

金属蓄積植物ホンモンジゴケにおける 銅、鉛の蓄積機構の解明

吉井雄一¹・保倉明子²・中井 泉¹・阿部知子³・井藤賀 操⁴・榊原 均⁴
(東理大理¹、東電大工²、理研NRC³、理研PSC⁴)

【はじめに】ホンモンジゴケ(*Scopelophila cataractae*)は昔から銅ゴケと知られており、細胞壁に多くの Cu を蓄積することが報告されている。本研究では、ホンモンジゴケのこのような特異的な銅蓄積機構の詳細や銅以外の金属の集積挙動の解明を目的として、放射光マイクロビーム蛍光X線イメージングと XAFS 解析をホンモンジゴケに適用し、細胞レベルにおける銅や鉛の分布、および蓄積されたこれら金属の化学形態について知見を得ること目指した。

【実験方法】野外からホンモンジゴケ茎葉体を採取し、水または塩酸で洗浄したものを試料とした。洗浄後のコケ試料と 1 mM の塩化鉛(II)水溶液を 20 分間振とうした。これらの試料を包埋剤と共に高分子フィルムにはさみ、測定に供した。PF BL-4A では、3.5 μm \times 5.5 μm の X 線マイクロビーム(14.2 keV)を用いて、 μ -XRF イメージングを行なった。一方 BL-12C では、コケ試料を高分子膜の袋に封入して測定に供した。検出器に 19 素子 Ge-SSD を用いて、各試料における Cu K-edge および Pb L_{III}-edge の XAFS スペクトルを蛍光法で測定した。

【結果と考察】 μ -XRF イメージングにより、ホンモンジゴケの葉における鉛や銅の分布を可視化することができた。葉の基部や中肋には多くの銅や鉛が存在することがわかった。次に、詳細な分析を実施した結果、細胞の内部よりも、細胞壁を含むアポプラスト領域において多くの銅と鉛が分布していた。以上の結果より、添加した鉛水溶液から取り込まれた鉛および野外での生育時に取り込まれた銅は、いずれもアポプラスト領域に蓄積されており、ホンモンジゴケは鉛や銅を細胞内に取り込まず、細胞壁を含むアポプラスト領域に蓄積させることで無毒化させていると考えられる。

一方、コケの茎葉体の *in vivo* XANES 測定によって得られたスペクトルと、いくつかの参照物質のスペクトルを比較したところ、植物体内に蓄積された銅や鉛は、酢酸塩に最もよく似た形状を示した。植物の細胞壁はセルロースやペクチン酸などの多糖類から構成されている。 μ -XRF イメージングの結果とあわせて考えると、鉛や銅は細胞壁のこれら多糖類のヒドロキシル基やカルボキシル基と結合して蓄積されていると推察された。