

ヒ素超集積植物モエジマシダのヒ素ストレスに対する代謝応答

生命分子科学講座 根圏制御学分野
中村考志

【背景と目的】モエジマシダ(*Pteris vittata* L.)は有害元素であるヒ素への耐性及び、地上部への集積能力に優れ、Phytoremediation への応用が期待されている。ヒ素の毒性は、タンパク質と結合することによる機能障害と酸化ストレスによるものとされている。一般的に高等植物は吸収したヒ素に対して、体内で合成した、Cys(システイン)、EC(グルタミルシステイン)、GSH(グルタチオン)、PCs(フィトケラチン)といった低分子チオール化合物を結合させることでヒ素の無毒化を行っており、それらの生成に関与する一連のフィトケラチン合成経路はヒ素の無毒化において重要な役割を果たしていると考えられている。しかし、モエジマシダにおける低分子チオール化合物の役割には不明な点が多く、一方で低分子チオールはヒ素の無毒化以外にも抗酸化作用や還元反応など、様々な代謝経路に寄与している。そのため、モエジマシダのヒ素耐性機構の解明には、フィトケラチン合成経路だけでなく、複合的に体謝経路を調査する必要があると言える。本研究では、植物体の体謝産物の測定をチオール代謝を中心に網羅的に行うことで、ヒ素ストレス下でのモエジマシダの代謝応答を調べ、低分子チオール化合物の役割の検証を行った。

【方法】モエジマシダ(ヒ素超集積種)と、イネ(高等植物の非集積種)を供試植物とし、水耕条件で $10\ \mu\text{M}$ のヒ素処理に供し、処理開始後から3日間経時的にサンプリングを行った。植物体中のヒ素、低分子チオール化合物、各種アミノ酸含有量の測定を行い、ヒ素無毒化に関わる代謝経路の変動を調べた。また、ヒ素吸収時の代謝産物の網羅的一斉解析を目的とし、UPLC-TOF-MSを用いて分子量帯域 m/z 100-1000の化合物の分析を行い、検出されたピークを多変量解析(主成分分析(PCA)及び、直交最小二乗法判別分析(OPLS-DA))に供した。

【結果と考察】モエジマシダにおいて PC_2 はヒ素の存在に応答して合成が誘導され、一方でGSHはヒ素処理に関係なく高い濃度で維持された。ヒ素含有率と PC_2 含有率の相関は地上部で高く、モエジマシダ地上部へのヒ素集積に PC_2 が何らかの関わりを持っていることが予想された。また代謝産物の一斉解析より、モエジマシダのみヒ素処理に起因する体謝産物の変動が確認できたが、その変動は劇的なものではなく僅かな変動であることが示された。

【結論】以上、本研究よりヒ素吸収時にモエジマシダは劇的に代謝経路を変化させるのではなく、チオール合成など限られた体謝経路のみを変化させていると示唆された。また、モエジマシダは低分子チオール化合物を高レベルで恒常的に維持する能力に優れており、それによりヒ素吸収時に低分子チオール化合物レベルを有意に低下させる事なく PC_2 を合成できると理解された。このチオール化合物の恒常性はヒ素の無毒化において重要な意味を持つものと考えられる。