

## 市乳中の Cu, Fe, Zn, Mn, Pb, Cd, 含量에 關한 研究

金 大 善

서울대학교 保健大學院

### A Study on the Content of Cu, Fe, Zn, Mn, Pb, Cd in Market Milk

Dae Seon Kim

*School of Public Health, Seoul National University*

#### Abstract

In order to determine the content levels of trace metals in cow's milk, 79 market milk samples were collected from markets in major cities of Korea from July to August, 1985 and analyzed for content levels of Cu, Fe, Zn, Mn, Pb, Cd.

The Results were as follows ;

Cu,	average	43.5 $\mu\text{g} / \text{l}$
	range	14 ~ 172.7 $\mu\text{g} / \text{l}$
Fe,	average	398.4 $\mu\text{g} / \text{l}$
	range	35 ~ 1,873 $\mu\text{g} / \text{l}$
Zn,	average	2.917 $\text{mg} / \text{l}$
	range	1.233 ~ 7.46 $\text{mg} / \text{l}$
Mn,	average	26.74 $\mu\text{g} / \text{l}$
	range	7.6 ~ 102 $\mu\text{g} / \text{l}$
Pb,	average	33.9 $\mu\text{g} / \text{l}$
	range	N.D. ~ 105 $\mu\text{g} / \text{l}$
Cd,	average	1.73 $\mu\text{g} / \text{l}$
	range	N.D. ~ 5.4 $\mu\text{g} / \text{l}$

#### I. 緒 論

産業이 發展해 오면서 最近의 急速한 工業化

와 都市化에 따른 環境汚染이 地球上의 人類와 그들이 攝取하는 各種 食品에 미치는 影響이 적지 않게 深刻한 狀況에 이르고 있으며<sup>1)</sup> 그 예로 牛乳<sup>8),9)</sup>와 人乳<sup>10)</sup>를 비롯한 肉類<sup>31)</sup>·穀

類<sup>2)</sup>·野菜類<sup>28)</sup>·果實類<sup>33)</sup>에서도 有害性 金屬이 檢出되고 있는 實情이다.

現在까지 高等動物에 있어서 必須微量元素로 밝혀진 Fe, I, Cr, Cu, Mn, Zn, Co, Mo, Se, Sn, V, F, Si, Ni, As 등도 體內 攝取程度가 지나치면 오히려 해로운 影響을 주게 되는데<sup>3)</sup> 우리가 攝取하는 食品에 있어서의 殘留金屬中 必須微量元素도 汚染에 의해 그 含量이 지나치게 높아지면 이들의 攝取에 의해 健康障礙를 일으키게 되므로 미국·캐나다·영국·일본등에서는 水産物 및 一般食品에 對해 이들 金屬의 限界值를 設定하여 法的인 規制를 加하고 있는 實情이다.<sup>34)</sup>

우리나라에서의 牛乳의 生産量은 1972年 79,852톤에서 1984年 844,299톤으로, 國民 1人當 消費量 역시 1972年 2,383g에서 1984年 20,500g으로 계속 增加趨勢에 있으며<sup>3)</sup> 그 營養의인 面에서도 牛乳는 매우 重要한 位置에 있는 食品이다<sup>31),32)</sup>. 이러한 점을 考慮해 볼때 지금까지의 牛乳에 관한 研究는 大개 微生物學的 營養學的 研究 爲主였으며, 近來 殘留農藥에 대한 研究發表가 있었을 뿐<sup>3)</sup>, 殘留金屬에 對해서는 研究가 未洽한 實情이다. 이에 우리가 日常 飲用하는 商品化된 牛乳 中の 有害金屬의 與否 및 含量과 必須微量元素의 含量程度를 把握함으로써 環境汚染物質에 의한 食品汚染의 防止·對策樹立 및 將次的 限界值 設定에 基礎資料로 提供하고자 本 研究를 實施하게 된 것이다.

## II. 實驗對象

### 1. 試料의 準備

1985年 7月 10日부터 8月 20日 사이에 全國 7個都市에서 市販되고 있는 牛乳 中 加工乳를 除外한 79個의 白色市乳를 最小包裝單位로 收去하여 4℃에 保管한 다음 72時間內에 實驗하였다.

## 2. 實驗項目

우리나라에서 生産·市販되고 있는 市乳 中の 구리·철·아연·망간·납·카드뮴의 含有量을 實驗하였다.

## III. 實驗方法 및 測定方法

### 1. 試藥 및 金屬標準液

過鹽素酸, 鹽酸, 구연산 이 암모늄용액, 암모니아수는 有害金屬測定用으로, 窒酸은 試藥特級으로 使用하였으며 황산암모늄용액과 D. D. T. C. (Sodium N, N-Diethyl Dithio Carbamate Trichloride)와 M. I. B. K. (Methyl Iso-butyl Keton)는 原子吸光分析用(日本 和光純藥製)을 使用하였다.

金屬別 標準原液은 原子吸光分析用(日本 Junsei 製)을 사용하였으며 金屬別 標準原液의 條件은 Table 1과 같다.

### 2. 機器裝置

測定은 原子吸光分光光度計(Perkin Elmer 372)로 하였으며 使用가스는 아세틸렌가스였고, 전구는 Hollow Cathode Lamp (S & J Juniper Co.)를 사용하였다.

測定時 原子吸光分光光度計의 條件은 Table 2와 같다.

### 3. 實驗過程

#### 1) 試料의 分析

Table 1. Standard solutions of metals.

Metal	Compound	Solvent	Concentration
Cu	CuCl <sub>2</sub>	IN-HCl	1ml = 1mg Cu
Fe	FeCl <sub>2</sub>	I-HCl	1ml = 1mg Fe
Zn	Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	IN-HNO <sub>3</sub>	1ml = 1mg Zn
Mn	MnCl <sub>2</sub>	IN-HCl	1ml = 1mg Mn
Pb	Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	IN-HNO <sub>3</sub>	1ml = 1mg Pb
Cd	CdCl <sub>2</sub>	IN-HCl	1ml = 1mg Cd

Table 2. Analytical Conditions of Atomic Absorption Spectrophotometer.

Metal	Wave Length (nm)	Lamp Current (mA)	Slit Setting (nm)	Flame Description
Cu	324.8	6	0.7	Air-Acetylene
Fe	248.3	10	0.2	Air-Acetylene
Zn	213.9	4	0.7	Air-Acetylene
Mn	279.5	10	0.2	Air-Acetylene
Pb	283.3	5	0.7	Air-Acetylene
Cd	228.8	5	0.7	Air-Acetylene

試料內 有機物의 分解는 窒酸-過鹽素酸分解法<sup>7,27)</sup> 에 따라 試料 50ml를 300ml用 Kje-ldahl flask에 취한 후, 질산과 과염소산을 加하여 加熱分解시켰다. 過鹽素酸의 白煙이 發

生하면 分해를 완료하고 냉각시켰다.

2) Cu, Fe, Zn, Mn, Pb, Cd의 定量

環境汚染公定試驗法의 重金屬試料 溶煤抽出法<sup>7)</sup>에 따라 1項의 方法으로 有機物를 分해한 試料에 증류수 50ml와 구연산 이 암모늄용액 (25W/V%) 10ml와 브롬티몰 블루우 에틸알코올용액(0.1 W/V%)을 두방울 넣고, 液의 色이 황색에서 녹색으로 변할때까지 암모니아수 (1+1)를 한방울씩 떨어뜨린 다음, 황산암모늄용액 (40 W/V%)을 10ml 넣고, 분액 깔대기로 옮겨, 디에틸디티오 카르바민나트륨용액 (10 W/V%) 10ml를 넣어 흔들어 섞고, 數分間 定置하였다. 그리고 메틸이소부틸케톤 20 ml을 정확히 넣어서 10分間 진탕하여 다시 定置한 후, 메틸이소부틸케톤층을 100ml 비이커에 취하여 모래를 1cm 정도 덮은 열판 위에서 휘산시키고, 질산과 과염소산을 加하여 비이커內 건조물을 다시 용해시킨 후, 다시 揮散시켜 0.1N 鹽酸으로 녹인 다음, 원자흡광광도계로 測定하였다.

이상의 실험과정을 Fig. 1에 표시하였다.

IV. 實驗結果 및 考察

試料 79 個를 대상으로 여섯 종류의 미량금속 함량을 測定한 결과는 Table 3과 같았다.

1. 구 리

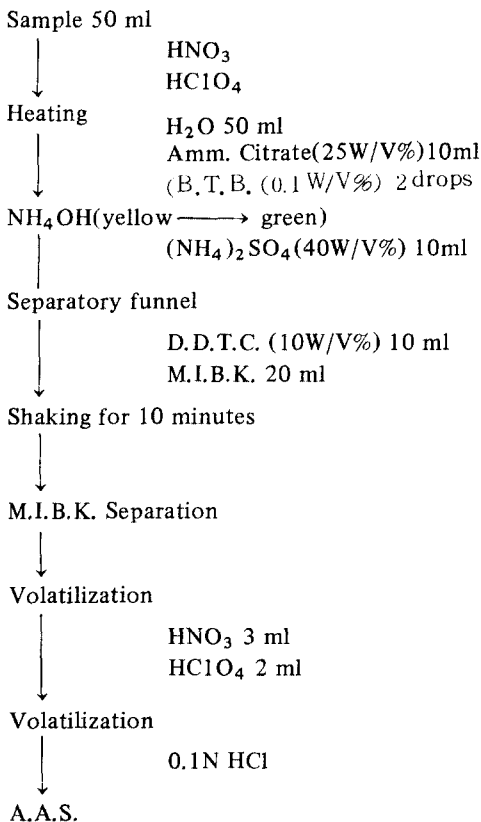


Fig. 1. Determination method of trace metals in market milk.

Table 3. Metal Concentrations and Ranges in Market Milk

	Average	S. D.	Range
Cu ( $\mu\text{g} / \text{l}$ )	43.5	23.7	14-172.7
Fe ( $\mu\text{g} / \text{l}$ )	398.4	320	35-1873
Zn ( $\text{mg} / \text{l}$ )	2.917	0.896	1.233-7.463
Mn ( $\mu\text{g} / \text{l}$ )	26.74	14.41	7.6-102
Pb ( $\mu\text{g} / \text{l}$ )	33.9	30.0	N.D.*-105
Cd ( $\mu\text{g} / \text{l}$ )	1.73	1.29	N.D.-5.4

\* N.D.-Not Detected

The Limit of Detection (L.O.D.) of Pb is  $5.5\mu\text{g} / \text{l}$

The L.O.D. of Cd is  $0.2\mu\text{g} / \text{l}$

試料 79 個에서 測定된 Cu의 平均濃度는 l 당  $43.5\mu\text{g}$  이었고, 범위는 l 당  $14\sim 172.7\mu\text{g}$  이었으며, 試料中에서 50%가  $35.1\mu\text{g} / \text{l}$  이하였고 95%가  $72\mu\text{g} / \text{l}$  이하였다. 試料의 Cu 含有量에 관한 分布를 Fig. 2 에 나타내었다.

J. C. Bruhn과 A. A. Franke<sup>8)</sup>는 미국 California 지방의 市乳 中에서, Cu 含量의 平均을  $41\mu\text{g} / \text{kg}$  으로, 범위를  $23\sim 115\mu\text{g} / \text{kg}$  으로 보고 하였고, Murthy<sup>9)</sup> 등은 미국 全域의 市乳를 대상으로 하여 平均을  $86\mu\text{g} / \text{l}$ , 범위를  $44\sim 190\mu\text{g} / \text{l}$  로 보고하였고, 독일의 Renner<sup>12)</sup>는 平均을  $120\mu\text{g} / \text{l}$ , 범위를  $10\sim 700\mu\text{g} / \text{l}$  으로, 日本의 水村經明<sup>10)</sup>은 平均  $103\mu\text{g} / \text{l}$  로 보고하였다.

牛乳에 있어서 Cu는 Hemoglobin 형성에 필요하며 各種 酸素의 構成成分이 되는 反面, Fe와 脂肪의 酸化를 촉진하여 酸化臭의 原因이 된다고 알려져 있으며<sup>11)</sup>, Cu 함량은 糞, 泌乳기간, 사료내 Cu의 상태, 살균 후의 처리, 저장상태에 따라 크게 달라지는데<sup>9)</sup> 本實驗의 結果로는 水村과 Murthy 등에 비해 낮은 수치를 나타내었으나, Bruhn 등과는 差異가 없는 같은 수준으로 나타났다.

Murthy<sup>9)</sup> 등은 市乳의 Cu 농도에서 계절적 변화를 보고하였는데, 이번 實驗의 試料는 하절기에만 수집되었으므로 계절적 변화를 감지

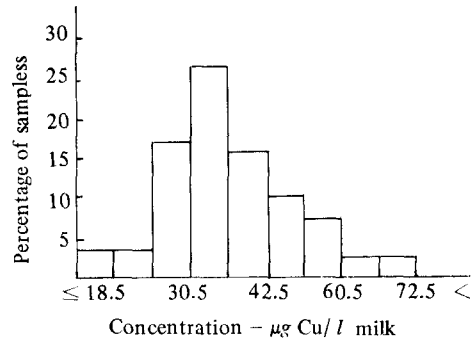


Fig. 2. Frequency distribution of concentrations in market milk.

할 수가 없었다.

Murthy<sup>13)</sup> 등은 人乳에서  $0.24\pm 0.08\text{ppm}$  Cu 함량을 보고한 바가 있는데, 독일의 Renner<sup>12)</sup>는 生後 1年以内의 아기에게는 體重의 증가에 따라  $300\sim 1,000\mu\text{g}$ , 成人에게는  $2\text{mg}$  을 1일 권장치로 기술하고 있다.

## 2. 鐵

Hemoglobin과 呼吸酸素의 構成成分으로 대부분이 脂肪球와 結合하여 있고 Xanthine oxidase peroxidase의 構成成分으로 알려진 Fe의 경우<sup>11,14)</sup>, 試料 79 個에서 平均含量이  $398.4\mu\text{g} / \text{l}$ , 범위가  $35\sim 1873\mu\text{g} / \text{l}$  이었으며 이중 50%가  $293\mu\text{g} / \text{l}$  이하였고, 95%가  $1\text{mg} / \text{l}$  이하였다. 本實驗의 Fe 含量에 관한 分布를 Fig. 3 에 나타내었다

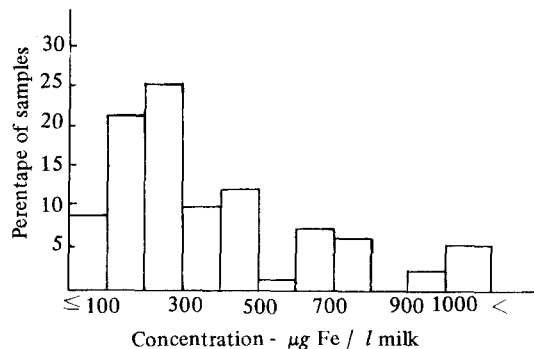


Fig. 3. Frequency distribution of Fe concentrations in market milk.

牛乳 中の Fe 含量은 젖소의 품종과 泌乳기간에 따라 변하는데 非正常的으로 Fe의 含量이 높은 경우는 牛乳를 저장하는 용기의 汚染과 Fe를 測定하는 方法의 부적절함 때문인데 初乳의 경우 正常乳보다 2~3배의 Fe를 함유하고 있다.<sup>9)</sup>

Murthy<sup>9)</sup> 등은 美國全域의 市乳에서 Fe 含量을 평균 640 $\mu\text{g}/\text{l}$ , 범위를 200~1510 $\mu\text{g}/\text{l}$ 로 보고하였으며, 日本의 今村<sup>10)</sup>은 620 $\mu\text{g}/\text{l}$ 로 발표하였으며, 獨逸의 Renner<sup>12)</sup>는 60~1,000 $\mu\text{g}/\text{l}$ 의 범위에 평균을 530 $\mu\text{g}/\text{l}$ 라고 기술하고 있다. 또 Murthy<sup>13)</sup> 등은 人乳內 Fe 含量을  $0.84 \pm 0.41 \text{ ppm}$ 으로 보고한 바가 있는데, 牛乳內 Fe 含量은 人乳 및 기타 動物乳에 비해 낮아 調製粉乳 製造時에 Fe를 첨가하는 것으로 알려져 있다.

本 實驗에서의 結果는 Murthy, 今村, Renner에 비해 낮은치를 보이고 있는데, 이는 本 實驗의 試料가 夏節期에 收去되었고, 또한 夏節期の 牛乳內 脂肪含量이 다른 계절보다 낮다는<sup>11,14)</sup> 것과 대부분의 Fe가 脂肪球와 結合한다는<sup>11,14)</sup> 것을 감안할 때, 季節의 영향을 크게 받았다고 생각되며, Murthy 등<sup>9)</sup>도 牛乳內 Fe 含量의 계절적 변화를 조사하여 보고하였는데, 이들도 夏節期の 含量이 가장 낮았다고 하였다.

Fe의 1日 권장량에 관해서 Renner<sup>12)</sup>는 生後 1年 以內의 아기의 경우 體重의 증가에 따라 5~15mg, 15~18세된 남자의 경우 10~18mg, 여자의 경우 15~18mg으로 기술하고 있다.

### 3. 亞 鉛

本 實驗의 試料 79 個中 Zn의 평균含量은 2.917mg/l이었으며 범위는 1.233~7.463mg/l이었는데, 이 중 50%가 2.855mg/l, 94%가 4mg/l이하였다. Zn 含量에 관한 分布를 Fig. 4에 나타내었다.

사료의 Zn 含量, 젖소의 품종, 계절적 변화가 牛乳의 Zn 含量에 有意한 영향을 끼치지 못하고 착유기간에도 변화가 없다는 보고가 있으며<sup>9)</sup>, Parkash와 Jenness<sup>15)</sup>는 牛乳中 Zn의 약 88%가 Casein과 結合한다고 보고했고, Bruhn 등<sup>8)</sup>은 protein 含量의 증가에 따른 Zn의 증가를 보고했다.

Murthy 등<sup>9)</sup>은 美國産 市乳 中の Zn 含量을 평균 3.28mg/l로 보고 하였고, 독일의 Renner<sup>12)</sup>는 1.5~7mg/l의 범위에 평균을 3.6mg/l라고 기술하고 있으며, Bruhn 등<sup>8)</sup>은 美國 California 지방의 市乳에서 本 實驗의 試料와 같은 종류인 Regular milk에서 3.61mg/kg으로 보고 하였다.

Murthy<sup>13)</sup> 등은 人乳에서  $1.34 \pm 0.94 \text{ ppm}$ 으로 Zn의 含量을 보고 하였으며, Renner<sup>12)</sup>는 Zn의 1日 권장량을 生後 1年미만의 乳兒의 경우 3~6mg, 成人의 경우 12mg으로 기술하고 있는데, 이 권장치로 계산하면 國內 市販 市乳를 200ml 마실 경우 1日 권장치의 약 5%에 해당하는 Zn을 섭취한다고 볼 수 있다.

### 4. 망 간

本 實驗에서 Mn 含量은 1당 평균 26.7 $\mu\text{g}$ , 범위는 1당 7.6~102 $\mu\text{g}$ 이었는데 이 중 94%

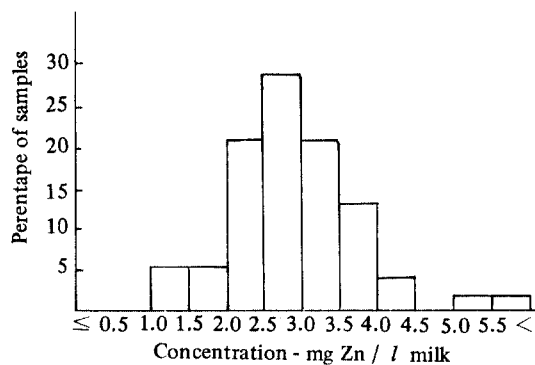


Fig. 4. Frequency distribution of Zn concentrations in market milk.

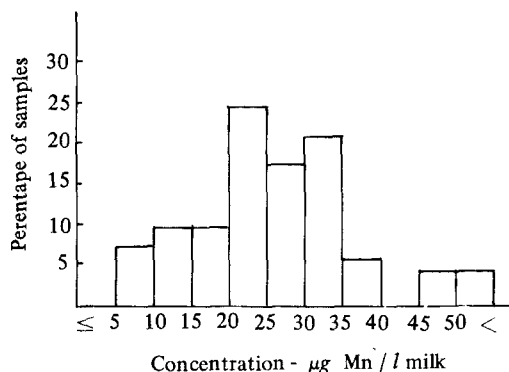


Fig. 5. Frequency distribution of Mn concentrations in market milk.

가  $38.4 \mu\text{g/l}$  이하였으며 이의 분포를 Fig. 5에 나타내었다.

Mn은 우리 몸속 필수미량원소로서, 부족 시에 골격형성에 영향을 받지만 중독 시에는 신경계통에 이상이 생긴다고 알려져 있는데<sup>16,20</sup> 분만 후 5일 동안의 初乳에서 1당  $160 \mu\text{g}$ 에서  $60 \mu\text{g}$ 으로 감소했다는 보고가 있으며, 사료로 Mn을 투여할시 1당  $24.5 \mu\text{g}$ 에서,  $27.4 \mu\text{g}$ 으로, 牛乳內 含量이 증가했다는 보고가 있다.<sup>9)</sup>

Murthy 등<sup>9)</sup>은 美國産 市乳에서 Mn의 含量을 평균  $91 \mu\text{g/l}$ , 범위는  $33 \sim 211 \mu\text{g/l}$ 로 보고하였으며, 日本의 榎村<sup>10)</sup>은  $40 \mu\text{g/l}$ 로 보고하였고, 독일의 Renner<sup>12)</sup>는  $10 \sim 280 \mu\text{g/l}$ 의 범위에 평균을  $50 \mu\text{g/l}$ 라고 기술하고 있다. 한국의 金<sup>14)</sup>은 牛乳에서의 Mn을  $20 \mu\text{g/kg}$ , 人乳에서는  $7 \mu\text{g/kg}$ 으로 기술하고 있는데, 本實驗의 結果는 金의 내용보다는 높게 나타났으나 Murthy 등, 榎村, Renner에 비해 상당히 낮게 나타났다. 이에선 우리나라의 목초지, 목초, 급여사료의 미량금속함량에 관한 연구가 先行되어야 하며 광범위한 원인규명 연구가 필요하다고 본다.

Murthy 등<sup>9)</sup>은 人乳에서의 Mn을  $0.12 \pm 0.07 \text{ ppm}$ 으로 보고 하였는데, 이와 비교하여 볼

때 牛乳가 人乳에 대해 Mn의 含量이 월등히 높다고 볼 수 있으며, Renner<sup>12)</sup>는 1일 권장치를 1세미만의 乳兒일 경우  $500 \sim 1,000 \mu\text{g}$ , 成人의 경우  $4,000 \mu\text{g}$ 으로 기술하고 있다.

## 5. 납

79개의 試料에서 검출된 Pb는 1당 평균이  $33.9 \mu\text{g}$ , 범위가 N.D.  $\sim 105 \mu\text{g}$ 이었으며 試料의 50%가  $23.7 \mu\text{g/l}$  이하였고, 95%가  $84.4 \mu\text{g/l}$  이하였다. 농도의 도수분포는 낮은 쪽으로 치우치는데 Fig. 6에 나타내었다.

牛乳에 있어서의 Pb는 처리가공도중 물·용기·기계등으로부터 오염될 수도 있으며, 개소린의 Tetraethyllead로 인하여 식물표면과 곡물에 납염화물 입자로서 부착되고, 후에 이를 먹은 소가 생산하는 牛乳의 出現하게 되기도 하는데, 사람이 납중독을 일으키는 초기 血中濃度는  $0.6 \sim 1.0 \text{ ppm}$ 으로 알려져 있다.<sup>5)</sup> Bruhn 등<sup>8)</sup>은 美國 California州의 市乳에서 Pb의 含量을 평균  $60 \mu\text{g/kg}$ , 범위는  $5 \sim 183 \mu\text{g/kg}$ 으로 발표하였으며, Murthy 등<sup>9)</sup>도 California州에서 收去한 市乳에서 Pb의 含量을 평균  $57 \mu\text{g/kg}$ , 범위는  $19 \sim 104 \mu\text{g/kg}$ 으로 보고하였는데, 美國全域의 市乳를 대상으로 都市別 平均을  $23 \sim 79 \mu\text{g/kg}$ 으로 보고하였다.

英國의 Harrison<sup>18)</sup> 등과 Ratcliffe<sup>19)</sup>는 牛

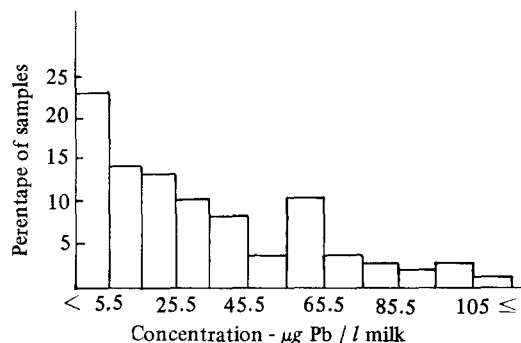


Fig. 6. Frequency distribution of Pb concentrations in market milk.

乳內 Pb를 평균  $20\mu\text{g}/\text{kg}$ , 범위는  $20\sim 70\mu\text{g}/\text{kg}$ 으로, 독일의 Renner<sup>12)</sup>도 牛乳의 Pb를 평균  $30\mu\text{g}/\text{l}$ , 범위를  $2\sim 70\mu\text{g}/\text{l}$ 로 기술하고 있다. 그리고 人乳에서의 Pb를 Murthy<sup>13)</sup> 등은  $12\pm 4\mu\text{g}/\text{kg}$ 으로, Bailus<sup>21)</sup> 등은  $20\mu\text{g}/\text{l}$ 로 보고한 바가 있다.

Durie 등<sup>20)</sup>은 Pb의 環境汚染과 牛乳內 Pb의 관계를, Pb가 오염이 안된 지역에서는 牛乳中 Pb가  $20\mu\text{g}/\text{kg}$ 인 反面, 오염된 지역의 牛乳에서는  $1,600\sim 1,900\mu\text{g}/\text{kg}$ 이었다고 보고하였다.

Mahaffy 등<sup>19)</sup>은 여러가지 重金屬의 총식사 섭취량을 WHO/FAO가 잠정적으로 권장한 허용섭취기준( $429\mu\text{g}/\text{day}$ )과 비교하였는데 남의 허용치의 평균섭취는 14%라고 했으며, Schroeder<sup>22)</sup>는 70kg의 사람에게서  $120\text{mg}$ 의 Pb가 體內에 있으며, 평균 1일섭취량을  $0.3\text{mg}$ 이라고 했다.

本實驗의 結果는 美國의 Bruhn 등과 Murthy 등에 비해 낮은 數値를 나타내고 있는데, 장차 牧草地의 토양과 各種 牧草 및 濃厚사료에 있어서도 그 Pb含量을 研究하여야 할 과제라고 생각한다.

本實驗의 Pb項目 測定時, 定量限界는  $5.5\mu\text{g}/\text{l}$ 였으며 不檢出된 試料(N. D. ; Not Detected)는 그 金屬物質을 含有하되 定量限界이하를 뜻하는 것으로 그 처리방법은 통용된 바가 아직 없으나 金等<sup>23)</sup>처럼 合理的인 計算을 위한 한 방법으로 合計 및 平均値를 計算할 때 定量限界値의 반값으로 計算하였는데 앞으로 이런 N. D.에 對해서도 더 검토가 있어야 할 것으로 본다.

## 6. 카드뮴

本實驗에서의 Cd는 1당  $1.73\mu\text{g}$ 이었고 범위는 N. D.~ $5.4\mu\text{g}/\text{l}$ 였다. 이중 47%가  $1.7\mu\text{g}/\text{l}$  이하였고, 95%가  $4.0\mu\text{g}/\text{l}$ 였으며 Cd의 分布를 Fig. 7에 표시하였는데 N. D.는 최

소측정치의  $\frac{1}{2}$ 로 하였으며 定量限界는  $0.2\mu\text{g}/\text{l}$ 였다.

손으로 착유한 牛乳에는  $0.001\text{ppm}$ 의 Cd가 함유되어 있으며 機械로 착유한 牛乳에는  $0.1\text{ppm}$ 의 Cd가 함유되어 있다는 보고<sup>24)</sup>가 있었는데, Bruhn<sup>8)</sup> 등은 美國 California州의 市乳에서 평균  $5\mu\text{g}/\text{kg}$ , 범위는  $1\sim 17\mu\text{g}/\text{kg}$ 의 Cd가 있었다고 보고하였다.

Murthy 등<sup>9)</sup>은 美 全域에서 收去한 市乳에서 Cd를 도시별 평균이  $17\sim 30\mu\text{g}/\text{kg}$ 이었고, 全國的 平均을  $26\pm 4\mu\text{g}/\text{kg}$ 으로 보고 하였으며, 日本의 Nishimura 등<sup>25)</sup>은 食品內 Cd함량조사에서 牛乳의 Cd함량을 6ppb라고 보고하였고, 독일의 Renner<sup>12)</sup>는  $4\mu\text{g}/\text{l}$ 라고 기술하고 있다.

Murthy 등은<sup>13)</sup> 人乳의 Cd함량을  $19\pm 27\mu\text{g}/\text{kg}$ 으로 보고하였고, Renner<sup>12)</sup>는 人乳에서  $14\mu\text{g}/\text{l}$ 라고 기술하고 있다.

Schroeder<sup>22)</sup>는 70kg의 사람에게  $30\text{mg}$ 의 Cd가 있으며 하루  $18\sim 20\mu\text{g}$ 를 섭취한다고 했는데 日本의 山内邦男<sup>26)</sup>과 Renner<sup>12)</sup>는 Cd도 어찌면 필수미량원소일 수도 있다고 기술하고 있다.

Bruhn 등은 그들의 결과치가 Murthy 등의 것보다 낮다고 했는데 本實驗의 結果値는 美國의 Bruhn 등과 Murthy 등보다 월등히 낮게

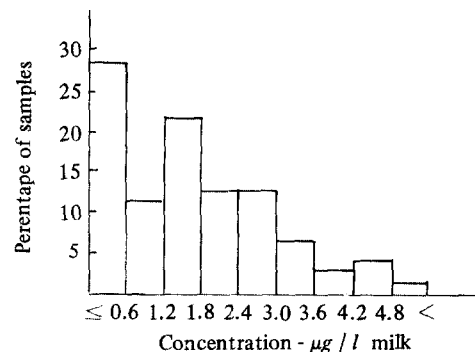


Fig. 7. Frequency distribution of Cd concentrations in market milk.

Table 4. Data of Trace Metals in Market Milk and Human Milk.

		Copper	Iron	Zinc	Manganese	Lead	Cadmium
Kim ( $\mu\text{g}/\text{l}$ )	Average	43.5	398.4	2917	26.7	33.9	1.7
	Range	14-172.7	35-1873	1233-7463	7.6-102	N.D.-105	N.D.-5.4
Murthy <sup>9)</sup> ( $\mu\text{g}/\text{l}$ )	Average	86	640	3280	19	57	26( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )
	Range	44-190	200-1510	2300-5110	33-211	19-104	
Bruhn <sup>8)</sup> ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	Average	41		3610		60	5
	Range	23-115				5-183	1-17
Renner <sup>12)</sup> ( $\mu\text{g}/\text{l}$ )	Average	120	530	3600	50	30	4
	Range	10-700	60-1000	1500-7000	10-280	2-70	1-30
今村 <sup>10)</sup> ( $\mu\text{g}/\text{l}$ )	Average	103	620	2800	40		6*( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )
	Range						
Human <sup>13)</sup> Milk (ppm)	Average	0.24	0.84	1.34	0.12	0.12	0.019

\* Nishimura

나타났고 일본의 山内邦男과 독일의 Renner 보다도 낮게 나타났다.

일본의 경우, 牛乳에 있어서 農藥의 殘留許容値는 設定하고<sup>32)</sup> 있으나 우리나라를 위시한 世界 어느나라에서도 牛乳와 같은 畜産食品에 金屬의 殘留許容値를 設定하지 않고 있는 실정이다. 畜産食品인 牛乳와 肉類에서도 有害金屬이 檢出되고 生理作用에 必要한 必須微量金屬도 그 殘留量이 지나칠 경우 惡影響을 미치므로 水産物과 農産物처럼 畜産物에도 殘留金屬의 許容値를 반드시 設定하여야 한다고 보며 經濟的 有毒物質의 규제에 있어서 요구되는 有害性·有益性 평가는 農藥類나 數種의 金屬에 만 局限된 問題가 아니고 앞으로 食品이나 環境汚染의 問題가 될 모든 化學殘留物의 규제에 적용하여야 할 중요한 과제인 것으로 생각된다.

미국·독일·일본에서 발표된 市乳에 있어서의 微量金屬含量을 本實驗의 結果와 함께 表4에 요약하였다.

## V. 總括 및 結論

우리가 日常마시는 市乳 中에서 人體의 生

理作用에 必須微量金屬의 含量程度와 有害金屬의 含有與否 및 含量程度를 把握하기 위하여 國內에서 生産·市販되고 있는 市乳를 全國主要都市에서 收去하여 室酸과 過鹽素酸으로 有機物을 溶解시키고 D. D. T. C. 와 M. I. B. K. 를 加하여 金屬物質을 抽出하여 원자흡광분광 光度계로 必須微量金屬인 Cu, Fe, Zn, Mn 과 有害金屬인 Pb와 Cd를 測定하였다.

그 結果 우리나라의 市乳에서도 有害金屬이 微量 檢出되었으며 各金屬別 含量程度는 다음과 같다.

Cu, 평균	43.5 $\mu\text{g}/\text{l}$
범위	14~172.7 $\mu\text{g}/\text{l}$
Fe, 평균	398.4 $\mu\text{g}/\text{l}$
범위	35~1,873 $\mu\text{g}/\text{l}$
Zn, 평균	2.917 mg/l
범위	1.233~7.46 mg/l
Mn, 평균	26.74 $\mu\text{g}/\text{l}$
범위	7.6~102 $\mu\text{g}/\text{l}$
Pb, 평균	33.9 $\mu\text{g}/\text{l}$
범위	N. D. ~105 $\mu\text{g}/\text{l}$
Cd, 평균	1.73 $\mu\text{g}/\text{l}$
범위	N. D. ~5.4 $\mu\text{g}/\text{l}$



本實驗의 結果에서 特히 有害金屬의 汚染面을 볼 때 國內産 市乳가 外國産 市乳에 비해 그 含量이 월등히 낮아 위생의 한 측면에서는 더 우수하다고 생각되며 Cu, Fe, Zn, Mn 도 그 권장치와 各國의 市乳소비량을 감안할 때 필수미량금속으로서의 역할을 할 수 있는 범위에 해당되나 우리나라의 실정에 맞는 잔류금속허용치를 설정하여야 한다고 본다.

### 參 考 文 獻

1. M.M. Varma and K.T. Doty: Environmental Lead Contamination, J. Environ. Health, Vol.42(2), 68-71.
2. 金明燦, 沈奇煥, 河永來: 米穀中の 重金屬含量에 關하여, 韓國食品科學會誌, Vol. 10, No. 3, 299-305(1978).
3. 金容華, 李端來: 한국산 牛乳중 유기염소계 잔류농약의 檢索, Korean J. Food Sci. Technol, Vol. 12, No. 3, 141-150 (1980).
4. 原乳計劃生産 및 流通改善方案에 關한 研究, 서울우유협동조합간, 51-71(1985).
5. 金顯旭: 國內畜産食品의 安全性問題, 韓畜誌 21, 671-687(1979).
6. 不破敬一郎 編著, 生體と重金屬, 33-45 (1981).
7. 환경청, 環境汚染公定試驗法, 539-541 (1983).
8. J.C. Bruhn and A.A. Franke: Trace Metal and Protein Concentrations in California Market Milks, J. Food Prot., Vol.40, No.3, 170-173 (1977).
9. G.K. Murthy, U.S. Rhea, and J.T. Peeler: Copper, Iron, Manganese, Strontium, and Zinc content of Market Milk, J. Dairy Sci, 55, 1666-1674.
10. 今村經明: 酪農科學の研究, 11(5), A 354 (1962).
11. 姜國熙, 柳濟炫, 李載英: 新制乳加工學, 鄉文社, 85-86(1981).
12. Edmund Rennr,e Milk and Dairy Products in Human Nutrition, 190-233 (1983).
13. G.K. Murthy and U.S. Rhea: Cadmium, Copper, Iron, Lead, Manganese, and Zinc in Evaportaed Milk, Infant Products and Human Milk, J. Dairy Sci., 54, 1001-1005, (1971).
14. 金顯旭, 金永柱, 金榮教: 牛乳와 乳製品의 科學, 先進文化社, 76-78(1979).
15. SAT Parkash and Robert Jennes, Status of Zinc in Cow's Milk, J. Dairy Sci., 50, 127-134.
16. 加須屋實: 環境毒性學(上), 169-171(1977).
17. G.K. Murthy, U.S. Rhea and J.T. Peeler: Rubidium and Lead Content of Market Milk, J. Dairy Sci., 50, 651-654.
18. R.M. Harrison and D.P.H. Laxen: Lead Pollution-Causes and Control, 33-143 (1981).
19. J.M. Ratcliffe: Lead in Man and The Environment, 166-170 (1981).
20. Djurie D.A. Kerin, L. Graovac-Leposavis, L. Novak, and M. Kop: Environmental Contamination by Lead from a Mine and Smelter, Arch. Environ. Health, 23, 275 (1971).
21. Bailus Walker, J.R.: Lead Content of Milk and Infant Formula, J. Food Prot. Vol.43, No.3, 178-179 (1980).
22. Carsarett and Doull: Toxicology, Second edition. Macmillan, 409-467 (1975).
23. M.W. Neathery and W.J. Miller: Metabolism and Toxicity of Cadmium, Mercury, and Lead in Animals: A Review. J. Dairy Sci., Vol.58, No.12, 1767-1781.

24. G.K. Murthy and U.S. Rhea : Cadmium and Silver Content of Market Milk, J. Dairy Sci., Vol.41, No.4, 610-612.
25. Tsutomu Nishimura, Takamitsu Shimamoto, Masaomi Knodo, Yoshinori Ando, Ikki Kushida, Toshihiro Lio, Toshimi Onosaka : Cadmium Contents in Foods and the Estimation of Cadmium Uptake from Foods, 衛生化學會誌, 25(6), 346-351 (1979).
26. 山内邦男 : 人乳成分の化學, 日本の化學會誌, Vol. 53, No. 6, 49-60(1979).
27. 日本藥學會編 : 衛生試驗法・注解, 金原出版社, 149-151(1983).
28. 細具祐太郎, 直井家壽太, 岡田太郎 共編 : 有害元素 マニュアル, 中央法規出版, (1978).
29. 山根靖弘, 高島英悟, 内山充編集 : 環境汚染物質と毒性處理技術, 南江堂, 1-3 (1982).
30. 和田攻 : 金屬とヒト, 朝倉書店, 152-160 (1985).
31. 吳秀, 金泰鍾, 尹和重 : 畜産物中の重金屬含量에 관한 研究, 韓國獸醫公衆保健學會誌, 第8卷 第1號, 15-31(1984).
32. 食品・食品添加物規格基準, 食品衛生學會誌(日本), Vol. 24, No. 1, (1983).
33. 金明燦, 成洛癸, 沈奇煥, 李敏孝, 李在仁 : 普州地方의 園藝作物中 重金屬含量, 韓國食品科學會誌, 13 : 299-306(1981).