

国産米中のカドミウム・無機ヒ素含有実態調査の結果について

(令和4年～令和6年産)

I 調査の背景と目的

カドミウム及びヒ素は、自然環境中に広く存在する元素です。これらの物質は、動植物が育つ過程で土や水から取り込まれることにより、様々な食品や飲料水に微量に含まれています。また、食品に含まれるヒ素は、化学形態の違いにより無機ヒ素と有機ヒ素に分けられ、コメには主に無機ヒ素の形態で含まれています。我が国ではコメを主食としており、その消費量が多いことから、食品由来のカドミウム摂取量の約3割、無機ヒ素摂取量の約7割がコメに由来すると推定されています。

農林水産省は、コメに含まれるカドミウム及びヒ素の濃度を低減し、国民のこれらの物質の摂取量を減らすため、カドミウムについては平成23年に指針¹を策定し、都道府県等と連携して低減対策に取り組んできました。また、ヒ素については、平成31年に手引き²を策定し、低減対策の普及に向けた低減技術の実証等を進めてきました。その中で、カドミウムとヒ素いずれについても低減対策として水管理が有効であるものの、一方を低減する水管理が他方を増加させてしまういわゆるトレードオフの関係にあるため、双方を低減するための対策を研究・検討してきたところです。こうした検討を踏まえ、令和6年には双方を低減するための考え方をまとめた指針³を新たに策定し、産地における低減技術の実証・普及に取り組んでいます。

このたび、農林水産省が国産米中のカドミウム及び無機ヒ素を低減するための措置を検討する際の基礎データを得るとともに、指針等に基づく低減対策の有効性を確認するため、国産の玄米及びその玄米をとう精⁴して得られた精米を対象として、カドミウム及び無機ヒ素の含有実態を調査しました。

II 調査の内容と結果

(1) 調査方法

① 対象農産物

令和4年～令和6年産の国産玄米及びその玄米をとう精して得られた精米

② 調査点数

玄米、精米それぞれ、3か年で899点（令和4年及び令和5年：300点、令和6年：299点）を調査しました。全国の市町村ごとの調査点数は、それぞれの市町村の水稲作付面積⁵に応じて配分しました。

¹ コメ中のカドミウム低減のための実施指針（2011年8月策定、2018年1月改訂）

² コメ中ヒ素の低減対策の確立に向けた手引き（2019年3月策定、2022年2月改訂）

³ コメ中のカドミウム及びヒ素低減のための実施指針（2024年6月策定）

⁴ 玄米のぬかを除いて精米にすること。

⁵ 作物統計調査 市町村別データ（水稲）

③ 試料の採取、調製

国産米の集出荷施設等において、生産地区及び品種の組み合わせからなるロットから、合計 500 g 以上となるようランダムに玄米を採取しました。そのうえで、分析機関において、採取した玄米から 200 g 程度を分取し、国内で一般的に行われるとう精と同程度の歩留まり⁶ (90～92 %) となるようにとう精した精米を精米の分析用試料とし、とう精しなかった残りの玄米を玄米の分析用試料としました。

④ 分析項目

玄米、精米ともに、カドミウム及び無機ヒ素を分析しました。

⑤ 分析法と性能

用いた分析法とその性能については、別添にまとめました。

(2) 結果及び解析

① 含有濃度

a カドミウム

玄米及び精米のカドミウム濃度の調査結果⁷をそれぞれ表 1－1、1－2 に示しました。また、玄米及び精米のカドミウム濃度の度数分布をそれぞれ図 1－1、1－2 に示しました。

各年産の玄米中のカドミウムの分析値は、中央値がいずれも 0.03 mg/kg、平均値がいずれも 0.04 mg/kg でした。

各年産の精米中のカドミウムの分析値は、中央値がいずれも 0.03 mg/kg、平均値が 0.03～0.04 mg/kg でした。

また、今回の調査では、食品衛生法に基づく基準値 (0.4 mg/kg) を超えた試料はありませんでした。

表 1－1 令和 4 年～令和 6 年産玄米のカドミウム濃度の調査結果

調査対象	調査 点数	定量下限 (mg/kg)	定量下限 未満の点数	含有濃度 (mg/kg)		
				中央値	平均値 ⁸	最大値
令和 4 年産	300	0.01	41	0.03	0.04	0.19
令和 5 年産	300	0.01	45	0.03	0.04	0.17
令和 6 年産	299	0.01	37	0.03	0.04	0.24
令和 4 年 ～ 6 年産	899	0.01	123	0.03	0.04	0.24

⁶ 歩留まり (%) = とう精後の重量 / とう精前の重量 × 100

⁷ 回収率による補正は行っていない。

⁸ 定量下限未満の試料中濃度は定量下限値の 1/2 として算術平均値を算出 (以降の平均値も同様に算出)。

表 1 - 2 令和 4 年～令和 6 年産精米のカドミウム濃度の調査結果

調査対象	調査 点数	定量下限 (mg/kg)	定量下限 未満の点数	含有濃度 (mg/kg)		
				中央値	平均値	最大値
令和 4 年産	300	0.01	46	0.03	0.03	0.19
令和 5 年産	300	0.01	53	0.03	0.03	0.16
令和 6 年産	299	0.01	43	0.03	0.04	0.23
令和 4 年 ～ 6 年産	899	0.01	142	0.03	0.03	0.23

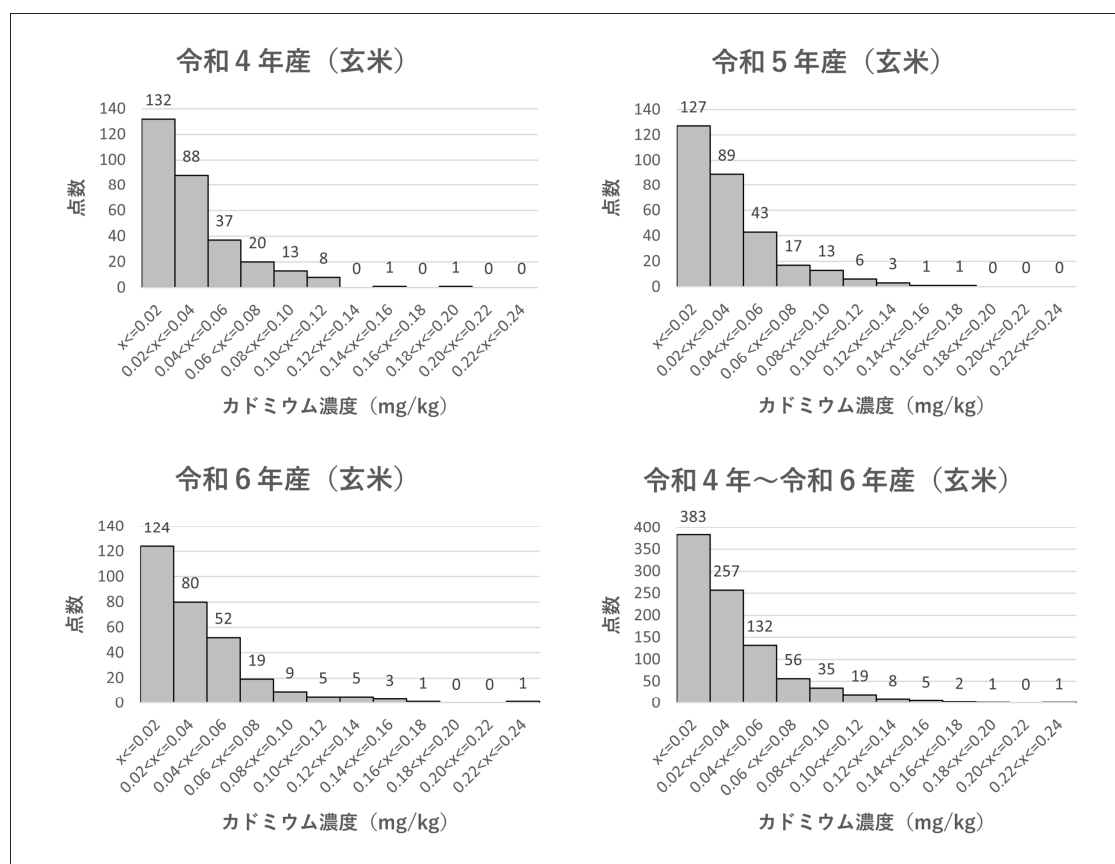


図 1 - 1 令和 4 年～令和 6 年産玄米のカドミウム濃度の度数分布

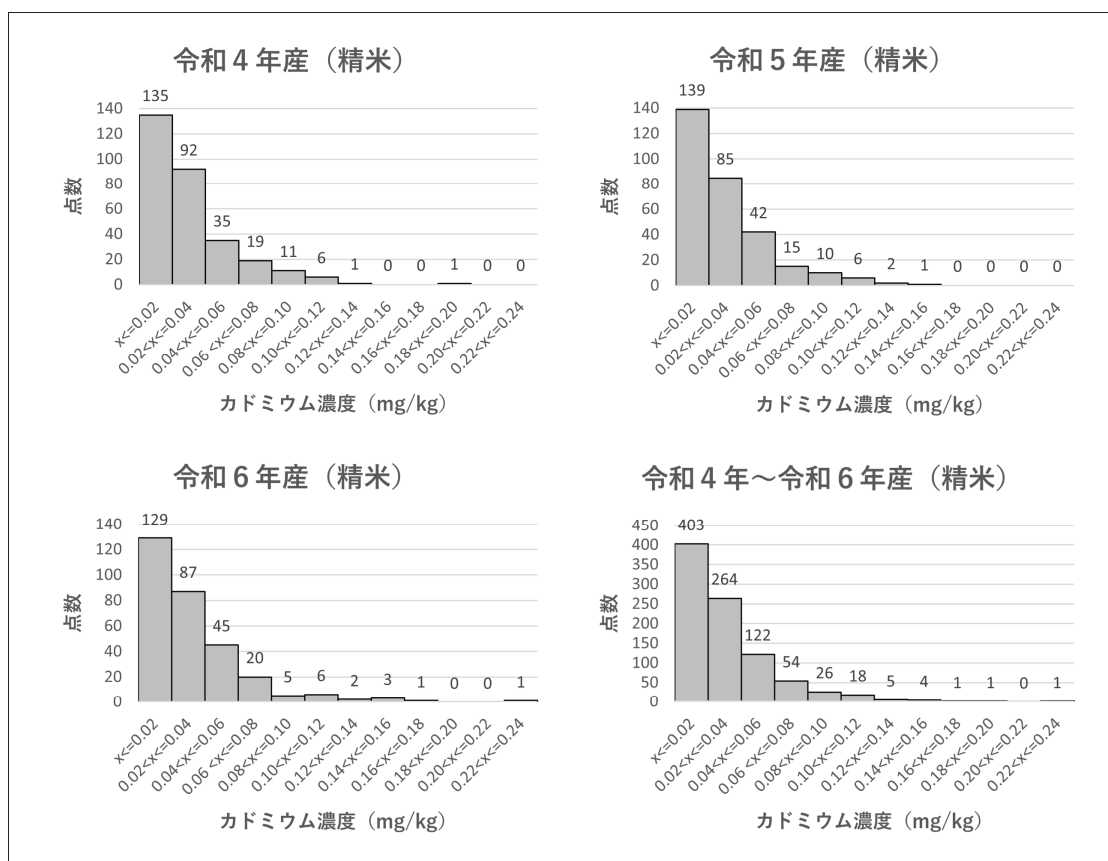


図1-2 令和4年～令和6年産精米のカドミウム濃度の度数分布

b 無機ヒ素

玄米及び精米の無機ヒ素濃度の調査結果⁹をそれぞれ表2-1、2-2に示しました。また、玄米及び精米の無機ヒ素濃度の度数分布をそれぞれ図2-1、2-2に示しました。

各年産の玄米中の無機ヒ素の分析値は、中央値がいずれも0.12 mg/kg、平均値が0.12～0.13 mg/kgでした。

各年産の精米中の無機ヒ素の分析値は、中央値が0.08～0.09 mg/kg、平均値がいずれも0.09 mg/kgでした。

これらは、コーデックス委員会が設定した無機ヒ素の最大基準値（玄米：0.35 mg/kg、精米：0.2 mg/kg）に照らして十分に低い濃度でした。また、今回の調査では、玄米及び精米ともに、99 %以上の試料が同基準値以下の濃度でした。

⁹ 回収率による補正は行っていない。

表 2－1 令和 4 年～令和 6 年産玄米の無機ヒ素濃度の調査結果

調査対象	調査 点数	定量下限 (mg/kg)	定量下限 未満の点数	含有濃度 (mg/kg)		
				中央値	平均値	最大値
令和 4 年産	300	0.01	0	0.12	0.13	0.37
令和 5 年産	300	0.01	2	0.12	0.12	0.35
令和 6 年産	299	0.02	1	0.12	0.13	0.34
令和 4 年 ～ 6 年産	899	0.01 - 0.02	3	0.12	0.13	0.37

表 2－2 令和 4 年～令和 6 年産精米の無機ヒ素濃度の調査結果

調査対象	調査 点数	定量下限 (mg/kg)	定量下限 未満の点数	含有濃度 (mg/kg)		
				中央値	平均値	最大値
令和 4 年産	300	0.01	0	0.08	0.09	0.23
令和 5 年産	300	0.01	5	0.09	0.09	0.20
令和 6 年産	299	0.02	1	0.09	0.09	0.21
令和 4 年 ～ 6 年産	899	0.01 - 0.02	6	0.09	0.09	0.23

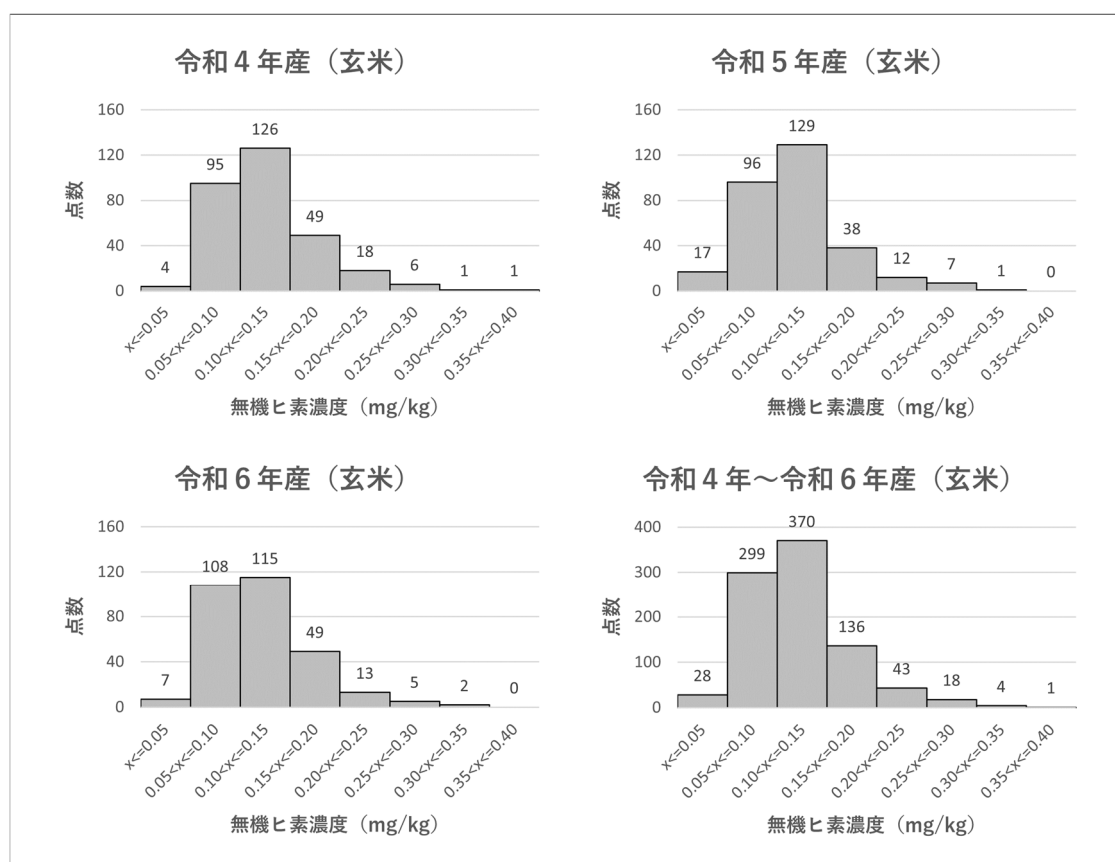


図 2－1 令和 4 年～令和 6 年産玄米の無機ヒ素濃度の度数分布

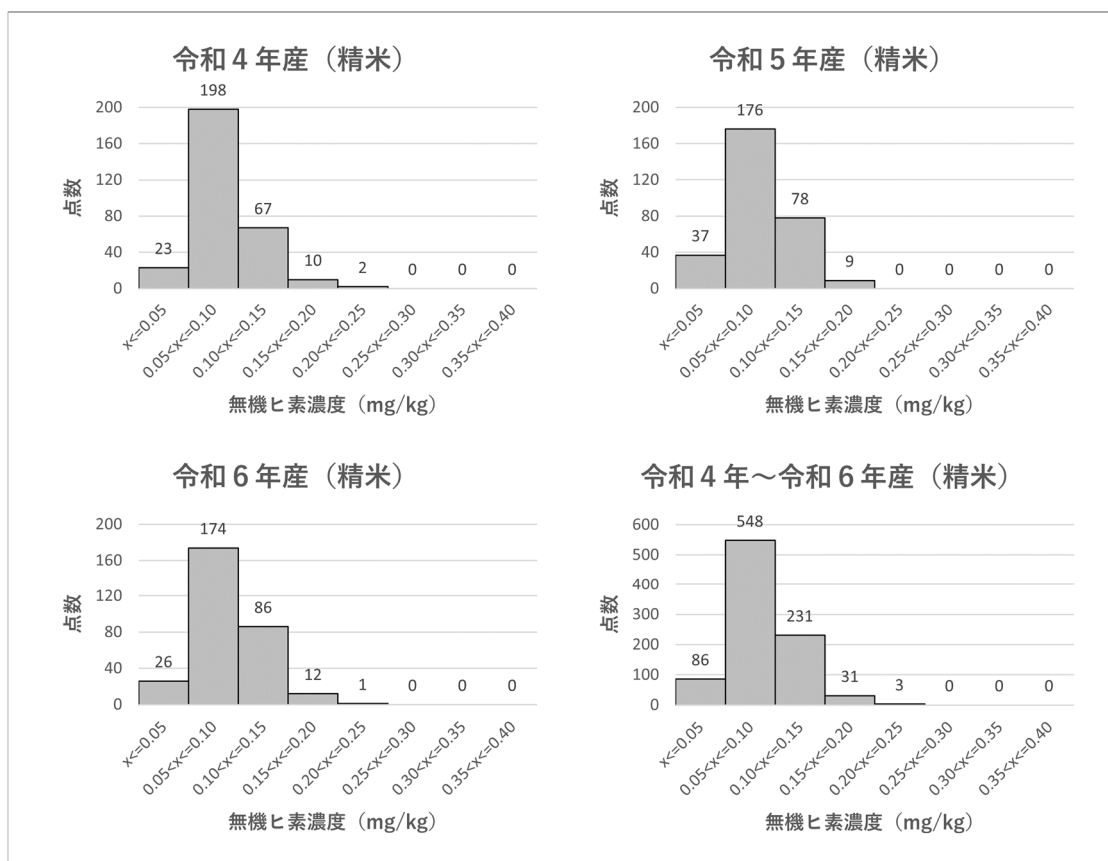


図2-2 令和4年～令和6年産精米の無機ヒ素濃度の度数分布

② 前回の調査との比較

a カドミウム

玄米のカドミウム濃度について、今回の調査（令和4年～令和6年産）結果を前回の調査（平成21年～平成22年産）結果と比較しました（表3、図3）。

平均値については、今回の調査結果では0.04 mg/kgであり、前回の調査結果の0.05 mg/kgより低い値でした。また、各パーセンタイル¹⁰（75、90、95パーセンタイル）の値についても、前回より低い値でした。

表3で示した各濃度区間の相対度数を比較すると、今回の調査結果では前回と比べて低濃度側における頻度が高く、高濃度側における頻度が低くなっていました。今回及び前回の調査における各濃度区間の頻度の比率について、カイ二乗検定による同等性の検定を行った結果、有意な差（有意水準5%）が認められました。

以上より、今回の調査結果で得られた玄米のカドミウム濃度は、前回の調査結果と比べると、全体として低くなっているといえることから、指針に基づくカドミウムの低減対策は有効に機能していると考えられます。

¹⁰ いくつかの測定値を、小さいほうから順番に並べ、何パーセント目にあたるかを示す言い方。

表3 今回調査と前回調査における玄米のカドミウム濃度の調査結果の比較

	平成 21 年～ 平成 22 年産	令和 4 年～ 令和 6 年産
分析点数	2,000	899
定量下限 (mg/kg)	0.04	0.01
定量下限未満の点数	1149 (57.5 %)	123 (13.7 %)
0.1 mg/kg 以下	1820 (91.0 %)	863 (96.0 %)
0.1 mg/kg を超え、0.2 mg/kg 以下	151 (7.6 %)	35 (3.9 %)
0.2 mg/kg を超え、0.3 mg/kg 以下	27 (1.4 %)	1 (0.1 %)
0.3 mg/kg を超える	2 (0.1 %)	0 (0.0 %)
平均値 (mg/kg)	0.05	0.04
25 パーセンタイル(mg/kg)	< 0.04	0.02
中央値 (mg/kg)	< 0.04	0.03
75 パーセンタイル(mg/kg)	0.06	0.05
90 パーセンタイル(mg/kg)	0.10	0.08
95 パーセンタイル(mg/kg)	0.14	0.10

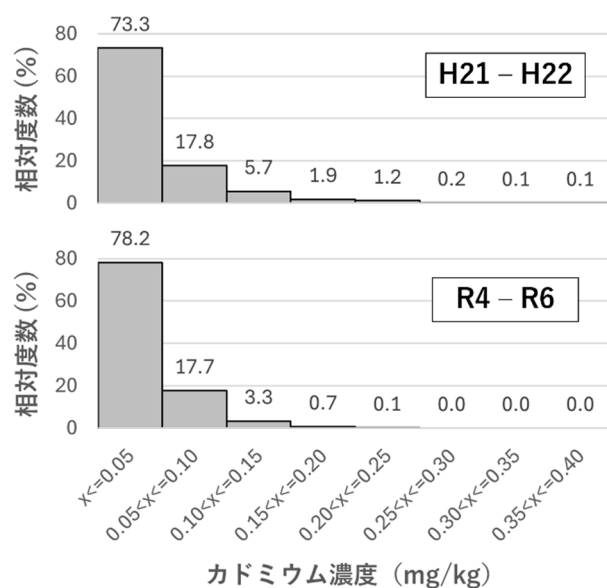


図3 今回調査と前回調査の玄米のカドミウム濃度の分布の比較

b 無機ヒ素

玄米の無機ヒ素濃度について、今回の調査（令和４年～令和６年産）結果を前回の調査（平成２９年～令和元年産）結果と比較しました（表４、図４）。

表４で示した各濃度区間の相対度数を比較すると、今回の調査結果は前回の調査結果と比べて、低濃度側における頻度が高く、高濃度側における頻度が低くなっていました。各パーセンタイルの値及び平均値についても、今回の調査結果は前回の調査結果と比べて低い値でした。

また、今回及び前回の調査の結果得られた濃度分布について、Mann - Whitney の U 検定を行った結果、有意な差（有意水準 ５％）が認められました。

以上より、今回の調査結果で得られた玄米の無機ヒ素濃度は、前回の調査結果と比べると、全体として低くなっているといえることから、指針に基づく無機ヒ素の低減対策は有効に機能していると考えられます。

表４ 今回調査と前回調査における玄米の無機ヒ素濃度の調査結果の比較

	平成 29 年～ 令和元年産	令和 4 年～ 令和 6 年産
分析点数	1, 500	899
定量下限 (mg/kg)	0. 02	0. 01 - 0. 02
定量下限未満の点数	0 (0. 0 %)	3 (0. 3 %)
0. 1 mg/kg 以下	244 (16. 3 %)	327 (36. 4 %)
0. 1 mg/kg を超え、0. 2 mg/kg 以下	960 (63. 0 %)	506 (56. 3 %)
0. 2 mg/kg を超え、0. 3 mg/kg 以下	272 (18. 1 %)	61 (6. 8 %)
0. 3 mg/kg を超え、0. 4 mg/kg 以下	20 (1. 3%)	5 (0. 6 %)
0. 4 mg/kg を超え、0. 5 mg/kg 以下	3 (0. 2 %)	0 (0. 0 %)
0. 5 mg/kg を超える	1 (0. 1 %)	0 (0. 0 %)
平均値 (mg/kg)	0. 16	0. 13
25 パーセンタイル(mg/kg)	0. 12	0. 09
中央値 (mg/kg)	0. 15	0. 12
75 パーセンタイル(mg/kg)	0. 19	0. 15
90 パーセンタイル(mg/kg)	0. 23	0. 19
95 パーセンタイル(mg/kg)	0. 27	0. 22

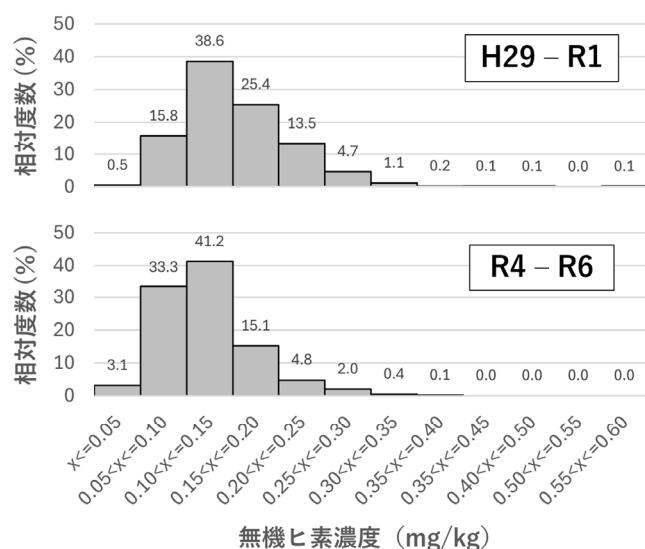


図4 今回調査と前回調査の玄米の無機ヒ素濃度の分布の比較

③ 玄米と精米の比較

a カドミウム

玄米及び精米のカドミウム濃度の分布について、Wilcoxon の符号順位検定を行った結果、有意な差（有意水準 5 %）が認められました。一方で、玄米のカドミウム濃度に対する精米のカドミウム濃度の比率¹¹については、表5のとおり、中央値は100 %、平均値は95 %でした。これらのことから、玄米に含まれるカドミウムの濃度はとう精により減少するが、減少の程度はわずかであるという過去の報告と同様の傾向が再確認されました。

表5 玄米に対する精米のカドミウム濃度の比率

調査点数 ¹²	中央値 (%)	平均値 (%)
755	100	95

b 無機ヒ素

玄米及び精米の無機ヒ素濃度の分布について、Wilcoxon の符号順位検定を行った結果、有意な差（有意水準 5 %）が認められました。また、玄米の無機ヒ素濃度に対する精米の無機ヒ素濃度の比率¹³については、表6のとおり、中央値は75 %、平均値は73 %でした。これらのことから、玄米に含まれる無機ヒ素の濃度は、とう精により減少するという過去の報告と同様の傾向が再確認されました。

¹¹ (玄米のカドミウム濃度に対する精米のカドミウム濃度の比率 (%))

$$= (\text{精米のカドミウム濃度}) / (\text{玄米のカドミウム濃度}) \times 100$$

¹² 玄米又は精米の濃度が定量下限未満の試料を除く。

¹³ (玄米の無機ヒ素濃度に対する精米の無機ヒ素濃度の比率 (%))

$$= (\text{精米の無機ヒ素濃度}) / (\text{玄米の無機ヒ素濃度}) \times 100$$

表6 玄米に対する精米の無機ヒ素濃度の比率

調査点数 ¹⁴	中央値 (%)	平均値 (%)
893	75	73

III 今後の予定

カドミウムやヒ素のように、環境中に天然に存在し、意図せず農産物に含まれる有害化学物質については、農産物の生産から消費までの各段階において適切な措置を講じて、合理的に達成可能な範囲で、その濃度をできる限り低減していくことが重要です。

今回の調査における国産米中のカドミウム及び無機ヒ素の濃度は、前回の調査と比較して、全体として低いことが分かりました。農林水産省は、コメに含まれるカドミウムや無機ヒ素の濃度をより低減し、国産米の安全性をさらに向上させていくため、引き続き、国産米中のカドミウム及び無機ヒ素の含有実態の把握や指針に基づく各生産地域に適した低減対策の実証等を地方自治体や関係機関と連携して進めていきます。

¹⁴ 玄米又は精米の濃度が定量下限未満の試料を除く。

分析法及び性能

I 分析法

(1) カドミウムの分析法¹⁵

分析用試料に水及び硝酸を加えて加熱し、その後硫酸を加えて再び加熱して分解した後、誘導結合プラズマ質量分析計を用いてカドミウム濃度を定量しました。

(2) 無機ヒ素の分析法¹⁶

分析用試料に 0.15 mol/L 硝酸溶液を加え加熱分解後、高速液体クロマトグラフ-誘導結合プラズマ質量分析装置を用いて亜ヒ酸 (As(Ⅲ)) 及びヒ酸 (As(V)) に由来するヒ素の濃度を定量し、その合計値を無機ヒ素濃度としました。

II 分析法の性能確認

(1) 定量下限及び検出下限

令和 4 年から令和 6 年までに行ったそれぞれの分析における定量下限及び検出下限について、以下の表 1－1 及び 1－2 の通りまとめました。

表 1－1 カドミウムの定量下限及び検出下限

調査対象		定量下限 (mg/kg)	検出下限 (mg/kg)
玄米	令和 4 年産	0.01	0.002
	令和 5 年産	0.01	0.003
	令和 6 年産	0.01	0.003
精米	令和 4 年産	0.01	0.002
	令和 5 年産	0.01	0.003
	令和 6 年産	0.01	0.003

表 1－2 無機ヒ素の定量下限及び検出下限

調査対象		定量下限 (mg/kg)	検出下限 (mg/kg)
玄米	令和 4 年産	0.01	0.005
	令和 5 年産	0.01	0.005
	令和 6 年産	0.02	0.006
精米	令和 4 年産	0.01	0.003
	令和 5 年産	0.01	0.005
	令和 6 年産	0.02	0.006

¹⁵ カドミウムの分析法の参考文献は以下の通り。

・平成 22 年 4 月 8 日食安発 0408 第 2 号 厚生労働省医薬食品局食品安全部長通知 「食品、添加物等の規格基準の一部を改正する件について」

¹⁶ 無機ヒ素の分析法の参考文献は以下の通り。

・Nishimura et al, “Determination Method for Total Arsenic and Partial-digestion Method with Nitric Acid for Inorganic Arsenic Speciation in Several Varieties of Rice”, Food Hygiene and Safety Science, Vol.51, No.4, p.178-181, 2010.

(2) 添加回収率¹⁷

カドミウム及び無機ヒ素について、玄米、精米それぞれ、2種類の濃度で添加回収試験を各5回行い、添加回収率を確認しました。

その結果は表2-1及び2-2の通りでした。いずれの添加濃度においても、玄米及び精米ともに添加回収率は80%以上110%以下の範囲にあり、許容できる値でした。

表2-1 カドミウムの添加回収率

調査対象		添加濃度 (mg/kg)	添加回収率 (%)
玄米	令和4年産	0.01	95.2
		0.4	93.4
	令和5年産	0.01	95.5
		0.4	100.9
	令和6年産	0.01	95.4
		0.4	94.7
精米	令和4年産	0.01	95.6
		0.4	94.4
	令和5年産	0.01	95.8
		0.4	100.3
	令和6年産	0.01	97.7
		0.4	98.4

表2-2 無機ヒ素の添加回収率

調査対象		添加濃度 (mg/kg)	添加回収率 (%)
玄米	令和4年産	0.02	96.5
		0.4	97.6
	令和5年産	0.02	96.9
		0.4	99.4
	令和6年産	0.02	94.2
		0.4	91.8
精米	令和4年産	0.02	91.9
		0.4	95.2
	令和5年産	0.02	93.3
		0.4	98.2
	令和6年産	0.02	94.3
		0.4	96.1

¹⁷ ある試料に既知濃度の分析対象物質を添加したものを測定したときの、添加した量に対する測定された量の比率。

(3) 測定の不確かさ

カドミウム及び無機ヒ素について、2種類の濃度の標準液を添加した玄米及び精米を用いた8回の繰り返し精度試験を、異なる3日で各日1回ずつ実施し、一元配置の分散分析により併行精度¹⁸及び中間精度¹⁹を求めました。

その結果は表3-1、3-2の通りでした。いずれの添加濃度においても、玄米、精米ともに併行精度で15%以下、中間精度で22%以下にあり、許容できる値でした。

表3-1 カドミウムの併行精度及び中間精度

調査対象		添加濃度 (mg/kg)	併行精度 (%)	中間精度 (%)
玄米	令和4年産	0.01	6.6	7.0
		0.4	1.7	2.0
	令和5年産	0.01	9.8	9.8
		0.4	2.5	3.9
	令和6年産	0.01	7.8	9.4
		0.4	2.6	3.0
精米	令和4年産	0.01	6.7	6.8
		0.4	1.8	3.2
	令和5年産	0.01	6.6	7.7
		0.4	1.8	2.1
	令和6年産	0.01	8.5	9.4
		0.4	2.8	3.2

¹⁸ 同一と見なされる試料の分析において、短時間に、同一の分析者が、同一の試験室、機器、分析法を用いて測定を行った場合の分析値のばらつき。

¹⁹ 同一と見なされる試料の分析において、同一の試験室、分析法を用いて、測定日時、分析者、機器、校正、試薬などが一部異なる条件で測定を行った場合の分析値のばらつき。

表 3－2 無機ヒ素の併行精度及び中間精度

調査対象		添加濃度 (mg/kg)	併行精度 (%)	中間精度 (%)
玄米	令和 4 年産	0.02	3.0	7.1
		0.4	0.7	4.7
	令和 5 年産	0.02	6.8	7.1
		0.4	1.1	8.1
	令和 6 年産	0.02	7.4	9.0
		0.4	2.1	5.3
精米	令和 4 年産	0.02	4.3	4.5
		0.4	1.8	3.2
	令和 5 年産	0.02	5.7	8.0
		0.4	1.4	7.2
	令和 6 年産	0.02	7.2	9.0
		0.4	3.0	5.9

Ⅲ 内部精度管理

(1) 添加回収率

カドミウム及び無機ヒ素について、分析期間を通じて「食品衛生検査施設等における検査等の業務の管理の実施について」（平成 9 年 4 月 1 日付け衛食第 117 号厚生省生活衛生局食品保健課長通知）に規定された頻度で 2 種類の濃度の標準液を玄米に添加して分析し、その添加回収率を求めました。

その結果、カドミウム及び無機ヒ素でそれぞれ 1 回の分析を除き、分析期間における添加回収率の分析結果は 80%以上 110%以下の範囲に収まっており、許容できると判断しました。

(2) 併行精度

カドミウム及び無機ヒ素について、分析期間を通じて「食品衛生検査施設等における検査等の業務の管理の実施について」（平成 9 年 4 月 1 日付け衛食第 117 号厚生省生活衛生局食品保健課長通知）に規定された頻度で 2 種類の濃度の標準液を玄米に添加して 5 回の繰り返し併行試験を行い、各回の分析値についてⅡ.

(3) で得られた併行標準偏差と比較して z スコアの絶対値を求めました。

その結果、分析期間を通じて z スコアの絶対値が 2 以内に保たれており、許容できる値でした。