

# 黒岩 常祥

くろいわ・つねよし



立教大学大学院理学研究科特任教授、東京大学名誉教授

- 昭和 16 年 12 月 13 日、東京都生まれ。
- 昭和 41 年、東京都立大学理学部卒。
- 昭和 46 年、東京大学大学院理学系研究科博士課程修了(理学博士)。
- 昭和 46 年、東京都立アイソトープ総合研究所研究員。
- 昭和 48 年、岡山大学理学部講師、助教授。
- 昭和 52 年、生物科学総合研究機構基礎生物学研究所助教授。
- 昭和 58 年、岡崎国立共同研究機構基礎生物学研究所教授。
- 昭和 62 年、東京大学理学部教授。
- 昭和 63 年、東京大学理学部附属(小石川・日光)植物園園長(併任)。
- 平成 4 年、東京大学総長補佐(併任)。
- 平成 5 年、東京大学大学院理学系研究科教授。
- 平成 9 年、東京大学評議員(併任)。
- 平成 15 年、立教大学理学部教授。
- 平成 15 年、東京大学名誉教授。
- 平成 19 年、立教大学理学研究科特任教授。
  
- 平成 13 年、日本植物学会会長(平成 16 年まで)。
- 平成 15 年、日本学術会議会員(平成 23 年まで)。
- 平成 20 年、アメリカ植物科学会終身会員。
- 平成 21 年、小石川植物園後援会会長(平成 23 年まで)。
  
- 平成 10 年、日本電子顕微鏡学会賞(瀬藤賞)。
- 平成 10 年、日本植物形態学会賞。
- 平成 13 年、国際細胞共生学会 Miescher-Ishida Award。
- 平成 15 年、東レ科学技術賞。
- 平成 17 年、日本植物生理学会賞。

平成 17 年、日本植物学会学術賞。

平成 20 年、紫綬褒章。

平成 20 年、アメリカ植物科学会 Charles Reid Barnes Life Membership Award。

平成 20 年、日本植物学会大賞。

## 受賞者紹介

世界を緑に彩る植物はすべての生物の命を支えているが、その働きは太陽エネルギーを利用して澱粉をつくる光合成と、それを分解して化学エネルギー (ATP 分子) を生み出す細胞呼吸に基づいている。この光合成と細胞呼吸を担っているのが、細胞内に存在する 2 種類の小器官(オルガネラ)、つまり、色素体(葉緑体)とミトコンドリアである。現在、これらは 15~20 億年前に宿主細胞に入り込んで共生を始めた細菌の子孫と考えられており、独自の DNA を含み、分裂・増殖する。海洋に繁茂する藻類や陸地のコケ、シダ、草木、森林を作るすべての植物の「みどり」は、細胞内で分裂・増殖する色素体があるからである。

これまで、植物の遺伝子は細胞核の他、色素体とミトコンドリアにも存在することが知られていたが、これらオルガネラの研究は光合成や ATP 産生といったエネルギー変換機構の解明が中心であり、オルガネラ自身の分裂・増殖や、その遺伝物質 (DNA) の様態と伝達機構についてはほとんど解析されてこなかった。同氏は、これら問題の解明にとり組み、適切な材料の探索と研究手法の開発を行い、幾多の先駆的研究成果を挙げた。

従来、細胞核の DNA は塩基性タンパク質であるヒストンと結合して高次構造をつくるが、オルガネラ DNA は裸で存在すると考えられていた。同氏は、真正粘菌のミトコンドリア DNA が塩基性タンパク質などと結合して高次構造(核様体)を形成していることを発見し、これがほとんどの生物のミトコンドリアばかりか植物の色素体にも広く存在することを証明し、既成の概念を覆した。次に同氏は、これまで未解明だったオルガネラの分裂・増殖と遺伝の機構を解明した。これら機構の解析には、細胞内のオルガネラの数が多い従来の研究材料は不向きであったため、より単純な構造の生物を探索し、草津温泉で採取された原始紅藻のシアニジウムを使った。この生物で色素体の分裂装置 (PD リング) を、また、イタリアの温泉藻から純化した近縁種の原始紅藻 *Cyanidioschyzon* (シゾンと略称) でミトコンドリアの分裂装置 (MD リング) を発見し、類似の分裂装置が海洋藻類から陸上植物に到るほとんどの生物に存在することを示した。さらに、自身が開発に関わった超高分解能蛍光顕微鏡や電子顕微鏡を用い、分裂装置は分裂面の包膜の内側と外側に形成される多重のリングからできており、内側リングは 2 層、外側リングは 2~3 層の構造をもつこと、そしてオルガネラはこれら分裂装置の収縮によって分裂面でくびれ、2 個になることを明らかにした。地球上のすべての「みどり」はこの分裂装置の働きのおかげといえる。

受精に際して、多くの植物では、核の遺伝子は両親から、オルガネラの遺伝子は雌親からのみ子孫に伝えられ、この様子を母性遺伝という。長い間、母性遺伝は卵細胞と精細胞(精子)の大きさの違いが原因であるとされてきた。同氏は、受精の際に、雌の細胞で作られるヌクレアーゼ C が雄由来の色素体に入り、その DNA を分解・消化する機構を発見し、これがオルガネラに見られる母性遺伝の普遍的機構であることを明らかにした。

さらに、同氏は、シゾンの細胞核・色素体・ミトコンドリアの 3 種ゲノムの全塩基配列の 100%完全解読を果たし、それぞれのゲノムに含まれる全遺伝子を特定した。この遺伝子情報を用いてオルガネラの分裂装置の構造と機能の全貌、さらにオルガネラの起源の解明を目指した。その結果、分裂装置において、オルガネラ包膜の内側に形成されるリングは細菌由来の遺伝子によるタンパク質から、外側リングは宿主ゲノムによる特異的なタンパク質であることを明らかにし、オルガネラの分裂装置が真核細胞の誕生に重要な役割を担っていることを示唆した。

上述のように、同氏は、植物の成長や増殖に不可欠なオルガネラの遺伝物質の様態と伝達機構を明らかにし、また、オルガネラの分裂装置を単離し、その構造に関与する遺伝子を特定し、オルガネラの分裂・増殖の全貌解明に貢献した。これら業績はいずれも世界に先駆けて成し遂げられたものであり、しばしば国際的評価の高い学術誌の表紙を飾りもいる。同氏らが全ゲノムの構造を決定したシゾンは、高温・強酸性といった極限環境に生息することから、現在世界 54 か所余りの構造生物学の先端的研究機関で使用され、また今後環境ストレス耐性機構の解明や有用植物の育成に重要な役割を果たすことが期待されている。同氏は、『ミトコンドリアはどこからきたか 生命 40 億年を遡る』や『高校生に贈る 細胞はどのように生まれたか』などの好書を世に送り、細胞生物学の新知見の普及にも貢献した。

# 鈴木 和夫

すずき・かずお



東京大学名誉教授、独立行政法人 森林総合研究所理事長

昭和 19 年 9 月 15 日、茨城県生まれ。

昭和 43 年、東京大学農学部卒。

昭和 48 年、東京大学大学院農学系研究科博士課程修了(農学博士)。

昭和 49 年、農林省林業試験場。

昭和 58 年、東京大学農学部助教授。

平成元年、東京大学農学部教授。

平成 8 年、東京大学大学院農学生命科学研究科教授。

平成 17 年、日本大学生物資源科学部教授。

平成 17 年、東京大学名誉教授。

平成 19 年、独立行政法人 森林総合研究所理事長。

平成 9 年、樹木医学会会長(平成 13 年まで)。

平成 12 年、日本学術会議会員(平成 17 年まで)。

平成 13 年、国際森林研究機関連合理事(平成 17 年まで)。

平成 14 年、日本林学会会長(平成 16 年まで)。

昭和 62 年、日本林学会賞(「マツの水分生理状態と材線虫病の進展」に対して)。

平成 17 年、樹木医学会功績賞。

## 受賞者紹介

同氏は、樹木と他の生物との相互関係が森林の健全性に大きく影響していることに注目し、多様な生活型をもつ菌類と森林の健全性や多様性に関する研究を行ってきた。特に、マツ林を対象に、様々な生活様式を示すナラタケ類、機能が謎とされてきたマツタケ、線虫が関与するマツ材線虫病などを中心に、森林における生物間相互作用を明らかにしてきた。

ナラタケは、寄生から共生まで多様な生活型を示し、特に、カラマツ、アカマツ、ヒノキなどの主要な樹木の根系を腐朽し、多大な被害を与えてきた。従来、わが国では子実体の柄につばを持つナラタケ属菌は1種とされていた。そこで同氏は、日本各地で採集された菌株を用いて、欧米種との対峙培養やアイソザイム解析、また制限酵素によるDNA解析を行い、欧米種7種を含む10種のナラタケの生物学的種がわが国に存在することを明らかにした。わが国における狭義のナラタケは、担子孢子形成・発芽過程において、核の挙動が欧米のものとは異なり、担子孢子には2nの核が1個と2個存在するものがあり、世界的に特異な種であることを明らかにした。一方、アカマツ林を精密に調査した結果、同じ林の中に、異なった種が共存し、種の特性によって、腐生や寄生などの異なった生活様式を示すことを明らかにした。

アカマツとマツタケの関係については、野外における調査と平箱を用いた実験によって、マツタケ外生菌根形成過程を追跡した。顕微鏡とDNA解析を併用して、形態的变化に富む菌根組織から明確に菌糸細胞と根系細胞とを識別し、クロラゾールブラックE染色法によって、菌根の特徴であるハルティッヒネットが形成されることを明らかにし、このハルティッヒネットのもつ掌状分岐菌糸構造を生体内で観察することを可能にした。ハルティッヒネット菌糸がもつ酵素であるATPaseの活性が菌糸隔壁に局在し、根系細胞との接触部位で高い活性があることを明らかにした。また、マツタケの8つある系統の1つがわが国に優占すること、東アジアと欧州に分布するマツタケは日本に優占する系統と同一であることをDNA解析によって明らかにした。さらに、マツタケ菌糸を粉碎し、炭素源を含まない栄養培養液で培養した菌糸をアカマツの根系に無菌的に浸漬し、接種1~2週間後に菌根を形成させ、さらに、菌糸の細胞膜透過性を高める界面活性剤や親水性を高める天然植物油を含む培養基質を用い、マツタケの人工シロを誘導する方法を確立した。

マツ材線虫病について、樹体内での線虫の動態と樹体の水分生理状態から萎凋枯死に至る病徴進展過程を明らかにした。樹体の水分生理状態の変化は、潜伏期を経て2~3年生葉の変色という可視的な病徴と同時に現れ、マツ樹体の水ポテンシャルや細胞壁の体積弾性率の変化から、樹体が浸透調節機能を失うことがこの病気の特異な現象であり、浸透調節機能の低下は水ストレス下で著しく進展する。このことから、気象条件や土壌環境などによるマツの水分生理状態がマツ材線虫病進展に重要な役割を果たし、宿主樹木と病原との双方向的相互作用がマツ材線虫病の病徴進展に決定的な影響を及ぼすことを明らかにした。

同氏は、『樹木医学』、『森林保護学』の他、多数の編著書によって、樹木医学の発展に貢献してきた。さらに同氏は、持続可能な社会には森林・樹木の健全性が重要であるとして、樹木の保全に関する専門技術者の資格となる樹木医制度の創設と発展に尽力した。このような樹木医学のマイルストーンを築いた功績によって、樹木医学会功績賞が授与されている。その他、日本林学会会長、樹木医学会会長、国際森林研究機関連合(IUFRO)理事・森林の健全性部会長などを務め、また日本学会会議会員として「森林の多面的な機能の評価について」の取りまとめに参画するなど、森林の多面的な機能の高度な発揮に向けて主導的な役割を果たしてきた。