

香川県人の血液中金属元素の正常値に関する研究

毛利 孝明・西岡 千鶴・黒田 弘之

I 緒 言

重金属等による環境汚染が進む中で、日本人の血液中に金属元素が現在どの程度存在しているかを把握しておくことは、重要なことである。このような観点より、全国地方衛生研究所全国協議会は、共同テーマとして、「血液中の重金属からみた地域住民の健康評価に関する研究」を計画し、全国の衛生研究所が、昭和52年度より3ヶ年間、一般正常人の血液中の金属元素の調査を実施し、香川県も分担研究を行ったので、その結果について報告する。

II 実験方法

1. 実験材料

1) クロスチェック用試料

地研全国協議会より送付された牛血液（凍結乾燥品）を用いた。

2) 調査試料

昭和52年度より昭和54年度までの3年間、香川県在住者20名ずつを無策為に選び、静脈血5mlを採血し、試料とした。

2. 実験方法

1) 試 薬

すべて和光純薬特級もしくは有害金属測定用を用いた。標準液（Fe, Cu, Zn, Ca, Mg, Mn, Pb, Cd）は、和光純薬原子吸光分析用1000 μ g/mlを使用した。

2) 標準液の調製

a) Fe, Cu, Zn, Ca, Mgの混合標準原液

Fe標準液50ml, Cu標準液を1N HClで5倍に希釈したものを1ml, Zn標準液1ml, Ca標準液10ml, Mg標準液10ml及び塩酸7mlをとり、水を用いて全量100mlとする。

b) Mn, Pb, Cdの混合標準原液

Mnは標準液を0.5N HNO₃で100倍に希釈し、その1mlをとり、Pbは標準液を0.5N HNO₃で100倍に希釈し、その5mlをとり、Cdは標準液を0.5N HNO₃で1000倍に希釈し、その1mlをとり、全量を0.5N HNO₃で100mlとする。

3) 試験溶液の調製及び測定法

血液5gを硝酸20ml及び過塩素酸5mlを用いて湿式灰化を行い分解終了後350℃以下で灰化液を蒸発乾固する。冷後1NHClを用いて残留物を溶解し試験溶液とする。

a) Cu, Zn

試験溶液2~3mlを用いてフレイム原子吸光光度法により測定し、あらかじめ作成した検量線より濃度をもとめる。（試薬等によるブランク値は測定値より差し引く。以下すべての測定について同様）

b) Fe, Mg

試験溶液1mlを取り水で50mlとし、フレイム原子吸光光度法により測定し、あらかじめ作成した検量線より濃度を求める。

c) Ca

試験溶液1mlを取り、塩化ストロンチウム溶液2.0mlを加え、水で50mlとし、フレイム原子吸光光度法により測定し、あらかじめ作成した検量線より濃度を求める。

d) Mn, Pb, Cd

試験溶液5mlに塩酸5ml及びMIBK10mlを加えよく振りまぜFeをMIBK層に移す。水層8mlをビーカー又は試験管に分け取りホットプレート上で蒸発乾固したのちこの蒸発残留物を0.5N HNO₃2.0mlに溶解し試験溶液とする。これをフレイムレス原子吸光光度法により測定し、あらかじめ作成した検量線より濃度を求める。

4) 分析装置及び条件

島津AA640-13型原子吸光分光光度計、島津グラフィトファーネスタマイザGFA-2形を使用した。測定条件は表1,2に示した。

表1 フレーム原子吸光分析条件

Element	Wavelength (nm)	Current (mA)	Air (ℓ/min)	Acetylene (ℓ/min)
Fe	248.3	5	10	2.5
Cu	324.7	4	10	2.5
Zn	213.9	4	10	2.5
Ca	422.7	4	10	2.5
Mg	285.2	4	10	2.5

表2 フレームレス原子吸光分析条件

Condition	Pb	Cd	Mn
Wave length (nm)	283.3	228.8	279.5
Current of Hollow Cathode lamp (mA)	4	4	4
Current of D ₂ lamp (mA)	210	210	210
Ar gas flow rate (ℓ/min)	1.0	1.0	1.0
Drying Amp (A)	15	15	15
Time (S)	40	40	40
Ashing Amp (A)	35	35	50
Time (S)	15	15	15
Atomize Amp (A)	130	110	210
Time (S)	5	5	5
Injection Volume (vl)	20	20	20

III 実験結果及び考察

1. 牛血液乾燥品によるクロスチェック

全国の地方衛生研究所(63機関)の参加によるクロスチェックの結果を表3に示した。また、試験法の項で述べた方法により、5回測定した場合の変動係数も表3に示した。これらの結果より、Fe, Mg, Ca, Cu, Zn,

Mnと比較的高濃度の元素は、変動係数も1.5~5.7%で良好な結果を得た。Pbについては、痕跡分析であり、相当バラツキが認められた。Cdは、全国63機関中12機関と同じ0.000の結果を得た。全国の平均値と比較しても、ほぼ良好な結果であり、血中金属元素の分析に信頼できる分析法であることが判明した。

表3 牛血液乾燥品によるクロスチェック検査結果(昭和54年度)

		Fe (ppm)	Mg (ppm)	Ca (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Pb (ppm)	Cd (ppm)
香川県 全国(63)	平均値	257±11	35±1	111±3	1.34±0.02	3.1±0.1	0.035±0.002	0.023±0.006	0.000
	(又±σ)	272±27	35±3	115±15	1.33±0.14	2.9±0.6	0.036±0.012	0.028±0.021	0.002±0.001
香川県 全国	変動係数(%)	4.3	2.9	2.7	1.5	3.2	5.7	26.1	-
		10.0	9.1	13.3	10.6	20.9	33.3	74.8	98.2
香川県	補正係数	1.059	1.009	1.041	0.991	0.926	1.034	1.253	-

2. 香川県人の血液中金属元素の含有量

香川県人の血液中金属元素の分析結果を測定年度別に、表4、表5、表6に、また全国平均との比較を図1に示した。昭和52年度測定値は、微量分析技術上、若干問題があり、香川県人の血液の正常値は、53、54年度の測定結果で検討すべきであるが、参考のため表5に示した。

1) Fe

香川県における52~54年までのFe平均値は、479~

581 ppmと全国平均より若干高かった。Feの濃度は、表7より、男性567 ppm(全国平均507)、女性510 ppm(全国平均428)といずれも全国平均より高かった。表3より、Feの補正係数は1.059であり、分析技術も問題なく、香川県人の正常値と考えてもさしつかえないと思われる。

2) Cu

図1より、香川県人の銅含量は、53、54年度いずれも

全国平均を上まわった。これが何に起因しているか、今後検討すべき問題であろう。また、表6、表7より、男女による差異は全国の結果と同じく、女性の方が含量が高かった。

3) Zn

表5~7より、香川県人のZnの含量は、6.3~7.6と全国平均とはほぼ同じであった。また、男性の方が女性より高かった。

4) Pb

昭和52年度の測定結果は、機器が古くバックグラウンド補正ができておらず、分析法に改良の余地があり、本県の正常値とは考えがたい。53、54年度の測定結果は、全国平均とはほぼ同じ0.062~0.088であった。

5) Mn

表6、表7より、Mnの平均値は、0.030~0.041と全

国平均より若干上まわったが、特に異常な数値とは思われない。表3より補正係数も1.034と分析手法にも問題がなく、本県の正常値を表していると思われる。

6) Cd

Cdの分析結果も、表6、表7より全国平均0.002 ppm前後と大差なく、性差もなかった。

7) Ca

表7より、43~70 ppm(平均53)と全国平均49 ppmより若干上まわった。また、男性よりも女性の方が高かった。

8) Mg

表7より、26~44 ppm(平均36)と全国平均35 ppmとはほぼ等しかった。性差では、顕著な差は認められなかった。

表4 昭和54年度香川県人の血液中の金属元素の測定結果

No	性	年齢	居住地域	職業	採血年月日	血液型	コレステロール (ppm)	Fe (ppm)	Mg (ppm)	Ca (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Pb (ppm)	Cd (ppm)
1	男	20	市街地	会社員	54年11月	O	176	615	37	56	1.02	9.2	0.023	0.058	0.002
2	"	22	"	"	"	A	107	591	44	50	1.17	5.2	0.036	0.010	0.002
3	"	26	平野部	"	"	B	104	614	37	49	1.06	5.3	0.036	0.016	0.001
4	"	27	"	"	"	B	162	580	33	56	1.12	7.4	0.030	0.091	0.001
5	"	28	市街地	"	"	A	194	551	36	54	0.96	6.6	0.015	0.050	0.001
6	"	29	平野部	"	"	AB	163	582	36	51	0.87	6.3	0.024	0.052	0.003
7	"	29	市街地	"	"	B	244	692	40	43	1.04	8.4	0.034	0.077	0.006
8	"	30	平野部	自営業	"	A	169	532	34	53	0.97	6.4	0.025	0.065	0.001
9	"	34	市街地	会社員	"	A	198	582	33	44	0.87	6.0	0.048	0.073	0.001
10	"	35	平野部	"	"	B	191	597	37	56	1.21	7.3	0.024	0.009	0.002
11	"	38	市街地	"	"	A	138	552	40	51	0.94	6.5	0.031	0.131	0.001
12	"	42	山間部	公務員	"	B	217	653	41	46	1.04	8.5	0.036	0.127	0.002
13	"	48	平野部	"	"	O	208	367	26	70	1.18	5.3	0.026	0.037	0.001
14	"	53	市街地	会社員	"	O	205	559	37	48	1.57	6.4	0.021	0.105	0.001
15	"	54	平野部	"	"	B	176	517	32	56	1.07	7.0	0.031	0.060	0.002
16	女	25	市街地	"	"	O	177	520	36	53	0.95	7.3	0.024	0.009	0.001
17	"	27	"	公務員	"	O	135	503	36	57	1.00	6.0	0.031	0.120	0.001
18	"	48	"	無職	"	O	174	535	35	59	1.17	7.0	0.042	0.054	0.002
19	"	61	"	"	"	O	204	519	38	59	1.13	6.4	0.035	0.078	0.003
20	"	62	漁村部	"	"	A	190	475	38	58	1.28	6.3	0.025	0.019	0.002

表5 昭和52年度香川県人の血液中の重金属含有量

	件数	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Pb (ppm)
香川県	20	479±118	0.84±0.19	6.3±1.7	0.180±0.036
香川(男)	13	500±123	0.87±0.16	6.9±1.1	0.179±0.031
香川(女)	7	442±90	0.84±0.17	6.5±1.3	0.170±0.044
全国	860	492±22	0.84±0.06	6.8±1.0	0.090±0.029

表6 昭和53年度香川県人の血液中の重金属含有量

		件数	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Pb (ppm)	Cd (ppm)
香川県 香川(男) 香川(女) 全国	平均値 ($\bar{x} \pm \sigma$)	20	581±86	1.03±0.10	7.6±1.0	0.041±0.019	0.088±0.056	0.002±0.001
		15	621±52	1.04±0.11	7.8±0.9	0.038±0.016	0.076±0.044	0.002±0.001
		5	462±47	1.01±0.09	7.1±1.0	0.049±0.028	0.122±0.080	0.001±0.000
		1,027	491±89	0.83±0.19	6.1±1.3	0.027±0.013	0.100±0.049	0.003±0.002
香川県 香川(男) 香川(女) 全国	幾何平均	20	574	1.03	7.6	0.036	0.074	0.001
		15	619	1.03	7.8	0.034	0.067	0.001
		5	460	1.01	7.1	0.043	0.101	0.001
		1,027	482	0.81	5.9	0.023	0.089	0.002
香川県 香川(男) 香川(女) 全国	最小～ 最大	20	412～699	0.82～1.22	5.8～9.2	0.008～0.088	0.030～0.230	0.000～0.005
		15	525～699	0.82～1.22	5.8～9.2	0.008～0.070	0.030～0.200	0.000～0.005
		5	412～534	0.92～1.14	6.1～8.8	0.024～0.088	0.040～0.230	0.000～0.001
		1,027	291～699	0.27～1.76	2.4～9.2	0.001～0.088	0.027～0.300	0.000～0.011

表7 昭和54年度香川県人の血液中の金属元素含有量

		件数	Fe (ppm)	Mg (ppm)	Ca (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Pb (ppm)	Cd (ppm)
香川県 香川(男) 香川(女) 全国 全国(男) 全国(女)	平均値 ($\bar{x} \pm \sigma$)	20	557±69	36±4	53±6	1.08±0.16	6.7±1.1	0.030±0.008	0.062±0.039	0.002±0.001
		15	572±72	36±4	52±7	1.07±0.17	6.8±1.2	0.029±0.008	0.064±0.038	0.002±0.001
		5	510±23	37±1	57±2	1.11±0.13	6.6±0.5	0.031±0.007	0.056±0.045	0.002±0.001
		1084	485±64	35±4	49±8	0.83±0.15	6.0±1.0	0.022±0.014	0.055±0.034	0.003±0.002
		731	510±57	36±4	48±8	0.81±0.14	6.3±1.0	0.022±0.013	0.057±0.035	0.003±0.003
353	434±57	33±4	52±4	0.88±0.19	5.4±0.9	0.022±0.013	0.052±0.030	0.003±0.003		
香川県 香川(男) 香川(女) 全国 全国(男) 全国(女)	幾何平均	20	552	36	53	1.07	6.7	0.029	0.047	0.002
		15	567	36	52	1.06	6.7	0.028	0.050	0.002
		5	510	37	57	1.10	6.6	0.031	0.039	0.002
		1084	480	35	49	0.82	5.9	0.019	0.045	0.002
		731	507	36	47	0.80	6.2	0.018	0.046	0.002
353	428	32	51	0.86	5.3	0.020	0.040	0.002		
香川県 香川(男) 香川(女) 全国 全国(男) 全国(女)	最小～ 最大	20	367～692	26～44	43～70	0.87～1.57	5.2～9.2	0.015～0.048	0.009～0.131	0.001～0.006
		15	367～692	26～44	43～70	0.87～1.57	5.2～9.2	0.015～0.048	0.009～0.131	0.001～0.006
		5	475～535	35～38	53～59	0.95～1.28	6.0～7.3	0.024～0.042	0.009～0.120	0.001～0.003
		1084	202～741	14～56	5～93	0.38～2.13	2.3～11.4	0.001～0.151	ND～0.229	ND～0.026
		731	238～730	15～56	5～79	0.38～1.57	2.3～11.4	0.001～0.117	ND～0.229	ND～0.026
353	202～741	14～49	23～93	0.40～2.13	2.8～9.2	0.003～0.151	ND～0.215	ND～0.018		

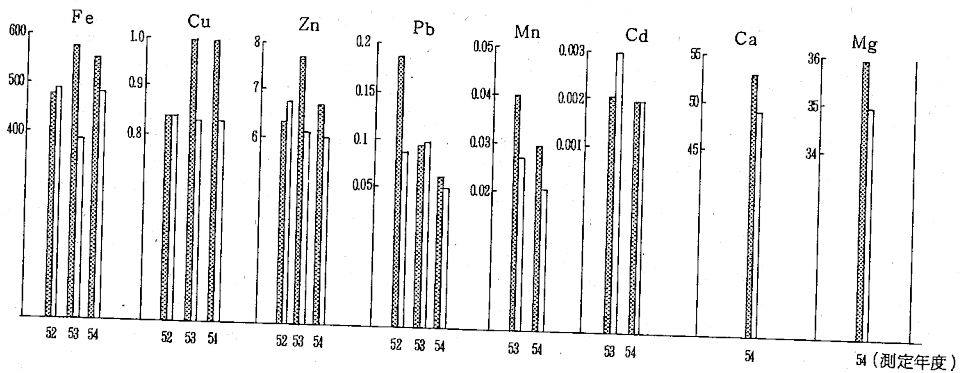


図1 香川県人血液中の金属元素と全国平均の比較グラフ

Ⅳ 結 論

昭和52年より54年までの3年間、香川県人の正常人血液中の金属元素の含有量を測定し次の結果を得た。

1. 地方衛生研究所全国協議会と共同で、血液中金属元素のクロスチェックを行い、補正係数0.991~1.253と良好な結果を得た。
2. 香川県人の金属元素の含有量は、昭和54年度の平均値で、Fe 557 ppm, Mg 36 ppm, Ca 53 ppm, Cu 1.08 ppm, Zn 6.7 ppm, Mn 0.030 ppm, Pb 0.062 ppm, Cd 0.002 ppmであった。
3. 香川県人の金属元素の含有量は、全国平均と比べ

て大差がなかった。ただし、Cuは全国平均0.82 ppmよりかなり高めの1.08 ppmであった。

Ⅴ 文 献

1. 地方衛生研究所全国協議会：血液、尿等の重金属及びウイルス抗体価から見た地域住民の健康評価に関する研究(1978)
2. 地方衛生研究所全国協議会：血液中の重金属からみた地域住民の健康評価に関する研究(1979)
3. 地方衛生研究所全国協議会：地域住民健康度総合評価のための指標とその正常値に関する疫学的調査(1980)