

ウイルス感染症媒介蚊の生理・生態学的研究

研究分担者 沢辺京子 国立感染症研究所・昆虫医科学部  
研究協力者 津田良夫 国立感染症研究所・昆虫医科学部

**研究要旨**

国内にはデングウイルスや日本脳炎ウイルスを媒介する蚊，ならびにウエストナイルウイルスの潜在的媒介蚊も含めると，国内の広範な地域にそれら媒介蚊が生息し，その生息密度は非常に高い．そのためいったん国内に外来性のウイルスが侵入すれば，国内流行が起きる可能性は高く，日本脳炎においても，今後の環境の変化や生活様式の変化に伴い，大規模な流行に繋がる恐れもある．これらウイルスのヒトへの感染リスクを考える上で，ウイルスを保有した蚊の諸性質を知ることが重要である．蚊の諸性質として，寿命，吸血行動の変化，交尾行動，飛翔能力，休眠性などが考えられるが，本年度は，雌蚊の寿命，幼虫の発育日数に注目し，ウイルス非感染のアカイエカおよびヒトスジシマカを用いて調査した．

羽化後の雌成虫を4つの異なる温度・日長条件で維持したところ，アカイエカはすべての条件下でコガタアカイエカに比べ寿命が長く，特に15℃短日条件下では平均155.5日，最長で282日(コガタアカイエカは平均80.9日，最長174日)であった．また，5℃前後の非常に低い温度条件下での平均生存日数はアカイエカは66.6日であったが，コガタアカイエカは22日であり，アカイエカは有意に長命であった．ヒトスジシマカの乾燥卵は，4℃および20℃では4ヵ月は生存し，羽化できることが示唆された．羽化率は4℃>20℃>25℃の順に高く，25℃で4ヵ月間維持された卵からは羽化成虫は得られなかった．

本年度，ウイルス非感染蚊の成虫および幼虫の寿命に関する基礎的情報が得られた．今後は，それぞれに親和性のあるウイルスを感染させ，種々性質の比較を試みたい．

**A. 研究目的**

わが国には，デングウイルス媒介蚊のヒトスジシマカやウエストナイルウイルスの潜在的媒介蚊であるアカイエカが国内の広範に生息しており，特に首都圏の住宅地では2種を合わせると種構成の95%以上にも上ることが示唆されている．また，日本脳炎は国内に唯一常在している蚊媒介感染症であり，媒介蚊であるコガタアカイエカは

農村部の特に作舎周辺での生育密度は非常に高い．日本脳炎は，近年10名以下の患者数で推移していたが，2016年は1993年以降はじめて10名を超え(11名)，特に長崎県対馬市では短期間のうちに4名の患者の集積が見られた．また，2014年のデング熱国内流行時には，デングウイルスを保有したヒトスジシマカが多数存在する都内の公園が複数存在したことも記憶に新しい．こ

のように国内にはこれらウイルスを媒介する蚊は複数存在しており，その生息密度は想像以上に高い．

これらウイルスのヒトへの感染リスクを考える上で，ウイルスを保有した蚊の諸性質が非感染蚊と異なるのか，感染を有利にする傾向はあるか．などの情報は重要である．蚊の諸性質としては，雌蚊の寿命，吸血行動の変化，交尾行動，飛翔能力，休眠性などが考えられる．これら注目すべき蚊の性質の中で，成虫の寿命および幼虫の発育日数に注目し，各種ウイルス感染が蚊の諸性質に及ぼす影響を評価しようと計画した．生理・生態学的観点から蚊の諸性質を観察，調査した研究は，これまでも多く報告されている．しかし，蚊の性質は種によって大きく異なり，また，同一種であっても生息する地域により変異があることも知られている．さらに，ウイルス感染蚊に関する情報はほとんど得られていない．

そこで本研究では，まずアカイエカとコガタアカイエカの成虫の寿命，およびヒトスジシマカの幼虫の発育日数について，温度との関係を明らかにした．

## B. 研究方法

実験に用いた蚊は，アカイエカ NIID 系統（2008 年新宿区捕集後，25℃ 長日条件下で維持），コガタアカイエカ出雲系統（2008 年出雲市捕集後，上記条件下で維持），およびヒトスジシマカ海老名系統（2011 年海老名市捕集後，上記条件下で維持）である．

アカイエカおよびコガタアカイエカの幼虫を高温・長日（25℃，16L:9D）下で維持し，羽化後 4 つの異なる飼育条件（25℃，16L:9D；20℃，11L:13D；15℃，11L:13D；10℃，

10L:14D）下で維持した雌成虫の生存日数を調べた．

ヒトスジシマカの乾燥卵を高温・長日（25℃，16L:9D）下に約 1 ヶ月維持し，その後 4℃，20℃，25℃ の処理区で維持し，羽化までの日数（幼虫発育日数）および羽化率を調査した．

## C. 研究結果

羽化後の成虫を上述した 4 つの処理区で維持した結果，アカイエカはコガタアカイエカに比べ寿命が長く，特に 15℃ 短日条件下では平均 155.5 日，最長で 282 日（コガタアカイエカは平均 80.9 日，最長 174 日）であった（図 1）．また，5℃ 前後の非常に低い温度条件下での平均生存日数はアカイエカは 66.6 日であったが，コガタアカイエカは 22 日であり，アカイエカは有意に長命であり，アカイエカは有意に長命であった（結果は省略）．

ヒトスジシマカの乾燥卵を 4℃ に 1 ヶ月間維持した場合，雄の幼虫期間は 15.3 日・雌は 17 日，2 ヶ月および 3 ヶ月間維持した場合はどちらも雄 17 日・雌 18 日であった（図 2）．20℃ に 1 ヶ月間維持すると雄の幼虫期間は 12 日・雌は 14 日となり，2 ヶ月および 3 ヶ月では雌雄どちらも 17 日であった．25℃ に 1 ヶ月間維持すると雄の幼虫期間は 16 日・雌は 17 日となり，2 ヶ月維持した場合は雄 14 日・雌 16 日，3 ヶ月間維持すると羽化個体は得られなかった．結果は省略するが，羽化率は 1 ヶ月後（25℃ 1 ヶ月を加えると産下後 2 ヶ月）はどの温度条件でもほぼ 100%であったが，4℃ に 2 ヶ月，3 ヶ月（上記同様に産下後 3 ヶ月後と 4 ヶ月後）維持した卵からの羽化率はいずれも 54%，20℃ ではいずれも 41%であった．

しかし、25℃に2ヵ月間維持した卵（上記同様に産下後3ヵ月後）からの羽化率は33.7%に低下し、3ヵ月後（上記同様に4ヵ月後）では全く羽化しなかった。これらのことから、ヒトスジシマカの乾燥卵は、いずれの温度条件下でも3ヵ月は生存し、羽化できること、羽化率は4℃>20℃>25℃の順に高いことが明らかになった。

#### D. 考察

ウイルスのヒトへの感染リスクを考える上で、ウイルスを保有した蚊の諸性質を知ることが重要である。例えば、2014年のデング熱国内流行時の代々木公園において、我々は、蚊からのウイルス検出を主な目的として成虫を捕集し、その一部の雌成虫を実験室内で維持したところ、捕集蚊の平均寿命は32日、最長で54日生存することが確認された。つまり、都内の公園で8月29日に捕集された雌蚊は平均して9月の末までは生存し、最長では10月中旬まで公園内に留まっていた可能性があったことが推察された。この成虫がウイルス保有蚊であったのか否かは確認できなかったが、8月29日に捕集した蚊の6.7%がウイルスを保有していると算出されており、かなりの保有率であったことが明らかになった。この公園では、陽性蚊が検出されなくなって以降も10月30日まで一部閉園の措置が継続されたが、非感染蚊の寿命と比べて感染蚊が長命であるのか、あるいは短命であるのか、これらの結果が蚊対策に影響する可能性もあると思われる。

2014年のデング熱国内流行の翌春の捕集蚊からはウイルスは検出されなかったが、デングウイルスの経卵伝搬は常に関心の的

である。ヒトスジシマカの乾燥卵は、本研究から4℃および20℃では4ヵ月は生存し、羽化成虫も出現することが示唆されたが、25℃では4ヵ月後に羽化成虫は全く得られなかった。乾燥状態にある卵の中でウイルスがどのくらいの期間生存できるのか、ウイルス感染蚊の羽化率は高まるのか否か、などの疑問は、デングウイルスの垂直伝搬の可能性を検討する上で重要な情報となるはずである。

本年度は、ウイルス非感染蚊の寿命・発育日数について調査し、概ね計画通りに遂行でき、情報も蓄積することができた。しかし、事業開始時の予定では、本年度中に各種ウイルス感染蚊の諸性質を調査し、非感染蚊と比較することを目指していたので、計画通りに進められたとは考えていない。本調査と並行して、デングウイルス感染ヒトスジシマカを人工吸血装置を用いて作出していたが、実験に供する数の感染蚊を得ることができず、計画を延期した。本年度までに得られた情報をもとに、今後は、それぞれに親和性のあるウイルスを感染させた感染蚊との比較を試みたい。

#### E. 結論

アカイエカはすべての温度条件でコガタアカイエカよりも有位に長命であった。

ヒトスジシマカの乾燥卵は、4℃および20℃では4ヵ月は生存し、羽化し得ることが明らかになった。羽化率は4℃>20℃>25℃の順に高かったが、25℃では4ヵ月後に羽化成虫は全く得られなかった。

#### E. 健康危険情報

なし

**G. 研究発表**

1. 論文発表  
なし
2. 学会発表  
なし

**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

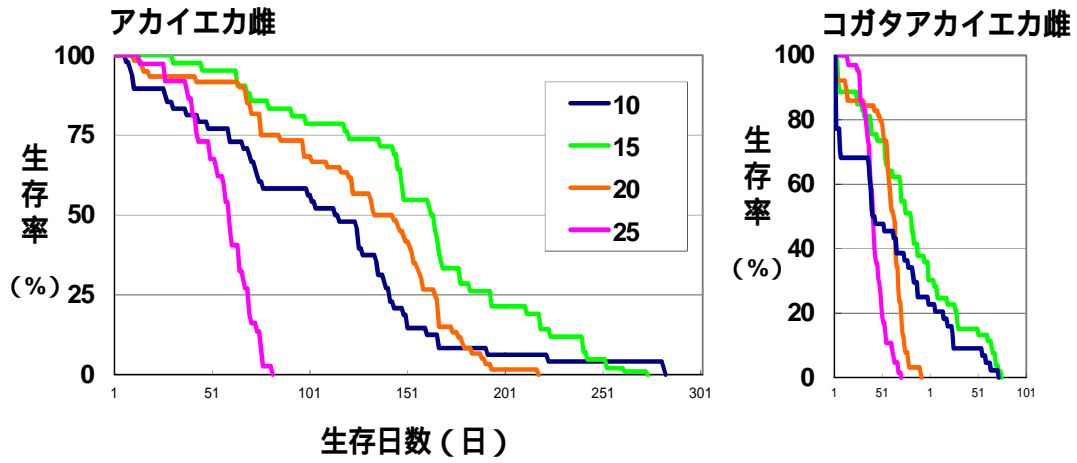


図1 異なる温度下での成虫の生存日数 (左: アカイエカ, 右: コガタアカイエカ)

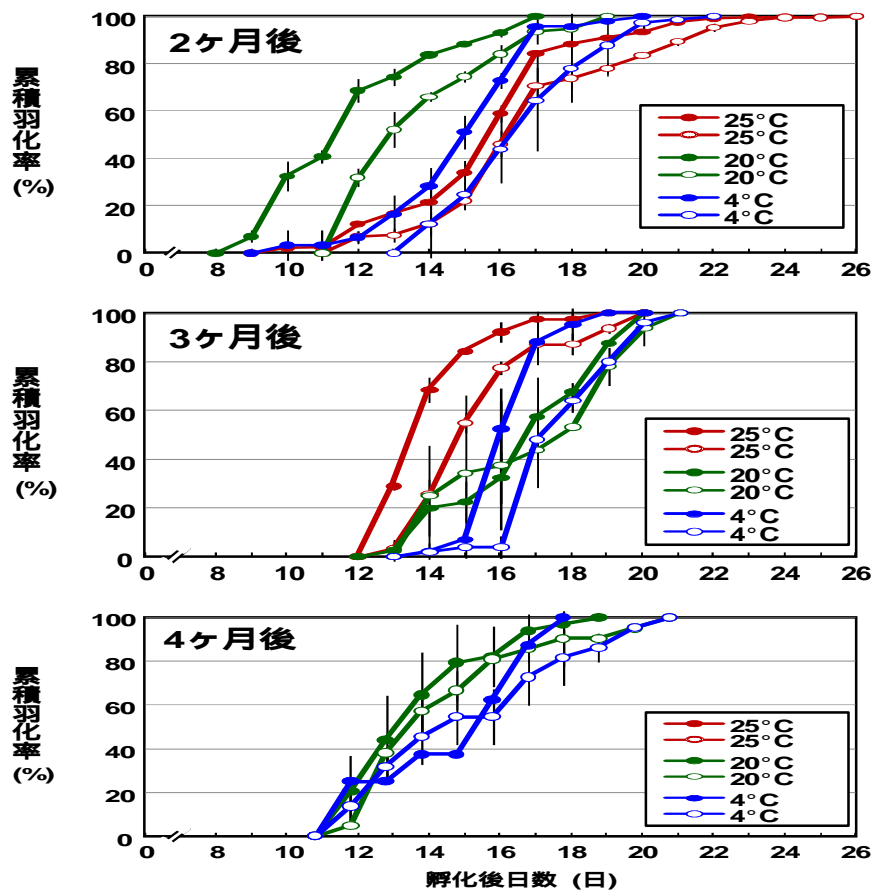


図2 ヒトスジシマカ卵を異なる温度下に維持し孵化させた幼虫の発育日数