

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 31 日現在

機関番号：16401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25450257

研究課題名(和文)肉食性動物プランクトンであるポエキロストム目カイアシ類とヤムシ類の種生態

研究課題名(英文) Species-specific ecology of the carnivorous zooplankton Poecilostomatoida and Chaetognatha

研究代表者

上田 拓史 (UEDA, Hiroshi)

高知大学・教育研究部総合科学系黒潮圏科学部門・教授

研究者番号：00128472

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)：2008～2014年に土佐湾で採集したプランクトン試料を分析し、肉食性動物プランクトンであるポエキロストム目オンケア科とコリケウス科カイアシ類とヤムシ類について、群集構造、種別の季節変化、鉛直水平分布を明らかにした。但し、ヤムシ類については、顕微鏡での行動観察では、肉食ではなく溶存・粒状有機物食であるという仮説を支持するような水を飲み込む行動が時折見られた。上記分類群と大型肉食性カイアシ類であるユーキータ科が土佐湾のシラス漁獲CPUEの変動と相関するかどうかを調べた結果、どの分類群も有意な相関がなく、肉食性ネット動物プランクトンによる魚資源への影響はないことが示唆された。

研究成果の概要(英文)：This study demonstrated community structures of Oncaeidae and Corycaeidae (Copepoda, Poecilostomatoida) and Chaetognatha, which are known as carnivorous zooplankton, and their species-specific seasonal abundances and vertical distributions, based on plankton samples in Tosa Bay, western Japan, from 2008 to 2014. Microscopic observation on living chaetognaths, however, revealed that they sometimes gulp water, which seemingly supports the hypothesis that chaetognaths feed primarily on DOM and POM. No significant correlations were found between carnivorous zooplankton, including the large carnivorous copepod Euchaetidae, and CPUE of the shirasu (larvae of anchovy and herring) fishery in Tosa Bay, suggesting that carnivorous net-zooplankton gives no effects on fishery resources.

研究分野：農学

キーワード：肉食性動物プランクトン ポエキロストム目カイアシ類 オンケア科 コリケウス科 ヤムシ 季節変化 鉛直分布

1. 研究開始当初の背景

- (1) オンケア科とコリケウス科などのポエキロストム目カイアシ類やヤムシ類に代表される肉食性ネット動物プランクトンは、孵化直後の仔魚を食害することが知られ、また、他のカイアシ類を捕食するため仔稚魚と餌の取り合いをする競争者でもある。そのため、もし肉食性動物プランクトンの仔魚への食害・競合が大きければ、魚資源量にも影響を及ぼす可能性が考えられる。しかし、肉食性動物プランクトンの個体密度は、海洋で最も多い植食・雑食性の動物プランクトンよりはるかに少ないため、種レベルでの時空間的分布に関する生態情報はきわめて少ない。
- (2) 古くから代表的な肉食性動物プランクトンとされてきたヤムシ類は、その食性が溶存または粒状有機物食ではないかという仮説が最近発表されている。
- (3) 研究海域である土佐湾はイワシ類の主要産卵場であり、その仔魚であるシラスの漁が盛んに行われている。その月別漁獲データが高知県水産試験場から公表されているため、肉食性動物プランクトンとの関係を調べる上で格好のフィールドである。

2. 研究の目的

- (1) 本研究の第一の目的は、研究代表者が土佐湾で毎月採集してきた動物プランクトン試料を分析し、オンケア科とコリケウス科のカイアシ類、およびヤムシ類の群集構造と主要種の水平鉛直分布と季節変化を明らかにすることである。
- (2) 第二の目的は、これらの肉食性動物プランクトンとシラス漁獲量の経年変動を比較することにより、肉食性動物プランクトンが魚類資源に影響を及ぼす可能性があるかどうかを判断することである。
- (3) ヤムシ類の食性に対する疑問については、実験室内にてヤムシの行動観察を行い、その疑問について検討する。

3. 研究の方法

(1) 試料の採集方法

2006年から土佐湾で採集した動物プランクトンのうち、同じ採集点の同じ層で採集を行った2008年4月から2014年12月までの7年間の試料を用いた。採集点は仁淀川河口から2, 10, 30 km沖の3点(図1: 岸側よりStn A, B, Cとする)である。採集方法は、新たに考案した目合0.1 mm、口径45 cmの開閉式双胴型プランクトンネ

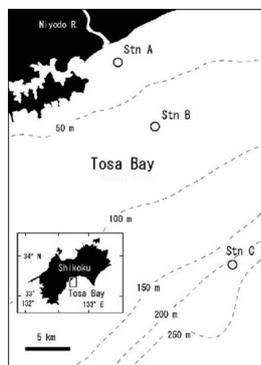


図1. 土佐湾内の採集定点の位置。

ットを用いStn Aでは0-20 mの1層、Stn Bでは0-25、25-50 mの2層、Stn Cでは0-25、25-50、50-100、100-200 mの4層からの層別鉛直採集である。但し、2011年8月以降はStn Cでの採集を50 m以浅の2層のみにした。

(2) 試料の分析方法

分析は双胴ネットによる各層2本の試料のうち、原則として濾水量の大きな方を研究に供した。コリケウス科の水平鉛直分布と季節変化は、2009年5月から2010年4月までの試料から雌雄成体をすべて抽出して種の同定と計数を行った。ヤムシ類については、2009年5月から2010年4月までの試料から幼体を含めて全個体を抽出して種の同定と計数を行った。オンケア科の種別の分布生態については、元田式プランクトン分割器で濾水量が200 Lに最も近くなるように分割した2008年4月から2009年3月までの全試料の雌成体をすべて同定し、計数した。

ポエキロストム目の経年変動は同様に分割した50 m以浅の試料を用いた。その際、オンケア科については雌成体を優占3種と雄成体、幼体に分け、コリケウス科については数種の優占種成体のみ同定し、他の種と幼体とまとめて計数した。

ヤムシ類の経年変動については、2008年10月から2014年12月までのStn Bの0-25 m層の全試料から個体を抽出して分析した。

シラスへの影響については、研究計画当初は想定していなかった大型肉食性カイアシ類も無視できない可能性があるかと判断し、仔魚を攻撃することが報告されているユーキータ科カイアシ類をStn Bの0-25 m層の全試料から抽出して計数し、成体については種の同定を行った。

(3) ヤムシ類の行動観察

ヤムシ類の摂食行動は、主に2012年の毎月の調査時に、ダメージを与えないように曳網速度を緩めて採集した個体を、海水を満たしたバケツに移して研究室に持ち帰り、水槽での目視観察、およびシャーレに移して顕微鏡観察を行った。

4. 研究成果

(1) 肉食性動物プランクトンの群集構造と優占種の時空分布

オンケア科カイアシ類

2008年4月~2009年3月のオンケア科の密度は年間を通して全カイアシ類の1割程度で、50 m以浅の密度は50 m以深の約3倍高かった。優占種は、50 m以浅では *Oncaea venusta*、*O. media*、*O. scottodicarloi* (*O. waldemani* を含む) で、50 m以深では *O. zernovi*、*O. bispinosa* などの小型種であり、密度、群集構造とも深さによる違いが明瞭であった。*O. venusta*、*O. zernovi*、*O. bispinosa*、*O. clevei*、*O. similis* など多くの種は暖水期に多くなったが、明瞭な季節的消長がない(*O.*

media, *O. mediterranea*, *O. scottodicarloi* など)か、冷水期に多くなる種 (*Sinoncaea* spp.) もあった。

50 m 以浅の幼体を含めたオンケア科全体の年間平均密度は $4 \sim 8 \times 10^2 \text{ m}^{-3}$ で、2009、2012 年が少なく ($< 5 \times 10^2 \text{ m}^{-3}$)、2011、2013 年が多かった ($> 7 \times 10^2 \text{ m}^{-3}$)。

コリケウス科カイアシ類

日本産コリケウス科 24 種中 23 種が出現した。最優占種は *Ditrichocorycaeus affinis* で、成体の年間平均密度は全種成体の過半数を占めた。次いで、*Farranula gibbula*、*D. andrewsi*、*Onychocorycaeus pacificus* が多く出現した。ほとんどの種は 100 m 以浅に分布が限られた。3 定点間の密度は種によってしばしば極端に変動し、パッチ状分布が推察された。季節変化は春、春～夏、夏にそれぞれ多くなる種があり、最優占種 *D. affinis* は 4～5 月に多くなる春型であった。

50 m 以浅の幼体を含めたコリケウス科全体の年間平均密度は $0.6 \times 10^2 \text{ m}^{-3}$ (2009 年) $\sim 2.4 \times 10^2 \text{ m}^{-3}$ (2008 年) の間を変動した。月毎の平均密度では、*D. affinis* が突出して多かった 2008 年 4 月、2010 年 4 月、2011 年 5 月にピークが見られた。

ヤムシ類

2009 年 5 月から 2010 年 4 月までの年間平均密度は $2.2 \times 10 \text{ m}^{-3}$ で、*Zonosagitta nagae* がヤムシ類全体のほぼ半数を占めた。月別には 3～7 月は *Z. nagae*、8～10 月は *Flaccisagitta enflata* と *Aidanosagitta regularis*、11～2 月は *F. enflata* と *Serratosagitta pacifica* がそれぞれ優占した。これらの優占種は 50 m 以浅に多く分布するが、種によって平均分布深度が変わり、種間の相対的位置は過去の研究 とよく一致し、ヤムシ類の鉛直分布の一般性が示された。

経年変動については、各年とも冷水期 (1～3 月) に年間最低密度になったが、最高密度は年によって異なり、2012、2014 年は 10 月、他の年は 5～6 月に最高密度に達した。

ユーキータ科カイアシ類

Euchaeta rimana と *E. indica* の 2 種のみが出現し、幼体を含めたユーキータ科全体の平均密度は 4.4 m^{-3} 、最高密度は 2010 年 8 月の $3.3 \times 10 \text{ m}^{-3}$ であった。

両種とも夏季に多くなる傾向は見られたが、或る月に突然増えたり、夏季でも低密度の月があったりして、パッチ状分布が反映した結果と考えられる。

(2) ヤムシ類の摂餌行動観察

水槽に移したヤムシはほとんど体を動かすことなく、1、2 時間後には底に沈んだままになった。沈んだ個体に針で触れると泳ぎだすこともあるが、すぐに動きは止まった。カイアシ類に対する捕食行動は一度も見られなかった。シャーレに移して顕微鏡下で観察すると、ヤ

ムシは顎毛を動かし、水を飲み込む行動が頻繁に観察された。さらに、インクを口の前に垂らして観察したところ、飲み込まれたインクは約 15 分後の消化管全体に広がり、肛門から一部が排出された。以上の観察は、動画サイト YouTube に公開した (5 . 主な発表論文等の [その他] ~)。

以上の行動観察と結果と、消化管に仔魚を収めたヤムシを採集試料中に観察されたことはなかったことは、ヤムシ類は肉食性ではなく、溶存または懸濁有機物食ではないかという仮説を支持したものと考えられる。

(3) 肉食性動物プランクトン密度とシラス漁獲量との関係

土佐湾のシラスを対象にしたパッチ網漁の水揚げ量は高知県漁海況情報システム (<http://www.suisan.tosa.pref.kochi.lg.jp/>) に公開されている。ここではその月別 CPUE 値 (数量 kg/水揚げ隻数) をシラス密度の指標として用いた。肉食性動物プランクトンとの相関は、2008～2014 年の平均で CPUE 値が高い 12 月から 4 月までの間で調べた。その際、肉食性動物プランクトンの食害の可能性がある孵化直後のシラスから漁獲対象となる体長 20 mm 以上になるまでの期間を 1 ヶ月とし、各月の CPUE とその前月のプランクトン密度との関係を、月単位および 12 月から 4 月までの 5 ヶ月平均を使った年度単位の両方で分析した。動物プランクトンは、オンケア科、コリケウス科、オンケア科とコリケウス科の合計、ユーキータ科、ヤムシ類の各密度、および上記のヤムシ以外についてはそれぞれの成体のみでの密度の計 9 項目とし、ピアソンの相関係数とスピアマンの順位相関係数の両方について有意性を調べた。結果はすべての項目について有意な相関はなく、有意水準が 10%未満の相関もなかった。このことは、肉食性動物プランクトンによる仔魚への食害や競合は、魚の資源量に影響しないことを示唆している。

<引用文献>

Casanova, J.-P., R.-M. Barthélémy, M. Duvert, E. Faure, Chaetognaths feed primarily on dissolved and fine particulate organic matter, not on prey: implications for marine food webs, *Hypotheses in the Life Sciences*, Volume 2, 2012, 20–29

Bailey, K.M., J. Yen, Predation by a carnivorous marine copepod, *Euchaeta elongata* Esterly, on eggs and larvae of the Pacific hake, *Merluccius productus*, *J. Plankton Res.*, 5, 1983, 71–82

Miyamoto, H., S. Nishida, K. Kuroda, Y. Tanaka, Vertical distribution and seasonal variation of pelagic chaetognaths in Sagami Bay, central Japan. *Plankton Benthos Res.*, 7, 2012,

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計4件)

上田拓史・湯浅正崇、土佐湾のコリケウス科カイアシ類の群集構造と季節変化、黒潮圏科学、査読有、8巻、2015、136-147
<http://hdl.handle.net/10126/5527>

Ohnishi, T., H. Ueda, K. Kuroda, Community structure and spatial distribution of chaetognaths in Tosa Bay on the temperate Kuroshio coast of Japan, Plankton and Benthos Research, 査読有, 9, 2014, 176-187
DOI: <http://doi.org/10.3800/pbr.9.176>

Ohnishi, T., K. Kuroda, H. Ueda, Second record of *Eukrohnia kitoui* (Chaetognatha) with notes on morphological differences from the closely related *E. calliops*, Plankton and Benthos Research, 査読有, 8, 2013, 191-194
DOI: <http://doi.org/10.3800/pbr.8.191>

上田拓史、鉛直曳網用の新型メッセージャー式開閉プランクトンネットと新型二段離脱器 日本プランクトン学会報、査読有、60、2013、11-17

〔学会発表〕(計2件)

大西拓也、上田拓史、黒田一紀、土佐湾におけるヤムシ類準優占種の成熟度別季節変化、日本プランクトン学会・日本ベントス学会合同大会、広島大学、2014年9月5日

大西拓也、上田拓史、黒田一紀、土佐湾における *Zonosagitta nageae* Alvarino の生活史と成長に伴う水平鉛直移動、日本ベントス学会・日本プランクトン学会合同大会、東北大学農学部、2013年9月28日

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

ホームページ等

ヤムシの摂食行動に関する YouTube 動画 (投稿者は研究代表者研究室の学生、大西拓也)

“Chaetognath moving mouth”
https://www.youtube.com/watch?v=PkGh_xtpK7IU

同“Chaetognath cleaning hooks or

drinking water?” (同上)

https://www.youtube.com/watch?v=tFHCy-FYJ_k

同“Chaetognath gulping water” (同上)
<https://www.youtube.com/watch?v=j1KDzMdH-qs>

6 . 研究組織

(1)研究代表者

上田 拓史 (UEDA, Hiroshi)

高知大学・教育研究部総合科学系・教授

研究者番号：25450257