

「国産農産物中のカドミウムの実態調査」の結果について

農林水産省は、食品からのカドミウム摂取量を減らすため、農産物中のカドミウム低減対策に取り組んできました。その効果を検証するため、国産農産物に含まれるカドミウム濃度を平成 21～26 年度に調査しましたので、その結果を公表します。

本調査における米、小麦、大豆中のカドミウム濃度は、平成 9～14 年度における調査の結果と比べると低くなっており、カドミウム低減対策が有効であることが確認できました。本調査の結果をもとに、我が国における食品からのカドミウム摂取量を推定したところ、平成 15 年度の研究結果より減少していました。また、推定摂取量が食品安全委員会や国際機関が設定した耐容摂取量を下回っていることから、通常の食生活を送っていれば、食品中のカドミウムの摂取によって健康への悪影響が出ることはないと考えられます。

1. 調査の背景

カドミウムは自然に広く存在する元素で、栽培時に環境から農産物に移行することが知られています。また、カドミウムを食品などから長期間にわたって多量に摂取し続けると、腎臓の機能障害を引き起こすことが知られています。

農林水産省は、食品からのカドミウム摂取量を減らすため、我が国におけるカドミウムの主要な摂取源である米を中心に、「コメ中のカドミウム濃度低減のための実施指針」（平成 23 年 8 月作成）の普及等を通じ、都道府県や生産者の方々の協力のもと、国産農産物中のカドミウム濃度低減対策に取り組んでいます。

これらの低減対策が、国産農産物中のカドミウム濃度や我が国における食品からのカドミウム摂取量をどの程度低減させたかを知るため、「食品の安全性に関する有害化学物質のサーベイランス・モニタリング中期計画」に基づき、国産農産物中のカドミウム濃度を調査しました。さらに、その結果を平成 9～14 年度の調査結果と比較するとともに、我が国における食品からのカドミウム摂取の現状について検討しました。

2. 調査結果（概要）

国産の米(平成 21、22 年度)、小麦(平成 24～26 年度)、大豆(平成 23～25 年度)及び野菜 20 品目(平成 21、22 年度)中のカドミウム濃度を調査しました。国産の米・小麦・大豆中のカドミウム濃度を前回の調査結果(国産米:平成 9～10 年度、国産小麦・国産大豆:平成 12～14 年度)と比較したところ、農林水産省が推進し、都道府県や生産者の方々が実施しているカドミウム濃度低減対策が有効であることが確認されました。例えば、米については、前回の調査では、カドミウム濃度が 0.4 mg/kg を超える試料が 0.3% 存在しましたが、今回の調査ではそのような試料はありませんでした。

今回の調査結果を用いて日本人の食品からのカドミウム摂取量を推定したところ、平成15年度研究時より減少していることがわかりました。また、本調査で推定した摂取量は、食品安全委員会や国際機関の設定した耐容摂取量(ヒトが一生涯にわたって毎日摂取し続けても、健康への悪影響がないと推定される量)を下回っており、通常の食生活を送っていれば、食品からのカドミウムの摂取によって健康への悪影響が出ることはないと考えられます。

3. 今後の対応

農林水産省は、今後とも農産物中のカドミウム低減対策の普及に務めるとともに、さらに効果的なカドミウム低減技術の研究開発や生産現場における実証を進めます。低減対策普及の進展や新たな低減技術の開発・普及等の状況をみて、次回の農産物中カドミウム濃度調査の時期を決定し、実施します。

4. 参考

農林水産省ウェブページ「食品中のカドミウムに関する情報」

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

<添付資料>

- ・ (別添1) 国産農産物中のカドミウム実態調査及び日本における農産物からのカドミウム摂取量の推定
- ・ (別添2) 加工食品の摂取量から農産物摂取量を推定するための換算係数
- ・ (別添3) 分析及びサンプリング

お問い合わせ先

消費・安全局農産安全管理課
担当者：土壌汚染防止班 小林、牛田
代表：03-3502-8111 (内線 4507)
ダイヤルイン：03-3592-0306
FAX：03-3580-8592

当資料のホームページ掲載 URL
<http://www.maff.go.jp/j/press/>

国産農産物中のカドミウム実態調査 及び日本における農産物からのカドミウムの摂取量の推定

1. 背景¹

カドミウムは、地殻中に広く存在する元素である。岩石の風化や火山などの自然現象や、鉱石の採掘、金属精錬などの産業活動により、環境中に放出されたカドミウムは、土壌や水などを通じ、栽培時に農産物に移行することが知られている。

カドミウムを、食品などから長期間にわたって多量に摂取し続けると、腎臓に蓄積し、腎臓の機能障害を引き起こすことが知られている。食品安全委員会は、耐容週間摂取量（ヒトが一生涯にわたり摂取し続けても健康への悪影響が現れない一週間あたりの摂取量の指標で、体重 1 kg あたりで表す）を 7 µg/kg 体重に設定（平成 20 年）した。また、厚生労働省はコメに対する食品衛生法上の基準値を 0.4 mg/kg 以下に引き下げた（平成 23 年 2 月施行）。国際的には、FAO/WHO 食品添加物専門家会議（JECFA）²の評価に基づき、コーデックス委員会が米をはじめとする農産物や水産物に基準値を設定している³。

農林水産省は、食品からのカドミウム摂取量を減らすため、我が国におけるカドミウムの主要な摂取源である米を中心に、農産物に含まれるカドミウムを低減するための施策を進めている。具体的には、カドミウム濃度を低減するための研究や現地ほ場での低減技術の実証試験を行い、それらの成果に基づいて「水稻のカドミウム吸収抑制のための対策技術マニュアル」⁴（平成 14 年作成、17 年改訂）や「コメ中のカドミウム濃度低減のための実施指針」⁵（平成 23 年作成）、「ダイズのカドミウム吸収抑制のための技術確立マニュアル」⁶（平成 17 年作成、19 年改訂）を作成した。都道府県や生産者の方々の協力のもと、これらのマニュアルや実施指針に基づく農産物中のカドミウム濃度低減技術の普及に取り組んでいる。

また、農林水産省は、リスク管理措置を実施するにあたっての基礎資料とするため、農産物中のカドミウム濃度のサーベイランス（平成 9～14 年度）及び米中のカドミウム濃度が比較的高い地域を対象とした生産段階における低減対策の効果を確認するためのモニタリング（平成 11～22 年度）を実施している。その結果はウェブページで公表している⁷。

2. 目的

国産農産物中のカドミウム濃度を低減するための技術普及による効果を知ることを目

¹ より詳細な情報を、農林水産省ウェブページの「食品中のカドミウムに関する情報」（http://www.maff.go.jp/j/syouan/nouan/kome/k_cd/index.html）に掲載している。

² FAO と WHO が合同で開催する国際的、科学的な専門家会合で、1956 年から活動を開始。FAO, WHO の加盟国及びコーデックス委員会に対し、リスク評価や科学的な助言を提供する独立した科学的な機関である。食品添加物、汚染物質、動物用医薬品などのリスク評価を実施している。

³ http://www.maff.go.jp/j/syouan/nouan/kome/k_cd/kizyunti/index.html

⁴ http://www.maff.go.jp/j/syouan/nouan/kome/k_cd/taisaku/pdf/d_3.pdf

⁵ http://www.maff.go.jp/j/syouan/nouan/kome/k_cd/pdf/cd_shishin_rice1127.pdf

⁶ http://www.maff.go.jp/j/syouan/nouan/kome/k_cd/taisaku/pdf/d4.pdf

⁷ http://www.maff.go.jp/j/syouan/nouan/kome/k_cd/cyosa/index.html

的として、「食品の安全性に関する有害化学物質のサーベイランス・モニタリング中期計画」⁸に基づき、国産農産物中のカドミウム濃度を調査した。調査結果を用いて、

(1) 農産物中のカドミウム濃度

(2) 我が国における食品からのカドミウム摂取量の変化

を算定することにより、低減技術の効果を検証した。

3. 国産農産物中のカドミウム濃度調査

3.1 サンプルング

調査品目、年度、試料点数の要約を表 3.1 に示す。詳細は別添 3 に示した。

表 3.1 各農産物の調査年度及び調査点数

	調査品目	調査年度	試料点数
穀類	米	H21, 22	2000 (1000×2 年)
	小麦	H24, 25, 26	1800 (600×3 年)
豆類	大豆	H23, 24, 25	1800 (600×3 年)
主に葉茎部を食用とする野菜	キャベツ	H21, 22	240 (120×2 年)
	はくさい	H21, 22	240 (120×2 年)
	ほうれんそう	H21, 22	600 (300×2 年)
	しゅんぎく	H21, 22	240 (120×2 年)
	ねぎ	H21, 22	600 (300×2 年)
	たまねぎ	H21, 22	600 (300×2 年)
	にんにく	H21, 22	240 (120×2 年)
	ゆりね	H21	120 (120×1 年)
	アスパラガス	H21, 22	240 (120×2 年)
主に根、根茎を食用とする野菜	だいこん	H21, 22	240 (120×2 年)
	にんじん	H21, 22	600 (300×2 年)
	ごぼう	H21, 22	600 (300×2 年)
	さといも	H21, 22	600 (300×2 年)
	やまいも	H21, 22	240 (120×2 年)
	ばれいしょ (じゃがいも)	H21, 22	240 (120×2 年)
	かんしょ (さつまいも)	H21, 22	240 (120×2 年)
果菜	きゅうり	H21, 22	240 (120×2 年)
	トマト	H21, 22	240 (120×2 年)
	なす	H21, 22	240 (120×2 年)
	オクラ	H21, 22	239 (H21: 119、H22: 120)

3.2 分析

(1) 分析法

表 3.2 の規準を満たす分析法を用いた。具体的に用いた分析法及びその性能については、別添 3 に示した。

⁸ http://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/risk_analysis/survei/middle_chem.html

表 3.2 分析法の満たすべき規準

検量線	標準試薬を用いて調製した 5 種類以上の濃度の溶液を用いて作成した検量線の相関係数が 0.99 以上
添加回収率	80～110% (米、小麦、大豆) 70～110% (野菜)
不確かさ	2 種類の濃度の標準試料を 3 以上の異なる日に、8 回以上繰り返し分析した際の相対標準偏差が 22%以内

(2) 精度管理

内部精度管理として、各分析日(20 検体以上分析する場合は 20 検体ごとに 1 回)に添加回収試験を 2 濃度で行い、添加回収率が表 3.2 の範囲にあることを確認するよう求めた。また、2 濃度以上、5 回以上の繰り返し試験を月 1 回以上行い、試験日ごとの相対標準偏差が 15%以内であることを確認するよう求めた。

3.3 調査結果

実態調査の結果を表 3.3 及び図 3.1、図 3.2 に示す。データは調査年度ごとに区別せず、品目ごとにすべてをあわせて統計処理した。また、定量限界未満の分析値が存在する場合、定量限界未満の試料点数にかかわらず、その試料中のカドミウム濃度が定量限界の 1/2 であると仮定して平均値を求めた。パーセンタイル値は分析データについて Microsoft Excel®の percentile 関数を適用して求めた。

野菜中のカドミウム濃度は、穀類や大豆と比べ低い傾向があった。特に、キャベツ、はくさい、ねぎ、だいこん、やまいも、かんしょ、きゅうり、トマト、なす、アスパラガスでは、分析試料の 50%以上が定量限界 (0.01 mg/kg) 未満であり、平均値も 0.01 mg/kg と低かった。なお、カドミウム濃度が比較的高い野菜については、その野菜に由来するカドミウムの摂取量について第 4 章で検討した。

なお、米も分析試料の 50%以上が定量限界未満であったが、これは定量限界が高い (0.04 mg/kg) ことに起因しており、カドミウム濃度が低いことを意味するものではない。米の分析の場合と同じ定量限界で、野菜類の分析を行っていたと仮定すると、ほうれんそうとゆりね以外のすべての品目で、50%以上の試料が定量限界未満となっていた。

表 3.3 農産物中のカドミウムの濃度分布

	調査年	試料数	定量限界 [mg/kg]	定量限界未満 の点数	平均 ⁹ [mg/kg]	25 パー センタ イル [mg/kg]	中央値 [mg/kg]	75 パーセ ンタイル [mg/kg]	90 パー センタ イル [mg/kg]	95 パー センタ イル [mg/kg]	97.5 パー センタ イル [mg/kg]	最大値 [mg/kg]
米	H21, 22	2000	0.04	1149 (57.5%)	0.05	<0.04	<0.04	0.06	0.10	0.14	0.18	0.40
小麦	H24-26	1800	0.01	112 (6.2%)	0.05	0.02	0.03	0.06	0.10	0.12	0.15	0.50
大豆	H23	600	0.02	4 (0.6%)	0.11	0.06	0.10	0.14	0.19	0.23	0.27	0.87
	H24, 25	1200	0.01	0 (0.0%)								
キャベツ	H21, 22	240	0.01	234 (97.5%)	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.02
はくさい	H21, 22	240	0.01	141 (58.8%)	0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.04
ほうれんそう しゅんぎく	H21, 22	600	0.01	10 (1.7%)	0.06	0.03	0.05	0.07	0.12	0.15	0.19	0.59
	H21, 22	240	0.01	45 (18.8%)	0.03	0.01	0.02	0.03	0.06	0.07	0.09	0.40
ねぎ	H21, 22	600	0.01	427 (71.2%)	0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.05
たまねぎ	H21, 22	600	0.01	249 (41.5%)	0.02	<0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.12
にんにく	H21, 22	240	0.01	50 (20.8%)	0.02	0.01	0.02	0.03	0.04	0.07	0.08	0.18
ゆりね	H21	120	0.01	0 (0.0%)	0.12	0.07	0.11	0.16	0.20	0.27	0.33	0.43
アスパラガス	H21, 22	240	0.01	154 (64.2%)	0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.05
だいこん	H21, 22	240	0.01	194 (80.8%)	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.02	0.02	0.05
にんじん	H21, 22	600	0.01	157 (26.2%)	0.02	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.14
ごぼう	H21, 22	600	0.01	37 (6.2%)	0.03	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08	0.13	0.21
さといも	H21, 22	600	0.01	71 (11.8%)	0.04	0.01	0.03	0.05	0.10	0.14	0.19	0.42
やまいも	H21, 22	240	0.01	131 (54.6%)	0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.08
ばれいしょ	H21, 22	240	0.01	47 (19.6%)	0.02	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.04	0.08
かんしょ	H21, 22	240	0.01	211 (87.9%)	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
きゅうり	H21, 22	240	0.01	231 (96.3%)	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
トマト	H21, 22	240	0.01	141 (58.8%)	0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03
なす	H21, 22	240	0.01	167 (69.6%)	0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.08
オクラ	H21, 22	239	0.01	19 (7.9%)	0.03	0.02	0.03	0.04	0.05	0.07	0.08	0.11

⁹ 定量限界未満の試料中濃度を定量限界の 1/2 の濃度であると仮定して算出した。

カドミウム濃度
[mg/kg]

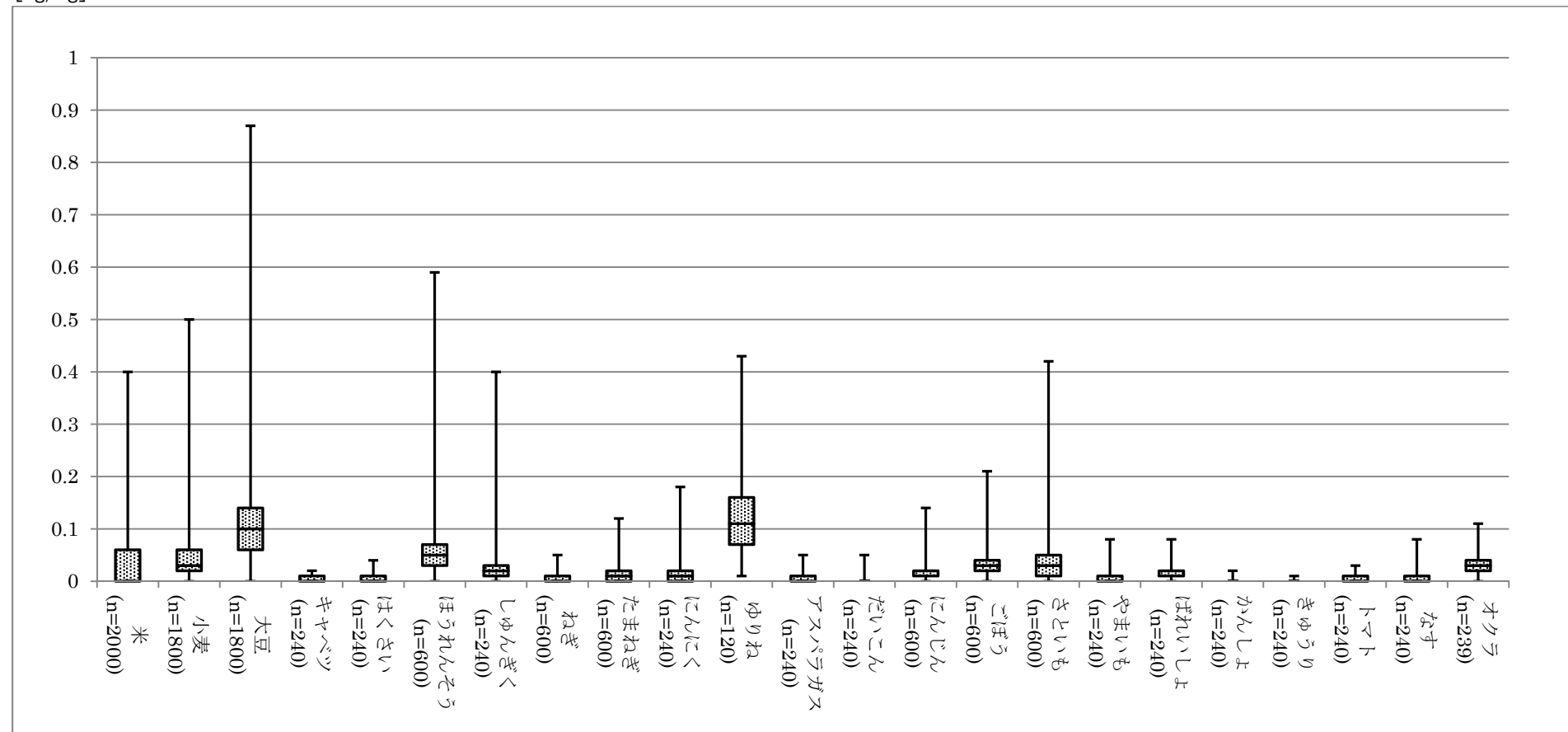


図 3.1 カドミウム濃度箱ひげ図

ひげの上端、下端は最大値及び最小値、箱の上端、横線、下端は 75 パーセンタイル、中央値、25 パーセンタイルをそれぞれ表す。なお、この図では、定量限界未満の値を 0 とした。

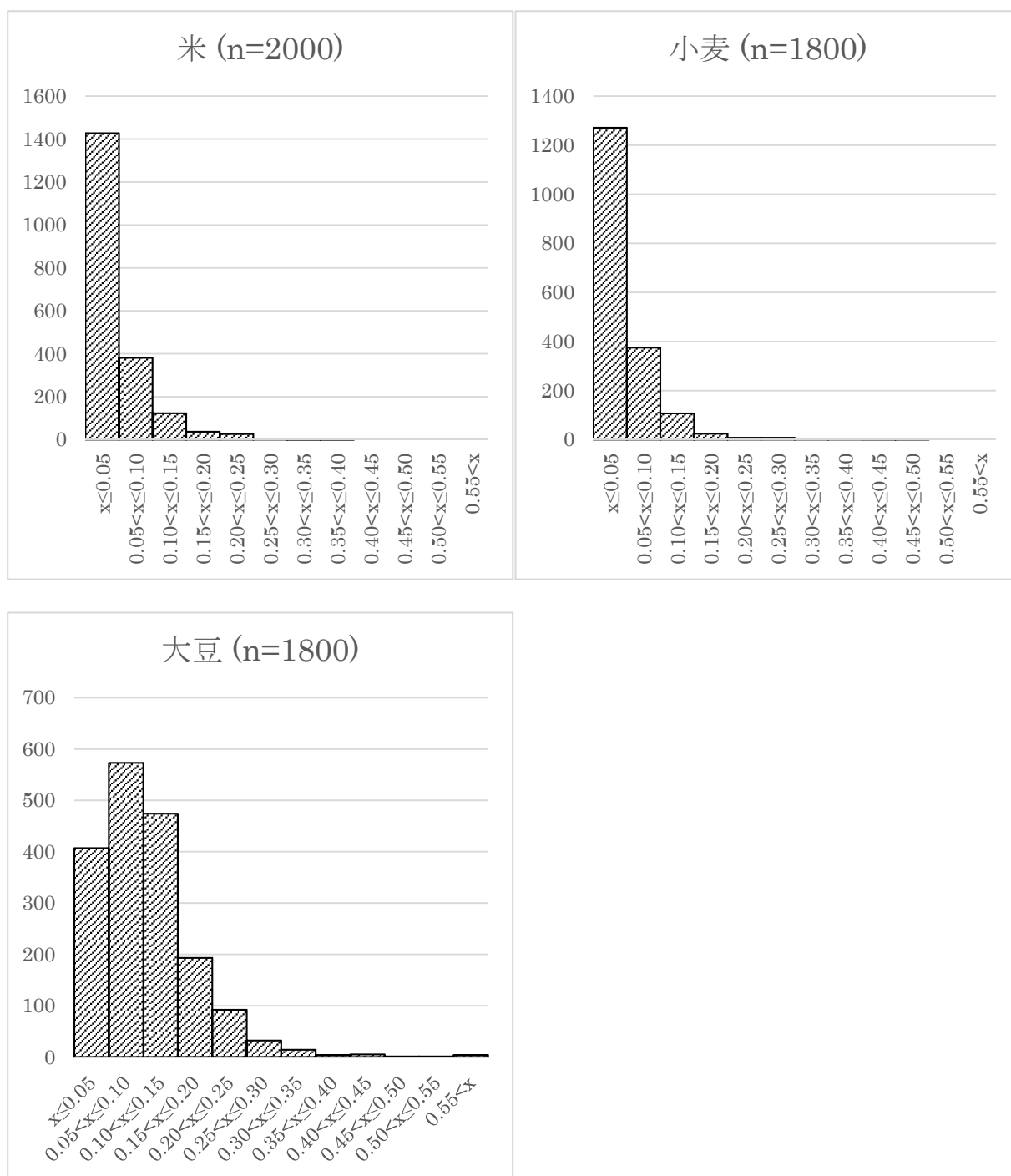


図 3.2 各品目のカドミウム濃度ヒストグラム(その1) 米、小麦、大豆
(ヒストグラムの濃度範囲 0~0.55 mg/kg 超)

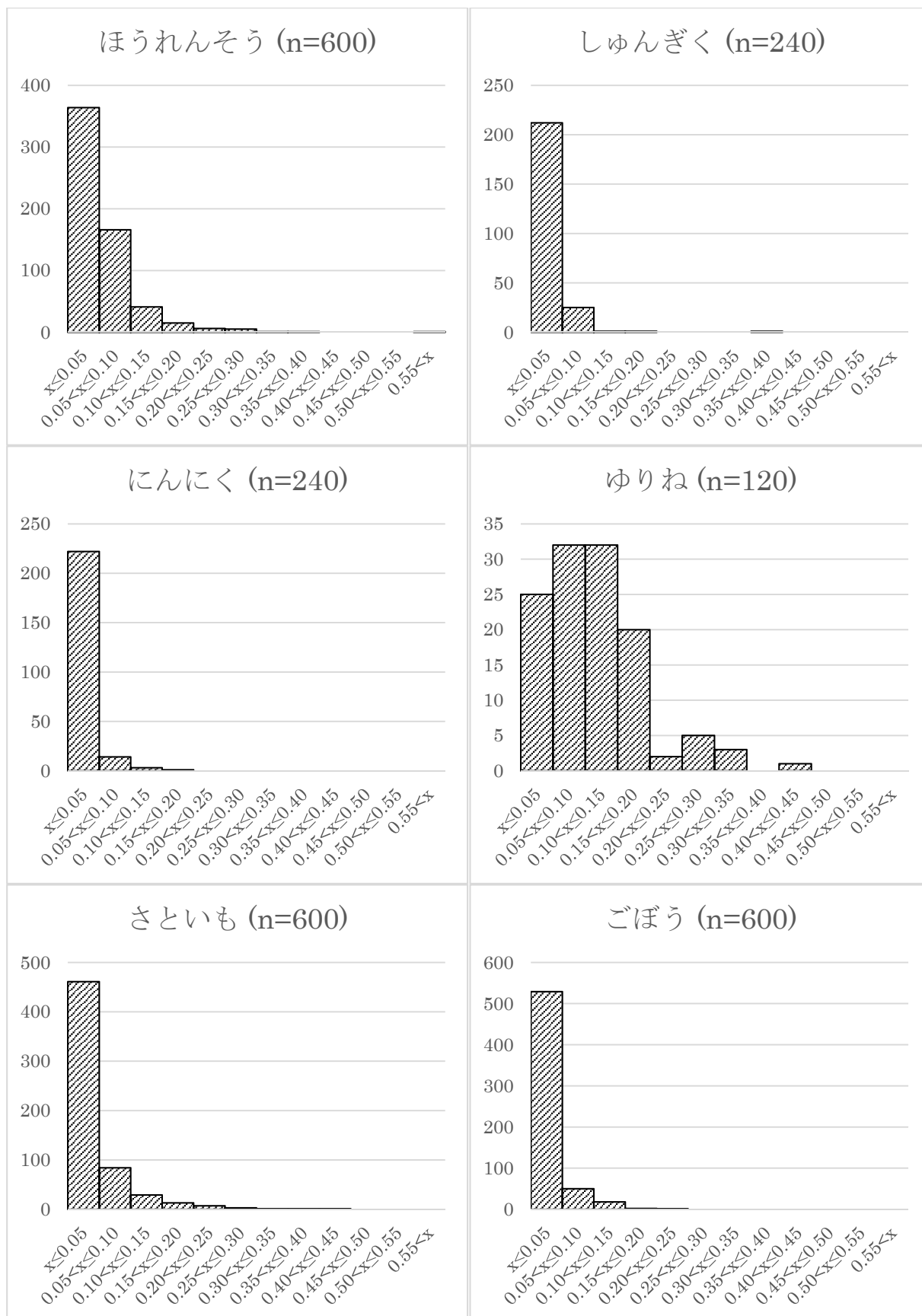


図 3.2 各品目のカドミウム濃度ヒストグラム(その 2)

カドミウム濃度が比較的高い野菜

(ヒストグラムの濃度範囲 0~0.55 mg/kg 超)

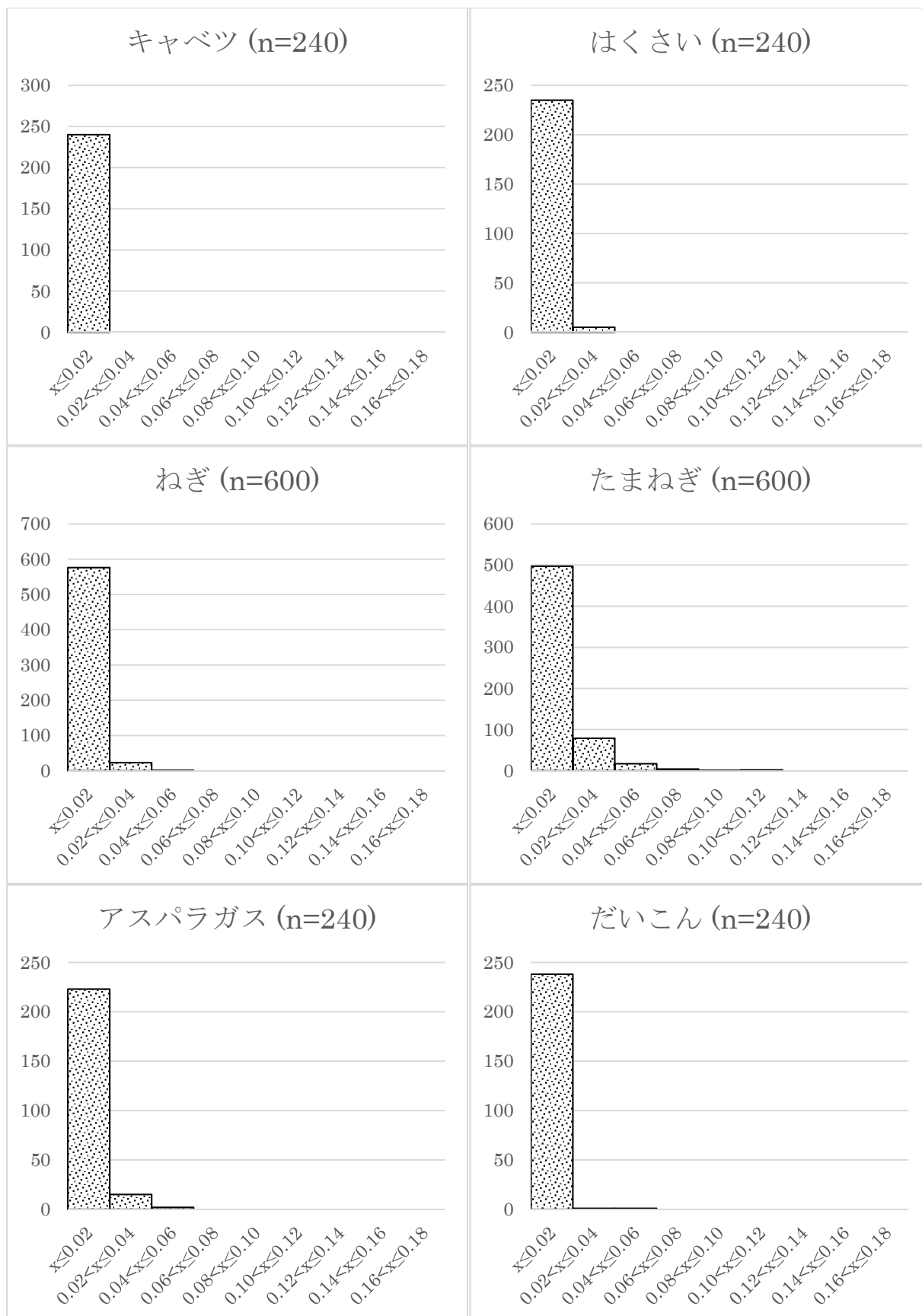


図 3.2 各品目のカドミウム濃度ヒストグラム(その 3)

カドミウム濃度が比較的低い野菜(1)
(ヒストグラムの濃度範囲 0~0.18 mg/kg)

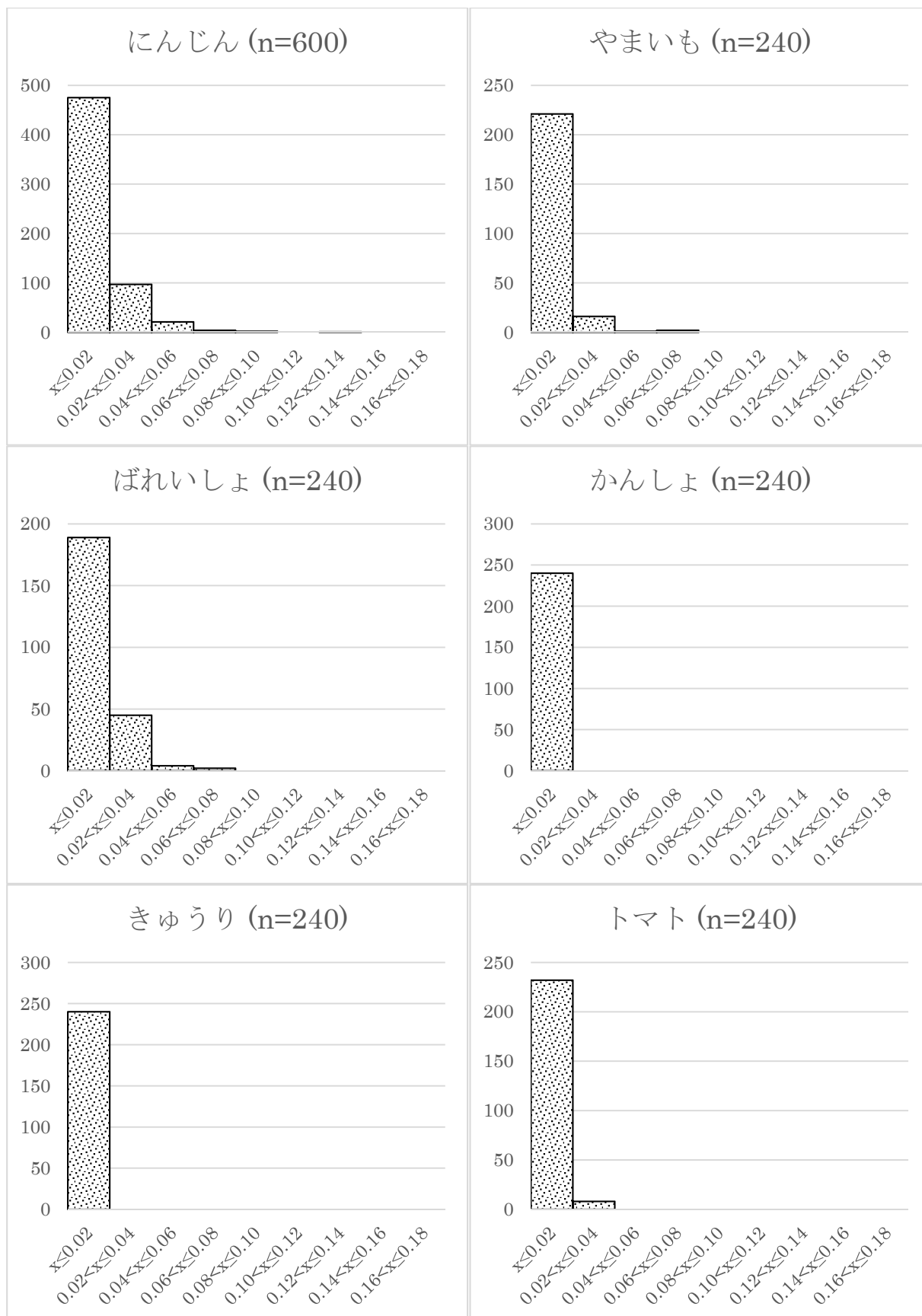


図 3.2 各品目のカドミウム濃度ヒストグラム(その 4)

カドミウム濃度が比較的低い野菜(2)

(ヒストグラムの濃度範囲 0~0.18 mg/kg)

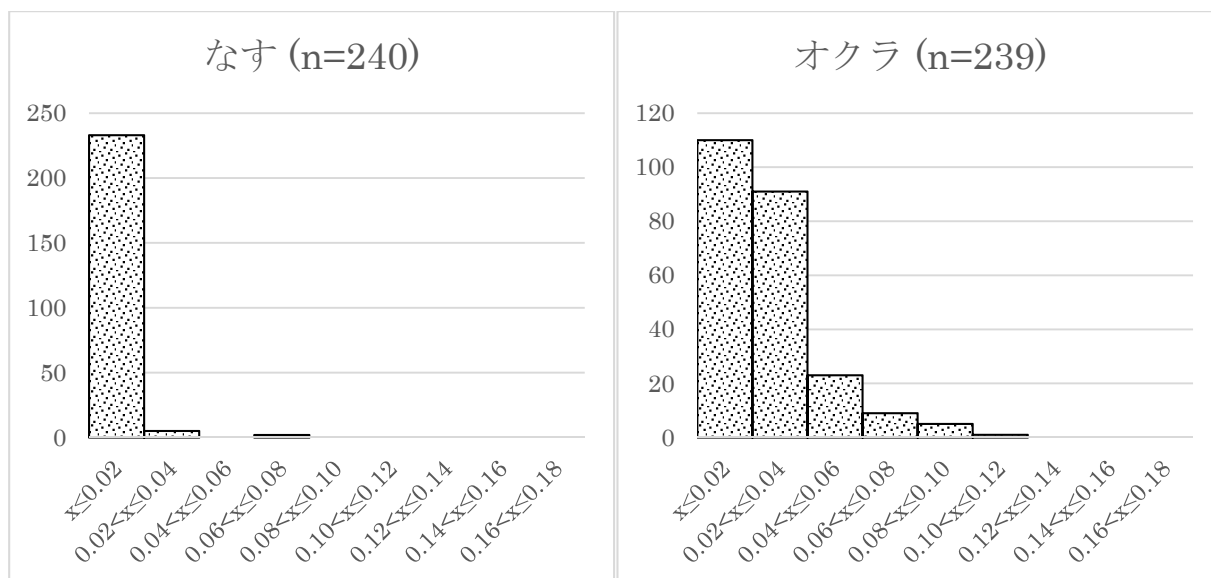


図 3.2 各品目のカドミウム濃度ヒストグラム(その 5)
 カドミウム濃度が比較的低い野菜(3)
 (ヒストグラムの濃度範囲 0~0.18 mg/kg)

3.4 前回の調査結果との比較

国産米・小麦・大豆の調査結果を、前回調査(平成 9~14 年度)の結果と比較した。

なお、前回調査と今回調査では試料採取の方法、点数、場所等が異なる。しかし、いずれの調査でも、統計学上全国の実態を知るために十分な点数の代表的試料を無作為に収集・分析しているため、Mann-Whitney の U 検定により比較することとした。

(1) 国産米

前回調査(平成 9~10 年度)の結果と今回調査(平成 20, 21 年度)の結果を表 3.4 及び図 3.3、図 3.4 に示した。今回調査におけるカドミウム濃度は、前回調査時と比べ、統計学上有意に低かった ($p < 0.01$)。米中のカドミウム濃度の分布は、図 3.3 が示すように、前回調査に比べて今回調査では低濃度方向にシフトし、高濃度における頻度が低下しており、表 3.4 及び図 3.4 が示すように同じパーセンタイル値が前回調査より低い値となった。また、前回調査では、我が国の基準値であり、コーデックス基準値でもある 0.4 mg/kg を超える濃度のカドミウムを含む試料が 0.3%存在したが、今回調査ではそのような試料は存在しなかった。

表 3.4 国産米中カドミウム濃度

	H9, 10	H21, 22
分析点数	37250	2000
0.1 mg/kg 以下	30346 (81.5%)	1790 (89.5%)
0.1 mg/kg を超え、0.2 mg/kg 以下	5457 (14.6%)	175 (8.8%)
0.2 mg/kg を超え、0.3 mg/kg 以下	1101 (3.0%)	32 (1.6%)
0.3 mg/kg を超え、0.4 mg/kg 以下	250 (0.7%)	3 (0.2%)
0.4 mg/kg を超える	96 (0.3%)	0 (0.0%)
平均 [mg/kg]	0.06	0.05
25 パーセンタイル [mg/kg]	0.02	0.02
中央値 [mg/kg]	0.04	0.02
75 パーセンタイル [mg/kg]	0.08	0.06
90 パーセンタイル [mg/kg]	0.14	0.10
95 パーセンタイル [mg/kg]	0.18	0.14

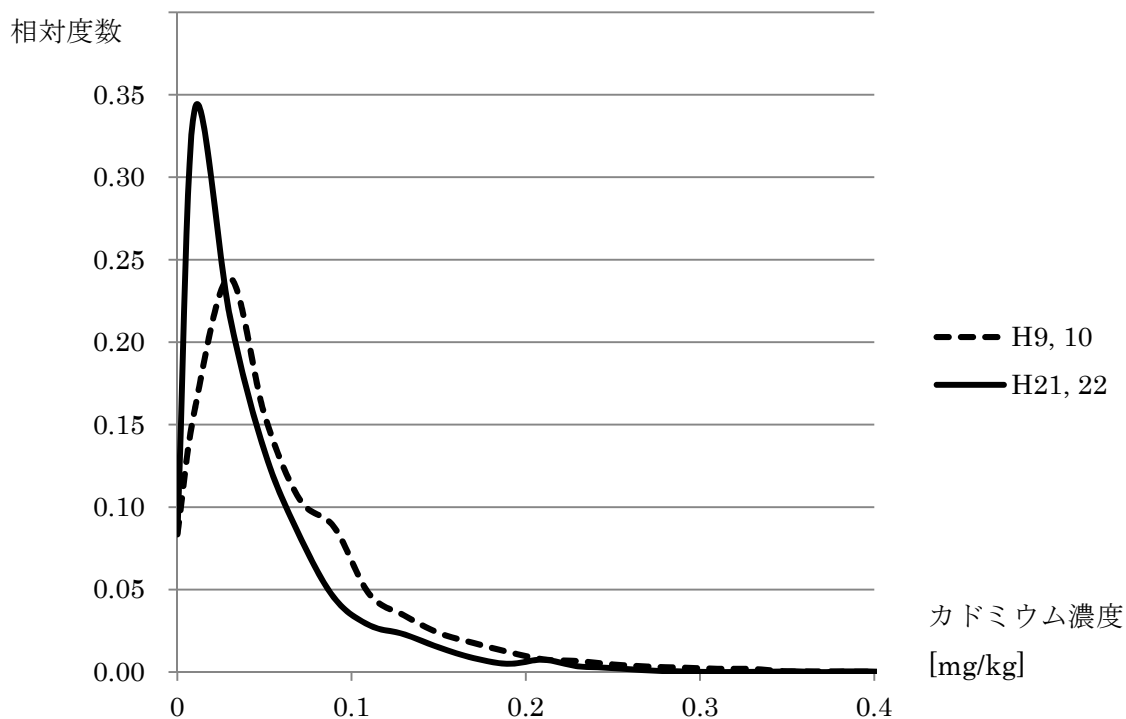


図 3.3 国産米中カドミウム濃度の分布

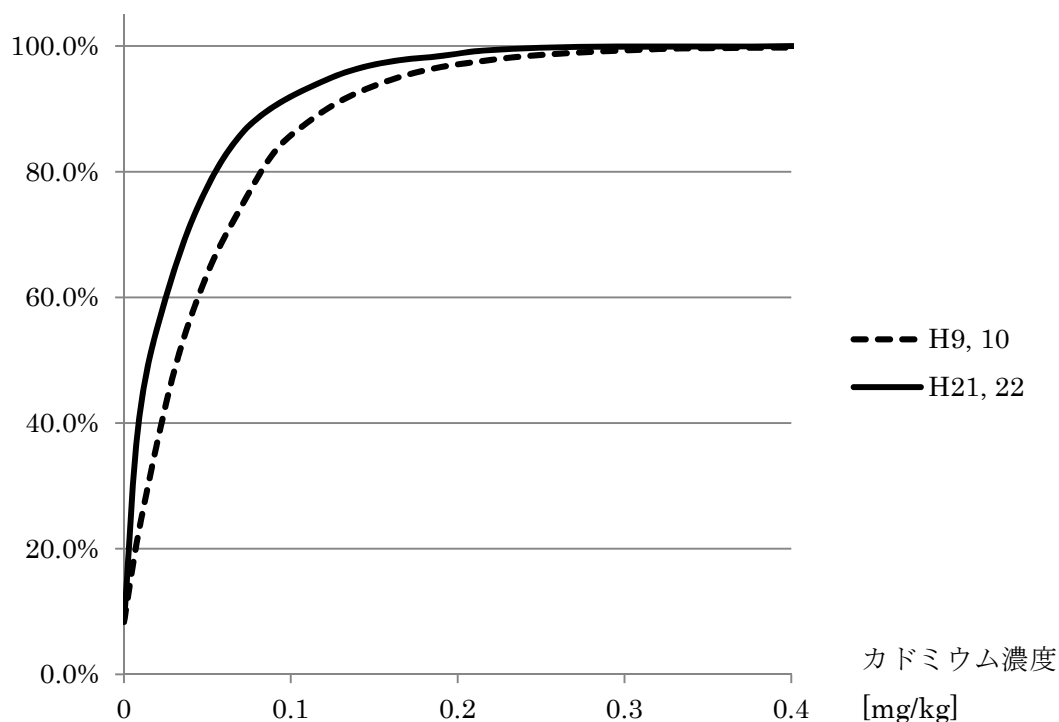


図 3.4 国産米中カドミウム濃度の分布(累積)

(2) 国産小麦

前回調査(平成 12～14 年度)の結果と今回調査(平成 24～26 年度)を表 3.5 及び図 3.5、図 3.6 に示した。今回調査におけるカドミウム濃度は、前回調査時よりも統計学上、有意に低かった($p < 0.05$)。小麦中のカドミウム濃度の分布も図 3.5 が示すように、前回調査に比べ、今回調査では定量限界～0.05 mg/kg の低濃度の頻度が著しく上昇し、0.05 mg/kg 以上の高濃度における頻度が低下した。その結果、高パーセンタイル値が前回調査よりも低い値となった(表 3.5, 図 3.6)。また、小麦中カドミウムのコーデックス基準値 0.2 mg/kg を超える濃度の試料の割合は、前回調査の 3.9%から今回調査では 1.3%に減少した。

表 3.5 国産小麦中カドミウム濃度

	H12～14	H24～26
分析点数	227	1800
0.1 mg/kg 以下	169 (76.7%)	1627 (90.4%)
0.1 mg/kg を超え、0.2 mg/kg 以下	50 (19.4%)	149 (8.3%)
0.2 mg/kg を超え、0.3 mg/kg 以下	6 (3.1%)	16 (0.9%)
0.3 mg/kg を超え、0.4 mg/kg 以下	1 (0.4%)	6 (0.3%)
0.4 mg/kg を超える	1 (0.4%)	2 (0.1%)
平均 [mg/kg]	0.07	0.05
25 パーセンタイル [mg/kg]	0.03	0.02
中央値 [mg/kg]	0.06	0.03
75 パーセンタイル [mg/kg]	0.10	0.06
90 パーセンタイル [mg/kg]	0.15	0.10
95 パーセンタイル [mg/kg]	0.18	0.12

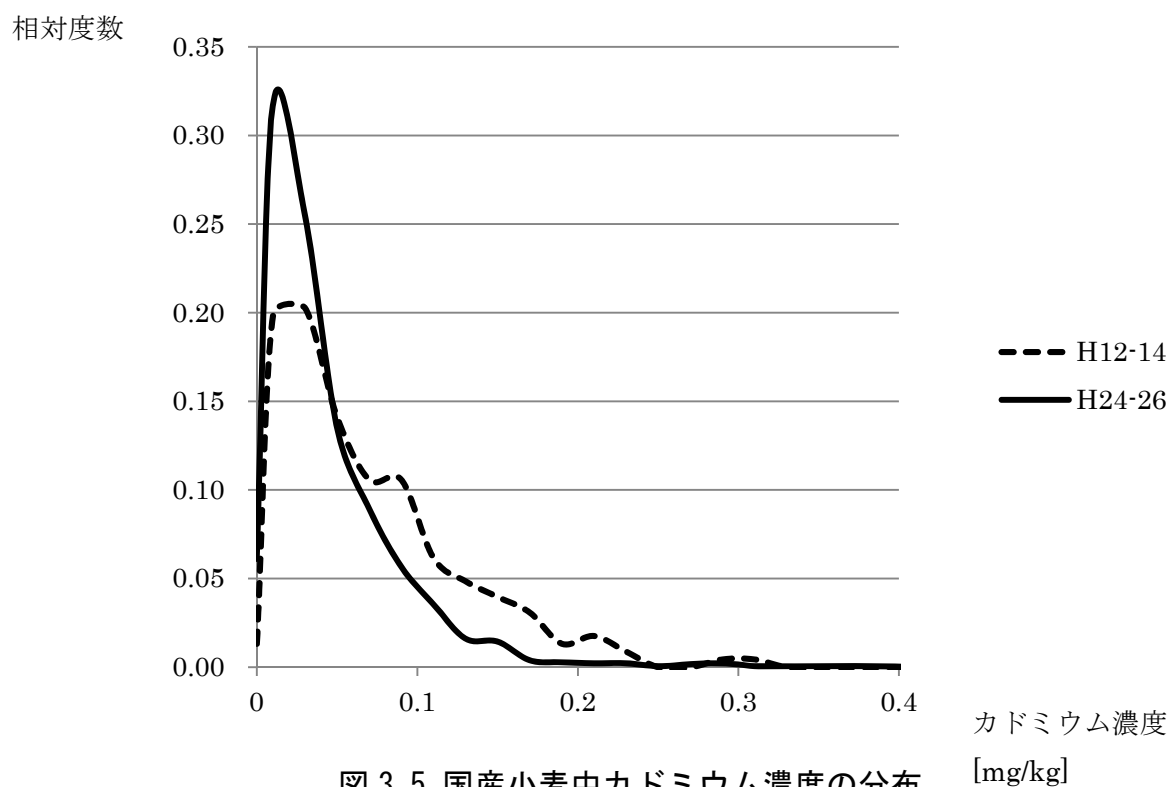


図 3.5 国産小麦中カドミウム濃度の分布

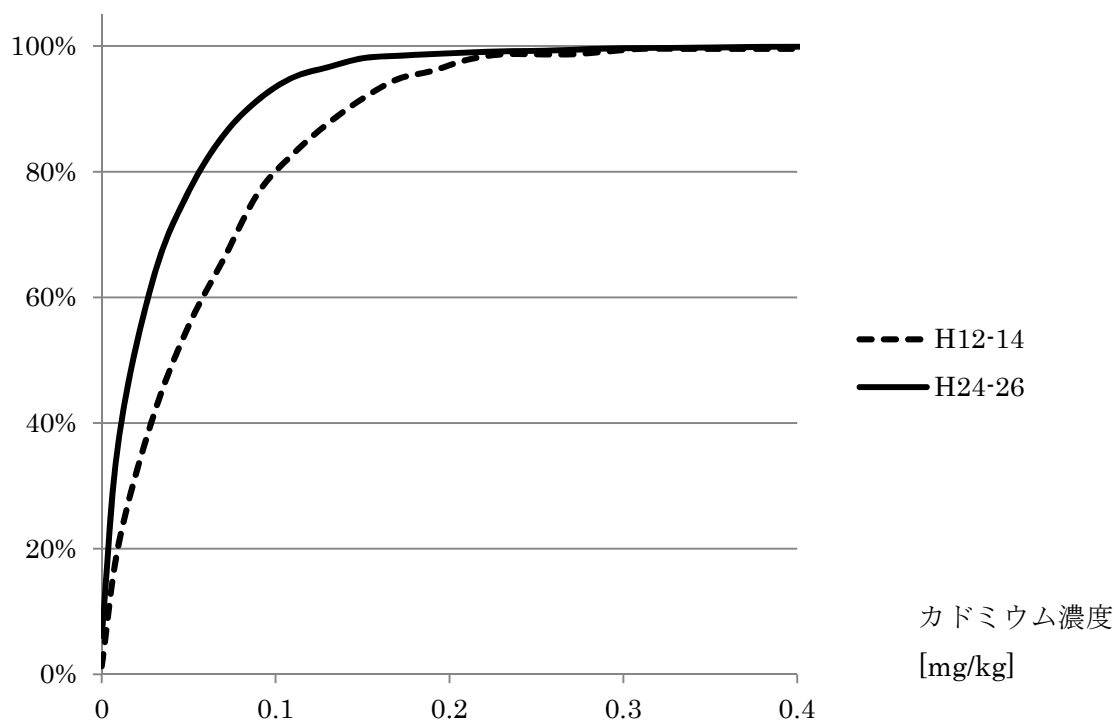


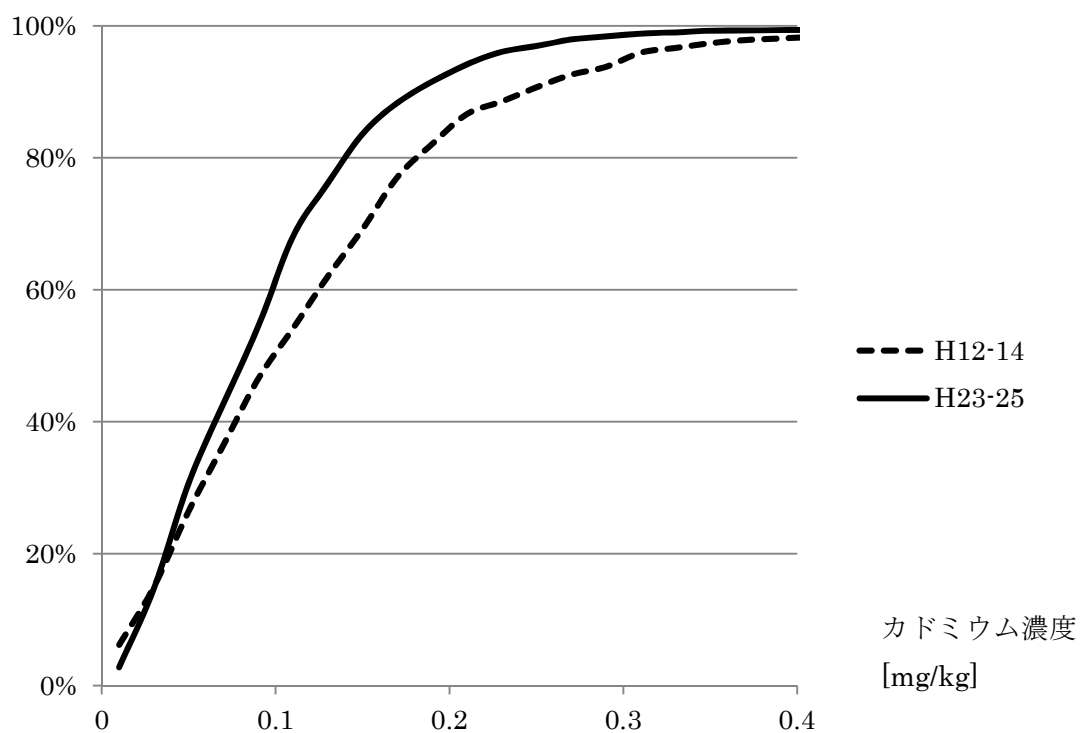
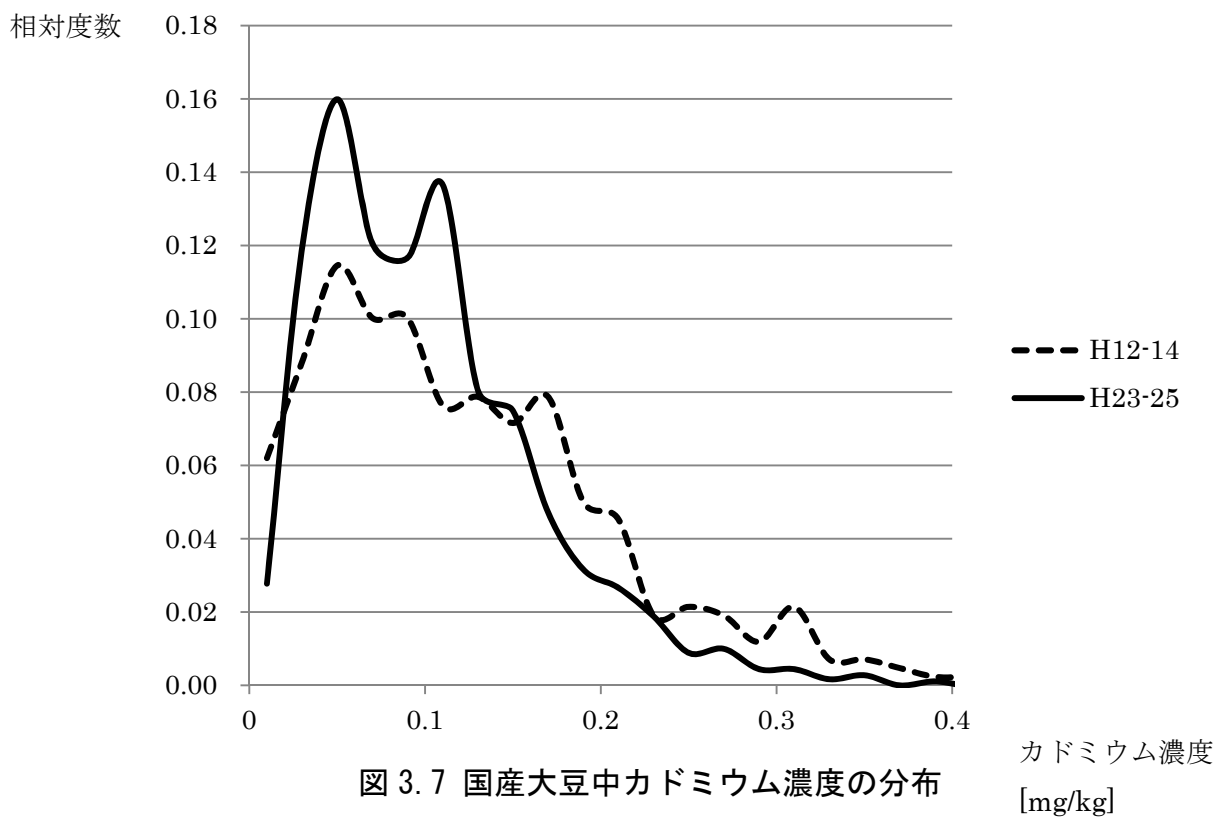
図 3.6 国産小麦中カドミウム濃度の分布(累積)

(3) 国産大豆

前回調査(平成 12～14 年度)の結果と今回調査(平成 23～25 年度)を表 3.6 及び図 3.7、図 3.8 に示した。カドミウム濃度は、前回調査時と比べ、今回調査の方が統計学上、有意に低かった ($p < 0.05$)。図 3.7 が示すように、前回調査に比べて今回調査では 0.02～0.15 mg/kg の低濃度で頻度が増え、0.15 mg/kg 以上の高濃度で頻度が低下した。また、分布の山が複数あるのは、場所や品種など、多くの要因が影響していることが示唆された。

表 3.6 国産大豆中のカドミウム濃度

	H12～14	H23～25
分析点数	419	1800
0.1 mg/kg 以下	200 (46.5%)	916 (50.5%)
0.1 mg/kg を超え、0.2 mg/kg 以下	142 (36.6%)	723 (39.9%)
0.2 mg/kg を超え、0.3 mg/kg 以下	49 (11.7%)	140 (7.7%)
0.3 mg/kg を超え、0.4 mg/kg 以下	21 (4.3%)	21 (1.2%)
0.4 mg/kg を超え、0.5 mg/kg 以下	3 (0.7%)	6 (0.3%)
0.5 mg/kg を超える	4 (1.0%)	7 (0.4%)
平均 [mg/kg]	0.13	0.11
25 パーセンタイル [mg/kg]	0.06	0.06
中央値 [mg/kg]	0.12	0.10
75 パーセンタイル [mg/kg]	0.18	0.14
90 パーセンタイル [mg/kg]	0.25	0.19
95 パーセンタイル [mg/kg]	0.31	0.24



4. 我が国における食品からのカドミウム摂取量の推定

次に、我が国における食品からのカドミウム摂取量を推定した。

食生活の違い等から、カドミウム摂取量は人によって異なる。カドミウムの摂取による健康への悪影響の可能性や程度は、カドミウム摂取量が多い人々で、より大きい。したがって、こういった人々のカドミウム摂取量が健康への悪影響が懸念されないレベルであれば、それ以外の人々もカドミウムによる健康の悪影響の懸念がないといえる。

本調査では、米、小麦、大豆及び野菜 20 品目のカドミウム濃度分布を求めた。これらのデータから、日本人のカドミウム摂取量の平均値だけでなく、摂取量が多い人(グループ)のカドミウム摂取量も推定できるため、カドミウムによる日本人全体の健康へのリスクを、適切に考察することができる。

第2章の国産農産物中カドミウム濃度実態調査結果と厚生労働省委託事業「食品摂取頻度・摂取量調査の特別集計業務」における平成 17～19 年度(4 季節×3 日間)の摂取量集計結果(以下、「摂取量データ」と言う。)を用いて、以下の方法で食品からのカドミウム摂取量を推定した。

なお、加工食品については、換算係数を用い(別添 2 参照)、原料農産物の使用量を推定した上で原料農産物の摂取量に加えることにより、原料農産物の摂取量を過少評価しないようにした。また、輸入品が広く流通している小麦や大豆についても、国産農産物中のカドミウム濃度を用いて推定した。

4.1 カドミウム摂取量の推定方法

まず、平均濃度と平均摂取量を用いた推定を行い、品目ごとのカドミウム摂取量の平均値を求めた。得られた平均値を用いて、カドミウムの主要な摂取源を特定した。さらに、主要な摂取源と同定された品目について、それぞれの品目の濃度分布と摂取量分布を用い、確率論的アプローチにより、カドミウム摂取量が多いグループの摂取量を推定した。

(1) 平均濃度と平均摂取量を用いた推定

本実態調査の各農産物中のカドミウム平均濃度と「摂取量データ」の平均農産物摂取量を用い、それらをかけあわせることで、各農産物から摂取するカドミウム平均摂取量を推定した。さらに、各農産物からのカドミウム摂取量を足しあわせて、全農産物からのカドミウム摂取量を推定した。ただし、日本人の平均体重を 55.1 kg とした。

(2) 濃度分布と摂取量分布を用いた確率論的アプローチによる推定

カドミウムの主要な摂取源となる品目について、@Risk(米国 Palisade Corporation のソフトウェア)を用いて農産物中のカドミウム濃度分布の最適なモデル式を求めた。

続いて、以下の方法で分布を推定した。

- ① 各農産物に含まれる Cd 濃度を濃度分布モデル式に基づきランダムに求める。
- ② 「摂取量データ」の被験者からランダムに 1 名を選ぶ。
- ③ ②で選んだ人の各農産物摂取量に①で求めた農産物中のカドミウム濃度をかけあわせてカドミウムの摂取量を求める。各農産物からのカドミウム摂取量を足し合わせて、体重で割ることで本ケースにおける 1 日体重 1 kg あたりのカドミウム摂取量を求める。

④ この操作を 100,000 回繰り返す。

この推定方法は、個々人の実際の農産物の摂取パターンに基づいており、現実には存在しない「極端なパターン」（例えば、異なる食生活でみられるそれぞれの品目についての最大摂取量を組み合わせたパターン）を使用することがないので、現実的な摂取量の推定が可能である。

4.2 平均濃度と平均摂取量を用いた推定

4.1 節（1）の方法で全農産物からのカドミウム平均摂取量を推定したところ、1 日あたりカドミウム摂取量は $0.33 \mu\text{g}/\text{kg}$ 体重であった（表 4.1）。農産物別にみると、全農産物からのカドミウム摂取量のうち、米、小麦、大豆から 7 割以上、上記 3 品目とばれいしょ、ほうれんそう、たまねぎ、にんじんの合計 7 品目から約 9 割を摂取していることが判明した（図 4.1）。

だいこん、トマトからのカドミウム摂取量は、全農産物からのカドミウム摂取量の約 2% ずつであったが、平均値を求めるときに、分析値が定量限界未満であった試料（それぞれ試料の 80.8%、58.8%）中の濃度を定量限界の $1/2$ ($0.005 \text{ mg}/\text{kg}$) として計算した結果得られた値であり、実際にはより小さいと考えられる。

また、上記以外の農産物は摂取量が少ないため、そのカドミウム濃度が高かったとしても、全農産物からのカドミウム摂取量への寄与が小さい。例えば、ゆりね中のカドミウム平均濃度は $0.12 \text{ mg}/\text{kg}$ であり、調査品目中一番高かったが、ゆりねの摂取量は極めて少ないため、食品からのカドミウム摂取の全体に対するゆりねの寄与は無視できるレベルであることがわかった。

以上の考察により、カドミウムの主要な摂取源として米、小麦、大豆、ばれいしょ、ほうれんそう、たまねぎ、にんじんの 7 品目が特定された。

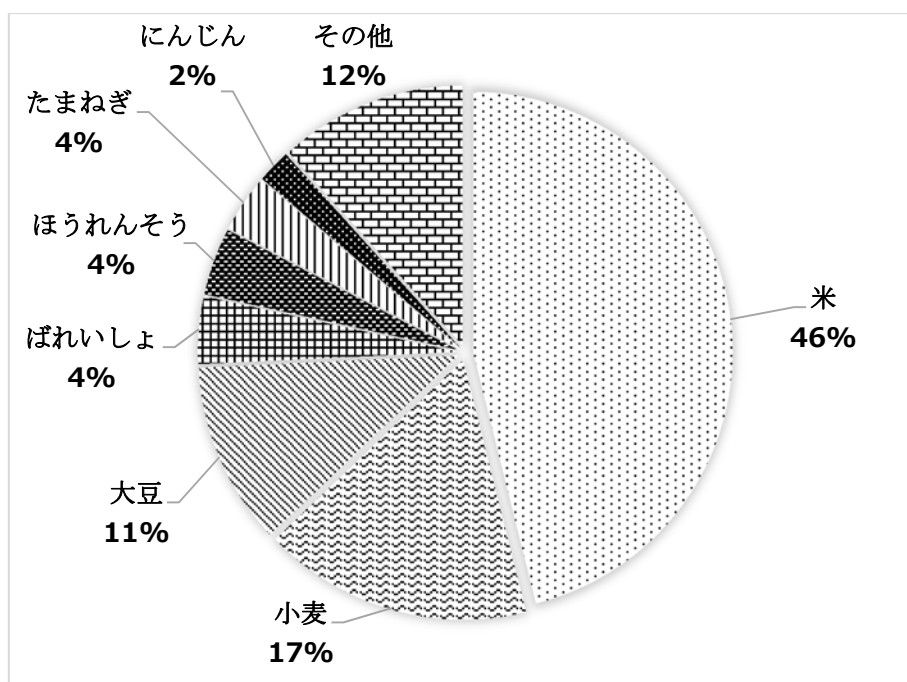


図 4.1 農産物各品目のカドミウム平均摂取量の割合

表 4.1 各農産物からのカドミウムの平均摂取量

農産物	カドミウム平均濃度 [mg/kg]	農産物の 平均摂取量 [g/日/人]	カドミウム平均摂取量 [μg/kg 体重/日]
米	0.05	164	0.149 (46%)
小麦	0.05	59.8	0.054 (17%)
大豆	0.11	18.3	0.037 (11%)
ばれいしょ	0.02	38.4	0.014 (4.3%)
ほうれんそう	0.06	12.8	0.014 (4.3%)
たまねぎ	0.02	31.2	0.011 (3.5%)
にんじん	0.02	18.8	0.007 (2.1%)
だいこん	0.01	34.9	0.006 (2.0%)
トマト	0.01	32.1	0.006 (1.8%)
キャベツ	0.01	24.1	0.004 (1.4%)
さといも	0.04	5.2	0.004 (1.2%)
きゅうり	0.01	20.7	0.004 (1.2%)
はくさい	0.01	17.7	0.003 (1.0%)
なす	0.01	12.0	0.002 (0.7%)
ごぼう	0.03	3.9	0.002 (0.7%)
ねぎ	0.01	9.4	0.002 (0.5%)
かんしょ	0.01	6.8	0.001 (0.4%)
しゅんぎく	0.03	1.5	0.001 (0.3%)
オクラ	0.03	1.4	0.001 (0.2%)
やまいも	0.01	3.1	0.001 (0.2%)
アスパラガス	0.01	1.7	0.000 (0.1%)
にんにく	0.02	0.4	0.000 (0.0%)
ゆりね	0.12	0.03	0.000 (0.0%)
合計			0.322

* 日本人の平均体重を 55.1 kg として計算した。

4.3 平均摂取量推定の科学的妥当性

「食品を介したダイオキシン類等有害物質摂取量の評価とその手法開発に関する研究」(平成 25 年度厚生労働科学研究費補助金食品の安全確保推進研究事業)¹⁰によるマーケットバスケット法によるトータルダイエツスタディ(以下 TDS という。)の結果を、4.2 節で得られた平均摂取量と比較した。分析値が検出限界以下の場合、その濃度を検出限界値の 1/2 として求めた濃度を用い、日本人の平均体重を 55.1 kg とした。結果を表 4.2 に示す。

TDS と本調査では、食品群の分類方法が異なることに注意する必要がある。例えば、小麦を含む菓子類が多いことを考えると、TDS で「III 砂糖・菓子」に分類される食品の大部分は、本調査では小麦に含まれる。また、TDS では「XIII 調味料」に分類される大豆を原料とする調味料(味噌、醤油など)は、本調査では大豆として摂取量推定される。

¹⁰ <http://mhlw-grants.niph.go.jp/niph/search/NIDDO2.do?resrchNum=201327031A>

表 4.2 本調査と TDS で得られた Cd 摂取量の比較

[μg/kg 体重/日]

		TDS による 摂取量 推定値	本調査で の推定値	本調査において各区分に含まれる品目
I	米	0.12	0.15	米
II	雑穀・芋	0.04	0.07	小麦、ばれいしょ、さといも、かんしょ、やまいも
III	砂糖・菓子	0.01		
IV	油脂	0.00		
V	豆・豆加工品	0.01	0.04	大豆
VI	果実	0.00		
VII	有色野菜	0.03	0.03	ほうれんそう、にんじん、トマト、しゅんぎく
VIII	野菜・海草	0.06	0.04	たまねぎ、だいこん、キャベツ、きゅうり、はくさい、なす、ごぼう、ねぎ、オクラ、アスパラガス、にんにく、ゆりね
IX	嗜好品	0.00		
X	魚介	0.03		
X I	肉・卵	0.00		
X II	乳・乳製品	0.00		
X III	調味料	0.01		
X IV	飲料水	0.00		
合計		0.32	0.32	

これらを考慮に入れると、TDS における I, II, III, V, VI, VII, VIII, XIII 群からのカドミウム摂取量 0.28μg/kg 体重/日が、農産物からのカドミウム摂取量といえる。一方、本調査における農産物からのカドミウム平均摂取量の推定値は 0.32 μg/kg 体重/日であり、類似した結果が得られていることから、本調査による摂取量推定で選定した品目、方法及びその値は妥当と考えられる。

また、TDS の結果のうち、1 日あたり 0.01 μg/kg 体重以上のカドミウム摂取への寄与があり、かつ本調査でカバーできていない区分は「X 魚介」のみである。以下、魚介からのカドミウム摂取量として TDS で得られた値 (0.03 μg/kg 体重/日) を用い、すべての人が等しくこの量のカドミウムを魚介から毎日摂取するものとして摂取量推定を行った。

4.4 濃度分布と摂取量分布を用いた確率論的アプローチによる推定

次に、4.1 節 (2) の方法で農産物からのカドミウム摂取量分布を推定した。

4.2 節でカドミウムの主要摂取源と特定された米、小麦、大豆、ばれいしょ、ほうれんそう、たまねぎ、にんじんの 7 品目それぞれに関し、農産物中のカドミウム濃度分布について @Risk を用いて最適なモデル式を求めた。米、大豆、ばれいしょ、ほうれんそう、たまねぎはガンマ関数で、小麦、にんじんは対数正規分布関数でモデル化した。

これら以外の農産物については、農産物の摂取量や農産物中カドミウム濃度のばらつきによるカドミウム摂取量全体への影響は小さい (4.2 節参照) と考えられることから、すべての人が、4.1 節で推定した上記 7 品目以外の農産物からのカドミウム平均摂取量

(0.04 mg/kg 体重/日)を毎日摂取するものと仮定した。

推定した7品目からのカドミウム摂取量の分布は図4.2のとおりであった。また、7品目からのカドミウム摂取量、全農産物からのカドミウム摂取量、及び全食品からのカドミウム摂取量の推定値を表4.3に示す。

ここで推定した農産物すべてからのカドミウム摂取量の平均値は1日あたり0.32 µg/kg 体重であり、4.2節での推定平均摂取量(0.33 µg/kg 体重)及び4.3節のTDSによるカドミウム摂取量のうち農産物に由来するもの(0.28µg/kg 体重、全摂取量から魚介由来の摂取を引いたもの)とほぼ一致していることから、本推定は妥当と考えられる。

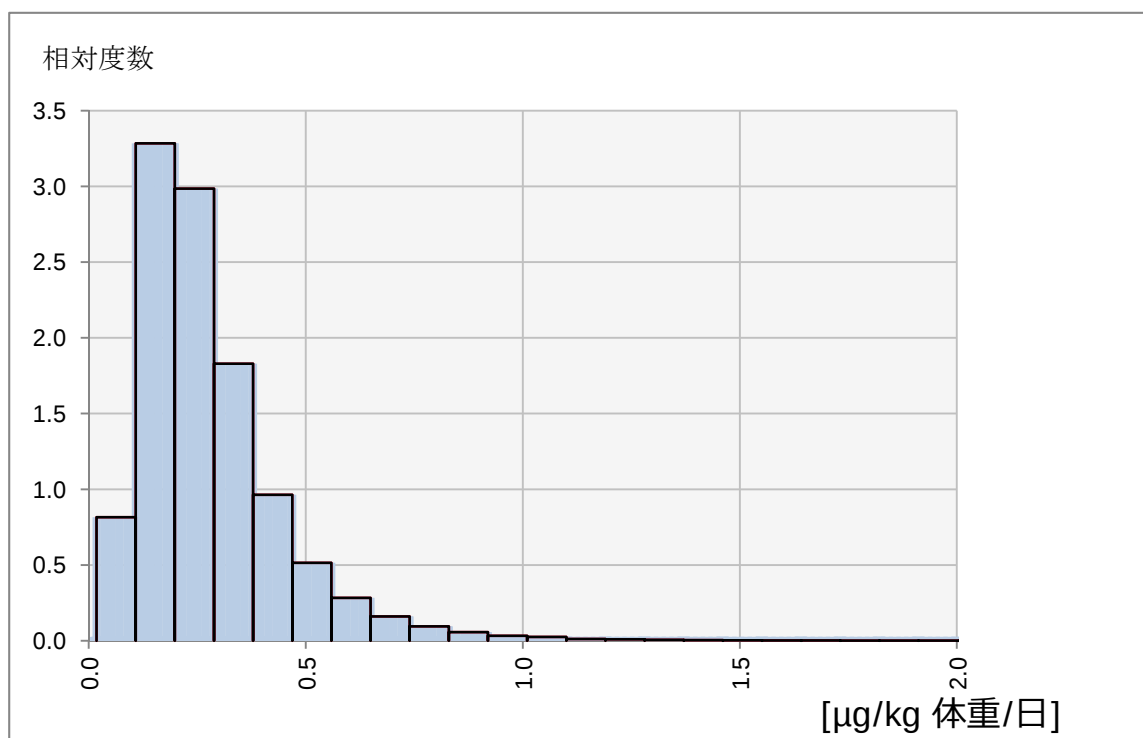


図4.2 農産物7品目¹¹からのカドミウム摂取量の分布の推定

表4.3 カドミウム摂取量の分布

		カドミウム摂取量 [µg/kg 体重/日]					
		平均	25 パーセント ンタイル	中央値	75 パーセ ンタイル	90 パーセ ンタイル	95 パーセ ンタイル
農産物 からの 摂取量	米、小麦、大豆、 ばれいしょ、ほう れんそう、たまね ぎ、にんじん	0.28	0.17	0.24	0.34	0.48	0.60
	上記以外	0.04					
魚介からの摂取量		0.03					
合計		0.35	0.24	0.31	0.41	0.55	0.67

¹¹ 米、小麦、大豆、ばれいしょ、ほうれんそう、たまねぎ、にんじん

4.5 過去の摂取量推定結果との比較

我が国における食品からのカドミウム摂取量分布を推定した先行調査として、「日本人のカドミウム曝露量推計に関する研究」（厚生労働科学研究費厚生労働科学特別研究事業、平成 15 年。以下「H15 研究」という。）¹²がある。低減対策の効果を過剰に評価しないよう、「H15 研究」で推定した結果のうち、低い方の予測値である予測 1（定量限界以下の割合が 60%を超える試料では定量限界未満の試料中の濃度を 0、定量限界以下の割合が 60%以下の場合は定量限界未満の試料中濃度を定量限界の 1/2 として計算）と、本調査結果で得られた 1 日あたり摂取量を 7 倍して 1 週間あたり摂取量に換算した値とを比較した（表 4.4）。

なお、本調査と「H15 研究」では、農産物摂取量の推定方法が異なり、また本調査では魚介や一部農産物について濃度分布や摂取量分布を用いず、平均摂取量を用いて計算している等、摂取量を推定する方法に違いがあるため、値を比較する際には注意が必要である。

「H15 研究」と本調査で得られた推定摂取量の 25 パーセンタイル及び中央値を比較したところ、ほぼ同じ値であり、大きな差はみられなかった。

一方、90 パーセンタイル値では 27%（1.5 $\mu\text{g/kg}$ 体重/週）、95 パーセンタイル値では 31%（2.0 $\mu\text{g/kg}$ 体重/週）本調査の方が低くなっていた。その原因として、摂取量推定の方法の違い、農産物の摂取量の変化、農産物中のカドミウム濃度の減少が考えられる。

表 4.4 「H15 研究」による摂取量推定との比較

	週あたり摂取量推定値 [$\mu\text{g/kg}$ 体重/週]					
	平均	25 パーセンタイル	中央値	75 パーセンタイル	90 パーセンタイル	95 パーセンタイル
「H15 研究」による予測 1 ¹³	3.04	1.75	2.50	3.66	5.36	6.78
「H15 研究」による予測 2(参考) ¹⁴	3.35	2.05	2.81	3.97	5.65	7.11
本調査の結果	2.4	1.7	2.2	2.9	3.9	4.7

5. 推定した摂取量と耐容摂取量との比較

(1) 食品安全委員会の評価との比較

食品安全委員会は、「『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』に係る食品健康影響評価」（平成 20 年 7 月 3 日）¹⁵において、カドミウムの耐容週間摂取

¹² 摂取量データとして国民栄養調査(H7～12)、食品中のカドミウム濃度として農林水産省の実態調査(米:H9～10、小麦:H12～14、大豆:H12～13、野菜:H10～13、果実:H8～9 及び 12～13、肉類 H13～14、軟体動物 H7～11) 及び 米 国 産 大 豆、小 麦 の データ (EHC 134(1992)) を用いて推定。詳細は <http://www.mhlw.go.jp/shingi/2003/12/dl/s1209-6d.pdf>

¹³ 定量限界 (LOQ) 以下の試料の割合が 60%を超える場合は LOQ 未満の試料中の濃度を 0 として、LOQ 以下の試料の割合が 60%以下の場合は LOQ 未満の試料中濃度を LOQ の 1/2 として摂取量を推定

¹⁴ LOQ 以下の試料の割合が 60%を超える場合は LOQ 未満の試料中の濃度を LOQ として、LOQ 以下の試料の割合が 60%以下の場合は LOQ 未満の試料中濃度を LOQ の 1/2 として摂取量を推定

¹⁵ <http://www.fsc.go.jp/hyouka/hy/hy-tuuchi-cadmium200703.pdf>

量を 7 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 体重/週と設定している。第 4 章で求めた 1 日あたりのカドミウム摂取量を 7 倍して 1 週間あたりカドミウム摂取量に換算した値と、その耐容週間摂取量に対する割合を表 5.1 に示した。

その結果、食品からのカドミウム摂取量の耐容週間摂取量に対する割合は平均で 35%、カドミウム摂取量の 95 パーセンタイルで 67%と耐容週間摂取量を下回っていた。

表 5.1 週あたりカドミウム摂取量推定値と
食品安全委員会による耐容週間摂取量の比較

	平均	25 パーセン タイル	中央値	75 パーセ ンタイル	90 パーセ ンタイル	95 パーセ ンタイル
週あたり摂取量 の推定値 [$\mu\text{g}/\text{kg}$ 体重]	2.4	1.7	2.2	2.9	3.9	4.7
耐容週間摂取量 (7 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 体重/ 週)に対する割合	35%	24%	31%	41%	55%	67%

(2) JECFA の評価との比較

JECFA は、1988 年以来複数回カドミウムのリスク評価を実施しており、最新の評価結果は第 77 回 JECFA (2013 年) による暫定月間耐容摂取量 25 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 体重である¹⁶。第 4 章で求めた 1 日あたりカドミウム摂取量を 31 倍して 1 ヶ月あたりカドミウム摂取量に換算した値と、その暫定月間耐容摂取量に対する割合を表 5.2 に示した。

その結果、食品からのカドミウム摂取量の暫定月間耐容摂取量に対する割合は平均で 44%、カドミウム摂取量の 95 パーセンタイルで 83%と暫定月間耐容摂取量を下回っていた。

表 5.2 月あたりカドミウム摂取量推定値と JECFA による月間耐容摂取量の比較

	平均	25 パーセ ンタイル	中央値	75 パーセ ンタイル	90 パーセ ンタイル	95 パーセ ンタイル
月あたり摂取量 の推定値 [$\mu\text{g}/\text{kg}$ 体重]	10.9	7.4	9.6	12.7	17.1	20.8
月間耐容摂取量 (25 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 体重) に対する割合	44%	30%	38%	51%	68%	83%

(3) 考察

本調査で得られた食品からのカドミウム摂取量を、食品安全委員会及び JECFA の評価で得られた耐容摂取量と比較した。その結果、食品からの日本人のカドミウム摂取量の 95 パーセンタイル推定値はこれらの耐容摂取量を下回っていた。

食べる食品の量や種類は日によって異なり、また各食品に含まれるカドミウム濃度も異なることも考えると、通常の食生活を送っている人であれば、カドミウム摂取量が

¹⁶ JECFA 73 Report p. 162 (http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_960_eng.pdf)

95 パーセンタイルを超える状況が長期間継続することは考えにくい。したがって、通常の食生活を送っていれば、食品からのカドミウムの摂取により健康への悪影響が出ることはないと考えられる。

6. 結論

カドミウム摂取量の平均値を知るためには、本調査より簡便な方法（例えばトータルダイエットスタディなど）も使用可能である。しかし、カドミウム摂取量の平均値だけではなく、カドミウム摂取量が高い人の摂取量や、そういう摂取者の割合を知るためには、確率論的アプローチによる解析が必要である。

本調査から、以下の結論が得られた。

- 当省が推進し、都道府県や生産者の方々に実施していただいているカドミウム濃度低減対策が有効であることが確認された。
- 今回の調査結果を用いて日本人の食品からのカドミウム摂取量を推定したところ、「H15 研究」より減少していることがわかった。
- 推定摂取量は食品安全委員会や JECFA が設定した耐容摂取量を下回っており、通常の食生活を送っていれば、食品からのカドミウムの摂取により健康への悪影響が出ることはないと考えられる。

7. 今後の対応

食品に含まれるカドミウム等の有害化学物質は、合理的に達成可能な範囲で低減する必要がある。農林水産省は、今後とも農産物のカドミウム低減対策の普及に務めるとともに、さらに効果的なカドミウム低減対策の研究開発や生産現場における実証を推進し、生産現場で利用可能な技術が得られれば、マニュアル化などを通じて普及を進めていく。

低減対策の進展や新たな低減技術の開発・普及等の状況などを鑑み、次回の農産物中のカドミウム実態調査の時期を決定し、実施する。

加工食品の摂取量から農産物摂取量を推定するための換算係数

加工食品の摂取量から原料となった農産物の摂取量を推定するため、表 A. 1 に示す換算係数を用いた。即ち、表中の加工食品の摂取量に換算係数をかけたものを、その農産物の摂取量に加算した。なお、表 A. 1 に掲載されていない食品からは、原料農産物を摂取していないものとした。

これらの換算係数は、五訂増補日本食品標準成分表¹中のエネルギーやたんぱく質含量の比、また各種ウェブサイトにあるレシピ等を参考に設定した。また、換算係数は、有効数字 2 桁とした。ただし、換算係数が 0.1 未満の場合は有効数字を 1 桁とした。

なお、この換算係数は、カドミウムの摂取量を推定するために設定したものであり、他の目的で利用する場合、必ずしも適切な値でない可能性がある。また、同じ加工食品であっても、製品により使われている原料の種類や量などが大きく異なる場合があることなどにも注意を要する。

表 A. 1 加工食品摂取量から農産物摂取量を求めるための換算係数

農産物名	品目名	換算係数	農産物名	品目名	換算係数
米	米(玄米、半つき米、七分つき米、精白米、はいが米)、陸稲含む	1.0	小麦	乾パン	1.1
	めし(陸稲のめしを含む)	0.48		フランスパン	0.81
	全かゆ	0.20		ぶどうパン	0.74
	五分かゆ	0.10		ロールパン	0.80
	おもゆ	0.06		クロワッサン	0.93
	アルファ化米	1.1		イングリッシュマフィン	0.63
	もち	0.67		パン	0.73
	赤飯	0.57		生うどん	0.78
				ゆでうどん	0.29
小麦	薄力粉	1.0		干しうどん	1.0
	中力粉	1.0		ゆで干しうどん	0.35
	強力粉	1.0		乾そうめん・ひやむぎ	1.0
	全粒粉強力粉	1.0		ゆでそうめん・ゆでひやむぎ	0.35
	ホットケーキミックス粉	1.0		乾手延そうめん・手延ひやむぎ	1.0
	天ぷら粉	1.0		ゆで手延そうめん・ゆで手延ひやむぎ	0.35
	食パン	0.72		生中華めん	0.78
	コッペパン	0.73		ゆで中華めん	0.41

¹ http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutugijyutu3/toushin/05031802/002.htm

農産物名	品目名	換算係数
小麦	蒸し中華めん	0.53
	干し中華めん	1.0
	ゆで干し中華めん	0.38
	生沖縄そば	0.79
	ゆで沖縄そば	0.41
	干し沖縄そば	1.0
	ゆで干し沖縄そば	0.41
	インスタントラーメン(油揚げ味付け麺)	1.1
	インスタントラーメン(油揚げ麺)	1.1
	インスタントラーメン(非油揚げ麺)	1.0
	中華カップめん(油揚げ麺)	1.1
	焼そばカップめん(油揚げ麺)	1.0
	中華カップめん(非油揚げ麺)	1.0
	和風カップめん(油揚げ麺)	1.1
	マカロニ・スパゲッティ	1.0
	ゆでマカロニ・ゆでスパゲッティ	0.40
	小麦胚芽	1.1
	ぎょうざの皮	0.80
	しゅうまいの皮	0.80
	ピザクラスト	0.76
	生パン粉	0.76
	半生パン粉	0.86
	乾燥パン粉	1.0
	今川焼	0.48
	ういろう	0.21
	カステラ	0.24
	げっぺい	0.35
	桜もち(関東風)	0.15
	タルト	0.58
	ちゃつう	0.15
	どら焼	0.20
	くりまんじゅう	0.35
	とうまんじゅう	0.15
	あんまん	0.38
	肉まん	0.38
	蒸しようかん	0.07

農産物名	品目名	換算係数
小麦	黒かりんとう	0.42
	かわらせんべい	0.48
	そばボロ	0.26
	あんパン	0.36
	クリームパン	0.34
	チョココロン	0.34
	シュークリーム	0.09
	スポンジケーキ	0.22
	ショートケーキ	0.10
	デニッシュペストリー	0.41
	イーストーナッツ	0.60
	ケーキーナッツ	0.58
	パイ皮	0.64
	アップルパイ	0.13
	ミートパイ	0.31
	バターケーキ	0.27
	ホットケーキ	0.44
	カスタードクリーム入りワッフル	0.36
	ソーダクラッカー	0.74
	サブレ	0.55
	パフパイ(フュタージュ)	0.48
	ソフトビスケット(クッキー)	0.44
	フレッツェル	0.58
	ロシアケーキ	0.36
	小麦粉あられ	1.2
	バイクドチーズケーキ	0.05
大豆	大豆(国産、米国産、中国産、ブラジル産)、乾	1.0
	大豆国産、ゆで	0.47
	大豆水煮缶	0.38
	きな粉	1.1
	木綿豆腐	0.20
	絹ごし豆腐	0.15
	ソフト豆腐	0.18
	充填豆腐	0.15
	沖縄豆腐、ゆし豆腐	0.15
	焼き豆腐	0.20

農産物名	品目名	換算係数
大豆	生揚げ	0.30
	油揚げ	0.55
	がんもどき	0.45
	凍り豆腐	1.5
	おから	0.14
	湯葉、生	0.65
	糸引き納豆	0.50
	ひきわり納豆	0.50
	豆乳	0.11
	調整豆乳、豆乳飲料	0.11
	しょうゆ(こいくち、うすくち、さいしこみ、たまり、白)	0.15
	米みそ	0.25
	麦みそ	0.17
	豆みそ	0.43
	粉末即席みそ	0.50
	ペースト即席みそ	0.30
にんじん	にんじん、きんとき(生、ゆで、冷凍)、ミニキャロット	1.0
	にんじんジュース	0.76
	葉にんじん、生	0.50
たまねぎ	たまねぎ、赤たまねぎ(生)	1.0
	たまねぎ、水さらし	0.70
	たまねぎ、ゆで	0.84
じゃがいも	じゃがいも(生、蒸し、水煮)	1.0
	乾燥マッシュポテト	4.7
	かたくり粉	4.6
	ポテトチップス	3.1
	成形ポテトチップス	3.3
ほうれんそう	ほうれんそう(生)	1.0
	ほうれんそう(ゆで)	1.3
	ほうれんそう(冷凍)	1.1

分析及びサンプリング

1. サンプリング

(1) 試料点数の考え方

統計学によると、試料の点数は、多ければ多いほど母集団を正確に推定できる。一方、試料の分析点数を多くしすぎると不必要にコストがかかることから、必要な情報を得るのに必要十分な試料点数を決定し、調査することが重要である。

本調査では、各品目中のカドミウム濃度分布を推定するため、どの程度まで高濃度の試料が存在するかを知ることが必要である。カドミウムは長期毒性が問題となるハザードであること、総摂取量への寄与が高い品目ほど高パーセンタイル値を知る必要があることなどを考慮して、米、大豆、小麦については 99.5 パーセンタイル値(上位 0.5%)、摂取寄与が大きいと考えられる野菜では 99 パーセンタイル値(上位 1%)、それ以外の野菜では 97.5 パーセンタイル値(上位 2.5%)以上の試料が、分析した試料に少なくとも 1 点含まれる確率が 95%以上となるよう、試料数を決定した。なお、無作為にサンプリングした際、母集団におけるあるパーセンタイル値よりも高濃度の試料を 1 点以上含む確率が 95%以上となる最小試料数を表 B.1 に示す。

表 B.1 あるパーセンタイル値よりも高濃度の試料を 1 点以上含む確率が 95%以上となる最小試料数

パーセンタイル値	上位何%以内の試料か？	分析すべき最小の試料数
97.5 パーセンタイル	上位 2.5%以内	119
99 パーセンタイル	上位 1%以内	299
99.5 パーセンタイル	上位 0.5%以内	598

(2) 米

平成 21、22 年度に調査を実施した。全国 1000 点(1 年あたり)を米作付面積(平成 20 年度市町村別水稻作付面積¹に基づく)で比例配分して市町村ごとの試料点数を決定した。それに基づき、主食用途に生産された国産の水稻うるち玄米を 1 サンプルあたり 200 g 以上無作為にサンプリングした。ただし、土壤汚染地域²で生産されたものは対象外とした。

¹ <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001060571> (e-Stat)

² 農用地の土壤の汚染防止等に関する法律第 3 条第 1 項の規定に基づく農用地土壤汚染対策地域、または同地域の指定に向けて手続き中の地域をいう。

(3) 小麦、大豆

小麦は平成 24～26 年度、大豆は H23～25 年度に調査を実施した。全国 600 点(1 年あたり)を、収穫量(平成 19～21 年度作物統計³に基づく)で比例配分して都道府県ごとの試料点数を決定した。市場流通する状態に調整された試料を、1 サンプルあたり 1 kg 以上無作為に採取した。

(4) 野菜

平成 21、22 年度に以下の品目を調査した。

- ① 過去の実態調査の結果及び野菜の 1 日あたりの摂取量を勘案して、カドミウム摂取への寄与が無視できないと考えられる以下の品目を調査対象とした。

キャベツ、ハクサイ、ほうれんそう、ねぎ、たまねぎ、にんにく、ゆりね、だいこん、にんじん、ごぼう、さといも、ばれいしょ、きゅうり、トマト、なす、オクラ

- ② 世界的には限られた地域でのみ生産・消費されているため、諸外国の実態調査等で詳細な知見が得られる可能性が低いと考えられる野菜のうち、我が国での消費量が比較的多い以下の品目を調査対象とした。

しゅんぎく、やまいも、かんしょ

- ③ 「食品・飼料のコーデックス分類」⁴において、“Stalk and stem vegetables”（茎を食べる野菜）以外の野菜の各グループから最低 1 品目が調査対象として選抜されているが、このグループのみからは 1 品目も選択していない。このグループの野菜中のカドミウム濃度の傾向に他の野菜中濃度との違いがあるか知るため、本グループを代表する品目としてアスパラガスを調査した。

調査点数を卸売数量(青果物産地別卸売統計)に基づき比例配分し、都道府県ごとの試料点数を決定した。出荷段階にある試料を、1 サンプルあたり 10 点以上かつ 1 kg 以上(ただし、ダイコン、ハクサイ、キャベツは 2 kg 以上)無作為に採取した。

各野菜品目の分析部位は表 B. 2 のとおりとした。

³ E-Stat に年度ごとに掲載。 <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001069792> (H19),
<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001062973> (H20),
<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001069768> (H21)

表 B. 2 野菜の分析部位

品目	分析部位
にんじん、さといも、ごぼう、だいこん、ばれいしょ、かんしょ、やまいも	葉部を除去し、泥を水で洗い落したもの (皮は取り除かずに分析する)
ほうれんそう	ひげ根及び変質葉を除去したもの。赤色根部は分析部位に含める
はくさい	外側変質葉を除去したもの
しゅんぎく	変質葉を除去したもの
キャベツ	外側変質葉及び「しん」を除去したもの
アスパラガス	株元を除去したもの
たまねぎ、ねぎ、にんにく	外皮及びひげ根を除去したもの
ゆりね	根及び根盤部を除去したもの
きゅうり	つるを除去したもの
トマト、なす、オクラ	へたを除去したもの

2. 分析

各分析で用いた分析法及びその性能を表 B. 3 に示す。それぞれについて、表 3. 2 (別添 1) の規準を満たしていることを確認した。

なお、室間再現相対標準偏差は、標準試料を 3 以上の異なる日に、8 回以上繰り返し試験した結果から求めた。

表 B. 3 分析法及びその性能

調査 年度	品目	分析法	検出限界 (LOD) [mg/kg]	定量限界 (LOQ) [mg/kg]	室間再現相対標準偏差 (RSD _R)	添加回収率
H21	米	試料をマッフル炉で炭化し、高周波誘導結合 プラズマ発光分析装置 (ICP/OES) で測定	0.01	0.04	1.8% (0.04 mg/kg) 1.9% (0.20 mg/kg)	99% (0.04 mg/kg) 102% (0.20 mg/kg)
H22		試料を粉碎後塩酸抽出し、ICP/OES で測定。	0.01	0.04	4.9% (0.04 mg/kg) 1.6% (0.2 mg/kg)	106% (0.04 mg/kg) 104% (0.2 mg/kg)
H24	小麦	試料を電気炉で灰化し、フレイムレス原子吸 光光度計で測定。	0.003	0.01	3.6% (0.01 mg/kg) 2.5% (0.03 mg/g)	94% (0.01 mg/kg) 92% (0.03 mg/kg)
H25					7.9% (0.01 mg/kg) 5.1% (0.03 mg/kg)	87% (0.01 mg/kg) 93% (0.03 mg/kg)
H26					0.78% (0.01 mg/kg) 2.1% (0.25 mg/kg)	92% (0.01 mg/kg) 87% (0.25 mg/kg)
H23	大豆	試料を電気炉で灰化し、黒鉛炉原子吸光光度 計で測定。	0.003	0.01	11% (0.02 mg/kg) 5.8% (0.10 mg/kg)	95% (0.02 mg/kg) 83% (0.10 mg/kg)
H24					13% (0.01 mg/kg) 8.1% (0.10 mg/kg)	98% (0.01 mg/kg) 96% (0.10 mg/kg)
H25					2.0% (0.01 mg/kg) 1.3% (0.25 mg/kg)	100% (0.01 mg/kg) 85% (0.25 mg/kg)
H21	にんじん さといも ごぼう ほうれんそう	熱分解し、原子吸光光度計で測定((社)日本食 品科学工学会 新・食品分析法編集委員会:新 食品分析法, 130, 239-241 (1996)、光琳)。	0.003	0.01	14% (0.01 mg/kg) 4.6% (0.10 mg/kg)	93% (0.01 mg/kg) 104% (0.10 mg/kg)
					12% (0.01 mg/kg) 4.1% (0.11 mg/kg)	94% (0.01 mg/kg) 107% (0.10 mg/kg)
					13% (0.01 mg/kg) 5.8% (0.10 mg/kg)	98% (0.01 mg/kg) 102% (0.10 mg/kg)
					13% (0.01 mg/kg) 4.7% (0.21 mg/kg)	102% (0.01 mg/kg) 103% (0.20 mg/kg)

調査 年度	品目	分析法	検出限界 (LOD) [mg/kg]	定量限界 (LOQ) [mg/kg]	室間再現相対標準偏差 (RSD _R)	添加回収率
H21	アスパラガス	熱分解し、原子吸光光度計で測定((社)日本食品科学工学会 新・食品分析法編集委員会:新食品分析法, 130, 239-241 (1996)、光琳)。	0.003	0.01	10% (0.01 mg/kg) 3.4% (0.10 mg/kg)	96% (0.01 mg/kg) 101% (0.10 mg/kg)
	たまねぎ				11% (0.01 mg/kg) 4.2% (0.05 mg/kg)	95% (0.01 mg/kg) 97% (0.05 mg/kg)
	ねぎ				12% (0.01 mg/kg) 3.1% (0.05 mg/kg)	95% (0.01 mg/kg) 104% (0.05 mg/kg)
	だいこん	マイクロウェーブオーブンで試料を分解し、フレイムレス原子吸光光度計で測定(AOAC 999.10)。	0.003	0.01	3.4% (0.01 mg/kg) 3.3% (0.1 mg/kg)	100% (0.01 mg/kg) 89% (0.1 mg/kg)
	ばれいしょ				8.9% (0.01 mg/kg) 4.5% (0.1 mg/kg)	106% (0.01 mg/kg) 93% (0.1 mg/kg)
	かんしょ				5.2% (0.01 mg/kg) 2.5% (0.1 mg/kg)	106% (0.01 mg/kg) 85% (0.1 mg/kg)
	やまいも				4.4% (0.01 mg/kg) 3.2% (0.1 mg/kg)	99% (0.01 mg/kg) 76% (0.1 mg/kg)
	はくさい				3.3% (0.01 mg/kg) 4.5% (0.2 mg/kg)	105% (0.01 mg/kg) 88% (0.2 mg/kg)
	しゅんぎく				6.7% (0.01 mg/kg) 4.2% (0.2 mg/kg)	102% (0.01 mg/kg) 82% (0.2 mg/kg)
	キャベツ				2.9% (0.01 mg/kg) 4.3% (0.2 mg/kg)	104% (0.01 mg/kg) 86% (0.2 mg/kg)
	にんにく				9.8% (0.01 mg/kg) 8.7% (0.05 mg/kg)	96% (0.01 mg/kg) 103% (0.05 mg/kg)
	ゆりね				6.0% (0.01 mg/kg) 4.5% (0.05 mg/kg)	77% (0.01 mg/kg) 80% (0.05 mg/kg)

調査 年度	品目	分析法	検出限界 (LOD) [mg/kg]	定量限界 (LOQ) [mg/kg]	室間再現相対標準偏差 (RSD _R)	添加回収率
H21	きゅうり	マイクロウェーブオーブンで試料を分解し、 フレイムレス原子吸光光度計で測定 (AOAC 999.10)。	0.003	0.01	6.3% (0.01 mg/kg) 4.3% (0.05 mg/kg)	97% (0.01 mg/kg) 89% (0.05 mg/kg)
	トマト				5.6% (0.01 mg/kg) 4.0% (0.05 mg/kg)	107% (0.01 mg/kg) 99% (0.05 mg/kg)
	なす				4.0% (0.01 mg/kg) 8.6% (0.05 mg/kg)	97% (0.01 mg/kg) 91% (0.05 mg/kg)
	オクラ				14% (0.01 mg/kg) 8.6% (0.05 mg/kg)	80% (0.01 mg/kg) 94% (0.05 mg/kg)
H22	にんじん	試料をオーブンで灰化し、ICP/OES または高 周波誘導結合プラズマ質量分析装置 (ICP/MS) で測定。	0.003	0.01	11% (0.02 mg/kg) 7.4% (0.1 mg/kg)	90% (0.02 mg/kg) 91% (0.1 mg/kg)
	さといも				12% (0.02 mg/kg) 4.9% (0.1 mg/kg)	83% (0.02 mg/kg) 83% (0.1 mg/kg)
	ごぼう				11% (0.02 mg/kg) 8.2% (0.1 mg/kg)	91% (0.02 mg/kg) 81% (0.1 mg/kg)
	だいこん				8.5% (0.02 mg/kg) 5.3% (0.1 mg/kg)	80% (0.02 mg/kg) 81% (0.1 mg/kg)
	ばれいしょ				11% (0.02 mg/kg) 5.5% (0.1 mg/kg)	86% (0.02 mg/kg) 82% (0.1 mg/kg)
	かんしょ				11% (0.02 mg/kg) 8.0% (0.1 mg/kg)	89% (0.02 mg/kg) 75% (0.1 mg/kg)
	やまいも				11% (0.02 mg/kg) 5.8% (0.1 mg/kg)	82% (0.02 mg/kg) 86% (0.1 mg/kg)
	ほうれんそう				11% (0.02 mg/kg) 2.5% (0.2 mg/kg)	90% (0.02 mg/kg) 90% (0.2 mg/kg)

調査 年度	品目	分析法	検出限界 (LOD) [mg/kg]	定量限界 (LOQ) [mg/kg]	室間再現相対標準偏差 (RSD _R)	添加回収率
H22	はくさい	試料をオープンで灰化し、ICP/OES または ICP/MS で測定。	0.003	0.01	8.4% (0.02 mg/kg) 2.1% (0.2 mg/kg)	99% (0.02 mg/kg) 92% (0.2 mg/kg)
	しゅんぎく				11% (0.02 mg/kg) 5.8% (0.2 mg/kg)	91% (0.02 mg/kg) 89% (0.2 mg/kg)
	キャベツ				9.5% (0.02 mg/kg) 4.6% (0.2 mg/kg)	92% (0.02 mg/kg) 86% (0.2 mg/kg)
	アスパラガス				6.8% (0.02 mg/kg) 2.7% (0.2 mg/kg)	101% (0.02 mg/kg) 93% (0.1 mg/kg)
	たまねぎ				9.0% (0.02 mg/kg) 9.1% (0.05 mg/kg)	99% (0.02 mg/kg) 92% (0.05 mg/kg)
	ねぎ				11% (0.02 mg/kg) 8.2% (0.05 mg/kg)	88% (0.02 mg/kg) 86% (0.05 mg/kg)
	にんにく				9.6% (0.02 mg/kg) 5.1% (0.05 mg/kg)	96% (0.02 mg/kg) 96% (0.05 mg/kg)
	きゅうり				7.7% (0.02 mg/kg) 6.5% (0.05 mg/kg)	90% (0.02 mg/kg) 98% (0.05 mg/kg)
	トマト				7.2% (0.02 mg/kg) 6.4% (0.05 mg/kg)	92% (0.02 mg/kg) 98% (0.05 mg/kg)
	なす				8.3% (0.02 mg/kg) 6.1% (0.05 mg/kg)	89% (0.02 mg/kg) 83% (0.05 mg/kg)
	オクラ				8.1% (0.02 mg/kg) 5.7% (0.05 mg/kg)	86% (0.02 mg/kg) 86% (0.05 mg/kg)