

## 平成 29 年（第 11 回）みどりの学術賞受賞者

まる た より かず  
丸 田 頼 一（79 歳） 千葉大学名誉教授

## 功績概要

都市の緑地が持つ微気象の緩和などの多面的な機能と緑地計画に関する研究を進め、都市の公園緑地から冷涼な空気が市街地に浸透する「にじみだし現象」の存在や、市街地周辺部から都市部に向かって風が発生することを実証的に明らかにするなどの先駆的な成果を挙げた。また、ドイツで開発された「風の道」の手法を参考に、ヒートアイランド現象の緩和のため緑地を効果的に配置する日本型の「風の道」を提唱した。これらの成果は、政府の「ヒートアイランド対策大綱」に反映されたほか、多くの都市の「緑の基本計画」に盛り込まれるなど、都市における熱環境の緩和と低炭素型まちづくりに資する緑地政策の展開に大きく貢献した。

しん けん じん  
沈 建 仁（55 歳） 岡山大学異分野基礎科学研究所教授

## 功績概要

植物の葉緑体の中で光合成を通じて酸素が発生する際に触媒の役割を果たす「光化学系Ⅱ」というタンパク質複合体について、和歌山の温泉で採取された原始的な光合成生物シアノバクテリアから高解像度で解析可能な結晶をつくり出し、それまで明らかになっていなかった原子レベルでの構造を明らかにした。この成果は、2011 年の Science 誌による「10 大ブレイクスルー」の 1 つに選出されるなど国際的にも評価されるとともに、「光化学系Ⅱ」を模倣した触媒の開発に道を拓くなど、基礎科学としての光合成研究にとどまらず、太陽光エネルギーの人工利用（人工光合成）の実現に向けた研究の進展にも大きく貢献した。

（年齢は平成 29 年 4 月 28 日現在）

# 丸田 頼一

まるた よりかず



千葉大学名誉教授、  
(一社)環境情報科学センター名誉会員

昭和13年2月4日 長野県出身

同39年 米国ルイジアナ州立大学大学院修士課程 修了

同40年 東京大学大学院生物系研究科修士課程 修了 (農学修士)

同44年 東京大学大学院農学研究科博士課程 修了 (農学博士)

同44年 日本大学農獣医学部 専任講師

同47年 日本大学農獣医学部 助教授

同52年 千葉大学園芸学部 助教授

同63年 千葉大学園芸学部 教授

平成 9年 (社)環境情報科学センター 理事長

同12年 千葉大学 評議員

同15年 千葉大学 名誉教授

同28年 (一社)環境情報科学センター 名誉会員

昭和48年 日本都市計画学会賞 (論文奨励賞)

同58年 日本造園学会賞 (調査・計画部門)

平成 6年 日本公園緑地協会 北村賞

同19年 環境情報科学センター 特別賞

同22年 日本造園学会 上原敬二賞

## 受賞者紹介

「都市緑地計画学の理論構築とヒートアイランド現象の緩和に関する政策反映」に関する功績

近年、都市におけるヒートアイランド現象が顕著となっており、健康上の問題、エネルギー消費量の増加、生物の生息環境への影響、集中豪雨などの局所的災害の増大などが、大きな社会問題となっている。丸田氏は、ヒートアイランド研究の第一人者であり、1960年代より、都市緑地計画とヒートアイランド現象の緩和について研究を行ってきた。これを踏まえて多くの都市において、微気象緩和のほか、振動・騒音の軽減、防災など緑地の機能面から実証研究を行い、都市緑地計画の理論を構築し体系化を行った。丸田氏の功績は、「造園学」の知見と「気象学」の融合から新たな学問領域を構築すると共に、緑地の有する多面的機能を調査し、地球環境問題の解決に資する都市緑地計画学を構築したことにある。

丸田氏が、本研究をはじめたのは、まだ、ヒートアイランド現象という概念が、日本では知られていなかった1960年代のはじめであり、東京における新宿御苑、小石川植物園、隅田公園、錦糸公園など、大小様々の公園緑地の調査を行い、公園内と外の気温・湿度の差を計測し、公園緑地から冷涼な空気が市街地に浸透していることを明らかにした。この現象は「にじみだし現象」と名付けられ、その後の日本におけるヒートアイランド現象緩和にむけた研究の最初の事例となった。また、東京における夏季の気温分布が、建物容積との関連性が高く、市街地と郊外の両地間の気温差に基づいた気圧差により、市街地周辺部から都心部に向かって風が発生すること等を実証的に解明した。これらの実証研究は、東京だけではなく、日本の様々な都市や海外でも実証的研究が行われた。

さらに丸田氏は緑地の有する多面的な機能に着目し、市街地火災における延焼遮断帯としての緑地の機能、振動や騒音を緩和するための緑地構造、大規模公園の配置などについて研究を行い、客観的指標による緑地の配置計画論を確立した。これらの学術研究は、都市公園整備の発展期にあった日本の公園緑地政策の推進に多大な貢献をした。

丸田氏の、これらの研究を踏まえて、2004年3月に政府の「ヒートアイランド対策大綱」が決定され、都市空間の熱環境評価・対策技術開発が本格化することとなった。ヒートアイランド現象緩和のための風の効果や影響について、現象の解明と効果の定量化を行うための大規模な観測が実施され、土地利用形態、建築物、人工排熱、土地の被覆状態などの条件をデータ化し、シミュレーションにより都市の熱環境を可視化する技術開発が実施され、丸田氏はこれらの研究を統括し、技術開発に尽力した。

丸田氏は、このような実証研究と技術開発、海外における事例研究を踏まえて、都市における緑地配置計画にヒートアイランド現象を緩和するための効果的手法の導入を提言した。当時、ドイツでは「風の道」の形成という計画手法が開発されていたが、丸田氏は、日本各地の都市構造の相違を踏まえた日本型の「風の道」を、わかりやすい緑地構造として提唱した。すなわち、都市内の河川や斜面緑地、農地、大小の緑地を効果的に結ぶことにより、熱環境の緩和に資する都市構造をつくり出す提案であった。これらの緑地は、都市の防災機能の向上や生物多様性の確保にも寄与する多面的機能を有しており、全国の都市の「緑の基本計画」に反映された。また、丸田氏は、里山や農地を保全し、都市をコンパクトにする重要性を指摘し、「低炭素型まちづくり」の骨格となる緑地形成に資する理論構築を行った。

これらの研究とあわせて、丸田氏は、国土総合開発審議会や都市計画中央審議会専門委員として、政策反映に貢献した。また、このような業績に対して、公園緑地や造園の発展に著しい寄与をした者に与えられる日本公園緑地協会北村賞、日本造園学会上原賞を受賞している。以上のように、丸田氏は、実証的な研究と技術の開発、さらにはそれらの政策への反映を通じて、我が国における都市計画学・造園学の発展に多大な貢献を行った。

# 沈 建仁

しん

けんじん



岡山大学異分野基礎科学研究所 教授

昭和36年11月10日 中華人民共和国出身

同57年 中国浙江農業大学 卒業

同61年 東京農工大学大学院農学研究科 修了（農学修士）

平成 2年 東京大学大学院理学研究科 修了（理学博士）

同 2年 理化学研究所 太陽光エネルギー科学研究グループ 基礎科学特別研究員

同 5年 理化学研究所 研究員

同10年 理化学研究所 前任研究員

同15年 岡山大学理学部 教授

同17年 岡山大学大学院自然科学研究科 教授

同28年 岡山大学異分野基礎科学研究所 教授

平成24年 朝日賞（共同受賞）

同24年 日本光合成学会 特別賞 「光と緑の賞」（共同受賞）

同25年 第71回山陽新聞賞（学術功労）

同28年 日本光生物学協会 協会賞

同28年 日本結晶学会 西川賞（共同受賞）

## 受賞者紹介

「光合成の酸素発生機構の原子レベルでの解明」に関する功績

光合成は植物の最も基本的な属性の一つであるとともに、人を含めた地球上の生物の活動を支えるエネルギー源ともなっている。植物や、植物の葉に存在する葉緑体の起源となったシアノバクテリアは「酸素発生型光合成」を営む。酸素発生型光合成においては、生体膜上にある巨大なタンパク質複合体である「光化学系 II 複合体」が太陽の光エネルギーを利用して水分子から電子を引き抜き、副産物として酸素分子を発生させる。この過程で生ずる電子は植物による二酸化炭素から有機物への合成に利用され、酸素は大気中に供給され、酸素呼吸を行う全ての生物にとって不可欠なものである。以上のように、光化学系 II 複合体の営みは、地球の生命を育む基として極めて重要である。

このため、光化学系 II 複合体による酸素発生機構の解明は光合成研究の中心的課題として、多くの研究者が取り組んできた。そして、長年の研究から、酸素発生反応は、光化学系 II 複合体中のマンガン原子とカルシウム原子と複数の酸素原子からなる金属・酸素化合物（クラスター）によって行われると考えられるようになってきた。しかし、この金属化合物の正確な化学組成も原子配置も明らかにされておらず、光合成を原子レベルで理解するにはほど遠い状態であった。

沈氏は、光化学系 II 複合体の酸素発生機構の研究に長年にわたって取り組み、和歌山県の温泉で採取された好熱性シアノバクテリアを材料に、室温で安定な光化学系 II 複合体を調製する方法を開発し、高解像度で解析可能な結晶を作出した。そして、大型放射光施設 SPring-8 を利用した X 線構造解析により、1.9 Å という未曾有の解像度で原子レベルでの構造解析に成功した。これにより、この金属・酸素クラスターが  $Mn_4CaO_5$  の組成をもち、Ca 原子と一つの Mn 原子に 2 個ずつの水分子が結合した歪んだ椅子型構造をしていることを明らかにした。この成果は、神谷信夫氏との共同研究として、2011 年の Nature 誌に掲載され、同年の Science 誌による世界 10 大ブレイクスルーの 1 つとして選出されるほどのインパクトを与えた。この研究により、沈氏と神谷氏は朝日賞を受賞している。一方で、この構造は、放射光の強い X 線を用いて解析されたため、一部損傷を受けて変化したものであるとする意見が多く提唱されるようになった。そこで、沈氏は無損傷の光化学系 II 複合体の構造解析を進め、新設の X 線自由電子レーザー施設 SACLA のフェムト秒 X 線パルスを利用して、歪んだ椅子構造が光化学系 II 複合体の本来の特徴であることを証明し、さらにその構造中の各原子間距離を無損傷状態で精密に決定した。この成果は 2015 年の Nature 誌に掲載された。この 2 つの論文により、光合成の酸素発生系の初期遷移の構造が確定した。

この研究成果のインパクトは様々な分野に及び、酸素発生系の中心機構を原子のレベルで述べることを可能にただけでなく、酸素発生機構の精密な構造情報に基づき、大型計算機を利用した理論計算に道を拓き、また、太陽の光エネルギーの人工利用（人工光合成）の具体的なモデルを提供した。これにより、金属・酸素クラスターを模倣した水分解触媒の開発に道を拓いた。実際、沈氏らは共同研究により、 $Mn_4CaO_5$  クラスターに類似したモデル化合物を人工的に合成することに成功し、その成果は 2015 年に Science 誌に発表し、人工光合成研究を前進させている。

また、沈氏はこれらの研究で培われた巨大膜タンパク質複合体の高品質結晶作製技術を光合成研究全体に展開し、光化学系 I とそれを取り囲む光収集アンテナタンパク質の巨大複合体の立体構造を明らかにし、その成果を 2015 年に Science 誌に発表し、光エネルギーが光収集アンテナから光化学系 I に効率よく渡される仕組みの解明に貢献した。

以上のように、沈氏は、地球の生命にとって基盤である光合成の酸素発生機構を原子レベルで解くことにより、光合成研究を新たな地平へと導いた。この成果は、基礎科学としての光合成研究の進展にとどまらず、太陽をエネルギー源とする再生可能エネルギーの効率的利用にも大きく貢献することとなった。