

# 臺北市水環境中汞污染之調查研究

\* 高思懷 \*\*許整備

\* 國立臺灣大學土木工程博士

淡江大學土木工程學系 副教授

\*\* 國立臺灣大學土木系及環境工程學研究所 教授  
行政院衛生署 顧問

汞是一種有害的重金屬，它所造成的危害事件以日本曾發生的「水俣病」最著名。環境中汞污染來源除了大家所熟知的碱氯工廠以外，仍有少數其他的來源可能造成局部地區之污染。

本調查研究主要目的在於瞭解台北市區內的汞污染來源，以及水環境中目前之污染狀況，以爲進一步控制與改善之基礎。

調查內容包括河川水質調查與污染源調查兩方面，其中污染源方面又分爲下水道水質與底泥之分析，以及工廠、機關、學校、醫院、垃圾場等可能來源之廢水調查。

調查結果顯示：①河川水中含汞量多次測出超過河川水質標準（2 ppb），底泥則多在自然底泥含汞量（200 ppb）以下；②下水道排水口水質多超過2 ppb，但均未超過放流水標準（50 ppb），底泥則多在10~400 ppb之間；③醫院廢水均合放流水標準，但少數底泥含汞量較高；④機關廢水多合格，僅得一所超過標準很多；⑤學校廢水亦均合格，少數底泥含汞量偏高；⑥碱氯工廠廢水水質不穩，附近底泥含汞量最高測得29 ppm；⑦垃圾場滲出水含汞量均非常低；⑧烷基汞多可測出，顯示仍有相當之危險性。

另建議①應針對工廠以外事業廢水予以管制，並針對其造成污染者勸導改善；②含汞廢棄物於未來分類收集垃圾時予以考慮分類收集處理；③義芳化工廠之遷廠清理計劃應謹慎以防繼續污染。（中華衛誌 1987;7(1):28-34）

## 一、前 言

汞是一種有害的重金屬，它所造成的危害事件，以日本九州熊本縣所發生的「水俣病」，以及本州新潟縣發生的第二次水俣病最著名<sup>(1)</sup>；此外還有伊拉克曾發生的含汞農藥所造成之污染中毒事件，因此世界各國對其污染之防制，皆非常重視<sup>(2)</sup>。但是在我們現在的生活環境中却廣泛分布著含汞廢棄物，威脅著我們的健康。其中包括多年來累積的鹼氯工廠所產生的含汞污泥<sup>(3)(4)</sup>，以及由日常生活所產生廢棄的含汞乾電池、

日光燈、水銀燈、鏡子、體溫計等，隨垃圾排出後，即進入環境，逐漸造成嚴重污染之威脅<sup>(5)(6)</sup>。

根據歷年來經濟部水資會調查河川水質之結果，台北市附近河川中之含汞量分別爲：大漢溪大溪橋爲N.D~2 ppb，浮洲橋爲N.D~3 ppb；新店溪下龜山橋爲N.D~4 ppb，中正橋爲N.D~1.3 ppb；基隆河介壽橋爲N.D~1.1 ppb，北五堵吊橋爲N.D~4 ppb。國內有關土壤中汞量之調查，有1972年植物保護中心針對全省19個鄉鎮之稻田土壤分析其含汞量，得到的結果是表土5吋內之平均值爲0.22 ppm，10吋內爲

0.10 ppm<sup>(7)</sup>。

## 二、研究方法

### 1. 汞分析方法

#### (1) 總汞分析

- ① 水樣之前處理：採樣瓶（P E 塑膠瓶）使用前先經 1 N 硝酸沖洗。
- ② 分析方法：本研究中先後採用兩種方法分析。
  - ③ 原子吸光光譜儀之冷蒸氣法：使用之原子吸光光譜儀，冷蒸氣之裝置，樣品之消化處理係依據水質標準檢驗法所載之方法操作<sup>(8)</sup>。最低可測濃度為 0.5 ppb。
  - ④ 金箔汞分析儀：採用 JEROME INSTRUMENT CORPORATION 製造的 MODEL 511 GOLD FILM MERCURY ANALYZER。可測範圍為 1 ~ 100 ng，以 10 ml 之水樣分析，則最低可測濃度為 0.1  $\mu\text{g} / 1$ 。

#### (2) 有機汞分析：

- ① G.C 方法分析：將樣品中之烷基汞萃取到苯中，再反萃取至含 L-cysteine 之液相，再萃取到苯中，並進入 G.C 分析，可測得最低濃度為 0.2 ppb<sup>(9)</sup>。
- ② 金箔汞分析儀法分析：依前述之烷基汞萃取方法，將樣品萃取至 8ml 之 L-cysteine + 醋酸鈉之液相中，經稀釋至 20ml 後依 Standard Methods 所規定之汞消化法處理<sup>(8)</sup>，再上機分析，此法測出為烷基汞量。以 10 ml 之樣品量上機可得 0.01  $\mu\text{g} / 1$  之最低可測值。

### 2 河川污染調查計畫

河川水質採樣站之選擇，除配合目前台北市環保局技術室之定期採樣位置以外，並考慮於各下水道之排入口下游選擇採樣站，以期明瞭各下水道之污水排入河川後對水質之影響。依此原則所定之採樣站計有基隆河 11 站，景美溪 1 站，新店溪 4 站，淡水河 3 站，共計 19 站，詳見圖一。

### 3. 污染源調查計畫

污染源調查分兩方面進行：一方面調查下水道水質，挑出污染較高者，循下水道追蹤；另一方面根據可能之來源，採取廢水與放流口底泥，以明是否確為污染源。分別計畫如下：

#### (1) 下水道調查與污染源追蹤

下水道調查與污染源追蹤方式係根據台北市區之下水道系統，首先採取各排水口之水與底泥，找出含汞量較高者，循下水道系統，逐段往上游採樣，以期判斷污染之來源。各排水口位置見圖一。

#### (2) 污染源調查

可能造成含汞廢水排放之污染源，據判斷可能包括醫院、機關、學校、工廠、垃圾場等地。其中機關係指有生物、化學之檢驗者；學校則指大專院校中之理、工、農、醫等學院；工廠以已知之碱氯工廠為對象。

### 4. 採樣方法與頻率

水樣之採取每次係以隨機採取單一水樣。底泥之採取，河川採樣站係於各站河岸採取表層底泥，其他地點則於各人孔以採泥器採取底泥。

河川污染調查與下水道調查均於 74 年 12 月，75 年 1、3、5 月各採四次，污染源調查則各採 1 ~ 2 次（如表一所示）。

### 三、調查結果與討論

#### 1. 河川污染調查與下水道調查結果討論

河川污染調查與污染源調查之結果，分別列於圖二與圖三，並分析討論如下：

(1)大坑溪系：大坑溪與四分溪收集南港研究院路一帶污水，在四分溪測得水中總汞 16.4 ppb 之高值，推測其來源可能是中央研究院。

(2)基隆河汞污染檢討：

基隆河各測站水中含汞量較高者有南湖橋、長壽橋、內湖橋、百齡橋，以及 K 6.5 站。前三者各次所測之平均值高於河川水質標準。配合下水道排水口水質分析，可以判斷南湖橋上游有非點污染源進入；長壽橋站除了受前一站相同污染源影響以外，也可能受部份非點污染源之影響；內湖橋顯然受其上游撫遠排水以及內湖排水之影響，此二者水中汞平均值均超過 2 ppb 之河川水質標準，且撫遠排水底泥含汞量亦有偏高之現象；百齡橋站顯然受其上游大龍排水與劍潭排水中高含汞量之影響，此二排水系中有不少小型工廠散布其中，為可能之污染來源；K 6.5 站顯然受上游社子排水與士林排水之影響。本流域所受之汞污染判斷係由工廠廢水所致。

(3)景美溪水污染檢討：

本流域收集木柵區、深坑鄉以及新店部份之排水，在景美橋測得汞污染現象，可能係來自新店之工廠廢水。

(4)新店溪汞污染檢討：

新店溪各站汞量均不高，但其各污染源却都有明顯的污染現象，其中

包括景美區的三條排水溝，因受義芳化工廠之影響，均有高值出現，甚至已超過日本工廠放流水標準之 5 ppb 值。此外，古亭抽水站可能受三軍總醫院等之污染，而雙園排水又與其間散布之小型工廠關係密切。推究其未對新店溪造成明顯之污染，可能是被大量河川水稀釋所致。

(5)淡水河汞污染檢討：

新店溪與大漢溪會合後稱淡水河，因大漢河流域工廠多，且有一家碱氯工廠，故在中興橋顯出汞值升高，但因水量大稀釋之故，並不嚴重。但至關渡橋站，又得偏高值，推測污染源來自三重市一帶。

#### 2. 醫院機關學校廢水調查

各醫院廢水中含總汞量均低於目前之工廠放流水標準 50 ppb，如以日本之標準 5 ppb，則有北醫附設醫院及長庚醫院兩者超過。排水口底泥之汞量，北醫附設醫院兩採樣點均得高值，顯示常有高濃度者排出，應加注意。

機關廢水調查發現台北市衛生局經兩次採樣之結果廢水中汞量高達 173.6 與 186.3 ppb，超過工廠放流水標準。底泥中高值亦達 2133.2 ppb，顯然該局經常排出相當高濃度之含汞廢水，雖然其排放之水量不多，亦應予以改善。其餘幾個單位調查結果不論水中或底泥之含汞量均低。

學校廢水調查結果，水中汞量均低，底泥含汞量則有台大校總區及台大醫學院測得偏高值，顯示有間歇性汞之排放。

各單位之調查結果列於表一。

#### 3. 工廠污染來源

義芳化工廠附近共採四點，其結果

表一 醫院機關學校廢水含汞量

單位：ppb

	採樣站	採樣日期	水中汞(平均值)	底泥汞(平均值)	備註
醫院	仁愛醫院	75. 4. 6	1.6	-	
	北醫附設醫院 ①	75. 4. 25	N.D ( 0.9)	2022.7 (1217.4)	
		75. 6. 3	1.8	412.1	
	北醫附設醫院 ②	75. 4. 25	6.3 ( 12.5)	843.8	
		75. 6. 3	18.6	1022.9	
	長庚醫院	75. 6. 4	11.3	202.9	
	市立婦幼醫院①	75. 6. 4	5.0	-	
	市立婦幼醫院②	75. 6. 4	3.9	-	
機關	衛生署藥檢局	75. 4. 14	1.9 ( 1.9)	181.7 ( 296.9)	
		75. 6. 3	1.8	412.1	
	台灣省環保局	75. 4. 14	2.5 ( 2.7)	477.5 ( 375.9)	
		75. 6. 3	2.8	274.2	
	台北市衛生局	75. 4. 16	173.6 (180.0)	122.1 (1127.7)	側門
		75. 6. 2	186.3	2133.2	
	經濟部商檢局①	75. 4. 20	0.4 ( 0.2)	103.9 ( 96.4)	大門
		75. 6. 2	N.D	88.8	
學校	台灣大學①	75. 4. 20	N.D ( 0.1)	N.D ( 85.9)	大門
		75. 6. 2	0.1	171.8	
	台大環境工程 研究所	75. 4. 14	1.9 ( 1.7)	181.7 ( 179.0)	
		75. 6. 3	1.5	176.3	
	台灣大學②	75. 4. 14	0.6 ( 0.8)	64.8 ( 62.2)	台大正門
		75. 6. 3	1.0	59.5	
	台灣大學③	75. 4. 16	1.6 ( 0.9)	-	新生南路辛亥路口
		75. 6. 3	0.2	-	
學校	台灣大學④	75. 4. 20	0.2 ( 0.6)	- (4998 )	辛亥路門
		75. 6. 3	1.0	4998	
	台北工專	75. 4. 20	1.2 ( 5.7)	3.3 ( 79.2)	新生南路門
		75. 6. 2	9.1	155.1	
	台大醫學院 ①	75. 4. 25	0.2	32.5	仁愛路門
	台大醫學院 ②	75. 4. 25	N.D ( 0.3)	2023 (2194 )	仁愛路門
		75. 6. 2	0.6	2364	

註：表中所列係單一樣品之測值。



列於圖四，並分別敘述如下：

- ①放流水中汞，在74年5月兩次採樣均超過放流水標準甚多，顯示處理設備未進行操作。其餘幾次則均能合格。
- ②萬盛溪，距放流口上游約2公尺處，因距放流口太近，顯然受到干擾。
- ③萬盛溪，距放流口約30公尺之下游處，受上游來水之稀釋，理應低於放流水之汞量，但却測得一次超過放流水，另一次與放流水同高，顯然中途偶有汞滲出而流入。
- ④萬盛溪將排入興隆路下水道之前，此點水中汞量有兩次測得比第③點更高，其中一次甚至超過放流水之含量。再度顯示中途仍有汞滲出。觀其環境，一側仍一直與汞污泥堆有一牆之隔，故由汞污泥堆滲出汞之可能性實在很大。此外，底泥方面，四次之取樣，一次比一次高，至75年5月採樣，已高至29.149 ppm，此量已與汞污泥本身之含汞量（115～8040 ppm）接近<sup>(3)</sup>，故顯然污染情形相當嚴重。

#### 4. 垃圾掩埋場汞污染情形

內湖垃圾場滲出水之汞調查，於74年5月採樣兩次，含汞量均在5 ppb以下，甚至比其承受水體基隆河之汞量更低。至於福德坑垃圾場滲出水之汞量，經台北市環境保護局與本研究幾次分析，亦均低於5 ppb。另根據許氏等之研究顯示<sup>(10)</sup>，汞在垃圾掩埋場中易沈積於垃圾中，不易被滲出水帶出，故垃圾

場滲出水之汞污染問題尚不存在。

#### 5. 烷基汞污染分析

經抽樣分析水中與底泥中之烷基汞含量，多能檢驗出，且其濃度約為總汞量的2～68%，顯示具有相當之危險性。

### 四、結論與建議

1. 根據河川水質與底泥含汞量之調查，受污染較顯著者有：

(1)關渡橋：水2.0～4.9 ppb，底泥30～630 ppb。(2)景美橋：水1.3～4.9 ppb，底泥19～300 ppb。(3)內湖橋：水N.D～6.5 ppb。(4)南湖橋：水N.D～5.0 ppb。

2. 根據下水道排水口之水質與底泥含汞量之調查，受污染較顯著者有：(1)四分溪：水0.4～16.4 ppb。(2)景美區之下水道，包括景福下水道（水0.5～15.5 ppb）、景美抽水站（水5.5～7.7 ppb）、萬盛溪（泥323～469 ppb）。(3)劍潭抽水站：水1.1～8.6 ppb。(4)撫遠抽水站：水N.D～7.2 ppb，泥102～324 ppb。

3. 醫院廢水調查結果，廢水均能通過50 ppb之放流水標準，但其中北醫附設醫院之底泥測得高達1023與2023 ppb之汞量，值得注意。

4. 機關廢水調查結果，測得台北市衛生局廢水中汞高達186.3 ppb，而底泥亦高達2133 ppb，顯示污染情形非常嚴重。

5. 學校廢水調查結果，水中汞量均合標準，但底泥汞量測得台灣大學辛亥路門4998 ppb，台大醫學院得2364 ppb，均顯示有污染現象。

6. 義芳化工廠附近汞調查，其放流水曾超過標準，後均能控制在標準以內。由放

流口下游之水中，可看出其間亦有汞之流出，而底泥中汞之累積量則有增加之現象，最高值達 29.149 ppm，幾與汞污泥相似。

7. 垃圾場滲出水中之含汞量非常低，經常在 5 ppb 以下。
8. 廢水樣品中多能測出烷基汞，故仍應注意其污染之控制。
9. 本市汞污染源來自工廠者，除義芳化工廠以外，如有亦屬小型者，不易追查。然其他事業廢水包括醫院、機關、學校以及研究單位，均可能造成高量的污染，故應針對這些污染源訂定法規予以管制，並針對其造成污染者，勸導其改善操作方式。
10. 乾電池、日光燈等含汞物品，目前在垃圾場內仍屬安全，但如採焚化，則很可能隨廢氣排出，故未來仍有分類回收之必要性。
11. 義芳化工廠之水銀電解法已停工，但仍具繼續污染環境之危險性，故遷廠清理工作仍應非常謹慎。

綜合檢討台北市水環境中汞污染源與河川汞污染之調查結果顯示，最大的污染源為義芳化工廠，其對局部地區下水道之污染相當嚴重，但幸好未對新店溪造成顯著之污染。

部份醫院、機關、學校之化驗室可造成下水道顯著的污染，而小型工廠較密集之地區，亦有明顯污染現象，這些都是都市內主要的汞污染來源。反之，較令人擔心的垃圾滲出水，則因汞沈積於垃圾中，而不造成水污染現象。

## 參考文獻

1. 喜田村正次，近藤雅臣，瀧澤行雄，藤井正美，藤木素士，“水銀”講談社，p. 312～352，1976.
2. 許整備譯，“飲用水與健康”，台北市自來水事業處，p.151-155，1980。  
原著：“Drinking Water and Health”  
Safe Drinking Water Committee, National Academy of Sciences, 1977.
3. 許東榮，“無機汞廢水處理及回收之模型實驗”，行政院衛生署環境保護局委託，BEP-72-05-002，p.4，1983.
4. 呂世宗、張嵩林、洪正中、羅健苗、楊末雄，“鹼氯工廠環境汞污染調查之研究”工業污染防治，第四卷第二期，p. 21-39，1985.
5. “乾電池の中には水銀がいっぱい”暮らしの手帖，85 期，p.5-17，1983.
6. 林志森“鹼氯工廠水銀污染防治”工業污染防治第四卷第一期，p.3，1984.
7. G.C.Li, Y.S. Lee, S.T. Lin, “Residual Mercury Levels in the Paddy Soils of Taiwan” Plant Protection Bulletin vol 15. No. 4. p.170-174，1973.
8. “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater” 16th. Edition, APHA. AWWA. WPCF, p.171-173，1985.
9. “公害防止の技術と法規——水質篇”，通商産業省立地公害局，p.406-408，1983.
10. 許整備、高思懷、夏家承，“含汞垃圾準好氧性衛生掩埋之研究——初步結果”，第一屆廢棄物處理技術研討會論文集，p. 454-475，1986.

Taiwan Public Health Association  
台灣公共衛生學會

## An Investigation and Study on the Water Environmental Mercury Pollution in Taipei City

Sue-Huai Gau\*, and Chen-Pei Hsu\*\*

\* Ph.D of Civil Engineering, Taiwan University  
Associate Professor, Department of Civil  
Engineering Tam-Kang University

\*\* Professor, Department of Civil Engineering and  
Graduate Institute of Environmental Engineering,  
National Taiwan University.  
Adviser, Department of Health, Executive Yuan.

Mercury is a very toxic heavy metal. There are notorious health hazard events happened in Japan called "Minamata Disease". In addition to the notorious pollution source of alkali-chloro industry, there are some other sources which may cause local mercury pollution.

The purpose of this research is to find out the sources of mercury pollution, and its effects in water environment, in order to provide the basic information for pollution control and improvement.

This research contains river pollution investigation, and the pollution sources investigation such as sewer water and sediments, wastewater from industry, institutions, schools, hospitals and landfill sites.

The conclusions are: 1. Mercury concentration in river water always exceeds water quality standard (2ppb), but the concentration in sediments are usually below natural concentration (200ppb). 2. Sewer effluent water usually exceeds 2ppb, however within effluent standard (50ppb). Sediments are usually between 10-400ppb. 3. Hospital wastewater are all below the concentration of effluent standard, but a few of their sediments are slightly higher. 4. The concentration in institutional wastewater effluents are usually low, however only one sample exceeds effluent standard. 5. School wastewater are all low, but a few of their sediments have relatively high mercury concentration. 6. Alkali-chloro wastewaters are varied from time to time. Sediments of receiving sewer was found having 29ppm of mercury. 7. Generally speaking, mercury in landfill leachates is quite low. 8. Alkyl mercury is usually detectable. Therefore, it is a high potential of health hazard.

We suggest that: 1. Hospital, school and institutional wastewater should be properly regulated and improved. 2. In the future, when separately garbage collection system is being operated, mercury contained wastes should be separately collected. 3. The cleaning plan of closed alkali-chloro factory must be carefully executed, in order to prevent continuous pollution. (*Natl J Public Health Assoc (ROC)* 1987; 7(1): 28-34).