奄美諸島におけるゴマダラカミキリ類の生態解明と

天敵糸状菌を中心にした防除体系の確立

津田勝男・三宅正隆・坂巻祥孝

鹿児島大学農学部
〒890-0065　鹿児島市郡元 1 丁目 21 番 24 号
TEL：099-285-8685

要旨

喜界島の大朝戸・西目集落は，ゴマダラカミキリ類の激しい被害を受けていた。先ず喜界島におけるゴマダラカミキリ類の発生生態を調査したところ、ゴマダラカミキリ類は 5 月初旬から 6 月末までに羽化脱出するが、そのほとんどは 5 月に羽化脱出した。ゴマダラカミキリ類に対して昆虫病原糸状菌の 1 種である *Beauveria brongniartii* を成分とする「バイオリサ・カミキリ　スリム®」を大朝戸集落と西目集落に施用した。施用範囲は約 25ha で集落内のすべてのカンキツ樹に施用した。施用区内のゴマダラカミキリ類は施用された糸状菌に感染し，ゴマダラカミキリ類によるカンキツ類の被害は劇的に減少した。

1　緒言

近年、奄美諸島ではゴマダラカミキリ類によるカンキツ類の被害が問題になっており、特に喜界島および徳之島ではカンキツ類が次々と枯死している。この原因として、高齢化などにともなうカンキツ園の管理不足や放置がゴマダラカミキリ類の被害拡大を助長していると考えられる。一方、喜界島におけるカンキツ類の枯死が 2008 年頃から急速に目立ってきたことが観察されており（坂巻、未発表）、ゴマダラカミキリ類の生態的特性が変化した可能性も考えられる。

ゴマダラカミキリ類の防除対策として、一般的にはスプラサイド乳剤の散布やガットサイドの塗布などの殺虫剤および捕殺による成虫期防除の他、園芸用キンチョールの食入孔注入や針金による捕殺などの幼虫期防除が行われる[1)]が、喜界島においては十分な防除対策がとられていない。また、喜界島においては経済栽培園以外にも一般家庭の庭先に植栽されているカンキツ類も多く、これらのカンキツ類の被害も発生を助長していると考えられている。さらに、喜界島においては生活用水を地下水源に依存しており、殺虫剤の散布には制約がある。

バイオリサ・カミキリ　スリム（出光興産株式会社;以下バイオリサ）は昆虫病原糸状菌の一種である *Beauveria brongniartii* をパルプ不織布に固定させた生物的防除資材として開発された。本糸状菌は不完全菌類に属し、鞘翅目昆虫や鱗翅目昆虫から分離されることが多いが、それぞれの菌株はある程度の宿主特異性を有している。バイオ

リサに使用されている菌株はゴマダラカミキリの他、キボシカミキリ、センノカミキリ、ハラアカコブカミキリに対して特に強い病原性を有しており、これらの害虫の防除資材として農薬登録されている。

本剤は、効果が約1カ月は持続するなど管理不足あるいは放置園が多い地域での利用にも向いている。ただし、奄美諸島での使用例は非常に少ないため本土の技術をそのまま適用できるかは不明である。また、ゴマダラカミキリ類は移動能力が高いためにカンキツ園内外への移出入も頻繁である。またカンキツ類以外の樹木を宿主として利用する場合も多い。このため本剤を使用するに当たっては出来る限り広域で使用することが推奨されている。

本研究では先ず喜界島におけるゴマダラカミキリ類の生態とボーベリア菌による防除効果を明らかにして、奄美諸島においてのボーベリア菌を主にした防除体系の確立をはかる。

2　実験

1）ゴマダラカミキリ類成虫の発生消長

2013年4月30日～5月2日、5月18日～23日、6月5日～7日、6月18日～25日、7月20日～25日に喜界島の大朝戸・西目地区において成虫の脱出孔を計数して成虫の羽化脱出状況を調査した。各調査において確認した脱出孔にはペイントマーカーを噴霧してマークし、新しい脱出孔と区別できるようにした。また、成虫については、1樹当たり3分間ずつ目視によって生息の有無を確認した。いずれの調査も施用区内の樹を無作為に選抜した100本を調査対象とした。

2）バイオリサ・カミキリ　スリムの施用

2013年5月1日・2日および6月5日・6日に大朝戸・西目地区の約25haにおいて集落内の経済栽培園および庭先に栽植されているすべてのカンキツ樹にバイオリサを施用した。カンキツ樹の地上30cm～50cmの樹幹部に原則として「直接ホッチキス止め」で施用したが、樹幹部の太さや樹形に応じて「ネクタイ止め」を採用した。表1に大朝戸地区および西目地区におけるそれぞれの施用数を示した。また、図1に大朝戸地区および西目地区におけるカンキツ樹の分布状況を示した。なお、2012年5月1日・2日にもバイオリサを同様に施用した。

3）ゴマダラカミキリの感染状況

2013年5月18日～23日、6月5日～7日、6月19日～25日、7月20日～25日に大朝戸・西目地区においてゴマダラカミキリムシ類の成虫を捕獲し、蓋に通気穴を設けたポリスチレン容器(直径6cm、高さ8cm)に入れて、直径1cm程度のカンキツ枝を与えて飼育した。また、非施用区として荒木地区および坂嶺地区においても成虫を捕獲して飼育した。飼育虫は原則として毎日観察し、死亡後の体表からの菌の叢生および死亡時の硬化状態によって感染の有無を判定した。一般的に昆虫病原糸状菌の感染によって死亡した個体は植物体に掴まったままの状態であることが多い。一方、糸状菌感染以外の死亡の場合は、脚を折りたたんでいることが多い。

表１　バイオリサの施用日および施用本数

施用年月日	施用数(本)	
	大朝戸	西目
2012 年 5 月 1 日	1,128	493
2013 年 5 月 1 日	1,031	520
6 月 6 日	1,103	433

図１　喜界島の大朝戸・西目地区におけるカンキツ類の植栽培状況
注)網掛け部はカンキツの経済栽培園または庭先にカンキツ類を植栽している住宅

4）カンキツ樹の被害状況

2013 年 11 月に大朝戸･西目地区において無作為に選んだカンキツ類 108 本についてゴマダラカミキリ類幼虫が食入した孔の数を計数した。また、予備調査として 2011 年 12 月には 34 本、2012 年 11 月には 108 本について同様の調査を行った。

3　結果

表 2 にゴマダラカミキリ類成虫の羽化脱出孔数の推移を示した。5 月 18 日～23 日の調査では 104 本当たり 53 個の脱出孔が確認された。その後は、6 月 5 日～6 日の調査では 44 本当たり 7 個で、6 月 19 日～25 日の調査では 114 本当たり 8 個であった。7 月 20 日～25 日の調査では 104 本当たり 1 個であった。

表 3 にバイオリサ施用区および非施用区における感染虫の推移を示した。1 回目施用の約 2 週間後に当たる 5 月 18 日での感染率は 72%で、2 回目施用の約 2 週間後に当たる 6 月 19 日での感染率は 78%であった。一方、非施用区において 5 月は感染虫が認められなかったが、6 月は感染虫が認められた。

表 4 にバイオリサ施用区におけるゴマダラカミキリ幼虫の食入状況を示した。1 樹当たりの食入孔数は 2011 年の調査では 1.26 であったが、2012 年には 0.75 に減少し、2013 年には 0.11 に減少した。

表 2　ゴマダラカミキリ類成虫の脱出孔数の推移

調査期間	調査樹数(本)	脱出孔数(個)
5 月 18 日～23 日	104	53
6 月 5 日～6 日	44	7
6 月 19 日～25 日	114	8
7 月 20 日～25 日	104	1

表 3　バイオリサ施用区および非施用区における感染虫の推移

採集日	施　用　区			非　施　用　区		
	採集虫数(頭)	感染虫数(頭)	感染率(%)	採集虫数(頭)	感染虫数(頭)	感染率(%)
5 月 18 日～23 日	25	18	72	12	0	0
6 月 19 日～25 日	18	14	78	10	1	10

表 4　ゴマダラカミキリ幼虫の食入孔数の年次推移

調査年次	調査樹数(本)	食入樹数(本)	食入孔数(個)	1 樹当たり食入孔数(個)
2011 年	34	23	43	1.26
2012 年	108	47	81	0.75
2013 年	108	12	12	0.11

注)2011 年度および 2012 年度は予備調査として実施した。

4　考察

本研究でバイオリサとして施用された *B. brongniaritii* はゴマダラカミキリに対して強い病原性を有し、虫体に十分量の胞子が付着すれば 100%の個体が感染する。バイオリサは本糸状菌をパルプ不織布担体で培養してそのまま圃場に施用するように開発されもので、施用後に降雨あるいは風により表面の胞子が散逸してもあらたに再生産されることによって約 1 カ月間は効果が持続する。ただし、*B. brongniaritii* は感染から死亡までに 1～2 週間の期間を要し、即効性に欠けることが欠点とされている。柏

尾・氏家 [2]は本糸状菌に感染したゴマダラカミキリは感染後も健全虫と同様に産卵を継続し、死亡する 2～3 日前までの産卵数は健全虫と差が無いことを報告している。このことは、感染によって生存期間が大きく短縮されることで生涯の総産卵数は減少するが産卵数をゼロに抑えることが出来ないことを示している。一方、ゴマダラカミキリには羽化しても卵巣が成熟していない産卵期間があり、羽化脱出から産卵開始まで約 10 日間を要する。したがって羽化脱出直後の雌成虫が本糸状菌に感染すれば産卵を開始する前に死亡することが期待される。このため、バイオリサは羽化脱出直後の成虫が感染することを想定して、カンキツ類の樹幹の地上 30cm から 50cm 辺りに施用する。

これまでの研究蓄積により、奄美諸島におけるゴマダラカミキリの発生は成虫の羽化が 4 月下旬から始まり 5 月中に発生のピークを迎えると考えられているが、その発生がいつ頃まで継続するかは明らかではない。本研究において 2013 年度はバイオリサの施用のために訪れた 5 月 1 日に羽化が始まった。バイオリサの施用時期としては理想的であった。また、5 月中下旬までの羽化数が 53 個であったのに対してその後の羽化数は激減した。このことから喜界島におけるゴマダラカミキリ類の羽化は 5 月上中旬に集中し､その後も 6 月中にも羽化は継続するもののその数は少ないと考えられる。さらに、本研究の調査においては 7 月の羽化は 1 頭のみであった。奄美諸島におけるゴマダラカミキリ類は 8 月から 9 月まで、年度によっては 10 月にも成虫が観察される場合もあるが、これらの個体は 5～6 月に羽化した成虫がそのまま生き残っているものが大部分を占めると考えられる。本研究において施用区内のゴマダラカミキリ類の成虫は 7 月にはまったく観察されなかったことは、バイオリサの施用によって成虫の個体数が少なくなったことが影響していると考えられる｡7 月の調査が不十分で観察できなかった可能性も考えられるが、いずれにしても個体数は非常に少なかったと考えられる。

本研究ではバイオリサを 5 月と 6 月に 2 回施用した。前述の通りバイオリサの効果が継続する期間が約 1 カ月であること、および 6 月にも相当数の成虫が羽化脱出すると予想したことによるが､5 月に羽化が集中したことを考慮すれば 5 月だけの 1 回施用でも効果があった可能性も考えられる。6 月に採集した個体の感染率が 78%であったが、この数値が 6 月の 2 回目施用によるものか 5 月の 1 回目施用によるものかを特定することは出来ない。さらに 1 回目の施用による感染虫との接触による二次感染の可能性も考えられる。

ゴマダラカミキリ類は飛翔能力が高いため、隣接するカンキツ園同士あるいは周辺環境との間を頻繁かつ広域に移動していると考えられる。ゴマダラカミキリの飛翔能力について、大分県では 5 日間で 2.4km 移動した例が確認されている。ただし、大部分の個体は園地間の 400m 程度の移動にとどまっていると考えられている [1]。本研究ではおよそ 500m 四方の約 25ha の範囲に植栽されていたカンキツ類にバイオリサを広域施用した。また、近隣の集落と 1km 以上は離れており、その間はサトウキビ圃場あるいは雑木林であったため、施用区はある程度は隔離された環境でもあったと考えられ

る。このため、非施用区からの飛び込み個体は少なかったと考えられる。バイオリサは小面積圃場での施用は周辺圃場からの移入があるために効果はほとんど期待できない。また、大面積で施用した場合でも隣接圃場があればそこから健全個体が移入するために期待した効果を得ることは困難である。本研究において、バイオリサ施用区において 5 月 18 日から 23 日に採集した成虫の 72%が感染していたが、施用してから 2 週間以上経過した場合の感染率としては非常に高いと考えられる。また、6 月の 2 回目の施用の約 2 週間後の感染率も 78%と同様に高かった。バイオリサの広域施用について、研究開発段階では 1ha 以上を広域施用と定義して九州各県で試験が行われた [3)]。これらの試験の中でもっとも面積が広かった例は鹿児島県垂水市本城であったが、その規模は 8ha であった。本研究の規模はこれの約 3 倍になる。

本研究において施用区内のゴマダラカミキリ類が 7 月にはまったく観察されなくなった。6 月下旬以降の羽化脱出が非常に少なかったことを考慮すると施用区内に生息していたゴマダラカミキリ類は 7 月の調査までにほとんどの個体が感染死亡したことが考えられる。また、周辺地域からの健全個体の移入もほとんど無かったと考えられる。

本研究においてバイオリサを施用した大朝戸・西目地区については、2011 年度にゴマダラカミキリ類による被害状況を調査し、2012 年度の 5 月にはバイオリサを施用した。2011 年度は調査樹の約 7 割にゴマダラカミキリ幼虫が食入しており、食入数も複数のものが多かった。このため、2011 年度に調査した樹のほとんどは枯死した。このことから 2012 年度は相当数のゴマダラカミキリ類が発生したと考えられる。前述したとおりバイオリサは 1 回の施用だけで劇的な防除効果が得られるものではない。それでも 2012 年度調査における幼虫食入樹の割合は約 4 割まで低下し、1 樹当たりの食入孔数も減少する傾向が認められた。バイオリサの施用 2 年目に当たる 2013 年度は食入樹の割合は約 1 割まで低下し、1 樹当たりの食入孔数は 2 年前の約 10 分の 1 に減少した。当地域では 2014 年度もバイオリサを施用する予定であり、さらに被害が軽減されることが期待される。

バイオリサの実用化に向けての基礎研究は九州各県の試験研究機関が共同で実施してデータを蓄積した [3)]。この中で沖縄県においては、成虫の発生期間が 3 月下旬から 7 月末まで長期に及ぶこと、カンキツ園の周辺にゴマダラカミキリの寄主植物となり得センダン、イタジイ、イスノキ、クスノハカエデ等が多いこと、カンキツ園と周辺環境の間での移出入が頻繁なことなどの理由から本剤による被害防止効果は低いと判断された [3)]。本研究を実施した喜界島は九州本土と沖縄県(沖縄本島)の中間に位置するため、バイオリサによる効果が低くなることが懸念されたが、2012 年および 2013 年の延べ 3 回の施用で顕著な効果が得られた。喜界島においてはゴマダラカミキリ類の羽化脱出が短期間に集中したこと、区域内のすべてのカンキツ樹にバイオリサを施用することが出来たこと、施用区が隔離された環境で周辺からの移入がほとんどなかったと考えられることが顕著な効果が得られた要因として考えられる。

5　謝辞

本研究を実施するにあたり、研究助成をいただいたサンケイ科学振興財団に深く感謝いたします。また、現地における調査にご協力いただいた喜界町役場の實　浩希氏さらに、バイオリサの施用にご協力いただいた大朝戸・西目集落の方々に厚くお礼申しあげます。

6　引用文献

1）橋元祥一・柏尾具俊・堤　隆文・行徳　裕・甲斐一平(1992)　*Beauveria brongniaritii* によるゴマダラカミキリの防除の可能性.　植物防疫　46(2)：12-16.

2）柏尾具俊・氏家　武(1988)　キボシカミキリ由来の天敵糸状菌 *Beauveria tenella* のゴマダラカミキリに対する病原性と殺虫効果.　九州病害虫研究会報　34：190-193.

3）九州農業試験研究推進会議(1994)　地域特産果樹のカミキリムシ類に対する昆虫病原糸状菌による生物的防除法の確立.　九州地域重要新技術研究成果　No. 22　97pp

Population dynamics of the Asian longhorn beetle, *Anoplophora* spp. and the establishment of biological control by entomogenous fungus, *Beauveria brongniartii* in Amami-shoto islands

Katsuo TSUDA, Masataka MIYAKE and Yositaka SAKAMAKI

Faculty of Agriculture, Kagoshima University

1-21-24, Korimoto, Kagoshima 890-0065, Japan

Abstract

The asian longhorn longhorn beetles, *Anoplophora* spp. cause heavy damage to citrus fruit trees in Kikai-jima island. Population dynamics of the beetles were researched. They emerged from early May to the end of June and most of them emerged during May. A fungus pesticide,“Bio-Risa-Kamikiri Slim®” was applied all citrus fruit trees that cultivated at Ooasato and Nishime districts, Kikai-jima island. The area that applied the fungus was about 25 hectares. The fungus infected the longhorn beetles well so that the damage of citrus fruit trees due to the longhorn beetle decreased dramatically.