

# 浮遊性ヤムシ類飼育の試み

東京大学大学院農学生命科学研究科 高橋 一生 (Takahashi, Kazutaka)

## はじめに

ヤムシ(矢虫: arrow worm)とは、毛顎動物門に属する動物群の一般名称である。多くの種の体長は4~40mm程度であり、体は細長く、胴部に左右に広がる鰭をもち、その形態と矢のように直進する遊泳行動からこの名がついた(図1)。全て海産であり、これまでに記載された約130種のうちおよそ90種が全生活環を水柱内で過ごす終生プランクトンである。頭部に左右にはキチン質のかぎ形の特徴的なとげ(顎毛)をもち、この器官を用いてカイアシ類等、他の動物プランクトンを捕獲し摂食する典型的な肉食性者である。これら浮遊性ヤムシ類は、極域から熱帯・亜熱帯、表層から深海帯まですべての海域に生息し、数量的にも動物プランクトン群集中最も優占するとされるカイアシ類に次いで多く出現する。このため、食物連鎖の重要な構成要素として、また水塊の指標種として重要視され、古くからカイアシ類に次いで研究されてきた動物プランクトン群である。しかしながら、これまでの研究の多くは固定試料解析に基づく分布、生活史、食性等に関する報告が主であり、代謝、摂餌、卵生産や行動に関する知見は非常に限られている。これは、主に浮遊性ヤムシ類がカイアシ類等に比べ脆弱で、飼育が困難であることが原因であると考えられる。筆者らの研究グループは、固定試料からは得ることの出来ない本動物群の生物学

的特性を明らかにすることを目的として、数年前より浮遊性ヤムシ類の飼育に取り組み、本動物群の代謝や行動に関する研究を進めている。本稿ではその一端について紹介したい。

## 浮遊性ヤムシは飼えるのか?

ヤムシ類のうち底生性であるイソヤムシ類は比較的飼育が容易であることが知られている。三重大学の後藤太郎先生の研究室では累代飼育されたカエデイソヤムシ *Paraspadella gotoi* を用いて、発生、生理、行動等について多くの研究が行われている (<http://www.cc.mie-u.ac.jp/~sagitta/lab.html>)。一方、浮遊性種については長期間飼育することが難しく、長らく実験室環境下での研究は採集直後の個体を用いて摂餌や遊泳の様子等が観察されるに留まってきた。チャールズ・ダーウィンは、記録に残る限りプランクトンネットを使用した歴史上2番目の人物として知られるが、彼も自作のネットで海表面(水面下4フィート)により採集したヤムシの遊泳の様子や顎毛の動き、体液の流れなどについて報告している (Darwin 1844)。以降、多くの研究者が浮遊性ヤムシ類の長期飼育に挑戦してきた(飼育の試みに関する経緯は Feigenbaum and Maris 1984 に詳述されている)。このような中、Reeve (1964) は、マイアミ沿岸から採集した *Ferosagitta hispida* にアルテミアノープリウス幼生を

摂餌させ日間摂餌量を求めることに成功した。その後、彼はこの *F. hispida* の飼育方法を確立し、実験室で全生活史を完結させることに成功し (Reeve 1970)、さらに飼育環境下における本種の成長や成熟、行動、代謝等について詳細な知見を得た。またこれよりやや早い時期に村上彰男博士(当時内海区水産研究所)が、*Aidanosagitta crassa* の長期飼育に成功し(村上 1959)、飼育条件の検討に加えて、成長に伴う形態変化等を明らかにしている。*A. crassa* については、その後、永澤祥子博士(当時東京大学海洋研究所)が、最長49日間の飼育に成功し摂餌、成長、成熟、産卵等について詳細な研究を行っている (Nagasawa 1984)。以上、プランクトン研究の歴史において、これまでのところ2週間以上の長期飼育に成功し、摂餌や成長、産卵など定量的なデータを取得することが出来たのは、この2種 (*F. hispida* と *A. crassa*) のみ、卵から育てて成熟、産卵させることに成功しているのは *F. hispida* のみということになる。浮遊性ヤムシ類の飼育は不可能ではないが非常に困難であるといえる。

## エンガンヤムシの飼育

このような現状を打破するため上記2種以外の浮遊性ヤムシ類の室内長期飼育を試みた。日本沿岸には様々なヤムシ類が分布しているが(図2)、飼育対象種としてエンガンヤムシ *Zonosagitta nagae*

を選定した。本種は本邦太平洋側の沿岸域に豊富に出現し、土佐湾、駿河湾、相模湾等では春から初夏に優占種となることが知られているが、その生活史には不明な点が多く残されている。この不明点を補うために、永澤は飼育を試みているが、その記録は最長5日間に留まっている (Nagasawa and Marumo 1976)。

飼育に供した個体は相模湾真鶴半島沖観測点(水深約120m)において50m以浅より採集した。

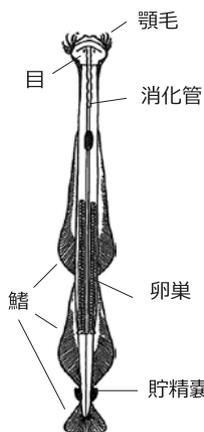


図1. 浮遊性ヤムシ (*Zonosagitta nagae*)の形態。(元田茂 1967 日本海洋プランクトン図鑑・蒼洋社)

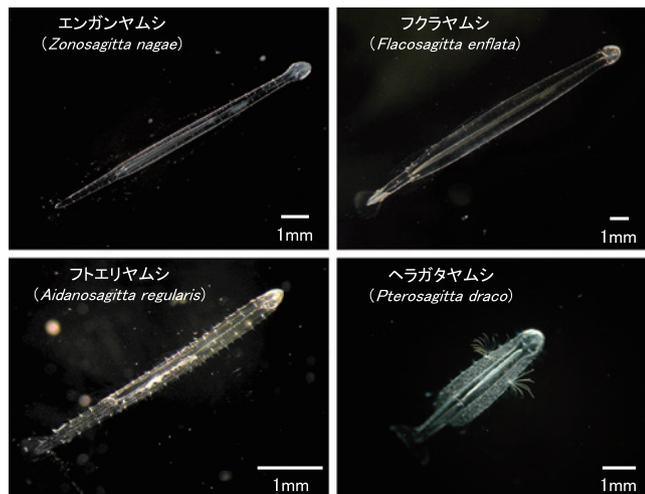


図2. 相模湾に出現する様々な浮遊性ヤムシ類。

飼育実験を成功させるためには、まず健康な個体を数多く得ることが不可欠である。我々は、Reeveらの使用したネットに倣い(Feigenbaum and Maris 1984)、大型(3リットル)のバケツ型コッドエンド(試料採集部分)を装着した口径70cmのプランクトンネットを作成し、採集時のワイヤー巻上速度を毎秒0.2mでゆっくりと曳網するし、比較的状态の良い個体を多く採集することに成功した。実験に用いる個体は出来るだけ速やかに試料中から選別し、現場濾過海水 (<0.2 $\mu$ m)を満した250ml容器に収容した。ひとつの容器につき3~4個体のエンガンヤムシを収容し、同じく現場から採集したカイアシ類(*Acartia* spp. または *Oithona* spp.)を、100個体/L以上の密度で加え、3日間飼育した後に生残していた個体を本実験に供した。この予備培養中には共食い等も観察されたが、この点も含め健康でより強い個体を選抜するという意味において有効な手順であると考えられる。

浮遊性ヤムシ類の飼育において問題となるのは容器のサイズである。脆弱な浮遊性ヤムシ類を飼育するには外壁との接触を最低限に抑えることのできる大型容器の使用が望ましい。*F. hispida*の飼育では、卵から孵化した約3000個体の幼体を30L容器に収容し、継続的に飼育することで、成熟個体まで成長させることに成功している。しかしながらこの方法は水質や餌条件の維持において十分な設備設計が必要であり、また個体毎の厳密な摂餌量や成長速度を知ることは困難である。代謝などの生理特性に関するデータを得るには一個体ずつ個別に飼育する必要があり、この場合必然的により小型の容器を使用することとなる。本研究では、上述の手法で得たエンガンヤムシを1個

体ずつ125mLの濾過海水を満した容器に入れ、現場表層水温(20~22 $^{\circ}$ C)で飼育した。実験は2016年7月、10月、2017年6月、8月に実施した。餌として小型カイアシ類を十分量(160個体/L)与えた。これは現場のカイアシ類密度の約80倍に相当する密度である。毎日同じ時間に排泄された糞粒の有無を確認・計数し、これと餌カイアシ類の平均乾燥重量からヤムシの摂餌量を求めた。餌カイアシ類は毎日、新しい個体に入れ替え、飼育海水の半分を新たなものと交換した。さらに、週に1回程度の体長測定から、成長速度を求めた。それぞれの月の生残率と飼育日数の関係を図3aに示した。最長飼育期間は季節毎に変化した。7月、10月の個体群ではそれぞれ最長43日、45日と過去の研究と比較しても遜色のない期間飼育することに成功した。一方、これまでの記録を更新したものの6月の個体群では生残率が比較的悪く最長で15日しか飼育出来なかった。半数個体生残日数は飼育個体の体長に関係しており、平均体長が6mmを超える大型個体群では極端に生残日数が低下する(図3b)。このことから、個体サイズに対して容器サイズが小さすぎたことが死亡の原因であると考えられる。今後個体サイズに合わせて容器の大きさを見直すことで、エンガンヤムシ長期飼育の可能性はより高まるであろう。

これまでに得られている結果については、現在投稿論文として取りまとめ公表の準備をすすめているが、非常に興味深い結果が得られている。例えば、摂餌した餌料のうち成長に充てられる割合を示す純成長効率は、およそ49%と見積もられているが、これはこれまで報告されている*F. hispida*(35%)や*A. crassa*(28%)に比べてかなり高い。このような差は、

おそらく、海草藻場周辺など、ごく沿岸域を主な生息域とする*F. hispida*や*A. crassa*と、それより沖側の水柱内を生息域としているエンガンヤムシが適応している餌環境(密度)の違いに起因していると考えている。おそらく餌密度が希薄な沖合に住んでいるエンガンヤムシは、摂餌した餌料を十分に同化し効率よく成長する必要があり、一方、餌を十分に得ることのできる沿岸性種は、より多くの餌を求めて探索にかかるエネルギーが相対的に高くなるのではないだろうか。この推論をより確かなものとするには、今後、飼育環境下で行動や代謝などについてデータを蓄積していく必要がある。本研究で示されたように浮遊性ヤムシ類は生息環境や種によってその生理特性は大きく異なる可能性があり、その生態を正しく理解するためには飼育による研究が不可欠である。我々の試みで示されたように、浮遊性ヤムシ類の飼育は決して不可能ではなく、採集や環境の維持に一定の注意を払うことである程度の期間飼育することができる。今後、同様の試みが多く為されることにより、浮遊性ヤムシ類についてこれまで知られていない多くの事実が明らかにされることを期待している。

## 謝辞

本研究は、公財)水産無脊椎動物研究所より賜りました個別研究助成により行われました。ご支援に心から御礼申し上げます。

## 引用文献

- Darwin, C. (1844). Observations on the structure and propagation of the genus *Sagitta*. *Ann. Mag. nat. Hist.* 81: 1-5.
- Feigenbaum, D. L. and Maris, R. C. (1984). Feeding in the chaetognatha. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 22: 343-392.
- Reeve, M. R. (1964). Feeding of zooplankton, with special reference to some experiments with *Sagitta*. *Nature*. 201: 211-213.
- Reeve, M. R. (1970). Complete cycle of development of a pelagic chaetognath in culture. *Nature*. 227: 1970, 381.
- 村上彰男 (1959) 瀬戸内海産浮遊性毛顎類に関する海洋生物学的研究. 内海区水産研究所研究報告. 12: 1-186.
- Nagasawa, S. (1984) Laboratory feeding and egg production in the chaetognath *Sagitta crassa* Tokioka. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 76, 51-65.
- Nagasawa, S. and Marumo, R. (1976) Further studies on the feeding habits of *Sagitta naga* Alvarino in Suruga Bay, central Japan. *J. Oceanogr. Soc. Jpn.* 32: 209-218.

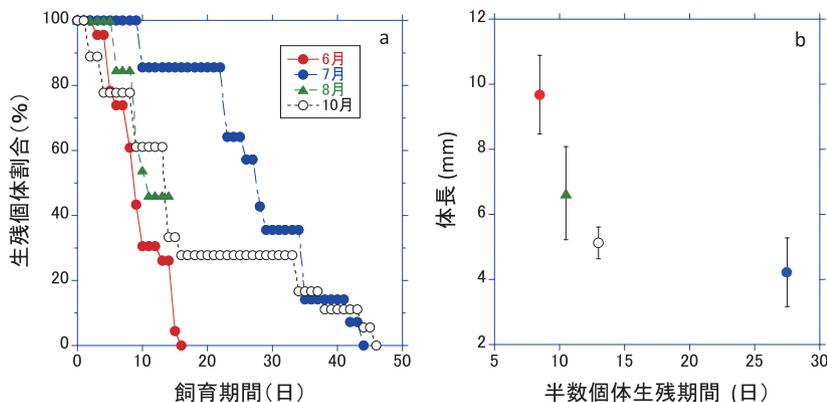


図3. 飼育条件下におけるエンガンヤムシ *Zonosagitta naga* の、a) 生残率の変化、および b) 半数生残日数と平均体長との関係。8月には機器の故障により実験が中止になるまでのデータのみを示す。