

## 서울市 大氣中 水銀濃度

- The Atmospheric Mercury Content in Seoul -

金德洙, 係東憲, 許文寧

DEOG SOO KIM, DONG HUN SOHN, MOON YOUNG HEO

中央大學校 藥學大學, \* 江原大學校 藥學大學

### I. 緒 論

水銀은 揮發性 gas체<sup>1)</sup>로서 大氣中에 90%이상이 가스상 물질로 存在하고 그 나머지는 입자상 물질로 存在한다.

입자상 水銀의 형태는 자세히 알려져 있지 않으나 gas상의 형태로는 Hg(II) (ex : HgCl<sub>2</sub>), CH<sub>3</sub>HgX, (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>Hg, Hg 등이 알려져 있다.<sup>1)</sup>

대기중 수은의 발생원으로는 自然發生源과 人爲發生源으로 大別된다. 自然發生源으로는 화산, 수은광산, 지역발전소등이 있고, 人爲發生源으로는 산업폐기물 처리과정, 건전지, 유기약품, 형광등의 사용, 석탄·석유의 연소, 자동차 배기가스등이다. 이렇게 발생된 대기중의 水銀은 雨와 雪을 통하여 地表에 沈着하는 濕性沈着과, 그 以外の 방법인 乾性沈着으로 除去된다.<sup>3)</sup>

그중 降雨중의 水銀濃度는 0.001~0.2 $\mu\text{g}/\ell$ <sup>2)</sup>라고 보고되어 있으며, 雨中の 총 水銀<sup>4)</sup>은 0.009~0.062 $\mu\text{g}/\ell$  유기수은은 0.0002~0.0015 $\mu\text{g}/\ell$ 으로 전체의 0.5~6.2%를 차지하고 있다. 이렇게 대기중에 放出된 水銀의 數%만이 發生源 근처에 강하하고 나머지는 대부분 넓게 확산하는 것으로 알려져 있다.

大氣中 水銀濃度는 일본도시지역의 경우 0.005~0.1 $\mu\text{g}/\ell$  정도로써 특별한 水銀排出源이 없는 한 0.02 $\mu\text{g}/\ell$  前後인 것으로 사료된다.<sup>5)</sup> 그리고 山間部 및 대조지역의 경우는 0.001 $\mu\text{g}/\ell$ ~0.005 $\mu\text{g}/\ell$  정도로 보고되었으며 세계보건기구인 WHO (1976)에 서는 직업인에 대한 노동위생 기준으로 50 $\mu\text{g}/\ell$ , 일반환경대기중의 guideline Value로서 15 $\mu\text{g}/\ell$ 을 정

하고 있다.9)

한편 매년 생산량이 증가하고 있는 형광등, 수은전지 등에 함유된 수은이 문제가 되고 있는데, 이들이 일반폐기물과 같이 처리되어, 그 중의 수은을 대기중으로 방출시키기 때문이다.

大氣中の 수은의 濃도와 舉動에 關한 研究는 今後에 있어서 生産活動의 活潑化함에 따라 水銀放出量이 增大함으로써 그 중요성을 더해 가리라 본다.

따라서 본 연구에 있어서는 서울시 대기중의 인위적 수은汚染의 실태를 把握하고자 金아말감捕集-無炎原子吸光分析法을 이용하여 서울시 大氣中 水銀 濃度를 8個 지점에서 1년간 포집 분석하여 약간의 지견을 얻었기에 보고하는 바입니다.

## II. 實 驗

### 1. 水銀捕集管의 製作

- 1) Chromosorb-A (40~60 mesh) 100mg 당 1mg의  $\text{HAuCl}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 를 취하여 sand bath상에서 혼화, 건조시킨후 電氣灰化爐에서  $800^\circ\text{C}$ 로 60分間 가열환원시켜 표면에 金을 coating 시킨다.
- 2) 內徑 6mm, 길이 130mm의 石英管 또는 pyrex관에 넣고 양쪽을 quartz wool로 막는다.
- 3) 2)의 관을 연소로에서 수은을 除去한  $\text{O}_2$  gas를 통과시키면서  $800^\circ\text{C}$ 로 3~5분간 가열하여 管內의 수은을 제거한 후 양단을 teflon film으로 密封하여 보관한다.
- 4) 試料의 採取直前に 開封하여 사용하고 採取後 다시 密封하여 분석한다.

### 2. 試料의 採取

Mini pump를 사용하여 수은 포집관을 연결한다. 흡입유량은 needle valve를 사용하여  $1.0\sim 2.0\text{l}/\text{min}$ 으로 조절하고 場所에 따라서 採取時間은 1時間에서 24時間으로 하여 試料를 採取한다.

흡입한 유량은 濕式 gas meter를 사용하여 正確히 측정한다. 이때

溫度, 날씨, 습도등도 함께 記錄한다.

### 3. 分析方法

水銀의 分析方法은 Fig.1에 표시한 것처럼 試料를 採取한 水銀捕集管을 mercury analyzer 외부에 따로 장치한 원통형 연소로에서 水銀을 제거한 O<sub>2</sub> gas를 통하면서 800℃로 3분간 강열하여 기화된 증기상태의 수은을 수은 분석기의 흡수 cell에 도입시켜 253.7nm의 파장에서 흡광도를 측정하고 絕對檢量線法을 利用하여 水銀의 濃度를 산출하였다.

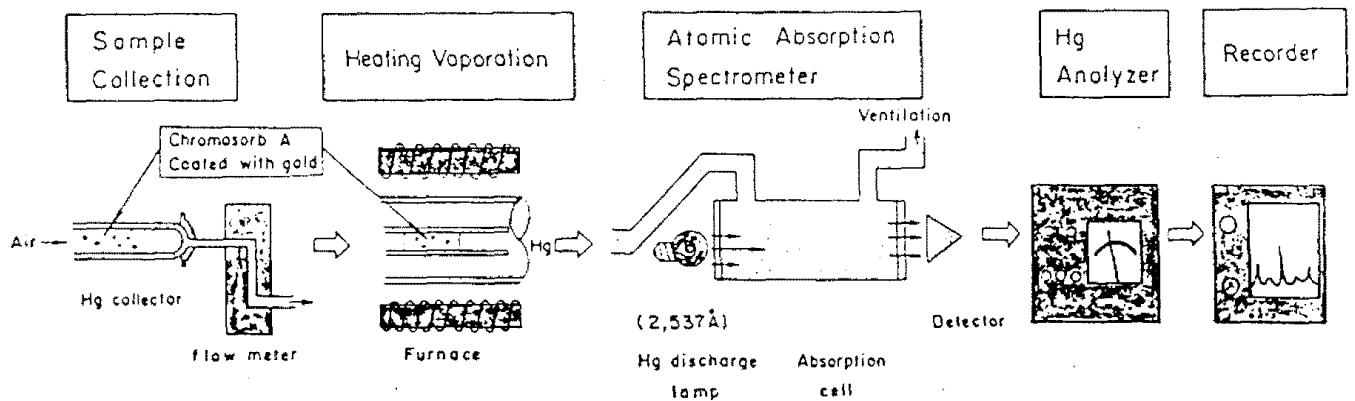


Fig. 1. Scheme of Mercury Determination by Cold Flameless Atomic Absorption Spectrometry.

## Ⅲ. 結 果

### 1. 대조지역

대조지역은 人爲的 汚染源이 거의 없는 산간지방 (강원도 평창군 도암면 용산리 황계, 진부, 경기도 포천군 내촌면 소학리)으로 도로에서 4~5km 떨어진 野山에서 Mp-30 CF型 mini pump를 設置하여 大氣中의 水銀을 採取하였다.

측정결과 水銀濃度의 범위는 1.0~7.0ng/m<sup>3</sup>이었고 平均値는 3.8±2.3ng/m<sup>3</sup>이었다.

### 2. 서울시 大氣中 水銀濃度의 分布

1988年 4月부터 1989年 3月까지 1년동안 市中心(광화문)에서 반경 5km, 10km, 15km로 구분하여 포집한 試料數는 141個 이며 大氣中 水銀濃度의 범위는 Grubbs法<sup>10)</sup>에 의하여 異常值 2개를 제외하면 5.0~88.8ng/m<sup>3</sup>이고 서울시 全地域의 平均値는 25.1±6.7ng/m<sup>3</sup> 이었다.

#### 1) 5km 地域 (종로, 청량리)

중심가 부근으로 採取場所는 삼일빌딩옆 도로 인접한 주차장과 청량리역 광장에서 採取하였다.

각 地域의 平均値는 종로=30.9 ±14.8ng/m<sup>3</sup>, 청량리=31.4±16.9ng/m<sup>3</sup>이었고 2個 地域의 平均値는 31.2±0.3ng/m<sup>3</sup> 이었다.

#### 2) 10km 地域(갈현동, 중앙대학교, 구로동)

採取場所로는 주거지역인 갈현동, 구로동, 중앙대학교이며 중앙대학교에서는 약학대학건물 옥상에서 採取하였다.

각 地域의 平均値는 갈현동=20.7±11.8ng/m<sup>3</sup>, 구로동=27.8±8.0ng/m<sup>3</sup>, 중앙대학교는 = 34.2±20.3ng/m<sup>3</sup>이며 3個地域 平均値는 27.6±5.5ng/m<sup>3</sup>이다.

#### 3) 15km 地域 (신림동, 창동, 잠실)

採取場所는 住宅地域인 관악구 신림동, 도봉구 창동, 잠실주변(아파트단지, 한강고수부지, 종합운동장, 올림픽공원)이다.

각 지역 平均치는 신림동 = 16.2±8.3ng/m<sup>3</sup>, 창동 = 19.3±4.5ng/m<sup>3</sup>, 잠실=21.7±15.9ng/m<sup>3</sup>으로 3個地域 平均値는 19.2±2.1ng/m<sup>3</sup>이었다.

#### 4) 大氣中 水銀濃度의 거리별 分布와 계절적 변동

거리별 水銀濃度의 平均値는 5km=31.2±0.3ng/m<sup>3</sup>, 10km=27.6±5.5ng/m<sup>3</sup>, 15km=19.2±2.1ng/m<sup>3</sup>을 나타냈다.

이 결과를 볼때 도시 중심부에서 멀어질수록 水銀濃度가 감소하는 것은 大氣汚染으로 인한 중심부의 온도 상승과 자동차 배기가스, 연료연소등에 의하여 水銀濃度가 높음을 알 수 있다.

또 계절적 변동으로는 5km지역에서는 여름에 높은 수치를 나타내는데 이것은 온도와 상관관계가 있음을 나타내며 주거지역인

10km지역에서는 봄, 겨울에 가정용 연료인 연탄<sup>11)</sup> 소비가 大氣中 水銀濃度 增加에 크게 기여함을 알 수 있다.

### 3. 大氣中 水銀濃度の 日間變化

大氣中 水銀濃度の 日間變化를 관찰하기 위해, 採取場所로 주거지역을 擇하였고 4月, 6月 2회에 걸쳐 2시간마다 포집하였다.

그결과 온도가 높은 14~18시 까지가 大氣中 水銀濃도가 가장 높다고 보고한 Macarthy<sup>12)</sup>, 趙<sup>11)</sup>등에 의한 연구와 본 실험과 유사함을 알 수 있다.

### 4. 高度에 따른 大氣中 水銀濃度の 分布

1989年 2月 10日, 採取場所로 목동APT. 9단지 (地上 15層)를 택하여 地上 0.5m, 20m, 40m의 3地點에서 동시에 각각의 시료수 5개씩, 총 15개를 2시간마다 포집하였다. 地上 0.5m에서는  $11.0 \pm 1.8 \text{ng/m}^3$ , 20m에서는  $8.0 \pm 2.8 \text{ng/m}^3$ , 40m는  $5.8 \pm 2.2 \text{ng/m}^3$ ,으로 나타났다. 이 결과 高度가 높아짐에 따라 大氣中の 水銀濃도가 減少하는 것을 알 수 있다.

## IV. 參 考 文 獻

1. Hitoshi Mukai : 大氣環境中 有機金屬化合物, 國立公害研究所 研究報告, 102號, 109~119 (1986)
2. 福崎紀夫 : 大氣環境中の水銀, J.Japan soc. Air pollut., 21, 1~12, (1986)
3. 中川良三 : 環境に關する水銀分析と の檢討, PPM. 9, 18~27, (1978)
4. 小林禧樹·渡邊弘 : 雨水中の ppt level の 有機水銀の定量, 大氣汚染學會誌, 19, 209~213, (1984)
5. 喜田村正次·近藤雅臣·瀧澤行雄·藤井正美 : 水銀, 講談社, 東京, p.247, (1976)
6. Williston, S.H. : Mercury in the atmosphere, J.Geoph.Res., 33, 7051~7055, (1978)

7. Thrane, K.E. : Background levels in of lead, cadmium, mercury and some Chlorinated hydrocarbons measured in south Norway, Atmos. Environ., 12, 1151~1161, (1977)
8. Slemr, F., Seiler, W., Ebering, C., Roggendorf, P. : The determination of total gaseous mercury in air at background levels, Anal. Chem. Acta., 110, 35~47, (1979)
9. Trujillo, P.E., Champbell, E.E. : Development of a multistage air sampler for mercury, Anal. Chem., 47, 1629~1634, (1975)
10. JIS Z8402 共同實驗にすける異常値の取り扱い方, 日本工業規格協會, 48~56, (1974)
11. 孫東憲, 玄基源, 崔哲豪, 池明求, 孟英鎮 : 市販煙炭中の總水銀含量에 關한 研究, 中央大學校 藥大學報, 26, 77~80, (1982)
12. Kaakinen, J.W., Jordan, R.M., Lawasani, M.H., Nest, R.E. : Trace element behavior in coal-fired power plant, Environ. Sci. Technol., 9, 862~869, (1975)