

植物の新たな 有機物トランスポーター

武田 俊 哉

植物は微生物毒素や農薬など多くの外来性異物にさらされている。これら異物の解毒過程は、動物におけるそれと同様、1) 異物の化学修飾、2) グルクロン酸やグルタチオンなどによる抱合体形成、3) 細胞質からの排出の3段階を経て行われるとされている。排出については、動物では細胞外への排出であるのに対して、植物では主に液胞への蓄積となると推察されていた。この異物の液胞への輸送に、ATP 結合カセット (ABC) トランスポーターであるグルタチオン抱合体ポンプ (GS-X ポンプ) が関与していることが、単離液胞膜を用いた検討により明らかにされている。¹⁾

GS-X ポンプについては、動物細胞において抗癌剤耐性との関連が指摘されていることもあり、近年、活発に研究が行われている。このトランスポーターは、グルタチオン抱合体 (GS-X) や酸化型グルタチオンに親和性を示し、Mg-ATP よりエネルギー供給を受け、 H^+ 勾配の脱共役剤に対して非感受性であり、バナジン酸により阻害される。つまり、植物における有機物の能動輸送系として一般的な、 H^+ -ATPase などの作用により形成された H^+ の電気化学的ポテンシャル差に依存する二次性能動輸送とは異なり、Mg-ATP により直接的にエネルギーを供給される一次性能動輸送を行う。非植物では、ヒトの多剤耐性タンパク (HmMRP1) や酵母の液胞に存在するカドミウム因子 (ScYCF1) などが、GS-X ポンプとして特定されている。

Lu らは、シロイヌナズナから GS-X ポンプをコードする *AtMRP1* 遺伝子を単離したことを1997年に報告した。²⁾ 彼らは、*HmMRP1* 遺伝子および *ScYCF1* 遺伝子の共通配列をプライマーに用いて PCR を行い、得られた PCR 産物をプローブにして cDNA ライブラリーのスクリーニング、さらにゲノムライブラリーのスクリーニングなどを行い、*AtMRP1* 遺伝子を単離した。また、酵母の *ScYCF1* 欠損株にプラスミドで導入、発現させた後、液胞膜を単離して GS-X の輸送活性を評価した。AtMRP1 は、HmMRP1 および ScYCF1 と同じドメイン構成をもち、Mg-ATP に依存し、脱共役剤などの影響を受けず、バナジン酸により阻害される GS-X の輸送を触媒した。このことより、AtMRP1 は GS-X ポンプであると同定された。

この成果は、植物における外来異物の処理機構を明ら

帝京科学大学バイオサイエンス学科 (助手)

〒409-0193 山梨県北都留郡上野原町八ッ沢2525

Tel: 0554-63-4411 E-mail: takeda@ntu.ac.jp

1994年 東京大学大学院工学系研究科博士課程単位取得退学、工学博士

現在の興味: 植物培養細胞の機能制御

かにするものであり、今後、薬剤耐性制御などの応用面での広がりをも見せていくであろうと思われる。しかし、さらに興味深いことは、この液胞輸送機構が外来異物の解毒のみに留まらず、より広い生理機能をもつ可能性を示していることである。

植物の二次代謝産物である色素アントシアニンの液胞への輸送も、GS-X ポンプの作用によると推察されている。GS-X は、細胞質の GST (グルタチオン S-トランスフェラーゼ) の作用により形成される。アントシアニンの液胞への蓄積はバナジン酸による阻害を受け、GST 欠損株では蓄積が行われない。³⁾ Lu らは、グルタチオン化されたアントシアニンが AtMRP1 の基質となることを確認している。²⁾ この知見によれば、アントシアニンは、基本骨格が合成された後、配糖化などの化学修飾を受け、グルタチオンによる抱合体形成を経て、液胞へ蓄積されることになる。このアントシアニンの生合成過程は上述の異物解毒過程と類似していることが指摘されている。³⁾ 植物は、異物解毒過程を利用することで、多岐にわたる二次代謝系を進化させてきたということも考えられるのではないだろうか。

1998年になって、*AtMRP2*~*4* 遺伝子が単離されたことが報告されている。*AtMRP2*, *3* については、上述の *AtMRP1* と同様に酵母の *ScYCF1* 欠損株に導入した検討が行われているが、GS-X のみならず、グルタチオンに抱合されていないクロロフィル異化物の輸送にも活性を示すことが報告されている。^{4,5)} この輸送活性は、*AtMRP1* では観察されなかった。また、*AtMRP3* では、酵母の *ScYCF1* と同様、カドミウム耐性機能が見られている。

植物 GS-X ポンプの基質特異性、発現調節、アイソフォーム間の機能分担については、これから検討を要する課題である。植物における有機物輸送に幅広い作用をもつ可能性のある、この輸送系について、今後の解明が待たれるところである。

- 1) Martinoia, E. *et al.*: *Nature*, **364**, 247 (1993).
- 2) Lu, Y.-P. *et al.*: *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **94**, 8243 (1997).
- 3) Marrs, K. A. *et al.*: *Nature*, **375**, 397 (1995).
- 4) Lu, Y.-P. *et al.*: *Plant Cell*, **10**, 267 (1998).
- 5) Tommasini, R. *et al.*: *Plant J.*, **13**, 773 (1998).