

STXM を利用した土壌の肥沃度および炭素隔離メカニズム研究

和穎朗太¹、浅野真希²、山口紀子¹
¹農業環境技術研究所、²筑波大・生命環境系

陸上最大の炭素プールである土壌有機物 (SOM) は、様々な滞留時間を示す有機物の混合物であるため、地球温暖化への応答予測が難しく、炭素循環における大きな不確定要素となっている。また SOM は、作物生育に不可欠な養分や水を保持する機能を持つ。これらの理由から、SOM の動態や安定化メカニズムに関する研究が活発に行われている。SOM が土壌中に長期間安定化する要因として、①有機物の分子構造に起因する難分解性 (例. 炭化物)、②土壌無機成分との相互作用 (化学的収着、団粒化によるガスや溶質の拡散低下) が挙げられる。近年になって②の寄与が重要視されるようになったが、SOM は「地球上で最も複雑な環境物質」とも言われ、メカニズム解明には至っていない。

SOM を有機無機集合体として評価するには、物理分画手法が有効である。近年、固体分析によって物理分画後の微細粒子が有機物と無機物のヘテロな集合体であることが示されつつあるが、SOM 安定化プロセス解明のためには、団粒中に分布する有機物と無機物の性質を結び付けるような分析が必要である。STXM を用いた X 線吸収微細構造 (NEXAFS) 分析は、微細領域の元素組成および化学状態を調べることが可能であり、土壌にも応用できる可能性がある。そこで本研究では、土壌鉍物組が大きく異なる土壌を用い、それぞれの土壌において最も有機炭素を多く保持していた粒径画分中の微小団粒中における官能基組成別の有機炭素空間分布を STXM-NEXAFS 分析によって比較した。

先ず、 $<2\mu\text{m}$ 画分回収量が最大になる超音波強度を検討し、植物残渣主体の画分を分離後、粒子径 $0.2\mu\text{m}$ 以下、 $0.2\text{-}2\mu\text{m}$ 、 $2\text{-}53\mu\text{m}$ 、 $53\text{-}4000\mu\text{m}$ の 4 つの粒径サイズに分画した。各画分の TOC、TN 含量の測定から、最も TOC を多く保持していた $<2\mu\text{m}$ 画分について、高エネルギー加速器研究機構、Photon Factory BL13A において、STXM を用い C および Fe の NEXAFS 分析を行った。また、各画分の SEM・TEM 観察、選択溶解法による Fe, Al, Si, 可溶性炭素・窒素の定量、 $\delta^{15}\text{N}$ 値、 $\Delta^{14}\text{C}$ 値の測定と現代炭素含量 (pMC) の算出を行った。すべてのデータが出揃ってはいないが、少なくとも以下のことが分かった。最も微小な鉍物粒子であるアロフェン・イモゴライト (ϕ : 数 nm) を多く含む火山灰土壌サンプルと結晶性層状ケイ酸塩に富むモンゴルの草原土壌サンプルの STXM-NEXAFS 分析による比較から、 $3.5 \times 3.5\mu\text{m}$ の視野において炭素および官能基、そして金属元素の分布に明瞭な差が見られた。また、圃場および地域スケールで報告されている土壌炭素と金属 (例. 鉄、アルミニウム) 濃度の相関と対応して、微小団粒内のこれらの元素間に空間的相関があることが分かった。

本講演では、これらの知見をもとに SOM 安定化メカニズムについて考察する。また、微小な物理画分の中の数粒に絞ることで初めて得られるこれらの新知見をどの様にスケールアップし、野外での環境物質の挙動や元素動態の予測に役立てられるかについて議論したい。