

鳥類吸血性蚊の生態と病原体媒介能力に関する研究

分担研究者 津田良夫 国立感染症研究所
協力研究者 金 京純 鳥取大学農学部

研究要旨

鳥類吸血性蚊の生態と鳥マラリア原虫の媒介能力の検討のために、野外調査と野外捕集蚊の分析を行った。鳥取県内4ヶ所で合計10種類3,298個体の蚊（成虫）が採集され、この地域の優占種としてアカイエカ群など5種類が確認された。また、キンイロヌマカが鳥取県にも生息することがはじめて確認された。鳥取大学構内の林は、この地方に生息する代表的な蚊が吸血のために飛来する場所であると推測された。サギの営巣コロニーでは、アカイエカ群の採集個体数が最も多く、しかもサンプル中には吸血蚊が多数含まれていた。

東京都と新潟県の調査地より採集されたアカイエカ群とイナトミシオカを材料として、鳥マラリア原虫の媒介能力について検討した。成虫を解剖し顕微鏡によってオオシストとスポロゾイトが確認された個体について、中腸（あるいは唾液腺）サンプルをPCRによって分析し、これらの蚊によって媒介されている鳥マラリア原虫の遺伝的系統を調べた。その結果、アカイエカ群ではCXPIP09、SGS1とGRW4の3系統の媒介能力があると判定された。また、イナトミシオカでは、CXINA01、CXINA02およびCXQUI01の3系統を媒介できると結論した。

A. 研究目的

鳥類は蚊の重要な吸血源動物のひとつであり、いくつかのグループの蚊は鳥類嗜好性が強いことがわかってきた。これらの鳥類吸血性蚊の中には、鳥類だけでなく人を吸血する種類も含まれており、そのため鳥類と人に共通する病原体を媒介する能力を持つ媒介蚊も報告されている。2000年以降米国で問題となっているウエストナイルウイルスは、野鳥と蚊の間で増幅され、ウイルスに感染した蚊が人を吸血することによって患者が発生する。我が国にはウエストナイルウイルスは侵入していないため、何らかの経路でウイルスが侵入した場合、我国の蚊との間でどのような感染サイクルが形成されるかを予想することは非常に重要な課題となっている。

ウエストナイルウイルスのように未侵入の病原体や流行の実態が明らかでない病原

体の感染サイクルを予想するために、すでに野鳥類と蚊の間で維持されている鳥類の蚊媒介性病原体の感染サイクルに関する情報は生態学的な観点からとても有益である。感染サイクルを形成しているということは、野鳥類と媒介蚊の間に吸血による密接な関係が存在していることを意味しているからであり、また媒介している蚊の集団の吸血パターンや寿命などが病原体を媒介するのに適していることをも意味しているからである。そのため鳥類の蚊媒介性病原体の感染サイクルに関する情報が蓄積されれば、それによって生態学的な見地から潜在的な宿主と推測される鳥類や潜在的な媒介蚊のリストを作成することが可能になる。

本研究は我が国の鳥類吸血性蚊を明らかにするとともに、国内で流行が確認されている鳥マラリア原虫の媒介能力を調査することを目的として、鳥取市などで野外調査

を実施し調査で得られたサンプルからの鳥マラリア原虫の検出を行った。

B. 研究方法

2013年5月～8月に、鳥取県内の4か所で蚊相調査を行った。調査は1kgのドライアイス誘引源とするトラップ10台を用いた成虫採集によって行った。調査地としては蚊の発生源の周辺として蒲生川の河川敷と多鯰池を選んだ。また、野鳥類の営巣場所の周辺として鳥取大学構内の林およびサギの営巣コロニーがある湖山神社を選んだ。湖山神社では吸血蚊を対象として、捕虫網による採集も合わせて実施した。

これまで鳥マラリアの調査地としてきた東京都立林試の森公園と新潟県佐潟湿地では、鳥マラリア原虫の媒介蚊と推測されているアカイエカとイナトミシオカを採集し、媒介能力を確実に判定するための方法を検討した。林試の森公園では捕虫網採集によって、佐潟湿地ではドライアイストラップによって成虫を採集し、1個体ずつ実態顕微鏡下で解剖してオオシストの有無を調べ、オオシスト陽性個体は唾液腺を取り出してスポロゾイトの有無を調べた。また、オオシスト陽性個体の中腸（可能であれば唾液腺）は冷凍サンプルとして保存し、PCRによって鳥マラリア原虫の遺伝的系統を調べた。

C. 結果

鳥取県内の4調査地からは、合計10種類3,298個体の成虫が採集された。5月に蒲生川の河川敷に設置したトラップでは、コガタアカイエカとアカイエカ群の蚊が採集されたが、コガタアカイエカの採集個体数は予想外に多く、河川敷全体に潜伏していた可能性が示唆された。7月には8種類の蚊が採集され、蒲生川の河川敷が種類数、個体数とも最も多かった。多鯰池は砂丘の背後にある池で、蚊の重要な発生源になるように思われたが、採集された成虫は138個

体と少なく、種類もアカイエカ群、コガタアカイエカ、カラツイエカの3種類だけであった。鳥取大学構内のトラップでは、アカイエカ群、コガタアカイエカ、ヒトスジシマカ、カラツイエカ、オオクロヤブカ、トラフカクイカの6種類の蚊が採集され、この地方に生息する代表的な蚊が吸血のために飛来する場所であると思われた。サギの営巣コロニーが作られている湖山神社では、アカイエカ群、コガタアカイエカ、ヒトスジシマカ、カラツイエカ、オオクロヤブカの5種類が採集された。同時期にサギ山の林床で行った捕虫網による採集では、トラップで採集された5種類に加えてヤマトヤブカが採集されたが、これらの中でアカイエカ群の採集数が774個体と最も多かった。また採集されたアカイエカ群の雌成虫には吸血蚊（Full fed, Partial fed, Half gravid）が多数含まれており、サギ山とその周辺で生活するアカイエカ群の吸血源動物を調査するのに適した場所であることがわかった。

野外で採集されたアカイエカ群のサンプルを解剖したところ、中腸壁面に明らかなオオシストが認められる個体が21個体見つかった。オオシスト陽性個体の唾液腺を取り出し顕微鏡によって観察した結果、11個体でスポロゾイトが確認された。オオシスト陽性個体の中腸サンプルを分析して同定された鳥マラリア原虫の遺伝的系統は以下の4種類であった（CXPI09, SGS1, GRW11, GRW4）。これら4系統の中でオオシストとスポロゾイトが確認されたのは、CXPI09, SGS1, GRW4の3系統で、これらの系統はアカイエカ群が媒介できると考えられた。残りの1系統GRW11が検出された個体はオオシストもスポロゾイトも認められなかったが、中腸のPCRではGRW4とGRW11がともに検出されているので、唾液腺で確認されたスポロゾイトがGRW11であるかどうかは確定できなかった。

イナトミシオカの野外捕集サンプルから

も、オオシストとスポロゾイトを持つ個体が6個体見つかった。このうち2014年の陽性個体の3個体については、唾液腺の一部も冷凍サンプルとして保存し、中腸とは別にPCRによる分子分類を試みた。PCRで検出された鳥マラリア原虫の遺伝的系統は、CXINA01, CXINA02, CXQUI01の3系統であった。これら3系統はいずれも、同一個体からオオシストとスポロゾイトの両方が確認されており、イナトミシオカが媒介能力を有すると判定された。

D. 考察

2008年に我々が出雲地方で実施した疾病媒介蚊調査では、合計16種類の蚊が採れている。出雲地方で採集数が上位の4種類はアカイエカ群、コガタアカイエカ、ヒトスジシマカ、カラツイエカで、本研究の調査地の結果と共通しており、いわゆる普通種と考えられる。出雲調査で採集されており、今回の鳥取県内の調査では採集されていない種類は、以下の6種類である：キンイロヤブカ、ヤマダシマカ、シナハマダラカ、アカツノフサカ、コガタキンイロヤブカ、シロカタヤブカ。また出雲では採集されず、鳥取調査でのみ採集されたのは、キンイロヌマカ1種類であった。上村(1968)は鳥取県から24種の蚊を採集し報告しているが、この時の調査ではキンイロヌマカは採集されておらず、今回の調査で鳥取県からはじめて採集された可能性が高い。

本研究でアカイエカ群のサンプルを採取した調査地では、2007年の調査によって合計10個の遺伝的系統が検出されており、本研究でアカイエカ群が媒介可能と判定されたCXPIP09とSGS1はこの調査地で最も検出頻度が高い系統であった。したがってこれら2つの鳥マラリア原虫系統はアカイエカ群と野鳥類の間で確実に感染サイクルが成立しており、この調査地で維持されると結論できる。アカイエカ群が媒介可能であると判定した残りの1系統GRW4は、

2007年の調査ではわずか3つの陽性サンプルしか得られておらず、またGRW4と混合感染していたGRW11は、この調査地では今回初めて検出された稀な遺伝的系統である。媒介可能な蚊が生息しているにもかかわらずGRW4の検出率が低いことは、この調査地では何らかの理由でGRW4とアカイエカ群が関与している感染サイクルが十分に機能していないことを示唆していると思われる。

野外で採集されたイナトミシオカからは2007～2010年の調査によって、7つの鳥マラリア原虫の遺伝的系統が検出されている。これら7系統の中でCXINA01とCXQUI01は検出頻度が高い系統で、イナトミシオカがこれら2系統の媒介能力があるという研究結果はこれまでの調査結果と矛盾しない。CXINA01はこれまでイナトミシオカだけから検出され、海外の調査研究では報告がないユニークな原虫系統であることから、局所的な分布を示すイナトミシオカと密接に関係して維持されている原虫系統である可能性が高い。

E. 結論

鳥取県の4ヶ所で合計10種類3,298個体の成虫が採集された。この中でアカイエカ群、コガタアカイエカ、ヒトスジシマカ、カラツイエカ、オオクロヤブカの5種類の捕獲個体数が多く、この地域の優占種であることがわかった。また、本研究でキンイロヌマカが鳥取県にも生息することがはじめて確認された。鳥取大学構内の林は、この地方に生息する代表的な蚊が吸血のために飛来する場所であると推測された。サギの営巣コロニーでは、アカイエカ群の採集個体数が最も多く、しかもサンプルの中には吸血蚊が多数含まれていることから、この周辺で生活するアカイエカ群の吸血源動物調査に適した場所であることがわかった。

野外より採集されたアカイエカ群とイナトミシオカを材料として、顕微鏡観察によ

る鳥マラリア原虫陽性蚊の検出とPCRによる原虫の遺伝的系統の分類を行い、これらの蚊によって媒介されている鳥マラリア原虫の種類を調べた。その結果、アカイエカ群ではCXPIP09, SGS1 とGRW4の3系統の媒介能力があると判定された。また、イナトミシオカでは、CXINA01, CXINA02 およびCXQUI01の3系統を媒介できると結論した。

F. 健康危険情報

特になし

G. 研究発表

1. 論文発表

Tsuda Y., Kim K.S. 2013. Outbreak of *Culex (Barraudius) inatomii* (Diptera: Culicidae) in disaster areas of the Great East Japan Earthquake and Tsunami in 2011, with ecological notes on their larval habitats, biting behavior and reproduction. J. Am. Mosq. Control Assoc., 29(1): 19-26.

2. 学会発表

Kim K.S., Tsuda Y. 2013. Microscopic observation of oocysts and sporozoites and subsequent PCR for identification of genetic lineage of avian *Plasmodium* spp. In natural vector, *Culex pipiens pallens*. International Conference on Malaria and Related Haemosporidian Parasites of Wildlife. 8月7-11日, 2013, ヴィルニス, リトアニア

Tsuda Y. Multiple transmission cycles and “incomplete transmission” of avian *Plasmodium* parasites in wild bird communities: implications of entomological studies in Japan, International Conference on Malaria and Related Haemosporidian Parasites of Wildlife. 8月7日 - 11日, 2013, ヴィルニス, リトアニア

H. 知的財産権の出願・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