

台北醫學大學公共衛生學系碩士班
碩士論文

Graduate Institute of Public Health
Taipei Medical University
Master Thesis

指導教授：韓柏樑

汞污染地區居民食用魚產品之汞暴露風險評估及其
認知、態度、行為之研究

Knowledge、Attitude、Practice and risk assessment of
mercury exposure through the consumption of fish from
the mercury containminated area

研究生：邱宇昕 撰

中華民國九十六年七月

目錄

圖目錄	i
表目錄	iii
第一章前言	1
第一節研究背景及動機	1
第二節研究目的	5
第二章文獻探討	6
第一節汞的特性、種類、來源及人體暴露汞的途徑與毒害機制	6
第二節汞暴露可能對人體產生的危害	9
第三節魚類攝取對人體的益處/壞處及損益分析相關研究	15
第四節食用魚類汞暴露及健康風險評估之相關研究	25
第五節魚類攝食建議及認知、態度、行為相關研究	30
第三章材料與方法	37
第一節研究之時間、地點、對象	37
第二節問卷內容及採樣方法	39
第三節樣本分析方法	41
第四節研究架構	45
第四章結果與討論	46
第一節問卷調查結果（前半部）	46
第二節受訪者經由食用魚類及魚產品之汞暴露及健康風險評估	51
第三節受訪者對魚類受汞污染相關之認知、態度、行為調查	55
第四節國內外汞暴露之比較	58
第五節討論	59
第六節結論與建議	61
第七節研究限制	63
附錄圖表	64

參考文獻	101
附件	112



圖目錄

圖 1 多種魚類及甲殼魚類所含之二十二碳六烯酸 (DHA) 及二十碳五烯酸 (EPA)	64
圖 2 攝食魚類甲基汞暴露之綜合損-益劑量反應曲線	67
圖 3 美國威斯康辛州健康及家庭服務部門針對育齡婦女所做安全魚類食用建議之海報	69
圖 4 懷孕的北美摩和克族婦女接受魚類攝食建議之訊息後，魚類攝食行為的改變	70
圖 5 食用不同量美國大湖區野生魚類之摩和克族婦女血清中 PCB 濃度 (ppb) 的差異	71
圖 6 紐澤西 180 位大學生及其他紐澤西市中心的居民曾經聽過食用魚類 (不論魚種) 利益或風險的比例	72
圖 7 紐澤西 180 位大學生及其他紐澤西市中心的居民對於食用魚類之利益或風險資訊來源信賴程度相對的等級排序	72
圖 8 台鹼安順廠地理位置圖	73
圖 9 台鹼安順廠廠區相關位置圖	74
圖 10 受訪者喜歡吃魚的原因所佔百分比	77
圖 11 受訪者不喜歡吃魚的原因所佔百分比	78
圖 12 受訪者最常食用前十名之魚種	78
圖 13 受訪者常食用魚類之來源所佔百分比	79
圖 14 以 US EPA 訂定之參考劑量估算受訪者經由食用魚類及魚產品所暴露甲基汞之危害指標 (Hazard Index)	87
圖 15 以 US FDA 訂定之參考劑量估算受訪者經由食用魚類及魚產品所暴	

露甲基汞之危害指標 (Hazard Index)	87
圖 16 受訪者對台灣之水產品有無受污染可能之認知百分比	92
圖 17 受訪者認為台灣之水產品污染程度之認知百分比	92
圖 18 受訪者台灣之水產品可能含有的污染物質及認知百分比	93
圖 19 受訪者對 US EPA/FDA 於 2004 年公布四種高汞含量魚類，並建議孕 婦等特殊族群不要食用之訊息認知百分比	93
圖 20 受訪者對汞會對人體造成傷害之認知百分比	94
圖 21 受訪者對汞會對發育中的胎兒及幼童造成危害之認知百分比	94
圖 22 受訪者認為魚類含汞並會對人體造成危害之相關訊息與自己有無關 係	95
圖 23 受訪者獲得食用含汞魚類可能對人體產生危害相關訊息管道來源之 百分比	95
圖 24 受訪者認為獲得食用含汞魚類可能對人體產生危害相關訊息管道來 源是否充足所佔百分比	96
圖 25 受訪者認為平常所食用之海鮮安全與否	96
圖 26 受訪者認為政府是否應該訂定海鮮類之安全衛生標準以保障民眾健 康	97
圖 27 受訪者填答完問卷之後是否改變魚類之食用量之行為及所佔百分比	97
圖 28 受訪者填答完問卷之後增加魚類食用量之原因所佔百分比	98
圖 29 受訪者填答完問卷之後減少魚類食用量之原因所佔百分比	98

表目錄

表 1 一般民眾及敏感族群（婦女及孩童）食用受污染的魚類所產生的致癌 風險	65
表 2 1994~1996 美國民眾日間持續飲食調查中，有食用魚類者佔全體之百 分比及其食用量	65
表 3 美國民眾過去 30 天魚類及甲殼魚類攝食頻率前 10 名之魚種	66
表 4 二十三種魚類及甲殼魚類所含 ω -3 脂肪酸的量、汞濃度，以及每週食 用其中任一種魚類 170 g 之汞暴露量分別佔參考劑量 (RfD) 及暫時可 容許每週暴露量 (PTWI) 的比例	67
表 5 美國民眾五種不同的魚類攝食方案與基準比較所顯現的健康衝擊效應	68
表 6 美國 EPA/FDA 對懷孕婦女、育齡婦女、哺乳中婦女及幼童之魚類攝食 建議	68
表 7 美國大湖區域的各州將魚類攝食建議的標的族群設定為育齡婦女於 1995 及 2002 年間執行程度的變化	70
表 8 受訪者之基本人口學資料	75
表 8 受訪者之基本人口學資料(續)	76
表 9 受訪者抽菸、喝酒、嚼檳榔之生活形態變項	76
表 10 受訪者依年齡分類之喜好吃魚的程度	77
表 11 受訪者日常食用之新鮮魚類總汞濃度及食用頻率排名	79
表 11 受訪者日常食用之新鮮魚類總汞濃度及食用頻率排名 (續)	80
表 12 受訪者所食用加工魚產品之總汞濃度	81
表 13 受訪者平均每日魚類及魚產品食用量及經由食用魚類及魚產品之每 日甲基汞攝入量	82

表 13 者平均每日魚類及魚產品食用量及經由食用魚類及魚產品之每日甲 基汞攝入量 (續)	83
表 13 者平均每日魚類及魚產品食用量及經由食用魚類及魚產品之每日甲 基汞攝入量 (續)	84
表 13 者平均每日魚類及魚產品食用量及經由食用魚類及魚產品之每日甲 基汞攝入量 (續)	85
表 13 者平均每日魚類及魚產品食用量及經由食用魚類及魚產品之每日甲 基汞攝入量 (續)	86
表 14 受訪者依性別、年齡、居住地區、居住年數、教育程度分類之魚類及 魚產品攝取量、甲基汞攝入量、甲基汞攝入量佔 PTWI 之百分比及危 害指標平均值之比較	88
表 15 受訪者之年齡、居住年數、魚類及魚產品食用量及甲基汞暴露量之間 的相關性分析	89
表 16 受訪者之教育程度與魚類及魚產品食用量及甲基汞暴露量之間的相 關性分析	89
表 17 之甲基汞暴露組別依性別、年齡、居住地區、居住年數、教育程度分 項後各項所佔之百分比	90
表 18 高、低暴露組在日常食用之魚種、來源及食用量之比較	91
表 19 各國訂定甲基汞之容許每日攝取量 (ADI) 及其根據及標準	99
表 20 各國居民魚類 (海產) 食用量、魚類 (海產) 汞濃度及經由食用魚類 (海產) 之每日汞 (或甲基汞) 攝入量比較	100

致謝

一眨眼三年就過去了，在這一千多個日子中，真真實實的體驗到生活中的甘與苦，以及與人相處的不易，這對生長在南部的我確實是一個極大的挑戰。除了一個人住要料理生活中大大小小的瑣事，更要學習如何排遣孤獨與寂寞的感覺，也許我還在學習，但至少現在我比較能夠習慣一個人的生活。在課業上，雖然我沒有一起研究的伙伴，但我很感謝韓柏樺老師給我的指導，讓我知道如何利用既有的資源來完成一篇論文，並讓我知道團體合作的重要性，畢竟靠一個人的力量是難以完成如此艱鉅的任務，此外也要感謝韓老師也給了我許多生活上的啟發，以及對我不成熟行為的包容，讓我能自我反省，並知道如何扮演好自己的角色，不論身在何處。而在我心情低落、力不從心時，溫婉的趙馨老師及謙和的陳怡樺老師總是不吝給我鼓勵，讓我有繼續完成學業的動力，心中真有無盡的謝意。另外也要感謝林佳谷老師讓我見識其獨樹一格的學術思維，使我對於科學有另一層面的體會，而何玉山老師對於學術嚴謹及熱情奉獻的精神也讓我感佩於心，我相信您們給我的是一輩子受用不盡的寶貴資產。

此外，隨和善良的佩玲學姐、鴻仁、機智的伶穎學姐、簡伶朱老師，以及韓家一票熱情美麗的學妹們，若是沒有你們的協助與鼓勵，我也無法順利畢業，我心中只有無限感激！

最後，我必須將我心中最深處的感謝，獻給愛我並一路陪伴我走過的上帝！

摘要

位於台南市安南區的中石化台鹼安順廠過去在生產鹼氣的過程中因使用水銀電解法來製造，約使用了 2.4 公噸的汞（水銀），而經由污泥排放、廢水排放、廢水處理廠的污泥及其他操作不當的因素導致廠區及附近地區受到嚴重的汞污染。

因此附近居民的飲食勢必受到汞污染的影響，尤其食用魚產品是汞暴露的主要來源，若是長期食用受污染的魚產品則會對健康造成一定程度的危害。

雖然居住於台鹼安順廠附近污染區域的民眾對於自身的環境遭受污染已有所警覺，但其是否改變既有的飲食習慣則尚未知之，故本研究的主要目的便是瞭解污染區居民魚類及魚產品的攝食型態以及魚類及魚產品攝食相關之認知、態度、行為，以估算其每日之汞暴露量並作健康風險評估。

研究對象主要為台鹼安順廠周圍被界定為汞污染區域的顯宮里、四草里、鹿耳里之居民，共 165 位，讓其填寫問卷以瞭解其魚產品攝食型態，據此至當地購買居民常攝食之魚產品，所有樣本經前處理後以冷蒸氣原子吸收光譜儀（Hiranuma HG-310）分析其汞濃度。

分析魚類及魚產品之攝食型態，發現受訪者普遍喜歡吃魚，日常大都有吃魚的習慣，而年紀越大越喜歡吃魚，常吃之魚種雖以吳郭魚、虱目魚居多，全體魚類及魚產品之食用量偏高，達 129.3 g/day，而經由此途徑之甲基汞暴露量也偏高，達

0.44 $\mu\text{g/kg day}$ ，危害指標 HI 值超過 1 的比例（43.6%）也偏高。

雖然受訪者普遍知道魚有污染，也覺得暴露到汞會對人體產生危害，但最終仍然無法徹底改變魚類攝食行為，因此有賴政府部門及衛生教育工作者進一步瞭解能夠改變居民飲食型態的關鍵因素，並化為實際行動，如此方能有效解決居民汞暴露健康危害之問題。

關鍵字：台鹼安順廠附近污染區域、魚類及魚產品、健康風險評估、汞、認知、態度、行為、危害指標



Abstract

In the past, due to the procedure of producing chlor-alkali using the electrolysis method in mercury cell, The An-Shun factory of Taiwan Soda Industry of China Petrochemical Development Corporation located in the An-Nan District of Tainan consumed about 2.4 tons of mercury (Hg). The mire (mud), waste waters, and mud from the sewage works released from the factory, in addition to other factors such as improper operations, caused the severe mercury pollution of the whole factory area and neighboring areas. Therefore, the diet of residents in the neighborhood would inevitably be affected. As a result of that consuming fishery products is the main source of exposure to mercury, if the residents consumed contaminated fishery products for a long time period, their health, to some extent, would be under threat.

Although residents of contaminated areas near-by The An-Shun factory are aware that their environment has been polluted, whether they have changed their eating habits remains unknown. The main purpose of this research is to understand the consumption patterns of fish and fishery products by the residents of the contaminated area and their knowledge, attitude and behavior about consuming fish and fishery products, so the daily intake of mercury of the residents could be estimated and health risk assessment of mercury exposure should be done further.

The object of study came mainly from the areas labeled "Mercury-Polluted" near-by The An-Shun factory, including those of Xian-Gong Li, Si-Cao Li, and Lu-Er Li. Total 165 people were collected. They were asked to fill out a questionnaire so as to find out their fishery product consumption patterns, and their commonly consumed fishery products were bought at where they live according to the answers on the questionnaire. All fish samples are analyzed of their mercury concentration by cold vapor atomic absorption spectrophotometry (Hiranuma HG-310) after pre-treatment of the samples. After analyzing the consumption patterns of fish and fishery products of the residents, we found that generally they like to eat fish and used to eat fish in daily life. The older people tend to eat more fish than younger people. Although the mostly eaten fish were Tilapia and Milkfish, the total amount of fish and fishery products being eaten are much higher, and it reach to 129.3 grams per day, and the average daily intake of MeHg is 0.44 μg/kg day. It is much higher too. The percentage that Hazard Index exceed 1 is 43.6. It is much higher too.

Generally the residents knew that fish are contaminated, and mercury exposure does harm to human body, but they tended not to change the fish consumption pattern at last. So if the government authorities and public health workers can figure out the key

factors that change the consumption pattern of the residents, and put it into real actions, that the health problems in relation to mercury exposure can effectively be solved.

Keywords: contaminated areas nearing The An-Shun factory of Taiwan Soda Industry, fish and fishery products, health risk assessment, mercury, knowledge, attitude, practice, hazard index



第一章前言

第一節研究背景及動機

中石化台鹼安順場位於台南市安南區顯草街二段 421 號，興建於 1942 年，當時日本鐘淵曹達株式會社台南工廠開工，以水銀電解法開啟燒鹼、鹽酸、液態氯、漂粉及溴素的生產。台灣光復後由國民政府繼續經營，民國四十年更名為台灣鹼業公司安順廠，並轉為製造五氯酚，在台灣經濟發展史上留下重要的足跡。民國七十一年六月因經濟因素關廠並於七十二年與中國石油化學工業開發股份有限公司（中石化公司）合併，合併後則未有生產、利用或開發行為（行政院環保署中石化安順廠污染專題網站）。

由於當時安順場使用水銀電解法來製造鹼氣，總共約使用了 2.4 公噸的汞（水銀）（台灣省水污染防治所，1980），而經由污泥排放、廢水排放、廢水處理廠的污泥及其他操作不當的因素導致廠區及附近地區受到嚴重的汞污染。除製造鹼氣之外，台鹼於 1946 年試製試銷五氯酚及五氯酚鈉（除草劑），60 年代中期興建五氯酚鈉工廠。民國六十八年 6 月關廠停工後存封約 5,000 公斤五氯酚鈉於廠區內。由於製造五氯酚時會產生戴奧辛等副產品，而廠區所露天存放之五氯酚鈉也經長期雨水沖淋，因此導致廠區土壤及地下水遭受到不同程度五氯酚及戴奧辛污染(台南

市環保局)。

早在民國 70 年，台灣省政府水污染防治局即在台鹽顯宮鹽場蓄水池檢測到一批汞含量超過可食用標準的吳郭魚，之後隨即展開一系列的污染調查，並致函經濟部及台鹼安順場，告知其蓄水池魚類受污染之情形，並希望該廠能查察禁止捕魚且要訂定貯水池污泥清除計畫。由於中油公司隱瞞實情，而台南市政府直至 91 年 4 月始公告該廠為土壤污染控制場址，因此這之間的 20 年民眾仍可自由進出污染區域，例如在位於鹿耳門溪旁的海水蓄水池從事捕魚的活動，甚至將所捕獲的魚販賣給他人（綠色陣線協會，2004），如此可知已有不少民眾長期食用有毒魚類而不自知。

關於戴奧辛的污染問題，成功大學、台南社區大學以及一些民間環保團體已經有陸續針對污染區附近居民做血液中的戴奧辛檢測，發現數值相當的高，而海水蓄水池中的魚蝦貝類經檢測之後也發現戴奧辛的濃度是 WHO 標準值（4pg）的數倍之多，而環保局於民國九十年的調查發現，該場址土壤戴奧辛含量超量，附近居民的罹癌率均偏高，因此相關報導陸續刊登，而當地居民有所警覺之後也發起請求國賠的一系列抗爭活動，台南市政府才劃定安順場附近的顯宮里、四草里、鹿耳里為污染區域，並於民國九十四年承諾發放給居民五年十三億的照護費用，整起抗爭事件才算暫時告一段落。至於污染區居民的健康情形，環保署於民國九十

二年與國民健康局補助台南市政府辦理「台南市中石化安順廠附近居民流行病學及健康照護研究」，於當地設置健康照護站，並於民國九十四年委託成功大學繼續辦理附近居民進行汞污染之暴露及健康影響調查，並加強對當地居民的健康照護工作，目前已進行顯宮里、鹿耳里及四草里居民血液樣本取樣及行為模式調查（行政院環保署中石化安順廠污染專題網站）。

根據台灣環境資訊協會於 2006 年 2 月的報導（摘錄自聯合報）指出，成大環醫所教授李俊璋檢測安順廠附近居民血液汞濃度，發現 471 名受檢者中有 380 人血汞濃度超過 WHO 之建議值 $8 \mu\text{g/L}$ ，102 人超過對人體有明顯危害的 $20 \mu\text{g/L}$ ，此外也發現，高血汞濃度居民有遠程記憶、心智操作、定向感及腕隧道症候群等神經系統異常症狀。此外李俊璋目前完成 137 個居民飲食問卷，血液汞含量高濃度者食用海鮮的數量較低濃度者多，顯示居民血液中的汞主要來自於受污染的海鮮。因此，污染區居民的飲食行為模式相當值得關注，尤其是在缺乏衛教的情況之下，雖然污染區居民對自己所處的環境遭受污染已經有所警覺，但是他們是否改變既有的飲食型態則不得而知，而國外已有一些文獻提到食用魚類是汞暴露（主要是甲基汞）的主要來源（Clarkson et al., 1997; Dabeka et al., 2003; Dorea, 2004; US FDA, 2004），而汞暴露對人體的腦部、神經、心血管、腎臟及免疫系統均有可能造成不良影響（USEPA; NRC, 2000; Hultman et al., 1998; Tominack et al., 2002; Bigazzi,

1992; Enestrom & Hultman, 1984, 1992), 此外也有文獻提到若是孕婦在懷孕期間暴露過量的汞會對胎兒的智力及神經發育造成負面的影響 (Harada, 1968; Amin-Zaki et al., 1974, 1979; Rodier, 1995; Grandjean et al., 1997), 屬於汞暴露的危險族群, 因此 USEPA 及 FDA 在 2004 年聯合發佈針對孕婦、幼童等特殊族群的魚產品攝取建議, 告知他們如何安全地食用魚類 (USEPA/FDA, 2004)。所以本研究的主要目的之一便是瞭解污染區居民魚類及魚產品攝取的型態, 以估算居民之每日汞暴露量, 與國外的標準比較, 並作風險評估。此外國外的研究也提到, 民眾要根據益處及風險來決定其魚類攝食之型態之前, 必須先要“接受”到相關的訊息並“相信”該訊息的正確性 (Burger, 2000a, 2002; Jardine, 2003), 如此才有可能進一步改變既往較不利於健康的魚類攝食之型態。因此本研究另外的主要目的便是瞭解污染區居民對於食用魚類及魚產品相關之認知、態度及行為, 獲得相關訊息的管道以及對訊息的信賴程度, 並探討其和人口學資料以及魚類攝食型態是否有相關性, 而所得之結果可提供政府施政相關單位之參考依據。

第二節 研究目的

本研究的目的主要有下列幾點：

調查台鹼安順場污染區居民魚類及魚產品之攝食型態

台鹼安順場污染區居民日常食用之魚類及魚產品汞濃度的分佈狀況

台鹼安順場污染區居民經由食用魚類及魚產品汞暴露之風險評估

台鹼安順場污染區居民對於食用魚類及魚產品相關之認知、態度及行為，獲得相關訊息的管道以及對訊息的信賴程度

探討台鹼安順場污染區居民人口學資料、魚產品攝食型態及認知態度行為與汞暴露健康危之相關性

第二章文獻探討

第一節汞的特性、種類、來源及人體暴露汞的途徑與毒害機制

汞又稱為“水銀”，是常溫常壓下唯一能以液態形式存在的金屬，有輕微之揮發性。汞依照其存在於環境中的型態可以分為元素汞(Hg^0)、無機汞(包括 Hg^+ 及 Hg^{2+})及有機汞(主要為甲基、乙基及苯基汞)，三種型態各有不同的溶解度、化學反應性及毒性特徵 (Clarkson, 2002; Goldman and Shannon, 2001)。有機汞最常見的是甲基汞，總汞即為元素汞、無機汞及甲基汞所組成。

由於地殼自然釋放汞蒸氣的作用，汞在環境中無所不在。元素汞有部分是來自於地球本身，地殼本身約含有 0.5ppm 的汞，每克的土壤約含有 $0.05 \mu\text{g}$ 的元素汞，因此地殼及海洋的排氣會釋放出元素汞，估計每年約有 2700~6000 噸的元素汞經由此途徑釋放至生物圈。而石油的燃燒也會將元素汞釋放至環境中 (ATSDR, 1999)。而其他的來源則包括水銀工廠、電鍍、實驗室、戶外油漆、氯的製造及使用、牙科診所廢水、焚化場焚燒廢棄物 (估計單一座焚化場每年排放出超過 5400 公斤的汞) (Maloney, 1998)、火藥製作、農藥的製造、殺菌劑的製造、挖礦、日光燈的製造等等。

有機汞為一種汞的化合物，汞會與碳形成共價鍵結而形成有機汞。可分為兩類：

短鏈烷基（甲基、乙基、丙基）及長鏈烴基、烷基(苯基)。這些汞化合物以短鏈鍵結毒性最為強烈，其中又以甲基汞為最。有機汞產生的主要原因是汞進入水體中就會被細菌或藻類甲基、乙基或苯基化而變成有機汞，最常見的是甲基汞。由於金屬會和蛋白質結合的特性使得大部分的魚體內都含有微量的汞，經由生物累積及生物放大的效應使得大型的食肉性魚類幾乎都含有高濃度的甲基汞，因此食用魚類是人類甲基汞暴露的主要來源(Clarkson et al., 1997; Dabeka et al., 2003; Dorea, 2004)。估計人體每日經由魚類或海鮮類的攝食而吸收了 2.3ng 各種型態的汞 (Goyer, 1996)。有機汞常被使用作殺蟲劑、防腐劑或殺菌劑，因此有機汞極易經由這些途徑進入環境中抑制種子發芽、黴菌生長，因此常有誤食的事件發生。其他人體暴露汞的來源包括補牙、藥物、化妝品、飲食等等。

由於有機汞分為長鏈跟短鏈形式，因此其在人體的代謝途徑也分成兩種：與長鏈碳鍵結的有機汞進入人體內會迅速分解轉換成無機汞，因此其代謝途徑與毒性都與無機汞極為相似；而與短鏈碳鍵結的有機汞其結構緊密，不易被分解。此外由於有機汞親脂的特性並且能夠穿透血腦障壁 (BBB) 進而對神經系統造成毒性 (ATSDR, 1999)，因此有機汞的毒性比元素汞及無機汞來得強烈。甲基汞進入人體後會經由血液緩慢分佈到全身，然後沈積在肝臟、腎臟、血液、腦部、頭髮及表皮。經研究顯示甲基汞的生物半衰期為 70~90 天 (Gossel and Bricker, 1994; Rowe et al., 1996)。無機汞進入人體後在肺部、紅血球及肝臟會先被氧化成二價汞離子

(Hg^{2+})，然後再還原成元素態。消化道對於有機汞的吸收能力較無機汞來得高，因為有機汞的溶解能力較高。超過 90% 的甲基汞是透過消化道所吸收，而無機汞僅有 15%。

人體暴露元素汞（主要是汞蒸氣）主要是透過吸入的途徑，汞蒸氣具有高度脂溶性，並經由肺部及口腔黏膜進入到血液中，他會穿透過細胞膜（包括血腦障壁及胎盤障壁），並迅速地在血漿及紅血球之間分佈，有一小部分會進入血腦障壁，氧化變成離子態然後與蛋白質中的硫氫基 (-SH) 結合，進而抑制酵素系統的活性及細胞膜的變化，最終會對中樞神經系統造成影響。在細胞中元素汞會被過氧化氫酶氧化成二價汞 (Hg^{2+})，而二價汞會與某些分子（如血紅素、還原態之麩胱甘肽 (glutathione)、蛋白質中殘留的半胱胺酸) 之硫氫基形成共價鍵結，因此有汞暴露情形的人，其體內還原態之麩胱甘肽的濃度通常較低 (De Souza Queiroz et al., 1998)。元素汞排出體內的途徑主要是先轉換成離子態的形式，然後藉尿液及糞便排出體外，大約有 40% 的汞蒸氣是經由糞便排出 (Engqvist, 1998)。

第二節汞暴露可能對人體產生的危害

對腦部及神經發育的毒性

甲基汞是已知的神經毒物，而對其毒性最敏感的便是發育中的胎兒(Clarkson, 2003; ATSDR, 1999)，因為甲基汞會抑制神經細胞的分裂及電離子的移動並干擾發育中腦部的結構(Clarkson, 2003)。最早有文獻紀錄的大規模汞暴露危害事件是發生在1950年代日本九州熊本縣的水俣灣，主要是懷孕婦女食用高濃度甲基汞污染的魚類所致，結果造成至少30個孩童大腦麻痺(Harada, 1968)。而之後在1971~1972年間伊拉克發生了因為有人使用了含甲基汞的殺真菌劑而造成數千人受到毒害及459人死亡(Bakir et al., 1973; Clarkson et al., 1976)，而最終嬰孩及幼童還是最大的毒性受害者(Amin-Zaki et al. 1974, 1979)。

此外有三項大型的前瞻性流行病學研究，主要調查在母親子宮內有經歷甲基汞暴露(其濃度相當於美國一般民眾的暴露濃度)孩童的情況。

第一項為紐西蘭的世代研究。研究者發現若是母親的髮汞濃度 $>6\mu\text{g/g}$ ，則孩童的Wechsler Intelligence Scale-Revised (WISC-R) full scale IQ下降三分。第二項為在印度洋 Seychelles 群島的研究，在檢測孩童48項神經發展的測試項目之後，發現僅有一項與母親的髮汞濃度呈負相關(Myers et al., 2003)。最後一篇是在丹麥北大西洋 Faroe 群島的研究。主要追蹤調查一群孩童14年，收集17項神經發展的檢測資

料，發現胎兒時期的汞暴露與廣泛的記憶、注意力、語言及視覺-空間認知測驗的表現有顯著的劑量效應，呈負相關（Grandjean et al., 1997）。

National Research Council 評估這三項前瞻性研究的結果之後，認為即使是低劑量的暴露，甲基汞對於胎兒具有神經毒性（NRC, 2000）。美國毒性物質與疾病登記局及環保署也有同樣的結論（ATSDR, 1997; US EPA, 1997）。

此外 2005 年一篇美國的研究指出，美國每年有三十萬至六十萬名孩童臍帶血汞濃度 $> 5.8 \mu\text{g/L}$ ，而這樣的濃度便可造成智力的下降。智力下降對這些孩童來說會造成其一生中持續地在經濟生產力上的下降，相對地造成每年 87 億美元的損失（Trasande et al., 2005）。

心血管疾病

國外有許多篇研究探討有關甲基汞暴露與心血管疾病的相關性。主要的心血管疾病包括心肌梗塞與缺血性心臟病、高血壓及心律不整。

2000 年美國 NRC 會議認為有越來越多的證據顯示，即使是低劑量，甲基汞的暴露與心血管疾病有關（NRC 2000）。

總汞或無機汞暴露與某些心血管疾病（如心肌病）成弱相關（Frustaci et al., 1999）。

大部分的甲基汞在經由糞便排出之前會先代謝成無機汞（NRC, 2000），然而因為甲基汞在人體內的半衰期約為 70~80 天（NRC, 2000），因此轉換的速率很慢，所

以僅有些微比例的無機汞會造成人體的負擔。

1995年芬蘭東部一個前瞻性的研究，招募1833位沒有冠心病、急性心肌梗塞(AMI)病史的中年男性，並取得其髮汞濃度的資料及飲食記錄，之後平均追蹤6年看有無急性心肌梗塞及致死性冠心病的發生。結果發現研究對象平均的魚類攝取量為46.5g/day，相當於美國成年吃魚族群第九十百分位的魚類攝取量(US EPA, 1997)，而預測平均由飲食攝取的甲基汞為7.6 μ g/day，僅僅比美國環保署針對70公斤重的男性所訂定的甲基汞暴露參考劑量7.0 μ g/day稍微高一點。在調整可能的干擾因子之後，發現髮汞濃度2 μ g/g的人可預測的急性心肌梗塞的相對危險性為1.69(P=0.038)，死於冠心病或心血管疾病的相對危險性也提高了，只是沒有統計上的顯著意義。然而這群人的全死因死亡相對危險性為1.93(P=0.007)。後來針對此研究的一篇追蹤研究繼續觀察這群世代平均有四年的時間，並取得其髮汞濃度及血清中DHA+DPA(屬於魚體內萃取之n-3脂肪酸)濃度的資料，結果發現DHA+DPA濃度高的人其急性冠狀動脈疾病的危險性有明顯的下降，但若是髮汞濃度也很高(>2 μ g/g)的話則DHA+DPA對心血管的保護作用就會被抵消了，達到一個平衡的狀態(Rissanen et al., 2000)。而之後一項針對來自八個歐洲國家及以色列70歲左右男性的病例對照研究也發現甲基汞會抵消n-3脂肪酸心血管的保護作用(Guallar et al., 2002)。然而一篇2001年在瑞典的研究雖然也有發現類似上述的結果，但並沒有達到統計上的顯著意義，但由於受試者包括男性及女性，與上述

兩篇不同，因為女性甲基汞暴露對心血管疾病的易感性是否與男性相當仍然未明，而截至目前為止甲基汞暴露與心血管疾病的相關性僅在男性身上被發現。

整體來看，經由食用魚類之甲基汞暴露與心血管疾病，特別是心肌梗塞，是有相關性的。但由於不同的個人及族群食用不同種類的魚，影響心血管疾病的因子就不僅僅是甲基汞暴露而已，在風險評估時也需要將 n-3 脂肪酸的攝取考慮進去。

高血壓及心率變異

1999 一篇在 Faroe Islands 的研究調查 917 位 7 歲孩童之胎兒期甲基汞暴露與血壓及心率的相關性。結果發現臍帶血汞濃度與收縮壓及舒張壓有顯著正相關

(Sorensen et al., 1999)，然而這樣的相關性卻不會持續到青少年時期。這個研究算是比較特殊的例子，而且到目前為止還沒有任何流行病學研究可以提供甲基汞暴露會造成成年人高血壓的證據。

至於甲基汞暴露與心率變異的關係，Faroe 群島的世代研究在七歲的孩童身上發現胎兒時期的甲基汞暴露會造成心率變異的下降 (Sorensen et al., 1999)，而且此現象會一直持續到青少年早期 (Grandjean et al., 2004)。然而由於此研究的觀察僅限於單一世代，也因此降低了甲基汞暴露與心率變異關係之風險評估的可能性。所以針對此世代族群縱貫式的追蹤研究以及調查其他有相似甲基汞暴露情形的世代族群其心率變異的改變情形，將有助於釐清甲基汞暴露與心率變異的相關性。

對腎臟之毒性

腎臟在所有器官中對無機汞具有高度感受性，汞之腎毒性在臨床上的表徵為急性腎小管壞死及免疫性的腎絲球體腎炎（Hultman et al., 1998; Tominack et al., 2002），蛋白尿（源自於腎小球或腎小管的損傷）是典型的續發症。

在一項小型的人體研究中，在有汞齊牙齒填補的健康男學生身上沒有發現任何蛋白尿的情形（Herrstrom et al., 1995），然而一項調查天然氣工人暴露汞蒸氣的研究卻發現有輕微的腎臟的變化，但沒有神經學上改變的跡象（Boogaard et al., 1996）。此外汞也和鉀破壞性的腎病變有關（Szyzman et al., 1995）。

對免疫系統之毒性

汞會加速單核細胞及淋巴細胞的凋亡，以及降低單核細胞的細胞吞噬能力。

已經有一些研究指出汞化合物可以啟動免疫系統，造成自體免疫，並同時減少細胞免疫反應而導致感染情形的增加（Bigazzi, 1992; Druet et al., 1978; Enestrom & Hultman, 1984, 1992; Blakley et al., 1980; Dieter et al., 1983; Nordlind, 1983; Nakatsuru et al., 1985），這是汞典型的免疫毒性。

在免疫系統改變的同時，腦下垂體—松果體—腎上腺之內分泌調控軸線也會受到影響，所表現出來的結果便是促腎上腺皮質激素（ACTH）及皮質酮濃度的上升

(Ortega et al., 1997)，而皮質酮濃度的上升會增加免疫抑制的作用。



第三節 魚類攝取對人體的益處/壞處及損益分析相關研究

魚類攝取對人體可能的益處

魚類所含的營養豐富，包括人體所必須的蛋白質、不飽和脂肪酸、礦物質（鈣、鐵、硒、鋅...等）及維他命（A、B₃、B₆、B₁₂、D、E），而魚體或魚油中所含的 ω -3 多元不飽和脂肪酸（PUFAs）更是一種相當重要的營養素。關於 ω -3 多元不飽和脂肪酸對人體健康益處的研究啟始於丹麥，結果發現即使格陵蘭島的愛斯基摩人大量地攝取脂肪及膽固醇，然而魚類的攝取卻使他們能免於心臟疾病（Dyerberg et al., 1975; Bang and Dyerberg, 1980; Sidhu, 1993）。此研究也因此引發了學術界研究攝食魚類或 ω -3 多元不飽和脂肪酸對人類健康影響的興趣。

後來有研究發現 ω -3 多元不飽和脂肪酸具有抗粥狀硬化及抗栓塞的效果（Gibson, 1988），也有降低血漿中膽固醇、極低密度脂蛋白（VLDL）及低密度脂蛋白（LDL）、三酸酞油脂濃度的作用（Connor and Connor, 1997; Gibson, 1988; Schmidt, 1997）。而膽固醇、三酸酞油脂、VLDL 及 LDL 濃度的上升與動脈粥狀硬化有關，而動脈粥狀硬化是冠心病的前期徵兆，因此整體上來說魚類及魚油的攝取有助於降低冠心病的風險（Connor and Connor, 1997; Deckere et al., 1998; Kris-Etherton et al., 2002; Rosenberg, 2002）。至於冠心病的危險因子之一高血壓，有研究指出魚類及魚油的攝取對於患有輕微高血壓的人有稍微降低其血壓的作用（Bonaa et al., 1990;

Parkinson et al., 1994; Connor and Connor, 1997; Deckere et al., 1998; Schmidt, 1997; Sidhu, 1993; Stone, 1996; Toft et al., 1995), 其成效不明顯。

有些流行病學研究發現吃魚和中風發生率的降低有關 (Keli et al., 1994; Gillum et al., 1996; Iso et al., 2001), 然而也有某些研究並沒有發現類似的相關性 (Morris et al., 1995; Orencia et al., 1996), 因此攝食魚類是否能預防中風的發生仍有待進一步研究確認。

其他 ω -3 多元不飽和脂肪酸對人體的健康效益如抗心率不整 (Billman et al., 1999; Kang and Leaf, 1996)、預防男性猝死 (Albert et al., 2002; Albert et al., 1998; Rosenberg, 2002)、降低糖尿病發生率 (Malasanos and Stacopole, 1991; Rustan et al., 1997)、預防風濕性關節炎 (Belch and Muir, 1998; Geusens et al., 1994)。此外也有研究發現, 若是缺乏 DHA (二十二碳六烯酸, ω -3 多元不飽和脂肪酸的一種), 則會導致記憶、視覺敏銳度、及生殖行為方面有較差的表現 (Sidhu, 1993; Tinoco, 1982)。

魚類的攝食對於生殖方面也有相當程度的重要性。2002 年針對八千多名早產嬰兒的前瞻性研究發現, 不吃魚的婦女比每天平均吃 38g 魚的婦女多出 3.6 倍早產的機率 (Olsen and Secher, 2002)。此外在丹麥的一項研究在 12000 位婦女身上發現隨著每週魚類攝取量的上升, 嬰兒的胎盤重量、頭圍及出生體重有顯著增加 (Burdge,

1998)。由於發育中的嬰兒需要 DHA 及 AA (5,18,11,14 二十碳四烯酸) 的補充，因為他們無法自行合成 (Carlson et al., 1991)，所以若是缺乏這兩種脂肪酸的補充，發育中的嬰兒就似乎無法按照其體內已經設定好的基因圖譜繼續發育其腦部、眼睛及神經 (Burdge, 1998; Carlson et al., 1991)，由此可見吃魚對幼兒發育的重要性。關於全人類最害怕的疾病---癌症，也有研究發現 ω -3 多元不飽和脂肪酸有阻止前列腺癌 (Karmali et al., 1987; Rose, 1997; Rose and Cohen, 1988) 及乳癌 (Rose, 1997; Rose and Connolly, 1990) 形成的可能性，但仍需要進一步的研究證實這些研究的發現。

已知富含 ω -3 多元不飽和脂肪酸的魚種有鯷魚、歐洲鱸魚、青魚 (美洲大西洋海岸產)、鯖魚(大西洋)、鮪魚 (大西洋及太平洋)、卵鱈(佛羅里達)、鮭魚、沙丁魚、鱒魚(湖鱒及虹鱒魚)、黑鱈 (裸蓋魚) 及鮪魚 (Hepburn et al., 1986; Rice, 1996)。而由圖一所列二十幾種海產之 EPA 及 DHA 含量可以發現，鮭魚之 ω -3 多元不飽和脂肪酸含量高而汞污染濃度低 (<0.2ppm)，是不錯的飲食選擇。

然而攝取過量的 ω -3 多元不飽和脂肪酸可能會造成免疫系統的不良反應，主要是大量出血次數的增加而可能導致出血性心臟病以及對不同器官的氧化傷害 (Food and Nutrition Board, 2002; Chan and Egeland, 2004)。然而這些研究大部分是在試管內進行，而某些效應也只有動物身上發現。此外也有研究發現 ω -3 脂肪酸對免

疫的抑制作用要發生必須 EPA 及 DHA 的攝取量達到一般美國飲食含量的 7~15 倍時才會發生 (Food and Nutrition Board, 2002; Kelly et al., 1998, 1999; Lee et al., 1985; Schmidt et al., 1989), 而最近一篇 2003 年的研究發現, 在 50 歲以上的男性及女性中, 每天攝食低於 1.7g 的 EPA 及 DHA 並不會改變免疫細胞的功能活性 (Kew et al., 2003)。基於這些證據, FDA 建議個人每天由食物及補充品所攝取的 EPA 及 DHA 不要超過 3g。

美國國家醫學機構中的食物及營養論壇回顧了許多文獻之後做出一個總結, 就是 ω -3 多元不飽和脂肪酸的攝取最多 3g/day (不超過) 對人體是最有益的 (Food and Nutrition Board, 2002)。

魚類攝取對人體可能產生的危害

吃魚對健康可能產生的危害可能來自於魚體內所含的致癌毒性物質 (如 DDT、地特靈、飛怖達、多氯聯苯、戴奧辛...等) 及非致癌性毒性物質 (如甲基汞)。這些污染物本來在湖泊、河川及海洋的濃度不高, 然而由於生物累積及生物放大效應的關係, 這些污染物會因此在魚內體呈現較高濃度的狀態, 因此吃魚就成了人體暴露上述環境污染物的主要來源。

多氯聯苯 (PCBs) 及甲基汞在人體中半衰期很長, 例如人體口服暴露 PCBs 需要 4~12 個月的時間在全血中的濃度才會降為一半 (ATSDR, 1998); 而有機汞的生物

半衰期為 70~90 天 (Rowe et al.,1996)，因此常吃魚的人可能會累積高濃度的環境污染物在體內。

甲基汞暴露對人體產生的可能危害在上面的部分已經討論過，在此就不再重複敘述。而 PCB 暴露最明顯的症狀便是氣挫瘡的出現，也可能有胎兒毒性，若是高劑量的暴露可能產生肝功能異常 (中華醫學雜誌，1997)。

【表 1】為魚體內所含污染物質對人體可能造成的致癌風險。

魚類攝取損益分析相關研究

由於吃魚有好處也有壞處，因此有必要在損益之間取得一個平衡點，也就是說到底該吃多少量的魚才能夠獲得最大好處而同時將害處降到最低 (Wheatley and Paradis, 1996; Kimbrough, 1991; Egeland, 1997)，而這對於風險溝通者也是一項挑戰 (Knuth et al., 2003)。

過去已有研究同時探討吃魚對健康的好處及可能的壞處 (Stern, 1993; Lacerda et al., 1994; Lange et al., 1994; Burger et al.,2001)。2005 年 Kimberly 等人就根據美國民眾的魚類攝食情形去探討如何在魚類攝食建議及污染物暴露所帶來的風險之間取得一個平衡點。內容提到根據兩次大型的文獻回顧 (Krauss et al., 2000; Kris-Etherton et al., 2002)，美國心臟協會 (AHA) 建議沒有冠心病病史的成年人每週至少吃兩餐不同的魚類 (最好富含魚油)，相當於每天攝取 0.3~0.5g 的 EPA 及 DHA，以達

到心血管的保護作用；而對於那些有冠心病病史的成年人，AHA 則建議每天攝取 1g 的 EPA 及 DHA，而每天吃一餐（約 85g）富含魚油的魚類約等於攝取了 0.9g 的 EPA 及 DHA，這也是研究者認為對冠心病患有有益的劑量（AHA, 2000）。

此外根據 1994~1996 美國對個人飲食持續性的追蹤調查（CSFII）結果顯示，在有吃魚的人當中，平均每天吃魚一餐（約 85 g），吃魚最多的人平均吃兩餐（約 170 g），如【表 2】所示。

此研究主要使用 1999~2000 國家健康及營養調查研究（NHANES）針對美國民眾所收集的 31 種魚類及甲殼類水產品之 30 天飲食頻率資料來判定美國民眾有多少人吃魚，以及他們吃魚的頻率。結果顯示 18 歲以上的成年人有 81% 在過去的一個月之內有吃魚類或甲殼類水產品，僅有 19% 的人平均每週吃兩次或以上。【表 3】為美國民眾過去 30 天魚類及甲殼類魚類的攝食頻率前十名之魚種：

US FDA 指出美國魚類的汞濃度範圍為 0.04~1.5 $\mu\text{g/g}$ ，遠比其他國家測出來的濃度還低。【表 3】所列的前十種魚汞濃度皆低於 0.2 $\mu\text{g/g}$ （FDA 認為比會造成負面效應的最低劑量還要低十倍），而 EPA/FDA 將安全暴露劑量訂為 1 $\mu\text{g/g}$ ，加拿大訂為 0.5 $\mu\text{g/g}$ 。此外由於過量的汞暴露對人體健康造成的危害，US EPA 訂定了一個人體汞暴露的參考劑量（RfD）0.1 $\mu\text{g/kg body weight/day}$ ，意思是每天每公斤的體重可接受的口服暴露劑量，在此劑量之下終生不會產生有害的效應（US EPA,

2005)。由於參考劑量的計算過程中有安全因子的加權，所以暴露劑量超過 RfD 不一定就會產生危害，但隨著暴露劑量的增加風險也跟著增加是可以肯定的。根據一些流行病學研究 (Myers et al., 1995, 1997; Davidson et al., 1995, 1998; Grandjean et al., 1997)，NRC 將 RfD 訂定為 0.1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ body weight/day，但 FAO/WHO 聯合專家委員會卻將 RfD 訂定為 0.1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ body weight/week，並稱之為暫時的可容許每週暴露量 (PTWI)。由於兩機構是參考同樣的研究來訂定 RfD，但為何呈現不同的閾值濃度，Kimberly 等人在其文獻中提到是因為兩者所引用的文獻強調的比例不同，以及所使用的安全係數不同所致。

由【表 4】顯示的數據來看，美國民眾經由魚類所攝食 ω -3 多元不飽和脂肪酸的量並沒有超過 3g/day 的危險，然而若是成年人每週吃兩餐的魚，其汞暴露量就會接近美國政府及 FAO/WHO 所訂定的閾值濃度標準，故 Kimberly 等人認為遵照 AHA 的建議每週攝取 0.3~0.5 g 的 EPA 及 DHA 而汞暴露不超過標準值其實有點困難。

根據 2004 年 DHHS/EPA 對魚類汞濃度的測量，發現有些魚類像是鮭魚、鱒魚、歐洲鱸魚，其汞濃度比鯊魚、旗魚、新鮮或罐頭鮪魚還低，也富含 ω -3 多元不飽和脂肪酸，因此作者認為可以改吃這類的魚比較保險，此外有心臟病的人最好結合魚類的食用及魚油的補充比較安全 (Kimberly et al., 2005)。

而另一篇美國的研究則使用了許多吃魚好處及壞處之劑量-反應的資訊，整合之後

作出一組綜合的劑量-反應曲線，此曲線可以解釋利益/風險的疑點，並呈現出閾值及漸進線的參數，而且能夠讓個人知道該吃何種魚、吃多少量而不違反魚類攝食建議（Gochfeld and Burger, 2005）。雖然魚體內的污染物如 PCBs（Jacobson and Jacobson, 2002）及放射性核素（Burger et al., 2001b）也會帶來風險，但該研究主要針對甲基汞來分析。結果發現孕婦的魚類攝取量介於 8~15 g/day 對胎兒是最有益的，而綜合性分析的結果則顯示成人的魚類攝取量介於 7.5~22.5 g/day（平均約 15 g/day）對心血管是有益的。吃魚的最大益處（也就是利益曲線的漸進線）較難算出，大約是落在 45g/day 之上，而在某些研究中則超過 100 g/day。若是使用 US EPA 針對甲基汞所訂定的 $RfD=0.1 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ 來算的話，攝食魚類的危害閾值則介於 27g/day（選擇甲基汞濃度 0.23ppm 的魚類）及 65 g/day（選擇甲基汞濃度約 0.1ppm 的魚類）之間。

【圖 2】中 H1、H2 兩條曲線為危害(Harm)之劑量-反應曲線，而 B 為益處(Benefit)之劑量-反應曲線，N1、N2 則是將兩者總和之後的淨 (Net) 益處-危害綜合曲線。X 軸下的箭頭表示閾值。由圖中可以看出隨著吃魚量的上升益處也跟著增加，最低從 15g/day 到最高 60g/day。然而不幸的是在許多的研究中，每個月吃魚 1~3 餐的這個組別中閾值就不是很明顯。若是所吃魚類的甲基汞濃度在 0.23 ppm 左右，其安全性就會介於 15g/day 的益處和 27g/day 最差個案的危害閾值（Burger et al., 2005）之間，因此必須鼓勵民眾選吃汞濃度較低的魚。若是所吃魚類的甲基汞濃

度為 0.1ppm，則其安全性介於 15g~65g 之間，相較於前者來說是比較令人安心的。若是民眾比較不在乎風險的話，則他們應該會比較傾向於使用 NRC 所訂定的最小危害等級 (minimum risk level;MRL) 0.3 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ 當作遵行的指標而不是 RfD，如此一來所食用魚類的甲基汞濃度就可以提升至 0.7 ppm，也就是除了鯊魚及旗魚之外其他的魚都可以吃。

最差的情況是當危害閾值比利益閾值還要低的時候，但根據現有的資料顯示魚體內的甲基汞不太可能產生這種情形，然而卻發現危害閾值低於利益曲線之漸進線 (最大利益)，因此最理想的狀態是民眾選擇食用富含 ω -3 多元不飽和脂肪酸且低甲基汞及 (或) 低 PCBs 濃度的魚類。若是民眾嗜吃大型的食肉型魚類則相當有可能超出危害閾值;反之若選擇吃低汞濃度 (≤ 0.1 ppm) 的魚類，最多每天可以吃 60g 而不會超出 EPA 訂定之 RfD (Gochfeld and Burger, 2005)。各種不同魚類的汞濃度的數據已經有一些來源可以取得 (FDA, 2004; Burger et al., 2005); 而魚類所含 PUFA 濃度的資料在網路上也陸續地在增加中。

然而作者也提到由於在許多的研究中閾值的訂定都有不確定的因素存在，因此仍需要更多的研究將樣本分層以求得更精確的利益閾值及漸進線。

另一篇同樣也是美國的研究相當特別，作者提到民眾若是遵從美國政府所發佈的魚類攝食建議而改變飲食型態，則產生風險交換的現象，也就是說避免了一個風

險則將遭遇另一個風險，例如若是魚類攝食量下降則可能面臨 n-3 多元不飽和脂肪酸攝取量過低對健康造成負面效應的風險。因此為了“量化”這樣的風險交換，哈佛風險分析中心為此召開了一個專家委員會專門來分析這些風險，他們工作的成果有 5 篇 paper 來描述，而該研究主要是將其他 4 篇的結果作整合論述。評估的健康效應包括：攝食魚類對 CHD 死亡率及中風的影響、DHA 攝取或甲基汞暴露對胎兒智力的影響。為了評估吃魚量改變對甲基汞暴露、n-3 多元不飽和脂肪酸的攝取及平均每週吃魚餐數的影響，故該研究使用 Carrington 及 Bolger 所發明的魚類攝食模式 (Carrington & Bolger, 2004) 來評估。經過不同的模擬方案評估後發現：若是育齡婦女以低甲基汞濃度的魚類取代高甲基汞濃度的魚類對胎兒的智力發展有實質上的益處而壞處相對較少，然而若是婦女減少魚類攝食量淨利益也會跟著下降。此外如過其他的成年人也跟著減少魚類攝食量的話，對大眾整體的健康將會有負面的衝擊，如【表 5】所示。

作者下的結論是，雖然順從專家學者所建議的魚類攝食型態可以促進大眾的健康，但是不經意地改變魚類攝食型態也可能造成大眾健康的損失。因此風險管理者應該謹慎地調查並瞭解民眾對於行為介入的反應如何，以及行為改變後對於整體公共衛生的衝擊是什麼 (Cohen et al., 2005)。

第四節食用魚類汞暴露及健康風險評估之相關研究

1991 年一篇科威特的大規模研究調查了所有科威特市民經由攝食海產之汞暴露情形及風險評估 (Khordagui and Al-Ajmi, 1991)。研究目的主要是想瞭解科威特有吃魚的人是否受到健康的危害，因此作者收集了由科威特 Fisheries Statistics Bulletin(1985-1988)年報所提供的民眾魚類攝食資訊，以及由科學研究機構 (KISR) 所提供的經濟性魚類汞濃度資料，來評估民眾的汞暴露情況。總共取得 6 種魚 (佔所有食用魚種的 70%) 的每月攝食情形，經計算後平均每人每月吃 225 g 的魚類，遠比當時美國的總攝取量 607.2 g (Tollefson, 1989) 還低。而大部分魚類的汞濃度遠比 USFDA 所訂定的行動限度 (Action Level) 1.0mg/kg 還低許多，範圍從無法偵測至 1.57mg/kg。由民眾的魚類攝食情形來看，食用低污染的魚或蝦類的民眾遠比食用高污染的魚或蝦類來得多許多，因此民眾的健康風險就降低了許多。風險評估的方法則使用多種評估模式，以涵蓋不僅是一般的魚類攝食情況，還包括潛在的極端攝食型態以及偏好食用高度污染魚類的特定族群的風險。各種評估模式算出可能的每日汞暴露量 ($\mu\text{g}/\text{day}$)，並與 ADI (Acceptable Daily Intake) = $30 \mu\text{g}/\text{day}$ 作比較。結果發現科威特民眾平均經由攝食魚類的汞暴露量為 $1.5080 \mu\text{g}/\text{day}$ ，僅佔 ADI 的 5%，即使是極端的飲食型態 (食用量為平均值的 4 倍) 並食用汞濃度最高的魚種，汞暴露為 $13.2 \mu\text{g}/\text{day}$ ，也比 ADI 值低，因此作者認為科威特的魚類攝

食者並沒有遭受到汞暴露的健康風險。

1980 年代巴西亞馬遜河流域興起了淘金熱，由於在使金礦和水銀汞齊化的過程中汞會跑進附近的水體、土壤及空氣中，因此附近的居民就有可能遭受汞暴露的傷害。1997 年的一篇研究 (Hacon et al., 1997) 就針對亞馬遜河流域最重要的金礦交易城市 Alta Floresta 的居民調查其經由攝食魚類的汞暴露情形。該研究以田野調查為基礎，因為可以獲得汞暴露的來源、當地的區域環境特性、不同媒介中的汞濃度以及當地都會民眾的特性。首先測定當地漁市場及 Alta Floresta 周圍河流之 11 種魚類的汞濃度，而個人的汞暴露量則根據下列算式來評估： $I_{ing}(mg/(kg \cdot d)) = FC \cdot IR/BW$ ，其中 FC 為魚汞濃度 (mg/kg)，IR 為魚類食用頻率(kg_{fish}/meal)，BW 代表體重 (kg)；汞暴露可能的危害則用危害商數 (HQ) 來估算： $HQ_{ing} = I_{ing}/RfD$ ，其中 RfD 為慢性參考劑量，主要使用慢性口服暴露參考劑量 = 0.3 μg/kg b.w. (USEPA, 1989a; Stern, 1993; IRIS, 1993) 代入計算。若 $HQ > 1$ ，則認為可能會產生負面效應。結果發現 80% 民眾食用的食肉性魚類汞濃度都超過 0.5 mg/kg，而一般都會區成年男性經由攝食魚類都有低濃度的汞暴露情形，平均每日暴露量為 0.2 μg/kg b.w.，估算的 HQ 為 0.7，算是在標準值以下，不會有潛在的傷害。然而漁夫及其家庭成員平均每日暴露量卻高達 2.2 μg/kg b.w.，HQ 為 8.6，其中漁夫家庭的孩童其 HQ 為 8.8，是研究對象中最主要的危險族群。另一篇也是針對金礦生產地居民攝食魚類汞暴露的研究，地點為亞馬遜北部的 Tartarugalzinho 河流域，測定 16 種河裡常見、

居民也最常吃的魚類汞濃度。結果濃度介於 0.035ppm~1.225ppm 之間，其中有 8 種魚類汞濃度超過當時 USFDA 所訂定的魚汞行動限度 0.5ppm。而 Tartarugalzinho 河附近居民的每日汞暴露量則是根據個人所食用的魚種及食用量還有該種魚的汞濃度來估算。結果發現平均每日汞暴露量為 114 $\mu\text{g}/\text{day}$ ，而成人的暴露濃度為 1.6 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ ，為汞 RfD=0.3 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ 的 5 倍多。因此作者認為當地魚類的汞濃度偏高，居民的食用量也大，造成汞暴露偏高，對健康極有可能產生危害 (Bidone et al., 1997)。此外 2000 年一篇同樣也是巴西的研究則調查另一個同屬於著名金礦生產地的 Munduruku 保留區，其 330 位居民食用魚類的汞暴露情形。結果發現居民最常食用的魚類汞濃度都不高，食肉性魚類平均的汞濃度為 0.297 $\mu\text{g}/\text{g}$ ，非食肉性魚類則僅有 0.095 $\mu\text{g}/\text{g}$ 。然而由於居民相當高的攝食頻率導致健康風險明顯提高許多 (da Silva Barbo et al., 2000)。

1997 年一篇加拿大的研究則使用自創的模式來評估在一個社區中的個人其魚類攝食型態所導致的汞暴露量 PDI (Personal Daily Intake)，並與 WHO 所訂定的 TDI (Tolerable Daily Intake; WHO, 1990) =0.47 $\mu\text{g}/\text{kg}$ body weight/day 來作比較，若是個人的 PDI>TDI，則認為其飲食模式是有危險的。發展此模式主要使用的參數有 880 位加拿大住在大湖流域附近居民的魚類攝食型態資料 (包括所食用的魚種、每餐吃魚的量、食用頻率)、所食用魚種的汞濃度以及個人的體重。作者提到此模式最主要的創新之處在於它不但能夠評估社區整體的風險，也能評估個人的風險。

結果顯示總共有 27 個人 (3.1%) 其魚類攝食型態被認為是有危險的，影響因素方面，性別、年齡、體重都不是顯著的影響因子，主要具有影響力的有每餐吃魚的量、食用頻率及魚汞濃度 (Paradis et al., 1997)。而另一篇也是加拿大的研究則結合了劑量-反應分析及機率性暴露評估來預估加拿大本國人經由攝食天然湖泊及卑詩省一個水庫之魚類甲基汞暴露的風險，並使用蒙地卡羅模擬來預估標的族群的風險。結果發現合理的食用上述水體中的魚類對加拿大的本國民眾並不會產生顯著的危害 (Hoover et al., 1997)。

此外 Dabeka 等人則在 1998~2000 年之間調查了加拿大兩個城市 (Whitehorse 及 Ottawa) 共 259 種日常飲食中的總汞濃度，結果發現汞濃度普遍偏低，有 46% 低於偵測極限，範圍為 0.026~0.506 ng/g。但魚類產品之汞濃度最高，平均為 67 ng/g，範圍為 24~148 ng/g。所有的食品汞濃度皆低於加拿大魚類總汞濃度標準 0.5 ppm。而居民每日經由飲食的汞暴露量平均值為 0.022 $\mu\text{g}/\text{kg}$ body weight/day，對有吃魚的人來說，體內的汞有超過一半是來自於吃魚。整體來說，此兩個城市民眾經由飲食的汞暴露量都還在 FAO/WHO 聯合專家委員會對飲食所訂定的暫時可容許每週暴露量 0.71 $\mu\text{g}/\text{kg}$ body weight/day (總汞) 及 0.47 $\mu\text{g}/\text{kg}$ body weight/day (甲基汞) 以下，而也沒有超過加拿大健康當局當時建議孩童及育齡婦女最大的甲基汞暴露量 0.2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ body weight/day。但作者提到雖然整體的汞暴露量偏低，但一些次族群可能有較高的魚類食用量，而某些食肉性魚類如鯊魚、旗魚，以及新鮮及冷

凍鮭魚汞濃度普遍都超過容忍值 0.5 ppm (Office of Seafood 2001)，也因此健康當局建議幼童及育齡婦女限制食用上述高汞魚類每月不要超過一餐，至於其他人則以每週不超過一餐為準 (Dabeka et al., 2003)。



第五節 魚類攝食建議及認知、態度、行為相關研究

從 1970 年代早期開始，減少受污染魚類攝取的建議在美國各州就已經陸續頒佈，而 2002 年在美國有 48 個州頒佈了野生魚類攝取建議，其中內容包括針對 39 種化學污染物所做出的建議。而超過 15% 的湖區及 5% 的河流已經有受到捕魚或魚類攝食建議的涵蓋 (EPA, 1996, 1998; Kamrin and Fischer, 1999)，這些建議的內容多半針對野生及經濟性的魚類，而較少提及沿岸及海洋性的魚類，至於菜市場或超商所買的魚類則甚少被提及 (緬因州及明尼蘇達州除外)。

由於育齡婦女、懷孕婦女、哺乳中的婦女及幼童是汞暴露的危險族群，因此美國環保署 (US EPA) 及食品藥物管理局 (US FDA) 從 1996 年起就陸續有頒佈有關汞暴露的魚類攝取建議。例如 US EPA 建議上述危險族群每週每餐 6 盎司的魚肉不要吃超過一餐，若是在一週之內有其中一餐吃超過 12 盎司超市或菜市場買的魚類，則在當週就不要再吃家人或朋友所捕捉的淡水魚類。而 US FDA 的建議則是適用於超市或菜市場所買的魚類 (US FDA, 2001, 2003)，建議育齡婦女、懷孕婦女、領養小孩的婦女及幼童不要食用鯊魚、旗魚、馬頭魚、國王鯖魚，而其他超市或菜市場所買的魚類 (包括罐裝鮪魚) 最多平均每週吃 12 盎司 (US FDA, 2001b)。由於有 FDA 的建議，市場所買的魚類的安全性才漸漸受到重視。而在 2004 年三月 FDA 及 EPA 又更新了魚類攝食建議，如【表 6】所示。

其中所提及的魚種則擴大範圍至當地湖泊甚至海洋所捕捉的魚類。

美國的五大湖區是工業及農業的重鎮，由於毒性物質不斷地被排放到水域裡，湖裡的魚普遍受到污染，附近居住的居民經濟性及娛樂型的釣魚活動相當盛行，因此食用受污染的魚類就成了當地相當普遍的現象（Claudio, 2002），也因而五大湖區周圍的各州（例如：明尼蘇達、密西根、威斯康辛、伊利諾、印第安那、紐約、俄亥俄、賓州）有許多都已經頒佈相關的魚類攝取建議，大致上是告知大眾關於一些野生魚類所含的某些化學污染物，多半是針對多氯聯苯及汞的污染，並讓這些魚類的食用者瞭解如何將污染物的暴露減至最低，同時提醒他們攝食魚類對健康的益處，而在訊息的傳達方式也盡量朝使目標族群有最大的自發性順從的方向去設計。

雖然州政府及地方政府已經陸續頒佈了魚類攝取建議，但是到底民眾知不知道這些訊息，對這些訊息的看法如何，以及得知訊息之後會不會有行為上的改變就必須作一些調查去瞭解。截至目前為止已有不少研究專注於魚類攝取建議對捕魚行為、攝食型態以及漁夫和高危險族群（例如以捕魚為生的漁夫、野生魚釣客、孕婦及幼童）風險的影響（Burger et al., 1999; Kamrin and Fischer, 1999; Pflugh et al., 1999; Reinert et al., 1991; Velicer and Knuth, 1994; Burger et al., 1993）。

1997年在威斯康辛州的一個研究團隊主導了一項大型的電話訪談調查(Tilden et al.,

1997)，主要對象為大湖區域周圍的八個州超過 8000 個成年居民，所訪問的內容包括：人口學特徵、過去一年中魚類攝食情形、對游釣魚類（sport fish）攝食建議的警覺程度。在受訪者中約有 40% 為女性，其餘為男性。而幾乎 70% 的受訪者有作出回應。其中有食用大湖區域的游釣魚類的居民約有 50% 對於魚類攝食建議有警覺，在這些人當中，男性約佔 60%，僅有 40% 是女性。研究者提到由於男性會收到釣魚證照，而釣魚證照裡面大部分都含有魚類攝食建議指引（Burger and Gochfeld, 1991; Burger et al., 1992, 1993, 1999a,b; Burger, 2000a），並且也會釣魚相關的團體接觸，因此有較高的警覺程度。而婦女較低的警覺程度促使研究者建議將風險溝通的計畫專門針對大湖區域食用游釣魚類的女性（特別是育齡婦女）去執行。

科學研究往往強烈地影響許多政策的決定，包括法律、規章，以及其他適用於公共衛生的規則。這些政策不僅僅是魚類攝取方面，也包括其他有關人類健康的議題，而 Tilden 等人的研究就是一個很好的例子。研究結果出爐後，威斯康辛的健康及家庭服務部門就組成了一個包含健康診所、環保團體、租船船長組織、游釣者、市或郡健康部門的官員以及大學的健康教育者的工作團體。他們討論該州針對特殊族群需要何種教材，並決定讓魚類攝食建議能夠讓婦女及其他少數族群能夠得知的最佳方法。隨後該團體與大湖區域各州的健康與環境相關部門的職員及健康教育者開了一個討論會，並設計出一些能夠讓婦女、少數族群(如苗族人及西

班牙裔人)及一般大眾能夠獲得資訊的教材，例如海報、小冊子及處方卡。

【圖 3】為威斯康辛州所使用的海報範例。

此外，大湖區域各州其中的某幾州甚至也有針對醫生及其他健康照護的提供者，提供他們一些有用的參考資料以教育他們的病患。

1995 年 US EPA 的資料顯示，大湖區域的八個州僅有三個將魚類攝食建議的標的族群設定為育齡婦女 (US EPA, 1995a)，但到了 2002 年發現已有七個州將標的族群設定為育齡婦女，第八個州 (賓州) 則將目標縮小為需要動用超級基金整治的污染區 (Superfund sites) 的育齡婦女，如【表 7】所示。

這樣的付出與努力是否能夠增加魚類攝食建議的警覺程度，仍需要後續追蹤研究來評估。已經有研究發現魚類攝食建議及針對特殊族群所設計的教材能有效地減少食用受污染的魚類的情形 (Fiore et al., 1989; Velicer and Knuth, 1994)，而也有一些研究將這些健康相關的建議政策特別針對育齡婦女的教育 (Tilden et al., 1997; Knuth, 1995)。2004 年一篇針對北美摩和克族居住於三個污染區附近的懷孕婦女其飲食、職業及居住環境的 PCBs 暴露對於體內濃度影響的相關性所做的研究，在 1992~1995 年間，總共詢問 111 位平均年齡約 26 歲的孕婦其懷孕前及懷孕期間之魚類攝食情形，結果發現 90% 的婦女對魚類攝食建議有所警覺，而 40% 的人有改變其魚類攝食之飲食習慣，多半是每餐吃較少量的魚。研究者認為這樣的飲食習

慣的改變是來自於對魚類攝食建議的警覺性，而之前也有研究提到，人們要根據益處及風險來決定其魚類攝食之型態之前，他們必須先知道並相信相關的訊息 (Burger, 2000a, 2002; Jardine, 2003)。由【圖 4】可以很明顯地看出魚類攝食行為的改變。

從圖中可以發現，懷孕前一年以前平均每年吃 31.3 餐的魚類，到了懷孕期間則降為 11.7 餐，下降了三分之二。

而更令人感到振奮的結果是由於魚類食用量的下降導致這些摩和克族孕婦其血清中的 PCB 濃度遠比大湖區域經常食用游釣魚類的女性還要低 (Hanrahan et al., 1999)，如【圖 5】所示。

從圖中可以看出隨著吃魚量的下降，血清中的 PCB 濃度也有顯著的降低。而這樣的觀察結果對於教育大眾（特別是危險族群）有關魚類攝取建議的溝通計畫來說，無疑提供了一個有力的支持。

美國大湖區域的例子是一個學術研究影響政策發展的一個很典型的例子，由於魚類受到污染，因此發展出魚類攝食建議，但後續的追蹤調查卻發現成效不彰，需要將目標族群縮小為特定的危險族群以達到最大的保護效果，而針對這些特定族群再教育之後，研究調查結果發現他們對於魚類攝食建議的警覺程度就有明顯的提高，而體內污染物的濃度也明顯地下降，達成預期的效果。

雖然已有研究是針對危險族群調查其捕魚、魚類攝食型態以及對於類攝食建議的認知，但是一般大眾對魚類攝取建議的認知的資訊就很少。2005 年一篇研究主要調查紐澤西 180 位大學生及其他住在紐澤西市中心的居民有關於對魚類攝取建議整體的知識，並瞭解他們對於吃魚風險及益處之資訊來源的評價，並分析捕魚行為、攝食型態、對魚類攝取建議的認知三者之間的相關性 (Burger, 2005)。結果發現男性較女性常從事捕魚行為，而黑人及亞洲人比白人或西班牙裔的人有捕魚行為的比例較低。而魚類攝食型態在性別上沒有差異，僅在年齡及種族上有些許的差異，作者提到主要的原因是某些種族的樣本數太少所致。此外年輕人及亞洲人明顯地比其他人少吃魚。整體來看，有較多的人知道吃魚的好處而僅有少部分的人知道吃魚也有壞處，如【圖 6】所示。

值得注意的是，只有一半的人有聽過有關於鮪魚的攝食建議，而不到 1/3 的人知道有關於鯊魚及旗魚的攝食建議。整體上來說，在魚類攝食建議的認知上沒有性別上的差異，卻有一些種族上的不同：較低比例的亞洲人知道有魚類攝食建議的存在，而黑人比其他人不知道吃魚的好處。另一項重要的發現是，年齡在 21~45 歲之間的人對於吃魚的好處及壞處比較沒有警覺。由於這項發現，作者建議風險管理者必須針對年輕族群讓他們知道吃魚的益處及壞處，因為年輕的女性在未來幾年可能成為孕婦。關於吃魚的好處及壞處資訊來源方面，受訪者比較相信醫生、政府官員及大學教授的說法，而較不相信家人、朋友及漁夫所提供的資訊，如【圖

7】所示。

此現象和之前一篇針對紐澤西都市的捕魚者對攝食魚類之風險認知調查的結果相反，他們反而比較相信家人及朋友所提供的資訊（Pflugh et al., 1999）

由此研究的結果來看，不同年齡、性別、種族認知上的差異是問題的所在，而應該以目標族群風險溝通政策來處理此問題（Velicer and Knuth, 1994; Burger and Waishwell, 2001; Jardine, 2003; Burger et al., 2003），例如針對不同的訊息來源作不同的設計，以提高訊息接收者對資訊的接受度。



第三章材料與方法

本研究主要以問卷調查台鹼安順場廢棄廠址周圍污染區域的三個里居民之魚產品攝食型態及相關之認知、態度、行為，並根據問卷中居民填寫經常食用的魚種及魚產品，於當地市場購買後分析樣本之汞濃度，並根據分析之結果評估當地居民的汞暴露風險。

第一節研究之時間、地點、對象

本研究以問卷（如附件）一對一面訪及自行填寫的方式，於 2006 年三月間至位於台南市安南區台鹼安順場廢棄廠址周圍經政府認定遭受污染區域之三個里，也就是顯宮里、鹿耳里及四草里（註），隨機選取受訪者訪問，共 165 人。由於當地位置偏僻，經濟水準不高，住的房子幾乎都是老式的平房，而且相當分散，現場能夠看到的多半是超過 50 歲的長者，此外也因為沒有事先預定受訪對象，因此就主要到民眾聚集的場所如鹿耳門天后宮、四草大眾廟、中石化衛生室健檢中心（安南區衛生所附設）及養蚵場隨機選取民眾面訪，其餘時間再至住家訪視。由於經此途徑所取得的訪視對象多半是超過 50 歲的長者，因此特地至當地的學校包括顯宮國小、鎮海國小、土城國中發放問卷給居住於顯宮里、鹿耳里及四草里的學生填寫，盡量達到受訪者之年齡分佈與實際當地居民之年齡分佈相近。此外並請老

師協助以確保問卷填答的正確及完整性。

註：舊安順廠廠址為【圖 8】中箭頭所指框框處，顯宮里位於北方，四草里位於南方，西邊則是鹿耳里。【圖 9】則為廠區相關位置圖。



第二節問卷內容及採樣方法

問卷內容由於男女性不盡相同，因此分成男性版和女性版。主要有三個部分。

第一部分為基本人口學資料，包括生日、身高體重、居住地區、居住年數、學歷、職業、收入、抽菸喝酒及嚼檳榔之情形。

第二部分為魚產品（含生魚片、魚類加工食品）攝食評估，主要瞭解民眾平常較常食用魚產品之種類、食用量、食用頻率及喜好程度

第三部分為魚產品攝食相關之認知、態度及行為調查，認知部分主要瞭解民眾對於魚產品汞污染情形、食用遭受汞污染的魚類對人體可能產生的危害之認知程度；態度部分則想得知民眾對於可能食用遭受汞污染魚類並危害健康的態度如何，獲得相關資訊管道充足與否的觀感，以及對國內食用魚產品安全衛生相關之態度；由於在認知部分的問題中有出現一些魚產品汞污染的相關資訊，因此行為部分主要瞭解受訪者在得知這些訊息之後是否可能改變魚類的攝食型態。

採樣方法則是根據居民問卷填答的內容至當地的魚貨流動攤販購買。由於當地沒有固定位置的魚貨市場，而流動攤販也很早收攤，因此能在當地買到的魚產品有限。根據當地流動攤販業者的說法，他們的魚貨除了有些是來自當地的養殖漁業，大部分都是來自於安平魚貨批發市場，因此不足的部分則至台南安平魚貨批發市場購買。原則上大型的魚類買 1~2 條，中小型的魚類買 2~3 條。生魚片是在當地

附近的海產店購買。魚鬆則是至台南市漁會安南分會產銷班購買，而魚丸、花枝丸及魚罐頭等魚類加工製品則在當地攤販購買。

此外由於部分民眾有在河邊釣魚的習慣，因此也至釣客聚集之處如鹿耳門溪畔及四草大橋橋頭向釣客購買魚類回來分析。每種魚買 2~3 條。



第三節樣本分析方法

分析流程

購買回來的魚類樣本先以 -20°C 之冷凍庫保存，前處理時先將其解凍，然後切取部分魚肉至透明塑膠袋中，以供前處理時方便取用。取下的魚肉再稱取約 1g 的樣本放至 15 c.c 離心管等待消化，一條魚重複取三次，同種魚若是有兩條則取 6 次，依此類推。每管離心管標好標籤之後再加入 5ml 之濃硝酸，與樣本混和均勻之後放入水浴機進行消化。水浴的溫度控制在 60°C ，持續加熱時間約 10 小時。消化完畢之後每管樣本再添加二次超純水至 10ml，搖晃混和均勻之後以冷蒸氣汞分析儀 (HG-310) 測定樣本中之汞濃度。(方法參考：)

分析條件

使用之試劑

去離子水：電阻係數 $\geq 18\Omega$ 之二次超純水

濃硝酸：分析試藥級 (Merk)，65%

濃硫酸：分析試藥級，汞分析專用 (Merk)，95%

氯化亞錫：分析試藥級，汞分析專用 (Merk)

過硫酸鉀：分析試藥級 (Merk)

汞標準溶液：分析級標準品，濃度為 $1000 \mu\text{g/g}$

標準參考品 (SRM)：NRCC DORM-2 (Dogfish Muscle)

設備

分析天秤：可經秤至 0.0001 g (METTLER, AT-261)

冷蒸氣汞分析儀：Hiranuma 公司生產，型號為 HG-310

純水製造機：Barnstead repure ST reverse Osmosis/tank system

定量瓶：10 ml (Witeg)

標準溶液配置

使用每一公升含 1.5ml 65% 濃硝酸之二次超純水，將 1000ppm 之汞標準溶液稀釋至所需之濃度。

檢量線配製

每次測定樣本汞濃度之前，均配製合理濃度範圍的檢量線。先將 1000ppm 之汞標準溶液以每一公升含 1.5ml 65% 濃硝酸之二次超純水依序稀釋至所需之濃度，共五個不同的濃度（例如 1、0.8、0.6、0.4、0.2 ppm），再將此五個不同濃度的汞溶液以汞分析儀分別測其吸光值，並以 X 軸為吸光值，Y 軸為汞溶液濃度做出一條 R^2 值在 0.995 以上的二次方程式曲線，以此檢定汞之 SRM 之濃度，若準確度在公

定標準範圍之內則稱此曲線為測定樣本汞濃度之檢量線。

汞濃度測定

每個樣本消化液以汞分析儀測定吸光值，代入檢量線以內插法回推其汞濃度。每個樣本重複測定三次汞濃度求平均值。

品質控制與保證

檢量線

為確保檢量線之可靠性，每次分析均重新配製檢量線，檢量線之相關係數需大於0.995。

空白分析

每一批樣品進行前處理時，需同時製備空白樣品，以檢測分析時樣品是否遭受污染。

標準品檢核

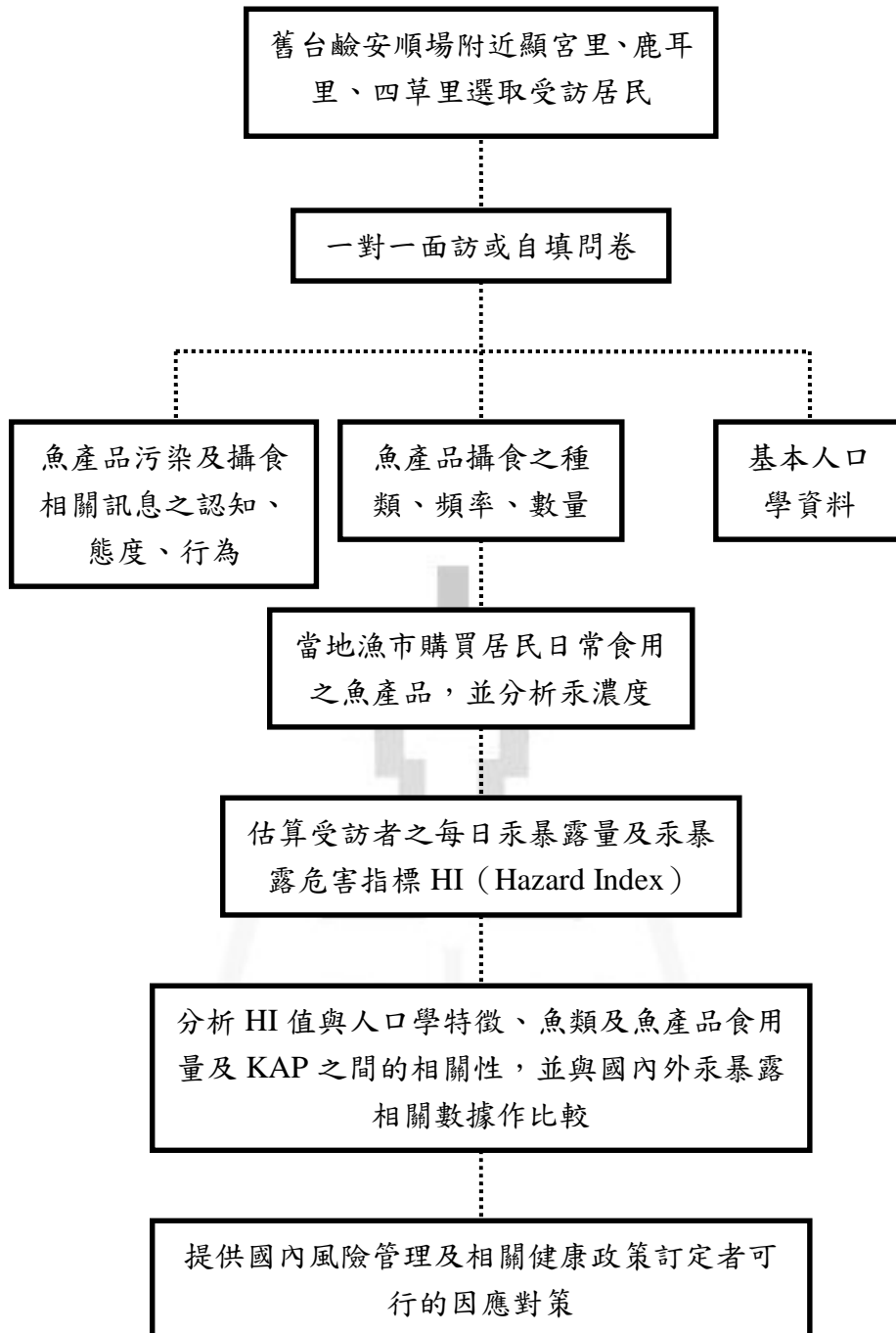
以 NRCC(National Research Council Canada)之標準參考品 (Certified Reference Material; CRM) DORM-2 進行標準品測試，以確保其回收率及準確性。DORM-2 之標準品確認值為 $4.64 \pm 0.26 \mu\text{g/g}$ ，而本研究之偵測值為 4.78 ± 0.14 ，準確度為 97%，符合標準。

偵測極限

以二次去離子水連續偵測六次，依所得之值求其標準差後，取三倍即為該機器之偵測極限。



第四節研究架構



第四章結果與討論

第一節問卷調查結果（前半部）

基本人口學資料

經由安順廠居民填寫之問卷分析結果顯示，165 位受訪者平均年齡為 31 ± 21 歲，平均身高為 160.5 ± 9.7 公分，平均體重為 56.5 ± 15.0 公斤，平均居住年數為 24.1 年，此外由【表 8】可以看出受訪者男女性約各佔一半；年齡分佈方面小於 19 歲的居民就佔了 53%，19~49 歲的青壯年及 50 歲以上的中老年人口各約佔 23%；居住地區以顯宮里、四草里居多，各佔 44.8% 及 39.4%，鹿耳里較少，僅佔 15.8%；教育程度方面，初中以下佔 80%（含 4.2% 不識字者），高中職以上僅佔 20%；職業以學生佔多數（54.3%），其次為其他（12.8%），而其他又以漁業或挖蚵業為主。收入方面，由於半數受訪者為學生，理論上沒有收入，因此將 18 歲以下的學生排除於月收入的計算。其餘的受訪者，沒收入佔 26.1%，月收入 9999 元以下的低收入者（96 年度臺灣省低收入戶最低生活費每人每月新臺幣 9,509 元）佔 13.1%，兩者合計約 40%，而中等收入者（10000~39999 元/月）佔 49.2%，另外 40000~79999 元/月僅佔 11.6%。整體上來看，受訪者的收入偏低，四萬元以內者佔約 90%。

抽菸喝酒或嚼檳榔之生活形態

由【表 9】可以看出受訪者大都沒有抽菸喝酒及嚼檳榔等生活習慣。

魚產品（含新鮮魚類、生魚片及魚類加工食品）攝取評估

經由問卷分析果顯示，有 52.2% 的居民喜歡吃魚，其中很喜歡的人約佔 26%。而僅有 10.3% 的居民不喜歡吃魚，其中很不喜歡的人佔 2.4%。由於年齡的不同可能喜好吃魚的程度也會有所不同，因此將年齡分層之後在分析其喜好吃魚的程度。結果發現 < 19 歲之學生族群喜歡吃魚者約佔 38%，19-49 歲之青壯年族群喜歡吃魚者約佔 60%，而 ≥ 50 歲之中老年族群喜歡吃魚者約佔 75%，由此可以發現似乎有年齡越大越喜歡吃魚的趨勢。

而進一步瞭解受訪者喜歡吃魚的原因後發現，魚類營養豐富、對健康有益是主要原因，佔 37%，其他如味道鮮美及傳統飲食習慣因素各約佔 30% 左右，如【圖 10】所示。至於不喜歡吃魚的原因經分析之後發現魚腥味重是居民不喜歡吃魚的主要原因，約佔一半，其次是魚刺很多，而污染問題僅佔 8%，如【圖 11】所示。

問卷中要求受訪者寫出平常（過去一個月內）最常食用的三種魚類，經分析後發現約有 90% 的人有吃魚的習慣，而頻率分析後發現出現次數最高之魚種前十名依序為吳郭魚（32.7%）、虱目魚（26.5%）、鱸魚（5.7%）、白帶（4.1%）、土魷（3.9%）、鱈魚（3.6%）、鮪魚（3.3%）、鮭魚（3.1%）、秋刀魚（2.6%）及肉魚（2.3%），其中又以吳郭魚及虱目魚食用頻率最高，合計約佔 60%，如【圖 12】所示。至於受訪者所食用魚類的來源，則以市場（流動攤販）居多（49.8%），其次為養殖漁業（26.9%），河釣或海釣及生鮮超市購買則各約佔 10%，如【圖 13】所示。

生魚片攝取部分，有 20.4% 的受訪者喜歡吃生魚片，而有 28.0% 的人平常有吃生魚片的習慣，有吃的人再請其勾選出三種常吃的。問卷分析結果顯示，食用最為頻繁的生魚片為鮭魚，佔總食用魚種之 26.5%，其次為鮪魚，佔 25.5%，第三為旗魚，佔 17.6%。

魚類加工食品包含魚罐頭、魚鬆、魚丸（花枝丸）。魚罐頭的部分，有 56.7% 的受訪者平常有吃魚罐頭，有吃的人可以複選其常吃的魚罐頭種類。所食用魚罐頭的種類以紅燒鰻魚頻率最高（16.7%），第二為鮪魚片（14.1%），第三為蕃茄汁鯖魚（12.3%）。魚鬆、魚丸（花枝丸）的部分，有 55.6% 的受訪者平常有食用魚鬆，而有 77.8% 受訪者平常有食用魚丸或花枝丸。

魚類食用量的評估，則是以問卷問其魚類每週每種魚食用的餐數，每餐吃多少量來估計。每餐的吃魚量以成年人的手掌大小為基準，以多少個手掌大小來評估魚類食用量，因此將可得知受訪者每餐每種魚吃幾個手掌大小的量，估計一個手掌大小的魚肉為 188 g（劉佩玲，2005）。然而由於每種魚類可食用（主要為魚肉）的比例不同，因此參考衛生署發行的『台灣常見食品營養圖鑑』中所列出受訪者平日有食用魚種之可食用比例去估算受訪者真正吃進去的魚肉量。若是受訪者平日有食用但圖鑑上未列出之魚種，其可食用比例則以有食用且圖鑑上有列出之魚種平均值代替。因此某魚類的每日食用量（g/day）＝每週食用餐數×每餐食用量×該魚種之可食用比例÷7。三種魚類之每日食用量加總之後可得每日新鮮魚類總食

用量。經計算之後發現有食用魚類之受訪者平均每日之魚類食用量為 136.2 g/day，最小值為 4.7 g/day，最大值為 2299 g/day，相當驚人。

生魚片食用量的部分，由於問卷設計時為了避免內容過於複雜冗長，受訪者會不耐煩，因此僅問其生魚片之食用頻率（餐/週）及每餐之食用片數。另外再以市面上常見的四種生魚片鯛魚、鮪魚、旗魚、鮭魚各一片秤重後加總求平均值，得一片生魚片重約 9.77 g，因此生魚片之每日食用量 = 食用頻率（餐/週）× 每餐食用片數 × 9.77 ÷ 7。

經計算後求得平常有食用生魚片之受訪者平均每日之食用量為 14.2 g/day，最小值為 0.70 g/day，最大值為 100.5 g/day。

接下來魚類加工品（魚罐頭、魚酥、魚丸/花枝丸）食用量評估的部分，由於僅問其食用頻率（餐/週），因此必須估計每餐之食用量。魚罐頭估計每餐食用量為一湯匙的量，平均約 13.8 g，魚酥估計每餐食用量亦為一湯匙，約 12.6 g，而魚丸平均一顆約 17.6 g，花枝丸平均一顆約 14.2 g，有食用魚丸/花枝丸者估計每餐各吃一顆，因此食用量為 31.8 g。

經計算後求得平常有食用魚罐頭之受訪者平均每日之食用量為 1.29 g/day，最小值 0.16 g/day，最大值為 11.85 g/day。而平常有食用魚酥之受訪者平均每日之食用量為 8.47 g/day，最小值為 3.18 g/day，最大值為 38.19 g/day。最後平常有食用魚丸/花枝丸之受訪者平均每日之食用量為 5.54 g/day，最小值為 2.27 g/day，最大值為

27.27 g/day。

受訪者所食用之魚類及魚產品汞濃度

受訪者日常食用之魚類及其總汞濃度詳見【表 11】。【表 11】中魚種的排列是按照其總汞濃度由最高到最低依序排列，由表中可以看出旗魚的總汞濃度最高（2.34 ppm），最低的是吳郭魚（0.02 ppm），總計有 32 個魚種。台灣對魚類汞濃度的標準值為 $0.5 \mu\text{g/g}$ （衛生署，1992），因此旗魚及鮪魚皆超出標準值，若是以最寬鬆的標準，也就是 US FDA 及西班牙所訂定之魚類汞濃度管制標準 $1 \mu\text{g/g}$ 來看，僅有旗魚超出此標準，其他皆在標準之內；然而若是以 US EPA 所訂定的魚汞濃度標準值 $0.3 \mu\text{g/g}$ 來看的話，則旗魚、鮪魚、油魚、虱目魚、海鱸、土魷皆超出標準，其中虱目魚及土魷魚還是排列在食用頻率前五名的魚種，因此受訪者可能因此受汞暴露對健康威脅，還好最常吃的吳郭魚總汞濃度僅有 0.02 ppm，但若是吃大量的話，仍是會有汞暴露過量的情形發生。

雖然食用魚類是汞暴露的主要來源，然而為了更準確評估安順場污染區居民汞暴露的情況，因此加工魚產品的攝食也納入考量。加工魚產品主要分為魚罐頭、魚酥、魚丸/花枝丸，魚罐頭由於市面上有許多不同種類的品牌，因此同種類（如鮪魚三明治）但不同品牌的魚罐頭只買 1~2 種來分析，而表列時則省略品牌名稱。虱目魚酥則是當地南市區漁會產銷班自製，而安順場居民大部分應該也只能買到該種品牌。經過詢問販售人員之後，發現他們用來製作虱目魚酥的虱目魚皆來自

當地養殖漁業，因此除了分析汞濃度時秤重是以”乾重”來計算之外，或許當地虱目魚的高汞濃度（0.34 ppm）也是虱目魚酥汞濃度高達 3.55 ppm 的原因之一。雖然國內加工魚產品目前沒有所謂的汞濃度管制標準，然而若是以魚類的管制標準來衡量的話，所有的魚罐頭、魚丸、花枝丸汞濃度都不算太高。

第二節受訪者經由食用魚類及魚產品之汞暴露及健康風險評估

知道受訪者日常食用之魚類及魚產品之種類及其相對應之汞濃度後，就可以計算受訪者經由食用魚類及魚產品之汞暴露量。

汞暴露量（ $\mu\text{g/day}$ ）的計算方法為：魚類或魚產品的總汞濃度（Total Mercury Concentration; TMC）（ $\mu\text{g/g}$ ） \times 平均每日之食用量（Consumption Rate; CR）（ g/day ）。而為了評估汞暴露量與健康風險的關係，則以 Hazard Index（HI）的計算來評估（Burger et al., 2001），若是計算所得的 HI 大於 1，則表示經由食用魚類及魚產品之汞暴露量超過每天可容忍之攝入量，長期下來可能對健康造成危害。

HI 值之計算公式如下：

$$\text{HI} = (\text{TMC} \times \text{CR}) / \text{BW} / \text{RfD}$$

BW(Body Weight)：體重（Kg）

RfD(Reference Dose)：參考劑量（ $\mu\text{g/kg day}$ ）

參考劑量是每日每公斤體重汞之容許攝入量，在此劑量之下終生不會產生有害的效應。國外訂定之參考劑量有不同之數值，主要原因是考量健康風險的比例不同所致，如【表 19】所列。目前已知之參考劑量（甲基汞）有 US EPA 訂定之 RfD = 0.1 $\mu\text{g}/\text{kg day}$ (US EPA, 2005)；ATSDR 訂定之 RfD = 0.3 $\mu\text{g}/\text{kg day}$ (ATSDR, 1999)；WHO 訂定之 RfD = 1.6 $\mu\text{g}/\text{kg week}$ (WHO, 2003)；以及 US FDA 訂定之 RfD = 0.4 $\mu\text{g}/\text{kg day}$ (US FDA, 1995)。本研究選用最寬鬆 (RfD = 0.4 $\mu\text{g}/\text{kg day}$) 及最嚴苛 (RfD = 0.1 $\mu\text{g}/\text{kg day}$) 的兩種標準來計算 HI 值，以期能呈現汞暴露健康風險不同面貌。此外由於各單位訂定之 RfD 主要針對甲基汞的暴露，而本研究測量的是魚類及魚產品之總汞濃度，因此假設魚體內之總汞有 90% 為甲基汞 (Gochfeld and Burger, 2005)，將總汞濃度乘以 0.9 轉換成甲基汞濃度，以便計算 HI 值。

【表 13】所列为受訪者日常所食用的魚種，新鮮魚類、生魚片及加工魚產品的平均每日食用量，以及計算加總後個人之每日每公斤體重之汞暴露量，如此可以看出每位受訪者汞暴露量主要來自於哪一個項目。而【圖 15】是受訪者以 RfD = 0.1 $\mu\text{g}/\text{kg day}$ 所算出 HI 值的分佈圖，由圖中可以發現有 83.0% 的受訪者 HI 值 > 1，相當驚人，但若是以最寬鬆標準 (RfD = 0.4 $\mu\text{g}/\text{kg day}$) 來計算 HI 值，則也有將近 44% 的受訪者 HI 值 > 1，顯示安順廠當地之居民的確受到汞暴露相當大的威脅，政府相關單位不得不正視此一現象。

此外若是將受訪者依照性別、年齡、居住地區、居住於該地之年數、教育程度分類，並以 T 檢定(兩組)或 ANOVA(三組)比較其魚類及魚產品每日攝取量(g/day)、經由此途徑之甲基汞攝入量 ($\mu\text{g/kg day}$)、甲基汞攝入量佔 PTWI (Provisional Tolerable Weekly Intake, WHO 訂定之甲基汞 RfD) (WHO, 2003) 之百分比及 HI 值，如【表 14】所列，可發現男性魚類及魚產品每日攝取量 (174.6 g/day) 是女性 (87.6 g/day) 的兩倍，達統計上顯著差異 ($P < 0.05$)，然而男性之甲基汞攝入量、%PTWI、HI 值雖然都較女性略高，但並未達顯著差異，可見女性魚類及魚產品每日攝取量雖然低，但或許因食品本身汞濃度都較高的緣故使得有此結果。此外由於女性中有 10 位孕婦，孕婦屬於汞暴露之危險族群，因此將其獨立出來和其他女性做比較，結果可以發現雖然各項數值孕婦都較低，但也未達顯著差異，然而令人感到欣慰的是孕婦並未出現一般女性懷孕時容易多吃魚的現象。若是以年齡來分類的話，發現年紀越大各項數值都有增加的趨勢，但並未達顯著差異；以居住地區來分類的話，可發現鹿耳里居民各項數值都普遍較低，但與其他兩地區也未達顯著差異；若是以居住於該地區的年數 (平均 24 年) 多寡來分類的話，可發現居住年數超過 24 年者，除了魚類及魚產品每日攝取量並未顯著高之外，其餘的各項數值都顯著高於居住年數 ≤ 24 年者；若是以教育程度來分類的話，可以發現隨著教育程度的增加魚類及魚產品每日攝取量、甲基汞攝入量、%PTWI、HI 值都有下降的趨勢，但各組並未達顯著差異。

為了進一步確認各變項彼此間的關係，使用相關分析來探討。以 Pearson 相關來分析年齡、居住年數、魚類及魚產品每日攝取量、甲基汞暴露量彼此間的相關性，如【表 15】所示。結果發現年齡和居住年數、年齡和甲基汞暴露量、居住年數和甲基汞暴露量、魚類及魚產品每日攝取量和甲基汞暴露量均有顯著之正相關，也就是說年齡越大居住年數越久，甲基汞暴露量越高，而魚類及魚產品每日攝取量越多，甲基汞暴露量也越高。

由於教育程度為序位變項，因此以 Spearman 相關來分析其和魚類及魚產品每日攝取量及甲基汞暴露量之相關性，如【表 16】所示。結果發現教育程度和兩者呈負相關，但沒有達顯著，與【表 14】的結果相呼應。

綜合上述分析，可以看出年紀較長者居住於當地也較久，而甲基汞暴露量相對地較高，除了魚類及魚產品每日攝取量較多的因素之外，也許所食用的魚類及魚產品汞濃度偏高也是重要的影響因素。

此外若是按照汞暴露量的高低將受訪者分為高、中、低三個組別，以卡方檢定分析這三組在人口學分佈的差異性，如【表 17】所示，可以發現高、中、低暴露組在年齡大小及居住年數多寡之百分比組成有統計上顯處差異。高暴露組 19 歲以上之成年族群約佔 60%，而 19 歲以下之學生族群大都集中在中低暴露組，而在居住年數方面，高、中、低暴露組均以居住年數 ≤ 24 年者居多，與之前的結果似乎有些出入，或許居住年數 ≤ 24 年之人數為 > 24 人數之兩倍多所而造成這樣的結果。

此外高暴露組的女性比男性稍多，而教育程度偏低，也是值得注意之現象。

接下來為了瞭解造成高、低暴露組甲基汞暴露量差異的因素，就分析兩組受訪者平常有吃魚的比例及常吃魚種、所食用魚類主要來源、平常有吃生魚片的比例及常吃之生魚片、魚類及魚產品每日平均食用量，比較兩組之差異性。結果發現造成高、低甲基汞暴露的原因除了日常食用魚類及生魚片的比例有差之外，食用量的大幅差距是最主要的因素。

第三節受訪者對魚類受汞污染相關之認知、態度、行為調查

由於魚類受汞污染的相關議題近年來可以說越來越受到國際間的重視，而相關的研究也不斷地在進行，國外（主要是美國）的政府相關單位也不斷地呼籲民眾減少食用受污染的魚類（EPA, 1996, 1998; Kamrin and Fischer, 1999; US FDA, 2001, 2003; US EPA/FDA, 2004），以免對自身的健康以及下一代的發育造成不良影響，此外也有研究調查民眾對於政府對於魚類污染所提供的相關資訊以及對魚類攝食建議的警覺程度也做過大規模的調查（Tilden et al., 1997），也有一些研究調查如何才能讓政策有效地被民眾知道並達到預期的成效（Fiore et al., 1989; Velicer and Knuth, 1994; Knuth, 1995; Tilden et al., 1997），並根據研究結果做政策的修正，甚至設計適合各個不同族群的教材，以求資訊能深入民眾。

反觀國內政府衛生單位似乎沒有提供魚類汞污染相關資訊普遍地讓民眾知道，因此民眾該吃哪些魚，吃多少量也就根本無從依據。因此本研究設計了一些題目以

瞭解安順場附近汞污染地區之居民對於魚類汞污染之認知程度，對於這類議題之態度，以及獲知相關訊息之後是否會有行為上的改變，將結果彙整之後以期能作為相關單位訂定健康政策之參考依據。分析以全體受訪者、高暴露組、低暴露組三者作對照比較。

認知部分

認知部分有六題，第一題問受訪者覺得台灣的魚產品有無受污染之可能性，由【圖 16】可以看出約 65% 的受訪者都覺得有污染，僅有 8% 覺得沒有，其餘不知道。高、低暴露組也約有 55% 認為有污染，認知程度差異不大。第二題接著問認為有污染的人覺得污染的情況如何，由【圖 17】可看出，約有一半（53%）的人認為很嚴重或嚴重，但也有 45% 的人認為還好或不嚴重，呈現兩極化的反應。高暴露組普遍認為污染嚴重，而低暴露組普遍認為還好。第三題接著問這些人覺得可能有哪些污染物（可複選），由【圖 18】可看出全體受訪者多數都認為是重金屬及戴奧辛，還算不錯，高、低暴露組也有相同的看法，然而低暴露組的認知明顯較佳。第四題問受訪者對 US EPA/FDA 建議孕婦等高危險群不要食用四種高汞含量的魚類訊息瞭解的程度，由【圖 19】可看出，全體受訪者及高、低暴露組大都不知道有此訊息。第五題問是否知道汞暴露會對人體造成傷害，由【圖 20】可看出，三組大都有 70% 知道此事實，高、低暴露組的認差異不大。而由【圖 21】可看出，全體受訪者有約 75% 的人知道汞會對發育中的胎兒及幼童造成危害，然而高、低暴露

組比較之下，低暴露組有較高比例（40%）不知道此訊息。

態度部分

態度部分共有 5 題，首先問受訪者對於汞暴露對人體會造成危害的相關訊息覺得和自己有無關係，由【圖 22】可看出，全體僅有 40% 覺得有關，大部分（47%）覺得還好，高暴露組僅有 31% 覺得有關，而低暴露組的態度明顯較佳，有將近 60% 覺得有關。接下來問獲得這類相關訊息的管道來源為何，由【圖 23】可看出，電視、報紙及他人告知是主要訊息來源，三組無明顯差異。至於獲得訊息的管道是否充足，由【圖 24】可看出，三組大都覺得還好，而低暴露組有較高比例覺得不充足，顯示其較為積極的求知態度。下一題欲瞭解受訪者對海鮮是否合乎安全衛生之觀感，由【圖 25】可看出，全體受訪者大都（60%）認為還好，而高暴露組竟有約 42% 覺得合乎安全衛生，低暴露組的態度較保守，僅有 32% 覺得安全，而也有 16% 覺得不安全。至於被問到是否覺得政府相關單位應該訂定海鮮類之安全衛生標準並公告檢驗結果，如【圖 26】所示，三組均有相當高的比例覺得應該，但高暴露組也有 18% 覺得無所謂，而低暴露組則有約 90% 認為應該。

行為部分

行為部分有三題，主要瞭解受訪者在得知魚有汞污染，且吃了對人體有害之訊息之後，是否可能會改變魚類的食用量，以及改變魚類的食用量的原因。

由【圖 27】可看出，全體受訪者大都傾向於不改變魚類的食用量，僅有約 10%願意減少魚類的食用量，此外低暴露組不變的比例較高暴露組低，而也有 22%願意減少魚類的食用量。

至於增加魚類的食用量的原因，由【圖 28】可看出，男性較多是因為多吃魚對身體好，而女性則是食量變大。

減少魚類的食用量的原因，由【圖 29】可看出，男女性主要是因為魚有污染，但女性其他原因也約各站 20%。

第四節國內外汞暴露之比較

由於汞暴露的議題逐漸受國際的重視，因此有許多國家陸陸續續也做了一些研究瞭解民眾經由食用魚類之汞暴露情形，而一些國家如美國、巴西更有好幾篇類似針對不同族群的研究，因此無法一一列出，【表 20】僅就其中幾篇做探討。

由表中可以看出，巴西、香港、日本以及本研究的汞污染區居民，其日常魚類(海產)食用量皆超過 100 g/day，算是嗜吃魚類之族群，而汞暴露量超過標準值 $0.1 \mu\text{g/kg day}$ 的國家有加拿大、巴西、香港、台灣(污染區居民)、日本，其中又以本研究的 $0.44 \mu\text{g/kg day}$ 最高，相較於台灣一般大眾約 $0.05 \mu\text{g/kg day}$ 的汞暴露量更是高得離譜，有 9 倍之多。

第五節討論

在文獻探討中提到，由於汞暴露對人體可能會造成數種危害，包括心血管疾病、高血壓、肝腎之危害、免疫系統之危害，以及對腦部及神經發育的負面影響，尤其是發育中的胎兒。因此本研究對象有 83% 經由食用魚產品之甲基汞暴露量超過 US EPA 所訂定之參考劑量 $0.1 \mu\text{g}/\text{kg day}$ ，代表這些民眾在其一生中有可能遭受上述健康危害之風險，而其中孕婦的甲基汞暴露量直接影響胎兒的發育，相當值得關注。本研究中的孕婦共有 10 位，平均食用魚產品的量為 $61.7 \text{ g}/\text{day}$ ，若是以美國魚產品食用量一餐為 85 g 的標準 (AHA, 2000) 來看的話，孕婦的魚產品食用量約為每週 5 餐，而平均每日甲基汞暴露量為 $0.37 \mu\text{g}/\text{kg day}$ ，為標準值之三倍多，表示這些孕婦的胎兒正遭受過量甲基汞暴露的危險，可能對胎兒腦部及神經發育有負面影響。雖然食用魚產品對人體也有許多益處，然而要在損益之間取得一個平衡點並不容易，根據美國一篇研究 (Gochfeld and Burger, 2005) 結果顯示，孕婦的魚類食用量 $8\sim 15 \text{ g}/\text{day}$ 對胎兒是有益的，而成人平均 $15 \text{ g}/\text{day}$ 的魚類食用量對心血管有益，若是使用 US EPA 針對甲基汞所訂定的 $\text{RfD}=0.1 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ 來算的話，選擇甲基汞濃度 0.23 ppm 的魚類則可容許每日食用 27 g 而不會產生危害，若選擇甲基汞濃度約 0.1 ppm 的魚類則可容許每日食用 65 g 而不會產生危害。由此觀之，本研究孕婦的魚產品食用量確實超出許多，而成年人 (>20 歲) 的魚產品食用量平均值為 $148.1 \text{ g}/\text{day}$ ，一樣超出 $15 \text{ g}/\text{day}$ 甚多，而經此途徑之甲基汞暴露

量為 $0.51 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ ，是標準值的 5 倍，因此這兩個族群的確受到汞暴露量過高而帶來健康上的威脅。至於未成年的學生族群魚產品食用量平均值為 $115.5 \text{ g}/\text{day}$ ，經此途徑之甲基汞暴露量為 $0.38 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ ，同樣有偏高的現象。若是進一步分析未成年女性的甲基汞暴露量平均值，發現也高達 $0.41 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ ，由於未成年女性在未來的幾年內即可能成為孕婦，因此偏高的甲基汞暴露量一樣會對胎兒造成危害，政府相關單位不得不重視這個問題。

由【表 18】可以發現，造成汞暴露量偏高的原因，除了平常是否吃魚的習慣之外，最主要影響的因素便是食用量偏高的問題，因此即使食用的魚類汞濃度不高，仍會造成甲基汞暴露量過高的現象。所以若是要兼顧吃魚的益處又要避免魚體內的污染物對人體產生危害，則必須在食用魚種及食用量做謹慎的選擇及控制。舉例來說，若是平常所食用魚產品汞濃度為 0.1 ppm ，並假設成年人體重 70 公斤，則該魚產品的可允許食用量為 $70 \text{ g}/\text{day}$ ，在此狀態下 HI 值不會超過 1 ($\text{RfD}=0.1 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$)；若是平常所食用魚產品汞濃度為 0.3 ppm ，則該魚產品的可允許食用量為 $23 \text{ g}/\text{day}$ ，依此類推。當然若是以較寬鬆的標準來衡量甲基汞暴露的健康風險，則每日可允許食用量則可加倍。由於本研究僅是估算受訪者之汞暴露量，並未實際測量其血液中之汞含量，因此若要準確知道受訪者體內之汞含量，則必須在進一步研究。

此外，受訪者平日常食用之虱目魚根據當地魚貨攤販的說法有相當大的比例是來

自於當地之養殖漁業，本研究的虱目魚樣本即是來自於當地之養殖漁業，而測出之總汞濃度為 0.34 ppm，明顯較其他都會區之虱目魚總汞濃度 0.006 ppm（農委會漁業署 94 年度試驗研究計畫報告）及 0.017 ppm（農委會漁業署 95 年度試驗研究計畫報告）高出許多，因此推測當地之養殖漁業之虱目魚有受到該地汞污染的影響。

第六節 結論與建議

綜觀本研究對象之魚類及魚產品之攝食型態，發現受訪者普遍喜歡吃魚，日常大都有吃魚的習慣，而年紀越大越喜歡吃魚。常吃之魚種雖以吳郭魚、虱目魚居多，但魚類的來源約 27% 來自於當地的養殖漁業，魚類可能因此受汞污染，且由於食用量偏高，加上有將近 30% 的受訪者有吃生魚片的習慣，因此造成汞暴露量過高。此外研究發現居住於當地越久的年長族群，以及教育程度較低者汞暴露量也有偏高的現象。

至於受訪者對魚類汞污染的認知方面，整體來看都還不錯，唯高低暴露組互相比較之下，發現高暴露組的認知差了一些。

態度方面則可以看出受訪者對於食用魚類之汞暴露議題關心程度不夠，對於所食用的魚類也大都覺得安全無虞，此現象與大部分都認為魚有污染認知似乎有所矛盾，相當值得進一步去瞭解。但受訪者普遍認為政府相關單位應該訂定海鮮類之安全衛生標準並公告檢驗結果，以保障民眾健康，由此可知受訪者對於海鮮類之

安全衛生仍有一定的重視程度。整體來看，高暴露組的態度也較差了一些低暴露組稍差。

行為方面，即使在問卷中已經讓受訪者知道一些魚類汞污染的相關訊息，但他們大都還是決定維持原來的魚類食用量，僅有少數願意減少。由此看來，知道魚有污染是一回事，要改變魚類攝食型態又是另一回事，政府若是能夠多瞭解當地居民實際生活的困難點為何，真正能改變其行為的關鍵點是什麼，再根據實際情況去設計居民能看得懂、聽得懂的教材作健康訊息的傳遞，告知他們應該如何飲食才能避免健康危害，如此才能真正讓民眾改變不良之飲食生活習慣，進而達到促進健康的目的。

此外政府相關單位應該禁止當地之養殖漁業，以防止受污染的魚類再度被居民拿來食用，並在當地興建魚貨市場，定期監測魚貨的污染情況，以保障魚貨之安全性。而若是能定期檢測當地居民的體內含汞量，追蹤居民之健康情形，也可評估行為改變之成效。

第七節研究限制

魚產品樣本數不足的問題

由於經費及人力有限，加上經驗不足，因此本研究的魚類及魚產品樣本每一種大多只有買 1~2 條(個)，因此測出來的汞濃度沒有辦法完全代表該物種的汞濃度，或許存在著一些誤差，若是每物種都能夠有十個樣本以上，所測出來的汞濃度也許就有足夠的代表性。

魚產品食用量估算之不確定性

由於本研究在估算每位受訪者之魚產品食用量時是使用多少個手掌大小來計算，而填答問卷時受訪者可能對手掌大小的認定不一致，而且也可能有回憶上的偏差，因此在計算受訪者經由食用魚產品之汞暴露量時多少會有一些估不準的因素存在。

附錄圖表

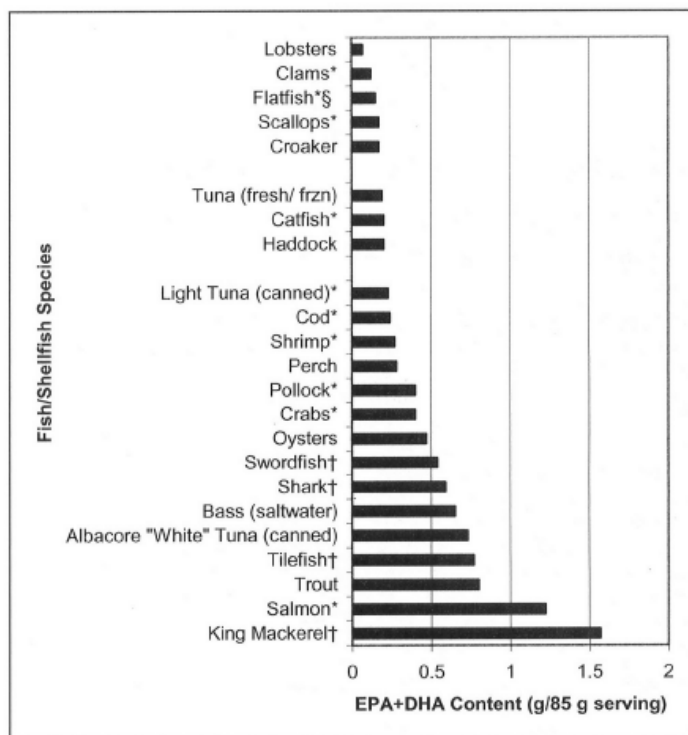


Figure 1. EPA and DHA content of a variety of fish and shellfish.⁴⁵ * Indicated by FDA as one of the top 10 seafoods (80% of the market) containing <0.2 ppm mercury. † Fish and shellfish with the highest levels of mercury. § Includes flounder, plaice, and sole.

圖 1 多種魚類及甲殼魚類所含之二十二碳六烯酸 (DHA) 及二十碳五烯酸 (EPA)

(USDA National Nutrient Database for Standard References, 2005)

表 1 一般民眾及敏感族群（婦女及孩童）食用受污染的魚類所產生的致癌風險

項目	終生致癌風險
一般民眾食用受污染的魚類	
DDT (5 ppm)	3×10^{-4}
地特靈 (0.3 ppm)	9×10^{-4}
戴奧辛 (10 ppt)	3×10^{-4}
飛怖達 (0.3 ppm)	3×10^{-4}
PCB (湖鱒 2 ppm)	7×10^{-4}
PCB (Chinook 鮭魚 1.2 ppm)	4×10^{-4}
PCB (銀鮭魚 0.8 ppm)	3×10^{-4}
PCB (河鱸/胡瓜魚 0.5ppm)	2×10^{-5}
敏感族群（婦女及孩童）食用受污染的魚類	
PCB (0.05 ppm) 45 歲以下婦女	1×10^{-5}
PCB (0.05 ppm) 15 歲以下孩童	3×10^{-6}
可接受的增加風險範圍	$10^{-6} \sim 10^{-4}$

(Sidhu, 2003)

表 2 1994~1996 美國民眾日間持續飲食調查中，有食用魚類者佔全體之百分比及其食用量

Table 2. Percentage of Persons Reporting Total Finfish Consumption and Quantities Consumed in a Day-Continuing Survey of Food Intakes by Individuals (CSFII) 1994-1996^{26,33}

	Age and Sex					
	20-39		40-59		60+	
	M	F	M	F	M	F
CSFII sample (n)	1543	1449	1663	1694	1545	1429
Fish consumption at least once in 2 days (%)	19.6	20	22.9	24.1	27.3	25
Fish consumption on one of 2 days (%)	18.4	17.8	20.0	21.6	23.7	20.8
Fish consumption on both days (%)	1.1	2.2	2.9	2.5	3.6	4.2
Quantity of fish consumed in 1 day						
Mean (g)	95	74	102	78	93	93
SEM	5	5	6	5	4	5
25th percentile	49	28	48	31	49	48
50th percentile	77	56	85	57	78	76
75th percentile	126	95	126	104	121	121
90th percentile	185	147	199	142	183	165

(Agricultural Research Center, 2000; Smiciklas-Wright et al., 2005)

表 3 美國民眾過去 30 天魚類及甲殼魚類攝食頻率前 10 名之魚種

Table 3. Top 10 Fish and Shellfish Consumed by the US Population Ranked by 30-Day Frequency of Eating Occasions³⁴

Ranking by Fish	Average No. of Eating Occasions	Percent of Adult Consumers
1. Shrimp	2.1	85%
2. Tuna	2.9	50%
3. Salmon	2.2	22%
4. Breaded fish	2.0	22%
5. Crab	1.8	26%
6. Other fish	2.5	16%
7. Catfish	2.0	16%
8. Clams	1.5	16%
9. Cod	1.9	11%
10. Scallops	1.4	15%
22. Swordfish*	1.4	3.3%
27. Mackerel*	1.9	1.1%
28. Shark*	1.1	0.7%

* Three additional fish species were included due to their EPA/FDA mercury advisory status.

表 4 二十三種魚類及甲殼魚類所含 ω -3 脂肪酸的量、汞濃度，以及每週食用其中任一種魚類 170 g 之汞暴露量分別佔參考劑量 (RfD) 及暫時可容許每週暴露量 (PTWI) 的比例

Table 4. Omega-3 Fatty Acids, Mercury Levels, and Percent of US and FAO/WHO Reference Values in Select Fish and Shellfish Based on Consumption of 6 Ounces (170 g) per Week

Fish/Shellfish	EPA + DHA g/170 g fish ^{4,5}	Mercury Residue ^{3,5} (ug/170 g fish)	Mercury μ g/kg/d (70 kg adult)	% RfD*	% PTWI [†]
King mackerel [§]	3.14	124.1	0.25	253%	111%
Salmon [‡]	2.44	ND	ND	ND	ND
Trout	1.60	5.1	0.01	10%	5%
Tilefish [§]	1.54	246.5	0.50	503%	220%
Albacore "white" tuna (canned)	1.46	59.5	0.12	121%	53%
Bass (saltwater)	1.30	45.9	0.09	94%	41%
Shark [§]	1.18	168.3	0.34	343%	150%
Swordfish [§]	1.08	164.9	0.34	337%	147%
Oysters	0.94	ND	ND	ND	ND
Crabs [‡]	0.80	30.6	0.06	62%	27%
Pollock [‡]	0.80	10.2	0.02	21%	9%
Perch	0.56	ND	ND	ND	ND
Shrimp [‡]	0.54	ND	ND	ND	ND
Cod [‡]	0.48	18.7	0.04	38%	17%
Light tuna (canned) [‡]	0.46	20.4	0.04	42%	18%
Haddock	0.40	5.1	0.01	10%	5%
Catfish [‡]	0.40	8.5	0.02	17%	8%
Tuna (fresh/frozen)	0.38	64.6	0.13	132%	58%
Croaker	0.34	8.5	0.02	17%	8%
Scallops [‡]	0.34	8.5	0.02	17%	8%
Flatfish [‡]	0.30	8.5	0.02	17%	8%
Clams [‡]	0.24	ND	ND	ND	ND
Lobsters	0.14	15.3	0.03	31%	14%

* EPA reference dose = 0.1 ug mercury/kg body weight/day.
[†] WHO provisional tolerable weekly intake = 1.6 ug mercury/kg body weight/week.
[‡] Indicated by FDA as one of the top 10 seafoods (80% of the market) that contain <0.2 ppm mercury.
[§] Fish and shellfish with the highest levels of mercury.
[¶] Includes flounder, plaice, and sole.

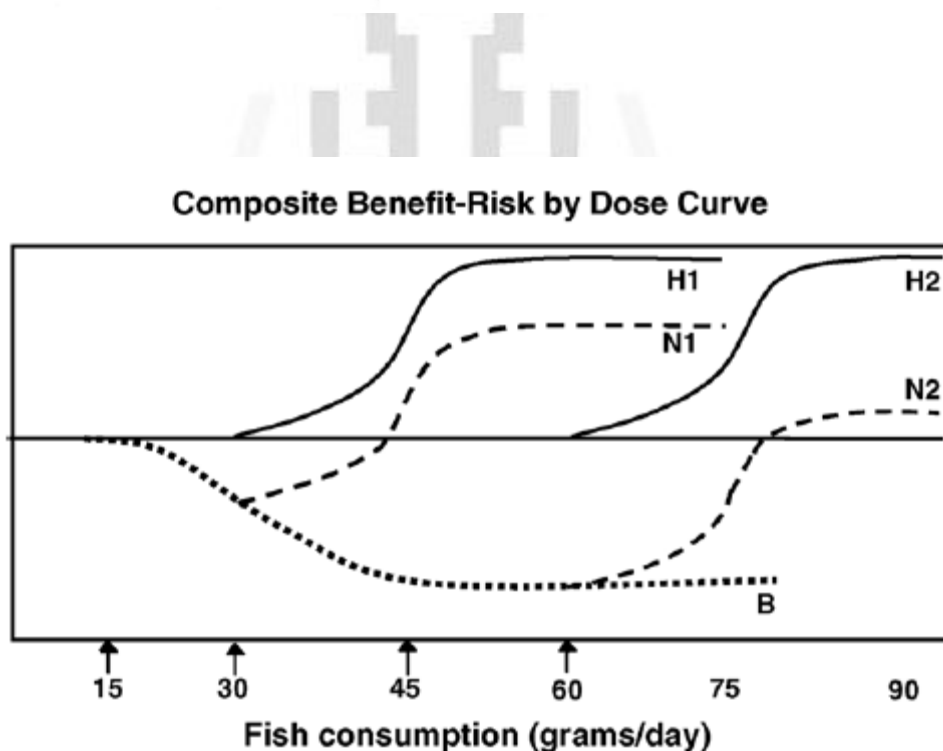


圖 2 攝食魚類甲基汞暴露之綜合損-益劑量反應曲線 (Gochfeld and Burger, 2005)

表 5 美國民眾五種不同的魚類攝食方案與基準比較所顯現的健康衝擊效應

Table 3. Projected health impacts by scenario compared to baseline^a

		Scenario				
		1	2	3	4	5
Natural units ^a	CHD mortality	11	56	6,700	-16,000	-16,000
	Stroke mortality	3	15	1,200	-2,900	-3,000
	Nonfatal stroke incidence	14	68	1,500	-3,200	-3,400
	IQ points - DHA	39,000	-48,000	-48,000	0	140,000
	IQ points - MeHg	380,000	140,000	140,000	0	-410,000
	IQ points - Net	410,000	92,000	92,000	0	-270,000
Life years ^b	CHD mortality	-440	-2,400	-76,000	180,000	190,000
	Stroke mortality	-120	-670	-15,000	34,000	36,000
	Total	-560	-3,100	-91,000	210,000	230,000
Discounted QALYs ^b	CHD mortality	-200	-1,100	-43,000	100,000	100,000
	Stroke mortality	-50	-290	-8,500	20,000	20,000
	Nonfatal stroke incidence	-20	-97	-680	1,300	1,600
	IQ points - MeHg	45,000	17,000	17,000	0	-49,000
	IQ points - DHA	4,700	-5,800	-5,800	0	17,000
	Total	50,000	11,000	11,000	0	-32,000
	Total	49,000	9,700	-41,000	120,000	90,000

^aFor CHD and stroke, positive values indicate an increase in incidence or mortality (as appropriate) and are hence unfavorable. Negative values are favorable for these effects. For IQ, positive values indicate an increase in average IQ, and are hence favorable. Negative values are unfavorable for this effect. All values are rounded to two significant digits.

^bFor life years and QALYs, positive values indicate gains and are therefore favorable. Negative values are unfavorable. CHD, coronary heart disease; DHA, docosahexaenoic acid; MeHg, methyl mercury; QALY, quality-adjusted life year.

(Cohen et al., 2005)

表 6 美國 EPA/FDA 對懷孕婦女、育齡婦女、哺乳中婦女及幼童之魚類攝食建議

Table 1. 2004 EPA/FDA Fish Advisory to Women Who Are Pregnant, Women Who Might Become Pregnant, Nursing Mothers, and Young Children^{*18}

Advisory	Fish Type
Do not eat	Shark, swordfish, king mackerel, tilefish
Eat up to 6 ounces/week (1 average meal)	Albacore "white" tuna [†] and locally caught fish from local lakes, rivers, and coastal areas [‡]
Eat up to 12 ounces/week (2 average meals)	A variety of fish and shellfish low in mercury; examples are shrimp, canned light tuna, salmon, pollock, and catfish.

* Follow these same recommendations when feeding fish and shellfish to young children, but serve smaller portions.

[†] Has more mercury than canned light tuna.

[‡] If you choose locally caught fish, do not consume any other fish that week.

(US EPA/FDA, 2005)



Fig. 1. Poster from the Wisconsin Department of Health and Family Services alerting reproductive-age women about safe fish consumption (translated also into Hmong and Spanish).

圖 3 美國威斯康辛州健康及家庭服務部門針對育齡婦女所做安全魚類食用建議之海報

表 7 美國大湖區域的各州將魚類攝食建議的標的族群設定為育齡婦女於 1995 及 2002 年間執行程度的變化

Table 1. Policy implications from fish advisory research: change between 1995 and 2002 in the number of Great Lakes states targeting women of reproductive age for fish advisory outreach

Targeted audience—women of reproductive age		
State	1995	2002
Illinois		■
Indiana		■
Michigan	■	■
Minnesota	■	■
New York	■	■
Ohio		■
Pennsylvania		◇
Wisconsin		■

■, statewide.

◇, targeting women of reproductive age at Superfund sites.

Source: 1995: EPA guidance for assessing chemical contaminant data for use in fish advisories; vol. IV: risk communications, 1995; 2002: communications and documents from the Great Lakes states.

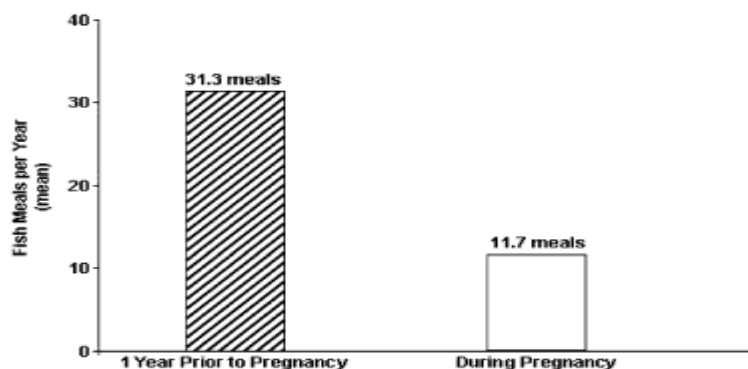


Fig. 2. Change in fish consumption behavior for pregnant Mohawk women associated with awareness of fish advisories targeted for women of reproductive age (adapted from Fitzgerald et al., 2004).

圖 4 懷孕的北美摩和克族婦女接受魚類攝食建議之訊息後，魚類攝食行為的改變

(Ashizawa et al., 2005)

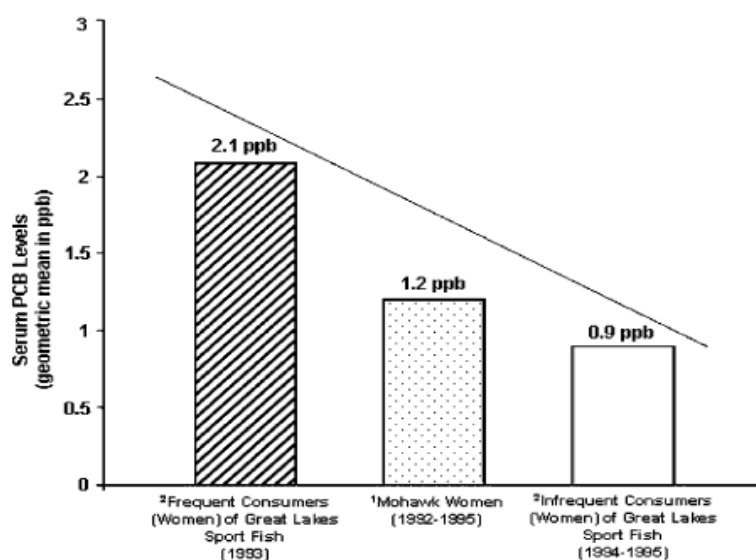


Fig. 3. Polychlorinated biphenyl (PCB) serum levels in ppb for Mohawk women with a low rate of fish consumption as contrasted to frequent and infrequent consumers (women) of Great Lakes sport fish (from ¹Fitzgerald et al., 2004; ²Hanrahan et al., 1999):

- frequent fish consumers: > 27 fish meals/year (average);
- Mohawk women: 11.7 fish meals/year (average);
- infrequent fish consumers: 0- < 6 fish meals/year(average).

圖 5 食用不同量美國大湖區野生魚類之摩和克族婦女血清中 PCB 濃度 (ppb) 的差異

(Ashizawa et al.,2005)

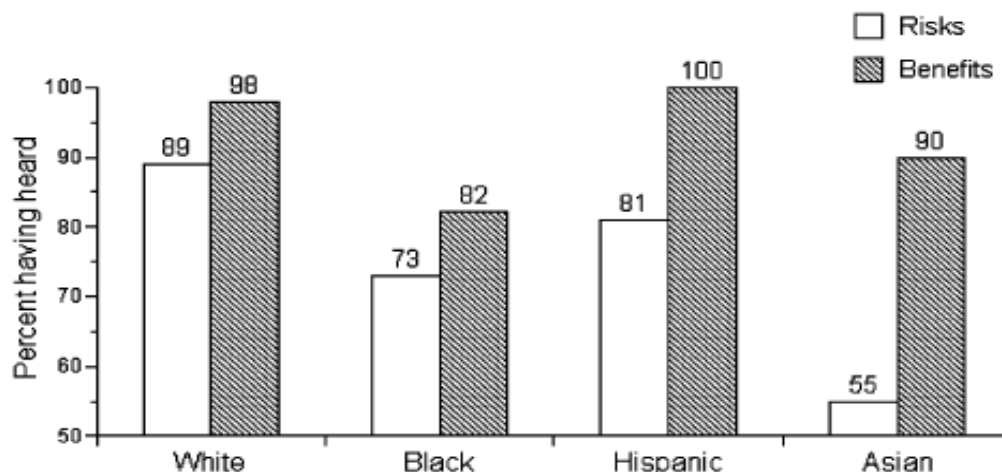


Fig. 2. Percentage of subjects having heard of the benefits or risks of consuming fish, regardless of the species or types (freshwater, saltwater). The actual percentage is shown above each bar.

圖 6 紐澤西 180 位大學生及其他紐澤西市中心的居民曾經聽過食用魚類（不論魚種）利益或風險的比例

(Burger, 2005)

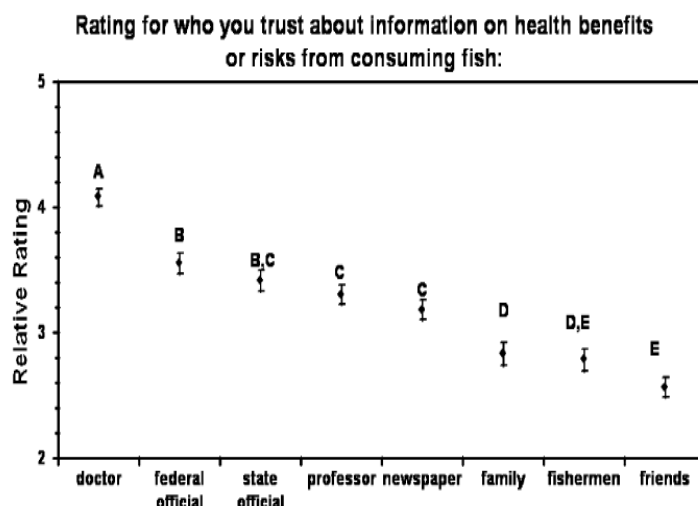


Fig. 3. Relative ratings for "How would you rate your trust in these people for information on the health risks and benefits of eating fish?" Scale is 1, lowest degree of trust, to 5, highest degree. Letters that are different reflect significant differences.

圖 7 紐澤西 180 位大學生及其他紐澤西市中心的居民對於食用魚類之利益或風險資訊來源信賴程度相對的等級排序

(Burger, 2005)



圖 8 台驗安順廠地理位置圖

資料來源：台南市環境保護局



圖 9 台鹼安順廠廠區相關位置圖

資料來源：行政院環保署土壤及地下水污染整治基金管理委員會

表 8 受訪者之基本人口學資料

變項	個數	百分比 (%)
性別 (n=165)		
男性	78	47.3
女性	87	52.7
年齡 (n=164)		
≤12 歲 (小學)	19	11.6
13-15 歲 (國中)	52	31.7
16-18 歲 (高中)	16	9.7
19-29 歲	10	6.1
30-39 歲	13	8.0
40-49 歲	15	9.1
50-59 歲	15	9.2
60 歲以上	24	14.6
居住地區 (n=165)		
顯宮里	74	44.8
四草里	65	39.4
鹿耳里	26	15.8
教育程度 (n=165)		
小學未畢業(含未受教育識字及不識字者)	38	23.0
小學	25	15.2
初中	69	41.8
高中(職)	24	14.5
大學(專)	9	5.5
職業 (n=164)		
農	4	2.4
工	12	7.3
醫療相關人員	1	0.6
軍警	1	0.6
資訊業	1	0.6
服務業	12	7.3
公務人員	3	1.8
家管	10	6.1
學生	89	54.3
退休	10	6.1
其他	21	12.8

表 8 受訪者之基本人口學資料(續)

變項	個數	百分比 (%)
非學生之月收入 (n=69)		
沒收入	18	26.1
<4999~9999 元	9	13.1
10000~39999 元	34	49.2
40000~79999 元	8	11.6

表 9 受訪者抽菸、喝酒、嚼檳榔之生活形態變項

變項	個數	百分比 (%)
是否有抽菸習慣 (n=165)		
是	20	12.1
否	145	87.9
是否有喝酒習慣 (n=162)		
是	16	9.9
否	146	90.1
過去一個月內嚼食檳榔天數 (n=163)		
不曾	150	92.0
過去一個月沒嚼	3	1.8
1~2 天	3	1.8
3~5 天	4	2.5
6~9 天	1	0.6
每天都嚼	2	1.2

表 10 受訪者依年齡分類之喜好吃魚的程度

年齡層	喜好程度	百分比 (%)
<19 歲(n=87)	很喜歡	14.9
	喜歡	23.0
	還好	51.7
	不喜歡	6.9
	很不喜歡	3.4
19-49 歲(n=38)	很喜歡	28.9
	喜歡	31.6
	還好	31.6
	不喜歡	7.9
	很不喜歡	0
≥50 歲(n=39)	很喜歡	46.2
	喜歡	28.2
	還好	12.8
	不喜歡	10.3
	很不喜歡	2.6

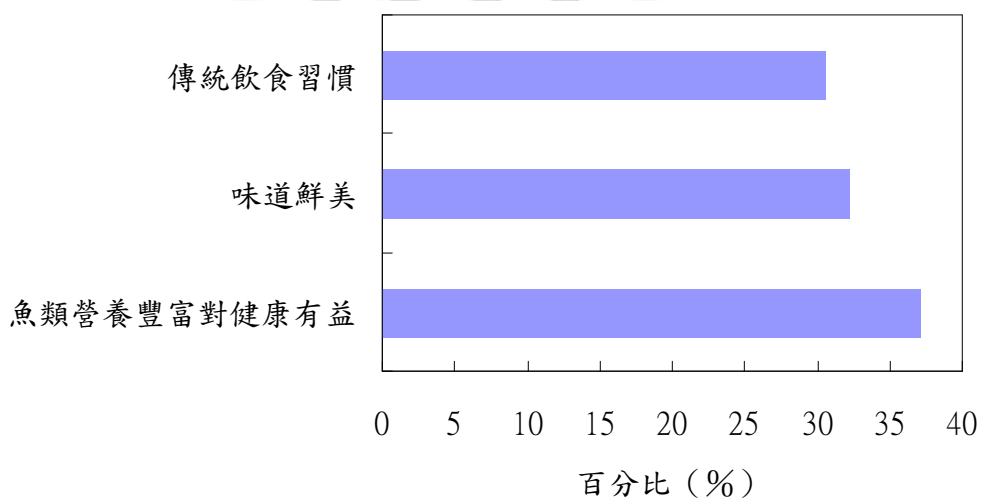


圖 10 受訪者喜歡吃魚的原因所佔百分比

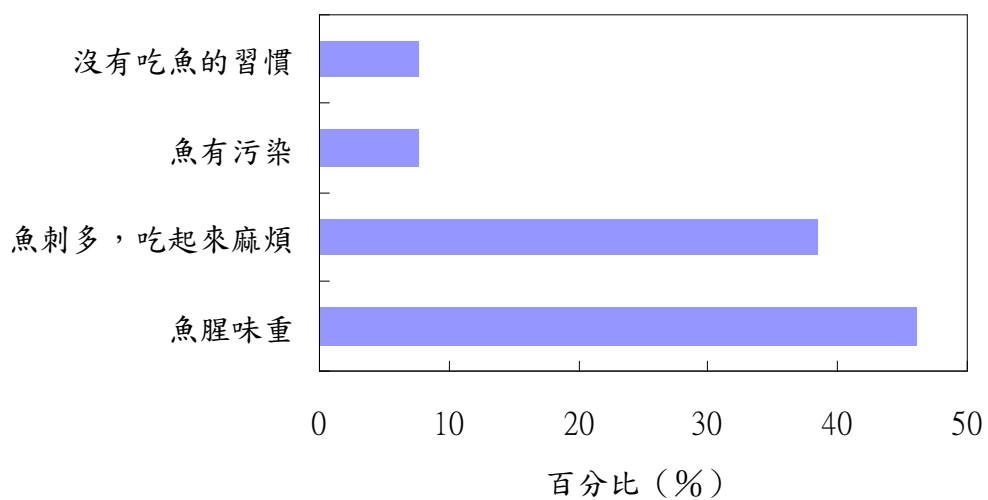


圖 11 受訪者不喜歡吃魚的原因所佔百分比

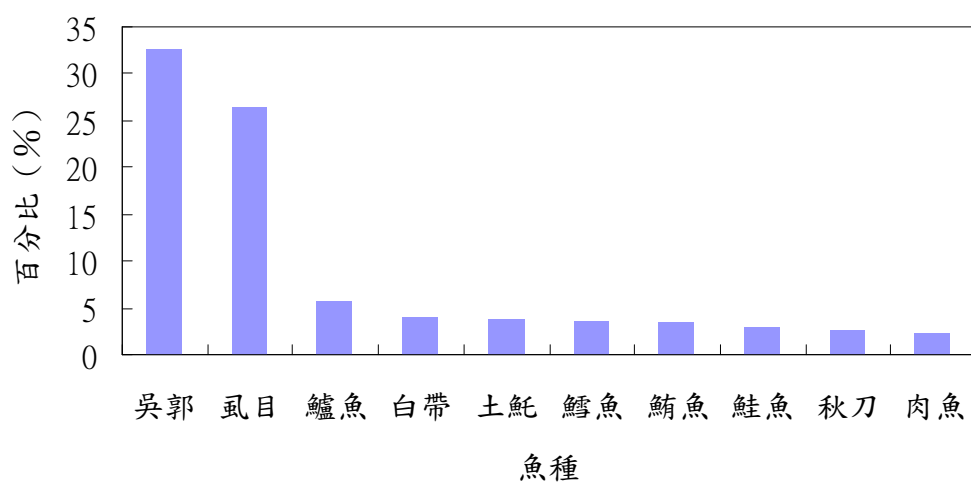


圖 12 受訪者最常食用前十名之魚種

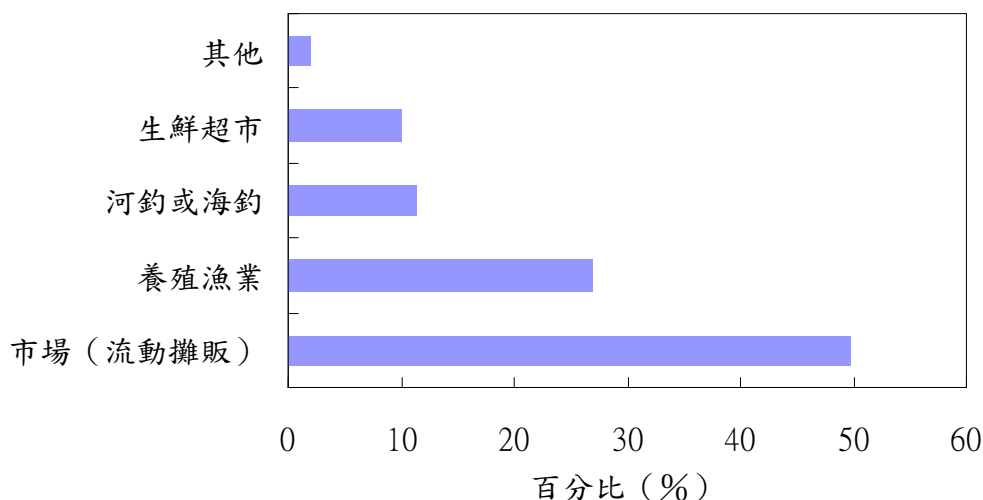


圖 13 受訪者常食用魚類之來源所佔百分比

表 11 受訪者日常食用之新鮮魚類總汞濃度及食用頻率排名

新鮮魚類(英文名稱)	學名	樣本數	攝食排名	攝食排名*	汞濃度 (μg/g)	
					Mean±SD	範圍
*旗魚 (Marlins & Sailfish)		3	16	3	2.338±0.722	1.67-3.11
*鮪魚 (Tunna)		3	7	2	0.774±0.159	0.65-0.95
*油魚 (Oilfish)	<i>Ruvettus pretiosus</i>	3	15	7	0.384±0.008	0.37-0.39
虱目魚 (Milkfish)	<i>Chanos chanos</i>	6	2		0.343±0.048	0.29-0.39
*海鱸 (Cobia)	<i>Rachycentron canadus</i>	3		5	0.336±0.039	0.29-0.36
土魷 (Narrow barred spanish mackerel)	<i>Scomberomorus commerson</i>	3	5		0.305±0.018	0.28-0.32
*嘉鱾 (Red porgy)	<i>Pagrus major</i>	3		8	0.287±0.031	0.27-0.32
*紅甘鯨 (Greater amberjack)	<i>Seriola dumerili</i>	3	16	6	0.194±0.014	0.18-0.21
石斑 (Groupers)	<i>Epinephelus malabaricus</i>	9	13		0.155±0.018	0.13-0.18
金線 (Golden thread)	<i>Nemipterus virgatus</i>	9	16		0.147±0.054	0.07-0.2
秋刀 (Saury)	<i>Cololabis saira</i>	6	9		0.133±0.011	0.12-0.15
鹹魚 (午仔魚) (Threadfin)	<i>Polydactylus sextarius</i>	3	14		0.099±0.002	0.10-0.10
鯛魚 (Porgy)		3	13	4	0.097±0.009	0.09-0.10
白帶 (Hairtail)	<i>Trichiurus lepturus</i>	3	4		0.086±0.022	0.06-0.10
皮刀 (Moonfish)	<i>Mene maculata</i>	6	15		0.081±0.003	0.07-0.08
鱈魚 (Cod)	<i>Theragra chalcogramma</i>	3	6		0.079±0.002	0.08-0.08

表 11 受訪者日常食用之新鮮魚類總汞濃度及食用頻率排名 (續)

新鮮魚類(英文名稱)	學名	樣本 數	攝食 排名	攝食 排名*	汞濃度 ($\mu\text{g/g}$)	
					Mean \pm SD	範圍
黑鯛 (Black seabream)	<i>Acanthopagrus schlegeli</i>	3	15		0.079 \pm 0.003	0.08-0.08
土殺 (淡水鯰) (Freshwater catfish)	<i>Silurus assotus</i>	3	16		0.073 \pm 0.004	0.07-0.07
*鮭魚 (Salmon)		3	8	1	0.068 \pm 0.005	0.06-0.07
比目魚 (Flatfish)		3	16		0.067 \pm 0.008	0.06-0.08
鱸魚 (Seaperch)		3	3		0.063 \pm 0.001	0.06-0.06
丁香魚 (Silver anchovy)	<i>Spratelloides gracilis</i>	9	15		0.062 \pm 0.005	0.06-0.07
魷仔 (Larval fish)	<i>Emcrasicholina punctifer</i>	6	14		0.059 \pm 0.006	0.05-0.07
烏魚 (Mullet)	<i>Mugil cephalus</i>	3	16		0.056 \pm 0.005	0.06-0.06
豆仔 (large-scale mullet)	<i>Liza macrolepis</i>	3	11		0.050 \pm 0.004	0.05-0.05
鯖魚 (Mackerels)	<i>Scomber australasicus</i>	3	15		0.048 \pm 0.007	0.03-0.06
鯽魚 (Crucian carp)	<i>Carassius auratus</i>	6	15		0.047 \pm 0.010	0.04-0.06
香魚 (Sweet fish)	<i>Plecoglossus altivelis</i>	6	15		0.042 \pm 0.004	0.04-0.05
鰻魚 (Eel)	<i>Anguilla japonica</i>	3	12		0.041 \pm 0.009	0.03-0.05
黃魚 (Yellow Croaker)		3	16		0.036 \pm 0.006	0.03-0.04
肉魚 (Japanese butterfish)	<i>Psenopsis anomala</i>	6	10		0.032 \pm 0.011	0.02-0.04
吳郭 (Tilapia)	<i>Oreochromis hybrids Tialpia spp</i>	6	1		0.016 \pm 0.001	0.01-0.02

魚產品英文名稱及學名之參考資料來源：農委會漁業署漁業資訊服務網

攝食排名：依受訪者日常所食用新鮮魚種類頻繁程度高低之排序

*生魚片，若攝食排名兩者皆有，表示該魚種同時出現於新鮮魚類及生魚片

所有魚種樣本在計算總汞濃度時皆以濕重計算

表 12 受訪者所食用加工魚產品之總汞濃度

加工魚產品	樣本數	汞濃度 ($\mu\text{g/g}$)	
		Mean \pm SD	範圍
魚罐頭			
紅燒鰻魚	3	0.183 \pm 0.010	0.17-0.19
旗魚魚醬	3	0.097 \pm 0.005	0.08-0.09
鮪魚三明治	3	0.038 \pm 0.005	0.03-0.04
鮪魚醬	3	0.035 \pm 0.002	0.03-0.03
鮪魚片	3	0.032 \pm 0.002	0.03-0.03
海底雞(水煮)鮪魚、鯷魚	3	0.031 \pm 0.003	0.03-0.03
蕃茄汁虱目魚	3	0.032 \pm 0.003	0.02-0.03
香筍鮪魚	6	0.030 \pm 0.003	0.03-0.03
鮪魚沙拉	3	0.028 \pm 0.004	0.03-0.03
蕃茄汁大沙丁	3	0.028 \pm 0.008	0.02-0.04
蕃茄汁鯖魚	3	0.025 \pm 0.003	0.02-0.02
蒲燒達仔魚	3	0.021 \pm 0.003	0.02-0.02
蕃茄汁秋刀魚	3	0.018 \pm 0.004	0.02-0.02
虱目魚酥*	6	3.547 \pm 0.658	2.45-4.03
魚丸	9	0.025 \pm 0.010	0.01-0.04
花枝丸	3	0.028 \pm 0.005	0.02-0.03

魚罐頭省略廠牌名稱

*虱目魚酥在計算總汞濃度時以乾重計算

表 13 受訪者平均每日魚類及魚產品食用量及經由食用魚類及魚產品之每日甲基汞攝入量

受訪者 編號	食用魚 種			新鮮魚類食 用量 (g/day)	生魚片食用 量 (g/day)	加工魚產品食 用量 (g/day)	每日甲基汞攝入 量 ($\mu\text{g/kg day}$)
1	吳郭	虱目	豆仔	44.3	N/A	3.26	0.35
2	吳郭	豆仔	虱目	177.3	0.70	20.8	0.67
3	虱目	吳郭		177.3	0	4.90	0.39
4	虱目	肉魚	吳郭	204.1	6.28	7.15	0.56
5	肉魚	鮭魚	鮪魚	22.8	0	0.49	0.08
6	吳郭	虱目	鱈魚	33.4	0	2.27	0.29
7	吳郭	鱸魚	鮭魚	140.7	0	3.26	0.16
9	土魷	吳郭	虱目	12.1	4.19	7.15	0.08
10	吳郭	虱目	秋刀	32.4	0	3.26	0.15
12	鮭魚	鯖魚	吳郭	303.4	0	0	0.43
14	吳郭	鮭魚	紅甘鯪	25.0	0	0	0.02
15	鱸魚	吳郭	---	95.9	1.40	7.15	0.48
16	虱目	吳郭	土魷	151.5	0	0	0.75
17	鰻魚	吳郭	鮪魚	314.9	0	2.77	1.03
18	吳郭	虱目	秋刀	10.3	0	7.41	0.24
19	虱目	吳郭	---	45.8	0	2.27	0.17
20	虱目	吳郭	---	657.5	0	0	2.04
21	虱目	吳郭	土魷	430.5	2.44	3.26	1.85
22	虱目	吳郭	白帶	N/A	4.19	6.22	0.40
23	虱目	吳郭	鯽魚	172.6	2.79	18.7	0.40
24	吳郭	虱目	肉魚	153.0	0	0	0.15
25	虱目	吳郭	---	147.2	0	2.77	0.35
26	虱目	吳郭	---	328.7	0	6.82	0.75
27	虱目	吳郭	---	N/A	0	7.81	0.45
28	吳郭	虱目	---	164.4	4.19	3.26	0.57
29	吳郭	虱目	---	164.4	0	2.27	0.45
30	虱目	吳郭	---	N/A	0	3.26	0.43
31	吳郭	虱目	---	59.2	0	2.27	0.12
32	吳郭	虱目	---	109.6	0	2.77	0.44
33	虱目	吳郭	---	153.8	0	2.27	0.46
34	吳郭	虱目	土魷	528.9	0	18.4	1.80
35	吳郭	虱目	---	147.2	83.7	2.27	0.80
36	吳郭	---	---	4.70	0	0	0.04
37	虱目	吳郭	---	253.5	0	0	1.02
38	虱目	吳郭	秋刀	62.0	0	7.31	0.28
39	虱目	吳郭	黑鯛	375.5	12.6	3.26	2.41
40	吳郭	虱目	鱸魚	177.3	0	N/A	0.38
41	虱目	吳郭	鱸魚	271.5	6.28	2.27	0.67

表 13 者平均每日魚類及魚產品食用量及經由食用魚類及魚產品之每日甲基汞攝入量 (續)

受訪者 編號	食用魚 種		新鮮魚類食 用量 (g/day)	生魚片食用 量 (g/day)	加工魚產品食 用量 (g/day)	每日甲基汞攝入 量 ($\mu\text{g/kg day}$)
43	吳郭	虱目 土魷	45.1	12.6	2.77	0.45
44	吳郭	---	63.0	41.9	7.81	0.26
45	吳郭	虱目 土魷	45.1	0.00	8.30	0.35
47	吳郭	白帶 秋刀	59.2	0.00	9.78	0.20
48	吳郭	虱目 肉魚	103.5	0.00	2.27	0.20
49	吳郭	虱目 丁香	91.9	0.00	0.00	0.26
50	吳郭	黑鯛 土魷	99.6	0.00	2.52	0.13
51	吳郭	虱目 秋刀	20.7	N/A	2.27	0.17
52	吳郭	虱目 鮪魚	22.2	0.00	3.75	0.29
54	肉魚	鹹魚 (午 仔魚) 白帶	99.1	0.00	11.9	0.13
55	吳郭	丁香 虱目	172.6	0.00	7.15	0.88
56	吳郭	虱目 白帶	6.53	0.00	2.77	0.07
57	虱目	吳郭 白帶	345.7	62.8	N/A	0.71
58	吳郭	---	56.4	0.00	2.27	0.01
59	虱目	吳郭 鱸魚	407.7	0.00	14.1	0.94
60	鯖魚	鯛魚 白帶	406.1	6.28	18.2	0.57
61	鯛魚	鹹魚 (午 仔魚) 鱈魚	82.8	7.68	0.00	0.53
62	鮪魚	吳郭 鱈魚	30.8	0.00	2.77	0.11
63	虱目	白帶 比目	24.6	0.00	2.60	0.16
64	鱈魚	吳郭 鮭魚	2299.0	0.00	18.2	2.02
65	虱目	烏魚 吳郭	20.3	8.37	2.60	0.30
66	鮭魚	吳郭 虱目	252.5	7.68	3.75	1.16
67	吳郭	虱目 鱸魚	232.1	0.00	5.23	0.72
69	吳郭	虱目 魷仔	63.4	0.00	2.27	0.10
70	虱目	鱸魚 吳郭	144.6	0.00	7.02	0.39
71	虱目	吳郭 ---	46.6	0.00	2.27	0.05
73	鱈魚	鮭魚 吳郭	48.3	0.00	3.26	0.10
74	白帶	香魚 吳郭	61.6	0.00	0.00	0.10
75	吳郭	香魚 白帶	254.6	0.00	18.4	0.96
76	吳郭	虱目 鱸魚	138.7	0.00	18.2	1.26
77	吳郭	鰻魚 鯽魚	80.8	12.6	7.31	0.26
78	吳郭	虱目 土魷	96.0	0.00	2.52	0.68
79	吳郭	---	7.05	0.00	7.81	0.05

表 13 者平均每日魚類及魚產品食用量及經由食用魚類及魚產品之每日甲基汞攝入量 (續)

受訪者 編號	食用魚 種		新鮮魚類食 用量 (g/day)	生魚片食用 量 (g/day)	加工魚產品食 用量 (g/day)	每日甲基汞攝入 量 ($\mu\text{g/kg day}$)	
80	白帶	吳郭	虱目	N/A	0.00	N/A	0.78
82	虱目	吳郭	鱸魚	88.6	0.00	3.26	0.20
83	虱目	吳郭	鱸魚	111.5	0.00	0.00	0.50
84	虱目	---	---	9.00	0.00	0.00	0.06
85	吳郭	虱目	---	109.6	0.00	2.27	0.48
86	虱目	吳郭	鱸魚	N/A	0.00	N/A	0.53
87	虱目	吳郭	吳郭	220.8	0.00	N/A	0.70
88	吳郭	土魷	鯛魚	47.2	0.00	6.82	0.12
89	吳郭	虱目	---	43.0	N/A	2.60	0.42
90	吳郭	虱目	土魷	N/A	0.00	6.82	0.62
91	吳郭	白帶	土魷	18.0	0.00	0.00	0.19
92	吳郭	虱目	---	N/A	2.79	7.02	0.66
93	虱目	肉魚	吳郭	265.9	0.00	7.07	0.73
94	秋刀	白帶	---	N/A	0.00	2.27	0.51
95	吳郭	---	---	4.70	6.28	2.52	0.15
96	吳郭	---	---	N/A	3.49	2.52	0.73
97	吳郭	鱸魚	鱈魚	10.7	1.40	2.60	0.08
98	鱸魚	吳郭	肉魚	N/A	0.00	7.81	0.74
99	鱈魚	吳郭	鮭魚	24.7	10.5	3.75	0.13
100	吳郭	鱈魚	鮭魚	117.6	0.00	2.27	0.13
102	鰻魚	吳郭	鱸魚	64.9	0.00	28.3	0.22
103	油魚	虱目	吳郭	48.5	0.00	3.26	0.54
104	吳郭	虱目	白帶	54.3	0.00	3.26	0.29
105	鱸魚	吳郭	虱目	267.6	0.00	0.33	0.57
106	吳郭	皮刀	鮪魚	21.6	0.00	3.75	0.18
107	鱈魚	魷仔	虱目	851.4	33.5	20.2	3.56
108	虱目	鱸魚	土魷	64.4	0.00	3.75	0.45
109	虱目	吳郭	---	164.4	0.00	0.00	0.82
110	吳郭	秋刀	白帶	19.7	0.00	3.26	0.03
111	吳郭	鱸魚	虱目	90.8	8.37	3.26	0.23
112	吳郭	---	---	14.1	18.8	7.15	0.82
113	吳郭	虱目	魷仔	81.4	0.00	6.82	0.41
115	鱸魚	吳郭	土魷	270.6	0.00	18.4	0.72
116	虱目	吳郭	白帶	49.2	0.00	0.00	0.13
117	吳郭	鱈魚	石斑	256.2	100.5	27.3	0.95
118	吳郭	鱸魚	虱目	48.6	0.00	2.27	0.16
120	鮪魚	皮刀	鰻魚	17.8	0.00	3.75	0.21
121	虱目	石斑	吳郭	110.7	0.70	7.31	0.22

表 13 者平均每日魚類及魚產品食用量及經由食用魚類及魚產品之每日甲基汞攝入量 (續)

受訪者 編號	食用魚 種			新鮮魚類食 用量 (g/day)	生魚片食用 量 (g/day)	加工魚產品食 用量 (g/day)	每日甲基汞攝入 量 (μ g/kg day)
122	吳郭	---	---	14.1	0.00	6.82	0.01
123	虱目	吳郭	石斑	177.3	0.00	2.77	0.75
125	吳郭	虱目	金線	24.8	0.00	N/A	0.37
126	吳郭	虱目	鱈魚	15.3	0.00	0.00	0.28
127	虱目	吳郭	鮪魚	35.4	0.00	2.27	0.30
128	肉魚	鹹魚(午 仔魚)	白帶	99.1	0.00	0.00	0.13
129	吳郭	虱目	鱸魚	135.8	0.00	7.41	0.54
131	虱目	吳郭	---	86.1	0.00	2.27	0.47
132	虱目	吳郭	---	108.0	0.00	0.99	0.57
133	土魷	虱目	鱸魚	122.7	0.00	0.99	0.72
134	虱目	鮭魚	鱈魚	87.0	0.00	2.27	0.23
135	虱目	吳郭	肉魚	171.0	0.00	2.27	0.52
136	虱目	吳郭	---	164.4	0.00	0.00	0.63
137	虱目	吳郭	---	41.1	0.00	6.82	0.33
138	吳郭	虱目	---	220.8	0.00	0.00	0.51
140	豆仔	虱目	吳郭	177.3	N/A	6.82	0.75
141	吳郭	虱目	豆仔	31.2	0.00	7.81	0.19
142	虱目	吳郭	豆仔	22.2	14.0	7.31	0.80
143	吳郭	虱目	豆仔	286.8	0.00	6.82	0.99
144	吳郭	虱目	土魷	24.2	0.00	2.60	0.17
145	吳郭	虱目	鮭魚	63.1	0.00	6.82	0.49
146	吳郭	黃魚	石斑	31.0	N/A	6.82	0.45
149	鱸魚	虱目	吳郭	73.1	0.00	2.77	0.36
150	虱目	鱈魚	鯛魚	153.9	0.00	7.54	0.75
151	虱目	---	---	27.0	31.4	9.78	0.36
152	虱目	鮪魚	---	13.2	0.00	2.52	0.12
154	鮪魚	秋刀	虱目	47.1	0.00	7.81	0.52
155	吳郭	鮪魚	虱目	42.5	0.00	27.5	0.16
156	吳郭	虱目	秋刀	93.4	0.00	6.82	0.66
157	旗魚	鮪魚	鮭魚	28.7	2.09	2.52	0.44

表 13 者平均每日魚類及魚產品食用量及經由食用魚類及魚產品之每日甲基汞攝入量 (續)

受訪者 編號	食用魚種			新鮮魚類食 用量 (g/day)	生魚片食用 量 (g/day)	加工魚產品食 用量 (g/day)	每日甲基汞攝入 量 ($\mu\text{g/kg day}$)
158	吳郭	虱目	秋刀	39.1	0.00	8.30	0.15
159	鮪魚	虱目	鰻魚	13.0	0.00	3.26	0.23
160	鰻魚	油魚	吳郭	129.7	2.79	2.52	0.62
161	吳郭	---	---	14.1	0.00	0.00	0.68
162	吳郭	豆仔	---	19.7	0.00	9.78	0.20
164	虱目	吳郭	鱈魚	17.8	0.00	2.52	0.26
165	鮪魚	虱目	土魷	27.9	4.19	3.26	0.25

平常沒有食用新鮮魚類之受訪者未列入

加工魚產品食用量=每日魚罐頭食用量+每日魚丸/花枝丸食用量。由於虱目魚酥測汞含量時以乾重計算，故不列入食用量之計算

每日甲基汞攝入量=(每日新鮮魚類總汞攝入量+每日生魚片總汞攝入量+每日加工魚產品總汞攝入量) $\times 0.9 \div$ 體重

0.9=甲基汞對總汞之轉換係數(假設魚體內之總汞有 90% 為甲基汞)(Gochfeld and Burger, 2005)

N/A 受訪者有漏答之項目以致於無法算出該欄位之數值，因此計算每日甲基汞攝入量時以所有受訪者之平均值代替食用該項魚類或魚產品所攝入之甲基汞量

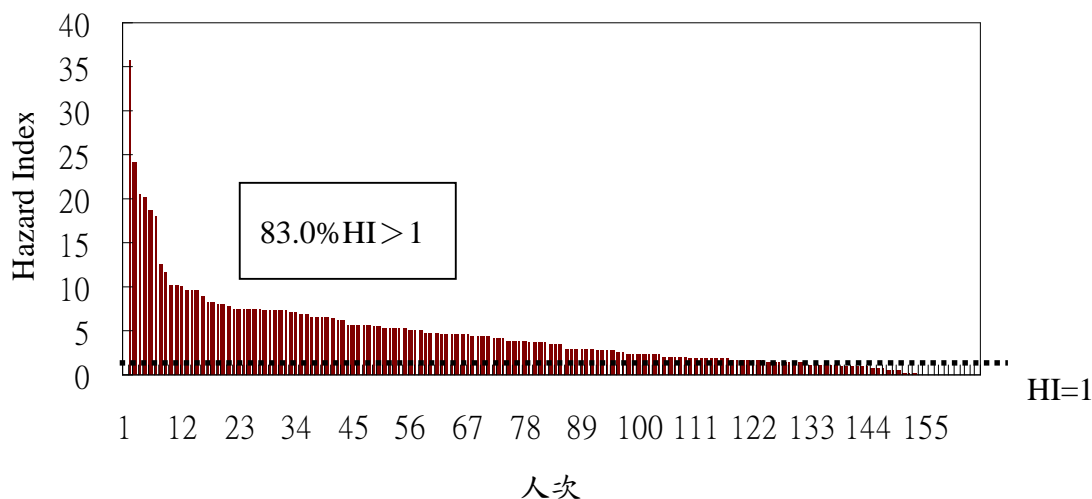


圖 14 以 US EPA 訂定之參考劑量估算受訪者經由食用魚類及魚產品所暴露甲基汞之危害指標 (Hazard Index)

HI=每日甲基汞攝入量/RfD(RfD=0.1 μ g/kg day)(US EPA, 2001)

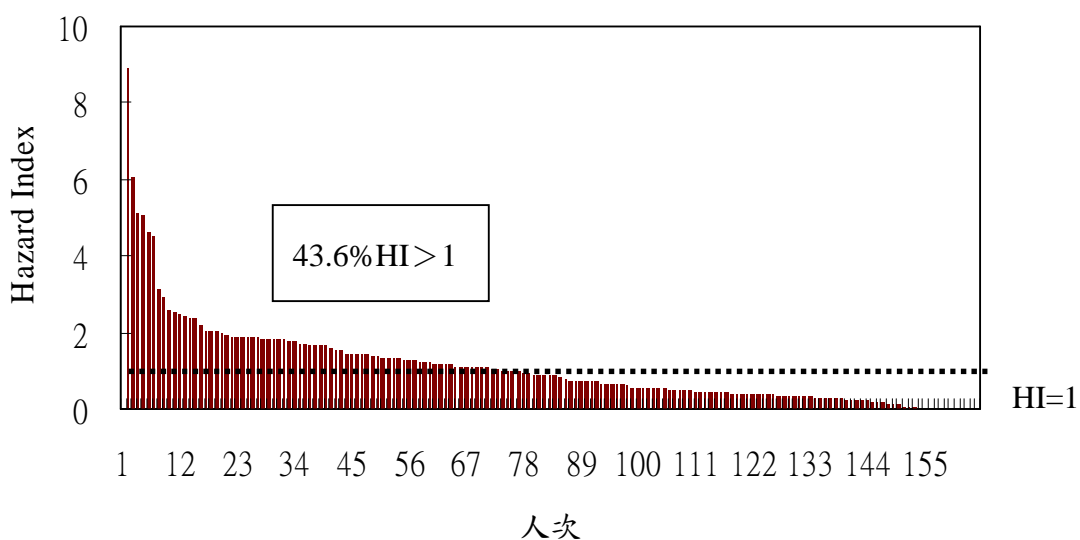


圖 15 以 US FDA 訂定之參考劑量估算受訪者經由食用魚類及魚產品所暴露甲基汞之危害指標 (Hazard Index)

HI=每日甲基汞攝入量/RfD(RfD=0.4 μ g/kg day)(US FDA, 1995)

表 14 受訪者依性別、年齡、居住地區、居住年數、教育程度分類之魚類及魚產品攝取量、甲基汞攝入量、甲基汞攝入量佔 PTWI 之百分比及危害指標平均值之比較

類別	人數	魚類及魚產品 攝取量(g/day)	甲基汞攝入量 ($\mu\text{g/kg day}$)	%PTWI	HI 值 ^a	HI 值 ^b
性別						
男	78	174.6*	0.48	210	4.80	1.20
女	87	87.6	0.41	179	4.10	1.03
一般	77	89.8	0.41	182	4.15	1.04
孕婦	10	61.7	0.37	163	3.72	0.93
年齡						
<19	87	115.5	0.38	169	3.85	0.96
19-49	38	124.3	0.44	191	4.36	1.09
≥ 50	39	173.1	0.58	255	5.82	1.45
居住地區						
顯宮里	74	122.2	0.47	206	4.70	1.17
四草里	65	165.7	0.48	210	4.81	1.20
鹿耳里	26	62.1	0.26	116	2.65	0.66
居住年數						
≤ 24	114	111.3	0.39*	170*	3.88*	0.97*
> 24	50	178.8	0.58	252	5.75	1.44
教育程度						
小學以下	63	135.3	0.52	227	5.18	1.30
國、高中(職)	92	130.2	0.40	177	4.04	1.01
大專以上	9	79.5	0.31	138	3.15	0.79

魚類及魚產品攝取量=每日(新鮮魚類食用量+生魚片食用量+加工魚產品食用量)

PTWI: Provisional Tolerable Weekly Intake=1.6 $\mu\text{g/kg week}$ (WHO, 2003)

HI=甲基汞攝入量/RfD

a 以 US EPA 訂定之甲基汞 RfD=0.1 $\mu\text{g/kg day}$ 來計算

b 以 US FDA 訂定之甲基汞 RfD=0.4 $\mu\text{g/kg day}$ 來計算

*組間平均值達統計上之顯著差異 (P<0.05)

表 15 受訪者之年齡、居住年數、魚類及魚產品食用量及甲基汞暴露量之間的相關性分析

相關

		年齡	居住年數	吃魚產量	汞暴露量
年齡	Pearson 相關	1.000	.834**	.116	.186*
	顯著性 (雙尾)	.	.000	.166	.017
	個數	164	163	143	163
居住年數	Pearson 相關	.834**	1.000	.163	.212**
	顯著性 (雙尾)	.000	.	.052	.007
	個數	163	164	143	163
吃魚產量	Pearson 相關	.116	.163	1.000	.711**
	顯著性 (雙尾)	.166	.052	.	.000
	個數	143	143	144	144
汞暴露量	Pearson 相關	.186*	.212**	.711**	1.000
	顯著性 (雙尾)	.017	.007	.000	.
	個數	163	163	144	164

** . 在顯著水準為0.01時 (雙尾)，相關顯著。

* . 在顯著水準為0.05 時 (雙尾)，相關顯著。

表 16 受訪者之教育程度與魚類及魚產品食用量及甲基汞暴露量之間的相關性分析

相關

		吃魚產量	汞暴露量	學歷編碼
Spearman's rho 係數	吃魚產量	相關係數	1.000	.792**
		顯著性 (雙尾)	.	.000
		個數	144	144
	汞暴露量	相關係數	.792**	1.000
		顯著性 (雙尾)	.000	.
		個數	144	164
	學歷編碼	相關係數	-.132	-.117
		顯著性 (雙尾)	.113	.137
		個數	144	164

** . 在 .01水準 (雙尾) 上的相關才會顯著。

表 17 之甲基汞暴露組別依性別、年齡、居住地區、居住年數、教育程度分項後各項所佔之百分比

類別	甲基汞暴露組別			P 值
	高暴露 (n=72) (%)	中暴露 (n=65) (%)	低暴露 (n=27) (%)	
性別				
男	44.4	47.7	51.9	
女	55.6	52.3	48.1	
孕婦	6.9	4.6	7.4	
年齡				
<19	39.4	67.7	55.6	0.011
19-49	26.8	16.9	29.6	
≥50	33.8	15.4	14.8	
居住地區				
顯宮里	50.0	40.0	44.4	
四草里	43.1	36.9	37.0	
鹿耳里	6.9	23.1	18.5	
居住年數				
≤24	55.6	84.4	74.1	0.001
>24	44.4	15.6	25.9	
教育程度				
小學以下	45.8	27.7	44.4	
國、高中(職)	48.6	66.2	51.9	
大專以上	5.6	6.2	3.7	

高暴露：HI(RfD=0.1 μ g/kg day) > 1 且 HI(RfD=0.4 μ g/kg day) > 1

中暴露：HI(RfD=0.1 μ g/kg day) > 1 但 HI(RfD=0.4 μ g/kg day) ≤ 1

低暴露：HI(RfD=0.1 μ g/kg day) ≤ 1 且 HI(RfD=0.4 μ g/kg day) ≤ 1

P 值 < 0.05 表高、中、低暴露各組間之人口學變項百分比組成有統計上顯著差異

表 18 高、低暴露組在日常食用之魚種、來源及食用量之比較

變項	高暴露組 (N=72)	低暴露組 (N=27)	P 值
平常有吃魚的比例 (%)	100.0	51.9	
常吃魚種前三名 (汞濃度) (佔總食用次數百分比%)	吳郭魚 (0.016 ppm) (33.5)	吳郭魚(0.016 ppm) (38.7)	
	虱目魚 (0.343 ppm) (28.8)	虱目魚(0.343 ppm) (12.9)	
	鱸魚 (0.063 ppm) (6.8)	白帶 (0.086 ppm) (9.7); 鮭魚(0.068 ppm) (9.7)	
所食用魚類主要來源(所佔百分比%)	市場 (流動攤販) (43.6)	市場 (流動攤販) (61.1)	
	自己養殖 (34.7)	河釣或海釣 (16.7); 自己養殖 (16.7)	
平常有吃生魚片的比例 (%)	33.3	22.2	
常吃之三種生魚片(汞濃度) (佔總食用次數百分比%)	鮪魚 (0.774 ppm) (32.7)	鮭魚 (0.068 ppm) (40.0)	
	鮭魚 (0.068 ppm) (21.2)	旗魚 (2.338 ppm) (20.0)	
	旗魚 (2.338 ppm) (19.2)	鮪魚 (0.774 ppm) (13.3); 海鱺 (0.336 ppm) (13.3)	
魚類及魚產品平均食用量 (g/day)	248.8	15.3	0.000*

*兩組之平均值達統計上之顯著差異 (P<0.05)

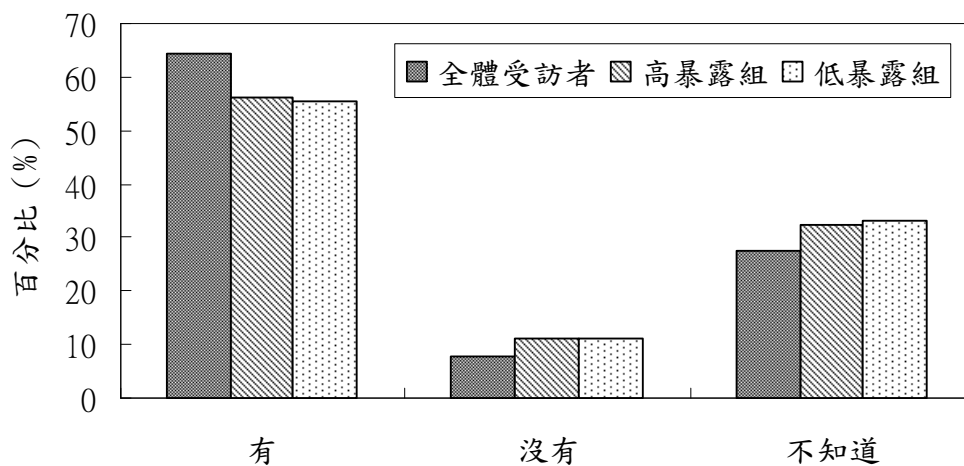


圖 16 受訪者對台灣之水產品有無受污染可能之認知百分比

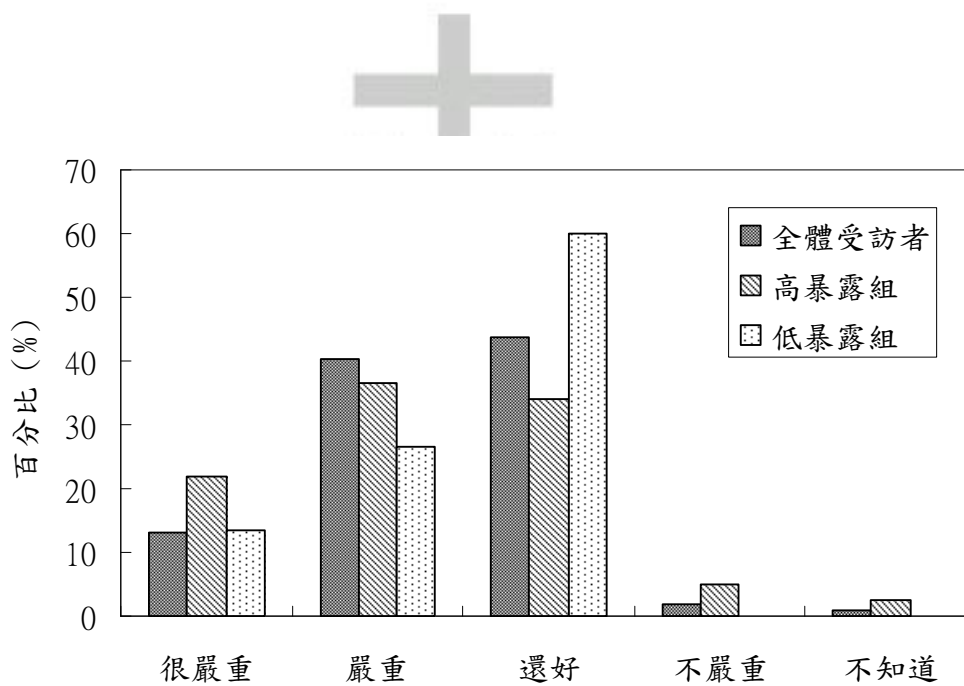


圖 17 受訪者認為台灣之水產品污染程度之認知百分比

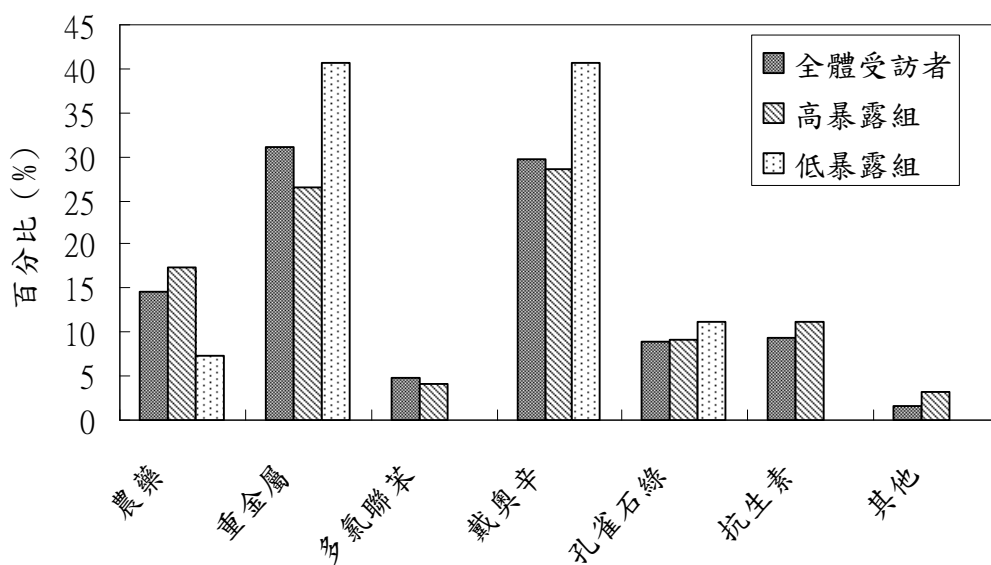


圖 18 受訪者台灣之水產品可能含有的污染物質及認知百分比

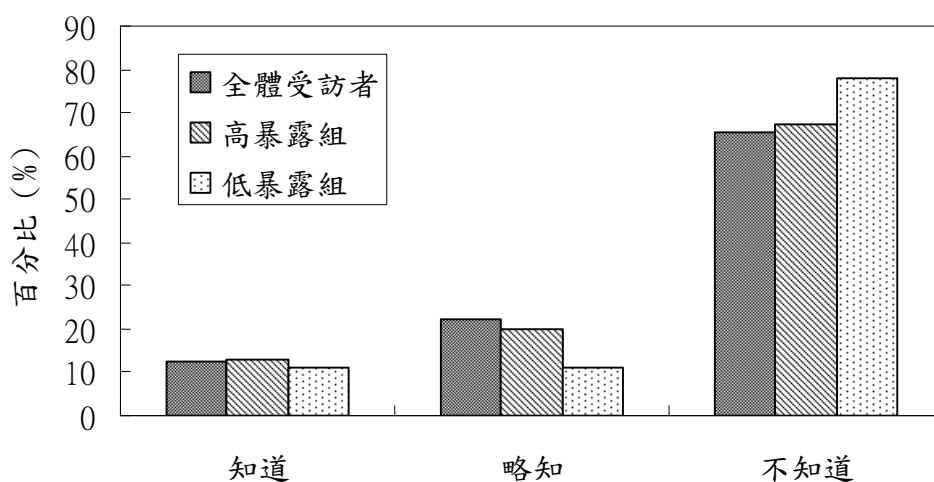


圖 19 受訪者對 US EPA/FDA 於 2004 年公布四種高汞含量魚類，並建議孕婦等特殊族群不要食用之訊息認知百分比

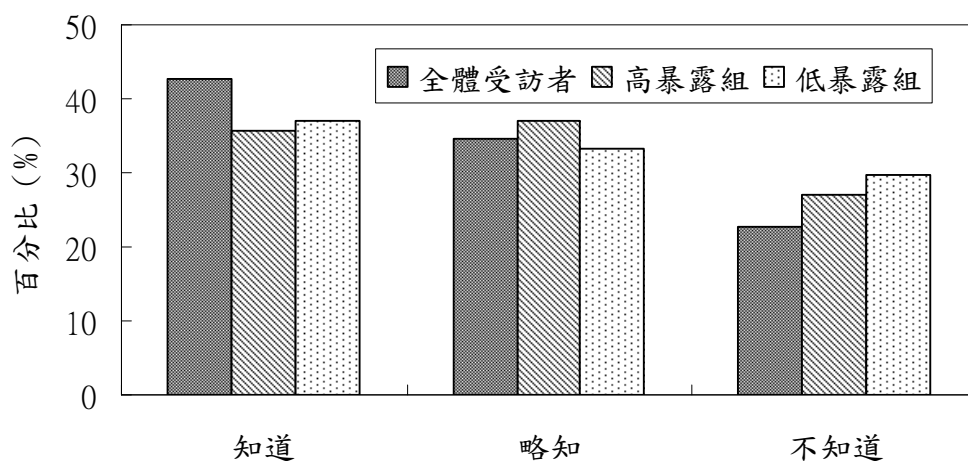


圖 20 受訪者對汞會對人體造成傷害之認知百分比

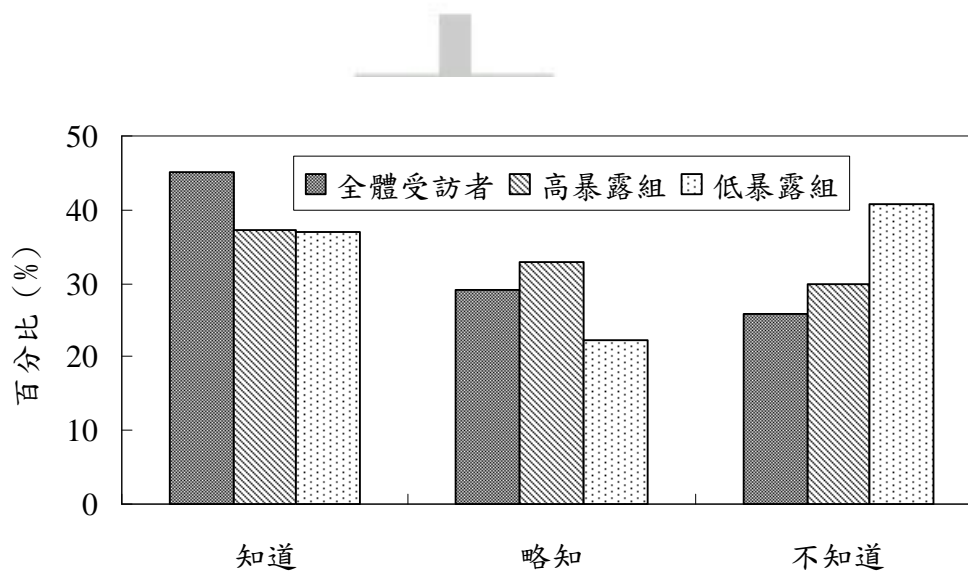


圖 21 受訪者對汞會對發育中的胎兒及幼童造成危害之認知百分比

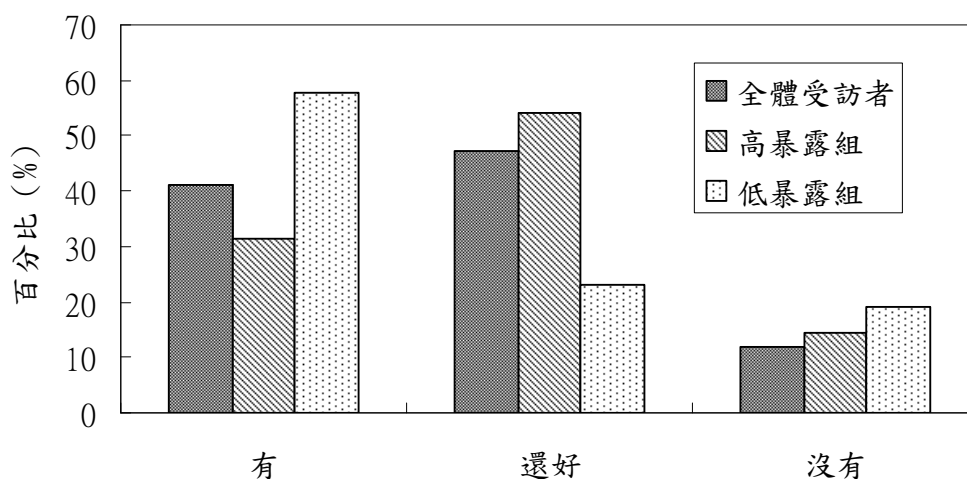


圖 22 受訪者認為魚類含汞並會對人體造成危害之相關訊息與自己有無關係

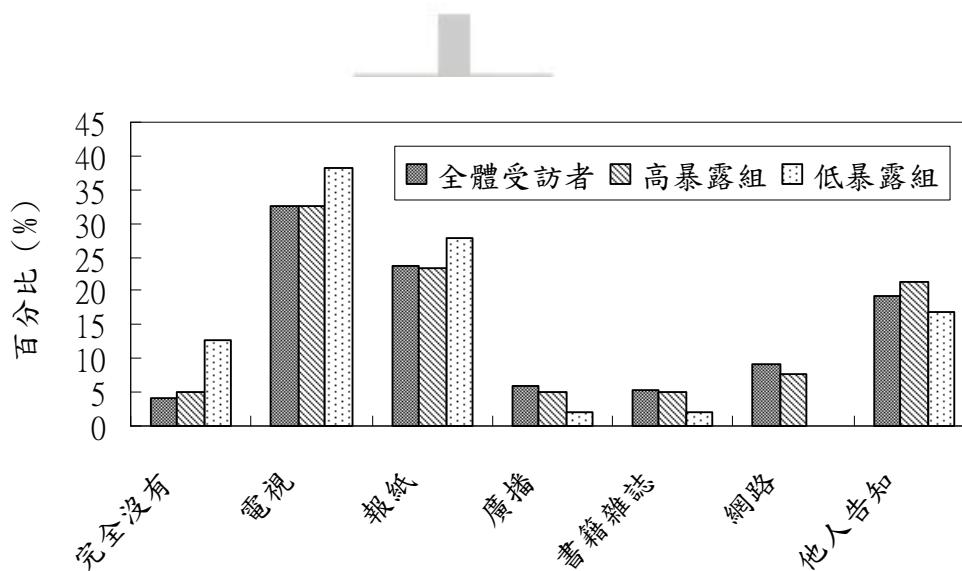


圖 23 受訪者獲得食用含汞魚類可能對人體產生危害相關訊息管道來源之百分比

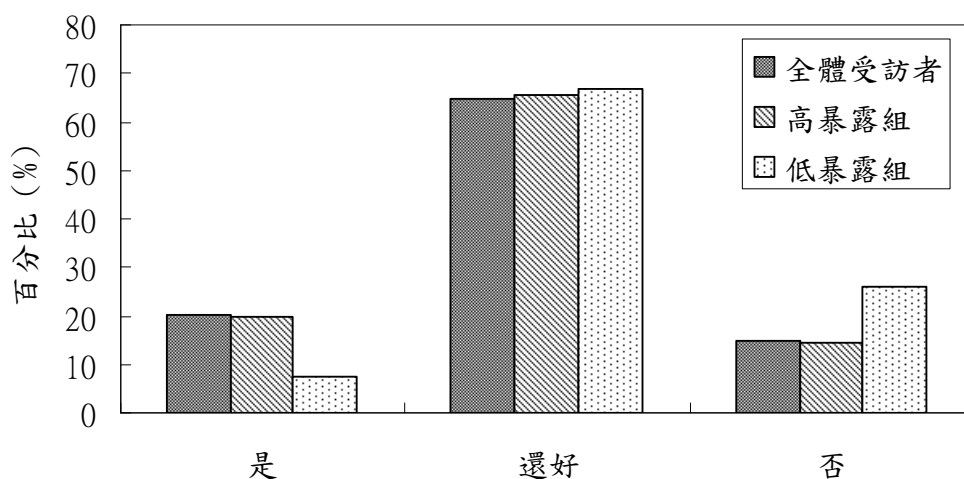


圖 24 受訪者認為獲得食用含汞魚類可能對人體產生危害相關訊息管道來源是否充足所佔百分比

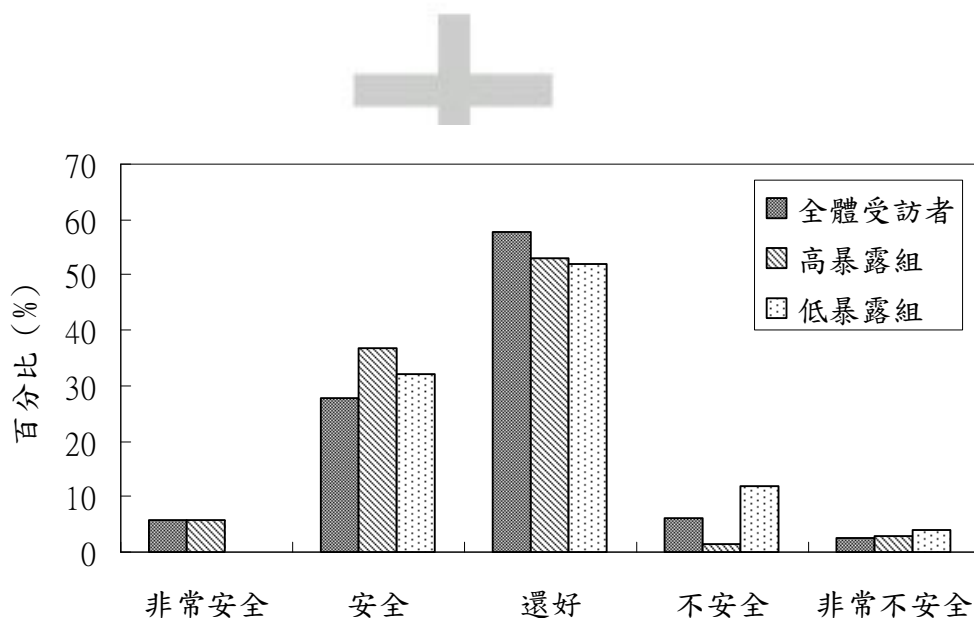


圖 25 受訪者認為平常所食用之海鮮安全與否

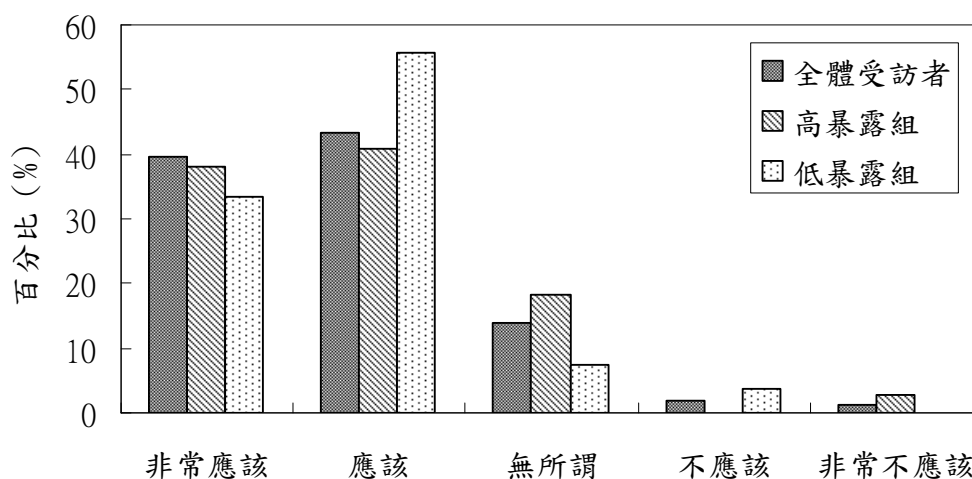


圖 26 受訪者認為政府是否應該訂定海鮮類之安全衛生標準以保障民眾健康

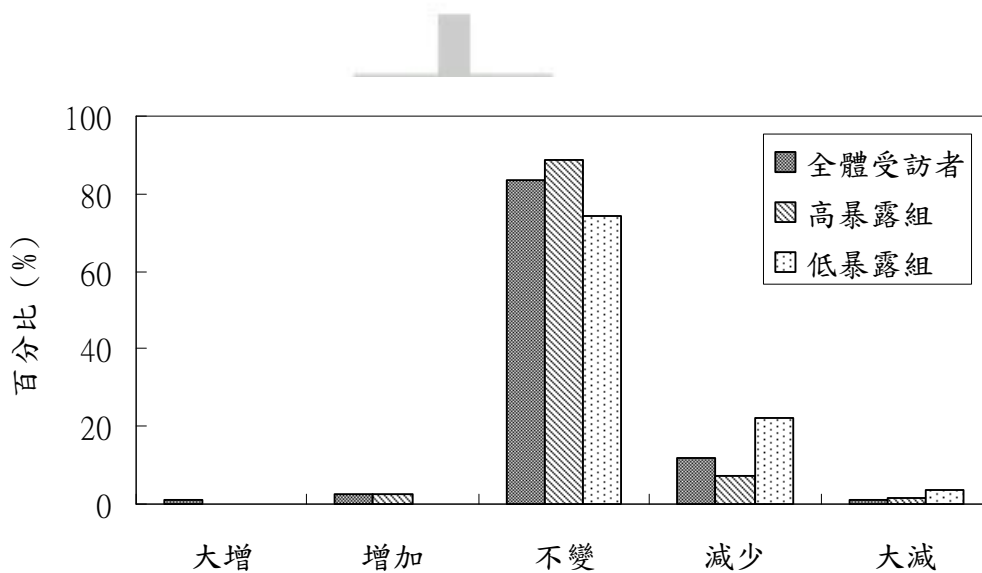


圖 27 受訪者填答完問卷之後是否改變魚類之食用量之行為及所佔百分比

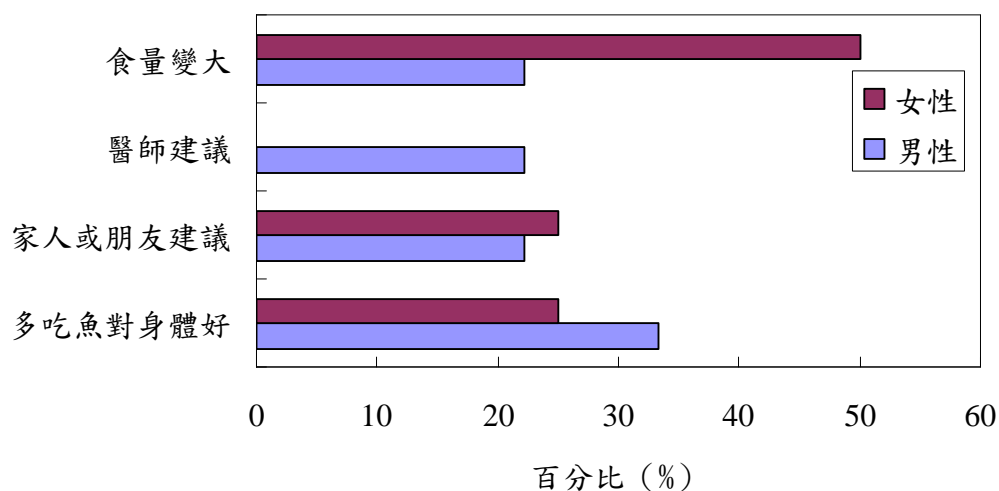


圖 28 受訪者填答完問卷之後增加魚類食用量之原因所佔百分比

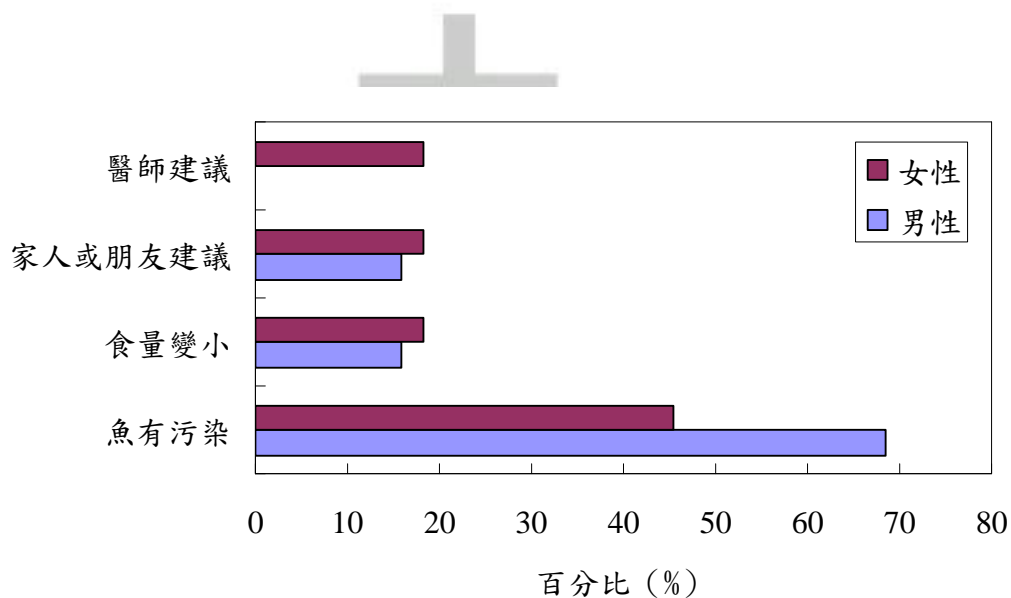


圖 29 受訪者填答完問卷之後減少魚類食用量之原因所佔百分比

表 19 各國訂定甲基汞之容許每日攝取量 (ADI) 及其根據及標準

國家及單位	根據	標準	轉換成 ADI(μ g/kg day)
US FDA	由各種建議判定		0.4
日本暫時容許 每週攝取量		170 μ g/week	0.37
US ATSDR	在伊拉克與幼兒延遲步行有關的 母親髮汞濃度 (ATSDR, 1993)	甲基汞慢性口服最小 風險劑量	0.12
	摘自 Seychelles 初步的數據的 NOAEL (ATSDR, 1997)。 $UF=4.5$		0.3
	由 Seychelles 數據中髮汞濃度為 15.3 ppm 之 NOAEL 的轉換(ATSDR, 1999)		0.5
US EPA	伊拉克流行病中成年人的感覺異常	之前成人的 RfD	0.3
US EPA(1999)	以標準劑量及 $UF=10$ 的情況下在 Faroe 群島所測得的神經發展終點	成人校正後的 RfD 及 神經發展效應	0.1
WHO(2003)	FAO 之食品添加及成分聯合專家委員 會	1.6 μ g/kg week	0.23

表 20 各國居民魚類（海產）食用量、魚類（海產）汞濃度及經由食用魚類（海產）之每日汞（或甲基汞）攝入量比較

國家	對象	人數	魚類(海產)食 用量	魚類（海產）汞濃 度	每日汞攝入量 (甲基汞)	Ref.
柬埔寨	柬埔寨四個城市的居民	94	32.6 g/day	<0.01-0.96 μ g/g wet wt.	0.02 μ g/kg day*	Agusa et al., 2005
智利	聖地牙哥 18-65 歲之成年族群	500	33.1 g/day	48ng/g	0.02 μ g/kg day*	Muñoz et al., 2005
英國	19-64 歲之成年人	3704	7.75 g/day	0.071 mg/g	0.02 μ g/kg day	UK TDS of FSA, 2000
美國	一般大眾		≈ 19 g/day	0.15 ppm	0.039 μ g/kg day	Lipfert et al., 2005
科威特	所有科威特市民		7.5 g/day	N.D.-1.57 mg/kg	0.02 μ g/kg day*	Khordagui and Al-Ajmi, 1991
加拿大	聖羅倫斯河南岸的 Mohawk 族人	22	23 g/day	0.14-0.53 μ g/g wet wt.	0.17 μ g/kg day*	Chan et al., 1999
西班牙	Catalonia 的一般大眾	15~180 萬	73 g/day	0.1 μ g/g wet wt.	0.10 μ g/kg day*	Llobet et al., 2003
巴西	亞馬遜流域 Alta Floresta 都會區成年人	251	5-180 g/day	1.3 mg/kg	0.20 μ g/kg day	Hacon et al., 1997
香港	香港居民	620 萬	≈ 165 g/day	0.12 mg/kg(鹹水魚); 0.08mg/kg(淡水魚)	0.19~0.28 μ g/kg day*	Dickman and Leung, 1998
新加坡	一般大眾		48 g/day	0.09(<偵測極限-0.58 μ g/g)	0.07 μ g/kg day	Bayen et al., 2005
法國	一般大眾	2423	32.8 g/day	0.005-0.683 mg/kg	0.07 μ g/kg day	Crépet et al., 2005
台灣	一般大眾		80.3 g/day	0.002-0.198 mg/kg	0.04-0.06 μ g/kg day*	Chen and Chen, 2006
台灣	安順場附近居民	165	129.3 g/day	0.02-2.34 ppm	0.44 μ g/kg day	本研究
日本	一般大眾		163.3 g/day	0.148 ppm	0.29 μ g/kg day*	Nakagawa et al., 1997

*假設成年人體重 70 公斤，將原本每日汞攝入量 μ g/day 轉換成 μ g/kg day

參考文獻

Albert, C. M., C. H. Hennekens, et al. (1998). "Fish consumption and risk of sudden cardiac death." *Jama* 279(1): 23-8.

Albert, C. M., H. Campos, et al. (2002). "Blood levels of long-chain n-3 fatty acids and the risk of sudden death." *N Engl J Med* 346(15): 1113-8.

Amin-Zaki, L., S. Elhassani, et al. (1974). "Studies of infants postnatally exposed to methylmercury." *J Pediatr* 85(1): 81-4.

Amin-Zaki, L., M. A. Majeed, et al. (1979). "Prenatal methylmercury poisoning. Clinical observations over five years." *Am J Dis Child* 133(2): 172-7.

Bakir, F., S. F. Damluji, et al. (1973). "Methylmercury poisoning in Iraq." *Science* 181(96): 230-41.

Belch, J. J. and A. Muir (1998). "n-6 and n-3 essential fatty acids in rheumatoid arthritis and other rheumatic conditions." *Proc Nutr Soc* 57(4): 563-9.

Bidone, E. D., Z. C. Castilhos, et al. (1997). "Fish contamination and human exposure to mercury in the Tapajos River Basin, Para State, Amazon, Brazil: a screening approach." *Bull Environ Contam Toxicol* 59(2): 194-201.

Bigazzi, P. E. (1992). "Lessons from animal models: the scope of mercury-induced autoimmunity." *Clin Immunol Immunopathol* 65(2): 81-4.

Billman, G. E., J. X. Kang, et al. (1999). "Prevention of sudden cardiac death by dietary pure omega-3 polyunsaturated fatty acids in dogs." *Circulation* 99(18): 2452-7.

Blakley, B. R., C. S. Sisodia, et al. (1980). "The effect of methylmercury, tetraethyl lead, and sodium arsenite on the humoral immune response in mice." *Toxicol Appl Pharmacol* 52(2): 245-54.

Bonaa, K. H., K. S. Bjerve, et al. (1990). "Effect of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids on blood pressure in hypertension. A population-based intervention trial from the Tromso study." *N Engl J Med* 322(12): 795-801.

Burdge, G. C. (1998). "The role of docosahexaenoic acid in brain development and fetal alcohol syndrome." *Biochem Soc Trans* 26(2): 246-52.

Burger, J. and M. Gochfeld (1991). "Fishing a superfund site: dissonance and risk perception of environmental hazards by fishermen in Puerto Rico." *Risk Anal* 11(2): 269-77.

Burger, J., K. Cooper, et al. (1992). "Exposure assessment for heavy metal ingestion from a sport fish in Puerto Rico: estimating risk for local fishermen." *J Toxicol Environ Health* 36(4): 355-65.

Burger, J., K. Staine, et al. (1993). "Fishing in contaminated waters: knowledge and risk perception of hazards by fishermen in New York City." *J Toxicol Environ Health* 39(1): 95-105.

Burger, J., K. K. Pflugh, et al. (1999). "Fishing in urban New Jersey: ethnicity affects information sources, perception, and compliance." *Risk Anal* 19(2): 217-29.

Burger, J. (2000). "Gender differences in meal patterns: role of self-caught fish and wild game in meat and fish diets." *Environ Res* 83(2): 140-9.

Burger, J., K. F. Gaines, et al. (2001). "Radiocesium in fish from the Savannah River and Steel Creek: potential food chain exposure to the public." *Risk Anal* 21(3): 545-59.

Burger, J., M. Gochfeld, et al. (2001). "Science, policy, stakeholders, and fish consumption advisories: developing a fish fact sheet for the Savannah River." *Environ Manage* 27(4): 501-14.

Burger, J. (2002). "Consumption patterns and why people fish." *Environ Res* 90(2): 125-35.

Burger, J., M. H. McDermott, et al. (2003). "Evaluating risk communication about fish consumption advisories: efficacy of a brochure versus a classroom lesson in Spanish and English." *Risk Anal* 23(4): 791-803.

Burger, J. (2005). "Fishing, fish consumption, and knowledge about advisories in college students and others in central New Jersey." *Environ Res* 98(2): 268-75.

Burger, J., A. H. Stern, et al. (2005). "Mercury in commercial fish: optimizing individual choices to reduce risk." *Environ Health Perspect* 113(3): 266-71.

- Carlson, S. E., R. J. Cooke, et al. (1991). "Long-term feeding of formulas high in linolenic acid and marine oil to very low birth weight infants: phospholipid fatty acids." *Pediatr Res* 30(5): 404-12.
- Carrington, C. D., B. Montwill, et al. (2004). "An intervention analysis for the reduction of exposure to methylmercury from the consumption of seafood by women of child-bearing age." *Regul Toxicol Pharmacol* 40(3): 272-80.
- Chan, H. M. and G. M. Egeland (2004). "Fish consumption, mercury exposure, and heart diseases." *Nutr Rev* 62(2): 68-72.
- Clarkson, T. W. (1997). "The toxicology of mercury." *Crit Rev Clin Lab Sci* 34(4): 369-403.
- Clarkson, T. W. (2002). "The three modern faces of mercury." *Environ Health Perspect* 110 Suppl 1: 11-23.
- Clarkson, T. W., L. Magos, et al. (2003). "The toxicology of mercury--current exposures and clinical manifestations." *N Engl J Med* 349(18): 1731-7.
- Clarkson, T. W., L. Amin-Zaki, et al. (1976). "An outbreak of methylmercury poisoning due to consumption of contaminated grain." *Fed Proc* 35(12): 2395-9.
- Claudio, L. (2002). "The Hudson: a river runs through an environmental controversy." *Environ Health Perspect* 110(4): A184-7.
- Cohen, J. T., D. C. Bellinger, et al. (2005). "A quantitative risk-benefit analysis of changes in population fish consumption." *Am J Prev Med* 29(4): 325-34.
- Connor, S. L. and W. E. Connor (1997). "Are fish oils beneficial in the prevention and treatment of coronary artery disease?" *Am J Clin Nutr* 66(4 Suppl): 1020S-1031S.
- Dieter, M. P., M. I. Luster, et al. (1983). "Immunological and biochemical responses in mice treated with mercuric chloride." *Toxicol Appl Pharmacol* 68(2): 218-28.
- da Silva Brabo, E., E. de Oliveira Santos, et al. (2000). "Mercury contamination of fish and exposures of an indigenous community in Para state, Brazil." *Environ Res* 84(3): 197-203.

- Dabeka, R. W., A. D. McKenzie, et al. (2003). "Survey of total mercury in total diet food composites and an estimation of the dietary intake of mercury by adults and children from two Canadian cities, 1998-2000." *Food Addit Contam* 20(7): 629-38.
- Davidson, P. W., G. J. Myers, et al. (1995). "Longitudinal neurodevelopmental study of Seychellois children following in utero exposure to methylmercury from maternal fish ingestion: outcomes at 19 and 29 months." *Neurotoxicology* 16(4): 677-88.
- Davidson, P. W., G. J. Myers, et al. (1998). "Effects of prenatal and postnatal methylmercury exposure from fish consumption on neurodevelopment: outcomes at 66 months of age in the Seychelles Child Development Study." *Jama* 280(8): 701-7.
- de Deckere, E. A., O. Korver, et al. (1998). "Health aspects of fish and n-3 polyunsaturated fatty acids from plant and marine origin." *Eur J Clin Nutr* 52(10): 749-53.
- Dorea, J. G. and A. C. Barbosa (2004). "Fruits, fish, and mercury: further considerations." *Environ Res* 96(1): 102-3; author reply 104-5.
- Dorea, J. G. (2004). "Cassava cyanogens and fish mercury are high but safely consumed in the diet of native Amazonians." *Ecotoxicol Environ Saf* 57(3): 248-56.
- Druet, P., E. Druet, et al. (1978). "Immune type glomerulonephritis induced by HgCl₂ in the Brown Norway rat." *Ann Immunol (Paris)* 129 C(6): 777-92.
- Dyerberg, J., H. O. Bang, et al. (1975). "Fatty acid composition of the plasma lipids in Greenland Eskimos." *Am J Clin Nutr* 28(9): 958-66.
- Dyerberg, J. and H. O. Bang (1980). "[Proposed method for the prevention of thrombosis. The Eskimo model]." *Ugeskr Laeger* 142(25): 1597-600.
- Egeland, G. M. and J. P. Middaugh (1997). "Balancing fish consumption benefits with mercury exposure." *Science* 278(5345): 1904-5.
- Enestrom, S. and P. Hultman (1984). "Immune-mediated glomerulonephritis induced by mercuric chloride in mice." *Experientia* 40(11): 1234-40.
- Engqvist, A., A. Colmsjo, et al. (1998). "Speciation of mercury excreted in feces from individuals with amalgam fillings." *Arch Environ Health* 53(3): 205-13.

- Fiore, B. J., H. A. Anderson, et al. (1989). "Sport fish consumption and body burden levels of chlorinated hydrocarbons: a study of Wisconsin anglers." *Arch Environ Health* 44(2): 82-8.
- Frustaci, A., N. Magnavita, et al. (1999). "Marked elevation of myocardial trace elements in idiopathic dilated cardiomyopathy compared with secondary cardiac dysfunction." *J Am Coll Cardiol* 33(6): 1578-83.
- Geusens, P., C. Wouters, et al. (1994). "Long-term effect of omega-3 fatty acid supplementation in active rheumatoid arthritis. A 12-month, double-blind, controlled study." *Arthritis Rheum* 37(6): 824-9.
- Gibson, R. A. (1988). "The effect of diets containing fish and fish oils on disease risk factors in humans." *Aust N Z J Med* 18(5): 713-22.
- Gillum, R. F. (1996). "Fish consumption and stroke incidence." *Stroke* 27(7): 1254.
- Gochfeld, M. and J. Burger (2005). "Good fish/bad fish: a composite benefit-risk by dose curve." *Neurotoxicology* 26(4): 511-20.
- Goldman, L. R. and M. W. Shannon (2001). "Technical report: mercury in the environment: implications for pediatricians." *Pediatrics* 108(1): 197-205.
- Goyer, R. A. (1995). "Nutrition and metal toxicity." *Am J Clin Nutr* 61(3 Suppl): 646S-650S.
- Grandjean, P., P. Weihe, et al. (1997). "Cognitive deficit in 7-year-old children with prenatal exposure to methylmercury." *Neurotoxicol Teratol* 19(6): 417-28.
- Grandjean, P., K. Murata, et al. (2004). "Cardiac autonomic activity in methylmercury neurotoxicity: 14-year follow-up of a Faroese birth cohort." *J Pediatr* 144(2): 169-76.
- Guallar, E., M. I. Sanz-Gallardo, et al. (2002). "Mercury, fish oils, and the risk of myocardial infarction." *N Engl J Med* 347(22): 1747-54.
- Hanrahan, L. P., C. Falk, et al. (1999). "Serum PCB and DDE levels of frequent Great Lakes sport fish consumers-a first look. The Great Lakes Consortium." *Environ Res* 80(2 Pt 2): S26-S37.
- Harada, Y., Y. Miyamoto, et al. (1968). "Electroencephalographic studies of Minamata disease in children." *Dev Med Child Neurol* 10(2): 257-8.

- Hepburn, F. N., J. Exler, et al. (1986). "Provisional tables on the content of omega-3 fatty acids and other fat components of selected foods." *J Am Diet Assoc* 86(6): 788-93.
- Herrstrom, P., A. Schutz, et al. (1995). "Dental amalgam, low-dose exposure to mercury, and urinary proteins in young Swedish men." *Arch Environ Health* 50(2): 103-7.
- Hultman, P. and S. Enestrom (1992). "Dose-response studies in murine mercury-induced autoimmunity and immune-complex disease." *Toxicol Appl Pharmacol* 113(2): 199-208.
- Hultman, P. and J. B. Nielsen (1998). "The effect of toxicokinetics on murine mercury-induced autoimmunity." *Environ Res* 77(2): 141-8.
- Iso, H., K. M. Rexrode, et al. (2001). "Intake of fish and omega-3 fatty acids and risk of stroke in women." *Jama* 285(3): 304-12.
- Jacobson, J. L. and S. W. Jacobson (2002). "Association of prenatal exposure to an environmental contaminant with intellectual function in childhood." *J Toxicol Clin Toxicol* 40(4): 467-75.
- Jardine, C. G. (2003). "Development of a public participation and communication protocol for establishing fish consumption advisories." *Risk Anal* 23(3): 461-71.
- Kamrin, M. A. and L. J. Fischer (1999). "Current status of sport fish consumption advisories for PCBs in the Great Lakes." *Regul Toxicol Pharmacol* 29(2 Pt 1): 175-81.
- Kang, J. X. and A. Leaf (1996). "Antiarrhythmic effects of polyunsaturated fatty acids. Recent studies." *Circulation* 94(7): 1774-80.
- Karmali, R. A., P. Reichel, et al. (1987). "The effects of dietary omega-3 fatty acids on the DU-145 transplantable human prostatic tumor." *Anticancer Res* 7(6): 1173-9.
- Keli, S. O., E. J. Feskens, et al. (1994). "Fish consumption and risk of stroke. The Zutphen Study." *Stroke* 25(2): 328-32.
- Kelly, M. L., J. R. Berry, et al. (1998). "Dietary fatty acid sources affect conjugated linoleic acid concentrations in milk from lactating dairy cows." *J Nutr* 128(5): 881-5.
- Kew, S., T. Banerjee, et al. (2003). "Lack of effect of foods enriched with plant- or marine-derived n-3 fatty acids on human immune function." *Am J Clin Nutr* 77(5): 1287-95.

- Kimbrough, R. D. (1991). "Consumption of fish: benefits and perceived risk." *J Toxicol Environ Health* 33(1): 81-91.
- Knuth, B. A., A. C. N, et al. (2003). "Weighing health benefit and health risk information when consuming sport-caught fish." *Risk Anal* 23(6): 1185-97.
- Krauss, R. M., R. H. Eckel, et al. (2000). "AHA Dietary Guidelines: revision 2000: A statement for healthcare professionals from the Nutrition Committee of the American Heart Association." *Circulation* 102(18): 2284-99.
- Kris-Etherton, P. M., T. D. Etherton, et al. (2002). "Recent discoveries in inclusive food-based approaches and dietary patterns for reduction in risk for cardiovascular disease." *Curr Opin Lipidol* 13(4): 397-407.
- Kris-Etherton, P. M., W. S. Harris, et al. (2002). "Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease." *Circulation* 106(21): 2747-57.
- Kris-Etherton, P. M., T. D. Etherton, et al. (2002). "Recent discoveries in inclusive food-based approaches and dietary patterns for reduction in risk for cardiovascular disease." *Curr Opin Lipidol* 13(4): 397-407.
- Lacerda, L. D., E. D. Bidone, et al. (1994). "Mercury concentrations in fish from the Itacaiunas-Parauapebas River system, Carajas region, Amazon." *An Acad Bras Cienc* 66(3): 373-9.
- Lange, T. R., H. E. Royals, et al. (1994). "Mercury accumulation in largemouth bass (*Micropterus salmoides*) in a Florida lake." *Arch Environ Contam Toxicol* 27(4): 466-71.
- Lee, T. H., R. L. Hoover, et al. (1985). "Effect of dietary enrichment with eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids on in vitro neutrophil and monocyte leukotriene generation and neutrophil function." *N Engl J Med* 312(19): 1217-24.
- Malasanos, T. H. and P. W. Stacpoole (1991). "Biological effects of omega-3 fatty acids in diabetes mellitus." *Diabetes Care* 14(12): 1160-79.
- Maloney, S. R., C. A. Phillips, et al. (1998). "Mercury in the hair of crematoria workers." *Lancet* 352(9140): 1602.

- Morris, M. C., J. E. Manson, et al. (1995). "Fish consumption and cardiovascular disease in the physicians' health study: a prospective study." *Am J Epidemiol* 142(2): 166-75.
- Myers, G. J., P. W. Davidson, et al. (1995). "Summary of the Seychelles child development study on the relationship of fetal methylmercury exposure to neurodevelopment." *Neurotoxicology* 16(4): 711-16.
- Myers, G. J., P. W. Davidson, et al. (1997). "Effects of prenatal methylmercury exposure from a high fish diet on developmental milestones in the Seychelles Child Development Study." *Neurotoxicology* 18(3): 819-29.
- Myers, G. J., P. W. Davidson, et al. (2003). "Prenatal methylmercury exposure from ocean fish consumption in the Seychelles child development study." *Lancet* 361(9370): 1686-92.
- Nakatsuru, S., J. Oohashi, et al. (1985). "Effect of mercurials on lymphocyte functions in vitro." *Toxicology* 36(4): 297-305.
- Nordlind, K. (1983). "Stimulating effect of mercuric chloride and nickel sulfate on DNA synthesis of thymocytes and peripheral lymphoid cells from newborn guinea pigs." *Int Arch Allergy Appl Immunol* 72(2): 177-9.
- Olsen, S. F. and N. J. Secher (2002). "Low consumption of seafood in early pregnancy as a risk factor for preterm delivery: prospective cohort study." *Bmj* 324(7335): 447.
- Orencia, A. J., M. L. Daviglius, et al. (1996). "Fish consumption and stroke in men. 30-year findings of the Chicago Western Electric Study." *Stroke* 27(2): 204-9.
- Ortega, H. G., M. Lopez, et al. (1997). "Lymphocyte proliferative response and tissue distribution of methylmercury sulfide and chloride in exposed rats." *J Toxicol Environ Health* 50(6): 605-16.
- Parkinson, A. J., A. L. Cruz, et al. (1994). "Elevated concentrations of plasma omega-3 polyunsaturated fatty acids among Alaskan Eskimos." *Am J Clin Nutr* 59(2): 384-8.
- Pflugh, K. K., L. Lurig, et al. (1999). "Urban anglers' perception of risk from contaminated fish." *Sci Total Environ* 228(2-3): 203-18.
- Queiroz, M. L., S. C. Pena, et al. (1998). "Abnormal antioxidant system in erythrocytes of mercury-exposed workers." *Hum Exp Toxicol* 17(4): 225-30.

- Rice, R. (1996). "Fish and healthy pregnancy: more than just a red herring!" *Prof Care Mother Child* 6(6): 171-3.
- Rissanen, T., S. Voutilainen, et al. (2000). "Fish oil-derived fatty acids, docosahexaenoic acid and docosapentaenoic acid, and the risk of acute coronary events: the Kuopio ischaemic heart disease risk factor study." *Circulation* 102(22): 2677-9.
- Rodier, P. M. (1995). "Developing brain as a target of toxicity." *Environ Health Perspect* 103 Suppl 6: 73-6.
- Rose, D. P. and L. A. Cohen (1988). "Effects of dietary menhaden oil and retinyl acetate on the growth of DU 145 human prostatic adenocarcinoma cells transplanted into athymic nude mice." *Carcinogenesis* 9(4): 603-5.
- Rose, D. P. and J. M. Connolly (1990). "Effects of fatty acids and inhibitors of eicosanoid synthesis on the growth of a human breast cancer cell line in culture." *Cancer Res* 50(22): 7139-44.
- Rose, D. P. (1997). "Effects of dietary fatty acids on breast and prostate cancers: evidence from in vitro experiments and animal studies." *Am J Clin Nutr* 66(6 Suppl): 1513S-1522S.
- Rosenberg, I. H. (2002). "Fish -- food to calm the heart." *N Engl J Med* 346(15): 1102-3.
- Rowe, N. H., K. S. Sidhu, et al. (1996). "Potential public health risks related to mercury/amalgam discharge from dental offices." *J Mich Dent Assoc* 78(2): 32-6.
- Rustan, A. C., M. S. Nenseter, et al. (1997). "Omega-3 and omega-6 fatty acids in the insulin resistance syndrome. Lipid and lipoprotein metabolism and atherosclerosis." *Ann N Y Acad Sci* 827: 310-26.
- Schmidt, E. B. and J. Dyerberg (1989). "n-3 fatty acids and leucocytes." *J Intern Med* Suppl 731: 151-8.
- Sidhu, B. K., B. Kaur, et al. (1993). "A study of dietary practices of pre-school children attending anganwadies in urban slum of Patiala (Punjab)." *Indian J Matern Child Health* 4(1): 31-3.
- Schmidt, E. B. (1997). "n-3 fatty acids and the risk of coronary heart disease." *Dan Med Bull* 44(1): 1-22.

- Sorensen, N., K. Murata, et al. (1999). "Prenatal methylmercury exposure as a cardiovascular risk factor at seven years of age." *Epidemiology* 10(4): 370-5.
- Stern, A. H. (1993). "Re-evaluation of the reference dose for methylmercury and assessment of current exposure levels." *Risk Anal* 13(3): 355-64.
- Stone, N. J. (1996). "Fish consumption, fish oil, lipids, and coronary heart disease." *Circulation* 94(9): 2337-40.
- Szylman, P., A. Benzakin, et al. (1995). "Potassium-wasting nephropathy in an outbreak of chronic organic mercurial intoxication." *Am J Nephrol* 15(6): 514-20.
- Tilden, J., L. P. Hanrahan, et al. (1997). "Health advisories for consumers of Great Lakes sport fish: is the message being received?" *Environ Health Perspect* 105(12): 1360-5.
- Tinoco, J. (1982). "Dietary requirements and functions of alpha-linolenic acid in animals." *Prog Lipid Res* 21(1): 1-45.
- Toft, I., K. H. Bonaa, et al. (1995). "Effects of n-3 polyunsaturated fatty acids on glucose homeostasis and blood pressure in essential hypertension. A randomized, controlled trial." *Ann Intern Med* 123(12): 911-8.
- Tominack, R., J. Weber, et al. (2002). "Elemental mercury as an attractive nuisance: multiple exposures from a pilfered school supply with severe consequences." *Pediatr Emerg Care* 18(2): 97-100.
- Trasande, L., P. J. Landrigan, et al. (2005). "Public health and economic consequences of methyl mercury toxicity to the developing brain." *Environ Health Perspect* 113(5): 590-6.
- Wheatley, B. and S. Paradis (1996). "Balancing human exposure, risk and reality: questions raised by the Canadian aboriginal methylmercury program." *Neurotoxicology* 17(1): 241-9

行政院環保署中石化安順廠污染專題網站

<http://ww2.epa.gov.tw/soilGW/D001/index.htm>

台南市環保局中石化台南安順廠整治場址網站

<http://www.tnepb.gov.tw/an-shuen/about/history.htm>

綠色陣線協會：台鹼安順廠戴奧辛污染新聞稿 2004/10/25。

<http://www.gff.org.tw/new/news20041025.htm>

台灣環境資訊協會-環境資訊中心：中石化居民 血液汞含量偏高。2006。

劉佩玲：胎盤與臍帶血汞濃度之相關研究，2005



附件



魚產品攝取之健康飲食之認知、態度、行為評估問卷

您好：

感謝您撥冗填答這份問卷，主要想瞭解您關於魚產品攝取認知、態度、行為，所獲得的訊息可以作為政府訂定相關法令時的參考。本問卷純屬研究，您所提供的資料我們**絕對保密**，所以希望您能夠確實作答。

感謝您提供寶貴的資訊，謝謝您的配合！

敬祝 健康快樂

台北醫學大學 公共衛生研究所

研究生：邱宇昕

指導教授：韓柏樞

聯絡電話：(02)2736-1661

(男性版)

一、基本資料

1. 出生日期：民國_____年_____月

2. 身高：_____cm；體重：_____kg（目前）

3. 居住地區：_____縣市_____區鄉鎮市_____里

4. 在此地區居住_____年

5. 請問您的最高學歷？

- 小學未畢業₁ 小學₂ 初中₃ 高中(職)₄ 大學(專)₅
研究所以上₆ 未受正規教育，不識字₇ 未受正規教育，識字₈ 不詳₉

6.職業：

- 農₁ 工₂ 商₃ 醫療相關人員₄ 軍警₅ 教師₆ 資訊業₇
服務業₈ 公務人員₉ 家管₁₀ 學生₁₁ 退休₁₂ 其他₉₉_____

7.過去一年，您平均一個月的收入（包括薪資、租金、投資所得、子女給的...等）大約有多少？

- 沒有收入₁ 4,999元以下₂ 5,000~9,999元₃ 10,000~14,999元₄
15,000~19,999元₅ 20,000~39,999元₆ 40,000~59,999元₇
60,000~79,999元₈ 80,000~99,999元₉ 10,000元以上₁₀

8.請問您目前是否有**抽菸**的習慣？

- 是（一生中到目前為止抽5包以上）₁ 否₂

9.請問您目前是否有**喝酒**的習慣？

- 是(平均每天喝一杯以上)₁ 否₂

10.過去一個月，您有幾天**嚼檳榔**？

- 不曾嚼食₁ 過去一個月沒嚼食檳榔₂ 1~2天₃ 3~5天₄
6~9天₅ 10~19天₆ 20~29天₇ 每天都嚼₈

二、魚產品（含生魚片、魚類加工食品）攝取評估

11.請問您喜歡吃魚嗎？

- 很喜歡₁ 喜歡₂ 還好₃ 不喜歡₄ 很不喜歡₅(答**還好**請跳答第**14**題)

12.如果您**喜歡**吃魚，原因是什麼？（可複選）

- 味道鮮美₁
魚含有豐富的營養成分，對健康有益₂
傳統的飲食習慣造成₃
其他₉₉

13.如果您不喜歡或很不喜歡吃魚，原因是什麼？（可複選）

- 魚腥味重₁
- 從小就沒有吃魚的習慣₂
- 台灣的魚有受污染₃
- 魚刺很多，吃起來很麻煩₄
- 其他₉₉

14.請問您過去一個月有吃魚嗎？

- 有₁ 沒有₂（請跳答第19題）

15.在過去的一個月之內，您較常吃的魚類有哪些？（最常吃的三種）

A _____、B _____、C _____

16.這三種魚類的食用頻率？

- A 每週<1餐（每月1~3餐）₁ 每週1~2餐₂ 每週3~5餐₃ 幾乎每天吃₄
- B 每週<1餐（每月1~3餐）₁ 每週1~2餐₂ 每週3~5餐₃ 幾乎每天吃₄
- C 每週<1餐（每月1~3餐）₁ 每週1~2餐₂ 每週3~5餐₃ 幾乎每天吃₄

17.每餐大約吃多少量？（魚的大小以手掌大小作基準）

A _____手掌大小/餐、B _____手掌大小/餐、C _____手掌大小/餐

18.您吃的這些魚類的來源？

- 傳統市場購買 ₁ 生鮮超市購買 ₂ 在河裡或海裡釣的 ₃
自己養殖 ₄ 其他 ₉₉_____

19.請問您喜歡吃生魚片嗎？

- 很喜歡 ₁ 喜歡 ₂ 還好 ₃ 不喜歡 ₄ 很不喜歡 ₅

20.在過去的一個月之內，您較常吃的生魚片有哪些？(選出三種)

- 不吃 ₀ 鯛魚 ₁ 鮭魚 ₂ 油魚 ₃ 旗魚 ₄ 海鱺 ₅
鮪魚 ₆ 紅魷 ₇ 嘉鱻 (加納) ₈ 其他 ₉₉_____ (答”不吃”請跳答第 23 題)

21.這三種生魚片的食用頻率？

- 每週<1 餐 (每月 1~3 餐) ₁ 每週 1~2 餐 ₂ 每週 3~5 餐 ₃ 幾乎每天吃 ₄

22.每餐大約吃幾片？

_____片/餐、_____片/餐、_____片/餐 (按照順序)

23.請問您平常有吃魚罐頭嗎？

- 有 ₁ 沒有 ₂ (請跳答第 26 題)

24.您都吃哪些種類？(可複選)

- 鮪魚片 ₁ 海底雞 (水煮) 鮪魚、鰹魚 ₂ 鮪魚醬 ₃ 鮪魚三明治 ₄
鮪魚沙拉 ₅ 香筍鮪魚 ₆ 紅燒鰹魚 ₇ 蕃茄汁鯖魚 ₈ 蕃茄汁大沙丁 ₉
旗魚魚醬 ₁₀ 蕃茄汁秋刀魚 ₁₁ 蕃茄汁虱目魚 ₁₂
蒲燒達仔魚 ₁₃ 其他 ₉₉_____ (請填寫)

25.食用的頻率為何？

- 每週<1 餐 (每月 1~3 餐) ₁ 每週 1~2 餐 ₂ 每週 3~5 餐 ₃ 幾乎每天吃 ₄

26.請問您平常有吃魚鬆嗎？

- 有 ₁ 沒有 ₂ (請跳答第 28 題)

27.食用的頻率為何？

每週<1餐（每月1~3餐）₁ 每週1~2餐₂ 每週3~5餐₃ 幾乎每天吃₄

28.請問您平常有吃魚丸（花枝丸）嗎？

有₁ 沒有₂（請跳答第30題）

29.食用的頻率為何？

每週<1餐（每月1~3餐）₁ 每週1~2餐₂ 每週3~5餐₃ 幾乎每天吃₄



三、認知部分

30.不論您喜不喜歡吃魚，您覺得**台灣的漁產品**有沒有**受污染**的可能性？

有₁ 沒有₂ 不知道₃（答沒有或不知道請跳答第33題）

31.您覺得**污染的程度**如何？

很嚴重₁ 嚴重₂ 還好₃ 不嚴重₄

32.您覺得可能有哪些污染？（可複選）

農藥₁ 重金屬（鉛、鎘、汞...）₂ 多氯聯苯₃ 戴奧辛₄

孔雀石綠₅ 抗生素₆ 其他₉₉_____（請填寫）

33.美國環保署及食品藥物管理局在2004年公布四種**高汞（水銀）含量**的魚類，就是**鯊魚、旗魚、馬頭魚、國王鯖魚**，建議**孕婦不要食用**。請問您知道這項訊息嗎？

知道₁ 略知₂ 不知道₃

34.請問您知道汞會對人體（如神經系統、肌肉、內臟）造成傷害嗎？

知道₁ 略知₂ 不知道₃

35.請問您知道汞會對發育中的胎兒及幼童造成危害嗎？

知道₁ 略知₂ 不知道₃

四、態度部分

36.對於33~35題所提供的資訊，您覺得與自己**有沒有關係**？

有₁ 還好₂ 沒有₃

37.您是不是**曾經由下列管道**獲得這類訊息？（可複選）

電視₁ 報紙₂ 廣播₃ 書籍雜誌₄ 網路₅

他人告知₆ 完全沒有₇ 其他₉₉_____（請填寫）

38.您覺得獲得這類資訊的**管道是否充足**？

是₁ 還好₂ 否₃

39.您覺得您平常所吃的**海鮮合乎安全衛生**嗎？

非常安全₁ 安全₂ 還好₃ 不安全₄ 非常不安全₅

40.您是否覺得政府相關單位應該訂定一個**海鮮類的安全衛生標準**，並定期公告**檢驗結果**，以保障民眾的健康？

非常應該₁ 應該₂ 無所謂₃ 不應該₄ 非常不應該₅



五、行為部分

41.在填完這份問卷之後，您是否有可能會改變吃魚的量？

大增₁ 增加₂ 不變₃ 減少₄ 大減₅

42.增加吃魚的原因？（可複選）

長期以來的觀念，多吃魚對身體較好₁ 家人或朋友建議₂ 醫師建議₃

食量變大了₄ 其他₉₉_____

43.減少吃魚的原因？（可複選）

魚體內可能有污染物對自己健康有害₁ 食量變小₂ 家人或朋友建議₃ 醫師建議₄ 其他₉₉_____

再次感謝您的配合，您所提供的資料我們絕對保密！

為了答謝您，我們將贈送您一份小禮物

敬祝 健康快樂！

台北醫學大學公共衛生研究所敬上



魚產品攝取之健康飲食之認知、態度、行為評估問卷

您好：

感謝您撥冗填答這份問卷，主要想瞭解您關於魚產品攝取認知、態度、行為，所獲得的訊息可以作為政府訂定相關法令時的參考。本問卷純屬研究，您所提供的資料我們**絕對保密**，所以希望您能夠確實作答。

感謝您提供寶貴的資訊，謝謝您的配合！

敬祝 健康快樂

台北醫學大學 公共衛生研究所

研究生：邱宇昕

指導教授：韓柏樺

聯絡電話：(02)2736-1661

(女性版)

一、基本資料

1. 出生日期：民國_____年_____月

2. 身高：_____cm；體重：_____kg（目前）

3. 懷孕前體重：_____kg（孕婦填寫）

4. 居住地區：_____縣市_____區鄉鎮市_____里

5. 在此地區居住_____年

6. 請問您的最高學歷？

小學未畢業 1 小學 2 初中 3 高中（職） 4 大學（專） 5

研究所以以上 6 未受正規教育，不識字 7 未受正規教育，識字 8 不詳 9

7.職業：

- 農₁ 工₂ 商₃ 醫療相關人員₄ 軍警₅ 教師₆ 資訊業₇
服務業₈ 公務人員₉ 家管₁₀ 學生₁₁ 退休₁₂ 其他₉₉_____

8.過去一年，您平均一個月的收入（包括薪資、租金、投資所得、子女給的...等）大約有多少？

- 沒有收入₁ 4,999 元以下₂ 5,000~9,999 元₃ 10,000~14,999 元₄
15,000~19,999 元₅ 20,000~39,999 元₆ 40,000~59,999 元₇
60,000~79,999 元₈ 80,000~99,999 元₉ 10,000 元以上₁₀

9.請問您目前是否有**抽菸**的習慣？

- 是（一生中到目前為止抽 5 包以上）₁ 否₂

10.請問您目前是否有**喝酒**的習慣？

- 是(平均每天喝一杯以上)₁ 否₂

11.過去一個月，您有幾天**嚼檳榔**？

- 不曾嚼食₁ 過去一個月沒嚼食檳榔₂ 1~2 天₃ 3~5 天₄
6~9 天₅ 10~19 天₆ 20~29 天₇ 每天都嚼₈

二、魚產品（含生魚片、魚類加工食品）攝取評估

12.請問您喜歡吃魚嗎？

- 很喜歡₁ 喜歡₂ 還好₃ 不喜歡₄ 很不喜歡₅(答**還好**請跳答第 15 題)

13.如果您**喜歡**吃魚，原因是什麼？（可複選）

- 味道鮮美₁
魚含有豐富的營養成分，對健康有益₂
為了胎兒發育健康著想₃
傳統的飲食習慣造成₄
其他₉₉

14.如果您**不喜歡**或**很不喜歡**吃魚，原因是什麼？（可複選）

- 魚腥味重₁
- 從小就沒有吃魚的習慣₂
- 台灣的魚有受污染₃
- 魚刺很多，吃起來很麻煩₄
- 其他₉₉

15.請問您過去一個月有吃魚嗎？

- 有₁ 沒有₂ (請跳答第 24 題)

16.在過去的一個月之內，您較常吃的魚類有哪些？(最常吃的三種)

A _____、B _____、C _____

17.這三種魚類的食用頻率？

- A 每週<1 餐 (每月 1~3 餐)₁ 每週 1~2 餐₂ 每週 3~5 餐₃ 幾乎每天吃₄
- B 每週<1 餐 (每月 1~3 餐)₁ 每週 1~2 餐₂ 每週 3~5 餐₃ 幾乎每天吃₄
- C 每週<1 餐 (每月 1~3 餐)₁ 每週 1~2 餐₂ 每週 3~5 餐₃ 幾乎每天吃₄

18.每餐大約吃多少量？(魚的大小以手掌大小作基準)

A _____ 手掌大小/餐、B _____ 手掌大小/餐、C _____ 手掌大小/餐

19.如果您已懷孕，吃魚的量比懷孕之前增加或減少？(請孕婦填寫)

- 增加₁ 不變₂ 減少₃

20.如果您尚未懷孕，未來懷孕時吃魚的量會比目前增加或減少？(請未懷孕者填寫)

- 增加₁ 不變₂ 減少₃

21.增加吃魚的原因？(可複選)

- 長期以來的觀念，懷孕多吃魚對身體與胎兒較好₁ 懷孕後變得比較喜歡吃魚₂
- 家人或朋友建議₃ 醫師建議₄ 食量變大了₅ 其他₉₉_____

22.減少吃魚的原因？(可複選)

- 魚體內可能有污染物對自己或胎兒健康有害₁ 懷孕後變得不喜歡吃魚₂
食量變小₃ 家人或朋友建議₄ 醫師建議₅ 其他₉₉_____

23.您吃的這些魚類的來源？

- 傳統市場購買₁ 生鮮超市購買₂ 在河裡或海裡釣的₃
自己養殖₄ 其他₉₉_____

24.請問您喜歡吃生魚片嗎？

- 很喜歡₁ 喜歡₂ 還好₃ 不喜歡₄ 很不喜歡₅

25.在過去的一個月之內，您較常吃的生魚片有哪些？(選出三種)

- 不吃₀ 鯛魚₁ 鮭魚₂ 油魚₃ 旗魚₄ 海鱺₅
鮪魚₆ 紅魷₇ 嘉鱻(加納)₈ 其他₉₉_____ (答"不吃"請跳答第28題)

26.這三種生魚片的食用頻率？

- 每週<1餐(每月1~3餐)₁ 每週1~2餐₂ 每週3~5餐₃ 幾乎每天吃₄

27.每餐大約吃幾片？

_____片/餐、_____片/餐、_____片/餐(按照順序)

28.請問您平常有吃魚罐頭嗎？

- 有₁ 沒有₂(請跳答第31題)

29.您都吃哪些種類？(可複選)

- 鮪魚片₁ 海底雞(水煮)鮪魚、鰹魚₂ 鮪魚醬₃ 鮪魚三明治₄
鮪魚沙拉₅ 香筍鮪魚₆ 紅燒鰹魚₇ 蕃茄汁鯖魚₈ 蕃茄汁大沙丁₉
旗魚魚醬₁₀ 蕃茄汁秋刀魚₁₁ 蕃茄汁虱目魚₁₂
蒲燒達仔魚₁₃ 其他₉₉_____ (請填寫)

30.食用的頻率為何？

- 每週<1餐(每月1~3餐)₁ 每週1~2餐₂ 每週3~5餐₃ 幾乎每天吃₄

31.請問您平常有吃魚鬆嗎？

有₁ 沒有₂ (請跳答第 33 題)

32.食用的頻率為何？

每週<1 餐 (每月 1~3 餐)₁ 每週 1~2 餐₂ 每週 3~5 餐₃ 幾乎每天吃₄

33.請問您平常有吃魚丸 (花枝丸) 嗎？

有₁ 沒有₂ (請跳答第 35 題)

34.食用的頻率為何？

每週<1 餐 (每月 1~3 餐)₁ 每週 1~2 餐₂ 每週 3~5 餐₃ 幾乎每天吃₄

三、認知部分

35.不論您喜不喜歡吃魚，您覺得台灣的漁產品有沒有受污染的可能性？

有₁ 沒有₂ 不知道₃ (答沒有或不知道請跳答第 38 題)

36.您覺得污染的程度如何？

很嚴重₁ 嚴重₂ 還好₃ 不嚴重₄

37.您覺得可能有哪些污染？(可複選)

農藥₁ 重金屬 (鉛、鎘、汞...)₂ 多氯聯苯₃ 戴奧辛₄

孔雀石綠₅ 抗生素₆ 其他₉₉_____ (請填寫)

38.美國環保署及食品藥物管理局在 2004 年公布四種高汞 (水銀) 含量的魚類，就是鯊魚、旗魚、馬頭魚、國王鯖魚，建議孕婦不要食用。請問您知道這項訊息嗎？

知道₁ 略知₂ 不知道₃

39.請問您知道汞會對人體 (如神經系統、肌肉、內臟) 造成傷害嗎？

知道₁ 略知₂ 不知道₃

40.請問您知道汞會對發育中的胎兒及幼童造成危害嗎？

知道₁ 略知₂ 不知道₃

四、態度部分

41.您對於 38-40 題所提供的資訊，您覺得與自己有沒有關係？

有 1 還好 2 沒有 3

42.您是不是曾經由下列管道獲得這類訊息？（可複選）

電視 1 報紙 2 廣播 3 書籍雜誌 4 網路 5

他人告知 6 完全沒有 7 其他 99_____（請填寫）

43.您覺得獲得這類資訊的管道是否充足？

是 1 還好 2 否 3

44.您覺得您平常所吃的海鮮合乎安全衛生嗎？

非常安全 1 安全 2 還好 3 不安全 4 非常不安全 5

45.您是否覺得政府相關單位應該訂定一個海鮮類的安全衛生標準，並定期公告檢驗結果，以保障民眾的健康？

非常應該 1 應該 2 無所謂 3 不應該 4 非常不應該 5

五、行為部分

46.在填完這份問卷之後，您是否有可能會改變吃魚的量？

大增 1 增加 2 不變 3 減少 4 大減 5

47.增加吃魚的原因？（可複選）

長期以來的觀念，多吃魚對身體較好 1 懷孕多吃魚對身體與胎兒較好 2

懷孕後可能變得比較喜歡吃魚 3 家人或朋友建議 4 醫師建議 5

食量變大了 6 其他 99_____

48.減少吃魚的原因？（可複選）

魚體內可能有污染物對自己或胎兒健康有害 1 懷孕後可能變得不喜歡吃魚 2

食量變小 3 家人或朋友建議 4 醫師建議 5 其他 99_____

再次感謝您的配合，您所提供的資料我們絕對保密！

為了答謝您，我們將贈送您一份小禮物

敬祝 健康快樂！

台北醫學大學公共衛生研究所敬上

