

# 昆虫病原糸状菌の特性と利用技術

熊本県農業研究センター果樹研究所 ぎよう たく ゆたか  
行 徳 裕

微生物的防除の素材として利用される天敵微生物には、昆虫病原ウイルス、昆虫病原細菌、昆虫病原糸状菌および昆虫病原原生動物の4種類がある。これまで、数多くの昆虫から天敵微生物が分離され、防除試験が実施されているが、実用化されている天敵微生物はほんの一握りである。現在、わが国において利用されているものは、チャハマキとチャノコカクモンハマキの顆粒病ウイルス (GV)、昆虫病原細菌 *Bacillus thuringiensis*、昆虫病原糸状菌 *Beauveria brongniartii* の4種にすぎない。しかし、食品の安全性や環境保全に対する消費者の関心が高まるとともに、化学合成農薬に代わる方法として、微生物農薬を含む生物農薬が注目されてきている。

近年、多くの研究機関で天敵微生物を利用する防除試験が実施されるようになった。このなかには *Verticillium lecanii*、*Metarhizium anisopliae* など実用化に近いものも含まれており、微生物農薬の種類や使用量は増加していくものと考えられる。

4種類の天敵微生物はそれぞれ特徴があり、一括して取り扱うのは難しい。本稿では、昨年登録された *B. brongniartii* 製剤 (バイオリサ・カミキリ®) に関する試験結果を例に取りながら、昆虫病原糸状菌製剤の特徴、施用方法、試験方法、評価方法および実用上の問題点について解説したい。

## I 昆虫病原糸状菌の特徴

昆虫病原糸状菌には、病原菌を定着させ永続的に害虫の密度を下げることを目的とする利用法と、化学合成農薬のように一時的な密度抑制効果を目的とする利用法の二つがある。*B. brongniartii* 製剤あるいは試験中の昆虫病原糸状菌では、すべて一時的な密度抑制効果を目的として開発が進められている。

昆虫病原糸状菌は対象害虫の体表に分生子が付着・発芽し、菌糸が体腔内へ侵入することで感染し、最終的に害虫を死亡させる。この特徴が昆虫病原糸状菌を農薬的に使用する場合の問題点となる。最も大きい問題は、遅効的であるという点である。菌や菌株の種類、分生子の付着量によって差が認められるが、分生子が付着して死

亡するまでに1週間～10日以上が必要である。また、分生子が発芽し体腔内に侵入するためには、高い湿度と好適な温度が一定期間維持されることが必要である。このため、体腔内へ侵入するまでに必要な時間は、野外で施用する場合は気象条件に、施設で施用する場合は栽培管理によって左右される。さらに、感染個体の摂食量・体重、産卵(仔)は、死亡する直前まで変化が認められないことも問題である(図-1)。

このような欠点を持つため、昆虫病原糸状菌は、利用できる害虫が限定される。一般に、施用世代の防除効果を必要としない(次世代の密度を低下させることを目的に親世代に施用する)場合や要防除水準が比較的高い害虫に有効であるとされている。しかし、要防除水準が低い害虫であっても、*V. lecanii* 製剤 (MYCOTOL® など) のように、発生初期に施用することで防除に利用することも可能である。

昆虫病原糸状菌は施用による直接の効果以外に、飛散分生子、菌汚染虫(体表面に分生子が付着した個体)による水平伝播、菌叢生虫(体表に菌糸が叢生した病死虫)への接触、あるいはその体表に形成された分生子の

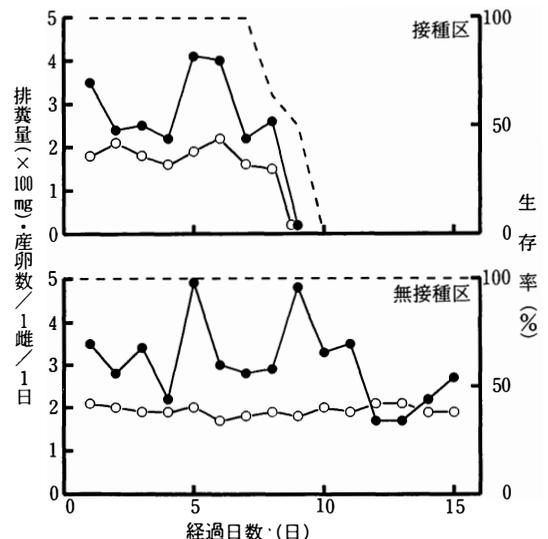


図-1 *B. brongniartii* に感染したゴマダラカミキリ成虫の産卵数(白丸)、排糞量(黒丸)および生存率(破線)の推移(柏尾・氏家, 1988)

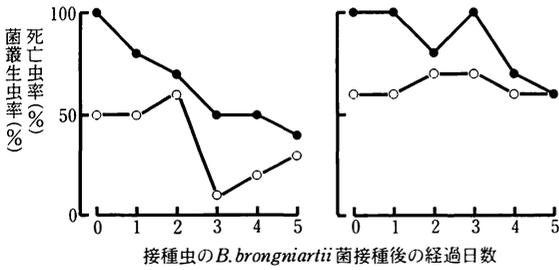


図-2 キボシカミキリにおける *B. brongniartii* による菌汚染虫からの水平伝播<sup>a)</sup> (堤・山中, 1985)

左：雄汚染虫からの水平伝播，右：雌汚染虫からの水平伝播，白丸：菌叢生虫率，黒丸：死亡虫率

<sup>a)</sup>：*B. brongniartii* 製剤上を歩行させた個体を処理0日目から毎日，異なる異性の健全虫と30分同居させた。同居させた健全虫は個体飼育して感染の有無を調査した。

飛散による二次感染の効果も期待される。*B. brongniartii* では，菌接種5日後まで菌汚染虫から健全虫に水平伝播することや，菌叢生虫から他個体へ二次感染することが明らかにされている (図-2・表-1)。このほか，昆虫病原糸状菌は種特異性が高く，天敵に対する悪影響がないことや，環境への負荷が少ないことなどの利点もある。

## II 昆虫病原糸状菌の施用法

昆虫病原糸状菌の感染は，分生子が体表に付着することから始まる。したがって，高い効果を得るためには，対象害虫の体表に効率よく分生子を付着させる施用方法が必要である。昆虫病原糸状菌の施用法には，①分生子懸濁液の散布，②分生子と菌糸を含む培地 (以下，培養担体) の施用，③分生子を付着させた菌汚染虫の放飼，がある。

分生子懸濁液の散布は，圃場に発生しているすべての対象害虫に対して分生子を付着させることが可能な施用方法である。また，農薬と同じ方法で施用できるため，簡便であり，普及性が高い。

培養担体は培地を含む製剤であるため，施用が煩雑となる場合が多い。また，植物全体へ施用することが難しく，分生子を対象害虫へ付着させるために特殊な施用方法が必要となる。しかし，培地の栄養分を利用して分生子が再生産されるため，分生子懸濁液の散布に比べ残効が長いという長所がある。

菌汚染虫の放飼は放飼個体からの水平伝播や二次感染を利用して密度を抑制する方法である。この方法には，大量の放飼個体を確保する必要があること，放飼個体が

表-1 *B. brongniartii* に感染し菌を叢生したゴマグラカミキリからの二次感染<sup>a)</sup>

反復	供試虫数 (頭)	病死虫率 (%)	病死までの日数 (日)
1	6	100	9.4
2	4	75	7.8

<sup>a)</sup>：1×1×1 m の網ケージに菌が叢生した病死虫を枝に固定し，健全虫を2日間放飼した。回収した個体は個体飼育を行い感染の有無を調査した。

植物に被害を与える場合は利用できないことなど，多くの問題点がある。

*B. brongniartii* は，対象害虫であるカミキリムシ類の発生期間が2~3か月と長いため，残効が長い培養担体が製剤に選ばれた。また，成虫の羽化脱出部位が主幹に集中することから，この部位に培養担体を施用する方法が考えられた。さらに，施用を簡便にするため，培養担体は細長い帯状に加工されている (図-3)。このように，施用方法を選択するにはあらかじめ対象害虫の生態を把握し，高い頻度で製剤に接触する方法を選択・開発する必要がある。また，施用方法と製剤の形態は密接に関係しており，製剤の生産を担当する農薬メーカーや防除組合との協力は不可欠である。

## III 昆虫病原糸状菌の試験方法

昆虫病原糸状菌は遅効的であり，感染虫は死亡する直前まで活動する。したがって，施用圃場の感染虫や菌汚染虫は，健全虫と同じように移動・分散する。さらに，培養担体上の分生子が風雨により飛散したり，分生子懸濁液が散布時に無施用区や対照区へドリフトすることも考えられる。昆虫病原糸状菌は，水平伝播や二次感染によってその効果が拡大されるため，それらの影響は化学合成農薬に比べて大きい。圃場試験を実施する場合は，以下の方法で菌の拡散を防止する必要がある。

感染虫や菌汚染虫の移動が想定される場合，フェンスや波板で物理的な障壁を設ける。ただし，カミキリムシ類など移動能力が高く，物理的障壁によって移動が抑えられない種類は，施用区に隣接して対照区を設定することは困難である。このため，ケージ試験や網掛け試験などの準室内試験や処理区のみでの試験となる。また，分生子の飛散，ドリフトによる影響を排除するため，施用区と無施用区・対照区の間には緩衝地帯を設ける。

圃場試験は，製剤の効果を明らかにするため高密度条件下で実施されることが多い。また，フェンスや波板で

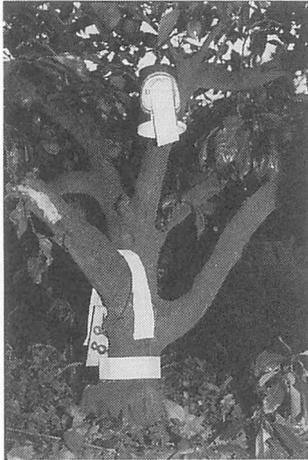


図-3 カンキツにおける *B. brongniartii* 製剤の施用法  
上から順に枝吊り法、枝架け法、バンド法

移動を制限するため、施用区外への感染虫・菌汚染虫の移出、施用区内への未感染虫の移入が起りにくく、効果が過大に評価される傾向がある。一方、実用化された場合、対象害虫の移出入は制限されず、低密度条件下でも使用される。このため、対象害虫や昆虫病原糸状菌の種類によっては、製剤の効果を確認する試験と実用化試験とを分離して実施する必要がある。

#### IV 昆虫病原糸状菌の防除効果の判定

防除効果は、対象害虫の生息密度、被害程度、病死虫の発生推移および菌密度の4項目について調査し、総合的に評価する必要がある。

対象害虫の生息密度と被害程度の調査は、既存の農薬試験の調査法、調査基準を用いる。また、病死虫の発生消長は生息密度の調査法に準じて行う。ただし、カミキリムシ類のように生息密度調査で病死虫の発見が困難な種類では、施用圃場から発生個体の一部を採集し、一定期間個体飼育して病死虫率を求め、感染率を推定する方法もある。病死虫を調査する場合、菌叢生虫と硬化病死した個体を病死虫とし、別々に計数する。また、菌を叢生しない病死虫と原因不明の死亡虫の判別が難しい場合は、死亡虫と菌叢生虫にわけて調査する。

先に述べたとおり、昆虫病原糸状菌は菌汚染虫や菌叢生虫から水平伝播、二次感染する。水平伝播や二次感染した個体は、施用した分生子によって感染した個体に比べ遅れて発病する。また、その発生頻度によっては施用区内で流行病的な発生が観察される場合もある。このため、昆虫病原糸状菌の効果試験は、化学合成農薬に比べ長期間、調査する必要がある。

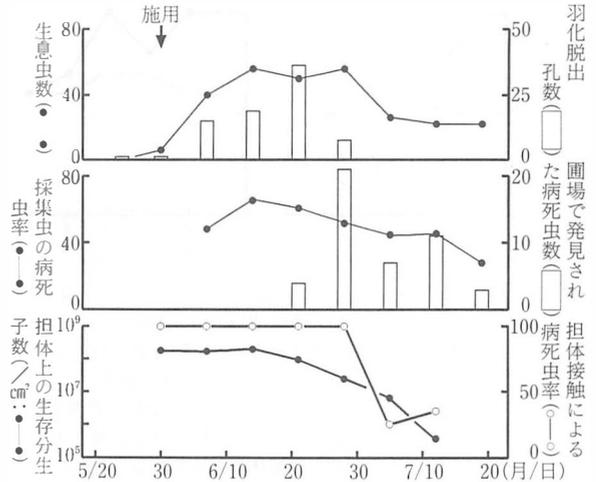


図-4 *B. brongniartii* 製剤施用圃場におけるゴマダラカミキリ成虫の生息数、羽化脱出孔数、圃場で観察された病死虫数、採集虫の病死虫率、製剤上の生存分生子数および担体への接触による病死虫率<sup>a)</sup>  
<sup>a)</sup>:健全虫を収容した容器に回収した製剤の一部(2.5×5 cm)を入れ24時間接触させた後、個体飼育を行い感染の有無を調査した。

研究室で培養した糸状菌を使用する場合は、施用前に分生子懸濁液・培養担体上の単位体積(面積)当たりの分生子数と分生子の発芽率を調査する。製剤の試験であっても、製造後に分生子の生存率が低下することが考えられるので、施用前に同様の調査を行い、表示された力価が保持されていることを確認する必要がある。施用後も施用植物上や培養担体上の分生子数の推移を調査することも必要である。特に、培養担体は施用後も新たに分生子が形成されるため、この調査は重要である。

*B. brongniartii* 製剤の試験では、生息密度、感染率および病死虫の発生推移を調査すると同時に、施用した製剤を回収して単位面積当たりの分生子数と発芽率を調査した。さらに、回収した培養担体にゴマダラカミキリを接触させ感染の有無を調査し、圃場における菌密度および感染力維持期間(残効)を推定するための目安とした(図-4)。分生子懸濁液散布でも、施用植物に対象害虫を接触させ感染率を求める方法や、植物体上の分生子を回収する方法で調査が可能である。

以上の調査をすべて実施するには多大の労力を必要とする。試験に当たっては、調査目的に応じて調査項目を選ぶ必要がある。

化学合成農薬では、対象害虫の密度と被害程度を対照薬剤と比較して評価する。昆虫病原糸状菌は化学合成農薬と性格が異なるため、その効果を単純に比較すること

は適切ではない。あくまで、要防除水準を基準とした防除効果を中心に、菌の残効、水平伝播や二次感染による副次的効果、天敵に与える影響などを総合して、実用性や普及性を評価しなければならない。

## V 昆虫病原糸状菌の普及上の問題点

現行の防除体系に昆虫病原糸状菌製剤を導入するためには、他の病害虫の防除に利用される農薬が製剤に与える影響について明らかにし、新しい防除体系を組み立てなければならない。また、昆虫病原糸状菌の感染が成立するためには好適な温度と高い湿度が一定期間継続する必要があるため、防除体系と同時にこれらの条件を満たす栽培管理を確立する必要もある。

昆虫病原糸状菌は低温での保管が必須であり、通常の農薬と同じ流通経路で輸送・貯蔵することはできない。

しかし、農薬を取り扱う卸業者、小売業者、JA、農家は専用の低温庫を保有していない。このため、製造場所から使用する現場までの輸送あるいは貯蔵法についても事前に検討しておくことが必要である。

昆虫病原糸状菌は、化学合成農薬と異なる特徴を多く持っている。また、施用方法、施用時期、施用時の栽培管理などの注意事項も多い。さらに、効果の判定法も化学合成農薬と異なる場合が多い。普及に際しては、普及を担当する技術者、普及センターやJAの技術員、使用する農家に対してこれらの技術を移転し、製剤を使用させる必要がある。

## 引用文献

- 1) 柏尾具俊・氏家 武(1988): 九病虫研究会報 34: 190~193.
- 2) 堤 隆文・山中正博(1995): 応動昆 39: 267~269.

発行

日本植物防疫協会

# 「昆虫の飼育法」

湯嶋 健・釜野静也・玉木佳男 共編

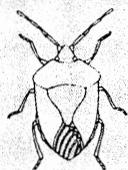
収録種(項目)数 126種

B5判 400ページ

定価 12,000円(本体 11,650円) 送料サービス

## 昆虫の飼育法

湯嶋 健  
釜野静也 編  
玉木佳男



社団法人 日本植物防疫協会

昆虫の飼育法について、実際に飼育に従事されている方に、独特のコツを含めて詳述していただいた。総論では、共通性のある、餌の種類/人工飼料の調整/飼育虫の病気対策/虫質管理/飼育環境/飼育施設/飼育計画と作業計画などを、各論では、126種(項目)の虫につき、材料の採集/餌/飼育法/作業計画/注意事項と問題点/参考文献などを詳述。付録に、ビタミン混合とその作り方、無機塩混合物とその作り方、昆虫用市販人工飼料リストを付す。

〈お申し込みは前金(現金書留・郵便振替)で本会まで〉