

さとうきびを加害する土壌害虫の生態とその防除法

沖縄県農業研究センター 新垣 則雄

はじめに

一般に土壌害虫は、難防除害虫が多い。その大きな理由は、幼虫が土中に生息しているため、幼虫に直接農薬を触れさせて殺すことができないためである。さとうきび栽培地域において、土壌害虫が大きく問題となったのは1970年代である。それ以前は、これら土壌害虫に対して防除効果が極めて高く、かつ長期間防除効果が持続する有機塩素系殺虫剤が使われてきた。ところが有機塩素系殺虫剤の環境への長期残留が問題となり、1971年にその製造・販売が中止となった。おそらく有機塩素系殺虫剤は、土壌害虫だけでなく、天敵に対しても壊滅的な打撃をもたらしていたと思われる。そのため天敵という抑制力がほとんど働かないため、アオドウガネやコメツキムシの密度は、自らの自然増殖能力の赴くままに急激に増え、アウトブレイク（大発生）が始まった。たとえばアオドウガネにおいては、宮古病虫害防除所の予察灯で1970年の発生期の合計捕獲数はわずか168頭であった（図1）。ところが使用禁止から6年後の1977年には1,8281頭となっており、わずか6年間で100倍以上にも増えてしまった。また、コメ

ツキムシの場合は、世代期間が長いので、アオドウガネより少し遅れて大発生を迎えた。コメツキムシは客観的な発生密度の年推移データはないが、有機塩素系殺虫剤の使用禁止から8年後の1979年には、沖縄県では『不萌芽対策チーム』なるものが発足している。不萌芽はコメツキムシの幼虫が地下芽子を食害することが主たる原因で起こる。このことからコメツキムシの密度が急激に高くなり、これが原因で不萌芽が大規模に生じて、社会的問題となり、県が対策チームを発足したことが推察される。宮古島では1970年初頭には株出面積率が全体の60～70%程度を占めていたが、急激に減少し、1980年代にはわずか数パーセントまで落ち込み、ほとんど夏植栽培となり、その状態は現在も続いている（図1）。

夏植栽培は2年に一度収穫する栽培体系なので、土地利用効率や生産効率が悪い。その点、株出し栽培は毎年の収穫が可能なので、生産効率が高いので、さとうきびの増産を図るためには株出し面積を増やさなければならない。そのためには、さとうきびの土壌害虫の防除技術の開発が不可欠である。

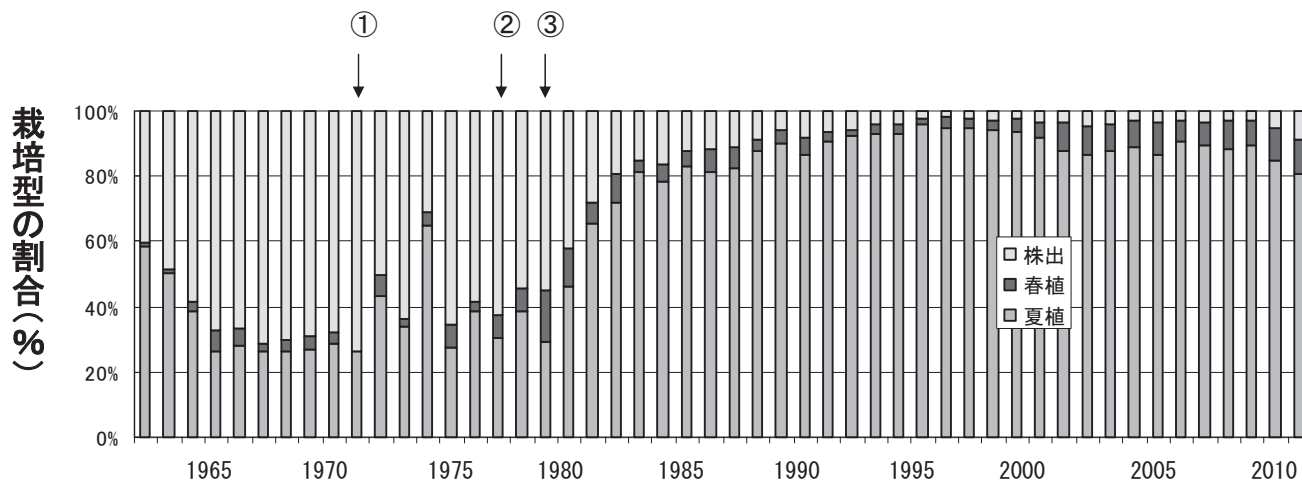


図1 宮古島におけるさとうきび栽培構成比率の年推移

①：有機塩素系殺虫剤の製造・販売停止、②：誘殺灯によるアオドウガネ総捕獲数がピーク（1,8281頭）に達した、③：不萌芽対策チームが発足

ここで、さとうきびの主要な土壌害虫の生態と最近開発された防除技術を紹介したい。

カンシャクシコメツキ

生態：さとうきびを加害するコメツキムシの幼虫(ハリガネムシ)は2種であり、オキナワカンシャクシコメツキ (*Melanotus okinawensis* Ôhira) とサキシマカンシャクシコメツキ (*Melanotus sakishimensis* Ôhira) である。成虫(写真1)は両種とも茶褐色、外見がそっくりで、識別が難しい。幼虫は赤褐色で、終齢近くになると体長が3 cm くらいとなる(写真2)。これらの幼虫は地下部の芽を好んで食害するため、植付けた苗が発芽しない『不発芽』、収穫後に萌芽茎が出てこない『不萌芽』の大きな原因となる。後者の場合は、これが原因で株出し栽培ができず、植え替えを余儀なくされてしまう。沖縄本島で調べたオキナワカンシャクシコメツキの世代期間は3年、栄養条件が悪ければ4~5年を要し、2年で羽化する固体はまれであった。ところが石垣島で調べられたサキシマカンシャクシコメツキの世代期間は2~3年であるという(里見、未発表)。したがって、各年級群の幼虫たちが同じ畑に同居し、かなり長期間にわたって作物を加害することになる。成虫は10月末から11月にかけて土中で羽化し、そのまま土中に留まって越冬し、翌春に地上に出現し、交尾後株元の地面と接している枯葉などに産卵する。

農薬による幼虫防除：近年、コメツキ幼虫に高い防除効果を示すフィプロニルベイト剤が農薬登録された。植付け時に植え溝にその粒剤を施用した場合は、これまでコメツキ幼虫の被害で株出し栽培ができなかった地域でも、収穫後に十分な萌芽



写真2 カンシャクシコメツキ幼虫

茎数が得られる(太郎良ら、2007)。植付け時にフィプロニルベイト剤と慣行薬剤を処理し、収穫後、慣行薬剤処理区では萌芽茎がほとんどなかったが、フィプロニルベイト剤処理区では株出し栽培に十分な萌芽数があった。これらの株を掘取ってみると、慣行薬剤の場合は地下芽子のほとんどが食害を受けていたが、フィプロニルベイト剤処理区ではほとんどの芽が生存していた。このことは本剤がコメツキムシ幼虫をほぼ完全に防除し、そのため食害による芽の死亡が栽培後期で生じなかったことによると思われる。コメツキムシ幼虫の被害地域では本剤の普及が急速に進んでいる。

合成性フェロモンを利用した交信かく乱法による成虫防除：『交信かく乱法』とは、雌が放出する性フェロモンと同じ物質を大量にかつ継続的に空气中に放出し、性フェロモンを頼りに雌を探す雄の行動を邪魔し、交尾を阻止するものである。交信かく乱法に使用される合成性フェロモンは、それを一定量徐々に放出するように工夫された細いポリエチレンのチューブに液体として封入されている。沖縄県の南大東島(面積3.057ha)では、この交信かく乱法によりオキナワカンシャクシコメツキを防除する取り組みを10年間続けてきた(Arakaki et al., 2008)。そこで使用されている交信かく乱剤(商品名：オキメラコン)は1巻きの長さが80mで、20cmごとに液漏れしないようにシールされている(写真3)。成虫の出現する3月から5月をカバーするように交信かく乱法を実施している。サトウキビ畑にこの交信かく乱剤をヘクタール当たり新植畑では2巻き、株出し畑では1巻きを設置している。畑にチューブを設置する



写真1 カンシャクシコメツキ成虫



写真3 交信かく乱剤



写真4 チューブ設置

場合は、地面から30~40cmの高さになるように竹の支柱を用いて支持する(写真4)。南大東島ではすべてのさとうきび畑(1,800ha)にチューブを設置して、交信かく乱剤による防除に取り組んでいる。その結果、野生虫を手捕りして、雌成虫を解剖して交尾率を調べると、無処理と比べると有意に低下している。また、一定時間内に手捕りできる野生虫の個体数も年々低下している。

アオドウガネ

アオドウガネ *Anomala albopilosa* (Hope) は、日本では本州の中部以西、四国、九州、琉球列島などに広く分布している。琉球列島に分布しているアオドウガネは、奄美諸島やトカラ列島に分布する奄美亜種、沖縄諸島や沖永良部島、与論島に分布する沖縄亜種、宮古諸島や八重山諸島に分布する八重山亜種、与那国島に分布する与那国島亜種の4亜種に分けられている。しかし、最近のDNAによる系統解析によると、このような島を単位とした亜種分類個体群と一致しない事例があることや一つの島に複数の亜種個体群が混ざって

いる事例などが報告されている(Muraji et al., 2008a)。ここでは亜種を区別せずに、アオドウガネとして取り扱うことにする。1世代に1年を要し、成虫は毎年5月~8月にかけて地上に出現する。地上に出た成虫(写真5)は、樹木の葉などを摂食する。とくに海岸近くに生息するクサトベラやノニの葉は好物のようで、そこで集団を形成し、交尾もその植物体上で行われる。特異な配偶様式を持っており、明るい日中は雄成虫が雌成虫の後翅の縁を前脚で把握する、いわゆる交尾前ガードをしている(Arakaki et al., 2004)。夕方の薄暗くなる頃に一齐に交尾が始まる。交尾継続時間は約18分である。植物を食べて十分に栄養を取り、卵巣が成熟卵で充実すると、さとうきび畑に移動し、そこで産卵を行う。卵期間は25℃で15~17日である(長嶺, 1981)。6月に産下された場合は、7月には1齢、8月に2齢、9月には3齢幼虫(写真6)となる。この3齢期の幼虫が摂食旺盛で、作物に大きな被害を及ぼす。根をほとんど食い尽くされた植物は、全体が枯れ上がる。1筆の圃場全体が収穫皆無になることもある。越冬した幼虫は黄熟期に入り、この時期の幼虫は餌を食べない。4月から5月にかけて蛹となる。

防除方法: 成虫は光に強力に誘引される性質がある。この性質を利用して、ブラックライトを取り付けた成虫誘殺灯による防除が行われてきた。これまでは支柱をコンクリートで固定し、太陽光発電パネルで発電し、これをバッテリーで蓄電し、夜間ブラックライトを点灯して、アオドウガネを誘引し、集まった成虫を捕獲するものであった(固定式誘殺灯、写真7)。しかし、この固定式誘殺灯は台風などで破損することが多く、バッテリーは



写真5 アオドウガネ成虫



写真6 アオドウガネ幼虫



写真7 固定式誘殺灯



写真8 可動式誘殺灯

高価であるが、3年くらいでは寿命が尽き、維持コストが高い。近年、LED ライトを光源とした軽量の誘殺灯が開発され、アオドウガネの発生時期だけ野外に設置し、残りの期間は倉庫で保管できるようになった(可動式誘殺灯、写真8)。また、台風の際には一時的に倉庫にしまうことで破損を免れることが可能となった。もう一つのメリットはトラップの配置を捕獲数の多少の状況に応じて自由に変えることができる、つまり戦略的な配置が可能な点である。宮古島では固定式誘殺灯が約500基、可動式誘殺灯が約1,700基、合計で2,200基が稼働してアオドウガネの発生時期に防除している。その結果、毎年総捕獲数が大きく減少する傾向が認められている。

ケブカアカチャコガネ

生態：宮古島や伊良部島で1997年の秋にさとうきびの立ち枯れ畑が多数あり、掘り取り調査した結果、アオドウガネ以外の幼虫が加害していることが判明した(佐渡山・小禄・仲盛、2001)。実験室に持ち帰って幼虫を飼育し、羽化した成虫を調べた結果、ケブカアカチャコガネ *Dasylepida ishigakiensis* (Nijima et Kinoshita) であった。本種はこれまで西表島や石垣島の山中で3月中旬頃に成虫が発生することが知られていた。当初はこれらの島からの侵入かと疑われたが、遺伝的な解析によると、ある程度の分化が認められ、元々宮古島や伊良部島に生息していた個体群と考えられる(Muraji et al., 2008b)。本種は一世代に2年を要し、成虫(写真9)は2月初旬から3月中旬にかけて夕方さとうきび畑に出現し、そこで交尾する(Oyafuso et al., 2002)。成虫は口器が退化して

おり、餌を食べることがない。雌成虫は一度交尾すると再び地上に出現することはない(Arakaki et al., 2004)。卵は4月下旬に孵化し、1齢幼虫は6月中旬頃に2齢となり、9月中旬頃に3齢幼虫(写真10)となる。3齢幼虫の初期は摂食旺盛期で盛んにさとうきびの根を食害するため、10月から11月にかけて早魃被害のような立ち枯れ圃場が散見される。越冬した幼虫は3月末から4月にかけて土中深くに潜行し、休眠に入る。10月下旬に蛹化し、11月下旬に羽化する。羽化成虫は土中に留まり、翌年の2月に地上に出現する。

防除方法：本種の成虫はライトトラップへほとんど誘引されないため、アオドウガネのようにライトトラップによる防除は困難である。コガネムシ幼虫の防除には、トラクターのロータリーで碎土し、物理的に幼虫を殺傷する方法が有効である(貴島・太朗良、2010)。本種の3齢幼虫は3月末までは土中の浅い所にいるが、それ以降は、休眠のために40~50cmの深い土層へと移動する。ロータリーで碎土した場合、30cm以内の浅い土中にいる幼虫の約90%近くを殺傷することができる。さとうきびの収穫期間は1月~3月なので、収穫が終わるとすぐに碎土することが本種の有効な防除法である。

近縁本種の性フェロモンが同定され、(R)-2-Butanol というアルコールであることが解明された(Wakamura et al., 2008)。さらに2-Butanol という安価なアルコールを用いて交信かく乱法により本種の交尾行動を阻止できることが示された(Yasui et al., 2011, in press)。これらのことから将来的には交信かく乱法を用いての本種の防除技術の開発が期待されている。



写真9 ケブカアカチャコガネ成虫



写真10 ケブカアカチャコガネ幼虫

おわりに

近年、さとうきびの土壤害虫問題は1970年代のアウトブレイク状態と比べると、落ち着いているが、それでも高止まり状態であった。例えば、宮古島において、2000年代前期のアオドウガネの誘殺灯による発生期の総捕獲数は1,500頭レベルであり、有機塩素系殺虫剤が使用されていた時期の160頭の約10倍である。しかし、2007年に可動式ライトトラップを導入し、防除を初めてから3年目からは、約半数の800頭レベルにまで減少が認められている。また、コメツキムシについても、フィプロニルベイト剤の普及により、株出し栽培面積の増加が認められており、宮古島では2009年には株出面積がわずか2.9%であったが、2011年には8.8%にまで回復し、この株出し面積増加の傾向は今後も続くであろう。さらにケブカアカチャコガネにおいては、性フェロモンを利用した新しい防除技術の開発が進行しており、近い将来、その技術が現場で展開できることが期待されている。

引用文献

Arakaki N. et al (2004) Precopulatory mate guarding by the male green chafer, *Anomala albopilosa sakishimensis*

(Coleoptera: Scarabaeidae). Appl. Entomol. Zool. 39: 455-462.

Arakaki N. et al (2008) Mating disruption for control of *Melanotus okinawensis* (Coleoptera: Elateridae) with synthetic sex pheromone. J. Econ. Entomol. 101: 1568-1574.

Arakaki N. et al. (2004) Mating behavior of the scarab beetle *Dasytoides ishigakiensis* (Coleoptera: Scarabaeidae). Appl. Entomol. Zool. 39: 669-674.

貴島圭介・太郎良和彦 (2010) 碎土によるサトウキビ害虫ケブカアカチャコガネ幼虫の物理的防除 応動昆 54: 23-27.

Muraji et al. (2008a) Genetic variation of the green chafer, *Anomala albopilosa* (Hope) (Coleoptera: Scarabaeidae), in the Ryukyu Islands of Japan detected by mitochondrial DNA sequences. Appl. Entomol. Zool. 43: 299-306.

Muraji et al. (2008b) Genetic divergence among populations of the white grub beetle (Coleoptera: Scarabaeidae), distributed in the southern part of the Ryukyu Islands of Japan, detected from mitochondrial DNA sequences. Appl. Entomol. Zool. 43: 287-292.

長嶺将昭 (1981) さとうきびにおける土壤害虫の生態と防除法 特にアオドウガネとカンシャクシコメツキの防除対策へのアプローチ 44pp. 植物防疫技術資料 No. 2.

Oyafuso et al. (2002) Life history of the white grub *Dasytoides* sp. (Coleoptera: Scarabaeidae), a new and severe pest on sugarcane on the Miyako Islands, Okinawa. Appl. Entomol. Zool. 37: 595-601.

太郎良和彦・新垣則雄・上原数見・伊志嶺正人・小林彩・永山敦士 (2007) Fipronil ベイト剤を用いたサトウキビ害虫ハリガネムシの防除(2007) 応動昆51:129-133.

佐渡山安常・小椋博昭・仲盛広明 (2010) 宮古諸島におけるミヤコケブカアカチャコガネ *Dasytoides* sp. (Coleoptera: Scarabaeidae)の幼虫によるサトウキビ地下根茎部の加害 応動昆 45: 89-91.

Wakamura et al., (2009) Identification of (*R*)-2-butanol as a sex attractant pheromone of the white grub beetle, *Dasytoides ishigakiensis* (Coleoptera: Scarabaeidae), a serious sugarcane pest in the Miyako Islands of Japan. Appl. Entomol. Zool. 44: 231-239.

Yasui et al., (2011) Mating disruption by a synthetic sex pheromone in the white grub beetle *Dasytoides ishigakiensis* (Coleoptera: Scarabaeidae) in the laboratory and sugarcane fields. Bul. Entomol. Research (in press).