ヒ素超集積植物モエジマシダのヒ素耐性に関わるチオール化合物の寄与

応用生物科学講座　植物栄養学分野
酒井有希

【背景と目的】モエジマシダ（*Pteris vittata* L.）は地上部のヒ素集積能力とヒ素に対する耐性に優れたシダ植物であり、環境浄化への利用が期待されている。しかしその耐性メカニズムには未解明な点が多い。ヒ酸で植物体内に吸収されたヒ素は亜ヒ酸に還元された後、地上部に蓄積される。亜ヒ酸はチオール基に高い親和性を持つため、チオール化合物（γ-glutamylcysteine (γEC)、glutathione (GSH)、phytochelatin (PC)）と複合体を形成することにより無毒化することが可能であると考えられているが、モエジマシダにおいてははっきりとした関係は見出されていない。本研究ではモエジマシダのヒ素耐性機構に注目し、チオール化合物が果たす役割を検証する。

（1）植物体中ヒ素の存在形態

ヒ素処理したモエジマシダ葉片抽出物におけるヒ素形態を HPLC-ICP-MS により測定した。亜ヒ酸、ヒ酸が検出されたが、それらの濃度は抽出物中全ヒ素のわずか 12%であり、大部分のヒ素はカラムに吸着され、検出することができなかった。またゲル濾過により抽出物を分画した結果、無機単量体ヒ素よりも分子量の大きなヒ素化合物が検出された。

・ヒ素とチオール化合物の局在調査

葉を細分化し、それぞれの細片におけるヒ素と各種チオール化合物の含有率を測定したところ、それらの葉における分布はほぼ一致し、モル比はヒ素―チオール複合体が形成される際の理想値に近かった。さらに、組織レベルでのチオール化合物の局在もヒ素とほぼ一致した。

（2）ヒ素集積とチオール化合物合成の関係

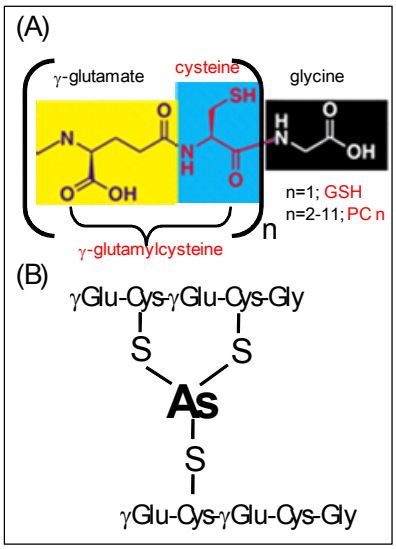
モエジマシダではヒ素処理によりチオール化合物、特に GSH の濃度が上昇した。これは、非集積性シダ植物とは異なった応答であった。またこのようなチオール化合物の合成誘導はヒ素特異的なものであった。

・γ-glutamylcysteine (γ EC)合成酵素の働き

γ EC 合成はチオール合成経路全体の律速段階である。モエジマシダγ EC 合成酵素の遺伝子（*PvECS*）配列を配列既知の他植物アミノ酸配列を用いて決定し、リアルタイム PCR を用いてそのヒ素応答を調査した。*PvECS* には非常に相同性の高い 2 つの配列が存在し、その両方がγ EC 合成酵素としての機能を有していると考えられたが、ヒ素に対する応答は大きく異なった。

【考察】

ヒ素－チオール複合体形成を直接証明するデータは得られなかったが、今回行った多くの実験結果がその形成を強く支持するものであった。また、モエジマシダ植物体内ではヒ素によって特異的にチオール化合物の合成が促進される機構が存在した。チオール化合物の合成誘導と、ヒ素－チオール複合体の形成が、モエジマシダの高いヒ素耐性に関与していると考えられた。



図：チオール化合物（Cys,、γEC、 GSH、PCn）の構造（A）と、亜ヒ酸との結合（As-thiol 複合体）（B）