 28) 29)
内分泌搅乱作用 (環境ホルモン問題)	環境省が、DEHPをはじめとした可塑剤にはヒトや生態系に対する内分泌搅乱作用は認められないという試験結果を発表。（2003年6月）	20)
生殖毒性 (精巣への影響)	ラット、マウスでは高濃度の投与で精巣の小型化などの影響を受けるが、靈長類のサルでは精巣に影響を受けない。（※調査研究を継続中）	21) 30)

可塑剤の用途とその変遷

□電線被覆材や壁紙などに使われ、社会で幅広く役立っています

可塑剤は主に塩ビに柔軟性を与える添加剤として使われ、軟質塩ビ製品に姿を変えます。

軟質塩ビは耐久性、柔軟性、加工性、経済性等の特長を合わせ持っていて、様々な製品を生み出してきました。従来のゴム、皮革、布、ガラスなどに替わる素材としてすっかり定着しています。

可塑剤の中でもフタル酸エステルは汎用可塑剤として幅広く使われています。フタル酸エステルの主な用途は電線被覆と建材（壁紙・床材）で、この2用途で需要の約半分を占めています。

また、軟質塩ビ製品の多様化、高級化に伴って可塑剤にも様々な性能が求められるようになり、そうした要求を満たすためにフタル酸エステル以外の可塑剤が使われます。

アジピン酸エステル系、リン酸エステル系、トリメリット酸エステル系、クエン酸エステル系、エポキシ系、ポリエステル系などがあり、アジピン酸エステルは食品包装用ラップフィルムに用いられるなど、それぞれ特長を生かして役立っています。

□代表的な可塑剤・フタル酸エステルの主な用途

フタル酸エステルの主な用途を紹介します。

●建材（壁紙、床材）

壁紙、床材など建物の内装材には塩ビが多く使われ、特に壁紙では8割以上が塩ビ製です。

塩ビ製内装材は他の材質のものと比べて、難燃性はもちろんのこと、デザイン性、加工性、施工性に優れ、断熱保温性があるなど、多くの優れた特徴を持っています。

床材では、長尺シートやタイルカーペットなどが病院、学校など公共施設を中心に使われています。

●電線被覆

ゴム被覆に代わり、戦後、電気絶縁性に優れ、自己消火性をもつ難燃性の塩ビを使った電線被覆が急速に普及しました。

●一般用フィルム・シート

包装用品として衣料品、雑貨品、文房具などの

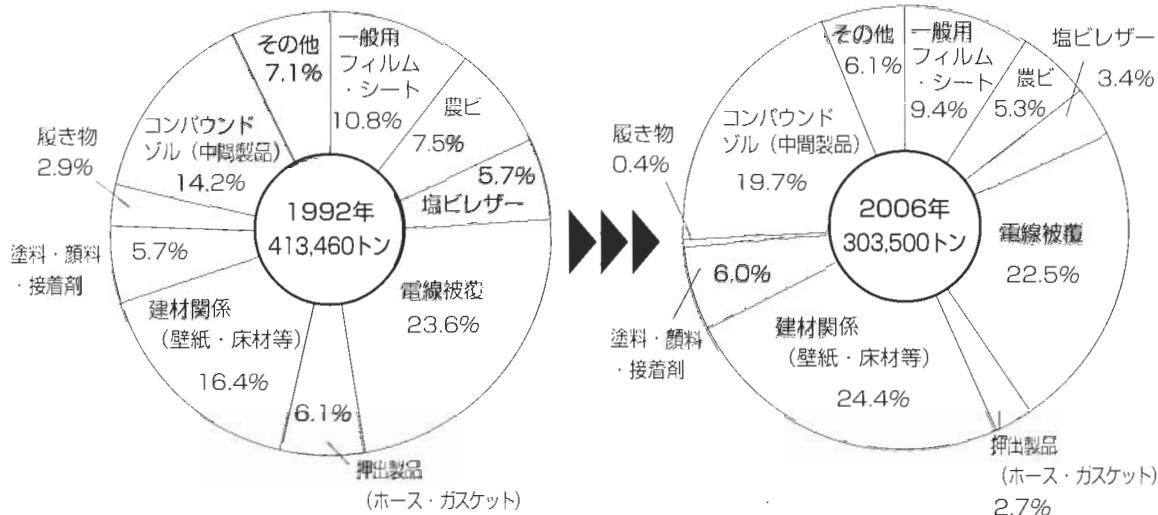
■可塑剤を使った、暮らしの中の軟らかい塩ビ製品

生活用品	○ビニール電線 ○ガーデンホース ○サッシのシーリング ○自動車のダッシュボードや内装レザー ○冷蔵庫のガスケット ○洗濯機、掃除機のフレキシブルホース ○食品包装フィルム 等
インテリア	○壁紙 ○床材 ○ソファーやイスのレザー ○ファンシーケース ○テーブルクロス ○テーブルカバー ○アコーディオンカーテン 等
ファッション	○ベルト ○雨傘 ○バッグ ○カバン ○レインコート ○ショッピングバッグ 等
はきもの	○ケミカルシューズ ○サンダル ○スリッパ ○ぞうり 等
レジャー	○浮き輪 ○ビーチボール ○人形・おもちゃ 等
お店で	○包装用品 ○書籍や雑誌の表装 ○電気器具や機械類のカバー ○飲食店の料理サンプル 等



本物そっくりの料理サンプルも可塑剤を使った軟質塩ビ製品

■フタル酸エステルの用途別構成比推移 (可塑剤工業会資料)



包装に使われるほか、書籍や雑誌の表装、電気器具や機械類のカバー等にも用いられます。

またレインコート、雨傘、ショッピングバッグ、浮き輪、ビーチボールなどにも使われます。

●農ビ

野菜、果物等が季節を問わずに食べられるのは、農ビによるハウス栽培のおかげです。耐候性、保温効果、透明性に優れているため、農業経営の効率化にも貢献しています。農ビは、特にリサイクルが進んでいる分野の一つです。

●医療用器具

軟質塩ビは医療用器具としても幅広く使用され、血液バッグや輸液セット、人工腎臓、人工心肺の血液回路などで優れた特徴（柔軟性、透明性、耐久性など）を発揮しています。軟質塩ビ製品の多くはディスポーザブルタイプの器具に使われています。

日本薬局方一般試験法では、可塑剤としてDEHPのみを指定しています。

●塩ビレザー

塩ビに布地を裏打ちしたものが塩ビレザーです。デザイン性や強度に優れ、家具用としてソ

ファー や椅子、ファンシーケースに使われるほか、自動車の内装材、ベルトやバッグ、カバン類等のファッションの分野でも使われています。

●ホース・ガスケット

庭に水を撒いたりするガーデンホースは、そのほとんどが塩ビ製です。さらに洗濯機、掃除機のフレキシブルホース、工業用ホースにも使われています。また、冷蔵庫のガスケット（パッキング）やサッシ関係のシーリング材（パッキング）、自動車の窓のシーリング材としても使われます。

●履き物

かつて一世を風びしたケミカルシューズのほか、サンダル、スリッパ、ぞうり等にも使われていて、ゴム長靴に替わって登場したインジェクションブーツなどにも使用されています。また、サンダルの芯素材としての需要もあります。

●塗料・接着剤・顔料（トナー）

塩ビ以外の可塑剤用途としては、塗料、接着剤、顔料（トナー）などで、塗膜形成を助ける目的や柔軟性を向上させるために役立っています。

1. 米国NTPの試験でげっ歯類の肝臓に腫瘍が

▶ 発端

■ 一つの報告が、20年にわたる取り組みの幕開けに

1978年に大阪府が安全宣言を行い DEHP の第1次環境問題がようやく沈静化に向かってからわずか2年後の1980年、その後20年間近くも業界を悩ますことになる大きなニュースが飛び込んできました。

米国 NTP（国家毒性計画）のもとで NCI（国立ガン研究所）が行った試験でラットとマウスに DEHP を長期間、大量に投与したところ、肝臓に腫瘍が発生したという結果が報告されたのです¹⁸⁾。

代表的な可塑剤として全可塑剤生産量の半分以上を占めるDEHPに対して発ガン性の疑いが生じました。しかもその試験が米国の公的な研究機関によって行われたものであったことから、米国のみならず日本や欧州にも大きな衝撃が走りました。

◀ NTP : National Toxicology Program
国家毒性計画

◀ NCI : National Cancer Institute
国立ガン研究所

▶ IARC : International Agency for Research on Cancer
国際ガン研究機関

■ 長期にわたる極めて高濃度の投与で影響が発現

米国では8万種類以上の化学物質が登録されていて、新規化学物質が毎年2,000種類くらいずつ増えています。NTPはそうした多数の化学物質の毒性を科学的に研究・評価していくために1978年にスタートした米国連邦政府の省庁プログラムです（1981年には一時的なプログラムではなく常設の組織となっています）。

1980年、NTPは膨大な量にのぼる既存化学物質の慢性毒性試験を始めました。まず生産量が多い物質を対象として、次々とローラー作戦で順次発ガン性を調べていったのです。DEHPの試験もその一環でした。

試験方法は、げっ歯類（ラット、マウス）を用いて、2年間の長期にわたり、被験物質を餌に混ぜて経口反復投与していくというものです。

投与量は最低用量でも322(mg/体重kg/日相当)と極めて高く(右表)、血液中の飽和量を超えるほどです。ちなみにヒトでのDEHPの摂取量は2.1～2.5(μg*/体重kg/日)***であり、試験での投与量はその10万倍以上に当たります。また、投与期間の2年間というのは、実験動物のラット、マウスに

■ NTPによるDEHPの発ガン性試験結果 『投与は混餌による経口反復投与。投与期間は103週』

動物種	用 量		結果 肝腫瘍 発生への 影響
	エサ中 濃度 (ppm)	相当摂取量 (mg/体重kg/日)	
マウス 6週齢 50匹/群	0	(オス) 0 (メス) 0	—
	3,000	(オス) 672 (メス) 799	○
	6,000	(オス) 1,325 (メス) 1,821	○
	0	(オス) 0 (メス) 0	—
	6,000	(オス) 322 (メス) 394	○
	12,000	(オス) 674 (メス) 774	○
ラット 5-6週齢 50匹/群	0	(オス) 0 (メス) 0	—
	6,000	(オス) 322 (メス) 394	○
	12,000	(オス) 674 (メス) 774	○

U.S. NTP, 1982 (文献 18)

* μ g = 0.001mg

***京浜地区一般住民の平均値ベースでの DEHP 推定摂取量

▶ 1980年に米国で行われた試験によって、代表的な可塑剤であるDEHPに発ガン性の疑いが生じました。その後長い研究の積み重ねを経て、2000年2月、IARC（国際ガン研究機関）がDEHPの発ガン性ランクを見直し、非発ガン性物質に分類しました。

1980年

とて、ほぼ一生涯に相当する長さです。

このような通常ではあり得ない過酷な条件が設定されたのは、発ガン性の有無を調べるために“まず影響を出してみる”ことが試験の目的だったからです。こうした試験の結果だけでは、実際のリスクを測ることはできません。日本および米国、欧州の可塑剤工業会は極めて重要な問題提起と受け止め、互いに協力しながら調査・研究に取り組み始めました。

一方、発ガン性に関する評価・研究機関として国際的に権威のある IARC（国際ガン研究機関／国連 WHO の下部組織）では NTP の試験結果を受け、同年（1982年）速やかに DEHP をグループ2B（ヒトに対して発ガン性がある可能性がある）にランクづけしました。以降、各国の研究機関や規制官庁は、その評価を踏襲してきました。

IARC では 1987 年、あらためて DEHP を発ガン物質とする総括評価を発表し、一時期はこれで発ガン性の評価が定まってしまうのではないかと危惧されました。

▶ 可塑剤工業会の初期対応

■ 欧米の工業会や行政と連携

日米欧の可塑剤工業会は、以下のような組織になっています。

- 日本 = 可塑剤工業会 (Japan Plasticizer Industry Association)
- 米国 = ACC-PEP (米国化学品工業協会のフタル酸エステルパネル)

※ACCという名称は2000年から。以前はCMA(米国化学品製造者協会)
○欧州 = CEFIC-ECPI (欧州化学品工業協会の可塑剤・中間体協議会)

米国CMAおよび欧州CEFICでは、NTPの試験公表後、直ちに対策チームを結成して調査と安全性試験を開始しました。日本の可塑剤工業会も監督官庁である通商産業省（現経済産業省）や厚生省（現厚生労働省）の指導を仰ぎながら、欧米の工業会と協力して安全性情報の入手に努めました。

DEHPの発ガン性問題については、業界のみならず研究者や行政の関心も世界的に高く、1984年8月には「フタル酸エステル安全性会議」という国際会議がロンドンで開かれ、多くの参加者を集めました。日本からは可塑剤工業会・技術委員会の深野或生（協和発酵工業（株））が参加し、情報収集に当たりました。

世の中の出来事

1980年 (昭和55)

- 5月 ● 日本語ワープロ発売
- 7月 ● 鈴木善幸内閣成立
- 9月 ● イランイラク戦争勃発
- 10月 ● 山口百恵さん引退公演
- 12月 ● ジョン・レノン氏が銃撃され死亡

1981年 (昭和56)

- 1月 ● レーガン大統領就任
- 4月 ● スペースシャトル打ち上げ
- 5月 ● 神戸ポートアイランド博覧会
- 5月 ● 仏ミッテラン大統領就任
- 10月 ● 福井謙一氏ノーベル化学賞受賞

1982年 (昭和57)

- 2月 ● ホテルニュージャパンで火災、33名死亡
- 日航機、羽田沖で墜落、24名死亡
- 4月 ● アルゼンチンと英国、フォークランド領有で紛争
- 6月 ● 東北新幹線開業
- 9月 ● 英・サッチャー首相来日
- 11月 ● 中曾根内閣成立
● 上越新幹線開業
- 12月 ● テレホンカード発売

1983年 (昭和58)

- 1月 ● 清函トンネル貫通
- 4月 ● 東京ディズニーランド開園



写真提供：共同通信社

- 5月 ● 秋田県沖で M7.7 の日本海中部地震発生
- 9月 ● ソ連、サハリン上空で大韓航空機を撃墜
- 10月 ● 三宅島大噴火、溶岩流で 400 戸焼失
- 11月 ● レーガン大統領来日
● 中国・胡耀邦総書記来日
- 12月 ● 第2次中曾根内閣

▶ 1980年代の発ガン性研究と焦点

■ DEHPの影響はげっ歯類だけに起きる!?

NTPの試験結果によって、「すわ、発ガン物質か」と思われたDEHPですが、調査・研究を進めていくなかで、欧米を中心とした多くの研究機関で行われた研究の結果等を見ると、どうやらDEHPは実験動物(げっ歯類)には発ガン性があるが、ヒトには発ガン性を示さない物質であると考えられるようになってきました。

そもそもDEHPには変異原性(遺伝子毒性)はありませんし(大場琢磨ら,1975)¹⁷⁾、疫学調査(実際に扱っている人や取り込んだ人への影響を調べる統計調査)でも問題はなく、ヒトに対して発がん性を示すとは考えられていませんでした³¹⁾。

1980年代にDEHPの発ガン性に関連する多くの研究が行われ、ラットやマウスなどのげっ歯類にDEHPを投与すると、肝細胞にペルオキシゾーム^{*}と呼ばれる細胞小器官が増加し、同時に肝細胞の増殖が促進されてガンを引き起こすことが明らかになりました³²⁾。そしてこの作用はラットとマウスだけに見られる現象で、イヌやサル、そしてヒトを含め、他の動物には起きないことが分かってきたのです²⁵⁾。

■ 種差を考慮した発ガン性評価へ

以前は単純に、実験動物で発ガン性があれば、その物質はヒトに対しても発ガン性があると考えられていたのですが(EPA^{***}の仮定)、発ガンメカニズムの研究が進み、例えばクロフィブレート(高脂血症薬)のように、げっ歯類に特有のガンを引き起こす物質が世の中にはあるのだということが明らかになってきました。

動物はその種類によって化学物質に対する反応性に違いがあり、それを「種差」と呼びます。種差は、それまで発ガン性の評価では認められてきましたが徐々に認められるようになってきました。

IARCではすでに1995年、発ガン物質の評価基準を見直し、物質の分類基準に「動物実験の結果がヒトに当てはまらないことが確認されたもの」という項目を新たに加えています。EPAも1996年、動物実験の結果だけでなく動物の種差なども考慮して総合的に危険度を判断しようという方針変更の提案を行っています³³⁾。



安全性研究風景

〈(株)三菱化学安全科学研究所鹿島研究所〉

◎可塑剤工業会は「靈長類(マーモセット)を用いた肝腫瘍の研究」を委託(P48参照)

*ペルオキシゾーム：すべての細胞が真核の中に
もっている細胞内小器官で、酸化反応などの
代謝に関わっています。

【EPAの仮定】

■もしも実験動物でガンが起きるの
なら、その物質はヒトにも発ガン
物質である。

■化学物質による発ガンは、ヒトの
摂取量が或る量以下なら安全で
あると言うことはできない。どん
なにわずかでもガンを起こす確
率がある。

*** EPA (Environmental Protection Agency)：
米国・環境保護庁

世の中の出来事

▶世の中の動き

■1990年代に再び問題化

1980年代の調査・研究によって、DEHPはヒトには発ガン性を示さないものと学問的には考えられていました。しかし、一度下された評価の見直しには時間がかかるため、依然IARCのランクは「2B」のままであり、それを踏襲した各国の研究機関、行政の評価・規制も同様で、DEHPは単純に“発ガン物質”とみなされていたのです。

そうした状況のまま1990年代に突入し、にわかにDEHPの安全性を取り巻く様相が変わってきました。

1990年代になると市民の間で環境問題に対する意識が非常に高まり、特に化学物質の環境汚染に注目が集まっています。

1991年、環境調査でDEHPが検出されたことに端を発し、8月には「塩ビ可塑剤発ガン性の疑い」「環境庁 地下水汚染調査へ」といった新聞報道がなされました。

そして1992年、環境庁が行った調査で産廃処分場付近の地下水からDEHPが検出され、それが処分場に敷かれた止水シートから溶出したのではないかとして大きな社会問題となったのです。

可塑剤工業会では1991年8月、早急に「フタル酸ジ2-エチルヘキシルの安全性について」という統一見解書を作成したほか、より確かな安心と安全を提供するための本格的な取り組みをスタートさせました。

社会 事件



毎日新聞
1992年
6月24日

1984年

(昭和59)

- 2月 ●登山家・植村直己さんマッキンリー山で消息を絶つ
- 6月 ●トヨタ自動車5兆円企業となる
 - 日本、世界一の長寿国へ
- 7月 ●ロス五輪開催
- 10月 ●インド・ガンジー首相暗殺
- 11月 ●日銀が福沢諭吉らの新札発行
 - 第3次中曾根内閣

1985年

(昭和60)

- 3月 ●つくば科学万博開催
- 4月 ●NTTと日本たばこ産業(株)が民営企業として発足
- 8月 ●日航ジャンボ機墜落
- 10月 ●阪神タイガース21年ぶりに優勝

1986年

(昭和61)

- 4月 ●男女雇用機会均等法施行
 - 76年ぶりにハレー彗星大接近
 - Chernobyl 原発事故。
- 5月 ●東京サミット開催
- 11月 ●伊豆大島の三原山噴火

1987年

(昭和62)

- 4月 ●国鉄がJRに分割民営化
- 5月 ●ソ連、ゴルバチョフによるペレストロイカ体制へ
- 7月 ●世界人口50億人を突破
 - 俳優・石原裕次郎氏が死去
 - 自民党・田中派が解体
- 9月 ●東北自動車道開通(川口~青森)
- 10月 ●利根川進博士ノーベル賞授賞
- 11月 ●竹下内閣成立

1988年

(昭和63)

- 3月 ●青函トンネル通行開始
- NTTがコードレス電話開始
- 4月 ●瀬戸大橋開通
- 8月 ●イラン・イラク戦争終結
- 9月 ●韓国ソウルでオリンピック開催

1989年

(昭和64・平成元年)

- 1月 ●昭和天皇崩御
- 4月 ●消費税スタート(3%)
- 6月 ●中国で天安門事件起こる
 - 歌手・美空ひばりさん死去
- 8月 ●海部内閣成立
- 11月 ●ベルリンの壁崩壊

2. DEHPの総合的な安全性試験計画をスタート

▶ 可塑剤工業会の体制整備

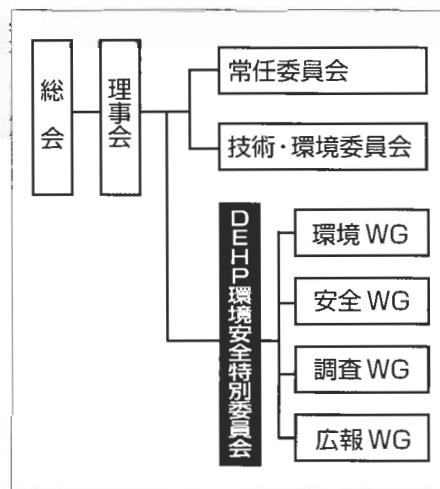
■ DEHP環境安全特別委員会を設置

可塑剤工業会では岡本彬会長（当時チッソ（株）常務取締役）のもと、DEHPの環境・安全性問題に関する施策の立案、実施を工業会の総力を挙げて行うために、まず1993年に技術委員会と環境委員会を統合して技術・環境委員会とし、1994年2月、特別タスクチームとして「DEHP環境安全特別委員会」を発足させました。

委員会内には環境、安全、調査、広報の4つのワーキンググループを設け、環境保全と安全性確保に向け、多面的な取り組みを始めました。

- 環境WG／DEHPの環境への影響に関する調査研究を行うWG。環境モニタリング調査や生分解性試験、自然浄化作用の研究など。
- 安全WG／DEHPの安全性に関する調査研究を行うWG。最新の情報を取り入れた総合的な安全性試験計画の立案・実施など。
- 調査WG／DEHPの安全性や環境への影響に関する文献や学会報告、各國行政機関、業界の動向等の調査、整理を行うWG。
- 広報WG／DEHPについての正しい理解を促進するための情報発信を行うWG。メディアとの折衝やニュースレターの発行など。

■ 可塑剤工業会組織図（1994年2月）



■ 外部有識者の指導を仰ぐ研究会も発足

DEHPの環境・安全性問題、特に発ガンのメカニズムや種差の研究に関しては、学問的にも新しいホットな課題であり、極めて高度な専門知識が必要とされます。

そこで可塑剤工業会では1994年、各分野の権威である外部の有識者の方々に協力を仰ぎ、研究指導や研究結果を評価する研究会を発足させました。

■ DEHP 安全性研究会

	氏名	役職（1994年当時）	専門分野
コンサルタント	池田正之氏	京都大学医学部教授	労働衛生
	伊東信行氏	名古屋市立大学学長	腫瘍病理学
	小野 宏氏	(財)食品薬品安全センター所長	薬理学
	須賀哲弥氏	東京薬科大学教授	ペルオキシゾーム
	高橋道人氏	国立衛生試験所病理部長	病理学
アドバイザー	加藤正信氏	(株)三菱化学安全科学研究所取締役	安全性試験

▶ 欧米の可塑剤工業会との連携

■ 3極会議で欧米との連携を開始

DEHPは世界中で生産・使用されており、発ガン性問題の解決は日本だけでなく米国や欧州でも共通の課題でした。そこで、日本の可塑剤工業会に相当する欧米の組織である米国CMA-PEPおよび欧州CEFIC-ECPI（前述／P42）と本格的に協力していくため、1995年、米国ワシントンD.C.で開催された米欧の可塑剤会議に日本が参加する形で、「日米欧可塑剤三極会議」としては初めての会合を開き、欧米の可塑剤工業会との連携を本格化させました。日本からはDEHP環境安全特別委員会の副委員長・深野或生（協和発酵工業（株））をはじめ委員の児島健志（チッソ（株））、谷昭二（新日本理化（株））の3人を派遣しました。



第1回3三極会議（ワシントンD.C.）1995年11月

会議では、日本側からのマーモセットを使った試験の結果発表が注目を集めたほか、欧米の試験結果などの情報も得られ、発ガン性問題に関して大きな進展が見られました。

▶ 安全性試験計画の構成と目的

■ 種差と最大無作用量の明確化

可塑剤工業会では、関連官庁や研究者および欧米の可塑剤工業会などと連絡を取り、協議しながら、DEHPの安全性（非発ガン性）を確認する試験の計画を進めました。IARCがDEHPを発ガン物質に分類した根拠であるNTP/NCIの試験に対応するためには、以下の課題を解明しなければならず、そのために2つの試験を実施することとしました。

■課題1) げっ歯類と靈長類などの他の動物との
種差の確認と解明

■課題2) げっ歯類と靈長類での、
肝腫瘍の最大無作用量の決定

■試験1) 精長類（マーモセット）を用いた肝腫瘍の研究

■試験2) げっ歯類（ラット）の肝腫瘍に関する用量依存性
の研究

また、DEHPが環境中にはほとんど存在せず、実際の暴露量が懸念するほどではないことを確かめるため、1993年以降継続して環境モニタリング調査を行っています。

3. 安全性の新たな確証が出揃う

1994年から1997年に行った試験の結果、問題となったNTP/NCIの試験におけるDEHP投与による肝腫瘍はげっ歯類に特有の、しかも高濃度投与時ののみの現象であり、ヒトを含む靈長類などには何ら影響しないことが明らかになりました。また、環境中の濃度も極めて低いレベルで安定しており、環境中の蓄積はないと判明しました。

▶ 灵長類(マーモセット)を用いた肝腫瘍の研究

■ 灵長類では、げっ歯類と違いDEHPの投与で異常は発現しない

【DEHPのマーモセットを用いた13週間反復経口投与試験】

● 試験期間

1994年8月～1995年11月

● 試験機関

(株) 三菱化学安全科学研究所

● 試験目的

DEHPを反復投与した場合のマーモセットにおける毒性変化を明らかにする。特に、肝臓ペルオキシゾーム、脾臓および生殖器に対する影響について精査する。

● 試験動物及び累計

マーモセット(キヌザル) 雄・雌各20頭

● 投与方法／投与期間

経口 13週間

● 投与量(mg/体重kg/日)/投与群数

0、100、500、2,500(4段階投与群)

● 試験の解説：

■ DEHPは1980年代に入り、主としてげっ歯類を用いて広範囲な安全性試験が行われてきました。その結果、肝臓のペルオキシゾームの著しい増生を伴う肥大と長期間の投与による腫瘍性増殖、大量投与による精巣の萎縮性変化あるいは脾臓腺房細胞の増殖性変化等の影響が認められました¹⁸⁾。

■ しかし、これらの変化の発現には著しい動物種差が存在すると思われるため、靈長類を用いた詳細な検討が必要とされました。DEHPの安全性に関する検討の一環として、小型靈長類のマーモセットを用い、長期間の反復経口投与時の諸臓器に対する影響

● 試験結果：

- どの投与群にも、肝腫瘍に結びつくペルオキシゾームは発現しない。
- 500mg/体重kg以上の群では下痢と異物摂取による防御反応のみ。これは通常の食品でも起こる程度の軽度な現象である。
- 血液生化学検査では、どの投与群にも異常は認められない。
- どの投与群の雄にも精巣毒性の症状は、発現していない。
- 最大無作用量は100mg/体重kg/日であった。

● 発表場所

米国毒性学会(1997年)

を調べるための実験を行いました。

■ DEHPを100、500および2,500mg/体重kg/日の用量で、1群雌雄各4頭のマーモセットに13週間連続反復経口投与し、毒性学的影響を検索しました。また、げっ歯類で強いペルオキシゾーム増生作用を示すClofibrateを比較対照物質として用い、250mg/体重kg/日の用量で同様に13週間連続反復経口投与しました。

■ 試験の結果、いずれの物質でもげっ歯類で観察された肝臓重量の増加、肝細胞の肥大あるいはペルオキシゾームの増生等の変化は認めませんでした。

▶ げっ歯類(ラット)の肝腫瘍に関する研究

■ げっ歯類の肝腫瘍も、一定量以下では発現しない

【DEHP のラットにおける肝臓の腫瘍性変化の用量依存性に関する研究】

● 試験機関

名古屋市立大学 (1994年4月～1996年2月)

● 試験の計画および評価に関するアドバイザー 伊東信行氏 (名古屋市立大学学長)

● 試験目的

DEHP の肝臓における腫瘍性変化の用量依存ならびに最大無作用量を検討する。

● 試験動物及び累計

F344 雄ラット 270匹

● 投与方法／投与期間

経口 8、24、48、52週間

※発ガン物質のジエチルニトロソアミン(DEN)を投与して発ガンしやすい状態にした後に投与。

● 飼料濃度(ppm)／投与群数

0、30、300、3,000、12,000(5段階投与群)

● 試験の解説：

■ DEHP は変異原性を示しませんが、げっ歯類に投与すると肝細胞の肥大および過形成を誘発し、肝臓中のペルオキシゾームの増生を来すことがこれまでの研究で知られていました³²⁾。また、長期投与試験ではラットおよびマウスに肝腫瘍の発生が報告されています¹⁸⁾。

そこで今回の試験では、げっ歯類を発ガンしやすい状態にするために発ガン物質のDENを投与するほか、実験開始3週経過時に全動物について3分の2肝部分切除術を行って肝細胞の増殖を活性化し、反応の感度を高めました。その上で最長52週間という長期投与試験を行い、DEHPのラット肝に対するペルオキシゾーム増生作用および腫瘍性変化発生が用量に依存するのかどうか、さらにその最大無作用量を検討しました。

■ 6週齢の雄ラットに、DEN を実験開始日に200mg/体重kgの用量で1回腹腔内投与し、2週間経過後よりDEHP添加飼料を30、300、3,000および12,000ppmの濃度で最長46週間与えました。また、

● 試験結果：

- 3,000ppm 以下の投与群では肝細胞ガンは発現しない。
- 12,000ppm の投与群にのみ発現。ただし、48週間後に投与を停止すると、その4週間後には腫瘍性変化は大幅に減少し、投与中に見られた肝臓重量増加及び体重減少も回復する。
- 肝臓の腫瘍性変化は回復性があり、ガンのような変化とはいがたい。
- 3,000ppm の投与群に使用されたラットの体重測定により決定される最大無作用量は130mg/体重kg/日。

● 発表場所：第1回消化器発ガン国際会議(1996年)

クロフィブレートの3,000ppm添加飼料を与えた陽性対照群および基礎食のみの対照群も設けました。

最長期間の投与群では実験49週より基礎飼料を与え、4週間の回復期間を設けました。実験開始8週、24週、48週および52週経過後に解剖して検査しました。

■ 試験の結果、ラットの肝腫瘍はDEHPの用量依存性が大きく作用し、3,000ppm以下の投与群では腫瘍は発現せず、最大の12,000ppmの投与群にのみ発現。ただし投与停止4週間後には、腫瘍性変化は大幅に減少し、投与中に見られた肝臓重量増加及び体重減少も回復しました。

■ したがって、肝腫瘍などの症状は、高濃度投与時にのみ発現する一過性の現象と言えます。同様の現象はアメリカで行われたラットに対する肝腫瘍に関する試験でも見られ、一度発生した腫瘍がDEHPの投与を中止すると消滅していくことから、ガンとは言えないということが明らかになっています³⁴⁾。

■ ラットの肝臓における最大無作用量は130mg/体重kg/日でした。

▶環境モニタリング調査

環境中にはほとんど存在せず増加の傾向も見られない

可塑剤工業会では1993年以来毎年継続して環境モニタリング調査を行っています。関東、関西 計22ヶ所の水源湖・河川水(8ヶ所)、地下水(6ヶ所)、水道水(4ヶ所)、海水(4ヶ所)を定点測定し、DEHPの環境中の存在の有無と蓄積性を調べています。調査の結果は、ほとんどの地点で定量限界未満であり、増加傾向も認められません。

【フタル酸エステル（DEHP、DBP、DINP）の環境濃度調査】

採取場所	1993年		1994年		1995年		1996年		1997年	
	春季	秋季	春季	秋季	春季	秋季	春季	秋季	春季	秋季
関東地区	奥多摩湖	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	多摩川羽村取水口	—	—	—	—	—	—	—	—	DEHP:2 DBP:1
	多摩川二子橋	—	—	DEHP:2	—	DEHP:2	—	—	—	—
	多摩川大師橋	—	—	—	—	DEHP:1	—	—	—	—
	あきる野市地下水	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	世田谷区地下水	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	墨田区地下水	—	—	DEHP:1	—	—	—	—	—	—
	横浜市栄区水道水	—	—	DEHP:1	—	—	—	—	—	—
	墨田区水道水	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	東京湾A	/		—	—	—	—	—	—	—
関西地区	東京湾B	/		—	—	—	—	—	—	DEHP:0.3
	琵琶湖近江大橋	—	—	DEHP:1	—	—	—	—	—	—
	宇治川觀月橋	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	淀川枚方大橋	—	—	DEHP:2	—	—	—	—	—	—
	淀川伝法大橋	—	—	—	—	—	DEHP:1	—	—	—
	宇治市地下水	—	—	DEHP:1	—	DEHP:1	—	—	—	—
	守口市地下水	—	—	—	—	DEHP:1	—	—	—	—
	大阪市西淀川区地下水	—	—	DEHP:1	—	—	—	—	—	—
	大阪市西淀川区水道水	—	—	DEHP:1	—	—	—	—	—	—
	加古川市水道水	—	—	—	—	—	—	—	—	—
大阪湾A	/		—	—	—	—	—	—	—	—
	大阪湾B	/		—	—	—	—	—	—	—

※印はDEHP、DBP、DINPともに定量化限界未満 (定量化限界値: DEHP、DBP = 1 $\mu\text{g/L}$ DINP = 5 $\mu\text{g/L}$)

※東京湾A：東京湾観音から観音崎に向かって3.5kmの地点 東京湾B：袖ヶ浦市中袖地区岸壁寄りの地点

※大阪湾A：神戸市ポートアイランドの海岸寄りの地点 大阪湾B：泉大津市岸壁寄りの地点

(単位: $\mu\text{g/L}$ = 0.001mg/L)

1998年		1999年	
春季	秋季	春季	秋季
—	—	—	—
DEHP:2	—	—	—
DBP:1	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—
DEHP:1	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—
DBP:1	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—

〔(財)化学物質評価研究機構〕

■DINPの非発ガン性確認試験

DINPは近年急速に需要が伸びてきている汎用のフタル酸エステルです。

日本のDINPメーカーは1998年にイギリスの試験機関ハンティンドンライフサイエンス社に委託し、靈長類のマーモセットにDINPを13週間経口投与するという試験を行いました。

投与量は100、500、2,500mg/kg/dayで、対象物質としてクロフィブレートを500mg/kg/dayの用量で投与しています。

その結果、どの投与量においてもDINPによる毒性の発現は認められず、肝臓にガンを引き起こすとされるペルオキシゾームの増殖も起きたことから、DINPにも発ガン性のないことが明らかになっています³⁵⁾。

4. IARCがDEHPを非発ガン物質へと分類を変更

▶ 発ガン性問題が決着

■可塑剤工業会がDEHPの発ガン性について安全宣言

DEHPの非発ガン性を明らかにするための総合的な試験計画を取りまとめた結果、課題としていた以下の2点が明らかになりました。

- げっ歯類と靈長類との種差の解明→ DEHPによってラットで起きる肝腫瘍は、マーモセットなど、ヒトを含む靈長類では起きません。また、ラットの肝腫瘍も一過性のもので、投与を止めると減少することからガンとは言えません。
- げっ歯類と靈長類における最大無作用量の決定→ ラットの肝臓における最大無作用量は130mg/体重kg/日。マーモセットに起きる症状は異物摂取による防御反応（下痢等）のみであり、その最大無作用量は100mg/体重kg/日。その数値を人間（体重60kgの成人）に当てはめる

と、6,000mg/日と推定され、それ未満では影響がないと考えられます。

一方、環境モニタリング調査では、環境中にはほとんどDEHPは検出されず、まれな検出例も大半が0.002mg/L以下で、増加の傾向も見られません。

仮にDEHPが検出された水1Lを体重60kgの成人が毎日飲んだとしても、DEHPの摂取量は0.002mg/日であり、上記の人間における最大無作用量推定値600mg/日※の30万分の1に過ぎません。
※安全係数の1/10を掛けてある。

以上のことから判断し、可塑剤工業会では1997年6月、ニュースレター「可塑剤インフォメーション」vol.7においてDEHPの発ガン性に関する安全宣言を行いました。

■IARCが種差を認め、DEHPの分類をより安全なランクに変更

こうした研究結果を受け、発ガン性評価で世界的に権威のある国際ガン研究機関(IARC)では、「2B」(ヒトに対して発ガン性がある可能性がある)に分類していたDEHPの発ガン性評価ランクを2000年2月に見直し、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)へと分類を変更しました(下表)。それ以降に行われたリスクアセスメントでは、DEHPの発ガン性は問題視されていません^{*}。可塑剤工業会が研究機関や行政、欧米の業界などと連携した取り組みが認められました。

■ IARCによる発ガン性評価の分類(2000年)

グループ	評価	物質
1	Carcinogenic to Humans (ヒトに対して発ガン性がある)	アスベスト、コールタール、アルコール性飲料、煙草の煙、他
2A	Probably Carcinogenic to Humans (ヒトに対しておそらく発ガン性がある)	クレオソート、ベンツピレン、ディーゼルエンジンの排ガス、他
2B	Possibly Carcinogenic to Humans (ヒトに対して発ガン性がある可能性がある)	コーヒー、酢漬けの野菜、サッカリン、ガソリン、他
3	not Classifiable as to its Carcinogenic to humans (ヒトに対する発ガン性について分類できない)	DEHP、DEHA、クロフィブレート、お茶、水道水(塩素処理した飲料水)、他
4	Probably not Carcinogenic to humans (ヒトに対しておそらく発ガン性がない)	カプロラクタム(1物質のみ)

※○米国CERHR(2000年):

IARCの評価を引用
(ヒトに発ガン性なし)²⁸⁾

○厚生労働省(2002年):

記載なし³⁶⁾

○EU(2004年):

発ガン性なし²⁹⁾

2000年

アジピン酸エステルの安全性

■DOA(DEHA)の発ガン性問題

DEHAは代表的なアジピン酸エステルであり、耐寒性可塑剤としてフィルムやレザーなどに使われています。以前は食品用ラップフィルムにも使われていました。

DEHPとほぼ同時期（1980年）に米国でDEHAの発ガン性試験結果がNCIより公表されました。結論は、DEHAを投与するとメスのマウスだけに対して肝臓に腫瘍を発生させるというものでした。

同じげっ歯類でも雌雄のラットおよびオスのマウスには腫瘍は発生しませんでした。これはメスのマウスに特有の反応であり、ヒトの健康には影響はないものと考えられ、米国FDAや日本の塩ビ食品衛生協議会のPL規格などでは何ら変更、削除の動きはありませんでした。IARCの発ガン性評価はグループ3（非発ガン性物質）でした。米国では1984年にDEHAが食品用ラップフィルムに復活し、現在に至っています。

一方、日本においては、1981年7月に朝日新聞がDEHPとDEHAの発ガン性問題の記事を掲載したことから社会的な問題となり、ラップフィルムメーカーはDEHAから他のアジピン酸エステル（DINA、79A、610Aなど）に自主的に切り替えたという経緯がありました。

■発ガン性以外の安全性も確認済み

3種類の代表的なアジピン酸エステル（DINA、79A、610A）について、1993年～94年にかけて急性毒性（経口、吸入）、亜急性毒性、変異原性試験を行い、これらの安全性が確認されました³⁷⁾。

試験は英国の試験機関ハンチンドンリサーチセンターに委託しました。

この試験は可塑剤工業会が日本ビニル工業会、塩ビ食品衛生協議会との共同試験として行ったものです。

世の中の出来事

1990年

（平成2）

- 1月 ●株価が下落に転じバブル崩壊へ
●大学入試センター試験スタート
- 4月 ●国際花と緑の博覧会（大阪）
- 8月 ●イラク軍がクウェート侵攻
- 10月 ●東西ドイツが再統一
- 12月 ●秋山豊寛氏、ソユーズに乗船、日本人初の宇宙飛行

1991年

（平成3）

- 1月 ●鴨川戦争勃発
- 3月 ●新宿に東京都新庁舎落成
- 5月 ●滋賀県信楽で列車同士が衝突
- 6月 ●長崎県雲仙普賢岳で大火碎流
- 11月 ●宮澤内閣成立
- 12月 ●ソビエト連邦崩壊

1992年

（平成4）

- 2月 ●佐川急便事件
- 5月 ●日本新党結成
- 6月 ●ブラジル・リオで地球サミット
●PKO協力法成立
- 7月 ●山形新幹線開業
- 9月 ●毛利衛氏、宇宙飛行へ

1993年

（平成5）

- 1月 ●欧州共同体が市場統一
●米国クリントン大統領就任
- 5月 ●Jリーグ発足
- 6月 ●皇太子ご成婚
- 8月 ●細川内閣成立、55年体制崩壊

1994年

（平成6）

- 4月 ●高速増殖炉もんじゅ始動
●羽田内閣成立
- 6月 ●村山内閣成立
- 7月 ●金日成北朝鮮主席死去
- 9月 ●関西空港開港
●ルワンダへPKO派遣
- 12月 ●ウルグアイラウンド決着

1995年

（平成7）

- 1月 ●阪神淡路大震災発生
●作家大江健三郎氏ノーベル賞
- 2月 ●野茂英雄氏米ドジャースに入団
- 3月 ●地下鉄サリン事件発生
- 4月 ●円史上最高値1ドル=79.75円
- 5月 ●オウム真理教松本智津夫教祖逮捕
- 11月 ●Windows 95（日本語版）発売

日米欧三極可塑剤工業会の連携

□共通の課題である可塑剤の安全性確保に向けて

可塑剤は世界中で使われており、日本の可塑剤工業会に相当する業界団体が欧州、米国にもそれあります。それが下表の CEFIC-ECPI と CMA (現 ACC) -PEP です。

日米欧で使われている可塑剤の種類はほぼ同様で、DEHP や DINPなどのフタル酸エステルを中心です。その安全性に関しては、日米欧の可塑剤工業会が共通に抱えた課題であり、日米欧三極可塑剤工業会の連携はかなり早い時期から図られていました。1970 年代に起きた可塑剤の環境問題や 1980 年代の発ガン性問題でも情報交換や試験協力が行われていたのです。

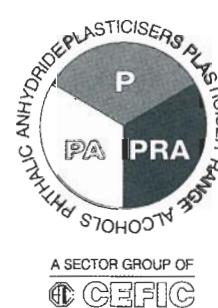
そして 1990 年代、ブラジルで地球サミット(1992 年)が開かれたのを機に化学物質の安全性についての関心が世界的に高まる中、CEFIC-ECPI と CMA-PEP では可塑剤の環境・安全性問題の動向に関して話し合うミーティングを定期的に開いていました。

日本の可塑剤工業会も、1994 年には安全ワーキンググループを中心としたメンバーが CMA と情報交換を行い、翌 1995 年 11 月には欧米のミーティングに日本が正式参加する形で、第1回目と

なる「日米欧可塑剤三極会議」が米国ワシントン D.C. で開催されました。



二回目となる日米欧可塑剤三極会議にて
(1996年9月／米国ピッツバーグ)



A SECTOR GROUP OF
CEFIC



(左) CEFIC-ECPI のマーク
(上) ACC のマーク

■欧米における可塑剤業界団体の組織

歐州 <ul style="list-style-type: none"> ○上部団体：CEFIC (欧洲化学工業協会) ○業界団体：ECPI (European Council for Plasticisers and Intermediates : 欧州可塑剤・中間体協議会) ○本部：ベルギー・ブリュッセル ○加盟企業：ECPI の加盟企業は以下の全 9 社で、欧州の主要な可塑剤メーカーすべてが含まれています。Arkema、BASF、ExxonMobil、Ferro、Oxea、Oxeno、Oxochimie、Perstorp、Polynt。 	<ul style="list-style-type: none"> ○上部団体：ACC (American Chemistry Council : 米国化学品工業協会) ※ 2000 年以前は CMA ○業界団体：PEP (Phthalate Esters Panel : フタル酸エステルパネル) ○本部：ワシントン D.C. ○加盟企業：ACC-PEP の会員は米国的主要な可塑剤メーカーである BASF、Eastman Chemical、ExxonMobil、Ferro および主要な可塑剤ユーザー Teknor Apex です。
--	---

□三極会議以前の連携

1970年代、米国の試験結果に端を発する可塑剤の環境・安全性問題(P26参照)では、1973年

6月、海外の情報を直接入手するため、可塑剤工業会環境委員会の下村国夫委員(協和発酵工業(株))が渡米し、可塑剤メーカーなどを訪問して情報収集を行いました。CMA-PEPが設立されたのはちょうどその頃のことです。

1980年に始まった可塑剤の発ガン性問題(P42参照)では、CEFICとCMAは直ちに対策チームを結成して調査と安全性試験を開始し、日本の可塑剤工業会も欧米の工業会と協力して安全性情報の入手に努めました。

1984年8月には「フタル酸エステル安全性会議」という国際会議がロンドンで開かれ、日本からは可塑剤工業会・技術委員会の深野或生

〈協和発酵工業(株)〉が参加し、情報収集に当たりました。

また、1980年代後半には、CMA-PEPはEPA(環境保護庁)やFDA(食品医薬品局)といった官庁と連絡を取りながら可塑剤の安全性試験計画を策定・実施しており、日本の可塑剤工業会もこれに協力しています。

1990年代に入ってからは、日米欧が役割分担をする形で安全性試験を効率的に進めるようになります。日本の可塑剤工業会が1993年から着手したDEHPの発ガン性に関する総合的な試験計画(P47参照)もその一環であり、日米欧すべての試験結果が出揃った際には可塑剤の発ガン性に対して示された疑問が払拭できるように考えた分担となっています。

□三極会議を毎年定期的に開催して情報交換に努める

三極会議は1995年以降、毎年定期的に行われてきました。当初は技術者、研究者を中心とした会議であり、フタル酸エステルの環境・安全性問題について、「環境部会」と「安全性部会」に分かれて試験結果の発表や討議を行っていました。

1999年3月には、ベルギーのブリュッセルにおいて三極会議では初の「コミュニケーション部会」が開かれました。これは、広報活動についての日米欧の連携を強化するためのもので、広報活動の在り方のほか、環境・安全性に関する各地域の最新状況や行政、各種団体、マスコミの動向、業界の対応策などが話し合われました。以降は「環境部会」「安全性部会」「コミュニケーション部会」の3つが定例の3部会となります。

会議のテーマは、その時々において最も関心を持たれている課題が中心となります。当初の発ガ

ン性問題に加え、1997年イタリアや1998年米国で行われた会議では内分泌搅乱作用が大きく取り上げられました。近年は、生殖毒性(精巣毒性)の解明やヒトが実際にどの程度可塑剤を摂取しているのかといった曝露の問題、そして可塑剤の安全性をいかに伝えていくのかというコミュニケーションの問題が大きなテーマとなっています。



第11回 日米欧可塑剤三極会議にて
(2004年9月／フランス パリ)

□2005年、日米欧三極会議を日本で開催

日米欧三極会議はこれまでずっと欧米で開催されてきましたが、2005年、日本への開催招致が実現しました。

2005年9月、「愛・地球博」の開催に合わせて欧米の可塑剤工業会の代表を招き、日本の可塑剤工業会の主催で可塑剤・日米欧三極会議を日本で開催しました。会場は東京・箱崎のロイヤルパークホテルです。

出席者は、ヨーロッパはCEFIC-ECPI(欧州化学工業協会の可塑剤・中間体協議会／10人)、アメリカはACC-PEP(米国化学品工業協会のフタル酸エステル・パネル／8人)を中心としたメンバーおよびコンサルタントが出席。さらに、今回はアジアからのオブザーバー参加もありました。日本からは可塑剤工業会のメンバーなど合計22人が出席しました。

会議は、フタル酸エステルを中心とした可塑剤のあらゆる環境・安全性問題における情報交換と研究の方向性の討議をメインのテーマとし、定例の3部会(コミュニケーション、環境、安全性)

に分かれて三極間で真剣かつ率直な話し合いが行われました。

また、コミュニケーション部会において、塩ビ工業・環境協会(VEC)高橋広報部長より、日本におけるPVCの需要動向や環境問題に関する啓発活動状況の説明がありました。

さらに今回は定例の3部会に加え、講演会、プレス・ブリーフィング(記者会見)、そして行政訪問といった新しい試みも行われ、日本の意欲的な取り組み姿勢が欧米の出席者から高く評価されました。



■日米欧可塑剤三極会議

年月	開催国名	開催都市名	概要
1995年11月	米国	ワシントンD.C.	テクニカル・ミーティング(環境部会・安全性部会)
1996年9月	米国	ピッツバーグ	環境部会・安全性部会のほか広報や内分泌搅乱作用も討議
1997年4月	イタリア	フィレンツェ	環境部会・安全性部会のほか三極の協力体制なども討議
1998年3月	日本	東京	日欧のみのミーティング。広報活動の重要性等
1998年5月	米国	ニューオリンズ	日本の環境ホルモン騒動に関心が集まる
1998年7月	ベルギー	ブリュッセル	日欧のみのミーティング。乳幼児のおもちゃ問題等
1999年3月	ベルギー	ブリュッセル	ビジネス・ミーティング。コミュニケーション部会の開催を決定
1999年4月	スペイン	バルセロナ	環境部会・安全性部会。内分泌搅乱作用が問題となる
2000年4月	米国	セントルイス	定例3部会開催。マレーシアとブラジルが初参加
2001年5月	スペイン	マドリッド	定例3部会開催。欧米でのリスクアセスメントが話題に
2002年3月	米国	ワシントンD.C.	コミュニケーション部会
2002年9月	ベルギー	ブリュッセル	コミュニケーション部会
2002年9月	ベルギー	ゲント	安全性部会
2002年3月	米国	ソルトレークシティ	環境部会
2003年11月	米国	ワシントンD.C.	定例3部会開催。情報を共有する方法なども討議
2004年9月	フランス	パリ	定例3部会のほか生殖毒性ワークショップも開催
2005年9月	日本	東京	プレス・ブリーフィングや行政訪問も実施



三極会議冒頭の主催者代表挨拶

可塑剤工業会 川崎芳夫会長

（株）ジェイ・プラス社長



コミュニケーション部会（9月19日）



環境部会（9月20日）で発表する山田研太郎委員（左／シージー・エスター（株））とコンサルタントの宇山裕氏（右）



安全性部会（9月21日）で発表する長谷川隆一委員（（株）ジェイ・プラス）



環境・化学物質関連の専門記者を招いたプレス・ブリーフィング（9月20日）

■プレス・ブリーフィング招待者

朝日新聞社 安田朋起氏（科学医療部 記者）

毎日新聞社 小島正美氏（生活家庭部 編集委員）

化学工業日報 佐藤 豊氏

（編集局 編集第1部 科学総合グループ 記者）

日刊ケミカルニュース 吉永昌央氏（編集部）

※所属は当時のもの ※順不同

■行政訪問の訪問先（訪問順）

厚生労働省 食品安全部 基準審査課

厚生労働省 審査管理課 化学物質安全対策室

経済産業省 化学課

環境省 安全課

厚生労働省 安全対策課 安全推進室

1.“環境ホルモン問題”として社会問題に

▶ 発端

■『Our Stolen Future』の出版を機に世界的な問題へ

1996年、化学物質の安全性問題に大きな影響を与える一冊の本がアメリカで出版されました。シア・コルボーンらによる『-Detective Novels- Our Stolen Future』（日本語版「奪われし未来」は1997年刊）です。この本は、“環境中に放出された化学物質のなかにはホルモンのような働きをして野生生物に生殖異常などを引き起こすものがたくさんあり、その影響は人間にも及んでいる”という仮説に基づいた小説でした。

そうした仮説（内分泌搅乱化学物質の存在）や本の中で述べられている事象は、必ずしも科学的に確かめられたものではありませんでしたが、生殖異常の事例がセンセーショナルに取り上げられるなどして、世界的に大きな話題となりました。フタル酸エステルも同書で疑惑の一つに取り上げられていたことから、以降数年にわたる騒動の渦中に置かれることとなります。

■内分泌搅乱化学物質の影響として上げられた主な報告例（野生生物への影響）

- フロリダのアボブカ湖で、化学工場からDDTなどが流失し、ワニが雌化した³⁸⁾。
- 船の船底防汚塗料として用いられるトリチルスズ（TBT）によって、巻き貝が雄性化（インボセックス）した³⁹⁾。
- 英国で下水処理施設の排水溝の下流で魚の雌化が生じていると問題になり、人の尿に含まれる女性ホルモンが主な原因である可能性が高いと言われている^{40) 41)}。
- 北米5大湖で捕獲されたすべてのサケに甲状腺組織の異常があり⁴²⁾、セグロカモメも甲状腺が大きくなっていた⁴³⁾。原因物質は特定されていない。等々

■環境庁「SPEED'98」にフタル酸エステルがリストアップされる

内分泌搅乱作用に関する報告は以前からあり、もともとは有機塩素系化合物を対象に論じられてきました。それが、『Our Stolen Future』の出版によって、広く一般に使われている化学物質にまで問題が波及してきました。

1996年当時、内分泌搅乱化学物質かどうかを確かめるための試験方法すら確立されておらず、混乱を極めました。対象となる内分泌系が非常に複雑な仕組みなので、化学物質による影響を把握することが難しかったのです。

この問題では、生態系だけでなく人間に対しても取り返しのつかない重大な影響を及ぼす可能性が指摘されていることから、世界各国で民間および行政レベルで種々の論議検討が活発になされ、国際的な連携のもとで調査研究が進められていきました。

米国では、1996年8月に食品品質保護法と修正飲料水安全法が改正され、それに伴って米国環境保護庁（EPA）は2年以内に環境ホルモンかどうかを調べるためのスクリーニング（ふるい分け）プログラムを開発することとしました。またOECD（経済協力開発機構）では、国際的に統一されたスクリーニング試験方法のあり方を定めることを目的と

■内分泌搅乱化学物質の影響として上げられた主な報告例（ヒトへの影響）

- ヒトへの影響に関する報告例の主なものは男性の精子数が減少しているというものですが、賛否両論の報告が相次ぎ、結論は出ていません。
- その他、内分泌搅乱化学物質によって乳がんなどの発がんリスクが高くなるのではないか、あるいは免疫異常や奇形、発育障害、神経・精神障害を起こす可能性があるのではないかといわれていますが、據つきりしたことはわかっておらず、今後の研究による実態の解明が待たれます。

► DEHPなど9種類の可塑剤が環境庁(現・環境省)の「SPEED'98」で“内分泌搅乱作用を有すると疑われる化学物質”としてリストアップされ、社会問題となりました。環境省は詳細な調査・研究を行い、2003年、9種類の可塑剤すべてについて内分泌搅乱作用はないと発表しました。

1996年

して専門家による作業グループを設置し、1998年3月から検討を開始しました。

日本の行政では、当時の通産省、環境庁、厚生省、農水省、労働省など様々な省庁で調査、研究の取り組みが始められました。

中でも環境庁は、専門家の研究班を1997年3月に結成し、1998年5月には総合的な研究計画として「環境ホルモン戦略計画SPEED'98」を発表しました。その中で「内分泌搅乱作用を有すると疑われる化学物質」として67物質をリストアップして調査・研究に当たるとしたのですが、それが“内分泌搅乱作用がある化学物質”的リストであると曲解されて世間に広まったため、学問的な研究課題という枠を超えて社会的なパニックを引き起こしてしまいました。リストアップされた67物質のうち、可塑剤はDEHPをはじめDBP、DEHAなど9物質に上ります。

►世の中の動き

■環境ホルモンという通称が誤解を助長

内分泌搅乱化学物質とは、SPEED'98によると“動物の生体内に取り込まれた場合に、本来、その生体内で営まれている正常なホルモン作用に影響を与える外因性の物質”的ことです。ところが1997年5月に放送されたNHKの番組で、ある研究者が内分泌搅乱化学物質を「環境ホルモン」と呼んだことから、その平易な通称が一気に広まり、定着してしまいました。さらに、SPEED'98にリストアップされている物質=環境ホルモンという短絡的な曲解まで定着することとなったのです。DEHPにも環境ホルモンというレッテルが貼られてしまいました。

また、同じ時期にはダイオキシン問題が騒がれていました。ダイオキシンの発生と塩ビが関連付けられ、あたかも塩ビがダイオキシン発生の主な原因物質のように言われていたのです。

TV、新聞、雑誌などマスコミでは連日のようにダイオキシン問題と環境ホルモン問題を取り上げられました。消費者は危機感をあおられ、塩ビ忌避の動きが出てきました。企業の中にも非塩ビ製品を“エコ○○”と呼んで売り出すといった動きが見られました。

塩ビ・可塑剤業界は、バブル崩壊後の長引く不況の中にあって、ダイオキシンと環境ホルモンのダブルパンチを受け、1996年をピークとしてその後大幅に需要を落としていくことになります。

世の中の出来事

1996年

(平成8)

- 1月 ●この年、携帯電話が急増
●橋本内閣成立
- 2月 ●羽生善治氏、将棋で7冠を達成
●薬害エイズで菅厚相が患者に謝罪
- 4月 ●東京銀行と三井銀行が合併
- 7月 ●クローバン羊が英で生まれる
●O-157食中毒全国に猛威
●米アトランタオリンピック開催
- 10月 ●衆院小選挙区制選挙を実施
- 12月 ●ペルー日本大使公邸人質事件

1997年

(平成9)

- 3月 ●秋田新幹線開業
- 4月 ●消費税が3%から5%に
- 7月 ●香港が英國から中国へ返還
- 10月 ●北陸新幹線高崎～長野間開業
- 11月 ●サッカー日本代表がW杯出場決定（ジョホールバルの歓喜）
●不良債権等で三洋証券、北海道拓殖銀行、山一證券が破綻
- 12月 ●地球温暖化防止京都会議

1998年

(平成10)

- 2月 ●長野冬季オリンピック開催
●金大中、韓国大統領に就任
- 4月 ●金融ビッグバン始まる
- 5月 ●環境庁が「SPEED'98」発表
- 6月 ●サッカーW杯フランス大会
●金融監督庁発足
- 7月 ●和歌山毒物カレー事件発生
●小渕内閣成立
- 10月 ●プロ野球横浜が38年ぶりに優勝

1999年

(平成11)

- 1月 ●EUで単一通貨ユーロが導入
- 2月 ●地域振興券配布
●テレビ朝日、所沢の野菜のダイオキシン報道
- 銀行に公的資金7兆4,500億円を資本注入
- 臓器移植法に基づく初めての脳死臓器移植が実施
- 3月 ●日産自動車がルノーと資本提携
●コソボ紛争、NATOがユーゴ空爆
- 4月 ●日本がコメを市場開放(関税化)
- 8月 ●長期信用銀行、外資売却へ
- 9月 ●東海村JCO臨界事故発生
- 11月 ●日本国債格下げ

▶研究の焦点

■エストロジエン(女性ホルモン)様作用の有無が焦点

ホルモンは、鍵が鍵穴にはまるように、レセプターと呼ばれる別の物質と連結し、そのレセプターを活性化することによって体に作用します。内分泌搅乱作用の主なメカニズムの一つとして考えられているのは、正常なホルモン以外の物質がレセプターの鍵穴とぴったり合ってしまい、正常なホルモンと同じように働いてしまうというものです。

これまでの調査・研究は、まずエストロジエン(女性ホルモン)に似た作用をもつ“エストロジエン様物質”を中心に進められてきました*。一方、SPEED'98ではエストロジエンだけでなく、より詳細に、アンドロジエン(男性ホルモン)についても調べられています。

■試験管内の試験だけでなく、生体内での試験が重要

その物質にエストロジエン活性があるかどうか(女性ホルモンのエストロジエンのような働きをもつかどうか)を見分ける初步的なスクリーニング試験としては、人の乳がんから採った培養細胞や遺伝子組み替え酵母菌などを使って調べるという方法があります。

しかしこうした試験管内の試験による結果だけでは、実際に人や野生生物の健康に悪影響があるかどうかまではわかりません。内分泌系の仕組みは複雑であり、また、実際の生物では代謝機能によって摂取した化学物質を分解し、他の分子として体内に取り込む可能性があるためです。

そこで近年は、試験管内の試験によるスクリーニングと合わせて、生きている生物を使った試験(生体内試験)の重要性が指摘され、各国で有効な生体内試験が開発・実行されてきました。

また、環境中に存在する化学物質は通常は極少量なので、実際の影響を調べるには、過剰な用量を投与するのではなく、低レベルでの暴露を想定した現実的な条件で試験を行うことも重要です。

ただし、内分泌搅乱化学物質問題において、これまで影響がないとされてきた極微量でも作用があらわれるとする「逆U字特性」または「低用量影響」については、それを肯定する報告がある一方で、発表者が論文を取り下げたり、否定する報告も出されており、疑問視されています。

※ホルモンとしては、他にもアンドロジエン(男性ホルモン)や副腎皮質ホルモン、甲状腺ホルモン、成長ホルモンなどがあります。また、ホルモンと同じように作用してしまう物質だけでなく、ホルモンの働きを阻害する物質も同様に内分泌搅乱化学物質とされます。例えばアンドロジエンに対する作用としては、前者は「アンドロジエン様作用」、後者は「抗アンドロジエン作用」といいます。

【植物エストロジエンとは】

- 人工の化学物質以外にも、植物が作り出す天然の物質の中にエストロジエン類似作用をもつ物質が少なくとも20種類知られています。
- 日本人は大豆多食民族ですが、大豆の中にもイソフラボンなどのエストロジエン様物質が含まれており、私たちは日常的に摂取しているのです。
- 植物エストロジエンは、問題にされている人工の化学物質などに比べてはるかに多くの量が食事などから摂取されているため、内分泌搅乱化学物質による影響を検討する場合には、植物エストロジエンについても併せて検討していく必要があるとされています。

▶ 可塑剤工業会の対応

■ 問題化する前から対応し、安全性を確認

可塑剤工業会では、1996年にアメリカで『Our Stolen Future』が出版された直後、日本ではまだ話題になっていないときから、安全性に関する重要な課題としてとらえ、いち早く内分泌搅乱作用に関する調査・研究に取り組み始めました。

当時、発ガン性問題への対応として外部有識者の方々に「DEHP安全性研究会」という形で協力を仰いでいたのですが、その途中で発生した内分泌搅乱作用問題についても、(財)食品薬品安全センターや(株)三菱化学安全科学研究所から引き続き助言・指導を受けました。

【ABPS連絡会を発足】

●(社)日本化学会議(日化協)では、内分泌搅乱作用が疑われていたアルキルフェノール、ビスフェノールA、フタル酸エステル、スチレンの4業界およびその加工(樹脂)メーカーの団体による「ABPS連絡会」を1997年8月に発足させ、当工業会もこれに参加して情報交換に努めました。

※4つの化学物質はSPEED'98にリストアップされましたが、スチレンは2000年にリストから外されました。

■ 複数の詳細な試験でエストロジエン活性を否定

一部のフタル酸エステルでは、試験管内の試験によって、エストロジエン活性は認められないとする報告^{44) 45)}がある一方で、ごく弱いエストロジエン活性が認められたとする報告^{46) 47)}もありました***。

そこで可塑剤工業会では1997年にいち早く、外部の研究機関に委託して主なフタル酸エステルであるDEHP、DBP、DnOP、DINP、DIDPの5種類について、試験管内の試験および生体内試験によるエストロジエン活性試験を行いました。

生体内試験では、卵巣割去試験法を用いて行いました。これは、現在広く採用されている女性ホルモン様作用の発現確認試験法の一つです(P62参照)。試験の結果、5種類すべてがエストロジエン活性を示さないことが確かめられています⁴⁸⁾。

さらに1998年には、社会的な関心も高まったことから、より高いレベルでの安全性確保を目指し、DEHPとDBPについて、最新の手法を用いた詳細な生体内試験を行い、エストロジエン活性を示さないという結論を得ました⁴⁹⁾(P64参照)。

また、代表的なアジピン酸エステルであるDOA(DEHA)も「SPEED'98」でリストアップしたことから、1999年、DOA(DEHA)やDNAなど5種類のアジピン酸エステルについて、1997年にフタル酸エステルに行ったものと同様の試験を行い、エストロジエン活性を示さないことを確認しています⁵⁰⁾(P63参照)。

※※ 1995年に海外の研究者が行った試験管内の試験で、フタル酸エステルを極めて高濃度(血液中の飽和量よりも高い濃度)で投与した場合に弱いエストロジエン活性を示すというものです。この報告が、その後「SPEED'98」でフタル酸エステルがリストアップされた根拠となっています。

【日米欧3極の連携も強化】

●日、米、欧の可塑剤業界は、1995年から毎年定期的に三極会議を開き、フタル酸エステルの環境、安全性問題について情報交換を進めてきました。

●特に内分泌搅乱作用問題に関しては、1997年イタリアや1998年アメリカ、1999年ベルギーで開催された会議で大きく取り上げられ、連携を一層強化して互いに協力しながら調査・研究を行っていくことが確認・合意されました。



日米欧三極会議(1999年ベルギー)

2. 精緻な試験で安全性を確認

▶ 生体内での卵巣割拠試験法を用いたエストロジエン活性試験

■ 動物の体内での試験で影響を精査

前述のように、可塑剤工業会では1997年に主なフタル酸エステルであるDEHP、DBP、DnOP、DINP、DIDPの5種類について、試験管内の試験および生体内試験によるエストロジエン活性試験を行いました。特に生体内試験では、スクリーニング試験法として国際的に認められている子宮肥大法を用いました。試験の結果、5種類すべてがエストロジエン活性を示さないことが確かめられています。

【生体内でのフタル酸エステルのエストロジエン活性試験(卵巣割去試験)】

- 試験機関：(株)三菱化学安全科学研究所 1997年
- 試験方法：一群4頭の雌ラットの卵巣を摘出し、その後7日後に被験物質1,000mg/体重kg/日を3日間皮下投与した。最終投与の翌日に子宮を摘出し、子宮重量ならびに含まれるプロジェステロン受容体の数量を測定。
エストロジエン活性があれば、いずれも増加する。
- 試験結果：

- 1) フタル酸エステル5種類すべてについて、子宮重量ならびにプロジェステロン受容体数量に影響が見られなかった。
つまり、これらの物質はエストロジエン活性を示さない。
- 2) 陽性対照物質のエチニールエストラジオールは、5μg/体重kg/日(被験物質濃度の20万分の1)で活性を示した。

● 被験物質・投与量

項目	被験物質	投与量
フタル酸エステル	DEHP、DBP、DnOP、DINP、DIDP	1,000mg/kg/日
陽性対照物質	E2(エチニールエストラジオール) ※ピルの主成分	5μg/kg/日
陰性対照物質	何も投与せず (通常の餌のみ)	——

■ フタル酸エステルは経口で動物が摂取した場合、エストロジエン活性を示さない

● 試験の解説：

- 動物の体内に本来あるエストロジエン(女性ホルモン)は、エストロジエン受容体に結合して活性化させることで体内に様々な作用を及ぼします。子宮の細胞増殖による重量の増加や、子宮内におけるプロジェステロンというホルモンの受容体数の増加もそうした作用の現れのうちの一つです。

特に、卵巣を摘出したラットでは、わずかなエストロジエン活性に敏感に反応して、子宮重量の増加

および子宮内のプロジェステロン受容体数の増加が起きます。つまり、化学物質を投与してエストロジエン活性を示すか示さないかを見るための鋭敏な指標となるのです。

今回の試験でも、陽性対照物質のエチニールエストラジオールでは、5μg/kg/日の投与で子宮重量と子宮内のプロジェステロン受容体数が増加しています。

○5つのフタル酸エステルの投与群では、子宮重

量、子宮内のプロジェステロン受容体数とともに増加は認められず、エストロジエン活性を示しませんでした。

今回の試験におけるフタル酸エステルの投与量は、OECDによるスクリーニング試験ガイドラインのある案に示された限界試験で推奨されている1,000mg/kg/日を用いています。

○フタル酸エステルについては、試験管内の試験によって、DBPが極めて弱いながらもエストロジエン受容体と結合する作用を示したという海外の報告があります。しかし、化学物質のエストロジエン活性の評価では、実際の動物の体内で意味のある影響を示すかどうかが重要な問題であり、今回のエストロジエン活性を検出するための鋭敏な指標を用いた生体内試験で有意な変化が見られなかったことから、フタル酸エステルは経口で動物が摂取した場合、エストロジエン活性を示さないと考えられます。

※エチニールエストラジオールは経口黄体・卵胞ホルモン剤（ピル）の主成分。

※1 μgは1gの100万分の1。

※限界試験：ある量を投与して作用が出ないなら、それ以上の投与量で調べる必要はないだろうという用量による試験。

■アジピン酸エステルの安全性も確認

【生体内でのアジピン酸エステルのエストロジエン活性試験(卵巣割去試験)】

●試験機関：(株)三菱化学安全科学研究所 1999年

●試験方法：一群10頭の雌ラットの卵巣を摘出し、その後日に被験物質1,000mg/体重kg/日を3日間経口投与した。最終投与の翌日に子宮を摘出し、子宮重量ならびに含まれるプロジェステロン受容体の数量を測定。エストロジエン活性があれば、いずれも増加する。

●試験結果：

- 1) アジピン酸エステル5種類すべてについて、子宮重量ならびにプロジェステロン受容体数量に影響が見られなかった。つまり、これらの物質はエストロジエン活性を示さない。
- 2) 陽性対照物質のエストラジオールは、子宮重量、プロジェステロン受容体数とも増加が認められ、活性を示した。
- 3) 比較対照物質のジェニステインは、子宮重量の増加が認められたが、プロジェステロン受容体数には有意な増加は認められなかった。

●被験物質・投与量

項目	被験物質	投与量
アジピン酸エステル	DEHA、DINA、610A、79A、DnOA	1,000mg/kg/日
陽性対照物質	E2（エチニールエストラジオール） ※ピルの主成分	5 μg/kg/日
比較対照物質	ジェニステイン (大豆などに含まれる植物エストロジエン)	30mg/kg/日
陰性対照物質	何も投与せず (通常の餌のみ)	—

▶ ラットの生体内におけるエストロジエン活性および作用メカニズムの評価

■最新の手法で内分泌搅乱作用を評価

主なフタル酸エステルであるDEHP、DBP、DnOP、DINP、DIDPの5種類については、すでに1997年に試験を行い、5種類すべてがエストロジエン活性を示さないことを確認済みです。しかし、内分泌搅乱作用についての社会的な関心の高まりを受け、1998年にDEHPとDBPについてより詳細な試験を行いました。

投与期間を延長するなどして従来より試験の精度を上げ、生化学／ホルモン検査のほか、細胞増殖動態検査、病理組織学的検査などで詳細かつ多角的にチェックしています。

その結果、DBPおよびDEHP投与群では、ほぼすべての検査項目で、エストロジエン活性を反映した変化は認められませんでした。

【DBPおよびDEHPのラットの生体内におけるエストロジエン活性および作用メカニズムの評価】

- 試験機関：(株)三菱化学安全科学研究所 1998年
- 試験方法：雌ラットの卵巣を摘出し、10日間の回復期間を設けた後、実験に使用した。
検出力を高め、試験の精度を上げるために、被験物質を約8時間おきに1日3回、5日間連続して腹腔内投与した。
最終投与の翌日に解剖し、検査を行った。
- 群構成および検査項目：
1群12匹とし、そこから右表のように2群に分けて各検査を実施した。

● 被験物質・投与量

項目	被験物質	投与量
フタル酸エステル	DEHP、DBP	1,000mg/kg/日
陽性対照物質	エチニール エストラジオール (ビルの主成分)	1、2.5、7.5、 50(μ g/kg/日) の4群
陰性対照物質	溶媒(10%エタノール含有コーン油)	1ml/kg/回

● 群構成および検査項目：

群構成	検査項目
生化学／ ホルモン 検査群 (6匹)	○脳組織中ドーバミン濃度
	○血清中プロラクチン濃度
	○子宮中エストロジエンレセプター濃度
	○子宮中プロジェステロンレセプター濃度
	○子宮内液重量
	○器官重量(子宮)
細胞増殖／ 形態学的 検査群 (6匹)	○器官重量(下垂体、副腎、肝臓)
	○細胞増殖動態※ (子宮、下垂体、乳腺、副腎、肝臓)
	○病理組織学的検査 (子宮、下垂体、乳腺、副腎、肝臓)
	○子宮中内膜上皮の高さ
	※ R D S 誘発率(複製DNA合成(Replicative DNA Synthesis)誘発細胞の出現頻度)で評価

●結果のまとめ

検査項目	DBP	DEHP	エストラジオール(E2)			
			1000	1000	1	2.5
	mg/kg/日		μg/kg/日			
子宮	エストロジエンレセプター濃度	—	—	—	○	○
	プロジェステロンレセプター濃度	△	△	○	○	○
	子宮内液重量	—	—	—	○	○
	子宮内膜上皮の高さ	—	—	○	○	○
	子宮重量（内液を除く）	—	—	○	○	○
	腺上皮のRDS誘発率	—	—	○	○	○
	内膜上皮のRDS誘発率	—	—	○	○	○
	間質のRDS誘発率	—	—	○	○	○
乳腺	腺上皮のRDS誘発率	—	—	—	○	○
	導管上皮のRDS誘発率	—	—	—	○	○
下垂体	下垂体重量	—	—	—	△	△
	下垂体前葉のRDS誘発率	—	△	—	○	○
ホルモン	脳組織中ドーバミン濃度	—	—	—	—	—
	血清中プロラクチン濃度	—	—	—	—	○
副腎	副腎重量	—	—	—	—	—
	束状帯細胞のRDS誘発率	—	—	—	—	△
肝臓	肝臓重量	△	—	△	△	△
	内側右葉のRDS誘発率	○	△	—	—	—

○：増加、減少などの中程度以上の変化が見られたもの

△：軽度な変化が見られたもの

—：変化なし

■：エストロジエン活性以外の原因と考えられる変化

○上表のうち、DBP および DEHP で肝臓において見られた変化は、DBP、DEHP が肝臓のペルオキシゾームを増殖させるというげっ歯類に特有の作用をもつことから、エストロジエン活性を反映したものではないと考えられています。

●試験の解説：

■この試験は、現在報告されている生体内試験によるスクリーニング系の中でも最も妥当性が高いと考えられる最新の手法を用いて行いました。エストロジエンレセプター濃度やプロジェステロンレセプター濃度だけでなく、複数の生化学／ホルモン検査や細胞増殖検査、病理組織学的検査を組み合わせたものです。検出力を高めて試験の精度を上げるために投与期間を標準的な3日から5日に延長しています。また、陽性対照物質にエストラジオール(E2)を用い、最もエストロジエン活性の検出に鋭敏な指標を測定・検査することにより、その活性の有無および

作用メカニズムの評価を行っています。

■E2投与の結果、エストロジエン活性の検出に最も有効な器官は子宮でした。

■DBP および DEHP には、「エストロジエン活性作用はない」というのが研究者の結論です。子宮のプロジェステロンレセプター濃度の上昇は、測定誤差の範囲とは言えないまでも、E2と比べてその作用は用量比で100万分の1以下というごく軽微なものでした。他の検査項目ではエストロジエン活性を示す変化が全く見られないことから、上記のような結論となったものです。

■この試験結果は、1998年6月の日本トキシコロジー学会において発表されています。

3. 環境省が「内分泌搅乱作用が認められなかった」と発表

▶ 内分泌搅乱作用問題に決着

■ SPEED'98では環境や人の健康への影響を詳細に評価

環境庁では、1998年に「環境ホルモン戦略計画 SPEED'98」を発表し、「内分泌搅乱作用を有すると疑われる化学物質」として67物質（2000年に65物質に修正）をリストアップして調査・研究に当たるとしました。その中には可塑剤9種類が含まれていました。

その可塑剤9種類を全て含む計28物質（2000年度12物質、2001年度8物質、2002年度8物質）について優先的に詳細な試験を行いリスク評価を進めました。

- 1) 化学物質の環境実態調査および野生生物の影響実態調査
- 2) 生態系への影響評価のための魚類を用いた試験

- ・ビデロジエニンアッセイ^{a)}
- ・パーシャルライフサイクル試験^{b)}

- 3) ヒト健康への影響評価のための乳類を用いた試験
 - ・ラットを用いた改良1世代試験^{c)}
 - ・試験管内試験

※経済産業省による「子宮肥大試験」^{d)}「ハーシュバーガー試験」^{e)}「改良28日間反復投与毒性試験」^{f)}も参照

主な可塑剤9種類を含んだ2000年度と2001年度の合計20物質に関する評価結果は、2003年6月12日に開催された環境省の「平成15年度第1回内分泌搅乱化学物質問題検討会」において公表されました²⁰⁾。

主な可塑剤9種類は、すべて内分泌搅乱化学物質ではないという判断が示されました。

その後、2002年度に試験を行った8物質も加え、合計28物質について評価が明らかになっています。その結果は、生態系に関しては4-ノニルフェノールと4-t-オクチルフェノールでメダカに対して内分泌搅乱作用を有することが強く推察され、またビスフェノールAでも作用を有することが推察されますが、その他の25物質はすべて明らかな内分泌搅乱作用は認められなかったというものでした。

一方、人の健康への影響に関しては、28物質すべてで、明らかな内分泌搅乱作用は認められなかったという結果でした。

a) ビデロジエニンアッセイ／オスメダカに試験物質を21日間曝露させ、卵黄の原料となるメス特有のタンパク質であるビテロジエニンがオスの体内にも見られる現象を観察する。

b) パーシャルライフサイクル試験／受精卵の段階から成熟期を通して試験物質に暴露させて生殖組織への影響などを観察する。

c) ラットを用いた改良1世代試験／妊娠期間から離乳までのおよそ43日間にわたって母鼠を試験物質に暴露させ、その仔（オス・メス）が生成熟した後に剖検などを行う。

d) 子宮肥大試験／未成熟雌ラットまたは卵巢摘出雌ラットに試験物質を投与し、子宮重量の変化等によりエストロジエン様作用を評価する試験。

e) ハーシュバーガー試験／未成熟雄ラットまたは精巣摘出雄ラットに試験物質を投与し、前立腺重量や副生殖器の検査によりアンドロジエン作用を評価する試験。

f) 改良28日間反復投与毒性試験／28日間試験物質を投与し、生殖器官、精子形成状態、血中ホルモン濃度など内分泌搅乱作用との関連が指摘されている指標を評価する試験。

▶ 内分泌搅乱作用問題の結論

■ フタル酸エステルは、環境ホルモンではない

可塑剤工業会では、すでに主な可塑剤について内分泌搅乱作用を示さないことを確認済みでしたが、2003年、行政側から改めて安全性が示されたことで、可塑剤・フタル酸エステルに対して“環境ホルモンの”または“内分泌搅乱化学物質の疑いがある”といった形容は、根拠のない不適当なものとなります。

環境省は2005年3月、SPEED'98における65物質のリストを実質的に取り下げ、新たな対応方針を公表しています*。

*環境省はSPEED'98以降の科学的知見の蓄積等を踏まえて新たな対応方針を2005年3月に取りまとめ、「化学物質の内分泌搅乱作用に関する環境省の今後の対応方針について—ExTEND2005—」として公表しました。内分泌搅乱作用問題への対応として、すべての化学物質を対象に(1)野生生物の観察、(2)環境中濃度の実態の把握及び暴露の測定、(3)基礎的研究の推進、(4)影響評価、(5)リスク評価、(6)リスク管理、(7)情報提供とリスクコミュニケーション等の推進を基本的柱に上げています。

■ 「SPEED'98」のリストに上げられ、その後安全性が確認された9種類の可塑剤

- フタル酸ジ-2-エチルヘキシル (DEHP)
- フタル酸ブチルベンジル (BBP)
- フタル酸ジ-n-ブチル (DBP)
- フタル酸ジシクロヘキシル (DCHP)
- フタル酸ジエチル (DEP)
- フタル酸ジペンチル
- フタル酸ジヘキシル
- フタル酸ジプロピル
- アジピン酸ジ-2-エチルヘキシル (DEHA)

環境・安全性意識の高まりへの対応

▶ 可塑剤工業の試練(1990年代)

● バブル崩壊後も微増傾向続くが90年代末から減少に

1990年にバブル経済が崩壊し、業種によっては需要が大きく落ち込む中、可塑剤工業は健闘し、生産量はおおむね数%の微増傾向を保ちました。ただし、1992年、93年は不況のあおりや急激な円高などを受け生産量が若干の落ち込みを見せていました(1992年=前年比99%、1993年=前年比96%)。

市場が穏やかに拡大してきた要因は、1990年代前半には住宅着工数が持ち直してきたことに加え、不況やオイルショックに対応して、バブル崩壊前に可塑剤業界全体が生産体制の集約化を進めていたことが大きく寄与しているものと思われます。

- 1997年には可塑剤の生産量は57万トンとなり、史上最高を記録しました。

- 一方、1998年ごろに急浮上してきたダイオキシン・環境ホルモン問題においては、可塑剤の環境ホルモン問題だけでなく、塩ビがダイオキシン問題の標的とされ、ダブルパンチを浴びてしまった形となりました。忌避運動や風評被害が大きかったこともあって可塑剤、塩ビとも生産量は大幅に減少しました。

- 1998年は可塑剤生産量47万4千トンと前年比83%にまで落ち込みました。

● 発ガン性問題への対応および欧米との連携を本格的にスタート

1990年代の可塑剤工業では、製造技術面や品種開発、用途開発等では大きな動きは見られませんが、環境・安全性問題が大きくクローズアップされ、業界を挙げてその対応に取り組んでいったことが大きな特徴となりました。

DEHPに発ガン性の疑問を提示する試験結果¹⁸⁾が1982年に米国で発表されて以降、可塑剤工業会では欧米の可塑剤工業会と連携を取りながらいち早く調査・研究を進めていました。

そうした中、1991年～1993年にかけて、フタル酸エステルのDEHPが河川から検出されたり、産廃処分場の塩ビ防水シートから溶出していて、それが発ガン物質ではないかという報道がなされ、大きな社会問題となつたのです。

化学物質の環境・安全性問題に対して社会的な関心が高まるなか、疑問や不安を取り除くために、可塑剤工業会では1994年にDEHP環境安全特別委員会を設置し、業界の力を結集して総合的

- な安全性試験計画に取り組み始めました。

- また1995年には、米国ワシントンD.C.で開催された米欧の可塑剤会議に日本が参加する形で、「日米欧可塑剤三極会議」としては初めての会合を開き、欧米の可塑剤工業会との連携を本格化させました。

- 1997年には安全性試験の結果が集まり、可塑剤工業会では“通常の使用においてDEHPの安全性に問題はないと思われる”という結論をニュースレターやパンフレット等で広くPRしました。



▶可塑剤需要は、オイルショックでの落ち込みを除けば、可塑剤工業会が設立された1957年以降40年間にわたって可塑剤需要は増加が続きました。ところが1997年ごろに起きたダイオキシン・環境ホルモン問題で需要は減少に転じ、現在に至っています。

●ダイオキシン・環境ホルモン問題への対応

1990年代終盤にはダイオキシン・環境ホルモン問題が起き、大きな社会問題となりました。

1996年に米国で“環境中の化学物質が生殖機能など生物の内分泌系に影響を与えていているのではないか”と警鐘をならす『Detective Nobels- Our Stolen Future』(邦題：奪われし未来)が発行され、その本の中でフタル酸エステルに内分泌搅乱作用の疑いがかけられました。

一方、1997年ごろからは、塩ビがダイオキシン生成の原因物質ではないかという報道が盛んに行われるようになりました。

ダイオキシン問題と環境ホルモン問題が重なり、塩ビに対する逆風が強まっていきました。1970年代の環境問題や1980年代の発ガン性問題が起きた時は、可塑剤の需要にまで影響することはありませんでしたが、この問題では前述のように大きな需要減をもたらしました。その影響は、1990年代終盤から始まり、10年後の現在にまで及んでいます。

可塑剤工業会では、発ガン性問題に引き続き欧米の可塑剤工業会と連携を深めるほか、日化協や塩ビ業界とも連携して対応に当たりました。いち早く1997年には主なフタル酸エステルであるDEHP、DBP、DnOP、DINP、DIDPの5種類について外部の研究機関に委託して試験を行い、内分泌搅乱作用がないことを確かめています⁴⁸⁾。

その後、1998年には、DEHPとDBPについてさらに詳細な試験を行い、より高いレベルで安全性を確認しています⁴⁹⁾。

また、アジピン酸エステルについても1999年に試験を行い、DOAやDINAなど主なアジピン酸エステル5種類で、女性ホルモン様作用がないことを確かめています⁵⁰⁾。

塩ビ業界のダイオキシン問題への対応

ダイオキシン問題は、1983年に愛媛大学が都市ゴミの焼却炉からダイオキシンを発見したと発表してから注目が集まりました。

塩ビ業界(塩化ビニル工業協会／現・塩ビ工業・環境協会)では早々に対策のための委員会を設置し、翌84年には“ダイオキシンの発生量と使用済み塩ビ製品量の相関はない”ということを確かめています。

また、塩ビ製品のリサイクルに取り組むために1991年に「塩化ビニルリサイクル推進協議会」を設置し、さらに1997年には環境問題全般に取り組むため、「塩化ビニル環境対策協議会」へと改組しています。

1998年1月には「塩ビ環境協会」を設立し、同年5月には「塩化ビニル工業協会」と合併して現在の「塩ビ工業・環境協会」が誕生しています。

ダイオキシン問題は、1999年に制定された「ダイオキシン類対策特別措置法」によってゴミの焼却管理が進み、ダイオキシンの発生量が劇的に減少したことで沈静化していきました。

▶ 可塑剤工業の今(2000年代)

● 発ガン性問題、内分泌搅乱作用問題が終息へ

2000年代に入って、それまで大きな懸案だった可塑剤の発ガン性問題と内分泌搅乱作用問題が、公的機関による安全性の公表によって両方も決着しました。

可塑剤工業会では、可塑剤の安全性に投げかけられた疑問に対しては、調査・研究によって科学的なデータを積み上げることで対応してきました。しかし、安全であることを社会に受け入れてもらい、安心して使ってもらうには、行政など公的機関による安全性の表明が極めて有効になってきます。例えば1970年代の環境問題では、大阪府がDEHPの安全宣言を行ったことで問題は終息へと向かいました。

DEHPの発ガン性問題に関しては、1993年ごろから大きな問題となり、可塑剤工業会では調査・研究に基づいて安全であるとの見解を1997年に表明しています。その後2000年になって国連WHOの下部機関である国際ガン研究機関

(IARC) がDEHPを非発ガン物質に分類（それまでの評価を安全側に変更）したことによってやく問題は終息しました²⁸⁾。

1997年ごろから始まった内分泌搅乱作用問題でも、可塑剤工業会では複数の詳細な試験を行って1990年代終盤には可塑剤の内分泌搅乱作用を否定しています。そして2003年6月、環境省が「環境ホルモン戦略計画SPEED'98」で詳細な試験を行った結果、調べた可塑剤9種類すべてで内分泌搅乱作用は認められなかったということを公表³⁸⁾して問題は終息しました。

一方で、2000年になって、生殖毒性(精巣毒性)の観点から、DEHPの安全性に対しての疑問が浮上してきました(後述P74～)。可塑剤工業会としては、これはげっ歯類に特有の現象であると考え、げっ歯類と靈長類での影響の違いを明らかにすべく、現在も継続して実験を行って実体解明に努めています。

● 日本において可塑剤日米欧三極会議を開催

2005年9月19～22日の4日間にわたり、日米欧の可塑剤工業会が集って環境・安全性問題を中心として話し合う「日米欧可塑剤三極会議」が東京で開催されました。日本で本格的な三極会議を開くのは初めてのことです。

日本の行政機関が可塑剤の内分泌搅乱作用を否定したという大きな成果が欧米の興味を強く引いたほか、当時「愛・地球博」が行われていたということもあって、日本への開催招致はスムーズに進みました。

出席者は、ヨーロッパはCEFIC-ECPI(欧洲化学会議の可塑剤・中間体協議会／10人)、アメリカはACC-PEP(米国化学品工業協会のフタル酸エステル・パネル／8人)を中心としたメン

バーおよびコンサルタントが出席。さらに、今回はよりグローバルな会議とするべく、アジアからのオブザーバー参加もありました。日本からは可塑剤工業会のメンバーなど合計22人が出席しました。

会議は、フタル酸エステルを中心とした可塑剤



日本で開催した可塑剤日米欧三極会議

のあらゆる環境・安全性問題における情報交換と研究の方向性の討議をメインのテーマとし、定例の3部会（コミュニケーション、環境、安全性）に分かれて三極間で真剣かつ率直な話し合いが行われました。

また、コミュニケーション部会において、塩ビ工業・環境協会（VEC）高橋広報部長より、日本におけるPVCの需要動向や環境問題に関する啓発活動状況の説明がありました。

さらに今回は定例の3部会に加え、講演会、プレス・ブリーフィング（記者会見）、そして行政訪問といった新しい試みも行われ、日本の意欲的な取り組み姿勢が欧米の出席者から高く評価されました。

●市場の縮小により可塑剤メーカー間の再編成が進展

2000年代の可塑剤需要は、1990年代末に起きたダイオキシン・環境ホルモン問題を受けて漸減または横這いの傾向にあります。

タル酸エステルの生産量は直近の数字で30万1,233トン（2006年）ですが、これはピーク時（1997年／48万903トン）の63%にまで落ち込んでいます。

2000年以降、可塑剤メーカーは撤退や合併が相次ぎ、1997年には15社だった可塑剤工業会の会員が2007年現在は9社へと集約・再編成されました。

しかし、塩ビから他素材への代替は、2000年代前半には一通り済んだ模様です。発ガン性、内分泌搅乱作用などの安全性問題が決着したこともあり、可塑剤需要の減少に歯止めがかかってきました。安全性についての情報が広く一般にまで浸透していくれば需要は回復に向かうものと思われます。

今後、可塑剤工業会では、可塑剤の安全性に関する情報を積極的に発信し、さらなる安全性の啓発に努めてまいります。

●可塑剤工業 年表-4

1992年 (平成4)	●産廃処理場の防水シートからDEHPが溶出するとのされ、しかもDEHPに発ガン性の疑いがあるとして問題に	1997年 (平成9)	●可塑剤工業会では主な可塑剤について早急に体内試験を行い、エストロジエン活性を示さないことを確認した	2000年 (平成12)	●三菱ガス化学とチッソが可塑剤事業の合弁会社シージーエスターを設立し事業統合
1993年 (平成5)	●可塑剤工業会ではDEHP環境安全特別委員会を設置し、総合的な対応策を実施。調査・研究により、げっ歯類で見られた肝腫瘍はヒトなどの靈長類では見られないことを明らかにした	1998年 (平成10)	●環境省がSPEED'98で内分泌搅乱作用が疑われる物質のリストに可塑剤9種類を掲載。加熱報道などもあって社会的問題に	2002年 (平成14)	●東邦理化が汎用可塑剤の生産を停止し、ジェイ・プラスに生産委託
1996年 (平成8)	●環境中の化学物質が野生生物の内分泌系を搅乱し、生態系に影響を与えているのではないかと警鐘をならす本『Our Stolen Future』がアメリカで出版され話題に	2000年 (平成12)	●国際ガン研究機関(IARC)がDEHPを非発ガン性物質に分類し、発ガン性問題に決着	2003年 (平成15)	●積水化学工業が可塑剤事業から撤退
		●三菱化学と協和発酵工業が可塑剤事業の合弁会社ジェイ・プラスを設立し事業統合		●環境省がSPEED'98のリストに掲載された可塑剤9種類すべてについて、内分泌搅乱作用は認められなかったと発表し、環境ホルモン問題が決着	
				2005年 (平成17)	●日米欧可塑剤3極会議を日本で開催
				2007年 (平成19)	●6月1日、可塑剤工業会が設立50周年を迎えた

安全性啓発の取り組み

□工業会内で広報活動のための組織を順次強化

1970年代に起きた可塑剤の環境問題の際には、可塑剤工業会は当初、技術的な課題を扱う「技術委員会」が中心となって問題に対処していました。

1973年には「広報委員会」を新たに設置し、可塑剤の安全性に関する情報の整理、発信等を行いました。前述(P32)のように、安全性に関する質問解答集2冊と消費者向けのPRパンフレットを作成・配布し、PRに活用しました。

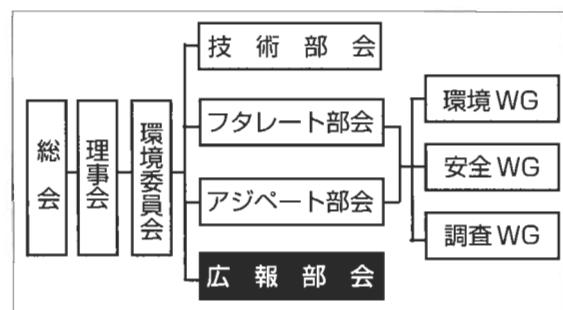
「広報委員会」はその後発展して1975年に「環境委員会」となりますが、1993年2月、発ガン性問題の発生を機に改めて可塑剤工業会内に広報専門の組織が発足します。「DEHP環境安全特別委員会」が新設され、その委員会内に「環境」「安全」「調査」の各ワーキンググループとともに「広報ワーキンググループ」が設けられたのです。

「広報ワーキンググループ」では外部への情報発信に力を入れるために、1994年、フタル酸エステルの安全性に関するPRパンフレットやQ&A方式でわかりやすいハンディなリーフレットを作成・配布しました。同時に、可塑剤ユーザーやマスコミ、有識者

などに向けたニュースレターの継続的な発行を始めています。

1998年ごろに起きたダイオキシン・環境ホルモン問題では、風評被害によって需要を落とした経験から、広報へのいっそうの注力が必要だということが認識されました。そこで2006年からは、それまでワーキンググループの一つだった広報組織を部会へと格上げし、下図のような新体制のもとで、安全性啓発の取り組みを進めています。

■可塑剤工業会組織図(2006年7月～)



□国内外の関連団体と連携し、一般消費者へさらなる情報発信を図る

可塑剤は世界中で使われており、環境・安全性問題は各国共通の課題です。そのため可塑剤工業会では1995年以来、欧米の可塑剤工業会と連携しながら安全性に関する情報の共有やPRを行ってきました。共通のデータベース構築も進めています。

また、関連分野へも大きな影響を与えるかねない問題であるため、国内の関連団体(日本化学工業協会、塩ビ工業・環境協会、日本ビニル工業会等)とも連携を取ってPRを進めています。

さらに、専門的な立場からの助言を得るべく、外部の専門家にPRのコンサルティングを依頼しています。

2002年には、消費者の可塑剤や環境ホルモンに関する意識を探るため、Web調査「環境ホルモン問題に関する消費者意識調査」を行っています。

可塑剤が中間材料ということもあって、これまで可塑剤ユーザーや関連団体、行政、マスコミ、有識者といった層を対象として、右ページのようなツールを使ってPRを行ってきました。しかし、風評被害に対抗して可塑剤の安全性情報を広く浸透させていくには、一般消費者の理解をより促進できるようなPRが重要であり、そのためのPR手法やツールの検討を進めています。

可塑剤工業会ホームページ (1999年11月開設)
<http://www.kasozai.gr.jp>
 アクセス数 78,195件 (2007年6月25日現在)



ニュースレター「可塑剤インフォメーション」(1994年3月発刊／年2回発行／発行部数：4,000部)

対象：関連団体、可塑剤ユーザー、官公庁、研究機関、マスコミ、有識者等



PRパンフレット
 「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

- 1994年4月 初版発行
- 2000年12月 2訂版発行
- 2004年4月 3訂版発行

1. 生殖毒性(精巢毒性)の解明で安全性問題の最終決着を図る

▶ 発端

■ 塩ビ製の調理用手袋から食品への移行が問題に

2000年代に入って発ガン性問題と内分泌搅乱作用問題という安全性上の大きな課題が決着し、何とか展望が開けてきた可塑剤業界でしたが、生殖毒性(精巢毒性)問題がいまだ残されていました。

2000年1月、厚生科学研究等により、市販の弁当からDEHPが検出され、塩ビ製の調理用手袋からの移行が主原因であるとされました。その後、調査・審議を経て厚生労働省は塩ビ製手袋の食品への使用を避けるよう通知を出しています。

さらに、2002年8月、厚生労働省は食品添加物等の規格基準を一部改正し、DEHPは乳幼児(6歳未満)が接触する可能性のあるおもちゃ全般を対象として、またDINPは乳幼児が口にするおもちゃを対象として使用禁止とされました(実施は2003年8月から)。

いずれの規制も、当面の根拠としてPoonら⁵¹⁾の精巢毒性試験※(TDI***:40 μg/体重kg/日)とLambら⁵²⁾の生殖毒性試験****(TDI:140 μg/体重kg/日)が上げられています。

※ 精巢毒性：精巣に対して何らかの影響を及ぼすということ。広い意味での生殖毒性の一種です。

※※ TDI：耐用一日摂取量

※※※生殖毒性：狭い意味での生殖毒性で、生殖機能に対する影響のこと。

▶ 世の中の動き

■ 高濃度の曝露が想定される特殊なケースまで考えて対応

DEHPの曝露状況については、一般市民の曝露量で17 μg/体重kg/dayという値をEUが提案しています²⁹⁾。この値は平均ではなく最大値に近い95%タイル値(サンプル中の上位5%目)です。

また、詳細リスク評価によって、実際にヒトが摂取するDEHPの量は2.1～25 μg/体重kg/日とされています(P42参照)。

これらは、おもちゃや手袋における規制の根拠となっている厚生労働省の評価書⁵³⁾などでDEHPのTDIに採用されている40～140 μg/体重kg/dayと比べても十分安全なレベルといえます。実際、各種リスクアセスメントでは一般成人への影響は問題視されていません^{28) 29) 36)}。

一方、DEHPの幅広い用途のうち、医療器具や食品容器包装、口に入るおもちゃなど、高濃度の曝露が想定される特殊なケースでは使用に注意が必要とされ、特に、乳幼児に対しては予防措置としてリスクの削減が求められています。厚生労働省によるおもちゃや手袋における規制もその一環と言えます。

▶ げっ歯類にDEHPを高濃度で投与すると精巣に小型化などの影響が起きることは以前から知られていました。こうした現象は靈長類では見られず、種差のあることが可塑剤工業会の行った試験などで明らかになってきています。現在、より詳細な調査・研究を継続中です。

2000年

▶ 可塑剤工業会の対応

■ 精巣への影響にも、げっ歯類と靈長類で種差がある

ラット、マウス（げっ歯類）にDEHPを高濃度で投与すると精巣に小型化などの影響が起きることは以前から知られ、また、幼若期には特に影響を受けやすいことも知られていました⁵³⁾。精巣毒性はラットで最も強く発現し、同じげっ歯類でもハムスターではほとんど見られていません⁵³⁾。

ヒトの健康に対するDEHPの影響をより詳しく調べるために、1997年、可塑剤工業会は米欧の可塑剤業界と連携し、ヒトに近い靈長類のマーモセット（キヌザル）を用いた総合的な試験（P48参照）を行い、その中で、精巣への影響も確かめています。その結果、げっ歯類に見られる精巣への影響は靈長類の成獣では起きないことが明らかになっています。

このように、精巣毒性には種差があるということはCERHR*や前述の厚生労働省の評価書でも認められています^{28) 53)}。

* CERHR: Center for the Evaluation of Risks to Human Reproduction
= ヒト生殖リスク評価センター

■ 幼若期の影響や世代を越えた影響の解明が焦点

一方、幼若期の影響や世代を越えた影響に関しては、ここにも種差が関与しているのではないかと推定されています。しかし、盛んに繁殖し、成長も早く、管理も容易なげっ歯類と違って、靈長類での世代試験が非常に困難であり、種差の解明を難しくしています。

可塑剤工業会では、可塑剤の安全性問題を最終決着に導くため、まず幼若期の靈長類を使った試験⁵⁴⁾を2003年に行なったほか（次ページ参照）、げっ歯類と靈長類での体内動態***の違いを明らかにするための試験⁵⁵⁾などを行いました。その結果、げっ歯類と靈長類では血中での代謝物の解毒速度に大きな違いが認められ、このことによって靈長類での諸毒性の発現が低いことをよく説明できる、ということがわかっています。

実態解明に向けた調査・研究は現在も継続中です。

世の中の出来事

2000年

(平成12)

- 1月 ● Y2K 問題、無事に終結
- 3月 ● 営団日比谷線脱線衝突事故発生
- 4月 ● 小渕首相が脳梗塞で緊急入院し、森内閣成立
- 6月 ● 雪印乳業が集団食中毒事件
- 7月 ● 三宅島大噴火、9月に全島避難
● 九州・沖縄サミット開催
- 9月 ● シドニーオリンピック女子マラソンで高橋尚子選手が金メダル
- 10月 ● 白川秀樹博士にノーベル化学賞

2001年

(平成13)

- 1月 ● 米国ブッシュ大統領就任
● 中央省庁再編、環境庁、省に昇格
- 3月 ● 水産実習船、ハワイ沖で沈没事故
- 4月 ● 小泉内閣発足、構造改革宣言
● H2A ロケット打ち上げ成功
- 9月 ● アメリカ同時多発テロ事件
● 我が国初の狂牛病発生
- 10月 ● 野依名古屋大学教授ノーベル賞
● アメリカ軍アフガニスタン侵攻
- 12月 ● 皇太子妃雅子様、内親王ご出産

2002年

(平成14)

- 1月 ● 牛肉偽装、相次ぎ発覚
- 4月 ● ゆとり教育で学校が週5日制に
- 5月 ● 経団連と日経連が統合
- 6月 ● サッカーW杯 初日の日韓共催で日本ベスト16に
- 9月 ● 小泉首相が日本の首相として初めて訪朝し日朝首脳会談を実施
- 10月 ● ノーベル賞、小柴昌俊氏（物理学賞）、田中耕一氏（化学賞）
● 北朝鮮拉致被害者5人が帰国
- 12月 ● 巨人・松井秀喜選手が大リーグ・NYヤンキースに移籍

2003年

(平成15)

- 3月 ● 米英によるイラク侵攻開始
● 感染症SARS世界的に流行
- 4月 ● 日本郵政公社発足
- 8月 ● 住基ネット全国本格稼動
- 11月 ● 足利銀行が経営破綻
- 12月 ● 鳥インフルエンザ、アジアで流行
● フセイン・イラク元大統領を拘束

*** 体内動態：体内にとりこまれた物質の挙動（吸収、分布、代謝、排泄）のこと。

2. 幼若期のマーモセットを使い、げっ歯類との種差を確認

▶ 灵長類を用いた幼若期からの長期投与試験

■ 影響を受けやすい時期の反応を灵長類で確認

可塑剤工業会では、2000年9月より2年間という長期にわたって「幼若マーモセット（キヌザル）を用いたDEHPの長期投与試験」を第三者研究機関に委託・実施しました。精巣への影響や代謝物の体内での挙動を中心にDEHPの安全性を総合的にチェックしています。2003年1月にその試験結果がまとめ、結論としては、

- 1) 灵長類では、げっ歯類と違い、DEHPは精巣に影響を及ぼさない
 - 2) 代謝物は精巣に蓄積しないなど、代謝物の体内での挙動がげっ歯類とは大きく違う
- ということが明らかになりました。従って、これまでのようなげっ歯類の試験に基づくリスク評価は再考すべきだと考えられます。

【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）

● 試験機関 (株) 三菱化学安全科学研究所

● 試験期間 2000年9月～2003年1月

● 試験動物 マーモセット（キヌザル）生後約100日

● 投与期間 15ヵ月（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

● 群構成（投与量mg/体重kg/日とオス／メスの数）

【一般毒性】4群投与（対照群含む）

0 (5/6)、100 (6/6)、500 (7/6)、2,500 (6/5)

【精巣を電子顕微鏡で観察】4群投与（対照群含む）

0 (3/0)、100 (3/0)、500 (3/0)、2,500 (3/0)

【薬物動態 (¹⁴Cラベル*)】2群投与 3期間

100 (3/3)、2,500 (3/3)

◎ 本試験は化審法で定めるGLP = Good Laboratory Practice：

優良試験所基準(化学物質に対する各種安全性試験成績の信頼性を確保するための基準)に従って実施されたものです。

* ¹⁴Cラベル：放射性同位元素である¹⁴Cは極微量でも検出できるので、調べたい物質を¹⁴Cでラベル（目印を付けること）することで、生体内でそれらの物質がどのように変化し、どのように排出または蓄積されていくかを知ることができる。

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

■ 幼若期の靈長類での影響と体内での挙動の違いがポイント

● 試験方法と結果：

【一般毒性】

■ 方法／生後約100日のマーモセットに対し、成熟するまでの15ヶ月（65週間）、1日1回、DEHPを経口で与えた。その後、生殖器官、脳下垂体、甲状腺、肝臓、副腎、腎臓、脾臓の重量をはかり、顕微鏡で観察。精巣は電子顕微鏡で精査し、ペルオキシゾーム増殖活性レセプターを示すmRNAの量を調べた。

■ 結果

- 投与群間で、平均体重、平均臓器重量に差はなく、顕微鏡による観察では、どの臓器にも投与に関係する変化は認められなかった。
- 精巣の電子顕微鏡での観察でも、投与に関係する変化は認められなかった。
- 精子数、性ホルモンとともに変化はなく、試験終了時には正常に性成熟していた。
- ペルオキシゾーム増殖活性レセプターを示すmRNAには差は認められなかった。

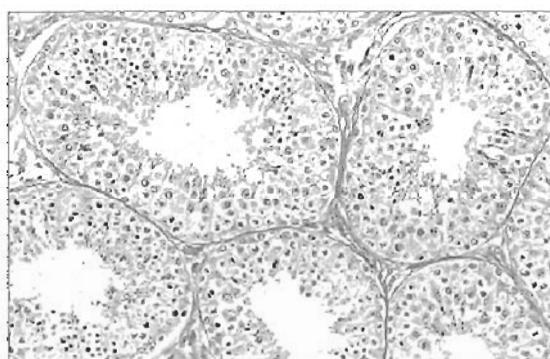
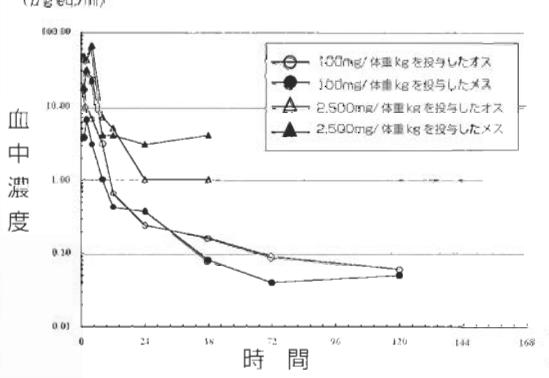
【薬物動態】

■ 方法／3カ月齢および18カ月齢のマーモセットに対し、¹⁴CラベルしたDEHPを経口で単回投与し、血中濃度、組織分布および排出について調べた。

■ 結果

- 投与2時間後、組織／血中濃度比が高かったのは、胆汁が20以上、腎臓が2。他のすべての臓器では、生殖器も含め、平均値で1を下回っていた（血中濃度より低かった）。精巣では0.3だった。
- 主な排出ルートは糞（投与量の35～65%）、尿（10～22%）。
- 投与後24時間で、血中濃度はおよそ1/100に下がり、速やかに排出されていた。

■ DEHP投与後の血中濃度の変化 (生後3カ月の時、経口単回投与した場合)



DEHPを2,500mg/体重kg/日、65週間投与したマーモセットの精巣（精細管）の顕微鏡写真。異常は何も認められない。

▶ 霊長類を用いた幼若期からの長期投与試験

試験の解説・ポイント1

■ 幼若期の種差：思春期前の靈長類で精巣に影響なし

●背景

これまでのいくつかの試験から、DEHPはラット・マウスに大量に投与すると精巣の小型化が起きることが知られ、特に思春期前の未熟な時期には強く影響を受けることも分かっていました⁵³⁾。

ラットでの試験に基づき、精巣毒性に関する無毒性量は3.7mg/体重kg/日とされ、厚生労働省では、DEHPのTDI（耐容1日摂取量）の下限を40μg/体重kg/日と設定しています。

可塑剤工業会では、まず1997年に、こうした変化は「成獣のサル（マーモセット）」では起きないことを試験で確かめています⁵⁶⁾。

試験は（株）三菱化学安全科学研究所に委託したもの（P48参照）。マーモセットにDEHPを13週間経口反復投与し、ラット・マウスで起きた精巣の小型化は、投与量の大小にかかわらず一切認められませんでした。

海外でのカニクイザルを使った実験でも、同様の結果が得られています⁵⁷⁾。

●目的

日米欧三極の可塑剤業界では、DEHPの安全性をより確かなものとするため、今回の試験において、これまで明らかでなかった思春期前の靈長類での精巣に対する影響を確かめることとしました。



試験を委託した（株）三菱化学安全科学研究所鹿島研究所

●結果

試験では、生後100日（離乳直後）の幼若なマーモセットに対し、成熟するまでの15カ月（65週間）という長期間にわたってDEHPを投与し、その影響を調べました。

その結果、精巣への影響は認められませんでした。幼若期、成獣といった発育段階に関係なく、靈長類ではDEHPは精巣に影響を及ぼさないことが明らかになりました。

試験の解説・ポイント2

■体内動態:DEHPをいったん吸収するが、 げっ歯類と違って精巣に蓄積しない

●背景

たとえ経口投与（試料を餌などに混ぜて口から与える）試験で何も影響が出なくても、「吸収されずに体内（胃や腸）を素通りし、そのまま糞や尿として排出されてしまっている」可能性があります。その場合、注射や腹腔内散布といった体内への直接の投与では影響が出るということもあります。

DEHPは血液バッグなどの医療器具にも使われていることから、体内的動きと影響を詳細に把握する必要がありました。

げっ歯類に関しては、DEHPの代謝物が肝臓や精巣に蓄積して、そこで毒性を示すということが、可塑剤工業会の行った試験で判明していました⁵⁸⁾。

●目的

今回の試験では、精巣への影響を見るだけでなく、マーモセットでのDEHPの血中濃度と組織分布および排出といった「体内動態」についても調べました。

これは、精巣の変化がげっ歯類には起こって靈長類には起きない理由を探るため、げっ歯類と靈長類でDEHPの体内での挙動がどう違うのかを明らかにするのが目的です。

●結果

¹⁴CラベルしたDEHPをマーモセットに経口投与して、体内での動きを追いました。その結果、げっ歯類と靈長類では体内的挙動が大きく違っていることが明らかとなりました。

マーモセットではDEHPおよびその代謝物は、腸で吸収されたあと、肝臓を経て胆汁の中に高濃度で排出され、再び腸に戻って糞と一緒に排泄されるというのが主な経路でした。

げっ歯類に見られるような肝臓や精巣への蓄積は見られませんでした。特に精巣では血液中の濃度よりはるかに低い値でした（組織／血中濃度比が0.3以下）。

げっ歯類と靈長類では、DEHP代謝物の精巣での蓄積性、つまり精巣の細胞への親和性に差があり、それが、げっ歯類で起こる精巣の小型化が靈長類には起きない理由の一つだと考えられます。今回のデータは、今後、ヒトの薬理動態モデルの改善にも役立つことと思われます。

3. 「詳細リスク評価書」で“リスクなし”との評価が

▶ 問題の結末

■ DEHPのリスクを詳細かつ総合的に評価

『詳細リスク評価書／フタル酸エステルーDEHPー』が出版される
～独立行政法人 産業技術総合研究所(産総研)・化学物質リスク管理研究センター(CRM)

日本で初となる総合的なDEHPの詳細リスク評価書が産総研・CRMより2005年1月に出版されました。

これまでDEHPでは、曝露経路が十分には解明されていませんでした。本書では、ここ数年で集まったさまざまな環境モニタリングデータやPRTRデータ等を活用し、総括するとともに、実測データが欠けている部分はモデルを使ったコンピュータシミュレーションで推定するなどして、極めて詳細な曝露評価を行って

います。

結論として、主要な曝露経路は、製品工場などから大気中へ排出されたDEHPが、植物の葉に沈着し、それを飼料とする畜産物経由でヒトが曝露するというものでした。植物の土壤からの吸い上げや、ヒトや家畜の大気からの直接摂取はほとんど寄与せず、また、水域への排出や水産物摂取による寄与も少ないと推定されています。



■ 精巢毒性および生殖毒性でもリスクの懸念が解消

精巢毒性のリスク判定では、畜産品である粉ミルクを飲む乳幼児で摂取量がやや高くなるが、リスクは全体に懸念されるレベルにはないと判断されています。

生殖毒性では、どの年齢群でも、リスクは懸念されるレベルにはないと判断されています。

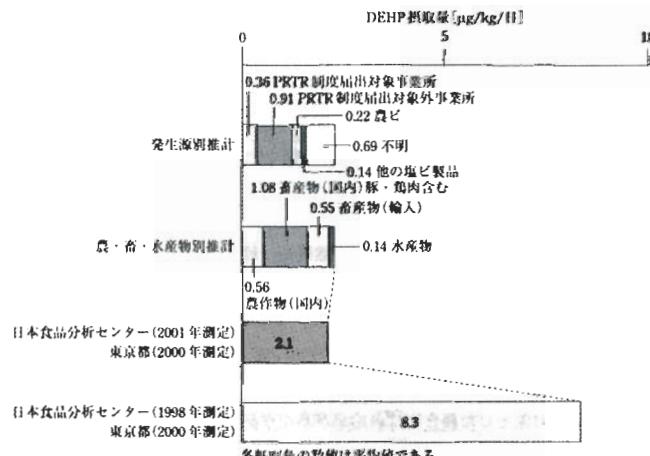
DEHPの安全性における懸案として唯一残されていた精巢毒性及び生殖毒性でも、公的かつ科学的にリスクの懸念が払拭されたことになります。

また、生態リスク評価も詳細に行われ、DEHPが環境中の生物に対して有害な影響を及ぼす可能性は極めて低いと判断し、リスクは懸念レベルではないと判定する」と結論づけ、生態影響のリスク管理・対策のための早急な措置は必要ないとしています。

可塑剤工業会では、本書およびNITEの報告書(次ページ)のため、データの提供や検討、レビューなどを行いました。

■ 京浜地区一般住民のDEHP摂取量推計のまとめ

『詳細リスク評価書／フタル酸エステルーDEHPー』P184 図VI.26より



■現状以上の管理強化や法規制の追加は不要とする

『フタル酸ビス(2-エチルヘキシル)のリスク管理の現状と 今後のあり方』が公表される

～独立行政法人 製品評価技術基盤機構（NITE） フタル酸エステル類リスク評価管理研究会 報告書

「フタル酸エステル類リスク評価管理研究会」は、NITEによって2002年7月に設立された、産官学の専門家で構成される委員会です。リスク評価に基づいたDEHPの管理のあり方を策定することを目的に、情報の収集と検討を続けてきました。

具体的には、DEHPの曝露情報、有害性情報、リスク評価情報等を収集・討議し、使用実態を把握するために産業界からはアンケート調査等で生産・使用・廃棄、社会情勢への対応状況等についての情報収集を行い、さらに自治体で

- の取り組み状況も調査しています。
- 2003年5月には中間報告書を出し、
- 2005年1月、産総研・CRMの詳細リスク評価書を受けて、最終的な報告書『フタル酸ビス(2-エチルヘキシル)のリスク評価の現状と今後のあり方』を出しています。
- 管理のあり方に関する結論としては『現状の管理を継続する必要はあるものの、これ以上の強化は必要なく、また法規制等についてもこれ以上の追加は必要ないと考える』というものでした。
-



▶今後の取り組み

■調査・研究に努め、さらなる安全性の解明を推進

2000年のIARC(国際ガン研究機関)によるDEHPの「発ガン性」の否定、2003年の環境省による「内分泌搅乱作用」の否定に続き、「精巣毒性及び生殖毒性」についても、今回公的機関から、極めて詳細なリスク評価をもとに“現状でリスクの懸念なし”との判断が下されました。これで、可塑剤の安全性に関する主な疑惑は払拭されました。

- 可塑剤には実質的なリスクのないこと
- が明らかになったわけですが、我々可塑剤工業会では、わずかな疑問さえ解消していくために今後とも引き続き調査・研究に取り組み、可塑剤の安全性と有用性の確保に努めてまいります。
-
-
-

1. 可塑剤は環境中で容易に代謝・分解され蓄積しない

▶ 代謝・分解

■ 環境中では微生物によって容易に分解され、動物の体内では速やかに代謝・排出される

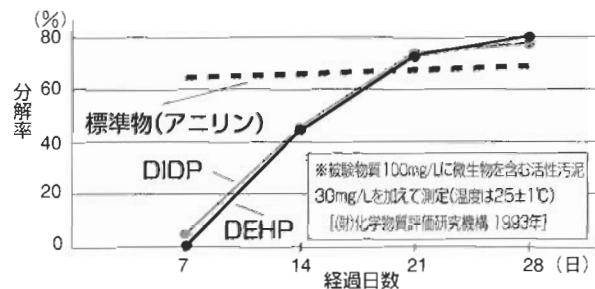
環境への影響をみると、分解性は重要な要素です。可塑剤は、化審法（化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律）で定められた微生物による分解性試験で、良分解性の物質であることがわかっています（右上図）。

さらに、河川水など実際の自然環境中の分解性を調べる自然浄化作用の試験では、可塑剤は川の水の中でも良く分解することが確かめられています（右下図）。

また、可塑剤は水に溶けにくい難溶性の物質であり、人々、河川水や海水などを媒介として環境に影響を与える恐れの低い物質といえます。DEHPの水への溶解度は、文献では様々な測定値がありますが、 $3\text{ }\mu\text{g/L}$ が推奨値とされています。

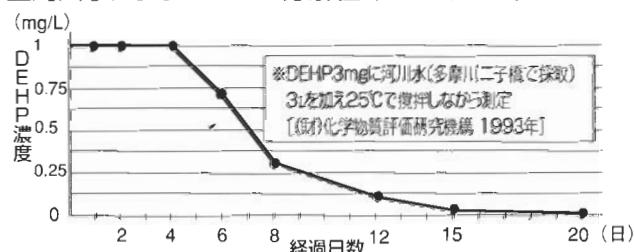
一方、万が一可塑剤が生体内に入った場合の挙動については長年にわたる研究の積み重ねがあります。すでに代謝機構の大部分が判明しており、生体内において容易に代謝、排出されることが明らかになっています⁵⁹⁾。例えば犬への経口投与の場合、24時間以内に約90%が尿や糞とともに体外に排出されます⁶⁰⁾。

■ 微生物によるDEHP、DIDPの分解性(化審法による試験法で測定)



◎ OECD では 28 日間で 60%以上の分解性を示す物質を良分解としており DEHP は良分解の物質といえます。

■ 河川水によるDEHPの分解性(自然浄化作用)



◎ DEHP が川の水など、自然環境中において良好に分解することが分かります。

▶ 環境中の存在

■ 可塑剤は環境中でほとんど検出されず、増加の傾向も見られない

実際に環境中を調べてみても、可塑剤工業会が（財）化学物質評価研究機構（旧・化学品検査協会）に委託して1993年以来継続的に進めていく環境測定（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）の結果、可塑剤は環境中ではほとんど検出されず、増加の傾向も認められませんでした（右表およびP50参照）。まれな検出例もほぼ $2\text{ }\mu\text{g/L}$

(2ppb) 以下と検出限界に近いレベルでした。

- 1リットル中に $2\text{ }\mu\text{g}(=0.002\text{mg})$ ということは10億分の2ということです。この水を仮に毎日2リットル飲んだとしても $4\text{ }\mu\text{g/day}$ であり、厚生労働省によるDEHPのTDI（耐容1日摂取量） $2,000\text{ }\mu\text{g/day}$ （体重50kgの成人の場合）と比べても十分な余裕があり、DEHPは環境中では十分安全なレベルにあると考えられます。

■フタル酸エステル(DEHP、DBP、DINP)の環境濃度調査

可塑剤工業会では1993年以来毎年継続して環境モニタリング調査を行い(P50参照)、環境中における可塑剤の存在の有無と蓄積性を調べています。調査の結果は、ほとんどの地点で定量限界未満であり、増加傾向も認められません。

(単位: $\mu\text{g/L} = 0.001\text{mg/L}$)

採取場所	2000年		2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年
	春季	秋季	春季	春季	春季	春季	春季	春季
関東地区	奥多摩湖	—	—	—	—	—	—	—
	多摩川羽村取水口	—	—	—	—	—	—	—
	多摩川二子橋	DEHP:2	—	DEHP:0.5 DBP:0.2	DEHP:0.3 DBP:0.2	DEHP:0.2	DEHP:0.2	DEHP:0.4
	多摩川大師橋	—	DEHP:0.3	DEHP:0.4	DEHP:0.4	DEHP:0.3	DEHP:0.2	—
	あきる野市地下水	—		—	—	—	—	—
	世田谷区地下水	—		—	—	—	—	—
	墨田区地下水	—		—	—	—	—	—
	横浜市栄区水道水	—		—	—	—	—	—
	墨田区水道水	—		—	—	—	—	—
	東京湾A	—		DEHP:0.4 DBP:0.2	—	DEHP:0.2	—	—
関西医地区	東京湾B	—		—	—	DEHP:0.7	—	—
	琵琶湖近江大橋	—	—	DEHP:0.2	—	—	—	—
	宇治川観月橋	—	—	DEHP:0.4	DEHP:0.3	—	—	—
	淀川枚方大橋	—	DEHP:0.3 DBP:0.9	—	DEHP:0.8	DEHP:0.4	—	—
	淀川伝法大橋	—	—	DEHP:0.2	DEHP:0.5	—	—	—
	宇治市地下水	—		DEHP:1.9	—	—	—	—
	守口市地下水	DEHP:2		DEHP:0.9	DEHP:4.5			
	寝屋川市地下水				—	—	—	—
	大阪市天王寺区地下水	—		DEHP:0.2	—	—	DEHP:0.3	DEHP:0.3
	大阪市西淀川区水道水	—		—	—	—	—	—
	加古川市水道水	—		—	DEHP:0.2	—	—	—
	大阪湾A	—		—	DEHP:1.1 DBP:0.3	DEHP:0.2	DEHP:0.5 DBP:0.3	—
	大阪湾B	—		—	DEHP:0.8	DEHP:0.2	DEHP:0.3	—

[(財)化学物質評価研究機構]

※印はDEHP、DBP、DINPともに定量限界値未満

定量限界値: DEHP、DBP = $0.2\text{ }\mu\text{g/L}$ DINP = $1\text{ }\mu\text{g/L}$ (2000年春のみ、定量限界値: DEHP、DBP = $1\text{ }\mu\text{g/L}$ DINP = $5\text{ }\mu\text{g/L}$)

※東京湾A: 東京湾観音から観音崎に向かって3.5kmの地点 東京湾B: 袖ヶ浦市中袖地区岸壁寄りの地点

※大阪湾A: 神戸市ポートアイランドの海岸寄りの地点 大阪湾B: 泉大津市岸壁寄りの地点

※大阪市天王寺区地下水: 2000年に西淀川区から変更 ※寝屋川市地下水: 2003年に守口市から変更

2. 発ガン性、環境ホルモン問題が決着。生殖毒性の究明に努力

▶一般的な安全性

■半世紀以上にわたる研究の積み重ねで安全性を詳細にチェック

フタル酸エステルを中心として可塑剤の安全性はこれまで半世紀以上にわたって詳細にチェックされてきました。

安全性の一般的なチェック項目である「急性毒性」「皮膚刺激性・吸収性」「代謝」「変異原性」「催奇形性」「亜急性・慢性毒性」などすべてにおいて可塑剤の安全性に問題は認められませんでした（P38 参照）。

現在、可塑剤は通常の使用状況においてヒトの健康に影響を与える可能性はないと考えられています。

▶発ガン性問題

■2000年に決着。DEHPはヒトへの発ガン性の可能性なし

1982年米国で、DEHPをラット、マウスに高濃度で投与すると肝臓に腫瘍が発生するという報告が出され、発ガン性について疑問が提示されました¹⁸⁾。

しかしその後、日米欧3極の可塑剤業界の連携による多角的な研究などによって、DEHPがラット、マウスの肝臓に腫瘍を引き起こす仕組み（肝細胞中のペルオキシゾームという酵素を増殖させ、その結果として腫瘍を引き起こす）はヒトでは働かない、つまり反応に種差があるということが明らかになりました²⁶⁾。

それらの研究結果を受け、発ガン性評価で世界的に権威のある国際ガン研究機関（IARC）では、「2B」（ヒトに対して発ガン性がある可能性がある）に分類していたDEHPの発ガン性評価ランクを2000年2月に見直し、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）へと変更し、DEHPが非発ガン物質であることを明らかにしました²⁷⁾（下表）。

■ IARCによる発ガン性評価の分類（2000年）

グループ	評価	物質
1	Carcinogenic to Humans (ヒトに対して発ガン性がある)	アスベスト、コールタール、アルコール性飲料、煙草の煙、他
2A	Probably Carcinogenic to Humans (ヒトに対しておそらく発ガン性がある)	クレオソート、ベンツピレン、ディーゼルエンジンの排ガス、他
2B	Possibly Carcinogenic to Humans (ヒトに対して発ガン性がある可能性がある)	コーヒー、酢漬けの野菜、サッカリン、ガソリン、他
3	not Classifiable as to its Carcinogenic to humans (ヒトに対する発ガン性について分類できない)	DEHP、DEHA、クロフィブレート、お茶、水道水(塩素処理した飲料水)、他
4	Probably not Carcinogenic to humans (ヒトに対しておそらく発ガン性がない)	カプロラクタム(1物質のみ)

▶内分泌搅乱作用

■2003年、可塑剤には内分泌搅乱作用はないと環境省が発表

1990年代後半、いわゆる環境ホルモン問題として、一部の化学物質が生物の内分泌系を搅乱するのではないかと懸念されてきました。

一部の可塑剤でも、試験管レベルの研究でごく弱い女性ホルモン（エストロジエン）様作用が認められたとする報告があり^{46) 47)}、「SPEED'98」に9種類の可塑剤がリストアップされていました。

可塑剤工業会では、いち早く1997年に主なフタル酸エステル5種類(DBP、DEHP、DnOP、DINP、DIDP)について、試験管レベルの試験および実際の動物を用いた試験を行い、女性ホルモン様作用を示さないことを確かめています⁴⁸⁾。さらにDEHA(DOA)、DINAなど5種類の主なアジピン酸エステルでも同様の試験を行うとともに⁴⁹⁾、DEHPとDBPについては、より詳細な試験を行い、内分泌搅乱作用を示さないとの結論をより確かなものとしています⁵⁰⁾。

そして2003年6月、環境省は、「SPEED'98」にリストアップされていたDEHPなど全9種の可塑剤について、女性ホルモン様作用だけでなく、男性ホルモン様作用や甲状腺ホルモン様作用まで詳細な試験を行ってチェックし、ヒトにも生態系にも内分泌搅乱作用は認められない、つまり環境ホルモンではないとする研究結果を発表しています²⁰⁾。

▶生殖毒性(精巣毒性)・今後の取り組み

■種差とメカニズムの解明で早期の最終決着を目指す

ラット、マウス（げっ歯類）にDEHPを高濃度で投与すると、精巣に小型化などの影響が起きることが知られ^{53)※}、また、幼若期には特に影響を受けやすいことも知られていました⁵³⁾。

1997年、可塑剤工業会は米欧の可塑剤業界と連携し、ヒトに近い靈長類のマーモセット（キヌザル）を用いた試験を行いました。その結果、げっ歯類に見られる精巣への影響は靈長類の成獣では起きないことが明らかになっています³⁰⁾。

げっ歯類では幼若期に影響を受けやすいためから、可塑剤工業会は2003年、靈長類について幼若期での影響を調べるために「幼若マーモセットを用いたDEHPの長期投与試験」を実施し、靈長類では幼若期でも精巣への影響が認められないことを確認しています²¹⁾。また、この試験では、靈長類はげっ歯類と違ってDEHPおよびDEHPの代謝物が精巣には蓄積しないなど、体内での挙動に種差があることも明らかになっています²¹⁾。以上のようなことから、DEHPの精巣への影響は、発ガン性と同じく、げっ歯類に特有のものではないかと考えられます。

可塑剤工業会では、今後とも、欧米の可塑剤業界と連携しながら、さらなる調査・研究を行って生殖毒性における種差とメカニズムを徹底的に究明し、可塑剤の安全性に対するわずかな懸念を払拭するよう努力していきます。

※こうした精巣への影響は「精巣毒性」といいます。生殖器官なので他の一般の臓器毒性とは別に扱われ、「生殖毒性」の一つとされています。

トピックス-1 「可塑剤生合成の研究」

□自然の植物がフタル酸エステルを作っている？

自然界で植物がフタル酸エステルを生産しているのではないかということは、かなり以前から言われていました。

海藻（紅藻、緑藻、褐藻）を調べたらフタル酸エステルが検出されたという報告がこれまでにいくつかあったのですが、海藻自体が生産しているのか、それとも工業的に生産されたフタル酸エステルなのかどうかについては、検出の方法や精度などの問題があって、はっきり分かっていませんでした。

ところが2006年、最新・高精度の手法を用い

た実験によってワカメ、コンブ、アオサといったおなじみの海藻がDBPとDEHPを生産している可能性を示唆するユニークな研究発表がありました。可塑剤工業会としても大いに興味を持って注目しているところです。

その研究を行ったのは東京海洋大学海洋科学部の浪越通夫教授（2006年4月に東北薬科大学へ転任）です。試験の概要は海藻（ワカメ、コンブ、アオサ）からDEHPとDBPを抽出、単離、同定し、それぞれの¹⁴C濃度を測定して、天然物か人工物かを検証するというものです。

□海藻がフタル酸エステルを生産している可能性が高い

¹⁴Cは宇宙線の作用によって大気中で生成される半減期5730年の放射性炭素です。石油は約6万年前にでき、その時の¹⁴Cは崩壊して検出限界以下となっているため、フタル酸エステルなど石油由来品の¹⁴C濃度は検出限界以下となります。つまり¹⁴Cが多く含まれていれば生物由来の天然物といえるのです。

¹⁴C濃度測定は、技術の進歩で極微量の試料からでも検出が可能となっています。名古屋大学に高精度の測定機器があり、¹⁴C濃度測定はそこに依頼しています。

実験の結果、ワカメ、コンブ、アオサのいずれからもDBPとDEHPが抽出され、そのDBPとDEHPには¹⁴Cが含まれていたことから（右表）、これらは工業的に作られたものではなく、自然生成された物である可能性が高いとされています。

もしフタル酸エステルが自然生成されているのであれば、イメージ的にも、より身近で安全なものになるのではないかと期待されています。



¹⁴C濃度を高精度に測定できる名古屋大学年代測定総合研究センターのタンデムトロン加速器質量計

■ DEHPとDBPの¹⁴C濃度測定結果⁶¹⁾

試 料	¹⁴ C濃度 (pMC [※])
DBP ワカメ	249.4 ± 0.6
コンブ	281.2 ± 0.6
アオサ	138.9 ± 0.4
工業品	0.21 ± 0.02
DEHP ワカメ	49.8 ± 0.2
コンブ	85.6 ± 0.2
アオサ	87.2 ± 0.2
工業品	0.11 ± 0.02

※ pMC = percent Modern Carbon : 試料の¹⁴C濃度を世界標準で定められている標準初期濃度（1950年を標準とする）で除した比率を百分率で示したもの。

トピックス-2 「室内濃度の長期データ」

□ DEHPの室内濃度は年間を通して厚労省が示す指針値の1/100程度

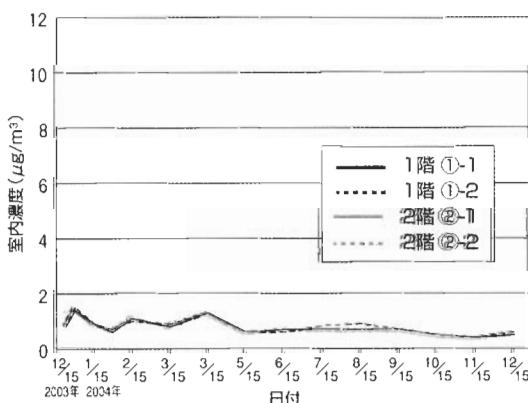
厚生労働省では、室内空気汚染に係るガイドラインとして、揮発性有機化合物（VOC）などについて室内空气中化学物質濃度の指針値を定めています。フタル酸エステルは VOC ではありませんが、準揮発性有機化合物（SVOC）として、DEHP ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$)、DBP ($220 \mu\text{g}/\text{m}^3$) の2種類について指針値が示されています。

これまで VOC については長期間にわたる室内濃度測定の結果が報告されていますが、SVOC である DEHP については、室内濃度測定例はあるものの（東京都調査： $0.05 \mu\text{g}/\text{m}^3 \sim 0.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、環境省調査： $0.02 \mu\text{g}/\text{m}^3 \sim 3.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）長期間の調査はありませんでした。

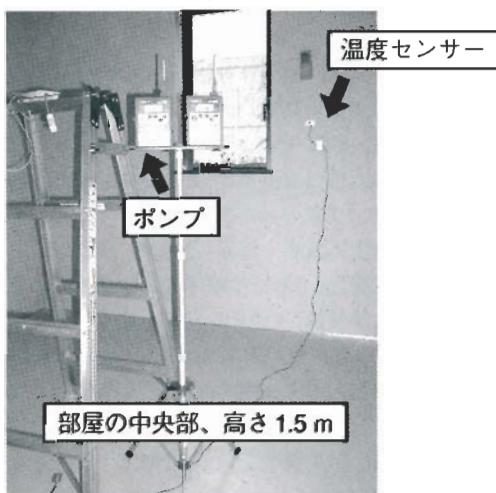
そこで、可塑剤工業会もその会員である塩化ビニル環境対策協議会（JPEC）では、DEHP を使用した塩ビ壁紙、塩ビ床材を新たに施工し、施工直後からの室内濃度変化を、1年間にわたって継続調査しました。

その結果は、施工直後から年間を通して大きな変動はなく、室内濃度はほぼ $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 前後で、指針値の $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ をはるかに下回っていることが確認されました。

■ DEHP の室内濃度変化



■サンプリング風景

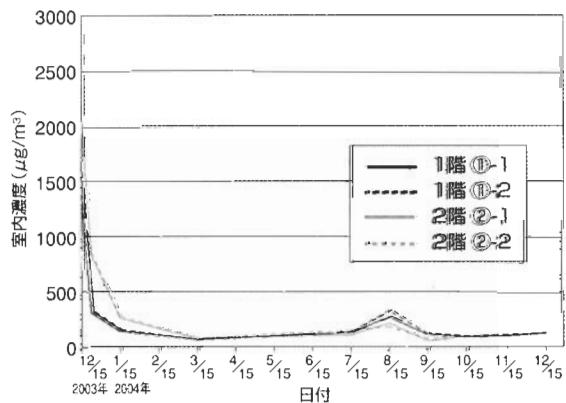


■測定方法

モデルハウスの1階と2階の対照的な2部屋の居室を使用し、 $n = 2$ でサンプリングを実施。

測定項目	捕集時間	捕集流速	測定装置
DEHP	24 時間	0.1L/min	TDS-GC/MS
総揮発性有機化合物 (TVOC)	30 分	0.1L/min	ATD-GC/MS

■ TVOC の室内濃度変化



- ※ 1) R. J. Jaeger, R. J. Rubin, Science, 170, 460(1970).
- ※ 2) C. O. Schulz, R. J. Rubin, Environm. Health Perspectives, Expt. Issue No.3, 123(1973); 技資第58号, 181.
- ※ 3) E. F. Corcoran, Environmental Health Perspectives Exp. No.3, p.13(Jan. 1973) 訳: 塩ビ食品衛生協議会
技術参考資料第56号、21頁 (48.6)
- ※ 4) Regional Technical Conference of the Society of Plastics Engineers Inc. (New York) Preprint (March 20-22, 1973) 訳: 塩ビ食品衛生協議会 技術参考資料第61号 (1973.11)
- ※ 5) H. J. Hugos, FDA By-Lines, 3 [2] 81(Sep. 1972)
- ※ 6) 塩ビ食品衛生協議会 会報 No.31, 1頁 (1975.6)
- ※ 7) ibid. No.33, 1頁 (1976.1)
- ※ 8) 大場琢磨、大森仁義、山羽力、小田嶋成和、鈴木庫雄、桑村司、田中彰、石館基、前川昭彦、衛生試験所報告第93号、1頁 (1975)
- ※ 9) 通産省公報、昭和50年8月27日 (3)
- ※ 10) 環境庁企画調整局環境保健部、昭和49年度化学物質環境調査結果 (昭和50年12月)、塩ビ食品衛生協議会、
会報 No.34, 87頁 (1976.3)
- ※ 11) 塩ビ食品衛生協議会 会報 No.26 (1974.3)
- ※ 12) 富山県水試報告、"塩ビ可塑剤のヒメダカによる急性毒性試験について" (1973)
- ※ 13) 東京水産大学報告、"フタル酸ジブチルのニジマスに対する急性毒性" (1973)
- ※ 14) 吉田多摩夫、"フタル酸エステルの魚類における蓄積性に関する研究" (1975)
- ※ 15) 可塑剤工業会、フタル酸エステル (P A E) の安全性に関する質問解答集 (第1集), P89-92 (1974).
- ※ 16) 可塑剤工業会、フタル酸エステル (P A E) の安全性に関する質問解答集 (第2集), P106-107 (1977).
- ※ 17) 大場琢磨他、衛生試験所報告, No.93.1 (1975).
- ※ 18) NTP.Techical Report Series No.217 (1982).
- ※ 19) 小泉睦子ら、フタル酸エステルの生殖・発生無毒量、精巣毒性の週令差、種差及びDEHPの1日耐容摂取
量 日本食品化学学会誌 7、65-73(2000)および8、1-10(2001)
- ※ 20) 環境省「平成15年度第1回内分泌搅乱化学物質問題検討会」資料8-2
- ※ 21) 可塑剤工業会、可塑剤インフォメーション、臨時号(2003).
- ※ 22) 可塑剤工業会、フタル酸エステル (P A E) の安全性に関する質問解答集 (第1集), P147-157 (1974).
- ※ 23) Tyl RW et al. Fundam. Appl. Toxicol. 10, 395-412(1988) または NTP 86-309, National Toxicology Program (1986)
- ※ 24) 可塑剤工業会、可塑剤インフォメーション, No.7(1997).
- ※ 25) 可塑剤工業会、可塑剤インフォメーション、臨時号(2000).
- ※ 26) Kurata. Y., Kidachi.F., et al.:Toxicological Sciences,42,49-56(1998)
- ※ 27) IARC:IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Volume 77. Some industrial
chemicals.2000, IARC
- ※ 28) NTP-CERHR EXPERT PANEL REPORT, DEHP (DI (2-ETHYLHEXYL) PHTHALATE), October 2000
- ※ 29) EU, DEHP Consolidated Final Report: February 2004 Chapters4-6
- ※ 30) 可塑剤工業会、可塑剤インフォメーション, No.7(1997).
- ※ 31) 可塑剤工業会、フタル酸エステル (P A E) の安全性に関する質問解答集 (第2集), P257-260 (1977).
- ※ 32) e.g. Peroxisomes : Biology and Importance in Toxicology and Medicine. Gibson G., Lake B, Ed. Taylor &
Francis, London,UK・Washington, DC(1993)
- ※ 33) FR pp17960 ~ 18011, April 23.1996
- ※ 34) · David RM, Moore MR, Cifone MA, Finney DC, and Guest D. 1999. Chronic peroxisome proliferation and
hepatomegaly associated with the hepatocellular tumorigenesis of di(2-ethylhexyl)phthalate and the effects
of recovery. Toxicol. Sci. 50: 195-205.
· David RM, Moore MR, Finney DC, and Guest D. 2000a. Chronic toxicity of di(2-ethylhexyl)phthalate in
rats. Toxicol. Sci. 55: 433-443.
· David RM, Moore MR, Finney DC, and Guest D. 2000b. Chronic toxicity of di(2-ethylhexyl)phthalate in
mice. Toxicol. Sci. 58: 377-385.

- ※35) ハンチンドンライフサイエンス社,DINPのマーモセットを用いた13週間経口投与試験(1998)※未発表
- ※36) 厚生労働省,器具および容器包装並びにおもちゃの規格基準の改正に関する薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会報告について,平成14年6月11日
- ※37) ハンチンドンリサーチセンター,アジピン酸エステルの急性毒性、亜急性毒性、発異原性試験(1994)※未発表
- ※38) Guillette LJ Jr, Gross TS, Masson GR, Matter JM, Percival HF and Woodward AR: Developmental abnormalities of the gonad and abnormal sex hormone concentrations in juvenile alligators from contaminated and control lakes in Florida. Environ Health Perspect 102: 680-688, 1994.
- ※39) Gibbs PE and Bryan GW: Reproductive failure in population of the dogwhelk, Nucella lapillus, caused by imposex induced by tributyltin from antifouling paints. J Mar Biol Assoc UK 66: 767-777, 1986.
- ※40) UK Environment Agency, R&D Technical Summary P38, November, 1996.
- ※41) Science 274, p1837, Dec. 13, 1996.
- ※42) Leatherland J: Endocrine and reproductive function in Great Lakes salmon. In: Chemically Induced Alterations in Sexual and Functional Development: The Wildlife/Human Connection, Colborn T and Clement C, eds. Princeton Scientific Publishing Co.Inc, Princeton, NJ, 1992, pp129-145.
- ※43) Peakall DB and Fox GA: Toxicological investigations of pollutant-related effects in Great Lakes gulls. Environ Health Perspect 71: 187-193, 1987.
- ※44) Balaguer, P., Gillesby, B. E., Wu, Z. F., Meek, M. D., Annick, J. and Zacharewski, T. R., 1996, 'Assessment of chemicals alleged to possess oestrogen receptor mediated activities using in-vitro recombinant receptor/reporter gene assays', SOT 1996 Annual Meeting, Abstract 728, cited in Fundamental and Applied Toxicology Supplement, The Toxicologist, Vol 30, No 1, Part 2, March 1996.
- ※45) Jobling, S., Reynolds, T., White, R., Parker, M. G. and Sumpter, J. P., 1995, 'A variety of environmentally persistent chemicals, including some phthalate plasticizers, are weakly oestrogenic'. Environmental Health Perspectives, 103(6), 582-587.
- ※46) Environmental Health Perspectives, 103, Supplement 7, Octover, 1995: Estrogens in the Environment.
- ※47) Harris, C. A., Pirkko Henttu, Parker, M. G. and Sumpter, J. P., 1997. 'The estrogenic activity of phthalate esters in-vitro'. Environmental Health Perspectives, 105(8), 802-811.
- ※48) 可塑剤工業会, フタル酸エステルと環境ホルモン問題 Q&A, P8, 9 (1998).
- ※49) 可塑剤工業会, 可塑剤インフォメーション, No.10(1998).
- ※50) 可塑剤工業会, 可塑剤インフォメーション, No.12(1999).
- ※51) Poon R, et al.: Subchronic oral toxicity of di-n-octyl phthalate and di(2-ethylhexyl)phthalate in the rat. Food Chem Toxicol 35:225-239, 1997.
- ※52) Lumb JC, et al. 1987. Reproductive effects of four phthalate acid esters in the mouse. Toxcol Appl Pharmacol 88:255-269.
- ※53) 小泉睦子ら、フタル酸エステルの生殖・発生無毒量、精巢毒性の週令差、種差及びDEHPの1日耐容摂取量 日本食品化学学会誌 7, 65-73(2000)および8, 1-10(2001)
- ※54) 可塑剤工業会, 可塑剤インフォメーション, 臨時号(2003).
- ※55) 可塑剤工業会, 可塑剤インフォメーション, No.18(2005).
- ※56) 可塑剤工業会, 可塑剤インフォメーション, No.7(1997).
- ※57) George Pugh, Jr., et al., Effects of Di-isonyl Phthalate, Di-2-ethylhexyl Phthalate, and Clofibrate in Cynomolgus Monkeys : Toxicological Sciences, 56, 181-188(2000).
- ※58) (株)三菱化学安全科学研究所, ¹⁴C 標識 DEHP のラットにおける胎児移行性, 1998 (未発表)
- ※59) 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), P71 ~ 78, (1977).
- ※60) 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1集), P148 ~ 149, (1977).
- ※61) Namikoshi, M. et al.: Natural Abundance ¹⁴C Content of Dibutyl Phthalate(DBP) from Three Marine Algae. Mar. Drugs 2006, 4, 290-297

資料編

1. 可塑剤安全性年表

年	安全性に関する主な出来事	可塑剤工業会の取り組み
1957年 (S.32)		● 6月1日、可塑剤工業会が正式に届け出をして設立
1967年 (S.42)	● 塩ビ食品衛生協議会設立（6月）	● 可塑剤工業会に塩ビ食品添加剤委員会を設置（10月）
1969年 (S.44)		● 可塑剤工業会の塩ビ食品添加剤委員会を技術部会に改組（70年に技術委員会に改称）
1970年 (S.45)	● 塩ビ食品衛生協議会の自主基準(PL規格)制定される（7月） 米ジョンズホプキンス大 Rubinらが、試験管内の試験で DEHP がラット肝で代謝分解されなかったと発表し問題となる	◀ - ■ Rubinらは2年後に、ラットの生体内試験では DEHP は代謝、排泄されると発表
1972年 (S.47)	● 多摩川などの河川よりフタル酸エステルが検出され、新たな環境汚染物質ではないかと問題になる（6月） ● 国立衛生試験所を中心としたフタル酸エステル研究会発足（8月） ● 厚生科学研究“合成樹脂製容器包装から食品中へ可塑剤（フタル酸エステル）の溶出に関する研究”を国立衛生試験所、塩ビ食品衛生協議会、可塑剤工業会分析委員会が共同で開始（9月）	● フタル酸エステルなど各種可塑剤の生分解性試験を環境技術研究所に委託（7月～翌年3月）。良分解であることを確認した ● 可塑剤工業会に分析委員会を設置し微量のフタル酸エステルの検出法確立に努める（8月） ● 左記厚生科学研究のうち、可塑剤工業会では (1)軟質塩ビからの可塑剤の移行に対する食品の種類と温度の影響に関する研究 (2)フタル酸エステルの水への溶出に関する研究を行い、水や酸性水溶液では軟質塩ビからの可塑剤の溶出は少ないとや軟質塩ビは油脂の包装には好ましくないことなどが確認された（9月）
1973年 (S.48)	● 和金を使って可塑剤の魚類への影響を調べたデータが大阪府放射線中研より提出された（2月） ● 化学物質の審査および製造等の規制に関する法律（化審法）施行（10月）	● 魚類への影響を調べるため、富山県水産試験所にヒメダカに対するフタル酸エステルの急性毒性試験を依頼。フタル酸エステルの魚に対する急性毒性は高くない（飽和溶解度でも半数致死濃度(TLm)に至らなかった）ことを確認（2月） ● 可塑剤工業会に広報委員会を設置（3月） ※ 1975年に環境委員会に改称 ● 可塑剤工業会分析委員会では全国13水域の海水、河川水での環境モニタリング調査を5カ年の予定で開始（4月）。可塑剤は環境中ではほとんど検出されず、増加の傾向も示さないことを確認。 ● 米国で行われたNIEHSとSPEによる会議の論文集を入手し、塩ビ食品衛生協議会と共同で翻訳し発行（6月） ● 米国でのフタル酸エステルの安全性の研究や規制などを調査するため、可塑剤工業会広報委員会の下村国夫副委員長（協和発酵工業（株））が渡米（6月） ● 魚類への影響を、ヒメダカより大きいニジマスを使って調べる試験を東京水産大学に依頼し、毒性が高くないないことを確認（7月） ● 貝類への影響を調べるため、東海区水産研究所にアサリに対するフタル酸エステルの急性毒性試験を依頼し、毒性が高くないないことを確認（9月）

年	安全性に関する主な出来事	可塑剤工業会の取り組み
1974年 (S.49)	<ul style="list-style-type: none"> ●米国 FDA より食品中のフタル酸エステルおよび魚類中のフタル酸エステルの調査結果がまとめて公表された 	<ul style="list-style-type: none"> ●文献集『フタル酸エステル (PAE) の安全性に関する質問解答集』第1集を発行 (4月) ●コイを使って魚類への影響を詳細に調べる試験を東京水産大学に依頼し、魚類の体内ではフタル酸エステルは速やかに代謝、排出されることを確認 (7月) ●フタル酸エステルの生分解性を、化審法に定められた方法で再確認 (複数の工業会会員企業と環境科学センターで実施)。いずれも分解性は良好であった (9月) ●食品類似溶液を用い、市販の軟質塩ビ製食品包装フィルムからの可塑剤の溶出試験を環境科学センターに委託。食品への溶出、移行の度合いを明らかにした (12月) ●DEHP の繁殖への影響や慢性毒性、催奇形性などを調べるために、ラットを使った3世代繁殖試験を米国 BIO-TEST 社に委託 (12月)
1975年 (S.50)	<ul style="list-style-type: none"> ●通産省が化学品検査協会化学品安全センターに委託して、フタル酸エステルの生分解性および魚介類の体内での濃縮試験を行い、生分解性は良好で生物濃縮も小さいことを発表 (8月) ●環境庁がフタル酸エステルを含む化学物質環境調査結果を発表。フタル酸エステル類の使用量からみて、環境汚染の程度は比較的低い状況にあるものと考えられる、としている (12月) 	<ul style="list-style-type: none"> ●可塑剤工業会の広報委員会を環境委員会に改称 (2月) ●可塑剤工業会に関西環境委員会を設置 (2月) ●PRパンフレット「生活の中の科学—フタル酸エステルとは」を発行 (3月) ●可塑剤工業会、昭和50年度活動要領および環境モニタリング5カ年計画を新聞発表 (3月) ●PRパンフレット「フタル酸エステルへの誤解を解く」を発行 (4月)
1977年 (S.52)		<ul style="list-style-type: none"> ●文献集『フタル酸エステル (PAE) の安全性に関する質問解答集』第2集を発行 (1月) ●米国 BIO-TEST 社に委託した DEHP のラットを使った3世代繁殖試験の結果がまとめられ、特に問題はないとの結論が示された (12月)
1978年 (S.53)	<ul style="list-style-type: none"> ●大阪府衛生部が「フタル酸エステルは生体が吸収しても排泄がよくて蓄積されず、現状では健康に特別の支障はないと考えられる」と安全宣言を行い、1970年代の環境・安全性問題が終息へ (2月) 	
1980年 (S.55)	<ul style="list-style-type: none"> ●米国 NTP が DEHP の慢性毒性試験を開始 	
1982年 (S.57)	<ul style="list-style-type: none"> ●米国 NTP が DEHP の慢性毒性試験でげっ歯類の肝臓に腫瘍が発生したと公表 ●米国 CMA(米国化学品製造者協会) および欧州 CEFIC (欧州化学品工業協会) では、NTP の試験公表後、直ちに対策チームを結成して調査と安全性試験を開始 ●国際ガン研究機関 (IARC) が DEHP をグループ2B (ヒトに対して発ガン性がある可能性がある) に分類 	<ul style="list-style-type: none"> ●NTP の試験公表後、可塑剤工業会では監督官庁である通産省や厚生省の指導を仰ぎながら、欧米の工業会と協力して安全性情報の収集を開始
1984年 (S.59)	<ul style="list-style-type: none"> ●「フタル酸エステル安全性会議」という国際会議がロンドンで開かれ、多くの参加者を集めた (8月) 	<ul style="list-style-type: none"> ●左記の国際会議へは、日本からは可塑剤工業会・技術委員会の深野或生 (協和発酵工業 (株)) が参加し、情報収集に当たった (8月)

年	安全性に関する主な出来事	可塑剤工業会の取り組み
1991年 (H.3)	●新聞各紙で「塩ビ可塑剤に発ガン性の疑い」との報道がなされる（8月） ●環境庁、地下水汚染を調査	
1992年 (H.4)	●新聞各紙で「産廃処分場からDEHPが溶出し、それが発ガン物質ではないか」との報道がなされる（6月）	
1993年 (H.5)		●DEHPの環境濃度調査（関東・関西の計22箇所の河川水、地下水、水道水、海水）を開始。以降毎年継続して実施（2月）。ほとんどの地点で検出されず、増加の傾向もないことを確認。※2007年現在も継続中
1994年 (H.6)		●げっ歯の肝腫瘍における最大無作用量を明らかにする「DEHPのラットにおける肝臓の腫瘍性変化の用量依存性に関する研究」を開始（4月） ●げっ歯の精巣毒性のメカニズムを解明する「DEHPにおける経口投与による単回投与精巣毒性試験」を開始（5月） ●靈長類とげっ歯類でのDEHPの発ガン性に関する種差を明らかにするため、「DEHPの靈長類（マーモセット）を用いた肝腫瘍および精巣毒性の研究」を開始（8月） ●ニュースレター『可塑剤インフォメーション』を可塑剤ユーザー、研究者、マスコミ、オピニオンリーダーに向けて発刊（3月）※以降毎年春・秋に発行 ●PRパンフレット『暮らしの豊かさを支える可塑剤～フタル酸エステルの性質と働き』を発行（4月）
1995年 (H.7)		●米国ワシントンD.C.で米欧可塑剤会議に日本が初参加し、三極会議としては初めての会合を開催（11月）
1996年 (H.8)	●米国で『Our Stolen Future』出版される（3月）	米国ピッツバーグで三極会議を開催（9月）
1997年 (H.9)	●『Our Stolen Future』の日本語版『奪われし未来』が出版され、“環境ホルモン”が大きな話題に	イタリア・フィレンツェで三極会議を開催（4月） 1993年以来続けている環境濃度調査と1994年に始めた上記の3つの試験結果から、可塑剤工業会は、DEHPは人にも環境にも影響を与える怖れはないとしてDEHPの安全宣言を行った（6月） 主なフタル酸エステルであるDEHP、DBP、DnOP、DINP、DIDPの5種類について、試験管内の試験および生体内試験（卵巣割去試験）によるエストロジエン活性試験を行い、5種類すべてがエストロジエン活性を示さないことを確認（9月）
1998年 (H.10)	●環境庁が「環境ホルモン戦略計画 SPEED'98」を発表。内分泌搅乱作用が疑われる物質として、可塑剤9種類を含む67物質をリストアップした	●東京で日欧二極の会議を開催（3月） ●米国ニューオリンズで三極会議を開催（5月） 最新の手法を用いた生体内試験でDBPとDEHPのエストロジエン活性および作用メカニズムの評価を行い、エストロジエン活性のないことを確認（6月） ●ベルギー・ブリュッセルで日欧二極の会議を開催（7月） ●Q&Aパンフレット『フタル酸エステルと環境ホルモン問題 Q&A』を発行（7月）
1999年 (H.11)		●ベルギー・ブリュッセルで三極会議を開催（3月） ●スペイン・バルセロナで三極会議を開催（4月）

年	安全性に関する主な出来事	可塑剤工業会の取り組み
2000年 (H.12)	<ul style="list-style-type: none"> IARC（国際がん研究機関）がDEHPの発がん性ランクを「2B」から「3」へと安全側に変更（非発がん物質に分類）(2月)。発がん性問題は決着へ 市販の弁当からDEHPが検出され、塩ビ製の調理用手袋からの移行が主原因であるとして厚生労働省は塩ビ製手袋の食品への使用を避けるよう通知（6月） 	<ul style="list-style-type: none"> 米国セントルイスで三極会議を開催（4月） 幼若期における靈長類での生殖毒性を調べるため「幼若マーモセット（キヌザル）を用いたDEHPの長期投与試験」を開始（9月） PRパンフレット『暮らしの中の可塑剤～フタル酸エステルの性質と働き』を改訂して発行（12月）
2001年 (H.13)		<ul style="list-style-type: none"> 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』を発行（4月） スペイン・マドリッドで三極会議を開催（5月）
2002年 (H.14)	<p>厚生労働省は食品添加物等の規格基準を一部改正し、DEHPは乳幼児（6歳未満）が接触する可能性のあるおもちゃ全般を対象として、またDINPは乳幼児が口にするおもちゃを対象として使用禁止とした（8月） ※実施は2003年8月から</p>	<ul style="list-style-type: none"> 米国ワシントンD.C.で三極会議（コミュニケーション部会）を開催（3月） インターネットを使って「環境ホルモン」問題に関する消費者意識調査を実施（8月） ベルギー・ブリュッセルで（コミュニケーション部会）三極会議を開催（9月） ベルギー・ゲントで三極会議（安全性部会）を開催（9月） 米国ソルトレークシティで三極会議（環境部会）を開催（11月）
2003年 (H.15)	<ul style="list-style-type: none"> 環境省は「SPEED'98」のリストに掲載されていた可塑剤9種類すべてについて「内分泌搅乱作用は認められなかった」と公表（6月）。“環境ホルモン問題”は決着へ 	<ul style="list-style-type: none"> 「幼若マーモセット（キヌザル）を用いたDEHPの長期投与試験」の結果がまとまり、DEHPは靈長類の精巣に影響を及ぼさないことが明確に（1月） 米国ワシントンD.C.で三極会議を開催（6月）
2004年 (H.16)		<ul style="list-style-type: none"> PRパンフレット『暮らしの中の可塑剤～フタル酸エステルの性質と働き』を再度改訂して発行（4月） フランス・パリで三極会議を開催（9月）
2005年 (H.17)	<ul style="list-style-type: none"> 産総研化学物質リスク管理研究センター（CRM）が「詳細リスク評価書／フタル酸エステル～DEHP～」を出版し、DEHPの精巣毒性や生殖毒性のリスクは懸念されるレベルではないと公表（2月） 製品評価技術基盤機構（NITE）が、DEHPに対して現状以上の管理強化や法規制の追加は不要とする報告書「フタル酸ビス（2-エチルヘキシル）のリスク管理の現状と今後のあり方」を公表（2月） 環境省は「SPEED'98」に代わって「化学物質の内分泌搅乱作用に関する環境省の今後の対応方針について－ExTEND2005－」を公表（3月） 	<ul style="list-style-type: none"> 靈長類とげっ歯類でのDEHPの体内動態および胎児への移行に関する種差を調べる2つの試験を行い、明確な種差が証明されたと発表（3月） 可塑剤工業会が食品薬品安全センター・秦野研究所および三菱化学安全科学研究所へ委託した試験が日本トキシコロジー学会から栄誉ある「岡邊賞」を受賞（6月） 三極会議を日本で開催（9月） 可塑剤工業会もその会員である塩化ビニル環境対策協議会（JPEC）が「フタル酸エステルの長期（1年間）室内濃度変化測定」の結果を発表。年間を通して、厚生労働省が示す室内濃度の指針値をはるかに下回っていることを確認した（9月）
2006年 (H.18)	<ul style="list-style-type: none"> 国際的な科学誌『Marine Drugs』に東北薬科大学の浪越教授のグループによる研究成果として、「DBPとDEHPが自然界で生物（海藻）によって合成されている可能性が高い」とする論文が掲載される（12月） 	<p>「¹⁴C標識DEHPのラットおよびマーモセットにおける尿中代謝物分析」および「¹⁴C標識DEHPのラットおよびマーモセット胎児における組織中代謝物プロファイル」の試験結果が得られた。これにより、DEHPの代謝物挙動はげっ歯類と靈長類とでは明確な種差のあることが確認された。</p>

2. 可塑剤工業会 歴代会長



初代会長
(昭 32.6 ~ 38.5)

千原 末夫

新日本窒素肥料(株)
常務取締役



申し訳ありませんが
御写真が
見つかりませんでした

第2代会長
(昭 38.5 ~ 39.12)

名出 勇児

協和発酵工業(株)
専務取締役



第3代会長
(昭 39.12 ~ 42.5)

岩崎 忠雄

三菱モンサント化成(株)
専務取締役



第4代会長
(昭 42.5 ~ 44.7)

野崎 城之亮

積水化学工業(株)
常務取締役



第5代会長
(昭 44.7 ~ 45.6)

久山 泰三

チッソ(株)
常務取締役



申し訳ありませんが
御写真が
見つかりませんでした

第6代会長
(昭 45.6 ~ 47.5)

松村 實

協和油化(株)
取締役 社長



第7代会長
(昭 47.5 ~ 49.6)

榎本 徹次

三菱瓦斯化学(株)
専務取締役



第8代会長
(昭 49.6 ~ 50.6)

大鶴 滋保

積水化学工業(株)
常務取締役



第9代会長
(昭 50.6 ~ 52.5)

直原 敏衛

積水化学工業(株)
常務取締役



第10代会長
(昭 52.5 ~ 54.6)

野村 義雄

チッソ(株)
常務取締役



第11代会長
(昭 54.6 ~ 56.6)

潮田 保雄

協和発酵工業(株)
専務取締役



第12代会長
(昭 56.6 ~ 58.6)

大林 年男

三菱モンサント化成(株)
常務取締役



第13代会長
(昭 58.6 ~ 60.6)

栗山 淳

積水化学工業(株)
常務取締役



第14代会長
(昭 60.6 ~ 61.6)

是木 信

チッソ(株)
取締役



第15代会長
(昭 61.6 ~ 62.6)

古村 恵造

協和発酵工業(株)
常務取締役



第16代会長
(昭 62.6 ~ 63.6)

濱里 久雄

三菱瓦斯化学(株)
取締役



第17代会長
(昭63.6～平1.6)

横山 庄栄

三菱化成ビニル(株)
塩ビ事業部長



第18代会長
(平1.6～2.6)

下村 大也

新日本理化(株)
常務取締役



第19代会長
(平2.6～3.5)

中嶋 醇一

積水化学工業(株)
常務取締役



第20代会長
(平3.5～4.6)

浅井 和夫

東邦理化工業(株)
専務取締役



第21代会長
(平4.6～5.6)

岡本 樹

チッソ(株)
常務取締役



第22代会長
(平5.6～6.5)

綴野 修平

チッソ(株)
専務取締役



第23代会長
(平6.5～8.5)

土屋 裕

三菱ガス化学(株)
常務取締役



第24代会長
(平8.5～10.5)

戸井 有眞

協和発酵工業(株)
専務取締役



第25代会長
(平10.5～12.6)

鈴木 宗夫

三菱化学(株)
専務取締役



第26代会長
(平12.6～14.5)

藤田 淳

新日本理化(株)
取締役 社長



第27代会長
(平14.5～16.5)

阿部 紘一

シージェエスター(株)
取締役 社長



第28代会長
(平16.5～18.3)

川崎 芳夫

(株)ジェイ・プラス
取締役 社長



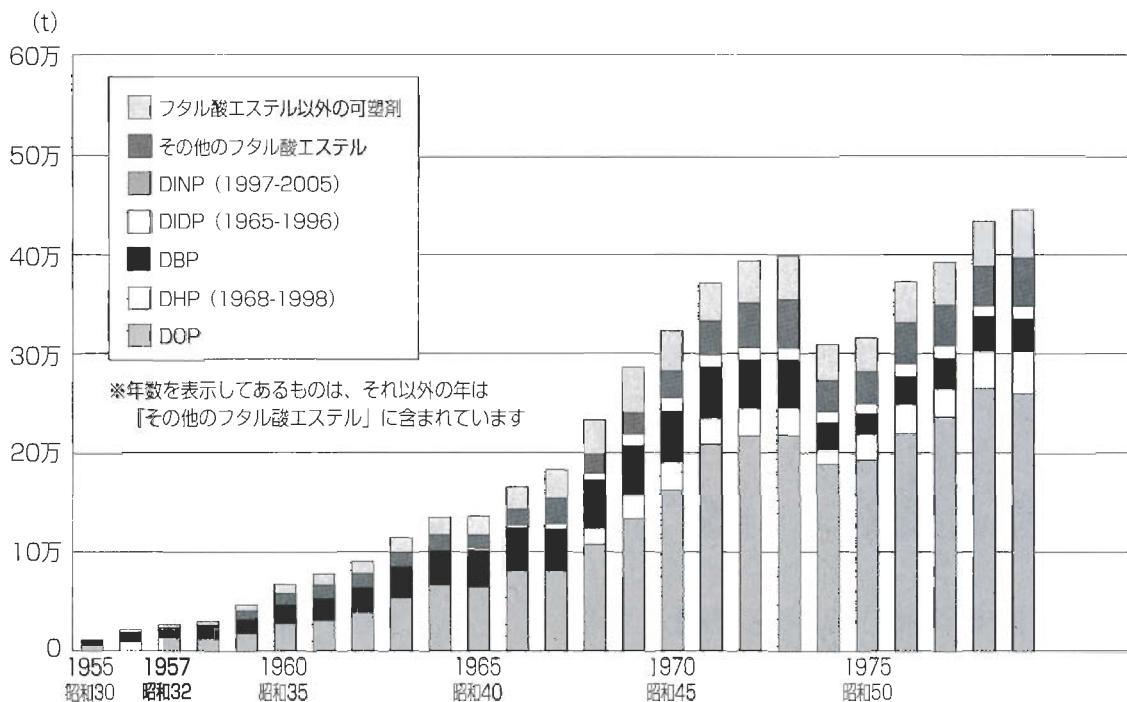
第29代会長
(平18.3～)

藤本 万太郎

新日本理化(株)
取締役 社長

3. 可塑剤統計

■可塑剤生産量推移（グラフ）

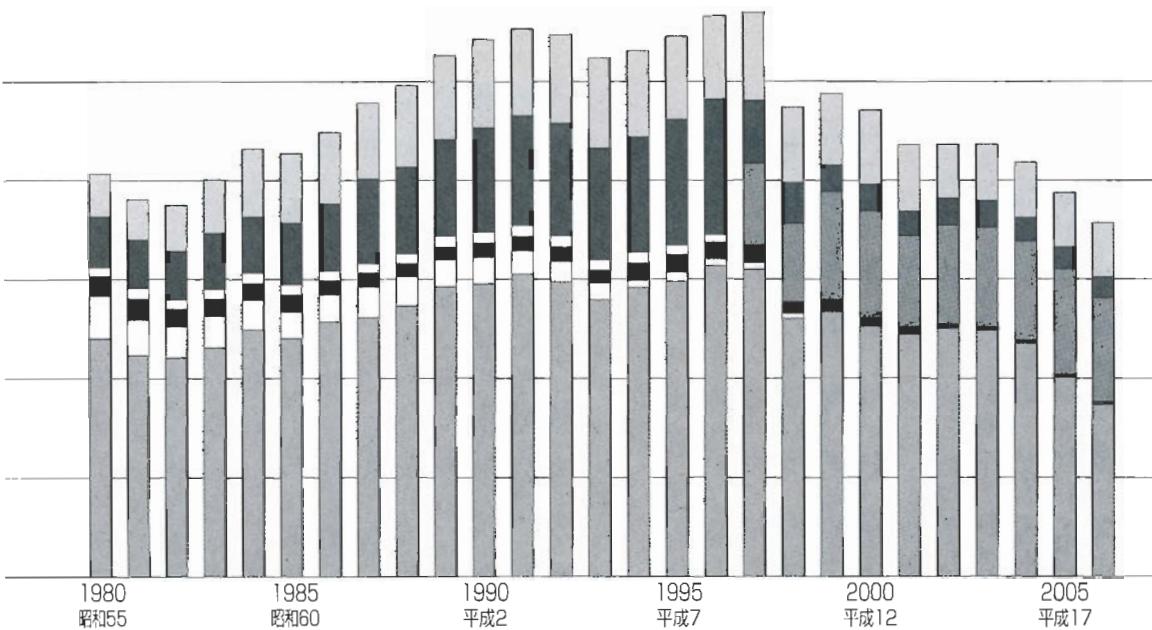


■可塑剤生産量推移（数表）単位:t

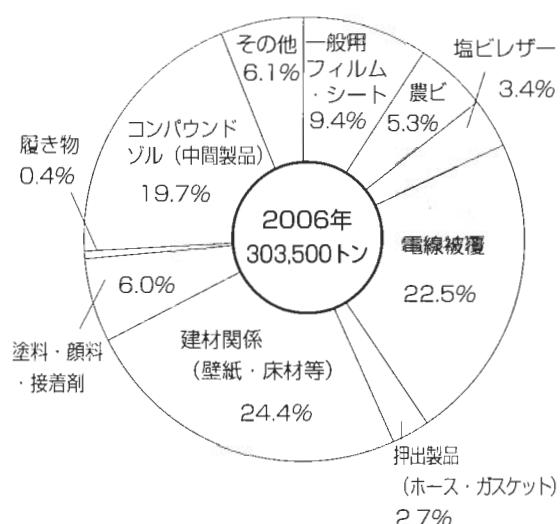
年	全可塑剤	うち フタル酸系	うち DOP	年	全可塑剤	うち フタル酸系	うち DOP	年	全可塑剤	うち フタル酸系	うち DOP
1955	11,068	10,218	5,481	1975	315,586	282,340	192,249	1995	545,791	461,761	297,681
1956	21,399	18,722	9,398	1976	372,827	331,588	219,231	1996	566,732	482,111	313,344
1957	26,325	23,015	13,099	1977	392,448	349,201	235,729	1997	570,347	480,903	309,719
1958	29,631	25,746	12,127	1978	433,526	388,306	265,041	1998	474,190	397,708	260,529
1959	46,799	40,845	18,340	1979	445,126	396,774	259,431	1999	488,099	415,124	267,116
1960	67,062	58,350	28,265	1980	406,947	363,511	240,535	2000	470,989	395,765	252,796
1961	78,375	67,004	31,521	1981	381,129	339,965	223,243	2001	435,846	368,581	244,554
1962	91,259	78,700	39,367	1982	375,264	328,436	221,290	2002	436,152	381,755	250,529
1963	114,304	99,808	54,138	1983	400,970	346,689	230,973	2003	436,464	379,478	248,546
1964	135,182	117,594	67,162	1984	431,862	363,328	248,995	2004	418,200	362,394	235,489
1965	136,095	117,161	64,896	1985	427,084	356,912	240,717	2005	387,488	332,548	201,227
1966	165,661	143,331	81,070	1986	448,536	376,270	256,877	2006	355,961	301,233	173,281
1967	183,215	154,383	80,843	1987	478,378	401,371	261,219				
1968	232,896	198,902	107,636	1988	496,005	413,530	273,375				
1969	285,561	240,280	133,812	1989	527,162	441,361	292,199				
1970	322,712	282,850	162,914	1990	542,758	453,229	295,352				
1971	371,457	333,097	208,373	1991	553,247	465,320	304,895				
1972	393,544	351,470	217,881	1992	547,991	457,644	297,261				
1973	398,557	354,513	217,310	1993	524,062	432,379	279,323				
1974	308,706	273,084	188,790	1994	531,274	443,795	291,551				

出所（上のグラフも）

- 2001年までは通産省「化学工業統計年報」
- 2002年以降は可塑剤工業会資料



■フタル酸エステルの用途別構成比（可塑剤工業会資料）



品目	2006年	
	需要実績 (千t)	構成比 (%)
一般用フィルム・シート	28.5	9.4
農業用フィルム	16.1	5.3
塩ビレザー	10.2	3.4
電線被覆	68.3	22.5
押出製品 (ホース・ガスケット)	8.2	2.7
建材関係 (壁紙・床材料)	74.2	24.4
塗料・顔料・接着剤	18.3	6.0
履き物	1.3	0.4
コンパウンドゾル (中間製品)	59.8	19.7
その他	18.6	6.1
合計	303.5	100

4. 可塑剤工業会 沿革

■可塑剤工業会 事務局 所在地の変遷

- 東京都千代田区霞が関3-4-3
化学工業会館プラスチック協会内
TEL. 58-1131-9
[1957年(S.32)6月1日～1959年(S.34)3月10日]
- 東京都千代田丸の内3-8 三菱本館
TEL. 28-7454
[1959年(S.34)3月11日～1961年(S.36)9月6日]
- 東京都港区田村町2-10 東亜別館3階
TEL. 501-0746
[1961年(S.36)9月7日～1962年(S.37)10月29日]
- 東京都千代田丸の内3-4 日石ビル7階
TEL. 211-7737
[1962年(S.37)10月30日～1978年(S.53)12月24日]
- 東京都港区南青山1-1 新青山ビル東館17階
TEL. 475-1451
[1978年(S.53)12月25日～1981年(S.56)7月31日]
- 東京都千代田丸の内3-4-2 新日石ビル9階
TEL. 213-5725
[1981年(S.56)8月1日～1994年(H.6)4月29日]
- 東京都港区元赤坂1-5-26 東部ビル3階
TEL. 3404-4603
[1994年(H.6)4月30日～]

■可塑剤工業会 職員

【専務理事】

- 宮本 修伍
[1957年(S.32)11月12日～1963年(S.38)9月30日]
- 田中 豊
[1963年(S.38)10月1日～1967年(S.42)6月11日]
- 小松 利充
[1969年(S.44)10月1日～1975年(S.50)9月30日]

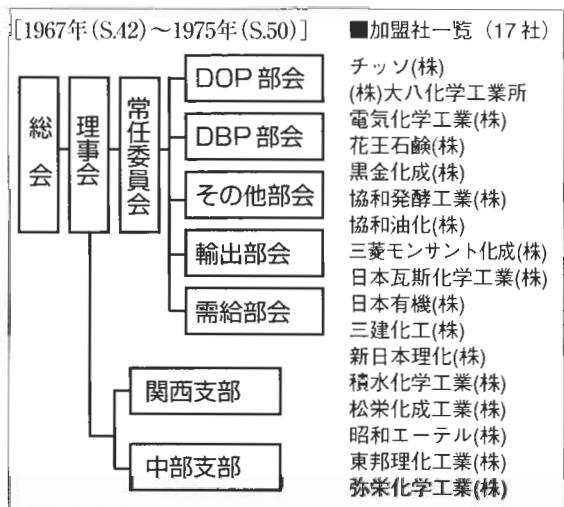
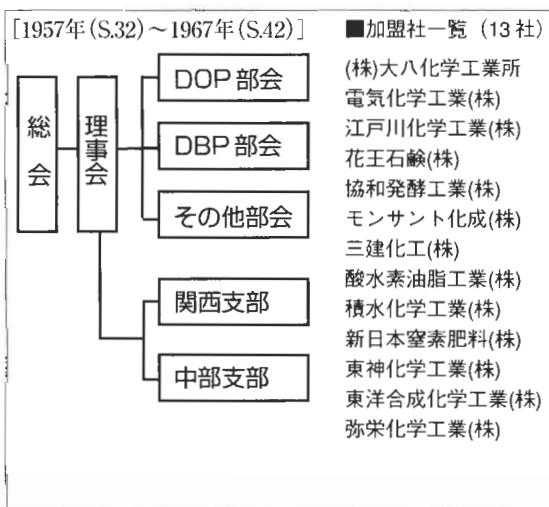
【事務局長】

- 折美 潤
[1957年(S.32)6月1日～1957年(S.32)11月11日]
- 大槻 謙治
[1957年(S.32)11月12日～1998年(H.10)5月26日]
- 大久保芳苗
[1998年(H.10)5月27日～]

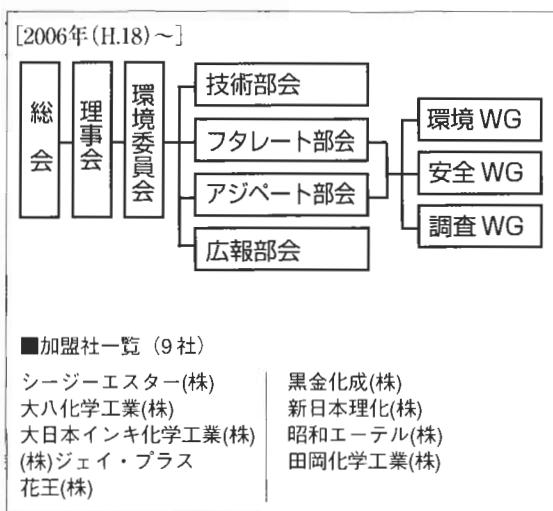
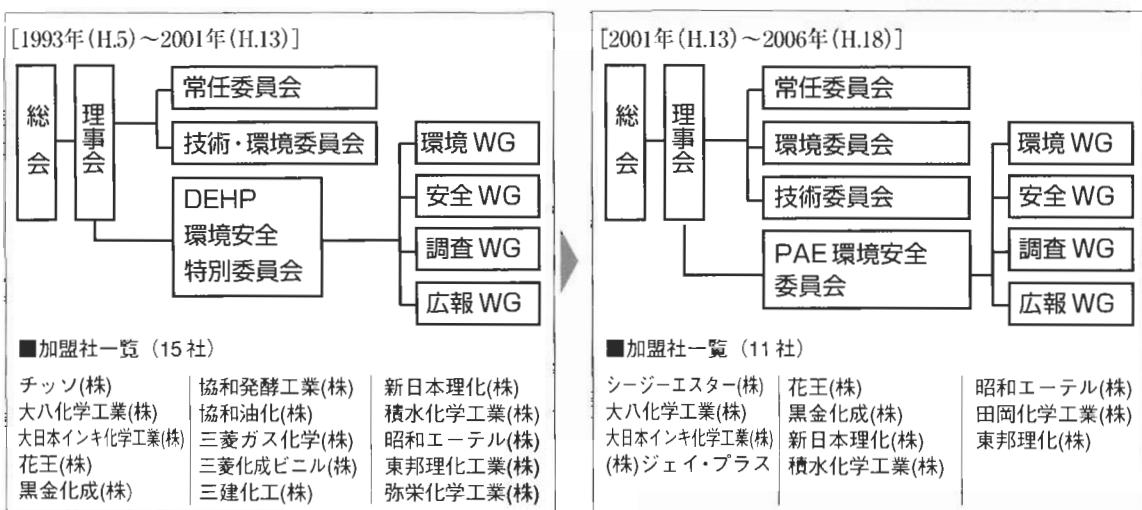
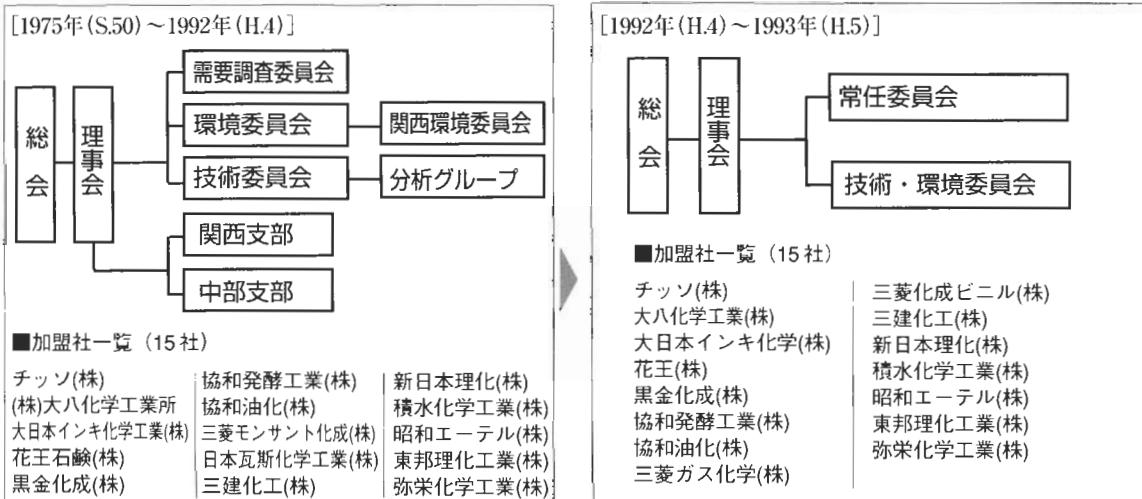
【技術顧問】

- 深野 或生
[1998年(H.10)8月1日～2003年(H.15)7月31日]
- 丸山 寛茂
[2003年(H.15)8月1日～2006年(H.18)3月31日]
- 長谷川隆一
[2006年(H.18)4月1日～]

■可塑剤工業会 機構の変遷



※ ABC順、社名は当時のもの（以下同様）



『可塑剤50年史』編集委員会名簿（順不同）

（可塑剤工業会 50周年記念行事実行委員会）

委員長 五十嵐 明 〈(株)ジェイ・プラス 取締役社長〉
委員長代行 小菅 正弘 〈前・(株)ジェイ・プラス 管理部長〉
" 竹内 明正 〈(株)ジェイ・プラス 管理部長〉
委 員 山下 傑夫 〈前・シージーエスター(株) 営業部長〉
" 鈴木 信行 〈シージーエスター(株) 営業部長〉
" 楠谷純一郎 〈シージーエスター(株) 営業部主任〉
" 木村 和義 〈シージーエスター(株) 技術部長〉
" 若松 正志 〈大日本インキ化学工業(株) 安全品質統括担当部長〉
" 生田 昌徳 〈(株)ジェイ・プラス 管理部技術グループマネージャー〉
" 篠木 敦 〈前・(株)ジェイ・プラス 社長付部長〉
" 石野 淳 〈新日本理化(株) 化成品営業部長〉
" 太田原 弘 〈新日本理化(株) 購買部参事〉
" 三木 茂男 〈新日本理化(株) もの作り推進副部長〉
コンサルタント 加藤 正信 〈(株)相模ソリューション 取締役〉
事務局 大久保芳苗 〈可塑剤工業会 事務局長〉
" 長谷川隆一 〈可塑剤工業会 技術顧問〉



可塑剤50年史 －安全性追究の歩み－

2007年7月11日発行

編 集 可塑剤工業会
50周年記念行事実行委員会

発 行 可塑剤工業会
東京都港区元赤坂1-5-26
制作協力 (株)電通パブリックリレーションズ
(株)デンバーズ

（参考文献）

『日本ビニール工業会』日本ビニール商業連合会
『塩化ビニル工業30年の歩み』塩化ビニール工業協会
『可塑剤の歴史』（株）KPE調査資料No.29
『化成品工業協会50年史』化成品工業協会

