

日頃より IPM 技術の普及にご支援頂き、またアリスタ IPM 通信をご愛読いただき、厚く御礼申し上げます。

2月9日に農林水産省が公表した平成29年 農林水産物・食品の輸出額は8073億円となり、5年連続で増加傾向とのことです。

農産物では、いちご、緑茶や米が増加しました。

政府は平成31年に輸出額1兆円を目指しており、ますます農産物の安定生産や現地の農薬残留基準にあった生産体制の整備が望まれます。

私たちアリスタは、IPM 通信や各地の営業担当者を通じて生産者の皆さんに役立つ生産資材の情報提供をして農産物の生産に貢献したいと考えています。

今後ともアリスタ IPM 通信をよろしくお願いいたします。

アリスタ ライフサイエンス(株) マーケティング部 部長 梶田 信明

<目次>

お知らせ・適用拡大のお知らせ	P.2
特別寄稿	
微生物的防除のはなし 静岡大学名誉教授 西東 力	P.4
1. 新しい農業と「バイオスティミュラント」の必要性について(4)	P.15
〈生産者の声〉	P.19
さいごに	P.23

<お知らせ>

☆ 有用微生物入り土壌改良資材「トリコデソイル」に 4 個パック品 (250g × 4 個) が登場！

大規模な圃場にもたっぷり使用できます。

4 個パックは、目安として本圃の場合は 40 アール、

育苗トレイの場合は 1000 トレイに使用できます。

従来どおり、単品 (250g) も販売しております。



トリコデソイルを健全な苗づくり、強い根圏づくりにお役立てください。

☆ 植物由来成分入り葉面散布肥料「ハーモザイム」のボトルが新しくなりました。

えだまめの増収や、果菜類の成り疲れ防止など、今注目を浴びている葉面散布肥料「ハーモザイム」のボトルデザインを一新しました。

内ブタを簡単に切ることができる突起付きのライトグリーンキャップが目印です。

容量・レシピなどの変更はございません。1 本で 10 アールに 10 回分の葉面散布が可能です。

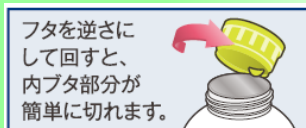
ハーモザイムの増収・品質改善効果を是非一度お試しください。



旧ボトル



新ボトル



フタを逆さにして回すと、内フタ部分が簡単に切れます。

☆ 大きく！便利に！新しく！「ミニポール・ブラック」の巣箱が新しくなりました。

■ 主な変更点

- ① 巣箱を大型化し、寿命が延長。利用面積も拡大
- ② 花粉の給餌口を新設。上蓋を持ち上げることなくラクラク給餌
- ③ 新しいビーホームシステムにより働き蜂の回収機能を向上
- ④ 巣箱の大型化に伴い、餌用糖液量を旧型巣箱よりも 40% 増量
- ⑤ 巣箱、巣門の目印“ビービジョンシステム”を新たに搭載
- ⑥ 添付の給餌用花粉を 3g × 20 袋から、3g × 40 袋に増量



巣箱の改善を行ったことで、利便性が向上し、利用用途の拡大についても期待できます。また、大幅な改善・リニューアルをすることにより、利用期間も延長します。引き続きのご愛顧を宜しくお願い申し上げます。

☆【お申込はお早めに！】日本生物防除協議会シンポジウム開催のお知らせ

本シンポジウムでは、新しいIPM 防除技術の講演や生物防除の先進的な事例などをご紹介します。

講演会後にポスターセッションにて講演者と参加者との交流会を行います。

生物農薬への一層のご理解を深め、全国の普及のきっかけとなるよう、皆様のご参加をお待ちしています。

日時	2018年 2月27日(火) 11:00~17:50
場所	東京大学伊藤国際学術研究センター 伊藤謝恩ホール 東京都文京区本郷7丁目3-1
参加費	3,000円 (講演要旨代として) ※シンポジウム終了後、同会場にて懇親会を行います (懇親会費別途5,000円)

開催のお知らせ
当日のプログラム
はこちらをクリック

参加のお申込は
こちらをクリック

- 受付完了後、後日事務局より「受付番号」を記載した申込み用紙をメールにてお送りいたします。
- 参加当日は、「受付番号」が記載された申込み用紙（申込後、事務局より送付）を、会場受付にてご提示ください。
- シンポジウム 3,000円(講演要旨代)、懇親会参加費 5,000円 です。
※ 参加費は当日会場受付にてお支払いください。
※ 領収書につきましては、会場受付にてお申し付けください。

<適用拡大のお知らせ>

☆殺虫剤『トクチオン®乳剤』は、「だいず」の「カメムシ類」にも使えるようになりました。

また、「だいず」の「マメシクイガ」の希釈倍数を「1000倍」から「1000~1500倍」に変更しました。

【適用害虫と使用方法】

※今回変更内容のみ抜粋

作物名	適用病害虫名	希釈倍数	使用液量	使用時期	本剤の使用回数	使用方法	プロオホスを含む農業の総使用回数
だいず	マメシクイガ	1000~1500倍	100~300ℓ/10a	収穫30日前まで	3回以内	散布	3回以内
	シロイチモジマダラメイガ ハスモンヨトウ アブラムシ類 ツメクサガ ハダニ類 カメムシ類	1000倍					

<特別寄稿>

微生物的防除のはなし

静岡大学名誉教授 西東 力

農作物に有害な病害虫や雑草を防除するために生物の機能を利用するのが生物的防除である。生物的防除の素材は天敵昆虫と天敵微生物に大別され、後者を利用する場合は特に微生物的防除と呼ばれている。

初めに‘微生物的防除の歴史’を駆け足でたどってみたい。

次に昆虫を侵す微生物(ウイルス、細菌、糸状菌、原虫)のうち、糸状菌に的を絞って‘昆虫病原糸状菌による病気’と‘昆虫病原糸状菌の利用上の留意点’について概説したい。

I. 微生物的防除の歴史

微生物的防除の系譜は青木清著の昆虫病理学(1957)と福原敏彦著の昆虫病理学(1979)に詳しい。それによると、昆虫が病気にかかることに気づいたのは蜜蜂や蚕が家畜化された紀元前にまでさかのぼる。中国では紀元前 2700 年頃に蚕の病気が記録されており、ヨーロッパではアリストテレスが蜜蜂の病気について記述している。近代になると、フランス、イタリア、日本などの養蚕国で蚕病の研究が飛躍的に進み、有名なパスツール(1822-1895)も若いころ蚕の軟化病の研究に取り組み、病原体は桿菌(おそらく *Bacillus thuringiensis*)であると述べている。

今から 100 年ほど前まではもっぱら有用昆虫(蜜蜂と蚕)を病気から守るための研究であった。化学合成農薬がなかった時代、こうした病原体を害虫防除に利用しようという考えが芽生えたのは当然の成り行きであり、それを実践したのがメチノコフ(1845-1916)である。彼は昆虫病原糸状菌(メタリジウム)の罹病虫や孢子を混入した土にコガネムシ幼虫を放飼して感染させることに成功した。のちに彼はノーベル生理学賞(1908 年)をもらっているが、これは別の研究(免疫に関する業績)によるものである。

1930 年代に入ると本格的な微生物的防除が始まった。米国では 1939 年に細菌の一種 *Bacillus popilliae* によるマメコガネ防除事業が開始された。ちょうどそのころ我が国でもスギやヒノキの苗木の根を害するコガネムシの防除に昆虫病原糸状菌の一種 *Isaria kogane* (= *Beauveria brongniartii*) が用いられている。*Isaria kogane* の培養には製糸工業の副産物であった蚕蛹が利用され、この蚕蛹を滅菌した堆肥に混入してさらに繁殖させてから苗畑にすき込んでいた。著者が学生だった 1970 年代初頭、駒ヶ根営林署で巨大な鉄釜を見た覚えがある。直径が 5m もあっただろうか、赤く錆びた丸い鉄釜が畑の一角に置いてあり、当時はこれで大量のバーク堆肥を滅菌したと聞かされた。おもしろいことに培養物を畑にすき込む方法は 80 年たった今日も行われている。

微生物的防除のバックボーンは昆虫病理学である。第 2 次世界大戦後間もなく、カリフォルニア大バークレー校のスタインハウス(1914-1969)は昆虫の病気に関する知見を集大成し *Principles of Insect Pathology* (1949 年)を著した(図 1)。

ちなみに、タナダ(バークレー校)・カヤ(デービス校)の *Insect Pathology* (1993 年)は‘昆虫病理学の父’と呼ばれているスタインハウスに捧げられたものである。

その後、微生物的防除関連の実用書も数多く出版されるようになり、今日に至っている。



図 1 昆虫病理学の成書

左からスタインハウスの「Principles of Insect Pathology」、タナダ・カヤの「Insect Pathology」、青木清の「昆虫病理学」、福原敏彦の「昆虫病理学」

すべての生物は食物連鎖の輪の中にあり、無数の天敵に囲まれて生活している。

食物連鎖のどこを切り取っても「食うものと食われるもの」の関係が存在し、この一断面に着目するのが生物的防除法である。この意味で生物的防除は理にかなった方法と言えるが、第 2 次世界大戦後に化学合成農薬が華々しく登場すると、生物的防除は隅に追いやられてしまった。

その間に殺虫剤抵抗性の害虫が台頭し(図 2)、それに伴ってリサージェンス※1 が顕在化するようになった。皮肉にも、このリサージェンスが天敵の重要性を再認識させてくれた。

※1 編集部注：“resurgence=誘導多発生”(化学農薬を散布したあと、その農薬に抵抗性をもつ該当の害虫が増えしまったり、その害虫を捕食、寄生する天敵昆虫がいなくなりその害虫が増えてしまうこと)

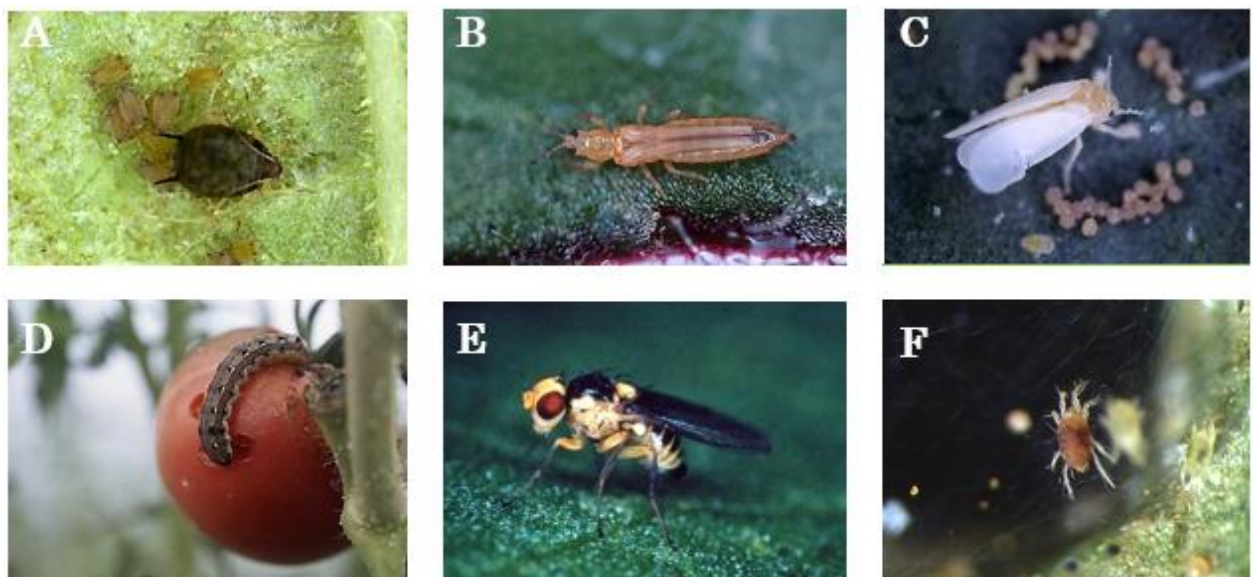


図 2 代表的な殺虫剤抵抗性害虫

A: ワタアブラムシ

B: ミカンキイロアザミウマ

C: タバコナジラミバイオタイプ B

D: ハスモンヨトウ

E: マメハモグリバエ

F: ナミハダニ

昆虫を侵す微生物はウイルス、細菌、糸状菌、および原虫である。The Manual of Biocontrol Agents (2014) によると、殺虫用の微生物として 26 種が記載されている。

これに我が国で登録されているものを加えると 30 種になるが(表 1)、実際はもっと多いと思われる。微生物的防除の素材は増え続けており、これは期待の表れでもある。

表 1 The Manual of Biocontrol Agents (2014) に記載されている殺虫用の微生物

微生物種	主な標的
V: ウイルス、B: 細菌、F: 糸状菌、N: 原虫	
<i>Adoxophyes orana</i> GV (V)	リンゴコカクモンハマキ
<i>Autographa californica</i> NPV (V)	イラクサギンウワバ
<i>Bacillus firmus</i> (B)	センチュウ類
<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>Aizawai</i> (B)	コナガ、ヨトウムシ類
<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>Israeliensis</i> (B)	ハエ目
<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>Kurstaki</i> (B)	オオタバコガ、シロイチモジヨトウ
<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>Tenebrionis</i> (B)	コロラドハムシ
<i>Beauveria bassiana</i> (F)	昆虫全般
* <i>Beauveria brongniartii</i> (F)	ゴマダラカミキリ、キボシカミキリ、センノカミキリ
<i>Chromobacterium subtsugae</i> (B)	イサクサギンウワバ、コナガ、アザミウマ類
<i>Cydia pomonella</i> GV (V)	コドリガ、ナシヒメシンクイ
<i>Helicoverpa armigera</i> NPV (V)	オオタバコガ
<i>Helicoverpa zea single capsid</i> NPV (V)	タバコガ
* <i>Homona magnanima</i> GV・ <i>Adoxophyes orana fasciata</i> GV (V)	チャハマキ、チャノコカクモンハマキ、リンゴコカクモンハマキ
<i>Isaria fumosorosea</i> (F)	マメコガネ、コナジラミ類、カイガラムシ類、ハダニ類
<i>Lecanicillium muscarium</i> (F) ※2	アザミウマ類、コナジラミ類、ハダニ類
<i>Lymantria dispar</i> NPV (V)	マイマイガ
<i>Lymantria dispar multiple</i> NPV (V)	マイマイガ
<i>Metarhizium anisopliae</i> subsp. <i>Acridum</i> (F)	バッタ類
<i>Metarhizium anisopliae</i> (F)	チョウ目、コウチュウ目、シロアリ
<i>Myrothecium verrucaria</i> (F)	センチュウ類
<i>Neodiprion abietis</i> NPV (V)	ハバチの一種
<i>Nosema locustae</i> (N)	バッタ類
<i>Paecilomyces fumosoroseus</i> (F)	タバココナジラミ、モモアカアブラムシ
<i>Paecilomyces lilacinus</i> (F)	センチュウ類
* <i>Paecilomyces tenuipes</i> (F)	コナジラミ類、アブラムシ類
<i>Purpureocillium lilacinus</i> (F)	センチュウ類
<i>Spodoptera exigua</i> NPV (V)	シロイチモジヨトウ
<i>Spodoptera littoralis</i> NPV (V)	ヨトウムシの一種
* <i>Spodoptera litura</i> NPV (V)	ハスモンヨトウ

* 追加した微生物

※2 編集部注: マイコタールの有効成分パーティシリウム レカニの学名 *Verticillium lecanii* は、現在 *Lecanicillium muscarium* に変更になっており、本文中の *Lecanicillium muscarium* は、マイコタールの有効成分と同種のものです。

II. 昆虫病原糸状菌による病気

昆虫病原糸状菌は鞭毛菌類、接合菌類、子囊菌類、担子菌類、および不完全菌類に分類される。

微生物的防除にとって子囊菌類と接合菌類はとくに重要である。

子囊菌類のいくつかの菌種は製剤化され微生物農薬として使われている。一方、接合菌類は微生物的防除への利用が期待されているが、実用に至っていない。

1. 子囊菌類

漢方薬として珍重される「冬虫夏草」は子囊菌の *Cordyceps* に感染した昆虫の死骸である(図 3)。

死骸から細長いきのこが生えてきて、その先端に子嚢胞子をつくる(図 4)。

子嚢胞子は完全世代(テレオモルフ)の胞子で、不完全世代(アナモルフ)には別の胞子(分生子)をつくる(図 5)。市販の昆虫病原糸状菌剤(*Beauveria bassiana*、*Metarhizium anisopliae*、*Isaria fumosorosea*、*Lecanicillium muscarium* など)は分生子を製剤化したものである。

ちなみに、上記の菌種はかつて不完全菌類(完全世代が不明)として取り扱われていたが、遺伝子レベルの系統解析などから子囊菌類に帰属することが明らかになった。このほかにも数多くの重要種が不完全菌類から子囊菌類に移されている(*Nomuraea rileyi*、*Ashchersonia aleyrodis*、*Hirsutella thompsonii* など)。



図 3 漢方薬の冬虫夏草



図 4 冬虫夏草(クモタケの一種)

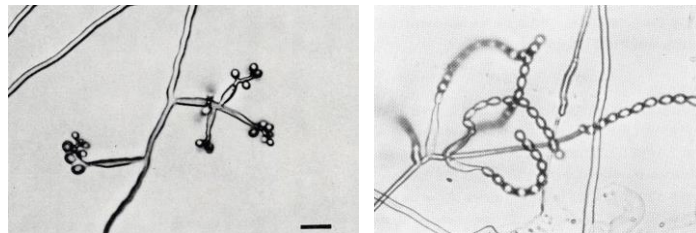


図 5 *Beauveria bassiana* (左)と *Isaria fumosorosea* (右)の分生子

昆虫病原糸状菌は昆虫の皮膚から感染する。まず分生子が宿主の体表に付着して発芽する。クチクラを貫通した菌糸は各組織と血体腔内で増殖し、最終的に宿主を死に至らしめる。宿主が致死するまでに3~4日かかる。死体は硬化し、やがて内部から菌糸が出てきてそこに無数の分生子がつくられる。この分生子が飛散して新たな感染を引き起こす。子嚢胞子によっても感染が起こる。子嚢菌に感染した昆虫を図 6 に示す。

ちなみに、*Beauveria bassiana* は白殭病菌、*I. fumosorosea* は赤殭病菌、*M. anisopliae* は黒殭病菌、*N. rileyi* は緑殭病菌などと呼ばれることがある。これは蚕病の呼称に由来する。「殭」はミイラのように乾燥して硬くなるという意味、「白」や「赤」などは死骸に生じた分生子の色を指している。

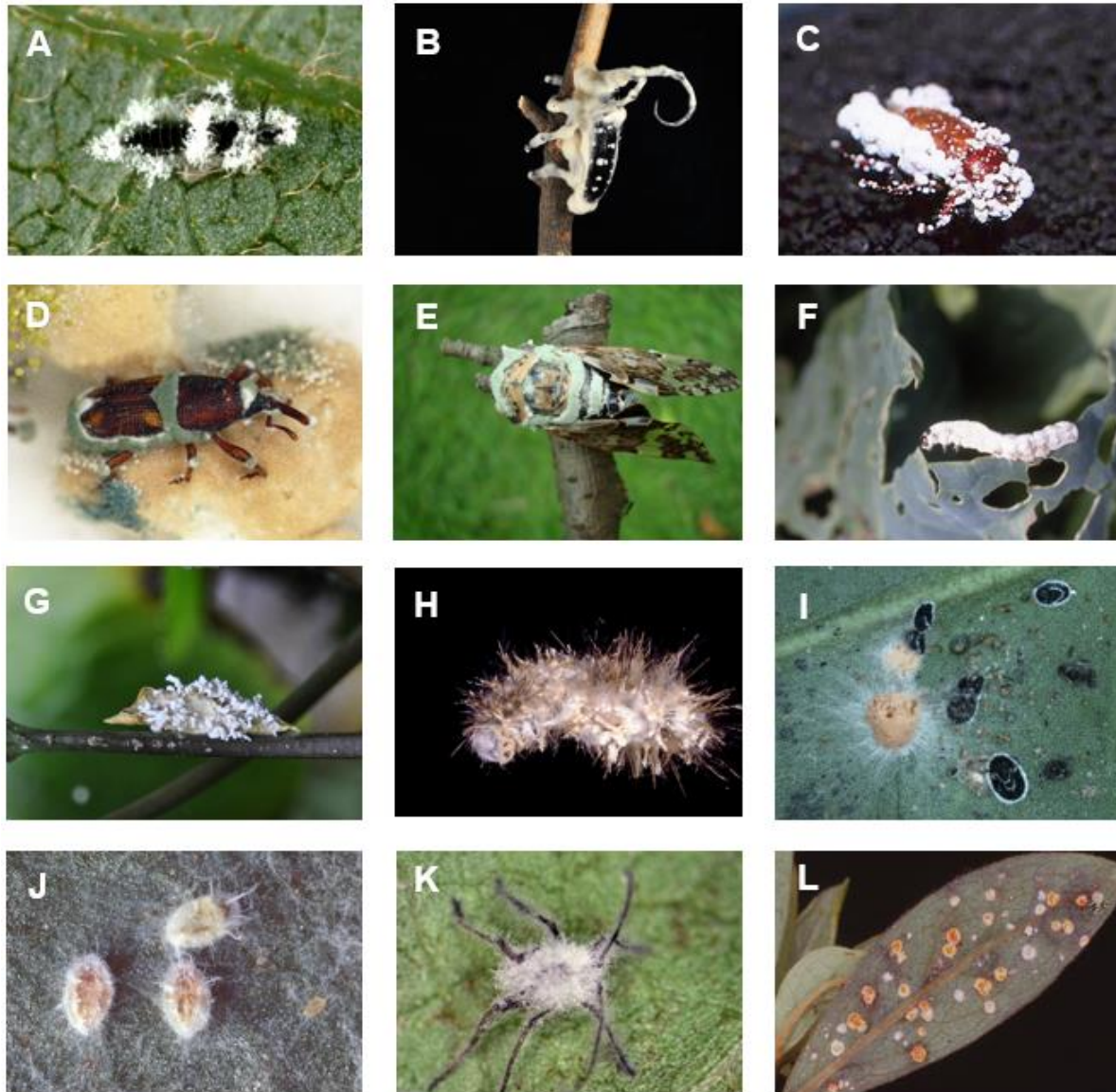


図 6 子囊菌に感染した昆虫

- A: *Beauveria bassiana* (カキクダアザミウマ)
- B: *Beauveria brongniartii* (ゴマダラカミキリ)
- C: *Beauveria brongniartii* (ナガチャコガネ)
- D: *Metarhizium anisopliae* (コクゾウムシ)
- E: *Metarhizium* sp. (ニイニイゼミ)
- F: *Nomuraea rileyi* (ハスモンヨトウ)
- G: *Isaria cateniannulata* (スジグロシロチョウ)
- H: *Isaria* sp. (クワゴマダラヒトリ)
- I: *Paecilomyces cinnamomeus* (チャトゲコナジラミ)
- J: *Lecanicillium muscarium* (タバココナジラミ)
- K: *Lecanicillium* sp. (ダイズアブラムシ)
- L: *Ashchersonia aleyrodis* (ツツジコナジラミ)

2. 接合菌類

接合菌類を代表するのが流行病を引き起こす疫病菌である。

アフリカでサバクトビバッタが大発生すると疫病菌の一種 *Entomophaga grylli* が流行して大発生を終息させることは有名である(図7)。

国内では馬毛島と関西空港のトノサマバッタで *E. grylli* による流行病が観察されている。



図7 *Entomophaga grylli* に感染したショウリヨウバッタ

疫病菌は100種を超える大きなグループである。その特徴は分生子(図8)を弾き飛ばすことである。

弾き飛ばされた分生子は死体の周りに堆積する(図9)。

前述したように、子囊菌類の分生子は宿主に付着したときにのみ発芽し、発芽するまでに7~10時間ほどかかる。これに対し、疫病菌の分生子は宿主の有無にかかわらずすぐに発芽する。このため宿主に付着したときは短時間のうちに感染する。宿主に遭遇しなかった分生子は二次分生子をつかって次の感染の機会を待つ(図10)。

寄主特異性が高いことも疫病菌の特徴で、菌種によって感染する昆虫はある程度決まっている。

身近な昆虫で疫病菌をみただけであればアブラムシのコロニーを探すとよい。丸く膨れて茶色に変色した病死体とその周りに弾き飛ばされた無数の分生子がみられるはずである。疫病菌に感染した昆虫を図11に示す。

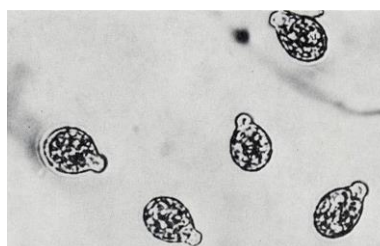
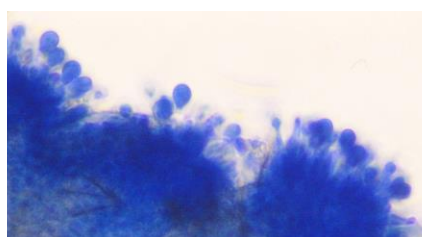


図8 *Neozygites paravispora* に感染したミナミキイロアザミウマの体表に生産された分生子(左)と飛び散った分生子(右)



図9 ハスモンヨトウ幼虫の死骸の周りに堆積した疫病菌の分生子

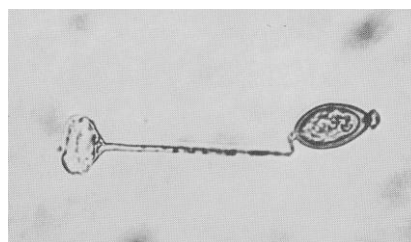


図10 *Neozygites paravispora* の二次分生子

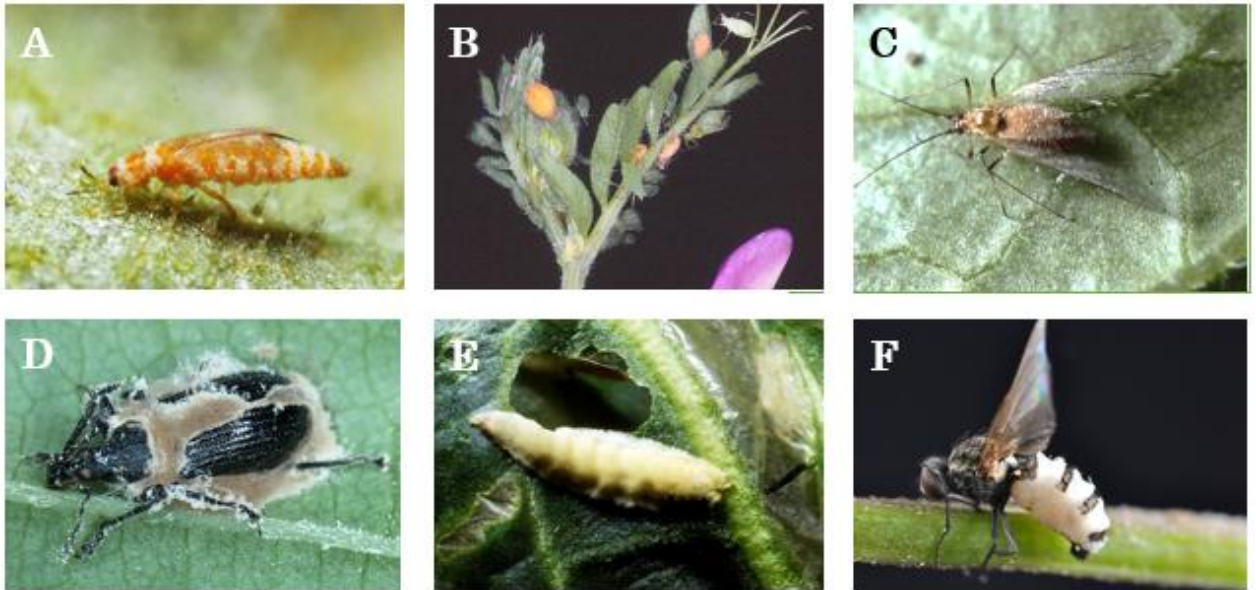


図 11 疫病菌に感染した昆虫

- A: *Neozygites paravispora* (ミナミキイロアザミウマ)
- B: 疫病菌の一種 (エンドウヒゲナガアブラムシ)
- C: 疫病菌の一種 (アブラムシの一種)
- D: 疫病菌の一種 (コウチュウの一種)
- E: 疫病菌の一種 (コナガ)
- F: 疫病菌の一種 (ハエの一種)

流行病を引き起こす疫病菌は微生物的防除の素材として魅力的である。

しかし、培養の難しい菌種が多いうえ分生子はすぐに発芽してしまう。

このため、海外では疫病菌に感染させた昆虫を放飼して病気を蔓延させる方法が試みられているが、満足できる結果は得られていない。

疫病菌は分生子のほか休眠胞子もつくるが、その利用法も研究途上にある。

Ⅲ. 昆虫病原糸状菌の利用上の留意点

昆虫病原糸状菌を上手に利用するためには、その特性を理解したうえで状況に応じた創意工夫が必要である。いくつかの留意点について将来の展望を含めて概説したい。

1. 分生子の発芽には高湿度が不可欠

昆虫病原糸状菌の感染は宿主昆虫の皮膚に付着した分生子の発芽から始まる。

分生子の発芽は湿度によって大きく左右される。たとえば、*L. muscarium* の分生子は、湿度 100% の場合、7 時間ほどで発芽率は 100% に達するが、湿度がわずかに低下 (97%) しただけで 9 時間経過しても発芽率は 50% に届かないという報告がある。高い感染率を得るには高湿度環境を 10 時間以上維持する必要がある。昆虫病原糸状菌製剤を施設栽培で使用する場合、夕刻から翌朝まで側窓と天窓を閉め切ったままにするので、12 時間ほど高湿度を維持できる。二重カーテンを張ると湿度はさらに高まるので、備えていればぜひ利用したい。なければ大きなビニールをかぶせてもよい。このほか、雨や曇りの日を選んで散布する、通路に散水するなど、湿度を高める工夫はいろいろ考えられる。ちなみに、製剤に水を加えて数時間放置すると分生子は吸水して発芽しやすくなる。この前処理を行ったのちに散布するのが望ましい。

実は、分生子が発芽したとしても感染はまだ完了していない。表 2 は、*L. muscarium* の分生子を接種したオンシツコナジラミ幼虫に対して経時的に殺菌剤(トリフルミゾール)を処理して、殺菌剤を処理しなかったオンシツコナジラミの死亡率と比較した結果である。接種後 24 時間以内に殺菌剤を処理すると死亡率は 50%ほどであり、感染の途中であることがわかる。一方、接種後 48 時間が経過すると殺菌剤の影響は認められなくなり、感染はすでに終了していた。つまり、感染の成立までに 2 日程度かかる。言い換えれば、昆虫病原糸状菌を散布してから少なくとも 2 日間は殺菌剤の使用を控えなくてはならないことになる。

表 2 *Lecanicillium muscarium* の分生子を接種したオンシツコナジラミ幼虫に殺菌剤(トリフルミゾール)を処理した場合の死亡率(%)

分生子処理と殺菌剤処理の間隔(時間)	死亡率(%)
0	44
12	47
24	57
48	92
72	92
対照(殺菌剤処理なし)	95

2. 連続散布で感染のチャンスを増加

昆虫病原糸状菌製剤の一般的な処理法は、水で薄めた菌液($10^6 \sim 10^7$ 分生子/ml)を 1~2 回散布するというものである。菌液の濃度はかなり高いと言えるが、まったく感染しないことがある。どうして感染しないのだろうか。ここで自然感染の過程を想像してみたい。まず病死体の分生子が風などによって飛散し、ごくわずかの分生子が昆虫の体表に繰り返し付着する。そして環境条件(温度や湿度)が整ったときに一気に感染するのであろう。この想像通りならば、昆虫病原糸状菌製剤の散布濃度はもっと薄くてかまわないかもしれない。そのかわり散布回数を大幅に増やし感染のチャンスを増やすべきだろう。たとえば、スプリンクラー灌水やチューブ灌水の水に少量の製剤を添加して頻繁に散布するやり方も考えられる。

3. 静電散布は昆虫病原糸状菌に最適

化学農薬の散布法のひとつに静電散布がある。

静電散布とは噴霧液をマイナスに帯電させて植物体に付着させやすくするものである。装置は市販されており、おもに施設栽培で利用されている。この散布法は昆虫病原糸状菌製剤に最適である。

たとえば、夕刻から翌朝まで側窓や天窗を閉め切ったなかで静電散布機を無人運転するが、これはそのまま昆虫病原糸状菌製剤に適用できる(図 12)。噴霧液は浮遊しながら植物体にむらなく付着するため、葉裏に寄生する害虫(コナジラミやアブラムシなど)に対してもよく感染する(図 13)。ただし、通常の散布法と比べて植物体への付着量が増すため、化学農薬の場合は静電散布の登録が必要となっている。



図 12 昆虫病原糸状菌の静電散布



図 13 静電散布(*Lecanicillium muscarium* 製剤)で感染したタバココナジラミ

4. IPM の課題は殺菌剤の影響

トリフルミゾールが昆虫病原糸状菌の感染を阻害することを表 2 に示したが、本剤に限らず殺菌剤の多くは昆虫病原糸状菌の発芽や発育を阻害する(表 3)。このため、殺菌剤を併用する場合は影響の少ない殺菌剤を使用するか、十分な間隔をとって散布する必要がある。しかし、いずれにしても殺菌剤の使用は制限されることになり、これが昆虫病原糸状菌の使い勝手の悪さにつながっている。

殺菌剤の影響を受けない昆虫病原糸状菌があれば、この問題を抜本的に解決できる。

農作物の品種改良の分野では量子ビーム(ガンマ線、イオンビーム)照射による突然変異育種が広く行われている。そこで、この技術を昆虫病原糸状菌に応用したところ、殺菌剤に対して高度の抵抗性を示す菌株が得られた(表 4)。

他の変異についても検討する必要があるが、最も重要な病原力については確認されている。育種は昆虫病原糸状菌が抱える課題の解決策のひとつであろう。

表 3 *Beauveria bassiana* と *Lecanicillium muscarium* に対する殺菌剤の影響(コロニー直径の減少率%)

市販の殺菌剤	<i>Beauveria bassiana</i>			<i>Lecanicillium muscarium</i>		
	× 1000	× 3000	× 10000	× 1000	× 3000	× 10000
糸状菌用						
トリホリン	98	69	49	72	44	2
ベノミル	91	89	85	81	78	65
トリフルミゾール	86	84	80	92	89	89
トリアジメフォン	86	71	53	95	89	72
ジクロフルアニド	83	82	77	80	77	69
ピンクロゾリン	83	79	73	64	61	53
キャプタン	77	76	65	73	63	32
チオファネートメチル	77	75	74	85	83	83
ビテルタノール	63	61	53	82	78	73
プロシミドン	62	60	48	32	26	20
フェナリモル	60	59	50	59	45	19
マンネブ	57	56	45	50	35	27
イプロジオン	53	51	37	50	40	24
ピラゾホス	52	32	17	28	12	8
キノメチオネート	50	46	45	65	58	51
ジネブ	49	48	41	38	25	18
ジチアノン	35	27	25	29	13	13
メプロニル	32	28	23	44	39	34
硫黄	28	26	18	39	30	26
TPN	9	7	6	47	43	38
細菌用						
オキシ銅	57	36	26	56	32	10
塩基性硫酸銅	20	7	6	67	57	28
水酸化第二銅	17	7	0	5	1	1

注) × 1000、× 3000、および × 10000 は殺菌剤の希釈倍数

表 4 *Beauveria bassiana* と *Isaria fumosorosea* 変異体のベノミル抵抗性

菌株	EC ₅₀ (ppm)	抵抗性比	照射
<i>Beauveria bassiana</i>			
親株	0.99	1	
BB22	564	570	イオンビーム
BB24	828	836	イオンビーム
<i>Isaria fumosorosea</i>			
親株	2.5	1	
Ib-34	> 5000	> 2000	イオンビーム
Gr-5	> 5000	> 2000	ガンマ線
GrIb-9	1855	742	ガンマ線 + イオンビーム

5. 天敵昆虫への感染に留意

昆虫病原糸状菌が天敵昆虫に感染することが問題化したという話は聞かない。

しかし、天敵昆虫の多くは *B. bassiana*、*I. fumosorosea*、*L. muscarium* などの宿主範囲に含まれている。

たとえば、これらの製剤(1000 倍液)にオンシツツヤコバチのマミーカードを浸漬したところ、いずれも感染した(図 14)。またトマト栽培温室において寄生バチ(*Diglyphus isaea* 製剤)と昆虫病原糸状菌(*I. fumosorosea* 製剤)を併用したところ、稀に寄生バチへの感染が目撃された。

昆虫病原糸状菌と天敵昆虫の併用に実質的な問題はないかもしれないが、細心の注意を払うことに越したことはない。



図 14 昆虫病原糸状菌に感染したオンシツツヤコバチのマミーカード(室内実験)

A: *Beauveria bassiana* 製剤

B: *Isaria fumosorosea* 製剤

C: *Lecanicillium muscarium* 製剤

6. 昆虫・昆虫病原糸状菌の関係に植物が介在

昆虫と天敵の関係に植物が介在することがある。ハダニに加害された豆が天敵(カブリダニ)の誘引物質を放出することはその好例である。こうした三者相互作用(Tritrophic interaction)は昆虫病原糸状菌においても存在する。

著者が携わったワサビをめぐる事例を紹介したい。

一年中浅水が張られているワサビ田は昆虫病原糸状菌にとって格好の環境であるはずなのに、葉を食害するスジグロシロチョウが大発生しても病死体のみかけることは少ない。

その理由として、スジグロシロチョウがワサビ葉を食害すると殺菌作用のある辛味成分(アリルイソチオシアネート)が放出され、昆虫病原糸状菌の感染を妨げていることが考えられる。

事実、磨砕したワサビ葉を入れた容器内に昆虫病原糸状菌 (*B. bassiana* と *I. fumosorosea*) の分生子を投入すると発芽は阻害される(表 5)。

スジグロシロチョウはワサビ葉を食害することによって昆虫病原糸状菌から身を守っていることになる。こうした三者相互作用は微生物的防除の随所に存在しているかもしれない。

表 5 *Beauveria bassiana* と *Isaria fumosorosea* の分生子を磨砕したワサビ葉に暴露した場合の発芽率 (%)

ワサビ葉の量 (g/L 容器)	<i>Beauveria bassiana</i>	<i>Isaria fumosorosea</i>
0	100	100
1.3	100	100
3.8	2.7	4.5
6.3	1.8	0
13	0	0

7. 時代はめぐる

最後に 40 年前に聞いた話を紹介したい。

当時、我が国では化学合成農薬一辺倒の反省から生物的防除が見直されつつあった。一方、共産主義、社会主義の国々では化学合成農薬が行き渡っておらず、依然として生物的防除が続いていた。

中国では昆虫病原糸状菌を散布するのに花火式と地雷式という二つの方法があって、火薬の爆発とともに広大な畑に分生子をふりまいていたそうである。

そんな情報に我々は興味津々であった。

あれから 40 年。立場は逆転し、今度は化学合成農薬の時代を経験した彼らが生物的防除の情報収集に躍起になっている。

農業技術はとかく重装備に陥りやすい。そうではなくてシンプルで無理のない微生物的防除を目指したい。

必要なのは上手に感染させる仕組み作りである。

そのアイデアは身近なところからみつかるかもしれないし、異分野との連携、とくに工学領域との連携から生まれるかもしれない。

本格的な微生物的防除が始まってから 100 年足らず。

天敵微生物を自在に操るには我々の知識はまだまだ心もとない。

1. 新しい農業と「バイオスティミュラント」の必要性について(4)

－ 光合成について考える －

アリスタ ライフサイエンス(株) プロダクトマネージャー(バイオスティミュラント担当) 須藤 修

前号では、代表的なバイオスティミュラント資材について説明しました。

今回は普段植物生理学にあまり接点のない方にとっては懐かしい話になります。植物が行う最も重要な生命反応である「光合成」にスポットを当てます。

植物は複雑な生化学反応の組み合わせによってその生命を維持しています。ところが既に述べてきたように、植物をとりまく様々な環境ストレスが植物の生理機能を阻害しています。

とても興味深い点はどんなストレスであっても最終的には光合成の活動を阻害するようになります。

正常な光合成ができなくなると、植物は萎れたり、小型化したり、最悪の場合には枯死に至ってしまいます。

光合成反応をスムーズ行なうことが、まずは植物の生理を最適化することの第一歩になります。

光合成とは何か？

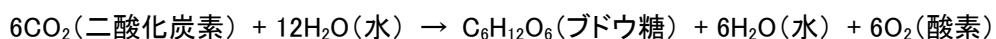
そのためには、今一度「光合成」とは何かを復習するする必要があります。

「光合成」は小中学校では「植物が光によってデンプンなどを作る働き」として習います。

高校では、「植物が光によって水を分解して酸素を発生し、二酸化炭素を有機物に固定する反応」として捉えられています。

また、光合成細菌と呼ばれる微生物たちは、水を使うことなく(硫化水素を使用)光合成を行いますので、より正確に表現すると「光によって環境中の物質から還元力を取り出し、その還元力とエネルギーによって二酸化炭素を有機物に固定する反応」ということができます。合成された炭水化物(ショ糖やデンプン)は光エネルギーの貯蔵物質であり、最終的には「呼吸」という光合成とは逆の反応(酸化反応)によってこのエネルギーを利用します。

光合成の反応は幾重にも複雑な化学反応の連続ですが、その収支を表した反応式は次のとおりです。



光合成の反応は、実際の農業場面ではどのように関わっているのでしょうか。

植物に水をやらないと枯れてしまうことは、おそらく子供でも知っています。

しかし植物はなぜ枯れるのでしょうか。いろいろな答えが返ってきます。

細胞を支える水の圧力がなくなるからでしょうか？

植物体内の液体の流れが滞って、肥料の吸収や同化産物の輸送ができなくなるからでしょうか？

まさか、植物の喉が渇くからではないはずですが。

しかし、前述の反応式をよく見てください。水が介在して初めて光合成は正常に反応するのです。

つまり水不足になれば光のエネルギーを使ってブドウ糖やでんぷんを合成すること自体が抑制されてしまいます。実際には植物は常にその細胞内に水を蓄えていますので、水不足になったから直ぐに光合成に悪影響が出るわけではありません。しかし極端な水不足が続けばいくら日当たりの良い場所で育っていても正常な光合成は継続できなくなるのです。

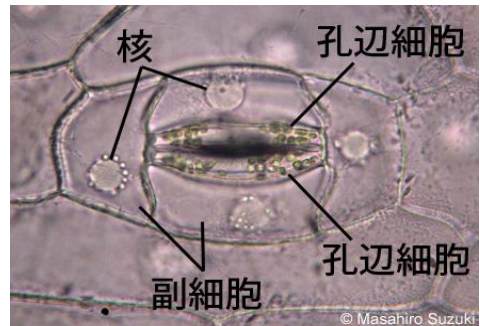
光合成のメカニズム

光合成が行なわれる場所や、二酸化炭素と水をどこから取り込んでいるのかを説明します。

まず光合成は葉緑体という組織の中で行なわれていますが、グラナという器官の膜(チラコイド膜)上と、グラナの外側(ストロマと呼びます)で2種類の反応が起こっています。

二酸化炭素は、植物の葉に存在する気孔という器官から取り込まれます。水は根を通じて得られる水分が活用されます。

光合成も化学反応なので、一般的には低温よりも高温の方が活発に反応する傾向があります(極端な高温は逆に光合成を阻害します)



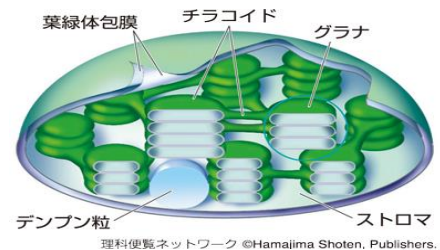
二酸化炭素の取り込みと水蒸気の放出口を兼ねる気孔の拡大写真

光合成は2つ化学工場の連携作業

光合成は2つの工場が連携して仕事をしている化学工場のような振る舞いをしています。

1つめの工場を「光化学反応」(こうかがくはんのう)と呼びます。

チラコイド膜上で起こっている化学反応です。膜上に存在するクロロフィル(葉緑素)などの色素が太陽の光をキャッチし、そのエネルギーで水分子の酸素を引き剥がして ATP や NADPH というエネルギーの運び屋を作る工程です。



葉緑体の構造

2つ目の工場は、光化学反応で得られたエネルギーを利用し、二酸化炭素からブドウ糖を合成する工程で、これを「カルビン回路」と呼んでいます。

カルビン回路はストロマ内で起こります。

植物から放出する酸素は、最初の工程である「光化学反応」で水分子から引き剥がされた酸素であり、この工程では全く役に立たない廃棄物です。この廃棄物によって我々人間を含む動物たちは繁栄を続けているわけです。

植物がもつジレンマ「光阻害」

カルビン回路の反応スピードは温度や二酸化炭素の濃度によって変化します。

ところが光化学反応では、太陽の光がある限りはクロロフィルが光エネルギーを変換し続けます。

土壤の乾燥や砂漠化による塩類障害で十分な水が供給されなくなると、植物はいち早く水を確保するために気孔を閉鎖します。その結果、二酸化炭素を十分に得ることが難しくなります。しかし太陽は相変わらず強い光を降り注ぎますので、結果的に光化学反応とカルビン回路の仕事量のバランスが悪くなってきます。

これにより余剰な光エネルギーが活性酸素(スーパーオキシド、過酸化水素など)となり、植物の細胞にダメージを与えるようになります。

このように二酸化炭素の取り込みに関しては、植物は大きなジレンマを抱えています。

気孔は二酸化炭素の取り入れ口であると同時に水分の放出口(蒸散口)でもあり、本来自らを護るために行った行為が結果的には二酸化炭素の取り込みをストップしてしまうことは実に皮肉な話です。

気孔を閉鎖する条件は他にもあります。

たとえば風通しが良すぎて蒸散が過剰になる場合にも植物は気孔を閉じます。その結果二酸化炭素の取り込みは抑制され、有害な活性酸素が発生します。

ブドウ糖製造工場「カルビン回路」

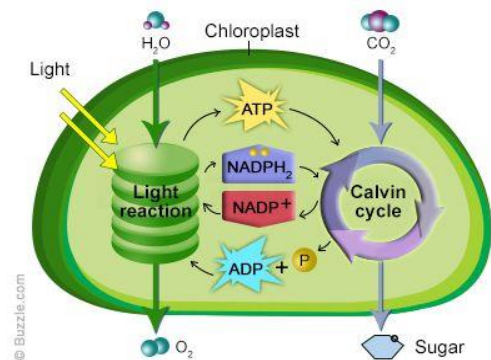
りんごの栽培を例にあげると、葉で合成された糖が転流により果実へ送られますが、大玉で甘いりんごを作るためには、正しい光合成が行われることが必須です。

気孔から取り込まれた二酸化炭素は「ルビスコ」という酵素によって異なる化合物(ホスグリセリン酸)に変換されます。

その後様々な化学反応を経てブドウ糖に変化していきますが、ここでも色々な酵素によって化学反応が行われています。

植物が窒素や磷を必要とするのは、これらの酵素たんぱく質の材料とするためです。

これらの酵素の生産が滞れば光合成に悪い影響が出るので、いかに肥料の供給が重要であるか理解できます。



光合成は光化学反応(左)とカルビン回路(右)の連携作業

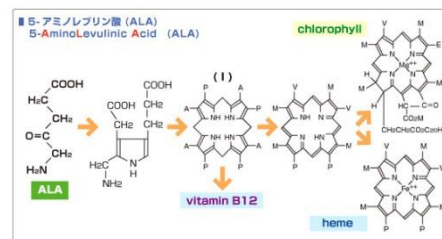
光合成を活性化するバイオスティミュラント

バイオスティミュラントが植物に有益な効果を発揮する時に、光合成の反応にどう関わっているのでしょうか。いくつかの例を以下に集めてみました。

5-アミノレブリン酸(ALA)は天然に存在するアミノ酸です。この物質はクロロフィル(葉緑素)の前駆物質であることは既に分かっています。適正濃度のALAを植物に葉面散布することによって、光合成を促進するという研究結果があります。

光合成が促進できれば同化産物も増加するので、増収や栽培期間の短縮も期待できます。

ALAは光化学反応のステージでクロロフィルの生産に関与し、有益な作用を与えているのであろうと考えられています。



ALAがB12個集まると(1)のような環構造をつくる(ポルフィリン類)。ポルフィリン類は鉄(Fe)やマグネシウム(Mg)、コバルト(Co)と結合して葉緑素(chlorophyll)や血液の赤色の素(heme)、ビタミンB12(vitamin B12)になる。



ペンタガーデン (コスモトレードアンドサービス)



ハーモザイム (アリスタ ライフサイエンス)

植物ホルモンのひとつであるサイトカイニンとは、葉の老化に伴うクロロフィルの分解を抑制することが分かっています。

一方、とうもろこしの抽出物質は、植物の内生サイトカイニンを合成する遺伝子を刺激し、内生サイトカイニンを増やす効果があるという研究報告があります。とうもろこし抽出物などの植物エキスを散布することによって、光合成のはたらきを安定化することが期待できます。

海藻資材に存在するある種のアミノ酸や多糖類は植物体内の浸透圧を正常な状態に保つ役目を持っています。

海藻資材を利用することによって、適切な水分の供給をサポートし、高温や乾燥による水ストレスに対抗できる健全な植物を得られることが分かってきました。

乾燥ストレスによる気孔の閉鎖を予防するひとつの方法として、海藻資材の利用は有益です。



BM START

(アリスタ ライフサイエンス(海外製品))

アミノ酸の葉面散布は、酵素たんぱく質や核酸のもととなる材料を直接供給するひとつの手法であると考えます。光合成やさまざまな二次代謝を行なうにあたって有用です。

この他にも光合成をスムーズにするためにはいろいろなアプローチ手法があります。

バイオスティミュラント資材とは異なる方法ですが、栽培施設内の二酸化炭素濃度を高める方法は高収量を目指す施設園芸では各地で採用されています。

遺伝子組み換え技術により気孔の開口量をアップして過剰の二酸化炭素を吸収させる技術も研究されています。

二酸化炭素を過剰に取り込むことができれば、糖類の合成量をアップすることができ、増収や栽培期間の短縮が期待できます。



光、二酸化炭素、温度、水が科学的に管理された先進的な施設栽培

光合成のどのステージに何がポジティブに作用しているのか、この点を理解することがバイオスティミュラントを使いこなすための第一歩ではないでしょうか。

「ただ漫然と、経験的に良いから使い続けている」では科学的ではありません。

何よりも経済的損失にも繋がってしまいます。

植物の生理活動を理解した上で、バイオスティミュラントとはうまく付き合っていきたいものです。

■引用

ホームページ「光合成の森」早稲田大学教育学部 園池公毅教授

「植物の体の中では何が起きているのか」横浜市立大学 嶋田幸久教授

＜生産者の声＞

1. 使ってま～す。奥さん絶賛・スワルスキーにスパイデックス

熊本市植木町（JA 鹿本植木支所） 井村 栄男・友紀さんご夫妻

「阿蘇くまもと空港」離着陸の際、上空から見下ろす窓の外には地上一面シルバー色のビニールハウス群が広がっている。農業県熊本独特の光景で、日本一の施設園芸県と言われる証である。

県内でも筆頭は熊本市。スイカ、メロン、トマトなど多くの果菜類などが生産され、例えば、スイカは熊本市を代表する品目として栽培面積が約 520ha、誰が食べるのだろうと思う位の大玉、小玉のスイカが約 1 万 6 千 t（推定 350～400 万個）生産されている。この中心地が「日本一のスイカの名産地」と知られる植木町。スイカ作約 200ha をはじめ多品目の果菜類が栽培されている。この町で、スイカ、キュウリ、ピーマン、ナスといった品目を導入し、周年施設園芸で人にも環境にもやさしい経営をめざしておられる井村さんご夫妻を紹介する。

就農して 25 年、当時は町ぐるみスイカばかりで

平成 5 年、21 歳で就農し今年で 25 年になります。当時は、ハウスでスイカ作 2ha 程度を中心に、雨よけキュウリなどを栽培していました。でも、スイカ作は、ハウス内に幾重にもカーテンやトンネルを張るため、狭い空間での定植、整枝、交配や防除作業などまさに重労働。収穫作業も 1 玉、1 玉が重く、収穫運搬する作業は足腰にも大変な負担です。また、収入も 1 回きり、収穫時のみしか得られず、病害虫や災害などでの収量減や販売価格の下落がとても心配でした。

平成 8 年結婚を契機に、スイカ中心の経営から、毎日出荷し換金できる軽量作の導入とリスクの分散も考え、しだいに、キュウリ作の面積を増やし、新規にピーマン、ナスを導入して、周年栽培を目指してきました。とは言っても、スイカは、日本一の産地ですから、そう減らすわけにはいきません。

今年の作付けは、ビニール連棟ハウス 90a、単棟ハウス 60a の 150a をフル活用し、スイカ（植え替え栽培や単棟 1 作などで 150a）、ピーマン（促成作 20a・夏秋作 10a）、キュウリ（春夏作 30a、抑制作 10a）を予定しています。

昨年まで、ナスの促成作も取り組んでいましたが、花の交配作業などが必須で労力に無理が出てくるため今年からやめました。

労力は、両親と私たち夫婦の 4 人で安定した雇用も難しく、忙しい毎日ですが子育て真っ最中ですので頑張っているところです。

地域全体・ハウス周年栽培で病害虫防除がより問題に

私が就農した平成 6 年頃には、地域でも、難防除害虫であるミナミキイロアザミウマやタバココナジラミなどの発生が問題となっていました。我が家でも、収穫間近のスイカ果実のお尻に、アザミウマが群がりお尻は、シマシマのスジ模様となり、ひどいとブヨブヨと柔らかくなり出荷もできません。

もちろん、ピーマンやキュウリでもこれら害虫が絶えず、コナジラミも目や鼻に入るほど多発します。

平成 10 年以降、これら害虫がウイルス病も蔓延させるということもわかり、なお一層大問題となってきました。がなかなか防除ができません。

しかも、地域全体が、スイカはじめ多品目のハウスでの周年栽培が進み、1 年中害虫がハウス内外で発生し途切れることがなく、地域をあげて「害虫を入れない・出さない・増やさない」をモットーに、防虫ネットの設置、収穫終了時のハウスの完全閉め切りと蒸しこみや化学農薬防除の徹底などに取り組んでいましたがなかなか成果が上がりませんでした。また、0.4 mm の防虫ネットを張ると、春先から初夏の収穫最盛期は、暑くてとても耐えられない作業環境になります。

現在、IPM 技術として、ヒートポンプを設置、0.4mm 目の赤いサイドネットを張り、天敵を導入するなど取り組んでいます。

スワルスキーとの出会いは 4 年前

植木町でも、大長ナス栽培農家で天敵利用が始まる中、私も、アドバイザーの方に「騙されたと思って使ってみらんね」と言われ、ピーマン、キュウリ、ナスにスワルスキーに利用しはじめました。

化学農薬だけに頼っていたので、小さなスワルスキーが発見できず思わず不安になり「本当に防除できるか?」と疑問を投げかける日々でしたが、害虫は減るし農薬の散布回数も大幅に減りました。

これには家内も大喜びで「スワルスキーを入れる前までは、1 週間に 1 回は農薬散布をしょったのに、今は月 1 回位の散布で他の仕事ができるもんね。経理担当からすると、殺虫剤も 1 週間に 1 回散布すると何万円もかかり、スワルスキーの方が経費も安くなるね」と大絶賛です。

現在、促成ピーマンで利用していますが、昨年 11 月 14 日に放飼した後、もう 2 か月殺虫剤は散布していません。

ただ、放飼時期には悩みますね。今年のピーマンは、10 月 25 日と定植が遅れ、気温が下がるので秋はやめて春に放飼を考えていたのですが「遅くなくても、年内放飼がスワルスキーも徐々に増えていいですよ」とアドバイスを受け、やってみました。スワルスキーが葉にも花にもいてくれて害虫は殆ど見られず安心していきます。

また、昨年、夏秋ナス栽培をしていたころ、ハダニが多発して防除に悩んでいましたがスパイデックスを紹介され、放飼したらハダニがいなくなり効果てきめんでした。

ルーペは離せませんね。家内と 2 人で観察しあっては「ここにいる」と声を掛け合い、単純な管理作業も面白くなってきます。

「だろろ散布」と「つつい散布」で失敗も

一番失敗するのが「農薬の使い方」です。

これまでが薬漬けでしたから、害虫がいなくてもつつい予防的に殺虫剤を散布してしまい「まだ薬はふらんでもよかばい!!もうちょっと我慢なっせ」と家内から怒られます。

また、アリスタから「農薬影響表」などもいただいており、いつも参考にしていますが、忙しい時には、確認もせず「大丈夫だろろ」との思い込みで、農薬を使ってしまい失敗したこともあります。

以前、促成ナス作でネオニコチノイド剤を散布してタバコカスミカメが全滅したこともありました。

ただ、全作通じての問題はうどんこ病。なかなか抑えきれず、特にピーマンは発生すると黄化・落葉して被害も大きく、防除法に工夫を重ねていますが困っています。

今年からスイカ作でスワルスキーに挑戦

スイカ作でスワルスキーが利用できればと思っていますが「スイカの作期が 1 作だと 3 か月程度と短いことや農薬散布がそう多くないこと。近所の農家試験でアザミウマが多発し失敗したこと」などから躊躇していました。でも、他地域で「スイカの植え替え栽培や 2 番果採り栽培方式」などの長期採りで成功しており、天敵を入れる前の防除を徹底すればうまくいく事例が増えていると聞き、今作から私も挑戦してみたいと思っています。

とにかく、スイカではアザミウマやコナジラミにやられた苦い経験がありますので、指導機関の方々と相談し、害虫を念入りに見ながら取り組んでいこうと思っています。

息子も、今年から県立農業大学校に入学する予定で、将来一緒に農業することを家内共々楽しみにしています。



井村さんご夫妻・共に明るい議論で、作つくりの研究を！！



ルーペでのピーマンの葉裏や花の観察に余念がない井村さん夫婦。
「ルーペを使わなくても私はスワルスキーが見えるよ」と奥さん。

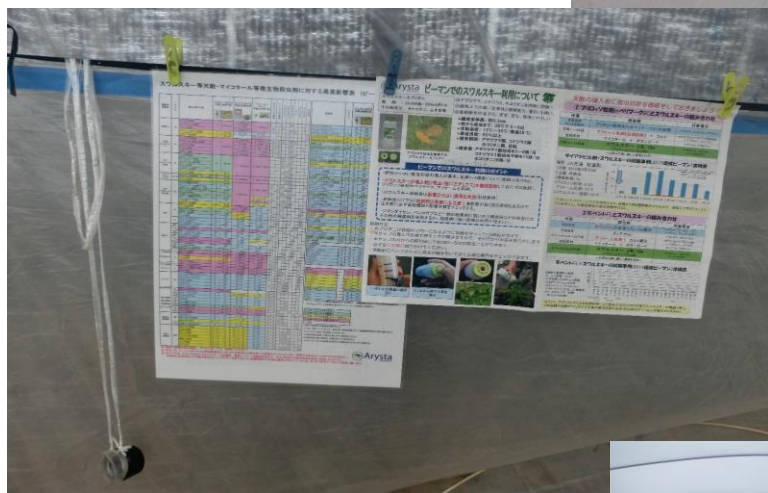


ハウス全景 谷部・サイドに 0.4 ミリの赤いネットを張りアザミウマの侵入を防ぐ



加温はヒートポンプ主体で一定の温湿度で病害抑制

スワルスキーをピーマン定植後 20 日目の 11 月 14 日に
放飼、株元にはうどんこ病予防のための硫黄粉剤 50



ハウス内の休憩室には、天敵農薬影響表や
ループを置いて！！

今作からスワルスキーの利用を予定しているスイカハウス。
天井含めて 4 重のビニールを展張。



<さいごに>

弊社製品のお問い合わせは、お近くの JA、小売店などをお願い致します。

また、弊社開設のホームページにも IPM 関連情報が掲載されていますので、あわせてご覧ください。

(<http://www.arystalifescience.jp/>)

『アристаIPM通信』は、おかげさまで35号となりました。

皆様からのご質問、ご意見、ご感想をお待ちしております。

また、今回が初めての配信で、バックナンバーをご希望の方、今後の配信をご希望されない場合も、弊社ホームページよりお問い合わせフォームをお選びの上、お気軽にお送りください。

<http://www.arystalifescience.jp/ipm/ipmtsuushin.php>

次回「アристаIPM通信」36号は、2018年4月の発刊を予定しております。

今後とも弊社製品を宜しく願います。

アриста IPM 通信

発行人： マーケティング部 部長 梶田 信明
編集責任者： マーケティング部 技術顧問 和田 哲夫
発行者： アриста ライフサイエンス(株)
住 所： 〒104-6591
東京都中央区明石町 8-1
聖路加タワー38F
電 話： 03-3547-4415
発行日： 2018年2月14日

■ 編集後記

今号では、静岡大学名誉教授 西東様に微生物農薬の使い方の基礎などについてご執筆いただきました。一見難しく見えるかもしれませんが、読書百編ではありませんが、何度か読んでいただければ、微生物農薬の基本が頭にはいり、微生物の扱い方がわかるようになれば幸いです。

また弊社 須藤のバイオスティミュラントに関する記事は連載ですので、前号とあわせてお読みいただければ、頭に入りやすいと思います。

ここで、宣伝です。

2月27日に東京で、日本生物防除協議会の講演会も開催されます。

http://www.arystalifescience.jp/catalog/news_201801.php

まだ席に余裕がございますので、ぜひお申し込みいただければと思います。(哲庵)

【著作権について】

本紙に記載された内容の著作権は特に記されない限りアриста ライフサイエンス(株)に帰属し、記載内容の無断での引用・転載を禁止します。なお本紙の内容を変更することなく、転送その他の方法で配布・周知される場合はこの限りではありません。掲載されている写真(製品外観、天敵、害虫など)の転用をご希望される方は、その旨ご依頼ください。用途や媒体により『写真提供:アриста ライフサイエンス(株)』とのキャプションをお願いすることもございます。