

102 年度研究成果報告 - 食品中危害物質之監測及風險評估

水產品中有機錫類之含量監測及風險評估

摘要

有機錫化合物常用於船舶底部及漁具作為抗生物附著塗料或浸泡劑，其主要物種包括丁基錫 (Butyltins, BTs) 與苯基錫 (Phenyltins, PhTs)。過去五十年來，由於有機錫化合物在工商業的用途廣泛，因而被大量使用，然因其在製造及使用過程極易釋出，而導致大量的有機錫污染物進入環境生態系統，包括河川及海洋水體、底泥及生物體中。由於有機錫在極低濃度即可誘發性變異 (imposex)，日本政府環境廳於1998年起將有機錫化合物公告為內分泌干擾物質。近幾年來，研究顯示有機錫化合物具有生物濃縮、生物累積特性。因此，人體經由攝取受有機錫污染之水產品，是否可能使得該類污染物在人體累積，進而對人體產生不良之健康效應，有必要進一步評估。雖然，有機錫對人體健康危害之毒理機轉仍未全然瞭解，但近來亦有不少文獻指出該類化合物會使人體之免疫能力下降、攝護腺發炎、具肝臟毒性及致畸胎性等。此外，亦有許多動物實驗研究亦證實了有機錫化合物之上述毒害特性。有機錫化合物既為已知之內分泌干擾物質，且可能透過水生生物食物鏈進入人體進而影響人體健康。因此亟有必要透過完整之檢測技術建立並進行長期持續之監測，以瞭解本土食品之污染程度。

本研究針對台灣民眾經常食用之六大類三十二種水產品進行有機錫污染含量調查，並將完成一般民眾食入暴露風險評估。本研究以台灣北、中、南及東部之漁市場為對象，分別於夏季及冬季在當地魚市場購買民眾經常食用之六大類三十二種水產品進行六種有機錫物種包括三丁基錫 (tributyl tin, TBT)、二丁基錫 (dibutyl tin, DBT)、單丁基錫 (monobutyl tin, MBT)、單苯基錫 (monophenyl tin, MPhT)、二苯基錫 (diphenyl tin, DPhT) 及三苯基錫 (triphenyl tin, TPhT) 分析。由於有機錫對人體不具致癌性，其對人體之主要健康危害為免疫毒性，故以危害指標 (Hazard index, HI) 進行非致癌風險評估。本研究具體的工作項目有三：(1)、彙整我國及Codex、歐盟、紐澳、美國、日本等先進國家針對有機錫之使用、流布、管理現況及食品

中有機錫之風險評估資訊。(2)、分析市售水產品中有機錫之含量，以累積本土性水產品有機錫含量之背景值。內容包括：進行水產品中單烷基、苯基錫化合物(含單丁基錫、單苯基錫)、二烷基、苯基錫化合物(含二丁基錫、二苯基錫)及三烷基、苯基錫化合物(含三丁基錫、三苯基錫)等含量之分析，共200件，並出具分析品管檢驗報告。(3)、依據本計畫調查之背景值，進行國人飲食健康風險評估，並提出風險溝通說帖。

本研究已完成之結果包含(1)、已於報告文獻資料蒐集分析章節中彙整我國及Codex、歐盟、紐澳、美國、日本等先進國家針對有機錫之使用、流布、管理現況及食品中有機錫之風險評估資訊；(2)、在樣本採樣部分已完成64件淡水魚、80件鹹水魚、16件甲殼類、20件雙殼/單殼貝、20件頭足類，共計200件樣品之採樣工作；(3)、在分析部分，目前已完成200件的樣本分析，其中包含淡水魚類64件、鹹水魚類80件、甲殼類16件、貝類20件以及頭足類20件。分析結果6種有機錫之濕重濃度平均值(範圍)在丁基錫部分總濃度由高至低分別為鹹水魚類：0.251(0.010-1.70) mg/kg fresh weight > 淡水魚類：0.176(0.015-1.03) mg/kg fresh weight > 甲殼類：0.126(0.010-0.621) mg/kg fresh weight > 貝類：0.109(0.015-0.307) mg/kg fresh weight > 頭足類：0.080(0.008-0.493) mg/kg fresh weight。若依據各類樣品中乾重濃度平均值(範圍)排列則是鹹水魚類：0.882(0.049-7.07) mg/kg dry weight > 貝類：0.776(0.070-2.55) mg/kg dry weight > 淡水魚類：0.679(0.070-2.96) mg/kg dry weight > 頭足類：0.484(0.049-3.27) mg/kg dry weight > 甲殼類：0.402(0.049-2.59) mg/kg fresh weight。在苯基錫部分，總濃度由高至低分別為甲殼類：0.920(0.012-3.06) mg/kg fresh weight > 貝類：0.448(0.052-1.38) mg/kg fresh weight > 頭足類：0.300(0.009-1.19) mg/kg fresh weight > 淡水魚類：0.242(0.009-1.36) mg/kg dry weight > 鹹水魚類：0.235(0.009-2.27) mg/kg dry weight。若依據各類樣品中乾重濃度平均值(範圍)排列則是貝類：3.43(0.289-9.73) mg/kg dry weight > 頭足類：1.86(0.045-8.61) mg/kg

dry weight > 甲殼類：1.83 (0.057-9.38) mg/kg dry weight > 淡水魚類：0.924 (0.045-6.14) mg/kg dry weight > 鹹水魚類：0.871 (0.045-8.49) mg/kg dry weight。

在國人飲食健康風險評估部分評估結果，TBT 非致癌危害商數高低為貝類>淡水魚類，鹹水魚類>頭足類>甲殼類；TBT+DBT 非致癌危害商數高低為鹹水魚類>淡水魚類>貝類>頭足類>甲殼類；TPT 非致癌危害商數高低為甲殼類>貝類>淡水魚類>鹹水魚類，頭足類。另外 TBT+DBT+TPhT 危害指標 (Hazard Index, HI) 顯示除了 0~3 歲、3~6 歲、6~12 歲男性高於 1，具有危害之外，其餘年齡層以上不論在貝類、淡水魚類、鹹水魚類、頭足類、甲殼類及總水產品之攝食危害指標(HI)均小於 1，顯示食入上述之水產品後不會產生不良之健康效應。

另本研究根據Belfroid等人 (2000)以一般人平常攝取的魚貝類量來推估海鮮食品中可以容忍的有機錫含量。彙整世界各國如美國、歐盟、中國大陸、日本、韓國、香港、新加坡、英國、德國、加拿大等國家所進行之容許平均殘留限值(Tolerable average residue levels, TARLs)風險評估結果。由於歐盟於2004年已訂定TBT+DBT+TPhT的TDI值為0.25 $\mu\text{g}/\text{kg b.w.}$ ，因此本研究以TBT+DBT+TPhT總和評估各年齡層之容許平均殘留限值(Tolerable average residue levels, TARLs)，分別為0~3歲為307 ng Sn/g wt、3~6歲為322 ng Sn/g wt、6~12歲為241 ng Sn/g wt、12~16歲為563 ng Sn/g wt、16~18歲為788 ng Sn/g wt、19~65歲為295 ng Sn/g wt、65歲以上為342 ng Sn/g wt。依據此容許平均殘留限值，本計畫所採集分析之水產品樣本共有62件超過上述容許平均殘留限值。其中淡水魚17件，容許平均殘留限值範圍264~1425 ng Sn/g wt，最低是自梧棲觀光漁市採集之加州鱸，最高是自興達港觀光漁市採集之烏殼(養)；鹹水魚26件，容許平均殘留限值範圍245~1934 ng Sn/g wt，最低是自宜蘭市中央臨時攤販集中場(綠九)採集之大鯊，最高是自興達港觀光漁市採集之鱸魚；甲殼類8件，容許平均殘留限值範圍

250~3003 ng Sn/g wt，最低是自蘇澳區漁會南寧生鮮漁貨拍賣場採集之白蝦，最高是自高雄建興市場採集之赤尾青蝦；貝類7件，容許平均殘留限值範圍244~1023 ng Sn/g wt，最低是自台中魚市場採集之牡蠣，最高是自台中魚市場採集之花蚧子；頭足類4件，容許平均殘留限值範圍260~510 ng Sn/g wt，最低是自興達港觀光漁市採集之章魚，最高是自臺北漁產運銷股份有限公司採集之魷魚。顯示目前食用之水產品大多是安全的，但仍有部分水產品須監控是否有持續遭受有機錫污染之虞，以確保國人健康。

將各項參數利用蒙地卡羅模擬法 (Monte Carlo Method) 進行1萬筆隨機模擬的推估結果，0-3歲年齡層的危害指標(HI)中位數為1.13，第95分位危害指標(HI)為4.19；3-6歲年齡層的危害指標(HI)中位數為1.34，第95分位危害指標(HI)為4.78；6-12歲男性年齡層的危害指標(HI)中位數為1.01，第95分位危害指標(HI)為3.54；6-12歲女性年齡層的危害指標(HI)中位數為0.89，第95分位危害指標(HI)為3.19；12-16歲男性年齡層的危害指標(HI)中位數為0.53，第95分位危害指標(HI)為1.85；12-16歲女性年齡層的危害指標(HI)中位數為0.40，第95分位危害指標(HI)為1.43；16-18歲男性年齡層的危害指標(HI)中位數為0.35，第95分位危害指標(HI)為1.28；16-18歲女性年齡層的危害指標(HI)中位數為0.27，第95分位危害指標(HI)為0.94；19-65歲男性年齡層的危害指標(HI)中位數為0.85，第95分位危害指標(HI)為3.10；19-65歲女性年齡層的危害指標(HI)中位數為0.76，第95分位危害指標(HI)為2.74；65歲以上男性年齡層的危害指標(HI)中位數為0.62，第95分位危害指標(HI)為2.25；65歲以上女性年齡層的危害指標(HI)中位數為0.50，第95分位危害指標(HI)為1.86，結果顯示多個年齡層之第95分位危害指標(HI)均超過1，顯示部分水產品攝食量較高之民眾於食入上述之水產品後會產生不良之健康效應。

關鍵字：丁基錫類、苯基錫類、水產品、健康風險評估、非致癌危害商數、危害指標