

日本各地のカドミウム摂取量と ヒト健康影響の可能性

池田正之

項 目

1. 自然環境から人体への関連
2. 日本におけるカドミウム摂取量の経年的比較
3. アジア米食地域とのカドミウム摂取量の横断的比較
4. 米穀のカドミウム含有濃度
5. 腎障害に関する尿中カドミウムの閾値
6. 健康影響の可能性
7. 評価に際して留意を要する諸点
8. 要約

データ・ベース

日本国内各地でのカドミウム摂取量調査

(第一次：東北大・医・衛生 1974-88)

(第二次：京大・医・公衆衛生 1988-96)

東・東南アジア各地でのカドミウム摂取量調査

(京大・医・公衆衛生 1988-1996)

日本国内10箇所での大規模尿所見調査

(京都工場保健会 1996-2006)

第一回調査地点



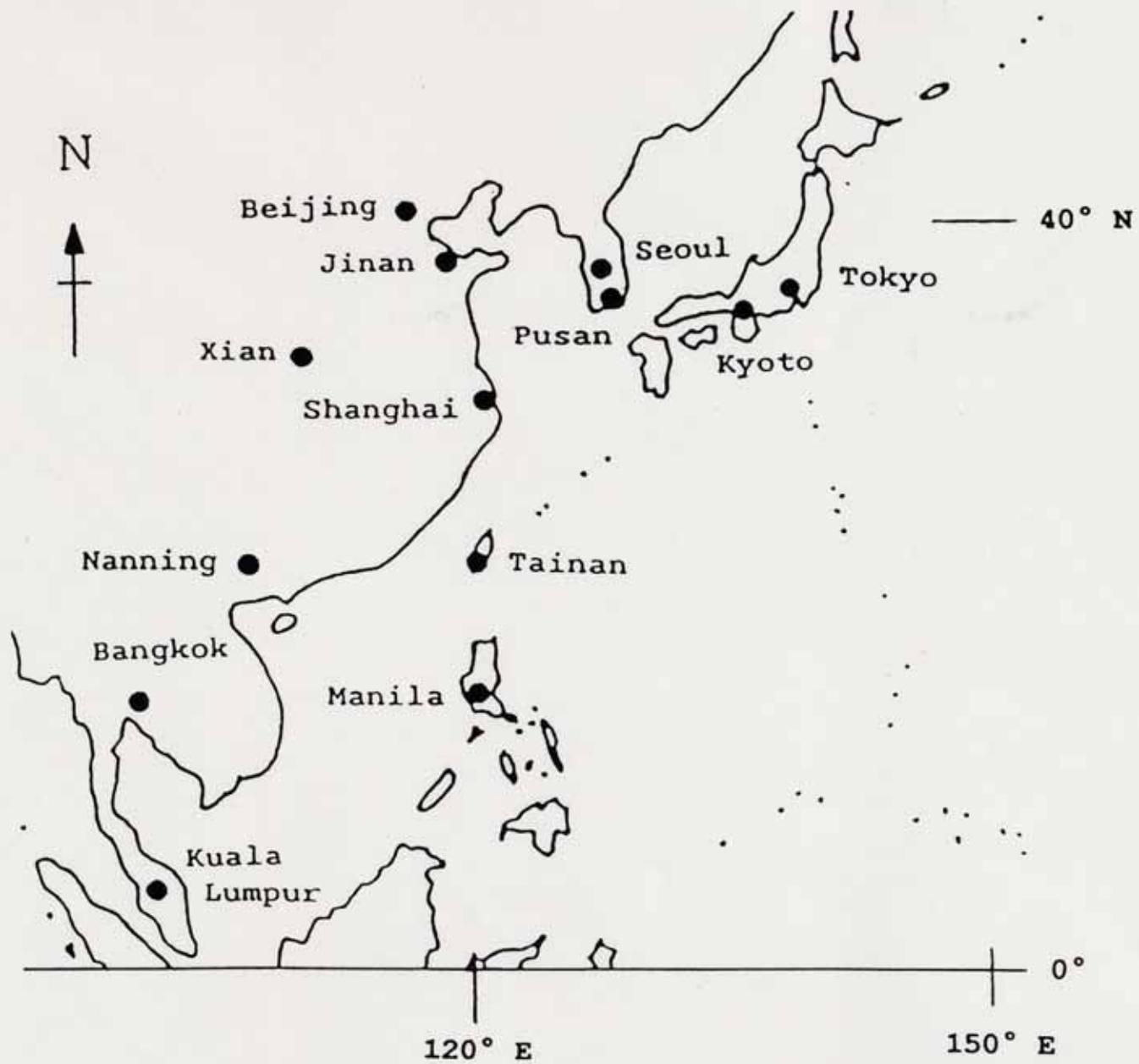
Watanabe et al. 1983

第二回調査地点

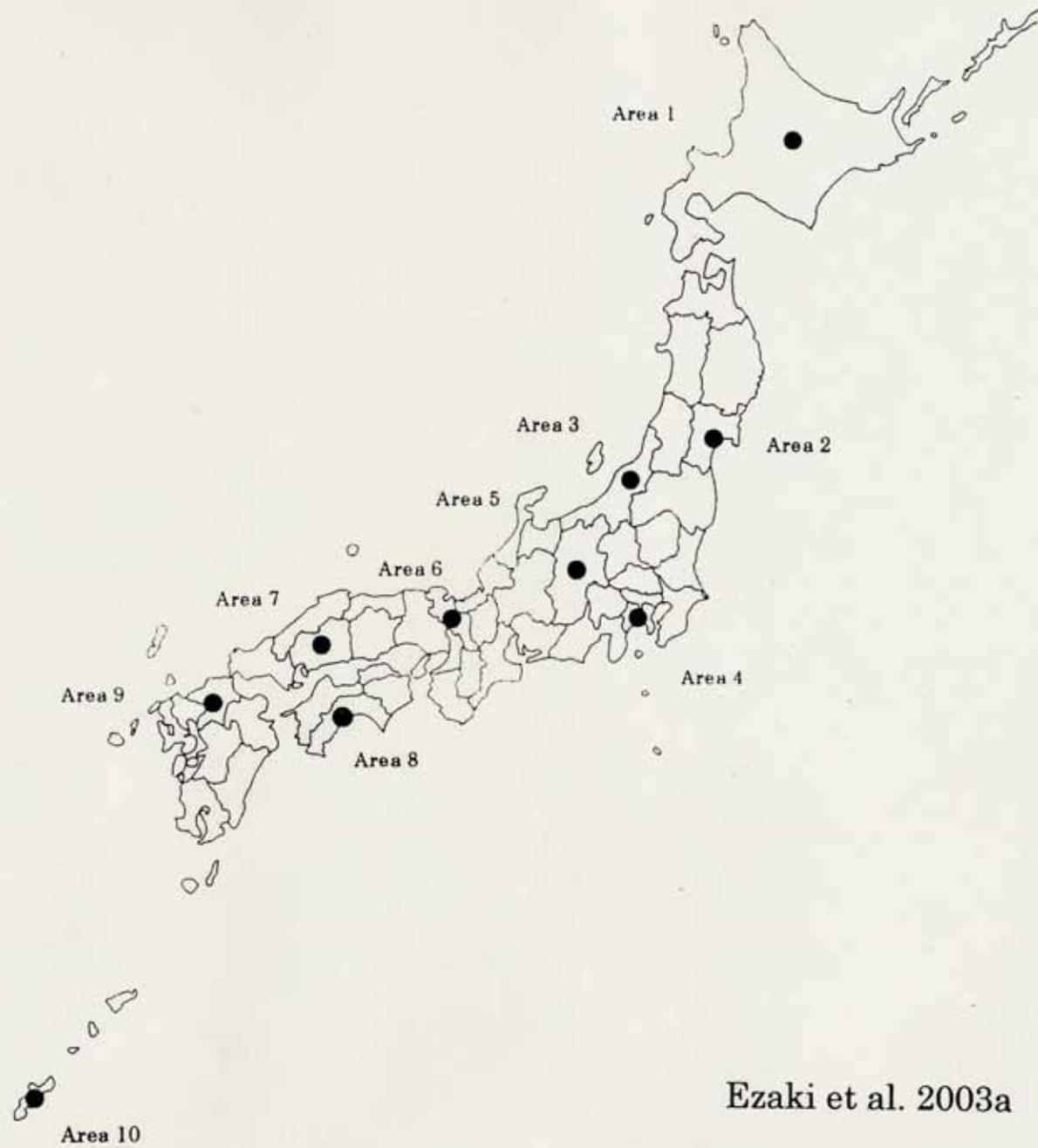
(成人女性に限定)



Shimbo et al. 2000



Ikeda et al. 2000a



Ezaki et al. 2003a

データ・ベース

河川底質中Cd

精白米中Cd

食事検体中Cd

尿中Cd

今井ほか 2004

Shimbo et al.
2001

Watanabe et al.
2000

Ezaki et al. 2003;
Yamagami et al.
2006

全国の検体数

3,024

1,198

726

13,909

↓

↓

↓

↓

11道府県検体数

1,299

397

588

10,599

↓

↓

↓

↓

40-49歳・50-59歳検体数

↓

↓

↓

3,519 と 3,816

↓

↓

↓

↓

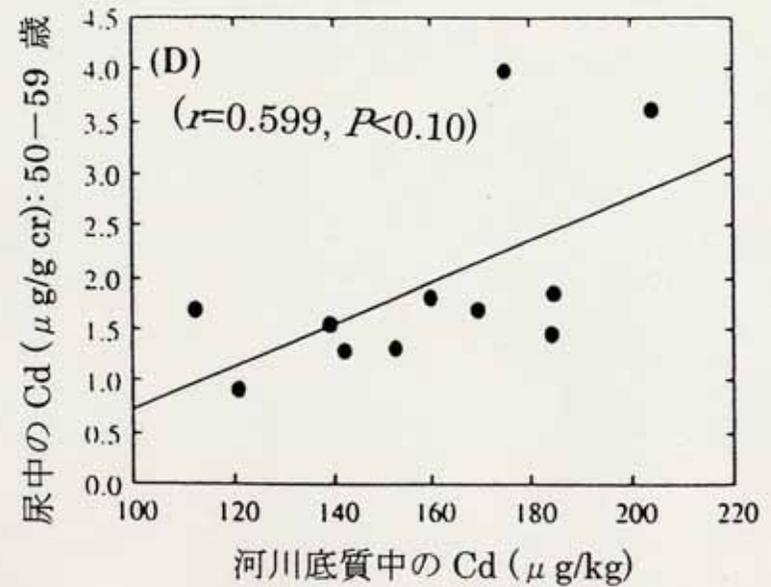
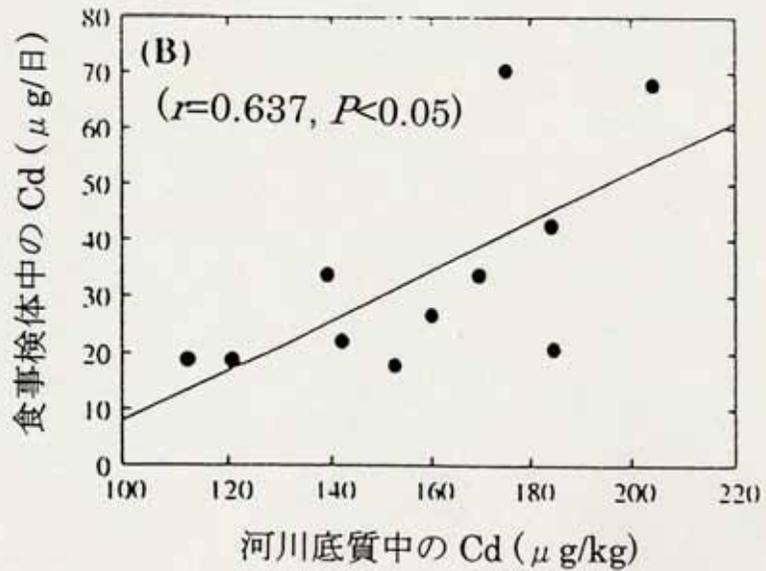
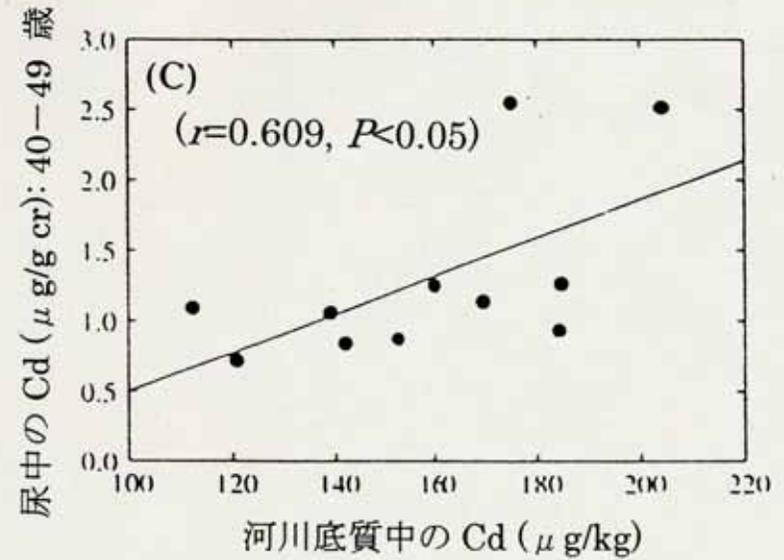
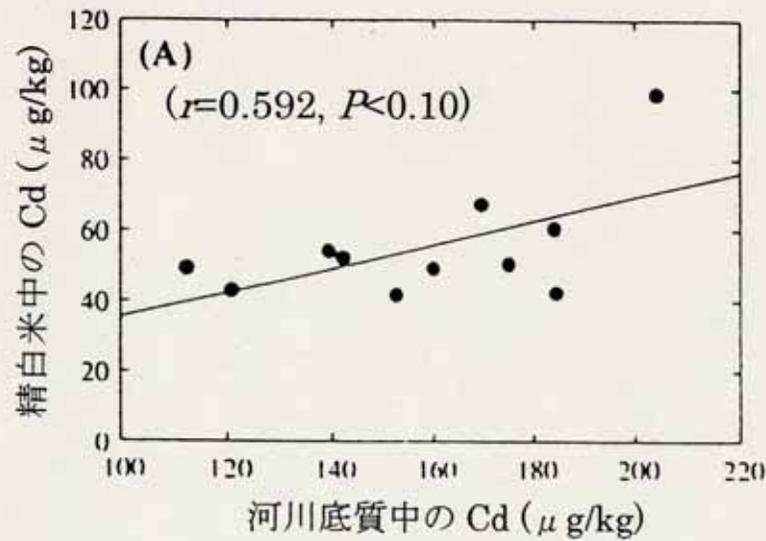
11道府県ごとの幾何平均値算出

↓

幾何平均値を用いた相関

Ikeda et al. 2006a

河川底質・精白米・食事検体・尿中 Cd の相関



食事検体中・血中・尿中カドミウム間の相関

カドミウム	血中カドミウム			尿中カドミウム					
				非補正值			クレアチニン補正值		
	個人	地区	地域	個人	地区	地域	個人	地区	地域
食事検体中	0.4**	0.7**	0.7 [○]	0.3**	0.7**	0.7 [○]	0.3**	0.7**	0.6
血中				0.4**	0.5**	0.8*	0.6**	0.8**	1.0**
尿中 非補正值							0.6**	0.8**	0.9**

個人、607名； 地区、30地区； 地域、7地域

** , $P < 0.01$; * , $P < 0.05$; [○] , $P < 0.10$.

Shimbo et al. 2000

経気道負荷と経口負荷：カドミウムと鉛の比較

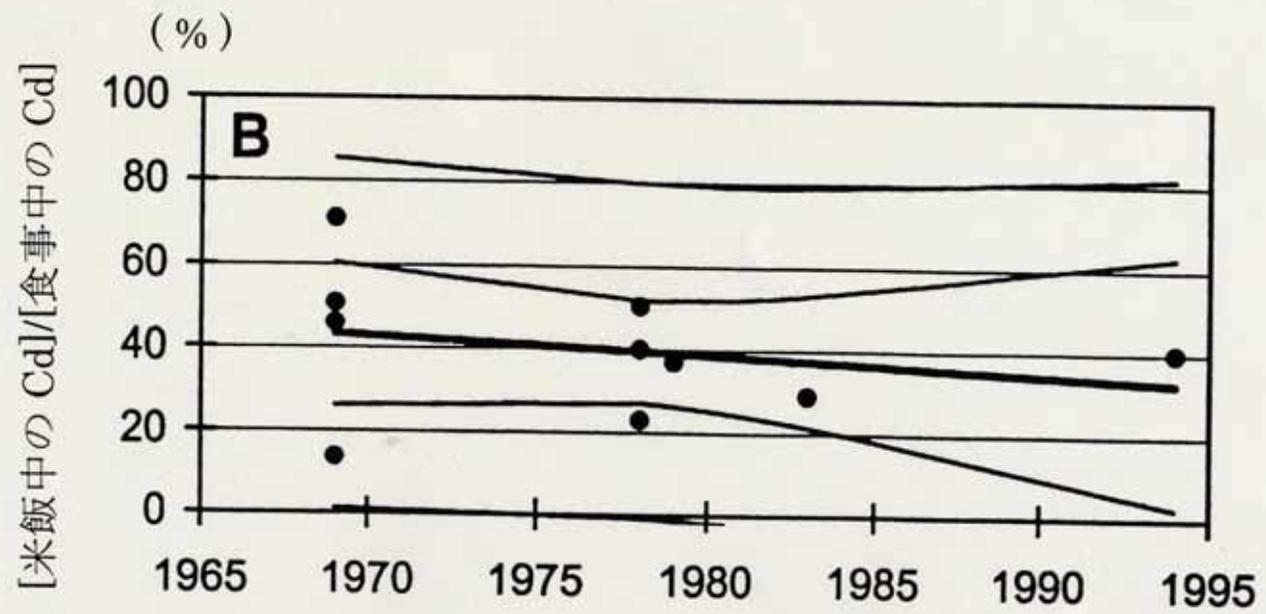
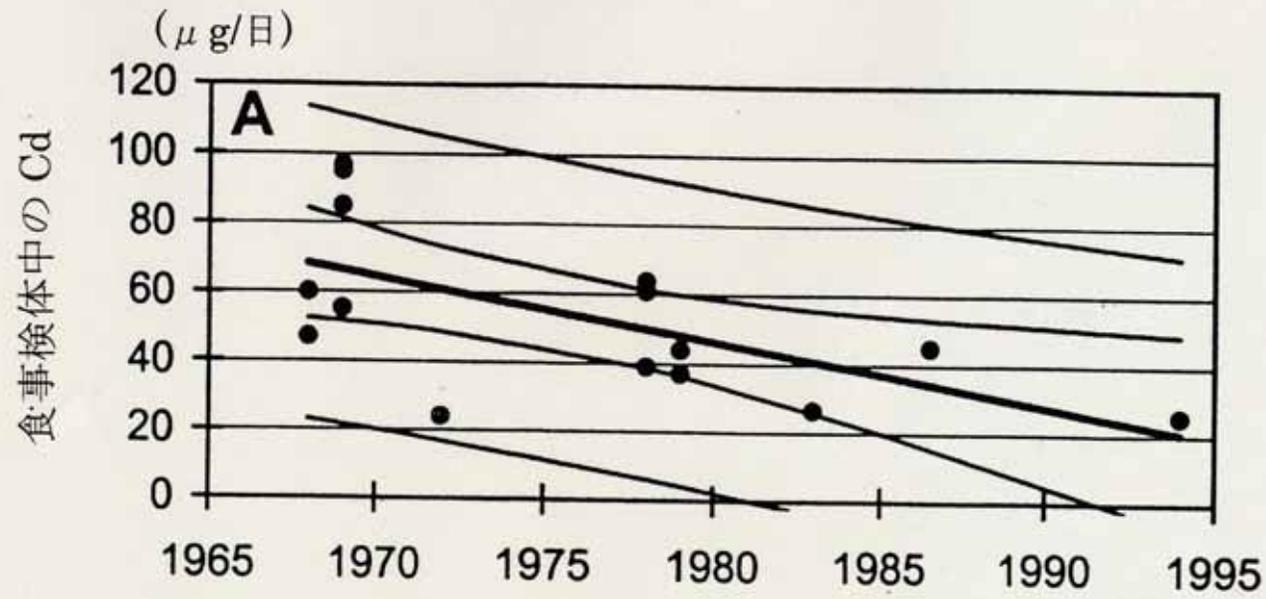
元素	経路	気中濃度 (ng / m ³)	摂取量 (μg / 日)	吸収量 (ng / 日)	総吸収量 (ng / 日)	経口/総吸収 (%)
都市						
カドミウム						
日本：東京 + 京都						
	経口	-	34.5	2588 ^b	2602	99.5
	経気道	(0.5x6.7) ^{1/2}	0.054 ^a	13.7 ^c		
マレーシア：クアラルンプール						
	経口	-	7.1	533 ^b	538	99.0
	経気道	(0.28x1.85) ^{1/2}	0.016 ^a	5.4 ^c		
鉛						
日本：東京 + 京都						
	経口	-	9.0	675 ^b	1207	55.9
	経気道	(42x120) ^{1/2}	1.22 ^a	532 ^c		
マレーシア：クアラルンプール						
	経口	-	7.0	525 ^b	1408	37.3
	経気道	(30x462) ^{1/2}	3.69 ^a	883 ^c		

^a 呼吸量 15m³/日 ^b 消化管吸収率 5-10% ^c 肺吸収率 50%

Cd摂取量の経年変化

調査年	Cd摂取量 (幾何平均値)									引用文献
	方法	汚染地域				対照地域				
		例数	Cd-D ($\mu\text{g}/\text{日}$)	米穀 (%)		例数	Cd-D ($\mu\text{g}/\text{日}$)	米穀 (%)		
1968	MB	J 流域	推定	600						環境庁1972; 喜田村1972
		S・S 流域	推定	490		対照	推定	60		同じ
		N・N 流域	推定	320						同じ
		U・Y 流域	推定	400						同じ
1968	MB						推定	47		Fukushima 1972
1969	FD	U・Y 流域	6	253	36	対照	6	97	71	日本公衆衛生協会1970 再計算
		S・S 流域	6	166	62	対照	6	95	46	同じ
		O 流域	6	283	32	対照	6	55	14	同じ
		N・N 流域			40	対照	6	85	51	同じ
1972	FD					28ヶ所	推定	24		Yamagata & Iwashima 1975 再計算
1978	FD	K 町	10	92	47	対照	10	64	23	Tsuchiya & Iwao 1978 再計算
		K 流域	10	92	70	対照	10	61	40	同じ
		S・S 流域	10	128	49	対照	10	61	40	同じ
1977-81	FD					49ヶ所(女)	674	37	37	Watanabe et al. 1985
						49ヶ所(男)	368	44	37	同じ
1983	FD	S・S 流域	24	68	27	対照	6	27	29	長崎県 1984
1985-88	推定					5地域	推定	45		Rivai et al. 1990
1991-97	FD					27ヶ所(女)	588	26	40	Watanabe et al. 1985
1999-00	FD	K 町	40	55						Saito et al. 2003
		S・S 流域	24	49						同じ

Ikeda et al. 2004a



トータル ダイエット スタディに基づく推定

食事由来のカドミウム摂取 (Cd-D, $\mu\text{g}/\text{日}$)

$$\text{Cd-D} = 731 - 0.352Y \quad r=-0.50, P<0.01$$

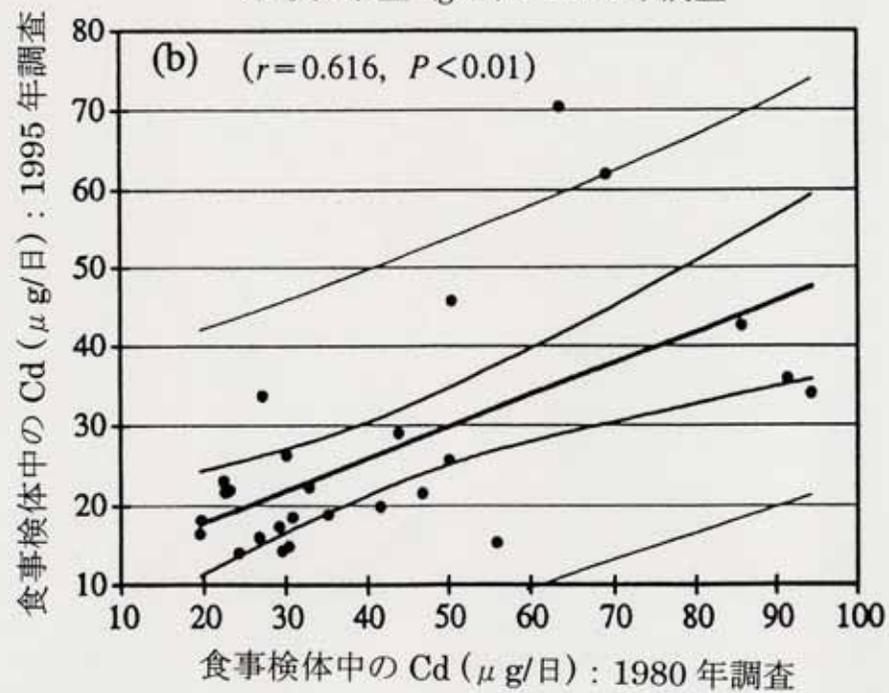
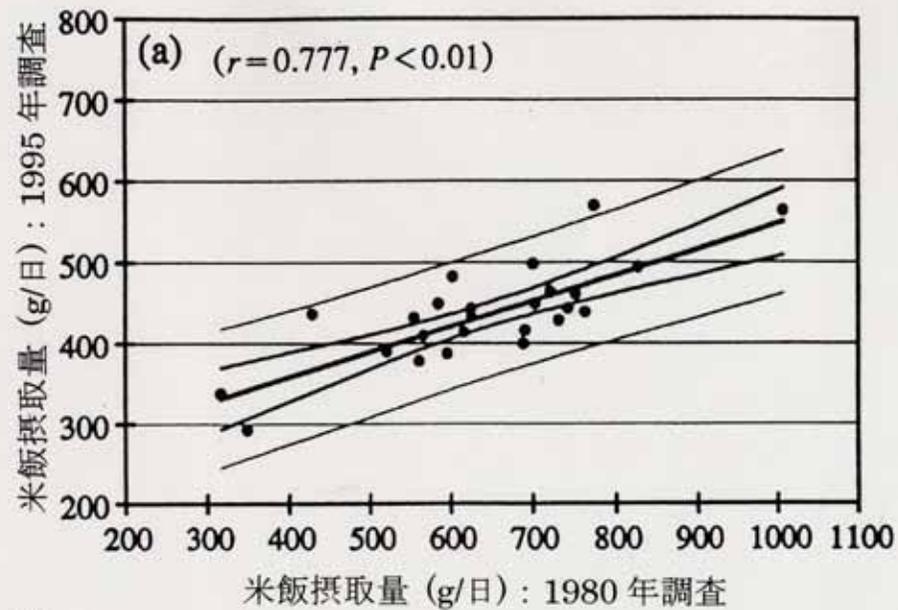
米飯由来のカドミウム摂取 (Cd-R, $\mu\text{g}/\text{日}$)

$$\text{Cd-R} = 399 - 0.193Y \quad r=-0.19, P<0.05$$

米飯由来/食事由来 (Cd-R/Cd-D, %)

$$\text{Cd-R/Cd-D} = 322 - 0.143Y \quad r=-0.13, P>0.10$$

Y: 調査年(西暦)



1990年代の東・東南アジア米食地域諸都市在住者^aのCd負荷

(幾何平均値)

地域	都市	例数	Cd-D ($\mu\text{g}/\text{日}$)
東南アジア	バンコック・クアラルンプール・マニラ・台南	195	7.0 - 14.1
中國大陸	北京・上海・済南・西安・(南寧)	250	4.9 - 9.8 (21.2)
日本	東京 + 京都	61	32.0
韓國	ソウル + 釜山	55	20.9
合計		561	11.3
	分散分析		<0.01

^a 非喫煙成人女性

1990年代の日本国内の地域別のCd負荷（幾何平均値）

地 域	例数	Cd-B	Cd-U		Cd-D
		(μg/l)	(μg/g cr)		(μg/日)
			1990年代	2000年代 ^a	
北海道	51	2.17	5.69	1.22	18.7
東北	145	1.80	3.55	1.40	23.7
北陸	75	3.41	7.03	3.16	51.3
関東・東海	123	1.77	3.53	1.40 , 0.98	22.2
関西・中四國	146	2.01	5.29	1.48, 1.11, 0.98	26.8
九州・沖縄	67	1.29	3.79	1.16, 0.76	20.5
合 計	561	1.90	4.39	1.26	25.5
分散分析		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

^a 別の調査による（n=10, 753）

消費地別精白米中カドミウム (ng/g, 幾何平均値)

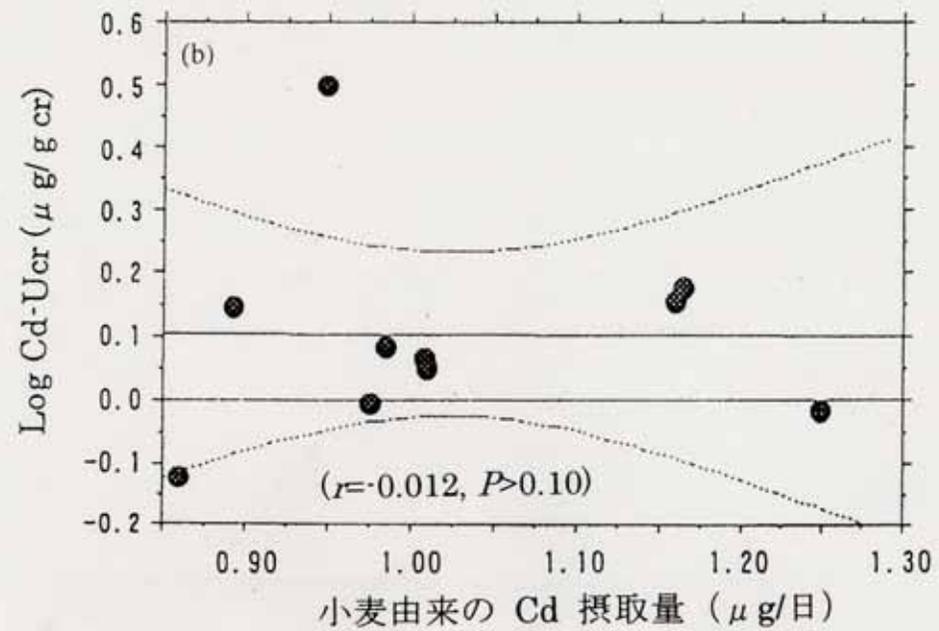
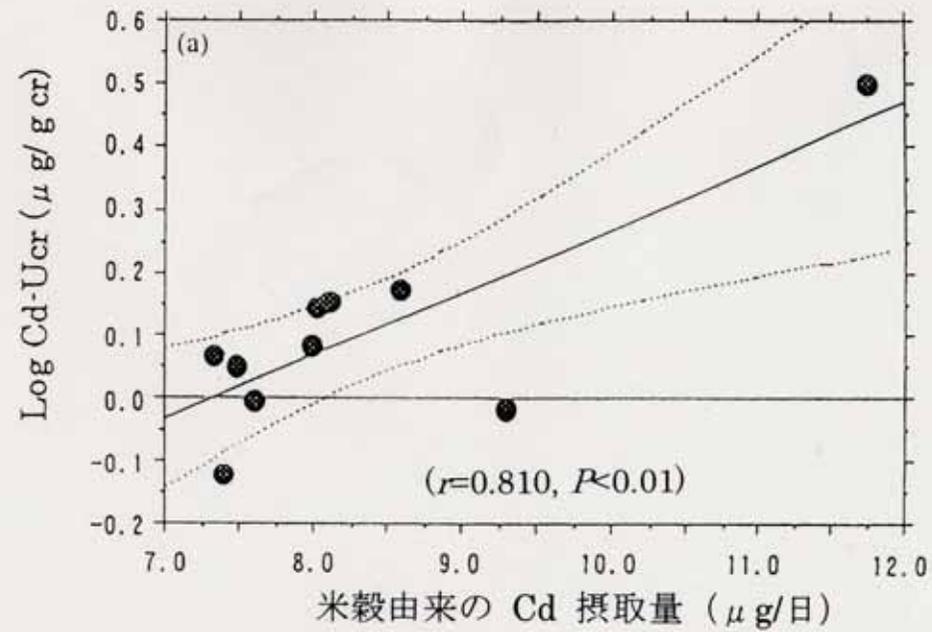
地 域	精白米中カドミウム (Cd-R: μ g/g cr)			
	1986		1996	
	例数	Cd-R	例数	Cd-R
日本	29	52.5	788	55.7
韓国	6	16.1	181	15.7
中国 (大陸)	12	7.6	218	15.5
中国 (台湾)	11	74.7	104	39.6
タイ	12	13.6	13	15.0
マレーシア	18	36.1	97	27.5
フィリピン	22	20.7	26	20.1
インドネシア	10	20.7	24	21.8
アメリカ	8	11.5	29	7.4

国内各地のカドミウム摂取量：精白米と小麦粉の比較（幾何平均値）

地域	精白米 (n=1198)			小麦粉 (n=444)		
	摂取量 ^a (g/日)	Cd		摂取量 ^a (g/日)	Cd	
		含有量 (GM: $\mu\text{g/l}$)	摂取量 ($\mu\text{g/日}$)		含有量 (GM: $\mu\text{g/l}$)	摂取量 ($\mu\text{g/日}$)
北海道	168.7	46.1	7.8	83.8	18.7	1.6
東北	175.0	46.0	8.1	74.0	18.5	1.4
北陸	178.4	70.1	12.5	76.6	19.8	1.5
関東	158.2	53.8	8.5	95.4	20.9	2.0
中部	167.0	45.1	7.5	90.4	19.4	1.8
関西	172.6	55.3	9.5	104.4	18.7	1.9
中国	167.4	44.8	7.5	95.7	17.0	1.6
四国	159.2	56.3	9.0	94.6	18.0	1.7
九州	169.7	44.2	7.5	84.4	21.2	1.8
沖縄	172.3	43.0	7.4	66.5	19.5	1.3
合計	164.8	49.7	8.2	90.9	19.3	1.8

^a 国民栄養調査（厚生省 2000）

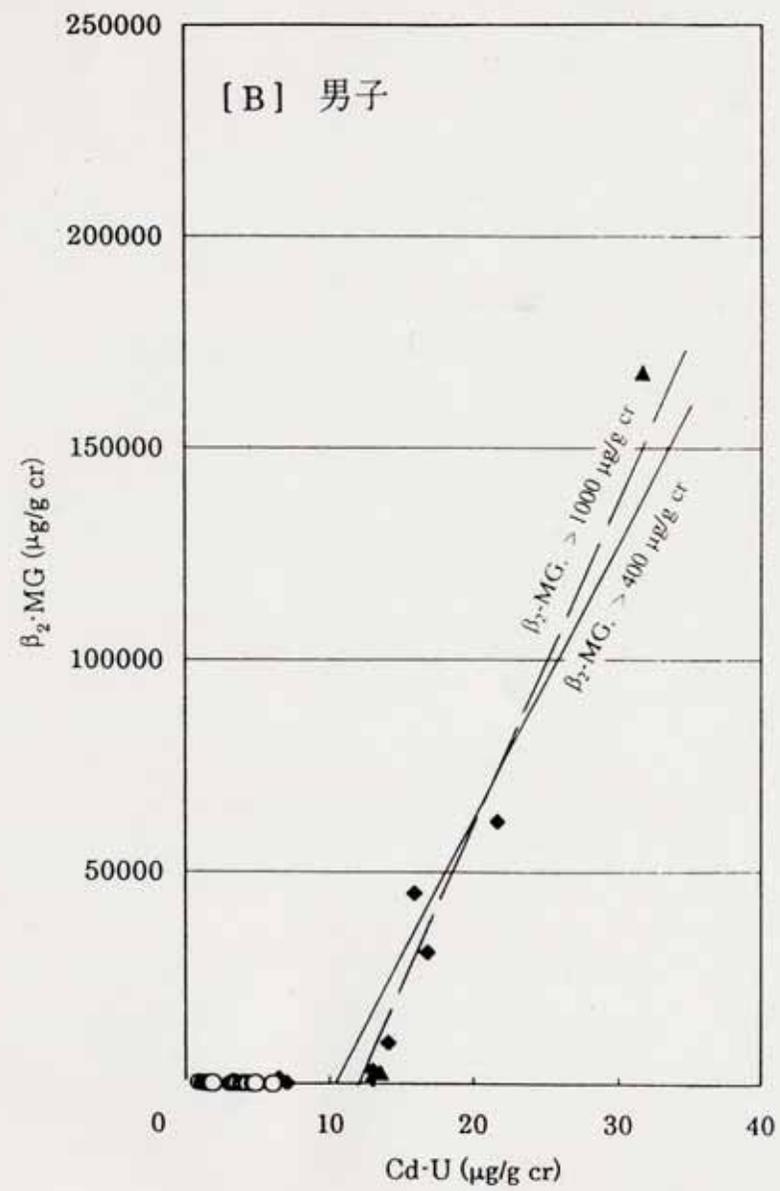
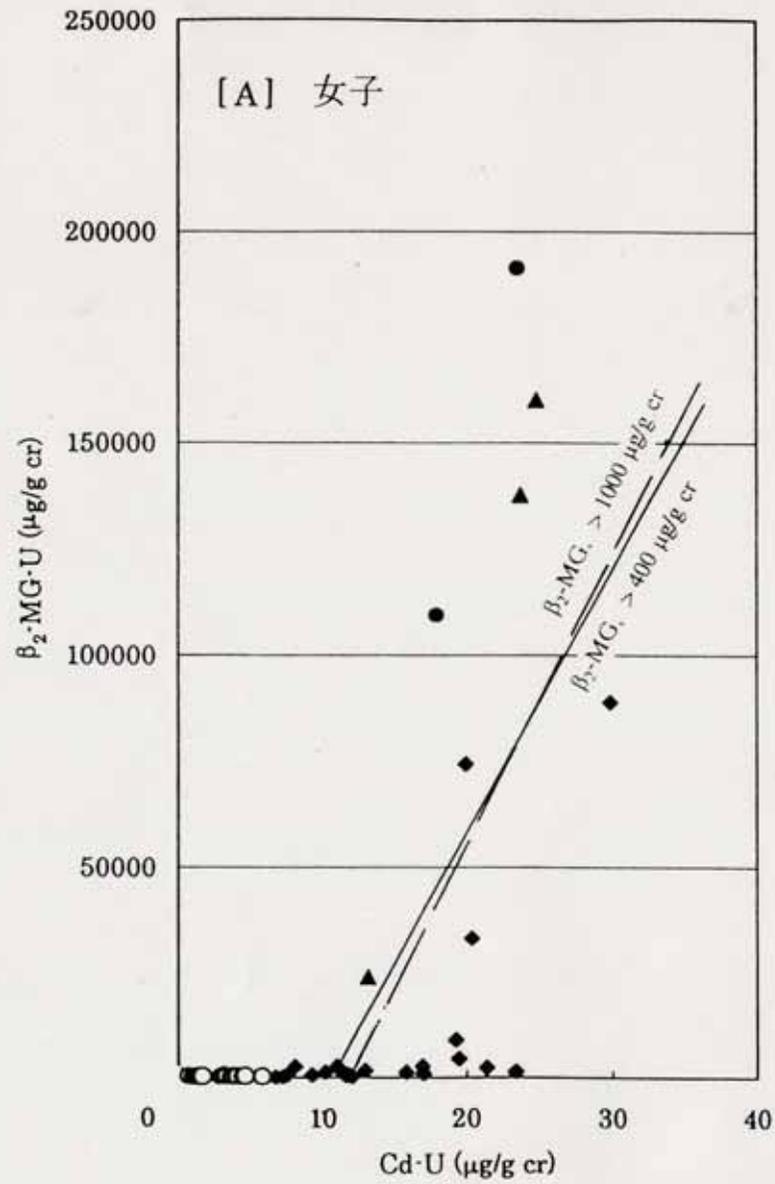
Shimbo et al. 2001



国際誌に発表された調査例からの閾値の推定

性別	群	カットオフ (^{210}Po -MG; $\mu\text{g/g cr}$)	例数		回帰直線の係数			交点 ($\mu\text{g Cd/g cr}$)
			群	個体	切片	勾配	r	
女子	非曝露群		30	13873	176	-25	0.35	
	曝露群	合計	29	2652				
		>400	25	1037	-68313	6194	0.65	11.0
		>1,000	19	482	-77606	6642	0.60	11.7
男子	非曝露群		17	1950	274	-82	0.60	
	曝露群	合計	16	3266				
		>400	12	487	-64016	6343	0.91	10.0
		>1,000	10	211	-79371	7155	0.94	11.0

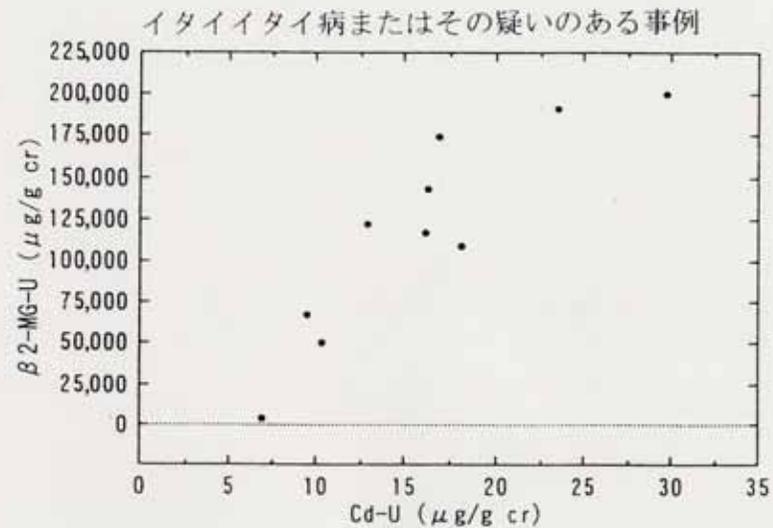
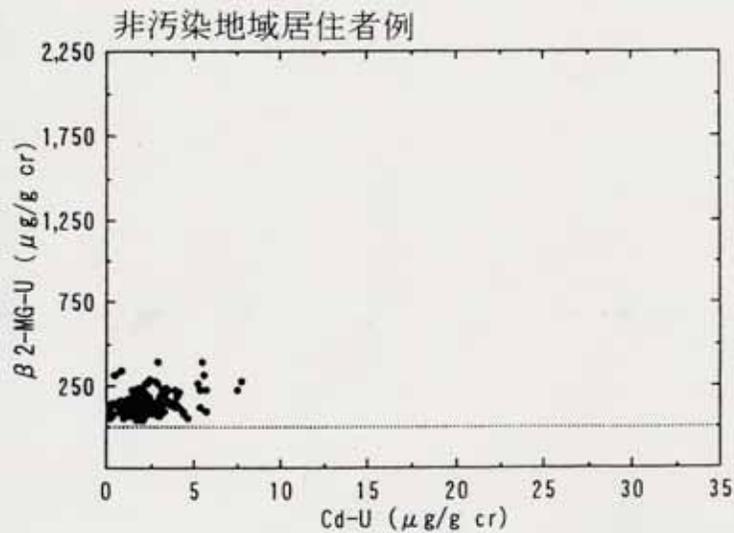
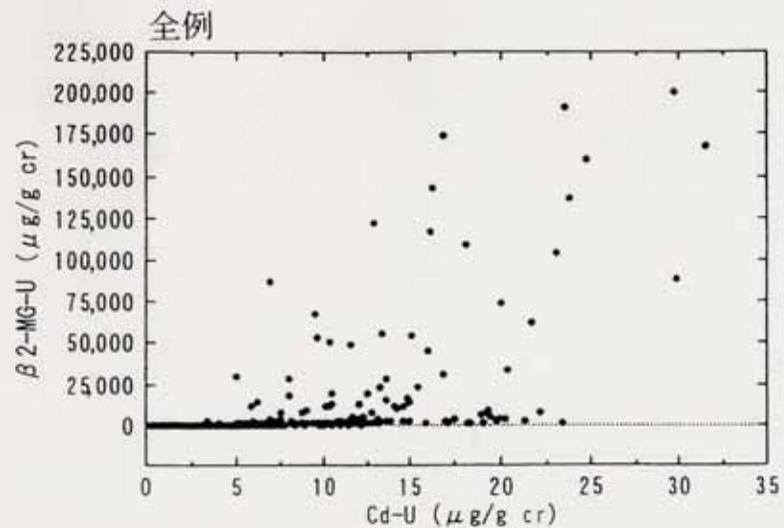
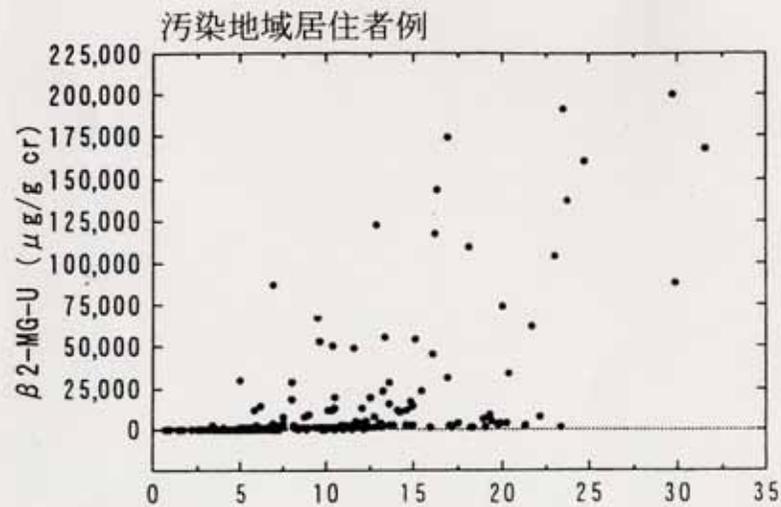
^a 非曝露群回帰直線との交点のカドミウム濃度



各種学術誌に発表された調査例からの閾値の推定

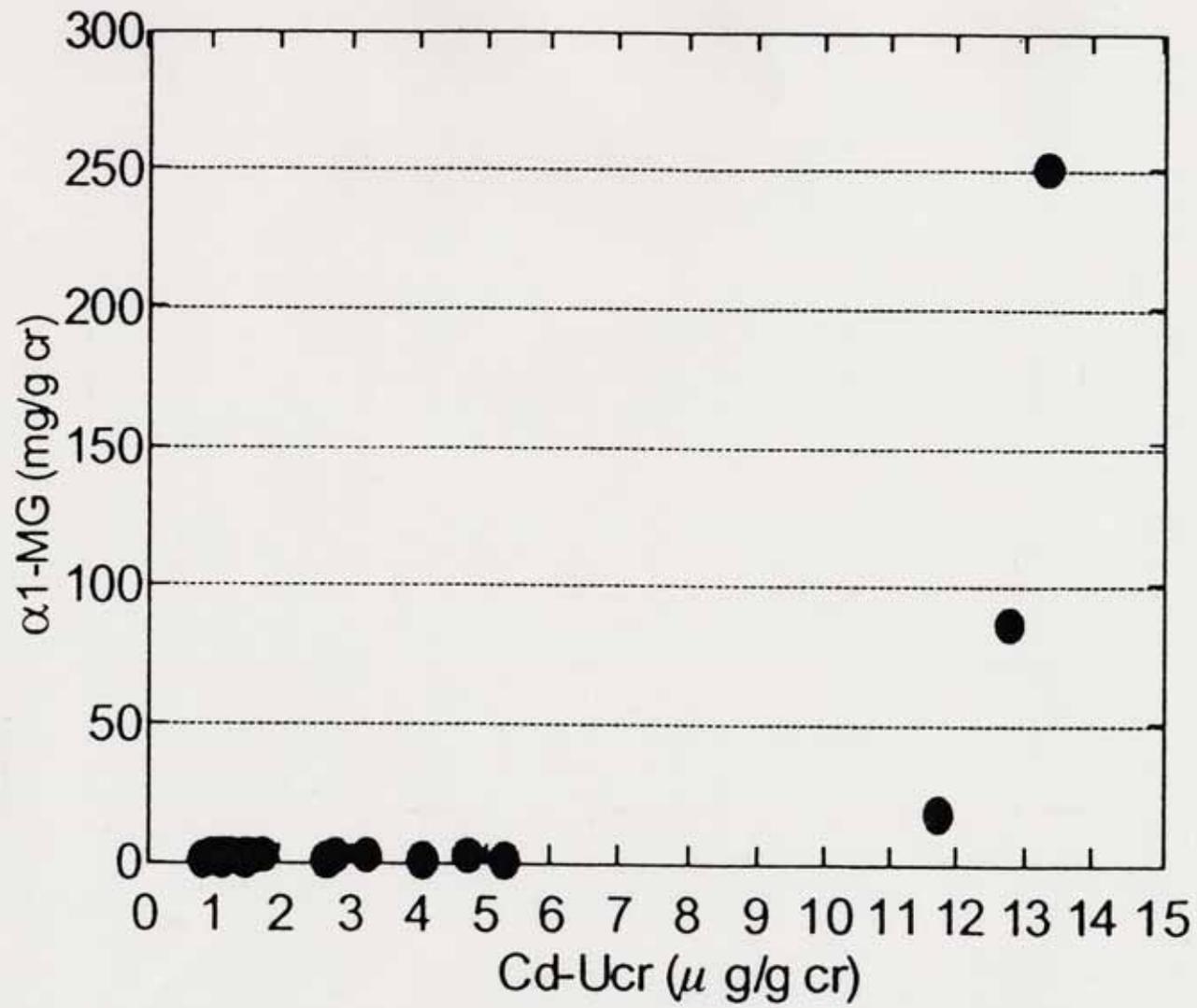
性別	報告論文数			患者およびその 疑いのある症例の 報告数
	汚染地域	非汚染地域	合計 ^a	
男子	19	13	23	1
女子	35	20	43	8
混合	5	2	6	1
合計	42	23	51	10

^a 汚染地域・非汚染地域・男・女を含む報告があるため単純加算とは一致しない



Threshold: $\geq 4 \mu\text{g/g cr}$

Ikeda et al. 2005a



Moriguchi et al. 2005c

国内10地域在住成人女性における尿中カドミウム (Cd-U)等の指標 (幾何平均値)

地域	例数	Cd-U _{cr} (μ g/g cr)	₁ -MG-U _{cr} (mg/g cr)	₂ -MG-U _{cr} (μ g/g cr)
北海道	927	1.2	2.5	103
東北	1,042	1.4	2.7	121
北陸	1,028	3.2	3.0	129
関東	994	1.4	2.1	116
中部	1,323	1.0	2.5	114
関西	1,213	1.5	3.0	120
中国	1,131	1.1	2.2	121
四国	1,104	1.0	2.8	102
九州	998	1.2	2.6	106
沖縄	993	0.8	2.1	114
合計	10,753 ^a	1.3	2.5	115
合計(非補正值)	10,753	1.1	2.2	99
合計(比重1.016補正值)	10,753	1.1	2.2	98
富山	651	2.0	2.4	104

^a 40-49歳、50-59歳が39.5, 37.7%

カットオフ値を越える例の分布： $_1\text{-MG-U}_{\text{cr}}$ と $_2\text{-MG-U}_{\text{cr}}$

年齢群	Cd-U ($\mu\text{g/g cr}$)	例数	カットオフ値					
			$_1\text{-MG-U}$			$_2\text{-MG-U}$		
			>8.19 (mg/g cr)			>1000 ($\mu\text{g/g cr}$)		
No.	(%)	<i>P</i>	No.	(%)	<i>P</i>			
全年齢	75	3,044	82	2.7		6	0.2	
	>75 - 150	4,690	156	3.3		5	0.1	
	>150 - 225	2,023	110	5.4	**	8	0.4	**
	>225	966	85	8.5	*	6	0.6	
41-50歳	75	1,331	33	2.5		4	0.3	
	>75 - 150	1,900	45	2.4		1	0.1	
	>150 - 225	689	18	2.6		2	0.3	
	>225	328	17	5.2		0	0.0	

重回帰分析：独立変数；年齢(歳), log Ca-U_{cr}, log Cd-U_{cr}, log Mg-U_{cr}, log Zn-U_{cr}

従属変数	年齢群	例数	独立変数 (偏相関係数)						R ²
			1 位		2 位		3 位		
log ₁ -MG-U _{cr}	全年齢	10,753	年齢	0.28 #	Cd	0.27 #	Ca	0.13	0.12
	41-50歳	4,248	Cd	0.17	Zn	0.14	年齢	0.10	0.05
	51-60歳	4,051	Cd	0.18	Zn	0.10	Ca	0.09	0.05
log ₂ -MG-U _{cr}	全年齢	10,753	Ca	0.28 #	年齢	0.21 #	Cd	0.20 #	0.12
	41-50歳	4,248	Ca	0.23 #	Zn	0.15	Cd	0.14	0.08
	51-60歳	4,051	Ca	0.27 #	Zn	0.15	Cd	0.13	0.10

偏相関係数が 0.2 以上の場合

Ezaki et al. 2003a

富山県と北陸地域の比較 (AM または GM)

補正	地域	クレアチニン (g/l)	比重 (G)	Cd-U (μ g/l または μ g/g cr)	₁ -MG-U (m μ g/l または m μ g/g cr)	₂ -MG-U (μ g/l または μ g/g cr)
非補正值	富山	1.10	18.6	2.1	2.4	101
	北陸	1.08	18.4	1.8	2.1	107
	<i>P</i>	>0.10	>0.10	<0.05	<0.05	>0.10
クレアチニン 補正值	富山			2.2	2.6	108
	北陸			2.0	2.3	116
	<i>P</i>			<0.01	<0.01	<0.05
比重(1.016) 補正值	富山			2.0	2.3	95
	北陸			1.7	2.0	100
	<i>P</i>			<0.01	<0.01	>0.10

年齢 (平均42.4歳) ・ 非喫煙を一致させた成人女性 418 対の比較

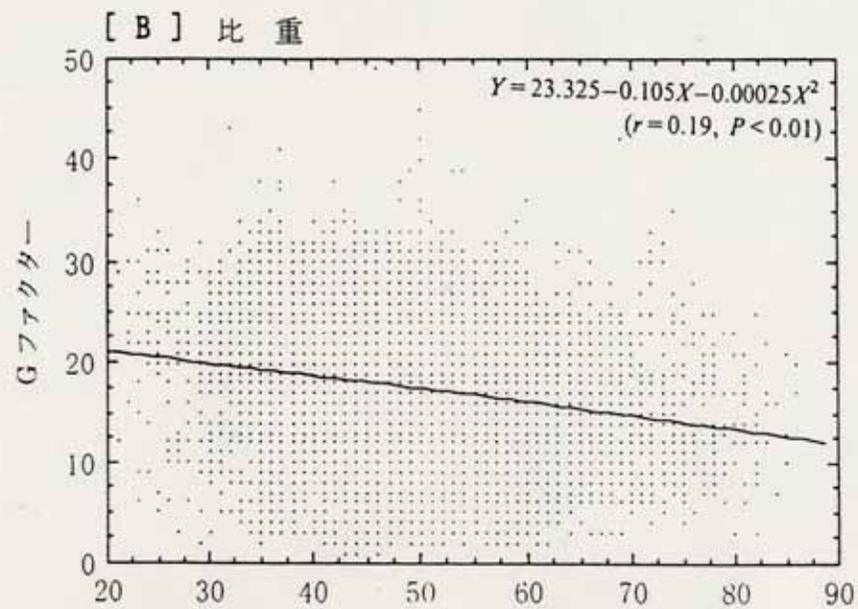
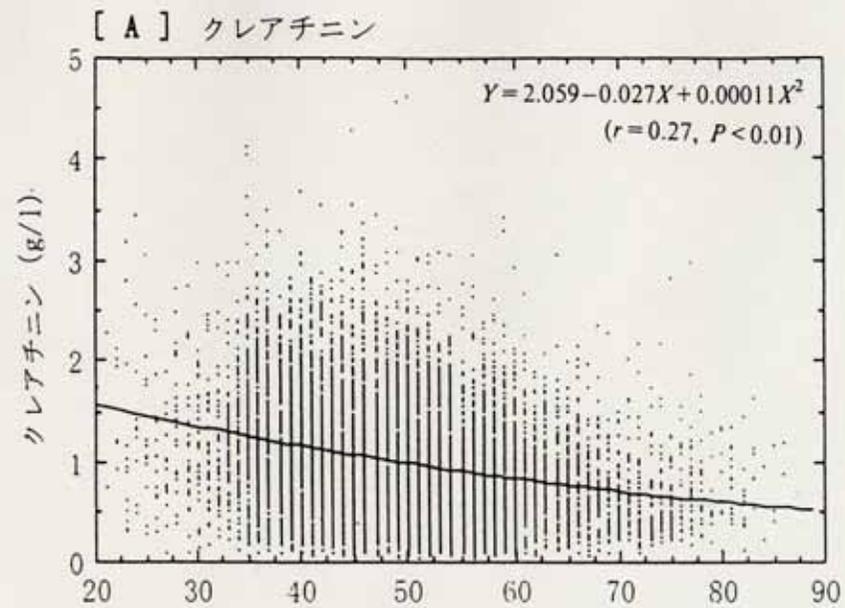
高値地域と低値地域の比較 (AM[#] または GM)

補正	地域	クレアチニン [#] (g/l)	比重 [#] (G)	Cd-U (μg/l または μg/g cr)	₁ -MG-U (m μg/l または m μg/g cr)	₂ -MG-U (μg/l または μg/g cr)
非補正值	高値 ^a	0.98 ^{ns}	17.7 ^{**}	2.4 ^{**}	2.3 ^{**}	105 ^{**}
	低値 ^b	0.93	16.3	0.6	1.6	88
	高/低	1.05	1.09	3.99	1.49	1.20
クレアチニン補正值	高値 ^a			2.8 ^{**}	2.8 ^{**}	125 ^{ns}
	低値 ^b			0.8	2.1	118
	高/低			3.53	1.31	1.06
比重(1.016)補正值	高値 ^a			2.3 ^{**}	2.2 ^{**}	101 ^{ns}
	低値 ^b			0.7	1.8	98
	高/低			3.42	1.27	1.02

年齢を一致させた成人女性 742 対の比較

^a 北陸

^b 沖縄



年齢 (歳)

Moriguchi et al. 2005a

補正の影響：30歳時の値と80歳時の値の比較

指標	単位	I (30歳)	II (80歳)	II / I
クレアチニン	g/l	1.31	0.51	0.39
比重	G	20.1	14.2	0.70

成人女性11,090名からの推定値

Moriguchi et al. 2005a

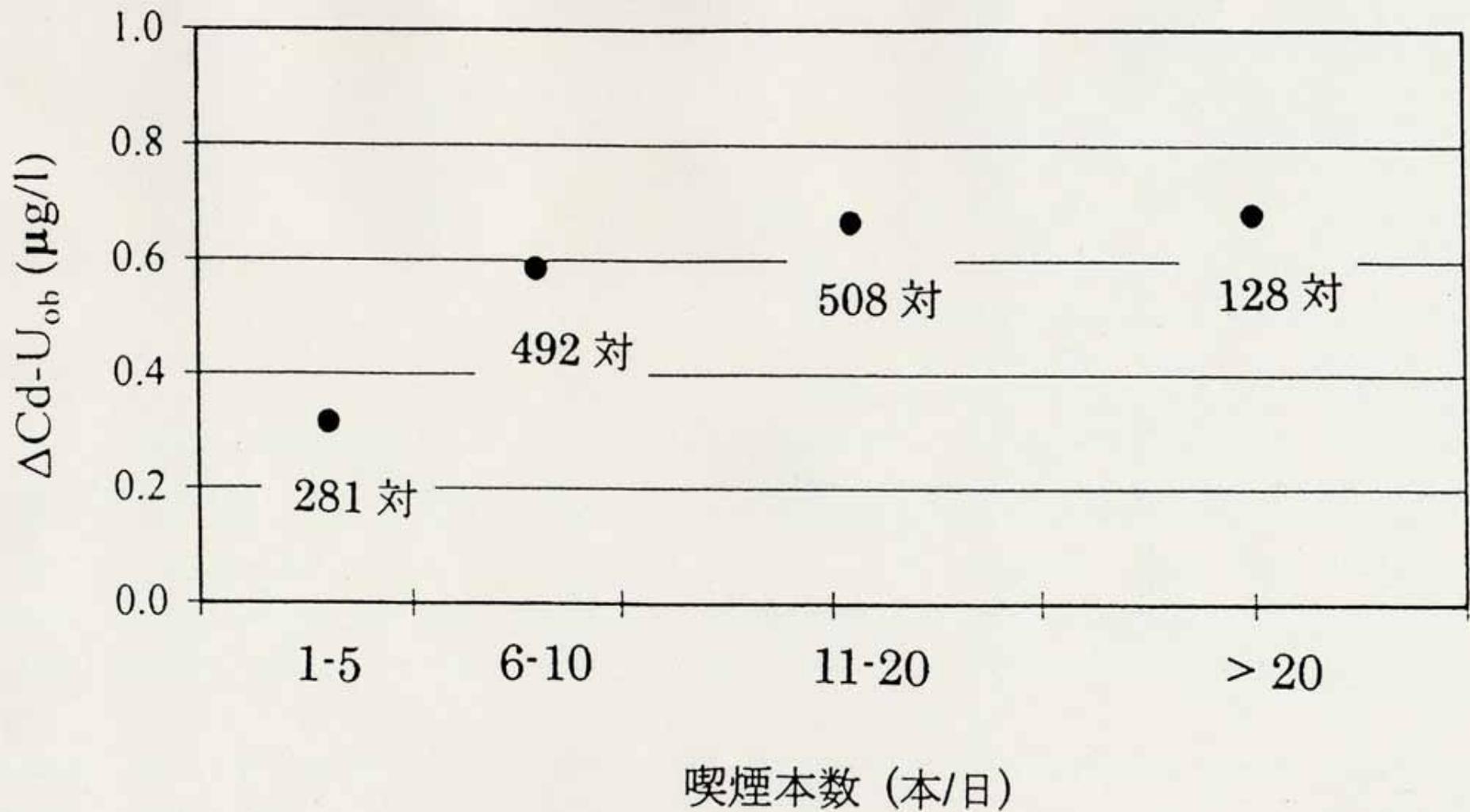
クレアチニン補正・比重補正による尿中指標の上昇: 年齢 (X) との回帰直線の勾配 ()

補正	尿中指標 (Y)			
	カドミウム ^a	₁ -MG ^a	₂ -MG ^a	NAG ^b
非補正值	0.010	0.003	0.001	0.001
クレアチニン補正值	0.016	0.010	0.008	0.007
比重(1.016)補正值	0.013	0.006	0.004	0.004

^a 成人女性11,090名からの推定値

^b 成人女性2,115名からの推定値

Moriguchi et al. 2005a



年齢・居住地を一致させた成人女性例

貧血とカドミウムによる健康影響

指標	単位	鉄欠乏群		変化の有意性	正常群	
		フェリチン <20 mg/ml			フェリチン 20 mg/ml	
		ヘモグロビン 10 g/100 ml			ヘモグロビン 10 g/100 ml	
		AM*/GM	ASD*/GSD		AM*/GM	ASD*/GSD
年齢	歳	41.7 *	8.3 *		41.7 *	8.3 *
血液所見						
フェリチン	ng/ml	10.6 *	4.8 *		54.0 *	47.6 *
血清鉄	μg/100 ml	82.2 *	44.6 *		103.3 *	36.9 *
総鉄結合能	μg/100 ml	387.0 *	48.9 *		336.1 *	47.3 *
ヘモグロビン	g/100 ml	12.6 *	1.9 *		13.2 *	0.8 *
赤血球数	10 ⁴ /mm ³	431.5 *	30.5 *		431.9 *	27.7 *
尿所見						
カドミウム	μg/g cr	1.06	1.88		0.91	2.02
1-MG	mg/g cr	2.05	1.97		2.06	2.07
2-MG	μg/g cr	109.2	1.65		107.0	1.77

P<0.01

P>0.05

成人女性1482名中の鉄欠乏例に対して居住地・年齢を対応させた280対の比較

対応ある *t*-test および Wilcoxon test を適用

Tsukahara et al. 2003b

重回帰分析：各種金属の $_1$ -MG・ $_2$ -MGに及ぼす影響力比較

従属変数	独立変数 (偏相関係数)						R ²
	1 位		2 位		3 位		
log $_1$ -MG-U _{ob}	Cu	0.27 **	Cd	0.22 **	Zn	0.15 **	0.300
log $_2$ -MG-U _{ob}	Cu	0.33 **					0.191
log $_1$ -MG-U _{cr}	Cu	0.16 **	Cd	0.13 **			0.094
log $_2$ -MG-U _{cr}	Cu	0.24 **	Ca	0.20 **	[7位] [Cd 0.02 ns]		0.183
log $_1$ -MG-U _{sg}	Cu	0.18 **	Zn	0.14 **	Cd	0.12	0.096
log $_2$ -MG-U _{sg}	Cu	0.21 **	Zn	-0.13 **	[9位] [Cd 0.01 ns]		0.068

50-59歳の成人女性 363 例を解析

独立変数 ; log Ca, log Cd, log Co, log Cu, log Mg, log Mn, log Ni, log Zn.

** , P<0.01; * , P<0.05.

Ikeda et al. 2006c

要 約

- 1 わが国のカドミウム(Cd)曝露レベルは近隣の米食諸国に比べても高く、1995年時点の摂取量は26 μg Cd/日前後であった。ただし摂取量は年ごとに漸減している。
- 2 全国の成人女子約10,000名を対象とした2000年時点の大規模調査では尿中Cd濃度の幾何平均値は1.1 $\mu\text{g}/\text{l}$ (1.3 $\mu\text{g}/\text{g cr}$) であった。
- 3 関西以北の日本海側地域では陰膳食事検体・精白米・尿中カドミウム濃度がいずれも他地域よりも高く、国内でのハイ リスク グループを形成している。この地域で数千人規模の尿所見調査を行い、健康リスクが高くないことを確認しておく必要がある。

要 約

- 4 尿中Cd濃度には最も高い地域と最も低い地域で約3倍の差を認める。腎尿細管障害指標にも項目によって推計学的に有意な差を認めるが、その変化は中毒学的にはおそらく意義に乏しい程度と思われる。
- 5 尿中クレアチニン濃度は加齢とともに著しく低下し（80歳の濃度は30歳の値の40%）、従ってクレアチニン補正を行うと尿中指標上昇を過大評価する危険性がある。
- 6 非曝露地域住民の場合、腎尿細管障害指標は尿中カドミウム濃度よりもむしろ銅濃度と強く相関する。従って腎尿細管障害指標上昇は必ずしもカドミウム曝露のみに由来するとは云えない可能性がある。

カドミウム作業者の 健康診断結果から

原田 章

(まとめ：池田 正之 担当)

データ・ベース

原田 章	環境保健 レポート	11,	87,	1972	原田 ほか	環境保健 レポート	48,	98,	1982	b
原田 ほか	々	38,	178,	1976	々	々	50,	99,	1984	
々	々	41,	90,	1977	々	々	51,	97,	1985	
々	々	44,	161,	1978	原田 章	々	53,	219,	1987	
々	々	45,	86,	1979	々	々	54,	138,	1988	
々	々	46,	239,	1980	々	々	57,	63,	1990	
々	々	47,	179,	1981	々	々	58,	201,	1991	a
々	々	47,	183,	1981	々	々	59,	220,	1992	b
々	々	48,	90,	1982	々	々	60,	231,	1993	a

許容濃度、生物学的許容値 (2006)

	気中濃度		生体試料中濃度			
			血中		尿中	
	(μg/m ³)		(μg/l)		(μg/l)	
日本産業衛生学会	50	(許容濃度)	-		-	
ACGIH	10	(TLV)	5	(BEI)	5 ^a	(BEI)
DFG	-		15	(BAT)	15	(BAT)

^a μg/g クレアチニン

グループ		1		2	
作業		電池組み立て		極板製造	
カドミウム気中濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		5 - 10		10 - 50	
^{2-}MG	単位	1980年 9月	1981年 2月	1980年 9月	1981年 2月
算術平均	$\mu\text{g}/\text{l}$	114	112	113	105
算術標準偏差	$\mu\text{g}/\text{l}$	40.0	53.1	32.8	28.9
幾何平均	$\mu\text{g}/\text{l}$	109	102	108	101
幾何標準偏差		1.36	1.58	1.38	1.31
最大値	$\mu\text{g}/\text{l}$	211	230	167	157
^{2-}MG	非曝露者 310例の幾何平均値	84.2	$\mu\text{g}/\text{l}$	原田ほか	1982
				原田	1992

A工場カドミウム電池組立作業に従事する作業者の血中カドミウムおよび尿中 $_2$ -MGの推移

検査時期	1988年		1989年		1990年		1991年		
	3月	9月	2月	9月	2月	9月	3月	9月	
作業者数	111	125	115	135	141	138	143	133	
血中カドミウム ($\mu\text{g/l}$)	算術平均	2.7	3.1	3.5	3.4	4.0	4.4	4.1	4.3
	算術標準偏差	2.2	1.8	2.2	2.0	2.4	3.4	4.0	3.7
	幾何平均	2.1	2.7	3.0	2.9	3.4	3.5	2.9	3.3
尿中 $_2$ -MG ($\mu\text{g/g}$ クレアチニン)	算術平均	89	68	86	72	86	90	107	76
	算術標準偏差	60	76	63	89	64	77	58	44
	幾何平均	74	45	69	45	69	68	94	66

1988年1月開設。気中カドミウム濃度：作業環境(GM) 6-14 $\mu\text{g/m}^3$ 、個人サンプラー 4-33 $\mu\text{g/m}^3$

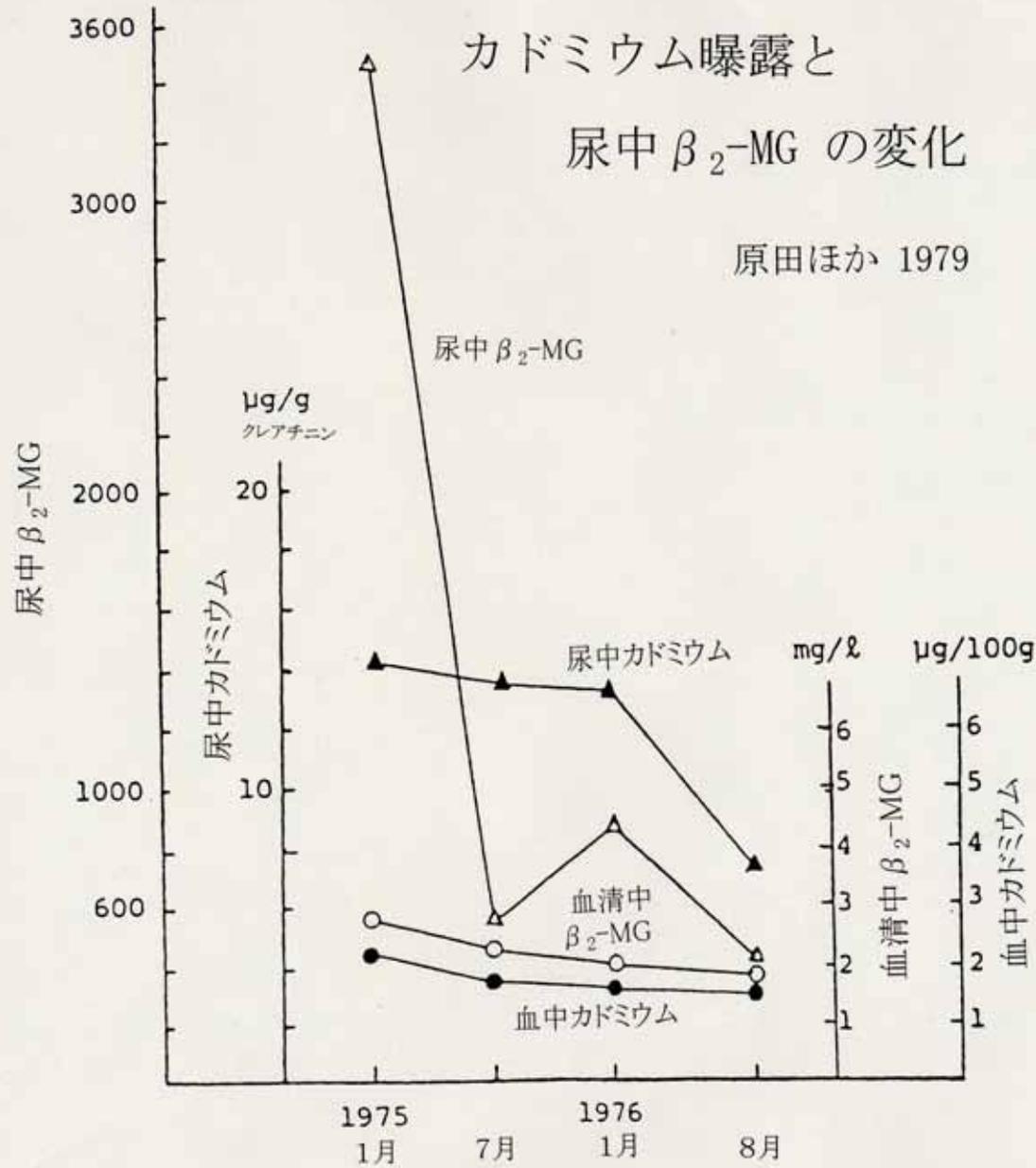
B工場カドミウム電池組立工場で働く作業者の血中カドミウムおよび尿中 $_2$ -MGの推移

検査時期	1988年		1989年		1990年		1991年		
	3月	9月	3月	9月	3月	9月	3月	9月	
作業者数	25	20	17	14	12	15	20	39	
血中カドミウム ($\mu\text{g/l}$)	算術平均	3.2	4.0	4.2	4.1	4.5	4.1	3.7	3.7
	算術標準偏差	1.5	2.4	2.5	2.1	2.2	2.7	2.0	2.1
	幾何平均	2.9	3.4	3.6	3.6	4.0	3.4	3.3	3.2
尿中 $_2$ -MG ($\mu\text{g/g}$ クレアチニン)	算術平均	83	68	102	68	74	69	70	75
	算術標準偏差	82	50	59	61	33	32	25	30
	幾何平均	59	55	88	51	68	63	66	70

1988年1月開設。気中カドミウム濃度：作業環境(GM) 改善前 3 $\mu\text{g/m}^3$ 、改善後 1-3 $\mu\text{g/m}^3$

カドミウム曝露と 尿中 β_2 -MG の変化

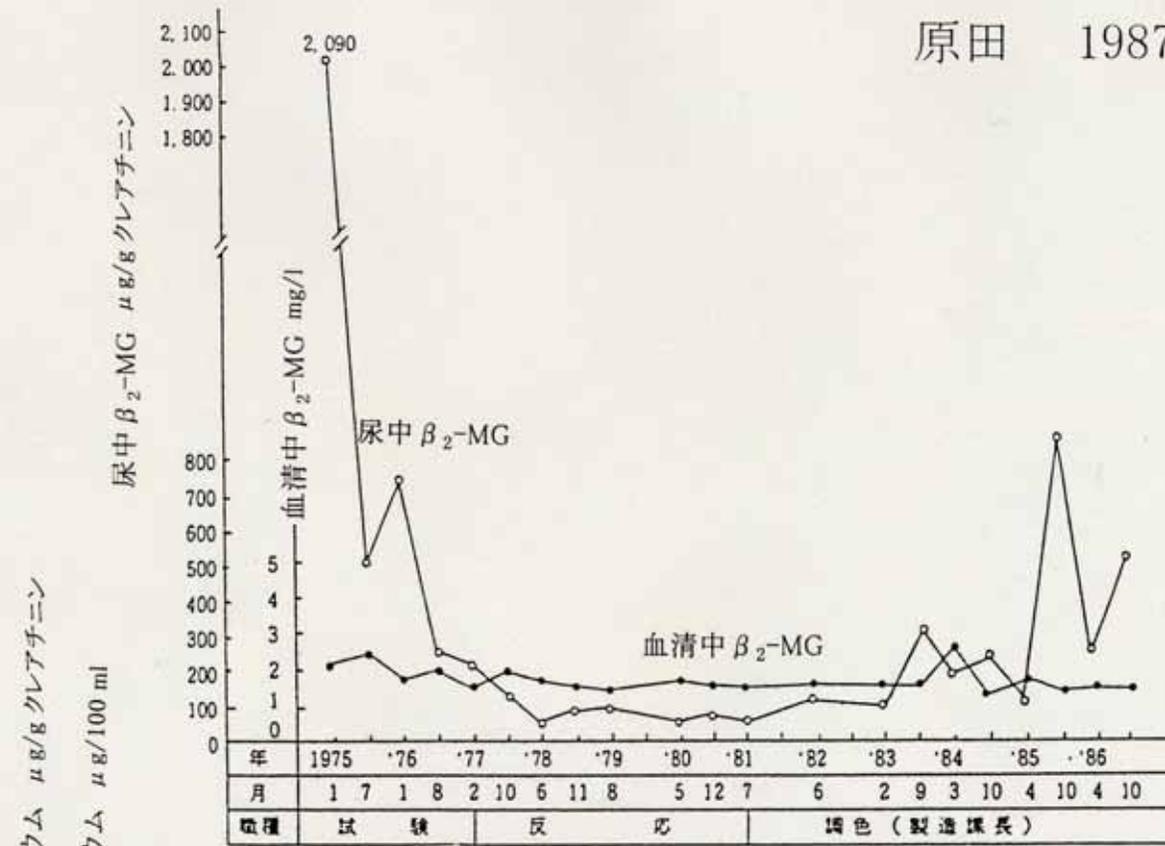
原田ほか 1979



生産 1 1/4 \approx 1
(環境改善)

尿中カドミウムの低下と連動した尿中 β_2 -MGの低下

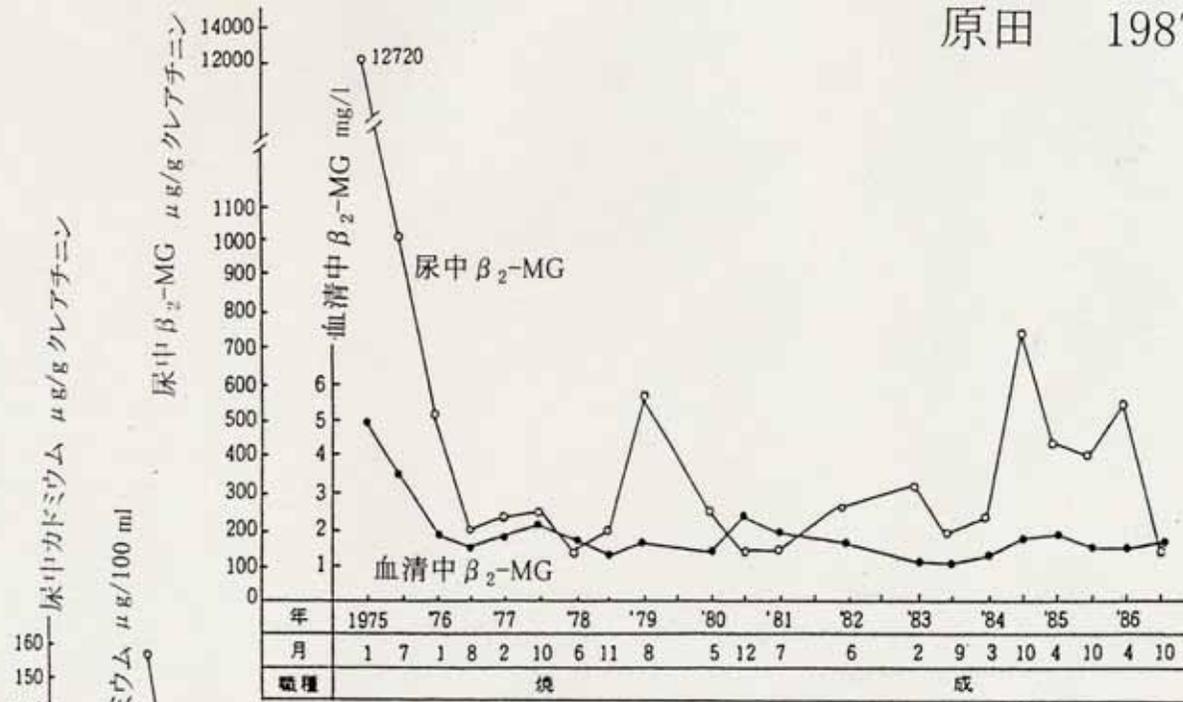
被験者番号			# 2		# 8	
			生産	尿中カドミウム ($\mu\text{g/l}$)	尿中 β_2 -MG ($\mu\text{g/l}$)	尿中カドミウム ($\mu\text{g/l}$)
1975年	1月	1	24.9	17,300	23.5	15,078
	7月	1/4	26.6	1,020	21.1	2,657
1976年	1月	1	15.9	364	12.2	6,667
	8月	(環境改善)	5.7	210	15.7	3,289



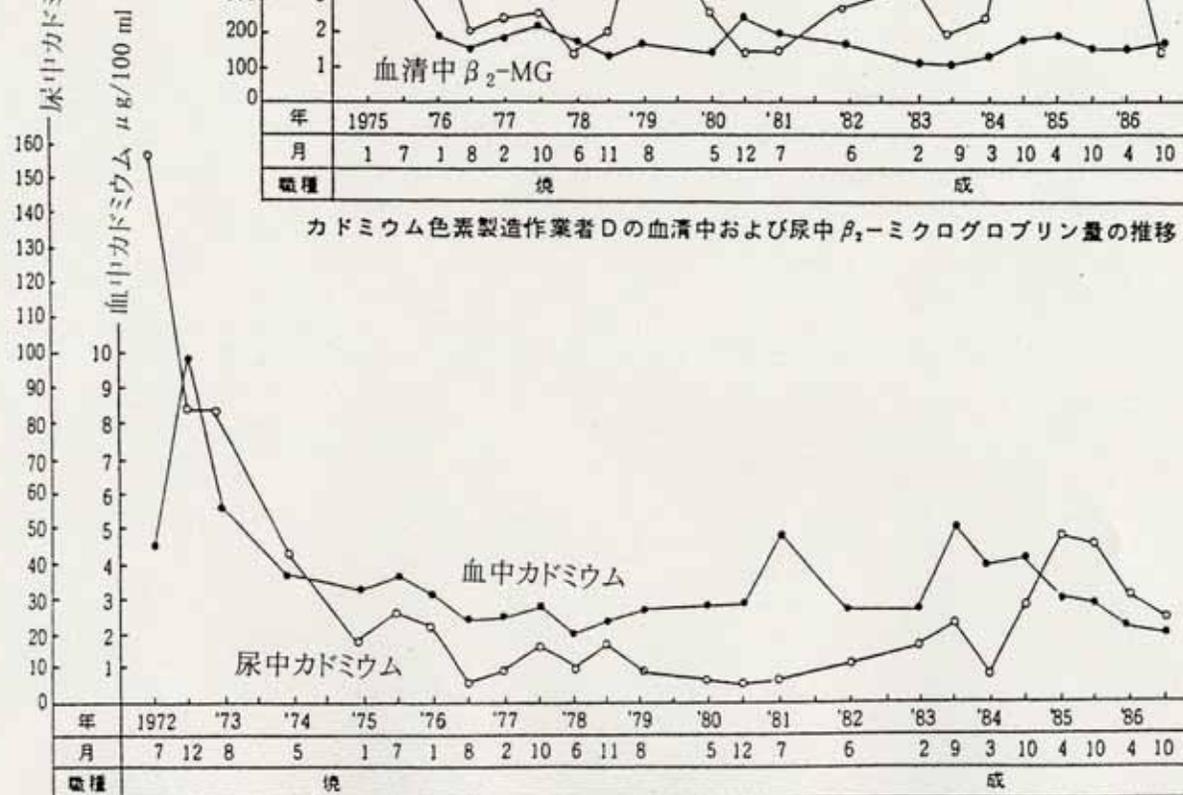
カドミウム色素製造業者Gの血清中および尿中 β_2 -ミクログロブリン量の推移



カドミウム色素製造業者Gの血中および尿中Cd量の推移



カドミウム色素製造業者Dの血清中および尿中 β_2 -ミクログロブリン量の推移



カドミウム色素製造業者Dの血中および尿中Cd量の推移

注目される点

1. 許容濃度以下の曝露では $_2$ -MGの上昇はおこらなかった。
2. 曝露の低下に伴って $_2$ -MGが数千 $\mu\text{g/l}$ 以上のレベルから 1,000 $\mu\text{g/l}$ 以下まで低下した事例が示されている。