

風險評估研究
第十三號報告書
化學物危害評估

中學生從食物攝取汞的情況
(跟進報告)

香港特別行政區政府
食物環境衛生署
二零零四年五月

本報告書由香港特別行政區政府食物環境衛生署(食環署)轄下食物及公共衛生部發表。未經食環署書面許可，不得將本報告書所載全部或部分研究資料翻印，亦不得審訂或摘錄這些資料。若採用本報告書其他部分內容，須作出確認聲明。

通信處：

香港金鐘道 66 號

金鐘道政府合署 43 樓

食物環境衛生署

風險評估組

電子郵箱: enquiries@fehd.gov.hk

目錄

	<u>頁數</u>
摘要	2
目標	3
背景	3
研究範圍	6
研究方法	6
食物消費量數據	
抽取食物樣本的方法	
化驗分析	
從食物攝取總汞和甲基汞的情況	
結果	8
總汞和甲基汞的含量	
從食物攝取總汞和甲基汞的情況	
討論事項	10
結論及建議	13
參考文件	14
附件 I—魚類及魚類以外海產的總汞和甲基汞的含量分布圖	15

風險評估研究
第十三號報告書

中學生從食物攝取汞的情況
(跟進報告)

摘要

食物環境衛生署於二零零二年就「中學生從食物攝取到重金屬的情況」進行研究，並評估中學生的健康會否因從食物攝取到重金屬而受影響。由於上次研究存在局限，加上現時已可在本地測試甲基汞，我們跟進研究從食物攝取總汞和甲基汞的情況，旨在再次探討這個課題及能準確地估計汞的攝入量。

我們利用中學生的本地食物消費量數據，以及專為這次研究而從本港市面蒐集的食物樣本中總汞和甲基汞的含量，用以估計從食物攝取總汞和甲基汞的情況。此外，我們採用了更精密的化驗分析方法，從而得出更低的檢測限。

研究結果顯示，攝取量屬一般和偏高的中學生，他們從食物攝取總汞和甲基汞的分量，均沒有超出暫定每周可容忍攝入量(PTWIs)。一般中學生每周從食物攝取總汞和甲基汞的分量，按每公斤體重計算，分別是 0.92 微克和 0.35 微克。至於攝取量高的中學生所攝取總汞和甲基汞的分量，則分別是 2.33 微克和 0.87 微克。這次研究的結論是，不論攝取量屬一般還是偏高的中學生，他們受總汞和甲基汞的毒性影響不大。

此外，研究結果又顯示，在食物類別中，「魚類」是攝取總汞和甲基汞的主要來源，當中以劍魚和金槍魚等體型較大的捕獵魚類含總汞和甲基汞的分量最高。

中學生從食物攝取汞的情況

(跟進報告)

目標

這項跟進研究旨在(i)更準確估計香港中學生從食物攝取總汞和甲基汞的情況，以及(ii)評估他們攝取總汞和甲基汞後對他們健康的影響。

背景

上次的研究

2. 二零零二年，食物環境衛生署(食環署)就「中學生從食物攝取到重金屬的情況」¹進行研究。研究旨在估計香港中學生從食物攝取到重金屬的情況，以評估重金屬對他們健康的風險。研究選取的重金屬有三種，分別是砷、鎘和汞。

3. 在上次研究中，我們利用兩組數據來估計中學生從食物攝取到重金屬的情況。我們從食物監察計劃的數據庫取得食物中重金屬的含量，又從二零零零年年底進行的食物消費量調查²，取得中學生的食物消費量數據。

4. 根據上次研究結果，我們估計一般及攝取量高的中學生每周從食物攝取到的總汞，按每公斤體重計算，分別是 2.98 微克和 6.41 微克。一般中學生的估計攝取量並未超出暫定每周可容忍攝入量(PTWI)——即按每公斤體重計算，為 5 微克，但攝取量高的中學生則已超出可容忍攝入量。研究結果顯示，「穀類及穀類食品」和「蔬菜」是從食物攝取總汞的重要來源。這項結果與文獻所載的資料並不相符。

5. 再者，上次研究存在某些局限。在主要是作執法用途的食物監察計劃，汞的分析以總汞而非甲基汞來計算及其檢測限(LOD)為每公斤食物30微克。從研究的角度來說，這檢測限(LOD)屬偏高水平。

6. 在上次研究中，樣本的含汞量如低於檢測限，我們採取保守的方法，把含量設定為檢測限值的一半。其中兩類食物——「穀類及穀類食品」和「蔬菜」大部分樣本的含汞量均低於檢測限。由於食物監察計劃採用的檢測限屬較高水平，而中學生食用這兩類食物的分量也頗大，因此，測試結果可能高估了中學生攝取到的汞。

7. 現時既有方法測試甲基汞，其攝取量亦引起關注，加上上次研究存有局限，我們認為實有必要進行另一次研究，旨在能更準確地估計從食物攝取汞的情況。我們以更精密的方法分析總汞和甲基汞，把檢測限定在較低水平，並會特別為今次研究蒐集食物樣本。

汞

8. 汞天然存在於環境中，可通過天然和人為途徑進入環境中。汞以三種形態存在，分別為汞金屬、無機汞和有機汞。在特定條件下，三者可以互相轉換，例如水裏的汞可在有機物質的作用下氧化為二價的無機汞，而某些工業廢水中的汞亦可還原為汞金屬。此外，微生物(尤其是存在水生系統者)可把無機汞轉為甲基汞，積存於食物鏈中的生物體內，體型較大的捕獵魚類因而含汞量較高。³

攝取汞的來源

9. 自然和人為的食物污染、汞合金補牙物，以及從事農業和製造業都是可能攝取汞的途徑；而食物是攝取汞的最主要來源。⁴

10. 大多數食物所含的汞大都是無機汞。不過，魚類和海產是甲基汞的主要來源，而體型較大的捕獵魚類如劍魚和金槍魚積存的甲基汞較多。

甲基汞會累積在食物鏈的生物內，生物在食物鏈所處的位置越高，體內積聚的甲基汞便越多。⁴

毒性影響

11. 汞及其化合物對動物並沒有任何已知的生理作用，但如存於人體，則會有不良影響，甚至危害健康。⁵

12. 有機汞化合物對人體健康的損害較無機汞嚴重，而其中的甲基汞是有機汞最常見的形態，其毒性極強。

13. 甲基汞可損害神經系統，特別是發育中的腦部。甲基汞較其他汞化合物更容易進入胎盤。研究發現胎兒如攝取到甲基汞，出生時會出現智障及類似大腦性麻痺的症狀。孕婦即使只攝取到如一般成人攝取小量甲基汞的標準，她們所生的嬰兒可能有嚴重的大腦性麻痺。因此，胎兒、嬰兒及幼童最易受到汞的毒性影響。⁴

14. 急性中汞毒通常是因工作以致過量攝取汞，因進食含汞的食物而導致急性中毒的情況則屬罕見。其急性的影響包括非整倍性的淋巴細胞增多、眼球晶體表面褪色、失眠、顫抖和過度興奮。

15. 中了甲基汞毒會有一段頗長的潛伏期才出現早期的症狀，包括感覺異常、不適和視力模糊。到了較後階段，病人的視野或會收縮、耳聾、言語困難和動作機能不協調。病情如屬較輕，病人可能局部康復；如情況嚴重，病人或會昏迷。中甲基汞毒對中樞神經系統的破壞是局部的，主要是影響病人的感覺、視覺和聽覺。⁴

16. 糧食及農業組織 / 世界衛生組織聯合食物添加劑專家委員會 (JECFA)[下稱「專家委員會」]為總汞和甲基汞訂定暫定每周可容忍攝入量，按每公斤體重計算，可容忍攝入量分別是每周 5 微克和 3.3 微克。由於甲基汞毒性對胎兒及嬰兒的風險較高，專家委員會於二零零三年七

月，把甲基汞的暫定每周可容忍攝入量降低至按每公斤體重計每周 1.6 微克；而這個水平被認為足以保護正在發育的胎兒——即人口中最容易受甲基汞的毒性影響的一群。^{6,7}

17. 暫定每周可容忍攝入量是指人於一生中，每周可攝取污染物的分量而不致對其帶來風險的估計。

研究範圍

18. 為估計從食物中攝取總汞和甲基汞的情況，這項研究包括六個主要食物類別，即(i)穀類及穀類食品，(ii)蔬菜，(iii)肉類、家禽及其製品，(iv)魚類，(v)魚類以外的海產，以及(vi)奶類及乳製品。其他食物來源(例如飲品)則沒有納入這項研究，因為一般來說，這些食物不被視為是攝取汞的重要來源。

研究方法

食物消費量數據

19. 一如上次的研究，本報告書的食物消費量數據，是取自食環署在二零零零年向香港中學生進行的食物消費量調查。詳情可參閱上次的研究報告書¹和食物量調查報告²。

抽取食物樣本的方法

20. 這項研究的食物樣本，是按照上文第 18 段所述的六個食物類別，從本港市面抽取。每類食物所選取的食品與食物消費量調查所選取的相符。

化驗分析

21. 化驗分析工作由食環署食物研究化驗所負責，主要是以「混合樣本」的方法——即把同一類別的食物樣本混合進行分析。在總汞分析方面，

食物樣本先以濃硝酸和雙氧水分解，然後通過汞齊化法作為預濃縮步驟，再以冷原子吸收光譜法測定汞含量。至於甲基汞，則利用鹽酸抽出食物樣本中的甲基汞，然後與四苯基硼酸鈉生成衍生物，以備有原子發射檢測器的氣相色譜儀進行分析。這項研究的總汞和甲基汞檢測限，分別為每公斤食物 3 微克和 1 微克(換算為汞金屬含量)。

22. 當分析數值低於檢測限，其真正數值可能介乎零與檢測限之間。如某一食物類別的分析結果大部分低於檢測限，處理這些結果的方法尤為重要。

23. 雖然把所有分析數值低於檢測限的樣本假設為零並不恰當，但如把未能檢測的含量都設定為檢測限值，便可能大大高估了攝取量。因此，在這項研究中，我們將低於檢測限的樣本的含汞量設定為檢測限值的一半。由於食物的污染物含量(包括汞)通常是對數正態分布，把所有未能檢測的含量定為檢測限值的一半屬於保守的做法，尤其是某些食物類別中有大部分食物的含量是低於檢測限。

24. 至於非海產類樣本，我們只會對總汞分析數值高於檢測限的樣本進行甲基汞分析，因為非海產類食物中的汞主要屬無機形態。根據保守的做法，這類樣本的甲基汞含量亦設定為檢測限值的一半。

從食物攝取總汞和甲基汞的情況

25. 從個別食物攝取總汞和甲基汞的分量，可綜合食物消費量數據和個別食物的總汞 / 甲基汞的含量中位數計算得出。每名學生的攝入量，是其所食用食物的含汞量的總和。從所有學生的攝入量計出的平均值，代表平均攝入量。攝入量在百分位第 95 位的，代表攝取量高的人。

26. 我們把汞 / 甲基汞的每天攝入量乘以七，便成為一般中學生的汞 / 甲基汞每周攝入量。

27. 我們把估計到的汞 / 甲基汞每周攝入量，與專家委員會訂定的暫定每周可容忍攝入量比較。

結果

總汞和甲基汞的含量

28. 我們共抽取了 347 個食物樣本，混合成爲 115 個混合樣本進行分析。表 1 載列每類食物的總汞和甲基汞的含量中位數。

表 1：六類食物的總汞和甲基汞的含量中位數

食物類別	總汞		甲基汞	
	低於檢測限 樣本的百分比 (%)	含量中位數 (微克 / 公斤)	低於檢測限 / 沒作分析樣本 的百分比 (%)	含量中位數 (微克 / 公斤)
穀類及穀類食品	100.0	1.5 *	100.0	0.5 *
蔬菜	91.7	1.5 *	100.0	0.5 *
肉類、家禽及其 製品	94.4	1.5 *	100.0	0.5 *
魚類	0	58	0	19
魚類以外的海產	0	20	0	6
奶類及乳製品	100.0	1.5 *	100.0	0.5 *

(* 如含量低於檢測限，則設定爲檢測限值的一半。)

29. 「魚類」和「魚類以外的海產」的所有樣本，均檢測到總汞和甲基汞。至於其餘食物類別，則只有少數樣本檢測到低水平的總汞，而這些樣本均檢測不到甲基汞。附件 I 載列「魚類」和「魚類以外的海產」的總汞和甲基汞的含量分布圖。

從食物攝取總汞和甲基汞的情況

一般中學生

30. 一般中學生從食物攝取總汞和甲基汞的估計量，是從攝入量的平均值計算出來。一般中學生每周從食物攝取的總汞和甲基汞，按每公斤體重計算，分別是 0.92 微克和 0.35 微克。研究結果請參閱表 2。

表 2：一般中學生從食物攝取總汞和甲基汞的分量估計

食物類別	按每公斤體重計算每周從食物攝取的汞 [微克(百分比)]	
	總汞	甲基汞
穀類及穀類食品	0.10 (11%)	0.03(10%)
蔬菜	0.07 (8%)	0.02 (6%)
肉類、家禽及其製品	0.04 (4%)	0.01 (4%)
魚類	0.54 (59%)	0.21 (59%)
魚類以外的海產	0.13 (14%)	0.06 (18%)
奶類及乳製品	0.03 (3%)	0.01 (3%)
總數	0.92 (100%)*	0.35 (100%)*

(* 由於數值經四捨五入方式調整，數值的總和可能不等於總數。)

攝取量高的中學生

31. 我們進一步分析攝取量高的人可能會承受的風險。我們將中學生以他們從食物中攝取總汞和甲基汞量排列及將在百分位第 95 位定為代表攝取量高的人士，他們每周從食物攝取到的總汞和甲基汞，按每公斤體重計算，分別是 2.33 微克和 0.87 微克。研究結果請參閱表 3。

表 3：專家委員會訂定的暫定每周可容忍攝入量與一般及攝取量高的中學生從食物攝取總汞和甲基汞的分量比較

	專家委員會 訂定的暫定每周 可容忍攝入量 (微克[以每周每公斤 體重計算])	攝入量(微克[以每周每公斤體重計算]) (暫定每周可容忍攝入量的百分比)	
		一般中學生	攝取量高的中學生
總汞	5	0.92 (18%)	2.33 (47%)
甲基汞	1.6	0.35 (22%)	0.87 (54%)

討論事項

32. 一般中學生每周從食物攝取總汞和甲基汞的分量，按每公斤體重計算，分別是 0.92 微克和 0.35 微克，是總汞和甲基汞的暫定每周可容忍攝入量的 18%和 22%。因此，他們從食物攝取總汞和甲基汞的分量，遠低於專家委員會訂定的暫定每周可容忍攝入量。

33. 至於攝取量高的中學生，他們每周從食物攝取總汞和甲基汞的分量，按每公斤體重計算，分別是 2.33 微克(是暫定每周可容忍攝入量的 47%)和 0.87 微克(是暫定每周可容忍攝入量的 54%)，依然低於相關的暫定每周可容忍攝入量。

34. 因此，根據我們的研究結果，不論攝取量屬一般還是偏高的中學生，他們受總汞和甲基汞的毒性影響都不大。

35. 研究結果顯示，總汞和甲基汞的主要食物來源是「魚類」，佔總汞和甲基汞的攝入量的 59%，其次是「魚類以外的海產」(分別佔總汞和甲基汞的攝入量的 14%和 18%)。研究結果與外國(例如美國、英國和澳洲)的食物攝入量研究結果一致。^{8,9,10} 但今次的結果跟上次不同，原因是

由於上一次研究的局限而高估了從「穀類及穀類食品」攝取的汞分量，並把這類食物認定是總汞的主要食物來源(佔總汞攝入量的 34%)。

36. 與上次研究比較，這次研究的化驗分析採用的檢測限定在較低水平，因此能更精確地估計香港中學生從食物攝取到汞的情況。在上次研究的總汞的檢測限是每公斤食物 30 微克，而這次研究的總汞和甲基汞的檢測限則分別是每公斤食物 3 微克和 1 微克。儘管採用較低的檢測限，大部分非海產類食物的含汞量仍低於檢測限。根據我們採用的方法，若食物樣本的含汞量低於檢測限，我們便把含量設定為檢測限值的一半(而不是零)，因此從個別非海產類食物估計的攝取量與檢測限應成正比。

37. 由於中學生食用「穀類及穀類食品」相對較多，我們估計從這類食物攝取到總汞和甲基汞仍分別佔其總攝入量的 11% 及 10%。

38. 大部分非海產類食物的總汞含量均低於檢測限。除非非海產類食物樣本的總汞含量高於檢測限，我們才會進行甲基汞分析。非海產類食物樣本的總汞含量如低於檢測限，我們把其總汞和甲基汞含量設定為檢測限值的一半。由於非海產類食物所含的汞大體上屬無機形態⁸，這個保守的方法會高估了這些食物類別的甲基汞含量。對於未能檢測到總汞含量的非海產類食物樣本，如果我們以零作為其甲基汞含量，則一般及攝取量高的中學生每周從食物攝取到的甲基汞分別是 0.27 微克及 0.76 微克(按每公斤體重計算)，「魚類」及「魚類以外的海產」則分別佔總甲基汞攝入量的 76% 及 23%。

39. 在該六個食物類別中，以「魚類」的總汞和甲基汞含量最高，其次是「魚類以外的海產」。在經分析的食物種類中，以劍魚和金槍魚等體型較大的捕獵魚類的含汞量最高，這與我們上一次研究及外國進行的研究結果相符。^{11,12} 在「魚類」的總汞含量中，甲基汞所佔百分比由 18% 至 96% 不等，中位數是 40%，在「魚類以外的海產」的總汞含量中，甲基汞所佔百分比由 13% 至 95% 不等，中位數是 49%。

40. 從食物攝取的總汞的估計分量和外國的研究結果在表 4 載列，以資比較。不過，由於研究方法、食物分類、蒐集食物消費量數據的方法、分析污染物的方法，以至檢測結果低於檢測限時所採用的處理方法各有不同，我們直接比較數據時必須審慎。我們根據研究估計從食物攝取汞的情況，與外國的研究結果大致相同。

表 4：總汞平均每周攝入量比較[#]

國家	每人每周從食物攝取到總汞的平均數 (微克)
美國	8.75
荷蘭	14
英國	21.7
香港	47.8*
新西蘭	51
日本	72
中國	72.1
澳洲	26-126
西班牙	129

[#] 本表載列的資料，摘錄自食環署於二零零二年發表的「中學生從食物攝取到重金屬的情況」研究報告書。

*計算香港人攝入量的方法，是把一般中學生從食物攝取到的分量乘以平均體重，即 0.92 微克(按每周每公斤體重計算)×52.0 公斤。

41. 發育中的胎兒最容易受甲基汞的毒性影響。為確保胎兒健康，專家委員會訂定甲基汞的暫定每周可容忍攝入量，按每公斤體重計算，是 1.6 微克。由於我們目前並無孕婦進食食物模式的資料，因此無法評估她們從食物攝取到甲基汞會對健康造成的風險。不過，在這項研究中，即使甲基汞攝入量在百分位第 95 位的人士(即每周 0.87 微克[按每公斤體重計算])，其攝入量仍低於上述的暫定每周可容忍攝入量。

研究的局限

42. 蒐集食物消費量數據的方法，會影響估計攝入量的準確程度。食物消費量調查是利用填報進食次數的問卷，蒐集中學生進食食物模式的資料。雖然這份問卷的內容十分全面，但始終未能涵蓋每種食物，而其中有些可能與攝取汞有關。例如由於我們不知道中學生進食每種海產的模式，因此只能根據他們進食的兩類食物：「魚類」及「魚類以外的海產」來估計他們從海產攝取到汞的分量。

結論及建議

43. 一般中學生每周從食物攝取總汞和甲基汞的分量，按每公斤體重計算，分別是 0.92 微克和 0.35 微克。至於攝取量高的中學生所攝取的分量，則分別是 2.33 微克和 0.87 微克。這些分量都沒有超出專家委員會就總汞和甲基汞訂定的暫定每周可容忍攝入量。這次研究的結論是，不論攝取量屬一般還是偏高的中學生，他們受總汞和甲基汞的毒性影響不大。

44. 我們的研究發現，在食物類別中，「魚類」是攝取總汞和甲基汞的主要來源。劍魚和金槍魚等體型較大的捕獵魚類含汞量最高，因此可能是中學生從食物攝取汞的重要來源，尤其是大量進食捕獵魚類。

45. 為免因只偏食幾類食物而導致攝取過量的汞，維持均衡飲食至為重要。

46. 兒童和孕婦等容易受汞影響的人士，在選擇食物時應加倍小心，不宜過量進食劍魚和金槍魚等捕獵魚類。不過，魚類含有豐富的優質蛋白質，飽和脂肪含量又不多，宜適量食用。

參考文件

- ¹ FEHD. Dietary Exposure to Heavy Metals of Secondary School Students. Hong Kong: FEHD; 2002.
- ² FEHD. Food Consumption Survey 2000. Hong Kong: FEHD; 2001.
- ³ Eisler R. Handbook of Chemical Risk Assessment – Health Hazards to Humans, Plants and Animals. Vol.1 – Metals. US: Lewis Publishers; 2000.
- ⁴ World Health Organization (WHO). Methylmercury. Environmental Health Criteria 101. Geneva: WHO; 1990. Available from: <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc101.htm>
- ⁵ Committee on the Toxicological Effects of Methylmercury, National Research Council. Toxicological Effects of Methylmercury. US: National Academy Press; 2000.
- ⁶ WHO. Summary and conclusions of the 61st meeting of JECFA. Geneva: WHO; 2003: 18-22
- ⁷ WHO. UN Committee recommends new dietary intake limits for mercury. Geneva: WHO; 2003. Available from: <http://www.who.int/mediacentre/notes/2003/np20/en>
- ⁸ Egan SK, Tao SSH, Pennington JAT, Bolger PM. US Food and Drug Administration's Total Diet Study: intake of nutritional and toxic elements, 1991-96. Food Additives and Contaminants 2002; 19(2):103-25.
- ⁹ Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (MAFF) of UK. Total diet study – Aluminium, Arsenic, Cadmium, Chromium, Copper, Lead, Mercury, Nickel, Selenium, Tin and Zinc. Food Surveillance Information Sheet No.191. UK: MAFF; 1999. Available from: <http://archive.food.gov.uk/maff/archive/food/infsheet/1999/no191/191tds.htm>
- ¹⁰ Australia New Zealand Food Authority (ANZFA). The 19th Australian Total Diet Survey. Australia and New Zealand: ANZFA; 2001.
- ¹¹ US Food and Drugs Administration (FDA). FDA Announces Advisory on Methylmercury in Fish. FDA Talk Paper. US: FDA; 2001. Available from: <http://www.cfsan.fda.gov/~lrd/tphgfish.html>
- ¹² Canadian Food Inspection Agency (CFIA). Mercury and Fish Consumption. Consumer Fact Sheet. Canada: CFIA; 1999. Available from: <http://www.inspection.gc.ca/english/corpaffr/foodfacts/mercurye.shtml>

附件 I—魚類及魚類以外海產的總汞和甲基汞的含量分布圖

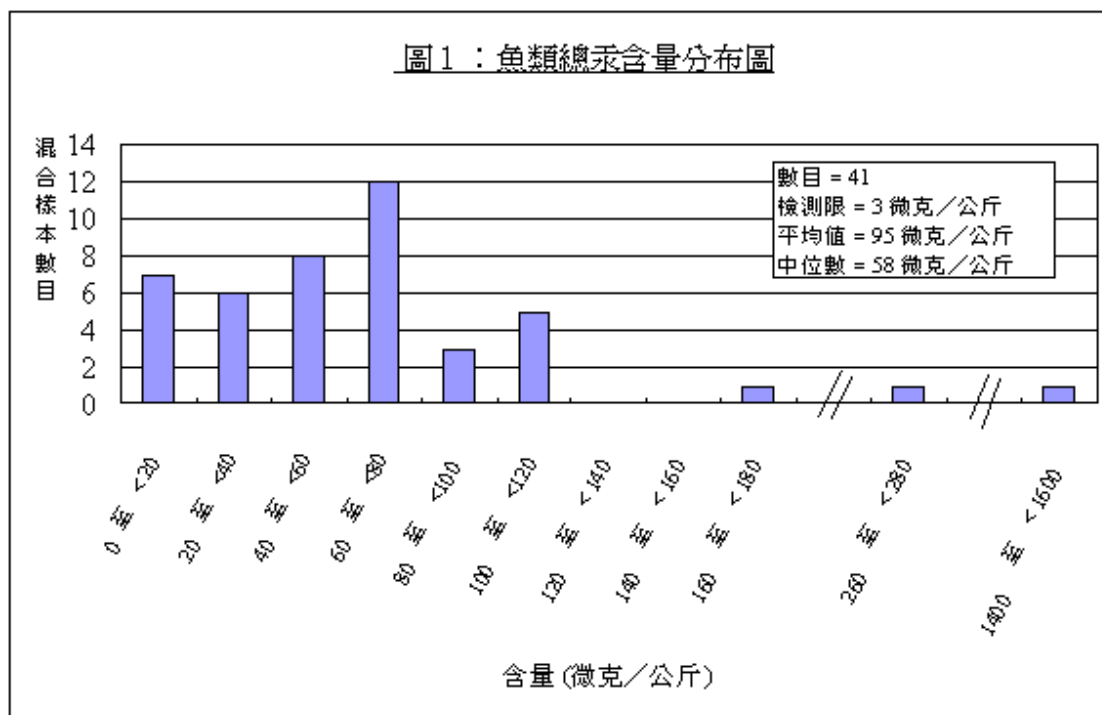


圖 2：魚類甲基汞含量分布圖

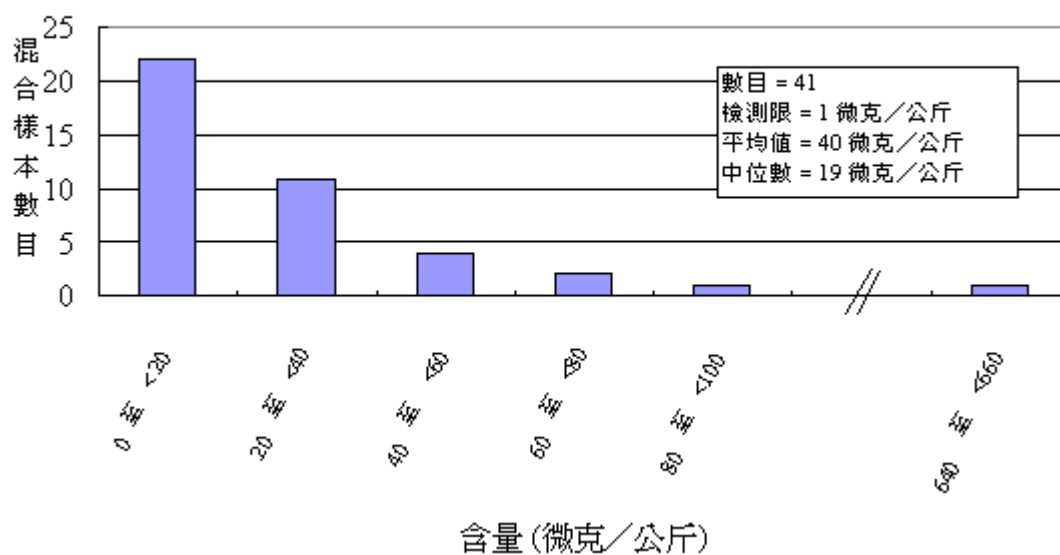


圖 3：魚類以外海產的總汞含量分布圖

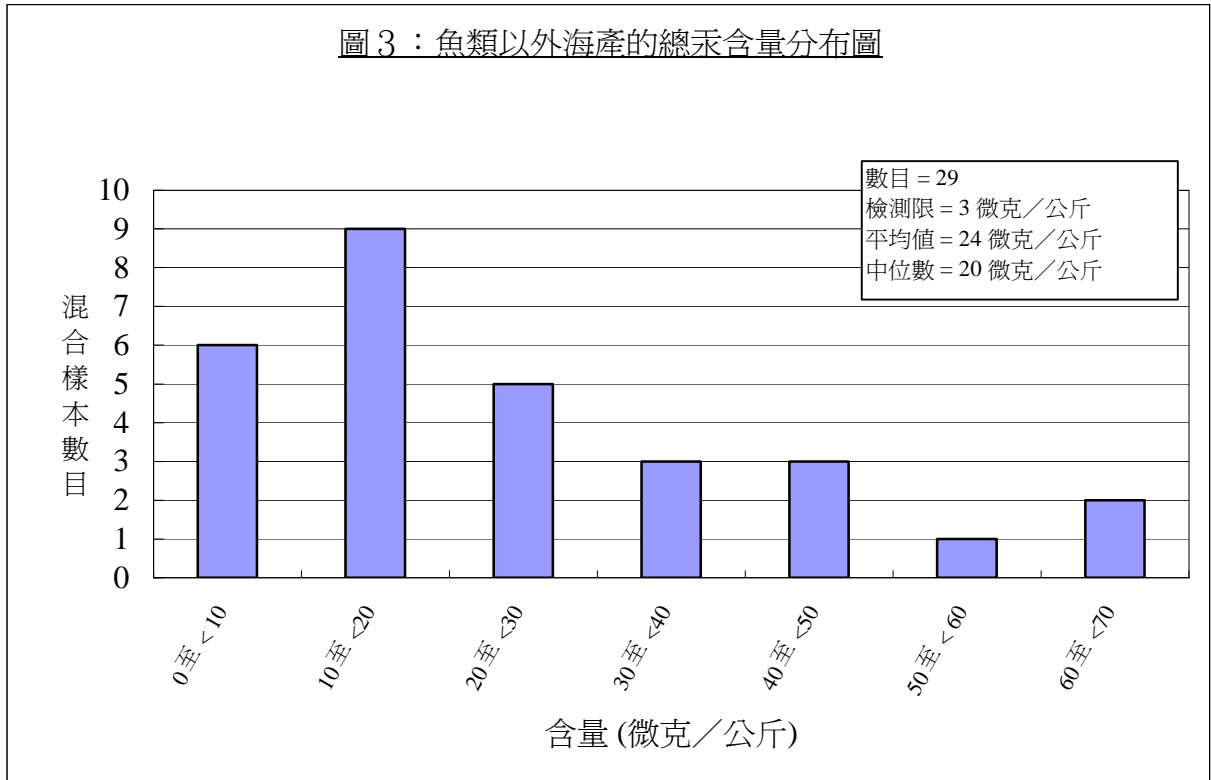


圖 4：魚類以外海產的甲基汞含量分布圖

