

## 大学研究室紹介

## リレー随筆

## キャンパスだより(46)

## 三重大学生物資源学部 植物感染学分野

たかまつ すすむ なかしま ちはる  
高松 進・中島 千晴

所在地：三重県津市栗真町屋町 1577

Laboratory of Plant Pathology, Faculty of Bioresources, Mie University. By Susumu TAKAMATSU and Chiharu NAKASHIMA

(キーワード：植物病理学, 菌類, 分子系統, 進化, 分類, うどんこ病菌, *Cercospora*)



三翠会館

## はじめに

三重大学は、名古屋駅から近鉄電車に乗って約1時間の三重県津市にある。津市は藤堂高虎を始祖とする藤堂藩の城下町で、今でも町の中心部には津城の城跡と石垣が残されている。江戸時代にはお伊勢参りの宿場町として栄え、「伊勢は津でもつ、津は伊勢でもつ。尾張名古屋は城でもつ」と言われ、お伊勢参りの宿場町として栄えていた。津市は2006年の市町村合併で30万人近い人口になっているが、それ以前の旧津市の人口は約16万人と、県庁所在地であるにもかかわらず、四日市市、鈴鹿市に次いで三重県で3番目の大きさの市であった。私自身を含め、かつて三重大学に赴任した教員が津駅に降り立っての第一印象は「駅前なのに何もない」ということであった。現在では、勤め帰りの人々のための飲み屋なども増え、それなりに駅前としての顔になってきている。このような歴史・環境にあるためか、津市の人々は一般におっとりした印象で、気候の温暖さもあって私にとっては住みやすい街である。ただ、若い人々にとっては刺激が少ないかもしれない。個人的な趣味を書かせてもらうと、近くに鈴鹿山脈、台高山脈、大峰山脈があり、気軽な日帰り登山もテン泊山行も自由自在に楽しめる絶好のロケーションにある。

三重大学は、私たちが所属している生物資源学部の他、医学部、工学部、教育学部、人文学部の5学部からなる総合大学で、学生数は学部、大学院あわせて約7,500名である。農場、演習林、水産実験所などの付属施設を除き、5学部すべてが津市栗真町屋町の1キャンパスに集合している。キャンパスは津駅からバスで10分、近鉄江戸橋駅から歩いて15分の場所にある。

最近建てられた新しい大学のキャンパスの多くが交通不便な場所にあることを考えると、学生にとって恵まれた立地条件である。この栗真キャンパスはもともと農学部とその農場があった場所で、農場跡地に各学部の建物が建てられて現在にいたっている。そのため、生物資源学部の建物は現在でも、大学正門近くのキャンパス中心部に位置している。キャンパスの一角にある三翠会館は三重大学の母体である三重高等農林学校の開校10周年記念事業として1936年に建てられた建物で、三重高等農林学校時代の唯一の既存建物としてキャンパスに由緒ある風情を残している。建物は、木造洋風2階建一部平屋建で、集会室として1階洋室と2階和室が設けられ、集会・宿泊や校史関係資料展示などに活用されてきた。三翠会館の建築は、簡潔な意匠による経済的で技術的にも容易な技術様式体系が用いられ、昭和戦前に建築された地方の木造公共建築の特色をよく留めていることから、2002年に登録有形文化財に指定された。会館に隣接した三翠庭園ともよくマッチし、大学教職員や学生の憩いの場になっている。

三重大学生物資源学部(研究科)は1922年に開校した三重高等農林学校に始まり、2010年で満88年になる。1949年に新制大学三重大学農学部となり、1987年に水産学部と合併して生物資源学部となった。現在、資源循環学科、共生環境学科、生物圏生命科学科の3学科からなり、学生数は学部、大学院あわせて約1,500名である。生物資源学部には、栗真キャンパスの学部本体の他、津市高野尾町に付属農場、津市美杉町に演習林、志摩市に水産実験所、そして練習船勢水丸が学生の教育、実習に利用されている。

## I 研究室の歩み

旧植物病理学研究室は三重高等農林の開校とともに創設され、初代の高橋隆道教授から岩田吉人教授、平山重勝教授、石崎 寛教授、久能 均教授と受け継がれてきた。2000年に1学部1学科体制から3学科体制に改組されたときに、当時の久能教授が新たに資源循環学科循環生態学分野を設立し、当時准教授であった高松が生物圏生命科学科植物感染学分野を起し、現在にいたっている。循環生態学分野では久能教授の退官後、清水将文助教が生物防除に関する研究を引き継いで、活発に研究を行っている。三重大学で植物病理学会に所属している教員としては、これ以外に生命科学支援センターに小林一成教授が在籍し、イネいもち病を対象に植物の防御応答に関する研究を行っている。また、資源循環学科森林生物循環学分野では伊藤進一郎教授が樹病学に関する研究を行っている。このように、三重大学では4つの教育研究分野に植物病理研究者が在籍し、それぞれの専門分野の研究を行っている。

三重大学では三重高等農林の時代に植物病原菌類の分類学的研究が活発に行われていたようで、福井武治氏が三重高等農林報告等に少なくとも数種の新種の植物病原菌類を記載している。残念なことに、現在ではそれらの基準標本は逸失してしまい行方が分からない。

## II 研究室の概要と教育

現在、植物感染学分野では、教授高松 進、准教授中島千晴の2名体制で教育、研究を行っている。学生は、博士後期課程学生1名、4年生4名、3年生4名の計9名のこじんまりとした所帯である(図-1)。この他に下野義人氏と藤岡佳代子氏(いずれも高校教員)がリサーチフェローとして、勤務の合間をぬって研究室でそれぞれの研究を行っている。研究室へは3年生の4月から所属し、少なくとも2年間研究室に所属して、卒論研究等にいそしむことになる。少人数なので、居室や研究スペースにゆとりがあり、学生にとっては恵まれた環境にある。ただ、恵まれすぎていて学生がぬるま湯に浸っている感が無きにも非ずである。

従来は3年生の6月には卒論研究のテーマを決め、卒論実験主体の教育を行ってきた。しかし、これでは早くから狭い専門に知識、経験が偏る傾向にあった。幸いなことに、教授の高松、准教授の中島とも病害の診断、同定の経験があるので、フィールドで実際の病気の診断法を教えることができる。そこで、今年から3年生のうち専門に偏らず、広く植物病害の診断を現場で教えることに重点を移すことにした(図-2)。



図-1 卒業式の日



図-2 病害鑑定実習

このため、卒論研究は1年程度の期間しかできないが、植物病害に関する幅広い知識を得ることができるのではないかと考えている。今後は、学生の反応を見ながら、少しずつ路線修正をしていきたい。

研究室の主要な行事としては、この他に、週一回のゼミ(英語論文の紹介)、6月に演習林での宿泊研修などを行うとともに、1月に毎年信州方面へのスキー、スノボ旅行を行って研究室の親睦をはかっている。

## III 研究紹介

### 1 うどんこ病菌の系統と進化に関する研究

うどんこ病というのは、植物病理学を多少ともかじった人であればだれでも知っている植物の重要病害である。にもかかわらず、いまだに人工培養できない絶対寄生菌であるせいか、その生理生態的な性質は意外に知られていない。筆者(高松)は学部学生の時に恩師にうどんこ病菌の越冬について調べよとのテーマを与えられ、越冬器官であると考えられていた閉子のう殻を集めて顕微鏡で観察していた。うどんこ病菌の閉子のう殻の付属糸は分類の重要な指標となってお

り、属や種によってさまざまな形態を示す。顕微鏡下で展開されるミクロの世界の神秘にのめりこみ、なぜうどんこ病菌の付属糸がこのようなさまざまな形態をとるにいたったのか、付属糸はそもそも何をしているのかを知りたいと思ったが、経験も知識もなく、学生時代はそれで終わってしまった。1990年に当時の職場からたまたま国内研修に派遣してもらう機会があり、北海道大学理学部に半年間在籍して遺伝子解析の基礎を学ぶことができた。その後、1993年に大学に戻ることになった。当時、オートシークエンサーが大学にぼちぼち導入され始めた時代で、DNA塩基配列に基づいた分子系統解析の黎明期であった。DNA塩基配列を解析することによりうどんこ病菌の系統や進化を明らかにできるのではないかと考え、試行錯誤を重ねながら研究を始めた。

うどんこ病菌の系統・進化は従来、付属糸の形態や閉子のう殻中の子囊数などによって推察されてきた。大まかには単純な形態から複雑な形態へ進化したと考えられてきた。しかし、分子系統解析は逆に付属糸形態の進化が複雑なものから単純化する方向に起こったことを示した。これは今から考えるとむしろ当然なことで、生物進化というのは複雑化よりも単純化の方向にはるかに起きやすいというのは現代の常識になりつつある。しかも、草本植物に寄生するのに伴って適応的に付属糸形態の単純化が起こったため、付属糸形態の収斂進化を引き起こした。このため、単純な付属糸という特徴で一つの属にされていたグループが実は異なる祖先から進化した異なるグループであることが明らかになり、2000年にドイツのうどんこ病分類学者である Uwe Braun とともに属レベルの分類体系の改変を行った。その時にはもう少しデータが揃ってからと思っていたが、その後データが増えても基本的な系統関係に変化はなかったの、胸をなでおろしている。この他、宿主植物とそのうどんこ病菌の比較系統学的研究、系統地理学的研究などを行っている。

研究予算も乏しく、学部学生を主体とした小さな研究室で、うどんこ病菌という一つの菌類グループ限定ではあるが、その系統進化に関して先駆的な業績をあげ続けることができたのは幸いであった。15年ほど前に、一時ライバル関係にあったカリフォルニア大学バークレー校の研究室を訪問する機会があった。その研究室の設備、陣容は私の研究室とは比べ物にならないほど素晴らしかったが、シークエンس解析は博士課程の学生が自ら行っていた。シークエンス解析自体は学部学生でも十分に行える技術であり、むしろ手先の器用な日本人のほうがアメリカ人よりも優れていると思った。したがって、勝負はどれだけよい標本を手に入

入れ、出てきた系統解析結果からどのような生物学的意味を見つけだすことができるかにあると考えた。その点では、うどんこ病菌フロラが豊富な東アジアに住む我々のほうに一日の長がある。我々が成果を上げることができた要因の一つは、うどんこ病菌を材料にしたことにもある。うどんこ病菌は人工培養できないため、人工培養できる微生物を扱いなれた研究者にとってはとてつもなく扱いが面倒らしい。人工培養できる微生物であればオートマチックにできるシークエンス解析もうどんこ病菌ではそう簡単にはいかない。このためか、いまだに世界の主要な研究グループがうどんこ病菌の系統解析に手を出さず、私たちの専売特許になっているのは幸いなことである。といっても、ここ数年の分子データ量の急速な蓄積、多数の遺伝子領域を用いた大規模な系統解析には確実に乗り遅れており、このままでは世界の一流誌に論文を出すのが難しくなりつつある。そろそろぬるま湯から脱却する必要があると感じている。

## 2 植物病原糸状菌の分類に関する研究

研究室の大きなもう一つのテーマとして、植物病原糸状菌の分類学に関する研究に、准教授の中島が取り組んでいる。特に葉に斑点性の病害を引き起こす *Cercospora* 属菌とその関連属菌（以下 C 属菌群）の分類を研究するとともに、重要な病害に関しては病因学的研究を行い、新病害として報告している。C 属菌群の病害としてはセルリー斑点病、テンサイ褐斑病、レタス褐斑病、トマト葉かび病、スギ赤枯病等があり、世界的に壊滅的な被害をもたらすものが知られている。これらの菌の分類はこれまで、宿主限定的である仮定のもと、宿主と菌の形態的特徴で種が記載され、日本産だけで 300 を超える種が記録されている。しかしながら、近年、属の概念の変更によりその所属が大きく変わり、新しい概念による日本産種の再検討が必要とされていることから、C 属菌群のモノグラフの作成を目的に研究を行っている。さらに形態的特徴に加え、分子系統データ、宿主範囲等を反映した新しい種概念の確立をオランダ、ドイツ、英国、南ア、ニュージーランド、韓国、タイ等の研究者と国際共同研究により進めている。分子系統による分類は、最新の手法で全てを解決できるとの誤解があるが、糸状菌を含めた生物は単純な存在ではなく（それ故面白いのだが…）、形態学的な検討や病原性の研究が欠かすことができない。実際、分子データのみでの種の同定は殆どの植物病原菌で確立されておらず、公設研究機関においても持ちこまれた病害は、まず、ルーベで観察し、さらに顕微鏡で同定・診断を行っているのではないだろうか。野外でのルーベによる簡易同定から遺伝子レ

ベルでの分類学的研究を行える人材の育成を目指し、大学院に進学する学生には、C菌群に限らず特定の菌群のモノグラフ作成や、植物群上の菌類インベントリー作成をテーマとして与え、同定、分類、病因学的研究のトレーニングを行うとともに、研究者として教員と同じ立場でディスカッションを重ねるよう心がけている。

かつての形態分類はあまりに細分・専門化し、ユーザーの手を離れてしまったが、今一度、現場に近い分類を目指して奮闘している。同じく植物病原菌を材料とし、分子系統解析と形態的特徴を研究手法として用いているが、うどんこ病菌の進化に関する研究が時間軸を思考するのに対して、分類は現存する菌類の横軸の広がりとそのグルーピングを思考すると言える。この思考の違いがゼミにおけるディスカッションの面白みとなっているが、教員のみで盛り上がってしまうことが多い。もはや絶滅危惧でもニーズのある植物病原菌分類学を志す学生・院生の入室と、ゼミへの道場破りを心待ちにしている。

#### IV 他大学等との交流

系統進化や分類体系の構築といった学問分野では日本だけの狭い地域の生物群を相手にしては仕事にはならない。全球一体としての視野が必要である。そのため、我々の分野では国内の他大学との交流よりは、海外の類似分野の研究者との交流が盛んである。たとえば、高松はヨーロッパ、北米、南米、オーストラリア、アジアなどアフリカを除くすべての大陸のうどんこ病

研究者と交流を持ち、情報や標本の交換、共同研究を行っている。発表する論文の大部分はこれらの研究者との共同執筆論文となっている。また、うどんこ病菌の分子系統学を指向する海外訪問研究者をタイ、イラン、中国、ウクライナなどから受け入れてきた。中島は2008年から2009年にかけて約10ヶ月間オランダのCBS Fungal Diversity Centerに滞在し、所長のPedro CrousらとともにC菌群の分類体系の構築に携わった。現在、同研究の世界プロジェクトの一員として研究を続行している。この他、約15年間にわたってタイのチェンマイ大学と交流を持ち、チェンマイ大学からの留学生を継続的に受け入れるとともに、希望する日本人学生をチェンマイ大学に派遣している。

#### おわりに

人の人生を根本的に変えてしまうほどの影響力を与える教育者というのはどのような教育者なのかを、大学の教員になって以来よく考えることがある。自分自身が恩師によって人生を180度方向転換させられたにもかかわらず、なぜそのようなことが起こるのかを理解できないでいる。ただ一つ明らかなことは、自分にはそのような影響力はなさそうだということだけである。今は、教育するのではなく、学生たちと時間を共有しながらともに研究を楽しんでいければと考えている。それが学生たちにどのような影響を与えるかは、学生たちの受け取り方次第である。大学の居室から鈴鹿の山々を眺めながら。

## 登録が失効した農薬 (22.5.1 ~ 5.31)

掲載は、種類名、登録番号：商品名（製造者又は輸入者）登録失効年月日。

#### 「殺虫剤」

- クロルピリホス水和剤  
11582：日産ダーズバン水和剤 25（日産化学工業）10/05/4
- カルタップ・MIPC 粒剤  
11596：パダンミブシン粒剤（住友化学株）10/05/15
- ダイアジノン・BPMC 乳剤  
14289：ヤシマバサジノン乳剤（協友アグリ）10/05/20
- キノキサリン系・テトラジホン水和剤  
16367：兼商テトラマイト水和剤（アグロ カネシヨウ）10/05/12
- アセフェート剤  
19978：武田オルトランカプセル（住友化学園芸）10/05/19

#### 「殺虫殺菌剤」

- PAP・カスガマイシン粉剤  
15721：日産カスエル粉剤 DL（日産化学工業）10/05/20

#### 「殺菌剤」

- カスガマイシン水和剤  
6915：ホクコーカスミン水和剤（北興化学工業）10/05/10

#### 「除草剤」

- テトラピオン・DPA 粉粒剤  
13256：ホドガヤクズノック微粒剤（日本グリーンアンドガーデン）10/05/14
- アラクロール・リニユロン乳剤  
22226：日産ラクサー乳剤（日産化学工業）10/05/11  
22227：デュボンラクサー乳剤（TKI JAPAN）10/05/6