

べるかを聞いた。説明会で記入方法を説明の上、自宅で記入して貰った。記入に要する時間は一般的に 40～60 分間である。健診当日、栄養士が記載状況、内容を本人に確認の上、質問票を回収した。

● 各自持参の米の収集、

Cd 濃度測定のために少量(約 20 g)の白米を健診当日に、健診参加者全員から収集した。

● 質問票による生活習慣調査、運動量、運動習慣を記入して貰い、健診当日に栄養士および保健婦による確認をした後に、質問票を回収した。

● 身体計測、身長、体重、握力（骨密度測定を行う非利き手の握力）

骨密度計測（DEXA 法、非利き手の橈骨尺骨遠位側）を行った。

● 血液・尿検査項目

血中 Pb、Cd、p,p'-DDE、hexachlorbenzen、尿中 Pb、尿中 Cd

貧血指標 血算、血清鉄、フェリチン

糖尿病指標 空腹時血糖、ヘモグロビン A1c

肝機能指標 GOT、GPT、 γ GTP

脂質 総コレステロール、HDL-コレステロール、トリグリセリド

腎機能 血中 β 2-ミクログロブリン、尿中 β 2-ミクログロブリン、尿中 α 1-ミクログロブリン、尿中クレアチニン

骨代謝指標 血中カルシウム、リン、オステオカルシン、骨型 ALP、尿中 NTX、尿中デオキシピリジノリン

性腺刺激ホルモン LH

● Cd の測定法

血液および米の試料には硝酸添加の後にマクロ波加熱装置（MDS-200, CEM）で行い、HP4500 series ICP-MS（Yokokawa Analytical Systems）で定量した。尿試料に関しては、平成 13 年の第 1 回目の調査では、硝酸を加え 24 時間放置後に、フレームレス原子吸光分析計 SIMAA 6000（Perkin Elmer）にて Cd の定量を行った。全てのサンプルには、インジウムおよびタリウムを内部標準として加えて、測定を行った。精度管理は、精度管

理用サンプルを用いて変動をコントロールし、部分的に ICP-MS と原子吸光分析の両方法を用いて確認を行った。一方、平成 18 年度の調査時には、前回尿の測定に用いた原子吸光分析器が老朽化のため、機器更新が行われた。今回、尿の測定は同様の手法を用いるという方針であったため、新規に原子吸光分析器が導入され前回の保存されていた同一サンプルを新しい原子吸光分析器と血液測定に使用した ICP-MS の両方を用いて測定を行い、再現性について検討を行った。

●統計解析

年齢は算術平均と標準偏差を求め、地域間の比較で、前年齢層では、ダネットの多重比較により検定し、 $p < 0.05$ を統計学的に有意な差とした。40 歳以上では、two way ANOVA の後に Holm の多重比較により検定した。この解析の過程では、年齢を除いてすべて対数変換した値を用いて解析した。前回調査との比較は、paired t-test を利用した。

結果

2001 年および 2002 年調査（初回調査）の保存された尿試料を、古い原子吸光分析器（ASS）で当時測定された結果と、新しい原子吸光分析器（AAS）並びに HP4500 series ICP-MS（Yokokawa Analytical Systems）で測定した結果とを、比較検討した（図 1）。その結果、初回調査時の値と、ICP-MS とのデータの相関がよりよいので、2006 年および 2007 年（平成 18 年度）の調査では、ICP-MS を用いて尿中 Cd 濃度を測定することとした。

平成 18 年度は、地域 E のコホートの追跡調査対象者 725 人に対して、調査勧誘を行った結果、12 月実施の調査では 371 名が再度調査に参加した。さらに 1 月の調査で 163 名のコホート対象者が健康診断を実施することができた。すなわち、追跡率 74% となった。また、新規の調査参加者が 266 人加わった。

この中から、地元産の米摂取歴が 10 年未満の女性 20 名、喫煙者 25 名、関節リュウマチの既往および現病歴ありの 25 名、サルコイドーシス 1 名、尿試料なし 4 名の重複を差し引いて、最終解析対照コホート数は 483 名となった（表 9）。さらに、コホートの追跡結果は、表 10 に示す。平成 13 年時点で、20 歳代 8 名、30 歳代 16 名、40 歳代 69 名、50 歳代 167 名、60 歳代 187 名、70 歳代 36 名であった。

表 11 に、尿中 Cd 濃度を、 $3.0\mu\text{g/g cre}$ 未満、 $3.0\mu\text{g/g cre}$ 以上 $6\mu\text{g/g cre}$ 未満、 $6\mu\text{g/g cre}$ 以上との 3 群に分けて検討をしてみた。血中 Cd 濃度は変化しなかったが、尿中 Cd

濃度では、平成 13 年が $3.0\mu\text{g/g cre}$ 未満であったグループでは 5 年後には、尿中 Cd 濃度は統計学的に有意に上昇していた。一方、初回調査で $6.0\mu\text{g/g cre}$ 以上の高濃度群に含まれていた被験者は増加しておらず、むしろ 60 歳代で低下していた。

次に、表 1 2 で、Cd 曝露が高い群で、腎機能の加齢による低下を助長するか確認をした。その結果は体内のカドミウム蓄積量にかかわらず、臨床医学的に問題となるような腎機能の有意な増悪、すなわち $\alpha 1\text{-MG}$ 、 $\beta 2\text{-MG}$ の上昇は見られなかったが、 $\alpha 1\text{-MG}$ は 70 歳代の尿 Cd $3.0\text{-}6.0$ の群において統計学的に有意な上昇、また、Cd 曝露の高い高齢者で $\beta 2\text{-MG}$ も統計学的には有意でないが上昇傾向が見られる。表 1 3 に、血中鉛の変化を示す。特に大きな変化は、40 歳代に見られ、閉経期に末梢血鉛濃度が上昇することが観察された。

この追跡調査の結果、尿中カドミウム濃度が腎機能障害発生の閾値と考えられている $10\mu\text{g/g cre}$ を超えた被験者の数の集計を表 1 4 に示す。前回または今回の調査で、尿中カドミウム濃度が $10\mu\text{g/g cre}$ 以上であった方は合計で 51 名であった。

考察

腎機能障害を起こす尿中 Cd 濃度の「閾値」はそれほど厳密に定まっているわけではなく、おおよその目安であり、研究者により異なる。特に、 $10\mu\text{g/g cre}$ を超える程の高いレベルでは個人内変動も大きくなるため、一度、この値を超えたからと言ってすぐに腎機能障害が進行するという訳ではない。実際に、明らかな腎機能障害のある被験者は見いだされなかった。

従って、これらの 51 名の方に対して緊急に医療上の対策を実施する必要はないが、報告書を送るだけでなく、心理的なケアも含めた個人的対応が必要である。

一方、今回のコホート被験者に明らかな腎機能障害が認められなかったが、かなりの量の体内カドミウム負荷量があり、さらに今後も、カドミウム濃度が流通の基準値以上の自家産米を食べ続ける可能性のある被験者は、将来、腎機能障害が発症してくる可能性は決して否定できない。従って、尿中カドミウム濃度が高い値を示した被験者には、耕作地の土壌管理の徹底、自家産米のカドミウム濃度の定期的測定、自家産米摂取の自粛等の予防対策が必要になると考えられる。

結論

米中カドミウム濃度が高い米の見つかる率の高いE地域の5年後のコホート追跡調査では、725名の追跡対象者の中で、534名74%の追跡率であった。解析対象者は、483名で解析をした結果、カドミウム曝露が高い群でも、5年間の加齢による腎機能低下を増悪させていなかった。

しかし、この集団の中に、尿中カドミウム濃度 $10\mu\text{g/g cre}$ 以上を、少なくとも一回以上観察された被験者が51名おり、この生体負荷量の高い被験者群の個別のフォローアップが必要である。

図1 測定機器別の尿中カドミウム濃度測定値の相関

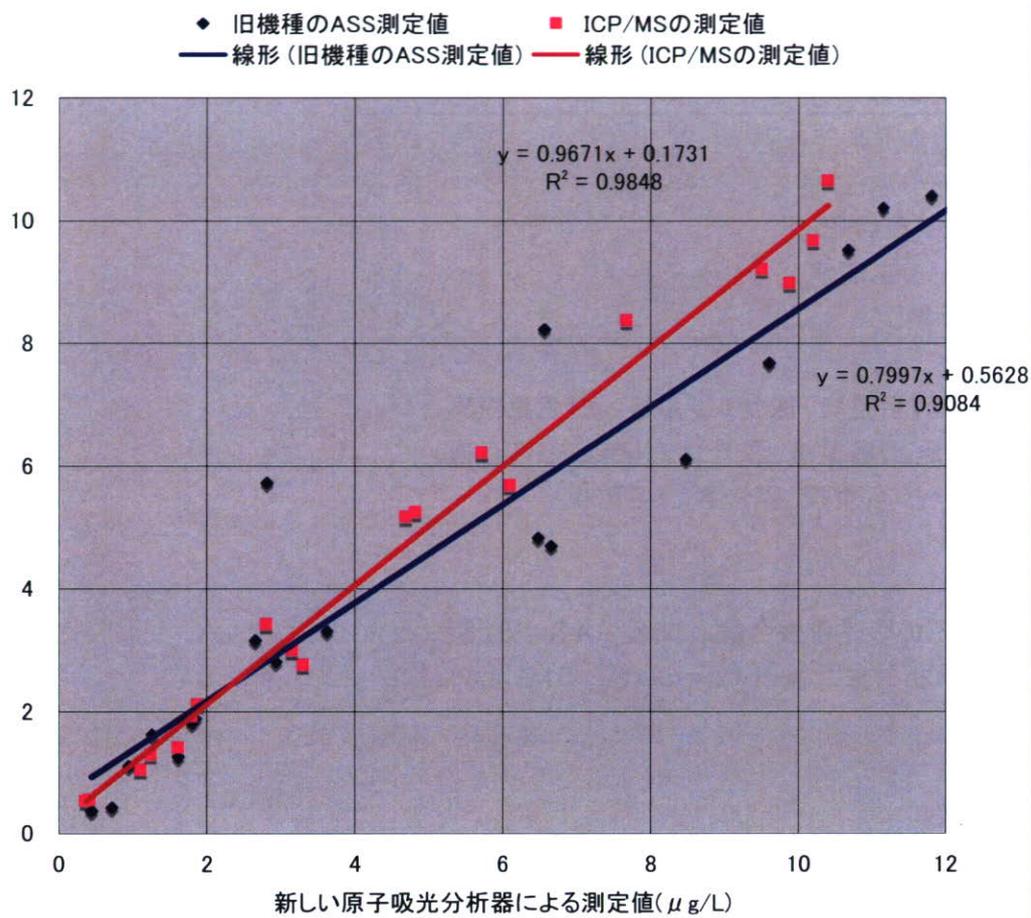


表9

2001-2002年地域E受診者数	725名
2006-2007年地域E追跡調査受診者数	534名
4-5年間の追跡調査数の割合	74%

コホートからの除外者

地元産米摂取歴10年未満*	20名
喫煙者(過去・現在) #	25名
関節リウマチ現病・既往	5名
サルコイドーシス現病	1名
尿サンプル無し ϕ	4名

註1

* (喫煙者と2名重複、尿サンプル無しと1名重複)

(米摂取歴と2名重複、尿サンプル無しと1名重複)

ϕ (米摂取歴と1名重複、喫煙者と1名重複)

註2

コホートからの除外者数合計 = 55名 - 4名 = 51名

最終的な解析対象コホート数 = 534名 - 51名 = 483名

表10

The number of cohort subjects and grouping by urinary Cd and age.

Age classes	Urinary Cd ($\mu\text{g/g cr.}$)									
	<3.0		$\geq 3.0, <6.0$		≥ 6.0		Total			
	2001-2002	2006-2007	2001-2002	2006-2007	2001-2002	2006-2007	2001-2002	2006-2007	2006-2007	
All subjects										
Number	132	230	121						483	
Age	51.9 ± 12.3	56.8 ± 12.3	58.7 ± 8.7	63.5 ± 8.6	60.5 ± 7.3	65.2 ± 7.2	57.3 ± 10.1	62.1 ± 10.0		
Maximum age	77	81	78	83	75	79	78	83		
Minimum age	22	27	36	41	42	47	22	27		
20-29 y.o.										
Number	8	0	0						8	
Age	26.0 ± 3.1	30.9 ± 2.9					26.0 ± 3.1	30.9 ± 2.9		
30-39 y.o.										
Number	14	2	0						16	
Age	34.4 ± 3.2	39.1 ± 3.1					34.6 ± 3.0	39.4 ± 3.0		
40-49 y.o.										
Number	25	33	11						69	
Age	45.3 ± 2.7	50.2 ± 2.7	45.1 ± 2.8	50.0 ± 2.9	46.8 ± 2.2	51.5 ± 2.1	$45. \pm 2.7$	50.3 ± 2.7		
50-59 y.o.										
Number	51	76	40						167	
Age	54.3 ± 3.2	59.1 ± 3.2	54.3 ± 2.9	59.1 ± 3.0	55.0 ± 2.6	59.8 ± 2.5	54.4 ± 2.9	59.3 ± 3.0		
60-69 y.o.										
Number	26	101	60						187	
Age	64.4 ± 3.2	69.5 ± 3.2	64.5 ± 2.8	69.2 ± 2.9	64.8 ± 2.6	69.6 ± 2.7	64.6 ± 2.8	69.4 ± 2.9		
70-79 y.o.										
Number	8	18	10						36	
Age	72.9 ± 2.6	77.4 ± 2.7	72.6 ± 2.4	77.2 ± 2.6	71.6 ± 1.8	76.1 ± 1.9	72.4 ± 2.3	76.9 ± 2.4		

Age data are presented as arithmetic mean \pm arithmetic standard deviation.

表 12

The changes of urinary protein concentrations in peripheral blood and urine in cohort subjects.

Age classes	Urinary Cd ($\mu\text{g/g cr.}$)									
	<3.0		$\geq 3.0, <6.0$		≥ 6.0		Total			
	2001-2002	2006-2007	2001-2002	2006-2007	2001-2002	2006-2007	2001-2002	2006-2007	2006-2007	
Urinary $\alpha 1$ -MG (mg/g cr.)										
All subjects (range)	3.81 (2.09)	3.80 (2.04)	5.01 (1.95)	5.43 (2.03)*	5.54 (2.05)	5.38 (2.02)	4.77 (2.04)	(ND-31.29)	4.91 (2.06)	(ND-46.69)
20-29 y.o.	1.92 (1.58)	1.80 (1.35)	—	—	—	—	1.92 (1.58)	—	1.80 (1.35)	—
30-39 y.o.	2.66 (1.59)	3.21 (1.47)	—	—	—	—	2.71 (1.54)	—	3.12 (1.53)	—
40-49 y.o.	2.85 (1.87)	3.01 (1.89)	3.10 (1.74)	3.63 (1.84)	3.09 (2.07)	3.72 (1.67)	3.00 (1.83)	3.41 (1.83)	3.41 (1.83)	—
50-59 y.o.	3.92 (2.07)	4.13 (2.21)	4.84 (1.92)	5.19 (1.84)	5.53 (2.03)	5.09 (1.86)	4.69 (2.01)	4.82 (1.97)	4.82 (1.97)	—
60-69 y.o.	6.31 (2.01)	4.94 (1.86)	5.70 (1.84)	5.96 (2.03)	6.06 (1.94)	5.58 (2.14)	5.90 (1.89)	5.69 (2.04)	5.69 (2.04)	—
70-79 y.o.	5.58 (2.02)	5.55 (2.05)	7.20 (2.22)	8.87 (2.38)*	6.20 (2.35)	8.10 (1.91)	6.53 (2.18)	7.79 (2.18)	7.79 (2.18)	—
Urinary $\beta 2$ -MG ($\mu\text{g/g cr.}$)										
All subjects (range)	144.5 (2.05)	138.0 (2.12)	155.9 (2.27)	170.2 (2.54)	193.6 (2.39)	194.6 (2.47)	161.2 (2.25)	(ND-3262.6)	166.2 (2.43)	(ND-21223.4)
20-29 y.o.	97.2 (1.35)	87.4 (1.21)	—	—	—	—	97.2 (1.35)	87.4 (1.21)	87.4 (1.21)	—
30-39 y.o.	105.8 (1.57)	105.6 (2.09)	—	—	—	—	98.3 (1.85)	104.9 (2.22)	104.9 (2.22)	—
40-49 y.o.	111.7 (1.67)	105.0 (2.19)	101.3 (1.90)	110.8 (2.10)	138.4 (2.83)	127.0 (1.85)	110.3 (1.97)	111.1 (2.08)	111.1 (2.08)	—
50-59 y.o.	153.1 (2.20)	170.2 (2.00)	153.1 (2.16)	155.6 (2.11)	193.3 (2.21)	178.7 (2.28)	161.9 (2.19)	165.3 (2.11)	165.3 (2.11)	—
60-69 y.o.	197.4 (2.22)	140.4 (2.06)*	174.8 (2.13)	186.8 (2.40)	194.1 (2.35)	205.5 (2.64)	183.8 (2.21)	185.1 (2.44)	185.1 (2.44)	—
70-79 y.o.	209.0 (1.88)	201.9 (2.80)	217.4 (3.38)	343.9 (4.91)	278.1 (2.88)	315.5 (2.49)	230.8 (2.86)	298.3 (3.69)	298.3 (3.69)	—

Data are presented as geometric mean (geometric standard deviation).

* Significantly different from the value of the previous study judged by paired t test ($P < 0.05$).ND, not detected ($\alpha 1$ -MG, less than 0.9 mg/L; $\beta 2$ -MG, less than 70 $\mu\text{g/L}$).

表 13

The changes of Pb concentration in peripheral blood in cohort subjects.

Age classes	Urinary Cd ($\mu\text{g/g cr.}$)									
	<3.0		$\geq 3.0, <6.0$		≥ 6.0		Total		Total	
	2001-2002	2006-2007	2001-2002	2006-2007	2001-2002	2006-2007	2001-2002	2006-2007	2001-2002	2006-2007
Peripheral blood Pb ($\mu\text{g/L}$)										
All subjects (range)	21.1 (1.5)	21.3 (1.4)	21.5 (1.5)	21.8 (1.4)	21.6 (1.6)	23.2 (1.5)	21.4 (1.5)	22.0 (1.4)	21.4 (1.5)	22.0 (1.4)
20-29 y.o.	18.8 (1.8)	15.9 (1.4)	—	—	—	—	(3.2-81.8)	(6.0-53.0)	18.8 (1.8)	15.9 (1.4)
30-39 y.o.	18.0 (1.6)	20.5 (1.5)	—	—	—	—	18.5 (1.6)	20.5 (1.5)	18.5 (1.6)	20.5 (1.5)
40-49 y.o.	19.0 (1.4)	22.2 (1.3)*	18.0 (1.6)	22.1 (1.4)*	17.9 (1.9)	24.7 (1.3)	18.3 (1.6)	22.5 (1.4)*	18.3 (1.6)	22.5 (1.4)*
50-59 y.o.	24.2 (1.5)	24.9 (1.3)	24.9 (1.5)	25.2 (1.3)	24.6 (1.5)	25.5 (1.4)	24.6 (1.5)	25.2 (1.3)	24.6 (1.5)	25.2 (1.3)
60-69 y.o.	19.8 (1.5)	17.4 (1.4)	20.0 (1.4)	19.6 (1.4)	20.2 (1.7)	21.2 (1.5)	20.0 (1.5)	19.8 (1.5)	20.0 (1.5)	19.8 (1.5)
70-79 y.o.	23.0 (1.3)	19.1 (1.3)	23.7 (1.3)	20.7 (1.4)	23.4 (1.6)	25.6 (1.5)	23.5 (1.4)	21.6 (1.4)	23.5 (1.4)	21.6 (1.4)

Data are presented as geometric mean (geometric standard deviation).

* Significantly different from the value of the previous study judged by paired *t* test ($P < 0.05$).

2001年・2002年健康診断	2006年・2007年健康診断	人数
閾値未満	閾値未満	—
閾値以上	閾値未満	9名
閾値未満	閾値以上	15名
閾値以上	閾値以上	11名
閾値未満	受診なし	—
閾値以上	閾値未満	11名
受診なし	閾値未満	—
受診なし	閾値以上	5名
どちらかの検診で閾値以上の尿中カドミウム濃度の被験者		51名

モンテカルロ・シミュレーションによる日本人のカドミウム曝露量推計

分担研究者：中井 里史（横浜国立大学）

要旨

2006年7月のコーデックス委員会総会において、精米のカドミウム基準が0.4mg/kgでステップ8として最終採択され、一応の決着をみた。一方で、当初案として提出されていた大豆の基準は撤廃されたが、わが国においては大豆関連食品は多く、曝露量にも懸念が多いと考えられることから、平成15年度に実施された日本人のCd曝露量推計の方法に基づき曝露量推計シミュレーションを行った。

大豆のCd基準を設けた場合と、設けなかった場合と比較したところ、大豆からのCd曝露量および全食品からの曝露量ともに、ほとんど差は認められなかった。全般的に大豆の摂取量そのものが精米等に比べると必ずしも多くないことに起因すると考えられる。

A. はじめに

コーデックス委員会（国際食品規格委員会）において食品中カドミウム（以下、Cdとする）の基準値が検討されて、昨年度我が国での現状を検討・報告すべく、国民栄養調査データ等を利用し、モンテカルロ・シミュレーションを用いたCd曝露量推定を行い、コーデックス委員会に報告してきた¹⁾。このデータなどをも利用して2006年7月末のコーデックス委員会総会においては、精米のCd基準が0.4mg/kg（0.4ppm）としてステップ8で最終採択され、一応の決着をみた。一方で、その他の食品に関する基準値も検討されてきたが、当初案として提出されていた大豆の基準は撤廃されてきた。しかし、わが国では味噌や豆腐など大豆の食品、摂取方法は多岐にわたり、大豆摂取によるCd曝露を懸念する声もある。

これらの経緯のもと、摂取量評価のさらなる参考資料とするべく、大豆中のCd濃度に基準値を設けるなどいくつかのシナリオを作成し、平成15年度以降行ってきたシミュレーション方法に従って、わが国での食品からのCd曝露量推定を行った。

B. 方法

1) 資料

本研究で使用する資料や推計方法の基本はこれまでと同じであるが¹⁾、概要を再掲すると以下の通りとなる。

食品摂取量については厚生労働省が実施している国民栄養調査のうち平成7年から平成12年までの6年間のデータベースをプールしたものを用い、食品群別に摂取者割合並びに摂取量分布に関するデータを得た。国民栄養調査は、身体状況調査、栄養摂取状況調査および食生活状況調査からなっているが、本研究ではそのうち、栄養摂取状況調査結果データを用いた。栄養摂取状況調査は当初は世帯単位の調査であったが、その後の検討によって平成7年以後は個人単位での調査が導入され、性・年齢階級別の摂取量に関するデータが得られるようになった。栄養摂取状況調査の方法は、留め置きによる秤量記録法であり、摂取した食品と重量を記録してもらい、それらをもとに、食品成分表を用いて摂取エネルギーおよび摂取栄養素量を算出する。用いられている食品成分表も時代とともに異なっており、昭和63年以降平成12年までは、970食品を基本とした食品成分表が用いられていたが、平成13年以降は1800以上の食品を基本とした食品成分表が用いられている。本研究では平成7年から平成12年までの国民栄養調査データを用いた。なお、以下の解析には20歳以上の成人男女のうち妊娠している者を除いた約5万3千名のデータを体重1kg当たり1週間の摂取量に換算して用いた。

食品中のCd濃度については、農林水産省による農作物等に含まれるCdの実態調査²⁾の各データを用いた。

また、輸入分の大豆および小麦のCd濃度として米国産濃度データを用いた³⁾。食品流通関連データについては大豆および小麦の国内産と海外産の消費割合を、食料需給表から用いた⁴⁾。

2) 推計方法

推計手順の概要を図1に示した。まず、食品摂取量として目的のためには長期平均摂取量を求める必要があるが、今回の解析では1日調査である国民栄養調査のデータをそのまま用いた。食品摂取量には各食品(群)間で相関がみとめられるので、推計にあつては米類、小麦類、大豆類の3食品間の相関を考慮した。具体的には順位相関として、それぞれ米-小麦:-0.32、米-大豆:0.22、小麦-大豆:-0.1を仮定した。

一方、農水産物中のCd濃度は約130品目について得られている。しかしながら、こ

の農水産物品目と国民栄養調査データベースに含まれる約千種類の食品とは必ずしも1対1に対応していない。そのため、国民栄養調査の食品とCd濃度測定データがある農水産物と1対1の対応がっていないものについては関連する農水産物のCd濃度をプールして用いた。その対応関係を表1に示した。

さらに、加工食品では複数の農水産品から作られているものもある。そのため、各食品に含まれる農水産物品の種類と量を示す係数（以下では、変換係数と呼ぶ）を求めなければならない。この変換係数については吉池⁵⁾が残留農薬の曝露量試算のために示した値を用いた。なお、これに示されていない魚介類についてはすべて変換係数を1とし、すなわち水産物はそのまま食品として摂取すると仮定した。食品群別摂取量を算出する際にはこの変換係数をかけた上で積算した。

Cd摂取量分布推計および推計に関わる要因についての検討はCrystal Ball 2000日本語版（(株)構造計画研究所）を用いてモンテカルロ・シミュレーション法により行った。約90種類の食品群別（表1）の摂取量分布とそれらの食品群に農水産物中のCd濃度分布を掛け合わせるによって行った。実際には、摂取の有無、摂取量（摂取者のみ）およびCd濃度について、それぞれの分布に従う乱数を発生させ、それを掛け合わせてCd摂取量を算出する操作を繰り返すことによって、Cd摂取量分布を推計した（図2）。摂取の有無については0と1の二値分布を仮定し、国民栄養調査データにおいて食品群毎に摂取量がゼロでない者の割合を二値分布において1となる期待値とした。摂取量およびCd濃度の理論分布としては原則として対数正規分布を仮定した。各分布の性状は国民栄養調査およびCdの実態調査から得られたそれぞれの平均値並びに標準偏差から推計したパラメータによって決定した。ただし、Cd濃度については定量下限（LOQ）を越える分析試料数が100以上の食品群についてのみ対数正規分布を仮定し、定量下限（LOQ）を越える分析試料数が100未満のその他の食品群については中央値を固定値として用いた⁶⁾。Cd濃度がLOQ以下の場合の取り扱いについてはGEMS/Foodのレポート⁷⁾に従って、LOQ以下の割合が60%以下のものは $LOQ \times 0.5$ を、それ以上の場合にはLOQ値を代入する方法によった。

C. 試算シナリオ

今年度の検討においては、表2に示した大豆基準値を変化させる6つのシナリオについてCd摂取量分布を推計した。各シナリオにおいては、基準値を超える濃度のCdを含有する食品を流通させないということを前提としている。シナリオの概要は以下の通りである。

- シナリオ1：2006年7月コーデックス基準（大豆基準は設けず）
- シナリオ2：コーデックス基準（大豆基準を以前のコーデックス案(0.2mg/kg)に）
- シナリオ3：コーデックス基準（大豆基準を厚生労働省修正案(0.5mg/kg)に）
- シナリオ4：コーデックス基準（軟体動物基準を前回案に、比較対照として設定：一昨年度計算済み）
- シナリオ5：コーデックス基準（軟体動物基準を前回案に、及び大豆基準を以前のコーデックス案に）
- シナリオ6：コーデックス基準（軟体動物基準を前回案、及び大豆基準を厚生労働省修正案に）

精米に関しては、基準が確定されたものとして、上限値を0.4mg/kgとして固定した。また2006年には軟体動物に関しても、基準が確定されたが、当初検討していた0.1mg/kgよりもゆるい0.2mg/kgと定められたので、比較のためにシナリオに反映した。なお軟体動物は、値自体は同じであるが、二枚貝（カキ、ホタテガイを除く）と頭足類に分けて基準が定められている。ただしこれまで検討を加えてきたデータセットにおいては特にこれらの分類分けはされていない。今回の検討においては、これまでの検討との比較という観点から、また結果的に安全側に見積もることにもなるためから、特に両者を区別することなく検討を行った。

各シナリオに従ったCd濃度の設定にあたっては、シミュレーション実行時に対数正規分布に従う乱数のうち、設定した基準値を超えるものは除外することによって推計を行った。中央値に固定した品目についてはこれらの数値を超える試料を除外した場合の中央値を算出した。

なお米の搗精工程におけるCd含有量の変化データをみると、玄米から精米への濃度変化はわずかであったので⁸⁾、両者のCd濃度は同等と見なした。以下では、玄米と精米を区別せずに米と表現している。また、小麦粉の製粉工程におけるCd濃度については減少がみとめられたので⁸⁾、小麦粉として1等粉から末粉までの平均値を用いて、玄麦のCd濃度の0.65倍とした。

C. 結果

体重1kg当たり1週間の摂取量とCd濃度に基づき、シナリオ毎にモンテカルロ法に

よる推計（試行回数 10 万回、乱数サンプリング法：ハイパーキュービック）を行った結果を図 3、図 4、表 3 に示した。

いずれのシナリオの代表値および分布を比較しても、ほとんど同じ結果となった。Cd 曝露量の平均値は 3.32～3.34 $\mu\text{g}/\text{kg}\cdot\text{bw}/\text{週}$ 、中央値は 2.85～2.87 $\mu\text{g}/\text{kg}\cdot\text{bw}/\text{週}$ であった。

各シナリオについて、Cd 摂取量に対する食品分類別の寄与度（算術平均値ベース）を示したものが図 4 である。いずれのシナリオにおいても、米類が全体の約 50%の寄与を示しており、また大豆の寄与も 10.7～10.8%とほとんど同じであった。

また、軟体動物に関しても、基準値を変化させても曝露量に影響は認められなかった。

D. 考察

昨年度に引き続き、モンテカルロ・シミュレーションを用いた Cd 曝露量推定を行った。すでにコーデックス委員会では基準値の検討をやめている大豆の Cd 濃度に関して基準値の設定を試み検討したが、国民栄養調査のデータに基づく検討では Cd 曝露量分布には大きな影響はないことが示された。

この理由として、国民栄養調査によれば、結果的には大豆の摂取量は米の摂取量ほど少ないことが指摘できる。軟体動物に関しても大豆と同じ理由が考えられるとともに、測定された軟体動物中の Cd 濃度が基準値よりもかなり低いレベルにあり、シミュレーションにより基準値を超える値が生じる機会があまり認められなかったことによると考えられる。

しかし本検討は、あくまで平成 12 年までの国民栄養調査に基づく検討であり、前年度までの指摘と同様に、リスクを懸念すべき集団の検討に関しては、地域性さらには、個々人の嗜好性などに関しても考慮する必要がある可能性もある。

E. 結論

大豆の Cd 濃度基準値を設定しまた変化させて、前年度までと同様な方法に基づくシミュレーションにより食事全体からの Cd 曝露量を検討したが、基準値の大小、さらには基準値の有無にかかわらず、Cd 曝露量にほとんど変化は認められなかった。

V. 図表

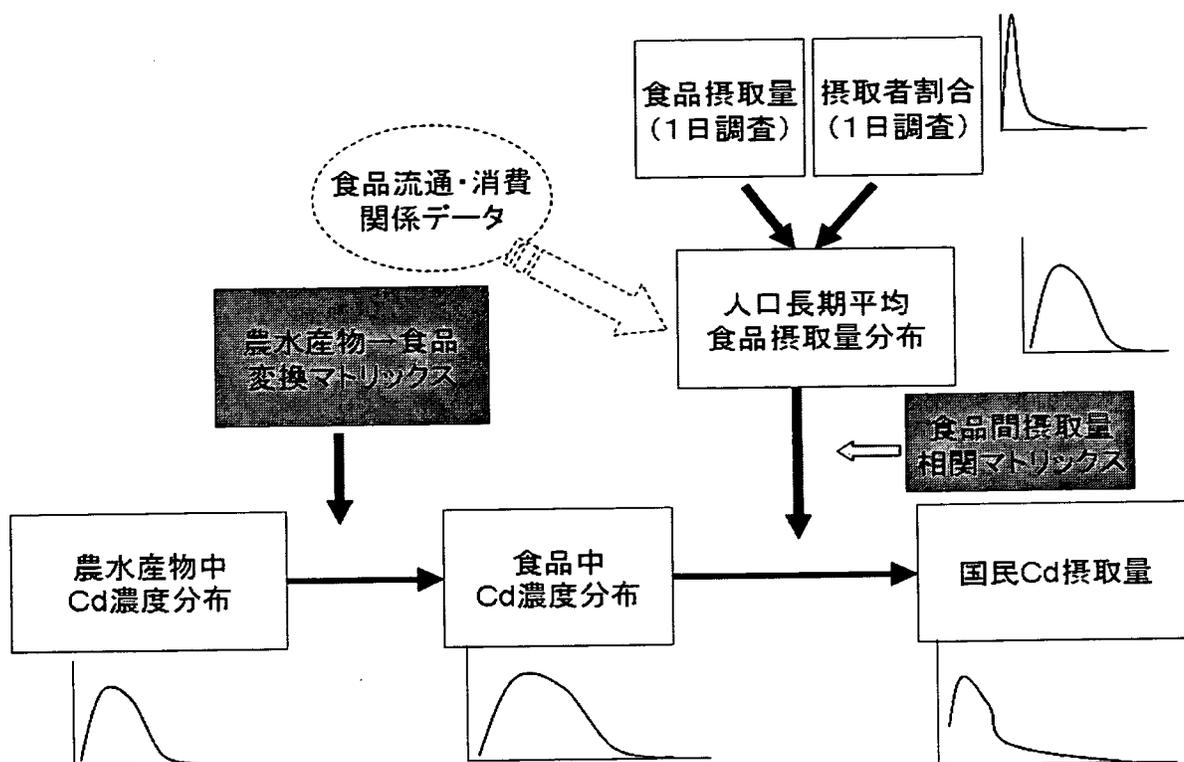


図1.推計手順の概要

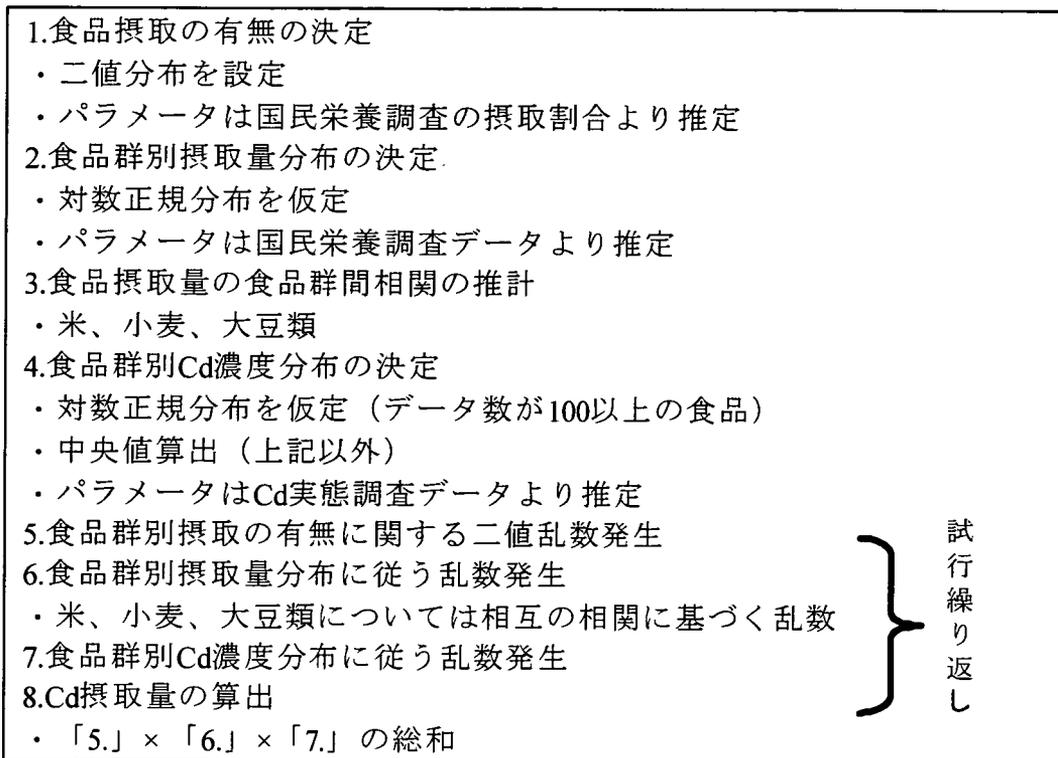


図2. モンテカルロ・シミュレーション手順（試行回数 10 万回、乱数サンプリング法：ハイパーキュービック）

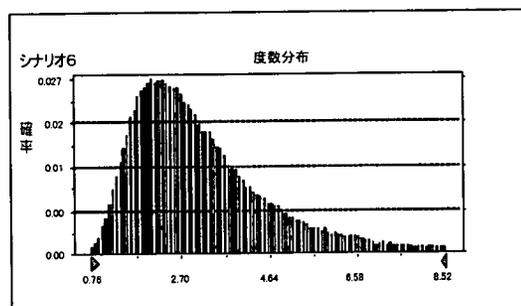
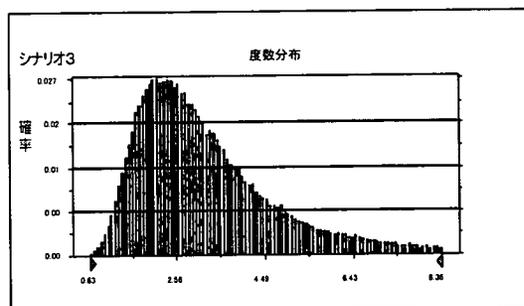
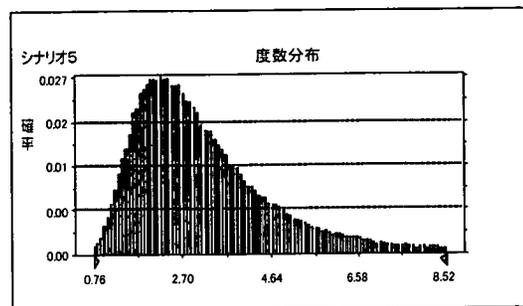
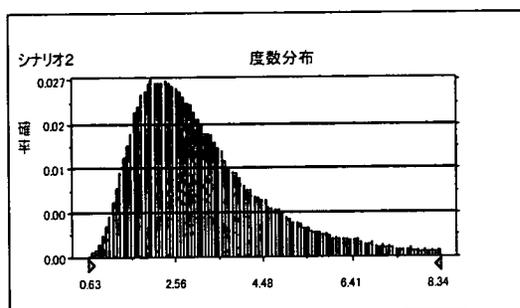
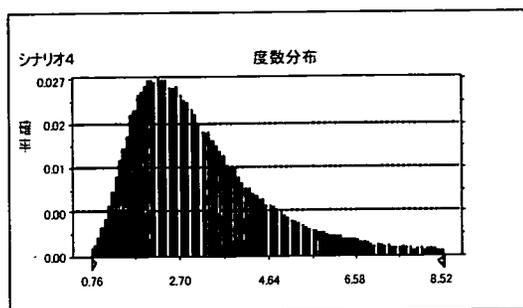
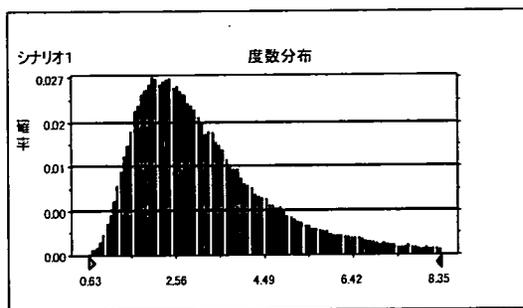


図3. シナリオ別Cd摂取量推計値の分布

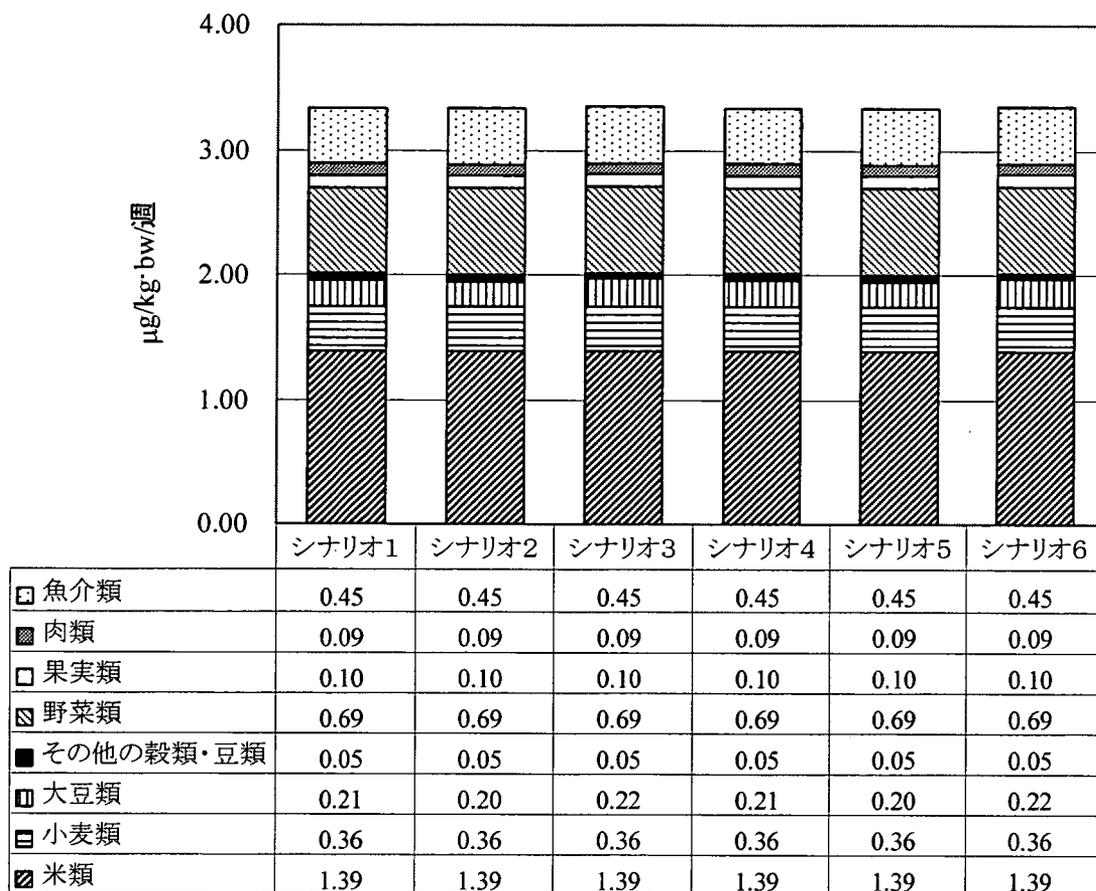


図4. Cd摂取量に対する食品分類別寄与度（平均値ベース）