

氏名	どいうちりゅう 土居内 龍
学位(専攻分野)	博士(農学)
学位記番号	農博第1486号
学位授与の日付	平成17年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科・専攻	農学研究科応用生物科学専攻
学位論文題目	Phylogeny and evolution of the stromateoid fishes (Osteichthyes: Perciformes) (イボダイ亜目魚類の系統と進化に関する研究)
論文調査委員	(主査) 教授 中坊徹次 教授 田中 克 教授 林 勇夫

論文内容の要旨

イボダイ亜目は硬骨魚綱スズキ目に属し、6科16属約65種が含まれ、全世界の熱帯から温帯にかけて広く分布する。イボダイ亜目は形態学的には咽頭部と食道の間に「食道嚢」をもつことで特徴づけられ、イボダイやメダイ、マナガツオなど、水産業上重要魚種も含まれている。イボダイ亜目は比較的小さな亜目でありながら、一般的な魚類の形をしたものから、腹鰭が消失してしまったものまであり、形態は多様である。したがって、このグループの系統類縁関係を解明することは、生物学的に見て大変に興味深い。イボダイ亜目の包括的な分類学的研究は1969年以降行なわれておらず、現在の分類体系が系統類縁関係を反映したものなのか、疑問が投げかけられていたのである。

イボダイ亜目魚類の系統類縁関係を扱った研究は、これまでに形態形質にもとづく2例がある。しかし、一方は分岐学的系統解析を用いておらず、他方も詳細な比較解剖にもとづいていないなどの問題点があり、いずれも信頼性の高い仮説とは言えない。そこで、本研究ではイボダイ亜目魚類の系統類縁関係の解明を第一の目的として、比較解剖による形態形質および分子マーカー(ミトコンドリアDNAの塩基配列)のふたつの方法で系統解析を行なった。そして、形態と分子の両結果を比較検討しながら、イボダイ亜目魚類の進化について考察した。さらに、本亜目を特徴づける食道嚢の形態の進化パターンについても考察を行ない、最後に分類学的問題について言及した。

第1章 形態形質にもとづくイボダイ亜目魚類の系統解析

イボダイ亜目全16属をカバーする19種41個体について詳細な比較解剖を行なったところ、計43形質が確認された。これらを用いて属間の系統類縁関係を推定した結果、計30本の最節約樹が得られたため厳密合意樹を作成した。それによると、イボダイ科魚類は単系統群を構成せず、根元近くに連続的に位置することが示された。一方、その他の科はいずれも単系統群を構成した。ただし、多分岐を多く含むなど、詳細な類縁関係の推定はできなかった。また、スジハナビラウオ属のうちハナビラウオは同属他種と大きな形態的差異をもつため、ここでは別タクソンとして扱ったが、スジハナビラウオ属とは単系統群を構成しなかった。ただし、二通りの仮説が存在し、再検討が必要と思われた。

第2章 ミトコンドリアDNAの塩基配列にもとづくイボダイ亜目魚類の系統解析

イボダイ亜目5科13属をカバーする21種について、ミトコンドリアDNAの16SrRNA遺伝子の後半部、COI遺伝子の全領域、およびCytb遺伝子の全領域の塩基配列を決定し、計3263bpを用いて系統解析を行なった。その結果、イボダイ科をはじめすべての科の単系統性が支持された。全体的に統計的支持率が高く、信頼性の高い系統仮説が得られたと考えられる。

第3章 総合考察

形態と分子で対立した結果が示されたイボダイ科については、分子と形態の進化的変化の性質の違いや、単系統性が分子系統解析で極めて強く支持されていることを考慮すると、単系統群であるとみなすのが妥当であると考えられた。一方、形態データを見ると、イボダイ科魚類は共有派生形質をもたず、またその他の科に比べて原始形質を多く保持していることが

分かった。以上より、イボダイ亜目のうち、イボダイ科の系統は種分化の過程であり大きな形態変化を伴わなかったのに対して、その他の科の系統では、種分化の際に比較的大きな形態変化を伴ってきたものと考えられた。

食道囊の形態はイボダイ亜目内でも様々であり、4つの型に分けられた。分子系統樹にこれらの4型を復元したところ、これらのうちふたつがイボダイ亜目の食道囊の主なタイプであり、それぞれ2つのメインクレードに対応していることが示された。ただし、食道囊の形態の変異が食性の違いを反映したものなのかは今のところ不明である。

分類学的には、科レベルでの再検討は必要ないと考えられた。またハナビラウオの帰属も、分子系統樹は従来のスジハナビラウオ属を支持した。一方、ボウズコンニャク属2種が単系統群を構成しなかったことなど、属レベルではいくつかの分類学の問題が残されている。

論文審査の結果の要旨

イボダイ亜目は硬骨魚綱スズキ目に含まれ、全世界の熱帯から温帯にかけて広く分布しており、イボダイやメダイ、マナガツオ等、水産業上重要魚種が含まれている。イボダイ亜目は比較的小さな亜目でありながら、一般的な魚類の形をしたものから、腹鰭が消失してしまったものまでいて、形態は多様である。イボダイ亜目の包括的な分類学的研究は1969年以降行われておらず、現在の分類体系が系統類縁関係を反映したものなのか、疑問が投げかけられていたのである。分類群間の系統類縁関係を推定するために、最近では分子系統学が用いられて、形態学と比較をされている。本研究は形態学と分子系統学によって、イボダイ亜目魚類の系統類縁関係を推定し、詳細に比較検討を行ったものである。このような比較研究は、魚類系統分類学のモデルにもなり、評価できる点は以下のとおりである。

1) 形態形質にもとづくイボダイ亜目魚類の系統類縁関係

イボダイ亜目全16属をカバーする19種41個体について詳細な比較解剖を行ない、計43形質を用いて、属間の系統類縁関係を推定した。その結果、イボダイ科魚類は単系統群を構成せず、根元近くに連続的に位置することが示された。一方、その他の科はいずれも単系統群を構成した。

2) イボダイ亜目の各属の解剖学的特徴

イボダイ亜目魚類の詳細な比較解剖による研究は本研究が初めてである。その結果、得られた系統類縁関係もさることながら、イボダイ亜目の各属の骨格と筋肉の形態的特徴が明らかにされた。

3) ミトコンドリア DNA の塩基配列にもとづくイボダイ亜目魚類の系統類縁関係

イボダイ亜目5科13属をカバーする21種について、ミトコンドリア DNA の16SrRNA 遺伝子の後半部、COI 遺伝子の全領域、および Cytb 遺伝子の全領域の塩基配列を決定し、計 3263bp を用いて系統解析を行なった。その結果、イボダイ科をはじめすべての科の単系統性が支持された。全体的に統計的支持率が高く、信頼性の高い系統仮説を提出した。

4) イボダイ亜目固有の食道囊の進化に関する最節約復元

イボダイ亜目固有の食道囊の形態はイボダイ亜目内でも様々であり、4型に分けられた。これら4型がどのように進化してきたのかを、分子系統樹を使って最節約復元したところ、これらのうちふたつの型がイボダイ亜目の食道囊の主なタイプであり、それぞれふたつのメインクレードに対応していることを示した。

5) 形態と分子の系統類縁関係の比較

形態と分子で対立した結果が示されたイボダイ科については、分子と形態の進化的変化の性質の違い、単系統性が分子系統解析で極めて強く支持されている等から、単系統群であると考えたとの結論を得た。そして、イボダイ科魚類は形態学的に共有派生形質をもたず、原始形質を多く保持しながら、種分化の過程であり大きな形態変化を伴わなかったことを明らかにした。それに比べて、他の科は、種分化の際に比較的大きな形態変化を伴ってきたことを明らかにした。

以上のように、本論文は未解明であったイボダイ亜目魚類の系統類縁関係を比較解剖と分子という全く異なる側面から追求し、これまでにない知見をうることに成功した。従って本研究は魚類学、海洋生物学の進展に寄与するところが大きい。よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成17年2月14日、論文ならびにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。