

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

都市環境におけるアカイエカの飛翔距離

分担研究者	小林睦生	国立感染症研究所
研究協力者	津田良夫	国立感染症研究所
	駒形 修	国立感染症研究所
	葛西真治	国立感染症研究所
	林 利彦	国立感染症研究所
	二瓶直子	国立感染症研究所
	斎藤一三	国立感染症研究所
	水谷正時	西宮市
	国田正忠	大阪ペストコントロール協会
	吉田政弘	いきもの研究社
	小林睦生	国立感染症研究所

野外の発生源より採集したアカイエカ幼虫を飼育し、羽化成虫を用いた記号放逐実験を行った。約 10,000 雌を放逐し 4 日間の再捕獲を行った結果、合計 121 雌 (約 1%) が捕獲された。放逐場所から捕獲場所までの距離と再捕獲個体数の関係を分析し、アカイエカの最大飛翔距離を推定したところ 1,217m であった。また、一日当たり平均移動距離は 0.287-0.517km であった。これらの結果から、成虫の移入効果を考慮してアカイエカの発生源対策を行うためには、対象地域の周囲に 1.2 km の幅で付加的な対策地帯を設ける必要があることがわかった。

A. 研究目的

アカイエカは九州以北の地域で都市や農村を問わず、最もふつうに発生する種類である。また本来吸血源動物として鳥類嗜好性であるが、人やイヌなど哺乳類も激しく吸血する。したがって、WNV のように野鳥で流行し人に感染が拡大する疾患の媒介蚊として最も重要な種類であると考えられている。本種の成虫密度を低く保つために現時点で最も有効とされているのは、殺虫剤による発生源対策である。

発生源対策の効果は殺虫剤の処理面積に依存し、処理面積が小さすぎると成虫

密度は周辺地域からの移入によって容易に回復してしまう。したがって、有効な発生源対策を行うためには、成虫の飛翔能力に応じて処理面積を決定することが重要である。しかしながら、アカイエカの飛翔能力に関する実験的な研究はほとんどないため、本研究では記号放逐法によるアカイエカの飛翔能力の測定を試みた。

B. 研究方法

野外の発生源からボウフラ約 30,000 匹を採集し、これを室内で飼育して成虫を羽化させた。羽化後 4-8 日経過した雌成

虫 (約 10,000 個体) に蛍光塗料 (ローダミン B、0.5%水溶液) を噴きつけてマークした。マーク虫は 19:00 に一ヶ所から放逐し、放逐後 1 日目から連続 4 日間再捕獲を行った。再捕獲は、放逐場所から 100、200、400、800、1200m 離れた場所 (合計 41 ヶ所) に 1kg のドライアイス を誘引源とするトラップを設置して行った。また、100、200、400、800m の地点 (合計 7 ヶ所) で人囀採集による再捕獲も試みた。

捕獲された成虫は毎朝回収し、殺した後ろ紙の上に並べて 70%アルコールを滴下して紫外線下で色素の有無を判定した。

C. 研究結果

羽化した成虫の性比を 1:1 と仮定して放逐した雌の個体数を推定したところ 10,183 雌であった (表 1)。再捕獲された雌成虫はトラップで 56 雌、人囀採集では 65 雌で、再捕獲率は約 1%であった。再捕獲率と無マーク虫の捕獲総数から調査地域全体の野外個体群の推定個体数を求めたところ、100,170±8,509 雌であった。

表 2 に放逐場所からの距離ごとに再捕獲された雌成虫の個体数を示した。再捕獲個体の総数は 1 日目から順に 18、15、7、15 個体で、放逐場所から 1,200m の場所に設置されたトラップでは放逐後 1、4 日目に各 1 個体が再捕獲された。トラップ当たりの捕獲個体数を計算し、各距離の範囲に到達した雌成虫数を推定して、これらの成虫が移動した平均距離を求めた。その結果、平均移動距離は 287 から 517 m となった。

図 2 に放逐場所からの距離とその場所で捕獲された雌の平均個体数の関係を示した。放逐場所からの距離の対数値と平均捕獲個体数+1 の対数値を用いて、回帰分析を行ったところ有意な回帰直線が得られた ($R^2=0.861$ 、 $p=0.023$)。回帰直線

によって最大飛翔距離を推定したところ、1,217m であった。

D. 考察

本研究によってアカイエカの最大飛翔距離は 1,217m と推定された。アカイエカと近縁のネッタイエカの飛翔距離に関する報告がいくつかあり、それによると最大飛翔距離は 200 から 1,270m と調査地の環境条件によって大きく異なっている。本実験で得られた値はネッタイエカとそれほど大きな違いはないと思われることから、両種の飛翔能力にはさほど大きな違いがないと考えられる。今回の実験で得られた平均移動距離は 0.287–0.517km であった。ネッタイエカで報告されている平均移動距離は 0.16–1.03 km (Reisen ら 1991)、0.79–1.29km (Schreiber ら 1988) であり、本研究で得られたアカイエカの値はやや小さいと思われる。

本研究の調査地中心に位置する半径 0.6km の島を防除対象と考えた場合、その外側約 1.2km の範囲を含めて殺虫剤処理を行えば、防除対象地への成虫の移入はほとんどなくなると予想される。この場合防除対象地の面積と殺虫剤処理を施す範囲の比率を求めると、9.17 となる。したがって、半径 0.6km の範囲を対象としてアカイエカの成虫密度を効果的に低下させるためには、その外側を含めた 9.17 倍の地域を発生源対策の対象とする必要があると思われる。

E. 結論

アカイエカの最大飛翔距離は 1,217m と推定されたが、恐らくこの値は環境条件が異なれば多少変動すると考えられる。少なくとも 1.2 km と考えるのが妥当だろう。成虫の移入効果を考慮してアカイ

エカの発生源対策を行うためには、対象地域の周囲に 1.2 km の幅で移行ゾーンを設ける必要がある。

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

Tsuda Yoshio. 2008. A mark-release-recapture study on flight distance of *Culex pipiens pallens* at an urban area in Japan.

第 42 回日米寄生虫合同会議、カリフォルニア. 2008 年 1 月 16-17 日.

G. 知的所有権の取得状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし



図 1. 放逐場所 (○)、トラップの設置場所 (●) および人囮採集の実施場所 (△) を示す地図。同心円の半径は内側から 100、200、400、800、1200m。

表 1. 放逐雌総数、再捕獲雌総数、再捕獲率および野外個体群の推定個体数 (実験期間：2007 年 6 月 26-29 日)

放逐雌総数	10,183
再捕獲雌総数	121
トラップによる再捕獲数	56
人囮採集による再捕獲数	65
再捕獲率	0.01
野外個体群の推定個体数	100,170 ± 8,509

表2. ドライアイストラップによって再捕獲されたマーク虫数と日当たり平均移動距離

距離 (m)	トラップ台数	1日目	2日目	3日目	4日目	合計
100	2	4	2	0	5	11
200	4	10	9	4	5	28
400	7	4	4	3	4	15
800	10	0	0	0	0	0
1,200	18	1	0	0	1	2
日当たり平均移動距離 (m)		470	287	326	517	421

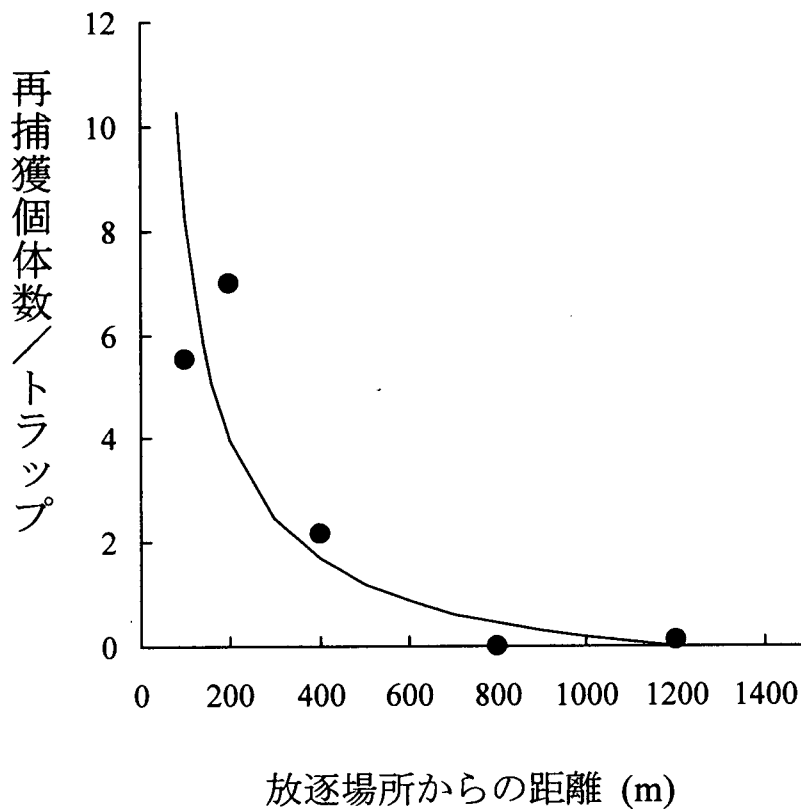


図2. 放逐場所からの距離とトラップあたり再捕獲個体数の関係

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

野外における吸血蚊の採集と潜伏場所に関する生態的調査

分担研究者	小林睦生	国立感染症研究所
研究協力者	津田良夫	国立感染症研究所
	金 京純	岐阜大学大学院

休息蚊や吸血蚊を採集するために布製赤色トラップ（直径 36cm、奥行き 70cm の袋状トラップ）、パイプトラップ（直径 20cm 長さ 1 m の紙製パイプを利用したトラップ）を試作し、野外における採集を試みた。また、口径 36cm の捕虫網を用いて、日の出から 1 時間林床の植物上をゆっくり振りまわして捕獲される蚊を採集した。今回作成した 2 種類のトラップでは休息蚊を効率よく捕獲できなかった。捕虫網による **sweeping** 採集では 1 時間あたり平均 7.8 雌と捕獲個体数は多くはないが、頻繁に採集を実施することで数百個体の吸血蚊を得ることができた。また、ハマダラナガスネカ、トラフカクイカ、ヤマトクシヒゲカなど、ドライアイストラップや人囀採集ではほとんど捕獲されない種類が捕獲された。特殊な道具を必要としないこと、採集にさほど経験を要しないことから、捕虫網による **sweeping** 採集は吸血蚊を採集する方法として推薦できる。**sweeping** 採集で問題になるのは、採集を実施する場所の特定であり、今後他の公園などで同様の調査を実施して、潜伏場所の生態的特徴を明らかにする必要がある。

A. 研究目的

吸血して体内に未消化の血液を持った蚊（吸血蚊）は、動物の蚊媒介性感染症の疫学的研究を行う上で有用である。未消化の血液に由来する DNA の分析や吸血蚊体内からの蚊媒介性ウイルスや血液寄生性原虫の検出を行うことによって、吸血嗜好性や病原体の媒介能力に関する情報を得ることができる。ウエストナイル熱のように野生動物が病気の流行と密接に関連している場合、媒介蚊の疫学的な情報を得るには、野外の生息場所で吸血蚊を採集することが必須である。しかしながら、蚊の休息場所に関する知識は断片的かつ場所特異的であるため、吸血蚊を疫学的考察が可能なほど十分な数採集することは難しいのが現状である。

本研究では休息蚊や吸血蚊を採集するために考案されたパイプトラップ（Pipe trap）や布製赤色トラップ（Red cloth station）を改良し、野外における休息蚊、吸血蚊の採集を試みた。また、東京都内の公園で捕虫網による採集を行って吸血蚊が比較的多く採集される場所を特定し、その場所の植生や温湿度条件などいくつかの生態的特徴を調査した。

B. 研究方法

トラップによる採集の試み：

休息蚊や吸血蚊の潜伏場所となるような場所を人為的に設置して休息する蚊の捕獲を試みた。以下の 2 種類のトラップを作成した。

(1) 布製赤色トラップ：赤色布で直径

36cm、奥行き 70cm の袋を作り、これを枠に固定して地上から 1m の高さに横向きに設置した。設置方向は入り口が西向きとした。東京港野鳥公園と新潟県佐潟水鳥・湿地センターのヨシ原の複数個所に設置し、24 時間後にトラップ内で休息している蚊の捕獲を試みた。

(2)パイプトラップ：直径 20cm 長さ 1m の紙製パイプの一端を閉じ、これを地面に寝かせ上面を落ち葉や木の枝などで覆って放置した。東京港野鳥公園の 4ヶ所に設置し、定期的に休息蚊の捕獲を試みた。

捕虫網による sweeping 採集：

口径 36cm の捕虫網を用いて、日の出から 1 時間林床の植物上をゆっくり振りまわして、植物上で休息している蚊を捕獲した。調査地として東京都立林試の森公園を選び、2007 年 4 月 - 11 月の天候のよい日を選び 109 回の採集を行った。採集場所は公園の南に位置する約 600m² の範囲で、全体が樹冠で覆われ林床にはシャガやヤブラン、キチジョウソウ、笹などの植物が茂っていた。

休息場所の植生と温湿度：

植生と温度湿度の関係：林試の森公園で、比較的多く休息蚊が採集される場所における林床の植生と温湿度の関係を調べた。温湿度は 8 月 13 日から 16 日までの期間、自動記録装置を地面から 30cm の位置に設置して 5 分毎に記録した。記録装置は樹冠で覆われた場所にある笹の茂み、シャガの茂み、林床植物のない裸地の 3ヶ所に設置した。

C. 研究結果

トラップによる採集成績

布製赤色トラップは 2 調査地で合計 7 回試みたが、東京港野鳥公園で 1 回 2 雌が採集されたのみであった。パイプトラップは 5 月末に設置し、定期調査時に休息蚊の有無を確認したが、休息蚊が捕獲されたのは 2 回のみであった。

sweeping 採集による採集成績

ヒトスジシマカとアカイエカ群を主とする 4 属 6 種類の蚊が採集され、合計 853 個体の雌成虫が得られた (表 1)。吸血蚊捕獲数の季節変化をみると、ヒトスジシマカの捕獲数は 8 月が最多であった (表 2)。アカイエカ群は 7 月と 10 月の 2 回ピークがみられた。トラフカクイカは 8 月と 10 月、ヤマトクシヒゲカは 11 月の捕獲数が多かった。

休息場所の植生と温湿度：

吸血蚊の採集場所には林床の植生の違いによって 3 種類の場所を区別できた。(1)笹の茂み、(2)シャガ・キチジョウソウが密生している場所、(3)植生がない場所の 3 つである。これらのうち吸血蚊が多く捕獲されたのは、(2)シャガ・キチジョウソウが密生している場所であった。植生の違う場所で測定した温度と湿度にはわずかだが違いがみられた。笹の茂みの平均気温はシャガの茂みや下草のない所に比べて有意に低く湿度は有意に高かった (表 3)。シャガの茂みは下草のない所よりも平均湿度が有意に低かったが平均気温には有意な差がなかった。

D. 考察

吸血蚊は、体内の未消化血液から DNA を抽出・分析し、吸血源の動物種を同定することが可能であり、蚊の吸血嗜好性を明らかにするうえで貴重なサンプルである。そこで本研究では、吸血蚊を効率よく採集する方法を検討した。

休息蚊の採集に赤色の箱が利用されることがある。屋内だけでなく屋外でも赤色の箱を設置することで休息蚊が採集されるこ

とがある。布製赤色トラップは赤色箱を簡易化したトラップとして考案され、湿地帯の林床に設置してハマダラカ的一种が多数捕獲されたという報告がある。休息蚊が地面に掘られた穴で採集されるという報告があることから、効率的にこれらの蚊を採集する方法としてパイプトラップが考案されている。原著では材料としてアスベスト管が使われているが、アスベストは現在使用できないことから、本研究では厚手の紙製筒を利用した。パイプトラップの捕獲成績も場所によって異なり、効果的な場合とまったく採集されない場合の両方が報告されている。本研究では、布製赤色トラップもパイプトラップも効果的な採集方法ではなかった。

sweeping 採集によって合計 853 個体の吸血蚊が捕獲できた。1 回の調査あたりの密度にすると 7.8 個体となり、捕獲個体数自体は多いわけではない。しかし、特殊な道具を必要としないこと、採集方法もさほど経験を要しないことから、捕虫網による sweeping 採集は吸血蚊を採集する方法として推薦できる。また、ハマダラナガスネカ、トラフカクイカ、ヤマトクシヒゲカなど、ドライアイストラップや人囀採集ではほとんど捕獲されない種類が捕獲されたことは非常に興味深い。

sweeping 採集で問題になるのは、採集を実施する場所の特定である。これまで蚊の休息場所に関しては多数報告されているが、大別すると家屋や動物舎の壁面のような構造物である場合と植生である場合の2つが知られている。本研究は構造物がない自然環境での調査を目的としたので、植生を潜伏場所とする種類が捕獲されたように思われる。しかし植物が茂っていればどこでも休息蚊や吸血蚊が捕獲できるわけではない。

本研究で明らかになったのは、樹冠で覆われた林床に茂る植物が比較的よく利用されているということであった。

E. 結論

本研究で検討した布製赤色トラップとパイプトラップでは吸血蚊を選択的に多数捕獲することはできなかった。sweeping 採集では 1 時間あたり平均 7.8 雌と捕獲個体数は多くはないが、頻繁に採集を実施することで数百個体の吸血蚊を得ることができた。この方法の問題点は採集に適した場所を捜し出すことである。本研究で対象にした公園でも園内の他の場所では吸血蚊を採ることは難しく、吸血蚊が潜伏するのに適した場所が確かに存在することがわかった。しかし、潜伏に適した場所がどのような特徴を持つかについては明らかにすることができなかった。今後他の公園などで同様の調査を実施して、潜伏場所の生態的特徴を明らかにする必要がある。

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

津田良夫・金京純 野外における吸血蚊の採集と潜伏場所に関する生態的調査. 第 59 回日本衛生動物学会東日本支部大会、東京医科歯科大学. 2007 年 10 月 20 日.
東京

G. 知的所有権の取得状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

表 1. 東京都立林試の森公園で 2007 年 4 月 - 11 月の期間に sweeping 採集によって捕獲された吸血蚊の種類と捕獲個体数

種 類	Fully fed	Partially fed	Half gravid	Gravid	合 計
ヒトスジシマカ	71	133	236	9	449
アカイエカ群	91	25	132	75	323
トラフカクイカ	2	5	17	6	30
ヤマトクシヒゲカ	9	1	8	4	22
コガタアカイエカ	1	2	2	14	19
ハマダラナガスネカ	1	0	2	7	10
合 計	175	166	397	115	853

表 2. 東京都立林試の森公園で sweeping 採集によって捕獲された吸血蚊の月別捕獲個体数

月	albo	pip gr	Lut	sas	trit	anoph
4	0	0	0	0	0	0
5	1	9	0	1	0	0
6	8	25	0	0	0	0
7	32	79	2	0	0	0
8	267	51	11	0	0	2
9	66	13	3	0	0	0
10	49	66	6	7	4	0
11	13	6	1	9	0	0
12	0	0	0	1	0	0
総計	436	249	23	18	4	2

albo=ヒトスジシマカ、pip gr=アカイエカ群、Luz=トラフカクイカ、sas=ヤマトクシヒゲカ、trit=コガタアカイエカ、anoph=ハマダラナガスネカ

表 3. 東京都立林試の森公園の林床の植生と温湿度の関係

	笹		シャガ		林床植物無し	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
気温	29.14a	2.25	29.50b	2.52	29.48b	2.24
相対湿度	71.49a	7.34	69.59b	7.94	70.66c	10.98

8 月 13-16 日の 5 分毎の記録から求めた平均値を示す。

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

トラップの設置場所による蚊捕獲数の違いに関する景観生態学的分析と考察

分担研究者	小林睦生	国立感染症研究所
研究協力者	津田良夫	国立感染症研究所
	金 京純	岐阜大学大学院

南大東島と新潟県佐潟で実施した媒介蚊調査結果を基に、トラップによって捕獲される蚊の個体数が周囲のどのような要因で決定されるのかを分析した。トラップ設置場所周辺の地域を居住区、林、湿地、水域、農耕地の5つのハビタットに区分し、それぞれのハビタットの構成比率を求めた。これらの景観要素に加えてトラップを設置した並木の方角、設置場所と林の位置関係などを説明要因として重回帰分析を行った。ネッタイエカの場合トラップを設置した並木の方角が重要な要因であることが示された。これは南大東島の平均風速が秒速4 m以上あり飛翔中の蚊が強く影響されること、季節によって風向きに偏りがあることが原因であると考えた。ヌマカやイナトミシオカ、アカイエカ群は湿地の構成比率や水域の構成比率、水辺の長さなど発生源の広さに関係する要因が有意であった。ヒトスジシマカは農耕地の構成比率が有意な要因であったが、その生態学的理由に関してははっきりしなかった。景観生態学的分析は蚊によって媒介される疾患の感染リスク評価を行う上で有用であり、今後分析方法の検討を行う必要があると思われる。

A. 研究目的

疾病媒介蚊の発生状況調査では、1kgのドライアイス誘引源としたトラップによる成虫調査を標準的な方法と考えている。これまでの調査結果を検討すると、トラップの設置場所によって採集結果が大きく異なることが分かる。この設置場所による捕獲個体数の違いがなぜ生じるかという理由に関しては、いろいろな要因が考えられるが、大きく2つを区別することができる。ひとつはトラップ周辺における蚊の発生状況の違いである。トラップによる捕獲個体数はその周囲の蚊の発生状況に比例していると考えるのが論理的である。しかし、トラップ設置場所の周囲に多数の蚊が生息しているとしても、トラップの設置場所が風の影響を受け易かったり、周囲を家屋や樹木などで囲まれているため蚊の飛来が妨げられたり、あるいは近くに豚舎や牛舎など強

力な蚊の誘引源がある場合はトラップの採集効率が影響を受け、その結果トラップの設置場所によって捕獲個体数に違いが生じる。

航空写真や衛星画像を用いてトラップ設置場所の周囲の環境条件を分析し、これとトラップによる捕獲個体数の対応関係を分析することによって、捕獲数がどのような要因の影響を受けているかを明らかにしようという景観生態学的研究が試みられている。本研究では、南大東島と新潟県佐潟で実施した疾病媒介蚊調査結果の景観生態学的分析を行った。

B. 研究方法

南大東島と新潟県佐潟で実施した媒介蚊調査結果の分析を試みた。航空写真を用いてのトラップ設置場所周辺の地域を以下の5つのハビタットに区分した；(1)居住区、(2)林、(3)湿地、(4)水域、(5)農

耕地。トラップ設置場所を中心とする円を対象としてその中にしめるそれぞれのハビタットの構成比率を求めた。南大東島の場合、円の半径を500mと1kmにした場合について検討した(図1)。これに対して佐潟の場合は調査地全体の規模が小さいため円の半径を50m、100mおよび200mにした場合について分析を行った(図2)。

南大東島の説明要因としてハビタットの構成比率に加えて、トラップを設置した並木の植えられている方向(東西、南北、並木なし)を考慮した。

佐潟の説明要因としては、水辺の長さやトラップ設置場所と林の位置関係(林縁、林内、孤立木、木なし)を考慮した。

分析ではできるだけ少ない要素によって統計的に有意な回帰式を得ることを目的とし、決定係数(相関係数の2乗値)を指標に判定を行った。

C. 研究結果

南大東島の調査結果で比較的捕獲個体数が多く、トラップによる捕獲個体数の違いがはっきりしているネッタイエカとキンイロヌマカの種類、アシマダラヌマカの3種類について分析を行った。

ネッタイエカの季節消長は大きく3期に分けられた。調査期間全体の捕獲個体数を基にした分析結果と3期のそれぞれについて重回帰分析を行った。全期間の捕獲数とハビタットの構成比率との間には統計的に有意な関係が得られなかった。それに対してトラップを設置した並木の方角には非常に有意な効果が認められた(表1)。季節消長によって3つの期間に分けた場合も、基本的には同じ分析結果が得られ、トラップを設置した並木の方角が重要な要因であることが示された。ただし、捕獲される蚊の種類が比較的多く、サトウキビなど植物の生育期に相当する3月から11月の場合、農耕地の構成比率も捕獲個体数に影響する要因であることが示された(表1)。

キンイロヌマカの場合、トラップを設置した並木の方角は重要ではなく、500mの範囲に含まれる湿地の構成比率が重要であることが示された。アシマダラヌマカでも500mの範囲に含まれる水域の比率がある程度重要であると思われるが、分散分析の結果は $p=0.0516$ で有意ではなかった。決定係数も0.5668であるので今回の分析では考慮されていない重要な要因がある可能性が高い。

新潟県佐潟の調査結果から、捕獲個体数の多かったイナトミシオカ、ヒトスジシマカ、アカイエカ群について分析した(表3)。トラップを設置した場所が林縁、林内、孤立木、木なし(三脚)のいずれかであったかは、捕獲される種類や個体数にかなり影響を与えられたが、分析した3種のいずれでも有意な要因ではなかった。イナトミシオカでは100mの範囲に含まれる水域の比率が有意な要因であった。アカイエカ群では200mの範囲に含まれる水辺の長さが有意な要因であった。ヨシ原の構成比率は有意ではなかったが、水辺の長さや組み合わせることで決定係数が大きくなった。ヒトスジシマカでは、100mの範囲を対象としたときに農耕地が占める比率が有意な要因であった。これらの要因による決定係数の値はいずれも0.6以上であり、これらが捕獲個体数を決定するかなり重要な要因であると考えられる。

D. 考察

本研究で検討した2調査地の分析結果で共通しているのは、蚊の種類によってトラップの捕獲個体数に影響する要因が異なることである。今回分析したのは二酸化炭素トラップに捕獲された成虫の個体数であり、吸血源の動物を探索するために飛翔している個体である。吸血飛来行動は蚊によって様々であり、探索飛翔する範囲もヒトスジシマカのように100m程度と範囲が狭い種類からネッタイエカのように数キロ四方と広い範囲を探

索する種類が知られている。探索行動や探索範囲が異なれば探索飛翔個体の空間分布が異なるのは当然であり、それがトラップによる捕獲数の違いに反映されていると考えられる。

南大東島のネッタイエカでは、捕獲個体数の違いはトラップを設置した並木の方角に強く影響されていた。この結果から予想される要因として風がある。トラップ調査を行った日の1時間ごとの風向きから頻度分布を描いて図3に示した。調査期間を3期に分けて示したが、時期によって風向きに偏りがあることがわかる。また、平均風速を求めたところどの時期も秒速4m/以上であり、蚊の飛翔が強く影響されることが予想された。ネッタイエカの飛翔範囲は1キロ前後とされていることから、風の影響を強く受けられると思われる。並木は風の方角によっては緩衝帯として機能すると考えられるので、このことが分析結果に現われたのだろう。

ネッタイエカ以外の種類では、ハビタットの構成比率が有意な要因であった。キンイロヌマカの一種とイナトミシオカでは周囲の湿地の構成比率、アカイエカ群では水辺の長さ、ヒトスジシマカでは農耕地の構成比率が有意な要因であった。キンイロヌマカとイナトミシオカ、アカイエカ群は湿地が発生源であることから、湿地に関連したハビタットの構成要素が有意な要因となったと考えられる。ヒトスジシマカの場合、移動範囲が狭く待ち伏せ型の吸血行動であることから考えて、発生源の近くで多数採集されると思われるが、農耕地の構成比率と発生源との関係は不明である。

E. 結論

トラップによって捕獲される蚊の個体数が周囲のどのような要因で決定されるのかを分析した。その結果、統計的に有意な要因は種類によって異なることが示された。蚊の捕獲個体数に影響する要因

は、対象とする蚊がどのような吸血飛来行動を示すかに依存していると思われる。探索飛翔範囲が広いネッタイエカの場合には飛翔中に風の影響を受けやすい。南大東島のように強い風が頻繁に吹く状況では、風の影響が緩和される場所で捕獲個体数が多くなる。これに対して探索範囲が狭いあるいは発生場所から遠く離れることなく吸血活動を行う種類では、基本的に発生源に近く周囲に発生源が多い場所で、捕獲個体数が多くなると思われる。

本研究で示したようにトラップ周辺の植生や環境条件によって捕獲される蚊の個体数が説明できれば、その結果に基づいてトラップによる捕獲個体数の予測ができる。捕獲個体数を予測し地図上にプロットすることで、蚊によって媒介される疾患の感染リスクの高い地域を示すことが可能となると考えられるので、今後このような分析方法の検討を行う必要がある。

F. 研究発表

1. 論文発表
なし
2. 学会発表
松井 晋、津田良夫、斉藤篤思、赤谷加奈、山内健生、佐藤雪太、高木昌興、村田浩一、南大東島における鳥マラリア媒介蚊の季節消長、第59回日本衛生動物学会大会、大阪市立大学、2007年4月3-4日、大阪

G. 知的所有権の取得状況

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし

表 1. 南大東島の媒介蚊調査で得られたネッタイエカ密度の場所間変異の解析結果

効 果	全期間 2006年3月-2007年2月			低密度期 2006年3月-11月		
	係 数	SE	p	係 数	SE	p
定 数	723	15.3	<0.0001	47	2.0	0.0017
東西方向	-693	17.1	<0.0001	-18	1.1	0.0037
南北方向	-579	21.6	0.0001	30	1.6	0.0027
農耕地の比率 (1 km)	-	-	-	-0.3	0.02	0.0077
R ²	0.997			0.9968		
F-test	p = 0.0001			p = 0.0018		

表 2. 南大東島の媒介蚊調査で得られたヌマカ密度の場所間変異の解析結果

効 果	<i>Ma (Coq.) sp.</i>			<i>Ma. uniformis</i>			
	係 数	SE	p	効 果	係 数	SE	p
定 数	-0.5915	1.691	0.7441	定 数	1.5846	0.5438	0.0435
湿地の比率 (500 m)	0.4882	0.0718	0.0024	水域 (500 m)	0.1501	0.0547	0.0516
R ²	0.9203			R ²	0.5668		
F-test	p = 0.0024			F-test	p = 0.0516		

表 3. 新潟県佐潟の媒介蚊調査で得られた3種蚊成虫密度の場所間変異の解析結果

種 類	対象範囲	要 素	係数	係数の有意性	R ²	分散分析
イナトミシオカ	100 m	水域の比率	2.814	<0.001	0.607	<0.001
ヒトスジシマカ	100 m	農耕地の比率	0.544	<0.001	0.736	<0.001
アカイエカ群	200 m	水辺の長さ	0.0747	0.036	0.8282	<0.001
		ヨシ原の比率	-0.3615	0.7588		

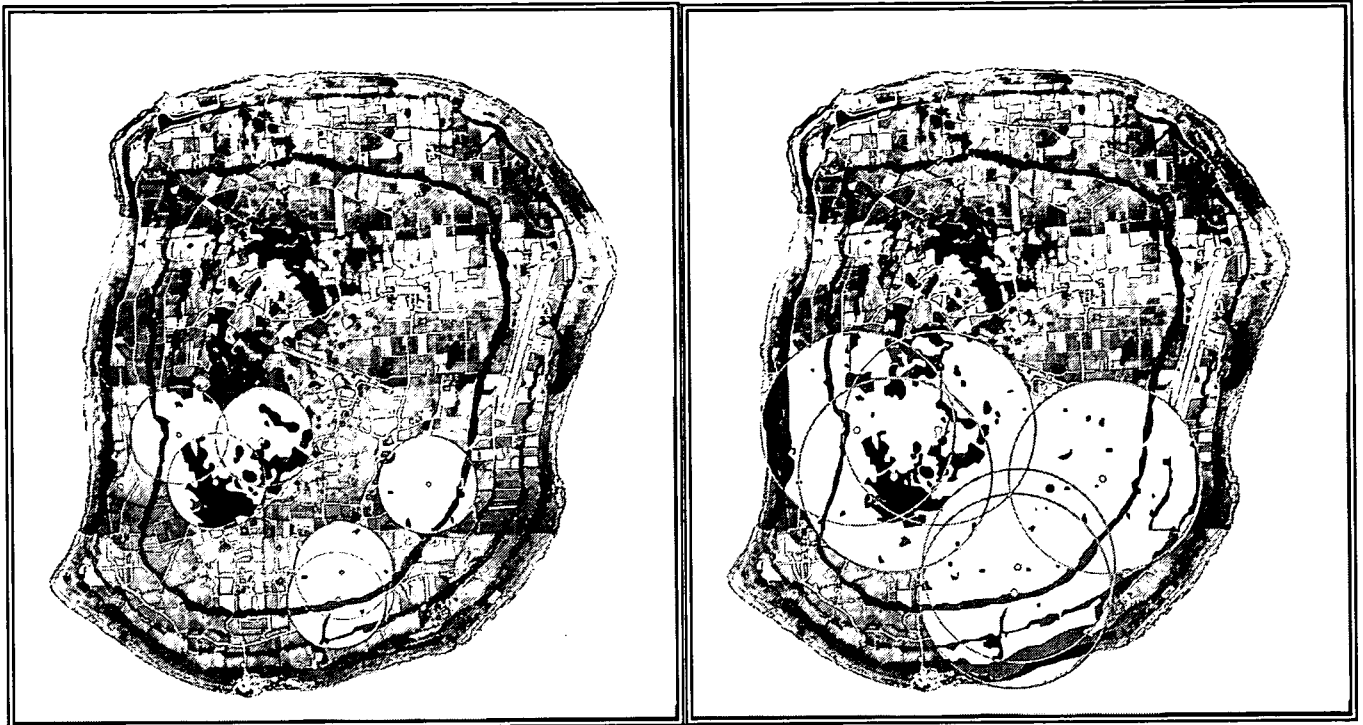


図 1. 南大東島のトラップ設置場所周辺の景観構造

(対象範囲=500m左図、1 k m右図)

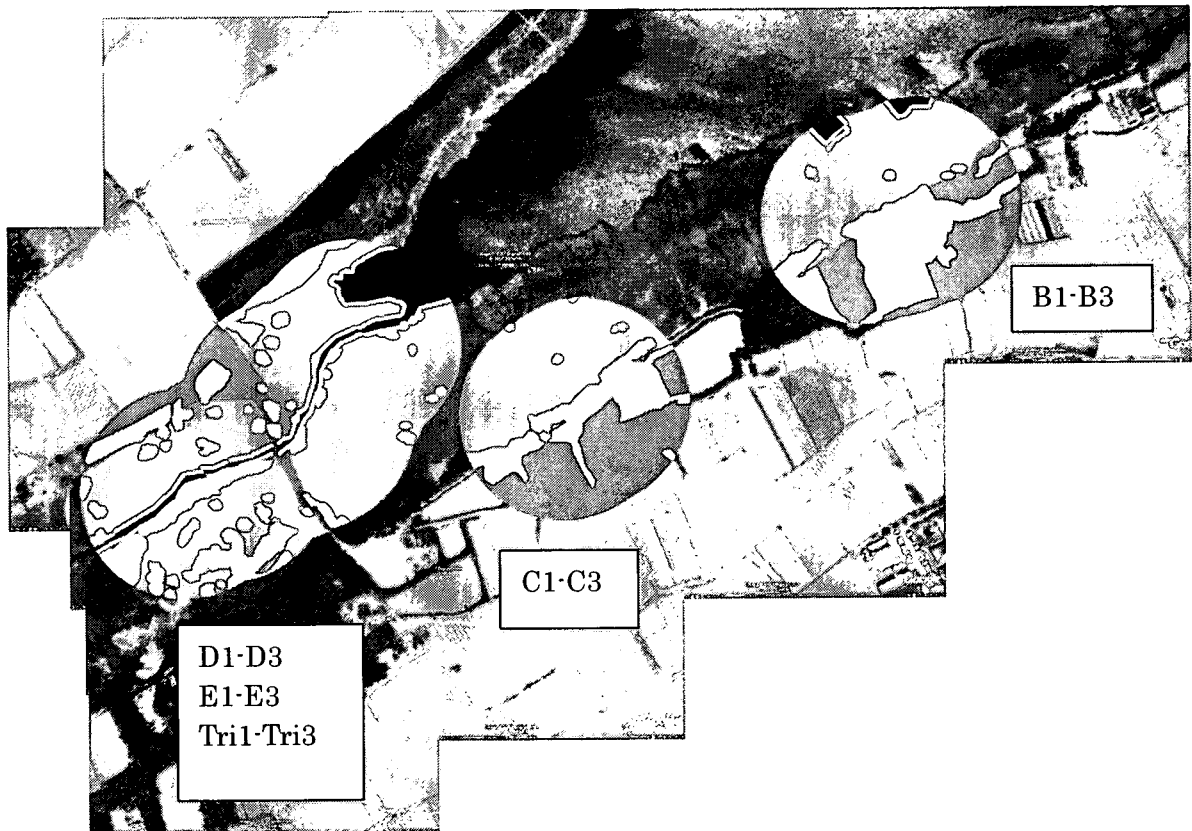
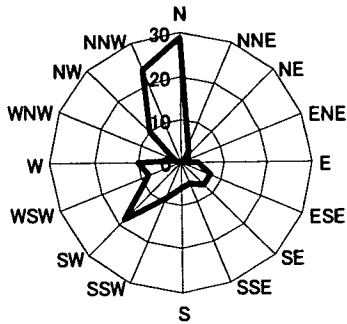


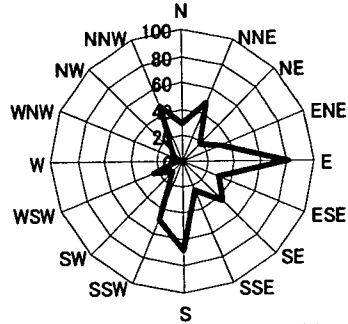
図 2. 新潟県佐潟のトラップ設置場所周辺の景観構造 (対象範囲=50m)

平均風速= 4.2 ± 1.6 m



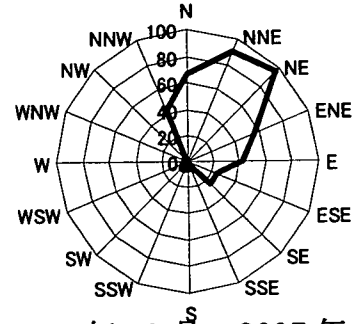
2006年3月-4月

平均風速= 4.0 ± 1.8 m



2006年5月-10月

平均風速= 4.6 ± 1.9 m



2006年10月-2007年2月

図3. 南大東島で媒介蚊のトラップ採集を実施した日の風向きの頻度分布。(蚊の発生消長を基にして調査期間を3時期に分けた。)

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

沖縄県での日本脳炎媒介蚊とシマカ類に関する調査研究

分担研究者 當間孝子（琉球大学医学部・教授）
研究協力者 宮城一郎（琉球大学・名誉教授）

研究要旨 2007年4月から12月まで、日本脳炎媒介蚊やシマカ類の発生状況や消長を明らかにするために調査研究を行った。日本脳炎媒介蚊の調査は、沖縄本島北部の金武村で行い、幼虫については、田芋畑や水田などの30水域で行った。また、成虫については2軒の民家で、1週間に2回の割合でBLBライトトラップにより捕獲し、発生状況や発生消長を明らかにした。奄美大島でも7月に幼虫採集を行った。シマカ類に関しては、沖縄本島と西表島で、産卵用のトラップを設置し、そこに生息している幼虫を採集し、種を同定した。また、自然の幼虫発生水域でも同様に調べた。幼虫採集地点で、吸血に飛来するシマカも捕獲した。沖縄本島金武における幼虫調査では8種の蚊が採集され、田芋畑でコガタアカイエカの個体数の割合が多く、水田や溝でも同様であった。ウシニイエカも個体数は少ないが採集された。成虫も幼虫同様にコガタアカイエカが多く採れ、ウシニイエカも個体数は少ないが人家まで飛来していることが明らかになった。奄美大島では湿地や泥田でコガタアカイエカ幼虫が採集されたが、沖縄本島まで、生息が確認されているウシニイエカは採集されなかった。シマカについては、沖縄本島や西表島で人が常駐している地域ではヒトスジシマカ、林内ではリバーズシマカ、ダウンズシマカ（又はミヤラシマカ）が採集されたが、ネッタイシマカはいずれの地域でも採集されなかった。

A. 研究目的

年間を通じた疾病媒介蚊の発生状況を明らかにすることは、疾病の流行を未然に防いだり、疾病が流行した時に効果的に防除するために意義深いことである。沖縄県での日本脳炎媒介蚊の発生消長に関する最近の調査はなく、本研究は日本脳炎媒介蚊3種（コガタアカイエカ *Culex tritaeniorhynchus*、ウシニイエカ *Cx. vishnui* とシロハシイエカ *Cx. pseudovishnui*）の発生状況や発生消長を調べ、また、1990年に国内では初めて石垣島で生息が確認され、分布が北上しつつあるウシニイエカの生息分布を明らか

にすることを目的としている。さらに、沖縄本島と西表島の人家周辺と森林内ではシマカ類を採集し、ネッタイシマカの生息の有無やヒトスジシマカ *Ae. albopictus*、リバーズシマカ *Ae. riversi* などの生息状況を明らかにすることも目的としている。得られた結果は、日本脳炎やデング熱の流行を未然に防いだり、効果的に防除するための媒介蚊対策の重要な資料となり、行政施策への貢献の可能性は高い。

B. 研究方法

1. 日本脳炎媒介蚊に関する調査研究
—沖縄本島金武—

調査は、2007年4月から12月まで、沖縄本島北部の金武町(那覇市の北東約40km)で行った。幼虫調査は、田芋畑で延べ19、水田で5、溝で5、給水口で1回行った。採集は、1水域あたり柄杓で30回の掬いとりに行った。若令幼虫は実験室で4令幼虫になるまで飼育した。種の同定は標本を作製し、生物顕微鏡下で行った。成虫については水田や田芋畑に近い2軒の人家(T、H)で、1週間に2回の割合でBLBライトトラップを用いて終夜採集を行った。成虫の同定は実体顕微鏡下で行い、破損がひどく形態で同定できない個体についてはToma et al. (2000)が開発したプライマーを用いて行った。

—奄美大島—

調査は、2007年7月に、奄美大島の北部に位置する龍郷町と奄美市にある湿地、水田、田芋畑、泥田などの15水域で幼虫の採集を行った。幼虫はアルコールで固定し、標本を作製し、その後、種の同定を行った。

2. シマカ類に関する調査研究

沖縄本島南部の那覇市の住宅地TT地点、中部の住宅地に隣接している琉球大学敷地内RN地点、北部の国頭村与那(那覇市の北東約82km)にある琉球大学亜熱帯フィールド科学教育研究センターの敷地内YS地点とYO地点(YS地点から約700m離れた山脚地の林内)、YT地点(YS地点から約1,000m離れた山脚地の林内)、国頭村安田の林内のAD地点(YS地点の東10km)と、西表島古見の部落内のKM地点、西表野生生物保護センター敷地内KC地点とKR地点(保護センターから500~1,000m離れた林内)と大富の

林内OR地点にプラスチック容器(高さ20cm、直径18cm)を置き、シマカ類の調査を行った。また、自然にあるシマカが発生する水域についても調べた。採集した幼虫は実験室に持ち帰り、飼育し、羽化させ、種の同定を行った。吸血に飛来するシマカについても調べた。

(倫理面への配慮)

調査研究に協力いただく方や家庭の方には、研究の趣旨や方法について十分説明した。

C. 研究結果

1. 日本脳炎媒介蚊に関する調査研究

—沖縄本島金武—

1) 田芋畑や水田等における日本脳炎媒介蚊とその他の蚊幼虫の発生数と割合

田芋畑や水田などでは8種の蚊幼虫が採集された(表1)。田芋畑では、延べ19回調査し、1,331個体の幼虫を採集し、個体数が最も多かったのはコガタアカイエカで958個体、その割合は72.0%であった(図1)。その傾向は水田(223個体、72.9%)や溝などでも同様であった。つづいて多く採集された幼虫はシナハマダラカ群であった。個体数は少ないが田芋畑と水田でウシニイエカが採集された。

2) T、H宅における日本脳炎媒介蚊成虫の捕獲状況

T宅: 1,154個体の蚊成虫が捕獲され、コガタアカイエカは91.2%、ウシニイエカは0.9%、シロハシイエカが0.09%であった(表2、図2)。多くのコガタアカイエカ成虫が採集されたのは6~9月で、6月18

日には、最も多くの個体 (644) を採集した (図 3)。

H 宅 : 374 個体の蚊成虫が捕獲され、コガタアカイエカは 61.0%、ウィシニイエカは 3.2% で、シロハシイエカは採集されなかった (表 2、図 2)。もっとも多くのコガタアカイエカ採れたのは 8 月 7 日で、35 個体であった (図 4)。

—奄美大島—

1) 田芋畑や水田等における日本脳炎媒介蚊とその他の蚊幼虫の発生数と割合

龍郷町の 4 ヶ所の湿地を調査し、3 ヶ所で蚊幼虫が採集され、その全ての水域にコガタアカイエカが生息していた。湿地で採集された 268 個体の中で 97% がコガタアカイエカであった (表 3)。奄美市では、調査した 4 ヶ所の泥田のうち 3 ヶ所に蚊幼虫が採集され、そのうちの 2 水域にコガタアカイエカが生息していた。45 個体のうち 46.7% がコガタアカイエカであった。今回調査した水域にはウィシニイエカ幼虫は生息していなかった (表 3)。

2. シマカ類に関する調査研究

—沖縄本島—

沖縄本島南部那覇市の住宅地 TT 地点、中部の住宅地に隣接している大学の敷地ではヒトスジシマカ幼虫のみが採集され、また、成虫もヒトスジシマカのみが飛来した。北部国頭村与那の YS 地点、Y0 地点ではヒトスジシマカ、リバーズシマカ、ダウズシマカ 3 種の幼虫が採集され、3 種の成虫も吸血に飛来した。YT 地点ではリバーズシマカの幼虫が採集された。安田の林内 AD 地点ではリバーズシマカ、ダウズシマカ *Ae. f.*

downsi 2 種の幼虫が採集された (表 4)。

—西表島—

西表島の古見部落内の KM 地点ではヒトスジシマカ、リバーズシマカ、部落から離れた KC 地点や OR 地点ではリバーズシマカ、ミヤラシマカ *Ae. f. miyarai* 2 種の幼虫が採集され、KR ではリバーズシマカとミヤラシマカが採集された (表 5)。いずれの地域でもネッタシマカは全く採集されなかった。

D. 考察

沖縄県は日本脳炎媒介蚊の好適な水域である水田面積は少なく、沖縄本島でも数ヶ所に限られている。田芋の栽培には多くの水を必要とし、沖縄本島では水田地域に混在して行われ、最近では、水田より田芋を植えている水域が増えている傾向がみられる。今回調査を行った沖縄本島北部の金武町は、本島では水田や田芋の面積が最も大きい地域である。日本脳炎媒介蚊の幼虫調査は田芋畑、水田、溝、給水口で行った。今回調査した水域のなかで多く採集した水域は田芋畑で、8 種の幼虫が採集され、採集個体数が最も多かったのは日本脳炎媒介蚊コガタアカイエカ (72%) であった。わずかにウィシニイエカ (3%) も生息していることも明らかになった。その傾向は、他の水域でも同様であった。

成虫発消長の調査については人家 2 軒で行ったが、T 宅で多くのコガタアカイエカ成虫が昨年よりも多く採集された。個体数は 4 月から 9 月に多く、6 月には 1 晩で 600 個体を超えて採集された。昨年の調査も含めて最高の値になった。昨年は H 宅で

多くの個体数が採集され、8月9日に100個体を記録している。昨年同様、本種は、気温が低くなる11、12月の寒い時期でも個体数は少ないが採集されている。幼虫調査で採集されなかったシロハシエカが成虫調査で捕獲されている。

以上のことから、今回調査した田芋畑や水田の多い金武町では、昨年の結果と同様、日本脳炎媒介蚊コガタアカイエカが生息し、個体数は少ないがウィシニエカやシロハシエカも生息していることが明らかになった。

奄美大島での水田、田芋畑や泥田での蚊幼虫調査の結果から、コガタアカイエカは多数生息し、シロハシエカも生息しているが、沖縄本島まで、生息分布が確認されているウィシニエカは生息を確認することができなかった。

沖縄本島や西表島の人が常駐している地域ではヒトスジシマカ、林内ではリバーズシマカ、ダウンズシマカ（又はミヤラシマカ）が採集され、ネッタシマカはいずれの地域でも採集されなかった。

E. 結論

今回沖縄本島金武町で行った日本脳炎媒介蚊の調査では、田芋畑、水田、溝、休耕田に媒介幼虫が生息していることが明らかになった。年間を通した調査では、4月から9月にコガタアカイエカが多数生息し、個体数は少ないがウィシニエカやシロハシエカも生息し、これらの成虫は人家まで飛来していることも明らかになった。奄美大島でのウィシニエカの生息は確認できなかった。

沖縄本島と西表島の人家周辺ではヒトスジシマカ、林内ではリバーズシマカ、ダウンズシマカ（又はミヤラシマカ）が採集され、ネッタシマカはいずれの地域でも採集されなかった。

G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

當間孝子・宮城一郎. 沖縄県北部の田芋畑や水田地域での蚊幼虫、成虫調査. 第60回日本寄生虫学会南日本支部大会・第57回日本衛生動物学会南日本支部大会合同大会（熊本），平成19年10月

H. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む）

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

表1 水田や田芋畑などで採集された蚊幼虫と個体数(沖縄県金武、2007)

種 類	田芋畑	水 田	溝	給水口	合計
	19*	5*	5*	1*	30*
<i>Anopheles sinensis</i> g.**	284(21.3)	81(26.5)	27(37.0)	0	392(22.3)
<i>Aedes v. nipponii</i>	1	0	0	0	1
<i>Lutzia fuscanus & vorax</i>	47	1	0	0	48
<i>Culex tritaenio-rhynchus</i>	958(72.0)	223(72.9)	46(63.0)	46	1,273(72.5)
<i>Cx. vishnui</i>	40	1	0	0	41(2.3)
<i>Cx. bitaeniorhynchus</i>	1	0	0	0	1
	1,331	306	73	46	1,756

* 調査回数、** *An. lesteri*を含む

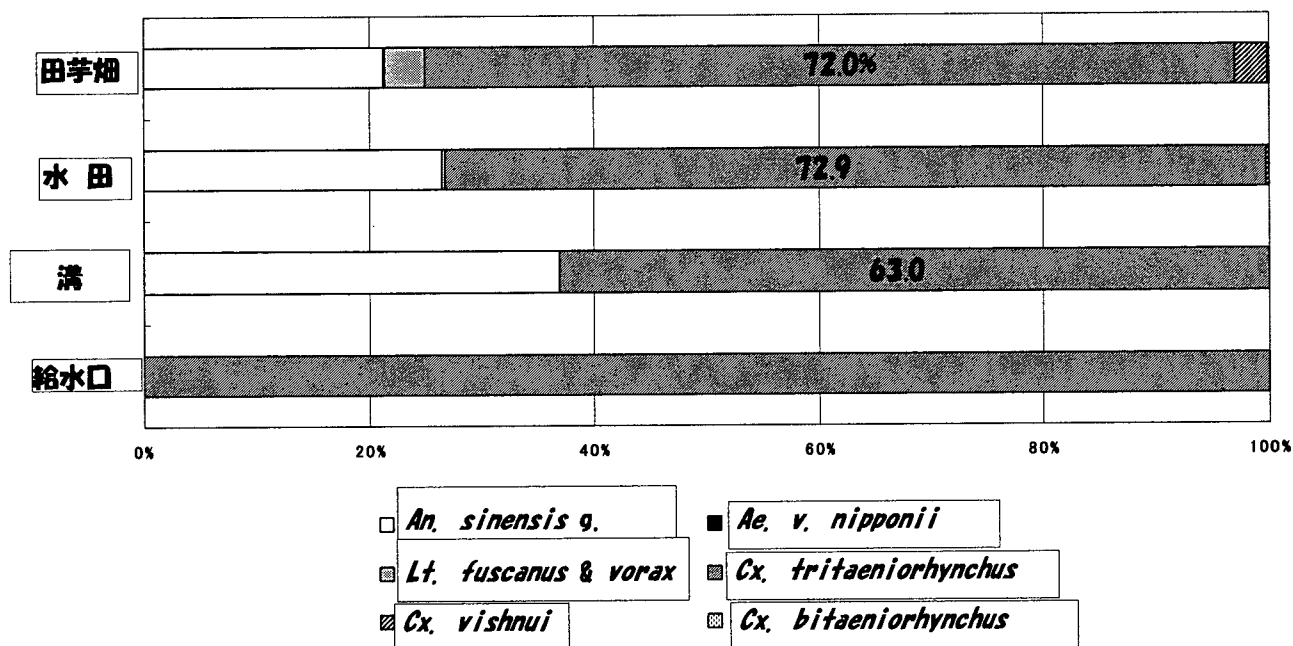


図1 田芋畑や水田などで採集した蚊幼虫の割合(沖縄県金武、2007)