

平成 27 年（第 9 回）みどりの学術賞受賞者

しん じ い そ や
進 士 五 十 八（71 歳） 東京農業大学名誉教授

功績概要

日本庭園について、哲学や歴史等に着目した従来の人文科学的なアプローチではなく、自然科学的な手法を用い、膨大なデータを分析し、その特質を解明した。その結果、日本庭園が、日常生活から隔離された特殊な空間ではなく、農業技術を基礎とし、また自然との共生により育まれてきたわが国の生活・文化、すなわち「農の風景」が凝縮されたものであることを明らかにした。この成果を踏まえ、景観の保全・育成や都市農業の復権に向けた市民活動の重要性を説き、今日、全国各地で見られる市民農園や里山ボランティア等の底流を形作るなど、みどりに対する国民の理解増進に大きく寄与した。

てら しま いち ろう
寺 島 一 郎（57 歳） 東京大学大学院理学系研究科教授

功績概要

植物群落における太陽光の利用というマクロスケールの生態学を、個々の葉内での光利用というミクロな生態学へと発展させた。葉の内部構造と光合成との関係を詳しく調べ、1枚の葉の中でも表面の葉緑体は強い光、裏面の葉緑体は弱い光を利用するのに適した性質をもち、葉全体の光合成の効率上昇に寄与していることを明らかにし、葉緑体分化の謎を解明した。また、大気中の CO₂ 濃度の上昇が植物の生理・生態に及ぼす影響の解明にも成果を挙げるなど、植物生態学をはじめとする幅広い分野の学術の発展に大いに貢献し、みどりに対する国民の理解増進に寄与した。

（年齢は平成 27 年 4 月 27 日現在）

進士 五十八

しんじ いそや



東京農業大学名誉教授

昭和19年4月8日 京都府出身

- 同44年 東京農業大学農学部卒業、同大学助手
- 同50年 東京農業大学農学部講師
- 同57年 東京農業大学農学部助教授
- 同61年 農学博士（東京農業大学）
- 同62年 東京農業大学農学部教授
- 平成 7年 東京農業大学農学部長（～平成10年まで）、
- 同10年 東京農業大学地域環境科学部長（～平成11年まで）
- 同11年 東京農業大学長（～平成17年まで）、
日本造園学会会長（～平成13年まで）
- 同14年 東南アジア国際農学会会長（～平成15年まで）
- 同15年 日本都市計画学会会長（～平成16年まで）
- 同17年 日本学術会議会員・環境学委員会委員長（～平成23年まで）
- 同18年 日本野外教育学会会長（～平成24年まで）、
自治体学会代表運営委員（～平成25年まで）
- 同19年 日本生活学会会長（～平成22年まで）
- 同22年 東京農業大学名誉教授
- 同23年 一般社団法人農あるくらし研究会会長
- 同25年 福井県里山里海湖研究所所長

昭和59年 国立公園協会田村賞

- 平成 元年 日本造園学会賞
- 同16年 土木学会景観デザイン賞最優秀賞、
ウクライナ国立科学アカデミー ”Golden Fortune” 表彰
- 同18年 日本農学賞・読売農学賞
- 同19年 紫綬褒章
- 同19年 日本公園緑地協会北村賞、大日本農会紅白綬有功章
- 同24年 日本生活学会今和次郎賞、日本造園学会特別賞

受賞者紹介

「日本庭園と農の融合による『みどりのまちづくり』の計画・政策・実践」に関する功績

日本が世界に誇る文化的資産として日本庭園がある。進士氏は、半世紀にわたり日本庭園の思想・様式・空間構造について学術研究を積み上げてきた。この研究を基礎として、進士氏は、日本庭園は日常生活とは無縁な特殊な空間ではなく、暮らしの場において人間と自然の共生と協働により創り出された「生活環境のなかの農の風景」に本質的意義があるとの認識から、都市における「農の復権」を基礎とする「みどりのまちづくり」の計画方法論の構築を行い、政策展開、実践を行ってきた。

1980年代頃まで、日本庭園に関する研究は、哲学や美学、歴史等に着目した人文科学的なアプローチが主流を占めていたが、進士氏は庭園環境のデータ分析を踏まえ、その特質を実証科学的な視点から解明した。すなわち、緑被率、モジュール分析、曲率分析等の指標を導入し、日本庭園の特質を明らかにするとともに、視点場からの景観構造の分析を踏まえ、縮景・借景などの景観構造を明らかにした。これらの研究は、学術論文発表のみにとどまらず、出版や放送活動をとおり、多くの人びとが日本文化の結晶としての庭園を理解する上で大きな役割を果たしてきた。

進士氏の功績は、学術研究はもとより、国土全域にわたる新たな「みどりのまちづくり」の計画方法論の構築、政策、立案、実践活動を行ってきたことにある。1960年代以降、日本は高度経済成長の道をたどり、産業、交通、通信手段の発達により、農村は都市化され自然は駆逐されていった。同氏の研究は、人間はすべての生きとし生けるものと同じく生き物であり、生態系の秩序の中に、都市といえども共生の道筋を見出していかなければならないとの観点から、「農」を真正面から都市の社会的共通資本として位置づけた点に特色がある。このような方法論は、世界および日本の都市計画においては稀有である。また、進士氏の理論は、そこに暮らす人びとのライフスタイルとリンクさせ、生活そのものの転換と都市環境デザインを結びつけたことにある。菜園付き住宅、屋上緑化、自治体の公園整備、里地・里山・里海の保全活用など、一連の社会実装を伴う業績は、このライフスタイル革命と密接に結びついている。氏の理論が、多くの市民の共感を得て広がっていく背景には、日本庭園研究を基盤とした造園原論に基づく確たる手法と環境の世紀に向けたライフスタイル提案との融合がある。

また、進士氏は日本で展開した方法論を、世界各地の文化的景観を守り育てる普遍的方法論に昇華させ貢献してきた。国際造園家会議 IFLA (International Federation of Landscape Architects) では、日本庭園と緑のまちづくりに関する多数の発表を行っている。また、世界農学高等教育コンソーシアム GCHERA (Global Confederation of Higher Education and Research for Agriculture) では、日本代表、副会長としてアジア、南米など世界各国の農業振興による地域再生に貢献してきた。ウクライナ国立農業大学、ラモリーナ国立農業大学(ペルー)、中国農業大学、西北農林科技大学などの名誉博士、客員教授としても貢献した。また、日本庭園の正しい理解のために、マレーシア(ビンツル)、米国(ポートランド)、中国(北京、西安、上海、昆明)などで講演や技術指導にあたってきた。

進士氏の功績において最も特筆すべきは、『みどり』に対する国民の理解増進への貢献である。これまで空白であった都市における「景観の保全・育成」に市民協働による運動を立ち上げ、政策と連動させ国民的運動をつくりだしてきたことは、氏の極めて重要な貢献であり、このような草の根の活動が「景観法」の制定につながった。また、都市内農業についても、積極的な啓発および実践活動を行っており、近年の全国各地にみられる市民農園や里山ボランティアの増大は、この間半世紀に及ぶ氏の活動がその大きな底流を形作ってきたものである。

以上、進士氏の功績は日本庭園の特質に関する学術研究を昇華させ、環境の時代にふさわしい「緑と農のまちづくり論」の創造を行い、地球環境の持続的維持に向けた基盤となる方法論を提示したことにある。

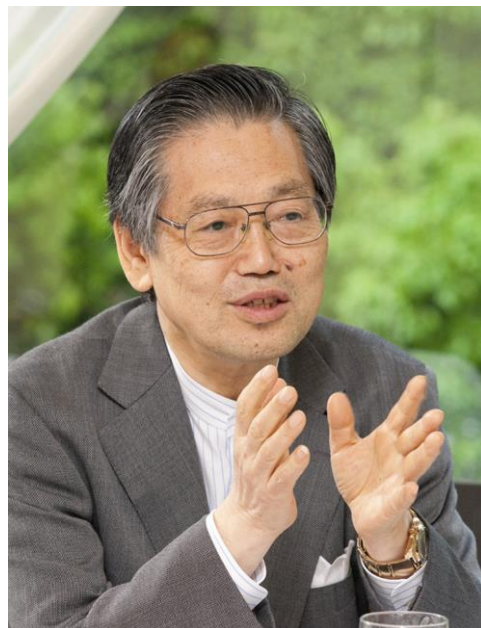
日本庭園から緑と農のまちづくりへ

文・漆原次郎

進士 五十八

しんじ いそや

1944年（昭和19年）4月8日生まれ。日本式庭園の空間や景観の特徴を、科学的に分析した。とくに、自然と共に生きる日本人の思想、日本の風土に合った農業技術を庭園づくりに活かすための技法、使うことと味わうこと（用と景）のバランス感覚などを明らかにした。いまはこうした成果を生かした「緑と農のまちづくり」の実践に取り組んでいる。



庭園は、池、小さな丘、木々などからなるみどり豊かな場所だ。人は、どのような心と技で庭園をつくってきたのだろう。進士五十八さんは、それを科学的に調べあげ、またその成果をいまの日本のまちづくりに活かしている。

みんなちがって、みんないい

進士さんは、京都の北西、船岡山公園の近くで生まれた。すぐ北には「禅の庭」で知られる大徳寺がある。だが、戦時中だったため、まもなく福井県、越前平野の水田地帯に疎開した。小学校時代は、桑の実を摘んだり、川遊びをしたり、また田んぼでタニシを採ったりした。「自然遊びと農村体験が、わたしの原風景になっています」。

夏休みには、母親につれられて京都のお寺にお墓参りをし、京都の名園にも遊んだ。

小学校高学年になると、東京に引っ越した。絵が好きで、江戸の雰囲気を残す深川の木場の風景を描き、絵画展に入賞した。中学では理科クラブに入り、化学の実験が好きになった。

中学を卒業すると、家の近くの東京都立化学工業高等学校で学んだ。そして卒業後、大手の化学会社の研究所に勤めた。給料はよかったが、実験で目をけがして入院したり、大きな組織で働くのがよいのかと悩んだりした。進士さんは「自分らしい生き方をしよう」と考え、こんどは東京農業大学農学部造園学科に入学した。「京都で見ていたような庭園ならば、個人の手でもつくれそうだ。絵も好きだし、美しい景色をつくるのは楽しそうだと考えました」。

いっぽうで、進士さんはその頃の東京の環境の悪さも気になっていた。「緑いっぱいの福井とちがって、隅田川は墨を流したように汚れていて臭い。空も灰色。なんとかしたい」。

その思いを叶えてくれたのが「造園学」だった。英語では「ランドスケープ・アーキテクチャ（Landscape Architecture）」という。大地に広がる“風景”をつくる科学・技術だ。

東京農業大学の学生時代、進士さんは3人の恩師に出会った。

1人目は、江山正美先生。当時の日本の造園学は、古い伝統を受けつぐだけのものだった。江山先生は「いまの造園は絵空事。もっと科学的に都市のみどりや自然を守るための環境計画学をめざさなければいけない」と強く言った。進士さんは仕事で科学的な実験でものごとを証明することを当然のようにおこなっていたため、「先生のおっしゃるとおり」と強く感じた。実験の対象として見られてこなかった日本庭園や公園に、科学の視点を向けようと決めた。

上原敬二先生からも教えを受けた。明治時代以降の日本の造園の新時代を築いた人物だ。東京の明治神宮の森が50年後、100年後、150年後にどう生長していくか予測図を作り、まだ荒地だった場所に人の手で森をつくったのだ。95歳で亡くなるまでに500冊以上の本をかきあげてもある。「樹木学、庭園学、都市計画と公園、風景論、国立公園と自然保護といった造園学にかかわるすべての分野の本を、それぞれ何十巻分もおかきになりました。『すべてはつながっている』『造園は雑学だ』とも話してくださいました」。

庭、都市、農村、国、そして地球を“つながっているもの”と捉え、そのすべてを研究してこそ「美しい国」の姿が見えてくる。進士さんはそう考えた。いま学問の世界でも、さまざまな分野どうしを結びつけ、一つのものとして捉える「学問の融合」の大切さがいわれている。上原先生が言っていた「造園は雑学だ」という言葉の本当の意味がここにあると進士さんは考える。いま学問が分野ごとに細かく分かれているなかで、自然、社会、そして人にかかわるあらゆる学問を結びつけるのが「ランドスケープの視点」だ。

3人目の恩師は大学の先輩、井下清先生だ。1905年(明治38年)、東京市(いまの東京都)の役人となり、井の頭公園や多磨墓地をはじめ、1923年(大正12年)の関東大震災後には震災復興公園を一気に52か所もつくった。井下先生は、「公園を作り、育てる仕事は現実的対応が大切だ。だが一方で、いつも理想を忘れてはならない」と言っていた。「東京農業大学をつくった榎本武揚とおなじように、井下先生も、社会に直接役立つことが一番と考える『実学主義』を基本にしています」。

3人の恩師の影響を強く受け、進士さんは日本庭園の研究だけでなく、緑のまちづくり、農山村の活性化、自然の保護といった幅広い分野に関心を持ち、研究するようになった。「私が暮らした場所の環境はいろいろ。恩師たちの考えもいろいろ。そんな経験から、多様性をふまえたまちづくりや、暮らし方、生き方を大切にしたいと思ってきました。美しいまちはこういう形、こういう色彩と1つにきめつけるのはよくない。地域や場所によってちがっていい。“みんなちがって、みんないい”のです」。

日本庭園を技術の視点で研究する

なぜ、私たちは庭をつくってきたのか。なぜ、西洋とちがって日本の庭園には、自然の石や木がよく使われてきたのか。

こうした問いに、以前の研究者は「仏教思想の影響が強かったから」などと答えてきた。それは歴史家の視点で、すでにある庭園を解釈するだけで、つくる側の視点で考えられたものではない。「庭園をつくるために土地をどのように理解し、空間や景観をどう工夫すればよいか」という技術の視点がほんとうは必要だ。

そこで進士さんは、日本の数々の庭園を技術の視点で詳しく分析していった。実際に調べたことは幅広い。その場所が作庭に適しているかといった「立地」のこと、山か坂か谷かといった「地形」のこと、どんな植物が生えている場所かの「植生」のこと、敷地がどの方角に向いているかといった「方位」のこと、水をどう引いてこれるか「水利」のこと、どのくらい広いかといった「面積」のこと、なんのために使われるかといった「利用目的」のことなどだ。



京都の桂離宮にて。左が東京農業大学の学生時代の進士さん。友人とともに。

さらに、自然の風景をまね、庭園に縮小してつくる「縮景」のこと、遠く山などの風景を庭園の景色に取り入れる「借景」のこと、草木の植え方や手入れを示す「樹芸」のこと、時が経つことによる庭園の変わりように美しさを感じる「時間美」のことなども調べた。

進士さんの調査分析は図面からひろった要素の数値によった点に特徴があった。それまでの庭園研究にはなかった方法だ。庭園がどんな形をしているかといった「構図」、景色対象への視線の角度はどうかといった「仰角」、逆に高いところから見下ろした池への角度はどうかといった「俯角」、どこまで前のほうを見通せるかといった「視距」、園路の曲がり具合といった「曲率」、庭園面積全体に対して池や流れがどのくらいを占めるかといった「池泉面積比」、水際の線がどのくらい入り組んでいるかといった「汀線複雑度」などを数値化して調べたのだ。

「数値で科学的に分析することで、庭園ごとの特徴が見えてきました」と進士さんは話す。

たとえば、枯山水の庭園でも、なにを示そうとしているかにより、石の数がちがってくる。京都の大仙院庭園のような、自然の風景をそのまま写そうとした写実式の作庭では、1坪(約3.3平方メートル)あたり石の数は3.4個。だが、おなじ京都の退蔵院庭園のような、自然の大切な雰囲気だけを表そうとした写意式の作庭では、1坪あたり1.5個と少ない。さらに、京都で有名な龍安寺石庭のように、自然心に訴える形をめざした象徴式の作庭では、1坪あたり0.1個ととても少なくなる。「たくさん材料を使えばいいわけではないのです」。



進士さんの庭園研究の原点、山口県防府市の「月の桂の庭」。石と砂だけで小宇宙風景を表現する枯山水。石の上に石を重ねるめずらしい石組が創出されたのは、地元の花崗岩地質風景の写景によったと分析した。

庭園の広さと、庭園の路の曲がり方に関係性があることもわかった。広い庭園の路はゆったりカーブするが、狭い庭園の路は複雑にカーブする。狭い庭園では池の水辺が描く線も複雑になる。「でも、外の風景をとり込んだ借景式の庭園では、実際の面積より広く感じられるため、路の曲がり方はゆったりめになっているのです」。

進士さんは、日本のすべての庭園に共通する根本原理を、つぎのようにまとめあげた。

- ① 圍繞:ひとはまず居場所を塀、垣、屋敷林、山並みで囲む。それによって安全・安心の空間を得る。
- ② 縮景:囲みで守られた安心感のある空間と水があり生き物が生きられる景観を基盤として、富士山や近江八景など美しい理想の風景を園内に縮尺して造園する。
- ③ 借景:庭園が囲まれすぎると息苦しい雰囲気になる

ので、園外の山や塔や湖の風景を、庭の眺めとしてとり込んで、内と外が一体となった奥行きと広がりのある景観をつくる。

④樹芸：季節感のない建てもの中心の生活を補って、生きた自然、花やみどり、青空と鳥や魚、果樹などの生きものひとが共存する空間や四季を感じる植栽景観をつくる。

⑤然び・時間美：庭園の美をつきつめると、時が経つことでの美にたどりつく。樹木は大きくなると根が張り地面より盛り上がる。庭石は苔むし、石の灯籠の笠は欠け、永い時が経ったことを感じさせる。時が経つことで、生き物は生長し石は風化するなどほんとうの姿を現す。自然に戻り、自然そっくりになる。これが日本美の特徴「わび・さび」の「然び」、「エイジング(aging)の美」である。こうして日本人は「時間の意味」を味わう。

⑥自然材料と農業技術：日本人は、動植物はもとより生きもの以外の石にまで魂があると感じる感性を持ち続けた。日本庭園は、自然の石、木、水を敬う心が基本に作庭される。自然を敬い、自然と共に生きる日本人の自然への態度と、稲作のために発達した棚田の石積みや盛切土など農地づくりの技術、そして水田のための溜池や用水路など水や土を扱う土木技術が、美しい日本庭園の基盤を支えてきた。

「緑と農のまちづくり」を国土に広める

進士さんは「緑で美を創る日本の作庭技術は、より大きな規模のまちづくりや国づくりにも応用すべきだ」と考えた。「人工的なもので膨れあがった非人間的な現代都市では、『緑と農のまちづくり』が絶対に必要です」。

人がおおぜい住む都会ではどれだけの自然の面積が必要か、を進士さんは研究した。その結果が「住環境におけるグリーンミニマム」で、「300メートル四方を単位として、自然面率 50%が必要」というもので、自然面には農地も含む。進士さんは、こうして水循環や農のある緑豊かな「緑の地域計画」や美しい景観づくりを、多くの都市でおこなってきた。

埼玉県さいたまけんの三芳町みよしまちと所沢市ところざわしにまたがった三富新田さんとめしんでんという地域がある。柳沢吉保やなぎさわよしやすという大名が江戸時代、川越藩かわごえはん(いまの埼玉県の西部)をおさめていたとき開いたものだ。風を防ぐのにも役立つクヌギやコナラの雑木林ざうきばやし、農地、そして屋敷林じゆんかんに囲まれた家がある。この三つ一組の土地「5町歩」(5万平方メートル)が一戸一戸の農家に割り当てられた。雑木林の落ち葉を肥やしにして、人びとは何百年にもわたり「川越いも」などをつくりつづけてきた。「ものを循環させて営む農業を学べる場所が三富新田です。都会でも自然とともに生きる価値を多くの人たちに理解してもらいたい」。

進士さんはまた第二の故郷、福井県ふくいけんにも通う。里山さとやま、里海湖さとうみといった、人との関わりの深い自然の土地を再生するための。

「私は庭園の“用と景”に多くを学びました。安全で便利であること、美しいこと、水が循環して生きものが生きられること、社会の求めに応じられること、地域らしさがあり故郷を感じられることなどです。この原則げんそくに根ざしたまちづくりをこれからもすすめていきたいと思います」。



三富新田。高速道路開通で都市化するなか、雑木林と屋敷林のみどりの帯が残る。進士さんは、「世界農業遺産」登録を目指す。写真は東京新聞提供。

寺島 一郎

てらしま いちろう



東京大学大学院理学系研究科 教授

昭和32年5月28日 福岡県出身

同55年 東京大学理学部卒

同60年 東京大学大学院理学系研究科博士課程修了、理学博士（東京大学）

同60年 日本学術振興会奨励研究員、オーストラリア国立大学博士研究員

同63年 東京大学理学部助手

平成6年 筑波大学生物科学系助教授

同9年 大阪大学大学院理学研究科教授

同18年 東京大学大学院理学系研究科教授（現在に至る）

平成16年 日本植物学会 JPR 論文賞

同18年 日本植物生理学会論文賞

同22年 日本植物学会 JPR 論文賞

同22年 日本生態学会賞

同25年 日本生態学会 Ecological Research 論文賞

受賞者紹介

「葉の組織分化の生理生態学的研究」に関する功績

寺島一郎氏は、群落光合成の研究によって構築された植物群落内での光利用に関する理論体系を植物体内、とくに1枚の葉、というミクروسケールの光利用に適用した画期的研究により生態学の幅を広げたパイオニア的研究者であるとともに、植物生理学・形態学と生態学を結ぶ希有な存在である。

寺島氏は、植物の葉の内部構造と光吸収に関する研究、葉緑体による緑色光の利用効率に関する研究、強光下での葉内での緑色光の役割に関する研究でユニークな成果を挙げたほか、個葉の光合成能力における葉の微細構造の重要性を明らかにし、葉内のCO₂の拡散とアクアポリンの役割について研究を進め、ストレス環境下で細胞間隙CO₂濃度について計算によって求めた数値が過大推定となることがあると指摘した。

より具体的には、

- 1) 寺島氏は、葉の内部構造と光合成量の関係を明らかにし、表面に近く強い光を受ける柵状細胞の葉緑体は、強光を十分に利用できる陽葉型に、裏面に近く弱い光を受ける海綿状細胞の葉緑体は、弱光を利用するのに適した陰葉型に分化し、1枚の葉の中で、光環境に応じた分化がみられることを明らかにした。
- 2) また、海綿状組織と柵状組織を同じ色素量あたりで比較すると、海綿状組織では細胞間隙が発達しており複雑な構造をもつため、柵状組織より光を散乱させ光を吸収しやすいことを示し、葉の中で柵状組織と海綿状組織の分化が葉全体の光吸収を大きくし、葉の光合成量を増加させていることを示した。
- 3) その他の研究成果として、上記に付随して、赤・青・緑の光が葉内で吸収される度合いの差異に着目した「植物の葉が何故緑色であるのか」という問題の解明、樹形の葉と木質部の量的関係について説明を可能とする「パイプモデルと樹木の枝分かれの前後で木質部の断面積の総和が変化しないというダヴィンチ則」の理解、群集生態学関連では個体サイズの二山分布の成立要因についての斬新な論文がある。

以上の研究は、植物群落内での光利用に関する理論を植物の葉の内部の光利用というミクروسケールに適用したもので、マクロレベルの生態学を、ミクロ（葉内）レベルの植物形態学・解剖学、さらには分子レベルの植物生理学と結びつけ、植物の光利用の機構をより深く解明したパイオニア的な研究であり、高く評価されている。

研究業績を纏めると、これまでに120報以上の論文として国際的な雑誌に発表している。「気孔開度の不均一性」の研究に関する Terashima et al. (1988)をはじめとするこれらの論文は、世界中で数多くの研究論文に引用されており、寺島氏の研究業績は、関連分野の国際的な研究活動の進展にも大きく寄与していると判断される。

著書としては、「植物の生態」2013年 裳華房；「植物生態学」2004年 朝倉書店（分担執筆）；「光と水と植物の形」2003年 種生物学学会編・文一総合出版（分担執筆）などをはじめとして、多数の日本語の教科書や事典の編集、執筆に携わっており、これらを通じて植物の光利用に関する葉の構造の仕組みや、樹木の光合成そのものに対する理解の増進に寄与した。

その他の貢献として、これまでのマクロからミクロに及ぶ研究成果を統合し、植物生態学と分子生理学の融合領域となる新学術領域研究「植物高CO₂応答」を立ち上げ、21世紀の高CO₂下の植物界の変動に関する統合的基礎研究を進展させた。この成果は、化学と生物総説集「植物の高CO₂応答」（2014）にまとめられている。

これら一連のみどりの基礎研究は、植物生理生態学における大きな貢献に止まらず、「高CO₂下」の地球環境下における近未来の植物界の変化の方向を探る学問的基盤を創出しており、日本と世界の植物生態学や分子生物学にリンクした、植物生理・生態学の発展に多大な貢献をしたところである。

太陽の光を受けとめる葉

文・漆原次郎

寺島 一郎

てらしま いちろう

1957年（昭和32年）5月28日生まれ。植物の葉っぱがどのようなつくりをしていて、太陽の光をどのように吸収し利用しているかを調べ、そのしくみを明らかにした。いまは、他の研究者たちとともに、地球上でどんどん濃くなっている二酸化炭素が植物にどのような影響をあたえるかについても研究している。



みどりの植物は、太陽の光を、みずからの栄養に変えて育てていく。その光を受けとめているのが、たくさん葉っぱだ。では、葉っぱたちは、当たった光をどのように吸収して、栄養に変えているのだろうか。寺島さんは、森や草原のような大きなものに対する見方を、1枚の葉っぱという小さな世界にもちこんで、葉っぱが光を利用するしくみを調べてきた。

植物学への進路を決めた原襄先生との出会い

寺島さんは福岡県の筑豊地方で生まれた。幼いとき佐賀県に引っ越し、中学時代までをそこで過ごした。「生物や植物への興味はそんなになかったのです。音楽はとても好きでした」と話す。中学3年のとき、寺島さんが所属していた吹奏楽部が県の大会で優勝し、九州全体の大会に出るため船でみんなと沖縄県まで行った。このできごとがよい思い出という。

鹿児島県にあるラ・サール高校で高校生活を過ごすうちに、寺島さんは公害の問題を気にかけるようになった。公害とは、企業や人の活動によって自然や環境が汚されてしまうことだ。ふるさとの街の道ばたの水路が汚れている。「なんとかしないと。どうすればよいだろうか」と考え、公害の問題を解決するときに使われる化学に興味をもつようになった。

寺島さんのお父さんはお医者さん。高校の多くの友だちが目指していたのもお医者さん。その中で寺島さんは、化学を勉強して世に役立つことをしたいと考え、東京大学を受験し、合格した。

東京大学の学生たちは、入学してから2年生の途中まで、専門的に研究するための学科を決めずに、いろいろな先生のいろいろな講義を受ける。どんな学科に進もうかと考えながらいろいろな講義を受けているうちに、寺島さんは、植物学を専門にしている原襄先生の講義をととてもおもしろく感じるようになった。まじめな顔で「植物では枝葉の問題が大切だ」な

どと話す原先生のことがとても好きになり、先生が書いた植物学の教科書も繰り返し読んだ。「そこで、2年生のとき、進路のことなどを相談しようと、原先生の研究室に行ってみたくです。先生はコーヒーをいれてくださり、ゆっくりとお話してくれました」

学科を決めるときになった。寺島さんは、やはり公害の問題に関心があり、土のことを研究する土壌学に進もうかという気持ちもあった。原先生にあらためて相談してみると、「基本的なことを学んだらいい。植物学ならいろいろな分野の先生がいるよ」と言われた。このアドバイスで、寺島さんは理学部の植物学科に進もうと決めた。「医者きその父も、基礎分野をきちんとやることは大切だと、よろこんでくれました」。

植物たちの光の使い方を1枚の葉っぱに当てはめる

寺島さんは、理学部植物学科の佐伯敏郎先生の講義を受けた。佐伯先生は1953年（昭和28年）、同じ東京大学の植物学者だった門司正三先生とともに、森や草原の植物たちが、どのように太陽の光を利用して育っているかを知るための方法を生み出した人物だ。

「佐伯先生は、講義でご自身の研究成果について教えるときは、いつもよりも誇らしそうに見えました」。その研究成果は「門司・佐伯の理論」とよばれるものだ。植物たちには、背が高く太陽の光を受けやすいものもあれば、背が低くて太陽の光がなかなか届かないものもある。そこで、植物たちの光の利用のしかたを知りたい場所で、地面から20センチメートルずつなどの高さで植物を刈り取り、それぞれの高さにどれだけの葉っぱや茎があるのかを調べる。これにより、光の届きやすい高いところでの植物の光の使い方や、光の届きにくい地面のほうでの植物の光の使い方を知ることができる。門司先生と佐伯先生は、植物がどのように光を使っているのかを示す理論式も導いた。大きな森の光利用も、背の低い芝生の草原の光利用も、この式を使って簡単に表すことができる。

佐伯先生の講義を聴いたり、原先生の教科書を読んだりする中で、寺島さんにはひとつの考えが浮かんでいた。「一枚の葉についても、おなじようなことがいえないだろうか。一枚の葉は薄いけれど、空に近い部分と、地面に近い部分とでは、光の受けとめ方がちがうのではないか」。

森や草原という大きなものを見つめることと、一枚の葉っぱという小さなものを見つめることが結びついた瞬間だった。



葉の表面のほうと裏面のほうでの光の散らばり方を調べるための装置を自分でも作った。1983年。

寺島さんは佐伯先生の研究室の一員になった。理化学研究所にも通い、赤、青、緑などのさまざまな色の光の強さを測ることができる分光光度計という装置を使わせてもらった。葉っぱの光の受けとめ方を調べるためだ。

私たちの肉眼では見えないけれど、1枚の葉っぱを顕微鏡で見ると、表面に近いほうでは、円柱のようなかたちをした細胞が柵のようにきれいに並んでいる。いっぽう、葉っぱの裏面に近いほうでは、細胞のかたちは複雑になる。これらの細胞一つひとつに葉緑体という緑色の

つぶつぶが並んでいる。

寺島さんは葉っぱのつくりを分光光度計や顕微鏡を使って調べた。すると、1枚の葉っぱの表面のほうと裏面のほうでは、光の受けとめ方がちがうことがわかった。葉っぱに光が当たると、光は葉っぱの表面に近いほうではわりとスムーズに進んでいく。そして光がその葉っぱの裏面に近いほうまで進むと、今度はいろいろな方向に散らばっていく。葉っぱは裏面のほうまでちゃんと光を行き渡らせ、そこで光を散らばらせることでその多くを吸収しているのだ。

「葉の表面側と裏面側で、光の吸収のしかたに大きなちがいがあることがわかりました。これを見つけたときはうれしかった」

さらに寺島さんは、葉っぱは表面のほうと裏面のほうとで、どのように光合成をしているのかを調べることにした。光合成とは、植物が光のエネルギーを使って、二酸化炭素や水から栄養を作り出すこと。植物だけができる技だ。

ホウレンソウの葉っぱで調べてみると、1枚の葉っぱの裏面に近いほうの葉緑体では、光を集めるための「アンテナ」が表面に近いところの葉緑体より多いことがわかった。葉の表面のほうはいつも強い光を浴びているので、かんたんに光合成をすることができる。けれども、葉の裏面に近いほうでは光がさほど届かないため、工夫しないと光合成をすることができない。そのためアンテナがたくさんあるのだ。

こうして寺島さんは、1枚の葉っぱの表面から裏面にかけての光の受けとめ方の変化と、葉緑体の光合成のしかたの変化には関連があることをつきとめた。

「葉の表面側は強い光を受けるのに適したしくみに、また裏面側は弱い光を受けるのに適したしくみになっているわけです。植物はよくできているなどと思います」

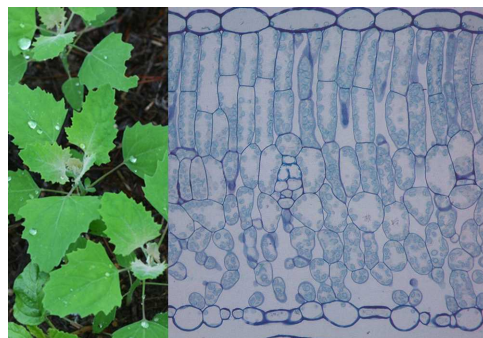
葉の色が緑なのは緑の光を上手に使うため

多くの植物の葉っぱは緑色をしている。様々な色の光からなる太陽光のうち、赤や青の光を葉っぱはよく吸収するけれど、緑の光の一部を吸収しないではね返す。はね返された緑の光が私たちの目に飛びこんでくるため、私たちには葉っぱの色は緑に見えるのだ。

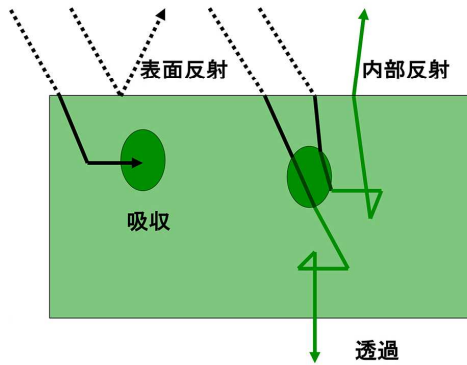
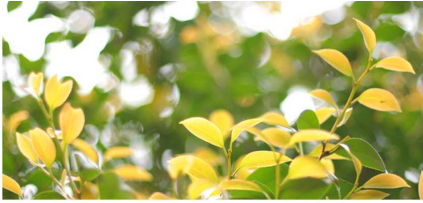
でも、もし葉っぱができるだけむだなく太陽の光を使おうとしたら、緑の光もすべて取りこんだほうがよいはず。その場合、はね返す光がないので、葉っぱは真っ黒になる！ でも、実際の葉っぱの色は黒ではなく、緑。どうして緑なのだろう。

寺島さんは、太陽光のうち、どの色の光が葉っぱのどの部分で光合成によく使われるかを調べた。すべての色が含まれている白い光に、さらに赤などの調べたい光を足した光を葉っぱに当て、光合成のしかたがどうなるかを調べてみたのだ。

すると、赤や青の光は、葉っぱの表面あたりで使われていることがわかった。いっぽう、緑については、はね返されなかった光が、その葉っぱの内側まで進んでから、あちこちに散



シロザという草と、その葉っぱの断面。断面の表のほう（上側）は円柱のような細胞がきちんと整列しているが、裏のほう（下側）は細胞のかたちがばらばらになっている。細胞の中に葉緑体がならんでいる。断面の写真は、矢野覚士博士提供。



太陽の光を葉が受けたときの吸収と反射のしかた。写真は太陽の光を受けるヤブツバキの葉っぱ。

らばっていた。

「葉っぱは、緑の光をはね返すだけでなく、中に取り入れてたくさん使っているのです」

ではどうして葉っぱは黒でなく緑になるのだろうか。葉緑体には、二酸化炭素を栄養物にする役目をもつ「ルビスコ (Rubisco)」という酵素タンパク質がある。葉全体の葉緑体にあるルビスコをはたらかせて二酸化炭素を固定するためには、光を、葉っぱの裏面やすみずみまでまんべんなく行き渡らせる必要がある。そのために、葉っぱは、表面あたりだけでは吸収しきれない緑の光を、葉っぱの内側まで送り込んで使っているのだ。吸収されにくいから送り込むこともできるが、どうしても一部ははね返ってしまうので、葉っぱは緑色に見える。

「葉っぱが緑色をしているのは、緑の光も上手に使うとした結果なのです」

濃くなった地球の二酸化炭素葉っぱへの影響を研究する

植物がどのように光や二酸化炭素を使って育っていくかを寺島さんは研究してきた。そんな寺島さんはいま、地球上の二酸化炭素が濃くなっていることを気にかけている。

私たち人間の活動などで、いま地球では二酸化炭素がこれまでのいつの時代よりも速い速度で濃くなっている。二酸化炭素が濃くなると地球を温暖化させるとよくいわれるが、それだけではない。100 万年以上もほとんど一定の濃さの二酸化炭素の中で生きてきた植物にもよくない影響を起こすのだ。

「ご飯を食べて満腹になってから、さらにどんぶりのご飯をあたえられて、さあ食べて大きくなりなさいと言われてもできないでしょう。植物もおなじです」

二酸化炭素が濃いままだと、光合成をうまくすることができなくなり、育ちづらくなる植物もあるという。「二酸化炭素が濃くなる状態はしばらくは続くでしょう。濃い二酸化炭素を上手に使えるような植物を私たちの手で生み出していこうとしています」。

寺島さんはこの問題に取り組むため、様々な研究者たちと手を組んで、植物が濃い二酸化炭素にどう反応するのかを調べている。「研究の成果が、農学や林学などの分野にも活かされていくことを期待しています」。

研究チームでは代表役を務めてきた。「チームには、とても小さな視点で植物を調べる研究者もいれば、とても大きな視点をもつ研究者もいます。そうした研究者をつなぐような位置に、私がいたということだと思います」。

森や草原の植物たちが光をどう使うかという大きな視点を、1枚の葉っぱという小さな世界にもち込んだ寺島さん。「植物を研究するとき、小さな視点からだけでなく大きな視点からも植物のことは見られるような研究者を育てたいと思っています」。