

## ベタレイン色素の植物組織内動態とその動的機能性解明

応用生物科学専攻 生命分子化学講座 生態化学生物学 羽馬大輔

### 1. はじめに

ベタニンとは *in vitro* で強い抗酸化能を示すベタレイン色素の一種であり、植物ではアカバセンニチコウ (*Alternanthera dentata*) やレッドビート (*Beta vulgaris*) などの中心子目植物のみに含まれる水溶性含窒素植物色素である。中心子目植物には乾燥地帯や塩類集積地などの高負荷環境下で生育できるものが多く存在しており、ベタレインには、植物の環境ストレスへの対処に必要とされる重要な機能性が備わっていると考えられている。しかしながら、ベタニンは植物細胞内では液胞に隔離された状態で保持されており、活性酸素種発生源となる葉緑体やミトコンドリアなどに直接接しているわけではない。従って、細胞質中に遊離した活性酸素種を液胞内のベタニンがどのように消去するかについてはほとんど知られていない。本研究は、液胞内に蓄積されたベタニンが細胞質中で実際に機能できるかについての検証と、化学物質処理に対する組織応答に伴うベタニンの挙動追跡を主たる目的とした。

### 2. 方法

アカバセンニチコウやアカビートなど、葉身にベタニンを蓄積する植物を実験に用いた。これらの葉身切片を可視光下で検鏡し、葉身組織中のベタニン分布から、植物組織内でのベタニンの動態およびその機能性について推定を試みた。また細胞壁を部分的に残す葉肉細胞プロトプラストを調製し、これを酸化ストレス下に置いて液胞中ベタレインの挙動を蛍光顕微鏡で観察することで、ベタレイン含有植物に特徴的なストレス応答と生体内防御メカニズムの解明を試みた。

### 3. 結果と考察

1) **植物生体内におけるベタニン輸送** 各植物葉身切片の観察から、ベタニンは維管束周辺の伴細胞と推定される棒状組織細胞を中心に、柵状組織、表面表皮、およびトライコーム基部細胞に局在していた。また、ベタニンを含む小胞体が維管束周辺の伴細胞内部に多数存在することを確認した。これらの結果から、ベタニンは維管束周辺の細胞で合成・蓄積され、篩部を通して輸送されることが示唆された。

2) **酸化ストレス下における液胞内ベタニンの動態観察** 各植物葉身切片を経時観察した際、液胞内に蓄積されたベタニン色素が急速に退色する現象を見いだした。生体膜蛍光染色用試薬 FM1-43 で処理したアカバセンニチコウ葉肉細胞由来プロトプラストの観察から、退色直前の液胞は膨張し始め、液胞膜が一点から崩壊し、細胞質中に拡散したベタニンは瞬時に退色した。また、プロトプラストに対し、葉緑体で活性酸素生成を促すパラコート(1)を 10 mM の高濃度で処理すると、液胞内ベタニン退色現象が大きく亢進された。これらの結果より、液胞膜の崩壊は葉緑体で生じる活性酸素種によって誘導され、液胞の崩壊に伴って細胞質中に放出されたベタニンは、細胞内の活性酸素種を効率良く消去すると推測された。