

1
2
3
4
5 汚染物質評価書（案）
6

7
8 食品からのカドミウム摂取の現状に係る
9 安全性確保について
10

11 （概要版）
12
13
14
15
16
17

18 2008年1月
19 食品安全委員会化学物質・汚染物質専門調査会
20

目 次

1		
2		
3	1. カドミウムとは	2
4	2. ヒトへの曝露経路及び曝露量	2
5	3. ヒトにおけるカドミウムの動態	2
6	4. カドミウムのヒトに対する有害影響	4
7	5. 疫学調査の検討	5
8	(1) 尿中カドミウム排泄量を曝露指標とした疫学調査	5
9	(2) カドミウム摂取量を曝露指標とした疫学調査	5
10	6. 疫学調査によるカドミウム週間摂取量の推定	6
11	7. 国際機関における評価	6
12	8. 結論	7
13	9. まとめ及び今後の課題	7
14	〈本評価書中で使用した略号〉	9
15	〈参照〉	10
16		

1. カドミウムとは

カドミウムは、原子番号 48、元素記号 Cd、原子量 112.411、密度 8.65g/cm (25°C) の銀白色の重金属である。単体で銀白色である。融点 320.8°C、沸点 765°C であり、いずれも金属元素の中では低い (参照 1-1)。気化したものは、大気中で速やかに酸化され酸化カドミウムのフュームを生じる。主な用途は、ポリ塩化ビニル (PVC) の安定剤、プラスチック・ガラス製品の着色料、ニッケル・カドミウム蓄電池の電極材料、様々な合金の成分となっている。

自然界中においては、地球の地殻に広く分布するが、クラーク数が比較的小さい元素である。海底のリン鉱岩などの堆積岩中にしばしば高濃度に蓄積されている (参照 1-2)。風化作用により膨大な量のカドミウムが河川を通じて海洋に流れ込む (参照 1-3)。大気へのカドミウム放出源は、主に火山活動である (参照 1-4)。海洋におけるカドミウム濃度の鉛直分布は、栄養塩類の濃度分布パターンに対応し、表層で少なく、深くなるにつれて増加する (参照 1-5)。また、我が国においては、鉱山の廃坑、鉱滓貯留場所などからの地下水や雪解け水が河川水などへしみ出している。このように、カドミウムは土壌中、水中、大気中の自然界に広く分布しており、ほとんどの食品中には、環境由来のカドミウムが多少なりとも含まれる。

2. ヒトへの曝露経路及び曝露量

ヒトへのカドミウムの曝露経路には、吸入と経口がある。吸入曝露には、鉱山や精錬工場などにおける粉じんやフュームの吸入による職業曝露や喫煙による曝露がある。経口曝露には、飲料水からの曝露と食品からの曝露がある。飲料水からの曝露では、水源のカドミウム汚染レベルの違いにより曝露量が異なるが、一般的に飲料水中のカドミウム濃度は低く、我が国のように水質基準が設定されている国や地域では飲料水によるカドミウム曝露が問題になることはない。一方、ほとんどの食品中には環境由来のカドミウムが多少なりとも含まれ、特に、貝類、頭足類などの内臓に多く含まれる (参照 2-1、2-2)。日本人は米飯の摂取量が多いため、米摂取によるカドミウム曝露量の割合が特に高い。

日本における非汚染地域での一般住民のカドミウム曝露量については、1970 年代後半に 46 μ g/人/日であったが、それ以降、かなり減少してきており、2005 年で 22.3 μ g/人/日 (体重 53.3kg で 2.9 μ g/kg 体重/週)、1996 年から 2005 年の 10 年間の平均で 26.3 μ g/人/日 (体重 53.3kg で 3.4 μ g/kg 体重/週) である (参照 2-3、2-4) (図 1)。国民栄養調査のデータ (1995~2000 年) と食品別カドミウム濃度からモンテカルロ・シミュレーションの手法を適用して推計した日本人のカドミウム摂取量分布については、平均値 3.47 μ g/kg 体重/週、中央値 2.93 μ g/kg 体重/週、範囲 0.67~9.14 μ g/kg 体重/週、95 パーセンタイル 7.33 μ g/kg 体重/週である (参照 2-5) (図 2)。これらのことから、ほとんどの日本人は、JECFA が設定する PTWI (7 μ g/kg 体重/週) を下回るレベルでカドミウムを摂取していると考えられることができる。なお、近年の 1 人当たりの米消費量は、日本人の食生活の変化によって 1962 年のピーク時に比べて半減している (参照 2-6) (図 3)

3. ヒトにおけるカドミウムの動態

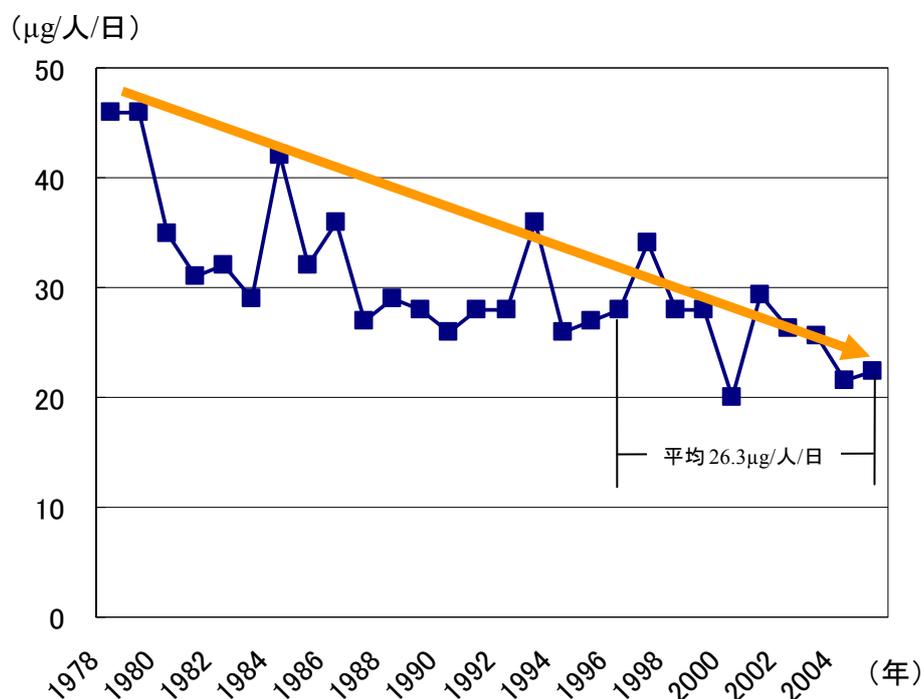
ヒトにおけるカドミウムの腸管吸収に関するボランティアを対象にした調査研究から、成人の腸管吸収率は 2~8% と考えられたが、年齢、性別、個人差等によって異なると考えられる。腸管で吸収されたカドミウムは、蛋白質に結合し、肝に輸送される。肝では十分量のメタロチオネイン (MT) が誘導合成され、カドミウムと MT が結合して Cd-MT となって蓄積される。一部の Cd-MT は、グルタチオン抱合により胆

1 管に排泄され、システインと結合して胆汁中へ排泄される。血液中では、カドミウム
 2 は主にアルブミンやMTと結合した状態で移動する(参照 3-1)。MTとカドミウムと
 3 は配位結合をしており、MTが分解を受けると、遊離したカドミウムイオンによって
 4 腎障害が発生すると考えられている。体内のカドミウムは、糸球体からCd-MTとし
 5 て濾過され、近位尿細管障害が無い場合、100%近くが再吸収され、腎皮質に蓄積され
 6 る(参照 3-2)。ヒトの長期カドミウム低濃度曝露では、体内負荷量の約1/3が腎皮質
 7 に蓄積し、その濃度は肝の10~20倍である。肝や筋肉では、全負荷量の約1/4が蓄積
 8 される。脳、脂肪組織、骨への蓄積は、非常に少ない。ヒトの肝及び腎におけるカド
 9 ミウム濃度は、20歳以上の女性では男性に比べて約2倍高い(参照 3-3)。日本人の
 10 腎皮質カドミウム負荷量は、50~60歳でピークとなり、以後減少する(参照 3-4、3-5、
 11 3-6)。肝では、年齢依存的に増加し、腎皮質のように高齢で減少する傾向はない。持
 12 続的な高濃度曝露では、肝のカドミウム濃度が増加する(参照 3-2)が、ヒトでは、
 13 カドミウムに起因すると考えられる肝障害の発生は報告されていない。

14 長期低濃度曝露では、尿中カドミウム濃度は腎皮質へのカドミウム負荷量を反映
 15 し、その平均濃度は0.5~2.0g/L以下であり、おおむね負荷量の0.01%程度が尿中に排
 16 泄される(参照 3-2)。糞中に排泄されたカドミウム量は、経口摂取されるカドミウム
 17 量の92~98%であり、腸管で吸収されなかった摂取食物中のカドミウム量を反映し
 18 ている。汗、爪、毛髪等その他の排泄経路は無視できる。

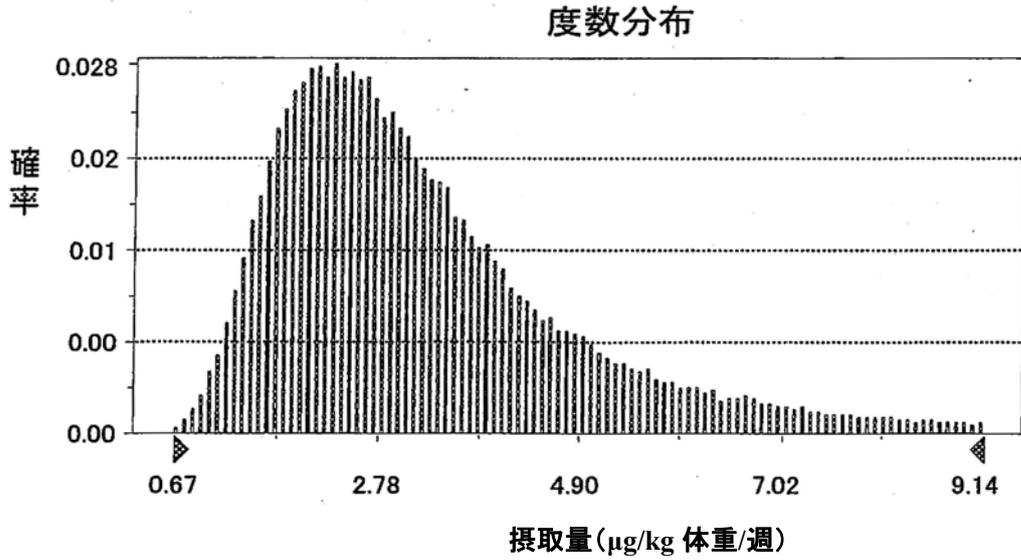
19 カドミウムの生物学的半減期は、極めて長く、非喫煙者における腎皮質の生物学的
 20 半減期は20~50年(最良推定値30年)と推定されている(参照 3-7)。

21
22
23 図1 食品からのカドミウム摂取量の推移



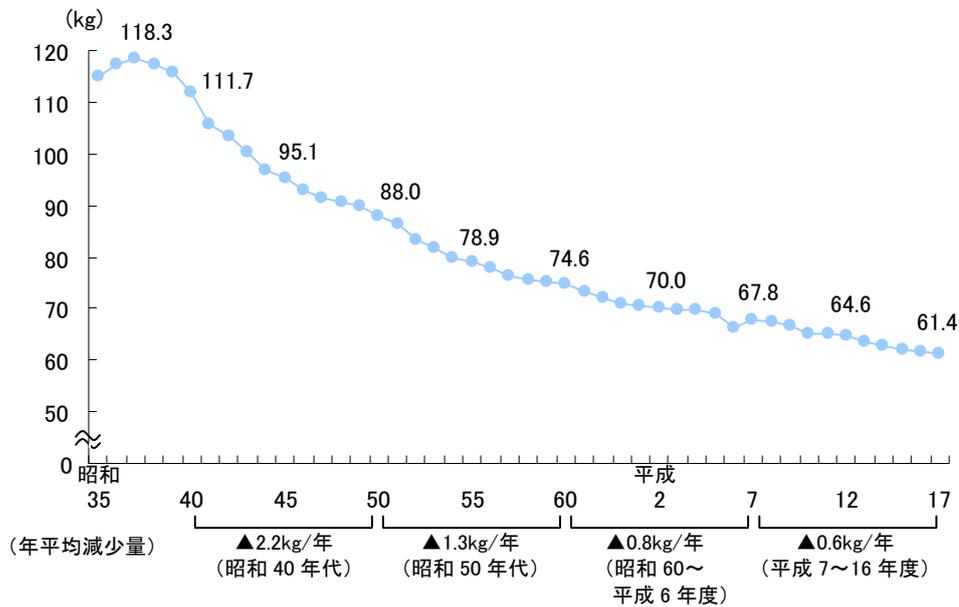
※ 日本におけるトータルダイエツト調査(参照 2-3)及び食品中の有害物質等の
 摂取量の調査及び評価に関する研究(参照 2-4)より引用

図2 カドミウム摂取量分布



※ 新田裕史（平成 16 年）より引用（参照 2-5）

図3 米消費量の推移（1人1年当たり）



注：1人当たり供給量の値を使用

※ 食料需給表より引用（参照 2-6）

4. カドミウムのヒトに対する有害影響

ヒトのカドミウム曝露には、カドミウムを取り扱う産業現場でカドミウムの微粒子を肺から吸収する場合とカドミウム含有食品を経口的に摂取して消化管から吸収する場合がある。いずれの場合でも、カドミウム曝露量が多くなると、長期間を経た後に低分子量蛋白質の尿中排泄量の増加などを特徴とする近位尿細管の再吸収機能障

1 害が生じる。富山県神通川流域のカドミウム汚染が著しい地域で多発した重症のカド
2 ミウム中毒であるイタイイタイ病では、近位尿細管の再吸収機能障害に加え、骨軟化
3 症や腎性貧血なども特徴的であった（参照 4-1、4-2）。

4 カドミウムの低用量長期曝露と高血圧あるいは心血管系影響との関係については、
5 明確な結果を示す研究報告はほとんど無い。また、内分泌及び生殖器への影響は、ヒ
6 トを対象とした疫学的データでは、現在のところ否定的であり、神経系においては、
7 カドミウムは脳実質内にはほとんど取り込まれないため、脳は影響発現の標的臓器と
8 は見なされていない。

9 IARC の専門家委員会では、職業曝露による肺がんリスクが高いとする複数の研究
10 報告に基づいてグループ 1（ヒトに対して発がん性がある）に分類（参照 4-3）され
11 ているが、汚染地域の住民の調査結果では、ヒトの経口曝露による発がん性の証拠は
12 報告されていない。

13 14 15 5. 疫学調査の検討

16 カドミウム曝露の影響は、腎皮質の蓄積性や疫学調査結果から、近位尿細管が最も
17 影響を受けやすいと認識されている。また、第 61 回 JECFA においても、腎尿細管の
18 機能障害が最も重要な健康影響であることが再確認されている。このことから、腎臓
19 の近位尿細管への影響についての研究を対象にリスク評価を行うこととした。

20 21 (1) 尿中カドミウム排泄量を曝露指標とした疫学調査

22 Ikeda らは、日本国内のカドミウム汚染地域及び非汚染地域の住民を対象とし、尿中
23 β 2-MG 排泄量の変化から腎尿細管障害に係る尿中カドミウム排泄量の閾値を解析し
24 た。その結果、男女いずれにおいても尿中カドミウム排泄量が $10\sim 12\mu\text{g/g Cr}$ を超え
25 た場合、尿中 β 2-MG 排泄量が著しく上昇することを確認した（参照 5-1）。さらに、
26 $1,000\mu\text{g/g Cr}$ の尿中 β 2-MG 排泄量に相当する尿中カドミウム排泄量を $8\sim 9\mu\text{g/g Cr}$ 、尿
27 中 β 2-MG 排泄量を上昇させる尿中カドミウム排泄量の閾値レベルを $4\mu\text{g/g Cr}$ 以上と
28 結論づけた（参照 5-2）。

29 30 (2) カドミウム摂取量を曝露指標とした疫学調査

31 Nogawa らは、石川県梯川流域のカドミウム汚染地域住民 1,850 人及び非汚染地域住
32 民 294 人を対象に β 2-MG をカドミウムの影響指標として、これら地域で生産された
33 米中の平均カドミウム濃度から総カドミウム摂取量（一生涯に摂取したカドミウム
34 量）を算出（男 $1,480\sim 6,625\text{mg}$ 、女 $1,483\sim 6,620\text{mg}$ ）し、カドミウム曝露が用量依存
35 的に健康に影響を与えることを確認した。また、尿中 β 2-MG 排泄量 $1,000\mu\text{g/g Cr}$ を
36 β 2-MG 尿症のカットオフ値に設定し、健康に悪影響を及ぼす総カドミウム摂取量の
37 下限値（摂取期間 50 年間、 β 2-MG 尿症の有病率 5%）を男女ともに約 2.0g と算定した
38 （参照 5-3）。

39 Horiguchi らは、日本国内の低濃度から中濃度のカドミウム曝露を受ける汚染地域 4
40 カ所及び非汚染地域 1 カ所を対象として、JECFA が定める PTWI ($7\mu\text{g/kg 体重/週}$)に
41 近い曝露を受けている被験者を含む 30 歳以上の農業に従事する女性 1,381 人を対象に
42 カドミウム摂取による腎機能に与える影響を調べた。その結果、非汚染地域を含めた
43 全ての被験者で加齢とともに尿中カドミウム排泄量、 β 2-MG 濃度及び α 1-MG 濃度が
44 上昇した。このうち $17.9\sim 29.8\%$ が、JECFA の PTWI ($7\mu\text{g/kg 体重/週}$)を超えていた
45 が、これらのカドミウム曝露レベルにおける腎機能障害との関連は示されなかった
46 （参照 5-4）。

6. 疫学調査によるカドミウム週間摂取量の推定

疫学調査結果において引用した文献データ等から推定したカドミウムの週間摂取量とヒトの健康への影響との関係を表1に示す。

Ikedra の論文については、尿中 $\beta 2$ -MG 排泄量と尿中カドミウム排泄量との関係を明確にし、カドミウム曝露に由来する尿中カドミウム排泄量を推定している。これらの尿中カドミウム排泄量は、カドミウム曝露の影響を推定するための重要な指標であると考えられることから、ワンコンパートメントモデルを用いてカドミウム週間摂取量を算出した。但し、尿中カドミウム排泄量とカドミウム摂取量との関係は非常に複雑であり、腎障害の程度、年齢、性別、個人差等によって生物学的利用率や尿中排泄率は異なることから、ワンコンパートメントモデル等簡単な理論モデルを用いて算出されるカドミウム摂取量は信頼性に乏しいと考えられ、参考値とした。また、U.S EPA 及び JECFA で評価されている腎皮質のカドミウム蓄積量（濃度）から算出した週間摂取量についても、不確定要素となる吸収率を使用して算出していることから、ワンコンパートメントモデルから算出した値同様に参考値とした。したがって、現時点においては、日本国内におけるカドミウム摂取量と腎機能障害との関連を示した Nogawa らと Horiguchi らの論文からヒトの健康への影響について考察することとした。

ヒトの腎機能に影響を及ぼす週間摂取量の範囲については、Nogawa らが報告した50年間の総カドミウム摂取量の下限值である2.0g ($\beta 2$ -MG 排泄量 $1,000\mu\text{g/g Cr}$ をカットオフ値とする $\beta 2$ -MG 尿症の有病率5%) から算出される $14.4\mu\text{g/kg}$ 体重/週以上とすることができる。一方、Horiguchi らが報告した疫学調査では、低濃度から中濃度のカドミウム曝露を受ける地域で尿中カドミウム量や尿中カドミウム排泄量などを実際に測定してカドミウム摂取による腎機能に与える影響を大規模に調べ、JECFA が定める PTWI ($7\mu\text{g/kg}$ 体重/週) に近い曝露を受ける住民で腎機能障害との関連が示されなかったとし、 $7\mu\text{g/kg}$ 体重/週の前後におけるカドミウム摂取量の安全性が確認されている。

これらのことから、ヒトの腎機能に影響を及ぼさないカドミウム摂取量は、 $14.4\mu\text{g/kg}$ 体重/週未満にあり、安全性が確認された $7\mu\text{g/kg}$ 体重/週の前後において耐容週間摂取量を設定することが可能であると考えられる。

7. 国際機関における評価

第16回 JECFA (1972) において、PTWI として $400\sim 500\mu\text{g/人/週}$ が提案され、第33回 JECFA (1989) で PTWI の表現が $7\mu\text{g/kg}$ 体重/週に改訂された (参照 7-1、7-2)。その後、第55回 JECFA (2000) において、従来の PTWI では、ハイリスクグループの腎機能障害の発生率が17%となるため、PTWI を下げることにについて Järup らの論文に基づいて検討された。この検討は、職業現場でのカドミウムによる腎機能障害が発生しない尿中カドミウム排泄量から推定されたパラメータからワンコンパートメントモデルを用いてカドミウムの耐容摂取量が $0.5\mu\text{g/kg}$ 体重と試算された。しかしながら、この Järup らの論文は、リスクの見積が不正確であるとして従来の PTWI ($7\mu\text{g/kg}$ 体重/週) が維持された (参照 7-3)。この PTWI は、第61回 JECFA (2003) においても維持された (参照 7-4)。

8. 結論

耐容週間摂取量

カドミウム $7\mu\text{g}/\text{kg}$ 体重/週

根拠

この耐容週間摂取量は、国内外における多くの疫学調査や動物実験による知見のうち、日本国内におけるカドミウム摂取量の腎機能に与える影響を調べた2つの疫学調査結果を主たる根拠として設定された。すなわち、カドミウム汚染地域住民と非汚染地域住民を対象とした疫学調査の結果においては、ヒトの腎機能に影響を及ぼすカドミウム摂取量の下限值は $14.4\mu\text{g}/\text{kg}$ 体重/週と算出されたが、低度から中程度のカドミウム曝露を受ける地域の疫学調査からは、 $7\mu\text{g}/\text{kg}$ 体重/週前後のカドミウム曝露を受けた住民に腎機能障害が認められなかったことから、カドミウムの耐容週間摂取量は、 $7\mu\text{g}/\text{kg}$ 体重/週が妥当であると判断された。

9. まとめ及び今後の課題

今回のリスク評価において、カドミウムの耐容週間摂取量を $7\mu\text{g}/\text{kg}$ 体重/週と設定した。これは、日本国内における米等の食品を経由したカドミウムの慢性的な経口曝露を受けている住民を対象とした2つの重要な疫学調査に基づいたものであり、カドミウム摂取が腎機能に与える影響から導き出されている。カドミウムのリスク評価は、JECFAにおいても行われており、暫定耐容週間摂取量が本リスク評価結果と同じ $7\mu\text{g}/\text{kg}$ 体重/週に設定されている。JECFAの暫定耐容週間摂取量は、高濃度のカドミウム職業曝露を受ける労働者や日本のイタイイタイ病患者を対象とした疫学調査に基づいたものであり、腎皮質のカドミウム蓄積量と腎機能障害との関係からシミュレーションを行って導き出されている。このように、今回のリスク評価は、カドミウム摂取が腎機能に与える影響を実際に調べた日本国内の疫学調査に基づき、JECFAの暫定耐容週間摂取量と異なるアプローチから行われたが、耐容週間摂取量が同じ値になっていることから、信頼性が高いと考えられる。また、今回のリスク評価によって得られた耐容週間摂取量は、ヒトの腎機能に影響を及ぼすカドミウム摂取量の下限值である $14.4\mu\text{g}/\text{kg}$ 体重/週の半分以下であることから、安全性についても確保された値と考えられる。

一方、カドミウムは、土壌中、水中、大気中の自然界に広く分布し、ほとんどの食品中には、環境由来のカドミウムが多少なりとも含まれる。特に、日本では全国各地に鉱床や鉱山が多く存在し、米中カドミウム濃度が他国に比べて高い傾向にあり、米からのカドミウム摂取量が食品全体の約半分を占めている。しかしながら、現在、日本人の食品からのカドミウム摂取量の実態については、1970年代後半に $46\mu\text{g}/\text{人}/\text{日}$ であったが、それ以降、かなり減少してきており、2005年で $22.3\mu\text{g}/\text{人}/\text{日}$ (体重 53.3kg で $2.9\mu\text{g}/\text{kg}$ 体重/週) であり、耐容週間摂取量である $7\mu\text{g}/\text{kg}$ 体重/週よりも低いレベルにある。また、近年、日本人の食生活の変化によって1人当たりの米消費量が1962年のピーク時に比べて半減した結果、日本人のカドミウム摂取量も減少してきている。

以上のことを踏まえ、将来においても、一般的な日本人における食品からのカドミウム摂取は、腎機能に影響を及ぼす可能性が低く、無視できる程度のものであると考えられる。

今回のリスク評価において、耐容摂取量は、一般環境下における低濃度長期曝露を重視して腎機能への影響についての研究結果をもとに設定されたことから、今後、食品又は環境由来のカドミウム曝露にともなう、新たに重要な科学的知見が蓄積された場合には、耐容摂取量の見直しについて検討する。

1 表1 カドミウムの週間摂取量の推定
2
3

機関／研究者	ヒトの健康への影響	条件	週間摂取量 ($\mu\text{g}/\text{kg}$ 体重/週)
U.S EPA(1985)	著しい蛋白尿を引き起こさない最も高いレベル	腎皮質のカドミウム濃度は $200\mu\text{g}/\text{g}$ (吸収量2.5%、カドミウム体内負荷量の0.01%が排出)	70.0 (参考値)
JECFA (第16回会議、1972)	腎機能障害がおこる可能性がある	腎皮質のカドミウム蓄積量は $200\text{mg}/\text{kg}$ 以上 (1日当たりの吸収率5%、1日当たりの排泄量0%、蓄積期間80年)	54.0 ※1 (参考値)
Ikeda ら(2003)	腎尿細管機能障害の指標となる尿中 β 2-MG排泄量が著しく上昇	尿中カドミウム排泄量の閾値は $10\sim 12\mu\text{g}/\text{gCr}$ (生物学的利用率10%、吸収されたカドミウムの尿中排泄率100%)	17.3 ※2 (参考値)
Nogawa ら(1989)	健康に悪影響を及ぼす (β 2-MG排泄量 $1,000\mu\text{g}/\text{gCr}$ をカットオフ値とする β 2-MG尿症の有病率が5%)	カドミウム汚染地域で50年間における総カドミウム摂取量の下限值は 2.0g	14.4
JECFA (第16回会議、1972)	腎機能障害をおこさない	腎皮質のカドミウム蓄積量は $50\text{mg}/\text{kg}$ 以下 (1日当たりの吸収率5%、1日当たりの排泄量0%、蓄積期間80年)	13.5 ※1 (参考値)
Ikeda ら(2005)	腎尿細管機能障害がおこる尿中 β 2-MG排泄量の臨界	尿中 β 2-MG排泄量 $1,000\mu\text{g}/\text{gCr}$ に相当する尿中カドミウム排泄量は $8\sim 9\mu\text{g}/\text{gCr}$ (生物学的利用率10%、吸収されたカドミウムの尿中排泄率100%)	13.4 ※2 (参考値)
Horiguchi ら(2004)	腎機能障害をおこさない	低濃度から中濃度のカドミウム曝露を受ける地域で、被験者が食べる自家消費保有米中のカドミウム濃度から推定した食品全体からのカドミウム摂取量 (被験者のうち2割から3割が $7.0\mu\text{g}/\text{kg}$ 体重/週を超えるカドミウム摂取量)	7.0 前後
U.S EPA(1985)	経口参照用量 (RfD)	NOAEL: $0.01\text{mg}/\text{kg}$ 体重/日 不確実係数: 10	7.0 (参考値)
Ikeda ら(2005)	腎尿細管機能障害の指標となる尿中 β 2-MG排泄量が上昇	尿中カドミウム排泄量の閾値は $4\mu\text{g}/\text{gCr}$ 以上 (生物学的利用率10%、吸収されたカドミウムの尿中排泄率100%)	6.3 ※2 (参考値)
Gamo ら(2007)	β 2-MG排泄量 $1,000\mu\text{g}/\text{gCr}$ をカットオフ値とする β 2-MG尿症の有病率が統計学的に著しく上昇しない	尿中カドミウム濃度の最大耐容レベルは $2\sim 3\mu\text{g}/\text{gCr}$ (生物学的利用率10%、吸収されたカドミウムの尿中排泄率100%)	3.9 ※2 (参考値)
Järup ら(1998)	腎機能障害をおこさない(腎尿細管機能障害の発症率0%)	尿中カドミウム排泄量は $2.5\mu\text{g}/\text{gCr}$ 以下 (生物学的利用率10%、吸収されたカドミウムの尿中排泄率100%)	3.5 ※2 (参考値)



【注意】

食品安全委員会が以下のJECFAやJärupらと同様と考えられる計算式を用いて週間摂取量を算出した。なお、体重は、日本人男女の平均 53.3kg を使用し、Järupらは 60.0kg を使用している。

※1 「JECFAのPTWI算出と同様と考えられる計算式」

$$\text{週間摂取量}(\mu\text{g}/\text{kg}\text{体重}/\text{週}) = \text{腎皮質の蓄積量}(\text{mg}/\text{kg}) \div \text{腎皮質の蓄積割合} 1/3 \div \text{吸収率} \div \text{蓄積期間}(\text{年}) \div 365\text{日} \div \text{体重}(\text{kg}) \times 7\text{日}$$

※2 「Järupらと同様の計算式(ワンコンパートメントモデル)」

$$\text{週間摂取量}(\mu\text{g}/\text{kg}\text{体重}/\text{週}) = \text{尿中カドミウム排泄量}(\mu\text{g}/\text{gCr}) \times 1.2(\text{gCr}/\text{日}) \div \text{生物学的利用率} \div \text{吸収されたカドミウムの尿中排泄率} \div \text{体重}(\text{kg}) \times 7\text{日}$$

1 <本評価書中で使用した略号>

BMI	ボディマス指数
CC16S	クララ細胞蛋白質
Cd	カドミウム
Cd-B	血液中カドミウム量
Cd-F	糞中カドミウム量
Cd-I	摂取カドミウム量
Cd-MT	カドミウム-メタロチオネイン
Cd-U	尿中カドミウム量
Cd/Zn	カドミウム/亜鉛
CI	信頼区間
DMT1	2価金属イオン輸送体1
FEV1	一秒量
FVC	努力性呼気肺活量
IARC	国際がん研究機関
JECFA	FAO/WHO合同食品添加物専門家会議
MT	メタロチオネイン
MTP1	金属輸送蛋白質1
NAG	N-acetyl- β -D-glucosaminidase
Ni-Cd	ニッケル-カドミウム
NOAEL	無毒性量
OSCAR	the osteoporosis cadmium as a rusk
PTWI	暫定耐容週間摂取量
RBP	レチノール結合蛋白質
RfD	参照用量
SIR	標準化罹患比
SMR	標準化死亡比
TDS	トータルダイエットスタディ
U.S EPA	米国環境保護庁
WHO	世界保健機関
α 1-MG	α 1-ミクログロブリン
β 2-MG	β 2-ミクログロブリン
%FEV1	一秒率
%TRP	尿細管リン再吸収率

- 1
2 <参照>
3 1. カドミウムとは
- 1-1 大木道則, 大沢利昭, 田中元治, 千原秀昭編, 化学大辞典 第1版. 第6
(1 - 1) 刷 2001年6月1日発行. 株式会社 東京化学同人: 453-454.
- 1-2 GESAMP(1984)IMO/FAO/UNESCO/WMO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of
(3 - 3) Experts on the Scientific Aspects of Marine Population: Report of the
Fourteenth Session, Vienna, 26-30 March, 1984, Vienna, International Atomic
Energy Agency(Reports and Studies No.21).
- 1-3 GESAMP(1987)IMO/FAO/UNESCO/WMO/IAEA/UN/UNEP Joint
(3 - 4) Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Population:
Report of the Seventeenth Session, Rome, Geneva, World Health
Organization(Reports and Studies No.31).
- 1-4 Nriagu J.O., Global inventory of natural and anthropogenic
(3 - 5) emissions of trace metals to the atmosphere. Nature(Lond.), 1979;
279: 409-411.
- 1-5 Boyle E.A., Sclater F. & Edmond J.M., On the marine geochemistry
(3 - 6) of cadmium. Nature(Lond.), 1976; 263: 42-44.
- 4
5 2. ヒトへの曝露経路と曝露量
- 2-1 農林水産省 (2002), 農作物等に含まれるカドミウムの実態調査について
(4 - 3) て
- 2-2 水産庁 (2003), 水産物に含まれるカドミウムの実態調査について
(4 - 4)
- 2-3 国立医薬品食品衛生研究所食品部 (2000), 日本におけるトータルダイ
(4 - 20) エット調査 (食品汚染物の1日摂取量) 1977~1999年度
- 2-4 松田りえ子, 食品中の有害物質等の摂取量の調査及び評価に関する研
(4 - 21) 究, 日常食の汚染物質摂取量及び汚染物モニタリング調査研究. 厚生労働
科学研究費補助金, 平成17年度総括研究報告書
- 2-5 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
(4 - 22) 研究費補助金 (特別研究事業) 総括研究報告書 平成16年3月
- 2-6 農林水産省総合食料局, 食料需給表 (平成18年度版) 概要; 2007, 8.10.
(8 - 6)
- 6
7 3. ヒトにおけるカドミウムの動態
- 3-1 Zalups R. K., Ahmad S., Molecular handling of cadmium in
(5 - 12) transporting epithelia. Toxicol. Appl. Pharmacol.
2003 ;186(3):163-88. Review.
- 3-2 小泉直子, カドミウムの生体内動態に関する基礎的研究: 日本衛生学会
(5 - 13) 誌 第30巻 第2号 別冊: 昭和50年

- 3-3
(5 - 14) Elinder C.G., Normal values for cadmium in human tissues, blood, and urine in different countries. In: Friberg L., Elinder C.G., Kjellström T., Nordberg G.F. eds., Cadmium and health: A toxicological and epidemiological appraisal. vol I. CRC Press Inc. 1985: 81-102.
- 3-4
(5 - 15) Yoshida M., Ohta H., Yamauchi Y., Seki Y., Sagi M., Yamazaki K. and Sumi Y., Age-Dependent Changes in Metallothionein Levels in Liver and Kidney of the Japanese. Biological Trace Element Research 1998 ; 63 : 167-175.
- 3-5
(4 - 13) WHO (1992) Cadmium, Environmental Health Criteria 134.
- 3-6
(5 - 19) Torra M., To-Figueras J., Rodamilans M., Brunet M. and Corbella J., Cadmium and zinc relationships in the liver and kidney of humans exposed to environmental cadmium. The Science of the Total Environment 1995 ; 170 : 53-57.
- 3-7
(4 - 15) Elinder C.G., Kjellström T., Friberg L., Lind L., Linnman L., Cadmium in kidney cortex, liver, and pancreas from swedish autopsies. Arch. Environ. Health. 1976; 31: 292-302.

1
2
3

4. カドミウムのヒトに対する有害影響

- 4-1
(6.2.1 - 4) 村田 勇, イタイイタイ病の研究. 日本医師会雑誌 1971; 65: 15-42.
- 4-2
(6.2.3 - 12) 斎藤 寛, 薮 幸三, 古川洋太郎, 塩路隆治, 古山 隆, 吉永 馨, カドミウム腎障害 - 慢性カドミウム中毒およびいわゆるイタイイタイ病の腎病変と骨軟化症. 日本臨床. 1978; 73: 838-848.
- 4-3
(7 - 1) IARC, IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, VOL. 58, 1993, p119.

4
5

5. 疫学調査の検討

- 5-1
(8 - 1) 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. 2003;137:135-141.
- 5-2
(8 - 2) Ikeda M., Ezaki T., Moriguchi J., Fukui Y., Ukai H., Okamoto S., Sakurai H., The Threshold Cadmium Level That Causes a Substantial Increase in β 2-Microglobulin in Urine of General Populations. Tohoku J. Exp. Med., 2005,205, 247-261.
- 5-3
(8 - 4) Nogawa K., Honda R., Kido T., Tsuritani I., Yamada Y., Ishizaki M, Yamaya H. A Dose-Response Analysis of Cadmium in the General Environment with Special Reference to Total Cadmium Intake

Limit. Environ Res. 1989; 48, 7-16

- 5-4 Horiguchi H., Oguma E., Sasaki S., Miyamoto K., Ikeda Y., Machida
(8 - 5) M., Kayama F., Dietary exposure to cadmium at close to the current
provisional tolerable weekly intake dose not affect renal function
among female Japanese farmers. Environ Res. 2004 May; 95 (1):
20-31.

1

2

6. 疫学調査によるカドミウム週間摂取量の推定

3

4

7. これまでの国際機関での評価

- 7-1 JECFA, EVALUATION OF CERTAIN FOOD ADDITIVES AND
(7 - 2) THE CONTAMINANTS MERCURY, LEAD, AND CADMIUM:
Sixteenth Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food
Additives, 1972, p20-p24.

- 7-2 JECFA, EVALUATION OF CERTAIN FOOD ADDITIVES AND
(7 - 3) CONTAMINANTS: Thirty-third Report of the Joint FAO/WHO
Expert Committee on Food Additives, 1989, p28-p31.

- 7-3 JECFA, EVALUATION OF CERTAIN FOOD ADDITIVES AND
(7 - 5) CONTAMINANTS: Fifty-fifth Report of the Joint FAO/WHO Expert
Committee on Food Additives, 2001, p61-p69.

5

6

8. 結論

7

8

9. まとめ及び今後の課題

9

10

※ 括弧書きの参照番号は、評価書本体の参照番号である。

11