

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 5 日現在

機関番号：82708

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19H03038

研究課題名(和文)植物色素代謝物等を指標としたサンマ仔稚魚生育場の食物網の解明

研究課題名(英文) Food web analysis in the growth area of Pacific saury based on phytoplankton pigment catabolites

研究代表者

日高 清隆 (Hidaka, Kiyotaka)

国立研究開発法人水産研究・教育機構・水産資源研究所(横浜)・グループ長

研究者番号：70371838

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,550,000円

研究成果の概要(和文)：冬春季の黒潮周辺海域においてサンマ仔稚魚の初期成長を支える食物網構造を解明することを目的として、船舶調査と試料分析を行った。仔魚の餌料としては、既報のあるパラカラヌス属・オンケア属・オイトナ属に加えコリケウス科カイアシ類が重要な分類群であった。これらのカイアシ類は真核植物プランクトンに加え原核植物プランクトンを摂餌していることが確認され、環境中においてもこれらの分類群が表層付近に分布することが明らかとなった。これらから調査海域においては大型の真核植物プランクトンに加え小型の原核植物プランクトンも重要な基礎生産者であること、生産は食物網を通じてサンマ仔稚魚の成長を支えていることが明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

学術的意義としては、従来は主に貧栄養海域に適応し漁業生産への貢献は少ないと見なされていた原核植物プランクトンが、資源魚種の再生産に重要な役割を持っていることを示したことが挙げられる。社会的には、これらの知見を元にして対象海域の生物生産構造をモデル化することで、より高度な資源変動予測や資源管理につながっていくことが期待される。

研究成果の概要(英文)：Vessel surveys and sample analysis were conducted to elucidate the food web structure supporting the early growth of juvenile Pacific saury in the waters surrounding the Kuroshio Current during the winter/spring season. In addition to the previously reported genera *Paracalanus*, *Oncaea*, and *Oithona*, copepods of family *Corycaeidae* was an important taxon as a food source for the saury larvae. These copepods were found to feed on prokaryotic phytoplankton as well as eukaryotic phytoplankton, and these taxa were found to be distributed near the surface in the environment. These results indicate that small prokaryotic phytoplankton as well as large eukaryotic phytoplankton are important primary producers in the research area, and that their production supports the growth of Pacific saury larvae through the food web.

研究分野：Biological Oceanography

キーワード：Pacific saury copepod Prochlorococcus Synechococcus

1. 研究開始当初の背景

サンマは我が国周辺で漁獲される多獲性浮魚類の一つであり、漁獲量・金額の面、また「秋刀魚」と書き表されるように秋の味覚として文化的にも重要な魚種である。特に近年は、公海上での他国による漁業が活発になっており、その管理を巡って北太平洋漁業委員会 (NPFC) による議論が行われている。このため、本魚種の生態・生息環境についての情報の重要性が高まっている。

サンマは、黒潮に対して陸地側の大陸棚上を主な産卵域とするマイワシやマサバと比較して、黒潮および黒潮続流よりも南方の沖合 (亜熱帯循環域) を主産卵場とすることが特徴で、亜熱帯循環域から黒潮・黒潮続流域で初期成長を行っている。

これらの海域でサンマ仔稚魚の成長を支える食物網には不明な点が多い。まずこの海域は、大陸棚上に比べて高温・貧栄養であり、仔稚魚の餌料となるカイアシ類等の中型動物プランクトンが直接摂餌できない極微細な植物プランクトン (ピコ植物プランクトン) を起点とする生態系が発達していると予想されるが、基礎生産者から中型動物プランクトンまでの過程についての記述がない。また、サンマ仔稚魚の食性についての学術論文レベルの報告は乏しいが、水産庁事業の報告等では、断片的な情報として、オンケア科カイアシ類・オイトナ科カイアシ類を餌生物として挙げられている。これらは世界の亜熱帯域に広く分布する主要な分類群であるが、特にオイトナ科カイアシ類の上位食物段階、特に水産資源魚種の生産への貢献にはまだ定説がない。これらを解明することで、サンマ仔稚魚の初期成長環境という意義に加え、亜熱帯循環域の生態系構造全体に対しても大きな知見が得られると期待される。

以上の背景をもとに本研究では、黒潮・亜熱帯循環域の低次食物網がいかなる構造を持っているのか、それがどのようにサンマ仔稚魚の初期成長を支えているのか、これらの解明を研究課題の核心をなす学術的「問い」とする。これによりサンマの初期餌料が明らかになり、環境変動による影響予測の向上にもつながる。更に、これまで知見が乏しかった亜熱帯外洋域の低次生産構造が魚類生産につながる過程を明らかにすることが出来る。

2. 研究の目的

前述の背景を元に、本研究は以下の点を明らかにすることを目的として実施した。

サンマ仔稚魚の食性

サンマ仔稚魚の主要な餌生物 (以下、「サンマ餌生物」) の食性

基礎生産者からサンマ餌生物までの食物網構造

3. 研究の方法

< 観測・試料の採集 >

仔稚魚およびプランクトン試料を、中央水産研究所が維持している仔稚魚のモニタリング調査および同時期の調査船調査を利用して採集した。これらの調査において、ニューストーンネットによる仔稚魚の採集、プランクトンネットによる動物プランクトンの採集、採水による単細胞性の動物および植物プランクトンの採集を行った。採水試料からは懸濁粒子をフィルター上に捕集した。

仔稚魚の試料およびフィルター試料は冷凍、動物プランクトン試料は一部を冷凍、一部をアルコール固定 (冷蔵) として研究室に持ち帰り、食物網構造の解明を目的とした遺伝子および色素の分析を行った。

4. 研究成果

2020年2月の調査において、黒潮周辺の表層で採集されたサンマ仔稚魚の消化管内容物を解析した (図1)。試料中には、これまでに知られていたパラカラヌス属・オンケア属・オイトナ属のカイアシ類に加え、コリケウス属カイアシ類を摂餌している個体も多く出現した。

本研究および既往の報告においてサンマ仔稚魚の餌料となっていたカイアシ類の4分類群 (パラカラヌス属・オンケア属・コリケウス科・オイトナ属) について、消化管内容物に出現した植物プランクトンの遺伝子 (16S-V3V4領域) は、78.7%が真核植物プランクトン (珪藻類等) 由来、12.7%が原核植物プランクトン (プロクロコッカスおよびシネココッカス) 由来だった。カイアシ類の個体によっては原核植物プランクトン遺伝子の割合が6割を超える場合 (63.8%) が見

られ、細胞単体ではカイアシ類による摂餌が難しいこれらの小型の植物プランクトンが直接利用される過程(マリンスノーへの付着など)を通して摂餌されているものと考えられた。分類群としては、対象とした全ての分類群から原核植物プランクトンの遺伝子の割合が10%を上回る個体が見られ、特に黒潮流軸より沖合の観測点では分析個体数の半数に達した。

海洋の沖合域に分布する原核植物プランクトンは、一部の群体性のものを除き、甲殻類動物プランクトンが直接摂餌できないサイズ画分(ピコプランクトン=直径2 μ m以下)に含まれる。また、貧栄養海域に適応しているとされており、植物プランクトンのブルーム期にあたる黒潮周辺での小型浮魚類の産卵期においては、基礎生産者として重要であるとは考えられていなかった。しかしながら本研究において、前項で示したようにこれらの原核植物プランクトンがサンマ仔稚魚の餌料となっているカイアシ類に摂餌されていることが明らかになった。本研究の調査によって、原核植物プランクトンのみが持つ色素(DV-Chl.a)が表層付近にも多く検出されたことから、これらの分類群が表層付近に分布することが明らかとなった(図2)。これらのことから、冬春季の黒潮周辺海域においては、珪藻のような大型の真核植物プランクトンに加えて小型の原核植物プランクトンも重要な基礎生産者であること、その基礎生産が食物網を通じてサンマ仔稚魚の生産を構成する一部となっていることが明らかになった。

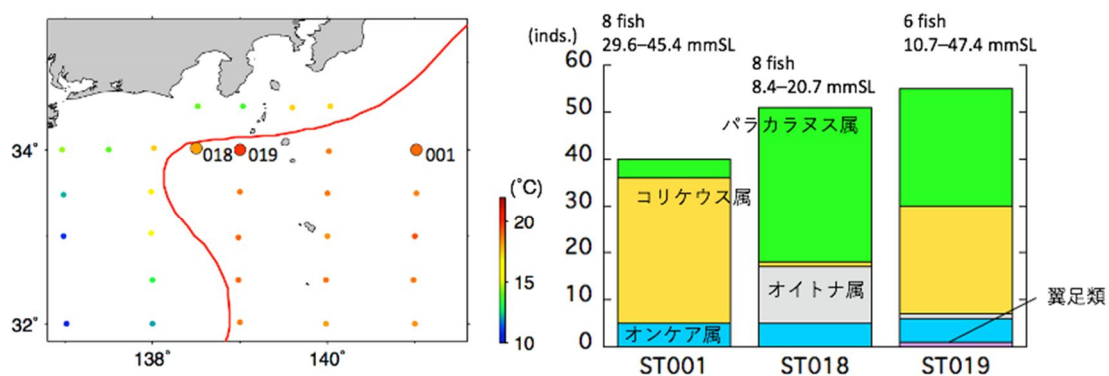


図1 2020年2月調査の観測点とサンマ仔稚魚の消化管内容物

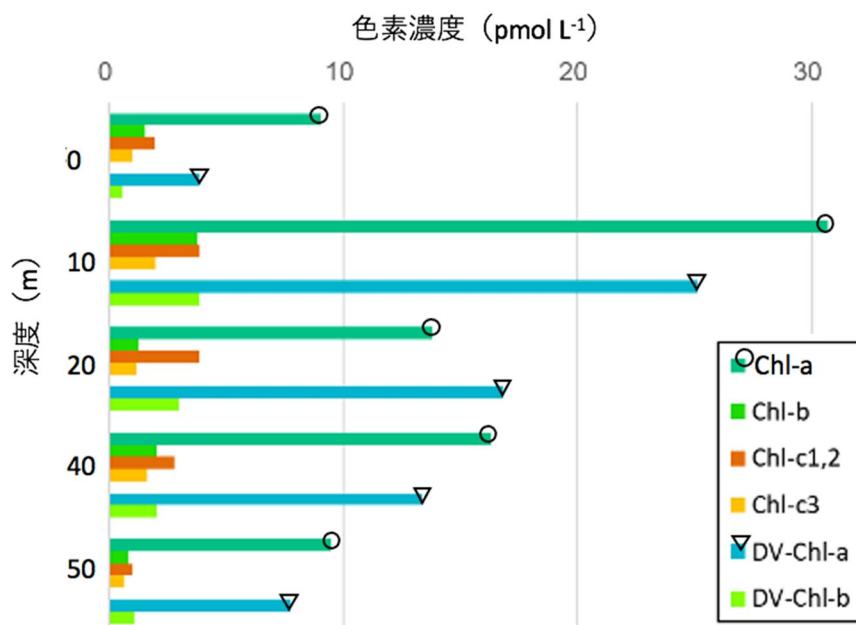


図2 2021年2月の調査における黒潮外側観測点(29°45.5'N, 134°30.4'E)でのクロロフィル系色素の鉛直分布

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1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 伊藤 大樹, 瀧澤慎也, 須賀利雄	4. 巻 28
2. 論文標題 サブメソスケール現象 これまでの成果と観測研究の展望	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 海の研究	6. 最初と最後の頁 75, 95
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5928/kaiyou.28.4-5-6_75	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 -

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 0件/うち国際学会 3件）

1. 発表者名 日高 清隆, 下出 信次, 不島 崇
2. 発表標題 Variations in egg production rates of <i>Calanus sinicus</i> (Copepoda: Calanoida) estimated by gonad morphology
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2020年大会 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 日高 清隆, 上村 泰洋, 岡崎 雄二
2. 発表標題 黒潮周辺海域におけるマサバ仔魚餌料生物とその空間分布
3. 学会等名 水産海洋学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 日高 清隆, 下出 信次, 瀨藤 聡, 市川 忠史
2. 発表標題 Plankton production in spring around the Izu Ridge, south of Honshu
3. 学会等名 PICES Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 平井 惇也, 浜本 洋子, 本多 大輔, 日高 清隆, 長井 敏, 市川 忠史
2. 発表標題 Metabarcoding diet analysis for revealing predator-prey relationships during the spawning period of Japanese sardine and Pacific round herring in Tosa Bay
3. 学会等名 PICES Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 清水 勇吾, 伊藤 大樹, 瀬藤 聡, 日下 彰, 安倍 大介, 日高 清隆
2. 発表標題 黒潮大蛇行期における東海沖黒潮内側域冷水渦の構造と時間変化
3. 学会等名 日本周辺海域の海況モニタリングと波浪計測に関する研究集会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔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
研究分担者	高須賀 明典 (Takasuka Akinori) (00392902)	東京大学・大学院農学生命科学研究科(農学部)・教授 (12601)	
研究分担者	柏山 祐一郎 (Kashiyama Yuichiro) (00611782)	福井工業大学・環境情報学部・教授 (33401)	
研究分担者	寒川 清佳 (Sogawa Sayaka) (00824426)	国立研究開発法人水産研究・教育機構・水研機構(横浜)・任期付研究員 (82708)	

6. 研究組織（つづき）

	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
研究分担者	瀬藤 聡 (Setou Takashi) (10463100)	国立研究開発法人水産研究・教育機構・水研機構(横浜)・グループ長 (82708)	
研究分担者	安倍 大介 (Ambe Daisuke) (10565568)	国立研究開発法人水産研究・教育機構・水研機構(横浜)・主任研究員 (82708)	
研究分担者	山口 珠葉 (Yamaguchi Tamaha) (30845293)	国立研究開発法人水産研究・教育機構・水研機構(横浜)・研究員 (82708)	
研究分担者	渡井 幹雄 (Watai Mikio) (50829166)	国立研究開発法人水産研究・教育機構・水研機構(横浜)・研究員 (82708)	
研究分担者	伊藤 大樹 (Ito Daiki) (80824383)	国立研究開発法人水産研究・教育機構・水研機構(横浜)・研究員 (82708)	
研究分担者	清水 勇吾 (Shimizu Yugo) (10371791)	国立研究開発法人水産研究・教育機構・中央水産研究所・グループ長 (82708)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------