

令和 2 年 6 月 22 日現在

機関番号：16401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K07233

研究課題名(和文) 絶滅危惧種による動物の巣穴利用：共生生態の定量からひもとく干潟の生物多様性

研究課題名(英文) Utilization of animal burrows by endangered species: quantitative analysis of symbiotic ecology reveals biodiversity of tidal flats

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・教授

研究者番号：10403867

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：海洋底における多様な生物の生息場所利用という観点、また、巣穴利用の進化という観点から、巣穴共生性のベントスは魅力的な研究対象である。しかし、砂泥底の巣穴の中という生息場所の特殊性から研究が難しく、生態研究はほとんど行われていない。本研究の結果、テッポウエビ科の2種とモクズガニ科の3種において、無脊椎動物宿主の巣穴利用に関する共生生態について新しい知見を得た。さらに、巣穴共生性ハゼ類や宿主となる甲殻類、その巣穴構造についても、新知見が得られた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

巣穴共生性のベントスには、多数の絶滅危惧種が含まれており、その保全のためには、生態学的特性や宿主との関係に関する知見が必要である。本研究で得られた結果により、干潟の絶滅危惧種の保全に利用されうる知見を提するとともに、巣穴共生者の多様性の一端も明らかにすることができた。また、宿主となる巣穴形成性ベントスの巣穴構造に関する重要な新知見も得られ、今後も更なる研究の継続が必要であると考えられる。

研究成果の概要(英文)：From the perspective of habitat use of diverse organisms on the ocean floor and the evolution of burrow use, "burrow symbiosis" of benthos is an attractive research target. However, the unique habitat of the burrow on the bottom of sandy mud makes it difficult to study, and little ecological research has been conducted. The present study shows that the symbiotic ecology of two species of alpheid shrimp and three species of varunid crabs was revealed. In addition, new ecological insights into burrow symbiotic gobies, host crustaceans, and its burrow morphology were obtained.

研究分野：海洋生態学

キーワード：共生 巣穴 干潟 住み込み共生

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

環境省の海洋生物レッドリストには、干潟域に生息する動物ベントス(底生動物)が多数掲載されている。これらの種の保全のためには、それぞれの生態を熟知して効果的な対策を行うことが必要である。また、干潟の再生が計画される事例も増えているが、生物間の種間関係の理解なくしてその成功はあり得ない。

本研究で注目しているのは、干潟に巣穴を構築する生物に共生する生物の生態解明である。海洋における生物多様性の特徴として、他の生物や生物の作る構造物を住処とする住み込み共生の重要性が提唱されている。干潟の絶滅危惧動物でも、他の生物の巣穴を利用する「巣穴共生」が多数知られているが、その生態はほとんど解明されていない。

本研究では、無脊椎動物の巣穴を利用する甲殻類を対象として、野外採集とメソコズム実験を通して、宿主特異性と巣穴利用の依存度を定量的に評価するとともに、形態計測と採集時の情報から、生活史と繁殖生態の推定を行う。

### 2. 研究の目的

日本温帯域に分布する巣穴共生性甲殻類を対象として、ヤビーポンプを用いて宿主の巣穴から標本を収集することで共生に関する情報を最大限得るとともに、採集調査を定期的に行うことで、巣穴利用や繁殖生態に関する季節性も明らかにする。これらの共生者による巣穴利用行動や宿主特異性、共生強度に関しては、室内における詳細なメソコズム実験から明らかにする。採集された標本をもとに形態計測を行い、繁殖サイズや繁殖生態に関する情報を得る。さらに、黒潮上流域に分布する巣穴共生性甲殻類の多様性やその生態に関する情報を得て、日本温帯域の状況と比較を行うため、琉球列島やフィリピンにおける採集も試みる。また、採集時には、共生性甲殻類とともに、ハゼ科魚類も多数採集される。巣穴利用生態を共生甲殻類と魚類で比較し、巣穴共生全般の知見を得るため、ハゼ類の調査も補足的に行う。

### 3. 研究の方法

(1) 多摩川河口干潟にて、テッポウエビ科のクボミテッポウエビ(環境省 NT)とセジロムラサキエビを、アナジャコとニホンスナモグリの巣穴からヤビーポンプを用いて採集した。調査は2ヶ月毎に行い、共生率の季節変化と共生甲殻類の生活史の検討を行い、形態計測により繁殖サイズを推定した。高知大学の水槽にてヨコヤアナジャコに巣穴を形成させ、高知県産の個体を用いて、この2種の巣穴利用行動を比較した。

(2) 巣穴共生性カニ類であるトリウミアカイソモドキ(環境省 NT)の宿主利用パターンを土佐湾にて調査し、高知大学の水槽にて、異なる甲殻類が形成した巣穴への利用行動、および人工巣穴内での宿主への対応行動を比較した。トリウミアカイソモドキと同属のシタゴコロガニ(環境省 EN)が自身の脱皮に際して行う行動を記述した。

(3) トリウミアカイソモドキはしばしばエビヤドリムシ科等脚類に寄生されていた。一般に、カニ類に寄生するエビヤドリムシ類の生態学的知見は明らかでないため、同じ科に属するヒライソガニを対象に、採集個体の形態計測により、エビヤドリムシ類が宿主のカニ類に与える影響を明らかにした。

(4) 日本各地およびフィリピンにおける採集から、巣穴共生性甲殻類の生態情報の知見収集を試

みた。

(5) 宿主となる巣穴形成甲殻類の知見を得るため、テッポウエビ、コブシアナジャコ、および、サヌキメボソシャコの巣穴構造を、ポリエステル樹脂を用いた鋳型を採取することにより明らかにした。

(6) 巣穴共生性甲殻類とともに採集されるハゼ類に関して、2種の調査を行なった。テッポウエビの巣穴形態に与えるツマグロスジハゼの影響を、メソコズム実験から明らかにした。普段自由生活をしているアベハゼが、どのように甲殻類の巣穴を利用するかを、野外採集とメソコズム実験から明らかにした。

#### 4. 研究成果

(1) 巣穴共生性のベントスの生態は、海洋底における多様な生物の生息場所利用という観点から、また巣穴利用の進化という観点からも魅力的な研究対象であるが、生息場所の特殊性から研究が遅れている。例えば、テッポウエビ科の甲殻類では、全47属のうち、3分の1を越える18属が巣穴共生を行うことが知られている。しかし、これらの知見のほとんどは新種記載論文において、標本の採集状況として記述されているだけである。本研究の結果、クボミテッポウエビとセジロムラサキエビが周年に渡り甲殻類の巣穴を利用し、抱卵個体も巣穴を利用することが明らかになった。鉗脚の相対成長解析から、繁殖サイズを推定でき、また、メソコズム実験から、宿主の巣穴利用のパターンが2種で異なっていることが明らかになった（投稿中および投稿準備中）。

(2) 巣穴共生性のカニ類トリウミアカイソモドキの宿主特異性とそのメカニズムを明らかにした（Henmi et al., 2018, J. Crust. Biol.）。本種は、野外でヨコヤアナジャコとニホンスナモグリの巣穴を利用するが、ヒメヤマトオサガニの巣穴利用は確認できなかった。室内観察では、3種の宿主の巣穴を利用したが、宿主に対峙した際の身の交し方に差が認められた。同属のシタゴコロガニは、宿主のアナジャコ類の腹部にしがみ付いて暮らしている。本種の脱皮行動を観察した結果、シタゴコロガニは宿主にしがみ付いたまま脱皮することができることが明らかになった（Shiozaki and Itani, in press, JMBA）。

(3) ヒライソガニの鰓室に寄生するヒライソガニエラムシは、寄生率4%程度であるものの、宿主の繁殖を抑制し、コンディション（湿重量）とオスの鉗脚の2次性徴も抑制することが明らかになった（Corral et al., 2019, Dis. Aquat. Org.）。

(4) 琉球列島からフィリピンにかけての黒潮上流域に分布する巣穴共生性甲殻類は、多様性が高いものの個体数は少なく、保全に関わる生態学的知見を収集するまでには至らなかった。その前段階として、これまで以上に分類学的な研究や宿主利用パターンの記述を積み重ねる必要がある。一方、温帯域での採集と文献記録、博物館標本をもとに、1属1種の日本固有種ウモレマメガニ（環境省VU）の分布と、本種が無脊椎動物の巣穴を利用する共生者であることを明らかにした（邊見ほか、2019、日本ベントス学会誌）。また、宿主甲殻類の多様性研究の途上で、化石種として知られるオオスナモグリの生体を得て、新属としてその分類を整理した（Komai et al., 2019, Zootaxa）。

(5) 巣穴形成者の生態を把握するため、宿主甲殻類の巣穴形態の調査をポリエステルレジンを用いた鋳型採集をもとに行なった。テッポウエビは、過去に採取された石膏を用いた研究に比べて、より複雑な巣穴構造であり、複数の巣穴口があることが明らかになった。さらに、セジロムラサキエビの共生が確認された（Henmi et al., 2017, Zool. Sci.）。コブシアナジャコ（環境省VU）と

サヌキメボソジャコの巣穴の鋳型の採取にも成功し、それぞれ、アナジャコ類とジャコ類ではこれまで知られていない構造を有することが明らかになった（投稿準備中）。

(6) 巣穴共生性甲殻類の採集時には、ハゼ類もしばしば採集される。北海道厚岸湖からエドハゼ（環境省 VU）を採集し、日本における北限を更新するとともに、本種が北限の個体群でもアナジャコの巣穴を利用することを明らかにした（遠見ほか、2018、魚類学雑誌）。テッポウエビの巣穴形態に与えるツマグロスジハゼの影響を、メソコズム実験で検証した結果、ハゼの共生により巣穴形態の微細な変更が認められ、それが宿主に悪影響を及ぼす可能性があることを明らかにした（Henmi et al., 2000a, JEMBE）。また、普段は石や枯葉などの構造物を隠れ家に利用しているアベハゼが、構造物の少ない干潟では甲殻類の巣穴を利用することを明らかにした。メソコズム観察でも、本種はヨコヤアナジャコの巣穴を利用するが、利用時間も少なく、頻りに宿主から追い出される様子が確認された（Henmi et al., 2000b, JEMBE）。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 9件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Henmi Yumi, Fujiwara Chiho, Kirihara Sota, Okada Yuya, Itani Gyo	4. 巻 34
2. 論文標題 Burrow Morphology of Alpheid Shrimps: Case Study of Alpheus brevicristatus and a Review of the Genus	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Zoological Science	6. 最初と最後の頁 498-504
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.2108/zs170055">https://doi.org/10.2108/zs170055</a>	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Henmi, Y., Okada, Y. and Itani, G.	4. 巻 37
2. 論文標題 Field and laboratory quantification of alternative use of host burrows by the varunid crab <i>Sestrostoma toriumii</i> (Takeda, 1974) (Brachyura: Varunidae)	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Crustacean Biology	6. 最初と最後の頁 235-242
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.1093/jcbiol/rux018">https://doi.org/10.1093/jcbiol/rux018</a>	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 邊見由美・乾隆帝・後藤龍太郎・伊谷行	4. 巻 65
2. 論文標題 北海道厚岸郡におけるエドハゼ <i>Gymnogobius macrognathos</i> の記録およびアナジャコの巣穴利用	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 魚類学雑誌	6. 最初と最後の頁 199-203
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.11369/jji.18-021">https://doi.org/10.11369/jji.18-021</a>	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Komai, T., Yokooka, H., Henmi, Y. and Itani, G.	4. 巻 4604
2. 論文標題 A new genus for “ <i>Neocallichirus</i> ” <i>grandis</i> Karasawa & Goda, 1996, a ghost shrimp species (Decapoda: Axiidea: Callianassidae) heretofore known only by fossil materials	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Zootaxa	6. 最初と最後の頁 461-481
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.11646/zootaxa.4604.3.4">https://doi.org/10.11646/zootaxa.4604.3.4</a>	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Corral, M. J., Henmi, Y., Shiozaki, Y. and Itani, G.	4. 巻 135
2. 論文標題 Parasitic effects of the bopyrid isopod <i>Megacepon goetici</i> on the varunid crab <i>Gaetice depressus</i> (Crustacea: Decapoda)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Diseases of Aquatic Organisms	6. 最初と最後の頁 71-75
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.3354/dao03380">https://doi.org/10.3354/dao03380</a>	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 邊見由美・塩崎祐斗・山守瑠奈・伊谷行	4. 巻 74
2. 論文標題 日本固有種ウモレマメガニの分布と生息場所、および山口県と高知県からの新記録	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本ベントス学会誌	6. 最初と最後の頁 35-40
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.5179/benthos.74.35">https://doi.org/10.5179/benthos.74.35</a>	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Henmi, Y., Fujiwara, C. and Itani, G.	4. 巻 527
2. 論文標題 Mesocosm experiments revealed a possible negative effect exerted by the facultatively symbiotic goby on the host alpheid shrimp burrow	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Experimental Marine Biology and Ecology	6. 最初と最後の頁 151379
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.1016/j.jembe.2020.151379">https://doi.org/10.1016/j.jembe.2020.151379</a>	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Henmi, Y., Okada, Y. and Itani, G.	4. 巻 528
2. 論文標題 Occasional utilization of crustacean burrows by the estuarine goby <i>Mugilogobius abei</i>	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Experimental Marine Biology and Ecology	6. 最初と最後の頁 151383
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.1016/j.jembe.2020.151383">https://doi.org/10.1016/j.jembe.2020.151383</a>	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shiozaki, Y. and Itani, G.	4. 巻 100
2. 論文標題 Behavioural strategy of the ectosymbiotic crab ( <i>Sestrostoma</i> sp.) during ecdysis of the crab and its upogebiid shrimp host	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom	6. 最初と最後の頁 in press
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) in press	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計8件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 Yumi Henmi and Gyo Itani
2. 発表標題 Morphological characteristics of an undescribed species of gaeticine crab (Crustacea: Brachyura: Varunidae) clinging to mud shrimp abdomen from Japan
3. 学会等名 4th Asian Marine Biology Symposium (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 遠見由美・小田和実・伊谷 行
2. 発表標題 絶滅危惧種コブシアナジャコの巣穴構造
3. 学会等名 日本生態学会中四国地区会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Jones M. Corral and Gyo Itani
2. 発表標題 Parasitic effect of bopyrid isopods on selected brachyuran crabs in Western Japan
3. 学会等名 Joint symposium of the 12th Kuroshio Sciences and SCS marine stations (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 JoneI M. Corral, Yuto Shiozaki, Yumi Henmi, and Gyo Itani
2. 発表標題 Variation in prevalence and parasitic effect of the bopyrid isopod <i>Megacepon goetici</i> on the varunid crab, <i>Gaetice depressus</i> (Crustacea: Decapoda) on the tidal flat of Hirokawa Beach, Wakayama Prefecture
3. 学会等名 日本甲殻類学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Itani, G., Murakami, R., Sato, A., Kajiwara, K., Yoshida, Y. and Yuzuriha, A.
2. 発表標題 Kleptoparasitism in the galeommatoid bivalve <i>Peregrinamor ohshimai</i> attached to the burrowing upogebiid shrimps
3. 学会等名 The 3rd Asian Marine Biology Symposium (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 遠見由美・岡田祐也・伊谷行
2. 発表標題 アベハゼによる甲殻類の巣穴の一時的利用
3. 学会等名 2017年日本プランクトン学会・日本ベントス学会合同大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 遠見由美・藤原稚穂・桐原聡太・伊谷行
2. 発表標題 テッポウエビ <i>Alpheus brevicristatus</i> の巣穴構造
3. 学会等名 2016年日本ベントス学会・日本プランクトン学会合同大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 邊見由美・久保田翔子・伊谷行
2. 発表標題 アナジャコ類と共生するSestrostoma属の未記載種（シタゴコロガニ）
3. 学会等名 日本甲殻類学会第54回大会
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 高知県レッドデータブック（動物編）改訂委員会	4. 発行年 2018年
2. 出版社 高知県林業振興・環境部環境共生課	5. 総ページ数 279
3. 書名 高知県レッドデータブック2018動物編	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
連携研究者	加藤 真  (Kato Makoto)  (80204494)	京都大学・人間・環境学研究所・教授    (14301)	