

厚生科学研究費補助金（生活安全総合研究事業）

協力研究報告

軟質ポリ塩化ビニル製玩具からのフタル酸エステル曝露量の算定 及び平成 12 年度購入玩具中の可塑剤の分析

分担研究者 石綿 肇 国立医薬品食品衛生研究所

協力研究者 杉田 たき子、阿部 有希子

要旨

平成 10 及び 11 年度厚生省生活安全総合研究事業により以下の研究結果が得られたことから、我が国の乳幼児における軟質ポリ塩化ビニル(PVC)製玩具由来のフタル酸エステル類曝露量の算定を行った。軟質 PVC 製玩具 58 製品のフタル酸エステル類の実態調査によると、フタル酸エステル類の総含有量は 14 ~ 59 % (平均 34 %) で、最も使用頻度が高いものはフタル酸ジイソノニル(DINP)、ついでフタル酸ジ-(2-エチルヘキシル)(DEHP)であった。乳幼児が玩具等を舐めたり口に入れたりする行動(mouthing 行動)の観察結果、乳幼児における一日の総 mouthing 時間は平均 105.3 ± 72.1 分であったが、おしゃぶり玩具は PVC 製は製造されてなく通常のおしゃぶりとは異なる挙動を示すことから mouthing 時間から除くのが妥当であり、一日の mouthing 時間はおしゃぶり乳首時間を除いた mouthing 時間の平均値 73.9 ± 32.9 分間とした。大人が PVC 製玩具(玩具 A、歯がため、39 % DINP 含有)の試験片を口に入れ、唾液中に溶出した DINP を定量したところ、試験機関 A (25 名)の場合、13.7 ~ 240.4 $\mu\text{g}/10\text{cm}^2/\text{h}$ 、平均 109.0 $\mu\text{g}/10\text{cm}^2/\text{h}$ であり、試験機関 B (12 名)は 13.2 ~ 137.3 $\mu\text{g}/10\text{cm}^2/\text{h}$ 、平均 68.5 $\mu\text{g}/10\text{cm}^2/\text{h}$ の溶出が認められた。いずれの場合も溶出量のバラツキが大きいことから、乳幼児の一日摂取量を推定するための溶出量としては、機関 A と機関 B を合計した被験者 37 名による結果、すなわち平均値 92.4 $\mu\text{g}/10\text{cm}^2/\text{h}$ を用いるのが妥当と考えた。

これらの実験結果、すなわち、おしゃぶり乳首を除いた mouthing 時間と玩具 A (歯固め、37 名)の溶出結果を基に乳幼児の DINP の一日推定摂取量を算定したところ、点推定法による平均値は 14.3 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ 、Monte Carlo 法による平均値は 14.8 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ となった。この値は EU が設定した DINP の TDI 150 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ の 10 % に相当した。また、DEHP が DINP と同量含まれ、同様に溶出するとした場合は我が国の TDI である 40 ~ 140 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ の 37 ~ 11 % に相当した。また、フタル酸エステル一日摂取量の 95 パーセンタイル値は 35.7 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ であり、下限値の 40 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ 以上を摂取する乳幼児は 3.1 % であることが推定された。

・ 軟質 PVC 製玩具からのフタル酸エステル曝露量の算定

A. 研究目的

フタル酸エステル類は、生殖異常や肝臓、腎臓に対する影響が報告されており、内分泌かく乱作用や、発ガン性が疑われる物質もある。EU では 6 種類のフタル酸エステルについて TDI が設定されており、我が国でも本年（2000 年）6 月に DEHP について 40 ~ 140 μ g/kg/day の TDI が設定された。他方、乳幼児における玩具からのフタル酸エステル類の摂取量については、欧米においても種々の調査がなされており、オランダ、アメリカなどで、乳幼児の PVC 製玩具からのフタル酸エステル摂取量の推定が行われ、報告されている。

このような背景を踏まえ、平成 10 年度から厚生科学研究補助金により、我が国の乳幼児における PVC 製玩具由来のフタル酸エステル類による曝露量を推定するための研究が行われ、以下の研究結果が報告された。玩具に含有されるフタル酸エステル類の種類、含有量、使用頻度などの実態調査、乳幼児が玩具類等を舐めたり口に入れたりする行動（mouthing 行動）の観察による一日の mouthing 時間の測定、PVC 製玩具試験片を大人が口に入れ、軽く噛んだり、動かしたりする chewing 試験による、唾液中に溶出するフタル酸エステル類の量の測定。平成 10 年度及び 11 年度研究報告の及びの結果を基に、統計処理を行い、我が国の乳幼児が玩具から摂取するフタル酸エステル量を算定した。

B. 研究方法

1. 摂取量の推定方法

6 ~ 10 ヶ月児各 5 名計 25 名について一日の活動時間の行動をビデオカメラで撮影後、mouthing 行動を秒単位で測定し、一日の活動時間中の mouthing 時間を推計した。また、フタル酸エステル含有量の異なる 3 種類の玩具試験片を用いて、2 研究機関（機関 A：25 名、機関 B：12 名）で大人のボランティアによる chewing 試験を実施し、唾液中に溶出するフタル酸エステル量を測定した（以上は平成 10、11 年度の厚生科学研究報告による）。

フタル酸エステルの一日の推定摂取量の算定は、mouthing 時間と chewing による溶出量、それぞれの平均値及び変動係数を基に、点推定法、積の誤差法による 95 パーセンタイル、Monte Carlo 法の 3 種類の統計手法を用いて行った。

C. 研究結果

1. 軟質 PVC 製玩具中のフタル酸エステル類の含有量

平成 10 年 10 月におしゃぶり玩具、歯固め、ガラガラ、ままごと用疑似食品、ボール、浮き輪、ソフトイなどの軟質 PVC 製玩具 58 製品を入手し、材質中の各種フタル酸エステル類を定量した。表 1 に試料ごとの検出結果を、表 2 にそのまとめを示した。全ての製品からフタル酸エステルが検出され、総含有量の最高はボール No.6 で玩具重量当たり 59 %、最低はソフトイ No.5 の 14 %であった。総含有量の平均は 34 %であり、40 %以上のものがおしゃぶり玩具、ままごと用疑似食品、ボール、ソフトイなど 12

製品あった。検出されたフタル酸エステルは5種類、検出率が最も高かったのはフタル酸ジイソノニル（DINP）で、48製品から検出され、検出率は83%、含有量は平均31%、最高58%であった。次いで、DEHPが15製品から検出され、検出率26%、含有量は平均21%、最高38%であった。そのほか、フタル酸ジブチル（DBP）、フタル酸ジノニル（DNP）及びフタル酸ジヘプチル（DHP）が検出された。

このように軟質PVC製玩具のすべてに可塑剤としてフタル酸エステル類が添加されており、その含有量は、平均で34%、最大59%であり、PVC製手袋中のフタル酸エステル含有量（平均35%、最大38%）と同程度かそれ以上の含有量であった。また、最も検出率が高かったのはDINPであるが、2番目のDEHPは、EU内を対象としたグリーンピースの調査結果では検出率13%、アメリカでは3%であり、これらに比べ我が国での検出率は26%と高かった。

2. 乳幼児の mouthing 時間の実態調査

我が国の乳幼児の mouthing 行動の実態を把握するため、まず3～12ヶ月児について、各月齢児5名ずつ計50名の乳幼児を選抜し、オランダと同様に親による記録観察調査を行ったところ、mouthing 時間は6～10ヶ月児が長いことが確認された。次に、mouthing 行動をより正確に把握するため、6～10ヶ月児各5名計25名の親に、2日間の乳幼児の起床時刻、就寝時刻、食事開始・終了時刻の記録、及び乳幼児が起きていて食事以外の時の様子を1時間に1回を目安として15分間ずつ10回、計150分間、ビデオカメラによる記録を依頼した。ビ

デオ記録に基づき被験児の mouthing 行動を秒単位で測定し、一日の活動時間中の mouthing 時間を推計した。なお、mouthing 行動は口に入れた対象により、おしゃぶり乳首、玩具、玩具以外の合成樹脂製品、その他（ヒモ、布等）及び指に分類した。おしゃぶり乳首とは、シリコンや天然ゴム製の哺乳びんの乳首と同じものをリングにとりつけたものである。PVC製おしゃぶりは玩具に分類している。

一日の総 mouthing 時間の分布は図1-(1)に示したように、11.4～351.8分と極めてバラツキが大きかったが、81～100分に最大分布があり、平均 mouthing 時間は 105.3 ± 72.1 (S.D.)分であった。月齢別の mouthing 内容と時間を図1-(2)に示したが、総 mouthing 時間は8及び9ヶ月児で長く、これは、特におしゃぶり乳首の使用の影響が大きかった。

一方、オランダの研究グループの報告では、おしゃぶり乳首がシリコン樹脂製や天然ゴム製がほとんどでPVC製のは市販されていないという理由から、mouthing 時間からおしゃぶり乳首を口にした時間を除いている。そこでおしゃぶり乳首を除いた mouthing 時間を求めると平均 73.9 ± 32.9 分であった（図2-(1)）。我が国でもPVC製のおしゃぶり乳首は製造されてなく、おしゃぶり乳首を口に入れている行動は通常 of mouthing 時間行動とは異なる挙動を示したことから、摂取量の推定には、オランダと同様におしゃぶり乳首を除いた mouthing 時間（平均 73.9 ± 32.9 分、最大136.5分）を用いることとした。

3. ヒトの chewing による玩具から唾液への DINP 溶出量

ヒト chewing 試験には、DINP 含有量が

平均含有量よりやや高めの歯固め（玩具 A、含有量 39 %）と最大値のおしゃぶり玩具（玩具 B、58 %）及びガラガラ（玩具 C、38 %）の 3 種類を用い、平成 10、11 年に 2 機関で実施した。玩具は表面積 15cm² の試験片とし、大人のボランティアが口に含み、軽く噛んだり、舌で口中を転がす chewing 操作を行った。この間、唾液は飲み込まないで、一定時間（15 分間）後に他の容器に移し取った。機関 B は同様の操作を 4 回繰り返した。唾液は希釈あるいは抽出後、高速液体クロマトグラフィーにより、DINP を分析した。なお、試験片は 15 cm² で作成したが、オランダ、アメリカでは子供の口腔を考慮し、推定摂取量の算出は 10 cm² 当たりに換算しているため、それに従った。

玩具 A の chewing 試験は 2 機関で行い、その結果を図 3 に示した。平成 11 年度に機関 A で行ったボランティア 25 名の溶出量は 13.7 ~ 240.5 μ g/10cm²/h（平均 109.0 ± 55.5）（図 3 -(1)）、機関 B で実施した平成 10 及び 11 年の結果を合わせた場合は 13.2 ~ 137.3 μ g/10cm²/h（平均 68.5 ± 56.9）（図 3 -(2)）、両機関の結果を合わせると 13.2 ~ 240.4 μ g/10cm²/h（平均 92.4 ± 56.8）であった（図 3 -(3)）。

玩具 B からの機関 B における平成 10 年度の溶出量は 40.6 ~ 267.3 μ g /10cm²/h（平均 166.4 ± 78.0）、11 年度の溶出量は 28.4 ~ 99.3 μ g/10cm²/h（67.3 ± 26.9）、両年の合計は 28.4 ~ 267.3 μ g/10cm²/h（平均 107.0 ± 71.5）であった（図 4 -(1)）、玩具 C の溶出量は 10.5 ~ 248.7 μ g/10cm² /h（平均 86.8 ± 83.0）であった（図 5）。

各試料ともに溶出量の最小値と最大値の差が 10 倍から 25 倍と、極めてバラツキが大きかった。しかし、平均溶出量、標準偏差、最小・最大値は 3 試料とも非常に近似した値であった。

溶出量のバラツキが大きい原因を検討したところ、唾液の量や pH との関係は見られず、また、同一人物による chewing 試験を 2 回繰り返したときのバラツキも小さかったことから、溶出量のバラツキは個人の唾液成分の差や口中での試験片の動き、すなわち個人の chewing の差に左右されるものと考えられた。このことから実際に乳幼児が玩具を口に入れた場合も、溶出量は個人によって大きくバラつくものと考えられた。

乳幼児の一日摂取量を推定するための溶出量としては、機関 A と機関 B を合計した被験者 37 名による玩具 A の結果、すなわち平均値 92.4 μ g/10cm²/h（図 3 -(3)）を用いるのが妥当ではないかと考えた。

4. 玩具からの DINP 一日摂取量の推定

玩具からのフタル酸エステル一日摂取量は、玩具 A、B 及び C の chewing による DINP 溶出量の平均値及び標準偏差と、乳幼児の総 mouthing 時間及びおしゃぶり乳首を除いた mouthing 時間から算出した。摂取量の算出方法としては 点推定法、

積の誤差法則による 95 パーセントイル、及び Monte Corlo 法の 3 種類の統計手法を用いた。なお、乳幼児の体重は、平成 2 年乳幼児身体発育調査結果の 50 パーセントイル値に基づく、3 ~ 10 ヶ月児の平均体重 7.96kg とした。

点推定法

ヒト chewing による DINP 溶出量と mouthing 時間それぞれの平均値及び最大

値を用いて推定摂取量を計算し表 3 に示した。玩具いずれの平均溶出量を用いてもおしゃぶり乳首を除いた mouthing 時間に基づく推定摂取量は $9.8 \sim 25.8 \mu\text{g/kg/day}$ とほぼ近い値を示した。chewing 溶出試験で最も人数が多く、平均的な玩具 A ($n = 37$) を用いた平均値は $14.3 \mu\text{g/kg/day}$ を平均推定摂取量とすることが妥当であると考えられる。なお、総 mouthing 時間に基づく、玩具 A ($n = 37$) の平均推定摂取量は $20.4 \mu\text{g/kg/day}$ となる。また、考えられるワーストケースである最大摂取量は総 mouthing 時間の場合は $177.1 \mu\text{g/kg/day}$ 、おしゃぶり乳首を除くと $68.7 \mu\text{g/kg/day}$ となった。

積の誤差法則による 95 パーセントイル

ヒト chewing による玩具 A、B、C からの DINP 溶出量と mouthing 時間のそれぞれの平均値と標準偏差値から 95 パーセントイルを算出し、結果を表 4 に示した。なお、玩具 A の溶出量平均値は試験機関 A 25 名及び試験機関 A と B を合計した 37 名の結果を用い、玩具 B は試験機関 B の 2 年間の結果を用いた。おしゃぶり乳首を除いた mouthing 時間 (73.9 分) に基づく玩具 A、B、C ともに $36.0 \sim 43.1 \mu\text{g/kg/day}$ と近似した値が得られ、玩具 A ($n = 37$) の 95 パーセントイルは $36.0 \mu\text{g/kg/day}$ であった。

Monte Carlo 法

玩具 A からの溶出量 (37 名及び 25 名) と mouthing 時間の平均値及び標準偏差を用いて、Monte Carlo 法による統計処理を行い、推定摂取量の平均値、50、90、95 及び 99 パーセントイル値を求めた (表 5)。おしゃぶり乳首を除く mouthing 時間とヒト chewing 37 名の溶出

量平均値による一日推定摂取量平均値は $14.8 \pm 11.2 \mu\text{g/kg/day}$ 、50 パーセントイルは $12.8 \mu\text{g/kg/day}$ 、95 パーセントイル $35.7 \mu\text{g/kg/day}$ であった。また、総 mouthing 時間から得られた平均値は $21.4 \pm 24.7 \mu\text{g/kg/day}$ 、95 パーセントイルは $65.8 \mu\text{g/kg/day}$ であった。

以上 3 種類の統計処理から得られた値を比較すると、平均摂取量は点推定法 $14.3 \mu\text{g/kg/day}$ に対し、Monte Carlo 法は $14.8 \mu\text{g/kg/day}$ とほぼ一致しており、95 パーセントイル値も積の誤差法 $36.0 \mu\text{g/kg/day}$ に対し Monte Carlo 法では $35.7 \mu\text{g/kg/day}$ と一致した値を示した。

これらの統計処理法では、Monte Carlo 法が最も現実に起こりうる状態を反映した統計処理法と考えられる。そこで、今回 Monte Carlo 法から得られた平均値 $14.8 \mu\text{g/kg/day}$ 及び 95 パーセントイル値 $35.7 \mu\text{g/kg/day}$ を、我が国の乳幼児における PVC 製玩具からのフタル酸エステル推定一日平均摂取量及び 95 パーセントイル値とした。

オランダ、アメリカ、カナダにおける推定一日摂取量を表 6 に、今回の得られた我が国の推定一日摂取量を表 7 に示した。これらと比較すると、おしゃぶり乳首を除いた mouthing 時間を用いた場合の平均値及び 95 パーセントイル値はオランダの推定値と非常に良く一致した。また、総 mouthing 時間を用いた場合でもカナダやアメリカの推定値の範囲内であり、最大値は各国の推定摂取量より少なかった。これらの推定値は妥当であると考えられる。

D. 考察

95 パーセントイル値について

欧米においては、乳幼児の玩具に使用されるフタル酸エステル類の評価について、平均値に加え、95パーセンタイル値による検討も行っている。玩具からの摂取量を考える場合には、玩具からの溶出量、mouthing 時間ともに個体差が極めて大きいことは考慮しなければならない。例えば、乳幼児が溶出量の多い特定の玩具を長期間使用するなどの偏った使用状況も多く見受けられ、摂取量の平均値よりもはるかに多い量を摂取することも十分におこりうると考えられる。

曝露量が多いワーストケースの推定摂取量として、点推定法による最大値 177.1 及び 68.7 μ g/kg/day は発生する確率が極めて低く、過大推定値と言えよう。一方、積の誤差法と Monte Carlo 法における 95 パーセンタイル値 36.0 及び 35.7 μ g/kg/day は、十分に予測される摂取量と考えられる。そこで、高暴露における推定一日摂取量として、Monte Carlo 法による 95 パーセンタイル値 35.7 μ g/kg/day を用いることが妥当と考える。

残留農薬や食品添加物などの評価においては、一般に各個人が毎日同じ食品（少なくとも同一のもの）を摂ることはまれであり、また摂取量が ADI よりはるかに低い場合が多く、平均値で評価することは妥当と考えられる。しかしながら、玩具については、各個人が長期にわたり同一のものを使用することが想定され、しかも、摂取量が TDI に近いことから、平均値のみで評価することは適当ではなく、高暴露の場合も十分に考慮する必要がある。

E. 結論

我が国の乳幼児の PVC 製玩具由来の

フタル酸エステルの一日内摂取量を算定したところ、平均一日摂取量は 14.8 ± 11.2 μ g/kg/day、95 パーセンタイル値は 35.7 μ g/kg/day となった。これは EU で定められている DINP の TDI 150 μ g/kg/day の 10 % 及び 24 % に相当した。また、これらの値を DEHP の我が国の TDI 40 ~ 140 μ g/kg/day と比較すると、平均値の場合、TDI の下限値の 37 %、上限値の 11 % であり、95 パーセンタイル値の場合は TDI の下限値の 89 %、上限値の 26 % に相当した。また、下限値の 40 μ g/kg/day 以上を摂取する乳幼児は 3.1 % と推定された。

F. 研究業績

杉田たき子、平山クニ、新野竜大、石橋 亨、山田 隆：ポリ塩化ビニル製玩具中のフタル酸エステル含有量 食品衛生学雑誌 42, 48 ~ 55 (2000)

．平成 12 年度購入玩具の可塑剤の分析

研究要旨

平成 13 年 1 月に購入した軟質 PVC 製玩具 25 製品 28 検体について、フタル酸エステル等可塑剤の実態調査を行い、平成 10 年度の調査結果と比較した。平成 10 年度に調査した玩具からはフタル酸エステル 5 種類とアジピン酸エステル 1 種類が検出されたが、今回はフタル酸エステル 3 種類（DINP、DEHP 及び DBP）、アジピン酸エステル 2 種類（アジピン酸ジ-(2- エチルヘキシル)(DEHA) 及びアジピン酸ジイソノニル(DINA)）、クエン酸アセチルトリブチル(ATBC)、トリメリット酸トリ-(2- エチルヘキシル) (TOTM) 及び 2,2,4-トリメチル-1,3-ペンタンジオールジイソブチレート(TMPD) 計 8 種類が認められた。フタル酸エステル類の検出率は 100 % から 63 % に低下し、特に DINP の検出率が 83 % から 52 % に減少した。しかし、DEHP は検出率、含有量ともに前回と差は認められなかった。

A. 研究目的

乳幼児用玩具中のフタル酸エステル類の安全性が社会的問題となったことから、PVC 製品から他の高分子材料への切り替え、可塑剤の変更あるいは添加量の削減等の対応がなされるものと推察された。そこで平成 13 年 1 月に市販製品を購入し、玩具類の材質試験を行い、平成 10 年度の調査結果との比較を行った。

B. 実験方法

1. 試料

2001 年 1 月に玩具店、スーパーマーケット及びデパートで軟質玩具を購入し、その内 PVC 製と判定された玩具 25 製品 28 検体を測定対象とした。これらは、ソフトイ 17 製品、ボール 2 製品、浮き輪 3 製品 6 検体(本体部と吸い口部に分けて検体とした)、その他 2 製品であった。

2. 試薬

フタル酸エステル類、アジピン酸エステル類、は和光純薬工業(株)製、関東化学工業(株)製、東京化成工業(株)製及びアルドリッチ社製の試薬を用いた。

アセトン、ヘキサン及びアセトニトリルは HPLC 用、片山化学工業(株)製を用いた。

トリメリット酸トリス-(2- エチルヘキシル) (TOTM、CASNo.3319-31-1) 及び 2,2,4-トリメチル-1,3-ペンタンジオールジイソブチレート (TMPD、CAS No. 6846-50-0) は東京化成試薬 1 吸を用いた。

3. 標準溶液の調製

フタル酸エステル類、アジピン酸エステル類、TMPD 及び TOTM 50.0 mg はアセトンに溶解して 50 mL とし、1,000 μ g/mL の標準原液を調整後、適宜希釈した。

4. 装置

ガスクロマトグラフ・質量分析計：ガスクロマトグラフ HP-5973 NETWORK、質量分析計 HP-6890 SERIES、コンピューター Vectra、Hewlett Packard 社製

5. GC/MS 測定条件

カラム：キャピラリーカラム DB-1(内径 0.25 mm、長さ 5 m、膜厚 0.1 μ m)、J&W Scientific 社製の長さ 30 m のカラムを 5 m に切断したもの

カラム温度： 50 -20 /min-300 (10 min)

注入口温度： 250 、インレット温度： 280

キャリアーガス： He、3 mL/min (1 psi 定圧)

注入量： 1 μ l

イオン化電圧： 70 eV、イオン加速電圧： 1.9 kV

測定モード： SCAN、スキャンレンジ： 40 ~ 700 (m/z)

6. 材質の判別

検体を約 1 cm 角に切り取り、全反射測定装置付きフーリエ変換赤外分光光度計 (FT-IR) に装着し、赤外吸収スペクトルを測定した。得られたスペクトルを標準品スペクトルと比較し、材質を判別した。

7. 材質試験溶液

PVC 製と判定された検体の一部を細切り、その 0.50 g を量り取り、アセトン 50 mL を加え、マグネチックスターラーで 1 時間攪拌した。室温で一夜放置し、GC/MS 用抽出試験液とし、残存物質の検索、同定、定量を行なった。含有量が多いものについては、この抽出試験液をアセトニトリルで 10 倍あるいは 100 倍に希釈して、定量した。

C. 研究結果

1. 玩具の種類及び表示について

軟質玩具は平成 13 年 1 月に都内のデパート 1 ヶ所、玩具店 2 ヶ所及びスーパーマーケット 1 ヶ所で 29 製品を購入したが、うち 25 製品が PVC 製であった。軟質 PVC 製品の種類はソフトトイ 17 製品、ボール 3 製品、浮き輪 3 製品、その他 2 製品であった。軟質 PVC 製品以外に、オレフィン系エラストマー及び熱可塑性エラストマーと表示されたものが 3 製品あった。そのうち 1 製品は環境ホルモン (外因性内分泌攪乱化学物質) 対策商品と表示されていた。また、疑似食品 2 種類は前回試験対象としたもので、DINP が 36 及び 37 % 検出された。本年度購入した製品に材質表示はなかったが、赤外吸収スペクトルで材質の確認を行ったところスチレン-ブタジエンゴムと判定された。PVC 以外の材質製品はいずれもデパートで販売されていた。

平成 10 年度の玩具製品で材質表示があったのは 68 製品中 6 製品であったが、平成 13 年 1 月に購入した 25 製品のうち 10 製品に表示がなされていた。

2. 玩具中のフタル酸エステル類含有量

25 製品の玩具のうち、浮き輪 3 種類は吸い口部分と本体部に分けて材質試験を行い試験対象は 28 検体とした。軟質 PVC 製玩具から検出されたフタル酸エステルは DINP、DEHP 及び DBP の 3 種類であった。これらのフタル酸エステルは 18 検体から検出され検出率は 62.1 % (表 2)、フタル酸エステル類含有量合計は 22.0 ~ 39.6 %、平均 30.5 % であった。3 種類のフタル酸エステルのうち、最も検出率が高かったのは DINP の 51.7 % であった。DINP の含有量は 0.6 ~ 39.6

%、平均 23.7 %であった。ただし含有量が 1 %を越えた場合（平成 10 年度と同等）の検出率は 44.8 %、平均含有量は 29.4 %となった（表 3）。また、DEHP は 9 検体から検出され、検出率は 32.1 %、含有量は 0.5 ~ 38.7 %、平均 21.4 %であった。含有量が 1 %を越えた場合の検出率は 25.0 %、平均含有量は 27.3 %であった。製品の種類で比べると、ソフトトイ 17 検体からは DINP が 7 検体から 22.6 ~ 35.7 %、DEHP が 1 検体から 30.6 %検出され、いずれも単独で用いられていた。

DBP はボール、浮き輪-1 の本体部及び吸い口部から検出されたが、いずれも 0.07 %以下と少なく、可塑剤として添加したものとは考えにくい。

3. フタル酸エステル以外の可塑剤及び可塑剤総含有量

フタル酸エステル以外の可塑剤は、DEHA、DINA、ATBC、TOTM 及び TMPD の 5 種類が検出された。DEHA、DINA、ATBC 及び TMPD は食品用 PVC 製品の製造に用いる可塑剤のポジティブリストに記載されているものである。しかし、TOTM は記載されてなく、耐熱性があるので電線やフィルムなどに用いられ、また TMPD は一次可塑剤と使用されるものである。

フタル酸エステル以外の可塑剤は 17 検体で検出され、検出率は 60.7 %、含有量は 0.1 ~ 32.5 %、平均 13.9 %であった。検出率はフタル酸エステルの 64.3 %と同程度であったが、含有量平均はフタル酸エステルの半分程度であった。

アジピン酸エステルのうち、DEHA はボール、浮き輪など 6 検体から検出されたが、浮き輪の 2.4 %以外はいずれも

0.11 %以下と低量であった。DINA はソフトトイ 6 製品から 10.6 ~ 20.5 %、ボール-1 から 1.87 %検出され、平均含有量は 11.4 %であった。これら 6 製品はいずれも ATBC と併用されていた。また、製造メーカーはソフトトイ-1 は A 社、それ以外は B 社であった。

ATBC はソフトトイのみ 9 検体から 2.8 ~ 24.3 %検出され、平均含有量は 11.4 %であった。その他に TOTM が浮き輪-2 から 3.5 %、浮き輪-2 の吸い口から 32.5 %検出された。TMPD はソフトトイ、ボール、浮き輪から 0.1 ~ 3.7 %検出され、検出率 28.6 %、平均含有量は 0.8 %と少なかった。

総可塑剤含有量は 18.2 ~ 40.2 %、平均含有量は 28.0 %であった。ボールの含有量は 37.8 ~ 40.2 %とソフトトイに比べて多かった。

4. 平成 10 年度調査結果との比較

フタル酸エステルの検出率は前回 100 %であったのに対して、今回の調査結果では、62 %と減少した（表 4）。特に、DINP の検出率は 82 %から 54 %（含有量 1 %以上の場合 46 %）と低下したが、DEHP の検出率は前回 26 %、今回は 32 %（含有量 1 %以上の場合 25 %）であり大きな変化はなかった。

前回検出された可塑剤はフタル酸エステル 5 種類と DEHA であったが、今回はフタル酸エステル 3 種類、アジピン酸エステル 2 種類の他に ATBC、TOTM 及び TMPD の 8 種類が検出された。また、前回の調査ではソフトトイ 25 検体中 22 検体から DINP が検出され、DINA は検出されてないことから、ソフトトイに使用していた DINP を DINA と ATBC に切り替えたものと考えられた。フタル酸エス

テルから他の可塑剤へ切り替えが進んだことが示されたが、TOTM や TMPD の毒性に関する情報を調べる必要がある。

軟質玩具製品の内、ままごと遊び用の疑似食品玩具は前回 20 製品を入手できたが、今回は 2 製品と少なかった。これら 2 製品は材質表示はなかったものの赤外スペクトルにより、材質はいずれもスチレンブタジエンゴムと判明され、今回 PVC 製疑似食品玩具は入手できなかった。

可塑剤総含有量の平均は 28.0 % で、前回の調査結果 34 % に比べてやや少なくなかった。また前回の調査では 40 % 以上を含有する製品が軟質 PVC58 製品中 12 製品あったが、今回の調査結果で 40 % を越えたのは 1 製品のみと少なかった。

D. 考察

3、4ヶ月の乳幼児を対象とした歯固めやおさわりの玩具の他に人形、疑似玩具の一部が軟質 PVC 以外のオレフィン系エラストマーやスチレンブタジエンゴム等に切り替えられており、一部の玩具メーカーが迅速に対応していることが分かった。また、デパートやスーパーマーケットでは軟質 PVC 製玩具製品が非常に少なくなっており、フタル酸エステルを含有する玩具の販売を規制しようとする配慮が窺われた。玩具協会では平成 12 年 4 月から 3 才未満の乳幼児を対象とした玩具について、材質表示を義務づけており、これに違反したものはなかったが、半分以上の製品に材質表示はなかった。しかし、一部の製品には材質及び可塑剤名の表示も認められた。

フタル酸エステル類の検出率が 62 % に減少したが、これは DINP が DINA 及び ATBC に変更されたもので、DEHP の

検出率はほとんど変化はなかった。

E. 結論

平成 13 年 1 月に購入した軟質 PVC 玩具 25 製品 28 検体について、フタル酸エステル及びその他の可塑剤の実態調査を行ったところ、フタル酸エステル 3 種類 (DINP、DEHP、DBP)、アジピン酸エステル 2 種類 (DEHA、DINA)、ATBC の他に TOTM と TMPD 計 8 種類が検出された。フタル酸エステルの検出率は 62 % であり、平成 10 年度の調査結果 (検出率 100 %) と比較して減少した。特に、DINP の検出率が低下したが、これは ATBC や DINA に変更されたものと推察されたが、DEHP の検出率、含有量は前回と同様の結果であった。