

BRAIN

Bio-oriented Technology Research Advancement Institution

平成21年11月15日（隔月1回15日発行）
ISSN 1345-5958

TECHNO NEWS

No.136

15 NOVEMBER, 2009

ブレインテクノニュース



ユリ「カサブランカ」

ユリの香り抑制法の開発

（独）農業・食品産業技術総合研究機構 花き研究所
大久保 直美

目 次

総 説

- ウシゲノムの解読と今後の展望 1
 杉本喜憲 ((社)畜産技術協会附属動物遺伝研究所)

国内情報

- 種なしスイカの効率的生産のための部分不活化花粉の保存技術 6
 杉山慶太・阿久津雅子・嘉見大助 ((独)農業・食品産業技術総合研究機構
 北海道農業研究センター)
- 養蜂の安定生産と環境微生物 — 機能と実用化 — 11
 前田昌調 (宮崎大学農学部)
- ユリの香り抑制法の開発 19
 大久保直美 ((独) 農業・食品産業技術総合研究機構 花き研究所)
- 農作業安全eラーニングシステムの開発 22
 積 栄¹・志藤博克¹・岡田俊輔¹・米川智司² (¹(独)農業・食品産業技術総合研究機構
 生物系特定産業技術研究支援センター,²東京大学大学院農学生命科学研究科)

地域の先端研究

- ハスモンヨトウ核多角体病ウイルスを用いた微生物防除剤の開発 27
 神谷克巳・鈴木郁子 (岐阜県生物工学研究所)

文献情報

- 乾乳期間がその後の泌乳期における繁殖成績に及ぼす影響 31
 R. D. Watters et al. (*Journal of Dairy Science*, 92, 3081-3090, 2009) 抄訳：下司雅也
- CHL1は植物において硝酸塩センサーとして機能する 32
 CH. Ho et al. (*Cell*, 13, 1184-1194, 2009) 抄訳：高田美信
- 出芽酵母において、低親和性トランスポーター (Pho90) のSPXドメインは輸送活性を
 調節する 33
 H.C. Hürlimann et al. (*EMBO reports* 10, 9, 1003-1008, 2009) 抄訳：安田伸斗
- マリネオシンA, B, 海洋性放線菌由来の細胞毒性スピロアミノ化合物 34
 C. Boonlarpradab et al. (*Organic Letters*, 10, 5505-5508, 2008) 抄訳：佐藤誠造

生研センターからのご案内

- 平成21年度生研センターUR対策技術検討会開催案内 35

表紙の説明

写真はユリの女王と言われる「カサブランカ」である。「カサブランカ」に代表されるオリエンタル系ユリは豪華な大輪の花を持つが、濃厚な強い香りがあり、切り花として消費者から敬遠される場合がある。

このため著者は、香り抑制剤を考案し、開花前に処理する方法を開発した。

詳細については19頁をご覧ください。

◀ 総 説 ▶

ウシゲノムの解読と今後の展望

社団法人畜産技術協会附属動物遺伝研究所

杉本 喜憲

当研究所の設立された1993年2月はウシゲノム解析の揺籃期であった。当時、10数個のDNAマーカーしか報告されておらず、400個のマーカーが特許化されたという噂があった。以来、ヒトゲノムで築き上げられたルートを営々と歩み、2009年4月のウシゲノム解読の発表に至った。これによってようやく完成されたゲノム解析用ツールを手にする事となった。ウシのDNA育種手法の迅速な発展が期待できる。

1. ヒトゲノム解読の始まり

1986年、レナート・ダルベッコ博士（1975年ノーベル医学生理学賞受賞）はScience誌に、「ヒトの癌研究の転回点に至った今、ヒトゲノム配列の解読という目標を掲げよう」と提案した¹⁾。この提言がきっかけとなって、米国エネルギー省/厚生省は1990年から15年計画の”Human Genome Project”を開始した。当時の技術レベルから言えば第2のアポロ計画ともいえるべき無謀な出発であった。幸運にもその後の技術革新のおかげで2003年の完成を告げる発表まで到達した。ダルベッコの夢見たあらゆる遺伝子の時間的空間的な発現が把握できるだけでなく、生物の複雑さを担保する様々な機構が明らかとなり、生物学は豊穡期を迎えようとしている。

ヒトゲノム研究の進展に刺激され、ウシゲノム解読のための国際コンソーシアムが1999年12月にカナダのバンクーバーで結成された。その努力は9年後の2009年4月にScience誌へウシゲノムの解読が報告されることで結実した²⁾。

2. これまでのウシの育種手法

近年におけるウシの育種は、1940年代までに理論的な集大成がなされ、コンピュータの発達とも相俟って、BLUP法に代表されるような理論と計算手法の発展があり、家畜の能力は大きく向上した。推定された遺伝的能力の信頼度をさらに高めることに関し、Niemann-Sorensen & Robertson (1961)³⁾は、QTL（量的形質）とLD（連鎖不平衡ブロック：祖先から現在まで組換えが起こらず、そのまま遺伝してきた領域）状態にあるDNAマーカー情報は選抜指数方式で利用できることを報告し、Meuwissenら(2001)⁴⁾はさらに踏み込んで5万個のDNAマーカーをゲノム解析に用いるケースのシミュレーションを行い、雄牛の遺伝的能力を信頼度85%で推定可能と報告した。そのためには高密度DNAマーカー地図などのゲノム解析用ツールを充実させる必要があった。ツールの充実、すなわちDNAマーカーの大量開発はゲノム解読によって初めて可能になった。

3. ウシゲノム解読までのステップ

3-1. 哺乳動物の遺伝の特徴

哺乳動物の有性生殖では減数分裂の過程を経

SUGIMOTO Yoshikazu

〒961-8061 福島県西白河郡西郷村小田倉

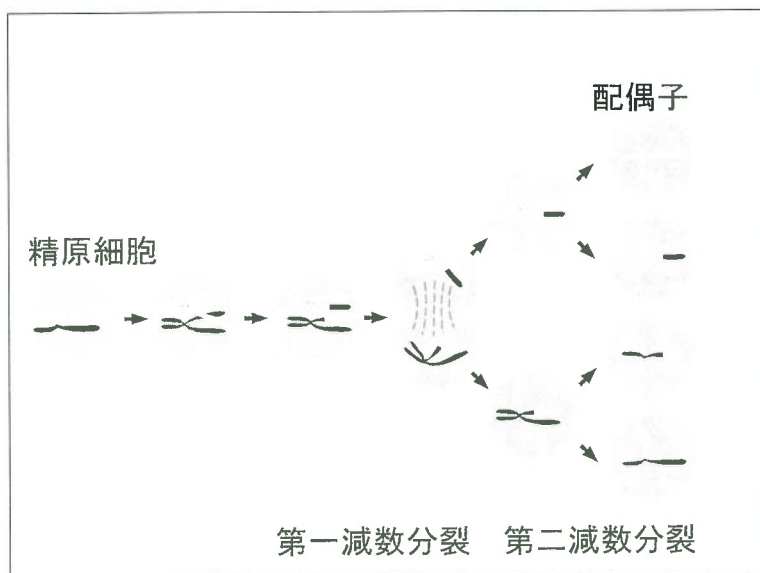


図1 減数分裂による精原細胞からの配偶子生成

て、親の2本の染色体(祖父と祖母由来)から1本の染色体だけの配偶子が作られる。配偶子の持つ染色体は、祖父由来・祖母由来・組換え体(2種)の4種内のどれかである。ウシには29本の常染色体が存在するので、ウシの精原細胞1個から生ずる配偶子の多様性は、 4^{29} = 約10京(10^{17})通りである。親の染色体のどの領域が子に伝わったかを知るには、DNAマーカー地図(連鎖地図)を作り、DNAマーカーの型(アリル)を調べる必要がある。

3-2. 連鎖地図作成の黎明から発展まで (1997年春まで)

異なる染色体に位置するDNAマーカーは互いに独立に遺伝するので組換え頻度50%となる。同じ染色体に位置するマーカーは近接しているとマーカー間の組換え頻度は50%より小さくなる(共に遺伝する:連鎖という)。組換え頻度をそのまま遺伝距離とし、cM(センチモルガン)単位で表示する。マーカー数が増えてくると同じ染色体に位置するマーカー同士は連鎖グループを形成することになる。

ウシ連鎖地図作りの突破口を開いたのは米国Genmark社のGeorgesである。1992年までにDNAマーカー354個を特許化した。1994年に第1世代のウシ連鎖地図が2つ報告された。米国農務省肉

畜研究センター(USDA-MARC)のBeattieらは313個のDNAマーカーで⁵⁾、またUSDA-MARC以外のBovMapグループも同年にDNAマーカー202個で地図を作った⁶⁾。これら第1世代の連鎖地図は解析に使えるような代物ではなかったが、この年の夏プラハで開催された国際動物遺伝学会のウシゲノムワークショップに参加者が多数詰めかけ、何か新しいことが始まるという期待に満ちたものとなった。

連鎖地図を有用なものにするため、(1)多型性の高いDNAマーカーであるマイクロサテライトを多数開発する、

(2)マーカー間の空隙を埋める、(3)連鎖グループを染色体に対応させる、(4)蛍光*in situ*ハイブリダイゼーション(FISH)で染色体の方向を決めるなどの積み重ねが行われた。私たちはBovMapに加わり、マイクロサテライトの開発と位置付け(マッピング)を行った。1997年の春、2つのグループはそれぞれ第2世代のウシ連鎖地図を発表した。BovMapの703個のマイクロサテライトからなる地図のサイズは3,567 cMと大きく、しかも252個の正確な位置が決まっていない⁷⁾。多くの機関が参加しているBovMapの地図にはマーカーの型判定エラーが多く含まれていた。一方、USDA-MARCの1,236個のマイクロサテライトからなる地図のサイズは2,990 cMであり、これまで想定されていた3,000 cMに近い⁸⁾。USDA-MARCはすべて単独でマーカーの型判定を行い、エラーを厳しくチェックしながら地図作りを行った。したがって、USDA-MARCの地図はウシゲノム解析のゴールドスタンダードとなって、遺伝病やQTLのマッピングに使われてきた。USDA-MARCは論文中で、彼らの連鎖地図のDNAマーカーは平均して多型性が低く(<60%)、マーカー間隔が10 cM以上のものが14%(177/1220)も存在するため、マーカーアシスト選抜には不十分であるにもかかわらず、各国でQTL検出に熱中している

ため、自分たちが行ったような大規模なマーカー開発で地図を改良することは近未来には無いだろうと述べている。

3-3. 高密度連鎖地図から物理地図への道 (1997年から2005年)

USDA-MARCの地図で遺伝病やQTLのマッピングはできたが、マッピングした領域をさらに狭め、マーカーアシスト選抜へ発展させるには多大な努力が必要であった。明らかにUSDA-MARCの地図の高密度化がなされるべきであったが、各国の動きは鈍く、国際的に連携してマーカー開発することにならなかった(国際動物遺伝学会, 1998年夏, ミネアポリス)。私たちはこの問題を解決するため、単独でマイクロサテライトの大規模な開発を決断し、USDA-MARCの地図を高密度化するだけでなく、遺伝子の位置情報を含んだ物理地図作成を1998年秋から始めた。連鎖地図はマーカー間の組換え頻度から求められた遺伝的な距離だが、物理地図はDNAの長さにもとづいてマーカーや遺伝子を並べたものである。私たちは多数のマイクロサテライトを開発し、USDA-MARCの協力を得ながら、2,325個のマーカーを加えた第三世代のShirakawa-USDA連鎖地図を作成した(2004)⁹⁾。また、約7,000種の遺伝子断片を分離し(2001)¹⁰⁾、その内の2,377種を含む合計5,593座からなるウシ物理地図SUN-RH地図(Shirakawa-University of Nevada Radiation Hybrid地図)を作成した(2004)¹¹⁾。これらの地図に他機関の地図も加わった統合地図(Composite map)が作成され、年々改善された。

4. ウシゲノム解読へ

国際コンソーシアムは、1999年のバンクーバー会議でウシゲノム解読へ向けて次のようなことを決めた:(1) 解読の対象にヘレフォード種雄1頭を選び、そのBACライブラリー(約150 kbのDNA断片を含むクローンで構成)をオークランド小児病院のDejongが作成し、必要機関に配布

する;(2) ヒトやマウスで経験豊富なブリティッシュ・コロンビア大のMarraが中心になって、フィンガープリントでウシBACの整列化を行う;(3) テキサスBaylor医科大ヒトゲノムシーケンシングセンターのGibbsが中心になって、全ゲノムを対象にショットガンシーケンシングを行い、ゲノムの3倍長分の配列を決める;(4) 参加機関は基金を拠出し、様々な品種のウシDNAを提供する。

Dejongが作成したウシBACライブラリーは、平均DNAサイズ167 kbの19万クローンで構成された。Marraのフィンガープリントでは、各BACクローンを制限酵素で切断し、ゲル電気泳動を行うとクローン毎に特徴あるDNAのバンドパターンを示す。BACクローン同士でオーバーラップしている部分は、そのフィンガープリントも重なるので、この重なりを利用してBACクローンをつなぐことができる(整列化するという)。整列化されたBACクローン集団の染色体への位置付けを正確に行うため、前述の統合地図が使われた。

Gibbsらは、まず、2004年9月に全ゲノムを対象にランダムに決定した配列(WGS)をゲノムの3倍長分得、2007年10月にBtau_4.0(4回目の更新)としてゲノムドラフト配列を完成させた。これは、WGSにBAC skim(フィンガープリントで整列化したBACクローンを、単一、もしくは、プールして読んだ配列)を組み合わせたもので、ゲノムの7.1倍長の配列(WGS+BAC skim)からなる。これまで位置不明だった配列は延長されることで、29本の常染色体とX性染色体の計30本の染色体の配列となった。Btau_4.0は、EST(遺伝子の発現断片)のカバー率から、95%のゲノムをカバーしていると推定されるが、配列中には小さなギャップや多少のつなぎ間違い(アセンブルエラー)が残されている。ゲノム配列中にアセンブルされなかった配列は、染色体不明(Chr_unknown)として区分されている。

ゲノム配列をより完成度の高いものにするために、Baylor医科大のヒトゲノムシーケンシングセンターでは、次世代型DNAシーケンサーを用

いて約 13 Gb の配列を読む予定である。他の品種の配列も解読し、これらも加えてゲノム配列の更新を行う予定だという。

5. ウシゲノムの特徴

ウシの染色体では、ヒトやマウスなどの他の種に比べてゲノムDNAの部分的な重複が多く起こっており、そこに含まれていた遺伝子が重複されることによって遺伝子ファミリーとなっている。その多くは自然免疫に関与するもので、結果として、ウシはヒトやマウスより自然免疫に関与する遺伝子を多量に持つこととなった。それらは、ウシが反芻胃動物として進化する過程で、反芻胃の微生物発酵に適応して代謝や免疫を変化させるのに必要であったと考えられる。

また、ゲノム解読に伴って開発された約 4 万個の SNP が 19 品種、497 頭で調べられ、これまでの家畜化や品種確立の過程でゲノムに残された痕跡が明らかになった。品種当たり 25 頭程度なので今後 50 頭くらいまで増やせば結果の信頼性が高まる。

6. ウシの SNP チップ

ヒトゲノムの解読後、500K の SNP を搭載したチップ/アレーが発売され、ヒト生活習慣病や癌の感受性遺伝子座の探索がゲノムワイド相関解析 (WGAS) の手法で始まった。WGAS では、患者群をケースとし、そうでない群をコントロールとし、ケース・コントロール間で SNP アレルの頻度の偏りをゲノム全体にわたって調べるといった家系に拠らない解析法である。

WGAS をウシで行うには多数の SNP が必要となる。ヘレフォード種雄のリファレンス配列が示されたことで、SNP 開発が行われ、50K SNP チップが市販された。Meuwissen ら (2001)⁴⁾ の提唱したゲノム選抜法 (参考資料: ref 12) を実用化する条件が整った。ゲノム選抜法というのは、種雄牛数千頭についての各 SNP の遺伝子型と育種価との相関から種雄牛候補牛の能力を評

価するというものである。2009年1月に米国ホルスタイン登録協会は種雄牛にゲノム育種価を付けて公表した。ある程度の信頼度が保たれれば、後代の成績を得るまでの時間やコストを削減できるのでメリットは大きい。米国の他、カナダ、EU、オーストラリア、ニュージーランドなどもホルスタイン種種雄牛の選抜に、この方法を適用する試みを行っている。

市販されている 50K SNP チップは広く使われているが、マーカー間隔が LD の長さより長い個所が多数あり、多型性の低いものも多い。多型性の高い SNP を LD ブロックに数個置くことができれば、解析の能力の高いものになるだろう。

7. 我が国における今後の展開

7-1. 黒毛和種の有用な SNP の開発

黒毛和種において 50K SNP チップに搭載されている SNP の多型性は他品種とほぼ同等で、多型性の高い (> 10%) SNP は 60% に過ぎなかった。したがって、黒毛和種の LD (約 100 kb) 1 個に多型性の高い有用な SNP を 2 個ずつ配置するには、少なくとも 30,000 個の SNP の追加が必要である。黒毛和種のリシーケンシングを行って有用な SNP を大量に開発することが目下の課題である。世界的にも有用な SNP が大量に開発される方向にある。

7-2. SNP で行う黒毛和種父方半きょうだい家系解析

黒毛和種父方半きょうだい家系解析は、父で多型性を示すマイクロサテライト 300 個を 300 頭の産子で型判定してきた。一次スクリーニングに約 1 年かかり、経費もかかる。選抜された黒毛和種で有用な SNP 1,000 個を型判定できるようにすれば、4 週程度で完了する。SNP 判定技術は日進月歩ゆえ、経費も少なくて済むようになるだろう。

7-3. ウシWGASのための集団

ウシゲノムの詳細な情報、網羅的な発現解析手法、SNPチップの改良などでウシWGASの解析威力は高まるだろう。WGASに必要なもう一つのポイントは、表型値付きの集団のDNAサンプルである。計画的なサンプリングが伴えば、産肉性だけでなく繁殖性・抗病性などの解析が進むだろう。

7-4. ウシのゲノム選抜法

ホルスタイン種で試みられているゲノム選抜法は、マーカーアシスト選抜に関する新しい展開である。ホルスタイン種種雄牛の場合、多数の娘牛の成績から遺伝的能力を評価するので信頼度が高い。一方、肉牛の場合、遺伝的能力を評価された種雄牛を多数確保することは難しい。産子そのもののデータだけで可能なゲノム選抜法が開発されるだろう。

ヒトのWGASで多数の生活習慣病などのリスクSNP情報が蓄積されており、個人毎のリスク評価を定量的に行うというゲノム選抜法に似た動きがある。子牛の段階で脂肪交雑や子牛生産性など個体毎のスコア化が信頼度高くできるようになれば、育種の現場は様相を変えることになるだろう。

文 献

- 1) Dulbecco, R. (1986), *Science*, 231, 1055-1056
- 2) The Bovine Genome Sequencing and Analysis Consortium (2009), *Science*, 324, 522-528
- 3) Niemann-Sorensen & Robertson (1961), *Acta. Agric. Scand.*, 11, 163-196
- 4) Meuwissen et al. (2001), *Genetics*, 157, 1819-1829
- 5) Bishop, M. D. et al. (1994), *Genetics*, 36, 619-639
- 6) Barendse, W. et al. (1994), *Nat. Genetics*, 6, 227-235
- 7) Kappes, S. M. et al. (1997), *Genome Res.*, 7: 235-249
- 8) Barendse, W. et al. (1997), *Mamm. Genome*, 8, 21-28
- 9) Ihara, N. et al. (2004), *Genome Res.*, 14, 1987-1998
- 10) Takasuga, A. et al. (2001), *Nucleic Acids Res.*, 29, e108
- 11) Itoh, T. et al. (2005), *Genomics*, 85, 413-424
- 12) 富樫研治 (2009), 畜産技術, 648号, 16-21 ページ

◀国内情報▶

種なしスイカの効率的生産のための
部分不活化花粉の保存技術

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 北海道農業研究センター
杉山慶太・阿久津雅子・嘉見大助

スイカの花粉の保存には温度が最も影響しており、低温条件が重要であった。また、乾燥条件や酸素は花粉の保存に対して阻害要因であること、一方、窒素や二酸化炭素は花粉の活性を維持する効果があることが明らかとなった。スイカの軟X線照射花粉（部分不活化花粉）を真空専用袋に入れて脱気後窒素で封入し、冷凍することにより1年以上保存できる。この花粉を用いて授粉することで種なしスイカを効率的に生産することが可能になった。

はじめに

従来の種なしスイカは3倍体を利用したものであり、寺田らによって1940年代に世界に先駆けて開発された技術である¹⁾。3倍体スイカの雌花に2倍体スイカの花粉を受粉することによって単為結実が誘導されて作出される²⁾。3倍体を利用した種なしスイカは世界的に増加しており、アメリカではスイカ生産の6割。ヨーロッパでは3割といわれ、また中国、東南アジアなどでも急増している。一方、我が国においては1970年代に多く生産されたといわれているが、現在では再び増加の兆しがあるもののほとんどみかけることがない。これは、3倍体スイカの種子が高い、発芽揃いが良くない、着果しにくい、品質が良くないなど様々な理由があると思われる。特に、果実の品質基準が厳しい我が国においては、普通のスイカ並の品質が求められる。このようなことから、著者らは普通のスイカ（2倍体）を種なしスイカに変えることを試み、軟X線照射花粉（部分不活化花粉）を授粉することによって種なし果実を作出する方法を見出した³⁾。この方法は、産地で栽培されているスイカ品種に適用が可能で、果実特性を

維持したまま種なし果実にすることができる。しかし、これまで部分不活化花粉を利用した種なしスイカの生産のためには、生産者が開花した雄花を早朝に収集し、軟X線を照射して花粉を部分不活化させた後、授粉を行う必要があった。また、雌花の結実能力から午前中に授粉作業を終わらせることが望ましいため、量産化が困難であった。量産化を可能にするには、部分不活化花粉は専門業者が作成して生産者に提供（販売）し、生産者は授粉作業に専念できる生産体制が望ましい。そのためには、スイカの花粉を長期間保存する方法の開発が必要であった。これまで、花粉の保存については温度や湿度条件の制御による方法が試みられてきた^{4), 5), 6)}。スイカの花粉についても多くの研究があり、花粉を5℃、20～40%の湿度条件下で60日間生存したことを報告がある⁷⁾。また、有機溶剤を利用した保存も試みられてきた^{8), 9)}。しかし、スイカ花粉においては、低温・低湿での保存では長期間の活性維持が困難であり、有機溶剤による保存は数ヶ月活性が維持できるものの生産現場における利用が困難であった。そこで、本研究では実用性があり、長期間の花粉保存が可能な技術の開発を目的として取り組み、保存花粉が商品として販売されるに至ったので紹介する。

SUGIYAMA Keita, AKUTSU Masako, KAMI Daisuke
〒062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1

1. スイカ花粉の保存手順

開花当日の雄花を収集し、蒴から花粉を篩いで落としてパラフィン紙に包み、軟X線照射装置 (OM-B205M, 株式会社オーミック) に入れ、軟X線を照射 (600~800Gy) した。その後、部分不活化花粉 (軟X線照射花粉) を真空専用袋に入れて真空包装機 (トスパック V-380G, 東静電気) により脱気して真空状態 (0.8kPa) あるいは窒素封入後シールして保存した。スイカ花粉の保存過程は図1に示した。

2. スイカ花粉の保存に及ぼすガス環境と温度の影響

(1) はじめに、花粉に乾燥剤を同封して保存した場合には発芽率の急激な低下が認められ、花粉の乾燥は保存に悪影響であることを明らかにした (データ略)。次に、花粉保存に対してのガス環境の影響をみるために、部分不活化花粉を真空専用袋に入れて真空包装機で真空包装あ

るいは脱気後に窒素、二酸化炭素、酸素あるいは空気を封入してシールし、25℃で保存した場合の花芽発芽率を調査した。酸素を封入して25℃で保存した部分不活化花粉は1日後から急激な発芽率の低下が認められ、3日後にはほぼ0%となった (表1)。空気を封入して保存、あるいは真空包装して保存した場合は3日後には10%以下となり、5日後にはほとんど発芽が認められなかった。一方、二酸化炭素封入、窒素封入の保存では、5日後においても低率ながら発芽力が維持され、花粉の保存効果が認められた。

(2) 花粉保存に及ぼす温度とガス環境の影響について、酸素、窒素、二酸化炭素を封入して4℃ (冷蔵), -25℃ (冷凍) で2週間, 4週間, 3ヶ月, 6ヶ月, 1年間保存した場合の花芽発芽率を調査した。4℃の保存では、酸素を封入して保存したスイカの部分不活化花粉は2週間後には他の保存よりも発芽率が低く、4週間後にはほぼ0%となった (データ略)。保存4週間後の発芽率は真空包装, 次いで窒素封入で高かつ

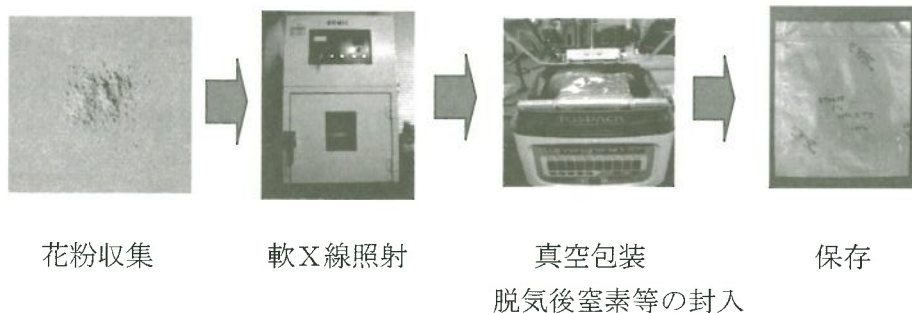


図1 スイカ部分不活化花粉の保存過程

たが、3ヶ月後には全ての区で発芽が認められなかった。一方、-25℃での保存ではいずれの区も6ヶ月後においても花粉発芽率が維持されていた (図2)。酸素封入による保存は

表1 スイカの部分不活化花粉の保存後のガス環境と発芽率の関係

封入ガス	保存日数					
	0	1	2	3	4	5
真空包装	70.5	16.9ab ²	10.9b	2.0c	1.7b	0.0b
空気	70.5	20.3ab	19.5ab	9.3b	3.3b	0.2b
酸素	70.5	11.2b	4.7b	0.0d	0.0c	0.0b
二酸化炭素	70.5	19.4ab	17.6ab	16.3a	15.1a	6.9a
窒素	70.5	25.1a	21.2a	16.5a	13.8a	7.9a

保存温度は25℃. ²Tukeyの検定で異なる文字間において5%水準で有意差あり.

6ヶ月後には他の処理よりも花粉発芽率が低くなり、その後さらに低下した。また、空気封入での保存は6ヶ月以降、花粉発芽率の低下がみられ、保存1年後には10%以下となった。一方、窒素、二酸化炭素を封入した保存及び真空包装での保存は1年後でも花粉発芽率は高く維持された。

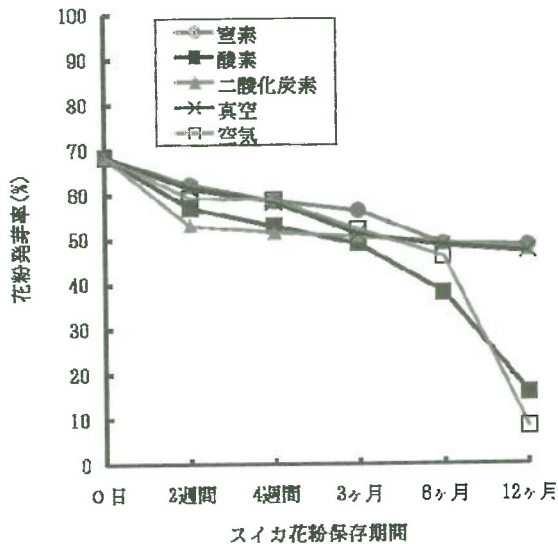


図2 スイカ部分不活化花粉の保存に及ぼすガス環境の影響
-25℃で保存

以上の結果から、スイカ花粉の保存には低温条件が最も重要な要因であり、冷凍条件が長期保存の確立に必須であることが分かった。また、保存ガスとしては、酸素は阻害要因であり、窒素や二酸化炭素は花粉の活性維持に効果があることが示された。

3. 保存した部分不活化花粉を用いた授粉と種なしスイカの品質

真空包装あるいは窒素封入して-25℃で1年間保存した部分不活化花粉を授粉した場合、真空包装した部分不活化花粉は着果率が劣ったが、窒素封入して保存した部分不活化花粉では対照花粉とほぼ同程度の着果が認められた(表2)。真空包装あるいは窒素封入した後の保存では、花粉発芽率に差は認められなかったが、着果率では窒素を封入して保存した方が高い値を示した。

授粉後の子房内への花粉管伸長の観察において、窒素封入で保存された花粉は真空包装で保存された花粉に比べて花柱部分での花粉管の伸長が多く観察された。また、子房の中央部では真空包装で保存された花粉の花粉管がほとんど観察されなかったが、窒素封入で保存された花粉では花粉管が観察されたことから、窒素封入での保存の方が花粉の活性を維持するのに適していたと考えられた。

保存された部分不活化花粉により作出された種なしスイカは、果実重、果形、果皮の厚さ、糖度(Brix)、シイナの状態とも対照の果実とほぼ同程度で外観及び果肉への影響は認められなかった。このことから、保存された部分不活化花粉の利用はスイカ生産に特に問題となる点はなく、実用性があると判断された。

表2 1年間保存した部分不活化花粉の授粉による着果率とスイカの果実品質

保存条件	着果率 (%)	果実重 (kg)	果形 (縦横比)	果皮の厚さ (mm)	果肉色 ^z	糖度 (Brix)	シイナの程度 ^y
窒素・-25℃	86.4	9.5a ^w	1.1a	17.1b	18.1ab	11.6a	3.7a
真空・-25℃	66.7	9.5a	1.1a	19.4a	20.2b	11.2a	3.0a
対照 ^x	94.7	9.7a	1.2a	18.1ab	17.9a	11.4a	3.6a

^z 色彩色差計の測定による a*値. ^y 果実断面のシイナ数. 1:少ない~5:多い.

^x -25℃で1-2日間保存した花粉. ^w Tukeyの検定で異なる文字間において5%水準で有意差あり.

4. 保存された部分不活化花粉の産地での利用

生産現場において保存花粉を利用するにあたり、冷凍(-25℃)で保存された花粉を取り出して、20℃~40℃で50%~80%の温・湿度条件下に置いて花粉の発芽率の変化を調査した(一部データ略)。その結果、35℃以上で急激な花粉発芽率の低下が認められ(図3)、特に40℃ではいずれの湿度でも約1時間、35℃では湿度60%、80%で2時間、湿度50%で3時間後に発芽率は半減した。30℃以下では3時間(湿度60%を除く)までは発芽率に大差なかったが、6時間後には湿度80%で処理前の半分以下となった。このように、保存後の発芽率の低下は温度による影響が大きく、また高湿度によって助長された。以上から、保存花粉を利用するにはできるだけ低い温度で高湿とにならない条件下に置いて人工授粉を実施することが望ましいと考えられた。運搬においては、クーラーボックスや発砲スチロールに保冷剤を入れて花粉を低温条件に保ち、直射日光に当てないようにすることが重要である。

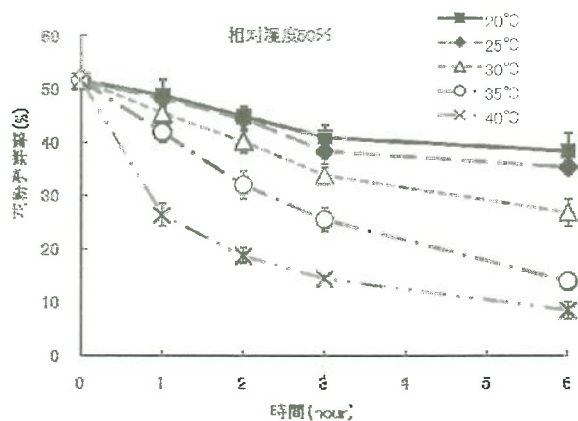


図3 保存花粉の保存後の温度と発芽率の関係

真空包装後、-25℃で7日間保存した花粉を供試

5. 保存された部分不活化花粉を利用した種なし果実の生産

部分不活化花粉を利用した種なしスイカが開発されて10年が経過し、課題であった花粉の長期保存技術が開発され、花粉の流通がようやく実現することとなった。既にこの技術を利用したスイカの部分不活化花粉はケイワン株式会社から販売され、これまで高知県、鳥取県、熊本県などの産地で利用されて、種なしスイカが販売されている(図4)。また、スイカ以外にもカンキツ類、柿などの部分不活化花粉も同様な方法で保存され、適用が開始されている。さらに、国内のみでなく、韓国、中国などからの引き合いもあり、今後世界に向けて花粉製品の輸出が期待される。

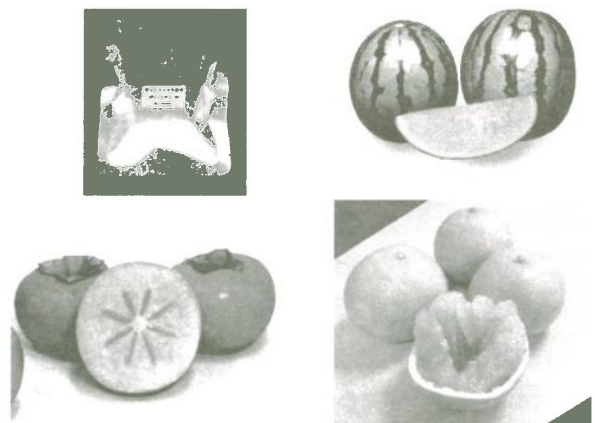


図4 商品化された花粉と種なし果物
左上(SWTパウダー)、左下(種なし富有柿)、
右上(種なしシャボラン)、右下(種なし水晶文旦)

謝辞

部分不活化花粉の保存技術は、生研センター「異分野融合研究事業」によって開発された成果であり、高知大学、高知県農業技術センター果樹試験場、鳥取中央農業協同組合、ケイワン株式会社の協力により達成された。また、研究の遂行に当たり生産者をはじめ多くの関係者の

御協力と支援を頂いた。ここに記して深く感謝する。

文 献

- 1) 寺田甚七ら (1943), 農業及園芸, 18, 15-16
- 2) Kihara, H. (1951), *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, 58, 217-230
- 3) Sugiyama K. et al. (1998), *J. Japan. Soc. Hort. Sci.*, 67(Suppl. 1), 135
- 4) Farmer RE et al. (1974), *Cryobiology*, 11, 366-367
- 5) Nath J. et al. (1975), *Cryobiology*, 12, 81-88
- 6) Snope J. A. et al. (1963), *Amer. Soc. Hort. Sci.*, 83, 447-452
- 7) 宮地龍典ら (1977), 鹿児島県農業試験場研究報告, 5, 203-206
- 8) 小谷登紀雄 (1981), 園学雑, 50(1), 210 - 211
- 9) Sugiyama M. et al. (2002), *Acta Hort.*, 588, 269-272

◀国内情報▶

養蜂の安定生産と環境微生物
—機能と実用化—宮崎大学農学部
前田 昌調

動物と環境との接点（インターフェイス）における微生物の機能は、生産環境の質的良否をあらわす主要な要素となっている。事実、病害菌と善玉菌とは、ともに動物生産環境や腸内等に生息、相互作用をへて、動物の生残、成長等に様々な影響をおよぼしている。本研究においては、病原菌を抑制する機能を保持する有用微生物を養蜂環境に適応し、腐蛆病、チョーク病を防除するとともに、蜂群の増大効果を得た。さらに、使用した有用細菌は、ウイルス抑制および動物のストレス軽減効果をあらわすことも判明した。本稿では、このような有用細菌の特徴と実用化プロセスについて述べる。

1. はじめに

パリの街角、エッフェル塔のみえるビルの屋上で蜜蜂が飼育され、ハチミツを採っている光景を見て、旅行者にとっても、この街のイメージがブランドのあふれる華やかなスポットから、より身近な、親しみのある、静かな場所へ変わったように感じる。蜜蜂は、人のこころを穏やかにする魅力を持っており、家庭のしずかな朝食風景を連想させる。

ハチミツは、長い歴史のなかで健康食品として、また高級嗜好品として人々に重用されてきており、日本のみならず、西欧、イスラム圏や中華民族圏においても、人気のある食品となっている。しかし、日本で食用とされるハチミツの約95%が外国産であり、時として残留薬剤が検出されるといった情報は、上記の平和な風景と相反するものとなるが、蜜蜂の病気の規模は年々拡大し、薬剤の使用頻度も増加している。また、果実などの生産で使用する農薬は蜜蜂を弱らせ、蜂の活力が低下するといわれている。

蜜蜂の疾病のなかで、おおきな被害が生じて

いる腐蛆病菌（ヨーロッパ腐蛆病 *Melissococcus plutonius*、アメリカ腐蛆病 *Paenibacillus larvae*）に原因する腐蛆病は、成蜂が本菌を飲み込み、蜂児に与えることにより、蜂幼虫において発症し大量死にいたる。この疾病は、法定家畜伝染病であり、発生蜂群は法律により焼却処分しなければならない。疾病への予防対策では、抗生物質が使用されているが、この薬剤が成蜂を経由してハチミツに混入するおそれがあり、ハチミツのブランド性を損なうものと危惧されている。さらに、薬剤の効力の低下も指摘されている。

また、真菌 *Ascosphaera apis* に原因するチョーク病は、3～5日齢の蜂幼虫に高率に感染して、大量死をひきおこすが、真菌には抗生物質の効果がないなど、本疾病に対する有効な対処方法は少ない。

さらに、近年、蜂群崩壊症候群（CCD: Colony Collapse Disorder）といわれる、蜂が集団で消失してしまう事態がおき、ダニやダニに由来するウイルス、あるいは他の神経性ウイルスが疑われているが、有効な対策は見つかっていない。

このような状況を克服する一つの手段として、環境微生物の使用がある。環境中の微生物が蜜

MAEDA Masachika

〒889-2192 宮崎県宮崎市学園木花台西1

蜂にとって良好な状態にあるときには、群れの活力が増し、免疫力が向上、そして、環境中の善玉菌の拮抗力により、病原菌が抑制・排除される。

昔より、疾病防除には環境微生物が使われてきた。例えば、施肥は、野菜など植物の成長を助けるとともに、病気の発生を抑制する。すなわち、施肥をした野菜では、病原菌を投与しても、疾病の発症が抑えられるとした報告があり、この効果は、堆肥中の微生物が、その拮抗作用によって病原菌の増殖を抑制したためと考えられている。このように、微生物同士には相互作用があり、この作用のなかで拮抗作用、すなわち微生物が他の微生物を抑制する機能は、人間が利用できる有効な病原菌防除手段となる。

しかし、上記の施肥のような疾病防除方法は、堆肥中の微生物組成が定まっていないので、効果が安定しない。そのため、種組成の明らかな、既知の微生物を投与する方法があり、この方法は生物学的防除、生物防除、あるいはバイオコントロールとよばれる。

この生物防除に使用する善玉菌は、以下のような条件を備えることが望ましい。

- ① 病原菌を抑制する。
- ② 生産の対象となる動物に害作用を及ぼさない。
- ③ 環境に悪影響を及ぼさない（具体的には、植物などの成長を阻害しない）。
- ④ ②③に加えて、さらに動物・植物の成長促進効果をあらわす。
- ⑤ ①に加えて、病原菌のなかでも細菌だけではなく、ウイルス、真菌（カビ）も抑制する。
- ⑥ 飼育動物の免疫向上効果（これは、ストレス軽減効果も意味する）を保持する。

このように環境微生物は、動物や植物の飼育・栽培において重要な働きを行う。本稿では、養蜂群の安定飼育に効果のある環境微生物（善玉菌）の探索、その機能の確認、実用化過程における効力の発現、さらに、生菌の安全性試験を兼ねた家畜・野菜への投与試験について話題を提供する。

2. シュウドモナス菌 MS-1 株の特徴

本菌は、淡水環境から単離された菌株であり、以下のような特徴をもつ。

1) 形状

桿菌、長さ：1～3ミクロン、運動性：有り、孢子形成：無し、グラム染色：陰性、OFテスト：—

2) 生育程度

1～2日程度培養で数mmのコロニーを形成する、色：薄茶色、光沢：特になし、表面：平滑、拡散性色素：無し、pH：4.0(-), 5.0(+), 5.6(+), 8.6(+), 9.0(+), 10.0(+) 温度：中温性7～45℃、NaCl：0～4%

3) 16SrRNAの解析

核酸の抽出を行った後、エタノール沈殿により核酸を回収し、16SrRNAに特異的なユニバーサルプライマー2種を用いて増幅をおこない、スピンカラムを用いて精製を行った。精製したPCR増幅産物について、シークエンサーにより塩基配列の解析を行った後、ジーンバンクのデータベースよりオンライン検索を行った。その結果、本菌に該当する記載菌株がないため、*Pseudomonas* 菌 MS-1 株とした。

3. シュウドモナス菌 MS-1 株の病原細菌の増殖抑制能

シュウドモナス菌 MS-1 株が病原性細菌の増殖を抑制する能力を有することを以下のように確認した。寒天培地にあらかじめ塗抹した2本の上記菌株のスミアの間に、サルモネラ病菌 *Salmonella infantis*、立枯病菌 *Ralstonia solanacearum* を移植して25℃下にて10日間培養、その後のスミアの間の病原菌のコロニーの大きさを、病原菌のみを対照区として培養した場合のコロニーの大きさと比較した。その結果、サルモネラ、立枯病菌の増殖が抑制され、阻害

率は、それぞれ 73, 75%であった。なお、阻害率は、対照区培地上の病原菌のコロニーの横幅の大きさ (W) と試験区同菌のコロニーの同大きさ (w) とについて、 $\{1-(w/W)\} \times 100$ で表したものである。さらに、上記のシュウドモナス菌 MS-1 株が、チョーク病菌 (*Ascosphaera apis*) の増殖を抑制する能力を有することも、同様の方法で確認した (阻害率: 80%)。

4. 腐蛆病菌による蜜蜂への攻撃試験とシュウドモナス菌 MS-1 株の疾病防除効果

閉鎖系飼育室内に 3 つの網室を設置し、各網室内に蜜蜂の 1 蜂群 (約 9,000 匹/群) ずつの合計 3 蜂群を導入し、飼育した。3 蜂群中 1 蜂群には MS-1 株を巣箱内に噴霧投与し (投与群 I)、別の 1 蜂群には MS-1 株を蜂の餌である砂糖液に混合して投与した (投与群 II)。残りの 1 蜂群は攻撃対照群とし、MS-1 株は投与していない。MS-1 株投与期間途中に 3 蜂群全てに対して腐蛆病菌で攻撃し、攻撃後 5 週までの腐蛆疾病発症の有無及び蜂群の状態 (飼料摂取量、幼虫数、蜂児圏の状態及び成蜂の活動状態等) について観察した。この結果、飼料の摂取量では、3 群において相異はなかった。そして、腐蛆病原菌の攻撃後は、軽度で一時的な蜂児圏の乱れが 3 蜂群において共通して認められ、その数は若干減少したが、腐蛆病は MS-1 株投与群では発症が認められず、対照群では発症した。すなわち、有用細菌を投与した 2 蜂群においては、腐蛆病発症はみられなかった。

以上のことから、蜂群における有用細菌 MS-1 株による腐蛆病の疾病防除の効力が示唆された (図 1)。

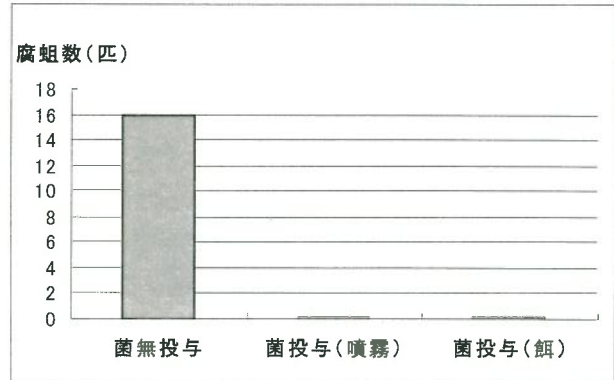


図 1 シュウドモナス菌 MS-1 株の投与、無投与下における蜜蜂への腐蛆病菌攻撃試験

5. シュウドモナス菌 MS-1 株のウイルス感染抑制能

自然界では、ウイルスの感染を抑制したり、あるいはウイルスを分解したりする細菌が多く分布している。このような自然界において、抗生物質を使用するとウイルスを抑えている細菌 (抗ウイルス細菌) が殺滅されてしまう。一方、大半の抗生物質に対しては、ウイルスは抵抗性を保持している。この結果、ウイルスは、その阻害要因が少なくなった部分、よりよく感染、増殖を行うことになる。

養蜂においても、抗生物質の使用により、病原細菌は殺滅されが、一方、ウイルスの増殖が促進されることになり、ウイルス病が流行する可能性が高くなる。同様の事象は、豚、鶏、ウシおよび養殖魚において、すでに長年にわたって起こっている。そこで、本研究では、有用細菌 MS-1 株における、ウイルス抑制能について検定した。

なお、ウイルスの不活化は、その多くがウイルス外皮の分解、損傷に起因するものであるため、本実験の結果は、蜜蜂の疾病原因ウイルスを含む多くのウイルスの不活化を示唆するものといえる。

まず、マスのスケ細胞の培養系において、上記 MS-1 株の培養上澄液が造血器壊死症の原因ウイルスである伝染性造血器壊死症ウイルスの感染作用を抑制するか否かについて検定した。

作用抑制効果はマスノスケ細胞の変性効果 (CPE) を抑止する度合いを指標として判定した。すなわち、マスノスケ細胞を、1 mLの液体培地 (10%ウシ血清成分, 0.075%NaHCO₃, 100 IU/mLペニシリン, 100 μg/mLストレプトマイシン, 1.6%Tris-HCl(pH 7.8) 含有) 中で25°Cにて培養し、その培養系に、伝染性造血器壊死症ウイルス培養液(0.1 ml)および上記シュウドモナス属細菌MS-1株の培養上清液 (0.1 mL) を加えた。対照実験として、前記培養系に伝染性造血器壊死症ウイルスの培養液のみ (0.1 mL) を添加した。ここで、上記シュウドモナス属細菌の培養上清液とは、当該細菌をソイトン培地中で3日間25°Cで培養した後に遠沈 (4000rpm)して菌体を沈澱させ、上澄を0.22 μmのフィルターでろ過して得られた濾液を指す。また伝染性造血器壊死症ウイルスの培養液とは、同様の上記培養液およびマスノスケ細胞を用いて伝染性造血器壊死症ウイルスを増殖させた後、0.45 μmのフィルターで濾過して得られた濾液を指す。

上記の菌体培養上清液を添加した後のCPEを経時的に測定した。CPEが低いということは、すなわちウイルスの増殖が抑制されていることを意味する。結果を表1に示すとおり、シュウドモナス菌 MS-1株の培養上清を添加した場合に、伝染性造血器壊死症ウイルスの増殖が抑制された (表1)。

表1 シュウドモナス菌 MS-1 株によるウイルスの不活化

	伝染性造血器壊死症ウイルス
対照区	10 ^{5.7} TCID ₅₀ /25μl
MS-1株区	10 ^{1.5} TCID ₅₀ /25μl

6. シュウドモナス菌MS-1株によるチョーク病の防除

蜂群を8巣箱にわけ、MS-1株の液体培養液希釈液(1/10倍に希釈)を蜂の巣に噴霧し、チョーク病の発生状況を2ヶ月にわたり観察した。その結果、MS-1株を噴霧した巣箱では、チョーク病の発症が抑制された (図2)。なお、図2の蜂蛆数の値は、各実験区4箱の発症蛆数を平均した値で表した。

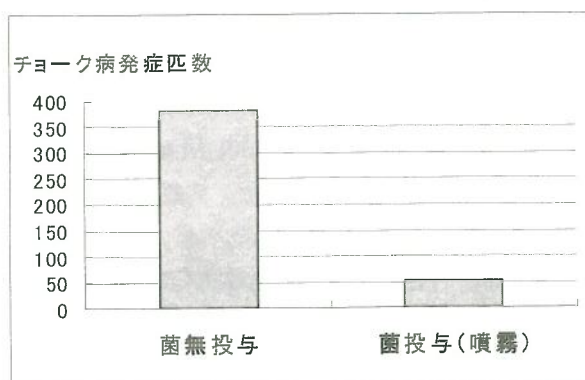


図2 シュウドモナス菌MS-1株の投与、無投与下における蜜蜂チョーク病の発症匹数

7. シュウドモナス菌 MS-1 株の蜜蜂に対する成長促進効果

上記の、高い抗菌力を保持するMS-1株について、その培養菌液を餌・水に混合してミツバチに投与し、ミツバチの成体に及ぼす影響を検定した。

実験期間は約2ヶ月で、実験場所は宮崎県綾町および同県小林市に設定し、菌の投与は1日おきに、蜜蜂の内検は毎日行った。この投与試験の結果、6カ所に設定した菌株投与区において、餌や水の摂取量に多少の違いが見られたが、対照区と比較し、全ての菌株投与実験区において蜜蜂の健康度には問題のないことが判明し、また、蜂数の増加する傾向がみられた (図3)。なお、図3の蜂数増加率は、巣框 (すわく) 1枚あたりの平均値として表した。

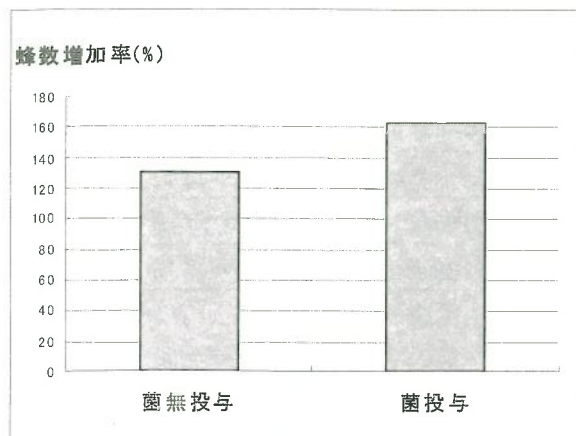


図3 シュウドモナス菌MS-1株の給与および無給与下における蜜蜂数の増加

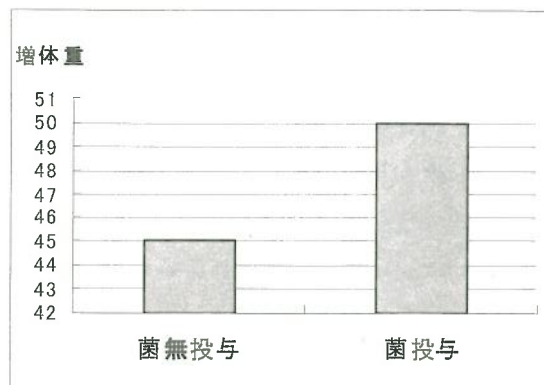


図4 シュウドモナス菌MS-1株の給与および無給与下における若鶏 (g/羽)の増体重効果

8. シュウドモナス菌MS-1株による養鶏の成長促進効果

生後8日齢の鶏ひな（名古屋コーチン）を、各々の1区に10羽（約80g/羽）飼育し、13歳までの6日間の菌株投与試験を行った。各区の構成は、生菌添加（配合飼料に5%）および生菌無添加である。また、基礎飼料としては、抗菌性添加物無混合の飼料を採用した。この結果、MS-1株の投与で、若鶏の増体重の向上することがわかった（図4）。

なお、他に、養鶏について3ヶ月/年、養豚について4ヶ月/年の試験を3年にかけて行ったが、同様の増体重効果が現れ、また、養豚については飼料効率の向上効果もみられた。

9. シュウドモナス菌MS-1株による仔牛の下痢症状抑止効果

仔牛では、ロタウイルスによる下痢が発生し、食物の消化が進まないため、成長の著しく遅滞する弊害が生じている。そこで、ミルク500mlに100mlのシュウドモナス菌MS-1株培養液を混合して仔牛に投与した。すなわち、仔牛30頭（黒毛和牛、生後約30日）を3群に分け、第1群には、シュウドモナス菌MS-1株を無投与、第2群

には1回投与し、第3群には2回投与の実証試験を行った。この結果、シュウドモナス菌MS-1株を投与した仔牛では、下痢症状が改善された（図5）。

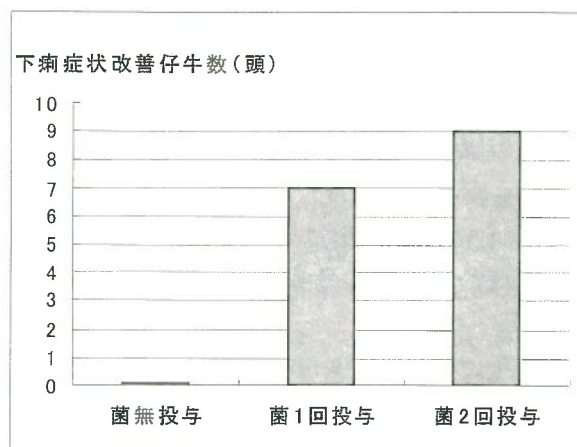


図5 シュウドモナス菌MS-1株の給与および無給与下における仔牛の下痢症状改善の効果

10. シュウドモナス菌MS-1株によるピーマンの栽培試験

ピーマンの苗120本（平均の主茎長は10.8cm）を、60本ずつの2群に分けて植栽した。次に、シュウドモナス菌MS-1株を10倍に希釈し、等量の焼土壌に混合、その25gを第1群のピーマン60

本について、各苗の根圏に施用し、一方、第2群の60本については菌株の施用を行わなかった。そして、このピーマンについて、4週間後の成長を測定した(図6)。この結果、MS-1株を投与するとピーマンの成長が促進されることがわかった。

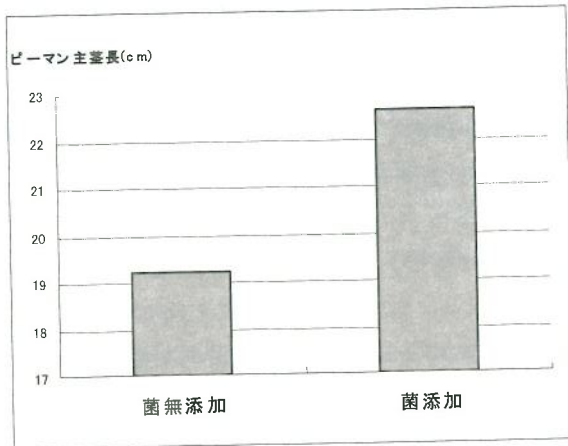


図6 シュウドモナス菌MS-1株の添加および無添加におけるピーマンの成長効果

1.1. シュウドモナス菌MS-1株による魚類ハタの共食い抑制効果

高級魚であるハタの養殖は、東南アジアを中心に世界で急速に拡大しているが、孵化後2ヶ月ほどから共食い症状をあらわし、その数の大幅な低減を余儀なくされている。本研究では、MS-1株を配合飼料に混合して、ハタに投与した場合に、MS-1株無添加の対照区の魚と比較して、好中球数などの増加にみられる免疫向上効果があらわれた。また、大きさ約4cmのハタ稚魚群にMS-1株を投与したところ、ストレス症状の発現とされる「共食い」の頻度が大幅に減少した(表2)。

表2 シュウドモナス菌MS-1株による魚類(ハタ)の共食い抑制効果

	生残率 (%)
対照区	52%
MS-1株区	94%

考 察

1. 微生物は排除できるか

微生物を排除しようとする考え方は、恒常的に抗菌剤を添加した飼料で飼育している家畜の場合だけではなく、魚類養殖の現場にもある。以前より(そして現在でも)、養殖水は無菌状態にする努力が尽くされてきた。通常、紫外線やオゾン発生装置の中に養殖水を通すことによって、微生物を殺滅する。または、微細なフィルターを通すことによって、微生物をフィルター上に捕集し、水中から除去する。しかし、これらの装置を通過した水が魚のすむ水槽に入ると、水槽の壁から、給与する餌から、そして空気から微生物が供給されるため、水中の微生物数は殺菌前と同等となる。そして、殺菌した水は、微生物数が少なく、かつ、これまで微生物を支えてきた栄養があるので、あらたな微生物はより勢いよく増加する(Maeda, 2004)。

「より勢いよく増加する」との表現のなかに、微生物同士の牽制効果(拮抗作用、あるいは栄養塩などの競合)が示されている。殺菌前の水には、多くの微生物が生息しているので、これらが牽制して、新規の微生物はなかなか参入できない。しかし、人間が殺菌した水では、古参微生物がいない(干渉しない)ので、新規の微生物はより増えることになる(前田, 2005)。

また、養殖水に抗生物質を投与した場合でも、当初、水中の細菌数は減少するが、その数は数日で復元する。一方、永続的に効果のある抗菌剤(塩素剤など)を使用して、微生物をふえないようにすることもできるが、このような水では魚は住めない。

2. 抗生物質を使うとウイルスが増える

1) 自然界のウイルスの数

自然界では、ウイルスの数が予想外に多いことがわかり、科学者にも衝撃をあたえたのは最近のことである。これまでのウイルスの計数は、寒天培地や動物細胞を使用した培養方法でおこなってきたが、この方法での、海水、淡水中のウイルス数は、数10個/mlほどの値である。しかし、1980年代のおわりに、電子顕微鏡で海水や河川水を直接に観察する方法が採用されたことにより、ウイルス数は、1 ml当り数万から数億個あることがわかった (Berghら, 1989)。

そして、この自然界に存在する大量のウイルスが、除去されるのか、されないのかに関心が集まり、また、家畜での免疫不全ウイルス病 (養豚)、ロタウイルス下痢症 (肉乳牛)、または、鶏インフルエンザウイルス病などが多発する現状において、自然界におけるウイルスの存亡のメカニズムが問われるようになった。

2) 微生物によるウイルスの不活化

小児麻痺ウイルス (ポリオ) や、病原性腸内ウイルス (コクサッキー) など、これらのウイルスは、下水処理場から海岸に流れ込むため、とくに観光客の多いハワイの大学や衛生研究所において、ウイルスが自然界でどのような増減を繰り返すのかについて調べられた (Gerbaら, 1977)。一方、自然界でのウイルスを破壊する細菌の存在も報告され (Gundersenら, 1967)、これらの細菌が一定量に生息する場所では、ウイルスは短時間で、その活性 (感染能力) を失うことがわかった。

3) ウイルス不活化プロセス

ウイルスは、中心に遺伝子 (DNA, RNA) があり、その周りは薄い膜 (外皮) でおおわれている。この外皮は、タンパク質や脂質でできているので、ある種のタンパク質分解酵素や脂質分解酵素で破壊される。上記のウイルスを不活化する細菌は、これらの酵素を生産して、ウイルスの外皮に穴などをあけている。そして、ウ

イルスは外皮が損傷すると、その感染能力をほとんど失うため無害化する (Herrmann & Cliver, 1973)。その他に、海藻などにもウイルスを不活化する物質があるが、細菌は、生存している間は、ウイルス不活化物質を連続的に生産するため、その効力がより持続するものと考えられる。

4) 抗生物質の投与でウイルスがふえる

ウイルスを分解する自然細菌は、概して抗生物質などによって増殖能を失う。このため、抗生物質投与下では、ウイルスを抑圧していた細菌が減少することになり、ウイルスはより感染・増殖する機会を得て、その数を増す。ウイルス数が増大すれば、異種間の交雑の頻度が増し、新たなウイルスの出現の可能性が増すことになる。

5) 善玉菌の利用によるウイルスの排除

近年、薬剤や化学肥料が多く使われるようになり、自然界の善玉菌が減少し、その結果、ウイルス数が増大しているといわれている。このため、家畜でもウイルス病が多く発症しているが、このような場合に、ウイルスを殺滅する善玉菌の使用が効果的と考える。この善玉菌の使用では、長期間にわたって投与する方法があるが、比較的高濃度の生菌を、短期間に投与することで、家畜腸内に善玉菌の存在情報 (クオラムセンシング, Hornbyら, 2001; Nealsonら, 1970) を伝え、病原菌防除効果を得る方法もある。

謝 辞

本研究の遂行では、(社) 日本養蜂はちみつ協会 (日蜂協)、宮崎養蜂組合、同畜産協会のかたがたのご協力をいただいたので、ここに謝意を表す。また、本研究中に亡くなられた、日蜂協元理事・酒井哲夫氏および宮崎養蜂組合元組合長・英隆之氏のご協力に深謝する。なお、シェウドモナス菌 MS-1 株の投与下における蜜蜂に対する腐蛆病菌の攻撃試験は、(財) 畜産生物科学安全研究所において行った。

文 献

- 1) Bergh, Ø., K. Y. Borsheim, G. Bratbak, and M. Heldal (1989) : High abundance of viruses found in aquatic environments. *Nature*, 340, 467-468.
- 2) Gerba, C. P., S. M. Goyal, E. M. Smith, and J. L. Melnick (1977) : Distribution of viral and bacterial pathogens in a coastal canal community. *Mar. Pollut. Bull.*, 8, 279-282.
- 3) Gundersen, K., Å. Brandeberg, S. Magnusson, and E. Lycke (1967) : Characterization of a marine bacterium associated with virus inactivating capacity. *Acta Pathol. Microbiol. Scand.*, 71, 281-286.
- 4) Herrmann, J. E. and D. O. Cliver (1973) : Degradation of coxsackievirus type A9 by proteolytic enzymes. *Infect. Immun.*, 7, 513-517.
- 5) Hornby, J. M., Jensen, E. C., Lisec, A. D., Tasto, J. J., Jahnke, B., Shoemaker, R., Dussault, P. and K. W. Nickerson (2001) : Quorum sensing in the dimorphic fungus *Candida albicans* is mediated by farnesol. *Appl. Environ. Microbiol.*, 67, 2982-2992.
- 6) Nealson, K. H., Platt, T. and J. W. Hastings (1970) : Cellular control of the synthesis and activity of the bacterial luminescent system. *J. Bacteriol.*, 104, 313-322.
- 7) Meda, M. (2004) : Interactions of microorganisms and their use as biocontrol agents in aquaculture. *La Mer*, 42, 1-19.
- 8) 前田昌調 (2005), 水圏の環境微生物学. 講談社. 東京. pp. 204.

◀国内情報▶

ユリの香り抑制法の開発

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 花き研究所
大久保 直美

「カサブランカ」に代表されるオリエンタル系ユリは豪華な大輪の花を持つが、濃厚な強い香りがあり、切り花として消費者から敬遠される場合がある。そこで香り抑制剤を考案し、開花前に処理する方法を開発した。処理により香りの量は軽減され、その効果は開花中継続する。香りを抑えることにより、ユリの需要拡大が期待される。

1. はじめに

ユリ「カサブランカ」(*Lilium* 'Casa Blanca'; 図1)はオリエンタル・ハイブリットの代表品種であり、豪華な美しい大輪の花を持つので、ホテルのロビーやイベントなど華やかな場に用いられている。一方、オリエンタル・ハイブリットに特有の甘く濃厚な芳香を持つために、強い香りを嫌う場、例えば飲食店や結婚式など食事の場では敬遠されている。また一般家庭では、閉め切った室内に「カサブランカ」が一輪でもあると香りでむせるようになることから、不快臭として嫌われる場合がある。以上のように香りの強さは、ユリの販路拡大の足かせとなっている。



図1 ユリ「カサブランカ」

ユリには元々香らないアジアティック・ハイブリットといった系統もあり、品種改良によって香らない品種も作られているが、オリエンタル・ハイブリットのユリの豪華さを持つ品種は見受けられない。そこで、外観には影響せず花の香りを抑えることができる薬剤を検索し、「香り抑制剤」とその処理方法を開発した。本稿ではその概要を説明する。

2. ユリ「カサブランカ」の香気成分

「カサブランカ」の香気成分はイソオイゲノール、ベンジルアルコールなどの芳香族化合物、シス-オシメン、リナロールなどのテルペノイドで構成されている。また、微量成分としてパラクレゾールやパラクレオソール(芳香族化合物)などの消毒液のような匂いを持つ成分も含まれている。これらの成分を「カサブランカ」は1輪で1時間あたり100 μ g以上発散させている。何輪も咲いた「カサブランカ」を閉め切った室内におけば、多量の香気成分が充満してしまう。この量を減らす方法の一つとして、香気成分の生合成を阻害する薬剤を検討した。

3. 香気成分の生合成経路と香りを抑える原理

花の香気成分は、素となる物質からいくつもの段階を経て作られている。それらの段階の一

OKUBO Naomi

〒305-8519 茨城県つくば市藤本2-1

一つ一つには酵素が関わっており、その酵素の働きを抑える薬剤を花に与えると、香氣成分の合成が阻害され、花の香りを抑えることができる。

花の香氣成分は主に、生合成経路の異なる芳香族化合物、テルペノイドなどの化合物群に分けられる(図2)。それら経路のいくつかの段階については、酵素の働きを阻害する薬剤が存在している。その中から、芳香族化合物の生成を

抑えるフェニルアラニンアンモニアリアーゼ(PAL)阻害剤の効果を検討したところ、テルペノイドの生成も抑えることが明らかになった。「カサブランカ」の香氣成分は、2で説明したように芳香族化合物とテルペノイドで構成されているので、PAL阻害剤の水溶液で処理することにより香氣分量を全体的に抑えることが可能となる。

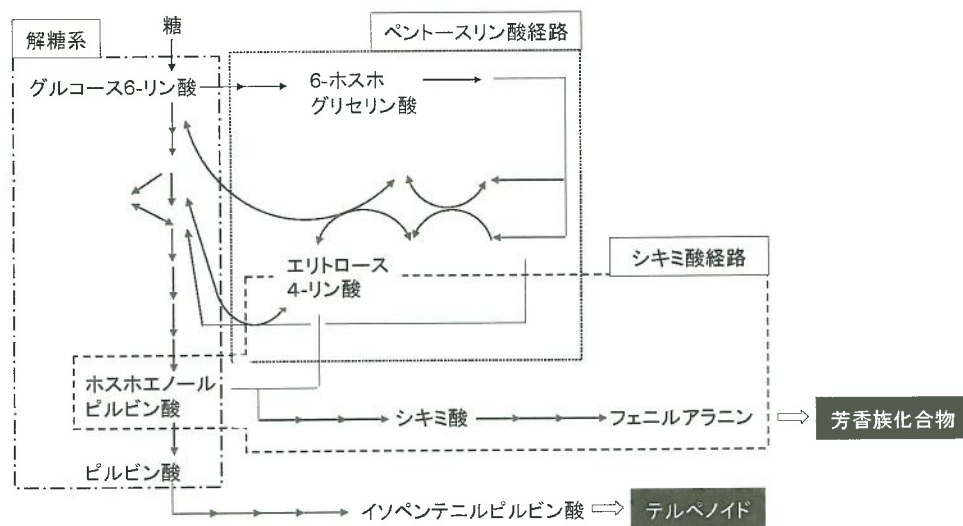


図2 香氣成分の生合成経路

4. 香り抑制剤の処理方法

基本的には、「カサブランカ」の切り花をPAL阻害剤水溶液に生けるだけである。処理後1日経って開いた花からは香りがほとんど感じられず、0.1 mM 処理における香氣分量は水に生けた花の8分の1程度となった(図3)。花が開いてしまうと香氣成分生合成が始まり香り抑制効果が低くなるので、処理はつぼみのうちに開始することがポイントである。処理時間が長いほど香り抑制効果は確実であり、0.1mMであれば生けたままにしても花や葉には影響はない。阻害剤の濃度が高くなると、花や葉に茶色のシミができるといった影響が出る。「カサブランカ」以外の他の香りの強いユリや花き類にも有効である。この処理の方法を元に「花き用香り

抑制剤」の特許出願をおこなっている¹⁾。

5. 今後の展望

香りは個人的な嗜好性が強く、ユリの濃厚な香りを好む人も多い。今回の技術の特徴は、ユリの香りに対する消費者の嗜好に合わせて、処理の有無によって「濃厚に香るタイプ」と「微香タイプ」を容易に調整することが可能なことである。消費者の選択肢が増えることにより、ユリの需要拡大につながると考えている。

6月の報道発表²⁾以来、ユリ生産・販売などに関わる様々な団体、個人より問い合わせを受けた。現在は実用化に向けた実証試験に入っているところである。

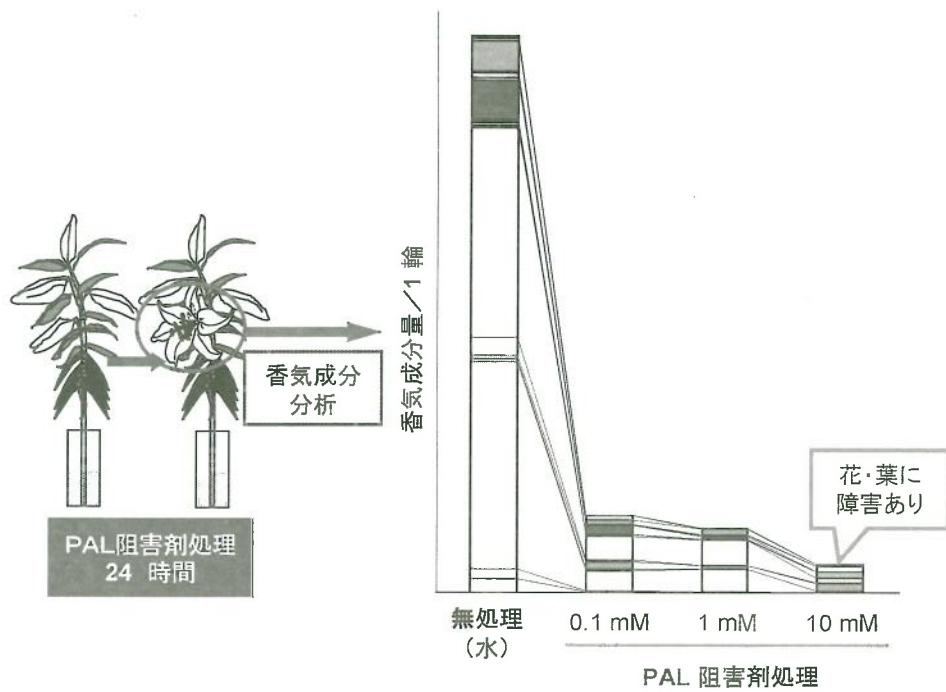


図3 「カサブランカ」におけるPAL阻害剤の処理効果

文 献

1) 特願2008-300353

2) 花き研究所HP

[http://flower.naro.affrc.go.jp/press/20090624/
lily20090624.html](http://flower.naro.affrc.go.jp/press/20090624/lily20090624.html)

◀国内情報▶

農作業安全 e ラーニングシステムの開発

¹独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構
生物系特定産業技術研究支援センター

²東京大学大学院農学生命科学研究科

積 栄¹・志藤博克¹・岡田俊輔¹・米川智司²

農業機械の安全な使用方法を学習する手段として、インターネットとパソコンの特性を活かして効果的な学習を可能にする農作業安全 e ラーニングシステムを開発している。学習者自らが操作してクイズに答えながら学習し、CG や動画を用いて分かりやすく効果的な知識の習得を図っている。回答の傾向から、学習者の安全知識の傾向を把握することも可能な構造としている。現在 3 機種 3 コンテンツを試行版として公開しており、2010 年度から 4 機種 7 コンテンツで完成版を公開予定である。

1. はじめに

農作業による死亡事故は、毎年 400 件程度と横ばいであり¹⁾、状況が改善されていない。このうち、農業機械作業によるものは毎年 6～7 割を占めており、使用者が機械の安全な使用方法について正しい知識を身につけることは、事故件数低減に向けて非常に重要となっている。

これまで、関係機関や自治体では、農作業安全のための知識や技術を広めるべく、パンフレットなど各種資料の作成及び配布、研修会の開催など、様々な取組みを行ってきた。また、生研センターでは 2002 年より、インターネット上で農作業安全に関する様々な情報を発信するための Web サイト「農作業安全情報センター」(<http://brain.naro.affrc.go.jp/anzenweb/>) の運営を行っている²⁾。

今回、生研センターでは、これらの取組みに加えて、東京大学と共同で、より効果的に安全知識を習得する手段の一つとして、近年の IT (情報技術) の発達を踏まえ、インターネットによりどこでも学習手段を提供でき、かつパソコン

ならではの操作性を活かし、動画等を利用して効果的な安全学習を可能にする農作業安全 e ラーニングシステムの開発に取り組んでいる。

2. システムの利点と技術的課題

安全教育の e ラーニング化による利点として、まず安全教育をより身近なものにできることが挙げられる。e ラーニングであれば、各種講習会とは違い、パソコンでインターネットが利用できる環境さえあれば、場所や時間の拘束を受けない学習手段を提供可能となる。

また、e ラーニングでは、パソコンでの学習が前提となるため、動画などを効果的に用いることで、機械の機能や危険作業の状況について直感的に理解できる仕組を構築し易い。安全学習においては、何が危険なのかを単に知識として見聞きするだけでなく、できるだけ実感と理論を伴って理解することが重要と考えられ、この点からも、e ラーニング導入の効果が見込まれる。研修会でもビデオ等の動画を用いた教育することは可能であるが、一般的には受身型の研修となることが多い。自らが操作して学習を進めるシステムにすれば、コンテンツ次第で擬似的に参加型の学習形態とすることができる。

さらに、オンラインで教材を提供することに

SEKI Ei¹, SHITO Hirokatsu¹, OKADA Shunsuke¹, YONEKAWA Satoshi²

¹〒331-8537 さいたま市北区日進町1-40-2

²〒188-0002 東京都西東京市緑町1-1-1

より、例えば事故統計や関係法令などが変わった場合についても、パンフレットでは再配布の必要があるが、eラーニングでは速やかに情報を更新し、オンラインで提供することが可能である。また、閲覧者の学習パターンから、一般的にどの内容がどの程度理解されているのかといった傾向を把握し、その情報を今後の安全教育やコンテンツ作成に活用できるという、提供側にとって大きなメリットを得ることもできる。

このように、eラーニングという新たな学習手段を供給することで、これまでのパンフレットや研修会といった従来の方法では足りなかった面を補うことができる可能性がある。表1に、これまでの学習内容提供手段と本システムとのメリットの比較を示す。

ただし、学習者が自ら操作、学習するためには、内容を興味深く充実したものにすることや、簡易な利用方法や操作方法が必要となる。また、学習者が初心者からベテランまで様々であり、これらを踏まえてコンテンツを作成することが重要である。

一方、eラーニング化に対する技術的な課題として、通常eラーニングでは、主に学習管理システム (Learning Management System, LMS) をネットワーク (サーバ) 上に設置し (もしくはサービス会社から LMS の提供を受け)、これを用いて学習者の登録管理や学習進捗状況の管理を行う方法が一般的であるが、本システムで使用予定のサーバではこのような形態での運用はできず、双方向機能も有していないことや、通常行われるユーザ登録についても、それ自体が学習者の利用の障壁となる可能性が高いことが挙げられた。このため、学習者の理解の傾向等を提供側も確認できるという前述のメリット

については、新たに別の手法を構築する必要性が認められた。また、対象者を限定しないことにより、学習者の使用パソコンの環境 (OS, Web ブラウザ, 画面解像度等) が様々であることや、コンテンツの作成方法に関しても、長期的に本システムを運用するためには組織内部で容易にコンテンツの作成、修正が可能な環境を整える必要があること等も、本システムで対応すべき重要な課題として挙げられた。

3. 試作システムの構造

前項を踏まえ、技術的課題に対応しつつ、これらのメリットを活かせるシステムを試作した³⁾。図1に、試作したシステムの概要を示す。対象機種は、乗用トラクタ (移動, 耕うん作業, 点検整備), 自脱型コンバイン (移動・作業, 点検整備), 歩行用トラクタ (全般), 刈払機 (全般) の4機種 (7コンテンツ) とし、2008年度は、このうち乗用トラクタ (移動), 歩行用トラクタ (全般) 及び刈払機 (全般) の3コンテンツについて試作した。

学習者の学習の傾向は、各コンテンツの不正解表示ファイル及び結果表示ファイルへの各利用者のアクセス履歴により確認が可能な構造とした。各メニューページはhtmlファイルとして作成し、将来のコンテンツ追加等にあわせて編集可能な構成とした。各コンテンツのメインファイルはflashファイルとした。コンテンツの原ファイルはMicrosoft Office PowerPointで作成し、これに変換ソフトウェア iSpring Pro を用いることで、外注を行うことなく継続的かつ簡易にflashコンテンツを作成可能な体制を整えることができた。

表1 これまでの学習内容提供手段と本システムとのメリットの比較

導入によるメリット	紙媒体	CD・ビデオ	ホームページ	本システム
学習前後の理解度を把握	×	×	×	○
常に最新の学習内容を提供	△	△	○	○
動画等で興味・理解喚起	×	○	○	○

※各メリットに対する有効度を×, △, ○の3段階で考察

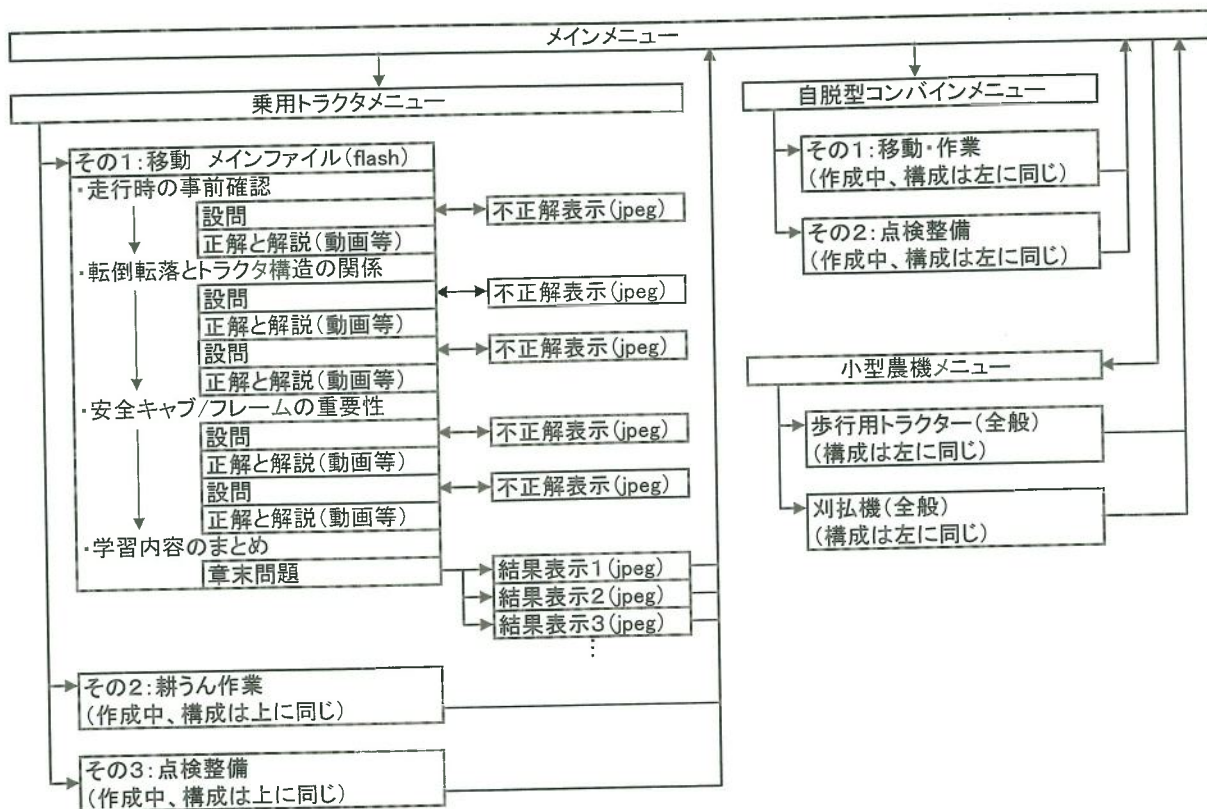


図1 農作業安全 e ラーニングシステム概略

4. 試作システムの概要

システムを利用する場合は、前述した Web サイト「農作業安全情報センター」で該当リンクをクリックすると、「農機安全 e ラーニング」メインメニュー画面(図2)が表示される。学習したい機種をクリックで選択すると、さらに学習項目を選択するメニューが表示され、希望のコンテンツを選択すると、該当する学習ストーリーが開始される。図3に、学習ストーリーの画面例と構成を示す。学習し易いように、操作は全てマウスのみで直感的に行えるように設計している。詳しい使用法は、画面上部の「サイトの使い方」をクリックすると、別ウィンドウ(または別タブ)で表示される。

参加型の学習とするため、画面のテロップを読みながら「次へ」ボタンをクリックして先へ進んでいくと、途中で何回かクイズがあり、これに正解しながら学習を進めていく構造になっている(図4)。自分で正解を導き出す方が記憶

に残るとの想定から、正解してはじめて先に進めるようになっている。不正解の場合は、その旨を示す画面が別ウィンドウ(または別タブ)で表示されるので、内容の確認後、そのウィンドウ(タブ)を閉じて、元のクイズ画面で選択し直す。正解すると、そのクイズに対応する安全作業についての学習内容が、写真や動画で、視覚的に分かりやすく解説される(図5)。

クイズについては全て選択式ではあるが、同じパターンで飽きてしまったり、あまりに簡単に正解が類推できてしまったりすることのないように工夫している。動画については、危険作業事例の実写や、実際の撮影が不可能な乗用トラクタの転倒・転落に関するものでは3DCG動画を多用することで、直感的に、実感を持って危険性を理解できることを狙っている。これらの対策と、学習時間の長さをコンパクト(おおよそ15分程度)に保つことで、できるだけ学習者が飽きずに効果的に学習を進められるようにしている。さらに、各種安全装置については、



図2 メインメニュー画面



図4 クイズ画面例（乗用トラクタ・移動）



図3 学習ストーリー画面例と構成
（乗用トラクター・移動）



図5 動画による解説画面例
（乗用トラクタ・移動）

その作動状況を動画で紹介することで、装置への理解をより深め、安全装置を備えた機械の普及につなげたいとも考えている。

内容的には、農業機械の初心者でも理解できるように構成している。学習項目はどれも重要なものであり、機械使用のベテランに対しても、動画や写真で常日頃の注意点を効果的に再確認できるメリットがあるが、それに加えて、機械に詳しい学習者向けには、ストーリー中に、さらに詳しい安全知識を提供するリンクも随所に配置している。

クイズに答えながら学習ストーリーを終えると、最後に確認テスト（現在は2択形式が3問）があり、ここで学習者は、それまでの学習内容が理解できているかを確認できる仕組みになってい

る。回答が終わると、結果とともに、誤答部分についての解説が表示される。全問正解した場合は、画面内に修了証書が表示される。

なお、本稿における各図は開発中のものであり、完成版では変更の可能性がある。

5. システム利用要件

本システムの利用には、Adobe Flash Player（バージョン8以降、無料）が必要である。インターネット接続についてはブロードバンド環境を推奨しており、Windows、Mac OSともに、一般的な各種Webブラウザ上で動作確認がなされている。画面解像度については、XGA（1024×768ピクセル）以上が望ましいが、SVGA（800

×600ピクセル)でも横幅は画面内に収まるように設計している。

6. おわりに

本システムは前述の Web サイト「農作業安全情報センター」の1コーナ「農機安全 e ラーニング」として運用する予定であり、2008年度に試作した3コンテンツについては、2009年4月より、試行版として既に公開を開始している (<http://brain.naro.affrc.go.jp/el/>)。現在、2010年度からの本運用開始を目指して、モニタ調査等も行いながら、引き続き開発、改良を進めているところである。

これまで危険業種とされてきた建設業などでは、労働災害による死亡事故件数が年々改善されてきており⁴⁾、このままでは農業が危険業種の代表格となってしまうとも指摘されている。他産業と違って家族を中心とした経営が一般的な農業においては、安全に関する管理責任が個人任せになりがちな面もあり、したがって個人レベルでの安全意識の徹底が非常に大きな意味を持つこととなる。本稿で述べた「農機安全 e ラーニング」を含め、生研センターが「農作業安全

情報センター」で発信する各種情報が、現状の改善に寄与できればと願っている。

謝 辞

本システムの開発にあたっては、農林水産研修所つくば館水戸ほ場にご協力いただいている。関係者の皆様に深謝いたします。

参考文献

- 1) 農林水産省生産局農業生産支援課 (2009), 平成19年に発生した農作業死亡事故の概要, 農林水産省, <http://www.maff.go.jp/j/press/seisan/sien/pdf/090428-04.pdf> (参照 2009年10月1日)
- 2) 岡田俊輔 (2008), 機械化農業, 2008年2月号, 4-8
- 3) 積栄ら (2009), 農作業研究, 44(別号1), 97-98
- 4) 厚生労働省労働基準局安全衛生部安全課業務係 (2009), 平成20年における死亡災害・重大災害発生状況等の概要, 厚生労働省, <http://www.mhlw.go.jp/houdou/2009/05/h0526-2.html> (参照 2009年10月1日)

◀地域の先端研究▶

ハスモンヨトウ核多角体病ウイルスを用いた
微生物防除剤の開発岐阜県生物工学研究所
神谷 克巳 ・ 鈴木 郁子

天敵ウイルス（ハスモンヨトウ核多角体病ウイルス）を利用した農業重要害虫ハスモンヨトウに対する新規微生物防除剤を開発した。製剤の防除効果に影響を与える諸条件について解析し、殺虫効果の高まる温度や被害を最小限にする防除に適した幼虫齢期を明らかにした。また、死亡幼虫から放出されるウイルスの二次感染による効果の持続性を評価して、効果的に防除するために若齢期幼虫に対する複数回散布の必要性を明らかにするとともに、防除適期の判断基準について検討を行った。

1. はじめに

近年、持続可能な農業として環境負荷を軽減した環境保全型農業が重要視されている。化学農薬の使用量の削減が求められており、化学農薬に代わる資材の一つとして生物的防除資材の開発が進められている。害虫防除の分野でも化学農薬の使用は、抵抗性害虫の出現、害虫の誘導異常発生や天敵相に対する悪影響などが問題となっており、昆虫や微生物を用いた生物農薬の開発が期待されている。微生物殺虫剤として実用化されている昆虫に病原性を示す微生物として、核多角体病ウイルスが知られている。本ウイルスは、バキュロウイルス科に属する昆虫固有の病原性ウイルスであるが、特定の昆虫にしか病原性を示さないことから、目的とする昆虫のみを選択的に感染死させることができるため、天敵等有用昆虫に対する影響が少ない。

ハスモンヨトウ (*Spodoptera litura*) はヤガ科に属する鱗翅目害虫で、ダイズをはじめとした様々な植物を加害する農業害虫である (図1)。関東以西の暖地において重要害虫として薬剤防

除の対象となっているが、中齢期以降は化学薬剤に対する感受性が低下する。ハスモンヨトウから分離された核多角体病ウイルス (ハスモンヨトウ核多角体病ウイルス) は、ハスモンヨトウの防除に最も効果的な天敵微生物として研究が行われてきた。防除効果に影響する諸要因の解析や散布の方法など多岐にわたる試験が行われた結果、圃場での防除効果も実用化レベルであると確認されている¹⁾。

我々は、ハスモンヨトウ核多角体病ウイルスには殺虫効果等、性質の異なる様々なウイルス株が存在していることを確認し、同ウイルスの



図1 ハスモンヨトウ終齢幼虫 (左) とハスモンヨトウ核多角体病ウイルスにより死亡した幼虫 (右)

幼虫体内で増殖した大量の多角体により体液が白っぽく見える。

KAMIYA Katsumi , SUZUKI Ikuko

〒505-0004 岐阜県美濃加茂市蜂屋町上蜂屋
3481-2

中から、病原性が高く、防除効果の向上につながると判断した2種類のウイルス株を選抜し有効成分として利用したハスモンヨトウ核多角体病ウイルス製剤（商品名：ハスモンキラー、農薬登録申請手続き中）を、揖斐川工業株式会社との共同研究により開発した²⁾。利用している株のひとつは、新たに発見したウイルスの株であり、これまでに研究されてきたハスモンヨトウ核多角体病ウイルスと比較して、幼虫が感染してから致死するまでの時間が短い特徴がある。もうひとつの株は、より殺虫力が強いという特長を有している。この2種類のウイルス株を混合して用いることで、一般的な微生物農薬と同様に遅効性であるとされる同ウイルスの短所を改善できることを期待して本剤を開発した。本稿では、開発したハスモンヨトウ核多角体病ウイルス製剤の効果的な使用方法についてダイズを中心に研究を行ってきたので紹介したい。

2. ハスモンヨトウ核多角体病ウイルスの作用機構

ウイルス粒子は、タンパク質でつくられた直径数 μm の多角体と呼ばれる包埋体の中に存在している（図2）。多角体には、たくさんのウイルス粒子が含まれ、幼虫が多角体を経口摂取することでウイルスの感染が起こる。具体的には、幼虫が多角体の付着した植物体を摂食し、取り込まれた多角体が腸内のアルカリ性消化液で溶解する。溶解した多角体の中からウイルス粒子が放出され、中腸細胞に侵入して感染に至る。全身に感染が広がり、最終段階になると体内は組織が溶解してドロドロの状態になり、弱った皮膚が破れて増殖した多角体が放出される（図1）。幼虫による多角体の摂食から感染死までの期間は一般的には5～10日程度とされているのだが、本剤は早ければ3日目頃から効果が現れる。幼虫の死亡によって汚染された箇所が新たなウイルスの感染源となり、二次感染が引き起こされ、感染が拡大継続する。化学殺虫剤とは異なる二次感染の存在から、ウイルス剤は長期

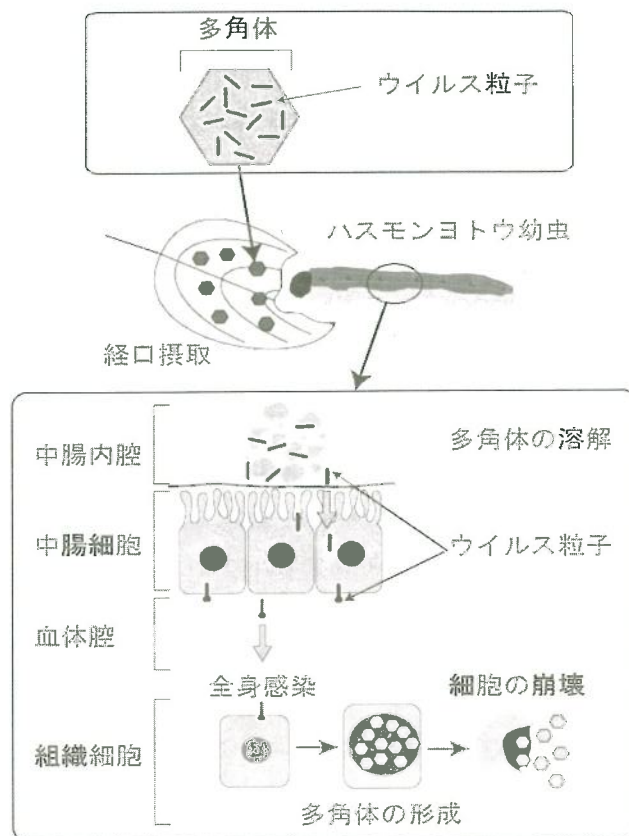


図2 核多角体病ウイルスのハスモンヨトウ幼虫への感染様式

間にわたって防除効果があると言われている。

3. 防除に適した温度条件

ハスモンヨトウは夏期に発生量が多くなる暖地の害虫であることから、温度が高いほど幼虫の食餌量が増すため、多角体の摂取量が多くなり、殺虫効果が高くなるとされている¹⁾。そこで、ウイルス接種後の温度条件が殺虫効果に与える影響を検討した。本剤について17～35℃の範囲内で殺虫効果を試験した結果、温度が高いほど幼虫の致死に要する時間が短く、最終的な死虫率は高くなり、効果が高かった（図3）。20℃以下の温度では幼虫の致死に要する時間が長く、17℃では最終的な死虫率も低くなった。薬剤散布後の気温は防除効果に大きく影響し、高い防除効果を得るためには、25℃以上の温度条件で使用することが望ましく、20℃以下では効果が

低いことが確認できた。

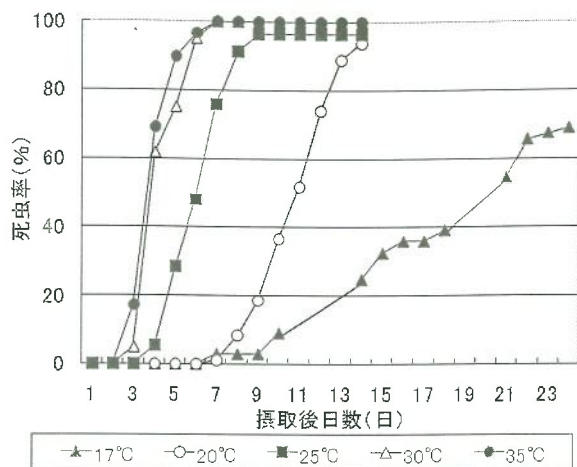


図3 ハスモンヨトウ幼虫に対する温度別の殺虫効果

多角体の濃度が 5×10^7 個多角体/g 飼料となるよう本剤を混入した人工飼料を3齢幼虫に摂食させ、異なる飼育温度で個別飼育して死亡率を調査した。

4. 効率的な防除のための散布適期

ハスモンヨトウに対するハスモンヨトウ核多角体病ウイルスの殺虫効果は若齢期の幼虫ほど致死時間が早く、死亡率も高かった(図4)。摂食量は若い幼虫ほど少ないことから、致死に必要な多角体数も少ないことが分かる。処理する幼虫の齢期が進むと、死亡率が下がるだけでなく、致死に要する時間が長くなるため、幼虫による食害が進み、被害が大きくなる。そこで、防除に最適な幼虫齢期と製剤濃度の関係を検討した。ダイズ圃場において、本剤の幼虫齢別の防除効果について試験した結果、実際の使用で想定している基本濃度(製剤の1,000倍希釈)で使用する場合は3齢幼虫までに十分な防除効果が認められた。また、2齢幼虫の防除には半分濃度(2,000倍希釈)で使用しても十分な効果が認められ、幼虫の早期発見による防除がコストの軽減にも繋がると考えられる。そこで、ダイズ圃場における防除適期の検討を行った。防除適期の判断には、白変葉(若齢幼虫集団に

よる食害を受けた葉)の発生状況を確認する方法とフェロモントラップによる成虫誘殺数から幼虫の発生時期を予察する方法が考えられる。圃場に白変葉が散見されるようになったら直ちに防除が必要と判断されるため、フェロモントラップを利用した発生予察が期待されるが、現在の発生予察の精度の点から、予察をもとにした防除適期の判断は確実性に欠けるとの指摘もある³⁾。実際、我々の岐阜県内でのモニタリング結果では、ハスモンヨトウの生育にかかる時間から換算して、成虫誘殺数のピークから10日後頃が若齢幼虫の発生ピークであると考えられたが、成虫誘殺数と白変葉出現数のそれぞれのピークはかなり近く、フェロモントラップの成虫誘殺数から散布時期を事前に決定することが困難であった(未発表)。今後も調査を重ね、発生予察の精度を高める必要がある。

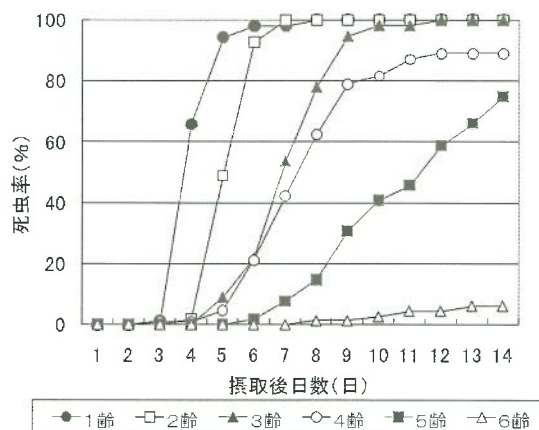


図4 幼虫齢別の殺虫効果

多角体の濃度が 10^8 個多角体/g 飼料となるよう本剤を混入した人工飼料を幼虫に摂食させ、25°Cの温度条件で個別飼育して死亡率を調査した。

5. 効果の持続性を活かした使用方法

核多角体病ウイルスの効果の持続性には様々な環境要因が影響する。多角体は紫外線に弱く、紫外線に曝されると失活し、殺虫力を失う。そのため圃場に散布された多角体は、急速に殺虫

力が低下する。多角体を処理したダイズ葉に紫外線（太陽光線）を照射し続けたところ、多角体の殺虫力は葉表では3時間で1/2に、葉裏では15～20時間で同じく1/2に低下したと報告されている¹⁾。本剤についても、同様に4時間の太陽光線照射で殺虫効果が半減したが、散布圃場より回収した幼虫の死亡率から、散布直後から6時間の摂食で十分な死亡率が得られる多角体濃度であることが分かった。また、薬剤を散布した圃場において、散布後の異なる時期に孵化した幼虫の死虫率を調べ、防除効果の持続期間を検討した結果、散布後2日目までは高い防除効果が得られ、3日目以降効果は低下するものの1週間程度までは効果が持続した。また、土壌中の多角体は紫外線による不活化を受けないため長期間活性を保つといわれている⁴⁾。降雨による土壌中多角体の跳ね返り効果を薬剤の土壌散布により調査した。ダイズの下葉（株基から20cm程度）で散布後2週間以上わずかな殺虫効果が得られたが、防除効果は期待できなかった。薬剤の散布による直接の防除効果に併せて、それによって死亡した幼虫個体が新たな感染源となるため、薬剤を新たに散布しなくてもある程度防除効果は継続すると考えられるが、この二次感染効果は、薬剤散布時の幼虫の発生状況等によって異なる。死亡個体の近傍では散布時よりも多くの多角体が存在し、高い殺虫効果があるのだが、死亡個体数が少なければ、同一のダイズ株内であっても殺虫効果は局所的となり、防除効果にはつながらない。そこで、本剤を用いて二次感染効果の程度を調べた。ダイズ圃場1aあたり40卵塊の発生密度で2～3歳の時期に薬剤を散布し、その16日後に放虫した結果、幼虫の死虫率は30%程度であった。死亡幼虫1個体当たりの多角体放出量は感染時の

発育齢によって異なり、3齢幼虫に比べ4齢幼虫で3.4倍、5齢幼虫で7.5倍であったことから、中齢期以降に感染すれば二次感染効果は高まる可能性があるが、食害量や感受性を考慮した防除適期である2～3齢幼虫に薬剤散布をした場合には、死亡幼虫による二次感染の効果は低く、散布後に発生する幼虫を防除するのに十分なものではなかった。このため、幼虫の発生が継続して認められる場合に対する最適な散布間隔を決定する必要がある。

6. 今後の技術開発の方向

核多角体病ウイルスを用いた微生物防除剤をより実用性の高い防除資材とするためには、遅効性の改善や効果の持続性の向上、資材の低価格化が重要である。そのためには、感染力の強化や紫外線からの防御、生産の低コスト化が大きな課題であり、大量生産の効率化が企業により進められている。また、微生物は継代増殖により性能が劣化する可能性もあるため、遺伝的な安定性を常に確認する必要がある、確実に防除性能を保証できる品質管理方法について研究を行っている。さらに、より効率的なハスモンヨトウの防除を可能とするために、発生予察や被害予測の精度の向上が必要である。

参考文献

- 1) 岡田齊夫（1977），中国農業試験場報告，E 12, 1-66
- 2) 神谷克巳ら（2007），植物防疫，61, 210-213
- 3) 菖蒲信一郎ら（2003），応動昆，47, 137-141
- 4) Cory, J. S. et al.（1997），in *The Baculoviruses* (Miller, L. K., ed.), 310-339, Plenum, New York.

◀ 文献情報 ▶

乾乳期間がその後の泌乳期における繁殖成績に及ぼす影響

Effect of dry period length on reproduction during the subsequent lactation

R. D. Watters, M. C. Wiltbank, J. N. Guenther, A. E. Brickner, R. R. Rastani, P. M. Fricke, and R. R. Grummer

Department of Dairy Science, University of Wisconsin, Madison 53706, USA

Journal of Dairy Science, 92, 3081-3090 (2009)

泌乳牛における繁殖成績の低下は、空胎期間の長期化につながり、生産性を低下させ、農家の収益にも直接影響する大きな問題となっている。また、乳牛における乾乳期間が初回排卵日、空胎期間、人工授精1回あたりの受胎率などの繁殖性に影響する可能性が指摘されていることから、乾乳期間が繁殖成績に及ぼす影響について検討が行われた。3,000頭規模で飼養している農場の781頭を2種類の乾乳期間（乾乳55日区：慣行区、乾乳34日区：乾乳期間短縮区）のどちらか一方に振り分けて実験が行われた。慣行区は、分娩予定35日前まで低エネルギー飼料で飼養された。また、分娩予定34日前以降は、慣行区・乾乳期間短縮区とも、分娩まで適切なエネルギーの飼料で飼養された。分娩後は、分娩後及び泌乳期の飼料設計で、両区とも飼養された。実際の乾乳期間は、ほぼ試験設定通りであり、乾乳期間短縮区34日、慣行区56日であった。初回排卵日の中間値は、乾乳期間短縮区35日、慣行区43日であり、乾乳期間短縮区の方が早く初回排卵が見られた。泌乳70日までの無排卵牛の割合は、慣行区（18%）が乾乳期間短縮区（8%）の約2倍であった。分娩後45日以降のスタンディング発情時に行った人工授精による受胎率のうち、泌乳70日における受胎率は、2産次の若い牛では乾乳期間短縮区と慣行区と

の間に差は認められなかった（20.2% vs 18.8%）が、3産次以降の牛では、乾乳期間短縮区（20.3%）が慣行区（10.6%）よりも有意に受胎率が高かった。同様に、空胎期間の中間値も、乾乳期間短縮区の方が慣行区よりも短い傾向が認められた。泌乳300日においては、両区とも85%の牛が妊娠した。初回及び2回目の人工授精あたりの受胎率は、3産次以降の牛では、乾乳期間短縮区（32%）の方が慣行区（24%）よりも有意に高かった。すなわち、乾乳期間の短縮は、3産次以降の牛においては、初回排卵日を早め、無排卵牛の割合を少なくし、受胎率を高めることにより繁殖成績を向上させうることが明らかとなった。乾乳期の短縮による繁殖成績の向上という結果をさらに確かなものとするためには、様々な飼養環境においても実験を行い、さらなる例数をつみ重ねる必要があると思われる。

乾乳期間はこれまで乳生産という面から設定されてきたが、乾乳期間は分娩後のエネルギーバランスに影響し、繁殖成績の低下を招く可能性があることから、牛の健全性や繁殖性を考慮した乾乳期間の設定が求められている。特に分娩前後の負のエネルギーバランスが続くと繁殖成績の低下を招くことは、数多く報告されている。本論文のように、乾乳期の短縮は繁殖成績を向上させるという報告がある一方、影響はないとの報告もある。また、乾乳期間・方法によって、泌乳量へも大きく影響する可能性がある。さらに、泌乳量や飼養管理方法の違いにより、繁殖成績への影響に差が認められる可能性もあることから、泌乳量による最適な乾乳期間の設定、乾乳前後の飼養管理方法等、さらなる検討が望まれる。

（抄訳：下司雅也，GESHI Masaya，独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 畜産草地研究所）

◀文献情報▶

CHL1は植物において硝酸塩センサーとして機能する

CHL1 functions as a nitrate sensor in plants.

CH. Ho, SH. Lin, HC. Hu and YF. Tsay

Molecular Cell Biology, Institute of Molecular Biology, Academia Sinica, and Taipei, Taiwan.
Cell, 13, 1184-1194 (2009)

植物は、その多くの栄養素を土壌から得ている。土壌中のイオンは必須栄養素となるだけにとどまらず、遺伝子発現や発達を正負に制御する情報伝達にも関わるということが知られている重要な因子であるといえる。固着性の植物にとっては様々な栄養環境下で生育していくためには、土壌中のイオン濃度を感受して適切な代謝を行うことが必須である。なかでも、炭素を除くと、窒素は植物が最も多く必要とする栄養素であり、硝酸イオンはその主要な窒素源である。硝酸イオンは植物の生育を制限する因子となりうるため、この感受を行う分子の解析は生理学的のみならず、農学上からも非常に有益である。本論文において著者らは、土壌中の硝酸塩濃度を感受する受容体として硝酸塩トランスポーターの一つとして知られている CHL1(Nitrate Transporter: NRT1.1)が機能することを報告している。

以前の報告から、植物は低濃度の硝酸塩を輸送する高親和性機構と高濃度の硝酸塩を輸送する低親和性機構があり、それぞれに働く NRT の存在が明らかになっている。しかし興味深いことに、CHL1 は高親和性、低親和性どちらの機構においても、硝酸塩の細胞内への取り込みに機能する二元的親和性をもっていることが示されていた。この二元的親和性には、101 番目のスレオニンのリン酸化が関わっているとされ、このスレオニンがリン酸化されているときは高親和性、脱リン酸化されているときは低親和性トランスポーターとして CHL1 が機能することが知られている。さらにこのリン酸化状態の変化は細胞外硝酸塩濃度に応じて起こることがわかってきた。

著者らは CHL1 欠損シロイヌナズナにおいて、初期硝酸塩反応の一つである *NRT2.1* 遺伝子発現量が野生型に比べて30%ほどに低下していることに注目し、CHL1 が硝酸塩の受容においても機能を果たしているのではないかと考えた。次に *chl1-9* という、一アミノ酸置換の突然変異体を持ちいることにより、CHL1 のトランスポーターとしての硝酸塩取り込み機能と、受容体としての機能を分けて解析を行った。この *chl1-9* 変異体はトランスポーターとしての硝酸塩取り込み機能は失っていたものの、初期硝酸塩反応は野生型と同程度に起こることを見いだした。これは CHL1 が硝酸塩受容体として機能していることを示唆する結果であった。また、同変異体を異なる硝酸塩濃度下で育成した際の *NRT2.1* の発現量の違いから、受容体は CHL1 以外にも複数個存在しているものと考えられた。次に101番目のスレオニンのリン酸化状態と硝酸塩受容体機能の関連を調べるためこれをアスパラギン酸に置換したリン酸化型 CHL1T101D、アラニンに置換した脱リン酸化型 CHL1T101A の両形質転換シロイヌナズナを用いた解析を行ったところ、CHL1 のリン酸化、脱リン酸化がそれぞれ低親和性ならびに高親和性の硝酸塩受容を促すことが示された。さらに、低硝酸塩濃度条件において、細胞内タンパク質リン酸化酵素である CIPK23 が、CHL1 に直接結合し T101 をリン酸化することにより、低親和性の硝酸塩受容を導くことを明らかにした。以上の様な結果から、CHL1 はそのリン酸化状態の変化に応じた二元的親和性の違いをもって土壌中の低濃度から高濃度の広範囲な硝酸塩を感受していると報告している。

本研究により、硝酸塩の受容と取り込みについて CHL1 が大きな役割を果たしていることが示された。今後、硝酸塩受容・取り込み機構についてより詳細な解析が行われることにより、最低限の窒素肥料で効率的な作物の育成を行うための応用的研究にもつながるものと期待する。(抄訳：高田美信, TAKADA Yoshinobu, 東北大学大学院 生命科学研究所)

◀ 文献情報 ▶

出芽酵母において、低親和性トランスポーター(Pho90)のSPXドメインは輸送活性を調節する

The SPX domain of the yeast low-affinity phosphate transporter Pho90 regulates transport activity

Hans Caspar Hürlimann^{1*}, Benoît Pinson^{2,3*}, Martha Stadler-Waibel¹, Samuel C Zeeman¹ & Florian M Freimoser¹

¹Institute of Plant Sciences, ETH Zurich, Universitätstrasse 2, 8092 Zurich, Switzerland

²Institut de Biochimie et Génétique Cellulaires, 1 Rue C. Saint-Saëns, Université Victor Segalen/Bordeaux 2, 33077 Bordeaux, France

³CNRS—UMR5095, Bordeaux, France

EMBO reports 10, 9, 1003–1008 (2009)

酵母はお互いに相補できる2つのリン酸取り込みシステムを持っており、高親和性トランスポーター(Pho84とPho89)はリン酸飢餓条件下で、低親和性トランスポーター(Pho87とPho90)はリン酸豊富条件下で機能している。本論文ではPho90のSPXドメインにおける新しい制御機能について報告している。

まず、Pho90のSPXドメインを切断した結果、*pho90Δ375N*株はコントロール株と比較して高いリン酸取り込み能を示し、高いリン酸蓄積とポリリン酸蓄積が確認された。以上より、SPXドメイン切断によりPho90の触媒活性が増大し、リン酸代謝において広範囲に関与していることが予想される。さらに、*pho90Δ375N*株は50 mMリン酸含有培地において増殖停止が起こり、リン酸を蓄積した。従って、Pho90のSPXドメインは、リン酸蓄積を調節・制限するために必要な自己抑制ドメインであることが示唆された。また、SPXドメインの除去によるPho90の細胞膜局在とタンパク質レベルに変化はなかった。

次に、Spl2による低親和性リン酸取り込みシステムの阻害メカニズムに、Pho90のSPXドメインが関与するかどうか検討するため、*PHO90*と*SPL2*を共に過剰発現させた菌株と、*pho90Δ375N*株で*SPL2*

を過剰発現させた菌株におけるリン酸取り込みを調べた。結果、*PHO90*過剰発現株ではリン酸取り込みが減少したが、*pho90Δ375N*株ではリン酸取り込みに変化はなかった。また、Spl2とPho90の物理的相互作用をsplit-ユビキチン試験、GFP融合SPXドメインとSpl2の共免疫沈降試験によって確かめた。これにより、Pho90のSPXドメインはSpl2依存的なリン酸取り込み阻害に必要であり、この調節はPho90のSPXドメインとSpl2との物理的相互作用から生じることが分かった。

最後に、PHO経路の転写制御系におけるPho90のSPXドメインの重要性について調べた。*PHO90*あるいは*pho90Δ375N*を過剰発現させると、PHO経路の転写が顕著に抑制された。そして、これらと共に*SPL2*を同時に過剰発現させると、*PHO90*の場合はPHO経路の転写制御抑制が消失し、リン酸量とポリリン酸レベルが回復した。対照的に、*pho90Δ375N*の場合はPHO経路の転写、リン酸量そしてポリリン酸レベルは回復しない。以上より、Pho90のSPXドメインとSpl2間での相互作用は、PHO経路と二つのリン酸取り込みシステムによって保障されているリン酸取り込み、リン酸貯蔵、リン酸利用の調整に深く関与していることが示唆された。

本論文では、酵母におけるPho90のSPXドメインの新しい遺伝子発現シス制御機能を実証した。さらに、他の酵母タンパク質、植物そして哺乳類レトロウイルス受容体においてもSPXホモログが存在しているかもしれないと考えている。興味深いことに、たいていのレトロウイルスレセプターはアミノ酸、無機リン酸、ミオイノシトールあるいはチアミンの様な分子の膜貫通型トランスポーターである。従って、今回の酵母のリン酸トランスポーターと同じように、哺乳類のレトロウイルスレセプターのSPXドメインも遺伝子発現制御領域として機能しているかもしれない。

(抄訳：安田伸斗、YASUDA Norito、広島大学大学院生物圏科学研究科)

◀ 文献情報 ▶

マリネオシンA, B, 海洋性放線菌由来の細胞毒性スピロアミノ化合物

Marineosins A and B, Cytotoxic Spiroaminals from a Marine-Derived Actinomycete

Chollaratt Boonlarpradab, Christopher A. Kauffman, Paul R. Jensen, and William Fenical
Center for Marine Biotechnology and Biomedicine,
Scripps Institution of Oceanography, University
of California-San Diego, La Jolla, California
92093-0204

Organic Letters, 10, 5505 – 5508 (2008)

海洋環境から放線菌を分離した場合、高頻度で土壌環境と同様に*Streptomyces*属の放線菌が得られるが、海洋環境に高いレベルで適応している事を示す生育に海水が必須な放線菌も存在する。海洋放線菌は、独特の化学構造を有する二次代謝産物を産生し、それらの二次代謝産物は、様々な生理作用を示すため、重要な資源となっている。本論文で筆者らは、海洋環境から分離した放線菌 (CNQ-617株) の培養液より2種類の新規スピロアミノ化合物、マリネオシンA, B (Marineosin A, B) を単離し、その化学構造と生理作用について報告した。

マリネオシンAは、高分解能EI (Electron Impact: 電子衝撃) 質量分析によって分子式が $C_{25}H_{35}N_3O_2$ ($[M]^+ m/z$ 409.2726) である事を確認した。また各種NMR (Nuclear Magnetic Resonance: 核磁気共鳴) スペクトルを解析することで、その構造中に2つのピロール環を含むスピロアミノ化合物である事を確認した。また立体配座については、NOESY (Nuclear Overhauser Effect Spectroscopy: 核オーバーハウザー効果分光法) NMRを基に解析し、相対立体化学を明らかにした。マリネオシンBの化学構造についても同様に高分解能EI質量分析および各種NMRスペクトル解析によって行ない、マリネオシンAのスピロアミノ中心が立体的に反転しているジアステレオマーであることを確認した。

マリネオシン類は、生育に海水を必要とする*Streptomyces*属の放線菌 (本当の意味で海洋放線

菌である事を示しているかも知れない) から得られた4-メトキシ-2-ピロリルアザシクロペンテン (4-methoxy-2-pyrrolylazacyclopentene) と隣接したテトラヒドロピラン (tetrahydropyran) 環を有したスピロアミノ化合物であった。本構造は、これまでに報告例の無い全く新しい炭素骨格を有しており、放線菌から異なった立体配座を有した2種類のスピロ-テトラヒドロピラン-ジヒドロピロールアミノ化合物 (spiro-tetrahydropyran-dihydropyrrole aminor) が得られたことは非常に興味深い。つまり、マリネオシンAはアノマー効果 (anomeric effect) によって安定化されている可能性によって説明できるが、マリネオシンBについては、アミナル窒素原子が反転しているため、安定性が損なわれているかも知れない。これら非安定型と考えられるマリネオシンBが安定型のマリネオシンAと同時に得られたことは、両化合物が以下の生合成仮説によって産生されている事を示唆しているかも知れない。つまりマリネオシン類は、プロジギオシンの前駆体として知られるジピロールアルデヒド (bipyrrole aldehyde) と新規2-ケト-ウンデカ-3-エニルピロール (2-keto-undec-3-enylpyrrole) によって誘導されるエノン化合物がヘテロディールスアルダー (hetero-Diels-Alder) 環化反応によって1段階でテトラヒドロピラン環とスピロアミナルを構築することで産み出されている可能性が示唆される。

マリネオシン類は、その構造的類似性の高さにも関わらず、ヒト結腸癌細胞HCT-116に対して異なる細胞毒性 (マリネオシンA: IC_{50} 0.5 μ M, マリネオシンB: IC_{50} 46 μ M) を示した。この結果は、スピロアミノ中心の立体配置とテトラヒドロピランの立体配座が細胞毒性に寄与している事を明確に示している。マリネオシンAの細胞毒性を広く検討したところ、黒色腫細胞株と白血病細胞株に選択的な毒性を示した。現在、これら選択性の詳細について検討中である。

(抄訳: 佐藤誠造, SATO Seizo, 日本水産株式会社 中央研究所)

生研センターからのご案内

平成21年度 生研センターUR対策技術検討会 開催案内

生研センターでは、ガット・ウルグアイランド（UR）対策委託研究開発事業において、企業への委託研究により省力型稲作に資する農業資材等に関する研究の開発を行い、現在、その成果の普及促進活動を実施しています。

この度、ロングマット水稻苗移植栽培技術の現況と推進についてご検討いただくため、技術検討会を開催することとしました。

関係者の方々のご参加をお待ち申し上げます。

- 開催日時：平成21年12月11日（金） 13時30分～17時00分
- 開催場所：生物系特定産業技術研究支援センター 東京事務所 大会議室（2階）
（〒105-0001 東京都港区虎ノ門3-18-19 虎ノ門マリビル10階）
- 検討テーマ：「省力型稲作に資する農業資材等に関する研究開発」
— ロングマット水稻苗移植栽培の現況と今後 —
- 主催：（独）農研機構 生物系特定産業技術研究支援センター、
ロングマット水稻苗推進協議会
- 協力：金子農機株式会社、株式会社クボタ
- 参加申込期限：平成21年11月20日（金）

なお、詳細につきましては、下記のホームページをご覧ください。

<http://brain.naro.affrc.go.jp/tokyo/>

（「新着情報」の「平成21年度生研センターUR対策技術検討会について」）

＜問い合わせ先＞

生物系特定産業技術研究支援センター

UR対策研究開発成果普及業務担当 研究リーダー 真子正史

TEL:03-3459-6568 FAX:03-3459-6577

E-mail:m3manago@affrc.go.jp



バックナンバーのご案内
第 135 号
2009 年 9 月 15 日発行

総 説

土壌からの鉄吸収に重要なイネの遺伝子の発見
..... 板井玲子・西澤直子

国内情報

チューリップ花卉からバイオプラスチック原料 加藤康夫
液胞膜で機能するアルカロイド輸送タンパク質

..... 伊藤慎悟・矢崎一史
花粉管ガイダンス物質の同定と種間多様性

..... 金岡雅浩・東山哲也
酸味を甘味に変える不思議なタンパク質ネオクリンの活性発

現メカニズム..... 中島健一朗・古泉文子・
朝倉富子・三坂巧・阿部啓子

植物病原菌の宿主感染・オルガネラ数の制御とオートファジ
..... 阪井康能・高野義孝

加工食品中のカビ毒オクラトキシンAとBを同時に高感度
検出する技術の開発 川村理・佐々木絢子
感水紙専用画像処理ソフトの開発 白井善彦・宮原佳彦・
水上智道・林和信・中野和弘

地域の先端研究

カキなどからのノロウイルス検出率の向上—細菌を利用した
検体処理方法の改良— 秋場哲哉

文献情報

ホルスタインフリージアン未経産牛あるいは経産牛の過剰排
卵処置時の凍結融解性選別 X 精子あるいは未選別精液の人工授精による胚生産

(抄訳: 下司雅也)
シロイヌナズナ発達途中の胚乳におけるPoLIV依存型siRNAの
片親性発現

(抄訳: 高田美信)
微生物による環境変化の適応的予測 (抄訳: 若井丈人)
魚肉すり身やかまぼこに対する筋形質タンパク質の機能性評

価 (抄訳: 久保田光俊)
生研センターからのご案内



バックナンバーのご案内
第 134 号
2009 年 7 月 15 日発行

総 説

生体との適合性を高めた絹糸の作製と再生医療分野への応用
..... 朝倉哲郎

国内情報

カイコを用い、インフルエンザウイルス吸着剤の合成に必要な
酵素を生産することに成功

..... 朴 龍洙
CRES-T 法を利用した新形質花きの開発 四方雅仁・
鳴海貴子・佐々木克友・山口博康・間竜太郎・大坪憲弘

緑色光で植物の病害抵抗性を引き出す 石田 豊・
工藤りか・山本敬司・末包亜矢子・小松精二

イチゴの植物工場的な生産を可能とする移動栽培装置
..... 林 茂彦・齋藤貞文・山本聡史

地域の先端研究

ナガイモにインフルエンザウイルスの感染抑制作用タンパク
質成分(デオスコリンA)があることを発見

三上稔之・畑山一郎・加藤陽治・伊藤聖子・工藤重光・
市田淳治・奈良岡馨・柴田浩夫・小田桐弓芽乃

文献情報

未経産牛由来卵子へのコレセミド処理は、核移植胚の発生率、
受胎率及び分娩率を向上させる

(抄訳: 下司雅也)
ヒナゲシからの花粉側自家不和合性決定因子の単離

(抄訳: 高田美信)
出芽酵母において、Pho91はリン酸・ポリリン酸代謝を制御
する液胞リン酸トランスポーターである

(抄訳: 金井宗良)
DHA 複合リボソームによるヒト腫瘍細胞のアポトーシス誘導
..... (抄訳: 山崎圭樹)

生研センターからのご案内

編集後記

136号をお届けします。本号の総説では杉本喜憲氏（(社)畜産技術協会附属動物遺伝研究所）にウシゲノムの解読と今後の展望についてご紹介戴きました。

その他の研究情報としては、杉山慶太氏（北海道農業研究センター）らに種なしスイカの効率的生産のための部分不活化花粉の保存技術、前田昌調氏（宮崎大学）に養蜂の安定生産と環境微生物一機能と実用化一、大久保直美氏（花き研究所）にユリの香り抑制法の開発、積栄氏（生研センター）らに農作業安全eラーニングシステムの開発、神谷克巳氏（岐阜県生物工学研究所）らにハスモンヨトウ核多角体病ウイルスを用いた微生物防除剤の開発について、それぞれご紹介戴きました。

また、本号の文献情報は、下司雅也氏（畜産草地研究所）、高田美信氏（東北大学）、安田伸斗氏（広島大学）、佐藤誠造氏（日本水産（株））にご執筆戴きました。

ご多忙な中玉稿をお寄せ戴きました執筆者各位に深甚の謝意を申し上げます。（佐々木記）

本誌著作物の複写利用等について

本誌掲載の論文・記事の複写・転載等を希望される方は、執筆者ならびに生物系特定産業技術研究支援センター（生研センター）の許諾を得て行って下さい。

生研センター 業務のご案内

～研究開発を強力に支援いたします～

提案公募型の委託研究制度

- 民間企業の実用化段階の研究支援なら 民間実用化研究促進事業
- 技術シーズ開発のための基礎研究や
応用・発展研究及びベンチャー創業を目指すなら イノベーション創出基礎的研究推進事業

その他の支援制度

- 「共同研究先のあっせん」、 「遺伝資源配布先のあっせん」 などもお気軽にご相談下さい。

詳細は、生研センター企画部企画第1課までお問い合わせください。

ブレインテクノニュース 第136号

平成21年11月15日発行

発行人 曾根 則人

編集人 浅野 将人

発行所 独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構

©生物系特定産業技術研究支援センター（生研センター）

〒105-0001 東京都港区虎ノ門3丁目18番19号 虎ノ門マリビル10階

TEL 03-3459-6565 FAX 03-3459-6566

e-mail brainki1@ml.affrc.go.jp URL <http://brain.naro.affrc.go.jp/tokyo/>