

表 1. 食品摂取量 Cd 濃度データ、ならびにシナリオ品目の対応表

摂取量(国民栄養調査)	Cd 濃度(カドミウム実態調査)	シナリオ品目
*米類	コメ	精米
*小麦類	小麦	小麦
*大麦類	大麦、裸麦	米、小麦以外の穀類
*とうもろこし	スイートコーン	トマト、なす、オクラ以外
*そば	そば	米、小麦以外の穀類
*その他の穀類	大麦、裸麦、スイートコーン、そば	米、小麦以外の穀類
*大豆	大豆	大豆
*小豆	小豆	大豆以外の豆類
*グリーンピース	グリーンピース	豆科野菜
*そらまめ	未成熟空豆	豆科野菜
*さやえんどう	さやえんどう	豆科野菜
*ばれいしょ	馬鈴薯	ばれいしょ
*里芋	里芋(皮をむいたもの)	さといも
*ごぼう	ごぼう	ごぼう
*甘藷	甘藷	ごぼう、さといも、ばれいしょ以外
*やまのいも	やまのいも(皮をむいたもの)	ごぼう、さといも、ばれいしょ以外
*こんにやく芋	こんにやくいも	ごぼう、さといも、ばれいしょ以外
*大根	大根	ごぼう、さといも、ばれいしょ以外
*かぶ	かぶ	ごぼう、さといも、ばれいしょ以外
*人参	人参	ごぼう、さといも、ばれいしょ以外
*その他の根菜類	馬鈴薯、里芋(皮をむいたもの)、ごぼう、甘藷、やまのいも(皮をむいたもの)、こんにやくいも、大根、か	ごぼう、さといも、ばれいしょ以外

	ぶ、人参	
*ほうれんそう	ほうれんそう	ほうれんそう
*はくさい	白菜	アブラナ科野菜
*小松菜	こまつな	ほうれんそう以外
*みずな	みずな	ほうれんそう以外
*春菊	しゅんぎく	ほうれんそう以外
*レタス	レタス	ほうれんそう以外
*その他の葉菜類	白菜、こまつな、みずな、しゅんぎく、レタス	ほうれんそう以外
*にんにく	にんにく	にんにく
*たまねぎ	たまねぎ	にんにく以外
*ねぎ	ねぎ	にんにく以外
*その他の鱗茎類	たまねぎ、ねぎ	にんにく以外
*なす	なす	なす
*オクラ	オクラ	オクラ
*トマト	トマト	トマト
*スイートコーン	スイートコーン	トマト、なす、オクラ以外
*ピーマン	ピーマン	トマト、なす、オクラ以外
*ししとう	ししとう	トマト、なす、オクラ以外
*アスパラガス	アスパラガス	茎菜
*セロリ	セルリ	茎菜
*ふき	ふき	茎菜

(続き)

摂取量(国民栄養調査)	Cd 濃度(カドミウム実態調査)	シナリオ品目
*キャベツ	キャベツ	アブラナ科野菜
*カリフラワー	カリフラワー	アブラナ科野菜
*ブロッコリー	ブロッコリー	アブラナ科野菜

*チンゲンサイ	チンゲンサイ	ほうれんそう以外
*きゅうり	きゅうり	ウリ科果菜
*カボチャ	かぼちゃ	ウリ科果菜
*スイカ	すいか	ウリ科果菜
*メロン類	メロン	ウリ科果菜
*その他うり科果菜	すいか、メロン	ウリ科果菜
*らっかせい	ピーナッツ	落花生
*みつば	みつば	ハーブ
*にら	にら	ハーブ
*しょうが	しょうが	ごぼう、さといも、ばれいしょ以外
*くり	栗	トマト、なす、オクラ以外
*柑橘類	柑橘類	果実
*りんご	リンゴ	果実
*なし	なし	果実
*おうとう	さくらんぼ	果実
*もも	桃	果実
*いちご	いちご	果実
*ぶどう	ブドウ	果実
*柿	柿	果実
*キウイ	キウイフルーツ	果実
*牛肉	牛肉	
*牛肉(内臓)	牛肉	
*馬肉	馬肉	
*豚肉	豚肉	
*豚肉(内臓)	豚肉	
*鶏肉	鶏肉	
*鶏肉(内臓)	鶏肉	
*あさり	アサリ	軟体動物
*牡蠣	マガキ	軟体動物

*いか	コウイカ、スルメイカ	軟体動物
*たこ	マダコ	軟体動物
*その他軟体動物	アカガイ、アワビ、イイダコ、サザエ、 シジミ、ハマグリ、ホタテ貝柱	軟体動物
*棘皮	ウニ	軟体動物
*いか塩辛	イカ塩辛、イカ塩辛(黒づくり)	軟体動物
*くるまえび	クルマエビ	
*その他甲殻類	ケガニ(筋肉)	
*さけ	シロザケ	
*あじ	マアジ	
*いわし	マイワシ	
*かつお	カツオ	
*さば	マサバ	
*たい	クロダイ、マダイ	

(続き)

摂取量(国民栄養調査)	Cd 濃度(カドミウム実態調査)	シナリオ品目
*まぐろ	ミナミマグロ、クロマグロ、キハダ、ビ ンナガ、メバチ	
*その他魚類	イシガレイ、クロカジキ、アユ、イシモ チ、ウグイ、ウナギ、ブリ、コイ、コイ チ、コノシロ、スケトウダラ、スズキ、 タチウオ、ニジマス、バショウカジ キ、ハタハタ、ヒラメ、フナ、マアナ ゴ、マコガレイ、マハゼ、メカジキ、メ バル、ヤツメウナギ、ヨシキリザメ、ワ カサギ	
*その他塩辛	カツオ塩辛	軟体動物

*食品名は各調査使用されているものをそのまま用いた。

表2. 試算シナリオ

		2006年度シミュレーションシナリオ					
品目		1	2	3	4	5	6
穀類							
	精米	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
	小麦	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	米、小麦以外の穀類	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
豆類（完熟）							
	大豆	—	0.2	0.5	—	0.2	0.5
	大豆以外の豆類	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
根菜							
	ごぼう	0.1	0.05	0.2	0.1	0.1	0.1
	さといも	0.1	0.05	0.2	0.1	0.1	0.1
	ばれいしょ	0.1	0.05	0.2	0.1	0.1	0.1
	セロリアック	—	—	—	—	—	—
	ごぼう、さといも、ばれいしょ、セロリアック以外	0.1	0.05	0.2	0.1	0.1	0.1
葉菜							
	ほうれんそう	0.2	0.1	0.4	0.2	0.2	0.2
	ほうれんそう以外	0.2	0.1	0.4	0.2	0.2	0.2
鱗茎類（アリウム属）							
	にんにく	0.05	0.03	0.1	0.05	0.05	0.05
	にんにく以外	0.05	0.03	0.1	0.05	0.05	0.05
ウリ科以外の果菜（キノコとスイートコーンを含む）							
	なす	0.05	0.03	0.1	0.05	0.05	0.05
	オクラ	0.05	0.03	0.1	0.05	0.05	0.05
	トマト	—	—	—	—	—	—
	キノコ	—	—	—	—	—	—
	トマト、なす、オクラ、キノコ以外	0.05	0.03	0.1	0.05	0.05	0.05
茎菜							
	茎菜	0.1	0.05	0.2	0.1	0.1	0.1

アブラナ科野菜（結球するもの）							
アブラナ科野菜	0.05	0.03	0.1	0.05	0.05	0.05	
ウリ科果菜							
ウリ科果菜	0.05	0.03	0.1	0.05	0.05	0.05	
豆類（未成熟）							
豆科野菜	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
落花生							
落花生	-	-	-	-	-	-	
果実							
果実	-	-	-	-	-	-	
軟体動物（頭足類を含む）							
軟体動物	2	2	2	1	1	1	
ハーブ							
ハーブ	-	-	-	-	-	-	

*各数値(mg/kg)を越えるデータを除いた場合

表 3. シナリオ別 Cd 摂取量分布推計値

単位 : $\mu\text{g}/\text{kg}\cdot\text{bw}/\text{週}$

	シナリオ 1	シナリオ 2	シナリオ 3	シナリオ 4	シナリオ 5	シナリオ 6
算術平均値	3.33	3.33	3.34	3.33	3.32	3.34
25 パーセンタイル	2.10	2.10	2.11	2.10	2.10	2.11
50 パーセンタイル	2.86	2.86	2.87	2.86	2.85	2.87
75 パーセンタイル	3.97	3.96	3.98	3.97	3.96	3.98
90 パーセンタイル	5.55	5.53	5.56	5.54	5.52	5.55
95 パーセンタイル	6.86	6.85	6.87	6.85	6.84	6.86
97.5 パーセンタイル	8.33	8.32	8.34	8.32	8.31	8.32

F. 業績

特になし

G. 引用文献

- 1) 新田裕史：「日本人のカドミウム曝露量推計に関する研究」、厚生労働科学研究費補助金厚生労働科学特別研究事業平成 15 年度総括研究報告書、2004.
- 2) 農林水産省：食品中のカドミウムに関する情報－カドミウムの実態調査など、
<http://www.maff.go.jp/cd/index.html>
- 3) International Programme on Chemical Safety : Environmental Health Criteria 134 Cadmium, Table 4, 1992.
- 4) 農林水産省総合食料局食料政策課：食料需給表－平成 12 年度. 2002 農林統計協会 東京
- 5) 吉池信男：残留農薬の曝露量試算のための食品摂取量基準データの検討－1995～1997 年国民栄養調査、食品衛生研究、2000、50、7-27.
- 6) Report of a Joint FAO/WHO Workshop (WHO Headquarters, Geneva, 7-8 June 2000) : Methodology for exposure assessment of contaminants and toxins in food, WHO/SDE/PHE/FOS/00.5, WHO, 2000.
- 7) World Health Organization : Instructions for Electronic Submission of Data on Chemical Contaminants in Food and the Diet, WHO Food Safety Department ,Genova, 2003.
- 8) 守山智章、ほか：「搗精、製粉過程におけるカドミウムの動態解明」、厚生科学研究費補助金生活安全総合研究事業「食品中に残留するカドミウムの健康影響評価について」平成 13 年度分担研究報告書、2002
- 9) 香山不二雄、ほか：「カドミウム汚染地域における食品からのカドミウム摂取量調査」、厚生労働科学研究費補助金食品安全確保研究事業「食品中に残留するカドミウムの健康影響評価について」平成 15 年度分担研究報告書、2004.

尿中各種金属濃度と尿細管機能障害指標の関連に関する研究

分担研究者名と所属

池田 正之 (財)京都工場保健会

研究協力者名

森口 次郎 ((財)京都工場保健会)

福井 良成 ((財)京都工場保健会)

鶴飼 博彦 ((財)京都工場保健会)

岡本 浩 ((財)京都工場保健会)

高田 志郎 ((財)京都工場保健会)

大橋 史子 ((財)京都工場保健会)

要旨

1. 平成17年度には全1000検体についてカドミウム以外の尿中各種金属濃度が尿中 α_1 -MG、 β_2 -MG濃度に影響を及ぼすか否かについて検討し、 α_1 -MG、 β_2 -MGの値は尿中CdのみならずCuによっても尿濃淡補正の有無にかかわらず有意に上昇し、上昇への寄与はCdよりもCuの方がより顕著であるとの所見を得た。
2. 本年度はこれらの所見の再現性を検討する目的で、1000例を無作為に500例2群に分割して平成17年度と同様の解析を行った。その結果、 α_1 -MG、 β_2 -MGの上昇への寄与はCdよりもCuの方がより顕著であるとする上記の所見は各500例のいずれでもほぼ再現することが出来た。ただし1000例解析により例数が多いことにより最も安定した所見が得られており、1000例解析の価値は再確認された。
3. 以上の結果から非曝露者集団の尿中 α_1 -MG・ β_2 -MGの決定因子としてはCuがCdよりも強い影響力を有するとの結論を再確認することが出来た。

目的

平成 17 年度に継続して要因を金属に限定してもなお、 α_1 -MG・ β_2 -MG 上昇が Cd に特異的と云えるか否かを明らかにすることを目的とし、ことに平成 17 年度に得られた所見の再現性を確認することを目的として今年度の研究を行った。

方法

2000～2004 年に全国 11 箇所の Cd 非曝露地区在住成人女性より提供を受け凍結保存している約 13,000 の尿検体 (Ezaki et al. 2003a, b; Tsukahara et al. 2003; Moriguchi et al. 2005; Yamagami et al. 2005) から、地域・年齢に偏りがなくかつ Cd 濃度が比較的高い例を含むように配慮して 1000 検体を選択し、Co、Cu、Mn、Ni の 4 金属の測定 [(株)東レ・リサーチセンターに外注] を行った。最初 Va を含む 5 元素の分析を予定していたが、Va については十分な感度が得られず、予備解析では検体の約 80% が定量下限以下となったため Va を分析対象から除外し、分析対象を 4 金属として昨年度 750 検体に加えてさらに多数の検体 (総計 1000 検体) の分析を行うことにした。

これらの尿検体についてはすでに比重 (SG、sg)・クレアチニン (CR、cr)、Ca、Cd、Mg、Zn、 α_1 -MG、 β_2 -MG についての分析結果を得ている (Ezaki et al. 2003a; Tsukahara et al. 2003; Moriguchi et al. 2005; Yamagami et al. 2005) ので、新たに分析した Co、Cu、Mn、Ni、の測定結果とあわせて解析に供した。

4 金属の分析に際しては分析上の障害要因の排除に配慮し、4 金属とも無炎原子吸法を用いることとした。分析精度管理については Co、Cd、Ni は Round Robin (2005 春) により、Mn については内部での管理によって行った。 α_1 -MG と β_2 -MG は RIA 法、比重は屈折法、クレアチニンは比色法によった。

推計学的解析ソフトとしては原則的に StatView Version 5 を使い、Mantel-extension 検定は縣 (1997) に依るなど必要に応じて成書によって補足した。推計学的解析に際しては全金属および α_1 -MG・ β_2 -MG では補正の有意にかかわらず変動係数 (= 算術標準偏差 / 算術平均) が 0.3 よりも大きく (表 1)、対数値が正規分布したため、分布の指標には GM (GSD) を用いた。

喫煙歴は自己申告に従った。現在喫煙者は 125 名 (平均 11.6 本/日) でその喫煙本数は多くなかったため、現在・過去喫煙者とも解析から除外しなかった。

尿比重はG単位で表示した。G単位は $G = (\text{比重} - 1.000) \times 1000$ で定義される。

全1000検体をデータ・ベースへの登録順に従って奇数群(500例)と偶数群(500例)にわけ、平成17年度と同様の解析を奇数群・偶数群に分けて行い、所見が再現されるか否かを検討した。

結果および考察

表1および2に奇数群・偶数群の基本指標を要約する。基本指数は奇数群・偶数群とも平成17年度に得られた全群での基本指標とほとんど完全に一致し、分割に偏りがなかったことが確認された。この分割によって得られた奇数群・偶数群を用いて全群と同じ解析を行った。

金属濃度上昇に伴う α_1 -MG・ β_2 -MGについての表3・4(奇数群)および表5・6(偶数群)の成績は細部では奇数群および偶数群の間で若干の不一致を認める。しかし、推計学的に有意差を示す対の数は非補正值では金属間に著差を認めないが、CR-補正值ではその数を減じ、比重-補正值を用いた場合にはCdおよびCuのみが1対またはそれ以上の有意差例を示して、他の6金属では有意差例が無くなる点では良く一致した。

α_1 -MG尿症および β_2 -MG尿症頻度と金属濃度との対応を見た解析(奇数群表7・8; 偶数群表9・10)の結果を比較すると、奇数例・偶数例ともに平成17年度に得られた全例群の所見に比べて有意差の検出力がやや低下する事例が認められるが、この低下はおそらく例数が半減したためと思われる。このためCdおよびCuのみに濃度依存性が明らかで他の6金属では明らかでないとの結論には全群・奇数群・偶数群を通じて共通しているが、その結論の確かさは全群で高く奇数群(表7・8)・偶数群(表9・10)では相対的に低い。

1000例解析の価値は年齢を限定した重回帰分析で最も明らかになった。すなわち、50歳台奇数群186例を用いた解析(表11)では α_1 -MG・ β_2 -MG決定因子としての影響力上位3位にCu、Cd〔但しCd2例のSRC(標準化回帰係数)はいずれも有意でない($P > 0.05$)〕のほかにCaあるいはZnの入る場合が存在し、また50歳台偶数群177例を用いた場合(表12)には第1位をCdとCuとがそれぞれ3例ずつを占めた。Cdが第1位を占めた3例の解析はいずれも α_1 -MGを従属変数とする解析で、いずれの場合もCuが2位を占めたが、うち2例ではCuのSCRは有意でなかった($P > 0.05$)。逆にCuが第1位を占めた3例の解析ではいずれも β_2 -MGが従属変数であって、これらの場合にはCdは第6～9

位にとどまり、かつ SRC はいずれも有意ではなかった。このように奇数群の解析結果と偶数群の解析結果は相互に類似した傾向を示すものの、完全な一致は得られなかった。これに対して全 1000 例中の 50 歳台 363 例を用いた重回帰分析では平成 17 年度に報告したように α_1 -MG・ β_2 -MG を従属変数とした全解析例で Cu が第 1 位を占め、Cd は α_1 -MG を従属変数とした場合には 2 位又は 3 位を占めたが、 β_2 -MG を従属変数とした場合には 4~9 位でかつ SRC はいずれも有意でなく、極めて明確な結果を得ることが出来た。

以上の所見から、解析例数としては 500 例では不十分で、1000 例分析によりはじめて確かな結果が得られることが明らかになった。この結果は昨年度に 1000 例の分析を行ったことの必要性・妥当性を強く支持する。

業績

Ezaki T, Tsukahara T, Moriguchi J, Furuki K, Fukui Y, Ukai H, Okamoto S, Sakurai H, Honda S, Ikeda M. No clear-cut evidence for cadmium-induced tubular dysfunction among over 10,000 women in the Japanese general population; a nationwide large-scale survey. *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, 76, 186-196, 2003.

Ezaki T, Tsukahara T, Moriguchi J, Furuki K, Fukui Y, Ukai H, Okamoto S, Sakurai H, Honda S, Ikeda M. Analysis for threshold levels of cadmium in urine that induce tubular dysfunction among women in non-polluted areas in Japan. *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, 76, 197-204, 2003.

Ikeda M, Ezaki T, Tsukahara T, Moriguchi J, Furuki K, Fukui Y, Okamoto S, Ukai H, Sakurai H. Bias induced by the use of creatinine-corrected values in evaluation of β_2 -microglobulin levels. *Toxicol. Lett.*, 145, 197-207, 2003.

Ikeda M, Ezaki T, Tsukahara T, Moriguchi J, Furuki K, Fukui Y, Ukai H, Okamoto S, Sakurai H. Threshold levels of urinary cadmium in relation to increases in urinary β_2 -microglobulin among general Japanese populations. *Toxicol. Lett.*, 137, 135-141, 2003.

Ikeda M, Ezaki T, Tsukahara T, Moriguchi J. Dietary cadmium intake in polluted and non-polluted areas in Japan in the past and in the present. *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, 77, 227-234, 2004.

Ikeda M, Ezaki T, Moriguchi J, Fukui Y, Ukai H, Okamoto S, Sakurai H. The threshold cadm

- ium level that causes a substantial increase in β_2 -microglobulin in urine of general populations. *Tohoku J. Exp. Med.* 205, 247-261, 2005.
- Ikeda M, Ezaki T, Tsukahara T, Moriguchi J, Furuki K, Fukui Y, Ukai H, Okamoto S, Sakurai H. Reproducibility of urinary cadmium, α_1 -microglobulin and β_2 -microglobulin levels in health-screening of general population. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 48, 135-140, 2005.
- Ikeda M, Moriguchi J, Ezaki T, Fukui Y, Ukai H, Okamoto S, Shimbo S, Sakurai H. Smoking-induced increase in urinary cadmium levels among Japanese women. *Int Arch Occup Environ Health*, 78, 533-540, 2005.
- Ikeda M, Shimbo S, Watanabe T, Yamagami T. Correlation among cadmium levels in river sediment, in rice, in daily foods and in urine of residents in 11 prefectures in Japan. *Int Arch Occup Environ Health* 79, 365-370, 2006.
- Ikeda M, Ezaki T, Moriguchi J. No meaningful increase in urinary tubular dysfunction markers in a population with 3 μg cadmium/g creatinine in urine. *Biol. Trace Elem. Res.* 113, 35-44, 2006.
- Ikeda M, Ohashi F, Fukui Y, Takada S, Moriguchi J, Ezaki T. Changes in tubular dysfunction marker levels in parallel with the levels of copper, rather than cadmium, in urine of middle-aged women in non-polluted areas. *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, *in press*, 2006.
- Ikeda M, Ohashi F, Fukui Y, Takada S, Moriguchi J, Ezaki T. Changes in tubular dysfunction marker levels in parallel with the levels of copper, rather than cadmium, in urine of middle-aged women in non-polluted areas. *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, *in press*, 2006.
- Ikeda M, Ezaki T, Moriguchi J. Levels of calcium, magnesium, and zinc in urine among adult women in relation to age with special reference to menopause. *J. Nutr. Health Aging*, *in press*, 2006.
- Moriguchi J, Ezaki T, Tsukahara T, Furuki K, Fukui Y, Okamoto S, Ukai H, Sakurai H, Shimbo S, Ikeda M. Comparative evaluation of four urinary tubular dysfunction markers, with special references to the effects of aging and correction for creatinine concentration. *Toxicol. Lett.*, 143, 279-290, 2003.
- Moriguchi J, Ezaki T, Tsukahara T, Furuki K, Fukui Y, Okamoto S, Ukai H, Sakurai H, Ikeda M. α_1 -Microglobulin as a promising marker of cadmium-induced tubular dysfunction, possibly better than β_2 -microglobulin. *Toxicol. Lett.*, 148, 11-20, 2004.
- Moriguchi J, Ezaki T, Tsukahara T, Fukui Y, Ukai H, Okamoto S, Shimbo S, Sakurai H, Ikeda

- M. Decrease in urine specific gravity and urinary creatinine in elderly women. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 78, 438-445, 2005.
- Moriguchi J, Ezaki T, Tsukahara T, Fukui Y, Ukai H, Okamoto S, Shimbo S, Sakurai H, Ikeda M. Effects of aging on cadmium and tubular dysfunction markers in urine from adult women in non-polluted areas. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 78, 446-451, 2005.
- Moriguchi J, Ezaki T, Tsukahara T, Furuki K, Fukui Y, Okamoto S, Ukai H, Sakurai H, Ikeda M. α_1 -Microglobulin levels and correlation with cadmium and other metals in urine of non-smoking women in general populations in Japan. *Toxicol. Environ. Chem.* 87, 119-133, 2005.
- Moriguchi J, Ezaki T, Tsukahara T, Fukui Y, Ukai H, Okamoto S, Shimbo S, Sakurai H, Ikeda M. Decrease in urine specific gravity and urinary creatinine in elderly women. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 78,438-455, 2005.
- Moriguchi J, Ezaki T, Tsukahara T, Fukui Y, Ukai H, Okamoto S, Shimbo s, Sakurai H, Ikeda M. Effects of aging on cadmium and tubular dysfunction marker in urine form adult women. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 78, 446-451, 2005.
- Ohashi F, Fukui Y, Takada S, Moriguchi J, Ezaki T, Ikeda M. Reference values for cobalt, copper, manganese and nickel in urine among general populations in Japan. *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, *in press*, 2005.
- Tsukahara T, Ezaki T, Moriguchi J, Furuki K, Ukai H, Okamoto S, Sakurai H, Ikeda M. Effects of iron-deficiency anemia on cadmium uptake or kidney dysfunction are essentially nil among women in general population in Japan. *Tohoku J. Exp. Med.*, 197, 243-247, 2002.
- Tsukahara T, Ezaki T, Moriguchi J, Furuki K, Fukui Y, Ukai H, Okamoto S, Sakurai H, Ikeda M. No significant effect of iron deficiency on cadmium body burden or kidney dysfunction among women in the general population in Japan. *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, 76, 275-281, 2003.
- Tsukahara T, Ezaki T, Moriguchi J, Furuki K, Shimbo S, Matsuda-Inoguchi N, Ikeda M. Rice as the most influential source of cadmium intake among general Japanese population. *Sci. Total Environ.*, 305, 41-51, 2003.
- Tsukahara T, Ezaki T, Moriguchi J, Furuki K, Fukui Y, Ukai H, Okamoto S, Sakurai H, Ikeda M. No effects of hematuria and proteinuria in school days, and probably current pregnancy and current lactation also, as risk factors of cadmium-induced renal tubular dysfunction a

- mong adult women in general populations in Japan. Arch. Environ. Contam. Toxicol., 46, 413-418, 2004.
- Watanabe T, Shimbo S, Nakatsuka H, Koizumi A, Higashikawa K, Matsuda-Inoguchi N, Ikeda M. Gender-related difference, geographical variation and time trend in dietary cadmium intake in Japan. Sci. Total Environ., 329, 17-27, 2004.
- Yamagami T, Ezaki T, Moriguchi J, Fukui Y, Okamoto S, Ukai H, Sakurai H, Aoshima K, Ikeda M. Low-level cadmium exposure in Toyama City and its surroundings in Toyama prefecture, Japan, with references to possible contribution of shellfish intake to increased urinary cadmium levels. Sci. Total Environ. , 362, 56-67, 2006.
- Yamagami T, Suna T, Fukui Y, Ohashi F, Takada S, Sakurai H, Aoshima K, Ikeda M. Biological variations in cadmium, α_1 -microglobulin, β_2 -microglobulin and N-acetyl- β -D-glucosaminidase in adult women in a non-polluted area, *in submission*.

表 1 奇数群500例の基本指標

指標群	項目	定量下限		定量下限以下の例数	非補正值		クレアチニン-補正值		比重-補正值				
		単位	単位		GM	単位	GSD	GM	単位	GSD	GM	単位	
(A) 年齢, クレアチニン, 比重および喫煙習慣													
	年齢	歳		0	47.7 ^a	yrs	10.5 ^a						
	クレアチニン	g/l	0	0	1.3 ^a	g/l	0.7 ^a						
	比重	G単位	1	0	20.4 ^a	g/l	5.9 ^a						
	現在喫煙者(125名)の喫煙本数				11.3 ^a	本/日	6.3 ^a						
(B) クミログロブリン(MG)濃度													
	α_1 -MG	0.6 mg/l		8	3.1	mg/l	2.16	2.7	mg/g cr	1.97	2.5	mg/l	1.90
	β_2 -Mg	1.0 μ g/l		0	123	μ g/l	1.89	107.9	μ g/g cr	1.835	102	μ g/l	1.79
(C) 8金属濃度													
	Ca	3 mg/l		0	110.0	mg/l	1.93	96.2	mg/g cr	1.973	91	mg/l	1.77
	Cd	0.5 μ g/l		1	3.05	μ g/l	2.30	2.7	μ g/g cr	2.02	2.5	μ g/l	2.03
	Co	0.1 μ g/l		24	0.72	μ g/l	2.96	0.6	μ g/g cr	2.66	0.6	μ g/l	2.70
	Cu	0.1 μ g/l		0	13.9	μ g/l	1.83	12	μ g/g cr	1.53	11.5	μ g/l	1.56
	Mg	3 mg/l		0	65.6	mg/l	1.76	57	mg/g cr	1.67	54	mg/l	1.578
	Mn	0.05 μ g/l		68	0.14	μ g/l	2.71	0.1	μ g/g cr	2.54	0.1	μ g/l	2.519
	Ni	0.2 μ g/l		19	2.15	μ g/l	2.85	1.9	μ g/g cr	2.48	1.8	μ g/l	2.582
	Zn	50 μ g/l		9	380	μ g/l	2.32	332	μ g/g cr	1.97	314	μ g/l	2.074

^a AMおよびASD

表2 偶数群500例の基本指標

指標群	項目	定量下限	単位	定量下限以下の例数	非補正值		クレアチニン-補正值		比重-補正值				
					GM	単位	GSD	GM	単位	GSD	GM	単位	GSD
(A) 年齢, クレアチニン, 比重および喫煙習慣													
	年齢		歳	0	47.3 ^a	yrs	10.7 ^a						
	クレアチニン	0	g/l	0	1.3 ^a	g/l	0.6 ^a						
	比重	1	G単位	0	20.3 ^a	g/l	6.0 ^a						
	現在喫煙者(125名)の喫煙本数				12.0 ^a	本/日	6.0 ^a						
(B) クミログロブリン(MG)濃度													
	α_1 -MG	0.6	mg/l	11	3.0	mg/l	2.14	2.7	mg/g cr	1.92	2.5	mg/l	1.92
	β_2 -MG	1.0	μ g/l	0	121	μ g/l	1.93	107.9	μ g/g cr	1.91	100	μ g/l	1.85
(C) 8金属濃度													
	Ca	3	mg/l	0	110.0	mg/l	1.99	96.2	mg/g cr	1.973	91	mg/l	1.77
	Cd	0.5	μ g/l	2	2.94	μ g/l	2.35	2.6	μ g/g cr	2.09	2.5	μ g/l	2.12
	Co	0.1	μ g/l	29	0.65	μ g/l	3.13	0.6	μ g/g cr	2.84	0.5	μ g/l	2.88
	Cu	0.1	μ g/l	0	12.9	μ g/l	1.94	11	μ g/g cr	1.69	10.7	μ g/l	1.73
	Mg	3	mg/l	0	64.8	mg/l	1.87	57	mg/g cr	1.67	53	mg/l	1.608
	Mn	0.05	μ g/l	76	0.14	μ g/l	2.75	0.1	μ g/g cr	2.62	0.1	μ g/l	2.586
	Ni	0.2	μ g/l	14	2.02	μ g/l	2.74	1.8	μ g/g cr	2.58	1.7	μ g/l	2.607
	Zn	50	μ g/l	8	412	μ g/l	2.15	362	μ g/g cr	1.82	339	μ g/l	1.923

^a AMおよびASD

表3 奇数群500例におけるCa、Cd、Co、Cu濃度上昇に対応した α_1 -MGおよび β_2 -MG濃度の変化

金属	非補正值				クレアチニン補正值				比重補正值						
	金属 (μg) または mg/l ^b	α_1 -MG (mg/l)	P ^c	β_2 -MG ($\mu\text{g/l}$)	P ^c	金属 (μg) または mg/g cr ^b) cr	α_1 -MG (mg/g cr)	対の数 ^d	β_2 - MG ($\mu\text{g/l}$)	対の数 ^d	金属 (μg) または mg/l ^b)	α_1 - MG (mg/g cr)	対の数 ^d	β_2 - MG ($\mu\text{g/l}$)	対の数 ^d
Ca	A 45 B 98 C 145 D 228 P ^e <0.01	2.11 3.22 3.44 3.76 <0.01	G H I G H I (3)	88 124 139 153 <0.01	G H I G H I (5)	38 85 128 207 <0.01	2.30 2.39 2.72 3.47 <0.01	(3)	86 96 115 144 <0.01	(2)	42 85 115 228 <0.01	2.49 2.51 2.46 2.58 ns ^f	(0)	92 101 105 105 <0.1	(0)
Cd	A 0.94 B 2.47 C 4.76 D 7.84 P ^e <0.01	1.67 2.98 3.91 4.52 <0.01	G H I G H I (5)	81 125 143 159 <0.01	G H I G H I (4)	1.05 2.19 3.52 6.28 <0.01	1.96 2.67 2.87 3.45 <0.01	(4)	93 104 101 138 <0.01	(3)	0.95 2.10 3.49 5.83 <0.01	1.84 2.52 2.96 3.02 <0.01	(3)	88 101 106 115 <0.05	(2)
Co	A 0.18 B 0.56 C 1.06 D 2.57 P ^e <0.01	2.57 2.8 3.46 3.54 <0.05	H I H H I (2)	103 112 133 151 <0.01	h I h h I (3)	0.18 0.50 0.87 2.02 <0.01	2.75 2.70 2.73 2.56 ns ^f	(0)	104 105 108 115 ns ^f	(0)	0.17 0.47 0.82 1.94 <0.01	2.60 2.64 2.53 2.38 ns ^f	(0)	100 102 99 106 ns ^f	(0)
Cu	A 6.2 B 12.4 C 17.4 D 28.0 P ^e <0.01	1.75 2.69 3.54 5.28 <0.01	G H I G H I (6)	80 117 138 173 <0.01	G H I G H I (5)	7.38 10.95 13.60 19.98 <0.01	1.94 2.21 2.99 4.06 <0.01	(5)	87 92 113 148 <0.01	(5)	6.66 10.18 13.10 19.74 <0.01	1.94 2.16 2.85 3.47 <0.01	(4)	90 95 104 122 <0.01	(2)

^a 1000例を小一(A → D)の順に250例ずつ4群に分割した。数値はGM。

^b CaとMgはmg, Cd, Co, CuとZnは μg 単位。

^c 多重比較(Scheffe)のP値; 同一の文字は有意の差がある対を示す(大文字 P < 0.01; 小文字 P < 0.05)。

括弧内の数字は有意差を示す対の数。

^d 多重比較(scheffe)で有意差を示す対の数。

^e 分散分析のP値

^f nsは P \geq 0.05を示す。

表 4 奇数群500例におけるMg、Mn、Ni、Zn濃度上昇に対応した α_1 -MGおよび β_2 -MG濃度の変化

金属	非補正值				クレアチニン補正值				比重補正值				
	金属 (μg または mg/l^b)	α_1 -MG (mg/l)	P^c	β_2 -MG ($\mu\text{g/l}$)	P^c	金属 (μg または mg/g cr^b)	β_2 -MG ($\mu\text{g/l}$)	対の数 ^d	金属 (μg または mg/l^b)	α_1 -MG (mg/g cr)	対の数 ^d	β_2 -MG ($\mu\text{g/l}$)	対の数 ^d
Mg	A 33.1	2.18	G H I	89	G H I	31	2.46	90	32.28	2.76	98	98	
	B 57.8	3.3	G	130	G	50	2.79	106	47.20	2.60	108	108	
	C 73.1	3.19	H	138	H	67	2.73	121	60.13	2.46	104	104	
	D 132.2	3.84	I	145	I	104	2.77	118	94.41	2.34	99	99	
P^e	<0.01	<0.01	(3)	<0.01	(3)	<0.01	ns^f	<0.01	<0.01	ns^f	(0)	ns^f	(0)
Mn	A 0.04	2.29	H I	98	H I	0.04	2.61	101	0.04	2.43	98	98	
	B 0.11	2.9		117		0.10	2.36	101	0.10	2.41	102	102	
	C 0.21	3.31	H	137	H	0.17	2.62	106	0.16	2.47	101	101	
	D 0.48	4.01	I	147	I	0.38	3.21	126	0.36	2.86	107	107	
P^e	<0.01	<0.01	(3)	<0.01	(3)	<0.01	<0.01	<0.1	<0.01	ns^f	(0)	ns^f	(0)
Ni	A 0.55	2.07	G H I	94	G H I	0.60	2.37	102	0.54	2.26	96	96	
	B 1.76	3.05	G	119	G	1.52	2.77	107	1.44	2.51	103	103	
	C 3.09	3.74	H	142	H	2.47	2.77	106	2.37	2.83	102	102	
	D 7.07	3.73	I	146	I	5.53	2.85	118	5.42	2.58	106	106	
P^e	<0.01	<0.05	(3)	<0.01	(3)	<0.01	ns^f	ns^f	<0.01	<0.1	(0)	ns^f	(0)
Zn	A 128	2.31	H I	107	H I	140.2	2.60	117	121.87	2.48	111	111	
	B 325	2.45		116		297.6	2.30	108	283.59	2.22	105	105	
	C 512	3.29	H j	127	H j	428.6	2.86	107	406.69	2.64	100	100	
	D 978	4.74	I K L	148	I K L	695.1	3.04	100	695.16	2.84	93	93	
P^e	<0.01	<0.01	(5)	<0.01	(2)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.05	(1)	<0.1	(0)

脚註は表3と同じ。

表5 偶数群500例におけるCa、Cd、Co、Cu濃度上昇に対応した α_1 -MGおよび β_2 -MG濃度の変化

金属	非補正值					クレアチニン補正值					比重補正值				
	群 ^a	α_1 -MG (mg/l)	P ^c	β_2 -MG (μ g/l)	P ^c	金属 (μ g または mg/g cr ^b)	α_1 -MG (mg/g cr)	対の数 ^d	β_2 - MG (μ g/l)	対の数 ^d	金属 (μ g または mg/l ^b)	α_1 - MG (mg/g cr)	対の数 ^d	β_2 - MG (μ g/l)	対の数 ^d
Ca	A	44	H I	100	H I	41	2.26		87		44	2.45		98	
	B	101	j k	108	J k	87	2.76		105		82	2.59		95	
	C	151	H j	144	H J	127	2.82		114		115	2.43		105	
	D	226	I k	137	I k	203	2.93		131		170	2.50		101	
	P ^e	<0.01	(4)	<0.01	(4)	<0.01	<0.05	(1)	<0.01	(3)	<0.01	ns ^f	(0)	ns ^f	(0)
Cd	A	0.90	G H I	85	G H I	1.00	2.03		97		0.88	1.80		86	
	B	2.31	G	114	G	2.10	2.53		97		1.97	2.46		95	
	C	4.59	H J	151	H J	3.52	2.93		117		3.48	2.75		111	
	D	7.80	I K	146	I K	6.43	3.42		124		5.99	3.18		109	
	P ^e	<0.01	(5)	<0.01	(5)	<0.01	<0.01	(3)	<0.01	(2)	<0.01	<0.01	(4)	<0.05	(2)
Co	A	0.15	H I	102	I	0.16	2.61		109		0.14	2.24		99	
	B	0.49	k	118	k	0.44	2.59		102		0.41	2.52		95	
	C	0.91	H	121	I	0.79	2.69		100		0.74	2.53		103	
	D	2.52	I k	145	I k	2.04	2.83		122		1.94	2.70		103	
	P ^e	<0.01	(3)	<0.01	(1)	<0.01	ns ^f	(0)	ns ^f	(0)	<0.01	ns ^f	(0)	ns ^f	(0)
Cu	A	5.2	G H I	83	G H I	6.3	1.96		84		5.4	1.91		83	
	B	11.7	G	114	G	10.5	2.58		101		9.8	2.41		96	
	C	17.1	H J	139	H	13.1	2.79		116		12.7	2.60		103	
	D	26.0	I K	163	I K	20.1	3.65		139		19.8	3.23		120	
	P ^e	<0.01	(5)	<0.01	(4)	<0.01	<0.01	(5)	<0.01	(3)	<0.01	<0.01	(4)	<0.01	(3)

脚註は表3と同じ。