琉球大学学術リポジトリ

沖縄におけるサトウキビ重要害虫の生態学的研究, 特にサトウキビ品種の変遷と害虫の発生消長について(農学科)

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学農学部 公開日: 2008-02-14 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 東, 清二, Azuma, Seizi メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/4232

沖縄におけるサトウキビ重要害虫の生態学的研究，特にサトウキビ品種の変遷と害虫の発生消長について

東　　清　二*

Seizi AZUMA : Biological studies on the sugar cane insect pests in Okinawa, with special reference to the change of their composition and infestation in relation to the introduction of new commercial sugar cane varieties

目　　次

緒　言…… 2
第1章　沖縄におけるサトウキビ栽培品種の変遷…… 3
　第1節　サトウキビの沖縄への伝来…… 3
　第2節　沖縄におけるサトウキビ品種導入の経過…… 4
　第3節　沖縄における栽培品種の変遷…… 5
第2章　サトウキビ栽培品種の特徴…… 7
　第1節　栽培上の特性…… 7
　第2節　葉の特徴…… 8
　第3節　考　　察…… 9
第3章　サトウキビ栽培管理方法の変遷…… 9
　第1節　読谷山時代の耕種梗概…… 9
　第2節　POJ時代の耕種梗概 …… 10
　第3節　NCo 時代の栽培管理方法 …… 13
　第4節　考　　察…… 17
第4章　沖縄におけるサトウキビ害虫相の変遷…… 21
　第1節　サトウキビ害虫研究の歴史…… 21
　第2節　各時代の害虫相…… 22
　第3節　考　　察…… 30
第5章　*Cavelerius saccharivorus*（Okajima）カンシャコバネナガカメムシの生態と発生消長…… 31
　第1節　概　　要…… 31
　第2節　研究の歴史…… 32

*　琉球大学農学部農学科
琉球大学農学部学術報告　24：1～158（1977）

第3節　形態の概要…… 33
第4節　生活史と習性の概要…… 34
第5節　各時代の発生密度…… 40
第6節　圃場における品種別発生密度…… 42
第7節　カンシャコバネナガカメムシの活動とサトウキビ品種の形質との関係…… 45
第8節　サトウキビ栽培管理作業がカンシャコバネナガカメムシの発生密度に及ぼす影響…… 49
第9節　天敵の行動とサトウキビ品種の形質との関係…… 51
第10節　考　察…… 57
第6章　その他重要害虫の発生消長…… 60
第1節　*Mogannia minuta* Matsumuraイワサキクサゼミ…… 60
第2節　*Aulacaspis takarai* Takagi タカラマルカイガラムシ…… 72
第3節　*Ceratovacuna lanigera* Zehntner カンシャワタアブラムシ…… 84
第4節　*Tetramoera schistaceana* （Snellen） カンシャシンクイハマキ…… 96
第5節　*Scirpophage nivella* （Fabricius） ツマキオオメイガ……109
第6節　*Sesamia inferens* Walker イネヨトウ……122
第7章　総合考察……129
第8章　要　約……132
謝　辞……135
参考文献……135
Summary……155

緒　　言

沖縄におけるサトウキビ栽培は農業生産の面から極めて重要な地位にあり，その生産量の多寡は農家経済を大きく左右し，ひいては沖縄の経済にも少なからぬ影響を及ぼしている。すなわち今を去る約350年前（1623）に製糖技術が導入されて以来，その製品である砂糖は旧藩時代においては薩摩藩への貢租として，また琉球王庁においては王庁の財政給源として重要視され，明治以後においては沖縄における移出農産物の筆頭となり，その移出額は現在総移出額の6割内外を占め，沖縄経済の発展に大きく寄与してきた。

このようなことから農家はサトウキビの増産について多大の努力を傾注し，行政的には幾多の糖業政策が打ち出されてきた。例えば技術面については，サトウキビの栽培改善に関する試験や品種改良に関する試験が積極的に実施され，これら技術の普及が行われたのである。その結果製糖法が導入された時代に比べて今日の単位収量は5倍以上の増収となっている。なかでも栽培品種の転換によってもたらされた増収は極めて大きい。しかるに品種の変遷は単位収量の増加という面のみでなく，その栽培方法の転換をも要求し，幾多の栽培技術の開発を促してきた。特に1950年後半から普及したNCo系品種は，従来の栽培品種に比べ多収性であると同時に，従来少なかった株出栽培にも適しサトウキビ栽培面積の7割以上を占めるようになった。また，NCo 系品種の出現は株出回数の増加という現象を作り出すようになった。

その結果，サトウキビ圃場は害虫の生息環境として大きく変化し，害虫の種類構成や発生密度に影響を及ぼしたと考えられる。因みに，沖縄におけるサトウキビ生産に関する研究が具体的に開始された1908年（明治41年，糖業改良事務局開所）以後の害虫についてみると，重要害虫として取扱われた

ものに *Cavelerius saccharivorus* （Okajima）カンシャコバネナガカメムシ，*Mogannia minuta* Matsumura イワサキクサゼミ，*Aulacaspis takarai* Takagi タカラマルカイガラムシ，*Ceratovacuna lanigera* Zehntner カンシャワタアブラムシ，*Tetramoera schistaceana*（Snellen）カンシャシンクイハマキ，*Scirpophaga nivella*（Fabricius）ツマキオオメイガ，*Sesamia inferens* Walker イネヨトウの7種があった。ところが従来の報告からこれらの害虫の発生消長及び被害について検討すると，これらの害虫が常に重要害虫の座にあったのではなかったことがわかる。例えばイワサキクサゼミやタカラマルカイガラムシの被害は最近になって報告されるようになったもので，反対にツマキオオメイガの被害は現在はほとんど認められず，重要害虫として取扱われていない。

著者は1966年以来，沖縄におけるサトウキビ害虫の生活史を究明するとともに，特にサトウキビ品種の変遷が害虫の発生消長に及ぼす影響について深い関心をよせ，この面の調査研究を進めてきた。この結果サトウキビ品種の変遷に伴って害虫の種類構成や重要種の発生密度がかなり変化したことが判明した。また重要害虫の発生密度を左右する要因として，いくつかのサトウキビ品種における抵抗性因子の存在や栽培管理作業の影響を明らかにすることができた。

このことは沖縄におけるサトウキビ害虫の実態を把握し，その総合防除法を確立する上からも重要なことであると考え，ここにとりまとめ報告する次第である。

本論文は先ず沖縄におけるサトウキビ品種の変遷（第1章）を示し，品種の特性，特に抵抗性に関与すると考えられる形質（第2章）及び栽培管理方法の変化（第3章）について述べ，害虫の種類の変遷（第4章）及び重要害虫の生態を明らかにするとともに，これら重要害虫の発生消長とサトウキビ栽培品種の変遷，特に品種の形質に基づく害虫抵抗性及び栽培管理作業の変化の関係を検討（第5，6章）したものである。

第1章 沖縄におけるサトウキビ栽培品種の変遷

第1節 サトウキビの沖縄への伝来

沖縄のサトウキビに関する記録は1534年（天文3年）の明の冊封使陳侃の使録に始まる。それには「果既有芭蕉 甘蔗 石榴 橘 柿之類人言各瓜可以祥湯甘蔗如形皆非也」とあり，その頃サトウキビが栽培され，果物として珍重されていたことがうかがえる。

そのサトウキビがもともと沖縄にあった在来種であったのか，それとも外国から伝来したものであるかについてはいくつかの異論もあるが，伝来説の方が有力である。すなわち，沖縄と中国との交通は古く，中山察度王が初めて明主朱元璋に修貢の礼を執ったのは1373年であり，その後多くの修貢船や留学生が中国に赴き，また中国からの使節が沖縄へ渡っており，それらによりサトウキビが沖縄に伝来されたものと考えられている。

次に沖縄における製糖は1623年に始まるといわれる。すなわち，儀間親方真常は家人を中国の福州に遣り，製糖法を学ばせ，その方法を沖縄に広めたといわれており（那覇由来記，琉球国旧記，球陽，大日本農業史），その当時から本格的なサトウキビ栽培が盛んになったものと考えられる。ところが，サトウキビは沖縄の環境条件に適し，他に有利な換金作物もなかったため栽培面積は逐年増加し，反面食用作物の作付面積が減少して遂に食糧不足が懸念される状況となったため，サトウキビ作付面積の制限令が1693年（元禄6年）施行されるようになった。その後1888年（明治21年）の作付面積制限令の解除，続いての糖業改良事務局の設置に伴って積極的な奨励政策が打ち出され，分蜜糖の製造，POJ系品種の導入などが行われてサトウキビは次第に沖縄における重要な作物となったのである。

第2節　沖縄におけるサトウキビ品種導入の経過

沖縄において製糖が開始された頃のサトウキビ品種について河野（1931）は次のように記している。

(1) 元和9年以前，琉球の甘蔗に2種あったもののように言うものがある。一つは在来種，所謂島荻（シマウージ）なるもので，彼の天文3年琉球に渡れる冊封使陳侃の使録にある「果既有芭蕉 甘蔗……云々」というのは主としてこの方で，この外今一種は支那伝来の品種唐荻（芳蔗）があったろう。前者は在来蔗，後者は輸入蔗と呼ぶべきであると言うのである。

(2) ところが沖縄に在来種が果してあったかどうかについては疑いなしとしない。琉球は南支と古くから交通があったから，何の時にか之を搬入したものがあり，之を畑の一隅に植え，甘汁は熱を払う奇草なりと認めて，漸次繁殖し，元和9年製糖の頃には生食用として相当量のものを獲るに至ったのではなかろうか。それは今の読谷山種なる品種は支那四川省に栽培されている品種と殆ど同系のものであろうということは，著者が四川省旅行により確め得たところであり，読谷山種なるものは所謂四川省の廣銭種即ち芳蔗系で，今より96～97年前，読谷山村に於いて梢頭部を使用して植えられたことから此の品種名で呼ばれるに至ったものである。したがって，沖縄在来のものとは言い難い。只，大島品種と同一の蔗系に属し乍ら，外観が幾分相違しているのは長年月の間に沖縄特有の風土の影響をうけて沖縄独特のものとなったものと考えられる。

また，伊波・真境名（1916）は「中国から沖縄に渡来したサトウキビは4種類あり，島荻，読谷山荻，唐荻（トウウジ），菓子荻で，島荻と読谷山荻は沖縄在来ともいうべきもので，儀間真常が初めて製糖に利用したのはおそらくその2種であろう。唐荻と菓子荻は陳侃使録にもあるように果物の代用として嗜好せられたから単にその名を博したものであろう」と述べている。

次に読谷山種の出現については次のように説明されている（池原，1968）。すなわち，旧藩時代（年代不明）読谷山間切楚辺村に比嘉次良（屋号川の上）という篤農家がいた。ある日サトウキビの梢頭部を何気なく水がめの傍の湿地に挿しておいたところ，その中に1本だけ特別生育のよい苗のあることに気付き，それを栽培したところ従来の島荻とは比較にならぬ程草丈，形態，収量のよいことがわかり，それが漸次各方面に拡がり，読谷山間切で出現したということから，その品種を読谷山と呼ぶようになったという。

また，沖縄県糖業要覧（1938）には「古来沖縄において栽培せられし甘蔗は島荻と称する在来種にして文化3年（1816）英人ベーシルホールの琉球探見記中Ooji と記載されたるを見る。降って明治初年頃より読谷山種栽培せられたり，該品種は在来種よりの変種にして大正初年頃迄は優良品種とせられ，台湾へ移出せられしこともありて……」とあり，読谷山種は島荻の変種として取扱われてきた。しかし，そのことを育種学的に解明した報告はみあたらない。西山（1947）は読谷山種がかって中国，台湾，フィリピンなどで栽培されていた竹蔗，紅蔗，Uba などと同一種の *Saccharum sinensis* であり，染色体数は $2n=116\sim118$ であると報告した。

以上のとおり，島荻の伝来，及びその読谷山種との関係は不明の点が多い。しかし本研究の対象となる年代はその読谷山種以後である。

中茎種または大茎種の導入は1902年（明治35年）に始まる。すなわち，Cheribon, Rose Bamboo, Striped Singapore, Lakhapur, 台湾納蔗，紅蔗などが台湾から移入され，数年間にわたる栽培適応試験に供された。しかし，それらの品種は従来の読谷山に比べ，台風，旱ばつに対する耐性が弱く，収量が多いということもなかったため試験のみに終り，普及栽培に至らなかったようである（仲吉・嘉数，1907；糖業改良事務局，1909）。その後1915年までに淡紅蔗，紫蔗，白蔗，南茎種，赤蔗，D 317，D 117, D 74，POJ 161，Yellow Bamboo，Qeensland, Mauritius, Negros Perple, Miller, Yellow Caledonia など40品種ほどが，ジャワ，台湾，ハワイから導入された（糖業改良事務局，1909～1912；池原，1968）。続いて1917年にはPOJ 105，POJ 181, D 1135 などが導入された。それらのうちPOJ 161，POJ 105，D 74，D 1135 が優良品種として

若干栽培された（池原，1968）。さらに1923年から1926 年にかけてPOJ2714を始めとしてPOJ 2725，POJ 2727 ，POJ 1499 が数回にわたって導入された。栽培試験の結果POJ2714 が1927 年に，続いて1928 年にはPOJ 2725 がそれぞれ奨励品種に指定された。 1927 年に導入されたPOJ 2878 も1931 年に優良品種として指定され，従来の読谷山に代って栽培されるようになった（糖業彙報第4 号）。特にPOJ 2725 は1950 年代まで沖縄における主要栽培品種であった。その後第二次世界大戦の影響もあって品種の導入は一時中断されていたが，1950 年から再び始められるようになった（新垣，1966）。

1950 年にはルイジアナからCP 系，Co 系の4 種類が導入され，1951 年には同じくルイジアナからCP 系，F 系，Q 系，POJ 系，Trojan の都合15 品種，台湾からPOJ 系，F 系，PT 系，Q 系及びNCo 310 の都合14 品種，ハワイからH 44 － 3098 がそれぞれ導入された。

1952 年には台湾からNCo 310 他7 品種，1953 年にハワイからH 系，K 系の6 品種，1957 年にルイジアナからCP 系6 品種，台湾からF 系6 品種，ハワイからH 系9 品種が導入された。それらの栽培試験の結果，1957 年にNCo 310 及びH 44－3098 の2 品種が奨励品種に決定され，増殖，普及に移された。しかし，H 44－3098 は収量においては優秀であったが，耐風性，耐旱性に弱く，可製糖量もNCo 310 に劣ることから間もなく一般栽培から姿を消した。

次に1959 年から1960 年にかけて多数のF 系，PT系品種が台湾から導入され，そのうちF 146，F 147 が新植において収量が多いことから一部の地域で若干栽培された。1961 ～1962年には南アフリカ，台湾，ハワイからNCo 系，F 系，H系の17 品種が導入され，そのうちNCo 376 はNCo 310 に比べブリックスは低いが多収であるところから1967 年に優良品種として指定され，現在NCo 310 に次ぐ栽培面積を占めている。降って1963 年から1965 年にかけては台湾，ハワイ，ルイジアナ，オーストラリアからF，H，Q，B，CB，Co，CP，M，PR系など多数の系統の100 余品種が導入されたが，一般栽培に付された品種はまだでていない。

第3節 沖縄における栽培品種の変遷

沖縄において製糖が開始された1923 年頃の栽培品種はいわゆる島荻であった。その後島荻の変種と考えられる読谷山（*Saccharum sinensis*）は長年にわたって沖縄における栽培品種として利用さ

Table 1. Changes of the major sugar cane varieties in Okinawa for the period 1929－1939, shown by acreage (ha)

Year	Total acreage	Yomitanzan	POJ 2725	Others	% of POJ 2725
1929	19,195.4	?	364.71	?	1.9
1930	17,685.5	?	2,827.6	?	11.9
1931	17,533.41	?	6,630.33	?	37.8
1932	16,281.27	?	10,751.69	?	65.6
1933	16,760.95	?	13,663.99	?	81.5
1934	15,838.18	?	14,288.54	?	90.8
1935	15,298.59	858.05	14,521.20	18.34	94.4
1936	15,566.90	530.0	15,034.50	11.40	96.6
1937	15,309.99	296.95	14,998.94	13.51	97.8
1938	14,881.92	197.54	14,684.38	?	98.9
1939	15,026.43	94.24	14,903.60	28.59	99.2

れた。1902年頃から数多くの品種が導入され，POJ 161，POJ 105，D 74，D 1135 が栽培されるようになったが，それらの栽培面積は極めて僅かであった。その後1927年から1931年にかけてPOJ 2714，POJ 2725，POJ 2878などが奨励品種に指定され，その栽培面積は急速に増加し，なかでもPOJ 2725は1950年代の前半まで90％以上の栽培面積を占めるようになった（糖業彙報第4号）（Table 1）。

その後1957年にNCo 310及びH 44−3098の2品種が優良品種に決定された。しかし，H 44−3098は間もなく栽培品種から消え，NCo 310が主として栽培されるようになった。他方，奨励品種には指定されなかったが，S 37，F 146，F 147も農家の好みにより一部地域において若干栽培された。次いで1967年にNCo 376が優良品種に指定された。この品種も収量においてはNCo 310より優れているが，ブリックスが低いためその栽培面積はまだ多いとはいえず，1974年現在の栽培面積はサトウキビ栽培面積の約12％で，NCo 310はまだ80％以上の栽培面積を占めている（Table 2）。

Table 2. Changes of the major sugar cane varieties in Okinawa for the period 1956−1963 and 1974, shown by acreage (ha)

Year	Total acreage	POJ 2725	NCo 310	Others	% of NCo 310
1956	9,381.18	9,374.95	0	6.23	0
1957	9,512.94	9,445.16	28.54	39.24	0.3
1958	9,378.40	?	1,129.64	?	12.0
1959	9,671.22	7,474.09	1,749.87	447.26	17.8
1960	10,529.55	5,157.65	4,642.60	729.30	44.0
1961	13,467.31	1,862.21	11,150.31	454.78	82.1
1962	18,369.45	195.07	17,726.43	447.96	99.5
1963	21,750.72	?	21,713.83	13.69	99.4
1974	18,329.09	0	15,612.68	2,708.34*	84.5

* acreage of NCo 376

Table 1 及び2をまとめて図示するとFig. 1のとおりとなる。これからわかるとおり，沖縄におけるサトウキビ品種はその転換期を除けば単一の品種だけで65％以上を占めている。これはルイジアナ

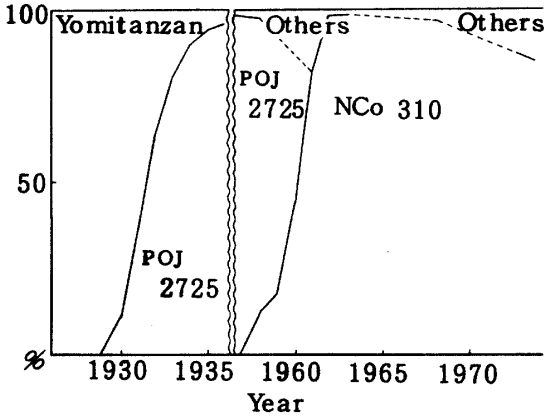


Fig. 1. Changes of the major sugar cane varieties in Okinawa for the period 1925−1974, shown by percentage of the planted acreage

や台湾などにおいて栽培品種の変遷が複雑であるのに比べ（Matherne, 1969; Shih and Tuang, 1975），沖縄では単一品種の占める割合は極めて高く，それが長年続いているということを示している。そこで本論文では1931年以前を読谷山時代，1932～1960年をPOJ時代，1961年以後現在（1976年）までをNCo時代と呼ぶことにする。すなわち，各時代には，冠名の品種がそれぞれ栽培面積の65％以上を占めているのである。このことはサトウキビの害虫相にも多分に影響を及ぼしているものと考えられる。

第2章 サトウキビ栽培品種の特徴

第1節 栽培上の特性

従来取扱われていたサトウキビ品種の栽培上の特性を測定する方法及び測定基準は，栽培している国，あるいは研究者によってまちまちであった。最近になってDaniels（1972）はそれを統一すべく126種の形質についてその測定規準を提案した。沖縄における栽培品種については，その基準による測定はまだ行われていない。そこで著者は害虫の抵抗性と関係が深いと考えられる若干の形質について検討した。竹内(1923)，竹内・早川(1923)，衣斐(1930)，沖縄県立糖業試験場（1929～1930），川原（1931），岡出（1942），新垣（1956），琉球政府経済局糖業課(1957)，黒島（1967）らが報告したサトウキビ品種に関する調査成績及び新らしく調査した結果を検討し，Danielsの方法に従ってまとめたのがTable 3である。

Table 3. Agricultural description of the sugar cane varieties Yomitanzan, POJ 2725, NCo 310 and NCo 376, according to Daniels's description (1972)*

Code	Characteristics	Yomitan－zan	POJ 2725	NCo 310	NCo 376
B04	stalk thickness	8	2	5	6
B05	stalk length	8	7	6	4
B08	ratoon yield	8	7	2	3
B09	number ratoons	8	8	2	2
C03	sucrose % FW late	6	5	2	4
C04	sucrose peak	5	5	4	5
C05	sucrose % FW general	6	5	3	4
C24	rind hardness	5	4	6	7
J07	deciduous of dry leaves	6	4	6	7

* The characteristics were rated to the scales 0－9, where, 0－8＝ useful, desirable, good, etc., and 9＝ not useful, undesirable, poor, etc., e.g. number ratoons : 9 = no ratoons, 8 = poor ratoons (1 ratoon), 5＝ medium ratooner (2－3 ratoons), 2＝good ratooner (4 and over).

茎径は読谷山において細く，POJ 2725は太い。茎長は読谷山において短く，NCo 376で長い。株出の収量は310において多く，読谷山で少ない。NCo 310は株出に最も適し，読谷山，POJ 2725は余り適しない。糖分はNCo 310において多く，読谷山では少ない。茎の硬さはNCo 376が硬く，

POJ 2725 は軟かい。枯葉の落葉性はPOJ 2725で高く，NCo 376 では低い。

第2節 葉の特徴

葉の形質について前節と同様に各種調査成績を検討するとともに，品種保存園において調査して，Skinner(1972)の方法でまとめたものがTable 4である。なお葉鞘開度はカンシャコバネナガカメムシの生息空間と関係が深いように考えられているが，従来それに関する報告がないため今回新しく調査した。開花直前に品種保存園及び品種比較試験圃場において，各品種20茎ずつを5回にわたって合計100茎を選定し，全葉鞘数（未展開葉，枯死葉を除く）と葉舌部分が茎から1㎜以上開いている，いわゆる離開葉鞘数を数え，全葉鞘数に対する離開葉鞘数の割合を求め，その割合が0～10％の場合を葉鞘開度0，11～20％の場合を1，……91～100％の場合を9とした。

Table 4. Botanical description of the sugar cane varieties Yomitan-zan, POJ 2725, NCo 310 and NCo 376, according to Skinner's description (1972)*

Characteristics	Yomitan－zan	POJ 2725	NCo 310	NCo 376
Leaf blade colour colour	green	yellow green	light green	dark green
length	5	7	6	6
width	4	8	7	6
carrige	6	8	6	4
Leaf sheath wax	5	6	5	4
hair (57 group)	1	8	4	2
length	1	8	5	1
softness	2	7	5	2
opening degree**	4	5	7	3

* The characteristics were rated to the scales 0－9, were, 0 = short, narrow, erect, nil, absent, soft, small, etc., and 9 = long, wide, dropping, lot, hard, large etc.

** No. of opening sheath per 100 stalks／No. of total sheath per 100 stalks X 100 = per cent of opening sheath, where, 0～10％=degree 0, 11～20％= 1, ……, 91～100％=degree 9.

葉の長さは品種により余り差がないといえる。しかし，葉幅は読谷山において細く，POJ 2725で広い。葉姿は NCo 376 において直立しており，POJ 2725 では下垂する。ろう質物も品種により余り差がない。57群毛茸はPOJ 2725において多く，しかも長くて硬い。読谷山とNCo 376ではそれは極めて少なく，NCo 310では両者の中間に位する。葉鞘開度はNCo 310において最も大きく，NCo376で最も小さい。

第3節 考 察

サトウキビ品種の形質においていくつか取りあげたが，Tables 3，4でみるとおり，読谷山，POJ 2725，NCo 310，NCo 376はかなり形質が異なる品種であるといえる。特に茎径，茎長，株出適応性，茎の硬さ，落葉性については差が大きい。

また葉においても葉幅，葉姿が大分異なり，57群毛茸の長さ，硬さでも差が大きい。葉鞘開度もかなりの差があるといえる。これらの差は害虫の生活史，発生密度に直接，間接に影響するものと考えられる。これについては第5，6章でふれる。

第3章 サトウキビ栽培管理方法の変遷

第1節 読谷山時代の耕種梗概

読谷山時代のサトウキビ栽培管理方法について，糖業改良事務局報告（1909～1912）から引用すると次のとおりである。

1. 整 地

前作物（甘藷）ノ収穫後耕起セシ跡地ヲ尚更ニ鍬ニテ充分ニ耕ヤシ土塊ヲ細砕シタリ

2. 種 苗

外国品種ハ布哇原産「ローズバンブー」ヲ用イ蔗茎ノ全部中側芽ノ佳良ナル部分ヲ採収シ其長サ一苗ニ凡ソ三個ノ芽ヲ有スル程度ニ截切シタリ，沖縄産読谷山蔗ヲ用イルモノハ悉ク蔗茎ノ梢頭ヲ選抜シ其長サハ約6～7寸トシタリ

3. 畦幅及株間

外国種ハ畦幅3尺6寸 株間ヲ1尺4寸2分8厘トシ小茎蔗ハ畦幅ヲ2尺4寸株間ヲ1尺5寸トシタリ

4. 肥 料

肥料ノ種類及1反歩ニ対スル用量三要素ノ含量ハ次ノ如シ

第1種

肥料名	総量	原肥	二番肥	三番肥	三要素含量		
					N	P_2O_5	K_2O
	貫						
大豆粕	30.000	−	10.000	20.000	1.936	0.211	0.474
硫酸安母尼亜	5.161	−	1.720	3.440	1.064	−	−
過燐酸石灰	11.190	−	3.730	7.450	−	1.790	−
堆肥	450.000	450.000	−	−	1.350	0.270	0.810
計					4.350	2.271	1.284

第2種

肥料名	総量	原肥	二番肥	三番肥	三要素含量		
					N	P_2O_5	K_2O
	貫						
大豆粕	30.000	−	10.000	20.000	1.936	0.211	0.474
過燐酸石灰	9.000	−	3.080	6.160	−	1.478	
糞尿肥	259.800	−	86.600	173.200	1.065	0.311	0.701
堆肥	450.000	450.000	−	−	1.350	0.270	0.800
計					4.351	2.270	1.985

5. 施肥ノ方法

堆肥ハ原肥ニ其他ノ肥料ハ二番三番ノ二回ニ分ケ其ノ第一回ハ新芽ノ発生シテ本葉5枚ヲ出シタル頃ニ施シ爾後20日乃至30日ヲ経テ第二回ノ施肥ヲ行ヒタリ

6. 挿植ノ方法

先ツ耕土面ヨリ深サ約4寸幅7～8寸ノ條溝ヲ設ケ原肥ヲ施シテ僅カニ上ヲ覆ヒ凡ソ22～23度ノ角度ニ挿植シタリ

7. 除ケツ

6月下旬ニ心枯及ビ成長ノ望ナキモノヲ刈除シテ株立ヲナシ又8月後ハ無効分ケツ及腋芽ノ発生スルニ従ヒ時々之ヲ除去シタリ

8. 培土

追肥毎ニ之ヲ行ヒ又7, 8月頃1回之ヲ行ヒテ其畦條ノ横断面ヲシテ殆ド三角形タラシメタリ

9. 結立

7月以後蔗茎伸長ノ度ニ従ヒテ二回ニ執行シ，尚暴風雨アリタル際ハ其都度結立ヲ行フ

10. 病害虫駆除

螟虫ハ其被害茎ト共ニ焼殺シ蚜虫ハ石油乳剤ニ浸シタル布片ヲ以テ揉殺シ黒穂病ノ被害茎ハ悉ク焼棄シタリ

第2節　POJ時代の耕種梗概

1927年にPOJ系品種が奨励品種に指定されたが，その栽培方法が一般化した1939年の甘蔗耕種標準をみると次のとおりである（沖縄県経済部，1939）。

1. 整地

平素ニ於テ地力ヲ増進シ植付二・三週間前予メ次ノ整地作業ヲ行フ

(ア) 区画，畦ノ方向ハ南北トシ傾斜地ニアリテハ傾斜の方向ニ直角ナラシム　横溝ハ旱害ノ憂アル畑

ヲ除キ五間内外ニ設ケ幅一尺五寸程度トシ深サハ地表ヨリ一尺掘下ゲ 湿害大ナル畑ニテハ更ニ環溝ヲ設ケ系統的排水溝ニ連絡セシム

(イ) 畦切 畦幅ハ四尺内外トシ植溝ハ幅一尺二・三寸深サ元ノ地表ヨリ一尺二・三寸に掘下ゲ此際表土ヲ一方ノ畦上ニ心土ヲ他ノ畦上ニ盛上ゲ底軟ト同時ニ自給肥料ヲ切込ミ後僅カニ両肩ヲ削リ落スト共ニ掘上ゲシ表土ヲ以テ地表ヨリ二・三寸迄埋戻シ土塊ヲ砕キ溝底ヲ蒲鉾形トナス

2. 蔗 苗

夏植ニアリテハ自家苗圃ヨリ採リタル長サ八寸内外ノ標準苗（芽子ノ充実セル二節五段迄ノ苗）ヲ用ヒ 春植ニアリテハ新植蔗圃ノ健全茎ヨリ採リタル梢頭苗ヲ用ヒ成長点ヲ切去リ植付ノ際下部葉鞘ヲ除去スルコト

3. 植付時期

夏植ニアリテハPOJ 2725号ハ7月，108号ハ8・9月， 春植ハ両者トモ3月ヲ基準トス

4. 植付方法

株間ハ一尺内外トシ蔗苗ハ其ノ方向ヲ一定シ芽子ヲ左右交互ニ向ケ植溝ト平行ニ平植ヲナシ蒲鉾形ニ五分内外ノ覆土ヲナスト共ニ鎮圧ヲ行フ 各植溝ノ両端ニハ植付本数ノ一割以上ノ補植用予備苗ヲ準備ス

5. 生育初期ノ管理

(ア) 芽掘 植溝面固結シ又ハ畦土崩レ落チ蔗苗埋没セル場合ハ芽掘ヲ行ヒ発芽分ケツヲ容易ナラシム
(イ) 除草 初期ノ除草ハ鉏ニテ芽掘ト兼行フ
(ウ) 補植 発芽揃後欠損株生シタル場合ハ仮植セル予備苗ヲ以テ補植ス但シ補植ノ際ハ葉ヲ切去ルコト

6. 反当施肥料

(ア) 夏植肥料

肥料名	総量	基肥	第1回追肥	第2回追肥	成分量		
					N	P_2O_5	K_2O
堆肥・厩肥又ハ緑肥	1,000貫	1,000	−	−	−	−	−
ジャーガル用配合肥料第1号	35	−	15	20	4.305	2.030	0.490
草木灰	10	−	−	10			0.800
計	45	−	15	30	4.305	2.030	1.290
堆肥・厩肥又ハ緑肥	1,000	1,000	−	−	−	−	−
マージ用配合肥料第2号	50	−	20	30	5.250	3.250	1.800
草木灰	15	−	−	15	−	−	1.200
計	65		20	45	5.250	3.250	3.000

(イ) 春植肥料

肥料名	総量	基肥	第1回追肥	第2回追肥	成分量		
					N	P_2O_5	K_2O
堆肥・厩肥又ハ緑肥	800	800	−	−			
ジャーガル用配合肥料第1号	30	−	15	15	3.690	1.740	0.42
草木灰	10	−	−	10			0.800
計	40		15	25	3.690	1.740	1.200
堆肥・厩肥又ハ緑肥	800	800	−	−			
マージ用配合肥料第2号	40	−	20	20	4.200	2.600	1.400
草木灰	15	−	−	15	−	−	1.200
計	55	−	20	35	4.200	2.600	2.600

7. 施肥ノ時期及方法

期節別	第1回追肥	第2回追肥	方法
夏植	植付後1ケ月以内	年内	第1回追肥ハ株ヨリ三寸内外ノ距離ニ，第二回追肥ハ其ノ反対側四寸内外ノ距離ニソレゾレ施用溝ヲ設ケテ施シ必ズ覆土スルコト
春植	植付後1ケ月以内	6月中	

8. 中耕培土

夏植第一回培土（浅培土）ハ植付後2ケ月目第一回中耕ト兼行ヒ　第二回培土（平均培土）ハ第一回培土1ケ月後第二回中耕ト兼行ヒ　第三回培土（土入及高培土）ハ生育状況ニ依リ年内ニ之ヲ行フ

春植ハ第一回培土（浅培土）ハ5月中ニ中耕ト兼行ヒ　第二回培土（中培土平均培土ヨリ一・二寸高キ程度）ヲ生育状況ニヨリ7月中ニ之ヲ行フ

9. 枯葉剝葉

培土直前ノ枯葉ハ必ズ之ヲ剥取リ爾後ノ剥葉ハ低湿地及倒伏又ハ鼠害等ノ虞大ナル蔗園ノミニ之ヲ行フ

10. 病害虫ノ防除

植付後絶エズ心枯茎ヲ根際ヨリ刈取リ焼却シ其他病害虫ハ発見次第適宜ノ方法ニ依リ防除ス

11. 暴風雨後ノ手入

傾倒セル蔗茎ハ速ニ適当ナル手当ヲ行フ豪雨ノ際ハ停滞水及土砂流出ナキ様留意スルコト

12. 収穫調整

成熟順ニ刈取リ枯葉梢頭及不良茎ヲ除キヒゲ根ヲ削リ落ス

13. 株　出

株出ハ春植ノミニ行ヒ収穫後直チニ株際ノ土ヲ掻分ケ切直シテ行ヒ肥料ハ春植ト同量ヲ用ヒ堆肥（厩肥又ハ緑肥）ハ株ノ両側ニ等分ニ金肥半量ハ株ノ片側ニ施シ金肥半量ヲ５．６月中ニ前回ノ反対側ニ施シ直チニ中培土ヲ行フ

第３節　NCo 時代の栽培管理方法

NCo 310 は1957年に優良品種として決定されたが，その栽培要領について要約すると次のとおりである（琉球政府，1960，1965；沖縄県施肥合理化協議会，1973）。

1. 整　地

蔗園の整地方法には農業機械を用いて行うものと人力により手用農具を以て行う方法があるが，いずれにしてもサトウキビは深根性の作物で，NCo 310 品種は280㎝余も根が地中深く伸び，根の最も多いのは30～60㎝の付近である。根を充分に生育させるために土壌をできるだけ多く空気や太陽光線に接触，風化させ，土壌の団粒化を促すため45㎝以上に深耕を行い，砕土して地表面を均しておく。

2. 植付の準備

(1) 植付準備は肥培管理の便利及太陽光線の補給に役立つように，また土質や面積の大小により排水を充分考慮して横溝を設ける。

(2) 畦の方向は平坦地では地形の許す限り南北に設け，通風を良好にする。傾斜地においては傾斜面に直角にして土砂の流出を防ぐようにする。

(3) 植溝は上幅36～45㎝，深さ地表面から36㎝として，底軟と同時に基肥を切り込んで僅かに両畦の側面を削り落して植床をカマボコ型に作る。この作業は植付２週間前に完了する。

3. 植付距離

夏植では畦幅120～135㎝，株間30～45㎝とし，春植では畦幅105～120㎝，株間24～38㎝とする。機械収穫を前提とすれば少なくとも120㎝以上の畦幅とする。

4. 蔗　苗

苗は苗圃または新植蔗園の健全な茎から２節苗にして夏植では４段目まで，春植では３段目までを用い，株出蔗園からは採苗しないようにする。蔗苗の選び方は次のとおりである。

ア）芽子は硬化せず充実したもの
イ）節間長は10～15㎝程度で太くて重いもの
ウ）無病健全なもの
エ）出穂していない茎からとる
オ）芽子の伸長していないもの
カ）二節苗を用いる

蔗苗は植付前に銅製剤1,000倍液で消毒を行う。なお害虫付着の恐れある時は有機燐剤800～1,000

倍液で消毒を行う。以上の消毒不可能の場合は一昼夜冷水または石灰水（比重ボーメ20度）に浸漬する。これによって蔗苗に含まれる蔗糖が加水分解し，還元糖が多くなって初期生育が促進される。

5. 植付時期

植付時期の適否は収量に大きく影響するので春植は3月中旬，夏植は7～8月とし，時期を失しないようにする。植付が遅れると生育時期が短かくなるばかりでなく，春植は7月頃の旱害を受け易く，夏植は植付後間もなく低温に合うため年内の伸長，分けつが悪く，減収の原因となる。

6. 植付方法

植付に際しては発芽をよくするために葉鞘のついている苗は剥取ってから植付ける。その際，芽子は左右に向けて植付けるのが望ましい。覆土の厚さは普通1.5～3.0cmである。なお，土質，病虫害，天災等によって欠株を生ずる恐れがあるので植付本数の約1割程度を補植用苗として準備しておく。

7. 芽　掘

芽掘は発芽，分けつを促進させるために重要な作業である。大雨後地表が固結した場合，または畦の土が崩れ落ちた時に速かに芽掘を行い，できるだけ周囲を軽く耕やし，発芽や分けつを容易にする。

8. 補　植

欠株が生じた時には速かに補植を行う。夏植では植付後7日目頃に発芽し始め，15日目頃に発芽揃いとなるので補植作業は夏植において植付後2週間前後に，春植において4週間前後に終了しなければならない。その際葉面からの蒸発を少なくするため葉先を切って植付ける。

9. 施　肥

サトウキビの在圃期間は春植で1年，夏植で1年半と長く，土壌養分の消耗が多い。特に連続長期株出が多いので極力地力維持に努めなければならない。このため施肥量が不足しないよう，ケーキ，緑肥の利用や堆肥などの有機質肥料の増施が必要である。

施肥量（10 a 当り成分量）は次のとおりとする。

(1) 夏　植

ア）　泥灰岩土壌

要素別	総量基肥	追肥 第1回	追肥 第2回	追肥 第3回	備考
	kg	kg	kg	kg	
N	25	10	5	5	この他に緑肥または堆肥・厩肥10 a 当り4.5t施用する。
P_2O_5	15	7.5	−	7.5	−
K_2O	15	7.5	−	−	7.5

イ） サンゴ石灰岩土壌

要素別	総量基肥	追肥			備考
		第1回	第2回	第3回	
	kg	kg	kg	kg	
N	31	12.4	6.2	6.2	6.2	この他に緑肥または堆肥・
P_2O_5	17.05	8.53	−	8.52	−	厩肥10a当り4.5t施用
K_2O	21.7	10.9	−	−	10.5	する。

(2) 春植及び株出

ア） 泥灰岩土壌

要素別	総量基肥	追肥		備考
		第1回	第2回	
	kg	kg	kg	kg	
N	20	8	6	6	この他に緑肥または堆肥・
P_2O_5	12	6	6	−	厩肥を10a当り3t施用
K_2O	13	6	−	6	する。

イ） サンゴ石灰岩土壌

要素別	総量基肥	追肥		備考
		第1回	第2回	
	kg	kg	kg	kg	
N	25	10	7.5	7.5	この他に緑肥または堆肥・
P_2O_5	13.75	6.88	6.8	−	厩肥を10a当り3t施用
K_2O	1.75	8.75	−	8.75	する。

追肥時期は次のとおりである。

ア） 第1回追肥は夏植では植付後15～20日，春植では25～30日の発芽揃時に施用する。 イ）第2回追肥は夏植では有効分けつ期の植付後60～80日目（10月）に行い，春植では植付後120～130日目（6～7月）に止肥として施用する。ウ）第3回追肥は夏植のみに止肥として植付後210日目(3月)頃に行う。従来のPOJ 2725では夏植の追肥は2回で終了したが，NCo 310は初期分けつ期間中は生長緩慢で4月以降に伸長が早く，特に5～7月にはよい気象条件に恵まれると60～75cmも伸びるので，3回目の施肥は翌年の3月までに終るようにする。

高度化成肥料を使用する場合は，追肥回数は夏植で2回，春植及び株出では1回でよく，施肥時期は夏植で10月と翌年3月，春植は6月，株出は5月にそれぞれ行う。止肥の時期が遅れると成熟に悪影響を及ぼすので注意する。

以上の施肥量は夏植12t，春植8t，株出10t，平均10tの蔗茎生産目標の基準施肥量であり，

地域によって加減する。

10. 除けつ

生育期間中の生育不良茎は中途にして枯死し，収穫茎になる見込みのない過剰分けつなどは中耕除草培土などの作業時に適宜除けつし，有効分けつ茎の健全な生育を助長する。この場合に夏植では植付後60日以内は有効分けつ歩合が高いのでそれ以後の分けつ茎は除いた方がよい。

11. 培　土

培土は根元へ土を寄せる作業で次のとおり行う。

夏植　平均培土……10～11月
　　高　培土……3月

春植　平均培土……5月
　　高　培土……6月

株出　高　培土……5月

その際の注意事項として

ア）適当な土壌水分がある時に行い，旱ばつ時はさける。イ）生育状態に応じて培土量，培土時期を加減する。ウ）砕かれた膨軟な土を茎間に入れる。エ）蔗苗位置より深く培土しないこと。オ）高培土前にはなるべく除けつ剥葉して培土した方がよい。カ）培土は追肥を兼ねて行った方がよい。

12. 中耕・除草

有効分けつ期間中に雑草が繁茂すると分けつ本数が減少し，初期の生育が不良となる。特に遅植えの場合には雑草による害が大きい。初めの中耕・除草は芽掘りを兼ねて行い，次は平均培土時までに行う。除草剤を使用する場合は夏植では植付後の1回散布とする。春植，株出はサトウキビ植付後と培土後の2回とする。

13. 剝葉（枯葉取り）

剥葉は収穫時の労働力節減，すなわち労働生産性を高めるために必要で，次の圃場は努めて剥葉を行う。

ア）排水不良地，イ）野そ害の多い圃場，ウ）病害虫の発生が多い圃場，エ）倒伏している圃場，肥沃な圃場。

すなわち剥葉は肥沃地で在圃期間が長く，倒伏し易い圃場では特に必要で，圃場周縁部よりも内側の方の剥葉に重点を置くことが大切である。

14. 旱ばつ対策

毎年旱ばつの害があるので有効分けつ期，伸長初期，生育旺盛期の土壌水分保持に努めることが肝要である。すなわち枯葉は蔗圃外に持ち出さず畦間に置き，地中からの水分蒸発を少なくして旱害を軽減する。潅水の効果は極めて顕著であるので，潅水可能な圃場ではそれを行う。

15. 暴風後の手入

暴風は葉を破損させ同化作用を妨げ，かつ蔗茎を倒伏，挫損せしめ収量及び糖分を低下させる。また

豪雨に会うと土粒が流失し，根を洗い出して養分の吸収を妨げ，枯死茎数を増大させるので，暴風後は剥葉を行い，根離れした蔗茎は速かに土寄を行い，排水溝をさらえる。新植蔗園では地表がよく固結するので中耕を行い，畦の土が崩れ落ちた場合は芽掘，排土をする。

16. 収穫調整

収穫時期は12～4月の間で，その早晩は品種，植付時期，土質，施肥量，気象などによって異なる。成熟時期の温度が低く，乾燥した時は成熟を促進させるが，逆に高温，多雨は成熟を遅らせる。収穫の時期はブリックスが最高に達した時であるが，レフラクトメータでその適期を知ることができる。すなわち蔗茎の上，中，下部の3カ所を測定し，下部と上部の差が余りないものは適期である。この時期になると蔗茎は変色し，冠葉は扁平となり，ろう質分の量が減少し，蔗茎を鎌などで叩けば縦の裂目を生ずるようになる。このように成熟したサトウキビは苗の植付位置から10cmの蔗茎を残して刈取り，枯葉，梢頭部及び不良茎を除き1束18kg程度に束ねる。

17. 株切，根切及び枯葉の処理

サトウキビ収穫時または収穫直後株出サトウキビとなる新しい芽を地下深くから萠芽させるために苗の位置から10cm程度の蔗茎を残して余分な蔗茎を刈取る作業を株切と呼び，その時期としては2月中旬以後は効果が少なく，従ってそれ以後に収穫する圃場では収穫時にそのつもりで刈取る。収穫時の稚茎（グーラ）は分けつ茎の発生を抑えるので必ず株切を行う。

サトウキビ収穫後直ちに古株を耕耘機または犁鍬で鋤き分けて土を削り落し，旧根を切り，新しい根の発生を促すように根切作業を行う。刈取調整作業によって土壌が固結し，株出サトウキビの根の伸長が阻害され，根の分布が浅くなるので，根切または中耕は重要な作業である。この作業は収穫後適当な土壌水分がある時になるべく早めに行う。

収穫後枯葉を放置すると株出萠芽を悪くするので，根切前に畦間に集めて石灰窒素を10a当り30～50kgを施用し，覆土する。余った枯葉は1畦おきに被覆する。

18. 病害虫防除

害虫ではカンシャワタアブラムシ，カンシャコバネナガカメムシ，カンシャシンクイハマキ，ハリガネムシ，野そが重要で防除基準に従って防除する。

病害には赤腐病，眼状斑点病，鳳梨病，立枯病，矮化病，根腐病，鞘枯病があり，防除基準に従って防除する。

第4節 考 察

前節までに各時代のサトウキビ栽培要領について記したが，各時代の主な相異点について検討する。

1. 整地，植付法

読谷山時代は鍬で整地し，72cm内外に畦を作り，直径約15cmの植穴を掘り，基肥を施して覆土し，そこに挿苗した（仲吉，1907；池原，1968）。この方法はいわゆる穴植法であった。

ＰＯＪ時代は鍬または鋤で整地し，120cm内外に畦切を行い，幅，深さともに36cm内外の植溝を作って基肥を施し，底軟作業を行って挿苗した。その場合の畦切はモジョバングン方式と呼ばれ，表土，心土を別々の畦上に盛上げ，培土の際に表土の方から先に利用する方式が各地で行われていた。すなわち表土と心土を天地がえしにした。

NCo 時代は地域により，また農家の経営規模により鋤による整地方法，または小型や大型トラクターの利用が多くなり，狭小な圃場を除きほとんどの圃場の整地，畦切にトラクターが活躍している。植付法はＰＯＪ時代と似ているが，植付機の利用が若干行われた。

2. 栽培密度

各時代の畦間，株間から10 *a* 当りの植付本数を算出すると次のとおりである。

読谷山時代　3,300～3,600 本
ＰＯＪ時代　2,700本
NCo 時代　2,400～2,700本

以上のように苗の植付本数は読谷山時代に多く，ＰＯＪ，NCo 時代には漸次減少した。しかし，分けつ数は第2章でも示したように品種により異なっており，単位面積当りの生育本数や収穫本数は植付本数に余り左右されない。また株出圃場における生育本数は収穫方法，時期などいくつかの要因で左右される。

このため栽培密度と害虫発生の関係を検討することは極めて困難であり，今後改めて検討することにした。

3. 植付時期（作型）

読谷山時代には2.～3月，いわゆる春植が主として行われ，株出栽培が僅かに行われ，夏植はほとんどみられなかった。耕種梗概も春植についてのみ作られている。

ＰＯＪ時代には春植の他に7～9月，いわゆる夏植も行われるようになった。宮城（1934）は，ＰＯＪ系品種の導入は従来春植一点張りであったものを春植と夏植の年2回の植付を可能にしたところに特徴があり，サトウキビ栽培上における一大変化であった，と報告した。

NCo 時代には植付時期はＰＯＪ時代とほとんど変りなく，春植と夏植がある。

次に株出栽培についてみると，仲吉（1907）は，読谷山時代に2年株（1回株出）において収量が多いと述べている。池原（1968）も株出が広く行われていたと報告している。また，2回株出は扱植と呼び収穫後古株を掘起こして移植する方法がとられていた。すなわち，新植と同様に整地した圃場に植付を行うが，古株の地下茎を苗に用いるところが新植と異なっていた。従って植付後，次の新植までの期間は普通2年であったといえる。

ＰＯＪ時代には株出をなるべく行わない方がよいとされ，もし株出を行う場合は春植収穫後の圃場の

Table 5. The yearly percentages of the spring, summer and ratoon sugar canes in Okinawa, for the period 1932－1939

Year	Spring	Summer	Ratoon
1932	25	29	46
1933	29	33	38
1934	27	37	36
1935	27	39	34
1936	26	42	32
1937	25	48	27
1938	23	52	25
1939	22	53	25
Mean	25.5	41.5	33

みで実施するよう励められていた。そのため株出面積はTable 5 のとおり栽培面積の30％内外を占めるにすぎなかった。すなわち，POJ時代の株出回数は普通1回であり，更新までの期間は平均2年であったといえる。

NCo 時代にはNCo 310が株出栽培に適する品種であることから株出面積のサトウキビ栽培面積に占める割合はTable 6 に示すとおり急速に増加した。つまり1962年から株出面積は増加し始め，1965年以後はサトウキビ栽培面積の約75％が株出圃場である。すなわち，株出回数は平均3回であり，新植後更新までの期間は普通4年である。

Table 6. The yearly percentages of the spring, summer and ratoon sugar canes in Okinawa, for the period 1953－1974

Year	Spring	Summer	Ratoon	Year	Spring	Summer	Ratoon
1953	28	53	19	1964	6	32	62
1954	30	46	24	1965	4	19	77
1955	40	47	13	1966	5	16	79
1956	28	44	28	1967	4	20	76
1957	24	46	30	1968	4	20	76
1958	23	49	28	1969	4	18	78
1959	23	53	24	1970	5	18	77
1960	16	60	24	1971	5	17	78
1961	11	62	27	1972	6	22	72
1962	7	53	40	1973	3	20	77
1963	6	41	53	1974	4	21	75

以上のとおり，時代により植付時期の変化や各作型の栽培割合が大きく変化した。特にNCo 時代には圃場が耕起されずに安定した状態で4年も続いたということは，害虫の発生に大きく影響したと考えられる。

4. 施肥料

施肥料は土壌の種類により，作型により異なり，普通沖縄では泥灰岩土壌（ジャーガル）よりサンゴ石灰岩土壌（マージ）において施肥量が多く，春植より夏植で多く使用する。
各時代の施肥量について堆肥または緑肥を除いた部分の成分量をみるとTable 7 のとおりである。

Table 7. Use of fertilizers for the sugar canes in Okinawa, per 10a for the summer crop in Maaji Soil

Periods	N	P_2O_5	K_2O
Yomitanzan	11.3 kg	7.5 kg	1.8～4.4 kg
POJ	19.7	12.2	11.25
NCo	31	17	21.7

これでみる限りサトウキビの施肥量は漸次増加したといえる。しかし，NCo 時代の施肥量は平均反収10ｔを目標にしたものであり，実際にはその80％程度である。

また，施肥量とは品種の最大収量をもたらすところに基準を設定する。ところが肥料の吸収量やサトウキビの収量は品種によって異っており，品種が異なった場合，施肥量のみで作物の成育を比較することは妥当ではない。従って施肥量と害虫発生の関係を検討することは極めて困難であるといわねばならない。現在沖縄ではサトウキビの肥料吸収量に関する報文は皆無に等しい。このため本論文では施肥料との関係については検討から除外した。

5. 剝葉作業

剝葉作業は枯死した下葉を除去し，圃場を清潔に保ち，通風を良好にしてネズミや病害虫の害を軽減し，さらに収穫作業を容易にするために行う。

読谷山時代には7月頃に除けつ作業と同時に剝葉した（仲吉，1907）。ＰＯＪ 時代には培土直前に枯葉を必ず剝取るよう耕種梗概に定められ，一般農家では普通にこの作業を行った。

NCo 時代にもＰＯＪ時代と同様に剝葉作業を栽培要領に定めているが，一般農家では実際には余り行っていない。1974年10月，11月に石垣島，宮古島，首里，南大東島において調査したところ，97圃場のうち43圃場において本作業が実施されているにすぎなかった。このことはNCo 時代の圃場は枯葉などが多いことを示しており，ネズミや病害虫の発生を容易にしていると考えられる。

6. 害虫防除法

読谷山時代には耕種梗概で示されているように，メイチュウ類は被害茎とともに切取焼却され，カンシャワタアブラムシは石油乳剤を浸した布切で揉殺された。カンシャコバネナガカメムシの防除は1922年に公布された“害虫駆除予防方法施行の件”（沖縄県令第26号）により次のように行われた。

ア）甘蔗生育中ニ在リテハ手掌ヲ以テ地際梢頭部ヨリ揉ミ上ゲ圧殺スベシ

イ）甘蔗収穫ノ際ハ稚茎ト共ニ刈倒シ圃場ニ於テ蔗茎ヲ調製シタル後梢頭部枯葉等ヲ畑一面ニ散布シテ点火焼殺スベシ

ウ）害虫発生シ又ハ発生ノ虞アル圃場ヨリ害虫伝播ノ恐アル蔗苗蔗茎其ノ他ノモノヲ搬出シ若シクハ他ノ圃場ヘ搬入スルコトヲ得ス

また1928年からは糖業改良奨励金の一費目として“甘蔗病害虫駆除予防費”が国から県へ交付され，これにより農家が捕集したサトウキビメイチュウ類の買上げ制度ができた。これは1941年頃まで続けられていた（屋代，1939，1940；池原，1968）。

以上でみるとおり読谷山時代の害虫防除はほとんど素手で行われていた。ＰＯＪ時代も読谷山時代と同様な方法であった（宮城，1934）。

その後，1954年頃から有機合成殺虫剤が使用されるようになり，従来の素手による防除方法から散布機による方法に変化した。

NCo 時代は農薬の種類，量ともに増加し，散布機も大型へと進み，1971年からはヘリコプターによる散布が行われるようになり，1975年にはサトウキビ栽培面積の約18％（4,800ha）についてヘリコプターによる薬剤散布が実施された。

有機合成殺虫剤が使用されるようになった1954年以後の農薬使用量をみるとTable 8 のとおりである（内原，1968，1972）。

1954年に31ｔであった農薬使用量が漸次増加し，1960年には875ｔ，1962年には2,000余ｔとなり，1964～1971年の平均は約4,000ｔである。伊波（1966），東・大城（1968）が報告しているように，殺虫剤は農薬総使用量の75～85％を占め，サトウキビ害虫防除には総使用量の45～

50％が使用されている。

Table 8. Quantities of agricultural chemicals used in Okinawa for the period 1954－1971

Year	Quantity (ton)	Year	Quantity (ton)
1954	31	1963	2,154
1955	82	1964	2,535.5
1956	182	1965	2,868.5
1957	356	1966	4,015.1
1958	328	1967	3,572.8
1959	428	1968	3,779.3
1960	875	1969	4,505.1
1961	1,242	1970	4,230.2
1962	1,267	1971	3,794.5

以上のようにNCo時代には害虫防除法が従来と一変し，化学的防除法がその柱となった。最近になって耕種的防除法や生物的防除法についての関心が高まりつつある。

第4章 沖縄におけるサトウキビ害虫相の変遷

第1節 サトウキビ害虫研究の歴史

沖縄におけるサトウキビ害虫の研究は，沖縄県立糖業試験場の創立によって始まる。同試験場では甘蔗害虫予察調査を行い，その結果を同場の特別報告（1914）で公にした。それにはイネヨトウ，カンシャシンクイハマキ，ツマキオオメイガなど17種の害虫を取上げている。その中でもカンシャシンクイハマキについては生態に関する知見も加えられている。その後屋代（1927）は"沖縄産昆虫目録"を発表したが，作物害虫については食餌植物を取上げており，当時の害虫相を知る上に貴重な資料を残した。沖縄県立糖業試験場（1930）はサトウキビ害虫について調査し，24種をあげた。屋代(1940)は"沖縄地方における重要害虫概説"の中で「もっとも加害の大きいものにメイチユウ類があり，*Sesamia inferens* Walker イネヨトウ，*Eucosma schistaceana* Snellen カンシャシンクイハマキ，*Scirpophaga nivella* (Fabricius) ツマキシロメイガの3種がそれで，前二者は被害が多く，ツマキシロメイガは大正の末期頃まではかなりみられたが，読谷山種の栽培面積が減少し，POJ系品種の面積が大部分を占めるに従ってツマキシロメイガの被害が減少してきた」と報告した。その他 *Ceratovacuna lanigera* Zehntner カンシャワタアブラムシ，*Phenacoccus hirsutus* Green カンシャコナカイガラムシ（注：*Saccharicoccus sacchari* であろう），*Ischnodemus saccharivorus* Okajima カンシャコバネナガカメムシ，*Euchlora xanthopleura* Arrow リュウキュウドウガネ，*Locusta migratoria migratoria* Linnaeus トノサマバッタ，*Patanga succincta* Linnaeus セスジツチイナゴやゴキブリの被害について報告した。

岡島（1922）は *Blissus sacchanivorus* Okajima カンショクロナガガイダを記載するとともに，サトウキビの新害虫として追加した。

素木得一はアメリカのNational Academy of Science によるScientific Investigation in the Ryukyu Islands （SIRI） Program の一員として1952～1953年に沖縄を訪れ，その地方の害虫相を調査し，それを目録として発表した（Shiraki，1954）。その中には合計106種のサトウキビ害虫が取扱われている。しかし何らかの誤りと考えられるものが含まれており，それを除外すると94種となる。素木により沖縄におけるサトウキビ害虫相が克明に記録されたといえる。

高良（1958）は従来の報告に若干の知見を加えた"琉球産甘蔗害虫目録"を発表した。それはサトウキビ害虫単独の目録として初めてのもので146種を取扱っている。Shiraki（1954）と同じようなミスによるもの及び二次害虫のアリ類を除外すると，高良の記録したサトウキビ害虫は120種に達する。高良の報告には重要種に関する知見や，加害部位についてもふれられており，単にリストだけにとどまらなかった点は見逃せない進歩である。

東・大城（1967b）もサトウキビの害虫目録を発表した。それには二次害虫も含めて172種を扱っており，従来の知見の他に発生時期など圃場調査に基づく新しい知見も含まれている。Takara and Azuma（1969）は以上の報告及び被害の重要度に応じ，害虫をMost important，Important，Occasionally important，Moderately important，Minor importance，Non—important に区分してリストアップし，最重要種の防除上の問題点について報告した。

以上の報告により沖縄におけるサトウキビの害虫相はその全容がほぼ判明したといえる。しかし，その後 *Aulacaspis takarai* Takagi タカラマルカイガラムシ，*Mogannia minuta* Matsumura イワサキクサゼミの2種の多発生と被害の増加がみられ（東ら，1971；東・山内，1971），害虫相の質的な変化がみられるようになった。

第2節 各時代の害虫相

沖縄県立糖業試験場（1914，1930）及び屋代（1927）は読谷山品種が栽培されていた時期の害虫を報告し，屋代（1940），Shiraki（1954），高良（1958）はPOJ 時代の害虫相をとらえ，東・大城（1967b），Takara and Azuma（1969）はNCo 系品種が栽培されていた時期の害虫を取扱っているので，それぞれ読谷山時代，POJ 時代，NCo 時代の害虫として比較するとTable 9 のとおりとなる。なお，それらの目録には古い種名を用いられているものもあり，そのまま引用しては混雑する恐れが多いので現在用いられている種名に改めた。また重要種については◎印を付した。その判断には多数の個体が発生し，被害が多く，毎年防除を実施しているもの，及び時折大発生して甚大な被害をもたらすものを基準とし，前述の報告の他に沖縄県立糖業試験場（1922～1931），沖縄県立農事試験場（1932～1939），東・大城（1967a，b，1968，1969a，b，1971a，b）及び伊波（1966）などの報告を参考にした。

Table 9. List of the insect pests of sugar cane in Okinawa recorded after 1914

Species	Period		
	Yom*	POJ	NCo
Collembola トビムシ目			
Fam. Onychiuridae トビムシモドキ科			
1. *Onychiurus* sp.			○
Fam. Isotomidae フシトビムシ科			
2. *Isotomina termophila* (Axelson)			○
3. *Isotomian punctiferus* Yosii			○
Fam. Entomobriyidae ツノトビムシ科			
4. *Homida nigrocephala* Uchida			○
5. *Salina celebensis* (Schaffer)			○
6. *Entomoscya* sp.			○
7. *Lepidocyrtus* sp.			○
Orthoptera 直翅目			
Fam. Gryllotalpidae ケラ科			
8. *Gryllotalpa africana* Palisot de Bearvois ケラ	○	○	○
Fam. Gryllidae コオロギ科			
9. *Gryllus taiwanemma* Ohmachi et Matsuura タイワンエンマコオロギ	?	○	○
10. *Acheta bimaculata* de Geer クロコオロギ		○	○
11. *Laxoblemmus arietulus* Saussure ハラオカメコオロギ		○	○
Fam. Trigonidiidae クサヒバリ科			
12. *Homoeoxipha lycoides* Walker ヤマトヒバリ		○	○
13. *Trigonidium cicindeloides* Ramber キヤシクサヒバリ		○	○
Fam. Tettigoniidae キリギリス科			
14. *Euconocephalus thunbergi* Stal クビキリギス		○	○
15. *Homorocoryphus nitidulus* Scopoli クサキリ		○	○
16. *Conocephalus maculatus* le Guillon ホシササキリ		○	○
17. *Conocephalus melas* de Haan ササキリ		○	○
Fam. Arcrididae バッタ科			
18. *Acrida turrita* Linnaeus ショウリョウバッタ		○	○
19. *Aiolopus tamulus* Fabricius マダラバッタ	○	○	○
20. *Atactomorpha lata* Motschulsky オンブバッタ		○	○
21. *Atactomorpha psittacina* de Haan アカハネオンブバッタ		○	○
22. *Gesonula punctifrons* Stal オキナワイナゴモドキ	○	○	○
23. *Gonista bicolar* de Haan ショウリョウバッタモドキ	○	○	○
24. *Eyprepocnemis ishigakiensis* Shiraki イシガキセグロバッタ		○	○
25. *Oxya formosanaa* Shiraki タイワンハネナゴイナゴ			○

cont.

Species	Period		
	Yom*	POJ	NCo
26. *Oxya intricata* Stal コイナゴ		○	○
27. *Oxya velox* Fabricius ハネナガイナゴ	○	○	○
28. *Oxya yezoensis* Shiraki コバネイナゴ	○	○	○
29. *Patanga japonica* Bolivar ツチイナゴ		○	○
30. *Patanga succincta* Johansson セスジツチイナゴ	○	○	○
31. *Gastrimargus marmoratus* Thunberg クルマバッタ	○	○	○
32. *Locusta migratoria* Linnaeus トノサマバッタ	○	○	○
33. *Oedaleus infernalis* de Saussure クルマバッタモドキ	○	○	○
34. *Heteropternis respondens* Walker アカアシバッタ	○	○	○
35. *Hieroglyphus annulicornis* Shiraki ヒゲマダラバッタ			○
Fam. Tridactylidae ノミバッタ科			
36. *Tridactylus japonicus* de Haan ノミバッタ		○	○
Fam. Tetrigidae ヒシバッタ科			
37. *Acrydium japonicum* de Haan ヒシバッタ		○	○
38. *Euparatettix insularis* Bei-Bienko ハネナガヒシバッタ	○	○	○
Blattaria ゴキブリ目			
Fam. Pycnoscelidae オガサワラゴキブリ科			
39. *Pycnoscelus surinamensis* Linnaeus オガサワラゴキブリ		○	○
Fam. Blattellidae チャバネゴキブリ科			
40. *Blattella lituricollis* Walker ヒメチャバネゴキブリ	○	○	○
41. *Onychostylus pallidiolus* Shiraki ウスチャバネゴキブリ		?	○
Isoptera シロアリ目			
Fam. Rhinotermitidae ミゾガシラシロアリ科			
42. *Reticulitermes speratus* Kolbe ヤマトシロアリ		○	○
43. *Coptotermes formosanus* Shiraki イエシロアリ		○	○
Fam. Termitidae シロアリ科			
44. *Captotermes nitobei* Shiraki ニトベシロアリ		○	○
45. *Odontotermes formosanus* Shiraki タイワンシロアリ	?	○	○
Psocoptera チャタテムシ目			
Fam. Liposcelidae コナチャタテムシ科			
46. *Liposcelis* sp.			○
Thysanoptera アザミウマ目			
Fam. Thripidae アザミウマ科			
47. *Heliothrips haemorrhoidalis* Bouche クロトンアザミウマ		○	○
48. *Frankliniella formosana* Moulton タイワンハナアザミウマ		○	○
49. *Frankliniella intonsa* Trybon ヒラズハナアザミウマ			○

cont.

Specise	Period		
	Yom*	POJ	NCo
50. *Thrips serratus* Kobus サトウキビノチビアザミウマ	○	○	○
Fam. Phlaeothripidae クダアザミウマ科			
51. *Hoplothrips aculeatus* Fabricius イネクダアザミウマ		○	○
Hemiptera 半翅目			
Fam. Cydnidae ツチカメムシ科			
52. *Geotomus pygmaeus* Dallas ヒメツチカメムシ		○	○
Fam. Pentatomidae カメムシ科			
53. *Scotinophara lurida* Burmeister クロカメムシ	○	○	○
54. *Neodius depressus* Ellenricder トビイロカメムシ		○	○
55. *Lagynotomus elongatus* Dallas イネカメムシ		○	○
56. *Nezara viridula* Linnaeus ミナミアオカメムシ	○	○	○
57. *Menida bengalensis* Westwood アカカメムシ		○	○
Fam. Phyllocephalidae エビイロカメムシ科			
58. *Gonopsis affinis* Uhler エビイロカメムシ		○	○
Fam. Coreidae ヘリカメムシ科			
59. *Cletus trigonus* Thunberg ホソハリカメムシ		○	○
60. *Cletus punctiger* (Dallas) タイワンホソハリカメムシ	○	○	○
61. *Riptortus clavatus* (Thunberg) ホソヘリカメムシ	○	○	○
62. *Melanocanthus ferrugineus* Stal タイワンホソヘリカメムシ	○	○	○
63. *Leptocorisa oratorius* Fabricius タイワンクモヘリカメムシ		○	○
64. *Leptocorisa chinensis* Dallas クモヘリカメムシ		○	○
65. *Leptocorisa acuta* (Thunberg) ホソクモヘリカメムシ	○		○
Fam. Lygaeidae ナガカメムシ科			
66. *Cavelerius saccharivorus* (Okajima) カンシャコバネナガカメムシ	◎	◎	◎
67. *Pachygrontha bipunctata* Stal ミナミヒゲナガカメムシ			○
68. *Pachybrachius pallicornis* Dallas ヨツホシナガカメムシ			○
Fam. Pyrrchoridae ホシカメムシ科			
69. *Dysdercus poecilus* Herrich-Schaffer ヒメアカホシカメムシ		○	○
Fam. Miridae メクラカメムシ科			
70. *Cyrtorhinum* sp.			○
Fam. Cicadidae セミ科			
71. *Mogannia minuta* Matsumura イワサキクサセミ	○	○	◎
Fam. Deltocephalidae ヨコバイ科			
72. *Nephotettix cincticeps* Uhler ツマグロヨコバイ	○	○	○
73. *Nephotettix apicalis* (Motschulsky) クロスジツマグロヨコバイ			○
74. *Nephotettix impicticeps* Ishihara タイワンツマグロヨコバイ			○

cont.

Specise	Period		
	Yom*	POJ	NCo
75. *Inazuma dorsalis* Motschulsky イナズマヨコバイ	○	○	○
76. *Exitianus capicola* Stal クロミヤクイチモンジヨコバイ			○
77. *Paramesodes albinervosus* (Matsumura) シロミヤクイチモンジヨコバイ			○
78. *Macrosteles sexnotatus* Fallen ムツテンヨコバイ	○	○	○
Fam. Tettigellidae オオヨコバイ科			
79. *Bothrogonia japonica* Ishihara ツマグロオオヨコバイ		○	○
80. *Tettigella spectra* Distant シロオオヨコバイ		○	○
81. *Tettigella viridis* Linnaeus オオヨコバイ	○	○	○
Fam. Nirvanidae ホソサジヨコバイ科			
82. *Nirvana pallida* Melichar ホソサジヨコバイ		○	○
83. *Nirvana sturalis* Melichar ナカグロホソサジヨコバイ		○	○
Fam. Cicadellidae ヒメヨコバイ科			
84. *Erythroneura okinawella* Matsumura オキナワヒメヨコバイ			○
85. *Erythroneura limbata* Matsumura ヨツモンヒメヨコバイ		○	○
86. *Chlorida flavescens* Fabricius ミドリヒメヨコバイ		○	○
87. *Typhlocyba subrufa* Motschulsky キイロヒメヨコバイ		○	○
Fam. Ricanidae ハゴロモ科			
88. *Ricania binotata* Walker フタホシハゴロモ			○
89. *Ricania taeniata* Stal ヒメベッコウハゴロモ		○	○
Fam. Flatidae アオバハゴロモ科			
90. *Mimophantia maritima* Matsumura トビイロハゴロモ		○	○
Fam. Dictypharidae テングスケバ科			
91. *Dictyphara okinawensis* Matsumura オキナワテングスケバ	○	○	○
92. *Orthopagus lunlifer* Uhler ツマグロスケバ		○	○
Fam. Meenoplidae シマウンカ科			
93. *Nisia atrovenosa* (Lethierry) シマウンカ	○	○	○
Fam. Cixiidae ヒシウンカ科			
94. *Kirbyana pagana* Melichar セウスヒシウンカ			○
Fam. Derbidae ハネナガウンカ科			
95. *Diotrombus politus* Uhler アカハネナガウンカ		○	○
96. *Kamendaka saccharivora* Matsumura サトウマダラハネナガウンカ		○	○
Fam. Lophopidae アシブトウンカ科			
97. *Lophops carinata* Kirby マエジマアシブトウンカ		○	○
Fam. Delphacidae ウンカ科			
98. *Sogatella furcifera* Horvath セジロウンカ	○	○	○
99. *Tropidocephalus brunnipennis* Signoret コブウンカ			○

cont.

Species	Period		
	Yom*	POJ	NCo
100. *Tropidocephalus festiva* (Distant) ヒメコブウンカ			○
101. *Nilaparvata lugens* Stal トビイロウンカ		○	○
102. *Delphacodes striatellas* Fallen ヒメトビウンカ		○	○
103. *Perkinsiella saccharicida* Kirkaldy クロフツノウンカ			○
104. *Perkinsiella sinensis* Kirkaldy ウシウンカ		○	○
105. *Dictonotropis muiri* Kirkaldy ウスイロノウンカ		○	○
106. *Peregrinus maidis* Ashmead トウモロコシウンカ		○	○
Fam. Aleyrodidae コナジラミ科			
107. *Meomaskellia bergii* Signoret カンシャノコナジラミ		○	○
Fam. Aphididae アブラムシ科			
108. *Aphis sacchari* Zehntner カンシャアブラムシ		○	○
109. *Tetraneura hirsuta* Baker イネノアブラムシ		○	○
110. *Ceratovacuna lanigera* Zehntner カンシャワタアブラムシ	○	◎	○
Fam. Pseudococcidae コナカイガラムシ科			
111. *Saccharicoccus sacchari* Cockerell カンシャコナカイガラムシ	○	○	○
112. *Dysmicoccus boninsis* Kuwana オガサワラコナカイガラムシ		○	○
113. *Trionymus diminutus* Leonardi カンシャノヒメコナカイガラムシ			○
Fam. Coccidae カタカイガラムシ科			
114. *Coccus elongatus* Signoret ナガカタカイガラムシ		○	○
Fam. Aclerdidae カタカイガラモドキ科			
115. *Aclerda biwakoensis* Kuwana ビワコカタカイガラモドキ			○
Fam. Diaspididae マルカイガラムシ科			
116. *Aulacaspis takarai* Takagi タカラマルカイガラムシ			◎
Lepidoptera 鱗翅目			
Fam. Psychidae ミノガ科			
117. *Clenia varicata* Snellen オオミノガ		○	○
118. *Canephora asiatica* Staudinger ミノガ			○
Fam. Olethreutidae ヒメハマキガ科			
119. *Tetramoera schistaceana* (Snellen) カンシャシンクイハマキ	◎	◎	◎
Fam. Pyralidae メイガ科			
120. *Chilo infuscatellus* Snellen ニテンメイガ	○	○	○
121. *Scirpophaga nivella* (Fabrcius) ツマキオオメイガ	◎	○	○
122. *Cnaphalocorocis medinalis* Guenee コブノメイガ		○	○
Fam. Noctuidae ヤガ科			
123. *Mythimna separata* (Walker) アワヨトウ	○	○	○
124. *Mythimna lorayimima* (Rungs) ヒメクサシロヨトウ		○	○

cont.

Species	Period		
	Yom*	POJ	NCo
125. *Mythimna formosana* (Butler) オキナワマダラキヨトウ			○
126. *Sesamia inferens* Walker イネヨトウ	◎	◎	◎
127. *Spodoptera mauritia* (Guenee) シロナヨトウ		○	○
128. *Spodoptera pecten* (Guenee) リュウキュウスジキリヨトウ			○
129. *Spodoptera cilium* (Guenee) クシナシスジキリヨトウ			○
130. *Spodoptera litura* (Fabricius) ハスモンヨトウ	○	○	○
Fam. Notodontidae シャチホコガ科			
131. *Phalera combusta* Walker ハガタシャチホコ		○	○
Fam. Arctidae ヒトリガ科			
132. *Creatonotos transiens* Walker ハイイロヒトリ			○
Fam. Hesperidae セセリチョウ科			
133. *Telicota colon stinga* Evans ネッタイアカセセリ		○	○
134. *Parnara naso bada* Moore ヒメイチモンジセセリ		○	○
135 *Parnara guttata* Bremer et Grey イチモンジセセリ		○	○
136. *Pelopidas mathias oberthuri* Evans チャバネセセリ	○	○	○
Fam. Satyridae ジャノメチョウ科			
137. *Melanitis leda* Linnaeus ウスイロコノマチョウ	○	○	○
Diptera 双翅目			
Fam. Muscidae イエバエ科			
138. *Atherigona shibuyai* Pont サトウキビクキハナバエ			○
Coleoptera 鞘翅目			
Fam. Scarabaeidae コガネムシ科			
139. *Apogonia bicavata* Arrow リュウキュウカンシャコガネ	○	○	○
140. *Apogonia bicarinata* Lewis フタスジカンシャコガネ			○
141. *Apogonia kamiyai* Sawada カミヤカンシャコガネ			○
142. *Adoretus sinicus* Burmeister シナコイチャコガネ		○	○
143. *Anomala xanthopleura* Arrow リュウキュウドウガネ		○	○
144. *Anomala albopilosa yashiroi* Sawada オキナワアオドウガネ		○	○
145. *Anomala matsumurai* Sawasa リュウキュウスジコガネ		○	○
146. *Blitopertha okinawensis* Ohaus オキナワセマダラコガネ		○	○
147. *Oryctes rhinoceros* Linnaeus タイワンカブトムシ	○	○	○
Fam. Elateridae コメツキムシ科			
148. *Agrypnus bipapulatus* (Candeze) シロマダラサビキコリ		?	○
149. *Adelocera amamiensis okinawana* Ohira オキナワサビキコリ		?	○
150. *Colaulon musculus* (Candeze) シラケヒメサビキコリ		?	○
151. *Aeoloderma brachmana* (Candeze) スジマダラチビコメツキ			○

cont.

Species	Period		
	Yom*	POJ	NCo
152. *Agonisthius obscurpes* Gyllenhal ミスジナガコメツキ		○	○
153. *Melanotus legatus* Candeze クシコメツキ		○	○
154. *Melanotus loochooensis* Miwa リュウキュウクシコメツキ		?	○
155. *Melanotus tamsuyensis* Bates カンショクシコメツキ		○	○
156. *Silesis okinawensis* Miwa オキナワクチブトコメツキ		?	○
Fam. Tenebrionidae ゴミムシダマシ科			
157. *Gonocephalum pubens* Marseull オオスナゴミムシダマシ		?	○
Fam. Curcurionidae ゾウムシ科			
158. *Oedophyrus sakaguchii* Kono サカグチクチブトゾウムシ			○
159. *Cyphycerus kuchibutonus* Kono ハイイロクチブトゾウムシ			○
160. *Myllocerus neglectus* Voss			○
161. *Echinocnemis squameus* Billberg イネゾウムシ		○	○
162. *Lixus auriculatus* Sahlberg カムチヤホソゾウムシ		○	○
163. *Eugnathus distinctus* Roelofs コフキゾウムシ	○	○	○
Fam. Rhynchophoridae オサゾウムシ科			
164. *Rhabdocnemis fissicauda* Chevrolat ヤシオサゾウムシ		○	○
165. *Paracalendula saccharivora* Chujo et Morimoto サトウキビコクゾウムシ			○

* Yomitanzan

第3節 考 察

Table 9 にあげた各時代の害虫相についてまず種類数をみると，読谷山時代には42種，POJ時代には122種，NCo時代には165種であり，漸次その種類数の増加してきたことがわかる。これは調査の積み重ねによるものと，分類学の発達によって種類の認識が精密に行われるようになったことなどによるものと考えられる。また，読谷山時代には被害の割合に目立ったものを取扱った節があり，NCo時代のものについては東・大城（1967b）は"食害する"ということを基準にしているところから，その種類数が増加したものと考えられる。従って，害虫の種類そのものの変化は大きいとは考えられない。ここでいくつかの点について検討する。

1. トビムシ目はNCo時代になって初めてサトウキビの害虫目録に加わっている。それはトビムシ類の食害が極めて軽微であること，沖縄におけるこのグループの研究が1960年以後に行われたことなどによるもので，これらの害虫の食性転換あるいは外部から新しく侵入した結果とは考えられない。

2. 直翅目害虫は31種知られている。これらのうち，*Oxya formosana* Shiraki タイワンハネナガイナゴがNCo時代に加わったのは分類学的再検討の結果によるものであり（Fukuhara, 1966），それ以前から分布していたことは疑う余地がない。*Hieroglyphus annulicornis* Shiraki ヒゲマダライナゴもNCo時代に記録された。この種は1963年に宮古，石垣島でサトウキビを加害したのに始まり（東・大城，1967b），それ以前の分布に関しては不明である。しかし，当時の発生密度がかなり高かったことから，侵入して来たにしてもPOJ時代か，それ以前であったに違いない。その他の直翅目害虫については，それ以前に分布，加害していたかどうか，また新しく侵入したものかどうかは不明である。しかし，害虫としての取扱い方の差異による種類の増加とみた方が妥当であると考えられる。すなわち，直翅目昆虫の移動については *Locusta migratoria* L. トノサマバッタなどいくつかの種が知られているが，Table 9 にあげた多くの種が移動をするということは，今日までその報告はないようである。また人為的に運ばれる機会も以前は現在より少なかったと考えられる。

3. シロアリ目ではタイワンシロアリのみが読谷山時代に疑問種としてあげられ，他の種はPOJ時代の記録となっている。仲吉（1907）はシロアリの被害にふれているが，その種類については述べていない。複数の種類であったかも知れない。

4. アザミウマ目では *Thrips serratus* Kobus サトウキビチビアザミウマを除く他の種類は，POJ時代以後に記録されている。アザミウマ類の被害は一般的に軽微であること，穂に寄生する種類が多いことなどから読谷山時代には害虫として取扱わなかったようである。

5. 半翅目では被害の多い種類は各時代とも記録されており，被害の少ない種類はPOJ時代以後に記録されたといえる。また，NCo時代になって記録された種類は被害の少ないもの，あるいは分類学的研究の進歩により種名の判明したものなどが主体である。これらのうち，*Aulacaspis takarai* Takagi タカラマルカイガラムシは食性を転換し，新しく害虫化したものと考えられる重要な種類である。

6. 鱗翅目害虫の増加は前述の理由とほぼ同じで，特に分類学の進歩により種名が確定し，それによって生態的研究も推進され，食性が判明したものが多い。*Mythimna formosana* Butler オキナワキマダラヨトウは幼虫，成虫ともに *Mythimna separata* Walker アワヨトウに酷似し，長い間混同されていたものである。また，*Spodoptera* 属の害虫も種名が明らかにされ，それぞれの種について食性調査が進められた。

7. 双翅目の *Atherigona shibuyai* Pont サトウキビクキハナバエは近年記載された害虫で（Pont, 1968; Shibuya and Tanaka, 1969），その食性はメイチユウ類のそれに似ている。また，本種は小型である。そのため本種の加害が見逃がされてきたものと考えられる。

8. 鞘翅目害虫のうち読谷山時代の記録は僅か2種である。それに比べPOJ時代以後はその数が急

に増加した。それは土壌害虫を多数含んでおり，幼虫の被害が発生してもその種名を明らかにすることが困難であったこと。またコメツキムシ類の記録がなかったのは沖縄におけるこのグループの研究が三輪（1929）以後であることなどによるものと考えられる。しかし，近年この方面の研究がかなり進んできたため害虫としての種類の増加となって表われているものと考えられる。ただし，*Rhabdocnemis fissicauda* Chevrolat ヤシオサゾウムシは南北大東島に産し，*Livistona shinensis* var. *subglobosa* ビロウをもっとも好み，サトウキビの加害について判明したのは近年になってのことである（高良，1958）。同島には外来の移入植物が多数みられるが，ヤシオサゾウムシはそれらに付着して侵入した可能性が極めて高い。

次に重要種についてみると，読谷山時代にはカンシャコバネナガカメムシ，ツマキオオメイガ，カンシャシンクイハマキ，イネヨトウの4種があげられる。POJ 時代にはカンシャワタアブラムシが加わり，ツマキオオメイガが除かれている。しかし，屋代（1940）が指摘しているように，1930年代にはカンシャコバネナガカメムシの発生や被害は重要でなかったと判断した方が正しいようである。NCo 時代にはカンシャコバネナガカメムシ，タカラマルカイガラムシ，イワサキクサゼミ，カンシャシンクイハマキ，イネヨトウの5種類があげられる。POJ 時代のものに比べ，カンシャワタアブラムシが除かれ，タカラマルカイガラムシ及びイワサキクサゼミが加わっている。

このように，サトウキビの栽培品種の変遷につれて，害虫発生の変化が認められることは非常に興味深い事実である。

そこで，次章以後においてはこれらの重要害虫の変遷がサトウキビ栽培品種の変遷とどのように関連しているかについて検討する。

第5章 *Cavelerius saccharivorus*（Okajima）カンシャコバネナガメムシの生態と発生消長

第1節 概 要

Cavelerius saccharivorus（Okajima） カンシャコバネナガカメムシは台湾から琉球列島，九州にかけて分布する害虫で，沖縄での発生は1914年（大正3年）に那覇市国場付近のサトウキビ圃場で発見されたのに始まる（岡島，1922； 沖縄県立糖業試験場，1923）。

本虫は発見後直ちに発生圃場のサトウキビを焼却し，極力防除に努めた結果，一時は絶滅したかにみえたが，1921年頃から再び発生が認められ，1922年には沖縄島南，中，北部，伊江島，宮古群島でも発生していることが確認され，同年6月に県令を発布して強力な防除を実施するようになった（沖縄県立糖業試験場，1924）。しかしながら分布地域は拡大するばかりで，種子島では1921年に，奄美大島では1922年から発生が確認され，1924年には九州の宮崎まで発生していることがわかった（牧，1937； 沖縄県立糖業試験場，1924）。石垣島では1956年に著者により発生が確認され，西表，与那国島でもその頃から発生したものと考えられている（Takara, 1957）。南，北大東島へは1957年頃伝播したと推定される。

本虫の沖縄への伝播については明らかでないが，1911年に台湾の台北市付近から当時の優良品種であった Rose Bamboo の苗を多量に移入し，国場の圃場で栽培した事実がある。本虫は最初に同圃場周辺から発見されたことから，台湾から苗とともに侵入したものと考えられている。沖縄県内及び鹿児島，宮崎両県への伝播もサトウキビ苗により伝播したものと考えられる。

以上のように本虫は沖縄県下各地に発生し，1964年には農薬総使用量の46％が本虫の防除のために

使用されるまでになり，最も重要な害虫として取扱われている（東・大城，1968）。

第2節 研究の歴史

本虫の研究は岡島（1922）に始まる。もっとも本種の原産地と考えられている台湾において，素木（1911）の"台湾害虫目録"に *Ischnodemus ellongatus* Ishida として記録されているものがあるが，それについての詳しい記述はなく，本虫をさしているかどうか判然としない。本虫は発見当時，松村及び台湾総督府中央研究所により *Blissus formosana* Matsumura タイワンコバネナガカメムシ，*B. tainanensis* Matsumura タイナンコバネナガカメムシ，*B. gibbus* Fabricius タイワンコバネガイダなどと同定されたこともある（沖縄県立糖業試験場，1923；坂口，1922；牧，1937）。しかし，岡島（1922）は *Blissus* 属の種の比較検討を行った結果に基づき，これを新種として発表し，鹿児島県種子島，宮崎県における発生について報告するとともに，アメリカに産する近似種の *B. leucopterus* Soy の生活史並びに防除法を紹介した。坂口（1922）は本虫の標本を松村松年に同定依頼したところ *B. gibbus* タイワンコバネガイダであると教示された旨を報告するとともに，天敵として *Labiuroides okinawensis* Shiraki オキナワハサミムシをあげ，更に卵寄生蜂が存在することを述べている。

沖縄県立糖業試験場は本虫の発見以来多くの調査を行い，まず同場の特別報告第3号（1923）でこれらの成績を発表した。次いで調査結果を整理して1924年に"甘蔗小翅椿象"なる冊子を発行した。それには発生の経過，寄主植物，分布，形態，習性，被害，駆除予防法，天敵などに関する調査結果がまとめられている。当時の本虫の発生状況を知る上にも，また研究上にも重要な資料である。

岡島・飯島（1924）は本虫発見の顛末，分布，原産地について検討し，生態，被害の概略について報告した。Esaki（1926）は台湾の半翅目の目録の中で本種を *Blissus* 属とすることは疑問だとした。Tanaka（1926）は半翅目昆虫の翅脈について研究し，本種をも材料に供した。屋代（1927），坂口（1927）は昆虫目録で本虫を取扱った。Clausen（1931）は本虫が沖縄において被害を多くもたらし，台湾，日本の一部にも分布し，サトウキビの葉を黄化させ，砂糖含量を低下させるとし，その防除について抵抗性品種の利用，収穫残渣の焼却，天敵の利用などを説いた。江崎（1932）は日本昆虫図鑑に本種を図示し，属名を変え，*Ischnodemus* としたので，それ以来長い間本属名が使用されるようになった。素木（1934）は台湾の甘蔗害虫目録で本種を取扱った。松本（1935～1939）は台湾において本種を研究し，その生活史及び習性を初めて明らかにした。高野（1935）は台湾におけるサトウキビ重要害虫の分布ならびに発生状況とその防除法の解説の中で本虫が重要であることを述べている。

牧（1937）は本虫について広範な研究を行い，生活史，被害，防除，天敵などについて詳細な報告をした。卵寄生蜂の *Eumicrosoma blissae* はこのとき初めて記載されたものである。江崎・堀・安松（1939）は簡単に形態，分布，発生などについてふれた。高橋（1940）は台湾における異常発生，被害について報告した。江崎（1950），Shiraki（1954）はそれぞれ図鑑，目録で本種を取扱った。Miyamoto（1957）は分布についてふれ，高良（1958）はサトウキビ害虫目録の中で本種が重要であることを述べた。屋代・坂口・安座間（1959）は"沖縄産動物目録"の中で本種を取扱った。末永・下村（1959），下村・大内（1960）らは種子島における発生消長についてふれた。宮良（1961）は品種別の発生量について初めてふれた。Slater and Miyamoto（1963）は *Blissus*, *Ischnodemus*, *Macropes* 属について検討し，カンシャコバネナガカメムシは *Cavelerius* に属するとした。以後これが属名として使用されている。栄・島田（1965）は奄美大島におけるサトウキビ害虫の解説の中で本種について述べ，栄・松田（1965）は奄美大島におけるサトウキビ病害虫について図説し，カンシャコバネナガカメムシの卵寄生蜂についてもふれた。東・大城（1967a, b, 1968）は沖縄

におけるサトウキビ害虫の研究歴史の中で本種についてもふれ，害虫目録の中で取扱うほか，本種に関する従来の研究及び両名が行った研究結果を総括した。それには生活史，発生消長，天敵，防除時期などがふれられており，それに基づいて沖縄県における本虫の防除基準が作られている。

Takara and Azuma（1969）はサトウキビ害虫を重要度に応じてまとめ，本虫を最重要種とし，防除上の問題についてふれた。東（1971）は沖縄におけるサトウキビ害虫の天敵について簡単な解説を行った。

その他，沖縄県立糖業試験場では前述の報告の後も本虫の調査研究を続け，その結果を同場の業務報告で公表した。その中には生息密度や天敵に関するものが含まれており，資料としての価値がある。糖業試験場は1931年に農事試験場に合併統合されたが，その後の研究業績は"業務報告"に発表されている。1940年以後1952年までは第二次世界大戦の影響で研究報告は絶えていた。1953年からは琉球中央農業研究指導所において本虫の研究が再開され，研究成果は同所の業務功程で公表された。同所は1961年から琉球農業試験場と改称し，その研究概要は"年報"として報告されている。同場はさらに1972年からは沖縄県農業試験場と改称した。

第3節 形態の概要

1. 成 虫

体長は雌で7.3～8.4㎜，雄で6.2～7.1㎜，体幅は雌で1.9～2.3㎜，雄で1.4～1.8㎜，体は黒色で胸部及び腹部両側縁はやや平行し，背面は扁平，頭部は先端が尖がり，口器は4節からなり，中胸の基部まで達する。複眼は半球状で頭部両側から突出する。小眼は2個あり，光沢のある黒褐色を呈する。触角は4節からなり，第1節は短かく，太く，黄白色。第2節以下は暗褐色で先端に向って濃色となり，第4節はほとんど黒色で最も太くて長い。前胸背は扁平で長毛を密生し，黒色で前半は光沢がある。前縁角は円く，後縁部は淡色，小楯板は黒色。前翅は短かく腹端に達しない，その長さは発生時期，個体密度，栄養などにより長短がある。前翅は黄白色，革質の先端，脈の一部及び膜質部上の大形紋は黒褐色。腹部は膨出し，全面に点刻と淡黄褐色の短毛を密生する。雌の第7節は著しく屋根状となり，正中線で左右の2板に分れ，その縦溝と後縁は逆Y字状を呈し，生殖節の第8節がそれに挿入された形となる。脚は淡黄褐色で腿節は太く，脛節の基部，跗節の先端は多少暗色を帯びる。爪は鈎状で基部には白色の軟毛を密生する。

2. 卵

長楕円形で前端は後端に比べやや膨大し，4～6個の小突起を有し，その部分に精孔が開いている。産下当時は乳白色で，3～4時間後には黒味を帯びた淡黄色を呈し，ふ化前には赤黄褐色に変じ，中央部が淡黄色となる。長径1.2～1.4㎜，短径0.4㎜内外。

3. 幼 虫

ふ化当時の体長は1.1～1.2㎜，鮮紅色を呈する。第1令末期には体長1.6㎜内外となる。触角は4節からなり，第4節は紡錘形で最も長い。頭部は後方の広い五角形状を呈し，後頭は淡黄紅色でその中央に黄色のY字状紋があり背線に連なる。吸収口は4節からなり粗毛を有する。胸部はほとんど淡黄色で，後胸の背線部分が淡色，腹部第1～3節は黄色，第4～7節は淡紅色，第8節は黒色で側縁部は紅色。第4，5，7節の背面中央の後縁に黒色紋を有する。第2令幼虫は全体的に紅色が淡くなり，黒色が増す。中胸両側及び後胸後縁中央に白色小点が現われる。腹部第1～3節は暗色となり，第1節中央及び両側，第2節後縁，第3，4節に連なる白色小紋が現われ，末節はほとんど黒色となる。第3，4

令幼虫は一段と黒色を帯び，白色小点が紋に変ってくる。第5令幼虫は体長6.4㎜内外で，灰黒褐色長楕円形で，腹部両側はやや膨大し，腹面は背面よりやや淡色。頭部は三角形でその先端を除きほとんど黒色。胸部背面は黒色，中央に縦溝を有する。第1腹節背面中央と第3，第4節の接合部両側に1個ずつの白紋があり，第5節中央に明瞭な赤褐色部がある。第4，5，6節の各接合部には黒紋を有する。

第4節　生活史と習性の概要

1. 寄主植物

寄主植物については沖縄県立糖業試験場（1924），牧（1937），東・大城（1968）が報告した。その後確認した2種を加えると下記の27種2亜種となる。

Apluda mutica オキナワカルカヤ，*Arundo donax* ダンチク，*Bothriochloa parviflora* ヒメアブラススキ，*Cymbopogon tortilis* var. *goeningii* オカルカヤ，*Cynodon dactylon* ギョウギシバ，*Cyrtococcum patens* ヒメチゴザサ，*Digitaria adscendens* メイシバ，*D. microbachne* イヌメイシバ，*D. timorensis* コメイシバ，*D. violascens* アキメイシバ，*Eccoilopus cotulifer* アブラススキ，*Eriochloa procera* ノキビ，*Imperata cylindrica* var. *major* チガヤ，*Isachne globosa* チゴササ，*Ischaemum aristatum* タイワンカモノハシ，*Miscanthus sinensis* ススキ，*M. sinensis* var. *condensatus* ハチジョウススキ，*M. sinensis* var. *gracillimus* イトススキ，*Panicum repens* ハイキビ，*Pennisetum alopecuroides* チカラシバ，*P. purpureum* ナピアグラス，*Rottboellia exaltata* ツノアイアシ，*Saccharum kanashiroi* ムラサキオバナ，*S. officinarum* サトウキビ，*S. spontaneum* ナンゴクワセオバナ，*S. arundinaceum* ヨシススキ，*Sorgham bicolor* ナミモロコシ，*Zea mays* トウモロコシ，*Zizania latifolia* マコモ。

以上の寄生植物のうち本虫は*Saccharum*属に最も好んで寄生し，次に*Miscanthus*属と*Sorgham*属を好む。その他の植物における被害は極めて稀である。従って本虫は主として*Saccharum*などを食する狭食性の害虫であると考えられる。

2. 卵　期

沖縄県立糖業試験場（1923）は卵期を調査し，8月に最長日数が19日22時間，最短日数13日23時間，平均16日18時間で，9月にはそれぞれ20日18時間，12日19時間，16日23時間であると報告した。牧（1937）は8月頃には最長19日，最短14日，平均16日で，早春（2月）に産下された卵は年により差があるが，82～84日，越年卵は平均162日であったと報告した。

松本（1939）は台湾における調査において個体による変異を認め，夏季には11～18日，冬季は48～153日で，夏季の同一卵塊でも1～4日の差があることを報告した。また冬季の産卵時期の早晩にかかわらず，ふ化はいずれも翌春に行われること，及びふ化の早晩はその年の発生回数を決定する重要な要因であると述べた。

東・大城（1968）は第1世代卵について，1月に野外から採集したもの，3月に産下された卵も3月下旬から4月にかけてふ化することから卵期は産下された時期によって異なるとした。また，第2世代の卵期は19日，第3世代の卵期は平均13.5日であったと報告した。

著者は25℃で産下された卵を20℃，25℃，30℃で飼育し，次のような新たな結果を得た（Table 10）。

20℃では卵期は33～39日で平均35.3日，25℃では20～23日，平均21.4日，30℃では14～18日，平均15.5日であった。これらのことから発育零点，有効積算温度はそれぞれ12.1℃ 280日度

と推定される。

Table 10. Duration of egg stage of *Cavelerius saccharivorus* at different temperature

Temp.	No. of eggs tested	Duration (days)		
		shortest	longest	mean
20℃	500	33	39	35.3
25℃	170	20	23	21.4
30℃	99	14	18	15.5

3. 幼虫の発育日数と習性

幼虫のふ化時刻は雨天や曇，あるいは寒冷な時期には一定でない。晴天の日には午前中特に早朝にふ化するものが多い（牧，1937；松本，1939）。ふ化幼虫は軟弱で，葉鞘内側あるいは心葉部に潜入し，集団をなして吸汁する。特に若令の間は心葉部に多い。5回の脱皮を経て成虫になるが，幼虫期間について，沖縄県立糖業試験場（1923，1924）は，試験管で飼育した場合，1令から5令までの平均期間はそれぞれ6.9日，9.6日，9.9日，8.1日，9.8日で計44.3日，野外ではそれぞれ9日，8日，9日，16日，50日であったと報告した。牧（1937）は春季の第1回発生幼虫の期間は平均45日，夏季は34日で，春季と夏季の各令期間の異なることについてもふれた。

松本（1939）は台湾における調査で，4～5月に39～45日，6～8月に31～38日であったと報告した。東・大城（1968）は25℃定温室と普通飼育室で調査を行いTable 11の結果を得た。

Table 11. Duration of larval stage of *Cavelerius saccharivorus* in Okinawa （Azuma & Oshiro, 1968）

G&T*	Month	No. of larvae tested	Duration （days ）					
			1st	2nd	3rd	4th	5th	Total
1st	4－5	20	7－8	6－8	6－8	6－7	9－12	38－41
2nd	6－7	24	4－6	3－4	3－6	5－7	7－10	25－30
3rd	8－9	22	6－8	5－6	4－5	5－6	8－19	30－35
4th	10－12	12	7－10	4－6	6－7	7－15	11－20	35－58
25℃		21	10－11	4－5	5－6	7	10－11	38－39

* Generation and Temperature.

著者は新たに20℃，25℃，30℃の定温器内で幼虫を飼育し，Table 12の結果を得た。

Table 12. Duration of larval stage of *Cavelerius saccharivorus* at different temperature, shown by days

Temp.	Duration （mean ）					
	1st	2nd	3rd	4th	5th	Total
20℃	10－22 (14.9)	10－18 (14.7)	10－15 (11.9)	13－27 (17.9)	19－31 (24.5)	(73.9)
25℃	7－12 (8.6)	4－11 (7.4)	5－10 (7.1)	7－11 (8.9)	10－21 (15.3)	(47.3)
30℃	6－11 (6.7)	3－7 (4.9)	4－8 (4.9)	4－8 (5.9)	8－14 (8.8)	(31.2)

4. 産卵前期

老熟幼虫においては頭蓋背面中央に走る頭蓋幹線，2分している額線と前・中・後胸背面の正中線がY字状に裂開して成虫が羽化する。羽化直後の成虫では翅脈及び腹部末端の3節が淡灰黄色で，他は淡黄赤色を呈する。その後赤色が消え，黒色が濃くなり成虫固有の色を呈するまでに6～20時間を要する。羽化の時刻は特に一定していない。

松本（1936）は羽化から交尾開始までの日数は，台湾において最短4日，最長21日，平均7.85日であったと報告した。牧（1937）は羽化後8日目頃から産卵が開始され，夏季高温になるに従い産卵前期間が短縮すると報告した。東・大城（1968）は羽化から交尾までの日数は，5，7，9月の調査では6～8日であったと報告した。

交尾は昼夜の別なく，その行動を圃場で観察することができる。交尾継続時間は個体により差があり，松本（1936）は17分から18時35分までのものを観察した。東・大城（1968）は，交尾は2～8回行われ，1回に要する時間はまちまちであるが，総時間数は20～30時間で，1回に要する時間数の少ない個体では回数が多くなることを観察した。

最初の交尾から産卵までの期間は，松本（1936）によると，6月に最短1日，最長15日である。東・大城（1968）は平均で5月に4日，7月，9月の調査で2日であったと報告した。

5. 産卵習性

産卵はほとんど密着した緑葉の葉鞘内側に行われる。雌は頭部を上方に向け，葉鞘側縁に約45度の角度に体をおき，産卵管を葉鞘側縁から1～2㎜内方まで挿入して1卵を産下し，その後上方へ僅かに移動して，産卵管の挿入，産卵という順に何回か繰返し産卵する。そのため卵は葉鞘内側，側縁に沿って1列に規則正しく卵塊として並ぶ。しかしシャーレなどで飼育する場合は随所に産卵することがある。1卵を産下するのに要する時間すなわち産卵管挿入，産卵，産卵管抜き取り，移動までの所要時間は60～80秒位である。1卵塊当りの卵粒数は，松本（1936）によると最少1，最多50，平均17.3卵である。牧（1937）は8月の調査で平均13.5卵であると報告した。東・大城（1968）は6月に8卵，9月に16卵，12月に14卵であったと報告した。

産卵時刻は一定していないが，1日の高温時，すなわち午後1～3時に産卵数がやや多い。産卵期間は，松本（1936）によると6月に最短1日，最長38日，平均18日である。東・大城（1968）は，調査個体数は少なかったが，11日から50日までのものについて観察した。

1雌当りの産卵数は生存日数，産卵期間などに左右されることが多く，生存日数の長い個体は産卵数が多くなる傾向がある。沖縄県立糖業試験場（1924）は1雌当りの産卵数は1～245個と報告した。松本（1936）は最少9卵，最多168卵，平均68卵と報告した。牧（1937）は産卵数を72～277卵，1日当り10～22卵とし，夏季高温になるに従い産卵雌の生存期間が短縮すると，1日当りの産卵数が増加すると報告した。東・大城（1968）は産卵数を45～243個と報告した。

6. 成虫の寿命，潜伏場所

沖縄県立糖業試験場（1923，1924）は，野外で採集した成虫を飼育した結果，3日で死亡するものから110日間までも生存する個体を観察した。松本（1936）は6月に雌の最長寿命は57日，最短25日，平均41日，雄はそれぞれ43日，22日，29日であったと報告した。東・大城（1968）は28～56日であったと報告した。

本虫は幼虫，成虫ともに乾燥に弱く，定温器内で湿気を補給せずに飼育すると3～5日で死亡する個体が多い。野外の網室では，冬季に141日も生存した個体が観察されており，割合に長期間生存することがわかる。

成虫は幼虫とともに主としてサトウキビの葉鞘内側あるいは心葉部に潜伏し，葉身，葉鞘，または軟かい茎から吸汁する。しかし幼いサトウキビまたは高温時には心葉部に生息する個体がかなりあり，サトウキビの成熟期が近づくにつれ葉鞘内側に潜伏するものが増加し，冬季には下部枯葉の葉鞘内側にも潜伏する。

7. 年間世代数と発生消長

松本（1939）は台湾において野外，室内飼育及び野外観察を行い，これらの結果から本虫は年間3回の世代を繰返し，野外では第1世代の幼虫が5月下旬に，成虫は6月中旬に発生し，7月中旬には第2世代幼虫がふ化し，成虫は8月中・下旬に発生する；9月中旬になって第3世代幼虫が発生し，11月上旬には成虫，すなわち越冬成虫が出現する；その成虫の一部は年内に交尾産卵し，一部は翌春交尾産卵する，と報告した。

牧（1937）は奄美大島において，本虫は室内で年間に3回の世代を繰返し，その第1世代成虫は6月に，第2世代は8月下旬から9月上旬に，第3世代は10月下旬から11月上旬に発生し，春季における越冬成虫の産下した卵及び越冬卵もそのふ化最盛期は5月上旬であると報告した。

宮良（1961）は，沖縄における発生状況を調査し，発生の最も多いのは5月と8月であるが，4月下旬以後11月中旬までその被害が多く，12月から翌年の3月までは成虫と卵で越冬し，4月中旬頃から卵がふ化するので虫数が急激に増加する；また成虫は1月から5月まで個体数が漸次減少し，6月に発生のピークとなり，更に9月及12月にもピークのあることを示した。

東・大城（1968）は3月中旬にサトウキビ圃場で採集した卵を用い，自然室温で1年間飼育した結果，早いグループは年4回の世代を繰返し，遅いグループは3回の世代を繰返したと報告した。また

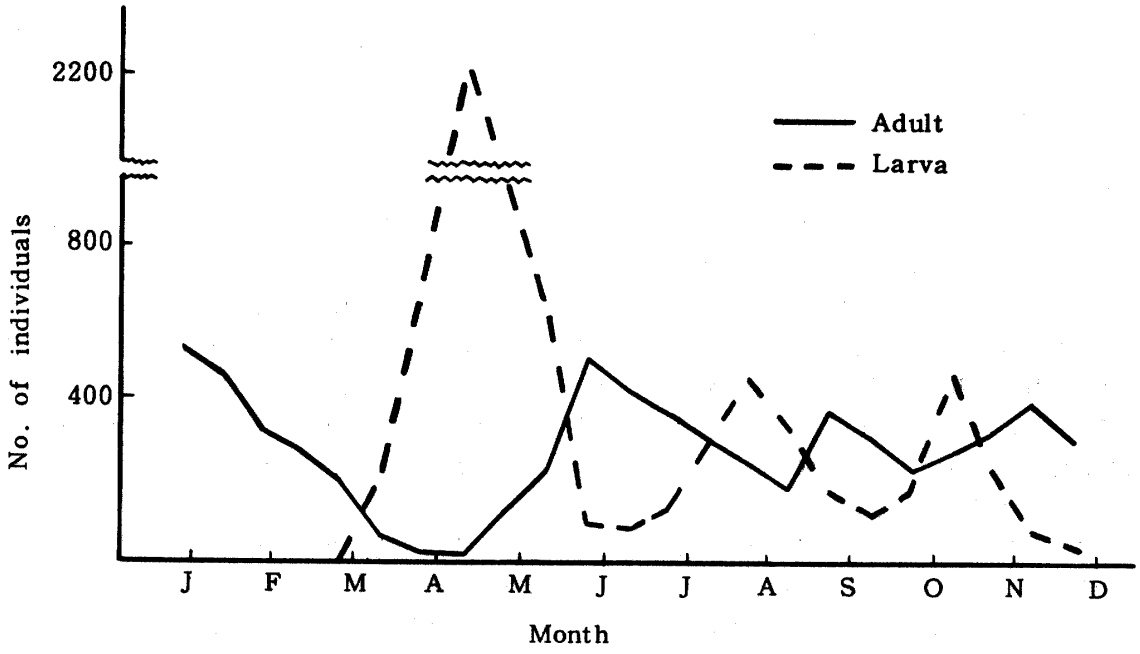


Fig. 2. Seasonal occurrence of *Cavelerius saccharivorus* on Okinawa Island, shown by number of individuals per 200 stalks of sugar cane

東・大城（1968）は，圃場における発生消長を調査し，Fig. 2のとおり，第1世代幼虫の早いものは3月下旬からふ化し始め，4月から5月にかけて発生のピークとなり，成虫は5月から出現し，6月に多発する；第2世代幼虫では8月に発生のピークがあり，成虫は9月に発生する；第3世代では10月に幼虫の発生ピークがあり，11月から12月にかけて成虫の発生ピークがみられると報告した。

Fig. 2に示すとおり第1世代幼虫の発生ピークを除き，第2，3世代の個体数は各調査時の間に余り差がない。それは成虫の産卵期間が11～50日もあって，世代を重ねるにつれてふ化時期がばらつくためであると考えられる。しかし，東・大城（1968）の調査結果は2地点におけるものであり，3つの発生ピークが認められることから，本虫は圃場において主として年3回の世代を繰返すものと考えられる。

8. 翅型と移動分散

本虫の圃場内の寄主間移動は主として歩行により行われ，圃場間移動は飛しょうによる。しかし，飛しょう行動は1月から6月までの期間には見られず，7月から11月の間，すなわち夏の高温時と秋の静穏な日に観察されている。

岡島・飯島（1923）は7～8月における長翅型の割合と飛しょうについて調査し，長翅型は3.53％であったが，発生の時期により多少増減があるかも知れないとした。また，簡単な実験の結果短翅型は飛しょうしないが，長翅型は明らかに飛しょう力を有すると報告した。沖縄県立糖業試験場（1924）は「脚部発達し，主として歩行により移行す。該虫は従来飛しょう不可能なるものの如く見なされたるも大正12年10月2日晴天静穏なる日に島尻郡真和志村国場付近に於て盛んに飛しょうせるを認めたり，すなわち4尺位から8～9尺の高さを緩かに飛べり」と記し，飛しょう距離は5.2～165 mであったことを報告した。松本（1936）は「歩行によりて移動し，飛しょう力殆ど無く，温暖の日，3～4尺の高所より成虫を落下せしめたる場合，落下の速度を調節せんが為か稀に翅を拡げたるを認めたることあり，しかして時期により短翅型及び長翅型の成虫発生するも飛しょうに特殊の関係ありとも思惟されず」と報告した。

牧（1937）は奄美大島において調査し，「長短翅の2型あるが，この長翅型成虫は夏季晴天無風の日に群飛する事ありとも云うも著者はまだこの機を得ず。また飼育中においても実見せること絶無なり」と述べ，翅型については3，4月に短翅型個体の割合が72.5％，5月に75.9％，8月に76.02％であったと報告した。

著者は南大東島において1967年頃から本虫が灯火に飛来したり，圃場で群飛することがある旨を聞き，また1972年沖縄島北部の名護において，10月の夕刻本虫の群飛があり，道路を走る自動車のフロントガラスに多数の個体が衝突し，その群飛は千単位であったということを聞き，それを確認するため何度か調査を行ったが，まだ観察の機会を得ていない。しかし，1972年8月以来単独で飛しょうする個体を多数観察した。成虫はまずサトウキビの心葉部未展開の直立した葉に昇り，サトウキビの葉が風によって揺れた瞬間に飛び立つことが確認された。その例は7月から11月までの間に観察され，他の時期には認められていない。この飛しょう個体を採集し，調査した結果は全て長翅型であった。また個体数の割合多い圃場において飛しょう活動が観察されていることなどから，温度，個体群密度等が長翅型の出現に影響しているものと推定される。

そこで長翅型と分散について調査した結果，次のようなことが判明した（東・大城，1975）。

野外において長翅型出現の割合を時期別に調査した結果は，6，7，9，11，1，3月に雄ではそれぞれ22，49，66，59，21，11％，雌では49，67，76，67，37，39％であった（Fig. 3）。すなわち，夏世代において長翅型が多い。サトウキビの1節当りの幼虫を30頭とし，20℃，25℃，30℃の定温器内で飼育した結果は雄でそれぞれ0，17，30％，雌で0，33，56％の割合で長翅型が出現した。

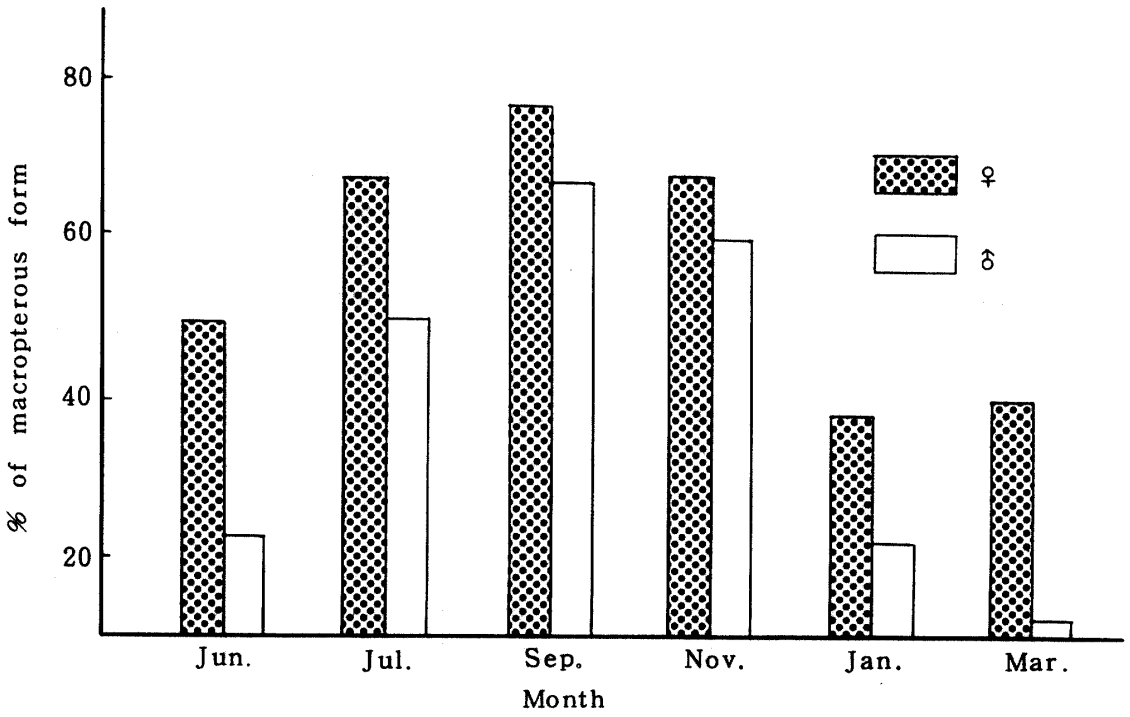


Fig. 3. Percentage of the macropterous form of *Cavelerius saccharivorus* in the sugar cane fields

さらに個体密度（10, 30, 60頭）と温度（20°, 25°, 30℃）を組合せて飼育した結果は，高密度，高温において長翅型の出現率が増加した（Table 13）。また密度，温度に日長を組合わせて飼育した結果は，長翅型出現に及ぼす長日の効果が認められた。以上のことからカンシャコバネナガカメムシは長日，高温と高密度において長翅型を出現させ，移動分散して密度調節を行っているということが考えられる。特に雌においてこれらの要因の影響が効果的であると考えられる。

Table 13. Percentage of the macropterous form of *Cavelerius saccharivorus* in the populations reared under various conditions

Temp.	Sex	Densities of the stock		
		10	30	60
20 ℃	Female	–	–	30
	Male	–	–	4
25 ℃	Female	25	37	57
	Male	13	17	31
30 ℃	Female	54	56	81
	Male	26	30	54

第5節 各時代の発生密度

1. 読谷山時代の発生密度

岡島（1922）は「沖縄県立糖業試験場技手三島進氏の語る所によれば，同県にては7～8年前より其存在を知られたるも大被害あるを聞かず，従ってこれに対する特殊の警戒をなさざるなり」と報告しており，発見当時の発生密度は低かったようである。しかし沖縄県立糖業試験場（1924）は，大正3年（1914）7月島尻郡真和志村国場付近の蔗園で発見された本虫を恐るべき新害虫と認め，直ちに発生蔗園のサトウキビを焼却し，極力その根絶を計った。その後一旦終熄したかのようであったが，大正10年（1921）5月再び同郡豊見城村にその発生を認め，さらに調査するに及んで首里，那覇，島尻，国頭の2市2郡にわたっても蔓延加害しつつあることがわかった。同年11月に到り中頭，宮古の2郡にもその発生を認め，1922年6月遂に県令を発布して駆除予防に努めた。

このようにして1921年頃からその発生密度が高くなったように思われる。例えば同場の業務功程（1923～1926）から1茎当りの個体数を算出するとTable 14のとおりとなる。

Table 14. Number of adults of *Cavelerius saccharivorus* per one stalk of sugar cane investigated in Okinawa for the period 1921－1926（after Okinawa Prefectural Sugar Experiment Station）

Year	Month									
	Jan.	Feb.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
1921				14.9	19.5					35.6
1922			23.4	21.8	17.4				15.3	18.6
1923						32.2			47.4	
1924	22.4	11.3	0.6							
1925				1.4	4.4	8.4	15.8	16.6	18.8	14.2
1926	7.7	6.1								

調査年次や月により個体数の変動が大きいが，22カ月のうち1茎当り30頭以上の月が4カ月あり，10～30頭の月が12カ月もある。本虫は1茎当り10頭以上寄生した場合その被害が目立ち始め，20頭以上になると被害がひどく，30頭以上では被害は激甚である。このことから考えると読谷山時代には個体数が多く，かなりの被害があったと推測される。

2. POJ時代の発生密度

この時代の発生に関して，屋代（1940）は「大正12～15年頃がもっとも被害大であった。その後寄生蜂の増殖放飼により抑圧された」と報告した。この記述はPOJ時代における本虫発生の唯一の報告である。この中には寄生蜂放飼にもふれているが，因みに沖縄県立農事試験場が放飼した卵寄生蜂カンシャコバネカメムシタマゴバチの数をみるとTable 15のとおりであり，4年間で沖縄島で78,000余頭，宮古島に104,000頭が放飼されている。しかしこの天敵放飼のみでカンシャコバネナガカメムシの発生をおさえ，1940年頃まで発生が少なかったとみるには疑問な点が多い。

Table 15. Released number of the egg parasite, *Eumicrosoma blissae* of *Cavelerius saccharivorus* in Okinawa for the period 1931–1934 by Okinawa Prefectural Agricultural Experiment Station

Released place	1931	1932	1933	1934
Sashiki, Okinawa Is.	7,043	8,100		
Chinen, 〃	4,350	7,300		
Itoman, 〃	3,800			15,000
Mawashi, 〃	3,500			
Chatan, 〃	5,113			
Ginowan, 〃	6,300			
Nago, 〃		7,800	10,000	
Shimoji, Miyako Is.		29,600	55,000	10,000
Gusukube, 〃				10,000
Total	30,106	52,800	65,000	35,000

次に沖縄県立農事試験場が発表した本虫に関する研究業績(1931～1939) は次のとおりである。

ア) 甘蔗小翅椿象薬剤駆除試験 (1931)

イ) 台湾ヨリ甘蔗小翅椿象ノ天敵導入，経過調査 (1932～1934)

ウ) 沖縄産甘蔗小翅椿象卵寄生蜂に関する調査，放飼 (1931～1934)

エ) 甘蔗小翅椿象卵ノ硫酸ニコチン浸漬試験 (1932)

オ) 甘蔗小翅椿象卵寄生蜂寄生率調査 (1939)

すなわち，1931～1932年には薬剤による防除試験が行われ，続いて天敵に関する調査のみが実施された。その後は本虫に関する研究項目も次第に減少している。このことは屋代 (1940) が指摘したように本虫の被害が減少し，害虫としての問題が少なくなったためであると考えられる。

3 NCo時代の発生密度

東・大城 (1968) は首里のサトウキビ圃場において，1958～1960年，1961年，1967年に個体数を調査した。その結果に基づいてサトウキビ1茎当りの平均個体数を算出するとTabl 16のとおりである。

Table 16. Seasonal occurrence of *Cavelerius saccharivorus* in Okinawa, shown by number of adults per one stalk of sugar cane (after Azuma and Oshiro, 1968)

Year	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1958～1960	7.5	3.6	2.1	3.9	2.0	21	13	12	14	12	13	12
1961	8.5	7.9	1.8	2.8	3.9	23	24	19	22	17	15	12
1967	2.5	1.5	0.8	0.1	9	22	17	11	17	12	18	15

この数値から成虫の発生消長をうかがうことができる。すなわち成虫は1月から4月までは次第に減少し，5月から発生が多くなり始め，6，7月に最高となり，それ以後は若干の変動を繰返しながら減少している。個体数は1月から5月までの間は1茎平均10頭以下であり，6月から12月までは10頭以上，発生の多い月には20頭以上となっている。

また南大東島において，1969年から1975年まで任意の月において1茎当りの平均個体数を調査した結果はTable 17のとおりである。これは各圃場において生育中程度のサトウキビをランダムに40茎選定し，1茎ずつ下葉から上葉へ葉鞘を開きながら，確認した虫を手持カウンターで数え集計したものである。

Table 17. Adult number of *Cavelerius saccharivorus* per one stalk of sugar cane on Minami-Daito Island for the period 1969-1975

Year & Month	Investigated		Individual No.	
	no. field	no. stalk	total	per stalk
1969 Nov.	16	640	25,681	37.0
1970 Jan.	10	400	6,650	13.0
〃 Apr.	16	640	5,915	9.3
1971 Feb.	10	400	4,872	12.3
〃 Aug.	8	320	9,592	30.0
1972 Jan.	19	760	4,274	5.6
〃 Aug.	10	400	10,964	27.4
1973 Mar.	12	480	3,938	8.2
〃 Nov.	10	400	3,524	8.8
1974 Jan.	11	440	4,184	9.5
〃 Nov.	6	240	1,260	5.3
1975 Apr.	10	400	1,093	2.5
〃 Nov.	10	400	1,627	4.1

1972年までの個体群密度はかなり高く，8月，11月までは1茎当り20頭以上である。1月から4月までは1茎当り5頭以上で10頭以上の年もある。

1973年以後の発生は以前に比べ半分以下になっている。これは後述の天敵の導入と抵抗性品種NCo 376の作付面積の拡大が影響していると考えられる。

以上のことからNCo時代の発生密度はかなり高いものと判断される。このことは沖縄における殺虫剤の総使用量の約45％以上が本虫の防除に使用されていることからもうなずける。

第6節 圃場における品種別発生密度

1. 品種比較試験圃場における発生密度

品種間における本虫の発生密度の差異を知るために品種比較試験圃場において調査した。1972年と1973年の2回にわたって収穫前（1月，2月）のサトウキビ50茎に寄生する成虫個体数を調査した結果はTable 18の示すとおりであった。

Table 18. Adult number of *Cavelerius saccharivorus* on five varieties of sugar cane in 1971 and 1972, on Minami-Daito Island

Varieties	No. of			No. of adults	
	fields	prots	stalks	total	per stalk
NCo 376	2	8	400	2,466	6
NCo 310	2	8	400	4,166	10
NCo 334	2	4	200	1,191	6
H－50－7209	2	4	200	1,011	5
F 150	2	4	200	1,105	5.5

NCo 310において発生密度が高く，他の品種ではその60％以下の個体数であった。すなわちNCo 310と他の品種との間には寄生個体数に有意差があり，他の品種間では差はなかった。

同様な方法で品種保存園において読谷山，POJ 2725及びNCo 310に寄生する個体数を1972年10月及び1974年10月に調査したところTable 19のとおりであった。

Table 19. Adult number of *Cavelerius saccharivorus* on three varieties (Yomitanzan, POJ 2725 and NCo 310) of sugar cane in 1972－1974*

Varieties	Investigated		No. of adult	
	times	no. of stalks	total	per stalk
Yomitanzan	3	60	376	6.3
POJ 2725	3	60	237	3.9
NCo 310	3	60	458	7.6

* Investigation was made in October of each year.

Table 20. Adult number of *Cavelerius saccharivorus* on six varieties of sugar cane at Fuwei Yunlin, Taiwan in October, 1973

Varieties	No. of		No. of adult	
	prots	stalks	total	per stalk
NCo 310	5	200	371	1.9
F 160	3	200	364	1.8
F 164	6	240	156	0.7
F 165	3	120	112	0.9
F 167	3	120	198	1.7
F 171	6	240	137	0.7

3品種のうちNCo 310において個体数が最も多く，1茎平均でみると読谷山で6.3頭，POJ 2725で3.9頭，NCo 310で7.6頭であった。POJ 2725における個体数はNCo 310の約半分である。

次に本種の原産地と考えられている台湾において1973年10月に調査した各品種における個体数はTable 20のとおりであった。

この調査は雲林県にある虎尾糖業公司分司の品種比較試験圃場におけるものであり，栽培方法等は全て同一のものである。これでわかるとおり，台湾においては沖縄よりも発生個体数が極めて少ない。しかし，品種により発生密度に差のあることは沖縄における場合と同様で，NCo 310，F 160，F 167において個体数は多く，F 164，F 165，F 171 において少ない。なお一般圃場において被害の多かったのはF160であった。

2. 一般圃場における発生密度

現在沖縄において栽培されている品種NCo 310とNCo 376について，同一圃場かまたは隣り合わせの同一作型圃場のサトウキビにおいて成虫個体数を調査した結果はTable 21のとおりであった。

Table 21. Adult number of *Cavelerius saccharivorus* on the sugar cane varieties, NCo 310 and NCo 376 in several fields in Okinawa (1970－1974)

Year & Month	District	NCo 310				NCo 376			
		No. of		No. of adults		No. of		No. of adults	
		fields	stalks	total	per stalk	fields	stalks	total	per stalk
1970. 10	Kume Is.	5	250	9,950	39.8	5	250	3,752	15.0
1971. 3	Miyako Is.	5	250	2,772	11	5	250	1,011	4
〃 8	Minami-Daito Is.	3	90	2,115	23.5	3	90	1,083	12
1972. 1	〃	4	230	1,583	6.9	4	230	833	3.6
〃 8	〃	4	120	4,754	39.6	4	120	2,246	18.7
1973. 3	〃	4	140	1,785	11.2	4	160	1,627	10.2
〃 11	〃	6	240	3,210	13.4	6	240	2,574	10.7
1974. 6	〃	4	200	2,090	10.5	4	200	905	4.5
〃 7	Nakijin	3	130	877	6.7	3	90	345	3.8
〃 11	Minami-Daito Is.	6	240	1,775	7.4	6	240	425	1.8
Total		44	1,910	30,911	16.2	44	1,870	14,801	7.9

年により月によって個体数に差があるが，これは発生消長や作型の違いなどによるものである。また，同表では現われていないが，NCo 376の圃場においてNCo 310よりも発生個体数の多い例も観察された。しかし，このようなことは極めて稀で，全体的にはNCo 376における発生個体数はNCo 310のそれに比べ半数以下である。そのことは栽培農家や糖業関係者も経験的に認めていることである。すなわち，NCo 376はNCo 310に比べカンシャコバネナガカメムシに対し抵抗性があると考えられる。またPOJ 2725も抵抗性の品種であろうと考えられる。このことについての詳しい調査結果は次節で述べる。

第7節 カンシャコバネナガカメムシの活動とサトウキビ品種の形質との関係

1. 各品種における産卵数

前節においてサトウキビ品種によりカンシャコバネナガカメムシ成虫の寄生密度に差があることを明らかにしたが，その理由と考えられるいくつかの要因について調査した結果を本節にまとめる。

南大東島の品種比較試験圃場のNCo 376他4品種について，それぞれ40茎のサトウキビに産下された卵塊数及び卵数を調査した結果をTable 22に示す。

Table 22. Number of egg batches and eggs of *Cavelerius saccharivorus* on five varieties of sugar cane on Minami-Daito Island (1973)

Varieties	No. of egg batches *	No. of eggs *
NCo 376	23	590
NCo 310	36	856
NCo 334	15	276
H－50－7209	13	235
F 150	12	251

* per 40 stalks.

NCo 310において卵塊数と卵数が最も多く，NCo 376がこれに次ぎ，NCo 344，H－50－7209，F 150では少なかった。

次に同一圃場かまたは隣り合わせの同一作型圃場のNCo 310とNCo 376について，20茎当りの卵塊数及び卵数を調査した。結果はTable 23に示すとおりでNCo 310において産卵数が多かった。

Table 23. Number of egg batches and eggs of *Cavelerius saccharivorus* on the two sugar cane varieties, NCo 310 and NCo 376 in Okinawa

Year & Month	Number of		NCo 310		NCo 376	
			Number of		Number of	
	fields	stalks	egg ba.*	eggs	egg ba*	eggs
1973 Nov.	7	140	55	845	26	221
1974 Nov.	6	120	104	1,223	103	1,060

* egg batches.

これらのことから圃場においてカンシャコバネナガカメムシの卵の密度が品種により差のあることがわかる。

なお，1974年11月の調査では卵数においては14％弱の差があるのに比べ，卵塊数ではほとんど差がない。それはNCo 376において1卵塊当りの卵数の少ないためである。このことをさらに確認するため実験室において簡単な産卵調査を行った。

長さ15cmに切ったNCo 310とNCo 376の梢頭部4本ずつを同一ガラス製飼育ポットに入れ，産卵開始直後の20対の雌雄を放して24時間ずつ5回にわたって産卵させたところ，Table 24 に示すとおりNCo 310において産卵数がかなり多く，NCo 376では前者の約60％の産卵しかみられなかった。

Table 24. Number of eggs of *Cavelerius saccharivorus* deposited on the two varieties, NCo 310 and NCo 376, in a same rearing pot

Varieties	Tests					
	1	2	3	4	5	Total
NCo 310	83	67	81	68	65	364
NCo 376	34	49	64	47	19	213

同様な方法でNCo 310とPOJ 2725における48時間当りの産卵数を調査した結果はTable 25のとおりとなった。

3反復の調査でNCo 310において291卵，POJ 2725では160卵であって，その間に有意差が認められた。

Table 25. Number of eggs of *Cavelerius saccharivorus* deposited on the two varieties, NCo 310 and POJ 2725, in a same rearing pot

Varieties	Tests			
	1	2	3	Total
NCo 310	92	114	85	291
POJ 2725	47	79	34	160

2. NCo 310及びNCo 376における幼虫死亡率

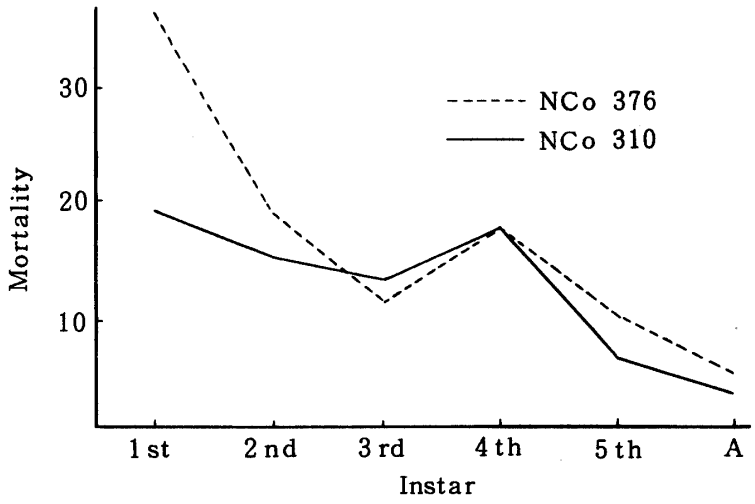


Fig. 4. Larval mortality of *Cavelerius saccharivorus* on the two sugar cane varieties, NCo 310 and NCo 376. A: preovipositing period

第3または第4展開葉の節を中心に上下5cmの長さに切ったサトウキビにふ化直後の幼虫20頭ずつを小筆で移し，10cm径，13cm高のガラス製飼育ポット（30メッシュ金網ふた付，その内側にろ紙を張る）に入れ，25℃定温器で飼育した。サトウキビは3日おきに取換えた。このようにして，1品種8ポットで産卵開始までの死亡率について調査した。

結果はFig. 4に示すとおりで，どの品種においても第1令において死亡率が最も高く，次いで第4令及び第2令となる。品種間における差は第1令において大きく，NCo 376では36%，NCo 310では19%である。第2令以後の死亡率の差はほとんどないといえる。

この2品種における第1令幼虫の死亡率の差は各品種における発育阻害因子の強弱またはその作用程度によるものと考えられる。

3. NCo 310及びNCo 376における生育日数

前項と同様な方法でカンシャコバネナガカメムシ20頭ずつを5反復して飼育し，幼虫期間を調査した。その結果はTable 26のとおりで，NCo 310で飼育した幼虫の期間は平均38日（37～41日），NCo 376では平均41日（38～43日）であった。平均でみた場合3日の差があり，有意差はないが，NCo 376において生育期間が僅かに長いといえる。

Table 26. Larval duration of *Cavelerius saccharivorus* reared on the two sugar cane varieties, NCo 310 and NCo 376 (1974)

Varieties	No. of used	Duration (days)		
		shortest	longest	mean
NCo 310	87	37	41	38
NCo 376	76	38	43	41

4. 若令幼虫の降雨による流亡と57群毛茸との関係

カンシャコバネナガカメムシの第1，第2令幼虫が降雨によってどの位流亡するかを知るために，NCo 310とNCo 376の2品種について，その個体数を降雨の前後に各30茎について3回調査した。その際サトウキビ下部の枯葉を除去し，緑葉最下位葉鞘の基部に，防虫粘着剤（フジタングル）を塗った幅10cmのサラン生地をろ斗状にまきつけ（下部をひもで結び，上部を開く），上部から流亡してくる幼虫が防虫粘着剤に付着するようにした。流亡虫数をサラン生地に付着した個体数で示した。結果はTable 27のとおりであった。

Table 27. Number of drifted larvae (1st and 2nd instars) of *Cavelerius saccharivorus* by the rainfall on the two sugar cane varieties, NCo 310 and NCo 376 (1975)

Rainfall (mm.)	NCo 310			NCo 376		
	No. of larvae			No. of larvae		
	original population	drifted	%	original population	drifted	%
48.0	97	11	11	111	45	40
58.5	159	68	38	136	65	48
123.5	142	57	40	163	91	56

NCo 310においては降水量48㎜で11％，58.5㎜で38％，123.5㎜で40％の若令幼虫が降雨により流亡されているのに対し，NCo 376ではそれぞれ40％，48％，56％にも達し，品種間に差のあることがわかった。

このような差異は品種間における形態的な差によって生じたものであって，NCo 310で流亡しなかった幼虫は57群毛茸の間に潜伏していたことが認められた。すなわち，57群毛茸は降雨時における幼虫の流亡を防いでいるのであり，57群毛茸の発達したNCo 310では本虫の若令幼虫の生存率が高い。

5．葉鞘開度とカンシャコバネナガカメムシの個体密度との関係

本虫は成虫，幼虫ともに葉鞘内側あるいは梢頭心葉部に潜伏し加害する。従って本虫の生息数の多少は葉鞘開度（第2章第2節参照）に関係するものと考えられるため，品種比較試験圃場における各品種の葉鞘開度と成虫個体数を，1972年南大東島において各品種50茎ずつの2区について調査した。その結果はTable 28のとおりであった。

Table 28. Relationship between the adult number of *Cavelerius saccharivorus* and the opening degree of leaf sheath in several sugar cane varieties (January, 1972)

Varieties	Opening degree of leaf sheath*	No. of individuals per one stalk
NCo 376	3	6
NCo 310	7	10
NCo 334	6	5
H－50－7209	2	5
F 150	2	5.5

* cf. Table 4.

Table 29. Individual number of *Cavelerius saccharivorus* (adults and larvae) on various growing stages of the two sugar cane varieties in relation to the habitat (inside of leaf sheath and top) (June, 1974)

Field	Plant stage	NCo 310			NCo 376		
		no. of individuals	percentage		no. of individuals	percentage	
			In*	Top		In*	Top
A	Younger	829	10.9	89.1	267	35.2	64.8
	Grown	1,720	55.9	44.1	588	70.4	29.6
B	Younger	492	25.0	75.0	111	46.9	53.1
	Grown	569	75.1	24.9	483	69.0	31.0

* In, inside of leaf sheath.

NCo 310では葉鞘開度が最も大きく，NCo 334がこれに次ぎ，F 150は極めて小さかった。各品種におけるカンシャコバネナガカメムシの成虫個体数は葉鞘開度の大小に応じて変動し，両者の間にはかなりの高い相関関係（$r = 0.829$）がみられた。

しかるに葉鞘開度はサトウキビの生育程度に応じて若干変動するので，1974年に株出圃場において茎長30cm程度のサトウキビ（稚茎と呼ぶ）と1m程度のサトウキビ（伸長茎と呼ぶ）について2圃場で葉鞘内側及び心葉部に生息する成虫及び幼虫の個体数を40茎ずつ調査し，その個体数割合を算出した。その結果はTable 29のとおりであった。

稚茎では個体数が多い圃場では葉鞘内個体数割合が低く，心葉部に生息する個体数割合が高い傾向にある。しかし，伸長茎では逆に葉鞘内側の個体数割合が高く，心葉部では低い。特に個体数の少ない圃場では心葉部の個体数割合が低い。ところで稚茎では葉鞘開度が一般に小さく，伸長茎ではそれが大きい。このことから，稚茎では葉鞘内側の空間が小さいためある個体数まではその空間に生息し得るが，個体数増加によって溢れた個体が心葉部に移動して生息するものと考えられる。伸長茎では生息空間が割合大きいため心葉部に移動することが少ないと思われる。

第8節 サトウキビ栽培管理作業がカンシャコバネナガカメムシの発生密度に及ぼす影響

1. 剥葉が発生密度に及ぼす影響

剥葉作業がカンシャコバネナガカメムシの発生密度に及ぼす直接の影響は主として機械的なもので，成虫，幼虫の生息空間の一部除去及び傷害による死亡があげられる。そこで同一圃場において剥葉区と対象区を設け，剥葉後3週間目に個体数を調査したが，その結果はTable 30のとおりであった。

Table 30. Effect of artificial defoliation on individual number of *Cavelerius saccharivorus* per 40 stalks of sugar cane

Varieties	Control	Defoliated
NCo 310	3,409	1,867 *
NCo 376	858	312

* Three weeks after defoliation.

NCo 310では剥葉作業によって発生密度が54%に減少し，NCo 376%では36%に減少している。本虫は発生密度の高いところから低いところへ移動するが，このような移動を5%とみても（村井，1975）剥葉作業は本虫の発生に大きく影響しているといえる。

2. 作型と発生密度との関係

第3章で述べたとおり読谷山時代には春植が主で，株出が若干あった。POJ時代には春植，夏植，株出の3作型があり，1932～1939年の平均で春植24%，夏植47%，株出29%であった。NCo時代になって株出栽培が増加し，その割合は72～79%となり，そのため春植は3～6%，夏植は17～20%と減少している（Table 6）。そこで各作型と本虫の発生密度との関係を知るために，浦添市の圃場において1971年から1974年までの4年間，第1及び第3世代の成虫（6月と12月）について，各作型とも5圃場を選び，それぞれ40茎ずつの個体数を調査した。その結果はFig. 5のとおりであった。

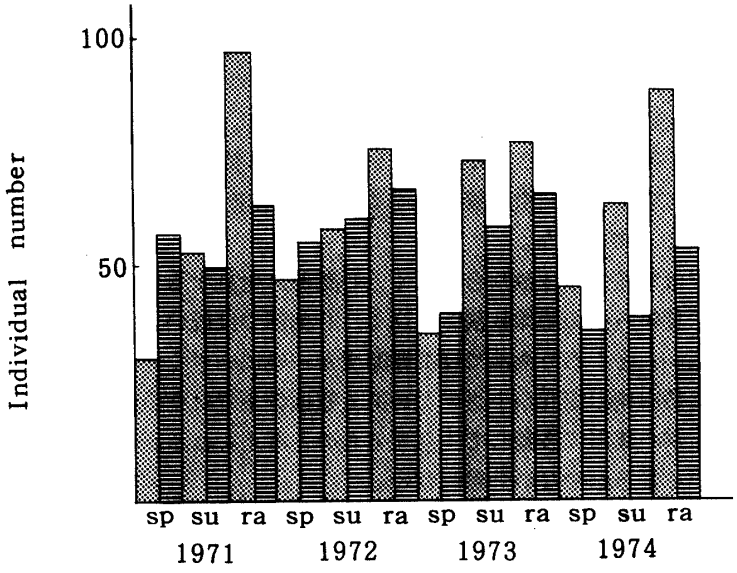


Fig. 5. Individual number of *Cavelerius saccharivorus* per 40 stalks on the spring, summer and ratoon crops, shown by mean number in 5 fields, 1971–1974 in Okinawa. sp:spring crop, su:summer crop, ra:ratoon crop, ▨: 1st generation, ▤: 3rd generation.

各作型とも圃場によって個体数に差がみられたが，全体的にみて株出圃場において発生個体数が多かった。

これはカンシャコバネナガカメムシに株出圃場は生息環境として安定度が高いことによるものと考えられる。

3. 更新作業が発生密度に及ぼす影響

NCo 310やNCo 376は第2章でも述べたとおり株出栽培に適し，沖縄において10回以上の株出を行う例もある。普通に行われている回数は3～4回であるが，土壌の肥沃度や土壌型，地域によっても異なる。前項で株出においてはカンシャコバネナガカメムシの多いことについてふれたが，株出の回数やその圃場面積の割合を下げることにより，個体密度が低下するのではないかと考えられる。そこで更新により個体数がどの程度低下するかについて調査した。

Table 31. Number of larvae of *Cavelerius saccharivorus* on ratoon and renewal spring crops, shown by mean number in the 5 square meters

Field	Ratoon crop (a)	Renewal crop (b)	Ratio (b/a) (%)
A	3,945	732	18.6
B	1,862	224	12.0
C	2,984	581	19.5

1972年4月下旬南大東島の3圃場で，更新区と株出区のそれぞれ5㎡の方形区に生息する幼虫数を調べた。

更新圃場の個体数はTable 31でみるとおり，株出圃場における場合の約12～20％で極めて少ないことがわかった。このことは更新の回数を増加することにより本虫の個体密度を低下させ，被害を軽減させることが可能であることを示していると考えられる。

4. 収穫時の残渣焼却が発生密度に及ぼす影響

沖縄におけるサトウキビの収穫は手刈り及び機械刈りの方法で行われており，機械の種類も大型から小型まで数種ある。収穫作業による機械的な損傷でカンシャコバネナガカメムシの生息密度が低下することが考えられる。また，収穫によって寄主が圃場から持ち去ることになるので，そのことも生息密度に影響を及ぼすものと考えられる。しかし，収穫は冬季であり，カンシャコバネナガカメムシの成虫，幼虫の発生個体数は少ないが，卵の数は多い時期である。そこで収穫後，残渣焼却することにより卵がどの程度死滅し，株出後ふ化幼虫の密度がどの程度減少するかを調査した。

1974年と1975年4月，南大東島において同一圃場で焼却区と無処理区を設け，萌芽したサトウキビ40茎について4圃場で個体数を調査した。その結果はTable 32に示すとおり，圃場により差が大きいが，残渣焼却を行った圃場における個体数は焼却しない圃場での約40％である。焼却により半数以上の個体が減少したと考えられる。圃場間の差は枯葉の多少による焼却の程度の差によるものと考えられる。Questel and Bregger（1960）は収穫前にサトウキビを焼却すると，梢頭部内の温度が32～77℃にもなり *Diatraea saccharalis* の多数の幼虫が死滅し，一部しか生き残らないことを報告した。カンシャコバネナガカメムシの卵は収穫作業によって土壌表面または土塊間隙に落下し，土塊間隙内の卵が死滅せずに生き残るものの数が多いことが観察されている。

Table 32. Effectiveness of burning after harvesting of sugar cane to the population of *Cavelerius saccharivorus*, shown by individual number on 40 stalks

Field	Burning field (a)	Non treated field (b)	Ratio (a/b) (%)
A	764	1,213	63.0
B	629	1,784	35.3
C	478	962	49.6
D	973	2,507	38.8
Total	2,844	6,466	44.0

なお，機械刈りの場合は収穫前に焼却を行うが，これの影響についてはまだ調査を行ってない。

第9節 天敵の行動とサトウキビ品種の形質との関係

1. 天敵の種類

カンシャコバネナガカメムシの天敵については，坂口（1922），沖縄県立糖業試験場（1923，1924），牧（1937），高野・柳原（1939），栄・松田（1965），東・大城（1968），東（1971）の報告があり，今日までに5種知られているが，それを著者が新たに確認した種類（※印を付す）をま

とめると次のとおりである。

Labidura riparia Pollisat オオハサミムシ

Proreus simylans stal スジハサミムシ

※*Lasiochiloides esakii* Hiura エサキトゲアシハナカメムシ

Eumicrosoma blissae (Maki) カンシャコバネカメムシタマゴバチ

Phanurus sp. クロタマゴバチの一種

※*Tetramorium guineense* Fabricius オオシワアリ

※*Chiracantium eututtha* Boesenberg et strand アシナガコマチグモ

※*C. japonicum* Boesenberg et strand カバキコマチグモ

Myrmarachne japonica (Karsh) アリグモ

これらのうち，カンシャコバネカメムシタマゴバチは最も重要な天敵の1種なので，次項にその生活史とサトウキビ品種による寄生率の差異について述べる。

2. カンシャコバネカメムシタマゴバチの形態と生活史

2－1. 形 態

雌成虫は全体黒色で，短毛を装う。体長は0.76～1.04㎜，頭部は楕円形で横に長い。触角は数珠状で11節からなり，0.36㎜内外，基部8節は灰黄色で他は黒色，柄節最も長く，幅の約4倍，梗節の約2.5倍。べん節の第4節までは数珠状で第5節から先は幅がやや広く，末端3節は棍棒状をなす。胸部は頭部に比べやや幅狭く0.24～0.28㎜，背面は平らで光沢が強い。中胸楯板は極めて広く，周縁部は小点刻を散布する。小楯板は逆台形を呈し，中央に縦溝を有する。腹部は胸部より幅狭く，尾端は尖る。第1節は黄褐色，第2節以後は黒色で僅かに褐色を帯びる個体がある。第1腹節背面に9本内外，第2節中央に多数の縦溝を有する。

翅は透明で表面に白色短毛を密生し，縁毛は長い。翅毛は0.6～0.8㎜，脚は灰黄色で第3跗節は褐色。

2－2. 生活史

本種の生活史については，沖縄県立糖業試験場（1923, 1924）は7月から11月までの間飼育を行い，その間に5世代を繰返したことから年間7～8回以上発生するものと推定し，1世代期間は7，8月には17～19日，9月には25日，10月には26日，11月には33日であったと報告した。牧（1937）は奄美大島で調査を行い，1世代経過日数は春季に28～30日，夏季に25～34日，普通29日で年間7～8回の世代を繰返すと報告した。

著者は直径21㎜，長さ200㎜の試験管に本種が産卵した直後の寄主の卵を収容し，同時に蒸留水で湿めらせた適当な大きさのろ紙を入れて綿栓し，20°，25°，30℃の定温器で飼育した結果，寄生蜂の1.世代（卵から成虫の産卵開始まで）の経過日数はTable 33のとおりであった。

Table 33. Duration of one generation of *Eumicrosoma blissae* reared at deferent temperature, shown by days

Temp.	No. of individuals reared	Duration (days)		
		shotest	longest	mean
20℃	67	49	63	52.2
25℃	72	22	29	24.8
30℃	87	15	19	15.9

20℃における経過日数は49～63日で平均52.2日，25℃では22～29日で平均24.8日，30℃では15～19日で平均15.9日であった。温度が高くなるに従って経過日数は急速に短縮し，30℃における日数は20℃の場合の約3分の1以下となる。

この調査成績から発育零点を算出すると15.5℃である。このように発育零点は極めて高い。従って沖縄や奄美大島においては，冬季のある期間休眠を行うものと考えられる。また，総産卵数の50％以上を産下するには羽化後2日間も要するから（Table 35），上記の1世代期間に1日を加えた日数に基づいて有効積算温度を算出すると，245日度となる。

ここで発育零点及び有効積算温度と那覇における月平均気温から年間世代数を推定すると9回となる。金城（1969）は夏季にサトウキビ圃場において葉鞘内側の温度を測定し，気温に比べ0.8～2.7℃も高いことを報告した。それに基づいて年間世代数を算出すると10回以上となる。しかし，以上の計算は産卵開始後1日目の卵を基準にとっており，産卵開始後3日目を基準にとると8回となる。これらのことから本虫の年間世代数は，沖縄では8～9回，奄美大島では7～8回と推定される。

成虫の寿命について調査した結果は20℃で2～14日，130頭平均で10.2日，25℃では2～10日，88頭平均で5.8日，30℃では2～8日，221頭平均で4.7日であった。沖縄県立糖業試験場での10月の飼育成績では4～18日であり，個体によっては2週間以上生存するものもある。

産卵数も個体により差が大きく，牧（1937）は両性生殖では1雌当り50～92卵，平均71.5卵を産下するが，単性生殖では3～34卵，平均13.7卵であったと報告した。

著者は試験管（21×200㎜）に羽化直後の成虫1頭とともに寄主の卵150個を入れ，蒸留水で湿らせたろ紙で湿度を保ちながら累代飼育を行い，世代別の産卵数を調査したところTable 34の結果を得た。

Table 34. Number of eggs laid by one female of *Eumicrosoma blissae* in 5 succesive generation

Generation	No. of female observed	No. of eggs laid by one female		
		minimum	maximun	mean
1st	89	24	85	57.9
2nd	81	13	89	55.1
3rd	67	17	86	55.7
4th	56	12	88	45.7
5th	29	33	88	54.0
Total & mean	322	12	89	54.3

各世代の平均産卵数は45.7～57.9卵であり，累代飼育における各世代間に差はほとんどみられなかった。

本寄生蜂の産卵消長について，24頭の雌を用いて調査した結果はTable 35に示すとおりで，羽化当日に全産卵数の約3分の1を産下し，2日目までに約半数を，3日目までには70％余の卵を産下した。

なお，本寄生蜂の産卵については，寄主の卵を与えるまでの期間が長くなると産卵数が急激に減少することが別の調査で観察されている。

Table 35. Oviposition period and number of eggs laid each day after emergence in *Eumicrosoma blissae*, per 24 females

Days after emergence	No. of egg laid	Percent
1	342	33.9
2	171	16.9
3	224	22.1
4	120	11.8
5	71	7.0
6	76	7.5
7	8	0.8
8	0	0

2－3. 発生消長

1973年，20 a 以上の面積を有するサトウキビ圃場を浦添市において2カ所選定し，1圃場40茎に産下されたカンシャコバネナガカメムシの卵を約2週間おきに採集し，湿らせたろ紙を入れた管瓶内で10～14日飼育した後，天敵の寄生率を調査した。結果はTable 36のとおりであった。また同表の合計値をグラフに示すとFig. 6のとおりである。

Table 36. Seasonal occurrence of the eggs of *Cavelerius saccharivorus* (E) and its egg parasite *Eumicrosoma blissae* (P), shown by the number of them per 40 stalks of sugar cane, at Urasoe, Okinawa in 1973

Date	A field		B field		Total	
	E	P	E	P	E	P
I 15	167	109	82	52	249	161
I 30	186	92	73	39	259	131
II 17	171	69	51	10	222	79
III 4	169	57	42	22	211	79
III 21	292	36	55	20	347	156
IV 6	277	31	72	34	349	165
IV 21	86	52	64	31	150	83
V 7	17	6	33	19	50	25
V 22	19	11	17	6	36	17
VI 6	0	0	10	0	16	0
VI 23	16	6	10	0	26	6
VII 8	76	10	39	10	115	20
VII 24	103	7	136	6	239	13
VIII 20	527	111	493	57	1,020	168
IX 4	321	129	235	144	556	273
IX 20	473	208	369	175	842	383
X 11	371	162	282	72	653	234
X 26	192	107	164	83	356	190
XI 11	107	69	109	57	216	126
XI 24	194	103	148	81	342	184
XII 9	274	192	231	70	509	262
XII 27	201	98	273	92	474	190

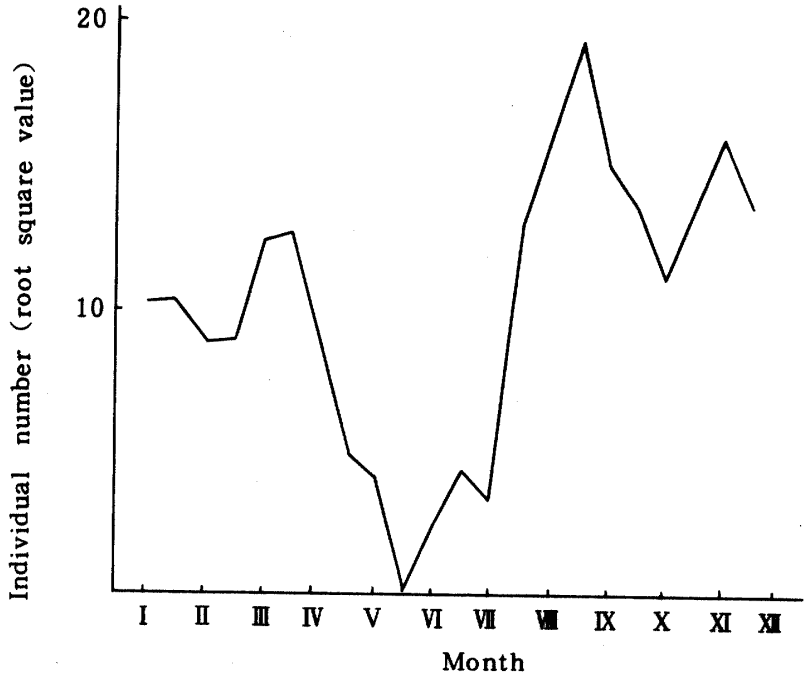


Fig. 6. Seasonal occurrence of *Eumicrosoma blissae* in Okinawa, shown by root square value of individual number per 80 stalks (drawn from Table 36)

寄生蜂の個体数は1月から2月にかけて減少し，3月から僅かに増加して4月上旬をピークに以後急激に減少して6月上旬には年間で最小の個体数となった。その後個体数は増加して9月下旬には年間の最高となり，11月下旬までは僅かに減少し，12月にはやや増加する。本種の発生消長で特異な点は，6月に個体数がゼロ近くまで減少することである。

2－4. 寄 生 率

沖縄県立糖業試験場（1924）は1922年3月から11月まで本種の寄生率を調査した結果，その寄生歩合はすこぶる高く，カンシャコバネナガカメムシの半数以上は本種により死滅するので本虫駆除上効果はすこぶる大きく，従って本寄生蜂の保護利用の必要性があると述べた。

牧（1937）は寄生歩合は気象その他各種条件によって多少差があるが，奄美群島での寄生率は4月に2％，6月に約79％，7月に約29％，8月に39～70％で，冬季に寄生率の低いのは低温による影響であるとし，そのため気温の低下が少ない奄美群島南部では寄生蜂の発生が多くて害虫の被害が少ないことを認めた。また，本種はカンシャコバネナガカメムシとは逆に乾燥地を好み，そのため湿度の高い所では害虫の加害が多いと報告した。

東・大城（1968）は1966年8月から1年にわたって首里で調査を行い，6月と12月に寄生率が低く，3～4月と7～10月に高いこと，すなわち梅雨期と冬季に低く，乾燥期に高いことを報告した。東（1971）は1967～1968年の調査により，冬期間は寄生率が低いが，春先から高くなり，特に乾燥期に高いことを報告した。

そこで発生消長調査で得られた成績を基にその寄生率の変動を示すとFig. 7のとおりとなる。明らかに冬季と梅雨期に低いが，特に梅雨期の寄生率の低下はいちじるしい。これに反して春と秋には寄生率が高い。

次にサトウキビ品種比較試験圃場において品種別の寄生率を調査した。その結果はTable 37に示す

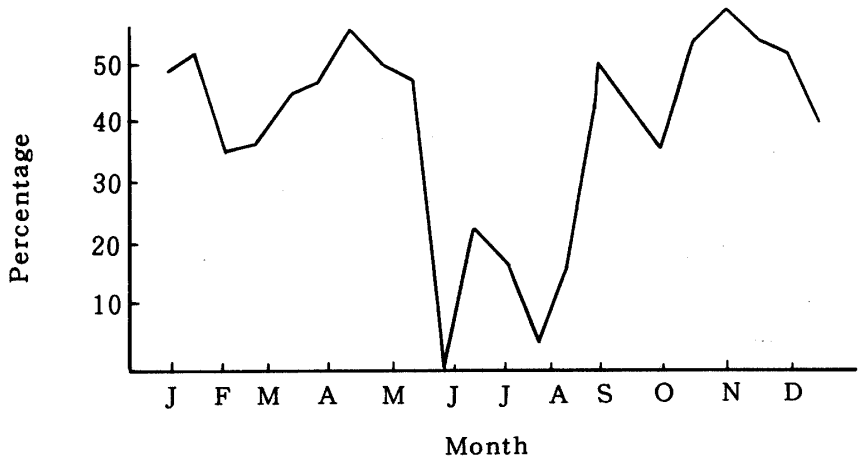


Fig. 7. Seasonal occurrence of parasitism of *Eumicrosoma blissae* in Okinawa in 1973 (percentage parasitism)

Table 37. Parasitism of *Eumicrosoma blissae* on the eggs of *Cavelerius saccharivorus* deposited on several varieties of sugar cane on Minami－Daito Island in 1973

Varieties	No. of egg batches	No. of eggs	No. of eggs parasitized	Parasitism (%)
NCo 376	23	590	451	76.4
NCo 310	36	856	422	49.3
NCo 334	15	276	176	64.3
H－50－7209	13	235	163	69.3
F 150	12	251	178	70.9

とおりで，寄生率は49～70％，品種間において僅かずつ差が認められる。

そこで1973年から1974年にかけて，同一圃場か，隣り合わせの同一作型のNCo 310とNCo 376の40茎について6圃場で寄生率を調査した。その結果はTable 38に示すとおりであった。

Table 38. Parasitism of *Eumicrosoma blissae* on the eggs of *Cavelerius saccharivorus* deposited on the sugar cane varieties, NCo 310 and NCo 376 on Minami－Daito Island in 1973 and 1974

Field	NCo 310			NCo 376		
	No. of eggs	Parasitized	Parasitism (%)	No. of eggs	Parasitized	Parasitism (%)
A	389	131	33.7	315	195	61.9
B	326	140	42.9	374	171	45.7
C	508	167	32.8	371	153	41.0
D	209	33	15.8	129	40	31.0
E	171	29	17.0	95	26	27.4
F	353	52	14.7	68	13	19.1

Table 38 にみるとおり，どの圃場においても NCo 376 において寄生率が高かった。それは寄主卵の密度及び分布の偏りとも関係していると考えられるが，サトウキビ品種の形質とも何らかの関係を有している可能性が強い。そこで寄生蜂の産卵行動に影響を及ぼす可能性のあるサトウキビの形質を検討した。本種がサトウキビの葉鞘内側に侵入し，寄主卵を探索し，産卵行動をとるコースに位置する形質を拾うと葉舌，葉耳，毛茸群（51a，56，57群）があげられる。ところで本寄生蜂は寄主の卵塊を発見すると，その1卵塊の全ての卵に産卵する習性がある。NCo 376 においてはそれが特に明瞭で，寄生とりこぼしの卵は極めて稀である。しかしNCo 310 においては多くの卵塊に寄生のとりこぼしが多い。すなわち，産卵行動の際，何らかの障害があって産卵しそこないのものがでてくる可能性が考えられる。そこでは産卵行動をとる際の障害物として57群毛茸が筆頭にあげられる。前述のとおりNCo 310 ではその毛茸が発達しているのに反しNCo 376 にはほとんど存在しない。その影響を知るためにNCo 310 の圃場において，1cm幅に切った写真のフイルムをサトウキビの葉鞘の内側に注意深く挿入することによって57群毛茸を掃き落した茎と，無処理の茎を交互に50本ずつとり，産卵を始めたカンシャコバネナガカメムシ成虫を雌雄5対ずつ放ち，ネットをかけ，5日間産卵させたのちネットを除去し，さらに5日間自然の状態で寄生蜂に産卵させた。寄主卵を採集して7日間シャーレ内で飼育し，寄生の状態を調査した結果はTable 39 に示すとおりである。

Table 39. Parasitism of *Eumicrosoma blissae* on the eggs of *Cavelerius saccharivorus* deposited on the treated NCo 310

Treatment	No. of egg batches		No. of eggs	
	total	parasitized (%)	total	parasitized (%)
Treated*	71	40 (56.3)	789	542 (68.7)
Control	67	29 (43.3)	687	317 (46.1)

* Hairs of the 57 group were removed.

カンシャコバネナガカメムシの卵塊数，卵数においては57群毛茸処理と無処理の間にはほとんど差はなかった。しかし処理茎における寄生卵塊率，寄生卵率はそれぞれ56.3%，68.7%であるのに比べ，無処理茎ではそれぞれ43.3%，46.1%であった。毛茸処理茎において寄生率が有意に高い。すなわち57群毛茸は本寄生蜂の産卵に何らかの障害となっていることが明らかである。そのことが NCo 310 とNCo 376 における寄生率の差として現われたものと考えられる。

第10節 考 察

生活史については各項で簡単な検討を加えたので，ここでは第6節以降の項について考察する。

沖縄県立糖業試験場の調査成績から読谷山時代の発生密度は高かったとしたが，その成績（Table 14）は防除試験に供した圃場の無防除区の個体数や被害程度調査時の個体数を取扱ったものであり，当時の発生密度として考察するのに妥当なものであると考えられる。屋代（1940）も大正12～15年（1923～1926）頃に被害が最も多かったと報告しており，読谷山時代にはカンシャコバネナガカメシの発生が多かったことを裏付けているものと考えられる。

POJ 時代の発生密度に関しては屋代（1940）の報告が唯一のものであり，本虫の発生は寄生蜂の増殖放飼により抑圧された，と述べている。事実沖縄県立農事試験場は1931年から1934年までの4

年間に沖縄島で78,000余頭，宮古島で104,600頭の卵寄生蜂を放飼した。しかし，その放飼のみで1940年頃まで屋代が報告したカンシャコバネナガカメムシの個体数減少が続いていたかどうかは疑問である。すなわち，放飼頭数は僅少であり，放飼面積もサトウキビ面積に比べれば僅かである。また，この卵寄生蜂はTable 36, Figs. 5, 6にみるとおり，年に一度は個体密度，寄生率ともにゼロ近くまで減少することがあり，年に1～2回放飼したにしても，その効果が長年持続する性質のものとは考えられない。従って，POJ時代には僅かの天敵放飼のみでも被害が発生しない程度の害虫の発生密度であったものと判断される。

このことを裏付けるかのように沖縄県立農事試験場においては本虫に関する研究項目は漸次減少した。1932年までは殺虫試験も行っていた。しかしそれ以後は天敵を研究するのみに至った（沖縄県立農事試験場，1931～1939）。県の農事試験場では加害の多い害虫についてはほとんど毎年研究項目としてとりあげ，研究を進めるのが通例である。本虫についてはその天敵に関する1項目のみに減少し，さらにそれも研究項目でなくなるということは，屋代（1940）が指摘したように被害が減少し，害虫としての問題が極めて少なかったためであると考えられる。

NCo時代はTable 16及び17でみるとおり発生密度はかなり高い。

以上の判断に立って本虫の発生消長を模式的に表わすとFig. 8のとおりとなる。すなわち1921年から1926年頃までは発生密度は高かったが，その後漸次減少し，1950年代後半から再び発生が多くなり，1960年代には相当な発生が認められる。なお1950年代後半に発生が多くなったことは，沖縄における全耕地面積に対するサトウキビ栽培面積の増加や，輪作体系の変化（Nuttonson, 1952；丸杉，1974）なども影響したと考えられるが，このことについては確認するに至らなかった。

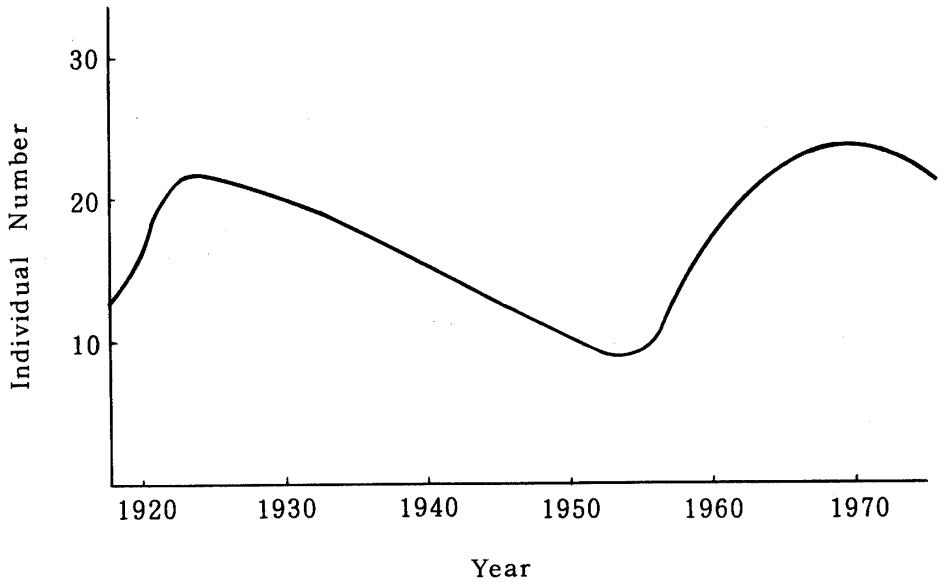


Fig. 8. Change of the population (per one stalk) of *Cavelerius saccharivorus* in Okinawa for the period 1918－1975, estimated from various sources

以上のことからサトウキビ栽培品種の変遷は本虫の発生密度に大きく影響したとみることができる。

そこで各時代の本虫の発生密度の増減が品種の抵抗性及び栽培管理作業の変遷とどのように関係しているかについて調査した。

まず，品種間で発生密度に差のあることがわかった（Table 18）。これは品種比較試験圃場における調査であり，栽培条件は同一である。台湾における調査でも同様な傾向のあることが確認された（Table 20）。従って，この発生密度の差は品種に依存しているということが考えられる。栽培品種の読谷山，POJ 2725及びNCo 310の間でも発生密度の差が認められ（Table 19），この傾向は各時代の発生密度の傾向に似ており，各時代の発生密度の増減はこの品種間の差に起因することも大きかったということができる。また，近年奨励品種に指定されたNCo 376はNCo 310に比べ本虫の発生が少ない品種であるということも確認された（Table 21）。これは一般栽培農家も経験していることである。

以上により本虫の発生密度にサトウキビの品種が関係していることがわかったが，その機構についてサトウキビ品種の形質の面から調査した結果は次のとおりである。

(1) 品種比較試験圃場のNCo 376他4品種における卵塊数と産卵数，同一圃場かまたは隣り合わせの同一作型圃場のNCo 310とNCo 376における産卵数及び同一飼育ポットでのNCo 310とNCo 376における産卵数，同じくNCo 310とPOJ 2725における産卵数調査成績（Tables 22～25）をみると，いずれの調査でも品種間に差のあることがわかる。すなわち，本虫はNCo 310に好んで産卵すか，またはNCo 376及びPOJ 2725を余り好まないか，いずれかの性質を発現していることがわかる。これらのことは，品種により産卵誘引因子または忌避因子の存在あるいはその程度に差があることを示しているものと考えられる。

(2) NCo 310とNCo 376を餌に用いて幼虫を飼育した結果，Fig. 4で示したように1令幼虫の死亡率に差のあることが認められた。これは両品種における摂食阻害因子の有無またはその作用程度によるものと考えられる。

(3) NCo 310とNCo 376を用いて幼虫を飼育した場合，Table 26で示したように生育期間に有意差は認められなかった。しかし，NCo 376において平均3日長かった。この場合にも上記と同じく摂食に関する阻害因子が何らかの形で作用している可能性が考えられる。

(4) NCo 310とNCo 376において降雨時に生息部位から落下流亡した1，2令幼虫を防虫粘着剤を塗ったサラン生地で捕獲した結果，Table 27で示したようにNCo 310で流亡虫数が少なかった。このことは流亡しなかった幼虫が57群毛茸の間に潜伏していたこと及び第2章で示したようにNCo 310では57群毛茸が発達しており，NCo 376では極めて発達が悪いことなどを考慮すると，57群毛茸は若令幼虫の保護に役立ち，その発達の程度は幼虫死亡率に大きく作用することが明らかである。

(5) サトウキビの稚茎と伸長茎において，葉鞘内側と心葉部に生息する本虫の個体数割合を調査した結果，Table 29でみるとおり稚茎においては心葉部に生息する個体数の割合が多いが，伸長茎では葉鞘内側に生息する割合が多かった。また個体数が多い場合には心葉部に生息する個体数の割合が増加する傾向にあった。ところで葉鞘開度はサトウキビの生育程度に応じて若干変動し，稚茎では一般に小さく，伸長茎では大きくなる。このことから伸長茎では葉鞘内側の空間が十分にあるためそこに生息する本虫の個体数が多くなり，稚茎ではその空間が小さいため溢れた個体が心葉部に移動して，そこに生息するという現象を示すものと考えられる。すなわち，本虫の生息場所としては葉鞘内側が適当である。またTable 4で示したとおり，葉鞘開度は品種により差があり，本虫の生息空間の大小は品種によって異なっていることがわかる。Table 28は各品種の葉鞘開度と本虫の生息密度との関係を示したものである。葉鞘開度の大きい品種では本虫の個体数も多い。従ってこの葉鞘開度も各時代の本虫の発生密度に影響したということが考えられる。

以上のとおり，本虫の産卵数，1令幼虫の死亡率，幼虫期間，降雨時の流亡虫数及び生息空間などに対して影響する品種の形質に差が認められ，それらが総合されて各品種における発生密度の差となって現われているものと考えられる。第2章でふれたようにNCo 310はPOJ 2725に比較して本虫の発生

密度を増加させる形質を数多く有しており，NCo時代に本虫の発生密度が高かった原因の一つになったと判断される。

また，本虫の発生密度に影響する要因として栽培管理作業がある。すなわち剥葉作業は個体数を減少させる一要因であること，更新作業は個体数減少に影響すること，作型により個体密度に差があり，株出で個体数が最も多く，次いで夏植に多く，春植に少ないこと，収穫時の残渣焼却は本虫の発生密度を減少させる要因であることを裏付ける調査結果が得られた（Tables 30～32）。これらを第3章の栽培管理法の変遷と対比検討すると，NCo時代のサトウキビ管理方法はPOJ時代に比較して発生密度を増加させる要因が多いことに気づく。上記の品種の形質による要因も加わり，これら要因の総合的な作用によりNCo時代に本虫の発生密度が増加したと判断される。

次に天敵については4種を新たに追加したが，これらのうち個体数が最も多く，かつ本虫の発生に影響を及ぼしていると考えられるカンシャコバネカメムシタマゴバチの生活史と有効性を調査した。この天敵はサトウキビの品種によりカンシャコバネナガカメムシの卵に対する寄生率に差のあることがわかった。

これにはサトウキビの57群毛茸の多少が大きく影響しており，この寄生蜂の産卵活動に障害物として作用していることが明らかである。このことはサトウキビ品種の害虫に対する抵抗性を考える場合，害虫そのものに対する特色ばかりでなく，害虫の天敵に対しても影響する形質が存在することを明らかにした新知見であり，生物の生活の複雑さを示す注目すべき事実である。

第6章　その他重要害虫の発生消長

第1節　*Mogannia minuta* Matsumura　イワサキクサゼミ

1. 概　説

Mogannia minuta Matsumura イワサキクサゼミは第二次世界大戦前は主としてススキ原で採集され，サトウキビを加害することは稀であった。本種がサトウキビを加害することについては，屋代（1927）の記録に始まる。高良（1958）はそれを引用してサトウキビ害虫目録に加えた。しかし，当時まではサトウキビ圃場における生息数は極めて少なかった（高良メモ）。その後1963年頃からサトウキビ圃場での発生が多くなり（石田，1966），1965年にはサトウキビに対する加害が目立ち始め，1969年頃には異常発生の様相を呈し，1970年からは重要害虫として取扱われるようになった（東，1969；東・山内，1971）。

そこで本節ではススキ原で生息していたイワサキクサゼミが，サトウキビ圃場で大発生するようになった原因をも併せて考察する。

2. 形　態

成虫：体長は雄で16㎜内外，雌で12～14㎜，前翅長は16～18㎜。体上面は黒色，下面は赤褐色であるが個体により黒色のものがある。前翅は透明で，脈の基半は緑色，頭は複眼間の幅と同長。中胸背後縁の中央部にある四角形凹部，後胸中央部及び腹部正中線に沿って黄金色の微毛を密生する。触角は5節からなり，黒色で末節はやや淡色，第2節が最も長い。脚は赤褐色で，各環節基部は黒色を呈する。

幼虫：終令幼虫の体長は雄で16㎜内外，雌で12～14㎜。体は細長く，淡褐色で光沢を有し，胸背及び腹背の各節後縁は多少濃色で繊細な縦じわが並列する。触角は7節からなり，淡褐色の長毛を粗に

装う。各節の長さの比は1.5：2.9：2.2：2.0：1.7：1.0：1.1で第1節が最も太く，先端に向い漸次細くなる。眼は赤色を呈し，翅じゆくは羽化前に淡緑色となる。前腿節の後歯は比較的長く，その副歯は小形で後歯のほぼ中央よりに発生し，中歯は前歯に接して発生する。前歯は6歯からなり，後方のものほど突出する。跗節は2節からなり，第1節は極めて短かい。なお，幼虫は5令まで経過することが知られており（東・山内，1971），各令の平均頭幅は1令で0.25㎜，2令で0.52㎜，3令で0.99㎜，4令で1.89㎜，5令で4.00㎜である。

卵：淡黄色で長紡錘形，0.2×1.0㎜，ふ化前に紅色となる。

3. 分　布

イワサキクサゼミは，初め台湾産の標本に基づいて記載され（Matsumura, 1907），のち沖縄島が分布地に加えられた（Matsumura, 1917）。一方，八重山産の標本により*Mogannia iwasakii* Matsumuraが記載され，沖縄島産とは別種として取扱われていたが，Hayashi（1976）は琉球列島から台湾にかけて分布する*Mogannia*属について検討し，*M. iwasakii*は*M. minuta*の同物異名であることを報告した。

イワサキクサゼミの分布地についてKato（1925, 1933, 1936, 1937, 1960, 1961），宮本・宮武（1964）は沖縄島及び八重山をあげ，石田（1965）は宮古島を追加した。Ishihara（1968）は*M. iwasakii*の分布についてふれ，*M. minuta*については検討の余地のあることを述べた。東・山内（1971）は従来沖縄島南部のものとして記録されていた*M. minuta*が*M. iwasakii*と同一種であるとの判断から，分布地として八重山，宮古島の他に沖縄島南部の佐敷，知念，玉城，大里，南風原，与那原，豊見城，糸満，那覇（国場）をあげ，久高島にも産することを報告した。Ito and Nagamine（1974 a, b）は本種の分布は沖縄島では知念村と佐敷村の一部に局限され，発生ゼロ地帯から急激に高密度地帯に移行する特殊な分布型がみられると報告した。1975年5月の調査では那覇市の首里，小禄からも10頭以上の標本が得られている。

4. 産卵植物

東・山内（1971）は産卵植物としてサトウキビの他に*Miscanthus sinensis* ススキ，*Imperata cylindrica major* チガヤ，*Goix locryma-jobi* ジュズダマ，*Digitaria adscendens* メイシバ，*D. violascens* アキメイシバ，*Ischaemum aristatum* タイワンカモノハシ，*Panicum repens* ハイキビ，*Paspalum urvillei* タチスズメノヒエ，*P. conjugatum* オガサワラスズメノヒエ，*Sporobolus fertilis* リュウキュウネズミノオ，*Sorgham bicolor* モロコシ，*Rottboellia exaltata* ツノアイアシ，*Pennisetum purpureum* ナピアグラス，*Eccoilopus cotulifer* アブラススキ，*Alpinia speciosa* ゲットウ，*Alocassia macrorrhiza* クワズイモ，*Rumex japonicus* ギシギシの17種をあげた。その後の調査で次の9種にも産卵することが確認された。

Scirpus ternatanus アブラガヤ，*Saccharum kanashiroi* ムラサキオバナ，*S. arundinaceum* ヨシススキ，*S. spontaneum* ナンゴクワセオバナ，*Seraria verticillata* ザラツキエノコログサ，*Pandanus tectorius* アダン，*Sauvurus chinensis* ハンゲショウ，*Torilis japonica* ヤブジラミ，*Lactuca sativa* チシャ。

以上を総合すると，本種の産卵植物はサトウキビを含め8科27種となる。

5. 生活史と習性の概要

5－1. 羽化及び交尾習性

土中から脱出した成熟幼虫はしばらく脱出孔付近を這いまわり，やがて雑草やサトウキビの茎，枯葉

あるいは土塊などに抱きついて体を固定する。その後中胸背部が正中線に沿って裂開し，淡黄色の光沢ある短毛で覆われた新鮮な成虫がゆっくりと現われ始める。続いて中胸部が十字型に裂開し，頭部，前脚，中脚，後脚の順に脱け出し，腹端部を残したままとんぼ返りを行って逆さにつり下がる。しばらくしてゆっくりと起き直り，脱皮殻を新しい足場にし，腹端を脱ぎとる。脱皮直後の成虫は翅が縮れ，水気を含み湿っている。体毛は漸次黄金色となり，単眼は赤色に，複眼は灰黒色に変化する。羽化は主として夜明けに行われるが，朝羽化する個体もあり，昼間に行う個体も稀に観察される。夜明けに羽化した個体は午前中に翅が十分伸展し，飛しょうを始めるが，朝羽化した個体は午後から，昼間羽化したものは翌日から飛しょうし，雄は鳴き始める。雄は「チッチ，チッチ　ジージ……チッチ，チッチ」と鳴き，そこへ雌が飛来してくる。雄は接近し，雌と同方向に体を並べ，前脚を雌の体上に乗せ，続いて雌と約30度の角度に並び，腹端を横に曲げて交尾器を雌の交尾器に合わせる。うまく接合したところで前脚を雌から離し，雌と逆向きになって交尾態勢に入る。しかし，サトウキビの葉上は面積が限られており，葉の揺れなどの影響で交尾に失敗する例も多い。

交尾経過時間は個体により差があり，3分間で終了するものから72分間かかるものまで観察されており，普通10～20分である。交尾は午前中に多く行われ，午後にも僅かに観察される。羽化後交尾までの日数は気象条件によっても左右され，晴天には2日，曇天では3～4日である。

5－2. 産卵習性と産卵数

交尾を終了した雌は多くのイネ科植物の緑葉の中肋に産卵する。産卵を主として葉の裏面に行うが，稀に葉の表面にも行う。これは裏面において中肋の突出が大きいので，産卵孔を作ったり，足場として好都合であるからのようである。産卵時は中肋をまたいで上方に向き，あるいは稀に下向きになって中肋に平行になる。次に腹部を胸部に対し直角に曲げ，さらに腹部全体を持ちあげるようにして産卵管を中肋に対し垂直に立て，脚を固定したのち腹部を上下左右に動かしながら産卵管を中肋に対して約45度の角度に深くさし込む。続いて腹部筋肉を活発に動かし産卵する。そのような動作を2～11回繰返して1産卵孔の卵（後述）を産下した後，産卵管を中肋から抜き，半歩または1歩前進して次の産卵に移る。1産卵孔当りの産卵時間は個体により，植物の産卵部位により異なるが，元気な個体は2～3分，羽化後日数が大分経過した個体は4～5分，長いもので7分もかかる。また，サトウキビの中肋が太く，軟かい部分に産卵する場合は短時間で終了するが，チガヤや細い中肋の部分では長時間を要する。また，1産卵孔内の卵数によっても差があり，多い場合は時間も長くなる。1産卵孔当りの卵数は平均6個（2～11個）であった。1雌で137の産卵孔に産卵する個体も観察されており，雌1頭の産卵数は14頭の平均で376卵（113～892卵）であった。午前中に交尾した個体はその日の午後から産卵を開始し，羽化3日目までにはほとんど産卵を終える。台湾に産する近縁種の*Mogannia hebes* Walkerは，交尾後1時間もすると産卵を開始し，1雌当り56～640卵，平均240卵を産下する（Chen and Hung, 1966）のに比べ，本種は産卵数が若干多い。

5－3. 卵及び幼虫期の経過日数と習性

圃場において産卵を確認し，卵を植物体ごと採集し，ろ紙で湿めらせたシャーレに入れ，25℃と30℃の定温器で飼育したところ卵期の発育日数はTable 40に示すとおりであった。

Table 40. Duration of egg period of *Mogannia minuta* (days)

Temp.	No. of egg examined	Duration		
		shortest	longest	mean
25 ℃	300	36	44	42
30 ℃	300	28	35	32

25℃では36～44日，平均42日，30℃では28～35日，平均32日であった。

1970年6月知念村において，サツマイモ収穫後に植付けた春植サトウキビ圃場10㎡で，本虫の産卵孔2,000個を確認しておき（余分は除去），1971年5月，6月と，1972年4月，5月に7日から21日おきに羽化脱皮殻について調査した。1971年の調査時には新たに産下された卵は全て除去した。その結果1971年6月に3頭の羽化を確認し，1972年には104頭の羽化を確認した。また同圃場の3カ所において1㎡ずつ40㎝の深さまで土壌を掘り起こし幼虫の生息数を調査した。その結果採集された4令幼虫は1㎡平均1.7頭であった。このことから本虫の幼虫期間は約2年であることがわかった。1年目に羽化した3頭については鉢植えのサトウキビで飼育した個体にも1年で羽化したものが確認されたことから環境などの影響によっては1年で幼虫期間を終了するものもあることが考えられる。また，1972年5月に掘り取った個体は4令であったし，少なくとも5令期は後述のとおり3～4カ月では終了し得ないことから推察すると，一部の幼虫は3年で羽化するものと考えられる。

幼虫の各令期間を調査するため，18㎝径植木鉢に1芽苗サトウキビを2本ずつ植付け，茎丈20㎝以上伸長した時期にふ化幼虫50頭ずつを移し，33日，63日，160日，290日，630日前後に3日または5日おきに4鉢ずつ掘り起し，幼虫を採集した。これをアルコール浸漬にしておき，各令の頭数を調べ，その割合から各令の終了時期を推定した。すなわち，3分の2以上の幼虫が次の令期に達した時期を算出した（Table 41）。

Table 41. Estimated nymphal duration of *Mogannia minuta* reared on sugar cane planted in pots

Days after hatching	Individual no. of larvae					No. of adults	Mean stage**
	1st	2nd	3rd	4th	5th*		
27	41	6	0				1.11
30	26	18	0				1.41
33	3	42	0				1.93
36	2	45	0				1.96
60	0	22	22	0			2.50
63	0	17	23	0			2.56
66	0	3	36	0			2.93
69	0	2	37	0			2.95
155		0	13	20	0		3.61
160		2	11	23	0		3.58
165		0	13	25	0		3.65
170		1	2	34	0		3.89
285		0	3	12	18	0	4.45
290		0	2	17	11	0	4.36
295		0	0	16	24	0	4.60
300		0	1	13	25	0	4.61
625			0	2	20	3	5.04
630			0	1	21	5	5.16
635			0	1	19	7	5.42
640			0	0	16	19	5.54

*Instar, **Mean stage $=\sum_{X=1}^{6}(X \cdot Nx)/Nx$, where X is the stage number and Nx is the individual number of X stage.

その結果，一般的には1令終了日はふ化後33～36日，2令は63～66日，3令は165～170日，4令は300～305日で次の令に達し，5令は640日以後に成虫になることがわかった。また本調査の結果から個体により幼虫期間の差が大きいことがわかった。すなわち，1令はふ化後36日までみられ，2令は27日から170日まで，3令は60日から300日まで，4令は155日から635日まで，5令は285日から640日以後までみられた。

また，この鉢植え調査によると幼虫期間は645日位と推定される。前述の圃場における調査結果から推定すると卵及び幼虫期間は725日であるのに比べ，鉢植え飼育での卵～幼虫期間は40日も短かい。これは地温の影響かも知れない。この調査によりより多くの個体が1年で4令を終え，5令期間は1年近くも要することが判明した。

台湾産の*M. hebes* は Chen and Hung（1966）によると幼虫期間は約2年であって本種によく似ている。

産卵孔内でふ化した幼虫はサトウキビ葉面に脱出し，土壌面を目ざして降下するが，風による葉の動揺で振り落されることも多い。土壌面に達した幼虫は地表の割れ目を捜し求め，そこから土中へ侵入する。その後サトウキビの根から吸汁し生長する。

土壌中における幼虫の生息範囲は16～30cmの深さに多く，土壌表面から15cmまでの範囲には生息個体数は少ない。しかし，侵入間もない1,2令幼虫は5～15cmの深さにも多い。土壌が乾燥していると深く下降する。3，4，5令幼虫は地表面からの深さ16～45cmの範囲に生息し，特に16～30cmに多い。5令幼虫は羽化間近かになると地表面近くへ移動する（東・山内，1971）。

5－4. 成虫の発生時期

成虫は石垣島では3月から出現し始め，4月上・中旬にピークに達する。沖縄島においては石垣島の発生より遅れて3月下旬から出現し始め，5月上旬に最大となる（Fig. 9）。

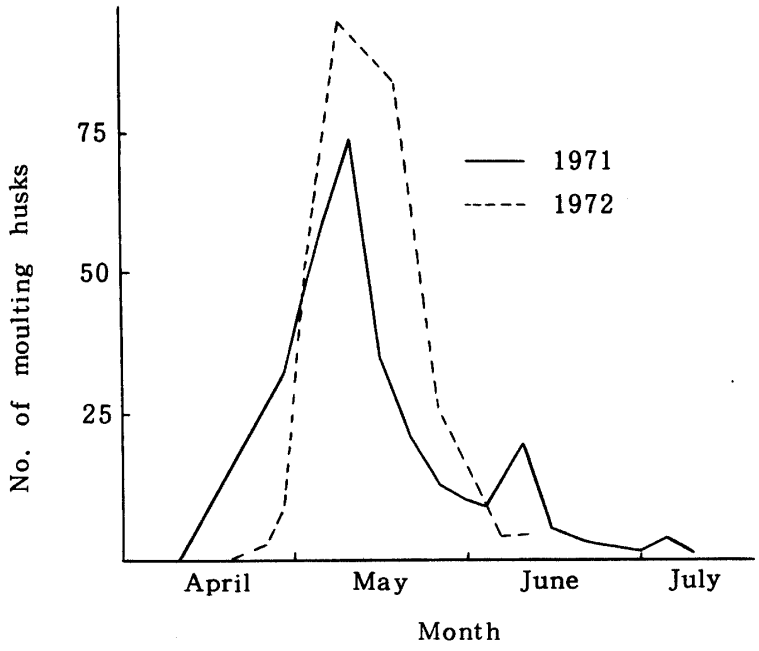


Fig. 9. Seasonal occurrence of *Mogannia minuta* on Okinawa Island, shown by number of moulting husks per 3 m²

この時期になると腐食物にハエがたかっているかのようにサトウキビ，ススキ，その他の植物葉上で多数の個体がみられ，鳴声がやかましく話し声も聞えなくなるほどである。

5－5. 生 存 率

Ito and Nagamine（1974 a, b）によれば,卵の3.5％はアリの攻撃及び機械的損傷によって死亡する；ふ化幼虫の95％以上が2令に達するまでに死亡すると考えられ，その主要因はアリやクモの捕食によるものである；産卵個所に網をかけているクモがあり，その部分の産卵孔からふ化する幼虫はクモに捕食されるものと考えられ，全産卵孔数の7.9％に達した；網室内のサトウキビ栽培中のポットに自然にすみついたアリを用いてのふ化幼虫の捕食試験の結果，地表から地中に潜るまでの1時間に平均27.4％がアリにより捕食され，その他ハサミムシ，クモ，ワラジムシによる捕食が0.2％認められた；2令から地上脱出までの幼虫の死亡要因としてはセミタケ，菌によるもの及びアリによる捕食が観察され，セミタケの発生地では10％の寄生率があり，3令以上の幼虫に多く寄生していた；羽化のため地上に出現した幼虫に対してもアリによる捕食がみられ，羽化に失敗する個体の半数以上にアリが関与していた；成虫の死亡はスズメ，セッカ，リュウキュウヒヨドリ，イソヒヨドリの鳥類とアオカナヘビ，ヤモリ，クモ類の捕食によるものである；本種は1㎡当り55,000個以上が産卵され，成虫まで生存するのは300頭内外（0.55％）である，といわれている。

著者が春植サトウキビ圃場において幼虫期間を調査した際には2,000個の産卵孔を用い，第1年目に3頭，第2年目に104頭の羽化殻と17頭（3㎡で5頭，10㎡で17頭と推定）の4令幼虫を得ているが，1産卵孔に平均6卵が産下されていたとみると，12,000卵から107頭の成虫（脱皮殻）と17頭の4令幼虫を得たことになる。すなわち0.89％の成虫を得たことになりIto and Nagamine（1974 b）の成績に比べ高い比率となる。著者の場合は春植サトウキビ圃場での成績であり，そこは何回か耕起され，3月下旬にサトウキビが植付けられ，本虫の卵がふ化する6月頃までは雑草が少なく，昆虫相も単純であったため，ふ化幼虫は天敵に捕食されるのが少なく，羽化成虫が多くなったものと考えられる。いずれにしても羽化し得る成虫の割合は産卵数の1％以下である。

6. サトウキビ圃場における個体密度増加の原因

本虫が重要害虫として取扱われるようになったのは，サトウキビ圃場において大発生したためである。そこで本項では本種がススキ原からサトウキビ圃場へ移動し生息するようになった原因，及びサトウキビ圃場において個体数が急激に増加した原因を考察する。

6－1. ススキ及びサトウキビで飼育した場合の幼虫の経過日数

1971年6月に18㎝径植木鉢に1芽苗サトウキビを2本ずつ植付けた10個の鉢及びススキを植付けた10個の鉢にふ化幼虫を100頭ずつ移し，600日目の1973年3月に鉢を掘り起こして幼虫を採集し，その令別個体数を調査した。その結果はTable 42のとおりであった。

Table 42. Individual number of nymphs of *Mogannia minuta* reared on sugar cane and *Miscanthus sinensis* on the 600th day after hatching

Plant	Instar			Total
	3rd	4th	5th	
Sugar cane	7	19	92	118
Miscanthus	24	47	32	103

サトウキビの鉢からは5令幼虫が92頭（78%），4令が19頭（16%），3令が7頭（6%）得られた。ススキで飼育したものからは5令幼虫は32頭（31%）が得られ，69%は3令と4令幼虫であった。この3，4令幼虫は前述のとおり2年では羽化し得ないものである。また，サトウキビで飼育したものは1年で羽化した個体も知られており，サトウキビでは主として2年で羽化するが，ススキでは3年で羽化する個体が主であると考えられる。すなわち，サトウキビ圃場の個体では生育速度が速いと判断される。それは両植物における栄養成分の違いや，根の太さ，水分含量などによるものと考えられる。

6－2. 更新作業が個体密度に及ぼす影響

1972年5月から6月にかけて，知念村において株出圃場とその一部を更新した春植サトウキビの3圃場で，1週間または2週間おきに3回，羽化殻を採集したところTable 43に示す結果を得た。

Table 43. Number of moulting husks of *Mogannia minuta* in the fields of renewal spring crop and ratoon crop, shown by total number of moulting husks gathered three time at one or two week intervals from May to June, 1972

Field	Plot	Spring crop		Ratoon crop	
		per 15 m²	per 1 m²	per 5 m²	per 1 m²
A	1	43	2.8	153	30.6
	2	59	3.9	222	44.4
	3	53	3.5	279	55.6
	4	41	2.7	286	57.2
	5	49	3.3	353	70.6
B	1	49	3.3	832	166.4
	2	78	5.2	581	116.2
	3	62	4.1	664	132.8
	4	119	7.9	927	185.4
	5	59	3.9	619	123.8
C	1	69	4.6	392	78.4
	2	52	3.5	457	91.4
	3	28	1.9	374	74.8
	4	26	1.7	381	76.2
	5	34	2.3	623	124.6
Total & mean		821	3.6	7,142	95.2

株出圃場において得られた羽化殻の数は平均1m²当り95.2個であったが，更新春植では平均3.6個しか得られなかった。すなわち，更新作業によって95%以上の幼虫が死滅したと考えられる。1975年5月，6月の調査でもほぼ同様の成績が得られており，更新作業により本虫の個体密度がかなり減少することは確かである。

NCo 310が栽培されるようになってTable 6で示したように株出栽培の面積が拡大したことは本虫の発生にとって極めてよい条件になったといえる。すなわち本虫の幼虫期間は2年または3年であり，もし株出栽培がないか，または2年以内で更新された場合，本虫はサトウキビ圃場で生育を終了し得ず

ほとんどの個体が死滅するものと考えられる。しかし，厳密には成虫の発生時期とサトウキビの植付，収穫時期のずれを考慮に入れると，3年以上更新を行わないサトウキビ圃場が本虫の生息可能なところであるといえる。NCo 310が栽培されるようになって株出回数の平均は3回であり，新植から更新までの期間は4年であるが，NCo時代以前は3年以内であった。本虫がサトウキビ圃場で生育可能になったのはこの株出回数の増加が大きな原因だと考えられる。

6－3. 各作型における産卵孔数

成虫の発生ピークが過ぎ，卵のふ化が始まる6月中旬（1971～1972年）に知念村の各作型サトウキビ圃場において，3㎡当りの産卵孔群（連続している産卵孔の群）及び産卵孔数を調査した。その結果はTable 44のとおりであった。

Table 44. Number of egg-pockets of *Mogannia minuta* on the spring, summer and ratoon sugar cane per 3㎡

Crop	Field	No. of egg-pocket groups	No. of egg-pockets per 3㎡	No. of egg-pockets mean*
Spring	A	22	520	94
	B	14	197	
	C	7	128	
Summer	A	42	1,202	477
	B	67	1,923	
	C	40	1,168	
Ratoon	A	61	2,086	597
	B	52	1,918	
	C	55	1,367	

* Per 1㎡

春植サトウキビでは1㎡当り94卵孔，夏植では477卵孔，株出では597卵孔であった。株出において最も多く，次いで夏植で，春植では極端に少ない。また，1産卵孔群当りの産卵孔数も株出で多く，春植で少ない。それは春植，夏植では他の圃場で生育し，羽化して飛来した雌により産卵されるが，株出ではその圃場で羽化した雌による産卵が主であること，またこの時期のサトウキビは草丈，葉数からみると夏植がもっとも繁茂しており，次いで株出で，春植はまだ稚茎である。そのためセミの寄主発見，静止，産卵行動などに差を生じるためであると考えられる。すなわち，産卵個体数は株出において多く，産卵条件は夏植においてよいためであると考えられる。

産卵の場合，葉幅の狭いサトウキビ（主として稚茎）では静止の際に安定性がないこと，産卵行動も不安定となるため1回の産卵孔数が少なくなることが観察されており，春植において1産卵孔群当りの産卵孔数が少ないのはそのためであると推察される。

この作型による産卵孔数の違い，すなわち，株出において多いということもNCo時代に本種の発生密度が高まった重要な原因の一つであると考えられる。

6－4. ススキ原とサトウキビ圃場における産卵数の比較

1972年5月，知念村のサトウキビ圃場及びススキ原（サトウキビ圃場より約400m離れた）で，羽化直後の成虫を採集して殺虫管で殺し，生理食塩水に浸漬しながら顕微鏡下で解剖して蔵卵数を調査し

た。また，同一場所で自然死亡後間もない個体を採集して上と同様に解剖し，卵巣内卵数を調査したところTable 45に示す結果を得た。

Table 45. Number of eggs in the ovaries per 40 adults *Mogannia minuta* just after hatching and just natural death collected from the sugar cane and *Miscanthus sinensis* fields

Field	Adult just after hatching		Adult just after natural death	
	toatl	mean	toatl	mean
Sugar cane	21,653	541	5,036	125
Miscanthus sinensis	20,261	504	8,168	204

サトウキビ圃場における羽化直後の成虫の蔵卵数は平均で541卵であったのに比べ，ススキ原の個体は504卵であった。また，死亡個体の卵巣内残存卵数はサトウキビ圃場の個体が125卵，ススキ原の個体は204卵であった。サトウキビ圃場の個体が蔵卵数において僅かに多く，死亡後の卵巣内残存卵数がかなり少ないということは，サトウキビ圃場の個体の産卵数がススキ原のものよりも多いことを意味するものである。

この理由については十分調査されていないが，成虫の頭幅の大きい個体は蔵卵数が多い傾向にあったことから，サトウキビ圃場における個体は栄養的に恵まれて虫体がやや大型となり，蔵卵数が増加し，さらに卵の成熟も良好に進んで産卵数が増加するものと考えられる。

このサトウキビ圃場における個体の産卵数増加の傾向も本虫の生息密度の増加をもたらした原因の一つと考えられる。

6－5 天敵の種類と農薬散布による生息密度の変化

(1) 天敵の種類

イワサキクサゼミの天敵についてはほとんど報告されていない。記録されたものも単にアリ，クモなどと記されているにすぎない。台湾においてはCheng（1964），Wang and Leu（1974）らが*M. hebes* の天敵について記録している。

著者が1969年以来観察してきた結果をあげると次のとおりである。

Iraria sinclarri（Berk） ツクツクボウシタケ
Melarrhiza anisopliae Sorakin 黒きょう病菌
Orthetrum sabina sabina Drury ハラボソトンボ
Crocothemis servilia Drury ショウジョウトンボ
Proreus simulans Stal スジハサミムシ
Hierolula patellifera Servile ハラビロカマキリ
Diacamma rugosum Le Guillou トゲオオハリアリ
Ectomomyrmex sp. アリの一種
Tecnomyrmex albipes（F. Smith） アシジロヒラフシアリ
Iridomyrmex glaber（Mayr） ルリアリ
Tapinoma melanocephalum（Fabricius） アワテキイロコヌカアリ
Anoplopis longipes（Jerdon） アメイロハヤアリ

Paratrechina bourbonica Fabricius タイワンアメイロアリ
Pheidole pieli Santschi オオズアカアリの一種
Monomorium nipponense Wheeler ヒメアリ
Monomorium sp. ヒメアリの一種
Tetramorium guinense (Fabricius) オオシワアリ
Tetramorium similimum F. Smith
Triglyphothrix striadens Emeryi
Pristomyrmex pungens Mayr アミメアリ
Chiracanthium japonicum Boesenberg et Strand カバキコマチグモ
Chiracanthium sp. コマチグモの一種
Paradosa loura Karsch ハリゲコモリグモ
Nephila maculata (Fabricius) オオジョログモ
Takydomus smaraginus Boulenger アオカナヘビ

ツクツクボウシタケは日本各地，中国，台湾，セイロン，マダカスカル，ジャバ，メキシコに分布し，沖縄ではイワサキクサゼミに0～4％も寄生する。

黒きょう病菌は世界各地に広く分布し，台湾においては*M. hebes* の重要な天敵であるとされている（Leu and Wang, 1970, 1974）。沖縄においても時折寄生率の高い圃場が観察されるが，15％以上の寄生は稀である。

トンボ類とカマキリはイワサキクサゼミの成虫を捕食するが，観察例は多くない。スジハサミムシは卵やふ化幼虫を捕食するが，捕食数は多くない。アリ類のうちオオシワアリ，アシジロヒラフシアリ，タイワンアメイロアリはサトウキビの葉鞘内側などに巣を作り，個体数も割合多く，各令幼虫，特に1令幼虫を多数捕食する。アワテキイロコヌカアリ，アミメアリ，ヒメアリ *Monomorium* sp., *Trigyphothrix striadens*, *Pheidole pieli* は場所により集団で幼虫を捕食する。アメイロハヤアリ，*Ectomomyrmex* sp., ルリアリ，*Tetramorium similimum* は以上の種類に比べ個体数が少なく，捕食活動も活発でない。トゲオオハリアリは地中に巣を作り，単独行動でセミのふ化幼虫を1頭ずつ巣の中へ運び入れるが，捕食数は多くない。

クモ類のうちオオジョロウグモはネットでセミの成虫を捕える。他の3種のクモ類はアリ類に次いで多数の1令幼虫を捕食する。

アオカナヘビは日当りのよい植物葉上を歩行する性質があり，セミの成虫や各種昆虫を捕食する。

(2) 農薬散布がアリの生息密度に及ぼす影響

Table 46. Individual number of ants per 10 quadrates (25 × 25 cm) in the sugar cane fields before and after pesticide* application

Field	Before application (b)	After application (a)	Ratio (b/a) (%)
A	491	90	19
B	202	67	33
C	404	102	23
Total	1,133	259	23

*MEP・BPMC dust 5 kg per 10a

知念村の株出サトウキビ圃場において，5月中旬にスミバッサを散布した（5kg／10a）。その散布前と散布後7日目に25㎡の10カ所におけるアリ類の個体数を3圃場で調査した結果はTable 46に示すとおりであった。

農薬散布によりアリ類の個体数は19～33％に減少し，多くのアリ類が農薬によって死滅したことを示している。沖縄では害虫防除のため4月下旬から5月中旬にかけて多くの圃場で殺虫剤が散布される。それによって天敵のアリ類が減少し，6月のイワサキクサゼミのふ化時には多くのふ化幼虫が天敵の攻撃から逃れ，土中に潜入することに成功するものと考えられる。このことも近年イワサキクサゼミが異常発生した一因であろうと考えられる。

(3) 農薬散布がクモ類の生息密度に及ぼす影響

アリ類の調査を行った同一圃場において1㎡の6カ所における徘徊性クモ類の個体数を調査した。その結果はTable 47のとおりであった。

Table 47. Individual number of spiders per 6 quadrates（1 × 1 m） in the sugar cane fields before and after pesticide* application

Field	Before application (a)	After application (b)	Ratio (b／a) (%)
A	44	11	26
B	31	17	55
C	46	14	30
Mean	40	14	35

* MEP・BPMC dust 5 kg per 10a

どの圃場も農薬散布前にはクモ類の個体数が多かった。全体の平均でみると散布前には40頭のクモ類が生息していたのに比べ，散布後はその35％の14頭しか採集されていない。クモのうち個体数の最も多かった種類はハリゲコモリグモであった。これは徘徊性のクモであるにもかかわらず，農薬散布後において散布前の半数以下の個体数になったことは，セミの被捕食数もかなり減少する結果をもたらすと考えられる。サトウキビ圃場においてイワサキクサゼミの生息密度を高めた一因であると考えられる。

7. 考　察

セミ科のサトウキビ害虫で，マダガスカルの*Yanga guttulata* Sign. は1961年から発生が多くなり（Boulard, 1965；Breniera and Syfrig, 1965；Dubois, 1966），クインスランドでは*Melampsalta puer* Walker は1961年から，*Parnkalla muelleri* Distant は1964年から発生が多くなった（Wilson, 1967, 1969）。台湾の*Mogannia hebes* は1962年から発生が多くなっている（Chen and Hung, 1966, 1969b；Pan, Yang and Shi, 1966）。沖縄におけるイワサキクサゼミも1963年から発生が多くなり，1970年に重要害虫として取扱われるに至った。

これらセミ類が1960年代の前半にそろって発生が多くなったことは極めて珍しい現象であるといえる。Chen and Hung（1966）及びDubois（1966）はこれらセミ類の発生と株出栽培とが深い関係にあることを指摘した。沖縄においても株出栽培が何らかの形で個体数増加に関係しているものと考えられる。

ところで，沖縄のサトウキビ栽培面積に占める株出栽培の割合について，1930年代及び1953～

1974年の実績をみると（Tables 5, 6），1961年以前の株出栽培面積はサトウキビ栽培面積の約33％であった。これは株出回数の平均が1回であったことを示すものであり，新植から更新までの期間が春植で24カ月，夏植で約30カ月であったことを意味する。それに比べ1962年以後は株出栽培が急速に増加し，サトウキビ栽培面積の75％をも占めるようになった。このことは株出回数が平均3回であることを示すものであり，新植から更新までの期間が平均4年であることを意味する。

以上の作型割合の変化はサトウキビ栽培品種の変遷によって大きく影響されている。Fig. 1で示したとおり1931年までは読谷山種が，1932～1960年はPOJ 2725が，それ以後はNCo 310が栽培面積の65％以上を占めていた。NCo 310が栽培されるようになって株出栽培が増加した。NCo 310は従来栽培されていた読谷山やPOJ 2725などの品種に比べ株出栽培に対する適応性が極めて高いとされており（稲福，1957），その適応性が沖縄における作型の割合を変化させた大きな原因である。

ところで本虫の卵期間はTable 40で示したとおり28～44日である。幼虫期間はTables 41及び42で示したとおり2～3年である。また，ススキで飼育した場合には3年で羽化する個体が多く，サトウキビで飼育すると2年で羽化する個体が多い。このことは幼虫期間が個体による差が大きく，さらに食物によっても差を生ずることを示すものである。

Betbeder-Matibet（1972）はマダガスカルの*Yanga guttulata*を飼育し，各令期間の個体差が大きいこと，水のみで生存できる期間が極めて長く，1令は1～37日，2令は1～112日，3令は3～77日，4令は2～142日，5令は3～252日であったと報告した。

イワサキクサゼミがサトウキビ圃場に生息するようになったのは，株出栽培の増加によりサトウキビ圃場が耕起されずにセミの1世代期間以上も安定した状態で続いたことによるものであると考えられる。すなわち，サトウキビ収穫後，耕起して再び植付けた場合，いわゆる更新を行うとTable 43に示したとおりイワサキクサゼミの個体数は約95％も減少する。これは株出栽培を行わないか，あるいはセミの1世代期間以内に更新を行った場合，本虫はサトウキビ圃場で1世代を終了し得ず，ほとんどの個体が死滅することを示すものである。

厳密にはセミの産卵期は4～5月であり，サトウキビ収穫期間は1～4月である。3～4月には更新作業が行われる。すなわち，イワサキクサゼミが羽化する以前に更新されるのである。このことを考慮に入れると，3年以上更新を行わないサトウキビ圃場は本虫の生息可能なところであるといえる。

しかるに，1960年以前のサトウキビ圃場は普通2年で更新されていた。このためイワサキクサゼミの生息は極めて困難であったと考えられる。1961年以後は株出栽培が増加し，更新までの期間が平均4年もあって圃場が安定したため，セミの生息が可能になったと判断される。

以上のようにして一度サトウキビ圃場で生息するようになったセミは，1世代期間が短縮したこと（Table 42），産卵数が増加すると推定されること（Table 45），株出サトウキビにおいて産卵数が多いこと（Table 44），農薬散布によって天敵が減少し，セミの生存率が高くなったこと（Tables 46, 40）などによってサトウキビ圃場における個体数を急激に増加させたものと判断される。

Dubois（1966）はマダガスカルにおける*Yanga guttulata*の増加の原因は一つには農薬散布によるアリ類の死滅によるとし，株出回数とセミの発生密度が深い相関関係にあることをも認めた。イワサキクサゼミの発生密度の増加もこれに似ている。すなわち，品種の変遷や栽培方法の変化によってイワサキクサゼミが重要害虫の座を占めるようになったといえる。

第2節 *Aulacaspis takarai* Takagi タカラマルカイガラムシ

1. 概説

世界各地のサトウキビに寄生するカイガラムシ類は約60種知られている。そのうち"Scale insect"と呼ばれているものが35種である。中でも *Melanaspis glomerata*（Green），*Aulacaspis tegalensis*（Zehntner）及び *A. madiunensis*（Zehntner）は最も重要視されているものであるが，それらの種は少なくとも50年前までは重要でなかったという（Rao and Sankaran，1969）。沖縄においても1961年11月，突然に宮古島のサトウキビ圃場約600aにタカラマルカイガラムシの発生が確認された。当時は局部的な発生であったが，1965年には異常発生するまでになり，これによる被害は莫大なものとなって重要害虫の一つに数えられるようになった。

本節ではタカラマルカイガラムシの生活史を明らかにするとともに，サトウキビ圃場で発生が多くなった原因を考察する。

2. 形態

成虫：雌の介殻は円形で灰白色を呈し，背面僅かに隆起し，殻点はかすかに黄褐色を帯び一端に偏る。直径1.5～2.3㎜。雄の介殻は細長く0.7～1.0㎜。背部の縦稜は割合に顕著，雌の体は強健で体長1.1～1.3㎜。初め淡黄色で，成長するにつれ淡紫色を帯びる。頭胸部は硬皮部を現わし，頭胸瘤状突起は極めて低いか，またはこれを欠く。腹節は自由で特に第2腹節は葉状に広がる。中央扁長板は分岐せず鋸歯状を呈しない。側部扁長板は3対あって最外部のものは広く顕著である。背面亜中央分泌孔は腹部基部2節に散布し，背面分泌孔は第3～6腹節の中央部寄りと亜縁部にある。第2及び第3腹節の後縁には多数の腺刺が，第4腹節には6～10本の腺刺がある。中央扁長板の間及び第2扁長板と第3扁長板の間にはそれぞれ1対の腺刺がある。触角には1本の刺毛を有する。口器は比較的に長い。

卵：楕円形で短径0.09㎜内外，長径0.27㎜内外。淡紫色を呈し，後半は特に淡い。ふ化前には複眼が卵殻を通して赤紫褐色に見える。

幼虫：1令幼虫は淡紫黄色，楕円形で体長0.35㎜内外，体幅0.19㎜内外，背部は僅かに隆起し，体節は明瞭，顕著な2本の尾毛を有し，長さは体長にほぼ等しい。眼は黒紫褐色，触角は体色より淡く，比較的に長く，6節からなり，数本の長毛を有する。脚も体より淡色で前，中，後脚ともほぼ同型。口器は前脚間にあって糸状で長い。

2令幼虫は体長0.7㎜内外，体幅0.5㎜内外で触角，脚は短く尾毛を失う。

3. 分布及び寄主植物

本種は沖縄特産の昆虫で沖縄島，宮古島，伊良部島，多良間島，石垣島に産し，発生は宮古島，伊良部島，多良間島において最も多い。*Aulacaspis* 属でサトウキビを加害する重要種として *A. madiunensis* と *A. tegalensis* が知られているが，前者はジャバ，フィリピン，マラヤ，モウリシヤス，レ・ユニオン，タンガニカ，ケニヤに分布し（Anon，1965），後者はオーストラリア，ジャバ，マラヤ，インド，セイロン，台湾，中国に分布する（Green，1937；Takahashi，1940；Scott，1952）。タカラマルカイガラムシの分布は最も北部寄りである。

寄主植物について東（1969），東ら（1971）が報告しているが，その後に確認された種類も加えまとめると次のとおりである。

Bambusa multiplex ホウライチク
Phragmites karka セイコノヨシ
Arundo donax ダンチク

Eleusine indica オイジワ
Sporobolus fertilis リュウキュウネズミノオ
Panicum repens ハイキビ
Paspalum errillei タチスズメノヒエ
Digitaria henryi ヘンリーメイシバ
D. violascens アキメイシバ
D. adscendens メイシバ
Imperata cylindrica major チガヤ
Miscanthus sinensis ススキ
Saccharum officinarum サトウキビ
S. spontaneum ナンゴクワセオバナ
S. arundinaceum ヨシススキ
Ischaemum aristatum タイワンカモノハシ

以上イネ科の16種であるが，それらのうちサトウキビ，ダンチク，ススキの3種への寄生が最も多い。*A. tegalensis* はサトウキビのみに寄生し（Williams, 1970），*A. madiunensis* は多くのイネ科植物に寄生するという（Rao and Sankaran, 1969）。タカラマルカイガラムシは形態的には後者に似ているが（Takagi, 1965），食性上も似ているといえる。

4．生活史と習性の概要

4－1．経過日数と年間世代数

卵期間について東ら（1971）は4～5月，9～10月の室温並びに25°C定温室における飼育で7～13日と最も短く，6～7月には12～15，平均13日，1～3月には13～19日であったと報告した。著者は20°C，25°C，30°Cの定温器で飼育を行い，Table 48に示すとおりの結果を得た。

Table 48. Duration of egg stage of *Aulacaspis takarai*

Temp.	No. of egg examined	Shortest	Longest	Mean
20°C	60	13	19	15
25°C	60	7	11	9
30°C	60	13	16	14

25°Cにおいて9日であったのに比べ，20°C，30°Cでは卵期が長い。20°Cにおいて長くなることについてはVant－Hoffの式や積算温度の法則からも理解される。しかし30°Cの場合には高温による生理的な障害が発生し，それらの法則に合致しなくなったものと考えられる。20°Cと25°Cにおける経過日数から発育零点及び有効積算温度を算出すると，それぞれ12.5°Cと112.5日度となり，沖縄の冬季の温度でも十分発育し得ることがわかる。事実，東（1967）は圃場において1月下旬にも大量のふ化を報告した。

幼虫期について東ら（1971）は25°Cの定温下及び室内飼育で4～5月及び9～10月には発育日数が最も短く15～23日で，平均21日，6～7月には17～26日，平均23日，1～3月には34～46日で平均41日であったと報告した。同じく産卵前期間について25°C及び4～10月には7～16日で平均12

日，1～3月には12～34日で平均25日であったと報告した。

著者はWilliams（1970）が *A. tegalensis* を飼育した方法に従って，3節苗サトウキビを用い20°Cと25°Cで飼育したところ，雌の生育日数はTable 49のとおりであった。

Table 49. Developmental stages of *Aulacaspis takarai*

Temp.	No. of examined	1st instar	2nd instar	Pre-oviposi-ting period	Tatal
20°C	56	17－23	17－22	13－33	47－72 (65)*
25°C	55	9－11	9－22	9－12	27－34 (32)*

*Mean

20℃におけるふ化から産卵までの期間は47～72日，平均65日，25°Cにおいては27～34日で平均32日であった。これより発育零点を求めると15.1°Cで，卵の場合に比べて高い。卵期が季節によりあまり差がないのに比べ，ふ化から産卵までの期間に差があるのは，その発育零点が高いためであると考えられる。

以上の調査成績から本虫の1世代経過日数は20°Cで約80日，25°Cで41日，30°Cでは45～50日(推定）であると考えられる。

年間世代数について東ら（1971）は植木鉢に植えたサトウキビで飼育し，ふ化した幼虫を次々と新しい鉢植のサトウキビに移す，という方法を用いて2年間継続して飼育したところ，1年間で7世代繰返すことができた。しかし供試虫には各世代の早いグループを用いたこと，成虫は10日以上も産卵期があり，卵，幼虫，産卵前の各期間にも個体差があることなどから普通野外では年間で6～7世代であろうと報告した。

本虫の発育零点，有効積算温度及び沖縄における有効温度から求めた世代数は6.5～8回となる。最高の8回は卵の発育零点を基礎に算出したものであるから実際にはそれより少ないものと考えられる。従って沖縄においては東らが報告したとおり，年間6～7回の世代を繰返すものと考えられる。

4－2．産卵期間と産卵数

東ら（1971）は25°C温度下と普通飼育室内で年間を通じて飼育し，産卵日数は6～17日で，8月にはその日数がやや短く，また1雌当りの産卵数は8月を除き，167～224個（平均195個）であった。8月には平均47個であったが，それには産卵日数の短いことも影響しているが，むしろ高温の障害によるものであろうと報告した。年間発生消長の項でもふれるとおり，今日までの著者の調査では夏季に本虫の個体数は減少するが，これは産卵数の少ないことが大きな原因であると考えられる。

Williams（1970），Fewkers（1971）によると，*A. tegalensis* の産卵期間は夏季には平均53日，冬季には約14週間で，その間に700～800卵を産下するという。タカラマルカイガラムシでは産卵日数は短く，産卵数は少ないようである。

4－3．習　性

幼虫，成虫ともに寄主植物の葉，茎に寄生するが，主として葉鞘部及びそれに包まれた茎の部分に寄生する。葉鞘では57群毛茸によって1令幼虫の定着が容易となり，葉鞘に包まれていない茎では風雨

により吹き落されるか，あるいは洗い流されるものが多く，定着が容易でない。

ふ化した幼虫は母虫の殻下から脱出し，しばらくの間歩行を続け，葉鞘内側に定着する。そこで多数の幼虫が群がってコロニーを作る。次世代の1令幼虫はその場で定着するものもあるが，多くは上部の葉鞘内側に移動して定着する。なお，定着する節は葉鞘と茎との間に十分な間隙（1.5㎜以上）をもつようになった部分が主で，葉鞘間隙の極めて小さい心葉の部分では定着が少ない。第3展開葉から下の部分は侵入に適しているようである。また，下葉の葉鞘が枯死脱葉すると，1令幼虫の定着には不適当である。そのため上部の節間に若令虫が多い。また葉身では寄生が少ない。このような習性は *A. tegalensis* で報告されている（Williams, 1970）。

4－4．分散方法

分散は1令幼虫自身の歩行によるものと，風や農作業によるものがある。1令幼虫は遠距離の歩行は不可能である。何らかの外的撹乱がない限り同一茎を上方へ歩行し，そこで定着するが，他の茎と接触している場合にはその茎に移動して定着することがある。株から株への分散は，1令幼虫及び卵の風による運搬が主である。サトウキビ葉鞘外面には57群毛茸が発生しており，風によって運ばれてきた1令幼虫及び卵はその毛茸にひっかかり，そこで定着する。発生初期の寄生個体がその部分に発見されることからもうかがわれる。圃場から圃場への分散は主として農作業によって行われる。すなわち，

ア）苗に付着して運ばれる
イ）被害梢頭部及び葉の移動によって
ウ）被害原料茎の運搬移動によって
エ）原料運搬車によって
オ）作業者の衣服に付着して
カ）農機具などに付着して
キ）飼料等に用いる野草（ススキ等）の移動によって

移動分散する。特に被害原料茎の移動及び運搬車による分散はいちじるしく多く，かなりの遠距離に達している。

4－5．年間発生消長

東（1967）は3～4月に第1回目の発生ピークがあり，5～6月の雨期及び7～8月の高温期には発生が少なくなり，9月から第2回目の発生時期に入り，10～11月に最高のピークがあると報告した。東ら（1971）は宮古島の夏植圃場において，毎月1～2回，20茎について各節毎に成虫の発生指数（0－発生なし，1－僅かに発生，2－中程度発生，3－発生やや多い，4－多数発生）を調査した。総発生指数の多少から9月頃から個体数は急激に増加し，12～2月に年間で最高のピークになることが知られた。夏期間は個体数が減少するが，それには5～6月の梅雨の影響によるものと，高温による産卵数の減少が影響していると報告した。

その後宮古島の株出圃場で同様な調査を行ったところFig.10の結果を得た（東ら,1971のデータも加える）。

図に示すように5～8月には個体数少なく，9月から急速な個体数増加がみられ，1～2月まで続く，1969年の9月中旬，11月及び1970年の11月に発生指数が若干低下しているが，それは台風及び剥葉による影響である。本虫の発生ピークである12～2月は収穫前または収穫期で割合に乾燥する時期である。そのため本虫の加害により枯死するサトウキビも少なくない。ブリックスも10度以下に低下することがある。

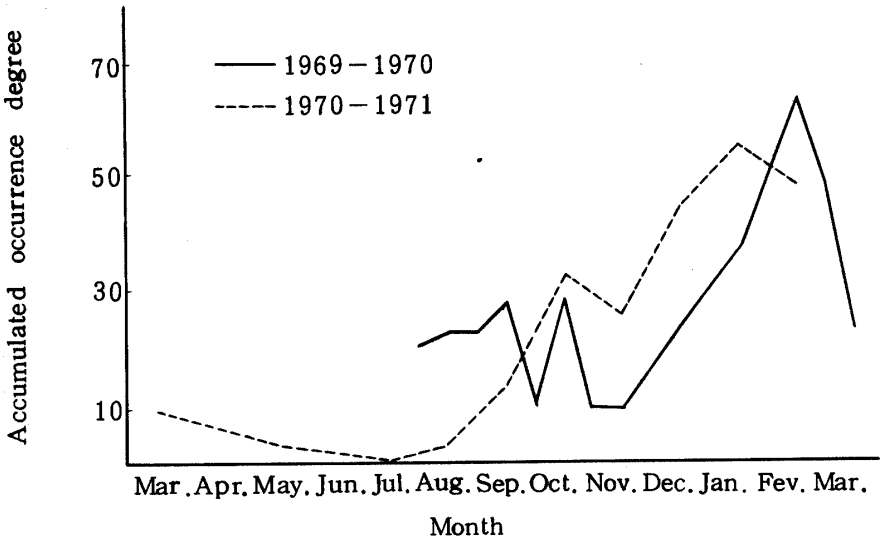


Fig. 10. Seasonal occurrence of *Aulacaspis takarai* on Miyako Island, shown by accumulated occurrence degree per 20 stalks. Occurrence degree : 0, none; 1, minor; 2, moderate; 3, heavy; 4, most heavy infested on each internode of sugar cane

5. 発生の経過と被害の増加

本種はもともとススキとダンチクに寄生する昆虫で，食性を転換してサトウキビに移動してきたものと考えられる。すなわち，沖縄島において1969年まではサトウキビへの寄生は全く確認されていなかった。1968年から1969年にかけてダンチクでふ化した幼虫13,651頭がサトウキビに移し換えて飼育されたが，2令幼虫まで生育したものは僅かに211頭で，成虫まで生育したものは1頭もなかった(東ら,1971年）ことからも，もともとサトウキビの害虫ではなかったと推察される。しかし，1970年にはダンチクが自生する周辺のサトウキビ圃場で僅かに寄生しているのが確認され,1971年以後は沖縄島各地においてサトウキビへの寄生が多くなりつつある。また，宮古島の大野越においては1955年頃に建てられた馬小屋の材料のススキに本種が寄生しているのを確認した（1965年6月)。その当時もサトウキビは宮古島における重要な作物であった。にもかかわらず，本虫の発生が問題として取りあげられなかったのは，サトウキビに発生していなかったか，あるいは発生していたにしても無視できる程度の僅かなものであったと考えられる。また発見された1961年の発生面積は600a余で，局地的な発生であった。しかし，1965年には2,950aの発生面積となり，それ以後も面積は拡がっている(Table 50)。このような被害面積の増加はNCo 310品種の栽培に伴っていることを指摘したい。

Table 50. Acreage of sugar cane fields affected by *Aulacaspis takarai* on Miyako Island* (ha)

Year	Heavily infected	Moderately infected	Slightly infected	Total	Ratio
1961	20	280	336	636	1
1965	80	620	2,250	2,950	4.64
1967	110	4,320	4,890	9,320	14.65
1968	70	5,730	7,990	13,790	21.68

* Data by Okinawa Sugar Mill Co.

6. サトウキビ品種の変遷が発生密度に及ぼす影響

6－1. 幼虫の定着と生存率

本虫のもともとの寄主がダンチクとススキであったろうことはすでに述べた。その従来の寄主からサトウキビに移動する過程を知るため，ダンチクで生育した成虫から得た幼虫，沖縄島産サトウキビに移動して4年経過した個体群から得た幼虫及び宮古島のサトウキビから得た幼虫を，それぞれ鉢植えのサトウキビに100頭ずつ移し，その定着数，2令生存虫数及び成虫まで生存した虫数を3回にわたって調査した。結果は Table 51 のとおりであった。

Table 51. Establishment and survival of the 2nd instar larvae and adults of *Aulacaspis takarai* on sugar cane transplanted from three original hosts

Original host	Test	No. of nymphs examined	No. of nymphs established	No. of survival 2nd instar larvae	No. of survival adults
Arundo donax	A	100	41	21	1
	B	100	17	2	0
	C	100	39	4	0
Sugar cane (Okinawa)	A	100	53	36	13
	B	100	76	44	17
	C	100	61	38	9
Sugar cane (Miyako)	A	100	84	75	47
	B	100	88	69	51
	C	100	79	64	40

ダンチクから鉢植えのサトウキビに移して飼育したものは17－41％の幼虫が定着し，2～21％が2令まで生長し，成虫まで生長した個体は0～1％であった。沖縄島産のサトウキビから鉢植サトウキビに移したものは53～76％の幼虫が定着し，36～44％が2令になり，成虫まで生長したものは1～17％であった。宮古島産のサトウキビから得られた幼虫の場合は79～88％が鉢植サトウキビに定着し，64～75％が2令まで生長し，40～51％が成虫まで生長した。

すなわち，ダンチクで生育していた個体群をサトウキビで飼育する場合，多くの個体が生育の途中で死亡し，成虫まで生長する個体が極めて少ないのに比べ，宮古島において何年間（10年以上)かサトウキビで世代を繰返してきた個体群は定着率が高く，約半数が成虫まで生育する。沖縄島でサトウキビに移動して4年間世代を繰返してきた個体群ではまだ定着率が低い。このことは従来の寄主から他の寄主へと食物を転換する場合，その新寄主における定着率が急激に増加するのではなく，漸次増加して何年かの間に種の存続が可能な生存率に達することを示しているものと考えられる，また，定着率が増加しつつある過程において，何らかの影響でその過程が中断されるということも考えられる。サトウキビの場合，収穫，更新作業，株出回数の多少が本虫の食物転換の過程に大きく影響するものと考えられる。

本虫はサトウキビ圃場周辺のススキやダンチクでは普通に発生しており，サトウキビへの移動はPOJ時代以前にも常に行われていたことが推測される。しかし，POJ時代以前はサトウキビにおける多発生はなく，NCo時代になって起っている。その原因については次項以降において検討する。

6－2．各作型における発生密度

1968年2月，宮古島の細竹，船腰，大野越で収穫中の各作型圃場において，調整後束ねられた20束（1束は約20本）のサトウキビについて，本虫寄生の有無，あるいはその程度（指数0＝寄生なし，1＝1～3束に寄生，2＝4～6束に，3＝7～9束に，4＝10～14束に5＝15束以上に寄生）を調査したところTable 52に示す結果を得た。

Table 52. Infestation degree of *Aulacaspis takarai* per 20 bundles on the spring, summer and ratoon sugar cane on Miyako Island

Crop	No. of fields investigated	No. of infested fields	Infestation * degree (mean)
Spring	15	6	1.1
Summer	25	13	2.0
Ratoon	25	21	2.2

Degree : 1, 1－3 bundles were infested per 20 bundles; 2, 2－6; 3, 7－9; 4, 10－14; 5, over 15 bundles. mean = total infestation degree／no. of infested fields.

また，発生が確認された圃場における各束の寄生程度（指数0＝寄生なし，1＝1～3本に寄生，2＝4～6本に，3＝7～9本に，4＝10～12本に，5＝13本以上に寄生）を調査した（Table 53)。

Table 53. Infestation degree of *Aulacaspis takarai* on the sugar cane bundles of the spring, summer and ratoon crops

Crop	No. of fields investigated	No. of bundles		Degree *	
		investigated	infested	total	mean
Spring	6	120	23	28	1.2
Summer	6	120	57	122	2.1
Ratoon	6	120	100	314	3.1

*Degree : 1, 1－3 stalks were infested per one bundle; 2, 4－6; 3, 7－9; 4, 10－12; 5, over 13 stalks, total degree = sum of each bundle, mean degree = total degree／no. of infested bundles.

Table 52 は春植圃場において発生圃場の率及び発生指数ともに低いことを示しており，株出圃場では発生圃場の率，発生指数ともに高い。夏植圃場では春植より高いが，株出よりは低い。Table 53 はこの内容をさらに細かくみたものであり，株出において各束の発生指数が極めて高くなっている。

これらのことは夏植や株出圃場の増加が本虫の発生密度を増加させる一因であることを示しており，特に株出圃場増加の影響は大きいといえる。

6－3. 更新作業が発生密度に及ぼす影響

1972年2月に宮古島細竹において，株出圃場の一部を更新して春植を行ない（3月植付け），本節第4項の年間発生消長のところで述べた方法で同年10月に発生指数を調査した結果は Table 54 のとおりであった。

Table 54. Infestation degree of *Aulacaspis takarai* in the sugar cane fields of the renewal spring and ratoon crops

Crop	Prot	No. of stalks investigated	Infestation degree *	
			total	mean
Renewal spring	A	20	8	0.4
	B	20	14	0.7
Ratoon	A	20	241	12.0
	B	20	419	25.0

*For the explanation of degree, see Fig. 10.

更新区においては発生指数は8と14であったのに比べ，更新せずそのまま株出を続けた区においては241と419であった。更新作業によって発生密度が4％以下に減少したといえる。すなわち，更新により本虫の発生密度を低く抑えることが可能であるといえる。前述したように本虫のサトウキビへの寄

主転換の過程は割合に長い年月を必要とする。POJ時代以前には新植から更新までの期間は普通2年であった。NCo時代では普通4年である。POJ時代以前のこの2年という期間は本虫がサトウキビに定着するには極めて厳しい条件であったものと考えられる。しかし，NCo時代になってこの条件が緩和され，サトウキビに定着するのに十分な時間が与えられるようになったため，寄主転換がみられるようになったものと考えられる。

6－4．剥業作業が発生密度に及ぼす影響

1971年9月，宮古島細竹においてサトウキビ圃場4カ所を選定し，剥葉区と無剥葉区を設けておき，1972年2月，本虫の発生密度を本節第4項に述べた発生消長調査と同様の方法で調査し，発生指数を求めた。その結果は Table 55 のとおりであった。

Table 55. Effect of the removing dry leaves for infestation of *Aulacaspis takarai* to sugar cane

Treatment	Field	No. of stalks investigated	Infestation degree *	
			total	mean
Removed	A	20	141	7.1
	B	20	80	4.0
	C	20	154	7.7
	D	20	124	6.2
Control	A	20	569	28.5
	B	20	155	7.6
	C	20	327	16.4
	D	20	454	22.7

* For the explanation of degree, see Fig. 10.

剥葉区においては本虫の寄生が少ない。指数からみて剥葉区は無剥葉区の半分から4分の1以下である。B圃場において両区の差が小さいのは発生の少ない圃場であったためであると考えられる。Williams（1970）は *A. tegalensis* において，枯葉が残っていた場合，それに包まれた茎では幼虫が定着，生育し，繁殖することを報告している。剥葉は個体数を減少させる一要因であり，前述のとおり，NCo時代になって剥葉作業が以前に比べ行われなくなったことは，本虫の多発生を助長する一要因になったものと考えられる。

6－5．NCo 310 と NCo 376 における発生密度

発生消長調査の場合と同様な方法で，1972年2月と1974年10月に宮古島細竹のNCo 310及びNCo 376の株出圃場において，40茎に寄生するタカラマルカイガラムシの発生を調査したところ Table 56 に示す結果を得た。

Table 56. Infestation degree of *Aulacaspis takarai* on the varieties NCo 310 and NCo 376, shown by mean of 240 stalks at 6 fields

Year	Variety	No. of stalks infested	No. of internodes infested	Infestation degree *		
				total	per node	per stalk
1972 (Mar.)	NCo 310	91	388	847	2.18	9.3
	NCo 376	127	783	1,656	2.12	13.1
1972 (Oct.)	NCo 310	107	436	933	2.13	8.7
	NCo 376	89	458	972	2.12	10.9

* For the explanation of degree, see Fig. 10.

寄生茎数は時期により異なり，1974年10月にはNCo 310において多い。しかし，1972年3月にはNCo 376において寄生茎数が有意に多い。寄生節数，寄生指数はいずれの調査でもNCo 376に多く，特に1972年3月にはその差が大きい。1節当りの寄生指数は両品種においてほとんど差がないといえる。しかし，1茎当りの寄生指数はNCo 376において多い。

A. madiunensis がクインスランドにおいて重要視されるようになったのは新品種の導入がきっかけで，POJ 213は発生被害が多く，POJ 2878，CP 29－116，Q 48などにも発生が多い。しかし，POJ 2725とCo 290は明らかに抵抗性であることがBell (1940)，Mungomery (1940, 1951, 1953)，Wilson (1956－1959)らによって報告されている。

Moutia (1944) はモウリシャスにおいて *A. tegalensis* の発生が品種により差異のあることを見出した。これらの報告は多くの *Aulacaspis* 属害虫の多発生が寄生品種の形質に大きく影響されることを示しており，タカラマルカイガラムシも前述のとおり品種により寄生密度が明らかに異なっているので，このことも本虫のサトウキビ圃場における多発生の一要因であることが考えられる。本虫が発見された1961年頃もPOJ 2725は宮古島で栽培されていた。しかしその品種における寄生は全く確認されていない。NCo 310の栽培がきっかけで，本虫はサトウキビ害虫として登場したと考えられる。

6－6．天敵の種類と剥葉による寄生率の変化

(1) 天敵の種類

タカラマルカイガラムシの天敵についてはTachikawa (1963)，東ら (1971) の報告があり，4種知られていたが，その後の調査で次の8種となった。

Micromus timidus Hagen ヒメカゲロウの一種
Chrysopa alcestes Banks クサカゲロウの一種
C. furcifera Okamoto アカスジクサカゲロウ
Pseudoscymnus kurohime M. Miyatake リュウキュウヒメテントウ
Scymnus sodalis Weise タイワンヒメテントウ
Adelencyrtus miyarai Tachikawa サトウキビシロカイガラトビコバチ
Paradosa loura Karsch ハリゲコモリグモ
Chirocanthium sp. コマチグモの一種

Micromus timidus は沖縄において個体数多く，秋から春にかけて幼虫がタカラマルカイガラムシを数多く捕食する。*Chrysopa alcestes* も個体数が割合に多く，1頭の成虫は10分間でタカラマルカイガラムシ幼虫を4頭も捕食することが観察されている。アカスジクサカゲロウは前2種に比べ大型であるが，個体数は多くない。リュウキュウヒメテントウの捕食活動は沖縄島において時折観察される。宮古島での分布はまだ確認されていない。タイワンヒメテントウは沖縄島では個体数も多く，捕食虫数も多い。しかし宮古島では1972年2月にタカラマルカイガラムシ幼虫を捕食中の1頭が採集されたのみで，個体数は少ないようである。

サトウキビシロカイガラトビコバチは寄生率が割合に高く，重要な天敵であるとされているので，本種については次項で述べる。クモ類の3種は幼虫と成虫を捕食し，1頭のクモが1晩で20頭のカイガラムシを捕食することが実験室で観察されている。

以上の種類の他にオキナワハツカネズミもタカラマルカイガラムシのコロニーをよく捕食する。しかしそれはススキに寄生したものの場合に多く，サトウキビでは少ない。

(2) サトウキビシロカイガラトビコバチ

本寄生蜂は Tachikawa (1963) により記載された種で，我が国では宮古島と沖縄島に分布するが，Fewkers (1971)によるとモウリシャスにおいては *A. tegalensis* の重要な天敵であるという。本種の形態については原記載の他に東ら (1971) の記述があるので本報ではふれない。

寄生率について宮古島における1967年から1969年にかけての調査成績をみるとTable 57に示すとおりである。

Table 57. Parasitism of *Adelencyrtus miyarai* on *Aulacaspis takarai* on Miyako Island (1967－1969)

Month	No. of scale insects investigated	No. of scale insects parasitized	Percent parasitism
Jan.	500	190	38.0
Fab.	300	34	11.3
Mar.	300	57	19.0
Jul.	1,040	664	63.8
Oct.	500	142	28.4
Nov.	2,097	511	24.4
Dec.	500	269	53.8
Total & mean	5,237	1,867	35.7

本種の寄生率は11.3～63.8%で，圃場によっては75%の高い率のところもあるが，平均で35%であった。7月に63.8%を示したのはサトウキビ1茎当りの寄主の個体数が少なく，多くの寄主が老熟していたことによるもので，単位面積当りの寄生蜂数からみた場合はむしろ他の時期よりも少なかった。このことを考慮すると本寄生蜂は秋から冬にかけての乾燥期に多いように考えられる。

次に剥葉がサトウキビシロカイガラトビコバチの寄生率に及ぼす影響をみるために，剥葉区と無剥葉区から枯葉の節，枯葉と生葉の境界節及び生葉の節をそれぞれ5節ずつ採集し，15日後に寄生蜂の寄生率を調査した。その結果は Table 58 のとおりであった。

Table 58. Effect of the removing dry leaves of the sugar cane on the parasitism of *Adelencyrtus miyarai* on *Aulacaspis takarai*

	Removing dry leaves investigated portion*			Control investigated portion*		
	lower	middle	upper	lower	middle	upper
Individual no. of host scales	500	5000	400	500	500	400
No. of host scales parasitized	179	112	22	129	83	7
Percent parasitism	35.8	22.0	5.5	25.8	16.6	1.8

*Lower : nodes which has withered leaves; middle : nodes between lower and upper; upper : nodes which has living leaves.

Table 58 に示すように剥葉した区において僅かに寄生率が高い。剥葉は何らかの形で寄生蜂の活動に影響しているものと考えられる。しかし，本寄生蜂の評価については将来の詳しい研究が必要である。

7. 考 察

タカラマルカイガラムシは従来ススキ，ダンチクに寄生する昆虫であったが，近年サトウキビの害虫として重要視されるようになった昆虫である。

本節ではタカラマルカイガラムシの形態，分布，寄主植物，生活史，習性について調査した結果をまとめ，サトウキビ圃場において大発生するようになった原因の解明を試みた。

調査としてはまずダンチクに寄生していた成虫から得た幼虫，沖縄島及び宮古島でサトウキビに寄生していた成虫から得た幼虫を鉢植サトウキビに移し，その定着，生存率を調べた。

従来の寄主から寄主植物を転換して他に移動する場合，新寄主における定着率は最初は低く，漸次増加することが確かめられた。また，タカラマルカイガラムシの場合，2令幼虫及び成虫の生存率も寄主転換の当初には極めて低いことがわかった。

ところでサトウキビは冬から春にかけて収穫され，時には更新が行われる。このため定着率が増加しつつあった個体群が絶滅することも考えられる。従って，サトウキビ圃場において定着率が増加するまでの期間は，でき得る限り圃場が安定していることが必要である。すなわち，生息環境を大きく変化させる更新があってはならない。株出栽培が続いていることこそ本虫の定着を確実にするものである。

POJ 時代以前の株出回数は普通1回で，新植から更新までの期間は約2年であった。それに比べNCo時代は少なくとも4年は更新されず，場合によっては10年も株出栽培が続けられている。POJ時代にはタカラマルカイガラムシがサトウキビ圃場に移動してきても更新によって個体群の崩壊がおこり，完全な定着が不可能であったと考えられる。しかし，株出回数が増加したNCo時代にはそのような障害が少なくなり，サトウキビ圃場におけるタカラマルカイガラムシの定着がみられるようになった。すなわち，タカラマルカイガラムシの害虫化には圃場が長期間安定していることが必要条件であって，POJ時代にはその条件が満たされていなかったのである。

以上のようにして一度サトウキビに定着したタカラマルカイガラムシは，Table 6にみるように寄生に適した株出栽培の増加と，また Table 55 にみるように剥葉作業の手抜きによって，個体数増加に拍車がかけられたものと考えられる。また Table 56 でみるとおり，NCo310とNCo376とにおいてはタカラマルカイガラムシの生息密度には明らかに差があり，両品種間に抵抗性の差が存在することがわかる。この調査時期は本虫の発生消長からみると，1974年10月が発生の増加する初期であり，1972年3月は発生ピークを過ぎた時期である。57群毛茸は本種の分散定着に好条件として作用するが，NCo310においては比較的に発達している。NCo376は脱葉性に乏しい。このような点から Table 56 の内容を検討すると次のことがいえる。すなわち，

NCo310は本虫の分散定着に都合よく，発生初期の寄生茎数は増加する。しかし，一度定着した後はNCo376において寄生節数が増加し，最終的に寄生茎数，寄生密度ともにNCo376において多くなる。

Williams（1970）は*A. tegalensis* の寄生に及ぼす葉鞘の影響について調査し，締りのない葉鞘で包まれた茎では発生が多く，締りの強い葉鞘内側では個体数が少ないこと。幼虫は普通茎の上方へ移動するが，もし枯れた葉鞘が茎に残っている場合にはそこでも定着することを見出し，締りがなく脱葉性に乏しい品種では生息密度が高いと報告した。

NCo376はNCo310に比べ脱葉性に乏しい。そのためNCo376では枯死葉鞘は茎に残り，タカラマルカイガラムシは枯死葉鞘に包まれた茎でも増殖を続ける。このことが寄生節数の増加という形で現われる。また，脱葉性の品種は害虫の生息空間をそれだけ縮少しているともいえる。これらのことがNCo310とNCo376に抵抗性の差をもたらした要因であると考えられる。

以上のように株出栽培の増加，剥葉作業の手抜き，品種の抵抗性などの条件が重なり，タカラマルカイガラムシのサトウキビ圃場における発生が急激に多くなったものと考えられる。

第3節 *Ceratovacuna lanigera* Zehntner カンシャワタアブラムシ

1．概 説

Ceratovacuna lanigera Zehntner カンシャワタアブラムシは時折大発生してサトウキビに甚大な被害を与えることがある。本虫については古くから研究がなされ，Zehntner（1897, 1900），van Deventer（1906, 1912），Kuyper（1923, 1926），van Den Bijllaardt（1924），van Harreveld（1926），Tengwall（1926），van Breemen（1926），Hazelhoff（1927, 1928, 1929, 1930）らのジャバにおける研究，Matsumura（1910），Takahashi（1923），Ishida（1920, 1926 a, b, 1928），Takano（1934 b, 1941）らの台湾における研究，Uichanco（1926, 1938），Lopez（1930, 1931）のフィリピンにおける研究，Lai（1936）の中国南部における研究など多くの報告がある。しかし，沖縄においては断片的な報告があるのみで，東・大城（1971a）によって生活史，発生消長，被害などについて報告されているにすぎない。ところで本虫の大発生は1968年春の宮古島における局部的な発生を除くと1960年代以後は全く観察されていない。すなわち，NCo310が普及した1961年頃を境に大発生はみられなくなっている。その原因と考えられる栽培品種の変遷に伴う品種の抵抗性，栽培方法の変化による影響などについて調査した。

2．分布と寄主植物

我が国（Takano, 1934b; Takahashi, 1931）の他に台湾（Matsumura, 1910），フィリピン（Copeland, 1917; Uichanco, 1926），ボルネオ（Takahashi, 1931），インドネシア（Zehntner, 1897），トンキン（石田，1928），中国南部（雲南）（石田，1928）など東南アジアに分布する。寄主植物はサトウキビの他に*Miscanthus sinensis* ススキ（ハチジョススキ，イトススキも含む），

M. floridulus トキワススキ，*Saccharum spontaneum* ナンゴクワセオバナである（Takano, 1941；東・大城，1971a)。東・大城（1971a）は沖縄において夏季の暑い期間には山間部の冷涼な場所のススキに発生することを報告した。

3．形 態

形態については高野（1934b）によって詳しく報告されており，ここでは概略のみにとどめる。

(1) 無翅虫

1令仔虫は黄色または暗褐色で，体長は0.8㎜弱，小眼は鮮紅色。前頭の角状突起は先端で細まり，触角は4節からなり第4節が最も長い。各節とも灰白色の微毛で覆われ，第3節及び第4節中央部に感覚板を具える。腹部は胸部より幅広く，背面には数本の剛毛を有する。角状管は判然としない。脚は比較的長く，強健，表面に灰白色の微毛を有する。跗節は2節からなり，第2節は長く，爪と毛を2本ずつ有する。ろう孔はよく発達している。

2令仔虫は体長1.0㎜内外，角状突起は短小，角状管は腹部第5節からはっきり識別できる。

3令仔虫は1.1㎜内外。角状突起は2令よりも短小。触角は0.23㎜内外，ろう質物の分泌は増加し，体背面は一層白粉で覆われた状態となる。

4令仔虫は体長1.6㎜内外。体幅0.87㎜内外。腹部の発達がいちじるしく，中腹から後方は次第にその幅が増加し，腹部第3節が最も広い。触角第3節中央には横にくびれが生ずる。

成虫は体長1.8㎜内外，体幅1.07㎜内外。体色は黄褐色で，体は綿状のろう質物で覆われる。前頭の2本の角状突起は体の大きさに比べ甚だ小形。触角は5節からなり，第3，5節が長い。第5節は基部と鞭状部に分かれ，鞭状部の先端に多数の小毛を有する。第4節の先端及び第5節鞭状部に各1個の感覚孔がある。触角基部に連接する額瘤は触角第2節の約2分の1の高さである。口吻は3節からなり，先端は前脚基節に達し，第1節及び第2節はほぼ同長で第3節の約2倍長。第3節末端は尖り，周囲に粗毛を有する。中胸は頭胸部に接し，後胸との境は不明瞭で，腹部とともに一つの卵形を呈する。腹部は8節からなり，第5節背面両側縁にある角状管はほとんど突出しない。尾片は長紡錘形状で粗毛を有する。脚は小形で，中脚及び後脚の腿節が僅かに体の側方に現われ，脛節は先端が細まり，跗節は2節からなり，第2節は長く，先端に2本の鋭い爪を有する。ろう孔は発達し，大形で複眼間に6個，胸部各節背面側に8個ずつ，第1腹節両側に5個ずつ，第2腹節両側に6個ずつ，第3腹節両側に8個ずつ，第7腹節両側に9個ずつ存在する。

(2) 有翅虫

1令仔虫は長楕円形で無翅虫に似て僅かに大形。ろう孔は小形で体背面及び腹面に散在し，白粉状ろう質物は少ない。

2令仔虫は体長1.1㎜弱。触角は4節からなり第3，4節は長い。頭部はほとんどろう質物を欠き，腹背部にこれは僅かに存在する。ろう孔は小形で腹部に散在し，頭部及び胸部には存在しない。

3令仔虫は体長1.3㎜内外。角状突起は短小。触角は4節からなり第3節が最も長い。中胸，後胸の両側は突出して翅包が現われる。

4令仔虫は体長2.0㎜内外。褐色で頭部，中，後胸部は糸状の分泌物で覆われる。触角は5節からなり，第3節は最長。第3～5節には環状の第二次感覚板があり，第4節末端，第5節中央部に原生感覚板がある。中胸は大きく，翅包が発達し，幅は腹部と同じ。腹部は長楕円形で粗毛を生ずる。尾片は短小で，後縁に粗毛を生ずる。臀片は2葉片に分かれない。ろう孔は腹部の背面と腹面に多数散在し，頭部，胸部には存在しない。

成虫は体長2.1㎜内外，脱皮直後は黄色または淡緑色で次第に暗色となる。複眼は赤色。翅は透明で脈は緑色。頭部は前胸と区別が可能。単眼は3個あって1対は複眼の最前角に，1個は頭頂中央部にあ

る。触角は5節からなり，第3節は最も長く，第2節は最も短い。第3～5節には第二次感覚孔が環状にとりまき，第3節には16～20個，第4節に4～7個，第5節に2～7個存在する。第一次感覚孔は第4，5節に1個ずつあり，後者は微小感覚孔で囲まれる。口吻は短く，3節からなり，第1，2節は等長で第3節より長い。前胸は頭部より幅狭く，前縁と後縁は平行。中胸は前胸より幅広く，背面中央部にキチン化した四角形大型胸瘤を有し，その後方に1個の小型半月形稜状部を有する。後胸は中胸と同幅で，前縁は強く凹み，後縁は腹部に向って変曲する。腹部はやや細長く，第5節背面両側に各1個の角状管を有し，尾片は紡錘形状で後縁に粗毛を有する。臀片は小半月形の2葉片からなり，周辺に微毛を密生する。前翅は体長より長く3.1㎜内外。中脈，肘脈，臀脈は亜前縁脈から発するが，中脈の基部は退化して不明瞭，先端は一度分岐する。肘脈と縁脈は基部で合し，1本の短い柄となる。縁紋は大形で黒色。縁紋脈は縁紋後縁から発し，翅端に向う。後翅は前翅の約2分の1の長さ。前縁は一直線をなし，中央よりに小形翅鉤を有する。脚は細長く，粗毛を装う。腿節と脛節はほぼ同長。跗節は2節からなり鋭い爪と2本の長毛を有する。

4．生活史と習性の概要

4－1．仔虫の習性と発育日数

1令仔虫は比較的に脚が強大であるため，サトウキビ葉面あるいは茎上を自由に歩行する。2令以後になると体の肥大に応じた脚の成長がないため歩行を余り行わず，一カ所に集まって吸汁するようになる。歩行距離は1分間に6～17㎝。集団性があり，体と体を相接し，あるいは他の個体の腹部下に頭部を突込んで魚の鱗状に密集する。集団は主として葉裏に作られ，その密度は1㎠当り30～50頭を数えることがある。

東・大城（1971a）は網室内にサトウキビを栽培し，草丈1m以上に伸長したとき，展開した新葉にふ化直後の仔虫を20頭移し，その生育日数を調査した（Table 59）。

Table 59. Duration of nymphal stage of *Ceratovacuna lanigera* in greenhouse (Azuma and Oshiro, 1971) (days)

Month	Temp. (C)	Instar				
		1st	2nd	3rd	4th	total
Feb.－Mar.	16.7－18.2	14－16	6－7	5－6	4－6	30－35
Apr.－May	19.8－25.0	4－5	3	2	2	11－12
Jul.－Aug.	25.3－23.9	4－5	2－4	2－3	2－3	13－16
Sep.－Oct.	27.0－23.9	4－5	2－4	2－3	2－3	12－13
Nov.－Dec.	17.5－20.7	4－6	3－8	3－6	4－10	16－32

仔虫期間は時期により差があり，4～5月と9～10月に成育が最も早く，11～13日で，1カ月に2世代も繰返す。6～8月には13～16日で，夏の高温が何らかの形で影響しているものと考えられる。2～3月，11～12月の低温期では16～35日である。Takano（1941）は台湾において調査を行い，各月の仔

虫期間について報告したが，それと沖縄の場合と比較すると，冬季の仔虫期間は沖縄において長く，他の季節では沖縄において短い。それは両地域における気温の相違も関係していると思われる。しかし，本虫の生育適温範囲(高野，1934b)である20℃～23℃における発育日数を比較しても沖縄において短い。本虫は生育の悪いサトウキビで飼育すると発育日数が長くなることが観察されており，Takanoと東・大城の成績の相違はむしろ食物（サトウキビの生育の差，品種など）によるものと考えられる。

4－2．成虫の習性と産卵数

成虫は脱皮後3～5日で産卵を開始する。無翅成虫の場合は，腹部を葉面に20～30度の角度に持ちあげる。仔虫は尾端から先に生まれ，腹部，胸部，頭部の順に現われ，次に頭胸部背面で母虫の腟孔外壁に吸着しているかのような状態となる。その時まで仔虫は透明な卵のう膜に包まれている。その後卵のう膜は前頭の部分から裂開し，まず仔虫の頭胸部及び中・後胸部が露出し，ついで脚を露出し，最後に膜が腹部背面の部分で母虫の腟孔外壁に付着したまましばらく脚を動かし，体及び脚のキチン質の硬化を待って母虫から離れ，独立の生活に移る。それまでに要する時間は20～30分である。

有翅成虫の場合は翅を体の背上に水平に重ね，触角を静かに動かし，腹部を上下に2～3回動かし，ゆっくりと尾端を葉面に密着させて産卵を始める。腟孔から卵が露出すると母虫は腹部を静かに持ちあげ，卵を葉面に直立に産下する。それに要する時間は僅か20秒内外である。その後母虫は2～3歩前進し，次の産卵に移る。そのようにして有翅虫は一度でほとんどの卵を産下し終え痩せこけて短命にして死亡する。卵期は1～2分である。

無翅成虫の産仔時間はほとんど一定せず，昼夜の別なく産仔するが，有翅虫の場合は10～11時に産卵が多い。

成虫寿命は無翅虫において長く，繁殖適期の4～5月には23～45日，平均30日も生存する。有翅成虫は生存日数短く平均9日（5～16日）である。

産仔虫数は27～116頭で，普通60～70頭である。有翅虫は平均15個（11～21個）の卵を産下する。

4－3．年間世代数と発生消長

東・大城（1971a）は前述の仔虫期間の調査方法と同様に，網室内にサトウキビを栽植し，草丈1m以上に伸長したものの新しい展開葉に出生したばかりの仔虫を筆で20頭移し，それが生長して成虫となり，仔虫を産下し始めるのを待って再び前と同様に移しかえる。それを年間を通して繰返した結果，年間世代数は18回であった。しかし同調査に供した仔虫は各世代とも初期に産下された仔虫であり，成虫は30日間も生存して産仔を続けるので圃場では普通15～16回の世代を繰返すものと推定される，とした。

年間発生消長について夏植サトウキビの農薬無散布圃場を選び，15～20日おきにサトウキビ200茎に生息する仔虫個体数を首里において調査したところFig.11のとおりであった。1967年の資料は東・大城（1971a)による，

カンシャワタアブラムシは沖縄において，3月中旬から発生し始め，4月中旬から急速に個体数が多くなり，4月下旬に年間で最高のピークとなる。その後個体数は減少し，7月にはほとんど発生がみられなくなる。9月から再び発生し，10月下旬から11月中旬にかけて第2回目の発生がみられる。しかし，その時の発生密度は春の発生に比べると少ない。その後は個体数が再び減少し，1月下旬には発生がみられなくなる。

本虫は台湾においては3～5月に年間で最高の発生ピークとなり，夏季には減少して11月に再び小さな発生ピークを作るという（Takano，1934b，1941)。

その経過は沖縄の発生消長に似ている。奄美大島においては4～10月，特に9～10月に発生が多いという（栄・島田，1965)。すなわち，4～6月よりも秋の発生が多く，沖縄における場合とやや異なる。これについては東・大城（1971a)は気温の相違によるものと指摘した。

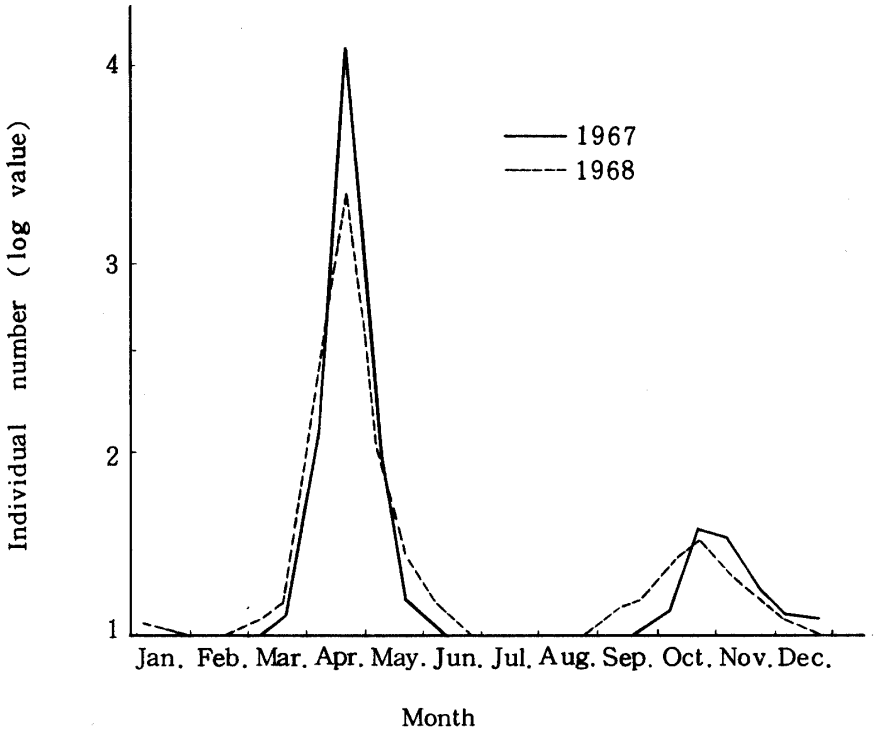


Fig. 11. Seasonal occurrence of *Ceratovacuna lanigera* on Okinawa Island, shown by log value of individual number of larvae per 200 stalks of sugar cane

4－4．天 敵

カンシャワタアブラムシの天敵については van Deventer（1906, 1912），Hazelhoff（1928, 1929），石田（1926 a, b, 1928, 1929），Lopez（1930），高野（1934 b），Takano（1941），高野・野田（1938），楚南（1944），高野・柳原（1939）らの研究があり，沖縄においては山崎(1937)，長山・宮良（1960），東・大城（1971 a），東（1971)の報告がある。天敵の種類，分布をまとめると次のとおりである。*印は沖縄に分布するもので，（ ）内は分布地を示す。

Ankylopteryx octopunctata Fabricius ヒロバクサカゲロウ（台湾，フィリピン，インドネシア，インドシナ半島，インド，セイロン）

**Eumicrosmus sauteri* Espen－Peterson ヒメカゲロウ（日本，台湾）

**Chrysopa formosana* Matsumura タイワンクサカゲロウ（台湾，日本）

**C. boninsis* Okamoto オカマダラクサカゲロウ（台湾，日本）

**C. furcifera* Okamoto アカスジクサカゲロウ（台湾，日本）

Encarsis flavoscutellum Zehntner メンガチュウヤドリコバチ（インドネシア，台湾）

Taiallela sp. スジマダラメイガ（台湾）

**Scymnus kurohime* M. Miyatake リュウキュウヒメテントウ（琉球）

**S. sodalis* Weise タイワンヒメテントウ（台湾，琉球）

Scymnus sp. ヒメテントウムシの一種（台湾－高野，1934）

**Cryptogonus orbiculus* Gyllenhal フタモンクロテントウ（台湾，日本）

Coelophora saucia Mulsant トンキンアカホシテントウ（インドシナ半島，中国南部，台湾）
**Scynonycha grandis* Thunberg オオテントウ（台湾，中国，インドシナ半島，日本）
**Coccinella septenpunctata* Linnaeus ナナホシテントウムシ（台湾，日本）
**Harmonia onyridis* Palas テントウムシ（台湾，日本）
**Syrphus confrater* Wiedeman タイワンオオヒラタアブ（台湾，中国，インドネシア，ニューギニヤ，日本）
S. aegrotus Fabricicus ヒラタアブの一種（台湾，中国，インドネシア，ニューギニヤ）
Aspergillus sp.（Takano, 1941）コウジ菌の一種（台湾）

これらのうち台湾においてはオオテントウムシが最も重要であるという（高野，1934b； 高野・野田，1938）。インドネシアにおいてはメンガチュウヤドリコバチがよく知られている（Hazelhoff, 1928, 1929; 石田，1929）。沖縄においてはオオテントウムシ（山崎，1937; 長山・宮良, 1960; 東・大城，1971a）とリュウキュウヒメテントウ（東・大城，1971a; 東，1971）が重要な天敵である。オオテントウムシについては多くの報告があるが，リュウキュウヒメテントウについては未知の点が多い。

本種の記載はMiyatake（1959）により行われ，生活史について東・大城（1971a）は次のように報告した。

5月の調査で卵期間は2～5日，幼虫期間は7～8日，蛹期間は4～5日で，幼虫は1頭当り63～103頭のカンシャワタアブラムシを捕食し，成虫は1日に9～26頭を捕食し，13～41日も生存する。成虫は危険が迫ると脚を縮めて落下し，地表で長時間擬死状態となる。年中各所で採集できることから他のアブラムシ類も捕食するものと考えられる。

5. 沖縄における発生と被害の年次変化

沖縄における本虫の発生については仲吉（1907）の記述に始まる。すなわち7～8月頃発生し，主としてサトウキビの葉裏に付着して汁液を吸収し，ついにはその葉は萎縮して黄色となり，甚しいときはサトウキビが枯死することがあると記している。沖縄県立糖業試験場は1915年に"西原叢書"第11扁でサトウキビ，イネ及びサツマイモの害虫に関する解説を行ったが，それには本虫については何らふれられていない。1927年になって屋代は"沖縄県昆虫目録"の中で本虫を取扱った。また，仲吉（1907）は本虫は極めて軟弱であるため大雨または暴風にあえば多くは消滅し，本虫が発生すればこれに伴って捕食甲虫の一種（オオテントウムシと推定される）が発生して自然に駆除されることが多く，石油乳剤を用いれば容易に駆除することができる，と記している。これらのことから本虫は読谷山時代には発生するにしても駆除に困るというほどのものではなく，メイチュウ類に比べ重要ではなかったものと考ええられる。沖縄県立糖業試験場においても全く研究されていなかった。

1932年になって沖縄県知事報告として"病害虫時報"（4巻10号）に次のように記されている。

「5月下旬より7月下旬にわたって八重山，宮古，沖縄島で19.1haに本虫が発生したが，蔓延は少なく，手による圧殺か石油乳剤に浸漬した布切れで潰殺駆除を行った……」。

1933年にも宮古島で1,000haにわたって大発生し，4割近くの被害を受けた（宮城，1934）。続いて1934年にも宮古島において大発生し，同年3月27日の"琉球新報"には次のように記された。

「本年1月初旬宮古群下地村のサトウキビ畑にカンシャワタアブラムシが発生したのを皮切りに，次第に全郡に蔓延しつつあるので各町村は農家を督励し石油乳剤または除虫菊加用石油乳剤を用いて共同駆除に努めているが，最近の調査によれば八重山にも伝播している。宮古においてはサトウキビ圃場の3～4割に発生している」。

屋代（1940）は沖縄の害虫に関する解説の中で，カンシャワタアブラムシは冬及び春季に大発生し，

夏季は少なく，各島に発生をみるが宮古島，沖縄島南部では被害が激しく，奄美群島でも大発生する旨を報告した。

以上のことは1930年代には何回か異常発生した重要な害虫であったことを示している。その後第二次世界大戦中は被害の報告がない。

1950年代の発生については新垣・久貝（1958），東・大城（1971a）の報告があり，後者は1960年代の発生についてもふれている。これらの資料及び沖縄県の発生予察資料に基づいて1951～1975年の発生消長をまとめるとFig.12のとおりである。

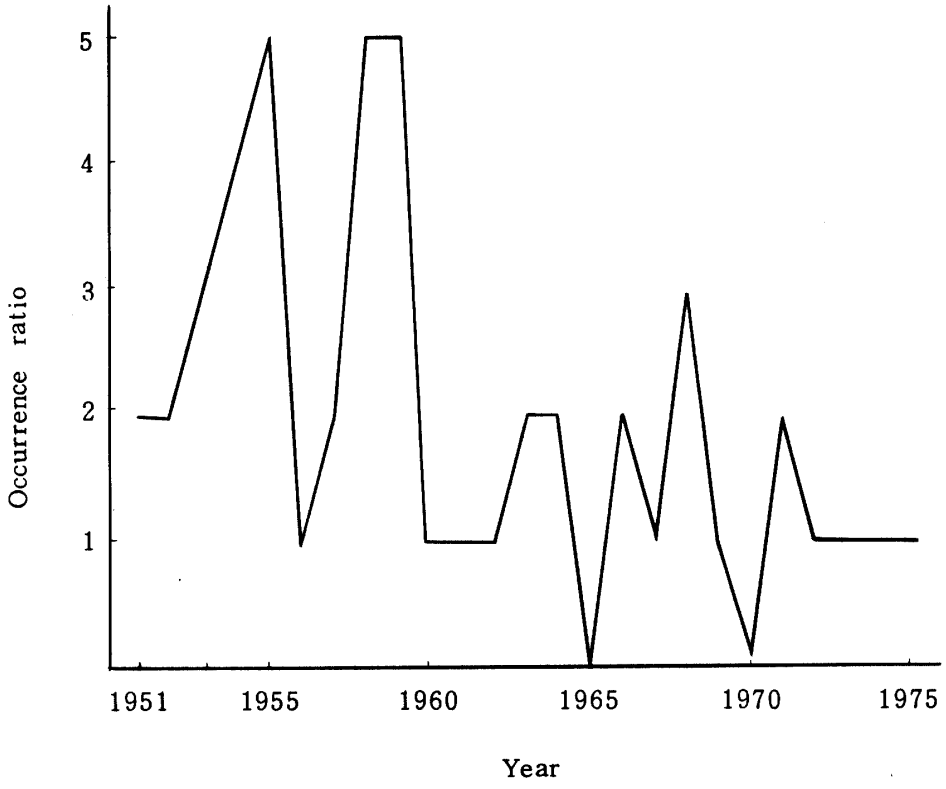


Fig. 12. Annual occurrence of *Ceratovacuna lanigera* in Okinawa. Occurrence ratio (per cent of field affected): 0, 0－3%; 1, 4－7%; 2, 8－15%; 3, 16－30%; 4,－31－50%; 5, over 50%

1954, 1955, 1958, 1959年には大発生し，特に1958年には60%以上の夏植サトウキビが加害された（新垣・久貝，1958）。1950年代も1930年代と似た大発生が何回か起ったといえる。しかし，1960年代以後の発生は小範囲にとどまっている。

以上のことから読谷山時代には時折発生するが，大発生して困るという程度のものではなかった。POJ時代には大発生が幾度か訪れ，被害が多かった。NCo時代になって再び発生が少なくなったと解釈される。

6. 栽培品種の変遷が発生密度に及ぼす影響

6－1. 研究の歴史

石田（1928)はサトウキビの栽培法と品種の変遷はカンシャワタアブラムシ大発生の二大原因となったと述べている。その論旨を要約すれば次のとおりである。

台湾においてRose bamboo 時代の植付時期は1～4月であって，その当時の本虫の発生は極めて少なかった。しかし，1917年以後POJ系品種（POJ 36, 105, 161）が栽培されるようになると共に栽培方法が改良され，7～8月に植付けられるという"特早植法"（現在夏植と呼ぶ）に変った。その結果1918年から本虫の発生が多くなり，1922年には大発生し，1923年には減少したが，その後次第に発生が多くなり，1926年にも相当の被害が出た。その理由として

ア）特早植法はサトウキビの在圃期間が長く，18～22カ月であるため本虫の発生に都合がよい，

イ）サトウキビは1～5月収穫であるため1～4月植えの場合は害虫の旧株からの移動期間が僅か2～4カ月であるが，特早植法の場合は10カ月以上もあり，伝播移動に好都合である，

ウ）特早植法の圃場では10月以後低温となるためサトウキビの生育は緩慢で，節間が短く，葉は叢状となって通風が悪くなり，害虫の潜状場所として好適である，

の3点をあげた。

高野（1934b)はカンシャワタアブラムシの発生はサトウキビの品種，植付時期及び収穫時期に関係し，特にアブラムシが吸収する汁液の成分及びその量に関係するとした。すなわち，細茎種であるPOJ 36, POJ 105及びPOJ 161に発生が多かったが，POJ 2725には少なかった。その理由として次の3点をあげた。

ア）細茎種は一般に葉片の幅狭く，剣状またはほうき状で叢生しているが，POJ 2725は葉幅広く，下垂するため本虫の飛来定着には不便である。

イ）気孔に口器を挿込み吸汁するが，気孔を保護する毛茸の大きさ，数，配列も発生に関係し，POJ 2725では生息に邪魔になる二細胞毛茸が多く，足場となる単細胞毛茸が少ないため本虫の発生が少ない。

ウ）サトウキビの葉の色と発生の関係について，濃緑色の葉を有する品種は抵抗性強く，黄色を帯びた品種は一般に弱い。

また，サトウキビの植付時期，収穫時期と発生の関係についてその重要性にふれたが石田（1928）と同様な理由である。

山崎・有門（1939）は1932年の台湾における大発生の際，発生の多かった品種，少なかった品種の細胞液濃度（心葉のBrix）を調査し，発生の少ない品種では細胞液濃度が低かったとし，それも抵抗性の一要因であろうと報告した。

Takano（1941)はカンシャワタアブラムシの発生と，サトウキビ品種の葉姿，気孔周辺の毛茸の数，配列状態，植付及び収穫時期とは深い関係にあることを報告した。

岡出（1942）は"台湾甘蔗品種に関する研究"の中で，害虫の発生がサトウキビ品種の形質と深く関係していることを述べ，その方面の研究の必要性を説いた。

6－2. 沖縄におけるサトウキビ作型の変化とアブラムシ発生との関係

サトウキビの植付時期（作型）とカンシャワタアブラムシの発生との関係をみるために，1966年から1972年まで各作型別の発生面積及びその割合を沖縄県の発生予察資料から集計した結果をTable 60に示す。

Table 60. Acreage (ha) and percentage of sugar cane fields infested by *Ceratovacuna lanigera* in Okinawa for the period 1966－1972

Year	Summar crop	Spring crop	Ratoon crop
1966	962 (16.3%)	113 (0.9%)	639 (10.8%)
1967	752 (13.9)	148 (1.04)	661 (3.2)
1968	1,196 (22.4)	224 (3.1)	6,787 (35.9)
1969	231.8(5.3)	83.8(0.7)	62.43(3.1)
1970	572 (11.4)	160 (1.19)	130 (0.6)
1971	943 (19.5)	0 (0)	1,663.9 (8.3)
1972	1,084 (20.5)	42 (3.0)	826 (4.8)

夏植では栽培面積の5％以上が毎年本虫の加害を受け，普通10～20％の圃場に発生している。これに比べ，春植では5％以下である。株出では年により変動が大きい。しかし，1968年を除く他の年の発生割合は10.8％以下であり，夏植の場合より発生の割合は低い。

このことから夏植サトウキビでは本虫がよく発生し，春植では少なく，株出はその中間であるということができる。株出で変動が大きいのはサトウキビの伸長程度が他の作型に比べ不揃いであること，株出時期が1～4月にまたがっているという作型自体の性格によるものであると考えられる。特に収穫後の手入れとして行われる株切を実施しない圃場では生育が極めて不揃いである。

ところで，石田（1928）は特早植法において本虫の発生が多くなる理由は，害虫にとって発生圃場（旧株）からの移動期間が長く，伝播移動に好都合であるためであるとした。Takano（1941）も同様のことを指摘している。

著者はこのことを確認するため，発生消長調査と同時にサトウキビの葉500枚に単独で静止している有翅虫について調査した。これはコロニー中に生息している個体はそこで羽化した可能性が強いと考えられるが，単独の個体はそこに飛来したものであると考えられるためである。このような有翅飛来虫を調査したところ Fig. 13 の結果を得た。Fig. 13 にはサトウキビの各作型の生育過程も付け加えてある。

Fig. 13によると，本虫は11月から1月にかけて最も多く飛来し，3月下旬から4月上旬にかけてもやや多く，5月以後10月までは飛来虫数が極めて少ないことが明らかである。この飛来消長は与那覇ら（1976）が年間を通じて黄色水盤法によるアブラムシ類の飛来消長を調査した結果ともほぼ似ている。すなわち，沖縄において，アブラムシ類は11月から1月にかけて移動する個体数が最も多く，3～4月には僅かな移動がみられるが，5～10月の移動分散は極めて少ないことがわかる。

ところで夏植サトウキビは8月に植付けられ，9月から翌年一ぱい生育してその翌年の1月から3月にかけて収穫される。春植は3月に植付けられ，その年一ぱい育って翌年の3月から4月にかけて収穫される。株出は1～4月に収穫された後，その地下茎から萌芽した茎を育て，翌年の1～3月に収穫される。

このことは，夏植サトウキビがアブラムシの最も多く飛来する時期に生育していること，春植では発芽間もない時期にアブラムシの飛来が少なくなって発生源が僅かであるということ，及び株出はその中間であることを示している。これは，石田（1928），Takano（1941）らが夏植サトウキビの場合，アブラムシの伝播移動の期間が長く，発生に好都合であると報告したことと一致しており，本虫の大発生

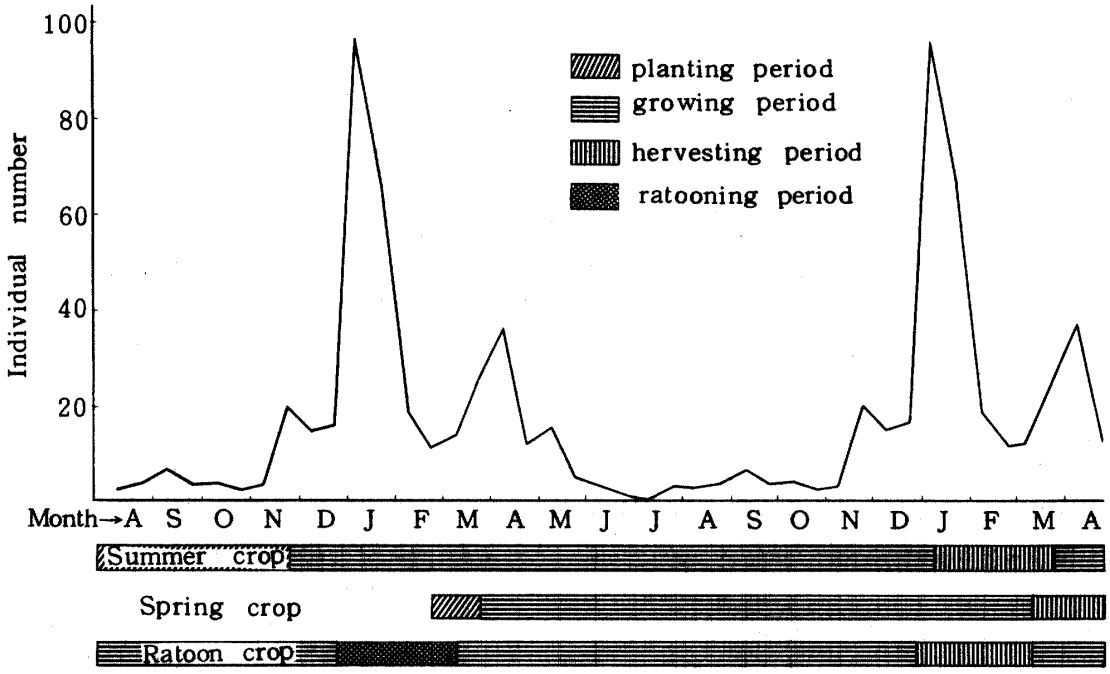


Fig. 13. Correlation between the time of planting and harvesting of sugar cane and the flight occurrence of alate aphid of *Ceratovacuna lanigera* per 500 leaves

の主な要因になっているものと考えられる。

次に本種の発生ピークが始まる3月下旬に，サトウキビの草丈別に本虫の降下個体数を調査した。その調査方法は草丈約50cmのサトウキビ（春植），約1mのもの（株出），約1.5mのもの（夏植）の葉300枚ずつを選び，予め葉を1枚ずつ揺り動かして付着していた虫を払い落しておき，2時間経過後，降下した個体数を数える方法である。圃場は1975年3月，糸満市において本虫の発生した圃場の東側100m以内に各作型の調査地を選定した（Table 61）

Table 61. Number of alighters of *Ceratovacuna lanigera* on the leaves (300 each) of large (summer crop), middle (ratoon crop) and small (spring crop) plants of sugar cane for 2 hours (March, 1975)

Sugar cane	in the morning	in the afternoon
Large	57	33
Middle	22	9
Small	2	0

夏植サトウキビにおける降下個体数は午前中の2時間に57頭，午後は33頭であった。これに比べ株出ではそれぞれ22頭と9頭，春植では2頭と0頭であった。このことはこの時期の本虫の降下に対し，夏植が適していることを示すものと考えられる。

7. 考 察

本虫の生活史については各項で検討を加えたので，ここでは沖縄における発生と被害の年次変化以後の項目について考察する。

(1) 読谷山時代のカンシャワタアブラムシの発生に関する報告は極めて少ない。仲吉（1907），屋代（1927）らの簡単な記述に基づいて当時の発生は少なかったと判断することは危険な面もある。しかし，サトウキビ，イネ，サツマイモ害虫について解説した沖縄県立糖業試験場の"西原叢書"には，サトウキビの害虫として3種のメイチュウ類の他にカンシャコナカイガラムシ，バッタが扱われており，カンシャワタアブラムシは解説されていない。また，同場では1925年まで本虫について研究を行っていない。

これらのことは本虫の発生が目立たなかったことを示すものと考えられる。それに同叢書の薬剤に関する解説の中で，石油乳剤，除虫菊加用石油乳剤の適用害虫に"綿虫"（当時の本虫の俗名）があげられておりながら，害虫の欄に解説されなかったということは，本虫の発生を認めながらカンシャコナカイガラムシやバッタなどに比べ発生が少なかったことを示しているものと考えられる。

本虫が沖縄において特に問題視されるようになったのは1932年以後のことである（病害虫時報，4巻10号）。1933年と1934年にも大発生し，新聞ニュースにも取扱われているが，宮城（1934）は宮古島における被害が約4割であったことを述べている。

1950年代になってもFig.12に示すとおり，10年のうち4年は3割以上のサトウキビ圃場が本虫の加害を受けた。新垣・久貝（1958）は1958年の発生について，60％以上の圃場に本虫が発生し，サトウキビの生育量の調査結果から被害は43％であったと報告した。

以上の他にもPOJ時代の発生については山崎（1939），屋代（1940），琉球中央農業研究指導所（1958）などの報告があり，被害の多かったことを記している。これらのことからPOJ時代には発生が多かったことは疑いない。

NCo時代の本虫の発生についてはFig. 12及びTable 60で示したとおり，本虫の発生面積は15％以下であった。1968年には株出サトウキビにおいて発生が多いが，実際には防除を実施した面積は少なかったため，Fig. 12では発生指数を3とした。なお，夏植の発生面積が15％以上の年もある。しかし，サトウキビ栽培面積の中に占める夏植の比率が低いため全体的には15％以下となる。すなわちNCo時代はPOJ時代に比べ発生は少ないと判断される。

(2) 石田（1928），高野（1934b，1937），山崎・有門（1939），Takano（1941），岡出(1942)らは台湾において本虫の発生と品種との関係を調査し，抵抗性の要因として，

ア）細胞液濃度（糖度）の低いこと，

イ）葉片が幅広く下垂していること，

ウ）気孔周辺の単細胞毛茸の少ないこと，

エ）葉色は黄色味が少ないこと，

の4点をあげ，特早植法は本虫の大発生の原因となることを報告した。

細胞液濃度については著者も簡単な調査を行った。品種保存圃場からサトウキビを1品種2茎ずつ採集し，心葉部（無色部分）をジューサーにかけ，ジュースの糖度をハンドレフレクトメータで測定した結果はPOJ 2725では2.4，NCo 310では2.6，H 44－3098は2.8，F148では2.5であった。ところで新垣・久貝（1958）が行った被害調査成績ではPOJ 2725は62％，NCo 310は71％，H 44－

3098は80%，F148は44.4%であった。このことは山崎・有門（1938）が心葉部の糖度の低いことは抵抗性の一要因であろう，と報告したこととほぼ一致する。

以上のことから，サトウキビ葉の細胞液濃度の低いことは抵抗性要因の一つであると考えることができる。

サトウキビの形態の一部，すなわち，葉幅が広くて下垂していること，気孔周辺の単細胞毛茸が少ないことの2点については十分調査し得なかった。高野（1934b）及びTakano（1941）は，台湾においてPOJ 36, POJ 105及びPOJ 161が栽培されていた時期には本虫の発生が多く，POJ 2725が栽培されるようになって発生が少なくなったことからPOJ 36とPOJ 2725の形質を比較調査し，上述のような形質が抵抗性に関与するとした。しかし，POJ 2725が50%以上栽培されていた1928～1938年の間にも本虫の大発生が3回以上もあり（岡出，1942；Takano，1941），発生が少なかったとは判断し難い。また，POJ2725はPOJ 36に比べ同じ夏植でも1～2カ月遅れて植付けられていた（岡出，1942）。このことは本虫の発生源の減少につながる。従って，サトウキビの害虫抵抗性を検討する場合にはその植付時期，圃場，作型を同一にして比較する必要があり，高野の調査は不十分といわねばならない。また，台湾においてPOJ 2725に発生少なく，POJ 36に発生が多かったことから，それらの品種の形質について調査し，葉姿も抵抗性要因の一つであるとしたことは，沖縄においてPOJ 2725時代に発生が最も多かったことを考慮すると，葉姿が抵抗性要因であるとすることには疑問がある。

葉の色についても著者は十分調査し得なかった。品種保存圃場における1回の調査によると，黄色の濃い品種（POJ 2725よりはPOJ 2878が濃く，NCo 310はNCo376より濃い）に本種の有翅虫の降下個体数が多く認められた。Kring（1967）はアブラムシの飛しようについて研究し，黄色にひかれ，白色は避けると報告した。中沢（1970, 1972）もアブラムシの色の識別について研究し，黄色に誘引されることを報告した。また，現在使用されているアブラムシ類のトラップは全て黄色である（中沢，1970）。これらのことから黄色味が少なく，緑色の濃い品種では本虫の発生が少ないことは十分に考えられる。このようなサトウキビ自体の色の問題も本虫に対する抵抗性要因に関係しているかも知れない。

(3) 夏植サトウキビは本虫の発生に好都合な作型であるとした石田（1928）の報告が，沖縄において事実であるかどうかを確かめるため，1966～1972年における各作型の発生面積及び栽培面積に対する割合をまとめたところTable 60のとおりとなった。1968年の発生を除けば発生面積の割合は夏植と他の作型との間に有意差が認められる。新垣・久貝（1968）は夏植サトウキビにおける本虫の発生について報告したが，1958年は大発生の年であったにもかかわらず，他の作型については何らふれていないことは極めて不思議である。しかし，同報告の資料は各市町村の農業改良普及員を動員して調査した結果であり，夏植のみについて調査したということは，同作型において特に被害が多かったということを意味するものと考えられる。また特にこの調査によって本虫の発生被害の規模が判明したと述べていることは，他の作型の発生が重要でなかったことを示すものであろう。

そこで，夏植サトウキビにおいて発生の多い理由を探るために有翅虫の飛来消長とサトウキビの植付，収穫時期との関係について調査した。その結果はFig. 12に示すとおりである。沖縄においては冬季に本虫の飛来個体数が最も多い。春にも僅かに多くなるが，その期間は短い。夏季には極めて少ない。これは与那覇ら（1967）が報告した各種アブラムシ類の飛来消長ともほぼ一致している。また，これはTakano（1941）が示した台湾における結果とも似ている。

ところで，Fig. 11に示したように圃場における発生は4月から5月にかけて最も多い。その春の発生密度を左右する重要な要因が冬から春にかけての有翅飛来虫数であることは，Takano（1941）が報告したとおりである。しかるに，夏植サトウキビは植付後3カ月目からアブラムシの飛来が多い時期に遭遇し，それが6カ月間も続くことになる。これに比べ春植の場合はアブラムシの多飛来に遭遇する期間は短い。株出はこれらの中間である。

アブラムシの降下個体数はTable 61に示したように夏植サトウキビにおいて多い。これは夏植程度に伸長したサトウキビには降下を誘因する因子が存在するためか，それともアブラムシの視覚による発見の難易によるものかは不明である。

いずれにせよ，夏植サトウキビはアブラムシの多飛来に長期間遭遇し，しかも降下個体数も多いのである。これは夏植圃場において他の作型圃場よりも本虫の発生源となる有翅虫数が極めて多いことを意味するものである。

高野（1934b）や山崎・有門（1942）らが示した抵抗性要因も何らかの形で本虫の大発生と関係していると考えられるが，それのみによって沖縄における発生や被害の年次変化を説明することは不可能である。夏植サトウキビ圃場で発生が多いことや夏植栽培面積の割合が高かったPOJ時代に大発生の機会が多かった事実は，このアブラムシの飛来消長及び飛来個体数の多少とサトウキビの植付及び収穫時期との関係に立脚してのみ説明できるものである。

第4節 *Tetramoera schistaceana*（Snellen）カンシャシンクイハマキ

1．概 説

Tetramoera schistaceana（Snellen）カンシャシンクイハマキはモウリシャス，レ・ユニオン，セイロン，インドネシア，フィリピン，台湾，中国（南部），日本（西南部）に分布し，サトウキビの茎，生長点に食入って心枯れ折損の原因となる重要害虫である。

一名黄色メイチュウといい，インドネシアにおけるvan Deventer（1912），フィリピンにおけるPierce（1929a,b），台湾における石田（1915），飯島（1935a, b, 1938, 1940, 1940～1941）らによる多くの研究報告がある。また，台湾においては生物的防除について研究が進められ，その成果が報告されつつある（Chen and Hung, 1969a; Lim and Pan, 1974）。しかし，メイチュウ類のうちでは未だに本種の加害が多いという（梁，1969～1972）。

沖縄においては沖縄県立糖業試験場（1921）時代から断片的ながら多くの研究がなされてきた。最近になって東・大城（1969b）は生活史，被害，天敵などについて報告している。

本節では本虫の形態，生活史の概略についてまとめ，サトウキビ栽培品種の変遷と本種の発生，加害との関係について検討した。

2．形 態

本虫はSnellen（1890）によりジャバの標本に基づいて*Grapolitha schistaceana*として記載され，その後Matsumura（1910）は台湾のサトウキビ害虫目録で*Eucosma*属とし，Meyrich（1930）は*Argyroploca*属とした。Diakonoff（1967）は新属を設け*Tetramoera*とした。その形態については種，属の記載の他に，石田（1915），高野・柳原（1939）は幼虫についても報告し，Yen（1959）は幼虫の形態について詳しく報告した。ここでは概略を記す。

成虫：全体暗灰色の小蛾，体長は雌で8～12㎜，雄で7～8㎜。前翅長は雌で8～9㎜，雄で7㎜内外。頭部は褐色鱗毛で覆われ，下唇鬚は長く3節からなり，第1節及び第2節は下面に長い暗褐色の鱗毛を発生する。第3節は明らかに下向している。触角は黄褐色鞭状で前翅の約2分の1の長さに達し，第1節はやや大型。複眼は黒色半球状，胸部の幅は頭部と等しく胸背は黒色の鱗毛で覆われる。前翅は暗灰色で前縁は外方に弯曲して弓状となる。外縁は少しく内方に弯曲し，後縁は基部3分の2は外方に弯曲する。雌の前翅は色彩濃く，光沢を有し，中室を縦に走る濃色帯より後部は単調な灰黄色を呈し，その前部には前縁から始まって内側に弯曲し，外縁に向う灰白色と暗褐色の短い斜線が交互に並列する。中室には広い暗褐色帯が縦に走り，その外縁で二分して黒色Y字状紋となる。前翅の前角部と第

5脈端は内方の黒紋と連絡する暗黒色紋となり，外縁は銀白色で縁取られ，縁毛を境する一細線は暗褐色で，その内側は暗灰白色帯で限られ，さらにその内側の中脈と肘脈端に黒点列を有する。雄は雌に比べ淡色で光沢なくY字状紋，縦帯，黒色小点が不鮮明。前縁の暗褐色斜線は雌に比べ短かく小点刻にみえる。後翅は雌雄ともに暗灰黄色で前縁基部はやや灰白色。縁毛は長く基部は灰色。中央は暗褐色，末端は灰色。脚は灰黄色で前，中脚の跗節は暗黒色。各節の末端は黄白色で縞状を表わす。後脚脛節には2本の棘を有し，鱗毛を密生する。腹部は淡黄褐色で背面はやや暗色。

卵：楕円形，扁平で長径1.1～1.2㎜，短径0.7㎜内外。産下当時は乳白色でやや光沢を有する。卵殻面には小顆粒状点刻を有し，かすかに亀甲状を呈する。ふ化前には胚子は赤色斑となり，のち前頭は黒色を呈し，ふ化を開始する。

幼虫：ふ化当時は体長2.5㎜内外，老熟幼虫は22㎜内外，体は淡黄色であるが，食物の色により若干変化する。頭部は前胸より幅狭く，赤褐色で両頬にくさび形の黒紋を有する。触角は3節からなり，末端に向い細く，基部の節間膜は幅広い。第1節は短環状，第2節は長円柱状で1本の長い感覚毛を有する。第3節は短小で感覚器を有する。大顎は強健で4歯を有し，中央の2歯は大型。小顎はやや硬化し，柄状を呈し，担鬚節は長球形で2本の小顎鬚を有する。下唇亜基節は基部寄りに中央部が細く，棘は末端近くに1対存在する。下基節は円錐状で1対の下唇鬚と1本の吐糸口を有する。下唇鬚は末端に向って急に細まり，吐糸口は細長い。各節硬皮板は黄褐色。胸脚は短小，基節，腿節，跗節の内側にそれぞれ2,1,4本の棘を有する。腹節は各節に微小疣状突起を有し，それより1～3本の短毛を発生する。第7節後縁の疣状突起は特大。気門は暗褐色で楕円形。腹脚は4対あって短小，円柱状で大小の鈎爪が円形に並ぶ。尾脚は腹脚に似て大型。

蛹：黄褐色で背面は淡色。体長10㎜内外。体幅2～2.5㎜。複眼は黒色，翅鞘は第4腹節に達し，触角鞘は短い。腹部第2節の後縁，第3～6節の前後両縁，第7節の前縁，第8節及び尾節の背面にはそれぞれ鋸歯状突起を有し，各節の前縁及び末端2節のものは大形。体は全体的に紡錘形で尾端はやや細まり末端は数本の剛毛を有する。

3．生活史と習性の概略

本虫の生活史について飯島（1935b，1938，1940，1940－1941），高野・柳原（1939），東・大城（1969b）が報告しているので，ここでは概略のみを記す。

3－1．卵　期

卵期は沖縄において1～3月には19～26日（平均24.4日），4～5月には6～7日，6～8月には4～5日，10～12月には6～7日で，25℃定温室では5～7日，平均6日である（東・大城，1969b）。台湾においては1～2月に12日，3～4月に7日，5～6月に6.5日，7月及び9月に5.5日，10～11月に7.5日，12月に13日である（高野・柳原，1939）。

3－2．幼虫期

東・大城（1969b）は25℃温度下，普通飼育室，野外網室において飼育を行い，本種の幼虫期について次のとおり報告した。

カンシャシンクイハマキは4令で蛹化するものから8令で蛹化するものまで変動があり，令数の多少により幼虫期に僅かな差がある。25℃温度下における経過日数は4令で蛹化する幼虫が20～24日，5,6令で蛹化する幼虫が21～33日，7令経過幼虫は39日である。普通飼育室での経過日数は1～3月に51日，4～12月には18～27日である。野外網室では1～3月に64～79日，5～6月には21～28日，7～8月には25～29日である。

台湾においては1～2月に56日，4～5月に31日，5～6月に25日，7～8月に25日，9～10月には23～25日，12月には41日である（高野・柳原，1939）。

各令の経過日数をみると一般に最終令期が最も長く，ついで最終令の前の令期と第1令が長く，他の令期はほぼ似ている。

3－3. 蛹 期

普通飼育室における蛹期の平均は1～2月に22.1日，4月に13.5日，5月に11日，8～9月に8.5日，11～12月に11.7日で，網室では1～2月に25.8日，3～4月に19.3日，6～8月に9.2日，10～11月に10.6日である（東・大城，1969b）。

20°C，25°C，30°Cの定温器で飼育した結果は Table 62.に示すとおりであった。

Table 62. Pupal duration of *Tetramoera schistaceana*

Temp.（C）	No. of pupae used	Duration (days)	Mean
20	63	17 － 21	19.1
25	76	10 － 13	11.3
30	92	8 － 9	8.2

Table 62 にみられるように，蛹期は20°Cにおいて19.1日，25°Cでは11.3日，30°Cでは8.2日である。これから発育零点はおよそ13.5°C 前後である。

3－4. 成虫の生存期間と習性

羽化は主として15～24時の間に行われ，特に15～20時間の間に全体の60％が羽化する。しかし，曇り，雨天や冬季には日中でも羽化することがある（飯島，1938；東・大城，1968b）。

交尾を羽化当夜に行う個体が多く，その割合は50％以上に達する。低温期には羽化翌日に交尾するものが多くなる。

産卵前期間は短く，95％の成虫が羽化翌夜には産卵する。個体により6日を要したものがある（東・大城，1969b）。

成虫の寿命は雌で2～13日（平均5.8日），雄は1～10日（平均4.6日）である。

羽化翌日に総産卵数の50％以上が産卵され，羽化3日目までに約85％が産下される。個体により10日間も産卵を続けるものがある。台湾における産卵期間の平均は，3～4月に6.8日，6～7月に6日，9～10月に7.8日，12～1月に18.7日である（飯島，1938）。

成虫は昼間はサトウキビ圃場の適当な陰に潜伏しているが，夕刻から活動を始め，サトウキビの葉面，茎表面に産卵する。産卵時刻は夕刻から夜間で，18～21時に総産卵数の85％を産下する。特に19～20時に多く，総産卵数の66％をその間に産下する（東・大城，1969b）。飯島（1938）は台湾において年間を通じて雌の産卵活動を調査し，18～19時に最も多いことを明らかにしたが，時期により多少の差があり，1～3月には18～19時，4～9月は19～20時，11～12月は17～18時で，雨天や曇りには約1時間早く産卵を開始すると報告した。

卵は1個または2～4個ずつ葉面に産下されるが，稀に露出した茎の表面にも産下される。葉においては90％以上が裏面に産下され，表面には少ない。1本のサトウキビは巻葉，展開葉，枯葉など10枚以上の葉を普通に有するが，そのうち稚茎では第1展開葉への産卵が最も多く，生長茎では第3展開葉に多い。それらの葉は完全に開いた葉のうち最も新鮮なものである（飯島，1938；東・大城，1969b）。

葉裏では水平位に対する葉の角度が40～50度をなす部分に産卵が最も多く，しかもその範囲は低い角度の方へ移動する。すなわち，雌は40～50度の角度をなす部分に産卵するのを最も好む。従って葉

の基部や中央部が産卵の好適場所となる。その角度を有する葉の部分は品種によって異なり，POJ 2725のように下垂性の葉を有するサトウキビでは基部にあたり，POJ 2878では葉が直立性であるために中央部となる。そのため産卵部位は品種によっても異なってくる（飯島，1938）。

3－5. ふ化率と温度，湿度の影響

ふ化温度範囲は13～34°C，相対湿度範囲は29～100％である。95％以上のふ化率のためには16.5～30.5°C，相対湿度は70～100％が必要である。また，体内卵成熟に対する外界湿度の好適範囲は50～60％であって，これより湿度が増減するに従い成熟率は減退し，過湿，過乾は不適当である（飯島，1948）。

高温は次のように本虫を不妊にすることが判明している（飯島，1940～1941；東・大城，1969）。

ア）雄の発育期における不妊に及ぼす高温の影響は卵期，幼虫期，蛹期の順に顕著である。

イ）蛹における高温の影響は5日間で起る。

ウ）雌の発育に及ぼす高温の影響は軽微で，蛹期に高温処理された場合に不妊効果が僅かに認められる。

エ）不妊になった雄の中には日時の経過により生殖能力を回復する場合があり，その回復に要する日数は平均11日である。しかし，回復は幼虫期が高温で処理されたものに限られる。

オ）羽化後に高温処理した場合にも不妊効果がある。

カ）その範囲は31～32°C付近にあるが，28～30°Cでも不妊効果が僅かに認められる。

以上の現象は台湾南部の圃場において観察されたものであるが，金城（1970）は沖縄のサトウキビ圃場で葉鞘内側の温度を測定し，気温より1～4°C高いとして蛹期に不妊効果の起ることを指摘した。

大城（1970）は羽化と産卵に及ぼす明暗の影響について調査し，24時間明，暗により交尾，受精率，産卵数が抑制されることを指摘した。

3－6. 幼虫の食入部位

幼虫はふ化後葉面を歩行して離鞘節を上から下へ数えて1～4番目の節の葉舌付近から侵入する。すなわち，頂葉の付近でふ化した幼虫は下方へ移動し，下葉の幼虫は上方へ移動して1～4番目の節に侵入する。それは上の方は葉鞘と茎が密着していて幼虫侵入の間隙がないためであり，下部の節は食入するのにサトウキビが硬化しすぎているためである。従って，その中間の部分で葉鞘が開き，食入に適当な軟らかさを有する節に侵入する。葉鞘内側に侵入した幼虫は，初めは主として茎の生長帯，根帯，芽の部分の表面をなめる程度に摂食し，生長するに従い茎内部に食入する。その後，多くの個体はサトウキビの腐敗と同時にそこを脱出し，移動して二次的食入を行う（飯島，1940；東・大城，1969b）。

3－7. 年間発生消長

農薬散布を行ってない夏植サトウキビ圃場（沖縄島南部）を選定し，15～20日おきにサトウキビの200茎に生息する幼虫の個体数を調査した。その結果はFig. 14のとおりであった。

夏植サトウキビ圃場では発芽と同時に本虫の産卵がみられ，ふ化幼虫による加害が始まるが，幼虫の個体数は10～12月に若干増加し，それ以後冬季の間の個体数は少ない。4月から再び個体数が多くなり，6月上旬に年間で最高となり，その後急速に減少して9～11月に再び小さなピークを作る。すなわち，春から初夏の間と秋に幼虫の発生が多い。

石田・高野（1936）は台湾において産卵消長とサトウキビ植付時期との関係を調査し，産卵数は5～6月に最も多く，ついで9～12月が多く，植付時期が遅れると産卵数の多い月が遅れると指摘した。

Fig.15は沖縄島南部と宮古島における誘蛾灯による成虫の誘殺数を旬別に示したものである（沖縄県病害虫発生予察資料による）。

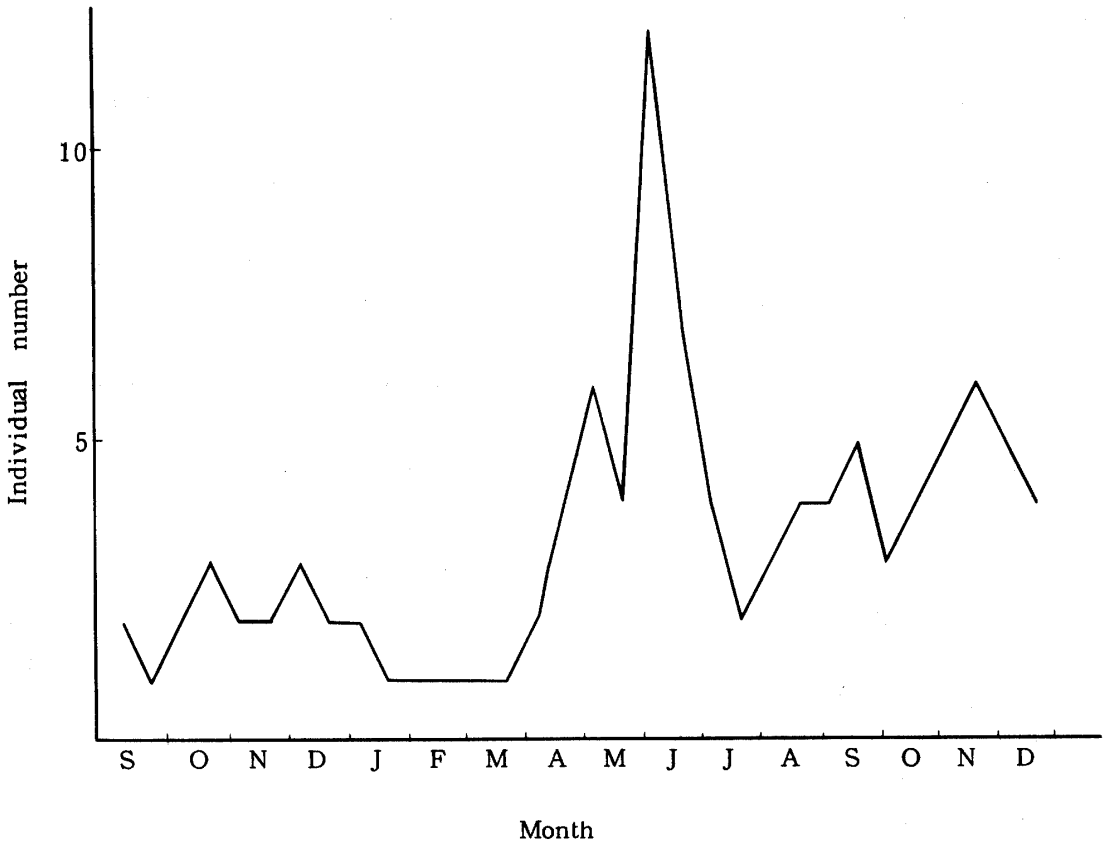


Fig. 14. Seasonal occurrence of *Tetramoera schistaceana* (larvae) on Okinawa Island, shown by individual number per 200 stalks of suger cane

沖縄島南部においては，1月から2月にかけての誘殺数は少ない。3月に小さなピークがあり，4月には減少し，5月から6月にかけて年間で最も多い誘殺数となっている。その後7月には急激に減少し，8月，9月も次第に減少し，10月から再び増加して11月に小さなピークを作り，以後は減少する。

宮古島における誘殺数の変動も沖縄島のものに似ているといえる。しかし，6月以前のピークは少しずつ前にずれ，7月以後のものは後方にずれている。また，6月には個体数が急激に減少し，夏の個体数が沖縄に比べて少ない。東・大城（1969b）は，5～6月に圃場において幼虫個体数が多く，成虫誘殺数も多いにもかかわらず，その後の個体数が減少し，8～9月に個体数が少ないのは，夏の高温により不妊虫が増加するためであろうと指摘した。宮古島において特にその傾向が強く現われており，その後の個体数回復も遅いようである。

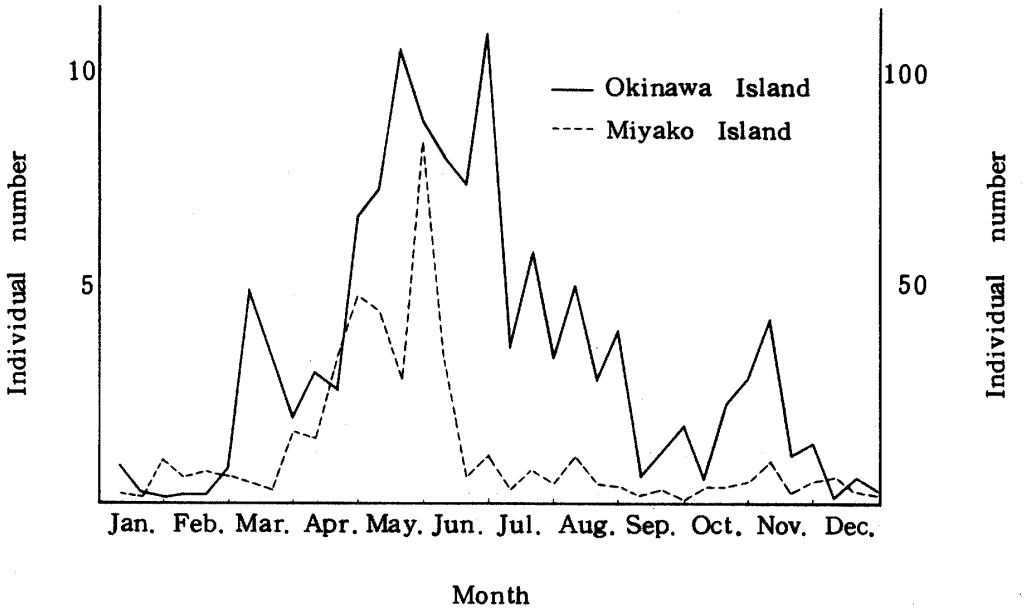


Fig. 15. Seasonal occurrence of *Tetramoera schistaceana* (adults) in Okinawa, shown by individual number attracted to the light trap every ten days (mean of 1957－1973 for Okinawa Island and 1967－1973 for Miyako Island) (right scale for Miyako Island)

4. 天 敵

カンシャシンクイハマキの天敵については台湾における石田（1915, 1917），高野（1933, 1934a，1940），高野・柳原（1939），楚南（1944），Pu and Liu（1969a），Chen(1963), Chan and Hung（1969a），Lim and Pan（1974），フィリピンにおけるPierce(1929a), Estioko(1961)，インドネシアにおけるvan Deventier（1912），Box（1953）らの報告があり，我が国においては沖縄県立糖業試験場（1922－1930），沖縄県立農事試験場（1931－1936）の断片的な調査成績と石井（1939），Ishii（1941），東・大城（1969b），東（1971）の報告がある。

今日までに確認されている種類をあげると次のとおりである。＊印は沖縄に産する種類である。（ ）内は分布地を示す。

＊ *Trichogramma australicum* Grault ゴウシュウメアカタマゴバチ（日本，中国，台湾，フィリピン，インドネシア，オーストラリア）

T. nanum(Zehntner) タマゴバチの一種（台湾，フィリピン，インドネシア，マラヤ，インド）

Chelonus peetinophorae Cushman ニトベコウラコマユバチ（日本，台湾，中国，韓国）

C. semihyalinus Ashmead ルソンコウラコマユバチ（フィリピン）

＊ *Apanteles flavipes* Cameron ズイムシサムライコマユバチ（日本，台湾，フィリピン，マラヤ，インド，モウリシャス）

＊ *Microbracon* sp. コマユバチの一種（沖縄）

* *Xanthopimpla stemator* Thunberg アトムモンフシキイロオナガバチ（台湾，中国，フィリピン，インドネシア，セイロン，インド，パキスタンその他東南アジア）

* *Enicospilus sakaguchii* Matsumura et Uchida サカグチアメバチ（日本，台湾）

Meloboris sinicus（Holmgron）クロボソチビアメバチ（台湾，フィリピン）

* *Tetramorium guineense* Fabricius オオシワアリ（日本，台湾，中国，フィリピン，インド，その他）

* *Pheidole pieli* Santschi オオズアカアリの一種（沖縄，台湾，その他東南アジア）

Pheidole javana dalenda Fcrel タイワンオオズアリ（台湾）

* *Pheidole* sp. オオズアカアリの一種（沖縄）

* *Paratrechina bourbonica* Fabricius タイワンアメイロアリ（沖縄，台湾，その他東南アジア）

Actia takanoi Baranoff タカノヤドリバエ（フィリピン）

* *Proreus simulans* Stal スジハサミムシ（沖縄，台湾，その他東南アジア）

Heteroderes albicans Candeze ウスイロフナガタコメツキ（台湾）

* *Chiracanthium* sp. コマチグモの一種（沖縄）

* *Paradosa loura* Karsch ハリゲコモリグモ（沖縄，台湾，その他東南アジア）

沖縄に産する天敵のうちゴウシュウメアカタマゴバチの寄生率は比較的に高い。沖縄県立糖業試験場でのデータと著者が調査した月別の寄生率をまとめると Table 63のとおりである。本天敵は年により，また月により寄生率の変動が大きい。しかし，80％以上の寄生率を示す場合があり，最も少ない時でも10％であるところから極めて有効な天敵であるといえよう。

ズイムシサムライコマユバチは台湾においてカンシャシンクイハマキの幼虫に寄生することが報告されているが，沖縄においてはまだ寄生が確認されていない。アリ，クモ類は多数の幼虫を捕食する。

Table 63. Parasitism of *Trichogramma australicum* to the egg of *Tetramoera schistaceana* in Okinawa, from 1922 to 1926 and from 1967 to 1969

Month	1922	1923	1924	1925	1926	1967	1968	1969
Jan.	15.1	44.8	53.1	31.0	37.5	41.6	19.6	27.6
Feb.	−	38.8	37.8	35.3	30.2	47.2	28.6	33.6
Mar.	−	52.8	65.5	33.0	23.0	56.4	16.1	21.2
Apr.	15.1	34.7	21.2	26.0	−	40.9	13.6	25.1
May.	18.1	38.5	63.2	64.8	−	57.6	24.2	29.1
Jun.	23.4	22.9	50.8	62.8	−	23.8	17.5	12.4
Jul.	32.4	14.0	79.2	77.6	−	19.6	21.9	17.6
Aug.	27.0	38.4	39.1	42.4	−	16.8	10.6	34.8
Sep.	31.9	65.5	27.9	43.6	−	23.7	12.0	30.2
Oct.	83.3	70.0	22.0	27.9	−	38.9	24.0	47.6
Nov.	53.6	80.8	55.6	54.7	−	49.6	26.7	39.2
Dec.	43.6	68.7	57.3	56.3	−	34.7	32.7	24.6

Data of 1922－1926 by the Okinawa Prefectural Sugar Experiment Station.

5. 各時代の発生密度と被害

5－1. 収穫茎における被害茎率

読谷山，POJ 時代の本虫の発生密度に関する資料はない。そのため NCo時代との比較ができないが，参考として被害茎率について述べることにする。

読谷山時代のデータは沖縄県立糖業試験場業務報告（1921－1924）の"螟虫類被害調査成績"から，POJ 時代は沖縄県立農事試験場業務功程（1931－1934）の"螟虫類ニ関スル調査"の成績を引用し，NCo時代の被害については著者が1967年から1971年にかけて，沖縄各地のサトウキビ圃場において収穫時に100茎当りの被害茎を調査した結果を用いた（Table 64）。

調査圃場数，株数が調査年次により異なるため直接の対比はできないが，時代毎の年次別の被害茎率はほぼ類似しており，これらの値は各時代の被害の程度を示しているものと考えられる。

このことから，読谷山時代には本虫による被害は多いものではなく，POJ時代にはかなりの被害があり，NCo時代には前二者の中間位だったと推定される。

Table 64. Infestation of *Tetramoera schistaceana* to the sugar cane varieties, Yomitanzan, POJ 2725 and NCo 310 in Okinawa

Varieties	Cultivated year	Investigated no. of fields	Investigated no. of stalks	No. of stalks infested	% of infestation
Yomitanzan *	1920	18	1,800	167	8.3
	1921	18	1,800	124	6.9
	1922	16	1,600	106	6.6
	1923	18	1,800	142	7.9
	mean				7.7
POJ 2725**	1931	12	1,200	274	22.8
	1932	10	1,000	292	29.2
	1933	10	4,700	1,340	29.2
	1934	8	2,350	667	28.4
	mean				27.8
NCo 310	1967	15	1,500	191	12.3
	1968	40	4,000	626	15.6
	1969	9	900	53	5.9
	1970	9	900	112	12.4
	1971	10	1,000	137	13.7
	mean				11.9

* Data by the Okinawa Prefectural Sugar Experiment Station, ** by the Okinawa Prefectural Agricultural Experiment Station.

5－2. 灯火飛来成虫の個体数変動

沖縄島南部及び宮古島において，誘蛾灯で誘殺された成虫個体数の年次変動をみるとFig. 16のとおりである（沖縄県病害虫発生予察資料による）。

沖縄島南部においては1957－1965年の間の誘殺個体数が400頭以上で，1966年以後の120頭以

下に比べると極めて大きな差がある。また，1965年以後は次第に個体数が減少している傾向にある。宮古島においては調査期間は短いが，ここでも個体数が漸次減少している傾向が認められる。

この2地点において成虫誘殺数が漸次減少したということは，NCo時代の被害率がPOJ時代に比べ減少したというTable 64の事実を裏付けているものと思われる。なお，誘殺数減少の理由には他に農地の宅地化の影響も考えられる。しかし誘蛾灯設置場所周辺の圃場の宅地化が進んだのは1972年以降である。従って，誘殺数の減少は発生個体数そのものの減少を示している可能性が強い。

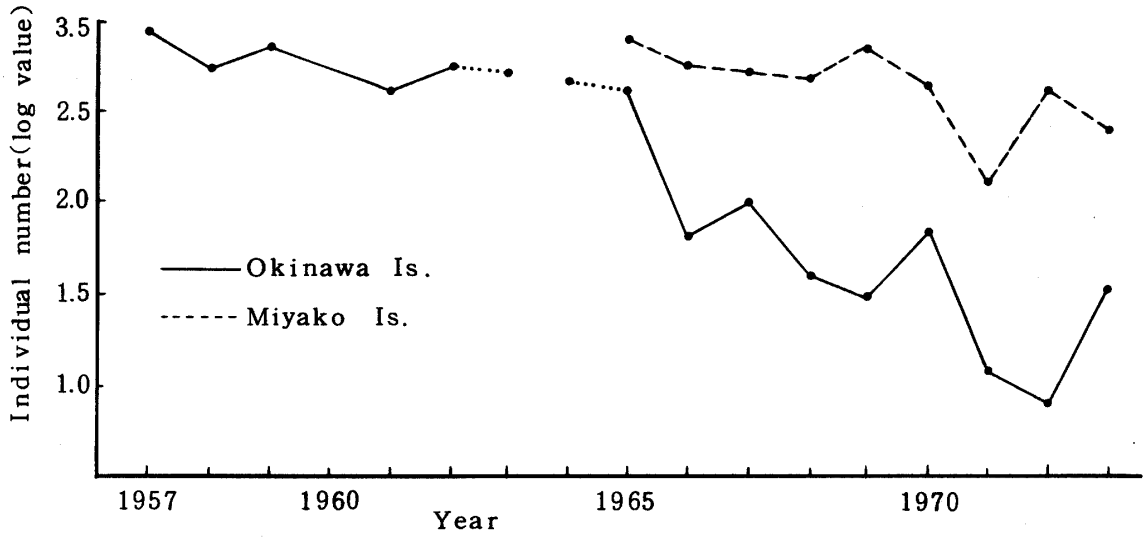


Fig. 16. Annual occurrence of *Tetramoera schistaceana* on Okinawa and Miyako Islands, shown by individual number (log value) attracted to the light trap per one year

6. 栽培品種の変遷と個体密度との関係

6－1．品種の抵抗性に関する研究の歴史

サトウキビのメイチュウ類に対する品種の抵抗性については，Wallcott（1922），Cleare（1932），Hazelhoff（1932），Holloway（1935），Tucker（1933，1936）らにより早くから研究されてきた。カンシャシンクイハマキについては沖縄県立糖業試験場（1921～1926）により研究が始められた。すなわち，同試験場は読谷山の他6品種について調査し，読谷山は中以下の被害であることを知った。沖縄県立農事試験場（1933～1935）は品種比較試験圃場において本虫の被害を調査し，POJ 2725は約20品種のうちで被害が多い方であったこと，読谷山とPOJ2725とでは後者において被害が有意に多いこと，POJ 2725はPOJ 2883やPOJ 2878に比べ被害の多いことを報告した。

山崎・上野（1935）は独特の硬度計を考案して各品種の茎の硬度を測定し，硬い品種はメイチュウ類の被害が少ないことを明らかにした。飯島（1935b）は台湾においてPOJ 2878とPOJ 2725における被害率の差を見出し，その原因を究明した。すなわち，POJ 2878はPOJ 2725に比較してカンシャシンクイハマキの産卵数がいちじるしく少なく，従ってPOJ 2878は本虫の成虫に対して優れた抵抗性を有する品種であるとした。その産卵を抑制するサトウキビの形質として飯島（1935b）がとりあげたのは葉立ちと葉幅である。すなわち，POJ 2878は葉がやや狭く，やや直立性であるためカンシャシンクイハマキの産卵条件――蔭が多く，葉の40～50度の角度をなす位置が風などに揺れず安定していること――がよく満されないという理由による。

高野（1937）は品種の変遷によりカンシャシンクイハマキ，ツマキオオメイガ，スジメイガ，カン

シャワタアブラムシの発生も変動すると考えた。そしてPOJ 2725 はカンシャシンクイハマキに対していちじるしく抵抗性が弱いが，POJ 2883は強く，F 108 はカンシャシンクイハマキに対して抵抗性を有するが，ツマキオオメイガ，カンシャワタアブラムシに対して弱いということから，それら抵抗性の要素として葉姿，茎の形態，根径，乾物量，せん維量をあげた。

飯島（1938）は狭葉と広葉の2品種ずつを用い，植付後収穫までの全生育期間中における産卵数，産卵場所を比較し，狭葉種すなわち葉蔭の少ない品種は産卵数がいちじるしく少なく，産卵には蔭を必要とすることを明らかにした。

6－2. 読谷山，POJ 2725及びNCo310における産卵数

品種保存圃場において1968年，1969年，1974 の3回（5月），各品種とも100葉当りの産卵数を調査した。葉は第1展開葉とその上方1枚，下方3枚，計5枚を選んだ。その結果をTable65 に示す。読谷山では産卵数が各年とも少なく，次位のNCo 310は読谷山の約2 倍の産卵数がある。POJ 2725は各年とも産卵数が最も多い。すなわち，3品種のうちPOJ 2725は本虫の産卵に最も適しているといえる。

Table 65. Number of eggs(per 100 leaves) of *Tetramoera schistaceana* on the sugar cane varieties, Yomitanzan, POJ 2725 and NCo 310

Varieties	1968	1969	1974	Total	Mean
Yomitanzan	32	24	41	97	32.3
POJ 2725	74	92	86	252	84
NCo 310	61	58	73	192	64

Table 66. Result of oviposition by *Tetramoera schistaceana* on three varieties, Yomitanzan, POJ 2725 and NCo 310 in the same rearing box

Varieties	Test	No. of eggs laid	Total (mean)
Yomitanzan	1	472	1,285 (428)
	2	395	
	3	418	
POJ 2725	1	963	2,453 (817)
	2	706	
	3	784	
NCo 310	1	794	1,989 (663)
	2	566	
	3	629	

次に読谷山，POJ 2725 及び NCo 310 の第1～3展開葉（先端の3分の1及び心葉は切除）を茎につけたまま水さしにし，葉を45度の角度に傾斜させたものを20×20×50cm（高さ）の金網飼育箱に同時に入れ，羽化1日目の雌雄30対を放し，2日間産卵させて，その卵数を調査した。3回の実験の結果はTable 66に示すとおりであった。

どの実験でもPOJ 2725 では産卵数が最も多く次位はNCo 310で，読谷山では最も少なかった。これはTable 65 に示した圃場における調査結果とも似ており，本虫は読谷山や NCo 310 よりもPOJ 2725に好んで産卵することが明らかである。このことはPOJ 2725 の方が他の2品種に比べ産卵誘引性が強いためであると推察される。

6－3．品種による若令幼虫の死亡率の差異

幼ないサトウキビの第1展開葉節を中心に上・下へ6cmの長さに切った餌を10cm径，14 cm 高の飼育ポットに8本ずつ入れ，それにふ化直後の幼虫を小筆で葉鞘と茎の間隙に移し，各品種3反復で1，2令幼虫の死亡率を調査した。餌を5日おきにとりかえた。結果はTable 67のとおりであった。

1令幼虫の死亡率は6.0～6.6％で，2令は2.8～4.2％であった。各品種間には有意差は認められない。なお，2令終了までの経過日数は8～10日で，品種による差も見出し得なかった。

Table 67. Larval mortality of *Tetramoera schistaceana* reared with the varieties, Yomitanzan, POJ 2725 and NCo 310

Variety	No. of pest used	Mortality	
		1st instar	2nd instar
Yomitanzan	150	6.6	4.2
POJ 2725	150	6.0	2.8
NCo 310	150	6.0	3.8

6－4．葉の傾斜角度と産卵との関係

NCo 310 の葉3枚ずつを水平角に対し，30，45，60，75度に傾斜させたものを飼育箱の中に作り，羽化後15時間経過した雌雄20対の成虫を放して24時間産卵させ，産卵数を調査した。3回の繰返しでTable 68に示す結果が得られた。

30度に傾斜した葉では3回の合計で155個の産卵があった。45，60，75度ではそれぞれ 308，134，47個であった。このことから本虫は飯島（1935b）が報告しているように45度傾斜した葉の部分に最も多く産卵する事実が認められる。

Table 68. Number of eggs of *Tetramoera schistaceana* deposited on the sugar cane leaves of various inclinations

Test	Inclined angles of leaves			
	30	45	60	75
1	64	137	61	23
2	37	108	39	15
3	24	83	34	9
Total	155	308	134	47
%	24.1	47.8	20.8	7.3

6－5．葉幅と産卵数の関係

株出サトウキビはしばしば生育が不揃いで，同一株でも茎の細いものと太いものが発生する。一般に茎の太いサトウキビでは葉幅が広く，細い茎では葉幅が狭い。そこで草丈50～80cmの株出サトウキビで葉幅が2cm内外と4cm内外の葉300枚ずつを同一圃場で選び，幼虫の発生ピーク前の4月下旬に，それぞれ産下された卵を3圃場で調査した。その結果はTable 69に示すとおりである。

圃場により産卵数に差が大きいが，どの圃場でも幅の狭い葉では産卵数が僅かに多い，これは飯島（1938）が報告した結果とは逆である。

次にNCo 310とNCo 376を用い，飼育箱内で葉幅の広狭を組合わせ，本虫の雌雄20対を放して24時間産卵させたところTable 70に示す結果が得られた。

Table 69. Number of eggs (per 300 leaves) of *Tetramoera schistaceana* on the wider and narrower leaves of suger cane

Field	Wider leaves	Narrower leaves
A	38	49
B	141	156
C	86	98
Total	265	303

Table 70. Egg deposition difference of *Tetramoera schistaceana* on two varieties of sugar cane in a rearing box

Test	Varieties	Width of leaves	No. of eggs deposited
1	NCo 310	wider	142
	NCo 376	narrower	137
2	NCo 310	narrower	175
	NCo 376	wider	129

広葉では合計271卵，狭葉では312卵であり，NCo 310では317卵，NCo 376では266卵であった。葉幅の広狭の違いによる産卵数の間には有意差は認められない。またNCo 310とNCo 376との間にも有意差は認められない。しかし，NCo 310において産卵数が若干多い傾向にある。このことは葉幅の広狭そのものが産卵数に関係ありとはいえないことを示している。

6－6．作型別の被害茎率

1968年から1972年までの5年間，沖縄島と南大東島において，作型別に収穫茎における本虫の被害茎率を調査した。その結果はTable 71に示すとおりである。

この成績はサトウキビの全生育期間中における被害茎の累積数とみなされることから，その値をサトウキビの生育月数（夏植では18，春植では11，株出では12）で割った1カ月当りの被害茎数も算出して同表に付した。

夏植サトウキビでは被害茎率は18.3％，1カ月当りの被害茎率は1.0％であった。春植では8.0％と

0.7％，株出では10.9％と0.9％であった。収穫茎の被害茎率，月当り被害茎率ともに夏植において最も高く，春植では低いといえる。

Table 71. Infestation of *Tetramoera schistaceana* on the hervesting stalks of the summer, spring and ratoon crops

Crop	No. of fields	No. of stalks	No. of stalks infested	% of stalks infested	Per month
Summer	19	5,700	1,037	18.2	1.0
Spring	19	5,700	455	8.0	0.7
Ratoon	19	5,700	621	0.9	0.9

* Ratio of infestation per month = % of stalks infested/monthly number of growing period of sugar cane (18 months for summer crop, 11 for spring and 12 for ratoon).

7. 考　察

読谷山，POJ及びNCo時代のカンシャシンクイハマキの被害について従来の報告と，1967年以後著者が調査した成績を集計してTable 64に示したが，読谷山時代には被害が特に多いということはなかった。しかし，POJ時代には被害が極めて多かった。また，NCo時代にも被害が多い。ところで，収穫茎の被害茎率がPOJ時代に27.8％を示したことは，ルイジアナや西インド諸島における*Diatraea saccharalis*の被害（Bangdiwalla and Mortorell, 1954; Chapentier et al., 1967; Chinloy, 1955; Metcalfe, 1957），台湾における本虫の被害（石田，1915; 染，1959），インドにおける各種メイチュウ類の被害（Gupta, 1959a, d, 1960; Kulshrestha and Avasthy, 1957）などと比較した場合，高い被害率であるといえる。

ところが，Metcalfe（1969）が指摘しているように被害茎率が高ければ個体密度も高いとは限らない。特に品種が異なった場合，分けつ数が異なり，また本虫が稚茎を好むところから害虫の発生密度が同じでも，分けつ数の多い品種では無効分けつとなる第三，四次分けつ茎が加害され，収穫茎における被害茎率が低めに現われることが考えられる。しかし，Fig. 16で示したようにPOJ時代の1957～1961年には成虫の年間誘殺個体数は400頭以上であった。これに比べNCo時代の1962年以後の誘殺数は減少し，特に1966年以後の誘殺個体数は120頭以下である。これはTable 64に示したPOJ及びNCo時代の被害茎の高低に傾向として似ており，被害茎率の高低はある程度個体密度の多少を現わしているものと考えられる。

それに沖縄県立糖業試験場（1921～1924）の調査成績を集計した場合も，在虫数と被害茎率との間には相関が認められる。また，Fig.16で沖縄島南部及び宮古島における誘殺数をみると，調査期間が短いながらも宮古島における誘殺数の多いことがわかる。沖縄島南部の誘蛾灯設置場所は泥灰岩土壌地帯で，宮古島のものはサンゴ石灰岩土壌地帯にある。一般に本虫の被害はサンゴ石灰岩土壌地帯において多い（未発表資料）。すなわち，被害の多少は誘殺数とも深い関係にあるといえる。

これらのことから読谷山時代には本虫の被害程度や発生密度は余り多くなく，POJ時代は双方ともに多く，NCo時代はやや多いということが判断される。

次に本虫の発生の多少と品種の抵抗性及びサトウキビ栽培管理方法の変化との関係について考察する。

品種保存圃場における100葉当りの産卵数を調査した結果では（Table 65），読谷山において産卵数が最も少なく，POJ 2725に多く，NCo 310では前二者の中間であった。飼育箱内における調査結果（Table 66）でも圃場の成績と似た傾向を示した。このことは3品種のうちPOJ 2725は本種の産卵に最も適していることを示すものであり，POJ 2725 は他の2品種に比べ産卵誘引性が高いことが考えられる。各時代の被害の多少はこの産卵誘引性も影響したものと考えられる。

読谷山，POJ 2725 及びNCo 310を餌に用いて飼育した場合，1，2令幼虫の死亡率では読谷山では他の2品種に比べ僅かに高く，POJ 2725 とNCo 310 ではほぼ似ていた（Table 67）。これら品種間における死亡率には有意差は認められない。このことは幼虫の死亡率が各時代の被害茎率の多少に余り関与していなかったことを示唆するものと考えられる。しかし，本調査では幼虫の食入に最も適した部分を餌として与え，その部分に幼虫を移した。もし圃場においてふ化場所から食入場所までの距離が遠い場合や，品種によって適当な軟らかさの部分が離鞘節に存在しない場合は，食入までの間に天敵の捕食などによる死亡があると考えられる。

各品種における産卵数調査の際，POJ 2725 では第1，2展開葉に産卵数が多く，読谷山では第2，3展開葉に産卵数が多かった。これは幼虫のふ化場所と食入部位の距離が品種によって僅かに異なることを暗示しており，幼虫食入までの間における死亡要因の程度及び死亡数に差のあることが考えられる。しかし，これについては十分確認し得なかった。

葉の傾斜角度と産卵数の関係については，Table 68に示すとおり，水平位置に対し45度傾斜した葉において産卵数が多い。これは飯島（1935 b）の報告とほぼ一致しており，本種の産卵特性であるとみることができ，抵抗性の一要因であると考えられる。すなわち，45度程度に傾斜した葉の部分を多く有する品種には産卵数が多いと考えられる。

葉幅と産卵数との関係について，NCo 310 の狭葉と広葉を用いて調査した成績（Table 69）では，狭葉において産卵数が多く，飯島（1938）の報告とは逆の結果を得た。飯島は葉幅の狭い品種及び広い品種を2つずつ用いて調査し，葉幅の狭い品種において産卵数が少なかったことから狭葉では産卵数が少なく，狭葉の品種は抵抗性であるとした。しかし，飯島のデータには葉幅の広狭による産卵数の違いの他に品種の産卵誘引性による影響も加味されている可能性がある。そのことを確認するために行った調査の結果がTable 70である。葉幅の広狭の違いによる産卵数の間には有意差は認められず，NCo310ではNCo376に比べ産卵数がやや多い傾向が認められた。これは品種の産卵誘引性が若干作用している可能性が考えられる。従って飯島（1938）の結果は葉の広狭というよりも品種の産卵誘引性による差を示している可能性がある。

各作型における本虫の被害茎率を調査した結果をみると（Table 71），夏植において被害が最も多く，春植では少ない。株出ではそれらの中間の被害率である。これを1カ月当りの被害率に換算しても夏植において被害が多く，株出がこれに次ぐ。夏植は存圃期間が他の作型に比べて長い。しかし単なる時間の延長というだけでなく，これに伴って起る圃場，すなわち，環境が安定することが本種の発生を助長し，被害が増加したものと考えられる。株出は夏植についで本虫の発生に適した条件を備えているといえる。Table 6 でみるとおり，POJ時代には夏植の栽培面積が広かった。すなわち，本虫にとって好適な生息環境が広かったといえる。このこともPOJ 時代の被害を増加させた一因であると考えられる。

第5節 *Scirpophaga nivella*（Fabricius）ツマキオオメイガ

1. 概説

Scirpophaga nivella（Fabricius）ツマキオオメイガはインドネシアにおいて1896年頃か

らサトウキビ害虫として知られ（Zehntner, 1897; van Deventer, 1906），1926年頃には被害の最も多い害虫になった（Hazelhoff, 1928; 森次, 1930）。インドにおいては1900年にサトウキビ害虫として初めて報告され（Lefroy, 1906），1925年には重要害虫として取扱われるようになった（Husain, 1935）。フィリピンにおいては1928年頃すでに被害の多かったことが報告されている（Uichanco, 1928; Pierce, 1929a）。台湾においてはMatsumura（1910）によりサトウキビ害虫として報告されたが，重要害虫として取扱われるようになったのは石田（1915）の報告以後である。我が国においては沖縄県立糖業試験場（1914）がサトウキビ害虫として報告したのに始まり，田中（1928）はススキに食入することを報じた。

本虫については以上の報告の他にジャバにおけるHazelhoff（1930），インドにおけるKhanna and Ramanathan（1940），Khanna, Sharma and Ramanathan（1947），Gupta（1959c），Patel（1964），Avasthy（1969），台湾における石田・森次（1926）などによる重要な報告がある。沖縄においては沖縄県立糖業試験場（1923, 1920～1930）の被害調査成績があり，それ以後は沖縄県立農事試験場（1931～1934）及び沖縄県農業試験場における誘蛾灯による誘殺調査成績が断片的に報告されている。

本節は沖縄における従来の調査結果と著者の調査研究の結果を整理し，外国における研究業績を参照しつつ本虫の発生の変遷とサトウキビ品種との関係について検討したものである。

2．形態の概要

成虫：体長は雌で13～15㎜，雄で11～13㎜，前翅長は雌で15～17㎜，雄で12～18㎜。頭部，胸部，腹部は白色鱗毛で覆われ，光沢ある純白色。下唇鬚は前方に突出し，第1節長大で，第2，3節を合せた長さの約2倍。触角は微毛を有し，灰黒色で，雄では僅かに鋸歯状。複眼は黒色で半球状。前翅は銀白色で裏面前縁は灰黒色を呈する。R_3＋4，R_5及びM_1は中室の前角から発生し，M_2及びM_3は後角から発生する。R_1とR_2は分離し，R_1はScと癒合する。後翅も銀白色で半月形。Cu_1は中室後角の近くから，R_3及びM_1は前角から発生する。腹部は長く，淡黄色を呈し，雌の末節は太く，長い橙黄色の尾毛を有する。脚は長大で白色小鱗毛を有し，後脛節の内刺は外刺の約2倍長。

卵：淡黄白色半透明で，扁平な卵形，日時の経過とともに赤黄色に変化する。長径1.3㎜内外，短径1.1㎜内外。

幼虫：ふ化当時の幼虫は体長2.5㎜内外，灰黒色で長毛を有する。5回の脱皮を径て体長22～28㎜，体幅3～4㎜に達する。終令幼虫は乳黄白色。頭は小形で淡黄褐色，前頭はほぼ正三角形で，それを囲む副前頭は後頭まで同幅で続く。触角は2節からなり，第1節は短大，第2節は長い。大顎は4歯を有しやや尖る。小顎には2本の剛毛を有し，下唇鬚は3節からなる。前胸硬皮板は淡黄赤色。胸部と尾端は細まる。皮ふはやや透明で斑紋を欠き，短毛を粗に発生する。気門は楕円形で淡黄褐色，その間を連絡して波状隆起が走る。胸脚は短小，腹脚と尾脚は退化して大形の鉤爪のみとなる。

蛹：体長は雌で16～18㎜，雄で13～14㎜，全体乳白色で細長く，雌の尾端は汚黄色を呈す。額頭楯は扁平で白色毛を発生する。複眼は黒色。触角は複眼の上方から発生する。上唇は正三角形で裂目を有しない。前胸背には1本の隆起線を有し，両側部に1対の刺を有する。雌の翅端は第4腹節端に，後脚の先端は第6腹節の基部に達する。雄の翅端は第5腹節の基部に達し，後脚の先端は第7腹節中央に達する。気門は楕円形で淡褐色，僅かに突出する。肛門は第10節に開く。

3．分布及び寄主植物

本種はインド，マラヤ，インドシナ半島，インドネシア，フィリピン，台湾，中国（南部），日本に分布する（高野・柳原，1939）。

寄主植物はサトウキビの他に台湾では*Miscanthus sinensis* ススキ，*Imperata cylindrica major* チガヤ，*Ischaemum rugosum segetum* タイワンアイアシ，*Typha capensis* ヒメガマの5種類が知られている（森次，1930）。インドにおいてはチガヤ，*Erianthus munja*，*E. ravennae*，*Narenga porphyrocoma*，*Pennisetum pugpureum*，*Saccharum spontaneum* ナンゴクワセオバナ，*Sclerostachya fusca*，*Sorghum halepense*，*S. vulgare* ナミモロコシの9種が記録されている（Fletcher and Ghosh，1920；Gupta and Avasthy, 1954a; Gupta，1959c；Nair，Prahash and Nagarkatti, 1972）。

我が国においては従来サトウキビとススキから記録されているにすぎない（沖縄県立糖業試験場，1914；田中，1928）。最近著者が新たに確認したものは次の2種である。

Saccharum spontaneum ナンゴクワセオバナ

1972年12月，首里崎山町（2頭） 1974年10月，石垣島宮良（3頭），石垣島オモト（2頭）。

Phragmites communis ヨシ

1971年9月，首里（2頭）。

4．生活史と習性の概要

4－1．卵期

羽化した成虫をサトウキビの梢頭部とともに10×14cmの飼育ポットに入れ，30°Cの定温器内で交尾，産卵させ，卵を葉に付着させたまま湿ったろ紙を入れた9cm径シャーレに移して20°C，25°C，30°Cで飼育し，Table 72に示す結果を得た。

Table 72. Duration of egg stage of *Scirpophaga nivella* under different temperatures

Temp.	No. of eggs used	Duration (days)	Mean
20 °C	114	12 － 18	14.0
25 °C	132	5 － 11	9.9
30 °C	122	3 － 13	8.2

20 °Cにおける平均卵期は14日で，25°C では9.9日，33°C では8.2日であった。30°Cにおける卵期が25°C のそれと余り差がないことから，高温による生育障害のあることが考えられる。

台湾においては第1世代（2～3月）は15.2日，第2世代（5月）は7.3日，第3世代（7～8月）は8.4日，第4世代（9～10月）は7.2日，第5世代（11～12月）は7日である（森次，1930）。インドにおいては6～15日で，地域による卵期の差はさほど認められない（Gupta，1959C）。

4－2．幼虫期

台湾における平均幼虫期は第1世代（2～4月）が41.1日，第2世代（5～7月）が36.4日，第3世代（7～9月）が38.8日，第4世代（9～10月）が36.1日，第5世代（12～2月）が46.5日である（森次，1930）。7～9月の幼虫期は5～7月や10月における期間よりも長くなっているが，このことは卵期同様に高温による生育障害の可能性を示すものかも知れない。インドにおいては19～45日で，平均38日である（Gupta，1959C）。

沖縄では十分なデータは得られていないが，著者がサトウキビによる飼育に成功した4例をあげると，

ア）1975年4月24日ふ化，6月3日蛹化

イ）1975年4月26日ふ化，6月3日蛹化

ウ）1974年4月27日ふ化，6月3日蛹化

エ）1975年4月27日ふ化，6月7日蛹化

であって，幼虫期は37～41日であった。

次に，1令幼虫を野外のススキに移して食入させ，終令幼虫が脱出口（羽化して脱出するためのもの）を設けるまでの期間を調査したところ平均幼虫期は40日であった（Fig．17）。

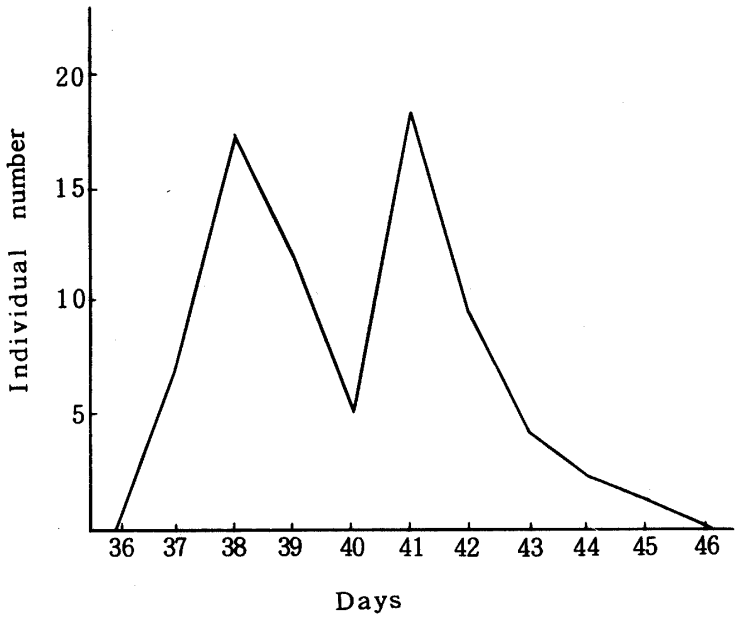


Fig. 17. Larval duration of *Scirpophaga nivella*, reared with *Miscanthus sinensis*（April-June, 1975）

この調査に用いた幼虫は74個体である。経過日数が38日と41日の個体が多く，40日の個体数が少ないので正規分布を示していないが，その原因は不明である。

第1令幼虫は活発でよく歩行し，口部から糸を吐いて体を懸垂し，分散して普通1茎に1頭ずつ寄主植物に食入する。食入は他のメイチュウ類と異なり，必ず心葉部基部の中肋から下方に向って食孔を作り，後に成長点を食害し，心枯の原因となる。食入が成長点まで達しない間の被害心葉は黄変し，ところどころ横に細長い食痕を有し，その周辺が褐色を呈し，葉は十分伸長することができず矮小となる。幼虫が成長し，成長点を食害する時期になるとサトウキビは心枯れとなる。そのような食害様相は幼ないサトウキビのみならず，成長したものでも同様である。しかし，成長茎では心枯れのため成長が停止し，その結果下方の側芽が伸長してほうき状を呈するようになる。幼虫が十分成長し，蛹化が近づくと食孔の下部近くから外部に通ずる脱出孔を開け，羽化脱出時の安全性を確保しておき，ひとまずそれに蓋をしてから出口に近い食孔内で蛹化する。本虫は他のメイチュウ類が茎から茎へ移動して何本も食害するのとは異なり，1茎のみを食害し成長する。

4－3．蛹　期

野外で被害ススキの梢頭部30cmを切りとり，ビニール袋に入れて実験室に持ち帰り，脱出孔の完成を

待ってそれを中心にススキを10cmの長さに切りとり，飼育箱に入れ，羽化脱出までの経過を調査した（Table 73）。

Table 73. Pupal duration of *Scirpophage nivella* in OKinawa

Month	No. of pupae used	Duration (days)	Mean
March	18	8 − 47	20.4
April	21	7 − 34	17.9
May	29	7 − 24	14.3
June	34	6 − 25	14.7

平均蛹期は3月に20.4日，4月に17.9日，5月に14.3日，6月に14.7日であった。どの月でも個体差が大きいが，特に3月における個体差は顕著であり，注目される。

台湾においては第1世代（4～5月）は14.1日，第2世代（6～7月）が14.2日，第3世代（8～9月）が12.6日，第4世代（11～12日）17.2日，第5世代は18.1日である（森次，1930）。インドにおいてはPanjabで4～13日，Biharで6～10日，West Bengalで17～20日，Hyderabadで6～16日，Madrasで7～10日である（Gupta，1959c）。West BengalとMadrasでの蛹期は他の地域での蛹期に比べ長いのが注目される。

4－4．成虫の経過と習性

羽化は普通夜間に行われ，交尾は羽化翌夜に行う個体が多いが，低温時には2～3日経過後交尾することもある。交尾翌夜に産卵する。卵は2～60卵，平均14卵が鱗状に2～5列に卵塊として産下される。卵塊は母蛾の尾毛で覆われており，発見は容易であるが，尾毛は固く粘着しているので，尾毛を除去して卵数を数えることは困難で，卵を痛めることが多い。成虫の寿命は4～6月の調査で2～9日であった。台湾においては1～13日で，低温時には寿命が長くなる（森次，1930）。産卵期間は1～2日で，卵は寄主植物の葉裏中央部から基部にかけて最も多く産下されるが，第2，3展開葉中肋に近い部分にも多い，飼育箱内では葉鞘にも産卵する。

4－5．年間世代数と発生消長

沖縄県立糖業試験場（1929）によれば，本種の卵期は8日内外，幼虫期は40～60日，蛹期は10日内外で，年間の発生は4回と推定され，第1世代の蛾は3月中旬から，第2世代は5～6月，第3世代は8月，第4世代は11月に発生し，幼虫態で越年する。

著者の調査研究によれば，卵期は4～14日，幼虫期は37～45日，蛹期は14.3～20.4日，産卵前期は1～3日であり，1世代に要する日数は62～83日である。従って年間世代数は早いもので5回，遅いもので4回と推定される。

森次（1930）によると台湾においては年間4～5回の世代を繰返し，世代日数は発生時期によって異なるが，平均で第1世代は75.1日，第2世代は61.1日，第3世代は63.6日，第4世代は89.8日，第5世代は83.3日である。

Gupta（1959c）はインドにおいては地方により世代数が異なり，Punjab，Biharで5回，Hyderabadでは7回であると報告した。Patel and Bagal（1956）はインドのWalchandnagarで毎月被害サトウキビを多数採集し，それに寄生する幼虫，蛹の数から同地方では5回の世代を繰返すと報告した。

沖縄県農業試験場では1957年来誘蛾灯による調査を行っているが，その結果の1例として石垣島における誘殺虫数をまとめるとFig. 18のとおりである。

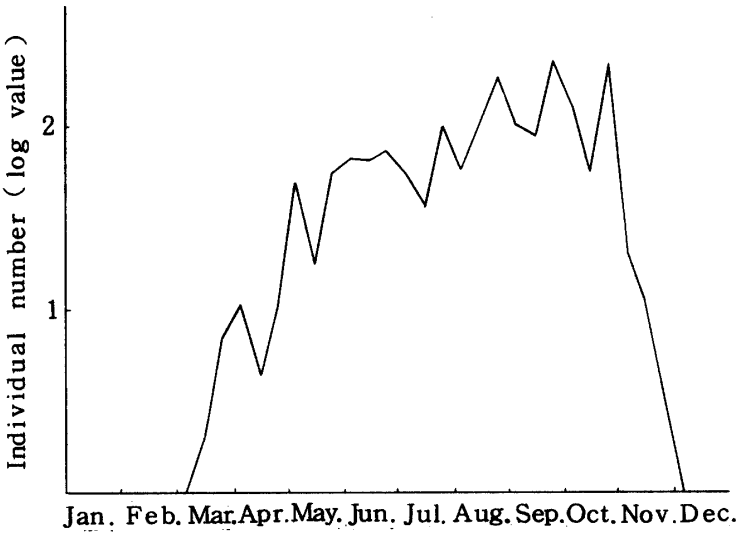


Fig. 18. Seasonal occurrence of *Scirpophaga nivella* on Ishigaki Island, shown by the log value of individual number attracted to the light trap per every ten days (1970 - 1973)

石垣島では3月中旬から蛾の飛来がみられ，4月上旬，5月上旬，6月上旬，7月下旬，8月下旬，9月下旬，10月下旬に飛来のピークがみられ，11月上旬を最後に飛来が終っている。すなわち，8回のピークがはっきり現われていて，その間隔は30日または40日である。しかるに本虫の1世代を経過するのに要する日数は62～84日であるから，少なくとも2カ月おきにピークがみられる筈である。従ってこの8回のピークは2つの異なった個体群あるいは系統が存在し，その2つが交互に作るピークと考えられないこともない。

Fig. 18 は4年間の成績の平均であるから，その集計による年別のずれによるものとも考えられるが，年毎の変動にも8回のピークがみられているので，この原因は2つの時期的に隔離された個体群あるいは系統による可能性が強い。

この判断にたてば4月上旬，6月上旬，7月下旬，9月下旬のものが早いグループのピークであり，他のピークはもう一つのグループによるものと考えられる。また，早いものの最後のピークは9月下旬であり，次年度の最初のピークは4月上旬である。その間隔は約180日もある。それは2世代の経過に相当する日数である。従って，9月下旬から4月上旬までの間にもう一つの発蛾ピークがあると推定することも可能である。ところが，この期間は沖縄における低温の時期であり，発蛾しても飛しょうが不活発なために誘蛾灯に誘殺されないのではなかろうか。

このような"もう一つの発生"を裏付けるものとして，著者は1967年12月上旬に嵐山（今帰仁村）で，1974年12月中旬に国頭村のススキ原で，羽化したばかりの成虫を多数目げきした。それは9月下旬に続く5回目の発蛾ピークにあたるものであろうと考えられる。

また，1974年12月下旬に国頭村のススキに寄生する中令の幼虫を多数採集し，室内で飼育したところ1月下旬に蛹化し，2月下旬に羽化した。この幼虫は12月上・中旬に羽化した成虫の次世代とは考えられず，10月下旬発生の成虫の次世代であると推定される。

次に1975年1月中旬に採集した幼虫は3月4～9日に羽化し，2月中旬に採集したものは3月16日から21日までに32頭，3月25日から4月6日までに4頭，4月19日から27日までに47頭が羽化した。このことは発蛾に2つのグループのあることを示している。

以上のことから沖縄においては年4回の世代を経過するものと，5回発生するもののあることは確かである。4世代経過グループは次年には早く発蛾して5回の世代を繰返す。すなわち，2年で9回の世代を繰返すことが考えられる。

4－6．天 敵

ツマキオオメイガの天敵に関しては台湾では石田（1915，1917），森次（1930），高野（1934），高野・柳原（1939），楚南（1944），Chen and Hung（1962，1963）らの研究があり，インドでは Alam（1945），Ahmad and Mathur（1945），Cherian and Israel（1937，1938，1939，1941，1942），Gupta，B.（1954，1958），Gupta，V.（1961），Thompson et al.（1947），Lal，B.（1939），Lal，K.（1966），Mani（1941），Puttarudriash and Sastry（1958），Rahman（1941），Rao（1964a，b），Rao et al.（1961），Singh（1964），Srivastava（1964），Steinhouse and Marsh（1962），Usman and Ruttradriash（1955）らの研究が，インドネシアにおいては Ghani（1962），Hazelhoff（1928）らの，パキスタンにおいては Alam et al.（1961），Call（1962）らの研究があり，Box（1961）は各地の天敵についてまとめた。また，最近になって Avasthy（1969）は従来の報告に基づいて，半翅目1種，膜翅目56種，双翅目3種，菌2種，細菌1種，線虫2種の目録をあげた。

沖縄においては次の2種の寄生が確認されたのみである。

Xanthopimpla stemmator Thunberg アトムモンフシキイロオナガバチ

Tropobracon jokohamensis Cameron ヨコハママダラコマユバチ

この中でヨコハママダラコマユバチの寄生がかなり高く，1975年2～6月の調査では3～19％の寄生率であった。しかし，これらの寄生蜂に関してはまだ十分研究されていない。

5．沖縄における発生と被害の変化

5－1．各時代の被害率

沖縄県立糖業試験場（1921～1924）は本虫の被害程度を察知するために，6カ所の農場で300茎ずつ合計1,800茎のサトウキビを調査した結果，1920年には5.5％，1921年には9.6％の被害茎を確認し，読谷山栽培圃場の被害についても断片的に報告したが，その成績を集計すると Table 74 に示すとおりである。

Table 74. Damage of the sugar cane by *Scirpophaga nivella* for the years 1921–1923 in Okinawa (Data by the Okinawa Prefectural Sugar Experiment Station)

Year	No. of stalks examined	Infested stalks	
		number	percentage
1921	2,429	404	16.6
1922	2,366	330	13.9
1923	2,498	201	6.9
〃	2,158	91	4.2
〃	2,940	97	3.3
Total Mean	11,783	1,123	9.5

Table 74. に示すように年により被害茎率の差が大きいが，3.3～16.6％，平均9.5％の被害茎率である。また，同試験場は品種比較試験圃場における読谷山種の被害茎率について4年間調査し，5～21％であったことを報告した。

これらのことから読谷山時代のツマキオオメイガの被害率は9.5％程度であったと判断される。

沖縄県立農事試験場（1933～1935）は1932年に春，夏，株出サトウキビ圃場4カ所においてメイチュウ類の被害を調査したが，5,500茎中2茎に被害を認めたに過ぎなかった。またサトウキビ植付時期とメイチュウ類被害との関係について毎月100茎ずつ年間1,200茎を調査し，10月植サトウキビ1茎に被害を確認した。同場は1933～1935年にも同様な調査を行っているが，その結果は上記の成績と同程度である。

これらのことからPOJ時代のツマキオオメイガの被害はほとんど問題にならなかったといえよう。

NCo 時代になってからは本虫の被害に関する調査成績は全く報告されず，沖縄県の病害虫防除基準からも除外されている。発生が無視されるほど少ないためである。

1969年以後に著者が調査した被害に関するデータをまとめるとTable75に示すとおりである。10月頃のサトウキビの生育本数を10a 当り6,000本と見積り（実際は6,000～10,000本），これにより被害茎率を算出すると全て0.1％以下である。なおこの調査は被害の目立った所で調査したものである。

このことからもNCo時代のツマキオオメイガの加害は極めて少ないといえる。

Table 75. Damage of the suger cane by *Scirpophaga nivella* for the periods 1969～1975 in Okinawa

Year	Locality	Acreage (a)	No. of stalks infested	Remarks*
Oct. 1969	Shuri	20	11	6L, 4P
〃	Kume Is.	20	3	2L
Nov. 1970	Shuri	11	2	2P
Aug. 1971	Ishigaki Is.	20	2	1L
Nov. 1972	Shuri	30	3	1L
Mar. 1972	Ishigaki Is.	20	4	1L
Dec. 1974	Urasoe	20	2	1DL
〃	Shuri	20	3	1DL
〃	Kunigami	30	2	1L
Jun. 1975	Kume Is.	180	49	24DL, 2L
Oct. 〃	Ginowan	20	3	1DL

*L－larva, P－pupa, DL－dead larva.

5－2. 成虫誘殺数とススキにおける発生密度

那覇市首里における1961年から1972年までの誘殺数をみると（Table 76），1カ年間の誘殺数は平均26頭である。この数は決して多いとはいえない。

Table 76. Monthly number of *Scirpophaga nivella* attracted to the light trap in Okinawa (Data obtained by the Okinawa Prefectural Agricultural Experiment Station)

Year	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Total
1961	0	0	0	0	0	5	0	3	0	1	1	9	10
1966	0	1	0	1	8	1	5	16	3	5	1	0	41
1967	0	0	2	0	3	4	8	5	3	8	3	0	36
1970	−	−	0	0	0	0	5	14	13	1	0	0	33
1971	0	0	0	2	0	2	2	3	0	0	0	0	9
1972	0	0	0	0	0	0	0	14	13	1	0	0	28

ところが，Fig. 18に示した石垣島における発生消長図（1970～1973）をみると，8～10月の1カ月当り個体数は300頭以上である。年間の総個体数は2,000頭余である。このことからNCo時代の個体数が減少していたとは考えられない。サトウキビにおいて被害が少ないのに誘蛾灯では1カ月に300頭以上の蛾が誘殺されていることは，その発生源がサトウキビ以外にあると考えられる。そこで各地におけるススキでその発生密度について調査した（Table 77）。

Table 77. Infestation of *Scirpophaga nivella* to *Miscanthus sinensis* in Okinawa

Year	Locality	No. of stalks investigated	No. of stalks infested	% of infested
Oct. 1968	Shuri	500	11	2.2
〃 〃	Arashiyama	〃	36	7.2
Nov. 1968	Shuri	〃	8	1.6
〃 〃	Arashiyama	〃	29	5.9
Oct. 1969	Shuri	〃	14	2.8
〃 〃	Arashiyama	〃	37	7.4
Nov. 1969	Shuri	〃	6	1.2
〃 〃	Arashiyama	〃	27	5.4
Jan. 1975	Kunigami (high land)	〃	182	36.4
〃 〃	Shuri	〃	8	1.6
Feb. 1975	Kunigami (high land)	〃	219	43.8
〃 〃	〃 (lower land)	〃	11	2.2
〃 〃	Shuri	〃	5	1.0
Mar. 1975	Kunigami (high land)	〃	163	32.6
〃 〃	Shuri	〃	4	0.8
Jun. 1975	Kunigami (high land)	〃	25	5.0
〃 〃	Shuri	〃	3	0.6
〃 〃	Kume Is. (lower land)	〃	13	2.6

首里における被害茎率は0.6～2.2％，嵐山では5.4～7.2％，国頭の平地で2.2％，国頭の台地(山地）で32.1～43.8％，久米島の平地で2.6％，同台地で25.5％であった。嵐山も台地になっていて冬期は北風が直接吹きつけるところである。

以上のことからツマキオオメイガは平地のススキでは発生密度が低いが，台地のススキでは発生密度が極めて高いことがうかがえる。石垣島の誘蛾灯設置場所は台地ではないが近くに森がある。すなわちツマキオオメイガは森や台地のススキに発生することが多いといえる。このことは特別な環境の変化がない限り，本虫の個体数は一般的にみて極端に変化しないことを示すものと考えられる。

6．栽培品種の変遷と虫害抵抗性の機構

6－1．品種の抵抗性に関する研究の歴史

サトウキビのメイチュウ類に対する品種の抵抗性については Wolcott（1922）以来多くの研究がある。*Diatraea saccharalis*, *Chilo infuscatellus*, *C. auricilius* *Eummalocera depressalla* に関する Tucker（1933），Pruthi and Narayanan（1938），Chinloy（1955），Mathes and Charpentier（1963），Mathes and Ingram（1942），Pan and Hensley（1973），Hensley and Long（1969），Long et al.,（1961），Caburn and Hensley（1972），Jackson and Dunkelman（1974）らの研究は示唆に富んだものである。

ツマキオオメイガについては，Hazelhoff（1932）がジャバにおけるサトウキビ品種の研究の結果，サトウキビ梢頭部の乾物重割合が幼虫侵入の難易を決定する重要な役割をもっていることを指摘したのを嚆矢とする。これよりさき，森次（1930）は1921年から1929年にかけて台湾のサトウキビ品種におけるツマキオオメイガの被害を調査し，POJ 36，105，161，234，240，277，M 36，Rose Bamboo や読谷山など細茎品種において被害茎率が高く，大茎種の POJ 2725 では被害茎率が低いことをつきとめ，そのため大茎種が普及するようになった1925年より被害がいちじるしく減少したと報告した。また同氏はPOJ 2878 は POJ 2725 より被害が多く，ジャバにおいて 1927年頃から被害が多くなったのは，POJ 2878 の栽培面積が1927年に12％，1928年に66％，1929年に93％に達したことによるものであるとし，台湾においても十分に警戒する必要のあることを説いた。

高野（1937）はPOJ 2725がツマキオオメイガに対し抵抗性強く，POJ 2878 やF 108は弱く，POJ 2883 はこれらの中間であることを述べ，抵抗性の要因として20項目に及ぶ形態的，生態的，化学的要素をあげた。その中で一般に葉幅が狭く直立性の品種，梢頭部の乾物重の小さい品種はツマキオオメイガによる被害が多いことを指摘した。

Pruthi and Narayanan（1939）は品種により被害に有意差があることを報告した。Issac（1939）は中肋の硬い品種は軟らかい品種に比べ加害され難いと推察した。

高野・柳原（1939）はツマキオオメイガによる被害は品種によりいちじるしく異なり，読谷山，POJ36，105，161，F 19，POJ 2878 では被害が多いが，Rose Bamboo や POJ 2725 で被害が少ないことは，Hazelhoff の指摘した梢頭部の乾物重との関係にもみられるように，品種の変遷とツマキオオメイガの発生消長とは密接に関係していると説いた。同氏らは，例えばジャバから輸入した Rose Bamboo品種の普及時代にはほとんど被害を認めなかったが，POJ 36，105，161 などの品種が普及するに及んで大発生したと述べ，その後POJ 2725が普及するに従ってたちまち発生が少なくなったと報告した。

Rao and Venkatraman（1941）と Rao（1947）は，幼虫は中肋を経て成長点に侵入するので，中肋の硬さ（木質化の程度）が抵抗性に関与する旨を報告したが，被害と中肋の硬さとの間には低い相関（0.2685）しかなかった。Khanna and Ramanathan（1940）はツマキオオメイガの加害に対する品種の感受性と梢頭部の長さの間には高い負の相関関係があることを示し，それは幼虫が成

長点に達するまでの距離が遠くなるためであるとし，抵抗性品種選定の指標になるとした。 Khanna et al.（1947）も中肋の組織について研究し，Rao（1947）と同様な結果を得た。

Verma and Mathur（1950）は中肋にある巨大な歯状突起がツマキオオメイガの侵入の防禦機構として役立っていると報告した。Rao et al.（1956）は外皮の硬度と被害との間に負の相関のあることを見出した。

Agwal（1959）はインドにおけるサトウキビ害虫に対する品種の抵抗性について解説した。

Gupta（1959c）はインドにおけるサトウキビ害虫の解説の中で本虫を取りあげ，抵抗性について従来の研究結果をまとめた。

Chang and Shin（1959）は品種の抵抗性は中肋の形態，表皮の構造や柔組織細胞のサイズに関連すると指摘した。

Siddiqi（1960）は各種土壌における被害を解析し，サトウキビ感受性は植物の形態的特徴によるよりも環境によって支配されることが多いと指摘した。

Adlakka（1964）はインドにおける従来の研究結果を要約するとともに，インドのサトウキビ研究所で得られた5年間にわたる研究結果を次のように要約した。

ア）ツマキオオメイガに対する抵抗性の品種は，感受性の品種に比べ葉面積が大であり，それは梢頭部長とも関連している。

イ）水分含量少なく，乾物重や灰分が葉や中肋に多い品種は抵抗性が比較的に強い。葉や中肋におけるN含量の多いものは抵抗性が減ずる。一方，硅酸含量の割合が多い場合には耐性や抵抗性が高まる。

ウ）葉の細胞液中にイオン化塩が多いことは抵抗性と関連するが，水酸イオンの多少は抵抗性や感受性と何ら関係ないようにみられる。葉におけるクチクラや各種厚膜組織の発達は本虫に対する抵抗性を強める。

Pali（1965）はツマキオオメイガに対する品種の抵抗性について検討し，抵抗性品種，耐性品種，抵抗性の弱い品種をあげ，抵抗性や耐性は葉の中肋における木質化の高い品種と関係していると述べた。

Mathes and Charpentier（1969）はサトウキビ品種のメイチュウ抵抗性に関する研究の結果を分析検討し，抵抗性の強いことは

ア）産卵誘引性でないこと

イ）定着に不利な形質をもつこと

ウ）生育を抑制する形質をもつこと

エ）耐性が強いこと

であると述べた。

一方，Painter（1951），Beck（1965），平野（1971）は抵抗性や寄主選択性に関する総合的な解説を行った。その中で平野は昆虫がある植物を寄主として生活できるためには，植物は次の条件を満たさねばならないとした。

ア）誘引因子をもつこと

イ）忌避因子をもたないこと

ウ）定着因子をもつこと

エ）産卵刺激因子をもつこと

オ）産卵阻害因子をもたないこと

カ）摂食刺激因子をもつこと

キ）摂食阻害因子をもたないこと

ク）栄養的に欠陥がないこと

ケ）発育阻害因子をもたないこと

本虫に対するサトウキビの抵抗性については葉面積，梢頭部長，葉・梢頭部の乾物重，N含量，硅酸含量，細胞液中のイオン化塩，葉における厚膜組織の発達程度など各面からの研究がなされてきたが，確かな要因となるものはまだ判然としていない。そこで，平野（1971）が指摘した因子について検討を行ったので，その結果を次に述べる。

6－2．NCo 310 とススキにおける産卵数

前述のとおり，ツマキオオメイガはススキに寄生することが多い。サトウキビとススキにおける寄生の違いが何に起因しているかについて検討するため，まず産卵習性について調査を行った。

13cmの長さに切ったサトウキビ（NCo 310）とススキの梢頭部を飼育ポット（径10cm，高さ14cm，ガラス製）に3本ずつ同時に入れ，羽化1日目の雌雄10対を放し，2日間産卵させて，その卵塊数，卵数を調査した（Table 78）。

Table 78. Result of oviposition by *Scirpophaga nivella* on two host plants, sugar cane and *Miscanthus sinensis* in the same rearing pot

Host plants	Test	No. of egg batches	No. of eggs	Means *
Sugar cane (NCo 310)	1	9	51	5.7
	2	22	197	8.9
	3	18	135	7.5
Miscanthus sinensis	1	5	23	4.6
	2	1	8	8
	3	7	84	12

* No. of eggs per one egg batch.

その結果，NCo 310 では49卵塊，383卵を産下した。それに比べススキでは13卵塊，115卵を産下したにとどまる。このことはススキよりもNCo 310 に好んで産卵することを意味し，産卵誘引性はススキよりもNCo 310 の方が強いといえる。

6－3．NCo 310 とススキにおけるふ化幼虫の定着率

1令幼虫期を調査する目的で，サトウキビの梢頭部を13cmの長さに切り（葉を3cmつける），飼育ポット（径10cm，高さ14cm）に6本ずつ入れてふ化後3時間経過した幼虫200頭を細筆で移したところ，幼虫はサトウキビに侵入せず，飼育ポットの内面を歩行し，ついに全部の幼虫が死亡した。

次にサトウキビの代りにススキを用いたところ，100頭中約半数の幼虫は心葉の中肋基部に食入を開始した。そのことを野外において確認するため，収穫後放置され，ススキも混生している圃場を選定し，サトウキビ（NCo 310）とススキに1㎡当り30頭ずつの幼虫を3地点に移した。その後10日目に梢頭部を採集し，分解調査を行ったところ Table 79の結果が得られた。この調査における定着とは心葉部において食痕が発見され，食入を開始したとみられる個体をさしている。

Table 79. Larval preference of *Scirpophaga nivella* on two host plants, sugar cane and *Miscanthus sinensis*

Host plants	Test	No. of larvae		
		used	established	percentage
Sugar cane (NCo 310)	1	90	13	14.4
	2	90	7	7.8
	3	90	6	5.6
Miscanthus sinensis	1	90	76	84.4
	2	89	57	64.0
	3	90	62	68.9

NCo 310 においては90頭中6～13頭が定着し，その割合は5.6～14.4％で極めて低い。これに比べススキでは90頭中57～76頭が定着した。この割合は63.3～84.4％で高い比率である。NCo 310はススキに比べ定着率が低いといえる。

また本虫を移した後，食入までの移動過程を観察した結果，ススキでは移した場所から食入部位に向って直線的に移動した。それに比べNCo 310の場合には移動方向が定まらず逆方向へも歩行した。そのことは定着率と深い関係にあるものと考えられる。

6－4. NCo 310とススキにおける若令幼虫の生存率

前項の調査時に幼虫の生死を鑑別し，生存虫数をまとめたのがTable 80である。NCo 310においては定着が少なく，十分なる成績とはいえないが，NCo 310において10日間生存し得た幼虫は14.3～33.3％であった。これに比べススキでは61.3～80.7％である。ススキにおいて生存率が高い。このことはNCo 310において発育を阻害する何らかの因子が存在するのではないかと考えられる。

Table 80. Survival rates of larvae (for the first 10 days) of *Scirpophaga nivella* on sugar cane and *Miscanthus sinensis*

Host plants	Test	No. of larvae		
		used	survival	percentage
Sugar cane (NCo 310)	1	13	2	15.3
	2	7	1	14.3
	3	6	2	33.3
Miscanthus sinensis	1	76	49	64.4
	2	57	46	80.7
	3	62	38	61.3

ツマキオオメイガの幼虫が侵入し，成長点に達する以前に死亡した場合，サトウキビは食害部分から腐敗して心葉が奇形となるが，次に発生する葉は正常で，順調に生育を続ける。Table 75にみるよう

に，被害サトウキビがあっても生存虫数が少なく，死亡虫数の多いことは，一般の圃場においても上記の成績と同様な現象が起っていることを示している。

7. 考 察

ツマキオオメイガは沖縄においては1930年以前は重要な害虫であった。しかし，POJ 2725 が栽培されるようになり，重要害虫から除外され，今日に至っている。このため本虫に関する研究は1930年以後ほとんどみるべきものがない。

著者は本虫とサトウキビ品種との関係を知るために，まず，その生活史について調査した。その結果年間で4世代を繰返す系統と5回繰返す系統の存在を裏付ける成績が得られた。これについてはすでに簡単な考察をしたとおりである。

品種の抵抗性については主としてインドにおいて長年にわたり多くの研究が行われてきた。しかし確定的と考えられる要因はまだ判然としていない。

著者は産卵習性に関する調査を行い，本虫がススキに比べNCo 310に多く産卵する事実を知った（Table 78）。このことから本虫の産卵習性は被害の多少とは深い関係にないと判断される。

ふ化幼虫の定着について調査した結果は，Table 79のとおり，NCo 310において定着率が極めて低いのに対してススキでは64％以上であった。これは幼虫が生育を始める第一段階に対して何らかの阻害が働くことによるものと考えられ，そのことが抵抗性の一要因になると考えられる。

Mathes and Charpentier（1969）は，サトウキビメイチュウ類の定着に関係するサトウキビの形質として中肋の硬度，梢頭部の乾物重，梢頭部の長さ，ろう質物の多少，外皮の硬さ，茎の色彩，脱葉性などをあげている。しかし，これらの形質はふ化後食入場所までの幼虫の行動に直接関係を有するものではなく，全て摂食開始またはそれ以後の幼虫の行動に関係する形質である。

ススキやサトウキビにふ化直後の幼虫を移し，その場所から食入部位までの移動過程を観察した結果では，ススキの場合は直線的に移動したのに比べ，サトウキビでは移動方向が定まらず逆方向へも歩行する。このことから食入部位にはBeck（1965）や平野（1971）が指摘している誘引因子が存在するのではないかと考えられる。

Table 80はふ化後10日目の幼虫生存率である。NCo 310とススキでは有意差があり，明らかにNCo 310は本虫の若令幼虫の生存に不適であるといえる。すなわち，発育阻害因子の存在が推定される。

本虫は他のサトウキビメイチュウ類とは異なって，1頭の幼虫が何本かの茎を移動して加害することはなく，食入した茎で幼虫から蛹までの全期を終了する。従って，ふ化後食入部位まで確実に到着し得ないということと，食入を開始しても若令幼虫の生存率が低いということは，本虫の生存に重大な影響をもつものであり，そこで働いていると思われる誘引因子と生育阻害因子は，ツマキオオメイガによるサトウキビ被害の多少を左右する重要な抵抗性因子であると考えられる。

第6節 *Sesamia inferens* Walker イネヨトウ

1. 概 要

Sesamia inferens Walkerイネヨトウは，インド，セイロン，パキスタン，ビルマ，タイ，ベトナム，インドネシア，フィリピン，台湾，中国，日本などの東南アジアに分布し，イネ科作物の害虫として知られ，サトウキビ生産地においてもその重要害虫として防除に苦心しているものの一つである。

本虫に関してはHampson（1894）以後多くの報告があり，サトウキビとの関連ではインドにおけるJoannis（1913），Fletcher（1916），Fletcher and Ghosh（1920），Khara（1921），

Subramania Iyer (1922), Chaturvedi (1942), Gupta (1959b), Gupta and Avashy (1954b), Gupta and Gupta (1959), Agarwal and Siddiqi (1964), Venkataraman and Vasudera Menon (1964), Kumar and Kalra (1965), Rao and Nagaraja (1969), セイロンにおけるVinson (1942), パキスタンにおける Ghouri (1960), ビルマにおける Ghosh (1925), タイにおける Pholoon (1950), ベトナムにおける Duport (1913), インドネシアにおける Joannis (1913), Hazelhoff (1929, 1930), Ruirard (1958), フィリピンにおける Woodwooth (1922), Pierce (1929a), Lopez (1931), Mathysse (1957), 台湾における Matsumura (1910), 石田 (1915), 柳原 (1934), 高野・柳原 (1939), 中国における Chan (1937) の研究があり, 我が国においては Matsumura (1910) 以後, 沖縄県立糖業試験場 (1922), 田中 (1928), 山崎 (1936, 1937b), 屋代 (1940), Miyatake (1952), 大塚 (1966), 東・大城 (1969a) らの研究がある。

本節では従来の研究結果と著者が調査した結果を整理し, 本種の被害の変遷を考察する。

2. 各時代の発生と被害率

2－1. 読谷山, POJ, NCo 時代の被害率

沖縄県立糖業試験場 (1921～1924), 沖縄県立農事試験場 (1931～1935) の調査結果からサトウキビ収穫茎におけるイネヨトウ被害茎率を集計すると Table 81 に示すとおりである。また, 1967年以後著者が行った沖縄各地における本虫の被害茎率調査成績は Table 82 のとおりであった。

Table 81. Infestation of *Sesamia inferens* to the sugar cane in Okinawa for the periods 1920－1923 and 1930－1935*

Year	Investigated		No. of stalks infested	% of infestation
	no. of fields	no. of stalks		
1920	6	1,800	40	2.2
1921	6	1,800	22	1.2
〃	1	521	25	4.8
1922	1	477	25	5.2
〃	1	2,489	2	0.1
1923	1	2,158	17	0.8
〃	1	1,027	32	3.1
1930	7	700	44	6.3
1931	3	300	15	5.0
1932	4	400	76	19.0
1933	5	1,450	251	17.3
1934	6	1,100	261	18.4
1935	10	1,000	199	19.9

* Arranged from the data obtained by Okinawa Prefectural Sugar Experiment Station and Okinawa Agricultural Experiment Station.

Table 82. Infestation of *Sesamia inferens* to the sugar cane in Okinawa for the period 1967 - 1973

Year	Investigated		No. of stalks infested	% of infested	Remarks
	no. of fields	no. of stalks			
1967	6	1,200	193	16.1	summer crop
〃	6	1,200	129	10.8	spring crop
〃	6	1,200	152	12.5	ratoon crop
1968	12	5,300	627	11.8	mixed
1969	27	6,400	492	7.7	〃
1970	16	3,600	398	11.1	〃
1971	21	4,200	351	8.4	〃
1972	32	6,400	527	8.2	〃
1973	30	6,000	404	6.7	〃

調査圃場数，株数が時代により異なるため直接の比較は困難であるが，傾向として読谷山時代にはイネヨウトウの被害は比較的に少なく，POJ 時代以後は被害が多くなったとみることができよう。

沖縄県立糖業試験場は品種比較試験や豊凶考照試験において，読谷山と POJ 2725 の被害茎率を調査したが，その成績を集計すると Table 83 に示すとおりである。

Table 83. Infestation of *Sesamia inferens* to the sugar cane varieties, Yomitanzan and POJ 2725, shown by infestation per 300 stalks*

Year	Yomitanzan		POJ 2725	
	no. of stalks Infested	% of infestation	no. of stalks infested	% of infestation
1923	17	5.7	34	11.3
1924	21	7.0	43	14.3
1925	19	6.3	37	12.3
1926	20	6.7	39	13.0
1927	13	4.3	27	9.0

* Data obtained by the Okinawa Prefectural Sugar Experiment Station.

読谷山における被害茎率は4.3～7.0％である。これに比べ POJ 2725 では9.0～14.3％であり，両者の間に1％で有意差が認められる。すなわち，本虫の被害は品種によって相違することは確かであり，抵抗性因子の存在が考えられる。このことから Tables 82, 83 に示した各時代の被害の多少は品種に由来する可能性が大きいと判断される。

2－2. POJ及び NCo 時代の成虫誘殺数

読谷山時代の誘殺数については報告がない。沖縄県立農事試験場（1932～1935）及び沖縄県の発生予察資料（1966～1974）から誘蛾灯による年間の成虫誘殺数をまとめると Table 85 に示すとお

Table 84. Yearly number of the adults of *Sesamia inferens* attracted to the light trap for the periods 1931-1934, 1956-1961 and 1965-1973 on Okinawa Island

Year **	No. of sdults attracted	Year	No. of adults attracted
1931	135 + 1 *m* *	1965	109
1932	103 + 2 *m*	1966	60
1933	106 + 1 *m*	1967	266
1934	31 + 2 *m*	1970	94
1956 - 1961 (mean)	127	1971	97
		1972	83
		1973	40

* Number of months in which no observation was made.

** Data for the period 1931-1934 obtained by the Okinawa Prefectural Agricultural Experiment Station.

りとなる（m及びその数は欠測月数を示す）。

1931～1934年には1年間で31～135頭のイネヨウトウが誘殺された。1956～1961年には年平均で127頭の成虫が誘殺され，1965～1973年には40～266頭誘殺されている。この成績には欠測の月があったり，継続していないため十分な資料とは言い難いが，1967年を除けば他の年の誘殺数は大きな変化がないとみることができる。

以上のことから読谷山とPOJ 2725 では被害茎率に有意差があり，POJ時代とNCo時代の被害率及び誘殺灯による年間成虫誘殺数には特に差がないことが認められる。すなわち，読谷山時代はそれ以後の時代とイネヨトウの被害率においてかなり異なっている。この差が何に起因するかについて，サトウキビ品種の害虫に対する抵抗性及び作型の影響の面から検討したので，次項以後において述べる。

3．サトウキビ栽培品種と虫害抵抗性

3－1．読谷山とNCo 310における産卵誘引性

20×20×40cm の飼育箱に30cmの長さに切った読谷山とNCo 310の梢頭部を傾斜角度80度にして5本ずつ入れ，それに羽化後12時間以上経過した20対の蛾を放ち，産卵させた。サトウキビ梢頭部は2日おきに取り換えた。これを3回繰返し，品種毎に産下された卵塊数，卵数を調査した（Table85)。

Table 85. Number of egg batches and eggs deposited by *Sesamia inferens* on the varieties, Yomitanzan and NCo 310 in the same rearing pot*

Varieties	Test	No. of egg batches(A)	No. of eggs (B)	B／A
Yomitanzan	1	14	262	665／34 = 19.5
	2	13	207	
	3	7	196	
NCo 310	1	15	281	690／35 = 19.7
	2	11	225	
	3	9	184	

* 20 females were kept for 2 days for oviposition.

読谷山とNCo 310 に産下された卵塊数と卵数はどの試験でもほとんど等しく，また1卵塊当りの卵数もほぼ等しかった。このことは両品種の産卵誘引性は異ならないことを示唆している。

3－2．読谷山とNCo 310 における若令幼虫の生存率

幼ないサトウキビの第1展開葉節から上，下へ6cmの長さに切った梢頭部を飼育ポット（径12 cm，高さ10 cm）に入れ，それにふ化直後の幼虫50頭を移し，各品種3反復で10日後の生存虫数を調査した。餌を5日おきに取り換え，幼虫の移し換えには湿った軟らかい小筆を用いた。結果は Table 86のとおりであった。

Table 86. Survival rates of the lst instar larvae of *Sesamia inferens* for the first 10 days reared with the sugar cane varieties, Yomitanzan and NCo 310

Varieties	Test	No. of larvae used	No. of larvae survival	%	Mean
Yomitanzan	1	50	29	58	50.0
	2	50	22	44	
	3	50	24	48	
NCo 310	1	50	27	54	64.7
	2	50	39	78	
	3	50	32	64	

読谷山におけるふ化後10日目の幼虫生存率は44～58％で，平均50.0％，NCo 310 では54～78％で，平均64.7％であった。NCo 310 において生存率が高く，読谷山における生存率との間には5％の有意水準で差が認められた。このことも読谷山とPOJ 2725及びNCo 310 における被害率の差に影響したということが推測される。

3－3. 読谷山とNCo 310における幼虫経過日数

前項と同様な方法で，読谷山とNCo 310の梢頭部を餌に用いて幼虫を飼育し，その経過日数を調査した（Table 87）。この場合の調査には6令で蛹化する個体のみを用いた。

Table 87. Larval duration of *Sesamia inferens* reared with the sugar cane varieties, Yomitanzan and NCo 310

Varieties	No. of larvae used	Duration (days)			Mean weight of pupae
		shortest	longest	mean	
Yomitanzan	54	30	37	34.1	89.7 mg
NCo 310	59	29	35	32.3	109.2

読谷山で飼育した幼虫は30～37日（平均34.1日）で蛹化し，NCo 310では29～35日（平均32.3日）であった。この両方の幼虫期間の間には有意差は認められないが，読谷山において僅かに幼虫期間が長い傾向にある。

なおこの調査で得られた蛹について重量を測定するとともに（Table 87），これらの蛹から羽化した蛾（雌）の産卵数と蛹重との関係を調査した（Fig. 19）。その結果，NCo 310で飼育した幼虫から得た蛹は読谷山で飼育したものに比べ蛹重が大きく，5%有意水準で差が認められた。また，Fig. 19でみるとおり蛹重の大きい個体は産卵数も多い傾向がみられ，この関係は$\log Y = 5.9x - 399$なる式で示すことができる。このことはイネヨトウの産卵数が餌（サトウキビ品種）の違いにより相違してくることを示すものであり，イネヨトウ発生の多寡に影響を及ぼしているものと考えられる。

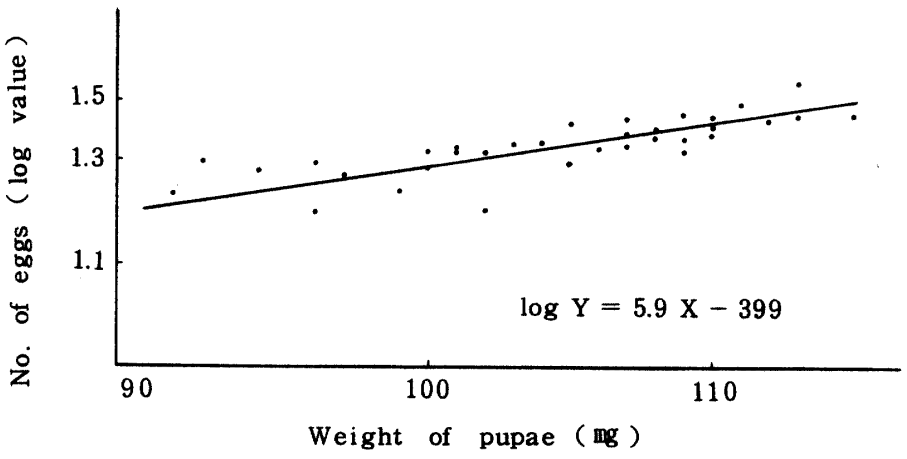


Fig. 19. Relation between weight of the pupae (X) and number of eggs deposited by one female (Y) of *Sesamia inferens*

4. サトウキビの作型とイネヨトウの被害

1968年から1973年までの6年間，沖縄と南大東島，宮古島において作型別に収穫茎における本虫の被害茎を12圃場以上で1,200茎以上について調査した。その結果はTable 88に示すとおりである。

Table 88. Infestation of *Sesamia inferens* to the spring, summer and ratoon sugar cane in Okinawa, shown by percentages of stalks infested*

Year	Spring	Summer	Ratoon
1968	6.7	13.4	8.8
1969	3.9	9.6	7.2
1970	6.5	14.0	10.1
1971	5.2	10.7	7.6
1972	5.1	11.3	8.2
1973	4.8	9.9	6.4

* Investigated over 12 fields and 1,200 stalks.

この成績はどの年次も夏植サトウキビにおいて被害が多く，次に株出に多く，春植では少ないことを示している。

5. 考 察

Table 81 及び82で示したように読谷山時代にはイネヨトウの被害は比較的に少なかった。その後，POJ 時代，NCo 時代には被害が多くなった。このことは，試験の性格上同一の栽培管理方法がとられている品種比較試験や豊凶考照試験の結果でも裏付けられており（Table 83），各時代の加害の多寡に品種の差異による影響も関係しているとみることができる。

読谷山とNCo310における本種の産卵数はほとんど差がなく（Table 85），両品種の産卵誘引性は異ならないと考えられる。Miyatake（1952）はトウモロコシにおいてイネヨトウの卵塊数とその産卵部位の地上高との関係を調査し，産卵部位の高さが割合一定であることを指摘した。サトウキビの場合，品種により成長速度や茎長に差がある。しかし，伸長したサトウキビは倒状し，また植付時期や作型により高さは異なっている。従ってMiyatake が示した産卵習性が抵抗性に深く関係するとは考えられない。

読谷山とNCo310 を餌に用いてふ化幼虫を飼育したところ，Table 86 に示したように読谷山の場合にはふ化後10日間の生存率が低かった。このことは読谷山に生育阻害因子が僅かに存在し，幼虫の生存率を低くしている可能性が考えられる。

読谷山とNCo310で幼虫を飼育し，経過日数と蛹重を調査した結果は（Table 87），読谷山の場合に幼虫期間が僅かに長い。しかし，東・大城（1969a)が報告したように幼虫期間は個体により差が大きい。また，大塚（1966）はイネ品種を用いて飼育を行い，幼虫の生育期間に品種による差があることを見出したが，世代によってはそれが逆になることを指摘した，従って，両品種における幼虫期間に差があると判断することは極めて困難である。

蛹重においては差が認められた（Table 87)。このことは読谷山がイネヨトウの餌としてNCo310

に劣ることを示すものであり，読谷山における生存率の低いことと考え合せると発育阻害因子の存在が十分に考えられる。ところで蛹重が大きい個体では産卵数が多くなる傾向がある（Table 19)。読谷山において蛹重が小さいことは，読谷山での産卵が少ないことに関係し，被害が少なくなることに影響しているものと考えられる。

次にサトウキビの作型によってもイネヨトウの被害に差のあることが認められた（Table 88)。夏植サトウキビにおける被害が最も多く，次に株出で多く，春植では被害が少ない。このことは夏植や株出栽培面積の拡大が本虫の被害に影響することを示すものであり，各時代の作型割合もイネヨトウの被害の多寡に大きく関係していたとみることができる。事実，読谷山時代には夏植がなく，春植を主体に株出が僅かに栽培されていたにすぎない。このためにイネヨトウの被害も少なかったと予想される。柳原（1934）も台湾において研究し，作型により被害に差のあることを見出している。

以上のとおり，イネヨトウを読谷山で飼育した場合，NCo 310 に比べ若令幼虫の生存率が低いこと，蛹重の小さいことによる産卵数の減少，及び被害の多い夏植サトウキビや株出栽培面積の少ないことの3点が，読谷山時代にイネヨトウの加害が少ない理由として明らかになった。しかし，本種は雑食性であり，多くの植物に寄生し得ることを考えると（柳原，1934; Fletcher and Ghosh，1920; Ramachandran et al.，1972)，イネヨトウの発生は他の寄主植物の生育状況とも深く関係しているものと考えられる。また，NCo 310 は分けつ数が多い。このため加害されても新しい分けつ茎でそれを補償し，収穫茎数に影響することが少なくなる。このようにイネヨトウの発生には複雑な要因が関係しており，これらの点を明らかにすることは極めて困難である。

ここでは生存率の低いこと，蛹重の小さいことに起因する産卵数減少の2点も読谷山における重要な抵抗性要因であろうということと，作型の割合もイネヨトウ加害の多寡に関係しているということを指摘するにとどめる。

第7章 総 合 考 察

沖縄において製糖が始まった頃（1623）のサトウキビ品種は島荻であった。その後栽培された品種の読谷山は島荻の突然変異に由来したものであるとする説が強い。その後1902年頃から多数の品種が外国から導入され，POJ 161 などが優良品種として僅かに栽培された。1927年から1931 年にかけてはPOJ 2714，POJ 2725，POJ 2878 が優良品種として栽培されるようになり，そのうち特にPOJ 2725 は1950年代まで沖縄における栽培品種であった。1950年以後導入された数多い品種の中で，1957年にNCo 310 とH 44 - 3098 が奨励品種に指定され，1967年にはNCo 376 が奨励品種となった。しかし，H 44 - 3098 は僅かに短期間栽培されたのみで一般栽培から姿を消した。NCo376 の収量は多いが糖度がやや低いため栽培面積はまだ多いとはいえない。

以上のように1902年以来10品種以上の優良品種または奨励品種が指定されたが，品種転換の短期間を除いては単一の品種が栽培面積の65％以上を占めていた（Fig 1)。この理由で1931年以前を読谷山時代，POJ 2725 が栽培されていた1932～1960年をPOJ時代，NCo 310 が栽培された1961年から現在（1976）までをNCo時代と呼ぶことができる。

これら品種の特徴のうち特に害虫抵抗性に関係があると考えられる形質について比較検討した結果，いくつかの点で異なることがわかった（Tables 3,4)。また栽培方法の面では整地，植付法，栽植密度，植付時期（作型)，施肥量，剥葉作業の実施程度，病害虫防除法などがかなり変化したことがわかった。特に各作型の栽培面積の比率の変化は極めて大きく，害虫の生息環境としてサトウキビ圃場は大きく変化してきたといえる。

沖縄におけるサトウキビ害虫の種類は読谷山時代に42種，POJ 時代には122種，NCo 時代には165種記録されている。漸次種類数が増加してきたことがわかる（Table 9）。しかし，これは調査の積み重ねや分類学の進歩に負うところが大きい。また害虫としての取扱い方の違いも影響しているといえる。例えば土壌害虫であるコメツキムシ類は三輪（1929）の研究以後種類が増加した。*Spodoptera* のグループは種名の確定により食性が判明した。半翅目に属する害虫で加害の多い種類は各時代とも記録されているが，加害の少ないものはPOJ時代以後に記録されたといえる。新しく害虫化した種類や侵入種は少ない。しかし，タカラマルカイガラムシのように近年に害虫化した重要種があり，ヤシオサゾウムシのように外国から侵入した種類も知られている。

1921年以後の諸資料及び調査結果に基づいて沖縄におけるサトウキビの重要害虫として7種をあげることができる。読谷山時代にはカンシャコバネナガカメムシ，カンシャシンクイハマキ，ツマキオオメイガ，イネヨトウの4種が重要であった。POJ 時代にはツマキオオメイガが除かれ，カンシャワタアブラムシが加わった。NCo 時代にはカンシャワタアブラムシが除かれ，イワサキクサゼミとタカラマルカイガラムシが登場した。害虫の発生密度が品種の変遷によって変化し，重要度が変化したことは非常に興味ある事実である。

カンシャコバネナガカメムシは読谷山時代には発生密度が高く，POJ時代には僅かの天敵放飼のみで発生がおさえられ，NCo 時代には再び発生が多くなった。品種比較試験圃場や一般圃場における調査結果をみると（Tables 18, 19, 20, 21），品種により本虫の発生密度に差のあることがわかる。このことは品種の特徴によって発生密度が影響されている事実を示すものである。このことをさらに究明するために調査した結果では，品種により産卵数，1令幼虫の死亡率，幼虫の生育日数，若令幼虫の降雨による流亡数に差が認められた（Tables 22～27，Fig. 4）。カンシャコバネナガカメムシの生息空間としては葉鞘内側が適当であるが（Tables 28, 29），葉鞘開度は品種により異なり（Table 4），それが大きい品種は多数の個体を収容し得ることができるといえる。

これらのことから，逆に，サトウキビ害虫に対する抵抗性の存在が考えられる。すなわち，カンシャコバネナガカメムシに対するサトウキビ品種の抵抗性として，産卵誘引性がないこと，発育阻害因子を有すること，57群毛茸を有しないこと，葉鞘開度が小さいこと，などが認められる。

サトウキビ栽培管理では剥葉，更新作業，収穫後の残渣焼却はカンシャコバネナガカメムシの個体数を減少させる（Tables 30～32）。また，株出圃場においてはカンシャコバネナガカメムシの個体数が多く，次に夏植に多く，春植には少ない（Fig. 5）。

一方，読谷山とNCo 310はPOJ 2725に比べカンシャコバネナガカメムシに対する抵抗性が小さい。また，NCo 時代には本虫の個体数を減少させる管理作業が少く，反面発生密度の高い株出栽培の面積が広い（Tables 5, 6）。これらのことが前述の各時代におけるカンシャコバネナガカメムシの発生消長として現われたものと考えられる。

イワサキクサゼミは1963年以後サトウキビ圃場での発生が多くなり，1970年に重要害虫として取扱われるようになった。この害虫は株出圃場で発生が多いことから株出栽培が何らかの形で関係していると考えられていた。サトウキビ圃場における1世代期間は普通2年である。ススキで飼育した場合には3年で羽化する個体が多い（Table 42）。これは生息地が2年以上安定していなければ世代を繰返し得ないことを意味するものである。POJ 時代以前でもサトウキビの植付後，更新までの期間は2年であった。しかし，イワサキクサゼミの羽化及び産卵期は4～5月であり（Fig. 9），サトウキビの収穫時期は株出の場合，セミの羽化前の1～3月で，2～4月には更新作業が行なわれる。このため幼虫は死亡し，世代を繰返し得ない状態になることが考えられる。更新作業により90%近い幼虫が死亡することも確かめられた（Table 43）。従って世代を繰返すためには生息環境が少なくとも3年以上の期間が安定していることが必要であると考えられる。NCo 時代の株出回数は平均3回であり，新植から

更新までの期間は4年である。イワサキクサゼミが世代を繰返すのに十分な期間である。このことがイワサキクサゼミのサトウキビ圃場への移動を可能にした大きな原因である。イワサキクサゼミはサトウキビで飼育した場合には，ススキで飼育した場合よりも生育期間が短かい。また，サトウキビ圃場で生育した成虫の産卵数はススキ原で生育した成虫の産卵数に比べて多い（Table 45）。農薬散布によりアリ類やクモ類などの天敵が減少する（Tables 46, 47）。これらのことがサトウキビ圃場における発生密度を高めた主要な原因であると考えられる。また株出栽培面積の増加も個体密度の増加に拍車をかけたことがわかる（Table 44）。

タカラマルカイガラムシは1961年にサトウキビ圃場で発見され，その当時の発生は局部的であった。1965年以後急速に発生面積を拡げ重要害虫となった。従来の寄主であるダンチクでふ化した幼虫，サトウキビに移動して約4年間世代を繰返したものの幼虫，サトウキビに移動して10年以上世代を繰返したものの幼虫をサトウキビに移して飼育した場合の定着率と生存率をみると，ダンチクから移した幼虫よりもサトウキビでの経過年数の長いものほど定着率と生存率が高いことが判明した（Table 51）。このことは従来の寄主からサトウキビに寄主を転換する場合，定着率，生存率の増加には割合長い期間を必要とすることを意味する。従って，株出回数の増加がサトウキビ圃場での発生を可能にした大きな原因であると考えられる。また剥葉しない圃場や株出圃場での発生が多いことから（Tables52～55），NCo時代の剥葉の手抜きや株出圃場の増加は，さらにサトウキビ圃場での発生密度を高めた原因になったと考えられる。

カンシャワタアブラムシの発生は，読谷山時代に少なかった。しかし，POJ時代になって大発生が何度か繰返された。NCo時代には大発生はまだ一度もなく小発生にとどまっている。この害虫に対する品種の抵抗性や大発生の原因については石田（1928）の報告以後多くの研究がある。しかし，本虫に対する品種の抵抗性については，それが台湾においてはPOJ 2725 で発生が少なく，細茎種で発生が多いとする前提のもとに指摘されたものであるところから，沖縄の場合と一致しない点が多い。しかし，石田（1928），山崎・有門（1939）らが指摘したように特早植のサトウキビや細胞液濃度の高い品種，黄色味の濃い葉を有する品種において本虫の発生が多いことは確かであろう。

沖縄における1966－1972 年の各作型別のカンシャワタアブラムシの発生面積及びその割合をみると夏植サトウキビで発生が多く，次に株出に多く，春植では発生が少ない（Table 60）。1958年にも夏植で大発生した。カンシャワタアブラムシは冬季から春にかけてサトウキビ圃場で飛来虫数が多く，この時期に移動分散することがわかる（Fig. 13）。夏植の生育時期はアブラムシの移動分散時期と一致する。また，飛来虫の降下も夏植に多い（Table 61）。春植，株出の生育時期はアブラムシの飛来時期と僅かに重なる位で，飛来虫の降下も少ない。POJ時代には夏植の栽培面積が極めて広かった。このため大発生が何回も繰返され，夏植栽培面積の割合が低かった読谷山時代やNCo時代には本虫の発生が少なく，前述の発生消長として現われたものと考えられる。

カンシャシンクイハマキの被害は読谷山時代には多くなかった。POJ時代にはかなり高い被害率であった。NCo時代の被害も割に多く認められる（Table 64）。産卵習性に関する調査結果をみると，POJ 2725 において産卵が多く，次にNCo310に多く，読谷山では少ない（Table 65）。これは各時代の被害傾向とも似ているといえる。葉の傾斜角度と産卵数，葉幅と産卵数との関係が深いことも認められる（Tables 67～70）。更に品種による産卵数の相違が大きい事実から産卵誘引因子が存在する可能性が強いと考えられる（Table 65）。品種による幼虫死亡率の差はほとんど認められない。しかし，産卵部位から食入部位までの距離の長短によって食入虫数が異なってくることが考えられる。また，作型により被害率に差がみられる（Table 71）。これらのことから各時代の被害率の多少は品種の産卵誘引性や株出及び夏植栽培面積の割合の多少による影響が大きいものと考えられる。

ツマキオオメイガは，沖縄において読谷山時代には重要な害虫であったが，POJ時代以後は被害が

極めて少なくなった。本虫に対する品種の抵抗性については Hazelhoff（1932）以後数多くの研究があり，いくつかの要因があげられている。しかし確かな抵抗性因子はまだ不明であるといえる。ふ化幼虫の定着に関する調査結果をみると，NCo 310 において定着率が極めて低く，ススキでは高い（Table 79）。このことは誘引及び定着因子に負うことが大きいものと考えられる。また，NCo 310 では若令幼虫の死亡率が極めて高く，ススキでは低い（Table 80）。これは発育阻害因子によるものと考えられる。ツマキオオメイガは他のメイチュウ類と異なって何本かの茎を移動して加害する習性がなく，一度食入するとその茎で，幼虫，蛹の全期間を経過する。従って，ふ化後食入部まで到達し得ないことが多い場合や，食入しても若令幼虫での死亡率が高い場合には，本虫の生存率は重要な影響をうける。すなわち，誘引及び定着因子を有しないこと，発育阻害因子を有することは強い抵抗性の因子であると考えられる。POJ 時代以後にツマキオオメイガの被害が少なくなったのは，これらの抵抗性に起因すると考えられる。

イネヨトウの被害は読谷山時代には比較的に少なかったが，その後被害が多くなった。試験の性格上栽培管理方法が同一でなければならない品種比較試験や豊区考照試験の結果をみるとPOJ 2725 で被害が多い（Tables 81～84）。このことは各時代の本虫の発生の多寡に品種が影響していることを示唆している。品種別に産卵数を調査した結果をみると，品種による差はほとんど認められない。産卵誘引性は被害の多少に関与していないといえる。若令幼虫の生存率には品種により僅かの差がある。これは発育阻害因子によるものと考えられる。品種による幼虫期間の差はほとんどみられない。しかし，蛹重において品種による差が認められ，蛹重の大きい個体は産卵数が多い（Fig. 19）。読谷山において蛹重が小さいことは，読谷山での産卵数が少ないことによって被害を減少させる結果に影響していると考えられる。

また，サトウキビの作型によってもイネヨトウの被害に差のあることが認められた（Table 88）。夏植サトウキビや株出において被害が多いということは，それら作型の栽培面積の拡大によって被害が増加することを意味する。読谷山時代には夏植がなく，春植を主に栽培し，株出は僅かにあった。それに比べてPOJ 時代には夏植が主であり，NCo 時代には株出栽培面積が広い。このこともPOJ時代以後イネヨトウの被害が増加した大きな原因であろう。

第 8 章　要　　約

1. 本論文は沖縄におけるサトウキビ栽培品種の変遷に伴って品種の形質と栽培管理方法がいかに変化し，これらがサトウキビ害虫の発生にどう影響したかについて検討したものである。

2. 沖縄において製糖が始って以来，今日までに栽培されたことのあるサトウキビは10品種以上に及んでいる。しかし，品種転換の短期間を除いては読谷山，POJ 2725 及び NCo 310 が栽培面積の65％以上を占めていた。この理由で，本論文では1931年以前を読谷山時代，1932～1960年を POJ 時代，1961年～現在（1976年）を NCo 時代と呼ぶことにした。

3. 沖縄で栽培され，あるいは現在栽培されているサトウキビ品種の特性のうち，害虫抵抗性と関係があると考えられる主な形質について調査した結果，株出適応性，脱葉性，葉幅，葉姿，57群毛茸の多少，葉鞘開度などの形質が関与していることが判明した。

4. 栽培品種の転換によって当然サトウキビの栽培管理方法も変化した。

読谷山時代には穴植法であった。POJ 時代にはモジョパングン方式となり，NCo 時代は農用機械の利用が多くなった。栽植密度も時代の変遷によって10a当り3,300→3,600～27,00→ 2,400～2,700本となった。植付時期は読谷山時代には春植が主で，株出栽培が僅かにあった。POJ 時代になって夏植が圃場の40％を占めていた。NCo 時代には株出面積が75％，夏植が20％，春植が5％の

比率となっている。

施肥量は漸次増加した。剥葉作業はPOJ時代以前にはよく行われていたが，NCo 時代には圃場面積の約半分しか行われていない。

害虫防除はPOJ 時代以前には捕殺または石油乳剤の散布に頼っていた。NCo時代になって合成農薬による化学的防除法がその中心となった。

5. 沖縄におけるサトウキビ害虫の種類は，読谷山時代には42種，POJ 時代には122 種，NCo 時代には165種記録されている。このように時代の経過に従って害虫の種類が増加した。しかし，これは調査，研究の積重ねや取扱い方の違いによる影響が大きく，害虫化した種類や侵入種は限られている。

重要害虫は栽培品種の変遷に応じて変化してきたことが明らかである。読谷山時代には*Cavelerius saccharivorus*（Okajima） カンシャコバネナガカメムシ，*Tetramoera schistaceana*（Snellen）カンシャシンクイハマキ，*Scirpophaga nivella*（Fabricius）ツマキオオメイガ，*Sesamia inferens* Walker イネヨトウの4種が重要であった。POJ 時代には以上の種からツマキオオメイガが脱落し，*Ceratovacuna lanigela* Zehntner カンシャワタアブラムシが加わった。NCo 時代にはカンシャワタアブラムシの加害が減少し，*Aulacaspis takarai* Takagi タカラマルカイガラムシと*Mogannia minuta* Matsumura イワサキクサゼミが登場した。

6. 現在沖縄で栽培されている主なサトウキビ品種はNCo 310とNCo 376で，前者は栽培面積の80％強，後者は10％強を占めている。重要害虫はカンシャコバネナガカメムシ，イワサキクサゼミ，タカラマルカイガラムシ，カンシャシンクイハマキ，イネヨトウの5種があげられる。

7. カンシャコバネナガカメムシの生活史及び各時代の発生消長について調査した結果を要約すると次のとおりである。

(1) 従来の各種資料と新たに得られた調査結果によると，読谷山時代には発生密度が高く，POJ 時代には減少し，NCo時代には再び発生が多くなった。

(2) 品種比較試験圃場及び品種保存園において発生密度を調査した結果，NCo 310 で個体数が最も多く，次に読谷山に多く，POJ 2725では少なかった。またNCo 376ではNCo 310に比べ発生密度が少なかった。

(3) 品種により発生密度が異なるのは，産卵数，幼虫死亡率，幼虫発育日数，57群毛茸による若令幼虫の保護，品種によって生息空間に差があるためで，サトウキビ品種が産卵誘引性を有しないこと，発育阻害因子を有すること，57群毛茸を有しないこと，葉鞘開度が小さいことは抵抗性であると考えられ，それらの形質は抵抗性因子としてあげることができよう。

(4) サトウキビ栽培管理作業では剥葉，植付時期（作型），更新作型，収穫後の残渣焼却が発生密度に影響する。

(5) 天敵は9種類確認された。そのうちで*Eumicrosoma blissae*（Maki） カンシャコバネカメムシタマゴバチの寄生率が高い。この寄生蜂の生活史，発生消長，寄生率について明らかにした。また，品種により寄生率に差のあることが認められ，品種の形質が天敵の活動にも影響することを明らかにした。

(6) 読谷山とNCo 310はPOJ 2725に比較して抵抗性因子の保有が少ない。また，NCo 時代にはカンシャコバネナガカメムシの個体数を減少させる管理作業が少なく，発生密度を高くする株出栽培の面積が広くなった。これらのことは各時代における本虫の発生に影響したものと考えられる。

8. イワサキクサゼミの生活史とサトウキビ圃場における発生密度増加の原因について調査した結果次のことが判明した。

(1) 25°C，30°C における卵期間は，平均それぞれ42日，32日であった。

(2) 鉢植サトウキビで飼育した結果は，1令終了日はふ化後33～36日，2令は63～66日，3令は

165～170日，4令は300～305日，5令は640日以上と推定される。また，幼虫期間には個体間の差が大きいこともわかった。

(3) 鉢植サトウキビ及びススキで飼育した結果，サトウキビでは2年で羽化する個体が多かったが，ススキでは3年で羽化する個体が多かった。

(4) サトウキビ圃場の更新によって約90％の幼虫が減少することが確かめられた。産卵数は株出圃場で最も多く，次に夏植に多く，春植では少なかった。

(5) サトウキビ圃場の成虫は羽化直後に平均541個の卵を有しているが，死後の卵巣内残存卵数は125個であった。ススキ原の成虫はそれぞれ504個，204個でサトウキビ圃場の成虫は産卵数が多いと推定される。

(6) 天敵は25種類確認された，農薬散布によりアリ類は19～33％の個体数に減少し，クモ類の個体数は26～55％に減少する。

(7) 株出回数の増加によってサトウキビ圃場が本虫の世代を繰返すのに安定した生息環境になったこと，サトウキビ圃場で生息するようになって1世代経過日数が短縮し，しかも産卵数が増加したこと，農薬散布によって天敵が減少しセミの生存率が高くなったことなどの理由によって，サトウキビ圃場における発生密度が増加したと考えられる。

9. タカラマルカイガラムシの生活史を述べ，従来の寄主からサトウキビに移動した原因及び発生密度増加の原因を考察した。従来の寄主であるダンチクからサトウキビに寄主転換する場合，サトウキビにおける1令幼虫の定着率及び各令の生存率が最初は極めて低く，漸次増加することがわかった。このことから株出回数の増加がサトウキビへの移動を可能にしたと考えられる。サトウキビ圃場では剥葉作業の手抜き，株出圃場の増加などによって発生密度が増加した。また，NCo376ではNCo310に比べ発生密度が高く，脱葉性の高い品種では発生密度の低いことが判明した。脱葉性の高いことは抵抗性の一要因であると考えられる。

10. カンシャワタアブラムシは読谷山時代には被害が問題になるほどの発生はなかった。POJ時代には何回かの大発生があった。NCo時代には余り問題視されていない。大発生の原因としていくつかの品種の抵抗性が指摘されていたが，最も大きな原因は夏植栽培面積の拡大である。すなわち，沖縄におけるカンシャワタアブラムシの移動分散は冬季から春にかけて多く，夏季には極めて少ない。春植，株出の生育時期はこの移動分散時期とは僅かしか重ならない。これに比べ，夏植は移動分散時期に生育が重なり，発生源が多くなる。また飛来虫の降下も夏植で多い。このため夏植で発生が多くなる。POJ時代に本虫の発生が多かったのは夏植栽培面積が広かったためであると考えられる。

11. カンシャシンクイハマキの被害は読谷山時代には多くなかった。POJ時代には極めて多く，NCo時代にはやや多いと推定された。これは品種により産卵数が異なること，作型により被害率が異なることから，産卵誘引性及び株出回数の多少による影響であると判断された。

12. ツマキオオメイガは読谷山時代には重要害虫であった。POJ時代以後の被害は極めて少ない。ツマキオオメイガに対する品種の抵抗性に関しては早くから多くの研究があるが，確かな抵抗性因子はまだ不明である。本研究では抵抗性としてふ化幼虫の誘引及び定着因子を有しないこと，発育阻害因子を有することの2点が抵抗性であることを指摘した。

13. イネヨトウに対してははっきりした抵抗性要因を指摘するに至らなかった。しかし，読谷山において幼虫の生存率がやや低く，蛹重が少ないことによる産卵数の減少がみられたことは興味深い。また，作型によっても本虫の被害に差のあることが判明した。夏植や株出において被害が多く，春植サトウキビでは少ない。POJ時代以後に夏植や株出の面積が拡大した。そのことがPOJ時代以後に本虫の被害を増加させた主な原因であると考えられる。

謝 辞

この研究をまとめるにあたって直接御指導下さった琉球大学教授高良鉄夫氏，九州大学教授平嶋義宏氏，研究の便宜を計っていろいろと助言いただいた九州大学教授筑紫春生氏，同教授内田照章氏，同教授片山平氏らに心から感謝申し上げる。また文献調査に便宜を計っていただいた台湾糖業試験所の Dr. Pan, Y. S., Experiment Station, Hawaiian Suger Planters Associationの Dr. Ota, A.K., Entomology Reserch Division, U. S. Department of Agriculture, Houma の Dr. Jackson, R. D., Department of Entomology, University of Hawaiiの Dr. Mitchell, W. C., Dr. Beardsley, J. W., Department of Entomology, Louisiana State University の Dr. Hensley, S. D. らに対し深く感謝の意を表する。なお，調査，実験などに御協力下さった大城安弘氏，金城政勝氏並びに沖縄在糖業会社の関係者に対し御礼申し上げる。

参 考 文 献

1. Adlakha, P. A. 1964 Studies of the various factors responsible for resistance to top borer in the different varieties of sugar cane. Indian Jour. Sug. Res. and Develop., **8**：343～344.
2. Agawal, R. A. 1959 Insect resistance in Coinbatore cane. Indian Sug., **8**：1－10.
3. _____ and Z. A. Siddiqi 1964 Sugarcane Pests. Entomology in India：149～186, Ent. Soc. India, New Delhi.
4. Ahmad, T. and I. D. Mathur 1945 The biology and ecology of *Meleha ornatipennis* Cam., a parasite of the top shoot borer of sugar cane, *Scirpophaga nivella* F. Indian J. Ent., **7**：21～35.
5. Alam, S. M. 1954 Some important features of the life history of *Stenobracon deesae*, a braconid parasite of sugar cane and jowar borer of Northern India. Curr. Sci., **14**：212～213.
6. _____, M. A. Ghani and A. I. Haflz 1961 Survey of parasites of insect pests. Rept. Commonw. Inst. Biol. Control：**32**.
7. Anon 1965 *Aulacaspis tegalensis* (Zehnt.), Distribution Maps of Insect Pests. London, Commonw. Inst. Ser. A. Map No. **187**.
8. Avasthy, P. N. 1969 The top borer of sugar cane, *Scirpophaga nivella* (F.). Pests of Sugar cane：189～205, Elsevier.
9. 東 清二 1967 さとうきびの新害虫タカラマルカイカラムシについて．(琉球) 糖業振興会報，**11**：40～43.
10. _____1969 新たにサトウキビの重要害虫となったイワサキクサゼミについて．沖縄甘蔗糖年報，**13**：90～92.
11. _____1971 沖縄におけるサトウキビ害虫の天敵，同上，**14**：9～15.
12. _____, 大城安弘 1967 沖縄産サトウキビ害虫に関する研究，第1報 研究の歴史，琉球農試研究報，**3**：55～62.
13. _____, _____1967b 沖縄産サトウキビ害虫に関する研究，第2報 害虫目録．同上，**3**：63～75.

14. _____, _____ 1968 沖縄産サトウキビ害虫に関する研究，第3報 カンシャコバネナガカメムシ *Cavelerius saccharivorus*（Okajima）について．同上，**4**：37～49.
15. _____, _____ 1969a 沖縄産サトウキビ害虫に関する研究，第4報イネヨトウ *Sesamia inferens* Walker について．同上，**5**：1～22.
16. _____, _____ 1969b 沖縄産サトウキビ害虫に関する研究，第5報 カンシャシンクイハマキ *Tetramoera schistaceana* Snellen について，同上，**5**：51～73.
17. _____, _____ 1971 沖縄産サトウキビ害虫に関する研究，第6報 カンシャワタアブラムシ *Ceratovacuna lanigera* Zehntner について．同上，**6**：9～27.
18. _____, _____ 1975 カンシャコバネナガカメムシの長翅型出現に及ぼす二・三要因の影響．日本昆虫学会第35回大会講演要旨：48.
19. _____, _____・根間 徹 1971 沖縄産サトウキビ害虫に関する研究，第7報タカラマルカイガラムシ *Aulacaspis takarai* Takagi について，琉球農試研報，**6**：29～39.
20. _____, 山内政栄 1971 イワサキクサゼミ *Mogannia iwasakii* Matsumura の生態に関する知見．沖縄農業，**10**（½）：16～20.
21. Bangdiwala, I. S. and L. F. Mortorell 1954 Corelation between stalk and joint infestation by sugar cane moth borer, *Diatraea saccharalis* (F.). Proc. Intn. Soc. Sug. Cane Techn., **8**：593～601.
22. Beck, S. D. 1965 Resistance of plants to insects. Ann. Rev. Ent., 10：207－232.
23. Bell, A. F. 1940 Rep. Bur. Sug. Exp. Stns. Qd., **40**：16～20.
24. Betbeder-Matibet, M. 1972 Nymphal growth of *Yanga guttulata* Sign., a harmful cicada of sugar cane in Madagascar. Proc. Intn. Soc. Sug. Cane Techn., **14**：536～540.
25. Van Bijllaardt, A. C. 1924 Een Successvolle Bestrijiding der witte luis *Oregma lanigera*. Arch. voor de Suikerindustrie in Ned-Indie, 32 ste Jaangang. 2e Deed blz.：789, 792.
26. Boulard, M. 1965 Notes sur la biologie larvaire des Cigales. An. Soc. Ent. Fr. (N. S.), **1**：503～521.
27. Box, H. E. 1953 List of sugar cane insects. London. Commonw. Inst. Ent. 101pp.
28. Breemen, P. J. van 1926 De aantasting can de Witte luis *Oregma lanigera* Zehnt. door den parasiet *Encarsia flavoscutellum* Zehnt. Arch. Suikerind, NedIndie；Meded. Profst-Java Suikerind, 1926 No. **14**：403～409.
29. Breniere, J. and J. Syfrig 1965 Un nouvel ennemi de la canne a sucre a Nossi-Be, *Yanga guttulata* Sign. (Cicadidae). IRAM＝IRAT No. 41 Communication au Congres de la Protection des cultures tropicales. Marseille, 1965：401～405.
30. Carl, K. 1962 Graminaceous moth borers in West Pakistan. Techn. Bull. Commonw. Inst. Biol. Control, 2：29～76.
31. Chan, M. S. 1937 The problem of the sugar business and sugar cane insect pests in Kwangtung. Problem of insects. 1：3～8.

32. Chang, H. and C. Y. Shin 1959 A study on the leaf midrib structure of sugar cane as related with resistance to the top borer (*Scirpophaga nivella* F.) Rep. Taiwan Sug. Exp. Stan., **19** : 53～66.
33. Charpentier, L. J., R. Mathes, W. J. McCormic and J. W. Sanford 1967 Injury and losses caused by the sugarcane borer in Louisiana. Proc. Intn. Soc. Sug. Cane Techn., **12** : 1383～1387.
34. Chaturvedi, P. I. 1942 Relative incidence of borers at Kanpur. Indian J. Ent., **4** : 93.
35. Chen, C. B. 1963 An effective criticism of utilizing indigenous egg parasites (*Trichogramma minutum* and *Trichogramma australicum*) and introducing parasites for controlling the sugar cane moth borers. Jour. Agr. Assoc. China New Ser., **44** : 1～8.
36. _____ and T. H. Hung 1962 Experiment results of introducing parasitic wasps and fly for controlling borers from India into Taiwan in 1961－1962. Ibid, **40** : 63～71.
37. _____, _____ 1963 Experiment results of the introduced *Isotima javensis* Rho. for control of the top borer, *Scirpophaga nivella* Fab. in Taiwan. Rep. Taiwan Sug. Exp. Stn., **31** : 137～146.
38. _____, _____ 1966 Studies on Cicada, *Mogannia habes* Walker, attacking on sugarcane ratoon and its control in Taiwan. Jour. Agr. Assoc. China New Ser., **53** : 31～41.
39. _____, _____ 1969 a Experiment results with biological control of sugarcane borer in Taiwan. Proc. Intn. Soc. Sug. Cane Techn., **13** : 1300～1304.
40. _____, _____ 1969 b The cicada *Mogannia hebes* Walker, a pest of ratoon sugar cane in Taiwan and its control. Ibid, **13**:1397～1402.
41. Cheng, W. Y. 1964 The investigation of parasitic disease of *Mogannia hebes* Walker. Ann. Rep. Taiwan Sug. Exp. Stn., 1963／64.
42. Cherian, M. C. and P. Israel 1937 Studies on *Elasmus zehntnerii* Ferr., a parasite of the sugar cane moth borer *Scirpophage* sp. Madras Agr. J., **25** : 273～279.
43. _____, _____ 1938 *Stenobracon sicevillei* Bingh (Hymn. Brac.) a natural enemy of the sugarcane white moth borer (*Scirpophaga*). Bull. Ent. Res., **29** : 99～102.
44. _____, _____ 1939 A bethylid natural enemy of the sugar cane white moth borer. Proc. Indian Sci. Congr., **26** : 195.
45. _____, _____ 1941 *Rhaconotus roslinensis* Lal., a larval parasite of the sugar cane borer, *Scirpophaga rhodoproctalis*. Indian J. Ent., **3** : 173～176.
46. _____, _____ 1942 *Goniozus indicus* Ashm. a natural enemy of sugar cane white moth borer (*Scirpophaga rhodoproctalis*). Jour. Bombay Nat. Hist. Soc., **43** : 488～493.

47. Chinloy, T. 1955 Small moth borer (*Diatraea saccharalis*) survey, percent joint infestation by varieties and classes. Rep. Res. Sug. Mfrs. Assoc. Jamaica, 1955 : 28～29.
48. Clausen, J. E. 1931 Insects injurious to Agriculture in Japan. U. S. Department of Agriculture Circ., **168** : 53～55.
49. Cleare, L. D. 1932 Moth borer damage in relation to sugar cane varieties in British Guiana. Trop. Agr. Trin., **9** : 264～271.
50. Coburn, G. E. and S. D. Hensley 1972 Differential survival of *Diatraea saccharalis* larvae on 2 varieties of sugar cane, Proc. Intn. Soc. Sug. Cane Techn., **14** : 440～444.
51. Copeland, E. B. 1917 Disease and pests of sugar cane in the Philippines. Philip. Agr. & Forester, **5** : 343～346.
52. Daniels, J. 1972 Description of sugarcane clones 1. Agricultural description. Proc. Intn. Soc. Sug. Cane. Techm., **14** : 112～119.
53. Deventer, W. van 1906. 1912 Handbook der diente van de Suikerietculture en de Rietsuiker - Fabrica op Java Tweede deel De dierlijke vijanden van het Suikerriet en Hunne - Parasieten. 114 pp.
54. Diakonoff, A. 1967 Microlepidoptera of the Philippines Islands. U. S. Nat. Mus. Bull., **257** : 69～70.
55. Diellewijin, C. D. 1952 Botany of sugar cane.
56. Doss, S. V. J. 1956 Incidence of sugar cane borers in Nellikuppan Factory Zone, South Arcot, Madras State. Proc. Intn. Soc. Sug. Cane Techn. **9** : 880～895.
57. Dubois, J. 1966 Influence des certains modifications recentes dans la culture la canne a sucre sur evolution des population de la cigale *Yanga guttlata* Sign. Agronomie Tropicale No. **6/7** : 786～821.
58. Duport, L. 1913 Notes sur queladies maladies et ennemis des plantes cultivees en extreme Orient. Extrait du Bull. Econ. Indochine, Hanoi-Haiphon, No. **99** (1912).
59. Esaki, T. 1926 Verzeichniss der Hemiptera - Heteroptera der insel Formosa. Ann. Musei Nat. Hungaric, **24** : 136～189.
60. 江崎悌三 1932 日本昆虫図鑑：3204, 北隆館.
61. _____ 1950 改訂日本昆虫図鑑, 北隆館.
62. _____, 堀 浩, 安松京三 1939 原色日本昆虫図説, 三省堂.
63. Estioko, B. R. 1961 A review of sugar cane insect pests control in various parts of the world the last 5 years, 1956 - 1960. Proc. Philip. Sug. Techn. Congr. **3** : 93～97.
64. Fewkes, D. W. 1971 Notes on a recent outbreak of *Aulacaspis tegalensis* (Homoptera, Diaspididae) on sugarcane in Tanzania. Proc. Intn. Sug. Cane Techn. **14** : 527～535.
65. Fletcher, T. B. 1916 One hundred notes on Indian insects. Bull. Agr. Res. Inst. Pusa, **59** : 20.

66. _____ and C. C. Ghosh 1920 Borers in sugar cane, Rice etc. Proc. Ent. Meet. Pusa, **3**：375～377.
67. Fukuhara, N. 1966 Revisional notes on Oxya-species of Japan (Orthoptera : Acrididae). Appl. Ent. Zool., **1**：201～203.
68. Ghani, M. A. 1962 Collection of *Diatraeophaga striatalis* Tns.(Dipter-a : Tachinidae) in Java. Techn. Bull. Commonw. Inst. Biol.Control, **2**：1～14.
69. Ghosh, C. C. 1925 Report of the Entomologist, Mandalay, and peri-cultural work for the year ended 30th June 1925, Rangoon, 8pp.
70. Ghouri, A. S. K. 1960 Insect pests of Pakistan. FAO Pl. Prot Comm. S. Asia Pacif. Reg. Techn. Doc. **8**, 31p.
71. Green, E. E. 1937 An annoted list of the Coccidae of Ceylon, with emendation and addition data. Ceylon J. Sci., **20**：277～314.
72. Gupta, B. D. 1954 A note on the scorps of biological control of sugar cane pests. Proc. Conf. Sug. Res. Dev. Wkrs. India, 2：229～241.
73. _____ 1948 Some friends of the sugar cane farmer, 1. parasites on the top borer, *Scirpophaga nivella* F. Indian Sug., **8**：439～443.
74. _____ 1959a Insect pests of sugar cane in India, 1. The sugar cane root borer, *Emmalocella depresella* Swinh. Ibid, **8**：775～782.
75. _____ 1959b Insect pests of sugar cane in India. 2. The pink borer, *Sesamia inferens* Walk. Ibid, **9**：15～18.
76. _____ 1959c Insect pests of sugar cane in India. 3. The top borer, *Scirpophaga nivella* Fabr. Ibid, **9**：127～149.
77. _____ 1959d Insect pests of sugar cane in India. 5. The short borer, *Chilotraea infuscatellus* Snell. Ibid, **9**：445～465.
78. _____ 1960 Insect pests of sugar cane in India. 6. The stalk borer, *Chilotraea auricilia* Dagn. Ibid, **10**：67～78.
79. _____ and P. N. Avasthy 1954a Some recommendations for the control of sugar cane pests in India. Ibid, **4**：387～397, 404～405.
80. _____, _____ 1954b A resume on the behavior of varieties towards the incidence of major pests of sugar cane in U. P. and other States in India. Proc. Conf. Sug. Res. Dev. Wkrs. India, **2**：208～228.
81. Gupta, M. C. and B. D. Gupta 1959 Sugar cane and its probleme: Insect pests in India, 2. The pink borer, *Sesamia inferens* (Walker). Indian Sug., **9**：15～18.
82. Gupta, V. K. 1961 Identity and synonymy of on Ichneumonid parasite of the top borer of sugar cane, *Scirpophaga nivella* Fabricius (Hymenoptera, Ichneumonidae). Indian J. Ent., **23**：7～9.
83. Harreveld, P. van 1926 Parasieten van de witte luis. Arch. Suikerind. Ned. – Indie Meded. Profst. Java-Suikerind, 1926, No. **12**：373～377.
84. Hayashi, M. 1976 On the Species of the Genus *Mogannia* Amyot et

Serville, 1843 (Homoptera: Cicadidae), of Ryukyus and Taiwan. Kontyu, **44**: 27～42.

85. Hazelhoff, E. H. 1927 Onderzoex witte luis in annplant 1927-1928. Arch Suikerind, Ned. -Indie; Korto Meded. Proft. Java-Suikerind. 1927, No. **86**: 599～602.

86. _____1928 Entomologich onderzaek. 4 Biologische bestrijding van de witte woluis. Jaarversl. Proft. Java - Suikerind. over 1927:73～78.

87. _____1929 Bestrijding der witte woluis. Ibid, 1929, No. **22**: 669～675.

88. _____1930 Biological control of *Oregma lanigera* in Java. Proc. Intn. Soc. Sug. Cane. Techn. **3**: 165～168.

89. _____1931 Investigation on the white top borer. Ibid, **4**: 168～171.

90. Hensley, S. D. and W. H. Long 1969 Differental yield responeses of commercial sugarcane varieties to sugarcane borer attack. Jour. Econ. Ent., **62**: 620～622.

91. 平野千里 1971 昆虫の寄主植物，共立出版，東京。

92. Holloway, T. E. 1935 Borer control by breeding sugar cane for resistance. Sug. Bull. New Orl., **13**: 3～4.

93. Hussain, M. A. 1935 Sugarcane top borer in the Punjab. Proc. Ind. Sci. Congr., **22**: 37～71.

94. 伊波普献・真境名安興 1916 琉球の五偉人.

95. 伊波興清 1966 1964年度における地域別の農薬の使用状況．沖縄農業，5(1)：63～73.

96. 飯島 鼎 1935a 幼甘蔗時代に於ける黄色螟虫の分散について．台湾蔗作研会報，**13**:241～244.

97. _____1935b 甘蔗品種と *Eucosma schistaceana* Snellen（黄色螟虫）の産卵との関係．同上，**13**：385～393.

98. _____1938 カンショシンクヒハマキ *Eucosma schistaceana* Snellen（黄色螟虫）の生態に関する調査研究．台湾糖試場報告，**5**：73～115.

99. _____1940 黄色螟虫の喰入径路，特に幼虫の喰入限界節に就て．台湾蔗作研報 **18**: 257～279.

100. _____1940－1941 カンショシンクヒハマキ（黄色螟虫）の生殖能力に及ぼす高温の影響 第1～3報．応動雑，**12**：81～105, **12**：161～186, **13**：1～13.

101. _____1948 カンショシンクイハマキの雌蛾体内卵の成熟に及ぼす大気温度の影響．昆虫 **16**：37～41.

102. 池原眞一 1968 沖縄における甘蔗作経済の研究．琉球大農学部学術報，**15**：1～164.

103. _____1973 沖縄糖業統計．農林統計協会，東京.

104. 稲福清彦 1957 台湾に於けるNCo 310について．（琉球）糖業振興会報，**2**：1～8.

105. Isaac, P. V. 1939 How midrib hardness affords resisance to sugar cane top borer in India. Curr. Sci., **8**: 211～212.

106. 石田昌人 1915 甘蔗螟虫調査報告．台湾総督府殖産局出版，**87**号，115pp.

107. _____1917 益虫輸入に関する報告． 同上， **172**号.

108. _____1920 甘蔗早植と綿蚜虫発生に就て．糖業，**7**(4)：5～11.

109. _____1926a 綿蚜虫の敵虫に就て．台湾蔗作研報，3：869～884.
110. _____1926b 甘蔗の大害虫綿蚜虫と其敵虫輸入に就て．台湾時報．81：27～48.
111. _____1928 甘蔗綿蚜虫と其駆除予防法に就て．台湾蔗作研報，6：1～28.
112. _____1929 爪哇産綿蚜寄生蜂 *Encarsia flavoscutellum* Zehnt. に関する研究並に之が台湾への輸入の顚末．台湾総督府中央研究農業部報告 38 号.
113. _____,高野秀三 1926 甘蔗白螟虫被害程度及駆除予防法．同上，30 号.
114. _____,_____ 1936 甘蔗螟虫類の産卵消長と気象並に甘蔗植付時期との関係．台湾蔗作研報 14：129～170.
115. 石田昇三 1965 1963～64 に採集された琉球のセミ．北九州の昆虫，12：61～64.
116. _____1966 琉球トンボ採集記（その一）．Odonata, 18：1～12.
117. Ishihara, T. 1968 The Cicadidae of the Ryukyu Archipelago. Trans. Shikoku Ent. Soc., 9：129～145.
118. 石井 悌 1939 東洋に於ける二・三化螟虫の天敵について．応動雑，11：106～109.
119. Ishii, T. 1941 The species of *Trichogramma* in Japan with description of two new species. Kontyu, 14：169～176.
120. 伊藤源蔵・安田良成 1931 優良品種品質調査．台湾蔗作研会報，9：275～349.
121. Ito, Y. and M. Nagamine 1974 Distribution of infestations of a sugar cane cicada, *Magannia iwasakii* Matsumura (Hemiptera : Cicadidae) in Okinawa Island with a discussion on the cause of outbreak. Appl. Ent. Zool., 9：58～64.
122. _____, _____1974b Population dynamics of a sugar cane cicada, *Mogannia iwasakii* Matsumura in Okinawa Island. Proc. Intn. Soc. Sug. Cane Techn. 15：468～473.
123. Jackson, R. D. and P. H. Dunckelman 1974 Relative resistance of *Saccharum spontaneum* clones to the sugarcane borer. Ibid, 15：513～515.
124. Joannis. J. D. 1913 Remarque sur un cas callectif de mimetisme chez des lepidopteres. Bull. Soc. Fr., 23：137～139.
125. 加藤正世 1925 日本産蝉類(1)．台湾博物学会報，15：1～46.
126. _____1933 分類原色日本昆虫図鑑 Ⅲ：50 pls, 厚生閣.
127. _____1936 琉球産二・三のセミの分布．昆虫界，4：840～842.
128. _____1937 イワサキクサゼミの新変種．同上，5：461.
129. Koto, M. 1960 On the cicada-fauna of the Ryukyu Archipelago. J. Biol. Educ., 3：8～15.
130. _____1961 Fauna Japonica (Cicadidae). Biogeog. Soc. Jap. Nat. Sci. Mus. Tokyo Japan, 72 pp.
131. 川原利作 1931 2725 POJ 形質に関する一考察．台湾蔗作研会報，9：175～179.
132. 河野信治 1931 日本糖業発達史（人物編）.
133. Khare, J. L. 1921 Note on sugarcane borers in the Central Province. Rep. Proc. Fourth Ent. Meet. Pusa：137～142.
134. Khanna, K. L. and K. R. Ramanathan 1940 Studies on the assosiation of plant characters and pest incidence, 2. On the relationship

between spindle length and varietal resistance to top borer attack in sugar cane. Indian J. Ent., 8：178～185.

135. _____, S. S. Sharma and K. R. Ramanathan 1947 Studies on the assosiation of plant charaters and pest incidence, 3. Hardness of leaf midrib and top borer infestation in sugar cane. Ibid, 9：115～138.

136. 金城政勝 1969 カンシャシンクイハマキ無受精卵の産下率と夏の温度について．沖縄農業，8 (2)：30～38.

137. 衣斐三郎 1930 2827 POJ 実績に就て．台湾蔗作研会報，8：297～313.

138. Kring, J. B. 1967 Alighting of aphis on colored cards in a flight chamber. Jour. Econ. Ent. 60：1207～1210.

139. Kulshreshtha, J. P. and P. N. Avasthy 1957 An estimate of damage caused to sugarcane crop by the borer, *Chilotraea auricilia* Dogn. Proc. 3rd All India Conf. Sug. Res. Dev. Wkrs. Pusa, 1957(2)：277～281.

140. Kumar. S. and A. N. Kalra 1965 Attack of pink borer, *Sesamia inferens* Wlk. as cane borer in Rajasthan. Indian Sug. J., 9：154～156.

141. Kuyper, J. 1923 Over witte luis (*Oregma lanigera* Zehnt. = *Eriosoma lanigerum*) en de waarde van colloidaal zwavel als bestridjingsmiddel daategen. Archief voor de Suikerindustrie in Ned. -Indie, Jaargang No. 30 743～748.

142. _____1926 Pantox en andere middlen tegen witte luis. Arch. Suikerind. Ned. - Indie. Korte Meded. Proefst. Java Suikerind. 1926, No. 62：311～314.

143. 黒島直方 1967 さとうきび新品種 NCo 376 について．（琉球農試）試験場だより，26号.

144. Lai, K. C. 1936 The abundance of *Oregma lanigera* Zehntner in relation to climatical factors in Sunchow. Problem of Insects, 1 (9)：2～3.

145. Lal, K. 1966 Present taxonomic position of the subfamily Pimplinae (Hymenoptera：Ichneumonidae) with addition of new hosts and new distribution of some of the species in India. Indian J. Ent., 28：121～123.

146. Lal, K. B. 1939 Some new parasitic Hymenoptera from India. Proc. Indian Sci. Congr., 26：141.

147. 梁 崇二 1969－1971 蔗螟周年発生消長之調査研究，Ⅰ～Ⅶ．台湾糖業試場彙報，48：37～47, 49：47～58, 59～70, 51：37～45, 54：31～38, 58：103～111.

148. Lefroy, H. M. 1906 Agric. J. India, 1：97～113.

149. Leu, L. S. and Z. N. Wang 1970 The parasitic fungus of *Mogannia habes* Walker. Sugar Bull. (Taiwan), 46：6～9.

150. _____, _____1972 Fungi parasitic on the nymph of *Mogannia habes* Walker in Taiwan. Proc. Intn. Soc. Sug. Cane Techn., 14：541～547.

151. Lim, G. T. and Y. C. Pan (1974) Notes on *Trichogratoidea nana*

(Zhnt.) an egg parasite of sugarcane moth borers. Proc. Intn. Soc. Sug. Cane Techn., **15** (1): 407～410.

152. Long, W. H. and R. J. Hensley 1972 Insect pests of sugar cane. Ann. Rev. Ent. **17**: 149～176.

153. _____, S. D. Hensley, T. J. Stanford, E. J. Concinne and W. J. McComick 1961 New methods for rating sugarcane varieties for succeptibility to sugar cane borer in Louisiana. Sugar Bull., **39**: 175～178.

154. Lopez, A. W. 1930 The wite leaf louse of cane and the introduction a new wasp parasite of it. Sugar News, **11**: 519～528.

155. _____ 1931 The wite leaf louse, *Oregma lanigera* Zehnt. Ann. Rep. Philip. Sug. Assoc., 1931: 256～257.

156. 牧 良忠 1937 甘蔗小翅椿象「カンシャコバネナガカメムシ」 *Ischnodemus saccharivorus* Okajima ニ関スル研究. 鹿児島県立農事試験場大島分場臨時報告 病虫第2号, 104pp.

157. Mani, M. S. 1941 Studies on Indian parasitic Hymenoptera. Indian J. Ent., **3**: 25～36.

158. 丸杉考之助 1974 沖縄におけるサトウキビを中心とする作付方式に関する研究. 農林省熱帯農業研究センター資料, No. 29. 95pp.

159. Matherne, R. J. 1969 A history of major Louisiana sugarcane varieties. Proc. Intn. Soc. Sug. Cane Techn., **13**: 1056～1061.

160. Mathes, R. and L. J. Charpentier 1963 Some techniques and observation in studing the resistance sugarcane varieties to the sugarcane borer in Louisiana. Proc. Intn. Soc. Sug. Cane. Techn., **11**: 594～604.

161. _____, _____ 1969 Varietal resistance in sugar cane to stalk moth borers. Pests of sugar cane: 175～188, Elsevier

162. _____ and J. W. Ingram 1942 Development and use of sugar cane varieties resistant to the sugar cane borer. Jour. Econ. Ent., **35**: 638～642.

163. 松本福馬 1935－1939 カンシャコバネナガカメムシ *Ischnodemus saccharivorus* Okajima の生活史 1～3. 台湾博物学会報, **25**: 314～319, **26**: 291～303, **29**: 303～313.

164. Matsumura, S. 1907 Die cicadinen Japans. Ann. Zool. Japan, **6**: 83～116.

165. _____ 1910 Die schadlich und nutzlichen insekten von zuckerrohr Formosa. Keizeisha, 52pp.

166. _____ 1917 A list of the Japanese and Formosan Cicadidae, with description of new species and genera. Trans. Sapporo Nat. His. Soc., **6**: 186～212.

167. Matthysse, J. G. 1957 Research on insecticidal control of Philippines crop pests. Jour. Econ. Ent., **50**: 517～518.

168. Metcalfe, J. R. 1959 A preliminary reassessment of *Diatraea saccharalis* (F) in Barbados, West Indies. Trop. Agr. Trin., **36**:199～209.
169. Miwa, Y. 1929 The Elaterid-fauna of Loochoo. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa, **19**：339～351.
170. 宮城鉄夫 1934 甘蔗の作り方. 伊仲皓編 "沖縄の産業：223～246.
171. 宮本正一 1959 日本産異翅半翅類の卵巣小管数. Sieboldia, **2**：75.
172. 宮本正一・宮武頼夫 1964 九州大学八重山群島調査隊の採集した蝉類. 九州大学海外学術調査報告第**2**号：117～120.
173. 宮良高忠 1961 甘蔗小翅椿象について. (琉球) 糖業振興会報, **5**：133～138.
174. Miyatake, M. 1952 Ecological studies on the purprish stem borer, *Sesamia inferens* Walker in Japan (Lepidoptera : Noctuidae). Sci. Rep. Matsuyama Agr. Coll. No. **8**：1037.
175. _____ 1959 A contribution to the coccinellid-fauna of the Ryukyu Islands (Coleoptera). Mem. Ehime Univ. Sect. VI (Agr.) **4**(2):31～67.
176. 森次 興 1930 甘蔗ノ白蜈虫に関する調査研究. 台湾蔗作研会報, **8**：431～486.
177. Moutia, L. A. 1944 The sugar-cane scale *Aulacaspis tegalensis* Zehnt. Bull. Ent. Res., **35**：69～77.
178. 村井 実 1975 カンシャコバネナガカメムシの個体群動態の研究——特に成虫の移動について. 沖縄農試. 昭和49年度病害虫試験成績書：114～115.
179. 長山正利・宮良高忠 1960 沖縄島内に於ける甘蔗害虫天敵の発生密度並びに寄生率調査. (琉球) 糖業振興会報, **4**：34～38.
180. 中沢邦男 1970 有翅アブラムシ類の発生消長の調査法. 植物防疫. **24**：111～114.
181. _____ 1972 アブラムシ類によるキュリモザイクウィルスの伝搬とその飛しょう生態ならびに防除に関する研究. 秦野たばこ試験場報告 No. **72**, 134pp.
182. 仲吉朝助・嘉数詠清 1907 沖縄県糖業論. 三秀社.
183. 西山市三 1947 甘蔗の研究, 第3報 アジアに於ける野生甘蔗とその育種学的意義. 生研時報, **3**：26～34.
184. Nuttonson, M. Y. 1952. Ecological crop geography and field practices of the Ryukyu Islands, natural vegetation of the Ryukyus, and Agroclimatic analogues in the Norther Hemisphere. American Inst. Crop Ecology, Washington, D. C.
185. 岡出幸生 1942 台湾甘蔗品種に関する研究. 台湾総督府糖試場報告, **12**号 112pp.
186. 岡島銀次 1922 恐るべき甘蔗の一新害虫に就て. 農学会報 (東京), **236**：363～371.
187. _____, 飯島裕次郎 1923 恐るべき甘蔗の一新害虫に就て (第二報). 同上, **248**：343～375.
188. 沖縄県 1938 沖縄県糖業要覧.
189. 沖縄県経済部 1939 甘蔗耕種標準.
190. 沖縄県農会 1940 糖業彙報, **4**号.
191. 沖縄県施肥合理化協議会 1973 主要作物の栽培指針 (さとうきび栽培指針). 施肥合理化資料 第**1**号：46～57.
192. 沖縄県立農事試験場 1932－1939 沖農試業務功程報告, 昭和6～14年度.

193. 沖縄県立糖業試験場 1914 甘蔗害虫発生予察調査. 沖糖試特別報告第1号.
194. _____ 1915 西原叢書, 第11編 害虫扁.
195. _____ 1923 甘蔗螟虫及びカンショクロナガガイダに関する調査. 沖糖試特別報告第3号.
196. _____ 1924 甘蔗小椿象. 51pp.
197. _____ 1921 - 1931 沖糖試業績報告大正9年～昭和5年.
198. 大城安弘 1970 カンシャシンクイハマキ *Tetramoera schistaceana* Snellen の羽化および産卵に対する明暗の影響. 沖縄農業, 9(1): 9～18.
199. 大塚幹雄 1966 イネヨトウの生態ならびに防除に関する研究. 農林水産技術会議事務局, 鹿児島農試, 指定試験 (病害虫) 6号.
200. Painter, R. H. 1951 Insect resistance in crop plants. Macnullan, New York.
201. Pali, N. S. 1965 Studies on varietal resistance in sugar cane top borer, *Scirpophaga nivella*. Indian sug. J., **10**: 42～44.
202. Pan, Y. S. and S. D. Hensley 1973 Evaluation of sugar cane seedlings for resistance to the sugarcane borer, *Diatraea saccharalis*. Environmental Ent., **2**: 149～154.
203. _____, S. Y. Yang and H. L. Shi 1966 Feeding of the nymphs of *Mogannia hebes* on sugarcane roots and its effect on bud germination and growth. Bull. Inst. Zool Academia Sinica, **5**: 35～40.
204. Patel, R. M. 1964 Observation on the life-history and control of the sugarcane top borer (*Scirpophaga nivella* F.) in South Gujarat. Indian J. Sug. Res. Dev., **8**: 50～55.
205. Patel, G. A. and S. R. Bagal 1956 Brood studies of the sugarcane top-borer (*Scirpophaga nivella* Fab.). Indian J. Ent., **18**: 389～396.
206. Pholboon, P. 1950 Insect pests of Thailand. Techn. Bull. Exp. Agr. Fish. Siam, **5**: 29.
207. Pierce, W. D. 1929a Effective system for sugarcane insect control. North Negros Sugar and Victoria Milling Co. Inc. Bull., No. **1**, 24pp.
208. _____ 1979b A key to the maladies of suger cane in North Negros. Ibid, No. 3.
209. Pont, A. C. 1968 A new Japanese species of *Atherigona* Rond (Diptera: Muscidae) reared from sugarcane. Bull. Ent. Res., **58**: 201～204.
210. Pruthi, H. S. and E. S. Narayanan 1938 A study of the behaviour of some common varieties of sugar cane in reference to the attack of the borer at Pusa (Bihar) during 1935－36. Proc. Natn. Inst. Sci. India, **4**: 87～107.
211. _____, _____ 1939 A statistical study of the loss caused by borers and termites to mature sugarcane at Pusa in 1935 and 1936. Indian J. Agr. Sci., **9**: 15～37.
212. Pu, C. L. and C. C. Liu 1962 Sugar cane borers control by *Trichogramma evanescens* Westw. Acta Ent. Sinica, **11**: 409～414.
213. Puttarudrian, M. and K. S. Sastry 1958 Studies on the biology of

Tetrastichus ayyari Rohwer. with attempt to utlise it in the control of sugar cane borers. Indian J. Ent., **20**：189～198.

214. Questel, D. D. and T. Bregger 1960 Internal temperatures in preharvest burned cane and mortality of the sugarcane borer. Proc. Intn. Soc. Sug. Cane Techn. **10**：920～924.

215. Rahman, K. A. 1941 Parasites of the insect pest of sugar cane in the Punjab. Indian J. Agr. Sci., **11**：119～129.

216. Ramachandran Nair, K., S. Prakash and S. Nagarkatti 1972 A consolidated list of wild and cultivated plant species attacked by sugarcane borers in North India. Proc. Intn. Soc. Sug. Cane Techn. **14**：435～439.

217. Rao, D. S., M. Puttarudrish and K. S. Sastry 1956 Incidence of borer attack in several varieties of sugarcane grown in the Visweswataya Canal Tract, Mysore State. Proc. Intn. Soc. Sug. Cane Techn. **9**:895～901.

218. Rao, J. T. 1947 Leaf midrib structure of sugar cane correlated with resistance to the top-borer (*Scirpophaga nivella* F.). Indian J. Agr. Sci., **17**：203～210.

219. _____and T. S. Venkatraman 1941 Hard leaf midrib in sugar cane and resistance to top borer. Curr. Sci., **10**：171～172.

220. Rao, S. A. 1964a Biological control of the top borer *Scirpophaga nivella* F. of sugar cane at Pugalur (Madras State). Proc. 5th All India Conf. Sug. Res. Dev. Wkrs. Pusa, 1964：588～596.

221. _____1964b Mass production of *Isotima* sp. (*jabensis* ?) an Ichneumonid parasite of top borer of sugar cane, *Scirpophaga nivella* F. at Pugalur (Madras State). Ibid, 1964：597～602.

222. Rao, V. P. and H. Nagaraja 1969 *Sesamia* species as pests of sugar cane. Pest of sugar cane：207～223, Elsevier.

223. _____and T. Sankaran 1969 The scale insects of sugar cane. Ibid: 325～342.

224. _____, A. P. Saxena and G. Dattatreyan 1961 Survey for natural enemies of sugar cane borers. Rep. Commonw. Inst. Biol. Control **18**.

225. 琉球中央農業研究指導所 1958 カンショノワタアブラムシ（*Oregma lanigera* Zehntner）に関する調査研究．琉球中央農研業功，1958：39～41.

226. 琉球政府 1960，1965 甘蔗栽培要領，37pp.

227. 琉球政府経済局糖業課 1957 甘蔗品種比較試験成績書，61pp.

228. 琉球糖業振興会 1956－1969. 糖業振興会報，第1～第12号〔資料編〕

229. Ruinard, J. 1958 Onderzoekingen omtrent levenswijze, economische betekenis en bestrijdings-mogelijkheden der stengelboorders von hst Suikerriet op Java. Hilversum, Ahnend Globe, 222pp.

230. 栄政文，松田勁男 1965 サトウキビ病害虫図説．甘味資源振興会，東京

231. _____，島田浩一 1965 奄美群島におけるサトウキビの害虫．九病害研会報，**11**：101～103.

232. 坂口総一郎 1922 沖縄県の甘蔗にタイワンコバネガイダ大発生．昆世，**26**：394.

233. _____ 1927 沖縄産昆虫目録.
234. Scott, C. L. 1952 The scale insect Genus *Aulacaspis* in Eastern Asia (Homoptera : Coccidea : Diaspididae). Microent., **17** : 33～60.
235. Shibuya, M. and A. Tanaka 1968 Biology of sugarcane stem maggot. Mem. Fac, Agr. Kagoshima Univ. **7** : 137～147.
236. Shih, S. C. and P. Y. Tuang 1974 The role of NCo 310 in sugarcane breeding in Taiwan. Proc. Intn. Soc. Sug. Cane Techn. **15**(1) : 82～88.
237. 新垣秀一 1956 甘蔗主要導入品種の特性について.（琉球）糖業振興会報. **1** : 52～59.
238. _____ 1966 沖縄におけるさとうきび導入品種と選抜経過の概要.（琉球農試）試験場だより, **21**号.
239. _____, 久貝晃尋 1958 甘蔗綿蚜虫被害について.（琉球）糖業振興会報. **3** : 48～63.
240. 素木得一 1911 台湾害虫目録, 台湾総督府農試場出版 **57** : 1～123.
241. _____ 1934 台湾甘蔗害虫目録. 61pp. 台湾総督府農試.
242. Shiraki, T. 1954 Catalogue of injurious insects in Ryukyu Island. Pacific Sci. Boards, Natn. Res. Council, Washington, D. C.
243. 下村休三郎, 大内義久 1960 種子島における主要害虫の種類と発生期について. 九病虫研究会報. **6** : 36～39.
244. Siddiqi, Z. A. 1960 Study of the varietal susceptibility to sugarcane borers in relation to lossed in sugar cane yield and sugar recovery. Proc. 4th All India Conf. Sug. Res. Dev. Wkrs. Pusa, 1960 : 546～552.
245. Singh, O. P. 1964 Occurrence of the sugarcane top borer(*Scirpophaga nivella* F.) and it parasites in relation to climatic factors in the Punjab. 5th All Indian Conf. Sug. Res. Dev. Wkrs. Pusa, 1964 : 538～543.
246. Skinner, J. C. 1972 Description of sugarcane clones, 3. Botanical description. Proc. Intn. Soc. Sug. Cane Techn., **14** : 124～127.
247. Slater, I. A. and S. Miyamoto 1963 A revision of the sugar cane bugs of the Genus *Cavelerius* (Lygaeidae : Blissinae). Mushi, **37** : 139～154.
248. 楚南仁博 1944 台湾産寄生蜂の寄主に関する調査報告, 台湾総督府農試場彙報 **222**号. 77pp.
249. Srivastava, R. C. 1964 Record of *Hezamermis* sp. on some species of moth borers of sugar cane in India. Curr. Sci., **38** : 691.
250. Steinhous, E. A. and G. A. Marsh 1962 Report of diagnoses of diseased insect (1951－1961). Hilgardia, **33** : 452.
251. Subramania Iyer, T. V. 1922 Notes on the more important insect pests of crops in Mysore State, II, Lepidoptera. Jour. Mysore Agr. Exp. Un., **3** : 189～194.
252. 末永一, 下村休三郎 1959 種子島におけるカンシャコバネナガカメムシの発生消長について. 九病虫研究会報. **5** : 61～62.
253. Tachikawa, T. 1963 A new and economically important parasite of a sugarcane scale from the Ryukyus (Hymenoptera : Chalcidoidea : Encyrtidae). Mushi, **28** : 131～134.
254. Takagi, S. 1965 On the scale insects of Genus *Aulacaspis* from the

Ryukyus（Homoptera：Coccoidea）. Kontyu, **33**：39～41.

255. 高橋秀雄 1939 赤眼卵蜂及黄脚卵蜂の季節的発生消長に就て. 台湾蔗作研会報, **17**：165～282.

256. _____1940 甘蔗小翅椿象及撞木椿象の大発生と其の駆除予防法に就て.（台湾）蔗作改良座談会講演集：84～90.

257. Takahashi, R. 1923 Aphididae of Formosa, pt. 2. Dept. Agr. Gov. Res. Inst. Formosa Rept., No. **4**.

258. _____1931 Aphididae of Formosa, pt. 6. Ibid, No. **53**.

259. _____1940 Some Coccidae from Formosa and Japan（Homoptera）V. Mushi, **13**：18～38.

260. 高野秀三 1933 赤眼卵蜂 *Trichogramma* spp. の人工増殖並に放飼方法に就て. 動雑, **45**：132～134.

261. _____1934a 台湾産甘蔗螟虫類の寄生蜂並に其文献目録. 台湾蔗作研会報, **11**：454～466.

262. _____1934b 台湾における甘蔗綿蚜虫の形態, 生態並に其発生と環境との関係に就て. 同上, **11**：481～528.

263. _____1935 台湾に於ける甘蔗重要害虫の分布並に発生状態と其防除法に就て. 日本学術協会報告, **10**(3)：840～845.

264. _____1937 甘蔗の品種と害虫との関係. 台湾蔗作研会報, **15**：195～198.

265. _____1940 台湾に於ける甘蔗害虫の生物的防除法に就いて. 日本学術協会報告, **15**(2)：231～233.

266. Takano, S. 1941 The sugarcane wooly aphis *Ceratovacuna lanigera* Zehntner in Formosa. 台湾総督府糖業試場報告, **10**：1～76.

267. 高野秀三, 野田一郎 1938 大瓢虫の形態並に生態に関する研究. 同上, **5**：116～138.

268. _____, 柳原政之 1939 台湾甘蔗害益虫編. 台湾蔗作研会報, 313pp.

269. 高良鉄夫 1958 琉球甘蔗害虫目録.（琉球）糖業振興会報, **3**：26～42.

270. Takara, T. 1957 Provisional list of Hemiptera（Heteroptera）in the Ryukyu Islands. Sci. Bull. Agr. & Home Econ. Div. Univ. Ryukyus, No. **4**：11～90.

271. _____and S. Azuma 1969 Important insect pests affecting sugar cane and problems on their control in the Ryukyu Islands. Proc. Intn. Soc. Sug. Cane Techn, **13**：1424～1532.

272. 竹内叔雄 1923 甘蔗葉鞘部形態ニ関スル調査報告. 台湾総督府中研所農業部報告, **5**号.

273. _____, 早川完吾 1923 甘蔗茎部形態ニ関スル調査報告. 同上, **6**号.

274. Tanaka, T. 1926 Homologies of the wing veins of the Hemiptera. Ann. Zool. Jap., **11**：33～57.

275. 田中顕三 1928 禾本科植物を喰害する螟虫類の研究. 病虫害雑誌, **15**(8)：12～16.

276. Tengwall, T. A. 1926 Witte wolluis en insecticiden. Arch. Suikerind. Ne.-Indie. Meded. Profst. Java Suikerind, 1926 No. **23**：964～970.

277. Thompson, W. R. et al. 1947 A catalogue of the parasites and predators of insect pests. Sect. 1 Parasite host catalogue pt. 9（Q－2）. Ottawa, Commonw. Inst. Biol. Control.

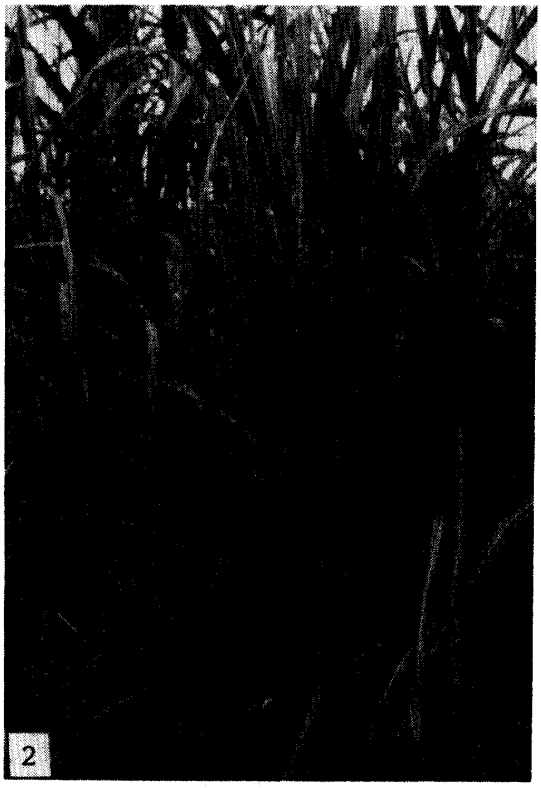
278. 糖業改良事務局 1909－1912 糖業改良事務局報告，1～4号.
279. Tucher, R. W. E. 1933 Varietal factors in cane which may influence extent of oviposition by *Diatraea saccharalis* and a possible method for attack. Agr. J. Dep. Sci. Agr. Barbados, **2** : 53～59.
280. _____1936 A preliminary investigation into cane varieties and infestation by *Diatraea saccharalis*. Ibid, **5** : 121～142.
281. 内原信幸 1968 戦後沖縄における農薬事情. 沖縄農業, **7**(2) : 31～34.
282. _____1972 農薬行政のあゆみ. 琉球政府植物防疫行政のあゆみ：430～516.
283. Uichanco, L. B. 1926 Notes on the sugar cane pests in 1925～1926. Philp. Sug. Assoc. 4th Ann. Congr. suppl. Rep. Cane Varieties, and Fertilizers : 2～5.
284. _____1928 A conspectus of injurious and benefical insects of sugar cane in the Philippines, with special reference to Luzon and Negros. Philip. Sug. Assoc. 6th Ann. Congr. Rep : 1～16.
285. Usman, S. and M. Puttarudrish 1955 A list of the insects of Mysore including mites. Bull. Dep. Agr. Mysore Ent. Ser., **16** : 121.
286. Venkataraman, T. and P. P. Vasudeva Menon 1964 Occurrence of *Sesamia inferens* (Walker) in South India on grown up sugarcane. Indian Sug. J., **9** : 53～54.
287. Verma, S. C. and P. S. Mathur 1950 The epidermal characters of sugar cane leaf in relation to insect pests. Indian J. Agr. Sci., **20** : 387～390.
288. Vinson, J. 1942 Biological control of *Diatraea mauriciella* Wlk. in Mauritius, 1. Investigation in Ceylon in 1939. Bull, Ent, Res., **33** : 39～65.
289. Wolcott, G. N. 1922 The influence of variety of sugar cane on its infestation by *Diatraea saccharalis*, and other factors affecting the abundance of the moth－borer. Jour. Dep. Agr. P. Rico, **6** : 21～31.
290. Wang, Z. N. and L. S. Leu 1974 Entomogenous fungi on sugarcane pests in Taiwan. Proc. Intn. Soc. Sug. Cane Techn, **15**(1) : 428～433.
291. Williams, J. R. 1970 Studies on the biology, ecology and economic importance of the sugarcane scale insect, *Aulacaspis tegalensis* (Zehnt) (Diaspididae) in Mauritius. Bull, Ent. Res., **60** : 61～95.
292. Wilson, G. 1956－1959 Rep. Bur. Sug. Exp. Stns. Qd., **56** : 78, **58** : 77, **59** : 80.
293. _____1967 Cicadas as pests of sugar cane. Proc. Qd. Soc. Sug. Cane Techn., **34** : 141～143.
294. _____1969 Cicada as pests of sugar cane in Queensland. Proc. Intn. Soc. Sug. Cane Techn., **13** : 1410～1415.
295. Woodworth, H. E. 1922 A host index of insects injurious to Philippines crops III. Philip. Agr., **11** : 49～55.
296. 山崎忠和 1936 沖縄における紫蝶虫の蛹期間. 応動雑, **8** : 275～276.
297. _____1937a 大瓢虫 *Synonycha grandis* Thunb. の生活史. 同上, **9** : 93～99.

298. _____1937b 紫螟虫の喰害並ニ被害に就いて．同上，9：213～217.
299. 山崎守正，有門博樹 1939 甘蔗品種に於ける綿蚜虫に対する抵抗性と細胞液濃度．日本学術協会報告，14：153～155.
300. 柳原政久 1934 台中地方に於ける糊仔甘蔗の大害虫イネヨトウ（紫螟虫）に関する調査成績．台湾蔗作研会報，12：1～153.
301. 屋代弘幸 1927 沖縄県昆虫目録．沖縄県立糖業試験場，西原．
302. _____1939 沖縄地方に於ける二・三害虫及益虫の伝播経過について．生物地理，3：207～209.
303. _____1940 沖縄地方における重要害虫概説．農及園，15(2)：56～62.
304. _____1959 琉球島弧の昆虫相の推移に就いて．日生地学報，20(2)：59～65.
305. _____，坂口総一郎，安座間喜勝 1959 沖縄産動物目録（昆虫編）．沖縄生物教育研究会，首里．
306. Yen, F. Y. 1959 Morphological studies on five species of sugar cane borers. Mem. Coll. Agr. Natn. Taiwan Univ., 5(3)：21～78.
307. 与那覇哲義，米盛重保，田盛正雄 1976 有翅アブラムシの飛来とパパヤのウイルス病発生との関係について．沖縄農業，14(1)：7～16.
308. Zehntner, L. 1897 Overzicht van de Ziekten van het Suikerriet op Jave 2e Deel. Arch. voor de Java－Suikerind. 5de Jaargang. 1ste Heft. blz. ：553～555.
309. _____1900 De plantenluizen van het Suikerriet op Java. Ibid 8ste Jaargang, 2de Heft. blz, ：1013～1044.

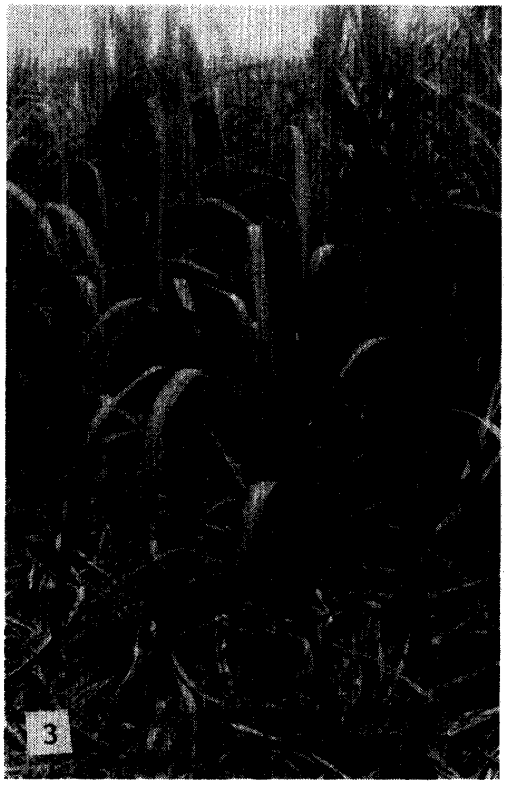
Explanation of photo:

1. Sugar cane fields in Okinawa
2. Yomitanzan variety
3. POJ 2725 variety
4. NCo 310 variety
5. NCo 376 variety
6. Hairs of 57 group
7. Adults of *Cavelerius saccharivorus*
8. Adult of *Mogannia minuta*
9. Nymph of *Mogannia minuta*
10. Damage of sugar cane caused by *Aulacaspis takarai*
11. *Aulacaspis takarai* infesting sugar cane
12. *Ceratovacuna lanigera*
13. Damage of sugar cane caused by *Tetramoera schistaceana*
14. Adult of *Scirpophaga nivella*
15. Adult of *Sesamia inferens*

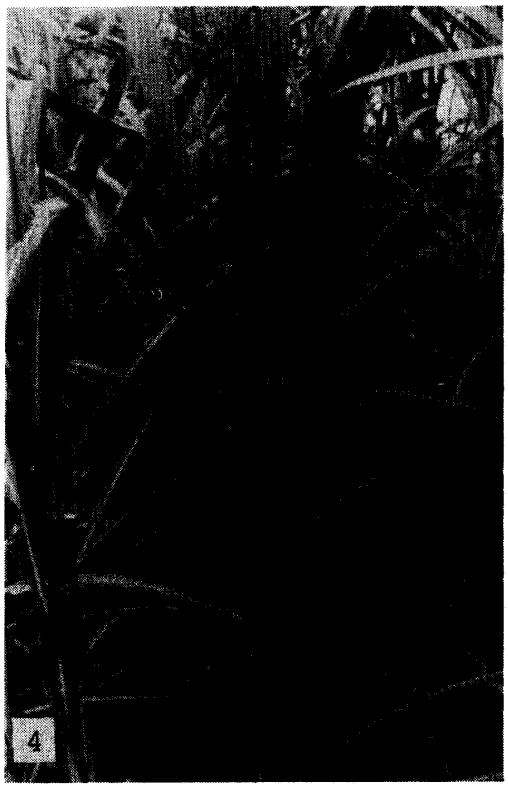
1

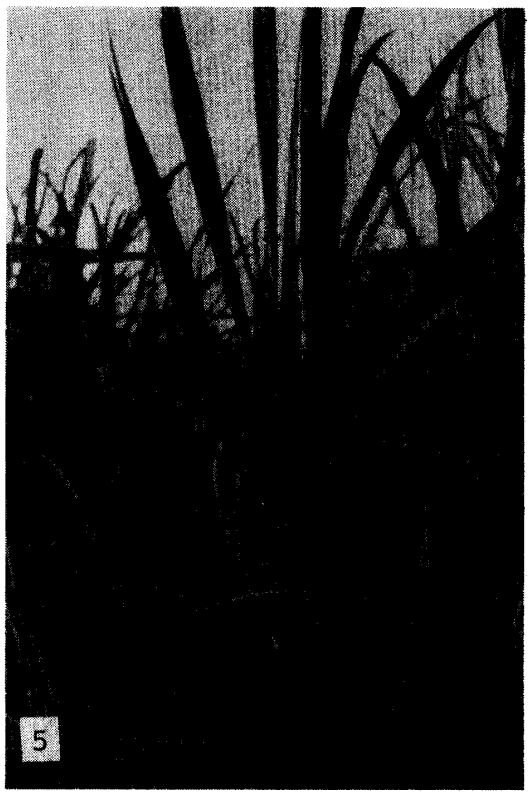


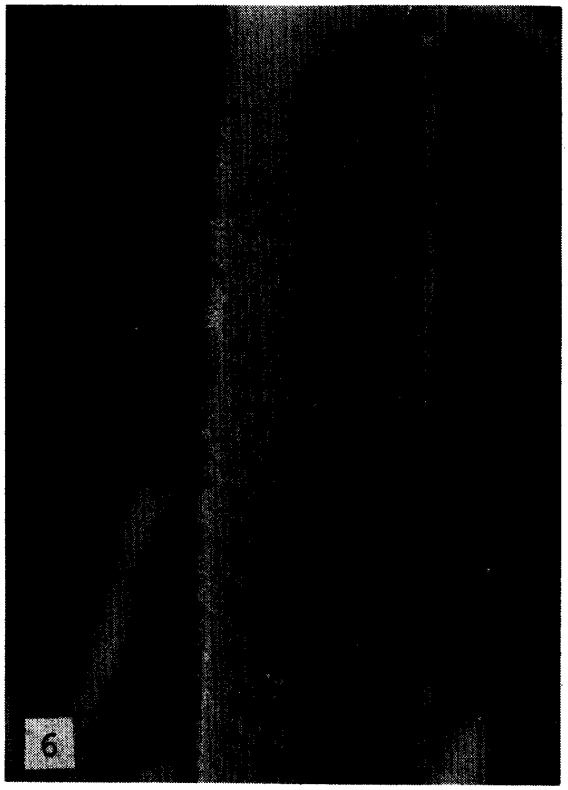
2

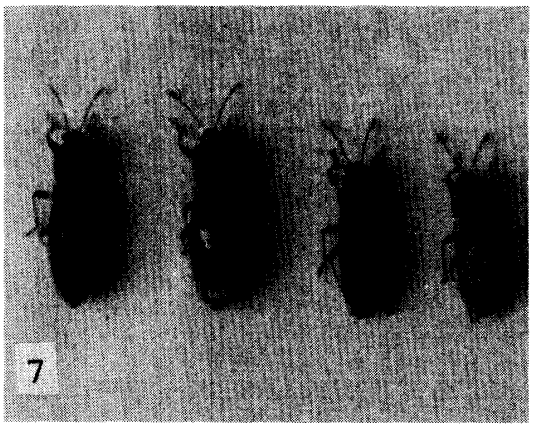


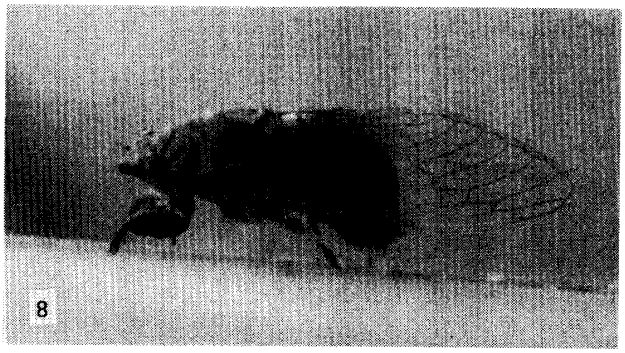
3


4

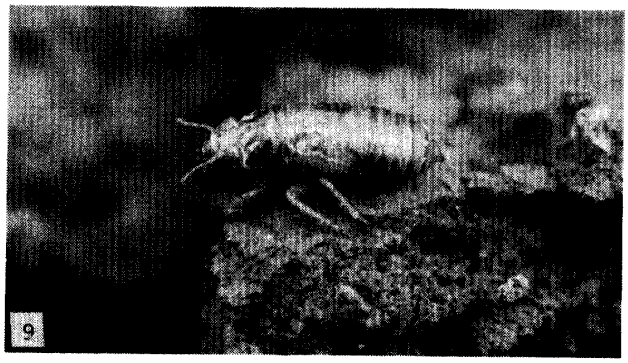

5


6


7

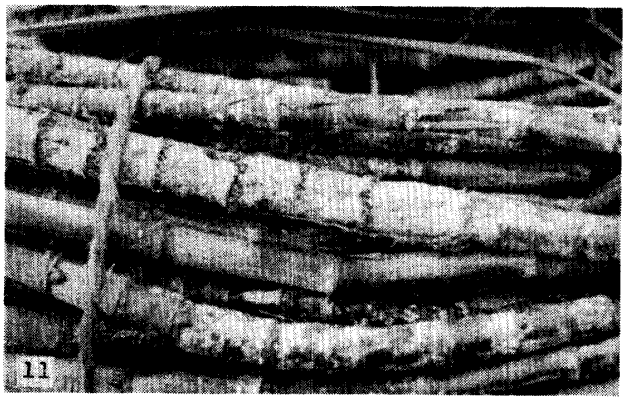


8

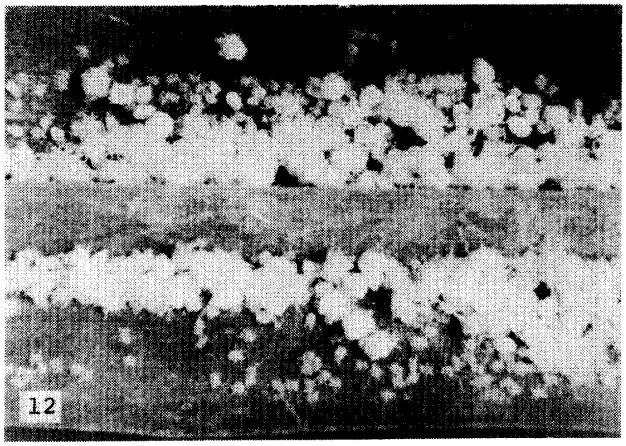


9

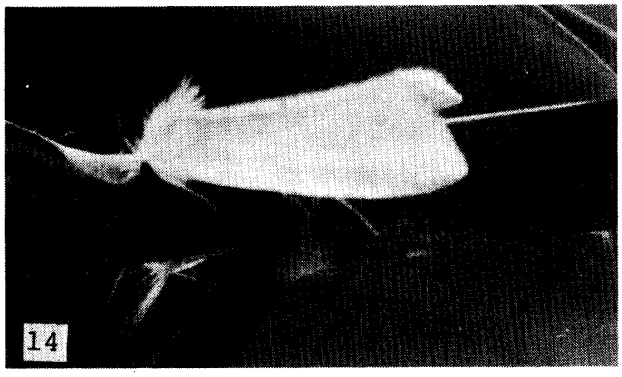
10

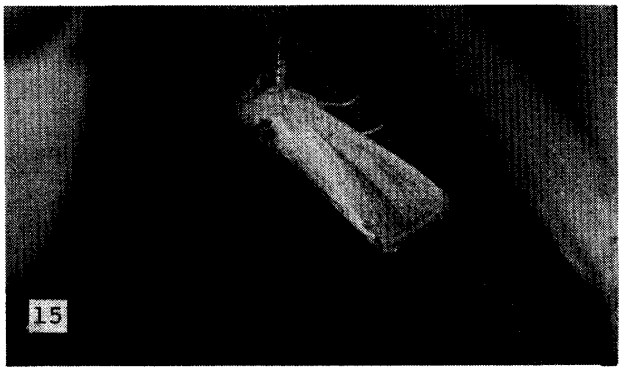


11


12

13


14


15

Biological studies on the sugar cane insect pests in Okinawa, with special reference to the change of their composition and infestation in relation to the introduction of new commercial sugar cane varieties

By

Seizi Azuma

Summary

This paper reports the results of my biological studies on the insect pests of the sugar cane in Okinawa which were conducted from 1966 to 1976. During the course of the present studies, special attention has been paied on the changes of the insect pest composition and infestation in relation to the introduction of new commercial sugar cane varieties. The results are briefly summarized as follows:

1. Since the introduction of the sugar cane to Okinawa in 1623 more than 10 varieties have been cultivated. However, three varieties are known to be most productive and they were cultivated in greater acreages. They are the Yomitanzan, POJ 2725 and NCo 310. The Yomitanzan was the main variety cultivated in Okinawa from the beginning to 1931, the POJ 2725 for the period 1932-1960 and the NCo 310 for the recent time (1961 onward). Thus, in Okinawa, three succesive periods are recognized according to the main sugar cane variety then cultivated.

2. In relation to the resistant factors of the sugar cane to the insect pests, as a rule, I recognized the following characters of the sugar canes are important: the suitability of ratooning, the leaf sheath angle to the stalk, the deciduousity of dry leaves, the leaf width, the leaf shape, and the density of hairs of the 57 group.

3. Practices of cultivation have been changed, as a matter of course, according to the introduction of new sugar cane varieties. In the Yomitanzan period the planting was simply done in the holes made in the soil, while it was done by the mojopanggung method in the POJ period. In the NCo period the use of agricultural machines became increasingly important. Planting density changed as 3,300-3,600 to 2,700 to 2,400-2,700 per 10 ares. In the Yomitanzan period planting was mainly done in spring and only the small proportion of it was done by ratooning. In the POJ period the summer crop covered about 40% of the total sugar cane acreage. In the NCo period, the ratoon crop covered 75% of the total sugar cane acreage, the summer crop covered 20%, and the spring crop covered 5%. The amount of fertilizers used for sugar cane

production gradually increased as the time progresses. The removal of dry leaves was performed diligently in early days up to the NCo period while in the latter period it was observed only in one-half of the cultivated areas. Pest control was done mainly by killing by hands and petroleum emulsion spray in the Yomitanzan and POJ periods while in the NCo period the pest control was done by synthetic insecticides.

4. The number of the sugar cane pest species observed in Okinawa was 42 species for the Yomitanzan period, 122 species for the POJ period, and 165 species for the NCo period. Thus, it is evident that the number of pest species increased. This does not mean that the pest species themselves increased but it depends on another factor such as improved method of survey in the fields. It is very interesting to report that the important or main pest species have been changes according to the introduction of new sugar cane varieties. In the Yomitanzan period, the oriental chinch bug, *Cavelerius saccharivorus* (Okajima), the grey sugar cane borer, *Tetramoera schistaceana* (Snellen), the sugar cane top borer, *Scirpophaga nivella* (Fabricius) and the pink borer, *Sesamia inferens* Walker were most important. In the POJ period, the top borer become as a minor pest but the sugar cane wooly aphid, *Ceratovacuna lanigera* Zehntner was recognized as one of the most important pests. In the NCo period the damage by the wooly aphid decreased but the sugar cane white scale, *Aulacaspis takarai* Takagi and the sugar cane cicada, *Mogannia minuta* Matsumura were known to be destructive.

5. The major sugar cane varieties cultivated presently in Okinawa are NCo 310 and NCo 376. The former occupies 80% of the total sugar cane acreage and the latter does 10%. The most important insect pests are the oriental chinch bug, the sugar cane cicada, the sugar cane white scale, the grey sugar cane borer, and the pink borer. Biological studies on these insect pests of the sugar cane were undertaken and the results are described in this paper in details.

6. The results of the life history study and related surveys of the oriental chinch bug are summarized as follows:

1) In the Yomitanzan period, the infestation of this pest to the sugar cane was serious, but it decreased in the POJ period and increased again in the NCo period.

2) The rate of infestation of this pest to three sugar cane varieties investigated in both test fields for variety screening and the variety preservation fields were in the following order: NCo 310, Yomitanzan and POJ 2725. Another investigation revealed that the variety NCo 376 is resistant to this pest than NCo 310.

3) The oviposition rate, mortality of the young larvae, and larval duration of this pest were variable according to the sugar cane varieties. These are main reasons, in addition to the varietal characters of the sugar cane such as the protection of larvae of the pest by the hairs of the 57 group and the provision of the living spaces for larvae, responsible for the flactuation of the infestation rate of this pest to the sugar cane varieties.

4) Cultural practices such as the removing of dry leaves, time of planting (crop type), renewal procedures, burning the plant residues after the harvesting also influenced on the population flactuation of the chinch bugs.

5) Nine species of natural enemies were discovered. Among them, the egg parasite, *Eumicrosoma blissae* (Maki), was found to be the most important species. Life history, seasonal occurrence and parasitism of this egg parasite were investigated. It is also discovered that the rate of parasitism of this egg parasite varies according to the sugar cane varieties, suggesting that the varietal characters of the sugar canes may affect the behaviour of the egg parasite.

6) Yomitanzan and NCo 310 were less resistant to the chinch bug than POJ 2725. In the NCo period, the cultural practices in relation to the reduction of the population densities of the chinch bug were decreased. On the contrary, the ratooning which provides a good condition for the survival of the chinch bug was increased. Thus, the chinch bug became one of the most important pests of the sugar canes in Okinawa today.

7. Biological studies on the life history and others of the sugar cane cicada were made and the reason why this cicada became one of the most serious pests of the sugar canes in Okinawa was pointed out.

1) Egg period at 25°C and 30°C were 42 and 32 days, respectively.

2) Under the laboratory condition, the larval duration was 2 years when reared on the sugar cane while it was 3 years on *Miscanthus sinensis.*

3) By the renewal of the sugar cane fields after every harvesting about 90% of the cicada larvae were killed. Eggs were numerously deposited on the ratoon crop, many on the summer crop and fewer on the spring crop.

4) Immediately after emergence, a female adult which was reared on the sugar cane fields had 541 eggs in the abdomen in average, while a female reared on the *Miscanthus sinensis* fields has 504 eggs in average.

5) Twenty-five species of insects were discovered as natural enemies. Chemical application to the sugar cane cicada reduced the population of ants, which are important natural enemies of the sugar cane cicada, as low as 19-33% and that of spiders, which are also important natural enemies, as low as 26-55%.

6) The reason why the sugar cane cicada became a serious pest is considered. First of all, the sugar cane fields turned out as a suitable habitat for the cicada as a result of repeated ratoonings. Duration of the life cycle of the cicada fed on the sugar canes was shortened and oviposition rate also increased because of the nutritional advantage. Populations of natural enemies were greately reduced as a result of chemical applications. These are important factors related to the considerable increase of the cicada population in the sugar cane fields in Okinawa in recent years.

8. The life history of the sugar cane white scale was described. This species is known to lived on *Arundo donax* and *Miscanthus sinensis* which is the wild grasses before the sugar cane was introduced to Okinawa. Thus, this species became as a pest of the sugar cane recently. The reason is discussed. My experiment shows that, on the sugar cane, the rate of establishment of the 1st instar numph as well as the survival rate of each larval instars are low but they increase as the generation progresses. Increasing of the ratooning also resulted in the provision of a stable habitat to this insect in the sugar cane fields. Cultural practice such as the dry leaf removing was

much neglected in recent years so that the mechanical control of this pest have not been made which, in turn, affected the increase of the population of this pest in the sugar cane fields. It is newly discovered that NCo 310 is resistant to this pest than NCo 376. This is due to the high deciduousity of former variety.

9. In the Yomitanzan and NCo periods, the sugar cane wooly aphid was not a serious pest of the sugar cane. However, several outbreaks were recorded in the POJ period. As a result of the present study it became clear that these outbreaks of this pest resulted in the increase of the summer crop fields in which the sugar cane wooly aphid was able to migrate and propagate very much.

10. The infestation rate of the grey sugar cane borer was estimated as 7.7%, 27.8% and 11.9% in the Yomitanzan, POJ and NCo periods, respectively. The difference of this is due to the difference of the oviposition rate as well as the infestation rate of this pest to the sugar cane varieties.

11. The sugar cane top borer was one of the important pests in the Yomitanzan period but it retired as a minor pest in the subsequent periods. In spite of the long history of the investigation on the resistant factors of the sugar cane to this borer, no important findings has been made. In this paper I pointed out two resistant factors, i.e., the lack of the attractant or attractant factors to this insect pest and the existence of the growth inhibitors to the larvae of this pest.

12. The infestation of the pink borer has been increased since the POJ period. This is due to the increase of the summer and ratoon crops which are susceptible to this pest. It is also interesting to report that the adult female of the pink borer emerged from the light-weighted pupae deposited fewer eggs than those from the average-weighted pupae.