高知県における菓子害虫類の生態学的研究

松崎沙和子^{*1} 島村芙美子^{*1} 浅田恵子^{*1} 岩崎敏子^{*1}
 岩田佳代子^{*1} 笠井美子^{*1} 黒田省子^{*1} 野田和子^{*2}
 今村嘉礼武^{*3} 西本孝男^{*3}

Some Observations of the Stored-product Pests for Confection in Kochi

Sawako MATUZAKI^{*1}, Fumiko SIMAMURA^{*1}, Keiko ASADA^{*1}, Toshiko IWASAKI^{*1},
 Kayoko IWATA^{*1}, Yoshiko KASAI^{*1}, Seiko KURODA^{*1}, Kazuko NODA^{*2},
 Kareo IMAMURA^{*3} and Takao NISHIMOTO^{*3}

(^{*1}Zoological Laboratory, Kochi Women's University: Yoriki-machi, Kochi-city;

^{*2}Shimizu High School: Kakumi Tosashimizu-city, Kochi-prefecture,

^{*3}Kochi Institute of Public Health: Marunouchi, Kochi-city)

This paper reports results of studies on the stored-product pests in confections conducted from August 1968 to November 1969 at six survey areas in Kochi and of experimental studies on *Oryzaephilus mercator*, which was first found to be resident in the district of Kochi in our present study, in comparison with *O. surinamensis*, a common species in Japan of the same genus, and a species of another genus, *Plodia interpunctella*, as well. Laboratory studies on the development of *O. mercator* and *O. surinamensis* depending on different ages of parents and temperatures were made.

To sum up briefly, the important ones among these results are as follows. (1) Out of the total observed number of 1722 of confections, high infestation rates of pests, 2.67% (15 species) and 18.2% (26 species), were found in samples taken from confections for sale and those of return, respectively. And as the results of our survey for a year, we could recognize three common species of pests, *O. surinamensis*, *O. mercator* and *P. interpunctella*. (2) Among different confections, biscuits were most severely infected as compared with chocolate and caramel confections. (3) High infestation rates were observed on the shops at rural areas in Kochi, on the shops of miscellaneous goods and on the wholesale store, hence we may well safely consider that the pest infection of confections is apt to occur severely in goods remaining long unsold and badly controlled at confection retail stores. (4) Seasonal fluctuations of *O. mercator* in the number collected by traps every week at confectioners factories distinct three peaks of adults and four peaks of larvae in the period from May to February, and it turns out that this pest may have four generations in a year (Fig. 19). But its fluctuation in number at the store of wholesale trade and retail stores never indicates such distinct peaks. (5) Developmental periods (egg to emergency) at 28°C did not show any distinct difference between both species, *O. surinamensis* and *O. mercator*, except that *O. surinamensis* could not emerge, while another species could do at 32°C, both species emerging at 15°C. (6) In our study, we were aware of the fact that these two species of *Oryzaephilus* have intensive positive thigmotaxis (stereotaxis). (7) Faculty of boring polyethylene paper (0.02 mm thickness), used for chocolate cover, becomes greatest for *O. mercator* when the population is of intermediate density (32 per cage in size 30 cm³), whereas it becomes smaller in cases of lower or higher densities. (8) In *O. mercator*, the developmental period of offspring of parents of older ages (13 days old or more) was reduced by about two days as compared with that of parents younger than 13 days old, and the length and width of the thorax of offspring became shorter, *P. inter-*

^{*1} 高知女子大学動物学教室: 高知市北与力町

^{*2} 清水高校: 高知県土佐清水市加久美

^{*3} 高知県衛生研究所: 高知市丸の内

punctella has the same tendency. (9) As three pairs of ovariole are found in both species of *Oryzaephilus*, it is possible that a female of these lays six eggs a day. The breeding period were six months at longest. (10) As to insecticidal activity for two species exposed to DDVP, *O. mercator* and *O. surinamensis* were found to be almost equal in LD_{50} values obtained by the topical application method (24 hrs, 28°C). As the result of other experiments, which is shown in Fig. 22 in the LT_{50} values (y) observed at different distances (x) from DDVP-plates to pests, the relationship between the distances and insecticidal activity for pests seems to be formularized by $y=0.433x+14.700$. (11) *P. interpunctella* has 4th instar larval stages, periods of egg to emergence being about 30 days, and the pest comes to maturity in several hours after emergence and periods of egg-laying are almost a week.

まえがき

高知県における食品害虫類についての実態調査は、Acarid mite¹⁾に関するものを除けばほとんど見られないところから、1967年より中央保健所と高知女子大学は共同で高知市を中心に商店街の食品害虫の実態調査を行ってきた。これを機を同じくして日本食品衛生学会では、菓子類を中心にその実態把握を全国的規模で行ないつつあり、われわれもその一環として参加することになり、1968年と1969年の2年間高知県におけるこれら菓子害虫の動態調査と室内飼育個体群についてその個体群についてその個体群動態におよぼす環境要因との関係について検討を行なった。今回はまとめまでに調査期間が短かすぎたにもかかわらず、資料は多人数のスタッフにより集積し、その完全な整理にはまだ時間を要するが、一応今までの結果をまとめることにより今後の指針を得るためにあえて結論を急いだ感があり、その結果は満足すべきものではないが、今後に解決しなければならぬ興味あるテーマを数多く持つことができた。

調査および実験方法

1) 高知県の菓子害虫実態調査

1969年8月より1968年12月まで、県下で販売されている菓子類に侵入がみられる害虫の種構成と年間の消長を知る目的から、a) 各種菓子買い上げによる調査。b) 県下に出張所を持つ大手メーカーへの返品菓子類にみられる害虫の季節的変動の調査。c) 小売店頭への菓子陳列による害虫侵入状態の観察。d) 保健所、メーカー、大学への消費者からの虫害報告などの調査を行なった。以上の方法でメーカー、卸店、小売店を経る流通菓子への害虫侵入実態を知るとともに、これと比較考察するために平行して、e) 誘餌 Trap による年間を通じての調査を高知市内にある菓子製造所、卸店と小売店にて行ない、これら害虫の同一地域での季節的種構成と数的変動を調査した。

a) 各種菓子買い上げによる調査 (買い上げ法)

買い上げの対象とした店は、それぞれ立地条件によって害虫の侵入状態が変わるものと予想されるので、高知県においてはもっとも都市化した高知市とこれと比較対照するため窪川町、土佐中村市、土佐清水市の田園都市

Fig. 1. Map of Shikoku showing distribution of six survey areas; Kochi city, Tosanaka-mura c., Tosashimizu c., Muroto c., and Kubokawa

を選び (Fig. 1), それぞれを単位として、その中より小売店、卸店、デパートまたはスーパーマーケットを定め、原則的に各店より18個ずつ買い上げることとした。買い上げる菓子の種類はキャラメル、チョコレート、ビスケットとし、それぞれをさらにナッツ入り (ピーナッツ、アーモンド、ナッツ、クルミ、乾ブドウなどの入ったもの) と、ナッツを混ぜていないものとに分けて、商品を手可能な範囲でこれらを均等に購入した。この調査は1968年9月より1969年8月まで各月1回行なった。

b) メーカーへの返品にみられる害虫相の観察 (返品調査)

1968年10月より1969年9月までの1年間M製菓 (株) の高知市出張所に県下から集まる残品または新製品との交換のための返品 (以下返品と一括して表現) などを毎月1回調査することにより、比較的長期間店頭にあった商品中の虫の実態を調べ、買い上げ法と比較した。買い上げ法で対象とした地域よりの返品を調査するのが好ましく、可能な範囲でこれを求めたが、返品の多い地域のものを調査することは広く虫の侵入実態を知るのに

好都合で、買い上げ法での対象地域以外の室戸市、須崎市 (Fig. 1), などの返品も調査した。

c) 小売店店頭への菓子陳列による害虫侵入状態の観察

高知市、土佐中村市、土佐清水市の3か所にそれぞれ1軒を指定し、チョコレート、ナッツ入りのものと混入していないもの、ビスケット、キャラメルをそれぞれ12個、計48個ずつ店頭へ他の商品と共に並べ、害虫の侵入状態と商品の変質度を観察した。観察は各品を毎月1個ずつ回収することによって行なった。また対照として高知女子大学の研究室に同様の品を放置した。期間は1968年9月より1969年9月までとした。

d) 保健所、メーカー、大学への消費者からの虫害報告にもとづく害虫の侵入状態調査

e) 誘餌による調査

高知市の中心商店街にある小売店、卸店、製菓店(当地方の名産菓子製造店)に1968年2月より1970年7月まで誘餌を使った trap を設置し、それに集まる害虫を毎週1回回収する連続調査を実施し、その店を中心とする周辺の害虫相とその害虫の季節的消長を調査した。trap は誘餌として食品を三大別し、 α : 油菓子(ピーナッツ5個、イモケンピ1個、かりんとう3個)、 β : 魚干物(かつおぶし茶さじ2杯、魚粉同2杯)、 γ : 穀類(メカ茶さじ2杯、ネズミ用固型飼料同2杯)のそれぞれを一本のビンに入れ、三本一組として5組を一軒の店頭へ設置した。またこの定期採集と別に2月、6月、9月に製菓店においてノコギリヒラタムシ (*Oryzaephilus*) 属の室内分布について dust を回収することにより調査した。

2) 室内実験

[A] ノコギリヒラタムシ (*Oryzaephilus surinamensis*) と オオメノコギリヒラタムシ (*O. mercator*) の形態と生態の比較

高知県に多数発生のみられたオオメノコギリヒラタムシを日本在来種のノコギリヒラタムシと生態的、形態的見地から比較し、オオメノコギリヒラタムシの特性を明らかにするため、両種を定温室で飼育し、つぎの各種の観察をした。

1) 両種の成虫と幼虫の形態比較

各発生時期の形態比較を初期幼虫密度と親の年令を変えた場合について観察した。幼虫の各令間の成長率を求めたために幼虫の頭部2か所 a-b (Fig. 14) の測定を行なった。両種の分類学的特徴となる形態比較については別に報告する。

2) 両種の生息好温度の観察

15, 20, 28, 32° の4段階に分けて飼育し、発育日数と生存率を観察した。

3) 各種食品に対するノコギリヒラタムシ属の嗜好性試験

5回繰返して行なった。

4) ノコギリヒラタムシ属についての走触性試験

5回繰返して行なった。

5) オオメノコギリヒラタムシによるポリエチレン製包装紙の穿孔能力試験

フィルムケースの中に虫を入れ、ポリエチレン製包装紙(厚さ 0.01, 0.03, 0.05 mm)でフタをし、その外側にチョコレートとピーナッツを塗って誘引し、中に入れる虫数を1, 8, 16, 32, 64匹と変えて虫が食い破る能力の変化を観察した。この観察はすべて3回繰返して行なった。

6) ノコギリヒラタムシ属の親の年令効果について子世代におよぼす影響

主として生殖能力、体長などについて観察し、親の年令を羽化日よりの日令として検討した。

7) つり下げ式樹脂板殺虫剤の殺虫効果

樹脂板をつるす高さの検討を害虫と樹脂板の距離を変えることによりその殺虫効果の比較を行なうと共に同殺虫剤に対する Topical application 法(局所施用)による殺虫効果をオオメノコギリヒラタムシ、ノコギリヒラタムシおよびヒラタコクヌストモドキ (*Triolium confusum*) について約 28° の下で比較した。

[B] ノシメマダラメイガ (*Plodia interpunctella*) について

ノコギリヒラタムシ属に準じた2, 3の形態学的、生態学的観察を行なった。

実験結果と考察

1) 高知県の菓子害虫実態調査の結果

一年間の買い上げ法による調査総数は、1,722個 (Table 1) でその内訳はキャラメル(ピーナッツ入り)83個、キャラメル(ピーナッツなし)421個、計504個。チョコレート(ナッツ入り)277個、チョコレート(ナッツなし)482個、計759個。ビスケット(ピーナッツ入り)54個、ビスケット(ピーナッツなし)405個、計459個である。虫による被害率は46個(2.67%)で、食べられない程度の変質がみられたもの314個(18.2%)であり、比較的販売されている商品としては高い虫害率、変質率がみられた。採集された虫は15種 (Table 2) であった。それらのうちノコギリヒラタムシが約44%を占め、ノシメマダラメイガが約30%と、虫害のほとんどをこの両種が占める優占種である (Fig. 2, Table 2)。また高知県においては日本では未報告のオオメノコギリヒラタムシ²⁾³⁾⁴⁾が比較的高率にみられ、これが第3位を占めることが注目される場所である。これらを月別にみると被害率の比較的高いのは5月から11月までの夏期で、とくに調査開始時の9, 10月に高率に発見されている。それぞれの虫についての消長をみると多く発見されたノコギリヒラタムシ属と鱗翅目 (LEPIDOPTERA) の仲間ではやはり7月、10月をピークとして1年中侵入加害がみられ、ROULEPTERA その他の害虫

Table 2. List of Different Kinds of Pests Found in Confections
(L): Larvae, (A): Adults

		Sample from confec- tion for sale			Sample from confec- tion of return		
		No. of packages infected	%	No. pests	No. of packages infected	%	No. pests
THYSANURA	<i>Lepisma saccharina</i>				1	0.02	5
ORTHOPTERA	<i>Periplaneta fuliginosa</i>	1	0.06	1			
CORRODENTIA	<i>Atropos pulsatorium</i>				3	0.07	3
	<i>Anthrenus verbasci</i>				3	0.07	7
	<i>Dermestes cardaverinus</i>	1	0.06	2	1	0.02	4
	<i>Oryzaephilus surinamensis</i> (A)	25	1.45	129	224	4.92	385
	<i>Oryzaephilus mercator</i> (A)	3	0.17	42	10	0.22	22
	both species of <i>Oryzaephilus</i> (L)	10	0.58	29	29	0.64	47
	<i>Ahasverus advena</i>				4	0.09	4
	<i>Lathridius chinensis</i>				3	0.07	20
	<i>Tribolium castaneum</i>	1	0.06	1	6	0.13	62
	<i>Tribolium confusum</i>				1	0.02	5
	<i>Ptinus japonicus</i>				1	0.02	2
	<i>Ptinus fur</i>	2	0.12	4	3	0.07	3
	<i>Lasioderma serricorne</i>	1	0.06	2	1	0.02	1
	<i>Stegobium paniceum</i>				1	0.02	1
	<i>Cryptolestes</i>				2	0.04	6
LEPIDOPTERA	<i>Ephestia cautella</i> (A)				1	0.02	3
	(L)				2	0.04	2
	<i>Ephestia kuehniella</i> (A)	2	0.12	3	2	0.04	3
	(L)				1	0.02	3
	<i>Plodia interpunctella</i> (A)	20	1.16	13	113	2.48	79
	(L)	3	0.17	45	117	2.57	3
	<i>Sitotroga cerealella</i> (A)	1	0.06	3			
	(L)	1	0.06	3			
HYMENOPTERA	<i>Microbracon betetor</i>				1	0.02	2
	<i>Pteromalus gelechiae</i>				1	0.02	1
	<i>Monomorium</i> sp.	1	0.06	6	1	0.02	1
	<i>Microbracon</i> sp.	2	0.12	11	10	0.22	21
ACARINA	<i>Tyrophagus dimidiatus</i>	1	0.06	many	92	2.02	many
	<i>Cheyletus fortis</i>	2	0.12	many	2	0.04	many
	<i>Eulaelaps</i> sp.	1	0.06	many	1	0.02	many
Other sp.					2	0.04	7

は9, 10月にみられたのみで, その後はまったくみられない (Fig. 3)⁶⁾.

つぎにキャラメル, チョコレート, ビスケットについて虫害を比較すると, ビスケットにもっとも高率で, チョコレート, キャラメルの順に低くなる。ピーナッツが

入っているものと入っていないものとはビスケットにおいて, とくにピーナッツなしの方に高率侵入がみられ, キャラメル, チョコレートにおいても同様な傾向がみられるのは他県の傾向と異なるところである。各害虫別にこの傾向を比較するとオオメノコギリヒラタムシがチ

Fig. 2. Histogram showing percentage number of pests in the collected confections
 ■: adults, □: larvae

Fig. 3. Histogram showing the seasonal change of the percentage number obtained in each month by sampling from confections for sale and from those of return

コレートのナッツ入りに出現するのに対して、ノコギリヒラタムシはビスケットにもっとも多くみられ、チョコレート、キャラメルには比較的低率である。鱗翅目もオオメノコギリヒラタムシと同様にチョコレートに多く、*R. coleptera* は比較的普遍的にみられる (Fig. 4, Table 3)。

これらの害虫の侵入状況を買い上げ地別にみると、土佐中村市、土佐清水市に虫害率が高く、変質率は窪川町が高く、他は大差ないが虫害率は高知市において低い (Fig. 5)。高知市に低いのは商店における商品の流通がよく、商品管理の行き届いていることが商店の観察から説明することができる。土佐中村市、土佐清水市は高知県の西南地域であって、この地域は高温、多湿であることと、商品の流通管理の悪いことがあいまって害虫の侵入を容易にしているものと考えられる。これらを季節的にみると高知市では低率ではあるが、各月に出現がみ

Fig. 4. Histogram of rates of pest infection for different kinds of cake
a: with peanut, b: without peanut

Table 3. Infected Rates of Pests for Each Kind of Cake
a: with peanuts, b: without peanuts

Month (1968~ 1969)	Sample from confection for sale									Sample from confection of return								
	Caramel			Chocolate			Biscuits			Caramel			Chocolate			Biscuits		
	a	b	Total	a	b	Total	a	b	Total	a	b	Total	a	b	Total	a	b	Total
September	0	0	0	5.56	4.88	5.19	0	14.00	12.50	—	—	—	—	—	—	—	—	—
October	0	0	0	4.35	14.00	10.96	0	14.71	13.89	14.29	13.85	13.86	36.00	27.84	28.36	100	23.16	23.96
November	0	5.00	4.65	0	2.13	1.56	0	4.76	4.44	0	1.18	1.18	28.57	15.79	19.28	0	13.79	12.50
December	0	0	0	0	0	0	0	5.41	5.00	0	0.22	0.22	8.91	5.08	5.81	0	2.41	0.99
January	0	2.08	1.85	0	0	0	0	6.06	5.56	0	17.78	17.78	33.33	12.17	18.46	0	6.06	3.33
February	0	0	0	0	0	0	0	5.26	4.88	—	—	—	—	—	—	—	—	—
March	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.93	5.34	21.29	9.09	16.06	2.70	5.41	4.05
April	0	3.45	2.17	0	0	0	0	3.03	2.27	0	0	0	24.49	0	13.79	0	8.33	2.90
May	0	0	0	3.85	2.70	3.17	20.00	3.03	5.26	—	—	—	—	—	—	—	—	—
June	0	0	0	3.03	0	1.35	0	0	0	0	1.97	1.97	11.38	0	8.05	0	1.79	1.39
July	0	0	0	0	0	0	0	7.89	10.00	0	1.89	1.89	30.95	4.76	25.71	0	0	0
August	0	0	0	0	3.33	1.61	0	0	0	0	0	0	76.92	20.00	31.75	0	0	0
September	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	1.27	1.27	0	0	0	0	62.50	62.50
Total	0	0.95	0.79	1.81	2.28	2.11	1.85	6.17	5.66	5.00	6.23	6.22	20.68	12.07	14.95	0.79	10.95	7.03

られている。これに対し、土佐清水市では、9、10月に集中してみられるのみで他は0かまたはごくわずかの出現である (Fig. 6)。

つぎに流通経路を追跡すると (Fig. 7, 8), 土佐中村市の小売店は別として、その他はすべて卸店に虫害が多

くみられ、なかでも土佐清水市の卸店は12.05%と高い虫害率を示す。高知市内の小売店であっても中心商店街における被害率は0であるのに、周辺部の小売店ではほぼ地方の市町村と同率の被害率がみられる。高被害率を得た店は共通して商品の流通および店の管理が悪く、専

門店化していないことがあげられる。一軒の店に各種の商品が置かれる土佐中村市、土佐清水市の小売店、各地のスーパーマーケットなどは極めて虫の侵入する危険性が大とみられる。これらの各店にみられる月別消長は、

Fig. 5. Rate of damage by insect and degeneration in quality of confections for sale in different localities

害虫が多く発見された店では1年中何時とはかぎらず出現する傾向があるが、土佐清水市の卸店などは調査を始めたことによって当店が清掃を十分にしたために、調査開始後2か月以降は害虫の出現が0となったような場合もあり、ここにも清掃管理の徹底がいかに害虫侵入を防ぐ上から重要であるかということがわかる。

2) 返品調査の結果

返品調査は各月行なわれたが総調査数4,547個で、そのうち虫害品は471個(10.35%)、変質品2,589個であって、買い上げ法の場合より多く(Table 1, 2)優占種は、ノコギリヒラタムシ(約40%)、ノシメダラメイガ(約36%)と1,2位を占め、買い上げ法における場合と同じ傾向であるが、これにつづものとして比較的高率でコナダニが発見されているのが特徴的である。これは長期間店頭に置かれていたことによるもので、コナダニの発生している商品は他の害虫との混棲がみられることから、大型害虫の侵入点よりのコナダニの侵入がみられると考えられる(Fig. 2)。

これら害虫の季節的消長をみると買い上げ法の場合と似た型であるが、trap法による場合冬期採集されないにもかかわらず両法ともに冬期にも虫害製品の出現がみられているのは、秋害虫の侵入した製品が冬期も陳列されていることによるものとみられる。

買い上げ法において、調査2年目の春が初年度に比べて比較的低率であったのは、調査の開始により店の管理が変わったもので、返品調査においては、7,8月の夏期

Fig. 6. Seasonal change in percentage frequency of pest infection at each collected area

Fig. 7. Infected rates at different shops and factories, confection retail stores, shops for wholesale trade of confection, confectionery factories and department stores in four areas

Fig. 8. Seasonal change in percentage frequency of pest infection at each collected shop. ■: infected rates, ■: degenerated rates

にもっとも高率であるところから虫の真の動態は買い上げ調査においては求め難いものであることがわかった。後に述べる誘餌を用いた害虫の採集結果とあわせて考察する必要がある。両法を比較すると虫の発生様式は、返品法において比較的正確に把握できたように思われる (Fig. 3)。

つぎに菓子の種類別害虫層をみると買い上げ調査法に比して、著しく異なった結果がでており、いずれが夏の虫の嗜好性を表現しているか不明であるが、本調査法においてはキャラメル、ビスケット、チョコレートの順に高率にみられ、オオメノコギリヒラタムシ、ノコギリヒラタムシ共にキャラメルに多くみられる。このことは室内実験における両種の嗜好性と矛盾するところである。以上の結果からどの種の虫がどの種の菓子を好むか早急に結論をだすことはできない (Fig. 4, Table 3)。ただ鱗翅目幼虫は極めてよく穿孔するが、他の種では破損による孔があったり、折れ目があるとき侵入しやすく、侵入に好条件の菓子パッケージが近くになれば、それに入るようであって、嗜好品へのみ集まるとは限らないようである。また後述するように菓子類と他の食品類とは、これら害虫の嗜好は明らかに異なる傾向があるが、菓子であれば物理的に侵入機会の多いものへまず入るといえる。

返品調査の場合、地域別被害率は (Fig. 5)、土佐中村市を除いては地域別に明らかな差はみられないが、土佐中村市がきわめて虫害率の低いことについて、買い上げ法による虫害率の高いことを考慮すると、返品数が多いにもかかわらずメーカーに返ってきた商品には虫害が少ないことになり理解に苦しむことであるが、商品の更新がかたよっていたとも考えられる。返品調査について、地区別に季節的消長を調べることは各地の返品が定期的になされていないことから不可能である (Fig. 6)。

返品調査の結果、比較的高知市にも高率に害虫がみられる。このことは高知市においても害虫の侵入の危険性は常にあるということであって、小売店からメーカーへかえるまでの間に害虫の侵入がなされたとみなされる。以上の結果からビーナッツのはいっているか否かということの害虫に対する有意な誘引性の差はみられなかった。

1 パッケージ内の害虫混雑は多くの場合1種 (買い上げ 67.6%, 返品 73.28%) であるが、時には5種同時に発見されたこともあり、オオメノコギリヒラタムシとノコギリヒラタムシ、ノシメマダラメイガとノコギリヒ

ラタムシまたはこれらと他の害虫との共存が多くみられる。

3) 消費者よりの保健所への虫害報告

消費者よりの届け出は、12件と比較的少なく、5種(ノシメダラメイガ4件、*Ephestia kuehniella* 3件、ノコギリヒラタムシ2件、オオメノコギリヒラタムシ1件、ヒラタコクヌストモドキ2件)にすぎないが、いずれも買い上げ、返品調査で多く発見されたほどであり、高知県下では、害虫被害の中でもこれらの種によるものももっとも危険率の高いものであるとみなされた。

(4) 実験的に新しい菓子類を商店の陳列台に一定期間放置した結果、ブルームその他の変質は約1か月位でみられたが、これら一連の実験の結果、いずれも害虫の侵入はまったくみられなかった。なかでも長いものは1年間放置したにもかかわらず害虫侵入のみられなかったのは、放置数が少ないこともあるかもしれないが、小売店において虫の侵入が極めてまれな現象であると考えざるを得ないか、もしくは使用した製品の包装に損傷のなかったのも原因の1つかもしれない。

4) ノコギリヒラタムシ属についての実態調査ならびに、実験個体群についての実験結果

高知県にノコギリヒラタムシ属の2種がみられることから、とくにノコギリヒラタムシに対するオオメノコギリヒラタムシの生態学的知見を得るために、誘餌を使って定期採集し、また各種習性について室内実験を行なった。

i) 菓子類の流通過程を考慮したノコギリヒラタムシ属2種の季節的消長

高知市の小メーカーと卸店、小売店のそれぞれに trap をしかけ興味ある結果が得られた (Fig. 9)。たまたま両種の多発している製菓店を選んだために、虫の季節的変動はこの店において十分認識され、典型的な季節的消

長が得られた。それに対して卸店、小売店では幼虫の移行状態が知られた。まず製菓店におびただしい定住がみられ、ついで卸店では幼虫の発生が常時みられないまでもある程度定住が考えられるが、世代の確認されるような典型的な害虫発生はみられないで、商品の動きと深い関連があるように思われた。小売店においては幼虫は6月と9月の春秋2回発生がみられるということも、これはメーカーまたは卸店からの移入とみられ、多くの個体定住ということは比較的まれなこととみられ、また、1968年小売店において成虫が少数ながら常にみられたことは、成虫の移動がとくに激しいことによるものと思われる。1969年はいずれの店においても個体数の減少がみられるがこれは前年度における高知県下の商店で、害虫に対する意識の向上のためである。

そこでノコギリヒラタムシ属2種の高知県の季節的消長を明らかにするために典型的な害虫発生のみられる製菓店を例として、1968年の結果を検討すると (Fig. 9)、5月下旬に越冬成虫が産卵を開始し、6月中旬に第1世代幼虫のピークがあらわれ、ついで第2世代幼虫のピークが7月下旬にあり、第3世代の幼虫のピークが8月下旬にみられ、第4世代の幼虫のピークは明らかなピークを示さないが、9月下旬にそれらしい山がみられる。このようにして10月下旬成虫は産卵を停止し越冬に入ると考えられる。高知市では一年に4世代が繰返されると考えられ、成虫の世代は幼虫のピークより半月遅れて3回、6月下旬、8月中旬と9月中旬にそれぞれみられる。1968年のこの資料は両種混合した結果であるが、1969年にはこれらを分類することが可能となり、同製菓店での両種の消長を明らかにしたところ、ノコギリヒラタムシはごく少数個体しかあらわれないことが明らかとなり、1968年もオオメノコギリヒラタムシについての結果とみなしても差つかえないものと思われる。ノコギリヒラタム

a. 高 知 市

1.	昭和43年7月22日	祭礼露店	ピーナッツ入りのあめ	ノシメダラメイガ (adult)
2.	7月23日	スーパーマーケット	ピーナッツ入りチョコレート	<i>Ephestia kuehniella</i> (adult)
3.	9月14日	パチンコホール	クリームサンドイッチビスケット	ノコギリヒラタムシ (adult ♀ 1), オオメノコギリヒラタムシ (adult ♀ 3)
4.	11月6日		クリームチョコレート	ヒラタコクヌストモドキ (<i>Tribolium confusum</i> (larvae)) ノシメダラメイガ (larvae), <i>E. kuehniella</i> (larvae)
5.	11月16日			<i>E. kuehniella</i> (larvae)

b. 土佐山田町

6.	9月		インスタントラーメン	ノシメダラメイガ (adult) ヒラタコクヌストモドキ (adult)
7.	11月2日		アーモンドチョコレート	ノコギリヒラタムシ (adult ♂ 1) (adult 2)

Fig. 9. Seasonal fluctuations of the pests (*Q. surinamensis* and *Q. mercator*) in the number collected by traps in every week at the confectioners, the shop for wholesale trade of confection and its retail store. —: Adults, --- Larvae

シについては7月と9月に大きな発生がみられる程度で個体数も少なくまだ明らかではないが、幼虫発育日数など室内実験結果から推察すると4世代とみなされる。

季節的な両種の雌雄比の変遷はオオメノコギリヒラタムシ8月と1月を除いては両種ともメスが50%を越え、とくに冬期ノコギリヒラタムシにおいてメスが90%を占める傾向がみられ、同種においてはメスがとくに多く越冬するようにみられた。オオメノコギリヒラタムシにおいては比較的油も多数越冬すると考えられる。

ii) オオメノコギリヒラタムシとノコギリヒラタムシの発生状況

これら両種の発生状態を実験個体群で検討した結果について、まず28°における両種の各幼虫発育期の長さを比較すると、この両種間に明らかな差はみられない(Fig. 10)。さらに幼虫発育時期の環境温度を変えることによって、両種の発育にどのような差がみられるか比較したところ、両種とも15°では羽化しえない。20°においてはノコギリヒラタムシの発育期間は延長され、28°において著しく短縮される。ところが32°におくとノコギリヒラタムシは羽化個体が得られないのに対してオオメノコギリヒラタムシは極端に発育期間が短縮されるが、成虫となることができる。この結果からオオメノコギリ

ヒラタムシの方が比較的発育の温度に対する許容範囲が広いと考えられる。また同種は南方系の種であるといわれ、高知県に定住することの生理的裏付けとなる(Fig. 11)。

iii) 各温度区における飼育結果

成虫の羽化率を比較するとFig. 12のように、オオメノコギリヒラタムシでは28°が、ノコギリヒラタムシでは20°が最高の羽化率を示した。これら両種の幼虫発生時の温度特性と平衡した結果が得られた。

iv) 両種の各令期の成長率

両種の幼虫発育期は4令が数えられ、それらの各令期の成長率を求めたところ(Fig. 13)オオメノコギリヒラタムシがやや4令において成長率がよい傾向はあるが両種に有意の差はみられない⁸⁾。

v) 両種の嗜好傾向

われわれの使用した連続採集用のtrapの誘餌にあつまる両種の嗜好傾向を比較すると(Fig. 5)、両種とも油菓子類αに80%近くが捕獲され、β、γの穀類、魚の干物には10~20%程度の捕獲率しか得られていない。これら両種がいかに菓子類を好むかがよく知られる。

vi) 室内における嗜好性実験

さらに実験室においてノコギリヒラタムシ属2種の詳

Fig. 10. Comparison between observed pests, *O. mercator* and *O. surinamensis*, in the period of each developmental stage under 28°C. ●: *O. mercator*, ○: *O. surinamensis*

Fig. 11. Comparison of the developmental periods and emergence rates species on *Oryzaephilus* under different temperatures

細な嗜好性試験を5回の繰返し実験で行なった結果 (Table 4), 1種の食品についてオオメノコギリヒラタムシは雌雄共にウエーハースに35%以上が誘引され、これについて、ピーナッツ、かりんとう、チョコレート、ヌカなどに比較的誘引効果の高いものがみられたのに対して、ノコギリヒラタムシは特定のものに誘引効果が集中的にみられる傾向はなく、ただメスがヌカに比較的多く集まるのがみられ、また、チョコレート、ピーナッツにオスはまったく誘引されないなどオオメノコギリヒラ

Fig. 12. Comparison between both species of *Oryzaephilus* in temperatures (°C) the emergence rate per female under different temperatures. ●: *O. mercator*, ○: *O. surinamensis*

Fig. 13. The correlation in mean length with 99% confidence intervals between a and b (showing Fig. 14) on 1st to 4th-instar larvae of *O. mercator* and *O. surinamensis* reared in the laboratory

タムシと対照の結果が得られている。これは一般にオオメノコギリヒラタムシが油脂性食品に多く集まり、ノコギリヒラタムシが糖デンプン質の食品を好むといわれていることとよく一致し、われわれの買い上げ調査で得られた虫の嗜好傾向を裏付けるものである。

vii) 走触性に関する実験

さきの室内における嗜好性実験においてオオメノコギリヒラタムシがウエーハースに集まる傾向がみられ、本種が狭い間隙に身を挿入する傾向が強く、とくに走触性が強い傾向があるとみられた。ウエーハースの間隙はそ

Fig. 14. a and b represent measured parts of the head in *Oryzaephilus*

の習性にあつらえむきのものである。そこでわれわれはこの走触性についての実験として一枚の厚紙に約 1 cm 幅の波型のセロハン紙をはり付けたものと、平板紙 2 枚を合わせたものを trap として虫を集める試みをしたところ、それらのそれぞれの結果は、Fig. 15 に示すように、波型紙をはり付けたものでさらに大型のものほど虫をよく集める傾向があることが知られた。この傾向はこれら害虫のとくに定着時の生息場所として利用されるようであり、包装などの形態に留意する必要があると考えられた。

viii) 製菓店における分布

ノコギリヒラタムシ属の 2 種が定住していた県下製菓店の作業場の床面と床面より 150 cm 位までの範囲とそれ以上の高所に 3 区分し、そのいずれに分布するか分布

Table 4. Test of Difference in Food Preference between *O. mercator* and *O. surinamensis*

	<i>O. mercator</i>				<i>O. surinamensis</i>			
	♀		♂		♀		♂	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
Chocolate	7	2.3	10	5.8	1	2.2	0	0
Biscuit	5	1.8	0	0	2	4.3	3	6.1
Peanut	29	9.8	14	8.1	1	2.2	0	0
Okaki	5	1.8	0	0	0	0	0	0
Karinto	22	7.4	6	3.5	2	4.3	2	4.2
Wafer	138	46.3	63	36.4	0	0	3	6.1
Caramel	0	0	2	1.2	0	0	3	6.1
Caramel (with peanut)	4	1.4	3	1.7	3	6.5	2	4.2
Raisin	6	2.1	3	1.7	1	2.2	0	0
Rice-bran	18	6.1	12	6.9	9	19.7	1	2.0
Dried bonito	12	4.1	2	1.2	1	2.2	1	2.0
Control	2	0.7	0	0	1	2.2	0	0
No. of not gathered at foods	48	16.2	58	33.5	25	54.2	34	69.3
Total number	296	100	173	100	46	100	49	100

Fig. 15. Relationship between three kinds (α , β , γ) of trap-baits and collected pest numbers for two species of *Oryzaephilus*. Each number is shown as percentage with 99% confidence intervals

様式を調べたところ、そのそれぞれに有意差はみられず部屋のどの高さにおいても dust 中にみられることが知られた (Fig. 16).

ix) オオメノコギリヒラタムシのポリエチレン包装紙に対する穿孔能力

オオメノコギリヒラタムシについてポリエチレン包装紙に対する穿孔能力についての実験結果は、チョコレートの方が誘引効果が大であった。0.02mm ポリエチレン紙においてピーナッツを塗った場合は 8, 9, 14 日後に 2 匹区と 16 匹区に穿孔がみられたのみである。チョコレートを誘引とした場合は 2 日目より穿孔がみられ 5 日までの間に 1 匹区 (進出個体数: 0, 穿孔数: 0); 8 匹区 (7:3); 16 匹区 (2:1) 32 匹区 (23:14) 64 匹区 (0:0) (Fig. 17) となり 1 匹と 64 匹区にはまったく穿孔がみ

られなかった。以上の結果から個体数が非常に多いか、または単独区においては穿孔率は低い傾向が知られたが、前者において余り個体数が多いときは容器の中で互いの干渉が激しすぎて穴をあける余裕がないためである。ゆえにある好適個体数の範囲内であれば虫の侵入は個体数の多いほど活発に穿孔が行なわれるようである。この問題についてはさらに多方面からの検討を要する問題であって、結論を導くのは今後の実験研究にまかしたい。また多数個体を容器の中に入れてある場合、1 匹が穴をあけることによって他の個体が続いて外へ出ることが知られた。また 0.03 mm, 0.05 mm の厚さのポリエチレン紙においては誘餌を用いても、いずれの密度においてもまったく穿孔はみられなかった。対照として同様の装置に誘餌を用いなかった場合を試験したところまったく虫の穿孔はみられなかった。

x) 親の年令に関連した世代の変動

ノコギリヒラタムシ属の個体数の変動におよぼす要因をそれぞれ解析することによってその動態を正確に把握し、発生予察を行なうための基礎資料を作りたい。その手はじめとしてメスの個体群の増殖変動にある影響を与えているであろう親の年令と関連した子世代の変動について 2, 3 の観察を行なった。その結果まず親の年令 (日令 1~20 を検討) が高くなると共に産卵された子世代の形態、とくに大きさの変異を胸長と胸幅について検討したところ、親の日令 12 日までとそれ以降とでかなり差がみられ、後者において胸・幅長共に短縮がみられた (Fig. 18)。また親の日令効果の 1 つとしてその日令のそれぞれにおいて排卵される個体の卵より羽化までの発育日数を比較すると (Fig. 19)、形態に変化がみられた日令 12 以上において、発育日数の 2 日程度の短縮化がみられ、老令親から生まれた子は比較的早く発育を完成するようである。コガタアカイエカ (*Culex tritaeniorhynchus*)⁹⁾ においてもみられたごとく、昆虫は一般的に発育日数が短かいと小型化することが知られており、本種においても形態が親の日令 4, 5 で小型化していることを発育日数が短くなっていることと関連づけて考えることも可能であろう。昆虫の大きさと生殖能力とが比例していると考えれば、親の日令が進んだものから生まれた子供の生殖率は低下するものと考えられる。これを実証する 1 証例として親の日令が 20 日を越えたものより産まれた子の卵巣発育は、羽化後 3 日の個体を比較することによりまだ卵形成がみられず、親が若令の子においてはすでにみられるのに対して、かなりの遅れがみられ、生殖能力の差がこの面において伺われるようである。また生殖能力を左右する要因の 1 つとして個体群密度が考えられるので、われわれは初期幼虫密度をかえてノコギリヒラタムシ属 2 種比較のために飼育したところ、両種とも高密度区において生殖器の発育が遅れることを観察したが、これについては別に発表する。ノコギリヒラタムシ

Fig. 16. Mean number of pests per a fixed square collected with trap and from dust at different levels with a shop. 1: upper level, 2: middle level, 3: under level

Fig. 17. The relations between pest numbers collected on common and wave-shaped papers depending on different paper sizes. ●: common papers, ○: wave-shaped papers

Fig. 18. Effects of parent ages (1 to 20 days) on the length and width of thorax at the offspring generation. Each number shows as follows; 1 (1 to 4), 2 (5 to 8), 3 (9 to 12), 4 (12 to 16), 5 (17 to 20) parent days in days after emergence of parents

Fig. 19. Relation between different ages of parents and numbers (histogram) of emerged insects per day in the offspring generation

属の生殖器は Fig. 20 に示すように1対みられ、それぞれには卵巣小管が3個みられ、その外側から發育していくようである。また産卵状態を続けて8か月観察したところ、羽化後3~4日より産卵がみられ1匹の日当り産卵数は5~6であった。これは生殖器の解剖結果から説明できる。そして条件のよい時は毎日産みつけがみられ、約3か月間産み続けることが知られた。親の生存日数は実験室内で6月に羽化した個体で約180日におよぶものもある。

Fig. 20. Ovary having three ovariole of *O. mercator*

xi) DDVP に対するノコギリヒラタムシ属の殺虫効果について

まず topical application による結果はノコギリヒラタムシ $LD_{50}=0.103 \mu g$, オオメノコギリコクヌスト $LD_{50}=0.067 \mu g$, ヒラタコクヌストモドキ $LD_{50}=0.436 \mu g$ である。ノコギリヒラタムシ属では有意の差はなくヒラタコクヌストモドキは明らかに DDVP に対してノコギリヒラタムシ属の約4倍の耐性を持っているが、これは両種間の体重比と比例している (Fig. 21)。つぎに樹脂板とヒラタコクヌストモドキの成虫を露出して入れた容器との距離をかえることによってその距離が大になるほど薬効は直線的に減少することが知られた (Fig. 22)。またそれと対照させるため、キャラメル箱に同種の虫を入れた場合、どの距離においても死亡個体(日観察)はみられなかった^{10)~12)}。

5) ノシメダラメイガについての実験個体群に対する実験結果

i) ノシメダラメイガについて幼虫發育過程の確認を行なった結果4令までみられ、その發育曲線は頭長・幅について、 $y=+1.304x+2.433$ の直線式が得られた (Fig. 23)。成長率は頭長 (2令/1令=1.087, 3令/2令=1.951, 4令/3令=1.004), 頭幅 (2令/1令=2.0361, 3令/2令=1.805, 4令/3令=1.369) であった。

ii) ノシメダラメイガの生殖器は1対の卵巣と4対の卵巣小管からなり、各卵巣小管に成熟卵が約28.6個交尾時にすでにみられる。交尾は羽化24時間以内に行なわれ、1日の産卵量は約230位とみられるが、実際に産卵実験を行なうと最大が320個、平均121.7であった。ところで親の寿命はメス平均8.4日(最大12日)、オス平均6.6日(最大11日)であり産卵期間は平均6.4日であり最大が8日であった。多くの場合、2日目にもっとも多数の産卵がみられ、5日まで比較的一定数で産

Fig. 21. Comparison of LD-50 values after 24 hrs. exposed to DDVP by the topical application method in three pests; *O. mercator*, *O. surinamensis* and *T. confusum*

Fig. 22. LT-50 values observed at different distances from DDVP-plates to pests

みつけられ、その後産卵数は極めて低下する。卵の大きさは親の日令 1~3 日までは約 0.45 mm と大きく、日令 4 日以降は 0.40 mm と小さくなる傾向がある。卵から羽化までの発育所要日数は、親の老令化とともに変化するようであるが平均メス 30.6 日、オス 30.1 日と雌雄間に差がほとんどみられない。このことは菓子の包装内の小空間で互いに子孫を残すのに都合のよい傾向であって、羽化すれば数時間以内に交尾が行なわれ 24 時間位で産卵が行なわれている (Fig. 24)。

iii) ノシメマダラメイガの成虫の taxis について光と CO₂ に対する反応を調べたところ、まず光と産卵習性については 30×70×20 cm の箱をつくり、半面に 20W の蛍光灯を 2 m の距離から照射し、他の半面は暗黒になるようにして中は自由に移動しうるようにし、そのそれぞれにジャムを入れたカップを 14 個ずつ設置し産卵数と成虫の分布を 3 回くり返して観察 (38°) したところ、

Fig. 23. The correlation between mean length and width of the head: 99% confidence intervals of means and maximum range area of observed length (quadrate) at each larval stage of *P. interpunctella* are shown. Each number expresses from 1st to 4th instar larval stages, respectively

成虫の分布は明：暗で平均 2.64 匹：2.21 匹であり、産卵数については、25.71：25.71 となりノシメマダラメイガが一般に暗室を好むと言われるに対して矛盾した結果を得た。さらにヒトの呼気がノシメマダラメイガの異常興奮を誘起する現象に気づき、二酸化炭素、風力、蒸気などについて試験したところ、ドライアイス熱湯に投入した場合、もっともよく反応を示しヒトの呼気と同じく、異常な群飛を行なうが刺激源を除けば、数秒にしておさまり、またヒトの呼気と空気ポンプによる空気投入を交互に行なうと興奮、静止が規則正しく繰り返されるのが観察された。吸血昆虫における CO₂ 反応は蚊類などでよく知られているところであるが、食品害虫の

Fig. 24. An example of the effect of parent's ages on developmental period (egg to emergence) and pest numbers of the offspring generation. Solid line is total number of pest of the offspring generation and dotted line shows mean lengths of emergence period dependent on different ages of parents

このような反応の理由づけは今後の考察に待ちたい。

総括

高知県下の菓子害虫類調査を1968年から1969年までの1年間行なった。また室内においてこれらの生態学的、形態学的観察を行なったところつぎのような結果を得た。

(1) 買い上げ法においては15種、返品法においては26種の害虫が得られ、そのいずれにおいてもノコギリヒラタムシ属、ノシメダラメイガが優占種であり、返品法においては *Acaridae* の上位進出がめだった。これは商店に長く放置することからくるものとみられた。

(2) 高知県において他府県にはみられないオオメノコギリヒラタムシが多数1年間を通じてノコギリヒラタムシと混棲しているのが確認されたことは特徴的であった。

(3) 買い上げ法において虫害のもっとも多かったのはビスケット、ついでチョコレート、キャラメル順であった。ノコギリヒラタムシとオオメノコギリヒラタムシの比は10:1で前者はビスケット、後者はチョコレートに多くみられた。

(4) 地区別虫害率をみると高知県下の山間海岸地帯の小市町村に高率がみられ、商品の流通管理と虫害の関係が考慮されるところである。

(5) 卸店はいずれも高率であり、また雑貨品を扱う店は害虫の侵入頻度が高いとみなされる。

(6) trapを用いての採集ではオオメノコギリヒラタムシがノコギリヒラタムシよりも圧倒的に多く、県下のオオメノコギリヒラタムシの発生消長は成虫の3山が7~

9月にみられ、幼虫の4山が6~9月の間にみられ4世代が確認された。高知県の小製菓店、卸店、小売店の間で、ノコギリヒラタムシ属の商品を通じての動きは製造元から卸店へ、そして小売店へと流過程を経て分散している過程がこれらの季節的消長から明らかに知られた。この時、卸店は各メーカーから製品と返品が交叉し、害虫伝播の場となっている。また害虫の1年間を通じての定住は多くの場合、製菓店と卸店であり害虫の侵入の機会の小売店にも、また各家庭にもあることがわかった。

(7) ノコギリヒラタムシ属の2種について、28°における幼虫期間の差はみられず、15°では両種とも羽化しない。32°ではオオメノコギリヒラタムシのみが羽化し、もっとも羽化率の高いのはオオメノコギリヒラタムシの28°、ノコギリヒラタムシの20°である。

(8) ノコギリヒラタムシ属の誘餌 α , β , γ に対する捕集率は両種とも α (油菓子類) に約80%以上が得られ、これら害虫が菓子類を重点的に好むことが知られた。実験的に各食品を与え両種の嗜好性を調べたところ、オオメノコギリヒラタムシはウェーハースに雌雄とも集まり、ノコギリヒラタムシでは特定の傾向はみられなかった。

(9) ノコギリヒラタムシ属2種には極めて強い走触性がみられた。

(10) ノコギリヒラタムシ属2種の穿孔実験において0.02 mmのポリエチレン紙まで極めてよく穿孔し、虫の個体密度はある程度高いことが食品への侵入をより激しくするとみられた。

(11) ノコギリヒラタムシ属の2種について、親の日令12以上の老令化したものによって産みつけられた個体の發育日数は短縮され、胸長・幅も短かく小型化する。また日令20以上の親による子の卵形成は遅れることから親の老令化は子世代の生理的面にまで影響することがわかった。

(12) ノコギリヒラタムシ属の卵巣小管は3対で、1日6個産卵可能であり3~4日より産卵、6か月産み続けて200日は生きる。

(13) オオメノコギリヒラタムシ、ノコギリヒラタムシのDDVPに対する感受性は差がみられず、ヒラタコクヌストモドキの約4倍であったが、両種間の単位体重当りの薬量は等しい値が得られた。

またDDVP樹脂板使用による殺虫試験の結果、薬効は虫と樹脂板の距離に反比例し、直線式 $y = 0.255x - 6.1$ で表わされる。これらと対照試験としたキャラメルのパッケージ内に害虫を入れ同種の試験結果、死亡個体はまったくみられなかった。包装内の害虫を殺すことの難かしさを考えさせられた。

(14) 高知県にみられたノコギリヒラタムシ属の2種、オオメノコギリヒラタムシとノコギリヒラタムシは形態学上の特徴は明らかであるが、生態学的特性は類似して

いるといえる。

(15) ノシメマダラメイガについて幼虫の令期の確認を行なったところ、4 令がみられ、それらの発育曲線は $y=2.43+1.30x$ の直線式が得られた。

(16) ノシメマダラメイガの卵巣小管は 4 対で各小管の成熟卵数は日当り産卵可能数は 240 位であるが、実際にはこの $1/3 \sim 1/4$ であった。発育日数は平均メス 8.4 日、オス 6.6 日で羽化数時間後に交尾し、24 時間後に産卵する。産卵日数は平均 6.4 日で第 2 日目が最大で 5 日目位まで相当数の産卵がみられるが、その後激減する。生存日数はメス 8.4 (12)、オス 6.6 (11) である。卵サイズは親の日令 12 までは、大型であるが、それ以降小型のものが多く産み出されるようになる。

本研究は日本食品衛生学会の補助金を得て行なったものであり、この機会を与えられた貯蔵食品害虫研究運営委員会、およびご教示をいただいた高知県農林技術研究所桐谷圭治博士ならびに高知女子大学田中 亮博士に深謝します。

文 献

- 1) 松崎沙和子: 高知女子大学紀要自然科学編 8 (4), 18 (1960).
- 2) A. D. Aitken: Proc. R. ent. Soc. 34, 123 (1965).
- 3) R. W. Howe: Ann. appl. Biol. 44 (2), 341 (1956).
- 4) A. D. Aiken: J. stored Prod. pes. 2, 45 (1966).
- 5) 生沢万寿夫ほか: “食品害虫” (1969) 光琳書院.
- 6) 川城 巖ほか: “菓子食品害虫要覧” (1963) 全国菓子協会.
- 7) 桐谷圭治: 大阪植物防疫 7, 1.
- 8) 藤下章男ほか: げんせい 12, 13.
- 9) 松崎沙和子ほか: 日本衛生動物学会大会報告 (1970).
- 10) 内山 充ほか: “気化性防殺虫剤「パナブーレト」に関する試験成績集” (1969) 国際衛生(株)
- 11) 原田豊秋ほか: 同上 (1969).
- 12) M. E. Solomon: Advances in Ecological Research 2, 558 (1964).