

博士學位論文

論文内容の要旨

および

論文審査の結果の要旨

東邦大学

論 文 要 旨

氏 名 田 中 正 敦 ㊞

論 文 題 目

分子系統解析および形態解析に基づくユムシ動物の系統分類学的研究

Phylogeny and taxonomy of echiuran worms (Annelida, Echiura) based on molecular and morphological analyses

論 文 要 旨

ユムシ動物は、真体腔性の海産無脊椎動物で、近年の信頼性の高い分子系統学的研究の結果、多体節が通例の環形動物門の内群とされる。これによって、本動物群の無体節性という特徴や、群内のボネリムシ類に見られる顕著な性的二型（矮雄の存在）や後天的性決定は、極めて多様な環形動物の系統進化という大きな枠組の中で捉えられることになった。このため、近年本動物群に改めて関心が高まり、発生学からゲノム系統学に至る多方面から研究が行われている。しかしながら、これらの研究の基盤となる本動物群の頑健な系統枠構築や多様性解明はまだ極めて不十分である。近年行われたユムシ動物内部の分子系統解析における端緒的な成果は、形態情報に基づく既存の高次分類体系と大きく食い違い、さらなる厳密な検討が求められていた。そこで、申請者は、ユムシ動物 3 科 13 属 25 種について核遺伝子の 18S rRNA、28S rRNA、hisonH3、ミトコンドリア遺伝子の 12S rRNA、16S rRNA、COI の計 6 遺伝子 (4085 bp) の塩基配列を初めて決定し、ここに登録データベースから 1 種を加えた計 26 種について、最尤法とベイズ法による系統解析を行った。その結果、頑健な系統樹を得ることができたので、これをバックボーン樹とし、先行研究で使用された 14 種の配列データを補完的に加えた計 40 種についてスーパーマトリックス法による系統解析を行った。こうして得られた樹形に形態や生態における知見をマッピングするとともに、NPRS 法による本動物群の分岐年代推定を初めて実施した。その結果、①ボネリムシ科の単系統性が強く支持され、その中にミドリユムシ亜科サナダユムシ属 *Ikeda* が完全に含まれた。本属については、ボネリムシ科との形態的類似性が指摘されてきたが、今回の解析で初めてボネリムシ科の内群となることが強く支持された。②各種の生息水深をマッピングし祖先形質復元を行った結果、従来深海起源と信じられてきたボネリムシ科が、実際には浅海起源であった可能性が初めて示された。なおこれは、推定された本科の分岐年代と本科唯一の化石種（浅海性とされる）の出現時期が一致することとも矛盾しない。③ユムシ動物は 3 つのクレードに大別され、これらは形態情報においても明瞭に支持されたことから、従来の目レベルの分類を廃止するとともに、それぞれのクレードを科とみなし、本動物群をミドリユムシ科、キタユムシ科、ボネリムシ科の 3 科に分類する新体系を提唱した。以上の新知見を第 1 章にまとめた。また第 2 章では、ミドリユムシ科ユメユムシ属 *Ikedosoma* の分類学的再検討を行った。本属および所属種の形態上の識別形質が長らく誤認されていたのをおよそ 70 年ぶりに正し、分子系統解析も行って、本属の妥当性を確認するとともに種々の分類学的混乱を解消したものである。本章の内容は国際誌 “Zoological Science” で印刷中である。さらに第 3 章では、「コウジュ」と呼ばれ、主に瀬戸内海周辺で釣り餌として使用されてきたミドリユムシ科ドクチュムシ属のセトウチドクチュムシ *Arhynchite hayaoi* Tanaka and Nishikawa, 2013 について、その分類学的検討と形態の記載を行った。本章の内容は、すでに国際誌 “Zookeys” に 2013 年に掲載されている。

論文審査の要旨及び審査結果の要旨

2013年入学	研究分野 理学	氏名 田中正敦
審査委員	(主査) 西川輝昭 (副査) 久保田宗一郎 (副査) 長谷川雅美 (副査) 後藤友二 (副査) 並河 洋	
(論文題目) Phylogeny and taxonomy of echiuran worms (Annelida, Echiura) based on molecular and morphological analyses (分子系統解析および形態解析に基づくユムシ動物の系統分類学的研究)		
(論文審査の要旨及び審査結果の要旨) ユムシ動物は、真体腔性の海産無脊椎動物で、近年の信頼性の高い分子系統学的研究の結果、多体節が通例の環形動物門の内群とされる。これによって、本動物群の無体節性という特徴や、群内のボネリムシ類に見られる顕著な性的二型（矮雄の存在）や後天的性決定は、極めて多様な環形動物の系統進化という大きな枠組の中で捉えられることになり、多方面から新たな研究が行われている。しかしながら、これらの研究の基盤となる本動物群の頑健な系統構築や多様性解明はまだ極めて不十分である。そこで田中君は、本動物群の分子系統解析と形態解析に基づく系統分類学的研究をすすめて短期間で顕著な成果を得、それを学位論文としてまとめたものである。 本論文は3章で構成され、第1章は本動物群の包括的な分子系統解析（投稿準備中）、第2章はミドリユムシ科ユメユムシ属の分類学的再検討（すでに論文として公開）、第3章はセトウチドクチュムシの新種記載（同前）を扱う。 第1章では、ユムシ動物3科13属25種について核遺伝子の18S rRNA、28S rRNA、histonH3、ミトコンドリア遺伝子の12S rRNA、16S rRNA、COIの計6遺伝子（4085 bp）の塩基配列を初めて決定し、ここに登録データベースから1種を加えた計26種について、最尤法とベイズ法による系統解析を行った。その結果、頑健な系統樹を得ることができたので、これをバックボーン樹とし、先行研究で使用された14種の配列データを補完的に加えた計40種についてスーパーマトリックス法による系統解析を行った。こうして得られた樹形に形態や生態における知見をマッピングするとともに、NPRS法による本動物群の分岐年代推定を初めて実施した。その結果、①ボネリムシ科の単系統性が強く支持され、その中に従来 của キタユムシ科ミドリユムシ亜科サナダユムシ属 <i>Ikeda</i> が完全に含まれた。本属については、ボネリムシ科との形態的類似性が指摘されてきた		

が、今回の解析で初めてボネリムシ科の内群となることが強く支持された。②各種の生息水深をマッピングし祖先形質復元を行った結果、従来深海起源と信じられてきたボネリムシ科が、実際には浅海起源であった可能性が初めて示された。なおこれは、推定された本科の分岐年代と本科唯一の化石種（浅海性とされる）の出現時期が一致することとも矛盾しない。③ユムシ動物は3つのクレードに大別され、これらは形態情報においても明瞭に支持されたことから、従来の目レベルの分類を廃止するとともに、それぞれのクレードを科とみなし、本動物群をミドリユムシ科（従来のキタユムシ科ミドリユムシ亜科にほぼ相当）、キタユムシ科（従来のキタユムシ科キタユムシ亜科とユムシ科を含む）、ボネリムシ科（従来のボネリムシ科とミドリユムシ亜科サナダユムシ属を含む）の3科に分類する新体系を提唱したものである。また第2章では、ミドリユムシ科ユメユムシ属 *Ikedosoma* の分類学的再検討を行った。本属および所属種の形態上の識別形質が長らく誤認されていたのをおよそ70年ぶりに正し、分子系統解析も行って、本属の妥当性を確認するとともに種々の分類学的混乱を解消したものである。本章の内容は国際誌“Zoological Science”に2014年に掲載されている。さらに第3章では、俗に「コウジュ」と呼ばれ、主に瀬戸内海周辺で釣餌として使用されてきたミドリユムシ科ドチクチュムシ属のセトウチドチクチュムシ *Arhynchite hayaoi* Tanaka and Nishikawa, 2013 について、その分類学的検討と形態の記載を行った。本章の内容は、国際誌“Zookeys”に2013年に掲載されている。

以上から、審査委員は一致して、本論文が本研究科の学位（博士（理学））を授与するのに十分な内容をもつものと認め、論文審査に合格と判定した。

