

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 12 日現在

機関番号：15401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2016

課題番号：26850121

研究課題名(和文)クラゲを模倣したイセエビ・セミエビ類フィロゾーマ幼生の人工餌料開発

研究課題名(英文)Development of a formulated diet for spiny and slipper lobster larvae

研究代表者

若林 香織(Wakabayshi, Kaori)

広島大学・生物圏科学研究科・助教

研究者番号：20725147

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、クラゲ類などのゼラチン質動物プランクトンを食べて生活するイセエビ・セミエビ類幼生の摂餌生態にヒントを得て、クラゲ類を模倣した人工餌料の開発を試みた。原料としたクラゲ類や粘結剤の種類および濃度が異なる複数種類のゲルを作製した。これらのゲルをセミエビ科の一種であるウチワエビの幼生に与えてみた結果、幼生はいくつかのゲルを捕捉して口器に運び、大顎を左右に動かして咀嚼する行動を示した。さらに摂餌後に、幼生の中腸腺上皮細胞が中腸腺腔内を活発に流れる様子や肛門から糞粒が排泄される様子も観察された。

研究成果の概要(英文)：Inspired by the feeding behaviour of spiny and slipper lobster larvae utilising gelatinous zooplankton as food, we attempted to develop a jelly-like formulated diet for the larvae. Several types of jelly-like diets with different materials and concentration of jellyfish and binding agent were prepared. Larvae of Japanese fan lobster successfully fed on some jelly-like diets. Epithelial cells were actively flowing in the larval hepatopancreas, and the excretion was also observed after fed on jelly-like diets.

研究分野：農学

キーワード：水産増養殖 種苗生産 イセエビ・セミエビ類 フィロゾーマ ゼラチン質動物プランクトン クラゲ

1. 研究開始当初の背景

イセエビ・セミエビ類は栄養価が高く商業的価値も高い重要な水産物である。世界中で漁獲されるが、しばしば乱獲され、一部の地域では資源の枯渇が心配されている。持続的に利用するために、適切な資源管理とともに効果的な種苗の人工生産と放流、および養殖が切望される。しかし、イセエビ・セミエビ増養殖技術は未だ確立しておらず、食用に供されるものはすべて天然資源である。

日本では、イセエビ・セミエビ類の増養殖研究は110年以上前から行われている。現在ではイセエビ (*Panulirus japonicus*) の稚エビが年間500尾以上も生産できるようになった。オーストラリアではセミエビ類の仲間である *Thenus* spp. の稚エビの大量生産に近年成功し、商用販売の準備をしている。しかし、実際に販売に至った例はまだない。

イセエビ・セミエビ類は、フィロゾーマ (図1) と呼ばれる浮遊幼生期を経過する。フィロゾーマは扁平な体と細長い付属肢を有し、その脆弱な体で数ヶ月から1年を過ごす。そのため、飼育下では体が傷つきやすく斃死する個体が多い。また、フィロゾーマの成長と生残に適切な餌の条件は十分に理解されていない。

フィロゾーマは天然海域でクラゲ類などのゼラチン質動物プランクトンに乗って浮遊し、それらを食べ生活していると考えられている。このことは、野外で採集したフィロゾーマの消化管内容物にクラゲ類の組織やDNA断片が認められたことから明らかである。研究代表者も、フィロゾーマがクラゲ類だけを食



図1. アカクラゲの触手を食べるオオパウチワエビのフィロゾーマ幼生 (Wakabayashi *et al.*, 2012a より)。

べて成長できることを確かめた (図1)。クラゲ類はフィロゾーマにとって最適な餌の一つである。

クラゲ類以外に、アサリのむき身やムラサキガイの生殖腺もフィロゾーマの餌として有用である。しかし、いずれの生鮮餌料も入手時期が限られ、栄養条件の個体差もあり、種苗の大量生産には不向きである。近年、食品用の粘結剤を利用した人工餌の開発が試みられ、人工餌がフィロゾーマの体内に取り込まれたことが確認された。そのような人工餌を用いるフィロゾーマの安定的飼育に関する研究が今後の課題である。

2. 研究の目的

フィロゾーマが好んで摂餌し効率的に成長し得る人工餌を作製する。このとき、イセエビ・セミエビ類のフィロゾーマが天然海域ではクラゲ類を食べているという事実に着目し、クラゲ様人工餌の開発を目指す。本研究ではその第一歩として、①フィロゾーマが好むクラゲ類のサイズや水分を模倣した人工餌を作製し、給餌を試みた。また、②増養殖研究が先行しているオーストラ

アウチワエビモドキのフィロゾーマについてクラゲ類給餌による飼育を試みた。さらに、原料となるクラゲ類の調査中に得られた。

3. 研究の方法

①クラゲ様人工餌の作製とフィロゾーマへの給餌

人工餌の給餌試験にはウチワエビ *Ibacus ciliatus* またはオオパウチワエビ *I. novemdentatus* のフィロゾーマを用いた。抱卵雌を水産業者から購入し、研究室の水槽で維持することで孵化直後のフィロゾーマを得た。代表者が過去に発表した飼育方法 (Wakabayashi *et al.*, 2012b, 2016) に準じて、フィロゾーマにミズクラゲ (*Aurelia* sp.) を給餌して維持・育成した。ミズクラゲは東京湾、南紀白浜、瀬戸内海、長門市仙崎湾などで採集した。

乾燥加工を施したミズクラゲ (以後、乾燥クラゲと表記) を種類の異なる複数の粘結剤に混ぜてゲルを作製し、成形して人工餌とした。生きたミズクラゲを与えて飼育し3~5回の脱皮を経て成長した中期~後期フィロゾーマに人工餌を与え、その摂餌行動を観察した。

②オーストラリアウチワエビモドキ幼生の発育

オーストラリアウチワエビモドキ (*Thenus australiensis*) の抱卵雌を西オーストラリア州のシャークベイから採集し、カーティン大学の研究室で維持し、孵化直後のフィロゾーマを得た。一方、フィロゾーマの餌として用いたミズクラゲはパース市内にあるスワン川から採集し、同研究室の水槽で維持した。本種の幼生もウチワエビ属フィロゾーマと同じ方法で育成した。

4. 研究成果

①クラゲ様人工餌の作製とフィロゾーマへの給餌

スワン川で異なる日に採集した合計10個体のミズクラゲについて、105℃での乾燥減量法によって水分を調べた結果、 $96.73 \pm 1.00\%$ (mean \pm 2SD, N = 10) であった。この水分を参考にして、1.0、3.0、および5.0%の乾燥クラゲを加えたゲルを作製した。

乾燥クラゲや粘結剤の濃度が異なる複数種類のゲルを作製してフィロゾーマに給餌した結果、フィロゾーマが一部の人工餌を捕捉して口器に運び (図2A)、大あごを左右に動かして咀嚼する行動を示した。さらに、人工餌摂餌後のフィロゾーマの中腸腺腔内を中腸腺上皮細胞が活発に流れる様子や肛門から糞粒が排泄される様子 (図2B) も観察された。

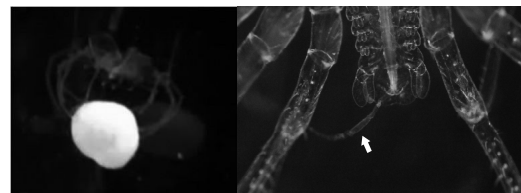


図2. 人工餌を食べるオオパウチワエビのフィロゾーマ。A. 球状人工餌の捕捉。B. 人工餌摂餌後にフィロゾーマの肛門から排泄された糞粒 (矢印は糞粒を示す)。

一連の摂餌行動をデジタルビデオカメラで撮影・解析した結果、中期フィロゾーマが人工餌を口器に運んでから最初の糞粒を排泄するまでの時間は約30分であり、消化に要する時間はクラゲを摂餌した場合とほぼ同じであった。

フィロゾーマは人工餌の平面ではなく必ず角から摂餌を開始した。角のない球状の人工餌を摂餌するのに特に長い時間を要したことから、球状の人工餌は適していないと考えられる。さらに、水中を浮遊しない餌への遭遇率は極端に低下した。これらは今後人工餌を改良する上で重要な知見となった。

フィロゾーマによる摂餌を確認できた人工餌を用いて継続的な飼育に取り組んだ。フィロゾーマは人工餌を食べることが繰り返し観察されたものの、脱皮して成長することは確認できなかった。長期飼育に関する試験は今後も継続する。

水流と水質維持方法を改善し、浮遊生物を長期的に維持できる水槽を考案・設置した。これにより、ウチワエビ類のフィロゾーマを同一の閉鎖循環式水槽で孵化直後から変態まで飼育できるようになった。稚エビの大量生産に向け、省力的飼育技術の開発につながる成果である。

②オーストラリアウチワエビモドキ幼生の発育

本種の幼生は孵化直後からミズクラゲを摂餌し、その後もミズクラゲだけを食べて稚エビまで成長・生残できることを明らかにした(図3)。ウチワエビモドキ属のエビ類はオーストラリアや東南アジアにおいて高価な水産資源として利用されている。近年の乱獲などの影響により漁獲量や個体サイズが減少傾向を示すこれらのエビ類を、クラゲ類またはクラゲ様の人工餌を使って生産する可能性を示す成果である。

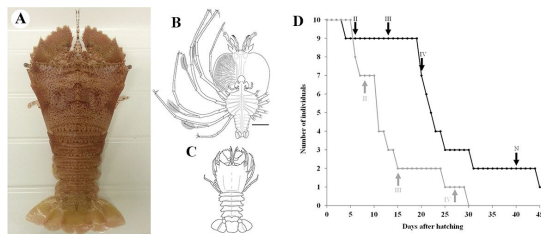


図3. オーストラリアウチワエビモドキの幼生発育。A. 抱卵雌(背面)。B. ミズクラゲを食べて成長した最終期フィロゾーマ。C. 変態後のニスト。D. 生残率の推移。スケールバーは5 cm(A), 3 mm(B), 5 mm(C)を示す。Wakabayashi and Phillips (2016)より。

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4件)

①Kaori Wakabayashi, Chien-Hui Yang, Jhy-Yun Shy, Chang-Hong He, Tin-Yam Chan (2017) Correct identification and redescription of the larval stages and early juveniles of the slipper lobster *Eduarctus martensii* (Pfeffer, 1881) (Decapoda: Scyllaridae). *Journal of Crustacean Biology*, **37**: 204–219. (査読有, 国際共著)

②Kaori Wakabayashi, Bruce F. Phillips (2016) Morphological descriptions of laboratory reared larvae and post-larvae of the Australian shovel-nosed lobster *Thenus australiensis* Burton & Davie, 2007 (Decapoda, Scyllaridae). *Crustaceana*, **89**: 97–117. (査読有, 国際共著)

③Michiya Kamio, Kaori Wakabayashi, Hiroshi Nagai, Yuji Tanaka (2016) Phyllosomas of smooth fan lobsters (*Ibacus novemdentatus*) encase jellyfish cnidae in peritrophic membranes in their feces. *Plankton and Benthos Research*, **11**: 100–104. (査読有)

④若林香織(2016)ジェリーフィッシュライダーのひみつ - セミエビ科フィロゾーマはなぜクラゲの餌食にならないのか? - うみうし通信, **92**: 2–3. (査読無)

[学会発表](計4件)

①若林香織. クラゲはイセエビ・セミエビ類種育苗のための餌料になり得るか? 口頭発表(招待講演). 2017年度日本プランクトン学会春季シンポジウム「ゼラチン質動物プランクトンの世界」, 2017年3月21日, 東京海洋大学, 品川.

②若林香織・施志昀・楊倩惠・陳天任. エクボヒメセミエビの幼生発育. ポスター発表. 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, 札幌.

③Kaori Wakabayashi, Yuji Tanaka, Bruce F. Phillips. Utilisation of jellyfish as food in spiny and slipper lobster aquaculture. Oral Presentation. 5th International Jellyfish Bloom Symposium, May 30–June 3, 2016, L'Aquarium, Barcelona, Spain.

④若林香織・神尾道也・田中祐志. クラゲを食べるウチワエビ類幼生の付属肢形態と刺胞毒耐性. 口頭発表. 日本甲殻類学会第53回大会, 2015年10月10–11日, 東京海洋大学, 品川.

[図書](計1件)

①田中祐志・若林香織(2016)5.5.5.D. ウチワエビ類. 水産海洋ハンドブック第3版, 竹内俊郎ほか(編), ISBN 978-4-915342-73-8 C3062, pp. 356–357. 生物研究社, 東京.

[その他]

[参考文献]

Wakabayashi *et al.* (2012a) *Biological Bulletin*, **222**: 1–5.

Wakabayashi *et al.* (2012b) *Aquaculture*, **330–333**: 162–166.

Wakabayashi *et al.* (2016) *Aquaculture*, **450**: 102–107.

[継続研究の情報]

<http://home.hiroshima-u.ac.jp/kaoriw/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

若林 香織 (WAKABAYASHI, Kaori)

広島大学・大学院生物圏科学研究科・助教

研究者番号: 20725147