

大学研究室紹介

リレ一随筆

キャンパスだより(44)

佐賀大学農学部
線虫学分野

吉賀豊司

所在地：佐賀県佐賀市本庄町本庄1

Message from Laboratory of Nematology, Department of Applied Biological Sciences, Saga University. By Toyoshi

YOSHIGA

(キーワード：線虫, 昆虫寄生, 植物寄生, 菌食, 昆虫病理, 植物病理)

ホームページ：<http://extwww.cc.saga-u.ac.jp/~tyoshiga>

農学部本館

はじめに

全国の多くの国公立大学には農学系の学部があり、そこには必ずと言っていいほど昆虫研究室が存在する。このように「昆虫」を名前に掲げる研究室は沢山ある一方、同じ虫でも「線虫」を看板に掲げる研究室は国内には非常に珍しい。私たちの線虫学分野は、全国の国公立大学の中でそんな「線虫」を看板に掲げる唯一の研究室である。

私たちが対象とする線虫は文字通り線のように細長く、英語では nematode (“nema” はラテン語で糸を意味する) または横断面が円筒形であるために round worm と呼ばれる。多くの線虫は体長1ミリ程度と小さいものの、れっきとした三胚葉性の動物である。この小さくて細長いというシンプルな体制を環境に適応させ、深海何千メートルという海底から高山の上、また、砂漠のような場所から南極の極寒地まで線虫は地球上の様々な場所に生息している。有機物を飲み込むもの、微生物を摂食するものから、動植物へ寄生するものまで食性は様々であり、個体数も多くその種数も多様であるため、線虫は間違いなく地球上で最も繁栄している動物の一つであると言える。そのような線虫を扱う私たちの研究室について、以下に紹介する。

I 研究室の歴史

佐賀大学での線虫研究は、我が国の線虫学の始祖である鍋木外岐雄氏の門下生の一人、横尾多美男氏が戦後の1952年に佐賀大学に赴任したことから始まる。

1970年に植物保護学教室が植物病理学教室と応用動物学教室に分離し、当時、農林省関東東山農業試験場に所属していた石橋信義氏が助教授として、また、東京教育大学から近藤榮造氏が助手として加わり、応用動物学教室ができた当初は3人体制で線虫を扱っていた。

横尾氏の退官後、研究室の先輩である石橋氏からは非とも乞われた藤條純夫氏が昆虫の専門家として1979年に助教授として加わり、その後約20年間続くことになった3人による研究・教育体制が出来上がった。

1988年に学部改組に伴って佐賀大学農学部に大講座制が導入され、応用動物学教室は線虫を扱う石橋教授と近藤助教授による「土壤生態調節学分野」と昆虫を扱う藤條教授の「害虫制御学分野」へと独立した。英語では Laboratory of Nematology と表記していた「土壤生態調節学分野」は、しばらくして「線虫学分野」として名称を変え、現在に至る。石橋教授の定年退官後、1999年に吉賀が助手として採用されたが、2009年近藤教授の退職と定員削減によってそのポストが削減されたため、現在、吉賀が准教授として一人で研究室の教育・研究を受け持つようになっている。1970年には佐賀大学農学部には3人いた線虫の専門家が現在は1人になり、また以前には他大学にいた線虫の研究者がほとんどいなくなっている線虫の研究・教育の現状は寂しいものがある。

大講座制を維持している現在、線虫学分野は昆虫学分野、動物行動生態学分野、システム生態学分野、植物病制御学分野、植物ウイルス病制御学分野とともに



図-1 佐賀大学のメインストリート



図-2 研究室メンバー

後列左端から3番目が筆者（吉賀）、5番目が石橋信義名誉教授、右端が近藤築造名誉教授。

応用生物科学科生物資源制御学講座に属している。線虫学分野には、2010年の時点でスタッフとして准教授1名、学生15名（博士課程1名、修士2名、学部4年3名、学部3年5名、2年生4名）が在籍する。

II 研究紹介

線虫といっても様々であり、細菌、カビなどの微生物を餌とするものから線虫やヒメミズなどの小型土壌動物を捕食するもの、動物や植物に寄生するものまで様々である。農学部応用生物科学科にある私たちの研究室では、線虫の有効利用と防除に関しての基礎研究を中心に行っている。石橋氏の始めた有用線虫の利用という当研究室の伝統を受け継ぎ、昆虫に寄生し、殺してしまうという特異的な生態をもつ昆虫病原性線虫やカビを摂食する菌食性線虫を使った基礎研究も継続して行っている。また、特に農業上問題となる植物寄生性線虫を扱うとともに、農業には直接関係はないものの、線虫という生き物の新たな可能性や面白さを発掘していくため、有明海干潟や様々な環境に生息する線虫の生理・生態について研究を行っている。以下

に、当研究室で行っている主な研究テーマを紹介する。

(1) 昆虫病原性線虫と細菌の相互依存的共生関係の解明

1980年にアメリカ留学から帰国した石橋氏が日本に最初に導入して以来、当研究室の一つの柱となっているのが昆虫病原性線虫である。昆虫病原性線虫は、昆虫の口や肛門などの自然開口部などから血体内に侵入し、線虫腸内に保持する特殊な共生細菌を放出し、その共生細菌のはたらきによって宿主昆虫を死に至らしめる。線虫は、死亡した昆虫体内で増殖する共生細菌および宿主昆虫の分解物を摂食し、発育、増殖する。ほ乳類や植物に対しては病原性を示さず、宿主である昆虫を探索する能力を有し、殺虫スペクトルが広いということから、昆虫病原性線虫は生物農薬として利用されている。世界的にみると、昆虫病原性線虫は、生物的防除資材としてはBtに次いで2番目の売り上げをあげている。特に、ヨーロッパでは、そのような生物資源を用いた防除手段が国家的に推奨される環境にあり、利用が拡大している原因である。一方、日本では現在、エス・ディー・エスバイオテック社が2種類の線虫を市販し、これらは主にゴルフ場の害虫、果樹の害虫などの防除に主に利用されている。日本では生物農薬として登録する際に多大な費用がかかる。また、生産コストが高いことなどが利用拡大のネックとなっている。そのため、日本国内での売り上げはそれほど伸びていないようである。ちなみに、外国では、国によっては生物農薬としての登録が必要ない国もある。現在の日本では、昆虫病原性線虫の利用は限られているものの、土壌中で宿主探索能力をもつ線虫は、生物的防除資材として、単独または化学農薬の補完として利用価値が大きい。

現在、当研究室では、日本産昆虫病原性線虫およびその共生細菌の系統を明らかにするとともに、線虫と共生関係をもつ共生細菌との相互依存的共生関係について解明を試みている。また、線虫の共生細菌は線虫と共生関係を構築するために様々な代謝物質を産生している。昆虫宿主を殺すための殺虫タンパク質や死んだ昆虫体内で共生細菌を餌として増殖する際、他の微生物が繁殖しないように抗生物質を産生したり、また、土壌中に多数生息する自活性線虫が増えないように殺線虫物質を産生することが知られている。我々はこのような細菌の産生する生理活性物質の探索や、強病原性を有する共生細菌を発見し、その強病原性についての研究を行っている。

(2) 植物寄生性線虫の寄生性

植物寄生性線虫の中でも農業上問題となる御三家はネコブセンチュウ、ネグサレセンチュウ、シストセン

チュウである。これらの線虫は作物に寄生し、減収を引き起こし、ひどい場合には枯死させる。これまでは土壌燻蒸などの処理によって有害な植物寄生性線虫は防除され、あまり問題にされてこなかった面もある。しかし、臭化メチルが使えなくなり、また世の中が環境負荷の低い防除方法を求める風潮になってきつつある現在、これまで気にされなかった線虫の被害というものが表に出て来る可能性がある。

現在、このような植物寄生性線虫の中でも、温暖な地域に生息し、世界的に最も被害の大きいネコブセンチュウについて、その基礎的な生理学について研究を行っている。また、ネコブセンチュウは根の先端近くの伸長部から根へ侵入し、中心柱を通して移動、定着するが、その際の侵入および定着を阻害できれば防除を行うことができるため、ネコブセンチュウの侵入および定着メカニズムの解明を明らかにすべく、研究を行っている。

(3) *Caenorhabditis japonica* の生理・生態

近年、モデル生物として細菌食性線虫 *Caenorhabditis elegans* (*C. elegans*: シー・エレガンス) が様々な分野で脚光を浴びている。多細胞生物の中で最初にゲノムの全塩基配列が決定され、受精卵から成虫になるまでの全ての細胞系譜が明らかになっている唯一の生物である。様々なことが解明されつつある *C. elegans* であるが、その生態についてはほとんど分かっていない。一方、*C. japonica* は卵保護や保育行動をする亜社会性のベニツチカメムシから発見され、2002年に記載された線虫で *C. elegans* の近縁種である。ベニツチカメムシの雌特異的に随伴し、カメムシ体表面上で餌を摂食しない耐久型ステージで、運動性を停止した休止状態で長期生存をする。*C. japonica* およびベニツチカメムシは、動植物への寄生性や加害性はなく、農業上は全く問題となるような種ではない。しかし、その行動や生態の不思議さには純粋に興味を引かれる。またモデル生物 *C. elegans* の近縁種であることから、*C. elegans* での知見や手法を応用しやすい。このような特殊な線虫である *C. japonica* は、線虫の行動や生態、進化などを考える上で重要なモデルとなりうる。そして、*C. japonica* の宿主探索行動、宿主認識機構や発育休止機構を解明していくことで、解析のしにくい動植物に寄生する線虫の行動や発育制御の解明へつなげていきたいと思っている。

(4) 生物資源としての線虫の新たな利用開発

線虫は昆虫と同様に地球上で最も繁栄している動物の一つである。地球上の様々な環境に適応し、生活している。そのため、様々な生物と相互作用をもち、また、様々な環境に適応させた特殊な能力や機能

を発達させていることが考えられる。このような線虫の特殊な機能を見だし、利用していくことも、当研究室の重要なテーマの一つである。

その一つとして、線虫の乾燥耐性がある。生物にとって乾燥は死に直結する大きなストレスである。自ら動くことができる動物の多くは、乾燥を回避するために移動するが、線虫のように小型で移動性の小さい動物はそんなことができない。そのため、線虫の種類によって乾燥に対して様々なタイプやレベルの耐性を獲得しているものが多い。イネの葉先がこよれたように枯れるホタルイモチや黒点米などの被害を及ぼすイネシガラセンチュウは、地上部寄生性線虫で、急激な乾燥に曝される危険性が高いことから、乾燥耐性をもつ。その他、ジャガイモシストセンチュウやダイズシストセンチュウなどは、シストの状態では土壤中に何年間も耐えることから、難防除の線虫である。このような植物寄生性線虫だけでなく、カビを食べるニセネグサレセンチュウ *Aphelenchus avenae* や細菌食性の自由生活性線虫など、線虫によって乾燥耐性の程度やその発現様相は大きく異なっていて、そのような線虫の乾燥耐性の発現機構ならびに獲得機構の解明が現在の一つの大きな興味となっている。

佐賀が面する有明海は干満の差が大きく、干潮時には広大な干潟が出現する。その干潟土壌表面には、多種多様な線虫が非常に高密度で生息している。これら有明海産線虫のほとんどは自由生活性であるが、有明海干潟は非常に粒子の細かい泥であり、土壌表面から数センチ下は還元状態になっている。また、塩分濃度がどんどん変化していく汽水という環境や、そこに生息する特殊な生き物など、干潟に生息する線虫はその生態だけでなく、生理的にも興味のある点が多い。また、干潟その他にも、様々な生物や環境に適応している線虫の興味ある生態から新たな分野の開発を狙っている。

おわりに

線虫というと、植物ではネコブセンチュウやシストセンチュウ、動物ではアニサキス、回虫、蟯虫、フィラリアなど寄生者のイメージが強いが、実は線虫のほとんどが自由生活性で、微生物などを食べるものの方が圧倒的に多い。このような自由生活性線虫は土壤動物の中で最も個体数が多く、また密度も高く、土壤中での腐植網の重要な構成要因であり、また、物質循環において重要な役割を果たしている。しかし、そういった害を及ぼさない線虫の重要性はこれまでのところあまり認識されていない。また、線虫には名前に「虫」の漢字がついているがそれだけで、何だか気持ちが悪

いと思う人が多い。しかし、大学の学生実験などで学生の反応を見ていると、はじめは気持ち悪がっていても、顕微鏡下でじっくり観察していくと、流線型でスムーズな体の線や、透明な線虫は体内の構造が全て見え、とても美しい生き物であることに気がつく人が結構いる。恐いもの見たさも手伝ってか、特に女性は「かわいい〜」などと言いながら、だんだんと目を輝かせて見て観察する光景を毎年見かける。さらに、線虫について何も知らなかった学生が、線虫学の授業が進むにつれて線虫の面白さに気がつくことがよくある。一般に悪いイメージが先行している感強い線虫であるが、その有用性、美しさ、生物としての面白さについてもっと知って来ると、線虫に対して全く違った見方ができるようになる。

全くの無名だった *C. elegans* が、後にノーベル賞受

賞者となるシドニー・ブレナーによってこの40年の間に一躍モデル生物として不可欠な存在となったように、地球上で最も繁栄している動物の一つである線虫は、昆虫や他の生物などに比べて絶対的な研究者数も少ないために手付かずの部分も多く、新たな視点や発想によって有効な生物資源となる大きな可能性を秘めている。農業だけに関わらず、線虫のもつ機能を解明し、新しい線虫の見方を提示できるようにすることは、大学というアカデミックな世界で線虫を扱う私たちのこれからの重要な役割の一つだと思う。また、植物防疫や植物保護関係の人たちの間でさえもまだまだマイナーな線虫という生き物の面白さや素晴らしさを伝えていくことも、当研究室の大切な使命である。そのためには、防除や応用という面に捕われず、もっと自由な発想で線虫という生き物に向き合っていきたい。

人事異動

関係者抜粋
()内は前職

○農林水産省消費・安全局 植物防疫課 (4月1日付)
黒谷 博史氏 (神戸植物防疫所業務部次席植物検疫官) は課長補佐 (防除班担当) へ
吉村 仁志氏 (横浜植物防疫所調査研究部次席調査官) は生産安全専門官へ
坂口 剛氏 (農産安全管理課農薬指導班安全指導係長) は防除班防除指導係長へ
福ヶ迫 晃氏 (農林水産技術会議事務局研究推進課育成班育成係長) は国内検疫班国内検疫係長へ
近藤 圭氏 (消費者情報官付教育ファーム推進班教育ファーム企画係長) は検疫業務班輸入検疫係長へ
小泉 晃氏 (横浜植物防疫所成田支所庶務課会計係長) は生産安全専門職へ

○同 農産安全管理課 (4月1日付)
古畑 徹氏 (課長補佐 (総括)) は大臣官房政策課調査官へ
藤河 正英氏 (大臣官房政策課課長補佐 (政策研究推進班担当)) は課長補佐 (総括) へ
池田 淳一氏 (FAMIC 農薬検査部農薬残留検査課検査管理官 (果樹・野菜)) は生産安全専門官へ
高岸 克行氏 (同課) は農薬企画班農薬国際調整係長へ
西田 郁子氏 (農林水産技術会議事務局技術政策課技術安全企画評価班技術安全企画評価第2係長) は農薬指導班農薬使用基準係長へ
池長 宙氏 (同課) は農薬検査班取締業務係長へ

○植物防疫所 (3月31日付)
石谷 秋人氏 (横浜・東京支所長) は定年退職
馬庭 昭一氏 (名古屋・中部空港支所長) は定年退職
早瀬 猛氏 (神戸・大阪支所長) は定年退職
村上 輝義氏 (神戸・関西空港支所長) は定年退職
友松 重光氏 (神戸・坂出支所長) は定年退職
東 正裕氏 (門司・鹿児島支所長) は定年退職

同 (4月1日付)

角田 幸司氏 (横浜・調査研究部統括調査官 (企画調整担当)) は横浜・東京支所長へ
東 好廣氏 (名古屋・清水支所長) は名古屋・伏木富山支所長へ
田中 健治氏 (横浜・調査研究部統括調査官 (害虫担当)) は名古屋・清水支所長へ
吉岡 幸太郎氏 (名古屋・伏木富山支所長) は名古屋・中部空港支所長へ
片山 満氏 (門司・統括植物検疫官 (総括及び輸入検疫担当)) は神戸・大阪支所長へ
坂口 忠史氏 (神戸・業務部統括植物検疫官 (総括及び本船貨物担当)) は神戸・関西空港支所長へ
真崎 誠氏 (横浜・業務部統括同定官 (病害虫同定診断担当)) は神戸・坂出支所長へ
崎尾 繁雄氏 (門司・下関出張所長) は門司・鹿児島支所長へ
古澤 幹士氏 (横浜・調査研究部統括調査官 (消毒技術開発担当)) は横浜・業務部統括植物検疫官 (種苗担当) へ
上和田 誠氏 (横浜・東京支所統括植物検疫官 (輸入貨物担当)) は横浜・業務部統括植物検疫官 (コンテナ・貨物担当) へ
鶴田 賢治氏 (神戸・業務部統括同定官 (病害虫同定診断担当)) は横浜・業務部統括同定官 (病害虫同定診断担当) へ
田中 安彦氏 (横浜・業務部統括植物検疫官 (種苗担当)) は横浜・調査研究部統括調査官 (企画調整担当) へ
曾根 一人氏 (横浜・成田支所次長) は横浜・調査研究部統括調査官 (消毒技術開発担当) へ
時広 五朗氏 (名古屋・統括植物検疫官 (輸出及び国内検疫担当)) は横浜・調査研究部統括調査官 (害虫担当) へ
大岡 高行氏 (消費・安全局植物防疫課課長補佐 (防除班担当)) は神戸・業務部統括植物検疫官 (種苗担当) へ

植物ウイルス・細菌診断用抗血清の配布のお知らせ

当協会研究所では、植物病害の同定診断の受託、ならびに免疫研究用に植物ウイルスや細菌の診断用抗血清を作製して実費で配布しています。

配布している主な植物ウイルスおよび細菌の抗血清*

抗血清の種類	試薬の種類	価格(税込)
イネ縮葉枯ウイルス (RSV)	ラテックス凝集反応液 (500検体分)	29,925円
New ウリ類退緑黄化ウイルス (CCYV)	DAS-ELISA用セット (1,000検体分)	21,000円
アルストロメリアモザイクウイルス (AIMV)	DAS-ELISA用セット (2,500検体分)	42,525円
トウガラシマイルドモットルウイルス (PMMoV)	DAS-ELISA用セット (2,500検体分)	40,950円
キュウリモザイクウイルス (CMV)	DAS-ELISA用コーティング抗体 (2,500検体分)	21,262円
トマト黄化えそウイルス (TSWV)	DAS-ELISA用コンジュゲート抗体 (2,500検体分)	24,937円
スイカ灰白色斑紋ウイルス (WSMV)	DAS-ELISA用セット (2,500検体分) 【モノクローナル抗体】	51,450円
シンビジウムモザイクウイルス (CyMV)	ランのウイルス病診断薬 (5検体分)	5,250円
スイカ果実汚斑細菌病菌 (Aac)	高比重ラテックス凝集反応液 (500検体分)	29,925円

*他にも37種類の抗血清を作製し試薬に調整して配布中

お申し込みは下記あてに内容を明記したFAXをお送り頂くか、HPからお願いします。

また、植物ウイルス病等の同定診断の詳しい内容については、当研究所ウイルス担当までご相談下さい。

(申し込み先) (社)日本植物防疫協会 出版情報グループ
 TEL:03-3944-1561 FAX:03-3944-2103
 〒170-8484 東京都豊島区駒込1-43-11
<http://www.jpapa.or.jp/virus/>

登録が失効した農薬 (22.3.1 ~ 3.31)

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」

- MEP 乳剤
5039：ヤシマスミチオン乳剤（協友アグリ）10/03/19
- 5051：フマキラー印スミチオン乳剤（フマキラー）10/03/19
- ジメトエート乳剤
12269：一農ジメトエート乳剤（第一農薬）10/03/10
- D-D 剤
15428：旭D-D92（鹿島ケミカル）10/03/29
- フェンバレート・マラソン水和剤
15468：ヤシマハクサップ水和剤（協友アグリ）10/03/29
- ピラクロホス水和剤
17216：ホルテージ水和剤（住友化学）10/03/24
- カルタップ・ピラクロホス水和剤
17219：メラード水和剤（住友化学）10/03/24
- トラロメトリン水和剤
17255：三共スカウトフロアブル（北海三共）10/03/31

「除草剤」

- ダイムロン・ベンスルフロンメチル・メフェナセット粒剤
17257：三共ザークD粒剤17（三井化学アグロ）10/03/31
- ハロスルフロンメチル水和剤
18937：インプール水和剤（日産化学工業）10/03/31
- ダイムロン・ベントキサゾン粒剤
21255：ヤシマクサパンチ1キロ粒剤（協友アグリ）10/03/10

「植物成長調整剤」

- バクロブトラゾール粒剤
17222：日農スマレクト粒剤（日本農薬）10/03/24