

# 放射性セシウムの動態調査カラム実験に使用する土壌に含まれる粘土鉱物の同定 Identification of clay minerals in soil used for radiocesium kinetic study column experiments

橋井一樹<sup>1</sup> 砂川優樹<sup>2</sup> 登尾浩助<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> 明治大学大学院農学研究科 <sup>3</sup> 明治大学農学部

## 要旨(Abstract)

真砂（福島県飯舘村明神岳産）と黒ボク土（岩手県岩手大学実験圃場産）の2種類の土壌について、XRDを用いて粘土鉱物の同定を行った。粘土は沈降法で収集した。真砂試料ではバーミキュライト-クロライト中間種、カオリナイト-ハロイサイトが検出された。黒ボク土からはバーミキュライト-クロライト中間種、イライト、カオリナイト-ハロイサイトが検出された。

キーワード：溶質移動、土粒子、農業復興、環境リスク

**Key words:** Solute transport Soil particles Agricultural Recovery Environmental Risk

## 1. 背景

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 (137Cs) は半減期が 30.2 年と最も長い。土壌表面に沈着した 137Cs 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)。137Cs 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 137Cs を強く固定可能な構造 (フレイドエッジサイト) 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、137Cs 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 固定能力を細かく検討するには、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、カラム試験に供試する土壌 2 種類について、粘土鉱物の同定を行った。

## 2. 方法

真砂土は福島県相馬郡飯舘村明神岳から、黒ボク土は岩手大学内の実験圃場より土壌を採取した。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鉱物研究法 (下田,

1985) を参考に、#200 $\mu\text{m}$  のふるいを沈降法で行った。回収した粘土画分は  $\text{MgCl}_2$ 、 $\text{KCl}$  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、スライドガラス上に薄く広げて室温で風乾し、定方位試料を作成した。試料は、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。 $\text{KCl}$  試料は 550°C で 1 時間強熱処理し、再度 X 線回折を行った。 $\text{MgCl}_2$  試料は 10% グリセロールを噴霧し、表面が乾燥したことを確認して再度 X 線回折を行った。

得られた回折図から読み取った反射角  $\theta$  に対して、Bragg の条件を  $n=1$  で満たす際の格子間隔  $d_{001}$  を求め、その値から鉱物種を決定した。

## 3. 結果・考察

図 1 に、明神岳真砂土の X 線回折図を示す。 $2\theta = 6.2^\circ$  ( $d = 1.4\text{nm}$ ) に現れた明瞭なピークは、バーミキュライト、クロライトが共通で示すピークであるが、バーミキュライトが含まれる場合は強熱処理でピークが高角側にシフトする。逆にバーミキュライトのみが含まれる場合、 $\text{KCl}$  試料から検出されるピークは加熱前後

で変化が起こらないため、このピークはバーミキュライトとクロライトの中間種であると同定した。 $2\theta = 12.2^\circ$  ( $d = 0.72\text{nm}$ )に現れたピークはハロイサイトあるいはカオリナイトに由来する。両鉱物は反射角、強熱時の挙動が酷似しており、ここでは両鉱物の混合層と同定した。

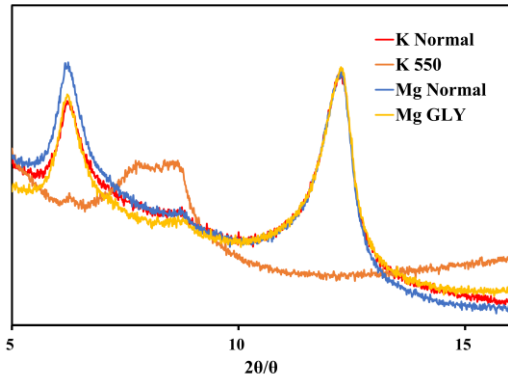


図 1. 明神岳真砂土の X線回折図

図 2 に、岩手大学黒ボク土の X線回折図を示す。 $2\theta = 6.2^\circ$  ( $d = 1.4\text{nm}$ )に検出された微弱なピークは、明神岳真砂土と同様にバーミキュライトあるいはクロライトに由来する。図 3 はこのピーク周辺を拡大したものである。バーミキュライト-クロライト中間種は  $2\theta = 6.2^\circ$  から  $9^\circ$  にかけて連続した反射 (図中青枠) が特徴的で、その様子が現れていると解釈した。 $2\theta = 8.8^\circ$  ( $d = 1.0\text{nm}$ )に現れたピークは、イライトあるいはバーミキュライトに由来する。このうちバーミキュライトは KCl 試料でのみ  $8.8^\circ$  に反射を持つ。この試料では Mg 試料でも  $8.8^\circ$  に反射が見られるため、このピークはイライトに由来するものだと同定した。 $2\theta = 12.2^\circ$  ( $d = 0.72\text{nm}$ )に現れたピークは、明神岳真砂土同様、ハロイサイトあるいはカオリナイトに由来し、両鉱物の混合層だと同定した。

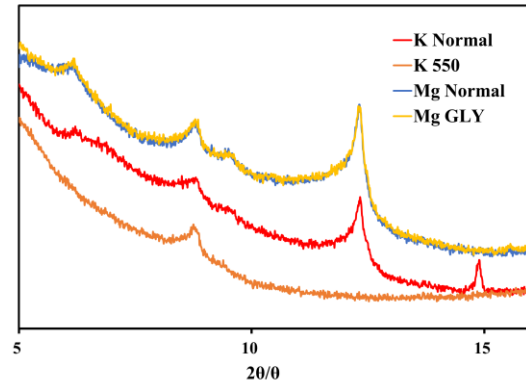


図 2. 岩手大学黒ボク土の X線回折図

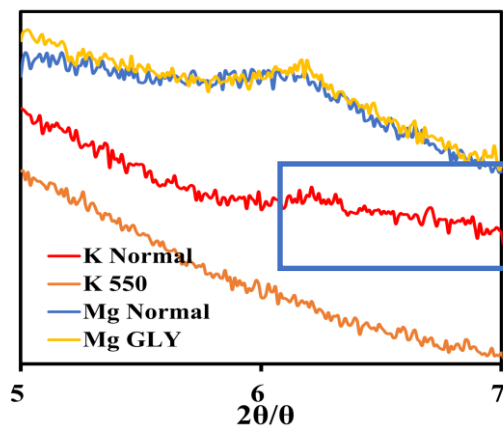


図 3. 岩手大学黒ボク土 5~7° 拡大図

## 5. 展望

両試料からバーミキュライトが、黒ボク土からはイライト検出された。比較して黒ボク土の方がより Cs を吸着することが示唆される。今後は不定方位試料を用いてバーミキュライトの定量的な評価を行い、吸着量を検討する。

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, 平館俊太郎. 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.