

小笠原諸島の固有トンボ類のDNA解析結果 (予報)

A Preliminary Report on DNA Analysis of the Endemic Dragonflies in the Ogasawara Islands

苜部治紀・二橋亮・林文男

Haruki KARUBE, Ryo FUTAHASHI & Fumio HAYASHI

小笠原諸島からは多くの固有昆虫が知られているが、これまで諸島内の種内変異については、形態的なアプローチから例えばタママシ(オガサワラムツボシタママシ)・ドロバチ(オガサワラチビドロバチ)などでいくつかの亜種区分がなされている程度であった。

小笠原諸島は聳島・父島・母島の各列島に分かれ、それぞれは数十キロの距離で隔たっており、また、列島内も数百mの海で隔てられた属島が点在し、これら固有種は海洋という障壁によって隔離されて遺伝的に分化している可能性が高い種も含まれるものと考えられる。しかし、これまで各島ごとの遺伝的な変異を検討された昆虫は知られておらず、また形態的な研究標本の場合も、多くは父・母両島からのサンプルしかなかったために、種内変異の全貌解明には程遠い状況にあった。一部の種のように絶滅が心配される状況にあるものについても、もしそれらに島毎の遺伝的な分化が存在するのであれば、種内の遺伝的多様性を確保するためにも、「種」としての保護だけでなく、今後は「各島」ごとの個体群保護も念頭に置く必要がでてくる。

また、小笠原にはいくつかの固有属も知られている

が、それらの起源に関する研究もほとんどないのが実情である。そこで、筆者らは2002年から保護の緊急性が高いと考えられる天然記念物について文化庁の許可を得て、各島で収集し、研究を進めている。今回はこの中から近年遺伝子解析の研究が進んでいるトンボ類の研究結果を予報として報告する。

報告に当たり、標本採集にご協力頂いた、松本浩一・須田真一・尾園暁の各氏に感謝する。

小笠原の固有トンボ類としては、ハナダカトンボ *Rhinocypha ogasawarensis* (固有種)、オガサワラアオイトトンボ *Indolestes boninensis* (固有種)、オガサワライトトンボ *Boninagrion ezoin* (固有属固有種)、オガサワラトンボ *Hemicordulia ogasawarensis* (固有種)、シマアカネ *Boninthemis insularis* (固有属固有種) が知られている。これらのトンボ類について、他のトンボ類とともにミトコンドリアDNAの16S ribosomal RNA領域の約400塩基、COI領域の約450塩基の配列を決定し、系統解析を行った。捕獲の際に地域個体群にダメージを与えないように同一地域での採集個体数に注意しているためと、海況の関係で調査できなかった島もあり、まだ、サンプルも十分とはいえないが、その結果、それぞれの系統的位置づけや島嶼間での変異性について、現在までに以下のことが明らかになった。

1. ハナダカトンボ *Rhinocypha ogasawarensis* (固有種)

弟島1個体、兄島1個体、母島1個体の計3個体を解析した。かつて多産した父島では絶滅した可能性が高く、1999年以降の記録はなく今回はサンプルを得ることはできなかった。母島でもこの数年で激減している。16S rRNAに基づく系統解析では、日本および東南アジアの同属4種の内、西表島固有種であるヤエヤマハナダカトンボ *Rhinocypha uenoi* と最も近縁であった。長距

苜部治紀(Haruki Karube)

神奈川県立生命の星・地球博物館

〒250-0031 神奈川県小田原市入生田499

Kanagawa Prefectural Museum of Natural History

499 Iryuda, Odawara, Kanagawa 250-0031, Japan

二橋亮(Ryo Futahashi)

〒277-8562 柏市柏の葉5-1-5 東京大学新領域生命棟501

東京大学大学院新領域創生科学研究科先端生命科学専攻

Department of Integrated Biosciences Graduate School of

Frontier Sciences, University of Tokyo.

Bio science Bldg. 501, Kashiwa-no-ha 5-1-5, Kashiwa, Chiba

277-8562, Japan.

林文男(Fumio Hayashi)

〒192-0397 八王子市南大沢1-1 東京都立大学理学部生物学科

Department of Biology, Tokyo Metropolitan University,

Minami-Osawa 1-1, Hachioji, Tokyo, 192-0397, Japan.

離飛翔能力を欠くと考えられる本属の種の小笠原への飛来方法やその起源は大変興味深い問題である。なお、台風などによって飛来起源となりうる可能性が高い南方のミクロネシアの島々からは、本属はまったく知られていない。今後フィリッピンなどの近隣地域のものとの比較が重要となろう。

種内変異では、弟島と兄島では塩基配列に全く差はなかったが、父島列島（弟島、兄島）と母島列島（母島）間では遺伝的変異が認められた。16S rRNA では調べた381塩基の内4箇所、COIでは調べた472塩基の内17箇所塩基置換が生じていた。この列島間の差異はかなり大きいと考えられる。漂流性の本種の移動分散能力は低く、長期間にわたって、父島列島と母島列島間で隔離されていた可能性がある。現在、各島で残存している個体群を、緊急に保護する必要性が高い。解析サンプルは少ないが、このように本種は列島間の遺伝的差異が大きいので、遺伝子汚染を招かないためにも、人為的移入は避けるべきである。

2. オガサワラアオイトトンボ *Indolestes boninensis* (固有種)

日本産のトンボ類でもっとも種としての絶滅危険度が高く、現在本種が確実に棲息している島は弟島のみである。弟島産2個体の16S rRNAの塩基配列には個体変異はなかった。COIは解読できず、新たなプライマーの設計が必要かも知れない（標本の保存状態が不良であった可能性もある）。本種は最初 *Austrolestes* 属の1種として記載され、その後、*Indolestes* 属や *Lestes* 属に帰属された経緯がある。16S rRNAの塩基配列に基づく *Indolestes*、*Austrolestes*、*Lestes* の3属の類縁関係は明瞭ではなかった（図1）。本種がどの属に所属するか、今後さらに多くのアオイトトンボ科について、核のrRNAを含めた解析が必要と考えられる。

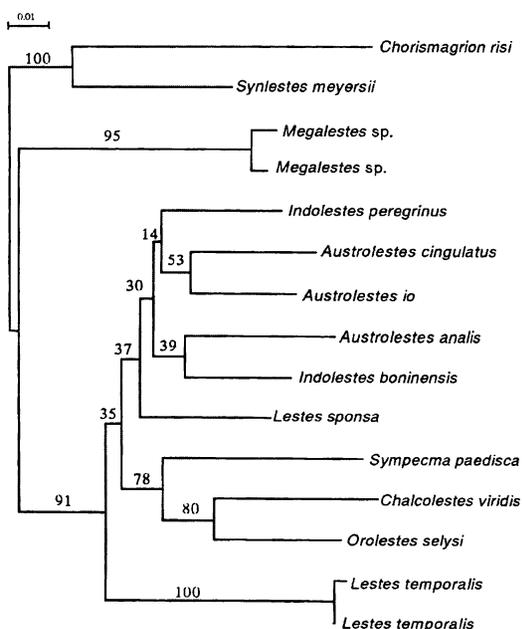


図1. アオイトトンボ科の系統樹（16S rRNAの塩基配列に基づく近隣結合法、数字は100回のブートストラップ確率）

3. オガサワライトトンボ *Boninagrion ezoin* (固有属固有種)

聳島（3個体）、弟島（1個体）、兄島（1個体）、西島（1個体）、向島（1個体）、姪島（1個体）の合計8個体の標本について解析した。16S rRNA領域380塩基に関して個体変異は認められなかった。しかし、COI領域455塩基に関しては、兄島産1個体へのみ、他の地域の個体と2塩基差の変異が認められた。この変異が兄島固有のものかどうか、さらに多くの個体に関してDNAを解析する必要がある。16S rRNAに関して、アオモンイトトンボ *Ischnura senegalensis*（小笠原諸島産を含む）、アジアイトトンボ *Ischnura asiatica*、*Ischnura heterosticta*、ルリイトトンボ *Enallagma boreale* の4種を合わせて系統解析を行った（図2）。この中では、オガサワライトトンボはアジアイトトンボと最も近縁で、遺伝的解析結果からは、*Boninagrion* 属（小笠原の固有属）は *Ischnura* 属に含まれるものとみなすことができる。

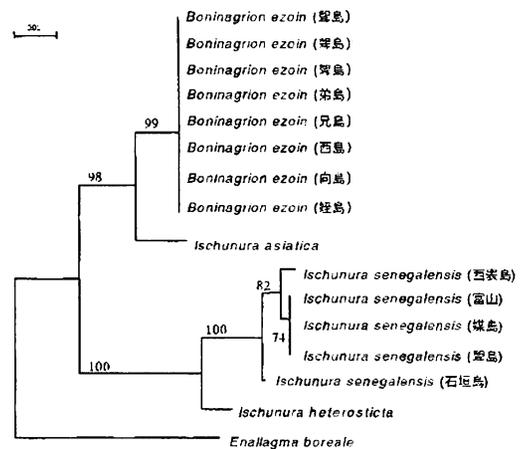


図2. オガサワライトトンボ、クロイトトンボ、アオモンイトトンボの系統樹（16S rRNAに基づく近隣結合法、数字は100回のブートストラップ確率）

4. オガサワラトンボ *Hemicordulia ogasawarensis* (固有種)

現在、確実に棲息するのは弟島のみとされる。弟島1個体について16S rRNAとCOIを解析した。16S rRNAに基づく系統解析では、今後ミナミトンボ *Hemicordulia mindana* との関係性を調べる必要がある（図3）。

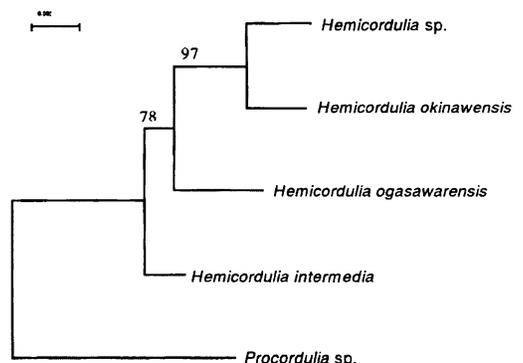


図3. ミナミトンボ属 *Hemicordulia* の系統樹（16S rRNAに基づく近隣結合法、数字は100回のブートストラップ確率）

5. シマアカネ *Boninthermis insularis* (固有属固有種)

聳島 (2 個体)、弟島 (3 個体)、西島 (2 個体)、向島 (1 個体)、姪島 (2 個体)、北硫黄島 (2 個体) から得られた標本について、16S rRNA (計 11 個体) と COI (計 12 個体) の解析を行った。なお、本種は父・母両島では絶滅した可能性が高く、この数年は確認例がない。兄島には多産するが、今回の採集調査時には天候に恵まれず、採集できていない。

両遺伝子 (16S rRNA 領域 374 塩基および COI 領域 448 塩基) と塩基配列に個体変異は全く認められなかった。西島や姪島などの小属島にも分布するように、海を越えての移動分散能力が高いのであろう。しかし、火山列島の北硫黄島の個体群とも変異が認められなかったことは驚きであった。島嶼間で遺伝子の交流がある一方、遺伝的多様性が著しく損なわれている可能性が高い。16S rRNA に基づくトンボ科の多種にわたる系統樹の中で、本種は、ハラビロトンボ *Lyriothemis pachygastra* とオオハラビロトンボ *Lyriothemis elegantissima* の間に位置する。*Lyriothemis* 属自体がかなり多様な種群を含んだものであるが、遺伝的解析の結果からは、

Boninthermis 属として本種だけを固有のグループとして区別するよりは、*Lyriothemis* 属の 1 種として取り扱う方がより系統をより反映した分類方法だと考えられる。

以上のように、DNA の解析結果から、小笠原諸島固有のトンボ類について、遺伝的には形態面から考えられていたほどの特殊性 (例えば固有の属) は認められなかった。しかし、長期間にわたって、島嶼に隔離された結果、固有の種として、他の地域のものとかげ離れた集団を形成していることは明らかである。また、ハナダカトンボは父島列島と母島列島で遺伝的に大きく分化していた。しかし、オガサワライトトンボとシマアカネについては、個体変異が乏しく、多様性が損なわれている可能性が高い。遺伝的多様性の低下は、島嶼による集団の小ささと環境の不安定性に由来する自然現象として生じることがあるが、最近の人為的環境破壊がそれに拍車をかけた (あるいはかけつつある) 可能性も高い。

今後は、今回解析できなかった島のサンプル追加や核 DNA の解析、近縁種の解析を進め、小笠原諸島での固有種の起源と進化について研究を進めたい。