

令和6年度(第16回)低温生物工学会 学会賞 受賞理由

「ネムリユスリカの乾眠メカニズムの解明」

黄川田 隆洋 (きかわだ たかひろ)氏

農業・食品産業技術総合研究機構 生物機能利用研究部門・機能利用開発グループ長、東京大学大学院新領域創成科学研究科先端生命科学専攻 客員教授



略歴

黄川田隆洋氏は、1994 年 3月に岩手大学大学院農学研究科農芸化学専攻（修士課程）を修了し、同年 4月農林水産省 蚕糸・昆虫農業技術研究所（つくば市）の研究員として採用された。同年 10月から同研究所遺伝育種部遺伝素材研究室（山梨県小淵沢町）に異動し、1999 年 7 月までカイコの遺伝資源保存業務に従事した。同年 8 月につくば市にある同研究所の本所に異動した。2001 年 4月に

行われた国立研究所の独法化・統合に伴い、所属研究所が農業生物資源研究所に改組された。2005年に主任研究員へ昇格後、2009年4月に論文審査により東工大にて博士（工学）の学位を取得した（主査：櫻井実 教授）。2016年に所属研究機関が農業・食品産業技術総合研究機構へ改組され、同年に上級研究員、2019年に主席研究員、そして2023年にグループ長へ昇格した。国立研究所での研究を行うと共に、2015年から東京大学大学院新領域創成科学研究科先端生命科学専攻の客員准教授を併任し、2023年に客員教授へ昇任して現在に至る。

受賞理由

黄川田隆洋氏の主要業績は、ネムリユスリカの乾眠メカニズム研究に集約される。

アフリカの半乾燥地帯に生息するネムリユスリカの幼虫は、体内の水分をほぼ完全に消失しても死に至らず、再水和すると簡単に蘇生する。このような極限的な乾燥耐性の事を、乾眠 anhydrobiosis と呼ぶ。黄川田氏は、乾眠の分子メカニズムを生理、生化学、分子生物学、ゲノム生物学的なアプローチで研究を行ってきた。

黄川田氏は、乾眠メカニズムを知るために必要な基盤情報として、ネムリユス

リカのゲノム解読を行った。その結果、乾眠に関連した遺伝子が高度に多重化しており (Nature Commun, 2014)、しかもその多重化遺伝子群が 1 つの染色体に集約されている (NAR Gen Bioinf, 2022) ことを見いだした。また乾眠の誘導メカニズム解析を進めた結果、一般に熱ショック因子として知られている HSF1 が乾眠遺伝子発現制御の上流部にあり (PNAS, 2018; Int J Mol Biol, 2021)、いくつかのフィードフォワード回路による巧妙な遺伝子発現制御 (PLoS One, 2020) を行っている事を見いだした。乾眠は代謝の完全停止状態である事から推察されたとおりに、乾眠時に ATP が大きく低下し、再水和時に一気に ATP 合成が駆動するという、代謝産物のダイナミックな変動がある事が分かった (PNAS, 2020)。制御因子のみならず、乾眠機構の実行部隊として機能する遺伝子の同定も行った。乾眠生物共通に存在する乾燥保護機能を持つと考えられる天然変性タンパク質である LEA タンパク質がネムリユスリカにも存在する (BBRC, 2007; Insect Biochem Mol Biol, 2013) 事を報告した。酵母やアルテミア耐久卵の研究でトレハロースが乾燥耐性に重要である事が知られていたが、動物体内でトレハロースがどのように細胞膜透過するのか不明だった。ネムリユスリカのトレハロース代謝機構を解析する中で、世界で初めて動物のトレハローストランスporter (TRET1) を同定 (PNAS, 2007) し、その後 Na⁺依存型のトレハローストランスporter (STRT1) も発見 (PNAS, 2024) した。ネムリユスリ

カから樹立した培養細胞（Pv11 細胞）が、1 年程度の常温乾燥保存が可能であることが共同研究者の研究で明らかになった。その成果を足場に、Pv11 細胞に外来遺伝子を発現させる手法を開発（Extremophiles, 2017; Sci Rep, 2019）し、ネムリユスリカ以外の生物に由来する遺伝子産物であっても Pv11 細胞に発現させれば 1 年程度は機能維持したまま常温乾燥保存出来ることを証明（Sci Rep, 2017）した。最近では、Pv11 細胞のゲノム編集技術構築を行った（Sci Rep, 2021）。これらの一連の研究成果により、NIAS（農業生物資源研究所）研究奨励賞、極限環境生物学会研究奨励賞、低温生物工学会奨励賞を受賞している。2025 年 7 月にハノーバー（ドイツ）で開催される CRYO2025 では、オーガナイザーの一人である Wim Wolkers 博士（University of Veterinary Medicine Hannover）の依頼を受け、招待講演者として乾眠メカニズムに関する最新知見と展開に関して発表する。

黄川田氏は、2012 年に第 57 回低温生物工学会大会（つくば）の大会長を務め、低温生物学関連研究者（海外：4 名、国内 2 名）を集めた国際セミナー（NIAS International Seminar for Cryobiology and Cryotechnology）を併催した。2025 年には第 70 回低温生物工学会大会（つくば）の大会長を務める。また、黄川田氏は、低温生物工学会の理事・総務理事（低温生物工学会誌 編集委員長）を務め、学会運営に寄与してきた。

このように、黄川田隆洋氏は、ネムリユスリカの乾眠メカニズム解明とその応用に関する研究で世界をリードしており、今後も本学会の会員として低温生物工学分野における活躍並びに学会運営への寄与が期待される。よって、黄川田隆洋氏に令和6年度低温生物工学会学会賞を授与することにした。