

熱帯アフリカの楯状地における土壌の鉱物学的多様性 Mineralogical variations in tropical soils on African Shield

中尾 淳^{1*}, 杉原 創², 舟川 晋也²
Atsushi Nakao^{1*}, Sugihara Soh², Funakawa Shinya²

¹ 京都府立大学大学院生命環境科学研究科, ² 京都大学大学院地球環境学

¹Department of Life and Environmental Sciences, Kyoto Prefectural University, ²Department of Global Environmental Studies, Kyoto University

熱帯アフリカの楯状地(高地)では、高温湿潤な気候条件と平らで安定した地形条件により、易風化鉱物の溶解や無機養分の洗脱が極度に進んだ貧栄養土壌が主に分布する。このような地域では、有機物の表面電荷と有機物が貯蔵する養分によって土壌の養分保持・供給能が規定されているため、土壌有機物の保全が最重要課題であることは論を待たない。一方で、皆伐等の人為攪乱によって土壌有機物の減耗が起こると、鉱物溶解による養分放出や粘土鉱物表面の電荷による養分保持への依存性が増加する。そのため、減耗した土壌有機物の回復速度は、鉱物由来の養分保持・供給機能によって異なる可能性がある。しかし、熱帯アフリカの土壌は強風化かつ貧栄養であるという画一的な見方が一般的となっているため、鉱物学的な多様性への関心は低く、実態把握に必要な基礎情報は極めて少ないのが現状である。そこで本発表では、熱帯アフリカの楯状地における土壌鉱物組成の変異と分布傾向について調べ、その肥沃度的な意義について考察することを目的とする。

熱帯アフリカの楯状地のうち、カメルーン中部のアダマワ高地(ADM)およびその南部に位置する南カメルーン高地(SC)において、広域32地点の複数層位から採取した計124の土壌を供試した。全試料について、粒径組成、pH、全炭素量、陽イオン交換容量(CEC)を求めた。また、各採取地点の下層土壌1、2点について、湿式分解法(HF-HClO₄)による全元素分析および選択溶解法による遊離鉄酸化物中のFe・Al量の同定を行った。さらに、同試料から分画した粘土粒子を用いて、X線回折法(XRD)、示差X線回折法(DXRD)および示差熱分析法(TG-DTA)による鉱物組成の同定を行うとともに、雲母の存在量および雲母風化末端の負電荷量の指標として、湿式分解法による全K量の測定および放射性セシウム捕捉ポテンシャル(RIP)の測定を行った。

土壌分類学上もっとも風化の進んだ土壌であるフェラルソル(世界土壌照合基準)は、粘土1kgあたりのCEC(CEC_{clay})が16 cmol_c kg clay⁻¹以下、つまり低活性粘土主体の養分保持能の低い土壌層位を持つことを主な基準とする。この基準を満たす層位を持つ土壌はSCにおいて19地点中12地点、ADMにおいて13地点中12地点と大多数を占めた。実際、主要な粘土鉱物は1:1型層状ケイ酸塩(カオリナイト)とAl水酸化物(ギブサイト)であり、雲母などの2:1型鉱物の存在割合が少なかったことから、当該地域に分布する主な土壌がフェラルソルであることが確かめられた。

その一方で、雲母の存在を示す3つの指標値、雲母とカオリナイトのXRDピーク比(log I_{1,0}/I_{1,4})、全K量、RIPは、相互に高い正の相関を示した。さらに、3指標値ともCEC_{clay}と高い正の相関を示したうえで、ADMではSCと比べて明らかに低い値を示したことから、ADMとSC間に鉱物学的な養分保持・供給能の違いがあり、その違いが主に雲母の残留量によって規定されていることが強く示唆された。その他、ADMとSCの間には、粘土画分中のカオリナイトおよびギブサイトの存在割合や、遊離鉄酸化物(ゲータイト)中のFe-Al同形置換率に顕著な違いが見られた。粘土中のカオリナイトの存在割合は、ADMにおいてSCよりもやや少ない傾向が示された。また、ギブサイトの存在割合はADMにおいて有意に多かった。ゲータイトの格子面間隔d(110)が理想構造の格子面間隔(0.418 nm)よりも短い場合、構造中のFe³⁺の一部がイオン半径の小さいAl³⁺によって置換されていることを意味する。DXRDの結果から、ADMではSCと比べてゲータイトの格子面間隔が短いことが分かった。また、選択溶解法によって抽出された遊離酸化鉄由来のAl量もADMの方が多いたことが分かった。これらの結果は、ADMのゲータイトでAl置換率がより大きいことを示している。

以上の結果をまとめると、ADMでは、粘土粒子中の2:1型層状ケイ酸塩および1:1型層状ケイ酸塩の存在割合がSCと比べて減少しており、逆にAl水酸化物量や遊離鉄酸化物中のAl量が増加していることが明らかになった。これらの違いは、土壌風化の主要プロセスである脱ケイ酸とAl富化がSCよりもADMで進行していることを示している。高地として成立した地質年代がADM(BP 60-100 Ma)の方がSC(BP 40-60 Ma)よりも古いことから、土壌風化の進行程度の違いは時間因子によって規定されていると考えられる。これらの結果から、世界的な比較軸の中では強風化土壌分布地域とされる熱帯アフリカの楯状地においても、土壌の鉱物学的特徴には大きな変異があり、その変異が養分保持・供給能と強く関連することが明らかとなった。

キーワード: カメルーン, 雲母, 脱ケイ酸・Al富化, X線回折法, 示差熱分析法, 放射性セシウム捕捉ポテンシャル

Keywords: Cameroon, Mica, Desilication/Aluminization, X-ray diffraction analysis, Differential thermal analysis, Radiocesium Interception Potential