

20020630

厚生労働科学研究費補助金

新興・再興感染症研究事業

疾病媒介昆虫の侵入・移動分散の監視・防御に関する研究

平成14年度総括・分担研究報告書

主任研究者 安居院宣昭

平成15(2003)年3月

目 次

I. 総括研究報告書

疾病媒介昆虫の侵入・移動分散の監視・防御に関する研究

安居院宣昭・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・1

II. 分担研究報告書

1. 空港由来の侵入昆虫等の実態調査

太田周司他・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・25

2. 成田空港の感染症媒介蚊の生息調査

太田周司他・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・32

3. 沖縄における感染症媒介蚊のサーベイランスシステム構築における一考察

太田周司他・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・37

4. GPS による港湾衛生調査に関する研究

太田周司他・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・48

5. WHO テストキットを用いた薬剤感受性試験について

太田周司他・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・52

6. 関西国際空港における疾病媒介昆虫等の実態調査

安居院宣昭他・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・83

7. 港湾由来の侵入昆虫の実態に関する調査研究

安居院宣昭他・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・97

8. 港湾由来の侵入昆虫類の実態調査に関する研究（第3報）

平田堅司他・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・110

9. 神戸港及び広島空港における侵入蚊の実態調査

安居院宣昭他・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・131

10. 産卵トラップへの昆虫成長制御剤投入に関する基礎的研究

安居院宣昭他・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・138

11. 南西諸島、特に石垣島・西表島における侵入蚊の調査及びネッタイシマカの侵入監視システムの検討

安居院宣昭他・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・143

12. 侵入衛生昆虫の系統分類・同定

倉橋 弘他・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・152

13. 蚊類の発生消長要因の解析（2）シナハマダラカ

安居院宣昭他・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・162

14. 蚊類の発生消長の要因の解析（3）コガタアカイエカの発生と豚 HI 抗体保有推移との関係

安居院宣昭他・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・191

15. 地理情報システム(GIS)によるデング熱媒介蚊の分布解析(3)	
小林陸生他	202
16. ヒトスジシマカ <i>Aedes albopictus</i> の分子生物学的研究と沖縄県の港湾地域でのシマカ類の調査	
當間孝子他	212
17. 侵入昆虫の移動分散能力の解析	
上宮健吉	223
18. 都市部における蚊類発生状況調査等	
新庄五朗他	250
19. シラミ症流行対策と殺虫剤抵抗性の分子診断	
冨田隆史他	261
20. 侵入毒グモの分布拡大・防除に関する研究	
吉田政弘	277
III. 研究成果の刊行に関する一覧表	296
IV. 研究成果の刊行物・別刷	299

疾病媒介昆虫の侵入・移動分散の監視・防御に関する研究

主任研究者 安居院宣昭 国立感染症研究所客員研究員

研究要旨

地球規模で人・物の移動・増大、自然環境の変化等により、疾病媒介昆虫類の国内侵入の機会が高まっている。媒介昆虫類侵入の実態把握、監視体制の整備、生物学的特性の解析、防除法策定等を目的として、平成14年度に実施した個別研究課題とその成果の概要は以下の通りである。

(1) 空港由来の侵入昆虫実態（分担者、太田、安居院）：成田、関西両国際空港における航空機、コンテナ内の侵入昆虫の継続調査では、ネッタイエカ（関空）を含めて、多種の昆虫を確認した。成田、関空、地方空港（広島、那覇）検疫域内の蚊類生息調査では、やや増加傾向を示したが、海外由来の媒介蚊の侵入は確認されず、採集蚊成虫の病原体検査はすべて陰性であった。各種オビトラップの有効性の比較（成田、関空）、GPS（全地球測位システム）による調査定点位置の表示精度確認（成田）ならびにWHO薬剤感受性試験テスト・キット使用利便性（成田）等を検討した。

(2) 港湾由来の侵入昆虫実態（分担者、平田、安居院）：横浜、大阪国際港での外航船舶、コンテナ内の侵入昆虫調査では、ノミ、イエカを含めて多種の昆虫種を確認した。港湾地域内および周辺域定点での蚊類の生息調査では、侵入種のネッタイエカ（大阪）を含め2属6種の蚊が採集され、成虫蚊のウイルス保有はすべて陰性であった。蚊からのマラリア原虫遺伝子検出法（横浜）、オビトラップの形状・色等の違いによる幼虫採集効率の比較（横浜、大阪）ならびにIGR剤の産卵トラップへの応用利用等を検討した（神戸）。近畿地方の小規模国際港、那覇港等の港湾環境の衛生状況及びコンテナの流通状況の調査を行った（大阪）。

(3) 侵入衛生昆虫の系統分類・同定と生理・生態（分担者、倉橋）：検疫所、感染研、大学等の専門家を結ぶ昆虫類の監視・分類・同定システムの稼働により、空港、港湾経由の侵入衛生昆虫の同定と系統分類を行い、疾病媒介可能性昆虫の侵入監視と状況把握を継続した。国内外の人親和性昆虫の分類、移動能力の解析や自然経由で侵入する昆虫の飛翔能力・移動分散能力の生理生態学的解析と、問題になる種の生物学的特性を解析した。

(4) 蚊の発生活長の要因解析（分担者、安居院）：マラリア媒介蚊シナハマダラカの複数定点での長期発生活長データの解析から、幼虫の主要発生源である水田・溜池、畜舎の分布、休息場所になる林・立木・茂みの存在、殺虫剤の撒布、それらに気象要因が加わることで、発生活長と発生数が決定されると考えられた。全国および富山県において、豚の日本脳炎HI抗体保有率が高い年度は、コガタアカイエカの発生数が多く、豚

の日本脳炎感染・拡大は、コガタアカイエカの多発生が関与することが示唆された。コガタアカイエカの早期・多発年ほど、日本脳炎患者の発生リスクが懸念された。

(5) 地理情報システム(GIS)による蚊の分布要因解析 (分担者、小林) : ヒトスジシマカの分布には年平均気温 11℃以上が重要で、2002年までの同蚊の東北地方での分布確認地域は、1km メッシュ気候値で年平均気温 11℃以上を表示する地域とほぼ一致した。2002年での青森県および岩手県のヒトスジシマカ分布調査では、2001年の北限移動を示す結果は得られなかった。2000年に初めてヒトスジシマカが確認された山形市では、2002年では全市的に分布域が広がり、アンケート調査では蚊刺症の被害も多くなっている現状が明らかになった。

(6) 遺伝子解析による蚊類地理的変異と南西諸島の侵入蚊 (分担者、當間、安居院) : 日本各地や東南アジアに広く分布するヒトスジシマカの産地の区別が RAPD-PCR 法で可能であることが判明した。沖縄本島および南西離島の港湾地域を中心にネッタイシマカの侵入や定着の有無、ヒトスジシマカの生息状況と年間発生状況の調査ならびにネッタイシマカ監視システムのあり方を検討した。

(7) 侵入昆虫の移動分散能力解析 (分担者、上宮) : 蚊類の飛翔量が測定可能な磁気浮上式フライトミル装置により、ハマダラカ、ヤブカ、イエカなど 15種の蚊・雌成虫の飛翔力に関する基礎データを得た。さらに、固定飛翔速度の測定結果を画像解析的に得た自由飛翔速度による補正によって、主な媒介蚊種の最大飛翔分散距離を得た。これらの最大飛翔力数値は、従来報告された蚊類の数値よりもはるかに大きく、侵入が予想される媒介蚊類の緊急防除対策時に役立つことが示唆された。

(8) 蚊類発生と薬剤感受性 (分担者、新庄) : 都市部の蚊類発生状況調査では、公共雨水枡にはアカイエカ、ヒトスジシマカが、緑地や児童公園ではヒトスジシマカの発生を確認した。アカイエカ幼虫は、一部有機リン剤に薬剤抵抗性を示すが、殺虫剤での防除は可能なレベルであった。ヒトスジシマカ幼虫はいつれの殺虫剤でも防除は可能であった。公共雨水枡での発泡錠剤の効果は投薬後1ヶ月以上有効であった。

(9) シラミ症流行対策と殺虫剤抵抗性の分子診断 (分担者、富田) : 首都圏で採取されたアタマジラミのピレスロイド感受性調査を継続し、PCRによる抵抗性遺伝子診断を安定して行うための保存条件を検討した。シラミのピレスロイド系殺虫剤抵抗性に関連する1つのアミノ酸置換に関係する3つの遺伝子型を、TaqMan プローブと定量PCR装置と cDNA 鋳型を用いて識別を可能とした。コロモジラミから昆虫種第2の AChE 遺伝子族に属する AChE 配列を決定した。人保存血によるシラミの人工吸血時におこる幼虫脱皮期死亡の要因を検討した。

(10) 侵入毒グモの分布拡大・防除 (分担者、吉田) : セアカゴケグモは大阪北部域と兵庫県にさらに分布を拡大し、個体数も増大した。和歌山県でも生息が判明した。ハイイロゴケグモは沖縄・奄美フェリー航路の屋久島、種子島、南大東島、宮崎県で新たに確認された。トカラ列島(七島)、小笠原島(父島)では生息確認されなかった。セアカゴケグモの物理的、化学的防除は一定の期間は極めて有効ではあるが、夏の増殖期経過後には元に回復することから、定期的な防除作業の必要性が再確認された。

分担研究者

平田 堅司 大阪検疫所衛生・食品監視課長
太田 周司 成田空港検疫所衛生課長
倉橋 弘 国立感染症研究所客員研究員
小林 睦生 国立感染症研究所室長
當間 孝子 琉球大学医学部助手
上宮 健吉 久留米大学医学部助教授
新庄 五朗 日本環境衛生センター部長
富田 隆史 国立感染症研究所室長
吉田 政弘 大阪府立公衆衛生研究所主任研究員

A. 研究目的

我が国は地理的・気候的に多種の疾病媒介性節足動物の生息が可能であり、近年の温暖化による分布域拡大やヒト・物資の移動増大により、マラリア、デング熱、ウエストナイル熱や新たな媒介性感染症の侵入の危険に常にさらされている。当研究事業は、疾病媒介性昆虫類の①侵入の実態把握、②監視技術や体制の整備、③より詳細な生物学的（分類・生態、生理、遺伝的）特性の解析、④効果的な防御対策の検討等に関する以下の具体的研究課題を実施することで、平常時における媒介昆虫類の侵入・発生動向、分布・移動分散等に関する継続的監視と把握および効果的防除法の策定ならびに昆虫媒介性感染症の流行時における危機管理対策等に役立てる。

(1、2) 空港(1)、港湾(2)由来の侵入昆虫実態：国際空港・港湾検疫区域での侵入昆虫類の継続的調査、採集昆虫種の正確な分類・同定、病原体保有の確認、周辺環境への定着能力の把握等に関する継続研究事業の実施、媒介蚊の採取法の比較、迅速な薬剤感受性の把握等の検討により、効果的な侵入昆虫サーベイランス法を検討する。得られた成果を、新

たな対応を求められる平時での媒介昆虫侵入・拡大の把握、昆虫媒介性感染症の流行時の危機管理対策に必要な防除技術の開発と行政的な対策に資する。

(3) 侵入衛生昆虫の系統分類・同定と生理・生態：空・海港検疫機関ならびに感染研と分類・生態学専門家による侵入昆虫分類・同定体制の構築を通して、空・海港経由又は自然侵入の昆虫の、精細な同定と国内外の衛生昆虫類の系統分類を行う。このことにより危険度の高いベクター種の侵入対策強化が可能となり、あわせて昆虫の飛翔能力と移動分散能力の生理・生態学的基礎的な解析を行う。

(4) 蚊の発生活消長の要因解析：国内にはかつて日本脳炎の流行時に記録されたコガタアカイエカの発生調査成績が蓄積・保存されている。これらの蓄積データをもとに、媒介蚊発生活消長の要因解析ならびに豚のHI抗体の保有動向を解析し、日本脳炎の再発・再興の可能性に関わる要因を明らかにする。同時に、国内侵入が懸念されるデング熱、マラリア、ウエストナイル熱等の媒介蚊の発生監視・分散拡大防止に役立だてる。

(5) 地理情報システム(GIS)による蚊の分布要因解析：日本においてもデング熱

の二次感染による小規模な流行が起こる可能性があること、ならびにヒトスジシマカが米国で大流行のウエストナイル熱の効率良い媒介蚊であることなどから、東北地方の各都市部におけるヒトスジシマカの分布と分布拡大要因を、GIS 調査法等によって効率的に把握し、疾病媒介構造の解析に役立てる。

(6) 遺伝子解析による蚊類の地理的変異と南西諸島の侵入蚊：人的・物的交流や温暖化等により、媒介蚊の侵入、定着、繁殖の可能性が増していることから、日本や外国に生息するデング媒介蚊ヒトスジシマカ遺伝子変異の地理的変異を分子生物学的に調べ、その利用で侵入・定着の有無を明らかにする。加えて媒介蚊の侵入リスクが高い南西諸島域のシマカ類生息状況調査を実施し、熱帯・亜熱帯に生息する疾病媒介蚊の侵入・移動分散の監視について考察する。

(7) 侵入昆虫の移動分散能力解析：疾病媒介性の蚊やハエ類の潜在的飛翔能力を推定し、我が国に飛来侵入した時、その移動分散の範囲を予測できれば、それら侵入昆虫による疾病媒介予防に対する適切な危機管理対策が可能となる。本年は飛翔力測定装置ならびに自由飛翔速度測定装置と LabVIEW 開発ソフトの開発・実用化により、疾病媒介蚊種の潜在飛翔・移動分散能力を解析する。

(8) 蚊類発生と薬剤感受性：我が国への蚊媒介感染症の侵入・移動および拡散に関する危機管理の一環として、都市部の公共雨水ますや公園等での蚊類の発生状況を調査するとともに、発生主要種の薬剤感受性調査を実施し、化学的防除対策に関するデータを蓄積する。

(9) シラミ症流行対策と殺虫剤抵抗性の分子診断：殺虫試験法で日本のアタマ

ジラミの駆除剤感受性を継続的に調べ、シラミ症対策に役立てる。抵抗性遺伝子の分子診断法確立のために、PCR による抵抗性遺伝子増幅に適した簡便なシラミ保存法の確立ならびにピレスロイド抵抗性特異的な Na⁺ チャンネル cDNA の 1 つの非同義置換座位について、3 つの遺伝子型を、定量 PCR 装置と TaqMan プローブを用いて識別する。昆虫で 2 番目に見出された AChE 遺伝子配列をコロモジラミにおいても決定する。ヒトジラミの人工吸血飼育技術を確立する。

(10) 侵入毒グモの分布拡大・防除：侵入後さらに分布拡大を続けているセアカゴケグモならびに侵入後、再発見されたハイイロゴケグモ、沖縄県で生息が確認されたヤエヤマゴケグモこれら 3 種の分布域や密度等の生態的知見を集積し、被害の予防と駆除法の策定に役だてる。さらに生息調査データを GIS 手法により地図で表現して、予防策の立案と住民への危機管理の伝達に役立てる。

B. 研究方法

平成 14 年度に実施した研究課題における個々の研究方法は以下の通りである。

(1、2) 空港、港湾由来の侵入昆虫の実態：成田・関西国際空港および横浜・大阪国際港湾では、感染症流行地から来航する航空機と入港船舶及びコンテナ内の侵入昆虫類の有無を調査し、採集された昆虫類を分類・同定（一部は感染研昆虫医科学部で確認）した。国際・地方（広島、那覇）空港域と国際港湾域内に定点を定めて、数種の異なる成虫採集トラップと産卵トラップを用いて蚊成虫・幼虫の生息状況と産卵状況を調査し、侵入昆虫の定着の有無を調べた。採集された蚊は病原体（マラリア、日本脳炎、デング

熱、ウエストナイル熱)の保有の有無を調べた。形体や色等の異なる産卵トラップの有効性の比較、GPS(全地球測位システム)による害虫侵入調査定点の位置表示における精度の確認、WHO 薬剤感受性試験テスト・キットの利便性の確認をマニュアルに従い実施した。今まで調査されていない近畿地方の小規模な国際港及び那覇港の港湾地域の衛生環境の調査とコンテナの流通調査を行った。

(3) 侵入衛生昆虫の分類と生理・生態：感染研昆虫医学部のレファレンス・ミュージアム機能の整備・向上および空・海港検疫所と感染研レファレンス・ミュージアムならびに昆虫分類・生態専門家間を結ぶ侵入衛生昆虫の監視・同定ネットワーク体制を構築し、侵入昆虫調査研究の実施にさいして効率的に稼働させる。長距離海上飛来を含む自然経路による害虫の侵入や季節移動の実態を野外調査と室内実験により解明する。高移動性のハエ類の脂質を解析してベクターとしての生理的特性を確認する。

(4) 蚊の発消長の要因解析：富山県において1969年から継続して行われている日本脳炎媒介蚊の捕獲調査成績を用いて、コガタアカイエカとシナハマダラカの発生数の年変化を惹起した要因を、幼虫の主要発生源である水田、成虫の産卵に不可欠な大型家畜の飼養状況、農業環境と気象環境等との比較・解析により明らかにする。全国ならびに富山県における日本脳炎患者の発生状況と豚血清の日本脳炎HI抗体保有率推移データの比較により、それらの変動が連動して推移するか否かを明らかにする。

(5) 地理情報システム(GIS)による蚊の分布解析：青森県、岩手県、山形県のヒトスジシマカ分布調査を継続した。8月

下旬から9月上旬にかけて墓地、一般家屋、商業地域で幼虫を採集し、研究所に持ち帰り、成虫まで飼育して種の同定を行った。採集地で吸血のために飛来した成虫は捕虫網で捕獲し持ち帰った。採集地点の正確な位置はGPSで測量し、年平均気温、最寒月の平均気温を地理学的に解析するために1kmメッシュ気候値を利用した。住民から蚊刺症の被害の情報が寄せられた山形市では、2年間での分布域の広がりを見直し、寺院の関係者を対象にアンケート調査をした。

(6) 遺伝子解析による蚊類の地理的変異解明と南西諸島の侵入蚊：日本産および東南アジア産ヒトスジシマカを対象にして、市販のプライマー20種類を用いてRAPD-PCRを行い、国や地域で、特徴的な泳動パターンやバンドがないかを調べた。沖縄本島および南西諸島の港湾地域を中心に、ネッタイシマカの侵入や定着の有無、ヒトスジシマカの生息状況や年間の発生消長について、自然発生水域調査とオビトラップ調査、石垣港5つの調査点の設定による監視システムの検討、加えて南西諸島における*Cx. vishnui*の移動分散状況の調査を行った。

(7) 侵入昆虫の移動分散能力の解析：強力磁性体の反発力を利用して回転軸の摩擦ロスを著しく軽減した磁気浮上式のフライトミル測定装置を用いて、九州、南西諸島で採集したハマダラカ、イエカ、ヤブカ属の雌成虫について、飛翔前後の体重変化や総飛翔距離・時間・速度、最長連続飛翔距離・時間・速度などの飛翔に関わる物理変量を比較解析した。固定飛翔速度は自由飛翔のものとは異なるので、映像的に得た自由飛翔速度で固定飛翔測定値を補正した。

(8) 蚊類発生と薬剤感受性：公共雨水

枅の蚊発生状況調査は柄杓を用いた掬い取り法、都市公園の蚊発生状況調査はオビトラップ法によった。ヒューマンベイトに吸血に来た成虫蚊の採取も併用した。薬剤感受性調査では採集したアカイエカ、ヒトスジシマカを累代飼育し、各種殺虫原体または製剤を供試した。

(9) シラミ症流行対策と殺虫剤抵抗性の分子診断：採取されたアタマジラミは、採取後6時間以内にフェノトリン処理ろ紙接触法により殺虫試験に供試した。核酸の抽出、逆転写、およびPCR法の詳細は前年度報告した通りである。保存シラミのゲノムDNA、mRNAの安定性については、Na⁺チャンネル遺伝子断片部分に係わるPCR増幅産物の有無により確かめた。Na⁺チャンネルの対立遺伝子識別には、コロモ・アタマジラミのNa⁺チャンネルcDNA断片、両者混合の3種鋳型と、2つのTaqManプローブとしてcDNA配列#2961-2984のネガティブストランド相当を用意した。AChE cDNAのプライマーウォーキングには、数種の昆虫第2族AChE配列の保存ペプチド配列に基づき、縮重プライマーを設計した。人工吸血飼育法では、血液中に輸血用全血保存液CPD 14%を加え、凍結融解による溶血を用い、その他は基本的に昨年に準じた。

(10) 侵入毒グモの分布拡大と防除：大阪府内でセアカゴケグモ周年現地調査を重点的に行うと共に、関係行政機関からの情報提供を受けた。ハイイロゴケグモについては昨年確認された地点以外のフェリー発着場周辺と空港周辺を調査した。地理情報システム(GIS)により大阪府におけるセアカゴケグモの分布解析した。室内飼育したセアカゴケグモを用いて、各種の殺虫剤原体の感受性試験をクリップ法および噴霧法により調べた。野外採集のセア

カゴケグモ雌成体に対する防疫用殺虫剤および蚊用防虫ネットの殺虫効力を、直接噴霧試験および残渣接触試験法で評価した。生息確認がなされた昨年と同地域で、全数取り除きと殺虫剤噴霧によるセアカゴケグモの野外広域防除を実施した。セアカゴケグモ等の防除マニュアルを関係機関と共同して作成した。

(倫理面への配慮)

アタマジラミを皮膚科等医師からの入手に関しては、医師がシラミ症治療に際して、採取したシラミの駆除剤感受性を感染研で調べることを患者に説明しているので問題はない。蚊類の累代飼育に際しては実験系統マウスを被吸血動物として用いるが、研究機関、大学等の動物実験倫理規定に基づいて適正に行うので問題はない。

C. 研究結果

平成14年度における本研究では、蚊、ハエ、シラミ等の主要な疾病媒介性昆虫類および毒グモ等の国内侵入・移動分散・分布拡大の監視と防御を目的として、以下の分担研究課題で研究事業を実施し、得られた結果は以下の通りである。

(1) 空港由来の侵入昆虫実態：成田国際空港検疫所における航空機及び航空コンテナ調査は、検疫感染症の汚染地域とウエストナイル熱が流行している北米を中心に航空機288機を調査した。その内の21.2%で9目28科の昆虫資料が得られ、カは1個体で、シンガポールマニラ便であったので、ネッタイイエカと推測した。ハエは2科2個体、ゴキブリは1科9個体が採取された。航空機発航地は北米路線が大半を占めた。カ、ハエ、ゴキブリの採取月別の状況は、4、5、6月に集中した。蚊成虫の生息調査では、11種、3,519匹が

捕獲され、最も多いのはアカイエカであった。14箇所の捕獲箇所の中で JR 成田空港駅が最も多く（全捕獲の61%）その99%がアカイエカであった。捕獲した蚊に対する病原体検査はいずれも陰性であった。従来のライトトラップとCDCトラップの比較では、後者は捕獲個体数が少ないが、いずれも12種以上の蚊が捕獲できた。シンガポール製オビトラップは従来型より産卵効率が低かった。GPSによる目的調査地点への到達距離の誤差範囲は10m以内が半数をこえた。WHO 殺虫剤感受性 Test Kits による2薬剤サンプルテストの結果では、接触時間が長くなるに従って死亡率が高くなり、薬剤の効果が反映されることが確認された。Test Kits の日本語マニュアルも写真を添付で作成した。

関西国際空港検疫所における航空機内調査では、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%）、このうち生存個体が採集された航空機は10機で、採集種はネッタイエカ、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。到着航空機周辺の捕虫網調査で採集された媒介昆虫は、アカイエカ、コガタアカイエカ、ハエ類（6科）で、侵入媒介昆虫と思われるものは採集されなかった。炭酸ガス誘引併用ライトトラップ調査で採集された媒介蚊はシナハマダラカ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。コンテナ調査機数は54機で、媒介昆虫等が採集されたコンテナ搭載機数は5機（生存個体コンテナ搭載機1機）であった。調査コンテナ数は166個で、媒介昆虫等が採集されたコンテナ数は5個で、媒介昆虫は、2科7個体であった。輸入貨物上屋内の蚊の調査で採集された蚊は、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。輸入

貨物上屋内のダニ類の調査では疾病媒介性のダニ類は採集されなかった。関空域内に生息する蚊の調査で採集された蚊幼虫は、シナハマダラカ、ヒトスジシマカ、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。オビトラップ調査で採集された蚊はヒトスジシマカ、アカイエカ、ヤマトクシヒゲカ、フタクロホシチビカの3属4種類で、外国産固有種は採集されなかった。採集された蚊のフラビウイルス属遺伝子検査はすべて陰性であった。

那覇空港における平成3年から14年までに採集された蚊族の成虫・幼虫の種類は5属12種で、ヒトスジシマカ、ネッタイエカ、コガタアカイエカはすべての調査区で採取された。ネッタイエカはどの地区からも採集されなかった。平成12年～14年のオビトラップ調査では、ネッタイエカ、ヒトスジシマカ、トウゴウヤブカ、トラフカクイカおよびサキジロカクイカの5種類の卵が採集された。平成13年のオビトラップの月別採集結果では、ネッタイエカは年間を通してよく採集された。採集したヤブカおよびイエカの成虫に対するフラビウイルス病原体保有結果はすべて陰性であった。

広島空港およびその周辺地域の調査では、蚊幼虫調査結果は8属18種が採集されたが、外国産固有種は採集されなかった。採集された幼虫のうち、ヤマトヤブカは1年を通じ、ヒトスジシマカ、ヤマトクシヒゲカは、ほぼ1年を通じて採集された。成虫調査結果は5属9種が採集されたが、外国産固有種は採集されなかった。駐機場前で採集された蚊はシナハマダラカとコガタアカイエカであった。

(2) 港湾由来の侵入昆虫実態：横浜港湾検疫区の蚊科の採集方法別の侵入実態調査では、ライトトラップ法(延 191 器設置)により、アカイエカ群 1,879 個体、ヒトスジシマカ 124 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、合計 2,054 個体が採集された。炭酸ガス粘着トラップ法(延 140 器設置)により、アカイエカ群 1,855 個体及びヒトスジシマカ 130 個体の合計 1,985 個体が採集された。設置トラップ 1 器当たりの採集数月別調査結果は、ライトトラップ法では最高値は 7 月の 23.5、最低値は 2 月の 0 であった。粘着トラップ法では、11 月、9 月、5 月の順で、2 月を除き通年採集された。オビトラップ法(518 個設置)による幼虫の採集では、7 月～10 月の間のみヒトスジシマカ及びアカイエカ群が採集され、トラップ内平均水温は 20.1℃～27.3℃であった。オビトラップの形状等の差による採集効率の比較では、落ち葉入り褐色ポリ容器の方が白色ポリ容器より若干優れていた。各定点別調査の成虫調査結果では、採集総数では出田町埠頭、星野町、山下埠頭の 3 定点が多く採集され、CFS2 定点は少なかった。幼虫の調査結果は、CFS を除く他の定点からヒトスジシマカが採集され、アカイエカ群は出田町埠頭のみで採集された。ネッタイエカは採集されなかった。5 属 3,856 個体について実施したフラビウイルス遺伝子の検査結果は全て陰性であった。蚊からのマラリア原虫遺伝子検出法では、DNA 抽出は CTAB-フェノール・クロホルム法が有効であり、感染蚊 1：未感染蚊 9 の混合原液を 10～100 倍に希釈することで検出できた。

大阪港湾検疫区で調査した 3 4 隻の船

の内 2 7 隻から 6 目 3 3 科 1 2 6 個体の昆虫類が採集された。衛生害虫ではチャバネゴキブリは 1 5 隻から 3 6 個体(生体 1 6 個体)が最多で、チャオビゴキブリ、ワモンゴキブリ、イエバエなどハエ類 4 種が採集された。調査した輸入コンテナ 5 6 個中 2 6 個で、7 目 2 9 科 5 8 個体の昆虫類が採集され、衛生昆虫ではイエカ、ノミ各 1 個体であった。ライトトラップによる蚊成虫の調査ではアカイエカが 5 5、ネッタイエカ 1、コガタイエカ 1 4、ヒトスジシマカ 9 個体であった。幼虫生息調査の結果は、発生源 1 5 箇所から 1 1 6 個体が採集され、ヒトスジシマカ 3 9 個体、トウゴウヤブカ 3 8 個体、アカイエカ 3 9 個体であった。オビトラップによる産卵調査ではアカイエカとヒトスジシマカ、トラフカクイカの産卵が認められ、全期間を通じヒトスジシマカが優勢で、1 1 月は産卵は認められなかった。近畿地方の小規模国際港である和歌山下津港、阪南港、敦賀港、舞鶴港ならびに那覇港の港湾地域の衛生状況とコンテナの流通状況を集計、調査して記載した。

神戸港湾検疫区における幼虫調査結果ではシナハマダラカ、ヒトスジシマカ、アカイエカ、ヤマトクシヒゲカの 3 属 4 種の蚊が採集されたが、外国産固有種は採集されなかった。成虫調査結果では、ヒトスジシマカ、トラフカクイカ、カラツイエカ、アカイエカ、コガタイエカ、スジアシエカ、ヤマトクシヒゲカ、イナトミシオカの 2 属 7 種が採集されたが、外国産固有種は採集されなかった。産卵トラップへの 2 種の IGR 剤の投入による忌避効果はなく、ヒトスジシマカ、アカイエカ等で羽化阻害効果は確認された。

那覇港湾検疫区で平成 9 年から 1 4 年ま

でに採集された蚊族の成虫・幼虫の種類は2属6種で、ヒトスジシマカ、ネッタイエカはどこの地区でも採取された。ネッタイエカはどの地区からも採集されなかった。

(3) 侵入衛生昆虫の系統分類・同定と生理・生態：成田空港検疫所から国際線旅客・貨物機 59 機中で採集された昆虫類の同定依頼があった。サンプル総数は 95 個体で、鞘翅目 24, 鱗翅目 17、直翅目 12、ゴキブリ目 9, 膜翅目 8、半翅目 6, 革翅目 2, 脈翅目 1, サソリ 1, クモ 1 であった。衛生との関わりを持つと思われる種類はアカイエカ、チャバネゴキブリで、明らかに侵入したと考えられる種は見あたらなかった。野外調査や分類・生態研究者のネットワークの中で、侵入によるものと考えられる獣医学や衛生上重要な、また検疫上注意されるべきハエ 4 種、クチブトイエバエ、シリアカニクバエ（この 2 種は昨年度より継続）、ルリキンバエ、*Phytosarcophaga destructor* (Malloch, 1929) について、標準ラベル、採集地の記録、分布拡大情報、生息地調査等に関して解析した。衛生上重要種オビキンバエでは、野生型から小進化して人為的な環境に適応した生態型が生じたことが、種群全体の系統解析と分子生物学的解析からわかった。低温下での移動や冬季に交尾し産卵活動するオオクロバエの脂質解析では、成虫の構成脂肪酸はシス型のパルミトオレイン酸が 40~50% を占め、その融点は $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ と低く、低温下では液状で、同種昆虫の低温環境への適応が示唆された。その合成はパルミチン酸やオレイン酸を経由しないことがわかった。

(4) 蚊の発生活消長の要因解析：各定点でのシナハマダラカ捕獲数の年変化はコガ

タに比べ少ない。シナハマダラカとコガタアカイエカの月別捕獲数の年変化の比較では、各定点とも 2 種の捕獲数の年変動は一致しない。富山県の水田作付面積の減少は 2 蚊種の最も重要な発生活動要因と考えられる。ほ場の整備は、立ち木や藪・茂みなど、蚊類の休息場所の減少をもたらす。1995 年の航空撒布中止まで続いた各種薬剤散布は、水田の蚊類の発生活動因子として働くと考えられる。水を張って作付けを行わない調整水田（休耕田）の増加は、蚊類幼虫の発生を促進すると思われる。富山県の大規模家畜の飼養数の減少、家畜飼養農家数の激減、畜舎が平野部水田地帯から丘陵部へ点在等の状況変化は、蚊の吸血にとっては不都合になったと考えられる。気象要因、とくに高温は卵巣の発育や幼虫の成長に良く、蚊類の発生に重要な因子になる。冷夏には水田の保温のために水を十分に張ることが多く、コガタ幼虫の繁殖には良い条件になる場合がある。コシヒカリの栽培が主になってきた 1990 年以降では、水田では 6 月中旬に中干し、その後、間断灌水が行われ、蚊幼虫の生育に支障を与えるが、その間に降水があれば蚊幼虫への打撃は小さくなる。しかし、降水が激しければ水田の落水により蚊幼虫は流失する。全国における豚血清の日本脳炎 HI 抗体保有が、8 月末時に 50% を越えた面積が広いほど、また北に広がるほど患者の発生数が多くなる傾向がみられる。富山県で患者の発生が複数確認された 1965~67 年は 8 月の早い週から抗体保有率が高くなり、さらに、その高い保有率が 10 月まで持続する推移を示した。日本脳炎ウイルスは豚での増幅を経ないでも、少数の感染蚊に、運悪く吸血されれば発症することが示唆された。

(5) 地理情報システム (GIS) による蚊の分布要因解析：東北地方の年平均気温が

1℃上昇した場合のメッシュ気候図では、青森県の弘前市、八戸市は、年平均気温が 11℃以上を示す地域に入ることからヒトスジシマカの分布が可能となるが、現地調査では生息の確認は出来なかった。平均気温は 11℃以下ではあるが、人や物資の輸送が頻繁な岩手県盛岡、盛岡以南の北上市、江刺市、花巻市、太平洋側の宮古市、釜石市、大船渡市ではヒトスジシマカは確認されなかった。天童市は年平均気温が 11℃以上を示す地域であるがヒトスジシマカの確認は出来なかった。2000年にヒトスジシマカの分布が確認された山形市では、2002年調査では、市内全域に生息が認められた。採集蚊の約90%がヒトスジシマカで、2年前と比較してヤマトヤブカは一部地域でのみ採集された。蚊刺被害についての市民への質問では、2000年から急に多くなり、刺されて困っているとの多数の回答を得た。寺院関係者へのヒトスジシマカに関するアンケート調査では、ヒトスジシマカ刺症の被害を相当多く受けていること、被害の多くは2000年以降であったこと、多くの寺院関係者はヒトスジシマカに関しての一般的な知識を持っていないことが明らかにされた。

(6) 遺伝子解析による蚊類の地理的変異と南西諸島の侵入蚊：RAPD-PCRの結果、20プライマー中の3プライマーに対しては、日本産および東南アジア産ヒトスジシマカの間で、それぞれ特徴的なバンドがあることが明らかになった。それら特徴的な差異を組み合わせることにより、今回調べた地域のヒトスジシマカコロニー間の区別が可能となった。

沖縄本島、宮古、石垣、西表、与那国島の港湾地区及び人家周辺で、10種の蚊が確認された。ヒトスジシマカが最も多く、

ネッタシマカは採集されなかった。産卵トラップ調査では、ほとんどがヒトスジシマカで、トウゴウヤブカも確認できたが、ネッタシマカは確認できなかった。ヒトスジシマカの産卵は、台風の襲来や大雨で、一時的に減少するが、その後すぐに増加し、12月からは減少し、1月には沖縄本島での産卵は見られず、離島でも極端に減少した。

石垣島の生息蚊調査では、10属30種が採集され、西表島においては、9属25種が採集されたが、2島には新たな侵入蚊の定着は認められなかった。南西諸島における *Cx.vishnui* の移動分散状況の調査では、石垣島の南西部に侵入定着した *Cx.vishnui* が、同島南東部でも採集された。西表島、沖縄本島にも侵入・定着していることが確認された。石垣港において実施したネッタシマカの監視システムは、順調に機能し、調査期間内に採集された卵はすべてヒトスジシマカで、ネッタシマカの侵入は認められなかった。

(7) 侵入昆虫の移動分散能力解析：ネッタシマカ雌の自由飛行速度は固定飛行速度よりはるかに速い $3.06 \pm 1.36\text{m/sec}$ ($=11.02 \pm 4.9\text{km/h}$)であったので、ネッタシマカでの自由飛行速度は固定飛行速度の5.3倍に相当することから、他の全ての種についても便宜的にこの乗率で分散距離を補正して距離を算出した。音響解析法による蚊類の飛行能力の解析では、シナハマダラカは小回りの運用性が弱く、ヤマトヤブカでは効率的な長距離飛行をもたらす、ヒトスジシマカとネッタシマカは短距離の素早い曲線飛行を可能にする翅振動を示した。オオクロヤブカの飛行の波形は極めて機能的な長距離飛行の特性を示し、トラフカクイカは長距離飛行に適した、持続性のある翅振動を示

した。固定飛翔法による雌蚊の総飛翔距離の最大値と平均値はシナハマダラカ：11.3km、4.1km、ネッタイシマカ：8.8km、2.2km、アカイエカ：14km、が 3.1km、トラフカクイカ：27.8km、10.2kmであった。クロツノフサ、アカクシヒゲ、ヤマトクシヒゲ、ヒトスジシマカ、ネッタイシマカは平均総飛翔距離が 2.2～0.6km と距離が少なかった。最連続飛翔距離（一飛びで飛ぶ距離）の最大値と平均値は、トラフカクイカ：22.9km、5.1km、シナハマダラカ：6.7km、1.7km、アカイエカ：9.5km、1.1km であった。総飛翔時間は、トラフカクイカの 836.7 分（13.9 時間）で、ヤマトヤブカの 582.0 分、アカイエカの 605.0 分、シナハマダラカの 576.3 分が続いた。この総飛翔時間はノンストップの最長連続飛翔時間と種ごとに順位において類似した。飛翔時間と距離と速度の相互の関係について、総飛翔と最大連続飛翔にわけて相関を調べた結果、飛翔時間と飛翔距離には高い正の相関があったが、飛翔速度に対する飛翔時間と飛翔距離はいずれも強い相関は認められなかった。

（8）蚊類発生と薬剤感受性：2002 年 5 月に調査した都市中心地域の 5 地区の公共雨水枡の蚊発生率は 16%で、発生主要種はアカイエカで、若干のヒトスジシマカが認められた。その他の蚊種は採取されなかった。生息密度の高い雨水枡は多くなかった。7月にオビトラップで調査した緑地公園で採取された蚊の種は、ヒトスジシマカ、フタクロホシチビカ、キンパラナガハシカで、ヒトスジシマカの産卵はすべてのトラップにみられた。午後 2～3 時のヒューマンベイトに吸血にきた蚊種はアカイエカとヒトスジシマカであった。公共雨水枡から採取のアカイエカの薬剤感受性は採取地区間に多少のバラツキが見られるが、有機リン系

の fenitrothion, temefos に対して 3～2.5 倍程度の抵抗性、fenthion には感受性、ピレスロイド (permethrin) , IGR (pyriproxyfen)、Bti には感受性であった。生田緑地で採取されたヒトスジシマカは、fenitrothion に対して約 2 倍、fenthion、temefos、permethrin、pyriproxyfen に対してはほぼ同等の感受性で、抵抗性の発達はみられなかった。公共雨水枡に発生する蚊類に対して、蚊幼虫対策用の fenthion および pyriproxyfen を有効成分とする発泡錠剤の効果は、前者は投薬後約 1 ヶ月、後者は投薬約 40 日、約 90 % 以上の羽化阻害効果を示した。

（9）シラミ症流行対策と殺虫剤抵抗性の分子診断：アタマジラミの駆除剤感受性において、東京都と神奈川県で新たに得た 3 つのアタマジラミコロニーがスミスリン感受性であったことから、昨年度からの累積調査結果は 15 コロニーの内、抵抗性は 3 つ（20%）となった。核酸抽出のためのシラミ保存法の検討では、ゲノム DNA の増幅には、高純度エタノールに浸漬保存した場合、および餓死させて室温に放置した場合には、8 週間までに DNA 抽出すれば PCR 産物が容易に得られることがわかった。cDNA 増幅に関しては、浸漬処理後 1 日目までであった。抵抗性の分子診断法の確立実験では、シラミのスミスリン抵抗性に関連する 1 つのアミノ酸置換に関する 3 つの遺伝子型を、TaqMan プローブと定量 PCR 装置と cDNA 鋳型を用いて識別することができた。既知の昆虫種第 2 族 AChE の保存配列に基づき、NIID 系統コロモジラミの 2 番目の AChE cDNA 配列をプライマーウォーキングにより決定したところ、新たに決定したコロモジラミの AChE 配列は昆虫種第 2 族に属することが明らかとなった。人工吸血法の改良試験では、前回

同様に脱皮を重ねるにつれて生存率は下がり、成虫脱皮まで達したのは最高で 33.9%で、333 匹の高密度で飼育したコロニーについてはわずか 7.5%という結果であった。脱皮がうまくいった個体はその後効率よく吸血し、多くは次の脱皮まで生き延びた。

(10) 侵入毒グモの分布拡大・防除：大阪府内のセアカゴケグモの分布は、京都府に隣接の島本町や、奈良県に近い四条畷市、八尾市、東大阪市などの淀川以北で新たに発見され、兵庫県にも波及し、1995年の11市3町から21市7町に拡大した。大阪湾岸部での集中的な分布から、山間部裾野および新しく開発された箇所への広がりを見せた。ハイイロゴケグモに対するフェリー発着場および空港周辺での重点的調査では、本年度はさらに屋久島、種子島、南大東島、宮崎県に生息を確認した。鹿児島県トカラ列島、福岡県新門司、門司、兵庫県淡路島、徳島県松山市の各港では確認はできなかった。各齢期のセアカゴケグモの各種殺虫剤への感受性は、いずれも高く、ピレスロイド系エアゾール剤のフラッシングアウト効果も確認された。ペルメトリン含有蚊防虫ネットでは、忌避効果と高い持続性の殺虫効果が確認された。セアカゴケグモ発生地域全体では、毎年定期的に物理的取り除きを主体とする広域防除・監視を実施したが、残存個体による高密度の回復が再確認された。大阪府、堺市、東大阪市、西宮市の関係行政・保健所・研究所諸機関と共同してセアカゴケグモ防除マニュアルを作成した。

D. 考察

平成14年度に実施した各分担研究課題の結果に対する考察は以下の通りである。

(1) 空港由来の侵入昆虫実態：成田空港での航空機内における昆虫等の発見は、貨物機が旅客機の6倍であった。捕獲数差の理由としては、昆虫の侵入口としてのボーディングブリッジや貨物搬入口があるが、旅客機では搭乗口が空港ビルと密着されること、調査時が搭乗客が降りた後の数分後で機内から外部へ逃げ出していることなどがあげられる。他方、貨物機は搬入口は広く侵入しやすい構造であり、調査は到着直後に実施が可能である。さらに、旅客便では清掃が十分に行われるが、貨物便は、清掃が十分行われていないため、航空機に侵入する昆虫が蓄積されることが考えられる。2002年中の成田空港における感染症媒介蚊成虫の捕獲数の占める割合は86.3%で、ここ2年を上回った。CDC ライトトラップは捕獲蚊の種類数は従来のライトトラップと同等であったが、捕獲蚊数は10分の1以下であった。CDC トラップは乾電池を使用することから、100Vの電源が得にくい箇所に適し、蚊を誘引するブラックライトの装着により改善が可能と考えられる。シンガポール製オビトラップはヒトスジシマカの産卵頻度、産卵数において効果が低かった。しかし卵が成虫になっても、オビトラップから出られないので、蚊の発生源とならず安全性が高い。日本でも蚊体内のウエストナイルウィルスの存在を検査する VecTest の導入を図ることが必要である。空港内の地理を知らない第三者であっても、緯度・経度が表示されるGPSの使用によって、調査定点に到着することができるということが判明した。調査点と既存定点の誤差は、コンパスを利用することで容易に定点方向を導けることもわかった。GPSで求めた緯度・経度の情報の広範囲の利用により、ベクターの動向の把握が可能となり、ベ

クター対策について有用な情報となることが示唆された。WHO 薬剤抵抗性判定キットはその試験方法については統一化されているので薬剤耐性試験についてある程度の知識があればキットを用いて試験が行える。日本で使用している薬剤を用いて試験することが必要であり、我が国で用いられている薬剤に変えることにより、緊急時には、薬剤と濃度等が選択でき、適切な駆除を行えると思われる。

関西国際空港では、ネットアイエカ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、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長期継続して行うことが何より重要と考える。オビトラップの効率に関しては、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。

那覇空港に於ける生息調査では、沖縄本島では強風等の理由から捕虫網による成虫の捕獲がなかなか困難であり、ライトトラップによる採集も強風のため採集成績は良くない。今後は可能であれば調査箇所を増やすことが求められる。平成12年よりオビトラップ法を導入し、これまで調査できなかったターミナル地区や貨物地区上屋における蚊産卵調査が可能になったが、トラップが蚊の発生源になるリスクを軽減するためには、シンガポールなどで実用化されている閉鎖式オビトラップ（改良型）の導入が必要と思われる。台風銀座の沖縄では空港環境等の整備がなされても空港周辺地域の側溝や雨水溝など依然として発生源になるので感染症媒介蚊の監視は緩めるわけにはいかない状況にある。

広島空港では、外国からの侵入蚊が多いと思われる国際空港においても侵入蚊等の

採集実績が侵入蚊の推定数より大幅に下回っているため、施設や調査規模からして外国産固有種の採集は認められなかったことは当然のことと思われる。広島空港においては蚊の繁殖水域の把握も容易であり、比較的詳細な調査が実施可能であったので、外国産固有種の採集がなかったことから短期の定着もなかったものと思われる。

(2) 港灣由来の侵入昆虫実態：横浜検疫区での成虫蚊の採取方法の比較から、ドライアイス加ライトトラップ法と炭酸ガス粘着トラップ法の両採集方法の併用が望ましい。月別採集結果から、平均気温が10℃以下の月においても採集されていることから通年調査・監視が必要と思われる。幼虫調査結果は、オビトラップの形状等の差による比較から、白色よりも褐色等の着色トラップで中に落ち葉等を投入したオビトラップが適切であると思われる。定点別調査結果から見ると、CFS内は外国から輸入されたコンテナを直接開梱・積み替えしている場所であることから、今後とも調査継続が必要である。本年も外国種の侵入定着は窺えなかったが、採集蚊の種別経年推移を過去5年と比較すると、採集蚊の種類が増加しており、継続調査による経年変化を把握することも重要である。今後とも媒介蚊におけるデング熱、検疫感染症に準ずる感染症であるウエストナイル熱、日本脳炎及びマラリア等の病原体保有検査を実施することが必要と考える。蚊からのマラリア原虫遺伝子検出法の検討において、DNA抽出法に関しては個体数が増えると阻害物質の量も増えると予想されるので、阻害物質の効果的な除去法の再検討が必要である。

大阪検疫区の船舶における今回の調査でも8割の被調査船舶で何らかの昆虫類

が採集された。昨年、一昨年もそれぞれ同等に高率で採集されていることから、来航する殆どの船舶は何らかの昆虫類を乗せているものと推定される。衛生害虫はチャバネゴキブリが約3割の船舶から採集されたが、長期間の航海の後に来航した船舶が多いことから、侵入後に船内で世代交代を繰り返しているものと推測される。イエバエも3割の船舶から採集され、生存個体は日本本土の個体群とは異なる形質を示すことから、侵入個体であることが想定された。オオイエバエほか2種ハエ類は、採取した船舶がアジア地域の複数港経由のために、侵入港の特定は困難である。輸入コンテナの昆虫調査では荷物の内容、積み込まれた国が限定され、過去2年間の結果と大きな差はなかった。上海港（中国）で積み込まれたコンテナ内からイエカの1種が採集されたことは、媒介蚊の侵入の可能性を示すもので防疫上重要な問題と考える。ノミが採集されたことはネズミ等の宿主が侵入していたことも考えられ、感染症の侵入を考える上で極めて重要な事例である。クモ類がコンテナ内で営巣していることは、餌となる生きた小昆虫の侵入個体数が少なくないことを示している。ライトトラップによる成虫調査において、ネッタイエカが大阪港で得られたことは、外航船舶により侵入した可能性を示すものである。今回の採集は1例にすぎないことから、定着はさらに難しいものと考えられる。コンテナ輸送とその開梱法により、外国の内陸部でコンテナに侵入した虫類が、国内の消費者の生活圏に直接出現することになる。今後ますます増加すると考えられるコンテナ輸送を考えると、少ない侵入率、生存率であったとしても昆虫類の侵入の可能性は看過出

来ないものである。近畿地区の小規模国際港に関しては、市街地や山林までの距離が近いこと、船舶やコンテナから飛散した昆虫類が生息出来る環境を充分提供していることになる。港湾区域及びその周辺の環境の整備は外来性昆虫等の定着防止には重要な要素である。

那覇港湾においては多数のヒトスジシマカやその他多種の蚊類が採取されているがこれらの種は在来種である。那覇港特に新港ふ頭地区はペスト媒介昆虫ケオプスネズミノミの侵入、定着が確認されており、その調査と駆除などの対策に毎年追われている。那覇港においては、ヒトスジシマカの幼虫が大量発生をまねく人為的な発生源が多く残っており、媒介蚊や感染蚊が侵入した場合、定着する要素がかなり多いと考えられる。

神戸検疫区における外国産固有種の侵入・定着の証拠は見いだせなかったが、産卵トラップのみの調査となり、自然水域における侵入蚊の定着があったかどうかは不明である。

港湾区域における侵入蚊の監視に関して、その殆どが多くの企業等の私有地なので、蚊の誘引力の強いライトトラップ（炭酸ガス併用）を用いた成虫調査を中心に実施すべきである。電源に問題がある場合は、バッテリー式のライトトラップの使用も検討すべきである。ライトトラップは、昼間活動性のヤブカ属等の誘蚊力がほとんどなく、ヤブカ属の侵入監視には、空港区域と同様に産卵トラップを広範囲に設置すべきである。採集された外国産固有種は、侵入し、定着繁殖した蚊、あるいは定着後、分散した蚊と解すべきで、侵入蚊が認められた場合、より迅速な対応が要求される。侵入蚊の監視用の産卵トラップを用いる場合は、産卵トラップに発生した蚊が成虫にな

り、分散するのを防止するため週1回の卵及び幼虫の採集が必要となり、それが困難な場合のみ昆虫成長制御剤を使用すべきである。今回の供試した2種IGRの剤型では完全な羽化阻止効果が得られなかったもので、さらにピリプロキシフェン発泡錠等、持続性はないが、計量が便利な包装容量の小さい製剤についても検討する必要がある。

(3) 侵入衛生昆虫の系統分類・同定と生理・生態：当研究事業のもとに立ち上げられた分類・同定システムは3年目を迎え順調に機能している。同定依頼が一カ所にかたよった理由は、同定作業が可能となった検疫所が増加したことによる。航空機内で発見された昆虫の多くは大きめであり、蚊など小形の衛生上重要な昆虫種は発見しにくいことがうかがえる。シンガポール発マニラ経由成田着の航空機内で発見されたアカイエカ1個体は、ネッタイエカの可能性もあり、分布の広い種の侵入地の特定は困難である。ヒト親和性の強い衛生昆虫ルリキンバエは、広く全北区的に分布しているが、アフリカ大陸からは記録は一過性のものと考えられる。2002年9月に南西諸島で再度確認されたクチプトイエバエは、分布の拡大によるものなのかの断定は難しい。シリアカニクバエのように北方系の種類も、南に侵入・分布を拡大していることが、タイ国のチェンマイからネットを通じての同定依頼でわかった。空港の植物検疫で生果実から *Phytosarcophaga destructor* (Malloch, 1929) の幼虫が発見された事例は、衛生昆虫類が植物検疫にまで及ぶことを示唆した。オオクロバエは実験室で飼育が可能で、サイズも大きいので、長距離飛翔の生理的な実験をするのに適し、成虫の構成脂肪酸の40-5

0%が、融点の低いシス型のパルミトオレイン酸であることから、同種は低温に対する生理的耐性を得て、冬や夏山の環境にも適応していることがうかがえた。

(4) 蚊の発生消長の要因解析：蚊類の発生量の増減には、発生源と吸血源の大きさと分布ならびに発生・発育を制限している発育抑制因子(殺虫剤、気象、天敵など)の状況が強く関与する。富山県の状況は、主要発生源である水田は大幅に減少、吸血源の大型家畜の飼養箇所数の大幅な減少により、シナハマとコガタは平野部水田地帯では十分に生育が出来ない状態になってきている。コガタはほぼ全定点で同じような捕獲数の年変動を示し、現在の発生数は1970年代の低発生期間に比べ明らかに多い。シナハマダラカは各定点で独自の年変動を示す傾向がみられるが、共通の変動を示す場合も多い。畜舎の設置場所が、丘陵地の裾野で、裏手が山林、前・側面に水田が広がり、山林の奥には溜池があることが、シナハマの生息に適していると考えられる。他方、平野部水田地帯ではシナハマの繁殖を妨げる要因が存在すると推察される。シナハマ捕獲数が多い年度は、6~7月の気温が高い年で、捕獲数の少ない年度は5~8月の気温が低い年に当たる。コガタと際立った違いは1980年を境に、ほぼ全ての定点で捕獲数が顕著に減少し、それ以後回復しない点である。コガタの1980年からの殺虫剤抵抗性の発現により急激な増加を示したことと異なり、シナハマにはその現象はないことが理解される。しかし、1970年代半ばまで適度に捕獲されたシナハマが、80年以降極端に少なくなった原因については、殺虫剤の影響だけとは考えにくい。既述のようにシナハマは吸血源の畜舎と幼虫の生息場所の水田近くに、休息場所(越冬場所)として林や茂みが必要である

ことを示唆している。富山県における豚の日本脳炎 HI 抗体保有率が高い年度は、コガタアカイエカの発生数が多く、豚における日本脳炎の感染・拡大に、コガタアカイエカの多発生が関与していることが示された。全国の豚 HI 抗体保有の 8 月末の分布と、富山県のコガタアカイエカ発生数の多寡は一致し、コガタアカイエカの発生は全国で同じような年変動を示すことが示唆された。全国の日本脳炎患者発生数とコガタアカイエカ発生数は一致する傾向を示した。コガタアカイエカの発生が 1970 年代よりも多いにもかかわらず 1992 年からの日本脳炎患者発生が低いのは、豚の HI 抗体保有率が低いためか、拡大が遅くなったためと考えられる。要因の一つに、コガタアカイエカの発生が 7~8 月から 9 月にずれこむようになったためと推察される。その証拠としては近年の日本脳炎患者は晩夏から初秋に発生する場合がみられるようになった。

(5) 地理情報システム(GIS)による蚊の分布要因解析：2002 年の青森県、岩手県の調査では新たな分布域の拡大は確認されなかったが、それら調査地点は 1℃上昇の予測メッシュ気候図で 11℃以上範囲であり、最近の年平均気温の上昇が引き続き起これば、分布域の拡大はさらに北上すると考えられる。山形市の生息調査やアンケート調査では、急速にヒトスジシマカの全市的な拡大と、多くの住民がヤブカに刺される被害を被っている現状が明らかとなった。今後、山形市では、同蚊に関する対策を立てる必要がある。ヒトスジシマカはウイルス性疾患、特にウエストナイル熱のように、野鳥に高いウイルス血症を起こす感染症に関しては疫学的に重要な蚊であることから、より広範に適切で効果的な蚊防除対策が必要

で、自治体の蚊対策に関する情報の発信が望まれる。

(6) 遺伝子解析による蚊類の地理的変異と南西諸島の侵入蚊：今年度は RAPD-PCR 法を用いて、市販の 20 プライマーの中で 3 プライマーを組み合わせると、日本産、外国産の両者それぞれの地域 of ヒトスジシマカを区別することが可能となった。そのことから、媒介蚊が侵入しやすい空・海港地区で採取したヒトスジシマカ遺伝子の電気泳動パターンの特徴をあらかじめ RAPD-PCR 法で把握することで、外部からの媒介蚊の侵入を明らかに出来ることが判明した。ヒトスジシマカの活動時期である 5 月から 11 月までは蚊類の繁殖に適した時期であり、その時期にネッタイシマカなどが侵入するとそれらの個体数が増加する可能性が高い。したがって、媒介蚊の侵入、定着、繁殖を未然に防ぐには蚊の発生に好適な時期の監視が必要である。

Cx. vishnui は石垣島南部一帯に完全に定着し、西表島にはごく最近侵入し、沖縄本島へは、数年前に侵入したものと思われる。同蚊種の北上防止のため、南西諸島における定期的な侵入蚊の調査並びに定着した蚊の移動分散の監視が望まれる。石垣島及び西表島両島は侵入蚊の定着に適した環境が多数存在するうえに、熱帯熱マラリアの媒介蚊コガタハマダラカが広く分布することから、南西諸島、特に石垣島等においては、同蚊の移動・分散の監視も必要である。隣接する台湾の南部には、ネッタイシマカが生息しており、デング熱の流行を引き起こしている。ネッタイシマカの定着が可能な地域、特に、南西諸島においては、今回の監視システムを用いた継続的なネッタイシマカの監視が望まれる。今後は、疾病媒介蚊の侵入監視に対する検疫所の役割や地方自治体の役割を明確にするための法の整備

及びシステムの構築が望まれる。検疫所においては、政令区域を侵入蚊の監視のために近隣の水田や林等、蚊の生息しやすい地域にまで拡大する必要があると思われる。

(7) 侵入昆虫の移動分散能力解析：測定した 15 種の蚊は、標識放飼再捕獲法で得た分散距離と比較して、より大きな飛翔距離を示した。各蚊種の総飛翔時間は個体の保有する飛翔エネルギーに関係し、総飛翔距離は体重に関係する傾向があった。連続飛翔時間に速度を乗ずると、ノンストップで飛んだ条件での飛翔距離が得られる。蚊の多くは無風条件で飛翔する傾向があるので、風の影響は低いと推定され、その個体の平均速度でおおよその移動距離が算出される。吸血後のオオクロヤブカやネッタシマカは、非吸血個体より飛翔力は著しく増加したため、吸血した雌蚊の分散距離予測値は、上向きに修正が必要である。溪流性のハマダラカの飛翔分散力は沼・池生息性ハマダラカより著しく劣り、平地性ヤブカは飛翔速度は速いが分散距離は一定の範囲に留まると考えられた。トラフカクイカやオオクロヤブカは生息地の特殊性から長距離飛翔性を示し、樹洞性の蚊類は飛翔能力が低いと見なされる。アカイエカとコガタアカイエカは産卵行動において分散の能力が高いことがうかがえた。飛翔到達距離は蚊の飛翔速度ではなく、飛翔の持続性と有意に相関があった。自然状態の自由飛翔による速度が各種について平均的なパラメータとして得られれば、到達距離について、より客観的な予測値が得られるだろう。飛翔能力は翅の振動の物理的、生理的な要因にも関係することから、飛翔行動に関する音響特性も今

後さらに比較検討する必要がある。

(8) 蚊類発生と薬剤感受性：都市部に生息する蚊類の発生調査ではアカイエカとヒトスジシマカによる発生被害が日常的に起こっており、両種が都市部の媒介蚊として最も重要な種と確認された。都市部で発生するアカイエカでは、弱い有機リン剤抵抗性を示すが、使用可能な剤（有機リン剤を含め）もあり、当面は抵抗性による駆除問題は回避できると思われた。ヒトスジシマカは供試した薬剤の全てに対して感受性を示し、化学的防除には問題ないことがわかった。

(9) シラミ症流行対策と殺虫剤抵抗性の分子診断：アタマジラミ駆除剤の有効性については、昨年度は一部に防除不能な抵抗性レベルが認められたが、現時点では大半のコロニーには駆除剤が有効であると推測される。首都圏のアタマジラミ抵抗性出現率は 20%であったが、限られた調査地域と数に基づくため、実態について知るには全国規模の調査が必要といえる。わが国における 1990 年代初頭から末にかけてのアタマジラミ症再興現象の要因は、薬剤抵抗性による駆除の失敗によるとは単純に結論できなかった。遠隔地の不特定の医療機関等や罹患者からシラミ試料の提供を受け、駆除剤感受性の推定を行う場合には、発見時に生きていて核酸抽出しやすい成虫（次いで幼虫）の試料提供を依頼するのが効率的であると考えられる。国産の抵抗性アタマジラミの Na⁺ チャンネル遺伝子型を識別することができたが、不十分な方法で保存されたシラミ死虫から同様な検定を行う際は、ゲノム DNA を対象とせざる得ないことが今回の研究でわかった。コロモジラミでも 2 つの AChE 遺伝子の存在が認められたことにより、同胞種（または亜種）の