

岩手大学農学部附属寒冷 バイオフィロンティア研究センター 生体熱制御システム研究分野

伊藤 菊一

岩手大学農学部附属寒冷バイオフィロンティア研究センターは、2008年3月に時限を迎えた「寒冷バイオシステム研究センター」を発展させ、2008年4月に誕生しました。本センターは新しい学問領域の発展と、冷害など地域の農業の現状や産業を視点に入れた社会的要請に応えるため、「寒冷環境におけるユニークな生命活動を追及するとともに、その成果を地域社会に還元しながら、「温度と生命活動」に関する研究教育成果を世界に向けて発信する」ことを目的としており、4つの研究分野（寒冷発育制御研究分野、生命適応機能研究分野、生体熱制御システム研究分野、および、細胞遺伝応答研究分野）が一丸となり研究を進めています。ここでは筆者が担当している生体熱制御システム研究分野の概要を紹介します。

発熱する植物

一般に植物には積極的な発熱能力はなく、その体温は外気温とともに変動すると考えられています。しかしながら、驚くべきことに、早春に花を咲かせるザゼンソウを含むある種の植物は、自ら積極的に発熱することが知られています。たとえば、ザゼンソウの発熱器官である肉穂花序においては、氷点下を含む外気温の変動にも関わらず、その温度は発熱により一定期間20°C程度に維持されます¹⁾。我々哺乳動物の恒温性は、交感神経系により制御されていますが、神経系を持たない植物における恒温性は、哺乳動物とは異なるシステムにより達成されていると考えられ、その詳細なメカニズムは非常に興味ある問題です。

シアン耐性呼吸酵素

植物のミトコンドリアは好氣的呼吸阻害剤であるシアン化合物に耐性を持つ呼吸経路を持っており、この酵素はシアン耐性呼吸酵素 (alternative oxidase: AOX) と呼ばれています。AOXはミトコンドリア呼吸鎖においてユビキノロン由来の電子を用い、酸素分子を水に還元する呼吸酵素ですが、ザゼンソウや海外に自生する発熱植

物である *Arum maculatum* などの発熱組織から抽出されたミトコンドリアが非常に高いAOX活性を示すことが明らかになっており、植物の熱産生においてAOXが重要な機能を有していると考えられています。我々は、ザゼンソウや *A. maculatum* におけるAOXに関する研究から、発熱植物種によって、本酵素の α -ケト酸による翻訳後活性修飾系が異なることを見いだしました²⁾。たとえば、ザゼンソウ由来のAOXはピルビン酸により活性化を受けますが、*A. maculatum* 由来のAOXは α -ケト酸による活性制御を受けません。先述したように、ザゼンソウは恒温性を有していますが、*A. maculatum* には温度調節能力がなく、その発熱は数時間程度の一過的なものであることから、 α -ケト酸による活性制御は、植物の恒温性にその代謝産物が密接に関係していることを示唆しています。この点については、現在、発熱植物を対象としたプロテオーム解析³⁾やメタボローム解析⁴⁾も行っており、今後、発熱制御メカニズムをより俯瞰的に理解できる日も近いと考えています。

ザゼンソウ温度制御アルゴリズムを搭載した 温度調節計の開発

上述のような基礎研究と並行して、我々が同定したザゼンソウ型制御アルゴリズム⁵⁾に基づく温度調節計の開発も進んでいます。ザゼンソウ型温度調節計は、2010年に(株)チノーよりDB1000Zとして製造・販売が開始されました。これは、世界ではじめて実用化に成功した生物原理に基づく温度制御装置です。この研究は産学連携研究として現在も進行中であり、2013年には新型の調節計が販売されています⁶⁾。

おわりに

ザゼンソウを含む発熱植物は、生育地が限定されるなどの理由で、これまで多くの研究者からその重要性が見逃されてきました。しかしながら、そのユニークな生命現象の背後には、今後我々の社会に恩恵を与える可能性のある未知のシーズがまだまだ潜んでいると考えられ、今後も熱意を持って研究に取り組んでいきたいと思っております。

- 1) 伊藤菊一：生化学, **84**, 853 (2012).
- 2) Ito, K. et al.: *Plant Physiology*, **157**, 1721 (2011).
- 3) Kakizaki, Y. et al.: *Biochemical Journal*, **445**, 237 (2012).
- 4) Ito, K. et al.: *Metabolomics*, DOI: 10.1007/s11306-013-0509-x (2013).
- 5) Ito, T. and Ito, K.: *Physical Review E*, **72**, 051909 (2005).
- 6) http://www.chino.co.jp/news/2013/0123_db600.html