

氏 名	にし かわ かん と 西 川 完 途
学位(専攻分野)	博 士 (人間・環境学)
学 位 記 番 号	論 人 博 第 26 号
学位授与の日付	平 成 20 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	Systematic study on <i>Hynobius boulengeri</i> and <i>H. stejnegeri</i> (オオダイガハラサンショウウオとベッコウサンショウウオの系統分類学的 研究)
論文調査委員	(主 査) 教 授 松 井 正 文 教 授 加 藤 真 准教授 市 岡 孝 朗 准教授 疋 田 努

論 文 内 容 の 要 旨

本州の近畿地方(紀伊半島)・四国・九州(祖母・傾山系)の山地にはオオダイガハラサンショウウオと呼ばれる黒褐色で流水産卵性のサンショウウオが生息しているが、九州中央山地にはこれに生態のよく似た、しかし美しい斑紋のあるベッコウサンショウウオが生息する。本論文は、遺伝生化学・形態学的手法を用いて、これらのサンショウウオ類の地理的変異を解析し、これら2種が単系統群であるだけでなく、広域分布種とされているオオダイガハラサンショウウオの中に、数種の隠蔽種が存在することを明らかにしたものである。

まず、オオダイガハラサンショウウオを含むサンショウウオ属の分類体系の変遷をたどり、系統分類の問題点を整理した(第1章)。次いで、サンショウウオ属各種の遺伝生化学的形質(酵素タンパク多型)を調査し、オオダイガハラサンショウウオの中に異質な群が存在し、紀伊半島、四国、九州祖母・傾山系の3地域で別種レベルにまで分化していること、また、大隅半島で発見されたサンショウウオの一種は、小型であるなど形態的差異もあるが、遺伝的にはオオダイガハラサンショウウオの九州祖母・傾山系産に近いことを見だし、暫定的にオオダイガハラサンショウウオとすることを提唱した(第2章)。

また、天草諸島でも未知のサンショウウオの1種が発見されたので、同島で現地調査を行い、幼生の生息環境や成体の形態を詳細に検討して、この種が大隅半島産に最も類似していることを明らかにし、やはり暫定的にオオダイガハラサンショウウオとした(第3章)。

このように、九州にはオオダイガハラサンショウウオと同定される複数のサンショウウオ個体群が隔離分布していることが明らかになったので、次に九州に分布する流水産卵性の別種、ベッコウサンショウウオ、プチサンショウウオも含めて、詳細な遺伝生化学的調査を行った(第4章)。その結果、それまで近縁関係にあるとは予想されなかったベッコウサンショウウオが、九州産オオダイガハラサンショウウオと単系統群をなし、プチサンショウウオとは遠縁であることが明らかになった。他地域産も含めると、このオオダイガハラ-ベッコウサンショウウオ種群には紀伊半島、四国、九州の3群が認められ、その中では紀伊半島産個体群が最も分化していた。ベッコウサンショウウオは九州産オオダイガハラサンショウウオ個体群と単系統群をなし、九州内には祖母・傾山系のオオダイガハラサンショウウオ、大隅半島と天草諸島のオオダイガハラサンショウウオ、九州中央山地のベッコウサンショウウオの3群が認められた。

この結果をさらに詳細に検討するために、総括的な遺伝生化学的調査と形態学的調査を行った(第5章)。その結果、遺伝生化学的關係に変更はなかったが、形態変異からオオダイガハラ-ベッコウサンショウウオ種群は、紀伊半島、四国、九州中央部(祖母・傾山系とベッコウサンショウウオ)、大隅半島と天草諸島の4群に分けられ、大隅半島と天草諸島が他から大きく異なる点が遺伝的な結果と異なっていた。遺伝生化学的変異の結果からは、地域間の分化が海峡、火山噴火などの地理的な障壁の成立によって生じたと推定された。一方、形態変異の結果から見ると、九州の4つの異所的個体群は体の大

きさや体型、体色において、それぞれ大きく分化しており、これらの形態的特性は異なる選択圧の下で急速に進化したものと推測された。

以上の結果から、狭義のオオダイガハラサンショウウオを紀伊半島産に限定し、四国産には過去に同物異名とされたイシヅチサンショウウオを復活させることを提唱した。また、九州産については、ベッコウサンショウウオは形態形質の特異性から独立種の扱いを保持すべきで、残りの祖母・傾山系産、大隅半島・天草諸島産はいずれも未記載種であると結論した。すなわち、オオダイガハラベッコウサンショウウオ種群は少なくとも5種に分けられることになる（第6章）。

オオダイガハラサンショウウオは長い間、単一の広域分布種として扱われてきたが、本研究によって形態的にも遺伝的にも独立の数種からなることが明らかにされ、四国産の分類学的扱いについても一定の結論がなされた。九州祖母・傾山系産、大隅半島・天草諸島産のそれぞれのサンショウウオについての分類学的な位置付けと記載は今後の課題である。本研究で解明された事実は、日本列島のサンショウウオ類の多様性がこれまで過小評価されてきたことを示唆するばかりでなく、日本列島の地史の解明に新たな視点を加え、この列島の流水環境に見られる生物多様性を保護するために、特別な配慮が必要であることを指し示している。

論文審査の結果の要旨

日本産のサンショウウオ類は両生綱サンショウウオ目のサンショウウオ科に属するが、本研究の対象となったオオダイガハラサンショウウオ（広義）とベッコウサンショウウオを含むサンショウウオ属は日本国内で特に多様に分化しており、その種分化様式が世界から注目されている動物群である。この属は繁殖環境の違いから、止水産卵性と流水産卵性の2群に区分されるが、オオダイガハラサンショウウオ（広義）とベッコウサンショウウオは流水産卵性の種である。サンショウウオ属の種は形態的に極めて類似し、同定さえ難しいため、研究は長いあいだ停滞していた。その中であって、オオダイガハラサンショウウオは記載当初から、サンショウウオ属とは別の属とされるほど、他種とは異質の形態的特徴をもち、誤同定などあり得ないとされてきた種である。また、ベッコウサンショウウオも独立の分類群であることに疑念はなかったが、一時ブチサンショウウオの亜種とされたこともあり、その近縁種と考えられていた。

近年、本研究でも採用された遺伝生化学的手法の導入が大きく貢献し、サンショウウオ属の分類に関する研究は著しく進展しつつある。その過程で、これまで広域分布するとされてきた多くの種で、その内部に大きな遺伝的分化の見られることが分かってきた。このことから、オオダイガハラサンショウウオ（広義）についても、同様の研究が必要となってきた。その一方で、これまでオオダイガハラサンショウウオ（広義）の分布域には含まれていなかった、九州の大隅半島・天草諸島から、分類学的位置未決定のサンショウウオが見つかった。

オオダイガハラサンショウウオ（広義）内部に形態変異のあることは示唆されていたが、系統分類学的関係について議論されたことはほとんどなかった。また、ベッコウサンショウウオとの比較研究は皆無であった。本研究は、これらの問題を取りあげ、従来からの形態的分析に、遺伝生化学的解析を加えることによって、これら2種の系統分類学的取り扱いについて全く新しい視点を提起するものである。

本研究は、使用した標本の収集範囲の広さ、扱った個体数の多さ、駆使した形態的・生化学的解析手法の斬新さに大きな特徴がある。この研究により、オオダイガハラサンショウウオ（広義）の種内変異・分化について、客観的かつ信頼性の高い知見が得られることになった。従来の研究では予想もされなかった、隠蔽種を含むオオダイガハラサンショウウオの種分化の実態は、綿密な野外調査および、アロザイム解析という手法を用いた本研究によって初めて明らかになったものである。さらに、分布様式の成因を、他種との競争関係から考察し、部分的にはあるが形態・生態学的に説明するのに成功したことも高く評価できる。

オオダイガハラサンショウウオ（広義）とベッコウサンショウウオは、人里離れた山地森林の溪流近傍に生息するが、近年の森林伐採や道路・ダム建設によって生存が脅かされつつある。このため、オオダイガハラサンショウウオ（広義）の本州・九州個体群とベッコウサンショウウオは環境省のレッドリストに掲載されてきた。その際にオオダイガハラサンショウウオ（広義）は種全体の分布域が広く、本研究で独立種イシヅチサンショウウオとされた四国産の危機はさほど大きくないとされ、レッドリストには掲載されていなかった。しかし、すでに公表された本研究結果の一部を受けて、最新のレッド

リスト改訂版では、オオダイガハラサンショウウオ（広義）が種全体として掲載されることになった。

このように、本研究はオオダイガハラサンショウウオ（広義）の保護管理を考えていく上で重要な示唆をすでに与えており、生物多様性の保全という見地からして重要な貢献とみなせる。さらに、本研究は、希少動物であるサンショウウオ類の保護・保全についての重要な基礎を与えるばかりではない。この類は日本の各地で多様に分化しているため、種分化様式を解明するのに理想的な動物群の一つと言えるが、本研究は、オオダイガハラサンショウウオ（広義）とベッコウサンショウウオについての多方面からの詳細な解析を通して、日本列島における地史および、種分化の機構に関する問題に肉迫したものである。

このように、本研究はオオダイガハラサンショウウオ（広義）とベッコウサンショウウオにとどまらず、他の両生類の自然史的研究に新しい途を開くものである。したがって、本学位申請論文は、地球規模での環境変動と自然環境の動的関わりを、地球表層の構造とそこに生存する生命体の考察から明らかにする関連環境学専攻自然環境動態論講座にふさわしい内容を具えたものと言える。

よって本論文は博士（人間・環境学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成20年1月21日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。