

玄米のとう精による無機ヒ素の減少について

○佐藤由依、小林秀誉、小田雅幸、漆山哲生、山田友紀子
農林水産省消費・安全局

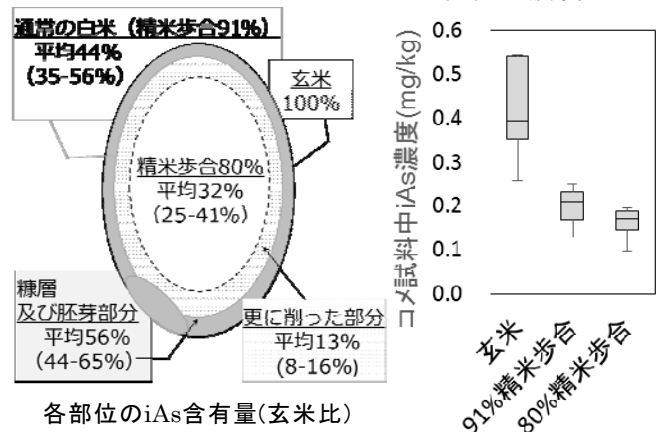
【目的】日本人の主食であるコメは、他の農産物に比べて総ヒ素濃度が高く、かつ、含まれるヒ素の大部分が無機ヒ素(iAs)であることから、日本人のiAsの主要な摂取源である。1) コメ中のヒ素は、糠層及び胚芽に局在しており、玄米を白米にすることでiAs濃度を低くできることが知られている。玄米中iAs濃度の高低ととう精によるiAs濃度の減少率について定量的に把握すること、加工段階でのコメ中iAsの低減措置の1つとして精米歩合(玄米重量に対するとう精後の精米重量の割合)の変更を検討することを目的に、調査データの再解析及び追加試験を行った。

【方法】H24年に実施した実態調査2) で得られた玄米と精米中のiAs濃度データを用いた。上記調査では玄米600点と、それを白米の一般的な精米歩合である91%にとう精した精米を用いた。コメ試料は100 gを粉砕し、0.5 gを量りとり、湿式分解した後、HPLC-ICP/MSにて亜ヒ酸とヒ酸を測定し、その合計をコメ中iAsとした。また、玄米試料(iAs濃度0.26-0.54 mg/kg、10点)について、通常よりも低い精米歩合(80、89%)にとう精し、同様にコメ中iAsを分析した。

【結果】表のとおり、玄米中iAs濃度が高いほど、とう精によるiAs濃度の減少率が大きかった。また、追加試験結果から各部位のiAs含有量の玄米に対する割合を算出し、図に示した。なお、精米歩合を80%とすると破碎米が多く発生した。

玄米中iAs濃度 範囲(mg/kg)	試料数	iAs濃度の減少率(%)	
		平均	標準偏差
x ≤ 0.10	52	31	10
0.10 < x ≤ 0.15	124	33	10
0.15 < x ≤ 0.20	165	37	10
0.20 < x ≤ 0.25	127	41	8.9
0.25 < x ≤ 0.30	69	47	7.6
0.30 < x ≤ 0.35	29	47	7.9
0.35 < x ≤ 0.40	12	50	6.0
x > 0.40	22	58	4.3

※減少率(%)=(玄米中iAs濃度-精米中iAs濃度)
/玄米中iAs濃度×100



【考察】コメ中のiAsの約56%は、玄米の外側9%に相当する糠層及び胚芽に局在しており、玄米をとう精することはコメ中iAsの低減措置として効果が大きい。一方で、精米歩合を91%より更に低くしても、得られる精米のiAs濃度は大きくは減少せず、費用対効果も考えると、白米の更なるとう精は低減措置として有効ではない。玄米のiAs濃度が高い場合には、とう精することでiAs濃度を減らせるため、白米として摂取すれば、消費者のiAs暴露を減らすことができる。

1)厚生労働科学研究成果データベース:食品を介したダイオキシン類など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26-27年度)
2)農林水産省(2014年):「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

※誤植のため、要旨集掲載原稿から図表を差し替え

玄米のとう精による無機ヒ素の減少について

○佐藤由依、小林秀誉、小田雅幸、漆山哲生、山田友紀子
農林水産省消費・安全局

1 背景と目的

- ヒ素は自然環境中に広く存在。動植物が育つ過程で土や水などからヒ素を取り込むため、農畜産物には微量のヒ素が含まれる。コメは日本人の主食であり、また無機ヒ素 (iAs) の主要な摂取源となっている (図1) ため、コメ中のiAs濃度を低くすることで、日本人のiAs摂取量を減少させることができる。
- 玄米中のiAsは糠層及び胚芽部分に局在しており、玄米を白米にすることでiAs濃度を低くできることが知られている。
 - 平成24年に農林水産省が実施した実態調査の結果では、玄米を精米にした際のとう精による減少率*1は平均して39%
 - 玄米中iAs濃度が高いほど、とう精による減少率が大きくなる傾向
- 玄米中iAs濃度の高低ととう精による減少率の関係を定量的に把握すること、加工段階でのコメ中iAsの低減措置の1つとして精米歩合*2の変更を検討することを目的に、調査データの再解析及び追加試験を行った。

*1 とう精による減少率 (%) = (玄米中iAs濃度 - 精米中iAs濃度) / 玄米中iAs濃度 × 100

*2 玄米重量に対すとう精後の精米重量の割合

2 方法

<H24実態調査>

- 試料：全国から玄米600点を採取。分析機関でとう精し、精米歩合91%の白米を調製。
- 分析法：玄米、白米それぞれ100 gを粉碎。粉碎したコメ試料0.5 gを湿式分解し、HPLC-ICP/MSで亜ヒ酸(As(III))とヒ酸(As(V))を分析。その合計をiAs濃度とした。

<追加試験>

- 試料：H24実態調査試料8点 (iAs濃度0.35~0.54 mg/kg)
市販のH28年産玄米2点 (iAs濃度0.26, 0.36 mg/kg)
- 調製条件：玄米を精米歩合80%、89%、91%の設定でとう精し、白米を調製
- 分析法：H24実態調査と同じ

3 結果

- 玄米中iAs濃度が高いほど、とう精によるiAs濃度の減少率が大きかった (表1)。玄米1 kg中の糠層・胚芽部分のiAs含有量を、玄米及び精米中iAs濃度から算出*3したところ、玄米中iAs濃度と強い正の相関があった (図2)。

*3 糠層・胚芽部分のiAs含有量(mg) =

$$\text{玄米中iAs濃度} \times 1 - \text{精米中iAs濃度} \times \text{とう精歩合}(\%)$$

- 追加試験での、各コメ試料中のiAs濃度の分布を図3に示す。試料毎にiAs濃度の減少率は異なるものの、精米歩合を下げるほど、とう精による減少率は大きくなった (表2)。
- 精米歩合91%、80%のiAs含有量を算出し、玄米中iAs含有量に対する割合の平均と範囲を図4に示した。削った部位の含有量は次式により算出。

「糠層及び胚芽部分」のiAs含有量

$$= \text{「玄米」iAs濃度} \times 1 - \text{「精米歩合91%」iAs濃度} \times 0.91$$

「更に削った部分」のiAs含有量

$$= \text{「精米歩合91%」iAs濃度} \times 0.91 - \text{「精米歩合80%」iAs濃度} \times 0.8$$

- 精米歩合80%に設定したとう精では破碎米が発生。

4 考察

- コメに含まれるiAsは、比較的iAs濃度の高い玄米 (0.25 mg/kg以上) では5~7割程度、低濃度の玄米でも3~5割程度が糠層及び胚芽部分 (玄米の外側9%に相当) に局在している。玄米を白米にすることで、高濃度にiAsを含有する部位を除去することができ、玄米をとう精することはコメ中のiAsの低減措置として効果が大きい。
- 一方で、精米歩合を91%よりも低くして得られる白米のiAs濃度は大きく減少せず、費用対効果を考慮すると白米の更なるとう精は低減措置として有効とは言えない。
- とう精により米粒中のiAs含有量は減少するため、白米として摂取すれば消費者のiAs暴露を減らすことができる。特に玄米中のiAs濃度が高いほど、白米として食べることで得られるiAs暴露の低減効果が大きい。
- 食品安全委員会は『ヒ素について食品からの摂取の現状に問題があるとは考えていませんが、一部の集団で無機ヒ素の摂取量が多い可能性があることから、特定の食品に偏らず、バランスの良い食生活を心がけることが重要』としている。玄米は精米と比較してビタミンや鉄分、食物繊維を多く含む栄養面で優れた食品であり、バランスの良い食生活を送る中で玄米を食べたとしても、健康への問題はない。
- 日本において、食品を通じて摂取したヒ素による明らかな健康被害は認められていないが、iAsに発がん性があると報告されているため、農林水産省は玄米に含まれるiAsを減らす技術を開発中である。

表1 玄米中iAs濃度毎のとう精による減少率

玄米中iAs濃度 範囲(mg/kg)	試料 数	減少率(%)	
		平均	標準偏差
x ≤ 0.10	52	31	10
0.10 < x ≤ 0.15	124	33	10
0.15 < x ≤ 0.20	165	37	10
0.20 < x ≤ 0.25	127	41	8.9
0.25 < x ≤ 0.30	69	47	7.6
0.30 < x ≤ 0.35	29	47	7.9
0.35 < x ≤ 0.40	12	50	6.0
x > 0.40	22	58	4.3

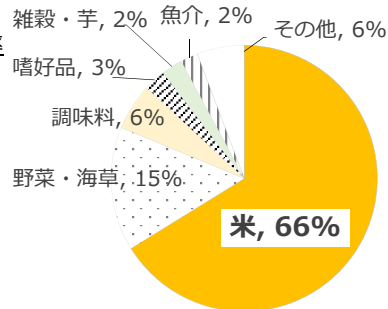


図1 食品群別の日本人の無機ヒ素摂取源
トータルダイエツスタディ (厚労科研費)
2014-2015年データを基に農林水産省が作成。
(2%未満の食品群は「その他」として集計)

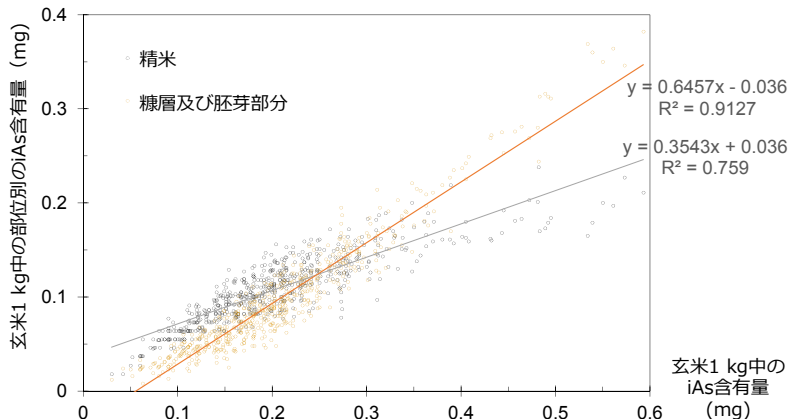


図2 米粒の部分別のiAs含有量

表2 精米歩合の異なる試料毎のとう精による減少率

	試料 数	減少率(%)	
		平均	範囲
精米歩合91%	10	51	38-61
精米歩合89%	10	53	39-61
精米歩合80%	10	60	49-69

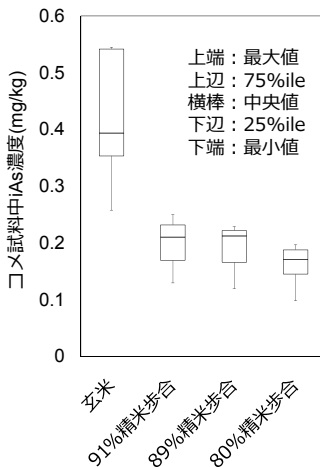


図3 コメ試料中iAs濃度の分布 (試料数10)

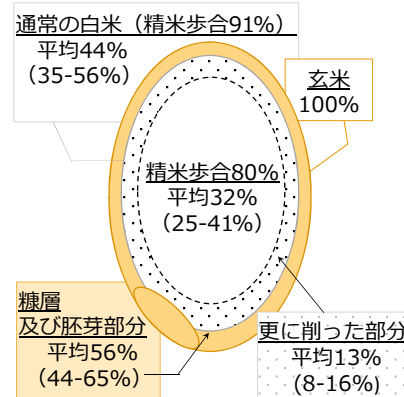


図4 各部位のiAs含有量 (玄米比)