



## 2007 年度市售 PC 嬰兒奶瓶中雙酚 A 的溶出調查 新聞資料

凌永健<sup>1</sup>      劉銘龍<sup>2</sup>

### 調查緣起

環境污染造成人類生活品質下降，環境毒物更是直接危害民眾的身體健康，而其中具有類似於生物體內荷爾蒙作用之化學物質，被統稱為「環境荷爾蒙」或「內分泌干擾物」(environmental hormone 或 endocrine disrupting chemicals)。這些物質會抑制生物內分泌系統之正常運作，誘導改變生物體內免疫、神經以及其他的生理作用，進而導致疾病的發生。許多生態學者、流行病學家、內分泌學家、環境毒理學家皆呼籲民眾在生活環境中，應避免過度接觸與攝入環境荷爾蒙，減少健康危害風險。

在此環境污染早已全球化、人人自危的工業化社會中，本基金會相信：「與其詛咒黑暗，不如點亮蠟燭」；「與其恐懼污染，不如起身清除污染」。因此環境品質文教基金會發起「為下一代的健康把關—環境荷爾蒙清除運動」，持續進行一系列檢測工作，一方面以科學的方法，讓社會大眾了解環境荷爾蒙在國人居家環境中的流佈，另一方面也藉此呼籲政府正視此潛在危機，針對國內環境荷爾蒙採取更為積極的管制與去除之行政作為。

此次調查報告，即延續去年市售 33 種家用清潔劑中壬基酚類環境荷爾蒙物質含量調查結果，針對國際健康關切日深的常見的環境荷爾蒙—雙酚 A 進行調查。

### 雙酚 A 之環境流佈與健康影響

雙酚 A (Bisphenol A, 簡稱 BPA) 全球年產量高達 64 億磅，是重要的有機化工原料，具有質量輕、透明性佳、耐衝擊性、可耐熱等特性，主要用於生產聚碳酸酯塑化(polycarbonate plastic, 簡稱 PC) 產品，包括嬰兒奶瓶、兒童玩具、可重複使用的杯子水壺、可微波的食品容器、電機設備、運動頭盔、汽車零件、眼鏡鏡片等，及環氧樹脂(epoxy resin)

<sup>1</sup>清華大學化學系教授

<sup>2</sup>台灣大學環工所兼任助理教授、環境品質文教基金會董事長

用於罐頭食品和飲料的內襯、補牙填充劑等許多日常用品中。

BPA類似雌激素為已知的環境荷爾蒙，可能導致青春期早熟、肥胖、糖尿病、侵略性傾向、改變對痛苦或恐懼應答、學習和記憶受損、腦中正常性別差異逆轉、舉止中性化、減少母性行為、免疫功能受損、乳癌、攝護腺癌、精子異常、影響女性生殖系統、流產<sup>3</sup>等。2007年8月2日美國38位科學家在生殖毒物學網站，聯名發表措詞強烈的聲明，指稱在塑膠製品中常見的化學物質BPA，可能導致人類生殖道器官病變，嬰兒和胚胎尤其可能受到危害<sup>4</sup>。

歐盟標準化委員會(CEN)於2004年公佈BPA溶出(泳移, migration)濃度不得超過0.03 µg/mL(文中簡稱歐盟標準)，並且明定測試方法<sup>5</sup>。歐盟食品科學委員會(SCF)於2006年11月公告BPA每日可容許劑量(TDI)為0.05 mg/kg/bodyweight<sup>6</sup>。2005年6月荷蘭食品暨日用品安全委員會(FCPSA)公佈嬰兒用塑膠製餵食器皿中BPA和塑化劑的溶出濃度調查，22個全新奶瓶皆未測到BPA，但使用3~36個月的20個舊奶瓶中4個(2年舊，每天使用前皆有煮沸過)被測到微量BPA(但皆低於0.0050 mg/L定量極限)，所有奶瓶測試結果皆符合BPA溶出濃度標準<sup>7</sup>。2007年2月美國加州環境研究暨政策中心(ECRPC)公佈5種嬰兒奶瓶(在80°C水中溫浴24小時以模擬50~75洗碗機循環)中BPA的溶出結果，皆測到5~10 ppb的BPA<sup>8</sup>。2007年5月美國環境工作組織(EWG)公佈97件罐頭食品中(2006年購入)的BPA濃度結果，其中57%被測到BPA，其中又以雞湯與嬰兒食品的濃度最高<sup>9</sup>。

## 國內市售 19 種 PC 嬰幼兒奶瓶雙酚 A 溶出濃度調查

嬰幼兒在日常生活中時常接觸塑化產品，常見的如奶瓶、玩具等等，在這些塑化產品中含有微量的化學物質，間接的由人體接觸而產生暴露的機會，由於嬰幼兒體重輕且免疫系統尚未成熟，使得這些化

<sup>3</sup> R.L. Gibson. (2007) Toxic Baby Bottles. Scientific studies funds leaching chemicals in clear plastic bottles. Environment California Research and Policy Center (ECRPC).

<sup>4</sup> Frederick S. vom Saal et al., (2007) Bisphenol A Expert Panel Consensus Statement: Integration of Mechanisms, Effects in Animals and Potential to Impact Human Health at Current Levels of Exposure. Reproductive Toxicology 24(2): 2007, in press.

<sup>5</sup> EN 14350-2 (2004) Child use and care articles - Drinking equipment - Part 2: Chemical requirements and tests.

<sup>6</sup> EFSA (2006) Opinion of the Scientific Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids and Materials in Contact with Food on a request from the Commission related to 2,2-BIS(4-HYDROXYPHENYL)PROPANE (Bisphenol A). The EFSA Journal (2006) 428, 1-75.

<sup>7</sup> FCPSA (2005) Migration of bisphenol A and plasticizers from plastic feeding utensils for babies. Report no. ND050410. Dutch Food and Consumer Product Safety Authority.

<sup>8</sup> 同註3。

<sup>9</sup> EWG (2007) Bisphenol A a survey of bisphenol A in U.S. canned foods. <http://www.ewg.org/>

學物質對嬰幼兒產生的毒性比一般成年人來的大。

清華大學化學系凌永健教授綠色質譜實驗室和劉銘龍博士帶領的環境品質文教基金會，一直持續關心國內環境環境荷爾蒙污染和影響國人健康的問題，本團隊因此於2006年8月開始採樣進行台灣地區市售PC嬰兒奶瓶中BPA的溶出調查。測試方法主要依據歐盟標準方法 (European Standard EN 14350-2:2004)<sup>10</sup>，分別配製兩種食物模擬溶液(simulant)去離子水(DIW)和3%醋酸，取100 mL食物模擬溶液分別放入奶瓶樣品中，在40 °C的烘箱中靜置24小時，取出樣品中的食物模擬溶液，以高效能液相層析儀串聯螢光偵檢器(HPLC-FLD)進行分析，實驗流程如圖1所示。

分析每一樣品時，重複上機測定2次，差異百分比需小於10%，每5個樣品分析1個查核品管樣品，測到BPA溶出的樣品，進行添加品管分析，回收率皆須介於80~120%。使用DIW和3%醋酸食物模擬溶液的偵測極限分別為4 ppb和2 ppb，定量極限分別為14 ppb和8 ppb。所有檢量線的線性係數( $R^2$ )大於0.995。

本團隊於2006年8月~9月購入PC材質的嬰兒奶瓶共19種品牌，各2件，其中樣品編號B07、B10、B13<sup>11</sup>第一回測到BPA，因此於2007年4月再購入各4件進行第二次分析，B07、B13來自相同製造日期，B10來自不同製造日期。第二回分析，除了奶瓶溶出實驗外，並使用Wong方法<sup>12</sup>分析所有B07、B10、B13樣品中BPA總殘留量，以了解製程工藝(主要為聚合反應)的影響，實驗流程如圖2所示。圖3為嬰兒奶瓶中BPA的層析圖，包括：(a) 500 ppb標準溶液，(b) B06奶瓶，(c) B07奶瓶，(d) 200 ppb品管樣品，在約7.6分鐘處的譜峰來自BPA。

台灣地區市售PC嬰兒奶瓶中BPA的溶出調查結果如表1所示。3個B07樣品中2個測到BPA，平均值分別為45 ppb、36 ppb，超過歐盟標準0.03 µg/mL，第2回兩個樣品，1個未測到，1個測到超出標準。3個B10樣品中1個測到BPA，平均值為39 ppb，超過歐盟標準，第2回兩個樣品，皆未測到。3個B13樣品中只有在第1回實驗中測到極微量BPA，第2回兩個樣品，皆未測到BPA。由於台灣之嬰兒食品類衛生標準，並未針對嬰幼兒PC奶瓶訂定BPA溶出試驗項目，無合格標準，奶瓶生產廠商對此問題瞭解亦有限，因此我們改採正面表列方式，提供未驗出BPA的嬰幼兒奶瓶名單共16種，供一

<sup>10</sup> 同註5。

<sup>11</sup> B13樣品測到之濃度低於檢量線最低點濃度，為求慎重，仍列入第二回檢驗名單。

<sup>12</sup> K.O. Wong, L.W. L., H.L. Seh, (2005) Dietary exposure assessment of infants to bisphenol A from the use of polycarbonate baby milk bottles. food additives and contaminants 22, (3), 280-288.F.

般父母家長作為選購時參考依據，名單詳見附表一。

此外，市售含 BPA 的 PC 嬰兒奶瓶中(即 B07、B10、B13 樣品)的 BPA 總殘留量調查結果如表 2 所示，皆有測到 BPA，且比表 1 中的濃度值高出許多。進一步分析樣品 BPA 的總殘留量及溶出量的關係(如圖 4A、4B)，結果顯示 BPA 的總殘留量與溶出量並沒有明顯相關性。例如 B13 樣品 BPA 的總殘留量相當高，但並未測到 BPA 的溶出。此一結果顯示在製造過程中，多少會有未聚合完全的 BPA 殘留，但因為被包覆在瓶壁的內層，剛開使使用時不易滲溶出到盛裝的食物裡，所以沒有被偵測到 BPA 的溶出，但隨著使用時間拉長，瓶壁的內層逐漸外露，BPA 溶出到盛裝食物裡的可能性將提高許多。

BPA 於 1891 年就被合成出，於 1930 年代搜尋合成雌激素時就是調查的對象。近年來最新的研究顯示，BPA 的劑量和毒性(反應)不是呈直線關係，而是呈倒 U 字型關係(圖 5)，某一低劑量的毒害甚至高於高劑量的毒害。傳統用以設定健康標準的毒理測試標準方法，是假設劑量和造成毒性呈直線關係，因此忽略仿荷爾蒙低劑量的風險。此一發現意謂著政府以往設定的健康標準，可能無法真正保護民眾的健康，必需要有新的風險評估<sup>13</sup>。

塑膠產品、玩具、及食物包裝無所不在，通常是非常方便。不幸的是，許多塑膠產品含有有害的化學物質，我們才開始了解對健康的威脅，尤其是發育中的嬰兒和孩童，雖然人人都須關心自身暴露於這些化學物質，但是為人父母、祖父母、和從事照顧年輕兒童的工作人員等，更應重視和避免兒童暴露於此類化學物質。一些簡單、微小的改變，如貯存和加熱食物時，以及你家孩童玩耍的玩具，可以降低他們暴露於有害成長的化學物質。

BPA 被廣泛用於生產聚碳酸酯塑化產品，為民生用品之主要原物料，如嬰兒奶瓶，在使用過程中，會被分解釋出 BPA 到接觸的液體和食物中。使用嬰兒和幼童用品並非完全安全，許多含有毒性化學物質，對於在關鍵發育階段的兒童，可能會對發育、神經、生殖毒性等產生致命的影響，科學家認為暴露在非常低劑量的 BPA，與癌症、女孩早熟、肥胖、糖尿病，或造成孩童過動及注意力散漫等精神障礙相關連。美國疾病管制和預防局發現百分之九十五的受檢人尿液中皆有

<sup>13</sup> 註 3 與 Vom Saal and C. Hughes, "An Extensive New Literature Concerning Low-Dose Effects of Bisphenol A Shows the Need for a New Risk Assessment," Environmental Health Perspectives 113:926-933, 2005.

<sup>14</sup> 同註 3 與註 9。

測到BPA，中間值高於會對實驗動物造成不良影響的濃度。國人對BPA的問題，不可掉以輕心，要趨吉避凶，因此我們建議<sup>14</sup>：

### 1. 為人父母

為人父母有權利知道孩童用品中的化學物質以及相關健康影響，但在政府尚未有完整的管制措施前，父母可以採取數項簡單措施，以降低孩童暴露到BPA和其他毒性化學物質，包括避免使用PC製的食物容器(即標示7的回收再利用符號)、罐頭食物、塑膠包裝的食物、塑膠製嬰兒奶瓶等產品。選擇更安全的產品，如選擇木製玩具，選擇1、2、4、5等回收再利用標示的塑膠製食物容器，但仍不能加熱裝在這些容器中的食物。選用玻璃奶瓶製品，選購陶瓷、金屬的盤子和餵食器皿。如果使用到塑膠製玩具或容器，則不要讓小孩把塑膠製玩具放到嘴中，絕對不要加熱裝在塑膠瓶或容器中的食物，不要長時間放置牛奶於塑膠製嬰兒奶瓶，不要使用高效清潔劑或熱水以洗滌塑膠製嬰兒奶瓶或容器，絕對不要放到洗碗機中，丟掉已經有刮痕或出現霧面的塑膠製嬰兒奶瓶。

### 2. 政府單位

調查國人暴露BPA的主要途徑及進行風險評估。嬰兒食品類衛生標準中訂定BPA溶出試驗項目及合格標準，限制有害化學物質BPA使用於孩童用品。告知消費者危險物質的存在，要求製造商標示潛在危險化學物及其健康風險。改革化學物質政策，參考歐盟化學品法案REACH (Registration, Evaluation and Authorization of Chemicals)，相關產品使用者對需使用化學安全報告書規範以外之物質，需提呈安全性評估報告，同時業者具登記管理系統之義務，並由相關單位認證評估，證實產品安全後才能上市，推動綠色化學(減毒、減廢、減能、增效、永續)理念和宣導。

### 3. 生產和銷售廠商

生產和銷售「零BPA」之產品，使用綠色標章，以建立消費者的信心。

◎「本基金會享有本文之著作權，除媒體引用外，敬請各界尊重本基金會之著作權，非經本基金會同意，不得擅自引用。」

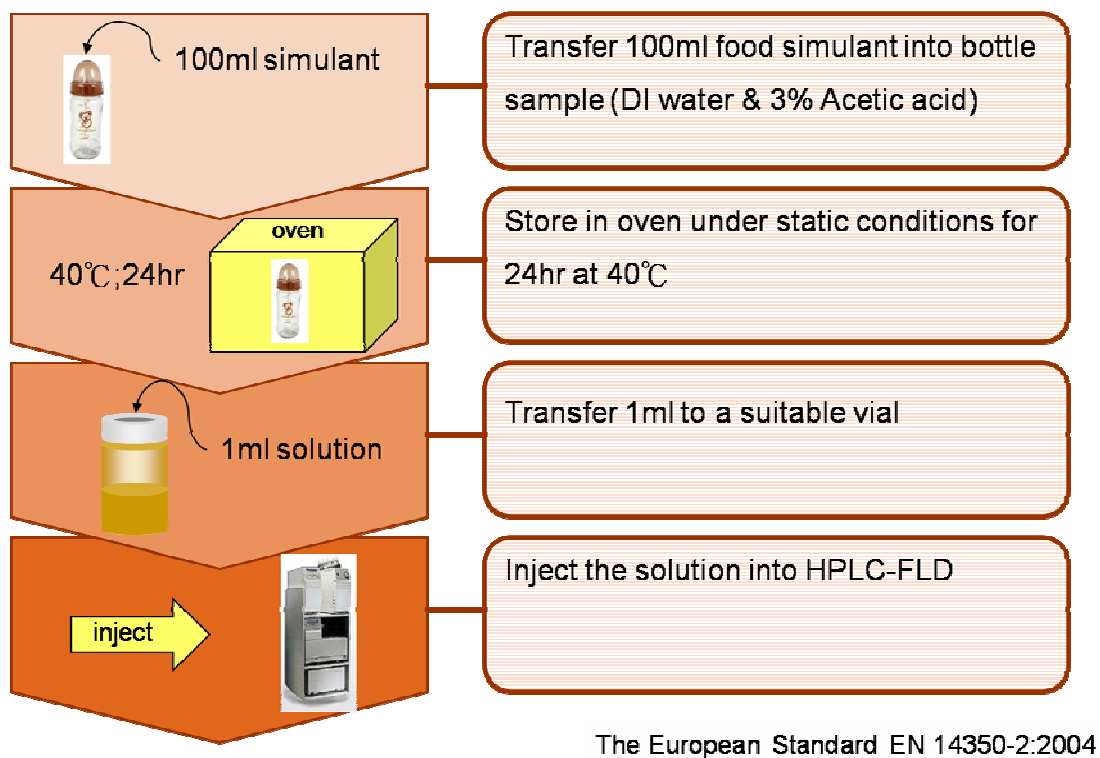


圖 1. 嬰兒奶瓶中 BPA 溶出量分析方法流程圖

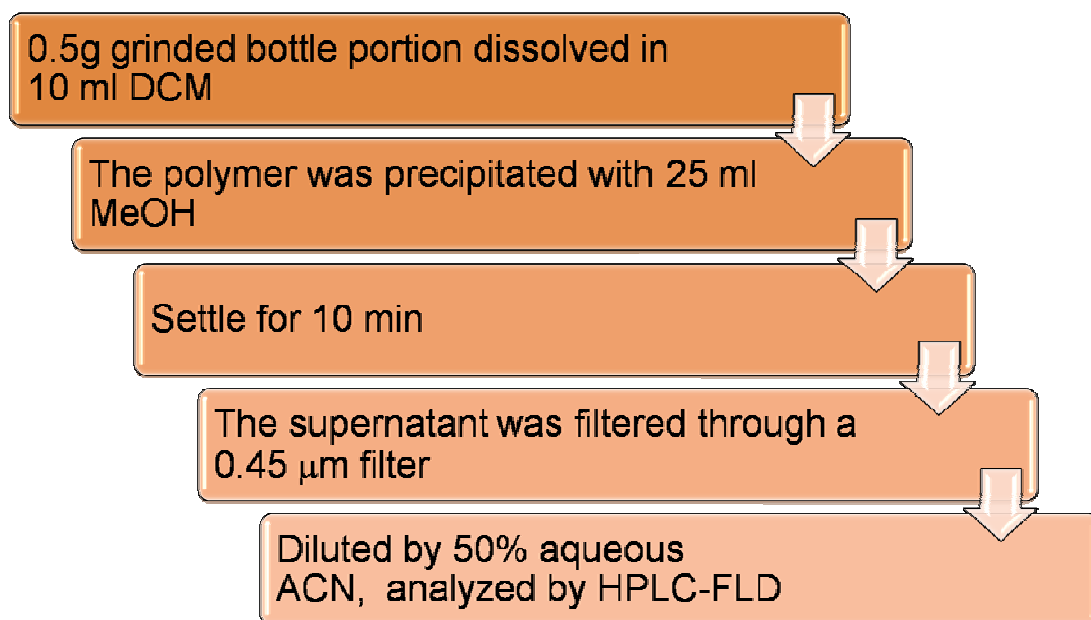
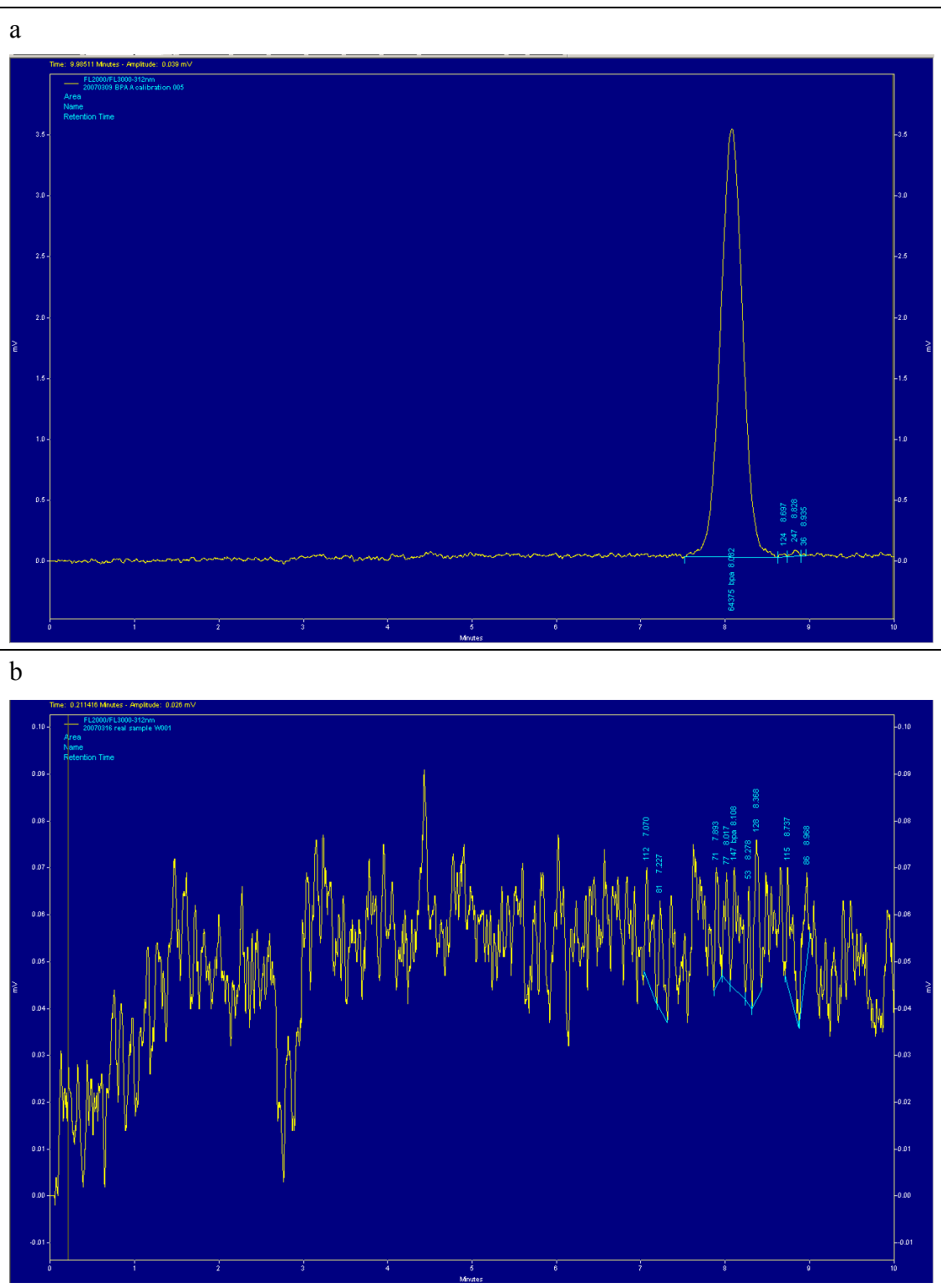


圖 2. 嬰兒奶瓶中 BPA 總殘留量分析方法流程圖



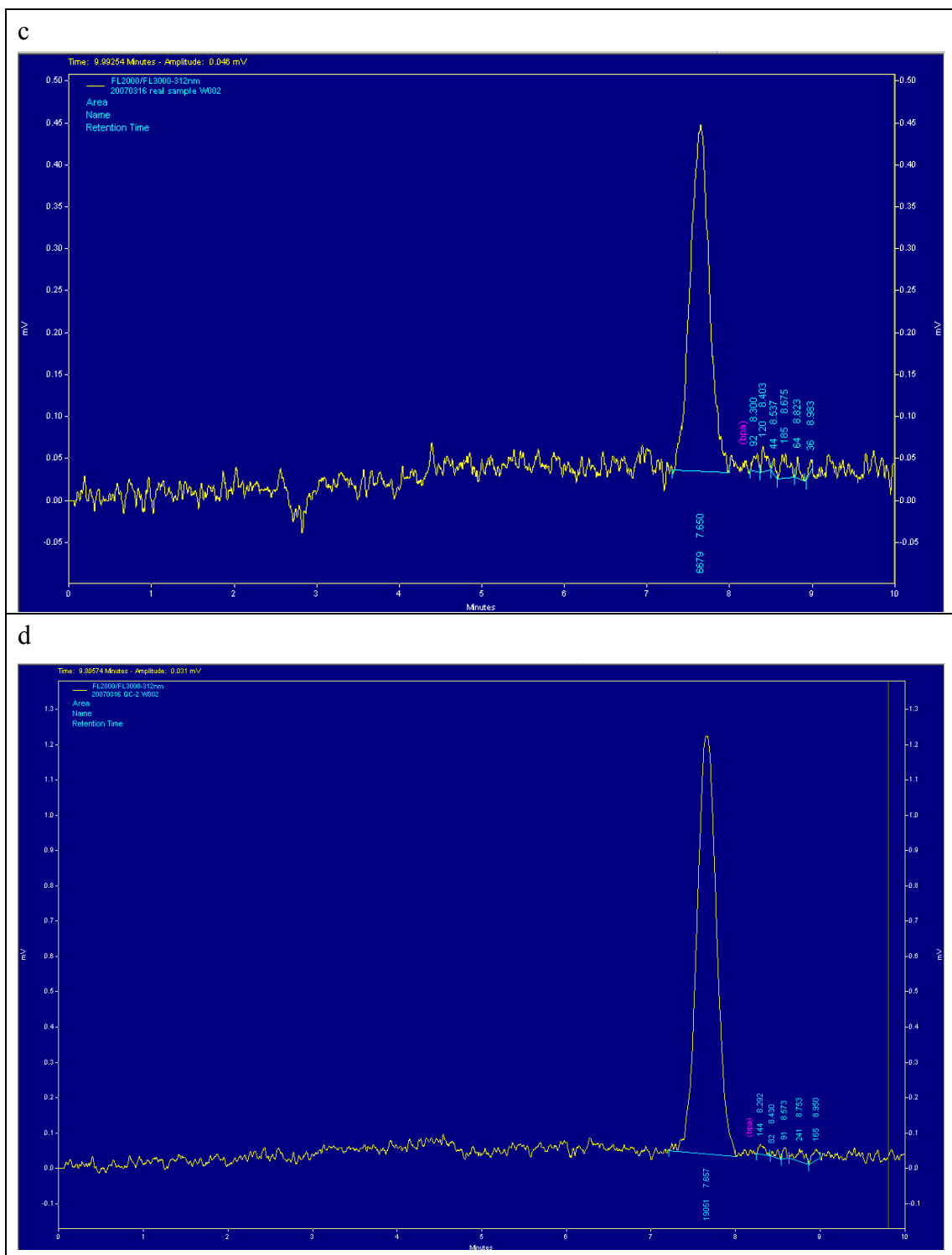


圖 3. 嬰兒奶瓶中 BPA 層析圖(a)500 ppb 標準溶液，(b) B06 奶瓶，(c) B07 奶瓶，(d) 200 ppb 品管樣品



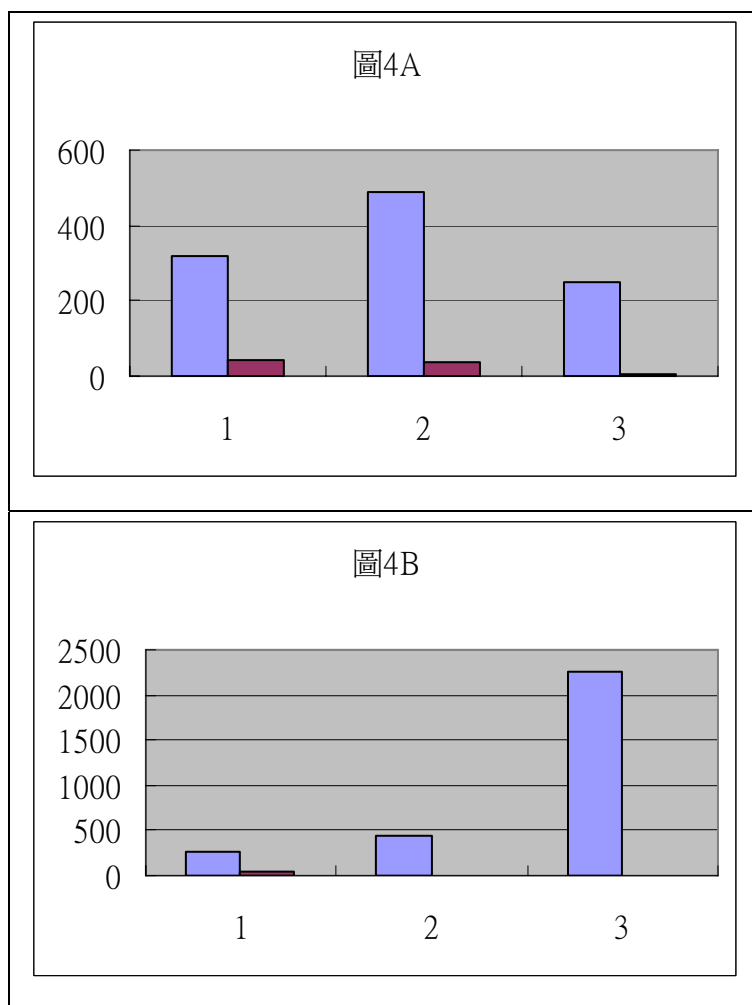


圖 4. 嬰兒奶瓶中 BPA 的總殘留量(藍色條)和溶出量(棕紅色條)比較圖(1、2、3 分別代表 B07、B10、B13，Y 軸單位為 ppb)

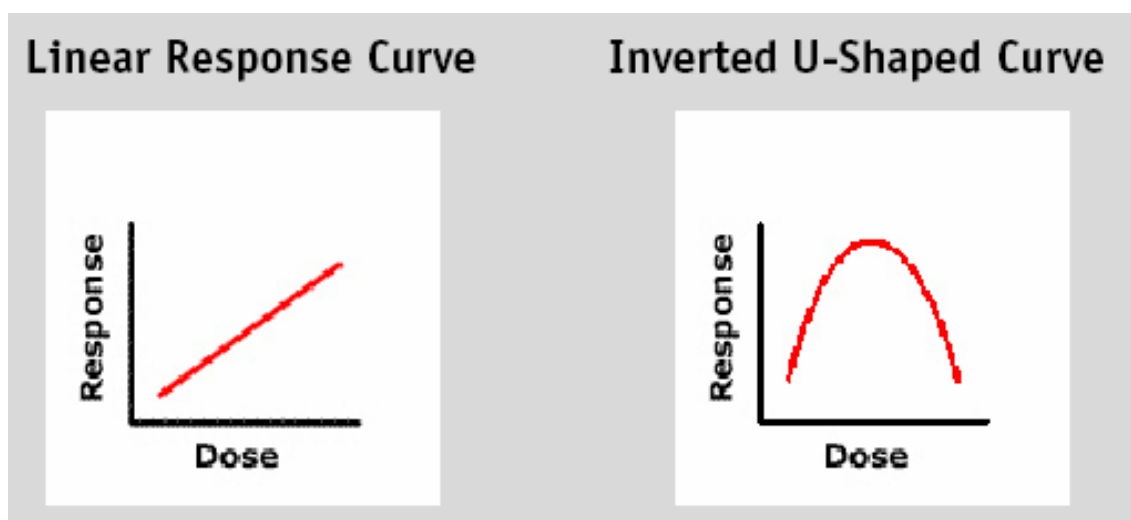


圖 5. 劑量和毒性(反應)呈倒U字型關係<sup>12,13</sup>

表 1. 台灣地區市售 PC 嬰兒奶瓶中 BPA 的溶出調查結果  
(濃度單位 ppb)

檢驗編號	第 1 回分析		第 2 回分析 第 1 次		第 2 回分析 第 2 次	
	DIW	3%醋酸	DIW	3%醋酸	DIW	3%醋酸
B07	59 (57, 61)	31 (29, 33)	ND <sup>b</sup> (ND, ND)	ND <sup>b</sup> (ND, ND)	20 (21, 20)	52 (52, 52)
B10	11 <sup>a</sup> (11, 11)	67 (69, 65)	ND <sup>b</sup> (ND, ND)	ND <sup>b</sup> (ND, ND)	ND <sup>b</sup> (ND, ND)	ND <sup>b</sup> (ND, ND)
B13	10 <sup>a</sup> (9, 12)	ND <sup>b</sup> (ND, ND)	ND <sup>b</sup> (ND, ND)	ND <sup>b</sup> (ND, ND)	ND <sup>b</sup> (ND, ND)	ND <sup>b</sup> (ND, ND)

( )前之數目為平均值，( )號內數目為兩次分別測值，

<sup>a</sup> 介於偵測極限和定量極限之間

<sup>b</sup> 低於偵測極限

表 2. 台灣地區市售含 BPA 的 PC 嬰兒奶瓶中 BPA 總殘留量調查結果  
(濃度單位 ppb)

檢驗編號	第 1 回分析	第 2 回分析
B07	320	270
B10	490	440
B13	250	2250

附表一 未檢出 BPA 嬰幼兒奶瓶推薦名單

檢驗編號	照片	品名	生產地	製造/代理商	材質	條碼號	製造日期	保存日期
B06		寶貝企鵝 高級葫蘆 奶瓶(PENGO)	台灣	佳美嬰兒用品股 份有限公司	PC	4710482003104	2005 0320	10 年
B08		Ai-NON BABY 葫蘆曲線奶瓶	台灣	佳美嬰兒用品股 份有限公司	PC	4710482001063	2005 0101	10 年
B09		喜多葫蘆型一般 口徑奶瓶	台灣	喜多科技股份有 限公司	PC	4710091901334	2005 1003	10 年
B11		PIGEON 貝親奶瓶	日本	世潮企業股份有 限公司(進口)	PC	4902508002158	—	—

檢驗編號	照片	品名	生產地	製造/代理商	材質	條碼號	製造日期	保存日期
B12		NUK 印花奶瓶	德國	麗翔股份有限公司(代理)	PC	4716758010050	2006 0223	10 年
B14		小幼苗標準型奶瓶	台灣	優式國際股份有限公司	PC	4711616071068	2006 0501	10 年
B15		史奴比寬口徑奶瓶(曲線型)	台灣	台灣嬌娃有限公司	PC	4710091331049	2005 0701	10 年
B16		哈奇一般口徑奶瓶	中國	優式國際股份有限公司	PC	4711616001065	2005 0701	10 年

檢驗編號	照片	品名	生產地	製造/代理商	材質	條碼號	製造日期	保存日期
B17		奇哥標準口徑奶瓶	中華民國	奇哥股份有限公司	PC	4719855500110	2005 1220	10 年
B18		貝親 PES 奶瓶	日本	世朝企業股份有限公司	PES	4902508005968	2005 0420	6 年
B19		小獅王辛巴抗菌標準大奶瓶	中華民國	美弗實業股份有限公司	PC	4713371366021	2006 0227	10 年
B20		AVENT 125ml 奶瓶(雙入)	英國	吉郝有限公司	PC , Silicon	5012909004534	2006 0331	10 年

檢驗編號	照片	品名	生產地	製造/代理商	材質	條碼號	製造日期	保存日期
B21		艾比熊自動吸管 奶瓶	中華民國	東凌股份有限公 司	PC	4713627131397	2004 0516	10 年
B22		CHU	日本	昕承實業有限公 司	PC	4973210110356	2002 0805	5 年
B23		黃色小鴨抗菌寬 口徑葫蘆型奶瓶	中華民國	東凌股份有限公 司	PC	4713627832805	2006 0102	10 年
B24		Combi 標準防脹 奶瓶	中國	台灣康貝股份有 限公司	PC , Silicon	048526210374	2005 0810	10 年