

200/0723

厚生科学研究費補助金

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13年度総括・分担研究報告書

主任研究者 安居院宣昭

平成14（2002）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類の実態調査

太田 周司他 21

2. 成田空港の感染症媒介蚊の生息調査

太田 周司他 27

3. 新東京国際空港で大量発生したイエカに対する防除の対応について

太田 周司他 35

4. 関西国際空港における侵入昆虫等の実態調査 (継続)

安居院宣昭他 42

5. 関西国際空港を含めた泉南地域の蚊の分布・分散に関する研究

安居院宣昭他 53

6. 地方空港における侵入蚊の実態調査

安居院宣昭他 61

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 69

8. 港湾由来の侵入昆虫類の実態調査に関する研究

平田 堅司他 76

9. 侵入衛生昆虫の系統分類・同定

倉橋 弘他 90

10. 蚊類の発生消長要因の解析

安居院宣昭他 102

11. 地理情報システム (GIS) によるデング熱媒介蚊の分布要因解析

小林 睦生他 124

12. ヒトスジシマカ *Aedes albopictus* の塩基配列の地理的変異

當間 孝子他 134

13. 侵入昆虫の移動分散能力の解析

上宮 健吉 139

14. シラミ症流行対策と殺虫剤抵抗性の分子診断

富田 隆史他 174

15. 侵入毒グモの分布拡大・防除に関する研究	
(1) 吉田 政弘	191
(2) 二瓶 直子他	206
Ⅲ. 研究成果の刊行に関する一覧表	210
Ⅳ. 研究成果の刊行物・別刷	213

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 国立感染症研究所昆虫医科学部長

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。媒介昆虫類の侵入の実態把握、監視体制の整備、生物学的特性の解析、防除法の策定を目的として、平成13年度に実施した具体的研究課題と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、関西両空港における航空機内、コンテナの侵入昆虫の継続調査で、多種の昆虫種を確認した。空港域内の蚊類の生息継続調査では、蚊成虫から病原体は検出されなかった。隣接地域の蚊分布・分散調査に加えて地方空港における侵入蚊の調査も実施した。成田空港では経常的に発生するイエカ防除対策を実施した。

(2) 港湾由来の侵入昆虫実態（分担者、平田、安居院）：横浜、大阪港での外航船舶、コンテナ内の継続調査では多種の昆虫種を確認した。港湾地域内・周辺の定点での蚊類の生息調査の継続では外国種の侵入定着は窺えなかった。成虫蚊のウイルス保有検査は陰性であった。

(3) 侵入衛生昆虫の系統分類・同定と生理・生態（分担者、倉橋）：空港・湾港由来の侵入種の精細な分類・同定を継続した。自然環境下で侵入するハエ種の記載と高飛翔性ハエ種について飛翔・移動分散能力にかかわる休眠性、脂質解析等について生理、生態学的解析を継続した。

(4) 蚊の発生活長の要因解析（分担者、安居院）：複数定点で日本脳炎媒介蚊コガタアカイエカの長期継続的発生活長調査データの解析から、発生を支配する要因は、水田環境を取り巻く気象要因、稲作形態、殺虫防除要因が相互関連する事が判明した。各要因の些細な変化によって媒介蚊の多発生が起こることが示唆され、日本脳炎の再流行の可能性についてコメントした。

(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）： Dengue熱媒介蚊、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が、30年平年値の 1.0～1.3℃の上昇を示す最近の急激な温度上昇下での、同種の分布域拡大の現状をさらに検証し、また、沖縄本島、宮古島等でのネッタシマカの侵入調査も継続して行う。

(6) 遺伝子解析による蚊類の地理的変異（分担者、當間）：侵入媒介蚊の侵入・移動・分散を判定するため、ヒトスジシマカの rDNA、ITS 部の遺伝子変異をアジア各国産

の同蚊で比較した。その結果、国内各地産の蚊での比較と同様に、同一個体由来クローン及び個体間で塩基数に変異はあるが、産地国での特異的変異は見られなかった。

(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を開発し、多種の蚊雌成虫の移動分散に関わる基礎データを得た。それらの比較・解析から蚊の推定飛翔分散能力は飛翔速度よりも飛翔距離や持続時間に対して有意に相関した。高飛翔性ハエ2種の測定値の解析結果からは、季節的に飛来・移動する個体群の存在が示唆された。

(8) 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): 簡便殺虫試験法ならびに殺虫剤作用点遺伝子解析による抵抗性分子診断法を確立し、殺虫剤抵抗性シラミの迅速・正確なモニタリングと駆除剤有効性の判定を可能とした。抵抗性アタマジラミのモニタリング調査では国内初めての殺虫剤抵抗性シラミを首都圏で確認した。シラミの国内移入、移動・分散、同胞種間の交雑を推定するために有効なミトコンドリアCOI 遺伝子の配列を決定した。シラミ問題研究に求められる人工飼育法の確立を進めた。都道府県別アタマジラミ被害発生調査 (平成12年度報告書) をもとにシラミ症の実態と問題点を引き続き解析した。

(9) 侵入毒グモの分布拡大・防除 (分担者、吉田): 1995年侵入のセアカゴケグモは大阪府内、兵庫県下等でさらなる分布拡大、高密度化を確認した。ハイイロゴケグモは1996年度の調査分布域をはるか越えて拡大分布した。GISで分布・密度をマップ化し、拡大・分散の要因解析、防除対策への利用も可能とした。セアカゴケグモの防除には、定期的な物理・化学的防除作業の必要性が、野外生態調査を通して示唆された。

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 国立感染症研究所室長
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
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、それらの新たな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策定を目的として、以下の具体的課題について研究を実施する。

これら研究課題の成果は、平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と、昆虫媒介性感染症の流行時における危機管理対策への利用が期

待される。

(1、2) 空港(1)、港湾(2)由来の侵入昆虫実態：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、病原体保有確認ならびに周辺環境への定着能力の把握等に関する研究事業の実施と、効果的な監視・調査方法を検討する。得られた成果を、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役立てるための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レファレンス・ミュージアムと分類・生態学専門家を結ぶ侵入昆虫分類・同定体制の構築を通して、空港及び港湾経由の侵入昆虫のより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：長期にわたり蓄積されている日本脳炎ウイルス媒介蚊コガタアカイエカの発生活消長調査成績から同種の発生活消長要因を解析し、日本脳炎の再発・再興の可能性に関わる情報を得る。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つ情報を得る。

(5) 地理情報システム(GIS)による蚊の分布要因解析：ヒトスジシマカの個体群密度がある程度高い日本においてはデング熱二次感染が起こる可能性がある。そこでGIS調査法等の導入により効率的に同蚊の分布拡大を規定する環境的、気候的、地理的要因を明らかにし、東北地方における同蚊の正確な分布を把握し、デング熱二次感染リスク地域の明確な特定を可能とする。

南西諸島におけるデングウイルス媒介蚊ネッタイシマカの継続的分布調査もあわせて行う。

(6) 遺伝子解析による蚊類の地理的変異：温暖化により媒介蚊が国内侵入後、定着、繁殖する可能性も増してきている。そこで、日本や外国に生息しているデング熱ウイルス伝播蚊であるヒトスジシマカを採集・入手し、それらの地理的変異を分子生物学的に明らかにする。得られた遺伝子変異情報により、国内への伝播蚊侵入の有無を明らかにすることが可能になる。

(7) 侵入昆虫の移動分散能力解析：疾病媒介性昆虫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、それら侵入昆虫に対する適切な防除が可能となる。そこで、当研究では疾病媒介昆虫代表種としての蚊、ハエ類の潜在飛翔・移動分散能力を飛翔力測定装置によって解析し、飛翔に伴う様々な機構を行動学的、生理学的に解析することを目標とする。

(8) シラミ症流行対策と殺虫剤抵抗性の分子診断：殺虫試験法と抵抗性遺伝子の分子診断法の確立により、日本におけるアタマジラミ駆除剤の有効性を明らかにして、シラミ症対策に役立てる。シラミの移動分散解明のためにDNA多型解析による分子地理学的研究を行い、シラミ症再興と殺虫剤抵抗性発達の要因を明らかにする。ピレスロイド剤抵抗性問題対策のための新規医薬品開発、抵抗性機構の解明、病原体媒介昆虫としての生化学的研究に必要なヒトジラミの人工吸血飼育技術を確立する。

(9) 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、再発見されないハイイロゴケグモ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危機管理の伝達に役立てる。

B. 研究方法

平成 13 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、入港船舶及びコンテナでの侵入昆虫類の採集・同定および数種の異なる採集トラップ法による国際・地方（広島、長崎）空港、国際港湾域内定点での蚊幼虫・成虫生息と産卵状況調査を実施した。加えて、採集蚊の病原体調査（日本脳炎、デング熱、マalaria）と検疫区域外の定点での蚊類、害虫相の生息調査と環境調査ならびに空港検疫区内で発生するイエカの駆除対策法を検討した。

(3) 侵入衛生昆虫の系統分類・同定と生理・生態：感染症研究所昆虫医科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、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稼働させる。高ヒト親和性、高移動性ハエ類の自然飛来による侵入や季節移動の実態の把握に関わる、それらハエ類のホルモン、脂質を解析し、ベクターとしての生理特性を確認する。

(4) 蚊の発生活長要因解析：富山県で 1969 年から現在まで複数定点でライトトラップ捕集継続調査されている日本脳炎媒介蚊コガタアカイエカ捕集調査の蓄積成績をもとに、30 年間に及ぶ同蚊の発生数の年変化を調べ、その変化を惹起した要因について、同蚊幼虫の主要発生源である水田、および成虫の産卵に不可欠な豚、牛等大型

家畜の飼養状況などの農業環境条件と気象環境条件との相関を比較精査し、同蚊発生に關与する要因を明らかにする。

(5) 地理情報システム (GIS) による蚊の分布解析：蚊の分布調査は、墓地の幼虫発生水たまりより採集し、研究所に持ち帰って成虫まで飼育し種の同定を行った。また、採集地で吸血のために飛来した成虫を捕虫網で捕獲し持ち帰った。採集地点の正確な位置は GPS で測量した。各都市の年平均気温は気象庁の統計資料、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は 1 km メッシュ気候値（気象庁、1996）を利用した。

(6) 遺伝子解析による蚊類の地理的変異解明：本年度はアジア産ヒトスジシマカ rDNA の ITS 部の塩基配列を比較するために、タイ、マレーシア、インドネシア、フィリピンより本種の卵を得て、成虫まで飼育し、同定を行い、合せて 4 系統を得た。DNA 調査したのはラオス、マレーシア、インドネシア産の同定済みの雄の DNA を PCR を行い、得られた産物をライゲーション、トランスホメーション、クローニングし、rDNA の ITS 部の ITS1 と ITS2 の塩基配列を調べた。

(7) 侵入昆虫の移動分散能力の解析：本年度は予備調査として蚊類 9 種の卵や幼虫を野外で採取し、室内条件で繁殖して得た成虫を飛翔能力測定に供試した。高飛翔力のオオクロバエとケブカクロバエの野生虫と増殖虫についても、季節による飛翔能力の観点から追加調査を行った。微小な蚊類の飛翔能力の測定には、新たに微小虫体の外力にも応答する装置を製作し、使用した。飛翔速度や距離持続性や休止の動態を 1 台の CPU 装置上で同時に 2 台のフライトミル装置を電子制御で測定し、LabBiew 開発プログラムによって時間測定した。フライ

トミルからのセンサー入力はデジタル信号に変換し、CPU を介して計測し、データ格納の後、統計解析した。

(8) シラミ症流行対策と殺虫剤抵抗性の分子診断：道府県集計によるアタマジラミ被害調査（平成12年度報告書）をもとに就学前・就学児童の罹患率、地域別駆除指導内容に関して分析した。首都圏の保健所や皮膚科医師経由で得たシラミは、採取後6時間以内に濾紙接触法による薬剤感受性試験に供試した。Na⁺ チャンネル遺伝子の解析には、1頭のアタマジラミ生存個体より抽出した全 RNA を逆転写に用い、逆転写液の一部を PCR 増幅し、ダイレクトシーケンシングにより cDNA 配列を決定した。コロモジラミの人工吸血には NIID 系統を用い、シャーレに固定したヒートブロック保温血液パッド上にシラミをのせて行った。供試血液は凝血抑制剤、輸血用全血保存液を加え最終濃度 14% に調製した。孵化幼虫から人工飼育を始め、週約5回の吸血で、吸血前に死亡数を確認して生存率の変移を解析した。

(9) 侵入毒グモの分布拡大と防除：大阪府内を重点にセアカゴケグモ周年現地調査を行うと共に、関係行政機関からの情報提供を受けた。ハイイロゴケグモとヤエヤマゴケグモは過去に生息確認されている都府県と南西諸島を中心に、フェリー発着場周辺と空港周辺を現地調査した。ゴケグモ類の発育・生態解析のため、セアカゴケグモを飼育した。セアカゴケグモ防除法を昨年と同一地点で検討し、野外生息環境調査も実施した。大阪府のセアカゴケグモ分布調査蓄積データに対して、地理情報システムにより、密度分布図を作成し、分布・密度の拡大状況を解析した。

(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。蚊による組換え DNA に関する研究に際しては、大学の安全委員会に実験計画の届け義務があり、本研究も安全委員会に実験計画を提出し、許可を得、実験は安全委員会のルールに従って行っているので問題はない。

C. 研究結果

平成13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およびコンテナ調査は251機で行い、13%で昆虫資料が得られ、内訳は8目26科50個体であった。衛生昆虫の採取割合は14%で、13種の蚊類が採取された。その中にはシナハマダラカ1個体が含まれ、マラリア検査は陰性であった。ハエ類は3科3個体で、O157は陰性であった。ゴキブリは2個体であった。感染症流行地からの来航は31路線で、15路線で昆虫が採取された。アジア系航空会社から効率よく資料が採取された。月別採取状況は、6月、7月が多かった。成虫捕獲調査では、2,125匹で13種、最も多いのはアカイエカであった。ライトトラップにドライアイスをおいた採取法が最も効率良く、1回当たりの捕獲数の平均は20.2匹となった。幼虫調査

結果では、調査7地区中3地区で41回幼虫の成育を確認し、8月がピークであった。オビトラップ調査では、11カ所にそれぞれ2個を1回5日間設置し、26回行った。蚊の産卵は5カ所で38回、8種の蚊による産卵が確認された。媒介蚊としては、アカイエカ、コガタアカイエカ、ヒトスジシマカ、ヤマトヤブカが記録された。捕獲した複数の蚊種・蚊個体に対するマラリア、デング、日本脳炎、ウエストナイル脳炎の病原体検査はいずれも陰性であった。空港駅のホーム下の汚水槽で継続的に多数のチカイエカ発生が確認され、対策委員会が関連機関で設置された。日本環境衛生センターによる薬剤抵抗性調査では、有機リン剤、ピレスロイド剤に中レベルの抵抗性を示した。BT剤、IGR剤による駆除作業により、成虫の捕獲数の減少は継続し、汚水槽での幼虫発生はほとんどなくなった。

関西国際空港検疫所における機内の調査で採集された疾病媒介昆虫は2目3科3属3種18個体で、内訳はネッタイエカ、イエバエ、チャバネゴキブリであり、その他の昆虫は5目8科8種10個体であった。

到着航空機周辺の捕虫網等による23回の調査で昆虫が採集された回数は78.3%、疾病媒介昆虫が採集されたのは47.8%であった。炭酸ガス併用ライトトラップによる調査では23回のうち昆虫が採集された回数は52.2%、疾病媒介昆虫が採集されたのは47.8%であった。採集された疾病媒介昆虫はアカイエカ、コガタアカイエカであった。航空機コンテナ調査では疾病媒介昆虫等は存在しなかった。輸入上屋内の蚊調査では、採集された蚊はすべてアカイエカで、外国産固有種は採集されなかった。

輸入上屋内のダニ類の調査では、疾病媒介性のダニ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の幼虫の内訳は、シナハマダラカ、ヒトスジシマ

カ、アカイエカ、コガタアカイエカ、ヤマトクシヒゲカ、イナトミシオカ、トラフクイカであった。

泉南地域における平成13年生息確認蚊種は7属17種に減少した。空港地帯では、3属7種に減少した。地域分布に関しては、泉南地域において3属6種が分布域を減少させた。泉南地域の気象状況調査結果は、気温に関して平成12年と13年では大きな差はなかったが、降水量に関して平成13年は3月・4月の雨量が少なく、平成12年の半量近くにまで減少した。

山間部に設置された広島空港およびその周辺地域の調査では、幼虫調査結果は6属18種が採集され、外国産固有種は採集されなかった。ヤマトヤブカが1年を通じて、ヤマトクシヒゲカがほぼ1年を通じて採集された。成虫調査結果は5属10種が採集されたが、外国産固有種は採集されなかった。最も採集個体数が多く、また採集期間が長かったのはコガタアカイエカ次いでシナハマダラカであった。

海上空港の長崎空港および周辺（対岸）の調査では、4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。長崎空港周辺（対岸）地域の調査結果では4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。生息が認められた9種の内、コガタアカイエカは全地帯に生息が認められたが、その他の8種は山脚地帯のみに生息が認められた。

(2) 港湾由来の侵入昆虫実態：横浜港湾検疫区の蚊科の侵入実態調査では、ライトトラップ法(延133器設置)により、アカイエカ類1,218個体、ヒトスジシマカ143個体、コガタイエカ35個体及びキンイロヤブカ2個体の合計1,398個体が採集された。炭酸ガス粘着トラップ法(延126器設置)により、アカイエカ類2,246個体及びヒトスジシマカ226個体の合計2,472個体

が採集された。オビトラップ法（延 20 回、280 個設置）による幼虫の採集ではヒトスジシマカのみ 225 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 10 月、9 月、8 月の順位で、最低値は 1 月であった。粘着トラップ法では、10 月、8 月、5 月の順位で、最低値は 12 月であった。オビトラップの結果は 6 月から 8 月の間のみ採集され、その間の平均水温は 18.3 ~ 29.7 °C であった。各定点別調査の成虫調査結果では、採集総数で見ると山下埠頭、出田町埠頭、南部管理センター（本牧埠頭）の 3 定点が高く、CFS2 定点は低かった。幼虫の調査結果は、星野町及び出田町埠頭の 2 定点のみでヒトスジシマカが採集された。採集されたアカイエカ類、ヒトスジシマカ、コガタイエカ、キンイロヤブカ合計 1,934 個体について、フラビウイルス遺伝子の検査結果は全て陰性であった。

大阪港湾検疫区での貨物船 8 隻、タンカー 1 隻の船舶調査での総採集個体数は 7 目 20 種 38 個体であった。衛生害虫とされる種はチャバネゴキブリ 2 個体、アカイエカ 1 個体、イエバエ 2 個体、サシバエ、オビキンバエ、クロバエ科の一種、ニクバエ科の一種の各 1 個体の計 9 個体であった。サシバエの侵入は航空機内では記録されているが船舶では初めてであった。

輸入コンテナより採集された昆虫等の総数は 11 目 37 種 57 個体で、内訳は昆虫網 8 目 30 種 49 個体、蜘蛛網 1 目 5 種 6 個体、唇脚類 1 種 1 個体、は虫類 1 種 1 個体であった。衛生昆虫は、ゴキブリ類が 2 種 3 個体、双翅目はイエカの一種が 4 個体、イエバエ科 3 個体、オビキンバエ 2 個体、クロバエ科 1 個体、ショウジョウバエ科 4 個体が採集された。ライトトラップによる成虫の調査結果はアカイエカ 24 個体、コガタイエカ 3 個体、ヒトスジシマカ 4 個体、

シナハマダラカ 1 個体であった。幼虫の調査結果は合計 40 発生源から 619 個体が採集され、種類別にアカイエカ 111 個体、トウゴウヤブカ 181 個体、ヒトスジシマカ 314 個体、トラフカクイカ 13 個体であった。20 個設置したオビトラップによる調査結果はヒトスジシマカの幼虫 3,289 個体、7 月の調査でイナトミシオカの幼虫 121 個体、6 月の調査で 2 箇所からアカイエカの幼虫が計 104 個体採集された。この地域におけるイナトミシオカの採集は初めてのものである。

（3）侵入衛生昆虫の系統分類・同定と生理・生態：成田の国際線旅客・貨物機中から採集された昆虫類の同定依頼結果は、鞘翅目 10、半翅目 5、鱗翅目 4、双翅目 2、ゴキブリ目 2、膜翅目 1 で、衛生昆虫はチャバネゴキブリ（カラチ→成田）、ワモンゴキブリ（ロンドン→アンカレッジ→成田）であった。種までの同定に至らなかった検体が多く、種名の判明したものは全て日本にいる種であり、外国から侵入したと断定できたものはなかった。

空港及び港湾経由で侵入したと考えられるサンプルは今年度感染研での最終的同定チェック体制の中では見あたらなかった。監視体制の中での調査や同定ネットワークを通じて分類・生態専門の研究者から得られた情報により、侵入によるものと思われる獣医学や衛生上重要なハエを含む 3 種、ウロコシリモチ *Pygophora lepidofera* (Stein, 1915)、クチブトイエバエ *Musca crassirostris* Stein, 1903、シリアカニクバエ *Parasarcophaga crassipalpis* (Macquart, 1839) 種について解析した。

昆虫の飛翔能力と移動分散の生理生態的解析として、オオクロバエの移動と休眠生理に関連する卵巣発育、脂質の変動について検討を行った。卵黄蛋白の合成、卵への卵黄蛋白の取り込みに関与するエクジステ

ロイドの活性は、雌非休眠成虫では羽化10日後から上昇し、卵への卵黄蛋白の蓄積が開始される15日後にピークがあった。雄成虫は雌成虫の1/4で、15日後にピークが認められた。脂質含量は、全体重の3~4%で、羽化後に上昇し、雌成虫では20日後には2倍、雄成虫では20日後でも3%台で、10日後は一時的に5.5%まで増加した。脂質を構成する脂肪酸は雄・雌共に羽化時は15%で、パルミトオレイン酸が20日後には40から45%までに増加した。低温下で活動、産卵する本種のような「冬のハエ」には融点が低く粘性の低い当脂肪酸は生理的に利用しやすいかたちと考えられる。今回の結果は昨年調べたケブカクロバエの結果と共通点を確認された。

(4) 蚊の発生活消長の要因解析： 富山県内でのコガタアカイエカ捕集数の年変化を連日調査定点と週1回調査定点合わせて全体を概観すると、1982、1983、1985、1987、1994年の捕集数が顕著に多く、1969~1978年の10年間は顕著に減少し、1995、1996年はほぼそのままの数を維持した。1997年以降、捕集数は多い傾向を示した。月別捕集数の年変化は、1970年代は7月が多く、8~9月に少なくなり、1981~1983年の急増期は8月が著しく多かった。その傾向は続き、近年では9月の捕集数が多く、6月捕集実数が多い年度には年間の捕集数も多い傾向がみられた。コガタアカイエカの発生変動要因と考えられる水田環境の35年間推移では、水田作付面積の減少は発生にマイナス要因であり、放置休耕田の増加は幼虫の発生源になっている。大型機械導入での水田整備は、水田面積の巨大化、乾田化を招き、蚊発生にはマイナス、水管理の不備はプラスとして働き、休耕田の調整水田における通年貯水は、幼虫発生を促進する。薬剤の航空撒布、地域が一斉に行う稲作基本防除、害虫発生に応

じた随時防除は、幼虫・成虫の発生制限因子として働く。富山県における家畜の飼養数の漸減と、多頭飼育による畜舎の減少、平野部や水田地帯畜舎の減少は、コガタの吸血には不都合になった。コガタアカイエカの発生に關与する気象要因の年次変化として、冷夏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。水田では6月中旬に中干し、その後の間断灌水はコガタ幼虫の生育に支障を与えているが、その間に降水があればコガタ幼虫への打撃は小さく、降水が激しければ水田の落水が行われ、コガタ幼虫は流失する。コガタの年間捕集数は6月の捕集数の多寡で決まる可能性が強いことが示され、これは初夏の個体群がその後のコガタの母体となること示す。富山県では5月上・中旬にはコガタの繁殖(吸血)活動が始まり、下旬には活発になって6月に連なる様子がみえ、6月の捕集数の多少は5月時点で決まるように思える。1987年の調査でも富山のコガタには高い殺虫剤抵抗性が維持されており、1994年には明らかに低下傾向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：2001年の夏のヒトスジシマカ生息調査結果は以下の通りである。秋田市内で定着を確認し、吸血情報から2000~2001年にかけてヒトスジシマカが当地で越冬したと考えられる。能代市でも市内全域に分布を確認した。港湾地区の多数放置の古タイヤが侵入に関係したと考えられる。1kmメッシュ気候図で年平均気温11℃に位置する3都市の確認調査では、横手市、新庄市で定着を確認した。新庄市の聞き取りでは、2000年から急に蚊に刺されるようになったとの事であった。天童市ではヤマトヤブカとアカイエカのみ採集した。宮城県の気仙沼、女川町、元吉町は

年平均気温が 11℃以上に該当し、気仙沼市と元吉町で生息を確認した。女川町ではヤマトヤブカとアカイエカ幼虫のみを古タイヤから採集した。東北地方の年平均気温を過去6年間と1961～1990年30年の平年値と比べると0.8～1.2℃上昇していた。年平均気温が1℃上昇した場合の北関東から東北地方にかけての温度分布変化の予測を、コンピューター上で図化し、年平均気温11℃以上表示地域を想定すると、気仙沼、釜石、盛岡、八戸、大館、弘前等は範囲に入る。これらの地域におけるヒトスジシマカの侵入・定着の可能性が強く示唆された。新庄市は1℃上昇の予測メッシュ気候図では11℃以上となり、近年の平均気温の上昇がヒトスジシマカの分布域の拡大に関与した可能性は高い。

(6) 遺伝子解析による蚊類の地理的変異：ラオス、マレーシア、インドネシア産のヒトスジシマカの合計9個体についてrDNA中のITSの塩基配列解析を行い、8個体のITS1は13、ITS2は12クローンについて解析を行うことができた。その結果、ITS、1,2の塩基数と総塩基数には変異がみられ、いずれの地域においてもヒトスジシマカのITS1はITS2より塩基数が多かった。各地のITS1とITS2のGC比については、いずれもITS2がITS1に比べてわずかに低かった。しかし、今回実験に用いたアジア産各地のヒトスジシマカには、産地国を明確に区別する特徴的なITSの塩基配列はなかった。

(7) 侵入昆虫の移動分散能力解析：飛翔実験に用いた9種類の蚊は標識放飼再捕獲法によって得られた分散距離と比較して、より大きな飛翔距離を示した。飛翔測定装置による9種の蚊の平均飛翔速度・時間、最大飛翔速度・時間の飛翔特性値から、固定飛翔条件下での平均・最大到達距離を推

定した。最大到達距離はオオクロヤブカが17.6kmと顕著に高い値を示し、ハマダラカ属のオオハマダラカ794m、シナハマダラカ1,338mと短かったが、その他のいずれの種も2kmを超える範囲を示した。ヒトスジシマカやヤマトヤブカでは4kmを超える範囲を示した。吸血後と非吸血のオオクロヤブカとアカイエカそれぞれの比較では、アカイエカには差はなく、オオクロヤブカには顕著な差が認められた。

オビキンバエとオオクロバエが秋に急激に個体数を増加させる現象を解明するために、九州各地で採集時期を変えて捕獲した成虫の飛翔数値を比較・検討した。総飛翔時間については志賀島と鹿児島秋集団間に有意な差があった。総平均飛翔速度、最大飛翔距離、最大連続飛翔時間・速度、最速飛翔速度においては有意な差は無かったが、平均的には鹿児島島の2集団が優れた飛翔特性を示す傾向があった。室内増殖の個体の総飛翔距離はオオクロバエがオビキンバエよりもやや少なく、飛翔後の体重減少率、最大連続飛翔距離では有意な差は認められなかった。

(8) シラミ症流行対策と殺虫剤抵抗性の分子診断：抵抗性識別のための薬剤濃度の検討試験から、アタマジラミ成虫のフェノトリン抵抗性比を求める際は、100mg/m²薬量で、1個体が処理後3時間に正常であれば、その個体の抵抗性比の過小推定値は5倍(=100/20)として表すことが可能となり、アタマジラミの殺虫試験にはこの抵抗性比推定法を適用した。9つのアタマジラミコロニーの内、3つが抵抗性であった。2つは都内保育園に登園中の姉妹から、残りの1つは英国に一時帰国直後の日本長期滞在中の英国人成人由来で、各コロニーの抵抗性比は20倍、80倍、および160倍と推定した。フェノトリン抵抗性と感受性のアタマジラミコロニーを用い、ピレスロ

イド系殺虫剤の作用点である para-orthologous Na⁺ チャンネル遺伝子の cDNA 配列の解析では、完全長コード配列 (6528b) を比較した抵抗性と感受性の 2 つのコロニー の間に 23 個の塩基置換があり、その内 4 つがアミノ酸置換をもたらす事が示唆された。これら 4 つの抵抗性コロニー特異的アミノ酸置換の中に殺虫剤感受性低下をもたらす点突然変異が含まれていると考えられる。シラミの Na⁺ チャンネル遺伝子ドメイン II の膜貫通セグメント 5 と 6 を含む P931 - N1062 のペプチド配列は公表されており、2 箇所の置換が米国・英国由来のピレスロイド抵抗性アタマジラミに特異的なアミノ酸置換として判明している。これらの置換は今回の日本人と英国人に寄生した抵抗性アタマジラミに見出した 2 つの置換と一致した。コロモジラミ由来のチトクロム酸化酵素サブユニット 1 (COI) 遺伝子から予想されるペプチド配列をキイロショウジョウバエとヒトと比較したところ、共に 68% の同一性を示した。

人工吸血法として、56 個体の 1 齢幼虫を 37 °C のヒートブロック上で保温した血液パッド上にシラミの乗った布片を置く飼育法では、成虫に達したのはわずか 3 個体であった。血液をマイナス 70 度で凍結して溶血させる 2 回目の試行で、血液成分を均一に摂取させることが可能になり、生存率は高く、33% の幼虫が成虫にまで達した。

昨年度に引き続き、各都道府県集計によるアタマジラミの発生調査をもとに、就学前、就学児童の罹患率を、平成 12 年 5 月の学校調査による全国の保育園数と在所児数、幼稚園数と園児数、小学校数と児童数に従って、11 年度のアタマジラミ症罹患率を延べ発生件数から計算すると、それぞれ、0.17%、0.02%、0.07% になった。地

域別駆除指導に関する集計では、大半は個々の対応内容は明らかにされておらず、件数については福島県の 44 件を頭に 13 道・県を併せて 241 通であった。

(9) 侵入毒グモの分布拡大・防除：大阪府内でのセアカゴケグモ分布は、昨年の分布域を更に広げた。1995 年侵入以後の生息調査データを GIS により検討したところ、大阪府のセアカゴケグモの分布は、その拡大状況と密度変化の特徴から①大津川以南の南部、②大津川と大和川の河間の中部、③大津川以北の北部の 3 地域に分けて実態の解析が可能となった。フェリー発着場および空港周辺を重点としたハイロゴケグモ分布調査では、南西諸島および沖縄・奄美航路を持つ本土各地に本種の生息を確認し、本種の分布はセアカゴケグモの分布域をはるかに越え、広域に分布している事が判明した。

ハイロゴケグモを異なる温度条件下で飼育し、雌・雄の成熟齢数、成熟必要日数を明らかにした。高温になるほど雌雄ともに性成熟に要する期間は短縮され、各齢期の死亡は 2、3 齢期に集中した。セアカゴケグモの野外棲息環境調査の一環としての公園排水溝におけるセアカゴケグモ駆除後の個体群動態及び温湿度調査では、駆除 2 ヶ月後の 2 月には既に再侵入が見られ、冬季のセアカゴケグモの分布拡大は幼体の分散によるものであり、長期産卵と越冬形態が、分布拡大の大きな要因と考えられた。排水溝におけるセアカゴケグモと餌となりうる節足動物との関係調査では、セアカゴケグモ数は捕獲された総節足動物数との間に有意な相関が認められ、排水溝は寒冷期でもセアカゴケグモに充分食料を供給できる場所であった。セアカゴケグモ防除に関する調査では、防除不成功の墓地は、その周辺あるいは防除対象外区域からの再侵入の結果が示唆された。比較的大規模な西宮

市団地での防除間隔が2ヶ月の効果は、低気温の時期は有効であったが、高温期はクモ個体数の回復が顕著となった。

D. 考察

平成12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の昆虫調査は前年度に比較して採取率が低下した。貨物機での採取が多いことは、昆虫が入りやすい構造、清掃が不十分であることが原因と推察される。採取した双翅目および直翅目昆虫のうち種が判別した個体は国内分布するものであり、これらの種の機内への侵入の実態解明は今後の課題である。双翅目、直翅目昆虫での生存個体は蚊1、ハエ2個体で、これらの移送は航空機による事が確認された。航空機での媒介昆虫の確認から、夏期から秋期に侵入の可能性が高いことが示唆された。

蚊成虫の捕獲率は前年に比較して減少したが、媒介蚊の割合は増加した。ライトトラップにドライアイス併用法が他の方法より優れていた。竹藪では多種の蚊が、第4サテライトでは前年に続いてシナハマダラカが多く捕獲されるなど、成虫で捕獲される蚊種に応じた幼虫の発生も見られた。オビトラップへの産卵は7月初旬から始まった。調査個体は少ないが侵入が懸念される蚊媒介性病原体は検出されなかった。貯水槽から発生するチカイエカに中程度の抵抗性が見られたことは、定期的に有機リン剤による駆除が原因と推察される。そこで、今回の駆除にはイエカ等双翅目昆虫の幼虫に、駆除剤として効果の高い微生物殺虫剤のBT剤およびIGR剤のピリプロキシフェン、2剤を選択し、駆除効果を上げた。感染症の侵入阻止の一対策として、ベクター対策は重要であるが、平素からの定期的な害虫の発生活消長や感染症侵入時の適切な

薬剤使用に必要な抵抗性調査も不可欠と思われる。

関西空港における約2年間の調査から、コンテナや貨物に付着して我が国に侵入してくる疾病媒介昆虫等は非常に少ないと思われる。しかし、設置トラップ数に左右されることから、設置トラップ数を増加させて正確な情報を得る必要がある。我が国への外来種の侵入を最も良く手助けしているのは航空機本体であり、例年、航空機内で疾病媒介昆虫としてネッタイエカ、イエバエ、そしてチャバネゴキブリ等が認められている。航空機で国外より比較的多く運ばれてくる昆虫等のうち、到着時扉と共に機外へ飛翔する昆虫として、特にネッタイエカとイエバエをあげることができるが、飛翔しているネッタイエカやイエバエが当空港で採集されたことはない。本年はネッタイエカの繁殖は見られず、蚊の繁殖にあまり適さない年であった。気象が蚊の繁殖に大きな影響を与えたものと推察されることから、気象と蚊の定着について検討する必要がある。平成13年は、3～5月の小雨、渇水の影響で各地帯で発生場所数も減少したことが、多くの種に影響して、サンプル採集数が減少した。従って、蚊の移動分散には気象が関係しており、生息場所の緯度によって事情は異なるが、特に冬期の乾燥度と3月・4月の降水量が蚊の移動分散に大きな影響を与えると思われる。今後は、蚊の移動分散と気象との関係をさらに明らかにするため、長期調査ならびに侵入蚊の繁殖確認と駆除を兼ねた調査駆除法の検討が必要である。

広島空港およびその周辺地域の調査では、7属20種と、多くの蚊が採集された。山間空港ではより多くのカ科の生息環境が存在しているものと思われ、一度蚊が侵入し繁殖した場合、移動分散の防御は困難を極めるとと思われる。

長崎空港および周辺（対岸）の調査において、長崎空港内では4属7種が採集されているが、その殆どが未整地部の草地や林の中で採集されている。空港環境には蚊生息可能な場所は少なく、侵入蚊の定着する環境はあまり存在しない。繁殖環境の少ない長崎空港では他の地域への侵入蚊の移動分散は殆ど不可能と思われる。

（2）港湾由来の侵入昆虫実態：横浜検疫区での成虫蚊の採取方法に関しては、ドライアイス加ライトトラップ法に比較して炭酸ガス粘着トラップ法が採取数で優位であり、今後も電源確保できない場所での調査には有用である。ネットアイエカの採集や採集蚊の種類等を目的とする場合には、ライトトラップ法がすぐれている。月別採集結果では1月も採集されていることから、年間を通じた調査が必要と思われる。幼虫調査結果では、オビトラップの水温を考慮した検討が必要と考える。定点別調査結果から、外国から輸入されたコンテナ開梱・積み替え場所のCFS内は、今後とも調査継続が必要である。平成13年調査で、蚊類は、過去5年の成績と大差なく、外国種の侵入定着は窺えなかった。フラビウイルス検査結果は、全て陰性であったが、今後とも病原体保有検査を継続する必要がある。粘着剤トラップで捕獲された蚊は、粘着剤によるRT-PCR阻害が憂慮されるので、除去法等について検討する必要がある。

大阪検疫区の船舶における昆虫類の調査では、78%の調査船舶から昆虫類が採集された。これは来航する大半の船舶に昆虫類が生息する可能性が高いこと、船舶が昆虫類の侵入に無防備であることを示している。各船舶が過去3ヶ月の間に複数の港に寄港することも、昆虫類の侵入した場所の特定を難しくしている。輸入コンテナの昆虫調査では、コンテナが積み込まれた国が限定されていた。内陸に分散されてコンテ

ナが開梱される場合は調査は難しい。コンテナから採取された大部分の種は、いずれも、国・内外に広域分布する種が多い。しかし、コンテナは大阪港に到着直後、初めて扉を開放して調査することから、採集昆虫類は外国由来と推定される。食料のないコンテナ内で生きた昆虫が採集されることは、最近、積み込み地で侵入した可能性を示唆している。多くの昆虫捕食性の虫類が採取されることは、コンテナ内にこれらの餌となる昆虫種が侵入していることを示唆している。港湾区域でのライトトラップによる成虫調査、環境水系の幼虫調査、オビトラップ調査では、それら個々の調査条件の違いにより、昨年と比較して種数・個体数それぞれに増減を見た。シナハマダラカとコガタイエカは昨年と同じライトトラップのみで採集しているが、幼虫の発生源は確認できず、港湾地域は良好な発生源はなく、遠距離から飛来してきたものと推測される。イナトミシオカは初めて記録された。1999年に関西空港においても記録されているが、従来から生息していたものか近年になって侵入したものかは不明である。近年は港湾地区はより建造物の増加で乾燥が進み、衛生環境も良くなっている。しかし、公園や緑地を設けることで昆虫類に生活の場を提供するようになって来ている可能性が考えられる。

（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2年目を迎え順調に機能している。同定依頼サンプル数の減少は検疫所での同定作業が機能的に整備された事が反映している。航空機内で採取された資料では大きめの昆虫が多く、小形の蚊などの衛生上重要種の発見が難しいことが、依頼サンプル傾向でうかがえる。航空機内で発見されたチャバネゴキブリ、ワモンゴキブリの2種は、世界広域分布種

であることから、侵入地を特定しにくいのが難点である。今年も、研究協力者や専門家の野外調査で、自然環境下で南方系昆虫の北への侵入による分布の拡大や北方系種類も南への侵入による分布拡大した衛生昆虫類3種が確認されている。侵入昆虫監視のネットワークは一国内にとどまることなく国際的規模で常に稼働させておくことを、将来考える必要がある。長距離移動で国内に侵入するオオクロバエは病原体の運び屋として海外より感染性の疾病を持ち込む危険性がある。オオクロバエについて長距離飛翔の生理的な背景を知る予備的実験から、エクジステロイドと脂質の変動はケブカクロバエと類似していた。羽化から産卵までの日数がケブカに比べて3倍長いことが特徴的であり、このことが長距離移動と何らかの関連を持っているのではないかと推察される。

(4) 蚊の発消長の要因解析：コガタアカイエカの発生量の増減を考えると、発生源と吸血源の大きさと分布が重要と思われる。さらに、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と思われる。幼虫の発生源である水田作付け面積と、成虫の吸血源である家畜の飼養状況は、1965年から2001年までコガタを減らす方向に変動しており、増加を促す要因にはなっていない。しかし、このような状況の中でも、明瞭に多発生と減少を不定期に繰り返している。富山県における34年間のコガタ発消長の要因を解析すると：1980年代前半は殺虫剤抵抗性の発現で発生数も膨大になった。1984年および1986年の明確な低発生は、4~5月の低温、冷夏と少雨が関与したと考えられる。1985、1987年の再度の多発生は6~7月の気温が高いことと、少雨が関与していると思われる。1988年から1993年の低発生は、1990年を除き冷夏

・少雨傾向と新規ピレスロイド系殺虫剤の参入の影響も考えられる。1994年は県西部で顕著な多発生は暑い夏、航空撒布の中止が関与したと考えられる。1995~96年の発生数低下は、4~5月が低温傾向、新規ピレスロイド様殺虫剤使用と考えられる。1997年以降~2001年は多少の増減はみられるものの、発生数が多い状況にあるといえる。この消長の成因については、今回は明確に出来なかった。1998年は6~7月の発生数が他年度よりも明らかに多かった。なお、コガタが多発生した1982年10月2日と、多発傾向がみられた1997年9月14日に日本脳炎真性患者が県西部で1名ずつ発生した。

(5) 地理情報システム(GIS)による蚊の分布要因解析：東北地方のヒトスジシマカの分布調査を継続し、新たに新庄、横手、水沢、気仙沼でヒトスジシマカを確認した。昨年にも続き広範な調査を行った秋田、能代でも同蚊の分布、定着を認めた。新庄は過去30年の統計では平均気温11℃以下に位置するが、2001年の調査では新たにヒトスジシマカが確認され、1℃の上昇を想定した予測メッシュ気候図では11℃以上のことから、近年の平均気温の上昇が同蚊の分布域の拡大に関与した可能性は高いと考えられる。今後、地球規模で温暖化がより進行した場合には、秋田県、青森県、岩手県の北部の都市もヒトスジシマカの侵入・定着が起こる可能性があり、デング熱媒介蚊としての同蚊種の分布実態を把握する事がより重要と思われる。一方、東南アジア、中南米、南太平洋諸国で重要なデング熱媒介蚊はネッタイシマカであり、沖縄本島、宮古島、石垣島、また、九州地域では、戦中・戦後の時期に同種が定着していたことが知られている。地球規模の温暖化傾向のなかで、ネッタイシマカ侵入調査を九州以南地域で継続して行うことは必要であ

り、今年度の研究事業では、沖縄本島と宮古島での生息調査を行う事が出来なかったが、次年度は調査を行う予定である。

(6) 遺伝子解析による蚊類の地理的変異：前年度の日本のヒトスジシマカの rDNA の ITS 部塩基配列の解析に続いて、本年度はアジア産の本種 ITS 部の塩基配列を調べた。その結果、アジア国間、日本産との間を明確に区別する遺伝子変異は見られなかった。さらに分析したデータをもとに、それぞれの地域での塩基配列の変異の組み合わせで、日本産と外国産の本種を区別の可能性を検討する。それでも区別が出来なければ RAPD 法による各地域のバンドパターンの違いを検討する。

(7) 侵入昆虫の移動分散能力解析：疾病媒介性蚊類の移動・分散能力を固定飛翔による実験的基礎データの解析によって推定する試みを行った。微小な蚊類の飛翔量を正確に長時間測定するには、回転軸の摩擦ロスを強力磁性体の反発力で著しく軽減した磁気浮上式フライトミル測定装置が有効に機能した。この装置とコンピュータ計数解析の有効活用により、九州の温暖地に生息する蚊類9種の雌成虫94個体について、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の比較解析が可能となった。吸血虫と非吸血虫の生理的違いが飛翔能力に及ぼす影響を調べることで、推測の域を出なかった飛翔速度や到達距離を客観的に推定が可能となり、将来的に国内に飛来侵入する衛生上重要な蚊類の移動分散に対処する基礎的なデータを取得した。飛翔範囲の大きさは蚊の飛翔速度ではなく、飛翔の距離や時間の要素に有意に相関することが判明した。固定飛翔は不自然な飛翔であることから、自然状態の自由飛

翔による速度が計れば、到達距離についてより客観的な予測値が得られよう。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の検討が求められる。

(8) シラミ症流行対策と殺虫剤抵抗性の分子診断：テストしたアタマジラミの30%がピレスロイド系殺虫剤で駆除困難な抵抗性コロニーであった。従って、スミスリン製剤は当面、利用が可能と思われる。ピレスロイド系殺虫剤のみに依存して駆除を続けるとするならば、早晚、抵抗性により罹患者の爆発的増加が起きる可能性も考えられる。抵抗性と知らずに過剰に駆除剤を使用することを避けるためにも、医師の処方や製剤販売者の使用説明などには、抵抗性であった場合の駆除剤使用中止や代替法の勧めへの配慮が必要となろう。日本における1990年代のアタマジラミ症の再興の要因として、抵抗性発達の要因だけでは説明しがたい側面もあるように感じる。現在、抵抗性の判定には、殺虫試験と確実だが労力を要する遺伝子型解析方法に頼っている。日本のシラミ集団の抵抗性 Na⁺ チャンネル遺伝子の多様性や、抵抗性が特定座位のアミノ酸置換の限定性の状況が判明すれば、応用的 PCR 法の適用により、試料収集容易な死虫での簡敏抵抗性検出が可能になる。当該方法の導入は抵抗性コロニーの分布に即した対策の選択の一助になる。

シラミ人工吸血法による2回目の試行では羽化率が約6倍となったが、30%の成虫しか得られなかったことから、さらに改良を加える必要がある。2回目の試行では、血液をあらかじめ凍結融解し、血液成分を均一にしたことが羽化率上昇の大きな要因の一つとなったと考えられる。パラフィルム表面をヒトの皮膚同様にシラミの足場として適当な構造へと加工することが出来

ば、明らかな吸血率と生存率の向上が見込まれる。今後、シラミの吸血を促すような吸血刺激物質の解明も必要と考えられる。

アタマジラミ症はどの地区・季節でも発生が見られ、蔓延する経路も不明な点が多い。早期発見・早期駆除の平常時対策が肝要である。国レベルでの平常時サーベイランスが12年度以降対象外となったことは問題と思われる。

(9) 侵入毒グモの分布拡大・防除：日本における毒グモの分布はセアカゴケグモに加え、ハイイロゴケグモも広域に分布している事が明らかになった。その分布拡大の主たる要因はコンテナに付着して運搬され、拡大したものと推察される。セアカゴケグモの防除に際しては、低温期での防除は比較的長期間低密度を維持が可能であるが、高温期での個体数の回復を抑制する防除方法の検討が求められる。生態調査で、排水溝内でのクモの餌としての節足動物の個体数とセアカゴケグモの個体数に高い相関関係が認められたことから、溝底の堆積物の除去がクモ対策に有効である事を示唆された。ハイイロゴケグモの分布拡大の主要な要因がコンテナにある事より、これらの器物からのクモフリー環境対策が肝要である。年度別のセアカゴケグモの分布あるいは拡散過程の地域差はGIS解析で明確に示された。分布拡大要因の解明には、セアカゴケグモの生息条件を考慮した気候等の自然環境・物資の流通等社会・経済的にみた地理情報、すなわち空間情報の解析が必要であると考えられる。拡散要因を含めて、土地利用の変化等を迅速に判読する方法として衛星画像の導入を試みている。患者の発生地域は密度別には巣数101以上の高密度地域であることから、監視体制として、注意を喚起する一定の生息密度を設定することが、今後の課題である。

E. 結論

本研究では蚊、ハエ、シラミ等の主要な疾病媒介性昆虫類の国内侵入・移動分散・分布拡大の監視と防御を目的として、平成13年度に実施した各分担研究課題の結論は以下の通りである。

(1) 空港由来の侵入昆虫実態：成田国際空港における調査では、51路44空港から来航した航空機およびコンテナの昆虫類を調査し、航空機等からは13.5%、貨物機からは42.1%昆虫を採取した。採取昆虫の内、衛生昆虫は蚊6、ハエ7、ゴキブリ3個体であった。米国から来航の航空機から採取したシナハマダラカの生存個体からはマラリア原虫は検出されなかった。アジア系の航空機は清掃が十分でなく、昆虫類の採取率が高かった。空港区域で捕獲した蚊成虫は減少したが、媒介蚊の割合は増加した。ライトトラップにドライアイス併用は他の装置に比較して捕集効果が高かった。2001年の蚊成虫の捕獲は前年より早く、5月に始まった。捕獲した蚊成虫からは病原体は検出されなかった。空港地駅ホーム下汚水槽に発生する有機リン剤抵抗性チカイエカの駆除を実施した。

関西空港における調査では、航空機本体により我が国に運ばれてくる疾病媒介昆虫類は、ネッタイエカ、イエバエ、チャバネゴキブリが殆どであり、航空機から飛翔したと思われる疾病媒介昆虫は採集されなかった。コンテナ、輸入貨物上屋内調査では、明らかに侵入したと思われる疾病媒介昆虫は本年も採集されなかった。さらに正確な情報を得るためには設置トラップ数を増加する必要がある。昨年は侵入蚊の明らかな定着が認められたが、本年は認められなかった。これは気象の変化によるものと思われ、今後は、気象と蚊の定着・移動分散の関係、侵入蚊の繁殖確認と駆除とを兼ねた調査駆除法の検討が必要である。

広島空港および長崎空港において侵入蚊生息の証拠は見いだせなかつたが、蚊の繁殖環境の良い中国地方以南の山間空港では、国際線の便数にもよるが、侵入蚊に対して注意を払う必要があると思われる。

(2) 港湾由来の侵入昆虫実態： 横浜検疫所港湾区域内における蚊族の成虫調査では、採集効率の良いドライアイス法及び電源確保が困難な場所での粘着トラップ法の活用が有効であり、蚊幼虫調査では、オビトラップの形状等の比較調査の必要がある。今後も平時の監視活動として、採集蚊の種同定の継続実施と保有病原体の調査が必要である。

大阪検疫所管区内港湾のコンテナ調査では生存のワモンゴキブリ（幼虫）、イエカが採集され、開梱時にこれらの昆虫は、開放されて、周辺環境に定着、繁殖の可能性も十分にある。蚊の調査はコンテナヤード及び開梱場所の近隣緑地に限定して調査し、蚊族は3属7種であったが外来種は無かった。しかし、日本全国に來航する船舶数とコンテナ貨物の量を考えると、調査における技術的な方法の確立と行政からの新しい対応方法を早急に考えるべきである。

(3) 侵入衛生昆虫の系統分類・同定と生理・生態：分類・同定供試サンプルの確認により航空機・船舶経由で多種多様な昆虫の移動・分散が想定された。航空機内の資料は主に死骸で、衛生昆虫以外が多く、これらは夜間の駐機中に灯火に誘引されて侵入したものと推定された。衛生昆虫としてのカ、ハエ類は検疫機関での第一次同定体制が確立されたため、当年度の感染研における確認同定数は減少した。船舶からの侵入昆虫には生存個体で採集される頻度が高いことから、侵入・定着する可能性が高いと考えられる。自然侵入昆虫は、在来分布状況が不明な場合、侵入の有無の判定は困難であり、また、在来種の外国移出も示唆

された。自然環境下で長距離移動して国内侵入するオオクロバエでは、侵入・分散を支える飛翔能力と生理的特性を持つことが示唆された。

(4) 蚊の発生活消長の要因解析：コガタアカイエカの年間の発生活数と発生活消長は、発生源の水田における稲作形態と殺虫剤の散布形態と実績に関する諸要因に気象因子が加わることで決定されることが強く示唆された。長期蓄積データの解析から各要因の小さな変化が本蚊種の多発生を引き起こすことが示唆され、近年の蚊発生活パターンから日本脳炎の再流行に注意する必要があると認められた。

(5) 地理情報システム(GIS)による蚊の分布要因解析：東北地方のヒトスジシマカ分布は、1998年の分布北限と比べて太平洋側、内陸部、日本海側にそれぞれ約100km以上の北上が確認された。1997年以降の年平均気温の著しい上昇(1.0-1.3℃)と、年平均気温が1.0℃上昇した場合の予測メッシュ気候図による解析から、今後、秋田県北部、青森県南部、岩手県北部に本蚊種の侵入・定着が予想される。沖縄本島、宮古島、石垣でのネッタシマカ分布調査を今後継続して行う必要がある。

(6) 遺伝子解析による蚊類の地理的変異：ヒトスジシマカの国内移動や国内侵入解明の目的で、東南アジア産蚊のrDNAのITS部の塩基配列と塩基数、GC比について調べたが、産地国間での特徴的な塩基配列はみられず、昨年度に調べた日本産の本種とを区別可能な明確な配列の違いも見られなかった。本種について、RAPD法を用いてパターンの違いがあるかを明確にする必要がある。

(7) 侵入昆虫の移動分散能力解析：開発したフライトミルによる蚊類の測定結果では、従来の生態的観察結果と比較して、よ

り広範囲に飛翔することが予測された。オオクロヤブカやアカイエカでは吸血によって著しく飛翔能力が上昇する傾向も示唆された。国外から飛来侵入の可能性が高いオオクロバエとオビキンバエの測定値からは、その飛翔能力に季節による生理的な差違が反映され、秋期に他の地域から飛来する個体群の存在を示唆した。

(8) シラミ症流行対策と殺虫剤抵抗性の分子診断：シラミの抵抗性識別薬量はフェノトリン濃度で $100\text{mg}/\text{m}^2$ が適当で、調べたアタマジラミの30%がフェノトリンによる駆除不可能な抵抗性レベルであった。抵抗性シラミでは駆除剤作用点である Na^+ チャンネル遺伝子に、4個のアミノ酸置換の点突然変異が確認された。シラミ症の拡大動態を分子系統地理学的に調べるため、ミトコンドリアのチトクロム酸化酵素サブユニット I 遺伝子の配列を決定した。シラミ人工飼育では孵化後成虫に至るまでの生存率を著しく改善する条件を得た。今後、アタマジラミ症ばかりでなく、シラミ症に関する実態調査を、より精度をあげた調査項目に基づいて、都道府県から精度の高い情報を吸い上げることが求められる。

(9) 侵入毒グモの分布拡大・防除：ハイイロゴケグモが沖縄、奄美航路発着場のある都や県で発見されたことから、コンテナ輸送による本種分布拡大が想定された。セアカゴケグモ対策は、単回駆除では不十分であり、定期的な管理、監視対策と、夏季の駆除対策、餌の節足動物群の制御が効果的である。生息調査データの GIS マップ化で、拡大・分散の要因解析、防除対策への利用が可能となった。

F. 健康危機情報

* 1960年代の日本脳炎多発時代には患者の発生は大部分が盛夏にみられたが、今回

の調査ではコガタアカイエカの発生が8~9月に多く、晩夏~初秋でも患者発生の可能性が示唆された。

* ヒトスジシマカが分布していなかった地域に同蚊の新たな侵入・定着が起こり、その地域住民が多数の蚊に刺された場合に、関東以南の住民と比べより強い皮膚症状が現れることが知られている。このような問題を皮膚科医と協力して啓蒙を行う必要性がある。

* 2001年10月29日セアカゴケグモの密度の高かった大阪府内泉南市で56歳、男性会社員1名がセアカゴケグモに咬まれる被害が発生した。大阪府内での本クモの分布拡大の勢いが増すことが予想されることから、被害発生の予防にはより一層の監視と住民への啓蒙が必要である。

G. 研究発表

1. 論文発表

書籍

* 倉橋 弘：オビキンバエの起源を尋ねて、ハエ学、多様な生活と謎を探る(篠永哲・寫 洪編), pp. 265-292, 東海大学出版会, 東京。

* 上宮健吉：ヨシノメバエの系統の由来を求めて、ハエ学、多様な生活と謎を探る(篠永哲・寫 洪編), pp. 215-243, 東海大学出版会, 東京。

論文

* 水谷 澄, 小泉智子, 新庄五朗：新東京国際空港構内から採取した蚊幼虫の薬剤感受性レベルならびにその結果から推測出来る今後の防除対策. ペストロジー学会誌, 16(2): 107-110, 2001.

* 倉橋 弘：ウロコシリモチ(新称)を奄美大島から記録. はなあぶ, 12: 13-14, 2001.

* 森林敦子, 倉橋 弘, 杉江 元, 片桐千俣：冬に世代交代をするケブカクロバエ