

厚生労働省科学研究費補助金（新型インフルエンザ等新興・再興感染症研究事業）
分担研究報告書（H21年～H23年総合報告）

ベトナムのデング熱媒介蚊の地理的分布とピレスロイド抵抗性の分布調査およびミトコンドリア DNA ハプロタイプの解析

ベトナムのデング熱媒介蚊の捕食者としての水生カメムシ類の調査

国内で想定されるデング熱流行時に媒介蚊として危惧されるシマカ類の調査

研究分担者 川田 均（長崎大学熱帯医学研究所）
研究協力者 比嘉由紀子（長崎大学熱帯医学研究所）
大庭伸也（長崎大学熱帯医学研究所）
砂原俊彦（長崎大学熱帯医学研究所）
高木正洋（長崎大学熱帯医学研究所）
Nguyen Thi Yen (National Institute of Hygiene and Epidemiology, Vietnam)
Nguyen Thuy Hoa (National Institute of Hygiene and Epidemiology, Vietnam)
Luu Le Loan (Pasteur Institute in Ho Chi-Minh city, Vietnam)
駒形 修（国立感染症研究所）
葛西真治（国立感染症研究所）
冨田隆史（国立感染症研究所）

研究要旨

ベトナム全国に散在する中古タイヤから採集したネッタイシマカ幼虫について、ピレスロイドの作用点であるナトリウムチャンネルの遺伝子変異 (*kdr*) としてこれまで報告されている、ドメイン II-膜貫通セグメント 6(DIIS6)領域のアミノ酸置換 L1014F、V1016G および I1011M (あるいは V) のそれぞれの変異に関して、ベトナム国内の 72 カ所から採集されたネッタイシマカ幼虫 (計 860 個体) につき調査したところ、L1014F および I1011M (あるいは V) 変異は全く見られず、V1016G 変異についてもベトナム南部からの採集幼虫からわずか 2 個体が確認されるに留まった。一方、近年になってタイの採集個体から発見された、上記のアミノ酸置換変異とは異なるドメイン III-セグメント 6 (DIIIS6) 領域の新しいアミノ酸置換変異 (F1269C) について、上記幼虫サンプルに関して同様に調べたところ、高い頻度でこの変異が見つかった。同様の変異は、タイ、ミャンマー、カンボジアでも見つかっており、東南アジアに普遍的なアミノ酸置換変異の可能性が高いことが明かとなった。

また、上記幼虫サンプルにつき、ミトコンドリア DNA の COI および ND4 領域の塩基配列を調べた結果、39 個のハプロタイプが見つかった。ネットワーク図を作成したところ、系統的に 3 グループに分かれた。多くの個体が属するグループはベトナムに全土に分布していたが、他の 2 グループは中部以南に集中的に分布しており、地理的分布に違いがみられた。*kdr* 遺伝子はどのグループからもみつき、本遺伝子がベトナム全土に短期間で一斉に広まった可能性が示唆された。

2011 年 11 月に九州（熊本、宮崎、鹿児島）および沖縄県（本島、与那国島）において、道路脇に放置もしくは保管されている古タイヤにたまっている水溜りから、ネットによる掬い取り法によって蚊の幼虫を採集し、ピレスロイドに対する抵抗性調査を実施したところ、冬季の調査であったために九州の三県からはシマカ類は採集されなかったが、沖縄では本島および与那国島のいずれの島からもシマカ類が採集された。また、ベトナムのネッタイシマカにおいて観察されたようなピレスロイドに対する極度の低感受性は見られなかった。長崎市内の公園で採集されたヒトスジシマカコロニーの殺虫剤感受性を、日本各地で採集された同種コロニーと比較したところ、DDT に対する抵抗性が全国的に普遍化していることが明らかと

なった。ピレスロイドに対する抵抗性も数カ所で散見されたが、ナトリウムチャネルの遺伝子変異 (*kdr*) は全く検出されず、DDT との交差抵抗性については現在のところ確たる証拠は見つかっていない。

水瓶に発生する捕食性昆虫の種構成を明らかにするため、ベトナム南部のタンチャンにおいて調査を実施した。その結果、チビミズムシ類とカタビロアメンボ類がネッタイシマカ幼虫の捕食者であることが明らかとなった。

A. 研究目的

デング熱およびデング出血熱は、熱帯地域において最も重要な蚊媒介性疾患の一つである。デングの主要な媒介蚊として、ネッタイシマカ *Aedes aegypti* (L.) とヒトスジシマカ *Aedes albopictus* (Skuse) が重要な位置を占めている。なかでもネッタイシマカは、中南米、東南アジア、南アジア等の熱帯地域に広範囲に分布するが、黄熱病・デング熱その他の多くの熱帯病の媒介蚊であることから、古くから防除の対象になっており、防除の歴史に伴って、殺虫剤抵抗性に関する報告がなされてきている。1980年以前には DDT 散布が主流であり、DDT に対する抵抗性の報告が世界のほぼ全域からされている。1985年から2000年にかけては、有機リン剤およびカーバメイト剤に対する抵抗性報告が多くみられるが、1990年代になるとピレスロイド剤に対する報告がこれに加わり、2000年以降はピレスロイド剤に対する抵抗性の報告が目白押しとなっている。ヒトスジシマカは東洋に起源を発すると言われていたが、20世紀になってから、ハワイおよび南太平洋の島々に分布が拡大した。その後1980年代初めに、北米大陸東南部での生息が確認され、現在では北米大陸中南部の普通種となっている。1980年代後半には、中南米や豪州、オセアニア、アフリカ大陸にも侵入が確認されており、デング熱やチクングニヤ熱の重要な

媒介蚊として注目されている。中古タイヤの日本から米国を中継した全世界への輸出が、この分布拡大の一つの重要な要因であることは確実である。ヒトスジシマカの殺虫剤抵抗性は今のところ大きな問題とはなっていないが、世界的な分布拡大と共に今後問題化することは必至である。また、上記のような経緯から、ネッタイシマカとヒトスジシマカはマクロ的には同一の地域に存在するケースが増えているが、ミクロ的には棲み分け現象や、一方が他方を凌駕してしまう現象が数多く報告されている。

本研究は、上記2種の日本を含む東南アジアにおける分布をミクロな観点から詳細にマッピングすることにより、両種の棲み分けや種の置き換え現象の要因や遺伝学的背景を解析するとともに、現在防除の主流となっているピレスロイド抵抗性の分布や特性を明らかにすることによって、有効な防除法策定にあたっての情報を提供することを大きな目的とする。また、ネッタイシマカのピレスロイド抵抗性が普遍化しているベトナムなどにおいては、殺虫剤散布に変わる新しいコントロール手法が望まれており、蚊の密度を調節している天敵などの生物的要因を明らかにすることも重要である。さらに、東南アジアのみならず、国内におけるヒトスジシマカの分布様式や殺虫剤抵抗性の現状を調査することによって、将来想定されるデング熱の海外からの移入によるアウトブレイクの際に媒介蚊となりうる本種の、有効な防除対策のための情報

を提供することも本研究の目的の一つである。

B. 研究成果

1. ベトナムのネッタイシマカにおけるピレスロイド抵抗性機構の解析

2006年12月から2008年1月にかけての3年間にわたって、ベトナム北部の山間地から南部のメコンデルタ地帯の国道沿いに点在する中古タイヤから採集したネッタイシマカ幼虫を対象として調査を行った。ピレスロイド抵抗性機構としては、大きく分けてP450由来の酵素による代謝活性の増大と、神経膜電位依存性のナトリウムチャンネルを構成する遺伝子のアミノ酸置換に起因した神経の低感受性の二つが主要因として考えられる。特に後者はピレスロイドのノックダウン活性を極度に低下させるために*kdr*あるいは*kdr*様の塩基置換として重要視されている。そこで、我々はこの*kdr*様の塩基置換に注目して、PCRによる遺伝子増幅とダイレクトシーケンシングによる解析により、ピレスロイド抵抗性遺伝子の解明とその地理分布に関する解析を試みた。

ピレスロイドの作用点であるナトリウムチャンネルの遺伝子変異として、これまで多くの衛生・農業害虫種で報告されているドメインII-膜貫通セグメント6(DIIS6)領域のアミノ酸置換(L1014F変異)、およびネッタイシマカのピレスロイド抵抗性に関連するアミノ酸置換変異で、同じくDIIS6領域にあるV1016GおよびI1011M(あるいはI1011V)変異に関して、ベトナム国内の72カ所から採集されたネッタイシマカ幼虫(計860個体)につき調査したところ、

I1011M(あるいはI1011V)とL1014F変異は全く見られず、V1016G変異についてもベトナム南部からの採集幼虫からわずか2個体が確認されるに留まった。一方、Yanola et al. (2008)は、タイの採集個体から、上記のアミノ酸置換変異とは異なるドメインIII-セグメント6(DIIIS6)領域の新しいアミノ酸置換変異(F1534C)を報告しているが、この部位の変異について、上記幼虫サンプルに関して同様に調べたところ、非常に高頻度かつ広範囲の地域でこの変異が確認された。この塩基置換は、ベトナム中部以北では低頻度であるが、中南部において高頻度となり、特に南部のほぼ全域とDong Ha、Hue、Da Nang、Tam Ky、Quang Ngai、Quy Nhon、Nha Trangなどの大きな都市部周辺において頻度が高くなる傾向が見られた。最も高い遺伝子頻度は87.5%で、Da Nang市内の採集コロニーにみられた。

F1534C変異は、タイ、ミャンマー、カンボジアでも見つかっており、東南アジアに普遍的なアミノ酸置換変異の可能性が高い。F1534Cを有するコロニーに対しては、PBOの協力効果もみられず、成虫のピレスロイドに対するノックダウンも極めて遅延されることから、この塩基置換はベトナムのネッタイシマカのピレスロイド抵抗性において重要な役割を果たしているものと思われる。また、南部の山間地において、バイオアッセイでは抵抗性を示しながらもF1534Cの頻度が低い地域がみられたのは興味深い。この地域のネッタイシマカでは異なるピレスロイド抵抗性機構が関与している可能性が高く、今後の調査が必要である。

2. ベトナムのネッタイシマカにおけるミトコンドリアハプロタイプによる系統解析

上記1と同じネッタイシマカのテンプレートDNAを用い解析を行った(112サンプル)。参考として、ケニア・キスム産、インドネシア・バリ島産、タイ・チェンマイ産、エルサルバドル産のネッタイシマカを用いた。ネッタイシマカの系統解析にこれまで使われているミトコンドリアDNAのCOIおよびND4タンパクコード領域を、下記のフォワードおよびリバースプライマーを用いてそれぞれPCR法にて増幅をおこなった。COIには5' -GGATTATTAGGATTTATTGT-3' および 5' -GCAAATAATGAAATTGTTCT-3'、ND4には5' -TGATTGCCTAAGGCTCATGT-3' および 5' -TTCGGCTTCCTAGTCGTTTCAT-3' である。PCRは、94°C2分、37°C2分、72°C1分の3サイクル、94°C30秒、50°C30秒、72°C1分の35サイクル、72°C5分の伸長反応でおこなった。

PCR産物の精製後、BigDye1.1および上記のプライマーを用いてダイレクトシーケンス反応を行い、ABI3730にて塩基配列の決定をおこなった。塩基配列の決定後、アライメント、ハプロタイプの解析を行い、ハプロタイプネットワーク図を作成した。また、ハプロタイプの地理的分布、*kdr* 遺伝子の分布との相関も調べた。

その結果、ベトナムでは39個のハプロタイプが見つかった。またハプロタイプネットワーク図によって解析したところ、ベトナムのネッタイシマカは系統的に3グループに分かれることがわかった。すなわち、ベトナム全土でみられ、ケニアおよびエルサルバドル産ネッタイシマカがこれに属する大きな第1のグループ、そして南部の海岸地域、高地、メコンデルタに主に分布し、タイおよびインドネシア産がこれに属する第2のグループ、さらに、中部以南に主に分布する第3のグループである。また、*kdr* 遺

伝子(F1534C変異)はどのグループにもみられた。

ネッタイシマカはアフリカ原産の種であることから、過去に少なくとも3度、ベトナムへネッタイシマカが侵入したことを示唆している。過去の植民時代、戦争時代に人的、物的移動に伴って侵入してきた可能性が高い。さらに、どのグループにも *kdr* 遺伝子(F1534C変異)がみられたことから、本遺伝子変異がベトナム全土に短期間で一斉に広まった可能性が示唆された。また、高地のネッタイシマカはバイオアッセイではピレスロイド感受性の低下がみられたが、F1534C変異を持った個体は見つからず、高地特有のハプロタイプもなかった。このことより、高地と低地で蚊の移動は頻繁にあるものの、地域によっては *kdr* 遺伝子をもっていることによって適応度が低下する可能性が示唆された。*kdr* 遺伝子そのものが間接的に適応度を低下させるのか、ヒッチハイク遺伝子が適応度を低下させるのかは現時点では不明である。

3. 国内で想定されるデング熱流行時に媒介蚊として危惧されるシマカ類の調査

2011年11月に九州(熊本、宮崎、鹿児島)および沖縄県(本島、与那国島)において、道路脇に放置もしくは保管されている古タイヤにたまっている水溜りから、ネットによる掬い取り法によって蚊の幼虫を採集した(76地点)。幼虫採集と同時に、タイヤ数、水のたまっているタイヤ数、幼虫のいたタイヤ数もカウントした。採集地点はGPSをつかって位置情報を記録した。幼虫は生かしてフィールドステーションに持ち帰り、ピレスロイド系殺虫剤(*メアレスリン*)に対する感受性テストをおこなっ

た。感受性テスト法は次のとおりである。

- 1) 20ml のガラスバイアルに採集した幼虫を1頭放った（各濃度10頭が目標）。
- 2) バイアル内の殺虫剤濃度が0.1ppm、0.4ppmとなるようにαアレスリン溶液をバイアルに滴下した。
- 3) 滴下後30分間幼虫のノックダウンを観察し、50%の幼虫がノックダウンする時間（ KT_{50} ）を求め、6段階にスコアリングし、各濃度のスコア（1-6）をかけ合わせた数値を感受性指数（1（感受性）<<<< 36（抵抗性））とした。

冬季の調査であったために九州の三県からはシマカ類は採集されなかったが、ヤブカ属およびナガハシカ属（キンパラナガハシカ）の蚊の幼虫が採集された。一方、沖縄では、本島および与那国島のいずれの島からもシマカ類が採集され、これらはタイヤから発生する蚊の優先種であった。シマカ類の幼虫に関しては、フィールドで殺虫剤感受性試験を行ったが、ベトナムのネッタイシマカにおいて観察されたようなピレスロイドに対する極度の低感受性は見られなかった。シマカ類は、すでに卵による休眠に入っていたものと考えられた。これに対して沖縄県ではこの時期においてもシマカ類の活動がみられ、安定的に水をためているタイヤは発生源として注意する必要があると思われる。日本のシマカ類として、主にヒトスジシマカとヤマダシマカの2種の発生が考えられるが、形態による同定が困難であるため、今回採集した幼虫は、協力研究者（比嘉）らによって開発されたマルチプレックスPCR法を用いて分子同定を行い、今後、詳細な分布および感受性指数を調べる予定である

4. 長崎市内の公園に生息するヒトスジシマカのピレスロイド感受性調査

長崎市内に点在する公園の雨水マス等に発生するヒトスジシマカのピレスロイド感受性調査を実施した。感受性調査は、前述した幼虫に対する感受性テストの他に、WHOテストキットを使用した成虫の感受性試験も実施した。また、ピレスロイドに対する抵抗性メカニズムを知る一助として、ピレスロイドの作用点であるナトリウムチャンネルの遺伝子変異（*kdr*）としてこれまでネッタイシマカにおいて報告されている、ドメインII-膜貫通セグメント6(DIIS6)領域のアミノ酸置換L1014F、V1016GおよびI1011M（あるいはV）のそれぞれの変異に関して、および近年になってタイのネッタイシマカ採集個体から発見された、上記のアミノ酸置換変異とは異なるドメインIII-セグメント6(DIIIS6)領域の新しいアミノ酸置換変異（F1534C）について、ダイレクトシーケンスによって調査した。

調査した長崎市内の公園22ヶ所のうち4箇所において成虫のペルメトリンに対する抵抗性（WHOテストキットの試験で80%以下の致死率）が確認された。これら4地点におけるコロニーはいずれもDDTに対しても抵抗性を示した。DDT抵抗性は16箇所の地点で確認された。比較のために日本各地の7カ所で採集されたヒトスジシマカのコロニーの内、6カ所でDDT抵抗性が確認された。DDT抵抗性が確認されなかったのは与那国島で採集された1コロニーのみであった。また、ペルメトリン抵抗性が確認されたのは広島のコロニーのみであった。採集されたすべてのコロニーにおいて、ナトリウムチャンネルDIIおよびDIIIのアミノ酸置換は発見されなかった。

過去の調査において我々は、長崎市内に点在する公園の雨水マス等に発生するイエカ類およびヒトスジシマカのピレスロイド感受性調査を実施したが、イエカ類の抵抗性はさほど問題ではなかったのに対し、ヒトスジシマカはいくつかの地域においてピレスロイド抵抗性を示すことを報告した (Kawada et al. 2010)。長崎市では、1960年代から DDT 油剤を墓石の花受けなどに処理し、組織的にヒトスジシマカの幼虫防除を行ってきたが、その後 DDT の使用禁止と共に有機リン剤の使用にシフトし、現在では殺虫剤による組織的防除は行われていないのが現状である。その間、ピレスロイド系殺虫剤による防除はほとんどなされていない。したがって、現在のヒトスジシマカに観察されるピレスロイド抵抗性は、過去の DDT 散布によって淘汰された DDT 抵抗性との交差抵抗性であることが推察された。しかしながら、今回の調査によって、ヒトスジシマカの DDT 抵抗性が全国規模で普遍的なものであることが明らかになった。唯一与那国島で DDT 感受性コロニーが得られたのは、1940 年代に米軍によって実施された DDT による組織的なマラリア媒介蚊防除がこの島では十分に行われなかったことを示唆している。他の地域では、蚊の防除のみでなく様々な害虫防除に DDT が使用されており、抵抗性が普遍化したのであろう。今回の調査結果のみでは、長崎市内のヒトスジシマカのピレスロイド抵抗性と DDT 抵抗性の因果関係は明らかにできなかった。ピレスロイド抵抗性の要因は、*kdr* ではなく代謝による可能性が大きいため、代謝抵抗性因子の究明が必要である。

5. ベトナム南部の水瓶に発生する蚊幼虫

の天敵としての水生カメムシ類の調査

水瓶に発生する捕食性昆虫の種構成を明らかにするため、ベトナム南部のタンチャンにおいて調査を実施した。各家庭の敷地内に設置してある水瓶においてネットによる掬い取り法により採集された捕食性水生カメムシの個体数を調べた (Knox et al. 2007 の方法を採用)。

上記の調査で採集された水生カメムシ類が実際に蚊幼虫を捕食しているかどうかを確認するため、全体の 99.7% を占めるチビミズムシ類 *Micronecta* spp. (ミズムシ科) とカタビロアメンボ類 *Microvelia* spp. (カタビロアメンボ科) を分析対象とし、これらの昆虫を採集し、即座に 99.5% エタノールで固定した。REDExtract-N-Amp Tissue PCR Kit (Sigma, St. Louis, MO) で水生カメムシ類の腹部の DNA を抽出し、ネットイシマカ *Aedes aegypti* およびヒトスジシマカ *Ae. albopictus* の種同定用プライマー (18SFHIN (5' -GTA AGC TTC CTT TGT ACA CAC CGC CCG T-3' (Crabtree et al. 1995), aeg. r1, 5' -TAA CGG ACA CCG TTC TAG GCC CT-3', alb. r1 5' -GTA CTA GGC TCA CTG CCA CTG A-3' (Higa et al. 2010)) を用いて胃の内容物調査を行った。PCR は 96°C 12 分に続き、96°C 30 秒、52°C 30 秒、72°C 1.5 分の 40 サイクル、72°C 4 分の伸長反応でおこなった。

3 日間の調査でミズムシ科、カタビロアメンボ科、アメンボ科、マルミズムシ科およびマツモムシ科を含む合計 36464 個体の水生カメムシ類が採集された。ミズムシ科が全体の 87.0% を占め、次いでカタビロアメンボ科 (12.7%)、その他については数% であった。水瓶の中では、一般に蚊の天敵として知られるトンボ目の幼虫や、水生甲虫、

捕食性の蚊類は見つからなかった。

PCR の結果、40%のチビミズムシ類 (25 個体中 10 個体) と 12%のカタバロアメンボ類 (25 個体中 3 個体) の腹部より *Ae. aegypti* の遺伝子が検出された。

ベトナムでは水瓶内にミズムシ類が発生することは報告されていた (Nam et al. 2000) が、蚊幼虫を捕食する事が示されたのは本調査が初めてである。PCR の結果は、水生カメムシ類が水瓶内で蚊幼虫を捕食していることを示唆している。水瓶内のケンミジンコ類が蚊幼虫の有効な天敵として報告されている (Kay and Nam 2005) が、これに加えて水生カメムシ類も有用なデング熱媒介蚊の天敵としての働きを持つことが明らかとなった。

C. 結論

ネッタイシマカ成虫の移動範囲は広くないため、乾耐性の卵が産み付けられる発生源のコントロールは本種の分散を制限する有効な手段であり、デング熱媒介蚊対策の最重要課題であるといえよう。ヒトスジシマカは卵が古タイヤとともに世界中に運ばれ、最近のチクングニヤ熱流行もあいまって、研究の重要性が高まっている。ベトナムではヒトスジシマカのピレスロイド抵抗性はほとんど発達していないことから、成虫の生態がネッタイシマカとは異なっていると考えられ、デング熱流行への関与の仕方も異なっている可能性がある。アジア原産であり系統学的背景もネッタイシマカとは異なっていることが予想され、次の課題としたい。両種の発生環境要因とともに遺伝学的背景を明らかにしていくことで、より効果的な媒介蚊対策のための情報を提供できるだろう。

ベトナムにおける熱帯病媒介蚊のピレスロイド抵抗性に関する報告は極めて少ないが、その数少ない結果だけを見てもかなり深刻な状況であることが窺われる。一方、日本国内では DDT に対する抵抗性が普遍的であり、ピレスロイド抵抗性は一部の地域においてのみ散見される現象のようである。蚊に限らず多くの害虫の DDT 抵抗性はおそらく全世界規模の現象と思われ、この殺虫剤が如何に多くの害虫防除に使われてきたかを示唆している。ピレスロイド剤は媒介蚊防除の主流となりつつあり、今のところこれに代わる新しい殺虫剤の出現はなかなか期待できないことから、今後しばらくはできるだけピレスロイド剤の寿命を長く保ちながら効率的かつ合理的な防除を行う必要がある。しかし、近い将来、ペルメトリンを代表とするピレスロイド殺虫剤についても、世界規模で抵抗性が普遍化する可能性が高いと思われる。現状に甘んじてピレスロイドに頼りきり、将来に対する何の対策も講じないのは、非常に危険なことである。ピレスロイドの忌避性を活用した、抵抗性を発達させない有効なコントロール方法の開発、ピレスロイドに代わる有効な殺虫剤の開発、化学防除にこだわらない生物防除、物理防除などへのシフトなどが今後の重要な課題であろう。

D. 関係論文リスト

- 1) Kawada H, Higa Y, Nguyen TY, Tran HS, Nguyen TH, Takagi M. Nationwide investigation on the pyrethroid-susceptibility of mosquito larvae collected from used tires in Vietnam. *PLoS Negl. Trop. Dis.* 3: e0000391

- (2009).
- 2) Tsuzuki A, Huynh T, Tsunoda T, Luu LL, Kawada H, Takagi M. Effect of existing practices on reducing *Aedes aegypti* pre-adults in key breeding containers in Ho Chi Minh City, Vietnam. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 80:752-757 (2009).
 - 3) Kawada H, Higa Y, Komagata O, Kasai S, Tomita T, Nguyen T Y, Luu L L, Sánchez RAP, Takagi M. Widespread distribution of a newly found point mutation in voltage-gated sodium channel in pyrethroid-resistant *Aedes aegypti* populations in Vietnam. *PLoS Negl. Trop. Dis.* 3:e0000527 (2009).
 - 4) Kawada H. An Inconvenient Truth of Pyrethroid - Does it have a promising future? -. *In* Clark J, Bloomquist J R, Kawada H [ed.] *Advances in Human Vector Control* (ACS Symposium Book 1014) American Chemical Society, New York.
 - 5) Higa Y, Nguyen TY, Kawada H, Tran HS, Nguyen TH, Takagi M. Geographic distribution of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* collected from used tires in Vietnam. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 26: 1-9 (2010).
 - 6) Kawada H, Maekawa Y, Abe M, Ohashi K, Ohba S, Takagi M. Spatial distribution and pyrethroid susceptibility of mosquito larvae collected from catch basins in parks in Nagasaki city, Nagasaki, Japan. *Jpn. J. Infect. Dis.* 63:19-24(2010).
 - 7) Ohba, S., Huynh TTT, Kawada H, Le LL, Ngoc HT, Hoang SL, Higa Y, Takagi M: Heteropteran insects as mosquito predators in water jars in southern Vietnam. *J. Vector Ecol.* 36:1-5 (2011).
 - 8) Kawada H. New Mosquito Control Techniques as Countermeasures Against Insecticide Resistance. *In* F Perveen [ed.] *Insecticides - Advances in Integrated Pest Management.* InTech (2012).

厚生労働科学研究費補助金（新興・再興感染症研究事業）
平成 22 年度・23 年度総合研究報告書

新潟市内の豚舎における媒介蚊の捕集調査

分担研究者 小林睦生（国立感染症研究所・昆虫医科学部）
協力研究者 田中 淳（新潟市保健所環境衛生課）

2007 年、国立感染症研究所の先行研究で捕集された 231 頭のコガタアカイエカから日本脳炎ウイルス（JEV）が分離された。この事実を基に 2010 年度・2011 年度の厚生労働科学研究事業において、新潟市佐潟周辺における豚舎で捕集されるコガタアカイエカの発生状況を把握するため、2010 年は 6 月から 2010 年 9 月まで、2011 年は 4 月から 2011 年 11 月までの期間、同じ豚舎において蚊の捕集調査を試みた。捕獲はドライアイス誘引源とした CDC 型ライトトラップを用いた。その結果、2010 年度はコガタアカイエカ（60%）、アカイエカ（36.6%）、ほか 5 種で 6,143 頭が捕集され、アカイエカの捕集ピークは 7 月 8 日と 8 月 19 日の 2 回認められ、コガタアカイエカの捕集ピークは 8 月 19 日に 1 回認められた。しかし、消長調査として不十分だったため、2011 年度は 4 月中旬より実施した。結果、全体の捕集数は 4,675 頭で、コガタアカイエカが 5 月 25 日より見られ、2,268 頭（48.5%）の捕集、8 月 25 日に 752 頭が捕集されピークが認められた。アカイエカの捕集は 5 月 11 日に見られ、11 月 1 日まで認められた。アカイエカの捕集数のピークは 6 月 22 日と 8 月 25 日の 2 回認められた。2010 年、2011 年共にコガタアカイエカのピークはアカイエカの 2 回目のピークと同じ捕集日であった。なお、気象庁の主な観測地点において、コガタアカイエカのピークを迎えた 1 週間前に湿った西よりの風が観測されており、捕集ピークの原因が長距離飛翔によるものと示唆された。

A. 研究目的

日本脳炎は、1992 年以降、患者数は年間 10 人以下となっている。日本脳炎の媒介蚊としてコガタアカイエカは重要なものであるが、我が国の成虫の生息密度には大きな地域差があるとされている。

そんな中、2007 年、国立感染症研究所の先行研究でラムサール条約登録湿地である新潟市の佐潟で行った調査において捕集された 231 頭のコガタアカイエカから日本脳炎ウイルス（JEV）

が分離された（津田ら 2008）。新潟市ではトラップを用いた蚊の調査が行われておらず、新潟市におけるコガタアカイエカの発生状況が明らかになっていないことから、2010 年豚舎での蚊の捕集調査を実施した。

しかし、2010 年の捕集調査では、早い段階で調査を終了したため消長調査が不十分になり、コガタアカイエカの発生状況が明らかにならなかった。そのため 2011 年は蚊が捕集されなくなるまで、捕集調査を行った。

B. 研究方法

昨年と同じ豚舎1箇所を捕集地点と選定した。当該豚舎は、日本脳炎ウイルスが分離された佐潟から直線距離にして約8キロメートル離れているが、佐潟に一番近い豚舎である。

2010年は6月から2010年9月までの14回の捕集。2011年は4月20日から開始し、2週連続して捕集が認められなくなるまで実施することとした。トラップの設置は、毎週1回概ね水曜日に設置し、24時間後にトラップを回収した。トラップはCDC型ライトトラップ(豆電球は除去)を使用。地上約2mに設置し、誘引源として約1kgのドライアイスを容器に入れ、ライトトラップ横に吊るした。トラップを設置した日の気象データは気象庁のデータを使用した。

C. 研究調査結果

2010年に捕集された蚊の種類は7種類6,143頭で、捕集数の多い順から、コガタアカイエカ3,691頭(60%)、アカイエカ2,251頭(36.6%)、シナハマダラカ179頭(2.9%)、ヒトスジシマカ13頭(0.2%)、ハマダライエカ5頭(0.08%)、オオクロヤブカ3頭(0.05%)、カラツイエカ5頭(0.01%)であった。コガタアカイエカ、アカイエカは1回目の6月16日に25頭の捕集数があったことから、既に豚舎周辺でコガタアカイエカ、アカイエカの発生又は生息があったことが窺える。コガタアカイエカの捕集ピークは8月19日の1回で、アカイエカは7月8日と8月19日の2回の捕集数のピークが認められた。2011年度の捕集蚊は多い順から、アカイエカ2,287頭(48.9%)、コガタアカイエカ2,268頭(48.5%)、ヒトスジシマカ100頭(2.1%)、ハ

マダラカ19頭(0.4%)、オオクロヤブカ1頭(0.02%)の5種で4,675頭であった。今年度の捕集数は、平均気温が20度を越えた週より捕集数が増加し、アカイエカについては昨年の捕集数のピークに近い6月22日と8月25日に捕集数のピークが認められた。

一方、コガタアカイエカは5月25日から捕集が認められ、7月20日の台風の影響を受けたか不明であるが、捕集数は一時減少したものの、平均気温の上昇とともに増加し、8月25日には2010年同様に急激に捕集ピークが認められた。

また、コガタアカイエカのピークはアカイエカの2回目のピークに一致しており、これも、昨年同様の結果となっている。コガタアカイエカの最終捕集日は10月12日、アカイエカは11月1日であった。

ヒトスジシマカは、豚舎周辺に発生源が存在した可能性は否定できないが捕集数は少ない。

なお、昨年179頭捕集のあったハマダラカについては19頭に減少した。

D. 考察

新潟市における豚舎周辺でトラップを用いた蚊の調査は初めて行ったものである。

そのため、参考となるデータが存在しない。

2010年の捕集調査は6月中旬より行い、コガタアカイエカの捕集ピークが1回(8月19日)あることを確認できたが、9月以降もトラップ当たり平均100頭捕集されたにも関わらず、9月中旬で捕集調査を終了したことにより消長調査が不十分だった。

そこで、今年度は、昨年同様にアカイエカの2回目の捕集ピークにコガタアカイエカの捕集ピークが認められたが、その後、新たなピークが認められなかったことを今年の調査で確認し

た。一方、昨年の分担研究報告の中で、8月19日に突然捕集数が激増した理由として、周辺の水田や湿地帯で発生した蚊がトラップで捕集された結果とは考えずらく、コガタアカイエカが西日本または大陸から低層ジェットストリームに乗ることにより（長距離飛翔）、8月中旬に突然運ばれてきた可能性が考えられると考察した。

今年度も同じく急激に捕集されたことから、長距離飛翔の可能性について気象庁の過去のデータを注視した。

その結果、捕集ピーク時（平成23年8月25日）の1週間ほど前から松江、舞鶴、福井、金沢、輪島等の気象庁の主な観測地点と、県内の観測地点の糸魚川、柏崎、相川、寺泊などにおいて、10分平均風速が13 m/s 前後、最大で17.1 m/s の西よりの大変湿った風が観測されている。松江上空約1500m (850 hpa) で、気温18.2°C、湿度86%、10分平均風速15 m/s、約3000m (700 hpa) で、気温10.8°C、湿度66%、10分平均風速15 m/s が観測されている。それより上空の約5800m (500 hpa) で、気温-4.1°C、湿度47%、10分平均風速13 m/s と乾燥した風が確認されている、また、輪島付近では、約3000m (700 hpa) で、気温10.8°C、湿度79%、10分平均風速16 m/s、約5800m (500 hpa) で、気温-3.8°C、湿度34%、10分平均風速17 m/s が観測されている（気象庁の過去の気象データを引用）。いずれの観測結果でわかることは、捕集ピーク1週間前の高度約3000m付近の西寄りの湿った風が確認されたが、翌日には北寄りの風に変わっている。

新潟地方気象台によれば、ほとんどが上空約5800m (500 hpa) 付近で13 m/s 前後のマイナス気温の風が観測されている。また、2010年のコガタアカイエカのピークが8月19日であったが、今年度同様に気象庁の主な観測地点にお

いて、1週間ほど前から西寄りの湿った風が過観測されている。

今後、コガタアカイエカの長距離飛翔による大陸からの侵入なのか解明が望まれる。

なお、コガタアカイエカの長距離飛翔に関しては、澤・らの報告の中で「海外より日本に飛来侵入可能性」を示唆している（2011 第63回動物衛生学会）。

次年度は、豚舎付近の水田地帯及び排水路などの発生源調査を行うことにより、豚舎周辺での発生状況と、気象庁の気象データを注視し、飛来侵入状況が少しでも解明できるよう継続したい。

日本脳炎のウイルス検査については、2010年は新潟検疫所で3,691頭、2011年は新潟市衛生環境研究所で2,268頭について行った結果、全て陰性であった。

E. 研究発表

- 1) 論文発表
- 2) 学会発表

F. 知的財産権の出願・登録状況

厚生労働科学研究費補助金（新興・再興感染症研究事業）
分担研究総合報告書

昭和前期にマラリアが流行した地域における蚊の発生状況調査

分担研究者	小林睦生	（国立感染症研究所・昆虫医科学部長）
協力研究者	渡辺 護	（国立感染症研究所・昆虫医科学部客員研究員）
協力研究者	米島万有子	（立命館大学文学部・地理学・大学院生）
協力研究者	二瓶直子	（国立感染症研究所・昆虫医科学部客員研究員）
協力研究者	及川陽三郎	（金沢医科大学・感染予防医学（医動物）・講師）
協力研究者	津田良夫	（国立感染症研究所・昆虫医科学部室長）
協力研究者	沢辺京子	（国立感染症研究所・昆虫医科学部室長）
協力研究者	山内健生	（富山県衛生研究所・主任研究員）

研究要旨

昭和前期（1926～46年）にマラリアが流行した滋賀県琵琶湖湖東地域、福井県鯖江地域、石川県河北潟地域および富山県氷見地域において、現時点での蚊の発生状況を把握するための調査を行った。琵琶湖湖東地域と鯖江地域では2009年と2010年の2シーズン、河北潟干拓地および氷見地域では2009年から2011年の3シーズン5月中旬から10月下旬まで調査を行った。

琵琶湖湖東地域では現在もシナハマダラカの発生がみられたが、石川県河北潟干拓地では全く捕集されなかった。福井県鯖江地域と富山県氷見地域ではわずかに捕集された。懸念されているマラリアの再興は现阶段では無いと考えられるが、全国的な調査が必要と思われる。コガタアカイエカは全地域、全定点で捕集され、広範囲に高密度で分布していることが明らかになった。アカイエカは石川県河北潟干拓地で多数が捕集されたが、他地域では捕集される定点に相違がみられ、分布に遍在性が認められた。ヒトスジシマカは捕集される定点とされない定点に分れ、分布に大きな偏りが示唆された。

A. 研究目的

地球温暖化・気候変動の影響でマラリアの流行が一部で懸念されているが、マラリアを媒介するシナハマダラカ群の分布およびその濃淡の調査成績は少ない。そこで、

昭和前期にマラリアが大流行した国内5県の内、滋賀県琵琶湖湖東地域、福井県鯖江・武生地域、石川県河北潟干拓地と富山県氷見市の4県において、現時点での蚊の発生

状況，とくにマラリアを媒介するシナハマダラカ群の発生状況を把握することを目的とした。

これらの結果は，マラリアの流行懸念に対する評価資料と，現在侵入が危惧されている他の蚊媒介性感染症の伝播拡大を阻止する際の，蚊対策の基礎資料を提供すると期待される。

B. 研究方法

昭和前期（1926～1946年）にマラリア患者の発生が顕著であった滋賀県琵琶湖湖東地域，福井県鯖江地域（武生盆地），石川県河北潟地域，富山県氷見地域において，前2地域では牛舎での東京エーエス社製ライトトラップ捕集と野外におけるCDCトラップの設置で，後2地域ではCDCトラップの設置のみで調査を行った。調査期間は前2地域では2009年と2010年の5月～10月にほぼ3週毎に2日間連続で牛舎と20～22台のCDCトラップで，後2地域は2009年～2011年の5月～10月にほぼ隔週に1日間CDCトラップ10，12台もしくは4，8台を設置して捕集を行った。CDCトラップは豆電球を外し，ドライアイス1kgを誘引源にして毎回ほぼ10時頃に設置，翌朝9時ごろに捕集蚊を回収した。

（倫理面への配慮）

調査協力者の氏名などが特定されない様に配慮した。

C. 研究結果

a) 琵琶湖湖東地域における蚊の捕集成績

ここでは3軒の牛舎で捕集を行った。彦根市郊外水田地帯の牛舎では調査1日当たり2009年は5,576個体，2010年は6,359個体の蚊が捕集され，その約90%をコガタアカイエカが占め，9%をシナハマダラカが占めた。近江八幡市郊外の山際の牛舎において

は2009年2,174個体，2010年は1,078個体が捕集され，約85%がコガタアカイエカ，14%がシナハマダラカであった。近江八幡市の市街地の牛舎では2009年は9,956個体，2010年は4,001個体が捕集され，約92%がコガタアカイエカ，約7%がシナハマダラカであった。CDCトラップ2009年の捕集数は彦根市街区に設置した6台のトラップ当たり数は41個体で，その80.6%がコガタアカイエカ，13.8%がアカイエカ，1.5%がヒトスジシマカ，わずかに0.1%がシナハマダラカであった。荒神山を仰ぐ池沼地点に設置した6台のトラップ当たり捕集数は291個体で，その73.7%がコガタアカイエカ，26%がアカイエカ，シナハマダラカはわずかに0.1%であった。西湖の湖岸地点には8台設置し，そのトラップ当たり捕集数は404個体で，98%がコガタアカイエカ，1%がアカイエカ，0.46%がシナハマダラカであり3調査地点の中で最も捕集実数が多かった（218個体）。2010年は犬上川流域に12台設置し，トラップ当たり137個体が捕集され，92.3%がコガタアカイエカ，6.8%がアカイエカ，0.4%がヒトスジシマカ，0.3%がシナハマダラカであった。砂蛇川流域には10台設置し，トラップ当たり336個体が捕集され，96.7%がコガタアカイエカ，1.5%がアカイエカ，1.2%がシナハマダラカであった。

b) 福井県鯖江地域（武生盆地）における蚊の捕集成績

盆地南端の牛舎では2009年に一晩当たり5,493個体，2010年は3,115個体が捕集され，約97%がコガタアカイエカ，2.5%がシナハマダラカであった。CDCトラップは2009年に20台設置し，総合計11,541個体が捕集された。トラップ当たり数は48.1個体で，71.9%がコガタアカイエカ，24.5%がアカイエカ，2.1%がヒトスジシマカであり，シナハマダラカは0.1%を占めたに過ぎなかった。2010年は22台設置し，捕集総

数は 25,821 個体に増え、その内訳は 77.7% がコガタアカイエカ、18.6%がアカイエカ、1.1%がヒトスジシマカなどであり、シナハマダラカは僅かに 0.02%(6 個体)であった。

c) 石川県河北潟干拓地における蚊の捕集成績

この地域からは 3 年間シナハマダラカは全く捕集されなかった。トラップ当り数は 2009 年 139 個体、2010 年 298 個体、2011 年は 187 個体であった。2009 年はアカイエカが 61%と多数を占めたが、2010 年はアカイエカとコガタアカイエカが同率の 49%で並び、2011 年はコガタアカイエカが 56%を占めた。しかし、CDC トラップの設置点を干拓地内とその周辺に分けて捕集数をみると、干拓地内の方が 3~5 倍多く、アカイエカが 60~70%とコガタアカイエカの 30~40%よりも明らかに多い。干拓地の周辺外部ではコガタアカイエカが 72~86%を占め、アカイエカは 10~23%、ヒトスジシマカは 1~4.6%であり、圧倒的にコガタアカイエカの占める割合が高かった。

d) 富山県氷見地域における蚊の捕集成績

2009 年は CDC トラップ 4 台の設置であったが、2010 年と 2011 年は範囲を拡張し 8 台設置した。そのこともあり 2009 年のトラップ当り捕集数 14.3 個体から、2010 年 39.7 個体、2011 年は 23.4 個体に増加したと考えられる。この地域は毎年わずかであるがシナハマダラカが捕集されている(1~6 個体/年)。最も多く捕集されたのはコガタアカイエカで 74~84%、次いでアカイエカの 11~20%、ヒトスジシマカの 1.9~5.3%などであった。

D. 考 察

昭和前期にマラリア患者が多発した 4 県における現在の蚊の発生状況は、全県においてマラリアを媒介するシナハマダラカの発生量は極めて少なかった。とくに石川県

の河北潟干拓地では皆無であった。その中で、琵琶湖湖東地域は少ないながらもシナハマダラカが捕集される定点が多く、今後の地域間の様々な要因の比較解析が必要である。今回調査した 4 地域における CDC トラップの捕集状況では、最も捕集数が多かったのは琵琶湖湖東地域であり、つぎに石川県河北潟干拓地、福井県鯖江地域、最も少なかったのは富山県氷見地域であった。前 2 地域は湖(西湖)もしくは潟(河北潟)を干拓した地域で、葦が繁茂する川原とその兩岸に水田が広がる景観がある。後 2 地域はほぼ水田地帯であり、葦が繁茂する環境は無い。しかし、前述の様に石川県河北潟干拓地ではシナハマダラカは全く捕集されず、外観的な景観の相似では説明が付かないのは明らかである。他の要因、例えば広域の景観が異なる、干拓地の造成など歴史的背景が異なるなどが関与している可能性がある。福井県鯖江地域の捕集状況は、調査方法が異なるが、昭和前期の状況(山田淳一, 1941)とは大きく異なっている。さらに、富山県氷見地域においても 1969 年~1995 年の状況(富山県衛生研究所がこの地点で調査を行った)と異なっている。とくにシナハマダラカの捕集数が極端に減少している。コガタアカイエカなどの発生数(捕集数)を決める要因とシナハマダラカの生息を決める要因は、様々な因子が複合的に働いていると思われ、詳細な解析が必要と考えられる。

シナハマダラカの発生数が少ない現象は広範囲のことであることが、最近の各地の調査成績から示唆されるが、さらに広範囲の調査を続け、マラリア再興の懸念を払拭する必要がある。同時進行の課題としては、琵琶湖湖東地域においてシナハマダラカの発生が維持されている要因と、逆に福井県鯖江地域などでシナハマダラカの発生が少なく/無くなった原因を明らかにすること

と思われる。

E. 結論

昭和前期にマラリアが流行した琵琶湖湖東地域，福井県鯖江地域，石川県河北潟干拓地と富山県氷見地域において蚊の発生状況を調査したところ，琵琶湖湖東地域では現在もシナハマダラカの発生がみられたが，石川県河北潟干拓地では全く捕集されなかった。福井県鯖江地域と富山県氷見地域ではわずかに捕集された。懸念されているマラリアの再興は現段階では無いと考えられるが，全国的な調査が必要と思われる。コガタアカイエカは全地域，全定点で捕集され，広範囲に高密度で分布していることが明らかになった。アカイエカは石川県河北潟干拓地で多数が捕集されたが，他地域では捕集される定点に相違がみられ，分布に遍在性が認められた。ヒトスジシマカは捕集される定点とされない定点に分れ，分布に大きな偏りが示唆された。

G. 研究発表

1. 論文発表

米島万有子・渡辺 護・二瓶直子・小林睦生・中谷友樹 (2011). CDC ミニチュアライトトラップによるコガタアカイエカ捕獲個体数とトラップ周囲の土地利用との関連性. 衛生動物, 62, 13-22.

2. 学会発表

二瓶直子・米島万有子・渡辺 護・津田良夫・金 京純・沢辺京子・大橋眞・中谷友樹・小林睦生. 琵琶湖湖東地域におけるハマダラカ属を中心とした蚊相と戦後の土地利用の変遷. 第 62 回日本衛生動物学会大会, 2010. 4. 2-4.

渡辺 護・米島万有子・二瓶直子・小林睦生. 福井県鯖江市・越前市における蚊の発生調査の成績. 第 62 回日本衛生動物学会大会, 2010. 4. 2-4.

米島万有子・渡辺 護・二瓶直子・津田良夫・中谷友樹・小林睦生. 滋賀県琵琶湖湖東地域における感染症媒介蚊の分布調査とその景観分析. 第 62 回日本衛生動物学会大会, 2010. 4. 2-4.

渡辺 護・米島万有子・及川陽三郎・二瓶直子・山内健生・小林睦生. ドライアイス誘引 CDC トラップによる北陸 3 県と滋賀県におけるコガタアカイエカの発生調査. 第 45 回日本脳炎ウイルス生態研究会, 2010. 5. 28-29.

渡辺 護・及川陽三郎・米島万有子・山内健生. 北陸 3 県における蚊の発生調査, 2009 年の成績. 第 21 回北陸病害動物研究会, 2010. 7. 3.

及川陽三郎・渡辺 護. 石川県河北潟干拓地におけるアカイエカとコガタアカイエカの分布. 第 65 回日本衛生動物学会西日本支部大会, 2010. 11. 5-6.

渡辺 護・小林睦生・山内健生. 富山県氷見市の山脚部における媒介蚊調査. 第 65 回日本衛生動物学会西日本支部大会, 2010. 11. 5-6.

米島万有子・渡辺 護・二瓶直子・津田良夫・中谷友樹・小林睦生. 滋賀県琵琶湖湖東地域における疾病媒介蚊の分布調査とポテンシャルマップの検証. 第 63 回日本衛生動物学会大会, 2011. 4. 14-16.

渡辺 護・米島万有子・二瓶直子・小林睦生. 福井県鯖江市・越前市における蚊の発生調査, 2010 年の成績. 第 63 回日本衛生動物学会大会, 2011. 4. 14-16.

H. 知的財産の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

厚生労働科学研究費補助金(新興・再興感染症研究事業)
分担研究総合報告書

富山県の海辺における蚊類幼虫調査

研究分担者 山内健生 富山県衛生研究所
研究協力者 渡辺 護 国立感染症研究所・昆虫医科学部

2011年6月中～下旬と9月下旬に、漁港・釣り場を中心とした富山県内の海辺12地点にて、蚊類幼虫を調査した。10地点で、3属7種の蚊類が採集された。ヤマトヤブカは5地点で、ヒトスジシマカは4地点で、そしてアカイエカ群は3地点で採集され、個体数も多かった。その他の種：キンパラナガハシカ、トウゴウヤブカ、ヤマダシマカ、クシヒゲカ亜属の1種は、1、2地点で採集されたのみであった。それらのうち、海岸で発生するとされるトウゴウヤブカは東部の1地点で1頭が採れたのみであった。したがって、富山県内の海辺では、ヤマトヤブカ、ヒトスジシマカ、およびアカイエカ群による被害が発生している可能性が高いと考えられる。蚊幼虫が採集された水溜りの塩分濃度は、ヤマトヤブカとヒトスジシマカが生息していた1カ所(0.2%)を除き、すべて0%であった。また、調査時に採集した捕食性水生昆虫は、チビゲンゴロウ成虫のみであった。

A.研究目的

トウゴウヤブカ *Aedes togoi* Theobald は、日本全土、東南アジア、シベリア、北米に至る広範囲に分布し(上村, 1968)、マレー系状虫、バンクロフト系状虫、犬系状虫、牛や羊のセタリア系状虫を媒介する。本種の幼虫は、適応しうる塩分濃度の幅が広く、海岸の岩溜(ロックプール)にしばしば大発生する(上村, 1968)。本種は、戦中戦後には内陸部に普通に分布していたが、1960年代には内陸部ではほとんど確認されなくなり、海岸で多発する種となっていた(上村, 1968)。

トウゴウヤブカは、かつては富山県でも内陸部に広く分布していた(野村, 1953, 1955)が、それ以降の県内陸部における調査では確認されておらず、県内における現在の分布状況は不明である。一方、富山県西部の雨晴海岸などで夏季の日中に釣り人が蚊に刺される被害が発生しており(渡辺 護, 未発表)、現地の環境からトウゴウヤブカによる被害が疑われるが、原因蚊種は明らかにされていなかった。

そこで、富山県内の海辺における蚊類相を明らかにするため、海辺で蚊類幼虫

調査を実施した。

B.研究方法

2011年6月中～下旬と9月下旬に、漁港・釣り場を中心とした富山県内の海辺12地点にて、コンクリートの窪み、人工容器、雨水ます、および地表の水溜りなどに生息する蚊類幼虫を採集した。採集にはスポイトを用いた。調査の際、幼虫が生息していた水溜りの水温と塩分濃度をデジタル塩分計(SS-31A、積水ポリマテック株式会社)で測定した。また、水溜り内に捕食性の生物が見つかった場合は、それも別に採集した。

採集した蚊類幼虫を研究室へ持ち帰って飼育し、羽化成虫を分類同定した。

C.研究結果

10地点で、3属7種の蚊類が採集された。入善町の2地点(下飯野と古黒部)では蚊類幼虫は採集されなかった。ヤマトヤブカ *Ae. japonicus* (Theobald)は5地点で、ヒトスジシマカ *Ae. albopictus* (Skuse)は4地点で、そしてアカイエカ群 *Culex pipiens complex* は3地点で採集され、個体数も多かった。ヤマトヤブカは海から1m以内に位置する水溜りにも発生していた。その他の種：キンパラナガハシカ *Tripteroides bambusa* (Yamada)、トウゴウヤブカ、ヤマダシマカ *Ae. flavopictus* Yamada、クシヒゲカ亜属の1種 *Culex* sp. は、いずれも1、2地点で採集されたのみであった。特に、トウゴウヤブカは東部の1地点で1頭が採れたのみであった。

蚊幼虫が採集された水溜りの水温は、園家山で23.0℃であったほかは、すべて27.3～28.8℃の範囲内であった。塩分濃度は、ヤマトヤブカとヒトスジシマカが生

息していた大境の人工容器(0.2%)を除いてすべて0%であった。海岸のコンクリートの窪み(海水が混入)からは蚊類幼虫は採集されなかった。

本調査で採集された捕食者はチビゲンゴロウ成虫のみであった。

D.考察

本調査により、富山県内の海辺で発生する蚊相が初めて明らかとなった。県内の海辺には広くヒトスジシマカが分布し、富山市や高岡市など人口の多い地域ではアカイエカ群が多く、その東西の人口の少ない地域ではヤマトヤブカが多く採集された。したがって、県内の海辺では、ヤマトヤブカ、ヒトスジシマカ、およびアカイエカ群による被害が発生している可能性が高いと考えられる。

わが国の海岸ではトウゴウヤブカが普通に生息し、しばしば大発生する(上村, 1968)ことが知られている。しかし、本調査では、トウゴウヤブカは東部の1地点で1頭が採れたのみであり、富山県内の海辺で普通にみられる種ではないと考えられた。なお、本調査を実施した6月中～下旬と9月下旬は先行研究(Omori and Fujii, 1953; Wada et al., 1993)においてトウゴウヤブカ幼虫が多数得られた時期であるため、時期が不適切であったために採集できなかったとは考えにくい。先行研究によると、トウゴウヤブカの発生個体数が多い海辺(例えば、石川県輪島市、舳倉島、福井県雄島、房総半島先端部、長崎県宇久町、五島列島福江島)はいずれも岩石海岸である(Omori and Fujii, 1953; Wada et al., 1975, 1993; 角田・藤曲, 1997; 松岡ら, 2011)。一方、富山県の海岸

は礫浜海岸と砂浜海岸が大部分を占めており、岩石海岸は非常に少ない（富山地学会，1986）。このことが富山県においてトウゴウヤブカが少ない要因となっている可能性が考えられる。

E. 結論

富山県内の海辺 12 地点にて、蚊類の幼虫を採集したところ、3 属 7 種が採集された。ヤマトヤブカは 5 地点で、ヒトスジシマカは 4 地点で、そしてアカイエカ群は 3 地点で採集され、個体数も多かった。海岸で発生するとされるトウゴウヤブカは東部の 1 地点で 1 頭が採れたのみであった。したがって、富山県内の海辺では、ヤマトヤブカ、ヒトスジシマカ、およびアカイエカ群による被害が発生している可能性が高いと考えられる。

F. 健康危険度情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

山内健生. 2011. 富山県の海辺における蚊類幼虫の調査. 第 63 回日本衛生動物学会東日本支部大会、2011 年 10 月 22 日、東京.

H. 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

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

我国における疾病媒介蚊の発生状況と生態
分担研究者 津田良夫

協力研究者：金京純，林利彦，澤辺京子，(国立感染症研究所)
長谷山路夫，柳 大樹，
渡邊 希 (成田空港検疫所)
新妻 淳 (東京検疫所)，
石田恵一 (仙台検疫所)，
今西 望 (明治大学)

都市域と渡り鳥が飛来する水田地帯を対象とした疾病媒介蚊の調査を行い、蚊相と発生密度を明らかにするとともに、吸血行動や吸血によって間接的なつながりを持つ動物種を明らかにした。都市域で2004年から継続している調査結果に基づき、代表的な疾病媒介蚊であるアカイエカとヒトスジシマカの発生密度の平年値を求め、これと比較することで当該年の蚊の発生の多寡を評価できるようになった。コガタアカイエカの越冬世代成虫が晩夏から秋にかけて集団で季節移動することが確かめられた。徳島県と茨城県の水田地帯の主要な疾病媒介蚊がアカイエカとコガタアカイエカであることが示された。釧路湿原で採集されたハマダラカの中にシナハマダラカの形態的特徴を有するが、DNAの塩基配列が異なる個体が含まれており、塩基配列は韓国で報告されている *Anopheles belenrae* と一致していた。吸血して動物血液を保持しているアカイエカのサンプルを用いてDNA分析を行った結果、野鳥を吸血している個体が多く、また鳥マラリア原虫の主要な媒介蚊であることが明らかになった。東日本大震災の被災地の水田地帯では、広範囲にわたり津波の影響で塩分を含んだ水域が形成され、アカイエカ、コガタアカイエカ、イナトミシオカが大発生していることがわかった。

A. 研究目的

蚊によって媒介される感染症の流行リスクを評価し適切な対策を構築するうえで、蚊相と発生密度を明らかにするとともに、吸血行動や吸血によって間接的なつながりを持つ

動物種を明らかにすることは非常に重要である。本研究では蚊の重要な発生源である水田地帯を主な調査対象として、以下の研究課題を実施した。(1)都市域における蚊の発生状況のモニタリング、(2)日本脳炎媒介蚊コ

ガタアカイエカの越冬生態, (3) 渡り鳥飛来地の疾病媒介蚊調査, (4) マラリア媒介蚊の分布調査, (5) 蚊類の吸血源動物の同定, (6) 鳥マラリアの感染環に関する研究, (7) 東日本大震災被災地における媒介蚊調査.

B. 研究方法と結果

(1) 都市域における蚊の発生状況のモニタリング: 平成 21 年度: 国立感染症研究所構内で 2003 年よりドライアイストラップによって継続調査している疾病媒介蚊の捕獲個体数データ (過去 7 年間) を分析した. 過去 5 年間の平均捕獲個体数を基準として, 2009 年の発生状況の評価を行った. ヒトスジシマカの 2009 年の捕獲総数は 264 で, 過去 5 年間の平均捕獲個体数 (423.6 ± 147) の 62% に相当し, レベル 2: 平年よりも低い (50-90%) 状態であった. アカイエカ群の 2009 年の捕獲総数は 120 個体で, 5 年間の平均捕獲個体数 (361 ± 206) のわずか 33% にすぎず, 平年よりもはるかに低いレベル 1: (<50%) の発生量であった. 過去 7 年間の発生活消長を比較したところ, ヒトスジシマカの発生はシーズン初期の環境条件に左右されやすく, アカイエカ群の発生は 6, 7 月の環境条件に大きく影響されることが示唆された.

(2) 日本脳炎媒介蚊コガタアカイエカの越冬生態: 平成 21 年度: 2007 年 9 月~12 月に休眠前のコガタアカイエカが多数飛来した東京都の都市域にある公園で, 2008 年秋にも同様の集団飛来が観察された. 飛来の時間経過は 2007 年と 2008 年で同様に, 9 月中・下旬に始まり, 飛来数は 10 月中旬にピークに達して 12 月に終息した. 飛来したコガタアカイエカの密度は 2007 年よりも 2008 年の方が常に高く, 最高密度は 1 時間あたり 3,740 個体で 2007 年の 3.5 倍であった. 卵巣の形

態観察の結果, 飛来成虫の 96.5% (222/230) は基部卵母細胞の発育ステージが N または I, あるいは基部卵母細胞と 2 番目のそれとの長さの比が 1.5 以下であり繁殖休眠の状態であった. 2009 年 3, 4 月に実施した捕虫網採集の結果, 合計 211 雌 (内 4 個体は吸血個体) の越冬覚醒したコガタアカイエカが捕獲され, この採集地の近くに越冬場所が存在していることが示された. ミトコンドリア DNA のチトクローム b 遺伝子あるいは 16S rDNA 遺伝子領域の塩基配列によって吸血蚊の吸血源動物を同定した結果, 2 個体はヒト, 1 個体はネコを吸血していたと推定された. 平成 22 年度: 東京都の都市域にある公園で, 2009 年 9 月中旬~12 月の期間コガタアカイエカの集団飛来が確認された. 2009 年の飛来個体数は少なく, 捕獲総数は 2007 年の 1/5, 2008 年の 1/8.5 であった. 飛来個体を解剖して卵巣の形態を観察した結果, 経産雌の割合は 6.5%, 休眠している個体の割合は 92.5% であった. 2007 年, 2008 年の調査結果とほぼ同様の結果であった. 2008 年と 2009 年の観察結果を集計したところ, 経産雌の休眠率は 32% (6/19) で, 未経産雌の 98% (401/411) よりも高かった. また, 産卵経験がありかつ休眠している個体の割合は, 1.4% (6/430) であった. 翌春の捕獲個体数は合計 12 雌で, 2007 年と同程度, 2008 年の 1/18 であった. 平成 23 年度: コガタアカイエカの集団飛来が 2010 年 9 月中旬~12 月の期間, 東京都の都市域にある公園で再確認された. 2010 年の飛来密度は 2007 年と同レベルで, 2008 年の 1/3 であった. 飛来個体を解剖して卵巣の形態を観察した結果, 経産雌の割合は 2.4%, 休眠している個体の割合は 90.5% で, 2007 年~2009 年の調査結果とほぼ同様の結果で