

ニュージーランドにおける天敵利用について

農研機構 中央農業総合研究センター ^{しも} ^だ ^{たけ} ^し
下 田 武 志

はじめに

平成 24 ~ 27 年度の予定で、農林水産省委託プロジェクト研究「気候変動に対応した循環型食料生産等の確立のための技術開発」の中で「土着天敵を有効活用した害虫防除システムの開発」（以下、土着天敵プロ）が実施されている。土着天敵プロの主要目的は、気象などの環境条件が異なる複数の地域において、集落レベルのまとまった農地を対象に土着天敵を活用した害虫防除の技術体系を構築することにある。本プロジェクトの推進のための情報収集を目的として、2013年5月および9月の2度にわたり、天敵利用の先進国の一つであるニュージーランドの研究者らとの研究交流を行う機会があった。前者ではニュージーランドの Plant & Food Research Limited における天敵に関する研究や現地圃場を視察し、後者では同研究機関の研究員2名を高知県と茨城県つくば市に招聘し、現地検討会や公開セミナーの形で両国の天敵利用の現状や将来展望に関する意見交換を行った。本稿では、これらの交流で得た情報をもとに、ニュージーランドの農業政策を簡単に紹介し、天敵利用に関する近年の動向を紹介したい。

本文に先立ち、ニュージーランドでの現地視察および情報提供にご協力いただいた農業環境技術研究所・生物多様性領域・小沼明弘博士および農研機構 果樹研究所 品種育成・病害虫研究領域の井原史雄博士、現地視察および日本での研究交流や資料提供にご協力いただいた上記研究機関の John CHARLES 博士、Graham WALKER 博士および現地研究者に厚く御礼申し上げます。なお、公開セミナーは農研機構の助成を得て農研機構研究会「農業害虫防除に天敵利用技術を普及させるための戦略検討会」として行ったものである。

I ニュージーランドの農業

ニュージーランドは北島と南島を含む大小の島々で構成され、面積は 26 万 km² と日本の 7 割程度、人口は約 450 万人である（図-1）。一部の地域を除き、温暖～冷

涼な気候である。飛べない鳥であるキーウィに代表される独特な生態系を持つが、ヨーロッパ系白人移民（一部ではマオリ族）の入植以降、森林伐採や農地開拓による環境破壊、さらには外来の作物や家畜等の導入による生態系かく乱が進んだ歴史がある。そのため現在では、入国時に空港内で靴裏（土壌付着）検査があるなど、外来生物の持ち込みに対して厳しい規制が課せられている。

ワイン用ブドウを含む園芸作物はニュージーランドの重要な輸出品目である。2012年の統計（Plant & Food Research Limited, 2012）では、これらは 110 か国以上に輸出され、輸出額は 36.5 億 NZ \$（ニュージーランドドル、約 3,200 億円）に達する。主な輸出国はオーストラリア（8.8 億 NZ \$）、日本（5.6 億 NZ \$）、米国（3.7 億 NZ \$）であるが、近年では、最大の輸出先であるアジア（11.9 億 NZ \$、日本を含む）を重視した農業・輸出政策を行っている。主な輸出品目はワイン（11.7 億 NZ \$）、キウイフルーツ（10.5 億 NZ \$）、リンゴ（3.4 億 NZ \$）、アボカド（1 億 NZ \$）等の果樹類であり、生鮮野菜の輸出額は比較的小さい（2.1 億 NZ \$）。

ワインの主な輸出先はオーストラリア（32%）、イギリス（24%）、米国（21%）で、日本への輸出割合は低い（1%）。一方、キウイフルーツの主な輸出先は日本（31%）やヨーロッパ（21%）、中国（9%）である。近年、キウイフルーツかいよう病（病原菌 *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*）が日本や韓国、中国、イタリアで報告されているが、ニュージーランドでも大きな問題となっている。本病に対する根本的な治療法は見つかっていないが、政府や企業、研究機関等が協力し、抵抗性品種の開発・普及を進めている。

リンゴの主な輸出先はヨーロッパ（51%）、アジア（29%）、米国（14%）であり、近年はインド、香港、マレーシア等アジアへの輸出割合が高くなっている。生鮮野菜はカボチャ類（0.7 億 NZ \$）、タマネギ（0.6 億 NZ \$）、トウガラシ類（0.4 億 NZ \$）等が輸出され、主な輸出先は日本（0.9 億 NZ \$）である。

II ニュージーランドの天敵利用

Plant & Food Research Limited（オークランドおよびネーピア、図-1）への視察に同行し、天敵利用に関する情報収集を行った。その際、印象的であったことは、ニ

Biological Control of Invasive Pest Insects in New Zealand. By
Takeshi SHIMODA

（キーワード：ニュージーランド，侵入害虫，導入天敵，伝統的
生物的防除，土着天敵）



図-1 Plant & Food Research Limited (オークランドおよびナーピア)

ニュージーランドでは海外からの天敵導入を重視している点であった。これは、主要作物が入植以降に海外から持ち込まれたものであり、主要害虫も海外からの侵入種であるという理由による。侵入害虫に対しては、寄生蜂などの有力天敵を海外から導入、放飼する伝統的生物的防除が有効というのが彼らの基本的な考え方である。土着天敵に関しては、ヒラタアブやクサカゲロウ、テントウムシ、カスミカメムシ等の保護・利用による害虫防除技術の研究が一部の野菜で進められている。しかし、輸出作物の場合、植物防疫や残留農薬に関する輸出相手国からの強い圧力があるため、導入天敵と他の防除技術とを組合せた総合的害虫管理 (IPM) システムを構築し、殺虫剤の散布を極力削減しているという説明であった。

天敵導入の決定にあたっては、対象害虫への有効性に加えて、環境への安全性も事前評価することが義務付けられている (CHARLES and ALLAN, 2002)。入植以降の環境破壊や生態系かく乱の歴史に対する反省を踏まえ、外来生物の持ち込みや取り扱いにかかわる法令 (The Hazardous Substances and New Organisms Act) が制定され、EPA (Environmental Protection Authority) と呼ばれる環境保護機関が天敵導入の可否を決定する。

Plant & Food Research Limited は EPA からの助言を受け、導入予定の天敵を科学的に評価している。天敵導入までのプロセスは、1) 天敵導入を目的とした評価試験実施に対する EPA の認可、2) 同研究機関による評価試験の実施、3) 公聴会による情報公開と EPA による導入可否の決定、となっている。1) では、過去にニュージーランドに導入した、あるいは非意図的に侵入した外来天敵 130 種以上の環境影響評価に関する EPA のデー

タベースや、導入予定の天敵の生態に関する文献情報等を参考に、候補天敵を持ち込んだ場合のリスクを評価する。2) では、海外から入手した候補天敵を専用の隔離実験施設内に閉じ込め、害虫制御能力や標的外生物への影響等を室内評価し、その後、隔離温室などの広いスケールでの評価試験を行う。その際、試験に伴うリスクの担保として、高額な認可料を EPA に支払う必要がある。例えば、候補天敵 1 種の隔離実験施設への持ち込みには 2,300NZ \$、隔離温室などでの試験には 17,250NZ \$ が必要で、天敵の種類や試験内容に応じてさらに増える場合もあるという。3) の公聴会の存在については、個人的には新鮮な驚きであった。CHARLES 博士によれば、公聴会では環境保護団体などからの厳しい意見も出るようである。

1) から 3) までのプロセスにおいて、天敵導入に伴う経済的利益が環境影響のリスクを上回ると EPA が判断すれば、公聴会から 100 日以内 (休日を除く) に天敵導入の許可が最終的に下される。しかし、すべてのプロセスをクリアするのは容易ではないため、導入天敵数は 1960 年代をピークに減少傾向にあるという説明であった。近年の天敵導入の成功例としては、リンゴの主要害虫であるコドリガ (Cydia pomonella) に対する幼虫寄生蜂 *Mastrus ridens* (CHARLES et al., 2013) や、果樹の主要害虫の一つであるコナカイガラムシの一種 *Pseudococcus viburni* に対する天敵寄生蜂 *Pseudaphycus maculipennis* (CHARLES, 2001) などが知られている。

III ニュージーランドでの現地視察

ナーピアではリンゴ、ワイン用のブドウおよびカキの



図-2 視察したリンゴ園の様子



図-3 ネーピアのワイン用ブドウ園とアルゼンチンアリ (矢印)

生産農家への視察を行ったが、訪問時期である5月は現地では晩秋～初冬にあたるため、残念ながら主要害虫や天敵はほとんど観察できなかった。

リンゴ(図-2)ではコドリングが主要害虫であり、1995年までは有機リン系殺虫剤による慣行防除が実施され、それ以降は複合交信かく乱剤(コドリングとハマキガ3種が対象)を軸としたIPMへの取り組みが進んだことにより、輸出可能なレベルにまで被害を低減することに成功している(2~3被害果/10⁷個)。このほかに、天敵病原微生物である顆粒病ウイルス(GV)も園内で散布されている。ただし、本害虫の主要な発生源は果樹園の外(クルミや野生化したリンゴ等)にあり、園内への害虫飛来への対応が課題となっている。現地では有効な土着寄生蜂は確認されていないため、有力寄生蜂である *M. ridens* をカザフスタンから導入し、園外の害虫個体群抑制を目的とした生物的防除を2012年から実施中である(CHARLES et al., 2013)。

リンゴ園ではリンゴハダニ(*Panonychus ulmi*)やナミハダニ(*Tetranychus urticae*)もしばしば問題となるが、視察した園ではハダニの被害がほとんどなく、日本よりも全体的に発生していない印象を受けた。園内にはダニクロヒメテントウの一種(*Stethorus* sp.)が観察されたが、最有力天敵はパイライカブリダニ *Typhlodromus* (*Typhlodromus*) *pyri* で、ハダニとカブリダニの発生割合を指標に薬剤散布の必要性を判断している。その他の天敵として、リンゴワタムシ(*Eriosoma lanigerum*)に対する導入寄生蜂ワタムシヤドリコバチ(*Aphelinus mali*)、Bronze beetle(*Eucolaspis brunnea*)に対する昆虫病原性細菌(*Yersinia entomophaga*)などが利用、または利用が検討されている。

ネーピアはワイン用ブドウの産地として有名である。実際、視察した地域には見渡す限りブドウ畑が広がっていたが(図-3)、畑に入ると、樹が引き抜かれた場所が点在するという状況が見られた。これは、3種類のカイ



図-4 有機栽培カキ園と周辺植生上の土着天敵テントウムシ類 (矢印)

ガラムシが媒介するブドウ葉巻随伴ウイルス3 (*Grapevine leafroll-associated virus 3: GLRaV-3*) によるものであり、罹病樹は樹勢が弱り、ブドウの収量・品質とも低下するため、伐採する必要がある (CHARLES et al., 2006)。罹病樹の除去後も媒介カイガラムシの1種は土壤中に数年間残存するため、健全樹を植え直すことも難しく、ネーピアを含む多くのワイン産地で被害が生じている。この問題が深刻なのは、現地ではアルゼンチンアリ (*Linepithema humile*) が侵入し、カイガラムシとウイルスの分布拡大を加速させていることである。現地研究員の説明によれば、アルゼンチンアリが、餌となる甘露を確保するため、罹病樹上のカイガラムシを天敵昆虫から保護し、さらにはこれらのカイガラムシを健全樹に運ぶという。さらに、アルゼンチンアリは高い増殖力を持つため、現地圃場内の土着アリ類 (4種) を駆逐し、置き換わりが起きているという説明も受けた。現地圃場では、フェロモンによってアルゼンチンアリの行動を制御し、カイガラムシおよびウイルス病の拡散を防止する試験が行われており、こうした技術によって問題が軽減されることが期待されている。

有機栽培カキ園 (品種‘富有’) の視察時には、コナカイガラムシやハマキガ、アザミウマ等の害虫が観察された (図-4)。この農家によれば、輸出可能レベルにまで害虫密度を抑制することは困難であるが、国内出荷レベルであれば土着天敵による害虫防除は可能であるという。実際、クサカゲロウやテントウムシ等が周辺植生上で観察されており、これらの土着天敵昆虫を保護することで、園内への移入を期待しているという説明であった。

野菜では、ジャガイモにおける病害虫防除の研究事例を紹介された。近年の主要害虫はジャガイモトガリキジラミ (*Bactericera cockerelli*) であり、ジャガイモに細菌

病を媒介するだけでなく、トマトに対しては加害もする (WALKER et al., 2011)。また、本種は周辺雑草にも生息するため、年間を通じて圃場内に移入する可能性がある。本種に対しては薬剤散布で対応してきたが、侵入源と見られる米国からの天敵寄生蜂の導入や、クサカゲロウ・クモ・ヒラタアブ等の土着天敵類の保護利用が研究されている。その他の事例として、トマトやアブラナ科野菜等で天敵利用が行われている (CAMERON and WALKER, 2002; CAMERON et al., 2009)。

おわりに

冒頭で述べたように、土着天敵プロの公開セミナーや現地視察に Plant & Food Research Limited の研究者2名を招待し、天敵利用に関する情報交換を行った。その際の彼らの感想を要約すると、日本には多種多様な土着天敵類が圃場内外に生息しており、地域や農家の単位で土着天敵を採集・増殖 (高知県のゴマ栽培ハウスでのタバコカスミカメ増殖など) し、アザミウマやコナジラミ等の侵入害虫の防除に利用していることに驚いたようである。ニュージーランドでは外来天敵の導入が一般的であり、土着天敵の有効利用は今後の研究課題の一つであることから、日本の取り組みは基礎・応用研究の両方で参考になるとの感想であった。

一方、公開セミナーに参加した日本の天敵研究者からは、ニュージーランドの伝統的生物的防除における天敵導入システムや天敵評価試験に対する質問や意見が相次ぎ、天敵導入による経済的利益と環境影響のリスクのバランスをどうとるのかなど、日本での天敵利用推進に向けた重要なテーマを議論することができた。今後も両国の研究者による意見交換や視察が継続的に実施され、侵入害虫に対する有効かつ安全な生物的防除技術の体系化

が進むことを期待したい。

引用文献

- 1) CAMERON, P.J. et al. (2009): Crop Prot. 28: 421 ~ 427.
- 2) ——— and G. P. WALKER (2002): Environ. Entomol. 31: 367 ~ 374.
- 3) CHARLES, J. (2001): New Zealand Plant Prot. 54: 37 ~ 41.
- 4) ——— and D. J. ALLAN (2002): ibid. 55: 37 ~ 41.
- 5) ——— et al. (2006): ibid. 59: 330 ~ 337.
- 6) ——— et al. (2013): BioControl. 58: 493 ~ 503.
- 7) Plant & Food Research Limited (2012): Fresh Fact, New Zealand Horticulture, The New Zealand Institute for Plant & Food Research Limited, New Zealand, 32 pp.
- 8) WALKER, G. P. et al. (2011): New Zealand Plant Prot. 64: 1 ~ 7.

新しく登録された農薬 (26.5.1 ~ 5.30)

掲載は、種類名、登録番号：商品名（製造者又は輸入者）登録年月日、有効成分：含有量、対象作物：対象病害虫：使用時期等。ただし、除草剤・植物成長調整剤については、適用作物、適用雑草等を記載。

〔殺虫剤〕

- メタアルデヒド粒剤
23460：ジャンボたにくん（ロンザジャパン）14/5/14
23461：スクミノンメイト（サンケイ化学）14/5/14
メタアルデヒド：5.0%
稲：スクミリンゴガイ：移植後但し、収穫90日前まで
- シアントラニプロール水和剤
23469：エスペランサ（クミアイ化学工業）14/5/16
23470：デュボンエスペランサ（デュボン）14/5/16
シアントラニプロール：18.7%
芝：スジキリヨトウ、シバツトガ、コガネムシ類幼虫：発生前～発生初期
- シアントラニプロール・チアメトキサム水和剤
23471：ツインアタック顆粒水和剤（シンジェンタジャパン）14/5/16
シアントラニプロール：20.0%
チアメトキサム：20.0%
芝：シバツトガ、スジキリヨトウ、コガネムシ類幼虫、シバオサゾウムシ幼虫：発生初期（0.1L/m²）
芝：シバツトガ、スジキリヨトウ、コガネムシ類幼虫、シバオサゾウムシ幼虫、ケラ：発生初期（0.2L/m²）
- リン化アルミニウムくん蒸剤
23476：バナヒューム（国際衛生）14/5/28
リン化アルミニウム：55.0%
穀物類、豆類、飼料、種子：倉庫、コンテナ、サイロ、船舶：コクゾウムシ、ヒラタコクヌストモドキ、マメゾウムシ類等
- コーヒー豆、カカオ豆：倉庫、コンテナ、サイロ、船舶：コクゾウムシ、ヒラタコクヌストモドキ、マメゾウムシ類等
- ごま：倉庫、コンテナ、サイロ、船舶：コクゾウムシ、ヒラタコクヌストモドキ、マメゾウムシ類等

- なたね：倉庫、コンテナ、サイロ、船舶：コクゾウムシ、ヒラタコクヌストモドキ、マメゾウムシ類等
- 葉たばこ：倉庫：タバコシバンムシ、チャマダラメイガ
- 日本なし：倉庫、コンテナ：ハダニ類
- リン化アルミニウムくん蒸剤
23477：バナヒューム小球（国際衛生）14/5/28
リン化アルミニウム：55.0%
穀物類、豆類、飼料、種子：倉庫、コンテナ、サイロ、船舶：コクゾウムシ、ヒラタコクヌストモドキ、マメゾウムシ類等
- コーヒー豆、カカオ豆：倉庫、コンテナ、サイロ、船舶：コクゾウムシ、ヒラタコクヌストモドキ、マメゾウムシ類等
- ごま：倉庫、コンテナ、サイロ、船舶：コクゾウムシ、ヒラタコクヌストモドキ、マメゾウムシ類等
- なたね：倉庫、コンテナ、サイロ、船舶：コクゾウムシ、ヒラタコクヌストモドキ、マメゾウムシ類等
- 葉たばこ：倉庫：タバコシバンムシ、チャマダラメイガ
- 日本なし：倉庫、コンテナ：ハダニ類

〔殺虫殺菌剤〕

- クロラントラニプロール・チアジニル粒剤
23475：ブイゲットフェルテラ粒剤（日本農業）
クロラントラニプロール：0.75%
チアジニル：1.2%
稲（箱育苗）：いもち病、白葉枯病、ニカメイチュウ、イネミズゾウムシ、イネドロオイムシ、ツマグロヨコバイ、フタオビコヤガ：緑化期～移植当日
- 稲（箱育苗）：もみ枯細菌病、イネヒメハモグリバエ：移植3日前～移植当日

(44 ページに続く)