

福島県飯舘村の土壌における放射性セシウムの固定に関わる粘土鉱物の同定
Identification of Clay Minerals related to the Morphology of Radiocesium in Soils in
Iitate Village, Fukushima Prefecture, Japan

○橋井一樹*, 砂川雄樹*, 登尾浩助**

HASHII Kazuki*, SUNAKAWA Yuki*, and NOBORIO Kosuke**

■背景と目的

東日本大震災に伴う福島第一原子力発電所の事故で拡散した主要な放射性核種のうち、セシウム 137 (^{137}Cs) は半減期が 30.2 年と最も長い。土壌表面に沈着した ^{137}Cs は負に荷電した土粒子に吸着、もしくは粘土鉱物によって固定される (山口ら, 2012)。 ^{137}Cs を固定する能力は粘土鉱物によって差がある。たとえばイライトやバーミキュライトは土壌中で ^{137}Cs を強く固定可能な構造を持つが、カオリナイトやモンモリロナイトはこのような構造を持たず、 ^{137}Cs は固定されず、また同種の鉱物でも風化の進行度によって固定できる量が異なる (Nakao et al., 2008)。したがって、土壌がもつ Cs 固定能力を知るためには、土壌に含まれる粘土鉱物を明らかにする必要がある。そこで本研究では、福島県相馬郡飯舘村の土壌に含まれる粘土鉱物の同定を行った。

■方法

福島県相馬郡飯舘村比曽と佐須の 2 地点から上下層に分けて土壌を採取した。風乾後、粉碎と有機物処理を行った。粘土画分の回収は粘土ハンドブック (日本粘土学会, 2009) を参考に、沈降法で行った。回収した粘土画分は KCl 溶液で飽和処理を施した。遠心分離によって過剰の塩を脱塩してから、スライドガラス上で風乾した。風乾試料は無反射シリコン板に充填して、明治大学地域産学連携センター内の X 線回折装置 (SmartLab, リガク社) を使用して X 線回折を行った。結晶構造の格子間隔を同定の判断基準とした。試料は層間水の脱水を確認するために 300°C、500°C で強熱処理し、その都度 X 線回折を行った。得られた回折図から読み取った回折角 θ に対して、Bragg の条件を $n=1$ で満たす際の格子間隔 d を求め、その値から鉱物種を決定した。

■結果・考察

20° から 25° の間に顕著なピークが佐須と比曽のどちらの土壌上層でも見られた (Fig. 1)。これらのピークは加熱処理を経ても変化に乏しく、全試料に共通して見られたため、造岩鉱物由来である可能性が高い。飯舘村が阿武隈花崗岩帯上に位置することを考慮し、石英、あるいはその高温結晶形であるクリストバライトやトリディマイトと同定した。

*明治大学大学院農学研究科, Graduate School of Agriculture, Meiji University

**明治大学農学部, School of Agriculture, Meiji University

キーワード: 溶質移動, 土粒子, 農業復興, 環境リスク

比曾土壤の加熱処理前試料から得た回折線について、微弱ではあるが低角域に2本のピーク α と β が確認できた (Fig. 2a)。ピーク α は 6.2° ($d=1.41$ nm) で強熱後に減少または消失することから (Fig. 2b)、バーミキュライト混合層と同定した。ピーク β は 12.5° ($d=0.71$ nm) で、カオリナイト-ハロイサイト (7 Å) 混合層に由来するものと同定した。ピーク α は佐須土壤では検出されなかったが、ピーク β は佐須と比曾の両方の土壤で確認された。

以上の結果から、比曾土壤は石英の他、バーミキュライト混合層とカオリナイト-ハロイサイト (7 Å) 混合層を有する粘土鉱物が含まれており、イライトは検出されなかった。佐須土壤は、石英の含有量は比曾土壤と同程度であったが、 20° から 23° ($d=0.38$ - 0.43 nm) にかけて見られるトリディマイト・クリストバライトの混合と考えられるピークは弱く、相対的に石英の含有量が多い。比曾土壤と同様に、カオリナイト-ハロイサイト (7 Å) 混合層を有する粘土鉱物を含んでいた。

比曾土壤にはバーミキュライトが含有されていたことから、 ^{137}Cs を固定可能である。一方、佐須土壤からはイライトもバーミキュライトも検出できなかったため、 ^{137}Cs を固定する能力は比曾土壤より弱いと考えられる。今後は比曾土壤における ^{137}Cs の吸着・固定量を推定する。

■引用文献

山口紀子, 高田裕介, 林健太郎, 石川覚, 倉俣正人, 江口定夫, 吉川省子, 坂口敦, 朝田景, 和穎朗太, 牧野知之, 赤羽幾子, 平舘俊太郎. 2012. 土壤-植物系における放射性セシウムの挙動とその変動要因. 農環研報. 31: pp.75-129.

Nakao, A., Y. Thiry, S. Funakawa and T. Kosaki. 2008. Characterization of the frayed edge site of micaceous minerals in soil clays influenced by different pedogenetic conditions in Japan and northern Thailand. Soil Science and Plant Nutrition. 54: pp.479-489.

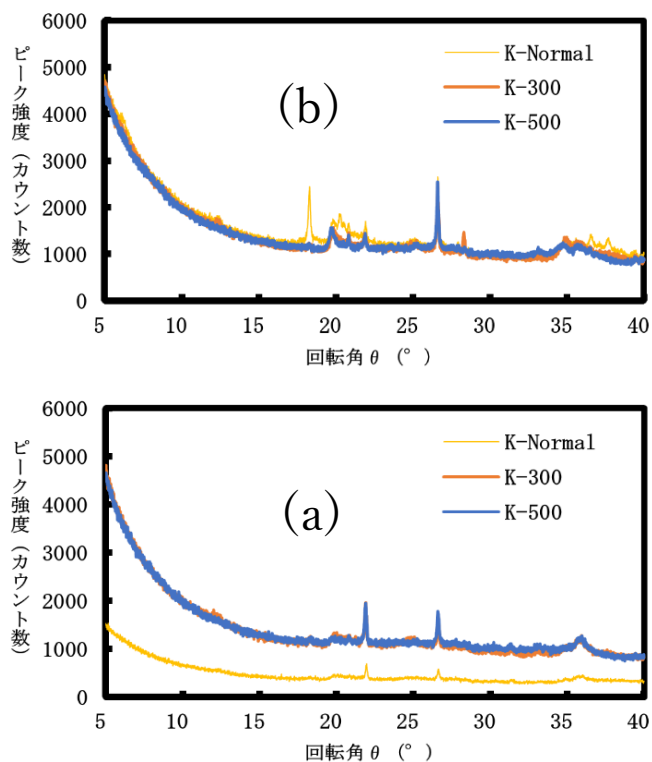


Fig. 1 K飽和試料から得た回折図

(a) 比曾土壤上層、(b) 佐須土壤上層

Diffraction diagrams obtained from K-saturated soil sample
(a) Upper layer of Hiso soil (b) Upper layer of Sasu soil

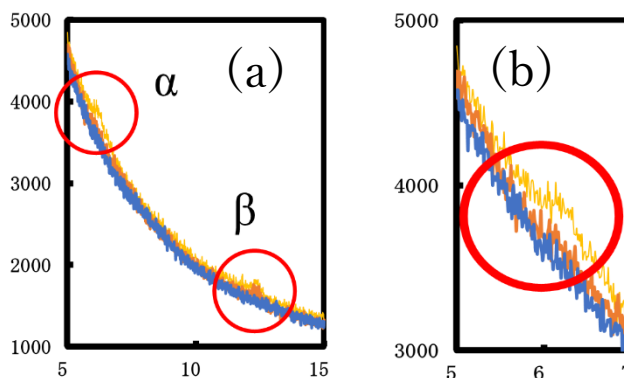


Fig. 2 (a) 比曾土壤上層の加熱処理前試料の低角域拡大図

(b) α 部の拡大図

(a) Low-angle enlarged view of Hiso soil before heat treatment

(b) Enlarged view of α section