

血液中重金属含有量について

福島 悦子* 藤代 良彦*

Heavy Metals in the Human Blood Etsuko FUKUSHIMA, Yoshihiko FUJISHIRO

I はじめに

環境汚染が問題となっている今日、正常一般人の血液中重金属含有量を把握しておくことは重要である。そこで、地方衛生研究所全国協議会の共同研究テーマの一つとして取りあげられたのを機会に1977~1979年度までの3か年間、各年約20名の県内在住健康者の血中重金属分析を行った。健康者における血中重金属の常在値を知るとともに、地域あるいは職業等による特性の有無を見いだすべく、当所職員、漁業従事者、レンズ工場従業員を対象として分析を行った。また測定を行う際問題となるその方法についても若干の検討を試みたので報告する。

II 調査対象および測定項目

表1に示す。

表1 調査対象および測定項目

年 度	対 象	項 目
1977	当所職員	Cd, Pb, Zn, Cu, Mn, Fe
	男12人(25~35歳) 女8人(26~48歳)	
1978	漁業従事者	同 上
	男8人(41~61歳) 女12人(41~49歳)	
1979	レンズ工場従業員	Cd, Pb, Zn, Cu, Mn, Fe, Mg, Ca
	男11人(22~47歳) 女11人(21~49歳)	

III 実験方法

装置：原子吸光光度計
JARRELL-ASH AA-1
JARRELL-ASH 8200-FLA10
PERKIN-ELMER 305

試薬：標準液；和光純薬 KK 1000ppm (用時希釈)
硝酸、硫酸、過塩素酸；和光純薬 KK (有害金属測定用)
過酸化水素；三菱瓦斯化学 (特級)
トリエタノールアミン；ドータイト
ジェチルジチオカルバミン酸ナトリウム、メチルイソブチルケトン、アンモニア水；和光純薬 KK (原子吸光用)
牛血液；和光純薬 KK (精度管理用)

分析法：

図1~4に示す。

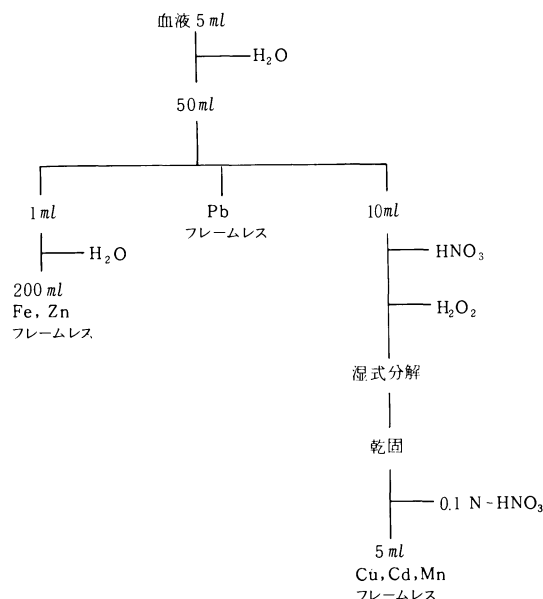


図1 1977年度分析法

* 千葉県衛生研究所
(1980年6月9日受理)

血液中重金属含有量について

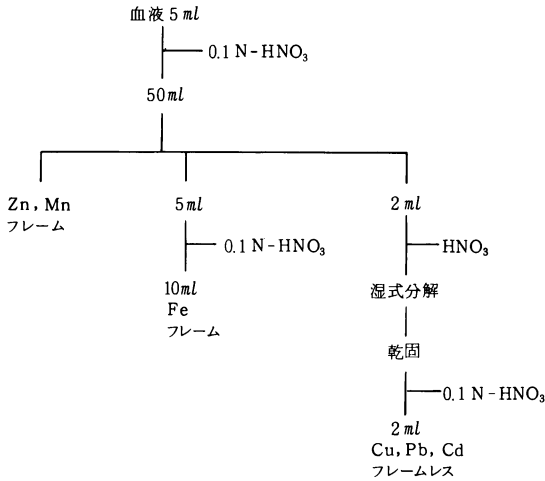


図2 1978年度分析法

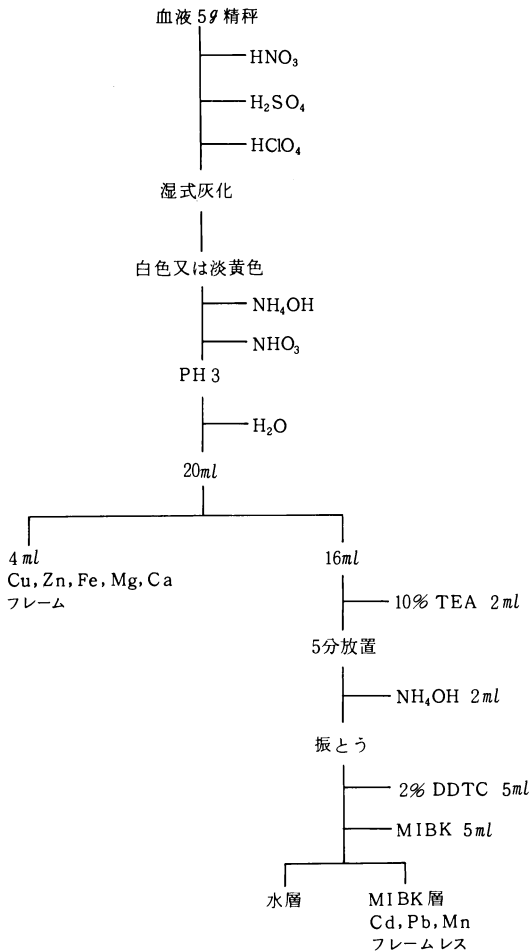


図3 1979年度分析法

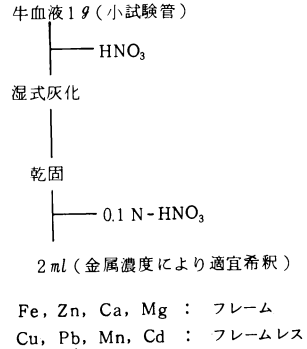


図4 簡易分析法

IV 実験結果および考察

3年間の測定結果は表2～4の通りであり、表5は牛血を用いての再現性試験結果である。再現性試験は図4の方法を用いた。図1の方法では、鉄、亜鉛など血中含有量の多い金属をフレイムレス法で測定したが、これらの金属はフレイム法で十分であった。また、試料採取の際、1977～1978年度は容量で採取したが粘度の高い試料については、重量で採取する方がより正確であり、若干の試料不足にも十分対処出来るなどメリットが多い。血液は一人の人間から多量に採取することがむずかしいために、繰返し実験が出来にくいので精度の点で問題がある。このようなことを考慮すると、一回の測定に用いる量を少なくし、同時に多項目金属測定が出来る方法を用いることが重要である。加えて日常検査では、前処理が簡単であることが必要である。図3の方法は煩雑さの面で難点があった。また、この方法で鉄の値が低くでたのは、分析法によるものと考えられる。その理由は牛血を用いて、図3と4の方法で比較試験を行った結果、前者は平均 $224\mu\text{g/g}$ ($n=5$)、後者は $244\mu\text{g/g}$ ($n=5$)であった。図4の方法は、カドミウム、鉛、マンガンなど含有量の少ない金属については問題が残るが、検体採取量が少量であるため繰返し実験が出来、その精度を高められること、前処理が簡単であり再現性も良いなどの利点がある。

表2 1977年度分析結果

単位: $\mu\text{g}/\text{ml}$

No	性別	年令	比重	Fe	Zn	Cu	Mn	Pb	Cd
1	男	24	1.055	582	15.1	0.72	0.053	0.015	0.005
2	"	27	1.059	617	8.6	0.58	0.044	0.015	0.003
3	"	27	1.058	581	15.7	0.62	0.028	0.020	0.003
4	"	27	1.056	534	10.5	0.61	0.035	0.011	0.003
5	"	28	1.057	553	10.7	0.65	0.034	0.029	0.003
6	"	28	1.056	585	13.0	0.71	0.046	0.015	0.003
7	"	30	1.055	589	11.1	0.57	0.042	0.044	0.004
8	"	31	1.056	563	17.2	0.68	0.043	0.013	0.003
9	"	32	1.057	519	7.6	0.57	0.090	0.017	0.005
10	"	33	1.058	664	12.3	0.47	0.028	0.011	0.004
11	"	35	1.059	610	17.7	0.84	0.051	0.027	0.004
12	"	37	1.056	601	13.6	0.78	0.055	0.018	0.003
平均値			1.057	583	12.8	0.65	0.046	0.020	0.004
標準偏差			0.0014	38.9	3.24	0.102	0.0166	0.0095	0.0008
1	女	26	1.051	556	15.9	0.67	0.029	0.013	0.003
2	"	28	1.051	498	7.7	0.59	0.042	0.013	0.003
3	"	29	1.053	482	18.5	0.70	0.030	0.025	0.003
4	"	29	1.052	547	15.5	0.66	0.062	0.024	0.003
5	"	29	1.052	502	17.7	0.49	0.021	0.014	0.004
6	"	36	1.051	563	8.9	0.67	0.039	0.017	0.004
7	"	47	1.050	432	14.0	0.82	0.109	0.011	0.004
8	"	48	1.053	541	8.8	0.96	0.063	0.024	0.004
平均値			1.052	516	13.4	0.70	0.049	0.018	0.004
標準偏差			0.0011	46.2	4.30	0.142	0.0284	0.0058	0.0005

表3 1978年度分析結果

単位: $\mu\text{g}/\text{ml}$

No	性別	年令	Fe	Zn	Cu	Mn	Pb	Cd
1	男	41	517	4.3	0.96	0.008	0.016	0.002
2	"	46	498	5.5	0.82	0.005	0.026	0.003
3	"	46	480	5.5	0.79	0.008	0.027	0.002
4	"	50	498	3.7	0.78	0.005	0.072	0.003
5	"	51	480	5.1	0.78	0.006	0.087	0.001
6	"	56	443	4.0	0.82	0.006	0.062	0.002
7	"	60	419	4.4	0.66	0.007	0.172	0.003
8	"	61	419	3.9	0.97	0.017	N.D.	0.002
平均値			469	4.6	0.82	0.008	0.058	0.002
標準偏差			37.6	0.72	0.101	0.0039	0.055	0.0007
1	女	34	375	5.1	0.73	0.006	N.D.	0.001
2	"	41	379	4.1	0.81	0.010	0.045	0.002
3	"	41	313	3.8	0.78	0.009	0.097	0.001
4	"	43	423	2.9	0.81	0.007	N.D.	0.001
5	"	45	406	4.0	0.77	0.009	N.D.	0.001
6	"	46	428	4.8	0.80	0.011	0.090	0.001
7	"	46	472	5.2	0.91	0.008	0.030	0.002
8	"	49	388	5.3	0.84	0.012	0.041	0.002
9	"	51	397	4.3	0.80	0.008	N.D.	0.002
10	"	52	397	4.4	1.04	0.006	N.D.	0.003
11	"	52	388	3.6	0.90	0.011	0.032	0.005
12	"	54	401	4.3	0.82	0.009	N.D.	0.004
平均値			397	4.3	0.83	0.009	0.028	0.002
標準偏差			37.4	0.71	0.082	0.0019	0.0354	0.0013

血液中重金属含有量について

表 4 1979年度分析結果

単位：μg/g

No.	性別	年齢	比重	Fe	Mg	Ca	Zn	Cu	Mn	Pb	Cd
1	男	22	1.056	404	39	64	6.5	0.72	0.008	0.042	0.001
2	"	25	1.057	406	34	75	6.2	0.69	0.012	0.012	0.001
3	"	28	1.059	381	34	70	4.6	0.76	0.014	0.078	0.001
4	"	29	1.058	443	40	70	5.6	0.87	0.013	0.040	0.002
5	"	30	1.058	436	31	72	5.9	0.73	0.010	0.056	0.001
6	"	31	1.060	468	37	73	6.1	0.96	0.014	0.065	0.003
7	"	32	1.057	301	34	79	5.0	0.85	0.012	0.047	0.002
8	"	39	1.059	254	40	65	5.4	0.80	0.016	0.068	0.002
9	"	41	1.060	474	41	63	6.0	0.90	0.015	0.046	0.002
10	"	43	1.056	334	32	71	5.5	0.88	0.011	0.037	0.001
11	"	47	1.055	445	34	70	6.4	0.87	0.006	0.050	0.004
平均値			1.058	395	36	70	5.7	0.82	0.012	0.049	0.002
標準偏差			0.0017	71.3	3.5	4.8	0.59	0.086	0.0030	0.0178	0.0010
1	女	21	1.052	384	32	75	5.2	0.83	0.008	0.075	0.001
2	"	22	1.053	332	34	93	5.7	0.93	0.032	0.125	0.001
3	"	25	1.052	343	33	81	5.8	0.83	0.010	0.017	0.001
4	"	29	1.052	382	32	73	5.7	0.73	0.009	0.019	0.001
5	"	35	1.056	351	34	66	5.6	0.89	0.005	0.019	0.001
6	"	38	1.052	276	31	78	4.6	0.77	0.010	0.028	0.002
7	"	42	1.054	262	33	74	4.9	0.72	0.014	0.027	0.002
8	"	44	1.055	310	33	76	4.6	0.81	0.009	0.010	0.002
9	"	45	1.053	303	33	69	5.1	0.90	0.017	0.034	0.001
10	"	48	1.056	322	34	68	5.8	0.80	0.018	0.074	0.002
11	"	49	1.053	337	31	70	4.6	0.73	0.009	0.019	0.001
平均値			1.053	327	33	75	5.2	0.81	0.013	0.041	0.001
標準偏差			0.0016	38.7	1.1	7.5	0.50	0.072	0.0075	0.0356	0.0005

表 5 再現性試験結果

単位：μg/g

回数	Fe	Ca	Mg	Zn	Cu	Mn
1	241	104	30	3.9	0.93	0.105
2	246	101	31	3.8	0.95	0.048
3	239	97	29	4.0	0.91	0.054
4	243	101	29	3.4	0.82	0.063
5	240	100	30	3.4	0.89	0.077
6	243	103	30	3.8	0.99	0.054
7	243	103	29	3.9	0.93	0.049
8	246	106	31	3.9	0.96	0.042
9	239	100	29	3.9	0.93	0.058
10	232	99	28	3.4	0.94	0.067
11	244	100	28	3.6	0.95	0.088
12	240	99	28	3.8	0.88	0.049
13	240	99	30	3.8	0.94	0.045
14	244	101	28	3.7	0.99	0.060
15	202	98	28	3.8	1.03	0.038
16	249	101	32	4.5	0.95	0.041
17	238	101	30	3.5	0.92	0.047
18	239	103	29	3.3	0.82	0.035
19	240	98	28	3.8	0.94	0.053
20	241	103	29	3.6	0.86	0.044
平均値	239	101	29	3.7	0.93	0.056
標準偏差	9.3	2.3	1.2	0.28	0.053	0.0174
変動係数	3.9	2.3	4.1	7.6	5.7	31.1

V まとめ

上記のように図1～3の分析法には、いろいろ問題点があり、測定結果をそのまま比較することは出来ない。なお、おおよその血中重金属含有量は、亜鉛 (2.9～6.5 $\mu\text{g/g}$)、銅 (0.47～1.04 $\mu\text{g/g}$)、鉄 (313～517 $\mu\text{g/g}$)、マグネシウム (31～41 $\mu\text{g/g}$)、カルシウム (63～93 $\mu\text{g/g}$)、マンガン (0.005～0.109 $\mu\text{g/g}$)、カドミウム (0.001～0.005 $\mu\text{g/g}$)、銅 (0.47～1.04 $\mu\text{g/g}$)、鉄 (313～517 $\mu\text{g/g}$)、マグネシウム (31～41 $\mu\text{g/g}$)、カルシウム (63～93 $\mu\text{g/g}$)、マンガン (0.005～0.109 $\mu\text{g/g}$)、カドミウム (0.001～0.005 $\mu\text{g/g}$)、鉛 (N. D.～0.172 $\mu\text{g/g}$) という値をえた。これは多数の文献値を類似した。¹⁻⁸⁾また、地域、職業等による差異は認めなかった。

血液試料を用いての分析においては、その方法により結果に大きな影響を与える。少量の試料を用い再現性よく簡単に出来る方法、特に含有量の少ない金属については、今後ともその分析法の検討が重要であろう。

文献

- 1) 日本化学会訳編：微量元素，丸善 KK，(東京)，1975.
- 2) 松岡澄他：徳島衛研年報，No.16，69-76，1977.
- 3) 渋谷サチ子他：向上，No.17，85-90，1978.
- 4) 三島昌夫他：公衆衛生院研究報告，22巻1号，1973.
- 5) 三島昌夫：分析化学，No.24，433-436，1975.
- 6) 佐藤彰他：岩手衛研年報20，155-158，1977.
- 7) 菊池正行他：仙台衛生試験所々報，第6号，7号 (昭和50年，51年度，52年度)