

## 大学研究室紹介

リレ一随筆

## キャンパスだより(17)

東京大学大学院  
農学生命科学研究科  
植物病理学研究室

難 波 成 任  
なん げい せい とう

所在地：東京都文京区弥生 1-1-1

Laboratory of Plant Pathology, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo. By Shigetou NAMBA

(キーワード：植物病理学，植物医科学，ウイルス，ファイトプラズマ)



農学部3号館

## はじめに

明治39年(1906)4月、東京帝国大学農科大学に世界で最初の植物病理学講座が設けられ、白井光太郎が助教授として初代の講座担当となり、翌年初代教授となった。白井光太郎は本邦に発生する植物病害を多数蒐集し、病原菌を同定、記載し、植物病理学の教科書を著して本邦における植物病理学の基礎を築いた。

実はこれに先立つ明治11年(1878)に駒場農学校には法律に基づき「植醫掛」が設置されており、すでに植物病理学や植物医科学の源流があったものと推察される。事実、明治13年(1880)に設立した植物病理学科は「植醫科」とも呼ばれ、「教員室などの戸口には「植醫科」の掛札があつて、同窓者も別段これをとがめることもなく皆すましていた」とある(植物病學發達史、日野巖著、1949)(図-1)。

明治35年(1902)府中演習林を購入し、ここに実科を置いた。昭和10年(1935)に農学部本科・実科のうち実科が独立し、東京高等農林学校となり、これがその後の東京農工大学農学部の前身となった。

白井光太郎と末松直次(大正11年(1922)~昭和11年(1936)同講座助教授)はイネいもち病菌の培養に成功し、その特性を初めて明らかにした。大正8年(1919)東京帝国大学農科大学は東京帝国大学農学部と改称された。大正14年(1925)白井光太郎が定年退官し、草野俊助が教授に就任、日本植物病理学会長となった。草野俊助は我が国の植物病原菌類多数を同定・記載するとともに、壺状菌類(*Synchytrium*, *Oplidium* 属菌)の生活史を明らかにし、昭和8年(1933)帝国学士院賞を受賞し、翌年定年退官した。

その翌年後輩であった中田覚五郎(九州帝国大学教授)が講師となり、植物病理学の講義を担当した。昭和10年(1935)第一高等学校が駒場へ移り、農学部が駒場から本郷へ移転。昭和12年(1937)中田覚五郎が兼任教授として植物病理学講座を担当したが、わずか2年で逝去された。昭和19年(1944)明日山秀文が教授に就任し、コムギの各種さび病菌の寄生性分化、コムギ品種の抵抗性などについて研究を行った。

昭和22年(1947)東京帝国大学は東京大学と改称され、2年後新制度による東京大学が発足した。昭和42年(1967)明日山秀文、與良 清、土居養二はクワ萎縮病などの病原としてファイトプラズマ(当時マイコプラズマ様微生物)を世界で初めて発見し、昭和53年(1978)日本学士院賞を受賞した。昭和44年(1969)明日山秀文が定年退職し、與良 清が後任教授に就任した。昭和56年(1981)與良 清が定年退職し、後任の教授に土居養二が就任した。この間、明

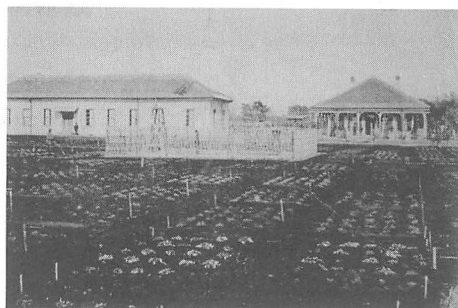


図-1 駒場の農場敷地に広がる(左から)博物標本室、気象台、植醫科教室

日山秀文、與良 清、土居養二は多年にわたり我が国の植物ウイルス多数を同定、記載し、植物ウイルス分類の基礎を築いた。昭和 63 年（1988）土崎常男が教授に就任し、植物ウイルスの分類体系を確立し今日の系統分類の基礎を築くとともに、分子植物病理学研究の端緒を開いた。その後平成 6 年（1994）日比忠明が教授に就任し、タバコモザイクウイルスの複製・移行に関わる宿主因子の解析や植物病原菌類の薬剤耐性機構の解明を行うとともに、いもち病抵抗性組換えイネを作出するなど、分子植物病理学研究を本格的に展開した。平成 16 年（2004）難波成任が教授に就任した。現在の教員構成は難波のほか、山下修一准教授、山次康幸助教からなる。平成 18 年（2006）研究室創設 100 周年を迎えた。

平成 18 年（2006）臨床に教育研究の重点を置いた寄付講座「植物医科学研究室」が 5 年の時限で開設された。教員構成は、難波が教授を兼任し、客員として堀江博道教授、濱本 宏准教授、大島研郎助教、鍵和田聡助教、高橋修一郎助教が着任した（図-2）。

## I 学 生 生 活

学生は 2 年間、駒場キャンパスで教養学部にも所属し基礎教育を受ける。このとき、当研究室が分担で担当する講義科目がいくつかある。「応用生物学概論」、「植物医科学概論」、「微生物の科学」、「人口と食糧」などである。その後、農学部を志望した者は 3 年次、本郷（弥生）で講義、実習を受けることになる。当研究室が所属する農学部 応用生命科学課程 応用生物学専修（大学院 農学生命科学研究科 生産・環境生物学専攻）では、前期に当研究室担当の「植物病理学」（約 60 名が受講）のほか、植物分子生物学、昆虫学、耕地生態学などの必修科目とともに種々の選択科目を受講するほか、応用生物学基礎実験を行う。また、週 1 回金曜日に西東京市にある多摩農場で、フィールド農学実習に参加する。農場では自主実習圃と称し 1 坪ほどの畑が与えられ、1 年間自分で自由に選んだ農作物を育て管理する。大抵の者は雑草、病害虫のため植物病理学の重要性を思い知ることになる。後期には当研究室担当の「環境微生物学」があり、学部全ての専修から受講者があり、約 60 名が受講する。

学部 4 年次に配属研究室を選択する。定員は年により異なるが各研究室約 3 名の上限定数が設定されており、少数精鋭になっている。現在は寄付講座も合わせ教員 8 名、研究員 3 名、博士課程 3 名、修士課程 12 名、学部生 4 名となっている。最近修士課程学生が急に増え、難波着任後の第一期生が現在修士 2 年であり、今後博士課程学生の増加が見込まれる。4 年時の

当研究室担当の講義は「植物ウイルス学」、「菌類学」、「植物細菌学」と充実している。

研究室の行事としては、年 1 回泊まり込みで研究についてディスカッションするゼミ合宿などがある。

## II 研 究 内 容

主にファイトプラズマとその媒介昆虫ならびに植物ウイルスを対象に、植物との相互作用をマクロレベルから分子レベルにわたり研究を行っている。ファイトプラズマは昭和 42 年（1967）に当研究室の土居らにより世界で初めて発見されたウイルスと一般細菌の中間の性質を持った微生物である。700 種以上の植物に病害を引き起こし、黄化・萎縮・叢生・てんぐ巣・葉化などの病徴を呈する。培養の困難な *Mollicutes* 綱細菌で、直径は 0.1 ~ 1 $\mu$ m の不定形で細胞壁を持たない。ファイトプラズマはクワ萎縮病などで最初に発見された。この病気は古くよりその発生が知られていたが、明治 20 年（1887）以降激烈を極め、サツマイモてんぐ巣病やキリてんぐ巣病などと同様昆虫により媒介されることから、その病原究明に勢力が注がれた。海外においても同様な病気は多発したがその病原解明は困難を極めた。濾過性の病原体であることから永い間ウイルス病と目されていた。病原は電子顕微鏡下で捉えられ、動物マイコプラズマと似ていたことから当初「マイコプラズマ様微生物（MLO）」と命名されたが、その後の研究で「ファイトプラズマ」と改称された。

ファイトプラズマは感染細胞内でオルガネラと共生しつつ、宿主に適応しながら進化を遂げ今日に至った絶対寄生性微生物のひとつと考えられ、植物の生長を制御したり生殖器官を変異させたりするため、植物の進化にも影響を与えたと考えられる。その性質は、ファイトプラズマの起源と共に興味深い問題を提起して

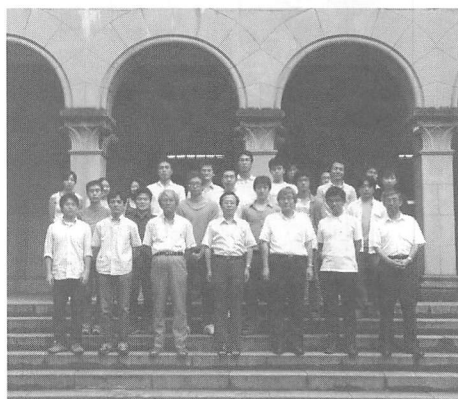


図-2 植物病理学研究室・植物医科学研究室のメンバー。農学部 3 号館前にて

いる。現在、ファイトプラズマが植物と昆虫で共生あるいは寄生しつつ宿主交代する際に発現する各種遺伝子の機能と、その制御機構を調べている。

平成 16 年 (2004), 当研究室は世界に先駆けファイトプラズマの全ゲノムを解読した (図-3, 4)。その結果、ファイトプラズマは既知の生命体の中で初めてエネルギー合成系を持たず、代わりに核酸やアミノ酸をはじめエネルギー素材も宿主から取り込むため輸送

系を発達させた極めてユニークな微生物であることが明らかになった。

ファイトプラズマはこれまで感染植物ごとに病名と病原名がつけられてきたが、系統解析による整理が可能となり、*Phytoplasma* 属が新設され、約 40 種にまとめられた。種ごとにそれぞれ固有の昆虫に媒介されるが、そのメカニズムはマラリア等、ヒトや動物の恐ろしい昆虫媒介性病原体同様これまで不明であった。平成 18 年 (2006), その仕組みが明らかになり、ファイトプラズマ表面タンパク質が昆虫の腸管内壁の骨格タンパク質と複合体を形成できる場合に体内に侵入・感染出来ることが分かった。この複合体形成の阻害物質を見つければ、ファイトプラズマのみならずヒトや動物の病原体の蔓延も阻止できる可能性がある (図-5, 6)。

植物ウイルスはそのほとんどが複製の際に変異を生じやすいプラス一本鎖 RNA をゲノムとする。逆にその変異を利用して、環境や宿主に巧妙に適応し今日に至ったと考えられる。我々は植物病理学分野のみならず、広く植物科学分野でも発現ベクターとして利用されているジャガイモ X ウイルスに代表されるポテックスウイルス属のウイルスをはじめとするプラス一本鎖 RNA ウイルスを対象に、植物ウイルスの病原性決定とその発現メカニズムなどについて研究している。

ここでは研究の一例を紹介する。ジャガイモ X ウイルスは病原性の異なる様々な系統が存在する。我が国に存在する系統では、*Nicotiana benthamiana* にモザイク型、輪状斑型、輪状モザイク型、無病徴型の 4 タイプに分類される。この病原性を決定する因子を解析したところ、5' 非翻訳領域のたった 1 塩基の違いに

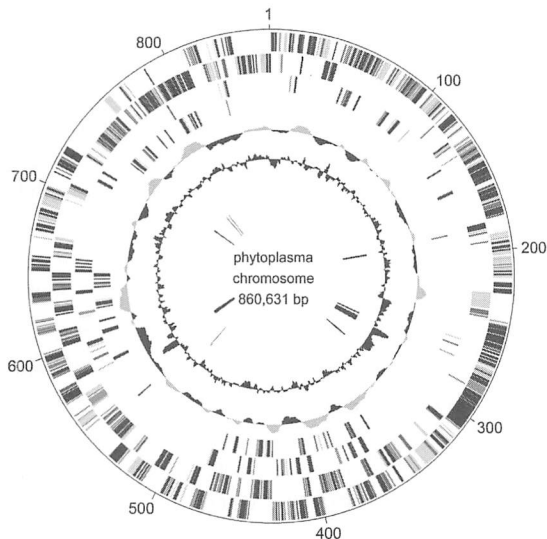


図-3 解読されたファイトプラズマゲノムの遺伝子地図。約 860 万塩基からなる

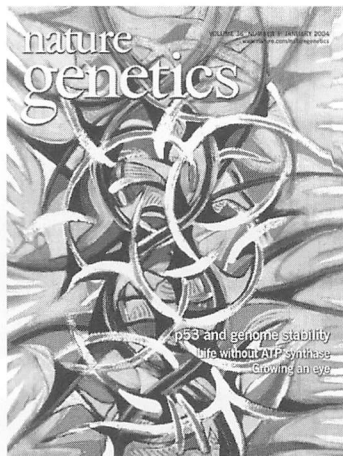


図-4 ファイトプラズマの全ゲノム解読の発表論文が掲載されたネイチャー・ジェネティクス (2004 年 1 月年頭号) の表紙。「エネルギー合成装置を持たない生命が見つかった」という見出しが載っている

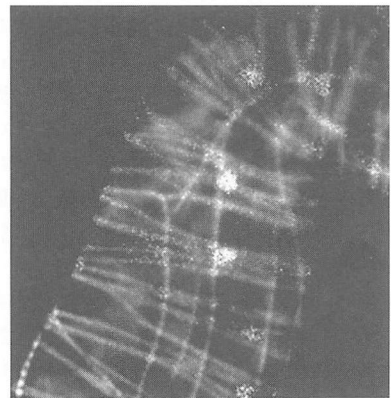


図-5 ファイトプラズマの媒介昆虫腸管内壁の骨格繊維と、それに結合し白い点となって観察されるファイトプラズマ。非媒介昆虫の場合には結合しない

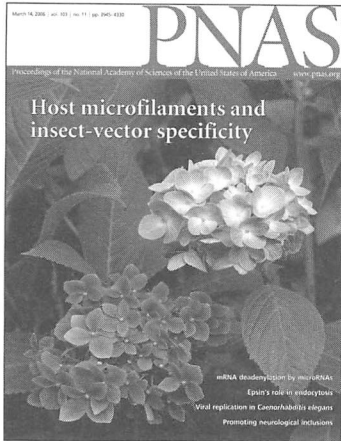


図-6 ファイトプラズマの媒介昆虫特異性の仕組みを明らかにした論文が掲載された米国科学アカデミー誌（2006年3月14日号）の表紙。「宿主の細胞骨格繊維が媒介昆虫特異性を決める」という見出しとともに葉化したアジサイが載っている

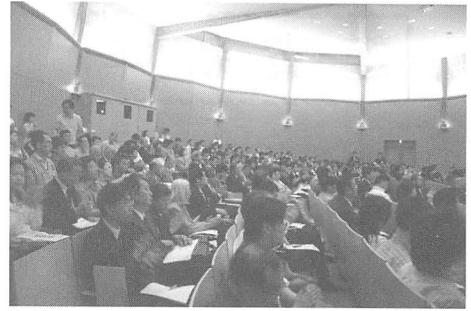


図-7 寄付講座設立記念シンポジウム（平成18年（2006）5月24日，於：東京大学弥生講堂）

よって病徴型が決定されることが明らかになり，また複製酵素 RdRp の1アミノ酸の違いによってこれらの病徴型が発現するかそれとも隠蔽されるかが決まることを明らかにした。このような現象はこれまでにないものであり，そのメカニズムを現在調べている。このほか，ウイルスの細胞間移行についても解析を行っている。外被タンパク質はウイルスの粒子化を担うタンパク質であるが，ポテックスウイルスの外被タンパク質のN末端のアミノ酸に変異を加えるとウイルスが細胞間移行しなくなるが，ウイルスの粒子化には影響がないことから，この部分は粒子化ではなく細胞間移行に関わると考えられる。また，タンパク質を発現するウイルス耐性組換え植物は数多く作出されているが，最近，タンパク質発現を必要としない（特定のウイルスRNAを分解する）RNAサイレンシングを利用したウイルス耐性組換え植物の作出技術が確立されている。この場合，ターゲットとするウイルスゲノム領域によって耐性が異なることを明らかにし，そのメカニズムを解析している。これらの研究を進めることにより病害防除に結びつけていきたいと考えている。

### III 寄付講座「植物医科学研究室」の設置

「植物病理学」の学問名称が意味するものは，その文字から読み取れば「植物が病気になる理（ことわり・メカニズム）を明らかにする」ことである。「植物病理学」先進国の我が国では，最近の分子生物学的

研究手法の飛躍的發展，ゲノム情報の充実により，植物—病原体の相互作用メカニズムが明らかになりつつある。これに対して「植物病理学」が歴史的に担ってきたものは，「植物の病気を診断・治療・防除・予防する」ことである。基礎植物病理学と臨床植物病理学との間に乖離が生じてしまったいま，実際に「植物の病気の診断・治療・防除・予防」を行う臨床システムを開発するための「植物医科学」に関する研究分野の充実が求められている。また，実際に現場でそれに携わる人材の養成が急務となっている。

これは本稿の冒頭で触れた「植醫科」への回帰を意味するものかも知れない。このようなニーズに対処するため，昨年寄付講座「植物医科学研究室」が設置された。この研究室では，従来の伝統的手法に，最先端の知見と技術，情報システムを組み合わせ，「植物の病気の診断・治療・防除・予防」につながる臨床技術を開発するとともに，植物医科学の知識とテクニックを教育するシステムを確立し，「植物医師」を養成することにより，「植物病院」設立に向けた基盤の構築を目指している（図-7）。

### おわりに

筆者は3年ほど前の前任教授の退官に伴い，出身研究室である今の研究室に戻ってきたのち，研究室を改修し，見た目はきれいな研究室へと変わったが，昔の面影がなくなってしまったかも知れない。ただ，教授室では昔通り歴代教授の8枚の写真に囲まれ見下ろされながら毎日過ごしている。研究室の面積も着任当初は昔の6割程度になっていたが，専攻の配慮により元の広さに戻った。改修と同時に過去の貴重な書籍や資料は長期保存に耐えられるよう整理された。今後は後継者の養成と農学部的发展，学会への貢献に資するべく研究室がさらに充実することを祈っている。