

2種類のクローン化したSpltnNPV混合製剤のハスモンヨトウに対する防除効果

中野昭雄・神谷克巳*・祖父江勇氣**
(徳島県立農林水産総合技術支援センター農業研究所・*岐阜県生物工学研究所
・**揖斐川工業(株))

Efficacy of formulation of a blend of two clonal nuclear polyhedrosis viruses for the control of common cutworm, *Spodoptera litura* (Fabricius).

By Akio NAKANO, Katsumi KAMIYA and Yuki SOBUE (Tokushima Agriculture, Forestry and Fisheries Technology Support Center Agriculture Insutitute, Kamojima, Yoshinogawa, Tokushima 776-0010, Japan, *Gifu Prefectural Institute for Bio-Industrial Technology, Minokamo, Gifu 505-0004, Japan, **Ibigawa Kogyo. Co., Ltd. Ikeda, Ibi, Gifu 503-2415, Japan)

Formulation of a blend of two clonal nuclear polyhedrosis viruses, type A; caused high mortality of the common cutworm, *Spodoptera litura* larvae and type C; caused rapid mortality, was evaluated as a control agent of *S. litura*. In 2005, this blended formulation caused more rapid and higher mortality than type B formulation on soybean fields, strawberry greenhouses and eggplant greenhouses. In 2008, several applications of this formulation reduced density of *S. litura* more effectively than commercial SpltnNPV formulation or *Bacillus thuringiensis* formulation on strawberry greenhouses and eggplant greenhouses. These results show that blended formulation of type A and type B will be used as a biological control agents against the *S. litura* on the fields and greenhouses of crops and vegetables.

はじめに

ハスモンヨトウ核多角体病ウイルス(以下, SpltnNPV)は我が国においては岡田(1977)に代表されるように約40年前よりハスモンヨトウの防除に利用する研究が始められた。その後1984年からは農林水産省植物防疫課が予算化した「難防除病害虫特別対策事業」において香川県, 愛媛県, 鹿児島県の各農業試験場で, ならびに浅山ら(1985)によるダイズの現地圃場試験によってSpltnNPVの有効性が示された。しかし, 農薬メーカーが農薬登録を取得するための検査基準が整備されていなかったことなどから実用化には至らなかった。

ハスモンヨトウ *Spodoptera litura* は関東以西の

暖地に発生し, 多くの野菜類を加害する最も重要なチョウ目害虫である。本虫は1980年代後半から, メソミル剤等に対する抵抗性が各地で報告された(西東・小林(1989), 高井(1991), 広瀬(1994), 渡邊ら(1994), 中野・喜田(1994))ことから, 化学薬剤に頼らない防除技術の開発が切望された。

このような状況の中でSpltnNPVは再び注目され, またいわゆる「微生物農薬安全性評価ガイドライン」の策定と運用によって, ようやく2007年3月7日に「ハスモン天敵」が東京農工大学の技術支援のもとで日本化薬株式会社の申請によって農薬登録され, イチゴやシソ栽培等での利用が始まった。さらに, 神谷・祖父江(2007)が開発した剤(現在:IG-104水和剤)も農薬登録の取得

を予定している。IG-104水和剤はKAMIYA et al (2004) が8地域から採集したSpltnNPV死亡虫17サンプルより189クローンを分離、選抜した3つのタイプのクローンのうち、最も強い殺虫力を示すタイプと致死までの時間が早いタイプの株を混合し、揖斐川工業(株)が製剤化したものであり、(社)日本植物防疫協会が実施する新農業実用化試験において各関係機関によって効果試験が実施されている。しかし、IG-104水和剤(以下、混合製剤)と他のSpltnNPV株との効果を野外で比較した知見はない。

そこで、本研究ではダイズ圃場、イチゴ栽培施設、ナス栽培施設において混合製剤のハスモンヨトウに対する防除効果を他のSpltnNPV株およびBT剤と比較検討したので、その結果を報告する。

なお、本報告の一部は第51回四国植物防疫協議会大会および第17回天敵利用研究会三重大会で発表した。

材料および方法

1. ダイズ圃場に発生したハスモンヨトウに対する効果

試験は2005年に農業研究所鴨島分場内の露地圃場(約240㎡)で実施した。供試品種として‘フクユタカ’を用い、7月29日に128穴セルトレイで育苗した苗を畝間100cm、株間30cmに定植した。施肥、その他の栽培管理は慣行に準じた。試験面積は1区当たり20.0㎡(4.0m(4畝)×5m)とし、区制は3連とした。各試験区ともハスモンヨトウの自然発生もみられたが、9月20日に試験区外のダイズ葉でふ化した幼虫を1~2集団、各区の中央に葉ごと接種した。供試剤には混合製剤とKAMIYA et al (2004) が分離、選抜した3つのタイプのクローンのうち、最も殺虫力が弱く、致死までの時間が遅いタイプの株(Bタイプ)の製剤(以下、Bタイプ製剤)、および微生物農薬として一般的に利用されるBT剤(商品名:ゼンターリ顆粒水和剤)を用いた。9月22日、16時30分頃よりこれら薬剤の1,000倍液を背負い式動力噴霧機を用いて葉の表裏が十分濡れるように10a当たり約198Lを散布した。なお、各薬液には展着剤としてクミテンを5,000倍液になるように添加した。調査は9月22日(散布前)、9月24日(散布

2日後)、9月26日(散布4日後)、9月28日(散布6日後)と9月30日(散布8日後)に行い、各区のハスモンヨトウの自然発生した箇所およびふ化幼虫を放虫した2ヵ所からそれぞれ50葉を任意に抽出し、寄生幼虫数を齢別に計数した。また、薬剤散布翌日、各区内より2齢幼虫10頭を採取し、人工飼料の入ったプラスチックシャーレ(直径9cm、高さ1.8cm)に各1頭ずつ放虫後、25℃下に静置し生死数を計数した。なお、温湿度データロガー(商品名:おんどとりJr.)のセンサーを試験圃場中央、地上約50cm上のダイズ葉裏に設置し、気温を9月22日、17時より30分毎に測定した。

2. イチゴ栽培施設に発生したハスモンヨトウに対する効果

試験は2005年に農業研究所鴨島分場内のビニルハウス(約120㎡)で、また2008年に同分場内のトンネルビニルハウス(約60㎡)で実施した。

2005年は供試品種として‘さちのか’を用い、9月29日に畝幅80cmの畝に株間30cmで2条千鳥に定植した。施肥、その他の栽培管理は慣行に準じた。試験面積は1区当たり5.76㎡(1.6m(2畝)×3.6m、48株)とし、区制は3連(無処理区のみ2連)とした。各試験区ともハスモンヨトウの発生がなかったことから、10月7日に室内累代飼育系統の4卵塊を畝中央に2卵塊ずつ接種した。供試剤には上記1. 同様に混合製剤、Bタイプ製剤とBT剤(商品名:ゼンターリ顆粒水和剤)を用いた。10月13日、17時頃よりこれら薬剤の1,000倍液を肩掛け式手動噴霧器を用いて葉の表裏が十分濡れるように10a当たり約208Lを散布した。なお、各薬液には展着剤としてクミテンを5,000倍液になるように添加した。調査は10月13日(散布前)、10月15日(散布2日後)、10月17日(散布4日後)、10月19日(散布6日後)と10月21日(散布8日後)に行い、各区の卵塊を接種した箇所を中心に畝当たり10株(計20株)について寄生幼虫数を齢別に計数した。なお、温湿度データロガー(商品名:おんどとりJr.)のセンサーをハウス中央付近、地上約10cm上の葉裏に設置し、ビニルハウス内の気温を10月13日、17時30分より30分毎に測定した。

2008年は供試品種として‘さちのか’を用い、

9月29日に畝幅80cmの畝に株間30cmで2条千鳥に定植した。施肥，その他の栽培管理は慣行に準じた。試験面積は1区当たり4.8㎡(1.6m(2畝)×3.0m, 40株)とし，区制は3連とした。各試験区でハスモンヨトウが少発生の状況下で試験を開始した。供試剤には混合製剤，市販のSplitNPV製剤(商品名:ハスモン天敵，以下，市販製剤)およびBT剤(商品名:ゼンターリ顆粒水和剤)を用いた。10月9日，10月15日，10月24日，10月29日と11月7日のいずれも17時30分頃から18時30分頃の間これら薬剤の1,000倍液を肩掛け式手動噴霧器を用いて葉の表裏が十分濡れるように10a当たり約200Lを散布した。なお，各薬液には展着剤としてクミテンを5,000倍液になるように添加した。調査は10月9日(第1回散布前)，10月14日(第1回散布6日後)，10月24日(第3回散布前)，10月29日(第4回散布前)，11月7日(第5回散布前)，11月12日(第5回散布5日後)，11月17日(第5回散布10日後)，11月23日(第5回散布16日後)に行い，各区の中央部10株の全葉について寄生する幼虫数を齢別に計数した。

3. ナス栽培施設に発生したハスモンヨトウに対する効果

試験は2005年と2008年に農業研究所鴨島分場内のビニルハウス(約120㎡)で実施した。

2005年は供試品種として‘千両’を用い，9月7日に畝幅120cmの畝に株間70cmで1条に定植した。3本仕立てとし，施肥，その他の栽培管理は慣行に準じた。試験面積は1区当たり8.4㎡(1.2m×7.0m, 10株)とし，区制は3連とした。各試験区ともハスモンヨトウの発生がなかったことから，10月19日と10月21日に区内中央に2～3卵塊を接種した。供試剤には上記1. 同様に混合製剤，Bタイプ製剤およびBT剤(商品名:ゼンターリ顆粒水和剤)を用いた。10月28日，17時頃よりこれら薬剤の1,000倍液を肩掛け式手動噴霧器を用いて葉の表裏が十分濡れるように10a当たり約298Lを散布した。なお，各薬液には展着剤としてクミテンを5,000倍液になるように添加した。調査は10月28日(散布前)，10月30日(散布2日後)，11月1日(散布4日後)，11月3日(散布6日後)と11月6日(散布9日後)に行い，各区の卵塊を接種した箇所を中心に50葉を任意に抽出

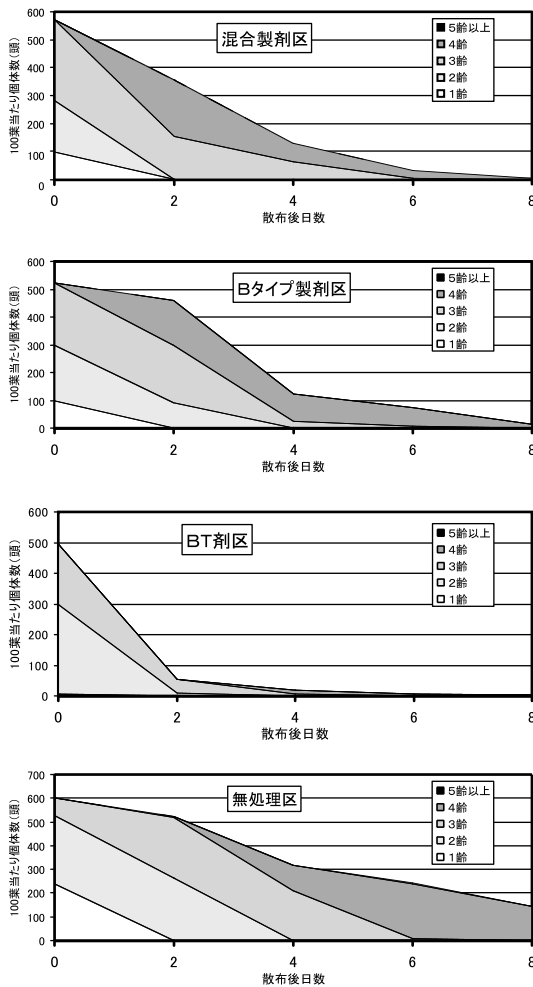
し，寄生幼虫数を齢別に計数した。なお，温湿度データロガー(商品名:おんどとりJr.)のセンサーをハウス中央付近，地上約50cm上の葉裏に設置し，ビニルハウス内の気温を10月28日の17時より30分毎に測定した。

2008年は供試品種として‘とげなし千両’を用い，9月18日に畝幅120cmの畝に株間80cmで1条に定植した。4本仕立てとし，施肥，その他の栽培管理は慣行に準じた。試験面積は1区当たり9.6㎡(1.2m×8.0m, 10株)とし，区制は2連とした。各試験区ともハスモンヨトウの発生がなかったことから，10月20日と11月2日に区内中央3株に各1卵塊を接種した。供試剤には混合製剤と市販製剤を用いた。10月26日と11月12日にこれら薬剤の1,000倍液を肩掛け式手動噴霧器を用いて葉の表裏が十分濡れるように第1回目は10a当たり約208Lを第2回目は約203L散布した。調査は10月26日(第1回散布前)，10月28日(第1回散布2日後)，10月30日(第1回散布4日後)，11月2日(第1回散布7日後)，11月6日(第1回散布11日後)，11月11日(第1回散布16日後)，11月16日(第2回散布4日後)，11月23日(第2回散布11日後)に行い，各区の卵塊を接種した箇所を中心に20葉を任意に抽出し，寄生幼虫数を齢別に計数した。

結 果

1. ダイズ圃場に発生したハスモンヨトウに対する効果

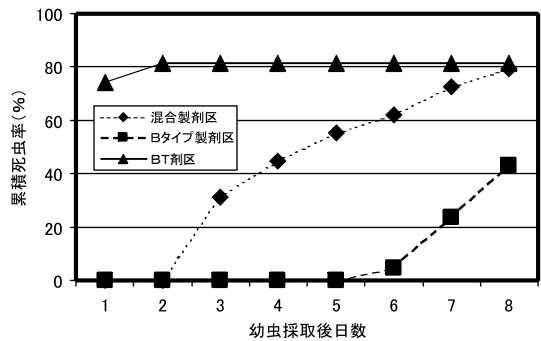
ダイズ畑で実施した試験結果を第1図に示した。Bタイプ製剤区では散布2日後には防除効果はみられず，無処理区と同程度の密度(補正密度指数:102.1)であったが，散布4日後には減少し散布8日後には100葉当たり14.3頭となった。一方，混合製剤区における散布2日後の補正密度指数は72.1であった。3～4齢幼虫数はBタイプ製剤区と同程度であったが，2齢幼虫数は100葉当たり1.3頭とBタイプ製剤区の91.7頭よりもかなり少なかった。その後，散布4日後にはBタイプ製剤区と同程度であったが，散布8日後には100葉当たり3.3頭となった。BT剤区は散布2日後には補正密度指数が12.5となり2つのSplitNPV製剤よりも速効的であった。



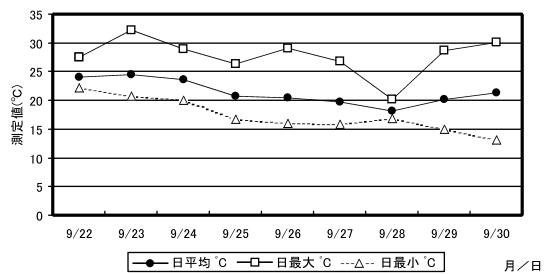
第1図 ダイズ圃場に発生したハスモンヨトウに対するSpltNPV製剤とBT剤の防除効果(2005)

各製剤を散布後、採取した2齢幼虫の室内における死亡推移を第2図に示した。Bタイプ製剤区では採取6日後より死亡虫がみられ、8日後には累積死虫率が42.9%で止まったのに対して、混合製剤区は採取3日後より死亡虫がみられ、8日後には79.3%まで達した。BT剤区は速効的で採取1日後より74.0%となり、最終的には81.5%まで達した。

試験期間中のダイズ圃場内における気温推移を第3図に示した。試験開始から散布2日後までの平均気温は24℃前後であったが、その後やや低くなり18~21℃で推移した。なお、データは示さなかったが、試験期間中の降雨は全くなかった。



第2図 SpltNPV製剤とBT剤散布後、採取したハスモンヨトウ2齢幼虫の室内における死亡推移(2005)



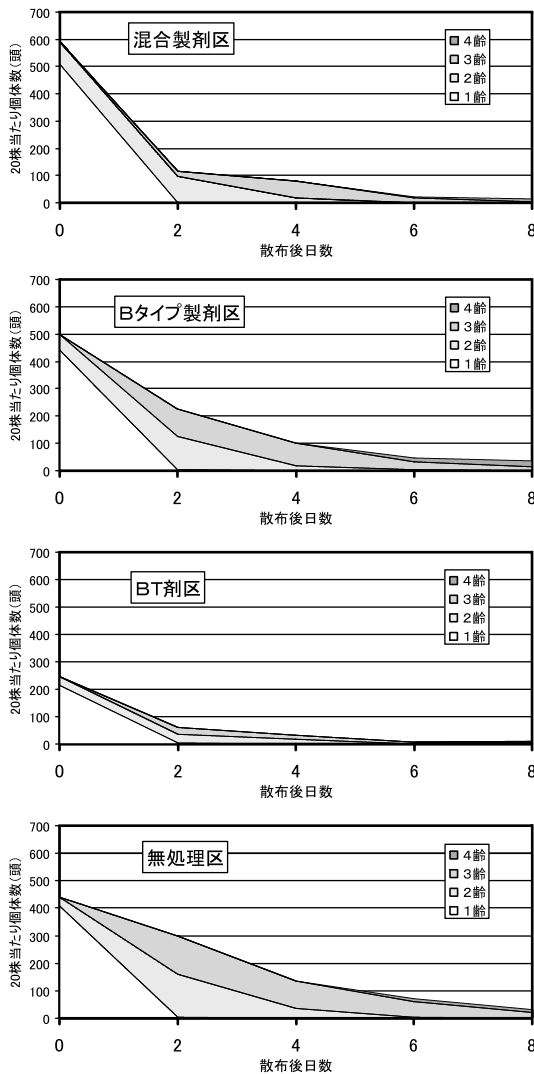
第3図 ダイズ圃場における気温推移(2005)

2. イチゴ栽培施設に発生したハスモンヨトウに対する効果

2005年に実施した試験結果を第4図に示した。Bタイプ製剤区では散布2日後には補正密度指数で66.3となった。散布8日後には20株当たり36.3頭まで減少したが、補正密度指数は101.2と無処理との差はなかった。一方、混合製剤区は散布2日後には補正密度指数が29.0まで低下し、散布8日後には20株当たり15.3頭まで減少し、補正密度指数は36.0となった。BT剤区は散布2日後の補正密度指数が35.3、散布8日後は50.4とその防除効果は混合製剤区よりもやや劣った。

試験期間中のイチゴ栽培ビニルハウス内における気温推移を第5図に示した。試験開始から散布1日後の平均気温は25.0℃であったが、その後やや低くなり散布6日後までは20~21℃で推移した。

2008年に実施した試験結果を第6図に示した。試験期間中、いずれの試験区においても卵塊の産下は認められなかったが、若齢幼虫の寄生は一樣

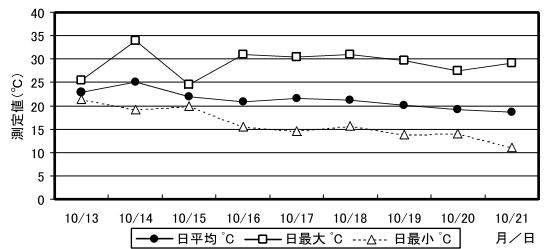


第4図 イチゴ栽培施設に発生したハスモンヨトウに対するSpliNPV製剤とBT剤の防除効果 (2005)

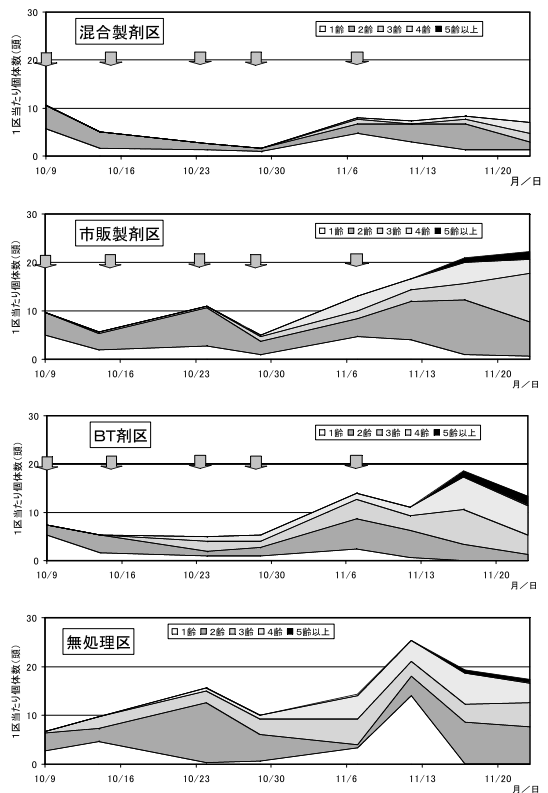
にみられた。混合製剤区の密度は市販製剤区やBT剤区よりも低く推移した。特に、第5回目散布以降、市販製剤区やBT剤区では3歳以降の幼虫が目立ってきたが、混合製剤区はその2つの試験区よりも低く推移した。

3. ナス栽培施設に発生したハスモンヨトウに対する効果

2005年に実施した試験結果を第7図に示した。散布2日後の混合製剤区とBタイプ製剤区の補正



第5図 イチゴ栽培ビニルハウスにおける気温推移 (2005)

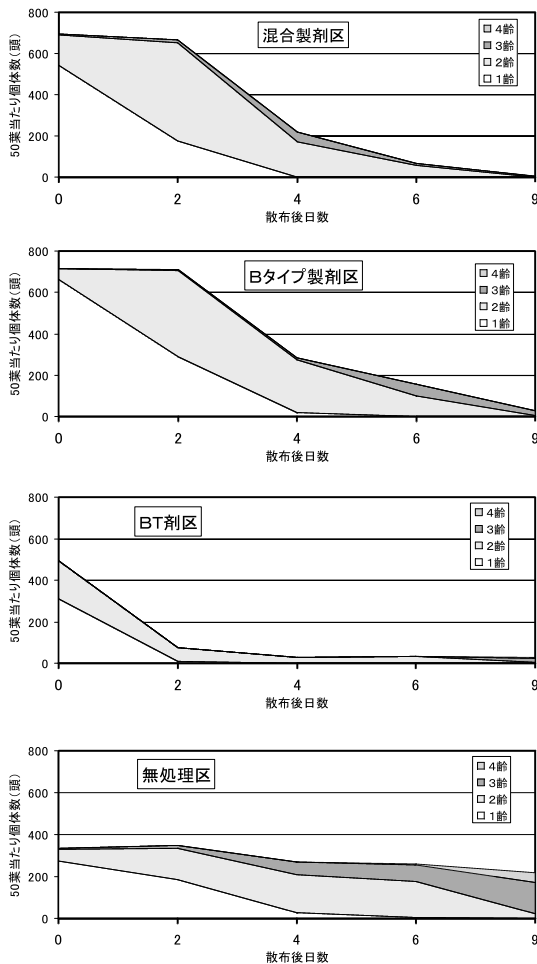


第6図 イチゴ栽培施設に発生したハスモンヨトウに対するSpliNPV製剤とBT剤の連続散布による防除効果 (2008)

注) 図中の矢印は各製剤の散布を示す。

密度指数は92.8と95.8と同等であったが、散布4日後には39.3と50.2、散布9日後には1.1と9.9となり、混合製剤区がやや効果が高かった。BT剤区は速効的で散布2日後の補正密度指数は14.6まで低下したが、その後の密度減少は鈍く散布9日後の補正密度指数は8.3であった。

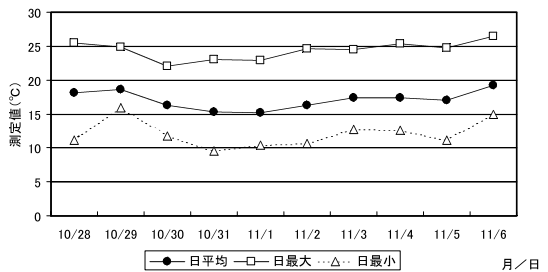
試験期間中のナス栽培ビニルハウス内における



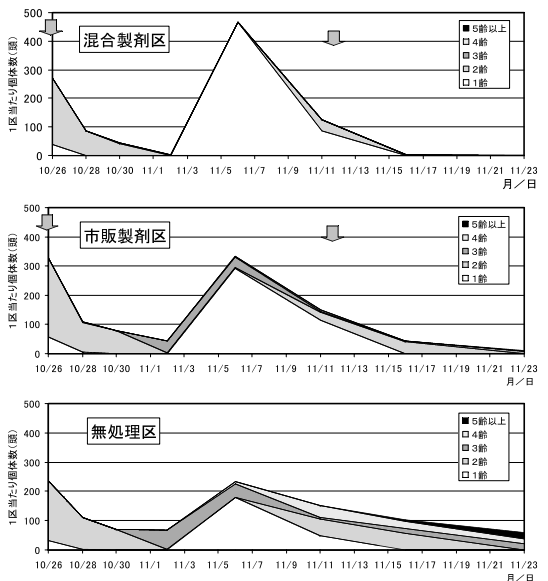
第7図 ナス栽培施設に発生したハスモンヨトウに対するSppltNPV製剤とBT剤防除効果 (2005)

気温推移を第8図に示した。試験開始後から平均気温は15~20℃で推移した。

2008年に実施した試験結果を第9図に示した。混合製剤区は第1回散布7日後(11月2日)には1区当たり4.0頭まで減少した。その直後に卵塊を接種したところ、残効はなく若齢幼虫の定着がみられた。このことから11月12日に第2回目の散布を実施した結果、散布11日後の寄生幼虫は全く認められなかった。一方、市販製剤区は第1回散布7日後には1区当たり44.5頭、第2回散布11日後には10.0頭となり、混合製剤区よりも効果は低かった。



第8図 ナス栽培ビニルハウスにおける気温推移 (2005)



第9図 ナス栽培施設に発生したハスモンヨトウに対するSppltNPV製剤の連続散布による防除効果 (2008)

注) 図中の矢印は各製剤の散布を示す。

考 察

混合製剤は(社)日本植物防疫協会が実施する新農業実用化試験においても各関係機関によって効果試験が実施されている。例えば、2004年~2005年に実施されたダイズのスモモンヨトウを対象とした7件の試験ではいわゆる「A(実用性が高い)」判定が5件と化学薬剤に全く引けを取らず、平成17年度総合判定では「実用性あり」の評価がなされている(森田ら(2006))。また、松尾ら(2005)の圃場試験においても高い効果が得られている。

本研究においても、混合製剤は2005年に実施したダイズ圃場、イチゴおよびナス栽培施設の試験ではBタイプ製剤よりも高い防除効果が認められた。特に、ダイズの試験では散布2日後には調査箇所若齢幼虫がほとんどいなくなり、また散布後採取した2齢幼虫の室内における死亡状況もBタイプ製剤よりも致死個体が早く出現し、多かった。これはKAMIYA et al (2004) が本研究で用いたSpltnNPV 3タイプクローンの病原性を室内で評価した結果を反映したものであった。また、2008年に実施したイチゴおよびナス栽培施設の試験では市販製剤区よりも高い防除効果が認められた。SpltnNPVの製剤化に当たって、ウイルス分離株とそのクローンの病原性の強弱に着目したKAMIYA et al (2004) の先見性が示された。

参考として設けたBT剤区と比較すると、いずれの試験においても速効性では劣った。しかし、最終的な密度抑制効果は2005年のイチゴおよびナス栽培施設の試験で、また2008年のイチゴ栽培施設の試験では高かった。特に後者では試験期間中に5回連続散布したが、BT剤区では11月以降3齢以上の幼虫で占められ、混合製剤区との効果差は顕著であった。BT剤をイチゴに散布した場合にはハスモンヨトウに対して効果が低い事例が報告されており(長岡・井園(1998)、及川ら(1999)、浅野ら(2004))、上記も同様の現象と考えられた。

岡田(1977)はハスモンヨトウの飼育温度がSpltnNPVの病原性に及ぼす影響を研究した結果、ハスモンヨトウの死亡率は25℃飼育を標準にすると、標準より高温飼育での死亡率の上昇は小さく、標準より低温飼育では死亡率の低下が大であることを報告している。また、同幼虫は15~35℃では高温であるほど単位時間当たりの食葉面積が大であることから、SpltnNPVの摂食量の多少が死亡率に影響していると判断した。本研究では2005年に実施したダイズ圃場とイチゴ栽培施設の試験では試験期間中の平均気温は18~25℃で推移した。一方、同年実施したナス栽培施設の試験では15~20℃で推移し、散布2日後の若齢幼虫に対する効果出現は低かった。しかし、最終的にはBT剤区よりも効果が高く、また2008年に実施した試験においても第2回目の散布は11月12日であったにも関わらず、十分な防除効果が得られた。岡田(1977)が高知県で実施したナス栽培ビ

ニルハウス内での実用化試験では1月30日から開始され、期間中の平均気温は25.8℃であり、十分な防除効果が得られていた。以上のことから、本剤は施設内であれば冬期においても十分に利用できると考えられた。しかし、岡田(1977)の上記試験でも観察されたように、葉と花に多少の食害があった。低温期での利用は効果発現に時間を要することから、葉菜類や花き類など経済的被害許容水準の低い作物での利用は避けた方が適当であると考えられる。

以上のように、混合製剤はハスモンヨトウに対する防除効果が安定して高かったことから、今後マメ類、イモ類と野菜類等の生産現場においてIPM体系に組み入れる有望な生物的防除資材として考えられた。しかし、本剤は効果の発現が化学薬剤よりも遅いことから、利用した場合にはある程度の被害が見込まれる。また、ウイルス剤は宿主特異性が高いことから対象害虫にしか有効な防除効果が得られない。このことから、実用場面では経済的許容水準の高い作物やハスモンヨトウの被害が顕著な作物での利用が適当と考えられる。筆者はすでに徳島市内で近年夏秋期に生産が増加するツルムラサキでの導入を検討しているところである。キャベツやブロッコリー等のアブラナ科野菜やレタスなどの秋冬の露地野菜ではハスモンヨトウ以外にもオオタバコガやウワバ類などによる加害もあることから、化学薬剤やBT剤との組み合わせ、例えばローテーション散布の1剤としての利用も考えられる。今回、研究対象とした施設栽培のイチゴやナスにおいても秋期にハスモンヨトウの加害が問題となることから本剤の利用も考えられる。しかし、イチゴでは10月下旬以降のビニル被覆後も管理温度は低いことから、11月以降は十分な効果は見込めず、8~9月の育苗期や定植後間もない頃の利用が適当であると考えられる。

摘 要

KAMIYA et al (2004) が分離、選抜した3つのタイプのクローンのうち、最も強い殺虫力を示すタイプの株と致死までの時間が早いタイプの株を混合した製剤(混合製剤)のハスモンヨトウに対

する防除効果を最も殺虫力が弱く、致死までの時間が遅いタイプの株（Bタイプクローン）の製剤（Bタイプ製剤）、BT剤および市販のSpltNPV製剤（市販製剤）と比較した。

1. 2005年に実施したダイズ圃場、イチゴおよびナス栽培施設に発生したハスモンヨトウを対象とした試験では混合製剤はいずれもBタイプ製剤よりも防除効果が早く出現し、高かった。BT剤と比べると速効性は劣ったが、最終的な防除効果は同等か優った。
2. 2008年に実施したイチゴおよびナス栽培施設での試験では混合製剤の連続散布はいずれも市販製剤よりも防除効果は高かった。イチゴ栽培施設の試験ではBT剤の連続散布よりも防除効果は高かった。
3. 以上のように、混合製剤はハスモンヨトウに対する防除効果が安定して高かったことから、今後マメ類、イモ類と野菜類等の生産現場においてIPM体系に組み入れる有望な生物的防除資材と考えられた。

引用文献

- 浅野昌司・長岡広行・和田豊・宮本和久（2004）ハスモンヨトウに対する*Bacillus thuringiensis*製剤の生物活性に及ぼす植物葉の影響。応動昆。48(4):307-314.
- 浅山哲・天野隆・滝本雅章・青木弘二・濱田千裕・岡田斉夫（1985）核多角体病ウイルスによるハスモンヨトウの防除。愛知農総試研報。17:133-144.
- 広瀬拓也（1994）高知県におけるハスモンヨトウの薬剤抵抗性について。四国植防。29:107-112.
- KAMIYA, K., J. Zhu, M. Murata, B. A. Lavina-Caoili, M. Ikeda, M. Kobayashi and S. Kawamura(2004) Cloning and comparative characterization of three distinct nucleopolyhedroviruses isolated from the common cutworm, *Spodoptera litura* (Lepidoptera : Noctuidae) in Japan. Biological Control 31:39-38.
- 神谷克巳・祖父江勇氣（2007）ハスモンヨトウ核多角体病ウイルスの分離と選抜クローンを用いた微生物農薬の実用化。植物防疫。61(4):210-213.
- 松尾尚典・神谷克巳・祖父江勇氣・形見武男・平正博（2005）ハスモンヨトウに対する2種類のクローン化した核多角体ウイルス混合製剤による防除効果。関西病虫研報。47:159-160.
- 森田恭充・林直人・新井真澄（2006）平成17年度新農薬実用化試験で注目された病害虫防除薬剤。植物防疫。60(3):130-146.
- 長岡広行・井園佳文（1998）イチゴにおけるBT剤のハスモンヨトウに対する殺虫効果。九病虫研会報。44:76-78.
- 中野昭雄・喜田直康（1994）徳島県におけるハスモンヨトウの薬剤感受性について。四国植防。29:123-132.
- 及川雅彦・長岡広行・森田和博・浅野昌司（1999）BT剤のハスモンヨトウに対する殺虫効果と寄主植物の関係。関東東山病虫研報。46:89-92.
- 岡田斉夫（1977）核多角体病ウイルスによるハスモンヨトウの防除に関する研究。中国農試報。E12:1-66.
- 西東力・小林義明（1991）ハスモンヨトウのメソミル剤に対する感受性。関西病虫研報。31:73
- 高井幹夫（1991）高知県におけるハスモンヨトウの薬剤感受性について。四国植防。26:67-76.
- 渡邊丈夫・長尾昌人・青木敏（1994）香川県におけるハスモンヨトウの殺虫剤感受性の実態と動態。四国植防。29:113-122.