

平成26年度（第5回）低温生物工学会 学会賞 受賞理由

「水の物理化学を基礎とした低温生物工学研究」

宮 脇 長 人（みやわき おさと）氏

石川県立大学生物資源環境学部・教授



略歴

被推薦者、宮脇長人氏は1974年東京大学大学院工学系研究科化学工学専門課程博士課程修了（工学博士）後、東京大学農学部農芸化学科助手、米国ピッツバーグ州立大学薬学部 Visiting Assistant Professor、東京大学大学院農学生命科学研究科応用生命科学科准教授を経て、2005年石川県立大学生物資源環境学部教授となり、現在に至っている。同氏はまた、1985年に低温生物工学会会員となって以来、現在に至るまで低温生物工学会の正会員として数多くの研究発表を行うことよって学会活動を積極的に支え、かつ、理事、総務理事、編集委員長などを長きにわたり続けるとともに、当学会会長も務めた。

受賞理由

凍結食品中の氷結晶構造は試料の伝熱物性、形状、操作条件など多くの要因に依存し、最大氷結晶生成帯通過時間で説明されるものの定量的情報は得られない。宮脇長人氏は、食品中で氷結晶が成長する唯一のメカニズムは水の分子拡散であり、このことに基づく次元解析的アプローチにより、氷結晶の大きさ（ dp ）は凍結界面進行速度（ u ）に逆比例し、その比例係数は水の分子拡散係数（ D_w ）のオーダーであることを示した。本研究は凍結食品中の氷結晶構造制御において重要な意義を有してする。

生細胞の凍結においては、細胞内・外の水が別々に凍結し、通常、細胞外凍結が先行し、凍結誘起浸透圧によって細胞は脱水される。この際、浸透圧脱水が早い場合、細胞内凍結

は起こらず、細胞内液はガラス状態となることが細胞生存ための必要条件である。そこで氏は、細胞脱水速度の指標として、細胞膜の水透過係数 L_P と細胞の大きさ d_P から、パラメーター L_P/d_P を求め、この値を植物培養細胞（イネ, *Oryza sativa*; ブドウ, *Vitis* sp.）、動物細胞（CH27）および微生物（酵母）について比較した結果、植物細胞では L_P/d_P の値が、動物・微生物に比較して1桁以上低く、そのため植物細胞は凍結誘起浸透圧脱水への適応が遅く、細胞内凍結が起こりやすく、凍結耐性が低いことを明らかにした。

凍結濃縮法は、蒸発法や膜濃縮法に比較して、最も高品質を与えるものの、従来法の多数の微細な氷結晶を成長させる懸濁結晶法は最も高価な濃縮法である。これに対して氏は、冷却面から唯1個の巨大氷結晶を成長させて凍結濃縮を行う界面前進凍結濃縮法を提案し、この方法の原理を界面分極理論により解明し、小型実験装置ならびにスケールアップ装置を開発した。さらに、この方法の決定的短所である高濃度濃縮での氷結晶への成分取り込みによる収率低下について氷結晶部分融解装置を開発してその欠点を克服し、現在、実用化に向けた研究開発が進行中である。

氏はまた、水溶液中におけるタンパク質熱安定性に及ぼす水和効果の影響について新しい理論を提案している。これは、水溶液中のタンパク質安定性と溶液濃度変化による水分活性とを直接的に相関する方法で、従来の疎水性相互作用の役割を強調する C. Tanford 以来の定説を覆して、アミノ酸残基間水素結合と水和効果の意義を明らかにし、水分活性の役割の重要性を証明するもので、生命現象の本質であるタンパク質の **marginal stability** の解釈の本質に迫るものである。

以上、氏は水の物理化学を基礎とした低温生物工学研究において顕著な業績を上げ、当学会の発展に多大な貢献をした。よってここに、平成26年度低温生物工学会賞を授与する。