

重金属汚染の環境医学的調査研究（第9報）

－血液，尿，食事中的の重金属測定結果－

小林 淑子* 芳賀 義昭* 今野 宏*
小 沢 喬志郎* 加 藤 明彦*

I はじめに

鉱山県として重金属汚染をなおざりにできない本県では、過年度来環境中の重金属量の測定を行ってきた。今回は秋田県のうちでも比較的環境汚染の少ないと思われる地域の住民が、経口的に体内に摂取している重金属の生体負荷を知る一つの手掛りとして、食事、血液、尿中の重金属に注目し、県内住民の健康管理のための一般値を知るべく調査を行ったのでその結果を報告する。さらに「Cd環境汚染地域住民実態調査」により2次検診の対象者となった者についても同じく調査を行ったのであわせて報告する。

II 対象地区

男鹿市、天王町、八郎潟町、森吉町の4市町(N地区)の50代の男性43名、女性41名について健康調査の際得られた同一人の食事、尿、血液（全血、血清）について重金属測定を行った。(表1.)

表1. S53年度健康調査対象地区人口（N地区）
(50～59歳)

市町村名	人 口 (S54.5.現在)	受 診 率	
		男	女
男 鹿 市	4,346	11/1,832 (0.6)	10/2,514 (0.4)
天 王 町	1,700	10/756 (1.3)	10/944 (1.0)
八 郎 潟 町	1,043	11/487 (2.2)	11/556 (2.0)
森 吉 町	1,016	11/596 (1.8)	10/420 (2.4)
計	8,105	43/3,671 (1.2)	41/4,434 (0.9)

() 内は%

森吉町を流れる阿仁川の上流には、阿仁鉱山をはじめ数ヶ所の休廃止鉱山があり、その主な鉱種は銅である。男鹿市、天王町、八郎潟町の周辺には、特記すべき鉱山はみあたらない。また県北地方（小坂町、八森町）と県南平鹿郡地方（増田町、平鹿町、十文字町）の男女20名は、昭和47年以来行っている「Cd汚染地域住民実態調査」(Cd検診)により、昭和53年度の2次検診の該当者となったもので、N地区と同様に同一人について、食事、尿、血液について重金属測定を行った。(図1.)

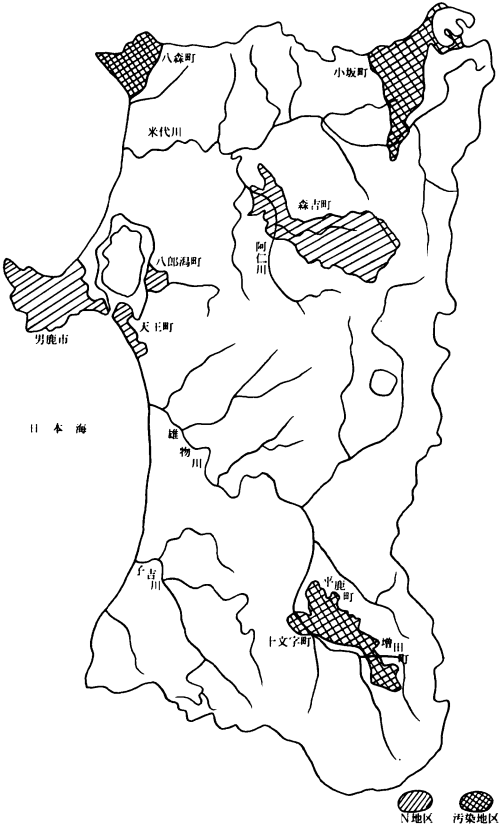


図1. 重金属調査地区及びCd検診対象地区

* 秋田県衛生科学研究所

Cd 検診2次対象者の年令区分及び平均年齢は表 2., 表 3.に示す。

小坂町は小坂銅山の、八森町は発盛鉱業所の、又県南平鹿郡は増田町吉野鉱山（廃止鉱山）の影響をうけたいわゆる Cd 汚染地区である。

III 試 料

A. 血 液

全血は J 社製ヘパリン Na 入 5 ml 真空採血管で、血清

表 3. 調 査 対 象 者 平 均 年 齢

n. x ± σ	男 鹿 市	天 王 町	八 郎 瀉 町	森 吉 町	計	Cd 検 診 2 次受診者
男	11 56.4±1.6	10 56.3±1.3	11 56.2±0.9	11 56.9±1.0	43 56.4±1.2	7 71.3±11.2
女	10 55.8±1.1	10 57.1±1.5	11 56.7±1.3	10 56.9±1.2	41 56.6±1.3	13 73.4± 5.0
計	21 56.1±1.4	20 56.7±1.4	22 56.4±1.1	21 56.9±1.1	84 56.5±1.3	20 73.3± 7.6

は同社製ブレイン 5 ml 真空採血管で採血し、その場で血清分離しあらかじめ 0.1 N 硝酸で洗浄した試験管に血清を分取し、分析まで冷暗所に保存した。

B. 尿

N 地区の男女84名については、採血前日から当日までの24時間尿を、あらかじめ硝酸で洗浄したポリエチレン瓶に採取し、トルエンを加え低温保存した。

Cd 検診 2 次対象者20名については、採血当日の早朝尿を、あらかじめ硝酸で洗浄したポリエチレン瓶に採取し、窒化ナトリウムを加え低温保存した。

C. 食 事

採血前日の一日分の食事を陰膳方式により提供を受け、主食と副食を別々に homogenize し、分析まで冷凍保存した。

III 分析方法

A. 血 液

全血（血清）1 ml に有害金属分析用硝酸 0.1 ml を加え蒸留水で一定量にメスアップした。

測定は日本ジャーレルアッシュ社製 AA- 8500（2 チャンネル）型原子吸光装置に同社製フレイムレスアトマイザー FLA- 100 型を組みあわせ、フレイムレス原子吸光法で測定、D₂ ランプによる同時バックグラウンド補正を行った。

希釈倍率は表 4. に示す。

表 2. Cd 検診 2 次受診者年齢構成

男	年 齢	女
2	80 ~	1
2	70 ~ 79	9
1	60 ~ 69	3
2	50 ~ 59 歳	
7 名	計	13 名

表 4. 血液の希釈倍率

測 定 金 属	全 血	血 清
Fe	10,000 倍	30 倍
Cu	10 倍	10 倍
Zn	2,000 倍	1,000 倍
Mn	} 10 倍	} 10 倍
Pb		
Cd		

B. 尿

尿 100 ml を硫酸一過塩素酸分解し、DDTC-MIBK 抽出を行って日立 207 型原子吸光装置で測定した。

C. 食 事

主、副食はそれぞれ全量を mixer で均一に混合し、その 160 ~ 200 g を 80 ~ 105℃ で乾燥したのち粉碎し主食は約 5 g、副食は約 2 g を精秤し、前記の尿と同様に灰化し、抽出、測定した。

IV 測定結果

全血、血清、尿、食事の重金属の測定結果をそれぞれ表 5., 6., 7., 8. に示す。

表 5. 全血中重金属測定値

単位 ppm

Min. - Max. n, x ± σ	N 地 区	汚 染 地 区	文 献 値 1)
Fe	84 248 - 772 522 ± 111	20 274 - 578 427 ± 80**	1,027 190 - 705 478 ± 75
Cu	84 0.63 - 1.85 0.84 ± 0.16	20 0.65 - 0.97 0.79 ± 0.08	1,027 0.27 - 2.11 0.84 ± 0.17
Zn	84 3.6 - 11.2 6.9 ± 2.0	20 3.2 - 10.8 7.2 ± 1.8	1,027 2.2 - 12.7 5.9 ± 1.3
Mn	84 0.010 - 0.057 0.024 ± 0.009	20 0.010 - 0.049 0.024 ± 0.009	924 0.000 - 0.168 0.024 ± 0.017
Pb	84 0.014 - 0.090 0.048 ± 0.018	20 0.015 - 0.108 0.054 ± 0.029	1,023 N D - 0.911 0.071 ± 0.060
Cd	84 0.001 - 0.009 0.003 ± 0.001	20 0.005 - 0.018 0.011 ± 0.005**	1,000 0.000 - 0.023 0.003 ± 0.002

** P < 0.01

N D : 検出せず

表 6. 血清中重金属測定値

単位 μg/dl

Min. - Max. n, x ± σ	N 地 区	汚 染 地 区	文 献 値
Fe	84 60 - 252 157 ± 53	20 107 - 212 162 ± 27	♂ 80 - 200 126 ± 21.4 ♀ 70 - 180 88.5 ± 18.8 2)
Cu	84 80 - 174 112 ± 18	20 84 - 157 100 ± 16	♂ 80 - 120 ♀ 100 - 150 2)
Zn	84 50 - 256 108 ± 40	20 60 - 240 125 ± 45	37 ♂ 63 - 147 94 45 ♀ 63 - 122 90 3)
Mn	84 N D - 3.0 0.8 ± 0.6	20 0.2 - 1.5 0.8 ± 0.4	98 0.28 ± 0.15 4)
Pb	84 N D - 1.96 0.08 ± 0.33	20 N D - 1.85 0.71 ± 0.69**	
Cd	84 N D - 0.12 0.0 ± 0.02	20 N D - 0.08 0.04 ± 0.04**	

** P < 0.01

N D : 検出せず

表 7. 尿中重金属測定値

単位 $\mu\text{g}/\ell$

Min. - Max. n. $\bar{x} \pm \sigma$	N 地 区	汚 染 地 区 注)	文 献 値 5)
Cu	84 4.6 - 65.1 11.7 ± 7.6	20 24.3 - 346.9 $134.2 \pm 76.3^{**}$	320 2.5 - 79.4 21.2 ± 12.4
Zn	84 77 - 4,414 290 ± 476	20 78 - 892 $447 \pm 246^{*}$	320 18 - 1072 440 ± 300
Mn	84 0.0 - 6.0 1.1 ± 1.4	20 0.9 - 14.7 $6.9 \pm 4.1^{**}$	
Pb	84 0.0 - 35.0 5.7 ± 4.7	20 11.5 - 143.5 $64.9 \pm 45.5^{**}$	
Cd	84 0.4 - 8.3 2.6 ± 1.3	20 3.0 - 38.2 $15.4 \pm 8.6^{**}$	320 0.0 - 10.2 4.5 ± 4.2

注) クレアチニン補正値

$^{**} P < 0.01$ $^{*} P < 0.05$

表 8. 食事中的重金属測定値

単位 mg/day

Min. - Max. n. $\bar{x} \pm \sigma$	N 地 区	汚 染 地 区	文 献 値
Cu	84 0.59 - 3.46 1.67 ± 1.16	20 0.55 - 4.01 1.55 ± 0.88	2.5 6)
Zn	84 4.00 - 17.41 9.09 ± 2.91	20 2.75 - 10.93 $7.26 \pm 2.28^{**}$	12 ~ 15 7)
Mn	84 1.46 - 10.72 5.14 ± 1.90	20 2.57 - 8.86 4.95 ± 1.77	6 ~ 10 8)
Pb	84 0.018 - 0.136 0.056 ± 0.026	20 0.019 - 0.158 $0.085 \pm 0.039^{**}$	0.07 ~ 0.170 9)
Cd	84 0.011 - 0.386 0.044 ± 0.044	20 0.032 - 0.348 $0.128 \pm 0.079^{**}$	0.03 ~ 0.06 10)

$^{**} P < 0.01$

A. 秋田県の N 地区と文献値の比較

文献値^{1)~10)}は種々のデータから得たもので、測定方法、対象者等が異なるので一応参考程度と考えたが、N 地区の測定値と文献値はほぼ似たような値を示した。全血中の Pb は文献値より N 地区の測定値がやや低い傾向を示し、血清中の Mn は文献値より N 地区の測定値がやや高い傾向を示した。尿中重金属の文献値は測定方法も同じく、対象地区も本県内の似かよった地区¹¹⁾の測定値であるが、今回は 5 種類の重金属とも文献値より低い値を示した。

B. N 地区と汚染地区の比較

対象者の年齢構成等に大きな違いがあるが汚染地区は全血の Cd、血清の Pb と Cd、尿はすべての項目、食事は Zn、Pb、Cd が有意に高く、全血の Fe は有意に低かった。

C. N 地区の重金属濃度の比較

5 種類の重金属のそれぞれの濃度の違いを図 2., 3., 4. に示す。

全血で森吉町の Pb、天王町の Zn、尿では男鹿市の Mn、八郎潟の Cu、Cd、Zn、食事においては男鹿市の Cu、Pb に違いがみられたが他に大きな違いはみられなかつ

表 9. 測定項目間の相関－N地区

n = 84

		全血						血清						尿						食 事（総摂取量）				
		Fe	Zn	Cu	Mn	Pd	Cd	Fe	Zn	Cu	Mn	Pb	Cd	Zn	Cu	Mn	Pb	Cd	Zn	Cu	Mn	Pb	Cd	
全血	Fe		0.04	** -0.33	* -0.22	0.03	-0.04	0.17	-0.07	0.02	0.12	-0.03	-0.10	0.10	0.01	-0.14	0.10	-0.05	-0.05	-0.21	* -0.25	-0.20	-0.15	
	Zn			-0.11	-0.11	0.25*	0.06	0.02	0.06	0.14	0.12	-0.01	-0.14	-0.18	-0.07	0.03	0.22*	-0.17	-0.08	-0.06	-0.05	-0.02	0.13	
	Cu				0.17	-0.13	0.09	-0.11	0.02	0.25*	-0.13	-0.03	0.06	-0.03	-0.15	0.04	0.03	-0.08	0.07	0.02	0.14	0.07	0.07	
	Mn					-0.12	0.22*	-0.15	0.04	0.37**	-0.11	-0.10	0.00	0.01	0.09	0.07	0.03	0.11	0.05	-0.04	0.20	-0.01	-0.07	
	Pb						0.20	-0.07	0.19	0.07	-0.02	0.07	0.02	-0.07	-0.20	0.03	-0.14	-0.21	-0.01	0.02	-0.07	-0.00	0.13	
	Cd							-0.13	0.17	0.19	-0.01	-0.04	0.04	0.07	0.05	0.10	-0.06	0.09	0.06	-0.09	0.12	0.05	-0.01	
血清	Fe								0.00	0.00	0.11	-0.04	0.01	0.14	0.14	-0.03	0.07	0.01	-0.04	-0.04	-0.17	0.02	-0.07	
	Zn									0.16	0.10	0.08	0.02	0.01	0.01	0.05	0.10	0.08	0.01	0.03	-0.04	-0.01	0.27*	
	Cu										-0.10	0.00	0.02	0.02	-0.08	-0.12	0.06	-0.06	0.11	0.05	0.05	0.08	0.02	
	Mn											0.05	0.05	0.21	0.18	-0.06	0.04	-0.15	-0.13	-0.11	-0.11	-0.16	-0.13	
	Pb												0.13	0.01	0.05	-0.17	-0.11	-0.11	-0.08	-0.02	-0.02	-0.03	-0.01	
	Cd													0.62**	0.01	-0.06	0.02	-0.15	0.00	-0.02	0.11	0.03	0.08	
尿	Zn														0.09	-0.09	0.10	0.00	-0.06	-0.02	-0.04	0.02	0.01	
	Cu															0.08	-0.05	0.24*	-0.07	-0.02	-0.07	-0.04	-0.08	
	Mn																0.18	0.21	0.02	-0.09	0.01	0.09	0.20	
	Pb																	0.36**	-0.02	-0.12	-0.04	-0.07	0.15	
	Cd																		-0.03	-0.08	-0.09	-0.04	-0.06	
食事（総摂取量）	Zn																			** 0.60	** 0.73	** 0.57	** 0.36	
	Cu																				** 0.48	** 0.53	* 0.27	
	Mn																					** 0.41	* 0.25	
	Pb																						0.20	
	Cd																							

** P < 0.01

* P < 0.05

表10. 測定項目間の相関—汚染地区

n = 20

		全 血						血 清						尿					食 事 (総摂取量)				
		Fe	Zn	Cu	Mn	Pb	Cd	Fe	Zn	Cu	Mn	Pb	Cd	Zn	Cu	Mn	Pb	Cd	Zn	Cu	Mn	Pb	Cd
全 血	Fe		-0.04	-0.19	-0.03	-0.06	-0.52*	-0.04	-0.01	0.23	-0.19	0.41	0.45*	0.46*	-0.39	0.19	0.26	-0.44*	0.48*	0.18	0.54*	0.31	0.15
	Zn			-0.21	0.34	0.02	0.22	0.10	0.05	0.26	-0.07	0.33	-0.02	0.22	0.25	-0.18	-0.31	0.29	0.26	0.01	0.16	-0.18	0.46*
	Cu				0.10	0.35	-0.07	0.18	-0.17	0.76**	0.25	0.01	0.37	-0.14	0.02	0.13	-0.26	-0.19	-0.14	0.52*	0.13	0.03	-0.06
	Mn					-0.17	-0.27	0.38	0.39	0.06	-0.02	0.39	0.50*	-0.20	-0.25	-0.26	-0.21	-0.29	0.49*	0.67**	0.47*	0.27	0.37
	Pb						0.25	-0.05	-0.02	0.52*	0.36	-0.00	-0.45*	-0.00	0.21	0.26	-0.23	0.20	-0.14	0.30	-0.23	-0.20	-0.11
	Cd							-0.01	-0.20	-0.26	0.09	-0.27	0.66**	-0.15	0.82**	-0.16	0.06	0.68**	-0.10	0.27	-0.21	-0.14	0.12
血 清	Fe								-0.21	0.01	0.02	0.25	0.01	0.20	0.02	0.34	-0.18	0.16	0.21	0.32	0.13	-0.00	0.12
	Zn									-0.30	0.12	-0.04	0.19	-0.22	0.10	-0.14	-0.00	-0.21	0.06	-0.05	-0.02	-0.13	0.09
	Cu										0.22	0.24	0.08	-0.06	-0.01	0.13	-0.32	0.14	0.21	0.58**	0.24	0.26	-0.09
	Mn											0.11	-0.14	-0.36	0.21	0.32	-0.28	-0.02	-0.32	-0.10	0.40	0.01	-0.32
	Pb												-0.00	-0.05	-0.41	0.30	-0.25	-0.27	0.35	0.28	-0.20	0.09	0.25
	Cd													-0.44*	0.07	-0.15	-0.15	0.00	-0.19	0.28	-0.19	-0.21	-0.06
尿	Zn														0.26	0.23	0.35	0.41	0.22	-0.15	0.31	0.20	0.08
	Cu															-0.20	0.12	0.75**	-0.17	0.01	-0.21	0.02	0.02
	Mn																0.20	-0.12	-0.09	0.01	-0.12	0.07	-0.10
	Pb																	-0.08	0.20	-0.01	0.18	0.20	0.01
	Cd																		0.03	0.02	0.04	0.11	0.12
食 事 (総摂取量)	Zn																			0.57**	0.85**	0.53*	0.43
	Cu																				0.48*	0.36	0.28
	Mn																					0.61**	0.32
	Pb																						0.07
	Cd																						

** P < 0.01

* P < 0.05

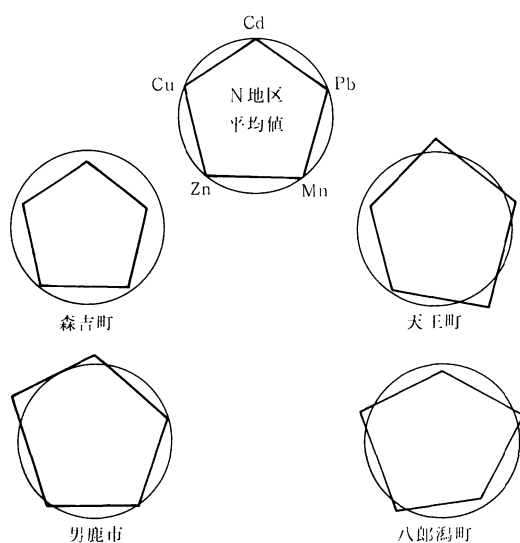


図2. N地区における全血の各成分濃度

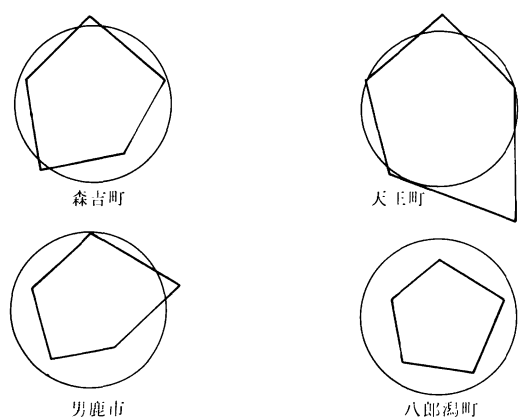


図3. N地区における尿の各成分濃度

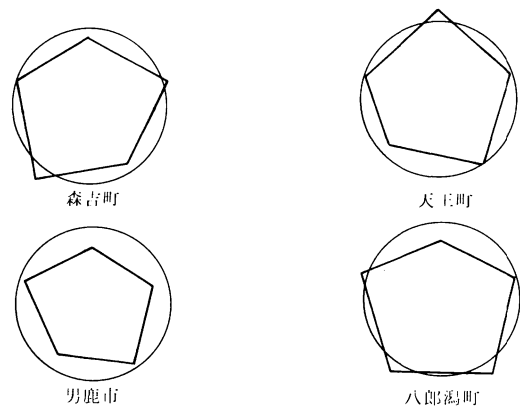


図4. N地区における食事からの重金属摂取の各成分濃度

た。

D. 測定項目間の相関

血液，尿，食事中的の各重金属間の相関をN地区を表9. に，汚染地区を表10. に示す。

N地区も汚染地区も食事中的の重金属間に高い正の相関が多くみられた。

V ま と め

秋田県下の比較的重金属汚染の少ないと考えられる地区の50代の男女84名と，汚染地区の住民20名について血液，尿，食事中的の重金属を測定した。

1. N地区の重金属量は文献値に近いレベルである。
2. N地区と汚染地区の間でCdは，血液，尿，食事いずれにも有意の差がみられた。
3. 食事中的の重金属間に高い正の相関が見られるものが多かった。

文 献

- 1) 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，S54. 3。
- 2) 小酒井望ほか：正常値第2版，医学書院，(1975)
- 3) Meret. S., et al : Simultaneous direct estimation by atomic absorption spectrophotometry of copper and zinc in serum, urine and cerebrospinal fluid., Clin. Chem, 17, 369 - 373, (1971)
- 4) 林 康久たち：分析機器，15, (5) 193 - 206, (1977. 5)
- 5) 芳賀義昭たち：重金属汚染の環境医学的調査研究（第8報），秋田県衛生科学研究所報，No.22, 147 - 150 (1978)
- 6) 和田 攻：重金属中毒（2），医学のあゆみ，96, (1)
- 7) 和田 攻：環境汚染物質とヒト-27, 中外医薬
- 8) 中川達之（1968）：日本人常用食品中のMn含有量に関する研究，大阪市大医誌，17, 401 - 424
- 9) 堀口俊一：いわゆる一般日本人における金属のとりこみと代謝，医学のあゆみ，99, (1)
- 10) 鈴木庄亮：いわゆる一般日本人における金属のとりこみと代謝，医学のあゆみ，99, (3)
- 11) 芳賀義昭たち：重金属汚染の環境医学的調査研究（第5報），秋田県衛生科学研究所報，No.21. 101 - 109, (1977)