

食品中カドミウムの基準値に関する検討

—コーデックス食品添加物・汚染物質部会の審議状況に関連して—

2003年4月1日

日本環境学会 食品中カドミウム基準値検討専門委員会

1) 序 文

1968（昭和43）年5月8日厚生省はイタイイタイ病とその発生原因について次の見解を発表した。すなわち「イタイイタイ病の本態は、カドミウムの慢性中毒によりまず腎臓障害を生じ、次いで骨軟化症をきたし、これに妊娠、授乳、内分泌の変調、老化および栄養としてのカルシウム等の不足などが誘因となって、イタイイタイ病という疾患を形成したものである」。

その後、イタイイタイ病やカドミウムによる腎障害などカドミウム中毒に関する研究には著しい進展があり、イタイイタイ病患者が富山県神通川流域以外にも、兵庫県市川流域、長崎県対馬の佐須川・椎根川流域および石川県梯川流域でも見出され、また神通川流域を含むこれら4地域および秋田県小坂地域ではカドミウムによる腎障害患者が多数見出され、いずれも学会誌等で報告されている。

また、カドミウム等有害金属による環境汚染調査も精力的に行われ、各地でカドミウム等による農用地汚染が明らかにされ、農用地土壌汚染対策地域の指定と復元工事が実施されている。

しかるに、厚生省（厚生労働省）は現在に至るも、カドミウムによる人体被害としては、神通川流域で発生したイタイイタイ病を認定しているだけであり、腎障害は勿論、他の3地域のイタイイタイ病さえカドミウムによる人体被害として認定していない。

他方、FAO/WHOの下部機関であるコーデックス食品添加物・汚染物質部会(Codex Committee on Food Additives and Contaminants; CCFAC)は、近年各種食品中カドミウムの最大基準値について検討を行い、後述のように米についての最大基準値案は、日本における現行の耐容基準値、玄米中1.0 ppmの約5分の1である精米中0.2 ppmとなっている。

FAO/WHO合同食品添加物専門家委員会(Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives; JECFA)において、食品中カドミウムの最大基準値を検討するための基礎となる、カドミウムのリスク評価が行われたが、そのためのデータが不十分であるとして、各国に対し疫学調査や摂取量を推定するための調査が要請された。この要請を受けて、日本では、厚生労働省が中心となって疫学調査を、農林水産省が中心となって農作物などに含まれるカドミウムの調査が実施された。

その結果、2002年6月に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年度総括・分担研究報告（主任研究者 櫻井治彦）」が発表された。その内容は8つの分担研究からなっているが、若干の研究結果につ

いて見ることにする。

「日本人一般人口におけるカドミウムによる腎機能障害に関する大規模研究」では、結論として非職業性カドミウム暴露が腎機能障害の割合を増加させる明らかな証拠は得られなかったとしている。しかし、報告されているデータでは、重回帰分析およびロジスティック回帰分析によって、年齢とは独立して尿中カドミウム量の増加と共に腎障害の指標である α_1 -ミクログロブリン、 β_2 -ミクログロブリンが増加する関係が確認されている。また、「加齢に伴う骨粗鬆症や腎機能の低下等と栄養状態等との関連について」では、米中カドミウム濃度の低濃度地域から高濃度地域の5地域について調査し、各地域別に重回帰分析を行い、米中カドミウム濃度と腎障害の指標との関係は認められなかったとしている。しかし、各地域中における米中カドミウム濃度の巾は比較的狭いので、米中カドミウム濃度と腎障害の指標との間に有意差が見られないことは十分考えられる。このような場合、米中カドミウム濃度の異なる5地域を合わせて解析すべきである。また、前述の分担研究と同様にロジスティック回帰分析も行うべきである。このような統計分析を行えば米中カドミウム濃度と腎障害の指標との間に有意の関係が得られるものと考えられる。「食品由来カドミウムの体内取り込み動態解明に関するボランティア研究」では、カドミウム吸収率の平均値（最小値—最大値）が、1日通常カドミウム食摂取群では47.24(-9.41~83.33)%あるいは23.94(-3.96~37.67)%、3日通常カドミウム食摂取群では36.61(-9.18~73.49)%あるいは23.65(-8.18~56.85)%となっていた。値のバラツキが大きいこと、平均値が従来報告されていた値に比べて著しく大きいことなど、実験方法に問題があったことを推察させる。

また、6)で述べる農林水産省による食品中カドミウム濃度調査もJECFAに報告されている。

以上の状況を踏まえて、日本環境学会は「食品中カドミウム基準値検討専門委員会」を組織し、当該問題について鋭意検討した結果をここに報告する次第である。

2) 過去における米中カドミウム基準値についての日本政府見解の検討

日本政府は非汚染玄米のカドミウムの上限値は0.4 ppmであり、耐容基準値は1.0 ppmであるとしている。これらの値は、はたして適切であったであろうか。先ず、これらの点について検討する。

2-1) 玄米中カドミウム0.4 ppm

日本政府は1969(昭和44)年9月11日付けの、厚生省公害部による「カドミウムによる環境汚染暫定対策要領」のなかで、「0.4 ppmという濃度は、さらに精密な調査を実施する必要性の有無を判断する尺度であって、安全とか危険とかいような影響の判断と直接結びつくものではない」と述べている。そして、当時厚生省公害課長であった橋本道夫は朝日新聞(1970年7月19日)の座談会において「非汚染地区の最高濃度はほぼ0.4 ppmとでた。つまり、これ以上のカドミウムが検出された地域は、なんらかの人為的汚染があるものと判定した」と述べている。しかし、その水田がどこの水田であるかは、現在までのところ公表されていない。

ところで、1969年9月11日以前の米中カドミウム分析値は多くない。森次・小林(1963)

は、全国各都道府県農業試験場の1959年産米を集め、9~10%精白米にしてカドミウムの分析を行なっている。その結果、東京都農業試験場の産米5点中2点に0.472および0.421 ppm、また富山農業試験場の産米4点中1点に0.413 ppmのカドミウムを検出した。その後、東京都農業試験場水田はカドミウム汚染田であることが判った。

その後、群馬県農業試験場(1970)が亜鉛製錬所のある安中地区において、1969年産米を分析したデータが公表されている。しかし、1969年産米のデータは1969年9月11日の報告には間に合わなかったであろう。もしも、間に合ったとしても、次のような問題点を指摘しておく。すなわち、群馬県農業試験場の報告書には、安中地区と高崎地区に非汚染地区を設定している。土壌と玄米は水口、中央、水尻で採取した。安中地区の非汚染水田産玄米中カドミウム濃度(7点、水尻のみ6点)の平均値(最小値-最大値)は水口で0.20(0.12-0.54) ppm、中央0.18(0.10-0.29) ppm、水尻0.17(0.10-0.22) ppmであった。また、安中地区非汚染水田作土中の乾土当たりカドミウム濃度(各7点)は、水口1.99(1.47-2.76) ppm、中央1.73(1.37-2.29) ppm、水尻1.71(1.33-2.19) ppmであった。なお、高崎地区に設定された非汚染水田産玄米中には0.4 ppmを超えるものは検出されなかった(最高で0.37 ppm)。

浅見(2001a)によれば、非汚染土壌カドミウム濃度に関する5種類の報告の平均値あるいは中央値は0.30-0.44 ppmであるので、安中地区の「非汚染」水田土壌とその水田で生産された米は明らかにカドミウムによって汚染されていた。

従って、日本政府はカドミウム汚染水田土壌で生産された汚染玄米を非汚染玄米と称していたことになる。非汚染水田産玄米中カドミウム濃度の最高値が0.4 ppmというのは、明らかに誤りである。そのためか、橋本道夫(1988)は、その後表現を変えて「カドミウムの汚染のある地域では、調べてみると玄米中のカドミウムが0.4 ppmを超えていることがわかった」と述べており、非汚染水田産玄米中カドミウム濃度には触れていない。

2-2)厚生省環境衛生局公害部による玄米中カドミウムの耐容基準値1.0 ppm

1970(昭和45)年7月7日、厚生省環境衛生局公害部は「カドミウム環境汚染要観察地域に関する44年度研究・調査の要約および厚生省の見解と今後の対策」を発表した。この報告書のうち、米中カドミウムの耐容基準値の決定に関する部分を参考資料1として巻末に収録した。

厚生省による玄米中カドミウムの耐容基準値決定方法の概略は次の通りである。

[厚生省による玄米中カドミウムの耐容基準値算出方法の概略]

当時カドミウム汚染地域として知られていた鉛川・二迫川流域、碓氷川・柳瀬川流域、佐須川・椎根川流域でイタイイタイ病の要観察地域と対照地域からそれぞれ20人ずつ40人について、1日当たりのカドミウム摂取量と尿によるカドミウム排泄量を求め、 $y=33.9x+2.5$ (ただし、 y は尿中カドミウム排泄量 $Cd \mu g/日$ 、 x はカドミウム摂取量 $Cd mg/日$)の関係を得た。この関係式に尿中カドミウム排泄量 $30 \mu g/L$ 、すなわち、 $45 \mu g/日$ (1日の尿量を1.5Lと仮定)を代入して、これに対応する摂取カドミウム量 $1.254 mg/日$ を得、この値を1日1人当たりの摂取食品量で割り、カドミウム $0.99 ppm$ を算出し、更に要観察地域および対照地域で生産された米やその他の食品中のカドミウム濃度や、それらの摂取割合を勘案して計算し、玄米中の耐容基準値 $1.0 ppm$ を算出している。

[厚生省による玄米中カドミウムの耐容基準値算出方法の問題点]

次に、この決定方法の問題点について指摘したい。

第1の問題点は、イタイイタイ病患者が多数発生していた神通川流域の調査結果を使わなかったことである。当時すでに神通川流域に多くのイタイイタイ病患者の存在が確認されていたにもかかわらず、調査地域から神通川流域を除外したことは理解に苦しむ。

第2の問題点は、尿中カドミウム $30\mu\text{g/L}$ ($45\mu\text{g/日}$) (引用者注： $30\mu\text{g/L}$ は米国の労働衛生基準値 $100\mu\text{g/L}$ の3分の1にしたと説明されていた) 以内ならば一応安全であるとの尺度をもうけたことである。この数字はElkins(1959)の資料を用いたものと言われている。彼の著書は前半に各種元素の毒性についての説明があり、その第15章が「最大許容濃度」となっている。カドミウムについての説明は34-39頁にあるが、そこにはカドミウムの「最大許容濃度」 $100\mu\text{g/L}$ などという記述はない。 $100\mu\text{g/L}$ という値は第15章にある表のうち、その最後にある「体液および組織」という項の中に、有害暴露量の下限值として尿中 0.1mg/L という数字が括弧つきで記載してある。この(0.1mg/L)の文献的根拠はどこにも示されていない。この値の3分の1を安全尺度として用いている。以上から厚生省が用いていた $100\mu\text{g/L}$ という数字は労働衛生基準としても根拠薄弱であることが判る。労働衛生基準としても根拠薄弱な値を全日本国民が毎日食べている米中カドミウムの耐容基準値を求める計算の基礎に使うことは誤りであろう。なお、労働衛生基準の3分の1にすればよいという根拠は示されていなかった。

第3の問題点は、竹内(1973)が指摘したように、回帰式の値がちょうど $45\mu\text{g/日}$ になるようにカドミウム量 x を決めれば、 y が危険な限界 $45\mu\text{g/日}$ を超える確率は50%になり、「安全基準」としては無意味であり、一応安全と思われる「許容基準」を算出するとすれば、その値は厚生省の求めた値よりはるかに小さくしなければならないことは明らかである。

以上の3点から見ても、玄米中カドミウム 1.0ppm は耐容基準値とは言えないものであるが、これ以外にも少数の人についてのたった1日の値であること、バラツキが大きいことや分析法上の問題点もある。

以上のように種々の問題点があるためと考えられるが、環境庁編 改訂公害保健読本(1978)に掲載されている米中カドミウムの耐容基準値の説明には、この厚生省の見解は掲載されていない。掲載されているのは次に述べる微量重金属調査研究会の報告のみである。

2-3)微量重金属調査研究会による玄米中カドミウムの「安全基準値」 1.0ppm

厚生省の中に設置された微量重金属調査研究会(会長 土屋健三郎慶応大学医学部教授)は、前記厚生省環境衛生局公害部の文書が出された約2週間後に、「米のカドミウムの安全基準についての報告(1970年7月24日)」を発表した。その全文を参考資料2として巻末に収録した。なお、微量重金属調査研究会は「安全基準」という言葉を使っているので、ここではこの表現を使うことにした。

微量重金属調査研究会による報告の概要はつぎの通りである。

[微量重金属調査研究会による玄米中カドミウムの「安全基準値」算出方法の概要]

まず、カドミウムを 1.0ppm 含む米を 500g/日 食べると仮定して、米からカドミウムを 500

μg 、米以外の食品から $150\mu\text{g}$ 、水から $15\mu\text{g}$ （米以外の食品の $150\mu\text{g}$ は汚染地域調査による最大値、水は実態の最高値 0.01ppm のものを 1.5L 飲むと仮定した）、合計 $665\mu\text{g}$ のカドミウムを摂取するとした。

次に、労働衛生基準（当時） $0.1\text{mg}/\text{m}^3$ （引用者注：CdOとして $0.1\text{mg}/\text{m}^3$ であったので、 $0.088\text{mg}/\text{m}^3$ の間違い）は若干高いので、この半分 $0.05\text{mg}/\text{m}^3$ とすれば、8時間の吸気中のカドミウム量は約 $500\mu\text{g}$ となる。その10%が血中に入るとすると、吸収量は約 $50\mu\text{g}$ と推定される。一方、経口摂取については腸管吸収率2%をとる。さきに述べた $665\mu\text{g}$ の2%は約 $13\mu\text{g}$ であり、この値は経気道吸収量（約 $50\mu\text{g}$ ）よりも低い。

また、Anwar et al.(1961)による犬を用いた実験では、カドミウム 10ppm を含む水を与え、4年間飼っても有意の腎障害を認めなかった。この犬は毎日カドミウムを約 $1,000\mu\text{g}/\text{kg}$ 摂取した。従って、大人1日 $665\mu\text{g}$ ($13\mu\text{g}/\text{kg}$)の摂取は十分安全性がある。

以上2つの計算結果から「 1.0ppm という数値については、これが人体に有害であると判断することは出来ない」と述べている。

[微量重金属調査研究会による米中カドミウムの「安全基準値」算出方法の問題点]

次に、微量重金属調査研究会による見解の問題点について指摘したい。

第1の問題点は、労働衛生基準をそのまま一般の基準として用いている点であろう。本研究会の論法を逆に使えば、カドミウムを経口的にほとんど摂取しない場合には、大気中のカドミウム濃度が $50/3=17\mu\text{g}/\text{m}^3$ （引用者注：労働時間は8時間であるから、1日24時間では3分の1にする）あっても差し支えないということになりかねない。空気中のカドミウム濃度から問題を考察するのであれば、労働衛生基準を持ち出すのではなく、環境基準を用いるべきである。先述の「カドミウムによる環境汚染対策要領」によれば、「…発生源に最も近い住居周辺における環境大気中カドミウム濃度が $0.88\sim 2.93\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下となるように排出濃度について指導を行う必要がある」と述べた後、「注」として「労働衛生上の許容濃度としては、酸化カドミウムで $0.1\text{mg}/\text{m}^3$ (Cdとして $0.088\text{mg}/\text{m}^3$)が用いられているが、地域環境濃度としては、安全を見込んで、その $1/100\sim 1/30$ 以下をとるのが通例である」と述べていた。この地域環境濃度を基準にすれば、吸気中のカドミウム量は1日 $26\sim 88\mu\text{g}$ であるから、微量重金属調査研究会が採用した吸収率10%を用いれば血中移行カドミウム量は $2.6\sim 8.8\mu\text{g}$ となって、前述の経口摂取の場合の吸収量 $13\mu\text{g}$ より明らかに小さい。

第2の問題点は、カドミウムの消化管による吸収率を低く見積もっていることである。上記研究会ではマウスの実験から2%という値を採用している。しかし、当時すでにSuzuki et al.(1969)はマウスの実験で、1回経口投与したカドミウムの24時間後の吸収率は、平均6.6 (2.8-11.4)%という値を得ている。従って、2%という値はかなり吸収率を低く見積もっているということになる。

第3の問題点は、Anwar et al.(1961)の実験結果を用いている点である。Anwarらは生後6週間の雌犬9匹を用い、1匹を対照にし、他の8匹を2匹ずつ4群に分けた（この9匹の犬は同種の犬ではない）。カドミウムを $0.5, 2.5, 5.0$ および $10\text{mg}/\text{L}$ 含む水を与え、対照の犬には水道水を与え、水の摂取は任意に行わせた（引用者注：従って、カドミウム 10ppm の水を与えられた犬がカドミウムを $1,000\mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$ 摂取したというのは推定である。この推定では水を $0.1\text{L}/\text{kg}/\text{日}$ 摂取したことになる）。4年後に殺して種々の調査を行っている。