

韓國人 毛髮中の 微量金屬 含量에 關한 研究

國立環境研究院 環境保健研究部

曹允承 金大善 趙宰弘

Studies on Trace Metal Levels of Korean Scalp Hair

Yun-Syng Cho, Dae-Seon Kim, Jae-Hong Cho

*Dept. of Environmental Health Research
National Institute of Environmental Research*

Abstract

An atomic absorption spectrophotometry analysis study of zinc, cadimium, lead, copper and mercury in human scalp hair samples of 699 subjects in 3 urban and 4 rural communities gave mean values of 170.33/187.00 ppm, 0.18/0.22 ppm, 8.43/8.62 ppm, 9.81/10.24 ppm and 2.13/1.20 ppm for male and female, respectively.

The concentration did not differ significantly regardless ages. However, female was higher than male in overall concentration except that of mercury.

The percentile methods was partially applied for a reference values of metals in Korean scalp hair to provide more appropriate data for further comparisons.

1. 緒 論

生物 모니터링을 행하는데 있어 近來 모발이 그 시료로서 널리 사용되고 있는 것은 모

발 중에 많은 元素가 축적 또는 生物濃縮 되어 그것이 통상의 세포내 원소수준을 반영하고 있을뿐 아니라 과거의 오염폭로에 對한 再現性이 있어 혈액, 뇨와 비교할 경우 10-

15 배의 농도를 보이는 원소가 있기도 하며 측정치가 비교적 정확하면서 인체에 손상을 주지않은채 채취할 수 있고 보관이 편리하다는 점등의 利點이 있다.¹⁾

그러나 모발中の 金屬농도는 본래 個人差와 地域差가 있어서 어느 정도의 것을 가지고 환경오염의 영향이라고 판단하기는 곤란한 문제이다.

A.Chattopadhyay와 R.E.Tervis³⁾는 14 원소 (As, Br, Cd, Co, Cu, Fe, Hg, Na, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, Zr)를 분석한 結果, 교통량이 많은 都市와 제련소 부근의 주민의 頭髮中 모든 金屬이 고농도라고 보고하였으며 E, A. Eads 등⁴⁾도 7 원소에 對해서, 公업지대에서 高濃度의 Pb를 검출하였다. 日本의 寺岡 등²⁾은 群馬縣의 아연제련소 地域의 조사에서 Pb, Cd 등이 男女 모두 고농도로 함유되어 있었다고 하는등 많은 보고가 나와 있다. 그러나

韓國人을 對象으로 한 보고는 그리 많지 않은 편이며 내국인의 모발內 여러 미량금속들의 함량을 알아 본다는 것은 住民保健과 관련, 아주 중요하다고 생각된다. 그래서 本研究는 우리나라 도시·농촌을 別문하고 加급적 別특정다수인 모발내 金屬류 함량에 關한 base line data를 파악하고자 시도하였으며 분석한 자료를 정리하였다.

2. 實驗對象 및 方法

1. 試 料

1982 년도와 1984 년도에 걸쳐 非産業地域이라고 생각되는 농촌지역 (江原道 溟州郡 沙川面, 忠南 扶餘郡 恩山面, 全南 麗川郡 突山邑, 慶南 蔚州郡 農所面) 과 都市지역은 大都市中 서울·대구·대전지역으로 하여 모두 699 명의 모발을 채취하여 性別·연령별로

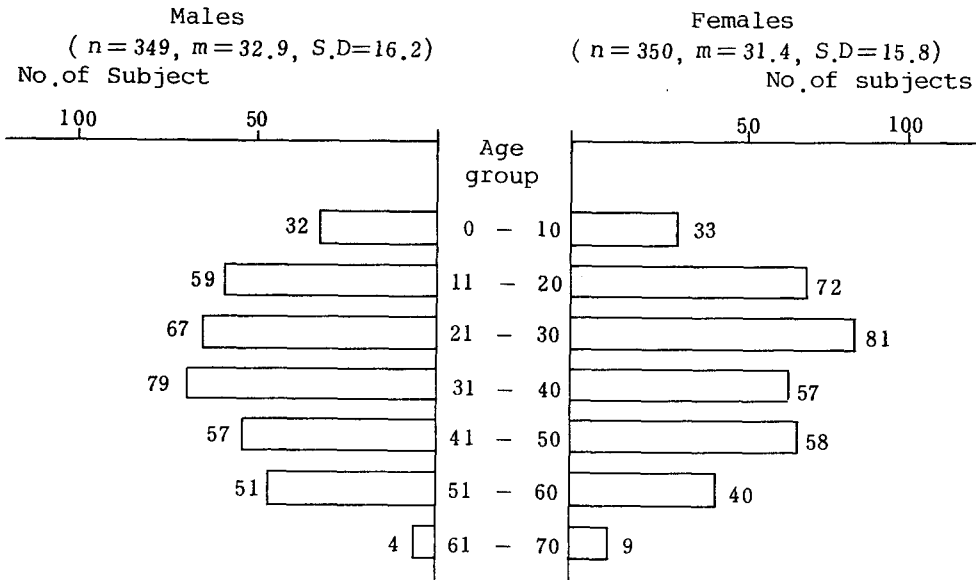


Fig.1 Age distribution

나누어 분석하였다.

전체의 평균 나이는 32.19 ± 16.03세이고 남자의 평균 나이는 32.93 ± 16.24 세 였으며 여자는 평균 31.45 세 ± 15.78 세였다. 이를 Figure 1. 과 Figure 2. 에 도표로 나타내었다.

2. 實驗方法

1) 試藥 및 機器裝置

질산과 과염소산을 비롯한 염산, 구연산 이 암모늄, 암모니아水, D.D.T.C.(Sodium Diethyl Dithio Carbamate)와 M.I.B.K. (Methyl Isobutyl Keton)는 原子吸光分析用과 有害金屬測定用(日本 和光 製)을 사용하였으며 기기는 原子吸光光度計(Perkin Elmer)로 測定하였다. 測定 時의 金屬標準原液(日本 Junsei 製)은 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Standard solutions of metals

Metal	Compound	Solvent	Concentration
Cu	CuCl ₂	1N-HCl	1ml=1mg Cu
Zn	Zn(NO ₃) ₂	1N-HNO ₃	1ml=1mg Zn
Cd	CdCl ₂	1N-HCl	1ml=1mg Cd
Pb	Pb(NO ₃) ₂	1N-HNO ₃	1ml=1mg Pb
Hg	HgCl ₂	0.02N-HCl	1ml=1mg Hg

2) 實驗方法

頭髮을 세제에 30分間 담근 채 세척하고 acetone 과 alcohol 로 不純物을 完全히 제거·처리한 後 건조시켜 總 Hg 分析用 試料와 Zn, Cu, Cd, Pb 分析用 試料로 나누어 처리하였다.

가. Zn, Cu, Cd, Pb

시료 1 g 을 kieldahl flasks 에 넣고 環

境汚染 公定試驗法의 溶媒抽出法⁵⁾에 의거 질산과 과염소산으로 전처리후 D.D.T.C.-M. I.B.K.로 추출하여 0.1N HCl로 檢液을 만들어 원자흡광광도계 (Atomic absorption spectrometer)로 측정하였는데 測定 時의 기기조건은 Table 2에 나타내었다.

나. Hg

세척 건조된 시료 0.3g을 秤量하여 목이 긴 삼각플라스크에 넣고 環境汚染公定試驗法에 따라 變化된 검액을 원자흡광광도계와 水銀還元氣化裝置를 사용하여 測定하였다.

Table 2. Analytical conditions of atomic absorption spectrophotometer

Metal	Wave Length (nm)	Lamp Current (mA)	Slit Sett- ing	Flame Descri- ption
Cu	324.8	6	0.7	Air-Acetylene
Zn	213.9	4	0.7	"
Pb	283.3	5	0.7	"
Cd	228.8	5	0.7	"
Hg	253.7	5	0.7	"

3. 分析結果와 考察

우리나라 農村 4地域과 都市 3地域의 住民을 對象으로 한 毛髮의 定量分析結果는 Table 3에 나타내었다. 이 표에서는 다섯가지 金屬에 對한 各 地域別 分析值 및 男女別 平均値를 나타내고 있다. 또 Table 4에는 Table 3의 지역들 全體의 金屬別·性別 median, mean ± S.D., range 를 나타내고 range 의 95% 범위를 reference value로 제시하였으며 外國의 refeence value를 인용하여 比較가 되도록 하였다. 그

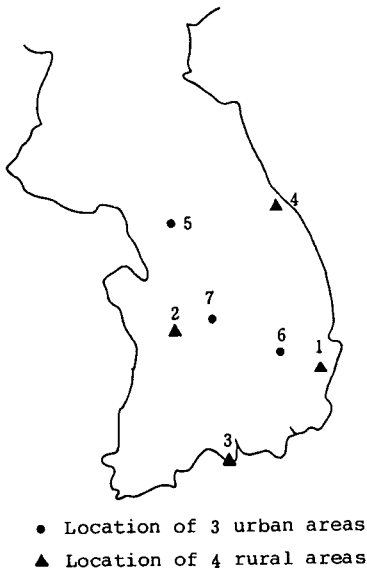


Fig 2. Localities where the hair samples were collected.

리고 Table 5에서는 5개 금속류에 대한 남녀의 최저치 최대치의 範圍와 ratio 를 나타내었다.

美國의 毛髮究研所로 有名한 Doctor's Data Inc 6)에 의하면 Zn 이 $81 \sim 503 \mu\text{g/g}$, Cu가 $12 \sim 43 \mu\text{g/g}$ Pb가 $15 \mu\text{g/g}$ 이하, Hg 이 $3.0 \mu\text{g}$ 이하, Cd 이 $1.6 \mu\text{g/g}$ 이하라야 한다는 正常人에 對한 規定이 있는데 일반적으로 이 범위를 넘을 때는 오염되었다고 추정해 볼 수 있으며, 이보다 낮은 수치일 경우는 영양부족일 수도 있다고 규정하고 있다. 본 연구에서의 값중 Cu 만 약간 부족한 상태로 나타났는데 그러나 모발중의 金屬농도는 個人差와 地域差가 있어서 어느정도의 농도가 환경의 영향이라고 규정짓기는 곤란하다.

Table 3. Concentrations of 5 metals in Korean hair (ppm dry)

Place of Sampling	Sex	Cu	Zn	Pb	Cd	Hg
1. Nong-So, Ul-Ju County	M	11.50	170.24	6.51	0.20	2.21
	F	10.70	177.91	7.97	0.26	1.52
2. Eun-San, Pu-yo County	M	9.24	172.59	11.35	0.20	1.56
	F	10.49	202.11	10.55	0.22	1.34
3. Dol-San, Yeo-chon County	M	10.29	149.99	10.18	0.38	1.89
	F	11.95	173.02	8.86	0.53	1.5
4. Sachon, Myung-Ju County	M	10.28	160.28	9.26	0.20	4.35
	F	11.18	181.1	9.00	0.19	1.36
Average	M	10.33	163.28	9.33	0.25	2.51
	F	11.08	183.54	9.10	0.29	1.41
5. Seoul City	M	8.99	188.62	7.37	0.12	1.88
	F	8.88	185.55	7.65	0.11	0.79
6. Dae-Gu City	M	8.75	171.48	6.78	0.05	1.91
	F	9.86	208.89	7.30	0.06	0.99
7. Dae-Jeon City	M	9.84	170.26	7.38	0.04	1.29
	F	8.80	186.54	9.19	0.12	1.12
Average	M	9.12	179.76	7.22	0.08	1.75
	F	9.12	192.00	7.92	0.10	0.92

Table 4. Comparison of reference values of trace metals in hair. (ppm)

Metals	Sex	Reference values from a Korean population (♂ 349 ♀ 350)				Reference values established from a Population of healthy individuals in U.S.A (95%)	Reference Values established from Japanese by Mitsuhiro(95%)
		Median	Mean	± S.D.	Range by percentile method (95%)		
Cu	M	9.32	9.81	3.25	5.91 - 16.97	3.18 - 35.81	12 - 35
	F	10.06	10.24	3.54	2.27 - 19.1	N.D - 24.97	
Zn	M	163.5	170.33	77.43	95.2 - 271.1	54.6 - 343.0	160 - 240
	F	182.1	187.0	16.53	81.8 - 338.2	38.24 - 614.71	
Pb	M	6.43	8.43	7.02	1.52 - 32.92	0.29 - 43.41	20 - 30
	F	7.8	8.62	5.21	1.46 - 21.0	N.D - 44.71	
Cd	M	0.13	0.18	0.15	0.02 - 0.58	0.02 - 0.78	1.0 - 2.0
	F	0.15	0.22	0.19	0.02 - 0.66	N.D - 8.99	
Hg	M	1.67	2.13	1.49	0.59 - 6.25	0.33 - 10.19	2.5 - 5.0
	F	1.03	1.20	0.78	0.17 - 2.77	N.D - 8.11	

Table 5. Concentration ranges and maximum/minimum ratios of 5 metals in hair from table 3

	Male		Female	
	Concentration range	Max / Min	Concentration range	Max / Min
Cu	5.91-16.97	2.87	2.27- 19.1	8.41
Zn	95.2-271.1	2.85	81.82-338.24	4.13
Pb	1.52-32.92	21.66	1.46- 21.0	14.38
Cd	0.02-0.58	29.0	0.02- 0.66	33.0
Hg	0.59-6.25	10.59	0.17- 2.77	16.29

日本の寺岡・小林²⁾은 日本人 頭髮에서 灰重量 / 乾物量(%)에 대해서 男子의 경우 평균 0.56 女子는 1.29로 女子의 毛髮이 男子의 것에 비해 2.3배의 무기성분이 들어있으며 Zn>Cu>Pb>Cd의 順으로 농도의 그룹을 나누어 남자는 170>17>7.8>0.41ppm 여자는 260>31>13>1.5ppm으로 그 농도를 報告하였으며 性別 比較에서 女子가 모두 월등히 높

다고 하였다.

本 研究 조사치에서 나타난 값을 농도별로 그 빈도를 Fig.3에 나타내었는데 有害金屬의 농도가 낮은 농도 쪽으로 많이 치우친 편이었으며 이를 各 金屬別로 나누어 검토해가 고자 한다.

Zn: 一般的으로 Zn 영양상태의 지표가 되는 毛髮과 血清中の Zn농도는, 태어난 직후는 成人수준이지만 그후 급속히 저하하여 成人수준으로 되돌아가는 데는 혈청에서 약 2년, 毛髮에서 13年이라고 한다.^{7)美 EPA⁹⁾는 151.97 ppm, 鎌倉⁸⁾는 日本人 男子에서 155ppm, 女子에서 168ppm, 寺岡등²⁾은 남자 170 ppm, 여자 260 ppm으로 밝혔는데 우리나라의 농촌은 남/여의 Zn이 163.28/183.54 ppm 都市는 179.76/192.0 ppm으로 농촌·도시 共히 女子가 높게 나타났으며 도시와 농촌 전체의 Zn의 평균은 남자가 170.33}

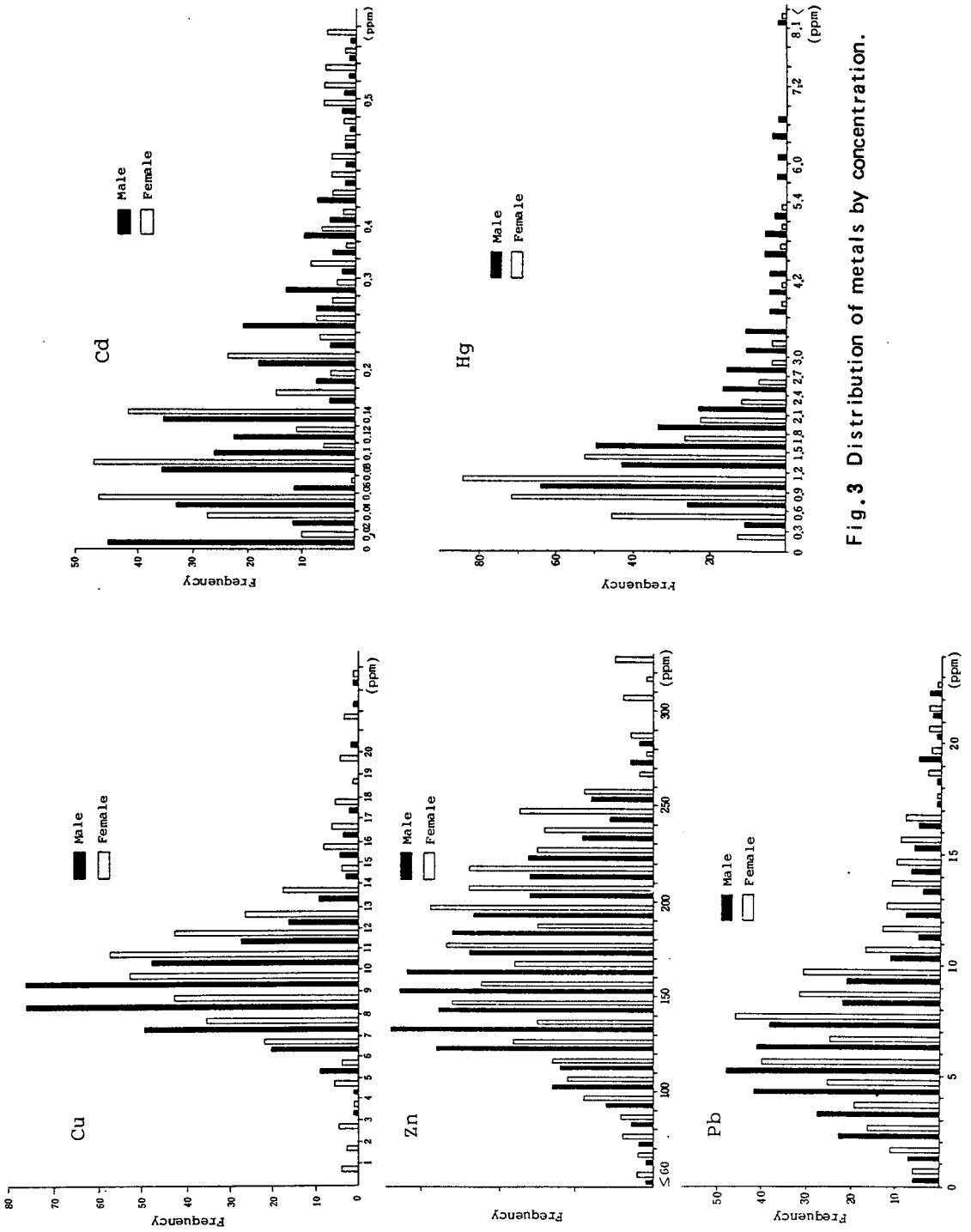


Fig. 3 Distribution of metals by concentration.

± 77.43 ppm, 여자가 187.0 ± 66.53 ppm 이었고 min. 과 max. 의 range 는 남자가 54.6 - 343.3 ppm 여자가 38.24 - 614.71 ppm 인데 이 범위의 95 % 범위는 남자 92.2 - 271.1 ppm 여자는 81.8 - 338.2 ppm 이었다. (Table 4) 그리고 최소치와 최고치의變動比는 남/여가 2.85/4.13 으로 他金屬에 비해 가장 적었다. (Table 5)

Cu : Cu의 경우 美 EPA¹⁷⁾는 10.617 ppm 日本의 鎌倉⁸⁾은 남자 12.4 ppm 여자 17.6 ppm으로, 寺岡²⁾ 등은 남자 17 ppm, 여자 31 ppm으로 보고했다. 우리나라의 농촌 주민은 남/여가 10.33/11.08, 도시는 9.12/9.12 ppm으로 전체는 남자 9.81 ± 3.25 ppm 여자 10.24 ± 3.54 ppm 이었으며 최소치와 최고치의 범위는 남자가 3.18 - 35.81 ppm, 여자가 N.D - 24.97 ppm 인데 이의 95 % 범위는 남자가 5.91 - 16.97 ppm 여자가 2.27 - 19.1 ppm 이었다. 그리고 최소치와 최고치의比는 남자가 2.87 여자가 8.41로 작은 편에 속하며 여자가 남자보다 3배가량 더 컸다.

그 외 鈴木助治 등¹⁸⁾은 日本의 남자가 14.5 ppm 여자가 16.4 ppm으로 보고한 바 있는데 본 조사치는 어느 것이나 이 값보다 낮았다.

Pb : 역사적으로 보아 비소에 대하여 이용되었던 모발이, 이어서 Pb에서 최근에는 Cd, Se, Hg등에서도 指標로 이용되고 있는데 뼈에 비해 모발中の Pb가 2 ~ 5배이며 혈액보다 10 - 15배, 뇨보다도 100 - 500배나 높다고 알려져 있다. 모발中 Pb의 正常 농도는 Flesch의 定理에 의하면 2 - 284 $\mu\text{g/g}$ 이라고 한다.⁷⁾ 본 연구에서는 농촌 주민의 경우 남/여가 9.33/9.10 ppm, 都市는

7.22/7.92 ppm이며 全體는 남자가 8.43 ± 7.02 ppm 여자가 8.62 ± 5.21 ppm 이었다. 최소치와 최대치의 범위는 남자가 0.29 ~ 43.41 ppm 여자가 N.D ~ 64.71 ppm 이었으며 이의 95 %의 범위는 남자가 1.52 - 32.92 ppm 여자가 1.46 - 21.0 ppm 이었는데 최소치 최대치의比는 남자가 21.66 여자가 14.38로 매우 큰 편이었다.

그 외 裴等¹⁵⁾의 國內 報告值를 보면 都市地域이 7.8 ppm, 農村地域이 6.0 ppm으로 李等¹⁷⁾은 도시지역이 9.82 ppm, 농촌지역이 5.26 ppm으로 報告한 바 있으며 美 EPA¹⁷⁾는 미국 어린이 모발에서 13.384 ppm 어른은 10.340 ppm, 鎌倉³⁾은 남 4.16 ppm 여자 4.41 ppm으로 寺岡²⁾는 남자 7.8, 여자 13 ppm 이라 하였다.

Cd : 1960년에 富山縣 神通川 流域에 2차 대전후 多發하여 原因不明의 風土病이라 하였던 이따이 이따이病에 응용하여 小林이 多量의 Cd를 毛髮에서 發見하여 原因究明의 端緒를 열었다고 알려져 있는데³⁾ 寺岡²⁾은 日本의 男/女가 0.41/1.5 ppm, 鎌倉⁸⁾은 0.49/0.24 ppm 이라 하였고 石崎有信 등¹⁴⁾도 日本의 남/여가 0.36/0.68 ppm 이라 하였다. 우리나라 농촌의 남/여는 0.25/0.29 ppm, 도시는 0.08/0.1 ppm이며 全體가 남자의 경우 0.18 ± 0.15 ppm 여자는 0.22 ± 0.19 ppm 이었다. 최소치와 최대치의 범위는 남자가 0.02 - 0.78 ppm 여자가 N.D. - 8.99 ppm 이었으며 이의 95 % 범위는 남자가 0.02 - 0.58 ppm 여자가 0.02 - 0.66 ppm 이었는데 최소·최대치의比는 남자가 29.0 여자가 33.0으로 매우 큰 편이었으며, 寺岡 등 처럼 여자가 남자보다 폭이 더 컸다.

Hg: 人體로부터 水銀의 排泄로서는 量的으로는 糞尿가 많지만, 濃度面에서 손톱과 毛髮이 높다고 한다. 東京衛生局이 1973 年에 행한 分析에서는 頭髮中 水銀濃度 平均이 남/여가 6.9/3.8 ppm이었으며 血中水銀은 2.9/2.5 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 이었고 다량어 多食 남자의 모발中 Hg의 平均이 19.3ppm, 血中은 7.9 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 으로 높은치를 보였다(고 한다.)⁷⁾ 우리나라 농촌은 남/여가 2.51/1.41ppm 도시가 1.75/0.92ppm이었으며, 전체의 경우 남자는 $2.13 \pm 1.49\text{ppm}$, 여자는 $1.20 \pm 0.78\text{ppm}$ 으로 농촌이 남여 모두 도시보다 높게 나타났는데 이는 생활습관, 주변환경등 여러 각도에서 더 깊은 연구가 필요하다. 그리고 최소치와 최대치의 범위는 남자가 0.33-10.19 ppm, 여자가 N.D.-8.11ppm이었으며 日本의 Minamata 病의 발생시 Minamata 患者의 모발中 Hg의 含量이 280-760ppm 이었다고 한다.¹³⁾ 그리고 본 조사치의 95% 범위는 남자는 0.59-6.25ppm 여자가 0.17-2.77 ppm 인데 최대·최소치의 比는 남자가 10.59 이었고 여자는 16.29로 남녀 모두 폭이 큰 편이었으며 Cd와 마찬가지로 여자가 폭이 더 컸다. M.J.Gonzalez¹⁰⁾은 Spain의 Madrid의 남/여를 $7.03 \pm 7.49/8.59 \pm 17.34 \mu\text{g}/\text{g}$ 이라고 하였으며 鑛倉은 5.1/3.47ppm 이라하였고 美EPA가 뉴저지 지역에서 행한 조사결과에 의하면 0.784ppm이었다. 그의 金 등 11)에 의한 치과의료인의 毛髮中 Hg 含量은 10년간 근무한 사람이 15.53ppm 11~20年間 근무한 사람이 17.34ppm 21년 이상 근무한 사람도 20.07ppm이었으며 李등¹²⁾이 치과계 종사자를 對象으로 치과직사의 平均치는 8.57ppm이고 치과간호원의 平均치는 5.79 ppm으로 보고한 바가 있었다.

또 山縣登¹⁹⁾에 의하면 식품中 특히 Hg 含量이 많은 다량어는 일반인은 多量으로 섭취할 기회가 없지만 다량어 어선의 승무원등은 예외 하루에 수백 g씩이나 먹는다고 하는데 그래서 121명의 승무원에 대해 頭髮조사한 결과 60명이 20 ppm 이상의 농도를 보이고 최고는 69 ppm이었는데, 일본 각지의 일본인 多數에 대해 조사한 平均 6.02 \pm 2.88 ppm 과는 상당히 대조적이었다.

相關關係: 이들 金屬과 나이와의 상관관계는 남여 모두 없었으며 그중 γ^2 값이 가장 높았던 것이 Hg 과 전체 남자의 나이에서 0.036 이었다. 이는 日本의 鑛倉과 함께 본 보고서의 金屬과 나이와의 상관관계가 없다는 점에 일치하였다. 10 代別로 나이를 구분하여 平均과 표준편차를 구해보았는데 이를 Table 6에 整理하였으며 이를 토대로 그추이를 Fig.4에 나타내었다.

金屬과 金屬간의 상관에 대해서도 有意한 관계가 없었는데 鑛倉에 의하면 일부 미량원소(Ca, Mg, K ... 등)에 대해 상관을 보고한 바가 있다.

以上的 高찰에서 別度로 Table 7을 정리하였다. 이는 우리나라 사람의 모발中 미량 金屬 含量에 對해 reference value를 보고자 Percentile method로 전체 range의 95% 범위를 구한 것이다.

Table 4에서의 美國과 日本에서 나온 reference value는 양국의 시료를 같은 연구소에서 분석하였으나 지역과 사람의 특성에 따라 다르듯이 양국간에도 많은 격차가 없지 않음을 볼 수 있는데, 본 조사치에서의 값은 우리나라에서 特別히 어떤 오염물질에 폭로된 지역이 아닌 일반적인 생활지역에서

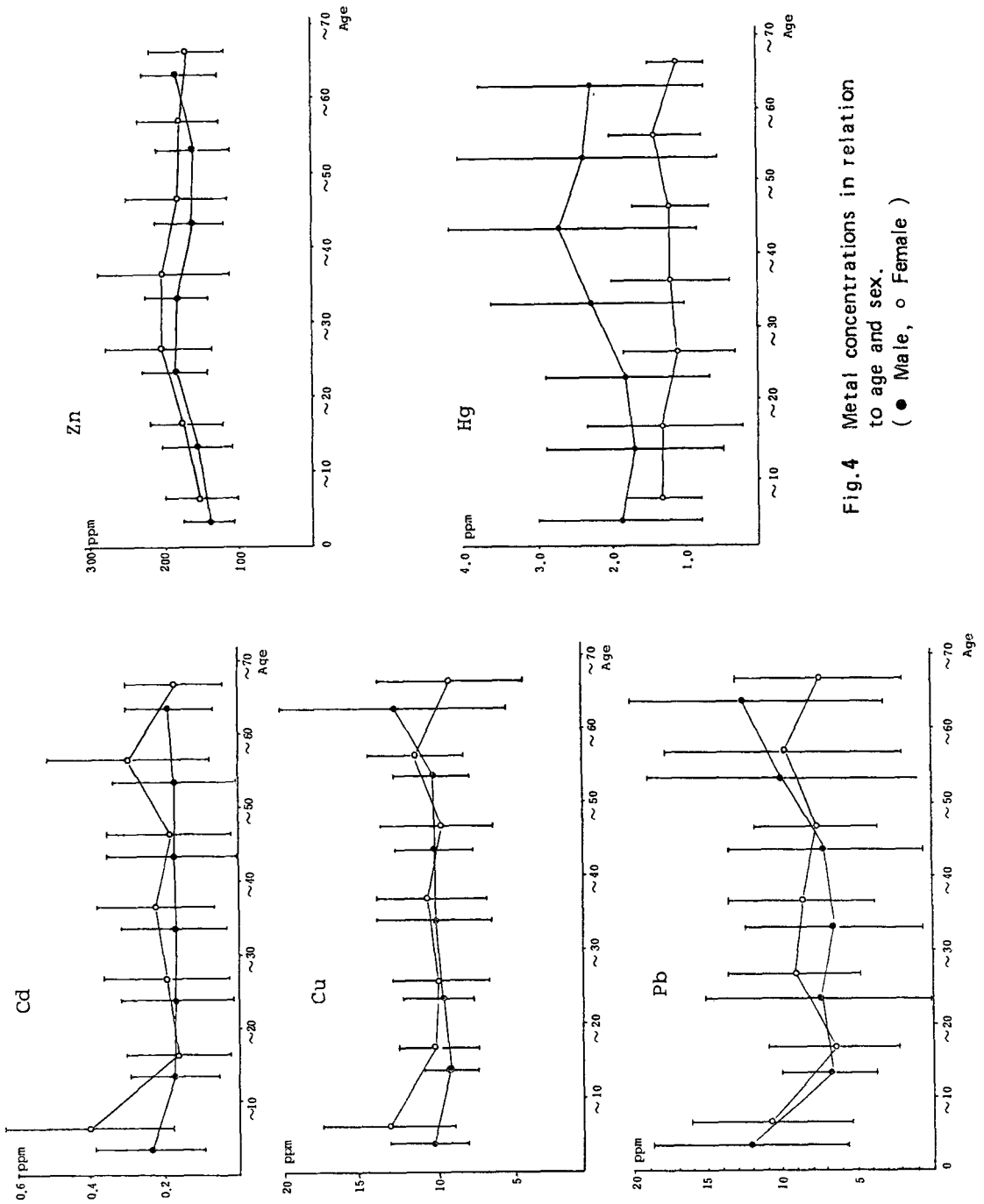


Fig.4 Metal concentrations in relation to age and sex. (● Male, ○ Female)

Table 6. Metal concentrations in hair of Korean by age and sex

		Cd	Cu	Pb	Zn	Hg
~ 10	M	0.24 ± 0.15	10.1 ± 2.8	12.2 ± 6.6	139.8 ± 35.0	1.89 ± 1.12
	F	0.40 ± 0.23	13.1 ± 4.5	10.7 ± 5.5	151.3 ± 48.8	1.29 ± 0.54
~ 20	M	0.17 ± 0.12	8.8 ± 1.8	6.7 ± 3.2	155.7 ± 46.3	1.67 ± 1.21
	F	0.16 ± 0.15	9.8 ± 2.6	6.5 ± 4.3	174.0 ± 50.0	1.29 ± 1.07
~ 30	M	0.16 ± 0.14	9.6 ± 2.3	7.8 ± 7.6	185.2 ± 44.9	1.79 ± 1.11
	F	0.19 ± 0.17	9.7 ± 3.0	9.4 ± 4.5	206.0 ± 71.4	1.05 ± 0.74
~ 40	M	0.17 ± 0.14	9.9 ± 3.8	6.9 ± 5.8	183.5 ± 41.7	2.32 ± 1.33
	F	0.22 ± 0.16	10.2 ± 3.5	9.0 ± 4.9	206.8 ± 81.8	1.17 ± 0.8
~ 50	M	0.17 ± 0.18	9.9 ± 2.6	7.5 ± 6.4	169.0 ± 42.1	2.73 ± 1.94
	F	0.18 ± 0.17	9.7 ± 3.8	8.0 ± 4.3	185.1 ± 64.7	1.18 ± 0.55
~ 60	M	0.17 ± 0.16	10.0 ± 2.5	10.5 ± 8.9	162.0 ± 52.3	2.37 ± 1.85
	F	0.29 ± 0.22	11.1 ± 3.1	10.3 ± 8.0	181.5 ± 54.0	1.41 ± 0.65
~ 70	M	0.18 ± 0.12	12.6 ± 7.6	13.2 ± 9.8	178.4 ± 54.2	2.27 ± 1.51
	F	0.16 ± 0.13	8.7 ± 4.6	7.9 ± 5.6	170.1 ± 51.1	1.09 ± 0.37

Table 7. Reference values of trace metals of clinical significance.(ppm)

	Element	Sex	Normal limits by the percentile method(95%)
Essential	Zu	M	95.2 - 271.1
		F	81.8 - 338.2
	Cu	M	5.91 - 16.97
		F	2.27 - 19.1
Toxic	Pb	M	1.52 - 32.92
		F	1.46 - 21.0
	Cd	M	0.02 - 0.58
		F	0.02 - 0.66
	Hg	M	0.59 - 6.25
		F	0.17 - 2.77

구한 값으로 모발내 미량금속의 특이성 또는 국제간의 비교를 볼 때 기초적 수치가 되리라고 생각한다.

4. 總括 및 結論

농촌과 도시에서 남자 350명 여자 349명으로 부터 채취한 毛髮을 分析하여 금속류의 함량을 분석한 結果, 남자/여자로 볼때 Zn 은 $170.33 \pm 77.43/187.0 \pm 66.53$ ppm Cu $9.81 \pm 3.25/10.24 \pm 3.54$ ppm, Pb $8.43 \pm 7.02/8.62 \pm 5.21$ ppm, Cd $0.18 \pm 0.15/0.22 \pm 0.19$ ppm Hg $2.13 \pm 1.49/1.20 \pm 0.78$ ppm 이었으며 수은을 제외하고는 여자가 남자에 비하여 다소 높은 수치로 나타내었다. 연령의 증가와 含量과는 아무런 相關이 없었고 금속 간에도 상관성이 없었다.

금속류 전체의 범위를 토대로 Percentile 방식에 의한 한국인 모발내 금속류의 reference value 를 구하여 보았는데 이는 모발내 미량금속의 특이성 또는 인증 및 국제간의 비교를 논할때 기초적 수치가 된다고 생각한다.

〈참 고 문 헌〉

1. 三島昌夫 編著：環境中の微量金屬の測定，東京化學同人 刊 (1985)
2. 寺岡久之・小林 純：頭髮中の無機成分に關する化學的 研究 (第 1 報)，日衛誌 第 32 卷 第 4 號，(1977)
3. Chattopadhyay, A. and Tervis : Hair as an indicator of multielement exposure of population groups, Trace Substance in Environmental Health-VIII, 31-37(1974)
4. Eads, A.E. and Lambdin, E.C : A Survey of trace metal in human hair Environmental Research, 6, 247-252 (1973)
5. 환경청, 環境汚染公定試驗法 (1982)
6. Doctor's Data Inc.: P.O. Box III, 30 W 101 Roosevelt Road, West Chicago, IL 60185 U.S.A
7. 和田攻：金屬とヒト，朝倉書店 (1985)
8. 鎌倉光宏：A Study of the Characteristics of Trace Elements in the Hair of Japanese, Japanese Journal of Hygiene, Vol. 38, No. 5, (1983)
9. Environmental Quality, U.S. Council on Environmental Quality (1977)
10. M. J. Gonzalez et al: Mercury in Human Hair: A Study of Residents in Madrid Spain, Archives of Environmental Health, Vol. 40, No. 4 (1985)
11. 金等：未公開
12. 李澤昇・孫東憲：齒科界 從事者の頭髮中總水銀 含量에 관한 研究, 약학회지 제 23 권 第 1 号 (1979)
13. 淺見益吉郎 外：環境衛生學，建帛社，P. 221 ~ 238, (1983)
14. 石崎有信 外：生物體内のCdの分布について (第 1 報) 日衛誌，24, 375, 1969
15. 裴恩相 外：韓國人 毛髮中 鉛含量에 관한 調査, 最新醫學，20, 9, (1977)
16. 李榮造 外：韓國人 毛髮中 重金屬 含量에 관한 研究, 高醫大 論集，16, 1 (1979)
17. U.S. EPA: Human Scalp Hair, An Environmental Exposure Index for Trace Elements, Seventeen Trace Elements in Four New Jersey Communities, EPA-600/1-78-0376, June, (1978)
18. 鈴木助治 外：有害性 元素に關する 衛生化學的 研究 (第 3 報)，衛生化學，(1982)
19. 山縣登：微量元素，産業圖書 (1977)