

国産米の無機ヒ素の含有実態調査（平成29年～令和元年産）の結果について

農林水産省は、国産玄米及び精米の無機ヒ素の含有実態調査（平成29年～令和元年産）の結果を取りまとめました。

農林水産省は、国産米における無機ヒ素濃度低減対策の導入に向けて、引き続き、国産米の無機ヒ素濃度の含有実態を把握するとともに、各生産地域に適した低減技術の確立と普及に取り組みます。

1. 調査の目的

農林水産省は、リスク管理措置を検討する際の基礎データとするため、「食品の安全性に関する有害化学物質のサーベイランス・モニタリング年次計画」に基づき、国産農産物中ヒ素の含有実態を調査しています。平成29年～令和元年産の国産玄米及び玄米をとう精して得られた精米を対象とした無機ヒ素の含有実態調査の結果を取りまとめました。

とう精とは玄米のぬかを除いて精米にすること

2. 調査結果の概要

平成29年～令和元年産の国産玄米（1,500点）及び平成29年～平成30年産の玄米をとう精して得られた精米（1,000点）に含まれる無機ヒ素濃度を調査しました。調査試料は、全国の国産米の集出荷施設等において、地域の水稲作付面積に応じた点数を採取しました。

その結果、玄米の無機ヒ素濃度の中央値は0.15 mg/kgであり、過去の調査結果と同程度でした。

調査対象	調査点数	無機ヒ素濃度（mg/kg）			
		中央値	平均値	最大値	
玄米	平成29年産	500	0.14	0.15	0.38
	平成30年産	500	0.14	0.15	0.37
	令和元年産	500	0.16	0.17	0.60
	平成29年～令和元年産 計	1,500	0.15	0.16	0.60
精米	平成29年産	500	0.08	0.092	0.26
	平成30年産	500	0.10	0.098	0.25
	平成29年～平成30年産 計	1,000	0.09	0.095	0.26

さらに、玄米と精米の無機ヒ素濃度を比較した結果、玄米と精米の濃度比率は、中央値が64%であり、精米は玄米よりも低い値を示しました。

調査点数	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			
	最小値 (%)	中央値 (%)	平均値 (%)	最大値 (%)
1,000	38	64	63	86

(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) (%)
= (精米の無機ヒ素濃度) / (玄米の無機ヒ素濃度) × 100

3. 今後の対応

農林水産省は、国産米における無機ヒ素濃度低減対策の導入に向けて、引き続き、含有実態を把握するとともに、各生産地域に適した低減技術の確立と普及に取り組みます。

(参考) 食品中のヒ素

ヒ素は、火山活動等の自然現象や産業活動に伴って環境中に放出され、土壌や水といった環境中に広く存在しています。このため、様々な食品や飲料水は、低濃度のヒ素を含んでいます。また、農産物の中ではコメが他の農産物よりもヒ素濃度が高いことが分かっています。

食品からのヒ素の摂取に関しては、内閣府食品安全委員会は、「日本人が食品を通じて摂取するヒ素の現状に問題があるとは考えていない」、ただし、「一部の集団で多く無機ヒ素を摂取している可能性があることから、特定の食品に偏らずバランスのよい食生活を心がけることが重要」としています。

その一方で、ヒ素のように意図せず食品に含まれる有害化学物質については、食品の生産から消費までの過程において適切な対策を行い、その濃度を低減していくことが重要です。これは、国際食品規格の策定等を行う国際機関であるコーデックス委員会において合意された考え方です。

関連情報

- ・ 食品中のヒ素に関する情報
https://www.maff.go.jp/j/syouan/nouan/kome/k_as/index.html
- ・ 「平成24年度 国産玄米及び精米中のヒ素の含有実態調査」の結果について
https://www.maff.go.jp/j/syouan/nouan/kome/k_as/attach/pdf/occurrence-1.pdf
- ・ コメ中ヒ素の低減対策の確立に向けた手引き
https://www.maff.go.jp/j/syouan/nouan/kome/k_as/As_tebiki.pdf
- ・ 食品中のヒ素に係る食品健康影響評価及び食品中のヒ素に関するQ&A
(食品安全委員会)
<https://www.fsc.go.jp/fscis/evaluationDocument/show/kya2009031900k>

添付資料

別紙 国産米の無機ヒ素の含有実態調査の結果について (平成29年～令和元年産)

【お問合せ先】

消費・安全局農産安全管理課
担当者：土壌汚染防止班 三浦、山川、小
嶋、野際
代表：03-3502-8111 (内線4507)
ダイヤルイン：03-3592-0306

国産米の無機ヒ素の含有実態調査の結果について (平成 29 年～令和元年産)

I 調査の背景と目的

ヒ素は、環境中に広く存在する元素です。火山活動や鉱物の風化等の自然現象によって環境中に放出されるため、土壌や水には天然由来のヒ素が含まれています。また、環境中に存在するヒ素には、天然由来のヒ素のほかに産業活動に伴って、環境中に放出されたものもあります。このため、様々な食品や飲料水は低濃度のヒ素を含んでいます。

食品に含まれるヒ素は、大きく有機ヒ素と無機ヒ素に分けられ、一般に、有機ヒ素に比べて無機ヒ素の毒性の方が高いとされています。

これまでに農林水産省が行った農産物に含まれるヒ素の実態調査結果等から、コメは他の農産物に比べてヒ素の濃度が高く、かつ、含まれるヒ素の多くが無機ヒ素であることが分かっています。国際食品規格を策定する Codex 委員会¹において、2014 年に精米の無機ヒ素の最大基準値が、2016 年に玄米の無機ヒ素の最大基準値が設定され、一部の国や地域においても、コメのヒ素の最大基準値が設定されています。

農林水産省では、日本人のコメの主な摂取形態は精米であることを踏まえつつ、国産米の無機ヒ素に対するリスク管理措置を検討する際の基礎データとするため、国産の玄米及びその玄米をとう精²した精米を対象として、無機ヒ素の含有実態並びにとう精の影響を調査しました。

II 調査の内容と結果

(1) 調査方法

① 対象農産物

平成 29 年～令和元年産玄米及び平成 29 年～平成 30 年産の玄米をとう精して得られた精米 (1,000 点)

② 調査点数

各年 500 点ずつ、3 か年合計で玄米 1,500 点、精米 1,000 点を調査しました。調査点数は、全国の市町村毎に、それぞれの市町村の水稻作付面積³に応じて配分しました。

¹ 消費者の健康の保護、食品の公正な貿易の確保等を目的として、1963 年に FAO 及び WHO により設置された国際的な政府間機関。国際食品規格の策定等を行っています。

² 玄米のぬかを除いて精米にすること

³ 農林水産関係市町村別統計 市町村別データ (水稻作付面積)

③ 試料の採取、調製

まず、国産米の集出荷施設等において、個袋またはフレキシブルコンテナバッグから、ランダムに合計重量 500 g 以上となるように玄米を採取しました。

次に、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⁴ (90~92%) となるよう、試験用とう精機を用いてとう精し、得られた精米を分析用試料としました。また、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、精米ともに無機ヒ素を分析しました。

⑤ 試料の分析

a 分析方法⁵

分析用試料⁶に 0.15 mol/L 硝酸溶液を加え、抽出されたヒ素から、各分子種を高速液体クロマトグラフで分離した後、誘導結合プラズマ質量分析装置でそれぞれ定量し、無機ヒ素濃度を算出しました。

b 分析法の性能確認

i. 定量下限及び検出下限

玄米、精米ともに、定量下限は 0.020 mg/kg、検出下限は 0.006 mg/kg (平成 30 年産調査の検出下限は 0.004 mg/kg) でした。

ii. 添加回収率⁷

同じ日に 2 種類の濃度の標準液を、各 3 回、玄米又は精米に添加して分析し、その添加回収率を求めました。

その結果は表 1 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。

⁴ 歩留まり (%) = とう精後の重量 / とう精前の重量 × 100

⁵ 分析法の参考文献は以下のとおり。

- ・ HPLC-ICPMSによる米(玄米・精米)中ヒ素化合物の形態別分析の標準作業手順書(SOP) Ver.1.0 独立行政法人農業環境技術研究所 有害化学物質リスク管理リサーチプロジェクト
- ・ 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.
- ・ Baba et al, "多検体分析に適したコメ中ヒ素化合物の分析法の開発", Journal of Chromatography A, DOI: 10.1016/j.chroma.2014.05.072
- ・ Nagaoka et al, "Evaluation of Nitric Acid-based Partial-digestion Method for Selective Determination of Inorganic Arsenic in Rice Food Hygiene and Safety Science", Vol.49, No.2, p.95-99, 2008.

⁶ 分析用試料の重量は平成 29 年産は 0.5 g、平成 30 年産、令和元年産は 1 g に設定。

⁷ 添加回収率は、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回収された量の比率。

表 1 無機ヒ素の添加回収試験

調査対象		添加濃度 (mg/kg)	添加回収率 (%)
玄米	平成 29 年産	0.02	94 - 106
		0.2	97 - 105
	平成 30 年産	0.02	89 - 101
		0.2	97 - 102
	令和元年産	0.02	106 - 110
		0.2	108 - 109
精米	平成 29 年産	0.02	93 - 108
		0.2	94 - 98
	平成 30 年産	0.02	94 - 110
		0.2	97 - 99

iii. 測定の不確かさ

2 種類の濃度の標準液を添加した玄米又は精米を用いた 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⁸及び中間精度⁹を求めました。

その結果は表 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 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	平成 29 年産	0.02	0.9	0.9
		0.2	2.7	2.7
	平成 30 年産	0.02	9.2	11.9
		0.2	3.9	4.5
	令和元年産	0.02	0.6	9.0
		0.2	1.8	6.3
精米	平成 29 年産	0.02	1.4	1.4
		0.2	2.6	3.1
	平成 30 年産	0.02	7.8	13.7
		0.2	2.0	4.8

⁸ 併行精度は、同じ分析担当者が同じ試薬を用いて短時間に繰り返し測定を行った場合の分析値のばらつき。

⁹ 中間精度は、同じ試験室内で分析を行う日や分析担当者などを変えて測定したときの分析値のばらつき。室内再現精度とも呼ばれます。

c 内部精度管理

i. 添加回収率

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月衛食第117号）」に規定された頻度で、2種類の濃度の標準液を玄米又は精米に添加して分析し、その添加回収率を求めました。

分析期間を通じて、いずれの添加濃度においても、玄米、精米ともに添加回収率は80%以上110%以下の範囲に保たれており、許容できる値でした。

ii. 併行精度

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月衛食第117号）」に規定された頻度で、2種類の濃度の標準液を添加した玄米又は精米を用いた8回以上の繰り返し精度試験を行い、各回の分析値について、b iii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。

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

(2) 結果及び解析

① 含有濃度（玄米）

今回の調査結果（回収率補正を行っていない）を表3に示しました。また、玄米の無機ヒ素濃度の度数分布を図1に示しました。

調査した全ての試料において無機ヒ素の分析値は定量下限（0.020 mg/kg）を上回りました。各年産の中央値は0.14~0.16 mg/kg、平均値は0.15~0.17 mg/kgであり、ほとんどの調査試料が0.05~0.25 mg/kgの範囲内にありました。

これらはコーデックス委員会が設定した玄米の無機ヒ素の基準（0.35 mg/kg）に照らして低く、国産米の無機ヒ素の濃度分布は低い水準に保たれていることが分かりました。また、今回の調査では99%以上の試料が同基準以下でした。

コメの無機ヒ素濃度は様々な環境要因（登熟期間中の気温や出穂期前後の水管理等）の影響を受けることが知られています。今回の調査においても、多重比較（Dunn検定）を行った結果、令和元年産は、平成29年産及び平成30年産との分布間に有意な差（有意水準5%）が認められ、中央値が高くなりました。

表3 平成29年～令和元年産玄米の無機ヒ素濃度の調査結果

調査対象	調査 点数	<LOQ の点数	無機ヒ素濃度 (mg/kg)		
			中央値	平均値	最大値
平成29年産	500	0	0.14	0.15	0.38
平成30年産	500	0	0.14	0.15	0.37
令和元年産	500	0	0.16	0.17	0.60
平成29年 ～令和元年産	1,500	0	0.15	0.16	0.60

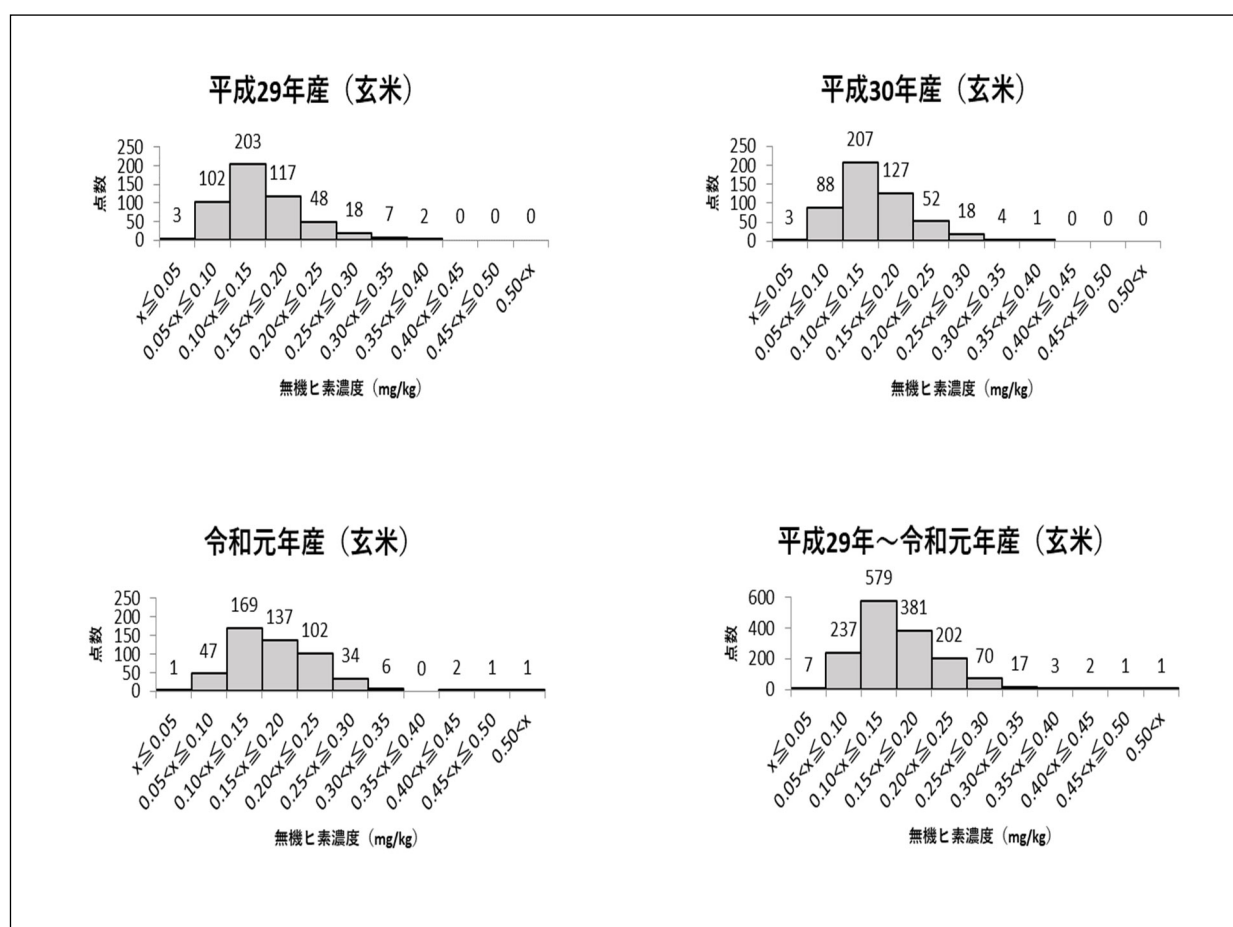


図1 玄米の無機ヒ素濃度の度数分布

② 含有濃度（精米）

調査結果（回収率補正を行っていない）を表4に示しました。また、精米の無機ヒ素濃度の度数分布を図2に示しました。

調査した全ての試料において無機ヒ素の分析値は定量下限（0.020 mg/kg）以上でした。各年産の中央値は0.08～0.10 mg/kg、平均値は0.092～0.098 mg/kgであり、ほとんどの調査試料が0.05～0.15 mg/kgの範囲内にありました。

これらはコーデックス委員会が設定した精米の無機ヒ素の基準（0.2 mg/kg）に照らして低く、国産米の無機ヒ素の濃度分布は低い水準に保たれていることが分かりました。また、今回の調査では99%以上の試料が同基準以下でした。

表4 平成29年～平成30年産精米の無機ヒ素濃度の調査結果

調査対象	調査点数	<LOQ の点数	無機ヒ素濃度 (mg/kg)		
			中央値	平均値	最大値
平成29年産	500	0	0.08	0.092	0.26
平成30年産	500	0	0.10	0.098	0.25
平成29年～ 30年産	1,000	0	0.09	0.095	0.26

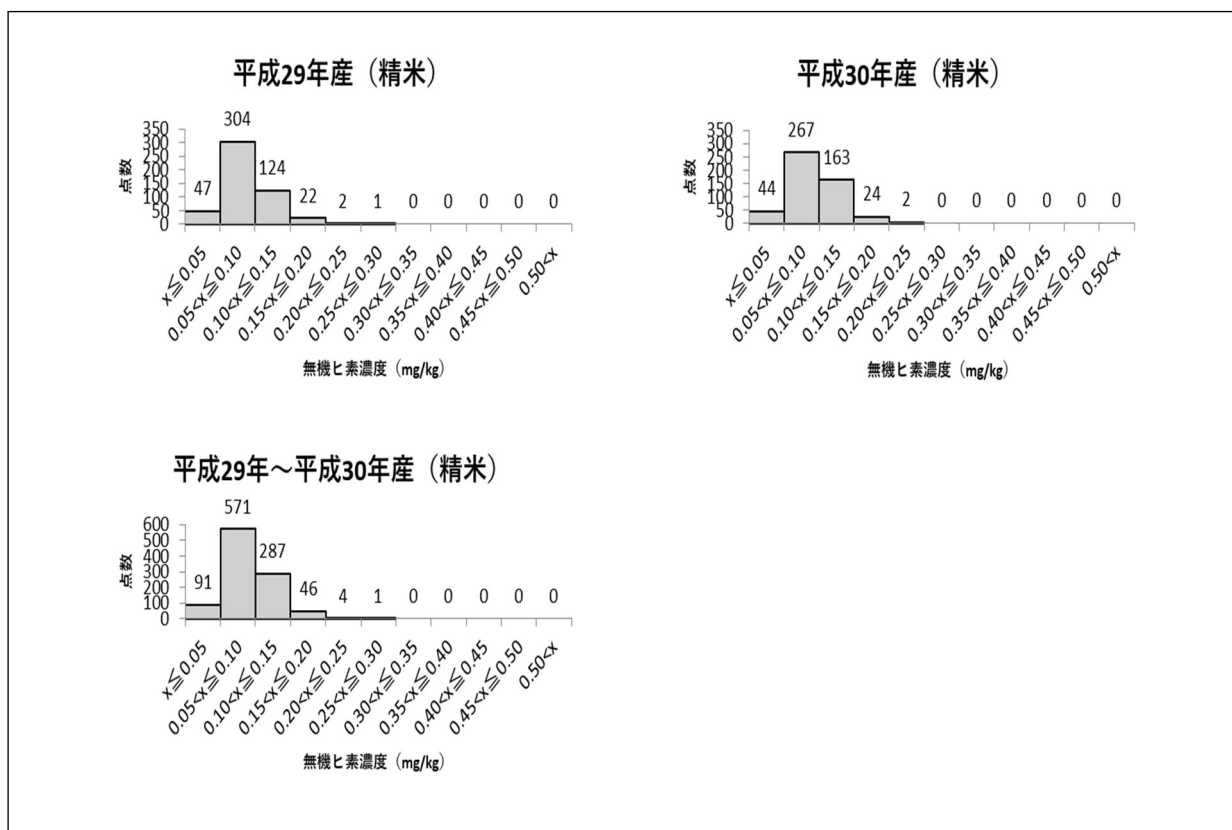


図2 精米の無機ヒ素濃度の度数分布

③ 玄米と精米の比較

全ての試料において、無機ヒ素濃度は、精米が玄米より低い値となりました。また、Mann-Whitney の U 検定を行った結果、玄米及び精米の無機ヒ素濃度の分布間に有意な差（有意水準 5%）が認められました。このことから、精米は玄米に比べてヒ素の濃度が低いことが示されました。

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を表 5 に、それらの分布を図 3 に示しました。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の中央値は 64% でした。

農林水産省が過去に実施した実態調査¹⁰や試験研究¹¹等においても、玄米をとう精すると無機ヒ素濃度が低減することが分かっており、本調査でも同様の結果が得られました。

表 5 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※

調査点数	最小値 (%)	中央値 (%)	平均値 (%)	最大値 (%)
1,000	38	64	63	86

※（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）（%）

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

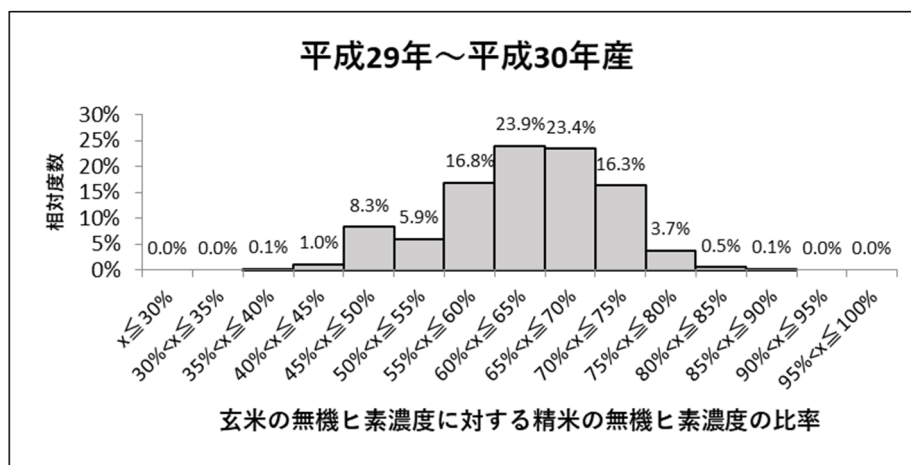


図 3 とう精に伴う無機ヒ素濃度の変化

¹⁰ 農林水産省プレスリリース 「平成 24 年度 国産玄米及び精米中のヒ素の含有実態調査」 の結果について https://www.maff.go.jp/j/syouan/nouan/kome/k_as/attach/pdf/occurrence-1.pdf

¹¹ 農林水産省ホームページ レギュラトリーサイエンス新技術開発事業 「加工、調理及び保管過程におけるコメ中のヒ素の化学形態別濃度の動態解析」

https://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/regulatory_science/shuryo_chem.html#as

(参考) 過去の調査との比較

サンプリング計画等が一部異なりますが、玄米の無機ヒ素濃度について、今回の調査結果を、平成 16 年から 18 年産及び平成 24 年産の調査結果と表 6 で比較しました。

コメの無機ヒ素濃度は様々な環境要因（登熟期間中の気温や出穂期前後の水管理等）の影響を受けることが知られています。今回の調査結果を平成 16 年から 18 年産及び平成 24 年産の調査結果と多重比較（Dunn 検定）を行った結果、今回の調査結果は、平成 24 年産と分布間に有意な差（有意水準 5%）が認められました。

表 6 過去の玄米の無機ヒ素濃度調査結果との比較

調査対象	調査点数	定量限界 (mg/kg)	定量限界未満の点数 (割合)	中央値 (mg/kg)	平均値 (mg/kg)	最大値 (mg/kg)
平成 29 年～令和元年産	1,500	0.02	0 (0%)	0.15	0.16	0.60
平成 24 年産	600	0.02	0 (0%)	0.20	0.21	0.59
平成 16 年～18 年産	600	0.01	0 (0%)	0.15	0.15	0.37

※調査ごとにサンプリング計画は異なる。

III 今後の予定

内閣府食品安全委員会は、食品からのヒ素の摂取に関して、「日本人が食品を通じて摂取するヒ素の現状に問題があるとは考えていない」、ただし、「一部の集団で多く無機ヒ素を摂取している可能性があることから、特定の食品に偏らずバランスのよい食生活を心がけることが重要」としています。

ヒ素のように意図せず食品に含まれる有害化学物質については、食品の生産から消費までの過程において適切な対策を行い、その濃度を低減していくことが重要です。これは、国際食品規格の策定等を行う国際機関であるコーデックス委員会において合意された考え方です。

このため、農林水産省は、国産米における無機ヒ素濃度低減対策の導入に向けて、引き続き、国産米の無機ヒ素濃度の含有実態を把握するとともに、各生産地域に適した低減技術の確立と普及に取り組みます。