

チョウの分子分類

もうり ひでお
毛利 秀雄・

(岡崎国立共同研究機構長)

たにかわ ゆきこ はせべ みつやす
谷川 由希子・長谷部 光泰*

(岡崎国立共同研究機構・基礎生物学研究所)

*Hideo Mohri, Yukiko Tanikawa and Mitsuyasu Hasebe : Molecular taxonomy of butterflies.

Key words
Lepidoptera, Nymphalidae,
molecular phylogeny, Newsletter

はじめに

本誌ではすでに昨年の12月に尾本恵市氏をはじめとする諸氏による「特集/チョウの分子系統学」を世に出しており、主にミトコンドリアのND5遺伝子(一部COI遺伝子)のDNA塩基配列にもとづく各種のチョウの分子系統や進化、生物地理などに関する結果がのべられている。われわれはここ数年、「蝶類DNA研究会 ニュースレター」を発刊し、ご関心の向きにお配りしてきた。その内容を中心に記事を書いてほしいとの編集部や矢田脩氏からのご注文であるが、われわれが手がけたもの以外はほとんど上記の特集に集められているし、本号にも紹介されるはずなので、まずは「ニュースレター」が発足した経過から始めさせていただくことにして、その後で少し筆者らのえた結果についてのべることにする。

筆者の1人毛利は生殖生物学の分野で精子の研究をやってきた者であるが、40歳頃から長野県の聖高原(麻績村)の山小屋に毎年行くことになり、周辺のチョウに限って採集をするようになった。その後オーストラリアのシドニーに1年間留学した折に柴谷篤弘先生と親しく付き合っていたが、その時採ったチョウを手始めにして、当時勤めていた東京大学の教養学部にも名目的に存在していた自然科学博物館に日本産のチョウを中心とす

る標本の収集を始めた。これは今も何人かの人たちの協力を得て続けられている。間もなく収容・展示する新しい建物も立つようなので、少しは皆さんにお役に立つようになるかも知れない。柴谷先生のおかげで尾本氏や藤岡知夫氏とも知り合いになり、尾本氏とは雑誌「遺伝」の編集でもいっしょであったのでチョウのことも含めよく話しをした。彼は人類の分子系統研究のパイオニアであるが、真面目な方なのでそのための研究費をチョウ、特に興味を持たれている *Parnassius* 属の分子系統の研究には使われなかった。もっともまだDNAシーケンサーなどは極めて高価で貴重だったのである。よく2人で何とかチョウの分子系統をやりたいものだとぼやいていた。そのうち毛利は東京大学を定年になり放送大学に移ったが、そこには鱗粉の形態でチョウの分類系統を試みていた新川勉氏が走査電顕で仕事をしていた。毛利はその後にさらに岡崎にある基礎生物学研究所に転任した。

ちょうどその年、1995年、生命誌研究館から大澤省三先生をリーダーとして「おさむしニュースレター」が発刊された。それまで1年かかっていたらしいので、研究は1994年から始まっていたことになる。やられたと思ったのも事実である。放送大学の毛利の後任にはミトコンドリア研究の中澤透氏が着任しており、新川氏は早速その弟子の牧田裕道氏と大澤先生のところにテクニックを習いに行き、オサムシで使われたミトコンドリアのND5遺伝子を使ってギフチョウ属の分子系統を明らかにした。その結果は「おさむしニュースレター」に載った。わが国におけるチョウの分子系統に関する最初の論文である。一方当時京都大学医学部にいた八木孝司氏も大澤先生の研究に独自に触発されて、やはりND5遺伝子を用いてアゲハチョウ科を中心とする分子系統の研究に乗り出した。そのほかにも何箇所かでこのような試みが行われるようになってきた。ただしチョウの分類を専門にやっておられるような研究室にはDNAシーケンサーはなく、シーケンサーを使える人たちには本業があって時間がままならない。このような状況を見聞きしながら、毛利は尾本氏と共に何とかそれぞれに研究を進められている方々の間の情報交換を活発にして、わが国及び世界の蝶学の発展のために組織だった流れを作れな

いかと考えた。基礎生物学研究所にはDNAシーケンサーはわが国でもいち早く導入されて何台も動いていたが、特定のタンパク質についてはともかく、動物の分子系統をやる人間は皆無であった。

1997年に1つの転機が訪れる。前年設置が認められた種分化機構第2研究部門に、葉緑体のDNAを用いて植物の系統進化の研究に新風を吹き込んできた長谷部が着任したのである。そこで彼に無理を言って、チョウのミトコンドリアDNAをやるテクニシャンを採用してもらって訓練を頼んだ。それが谷川である。幸い長谷部は九州大学の三枝豊平氏の教室とも付き合いがあった。谷川の技術もどうやらものになってきたので、翌1998年2月25日に基礎生物学研究所に大澤、尾本、中澤、八木、新川、毛利、長谷部、谷川と広島大学の渡邊一雄の諸氏が集まり、現状の分析と今後の方針を話し合った。その結果、まずは「ニュースレター」を出そうということになった次第である。基礎生物学研究所ではこの「ニュースレター」の発刊とともに、僅か1名のテクニシャンではあるができるだけ皆さんのお手伝いをしようと方針を決めた。国の天然記念物採集の許可申請(国の機関同士だと協議になる)などもその1つである。こうして同年8月に「ニュースレター」のNo.1が発刊され、以後年に2回のペースで現在No.8までが世に出ている。No.10まではわれわれの責任で編集・発送させていただくが、その後のことは関係者間で話し合って決めるつもりである。発行者は便宜上「蝶類DNA研究会」なる名前を使っているが、分子系統で扱われる昆虫の種類も増

加の一途をたどっているの、より対象を広げることも考えられよう。

タテハチョウ科の分子系統について

チョウの研究家はそれぞれが興味のある問題をかかえているので、分子系統の研究も各人にまかせるのが常道であろう。しかし今でこそ分析もより安価に、より簡便にできるようになってきたとはいえ、まだまだ標本を作ったり、生態写真を撮ったりというような訳にはいかない。多少の競争はあったとしても、チームを組んで組織的に解析

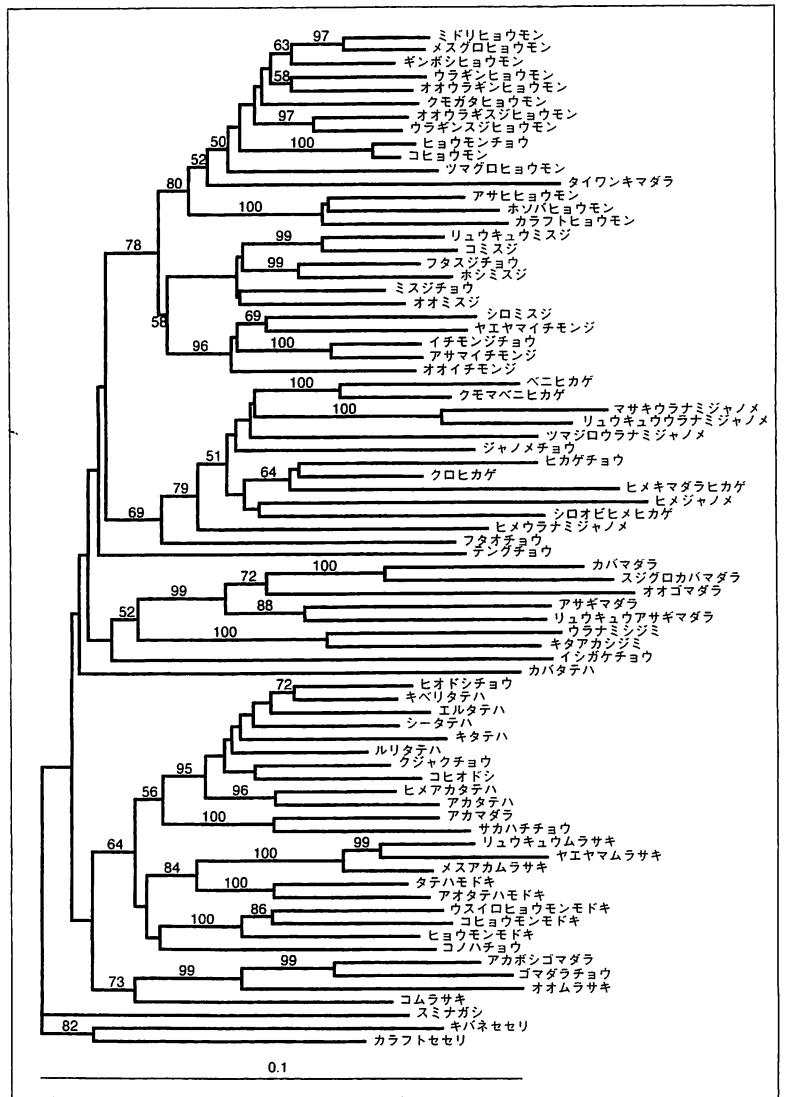


図1 ND5遺伝子系統樹 (NJ法, Kimura2パラメーター法, 772bp)

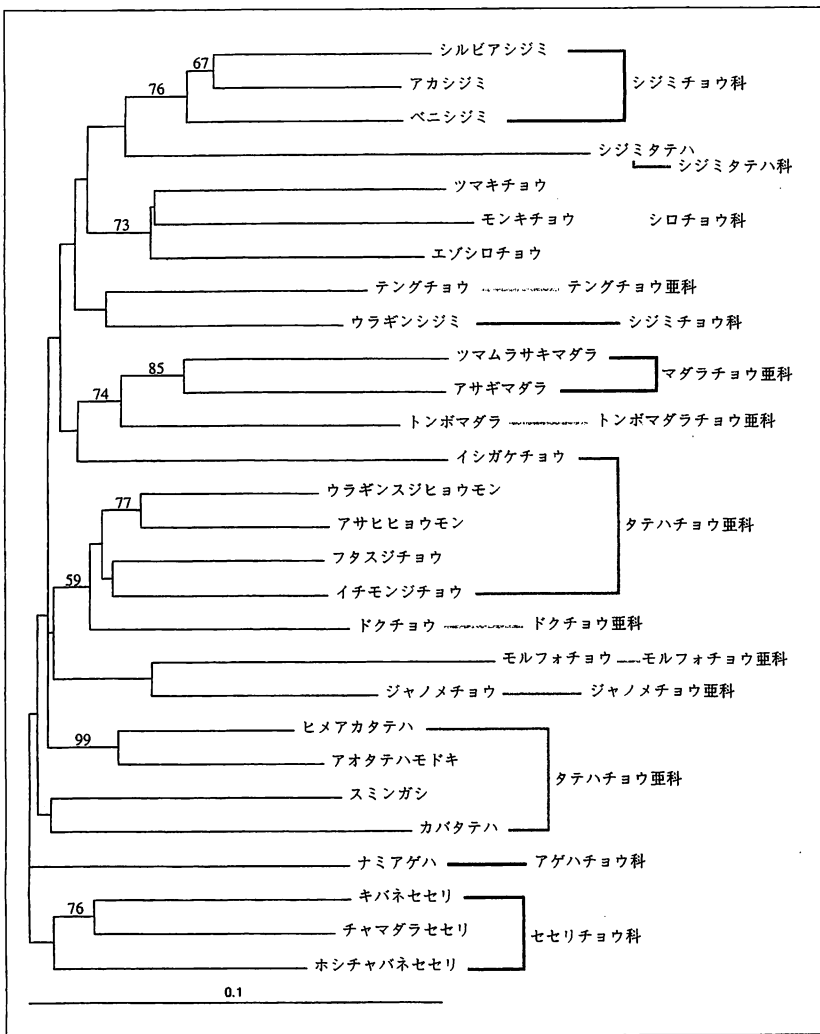


図2 ND5遺伝子系統樹 (NJ法, 728bp)

はさらに解析が進んでおり、近く正式な論文として発表する予定なので、細かい点については変更もありうることを予めお断りしておく。詳しいことは同「ニュースレター」の記述を読んでいただきたいが、図鑑やフィールドガイドぐらいの知識しか持ち合わせない筆者らにとっても、幾つかの事柄は見えてくる。まずヒョウモンチョウ亜科とイチモンジチョウ亜科が1つのグループを形成していること、狭義のタテハチョウ (ヒオドシチョウ) 亜科とヒョウモンモドキ亜科がコノハチョウも含めてひとまとまりになること、コムラサキ亜科が単系統を示すこと、そして別々の科として扱われてきたジャノメチョウ科とマダラチョウ科はそれぞれ単系統を示すが、欧米でも言われているように、広義のタテハチョウ科の中の亜科に相当すると思われることなどである。

ができれば、それをもとに色々と効率的に議論を押し進めていくことができる。ということもあり、われわれのグループは八木氏の勧めもあって偶然タテハチョウから手をつけることになったが、やがて次第に九州大学の三枝研究室の三枝、矢田、小田切、矢後の諸氏たちとの間でタテハチョウ科やシジミチョウ科について正式に共同研究をすることになった。

図1は「ニュースレター」No. 6 (三枝ら, 2001) に載った、ND5の772塩基についてのNJ法 (近接結合法) による日本産タテハチョウ科の分子系統樹をそのまま転載したものである。現在

る。広義のタテハチョウ科にはフタオチョウ、イシガケチョウ、テングチョウ、カバタテハ、スミナガシなども含まれるが、これらについてはそれぞれ1種ずつなので、国外産の種もふやしてさらに検討する必要がある。なお筆者らの行ったセセリチョウ上科のND5の分子系統の予報については「ニュースレター」のNo. 7 (千葉ら, 2001) を、シジミチョウ科についての解析の途中経過についてはNo. 8 (三枝ら, 2002) をご覧願いたい。

いずれにせよ高位の系統分類のためには、ミトコンドリアのND5やCOI, COII遺伝子を用いた結果では、系統樹の根元の部分で十分なブートス

トランプ値が得られず、はっきりしたことが分らない。そこで現在核の遺伝子を使ってより広いチョウ、あるいは鱗翅目の分子系統の試みにかかりつつある。図2にはあえてND5を用いてNJ法で求めた分子系統樹を示した。これによるとセセリチョウ科とアゲハチョウ科は別として、他の科はすべてシジミチョウ科もシロチョウ科さえも広義のタテハチョウ科に含まれてしまうように見える。図3は核の伸長因子 (EF, elongation factor) 1 α を用いて解析し直したものである。勿論まだ不十分なものであるが、それでもシジミチョウ科はタテハの仲間に入ってくる。シロチョウ科については姉妹群のようにも見えるが、しかしブートストラップの値が50を下回っている現状では今のところ何ともいえない。両者で基部のブートストラップ値が低いので、ND5等の進化速度が速すぎるためではなく、各群が短時間に一齐に分岐したのかも知れない。今後はさらに分析する遺伝子(塩基数)や主要な種をふやして詳細な解析を行い、これまでの形態学的、生態学的解析の結果などと照合しながら、大小の未解決の問題を明らかにしていくと共に、化石や食草である植物の進化のデータなども考えに入れながらチョウの系統進化を明らかにしていきたい。

なおアサヒヒヨウモンの採集については文化庁、環境省の、フタオチョウ、コノハチョウの採集については沖縄県教育庁のお世話になった。また資料の採集には多くの方々のご協力をえた。お名前は「ニュースレター」の方に記してあるので、ここではただ感謝のみ申し上げる。文献についても、国外のものも含みあえて省略させていただく。

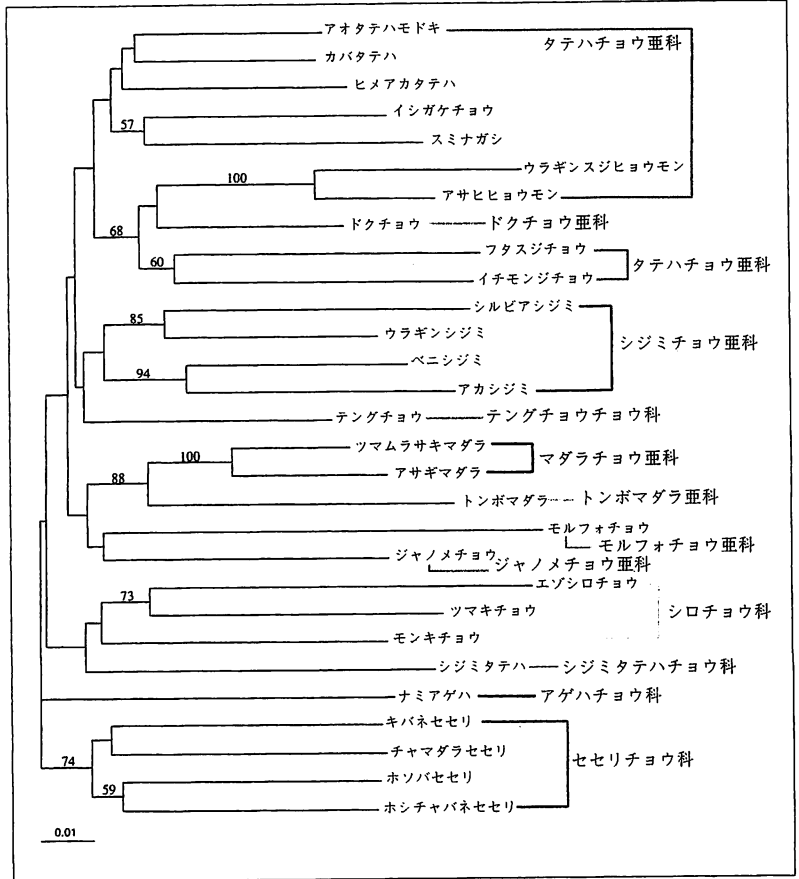


図3 EF-1 α 遺伝子系統樹 (NJ法, 973bp)

参考

- 三枝豊平・中西明德・矢田 脩・小田切頭一・矢後勝也・榊永一宏・谷川由希子・西山智明・長谷部光泰・毛利秀雄, 再びミトコンドリアDNAのND5領域に基づいて推論されたタテハチョウ科の日本産種の系統関係について (鱗翅目, アゲハチョウ上科), 蝶類DNA研究会ニュースレター No.6, 15-26, 2001.
- 千葉秀幸・広渡俊哉・石井 実・八木孝司・谷川由希子・長谷部光泰・毛利秀雄, 日本産セセリチョウ科 (Lepidoptera:Hesperiidae) のND5による分子系統解析 (予報), 蝶類DNA研究会ニュースレター No.7, 6-9, 2001.
- 三枝豊平・矢後勝也・小田切頭一・矢田 脩・谷川由希子・西山智明・長谷部光泰・毛利秀雄, ミトコンドリアDNAのND5領域にもとづいて推論されたシジミチョウ科の日本産種の系統関係について (鱗翅目, アゲハチョウ上科) (予報), 蝶類DNA研究会ニュースレター No.8, 8-18, 2002.