

沖縄の地域農業振興を支える植物病理学研究の現状と展望

誌名	琉球大学農学部学術報告 = The science bulletin of the College of Agriculture, University of the Ryukyus
ISSN	03704246
著者名	関根,健太郎 田場,聡
発行元	琉球大学農学部
巻/号	65号
掲載ページ	p. 13-18
発行年月	2018年12月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



琉球大学農学部学術報告第 65 号掲載論文の訂正

琉球大学農学部学術報告第 65 号 (2018 年 12 月発行) 掲載の論文について、誤記があったとの著者の報告に基づき、下記のとおり訂正します。

2019 年 12 月

琉球大学農学部学術報告編集委員会

記

琉球大学農学部学術報告第 65 号, 13-18 ページ, 2018 年

関根 健太郎・田場 聡 「沖縄の地域農業振興を支える植物病理学研究の現状と展望」

16 ページ 左段下から 7~3 行目：誤記を含む下線部を削除する

誤 沖縄県では、このことにいち早く取り組み、内閣府沖縄総合事務局主催の作物保護検討会という、生産現場で病害課題に取り組む実務担当者間で密に情報交換する研究会を 2014 年より開催している。

正 沖縄県では、このことにいち早く取り組み、作物保護検討会という、生産現場で病害課題に取り組む実務担当者間で密に情報交換する研究会を 2014 年より開催している。

17 ページ 左段下から 18~14 行目：誤記を含む下線部を削除する

誤 内閣府沖縄総合事務局主催の作物保護検討会への民間企業の参画は、その開催主旨にそぐわず、難しい状況ではあるが、琉球大学をハブとして民間企業の研究シーズを積極的に生産現場へ応用して行くことは可能である。

正 作物保護検討会への民間企業の参画は、その開催主旨にそぐわず、難しい状況ではあるが、琉球大学をハブとして民間企業の研究シーズを積極的に生産現場へ応用して行くことは可能である。

以上

沖縄の地域農業振興を支える植物病理学研究の現状と展望

関根健太郎*, 田場 聡
琉球大学農学部亜熱帯農林環境科学科

Prospect of the plant pathological study for local agriculture
promotion in Okinawa.

Ken-Taro SEKINE*, and Satoshi TABA

Department of Subtropical Agro-Environmental Sciences, Faculty of Agriculture, University of the Ryukyus,

Abstract

With the renewal of staff of the Plant Pathology Laboratory of the University of the Ryukyus, Okinawa, Japan in 2016, plant protection in Okinawa entered a new era. Before then, fungi, oomycete, bacteria, and nematodes were the target pathogens of our research. Since 2016, virus has been added to the list of the research targets. The diagnostic ability of the laboratory has substantially improved with the availability of new molecular biological facilities and a greenhouse that is maintained for the cultivation of tropical crops. As a result, when new diseases emerged in Okinawa, their causal agents were rapidly identified in a few years' time. Crop protection is one of the most important factors in the promotion of local agriculture in Okinawa. Now, we can contribute to governmental plant protection organizations in Okinawa by identifying new pathogens and educating young plant pathologists, especially in the diagnosis of plant diseases. Additionally, collaboration with governmental organizations and local commercial companies related to plant protection would provide educational benefits to the students of the University of the Ryukyus. Here, we introduce the current status of the Plant Pathology Laboratory in the University of the Ryukyus and discuss its prospects in becoming the center of the Okinawa plant protection community.

キーワード: 植物病理学, 作物保護, 病害診断, 新病害, 地域連携.

Key words: Plant pathology, Crop protection, Diagnosis of plant disease, Emerging pathogen, Community cooperation.

*Corresponding author (E-mail: k-sekine@agr.u-ryukyu.ac.jp)

緒言

農作物に病害を起こす原因は、害虫による食害や、糸状菌、細菌、およびウイルスなどの病原微生物の感染や無生物的ストレスによる生理障害が挙げられる。長い農業の歴史から、頻発する病害についての原因が明らかにされ、耐病性作物の育種や防除技術の開発が進められてきた。近年は、大飢饉のような大規模被害は見られなくなっているが、栽培作物の多様化によって、病害も多様化しており、国際化により地球規模で対策しなければならない病害も増えている。慣行栽培（農薬を使用した場合）における病害虫による農業生産の減収は平均30%と見積もられている。生産者の立場では、常に病害との戦いに苛まれており、30%の減収は死活問題となりうる。沖縄県は亜熱帯気候帯に位置し、農作物の栽培品目や栽培体系、さらには発生する病害虫の種類が、他県とは大きく異なり、温暖かつ湿潤な気候から病害虫が発生しやすく、産地が壊滅する可能性が懸念されるほど強力な病原体の拡大がしばしば起こっている。例えば、カンキツグリーンング病は、沖縄県および植物防疫所による監視と、罹病樹の徹底した伐採により、現在ではその被害はかなり抑えられるに至っているものの、世界規模で拡大している重要病害が未だに発生している。^{1), 2), 3)} 一時的に沖縄県内で猛威を振るったキクの緑化症はファイトプラズマによる病害であり、大きな被害を与えた。⁴⁾ 現在では、細菌性の土壌病害であるウコン青枯病がその被害を拡大している。⁵⁾ ウリ科作物はウイルス性病害の発生によって、他都道府県では3ヶ月以上収穫できるのに対し、2ヶ月間程しか収穫できないなど、個々の作物において多様な病害課題が散見している。^{6), 7)} このような病害の防除には、病気に強い品種を栽培することや、病原体に対する農薬の開発が有効な手段である。一方で、それらの開発には多大な時間と労力が必要となる。それだけのコストを費やしても、対象となる病原体が特定のものに限られることは、ある意味脆弱な手段であると言わざるを得ない。特に温暖な沖縄では病害は多様であり、多くの病原体に対して対応が迫られる。そこで、このような多様な病害に対する最も有効な防除手段は、早期に発見し、未然に蔓延を防ぐこと、すなわち「病害診断」である。特に沖縄県の亜熱帯性気候での栽培品目は、他県にないマイナークロップが多く、病原未同定の病害も少なくない。また、沖縄県の主力作物である熱帯性果樹作物については、多年生であることから、一つの病害が、複数年に渡り収穫に影響を及ぼす。中でも感染後の治癒が不可能なウイルスによる病害は壊滅的な被害を起こしかねない。

わが国の植物防疫は行政サービスによって対応されてきた歴史がある。農業生産者と直接情報交換して病害の対策・指導を担当する都道府県の農業改良普及員、農業改良普及員の情報をもとに、病原体の確定診断を行う病害虫防除所、並びに、病害対策研究を推進する研究センターが各都道府県に配されている。これを農林水産省植

物防疫課直轄の植物防疫所が統括し、都道府県で発生した病害虫の情報について病害虫発生予察特殊報などを発行することで全国的に情報を共有化し、時には行政対応として拡散防止措置を行う。最近では、ウメ輪紋ウイルスの国内発生は大きな課題となっている。文化的に重要な梅樹の伐採や、当該ウイルスが感染しうるモモやスモモなど果実の輸出を差し止められる事態を招いている。全国規模の検査や、感染が認められた罹病樹の伐去作業などに必要な予算は大規模なものである。⁸⁾ 2000年代に国内で発生が確認されて全国規模での対応に迫られたカンキツグリーンング病やトマト黄化葉巻病は、全国的な対策が功を奏して沈静化してきたものの、局所的には、特に沖縄県においては未だ発生が認められ病害として対応に迫られている。害虫や病原糸状菌、バクテリアは肉眼、実体顕微鏡や光学顕微鏡の観察による診断が可能である一方、上記の病害はそれが困難である。特にウイルス性病害は、電子顕微鏡でなければ病原体を見ることができず、ウイルスの外被タンパク質を検出する免疫学的な手法や、ゲノム核酸の塩基配列を特異的に検出する分子生物学的な手法を用いる必要がある。病害虫対策にあたる公設試験研究機関において、ウイルス病害の診断に対応可能な担当者は稀有で、全国的に、慢性的な人材不足にある。そのような状況から、ウイルス性の病害は対応が遅れる傾向にあり、ましてや病原未同定の新規病害においては、原因不明のまま放置されている事例も少なくない。例え光学顕微鏡の観察が可能な病原体においても、植物病理学の歴史の中で洗練されてきた病原体の同定技術の継承がなされておらず、専門技術の担い手が減少傾向にあることも全国的な課題といえる。新規病害の病原体の同定は病害対策の第一歩であるため、病害診断に携わる試験研究機関における診断能力の強化は、防疫体制の強化に直結すると考えられる。沖縄県は、亜熱帯気候帯にあることから栽培品目が他都道府県とは大きく異なり、特有の栽培体系を持つことから、病害も特有であり、特にマイナークロップの新規病害の病原体同定の重要性は大きい。他県との情報共有が難しい品目が多いため、概ね県内の限られた陣容で様々な作物の病害診断を行わないとならず、ことさら効率的な病害診断技術の開発・実用が必要である。さらには、これを実働する担当者の人材育成は、最重要課題といえる。このような病害対策の難しい地域における教育研究機関として、琉球大学農学部は、どのようなことが社会に求められているのだろうか。本稿では、植物病理学研究室の研究による地域貢献の現状と、今後の展望について述べたい。尚、現在正式な組織図上に「植物病理学研究室」という名称はないが、^{9), 10)} 伝統ある研究室の歴史の一ページを記すものであるため、「植物病理学研究室」を用いたい。

植物病理学研究室の研究機能の強化 —沖縄県内発生新病害解明の守備範囲拡大—

これまで、琉球大学植物病理学研究室は、主に糸状菌による新病害診断や糸状菌および線虫病に対する生物的防除について研究を行ってきた。特に新病害に関しては、野菜、果樹および花きに発生した病害を対象としてきた。本研究室では2016年1月より新体制となり、植物ウイルスを対象とする研究をするための実験室環境の拡充を図った。基本的な分子生物学的実験機器として、微量高速遠心機、サーマルサイクラー、および超低温フリーザーを導入した。加えて、製氷機、クリーンベンチは農学部の他の研究室より分譲いただいた。さらに大腸菌を用いた遺伝子クローニング実験を行うため、振盪培養機と分光光度計を導入し、学内の遺伝子組換え実験承認を得た。これにより研究基盤センターの共用機器であるシーケンサーを利用して、ゲノム配列解読が可能となった。外部企業へ委託していた糸状菌や線虫、細菌の遺伝子配列解析を迅速かつ安価に実施できる。

また、研究室内に植物育生用蛍光灯を備えたアルミシールドを新たに4台導入し、実験用植物を栽培する実験室を整備した。また、組織培養を用いたウイルス接種試験や遺伝子組換え植物を作製する目的で、2017年に植物培養用グロースチャンバーを新たに1台導入し、2018年に空調を設置して土足禁止のスペースを拡大した。2019年からは遺伝子組換え実験が可能で実験室として登録を申請する予定である。さらに2015年以前より利用している農

学部のガラス温室を積極的に整備している。具体的には、電源工事、水道蛇口の修理、植物育生スペースの整備、遮光ネット、工業用の大型扇風機の設置を行なった。ガラス温室の周りについても防草シートの設置、さらに病害防除研究用の植物材料の栽培を目的として空きスペースの畑地化に取り組んだ。温室内では特にマンゴーを中心として、ドラゴンフルーツ、パッションフルーツ、バナナ、カカオなど熱帯性果樹植物に加え、サトウキビ、ハイビスカス、キクなど沖縄県の主要作物の栽培に注力するとともに、トマト、タバコなどナス科植物も栽培し、特に病害虫管理を徹底した区画においては、線虫やウイルスの感染実験を行なっている。2018年には、株式会社ワンダーアミーゴ協力のもと、授粉昆虫のセイヨウミツバチを飼育した。その結果、これまで果実が得られなかったマンゴー樹より果実を収穫することに成功した (Fig.1)。今後、果実の収穫後病害の研究が可能となった。

2016年より研究対象とする植物ウイルスを新たに探索してきた。農業現場で実際に問題となっているウイルスを分離するために、沖縄県内で発生した病害の原因究明に取り組んだ。研究に用いた病害サンプルは、沖縄県病害虫防除技術センターまたは那覇植物防疫事務所の職員と同行して、発生現場へ赴き、生産者の了承の上、罹病株または組織を採集した (Fig.2)。上述の植物育生環境を用いて、罹病植物とその健全植物を栽培した。病原体の同定には、形態学的な観察に加え、分子生物学的な情報を加味して微生物種を特定し、病原体の単離および接種による病徴再現試験をした。特にウイルスの種同定には、DECS法およびDECS-C法という網羅的RNAウイルス検出法を採用した。^{11), 12)} DECS-C法では次世代シーケンサーの出力データからウイルスのゲノム配列を抽出する。データ解析用プログラム開発に、琉球大学の時空間ゲノミクスプロジェクトのゲノム解析支援チームの指導の下、バイオインフォマティクス技術の習得に取り組んでいる。¹³⁾ また、ゲノム解析のソフトウェアには、機器共同利用システムのCLC genomics workbench v.11 も利用した。さらに、新たな個別病原体検出技術の開発も取り組んでおり、本件については2017年の植物科学の最前線 (BSJ review) 誌に寄稿している。¹⁴⁾

これらの研究体制の強化からジャボチカバ炭疽病、カニステル葉枯病およびピーマン壊疽輪紋病という新病害の原因病原体を同定した。^{15), 16), 17)} また、植物ウイルスの研究として、キュウリモザイクウイルスバナナ2分離株の病原性の違いに関する研究やパインアップルに感染するサトウキビモザイクウイルスの新系統を見出したことを報告している。^{13), 18)}

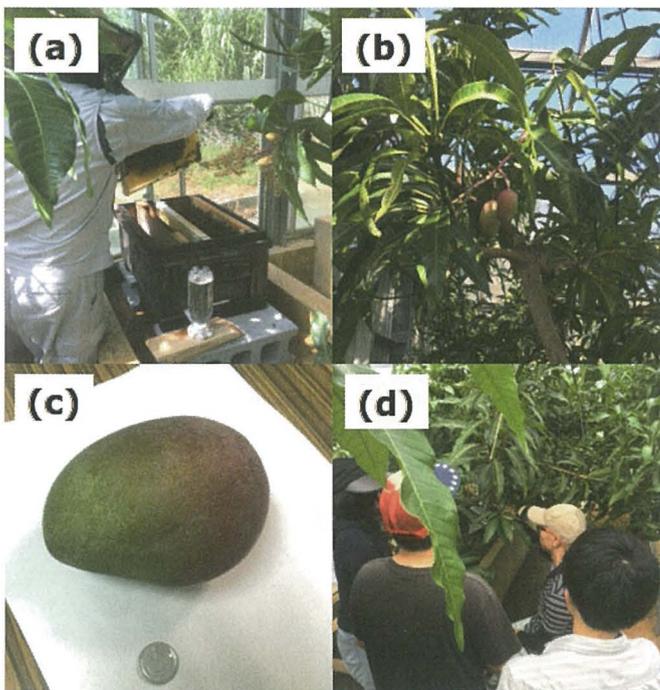


Fig.1 Cultivation of mango plants in a greenhouse.(a) Breeding bees for pollination.(b)Fruits of mango. (c) Harvested fruit. (d) The workshop by Mr. Matsumura in Okinawa prefectural agricultural research center.

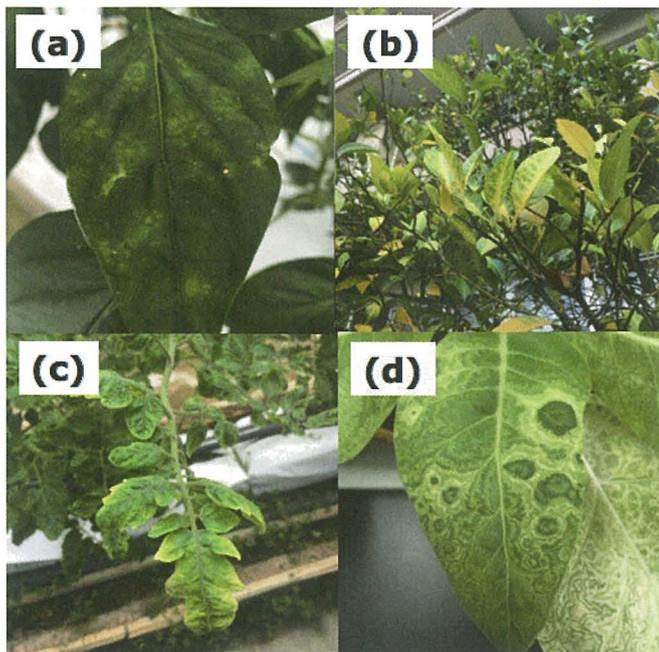


Fig.2 Plant diseases in Okinawa. (a) Green pepper necrotic ring-spot disease. (b) Citrus greening disease. (c) Tomato yellow leaf disease. (d) Tobacco mosaic disease.

産学官連携の強化 — 地域志向型教育の実践 —

沖縄県は離島であることから、陸続きの隣県がなく、他都道府県との情報交流が難しい面がある反面、植物防疫に関わる研究機関が比較的近いエリアに集中している。農林水産省植物防疫所の那覇植物防疫事務所（本所および豊見城圃場）、沖縄県の組織としては、沖縄県農業研究センター（糸満本所と名護支所）、病虫害防除技術センター（那覇市）、沖縄県農業改良普及センター（北部、中部、南部）に加え、石垣島や宮古島などの離島にもそれぞれの組織が存在する。さらに近年ではインターネットの普及により、本島と離島の病虫害情報の共有が比較的容易になっている。植物の病害は地域農業振興を妨げる課題であり、生産現場を見なければ病害の実態や課題の重要性は理解し難い。そのため現場対応を行う公設試験研究機関の研究者の「病害を診る目」のスキルアップが、そのまま生産現場での病害防除の成果へ直結する。様々な分野のキャリアを持つ研究者が、ひとつの病害課題に対して多角的に議論し合うことと、全体として足りない知識や技術を取り入れることで、その力は培われる。沖縄県では、このことにいち早く取り組み、内閣府沖縄総合事務局主催の作物保護検討会という、生産現場で病害課題に取り組む実務担当者間で密に情報交換する研究会を2014年より開催している。この研究会では、実務レベルで使える診断技術の実習形式の研修会が組み込まれている。また沖縄県内の研究機関に加えて、（農研機構）九州

沖縄農業研究センター、中央農業研究センター、および野菜花き研究所の研究者も毎年参加している。積極的に若手研究者が技術を学ぶ姿勢があり、とすれば主催者の一人よがりになりがちな研究会であるが、参加者が何よりも充実感を得られるという評価を内外より得ている。おそらくこれは、参加者の多くが実務担当者であり、必要に迫られている面はあるが、社会に出て新しい知識や技術を独学で習得することは比較的難しく、そのような「学びの場」、「再教育の機会」として十分に機能しているためであろう。

また、著者は2016年に沖縄県病虫害防除技術センターで開催された研修会に講師として参加した。上記の作物保護研究会とは別に、各研究機関がそれぞれで開催している研修会があり、病虫害防除技術センターの研修会では、主に沖縄県内の病虫害発生予察業務の担当者と沖縄県農業研究センターの試験研究担当者が参加していた。参加者の多くは、大学で植物病理学を専攻しておらず、特にウイルス性病害の基礎的な知識についての知識がないために、業務上困る場面に遭遇した経験を持っているという事前情報と、生産現場の診断で役に立つ講演ならびに実習というお題目をいただいた。ここでは一般的なウイルス病害の話とプレスプロット法というウイルスの検出技術を紹介した。このプレスプロット法はすぐに病虫害防除技術センターにおいて実用化され、南城市のピーマン圃場で発生したトウガラシ微斑ウイルス（PMMoV）の感染率調査に用いられた。また、講演の中でウイルス病害の典型的な病徴の写真を紹介していたが、これを覚えていた研究員が、八重瀬町のピーマン生産圃場において輪紋症状を呈するピーマンを発見した。この罹病植物は琉球大学へ持ち込まれ、その後の研究により、スイカ灰白色斑紋ウイルス（WSMoV）によって生じることが明らかになり、2017年に病虫害発生予察特殊法が発行され、2018年に日本植物病理学会九州部会において、新病害「ピーマン壊疽輪紋病」として提案するに至った（論文投稿準備中）¹⁷⁾。

著者は、地域農業振興を妨げる病害課題を解決しうる教育の有効性を以上のような場で実感することができた。そこで、大学における教育においても、地域農業振興に資する人材育成の効果を高める可能性について考えた。研究室のゼミや講義の取り組みの中では、具体的な沖縄県内の事例を紹介し、農業生産現場での病害予防・診断の重要性を示唆し、できるだけフィールド調査に赴いて、病害を実感する機会を設けている。また、琉球大学で実施されている地域志向型教育を実践する教育活動への経費助成制度を活用して、大きく2つの取り組みを実践した。一つは、社会で植物病理学に携わる研究者の生の声を学生が聞ける機会を増やしたこと、もう一つは、農学部所属学生が実際に熱帯性果樹作物の収穫までの栽培過程を実習する課外活動である。

前者では、シンポジウムやセミナーの形で外部講師と

して連携機関の研究者を招いて講演をしていただいた。具体的には、「沖縄県におけるウイルス病害防除の最前線」(2016年10月17日)や「農工異分野融合研究によるウイルス対策の最前線」(2017年1月16日)を開催し、2017年11月21日、22日の第4回作物保護検討、2018年11月21日、22日の第5回作物保護検討会では、一般に公開したセッションを設けた。セミナーは「プロフェッショナル - 病理の流儀 -」としてシリーズ化し、2016年から2018年までに合計13回の講演を行なった。大学教員、植物防疫所職員、沖縄県職員、岩手県職員、国立研究開発法人研究員、内閣府リサーチアドミニストレーター、琉球大学名誉教授など様々な講師を招き、様々な立場から病害課題に取り組む姿勢を学ぶことができる会であった。これらの様子は琉球大学植物病理学研究室の公式ホームページや Facebook ホームページに掲載している^{19), 20)}。

後者では、琉球大学農学部の所有するガラス温室を舞台に、年間を通して、有志学生を中心とした熱帯果樹の栽培作業を課外活動として行なっている。植物病理学研究室の学生だけでなく、他の学科の1年生から4年生まで広く参加する活動になってきた。単なる栽培体験で終わらないように、沖縄県農業研究センター名護支所の研究員に監督をお願いし、専門的な技術を実践することや、実際の生産現場の見学会や県内生産団体が主催する農業関連ワークショップに参加するなど、参加学生の視野を広げる効果を狙った活動となっている。また、琉球大学工学部の研究者と連携してスマート農業への試験的な取組の場にもなっている。これらの活動に参加した学生の中から、農業分野の公務員に2018年採用1名(国家一般)、2019年採用予定5名(沖縄県・熊本県)、沖縄県農業協同組合に昨年度2名、本年度1名、沖縄県内の民間企業に2019年採用予定1名が、現在、または将来、実際に農業の地域課題に携わる可能性があり、進路の決定の一助になった点よりも、大学で農業生産体験や、地域課題に取り組む研究者の声を聞いた点が業務に生きる場面が訪れることを確信している。また、彼らが実務経験を積んだ折には、その経験を後輩たちに講演してくれる機会が非常に楽しみである (Fig.3)。

また、ここでは詳細を示せないが、県内外の民間企業



Fig. 3 Education for local agriculture promotion in Okinawa.

との連携も複数行なっている。民間企業との共同研究の打ち合わせや、実際の研究作業にできるだけ学生が参加する機会を増やすように心がけている。時にはプレゼンテーションを課したこともある。このような社会人と交流する機会が増えることで、学生にとって研究の方法や責任を考えるだけでなく、進路や対人作法において大学では得られない経験をすることができている。

展望—沖縄作物保護ネットワーク構想—

上述のように、研究環境の強化、学外の関係機関との連携強化の2つの面から、琉球大学の植物病理学研究室は近年少しずつ地域の中心的な役割を担うようになってきている。また外部機関との連携の中で、教育効果を高め、目的意識を持った学生が社会人となっていくことで、沖縄県内の植物防疫事業に携わる研究者が一人でも増えていくことが期待できる。しかし、限られた人員の中で、様々な地域課題の解決をして行く上では、もっと多様な専門や知識、農業シーズを持った人材が連携しあっていくことが必要なことであると考えられる。例えば、沖縄県の農業においては、病害以上に害虫による被害も大きな課題であり、作物保護検討会の参加者の中でも、「果樹の担当者として病害と虫害のどちらの専門も求められている」という実際のニーズがある。農業振興に向けて、病害診断の先は「防除」が目的であり、抵抗性品種育生なども現実的な課題となりうる。このような課題が出た時に、県内のどのような機関と連携することで課題解決の可能性を見出せるのか、それは普段から情報共有ができていなければならない必要がある。病害の分野においては、連携体制を充実してきたことから、今後はこれをベースとして「作物保護」をキーワードに新たな研究連携の可能性を模索していきたい。内閣府沖縄総合事務局主催の作物保護検討会への民間企業の参画は、その開催主旨にそぐわず、難しい状況ではあるが、琉球大学をハブとして民間企業の研究シーズを積極的に生産現場へ応用して行くことは可能である。近年、農林水産省主導で、全国規模で産学官交流とネットワーク化を図り、農林水産業の成長産業化を目指す組織、「知」の集積と活用の中産学官連携協議会が発足している。琉球大学農学部として、協議会に参画しており、その中の一つのプラットフォーム「革新的病原体制御技術研究開発プラットフォーム」に所属している。このような産学官連携の場をうまく活用していくことで思わぬ研究の方向性を見出せるかもしれない。今後は、これまでの産学官連携による研究成果を論文として継続的に発表していくことに加え、シンポジウムなどアウトリーチの機会を有効に活用していくことで、他分野の研究者とのネットワークが拡充していくものと期待される。このように琉球大学を中心として地域農業課題に取り組む体制が強化されることで、病害の解決と人材

育成の面で地域へ貢献できるものと考えられる。

要約

2016年に新体制となった琉球大学の植物病理学研究室における、2018年までの3年間に行った研究環境の拡充と、それによって得られた成果を紹介する。また植物防疫における産学官連携の重要性とそれによってもたらされる教育的効果を考察し、地域農業振興の推進に資する沖縄作物保護ネットワーク形成に向けた展望について述べる。

謝辞

本稿に記した研究成果は、多くの沖縄県内外の関係研究機関の協力を得ている。また学内の関係研究者にも日頃から多くのご支援をいただいている。特にウイルス検出技術開発については、琉球大学において推進されている「時空間ゲノミクス」プロジェクトの支援を受けました。さらに研究教育活動をするための研究資金として以下のグラントのご支援をいただいた。ここに心より御礼申し上げます。

グラント：【学術振興会】科学研究費若手研究(B)および若手研究(B)における独立基盤形成支援、【琉球大学】平成30年度戦略的教育推進経費 教育等プロジェクト推進経費(教育改善経費)、平成30年度戦略的地域連携推進経費、地域志向教育推進プロジェクト(地域課題の明確化や解決に向けた検討体制の構築)、COC+地域実践教育取組 正課外地域実践教育プロジェクト、産学官金共同研究スタートアップ支援事業、および、平成29年度琉球大学若手研究者支援研究費。【農林水産省】革新的技術開発・緊急展開事業(うち地域戦略プロジェクト)、および、革新的技術創成事業 異分野融合共同研究。

引用文献

- 1) 富村健太. 2018. カンキツグリーニング病対策の現状と今後の展望. 植物防疫. 72(11), 2-6.
- 2) 大石毅, 豊里哲也, 諸見里知絵, 玉城秀和, 上間君子, 谷口昌弘, 河村太. 2006. 沖縄県におけるカンキツグリーニング病保毒虫発生の現状と分布状況. 九病虫研会報. 52, 66-70.
- 3) 高江洲和子. 2001. 沖縄県におけるカンキツグリーニング病の発生状況. 今月の農業. 45(7).76-80.
- 4) 内藤孝, 田中穰, 宇杉富雄, 田場聡, 豊里哲也, 大城篤, 高江洲和子, 外間数男, 河野伸二. 2002. 沖縄におけるキク緑化病(新称)の発生. 日本植物病理学会報. 68, 258.
- 5) Ajitomi, A., Inoue, Y., Horita, M., Nakaho, K. 2015. Bacterial wilt of three *Curcuma* species, *C. longa* (turmeric), *C. aromatic* (wild turmeric) and *C. zedoaria* (zedoary) caused by *Ralstonia solanacearum* in Japan. *J. Gen. Plant Pathol.* 81, 315-319.
- 6) 奥田充. 2010. 最近問題となってきたキュウリのウイルス病～キュウリ黄化えそ病～. 園芸新知識タキイ最前線(タキイ種苗). 14, 44-46
- 7) 奥田充. 2010. 最近問題となってきたキュウリのウイルス病～キュウリ退緑黄化病～. 園芸新知識タキイ最前線(タキイ種苗). 14, 55-57
- 8) 中畝良二. 2017. ウメ輪紋ウイルスの現状と対策. ウイルス. 67, 35-36.
- 9) 諸見里善一. 1994. 研究室紹介(琉球大学農学部植物病理学研究室). 沖縄農業. 29, 82.
- 10) 諸見里善一, 田場聡. 大学研究室紹介 キャンパスだより(49)琉球大学農学部 植物病理学研究室. 植物防疫. 64, 702-705.
- 11) Kobayashi, K., Tomita, R., Sakamoto, M. 2009. Recombinant plant dsRNA-binding protein as an effective tool for the isolation of viral replicative forms dsRNA and universal detection of RNA viruses. *J. Gen. Plant Pathol.* 75, 87-91.
- 12) Yanagisawa, H., Tomita, R., Katsu, K., Uehara, T., Atsumi, G., Tateda, C., Kobayashi, K., Sekine, K.-T. 2016. Combined DECS analysis and next-generation sequencing enable efficient detection of novel plant RNA viruses. *Viruses*. 8, 70. (Open access)
- 13) 関根健太郎. 2018. ポストゲノム時代の病原ウイルス探索の現状と課題. 植物ウイルス病研究会レポート(PSJ Plant Virus Dis. Rept.). 13, 93-102.
- 14) 関根健太郎, 柳澤広宣, 永井秀典. 2017. 効率的な植物ウイルス検出技術の開発. 植物科学の最前線(BSJ reviews). 8, 4-11.
- 15) 玉城優太, 田場聡, 福地賢人, 富高保弘, 関根健太郎, 安次富厚, 澤岨哲也. 2017. *Colletotrichum tropicale* によるジャボチカバ炭疽病(新称)の発生. 平成29年度日本植物病理学会九州部会講演要旨.
- 16) 藤森沙羅, 田場聡, 本田レオ, 関根健太郎. 2018. *Colletotrichum tropicale* によるカニステル葉枯病の発生(新称). 平成30年度日本植物病理学会九州部会講演要旨.
- 17) 具志堅優也, 富高保弘, 富田麗子, 玉代勢優奈, 島田涼子, 眞境名元次, 田場聡, 関根健太郎. 2018. スイカ灰白色斑紋ウイルスによるピーマンえそ輪紋病(新称). 平成30年度日本植物病理学会九州部会講演要旨.
- 18) Sekine, K.-T., Usami, R., Tomita, R., Takayasu, K., Uchima, J., Taba, S. 2018. Molecular biological characterization of two strains of cucumber mosaic virus isolated from banana plants in Okinawa. 平成30年度日本微生物生態学会講演要旨.
- 19) 琉球大学農学部ホームページ.
<http://www.agr.u-ryukyu.ac.jp/labos/phytopathology/>
- 20) 琉球大学植物病理学研究室Facebookページ
<https://www.facebook.com/URPlantPathology/>