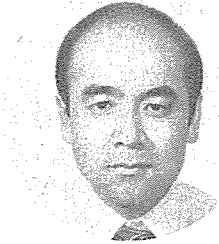


生活科学

相談



金建烈

(医博·서울대학병원내과)

◎ 머리말

美国「펜실바니아」州「스리마일 아일랜드」原子爐 사건과 우리나라의蔚山석유공단에서의食水「크로미움」汚染事件은 그 규모에 차이는 있지만 여러가지面에서 유사한 문제점을 제시하였다. 또 계속 論議될 것으로 전망된다. 即 自然 및 住居環境汚染에 依한 慣性露出效果가 어느만큼 그리고 어떻게 우리 人体에 影響을 미치고 있는나는 精確한 知識이 定立, 具備안된체 막연히 人体危害程度가 論議되는 가운데 社會에 많은 혼선을 주고 있음을 볼 수가 있었다. 上記 兩者 경우의 重要한 共通點은 現時點에서는 患者發生이 없었고 그리고 앞으로 發生할 것이라는 제 나름대로의 추측의 健康危害論爭이었다는 것과 편의상 정해진 環境基準值 해석의 입씨름과 公害 및 環境疫學(ENVIRONMENTAL EPIDEMIOLOGY) 分野의 資料가 동원되어야 하는 어려운 社會問題였다는데서 유사점이 있었다. 結局 兩件이 모두 석연치 않은 뒷말을 남긴채 갈아안고 있는 狀況이지만 우리나라 같이 急速히 産工業化하고 있는 경우, 경험없는 많은 化學物質을 취급하게 됨에 따라 勤勞者나 一般人에서 發生할 수 있는 急慢性中毒症의 可能性은 그 어느때 보다도 急増해있음을 생각할 수가 있다. 이런 차체에 앞으로 있을지도 모르는 유사한 문제점의 해결을 위해 「크로미움」 中毒症을 例로 삼아 環境汚染問題와 人体健康危害 문제를 中心으로 概觀해보고자 한다.

◎ 6價크로미움 (CrO<sub>3</sub>)

「크로미움」으로 形成되는 物質로서 1價, 2價, 3價, 5價 그리고 6價 「크로미움」 化學劑가 알려져 있는데 이中 3價와 6價 「크로미움」劑만이 生物學上 意義를 갖고 있고 特히 中毒症狀은 6價 「크로미움」에서만 현저히 나타나는 것으로 알려져 있다. 自然界에 散在해 있는 「크로미움」은 自然水에 10 ppb(PART PER BILLION) 以下라고 報告되어 있으나 1969年度 美國保健省調査에서의 어느 美國都市 上水道量에서의 「크로미움」 농도를 35 ppb 라고 報告했었다. 그러나 이 程度의 食水나 음식에서의 「크로미움」농도는 人体와 實驗動物에 別다른 副作用을 안일으키는 것으로 여러 研究者에 依해서 報告된바 있다. 3價의 「크로미움」은 糖과 脂肪質代謝에 重要역할을 한다고 알려져있고 「크로미움」缺令症이 있을때는 糖代謝異常(糖尿病)과 粥狀硬化症(ATHEROSCLEROSIS) 形成에 간접적으로 關여하고 있는 것으로 믿어지고 있다.

6價 「크로미움」劑의 市中에서의 使用은 主로 防腐蝕劑(CORROSIVE INHIBITOR), 彩料(PIGMENT), 야금술(METALLURGY), 耐火性 벽돌, 사진제판업, 製革業 기타 等等에서 사용되고 있다.

◎ 中毒症狀과 臨床診斷

職業上 長期間에 걸쳐 6價 「크로미움」에 露出된 勤勞者에서의 中毒症狀은 잘 알려져 있어 皮膚炎, 手指, 或은 上膊皮膚에 潰瘍性疾患, 鼻中膈의 窄孔, 喉頭의 炎症, 肝臟 및 腎臟의 異常等이 重要症狀이고 近來의 疫學調査에서는 長期露出對象에서의 肺癌發生率이 현저히(約20倍) 증가되어 있다는 것이 發見되고 있다. 人体露出은 大部分 氣道를 통한 吸入形態로서 職業上으로 0.1~0.15mg/m<sup>3</sup> 농도의 6價 「크로미움」에 長期露出됐던 勤勞者에서 鼻中膈의 潰瘍性疾患과 上氣道 자극증세, 기관지천식 및 기관지염증세가 報告되어 있고 作業場空氣의 6價 「크로미움」 농도 0.18~1.4mg/m<sup>3</sup> 에 2週日間 露出되었던 勤勞者에서 8週日後에 鼻中膈의 潰瘍과 穿孔을 나타냈음이 報告되고 있다. 그러나 이러

한 알려진 中毒症狀는 長期的으로 職業上 露出된 勤勞者에서 관찰된 症狀이고 職業性露出이 아닌 一般公衆에서의 非職業上露出(보통 低濃度露出)에서의 中毒症狀에 대해서는 現在로서 別로 알려진 것이 없다.

人体內에 吸收된 6 價 「크로미움」은 体内에서 (主로 皮膚) 3 價 「크로미움」으로 환원되고 血液속에는 極少數만이 殘存하고 外의 網狀內皮細胞系 肝臟, 脾臟, 睪丸, 骨髓 등에 「크로미움」이 親和性을 갖고 있어 比較的 他部位보다는 높은 組織濃度를 유지하는 것으로 알려져 있다. 尿 및 血中의 平均 「크로미움」濃度는 血液에서  $2.0\mu\text{g}/100\text{gm}$ , 尿에서  $0.4\mu\text{g}/100\text{gm}$ 가 正常範圍值로 알려져 있어 人体測定值의 뚜렷한 上昇은 環境基準值의 上昇을 兼해 있는 경우 診斷에 도움을 주는 경우가 있다.

다음으로 上記의 吸吸器를 통한 吸入경우 以外에 「蔚山梨樹化學」 食水汚染 사건들이 飲料水에 汚染物이 섞여있을 경우에 대해서는 확실히 알려진 集團汚染 및 患者發生의 기록이 아직까지는 없으며 1979年 3月 15日에 美國政府가 發行한 水質基準法(WATER QUALITY CRITERIA)에도 「크로미움」은 包含되어 있지 않다.

1977年 7月 1日 發行의 美國 FEDERAL REGISTER에 掲載되어 있는 飲料水 「크로미움」에 對한 기록에서 重要部分을 추려보면 다음과 같다. ① 「마이크로그램」( $\mu\text{g}$ ) 單位量의 「크로미움」은 主로 飲食에 依해서 人体에 공급되고 우리 몸의 糖質代謝에 꼭 必要한 物質이다.

② 6 價 「크로미움」의 毒性에 對해서는 吸入露出인 경우는 잘 알려져 있고 主로 職業性露出인 경우 吸吸器系統 癌疾患의 發生을 높이는 것으로 되어 있다. ③ 非職業性露出인 低濃度長期露出인 경우에 對해서는 癌疾患發生을 증가시킨다는 증거는 아직 없다. ④ 自然水에서 發見되는 「크로미움」은 主로 溶解性이 적은 3 價 「크로미움」이 大部分이다. ⑤ 自然水에서의 平均 「크로미움」濃度는  $0.01\text{mg}/\text{l}$ 이고 최고수치로서  $0.11\text{mg}/\text{l}$ 까지 檢出된 일이 있다. ⑥ 美國人에서의 1日 平均 「크로미움」섭취량은  $60\sim 280\mu\text{g}/\text{day}$ 로 추정하고 있다. ⑦ 「크로미움」 中毒症은 그 物質이 몇 價 化學物質인가에 달려 있다. ⑧ 動物實

驗用 「쥐」에서 3 價 「크로미움」濃도가  $25\text{mg}/\text{l}$ 되는 음료수를 주면서 사육한 결과 1年以上 副作用을 안나타냈고  $5\text{g}/\text{l}$ 濃도를 준 경우는 「쥐」의 全年輪기간동안 특별한 副作用을 안보였다.

3 價 「크로미움」의 急性中毒量은  $1\text{gm}/\text{kg}$ 로 추정함.

⑨ 動物實驗用 「쥐」에서 6 價 「크로미움」濃도가  $25\text{mg}/\text{l}$ 되는 음료수로 사육한 實驗群에서 1年以上 特別한 副作用을 보였고 6 價 「크로미움」濃도가  $11\text{mg}/\text{l}$ 되는 음료수로 4年以上 사육한 「개」에서 特別한 副作用을 관찰하지 못했다.

⑩ 現在 美國의 PRIMARY DRINKING WATER REGULATION은  $0.05\text{mg}/\text{l}$ 가 최고허용 기준이고 北歐의 몇나라는  $0.1\text{mg}/\text{l}$ 를 채택하고 있다.

### ◎ 環境基準值 (THRESHOLD LIMIT VALUE=TLV)

人体毒物學(TOXICOLOGY) 分野에서 가장 어려운 문제의 하나는 어떤 한 종류의 藥, 或은 毒物의 人体安全度 및 量을 정하는 것이라고 할 수 있다. 더구나 環境汚染物質에 依한 人体에의 安全基準值을 인위적으로 정하는 것은 그것이 慢性경과의 低濃度露出이라는데서 더욱 어려움을 주고 있다. 따라서 基準值가 어떤 魔力을 지닌 安全基準值가 아니라는 것을 生覺하는 가운데 基準值 해석時의 신중을 요구하고 있다.

「크로미움」인 경우 人体內에의 吸收經路에 따라 두가지로 区分해서 생각하면 다음과 같다.

(A) 氣道를 통한 吸入經路時(大氣汚染物로서) CHROMIC ACID MIST 나 CHROMATE 먼지등은 甚한 氣道刺戟劑와 皮膚刺戟劑로서 現在까지 알려진 人体에의 效果는 大部分 吸入을 통한 体内흡수時의 毒性을 설명하고 있다.

이 경우의 環境基準值는 TWA로서  $0.05\sim 0.1\text{mg}/\text{m}^3$ 가 現在 世界에서 通用되고 있는 基準值이다. TWA는 TIMES WEIGHTED AVERAGE의 약자로서 예를 들어  $0.1\text{mg}/\text{m}^3$ 에 농도에 2시간,  $0.15\text{mg}/\text{m}^3$ 에 3시간,  $0.2\text{mg}/\text{m}^3$ 에 4시간, 露出했을 경우의 9시간 作業時間에 걸친 環境

測定值 TWA의 計算은

$$TWA = \frac{C_1 t_1 + C_2 t_2 + \dots + C_n t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n} \quad \left( \begin{array}{l} C = \text{농도} \\ t = \text{시간} \end{array} \right)$$

$$\text{即 } TWA = \frac{0.1 \text{ mg} \times 2 + 0.15 \text{ mg} \times 3 + 0.2 \text{ mg} \times 4}{2 + 3 + 4} = 0.16$$

吸入經路인 경우, 使用하는 汚染物 추정단위로서 ppm, mg/L, mg/m<sup>3</sup> 등이 混用되고 있어서 이들의 關係를 公式로 表示하면 다음과 같다.

$$\text{即 } 1 \text{ ppm} = \frac{24.45 \ell \times \text{mg/L}}{\text{分子量(mg)}} = \frac{\text{mg/L} \times 1,000}{\text{mg/m}^3}$$

예를 들어서 大氣中에 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>가 4.7 ppm 이라고 하면

$$4.7 \text{ ppm} = \frac{24.45 \ell \times x \text{ mg/L}}{99,990 \text{ mg}}$$

$$\begin{aligned} x \text{ mg/L} &= \frac{4.7 \text{ ppm} \times 99,990 \text{ mg}}{24.45 \ell} \\ &= 12220.98 \text{ ppm} \cdot \text{mg/L} \\ &= 12220.98 \times 10^{-6} = 0.019 \text{ mg/L} \\ 0.019 \text{ mg/L} \times 1,000 &= 19 \text{ mg/m}^3 \end{aligned}$$

다음예로 水中에 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>이 4.7 ppm 이라고 하면 4.7 ppm = 4.7 mg/L 로 그대로 전환 사용할 수가 있다.

(B) 經口攝取時(飲食形態로서): 美國의 「臨時飲料水規定」(INTERIM PRIMARY DRINKING WATER REGULATION)에서는 上限界值로서 0.05 mg/L를 채택하고 있는데 실제로 이 數値는 "FEDERAL REGISTER"誌의 표현을 빌리면 MAXIMUM NO-OBSERVED-HEALTH EFFECT CONCENTRATION (危害作用 나타나는 최고농도)의 百分之 1에 해당하는 數値라고 表現하고 있다. 환언해서 0.05 mg/L의 100倍인 5 mg/L가 되어도 뚜렷한 危害作用이 관찰 안되었다고 해석할 수 있다.

現在까지는 人體에서의 多量經口攝取時의 急性中毒作用에 對한 精確한 報告는 알려진 것이 없고 지난번의 「蔚山食水汚染소동」의 경우, 만일 측정방법과 數學처리가 精確한 4.7 ppm이었다고 하면 (이 數値는 日刊新聞에서 引用했음) 現在로서 基準值는 훨씬 초과하고 있는 汚染度이지만 人體副作用에 對해서는 危害위험이 없는 上限界值주변의 數値라고 해석할 수가 있다. 그러나 露出人口의 계속적인 관찰과 「모니터링」만이 앞으로 생길 수 있는 公害보상 논쟁해결을 위해 해답을 주는 멀고 긴 疫學調査의 役事가 強調되는 때라고 할 수 있다.

### ◎ 結 論

앞으로 再然될 수 있는 環境汚染과 健康危害문제 의 해결을 위해 汚染度 「모니터링」을 위한 測定方法의 標準化, 그리고 이들에 바탕을 둔 精確한 疫學調査가 基本所見으로서 갖추어지므로 앞으로의 문제해결에 실마리가 될것으로 생각한다.

### ◎ 參考文獻

- (1) Federal register: Water Quality Criteria, EPA, March 15, 1979(15926-15981) Vol. 44, No. 52.
- (2) Federal register, Water program-National Interim Primary Drinking Water Regulations, EPA, 40(248), 59566, 1975
- (3) ACGIH: Threshold Limit values for Chemical substances in Workroom Air Adopted by ACGIH for 1978
- (4) US DHEW(NIOSH) Publication: The Industrial environment its evaluation and control. U. S. Government printing office, Washington D. C.
- (5) Proctor, N. H., Hughes, J. P.: Chemical Hazards of the Work place, J. B. Lippincott Company, 1978
- (6) Casarett, L. J., Doull, J.: Toxicology, the Basic science of poisons, Macmillan publishing co., Inc. New York 1975
- (7) US DEW(NIOSH): Summary of NIOSH Recommendations for Occupational Health Standards, October 1978
- (8) US DEW(NIOSH) publication No. 76-129: Chromium(IV), Criteria for a recommended standar ..... Occupational exposure to Chromium(IV), 1975
- (9) US DEW(NIOSH) Publication no. 75-157(A-C): NIOSH Manual of Analytical methods, 1977
- (10) Lippman, M., Schlesinger, R.: Chemical contamination in the human environment, Oxford University press, New York, 1979