

研究論文

久米島における Fipronil ベイト剤の処理が サトウキビの生育および収量に与える影響

河崎 俊一郎・富永 淳・藪田 伸・福澤康典・諏訪竜一・上野正実・川満芳信
(琉球大学農学部)

Shun-ichirou KAWASAKI, Jun TOMINAGA, Shin YABUTA, Yasunori FUKUZAWA,
Ryuichi SUWA, Masami UENO and Yoshinobu KAWAMITSU:
Effects of fipronil bait on the sugarcane growth and yield in Kume Island, Japan.

要約

2006年に新たに土壌害虫駆除用として農薬登録された Fipronil ベイト剤がサトウキビの生育および収量に与える影響について、沖縄県久米島の圃場で調査を行った。Fipronil ベイト剤区における植付け苗の被害率は、無処理区に比べて有意に減少しており、Ethylthiodemeton 粒剤区に比べても低い傾向にあった。Fipronil ベイト剤区におけるサトウキビの生育本数は、慣行薬剤である Ethylthiodemeton 粒剤区や無処理区に比べ増加していた。特に、8月調査時の Fipronil ベイト剤区の生育本数は他の処理区に比べ有意に多く、長い茎の割合が増加していた。Fipronil ベイト剤区における原料茎の収量は、無処理区に比べ有意に多かった。以上の結果より、サトウキビへの Fipronil ベイト剤試用は植付け苗の被害や、発芽後の芯枯れ害を低下させ、主茎をはじめとする健全な茎の生存率を高めることで収量を増加させることが推察された。

キーワード：仮茎長、久米島、サトウキビ、反収、ハリガネムシ、Fipronil ベイト剤

緒言

サトウキビは南西諸島地域の基幹作物であり、干ばつや台風の常襲地帯である同地域の農業にとって極めて重要な作物である。産業連関表から算出されたサトウキビの経済波及効果は約 4.3倍と他の作物に比べ高く、離島県沖縄の地域経済にとっては欠くことのできない産業となっている(家坂, 2001)。サトウキビ産業最盛期の1960年代以前には、株出し栽培を主とした栽培体系が執られていたが、病害虫等の問題により、株出し栽培の面積が激減し、現在では台風や干ばつの被害を比較的軽減でき、収量の高い夏植え栽培が増加傾向にある。しかしながら、夏植え栽培は反収が高い一方、在圃期間が長いため土地利用効率が低下する。そのため、夏植え栽培が増加することにより栽培面積に占める収穫面積の割合は減少し、現在その割合は1950年代の8割程度から7割程度に減少している(農林水産省, 2005)。このような状況を打開するために、農林水産省(2005)は株出し栽培および春植え栽培における収量増加を目標とした「さとうきび増産プロジェクト」の基本方針を取りまとめた。

本プロジェクトには増産に向けたいくつかの課題が挙げられているが、その一つとして不萌

芽や不発芽の原因となっているハリガネムシ等の土壌害虫の徹底防除があり、具体的な解決策の1つとしてサトウキビ専用殺虫剤「Fipronil ベイト剤 (プリンス®ベイト, BASF アグロ (株))」の使用が期待されている。Fipronil ベイト剤は餌成分である穀物粉により害虫を誘引し、殺虫成分である Fipronil (0.5%) により駆除する誘引系の殺虫剤である。また、殺虫成分である Fipronil がサトウキビ内に浸透移行することにより、すでに茎内に侵入した害虫に対しても効果を発揮する。現在、Fipronil ベイト剤はサトウキビの重要害虫であるハリガネムシ、メイチュウ、アオドウガネ幼虫に対し農薬登録されている。特に、ハリガネムシの被害低減が急務の問題となっていた南大東島や宮古島では、Fipronil ベイト剤を処理することによりサトウキビの初期生育が旺盛になり、収量が増加したとの報告がなされている (名嘉真, 2007, 2008, 2009; 宮古毎日新聞, 2009)。著者らは、2008年に南大東島の農家圃場で調査を行い、Fipronil ベイト剤処理によりサトウキビの生育本数、茎の長さが増大することを報告した (Kawasaki et al., 2010)。また、この生育は収穫時まで維持され、収量も慣行薬剤を処理した場合に比べ1.25~1.81倍増加することが明らかとなった。しかしながら、Fipronil ベイト剤に関しては、その殺虫効果に関する報告が多くある一方でサトウキビの生育や収量に着目した報告は少なく、Fipronil ベイト剤の処理がサトウキビの生育、収量に与える効果について明らかにされていないのが現状であった。

そこで、本研究では2009年度に Fipronil ベイト剤の促進事業を実施した沖縄県久米島において同様の調査を行い、Fipronil ベイト剤の処理が春植えサトウキビの生育、収量に与える影響について調査した。

材料および方法

1. 調査地概要

調査は沖縄県久米島 (26° 20' N, 126° 48' E) で行った。久米島は沖縄本島那覇市の西方約100kmに位置し、総面積6,343haの沖縄県で4番目に大きな島である。サトウキビ栽培が最大の産業で、年間生産量は68,770t、反収は6,524 kg/10a である (久米島製糖株式会社, 2010)。2009年に春植えとその後作株出しの栽培面積の増加を目的とした Fipronil ベイト剤の促進事業として久米島製糖 (株) から85%、久米島町役場から15%の全額補助により、Fipronil ベイト剤の処理作業が行われた。

調査は Fipronil ベイト剤区とハリガネムシに対する慣行薬剤である Ethylthiodemeton 粒剤区を設けた一般農家所有の兼城圃場 (13.91 a) と、久米島製糖 (株) の所有する圃場に Fipronil ベイト剤区、Ethylthiodemeton 粒剤区、無処理区を設けた具志川圃場 (21.03 a) の2圃場で行った。土壌は兼城圃場 (pH 5.46, EC 8.52 mS/m)、具志川圃場 (pH 6.49, EC 6.66 mS/m) とともに暗赤色土 (島尻マーヅ) であった。植付けは兼城圃場が2009年5月8日、具志川圃場が同年4月6日の春植えであった。品種は両圃場とも農林21号 (*Saccharum* spp. cv. Ni21) であった。

2. 生育および虫害調査

生育調査は2009年8月1~2日、10月31日~11月1日、2010年2月17~18日の計3回行った。2008年に南大東島で行った調査から、Fipronil ベイト剤区では慣行薬剤 (Ethylthiodemeton 粒剤, Isoxantion 粒剤) 区と比較してサトウキビの生育本数と仮茎長が有意に高い値を示すことが明らかとなった (Kawasaki et al., 2010)。そこで本研究では、それぞれの処理区で、単位

面積当たりのサトウキビの生育本数と仮茎長の変化に着目して調査を行った。まず、生育本数は完全展開葉を有する茎を対象とし、 1.2×8.3 m 内 (約0.1 a) の本数を測定した。また、生育本数の測定と同時に芯枯れ本数の測定も行った。次に、 1.2×3.0 m 内に生える茎の仮茎長を測定し、仮茎長の相対度数分布を求めた。測定対象は完全展開葉を3枚以上有する茎とし、最上展開葉の肥厚帯までの長さを測定した (島袋, 1996)。調査は、生育本数、芯枯れ本数の測定が各処理区12反復、仮茎長の測定が各処理区6反復で行った。2010年2月調査の仮茎長のみ収穫調査と同時に行ったため、各処理区4反復とした。

虫害調査では、芯枯れ本数の測定に加え、具志川圃場にて株の掘り取り調査を行った。掘り取り範囲は 1.2×2.0 m 内とし、掘り取った株の芽子数、不発芽数、食害芽子数、健全芽子数、茎数を測定し、芽子数に対する不発芽数、食害芽子数、健全芽子数の割合を算出した。食害芽子は芽子の周辺もしくは芽子そのものに侵入跡が確認でき、芽子内が空洞化しているものとした。掘り取り調査は各処理区3反復で行った。

3. 収穫調査

収穫調査は2010年2月17~18日に行った。具志川圃場では 1.2×3.0 m 内の坪刈り調査を行った。調査項目は生育調査項目の仮茎長に加え、茎長、茎径、1茎重、節数、甘蔗糖度とした。最上展開葉の着生部までの節数を測定した後、茎長と茎径の測定を行った。茎長は刈り取り部から第5展開葉の肥厚帯までの長さ、茎径は刈り取り部の最も太い長さ (長径) とした。第5展開葉の着生部より上部を鞘頭部とし、鞘頭部を切除した茎の重さを1茎重とした。甘蔗糖度測定用として1反復あたり茎3本をサンプリン

グし、久米島製糖 (株) にて細裂した後、近赤外分光分析計 (NIR) を用いて甘蔗糖度の測定を行った。坪刈りは各処理区4反復で行った。

兼城圃場は一般農家圃場であり、多くの茎を刈り取る坪刈り調査ができなかったため、代わりに10茎の刈り取り調査を行った。調査項目は具志川圃場と同様であったが、茎重は10茎の合計で測定を行い、茎重/10茎により1茎重を算出した。刈り取りは各処理区4反復で行った。また、兼城圃場では、農家が収穫時に処理区ごとに分けて収穫を行い、収量を測定した。具志川圃場は苗用圃場のため収穫はできなかった。

具志川圃場のデータは Fisher の LSD 法、兼城圃場のデータは Student の T 検定により5%水準で検定した。

結 果

1. 生育調査および虫害調査

生育調査の結果は図1に、芯枯れ本数の結果は図2に示す。まず、具志川圃場の結果から見ると、8月調査では Fipronil ベイト剤区の生育本数が無処理区に比べ有意に多く、仮茎長は Fipronil ベイト剤区が他の処理区に比べ有意に長くなっていた。芯枯れ本数では Fipronil ベイト剤区が他の処理区に比べ有意に少なくなっていた。11月調査の生育本数と仮茎長は8月調査と同様の結果であったが、芯枯れ本数に差は認められなかった。2月調査では、Fipronil ベイト剤区の生育本数が他の処理区に比べ有意に多く、仮茎長は Fipronil ベイト剤区が無処理区に比べ有意に長くなっていた。次に兼城圃場の結果を見ると、8月調査では Fipronil ベイト剤区の生育本数が Ethylthiodemeton 粒剤区に比べ有意に多く、芯枯れ本数が有意に少なくなっていた。11月調査では Fipronil ベイト剤区の仮茎長が Ethylthiodemeton 粒剤区に比べ有意

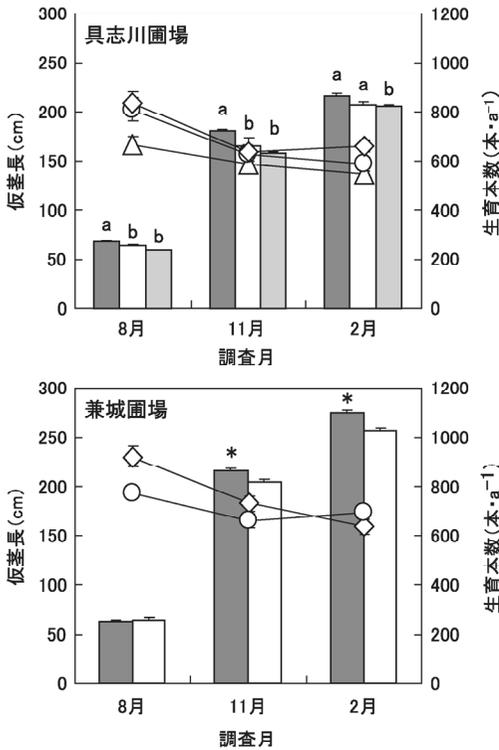


図1. Fipronil ベイト剤処理がサトウキビの仮茎長および生育本数に与える影響。

Fipronil ベイト剤 (■, ◇), Ethylthiodemeton 粒剤 (□, ○), 無処理 (■, △). 棒グラフは仮茎長, 折れ線グラフは生育本数を示す. 図中の縦棒は標準誤差を示す. 異なるアルファベット, *はそれぞれ Fisher's LSD, Student の T 検定により 5%水準で有意差を示す.

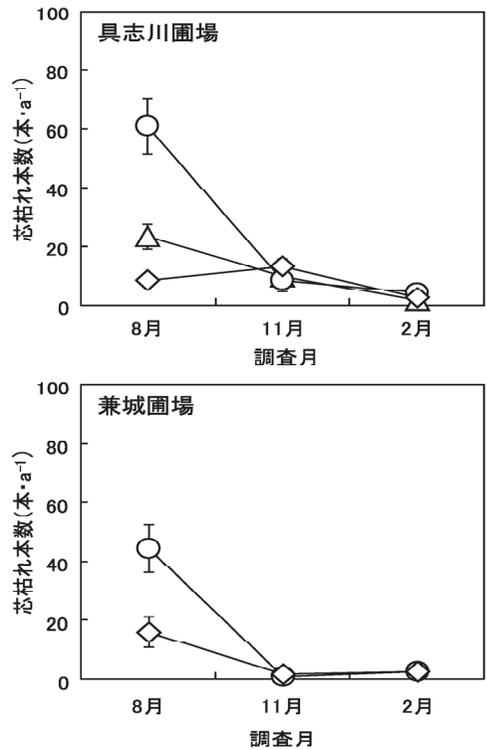


図2. Fipronil ベイト剤処理がサトウキビの芯枯れ本数に与える影響。

Fipronil ベイト剤 (◇), Ethylthiodemeton 粒剤 (○), 無処理 (△). 図中の縦棒は標準誤差を示す.

に長くなっていた。2月調査も11月調査同様、Fipronil ベイト剤区の仮茎長が Ethylthiodemeton 粒剤区に比べ有意に長くなっていた。

表1は各階級における仮茎長の相対度数分布を示している。その結果、8月の兼城圃場を除いて、両調査圃場とも仮茎長の長い茎の割合は Fipronil ベイト剤区が高いことが明らかとなった。

虫害調査の結果は表2に示す。芽子数、欠芽子率、健全芽子率に差が認められなかったのに

対し、食害芽子率は Fipronil ベイト剤区が無処理区に比べ有意に低下していた。慣行薬剤である Ethylthiodemeton 粒剤区と無処理区間に有意差は認められなかった。また、基数では有意差は認められなかったが、無処理区が低くなる傾向にあった。

2. 収穫調査

Fipronil ベイト剤処理がサトウキビの収量および品質に与える影響の結果を表3に示す。ま

表 1. 各調査月における仮茎長の相対度数分布 (%). 上に具志川圃場, 下に兼城圃場での結果を示す.

具志川圃場

調査月	処理区	40cmごとの仮茎長								
		0-40	40-80	80-120	120-160	160-200	200-240	240-280	280-320	320-360
8月	Fipronil	23.0	34.8	42.2	0					
	Ethylthiodemeton	24.8	41.6	33.2	0.5					
	無処理	24.9	50.3	24.9	0					
11月	Fipronil	0	2.2	5.5	16.6	43.1	32.6	0		
	Ethylthiodemeton	0.6	3.1	8.6	33.3	43.8	9.9	0.6		
	無処理	0.6	3.2	10.8	35.0	47.8	2.5	0		
2月	Fipronil				5.0	20.7	38.6	10.8	5.0	
	Ethylthiodemeton				5.9	29.7	51.5	10.9	1.0	
	無処理				5.0	28.7	50.5	9.9	0	

兼城圃場

調査月	処理区	40cmごとの仮茎長								
		0-40	40-80	80-120	120-160	160-200	200-240	240-280	280-320	320-360
8月	Fipronil	20.2	55.4	23.1	1.3					
	Ethylthiodemeton	19.9	51.7	26.1	2.3					
11月	Fipronil	0	1.7	1.2	1.7	17.9	57.8	19.6		
	Ethylthiodemeton	0.7	0	4.8	6.1	29.3	46.9	12.2		
2月	Fipronil						2.5	57.5	37.5	2.5
	Ethylthiodemeton						17.5	75.0	7.5	0

1) 仮茎長の相対度数分布 (%) = (各階級ごとの茎数 / 総茎数) × 100.

表 2. Fipronil ベイト剤処理がサトウキビ植え付け苗の虫害に与える影響.

処理区	芽子数 (本・0.1a ⁻¹)	欠芽子率 (%)	健全芽子率 (%)	食害芽子率 (%)	茎数 (本・0.1a ⁻¹)
Fipronil	15.0 (±2.1) a	47.2 (±10.1) a	52.8 (±10.1) a	5.6 (±5.6) a	23.0 (±2.6) a
Ethylthiodemeton	14.0 (±2.1) a	57.6 (±2.4) a	42.4 (±2.4) a	9.7 (±2.2) ab	21.3 (±4.7) a
無処理	15.7 (±1.9) a	61.6 (±3.6) a	38.4 (±3.6) a	23.9 (±6.1) b	15.0 (±1.5) a

1) 異なるアルファベットは Fisher's LSD により 5% 水準で有意差を示す.

2) () 内は標準誤差を示す.

表 3. Fipronil ベイト剤処理がサトウキビの収量および品質に与える影響.

具志川圃場

処理区	芽子数 (本・0.1a ⁻¹)	欠芽子率 (%)	健全芽子率 (%)	食害芽子率 (%)	茎数 (本・0.1a ⁻¹)
Fipronil	15.0 (±2.1) a	47.2 (±10.1) a	52.8 (±10.1) a	5.6 (±5.6) a	23.0 (±2.6) a
Ethylthiodemeton	14.0 (±2.1) a	57.6 (±2.4) a	42.4 (±2.4) a	9.7 (±2.2) ab	21.3 (±4.7) a
無処理	15.7 (±1.9) a	61.6 (±3.6) a	38.4 (±3.6) a	23.9 (±6.1) b	15.0 (±1.5) a

兼城圃場

処理区	茎長 (cm)	茎径 (mm)	1茎重 (kg)	節数 (節)	甘蔗糖度 (%)	収量 (t・10a ⁻¹)
Fipronil	260.9 (±2.9) *	29.06 (±0.34)	1.70 (±0.09)	22.7 (±0.3)	14.2 (±0.41)	10.82 (±0.55)
Ethylthiodemeton	243.2 (±3.3)	29.29 (±0.43)	1.59 (±0.09)	22.3 (±0.4)	15.4 (±0.23) *	10.97 (±0.49)

1) 異なるアルファベット, * はそれぞれ Fisher's LSD, Student の T 検定により 5% 水準で有意差を示す.

2) () 内は標準誤差を示す.

ず、具志川圃場の結果から見ると、Fipronil ベイト剤処理区の茎長が他の処理区に比べ有意に長くなっていた。他の項目では有意差は認められなかった。また、1 茎重と0.1 a 内の生育本数から反収を算出したところ、Fipronil ベイト剤区 7.72 t/10a、Ethylthiodemeton 粒剤区 6.67 t/10a、無処理区が6.24 t/10a と、Fipronil ベイト剤区が無処理区に比べ有意に高い値を示した。Ethylthiodemeton 粒剤区と無処理区の間には有意差は認められなかった。

次に、兼城圃場の結果を見ると、具志川圃場と同様に Fipronil ベイト剤区の茎長が Ethylthiodemeton 粒剤区に比べ有意に長くなっていた。一方で、甘蔗糖度は Ethylthiodemeton 粒剤区が Fipronil ベイト剤区に比べ有意に高い値を示した。また、反収では Fipronil ベイト剤区 10.82 t/10a、Ethylthiodemeton 粒剤区 10.97 t/10a と差は認められなかった。しかし、実際に農家が収穫した値を基に反収を算出したところ、Fipronil ベイト剤区 8.23 t/10a、Ethylthiodemeton 粒剤区 6.88 t/10a と Fipronil ベイト剤区が高い値を示した。また、甘蔗糖度は Fipronil ベイト剤区 15.5%、Ethylthiodemeton 粒剤区 15.4% と両区間に差は認められなかった。

考 察

本調査により、久米島における春植え栽培時の Fipronil ベイト剤処理はサトウキビの生育本数と仮茎長を有意に増加させることが明らかとなった。さらに、サトウキビ植付け苗の食害率やメイチュウの食害により生じる芯枯れ害も有意に低下していた。これらの要因が関連し、Fipronil ベイト剤区の収量が他の処理区に比べ増加したと考えられる。太郎良ら (2007) も宮古島で行った実験により、Fipronil ベイト剤処

理がハリガネムシによるサトウキビ芽子の被害を有意に減少させることを明らかにしており、植付け時不発芽の防止に対する Fipronil ベイト剤の有効性を示唆している。

これまでに行われていた生育本数の調査に加え、本調査では単位面積あたりに生えている茎の仮茎長を測定することで、Fipronil ベイト剤区では長い茎の割合が増加していることを明らかにした。これはサトウキビ生育初期の段階で芯枯れ害を減少させたためと考えられる。芯枯れ害の主因となるメイチュウは年間に6~8世代を繰り返し、5月に幼虫の発生が多いとされる(宮里, 1986)。そのため、発芽間もない幼茎が食害を受けやすく、芯枯れ害が発生しやすくなるが、植え付け時に Fipronil ベイト剤を処理することによりサトウキビ生育初期のメイチュウ害を低減させ、幼茎の生存率を高めたことにより、幼茎の枯死した他の処理区との間に生育差が生じたと推察される。メイチュウ害を低減させるためには殺虫成分である Fipronil が植え付け時からメイチュウ発生時期の5月までサトウキビ内に残留している必要があるが、Fipronil ベイト剤のサトウキビ体内における残留期間についての報告はない。しかし、行徳ら (2007) が行った実験により、Fipronil 粒剤 (Fipronil 1.0%含有) の残効期間が58日以上あることから、Fipronil ベイト剤も同程度の残留期間を有し、メイチュウ害を低減していた可能性が考えられる。

以上のことから、Fipronil ベイト剤区でのサトウキビの生育、収量の増加は、植付け苗の保護、生育初期の芯枯れ害の防除効果が他の処理区に比べ高かったためと考えられる。しかしながら、筆者らが南大東島で確認したように、沖縄県内の一部の圃場では害虫の密度低減だけでは説明し難いほどのサトウキビの生育増加がみ

られる (Kawasaki et al., 2010). Fipronil に構造が類似した成分が植物の生長調整剤として合衆国特許 (1996, 1998) を取得していることや, Stevens ら (1999) が行った高濃度の Fipronil 処理がイネの初期生育に与える影響に関する報告などを考慮すると, Fipronil が植物の生育に直接的に影響を与える可能性も考えられる. この可能性に関しては, 今後実験室レベルでも検討する必要がある.

前述したように, サトウキビの収量増加および株出し栽培の充実, 南西諸島のサトウキビ生産を振興するうえで極めて重要な課題であり, 「サトウキビ増産プロジェクト」等をはじめとした種々の取り組みが行われているところである. 世界で最もサトウキビ生産量の多いブラジルにおける一般的な株出し回数は 4 回, レユニオン島では 7 回である. 沖縄県においても, 分けつ茎が多く, 株出し栽培での収量も高い Nco 310 が普及していた 1950 年代では, 株出し回数も多く, 年間生産量も高かった (Macedo et al., 2008; 宮里, 1986). 現在と当時とは, 用いる品種や栽培, 収穫の方法など異なる点が多いが, 本来, 沖縄県の多くの地域においては株出し栽培が可能であることを示すものであり, 一方, サトウキビ増産に向けて株出し栽培の充実が極めて重要であることを示すものである. しかしながら, 現在, 宮古島のようにハリガネムシ等の土壌害虫被害が多い地域では株出し栽培面積が 10% を下回っており, 反収は高いが 2 年 1 作である夏植え栽培に偏重している (大城ら, 2006). Fipronil ベイト剤は, そのような害虫被害を軽減し, 株出し栽培の増加, 充実に有効な薬剤として期待されている (太郎良ら, 2007). 久米島は, 宮古島等に比べると土壌害虫被害が少なく, 栽培面積の 60% 以上が株出し栽培である. ハリガネムシによる被害が比較的

少ない一方, メイチュウなどの害虫被害は他の地域同様かそれ以上に多い. このような状況を考えると, 久米島における Fipronil ベイト剤の施用は, 宮古島における例のように, 直接的な株出し栽培の改善による増収効果が顕著になるとは考えがたい. 久米島における Fipronil ベイト剤の施用に関しては, 春植え栽培への貢献として春植えしたサトウキビの充実, 久米島で多い夏植え収穫後に株出し移行する場合における培土時の施用や, 株出し回数に対する効果が期待される. 今後, 久米島におけるこのような株出し栽培時の効果について調査するとともに, 適切な薬剤の処理法について検討する必要がある.

謝 辞

本研究は久米島製糖株式会社のご支援により行われた. 久米島製糖株式会社 上江洲智一氏, 吉永博之氏に厚く御礼申し上げる.

Abstract

We investigated the effects of fipronil bait, newly registered as the sugarcane insecticide for soil insect pest in 2006, on sugarcane growth and yield in Kume Island, Okinawa. Growth analysis showed that number of stalks of fipronil bait-treated area was significantly higher than ethylthiodemeton granule that is conventional insecticide against wireworm and non-treated area. Furthermore rate of damaged buds in fipronil bait-treated area was significantly decreased above non-treated area, and lower than ethylthiodemeton granule-treated area. Number of stalks remarkably increased in August, suggesting

that fipronil bait controlled harmful insect damage in early growth stage of sugarcane. Moreover, rate of number of longer stalks increased in fipronil bait-treated area. Fipronil bait might controlled shoot borer damage, decreased dead heart of main stem and rate of number of long stalks increased. Further, cane yield in the fipronil bait-treated area was also significantly increased as compared with those in non-treated areas.

Key words: Fipronil bait, Kume Island, Sugarcane, Tillar length, Yield, Wireworm.

引用文献

- 行徳裕・曾根信三郎・郡嶋浩志・小牧孝一 2007. 2005年に飛来したトビイロウンカに対す
るイミダクロプリド剤およびフィプロニル
剤苗箱処理の残効. 九病虫研会報 53: 24-
28.
- 家坂正光 2001. 沖縄の農業労働力問題とサト
ウキビ生産構造. 沖縄甘蔗糖年報 32: 21-
28.
- Kawasaki, S., Y. Fukuzawa, J. Tominaga,
M. Ueno, Y. Kawamitsu 2010. Effects of
fipronil bait on sugarcane yield in
Okinawa, Japan. Proc. Int. Soc. Sugar
Cane Technol. Vol. 27. 834-841.
- 久米島製糖株式会社 2010. 久米島の糖業.
- Macedo, I.C., J.E.A. Seabra and J.E.A.R.
Silva 2008. Green house gases emissions
in the production and use of ethanol
from sugarcane in Brazil: The 2005/2006
averages and a prediction for 2020. Biomass
and Bioenergy 32: 582-595.
- 宮古毎日新聞 2009. サトウキビ／反収19トン、
過去最高 初収穫で驚異の実績.
- 宮里清松 1986. サトウキビとその栽培. 日本
分蜜糖工業会, 沖縄. 216-237.
- 名嘉真繁 2007. 新しい農薬プリンスバイト粒
剤がサトウキビの初期成長にあたる影響.
第34回サトウキビ試験成績発表会講演要旨
22-23.
- 名嘉真繁 2008. プリンスバイト処理がサトウ
キビ収量に与える影響. 第35回サトウキビ試
験成績発表会講演要旨 22-23.
- 名嘉真繁 2009. プリンスバイト剤処理がサト
ウキビ株出収量に与える影響. 第36回サトウ
キビ試験成績発表会講演要旨 15-16.
- 農林水産省 2005. さとうきび増産プロジェク
ト基本方針.
- 大城良計・金城鉄男・東恩納良徳・金城衣恵・
森田孟治・新里良章・宮城克治・赤地徹・新
垣則雄・河野伸二・比嘉明美・亀谷茂・渡慶
次努 2006. さとうきび栽培指針. 沖縄県農
林水産部糖業農産課, 沖縄県. 1-5.
- Royalty, R. N., N. D. Long, M. T. Pilato,
and N. M. Hamon 1996. Plant growth
promotion using 3-cyano-1-phenylpyrazoles
such as fipronil. United States Patent.
Patent No. 5, 585, 329.
- Royalty, R. N., N. D. Long, M. T. Pilato,
N. M. Hamon, N. Yahmad, and D. P.
Sastrosatomo 1998. Plant growth regula-
tion using 3-cyano-1-phenylpyrazoles such
as fipronil. United States Patent. Patent
No. 5, 707, 934.
- 島袋正樹 1996. さとうきび圃場試験調査方法
の概観. 沖縄甘蔗糖年報 29: 23-38.
- Stevens, M. M., K. M. Fox, N. E. Coombes,

and L. A. Lewin 1999. Effect of fipronil seed treatments on the germination and early growth of rice. *Pest. Sci.* 55: 517–523.

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. *応動昆* 51(2) : 129–133.