

米（玄米及び精米）のカドミウム試験法

1. ICP-AES法

(1) 装置

ICP発光分光分析装置

(2) 試薬、試液等

次に示すもの以外は、食品、添加物等の規格基準（昭和34年厚生省告示第370号）第2 添加物の部 C 試薬・試液等の項（以下「規格基準告示」という。）に示すものを用いる。

カドミウム標準溶液 金属カドミウム0.100 gを10%硝酸50 mlに溶かし、煮沸し、水を加えて1,000 mlとする。この10 mlを採り、水を加えて1,000 mlとする。

カドミウム標準溶液 1 ml = $1 \mu\text{g Cd}^{2+}$

市販の金属分析用カドミウム標準液を使用することもできる。

イットリウム溶液 硝酸イットリウム ($\text{Y}(\text{NO}_3)_3$) 0.773 gをビーカーに採り、硝酸5 mlを加えて加熱溶解し、冷後、250 mlのメスフラスコに移す。ビーカーを水で洗い、洗液をメスフラスコに合わせ、水を加えて250 mlとする。この液10 mlを採り、0.1 mol/L硝酸を加えて100 mlとする。市販の金属分析用イットリウム標準液を使用することもできる。

検量線用カドミウム溶液 カドミウム標準溶液及びイットリウム溶液を0.1 mol/L硝酸で希釈し、カドミウム濃度が0.04~0.2 $\mu\text{g/ml}$ の範囲の数点、イットリウム濃度が0.5 $\mu\text{g/ml}$ となるように調製する。

(3) 試験溶液の調製

検体約20 gを精密に量り採り、300~500 mlの分解容器に入れ、水10~40 ml及び硝酸40 mlを加え、よく混和した後、穏やかに加熱する。暫時加熱した後、放冷し、硫酸2 mlを加え、再び加熱する。その間、必要があれば時々少量ずつ硝酸を加える。内容物が淡黄色から無色の透明な液になれば分解を完了する。冷後、イットリウム¹⁾溶液0.5 mlを正確に加え、0.1 mol/L硝酸を加えて100 mlとする。

別に、検体の代わりに水を用いて検体の場合と同様に操作して得られた溶液を空試験溶液とする。

(4) 試験操作

試験溶液を採り、分析波長228.802 nm付近²⁾でカドミウムの発光強度を、371.030 nm²⁾付近でイットリウムの発光強度を測定し、イットリウムに対するカドミウムの相対発光強度比を求める。

検量線用カドミウム溶液を同様に操作して求めた発光強度比から検量線を作成する。試験溶液から得られた発光強度比と検量線からカドミウム濃度を求める。別に空試験溶液を試験溶液と同様に操作して得た濃度により補正する。

2. ICP-MS法

(1) 装置

ICP質量分析装置

(2) 試薬、試液等

次に示すもの以外は、1. ICP-AES法及び規格基準告示に示すものを用いる。

検量線用カドミウム溶液 カドミウム標準溶液及びイットリウム溶液を0.1 mol/L硝酸で希釈し、カドミウム濃度が0.4~2 ng/mlの範囲の数点、イットリウム濃度が5 ng/mlとなるように調製する。

(3) 試料の調製

1. ICP-AES法の試験溶液の調製に準じて分解し、冷後、イットリウム³⁾溶液0.5 mlを正確に加え、0.1 mol/L硝酸を加えて100 mlとする。この液1 mlに0.1 mol/L硝酸を加え100 mlとし試験溶液とする。

別に、検体の代わりに水を用いて検体の場合と同様に操作して得られた溶液を空試験溶液とする。

(4) 試験操作

試験溶液を採り、質量数111⁴⁾におけるカドミウムのイオン強度を、質量数89でイットリウムのイオン強度を測定し、イットリウムに対するカドミウムの相対イオン強度比を求める。

検量線用カドミウム溶液を同様に操作して求めたイオン強度比から検量線を作成する。試料溶液から得られたイオン強度比と検量線からカドミウム濃度を求める。別に空試験溶液を試料と同様に操作して得た濃度により補正する。

<注解>

- 1) 内部標準としてイッテルビウムを使用することもできる。
- 2) 状況により他の波長を使用することもできる。
- 3) 内部標準としてロジウム又はインジウムを使用することもできる。
- 4) 状況により他の質量数を使用することもできる。

「食品に含まれるカドミウム」に関するQ & A (案)

厚生労働省医薬食品局食品安全部

平成21年10月改訂

< 1. 食品に含まれるカドミウム >

- Q 1 カドミウムはどのような物質ですか？どのような害があるのですか？
- Q 2 どうしてお米などの作物にカドミウムが含まれているのですか？
- Q 3 どんな食品にカドミウムが含まれているのですか？どのくらい摂取しているのですか？
- Q 4 お米には、どの程度のカドミウムが含まれているのですか。
- Q 5 毎日お米を食べても健康に影響はないのですか？
- Q 6 食品以外からもカドミウムを摂っているのですか？

< 2. 規制及びリスク管理 >

- Q 7 国内、国外の食品中のカドミウムの規制はどのようになっていますか？
- Q 8 国際基準が設定されている食品について、わが国でも同様に基準値を設定すべきではないですか？
- Q 9 農産物の生産段階などにおけるカドミウムの汚染低減対策として、どのような取組みが行われているのですか？

< 3. 食品摂食時の注意事項 >

- Q 10 食生活において、カドミウムの摂取を減らすために気をつけることはありますか？
- Q 11 いつも親戚の農家から米をもらっていますが、米中のカドミウム濃度は大丈夫でしょうか？

< 1. 食品に含まれるカドミウム >

Q 1 カドミウムはどのような物質ですか？どのような害があるのですか？

A)

カドミウムは、鉱物中や土壌中などに天然に存在する重金属で、鉛・銅・亜鉛などの金属とともに存在することから、日本においては1千年以上前から鉱山開発などにより、地中から掘り出されてきました。

自然環境中のカドミウムが農畜水産物に蓄積し、それらを食品として摂取することで、カドミウムの一部が体内に吸収され、主に腎臓に蓄積します。カドミウム濃度の高い食品を長年にわたり摂取すると、近位尿細管の再吸収機能障害により腎機能障害を引き起こす可能性があります。また、鉄欠乏の状態では、カドミウム吸収が増加する報告があります。

なお、カドミウム中毒の事例としてイタイイタイ病がありますが、これは、高濃度のカドミウムの長期にわたる摂取に加えて、様々な要因（妊娠、授乳、老化、栄養不足等）が誘因となって生じたものと考えられています。今回検診が行われているような低濃度のカドミウムの摂取とは状況が全く異なっており、低濃度の摂取でイタイイタイ病が発症することは考えられません。

Q2 どうしてお米などの食品にカドミウムが含まれているのですか？

A)

日本には、全国各地に鉛・銅・亜鉛の鉱山や鉱床が多数あります。カドミウムは、このような鉱山や鉱床に含まれて天然に存在し、さらに、鉱山開発や精錬などの人の活動によって環境中へ排出されるなど、いろいろな原因により水田などの土壌に蓄積してきました。

お米などの作物に含まれるカドミウムは、作物を栽培している間に、水田などの土壌に含まれているカドミウムが吸収され蓄積したものです。

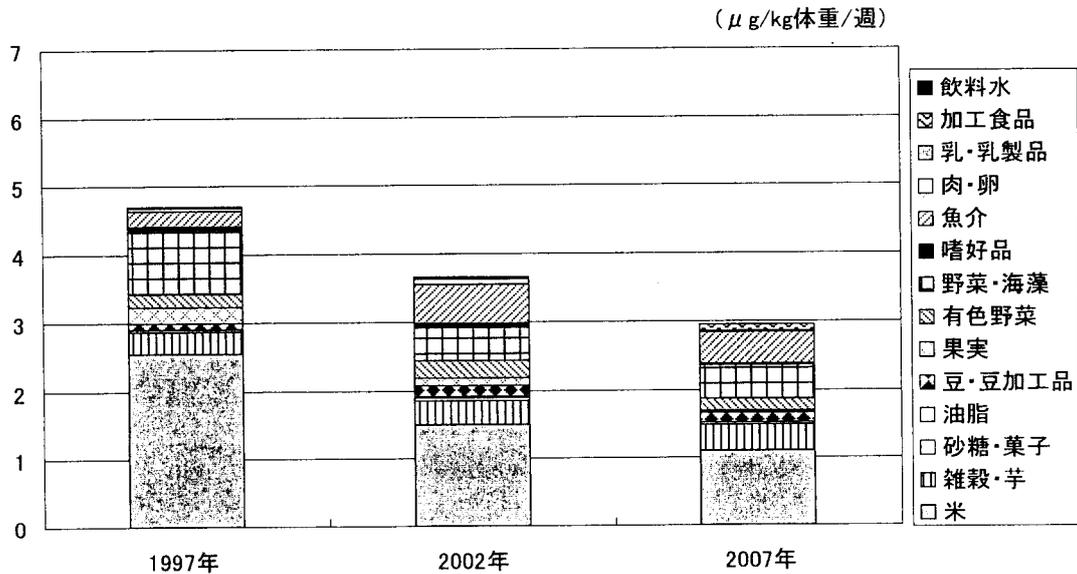
また、カドミウムは海水や海の底質中にも含まれており、貝類、イカやタコなどの軟体動物や、エビやカニなどの甲殻類の内臓に蓄積されやすいことがわかっています。

Q3 どんな食品にカドミウムが含まれているのですか？どのくらい摂取しているのですか？

A)

カドミウムは土壌又は水など環境中に広く存在するため、米、野菜、果実、肉、魚など多くの食品に含まれていますが、我が国においては米から摂取する割合が最も多く、日本人のカドミウムの1日摂取量の約4割は米から摂取されているものと推定されています。

<食品からのカドミウム摂取量の経年変化>



厚生労働省の研究機関である国立医薬品食品衛生研究所は、昭和 52 (1977) 年度から毎年、日常食の汚染物質の摂取量調査¹⁾を行っています。平成 19 (2007) 年度の調査結果によれば、日本人の日常食からのカドミウムの 1 日摂取量は、21.1 μg²⁾ (成人の平均体重を 53.3 kg とすると 2.8 μg/kg 体重/週) であり、調査開始以降、経年変化はあるものの米の摂食量の低下などにより減少してきています。

また、2003 年 6 月に開催された第 61 回 FAO/WHO 食品添加物専門家会議 (JECFA)³⁾ の報告書によれば、各国の調査に基づくカドミウムの平均的な摂取量は 0.7 ~ 6.3 μg/kg 体重/週、また、WHO が公表している世界の各地域の食品の消費量とカドミウム濃度から得られた地域ごとの平均的なカドミウム摂取量は 2.8 ~ 4.2 μg/kg 体重/週となっており、我が国の摂取量は比較的低い状況となっています。

1) 国立医薬品食品衛生研究所が、地方衛生研究所と協力して行っている調査です。食品を集めて調理し、食品中に含まれるカドミウムの濃度を分析し、国民栄養調査の食品摂取量をもとに、1 日当たりの汚染物質摂取量を推定しています。

2) μg (マイクログラム) は、1 グラムの百万分の 1 の重さです。

3) 国際食糧農業機関 (FAO) と世界保健機関 (WHO) が合同で運営している専門家により構成される機関であり、食品添加物や食品中の汚染物質等のリスク評価を行っています。

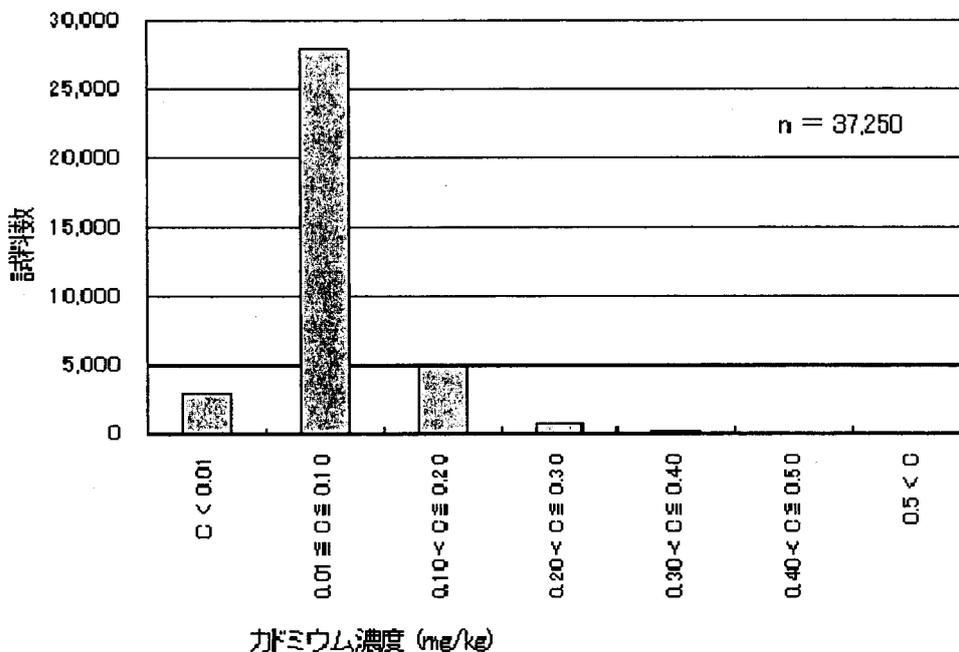
Q 4 お米には、どの程度のカドミウムが含まれているのですか？

A)

お米（玄米）のカドミウム含有量について、全国のさまざまな地域（約3万7千点）を調査した結果によると、日本産のお米1kg中に含まれるカドミウム量は平均して0.06 mg（=0.06 ppm）でした（1997～1998年 旧食糧庁の全国実態調査結果より）。

お米のカドミウム濃度が0.4 ppmを超える場合、それは鉱山からの排出など人為的に土壌がカドミウムに汚染されていることによるものと考えられていますが、そのようなお米のできる地域は、全体の水田面積の0.3%となっています。

＜玄米中のカドミウム含有量の全国実態調査結果＞



Q 5 毎日お米を食べても健康に影響はないのですか？

A)

食品安全委員会の食品健康影響評価によると、「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は減少してきている。2007年の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、21.1 μg/人/日（体重53.3 kgで2.8 μg/kg体重/週）であったことから、耐容週間摂取量⁴⁾の7 μg/kg体重/週よりも低い

4) 毒性試験などに基づくリスク評価により、人が一生涯、毎日摂取したとしても健康に悪影響を与えない量として推定されたものです。

レベルにある。したがって、一般的な日本人における食品からのカドミウム摂取が健康に悪影響を及ぼす可能性は低いと考えられる。」とされています。

<参考> 食品からのカドミウム摂取の現状に係る安全性確保について
(食品安全委員会)

http://www.fsc.go.jp/hyouka/risk_hyouka.html

Q 6 食品以外からもカドミウムを摂っているのですか？

A)

飲料水や食品からの摂取といった経口での摂取経路のほかに、呼吸器を介して体内にカドミウムが吸収され、体内を循環する経路があります。

例えば、たばこの煙の中にはカドミウムが多く含まれていることから、喫煙する人は、喫煙しない人よりも、カドミウム摂取量が多くなります。

仮にたばこに含まれるカドミウム (約 1～2 μg/本) の約 10%が喫煙により肺に吸入され、さらに、吸入されたカドミウムの約 50%が体内に吸収されるとすると、1日に 20 本喫煙する人は、毎日約 1～2 μg のカドミウムを吸収すると推定されます。

< 2. 規制及びリスク管理 >

Q 7 国内、国外の食品中のカドミウムの規制はどのようになっていますか？

A)

現在、国内では、食品衛生法において、米 (玄米)、清涼飲料水及び粉末清涼飲料にカドミウムの基準値が設定されています。なお、米については基準値は 1.0 mg/kg 未満とされていますが、カドミウムが 0.4 mg/kg を超える米については、現在、国において買い上げが行われており、流通しないよう管理されています。

< 食品衛生法に基づくカドミウムの基準値 >

食 品		基準値
米 (玄米)		1.0 mg/kg 未満
清涼飲料水 (ミネラルウォーター類を含む)	原水	0.01 mg/L 以下
	製品	検出してはならない
粉末清涼飲料		検出してはならない

また、国際基準は次のように設定されています。

<食品中の汚染物質規格> (CODEX STAN 193-1995, Rev.3-2007)

食品群	基準値 (mg/kg)	備考
穀類 (そばを除く)	0.1	小麦、米を除く ふすま、胚芽を除く
小麦	0.2	
ばれいしょ	0.1	皮を剥いたもの
豆類	0.1	大豆 (乾燥したもの) を 除く
根菜、茎菜	0.1	セロリアック、ばれいし よを除く
葉菜	0.2	
その他の野菜 (鱗茎類、アブラナ 科野菜※、ウリ科果菜、その他果菜)	0.05	食用キノコ、トマトを除 く
精米	0.4	
海産二枚貝	2	カキ、ホタテを除く
頭足類 (イカ及びタコ)	2	内臓を除去したもの

※「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。

<個別食品規格>

食品	基準値	備考
ナチュラルミネラルウォーター	0.003 (mg/l)	CODEX STAN 108-1981
食塩	0.5 (mg/kg)	CODEX STAN 150-1985

上記の国際基準の設定を受け、平成20年7月から平成21年10月までに開催された薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会食品規格部会において、食品安全委員会の食品健康影響評価結果を踏まえて食品からのカドミウム摂取のリスク管理について審議が行われました。

この審議の結果、米中のカドミウムの基準値を現行の1.0 mg/kg 未満から0.4 mg/kg 以下とする改正案が取りまとめられたことから、今後、所定の手続を経て基準値の改正を行うこととしています。

なお、現在、食品衛生法でカドミウムの規格基準が設定されている清涼飲料水 (ミネラルウォーター類を含む) 及び粉末清涼飲料については、別途検討することとしています。

Q 8 国際基準が設定されている食品について、わが国でも同様に基準値を設定すべきではないですか？

A)

食品中の汚染物質のリスク管理の方法としては、①農産物の生産段階での汚染低減対策、②食品の製造・加工段階での汚染低減対策、③基準値の設定があります。

今回、わが国における食品からのカドミウムの摂取状況及び国内食品中のカドミウムの含有実態を勘案した結果、摂取寄与が他の食品に比べ格段に高い米については、基準値を設定することによる管理を行うことで摂取量の低減化に寄与する割合が高く、ALARA の原則⁵⁾に従って基準値を改正することとしました。

また、米以外の食品については、米に比べて摂取割合が低く、基準値を設定して遵守させることによるカドミウム摂取の低減には大きな効果は期待できないことから基準値を設定しないこととし、農林水産省を通じて、関係者に対し、引き続き、農水産物の生産段階及び食品の製造・加工段階での汚染低減対策を実施するよう要請することとしました。

今後、一定期間経過後にその実施状況について報告を求め、必要に応じて規格基準の設定等について検討することとしています。

Q 9 農産物の生産段階などにおけるカドミウムの汚染低減対策として、どのような取り組みが行われているのですか？

A)

土壌がカドミウムに汚染された農用地については、農用地の土壌の汚染防止等に関する法律等に基づき、環境省及び農林水産省において、汚染を除去するための客土（非汚染土による盛り土）などの事業が行われています。

<参考> 農用地土壌汚染対策（環境省）

<http://www.env.go.jp/water/dojo/nouyo/index.html>

また、農林水産省において、①カドミウムの吸収効率の高い植物を用いて土壌中のカドミウム濃度を低減する「植物浄化」技術の普及、②稲穂が出る時期の前後に水田に水を張ることによりカドミウムの水稻への吸収を抑制する「湛水管理」が推進されています。

さらに、米以外の品目（大豆、麦、野菜等）についても、①転作作物として

5) 「合理的に達成可能な範囲でできる限り低く設定する (As low as reasonably achievable)」との考え方。

水田で生産された際のカドミウム濃度を低く抑制するための植物浄化等の土壌浄化対策、②カドミウム低吸収性品種・品目への転換、③土壌改良資材の施用などによるカドミウム吸収抑制対策が推進されているほか、④植物浄化技術の畑への適用、⑤新たなカドミウム低吸収性品種の開発など、新たなカドミウム低減対策の実用化に向けた研究開発が進められています。

<参考> 食品のカドミウム対策（農林水産省）

http://www.maff.go.jp/j/syouan/nouan/kome/k_cd/taisaku/index.html

<3. 食品摂食時の注意事項>

Q10 食生活において、カドミウムの摂取を減らすために気をつけることはありますか？

A)

前述のとおり、食品安全委員会の食品健康影響評価によれば、一般的な日本人における食品からのカドミウム摂取が健康に悪影響を及ぼす可能性は低いと考えられます（Q5参照）。

しかしながら、水産庁や厚生労働省の調査結果によると、軟体動物（貝類、たこ、いか）、甲殻類（かに、えび）の内臓にカドミウム濃度の高いものが認められており、これらを原料として用いた加工食品である塩辛類の一部にはカドミウム濃度の比較的高いものが認められています。

これらの食品については、一般的には毎日大量に摂食し続けるものではありませんので、健康に悪影響を与える可能性は低いと考えますが、常日頃から、バランスの良い食生活を心がけましょう。

<参考> 国内産農畜産物等の実態調査結果（農林水産省）

http://www.maff.go.jp/j/syouan/nouan/kome/k_cd/cyosa/index.html

Q11 いつも親戚の農家から米をもらっていますが、米中のカドミウム濃度は大丈夫でしょうか？

A)

食品衛生法は、販売のみでなく、不特定又は多数の者に対する販売以外の授与についても規制の対象とされており、その場合は基準値に適合する必要がありますが、親戚など限られた人への授与については、対象外となっています。

一方、わが国で生産される米中のカドミウムについては、農林水産省が調査

を実施しています。農林水産省において重点的に調査されている地域などは、以下を参照して下さい。

<参考> 産地におけるコメのモニタリング調査結果（農林水産省）

http://www.maff.go.jp/j/syouan/nouan/kome/k_cd/cyosa/index.html

米中のカドミウム濃度の高い可能性がある地域においては、生産された自家消費などの非売用の米についても、生産者の希望に基づき、JA等が調査分析を実施しており、販売される米と同様、食品衛生法の基準値を超過する場合は、JA等が生産者に対して消費しないよう連絡し、翌年度の栽培に当たっては湛水管理などのカドミウム低減対策を講じるよう指導を徹底しています。