

ヒ素超集積植物モエジマシダのヒ素輸送における 低分子チオール化合物の役割

共生生物科学講座 根圏環境制御学分野
皇甫 蘭

【背景と目的】 有害元素汚染土壌における植物を用いた環境浄化方法であるファイトレメディエーションでは、特定の元素を地上部に特異的に集積することのできる超集積植物 (hyperaccumulator) を用いる。 *Pteris vittata* L. (モエジマシダ) はヒ素の超集積植物であり、ヒ素への耐性および、地上部のヒ素集積能力に優れていることから、ファイトレメディエーションへの応用が期待される。一般に、ヒ素非集積種植物は吸収したヒ素に対して、体内で合成した低分子チオール (Cys (システイン)、 γ EC (γ グルタミルシステイン)、GSH (グルタチオン)、PC₂ (フィトケラチン)) と結合させることで無毒化を行っている。一方、モエジマシダにおいては、PC₂ 合成はヒ素に応答して高まっており、ヒ素と結合することによる直接的無毒化もしくは他の無毒化機構への寄与の可能性が考えられるが、その詳細な役割は分かっていない。そこで本研究ではモエジマシダにおける PC₂ の役割を調査することを目的とし実験を行った。

【方法および結果】

1. XANES を用いたヒ素形態の調査

ヒ素処理を行ったモエジマシダ体内でのヒ素形態を調べたところ、地上部においては80%以上がフリーの亜ヒ酸として存在しており、低分子チオールとの結合体は7%のみであった。

2. 低分子チオール合成阻害がヒ素集積に及ぼす影響

低分子チオール合成経路における律速段階の反応である γ EC 合成は、 γ グルタミルシステインシンセターゼ (γ ECS) によって触媒される。本実験では γ ECS の阻害剤であるブチオニンスルフォキシミン (BSO) を用いて PC₂ 合成阻害によるモエジマシダ地上部でのヒ素集積の変化を調べた。BSO 添加は根における PC₂ 合成を阻害し、地上部のヒ素集積は有意に低下した。

3. 同位体顕微鏡を用いた硫黄局在の調査

植物は根から吸収した硫酸イオンより PC₂ やその他の低分子チオールを合成する。そこで、ヒ素処理開始と同時に ³⁴S ラベルした硫酸を硫黄栄養源として与え、ヒ素存在下および不在下で新たに吸収された硫黄がモエジマシダ体内でどのような組織やオルガネラに優先的に分配されるかを調べた。その結果、ヒ素存在下で処理した場合のみ葉の細胞内に ³⁴S/³²S 比が高い点を確認できた。さらにこの ³⁴S 濃集点の細胞内局在を SEM によって調べたところ、表皮細胞の液胞部分である可能性が示された。

【考察および結論】

以上の結果から、モエジマシダではヒ素との結合による直接的無毒化への PC₂ の寄与は小さく、PC₂ はヒ素と一時的に結合することにより、根から地上部へのヒ素輸送や、地上部における液胞へのヒ素隔離に関与している可能性が強く示された。今後は液胞内での硫黄化合物の形態を明らかにし、ヒ素輸送時に形成されるであろうヒ素-低分子チオール結合体の同定・定量化が課題である。