

氏 名	み 美 坂 正
学位(専攻分野)	博 士 (農 学)
学 位 記 番 号	農 博 第 1552 号
学位授与の日付	平 成 18 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	Taxonomical Revision and Molecular Phylogenetics of the Genus <i>Euzonus</i> (Polychaeta: Opheliidae) (<i>Euzonus</i> 属多毛類の分類学的再検討及び分子系統学的研究)
論文調査委員	(主 査) 助教授 豊 原 治 彦 教 授 田 中 克 教 授 中 坊 徹 次

論 文 内 容 の 要 旨

オフエリアゴカイ科 *Euzonus* 属多毛類は棲管を作らず砂中に潜って砂を摂食している堆積物食者であり、その多くの種が南北太平洋温帯域の外海に面した淘汰の良い中粒砂—細粒砂からなる砂浜潮間帯に局在して生息するという特異な分布生態を示す。*Euzonus* 属を対象とした研究は断片的な分類学的記載を除きほとんどなく、我が国においてもその生態についてはほとんど注目されてこなかった。しかしながら、本研究での分布調査によって、*Euzonus* 属の各種がしばしば優占種として日本各地の砂浜域に多産しており、一部の地域では釣り餌としても利用されていることがわかった。本分類群はその生物量の大きさから、砂浜生態系の物質循環において重要な役割を果たしている可能性があり、さらに沿岸魚類の餌料となっていることも予想される。しかし、砂浜域は、砂の供給量減少などによって浸食が進行しているほか、埋め立てや護岸工事などの人為的な破壊により世界的に危機的な状況にあることから、*Euzonus* 属の多くの種は絶滅の危機に瀕していると懸念される。本研究では、*Euzonus* 属多毛類の基礎的情報を得ることを目的として、形態形質に基づく分類と分子系統解析を行い、その結果について生物地理学的観点から考察した。

まず、北太平洋域で採集した標本および世界各地の博物館に所蔵されている標本を用いて、形態形質に基づく *Euzonus* 属の分類学的再検討を行って、本属を再定義するとともに、世界で18種、日本からは2新種を含む5種の存在を確認し、全種の分類学的記載を行った。なお、本研究では、形態的特徴に基づいて、*Euzonus* 属内に新たに3つのグループを提案し、*E. arcticus* グループ13種、*E. flabelliferus* グループ4種、*E. profundus* グループ1種に分類した。

次に、我が国沿岸で採集された5種、北米太平洋岸で採集された3種、外群として日本産近縁属の *Ophelia limacina* の計9種の標本を用いて、ミトコンドリア 16S リボソーム RNA 遺伝子領域の塩基配列解析および核 28S リボソーム RNA 遺伝子領域の PCR-RFLP 解析を行い、北太平洋域に分布する各種の系統関係を推定した。

これらの結果は以下のように要約できる。

1) 北太平洋域における *E. arcticus* グループ7種の系統関係は、我が国の太平洋沿岸および東シナ海沿岸に分布する *E. satsumanus* と *E. ensuensis* がもっとも早期に分岐し、その後、日本海沿岸およびオホーツク海沿岸に分布する *E. exoensis* と *E. arcticus* が北米太平洋岸に分布する3種の共通祖先種と分岐したことが示唆された。

2) 我が国の *E. satsumanus* と北米太平洋岸の *E. dillonensis* は形態的にきわめてよく似ているが、遺伝子解析の結果、両種は明らかに別系統であり、並行進化によって形態的類似がもたらされたことが示唆された。この2種を除く北太平洋域の *E. arcticus* グループでは、鰓の形状が種の識別形質として有効であるが、鰓の形状が似た種の組み合わせはいずれも単系統群とならず、その鰓の形状の類似性は系統関係を反映していなかった。この結果から、多様な鰓の形状は各種がそれぞれの生息環境で適応的に進化した結果であることが予想された。

3) *E. satsumanus* は、太平洋沿岸の黒潮流域の集団と東シナ海沿岸の対馬海流域の集団が遺伝的に分化していた。この分化の程度は他の種間ほど大きくなく、またこの両集団は形態的に識別できなかったことから、本研究では種分化しつつあ

る同一種内の集団とみなした。

4) 我が国の太平洋沿岸と東シナ海沿岸に分布する *E. satsumanus* と本州日本海沿岸と北海道沿岸に分布する *E. exoensis* は明瞭な異所的分布を示していた。この事実、これらの種が数週間の浮遊幼生期を過ごすと考えられるにもかかわらず、互いの分布域に侵入または定着できないことを示している。日本海沿岸は潮位差が非常に小さいという海洋特性を有しているが、本属各種のように潮間帯砂浜域に分布するものでは、潮位差の相違は分布を規定する大きな要因となり得ると考えられ、両種でみられた分布域の隔離も潮位差に対する適応性の差に由来しているのではないかと想定された。

5) オフェリアゴカイ科 (Opheliidae) 各種の鰓はほとんどが単指状であり、また、南半球に分布する *Euzonus* の鰓はすべて単純な二叉状であるが、北太平洋域の *E. arcticus* グループ 7 種のうち 6 種は鰓が多様な形状に発達している。鰓の発達により貧酸素耐性が増し、より深く長く砂に潜ることができると仮定し、どのような環境でこのような能力が必要なのかを推定するために、各分布域における気象条件を比較した。その結果、発達した鰓をもつ種は、降水量が多い地域あるいは年間最低気温が低い地域に分布している傾向が認められ、砂浜潮間帯上部に生息する *Euzonus* にとって厳しいと思われる環境への適応として、深く砂に潜る能力を発達させている可能性を指摘した。

論文審査の結果の要旨

本研究で対象としている *Euzonus* 属多毛類は、その多くが潮間帯砂浜域の特定の潮位帯に局在して分布するという特異な分布パターンを示すことで、生態学的にもきわめて興味深い分類群であるが、このところ世界的に進む沿岸砂浜域の喪失により本分類群の生息域が奪われ、個体群を継続的に維持することが難しくなっている種も多いと思われる。しかしながら、本分類群についての詳細な生物学的知見はいまだにほとんど得られていない。本分類群が置かれているこのような現状に鑑みて、その生物学的知見の速やかな蓄積は差し迫った課題となっている。

本研究は分類学的観点からこの課題に取り組んだもので、可能な限り多くの標本について詳細な形態比較を行うとともに、一部の標本については、分子遺伝学的手法により、遺伝子レベルでの比較を行い、多くの新知見を得た。評価すべき点は以下の通りである。

1. 我が国の各地沿岸砂浜域および一部北米西岸砂浜域より得た標本ならびに世界各地の博物館に所蔵されている各種標本を対象に、形態形質に基づいて、*Euzonus* 属の再定義を行うとともに、世界で 18 種、我が国周辺には 2 新種を含む 5 種の存在を確認し、全種の分類学的記載を行った。さらに、形態的特徴に基づいて、*Euzonus* 属内に新たに 3 つのグループを提案し、*E. arcticus* グループ 13 種、*E. flabelliferus* グループ 4 種、*E. profundus* グループ 1 種に分類した。

2. 日本で採集された 5 種、北米太平洋岸で採集された 3 種、さらに外群として近縁の *Ophelia* 属で我が国沿岸に分布する *O. limacina* の計 9 種の標本を用いて、ミトコンドリア 16S リボソーム RNA 遺伝子領域の塩基配列解析および核 28S リボソーム RNA 遺伝子領域の PCR-RFLP 解析を行い、北太平洋域に分布する *E. arcticus* グループ各種の分岐過程を明らかにした。

3. 鰓の形態比較ではきわめて近縁と推定された我が国沿岸に分布する *E. satsumanus* と北米太平洋岸に分布する *E. dillonensis* は、遺伝子解析の結果、別系統であることが明らかとなり、本属各種が示す鰓の形態的特徴はそれぞれの生息環境における適応的進化の過程で獲得された可能性が高いことを指摘した。

4. *Euzonus* 属が属するオフェリアゴカイ科 (Opheliidae) の他の属はおおむね単指状の鰓を有し、本属でも南半球に分布する各種の鰓はすべて単純な二叉状であるのとは対照的に、北太平洋域の *E. arcticus* グループのほとんどが多様に発達した鰓を有することに注目し、このような現象が本グループの各種の分布域の気象条件を考慮することで説明づけられると結論づけた。

以上のように、本論文は、形態学および分子遺伝学的手法を駆使して世界規模での *Euzonus* 属の分類学的整理を行うとともに、各種の分布様式を動物地理学的な観点から考察したもので、海洋生物学の分野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 18 年 2 月 13 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。