

201225057A

厚生労働科学研究費補助金

新型インフルエンザ等新興・再興感染症研究事業

感染症を媒介する節足動物の分布・生息域の変化,
感染リスクの把握に関する研究

(H24—新興— 一般—007)

平成24年度総括・分担研究報告書

平成25年3月

研究代表者 澤邊 京子

国立感染症研究所 昆虫医科学部

目 次

I. 総括研究報告

感染症を媒介する節足動物の分布・生息域の変化、感染リスクの把握に関する研究

主任研究者：澤邊 京子（国立感染症研究所 昆虫医科学部 部長）・・・ 1

II. 分担研究報告

1. 東日本大震災の津波被災地における疾病媒介蚊発生状況調査：
宮城県南部水田地帯と福島県 2 地域における 2012 年の状況
津田良夫・・・ 15
2. 岩手県における東日本大震災被災瓦礫集積場におけるハエ類発生調査（2012 年）
林 利彦・・・ 24
3. 陸前高田市と気仙沼市における 2012 年のハエと蚊の発生状況
渡辺 護・・・ 31
4. 岩手県におけるヒトスジシマカ分布調査（2012 年）
西井和弘・・・ 44
5. 中央高地型気候地域におけるヒトスジシマカの分布とその要因
平林公男・・・ 50
6. 神奈川県および長野県におけるヒトスジシマカ成虫の飛来消長に関する研究
武藤敦彦・・・ 57
7. 東日本大震災による被災地と富山県で採集した蚊からのウイルス分離
名古屋真弓・・・ 66
8. 富山県の愛玩動物におけるマダニ類とノミ類の調査
名古屋真弓・・・ 71
9. 六甲山系で採取されたダニにおけるウイルス保有調査
林 昌宏・・・ 78
10. 日本脳炎ウイルスの病原性に関する研究と遺伝子型別検出法開発
「日本脳炎ウイルス国内分離株のゲノムと病原性の監視」
高崎智彦・・・ 83

11. 日本脳炎ウイルス媒介蚊コガタアカイエカ由来細胞株の樹立 伊澤晴彦	93
12. 気象解析に基づく日本脳炎ウイルス媒介蚊コガタアカイエカの移動と分散に 関する研究 田中 淳	100
13. 九州地方におけるアカイエカ種群の分布に関する遺伝学的解析のためのマイクロ サテライト領域の検索 大塚 靖	110
14. トコジラミのピレスロイド抵抗性に関する全国調査 富田隆史	115
15. 3道府県で得られたトコジラミの殺虫剤感受性と適用承認されたマイクロ カプセル剤の基礎的検討 名古屋真弓	123
III. 研究成果の刊行に関する一覧表	130

感染症を媒介する節足動物の分布・生息域の変化，感染リスクの把握に関する研究

研究代表者：澤邊 京子（国立感染症研究所 昆虫医科学部 部長）

研究要旨

近年の地球温暖化の進行や、大規模自然災害による環境変化により、疾病媒介蚊の生息域拡大や発生数増大し、アルボウイルス感染症の発生リスクが高まっている。国内において感染症を媒介する節足動物の分布・生息域の変化，ならびにそれらが保有する病原体のヒトへの感染リスクを把握することを目的として、以下の3つの項目で調査・研究を遂行した。(1) 東北被災地およびその他国内各地における疾病媒介節足動物（蚊・ハエ・マダニ・ノミ）の分布調査，(2) 媒介節足動物からの病原微生物（日本脳炎等のウイルス・紅斑熱リケッチア）の分離・検出と検出法の開発，(3) 媒介蚊に関する基礎的研究およびトコジラミの殺虫剤抵抗性に関する全国調査と殺虫試験。

(1) 津波被災地では今後も蚊の発生が継続すると推測されたが、震災直後に問題となったハエ類の大量発生は2年目には認められず、行政による復興対策が行われる事が重要であると結論した。一方、東北地方へのヒトスジシマカの移入は頻繁で、徐々に北上を続けていることが明らかになり、標高差のある長野県や大都市周辺の神奈川県内におけるヒトスジシマカ調査を基に、全国規模での継続的な飛来消長調査および結果の解析が必要であることを確認した。

(2) 震災被災地の捕集蚊から日本脳炎ウイルス等の病原ウイルスは分離されず、地震や津波が蚊の保有するウイルスに影響を与えているという証拠は得られなかった。マダニからのウイルス分離法（細胞接種系・乳のみマウス脳内接種系）を確立し、一連の作業の過程で感染性因子の存在を認めた。富山県内のイヌ・ネコに寄生するマダニからは紅斑熱群リケッチアの遺伝子が検出され、ヒトに身近な動物にも病原微生物を保有するマダニ類が存在することが明らかになった。日本脳炎ウイルスのNS4Aにおけるアミノ酸変異を国内分離株と比較し、培養細胞を用いた *in vitro* での増殖能、マウス脳への病原性等を評価した。コガタアカイエカ由来培養細胞の株化に成功し、フラビウイルス研究に有用であることを確認した。

(3) 新潟・富山両県のコガタアカイエカの発生消長を基に、NOAAの気象データ、気象庁の観測データ等を用いて解析し、海外からの長距離飛翔と国内分散を考察した。日本に分布するアカイエカ種群の地理的分布を解析するためのマイクロサテライトマーカーを新規に開発し、ウエストナイル熱の国内侵入に備えることを目指した。QProbe法に基づく分子検出法により、国内のトコジラミコロニーの約90%が抵抗性遺伝子を有し、ピレスロイド系殺虫剤が推奨できないことが示唆された。また、有機リン系マイクロカプセル剤は現時点で有効であるが、その評価は今後も継続して行う必要がある。

以上の研究により、感染症媒介節足動物に対する総合的な厚生労働行政施策を策定するための科学的基盤および情報基盤の構築に貢献する。

分担研究者： 高崎智彦（国立感染症研究所ウイルス第一部 室長）
林 昌宏（国立感染症研究所ウイルス第一部 室長）
津田良夫（国立感染症研究所昆虫医科学部 室長）
林 利彦（国立感染症研究所昆虫医科学部 主任研究官）
伊澤晴彦（国立感染症研究所昆虫医科学部 室長）
富田隆史（国立感染症研究所昆虫医科学部 室長）
名古屋真弓（富山県衛生研究所ウイルス部 主任研究員）
平林公男（信州大学繊維学部 教授）
大塚 靖（大分大学医学部 助教）

A. 研究目的

近年の地球温暖化の進行や、大規模自然災害による環境変化により、疾病媒介蚊の生息域拡大や発生数の増大、アルボウイルス感染症の発生リスクが高まっている。また、外来性病原体の侵入も危惧されていることから、国内での媒介節足動物の詳細な調査・研究が望まれている。

2011年3月の東日本大震災の津波被災地においては、冷凍倉庫から流出した魚介類から大量のクロバエ類が、瓦礫集積場ではイエバエが大発生した。津波被災地には多数の浄化槽や水溜まりが点在し、コガタアカイエカ・アカイエカ・トウゴウヤブカなどが多数発生した。震災によって、日本脳炎（JE）をはじめとするアルボウイルス感染症のリスク地域の拡大や消化器感染症の機械的伝播に関与するイエバエ、ネズミ等の病害動物の発生も危惧された。

近年、重症熱性血小板症候群ウイルス（SFTSV）による患者がわが国でも発生したことが報道され、マダニが媒介する重要なアルボウイルス感染症として注目された。近隣諸国においては、SFTSV以外にもダニ脳炎ウイルス、クリミア・コンゴ出血熱ウイルス等の重篤な疾患を起こすダニ媒介性ウイルスが存在しており、国内においてもマダニ類に関する疫学情報、ウイルス保有状況等の把握が必要である。我々はこれまでに、イノシシに寄生、旗ずり法

で採集されたマダニ類から日本脳炎ウイルス（JEV）を含む病原微生物の網羅的検出を行ってきた。これら媒介節足動物における病原体の遺伝子診断をより簡素化し、分離に適した新規培養細胞の樹立等の必要な技術開発と標準化も必要とされる。

JEVの主要な媒介蚊であるコガタアカイエカの国内での越冬、長距離飛翔のメカニズムなど、基本的な問題は未解決であり、国内でのJEVの越冬の問題も解決していない。これまでに蚊から複数の新規ウイルスを分離しているが、今後もそれら媒介蚊が保有する種々ウイルスの分離・同定を行い、個体・集団の中で複数のウイルスが存在する場合を想定したウイルス干渉の有無に関する問題も解決しなければならない。一方、デング熱・チクングニア熱の国内感染のリスクは年々高まってきており、夏期に感染者が帰国、または来日した場合には、両感染症ともに流行が十分に予想されるが、媒介蚊であるヒトスジシマカの分布、成虫密度など基本的な調査は行われておらず、突発しておこる流行への対応は十分とは言えない。これまでの調査で、国内でのヒトスジシマカ成虫密度は高く、その分布域は徐々に北へ拡大していることが明らかになった。年平均気温が11℃以下の地域が多い長野県での分布に関しても、温暖化に伴って拡大することが予測されており、長野県内での詳細な分布域調査が

求められる。一方、ウエストナイルウイルス (WNV) が日本に侵入した場合、アカイエカ種群が主要な媒介蚊となる可能性が指摘されており、本種の国内分布を正確に把握する必要がある。しかし、これら3種は形態的・遺伝的に近似しており、地理的分布を議論するためには、マイクロサテライト法等による詳細な遺伝学的解析法を確立することが必要である。

トコジラミはじめ他の衛生害虫 (イエバエ・蚊) における殺虫剤抵抗性の発達状況は深刻であり、抵抗性個体の分布等の調査は今後も継続されなければならない。特に、津波被災地でのイエバエと蚊、人口密集地や公共施設にも広まりつつある不快害虫としてのシラミやトコジラミに対する防除法の確立、その基盤的情報の収集は緊急を要す課題である。

このような状況を鑑み、(1) 東北被災地およびその他国内各地における疾病媒介節足動物 (蚊・ハエ・マダニ・ノミ) の分布調査、(2) それら節足動物からの病原体 (JEV・新規ウイルス・紅斑熱リケッチア等) の分離・検出と検出法の開発、(3) 媒介蚊に関する基礎的研究およびトコジラミの殺虫剤抵抗性に関する全国調査と殺虫試験。以上3つの項目を策定し、外来性病原体の国内侵入の監視、国内に常在する病原微生物の活動を把握するために、疾病媒介節足動物の野外における発生消長ならびに生息域の調査を行った。また、近年、国内外で被害が顕著化しているトコジラミに対しては殺虫剤抵抗性機構の解明につながる全国調査を行い、媒介蚊に関する生物学的基礎的研究を計画した。

B. 研究方法

本研究は、主任研究者澤邊、分担研究者9名 (高崎, 林 (昌), 津田, 林 (利), 伊澤, 富田, 名古屋, 平林, 大塚) が遂

行した。本年度は当初の計画の中から、1) 東日本大震災の津波被災地における疾病媒介蚊発生状況調査：宮城県南部水田地帯と福島県2地域における2012年の状況、2) 岩手県における東日本大震災被災瓦礫集積場におけるハエ類発生調査 (2012年)、3) 陸前高田市と気仙沼市における2012年のハエと蚊の発生状況、4) 岩手県におけるヒトスジシマカ分布調査 (2012年)、5) 中央高地型気候地域におけるヒトスジシマカの分布とその要因、6) 神奈川県および長野県におけるヒトスジシマカ成虫の飛来消長に関する研究、7) 東日本大震災による被災地と富山県で採集した蚊からのウイルス分離、8) 富山県の愛玩動物におけるマダニ類とノミ類の調査、9) 六甲山系で採取されたダニにおけるウイルス保有調査、10) 日本脳炎ウイルスの病原性に関する研究と遺伝子型別検出法開発「日本脳炎ウイルス国内分離株のゲノムと病原性の監視」、11) 日本脳炎ウイルス媒介蚊コガタアカイエカ由来細胞株の樹立、12) 気象解析に基づく日本脳炎ウイルス媒介蚊コガタアカイエカの移動と分散に関する研究、13) 九州地方におけるアカイエカ種群の分布に関する遺伝学的解析のためのマイクロサテライト領域の検索、14) トコジラミのピレスロイド抵抗性に関する全国調査、15) 道府県で得られたトコジラミの殺虫剤感受性と適用承認されたマイクロカプセル剤の基礎的検討を行った。

C. 結果

(1) 東北被災地およびその他国内各地における疾病媒介節足動物 (蚊・ハエ・マダニ・ノミ) の分布調査

1) 2011年に起きた東日本大震災の津波による環境破壊が疾病媒介蚊の発生に与えた影響を調査した。昨年度の調査地 (宮

城県南部水田地帯)に加え福島県南相馬市といわき市で2012年5月から10月まで、ドライイストラップによる成虫調査と柄杓による幼虫調査を実施した。宮城県南部水田地帯におけるアカイエカとイナトミシオカは、昨年同様に、津波被災地で多く発生していることが示された。同様の傾向は南相馬市でも認められたが、いわき市では認められなかった。宮城県南部水田地帯におけるイナトミシオカ、コガタアカイエカ、ヒトスジシマカ成虫の平均密度は、昨年に比べて有意に低かった。また、海岸からの距離が異なる6か所で調査したイナトミシオカとアカイエカ成虫の密度は、昨年同様に海岸に近いほど高い傾向がみられた。宮城県南部と南相馬市の地表水域には0.1から3.9%の塩分が含まれ、イナトミシオカ、ハマダラカ類、ハマダライエカの幼虫が採集された。名取川河口(若林区)の集落跡地では、昨年の調査ではまったくボウフラの発生が認められなかったが、今シーズンはアカイエカ群の幼虫が多数発生していた。コガタアカイエカの発生はどの地域でも非常に少なかった。

2) 2011年3月11日に発生した東日本大震災および津波被災地では、その後ハエ類の大量発生によって周辺住民や避難所で暮らす人々に多大な被害を与える結果となった。翌2012年にもこのような被害が引き続き発生するのかを検証するため、岩手県の2カ所の瓦礫集積所でハエ類の発生調査を行った。調査地は大槌町と陸前高田市に設置された瓦礫集積場で、粘着トラップを用いて調査した。5月から10月まで、月に1度1週間トラップを設置し、捕集されたハエ類の種構成と数を記録した。また、これらから特定種が大量発生していた場合に、それがどのあた

りまで影響を与えるのかを調べるため、瓦礫集積場から300m離れた場所にもトラップを仕掛け、比較を行った。両瓦礫集積場共に採取された個体数は最高でも10数個体であった。種類も多種が採取され、特定の種類が多く発生しているという事実は確認されなかった。周辺地域との比較でも瓦礫集積場ではむしろ発生個体数は少なく、結果として2012年には津波被害に起因するハエ類の大量発生は観察されなかった。大規模災害によりハエ類大量発生の問題が引き起こされたとしても、翌年にその問題が持ち越されることは無いと結論された。

3) 2011年、津波発生後に大発生したハエ類・蚊類の多発生が2012年も懸念されたことから、岩手県陸前高田市と宮城県気仙沼市において5月~10月に定期的に計6回の発生調査を行った。建物の壁に粘着紙を貼ったハエ発生調査では、昨年大発生したクロキンバエは全期間を通して捕獲されなかった。クロバエ科およびイエバエ科のハエの捕獲数は少なく、ハマバエはやや多かった。圧倒的に多数が捕獲されたのはユスリカ科で、その中で塩性水域から発生するシオユスリカが5月から10月まで多数捕獲された。ドライイストラップによる蚊成虫捕集調査では、アカイエカが一夜で1,085個体、イナトミシオカが188個体捕集された定点がみられた。一方、シナハマダラカは7個体、トウゴウヤブカ6個体、コガタアカイエカ2個体の捕集であった。2011年に比べ、イナトミシオカを除き捕集数は大幅に減少した。とくに、コガタアカイエカの捕集数は顕著であった。幼虫は津波で被災した様々な溜水環境から昨年に引き続き多数が採集された。アカイエカは露出した便槽・浄化槽や被災作付放棄水田で多

数が採集され、調査範囲を広げたこともあり、昨年に比べ全般的に増加した。イナトミシオカ、トウゴウヤブカも生息溜水数、採集数とも増加したが、コガタアカイエカは両方とも明らかに減少した。以上のことから2012年は2011年に比べ、ハエ、蚊とも発生が減少したと思われる、その原因はハエ類の場合は産卵や幼虫の生育場所になる流出魚類が片付けられたこと。蚊の場合は被災地の更地化に伴う溜水環境の減少が考えられ、さらに6月から8月上旬の低温などの気象要因が大きく影響したと考えられる。

4) 東北地方におけるヒトスジシマカの分布北限は、気温の上昇などに起因して次第に北上しており、2010年には初めて青森県の一地域で生息が確認された。岩手県における節足動物媒介性ウイルス疾患の予防対策に資するため、2009年～2011年に引き続き、2012年にも岩手県内陸の平野部における北限地域にある盛岡市の同蚊の生息状況を明らかにするために幼虫調査を行った。2010年のヒトスジシマカの生息調査では、仙北町より北に位置する盛岡市玉山区及び名須川町において、それぞれ1箇所ずつではあるが同蚊の生息が確認されたが、2011年度の調査においては、玉山区、名須川町ともに同蚊を採集できず、生息北限は盛岡市下ノ橋付近であった。そこで、2012年調査においては、盛岡市内の生息状況を再度確認することとし、また岩手県内陸部盛岡以北、沿岸部の生息状況も確認することとした。6～10月にかけて盛岡市下ノ橋付近、名須川町、玉山区、二戸市等内陸部と宮古市、岩泉町、久慈市等の沿岸部の計61地点において幼虫の採取を実施した。2012年の内陸部における生息北限は盛岡市下ノ橋付近であり、2011年の生息北限と同様で

あった。下ノ橋町は、盛岡市の官公庁やその他の公共施設に隣接する人口密度の高い地域であり、しかも、人の出入りの頻繁な地域のためヒトスジシマカの移入が容易で、また、都市気候の影響で気温の境界地域の中では温暖化が早い地域と考えられる。これらの理由から防除対策上重要な地点であると考え、今後もヒトスジシマカの生息状況の確認や生息条件等についてさらに監視が必要である。

5) 長野県下における蚊相に関する研究は上村(1968)、内川(1977)他の報告があるが、近年、詳しい調査はほとんど無い。山岳県である長野県は南北に広く、標高差も地域により大きいことから、感染症媒介蚊にとっても多様な生息環境が提供され、多様な蚊類の生息が予想される。しかし、これまでに、感染症媒介蚊に関する調査・研究は極めて少なく、ヒトスジシマカをはじめとする蚊類の分布情報はほとんどない。本研究では、南北に広く、海拔高度の高低差のある長野県において、ヒトスジシマカを中心とした蚊類の調査を行い、その分布範囲を明らかにする。本報告では平成24年度実施した以下の3調査について報告する。(1)長野県上田市において、ヒトスジシマカの発生動態を季節的に明らかにした。(2)標高が高く、年平均気温が約8度の長野県軽井沢町において、ヒトスジシマカの捕獲調査(CDCトラップとオビトラップ)を実施し生息の有無を確認した。(3)長野県長野市：市内20地点(北信地方)と長野県上田市：市内23地点(東信地方)におけるヒトスジシマカの分布状況を明らかにした。

6) ヒトスジシマカの各地での発生期間を把握する目的で、2010・2011年に引き続

き神奈川県中郡大磯町および長野県上田市の2地点において、ヒトに誘引される蚊を捕虫網で一定時間捕集する方法で調査を行った結果、飛来開始は大磯町で5月中旬、上田市で6月中旬、いずれの地点でも7月中旬～9月下旬にかけて飛来の多い状態が続き、飛来の終息は大磯町で11月中旬、上田市で10月上旬であった。飛来開始日や終息日の地点による差は、最低気温など、気温の違いによると考えられた。地点ごとに見た飛来開始日および終息日の違いは、3年間の調査で6～13日であり、開始日、終息日はほぼ一定していたが、増加時期や減少時期は年によって1～6カ月の違いが認められた。

(2) 節足動物からの病原体（日本脳炎ウイルス・新規ウイルスおよび紅斑熱リケッチア）の分離・検出と検出法の開発

7) 震災被災地および富山県で捕集した蚊についてウイルスの保有状況を調査した。宮城県気仙沼市では6,294個体（133プール）、岩手県陸前高田市では1,404個体（34プール）、富山県では4,291個体（153プール）をウイルス分離に用いたが、いずれの検体からもJEV等の病原性ウイルスは分離されなかった。気仙沼市と陸前高田市のアカイエカ群及びイナトミシオカ、富山県のアカイエカ群から *Culex flavivirus* (CXFV) が分離された。また、富山県ではヒトスジシマカから *Aedes flavivirus* (AEFV) が分離された。地震や津波が蚊の保有するウイルスに影響を与えているという証拠は得られなかった。

8) 2010年5月～2013年1月に、富山県動物管理センターと県内の動物病院19か所に持ち込まれたイヌとネコから外部寄生虫を採集した。イヌ123頭からは5種184個体のマダニ類（他に未同定のチマダニ

属幼虫329個体、マダニ属♀成虫2個体）と2種86個体のノミ類が得られ、ネコ77頭からは2種10個体のマダニ類と2種462個体のノミ類が得られた。得られたマダニ類の大多数はフタトゲチマダニとヤマトマダニであり、キチマダニ、タネガタマダニおよびクリイロコイタマダニの個体数は少なかった。得られたノミ類の大多数はネコノミであり、他にミカドケナガノミが4個体採取された。ヤマトマダニ、フタトゲチマダニ、キチマダニ、ネコノミなど、病原体を媒介しうる種類が市街地に生息していることが確認された。ノミ類187個体とマダニ類230検体（成虫207個体、幼虫340個体23プール）から、各種病原体の遺伝子検出を試みたところ、4種15検体のマダニから紅斑熱群リケッチア遺伝子を検出した。得られたリケッチアはいずれも病原性不明のタイプであった。ヒトに身近な動物であるイヌやネコにもリケッチアを保有するマダニ類が寄生していることが確認された。

9) マダニ類はウイルス、細菌、リケッチア、原虫等の病原体を媒介することが知られている。またこれまでに多くのダニ媒介性アルボウイルスが報告されている。しかしながら我が国におけるダニ媒介性アルボウイルスの分布状況は明らかにされていない。そこで兵庫県六甲山系で捕獲されたイノシシおよびイノシシの生息域周辺から採取されたダニにおけるウイルス保有状況の調査を行った。その結果細胞培養を用いたウイルス分離において細胞変性効果（CPE）が観察された。また乳飲みマウスを用いたウイルス分離においては成長不良を示す個体が認められ採脳を行った。今後これらサンプルについて詳細な検討を行う。

10) 近年我々は、遺伝子型 I 型 JEV の非構造蛋白質 NS4A の N 末端側から 3 番目のアミノ酸をバリン (Val) からイソロイシン (Ile) へ置換することにより、マウスに対する病原性が増強することを報告した (Yamaguchi et al., 2011). しかし本部位が Ile (3-Ile 型) である I 型 JEV 株は、我々が配列決定した中ではこれまで Mie/40/2004 株が唯一であり、データベース上でも国内分離株としては登録がなかった. この理由として、NS4A 領域の配列データが蓄積されていないことが考えられた. 本研究では国内および国外での 3-Ile 型株の蔓延状況を把握し、かつ Mie/40/2004 株以外の 3-Ile 株の性状解析を進めることにより国内に存在する JEV を監視することを目的とする. 1994 年から 2010 年に国内で分離された I 型 JEV 分離株の NS4A 領域の塩基配列を決定したところ、約 20% が 3-Ile 型であった. これらの株は 2004 年から 2008 年の間に本州で分離されたものであった. 系統樹解析によりその多くが非常に近縁であることがわかった. 3-Ile 型株より 5 株を選択し全塩基配列を決定したところ、うち 4 株は Mie/40/2004 株とアミノ酸配列に相違がみられた. 哺乳動物由来株化細胞を用いた *in vitro* での増殖能は、Mie/40/2004 株を含む 3-Ile 型 5 株で顕著な差異は観察されなかった. 一方、蚊由来培養細胞では株間で大きいもので 7 倍程度の差異が観察された. マウスへの接種実験では Mie/40/2004 株に比べ明らかに病原性の低い株が 1 株見いだされた. これより、3-Ile は JEV を強毒化する絶対的な要因ではないことが明らかとなった.

11) アルボウイルス研究に有用なイエカ由来培養細胞系の樹立を目的として、4 種類のイエカ属の蚊 (アカイエカ、チカ

イエカ、ネッタイエカ、コガタアカイエカ) から初代培養を試みた. その結果、VP-12 培地を基礎培地としたコガタアカイエカの初代培養において付着性細胞の顕著な増殖が認められた. これらの細胞集団を維持・継代することにより、コガタアカイエカ由来培養細胞の株化に成功した. 本細胞株に JEV ならびにデングウイルス (DENV) を接種したところ、両区においてウイルスの増殖が認められたことから、本細胞株はフラビウイルスの諸研究に有用であることが示された.

(3) 媒介蚊に関する基礎的研究およびトコジラミの殺虫剤抵抗性に関する全国調査と殺虫試験

12) 各種病原体の人及び家畜への伝播を正しく評価するためには、野外蚊集団内の病原体保有状況や、現在の流行株に対する情報の蓄積が必要であるとの観点から、2003 年より全国各地において蚊を捕集し、それら捕集蚊の病原体保有状況を調査してきた. 特に、JEV 分離を目的として、2005 年からの 5 年間で 1 都 20 県において蚊捕集調査を実施し、うち 7 県の捕集蚊から合計 124 株の JEV を分離した. 分離株の多くは四国・九州で捕集した蚊から得られたが、東日本でも静岡県、富山県、新潟県の蚊が JEV を保有していることも判明した. 新潟県においては、2007 年に新潟市佐潟で捕集されたコガタアカイエカ (231 頭) から JEV が分離され、ブタの HI 抗体価も年によっては上昇している. このように、ブタおよび蚊体内での JEV の活動は依然として活発であり、全国的に日本脳炎の流行が危惧される状況にあると言える. 近年のウイルス分離株とコガタアカイエカの遺伝子解析から、そのどちらも海外から侵入しているであろうことが強く示唆されている. そこで

我々は、2010年、2011年に九州各地で捕集された蚊の発消長、及び同年に得られた富山県、新潟県における捕集成果を中心に、気象データとの照合を試み、コガタアカイエカの海外からの移動とその後の国内各地への移動と分散を評価するための研究を行うこととした。新潟県におけるコガタアカイエカの調査として、佐潟周辺の豚舎で、2010年、2011年、2012年に捕集調査を行い、得られた蚊の捕集成績に関し、詳細な気象解析を実施した。捕集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。

13) アカイエカ種群は日本においてアカイエカ、チカイエカ、ネッタイエカが存在する。これらアカイエカ種群の種はWNVが日本に侵入した場合、主要な媒介蚊となる可能性が指摘されており、これらの種の分布を正確に把握することが重要である。これら3種は形態だけでなく遺伝的にも近似しており、それらの地理分布をDNAレベルで検討することが難しかった。しかし近年マイクロサテライトマーカーを用いてアカイエカ種群の分布を調べるようになってきた。しかしこれまで東アジアに分布するアカイエカに対しては検討されていなかった。日本産のアカイエカ種群の分布を調べるにはアカイエカに有効なマイクロサテライト領域が必要となる。そこでこれまでのアカイエカ種群に用いられた領域を日本産アカイエカ種群に有効かどうかを確認した。用いた13の領域のうち5領域が有効なことを確認した。さらに多くの有効なマイクロサテライト領域を得るため、日本産アカイエカのゲノムDNAより新規の29のマイクロサテライト領域を得た。これら新規の領域については集団での変異を確認する必要がある。今後これらマイクロサテライトマーカーを用

いて、九州においてのアカイエカ種群の地理的分布、特にネッタイエカが九州本土に定着しているかどうかを調べて行く。

14) 米国のピレスロイド抵抗性トコジラミには、ピレスロイド作用点のナトリウムチャンネルの2座位にアミノ酸置換変異(V419LとL925I)が、それぞれ単一突然変異または二重突然変異として見出されており、ピレスロイド抵抗性の要因とみなされている。デルタメトリン含浸ろ紙継続接触法により処理し抵抗性と判定された16の日本産コロニーにおいても、1例を除き、これら2座位に関する単一変異または二重変異ハプロタイプのホモ接合体であり、作用点の変異がピレスロイド抵抗性コロニーの発生状況を知る有効な手がかりになることが示された。主に過去3年間に北海道から沖縄県にかけて採集された80コロニー分の日本産トコジラミを収集し、QProbe法によりナトリウムチャンネル2座位に関する遺伝子型を決定した。その結果、野生型ハプロタイプのみ検出されたコロニーは11%に過ぎず、ピレスロイド系殺虫剤のトコジラミ駆除への有効性が日本の大多数のコロニーにおいて失われていることを明らかにした。変異ハプロタイプとしては、V419—I925単一変異型が二重変異型に対して優勢であった。これらの変異ハプロタイプのいずれかがコロニーに含まれる場合は、その変異ハプロタイプの頻度が固定もしくは高頻度で含まれるコロニーが多数であった。

15) 「北海道札幌市」「千葉県成田市」「京都府京都市」で採集されたトコジラミはピレスロイド系のフェントリンとペルメトリンに対して高度の抵抗性を示し、有機リン系のジクロロボスとフェニトロチ

オンには低度の抵抗性を示した。その中で「千葉県成田市」のトコジラミが全体的に抵抗性が高いことが明らかになったが、先に試験した「千葉系」に比べると、その程度は低かった。今回の試験で、国内13カ所で採集したトコジラミの感受性が明らかになり、北海道から沖縄まで全ての地域でピレスロイド剤に高い抵抗性の発現が認められた。手軽な剤型が市販されているこれらの薬剤では実質的な駆除は望めないと思われる。有機リン系とカーバメイト系に対しても低度の抵抗性が認められたが、丁寧な散布を行うことで駆除は可能と考えられる。さらに、2012年にトコジラミに適用が承認された有機リン系MC剤2種も抵抗性系統に対して殺虫効果が期待できると思われた。

D. 考察

(1) 東日本大震災被災地の復旧活動は都市部を中心に進められ、本研究で調査対象とした宮城県・福島県の水田地帯には依然として多くの塩性湿地が存在していた。調査地の環境は異なるが、全体的に今シーズンの蚊の発生量は少なく、特に、コガタアカイエカの発生はどの調査地でも非常に少なかった。津波被害を受けた水田で除塩作業が行われ、「除塩田」がかなり広い範囲に現れたことや、6月から8月上旬の低温などの気象要因も幼虫の生育に影響した可能性も考えられた。しかし、津波被災地にはアカイエカ群やイナトミシオカが発生する水域は未だ多数残されており、今後も津波被災地における蚊の大発生は継続すると推測された。一方、岩手県下の2カ所の瓦礫集積所でのハエ類の大量発生は確認されなかった。ハエ類の産卵場所や幼虫の生育場所になる流出した魚貝類が片付けられたことによる結果と思われる。大規模災害でハエ

類が大量に発生した場合は、行政が当該年度にしっかりとした対策を行う事が重要であることが示唆された。

2010年に初めて青森県下でヒトスジシマカの生息が確認されたが、岩手県における2012年の調査では、その生息北限は2011年と同じ地点であった。本地点は盛岡市の官公庁やその他の公共施設に隣接する人口密度の高い地域であり、人の出入りが頻繁で、都市気候の影響で気温の境界地域の中では温暖化が早い地域と考えられる。ヒトスジシマカの寒冷地適応による分布拡大の可能性も考慮し、地理情報システム(GIS)を利用した気温データとの関連も検討したい。

本年度の調査により、長野県軽井沢町ではヒトスジシマカは確認できなかったが、長野市・上田市では定着が示唆された。これまで空白地帯となっていた我が国の中部山岳地帯におけるヒトスジシマカの分布状況が明らかとなり、新興・再興感染症対策のための重要な資料となることが期待される。同様の方法により神奈川県大磯町で実施した捕集調査では、5月中旬に飛来が始まり11月中旬に終息した。一方、前述の上田市では6月中旬に飛来が始まり10月上旬に終息した。両県に見られるこの時期的なずれは、気温の影響によると考えられる。温度と飛来数の関係については、地域差が示唆されていることから、全国各地での調査結果を追加し、種々の気象との関連や地域集団の特性などに関する解析も必要である。

(2) 東北地方震災被災地のアカイエカ種群およびイナトミシオカから昆虫特異的フラビウイルスCXFVが分離されたが、JEV等の病原性ウイルスは分離されず、地震や津波が蚊の保有するウイルスに影響を与えているという証拠は得られな

った。また、富山県のアカイエカ種群から CXFV が、ヒトスジシマカから AEFV が分離され、フラビウウイルスの地理的変異や進化学的研究への貢献が期待される。

富山県内の動物病院・関連施設に持ち込まれたイヌ・ネコには、フタトゲチマダニとヤマトマダニが最も多く寄生しており、それらから紅斑熱群リケッチア遺伝子が検出された。今回の調査で愛玩動物が日常的に散歩するような住宅街や公園等に生息するマダニ類が病原微生物を保有していることが明らかになり、都市部のマダニ類が保有する病原体の全貌を把握する必要が示唆された。中国の SFTS 流行地においては、フタトゲチマダニの約 5% が SFTSV を保有していることが報告されたが (Yu et al., 2011), 我が国におけるダニ媒介性アルボウイルスの分布状況は明らかになっていない。我々は、兵庫県六甲山系で採取したマダニからウイルス分離を行い、各種細胞培養を用いたウイルス分離において CPE を観察し、乳飲みマウスを用いたウイルス分離において成長不良を示す個体が認められた。本研究で確立したマダニ類からのウイルス分離法は、今後のウイルスサーベイランスに貢献すると期待される。

我々は、JEV の分離、遺伝子解析および性状解析を継続してきたが、本研究では、JEV 3-Ile 型ウイルスと 3-Val 型ウイルス間で各種細胞を使用した場合の *in vitro* での増殖性を比較した。また、両株の E 領域、NS4B 領域、NS5 領域にそれぞれ数ヶ所の差異が認められたため、その中のどれかのアミノ酸が病原性の強弱に関与していると推定した。このような部位を同定することで、JEV の新たな病原性規定部位が明らかになると考える。

蚊由来培養細胞は蚊媒介性ウイルスの研究に必須であるが、ヤブカ属蚊に関して

は汎用性の高い細胞株が存在する一方、イエカ属蚊の汎用細胞株は存在しない。本研究で樹立に成功したコガタアカイエカ由来新規細胞株 NIID-CTR cell line は、JEV・DENV とともに増殖性を示し、遺伝子型や血清型間の顕著な違いは検出されなかったことから、本細胞株はフラビウウイルス研究に有用であると判断した。今後、その他の蚊媒介性ウイルス (チクングニア・リフトバレーウイルス等) に対する感受性評価を行うとともに、C6/36 細胞に代わる新たな蚊由来の汎用細胞株としての有用性をアピールし、細胞バンクへの寄託や研究資源としての汎用化に努力する。

(3) 新潟・富山両県のコガタアカイエカの発生活消長を基に、NOAA の気象データ、気象庁の観測データ等を用いて解析し、海外からの長距離飛翔と国内分散を考察した。これまでに行ったフライトミル飛翔実験から、コガタアカイエカは最長 38 時間連続で飛翔可能であることが示唆されたが (沢辺ら, 2011), 本研究で NOAA の後方流跡線が示す高度 1,600 m で気温 21.3°C であれば、本種蚊が長距離飛翔を行う事が可能な条件があったことが推測され、国内外からの長距離飛翔又は下層ジェット気流 (700~900 hpa) で運ばれてきた可能性が示唆された。次年度以降も引き続き豚舎周辺の捕集調査を継続するとともに、本種蚊の発生活消長や捕集ピークの確認、富山県や他県で行われている本種蚊の捕集調査による発生活消長を基に、本種蚊の移動と分散を解析する。

日本産アカイエカ種群の鑑別に際し、既知のマイクロサテライト領域のプライマーではアカイエカで増幅しない個体が見られたことから、新規マイクロサテライト領域ではアカイエカのゲノム DNA を参考にした。Lian et al. (2006) の方法で

マイクロサテライト領域が多く得られたが、反復数が少ないものも多かったため、今後、野外で採集したサンプルを用いて、これら領域の有効性、および種内に十分な多型が存在するかなどを確認する。

トコジラミのナトリウムチャンネルの V419L と L925I 変異を対象とした QProbe 法に基づく分子検出法を確立し、本法に基づき全国調査を行った。国内のトコジラミコロニーの約 90%が L925I 置換変異を保有した抵抗性個体であり、トコジラミの駆除に用いる殺虫剤の第一選択肢としてピレスロイド系殺虫剤は推奨できないことを明らかにした。I925 単一変異ハプロタイプと二重変異ハプロタイプ間の殺虫剤感受性効果を確認することが今後の課題である。また、代謝抵抗性に係る分子の特定とその変異が抵抗性に及ぼす効果についても確認する必要がある。国内のトコジラミは、採集地によって殺虫剤に対する感受性が異なることが示唆されたため、今後さらに採集地を広げ、国内の状況を明らかにしたい。有機リン系 MC 剤 2 種は、いずれも抵抗性を発現させたトコジラミ駆除に効果を発揮すると思われるが、実際には丁寧な散布が必要であり、使用薬剤に対する抵抗性の監視も長期的に必要であると推察した。

東日本大震災から約 17 ヶ月が経過した 2012 年 8 月時点での衛生害虫類の発生状況を、前年の調査結果と比較しながら、感染症研究所ホームページ上に掲載し中間報告を行った (<http://www.nih.go.jp/niid/ja/disaster/2128-ent/2629-repo201209.html>)。また、地方自治体担当者を対象にした技術研修会「蚊類調査に係る技術研修」を 2013 年 2 月 28 日～3 月 1 日に実施した。

今年度はほぼ計画通りに研究を進めることができた。次年度も同様の主任研究者および分担研究者で研究を遂行する予

定である。

E. 結論

国内において感染症を媒介する節足動物の分布・生息域の変化、ならびにそれらが保有する病原体のヒトへの感染リスクを把握することを目的として調査・研究を遂行した。

(1) 津波被災地では今後も蚊の発生が継続すると推測されたが、震災直後に問題となったハエ類の大量発生は 2 年目には認められず、行政による復興対策が行われる事が重要であると結論した。一方、東北地方へのヒトスジシマカの移入は頻繁で、徐々に北上を続けていることが明らかになったが、標高差のある長野県や大都市周辺の神奈川県内におけるヒトスジシマカ調査を基に、全国規模での飛来消長調査および結果の解析が必要であり、今後も調査を継続する。

(2) 震災被災地の捕集蚊から JEV 等の病原ウイルスは分離されず、地震や津波が蚊の保有するウイルスに影響を与えているという証拠は得られなかった。マダニからのウイルス分離法（細胞接種系・乳のみマウス脳内接種系）を確立し、一連の作業の過程で感染性因子の存在を認めた。富山県内のイヌ・ネコに寄生するマダニからは紅斑熱群リケッチアの遺伝子が検出され、ヒトに身近な動物にも病原微生物を保有するマダニ類が存在することが明らかになった。JEV の NS4A におけるアミノ酸変異を国内分離株と比較し、培養細胞を用いた *in vitro* での増殖能、マウス脳への病原性等を評価した。コガタアカイエカ由来培養細胞の株化に成功し、フラビウイルス研究に有用であることを報告した。

(3) 新潟・富山両県のコガタアカイエカの発生消長を基に、NOAAの気象データ、気象庁の観測データ等を用いて解析し、国内外からの本種蚊の長距離飛翔と分散を考察した。日本に分布するアカイエカ種群の地理的分布を遺伝解析するためのマイクロサテライトマーカーを新規に開発し、ウエストナイル熱の国内侵入に備えることを目指す。QProbe法に基づく分子検出法により、国内のトコジラミコロニーの約90%が抵抗性遺伝子を有することでピレスロイド系殺虫剤を推奨できないこと、有機リン系MC剤2種は有用であるが、その評価は今後も必要であることを報告した。

以上の研究により、感染症媒介節足動物に対する総合的な厚生労働行政施策を策定するための科学的基盤および情報基盤の構築に貢献する。

F. 健康危険管理情報

特になし

G. 研究発表

論文発表

Kuwata, R., Nga, P.T., Yen, N.T., Hoshino, K., Isawa, H., Higa, Y., Hoang, N.V., Ttang, B.M., Loan, D.P., Phong, T.V., Sasaki, T., Tsuda, Y., Kobayashi, M., Sawabe, K., Takagi, M. Surveillance of Japanese encephalitis virus infection in mosquitoes in Vietnam from 2006 to 2008. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 88: 681–688, 2013.

Obara-Nagoya, M., Yamauchi, T., Watanabe, M., Hasegawa, S., Iwai-Itamochi, M., Horimoto, E., Takizawa, T., Takashima, I., Kariwa, H. Ecological and genetic analyses of the complete genomes of *Culex flavivirus* strains isolated from *Culex tritaeniorhynchus* and *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) group

mosquitoes. *Journal of Medical Entomology*, 50: 300–309, 2013.

Yamaguchi, Y., Nukui, Y., Kotaki, A., Sawabe, K., Saijyo, M., Watanabe, H., Kurane, I., Takasaki, T., Tajima, S. Characterization of a serine-to-asparagine substitution at position 123 in the Japanese encephalitis virus E protein. *Journal of General Virology*, 94: 90–96, 2013.

Wong, K.T., Ng, K.Y., Ong, K.C., Ng, W.F., Shankar, S.K., Mahadevan, A., Radotra, B., Su, I.J., Lau, G., Ling, A.E., Chan, K.P., Macorelles, P., Vallet, S., Cardoso, M.J., Desai, A., Ravi, V., Nagata, N., Shimizu, H., Takasaki, T. Enterovirus 71 encephalomyelitis and Japanese encephalitis can be distinguished by topographic distribution of inflammation and specific intraneuronal detection of viral antigen and RNA. *Neuropathology and Applied Neurobiology*, 38: 443–453, 2012.

Kuwata, R., Hoshino, K., Isawa, H., Tsuda, Y., Tajima, S., Sasaki, T., Takasaki, T., Kobayashi, M., Sawabe, K. Establishment and characterization of a cell line from the mosquito *Culex tritaeniorhynchus* (Diptera: Culicidae). *In Vitro Cellular & Developmental Biology*, 486: 369–376, 2012.

高崎智彦. 感染症ワクチン: 最近の話題, 課題「日本脳炎」. *BIO Clinica*. 28: 332–336, 2013.

白鳥(田島)茂, 高崎智彦. 「日本脳炎ワクチンの品質管理」 *臨床とウイルス*, 40: 297–305, 2012.

学会発表

1. 国際学会

Lim, C.K., Moi, M.L., Kotaki, A., Saijo, M., Kurane, I., Takasaki, T. Molecular diagnosis

and analysis of imported chikungunya virus strains, Japan, 2006-2011. The 9th Japan-China International Conference of Virology. Sapporo, Japan. June 12-13, 2012.

Komagata, O., Kasai, S., Itokawa, K., Tomita, T. Proliferation of pyrethroid-resistant bed bugs in Japan, 24th International Conference of Entomology. Daegu, Korea. August 19-25, 2012.

Lim, C.K., Kotaki, A., Omatu, T., Moi, M.L., Kurane, I., Saijo, M., Takasaki, T. A Rapid Non-nested Reverse Transcriptase-PCR Assay for Vertebrate Flavivirus Subgroups Using a Novel Universal Single Primer Pair Based on a Conserved Region of NS5 Gene Sequences. The XVIII International Congress for Tropical Medicine and Malaria (ICTMM). Rio de Janeiro, Brazil. September 23-27, 2012.

Moi, M.L., Lim, C.K., Saijo, M., Takasaki, T., Kurane, I. Re-assessment of dengue neutralizing antibody and viremia titers in dengue patients using FcγR-expressing cells. The American Society of Tropical Medicine and Hygiene (ASTMH) 61st Annual Meeting. Atlanta, Georgia USA. November 11-15, 2012.

2. 国内学会

伊藤（高山）睦代，中道一生，山口（木下）一美，王麗欣，林昌宏，西條政幸. Establishment of the in vitro test for residual virulent rabies virus in inactivated rabies vaccines. 第11回狂犬病研究会. 東京都, 2012年4月

山口幸恵，小滝徹，新井智，沢辺京子，倉根一郎，西條政幸，高崎智彦，田島茂. 非構造蛋白質 NS4A に着目した日本脳炎ウイルスの分子疫学的解析. 第47回日本脳炎ウイルス生態学研究会, 阿蘇市, 2012

年5月

沢辺京子，新井智，大塚彰，松村正哉，衛藤友紀，梁瀬徹，井上英明，今西望，Sudipta Roychoudhury，鍬田龍星，多屋馨子，小林睦生. コガタアカイエカの海外からの飛来とその飛翔能力の評価. 第47回日本脳炎ウイルス生態学研究会, 阿蘇市, 2012年5月

鍬田龍星，伊澤晴彦，星野啓太，佐々木年則，小林睦生，沢辺京子. Culex flavivirus 持続感染コガタアカイエカ細胞に対する蚊媒介性フラビウイルスの重複感染. 第47回日本脳炎ウイルス生態学研究会, 阿蘇市, 2012年5月

渡辺護，渡辺はるな. 津波被災地における2012年の衛生害虫の発生状況および発生予測. 北陸病害動物研究会第30回大会, 坂井市, 2012年6月

中道一生，井上直樹，倉根一郎，林昌宏，西條政幸: 進行性多巣性白質脳症が疑われた患者の脳脊髄液におけるヘルペスウイルスの出現プロファイルの解析, 第17回日本神経感染症学会総会, 京都市, 2012年10月

渡辺護，渡辺はるな，沢辺京子. 陸前高田市と気仙沼市における2011年と2012年の蚊発生状況の比較. 第64回日本衛生動物学会東日本支部大会, 川崎市, 2012年10月

平林公男. 長野県上田市一般民家におけるヒトスジシマカの発生動態(第2報). 第64回日本衛生動物学会東日本支部大会, 川崎市, 2012年10月

渡辺護，渡辺はるな，沢辺京子. 被災地においてなぜ2012年はハエの発生が少

なかったか? 第 67 回日本衛生動物学会
西日本支部大会, 伊勢市, 2012 年 10 月

田島茂, 西條政幸, 倉根一郎, 高崎智彦.
デングウイルスおよび日本脳炎ウイルス
感染細胞における細胞側遺伝子発現動態
の網羅的解析. 第 19 回トガ・フラビ・ペ
スチウイルス研究会, 大阪市, 2012 年 11
月

田島茂, 山口幸恵, 小滝徹, 新井智, 沢
辺京子, 西條政幸, 倉根一郎, 高崎智彦.
日本脳炎ウイルス NS4A の分子疫学的解
析. 第 60 回日本ウイルス学会学術集会,
大阪市, 2012 年 11 月

林 昌宏, 網 康至, 藤井克樹, 北浦一孝,
モイ メンリン, 白井顕治, 小滝 徹, 須
崎百合子, 森川 茂, 西條政幸, 鈴木隆二,
倉根一郎, 高崎智彦: マーモセットを用
いたチクングニアウイルスの霊長類モデ
ルの検討, 第 60 回日本ウイルス学会学術
集会, 大阪市, 2012 年 11 月

垣内五月, 木下 (山口) 一美, 伊藤 (高
山) 睦代, 西村秀一, 林 昌宏, 西條政幸:
造血幹細胞移植病棟にみられたパライン
フルエンザウイルス 3 型感染症流行の分
子疫学的解析, 第 60 回日本ウイルス学会
学術集会, 大阪市, 2012 年 11 月

伊藤 (高山) 睦代, 中道一生, 林 昌宏,
山口 (木下) 一美, 垣内 五月, 王 麗欣,
倉根 一郎, 西條政幸: 乾燥組織培養不活
化狂犬病ワクチン国家検定法における
3Rs の導入, 第 60 回日本ウイルス学会学
術集会, 大阪市, 2012 年 11 月

山口 (木下) 一美, 中道一生, 伊藤 (高
山) 睦代, 林 昌宏, 倉根 一郎, 西條 政

幸: LAMP 法を用いた PML 患者の脳脊髄
液中の JC ウイルスの検出および定量試験,
第 60 回日本ウイルス学会学術集会, 大阪
市, 2012 年 11 月

中道 一生, 林 昌宏, 西條 政幸: 進行性
多巣性白質脳症患者の脳脊髄液中に検出
された JC ポリオーマウイルスの経時的な
ゲノム変異パターンの解析, 第 60 回日本
ウイルス学会学術集会, 大阪市, 2012 年
11 月

谷口敬敏, 渡辺 護. 高湿度環境下にお
けるトコジラミの観察. 第 28 回ペストロ
ジー学会兵庫大会, 神戸市, 2012 年 11 月

渡辺 護, 渡辺はるな. 津波被災地にお
ける 2012 年の蚊の発生状況. 第 28 回ペ
ストロジー学会, 神戸市, 2012 年 11 月

武田昌昭, 平林公男. 長野県軽井沢町に
おける蚊相の調査 (予報). 第 28 回ペ
ストロジー学会兵庫大会, 神戸市, 2012 年
11 月

富田隆史. 害虫の殺虫剤抵抗性機構, 第
155 回日本獣医学会学術集会/日本比較薬
理・毒性学会における企画シンポジウム
「薬剤耐性の分子メカニズム」, 東京都,
2013 年 3 月

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

東日本大震災の津波被災地における疾病媒介蚊発生状況調査：
宮城県南部水田地帯と福島県 2 地域における 2012 年の状況

分担研究者	津田良夫	国立感染症研究所・昆虫医科学部
協力研究者	石田恵一	仙台検疫所
	山内 繁	仙台検疫所
	新妻 淳	東京検疫所
	助廣那由	成田空港検疫所
	梅澤昌弘	成田空港検疫所
	柳 大樹	成田空港検疫所
	岡本徳子	東京検疫所

研究要旨

昨年度に引き続き 2011 年に起きた東日本大震災の津波による環境破壊が疾病媒介蚊の発生に与えた影響を調査した。昨年度の調査地（宮城県南部水田地帯）に加え福島県南相馬市といわき市で 2012 年 5 月から 10 月まで、ドライアイストラップによる成虫調査と柄杓による幼虫調査を実施した。宮城県南部水田地帯におけるアカイエカとイナトミシオカは、昨年同様に、津波被災地で多く発生していることが示された。同様の傾向は南相馬市でも認められたが、いわき市では認められなかった。宮城県南部水田地帯におけるイナトミシオカ、コガタアカイエカ、ヒトスジシマカ成虫の平均密度は、昨年比べて有意に低かった。また、海岸からの距離が異なる 6 か所で調査したイナトミシオカとアカイエカ成虫の密度は、昨年同様に海岸に近いほど高い傾向がみられた。宮城県南部と南相馬市の地表水域には 0.1 から 3.9%の塩分が含まれ、イナトミシオカ、ハマダラカ類、ハマダライエカの幼虫が採集された。名取川河口（若林区）の集落跡地では、昨年の調査ではまったくボウフラの発生が認められなかったが、今シーズンはアカイエカ群の幼虫が多数発生していた。コガタアカイエカの発生はどの地域でも非常に少なかった。

A. 研究目的

2011 年 3 月 11 日に起こった巨大地震とそれによって引き起こされた巨大津波によって、東北地方の太平洋沿岸を中心として非常に甚大な人的被害と環境破壊がもたらされた。この地域に生息する蚊の場合、環境の劇的な変化は幼虫の発生水域の消失と同時に新たな発生水域の出現

につながるため、疾病媒介蚊の発生量と分布がどのように影響されたかを予測することは非常に難しい。さらに、被災地域は非常に広範囲で、また被害の程度が著しいため、自然環境の回復には非常に長い時間が必要であると予想される。このような著しい環境変化の中で、疾病媒介蚊の分布と発生量がどのように変化し

ていくかを調査し、詳細な記録を残すことは非常に重要な課題である。

本研究は大震災が疾病媒介蚊に与えた影響を詳細に調べ記録することを第一の目的として、2011年に引き続きおこなわれた。本研究では宮城県南部水田地帯、福島県北部沿岸地帯（南相馬市）および福島県南部沿岸地帯（いわき市）を調査対象とした。それぞれの調査地域における蚊の発生状況を調査し、昨年度の調査結果と比較した。

B. 研究方法

調査は2012年5月から9月まで月1回（いわき市は6, 7, 8, 10月）実施し、2011年と同様にドライイストラップによる成虫採集と、柄杓法による幼虫採集によって行った。乾電池駆動式の吸引トラップの脇に1kgのドライアイス誘引源として吊るし、24時間後に捕獲された成虫を回収した。トラップ採集は原則として、連続した2日間実施した。

宮城県南部水田地帯（名取市、岩沼市）の調査は2011年の調査とほぼ同じ場所で行った。福島県南相馬市の調査は、鹿島区の水田地帯を選び、津波被害を受けた場所（津波被災地）にトラップ6台、津波被害を受けなかった場所に4台のトラップを設置した。福島県いわき市の調査は、勿来の菊多浦沿岸部の津波被災地にトラップ4台、津波被災地に隣接する水田地帯にトラップ4台、そして海岸から内陸に2kmの位置にある神社にトラップ2台を設置した。

幼虫採集は、各調査地の津波被災地域と津波被害を受けなかった地域（水田）のそれぞれから、合計40から90カ所の水域を選んで実施した。原則として1水域から柄杓10あるいは20杯の水を採取し、その場で水温と塩分濃度を測定した。

採集された幼虫はすべて持ち帰り、アルコール標本として保存した。宮城県南部の岩沼市では津波被災水田の一部で冬季に注水と排水を繰り返す除塩作業が行われ、塩分が除去された場所では稲作が行われていた。この水田も“除塩田”として区別し幼虫採集を行った。南相馬市の津波被害を受けなかった水田では稲作がおこなわれていなかったため、代わりに約10km北西に位置する相馬市の水田地帯で幼虫採集を行った。

C. 研究結果

宮城県南部水田地帯では合計3,484頭、福島県南相馬市では合計2,380頭、福島県いわき市勿来では合計2,213頭の成虫が採集された。いずれの地域でも、アカイエカ、イナトミシオカ、コガタアカイエカ、ヒトスジシマカの4種が優占種であった。宮城県南部と福島県南相馬市の調査結果では、津波被災地域と津波被害のなかった地域の蚊相には、はっきりした違いが認められた（図1）。両調査地の津波被災地域では、アカイエカが全体の69および81%を占め、次いでイナトミシオカが29, 13%を占めていた。しかしながら、津波被害を受けなかった地域ではほとんどイナトミシオカが採集されなかった（宮城県南部4頭、南相馬0頭）。いわき市勿来でも最も多く採集されたのはアカイエカであったが、少数ながらイナトミシオカが津波被災地域（28頭）と津波被害を受けなかった地域（9頭）の両方で採集された。

優占種4種について、津波被災地域と被害を受けなかった地域の成虫密度を比較して表1～3に示した。宮城県南部（表1）と南相馬（表2）の調査地で、6, 7, 8月に観察されたアカイエカ、イナトミシオカ、コガタアカイエカの平均密度は津

波被災地で有意に高かった。ヒトスジシマカの年間を通じた平均密度は津波被害を受けなかった地域の方が有意に高かった。いわき市勿来では、津波被災地域と被災しなかった地域の成虫密度が有意に高かったのは、8月のアカイエカだけだった(表3)。年間を通じた平均密度は、アカイエカとイナトミシオカが津波被災地で有意に高かった。

宮城県南部の調査地に関しては、今シーズンと昨シーズンの平均密度を比較した(表1)。その結果今シーズンのコガタアカイエカの密度は著しく低く、その差は統計的に有意だった。津波被災地のイナトミシオカの密度も今シーズンの方が有意に低かった。津波被害を受けなかった地域におけるヒトスジシマカの今シーズン密度は、昨年よりも有意に低かった。

7月に岩沼市で行ったトラップ採集の結果に基づいて、海岸から採集場所までの距離と成虫密度の関係を図2に示した。イナトミシオカとアカイエカ群の成虫密度は、海岸に近いほど高いという、昨シーズンと同様の傾向を示していた。しかしながら、図中に破線で示された今年の傾向と比べると、今シーズンの密度の方が低くなり、トラップ場所間の密度の違いが小さくなっていることがわかった。

幼虫調査の結果を表4から7に示した。調査した水域におけるボウフラの発生率を津波被災地域と非被災地域で比較したところ、福島県南相馬では津波被災地域で有意に高い発生率であった(表4)。しかし宮城県南部といわき市では有意な差は観察されなかった。津波の被害を受けた地域の幼虫発生率は、いわき市で最も高く、岩沼市で最も低かった。津波被害を受けなかった水域(水田)におけるボウフラの発生率は南相馬が最も高かった。調査した水域における塩分濃度の頻度分

布を表7に示した。津波の被害を受けなかった地域の水域(主として水田)では、275か所のうち0.1%の塩分濃度を示した場所がわずかに2ヶ所あったが、それ以外はすべて塩分濃度はゼロであった。津波被災地の水域の中には塩分を含む水域が多数存在していた。岩沼、南相馬、勿来の3か所を比較すると、南相馬に塩水湿地が多く、勿来には最も少ないことがわかった。

今回の幼虫調査で採集された蚊の種類と、それぞれの種類が採集されたサンプルの数を表5と6に示した。今シーズンの調査では、イナトミシオカ、ハマダラカ類、ハマダライエカ、アカイエカ群を主とする、8種類の幼虫が採集された。調査地に共通していた結果は、以下の二つである：(1)ハマダラカ類が津波被災地域と非被災地域でほぼ同程度に発生していた、(2)イナトミシオカが津波被災地で多数発生していた。名取川河口の集落跡地では、昨年はまったくボウフラの発生は見られなかったが、今シーズンは非常に高い頻度でボウフラが発生していた。ボウフラの種類はほとんどがアカイエカ群であった。

D. 考察

東日本大震災被災地の復旧活動は都市部を中心に進められており、本研究で調査対象とした宮城県岩沼市や福島県南相馬市の水田地帯には多くの塩性湿地が依然として存在していた。岩沼市で実施した今年の調査結果と低くすると、今シーズンの蚊の発生量は少なかったと結論できる。特に、コガタアカイエカの発生はどの調査地でも非常に少なかった。それに対して、アカイエカの成虫密度は昨シーズンの約41%で、統計的に有意になるほどの減少ではなかった。イナトミシオ