

# 食品中のカドミウムの 安全性について

自治医科大学 地域医療学センター  
環境医学部門  
香山不二雄

1

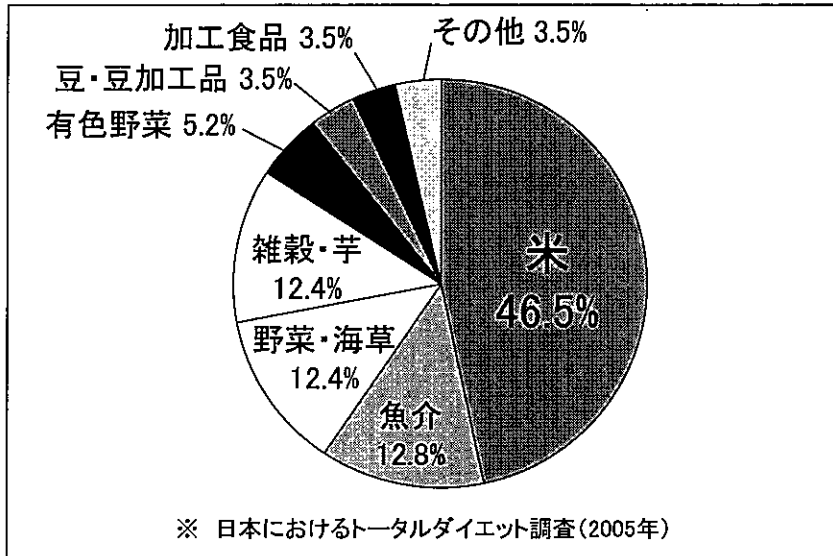
## カドミウムとは

- ◆用途 ニッケル・カドミウム蓄電池の電極材料(約97%)、合金(1.0%)、顔料(0.1%)
- ◆自然界における分布
  - ・地球の地殻に広く分布
  - ・自然現象による環境中への放出
    - ①岩石の風化作用
    - ②火山活動
- ◆人為的な活動による環境中への放出
  - ・鉱工業活動による排煙や排水などを通じて、大気中、水中、土壌中に放出

2

## 食品からの曝露(1)

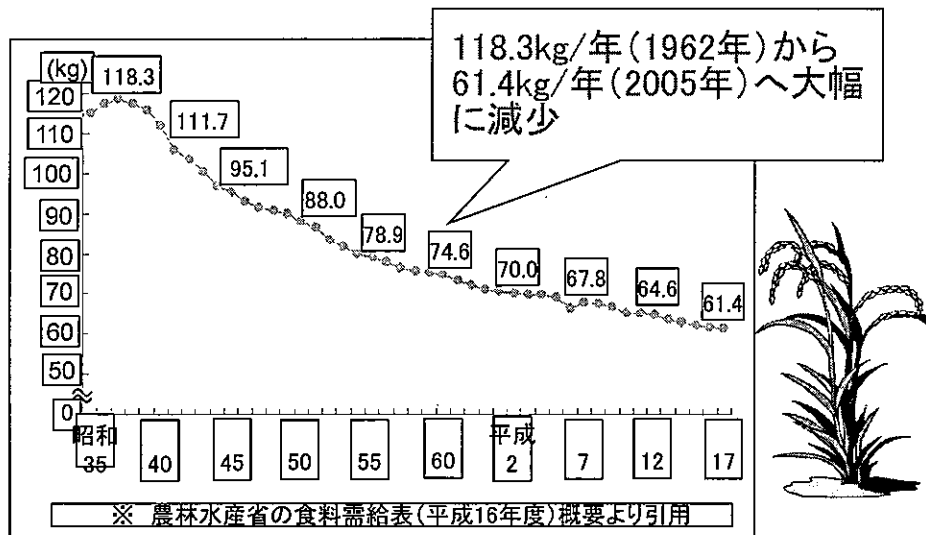
### 食品からのカドミウム摂取量の割合



3

## 食品からの曝露(2)

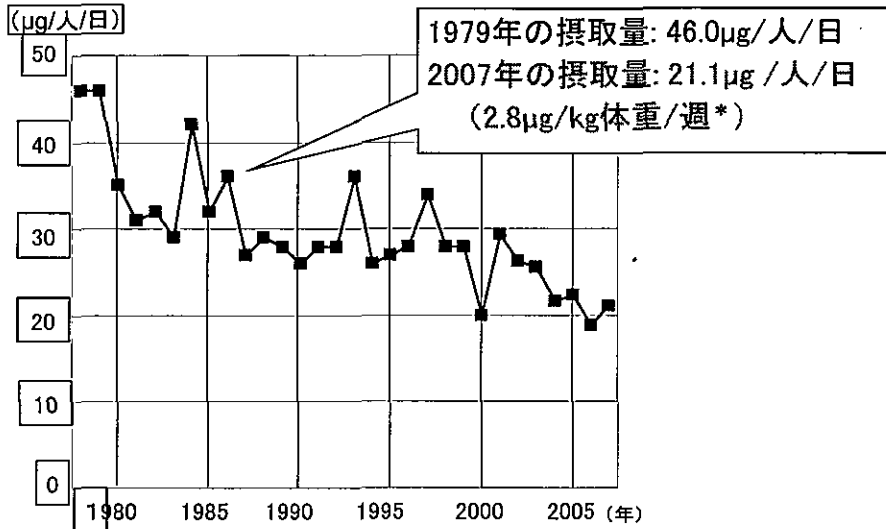
### 日本人一人当たりの米消費量の推移



4

## 食品からの曝露(3)

### 日本におけるカドミウム摂取量の推移



5

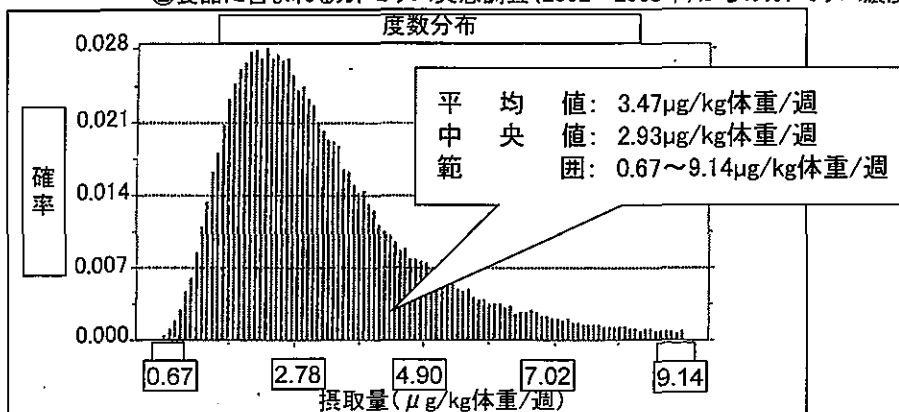
## 食品からの曝露(4)

### 日本人のカドミウム摂取量分布

確率論的曝露評価手法(モンテカルロ・シミュレーション)により推計

データ: ①国民栄養調査(1995~2000年)からの食品摂取量

②食品に含まれるカドミウム実態調査(2002~2003年)からのカドミウム濃度



※ 日本人のカドミウム曝露量推計に関する研究より引用

6

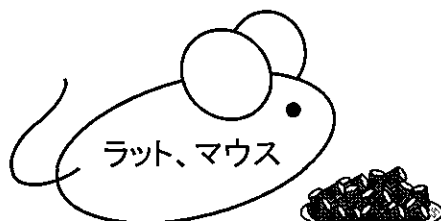
# 食品健康影響評価について

(内閣府 食品安全委員会)

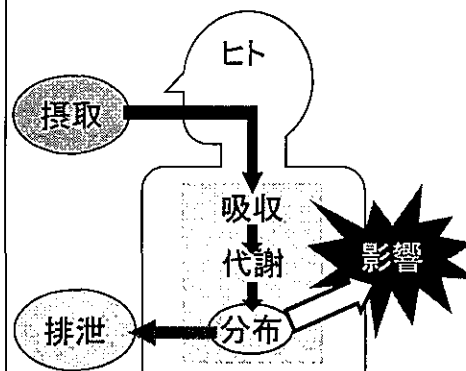
7

## 毒性の評価法

◆動物を用いた安全性評価から



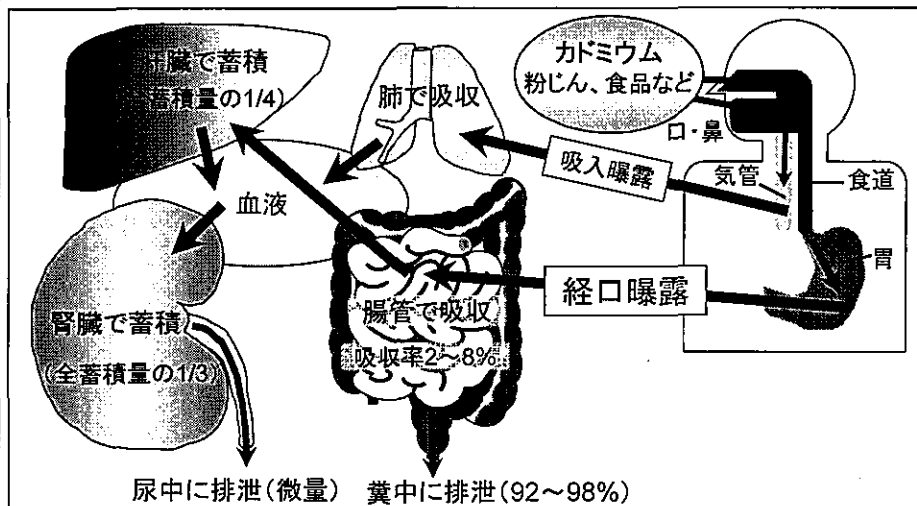
◆ヒトの疫学調査から



8

# ヒトにおけるカドミウムの動態

## 長期低濃度曝露におけるモデル



9

## ヒトに対する有害影響(1-1)

### ◆腎臓への影響

- ①食品からの長期低濃度による経口曝露  
腎臓で近位尿細管機能障害  
→ 近位尿細管で低分子量蛋白質などの再吸収が阻害
- ②イタイイタイ病
  - ・重度な近位尿細管機能障害
  - ・骨軟化症  
(要因: 妊娠、授乳、老化、栄養不足等)

10

## ヒトに対する有害影響(1-2)

### 近位尿細管機能障害

(正常)

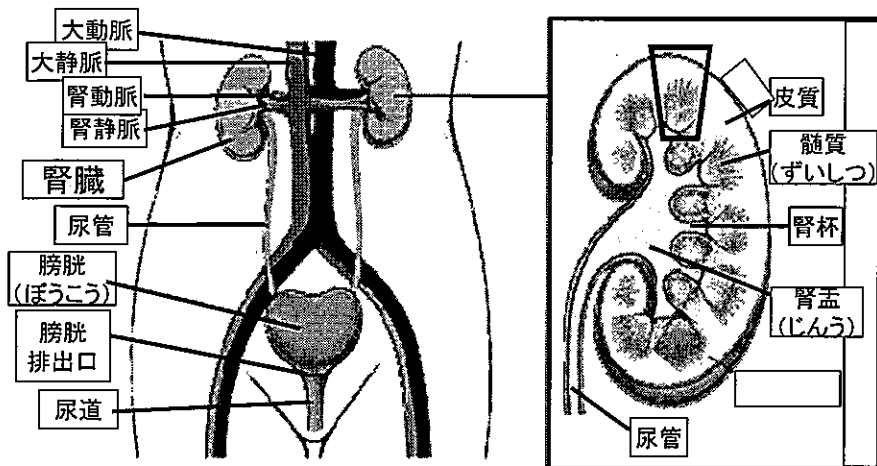
腎尿細管で低分子量蛋白質などを再吸収

(近位尿細管の再吸収機能が低下)

低分子量蛋白質などの尿中排泄量が増加

11

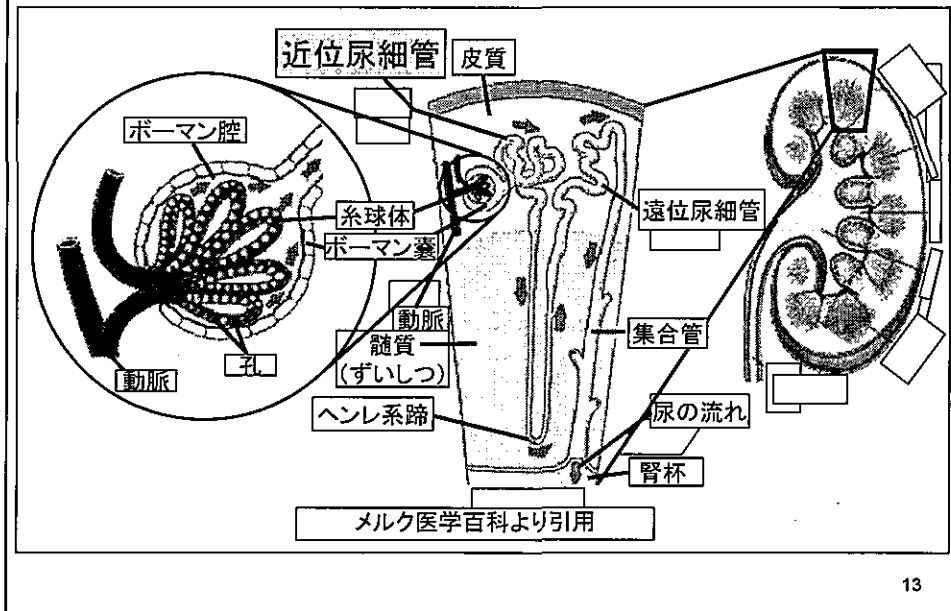
## 腎臓・尿路系の構造



メルク医学百科より引用

12

## ネフロンの構造



13

## ヒトに対する有害影響(2)

### ◆高血圧や心血管系への影響

明確な結果を示す研究報告がほとんどない

### ◆内分泌及び生殖器への影響

ヒトを対象とした疫学データでは否定的

### ◆神経系への影響

脳実質内へ取り込まれないため、標的器官とみなされていない

14

## ヒトに対する有害影響(3)

### ◆発がん

#### ①国際がん研究機関の評価

「ヒトに発がん性を示す十分な証拠がある」に分類

根拠： 職業(吸入)曝露による肺がんリスクが高い

#### ②カドミウム汚染地域住民を対象とした疫学調査

ヒトの経口曝露による発がん性の証拠は報告されていない

15

## 評価の着目点

◆食品からの長期低濃度による  
経口曝露

◆腎臓への影響に着目

16



# 食品安全委員会による 食品健康影響評価のポイント

17

## 耐容摂取量の決め方

### ◆動物を用いた安全性評価から

- ・ヒトにおけるデータを優先

### ◎ヒトの疫学調査から

#### ①理論モデル等からの摂取量推定

- ・Järupら
- ・第16回JECFA(1972年)

#### ②食品中カドミウム濃度×食品摂取量からの 総カドミウム摂取量推定

- ・Nogawaraら
- ・Horiguchiら

18

## 疫学調査

ヒトの食品からのカドミウム摂取量

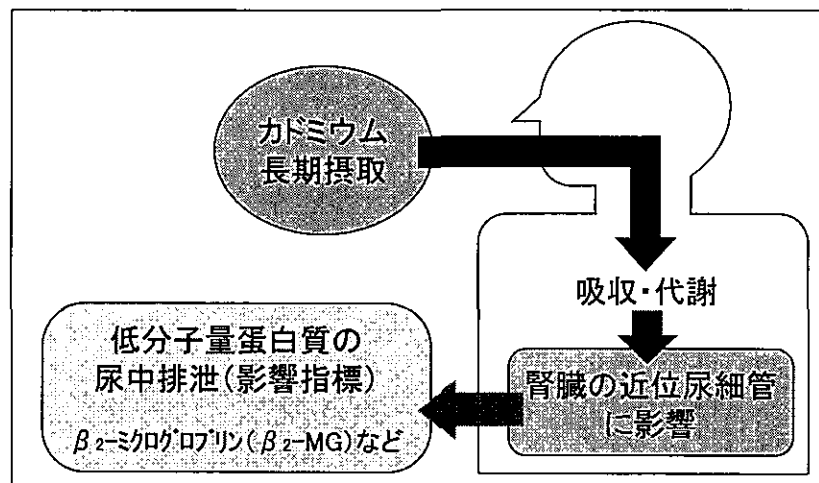


腎臓の近位尿細管への影響

19

## 疫学調査における指標(1)

### ◆腎臓への影響に着目



20

## 疫学調査における指標(2)

影響指標としての尿中  $\beta_2$ -MG排泄量

長期低濃度曝露を受ける集団の尿を検査

尿中の  $\beta_2$ -MG排泄量 が異常に上昇した場合

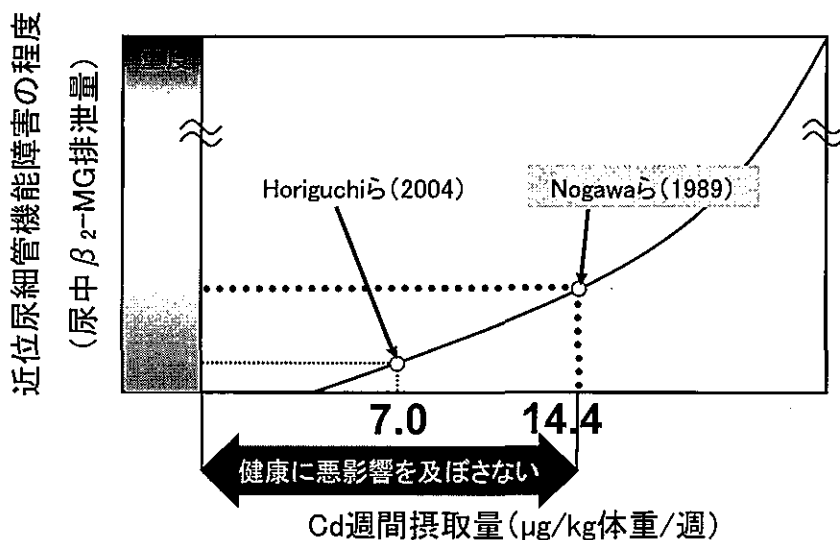
近位尿細管機能障害 ( $\beta_2$ -MG尿症) とみなす

- ① すぐに健康に悪影響を及ぼすものではない
- ② 治療が必要な腎不全などの腎疾患とは異なる

\* 多くの文献で尿中  $\beta_2$ -MG排泄量  $1,000 \mu\text{g/g Cr}$  (クレアチン) を  $\beta_2$ -MG尿症のカットオフ値(正常と異常の範囲を区切る値)に設定

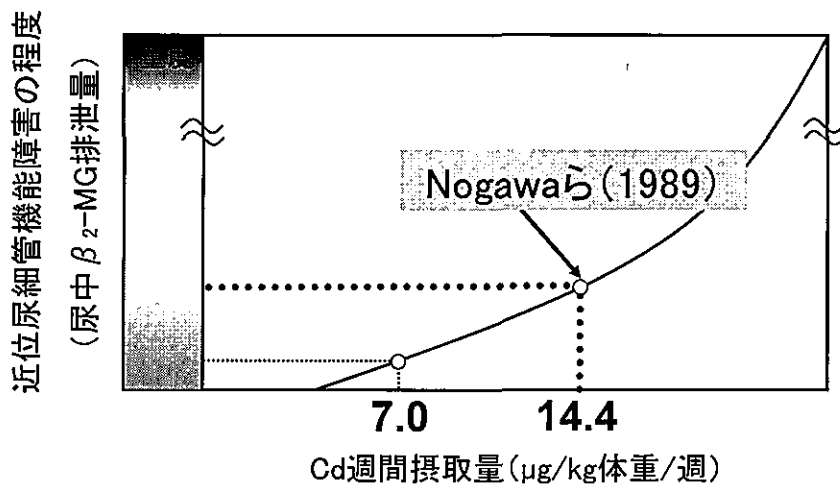
21

## カドミウム曝露と健康影響



22

## カドミウム曝露と健康影響



23

## Nogawaら(1989年)による疫学調査(1)

- ◆ 一般環境で米中カドミウム濃度が比較的高い地域\*
- ◆ 対照として米中カドミウム濃度が低い地域
- ◆ 50歳以上の2,144人

日常食べている米のカドミウム濃度、尿中  $\beta_2$ -MG排泄量を測定

一生涯の摂取量(総カドミウム摂取量)を算出

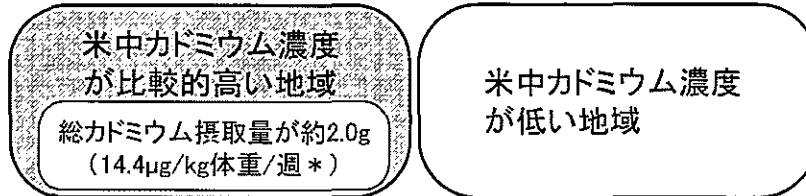
総カドミウム摂取量と  $\beta_2$ -MG尿症の発症頻度との関係を見た

\* 米中カドミウム濃度が平均0.22~0.61ppmの地域

24

## Nogawaら(1989年)による疫学調査(2)

(結果)



$\beta_2$ -MG尿症の発症頻度に差がない

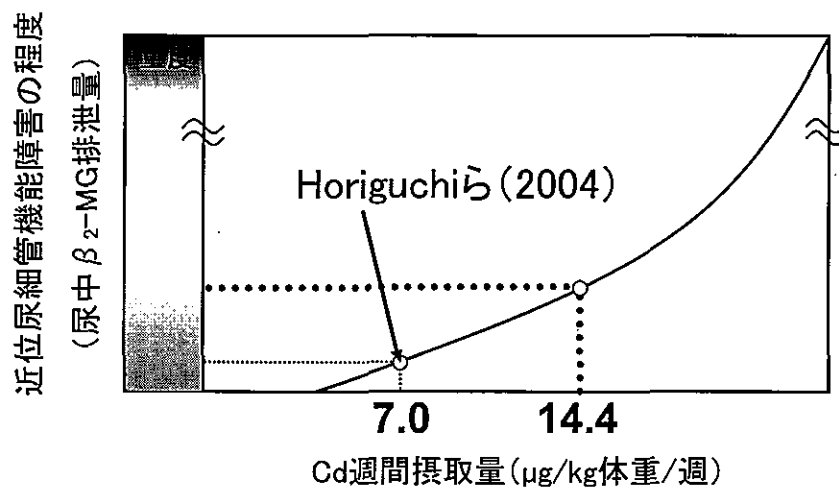
総カドミウム摂取量2.0g(14.4μg/kg体重/週)以下であれば、ヒトの健康に悪影響を及ぼさない

\* (条件) 摂取期間50年、日本人男女の平均体重53.3kg

(計算式)  $2.0\text{g} \div 50\text{年} \div 365\text{日} \div 53.3\text{kg} \times 7\text{日} = 14.4\mu\text{g/kg体重/週}$

25

## カドミウム曝露と健康影響

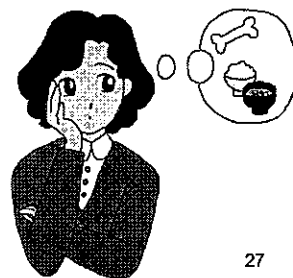
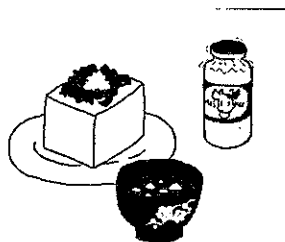
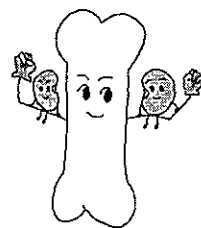


26

## あなたの骨の健康と食生活は大丈夫？

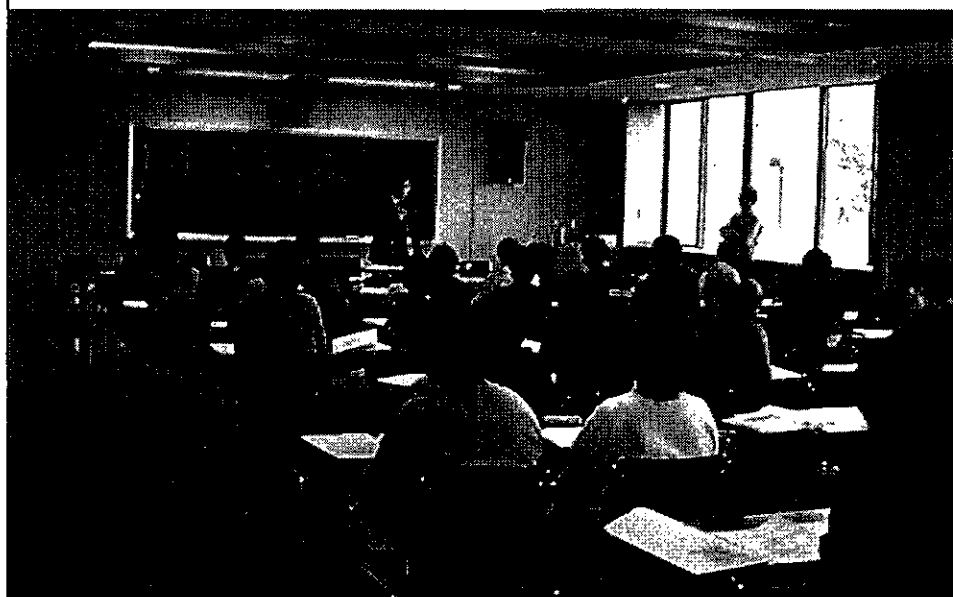
お願いすることは、

- 食事調査票への記入、
- 生活習慣調査票への記入、
- 少量の米、味噌の提供
- 採尿および採血、
- 骨密度測定(手首で)、



27

## 疫学調査の事前説明会、調査同意書



## 調査同意書の確認 米・味噌受け取り



29

## 自記式栄養調査の記載チェック 147品目の食品 過去一ヶ月の頻度と一回量



30

## 採血



31

## 身長、体重、握力の測定



32



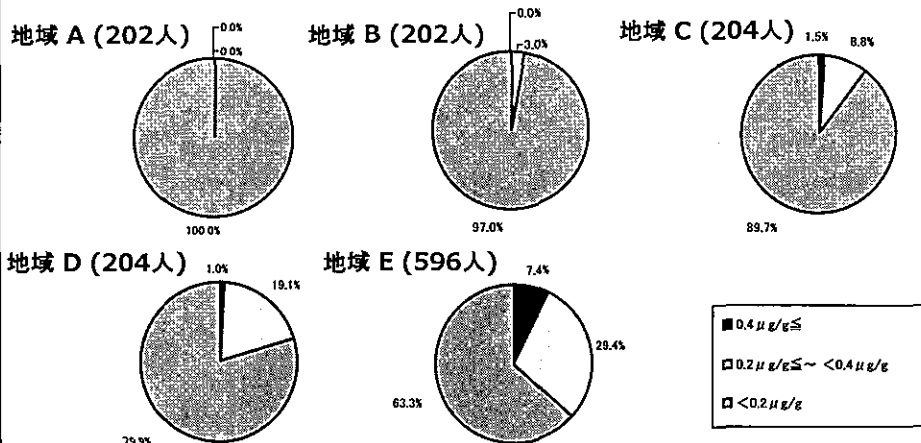
# 骨密度測定 (DEXA)



33

## Horiguchiら (2004年) による疫学調査 (1)

- ◆ 米中カドミウム濃度が中程度の地域4カ所 (BCDE地域)
- ◆ 対照として米中カドミウム濃度が低い地域1カ所 (A地域)
- ◆ 自家産米を食べてきた30歳以上の1,381人 (女性)



34

## Horiguchiら (2004年)による疫学調査(2)

日常食べている米のカドミウム濃度、尿中 $\beta_2$ -MG排泄量等を測定

カドミウムの週間摂取量を推定

週間摂取量と近位尿細管機能障害の発症頻度との関係を見た

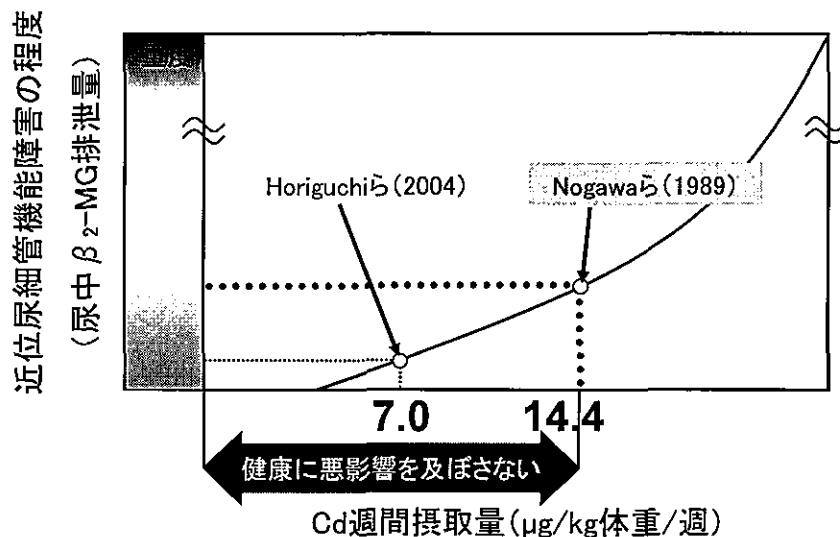
(結果)

- ①調査対象者の2~3割が $7\mu\text{g}/\text{kg}$ 体重/週を超えるカドミウムを摂取
- ②近位尿細管機能障害の発症頻度は、全地域で差がない

$7\mu\text{g}/\text{kg}$ 体重/週程度のカドミウム摂取量は、ヒトの健康に悪影響を及ぼさない

35

## カドミウム曝露と健康影響



36

## JECFA\* による評価

暫定耐容週間摂取量 (Provisional Tolerable Weekly Intake)

PTWI: 7 $\mu$ g/kg体重/週

### PTWI設定の考え方

- 腎皮質のカドミウムレベルが200mg/kgを超えると腎機能障害がおこる可能性
- カドミウムの総摂取量が1 $\mu$ g/kg 体重/日(吸収率5%等を仮定)を超えなければ、腎皮質のカドミウムレベルは50mg/kgを超えそうにない
- PTWIとして400~500 $\mu$ g/人/週が提案
- 表現を7 $\mu$ g/kg 体重/週に変更

\* FAO/WHO合同食品添加物専門会議

37

## 日本とJECFAの評価の違い

	日本	JECFA
手法	疫学調査 摂取量の推定	疫学調査 理論モデルより算出
根拠データ	一般環境 自家産米を食する住民	労働環境 職業曝露者 イタイイタイ病患者
指標	カドミウム摂取量と 近位尿細管機能障害	腎皮質カドミウム蓄積量 と近位尿細管機能障害

38

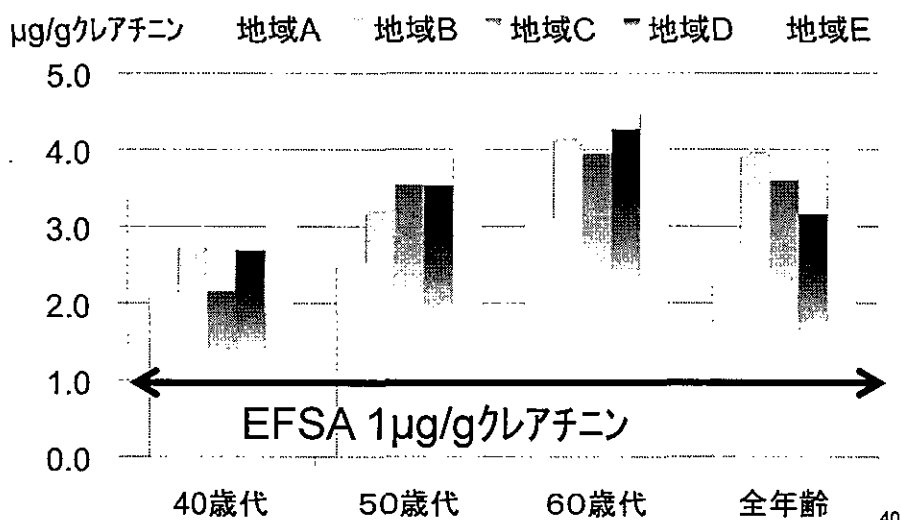
## 欧州食品安全機構 (EFSA)

- 非喫煙スウェーデン人女性 (58~70才)
- 50才までに95%の人の尿中カドミウム濃度  $1.0\mu\text{g/g}$  クレアチニン以下に維持する。
- 食事からのカドミウム平均1日摂取量が  $0.36\mu\text{g/kg}$  体重 ( $2.52\mu\text{g/kg}$  体重/週) を超えないようにしなければならない。
- カドミウムの耐容週間摂取量を  $2.5\mu\text{g/kg}$  体重/週に設定した (食事からのカドミウム暴露を低減するための努力目標としての位置づけ)。

39

## 日本人年齢別尿中カドミウム濃度

Horiguchiら 2004



# 食品安全委員会の結論

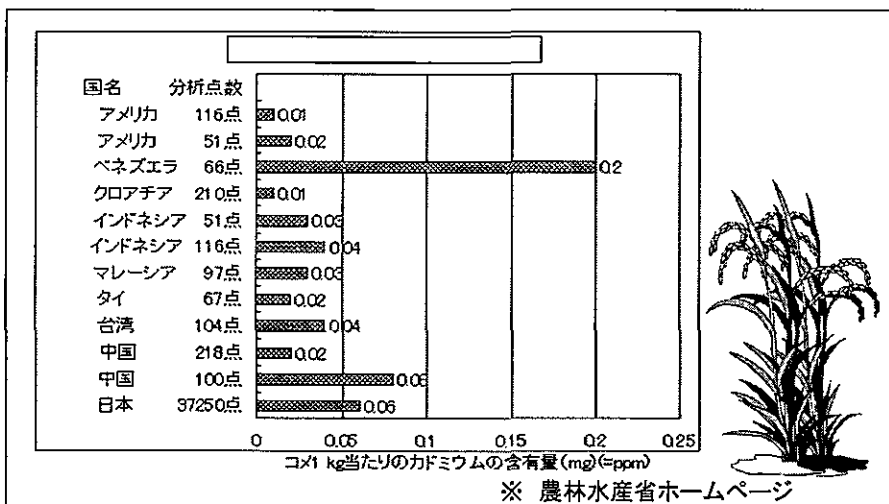
## 耐容週間摂取量

カドミウム  $7\mu\text{g}/\text{kg}$ 体重/週

41

## 食品からの曝露

### 米中カドミウム濃度



42

## 我が国における食品のカドミウム基準値

### 食品衛生法

玄米のカドミウム含有量 1.0mg/kg(ppm)未満  
(精白米は0.9mg/kg(ppm)未満)

43

## コーデックス委員会におけるカドミウム基準値

食品群	基準値	備考
精米	0.4mg/kg	
小麦	0.2mg/kg	
穀類(そばを除く)	0.1mg/kg	小麦、米を除く ふすま、胚芽を除く
豆類	0.1mg/kg	大豆(乾燥したもの)を除く
ばれいしょ	0.1mg/kg	皮を剥いたもの
根菜、莖菜	0.1mg/kg	セロリアック、ばれいしょを除く
葉菜	0.2mg/kg	
その他の野菜 (鱗茎類、アブラナ科野菜 <sup>注</sup> 、ウリ科 果菜、その他果菜)	0.05mg/kg	食用キノコ、トマトを除く
海産二枚貝(カキ、ホタテガイを 除く)	2mg/kg	
頭足類(内臓を除去したもの)	2mg/kg	

注:アブラナ科野菜のうち、葉菜で結球しないものは「葉菜」に含まれる。

44

## 食品からのカドミウム摂取量評価

45

## シナリオ

シナリオ 1 :

いずれの食品についてもカドミウムの基準値を設定しない場合

シナリオ 2 :

米のみカドミウム基準値 (0.4mg/kg) を設定した場合

シナリオ 3 :

10食品品目のCODEX基準値を設定した場合

46

## 各シナリオのカドミウム曝露分布

シナリオ	1	2	3
算術平均値	3.47	3.44	3.33
25 パーセンタイル	2.14	2.14	2.10
50 パーセンタイル	2.93	2.92	2.86
75 パーセンタイル	4.10	4.10	3.97
90 パーセンタイル	5.83	5.76	5.55
95 パーセンタイル	7.33	7.18	6.86
97.5 パーセンタイル	9.09	8.80	8.33

※ 厚生労働省科学研究費補助金：  
日本人のカドミウム曝露推計に関する研究及びカドミウムを含む食品の安全性  
に関する研究より

47

## 結 論

精米・玄米中のカドミウム濃度  
0.4mg/kgを超えない。

48