

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 22 日現在

機関番号：17701

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2015～2016

課題番号：15H06517

研究課題名(和文)地球温暖化と熱帯性魚類寄生カイアシ類：日本列島への侵入予測と防除の為の基礎研究

研究課題名(英文)Global warming and tropical parasitic copepods: basic research for prediction of the invasion to Japanese waters and damage control

研究代表者

上野 大輔 (Uyeno, Daisuke)

鹿児島大学・理工学域理学系・助教

研究者番号：20723240

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,100,000円

研究成果の概要(和文)：近年の地球温暖化による影響の一つとして、熱帯生物の分布拡大が懸念されている。本研究では熱帯性の小型甲殻類のカイアシ類に注目し、有害種が今後日本で水産被害をおこすことを想定し、侵入時期等の予測や予防を実施するため基礎的な知見の集積を目的に実施した。具体的には主として黒潮流域の南西諸島から鹿児島本土と、更に上流にあたるパラオ周辺海域、その東方のミクロネシア連邦チューク諸島で寄生性カイアシ類相調査と分類研究を実施した。その結果、未記載属2種と少なくとも未記載種8種を含む70を超える種が発見された。現状理解されている寄生性カイアシ類の基礎的な知見は、極めて希薄であることがより強調される結果となった。

研究成果の概要(英文)：As one of the effects of global warming in recent years, the distribution of tropical organisms is beginning to expand to high latitude area. In this study, I tried to accumulate basic knowledge of harmful species of copepods (Crustacea) parasitic on fishery species to predict timing and also prevent the migration of them from tropical region to Japanese waters in near future. Specifically, I investigated parasitic copepod fauna and then taxonomic study of them mainly in the Nansei Islands to Kagoshima of the Kuroshio area, Palauan waters located in upstream of the Kuroshio, and State of Chuuk, FSM.

As a result, more than 70 species which includes one undescribed genus, and at least eight undescribed species have been found. This emphasized that fundamental knowledge of parasitic copepods are still extremely sparse at present, and further research is thus urgently needed.

研究分野：水族寄生虫学

キーワード：分類学 水産学 水族寄生虫学 寄生性カイアシ類 魚類寄生虫 地球温暖化 未記載種

1. 研究開始当初の背景

(1) 地球温暖化と寄生性カイアシ類

様々な寄生生物が漁業被害を引き起こすことが知られている。中でも、魚類に寄生する小型甲殻類であるカイアシ類は、歴史的に古くから水産業に大きな被害を与えてきたため、効率的な防除方法が渴望されてきた。近年は、地球的規模で進行している様々な環境変動が、この状況に拍車をかけている現状がある。日本列島は、地球温暖化による影響で、過去 100 年間に世界的な平均の 3.4 倍である最大 1.7 の海水温上昇が観測されている海域もある。それに伴い熱帯性魚類の分布拡大(北進)と、それに寄生する有害なカイアシ類の本邦侵入が始まっている。魚類が未知の寄生虫と接触すると、爆発的な寄生や異常な宿主攻撃を引き起こすことがある。この現象は、通常は外来寄生虫によるものである。日本では、北米原産の魚類寄生虫ネオヘテロボツリウムがヒラメに極度の貧血をもたらし、大量斃死を引き起こす。またアジア原産の魚類寄生性カイアシ類、ヤマトニセエラジラミは、近年世界中で蔓延し問題になっている。これらは、それぞれたった 1 種の寄生虫が、人間活動により本来の分布から外れたことに端を発すると考えられるが、地球温暖化に伴う熱帯性魚類の北進は、膨大な種数の外来寄生虫の侵入問題とも換言することができ、未曾有の漁業危機、ひいては生態系の破壊をも引き起こす可能性が高いと考えられた。

(2) 熱帯性寄生カイアシ類に関する基礎知見蓄積の重要性について

私は、これから日本へ侵入して爆発的に増殖する可能性がある有害な熱帯性寄生カイアシ類を事前に特定することで、効率よく水産被害防除を行うことができると考えた。有害なカイアシ類は、黒潮を通じてインド - 西太平洋域の熱帯および亜熱帯域、特に東南アジア諸国周辺海域から琉球列島を経て本邦へ侵入すると考えられるため、それら熱帯域に分布する寄生性カイアシ類相および基礎的な生態学的知見を蓄えることが、肝要である。しかしながら、これらの海域において寄生性カイアシ類に関する研究が体系的に行われた例は極めて乏しい状況であった。この状況を受けて、これまで研究代表者は、国内では沖縄県周辺海域を、国外では東南アジア諸国における魚類寄生性カイアシ類相の解明を目指した研究を実施し、多くの未記載種や日本未記録種を発見し、種記載をしてきた(例えば Uyeno, 2015)。そこには、日本列島周辺海域で既に被害が始めている種や、北進している過程とみられる種も含まれていた(Uyeno, 発表準備中)。また、予備的に行った奄美群島(琉球列島北部)での調査からは、沖縄とは異なる種が採集されており、琉

球列島全域における寄生性カイアシ類相の解明が、最優先事項であると考えられる状況であった。

2. 研究の目的

前項目で述べた研究の背景を受けて、本研究では、有害な魚類寄生性カイアシ類による大規模漁業被害を事前に予防するため、予め日本列島沿岸に分布を広げる可能性がある有害種の推定とその寄生生態を解明することを目的とする。南方から日本列島沿岸へと流れる黒潮の上流域にあたる琉球列島、東南アジアを中心としたインド - 西太平洋域海域に分布する、寄生性カイアシ類相の解明を行う。また可能であれば、得られたカイアシ類の寄生様式や病害性について評価を行う事を目的とした。以下には、本目的遂行のために、当初取り扱うことを予定した具体的な研究項目について説明を行う。

(1) 琉球列島(主に薩南諸島)から鹿児島周辺海域における有害寄生性カイアシ類相の徹底解明

これまで私自身も研究を実施してきた南西諸島南部とは対照的に、魚類寄生性カイアシ類相が全く明らかにされていない南西諸島北部(薩南諸島)から鹿児島周辺を中心に、カイアシ類相調査を行う。また、未だ十分な研究が実施されているとは言えない状況にある沖縄から八重山諸島(南西諸島最南部)についても、更なる調査を実施して未発見の種の探索を行う事を予定した。

(2) 熱帯アジアを中心としたインド - 西太平洋区における有害寄生性カイアシ類相の解明

琉球列島の南方に広がる海域は、コーラルトライアングルとも呼ばれ、生物多様性の宝庫であり、近年も様々な分類群において多くの新種等が発見されている状況にある。寄生性カイアシ類に関する研究も、断片的に実施されている程度であり、多くの未発見の種の分布が予想される。そこで、本海域の魚類に寄生するカイアシ類相の解明を目指した研究を実施することを予定した。

(3) 有害寄生性カイアシ類の分類学的モノグラフの作成

寄生性カイアシ類の研究は、海域ごとに若干の違いはあるものの、研究者の数自体が少ないことなどから、それ自体非常に遅れていることが大きな問題である。本邦周辺海域で将来的に大規模な水産被害を起こす可能性のある種の推定には、寄生性カイアシ類の正確な種判別の実施が必要となるが、そのためにはカイアシ類のグループ毎に分類学的再検討を行い、全ての種の特徴を正確に取り纏

めていく必要がある。

本研究では、宿主に与える影響が大きく、また比較的目立つために多くの標本の採集が見込めるヒジキムシ科の分類群について、分類学的モノグラフの作成を目指すこととした。

(4) 潜在的脅威となりうる有害寄生性カイアシ類の推定

私がこれまで実施してきた研究から、熱帯や亜熱帯海域にはヒジキムシ科(体内に食い込み動脈や心臓から血液を摂取し、極度な貧血を招く)や、ウオジラミ科(表皮を傷つけ直接的な死因となる他、病原細菌の二次感染を招く)など病害性の高い種が、数多く生息することが分かりつつある。また、宿主として利用されている魚種も、研究開始当初の想定を超えて多岐にわたるようである。そこで、前の項目までで採集が予想される寄生性カイアシ類の中から、北方へ分布拡大しつつあり、かつ水産被害を引き起こす可能性の高種が採集された場合には、生態的特性や適性環境、宿主への影響等を明らかにすることを計画した。

3. 研究の方法

日本列島へ侵入する有害寄生性カイアシ類を推測するためには、黒潮の上流域である琉球列島と更に南方の国外の海域を中心とした熱帯海域の寄生性カイアシ類相を明らかにする必要がある。しかしそれらの海域における寄生性カイアシ類の研究は、台湾での研究が比較的進められていることと、研究代表者による琉球列島南部での研究があるのみで、他は大きな空白地帯となっている。本研究では、琉球列島北部の薩南諸島から鹿児島周辺、未調査の東南アジア周辺海域の寄生性カイアシ類相と、有害種の生態特性を明らかにすることを目指した。

(1) 野外採集

本研究の実施にあたり、各地海域において寄生性カイアシ類の野外採集を行った。国内では、琉球大学本学と生物圏研究センター西表研究施設を拠点として沖縄島、石垣島そして西表島を、鹿児島大学国際島嶼教育研究センター奄美分室を拠点として奄美大島、喜界島、加計呂麻島沿岸域を、そしてそれ以外に甌島列島、三島村、屋久島、トカラ列島の各島、徳之島、与論島沿岸域における調査を実施した。また、鹿児島大学本学に位置する自身の研究室を拠点として、鹿児島湾内および鹿児島県薩摩半島南部、熊本県天草地方においても、野外採集を実施した。更に、黒潮の支流である対馬海流の流域である隠岐においても野外調査を実施した。海外海域においては、熱帯域であるミクロネシア連邦チューク諸島とパラオ周辺海域 (Palau

International Coral Reef Center を利用) において、野外採集を実施した。

これらの海域において、釣り、スノーケル、スクーバを利用した潜水等を実施して、様々な魚類の直接採集を行った。その他、漁獲された魚類の購入も行った。また、ペンネラ科のカイアシ類の中には、無脊椎動物の一次宿主を持つことが知られる種も存在することや、サザエやアワビの仲間の貝類のように、魚類以外にも水産的な価値が高い種が存在することに着目し、魚類採集と並行して無脊椎動物の採集も行った。得られた魚類や無脊椎動物については、現地で利用した各研究機関や研究拠点である鹿児島大学の研究室へと持ち帰り、寄生虫検査を行った。

寄生虫検査には、解剖ばさみやピンセットを用いて、主に実体顕微鏡下で行った。宿主動物の体表や鰓、体腔内等のあらゆる部位を丁寧に解剖しながら観察し、寄生性カイアシ類を採集した。採集されたカイアシ類は、95%エタノールと10%ホルマリン海水で固定および保存した。また、カイアシ類の寄生部位については、デジタルカメラを用いて可能な限り記録を行った。また、一連の作業中に採集されたカイアシ類以外の寄生生物(甲殻類の鰓尾類、等脚類や扁形動物の単生類など)についても、同様に固定および保存を行った。

(2) 寄生性カイアシ類の種の判別および種記載

固定されたカイアシ類の外部骨格の形態は、特殊なアクリル製プレパラートの上で、ラクトフェノール溶液で透徹して観察した。また、種の判別に際しては、先端を細く研磨したタングステン針を用いて各付属肢を一つ一つ解剖し、光学顕微鏡と描画装置を用いて観察および描画を行った。さらに、未記載種等、学術的に重要な意味を持つ種を中心に、順次記載を行った。分子系統解析については、現在も実施を継続中である。また、カイアシ類同様魚類に与える害が大きいため知られる鰓尾類と等脚類についても、カイアシ類と同様の手順によって観察や記載を行った。

4. 研究成果

(1) 魚類寄生性カイアシ類相調査の成果

本研究期間においては、様々な宿主から多くの寄生性カイアシ類を採集することができた。得られた全種についての種の判別は未だに完了していないが、現在までに分かっているだけでも14科25属70種が得られている。また、この中には10種を超える未記載種と考えられる種が含まれており、ヒジキムシ科を例に挙げてみても、3種が発見されている。また、その他これまで日本沿岸域から発見されたことが無い未記録種にも、多く発

見された。また、本研究では熱帯海域の調査として、パラオおよびミクロネシア連邦チューク諸島周辺海域においても、寄生性カイアシ類相の調査を実施したが、これら海域においては、過去本格的な寄生性カイアシ類調査が実施された前例がないため、採集されたほぼ全種が初の分布記録になるであろうことが予想されるほか、このうち5種は未記載種であると考えられ、他の海域からは一切採集されていないために、熱帯性の種である可能性が高い。その他、日本列島沿岸より採集された寄生性カイアシ類についても、本邦未記録の種が存在したため、日本初記録種1種として、再記載した内容が学術論文として出版された。ヒジキムシ科カイアシ類2種およびツブムシ科カイアシ類2種、ヒトガタムシ科1種については、形態学的研究と、分子系統学的研究を進めており、現在学術論文を執筆中である。

(2) 無脊椎動物から採集された寄生性カイアシ類

前述の通り、魚類寄生性カイアシ類相の解明と並行して、無脊椎動物に寄生するカイアシ類の分類学的研究も実施したところ、特に熱帯海域において軟体部は食用として、殻はボタンなどの原料として利用されるタカセガイ等のサザエに近縁な貝類等から2科2属8種の寄生性カイアシ類が採集された。これらのうち4種については、1日本初記録種および3新種として主に形態学的情報に基づいて記載した。この成果については、学術論文として取り纏められ、出版された。また、その他3種についても、現在分類学的研究を継続して実施中である。その他、アサリ等と近縁な二枚貝類に寄生するカイアシ類が1種、タイラギの近縁種からも1種の寄生性カイアシ類が採集された。沖縄諸島周辺で得られた頭足類からも、寄生性カイアシ類の1種を採集した。また、本州東京湾沿岸で採集された貝類のウノアシに寄生するカイアシ類1種について、新属新種として記載した論文が出版された。

(3) 魚類寄生性カイアシ類の分類学的モノグラフの作成

本研究で得られた寄生性カイアシ類には、現在明らかになっている時点で14科25属70種が含まれることが分かっているが、特に多くの種数が得られたウオジラミ科(3属27種)と、エラノミ科(1属17種)また、次いで多く出現したのがヒジキムシ科(5属6種)であった。これらの3科については、形態学的特徴の精査を行い、分類学的モノグラフを作成途中である。また、寄生性カイアシ類に関する体系的な分布報告が無いパラオおよびミクロネシア連邦チューク諸島については、得られた寄生性カイアシ類の種のリスト

についても別途取り纏め、報告を行う予定である。

(4) その他の魚類寄生生物に関する研究

多くの魚類寄生性カイアシ類相調査を行う過程で、寄生性甲殻類であるエラオ類の1種が採集された。鰓尾類は世界的にも180種弱しか分布が確認されていない小さなグループで、本邦では僅か9種のみしか知られていなかった。本研究期間に九州南部および沖縄諸島沿岸より得られた種は、これら9種いずれとも異なる形態学的特徴を具えており、インド周辺海域より過去一例のみ報告がある本邦未記録の種であることが明らかとなった。この種は、僅か1個体によって記載された種であり、知られている形態学的情報は極めて不十分なものであった。そこで、新たに得られた標本に基づいて本種の外部形態について再精査を行い、細かく記載して学術論文として取り纏めた。また、パラオ周辺海域では、大型のフグ科魚類の口腔内から、寄生性甲殻類の1種である、ウオノエ科の1種が採集された。本種については、形態学的特徴と分子系統学的手法を用いて、今後詳細な分類研究を実施する予定である。

(5) 研究のまとめと今後の課題について

本研究期間中に実行できたのは、主には2で計画した項目のうち(1)~(3)の項目となる。当初予定した全項目の実施が困難であると判断した最大の理由として挙げられるのは、得られた寄生性カイアシ類の種数が、予想を大幅に超えており、日本を取り巻く海域と、そこへ今後侵入する可能性のあるカイアシ類の種数も、想定外に多いであろうと判断した。そのため本研究では、第一に寄生性カイアシ類相の解明を目指して、分類学的研究の推進を最優先して実施する事とした。

得られた種の中の幾つかは、宿主魚類が低緯度熱帯域から本邦の南西諸島にかけて広く分布するのに対し、その分布域は低緯度に限られている可能性が示唆された。例えば、ヒトガタムシ科の1種は、熱帯域から日本列島太平洋岸に広く分布するタカサゴ科魚類を宿主とするが、分布が確認されたのは、南西諸島の南部のみに限られていた。また、同様にヒジキムシ科カイアシ類の1種は、奄美群島の小型魚類から発見されたものの、それ以北からは一切発見されなかった。種ごとに分布のパターンはそれぞれ異なっているものの、同様な種が他にも複数確認された。これらの中には、現在まさに分布を北方へと広げている可能性があるものも含まれている可能性がある。しかし、それらの結論を下すには、本研究で実施した野外調査の回数と、調査範囲は限定的であると言わざるを得ず、断定には至っていない。今後、更に追加調査を行った後に、慎重な判断が求められると考

えている。

宿主魚の脊椎骨や心臓に深く食い込むヒジキムシ科カイアシ類以外には、宿主魚へ大きな悪影響を明確にもたらしている種は発見されなかった。寄生性のカイアシ類が重度の寄生等明確な悪影響を宿主へもたらす例は、寄生性カイアシ類が分布域を広げ、これまで接触の無かった宿主に寄生した際に起こる可能性があることが過去の研究から示唆されている。本研究で得られたカイアシ類については、一見して確認できるほどの大きな宿主への影響は発見できなかったが、組織レベルでの損傷や栄養状態の悪化や貧血などが引き起こされている可能性は考えられる。引き続き、ミクロなレベルでの寄生生態の観察を実施する必要性があると考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計8件)

Uyeno, D., R. Ogasaka, & K. Nagasawa, *Nippoparasitus unoashicola*, a new genus and species of philobleniid copepod (Cyclopoida) parasitic on the Pacific sugar limpet, *Patelloida saccharina* (Linnaeus, 1758) (Patellogastropoda: Lottiidae) from the intertidal zone of eastern Japan. *Zootaxa* 4174: 386-395 (2016年) 査読有.

Uyeno, D., Copepods (Cyclopoida) associated with top shells (Vestigastropoda: Trochoidea: Tegulidae) from coastal waters in southern Japan, with descriptions of three new species. *Zootaxa* 4200: 109-130 (2016年) 査読有.

Uyeno, D., H. Senou, & T. Sakiyama, Redescription of *Luetkenia elongata* (Copepoda: Siphonostomatoidea: Pandaridae), an Ectoparasite of *Luvarus imperialis* (Actinopterygii: Perciformes: Luvaridae), with a New Record from Japanese Waters. *Species Diversity* 21: 135-142 (2016年) 査読有.

Uyeno, D., W. Miyazaki, & K. Nagasawa, First Record of the Fish Louse *Argulus quadristriatus* (Branchiura: Arguloida: Argulidae) from Japanese Waters, with Three New Host Records. *Species Diversity* (印刷中; 2016年10月受理) 査読有.

Uyeno, D., D. Tang, & K. Nagasawa, A New Species of the Enigmatic Copepod Genus *Lernaescus* (Cyclopoida: Philichthyidae), Parasitic on Angelfishes (Actinopterygii: Pomacanthidae) from the Ryukyu Islands, Japan. *Species Diversity* 20: 159-166 (2015年) 査読有.

Nagasawa, K., D. Uyeno, & M. Toda,

Sarcotaces sp. (Copepoda: Philichthyidae), a parasite of a blacktip grouper, *Epinephelus fasciatus*, from off the Ryukyu Islands, southern Japan. *Biogeography* 17: 103-106 (2015年) 査読有.

上野大輔, 寄生性カイアシ類の多様性を紐解く. *うみうし通信* 89: 6-7 (2015年) 査読無.

長澤和也・上野大輔, 日本産魚類に寄生するナガクビムシ科カイアシ類の目録 (1939-2015年). *生物圏科学* 54: 125-151 (2015年) 査読無.

〔学会発表〕(計4件)

上野大輔, 南日本沿岸域から採集されたチヨウ属(鰓尾亜綱チヨウ目チヨウ科)の1種, 第54回日本甲殻類学会大会, 2016年10月22, 23日, 「鹿児島大学(鹿児島県鹿児島市)」.

上野大輔, 奄美群島周辺海域より得られた共生および寄生性カイアシ類について日本動物分類学会第52回大会, 2016年6月11, 12日, 「北海道大学(北海道札幌市)」.

上野大輔, 生物多様性の宝庫、南西諸島の海と川で未知の寄生生物を追う. 動物・植物・生態三学会合同鹿児島例会, 2015年7月11日, 「鹿児島大学(鹿児島県鹿児島市)」.

上野大輔, 驚くべき寄生性カイアシ類の多様性 近年のスキューバ潜水調査から得られたヒジキムシ科(管口目)について, 日本動物分類学会第51回大会, 2015年6月13, 14日, 「広島大学(広島県広島市)」.

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

特になし

6. 研究組織

(1)研究代表者

上野 大輔 (UYENO, Daisuke)

鹿児島大学・理工学域理学系・助教

研究者番号: 20723240