

学 位 論 文 題 名

Taxonomic, Phylogeographic, and Molecular Phylogenetic Study in Phylum Kinorhyncha

（動吻動物門の分類学的, 系統地理学的, ならびに分子系統学的研究）

学位論文内容の要旨

動吻動物門は海棲の小型底生動物からなる動物門である。体長は最大 1 mm 程度で、主に海底砂泥の表層や固着生物の間隙に生息している。極域から熱帯域まで世界中に分布しており、2 目 9 科 21 属約 190 種が知られる。日本における先行研究は限られており、わずかに 5 属 7 種が知られるのみである。また、これまで動吻動物の分子データを用いた系統地理学的や系統学的研究はほとんどなく、動吻動物門内の高次分類群間の関係性はよくわかっていない。本論文では動吻動物の系統分類学に焦点を当て、3 つの異なるテーマ（日本産動吻動物の分類学的研究、潮間帯に生息する 2 種の動吻動物を用いた系統地理学的研究、動吻動物門の分子系統学的研究）を扱っている。

第 1 章は動吻動物および本論文に関する序論である。第 2 章は日本周辺から採集した動吻動物の分類学的研究を扱う。筆者は日本近海にて、合計 2 目 8 科 13 属 31 種の動吻動物を採集した。このうち 1 属は未記載属であり、4 科 8 属は日本初報告属であった。また、31 種のうち、少なくとも 7 種は未記載種で 26 種は日本初報告種であった。本研究により、日本産動吻動物は 4 科 5 属 7 種から 8 科 13 属 31 種へと増加し、日本周辺においても多様な動吻動物が生息することが判明した。

第 3 章は動吻動物の系統地理学的研究である。北海道および本州の潮間帯に生息する *Echinoderes sensibilis* ならびに *Echinoderes ezoensis* のミトコンドリア COI 遺伝子配列を用いて地理的集団構造の解析を行い、動吻動物の分散障壁、特に津軽海峡が両種の分散障壁として働いているかどうかを検証した。本研究において以下のことが判明した。（1）*E. sensibilis* は主に津軽海峡より南部に生息し、遺伝的に非常多様性が高い。（2）*E. ezoensis* は北海道全域の潮間帯で優占し、津軽海峡南部では *E. sensibilis* に比べて出現頻度が低い。

（3）*E. ezoensis* は東側、西側の 2 つのクレードからなり、両クレードは北海道東部で 2 次的接触を起こしている。（4）*E. ezoensis* の東側、西側の両クレードとも、星状ネットワークポロジを示し、両集団がボトルネックと急速な集団の拡大を経験している。これらの結果から、津軽海峡はどちらの種に対しても、分散障壁として働いていないが、両種の

分布に影響を与えていることが示唆された。また同時に、対馬海流および親潮海流が *E. ezoensis* の分散に影響を与えている可能性が示唆された。

第4章では 18SrRNA および 28S rRNA 遺伝子配列を用いて、最節約法、最尤法、ベイズ法による系統解析を行った。解析には2目8科13属30種の18S rRNA 塩基配列と2目8科12属23種の28S rRNA 塩基配列を用いた。その結果、動吻動物門は4つの主要クレード（クレード I-IV）によって構成されていることが示唆された。クレード I は Echinoderidae 科によって構成されていた。同時にクレード I に含まれる *Echinoderes* 属の側系統性が示唆された。クレード II には Zelinkaderidae 科, Antygomonidae 科, Semnoderidae 科, Centroderidae 科の2属（*Centroderes* と *Condyloderes*）が含まれた。また、Zelinkaderidae 科, Antygomonidae 科, Semnoderidae 科の近縁性が強く支持された。クレード III は Centroderidae 科の *Campyloderes* 属2種によって構成されており、Centroderidae 科が側系統であることが示唆された。クレード I-III はいずれも円蓋目（Cyclorhagida）のみから構成されていた。クレード IV は平蓋目（Homalorhagida）と円蓋目の *Dracoderes abei* を含んだ。このことから、円蓋目、平蓋目ともに非単系統であることが示唆された。4つのクレード間の関係性についてはいずれも高い支持が得られなかった。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 Matthew H. DICK
副 査 准教授 柁 原 宏
副 査 教 授 堀 口 健 雄

学 位 論 文 題 名

Taxonomic, Phylogeographic, and Molecular Phylogenetic Study in Phylum Kinorhyncha

(動吻動物門の分類学的, 系統地理学的, ならびに分子系統学的研究)

博士学位論文審査等の結果について (報告)

動吻動物門は海棲の小型底生動物からなる動物門である。体長は最大 1 mm 程度で、主に海底砂泥の表層や固着生物の間隙に生息している。極域から熱帯域まで世界中に分布しており、2 目 9 科 21 属約 190 種が知られる。日本における先行研究は限られており、わずかに 5 属 7 種が知られるのみである。また、これまで動吻動物の分子データを用いた系統地理学的や系統学的研究はほとんどなく、動吻動物門内の高次分類群間の関係性はよくわかっていない。本論文では動吻動物の系統分類学に焦点を当て、3 つの異なるテーマ (日本産動吻動物の分類学的研究、潮間帯に生息する 2 種の動吻動物を用いた系統地理学的研究、動吻動物門の分子系統学的研究) を扱っている。

第 1 章は動吻動物および本論文に関する序論である。第 2 章は日本周辺から採集した動吻動物の分類学的研究を扱う。筆者は日本近海にて、合計 2 目 8 科 13 属 31 種の動吻動物を採集した。このうち 1 属は未記載属であり、4 科 8 属は日本初報告属であった。また、31 種のうち、少なくとも 7 種は未記載種で 26 種は日本初報告種であった。本研究により、日本産動吻動物は 4 科 5 属 7 種から 8 科 13 属 31 種へと増加し、日本周辺においても多様な動吻動物が生息することが判明した。

第 3 章は動吻動物の系統地理学的研究である。北海道および本州の潮間帯に生息する *Echinoderes sensibilis* ならびに *Echinoderes ezoensis* のミトコンドリア COI 遺伝子配列を用いて地理的集団構造の解析を行い、動吻動物の分散障壁、特に津軽海峡が両種の分散障壁として働いているかどうかを検証した。本研究において以下のことが判明した。(1) *E. sensibilis* は主に津軽海峡より南部に生息し、遺伝的に非常多様性が高い。(2) *E. ezoensis* は北海道全域の潮間帯で優占し、津軽海峡南部では *E. sensibilis* に比べて出現頻度が低い。

(3) *E. ezoensis* は東側、西側の 2 つのクレードからなり、両クレードは北海道東部で 2 次的接触を起こしている。(4) *E. ezoensis* の東側、西側の両クレードとも、星状ネットワークポロジを示し、両集団がボトルネックと急速な集団の拡大を経験している。これらの結果から、津軽海峡はどちらの種に対しても、分散障壁として働いていないが、両種の分布に影響を与えていることが示唆された。また同時に、対馬海流および親潮海流が *E. ezoensis* の分散に影響を与えている可能性が示唆された。

第4章では18SrRNAおよび28S rRNA遺伝子配列を用いて、最節約法、最尤法、ベイズ法による系統解析を行った。解析には2目8科13属30種の18S rRNA塩基配列と2目8科12属23種の28S rRNA塩基配列を用いた。その結果、動吻動物門は4つの主要クレード（クレードI-IV）によって構成されていることが示唆された。クレードIはEchinoderidae科によって構成されていた。同時にクレードIに含まれるEchinoderes属の側系統性が示唆された。クレードIIにはZelinkaderidae科、Antygomonidae科、Semnoderidae科、Centroderidae科の2属（CentroderesとCondyloderes）が含まれた。また、Zelinkaderidae科、Antygomonidae科、Semnoderidae科の近縁性が強く支持された。クレードIIIはCentroderidae科のCampyloderes属2種によって構成されており、Centroderidae科が側系統であることが示唆された。クレードI-IIIはいずれも円蓋目（Cyclorhagida）のみから構成されていた。クレードIVは平蓋目（Homalorhagida）と円蓋目のDracoderes abeiを含んだ。このことから、円蓋目、平蓋目ともに非単系統であることが示唆された。4つのクレード間の関係性についてはいずれも高い支持が得られなかった。

これを要するに、著者は日本産動吻動物の多様性を明らかにするとともに、同府動物の分散障壁に関する新知見を与えている。また、動吻動物門内の多くの分類群をカバーした分子系統解析結果は、動吻動物の多様性および系統分類学的発展に対して貢献するところ大なるものがある。

よって著者は、北海道大学博士（理学）の学位を授与される資格あるものと認める。