

台灣地區乳製品及嬰幼兒食品中多氯聯苯殘留量調查

鄭維智 陳素燕 張碧秋 周薰修

第四組

摘要

爲了解台灣地區乳製品及嬰幼兒食品中多氯聯苯的殘留量情形，92年度至台北市各大超市進行採樣，共計採得檢體100件，包括乳製品74件及嬰幼兒食品26件。檢體以乙醚抽取油脂後，進行皂化、萃取、濃縮，再以濃硫酸及酸性矽膠管柱進行淨化，最後檢液以GC/ECD進行分析檢測，以GC/MS/MS確認。本研究採用多重分析方法檢測34種多氯聯苯同源物，方法之最低檢出限量爲3~6 ng/g（脂肪基準），平均回收率介於79.6~103.4%。檢驗結果顯示乳製品檢體中，11件檢出多氯聯苯同源物，包括奶粉4件、鮮乳1件、優酪乳1件、煉乳1件、乾酪2件及冰淇淋2件，含量範圍爲3.5~17.6 ng/g（脂肪基準）；嬰幼兒食品檢體中，5件檢出多氯聯苯同源物，包括牛奶配方嬰兒奶粉3件、黃豆蛋白水解配方嬰兒奶粉1件、嬰幼兒罐頭食品1件，含量範圍爲3.5~21.0 ng/g（脂肪基準）。檢驗結果均與衛生標準規定相符。

關鍵詞：多氯聯苯、乳製品、嬰幼兒食品、氣相層析儀、氣相層析串聯質譜儀

壹、前言

持久性有機污染物（Persistent Organic Pollutants, POPs）具有在環境中存在、對動物及人類有毒性、持久不易清除、能進入生物體以及具有生物濃縮及蓄積性等特性，這些物質包括阿特靈（Aldrin）、可氯丹（Chlordane）、滴滴涕（DDT）、地特靈（Dieldrin）、安特靈（Endrin）、飛佈達（Heptachlor）、六氯苯（Hexachlorobenzene）、滅蟻樂（Mirex）、毒殺芬（Toxaphene）等九種有機氯農藥以及戴奧辛（Dioxin）、呋喃（Furans）、多氯聯苯（polychlorinated biphenyl, PCB）等三種有機氯工業產品及副產品⁽¹⁾。

PCB 過去曾廣泛的應用在各種化學工業、塑膠工業甚至食品工業中，直到1966年 Jensen 於魚類和野生動物體中發覺高含量的 PCB，人們才開始注意 PCB 在環境中的變遷及毒性效應⁽²⁾。

PCB 具有低介電常數、沸點高、熱容量大、絕緣性強、不易燃性、耐酸、耐鹼、不溶於水和化學穩定等特性，1968年日本及1979年台灣中部地區曾因 PCB 造成嚴重的食品中毒事件，受害人數更高達數千人。患者症狀包括肝功能受損、肝脂肪堆積、影響免疫系統、疾病抵抗力減弱、影響神經系統、內分泌系統受損、生殖系統失調⁽³⁾。由於 PCB 的毒性高，在環境中安定不易分解，動物試

驗顯示高劑量的 PCB 會造成體重下降及體內多種器官的機能障礙，包括皮膚、肝臟、膽囊、輸膽管、尿道、內分泌系統及生殖系統。此外 PCB 也具有致畸胎性（tetratoenesis）及致癌症（carcinomatosis）⁽⁴⁾。自 1977 年起歐美先進國家已將 PCB 列為有害廢棄物，嚴格禁止使用⁽⁵⁾，國內也在 1980 年全面禁止使用含有 PCB 的電容器及變壓器⁽⁶⁾。

PCB 被認為是最有害的環境污染物，但是由於 PCB 安定不易分解、易溶於脂肪的特性，使得早期排放廢棄的 PCB 至今仍殘留於環境中，在生物體中，脂肪為累積 PCB 的主要位置，當 PCB 由生物體中排出時，亦以脂肪為載體，例如牛奶，在食物鏈的循環及生物濃縮效應下，因此對於脂肪含量相當高的乳製品而言，就成為人類累積 PCB 的主要暴露途徑⁽⁷⁾，因此有必要了解乳製品中 PCB 的含量情形。

貳、材料與方法

一、試驗材料

乳製品之採樣係參考行銷資料年鑑⁽⁸⁾及中華民國對外貿易發展協會之進口商資料表，從地理區、年齡、職業及性別等項目中選擇前 15 名消費者經常購買之產品，進行抽購，由於 PCB 容易溶於油脂中，因此同名之產品，以全脂或含脂之產品為取樣原則。乳製品部份包括全脂奶粉 12 件、全脂鮮乳 13 件、全脂優酪乳 9 件、煉乳 3 件、乳酪 17 件、咖啡用乳油 3 件、冰淇淋 13 件及奶油 4 件，共計 74 件。

嬰幼兒食品之採樣方法係參考嬰幼兒食品之分類⁽⁹⁾，共計採樣 26 件，包括奶粉類 21 件及肉泥罐頭 5 件，其中奶粉類包括牛奶配

方奶粉 14 件、黃豆蛋白配方奶粉 1 件、黃豆蛋白水解配方奶粉 2 件、早產兒配方奶粉 2 件及羊乳配方奶粉 2 件。至於果汁及米麥粉類因脂肪含量少，故於本計畫中並不進行採樣。

二、器具及裝置

(一)圓底濃縮瓶：500 mL

(二)皂化瓶：平底圓瓶 250 mL

(三)玻璃試管：10 mL 附 Teflon 螺旋蓋

(四)分液漏斗：250 mL，附鐵氟龍製活栓

(五)振盪器：Thermolyne，Type 37600 Mixer，USA

(六)玻璃淨化管柱：內徑 15 mm × 長度 450 mm，附鐵氟龍製活栓

(七)超音波振盪器：Ultrasonics vibrator，購自 Elma[®]，型號 transsonic TP 690，Germany

(八)減壓濃縮裝置（Rotary evaporator）：購自 BUCHI，型號 BUCHI RE 111 Rotavapor 及 BUCHI 461 Water Bath，Switzerland

(九)均質攪拌機：型號 WTI-168A，ROC

(十)離心機：購自 Heraeus Instruments，型號 Labofuge 400，USA

(十一)氣相層析儀：購自 Varian Associates，型號：Varian 3300 GC with ECD，USA

(十二)氣相層析離子阱質譜分析儀：Varian CP 3800 Gas Chromatograph, Varian Saturan 2200 GC/MS/MS, USA.

三、試藥：

正己烷採用殘量級（購自 Merck 公司，Germany）、氫氧化鈉採用試藥級（購自 Merck 公司，Germany）、酒精（購自台灣菸酒公賣局）、無水硫酸鈉採用試藥級（購自 FSA

Laboratory Supplies 公司, England)、硫酸採用試藥級(購自 Merck 公司, Germany)、矽膠採用 MN Kiesel gel 60 (購自 Macherey-Nagel 公司, Germany)、玻璃棉(Pyrex fiber glass sliver 8 micron, 購自 Corning glass works, Corning, USA)及多氯聯苯同源物(congeners)標準品:三氯取代(No.28)、四氯取代(No.52、61、66、74、77、81)、五氯取代(No.82、99、101、105、110、114、119、118、123、126)、六氯取代(No.128、138、149、151、153、156、157、167、169)、七氯取代(No.170、180、183、187、188、189)、八氯取代(No.198、202),購自 Accustandard Inc. USA。

四、檢驗方法

(一)檢體取樣

奶粉:取約 10g,精確稱定,加入去離子水定容至 100mL;牛乳及優酪乳:精確量取 100mL;固態優酪:取約 100g,精確稱定;嬰幼兒肉泥罐頭:取約 71 g,精確稱定,加入去離子水定容至 100 mL;煉乳:精確量取 50mL,加入去離子水定容至 100 mL;起司片、乾酪:取約 10g,精確稱定,加入去離子水定容至 50mL,並加熱至完全溶解;冰淇淋:取約 30g,精確稱定,加入去離子水定容至 100mL;奶油:取約 5g,精確稱定,加入去離子水定容至 50mL,並加熱至完全溶解。

(二)油脂萃取

將上述取樣完之檢體置入分液漏斗中,加草酸鈉 1g,溶解後加入酒精 100 mL、乙醚 200 mL,激烈振搖 1 分鐘,再加入石油醚 50 mL,激烈振搖 1 分鐘,靜置

分層後,取有機溶媒層,加入去離子水 100 mL,激烈振搖後,取有機溶媒層,以無水硫酸鈉 30 g 脫水,於 40°C 水浴減壓濃縮至 5 mL,再移入 80 °C 烘箱,烘乾至恆重。

(三)皂化

將各檢體所萃取之油脂移入皂化瓶,加入 3 N 氫氧化鈉酒精溶液 50 mL,在沸騰水浴中加熱迴流至檢體完全分解(約 4 小時),冷卻至 50°C,加正己烷 50 mL,充分振搖後,冷卻至室溫。

(四)萃取及濃縮

將上述皂化後溶液,移入分液漏斗中,加水 25 mL 及乙醇:正己烷(1:1)之混合液 20 mL,激烈振盪後,靜置分層,取正己烷層置於濃縮瓶內,水層再以正己烷 50 mL 萃取兩次,合併萃取液。以無水硫酸鈉 30 g 脫水,並以正己烷 20 mL 沖洗,合併流出液,於 40°C 以下之水浴減壓濃縮至 5 mL,供淨化用。

(五)淨化

1. 硫酸淨化

取上述供淨化用溶液 5 mL 置於玻璃試管中,加濃硫酸 5 mL,螺旋蓋旋緊,振盪 1 分鐘,使萃取液與濃硫酸均勻混合,以超音波振盪 15 分鐘,再以離心機離心 5 分鐘,轉速 3000 rpm。離心後,取正己烷層,下層再加入正己烷 5 mL 重複上述步驟,合併正己烷層。

2. 酸性矽膠淨化

將玻璃棉置於淨化管底部,加入正己烷 10 mL,充填酸性矽膠 8 g,並輕敲管壁以減少空隙,上層充填無水硫酸鈉 2 cm 高,再以正己烷 20 mL 沖洗,

調整流速為 3 mL/min。待無水硫酸鈉上層正己烷將流盡時，再將前節之正己烷層徐徐加入淨化管中，最後以正己烷 100 mL 沖洗，收集沖提液，於 40°C 水浴減壓濃縮至 5 mL，供作檢液。

(六) 標準曲線之製作

取各多氯聯苯同源物標準品，以正己烷稀液配成 5~75 ng/mL 等一系列濃度，供作標準溶液。精確量取標準溶液各 1μL 注入氣相層析儀，參照下列條件進行氣相層析。以濃度為橫軸，面積為縱軸，繪製標準曲線，以回歸分析計算直線方程式及相關係數。

氣相層析測定條件：

檢出器：ECD

層析管柱：DB-1，內徑 0.53mm × 30 m，內膜厚度 1.5μm。

確認管柱：DB-608，內徑 0.53mm × 30 m，內膜厚度 0.83μm。

管柱溫度：初溫 170°C，維持 3 min，溫度上升速率 3°C/min，終溫 250°C，維持 10 min，注入器溫度 250°C。

偵測器溫度：300°C

移動相氣體及壓力流速：氮氣，10 psi

(七) 鑑別試驗及含量測定

精確量取檢液及標準溶液各 1μL 注入氣相層析儀，參照氣相層析測定條件進行氣相層析，所得層析圖譜與所建立之標準品比對其滯留時間，若滯留時間相同時，參照氣相層析離子阱質譜測定分析條件進行確認，確認後依下列計算式求出檢體中 PCBs 之含量：

檢體中 PCBs 含量 (μg/mL) = (C × V) / M

C：由標準曲線求得檢液中 PCBs 之濃度 (μg/mL)

V：檢體最後定容之體積 (mL)

M：取樣分析檢體之重量 (g)

氣相層析離子阱質譜測定條件：

層析管柱：HP-5MS，內徑 0.25 mm × 30 m，內膜厚度 0.25μm。

管柱溫度：初溫 95°C，維持 1 min，溫度上升速率 4°C/min，終溫 130°C，第二段溫度上升速率 15°C，終溫 170°C，第三段溫度上升速率 2°C/min，250°C，維持 2 min。

注入器溫度：250°C

移動相氣體及流速：氮氣，1 mL/min。

分流比 (split ratio)：20 : 80

質譜檢測條件：以共振 (resonant) 模式進行二級質譜檢測，碰撞誘導解離 (resonant collision induced dissociation) 能量為 1.75~3.0 伏特，離子化時間 25 ms，射出電流 50 μamps，以 multiple reaction monitoring (MRM) 進行監測，各氯數之母代離子 (precursor ion) 及子代離子 (product ions) 如表三所示。

五、品質管制

(一) 空白分析

樣品分析前，以溶劑為基準，依檢液調製方法進行溶劑空白分析，確認整體分析無污染之虞，再進行檢體之檢驗分析。

(二) 回收試驗

精確稱取蔬菜油 3 g 為基質，添加 PCB 標準品 (PCB No.28、52、101、118、138、153 及 180)，使其添加量為 40 ng/g，混合均勻後，依檢液調製方法製成檢

表一、多氯聯苯同源物氣相層析圖譜之含氯數及滯留時間

Table 1. The retention time of PCB congeners.

PCB Congeners No.	含氯數	RT (min)	PCB Congeners No.	含氯數	RT (min)
28	3	9.463	105,188,153	5,7,6	19.536
52	4	10.997	138	6	20.982
61,66,74	4,4,4	13.707	126	5	21.382
101	5	15.268	128,167,187,183	6,6,7,7	22.186
99	5	15.512	156,157	6,6	23.853
119	5	15.851	180	7	24.779
81	4	16.401	202	8	25.739
77,110	4,5	16.914	169,170	6,7	26.099
82	5	17.404	198	8	26.722
151	6	17.782	189	7	27.766
118,123,149	5,5,6	18.321			
114	5	18.807			

註：RT = retention time.

表二、多氯聯苯同源物標準曲線之相關係數

Table 2. r^2 of PCB congeners standard curve

PCB Congeners No.	r^2	PCB Congeners No.	r^2
28	0.9947	119	0.9959
52	0.9963	126	0.9940
61,66,74	0.9950	128,167,187,183	0.9942
77,110	0.9879	138	0.9780
81	0.9933	151	0.9947
82	0.9946	156,157	0.9921
99	0.9955	169,170	0.9896
101	0.9933	180	0.9973
105,188,153	0.9818	189	0.9944
114	0.9999	198	0.9945
118,123,149	0.9917	202	0.9880

表三、PCB 同源物之氣相層析質譜/質譜條件

Table 3. The parameters of GC-MS/MS for analysis PCB congeners.

Cl n	Precursor Ion(m/z)	CID Rf (m/z)	CID Volt (Volt)	PCB Congeners No.	Product ions (m/z)
3	258	114	2.5	28	186,188
4	292	129	2	52,61,66,74,81	220,222
5	326	144	2.25	82,99,101,05,110,114,119,118,123,126	254,256
6	360	159	2.5	128,138,149,151,153,156,157,167,169	288,290
7	396	175	3.0	170,180,183,187,188,189	324,326
8	430	190	3.0	198,202	358,360

液，並加以分析，計算回收率。

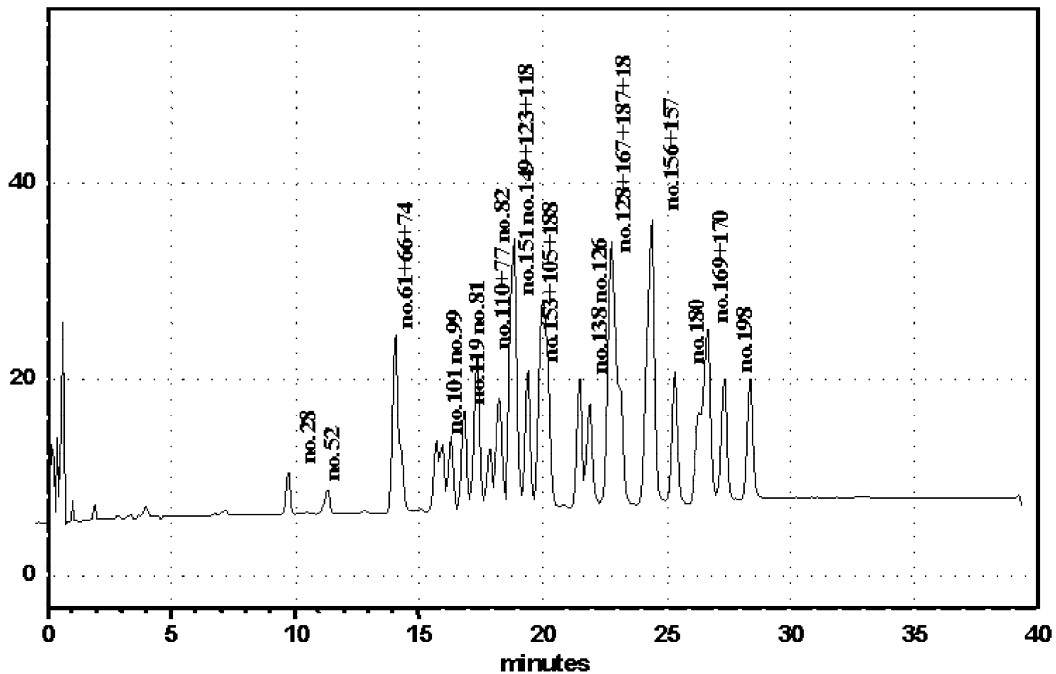
參、結果與討論

一、多氯聯苯之檢測

PCB 之檢測以 GC/ECD 分析 34 種 PCB 同源物，氣相層析圖譜如圖一所示，PCB 同源物之含氯數及滯留時間如表一所示。本研究之萃取及淨化方法參考行政院衛生署公告之「食品中多氯聯苯之檢驗方法」，檢液以濃硫酸處理，除去大部分之雜質，再將上層液通過酸性矽膠管柱，經此處理後，殘留管

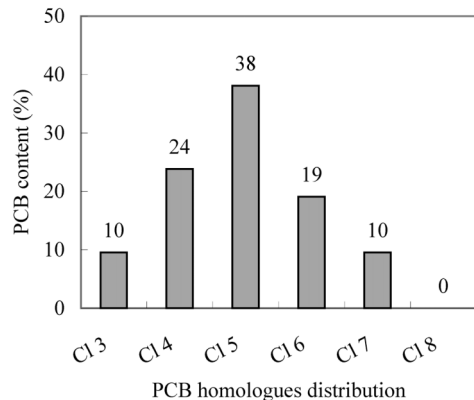
柱之雜質量減少，濃度約在 75 ng/mL 以下可得到良好的線性曲線，依前述標準曲線製作方法計算 PCB 同源物標準曲線之回歸方程式， r^2 大於 0.9818 以上，線性關係良好，如表二所示。

以 GC/ECD 檢測出 PCB 之檢體，進一步採用離子阱串聯質譜（MS/MS）進行確認試驗，該質譜儀屬於儲存式質譜儀，主要由一個環電極（ring electrode）及二個端蓋電極（end cap electrode）所構成，當射頻電壓交流電加到環電極時，可在離子阱中形成三度空間的四極電場，使得待測分子被離子化後



圖一、多氯聯苯同源物標準品之氣相層析圖譜
Fig 1. Gas chromatogram of PCB congeners

限制在其中。離子阱質譜儀可應用於串聯質譜分析，其原理是採時間串聯方式 (tandem in time) 來完成兩段以上的質譜分析。主要步驟包括游離分析物並去除基質離子、選擇母代離子、形成子代離子及掃描子代離子質譜。離子阱質譜儀和傳統的低解析度質譜儀相比較，具有高靈敏度及高掃描的特性，且具有高選擇性及高重複性的優點。對於食品而言，MS/MS 的訊號/雜訊比 (signal to noise ratio) 比低解析度的電子撞擊質譜法高約 10 到 100 倍⁽¹⁰⁾。在 PCBs 同源物分析方面，以 (M+2) 為母代離子，經由碰撞誘導解離產生 (M+2-2Cl) 及 (M-2Cl) 子代離子，如 PCB 81 為含有四氯之 PCB 同源物，其分子量為 290，其母代離子為 292，經碰撞誘導解離



圖二、乳製品及嬰幼兒食品多氯聯苯同族物分佈情形
Fig 2. Percentage distribution of PCB homologues in dairy products, infant and junior

後其子代離子為 m/z 220 及 m/z 222，而利用 MRM 模式偵測，可分離具有共析特性之 PCB 同源物，可同時將 3Cl~8Cl 之 PCB 同源物區分。此外，以 4Cl 之 PCB 同源物為例，該條件下之儀器偵測極限為 5pg（注入量為 1 μ L），外添加之偵測極限則為 3 ng/g fat，二級質譜之圖譜仍然相當清楚。

二、品質管制

PCB 同源物 PCB-28、52、101、118、138、153 及 180 之含氯數介於 3~7 之間，文獻指出⁽¹¹⁾，此 7 種 PCB 之含量佔比利時雞肉飼料污染事件所檢測出的 PCB 含量的 1/3，因此其含量分布可作為 PCB 同源物污染之指標之一。因此本研究取該 7 種 PCB 同源物 PCB-28、52、101、118、138、153 及 180 標準品溶液，添加於蔬菜油中，使成 40 ng/g 之濃度，再依檢液調製方法製成檢液，淨化後分析回收率。所得之回收率介於 79.6~103.4% 之間，除了同源物 PCB-28 之平均回收率較低外之外，其餘同源物之回收率多在 90% 以上，顯示本方法之回收狀況良好，見表四所示。

三、台灣地區乳製品及嬰幼兒食品中 PCB 之調查

依據上述之方法檢測台灣地區乳製品及嬰幼兒食品中 PCB 同源物，共計採樣 100 件檢體，乳製品方面共計 74 件，包括全脂奶粉 12 件，檢出 4 件，含量範圍 5.1~8.2 ng/g fat；全脂鮮乳 13 件，檢出 1 件，含量 6.9 ng/g fat；全脂優酪乳 9 件，檢出 1 件，含量 17.6 ng/g fat；煉乳 3 件，檢出 1 件，含量 6.8 ng/g fat；乾酪 17 件，檢出 2 件，含量範圍 5.9~7.7 ng/g；咖啡用乳油 3 件，均未檢出；冰淇淋 13

件，檢出 2 件，含量範圍 3.5~3.9 ng/g fat；乳酪 4 件，均未檢出。在嬰幼兒食品方面，計 26 件，包括牛奶配方嬰兒奶粉 14 件，檢出 3 件，含量範圍 3.5~13.5 ng/g fat；黃豆蛋白水解配方嬰兒奶粉 2 件，檢出 1 件，含量 3.5 ng/g fat；嬰幼兒罐頭食品罐頭 5 件，檢出 1 件，含量 21 ng/g fat。其餘黃豆蛋白配方嬰兒奶粉、早產兒配方嬰兒奶粉及羊乳配方嬰兒奶粉則均未檢出 PCB 同源物。見表五所示。

有關 PCB 之限量標準，行政院衛生署公告鮮乳及乳製品之限量標準為 0.5 ppm（脂肪基準），嬰幼兒食品則為 0.2 ppm，美國之標準則為鮮乳及乳製品 1.5 ppm（脂肪基準），嬰幼兒食品 0.2 ppm；日本為鮮乳 0.1 ppm，韓國為乳製品 1.0 ppm。以行政院衛生署公告之限量標準檢視本年度所檢驗之乳製品及嬰幼兒食品，其含量均與規定相符，見表六所示。

以 PCB 氯取代數目之不同作分類，分析檢出之 PCB 同源物，發現在乳製品及嬰幼兒食品中，所檢出的 PCB 同源物屬於四、五及六個取代氯 PCB 為多，其含量分別佔有 24、38 及 19%，如圖四所示。顯示目前在環境中 PCB 的殘留量仍然以五個取代氯的 PCB 為主。

目前有關食品中 PCB 之檢測，行政院衛生署公告之方法並不是以 PCB 同源物為定量之依據，而僅有中國國家標準針對戴奧辛類 PCB 之檢驗方法，且其檢測儀器為高解析度質譜儀，92 年度之調查計畫中，所選擇 PCB 同源物亦包含戴奧辛類之 PCB 等共平面 PCB 12 種，但限於目前方法之偵測極限之故，檢體中多未檢出該類之 PCB 同源物，僅有 3 件檢出含有 PCB-118，該 PCB 同源物在其他研究中為檢出含量較高的種類，因此在本調查

表四、PCB 同源物於植物油中之回收率及偵測極限

Table 4. Recoveries and detection limits of PCB congeners spiked (40 ng/g) into vegetable oil

PCB congeners No.	Recoveries (%)	LOD (ng/g) ^b
28	79.6±0.8 (2.4) ^a	3
52	93.8±0.5 (1.4)	6
101	100.2±1.2 (3.1)	3
118	95.5±1.0 (2.5)	3
138	97.2±0.8 (2.1)	3
153	98.1±0.9 (2.4)	3
180	103.4±2.1 (5.0)	3

a : CV%

b : LOD : limit of detection

表五、台灣地區乳製品及嬰幼兒食品中 PCB 含量之調查

Table 5. Survey on the contents of PCB congeners in dairy products, infant and junior foods in Taiwan

檢體種類	檢體名稱	抽樣件數	檢出件數	含量範圍(ng / g fat)
乳製品	全脂奶粉	12	4	5.1~8.2
	全脂鮮乳	13	1	6.9
	全脂優酪乳	9	1	17.6
	煉乳	3	1	6.8
	乾酪	17	2	5.9~7.7
	咖啡用乳油	3	0	ND
	冰淇淋	13	2	3.5~3.9
	乳酪	4	0	ND
	小計	74	11	-
嬰幼兒食品	牛奶配方嬰兒奶粉	14	3	3.5~13.5
	黃豆配方嬰兒奶粉	1	0	ND
	黃豆水解嬰兒奶粉	2	1	3.5
	早產兒嬰兒奶粉	2	0	ND
	羊乳配方嬰兒奶粉	2	0	ND
	嬰兒罐頭食品	5	1	21
	小計	26	5	-

ND : not detected

中，其檢出的比例也較高。

表六、國內外食品中 PCB 之限量標準

Table 6. The tolerances for polychlorinated biphenyls in foods set by different countries.

國家	類別	限量 (ppm)	備註
台灣	鮮乳	0.5	脂肪基準
	乳製品	0.5	脂肪基準
	嬰幼兒食品	0.2	-
美國	鮮乳	1.5	脂肪基準
	乳製品	1.5	脂肪基準
	嬰幼兒食品	0.2	-
日本	鮮乳	0.1	-
韓國	乳製品	1.0	-

四、國內外乳製品中 PCB 調查結果之比較

比較 79 年度⁽¹²⁾及 92 年度對乳製品中 PCB 含量之檢測結果，發現結果均較低，一方面可能由於 PCB 的禁用，使得在環境中的含量已經逐年的降低，另外一方面，由於 79 年度之檢測方法中，並沒有以質譜儀進行確認試驗，因此可能會使得檢測值偏高，見表七所示。

比較國外乳製品中 PCB 含量之情形，德國政府曾於 1992 年報告⁽¹³⁾牛奶、乳油（cream）、乳酪（butter）及乾酪（cheese）中 PCB 的含量情形，其平均含量為 31.8、32.6、25.0、33.5 及 34.4 ppb；此外，2001 年⁽¹⁴⁾英國調查各國乳酪中之 PCB 同源物含量情形，以 PCB28、52、118、105、153、138、180 及 170 為總 PCB 含量計，其含量範圍介於

230~14090 pg/g fat；加拿大於 1986 年~1988 年⁽¹⁵⁾針對食品中 PCB 含量之檢測結果，乳製品（牛乳、煉乳、乳油、冰淇淋、乾酪、優酪乳、乳酪等）之含量範圍在 3.1~5.7 ng/g fat，比較 93 年度所檢出之含量情形，均較其含量為低或未檢出，推測其原因除了可能較低外，本方法之偵測極限較高（ppb 等級），因此在偵測極限下，並未檢出，可能會導致總 PCB 的含量較低。

表七、79 年度及 92 年度乳製品中 PCB 含量之比較

Table 7. Comparisons of PCB contents in dairy products surveyed in 1990 and 2003

乳製品	PCB (ng/g fat)	
	79 年度 ^a	92 年度 ^b
奶粉	22.7 (15, 10) ^c	6.7 (12, 4)
鮮乳	14.0 (39, 38)	6.9 (13, 1)

a: 79 年度以 PCB KC-500 標準品及脂肪為基準定量，潘等，1991。

b: 92 年度以 PCB congeners 標準品及脂肪為基準定量。

c: 檢驗件數，檢出件數

肆、結 論

本研究採用多重分析方法檢測 34 種 PCB 同源物，方法之最低檢出限量為 3~6 ng/g（脂肪基準），平均回收率介於 79.6~103.4%。檢驗結果顯示乳製品檢體中，檢出 PCB 同源物 11 件，含量範圍為 3.5~17.6 ng/g（脂肪基準）；而在嬰幼兒食品檢體中，檢出 PCB 同源物 5 件含量範圍為 3.5~21.0 ng/g，檢驗結果均與衛生標準規定相符。

伍、參考文獻

1. 郭育良及李美慧。2000。長久性有機污染物對人類及動物之內分泌影響。環境荷爾蒙物質管理及環境流布調查。微生物與環境賀爾蒙研討會論文集。30-33 頁。
2. Lang, V. 1992. Polychlorinated biphenyls in the environment. *Journal of Chromatography*. 595: 1-43.
3. Erickson, M. D. 1997. Analytical chemistry of PCBs. Published by CRC/Lewis. Boca Raton, Fla. USA.
4. Matsuzaka, J., Yamagushi A. 1969. An epidemiologic study on "YUSHO" or chlorobiphenyls poisoning. *Fukuoka Acta Medica* 60: 513-514.
5. 陳秋雲。1994。第八章 植物葉中多氯聯苯分析方法之研究。環境中多氯聯苯之分析：HRGC/ECD、MDGC/ECD、HRGC/LRMS 與 HRGC/IDMS 方法的研究。1-44 頁。國立清華大學博士論文。
6. Hsu, S. T., Ma, C. I., Hsu, S. K., Wu, S. S., Hsu, N. H., Yeh, C. C., Wu, S. B. 1985. Discovery and epidemiology of PCB poisoning in Taiwan: a four-year followup. *Environmental Health Perspectives* 59: 5-10.
7. Sewart, A., Jones, K. 1996. A survey of PCB congeners in U.K. cow's milk. *Chemosphere*. 32 (12): 2481-2492.
8. I.C.T. 行銷資料年鑑，2002，台灣行銷資料年鑑。
9. Cressey, P. J. and Vannoort, R. W. 2003. Pesticide content of infant formulae and weaning foods available in New Zealand. *Food Additives and Contaminants* 20(1): 57-64.
10. Hayward, D. G. 1997. Determination of polychlorinated dibenzo-p-dioxin and dibenzofuran background in milk and cheese by quadrupole ion storage collision induced dissociation MS/MS. *Chemosphere* Vol.34 Nos 5-7, pp. 929-939.
11. Bernard, A., Hermans, C., Broeckaert, F., De Poorter, G., De Cock, A., Houins, G. 1999. Food contamination by PCBs and dioxins. *Nature* 401: 231-232.
12. 潘志寬、鄭秋真及周薰修。1991。七十九年度市售魚類、肉類、乳類、蛋類中 PCB 之調查。藥物食品檢驗局調查研究年報 9：404-406。
13. Furst, P., Furst Chr., Wilmers, K. 1992. Survey of dairy products for PCDDs, PCDFs, PCBs and HCB. *Chemosphere* 25: 1039-1048.
14. Kalantzi, O. I., Alcock, R. E., Johnston, P. A., Santillo, D., Stringer, R. L., Thomas, G. O., Jones, K. C. 2001. The global distribution of PCBs and organochlorine pesticides in butter. *Environ. Sci. Technol.* 35: 1013-1018.
15. Mes, J., Newsome, W. H., Conacher H. B. S. 1991. Levels of specific polychlorinated biphenyl congeners in fatty foods from five Canadian cities between 1986 and 1988. *Food Additives and Contaminants* 8(3): 351-361.

Survey On The Polychlorinated Biphenyls Residues in Dairy Products, Infant and Junior Foods in Taiwan

WEI-CHIH CHENG, SU-YEN CHEN, PI-CHIOU CHANG AND SHIN-SHOU CHOU

Division of Food Chemistry

ABSTRACT

A survey of PCB residues in dairy products, infant and junior foods in Taiwan is reported for understanding the PCB residues. One hundred samples including 74 dairy products and 26 infant and junior foods were sampled from retail outlets and analyzed by GC/ECD and confirmed by GC-MS/MS. Sample lipids were extracted by n-hexane, saponified, extracted by n-hexane, concentrated, and then cleaned up by sulfuric acid following acid silica column. Thirty-four polychlorinated biphenyl (PCB) congeners were analyzed in this study. The recovery studies were carried out by spiking PCB congeners at the level of 40 ng/g fat. Average recoveries were in the range of 79.6~103.4%. This method was applied to samples analysis, 11 samples of dairy products were detected to contain PCB congeners ranged from 3.5-17.6 ng/g fat and 5 samples of infant and junior foods were ranged from 3.5-21 ng/g fat. In this study, penta and hexachlorinated PCBs were the major congeners for the fish and shellfish samples in Taiwan. All of the samples were found to comply with the regulation limit for PCB.

Key words : PCB congeners, dairy products, infant and junior foods, GC/ECD, GC-MS/MS