

秋田湾臨海周辺地区住民の重金属等
調査について (第3報)

血液、頭髮、尿中水銀濃度ならびに尿中
水銀排泄量の相関

芳賀義昭* 今野宏* 池田清一*
小沢喬志郎* 勝又貞一* 鈴木憲*
武藤倫子* 小林淑子* 高階光栄*
石塚英馬** 大谷裕行*** 松田恵理子****

I はじめに

ひとと血中水銀濃度と頭髮中水銀濃度に¹⁾、又血中水銀濃度と尿中水銀排泄量に相関がある²⁾といわれる。
昭和51～54年度に実施した秋田湾臨海周辺地区民の基礎的健康調査³⁾で我々は同一人について多数の項目にわたる測定を行なった。今回はその中から血中水銀濃度 (BI-Hgc)、頭髮中水銀濃度 (H-Hgc)、尿中水銀濃度 (U-Hgc) ならびに尿中水銀1日排泄量 (U-Hg ex) を取り上げて試料間の濃度の関連をみた。水銀は総水銀である。

II 調査対象者

前報⁴⁾と同じ秋田湾臨海周辺の4市町一男鹿市、天王町、八郎潟町、森吉町の一兼業農家に準ずる所帯から選んだ55～59才の健康な男女が調査対象者で、男性125例、女性125例計250例である。4市町ともその生活環境に特別な水銀汚染は考えられない。

III 試料の採取法と測定法

A. 血液
採血時期：5月～9月
採血時刻：当日朝食後、午前中
採血法：ヘパリンナトリウム入真空採血管で上肢の皮静脈より10ml採血。
測定法：全血を硫酸分解後還元気化原子吸光法でBI-Hgcを測定した。

B. 頭髮
採取時期：5月～10月 理髪の機会を利用して1人当たり約3gを採取したが、頭髮の先端とか根元とかの部位は一定していない。
測定法：2%ラウリル硫酸ナトリウム液で洗浄、風乾し、酸素ボンブ燃焼法で灰化後還元気化原子吸光法でH-Hgcを測定した。

C. 尿
採取時期：5月～9月 24時間尿を採取した。大部分 (男女共125例中104例83.2%) は採血日前日の朝から翌採血2日後の朝にかけて採取したが、その他は採血2日後の朝から3日後の朝にかけて採取した。採取後トル

表1 水銀濃度

	血 μg/dl	頭 髪 μg/g	尿 μg/l	尿 中 排 泄 量 μg/日
男	(124) *** 2.47 1.65 0.5 - (2.55) - 6.7	(124) *** 6.00 1.63 1.8 - (5.9) - 17.0	(125) * 1.83 1.86 0.1 - (1.9) - 5.2	(125) ** 2.69 1.91 0.32 - (2.93) - 8.58
女	(125) 1.46 1.68 0.2 - (1.5) - 4.2	(125) 1.92 2.12 0.1 - (2.2) - 7.1	(124) 1.50 1.96 0.2 - (1.7) - 5.7	(124) 1.96 1.93 0.30 - (2.01) - 8.58
(例数)			* 性差に有意性あり	P<0.05
幾何平均 幾何標準偏差			** "	P<0.01
最小 - (中央値) - 最大			*** "	P<0.001

* 秋田県衛生科学研究所 ** 秋田県本荘保健所 *** 秋田県秋田保健所 **** 秋田県環境技術センター

エン2 mlを添加した。

測定法：硫酸分解後還元気原子吸光法でU-Hgcを測定した。

IV 測定結果と考察

A. 水銀濃度ならびに排泄量

測定結果を男女別に表1に示す。何れも男性が女性よりも高い数値である。棄却検定は以下総て増山法¹⁹に依った。他文献のBl-Hgc^{1-3, 8-10}, H-Hgc¹¹⁻¹⁷, U-Hgc^{4, 17}, U-Hgex¹³と比較すると何れも大差はなく男女ともいわゆる正常範囲と目される。

各測定値のヒストグラムを図1に、累積度数を図2に示すが何れも近似的に対数正規分布をなすものと考えられる。

B. 測定値間の相関

測定値間の相関係数を表2-1, 2-2に示す。測定値を対数変換して相関係数を求めた。男性ではそれぞれの組合せに有意の相関があり、女性ではH-HgcとU-Hgc間ならびにH-HgcとU-Hgex間に相関はないがその他の組合せで有意の相関がある。総体に男性が女性より相関係数が大きい。その散布図を図3-1~3-5に示す。

C. 試料間の濃度比率

表3に濃度比率を示す。測定単位は試料によって異なる。各濃度比率の累積度数は図4に示す如くで何れも近似的に対数正規分布をなすものと考えられる。

各濃度の重量比をみるために便宜的に各試料の比重補

表2-1 相関係数(男性124例)

	H-Hgc	U-Hgc	U-Hgex
Bl-Hgc	0.7398 ***	0.2738 **	0.3645 ***
H-Hgc		0.2340 **	0.2855 **

** P<0.01 有意性あり

*** P<0.001 "

表2-2 相関係数(女性123例)

	H-Hgc	U-Hgc	U-Hgex
Bl-Hgc	0.3983 ***	0.2681 **	0.3182 ***
H-Hgc		0.0799	0.1407

** P<0.01 有意性あり

*** P<0.001 "

正を試みた。血液比重の正常値は男性1.055~1.063, 女性1.052~1.060と云われる¹⁹のでそれぞれ真中をとって男性1.059, 女性1.056とした。尿については健康者の24時間尿の比重は1.015内外と云われる¹⁹ので男女共比重を1.015として補正を試みた。表4に比重を補正した濃度比率を示す。

1. Bl-Hgc:H-Hgc

この水銀濃度の倍率はほぼ200~250と云われる¹⁹が本調査では男性で算術平均266(幾何平均257), 女性で148(135)で男性が女性より倍率が高く男女合計では205(187)である。

表3. 水銀濃度比率

	頭髮 (μg/g)	尿 (μg/ℓ)	頭髮 (μg/g)	尿 (μg/ℓ)	頭髮 (μg/g)
	血液 (μg/dℓ)	血液 (μg/dℓ)	尿 (μg/ℓ)	血液 (μg/dℓ)	尿 (μg/日)
男	(121) ***	(120) ***	(108) ***	(122)	(116) ***
	2.51 ± 0.79	0.84 ± 0.47	3.12 ± 1.46	1.25 ± 0.68	2.34 ± 1.28
	(124) ***	(123) ***	(122) ***	(124) *	(123) ***
	2.43 1.43	0.73 1.95	3.18 1.84	1.08 1.89	2.16 1.86
女	(117)	(113)	(109)	(112)	(108)
	1.41 ± 0.65	1.08 ± 0.60	1.43 ± 0.94	1.39 ± 0.76	1.06 ± 0.66
	(122)	(122)	(123)	(122)	(123)
	1.28 1.99	1.00 2.00	1.29 2.62	1.31 1.95	0.98 2.53

(算術平均の例数)

算術平均±標準偏差

(幾何平均の例数)

幾何平均 幾何標準偏差

* 性差に有意性あり P<0.05

*** " P<0.001

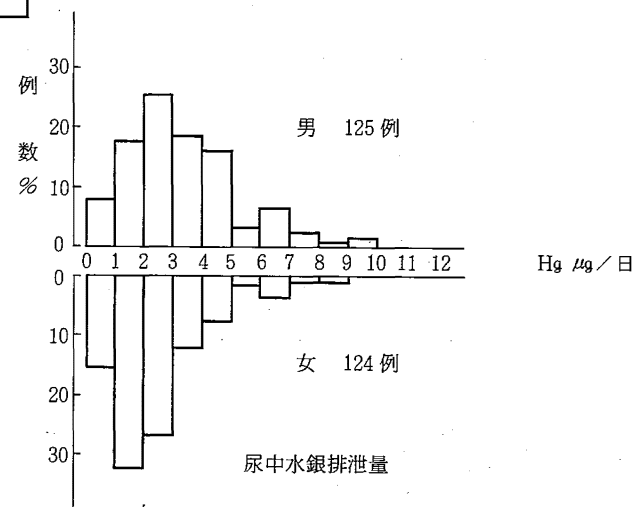
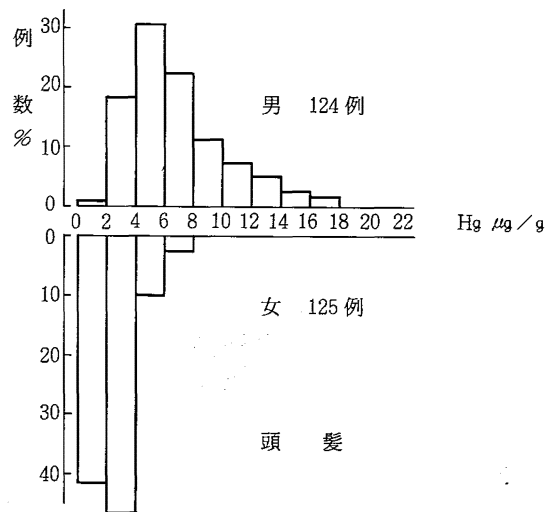
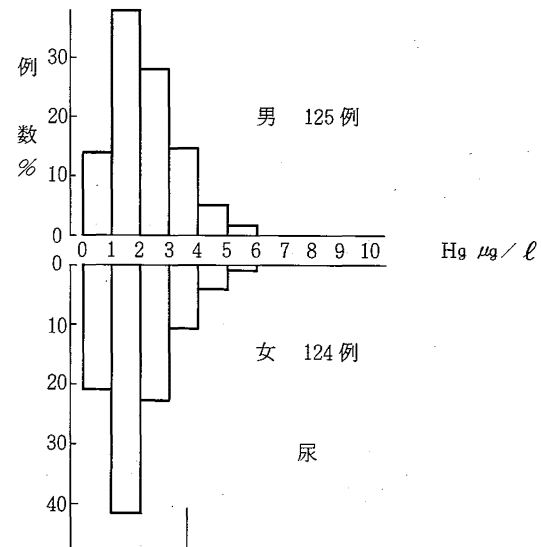
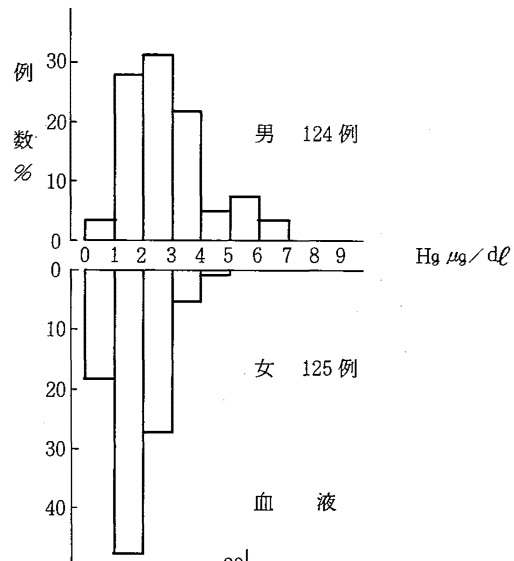


図1 水銀濃度ヒストグラム

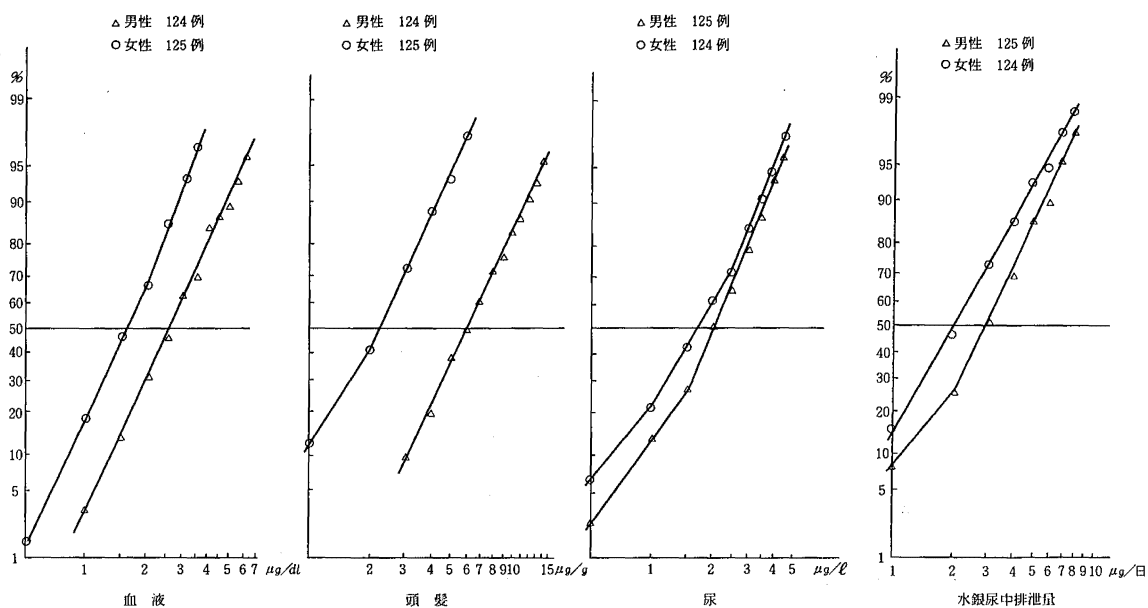


図 2. 水銀濃度累積度数

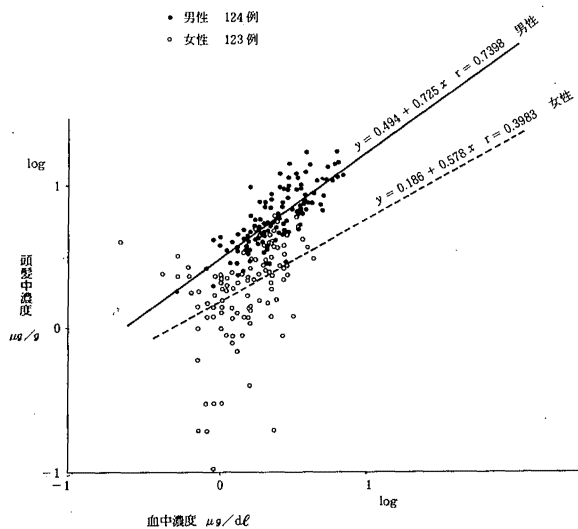


図 3-1 血中濃度と頭髮中濃度の相関

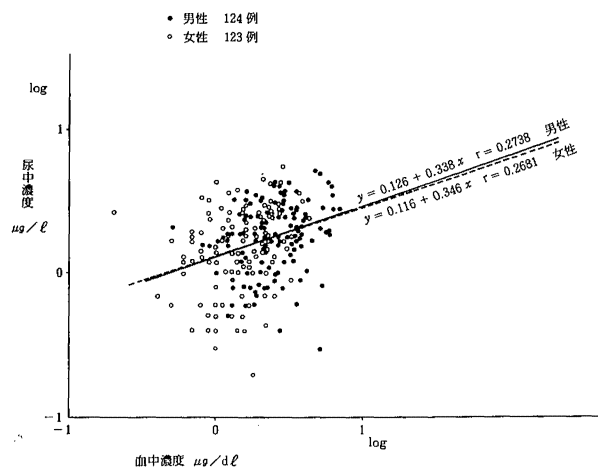


図 3-2 血中濃度と尿中濃度の相関

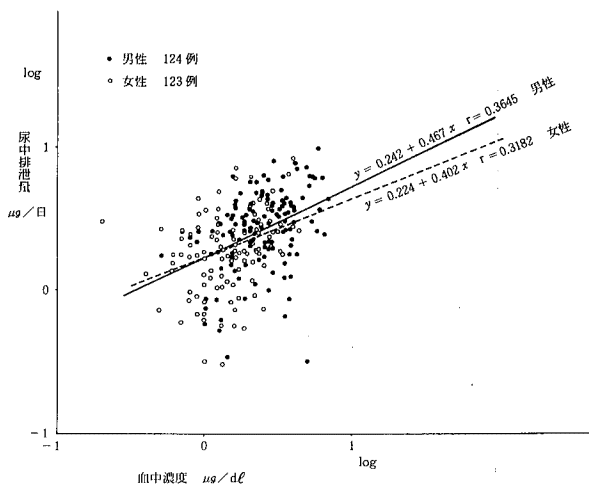


図 3-3 血中濃度と尿中排泄量の相関

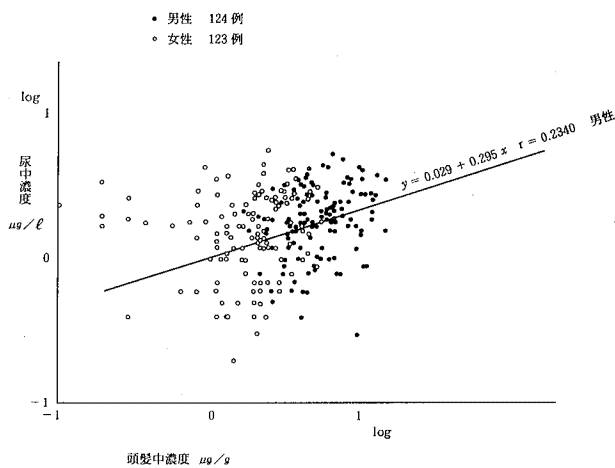


図 3-4 頭髮中濃度と尿中濃度の相関

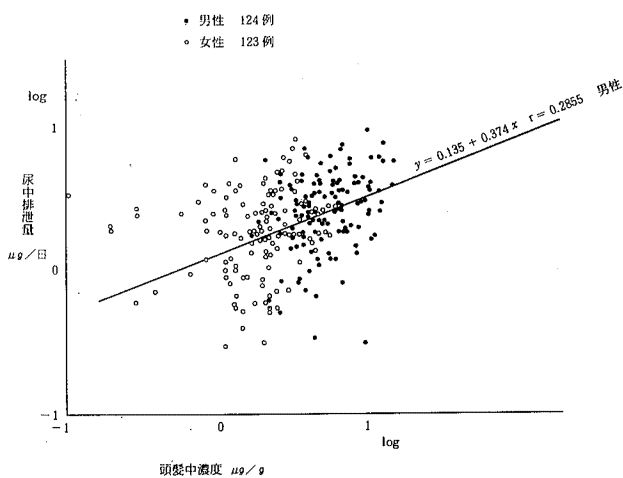


図 3-5 頭髮中濃度と尿中排泄量の相関

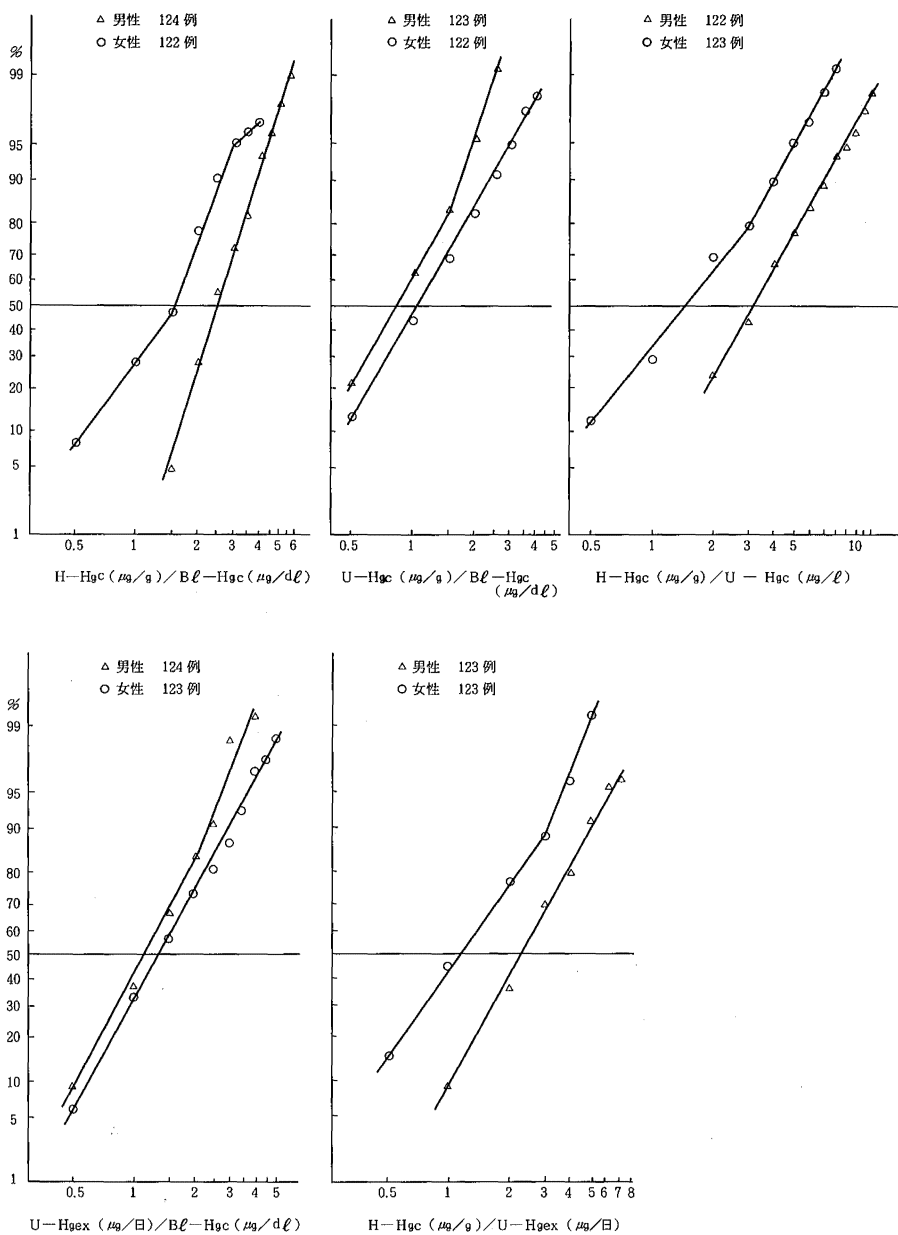


図4 水銀濃度比率の累積度数

表 4. 水銀濃度重量比（比重補正を試みたもの）

	頭 髪 血液	尿 血液	頭 髪 尿	尿 ($\mu\text{g}/\text{日}$) 血液 ($\mu\text{g}/100\text{g}$)
男	(121) *** 266 $\pm$ 84	(120) ** 0.087 $\pm$ 0.049	(108) *** 3,160 $\pm$ 1,480	(122) 1.33 $\pm$ 0.72
	(124) *** 257 1.44	(123) *** 0.075 1.90	(122) *** 3,220 1.85	(124) * 1.14 0.91
女	(117) 148 $\pm$ 69	(113) 0.110 $\pm$ 0.064	(109) 1,440 $\pm$ 953	(112) 1.47 $\pm$ 0.80
	(122) 135 1.98	(122) 0.101 2.06	(123) 1,300 2.64	(122) 1.38 0.95

(例数)

算術平均 $\pm$ 標準偏差

(例数)

幾何平均 幾何標準偏差

* 性差に有意性あり

P < 0.05

**

P < 0.01

P < 0.001

2. Bl-Hgc : U-Hgc

U-HgcはBl-Hgcの1/10程度である。矢張り性差がみられ、女性の倍率が男性の倍率より高い。男女合計では算術平均0.099（幾何平均0.088）である。

3. U-Hgc : H-Hgc

女性ではこの間に有意の相関はみられないが、倍率は男性が女性より高く男女合計では算術平均2290（幾何平均2040）である。

4. Bl-Hgc : U-Hgex

この倍率の算術平均に性差はみられないが幾何平均では性差がみられ女性1.38が男性1.14より高い。男女合計では算術平均1.36（幾何平均1.26）である。

5. U-Hgex : H-Hgc

女性ではこの間に有意の相関はみられないが倍率は男性が女性より高く、男女合計では算術平均1.75（幾何平均1.46）である。

D. Bl-Hgcが等しい男女の他項目の比較

ちなみにBl-Hgcが等しい男女のH-Hgc, U-Hgc, U-Hgexを比較して表5に示した。H-Hgcでは各Bl-Hgcとも男性が女性より高く、U-HgcならびにU-Hgexでは性差はみられない。

V まとめ

秋田湾臨海周辺地区住民のBl-Hgc, H-Hgc, U-HgcならびにU-Hgexの相互の関連について考察した。その結果次のようなことがみられた。

1) Bl-Hgc, H-Hgc, U-HgcならびにU-Hgexは何れも男性が女性よりも高い。

2) 男女別にみると各測定値はそれぞれ近似的に対数正規分布をなすものと思われる。

3) 測定値を対数変換して相関係数を求めると男性ではBl-HgcとH-Hgc, Bl-HgcとU-Hgc, Bl-HgcとU-Hgex, H-HgcとU-Hgc, H-HgcとU-Hgexに相関がある。又女性ではBl-HgcとH-Hgc, Bl-HgcとU-Hgc, Bl-HgcとU-Hgexに相関がある。

4) 各試料間の濃度比率を男女別にみるといずれも近似的に対数正規分布をなすものと思われる。

5) 便宜的な比重補正を行なった上で濃度の倍率をみると次のようである。

Bl-Hgc : H-Hgc—男性算術平均266（幾何平均257）、女性148（135）

Bl-Hgc : U-Hgc—男性0.0087（0.075）、女性0.110（0.101）

U-Hgc : H-Hgc—男性3160（3220）、女性1440（1300）

Bl-Hgc $\mu\text{g}/100\text{g}$: U-Hgex—男性1.33（1.14）、女性1.47（1.38）

U-Hgex : H-Hgc $\mu\text{g}/\text{g}$ —男性2.34（2.16）、女性1.06（0.98）

各組合せの倍率とも性差がみられる。

6) Bl-Hgcが等しい男女のH-Hgcは男性が女性より高い。

文 献

1) 喜田村正次；水銀—その数値をどう読むか—日本臨床, 29 No.1（増刊）242（1971）

表 5. Bℓ-Hgc が同濃度の男女の H-Hgc, U-Hgc ならびに U-Hgex の比較

		Bℓ-Hgc				μg/dℓ			
		0 — 0.9		1.0 — 1.9		2.0 — 2.9		3.0 — 3.9	
H-Hgc	男	(4) 2.63 ± 1.04*		(35) 4.29 ± 1.42***		(39) 6.55 ± 2.61***		(27) 8.09 ± 2.82***	
		2.49 1.44**		4.10 1.34***		6.10 1.47***		7.69 1.37**	
μg/g	女	(23) 1.53 ± 1.02		(58) 2.00 ± 0.96		(34) 3.07 ± 1.33		(7) 4.73 ± 1.95	
		1.08 2.72		1.77 1.71		2.69 1.87		4.21 1.82	
U-Hgc	男	(4) 1.75 ± 0.30		(35) 1.70 ± 0.97		(39) 2.21 ± 1.09		(27) 2.16 ± 0.84	
		1.73 1.17		1.39 2.09		1.92 1.75		2.00 1.51	
μg/g	女	(23) 1.54 ± 0.90		(58) 1.56 ± 0.98		(34) 2.31 ± 1.18		(7) 2.27 ± 1.01	
		1.29 1.91		1.26 2.02		2.01 1.74		2.06 1.64	
U-Hgex	男	(4) 2.21 ± 0.32		(35) 2.35 ± 1.35		(39) 3.18 ± 1.56		(27) 3.14 ± 1.36	
		2.19 1.17		1.94 1.97		2.84 1.62		2.78 1.75	
μg/日	女	(23) 1.96 ± 0.97		(58) 1.99 ± 1.39		(34) 3.00 ± 1.36		(7) 3.89 ± 2.63	
		1.72 1.72		1.59 2.01		2.68 1.65		3.29 1.82	

(例数)

算術平均 ± 標準偏差

幾何平均 幾何標準偏差

* 性差に有意性あり P < 0.05

** " P < 0.01

*** " P < 0.001

- 2) 二島太一郎たち；血液と毛髪の水銀量について，東京都衛生年報 25 341—346 (1974)
- 3) 兎本文昭たち；奈良県住民の血液および頭髪中重金属と両者の関連，日本公衛誌 27 No.11 605—610 (1980)
- 4) 徳臣晴比古たち；水銀—その数値をどう読むか—日本臨床，31 No.5 (増刊) 271—277 (1973)
- 5) 秋田湾地区開発環境影響評価に関する調査研究総合報告書—健康影響事前調査関係— (1980)
- 6) 芳賀義昭たち；秋田湾臨海周辺地区住民の重金属等調査について (第2報)—血中水銀，カドミウム，鉛濃度と喫煙習慣—秋田県衛生科学研究所報，26 127—134 (1982)
- 7) 徳臣晴比古たち；水銀—その数値をどう読むか—日本臨床，34 (秋季増刊号) 275—285 (1976)
- 8) 石崎睦雄たち；環境汚染物質による健康影響の指標としての血液中微量元素について，公害と対策，16 No.3 40—41 (1980)
- 9) 東京都衛生局；昭和47年度水銀に関する調査について，環境保健レポート，No.22, 42 (1973)
- 10) 喜田村正次たち；水銀，同上，No.42, 40 (1977)

- 11) 松田宏たち；愛媛県下農村における土壌および頭髪中の総水銀およびメチル水銀の分析結果について，愛媛県立衛生研究所年報，32 43—52 (1970)
- 12) 今井準三たち；重金属の人体影響の実態調査 (第一報) 岐阜県民の水銀中水銀量について，岐衛研所報19 7—14 (1974)
- 13) 谷口萬里たち；還元通気法による無機総水銀測定法，臨床病理 XXⅢ；2，142—147 (1979)
- 14) 遠藤隆二たち；徳山市周辺住民の水銀中総水銀量について，山口県衛生研究所年報 16 115—116 (1973)
- 15) 橋爪清たち；三重県下における水銀中の水銀量について，三重県衛生研究所年報 20 53—55 (1973)
- 16) 山田秀和たち；京都府民の水銀中重金属含有量について，日衛誌 30 1，90 (1975)
- 17) 和田攻；水銀<2>環境汚染物質と人12 中外医薬 28：2，13—16 (1975)
- 18) 金井泉たち；臨床検査法提要，金原出版株式会社 (1972)
- 19) 岸根卓郎；理論・応用統計学，397—399 KK養賢堂 (1977)