

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 24 日現在

機関番号：17701

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25340011

研究課題名(和文) 生化学的アプローチによる動物プランクトン生産速度の測定

研究課題名(英文) Zooplankton production estimation by biochemical approaches

研究代表者

小針 統 (Kobari, Toru)

鹿児島大学・農水産獣医学域水産学系・准教授

研究者番号：60336328

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の成果は次の3つになる。

生化学的アプローチによる動物プランクトン生産力測定には多くの利点があるものの、実用化にはいくつか克服すべき課題がある。多様な分類群の動物プランクトン生産力について、天然動物プランクトンに実用化できる生化学的アプローチはタンパク質合成酵素活性法である。実用化検証実験によると、これまで検出できなかった動物プランクトン生産力の時間的・空間的变化を、タンパク質合成酵素活性法では捉えられる可能性がある。

研究成果の概要(英文)：Major results in the present study were as follows.

First, biochemical approaches for zooplankton production estimates took many advantages to contemporary methods but needed some additional measurements (i.e., calibration) to apply natural zooplankton community. Second, protein synthetase activity method was the most practical for estimating production of natural zooplankton community among the biochemical approaches. Third, protein synthetase activity method were detectable for the temporal and spatial variations in zooplankton productivity which could not be measured by the contemporary methods.

研究分野：生物海洋学

キーワード：動物プランクトン 生化学 生産

1. 研究開始当初の背景

海洋生態系における物質の流れは、大型植物プランクトンを起点とし動物プランクトンを介して高次栄養段階へ転送される経路と、小型植物プランクトンやバクテリアを起点として原生プランクトンを経て動物プランクトンに合流する経路がある。動物プランクトンはこの2つの経路を繋ぐ生態的地位にあるため、海洋生態系の物質収支や栄養動態の変化は動物プランクトンに集約される。

海洋生態系は多様で多数の生物群から構成されるため、地球温暖化などの環境変化に対して複雑で多様なレスポンスを示す。このような海洋生態系のレスポンスを高い確度で定量化するには、物質収支や栄養動態の変化が集約する動物プランクトンの実測データは極めて重要である。しかし、これらが集約された動物プランクトン生産速度の実測データは世界的にかなり希薄である。これは、これまで多くの測定法が提案されてきたものの、高度な技能だけでなく多大な時間や労力を要する、特定の分類群や状況で測定できない、手法間での較正がない、ことが原因であった。

このような中、生物が共有する核酸や酵素を使って動物プランクトン生産力を生化学的に評価しようとするアプローチが近年提案されつつある。これら生化学的アプローチは、多様な分類群や群集レベルで利用できる、特殊な技能や条件が不要である、分析が簡素で迅速にデータ化できるといった利点がある。これは、従来の測定法における多くの問題点を克服でき、海洋生態系の物質循環や栄養動態に関する研究を飛躍的に推進できる可能性がある。しかしながら、このような生化学的アプローチは一部の動物プランクトンのみで行われておらず、天然の動物プランクトン群集に実用化されていない。

2. 研究の目的

そこで、本研究の目的は、

- あらゆる分類群の動物プランクトン生産力を評価できる生化学的手法を探索する
- これら生化学的測定法の実用化を検証する

ことにある。これを達成するため次の課題に取り組んだ。

課題 生化学的アプローチの利点・問題点を検証する

課題 天然動物プランクトンへ実用化できる生化学的手法を探索し、ユニバーサルガイドラインを作成する

課題 生化学的手法による動物プランクトン生産力を比較し、天然動物プランクトンへの生化学的手法の有効化を検証する

3. 研究の方法

課題 生化学的アプローチの利点・問題点の検証

- 国際学会・ワークショップ・会議を通して海外研究者と協力し、生化学的アプローチによる共同研究グループを形成する。
- 共同研究グループにおいて、これまでに提案されている生化学的手法に関する文献をリストアップ・レビューし、それぞれの利点、問題点を明らかにする。

課題 実用的な生化学的手法の探索とユニバーサルガイドラインの作成

- 課題の研究結果(利点・問題点のレビュー)に基づき、多くの分類群や群集レベルに利用可能な生化学的手法を探索する。
- 探索された生化学的手法それぞれについて、あらゆる動物プランクトンでも画一的に利用できる実験プロトコルを作成する。
- あらゆる海域の天然動物プランクトンへの実用化を想定した、生化学的手法のユニバーサルガイドラインを作成する。

課題 生化学的手法の比較と実用化検証

- 多くの海域・分類群・サイズの動物プランクトンで検証できるように、国内・海外の研究分担者や協力者と共に、飼育および天然動物プランクトンサンプルを確保する。
- これら飼育および天然動物プランクトンサンプルを使って、従来法と生化学的手法の動物プランクトン生産力を比較する。
- これらの成果から、天然動物プランクトンに実用可能な生化学的手法とその特徴を明らかにする。

4. 研究成果

課題 生化学的アプローチの利点・問題点の検証

海外の研究協力者と共に、生化学的アプローチの利点・問題点について検証を行った。動物プランクトン生産力を評価できる生化学的手法としては、これまで6種類が提案されていることが分かった。いずれの手法でも、測定が簡素で迅速にデータ化できることから、データの再現性検証ができること、時間的・空間的に多くのデータ化ができることが利点であった。他方、生化学的指標を生産力に換算する係数や式が必要なこと、いくつかの手法では群集レベルもしくはある分類群で利用できないことが問題点であり、いずれの生化学的手法でも天然の動物プランクトン群集への実用化が進んでいないことが分かった。

また、この研究成果をさらに進展させる

ため、動物プランクトン生産力に関する共同研究グループ(上述した研究協力者を含む)を形成した。動物プランクトン生産力測定法のガイドライン作成とデータ比較に向けた研究プロジェクトを実施するため、国際海洋科学組織(SCOR)に国際ワーキンググループ設立を申請した(2015年6月)。また、欧米諸国の研究者と協働するために、国際ワークショップ(2016年5月開催)を企画した。

課題 実用的な生化学的手法の探索とユニバーサルガイドラインの作成

海外の研究協力者と共に、多くの分類群や群集レベルに利用でき、現場海域でも実用可能な生化学的手法を検討した。その結果、実用的な生化学的手法は、核酸比法、キトビアーゼ活性法、タンパク質合成酵素活性法の3種類であった。これら手法の開発者とも協力しながら、天然動物プランクトンに利用する時の利点、問題点、実験プロトコルをまとめたユニバーサルガイドラインを作成した。このガイドラインは、生化学的アプローチによる動物プランクトン生産力測定に関する総説論文として国際学術誌に投稿中である。

課題 生化学的手法の比較と実用化検証

実用的な生化学的手法のうち、理論的にあらゆる分類群に利用可能なものは、核酸比法、タンパク質合成酵素活性法である。飼育および天然動物プランクトンを使って動物プランクトン生産力を比較し、これら生化学的手法の実用化を検証した。

飼育動物プランクトンを使って、従来法による動物プランクトン生産力(成長速度)と核酸比を比較した。その結果、孵化直後あるいは生殖腺発達期には核酸比が動物プランクトンの成長が同調しないケースがあることが分かった。また、天然動物プランクトンを使った実用化実験によると、核酸比は飢餓と同調しやすいことが分かった。これらの結果は、核酸比法の実用化が困難であることを示す。

他方、飼育されたカイアシ類個体群を使って、従来法による動物プランクトン生産力(成長速度)とタンパク質合成酵素活性を比較した。その結果、タンパク質合成酵素活性は成長速度よりも早いタイミングで増加することが分かった。複数コホートが混在したり成長が速い場合、コホート解析法などの従来法では成長速度を測定しにくいことから、タンパク質合成酵素活性はこのような動物プランクトンにも利用できるかもしれない。そこで、天然動物プランクトンを使って検証したところ、タンパク質合成酵素活性は従来法で求めた成長速度よりも時間的にも空間的にも大きく変化した。これは、従来法では検出できない変化を生化学的手法では検出できることを意味する。

以上のことから、本研究から得られた結論は次のようになる。

- 生化学的アプローチによる動物プランクトン生産力測定には多くの利点があるが、実用化にはいくつか克服すべき課題がある。
- 多様な分類群の動物プランクトン生産力について、天然動物プランクトンに実用化できる生化学的アプローチは、タンパク質合成酵素活性法である。
- 実用化検証実験によると、これまで検出できなかった動物プランクトン生産力の時間的・空間的变化を、タンパク質合成酵素活性法では捉えられる可能性がある。

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)

1. T. Kobari, R. Nakamura, K. Unno, M. Kitamura, K. Tanabe, H. Nagafuku, A. Niibo, H. Kawakami, K. Matsumoto and M. C. Honda (in press)
Seasonal variability of carbon demands and fluxes by mesozooplankton community at subarctic and subtropical sites in the western North Pacific Ocean. *Journal of Oceanography*: (DOI: 10.1007/s10872-015-0348-7) (査読有)
2. T. Kobari, S. Kori and H. Mori (2016)
Ontogenetic variations in dry mass and nucleic acids contents of *Artemia salina*. *Plankton and Benthos Research*: 11, 1-8. (査読有)
3. T. Kobari, S. Hosouchi, H. Mori, H. Ota, R. Fukuda and M. Uchiyama (2015)
Seasonal variations in the population structure and depth distribution of *Calanus sinicus* in northern Kagoshima Bay. *Lar mer*: 53, 61-71. (査読有)
4. S. Miyake and T. Kobari (2013)
Starvation induced changes in nucleic acids and protein contents of crustacean zooplankton. *Memoirs of the Faculty of Fisheries, Kagoshima University*: 62, 1-5. (査読無)

[学会発表](計 11 件)

1. 小針統・新屋敷真玄・久米元・宮本洋臣・岡崎雄二・相田真紀・喜多村稔 (2016.3.17)
安定同位体比を用いた黒潮流域動物プランクトン群集の食物網構造解析. 日本海洋学会, 東京大学(東京都文京区). (口頭発表)

2. 小針統・川縁孝博・牧原涉・佐藤希恵・久米元 (2016.3.14)
黒潮源流域における動物プランクトン群集の生産構造. 水産海洋学会シンポジウム, 東京大学(東京都文京区). (招聘講演)
3. 兒玉聡伸・小針統・滝川哲太郎・渡辺俊輝・山田東也 (2015.12.11)
対馬海域における動物プランクトン群集の時空間変動. 日本海洋学会南西支部九州沖縄地区合同シンポジウム, 長崎大学(長崎県長崎市). (口頭発表)
4. 遠藤有紀・小針統・新屋敷真玄・久米元 (2015.12.11)
北部薩南海域における動物プランクトン群集の特徴. 日本海洋学会南西支部九州沖縄地区合同シンポジウム, 長崎大学(長崎県長崎市). (口頭発表)
5. 小針統・川縁孝博・牧原涉・佐藤希恵・久米元 (2015.12.1)
黒潮パラドックス解明の鍵となる動物プランクトンの群集構造と生産力. 東京大学大気海洋研究所共同利用シンポジウム, 東京大学大気海洋研究所(千葉県柏市). (招聘講演)
6. 小針統・川縁孝博・牧原涉・久米元 (2015.3.24)
黒潮流域における動物プランクトンバイオマスおよび生産速度の海域間比較. 日本海洋学会, 東京海洋大学(東京都品川区). (口頭発表)
7. T. Kobari, K. Unno, R. Nakamura, M. Kitamura, M. Noguchi-Aita, M. C. Honda (2015.2.24)
Roles of mesozooplankton community on mesopelagic biogeochemical cycles in the Northwestern Pacific Ocean. ASLO Aquatic Science Meeting. Granada (Spain). (口頭発表)
8. 小針統・野口(相田)真紀・中村理絵・喜多村稔 (2014.9.14)
安定同位体比を使った動物プランクトン群集の食物網構造比較. 日本海洋学会, 長崎大学(長崎県長崎市). (口頭発表)
9. 牧原涉・小針統 (2014.3.26-30)
黒潮流域内における動物プランクトンバイオマスの地理的变化. 日本海洋学会, 東京海洋大学(東京都品川区). (ポスター発表)
10. T. Kobari (2014.3.25)
Progress report of ICES-PICES collaboration: working group on zooplankton production measurement methodologies and its application. Annual meeting of ICES Working Group on Zooplankton Ecology, ICES Working Group on Zooplankton Ecology. Reykjavik (Iceland). (Invited speaker)
11. 小針統・細内草太 (2013.9.29)
鹿児島湾北部における *Calanus sinicus* の個体群構造および鉛直分布の季節変化. 日本プランクトン学会・日本ベントス学会合同大会, 東北大学(宮城県仙台市). (口頭発表)
- [図書](計 0 件)
該当なし
- [産業財産権]
該当なし
出願状況(計 0 件)
名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:
- 取得状況(計 0 件)
名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:
- [その他]
ホームページ等
鹿児島大学水産学部水圏科学分野
<http://aquaticsciences-kagoshima.org/>
6. 研究組織
(1)研究代表者
小針統 (KOBARI TORU)
鹿児島大学・農水産獣医学域水産学系・准教授
研究者番号: 60336328
- (2)研究分担者
小谷知也 (KOTANI TOMONARI)
鹿児島大学・農水産獣医学域水産学系・准教授
研究者番号: 30389069
- (3)連携研究者
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