

乳児用の哺乳瓶，ゴム製乳首から溶出される化学物質について

岡田 正浩・平賀あゆみ・積河内善明
宮野 泰志・藤井 宏融

Chemical Compounds Eluted from Baby Feeding Bottles and Rubber Nipples

Masahiro OKADA, Ayumi HIRAGA, Yoshiaki SEKIGOUTI,
Yasushi MIYANO and Kohyu FUJII

Key words : 外因性内分泌攪乱 endocrine-disrupting chemical, イソプレンゴム isoprene rubber,
ガスクロマトグラフィー・マススペクトル分析 gas chromatography/mass spectrometry,
ジベンジルアミン dibenzylamine

【は じ め に】

現在，私たちが生活している身の周りには様々な人工的に作り出された化学物質が利用されている。そのような化学物質は，利用価値が高く生活から切り離すことはできない。しかしながら化学物質から作られた商品から環境ホルモン（外因性内分泌攪乱物質）や急性毒性を持つ物質などが溶出されることもあり留意する必要がある¹⁻³⁾。

特に，化学物質の影響を強く受けると考えられる胎児，乳児，幼児の時期に化学物質の暴露を受けることは，アレルギー，奇形，発癌以外にも様々な病気の原因になることが危惧される。化学物質の影響の怖さは，ごく微量で効力を持つので目で確認することができない。また，急に症状が現れることもあれば何年もかけて症状が現れることがあるので安心できない⁴⁾。

本研究では，乳児期によく口にする可能性があるものに着目した。哺乳瓶，乳首，おしゃぶり，乳児用玩具などであり，溶出される化学物質に留意する必要がある。それらの中でも哺乳瓶や必ず口にするゴム製乳首から溶出される化学物質の有無，物質の同定，影響について検討した。化学物質の有無を調べた実験の試料として哺乳瓶（2社），天然ゴム（1社），シリコンゴム（1社），イソプレンゴム（2社）製の乳首を用いた。それぞれの哺乳瓶，ゴム製乳首は薬局で販売され一般的である。私たちは，哺乳瓶，ゴム製乳首を蒸留水で煮沸した。煮沸に使用した蒸留水を検査溶液とし，ジクロロメタンによって抽出を行った。抽出溶液についてガスクロマトグラフィー・マススペクトル分析を行った⁴⁾。

【材 料 ， 方 法】

1) 材料

哺乳瓶

A哺乳瓶：原材料（ポリプロピレン，シリコンゴム，ポリエーテルサルホン）

B哺乳瓶：原材料（ポリプロピレン，シリコンゴム）
ゴム製乳首

天然ゴム，シリコンゴム，イソプレンゴム（A，B）

2) 方法

検査溶液の調整と検出，分析

哺乳瓶検査法

- ① 100 ml 蒸留水を90°C 以上に調整する。
- ② 検査対象である哺乳瓶に高温の蒸留水を入れて10分間放置する。
- ③ 哺乳瓶から蒸留水をビーカーに移し室温に戻す。これを検査溶液とする。
- ④ 検査溶液にジクロロメタンを 10 ml 加え抽出を行う。抽出に使ったジクロロメタンを真空ポンプによって蒸発させ 1.5 ml まで濃縮する。
- ⑤ 濃縮したジクロロメタン 1.5 ml を分析溶液とし，ガスクロマトグラフィー・マススペクトル（ヒューレットパッカード社・G1098A，分析カラム：HP-5，分析温度：70–280°C，検出限界：1 pg）によって検出，分析を行った。

ゴム製乳首検査法 1

- ① 100 ml の蒸留水を90°C 以上に調整する。
- ② 検査対象であるゴム製乳首を蒸留水（90°C 以上）に10分間浸けておく。

- ③ 蒸留水からゴム製乳首を取り出し室温まで戻す。
これを検査溶液とする。
- ④ 検査溶液にジクロロメタンを 10 ml 加え抽出を行う。抽出に使ったジクロロメタンを真空ポンプによって蒸発させ 1.5 ml まで濃縮する。
- ⑤ 濃縮したジクロロメタン 1.5 ml を分析溶液とし、ガスクロマトグラフィー・マススペクトル分析を行った。

ゴム製乳首検査法 2

- ① 100 ml の蒸留水を 40°C ~ 50°C に調整する。
- ② 検査対象であるゴム製乳首を蒸留水 (40°C ~ 50°C) に 10 分間浸けておく。
- ③ その後、ゴム製乳首検査法 1 の③~⑤と同じ操作を行う。

【結果および考察】

コントロール実験（蒸留水：ナカライテック）

検査時に使う蒸留水に化学物質が混入していないか事前に検査を実施した。また、検査に使用する器具や機器からの混入も考えられるため、コントロール実験は、実際に使う器具や機器を使い、上記の手順に従って実施した。結果、蒸留水、実験途中の過程においても化学物質の混入は検出されなかった（図 1）。

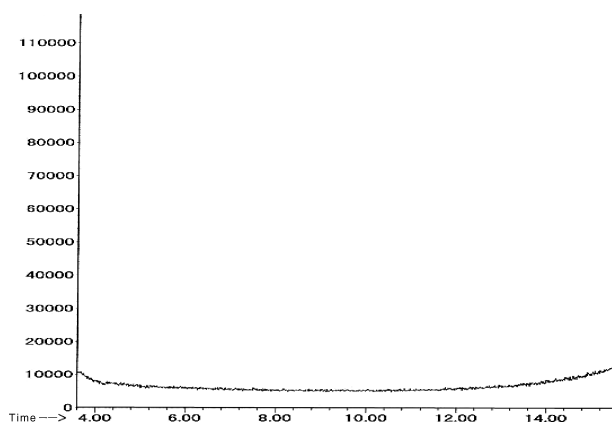


図 1 コントロール実験（蒸留水）

哺乳瓶検査の結果

A 哺乳瓶：原材料（ポリプロピレン、シリコンゴム、ポリエーテルサルホン）と B 哺乳瓶：原材料（ポリプロピレン、シリコンゴム）を上記に示している哺乳瓶の検査法を用いて化学物質の溶出検査を行った。結果、どちらの哺乳瓶においても化学物質は検出されなかった（図 2、図 3）。原材料としてポリプロピレンを基本に、パッキンなどにシリコンゴムを使ってある一般的な哺乳瓶は、高温の湯でミルクを作る場合でも安定であることが証明されたと考えられる。ガラス哺乳瓶などが奨められているが、ポリプロピレンを基本材料とする哺乳瓶も消費者の安全性に対応していると考えられる。

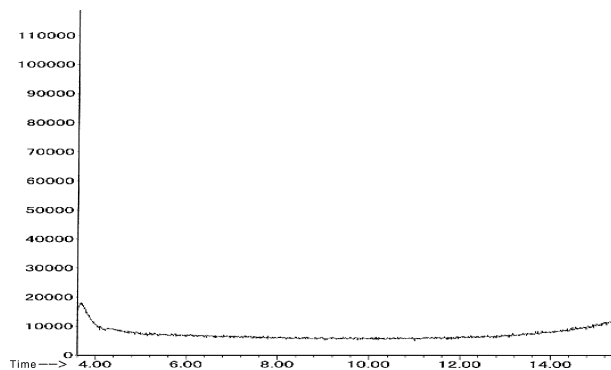


図 2 A 哺乳瓶

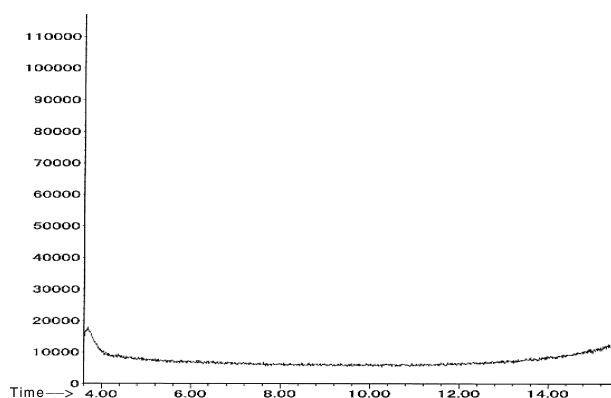


図 3 B 哺乳瓶

ゴム製乳首の検出結果

天然ゴム、シリコンゴム、イソプレンゴム（A、B）について上記のゴム製乳首の検査法 1 によって化学物質の溶出検査を行った。化学物質が検出された場合、ゴム製乳首の検査法 2 を用いて溶出検査を行った。結果、天然ゴム、シリコンゴムからは化学物質は検出されなかった（図 4、図 5）。天然ゴムやシリコンゴムは、家庭で使用する高温の湯による影響が少ないと考えられる。乳幼児が直接口にする乳首としては比較的安全だといえるかもしれない。

イソプレンゴム（A、B）からは検査法 1 によって化学物質が検出された（図 6、図 7）。続いて検査法 2 を用いて検査を行ったところ、かすかではあるが化学物質のピークが見られた（図 8）。

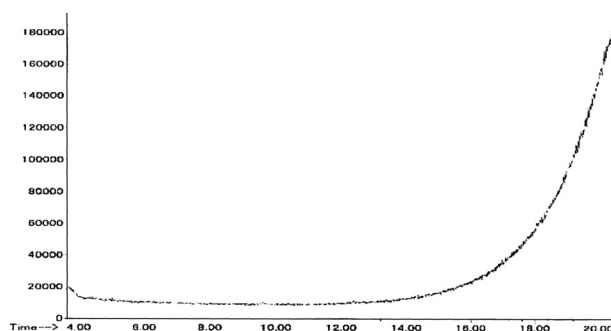


図 4 天然ゴム製乳首

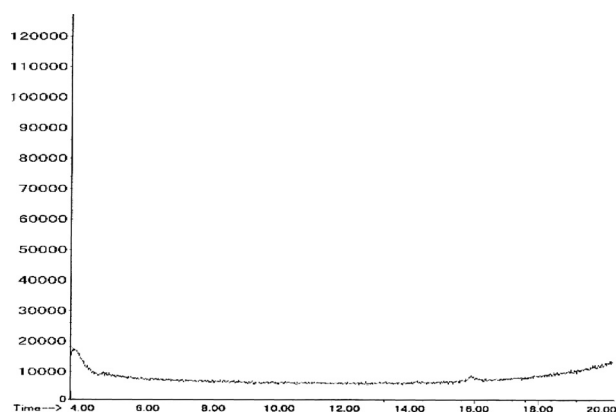


図5 シリコンゴム製乳首

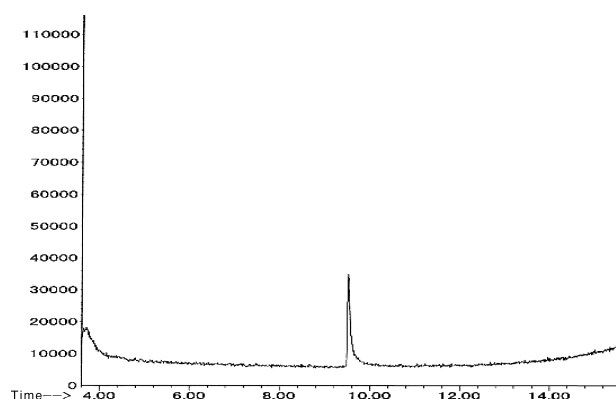


図6 イソプレングム製乳首A

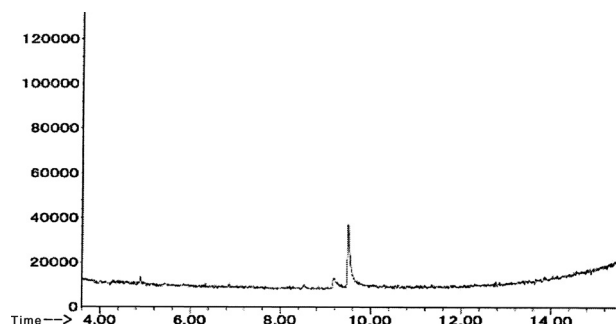


図7 イソプレングム製乳首B

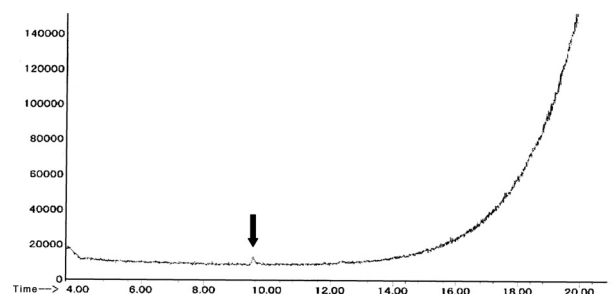


図8 イソプレングム製乳首A（検査法2）

また、一度検査を行ったイソプレングム製乳首Aを用いて、再び（2回目）検査方法1によって化学物質の溶出検査をおこなったところ同じ化学物質のピークが見られた（図9）。これらの結果から、イソプレングム製乳首

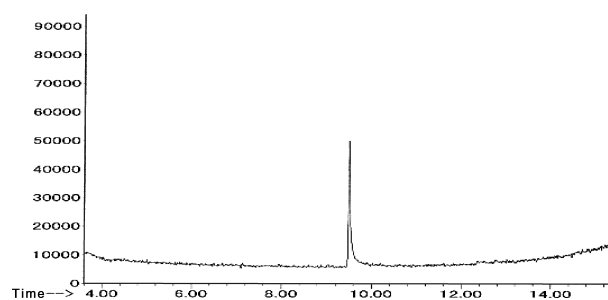


図9 イソプレングム製乳首A（検査法1，2回目）

から溶出される化学物質は、イソプレングム特有に溶出される化学物質である可能性がある。さらに、40℃～50℃のような比較的低い温度の湯にもかすかながら溶出し、高い温度であれば再び溶出する可能性が示唆された。イソプレングム製乳首は、天然ゴムやシリコンゴムに比べて安価であるため消費者にとっては手に入りやすいと考えられる。しかしながら、少量ながらも化学物質の溶出が認められるため留意する必要もある。この化学物質は、すぐに人体に影響が出るものではないかもしれないが、乳児が口にする製品であることも考えて改良をする必要があるかもしれない¹⁻³⁾。

溶出された化学物質について

ガスクロマトグラフィーによって検出された物質をマススペクトル分析によって既存の物質と比べたところ、候補としてジベンジルアミンがあげられた（図10）。

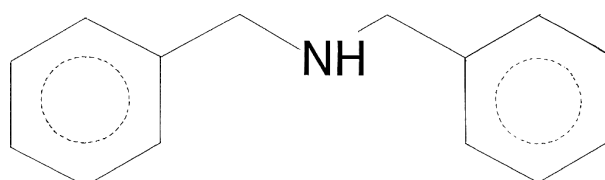


図10 ジベンジルアミン

ジベンジルアミンは、候補としてあげられたが、実際に溶出した物質については詳細な分析が必要である。この溶出した化学物質とイソプレングムとの関係についてもさら調査する必要がある。

【結 語】

本研究では、乳児が口にするイソプレングム製乳首から化学物質が検出されたことを報告した。検出された化学物質はマススペクトル分析によってジベンジルアミンである可能性が考えられた。2つの製造元の違うイソプレングム製乳首を用いても検出されたことからイソプレングム特有な物質であることが考えられた。また、1回検査をした乳首を用いて2回目の検査を実施しても化学物質が検出された。この物質が熱い湯を加えることによって何度でも溶出する可能性が示唆された。さらに、

50°C 以下の湯によっても微量ながら溶出することが分かった。このような溶出してくる化学物質は、微量でも外因性内分泌攪乱物質（環境ホルモン）のような働きをする場合があるため留意する必要がある。乳児が口にするので、成人とは違った影響も考える必要がある。ジベンジルアミンについての詳しい知見が示され、生体への影響が研究されることが望まれる。

【要 約】

乳児用の哺乳瓶やゴム製乳首の材料は、熱い湯や消毒液に対する耐久性や、化学物質の溶出について常に留意される¹⁻³⁾。特に化学物質については、微量であっても外因性内分泌攪乱物質（環境ホルモン）のように働く可能性も考えられる。本研究は、哺乳瓶、ゴム製乳首（天然ゴム、シリコンゴム、イソプレンゴム）を用いて、熱い湯によって溶出してくる化学物質の有無を検査した。2種類の哺乳瓶からは化学物質は検出されなかった。また、天然ゴム製、シリコンゴム製の乳首からも化学物質は検出されなかった。しかし、イソプレンゴム製の乳首からは、微量の化学物質が検出された。検出された化学物質はジベンジルアミンの可能性が示唆された。微量な

ジベンジルアミンが生体にどのような影響を与えるかについてウサギの肝臓における代謝データが発表されている⁵⁾。しかし、人体に与える影響について詳しいデータはない。乳児は様々な物質の影響を強く受けると考えられるため、これからもこのような化学物質について調査され、注意する必要がある。

【参 考 文 献】

- 1) 川村葉子, 中島明子, 六鹿元雄, 山田 隆, 米谷民雄: 食品用シリコンゴム製品中の残存化学物質, 食品衛生学雑誌, **42**(5), 316-321 (2001)
- 2) 川村葉子, 中島明子, 山田 隆: 食品用天然ゴム製品中の残存化学物質, 食品衛生学雑誌, **42**(3), 179-184 (2001)
- 3) 楠本一枝: 飲食物用ゴム製品から溶出するフタル酸エステル, 食品衛生学雑誌, **20**(5), 391-395 (1979)
- 4) 藤井宏融: 内分泌攪乱とダイオキシン, 看護統合研究, **1**(2), 1-6(1999)
- 5) Backett, A. H., Coutts, R. T. and Gibson, G. G.: The metabolism of dibenzylamine: identification of NN-dibenzylhydroxylamine as the major in vitro metabolic product from rabbit fortified hepatic homogenates, J Pharm Pharmacol, **27**(9), 659-665 (1975)

Summary

Materials used to make baby feeding bottles and rubber nipples are constantly monitored for their durability to hot water and antiseptic solutions and their elution of chemical compounds. Chemical compounds in particular can, even in trace amounts, act as endocrine-disrupting chemicals (endocrine disruptors). This study inspected baby bottles and rubber nipples (natural rubber, silicone rubber, and isoprene rubber) for chemical compounds eluted by hot water. Chemical compounds were not detected from 2 types of baby bottles. In addition, chemical compounds were not detected from natural rubber and silicone rubber nipples, either. However, trace amounts of a chemical compound were detected from isoprene rubber nipples. The chemical compound detected may be dibenzylamine. There are no detailed data on the effect that trace amounts of dibenzylamine have on the human body. Infants are readily affected by various substances, so in the future chemical compounds like dibenzylamine must be studied and monitored.