

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 10 日現在

機関番号：16401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2012～2015

課題番号：24510328

研究課題名(和文) 海産外来寄生虫のインパクトーエビヤドリムシ科甲殻類を例に

研究課題名(英文) Impact of marine introduced parasites: examples from bopyrid isopods infesting decapod crustaceans

研究代表者

伊谷 行 (ITANI, Gyo)

高知大学・教育研究部人文社会科学系・准教授

研究者番号：10403867

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,300,000円

研究成果の概要(和文)：北米西海岸では外来寄生者であるエビヤドリムシ科甲殻類 *Orthione griffenis* によりアナジャコ類が激減して、その共生者群集も絶滅に瀕している。様々なエビヤドリムシの種を用いてこのグループの寄生生態を明らかにした。調査した全てのエビヤドリムシ類では、幼生が宿主の小型個体に着底して共に成長することが明らかになったが、*O. griffenis* は大型宿主個体へエビヤドリムシが着底することが、最大の相違点であった。エビヤドリムシ類の生活史における、宿主への脱皮戦略、性転換についても明らかにし、また、アナジャコ類を宿主とする多様な共生者の生態も併せて報告を行った。

研究成果の概要(英文)：On the coasts along the Eastern North Pacific, high prevalence of introduced *Orthione griffenis* infestations decreased many local populations of the host mud shrimp as well as the diverse symbiotic fauna in the host burrows. In this study, parasitic ecology of various species of bopyrid isopods were studied. All the studied species were suggested to infest the juvenile shrimp and grow with the host, whereas *O. griffenis* infest adult shrimp. Behavior of bopyrid isopods during host ecdyses and male-to-female sex change were analyzed. Symbiotic ecology of commensal animals using upogebiid shrimp burrows were also reported.

研究分野：海洋生態学

キーワード：外来種 寄生虫 宿主特異性 生活史

1. 研究開始当初の背景

海洋環境においても外来種は大きな環境問題となっている。なかでも、外来寄生虫に関しては、宿主への影響が大きいと予想されるため、生態系や水産業への影響が懸念されている。本研究で対象とする寄生虫は、エビヤドリムシ科等脚目甲殻類である。エビヤドリムシ類は十脚目甲殻類(エビ・カニ類)の寄生虫であり、主に宿主の鰓室に雌雄1ペアで付着して宿主の血球を摂取し、宿主の繁殖を阻害する。十脚目甲殻類は、海洋環境において、生態系の鍵となる種を含むほか、クルマエビ類など重要な漁業種を含んでいるため、エビヤドリムシ類の移入の問題は、特に重要な研究課題である。

申請者はこれまで、干潟に巣穴を構築するアナジャコ類(アナジャコ科十脚目甲殻類)を対象として、体表に付着する生物と巣穴に共生する生物によるさまざまな共生関係を発見し、その共生関係の定量的な解明に取り組んできた。本研究で問題とするのは、米国西海岸の干潟で、アジア域が原産地であると考えられるエビヤドリムシ科等脚目甲殻類 *Orthione griffenis* により、多くの干潟でアナジャコ類 *Upogebia pugettensis* が減少あるいは絶滅し、その共生者も絶滅しつつある現象(Chapman, et al. 2012)に関連している。

2. 研究の目的

米国に侵入したエビヤドリムシ *O. griffenis* がどのような生態をしていたために侵略的となったかを明らかにすることは、本種の被害を抑えるために必要であるばかりでなく、今後想定される他のエビヤドリムシの移入による生態系や水産業への問題を検討するためにも必要である。そのためには、現在米国で行われている移入先での詳細な生態調査とともに、原産地での調査が必要である。

エビヤドリムシ類の寄生生態は、多様なグループの中で特定の種を用いて研究され、一般化されてきた。本研究では、*O. griffenis* だけではなく、できるだけ多くの種を用いて、寄生生態の一般性と多様性を確認する。特に、着底期幼生であるクリプトニクスス幼生がどのサイズの宿主のどの部位に着底するかを明らかにする。また、エビヤドリムシ類の宿主である十脚目甲殻類は脱皮成長を行う。この際、他の付着生物と同様にエビヤドリムシ類が脱皮殻に残されて死亡するのか、適応行動により同一個体への寄生を継続することができるかを明らかにすることは、このグループの生活史の本質的理解のために必要である。

さらに、アナジャコ類を宿主とする共生者の生態調査を行うことにより、アナジャコ類の喪失が共生者群集に与える影響を明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 日本におけるエビヤドリムシ類複数種の寄生生態

日本各地でアナジャコ科甲殻類を採集し、*O. griffenis* を含む複数種の寄生率、寄生部位、宿主とのサイズマッチングを記録した。また、生息場所と生活様式の似ているスナモグリ科甲殻類に寄生するエビヤドリムシ類でも調査を行った。さらに、水産業上、重要なクルマエビ類においても、エビヤドリムシ類の寄生状況を調査した。

(2) クリプトニクスス幼生の着底生態

野外採集により、クリプトニクスス幼生がヨコヤアナジャコの背甲内に確認されることがあった。幼生の着底経路を明らかにするために、飼育観察を行った。また、宿主による寄生者排除行動の有無を確認した。

(3) 宿主の脱皮時におけるエビヤドリムシ類の適応行動

ホンヤドカリの腹部に寄生するヤドカリノハラヤドリ *Athelges takanoshimensis* を対象として、実験室の水槽で宿主の脱皮時におけるエビヤドリムシの行動を観察した。鰓室寄生性エビヤドリムシ類と他の腹部寄生性エビヤドリムシ類で明らかになっている適応行動との比較検討を行った。

(4) エビヤドリムシ類の性転換

エビヤドリムシのメスが死亡した場合に、残されたオスが共に死亡するのか、性転換をして寄生を継続させるのかを明らかにするため、水槽でメスを除去する実験を行い、その後の成長を記録した。野外での垂下実験も行った。

(5) アナジャコ類を宿主とする共生者の生態

アナジャコ類の巣穴共生者群集の生態特性を明らかにするために、ヒモハゼとトリウミアカイソモドキを対象として、野外採集と水槽実験により巣穴利用特性を定量評価した。

4. 研究成果

(1) 日本におけるエビヤドリムシ類複数種の寄生生態

Orthione griffenis は、瀬戸内海、土佐湾、八代海、東シナ海に広く分布し、宿主特異性も高くはなく、複数種を宿主として利用するが明らかになった。しかし、*O. griffenis* は日本において極めて稀な種であることから、以降の生態の種間比較においては、米国における文献(Smith et al., 2008; Griffen 2009; Dumbauld et al., 2010)から、生態情報の知見を用いた。

エビヤドリムシ類の寄生生態の一般化を行うため、ヨコヤアナジャコ *U. yokoyai* とコブシアナジャコ *U. sakaii* が同所的に分布する土佐湾の干潟において、両種の定期定量

採集を行ったところ、3種のエビヤドリムシ類が採集された。*Gyge ovalis* はヨコヤアナジャコにのみ寄生し、*Progebiophilus* sp. 2 と *Upogebione bidigitatus* はコブシアナジャコにのみ寄生していた。この結果は、同所的に分布する宿主2種をエビヤドリムシ類が使い分けていることを示しており、このグループにおける宿主特異性を詳細に記述した知見となる。また、クリプトニクスス幼生は、小型のアナジャコ類にのみ寄生しており、寄生開始のタイミングは宿主の着底期とほぼ一致することが明らかになった。このことは、エビヤドリムシの体サイズと宿主の体サイズのマッチングからも示唆された。このように、日本のアナジャコ類に寄生するエビヤドリムシ類3種の寄生生態は、着底幼生が大型の宿主個体において寄生を開始するという米国における *O. griffenis* の生態とはまったく異なっていた。

有明海のニホンスナモグリの採集標本を調査した結果、2種のエビヤドリムシ類 *Ione cornuta* と *Pseudione longicauda* の寄生が確認され、やはり、宿主利用の開始のタイミングは宿主の着底期と一致することが明らかになった。クルマエビ類の1種、アカエビに寄生する *Metapenaeopsis japonica* でも、瀬戸内海における調査から同様の結果を得た。つまり、*O. griffenis* の着底生態は他のエビ類に寄生するエビヤドリムシ類とは異なっており、このことが、本種が侵略的外来種となった鍵となっている可能性がある。

(2) クリプトニクスス幼生の着底生態

アナジャコ類は第5胸脚を用いて鰓室をクリーニングする行動を採る。この行動がエビヤドリムシ類の付着を防ぐ可能性があることから、日米のアナジャコ類で行動を比較したところ、米国のアナジャコ類も日本のアナジャコ類も同様の行動が観察された。第5胸脚の形態にも日米の種で顕著な違いは発見されなかった。すなわち、米国のアナジャコにおいて、クリーニング行動やクリーニング脚の形態が発達していないことによって、*O. griffenis* の寄生率が高いという仮説は否定された。

ヨコヤアナジャコの背甲内に寄生していたクリプトニクスス幼生は、飼育後数日以内に鰓室に移動した。すなわち、*G. ovalis* では、宿主の鰓室に着底する前に、背甲内に内部寄生を行う時期があることが明らかになった。さらに、背甲内に幼生が寄生しているヨコヤアナジャコでは、クリーニング行動が抑制される傾向があった。

今後の研究では、クリプトニクスス幼生による背甲内への寄生が一般的であるのか、この時期に幼生が宿主の行動を変化させるのかを明らかにする必要がある。また、米国における *O. griffenis* の移入問題の解明のためには、本種の着底生態をより詳細に研究する必要がある。さらに、宿主利用の開始の

タイミングが宿主の着底期と一致する多くのエビヤドリムシ類が、*O. griffenis* のような外来種となりうる可能性についても、実験的研究によりアプローチを行うことが、本研究結果を発展させることになる。

(3) 宿主の脱皮時におけるエビヤドリムシ類の適応行動

以上の議論は、エビヤドリムシが、同一の宿主個体への寄生を継続して成長することを前提としている。本研究では、ホンヤドカリの腹部に付着するヤドカリノハラヤドリでも、宿主の脱皮の際に移動を行い、同一個体を利用し続けることが明らかになった。その結果、この科の主要な亜科で、この適応行動が発達していることが明らかになった。同一宿主個体を利用し続ける成長様式は、本科の特徴であるとしてと考えることができた。

(4) エビヤドリムシ類の性転換

これまでの結果でアナジャコ類、スナモグリ類に寄生するエビヤドリムシ類では、クリプトニクスス幼生が宿主の小型個体に着底して共に成長することが明らかになったが、例外的に、大型の宿主個体にエビヤドリムシの小型個体が寄生している例も見られた。このような事例が、*O. griffenis* のように大型宿主個体へエビヤドリムシが着底したの可否かを区別するため、エビヤドリムシ類の生活史において、メスが死亡した場合に、残されたオスが性転換を行い新たなオスを迎えるかどうかを検証した。高知県浦ノ内湾で採集した5種172個体のエビヤドリムシ類で、メスを取り除きオスを鰓室に残す実験を行った結果、全ての種の41個体でオスの体長と体幅が肥大化した。特に、例数の多い *I. cornuta* と *Progebiophilus* sp. では、肥大化した個体が、移植後徐々に雌の形態に体を変態させ、1か月ほどで通常の雌と変わらない形態になった。また、実験個体を浦ノ内湾に垂下飼育したところ、新たにオスの着生が認められた。性転換中の個体は、形態的にメスと区別が可能であり、野外のサンプルで大型の宿主個体にエビヤドリムシの小型個体が寄生している事例の多くは、この性転換現象のためであることが確認された。

(5) アナジャコ類を宿主とする共生者の生態

米国では、宿主のアナジャコ類が激減することにより、その巣穴を利用する魚類、甲殻類、二枚貝などの共生者の絶滅も心配されている。しかし、これら共生者の生態も十分に調査されていない。日本においても、同様の共生者の存在が確認されているため、ヨコヤアナジャコの巣穴共生者である魚類のヒモハゼとカニ類のトリウミアカイソモドキの生態を明らかにした。ヒモハゼは、採餌活動は巣穴外で行うが、宿主の巣穴を断続的に利用した。巣穴利用は捕食者回避であると考え

られるが、捕食者がいない場合も頻繁に巣穴を利用して。トリウミアカイソモドキは、巣穴利用時間が長く、採餌行動も含めて、ほぼ巣穴内で生活しているものと考えられた。両者とも、アナジャコ類の巣穴に強く依存していることから、巣穴共生者の保全には、宿主の保全が肝要であることを改めて指摘することができた。

<引用文献>

Chapman, J. W., B. R. Dumbauld, G. Itani, and J. C. Markham. 2012. An introduced Asian parasite threatens northeastern Pacific estuarine ecosystems. *Biological Invasions* 14:1221-1236.

Dumbauld, B. R., J. W. Chapman, M. E. Torchin, and A. M. Kuris. 2010. Is the collapse of mud shrimp (*Upogebia pugettensis*) populations along the Pacific coast of North America caused by outbreaks of a previously unknown bopyrid Isopod parasite (*Orthione griffenis*)? *Estuaries and Coasts* 34:336-350.

Griffen, B. D. 2009. Effects of a newly invasive parasite on the burrowing mud shrimp, a widespread ecosystem engineer. *Marine Ecology Progress Series* 391:73-83.

Smith, A. E., J. W. Chapman, and B. R. Dumbauld. 2008. Population structure and energetics of the bopyrid Isopod parasite *Orthione griffenis* in mud shrimp *Upogebia pugettensis*. *Journal of Crustacean Biology* 28:228-233.

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)

〔雑誌論文〕(計 7件)

(1) Lützen, J., Itani, G., Jespersen, A., Hong, J-S., Rees, D. and Glenner, H. (2016) On a new species of parasitic barnacle (Crustacea: Rhizocephala), *Sacculina shiinoi* sp. nov., parasitizing Japanese mud shrimps *Upogebia* spp. (Decapoda: Thalassinidea: Upogebiidae), including a description of a novel morphological structure in the Rhizocephala. *Zoological Science*, 33: 204-212. (査読有り)
<http://dx.doi.org/10.2108/zs150112>

(2) Henmi, Y. and Itani, G. (2014) Burrow utilization in the goby *Eutaeniichthys gilli* associated with the mud shrimp *Upogebia yokoyai*. *Zoological Science*, 31: 523-528. (査読有り)

<http://dx.doi.org/10.2108/zs140055>

(3) Henmi, Y. and Itani, G. (2014) Laboratory quantification of burrow utilization in the symbiotic varunid crab *Sestrostoma toriumii*. *Plankton and Benthos Research*, 9: 203-206. (査読有り)
<http://doi.org/10.3800/pbr.9.203>

(4) 邊見由美・岩田洋輔・伊谷行 (2014) ヒモハゼとクボハゼによる干潮時のヨコヤアナジャコの巣穴への共生. *日本ベントス学会誌*, 69:69-75. (査読有り)
<http://doi.org/10.5179/benthos.69.69>

(5) Itani, G., Yamada, C., Asama, H., Henmi, Y., Kume, H. and Chapman, J. W. (2014) Parasitic crustaceans and marine invasions: two case studies from Kuroshio region. *Kuroshio Science*, 8: 107-110. (査読なし)
<https://ir.kochi-u.ac.jp/dspace/handle/10126/5430>

(6) 伊谷行 (2013): 寄生者・共生者の宿主となる甲殻類. *Cancer*, 22: 41-44. (査読なし)
<http://ci.nii.ac.jp/naid/110009660782>

(7) 伊谷行 (2013): コメント: 外来種と寄生・共生. *Cancer*, 22: 75-77. (査読なし)
<http://ci.nii.ac.jp/naid/110009660789>

〔学会発表〕(計 10件)

(1) 伊谷行, 前川愛子, 近藤佳澄, 清水綾乃, 上田いずみ, 毛利幸村, 久米洋, Y. Wardiatno, 玉置昭夫 (2016) エビヤドリムシの生活史を見直す: クリプトニクス幼生に寄生される宿主サイズから. 第63回日本生態学会大会, 2016年3月20-24日, 仙台国際センター, 仙台.

(2) 伊谷行・前川愛子・近藤佳澄・清水綾乃・上田いずみ・久米洋・Y. Wardiatno・玉置昭夫 (2015) アナジャコ類・スナモグリ類を宿主とするエビヤドリムシ科等脚類の寄生生態. 2015年日本ベントス学会・日本プランクトン学会合同大会, 2015年9月2-5日北海道大学, 札幌.

(3) Itani, G., Henmi, Y., Sugiura, M., Miyoshi, Y. and Yuzuriha, A. (2014) Adaptive behaviour of the bopyrid parasites through host ecdyses. The second Asian Marine Biology Symposium. Oct. 1-4, 2014, Jeju, Korea.

(4) 伊谷行・近藤佳澄・清水綾乃 (2014): 鰓室性エビヤドリムシ類における宿主着底のタイミング: アナジャコ類に寄生する3種

の比較. 第 61 回日本生態学会大会、2014 年
3 月 14～18 日、広島国際会議場、広島 .

(5) Itani, G., Yamada, C., Asama, H., Henmi,
Y., Kume, H. and Chapman, J. W. (2013)
Parasitic crustaceans and marine
invasions: Two case studies from Kuroshio
Region. The 7th International Symposium on
Kuroshio Science. Pontianak, Indonesia,
21-23 November 2013.

(6) 伊谷行 (2012): 寄生者・共生者の宿主
となる甲殻類 .in 一般公開シンポジウム「甲
殻類の寄生・共生と生物多様性」、日本甲殻
類学会第 50 回大会、2012 年 10 月 20-21 日、
熊本大学、熊本 .

6 . 研究組織

(1) 研究代表者

伊谷 行 (ITANI, Gyo)

高知大学・教育研究部人文社会科学系教育学
部門・准教授

研究者番号 : 10403867