

試験 2

供試虫 2 コロニー (羽化後 3~4 週) のうち、林試に対してはローダミン B (和光一級) を水/アセトン混合液 (1:4) で 0.5% (w/v) に調整した液を、クロマトグラフ用噴霧器で虫体に直接噴霧し、数日間通常の飼育環境下で飼育した。御所は染色処理しなかった。

内径 20×高さ 43 cm のガラス円筒の上下を、ろ紙とガラス板で塞ぎ、内部に各供試虫を約 25 匹ずつ同時に放し、砂糖水を与えて 1 日馴化させ、その間に死亡個体を取り除いた。

午後 3 時頃、金網で固定したマウスを円筒内に図 2 のとおり導入するとともに、あ

らかじめ 1 時間通電しておいた供試薬剤を、円筒下部の円孔から金網越しに、所定時間起算させた。その後、円孔をろ紙で塞ぎ、翌日午前 10 時頃まで試験室内に静置した。なお、室内の照明は午後 6 時~翌日午前 9 時まで消灯した。

その後全供試虫を回収し、生死判定、吸血の有無を記録するとともに、1 匹ごとに洗剤水に浸し、染色液のにじみの有無から供試コロニーを判別した。液体蚊取りの円筒内への揮散時間は 6、20、60 秒間とし、対照区は無処理とした。反復は各区 2 回ずつ行い、試験 1 と同様に吸血阻止率を算出した。試験は 2005 年 12 月 19 日に実施した。

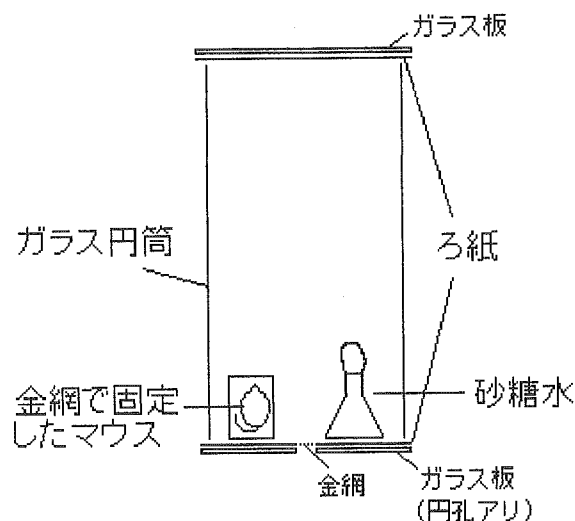


図 2 試験 2 装置概略

試験 3

試験 2 と同様に、林試のみを染色して、林試と御所を同時に放虫した条件で試験を実施した。

20 cm 角の金網製ケージに林試および御所の各供試虫を 40~50 匹ずつ放ち、砂糖水を配置して数日間安定させ、死亡個体を取り除いた (ケージ A)。また同サイズの別の金網製ケージ内に、タイマーに接続した液体蚊取り、砂糖水、金網で固定したマウスを配置し、取出口部に 16 メッシュのサラン網を固定し、サラン網部以外は食品用ラッ

プで覆った (ケージ B)。

午後 3 時から、ケージ B の液体蚊取りを 1 時間通電し、ケージ B 内に揮散成分を充満させた後、供試虫に刺激を与えないように、サラン網部でケージ A と B を連結した (図 3)。その後午後 4 時~翌日午前 6 時の間、2 時間おきに 15 分間ずつ液体蚊取りを作動させ (図 4)、翌日午前 10 時頃まで試験室内に静置した。なお、室内の照明は午後 4 時~翌午前 10 時まででは消灯した。

その後、サラン網部を封鎖して、各ケージ内の供試虫を取り出し、コロニーごとに、

飛翔個体と死亡・ノックダウン個体を分け、各々、吸血個体と未吸血個体を区別してカウントした。コロニーの識別は試験2と同様とした。対照として、液体蚊取り無処理

区を設けた。反復は2回ずつ行った。供試虫の羽化後日数は5~12日で、試験は2005年12月29日に実施した。

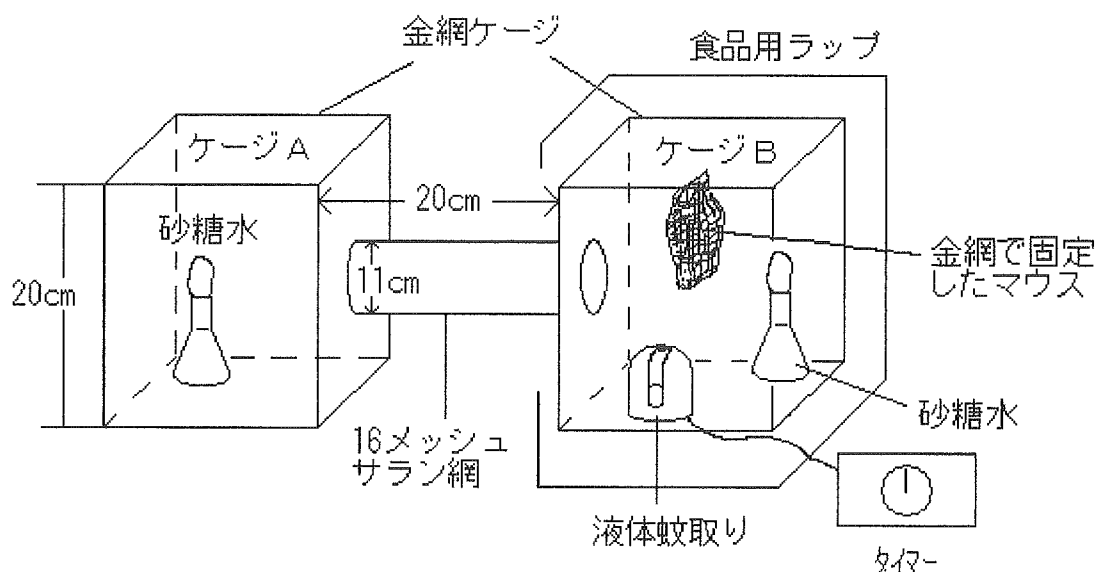


図3 試験3 処理区の装置概略

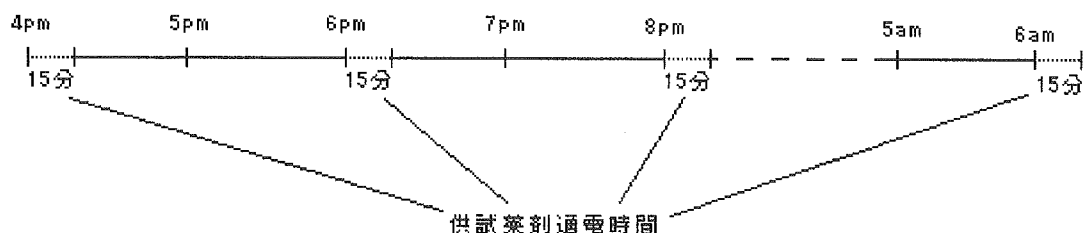


図4 試験3 供試薬剤の通電時間

C. 結果

試験1

各試験区における御所と林試の吸血状況を表2に示す。

御所ケージ内の、最初のノックダウン個体の出現時間が反復によって、15~45分と異なったため、液体蚊取りの通電時間も異なった。林試では、処理区ノックダウン率は2.0~10.1%を示し、吸血率は1.0~49.5%でばらついたが、平均値で見た場合、

ノックダウン個体よりも吸血個体の割合のほうが多かった。吸血阻止率は3反復の平均で59.8にとどまった。

一方、御所の処理区における翌日のノックダウン率は反復によって3.1~86.0%の範囲で変動し、林試よりも高かった。吸血率は無処理区が平均79.0%であったのに対して、処理区では0.8%にとどまり、吸血阻止率は平均で99.0であった。

なお、御所、林試の両コロニーとも、ノ

ックダウン個体に吸血個体は見られなかった。

試験 2

各円筒内の吸血状況を表 3 に示す。

この試験では、林試のノックダウン率は揮散時間に依存して増加する傾向が認められ、ノックダウン率は 6～60 秒揮散に対して 20.5～60.0% の範囲で変動した。また、各揮散時間とも吸血個体が認められ、吸血阻止率は最高で 88.6 であった。

御所の処理区におけるノックダウンは揮散 6 秒において、平均で 52.3% を示し、林試と同様に揮散時間に依存して増加したが、各揮散時間において比較すると、林試よりもその値が高かった。吸血率は、無処理区で平均 34.9% にとどまり、処理区ではいずれの揮散時間でも、吸血は認められなかった。

なお、両コロニーとも、揮散時間 60 秒および 20 秒では処理後 1 時間以内に、大半の個体が床面に落下（ノックダウンとは限らない）していた。いずれの揮散時間でも試験 1 と同様に、ノックダウン個体の中には吸血個体は認められなかった。

試験 3

各ケージ内の吸血状況を表 4 示す。

林試ではケージ A 内の飛翔個体が多かったため、処理区の林試の総合計に対する平均ノックダウン率は 60.6% にとどまった。処理区の平均吸血率は 7.6% にとどまったが、吸血個体 5 匹中 4 匹がケージ A で認められ、一旦ケージ B に移動して吸血した後に、ケージ A に戻る個体が多かった。

一方、御所の総合計に対するノックダウン率は平均 92.9% で林試よりも高く、吸血率は 0% であった。御所のケージ A、B 内での滞留数は、ほぼ同数であったが、ケージ A では総合計に対して 7.1% の飛翔個体が見られたのに対し、ケージ B では全てノックダウン個体であった。滞留率を無処理区と比較すると、ケージ B 内での滞留率が処理区のほうが高く、薬剤処理空間への侵入および滞留阻止効果は認められなかった。

なお、対照区では平均吸血率は御所が 54.7%、林試が 87.0% で、どちらのコロニ

ーも吸血個体の半数以上は、吸血後にケージ A に戻っていた。

D. 考察

3 種類の試験の結果、薬剤感受性の差によって、吸血行動に差の現れることが示唆された。御所の薬剤感受性（幼虫の浸漬試験法による IC50 値）は、ペルメトリンが 0.012ppm、フェノトリンが 0.015ppm であり、林試と比較すると、それぞれ 140 倍、1000 倍の抵抗性と判断される。したがって、御所と林試の感受性の比較は、洞穴と林試の比較に類似するものであると考えられた。しかし、本試験は成虫に対する試験であることから、今後の課題として、各系統の成虫の薬剤感受性、ならびに、薬剤抵抗性と効力の関係について検討されるべきである。

今回用いた供試薬剤は 4.5 畳（約 18 m²）～8 畳（約 32 m²）間に対して、1 日 12 時間使用する剤で、1 日・m² 当たり 0.38～0.67 時間使用に相当する。試験 1 では結果として、約 6 m² の空間に、15、30、45 分間通電しており、有効成分総量としては単純計算で、実使用場面の 4～13% にすぎないが、御所の大半がノックダウンしている状況で、林試において半数近い吸血率を示す結果（反復 1）が得られたことは、抵抗性コロニーに対しては、有効成分への暴露が不十分である場合、吸血リスクの高まることが示唆された。

試験 2 では用いた空間は約 0.0135 m² で処理量は 6、20、60 秒であることから、実使用条件の 0.18～3.2 倍に相当する濃度であった。林試の 60 秒揮散区の吸血個体は 1 個体のみであったが、抵抗性コロニーに対しては吸血阻害効果が完全には期待できないことが示唆された。

試験 3 でケージ B 内において供試薬剤を 15 分間ずつ 8 回作動させるのを、2 時間連続通電とみなした場合、実使用条件の 370～660 倍の高濃度に相当する。連結部において有効成分が放出されている条件ではあったが、少なくとも供試虫数の半数以上は揮散空間に侵入していたことになり、処理空間の蚊に対する明確な侵入阻止効果は抵抗性に限らず、感受性集団に対しても認め

られなかった。また、御所の吸血率は0%であったが、林試では66匹中、5匹が吸血していた。これにより、試験2と同様に、ピレスロイド抵抗性が発達すれば、それらの蚊に対して吸血行動を100%阻止することが難しくなることが示唆された。

今回の供試薬剤は有効成分にノックダウン効果の高いとされるプラレトリンを含有していたが、全試験において翌日のノックダウン個体の中に吸血個体が1匹も見られなかったこと、試験2の薬剤処理区では処理直後に大半がノックダウンしていたにもかかわらず、吸血個体を得られたことから、この薬剤の使用環境では、供試虫は吸血意欲減退→ノックダウン→死亡という順に中毒症状が現れ、薬剤の揮散が中断されると、ノックダウン個体の一部が蘇生し、中には吸血意欲が回復し、吸血行動に及ぶ個体が出てくるものと考えられた。

今回の薬剤揮散条件は、本来の使用条件とは異なっており、有効成分の気中濃度と供試虫の中毒症状との関係も調査することが必要であるが、今回の試験範囲では、有効成分に十分に暴露されない個体や、抵抗性を有する個体が、人に対して吸血行動に至る可能性があることが示された。

E. 結論

殺虫剤感受性の異なるアカイエカ2系統を用いて、液体蚊取り使用環境下での吸血行動を比較した結果、感受性系統の吸血意欲が減退している環境でも、抵抗性系統は吸血行動に至る可能性のあることが示唆された。また同一系統の個体群でも、有効成分への暴露程度によって、吸血行動が変化し、不十分な暴露条件では吸血のリスクが高まることが示唆された。また、今回の供試薬剤による明確な侵入阻止効果は認められなかった。

G. 研究発表

なし

H. 知的財産の出願・登録状況

なし

試験結果

表2 試験1における吸血状況

反復時間* (分)	試験区	御所						林試					
		飛翔個体		死亡・ノックダウン個体		合計	吸血 阻止率	飛翔個体		死亡・ノックダウン個体		合計	吸血 阻止率
		吸血	未吸血	吸血	未吸血			吸血	未吸血	吸血	未吸血		
I 15	処理区	2 (2.0)	93 (94.9)	0 (0)	3 (3.1)	98	97.8	49 (49.5)	47 (47.5)	0 (0)	3 (3.0)	99	50.5
	対照区	90 (90.0)	10 (10.0)	0 (0)	0 (0)	100	-	15 (100)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	15	-
II 30	処理区	0 (0)	14 (14.0)	0 (0)	86 (86.0)	100	100	1 (1.0)	88 (88.9)	0 (0)	10 (10.1)	99	98.4
	対照区	62 (61.4)	37 (36.6)	0 (0)	2 (2.0)	101	-	61 (63.5)	35 (36.5)	0 (0)	0 (0)	96	-
III 45	処理区	0 (0)	15 (31.3)	0 (0)	33 (68.8)	48	100	8 (16.3)	40 (81.6)	0 (0)	1 (2.0)	49	54.7
	対照区	47 (92.2)	4 (7.8)	0 (0)	0 (0)	51	-	18 (36.0)	32 (64.0)	0 (0)	0 (0)	50	-
合計	処理区	2 (0.8)	122 (49.6)	0 (0)	122 (49.6)	246	99.0	58 (23.5)	175 (70.9)	0 (0)	14 (5.7)	247	59.8
	対照区	199 (79.0)	51 (20.2)	0 (0)	2 (0.8)	252	-	94 (58.4)	67 (41.6)	0 (0)	0 (0)	161	-

()の数值は各区合計に対する%

*:御所ケージ内での最初のノックダウン個体出現までの時間

表3 試験2における吸血状況

揮散時間 (秒)	反復	御所						林試					
		飛翔個体		死亡・ノックダウン個体		合計	吸血 阻止率	飛翔個体		死亡・ノックダウン個体		合計	吸血 阻止率
		吸血	未吸血	吸血	未吸血			吸血	未吸血	吸血	未吸血		
60	I	0 (0)	1 (3.8)	0 (0)	25 (96.2)	26	-	1 (5.0)	8 (40.0)	0 (0)	11 (55.0)	20	-
	II	0 (0)	0 (0)	0 (0)	21 (100)	21	-	0 (0)	7 (35.0)	0 (0)	13 (65.0)	20	-
	合計	0 (0)	1 (2.1)	0 (0)	46 (97.9)	47	100	1 (2.5)	15 (37.5)	0 (0)	24 (60.0)	40	88.6
20	I	0 (0)	5 (20.0)	0 (0)	20 (80.0)	25	-	1 (4.8)	14 (66.7)	0 (0)	6 (28.6)	21	-
	II	0 (0)	2 (9.1)	0 (0)	20 (90.9)	22	-	6 (25.0)	14 (58.3)	0 (0)	4 (16.7)	24	-
	合計	0 (0)	7 (14.9)	0 (0)	40 (85.1)	47	100	7 (15.6)	28 (62.2)	0 (0)	10 (22.2)	45	29.1
6	I	0 (0)	6 (30.0)	0 (0)	14 (70.0)	20	-	1 (4.5)	15 (68.2)	0 (0)	6 (27.3)	22	-
	II	0 (0)	15 (62.5)	0 (0)	9 (37.5)	24	-	4 (18.2)	15 (68.2)	0 (0)	3 (13.6)	22	-
	合計	0 (0)	21 (47.7)	0 (0)	23 (52.3)	44	100	5 (11.4)	30 (68.2)	0 (0)	9 (20.5)	44	48.2
0	I	7 (33.3)	14 (66.7)	0 (0)	0 (0)	21	-	4 (16.7)	20 (83.3)	0 (0)	0 (0)	24	-
	II	8 (36.4)	14 (63.6)	0 (0)	0 (0)	22	-	7 (26.9)	19 (73.1)	0 (0)	0 (0)	26	-
	合計	15 (34.9)	28 (65.1)	0 (0)	0 (0)	43	-	11 (22.0)	39 (78.0)	0 (0)	0 (0)	50	-

()の数值は各区合計に対する%

表4 試験3における吸血状況

試験区	回復系統	供試虫	ケージA(供試虫別-ス側)						ケージB(マウス側)						合計		
			飛翔個体		死亡・ノックダウン個体		小計	飛翔個体		死亡・ノックダウン個体		小計	飛翔個体		死亡・ノックダウン個体		合計
			吸血	未吸血	吸血	未吸血		吸血	未吸血	吸血	未吸血		吸血	未吸血	吸血	未吸血	
I	御所 林試	0(0) 2(7.7)	1(2.3) 2(7.7)	0(0) 0(0)	18(41.9) 3(11.5)	19(44.2) 7(26.9)	0(0) 0(0)	0(0) 0(0)	0(0) 0(0)	24(55.8) 19(73.1)	24(55.8) 19(73.1)	0(0) 2(7.7)	1(2.3) 2(7.7)	0(0) 0(0)	0(0) 0(0)	42(97.7) 22(84.6)	43 26
II	御所 林試	0(0) 2(5.0)	5(11.9) 19(47.5)	0(0) 0(0)	17(40.5) 1(2.5)	22(52.4) 22(55.0)	0(0) 0(0)	0(0) 0(0)	0(0) 0(0)	20(47.6) 17(42.5)	20(47.6) 18(45.0)	0(0) 3(7.5)	5(11.9) 19(47.5)	0(0) 0(0)	0(0) 0(0)	37(88.1) 18(45.0)	42 40
合計	御所 林試	0(0) 4(6.1)	6(7.1) 21(31.8)	0(0) 0(0)	35(41.2) 4(6.1)	41(48.2) 29(43.9)	0(0) 0(0)	0(0) 1(1.5)	0(0) 0(0)	44(51.8) 36(54.5)	44(51.8) 37(56.1)	0(0) 5(7.6)	6(7.1) 21(31.8)	0(0) 0(0)	0(0) 0(0)	79(92.9) 40(60.6)	85 66
I	御所 林試	17(37.8) 21(58.3)	16(35.6) 5(13.9)	0(0) 0(0)	0(0) 0(0)	33(73.3) 26(72.2)	0(0) 0(0)	8(66.7) 8(80)	4(33.3) 2(20.0)	0(0) 0(0)	0(0) 0(0)	12(26.7) 10(27.8)	25(55.6) 29(80.6)	20(44.4) 7(19.4)	0(0) 0(0)	0(0) 0(0)	45 36
II	御所 林試	19(38.0) 21(51.2)	16(32.0) 1(2.4)	0(0) 0(0)	0(0) 0(0)	35(70.0) 22(53.7)	0(0) 0(0)	8(53.3) 17(89.5)	7(46.7) 2(10.5)	0(0) 0(0)	0(0) 0(0)	15(30.0) 19(46.3)	27(54.0) 38(92.7)	23(46.0) 3(7.3)	0(0) 0(0)	0(0) 0(0)	50 41
合計	御所 林試	36(37.9) 42(54.5)	32(33.7) 6(7.8)	0(0) 0(0)	0(0) 0(0)	68(71.6) 48(62.3)	0(0) 0(0)	16(16.8) 25(32.5)	11(11.6) 4(5.2)	0(0) 0(0)	0(0) 0(0)	27(28.4) 29(37.7)	52(54.7) 67(87.0)	43(45.3) 10(13.0)	0(0) 0(0)	0(0) 0(0)	95 77

()の数値は総合計に対する%

厚生労働科学研究費補助金（新興・再興感染症研究事業）

分担研究報告書

京浜工業地帯近隣および郊外緑地帯の住宅地における蚊類の発生調査とその対策について

6 オオクロヤブカ終齢幼虫ならびに雌成虫に対する主要薬剤の基礎効力試験

分担研究者 新庄五朗 (財) 日本環境衛生センター技術調査役
研究協力者 水谷 澄 (財) 日本環境衛生センター客員研究員

研究要旨：オオクロヤブカは屋外に生息する蚊の中では3～4番目に主要な種である。また、昨年度の本報告において、本種のし尿浄化槽への侵入事例も報告されている。ウエストナイル熱が日本に侵入したとき、媒介種に成りうる可能性があることから、薬剤の基礎効力試験を採集幼虫に対する浸漬試験で、また成虫に対して噴霧降下試験を実施し、本種の薬剤感受性レベルを検討した。その結果、幼虫に対して **Permethrin** > **Bti** > **Etofenprox** > **Fenitrothion** > **Diazinon** の順に効力が高く、いずれの薬剤も感受性であると判定された。成虫に対してはエアゾール原液2種とその有効成分2薬剤でテストした幼虫同様にいずれも感受性であった。すなわち、成・幼虫共蚊対象の殺虫剤の基準用量で有効であろうと判断された。

A. 試験目的：オオクロヤブカは野外で吸血される蚊として重要である。外国からWN熱等が侵入した時にそなえ、成虫・幼虫を用いた主要薬剤の薬剤感受性レベルを検討するため、幼虫は浸漬試験で、成虫は噴霧降下試験を行い、その値を明らかにすることを目的とした。

B. 研究方法：

1. 供試昆虫：オオクロヤブカ *Armigeres subalbatus* 終齢幼虫及び雌成虫

神奈川県津久井町町営総合グランドし尿浄化槽で採集した集団、幼虫は2～3日室内で飼育した後供試した。成虫は羽化後7～14日目の雌成虫を使用した。

2. 供試薬剤：Etofenprox 7%水性乳剤
Diazinon 5%乳剤 Permethrin 10%乳剤
Fenitrothion 10%乳剤 Bti 5%粉末製剤
Pyriproxyfen 0.5%徐放性粒剤 以上幼虫用
d-T80-Resmethrin 0.2%調製油剤
d-T80-Phthalthrin 0.2%調製油剤 ハエ・蚊用エアゾール キンチョール原液 同左アースジェット原液 以上成虫用

3. 試験方法：

浸漬試験（終齢幼虫）

供試薬剤（製剤）を所定濃度に薄めた希釈水 200mL を腰高シャーレにとる。この中に供試虫を15匹宛入れて25℃の温度下に置き、羽化阻止率を観察した。

なお Pyriproxyfen は徐放製剤を用いたため、100倍水希釈液を調整した後約1時間間攪拌その後冷蔵庫に保存、20時間経過後さらに攪拌した液を原液として使用した。各濃度の繰り返しは2連で行った。

噴霧降下試験（雌成虫）

中央に直径5cmの円孔を有するガラス板を内径20cm、高さ43cmのガラス円筒の上にゴムパッキングを挟んで置き、これを高さ30cmの木製の台の上に設置する。さらにこの下には供試虫15匹を入れた試験用ポットを取り付ける。最初円筒と試験用ポットの間にあるガラス板を塞いでおき、上方ガラス板の円孔から供試薬剤0.5mLを1.5-2kg/cm²の圧力で噴霧した後10秒間経過してからガラス板を引き抜いて微細な霧を供試虫の入ったポット中に降下させ、その時からの時間経過に伴う落下仰転率を記録し、その結果からKT50又は90

値を求めた。また噴霧後 15 分経過した後、ノックダウンした虫をプラカップに回収しシロップ綿を添えて 25 °C の室内に保存、24 時間後の致死率を観察した。

C. 結果と考察：表 1 にオオクロヤブカ終齢幼虫を用いた浸漬試験の結果を示した。供試薬剤はピレスロイド 2 薬剤、有機燐剤 2 薬剤、他に *Bti* と *Pyriproxyfen* を選定した。*Pyriproxyfen* を供試したので、いずれの薬剤も羽化阻止率を観察して効果を判定した。

表 2 は表 1 から得られた 6 薬剤の IC₅₀ 値と IC₉₀ 値を示した。6 薬剤の効力順位は *Pyriproxyfen* の効力がはっきり得られていないのでこれを除くと、*Permethrin* > *Bti* > *Etofenprox* > *Fenitrothion* > *Diazinon* の順であったが、効力差は高低差が少なく最大 50 倍であった。アカイエカの薬剤感受性コロニーの IC₅₀ と比較すると *Pyriproxyfen* のみは 1 オーダー以上オオクロヤブカの方が低感受性であったが、他の薬剤は両コロニーの間で 2 ~ 5 倍の差しか認められず、蚊幼虫の用量通りの処理で効果が得られるものと思われた。

表 3 はオオクロヤブカ雌成虫のエアゾール製剤原液 2 種と、この有効成分 d-T80-Resmethrin ならびに d-T80-Phthalthrin の 0.2 % 調製油剤を用いた噴霧降下試験結果である。調製油剤 2 薬剤の速効性は d-T80-Phthalthrin > d-T80-Resmethrin の関係であったが、15 分曝露後供試虫を清潔な容器に移して 24 時間後の致死率を観察したところ、*Resmethrin* は 100 % 致死したが *Phthalthrin* は生存虫が認められた。この結果は両薬剤の殺虫特性がそのまま反映されたといえる。

製剤キンチョールとアースジェットの原液は速効性、致死率いずれも調製油剤 2 薬

剤よりすぐれた結果を示した。表 4 に KT₅₀ と KT₉₀ 値、24 時間後の致死率の数値から、市販のエアゾール製剤は噴霧剤としてオオクロヤブカ成虫に有効であると判定された。

D. 結論：採集したオオクロヤブカ終齢幼虫を用いた浸漬試験を主要 6 薬剤で試験した。その結果、いずれの製剤もすぐれた IC₅₀ あるいは 90 値を示した。アカイエカ幼虫との種間差は *Pyriproxyfen* では 1 オーダー以上効力が低かったが、他の 5 薬剤は比較的近似した IC₅₀ 値を示し、用量通りの処理で効力が得られることが期待された。

成虫は既存のエアゾール製剤の有効成分の調製油剤と製剤原液を用いて速効性と致死率を噴霧降下試験で評価したところ、調製油剤は *Phthalthrin* が速効性で優れ、*Resmethrin* は致死効力で勝った。従って両薬剤の特徴を備えた製剤は優れた速効性と致死効力が得られる事が確認された。またこの結果は、ピレスロイドの空間処理がオオクロヤブカ成虫の屋外対策にも適用可能であることを示唆しているものと思われた。

G. 研究発表：なし

G. 知的財産権の出願・登録状況：なし

表1. オオクロヤブカ終齢幼虫の薬剤感受性（浸漬試験）

薬剤名	濃度 ppm	No.1	No.2	致死数/ 有効供試虫	羽化阻止率 (%)
Etofenprox	0.10	15	15	30/30	100
	0.04	14	13	27/30	90.0
	0.02	8	6	14/30	46.7
	0.01	1	0	1/30	3.3
	0.004	0/20	0	0/35	0
Permethrin	0.01	15	15	30/30	100
	0.006	15	14	29/30	96.7
	0.004	6(1)	5	11/29	37.9
	0.003	0	3(1)	3/29	10.3
	0.002	0	0	0/30	0
Diazinon	0.20	15	15	30/30	100
	0.15	14	8(1)	22/29	75.9
	0.10	2	4	6/30	20.0
	0.06	0(2)	1	1/28	3.6
	0.04	0(2)	0(1)	0/27	0
Fenitrothion	0.04	15	15	30/30	100
	0.03	10(1)	8	18/29	62.1
	0.02	5	6	11/30	36.7
	0.015	1	1	2/30	6.0
	0.01	1	1(1)	1/29	3.4
<i>Bti</i>	0.1	15	15	30/30	100
	0.04	15	14	29/30	96.7
	0.02	10	11	21/30	70.0
	0.01	3	3	6/30	20.0
	0.004	1	0	1/30	3.3
	0.002	0	0	0/30	0
Pyriproxyfen	0.002	9	5	14/30	46.7
	0.001	7	3	10/30	33.3
	0.0004	2	2	4/30	13.3
	0.0002	1	2	3/30	10.0
	0.0001	2	0	2/30	6.7
対照	0	0	0	0/30	0

表 2. オオクロヤブカ終齢幼虫の薬剤感受性 (浸漬試験まとめ)

供試薬剤	羽化阻止 (ppm)		参 考
	IC50*	IC90*	Cpp LC50
Etofenprox	0.023	0.038	0.010
Permethrin	0.0042	0.0056	0.008
Diazinon	0.125	0.19	0.04
Fenitrothion	0.024	0.042	0.007
<i>Bti</i>	0.015	0.030	0.0015-0.0030
Pyriproxyfen	0.002<	—	0.00005-0.0001*

注) *は50%ならびに90%羽化阻止率を示す。

表 3. オオクロヤブカ雌成虫の製剤原液と有効成分の速効性 (噴霧降下試験)

供試薬剤	経過時間 (分)			ノックダウン率					致死率 24hr
	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10	
d-T80-resmethrin *					10.0	30.0	66.7	90.0	100
d-T80-Phthalthrin *		3.3	13.3	50.0	83.3	93.3	100		93.3
キンチョール	3.3	26.7	66.7	86.7	100				100
アースジェット	10.0	40.0	73.3	90.0	100				100

注) 供試虫数は15匹2区 * 0.2%調製油剤 製剤は原液を供試

表 4. オオクロヤブカ雌成虫の製剤原液と有効成分の速効性 (噴霧降下試験まとめ)

供試薬剤	速効性 (分)		致死率 24hr 後
	KT50	KT90	
d-T80-resmethrin*	7.0	10.0	100
d-T80-Phthalthrin*	4.1	5.5	93.3
キンチョール **	2.9	3.8	100
アースジェット**	2.7	3.7	100

注) KT50,90は50%ならびに90%仰転率を示す。
供試薬剤の暴露時間は15分間

厚生労働科学研究費補助金（新興・再興感染症研究事業）
分担研究報告書

埼玉県における感染症媒介蚊の発生状況調査

分担研究者 小林 睦生 国立感染症研究所
研究協力者 浦辺 研一 埼玉県衛生研究所
野本かほる 埼玉県衛生研究所

研究要旨

さいたま市内を中心とした6地点（水田地帯1地点、市街地5地点）で蚊成虫の捕集調査を行った。蚊の捕集はライトトラップにより、原則として4月から12月まで週2回行った。その内、市街地の4地点においては週1回、ライトトラップにドライアイス併置し、24時間連続作動させて蚊を捕集した。

水田地帯では捕集蚊の68%をコガタアカイエカが占め、次いでオオクロヤブカが23.5%、シナハマダラカが6.6%であった。コガタアカイエカ、シナハマダラカとも8月中旬に発生のピークがあった。調査地点におけるコガタアカイエカ捕集数は、1983年以来長期的には減少しているが、今回の捕集結果を含めた回帰分析により、近年の増加傾向が認められた。

市街地ではアカイエカ群が最優占種（65.8～92.7%）で、次いでヒトスジシマカが目立ち、コガタアカイエカも総ての地点で捕集された。各調査地点の捕集数を旬別に平均すると、アカイエカ群は4月上旬から捕集され、6月下旬から7月中旬にかけてピークとなり、12月下旬まで捕集された。ヒトスジシマカは6月上旬から捕集され始め、10月下旬には終息し、8月上旬にピークがあった。

通常のライトトラップとドライアイス併用トラップのとの間で、捕集蚊の種構成比には地点によっては必ずしも大きな相違はなかったが、ドライアイス併用トラップの方に、アカイエカ群は平均2.2倍、ヒトスジシマカでは同3.6倍多く捕集された。

A. 研究目的

ブタ感染調査によれば、日本脳炎ウイルスの活動は国内において依然として活発であり、また、世界的な地球温暖化傾向の中で、ハマダラカ類の生息範囲の拡大に伴うマラリアの再燃が危惧されている。さらに、現在米国で流行しているウエストナイル熱の日本への侵入も懸念される。1977年から水田地帯におけるコガタアカイエカ及びシナハマダラカ成虫の発生状況調査を継続しているが、都市部に多発しウエストナイ

ルウイルスの主要媒介蚊と目されるアカイエカ群及びヒトスジシマカ等についても、特に市街地における発生動向を把握し、蚊媒介性感染症に対する危機管理（流行予測・予防対策）に資することを目的とする。

B. 研究方法

1. 調査地点

調査地点の概要を表1に示した。水田地帯における調査はA地点の牛舎で行い、市街地での調査は、さいたま市内を中心とす

るB～Fまでの5地点で行った。

2. 調査期間

A地点における調査は、2005年5月から10月まで週1回行った。B、C、D、E、F地点における調査は、2005年4月から12月まで、それぞれ原則として週2回行った。

3. 蚊成虫の捕集

蚊成虫の捕集は、A、B、F地点においては東京エーエス株式会社製ライトトラップAC100(ナショナルFCL30BA-37Kランプ使用)を、C、D、E地点においては野沢製作所製ライトトラップNH5(ナショナルFL6BA-37Kランプ使用)を、いずれも照度感受自動スイッチ(点灯照度約40ルクス、消灯照度約120ルクス)によって日没時から夜明けまで連続作動させ、一晚単位で行った。なお、B、C、D、E地点では、6月から10月まで、週2回の調査のうち1回について、ライトトラップに発泡スチロール容器に入れたドライアイス2kgを併置し(以下、「ドライアイス併用トラップ」と記す)、照度感受自動スイッチを解除して24時間連続作動させ、蚊を捕集した。

C. 研究結果

1. 水田地帯における感染症媒介蚊の発生状況

(1) 雌蚊成虫の種構成比

A地点における雌蚊成虫の種構成比を表2に示した。4,044匹捕集され、コガタアカイエカが68.0%(2,749匹)ともっとも優勢で、次いでオオクロヤブカ23.5%(954匹)、シナハマダラカ6.6%(269匹)、アカイエカ群1.7%(68匹)、ヒトスジシマカ0.1%(2匹)、不詳種0.1%(2匹)であった。

(2) コガタアカイエカとシナハマダラカの季節消長と発生数の年次変動

コガタアカイエカとシナハマダラカ雌成虫の季節消長を図1に示した。コガタアカイエカは、5月中旬(17日:1匹)から10月下旬の調査最終日(27日:2匹)まで常に捕集された。6月下旬(21日:82匹)と7月中旬(12日:208匹)の小ピークを経て8月中旬(17日:800匹)に最大ピークがあった。その後急激に減少し、9月上旬(8日:303匹)と下旬(27日:141匹)の小ピークを経て終息へ向かった。シナハマダラカは、6月下旬(24日:1匹)に初めて捕集され、9月上旬(8日:9匹)の捕集後終息した。最大ピークはコガタアカイエカと同じ調査日(8月17日:140匹)であったが、その他の小ピークはみられなかった。

両種の1日あたり(調査日あたり)捕集数は、コガタアカイエカ109匹、シナハマダラカ12匹であった。調査水田地帯における、1977年から2005年までのコガタアカイエカ及びシナハマダラカ雌成虫の1日あたり捕集数の年次変動を図2に示した。縦軸は捕集数の対数値である。コガタアカイエカについては1983年がピークで(1日あたり捕集数12,644匹)、その後長期的な減少傾向にある。そこで、1983年から2005年までの捕集数の変化を直線的変動傾向があるものとみなし、回帰分析した。回帰直線($y = -0.1053x + 4.6395$; $r = 0.92$)の傾きの係数より求めた捕集数の年あたり変化率(79%)から、コガタアカイエカ雌成虫は毎年平均21%ずつ減少していた。同様にシナハマダラカ雌成虫については、1983年(1日あたり捕集数1,453匹)から1993年(同1匹)まで年間50%ずつ減少し($y = -0.2973x + 5.2855$; $r = 0.93$)、1994年以降1日あたり平均15匹程度で横這いである。コガタアカイエカの最近の5年間(2001年～2005年)の捕集数について、図2と同様に回帰分析すると(図

3), 年平均 17% ずつ増加する傾向がみられた ($y = 0.0665x + 1.6735$; $r = 0.65$).

(3) オオクロヤブカの季節消長

オオクロヤブカ雌成虫の季節消長を図 4 に示した. 初回調査日 (5 月 10 日: 6 匹) から捕集され, 5 月下旬 (31 日: 342 匹) に年間最大ピークがあった. 以降, 6 月下旬から 9 月中旬まではほとんどみられず, 9 月下旬から再び捕集され始め, 最終調査日 (10 月 27 日) にも 30 匹捕集された. 前 2 種とは異なり, 特徴的な 2 峰性の消長パターンを示した.

2. 市街地における感染症媒介蚊の発生状況

(1) 雌蚊成虫の種構成比

市街地の B~F 地点における雌蚊成虫の種構成比を表 2 に示した. 地点により全捕集蚊数は大きく異なるが, アカイエカ群が最優占種 (65.8 ~ 92.7%) であった. 次に, 総体的にはヒトスジシマカが目立ち, C 地点のように高い比率 (24.3%) を示した場所もあった. この 2 種が, 今回調査された市街地に発生する代表的な蚊の種類といえるが, 住宅地 (B, C 地点) を含む全ての調査地点でコガタアカイエカが少なからず捕集された. アカイエカ群, ヒトスジシマカ, コガタアカイエカ, シナハマダラカ及びオオクロヤブカでほとんど 100% を占めるが, その他の種としてカラツイエカが同定された.

(2) ドライアイス併用トラップにおける捕集蚊の種構成比

B, C, D 及び E 地点で, 6 月から 10 月まで行ったドライアイス併用トラップにおける雌蚊成虫の種構成比を表 3 に示した. また比較のため, 通常のライトトラップによる結果を, 6 月から 10 月までで集計し, 合わせて掲載した. D 及び E 地点における種構成比は, いずれのトラップにおいてもほとんど同様に違いがみられなかつ

た. C 地点ではアカイエカ群が 58.4% から 34.0% へ減少し, ヒトスジシマカは 30.4% から 60.1% へ増加し, 両者の比率が逆転した. B 地点では, アカイエカ群が 76.2% から 48.4% へ減少し, ヒトスジシマカもわずかに出現したが, コガタアカイエカが 19.0% から 45.3% へと増加した.

(3) アカイエカ群の季節消長

A 地点の牛舎も含めた各調査地点におけるアカイエカ群雌成虫の季節消長を, 旬別 1 日あたり捕集数で示した (図 5). B, C, D, E 地点については, ドライアイス併用トラップによる捕集結果を重ねて図示した. B, C 地点では通常のライトトラップによる捕集数がきわめて少なく, 明瞭な消長を確認しにくいデータであったが, ドライアイス併用トラップでは, B 地点は 7 月下旬 (9 匹) に, C 地点では 6 月下旬 (13.5 匹) に明確なピークが観察された. 捕集数のもっとも多かった D 地点では, 6 月下旬から 7 月上旬にかけて捕集数が多く (最大 44 匹), その後漸減した. ドライアイス併用トラップにおいて, その傾向はさらに明瞭であった. E, A 地点では 6~7 月の明確な最大ピークと共に, 9 月中下旬にも小ピークが認められた. F 地点においても不明瞭ではあるが同様な傾向だった.

6 地点における通常のライトトラップによる捕集数を旬別に平均し, その総数を 100 として, 調査地点における平均的な季節消長を旬別 1 日あたりの % 頻度で示した (図 7). アカイエカ群の発生期間は長く, 4 月上旬から 12 月下旬まで常に捕集された. 6 月中旬から 7 月上旬にかけて発生のピークがあり, その後 8 月にかけて減少するが 10 月中旬頃までは盛夏と同様な発生数であった.

(4) ヒトスジシマカの季節消長

アカイエカ群と同様に, 6 地点におけるヒトスジシマカ雌成虫の季節消長を図 6 に

示した。B、F及びA地点では全捕集数がきわめて少なく（それぞれ5匹以下）、季節消長を論じるには十分なデータが得られなかった。特にB地点では、ドライアイス併用トラップによっても調査期間中4匹しか捕集されなかった。C地点では8月上旬にピークがみられ、ドライアイス併用トラップでは捕集数が著しく増加し、8月中旬に最大ピーク（12匹）があった。6月、9月、10月にも小ピークが顕著になった。D、E地点においても同様な傾向であった。

6調査地点の平均的な季節消長を、アカイエカ群と同様に示した（図7）。ヒトスジシマカ雌成虫の発生期間は、6月上旬から10月中旬までとアカイエカ群より短く、8月のピークが顕著な1峰性であった。

D. 考 察

1. 水田発生性の媒介蚊

日本脳炎流行予測との関連で、埼玉県南部の水田地帯におけるコガタアカイエカ及びそれに付随してシナハマダラカの発生状況調査を継続してきた。

調査地におけるコガタアカイエカは、1977年から1983年にかけて著しく増加したが、その後、1983年をピークとして長期的な減少傾向に転じ現在に至っている。2005年の発生規模は、1983年当時の120分の1程度である（21%減少/年）。しかしながら、2005年における1日あたり捕集数は最近の数年間ではもっとも多く、2001年から2005年に限ってみると、コガタアカイエカの増加傾向（17%増加/年）が認められた。コガタアカイエカ発生数の長期的変動の要因としては、主として発生源環境（水田面積、稲作慣行、吸血源など）の変化があげられ、調査地における状況がコガタアカイエカが増加する方向に転じたとも思われぬが、その発生数が単純に減少の一途でないことも確かである。今後も

注意深い監視が必要であろう。特に今回、季節消長において9月下旬から10月上旬にかけて100匹を超えるピークがみられたことは、90年代にはなかった興味深い現象である。調査地周辺の水田では、稲刈りのため8月下旬までにはほとんど落水されており、秋季におけるコガタアカイエカの発生実態の詳細な調査が求められる。なお、今回、市街地の調査地点として選定したB、C、D、E及びFの全ての地点で、コガタアカイエカが少なからず捕集されたことは注目される。直接水田地帯に接しない市街化地域においても、コガタアカイエカ飛来の可能性は無視できない。

また、シナハマダラカについては、コガタアカイエカと同様に減少し、90年代前半には一時ほとんど捕集されなくなった。しかし、1994年に復活し、その後ほぼ横這い（約15匹/日/年）で低値安定的に推移している。季節消長においても、8月中旬のピーク後ほとんど捕集されず、9月上旬には終息した。現在のところ、シナハマダラカ増加のきざしはみられないが、やはり継続的な調査が必要であろう。

なお、捕集雌蚊の4分の1近くを占めたオオクロヤブカは、畜舎からの汚水が発生源と思われた。

2. 市街地における媒介蚊

埼玉県南部市街地におけるウエストナイル熱媒介蚊種の確認、その発生消長の把握及び捕集方法の比較検討が調査の主眼であった。

市街地5地点ではアカイエカ群の発生がきわめて優勢で、ウエストナイル熱伝播に係わる重要な媒介蚊として認識された。季節消長について、水田地帯の牛舎も含めた6地点のデータを平均し、調査期間中の旬別1日あたり%頻度でみると、6月中下旬から7月上旬にかけて発生のピークが認められた。アカイエカ群の抑制には、6月上

旬までに発生源への駆除対策が必要と思われる。なお、盛夏には明らかに発生数が減少するが、地点によっては9月から10月にも明瞭な小ピークがあり、アカイエカ群の消長を2峰性とみるべきかもしれない。なお、今回、「アカイエカ群」としたのは、アカイエカ *Culex pipiens pallens* にチカイエカ *Culex pipiens molestus* の混在が予想され、両種の区別が形態上困難だったからである。季節消長の解析に関しても、信頼あるデータとするには両種を区別する必要があると感じる。

ヒトスジシマカはライトトラップによる捕集数がきわめて少なかった。各地点の種構成比においても、C地点を除けば5%以下の比率であった。昼間の吸血活動が活発なヒトスジシマカの発生動向をより詳細に把握する目的で、4地点において、通常の調査の合間に、ライトトラップにドライアイス併用して24時間連続捕集を試みた。優占種の調査に関しては、ライトトラップによる結果と著しい相違のないことがわかった。すなわち、ドライアイス併用トラップにおいても、ライトトラップ調査でヒトスジシマカの比率の低い地点では同様に低く、高い地点ではそれがより強調されたにすぎなかった。しかし、捕集数は増加し、季節消長調査において発生ピークが鮮明になった。このことはアカイエカ群についても同様であった。ヒトスジシマカの平均的な消長パターンでは、アカイエカ群が減少する8月に最大ピークが出現し、盛夏に媒介蚊の種構成が変動する状況がうかがえた。

研究結果に示したように、アカイエカ群、ヒトスジシマカいずれについてもドライアイス併用トラップの方に捕集数が多かった。そこで、ライトトラップとドライアイス併用トラップにおける捕集数を地点別に比較した(図8)。トラップの作動時間は

両者で異なるが、捕集対象蚊(アカイエカ群とヒトスジシマカ)の活動時間帯も異なっており、トラップ実用上の比較である。アカイエカ群は一律に約2倍、平均で2.2倍多く捕集された。昼間を通してより多数の捕集をもくろんだヒトスジシマカについては、C地点では8.4倍得られたが、D地点では1.5倍に止まり、平均3.6倍であった。このような捕集状況から両トラップにおける種構成比には著しい違いがなかったものと考えられるが、ドライアイス併用トラップの方が雌蚊捕集数は確実に多かった。媒介蚊からフラビウイルス検出を試みる場合などにおいて、検体数を増やすためには、ドライアイス使用の他、人(動物)囿法など、より多くの蚊を捕集するための工夫がさらに必要であろう。

E. 結 論

水田地帯の牛舎ではコガタアカイエカが最優占種で、次いでオオクロヤブカ、シナハマダラカ、アカイエカ等が捕集された。調査地においてコガタアカイエカ、シナハマダラカとも1983年以来長期的な減少傾向にあり、現在のコガタ捕集数は、1983年当時の1%に満たない。しかし、この数年に限ってみると、コガタは2001年から毎年17%ずつ増加しており、今回、市街地のトラップへの飛来も少なからず観察され、今後も継続的な監視が必要と思われた。

さいたま市内を中心とする住宅等の5地点では、捕集数には地点により大きな違いがあるが、いずれの地点においてもアカイエカ群が圧倒的な優占種で、次いでヒトスジシマカ、コガタアカイエカ、シナハマダラカ等が捕集された。アカイエカ群及びヒトスジシマカが市街地における重要な媒介蚊と認められた。アカイエカ群は6月から7月にかけて発生のピークがあり、6月上旬までの駆除対策が重要と思われた。ヒト

スジシマカはアカイエカ群が減少する8月にピークがあった。

ライトトラップにドライアイスを併置し24時間作動させると、通常のリフトトラップよりもアカイエカ群は平均2.2倍、ヒトスジは同3.6倍多く捕集され、発生のパーク時期も明瞭になった。しかし、捕集蚊の種構成比には必ずしも大きな違いはなかった。

G. 研究発表

なし（予定あり）

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

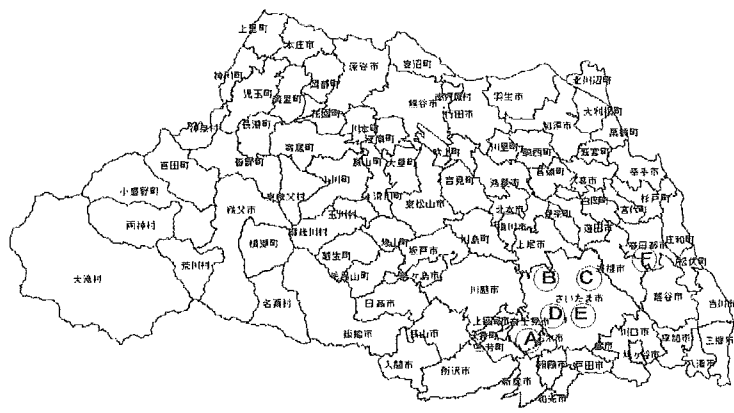


表1 調査地の概要

地点	種類	地名	概況
A	牛舎	富士見市南畑新田	水田地帯、畜産農家
B	住宅	さいたま市西区	郊外住宅地
C	住宅	さいたま市大宮区	郊外住宅地
D	衛研・動物舎	さいたま市桜区	市街地、研究所施設内
E	衛研・庭	さいたま市桜区	市街地、研究所施設内
F	事務所	春日部市大沼	市街地

表2 各調査地における雌蚊成虫の種構成比(%) 2005年 4月～12月

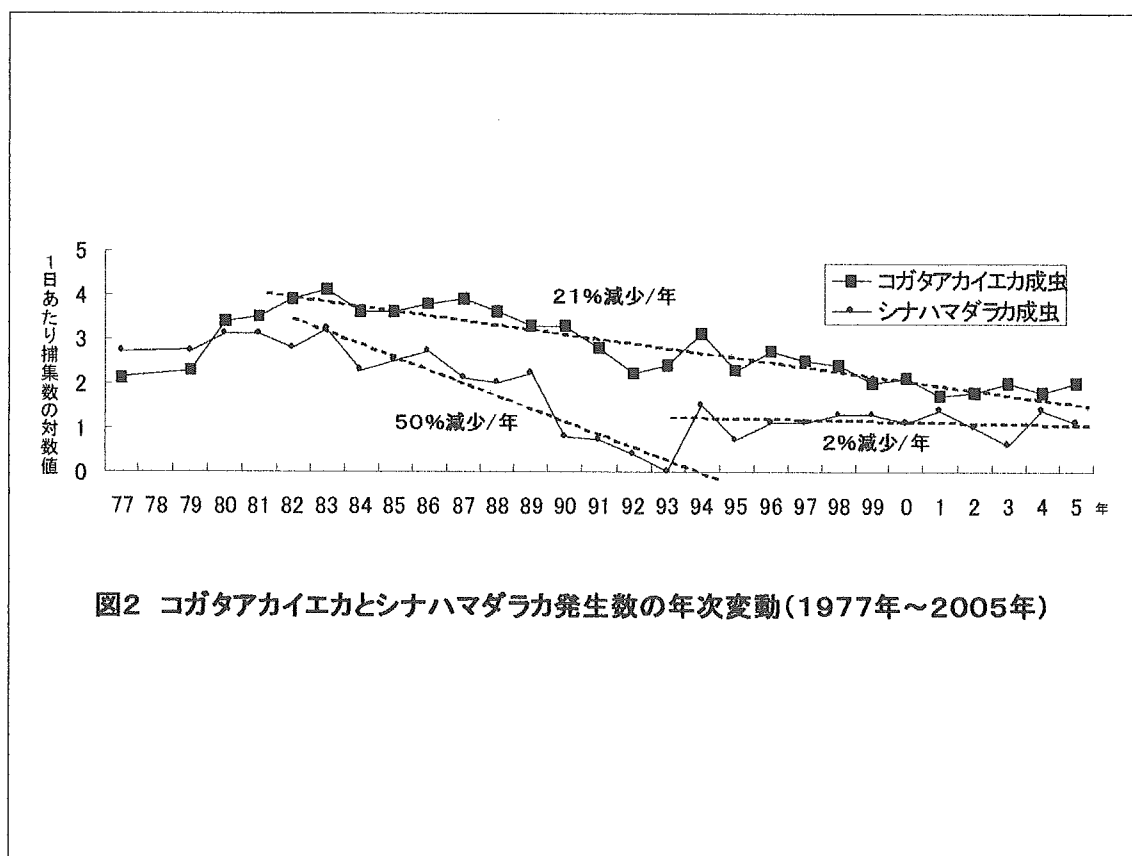
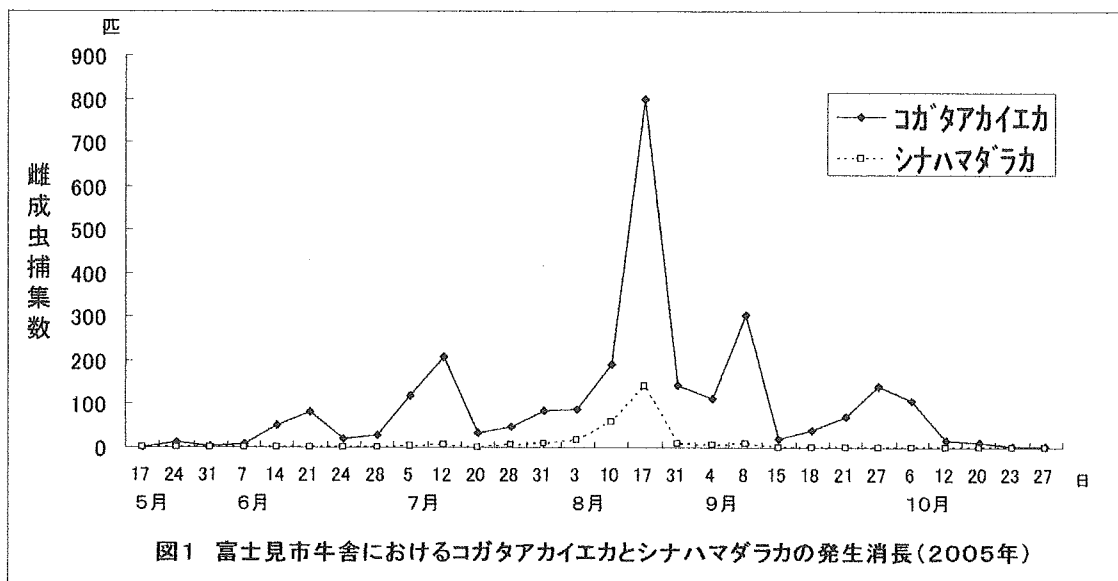
地点	全捕集数	アカイカ群	ヒスジシマカ	コガタアカイカ	シナハマダラカ	オオクロヤブカ	その他
A 牛舎	4042	1.7	0.1	68	6.6	23.5	0.1
B 住宅	49	89.8	0	8.2	2	0	0
C 住宅	111	65.8	24.3	9	0	0.9	0
D 衛研・動物舎	1352	92.1	4.6	2.4	0.7	0.1	0.1
E 衛研・庭	177	92.7	3.4	3.9	0	0	0
F 事務所	124	90.3	3.2	6.5	0	0	0

表3 ドライアイス併用トラップとライトトラップにおける雌蚊成虫種構成比(%)の比較

2005年 6月～10月

地点	全捕集数	アカイカ群	ヒスジシマカ	コガタアカイカ	シナハマダラカ	オオクロヤブカ	その他
B 住宅	64 (21)	48.4 (76.2)	6.3 (0)	45.3 (19)	0 (4.8)	0 (0)	0 (0)
C 住宅	153 (89)	34 (58.4)	60.1 (30.4)	4.6 (10.1)	0 (0)	1.3 (1.1)	0 (0)
D 衛研・動物舎	1125 (1083)	89.7 (90.1)	4.1 (5.8)	5.8 (3)	0.2 (0.8)	0.1 (0.2)	0.1 (0.1)
E 衛研・庭	391 (156)	89 (92.4)	6.9 (3.8)	4.1 (3.8)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

()内の数字は、ライトトラップによる値



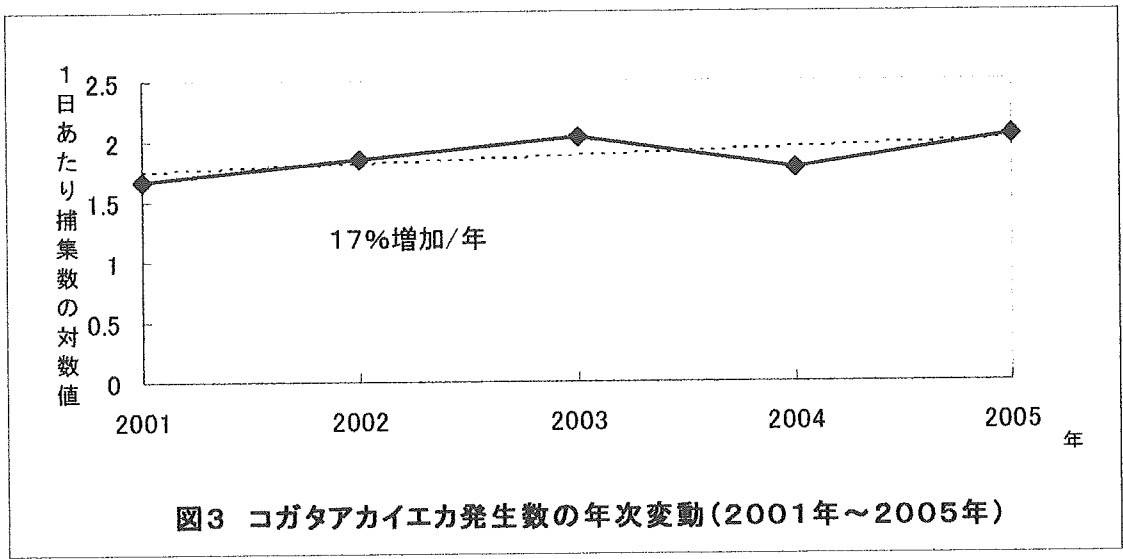


図3 コガタアカイエカ発生数の年次変動(2001年～2005年)

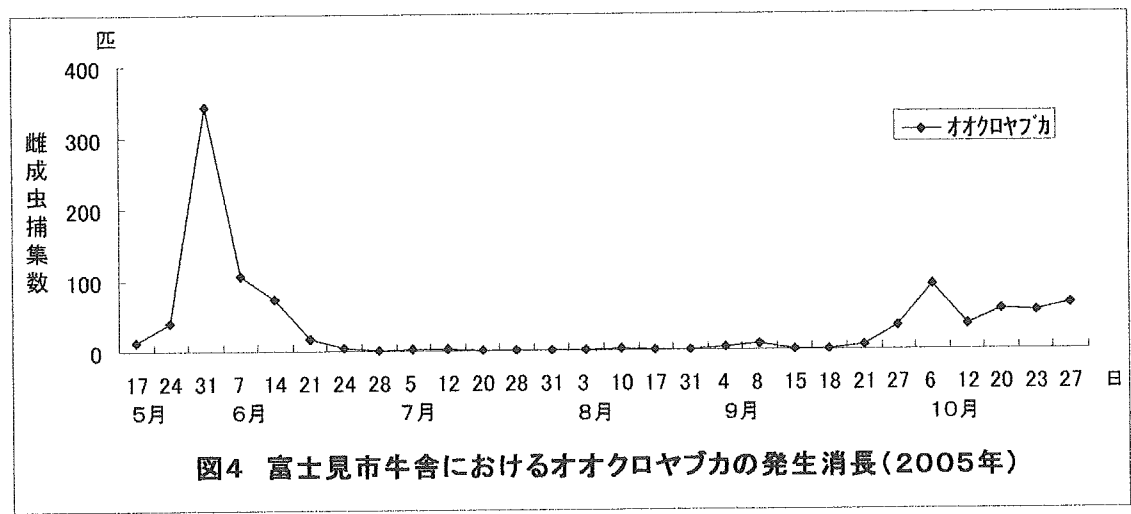


図4 富士見市牛舎におけるオオクロヤブカの発生消長(2005年)

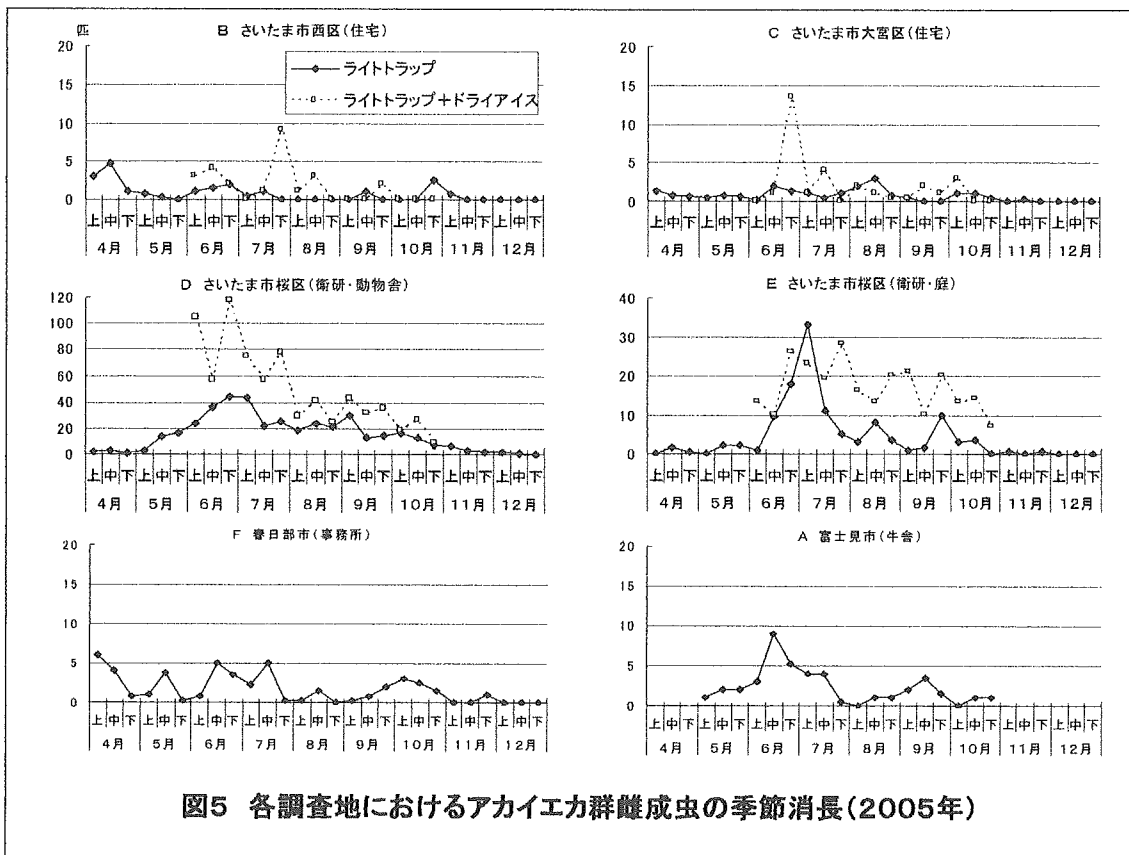


図5 各調査地におけるアカイエカ群雌成虫の季節消長(2005年)

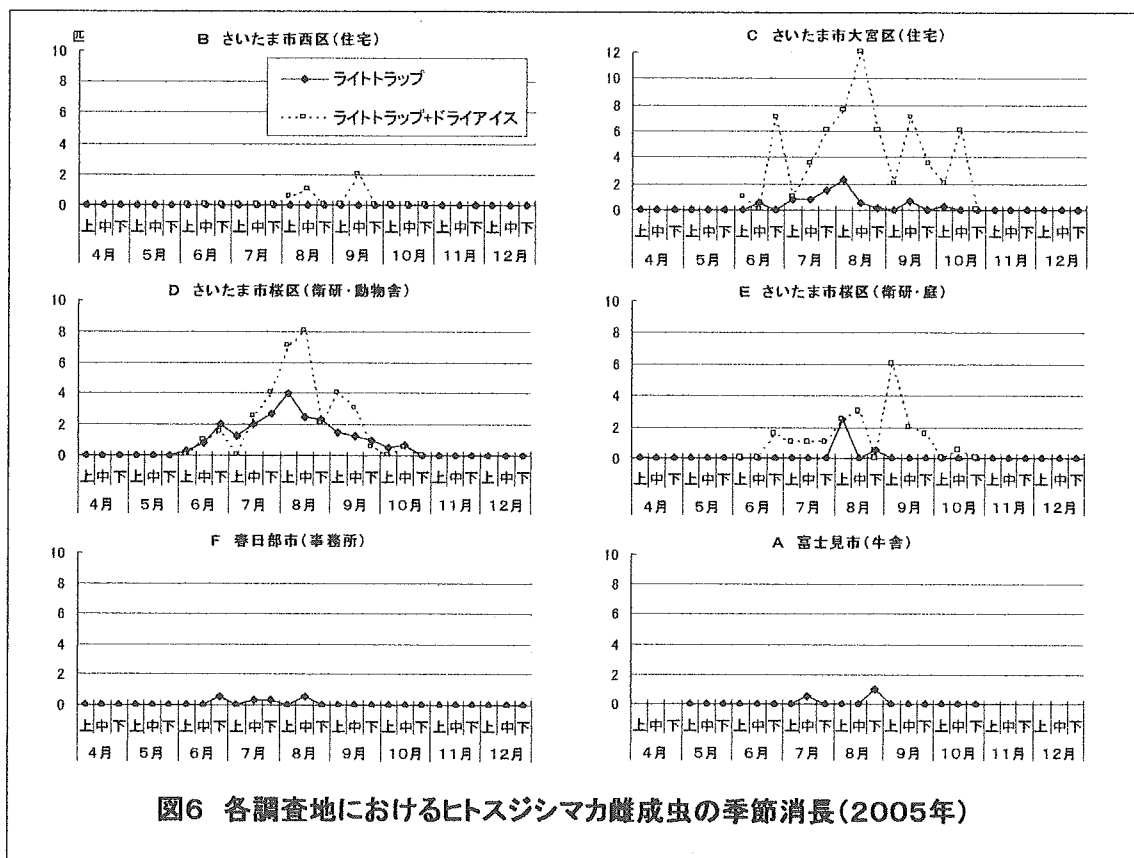


図6 各調査地におけるヒツジシマカ雌成虫の季節消長(2005年)