

## 評価結果及び指摘に対する回答

3人の評価者による評価結果及び指摘事項等に対する回答を以下に示します。

### 1) テーマ全体について

農研機構の研究は、より持続的な方法で病害虫を管理するための革新的な技術開発において重要な進展を遂げている。研究の質は非常に高く、農研機構の研究者はそれぞれの分野の最先端を担っている。日本は農薬使用量が非常に多いため、農研機構のこのような研究への投資は日本にとって非常に重要となる。農業生態系（少なくとも我々が訪問した場所では）は革新的な防除技術の開発に理想的である。比較的圃場規模が小さくアメリカやヨーロッパの多くの場所よりも作目が多岐にわたっている。研究への投資により、病害虫防除担当者の意思決定支援ツールや、廃棄物を活用した防除技術、天敵や植物免疫の活性作用を利用した生物学的防除、フェロモンや薬剤抵抗性の管理という成果が得られていることは特に印象的である。評価の対象となった研究課題は、日本の農業にとって重要な投資であり、農研機構は今後も継続しなければならない。食料自給率の向上は、明らかに日本にとって有益である。発表された研究手法、方向性及び応用は素晴らしいものであった。

それにも拘わらず、生産者は農地を放棄し、農家を辞めたり、長期間耕作しないままとしている。しかも、他の国々が遺伝学の進歩により将来的に農薬使用量を減らすことが確実な解決方法を開発している一方で、日本ではこの分野における技術革新が減少する方向の政策決定がされているように思える。そのため、a)農研機構の幹部には、現在の研究を強力に補完する作物育種や植物バイオテクノロジーを取り込んだ形で、植物保護研究の将来像を描くため、より積極的な役割を担って頂きたい。作物育種と作物保護研究勢力を統合することにより、有用な戦略を開発するための研究勢力全体、それに伴って全体の費用もより管理しやすくなり、農業上の目標も達成される。

病害虫防除のために微生物を活用する研究について触れられなかったことには、言及しなければならない。大学や企業において、菌、バクテリア、センチュウ及び害虫を防除するためにバイオ製品そのものや生きた微生物を使った生物学的防除法の開発は再び関心を集めている。この分野は、先進的な科学及び遺伝学、生物多様性及び生物学的防除研究それから大規模な現地実証によって研究開発が進められる。b)農研機構は、場合によっては現在の研究勢力や予算配分を変更してでも、これらの研究を行うための能力開発をすべきである。

日本は圃場規模が小さく、土地構造が多様で作目が多岐に渡るため、自然発生の拮抗生物を保護し増殖させる保全的生物学的防除の実用可能性が高い。c)そのような研究は、「農研機構における持続的農業生産のための環境保全型病害虫防除技術の開発」という現行の研究プログラムを補完するものとなる。

気候は変化しており、観測データはそれを確証させる。海面は上昇しており、農業者は、より少ない土地と水でより多くの人々のための食料を生産しなければならない。病害虫の分布も気候の変化によって変わり続ける。d)農研機構が気候変動の観点から害虫防除に焦点を当てた研究に投資することは非常に理にかなっている。日本では、農業従事者の人口動態が急激に変わっているので、これについて研究することの重要性は増している。おそらく使用可能な耕作地が増えることで、日本の食料自給率は向上するのではないかと。e)この目標を達成するには、農業研究者だけでなく、この課題の「人」に関する問題について対処するための社会学者が必要である。

以上に述べたような研究分野の補完に加え、本プログラムを改善するために以下のことを推奨する。

1. h)新しい戦略の生産者への普及活動への投資を増やし、企業や他機関を通すなどあらゆる手段を使って、生産者が技術を直接利用できるようにする。今回のレビューでは、多くの場合、研究成果の市販化に向けた活動が行われている。これらの活動がより効率的になれば、農研機構はより大きな影響力を持てるだろう。また、g)新しい技術の社会的受容性の醸成を計画し、実現する社会学者への投資が重要となる研究もいくつか見受けられた。
2. h)農研機構は、農薬による影響の低減という同様の目標に向かって挑戦している他の国々の研究関係者と国際的な連携を強化すべきである。国際的な共同研究は研究の質、研究資源及び成果の見える化を向上させるのに役立つだろう。
3. i)農研機構が大学と教育プログラムを共有したり、緊密な連携関係を築くことにより、才能のある若者を早い段階から惹きつけ、農業分野の基礎及び応用研究を行う魅力ある場所となるだろう。この目標を達成するため、農研機構で行う研究に修士や博士課程の学生を従事させ、また大学や他の研究機関との連携を強化するためのインセンティブを設けることを勧める。
4. j)農研機構内の研究者は良く連携がとれていて、様々な課題で共同研究が日常的に行なわれており、良い成果が得られている。さらなる向上を目指して、研究課題や機構内での連携状況を定期的に確認すべきである。
5. k)今後も国際誌での成果公表を続けることを強く推奨する。
6. l)女性研究者の増加。世界的に見て、思考、手法及びリーダーシップにおいて多様性が増すことで、研究機関は発展しており、農研機構においても同様であろう。科学・技術・工学・数学分野に従事する女性が増えることにより、恩恵を受けている機関は世界に多くある。豊富なデータがこの目標の価値を示しており、世界中の研究事業で、男性研究者が多くを占める科学・技術・工学・数学分野で女性研究者を増やすため、懸命に努力している。農研機構においても、女性研究者を増やすことは国際レベルで研究分野の第一線を維持することに貢献するであろう。

(回答) 注：アルファベットはコメントの下線部との対応を示す。

- a) 我が国の農水省の集計では、生産現場において農業者等から受ける相談の22%が作物保護で、相談項目の第一位となっている。生産者にとって病虫害に対する危機意識は最も高いものと思われる。したがって、作物保護で得られた成果は防除技術の開発のみならず、植物バイオテクノロジーを駆使した新規作物開発への応用も図るべきであると考え。そのためには、農研機構内の作物保護を主体とする応用分野と植物バイオテクノロジーを主体とする基礎分野が問題意識を共有し、病虫害防除を実現する作物育種の具体的な研究戦略を一体となって構築し確実に取り組む姿勢が必要であると考えている。それにより、それぞれの研究分野が目指す目標を明確に設定することができ、研究管理上でもより具体的な運営ができるようになると思われる。
- b) 我が国の農業現場における微生物の利用は国内法による規制があることから限定的である。しかしながら、微生物を利用した農業技術が生産性向上に繋がる技術に発展すれば産業としてのメリットも大いに期待できる。有用な微生物を探索するためには長い時間と効率的な選抜方法の開発が欠かせない。民間企業等に依存できる資金と時間は限られている。また、常に研究論文の報告が求められている大学ではこの様な中長期的な選抜業務は適さない。これらのことから、独自に立案する計画に基づき公的資金を有効に利用できる農研機構が今後のこの研究分野の発展に寄与していくべきであると考えている。

- c) 我が国の農業の特徴として、中山間地域が多い、小規模、多品目生産が挙げられる。この点で、我が国の生産現場は、総合的病害虫管理（IPM）を実践するに相応しい栽培環境と考えている。そのような状況で、天敵、拮抗微生物等の生物防除資材を有効に利用したIPM技術開発の促進は、我が国に課せられた責務と認識している。これからも本研究分野をリードする活動を積極的に展開し、IPMを実践する生産体系が我が国農業の標準となるよう努めたい。
- d) 北東アジアに位置する日本の環境は、大陸からの偏西風に大きな影響を受ける。海外レビューの講演でも紹介したとおり、西日本では大陸から飛来する害虫、またそれらによって病原体も運ばれる。さらに、近年現実的な影響を示すようになった地球規模の気候変動がその偏西風の軌道を変えていくかも知れない。病害虫分野では、農研機構内の気象や環境影響評価等の研究分野とも連携し、さらに海外の研究機関とも情報交換しながら、気候変動が我が国で発生する病害虫、延いては国内農業に及ぼす影響を正確に予知し適正に評価していく予定である。
- e) 近年の農研機構における研究では、生産性向上を目的とした技術開発は元より、その技術を生産現場に投入することにより農村社会に及ぼす影響も解析するようになってきた。新規就農者が事業を継続するためにどのようなインフラを整備すべきか、また経営の維持、拡大のための効果的な運営体制の構築等、主に農業経営学を主務とする社会科学の研究者とも連携し、生産体系における新技術の効果を総合的に評価している。この姿勢は今後も継続・発展させるべきであると考えている。
- f) 農研機構は、開発した技術や得られた知見を、農業従事者や研究成果を製品にする民間企業等に利用されるよう、広域的な普及活動を通して多くの外部機関に紹介している。近年、この普及活動を一層強化するために、農研機構内の幾つかの研究所では産学連携コーディネーターや農業技術コミュニケーターを採用し周知に努めている。
- g) これまでにない新たな技術を生産現場に導入する場合、直ぐには普及に至らない場合も多い。特に、それが遺伝子的人為的改変を伴う生物資材であれば尚更である。我が国では、遺伝子組換え作物に対する漠然とした不安感が消費者のみならず生産者にまでも波及し、現時点では国内で許容される余地はない。近年、めざましく発展してきたゲノム編集技術によって開発される生物資材が同じ轍を踏まないよう、これらの科学的知見とそれを応用した技術が社会に円滑に受容されていくためにも、社会科学的見地からのアプローチは欠かせないものと思われる。
- h) 農研機構では、第4期中期計画から機構本部に国際室を創設し研究機関間の国際連携を強化するための制度を拡張している。オランダのワーヘニンゲン大学とは連携協定を締結し、それぞれの研究情報や技術協力を図っている。また、今回の海外レビューを契機として、ドイツのユリウスキューン研究所とも生物的防除技術開発の共同研究の可能性を探っている。ロシア連邦科学アカデミー傘下の植物保護研究所とも覚書（MOU）を締結し植物病害の疫学調査等で共同研究を始めようとしている。その他、個々の研究者レベルで海外研究者と連携できるよう国際機関連携強化事業等も整備している。これまで、海外との積極的な連携を図る研究者は必ずしも多くはなかったが、これからも国内外の様々な制度を利用して海外研究者との積極的な連携に向け職員を後押ししていきたい。
- i) 農研機構では、近隣や同一分野の大学との連携協定を締結し、研究情報や技術協力を積極的に図っている。しかしながら、農研機構は教育機関としての業務が認められていないことから特別な場合を除き大学院生や学部学生の交流はない。農研機構でも教育機関としての役割があり、連携協定を結んでいる大学等とのプログラム交換で単位認定が可能となれば大学院生や大学生の流動も可能になるであろう。

- j) 農研機構内の病害虫研究者は、研究実施主体として相互に情報交換可能な幾つかのグループに分かれて活動している。年間1～2回の検討会を実施し、それぞれの研究の進捗状況を確認し合っている。生産現場で効果を発揮する技術開発を目途に、農研機構内は元より地方政府が設立している試験場職員や民間企業等とも連携し、生産現場で必要とされる技術開発を推進していく。
- k) 科学研究に従事している以上、学術論文での報告は当たり前のことと判断している。ただし、日本人の英語力には個々の研究者間で差が有る。そのため、研究所では、研究成果を国際誌に投稿するための英文翻訳の予算も確保している。その予算を利用して積極的に国際誌への投稿を推奨していきたい。
- l) 農研機構では、新規採用者総数における女性職員の割合 30%以上とすること、また、管理職的職位以上における 2020 年度末の女性の割合を 10%とすることを目標としている。

## 2) 課題別

### 第 1 部 日本農業の生産現場で発生する病害虫とその防疫の現状

#### 課題 1 海外飛来性害虫や検疫有害病害虫の発生・被害状況とその対策（行政施策は含めない）

イネウンカ類、イネ南方黒すじ萎縮病、ミカンコミバエ及びカンキツグリーンング病といった重要な病原体や飛来性害虫に対して、検出及びモニタリング技術が開発され、応用されている。ウメ輪紋病の検出と媒介するユキヤナギアブラムシのサンプリング技術は広く国内で使われている。モニタリングデータは予測モデルで活用され、病害虫の発生あるいは飛来予測のために使われている。

病害虫管理者や生産者がリスクに基づいた判断が出来るようこれらのデータを活用することは、賢明で持続的な病害虫防除の戦略上、非常に重要な意味を持つ。国内の生産者が様々な病害虫に対して先を見越した管理ができるよう技術が開発されており、主要な障害を克服した例もいくつか見られる。例えば、カンキツグリーンング病菌アジア型の培養及び検出技術の開発は、その良い例である。

しかしながら、イネウンカ類のモデルは、発生地の個体群サイズや風及び気象条件とはあまり関連していないようである。生産者が防除のための措置を執るのに、予測情報は間に合わないのではないかと懸念される。予測モデルの開発をさらに進め、ウェブ上で生産者がリアルタイムでアクセスできるようにし、播種日の変更やその他の予防措置が執れるようにすべきではないか。また、それぞれの実施課題の結果が病害の防除や化学農薬の使用量低減にどのように使われるのかを示して欲しい。カンキツグリーンング病の場合、検出技術の進展はブレークスルーと言えるが、根絶させる場合以外に、この技術をどのように使うかは不明である。

さらに多くの農業上の重要病害虫にここで開発された技術を応用することが期待される。また、海外との共同研究も視野に入れて欲しい。 評定：A

#### (回答)

- a) イネウンカ類の主な飛来源は中国と考えられており、中国農業部は害虫の発生情報は国家機密相当の情報であるとして国外に提供していないため、予測モデルに飛来源での移出密度を取り入れることは現状できていない。ウンカ飛来予測モデルは風速、気温の予測データを利用して、ウンカの移動を計算しており、コメントの指摘は当たらない。また防除のタイミングは飛来次世代の幼虫発生盛期であり、そのタイミングは予測情報、圃場の発生密度と年齢構成、予察灯とネットトラップのモニタリングデータと飛来予測情報を基にし

た飛来タイミングを利用して、都道府県の防除所が予測し、発生予察情報を出す。そのため、コメントの懸念は当たらない。予測モデルは現場の農家が直接アクセスできるようにもなっているため、虫見板を使った調査を農家が自らの圃場で実施すれば、防除のタイミングを自分で決定できる。しかし、通常は防除所の発生予察情報を基に地域での対応をとることが多い。産地では良食味米の生産が主眼となっており、ウンカの管理は化学防除が主体で、ウンカ被害を避けるために播種日（移植日）を大幅に変更することは、水の利用可能性や裏作との関係もあり、現場ではあまり行われていない。

- b) カンキツグリーニング病原細菌 *Candidatus Liberibacter asiaticus* の人工培養技術においては、生きた病原細菌を分離培養することでカンキツグリーニング病の確定診断が可能となったため、国内でのカンキツグリーニング病根絶事業の加速化に貢献している。加えて、近年ヨーロッパやニュージーランドを中心にナス科やセリ科植物で大きな被害が発生している新病害 *Candidatus Liberibacter solanacearum* 病の病原細菌である *Candidatus Liberibacter solanacearum* の人工培養技術として応用が可能であると考えている。現在、フランスとの共同研究により *Candidatus Liberibacter solanacearum* の高感度検出技術を開発中である。将来的には国際的な検査技術として植物検疫検査において利用されるだろう。

キウイフルーツかいよう病の場合、日本では使用可能な農薬の種類が少ないため、予防（未発生地への被害拡大防止）対策に重点を置く必要がある。元々使用可能な農薬の種類が少ないので、化学農薬の使用量削減には結びつかないが、精度の高い診断に基づいて的確な防除対策を執ることが可能になる。

PPV の課題では、PPV 発生地におけるアブラムシの発消長や保毒虫率を明らかにしている。これらの知見により媒介虫であるアブラムシの防除適期が明らかとなり、効果的なアブラムシ防除体系の構築に活用されている。結果として、PPV の感染拡大を防止するとともに、不要な殺虫剤散布の抑制に繋がっていることが期待される。

- c) 現在、飛来予測に関しては、他のチョウ目害虫への展開を進めているところである。また、ウンカやミカンコミバエの研究では、すでに、ベトナム、中国、台湾等と共同研究を進めている。

## 課題2 近年発達する薬剤抵抗性害虫の検定システム開発とその対策技術

農薬抵抗性害虫の増加は二重の脅威である。一つは効果の無い農薬が誤って使用されたり、あるいは多量に使用されたりすること、もう一つは害虫が十分に防除されないことである。従って、抵抗性のモニタリング技術や管理戦略の開発は効率の良い害虫防除を確保する上で、最優先で取り組むべき重要事項である。そのため、別の課題でも分子マーカーの開発が行われている。

この研究課題では、害虫が農薬や他の防除手段への抵抗性を確立するメカニズムを明らかにし、対抗手段等を開発する研究が進展している。また、研究結果や推奨すべき方法が生産者に伝達され、農業現場でそれらの方法が適応されている点も研究の進展と同様に重要である。

a) 発表資料は、もし課題代表者が 3-5 年先を予想し、得られた研究結果がどのように農薬使用量低減に結びつくかをタイムスケジュールとともに示せばより完璧なものとなっていたであろう。そのような予測は、生産者が将来的に何が起こるかを知るのに役立ち、将来的な農産物あるいは食品生産コストや持続的な生産手段への良い影響を予想するために使われるだろう。

b) 抵抗性発達のメカニズムの中には、日本固有のものではないものもあるので、研究のさらなる進展のために、国際的な共同研究を増やしてはどうか。また、多くの害虫を対象に開

発された防除技術やモデルは新しい対象にも拡大できるであろうし、実用化された場合には、農業生産と環境保全上大きな影響を持つだろう。 評定：S

**(回答)**

- a) 平成 30 年度中に、コナガ・チャノコカクモンハマキ・ネギアザミウマ・ワタアブラムシについて遺伝子診断に基づく薬剤抵抗性管理マニュアル（ガイドライン案）を作成し公開する予定である。本マニュアルは行政部局等を通じて、都道府県の試験場・病害虫防除所・JA 営農センター等に周知される。そして、それらの機関の普及職員等が本マニュアルを利用して、各地域の農業生産現場における抵抗性リスクを評価し、農業者に適切な薬剤の選択・散布法、代替防除法等を指導する。その結果、上述の害虫に対して効果のない農薬の無駄な散布が減り、本中長期計画終了時（平成 32 年度）までに一定の農薬使用量の低減効果があがることを見込まれる。
- b) 重要病害虫及びその防除薬剤には世界共通のものが多いため、それらの薬剤抵抗性メカニズムも世界共通のものが多い。また、抵抗性メカニズムの研究に関しては、英国のロザムステッド研究所等海外の研究機関において優れた研究が行われている。ご指摘のとおり、国際的な共同研究によりさらなる研究の発展が期待でき、日本国内のみならず世界的に大きなインパクトのある成果が得られるものと考えられる。

**第 2 部 我が国の生産現場で活躍する環境保全型病害虫防除技術**

**課題 3 天敵昆虫の育種や土着天敵の有効利用法**

この研究課題は、温室の害虫（アブラムシ、アザミウマ、コナジラミ及びハダニ）を防除するため、有益な節足動物の活用技術の改善を目的としている。これらの害虫の多くは農薬への抵抗性を発達させている。主要害虫は本課題で網羅されている。

この課題では、捕食性昆虫に焦点を当てた害虫防除のための革新的な生物学的防除法が開発されている。a)日本では多量の殺虫剤が使用されているので、天敵を開発するための戦略が現在のものに統合される必要がある。本課題では、アブラムシ防除のために飛べないテントウムシが開発されている。この手法も含め、生物学的防除法には限界があるが、社会の受容性に細心の注意を払いながら研究を続けるべきである。同様に、「バンカープラント」のような創造的な手法により合成殺虫剤の使用量が低減されることも示されている。b)このような方法は容易ではないが日本のように消費者が低農薬で生産された野菜や果物を多少割高でも購入するような国では有用である。

c)在来種だけを用いるという方針は、有用生物の適用可能性を制限しているのではないか。国際的に活動している民間企業との共同研究や成果の受け渡しにより、最も重要な活用場面や最適な拮抗生物の明確化が進展するだろう。また、土着天敵の特許化により、利用促進が早まるだろう。そのような方向性を目指すべきである。

生物学的防除法が、天敵で防除できない害虫の防除に用いられる殺虫剤の干渉を受けることも考慮して欲しい。多くの生産者が小規模の温室を使っていることも生物学的防除法の活用を妨げる要因となるかもしれない。評定：A

**(回答)**

- a) 殺虫剤の多用は害虫に薬剤抵抗性の発達をもたらすことから、我が国でも殺虫剤の低減が求められている。また、薬剤散布を行う生産者への負担も大きく、この点でも低減が必要と認識されている。そのために、新たな防除ツールとしての天敵資材及び活用法の開発を行っている。そして、都道府県の現場の研究者と協力して、様々な外部資金を活用しな

がら、既存の防除体系の化学合成殺虫剤を、これら新規開発した生物的防除資材で置き換えていき、防除体系の構築を行っているところである。今回のプレゼンテーションで示した防除マニュアル類でも、各作物での防除体系を示している。今後もその方向で進めていきたい。

- b) 我が国では、減農薬・無農薬の天敵利用農産物の市場規模は、まだ非常に小さい。しかし、この市場規模が拡大してきたときは、決して特別なものではなく、通常の農産物との価格競争に晒されることになるかと予想される。そのため、我々の目的としては、天敵利用によって化学農薬使用量を低減するとともに、防除コスト及び品質的には同等以上のものを目指すということである。現状では、技術のみでは解決困難な部分もあるので、政策的なサポートも求めている。
- c) 若干の誤解があるようである。現在我が国で販売されている天敵資材の中では、チリカブリダニ、スワルスキーカブリダニが販売額上位であり、また、コレマンアブラバチ等も含めて、海外からの導入種が非常に多く用いられている。これらの種は有用であり、今後も積極的に利用されていくであろう。一方、近年ヨーロッパでは外来天敵の利用による生物多様性へのリスクや ABS による遺伝資源の持ち出し制限等の事情により、育種改良等による在来天敵の活用が試みられている。今後日本においても、同様の事情で、在来種の活用が求められると考えられる。土着天敵の特許化については、系統の育種改良法や代替餌技術などを民間企業と共同開発して特許化することで実用化が早まる可能性がある。一方で、諸事情により民間企業がその実用化から撤退した場合、新たに他の企業に実用化してもらおうとしてもその特許がかえって足かせになる可能性もあるので、注意が必要である。

#### 課題4 土壌病害虫防除技術の開発と生産圃場における効果

この研究課題では、新手法を開発し、土壌病害を減らすため他の研究者の成果を適応している。例えば、嫌氣的土壌病害防除、温水処理は土壌消毒に効果があると報告されており、この研究チームはそれらの手順を生産現場に適応し成果をあげている。転炉スラグの活用は比較的新しいもので、土壌 pH を上げるための興味深いアプローチである。それぞれの手法は、合成農薬よりも安価で有効とされている。

しかしながら、a)新しい手法のコストを比較する際、農薬散布にかかる労働費と新しい手法に必要な労働費を勘案しているだろうか。生産者はどの手法を使えば良く、どれが経費削減につながるのか。現在のところ、これらの手法が土壌微生物に及ぼす影響はよく分かっておらず、負の影響を及ぼす可能性もある。従って、これらの影響のモニタリングと、土壌微生物群を解析する手法の開発を強く推奨する。土壌診断のための指標微生物が見つかるかもしれない。同時に、土壌の健康状態、生態系及び作付け体系の持続性についてより深い理解が求められる。

「健康診断に基づく土壌病害管理（ヘソディム）は生産者が土壌燻蒸が必要か否かを判断する際、非常に有用である。b)このガイドラインは日本で生産者が土壌燻蒸に対してより責任を持つよう義務づけることに貢献するか。一方、輪作といったような IPM の基本は通常管理の一環として診断なしに実行されるべきであろう。

c)将来的には、土壌肥沃土を改善するために土壌微生物を活用する研究を実施することを望む。 評定：A

(回答)

- a) 我が国の耕作地は単位が小さく、地域間で栽培体系も異なることから、個々の状況に対応した土壤消毒法の選択が重要になる。今回紹介した幾つかの消毒法でも、その技術に用いる資材費や労働力、その技術を適応した後の収穫量が農家経営に見合っているのか経営コンサルタントに依頼して解析を進めている。また、土壤消毒処理後の土中の微生物相の変化についても、幾つかの実験系でその実態を明らかにしようとしており、温水処理による土壤消毒の効果は土壤微生物の働きによって上昇することが分かってきている。その中で、土壤病害が発生しにくい場合に指標となる微生物も徐々に発見されている。一方、消毒後の土壤中の金属や養分の変化については今後の課題である。土壤肥料研究分野との連携でそれらの問題を解明していく必要がある。
- b) 土壤病害管理（ヘソディム）は、農家の安定経営を支える重要な支援ツールになると期待している。このシステムが、耕作地における土壤病害のみならず土壤肥料、さらには輪作体型における次作の栽培作物の選択肢を提供するようになれば農家の経営の幅が格段に広がると思われる。今後もこのシステムの更なる発展を促進していく。
- c) 土壤微生物の有効利用は土壤肥沃度の改善や土壤病害を抑止する上で重要な考え方である。土壤消毒後の土壤微生物相の解析も徐々に進められており、どの様な微生物が主集団となっているのか分かりつつある。それら微生物の存在量が安定生産土壤の指標になると考えられるとともに、それら指標となる微生物を活用した安定生産土壤の開発も研究目的の一つになると考えられる。

### 第3部 生物機能や特性を利用した近未来型の病虫害防除技術

#### 課題5 光や音波の物理的作用による新たな害虫防除技術の開発

この研究課題では、害虫や天敵の行動に正あるいは負の影響を及ぼす物理的な刺激によって、害虫を防除することを目指している。チャノコカクモンハマキ、バンカー植物と天敵システムのアザミウマとナミヒメハナカメムシ及びハスモンヨトウが研究対象である。これらの研究は、新しく、科学的に興味深いものであり、また、関心を引く仮説に基づいている。特定の波長の光や音を使って特定の害虫を防除する技術は革新的である。多少割高でも消費者が低農薬栽培の農作物を購入する日本では、他の技術と同じように、これらの技術も果物や野菜の生産で実用化されるだろう。

a) 圃場での実用化も視野に入れながら、これらの技術を温室で使えるようにすることは興味深いことであり、是非次の段階に進めて技術の有効性を示し、可能であれば特許を取得した上で商品化して欲しい。また、副次的な影響への対処も忘れないで欲しい。一般的に、物理的な防除法は種特異性が高くなく、防除の対象ではない多種の生物に影響を及ぼす可能性がある。これについては、超音波の波長やパターンを最適化することにより影響を軽減できるかもしれない。昆虫個体群への長期的な影響も評価すべきである。例えば、b) ガが超音波に慣れて防除できなくなるようなことはないか。このような分析は本研究課題に有効である（殺虫剤抵抗性の発達を評価する必要性と同等である。）

c) この研究はどのように展開するのか、生産者が導入しやすいように装置を低コストで製造するような研究は予定しているか。また、例えば、圃場での電力供給等高価な基盤設備が必要となるといった問題は解決されていない。 評定：A

#### (回答)

- a) LED 照射による天敵誘引技術と超音波によるチョウ目害虫の忌避技術については既に特許出願済みであり、その一部は特許取得済みである。これらの技術は、内閣府の大型プロジェクトの中で、企業との連携による製品化を進めており、市販化のめどが立っている。



- 青色光によるチャ害虫の防除技術についても、製品化を検討している。防除目的以外の生物に対する影響については、視覚や聴覚に関する基礎的知見を踏まえたリスク回避を図る。
- b) 超音波技術については慣れによる効果の低下を防ぐ対策について既に検討を進めており、聴神経及び行動レベルで慣れが生じにくいパルスのパターンを見出して、これを装置に実装している。また、本技術は天敵であるコウモリが捕食時に発する超音波パルスに対するガ類の忌避行動を活用しているため、長期的にもガ類が当該技術を克服する可能性は低いと考えられる。
- c) a)の回答の通り、装置の現場導入を促進するための研究にも現在取り組んでいる。国内の野菜栽培施設は家屋に隣接している場合が比較的多く、茶園においても電動の防霜ファンが広く普及していることから、特段の基盤整備を行わずに電力供給が可能な圃場から現地導入を進めることが可能である。なお、部材に消費電力の低いものを採用し、市販のバッテリーを用いるタイプの超音波装置や LED 照明装置の開発も進めており、電力供給が難しい地域への技術導入も可能にしていく計画である。

### 課題 6A 植物の抵抗性誘導の解析に基づく創農業研究

生物学的防除に利用する新しい生物の開発は病虫害の合成農薬への抵抗性発達が増加し、また環境保全の必要性が認識される中、非常に重要なものとなっている。天然物質や微生物を施用し、植物自体の病原抵抗性を活発化させることは、環境保全型の病害防除法として将来性が高まっている。この研究課題では、萎凋病、土壌病害及びトウガラシマイルドモットルウイルス (PMMoV) を対象としている。

この研究課題は、植物の先天免疫を誘発する化学物質を同定し、多様な病原性の菌やバクテリアへの抵抗性を付与しようとして 20 年以上前に別の研究機関で行われた研究を拡張したもののようである。これまでに得られた成果は、特定の病原体へ部分的な抵抗性を付与するとして商品化されたものもあるが、そうでないものもある。L-ヒスチジンに抵抗性を誘発する働きがあることを発見したことは、興味深く、抵抗性のメカニズムを明らかにする研究を進める必要がある。また、商品化の可能性もあるが、a) 実際にどうなるかは今後の課題である。

複数のウイルスに抵抗性を示す PMMoV を開発するための研究が遂行されている。このアプローチは新しいものでも特有のものでもないが、病原体を抑制するウイルス株が開発される可能性は高い。b) 農研機構では作物育種や病原体由来の抵抗性、RNAi 等のバイオテクノロジーを使って植物に抵抗性を付与する研究が行われていないのは残念である。

c) チームが植物免疫を向上させるため、革新的で長期的展望に立った戦略を開発するための予定表を作るよう強く勧める。 評定：A

#### (回答)

- a) 抵抗性誘導物質については研究の出口としては農薬（抵抗性誘導剤）を目指している。日本では新しい農薬を製品化するために防除効果試験や毒性試験、安全性評価等の様々な要件を満たして登録する必要があり、時間もコストもかかるが、現在、登録に向けてひとつひとつクリアしていているところである。5年以内を目途に登録をとるのが目標。
- b) 時間の都合等の関係で紹介できなかったが、農研機構の他センターや部門においては、穀物や野菜等の病虫害抵抗性品種の作出や遺伝子工学的手法を用いた耐病性・耐虫性作物の開発にも取り組んでいる。
- c) 頂いたアドバイスを基に、工程表を作成したい。

## 課題 6B 昆虫の情報化学物質の解析に基づく創農業研究

ケブカアカチャコガネ及びフジコナカイガラムシの防除のために、フェロモンによる交尾攪乱法が開発されている。農業においてフェロモンは十分に活用されてこなかった。しかしながら、この研究課題では有効な混合割合や、比較的使いやすいディスペンサーの適切な配置方法を明らかにしており、フェロモンの使用を妨げてきた多くの課題が解決されるだろう。これらの方法には、日本での殺虫剤使用量低減に貢献する大きな可能性がある。研究資源を投資し、機材やフェロモンの商品化も含め実用化のための発見や開発を続けるべきである。

a) しかしながら、交尾攪乱は個々の生産者にとっては有効な解決法とはならず、地域一帯の生産者全てが参加する必要があることを指摘したい。圃場が小さく多くの生産者が関わる構造は、このような地域全体で行う防除の妨げになるかもしれない。そのため、生産者が交尾攪乱に参加するような動機付けが必要となるだろう。 評定：A

### (回答)

- a) ご指摘のように、交尾攪乱において安定した防除効果を得るためには、一定以上の処理面積が必要であり、地域全体での集団的な防除が推奨されている。生産者への技術指導を行っている公設試の研究者等に交尾攪乱技術の普及を図っていきたい。また、農業経営体・団体に対しても見学会や説明会等において、害虫防除における集団での防除の重要性を説明するとともに、交尾攪乱利用による生産物の高付加価値化の可能性等についても紹介していきたい。