

令和元年度（第10回）低温生物工学会 学会賞 受賞理由

「不凍タンパク質の分子機能と応用技術に関する研究」

津田 栄（つだ さかえ）氏

産業技術総合研究所生物プロセス研究部門・上級主任研究員

北海道大学大学院生命科学院・客員教授



略歴

津田 栄 氏は、1988年3月に北海道大学大学院理学研究科博士課程1年次を中退し同年4月に北海道大学理学部高分解能NMR研究室教務技官に採用された。1992年に理学博士号を取得し、1993年カナダ・アルバータ州立大学医学部博士研究員、1994年日本電子株式会社技術顧問を経て、1995年に現所属組織の旧称である通産省工業技術院北海道工業技術研究所主任研究官に就任した。2003年以降、北海道大学大学院生命科学院客員教授を併任し、現在は国立研究開発法人産業技術総合研究所生物プロセス研究部門上級主任研究員を務めている。これまで一貫して不凍タンパク質の研究開発に従事し、2000年に北海道工業技術研究所・所長賞ならびに通産省工業技術院・院長賞を受賞した。2014年に不凍タンパク質に関する国際会議を、2017年に低温生物工学会年会を札幌で開催した。2018年に不凍タンパク質に関する国内初の専門書「不凍タンパク質の機能と応用」を出版し、2019年からはネイチャー誌サイエンティフィック・リポートの編集委員を務めている。低温生物工学会には2003年の招待セミナー以降に参加し、2009年に理事、2016年に総務理事に就任し学会の運営に務めてきた。

受賞理由

津田 栄 氏は、日本人が普段目にするカレイ等の魚類や牧草地に生息する菌類から不凍タンパク質（Antifreeze Protein : A F P）と呼ばれる物質を新たに抽出し、それらの分子機能と応用技術に関する多くの優れた研究成果を国内外の主要学術誌などに発表してきた。更に、日本産魚類を原材料とするA F Pの大量生産技術を企業と開発して

上市に到り、大学や試験機関等に対しては A F P の試料と技術情報を無償で提供してきた。これらにより A F P の基礎と応用の両研究が国内外で進み、凍結耐性ゲルや高気孔率セラミックス多孔体などの新しい A F P 応用技術が開発された。津田氏の業績は大きく以下の 2 項目に分けられる。

(1) A F P の分子機能に関する研究

凍結寸前の水中にはナノスケールの小さな単結晶氷が無数に生成する。単結晶氷は周囲の水分子を取り込んで成長と融合を繰り返す。これにより、凍った状態にある細胞や組織、食品などの含水物の内部が物理的に破壊されて生命活動が停止する。A F P は、そのような単結晶氷に強く特異的に結合して結晶成長を抑制し、生物を凍結から守ると考えられている。津田氏は、日本国内に生息する様々な動植物から A F P を抽出し、それらの遺伝子配列、アミノ酸配列、3 次元分子構造、氷結晶結合機能、熱ヒステリシス活性、再結晶化阻害機能などを数多く明らかにしてきた。特に、菌類由来 A F P の構造と機能を世界で初めて解明し、2012 年に国際学術誌に発表した。この A F P は北海道石狩平野の牧草地等に生息する担子菌類チフラ・イシカリエンシスが分泌するもので、極めて不規則な β らせん構造を形成しているにも関わらず、強く氷結晶に結合して成長を止めることが示された。この β らせん型 A F P は、世界各地のバクテリアや珪藻にも含まれていることが近年明らかにされている。また、津田氏は独自にデザインした高機能型 A F P の分子表面に、氷と良く似た水分子のネットワークが形成されていることを見出した。これは 5 角形に配置した水分子群で構成されるもので、水分子ネットワークが氷の成長界面を形成する不規則な水分子群と混ざり合うことで、A F P は瞬時に氷結晶面に結合できることを 2018 年に国際学術誌に発表した。さらに (A) 寒冷地の生物は僅かにアミノ酸配列の異なる A F P 分子すなわち A F P アイソフォームの混合物を発現していること、(B) 日本の生物がもつ A F P と極地生物がもつ A F P ではアミノ酸配列が僅かに異なること、(C) ある種の菌類はバクテリアからの水平伝播によって A F P を獲得したこと、(D) A F P に注目した遺伝子解析からカジカ科魚類の起源が示唆されること、(E) A F P は氷のみならず脂質二重膜にも結合することで 4°C 下で保存中の細胞の寿命を伸ばすことなどを明らかにして、国際学術誌に発表した。

(2) A F P の応用技術に関する研究

1960 年代後半から 2000 年にかけて、北米や欧州等に生息する魚類、昆虫、植物、バクテリア、菌類などから分子量や組成が異なる様々な A F P の発見が相次いだ。しかし、グラム量以上の A F P を取得する方法がなかった為、産業や医学の分野における A F P 研究は極めて限定的であった。津田氏は日本国内で捕獲されるカレイ、ワカサギ、ゲンゲ等の魚類が A F P を含んでいることを 2000 年頃に発見し、それらの筋肉すり身液から A F P を大量取得する技術を開発して基本特許を取得した。その後、企業との共同研究により技術改良を進め、日本産魚類由来の A F P I~III 型並びに不凍糖タンパク質 A F G P を世界で初めて企業から製品化した。A F P は共雑物の影響を殆ど受けずに機能することが明らかになり、A F P 粗精製品は比較的安価に製造できることから、津田

氏はこれを食品や冷熱技術に応用する研究を進めてきた。また、A F Pの高純度品を取得する技術を開発し、基板表面への固定化や細胞保存分野に応用する研究も行ってきた。A F Pは東大、京大、九大、阪大、北大、理研、産総研など、国内外 20 箇所以上の大学や医療機関等に対して無償で提供され、現在も様々な研究に活用されている。これまでも、(A) ウシ黒毛和種の受精卵はA F Pを含む細胞保存液に浸することで 4°C 下で 10 日間生き続けられること、(B) A F Pとセラミックス粉を含ませた寒天ゲルを凍結後に焼結することで高気孔率セラミックス多孔体が製造できること、(C) AFP を体内に発現するように改変した線虫は凍結耐性をもつことなどを明らかにし、学術雑誌に発表した。

以上のように、津田氏は不凍タンパク質の分子機能と応用技術に関して顕著な業績を上げ、低温生物工学会の発展に多大な貢献をした。よってここに、令和 1 年度低温生物工学会賞を授与する。