

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年6月5日現在

機関番号：62611

研究種目：若手研究B

研究期間：2010～2012

課題番号：22770025

研究課題名（和文）南極海産甲殻類と原生生物グレガリナの寄生関係から探る南極海生態系

研究課題名（英文）The study on parasitism of the eugregarinid protozoan to the Antarctic crustaceans

研究代表者

高橋 邦夫（TAKAHASHI KUNIO）

国立極地研究所・研究教育系・助教

研究者番号：50413919

研究成果の概要（和文）：本研究課題は南極海産甲殻類（特にオキアミ類）と原生生物グレガリナ属の寄生関係が、宿主の分布特性や南極海生態系への影響をはかる指標として有用であるかを検証することを目指した。これまで内部寄生虫の報告が為されていなかったコオリオキアミから、2種のグレガリナ寄生種を確認した。遺伝子解析から1種はナンキョクオキアミに寄生するグレガリナと同種であり、他方はその近縁種であることが明らかとなった。両宿主に寄生するグレガリナにおいては、消化管内分布は類似していたが、寄生数はナンキョクオキアミの方が多い傾向が見出された。これは体長（寄生スペース）に起因すると考えられた。また生息深度による寄生率の違いは認められなかった。一方、コオリオキアミで確認された近縁種は、寄生数が少なく、後腸前部に集中分布していた。ナンキョクオキアミでは全く見られないことから、沿岸域にのみ生息するコオリオキアミの生活史に特化した寄生種であると考えられた。そのため、生息水温や食性の違いをはかる指標として、本寄生種は有用であると示唆された。

研究成果の概要（英文）：The eugregarinid protozoan, *Cephaloidophora pacifica* Avdeev (Order Eugregarinorida, Family Cephaloidophoridae) has previously been found in the digestive tract of Antarctic krill, *Euphausia superba*. Two Antarctic euphausiid species, *E. superba* and ice krill *E. crystallorophias*, often overlap in distribution in Antarctic coastal regions. Two eugregarinid parasites (*C. pacifica* and Eugregarine A) were found in the digestive tract of *E. crystallorophias*. The results of sequences of Eugregarine A appeared as a nearest sister group of *C. pacifica*. *C. pacifica* were found from both host species with over 90% of prevalence, and showed a remarkably wide range in numbers. They were observed to accumulate in the front section of the digestive tract. Mean intensities of eugregarines showed high value in the *E. superba* compared with the *E. crystallorophias*. Host body length appears to be the most important factor determining the intensity of *C. pacifica* regardless of the difference in host species. On the other hand, Eugregarine A was not found from *E. superba*.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2011年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2012年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：基礎生物学、生態・環境

キーワード：種間関係、寄生

1. 研究開始当初の背景

ナンキョクオキアミ (*Euphausia superba*) は単一種として海産生物中で最も大きな資源量を誇ることから、古くから南極生態系の鍵種として重要視されてきた。1980年代の高解像度顕微鏡の発展により、ナンキョクオキアミの内部寄生者の存在が明らかとなった。この内部寄生者は原生生物グレガリナ (*Cephaloidophora pacifica*; アピコンプレクサ門、孢子虫綱、真グレガリナ目) である。申請者は *C. pacifica* が南極海に普遍的に分布し、彼らの大量寄生はオキアミの栄養摂取の中心器官である中腸腺や腸管上皮細胞に損傷を与えていることを明らかにしてきた。グレガリナは全生活史を宿主内で終えることはなく、体外へ排出された孢子嚢から放出された孢子が再び口器から宿主へ感染する。そのため *C. pacifica* がナンキョクオキアミと分布域が重なる他のオキアミ類へ侵入する機会は十分にあると考えた。そこで近年の発展が著しい遺伝子解析の手法を用いてこの寄生虫の正確な種同定を実施した結果、グレガリナ属が南極海生態系に広く繁栄し、多様な特異性を持った宿主-寄生関係を確立している可能性を示す結果を得た。

2. 研究の目的

グレガリナは南極海に生息する他の甲殻類 (例えばアミ類やヨコエビ類) から発見されていることから、グレガリナ属が南極海生態系に広く繁栄している可能性は非常に高い。このことは逆にグレガリナ属の寄生・分布状況が南極海生態系を評価する上で、一つの指標となる可能性を秘めていると考えた。そこで本研究ではグレガリナ属の寄生が南極海生態系を評価する指標と成り得るかを検証することを目的とした。

3. 研究の方法

始めに南極海産の甲殻類 (主にオキアミ類) を用いてグレガリナ属の寄生状況を調べた。消化管における寄生虫の有無を明らかにし、同時に宿主への影響を調査する。

次に発見されたグレガリナ属を遺伝子解析し、DNA 情報を比較解析することによって正確な種同定を行なう。これらの情報を基にグレガリナ属の特異性を評価し、宿主の分布域や宿主間での餌の競合といった南極海生態系を正確に把握するための指標としての

有用性を検討する。具体的には系統的に近縁とされるグループ間で、グレガリナが寄生している宿主の生息水温や深度、また宿主の食性に違いがあるかを判断する。

4. 研究成果

平成22年度の分析結果から、これまで内部寄生虫の報告が為されていなかったコオリオキアミから、2種のグレガリナ寄生種を確認した (図1)。

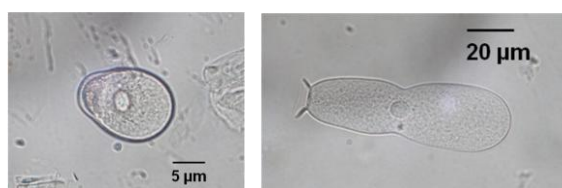


図1. コオリオキアミの消化管内から発見されたグレガリナ属2種。左写真: *C. pacifica*。右写真: Eugregarine A。

遺伝子解析を実施したところ、1種 (図1左写真) はナンキョクオキアミに寄生するグレガリナ *C. pacifica* と同種であり、他方 (図1右写真) はその近縁種であることが明らかとなった (図2)。

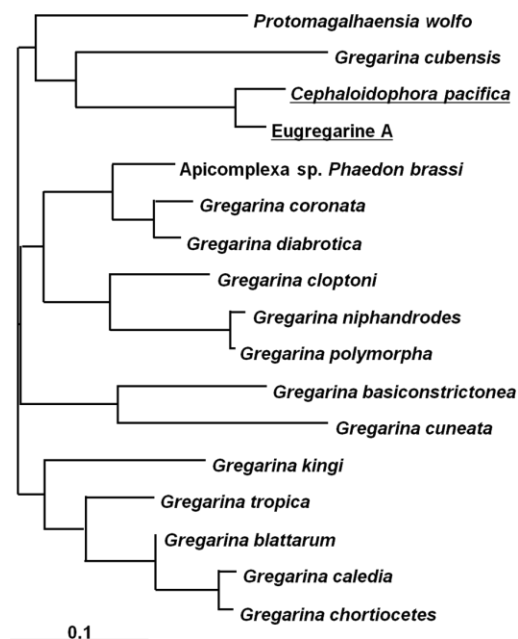


図2. Small subunit ribosomal DNA (SSU rDNA) を用いた系統解析結果。 *C. pacifica* とコオリオキアミから発見された Eugregarine A は近縁種であることが明らかとなった。

コオリオキアミで確認された近縁種は、ナンキョクオキアミでは全く見られないことから、沿岸域にのみ生息するコオリオキアミの生活史に特化した寄生種であると考えられた。これらの宿主はしばしば生息域が重なることが知られており、分布特性を比較する上で都合が良いと考えた。

平成23年度はナンキョクオキアミとコオリオキアミに寄生するグレガリナに焦点を当て、両種における寄生率や分布特性の特徴を明らかにすべく、両宿主が同時に採集されたサンプルを用いて調査を実施した。

*C. pacifica*の寄生率は両種ともに90%を超えていた。また消化管内でも中腸付近に多く分布している傾向も類似していた(図3)。一方でコオリオキアミのみに寄生するEugregarine Aは後腸前部に分布が集中していた(図4)。

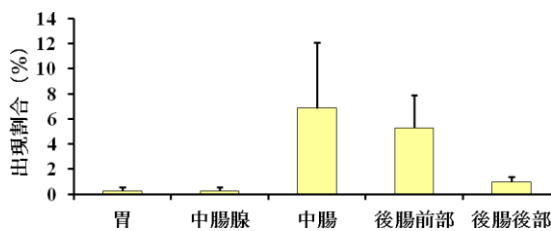


図3. コオリオキアミに寄生する *C. pacifica* の消化管内分布。宿主の消化管は5つの部位に分けて寄生数をカウントした。

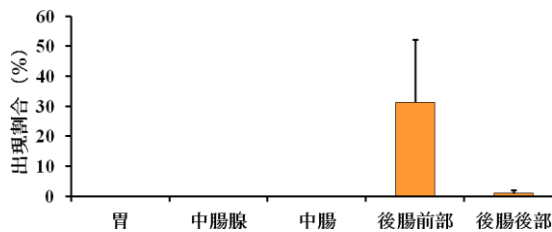


図4. コオリオキアミに寄生するEugregarine Aの消化管内分布。宿主の消化管は5つの部位に分けて寄生数をカウントした。

寄生数はナンキョクオキアミに較べてコオリオキアミが低い値を示した(図5-7)。これまでにナンキョクオキアミへのグレガリナ寄生個体数は体サイズに起因することが明らかとなっており、宿主による寄生個体数の差は、体サイズ(寄生スペース)が一因であることが示唆された。

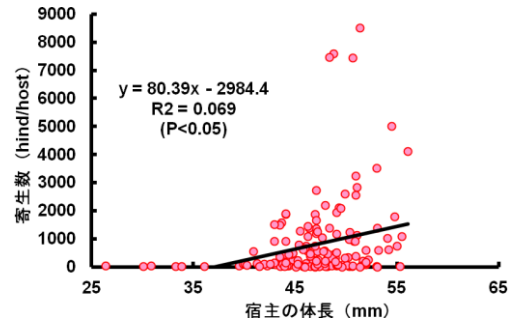


図5. ナンキョクオキアミに寄生する *C. pacifica* の寄生数と宿主の体長との関係。

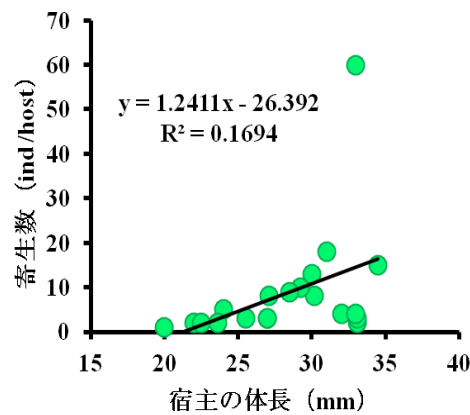


図6. コオリオキアミに寄生する *C. pacifica* の寄生数と宿主の体長との関係。

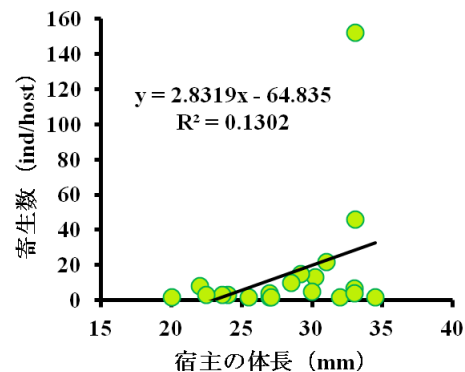


図7. コオリオキアミに寄生するEugregarine Aの寄生数と宿主の体長との関係。

平成24年度は南極海にて過去に両種を深度別の採集された試料(2003、2005、2008年度)を確保し、引き続き調査を継続した。両宿主に寄生するグレガリナにおいては、生息深度による寄生率の違いは認められなかつ

た。一方、コオリオキアミのみの寄生種については、やはりナンキョクオキアミでは全く見られないことから、沿岸域にのみ生息するコオリオキアミの生活史に特化した寄生種であると考えられた。そのため、生息水温や食性の違いをはかる指標として、本寄生種は有用であると示唆された。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計 7 件)

- ① Kunio T. Takahashi. Eugregarines parasite levels within the digestive tract of the two Antarctic euphausiids *Euphausia superba* and *Euphausia crystallorophias*. The 34th Symposium on Polar Biology. 26 - 27 November, 2012, Tokyo, Japan.
- ② Kunio T. Takahashi. Comparison of eugregarine parasite levels in the two Antarctic euphausiid *Euphausia superba* and *Euphausia crystallorophias*. The Crustacean Society Summer Meeting. 3 - 7 June, 2012, Athens, Greece.
- ③ Kunio T. Takahashi. The effects of eugregarinid protozoan, *Cephaloidophora pacifica*, on the Antarctic krill, *Euphausia superba*. 2011 International Congress on Invertebrate Pathology & 44th Annual Meeting of the Society for Invertebrate Pathology. 7-11 August, 2011, Halifax, Canada.
- ④ Kunio T. Takahashi and Kenji Saito. Phylogenetic analysis of eugregarinid protozoan within the digestive tract of two Antarctic euphausiid *Euphausia superba* and *Euphausia crystallorophias*. The Crustacean Society Summer Meeting. 6 - 9 June, 2011, Honolulu, Hawaii, USA.
- ⑤ Kunio T. Takahashi, Atsushi Tanimura and Kenji Saito. The occurrence of eugregarinid protozoan within the digestive tract of the Antarctic coastal krill *Euphausia crystallorophias*. 5th International Zooplankton Production Symposium. 14-18 March, 2011, Pucon, Chile.
- ⑥ Kunio T. Takahashi and Kenji Saito. Phylogenetic analysis of eugregarinid protozoan *Cephaloidophora pacifica* within the digestive tract of Antarctic krill. XXXII Symposium on Polar Biology. 30 November - 1 December, 2010, Tokyo, Japan.

- ⑦ Kunio T. Takahashi and Kenji Saito. Phylogenetic analysis of eugregarinid protozoan *Cephaloidophora pacifica* within the digestive tract of Antarctic krill, *Euphausia superba*. SCAR XXXI Open Science Conference. 3-6 August, 2010, Buenos Aires, Argentina.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

高橋 邦夫 (TAKAHASHI KUNIO)

国立極地研究所・研究教育系・助教

研究者番号：50413919