

令和 4 年度（第 13 回）低温生物工学会受賞報告

【低温生物工学会 奨励賞】

高橋 大輔（たかはし だいすけ）氏（埼玉大学大学院理工学研究科 助教）

「草本植物の細胞膜および細胞壁の低温応答に関する研究」



略歴

高橋大輔氏は2010年に岩手大学農学部を卒業後、同大学大学院農学研究科の修士課程と博士課程を修了し、2015年に博士（農学）を取得した。それからマックスプランク植物分子生理学研究所の研究員を経て、2019年に埼玉大学大学院理工学研究科助教に採用され、現在に至る。

受賞理由

高橋大輔氏は、これまで草本植物の凍結適応機構について細胞膜や細胞壁の観点から研究を行ってきた。高橋氏がこれまで行ってきた研究は、本会の設立目的である「生物並びに生物に関連する材料を対象とした低温、凍結、乾燥に関する基礎的及び応用的研究、並びに関連科学技術の進歩に寄与すること」に合致している。以下に高橋氏のこれまでの研究成果の概要を記す。

固着性生物である植物は、周囲の環境変化に常に曝されているため、それらを感知して適切に応答しなければならない。植物にとってストレスとなる環境因子のうち、凍結は複雑な傷害機構を伴うため、植物の生存

を左右する主要因となる。凍結傷害は、細胞壁外に形成される氷晶の拡大に伴って脱水や物理的圧迫などの複合的ストレスがかかり、細胞が細胞膜に不可逆的なダメージを負うことによりおこると考えられている。この傷害を回避すべく、植物は秋から冬にかけて気温の低下を感知することで、成長速度を低下させ凍結耐性を上昇させる（低温馴化）。高橋氏は、カラスムギ、ライムギ、シロイヌナズナにおいて、低温馴化過程における細胞膜の微小な機能ドメイン-マイクロドメイン-のタンパク質組成変化に着目し、ショットガンプロテオミクス技術を用いた網羅的解析を行ってきた。高橋氏は、一連の研究過程で、GPI アンカータンパク質と呼ばれる脂質修飾型タンパク質が低温馴化過程で増加することを見出した。植物細胞において、GPI アンカータンパク質の多くは細胞壁の形成や改変に関与する。そこで、高橋氏は研究の視点を細胞膜から細胞壁に移した。植物の細胞壁は、単糖分子がグリコシド結合によって重合した多糖が主成分であり、それらはセルロース、ヘミセルロース、ペクチンなどに分類される。まず、高橋氏は低温馴化過程における細胞壁の構成糖組成変化の解析を行った。この研究により、ヘミセルロースの主成分であるキシログルカンや、ペクチンの側鎖であるガラクトンなどの細胞壁多糖が、低温処理に応じて組織全体に蓄積していることを見出した。このうち、キシログルカンに関しては、細胞壁中でキシログルカン転移酵素/加水分解酵素（XTH）の働きによりつなぎ変えや分解が起こる。高橋氏は、この XTH の欠損変異体を用いて、キシログルカンの量的変化が植物の凍結耐性獲得機構に貢献していることを明らかにした。

現在、高橋氏は凍結耐性に関わるもう一つの細胞壁コンポーネントと考えられるペクチン側鎖のガラクトンに着目して研究を行っており、ガラクトンの蓄積が凍結耐性の獲得に重要であることを明らかにした。また、低温馴化した植物が気温の上昇とともに凍結耐性の喪失と成長の再開を行う「脱馴化」過程の細胞壁変化にも着目している。細胞壁が低温馴化を経ると未馴化の状態とは異なる組成に収束することを見出しており、現在は凍結耐性と成長の両面から、その生物学的意義に関する研究を行っている。

高橋氏は、これらの研究成果を多くのインパクトのある論文として発表するなど低温生物学に関する顕著な業績を挙げている。また、2010 年以降、本学会で定期的に研究発表を行ってきた。また、本学会と関連が深い Society for Cryobiology や、International Plant Cold Hardiness Seminar (IPCHS) においても口頭発表を行っている。2021 年には Chair として国内外の研究者とともに IPCHS をはじめてオンラインで開催した。したがって、今後も本学会の会員として低温生物学分野における活躍が期待される。よって、高橋大輔氏に令和 4 年度低温生物工学会奨励賞を授与することにした。