

暮らしの中の
ka so zai
可塑剤

フタル酸エステルの
性質と働き





- ガーデンホースは大半が塩ビ製品であり、
- 壁紙やビニール電線とともに
- 可塑剤の身近な用途となっています。

CONTENTS

●可塑剤に出会わない日はありません	1
●Section 1 可塑剤の働き	
軟らかい塩ビを作る材料です	2
●Section 2 可塑剤の種類	
代表的な可塑剤——フタル酸エステル	4
●Section 3 可塑剤の用途	
暮らしの様々なところで役立っています	6
●Section 4 フタル酸エステルの安全性	
発ガン性、環境ホルモン問題が決着	
確かな安心と信頼で有用性を支えています	10
(コラム) • フタル酸エステルはこうして作られます	13
●Section 5 フタル酸エステルと地球環境	
環境中では容易に代謝・分解	14
(コラム) • 地球環境と塩ビ	16
• 塩ビのリサイクルが進んでいます	16
●次の世代に快適な暮らしと住みよい環境を手渡すために	17

はじめに

可塑剤（かそざい）とは、主に塩化ビニル樹脂（塩ビ）に柔軟性を与える添加剤のことです。可塑剤には様々な種類があり、その代表が、全可塑剤生産量の8割以上を占めるフタル酸エステルです。

塩ビは社会や暮らしの中で最も幅広い用途で使われているプラスチックで、世界各国で利用されています。可塑剤は、こ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その有用性を発揮していることから、現代社会の中で重要な化学物質の一つといえます。

一方、化学物質の環境・安全性に対する人々の意識と関心は年々高まっており、生産量が多く用途も幅広い可塑剤に対しても、これまで様々な面から検討が行われ、いくつかの問題が指摘されてきました。

可塑剤工業会では、欧米の可塑剤業界と連携しながら長年にわたって様々な調査、試験、研究を行い、安全性について検討、解析を重ねてきました。その結果、フタル酸エステルを中心とした可塑剤が現行の使用条件下で人の健康や環境へ悪い影響を与える恐れはないと判断しています。

可塑剤の環境・安全性における大きな懸案であった発ガン性問題や環境ホルモン問題については、すでに公的機関によって問題なしとする見解が明確に示されています（発ガン性問題：国際ガン研究機関,2000年、環境ホルモン問題：環境省,2003年）。

可塑剤をこれまで通り安心して使っていただくため、今後とも安全性の確認に努力を重ねていくとともに、可塑剤の正しい姿をより多くの人々にお伝えしていきたいと思います。

可塑剤に出会わない日はありません

幅広く活躍する

塩化ビニル樹脂(塩ビ)

20世紀後半から、社会と暮らしのあらゆるところにプラスチックが使われるようになり、プラスチック全盛の時代となりました。

プラスチックの特性として、①成形・加工が容易②伸ばしたり抜けたりすることができる③酸化や分解・揮発を起こしにくく安定している④化学薬品に強い⑤電気の絶縁性に優れる⑥目的に合わせて比較的容易に性能を変えられる、などが挙げられます。

このように優れたプラスチックですが、中でも塩ビは優等生。耐久性、衛生性、経済性、省資源性などが多く、一方、環境負荷は少ないといった多くの特長を持ち、硬いものから軟らかいものまで自由に加工できる素材です。プラスチックの中でも、最も幅広い用途で使われています。

わが国の年間生産量は約200万トンで、最も多く生産されているプラスチックの一つとして、全プラスチック生産量のおよそ2割を占めています。

塩ビを変身させる可塑剤

塩ビそのものは常温ではとても硬い樹脂ですが、硬軟自由自在の製品を作ることができます。硬いものがどうしてビニールホースや塩ビレザーのような軟らかい製品へと変身するのか——それは、可塑剤を加えてあるからなのです。

可塑剤とはつまり、塩ビに“軟らかさ”や“たわみ性”を与える化学物質のことをいいます。

可塑剤にも多くの種類があり、使う種類を選ぶことで耐久性、耐熱・耐寒性、絶縁性など目的に合った塩ビ製品を作り出すことが可能です。

その歴史は意外に古く、19世紀の中ごろ、英國や米国で樟腦をニトロセルローズの可塑剤に使用したのに端を発し、日本では大正末期から研究と生産が一部で行われていました。

戦後、昭和30年代に塩ビ工業の発展に伴って飛躍的な生産量の増大を果たしました。

家庭やオフィスで周りを見回せば、たいてい可塑剤を使ったものを見つけることができます（表1）。

まず、壁紙や床材。様々なデザインや美しい配色で目を楽しませてくれるこれら塩ビ製の建材にも、可塑剤が使われています。

電線の被覆材も可塑剤の改良によって性能がずいぶん向上しました。

家具、カバン、バッグ、はきものなどの塩ビレザー製品も、可塑剤を使ったものの仲間です。

掃除機や洗濯機のホース、庭に水を撒くガーデンホースにも可塑剤による柔軟性と耐久性が生かされています。

台所では、例えば炊事用の手袋や冷蔵庫のガスケット（パッキング）などがあります。

目を屋外に転じると、農業用のビニールハウスに使われている塩ビフィルムも可塑剤を使った製品の代表的なものです。また、自動車の内装・外装でも活躍しています。

可塑剤は、いまや私たちの暮らしに不可欠なものとなっているのです。

●表1 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	○ガーデンホース ○ビニール電線 ○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	○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 ○アコードイオンカーテン ○床材 ○壁紙 ○天井材 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

Section 1

可塑剤の働き

軟らかい塩ビを作る材料です

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というわけです。

可塑剤は主に、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。わが国で生産される可塑剤の80%強を占めるフタル酸エステルの年間生産量はおよそ40万トンです（図1参照）。

硬い塩ビを軟らかくする

可塑剤はどのようにして塩ビを軟らかくするのでしょうか。

塩ビは常温では硬い樹脂ですが、それは塩ビの分子同士が強く引きつけ合って形を保っているからです。ところが、これを加熱すると、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入れ込ませると（図2）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。専門的には可塑化と呼ばれています。

塩ビの分子は、プラス、マイナスといった電気的に偏りがある性質（極性）を持っています。一方、可塑剤の分子はプラス、マイナスを持つ極性部と持たない非極性部とに分けられます（図3）。そして、塩ビと可塑剤はこの極性部で電気的に結びつき、しかも非極性部が塩ビ分子相互の間隔を広げて軟らかさを保っているのです。

可塑剤に求められる性能

可塑剤に必要とされる基本的な物性として、分子量と沸点が挙げられます。可塑剤の分子量が小さすぎ、沸点が低すぎると可塑剤が揮散・移行しやすくなってしまうからです。

また、すでに説明しましたように、極性部と非極性部とを兼ね備えていなければなりません。

このようなことから、可塑剤にはエステル化合物が適しているのです。

無数のエステル化合物の中から、以下ののような性能を備えたものが選ばれ、可塑剤として使われています。

①相溶性が良いこと

塩ビとよくなじみ可塑剤の分子が塩ビ分子の間で安定していることが必要です。

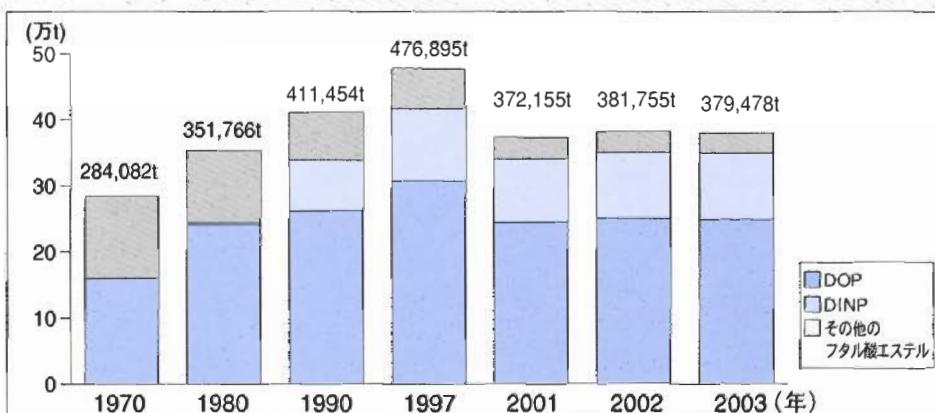
②可塑化効率が良いこと

塩ビの用途によって、求められる軟らかさが異なります。最少の量で必要な軟らかさを実現することができれば、塩ビの経済性が向上します。

③耐久性（低揮発性、低移行性、耐油性）が良いこと

可塑剤の分子が、空气中へ揮発し

●図1 フタル酸エステルの生産量推移



（可塑剤工業会資料）

優れた性能を持つ フタル酸エステル

たり、水や油へ溶け出たり、あるいは、他のプラスチックへ移行してしまったりして、塩ビ分子の間から外へ出てしまうことは、製品の品質維持や環境・安全などの面からも好ましくありません。これには、可塑剤の分子量や分子の構造などが関係しており、用途に応じて最適な可塑剤が選択されます。

④耐寒性、耐熱性、耐候性、耐汚染性などが良いこと

軟質の塩ビ製品は実に様々な場所で使用されています。そのため、寒くなると硬くなったり、光や熱で変色したり、すぐに汚れたりといったことは避けなければなりません。用途に応じた種類と構造を持つ最適な可塑剤を用いることで、これらの問題を解消しています。

⑤電気の絶縁性が良いこと

軟質塩ビは電線の被覆に多く使われており、電気の絶縁性は不可欠な性能となります。この場合、可塑剤についても当然、絶縁性が求められます。

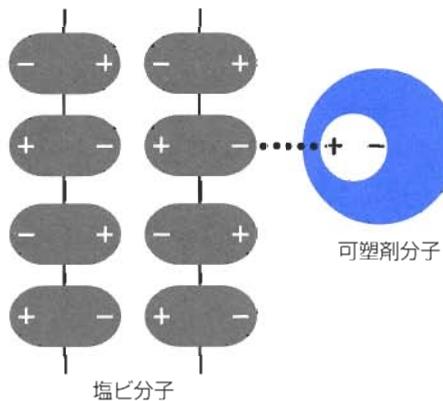
大部分の可塑剤は、酸とアルコールから合成されたエステル化合物であり、使われる酸としては、フタル酸、トリメリット酸、アジピン酸、リン酸、クエン酸などがあります。また、アルコールはオクタノール、ブタノール、ノナノール、高級混合アルコールなどが主なものです。

これらの酸とアルコールを様々に組み合わせることで、多種多様な可塑剤が作られています。

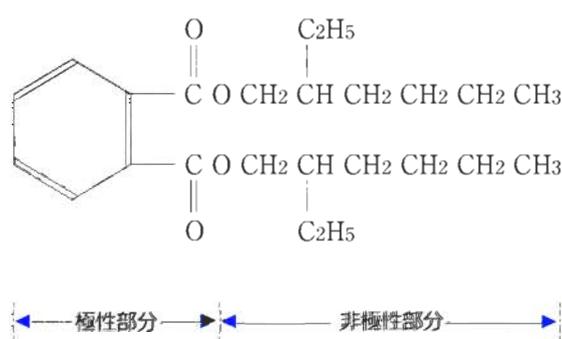
その代表的なものがフタル酸エステルと総称される、フタル酸を使った各種のエステル化合物です。フタル酸エステルは、塩ビとの相溶性や耐寒性など様々な性質をバランスよく備え、また加工性、経済性にも優れています。このため、現在では全可塑剤生産量の約8割を占め、主要な可塑剤としての地位を確固たるものとしています。

下図のDEHP（フタル酸ジ-2-エチルヘキシル）は、DOP（フタル酸ジオクチル）の一種です。しかし、わが国ではほとんどの場合、DOPといえばDEHPを意味します。本冊子では混乱を避けるため、特に安全性や環境保全の問題など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。

●図2 塩ビ分子と可塑剤分子



●図3 DOP(DEHP)の構造式



Section 2

可塑剤の種類

代表的な可塑剤 —— フタル酸エステル

可塑剤には数多くの種類がありますが、その中でも特に優れた20～30種類の可塑剤が一般的に使用されており、その主要なものがフタル酸エステルです。

特にDOP (DEHP) は代表的な汎用可塑剤として広く使われており、その生産量はフタル酸エステルの60%以上（全可塑剤のおよそ半分）を占めています（図4）。

汎用性の高い フタル酸エステル

汎用可塑剤として広く使われているフタル酸エステルは、常に新しいタイプのアルコールが開発され、より幅広い用途が開拓されています。フタル酸エステルの主な種類とその特徴、用途を次ページの表2にまとめました。フタル酸エステルの種類によって、耐熱性・耐寒性や相溶性などが若干違っていますが、それは使われているアルコールの分子量や構造の差が影響しているからです。

DOPの生産量（図4）が飛び抜けて多い理由としては、その優れた性能や高い経済性、原料用アルコールの供給体制が整っていることなどによるものです。また、DOP以外のフタル酸エステルとしてはDINP（フタル酸ジイソノニル）が、近年生産量を増やしてきています。

長所を組み合わせて使用

フタル酸エステルの種類が多い理由は、塩ビの幅広い用途それぞれについて

て最適な性能の可塑剤が求められてきたためです。たとえば、電線被覆用には絶縁性や耐熱性が必要ですし、農業用ビニールフィルムには雨や風、気温変化、太陽光などへの強さ（耐候性）が求められるといった具合です。

1種類の可塑剤では対応できないような場合には、DOPに耐寒性の良い可塑剤を配合するといったように、それぞれに特徴を持った複数の可塑剤を配合して使用することも一般的に行われています。

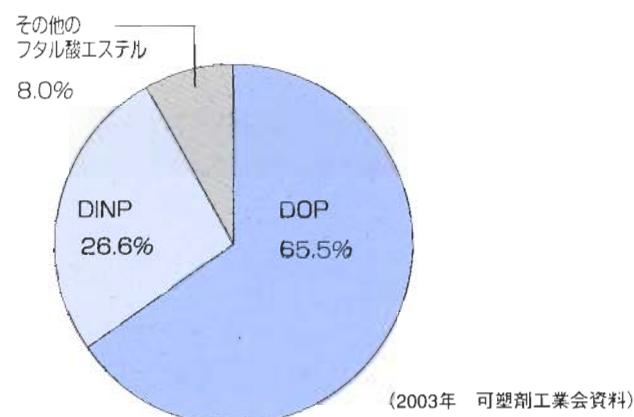
●フタル酸エステル以外の可塑剤

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ており、フタル酸エステル以外の可塑剤を用いることによって、そうした性能上の要求を満たしています。

フタル酸エステル以外の可塑剤としては、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、などがあります（表3）。

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ていますし、家電製品、OA機器の高機能化に伴って、そこで使われている電線被覆には高い耐熱性や非移行性を備えた可塑剤が使われるようになってきています。

●図4 フタル酸エステルに占めるDOPの割合



●表2 主なフタル酸エステルの特徴と用途

名 称	略 号	分子量	沸点	特 徵	主な用途
フタル酸ジメチル	DMP	194	282	相溶性	酢酸セルロース、希釀剤
フタル酸ジエチル	DEP	222	298	相溶性	酢酸セルロース、ポリスチレン、化粧品原料
フタル酸ジブチル	DBP	278	339	加工性、可塑化効率	塗料、接着剤
フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	DOP(DEHP)	390	386	標準的	汎用
フタル酸ジノルマルオクチル	DnOP	390	—	低揮発性、耐寒性	電線、フィルム
フタル酸ジイソノニル	DINP	418	403	低揮発性、耐寒性	汎用
フタル酸ジノニル	DNP	418	—	低移行性、絶縁性	電線、床材
フタル酸ジイソデシル	DIDP	446	420	低揮発性、絶縁性	耐熱電線、レザー
フタル酸混基エステル(C ₆ ~C ₁₁)	610P、711P等	—	—	低揮発性、耐寒性	汎用
フタル酸ブチルベンジル	BBP	312	370	加工性、耐油性	接着剤、シーリング材

※沸点の単位は°C(101kPa)

●表3 フタル酸エステル以外の主な可塑剤の特徴と用途

名 称	略 号	特 徵	主な用途
アジピン酸ジオクチル	DOA	耐寒性、ゾル粘度安定性	フィルム、レザー、ペースト加工
アジピン酸ジイソノニル	DINA	耐寒性、低揮発性	食品包装フィルム
アジピン酸ジノルマルアルキル(C ₆ ,B,T,O)	610A	耐寒性	食品包装フィルム
アジピン酸ジアルキル(C ₇ ,9)	79A	耐寒性	食品包装フィルム
アゼライン酸ジオクチル	DOZ	耐寒性	フィルム、レザー、合成潤滑油
セバシン酸ジブチル	DBS	耐寒性	食品包装フィルム、ペースト加工
セバシン酸ジオクチル	DOS	耐寒性、低揮発性	フィルム、レザー、合成潤滑油
リン酸トリクロレシル	TCP	耐熱性、難燃性	電線、農ビ、シート
アセチルクエン酸トリブチル	ATBC	相溶性	食品包装フィルム
エポキシ化大豆油	ESBO	熱安定性、耐候性	フィルム、シート(安定剤兼用)
トリメリット酸トリオクチル	TOTM	低揮発性、絶縁性	耐熱電線、レザー
ポリエステル系		非移行性、耐油性	ホース、電線、ガスケット
塩素化パラフィン		難燃性	電線、シート、床材

Section 3

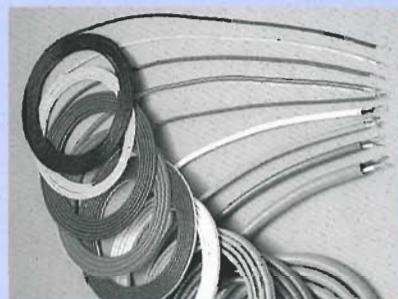
可塑剤の用途

暮らしの様々なところで役立っています

●建材（壁紙）



●電線被覆



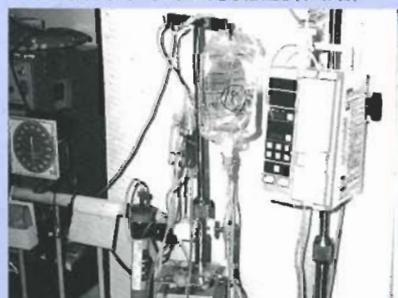
●農ビ



●レザー（ソファー）



●医療器具（人工腎臓透析回路）



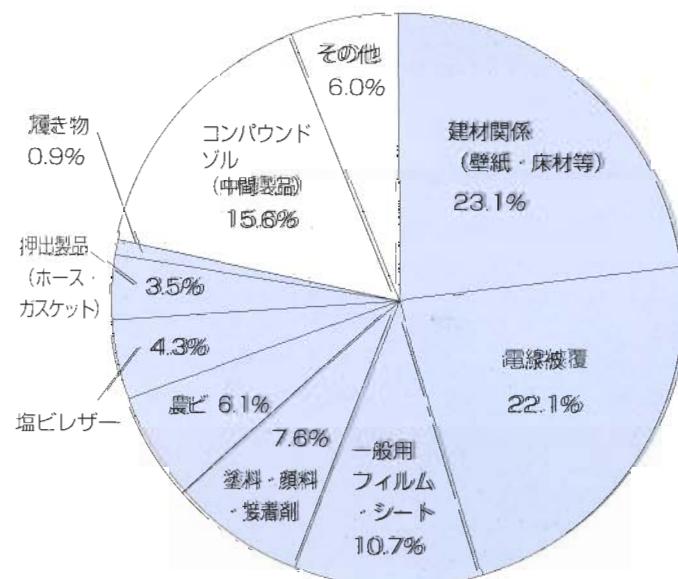
●料理サンプル



軟質塩ビは耐久性、柔軟性、経済性等の特長をいくつも合わせ持ち、優れた加工性によって多様に変化できるため、他の物質ではまねのできないほどに各種の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。

フタル酸エステルは、そうした軟質塩ビ製品の最も重要な成分として、生活の中のいろいろな場面で役立っています（図5、図6参照）。

●図5 フタル酸エステルの用途別構成比



(2002年 可塑剤工業会資料)



建材(壁紙、床材、天井材等)

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、厚手でソフトかつ軽量でありデザイン性、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、塩ビを発泡させたクッションフロアーも使われています。

土木、建築工事の分野等で防水シート等の防水、止水材料としても活躍しています。軟質塩ビは吸水、透水性がなく、強度、耐久性に優れ、軽量でしかも柔軟性と伸びを持っています。さらに施工も容易であるため、防水シート等にはうってつけな素材です。

電線被覆

電線被覆は可塑剤用途の代表選手です。老化によって漏電事故を引き起こしていたゴム被覆に代わり、戦後、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。

被覆は、内側の「絶縁」と、外側の「シース(ジャケット)」に大きく分けられ、一般的にはシース全般と低圧のもの(1kV以下)の絶縁に、塩ビが用いられます。屋内配線や家電製品のコードにも塩ビが使用されています。

電線被覆には、難燃性や絶縁性、柔軟性の他にも、用途によって耐候性や耐熱性、耐寒性、耐油性、耐薬品性など様々な性能が求められ、可塑剤の配合を工夫することで、そうした要求を満たす多様な電線が作り出されています。

一般用フィルム・シート

軟質塩ビでは一般に、厚さが0.2mm以上のものをシートと呼び、それより薄いものをフィルムと呼んでいます。

熱溶着、高周波接着に適していて、印刷適性も優れているので、包装材料などで広範囲に使われます。包装用品として衣料品、雑貨品、文房具などの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などもあります。他にも、浮き輪やビーチボールといった夏のレジャー製品にも、軟質塩ビが役立っています。

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。

農ビは、農業の幅広い分野の隅々にまで役立っています。意外な用途としては、うなぎの養殖等にまで利用されています。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。近年では、“酸性雨よけ”としての役割も大きくなっています。また農ビは、特にリサイクルが進んでいる分野の一つです。



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。プリント技術の発達による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、テーブルクロス、テーブルカバー、アコードィオンカーテン等々、インテリアで大いに活躍しています。

また、自動車の内装材にも使われています。

ベルトやバッグ、カバン類等のファッションの分野でも、そのデザイン性を發揮し、高級ブランドバッグなどにも採用されています。

ホース・ガスケット

多くの家庭で使われているガーデンホース（庭に水を撒いたりするホース）は、そのほとんどが塩ビ製です。さらに冷蔵庫のガスケット（パッキング）や洗濯機、掃除機のフレキシブルホースにも、塩ビがその軟らかさと丈夫さで役立っています。

塩ビホースは工業用の用途も広がっています。伸縮自在な、らせん蛇腹形のホースやスプリング等を芯に補強した工業用特殊ホースなど、構造を強化、弾性化するように改造したり、他のプラスチックやゴムと複合したものなど多様な種類が開発されています。

また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用いられています。

はきもの

塩ビ製のはきものといえば、一世を風びしたケミカルシューズがまず上げられます。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。



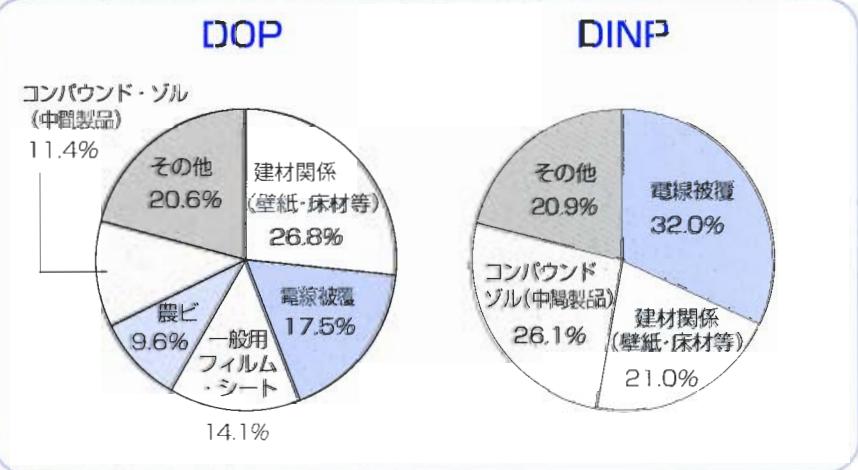
塗料・接着剤・顔料



塗料では、エマルジョン塗料の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。

接着剤では添加剤としてダンボール箱や家具などの合板用に、また顔料ではトナーなどの添加剤にも使用され、役立っています。

●図6
主なフタル酸エステルの用途別構成比



Section 4

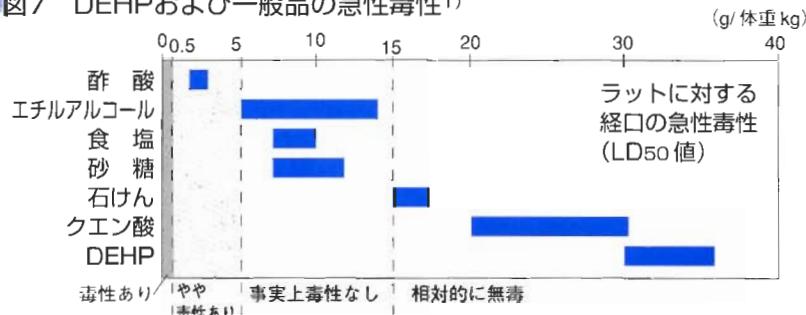
フタル酸エステルの 安全性

発ガン性、環境ホルモン問題が決着。 確かな安心と信頼で有用性を支えています。

フタル酸エステル、特に汎用性の高いDEHPの安全性研究は多角的な見地から繰り返し詳細に行われ、世界的にもその安全性は確認されています。ただし、安全性には“これで十分”ということではなく、現在も、これからも、さらなる安全性の確認努力が続けられています。

近年、DEHPの安全性確認に大きな進展が見られました。2000年、DEHPのヒトに対する発ガン性が国際機関によって否定され、2003年1月には、げっ歯類で見られる精巣への影響が靈長類では起きないことが確認されました(調査研究を継続中)。そして2003年6月、環境省がDEHPを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。

●図7 DEHPおよび一般品の急性毒性¹⁾



50年以上にわたる

多角的な研究の積み重ね

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の蓄積は膨大な量に上ります。

フタル酸エステルの安全性をチェックするポイントとしては、表4のような様々な項目があり、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、フタル酸エステルは通常の使用状況においてヒトの健康に影響を与える懼れはないと考えられています。

■フタル酸エステルの急性毒性は、食

●表4 DEHPを中心としたフタル酸エステルの安全性

項目	評価	備考	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。	○DEHPのLD50値(ラット、経口)は30~34g/体重kg。 ○同じく、食塩は8~10g/体重kg、砂糖は8~12g/体重kg。	1)
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。	○皮膚吸収による毒性は5~20ml/体重kgの範囲まで試験され、試験動物の死亡例はなく、毒性は極めて低いといえる。	2)
代謝	動物の体内での代謝・排出は極めて早い。	○犬への経口投与の場合、24時間以内に投与量の約90%が体外に排出される。	3)
変異原性	陰性(DNAに傷を付けない)。	○主なフタル酸エステル12種類について、微生物による変異原性試験を行い、変異原性は認められなかった。	4)
畸奇形性	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。	○極めて高濃度で見られる奇形は、一般的な高濃度では見られないが、ラットでは856~1,055mg/体重kg/dayの間で、マウスでは191~293mg/体重kg/dayで胎児毒性が発現する。	5)
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。	○可塑剤工業会ではDEHPとDINPについて靈長類を用いた13週間の反復経口投与試験を実施し、各臓器への影響を確認している。	6)
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) ^{※1} 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)。	○1980年、極めて高濃度のDEHPをラットに投与すると肝臓に腫瘍を引き起こすことが報告されたが、その後の研究で、肝腫瘍はげっ歯類に特有のメカニズムで起きることが明らかになり、ヒトへの発ガン作用はないと考えられている。 ○最近の主なアセスメント(米国NTP-CERHR ^{※2} (2000年)、EU(2001年)など)では、DEHPの発ガン性は問題視されていない。	7) 8) 9) 10) 11)
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)。	○詳細な試験(哺乳類と魚類を用いた試験および試験管内試験)により、女性ホルモン様作用だけでなく男性ホルモン様作用、甲状腺ホルモン様作用まで内分泌系への影響を総合的に評価。「SPEED'98」のリストに掲載されたDEHPなど9種類の可塑剤には、ヒトに対しても生態系に対しても内分泌搅乱作用は認められなかった。	12)
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)	○ラット、マウスに見られる精巣への影響では、精子そのものや造精子細胞には影響を与えておらず、精巣の小型化も回復可能な変化であることがわかっている。幼獣の時期が最も影響を受けやすい。 ○靈長類では、成熟に投与しても精巣には影響がないことが従来から知られていたが、新たな研究で、幼獣にも影響がないことが確認された。 ○残された不明確な部分は、生まれる前からの投与(母獣に投与し、生まれてきた子供にも継続的に投与)による精巣への影響(生殖発生毒性)およびラット、マウスではなぜ精巣に影響が起きるのかというメカニズムの解明の2点であり、日米欧の可塑剤業界が連携して研究を継続中。	13) 14)

※1) 国際ガン研究機関(IARC)：WHO(世界保健機関)の付属組織であり、ガン研究および発ガン性評価では世界的に最も権威のある機関。

※2) 米国NTP-CERHR(国家毒性計画・ヒト生殖リスク評価センター)：米国の各州府による化学物質の毒性研究をとりまとめて試験・評価・分類を行う「国家毒性計画」のもとに設置されたセンターで、化学物質のヒトの生殖・発生に対する影響の評価を行っている。

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図7でわかります。

■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。

■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。

特殊なケースも考えて 微細な影響までチェック

一方で、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なかには、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。近年の主なチェックポイントは以下の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)¹⁵⁾

●精巣への影響(精巣の小型化など)¹⁶⁾が起きることが知られていました。

また、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。

肝臓への影響(発ガン性問題) → 2000年に決着

DEHPはヒトに対して 発ガン性を示しません

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¹⁵⁾、発ガン性について疑問が提示されました。

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)はヒトでは働くかない、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⁷⁾。

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)へと引き下げました(表5)。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。

○米国CERHR(2000年):IARCの評価を引用(ヒトに発ガン性なし)¹⁰⁾

○厚生労働省(2002年):記載なし¹⁷⁾

○EU(2004年):発ガン性なし¹¹⁾

●表5 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)	アスペスト、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)

内分泌系への影響(環境ホルモン問題) → 2003年に決着

業界はいち早く対応し、女性ホルモン 様作用がないことを確認済み

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。

一部のフタル酸エステルでも、試験管レベルの研究でごく弱い女性ホルモン(エストロゲン)様作用が認められたとする報告¹⁸⁾があり、「SPEED'98」に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¹⁹⁾。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²⁰⁾を行うとともに、DEHPとDBPについては、より詳細な試験を行い、女性ホルモン様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²¹⁾。

DEHP等は環境ホルモン ではないと環境省が発表

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、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ました¹²⁾。

これは、「SPEED'98」に基づいて行った総合的な研究の結果をまとめたもので、対象は可塑剤全9種を含む計20物質です。哺乳類(ヒト)への影響を見るために、げっ歯類(ラット)を用いた1世代試験および試験管内試験などを行い、また、生態系への影響を見るために魚類(メダカ)を用いたビテロジェニック^{※3}産生試験、パーシャルライフサイクル^{※4}試験および試験管内試験などを行って、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にチェックしています。

※3) 肝臓で合成される卵黄タンパク前駆体

※4) 受精卵から成熟期を通して(約70日間)化学物質を曝露する試験

精巣への影響（生殖毒性）➡ げっ歯類と違い、靈長類では精巣に影響を示さない（調査研究を継続中）

DEHPのリスク評価の焦点として唯一残された課題

前述のように、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、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。

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。現在、この生殖毒性が、DEHPに対する各種のリスクアセスメントにおける焦点となっています。

ヒトの健康に対するDEHPの影響をより詳しく調べるため、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⁶⁾。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。このことはCERHRや厚生労働省のリスクアセスメント^{10) 17)}でも認められています。

げっ歯類では幼若期に影響を受けやすかったことから、可塑剤工業会は2003年、靈長類についても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。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¹⁴⁾。この結果は2003年のSOT（国際的な毒性学会）で発表されました。

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、体内的な挙動に種差があることも明らかになっています。

種差とメカニズムの解明で早期の最終決着を目指す

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。こうした観点に立ち、日米欧の可塑剤業界は連携して、さらに詳細な検討を行っています。

幼若期および成獣では種差は明らかになりましたが、生まれる前からの影響（交配前からの曝露や妊娠、授乳中の曝露による影響）について、生殖発生毒性の観点から研究が進められています。また、体内での挙動の詳細や、げっ歯類ではなぜ精巣に影響が起きるのかというメカニズムの解明も進められています。

DEHPの曝露とリスク評価、規制

DEHPの使用は一般の人々の健康に対するリスクを高めない

DEHPの曝露状況は、一般市民の曝露量で17μg/体重kg/day^{**5}（EUの提案2004年）とされています¹¹⁾。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。

これは、厚生労働省などのリスクアセスメントでDEHPのTDI（耐容1日摂取量）^{**6}に採用されている40～140μg/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^{10) 11) 17)}。

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。

日本では2003年8月、げっ歯類に見られる精巣・生殖への影響を根拠として、乳幼児が口に入るおもちゃおよび油を含む食品の容器包装で、DEHPを使った塩ビの使用が規制されました¹⁷⁾。

一般の曝露レベルは極めて低い

また、医療器具や食品用手袋では、安全上の注意を呼びかける行政からの通知、通達が出されています。

欧米でも乳児が口に入れる可能性のあるおしゃぶり等のおもちゃで使用規制が行われていますが、米国は業界の自主規制であり、EUでは暫定措置です。

安全性の解明で、リスク評価をより適正なものに

DEHPのリスク評価の基となっている前述のTDIは、ヒトに対する確かなデータがないため、動物実験において最も低濃度で見られた影響（げっ歯類での精巣・生殖への影響）^{22) 23)}を評価対象とし、その最大無作用量に安全率として1/100をかけたものです。しかし、げっ歯類での影響がそのままヒトにも当てはまるわけではなく、反対に最近では種差を示すデータが集まっています。

今後、種差やメカニズムの解明が進めば、予防的で過剰ともいえる現在のDEHPのリスク評価がより適正なものへと変わっていくことが期待されます。

今後の取り組み

安全性に関しては、もうこれで大丈夫ということはありません。

可塑剤工業会では、安全性をより確かなものとして可塑剤の有用性を支えていくため、欧米の可塑剤業界との連携を深めながら、今後とも調査・研究に積極的に取り組んでいく所存です。

欧州でのCMR物質の一般消費者に対する直接販売の制限について

2003年5月、EUではCMR物質（C:発ガン性、M:変異原性、R:生殖毒性があるとされる物質）の取り扱いに関するEU指令が公布されました。

これはCMR物質とされる約60の化学物質を対象とし、EU域内に限定して一般消費者に向けて化学物質そのもののないしは混合物を直接販売することを制限するというものです。フタル酸エステルではDEHPとDBPがR物質としてあげられていますが、その背景や評価の意味、妥当性については前述の通りです。

この規制は消費者保護の観点によるもので、製造業者に向けた原料の販売や、消費者に向けた加工品などの販売は規制外のため、ビジネスへの実質的な影響はないものと思われます。

フタル酸エステルは こうして作られます

より深くフタル酸エステルを理解していただくために、少々専門的になりますがフタル酸エステルがどのようにして作られるのかを説明しましょう。

原料は無水フタル酸と 高級アルコール

●無水フタル酸

無水フタル酸 [C₆H₄(CO)₂O] は、オルソキシレンまたはナフタリンを空気酸化して工業的に作り出すことができます。

●高級アルコール

可塑剤用の高級アルコールは、かつては発酵法で製造されていました。昭和30年代に入って石油化学が開花し、オキソ合成という画期的な製造法が開発されてからは、安く大量に供給できるようになり、アルコールの種類も急激に増加しました。

フタル酸エステルは、アルコールの種類ごとに異なる性能が得られるため、高級アルコールの新しい製造法の

開発は、塩ビ製品の用途拡大にも大きく貢献しています。

フタル酸エステルの製造法

フタル酸エステルは、無水フタル酸とアルコールとの化学反応により合成されます。この反応をエステル化反応と呼びます。

製造工程は、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（図8）。

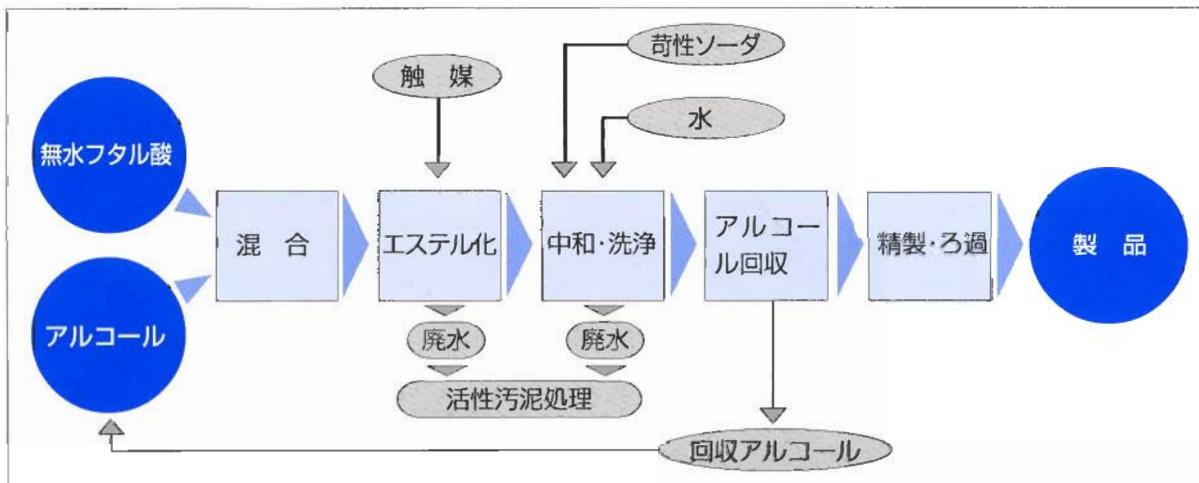
でき上がったフタル酸エステルは、厳重な品質チェックが施された後、タンクローリーやドラム缶に詰められて出荷されます。

環境を保全する管理体制

フタル酸エステルの製造工程はクローズド方式です。廃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。

2000年から本格的に導入されたPRTR(環境汚染物質の排出・移動登録)では、主なフタル酸エステルについても排出・移動量がオープンにされており、環境中に排出される化学物質の総量を削減しようというPRTRの精神に基づいた管理体制の強化と排出量削減の取り組みが進められています。

●図8 フタル酸エステルの製造工程



※5) EUが提案するDEHPの曝露量は、ヒトの尿の実測値を用いた値。従来のような空気、食べ物、水からの推定摂取量を計算して出した値に比べ、正確性が高い。
※6) TDI(耐容1日摂取量)：ヒトが一生涯摂取しても影響を生じないと考えられる量。

■P10-12の安全性に関する引用文献

- 1) 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), P89-92 (1974).
- 2) 可塑剤工業会、フタル酸エステル(PAE)の安全性に関する質問解答集(第2集), P106-107 (1977).
- 3) 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3集), P147-157 (1978).
- 4) 大場塚裕他、衛生試験所報告, No.93.1 (1979).
- 5) Tyk RW et al. Environ Appl. Toxicol. 10, 365-412 (1988) または NTP 86-309, National Toxicology Program (1988).
- 6) 可塑剤工業会、可塑剤インフォメーション, No.7 (1997).
- 7) 可塑剤工業会、可塑剤インフォメーション, 稼時号 (2000).
- 8) Kurata Y, Kidaichi F, et al. Toxicological Sciences, 2/49-56 (1998)
- 9) IARC/IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Volume 77. Some industrial chemicals 2000. IARC
- 10) NTP-CERHR EXPERT PANEL REPORT. DEHP (Di-2-Ethylhexyl Phthalate). October 2000
- 11) EL. DEHP Consolidated Final Report: February 2004 Chapters 4-6
- 12) 環境省「平成15年度第一回内分泌擾乱化学物質問題検討会」資料8-2
- 13) 可塑剤工業会、可塑剤インフォメーション, No.7 (1997).

- 14) 可塑剤工業会、可塑剤インフォメーション, 稼時号 (2003).
- 15) NTP. Technical Report Series No.217 (1982).
- 16) 小鼠膀胱、フタル酸エステルの生殖・発生無毒量、線量毒性の関係差、種差及びDEHPの1日耐容摂取量 日本食品化学会誌 7, 65-73 (2000) および 8, 1-16 (2001).
- 17) 野生動物、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業界・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.
- 18) Environmental Health Perspectives, 103, Supplement 7, October, 1995. Estogens in the Environment.
- 19) 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, P6.9 (1998).
- 20) 可塑剤工業会、可塑剤インフォメーション, No.12 (1999).
- 21) 可塑剤工業会、可塑剤インフォメーション, No.10 (1998).
- 22) Poos 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.
- 23) Lamb JC, et al. 1987. Reproductive effects of four phthalate acid esters in the mouse. Toxol Appl Pharmacol 88:235-269.

Section 5

フタル酸エステルと地球環境

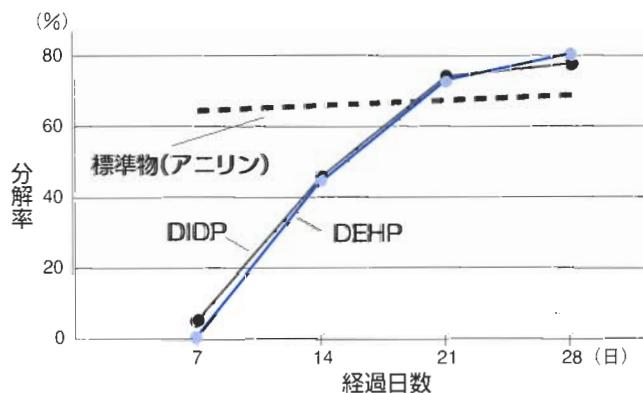
環境中では容易に代謝・分解

いま、化学物質による環境汚染について様々な問題が指摘されていますが、主に問題とされているのはPCBのような難分解性で環境残留性や生物濃縮性のある物質です。それらはすでに規制の対象となり、適切な対策が進められています。

一方、フタル酸エステルは、たとえ環境中に放出されても微生物によって容易に分解を受け、また、生体内でも速やかに代謝、排出されるため、蓄積、残留して環境に影響を与えるリスクは極めて低い物質といえます。

実際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年以来継続的に進んでいる環境測定(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)の結果では、フタル酸エステルは環境中ではほとんど検出されず、蓄積もしていませんでした。

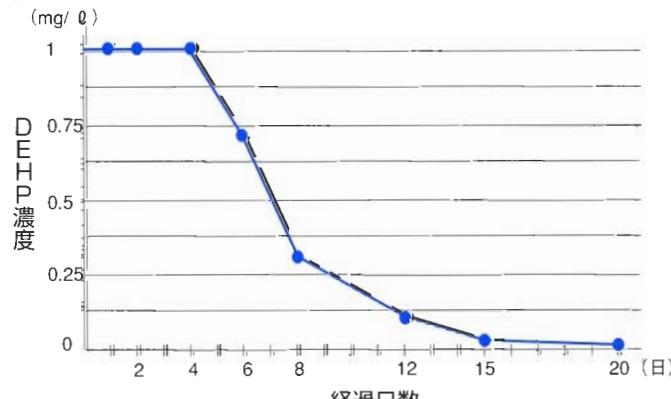
●図9 微生物によるDEHP、DIDPの分解性(化審法による試験法で測定)



*試験物質100mg/lに微生物を含む活性汚泥30mg/lを加えて測定(温度は25±1°C) [財]化学物質評価研究機構 1993年

◎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います。

●図10 河川水によるDEHPの分解性(自然浄化作用)



*DEHP3mgに河川水(多摩川)を30ml加え25°Cで攪拌しながら測定 [財]化学物質評価研究機構 1993年

◎DEHPが川の水など、自然環境において良く分解することが分かります。

環境濃度を定期的に監視

化学物質の環境へのリスクを評価する基礎となるのが、環境中に実際どの程度存在しているのかを調べる環境モニタリングです。生態系への影響を抑えるという環境保全の観点からみると、河川水、地下水、海水などの水圈への影響が重要なチェックポイントです。

可塑剤工業会では、(財)化学物質評価研究機構に委託して1993年以来毎年春・秋の2回、環境モニタリング調査を継続的に行っています(表5・2001年より年1回春季のみ測定)。この調査は、主なフタル酸エステルであるDEHP、DBP、DINPの3種類について、関東、関西の計22カ所(水源湖・河川水/8カ所、地下水/6カ所、水道水/4カ所、海水/4カ所)を定点測定するものです。

調査の結果は、ほとんどの地点で定量限界値未満(検出されない)というものでした。計19回の測定時における検出例は、延べ396箇所中、わずかにDEHPが関東10例、関西15例で、DBPが関東3例、関西3例、DINPは0例でした。検出例はいずれも $2\mu\text{g}/\text{l}$ (2ppb)以下の極めて検出限界に近いレベルであり、増加の傾向も認められません。こうした結果は、環境省による調査の結果ともほぼ合致しています。

1リットル中に $2\mu\text{g}$ (=0.002mg)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 2l 飲んだとしても $4\mu\text{g}/\text{day}$ であり、厚生労働省によるDEHPのTDI(耐容1日摂取量) $2,000\mu\text{g}/\text{day}$ (体重50kgの成人の場合)と比べても十分な余裕があります。また、このTDIは、靈長類では見られないげっ歯類での異常に基づいて定められていることを考え合わせると(P12参照)、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。

容易に代謝・分解され 環境中には蓄積しない

環境への影響をみると、分解性は重要な要素です。フタル酸エステルは、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（図9）。

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、フタル酸エステル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（図10）。

また、フタル酸エステルは水に溶けにくい難溶性の物質であり、元々、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¹⁾。

一方、万が一フタル酸エステルが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²⁾。

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³⁾。

としています⁴⁾。一方、実際の室内環境中の濃度は、環境省の調査によると $23\sim3,400\text{ng/m}^3$ であり⁵⁾、最大値でも指針値の数十分の1程度に過ぎず、問題のないレベルであることが確認されています。

さらなる環境保全に向けて

生活環境中の安全性も確認

フタル酸エステルは暮らしの中で幅広く使われていることから、シックハウスなど室内環境中の健康影響についても調査・安全管理が進められています。

厚生労働省のシックハウスに関するガイドラインでは、DEHPの室内濃度指針値を、 $120\text{ }\mu\text{g/m}^3$ ($=120,000\text{ng/m}^3$)

以上のようなことから、フタル酸エステルは環境中ではほとんど検出されず、また、万が一環境中に放出されたとしてもすぐに代謝・分解されるため、生体内や環境中に蓄積、残留して影響を与えるリスクは極めて低いと考えられます。

しかしそれに安心するのではなく、フタル酸エステルが幅広く活用されているという事実を認識し、環境リスクを少しでもゼロに近づけるための努力を今後とも継続して行ってまいります。

●表5 フタル酸エステル(DEHP,DBP,DINP)の環境濃度調査結果 (財)化学物質評価研究機構

単位: [$\mu\text{g/l}$] = $\times 0.001 [\text{mg/l}]$

採取場所	1996年		1997年		1998年		1999年		2000年		2001年	2002年	2003年
	春季	秋季	春季	秋季	春季	秋季	春季	秋季	春季	秋季	春季	春季	春季
関東地区	奥多摩湖	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	多摩川羽村取水口	ND	ND	ND	DEHP:2 DBP:1	DEHP:2 DBP:1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	多摩川二子橋	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	DEHP:2	ND	DEHP:1	ND	ND
	多摩川大師橋	ND	ND	ND	ND	ND	ND	DBP:2	ND	ND	ND	ND	ND
	あきる野市地下水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	—	ND	ND	ND
	世田谷区地下水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	—	ND	ND	ND
	墨田区地下水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	—	ND	ND	ND
	横浜市栄区水道水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	—	ND	ND	ND
	墨田区水道水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	—	ND	ND	ND
	東京湾A	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	—	ND	ND	ND
関西地区	東京湾B	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	—	ND	ND	DEHP:1
	琵琶湖近江大橋	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	宇治川觀月橋	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	淀川枚方大橋	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	DBP:1	ND	DEHP:1	ND	ND
	淀川伝法大橋	ND	ND	ND	ND	DEHP:1	ND	ND	ND	ND	ND	DEHP:1	ND
	宇治市地下水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	—	DEHP:2	ND	ND
	寝屋川市地下水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	DEHP:2	—	DEHP:1	DEHP:1	ND
	大阪市天王寺区地下水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	—	ND	ND	ND
	大阪市西淀川区水道水	ND	ND	ND	ND	DBP:1	ND	ND	ND	—	ND	ND	ND
	兵庫県加古川市水道水	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	—	ND	ND	ND
	大阪湾A	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	—	ND	ND	ND
	大阪湾B	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	—	ND	DEHP:1	ND

* ND=DEHP,DBP,DINPともに定量限界値未満 * 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岸壁寄りの地点 * 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の欄は、1999年までは西淀川区地下水のデータで、2000年より調査地点を変更し、天王寺区地下水のデータとなっています。

* 寝屋川市地下水の欄は、2002年までは守口市地下水のデータで、2003年より調査地点を変更し、寝屋川市地下水のデータとなっています。

1) C. A. Staples, et al.: The environmental fate of phthalate esters. Chemosphere, 35, 1997.

2) 可塑剤工業会「フタル酸エステル(PAE)の安全性に関する質問解答集」(第2集), P71~78, (1977).

3) 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).

4) 厚生労働省「シックハウス(室内空気汚染)問題に関する検討会中間報告書-第6回及び第7回のまとめ」平成13年7月24日

5) 環境省「室内環境中の内分泌かく乱化学物質の実態調査結果」平成12年8月2日

地球環境と塩ビ

塩ビは二酸化炭素の排出量が少なく、省資源・省エネにも貢献しているなど優れた環境特性を持っています。

●地球温暖化防止に

塩ビは製品を作るときや使い終わって焼却処理をするときに、他の素材に比べて二酸化炭素の排出量が少ないプラスチックです。

●石油資源の節約に

塩ビの組成は、約60%が地球上に豊富にある天然の塩です。100%石油から作る他のプラスチックに比べ、限りある石油資源の節約に大きく貢献しています。

●省エネルギーに

塩ビは生産工程において、他のプラスチックに比べエネルギー消費が少ない省エネ型プラスチックです。

また、硬質塩ビ製の窓枠はアルミニウムの1,000倍の断熱性があり、「次世代省エネ基準」に適合しています。エネルギーの節約に役立つ省エネ製品として普及しています。

●森林資源の保護に

塩ビは床材・壁紙などの用途で木や紙の代わりとして使われ、森林資源の保護に寄与しています。

塩ビのリサイクルが進んでいます

可塑剤用途の大部分を占める塩ビはリサイクルの優等生。使用済み塩ビの30%強がリサイクルされています。さらに、100%リサイクルを目指して新しいリサイクルシステムの開発やリサイクル体制の整備も進められています。

農ビは約50%、電線被覆は約35%をリサイクル

●使用済み農ビ

農ビのリサイクル率は50%にも上り、床材やシートなどの原料として再利用されています。さらに農ビメーカー7社と全国農業協同組合連合会（全農）が共同し、「農ビリサイクル促進協会（NAC）」を設立しました。全国レベルでの回収・処理システムの構築や処理技術・用途開発などの調査・研究を行い、将来的には100%の完全リサイクルを目指しています。

●使用済み電線被覆

電線被覆は約35%がリサイクルされ、再び電線被覆として利用されたり、床材やサンダルの原料として再利用されています。

また、(社)電線総合技術センターを中心

として電線業界が取り組んでいる塩ビ系電線被覆のリサイクル技術の開発を、塩ビ業界も支援し、多面的なリサイクルシステムの構築に取り組んでいます。

新しいリサイクルシステムが次々に登場

●高炉原料化

高炉原料化は、鉄をつくる際の還元剤として用いられるコークスの一部をプラスチックで代替する技術です。製鉄にともなう二酸化炭素の排出低減など、環境面での効果も期待されています。

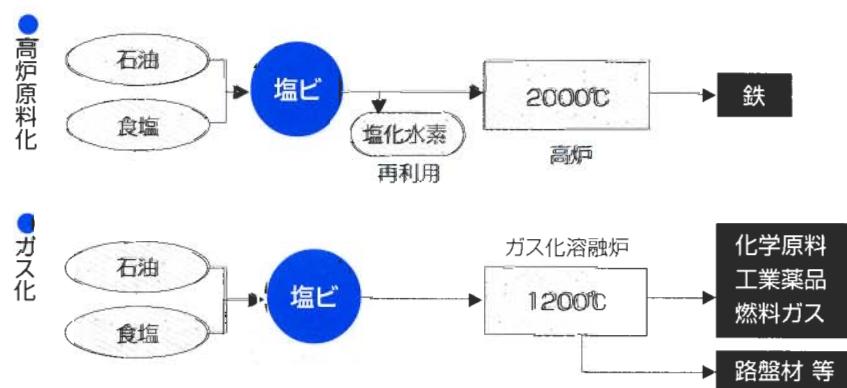
塩ビ業界では、JFEスチール（旧NNK）と共同で研究開発に取り組み、1998年にパイロット規模での実証プラントが完成。2000年には実用化実証プラントが稼動し、2004年には本格操

業開始が予定されています。

●ガス化

塩ビ製品を高温で分解すると、塩化水素、水素、一酸化炭素などの有益なガス成分にリサイクルできます。塩ビ業界は、新日鐵／ダイセルや住友金属と塩ビ樹脂を含む多様な使用済みプラスチックのガス化技術の実用化に取り組んできました。

このプロセスから得られる水素、一酸化炭素はアンモニア、メタノールの製造や発電等のガス燃料として使用されます。一方、塩化水素（塩酸）は化学原料や工業薬品として広く利用されます。また、宇部興産／荏原製作所や昭和電工は、加圧2段ガス化炉によるプラントを稼働させており、容器包装リサイクル法に対応しています。



次の世代に快適な暮らしと住みよい環境を手渡すために



もし可塑剤がなかったら!

より安全で、より有用な 可塑剤を目指して

もし可塑剤がなかったら……軟らかい塩ビ製品がすべて存在しなくなってしまうのですから、大変なことです。

可塑剤を使った塩ビ製医療器具の発達は、様々な治療を従来より安全で経済的に行えるようにしました。

ビニール電線がないと建物の屋内配線ができず、もちろん便利な家電製品も使えません。家電製品のコンパクト化や高機能化も実現しなかったでしょう。

塩ビ製壁紙がなければ、壁紙の耐久性や施工性等の低下を招きかねず、暮らしの彩りも損なわれるかもしれません。

丈夫で経済的な塩ビが自動車の内装・外装や、配線などの電装品として活躍してこなかつたら、モータリゼーションの訪れはもう少し遅れていたでしょう。

農業用ビニールフィルムがなくなると、冬の間は食べられなくなってしまう野菜や果物がずいぶんの数に上ります。

可塑剤は、いまや、そしてこれからも社会にとって欠かすことのできない重要な素材なのです。それゆえにこそ、人体や環境へ少しでも影響を与えることが許されないのは、これまでに述べてきたとおりです。

可塑剤メーカー10社で構成する可塑剤工業会では、PAE環境安全委員会という組織を設置し、フタル酸エステルの環境・安全性問題に対する様々な施策の立案、実施に当たっています。

15ページでも述べましたが河川等の自然環境を定期的にチェックしたり、可塑剤に関する世界各国の研究データや文献を収集整理することなどに継続的に取り組んでいます。

また、可塑剤工業会では欧米の可塑剤業界（米国ACC：米国化学工業協会、欧州ECPI：欧州可塑剤・中間体協議会）と毎年定期的に会合を開

き、環境・安全性問題に関する情報交換、試験・研究の協力等、国際的な協力体制づくりを進めています。

さらに、本冊子やニュースレター「可塑剤インフォメーション」、インターネットのホームページなどを通じて、可塑剤の正しい姿をより多くの方々にお伝えするのも重要な活動のひとつです。可塑剤へのいかなる疑問にもお答えしていくこう、という姿勢で臨んでいます。

こうした取り組みは、私たちの世代だけの問題ではなく、子供たちや孫、さらにその先の世代へと、きれいな地球と快適な暮らしを手渡していくために、欠かすことのできないものと考えているからなのです。

●可塑剤工業会ホームページ
<http://www.kasozai.gr.jp>

可塑剤工業会

東京都港区元赤坂1-5-26 東部ビル4F ☎ 107-0051

tel. 03-3404-4603(代) fax. 03-3404-4604

<http://www.kasozai.gr.jp>

会員会社

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

(ABC順)



このパンフレットは、古紙配合率100%再生紙を
使用し、太豆油インクを使って印刷しています。

2004.4