タイワンドジョウ類の分子系統学的研究：分断的大陸分布の起源

李霞、プラチヤー・ムシカシントーン、熊澤慶伯

当研究室とカセサート大学（タイ）水産学部ムシカシントーン博士との共同研究です。彼は東京水産大学の多紀保彦教授のもとで魚類分類学の学位を取っていて、日本語も非常に堪能です。東南アジア淡水魚類相のフィールド調査・保全・分類の専門家であり、とりわけタイワンドジョウ類の分類・進化研究に並々ならぬ意欲を燃やしています。ムシカシントーン博士が採集した標本に熊澤が持つ標本を加えて、まだ誰も行っていなかったタイワンドジョウ類の分子系統研究を一緒にやろうということになりました（*Ichthyological Research* 誌に発表された我々の論文は。日本魚類学会から 2007 年度論文賞を受賞しました)。

タイワンドジョウ科（スズキ目）は、極東から東南・南アジアの淡水系に広く分布する *Channa* 属（記載種は二十数種）と、熱帯アフリカの淡水系に分布する *Parachanna* 属３種から成っています（図１)。細長い円筒形のボディーに軟条から出来た長い背鰭と臀鰭を持ち、口部にはよく発達した歯を備える肉食魚です（図１)。空気呼吸器官（Suprabranchial organ）と呼ばれる特殊な器官を持つので、エラ呼吸に加えて空気呼吸を行うことが出来ます。しかし基本的に淡水魚ですから、もちろん海水や汽水の中で長時間生きることはできません。

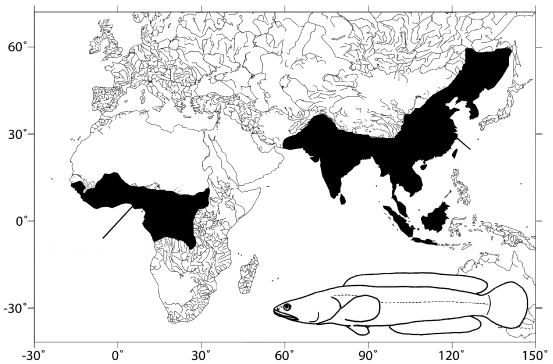

図１　タイワンドジョウ科魚類の現生分布

ユーラシアに*Channa*属、アフリカに*Parachanna*属が分断的に分布する。併せて２６種が記載されているが、分類の再検討（Musikasinthorn, 未発表）により、３５－４０種程度に整理できると考えられる。

今回の研究では、分類学的に混乱の少ない主要な２０種（*Parachanna* 属３種を含む）を取り上げて、本科の系統関係の概要を明らかにすることを目的としました。大学院生の李霞さんは、ミトコンドリア DNA の約 1.5kbp の塩基配列を用いた分子系統解析により分子系統樹の構築を行いました（図２)。その結果、アジアの *Channa* 属とアフリカの *Parachanna* 属は互いに単系統群を成すことが分かり、*Channa* 属内に高い統計的な支持を伴ったいくつかのクレードが認められました（図２のクレード A, B, 1-7)。この系統的枠組に基づいて考察を行った結果、*Channa* 属内の少なくとも３つの系統において腹鰭の消失が並行的に起きたこと、*Channa* 属の数種が持つ頤部の鱗(gular scales)が属内において原始的形質と考えられること、など形態進化に関する新しい知見を得ることができました。

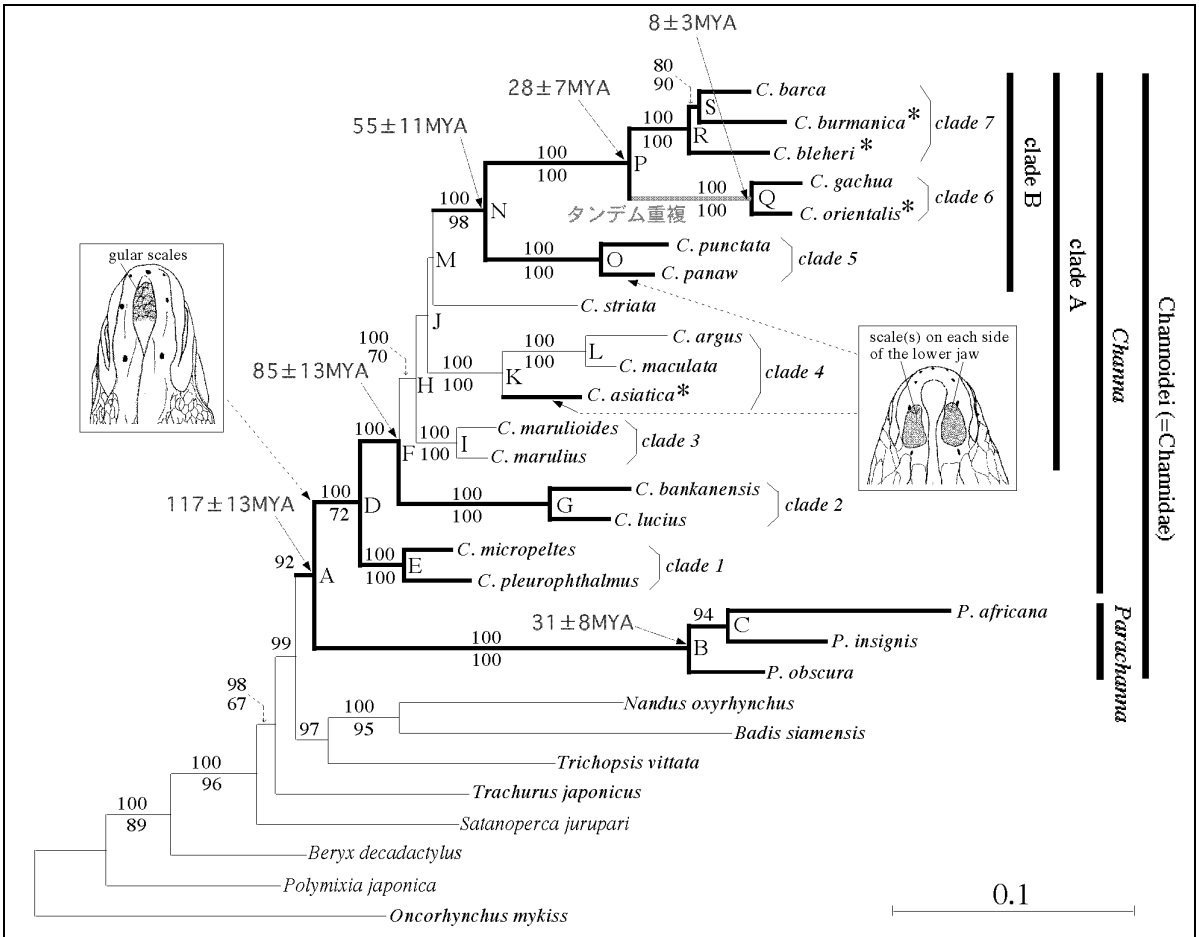

図２　タイワンドジョウ科魚類の分子系統樹

ND2遺伝子近傍の塩基配列（1399サイト）を用いて描いた最尤系統樹の枝上にベイズ事後確率を、枝下にブートストラップ確率を示す。また分子時計を仮定しないベイズ解析（multidistribute）を用いて推定された分岐年代を標準誤差と共に示す（分岐年代の制約は、条鰭類と肉鰭類の分岐：420-500MYA、南米とアフリカのカワスズメ類の分岐：100-120MYA）。太線は２つの形態形質（頤部の鱗及び下顎両側の鱗）に関して最節約的に推定した分布状態を示す。星印を付したタクサは、腹鰭を欠いた種を表す。

また、分子進化速度の一定性を仮定しないベイズ解析によって分岐年代の推定を行ったところ、*Channa* 属と *Parachanna* 属の分岐年代は、前期白亜紀（100-130 MYA 頃）に遡ることが示唆されました（図２）。以上の結果に地質学的・古生物学的証拠を併せて総合的に考察することにより、我々は *Channa* 属の祖先系統が前期白亜紀のゴンドワナ大陸に起源を持ち、インド亜大陸の大陸移動に伴ってユーラシア大陸に移動したとの仮説を提案しました（図３の仮説 B）。タイワンドジョウ科の最古の化石記録は、パキスタンの始新統 Kuldana 層から知られています。中新世以降にはユーラシア各地から本科化石が発見されていますが、アフリ

カからは後期中新世以降に報告があるのみです（図３の仮説 A を主張する古生物学者の根拠)。しかし、本研究の分子解析が示唆する両属の分岐年代は仮説 A とは調和せず、仮説 B により整合的です。

このような移動経路はいわゆる Out-of-india 経路と呼ばれるものです。2000 年以降の分子研究によって両生類、魚類、植物などにそうしたパターンに合致するものがあることが報告され、一躍注目を集めている生物地理仮説です。魚類の代表例として既に我々はアロワナ類について Out-of-India 経路の妥当性を提案しています（Kumazawa and Nishida, Mol. Biol. Evol. 17:1869-1878, 2000)。本研究でタイワンドジョウ類にも Out-of-India 経路が適用できると判明したことで、ユーラシア大陸とアフリカ大陸に分断的に分布する他の淡水魚類についても詳しく調査をしてみたいという意欲が湧いてきました。

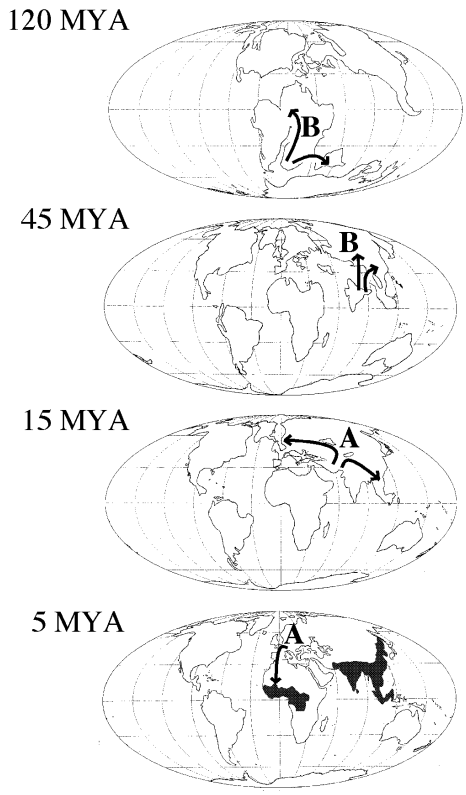

図３　タイワンドジョウ科魚類の分断的分布を説明する歴史生物地理仮説

A: 同科魚類が始新世の南アジアに起源し、中新世から鮮新世にかけてユーラシア西部からアフリカへ分散した。*B*: 同科魚類の祖先系統はゴンドワナ大陸に広く分布した。その一部の系統（*Channa*属の祖先）がインド亜大陸に乗ってユーラシア大陸に移動し、始新世以降にそこからユーラシア各地に広がった（out-of-India仮説）。