

植物色素ベタレインの活性窒素消去能と植物組織内での機能性に関する研究

生命分子化学講座 生態化学分野
前田麻起子

[背景と目的] 植物色素の一種であるベタレインは、含窒素色素であり、その分布がアカザ科などに限られている。フラボノイドなどの他の植物色素に比べあまり研究が進んでおらず、生合成や植物における機能など未知の部分が多く残されている。活性酸素種 (ROS) および活性窒素種 (RNS) は反応性が高く、細胞傷害を引き起こすことが知られている。ベタレインは ROS 消去能を持つことが分かっているが、RNS との反応を検討した報告はまだない。本研究ではベタレインの植物細胞における生理機能解明の一助として活性窒素消去能を検討した。

[方法] 赤ビートからベタレインを精製し、これを RNS と直接反応させ、反応生成物の解析を行った。また、赤ビート芽生えに、RNS 発生源とされる NaNO_2 ストレス負荷処理を行い、ベタレイン含量の変化、反応産物およびタンパク質ニトロ化反応の分析および解析を行った。

[結果および考察] ベタレインに RNS の一種 ONOO^- を添加すると、ベタレインは速やかに退色し (図)、この退色は ONOO^- スカベンジャーであるグルタチオンにより阻害された。ベタレインと ONOO^- の反応液を HPLC 分析すると、350nm で新たなピークが 2 本 (A、B) 検出され、反応産物 A、B の生成量は ONOO^- の濃度に従って増加した。また、 ONOO^- 消去能を L-チロシンニトロ化阻害活性 (IC_{50}) を用いて測定したところ、ベタレイン ($\text{IC}_{50}=19.2 \mu\text{M}$) の ONOO^- 消去能は、代表的抗酸化剤のアスコルビン酸 ($\text{IC}_{50}=75.2 \mu\text{M}$) より高く、アントシアニン ($\text{IC}_{50}=13.8 \mu\text{M}$) とほぼ同等であった。

NaNO_2 処理した芽生えでは生重量当たりのベタレイン含量が顕著に減少し、抽出溶液を HPLC 分析したところ、コントロールには見られないピークが検出された。このピークとベタレインと ONOO^- の反応産物の吸収スペクトルは類似しており、関連化合物であることが示唆された。さらに、 NaNO_2 処理した赤ビート芽生えよりニトロチロシン抗体陽性のタンパク質バンドが検出され、 NaNO_2 処理により、活性窒素ストレス負荷がかかり、タンパク質チロシン残基のニトロ化が進行したことが分かった。

In vitro おいて、ベタレインは ROS だけでなく、RNS に対しても高い消去能力を持つことが明らかとなった。植物では様々なストレスによって RNS が生成することが報告されていることから¹⁾、RNS 消去能がベタレインの植物細胞における生理機能の一つである可能性が本研究によって示された。

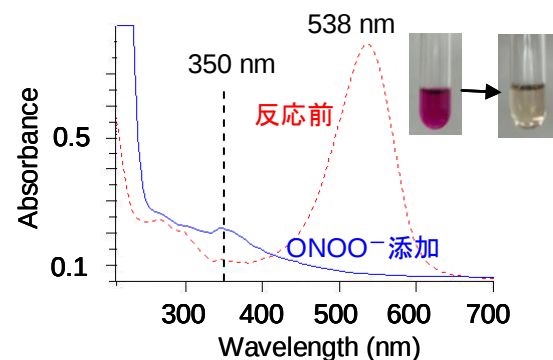


図 ONOO^- によるベタレインの退色

1) R. Valderrama *et al.*, FEBS Letters, 2007