

水稻のヒ素吸収を減らす

—その背景と基本的方策—

土壌環境研究領域長 川崎 晃

食品中のヒ素の形態について

ヒ素(As)は、土壌や海水など、自然界に広く分布している元素で、食品にも微量のヒ素化合物が含まれています。食品に含まれる主要なヒ素化合物を図1に示します。これらのうち、無機ヒ素化合物である「亜ヒ酸」と「ヒ酸」は、アルセノベタインなどの有機ヒ素化合物と比べて毒性が強いとされています。

ヒ素による健康への悪影響の可能性について、国際連合の食糧農業機関(FAO)および世界保健機関(WHO)が設置しているFAO/WHO合同食品添加物部会(JECFA)や、内閣府食品安全委員会が評価を行っています。JECFAは、無機ヒ素を食品や飲料水から多量に長期間摂取し続けると、肺等のがんの発症率が上昇すると評価しました。また、食品安全委員会は、わが国において特段の措置が必要な程度とは考えていないとしつつ、食品中のヒ素の汚染実態を把握するための調査や、ヒ素のリスクを低減させるための研究によりいっそう取り組むよう関係省庁に要請しています。

食品中のヒ素濃度

平成16～18年度に農林水産省が調査した農産物中のヒ素濃度のデータによると、玄米の総ヒ素濃度の平均値は0.17mg/kgであり、他の農産物より1桁以上高い値でした。同省の平成24年度の調査では、米に含まれるヒ素の大部分は無機ヒ素(亜ヒ酸とヒ酸)であり、玄米と精米の無機ヒ素濃度の平均値は、それぞれ0.21mg/kg、0.12mg/kgでした。玄米を精米にすると無機ヒ素濃度は大きく下がりますが、それでも他の農産物より高い水準にあります。一方、魚介類もヒ素化合物を含みますが、主に含まれるのは有機ヒ素化合物です。食品からの無機ヒ素の摂取においては米の寄与が大きいと、米のヒ素濃度を下げれば、無機ヒ素の摂取量を低減できます。

食品の国際基準を策定しているコーデックス委員会は、平成26年7月に、精米に含まれる無機ヒ素の最大基準値を0.2mg/kgと設定しました。この値は、国際的な基準値設定の考え方に従い、基準値を設定することによる健康リスクの低減効果を考慮した上で、合理的に達成可能でできるだけ低い値として決められました。玄米についても無機ヒ素の最大基準値を設定する方向で検討しています。また、米のヒ素による汚染防止と濃度低減のための実施規範の検討も始まっています。これらの情勢を受け、水稻のヒ素吸収を抑制し、米の無機ヒ素濃度を下げるための技術開発が求められています。

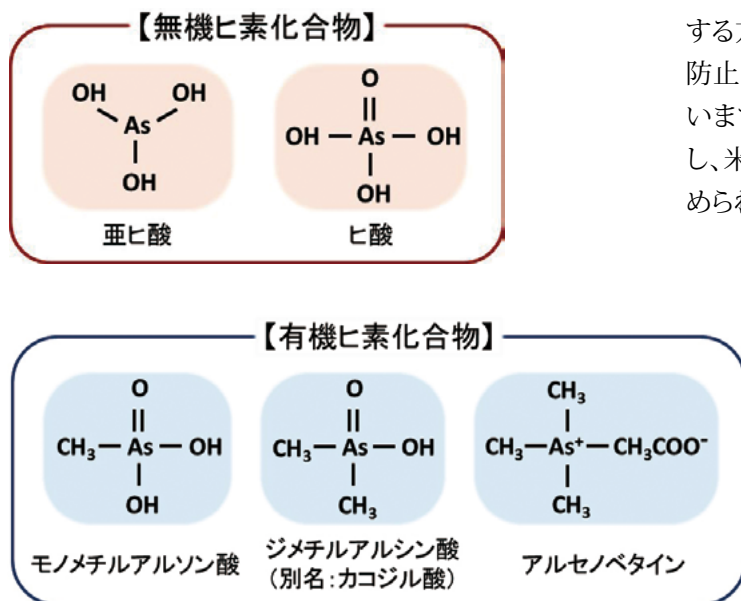


図1 食品に含まれる主要なヒ素化合物

米のヒ素濃度を下げるには…

米の総ヒ素濃度が他の農作物より高くなるのは、水田に水を張る(湛水)栽培と関係しています。湛水すると土壌への酸素の供給が遮断されるため、土壌中の酸素がなくなります。そうすると、土壌に保持されていたヒ素の一部が亜ヒ酸の形態に変化し、土壌中の水(土壌溶液)に溶け出します。これを水稻が吸収すると米のヒ素濃度が高まります。

実際に土壌溶液の総ヒ素濃度を測定すると、中干し（水田の水を落とし、土壌を乾燥させる期間）後湛水した田では、土壌溶液中の総ヒ素濃度が増加しましたが、中干し後^{かんたんかんがい}間断灌漑（水がなくなってしばらくしたら水を入れる方式）した田では、土壌溶液中の総ヒ素濃度の上昇が抑制されていました（図2左）。しかし、間断灌漑には困った側面があります。土壌にカドミウムが多く含まれている場合、間断灌漑を行い、水の無い期間が長く続くと、土壌溶液中のカドミウム濃度が上昇し（図2右）、水稻のカドミウム吸収量が増加するのです。土壌中のカドミウムは、湛水状態では硫化カドミウムの形態で存在するため、土壌溶液にはほとんど溶けませんが、水を落とすと形態が変化し、土壌溶液に溶け出すためです。このように、米のヒ素濃度を下げたための方策を考えるにあたり、カドミウムの吸収も増加させないという視点が大切になります。

濃度低減にむけて3つのアプローチ

さて、農業環境技術研究所では、水稻のヒ素吸収を抑制し、カドミウムの吸収も増大させないという困難な問題を解決するため、(1)ヒ素吸収抑制資材を用いる方法、(2)土壌溶液中の総ヒ素濃度とカドミウム濃度の両方を低い状態に保つ方法、(3)水稻の新品種を利用する方法、の3つの観点から研究を進めています。

(1)のヒ素吸収抑制資材を用いる方法については、鉄を含む資材とケイ酸を含む資材を中心に検討して

います。ゼロ価鉄（鉄粉）、スラグ（含鉄資材）、ポリシリカ鉄（浄水場で使われている凝集剤）などで水稻のヒ素吸収抑制効果が認められており、その効果の持続性についても現在確認しているところです。(2)の土壌溶液中の総ヒ素濃度とカドミウム濃度の両方を低い状態に保つ方法については、湛水と落水を規則的に交互に行うことを検討しています。湛水期間は、土壌溶液中のカドミウム濃度が下がりヒ素濃度があまり上昇しない期間、落水期間は、土壌溶液中のヒ素濃度が下がりカドミウム濃度があまり上昇しない期間となるように厳密に制御することで、ヒ素とカドミウム両方の吸収を抑えます。雨水の影響など人為的に制御できない部分もありますが、現場ですぐに実践できるという利点があります。(3)の水稻の新品種を利用する方法については、ヒ素を吸収しにくい品種の開発に取り組んでいます。また、カドミウムをほとんど吸収しない新品種「コシヒカリ環1号」（品種登録済み）を用いて、ヒ素の吸収抑制栽培を行う方法を検討しています。

これらの研究は、農林水産省委託プロジェクト研究「食品の安全性と動物衛生の向上のためのプロジェクト」において、国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構）および県の農業関係試験研究機関の協力を得て実施しています。現場で使える技術を念頭に、より効果的なヒ素低減技術の開発を目指します。

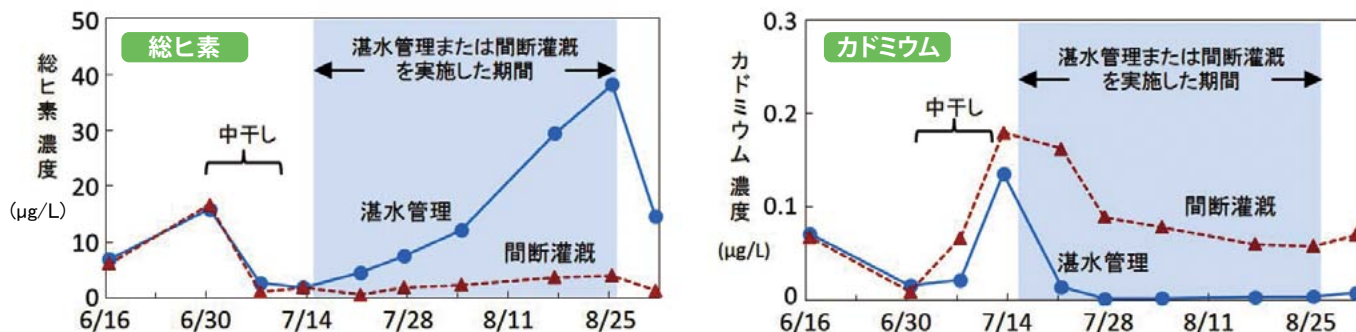


図2 水管理の違いが土壌溶液中の総ヒ素濃度とカドミウム濃度に及ぼす影響

（湛水管理：水を張った状態を保つ、間断灌漑：水がなくなったら入れるを繰り返す、中干し：田面水を排水し土壌を乾燥させる）