

平成21年 3月31日現在

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2005～2008

課題番号：17510007

研究課題名（和文）南極海の物質循環に果たす小型動物プランクトンの役割に関する研究

研究課題名（英文）Study on the role of the small zooplankton to the Antarctic carbon transport.

研究代表者 谷村 篤 (Atsushi Tanimura)

三重大学・大学院生物資源学研究科・准教授

研究者番号：10125213

研究成果の概要：

本研究は、南極海において普遍的に分布し、個体数において大型植食性カイアシ類を大きく凌ぐといわれている体長1.5mm以下の小型カイアシ類（例えば*Oithona*, *Oncaea*, *Ctenocalanus*, *Microcalanus* など）の生態学的な役割について基礎的な知見を得ることを目的として行ったものである。一連の調査研究から、南極海では、小型カイアシ類の現存量は大型植食性カイアシ類に匹敵するほど高いことが明らかとなり、南極海の物質循環において小型カイアシ類もまた極めて重要な役割をもっていることが示唆された。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2005年度	800,000	0	800,000
2006年度	800,000	0	800,000
2007年度	800,000	240,000	1,040,000
2008年度	600,000	180,000	780,000
年度			
総計	3,000,000	420,000	3,420,000

研究分野：極域海洋生態学

科研費の分科・細目：環境学・環境動態解析

キーワード：環境変動、南極海、物質循環、動物プランクトン、カイアシ類

1. 研究開始当初の背景

季節的に海水域が覆われる高緯度の南極海域では、ナンキョクオキアミをはじめとしてサルソ類やカイアシ類などの大型植食性動物プランクトンが生物量（重量）で卓越して分布する。これらの動物群に関する研究は、これまで多くの研究者によって詳細な研究がなされてきており、その南極海における物質循環に果たす役割が明らかになってきた。しかし他方、個体数において大型植食性動物群を圧倒的に凌駕する小型動物プランクトン群（例えば、*Oithona*属や*Oncaea*属カイアシ類、尾虫類）の南極海における生態学的な役割については、ほとんど明らかになっていない。とくに、これら小型動物群については、その分布や生物量について、定量的な情報が決定的に不足しており、大型植食性動物群との正確な量的比較がなされていない。小型動物群の知見の集積は、南極海よりも詳細な海洋生物生産過程の解明や長期的な南極海の環

境変動のモニタリングを実施していく上で、焦点の課題の一つとなっている。

2. 研究の目的

本研究では、南極海においてとくに普遍的に分布し、個体数において大型植食性カイアシ類を大きく凌ぐ体長1.5mm以下の小型カイアシ類（例えば*Oithona*, *Oncaea*, *Ctenocalanus*, *Microcalanus* など）を対象として、その南極海における生態学的な役割について、以下のような基礎的な知見を得ることを目的とした。

(1) 目合60 μ m ネットによる小型カイアシ類の現存量およびノルバックネットの採集効率の評価
これまでの研究から、日本の南極海観測の対象海域の一つであるリュツォ・ホルム湾中においても100 μ mおよび330 μ m目合で得られた動物プランクトン群集を比較した結果、その現存量は数十倍から100倍異なり、100 μ m

で得られた小型カイアシ類およびオオカイアシ類においても大型カイアシ類に匹敵するものである事が示唆された一方で、モデル解析の結果から、100 μm でさえも、小型カイアシ類の採集効率は60%程度に留まるとの見積りがある。しかし、現場レベルでは動物個体以外の粒子によるネットの目詰まりなどが採集効率を変化させる要因となることから、一概に上記モデルによる見積りを適用する事はできない。そこで過小評価の程度を現場レベルで評価するため、がま口ネット(60 μm mesh)とノルパックツインネット(100, 330 μm mesh)の比較を行った。

(2) リュツオ・ホルム湾沖における動物プランクトン現存量および空間分布

リュツオ・ホルム湾沖は我が国の南極基地である昭和基地の沖に位置し、観測隊輸送の航路となっているものの、同海域における動物プランクトン群集に関する知見は非常に乏しい。60 μm メッシュを取り付けたがま口ネットを用いて同海域の7観測点において鉛直区分採集を実施し、リュツオ・ホルム湾沖における動物プランクトンの水平および鉛直分布明らかにすることを試みた。

3. 研究の方法

(1) 目合60 μm ネットによる小型カイアシ類の現存量およびノルパックネットの採集効率の評価

採集は、東京海洋大学実習船、海鷹丸による2008年度南大洋航毎中にリュツオ・ホルム湾沖で設定した7つの観測点において、ノルパックツインネット(100, 330 μm)およびがま口ネット(60 μm)を用いて行った。これらのネットにより水深0-200 m水柱を鉛直曳きして得た動物プランクトン試料は、中性ホルマリン海水で固定し、実験室に持ち帰った。試料中の分類群組成および現存量は、顕微鏡下で同定、計数を行い、濾水計の読み取り値で補正して決定した。

(2) リュツオ・ホルム湾沖における動物プランクトン現存量および空間分布

試料の採集は上記メッシュ比較のための試料と同様である。前述したがま口ネットによる0-200 mのサンプルは0-100 mおよび100-200 mをブールしたものである。本解析ではこれら2層の試料に200-500 m層で得られたものを加え、7観測点でそれぞれ3層から得た動物プランクトン現存量および分類群組成に関して解析を行った。それぞれの現存量を対数変換後、Bray-Curtis similarityを算出し、群平均法によるクラスター解析を行った。

4. 研究成果

(1) 目合60 μm ネットによる小型カイアシ類の現存量およびノルパックネットの採集効率の評価

比較結果のまとめを表1に記した。現存量は目合が小さいほど顕著に大きくなり、100 μm メッシュを使用しても小型種が過小評価される事が分かった。過小評価の割合は全現存量および小型カイアシ類4種(*Ctenocalanus citer*, *Microcalanus pygmaeus*, *Oithona* spp., *Oncaea* spp.)において特に330 μm メッシュにおいて顕著であった。一方、

100 μm メッシュにおいてはその過小評価の程度は330 μm に比べて非常に小さく、小型種においても60 μm メッシュで得られた現存量の66%を採集していた。しかし、ノープリウス幼生は小型カイアシ類よりもさらに過小評価されており、100 μm であっても顕著(有意)な過小評価が検出された。

大きな目合での小型種の過小評価とは逆に、小さな目合で採集する事による濾水効率の減少と、それともなっておくと予想される大型カイアシ類の過小評価が懸念される。しかし、表に見られるように本研究中では、大型カイアシ類においても60 μm において最も高い採集効率を示した。このことは、本研究対象海域においてメソ動物プランクトンの定量採集を行う場合、60 μm 目合による採集が最適であり、330 μm メッシュは不要であることを意味しているように見える。しかし、本研究を行った海域においては植物プランクトンブルームによる極端なネットの目詰まりが起こらなかった。また、大型カイアシ類の初期コペポダイト期が多く出現する時期であったため、大型カイアシ類をも330 μm での過小評価していた可能性がある。330 μm のような大きな目合のネットは目詰まりが起きやすい環境下で有効であると予想されるが今回はそのようなケースを含んでいない。さらに比較試料を増やし、詳細な検証をした後にメソ動物プランクトン群集全体の構造を正確に捉えよう方法の確立が必要である。

表1. 60 μm の採集効率を100%とした場合の100 μm および330 μm メッシュの採集効率

	Mesh size	
	100 μm	330 μm
Abundance	24.4-57.3 %	1.9-3.9 %
Abundance without nauplii	40.5-108.3 %	4.9-11.7 %
4 large copepods	75.6%	80.4%
4 small copepods	66.0%	2.9%

(2) リュツオ・ホルム湾沖における動物プランクトン現存量および空間分布

クラスター解析の結果、計21サンプルは類似度70において3つのクラスターに別れ(図1)、観測海域における動物プランクトン群集構造はこれらの水平分布よりむしろ分類群毎の深度分布特性に依存していることを示した。本海域において優占した分類群は *Ctenocalanus citer*, *Microcalanus pygmaeus*, *Oithona* spp., *Oncaea* spp. であり、特に *C. citer* および *Oithona* spp. は深度が増すにつれて顕著に現存量が減少していた。この2種の鉛直分布の偏りが、本クラスター解析結果に大きく寄与していたものと考えられる。

一方、水平分布に関しては、観測海域の東端(G14)および西端(G5)の群集組成はそれぞれの深度においても他の5測点と比べて類似度が高い事が見いだされた。この2観測点では、表層混合層以降に低水温、低塩分海水が存在しており、亜表層から中層にかけての水塊の分布が動物プランクトンの分布と密接に関係している可能

性が高い。

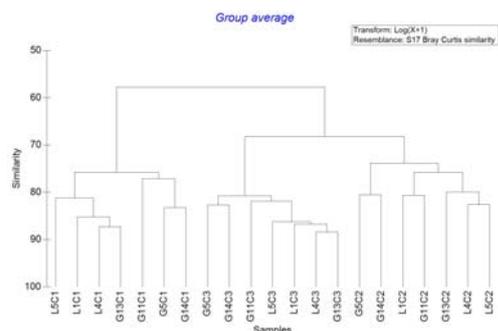


図 1. クラスターツリー。サンプル名は観測点 (L1, L4, L5, G5, G11, G13, G14), 深度 (C1: 0-100 m, C2: 100-200 m, C3: 200-500 m) を繋げて表記している。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び共同研究者は以下線)

(雑誌論文) (計17件)

(1) 大塚 攻・谷村 篤・西田周平・町田龍二 (印刷中) : 浮遊性カイアシ類の両極および反赤道分布について。『化石』。(査読有)

(2) 谷村 篤・小達亘夫 (2008): リュツォ・ホルム湾沖 (南極海インド洋区) における小型カイアシ類の分布と生物量。三重大学大学院生物資源学研究所紀要 35, 130-134. 査読無

(3) Ota, Y., Makabe, R., Hattori, H., Sampei, M., Tanimura, A. and Sasaki, H. (2008) : Seasonal changes in nauplii and adults of *Calanus hyperboreus* (Copepoda) captured in sediment traps, Amundsen Gulf, Canadian Arctic. *Polar Science*, 2, 215-222. (査読有)

(4) Takahashi, K.T., Kobayashi, M., Kawaguchi, S., Saigusa, J., Tanimura, A., Fukuchi, M., Naganobu, M. and Toda, T. (2008): Circumpolar occurrence of eugregarinid protozoan *Cephaloidophora pacifica* associated with Antarctic krill, *Euphausia superba*. *Antarctic Science*, 20: 437-440. (査読有)

(5) Tanimura, A., Kawaguchi, S., Oka, N., Nishikawa, J., Toczko, S., Takahashi, K.T., Terazaki, M., Odate, T., Fukuchi, M. and Hosie, G. (2008): Abundance and grazing impacts of krill, salps and copepods along the 140°E meridian in the Southern Ocean during summer. *Antarctic Science*, 20, 365-379. (査読有)

(6) Tanimura, A., Hattori, H., Miyamoto, Y., Hoshiai, T. and Fukuchi, M. (2008): Diel changes in vertical distribution of *Oithona similis* (Cyclopoida) and *Oncaea curvata* (Poecilostomatoida) under sea ice in mid-summer near Syowa Station, Antarctica. *Polar Biology*, 31, 561-567. (査読有)

(7) Tanimura, A., Oka, N., Kawaguchi, S., Nishikawa, J., Takahashi, K.T., Makabe, R., Hosie, G. and Odate, T. (2008): Distribution pattern of macrozooplankton along the 140°E

meridian in the Southern Ocean during austral summer 2002 and 2003. *Antarctic Rec.*, 51, 1-8. (査読有)

(8) Ichinomiya, M., Honda, M., Shimoda, H., Saito, K., Odate, T., Fukuchi, M. and Taniguchi, A. (2007): Structure of the summer under fast ice microbial community near Syowa Station, eastern Antarctica. *Polar Biology*, 30, 1285-1293. (査読有)

(9) Otsuki, A.S., Odate, T., Kudoh, S., Fukuchi, M. (2006): Temporal changes of phytoplankton and nutrients under the fast ice in the Ongul Strait during the austral summer of 2004/05. *Antarctic Record*, 50, 231-250. (査読有)

(10) Odate, T., Hirawake, T. and Fukuchi, M. (2005): A simple method for estimating phytoplankton abundance using a surface seawater monitoring system off Syowa Station during austral summer. *Polar Bioscience*, 18, 28-34. (査読有)

(11) 小達亘夫 (2005): 南極リュツォ・ホルム湾沖和基地周辺海域における海水変動と生物過程の関係。沿岸海洋研究, 43, 7-12. (査読有)

(12) Odate, T. (2005): Relationship between sea ice variation and biological processes in Lützow-Holm Bay, Antarctica. *Proceedings of International Symposium on Long-term variations in Coastal Environments and Ecosystems*, 9-16. (査読有)

(13) Kawaguchi, S., Kasamatsu, N., Watanabe, S., Odate, T., Fukuchi, M. and Nicol, S. (2005): Sea ice changes inferred from methanesulphonic acid (MSA) variation in East Antarctic ice cores: are krill responsible? *Antarctic Science*, 17, 211-212. (査読有)

(14) Kawaguchi, S., Kasamatsu, N., Watanabe, S., Odate, T., Fukuchi, M. and Nicol, S. (2005): Sea ice changes inferred from methanesulphonic acid (MSA) variation in East Antarctic ice cores: are krill responsible? *Antarctic Science*, 17, 211-212. (査読有)

(15) Kasamatsu, N., Odate, T., Fukuchi, M. (2005): Dimethylsulfide and dimethylsulfoniopropionate production in the Antarctic pelagic food web. *Ocean and Polar Research*, 27, 197-2003. (査読有)

(16) Hirawake, T., Odate, T., Fukuchi, M. (2005): Long-term variation of surface phytoplankton chlorophyll *a* in the Southern ocean during 1965-2002. *Geophysical Research Letters*, 32, L05606 doi: 10.1029/2004GL021394. (査読有)

(17) Hirawake, T., Kudoh, S., Aoki, S., Odate, T., Fukuchi, M. (2005): Interannual variability of chlorophyll and sea-ice in the Antarctic Divergence region: an attempt to derive their quantitative relationship. *International journal of Remote Sensing*, 26, 2035-2044. (査読有)

(18) Arai, Y., Hirawake, T., Odate, T., Watanabe, K. and Fukuchi, M. (2005): Distribution of chlorophyll-*a* and sea surface

temperature in the marginal ice zone (20°E-60°E) in East Antarctic determined using satellite multi-sensor remote sensing during austral summer. Polar Bioscience, 18, 16-27. (査読有)

[学会発表] (計24件)

- (1) 高橋邦夫, 工藤栄, 田邊優貴子, 斎藤憲二, 谷村篤, 菊地義昭: 南極ラングホブテ地区のぬるめ池で発見されたソコミジンコ類. 第31回極域生物シンポジウム, 2008年12月2-5日, 国立極地研究所.
- (2) 澤島工梨子, 堀本奈穂, 茂木正人, 谷村篤, 石丸隆: 2005年・2006年のリュッツォ・ホルム湾沖表層における動物プランクトンの群集組成と生物量. 第31回極域生物シンポジウム, 2008年12月2-5日, 国立極地研究所.
- (3) 真壁竜介, 谷村篤, 福地光男: リュッツォ・ホルム湾沖における動物プランクトン群集. 第31回極域生物シンポジウム, 2008年12月2-5日, 国立極地研究所.
- (4) 谷村 篤, 服部 寛, 宮本佳則, 佐々木洋, 星合孝男, 福地光男: 夏季, 昭和基地周辺定着水底下における小型カイアシ類の日周鉛直分布. 第31回極域生物シンポジウム, 2008年12月2-5日, 国立極地研究所.
- (5) 高橋邦夫, 工藤栄, 田邊優貴子, 谷村篤, 菊地義昭: 南極ラングホブテ地区のぬるめ池で発見されたソコミジンコ類. 日本陸水学会第73回大会, 2008年10月, 札幌.
- (6) 真壁竜介, 谷村篤, 福地光男: 夏季のリュッツォ・ホルム湾沖における小型カイアシ類群集構造の把握および食段階位置の推定. 2008年度日本海洋学会秋季大会, 2009年9月, 広島.
- (7) 本多正樹, 一宮睦雄, 斎藤憲二, 下田春男, 大槻晃久, 平澤亨, 工藤栄, 小達恒夫, 渡邊研太郎, 福地光男: JARE47 夏期の昭和基地周辺定着水下の一次生産モデリング. 第30回極域生物シンポジウム, 2007年11月15-16日, 国立極地研究所.
- (8) 沖俊輔, 堀本奈穂, 石丸隆, 山口征矢, 小達恒夫: 2005年・2006年の南大洋インド洋セクターにおける植物プランクトン現存量と群集構造. 第30回極域生物シンポジウム, 2007年11月15-16日, 国立極地研究所.
- (9) 谷村篤, 茅根少織, 笠松伸江, 真壁竜介, 石丸隆, 小達恒夫, 福地光男: 2006年夏季リュッツォ・ホルム湾における小型カイアシ類の分布と生物量. 第30回極域生物シンポジウム, 2007年11月15-16日, 国立極地研究所.
- (10) 高橋邦夫, 川口創, 小林正樹, 三枝順子, 戸田龍樹, 谷村篤, 福地光男, 永延幹男: ナンキョクオキアミの消化管寄生者“真グレガリナ(原生生物)”の周極分布. 第30回極域生物シンポジウム, 2007年11月15-16日,

国立極地研究所.

- (11) 斎藤憲二, 酒井則良, 新屋みのり, 福地光男, 小達恒夫, 高橋邦夫: COI 遺伝子領域における PCR-RFLP 法を用いたカイアシ類の同定技術開発. 第30回極域生物シンポジウム, 2007年11月15-16日, 国立極地研究所.
- (12) 中岡真一郎, 中沢高青, 吉川(井上)久幸, 青木周司, 橋田元, Tillbrook, B., 石井雅男, 山内恭, 小達恒夫, 福地光男: 南大洋における海洋生物の活発化に伴う海洋のCO₂分圧の低下. 第30回極域生物シンポジウム, 2007年11月15-16日, 国立極地研究所.
- (13) 大槻晃久, 小達恒夫, 福地光男: 夏季オングル海峡における海洋環境の経年変化. 平成18年度極域気水圏・生物圏合同シンポジウム, 2006年11月20-22日, 国立極地研究所.
- (14) 笠松伸江, 平澤亨, 小達恒夫, 福地光男: 南大洋インド洋区におけるDMS(P)分布. 平成18年度極域気水圏・生物圏合同シンポジウム, 2006年11月20-22日, 国立極地研究所.
- (15) 渡邊有子, 澤本章三, 石丸隆, 林倫成, 瀧憲司, 永延幹男, 品川悠詩, 小達恒夫, 茂木正人: 南大洋インド洋セクターとロス海から採集された大型動物プランクトン群集の空間分布. 平成18年度極域気水圏・生物圏合同シンポジウム, 2006年11月20-22日, 国立極地研究所.
- (16) 沖俊輔, 堀本奈穂, 石丸隆, 山口征矢, 小達恒夫: 2005年・2006年のRüzw-Holm湾沖における植物プランクトン現存量と群集組成. 平成18年度極域気水圏・生物圏合同シンポジウム, 2006年11月20-22日, 国立極地研究所.
- (17) 大槻晃久, 小達恒夫, 工藤栄, 福地光男: オングル海峡定着水域における一次生産の特徴. 平成18年度極域気水圏・生物圏合同シンポジウム, 2006年11月20-22日, 国立極地研究所.
- (18) 一宮睦雄, 本多正樹, 下田春人, 斎藤憲二, 小達恒夫, 福地光男: 昭和基地周辺毎或の底泥中におけるプランクトン休眠期群集について. 平成18年度極域気水圏・生物圏合同シンポジウム, 2006年11月20-22日, 国立極地研究所.
- (19) 斎藤憲二, 酒井則良, 新屋みのり, 福地光男, 小達恒夫, 高橋邦夫: COI 遺伝子領域を用いたカイアシ類の同定技術開発. 平成18年度極域気水圏・生物圏合同シンポジウム, 2006年11月20-22日, 国立極地研究所.
- (20) 工藤栄, 平澤亨, 笠松伸江, 小達恒夫, 福地光男: 東経140°ライン上の南極海或表層における植物プラン

クトンクロロフィル分布と光合成活性. 2005 年度日本海洋学会秋季大会, 2005 年9月, 仙台.

(21) 小達恒夫, 石丸隆, 福地光男: 海鷹丸による南極海共同観測. 第28回極域生物シンポジウム, 2005年12月8-9日, 国立極地研究所.

(22) 品川牧詩, 堀本奈穂, 石丸隆, 喜多村稔, 小達恒夫, 平澤 享: 2004/05 年海鷹丸航程において採集された動物プランクトン群集の空間分布. 第28回極域生物シンポジウム, 2005年12月8-9日, 国立極地研究所.

(23) 福地光男, 小達恒夫, Graham Hoscie, 平澤亨, 高橋邦夫: 南大洋において実施される豪・仏・日 CAML/IPY 共同研究. 第28回極域生物シンポジウム, 2005年12月8-9日, 国立極地研究所.

(24) 高橋邦夫, グラハム・ホージー, 福地光男, 小達恒

夫: 季節毎水域における植食性カイアシ類 *Calanus acutus* の生活史戦略. 2005 年度日本海洋学会秋季大会, 2005年9月, 仙台.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

谷村 篤 (Atsushi Tanimura)
三重大学・大学院生物資源学研究所・准教授
研究者番号: 10125213

(2) 研究分担者

(3) 連携研究者

小達 恒夫 (Tsuneo Odate)
国立局地研究所・研究系・教授
研究者番号: 60224250