

臺北市民頭髮中水銀含量之調查研究

王國城* 葉昭渠**

I. 緒 言

第二次世界大戰後，因農業技術之長足進步及各種新農藥的使用，最近十數年來台灣稻作呈現空前的豐收。新農藥中，以有機氯劑、有機磷劑、有機水銀劑為三大農藥，大量而廣泛地被使用。

在農作物上使用農藥時，除迅速分解或揮發的物質外，雖是少量，但可以殘留至收穫時期，後與食品同時每日進入人體內，遂有危害健康之可能性。一般對化學變化有強力抵抗性之農藥，均有殘留之可能性，如水銀、鉛、銅、砷等被分解後，其元素自己亦不能消失，具元素特有的毒性，即是有殘留毒性⁽¹⁾。

農藥工廠之廢水，可以污染水質，該農藥進入魚貝類後再進入人體內，亦有危害健康之可能性。農藥製造工廠之作業員，或撒佈農藥之農民，均可能經由皮膚或經由呼吸而侵入體內，發生慢性中毒，此即一般所謂職業中毒之現象。

水銀被使用為農藥，係以1705年Homberg⁽²⁾為開端，即使用二氯化汞為防腐劑。至1890年，二氯化汞一般被使用為小麥殺菌劑。同年，美國Kelleman及Swingel⁽³⁾使用昇汞為稻的病原菌之殺滅劑。然因水銀有強烈的藥害作用之故，其使用範圍甚狹，並未普及至一般農家。後來經過各種除去藥害的研究之結果，判明有機水銀化合物之某種，是藥害程度較輕而藥效優異的殺菌劑。延至1915年，德國Bayer公司始發售有機水銀農藥Uspuln，其後世界各國相繼研製成新有機水銀農藥多種，乃有漸次普及之傾向。嗣因大戰爆發，其使用雖暫告杜絕，但在戰後，又有醋酸苯汞等多種有機水銀農藥開發成功，以致有機水銀農藥之使用量大見增加。

有機水銀化合物亦被用為抗白癬菌劑及避孕劑等醫藥品，故由此所引致之中毒症例，最近亦迭有報告。然就法醫學上或公共衛生學上而言，較易發生問題者，並非純品有機水銀化合物而是其製劑的有機水銀農藥。

有機水銀農藥有種子浸漬用、撒佈用、塗抹用等種類，各有粉劑、錠劑、水和劑及乳劑等之別。但均以一種或二種以上之有機水銀化合物為主劑，各含有約1~3%水銀量。此等有機水銀農藥為防治稻、蔬菜、果樹等之病害，以浸漬劑、撒佈劑、土壤處理劑等多量被使用，在農業生產上是不可缺少的一環。然而，有機水銀農藥對農作物的增收雖有甚大貢獻，但在另一方面，因有機水銀農藥殘留在農產物上，以及工廠廢水污染河水所導致之公害等，最近已成為一大社會問題。以往有機水銀農藥之使用量較有機磷農藥為少，且其毒性亦較有機磷農藥為弱，故其職業的或犯罪的事例較少；然近年來，有機水銀農藥之供需量已達至可以匹敵有機磷農藥之程度，是故吾人可以推想，有機水銀農藥之偶發的或人為的事例，今後有日益增加之可能性。

由水銀引起之公害中毒案例，首推1960年發生於日本水俣市海灣之所謂水俣病⁽⁴⁾，其原因為附近工廠排出大量含有汞氯化物之廢液進入河流海灣，該地居民長期捕食此水域中之魚貝類致引起水銀中毒，死亡110人之多。日本新瀉縣於1965年亦發生所謂第二水俣病，其後在瓜地馬拉，巴基斯

* 司法行政部調查局

** 台北醫學院法醫學科

坦，亦有數百人因水銀中毒死亡，原因是當地居民食用以有機水銀殺菌劑處理過之稻麥穀種。二年前在伊拉克也發生相同的水銀中毒慘劇，死亡 459 人。在台灣雖尚未見有如此中毒之報告，但已有在農產物及魚貝類均有水銀殘留之報告^{(6) (7)}。由此可推想，國人以米為主食，以蔬菜及魚貝類為主要副食，其體內可能已有水銀蓄積其中。此種水銀之蓄積量若繼續增多，即有發生水俣病之類慘劇之可能，因此筆者等為了解國人之水銀污染狀況及防患公害於未然計，特實施本調查。

II. 實 驗

A. 試樣之採取

樣品分別選取自台北市城中區、松山區、龍山區、建成區、古亭區、士林區等地區健康居民之頭髮，年齡分為嬰兒、幼童、小學、中學、大學、社會青年、壯年、中年及老年等九個階段，每階段男女分別各採取五個樣本。採取時，為避免採到因職業關係而受到污染者之頭髮起見，對其職業亦加以選擇。

B. 實驗方法

(1) 取頭髮一小撮，用酒精浸洗半小時以淨除頭髮外部附著之不潔物，以低溫（50°C 以下）乾燥後，秤取 1 gm，剪碎，裝入 Flask 瓶中。

(2) 加濃硫酸 15 ml，接冷凝管於常溫中靜置二小時，加水 10 ml，再加濃硝酸 5 ml 後，置於定溫水浴箱中，保持 55°C ~ 60°C 之溫度約 12 ~ 15 小時。

(3) 加 KMnO_4 1 gm，續加 20% KMnO_4 使檢液呈紫紅色為止。為破壞頭髮中的有機物，再加 20% $\text{NH}_2\text{OH} - \text{HCl}$ 約 2 - 5 ml 使之還原成為透明液體，待作用完全後，倒入 100 ml 之標準量瓶中。

(4) 加入溶於 10% HCl 之 20% SnCl_2 1 ml 後，速用無焰原子吸光光度計（Flameless Atomic Absorption Spectrophotometer, Varian Techtron AA - 120）測定水銀量^{(8) (9) (10) (11)}，並自動圖示記錄之。此時之 Wavelength 為 253.7 μm ，Slit Width 為 100 μm ，Lamp Current 為 3 mA。

III. 實驗結果及討論

本調查研究為求普遍性，並具代表性起見，樣品分別選取自台北市的每一地區居民，而且為避免受其職業污染，影響調查之準確性，譬如使用汞劑做防腐或接觸劑，或製造合金、水銀燈、溫度計等工廠之工人，因日常可能有少量水銀進入體內，是故採取樣品時其職業亦須予以考慮，即是選取自無職業污染之一般健康市民。

檢驗台北市健康居民共 79 人之頭髮中水銀含量，列記於表一。將表一內所記載的水銀含量予以計算結果，總平均為 2.68 ± 0.25 ppm。根據日人石井芳滿等⁽¹²⁾，喜田村正次等⁽⁸⁾及浮田忠之進等⁽⁹⁾分別在日本一些縣市調查研究結果，其平均水銀含量均約在 4 ~ 6 ppm 之間。由此可見，台北市居民之頭髮中水銀含有量，較日本人要低許多，顯示尚未受公害之嚴重污染。此事實或許與本地工業發展有關。然由表一可見，並無不含水銀之人，且總平均量近 3 ppm，顯示台北市民已普遍地受到或多或少的水銀污染。

在接受調查研究之 79 人中，有男性 42 人，女性 57 人。由表一另計算男女別的水銀含有量之結果，男性頭髮平均水銀含量為 2.36 ± 0.79 ppm，女性頭髮平均水銀含量為 3.04 ± 0.46 ppm，可看出男性較女性為低。其原因可能與頭髮之長度及頭髮的整齊等有關，如女性 21 號之頭髮中水銀含量高達 14.79 ppm，這些事實，可推測係頭髮長期蓄留時，由體內排泄出頭髮的水銀蓄積量就愈多，再加上髮乳、膠水、香水及其他不潔污染物等，其中含有的水銀化合物成分浸入頭髮內部，此水銀化合物成分在檢查時一併被驗出之結果。然據石井芳滿等調查結果，男性頭髮中水銀

含量較女性頭髮中水銀含量為高，與本調查剛好相反，此事可能係因日本人之生活狀況，習慣及生活環境與國人不相同，且調查對象不相同所致。

各階段分齡之平均水銀含量列示於表二，各年齡之頭髮水銀含量圖示於表三。由此二表可看出，學童期以後至青壯年，其平均值有逐年遞增之傾向；40歲以後的中老年代之平均值，較青壯年代為低而略與學童年代之平均值相同；學童期以前的乳幼兒之平均值則較其他年代為多。平常不受水銀職業污染的一般市民，體內之水銀蓄積可以想像係平時經口腔攝取受水銀污染的穀物類、蔬菜類、果實類、魚貝類等所致，而且進入體內之水銀經各種途徑排泄至體外，此時一部分排泄於毛髮而蓄積於頭髮。從嬰兒發育成長至青年階段，其新陳代謝能力逐漸增強旺盛，而中老年代之新陳代謝逐漸低落，而且食物攝取量在青壯年代亦是最多，因此，從學童期至青壯年，其頭髮水銀含量是逐年的增加，而中老年代與學童年代略為相同，可以說與新陳代謝能力及飲食、生活環境有關，是屬於當然的現象。然飲食物攝取量少，新陳代謝能力低的乳幼兒，却顯示高度蓄積值，日本的統計亦是如此，其理由或許可以推測，是在懷孕時經由胎盤傳送至胎兒體內及頭髮內，出生後因水銀之無機化非常緩慢，長期殘留於頭髮內，另方面蓄積在體內之水銀，無機化後再排泄於頭髮所致。以美國紐約洛徹斯特大學（Rochter Univ.）克拉克森博士（Dr. Thomas Clarkson）⁽¹³⁾所做的檢驗為例，有一位受水銀毒害之母親能將致命的水銀量傳給胎兒，以致出生不久的嬰兒之血液及毛髮中所含的水銀量高達母親的三倍。

根據本調查研究結果顯示，每位市民頭髮中，均含有水銀，只是含量多寡不同而已，由此可見每位市民之內臟都蓄積了水銀。因此，今後如由屍體內臟等驗出有水銀之存在時，須考慮其含量、職業、生活環境及其他臨床症狀，屍體所見等因素⁽¹⁴⁾，始能判定是否為急性水銀中毒的自（他）殺。

IV. 結 論

台北市一般健康市民79位之頭髮中水銀含量，以速用無焰原子吸光光度計加以測定。其結果為：

平均水銀含量為 2.68 ± 0.25 ppm，最高者達 14.79 ppm。

在性別方面，男性頭髮平均水銀含量為 2.36 ± 0.79 ppm，女性頭髮平均水銀含量為 3.04 ± 0.46 ppm，即女性頭髮水銀含量較男性為高。

在年代別方面，學童期以後至青壯年代有逐年稍微增加之傾向，中老年代之平均值較青壯年代為低，而與學童年代之平均值略為相同。乳幼兒則顯示較高的蓄積值。

台北市一般健康市民之頭髮水銀含量較日本一般健康市民之含量為低，顯示本市公害在水銀污染方面，尚不嚴重，但仍須未雨綢繆，防患公害於未然，方為工業化予人之真正福祉。

後言：本實驗承台灣省衛生試驗所技正游禎義先生熱心協助及教導實驗，台北醫學院藥學系主任徐型堅先生，行政院衛生署檢驗中心主任許青松先生等，時予提示及指點始得實驗完成，在此謹致謝忱。

表一 台北市市民頭髮中之水銀含量

男							
編號	年齡	職業	水銀含量 P.P.M.	編號	年齡	職業	水銀含量 P.P.M.
75	10月	嬰兒	8.40	86	23	大學	4.39
76	1	"	4.65	87	23	商	3.67
83	1	"	6.57	54	26	"	0.78
63	1.5	幼童	2.20	55	28	"	0.78
59	2.5	"	3.11	56	28	"	3.06

61	3	"	2.85	57	29	公	1.56
62	4.5	"	2.20	2	30	"	1.35
60	5	"	2.88	26	34	"	1.09
77	7	國小	3.21	58	34	商	3.00
78	9	"	1.45	27	35	"	3.94
47	9	"	2.07	28	38	"	1.97
45	11	"	0.37	29	39	公	1.50
44	12	"	0.47	3	42	"	2.83
15	14	中學	2.28	30	43	商	1.92
11	16	"	1.97	31	47	"	2.13
12	16	"	1.66	32	53	"	1.50
13	17	"	2.85	4	54	"	3.11
14	18	"	2.95	5	61		0.68
85	19	大學	1.34	64	64		0.78
50	21	"	2.07	66	65		0.39
84	22	"	2.68	65	72		0.37

女							
編號	年齡	職業	水銀含量 P.P.M.	編號	年齡	職業	水銀含量 P.P.M.
68	1月	嬰兒	6.98	16	24	公	0.78
67	1.5	幼童	1.63	18	25	商	1.09
79	2	"	2.84	19	28	教	0.94
80	3	"	7.41	20	29	家	5.28
81	4	"	1.60	21	30	教	14.79
69	5	"	2.62	23	32	公	9.26
53	6	國小	2.38	24	35	公	2.07
51	8	"	4.92	88	36	教	3.31
52	11	"	1.30	25	37	家	0.57
48	12	"	2.69	72	40	家	1.96
49	12	"	1.97	39	41	商	3.99
37	14	中學	1.25	42	43	家	2.28
38	16	"	1.09	40	45	公	6.16
9	17	"	2.75	41	46	家	1.45
10	17	"	1.62	73	51	家	3.15
8	18	"	2.13	90	70	家	0.37
33	19	大學	1.04				
35	20	商	2.44				
36	20	大學	2.75				
70	21	"	1.56				
7	23	"	2.29				

表二 各階段年齡與頭髮之平均含汞量

年 齡	人 數	水 銀 平 均 含 量
0-1	4	6.65 ± 2.09
1-5	10	2.94 ± 0.51
6-12	10	2.08 ± 0.45
13-18	10	2.06 ± 0.28
19-23	10	2.42 ± 0.33
24-30	10	3.04 ± 1.32
31-40	10	2.87 ± 0.74
41-60	10	2.85 ± 0.43
61-100	5	0.52 ± 0.97

表三 各年齡與其頭髮水銀含量

14									
13									
12									
11									
10									
9									
8	.								
7		.							
6	:							.	
5						.			
4	.		.		.				
3		:	:	
2		:::	:::	:::	:::		.	:	
1		::	::	::	::	:	:::	:	
0			:			:::	.		:::
年 齡	0-1	1-5	6-12	13-18	19-23	24-30	31-40	41-60	61-100
人 數	4	10	10	10	10	10	10	10	5

參 考 文 獻

1. 池田良雄等：毒物學。16頁。廣川書店。1971。
2. Homberg：日本法醫學會雜誌 20. 1. 75 (高浜桂一著)。1966。
3. Kelleman 及 Swingel：日本法醫學會雜誌。20. 2. 171 (近藤嘉男著)。1966。
4. 神田瑞穗等：日本科學警察研究所報告。15. 307. 1962。
5. 浮田忠之進：衛生化學。9. 138. 1963。
6. 葉錫溶等：化學。2期。33. 1973。
7. 孫超財等：台灣水產學會刊。1. 2. 31. 1972。
8. 喜多村正次等：熊本醫學會雜誌。34 補。593. 1960。
9. 浮田忠之進等：衛生化學。12. 94. 1966。
14. 211. 1968。
16. 258. 1970。
10. 氏岡威令：熊本醫學會雜誌。34 補 2. 383. 1960。
11. 喜多村正次：日本食品衛生研究。6. 597. 1971。
12. 石井芳滿：熊本醫學會雜誌。44. 150. 1970。
13. Thomas Clarkson：Pink Death in Iraq. Reader's Digest. Sec. 38. 1973。
14. 葉昭渠：法醫學。515. 國立醫藥研究所。1966。

The Survey of the Mercury-Content in the Hair of Taipei Citizens.

Kuo - cheng Wang* and Chao - chii Yeh**

SUMMARY

The environmental pollution situation on the island of Taiwan, the Republic of China, has attracted wide attention and extensive studies on this important socio-economic problem. The pollution is chiefly due to the expansion and urbanization of the population, the rapid progress of industries, the increased use of chemical fertilizers and pesticides, and the rapid acceleration of energy consumption are also contributing to environment pollution.

In general, mercury is one of the most toxic of heavy metals. Even small amounts of organic mercury compounds can produce mercury intoxication when inhaled by man. Mercury's toxicity causes damage in the human body called poisoning according to Forensic Medicine. Via the action of metabolism, we know there are few amount of mercury in human excretion.

During the period from December 1973 through March 1974, we measured the amount of mercury in hairs of normal persons who live in Taipei City, by the Flameless Atomic Absorption Spectro - Photometry.

The results are as follows:

The average value of mercury content from 79 different samples was

2.68 ± 0.25 P.P.M. and that of male (42 Samples) was 2.36 ± 0.79 P.P.M., and that of female (37 Samples) was 3.04 ± 0.46 P.P.M. Only 8% of the samples showed higher mercury content than 5 P.P.M.

My findings are that the above average value of mercury found on the hair of persons in Taipei City is normal in range compared with that of the mercury content found on the hair of people in some Japanese cities.

* Investigation Bureau of Ministry of Judicial Administration

** Taipei Medical College