

福島県石川町の真砂土を利用した粘土鉱物標準試料の精製
Purification of Clay Mineral Standard Samples from Decomposed Granite Soil in
Ishikawa Town, Fukushima Prefecture

○橋井一樹*, 砂川優樹*, 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、放射性核種が拡散、土壌表面に沈着した。放出量の多いセシウム 137 (^{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)。この固定能力は鉱物種、構造の揺れと欠陥、物理化学的風化に左右される(Nakao et al., 2008)。また、これらの結晶学的性質は、粘土の配向性の決定に関わっている。粘土の粒子配向はその物理的挙動に大きな影響を及ぼし(村山ら, 1974)、土中の ^{137}Cs 輸送に関連していると考えられる。

したがって、 ^{137}Cs 吸着カラム試験に供試する土壌は、含まれる粘土鉱物の構造が明確かつ、種数が少ないことが望ましい。さらに、パーミキュライトに代表される高い ^{137}Cs 吸着能をもつ粘土鉱物を評価するには、対象となる粘土鉱物の標準試料が必要となる。そこで本研究では、土壌から高純度な粘土鉱物を抽出してその鉱物組成を確かめ、標準試料化を検討した。

■方法

福島県石川郡石川町飛ヶ作から土壌を採取した。福島県石川町はペグマタイト質の阿武隈花崗岩が卓越する。ペグマタイトは結晶性が強く、また造岩鉱物の粒子が巨大になることから、物理的風化が進行した際に粘土サイズまで細粒化し難い性質がある。

風乾後、粘土鉱物の構造を破壊しないように脱鉄処理、有機物除去処理は行わず、#0.075mm のふるいを通した。ふるい通過分は、粘土ハンドブック(日本粘土学会, 2009)を参考に水簸法で粘土画分を分離し、沈殿物をシルトとして回収した。回収した粘土画分は3つに分け、うち2つは層間イオンを飽和させるために、それぞれ MgCl_2 溶液と KCl 溶液でイオン交換処理を施した。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塗布して風乾した。粘土画分1つとシルト画分はイオン交換せず、そのまま風乾してアルミ製サンプルホルダーに充填し、非飽和試料とした。X線回折装置(MultiFlex, リガク社)を使用して、管球設定 30kV/40mA、測定範囲 $2\theta = 3^\circ \sim 70^\circ$ として、 $\text{CuK}\alpha$ 線でX線回折を行った。回折図は Bragg の条件から回折角 θ を格子間隔 d に読み換え、底面(001)反射の格子間隔 d_{001} を粘土鉱物の同定の判断基準とした。造岩鉱物は、明瞭なピークから同定した。

■結果・考察

粘土画分の回折図を示す(Fig. 1)。イライトとカオリナイトの2鉱物が検出された。反射強度から、大部分がカオリナイトであった。イライトは雲母様粘土鉱物を指す名称で、正確な鉱物名ではないが広く用いられている(Rich and Thomas, 1960)。

*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, 粘土鉱物, 真砂土

Brady and Well (2008) によれば、イライト、パーミキュライト、モンモリロナイト、カオリナイト、鉄またはアルミ酸化物の順序で変質が進行する。イライトが K^+ が脱離して段階的に風化する過程で、パーミキュライトとモンモリロナイトが全て変質、あるいは流失するとは考え難い。低品質特有の連続反射がなくピークが鋭錐であることから、イライト、カオリナイトの結晶度は高く、両鉱物は異なる一次鉱物から生成したと考えられる。

シルト画分と粘土画分の比較を示す (Fig. 2)。土壤採取時、肉眼では多量の黒雲母が確認できたが、シルト画分からは黒雲母のピークは検出されず、白雲母が多量に検出された。ここから、イライトは白雲母が細粒化したものと考えられる。カオリナイトは様々な母材から生成する (松中, 2018) が、粘土の殆どはカオリナイトであり、相当量の一次鉱物がカオリナイトに変質している。ここでは、シルト画分から多量に検出されたカリ長石類、特に正長石と微斜長石の塩基が急速に溶脱して生成したと結論付けた。

大部分が結晶度の高いカオリナイトであったことから、粘土鉱物の精製は達成された。しかし、石川町で多産する粗粒のパーミキュライトは検出されず、雲母型粘土鉱物の分離はシルト画分の操作が必要であることが判明した。今後は本土壌の粗粒画分から粘土鉱物を分離し、標準試料化を検討する。

■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.

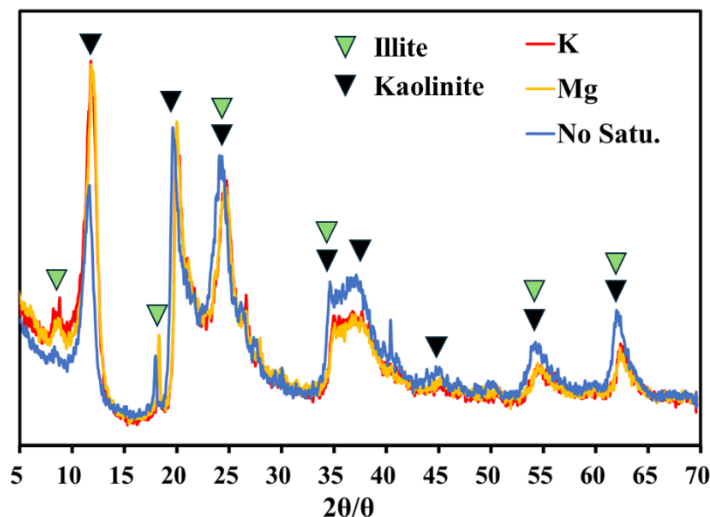


Fig. 1 粘土画分 ($< 2\mu\text{m}$) の X線回折図
 K は KCl 飽和、Mg は MgCl_2 飽和、No Satu. は非飽和試料。
 X-Ray Diffraction diagrams of Clay Fraction ($< 2\mu\text{m}$)
 K) KCl saturated, Mg) Mg_2Cl saturated, No Satu.) non-saturated.

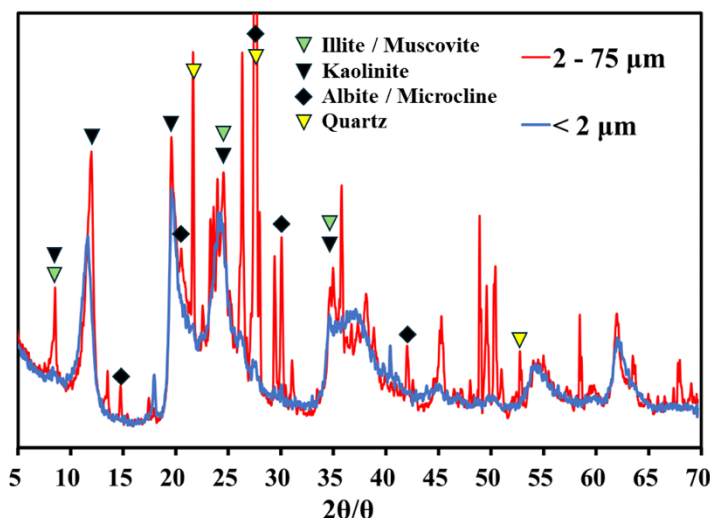


Fig. 2 非飽和試料の X線回折図
 マークは各鉱物の明瞭なピークを指す。
 X-Ray Diffraction diagrams of Non-Saturated Samples
 The marks point to distinct peaks for each mineral.