

稲作を中心とする福島農産物の放射性セシウムの影響

Influence of Cesium on Rice and Other in Fukushima

北海道大学

杉山 憲一郎

Kenichiro SUGIYAMA

Member

Abstract

In the present paper, the mechanism that cesium ions are captured in clay minerals is first explained to understand the low cesium concentration levels in rice and other at the market after the Fukushima Daiichi Accident. Then the cesium concentration levels and the market prices on rice and other in fiscal year 2018 are introduced. Based on the present situation on rice and other, the author proposes adapting the international standard on the regulation for food instead of the present standard in Japan.

Keywords: Cesium Level, Clay Mineral, Rice and Other, Market Price, International Standard

1. はじめに

2011年3月11日の東日本大震災では、環太平洋造山帯の陸側プレート端で生じた大規模津波が原因で福島第一発電所事故が発生し、福島県を中心に相当量の放射性Csが放出され、農産物の汚染が生じた。福島県は、全国でも有数の農業県であり、2010年の実績では、米は全国4位、桃は2位、日本梨・胡瓜は3位であった。この事故を受けて、翌年4月に世界で最も厳しい基準値が設定されたが、福島県の農産物は現在でも市場価格の低下が続いている。

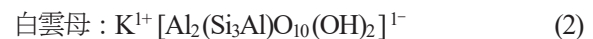
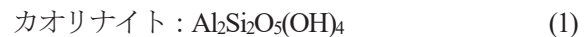
この事実を緩和し、原子力産業と農林水産業とが合理的に共存できるため、将来の食品規制の枠組みについて検討する必要がある。本発表では、この課題に向けて、稲作を中心とする農産物に対するCsの影響に焦点を絞って、幾つかの基本情報を提供する。

2. Csの粘土鉱物への吸着・固定機構

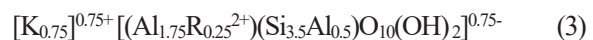
放射性Csは水溶性であるが、農産物の根からの吸収は土壌中の粘土鉱物の働きで極めて限定的である。最初に、Csの粘土鉱物への吸着・固定機構を理解するために、代表的な粘土鉱物の電荷の特徴について説明する[1]。

電荷的に中性で、高級陶磁器の原料である白色粘土(陶土)の主成分カオリナイトの単位鉱物層の組成式を式(1)に示す。Csの吸着・固定に大きく寄与する雲母・雲母粘土鉱物の単位鉱物層の組成式を式(2)から式(5)に示す。

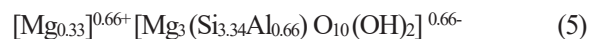
負の電荷を持つ単位鉱物層は、層間の陽イオンとクーロン力を働かせており、陽イオンの右肩と単位鉱物層の組成式の右肩に電荷も表示している。



イライト(雲母粘土鉱物):

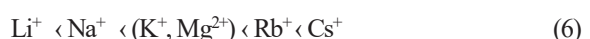


Mg型パーミキュライト(雲母粘土鉱物):



カオリナイトは、式(1)の組成を持つ単位鉱物層が水素結合し、単位厚さ7Åの積層鉱物構造を作っている。一方、式(2)から式(5)の組成を持つ雲母・雲母粘土鉱物の場合は、-1価から-0.66価の負電荷を持つ単位鉱物層の間に+1価から+0.66価の陽イオンが入り込み、単位厚さ10Åあるいは15Åの積層鉱物構造を作っている。

福島県の阿武隈高地は中生代白亜紀頃の花崗岩である。阿武隈高地に接する福島盆地や郡山盆地等にはこの高地から風化流出した礫砂・シルト・粘土が堆積し今日に至っており、花崗岩由来の雲母・雲母粘土鉱物が多量に含まれている。+1価の異なるアルカリ金属とMg²⁺の間では、次の順序で単位鉱物層間へのイオン交換侵入力(イオン選択性)が増大する[1]。



アルカリ金属では、原子量が大きいくほどイオンサイズが大きくなり、イオン交換侵入力が大きくなる。

Fig.1は、水田等の水溶液中での粘土鉱物に対するCs⁺の挙動を説明するイラストである[2]。4層の単位鉱物層

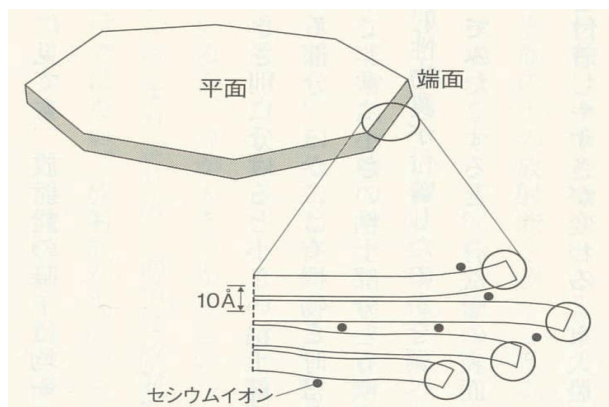


Fig.1 Cesium Captured in Clay Mineral

近傍を移動し単位鉱物層表面に吸着・固定される Cs^+ の状態を示している。式(6)のイオン交換侵入力の観点で説明すると、既に、多量の K^+ が水溶液中に存在しているも、イオン交換侵入力の大きい Cs^+ が K^+ より選択的に単位鉱物層表面に吸着される。この Cs^+ に対して単位鉱物層が上下近傍にある場合、 Cs^+ と単位鉱物層との間に強いクーロン力が働くため、 Cs^+ は上下単位鉱物層間に固定化される状況となる。なお、国際土壌学会では、 $2\mu m$ 以下の最も細かい粒子群を粘土と呼んでいる。

3. 米を中心とする農産物の現状と規制基準

土壌粘土鉱物の基本情報に基づき、福島県の71%を占める森林域での Cs の挙動について説明する[3]。事故直後に樹皮や枝葉に付着した Cs は、降雨等によって林床へ移動し、90%以上が粘土鉱物粒子に吸着・固定され、地表から5cmの深さに留まっている。土壌中の粘土鉱物粒子は、降雨・豪雨時に侵食され、濁流として林床から河川を経てダム・湖沼へ移動し堆積する。河川にダム・湖沼がない場合は、海に流れ出て海底に堆積する。

次に、広域の森林域から流れ出る水を利用する稲作について説明する[4]。事故当年の平成23年産玄米の抽出調査では2.24%が100Bq/kgを超え、1000Bq/kgを超えるケースもあった。事故翌年の平成24年4月1日には、100Bq/kgの基準値が設定され、1000万袋を超える全量検査体制に移行し同年の基準値超えは0.0008%あった。一方、検出限界以下は99.8%であった[2]。平成27年産以降は基準値を超える玄米はない。

また、玄米中の Cs 濃度が高くなる一部の地域の土壌では、カリウム濃度が低いことが分かり、同じアルカリ金属の Cs が吸収されやすくなると判断された。カリ肥料を適切に施用することで、一部地域のこの課題は早期に解

決された。

平成28年度の福島県の農林畜水産物の出荷前モニタリング検査の結果は、以下の通りである。玄米（平成28年産）：約1,024万件（全袋検査）、野菜・果物：3,793件、畜産物：4,383件、栽培山菜・きのこ：1,049件および海産魚介類：8,766件では、基準値100Bq/kg超過は無い。ただし、野生山菜・きのこでは、783件中2件、河川・湖沼の魚類では、621件中4件が基準値を超えていた。前者では土壌の粘土鉱物環境の相違、後者では水中の苔と一緒に粘土粒子を飲み込むことが原因と推定される。

なお、事故前のH22年度の比較では、全国平均価格に比べて、福島県産の米は-1.6%、桃は-5.9%、牛肉は-4.3%低い価格であった。一方、事故後のH28年度の比較では、全国平均価格にくらべて、福島県産の米は-4.9%、桃は-19.6%、牛肉は-9.3%と大きく低下している。

2012年4月に設定された日本の一般食品に対する Cs の基準値100Bq/kgは、コーデックス委員会の1,000Bq/kg、EU圏内の1,250Bq/kg、米国の1,200Bq/kgと比較して極端に低い[3]。日本では、市場出荷に対して高いハードルを設けていることになる。日本では、年間被ばく限度を1mSvとして、一般食品は50%、牛乳・乳製品・乳児用食品は100%が汚染されていると仮定して基準値を定めている。一方、国際食品規格の制定を行っているコーデックス委員会では、同じく年間被ばく限度を1mSvとして食品中の10%が汚染されていると仮定し、全ての食品に対して1000Bq/kgで規制を行っている。

福島の農産物は、25Bq/kg以下で市場に出荷されているものが多い。常食の米を対象にすれば、玄米の25Bq/kgは精米で約半分に低減し、研いで洗うと更に半減する。国際基準の1,000Bq/kgと比較すると1%以下である。国民に感覚的に受け入れられる値である。

参考文献

- [1] 白水晴雄，“粘土鉱物学-粘土科学の基礎”，朝倉書店，1988，p. 19, p. 40, p. 140.
- [2] 中西友子，“土壌汚染-フクシマの放射性物質のゆくえ-”，NHK出版，2013，p. 74.
- [3] 環境省，“放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料上巻：放射線の基礎知識と健康影響”，環境省放射線健康管理担当参事官室，2016，p. 148, p. 158.
- [4] 環境省，“放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料下巻：東京電力福島第一原発事故とその後の推移（省庁等の取り組み）”，環境省放射線健康管理担当参事官室，2016，pp. 105-106.