

殺虫剤に対する昆虫の感受性または抵抗性を識別するための試験の規準及び意義

どのような昆虫でも、標準法で殺虫剤抵抗性を検出、測定するには、同様の条件で感受性が正常な種と比較する必要がある。感受性の種は、殺虫剤使用前に採取して飼育したものが望ましい。それが不可能な場合は、殺虫剤を使用した区域と使用していない区域で採取した検体から得られた結果を比較することが必要であり、または単に殺虫剤使用後数年間、継続的な変化を調べることが必要である。

感受性の種に対する基本データを得るのに最も確実な方法は、(一般に適用する方法のように) 昆虫の群を個々に既知の毒量で測定することである。しかし、個々に測定することは、蚊のような小さな昆虫では技術的に困難である。従って、試験方法はほとんどの場合、昆虫を処理紙に標準時間接触させて測定するものである。

測定の基本としては、標準時間で濃度を変えて試験紙に接触させるよりも、一定濃度に対し接触時間を変える必要がある場合もあることがわかってきた。節足動物で用量が接触時間に比例すると仮定すれば、投与量を測定するのに時間を測ることは正当であり、以下の項における結果もすべて適切である。但し、「時間」は「濃度」と、「LT50」は「LC50」と互換性があるとみなさねばならない。この仮説は数種の蚊で、有機塩素系・有機リン系及びカーバメイト系殺虫剤について正しいと証明されている。従って、時間に基いて投与量を測定することは、少なくとも抵抗性を検出するには正当であると思われる。但し、8時間以上とか、15分以下のように、過度に長いとか、短いとかいう接触は無効である。

抵抗性試験全般について以下の注意が当てはまる。

(a) 自然の条件下では、どの種も反応が一定ではない。つまり、基準は季節、栄養条件、吸血後の時間、卵の発育段階、齢期のような様々な条件によって変化する。温度や光度のような試験中の条件、その他被検昆虫の活動に影響するいかなる要素も結果に影響を及ぼす。

(b) 個体群がコントロールの方法やそれ以外の過程で影響を受けると、対数確率紙にプロットした場合、感受性の個体群では用量殺虫回帰線が特徴的な直線であるのに対し、反応線が位置のみならず形状も異なってくるのがよくある。しばしば曲線は、ある死亡率で高用量に向

かって著しい傾きを示す(図1)。こうした結果になるのは、被検昆虫の個体群に抵抗性の個体が何割か存在することによる。この割合が増加し続ければ、線は結果的に水平になり、最大使用量に対して上昇し続ける。個体群全体のうち、処置で殺虫できたのはごく一部であり、生残している蚊が抵抗性であるのは明らかである。

初期の抵抗性によって回帰線が変化することは、数値を調べても明白であるように、高用量で最も明白のようである。それゆえ、初期の抵抗性を証明するには、LC50での変化よりはむしろ、高用量の範囲で調べるべきである。従って、抵抗性を早期に検出するための通常の監視試験では、感受性の昆虫をすべて殺す可能性が非常に高い識別用量(または濃度)を使うことを勧める。これに基けば、このような試験での生残率とは、採取した個体群での抵抗性の個体の割合を測定したものである。それゆえ、生残率によって結果を「感受性」・「中間」・「抵抗性」として分けるのは信頼できない。「中間」というカテゴリーは論理的に明確ではないようで、合理的だと説明づけようとする、不明瞭になる。このように、「中間」とは抵抗性の個体が少数の割合存在するか、あるいはごく軽度に防御する抵抗性のメカニズムが存在するのを示していると解釈できる。実際、「中間」という結果が出る場合があるというのは、異常な環境条件とか、異常な(差し迫った越冬のような)生理的状态の結果、感受性個体の数体が生残するためである。他には、あるいはこれに加えて、監視用量が低すぎた場合が考えられる。従って、更に調査しても結果が確認できなければ、生残率が低いものは「不確定」として分類できよう。

識別用量とその確認の基礎となる原理

第一の問題は、感受性の昆虫をすべて殺す「期待」用量を決定することである。感受性の種での本来の基準テストは、対数確率紙にプロットでき(または統計でき)、それによって各段階の殺虫期待用量を推定できる。あいにく、理論上は「LC100」を見積もることは不可能である。実用的な概算値としては、WHOの殺虫剤専門家委員会が1975年に規準に採用したのがあり、感受性の種に対する基準を評するための実験で昆虫をすべて殺した最小濃度を倍にしたものだった。この規準は感受性の個体群で、急勾配の回帰線になるような試験で有効なようである。しかし、回帰線の傾きが何によるものかわからないと、どの用量からであっても、正常なタイプが含まれている可能性の確率を示していると見積もれないのは明白である。従って、死亡率の確率によって識別量を選ぶ方が正確である。

識別量を99.9%殺虫に相当する量をもとに選択した場合、正常な昆虫が生残する確率は0.001%あり、100個体の群では0.1%の可能性がある。10回の各テストで1匹生残するのが予想されるが、テストを繰り返して生残するのが1匹の場合は、可能性が0.1%、0.01%、0.001%というように著しく下がる。従って、試験を連続しても生残する個体がなくなるということは、その生残する個体が真に抵抗性であると証明するのに十分である。

もちろんこのような試験を十分な個体数を使って何回も行うほど昆虫の数は十分ではなからう。しかし、確認するのに同じように有効な方法は他にもある。識別量の接触で生残したものを飼い続け、子を産ませ、その子孫を試験するのが可能であれば、識別量で生残率が増加することにより、遺伝性の抵抗性があることが示される。

蚊における識別量及び濃度

重要な種で感受性がわかっている群について、基準データを慎重に測定して得ているような共同の研究所では、実地研究者は（本目的のために濃度を変えて範囲を設定するのに必要な時間及び費用に加えて）自身で基準データを決定せずにする。更に、実地研究者にとっては、現場で正常に感受性である種を間違いなく得るとするのは困難であることが多い。殺虫剤の使用（農業用の場合が多い）によって、種の多くが多かれ少なかれ抵抗性になるからである。

蚊・シラミ・南京虫・ノミの成虫・幼虫に関して有用なデータが多数確定されており、表1・2・3に示す。

抵抗性試験の結果を解釈するに際しての更なる注意点

(a) 遺伝について判定し、それが単一の主因によるものである場合、（識別量または濃度として既知の）高めの識別量を使用して、特定の遺伝子型を区別する。このタイプの試験は通常ディルドリン抵抗性に対して最も適合している。ディルドリン抵抗性は通常、部分的に優性遺伝性の遺伝子によって遺伝する。それにより、同形接合体の抵抗性個体または感受性個体から、異形接合体の個体に分離しやすくなるのである。このようにハマダラカ成虫の部分的に優性なディルドリン抵抗性では、ディルドリンの識別濃度4%、2時間で異形接合体の個体が死ぬが、同形接合体の個体は死なない。

(b) 抵抗性を確実に検出した場合、その程度と交差抵抗性のスペクトルも確定することが強く望まれる。これを行うには、抵抗性について実質的には同形接合体である種にのみ実際可能であり、実地検体は通常、検査室で保ち、更に選択する必要がある。これは困難であり、時間を費やすのは確かであるので、実地検体を基にした予備評価を行う研究者もいる。これはLC50の用量を見積もったものを基に行うことが多いが、当該の種が抵抗性に関して同形接合体である場合（これはまれであるが）にのみ正当化される。LC50を感受性と抵抗性の昆虫が混合したものに対して決定することは信頼できない。イエバエと蚊の混合したものに対してLC50を見積もるようなものである。それでも、実地検体から交差抵抗性をおおよそ予想するのが有用な場合も多く、LC50よりは（LC95のように）殺虫用量を高くしたものを基に行わなければならない。

翻訳：小樽検疫所 中溝芳行

図1

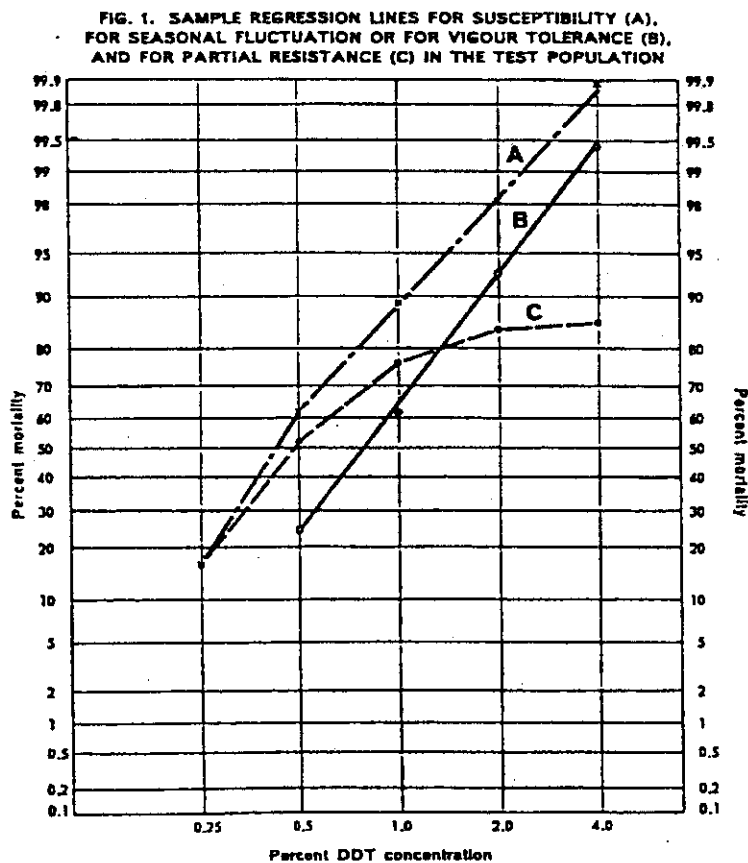


表 1, 2, 3

Table 1. Tentative diagnostic dosages for adult mosquitos

Insecticide	Anophelines		<i>Culex quinquefasciatus</i>	
	Concentration	Exposure time	Concentration	Exposure time
DDT	4%	1 h	4%	4 h
Dieldrin	0.4%	1 h ^a	4%	1 h
Malathion	5%	1 h	5%	1 h
Fenitrothion	1%	2 h	1%	2 h
Propoxur	0.1%	1 h	0.1%	2 h
Chlorphoxim	4%	1 h	—	—
Permethrin	0.25%	1 h	0.25%	3 h ^b
Decamethrin	0.025%	1 h	0.025%	1 h ^b

^aExcept for *A. sacharovi*.
^bExposure tubes held flat so that mosquitos which are knocked down remain in contact with the paper during the entire time specified.

Table 2. Tentative diagnostic dosages for larval mosquitos (mg/l)

Insecticide	Anophelines	<i>Culex quinquefasciatus</i>	<i>Aedes aegypti</i>
DDT	2.5	—	0.05
Dieldrin	0.1	—	0.1
Malathion	3.125	1.0	1.0
Fenitrothion	0.125	0.125	0.06
Fenthion	0.05	0.06	0.05
Temephos	0.25	0.02	0.02
Chlorpyrifos	0.025	0.01	0.01

Table 3. Tentative diagnostic dosages for lice, bedbugs and fleas

Insecticide	Body lice		Bedbugs		Fleas (<i>Xenopsylla cheopis</i>)	
	Concentration	Exposure time	Concentration	Exposure time	Concentration	Exposure time
DDT	4%	1 d	4%	5 d	1%	1 d
Dieldrin	0.1%	1 d	0.8%	2 d	0.2%	1 d
Propoxur	0.8%	10 h	0.8% ^a	1 d	0.1%	5 h
Fenchlorphos	4%	10 h	4% ^a	5 h	4%	5 h
Malathion	Under revision		5% ^a	16 h	Under revision	
Fenitrothion	1%	5 h	1%	5 h	1%	2.5 h
Trichlorphon	1%	2.5 h	1%	5 h	1%	1.25 h

^aProvisional.

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

関西国際空港における疾病媒介昆虫等の実態調査（最終）

分担研究者 安居院 宣昭 国立感染症研究所 客員研究員
研究協力者 野田 孝治 上田 泰史 西野 壽一 山本 陸夫
日高 勝美 丸山 浩（関西空港検疫所）

調査要旨

航空機輸送の発達や近年における地球温暖化等は、疾病媒介昆虫等の海外からの侵入や国内での生息・定着の可能性を高めることに影響を及ぼしかねない。そこで、本年は関西国際空港に侵入してくる疾病媒介昆虫等の中で、特に蚊に着目して実態調査を実施した。

国際線到着機内での調査は北米便を含め実施したが、ネッタイイエカを含む12種類の昆虫等が採集された。

関西国際空港に生息する蚊の調査については、2年前に確認されたネッタイイエカの繁殖や外国産固有種の蚊はみられず、その他の調査においても、明らかな侵入昆虫等は採集されなかったが、蚊の幼虫調査で採集された種類と採集個体数は、8種2,325個体でやや増加傾向にあった。各調査で採集した蚊に対するフラビウイルス属遺伝子検査については、すべて陰性の結果であった。

なお、オビトラップ調査に用いるオビトラップについて検討を行ったところ、採集結果については従来型よりも上部に蓋を取り付けた改良型の装置がやや優れている傾向が見られたが、統計学的な有意差は認められなかった。

A. 調査目的

輸入感染症を媒介する蚊は、ほとんどが熱帯や亜熱帯地方に生息定着しているが、近年の米国におけるウエストナイル熱の流行に見られるように、北米地域においても蚊の生息定着が注目を集めるようになった。この疾病を媒介する昆虫が、イエカ属やヤブカ属等の蚊と言われているが、このような疾病媒介昆虫等の国内への侵入を水際で監視・防御することが極めて重要となっている。そのため、本研究においては、国際空港を所管する検疫所が行っている疾病媒

介昆虫等に対する監視業務の企画や効率的実施等を推進するために必要となる基礎的資料を得ることを目的として、航空機内や航空機周辺における疾病媒介昆虫等の侵入や生息定着の状況を調査した。また、オビトラップ調査に用いるオビトラップの効率性を検討するため従来型と改良型について比較を行った。

B. 調査方法

1. 航空機内調査

2002年1月から12月までの期間で、原則と

して月2回、主として、疾病媒介昆虫によって起こる各種疾病の流行地域から来航した国際線航空機を対象に調査を実施し、捕虫網、懐中電灯、吸虫管、ピンセット等を用いて、機内に侵入している昆虫等について生死を問わず採集した。なお、ウエストナイル熱対策として、新たに、9月から北米から来航した航空機についても調査を追加した。

2. 到着航空機周辺の調査

(1) 捕虫網による調査

2002年1月から12月までの期間で、原則として月2回（7月からは、空港での蚊族調査の強化のため毎月3～4回）、関西国際空港において、旅客ターミナルビル、エプロン、スポット、ゲート、国際線及び国内線（航空機駐機側）バスゲート周辺を、捕虫網と吸虫管を用いて主として飛翔する昆虫等を採集した。

(2) 炭酸ガス誘引併用ライトトラップによる調査

2002年1月から12月までの期間で、原則として月2回、夕方から翌朝まで、国際線航空機到着スポット前2箇所（8月より2箇所増設：南北両ウイング先端）に炭酸ガス誘引併用ライトトラップを設置して、採集された昆虫の中で主に蚊科を同定した。なお、炭酸ガス誘引併用トラップは、市販の野沢式ライトトラップの上部に手製の小穴をあけた箱を取り付けて、箱内にドライアイスを入れたもので、炭酸ガスを発生させるものである。

3. 航空機コンテナ調査

2002年1月から12月までの期間で、原則として月2回、主として疾病媒介昆虫等によって起こる各種疾病の流行地域から来航し

た国際線航空機から下ろされたコンテナを対象に、コンテナ開扉直後に飛翔する昆虫類は捕虫網で採集し、また貨物搬出後はハンディ掃除機でコンテナ内の塵埃を吸引して調査した。

4. 輸入貨物上屋内の蚊の調査

2002年1月から12月までの期間で、原則として月2回、夕方から翌朝まで、関西国際空港輸入貨物上屋内に粘着式炭酸ガストラップを4器から6器設置し、炭酸ガスに誘引される蚊等を採集した。

5. 輸入貨物上屋内のダニ類の調査

2002年1月から12月までの期間で、原則として月2回、夕方から翌朝まで、関西国際空港輸入貨物上屋内の輸入生鮮貨物等置き場に、綿で適量のドライアイスを含んだ編み目籠の炭酸ガストラップ6器を設置し、炭酸ガスに誘引されるダニ類を採集した。なお、綿に採集されたダニ類はツルグレン装置による方法と肉眼による採集を併用した。

6. 関西国際空港に生息する蚊の調査

(1) 幼虫調査

2002年1月から12月までの期間で、原則として月2回実施し、関西国際空港の各水域（溜め柵44箇所、排水溝8箇所、水たまり4箇所、古タイヤ5箇所、防火用水槽1箇所）からヒシヤクとピペットを用いて採集し、1箇所の調査で1発生源当たり約直径13cmのヒシヤクで4回すくい、採集された幼虫や蛹の数を集計し同定した。

(2) オビトラップ調査

2002年1月から12月までの期間で、原則として月2回実施し、空港区域を10調査区に区切り、各区域に2箇所（1調査区3箇所設置）ずつ、蓋無しのトラップに加え、4月より蓋

有り（上部開口部の直径が5～7cm）のトラップを並行設置し、繁殖した蚊の種類の同定と2種類のトラップの差について検討した。

7. 採集された蚊のフラビウイルス属遺伝子検査

航空機内調査、到着航空機周辺の調査、炭酸ガス誘引併用ライトトラップ調査、幼虫調査、オビトラップ調査で採集された740個体及び上記の定期調査以外の日に採集された6個体について、神戸検疫所輸入食品・検疫検査センターにおいて、フラビウイルス属遺伝子検査を実施した。

8. 採集された昆虫の同定

採集された昆虫の大部分は、関西空港検疫所で同定したが、ハエ類の一部については国立感染症研究所リファレンス・ミュージウムに同定を依頼した。

C. 結果

1. 航空機内調査

関西国際空港に来航し、検疫を受けた国際線航空機30,379機の中で調査対象機は9,446機で調査航空機122機（調査対象機の1.3%）であった。昆虫が採集された航空機は、21機（調査航空機の17.2%）であり、このうち生きた昆虫が採集された航空機は、11機（調査航空機の9.0%）であった。また、疾病媒介昆虫が採集された航空機は、15機（調査航空機の12.3%）で、このうち生きた疾病媒介昆虫が採集された航空機は10機（調査航空機の8.2%）であった。採集された疾病媒介昆虫は、ネッタイイエカ、アカイエカ（北米便）、アカイエカ群、イエバエ、チャバネゴキブリであった（表1）。

2. 到着航空機周辺の調査

(1) 捕虫網による調査

調査回数は34回で、調査したスポットは延べ986スポットであった。疾病媒介昆虫が採集されたのは20回であった。昆虫が採集されたスポット数は延べ66スポットであった。疾病媒介昆虫が採集されたスポット数は延べ47スポットであった。採集された疾病媒介昆虫は、アカイエカ（生体雌1個体、死体雄1個体）、コガタアカイエカ（生体雌1個体、死体雌2個体、死体雄2個体）、ハエ類（6科41個体）であった。なお、蚊について外国産固有種は採集されなかった。また侵入疾病媒介昆虫と思われるものも採集されなかった。（表2）

(2) 炭酸ガス誘引併用ライトトラップによる調査

調査回数24回で、疾病媒介昆虫が採集されたのは17回であった。また、設置したトラップは延べ68器で、昆虫が採集された器数は30器であった。疾病媒介昆虫が採集された器数は28器であった。採集された疾病媒介昆虫は、カ科のシナハマダラカ1個体、アカイエカ16個体、コガタアカイエカ9個体であった。ハエ類は2科82個体採集され、その他の昆虫として5科10個体採集された。

（表3）

3. 航空機コンテナ調査

調査機数は54機で、昆虫などが採集された航空機は18機（調査航空機の33.3%）生きた昆虫等が採集されたコンテナ搭載機数は2機、疾病媒介昆虫等が採集されたコンテナ搭載機数は5機、生きた疾病媒介昆虫等が採集されたコンテナ搭載機数は1機であった。調査コンテナ数は166個で、昆虫等が採集されたコンテナ数は23個（調査コンテナ数の13.9%）、生きた昆虫等が採集された

コンテナ数は2個、疾病媒介昆虫等が採集されたコンテナ数は5個であった。採集された疾病媒介昆虫は、2科7個体であった。(表4)

4. 輸入貨物上屋内の蚊の調査

調査回数は24回で、蚊が採集された回数は7回(29.1%)であった。そして、設置したトラップは延べ122器、蚊が採集されたトラップは延べ12器(9.8%)であった。採集された蚊は、すべてアカイエカの雌で4月から7月にかけて採集された。(表5)

5. 輸入貨物上屋内のダニ類の調査

調査回数24回で、疾病媒介性のダニ類は採集されなかった。設置したトラップは延べ144器で、非病原性ダニ類が採集されたトラップ数は延べ7器であった。非病原性のダニ類は1亜目3科7個体であった。その他の昆虫として1亜目3科8個体採集された。(表6)

6. 関西国際空港に生息する蚊の調査

(1) 幼虫調査

採集された蚊の幼虫は3属8種で2,325個体採集された。内訳は、ハマダラカ属シナハマダラカ1種類、ヤブカ属ヒトスジシマカ1種類、イエカ属がアカイエカ、チカイエカ、コガタアカイエカ、ヤマトクシヒゲカ、イナトミシオカ、トラフカクイカの6種類であった。外国産固有種の繁殖は確認しなかった。(表7)

(2) オビトラップ調査

採集された蚊科はヤブカ属がヒトスジシマカ1種類、イエカ属がアカイエカ、ヤマトクシヒゲカ、チビカ属がフタクロホシチビカの3属4種類であった。外国産固有種は採集されなかった。4月から、トラップの上部に蓋有り(開口部直径約5~7センチ)のものと同様の蓋無しのトラップを並行設置

し比較検討したところ、蓋有りの方がヒトスジシマカで発生が多い結果となっていたが、統計学的に有意差は認められなかった。(表8)。

7. 採集された蚊のフラビウイルス属遺伝子検査

航空機内調査、到着航空機周辺の調査、炭酸ガス誘引併用ライトトラップ調査、幼虫調査、オビトラップ調査で採集された740個体及び上記の定期調査以外の日に採集された6個体について、神戸検疫所輸入食品・検疫検査センターにおいて、フラビウイルス属遺伝子検査を実施し、すべて陰性であった。(表9)

D. 考察

海外から来航する航空機に侵入してネッタイエカ等の疾病媒介昆虫等が運ばれてくることが、本年の調査でも証明されたことから、蚊に対する、航空機内調査、到着航空機周辺の調査等の充実が必要であると考えられた。

また、関西国際空港では、2000年12月のネッタイエカの一時的な生息を除けば、12月から3月までの期間は蚊の幼虫が繁殖するには難しい環境のようであったが、温暖化等の環境や気象状況の変化によっては蚊の繁殖や定着の可能性も否定できないことから、引き続き監視業務を効率的に実施することが望まれる。このような空港内に生息する蚊の幼虫調査やオビトラップ調査等を定期的に行うことは、外国産固有種の蚊の侵入、生息定着、種類や個体数等を監視する上で意義のある調査であり、長期継続して行うことが何より重要と考える。(図1、図2)

オビトラップ調査では、トラップの上部に蓋有りのものが、ヒトスジシマカの繁殖において、従来型のものよりやや優位な傾向を示したが、有意な差ではなかったことから、今後、蓋の有無に加えオビトラップの形状について改良を図る等、新たなる視点を加えた継続した検討が望ましいと考える。

輸入貨物上屋内や航空機コンテナ内のダニ類の調査では、非病原性ダニ類の採集だけであったが、病原性ダニ類の的確な情報を入手するためには、外国から輸入される動物に寄生して侵入するダニ類の調査等を関係機関と連携して行うことも、感染症防止の観点から、今後、検討しなければならないと考える。

E. 結論

3年間における関西国際空港に侵入する疾病媒介昆虫等の調査から、海外から来航する航空機に侵入して疾病媒介昆虫等が運ばれてくることが認められた。病原性の検査では幸い陰性という結果であったが、疾病媒介昆虫等の侵入を防止するためには、航空機内調査について強化を図ることが望ましいと考える。また、各種の調査で疾病媒介昆虫等の侵入を認めた場合は、病原性の有無や生息定着の確認について速やかな対応を要するが、疾病媒介昆虫等の調査及び検査から、繁殖防止等のための駆除に至る一連の対策が円滑に行えるように、検疫所の体制整備の充実に加え、関係機関との連携に基づく総合的な衛生対策の推進が望まれる。

F. 健康危険情報

2002年夏から秋にかけて、ウエストナイル熱が、北米において猛威を振るったこと等もあり、我が国においては、感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律施行規則が改正され、ウエストナイル熱が4類感染症として指定された。

(2002年11月1日施行)

また、検疫法施行令においてもウエストナイル熱が検疫感染症に準ずる感染症に指定された(2003年4月1日施行)ことから、監視・防御体制の強化が求められる状況となっている。

G. 研究発表

なし

H. 知的財産権の出願・登録情報

なし

図1. 関西国際空港の地区別で採集された蚊の幼虫の種類(2000年~2002年)

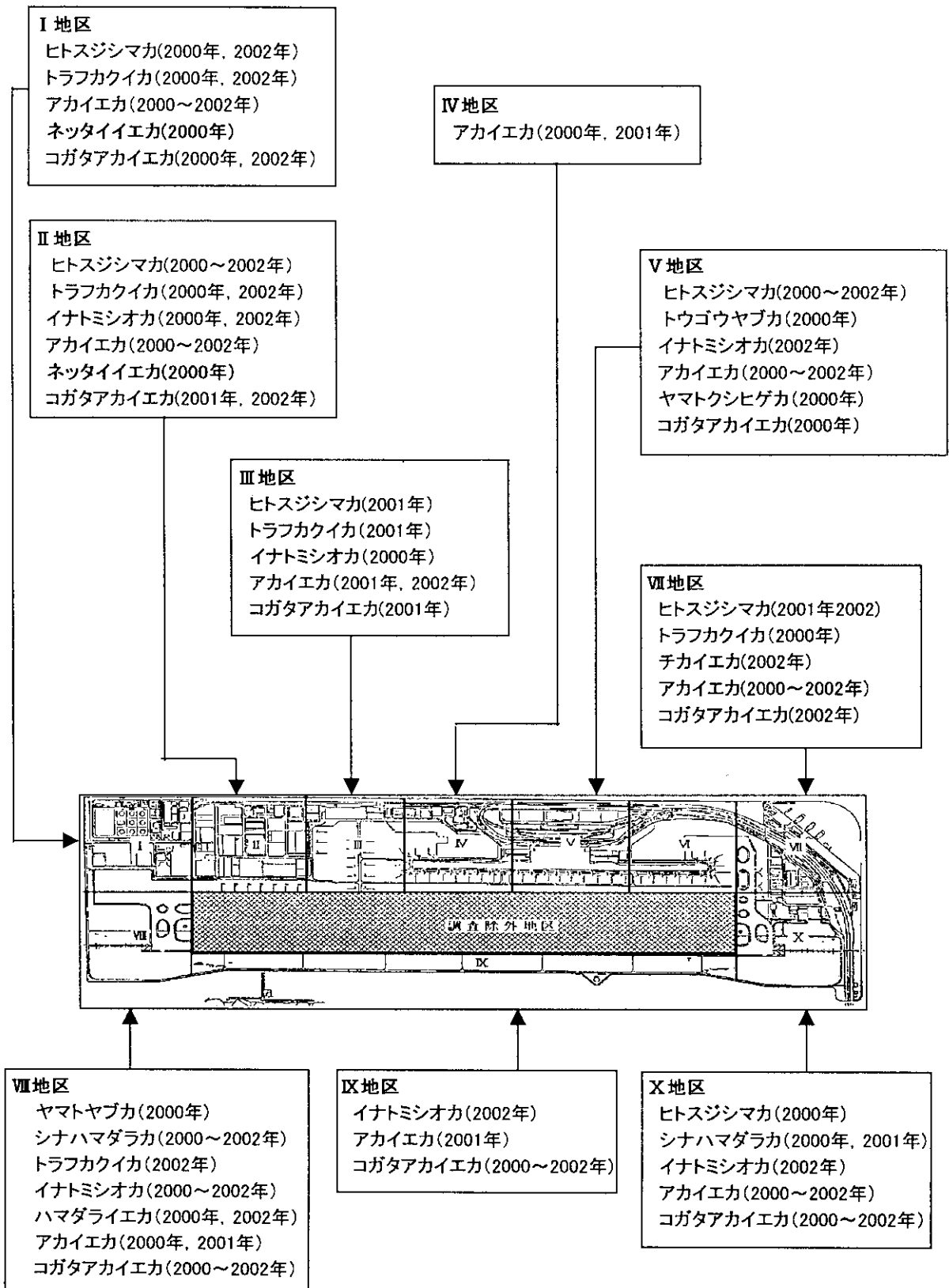
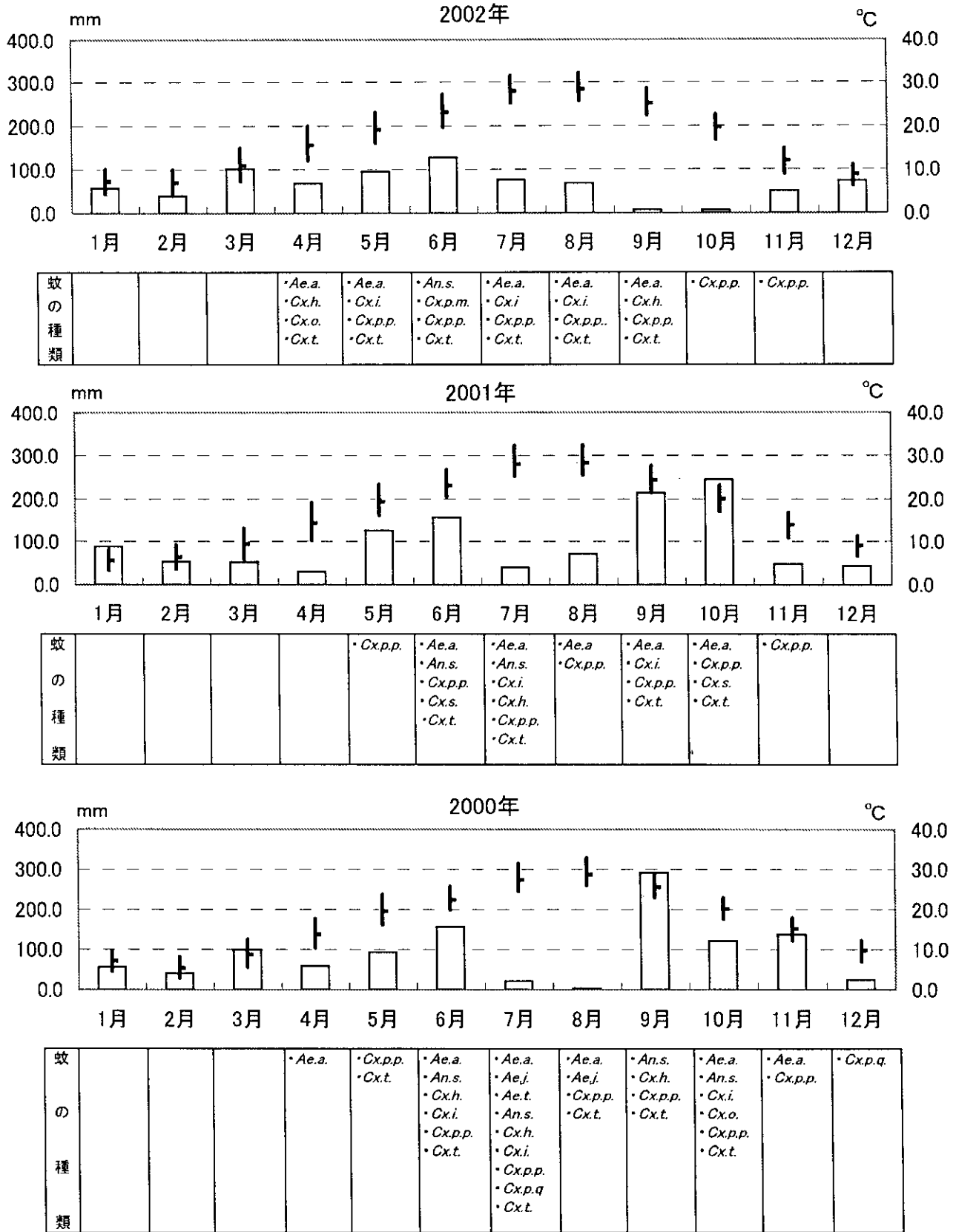


図2. 気象状況と発生した蚊幼虫の種類(2000年～2002年)



■ 降水量
 — 平均最高気温
 — 平均気温
 — 平均最低気温

- | | | | |
|----------|---------|-------------|----------|
| 1. Ae.a. | ヒトスジシマカ | 7. Cx.o. | ハマダライエカ |
| 2. Ae.j. | ヤマトヤブカ | 8. Cx.p.m. | チカイエカ |
| 3. Ae.t. | トウゴウヤブカ | 9. Cx.p.p. | アカイエカ |
| 4. An.s. | シナハマダラカ | 10. Cx.p.q. | ネッタイエカ |
| 5. Cx.h. | トラフカクイカ | 11. Cx.s. | ヤマトクシヒゲカ |
| 6. Cx.i. | イナトミシオカ | 12. Cx.t. | コガタアカイエカ |

表1. 航空機内調査結果(2002年1月～12月)

調 査 結 果				
調査機数	122	機		
昆虫等が採集された航空機	21	機	(17.2%)	
生きた昆虫等が採集された航空機	11	機	(9.0%)	
疾病媒介昆虫等が採集された航空機	15	機	(12.3%)	
生きた疾病媒介昆虫等が採集された航空機	10	機	(8.2%)	
採 集 結 果				
	生死	雌雄	機数	個体数
疾病媒介昆虫等				
双翅目 Diptera				
カ科 Culicidae				
アカイエカ <i>Culex pipiens pallens</i>	生体	♀	1機	1個体
ネッタイエカ <i>Culex pipiens quinquefasciatus</i>	生体	♀	3機	6個体
	死体	♀	1機	1個体
アカイエカ群 <i>Culex pipiens</i>	生体	♀	2機	3個体
	死体	♀	1機	1個体
イエバエ科 Muscidae				
イエバエ <i>Musca domestica</i>	生体	♀	4機	4個体
	生体	♂	1機	1個体
ゴキブリ目 Blattaria				
チャバネゴキブリ科 Blattellidae				
チャバネゴキブリ <i>Blattella germanica</i>	死体		3機	3個体
その他の昆虫等				
双翅目 Diptera				
カ科 Culicidae				
ナンヨウヤブカ <i>Aedes lineatopennis</i>	死体	♀	1機	1個体
ショウジョウバエ科 Drosophilidae				
ショウジョウバエ科の一種	生体		1機	1個体
アブバエ科 Syrphidae				
ハナアブバエ <i>Eristalomyia tenax</i>	死体		1機	1個体
膜翅目 Hymenoptera				
アリ科 Formicidae				
アリ科の一種	死体		1機	1個体
半翅目 Hemiptera				
カメムシ科 Pentatomidae				
カメムシ科の一種	死体		1機	1個体
ウンカ科 Delphacidae				
ウンカ科の一種	死体		1機	1個体
等脚目 Isopoda				
等脚目の一種	死体		1機	1個体
真正蜘蛛目 Araneae				
ユウレイグモ科 Pholcidae				
ユウレイグモ科の一種	死体		1機	1個体

表2. 国際線到着航空機周辺の捕虫網による調査結果(2002年1月~12月)

調査結果				
調査回数	34	回		
昆虫が採集された回数	23	回	(67.7%)	
疾病媒介昆虫が採集された回数	20	回	(58.8%)	
調査スポット数(延べ)	986	スポット		
昆虫が採集されたスポット数(延べ)	66	スポット	(6.7%)	
疾病媒介昆虫が採集されたスポット数(延べ)	47	スポット	(4.8%)	
採集結果				
	生死	雌雄	採集 スポット数	個体数
疾病媒介昆虫				
双翅目Diptera				
カ科 Culicidae				
アカイエカ <i>Culex pipiens pallens</i>	生体	♀	1 スポット	1 個体
	死体	♂	1 スポット	1 個体
コガタアカイエカ <i>Culex tritaeniorhynchus</i>	生体	♀	1 スポット	1 個体
	死体	♂	2 スポット	2 個体
	死体	♀	2 スポット	2 個体
イエバエ科 Muscidae				
オオイエバエ <i>Muscina stabulans</i>	生体		1 スポット	1 個体
オオイエバエ属の一種	生体		2 スポット	2 個体
ハラアカマキバイエバエ <i>Myospila flavibasis</i>	生体		1 スポット	1 個体
カガハナゲバエ <i>Dichaetomyia bibax</i>	生体		2 スポット	2 個体
キヒゲハナゲバエ <i>Dichaetomyia flavipalpis</i>	生体		1 スポット	1 個体
ハナゲバエ属の一種	生体		6 スポット	6 個体
	死体		2 スポット	2 個体
ホソカトリバエ <i>Lispe leucospila</i>	生体		1 スポット	1 個体
トゲアシエバエ属の一種	死体		1 スポット	1 個体
ハナレメイエバエ亜科の一種	生体		1 スポット	1 個体
トゲハネバエ科 Heleomyzidae				
トゲハネバエ科の一種	生体		6 スポット	7 個体
ニクバエ科 Sarcophagidae				
ニクバエ科の一種	生体		3 スポット	3 個体
ヒメイエバエ科 Fanniidae				
ヒメイエバエ科の一種	生体		1 スポット	1 個体
クロバエ科 Calliphoridae				
ツマグロキンバエ <i>Stomorphina obsoleta</i>	生体		4 スポット	4 個体
	死体		2 スポット	2 個体
ヒロズキンバエ <i>Lucilia sericata</i>	生体		1 スポット	1 個体
ヒロズキンバエ属の一種	生体		1 スポット	1 個体
ホホグロオビキンバエ <i>Chrysomya pinguis</i>	生体		2 スポット	2 個体
ムナギンクロバエ	死体		1 スポット	1 個体
フンバエ科 Scatophagidae				
フンバエ科の一種	死体		1 スポット	1 個体
その他の昆虫				
カ科 Culicidae				
アカツノフサカ <i>Culex rubithoracis</i>	死体	♂	1 スポット	1 個体
ハマダライエカ <i>Culex orientalis</i>	死体	♂	1 スポット	1 個体
	生体	♀	1 スポット	1 個体
ハナバエ科 Anthomyiidae				
ハナバエ科の一種	死体		1 スポット	1 個体
ヤドリバエ科 Tachinidae				
ヤドリバエ科の一種	生体		2 スポット	2 個体
ミバエ科 Tephritidae				
ミバエ科の一種	死体		1 スポット	1 個体
	生体		3 スポット	3 個体
鱗翅目 Lepidoptera				
ヤガ科 Noctuidae				
アカバキリガ <i>Orthosia carnipennis</i>	生体		1 スポット	1 個体
セセリチョウ科 HesperIIDae				
イチモンジセセリ <i>Pamara guttata</i>	生体		1 スポット	1 個体
半翅目 Hemiptera				
オオホシカメムシ科 Largidae				
ヒメホシカメムシ <i>Physopelta cincticollis</i>	死体		1 スポット	1 個体
カメムシ科 Pentatomidae				
シラホシカメムシ <i>Eysarcoris ventralis</i>	生体		1 スポット	1 個体
ヘリカメムシ科 Coreidae				
ヘリカメムシ科の一種	死体		1 スポット	1 個体
	生体		1 スポット	1 個体
鞘翅目 Coleoptera				
カツオブシムシ科 Dermestidae				
ヒメマルカツオブシムシ <i>Anthrenus verbasci</i>	生体		1 スポット	1 個体
ヒゲナガゾウムシ科 Anthribidae				
ヒゲナガゾウムシ科の一種	生体		2 スポット	2 個体

表3. 国際線到着航空機周辺の炭酸ガス誘引併用ライトトラップによる調査結果

(2002年1月～12月)

調 査 結 果				
調査回数	24	回		
昆虫が採集された回数	17	回	(70.8%)	
疾病媒介昆虫が採集された回数	17	回	(70.8%)	
設置器数(延べ)	68	器		
昆虫が採集された器数(延べ)	30	器	(44.1%)	
疾病媒介昆虫が採集された器数(延べ)	28	器	(41.2%)	
ライトトラップによる採集結果(双翅目ユスリカ科及びヌカカ科等微小昆虫等除く)				
	回数	採集器数	採集数	採集率
疾病媒介昆虫				
双翅目Diptera				
カ科 Culicidae				
アカイエカ <i>Culex pipiens pallens</i>	10	12	♀14、♂2 個体	(17.7%)
コガタアカイエカ <i>Culex tritaeniorhynchus</i>	7	8	♀ 6、♂3 個体	(11.8%)
シナハマダラカ <i>Anopheles sinensis</i>	1	1	♂1 個体	(1.5%)
イエバエ科 Muscidae				
ハナレメイエバエ亜科の一種	1	1	1 個体	(1.5%)
カトリバエ亜科の一種	5	7	11 個体	(10.3%)
トゲアシエバエ属の一種	1	2	3 個体	(2.9%)
ハナゲバエ属の一種	2	3	8 個体	(4.4%)
トゲハネバエ科 Heleomyzidae				
トゲハネバエ科の一種	4	8	59 個体	(11.8%)
その他の昆虫				
双翅目Diptera				
ハナバエ科 Anthomyiidae				
ハナバエ科の一種	2	3	5 個体	(4.4%)
アタマアブ科 Pipunculidae				
アタマアブ科の一種	1	1	1 個体	(1.5%)
ミバエ科 Tephritidae				
ミバエ科の一種	2	2	2 個体	(2.9%)
鞘翅目 Coleoptera				
ヒゲナガゾウムシ科 Anthribidae				
ヒゲナガゾウムシ科の一種	1	1	1 個体	(1.5%)
鱗翅目 Lepidoptera				
メイガ科 Pyralidae				
シロオビノメイガ <i>Hymenia recurvalis</i>	1	1	1 個体	(1.5%)

表4. 航空機コンテナ調査結果(2002年1月~12月)

調査結果					
調査機数	54	機			
昆虫が採集されたコンテナ搭載機数	18	機	(33.3%)		
生きた昆虫等が採集されたコンテナ搭載機数	2	機	(3.7%)		
疾病媒介昆虫等が採集されたコンテナ搭載機数	5	機	(9.3%)		
生きた疾病媒介昆虫等が採集されたコンテナ搭載機数	1	機	(1.9%)		
調査コンテナ数	166	個			
昆虫等が採集されたコンテナ数	23	個	(13.9%)		
生きた昆虫等が採集されたコンテナ数	2	個	(1.2%)		
疾病媒介昆虫等が採集されたコンテナ数	5	個	(3.0%)		
採集結果					
	生死	雌雄	機数	コンテナ数	個体数
疾病媒介昆虫					
双翅目 Diptera					
カ科 Culicidae					
アカイエカ <i>Culex pipiens pallens</i>	死体	♀	1 機	1 コンテナ	3 個体
アカイエカ <i>Culex pipiens pipiens</i>	死体	♂	1 機	1 コンテナ	1 個体
アカイエカ群 <i>Culex pipiens</i>	死体	♀	1 機	1 コンテナ	1 個体
ゴキブリ目 Blattaria					
チャバネゴキブリ科 Blattellidae					
チャバネゴキブリ <i>Blattella germanica</i>	生体	♀	1 機	1 コンテナ	1 個体
	死体		1 機	1 コンテナ	1 個体
その他の昆虫等					
ダニ目 Acarina					
ヤドリダニ科 Parasitidae					
ヤドリダニ科の一種	死体		1 機	1 コンテナ	5 個体
総翅目 Thysanoptera					
アザミウマ亜目の一種	死体		1 機	2 コンテナ	3 個体
アザミウマ科 Thripidae					
アザミウマ科の一種	死体		4 機	5 コンテナ	14 個体
半翅目 Hemiptera					
アブラムシ科 Aphididae					
アブラムシ科の一種	死体		1 機	1 コンテナ	1 個体
キジラミ科 Psyllidae					
キジラミ科の一種	死体		1 機	1 コンテナ	1 個体
ヨコバイ科 Deltocephalidae					
ヨコバイ科の一種	死体		1 機	1 コンテナ	2 個体
双翅目 Diptera					
ノミバエ科 Phoridae					
ノミバエ科の一種	死体		2 機	2 コンテナ	2 個体
タマバエ科 Cecidomyiidae					
タマバエ科の一種	死体		1 機	1 コンテナ	1 個体
膜翅目 Hymenoptera					
アリ科 Formicidae					
アリ科の一種	死体		5 機	6 コンテナ	13 個体
粘管目 Collembola					
粘管目の一種	死体		1 機	1 コンテナ	1 個体
嚙虫目 Psocoptera					
コナチャタテ科 Liposcelidae					
コナチャタテ科の一種	死体		2 機	2 コンテナ	2 個体
鞘翅目 Coleoptera					
ゴミムシダマシ科 Tenebrionidae					
ゴミムシダマシ科の一種	生体		1 機	1 コンテナ	1 個体

表5. 輸入貨物上屋内の蚊の調査結果(2002年1月～12月)

調 査 結 果			
調査回数	24 回		
蚊が採集された回数	7 回	(29.2%)	
設置トラップ数(延べ)	122 器		
蚊が採集されたトラップ数(延べ)	12 器	(9.8%)	
採 集 結 果			
	雌雄	回数	器数
アカイエカ <i>Culex pipiens pallens</i>	♀	7 回	12 器
			21 個体

表6. 輸入貨物上屋内のダニ類の調査結果(2002年1月～12月)

調 査 結 果				
調査回数	24 回			
ダニが採集された回数	6 回	(25.0%)		
疾病媒介ダニが採集された回数	0 回	(0%)		
設置トラップ数(延べ)	144 器			
ダニが採集されたトラップ数(延べ)	7 器	(4.9%)		
採 集 結 果				
	生死	回数	器数	個体数
ダニ目 Acarina				
中気門亜目の一種	死体	1 回	1 器	1 個体
トゲダニ科 Laelapidae				
ホソゲチトゲダニ <i>Androlaelaps casalis</i>	生体	2 回	2 器	2 個体
トゲダニ科の一種	生体	1 回	1 器	1 個体
カザリダニ科 Ameroseiidae				
ヤナギハカザリダニ <i>Kleemannia plumosa</i>	生体	1 回	2 器	2 個体
コハリダニ科 Tydeidae				
ツメナシコハリダニ <i>Pronematus davisii</i>	生体	1 回	1 器	1 個体
総翅目 Thysanoptera				
アザミウマ科 Thripidae				
アザミウマ科の一種	生体	2 回	2 器	2 個体
嚙虫目 Psocoptera				
コナチャタテ亜目の一種	生体	1 回	1 器	1 個体
コナチャタテ科 Liposcelidae				
コナチャタテ科の一種	生体	3 回	3 器	4 個体
粘管目 Collembola				
アヤトビムシ科 Entomobryidae				
ホソウロコトビムシ属の一種	生体	1 回	1 器	1 個体

表7. 関西国際空港における蚊幼虫の発生状況(2002年1月～12月)

種 名	生 息 水 域			
	雨 水 側 溝	雨 水 溜 枒	地 表 水	古 タ イ ヤ
ヒトスジシマカ <i>Aedes albopictus</i>	+	++		
シナハマダラカ <i>Anopheles sinensis</i>			+	
トラフカクイカ <i>Culex halifaxii</i>		+	+	
イナトミシオカ <i>Culex inatomii</i>	+	+	+	
ハマダライエカ <i>Culex orientalis</i>			+	
チカイエカ <i>Culex pipiens molestus</i>		+		
アカイエカ <i>Culex pipiens pallens</i>	++	+++		
コガタアカイエカ <i>Culex tritaeniorhynchus</i>	++	++	++	

+: 極稀に見られる ++: 稀に見られる +++: 普通に見られる

表8. オビトラップ2法における蚊幼虫発生の比較(2002年4月～12月)

種 名	蓋 有 り*1		蓋 無 し	
	発生箇所数	発生率	発生箇所数	発生率
ヒトスジシマカ <i>Aedes albopictus</i>	50	(13.7%)	39	(10.7%)
アカイエカ <i>Culex pipiens pallens</i>	7	(1.9%)	9	(2.5%)
ヤマトクシヒゲカ <i>Culex sasai</i>	0	(0%)	2	(0.5%)
フタクロホシチビカ <i>Uranotaenia bimaculata</i>	1	(0.3%)	0	(0%)
蚊の発生した総数	58	(15.8%)	50	(13.7%)

*: 調査箇所数は延べ366箇所

*1: 蓋に直径約5～7cmの穴をあけたもの

表9. 蚊のフラビウイルス属遺伝子検査(2002年)

検 査 結 果		
検査件数(プール数)	91 プール	
検査匹数	746 個体数	
検査結果	すべて陰性	
内 訳		
航空機内調査	プール数	個体数
アカイエカ <i>Culex pipiens pallens</i>	1 プール	1 個体
ネッタイエカ <i>Culex pipiens quinquefasciatus</i>	1 プール	1 個体
アカイエカ群 <i>Culex pipiens</i>	1 プール	1 個体
炭酸ガス誘引併用ライトトラップ調査		
アカイエカ <i>Culex pipiens pallens</i>	4 プール	5 個体
コガタアカイエカ <i>Culex tritaeniorhynchus</i>	6 プール	6 個体
幼虫調査		
ヒトスジシマカ <i>Aedes albopictus</i>	3 プール	15 個体
コガタアカイエカ <i>Culex tritaeniorhynchus</i>	5 プール	47 個体
オビトラップ調査		
ヒトスジシマカ <i>Aedes albopictus</i>	64 プール	664 個体
定期調査以外*		
アカイエカ群 <i>Culex pipiens</i>	3 プール	3 個体
アカイエカ <i>Culex pipiens pallens</i>	2 プール	2 個体
ヒトスジシマカ <i>Aedes albopictus</i>	1 プール	1 個体

* 定期調査以外の日に関西国際空港で採集された蚊

港湾由来の侵入昆虫の実態に関する調査研究

分担研究者 安居院 宣昭 国立感染症研究所客員研究員
研究協力者 今成 敏夫 青木 英雄 飯塚 信二（横浜検疫所）

研究要旨

横浜港における疾病媒介昆虫（特に蚊科）の侵入実態を明らかにするため、横浜港港湾区域内に調査定点を定め、ドライアイス加ライトトラップ法、炭酸ガス粘着トラップ法及びオビトラップ法を用い、蚊成虫・幼虫の採集・同定を実施した。採集されたアカイエカ群、ヒトスジシマカ、コガタイエカ等に対しては、フラビウイルスの保有検査を実施した。また、シナハマダラカからのマラリア原虫遺伝子検出法を検討した。平成14年に実施した具体的成果と過去3年間の成果の概要は以下の通りである。

（1）平成14年に採集された成虫蚊はアカイエカ群 3,734 個体、ヒトスジシマカ 254 個体、コガタイエカ 45 個体、クシヒゲカ亜属 3 個体、トウゴウヤブカ 1 個体、カラツイエカ 1 個体及びキンイロヤブカ 1 個体の合計 4,039 個体であり、2月を除き通年採取され、また、幼虫蚊は7月から10月の間にヒトスジシマカ 388 個体及びアカイエカ群 2 個体が採集されたが、外国種の侵入定着は伺えなかった。

（2）平成14年に実施したオビトラップの形状等の差による幼虫採集比較の結果は、茶褐色トラップが白色に比べ採集効果が高かった。

（3）平成14年のフラビウイルス遺伝子検出結果は陰性であった。

（4）平成14年に蚊からのマラリア原虫遺伝子検出法を検討した結果、10匹中1匹の感染蚊を検出できた。

（5）過去3年間の調査・研究の結果、横浜港においては蚊科の外国種の侵入定着は確認されなかった。採集方法は、ドライアイスを使用した方法が効果的であり、また、電源確保が困難な場所での粘着トラップは有用であり、茶褐色オビトラップは白色より集虫効果が高かった。採集蚊のフラビウイルス遺伝子保有検査は全て陰性であった。ハマダラカからのマラリア原虫遺伝子検出法を検討した結果、10匹中1匹の感染蚊を検出できた。

A 調査・研究目的

横浜港は、外航船舶が年間1万隻入港し、そのうち半数をフルコンテナ船、セミコンテナ船が占めており、月間約9万個（TEU）のコンテナが輸入されている我が国の主要

港である。これら外航船舶の入港に伴い、節足動物媒介性感染症に関連する媒介蚊が侵入するおそれがあることから、横浜港の港湾区域内（検疫法に基づく政令区域内）における、蚊科の採集・同定の継続調査及び