

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年6月1日現在

機関番号：32607

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21780183

研究課題名（和文）沿岸性カイアシ類の有毒渦鞭毛藻に対する摂餌選択性の解明

研究課題名（英文）Studies on feeding selectivity of neritic copepods to toxic dinoflagellates

研究代表者

山田 雄一郎（YAMADA YUICHIRO）

北里大学・海洋生命科学部・講師

研究者番号：80458744

研究成果の概要（和文）：三陸沿岸域において多く出現する貝毒原因藻類に対するカイアシ類の摂食活性について研究を行なった。まず、当該海域における有毒藻、微細プランクトンおよび優占カイアシ類の季節的消長を明らかにした。次に室内飼育実験により有毒藻およびその産生物質がカイアシ類の摂食活性に与える影響について調べた。さらに、有毒藻が増殖する時期に現場海水を用いたカイアシ類の摂食実験を行ない、カイアシ類の有毒藻に対する摂餌選択性について調べた。

研究成果の概要（英文）：Feeding activities of neritic copepods to toxic dinoflagellates in Sanriku area were investigated. I revealed the seasonal changes of abundance of toxic dinoflagellates, nano- and picoplankton and abundant copepods in the Sanriku area. Then, influence of toxic dinoflagellates and its produced substances to feeding activities of copepods were investigated by laboratory experiments. And I estimated the feeding selectivity of copepods to toxic dinoflagellates by field experiments in the period of toxic dinoflagellates become abundant.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
平成21年度	1,200,000	360,000	1,560,000
平成22年度	111,466	150,000	261,466
平成23年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	1,811,466	660,000	2,471,466

研究分野：農学

科研費の分科・細目：水産学・水産学一般

キーワード：動物プランクトン・カイアシ類・有毒藻類・摂食活性・摂餌選択性

## 1. 研究開始当初の背景

有毒渦鞭毛藻類は沿岸や内湾域においてしばしば大増殖を起こして赤潮を形成し、これらを濾過食者である二枚貝が摂取して毒成

分を体内に蓄積することにより貝毒現象が引き起こされ、食品衛生上または水産業振興において大きな問題となっている。こうした貝毒現象への対策として、有毒赤潮の発生メ

カニズムや二枚貝における毒成分の蓄積、代謝および排泄等に関する研究が積極的に行われている。しかし、沿岸環境における有毒藻類と、それらを主に摂食していると思われる濾過食性動物プランクトン、特にカイアシ類との相互関係については、未だ不明な点が多い。このことを明らかにするためには、有毒藻類と動物プランクトンの出現状況と、現場における毒物質の種類や量の評価に加えて、有毒藻を含めた種々の微細藻類に対するカイアシ類の応答に関する研究、特に摂餌選択性の解明が必要である。これまで、有毒藻に対するカイアシ類の摂餌選択性についての研究は北米大陸および欧州沿岸などで活発に行われてきたが、日本における研究例は少ない。そのため、有毒赤潮が頻繁に起こる本邦海域において、カイアシ類の摂餌選択性に関する実験生態学的研究が必要である。

## 2. 研究の目的

本研究では有毒渦鞭毛藻による赤潮が頻繁に発生している東北太平洋沿岸（岩手県三陸内湾域）を調査海域として設定し、カイアシ類の有毒渦鞭毛藻を含めた微細藻類に対する摂餌選択性に焦点を絞り、以下の3項目に関する実験生態学的研究を行なった。

(1) 当該海域における有毒渦鞭毛藻、カイアシ類および微細プランクトンの出現状況の把握

当該海域においては有毒渦鞭毛藻の出現状況に関しては長年にわたるモニタリングが行われてきたが、それらの摂食者と考えられる沿岸性カイアシ類、また有毒藻と競合すると思われる他の微細藻の消長に関する研究は少ない。そこで本研究では、有毒藻、カイアシ類および他の微細藻（特にナノ・ピコサイズ藻類）3者間の関連性を明らかにするために、これらの季節的消長および群集構造の変化について調べることを目的とした。

(2) 主要カイアシ類の有毒藻に対する摂食活性に関する貝毒物質の影響

上記(1)での結果を踏まえ、当該海域において優占するカイアシ類と、経代培養された有毒藻類細胞と培養ろ液を用いた室内摂餌実験を行い、カイアシ類の摂餌活性に影響を与える毒物質濃度の定量化を試みた。さらに、有毒藻細胞およびその培養ろ液を様々な濃度で他の無毒藻類の混合物中に加えてこれをカイアシ類に与え、毒物質の濃度による摂餌選択性の変化について調べた。

(3) 現場海域におけるカイアシ類の有毒藻に対する摂餌選択性

上記(2)の実験では室内培養された単一種の有毒藻に対するカイアシ類の摂餌活性を評価したが、野外における有毒藻の発生状況とカイアシ類の摂餌選択性の変化について確かめるために、現場海水を用いたカイアシ類の様々な微細プランクトンに対する摂餌実験を行い、カイアシ類の餌生物に対する嗜好性を明らかにすることを目的とした。

## 3. 研究の方法

(1) 当該海域における有毒渦鞭毛藻、カイアシ類および微細プランクトンの出現状況の把握

岩手県の大船渡湾において週1回から月4回のペースで試料の採集を行い、有毒渦鞭毛藻および各種ナノ・ピコプランクトンの計数を行った。同時に動物プランクトンの採集も行い、得られた試料の中からカイアシ類を抽出し、優占種については個体群構造の解析を行った。

(2) 主要カイアシ類の有毒藻に対する摂食活性に関する貝毒物質の影響

① 有毒藻細胞密度とカイアシ類の摂食活性との関係

実験室内で培養した有毒藻アレキサンドリウム・タマレンセを1リットルあたり100~1000細胞の異なる密度に調整し、一方にはカイアシ類（アカルチアおよびユーリテモラ）を入れた実験区とし、もう一方は試水のみを入れた対照区とした。これらの実験系を24時間培養した後、両区より試水を取り出して有毒藻の細胞数を計数した。この計数結果を既知の式に代入し、カイアシ類の有毒藻に対する摂餌速度および濾水速度を算出した。

② 有毒藻産生物質がカイアシ類の摂餌活性に与える影響

前出の有毒藻細胞を培養液ごと破砕した後これをろ過して抽出液を得、この中に無毒の微細藻（ハプト藻）を加えて混合し、上記と同様に実験区および対照区を設けて24時間培養し、培養前後の微細藻細胞数よりカイアシ類の摂餌速度および濾水速度を算出した。

さらに、有毒藻の細胞抽出液と培養ろ液とを分け、それぞれに無毒微細藻を混合し、上記と同様にカイアシ類に与えた。

③ 麻痺性貝毒物質濃度とカイアシ類の摂餌活性との関係

有毒藻から細胞抽出液を得、この中に含まれる麻痺性貝毒原因物質濃度を高速液体ク

ロマトグラフィーにより測定したのち、この細胞抽出液を無毒微細藻に濃度を変えて混合させてカイアシ類に与え、上記と同様に摂食活性を測定した。

(3) 現場海域におけるカイアシ類の有毒藻に対する摂餌選択性

有毒渦鞭毛藻アレキサンドリウム・カテネラが増殖する時期に現場において海水を採集してボトルに入れ、この中にカイアシ類を入れた実験区と海水のみの対照区を設け、現場海域において24時間垂下し、実験前後の各種微細プランクトン細胞数よりカイアシ類のそれぞれのプランクトンに対する摂食活性を求めた。

4. 研究成果

(1) 当該海域における有毒渦鞭毛藻、カイアシ類および微細プランクトンの出現状況の把握

有毒渦鞭毛藻のアレキサンドリウム・タマレンセは5月下旬から6月下旬の水深10m層付近に多く出現し、同じくアレキサンドリウム・カテネラは11月中旬に優占した。ディノフィシス属は4~6月には表層付近に多く出現したが、ピークは7月下旬の水深15m層以深に確認された。ピコおよびナノプランクトン群集組成については、春から夏にかけては独立栄養性、夏から秋にかけては従属栄養性のプランクトンが占める割合が増加した。有毒渦鞭毛藻の出現状況と、ピコおよびナノプランクトン群集組成との間には統計的な有意性は見られなかった。

沿岸性カイアシ類ではアカルチア属が特に多く、一年を通して出現した。早春から初夏にかけてはアカルチア・ロンギレミスが多く、晩夏から秋にかけてはアカルチア・ステウエリが優占した。

(2) 主要カイアシ類の有毒藻に対する摂食活性に関する貝毒物質の影響

① 有毒藻細胞密度とカイアシ類の摂食活性との関係

2種のカイアシ類(ユーリテモラおよびアカルチア)に、実験室内で培養した有毒藻アレキサンドリウムを異なる細胞密度で与え、摂食活性を測定した。アカルチアでは細胞密度の増加とともに摂食活性が増加したが、ユーリテモラではある一定の細胞密度を超えると、摂食活性は細胞密度の増加とともに減少した(図1)。

② 有毒藻産生物質がカイアシ類の摂食活性

に与える影響

カイアシ類ユーリテモラが好んで摂食する無毒微細藻に有毒藻アレキサンドリウムの細胞抽出液を混合してカイアシ類に与えたところ、摂食活性は大幅に減少し、摂餌速度およびろ水速度ともに負の値を示した(図2)。

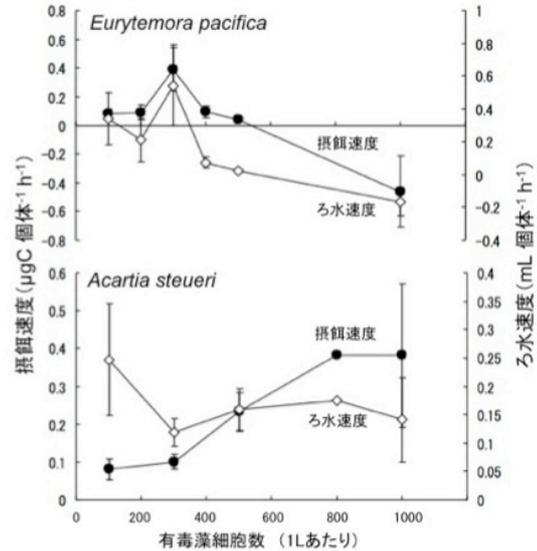


図1: 有毒藻に対するカイアシ類の摂餌活性

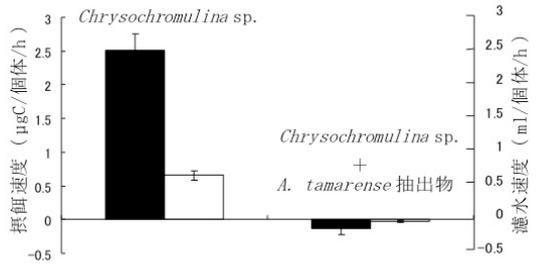


図2: 有毒藻細胞抽出物を与えた場合のカイアシ類の摂餌活性の変化

さらに、細胞抽出液と培養ろ液とを分けてそれぞれ無毒微細藻に与えたところ、両者ともに摂餌活性が大きく低下した。このことから、カイアシ類の摂餌活性を低下させる物質は有毒藻の細胞外にも放出されていることが明らかになった(図3)。

渦鞭毛藻同一種の有毒および無毒株の細胞および細胞抽出物を用い、これらがカイアシ類の摂餌活性に与える影響に関する実験を行なう予定であったが、東日本大震災の影響で本研究機関が所有していた微細藻株が全て失われ、さらに代替の実験施設を確保することも困難であったため実験を行なうことができなかった。

③ 麻痺性貝毒物質濃度とカイアシ類の摂餌活性との関係

有毒藻の細胞抽出液中に含まれる麻痺性貝毒物質濃度を予め測定し、これを様々な濃度に調整して無毒藻に混合してカイアシ類に与えたところ、麻痺性貝毒物質濃度とカイアシ類の摂餌活性との関係

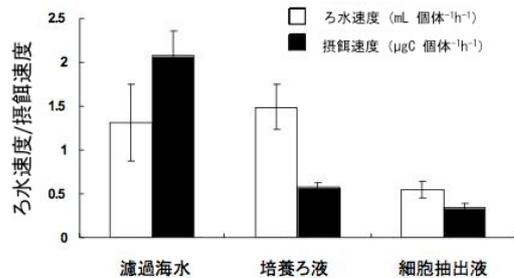


図3: 有毒藻内外の物質がカイアシ類の摂餌活性に与える影響。シ類のろ水速度および摂餌速度との間には有意な負の相関が認められた。

### (3) 現場海域におけるカイアシ類の有毒藻に対する摂餌選択性

有毒渦鞭毛藻が増殖する秋季から冬季にかけて、現場海水を用いたカイアシ類の摂餌選択性に関する実験を行なった。実験期間中、現場における有毒藻細胞数は 270~1200 細胞 mL<sup>-1</sup> の範囲で変化した。さらに、カイアシ類 1 個体当たりの有毒藻に対する摂食速度は 0.15~1.58 細胞 h<sup>-1</sup> の範囲となった。有毒藻以外の微細プランクトンに対するろ水速度は、少毛類繊毛虫に対する値が最も高く (2.1~2.9 mL 個体<sup>-1</sup> 時<sup>-1</sup>) 次いで渦鞭毛藻 (0.8~1.5 mL 個体<sup>-1</sup> 時<sup>-1</sup>)、中心目珪藻 (0.9 mL 個体<sup>-1</sup> 時<sup>-1</sup>)、羽状目珪藻 (0.3 mL 個体<sup>-1</sup> 時<sup>-1</sup>)、微細鞭毛藻類 (0.2 mL 個体<sup>-1</sup> 時<sup>-1</sup>) の順になった。各微細プランクトンの細胞径と、カイアシ類の濾水速度との間には有意な正の相関が認められた。従って、当該海域においてカイアシ類は細胞径 35µm 以下の微細プランクトンに対しては、より細胞径の大きいプランクトンを好んで摂食することが窺えた (図 4)。

### 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)

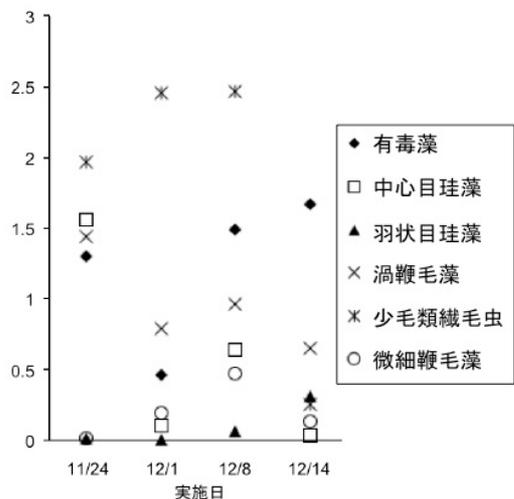


図4: カイアシ類の各種微細プランクトンに対するろ水速度

### [学会発表] (計 4 件)

- ① 山田雄一郎・加賀新之助・小檜山篤志・緒方武比古. 秋~冬季大槌湾の貝毒原因藻増殖期におけるカイアシ類 *Acartia omorii* の摂餌選択性について. 日本海洋学会 2012 年度春季大会. 平成 24 年 3 月 28 日. 筑波大学.
- ② 山田雄一郎・高橋枝里・小檜山篤志・緒方武比古・加賀新之助・高木稔. 岩手県大船渡湾におけるピコ・ナノプランクトン群集構造の季節的变化. 日本ベントス・日本プランクトン学会合同大会. 平成 22 年 10 月 9 日. 東京大学大気海洋研究所.
- ③ 加藤千晶・山田雄一郎・小檜山篤志・緒方武比古. 有毒渦鞭毛藻 *Alexandrium tamarense* 由来物質が濾過食性カイアシ類の摂餌活性に与える影響. 日本海洋学会 2010 年度春季大会. 平成 22 年 3 月 27 日. 東京海洋大学.
- ④ 山田雄一郎・小檜山篤志・緒方武比古. 三陸沿岸における *Acartia* 属カイアシ類の群集組成: 特に *A. omorii* と *A. hudsonica* について. 日本海洋学会 2010 年度春季大会. 平成 22 年 3 月 27 日. 東京海洋大学.

### 6. 研究組織

#### (1) 研究代表者

山田 雄一郎 (YAMADA YUICHIRO)  
北里大学・海洋生命科学部・講師  
研究者番号: 8 0 4 5 8 7 4 4

#### (2) 研究分担者

なし

#### (3) 連携研究者

なし