

平成 21 年 3 月 31 日現在

研究種目：若手 A

研究期間：2006 年度～ 2008 年度

課題番号：18681003

研究課題名（和文）

北太平洋亜寒帯域におけるカイアシ類の成長過程に関する研究

研究課題名（英文）

Study on growth of copepods in the subarctic Pacific Ocean

研究代表者 小針 統 (KOBARI TORU)

鹿児島大学・水産学部・助教

研究者番号：60336328

研究成果の概要：

- (1) 北太平洋亜寒帯域で優占するカイアシ類は、植物プランクトンや微小動物プランクトンだけでなく沈降粒子も摂餌しており、春季ブルームの終焉や炭素輸送に影響を与えていることが示唆された。
- (2) 対象カイアシ類は餌の多い海域でも種間で成長期をずらしており、餌資源分割による競争回避ではないことが分かった。
- (3) これらカイアシ類の成長は急激な体重増加によるものであるが、越冬する発育段階での体重増加は油球蓄積によるものであった。
- (4) 核酸やタンパク質を使った生化学的成長解析法では、成長過程にある状態と休眠状態を識別できた。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006 年度	4,700,000	1,410,000	6,110,000
2007 年度	4,900,000	1,470,000	6,370,000
2008 年度	2,100,000	630,000	2,730,000
年度			
年度			
総計	11,700,000	3,510,000	15,210,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：環境学・環境動態解析

キーワード：生物海洋・動物プランクトン・成長

1. 研究開始当初の背景

北太平洋亜寒帯海域の動物プランクトン群集においてカイアシ類は個体数やバイオマスで優占しており、海洋生態系の構造や機能に重要な役割を果たしている。多くの国際研究機関において、これらカイアシ類を通じた海洋生態系の生産力や栄養動態、炭素循環の解明が試みられており、この数値化に影響を与えるカイアシ類の成長過程は重要な課題となっている。

これまで、沿岸域カイアシ類について

は飼育や野外標本採取が容易なため、多くの情報が蓄積されてきた。しかし、海洋の大部分を占める外洋域においては、カイアシ類の成長過程を検証した研究は世界的に極めて少ない。また、北太平洋亜寒帯域で優占するカイアシ類は、短期間で急激な成長を遂げた後、長期間全く成長しないという生活史を示すため、従来の手法では成長過程の解析が特に困難であった。

2. 研究の目的

本研究では、世界的にも珍しい外洋域での高頻度連続観測の機会を国際プロジェクトで確保し、北太平洋亜寒帯域で優占するカイアシ類数種について、時系列標本解析や飼育実験に基づき、

- (1) 体重増加過程の把握
- (2) 成長期の個体群動態の解析
- (3) 成長期の摂餌生態の解明
- (4) 成長を支配する要因の検討
- (5) 成長解析法の評価

を行い、外洋域におけるこれらカイアシ類の成長過程を明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 体重増加過程の把握

天然あるいは飼育された対象カイアシ類の生鮮個体を採取し、発育段階別に分別した個体について体重を測定したり元素分析を行い、各発育段階や脱皮に至るまでの個体レベルでの体重増加過程を解析した。

(2) 成長期の個体群動態の解析

餌が少ない海域（西部亜寒帯循環域）と多い海域（親潮域）において、対象とするカイアシ類が最もよく成長する時期に採取した標本から発育段階組成の推移を解析し、個体群動態の違いを比べた。

(3) 成長期の摂餌生態の解明

対象カイアシ類数種の腸内色素を分析したり摂餌実験を行い、餌の種類、摂餌速度、餌環境へのレスポンスなどを解析して、大きな成長を支えるための摂餌生態を解析した。

(4) 成長を支配する要因の探索

野外標本解析や飼育により、成長を支配している環境要因について解析した。

(5) 成長解析法の検討

これまで利用されてきた天然コホート法、人工コホート法、脱皮率法により成長解析を行い、これら手法の利点と問題点を整理した。さらに、より簡便とされている生化学的手法を対象とするカイアシ類に試し、利用可能かどうかを検討した。

4. 研究成果

(1) 体重増加過程

北太平洋亜寒帯域で優占するカイアシ類では、亜成体までは発育段階ごとに指数関数的に体重が増加し、越冬や休眠のために潜行する発育段階では、体内に蓄積する油球サイズが大きくなるため、炭素含有比が高くなることが分かった。また、脱皮から脱皮までの間でも指数関

数的に体重が増加しているが、体重が重い個体のみが脱皮していることから、ある閾値を超えないと脱皮サイクルが進まないことが示唆された。

(2) 成長期の個体群動態

北太平洋亜寒帯域で優占するカイアシ類4種が表層で最もよく成長する時期は、餌が少ない海域（西部亜寒帯循環域）では6月～8月であったが、餌が多い海域（親潮域）では4月～6月であり、親潮域の成長期は西部亜寒帯循環域よりも約2ヵ月早いことが分かった。また、種による成長期のずれは餌が少ない海域でも多い海域でも同じパターンを示した。これまで、この成長期のずれは少ない餌を分割して競争を避け、効率的な成長を成し遂げるための戦略とされてきたが、他の理由があることが示唆された。

(3) 成長期の摂餌生態

対象カイアシ類の腸内色素は植物プランクトン濃度の経日変化と一致することから、摂餌が餌環境に速やかに応答することが分かった。これらカイアシ類は珪藻や渦鞭毛藻などの植物プランクトンだけでなく、繊毛虫などの微小動物プランクトンも餌としていた。また、これらカイアシ類の成長を支えるためには、かなり大きな鎖状珪藻、ノープリウス幼生、糞粒なども餌としていることが示唆された。また、これらカイアシ類が微小動物プランクトンを捕食することによりピコプランクトンが増加する効果（トロフィック・カスケード効果）があることも分かった。

(4) 成長を支配する要因

飼育から求められた脱皮時間は、水温や植物プランクトン濃度と弱い相関を示した。野外個体群では、水塊移流に伴って成長過程の異なる群が常に混ざり合うため、支配要因を解明できなかった。

(5) 成長解析法

対象カイアシ類は脱皮時間が長いこと、同じ個体群を追跡するのが困難な外洋域に多いことから、天然コホート法、人工コホート法、脱皮率法は成長解析法として不向きであることが示された。核酸やタンパク質を使った解析法では、栄養状態や休眠を判別することができ、新たな成長解析法として利用できる可能性があることが示された。

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 14 件)

査読制

1. A. Ueda, T. Kobari, D.K. Steinberg (2008)
Body length, weight and chemical composition of the ontogenetically migrating copepods in the Western Subarctic Gyre of North Pacific Ocean. Bulletin of Plankton Society of Japan: 55 (2), 107-114. (in Japanese)
2. T. Kobari, D.K. Steinberg, A. Ueda, A. Tsuda, M.W. Silver, M. Kitamura (2008)
Impacts of ontogenetically migrating copepods on downward carbon flux in the western subarctic Pacific Ocean. Deep-Sea Research II: 55, 1648-1660.
3. D.K. Steinberg, J.S. Cope, S.E. Wilson, T. Kobari (2008)
A comparison of mesopelagic mesozooplankton community structure in the subtropical and subarctic North Pacific Ocean. Deep-Sea Research II: 55, 1615- 1635.
4. D.K. Steinberg, B.A.S. Van Mooy, K.O. Buesseler, P.W. Boyd, T. Kobari, D.M. Karl (2008)
Bacterial vs. zooplankton control of sinking particle flux in the ocean's twilight zone. Limnology and Oceanography: 53, 1327-1338.
5. T. Kobari, M. Moku, K. Takahashi (2008)
Seasonal appearance of expatriated boreal copepods in the Oyashio-Kuroshio mixed region. ICES Journal of Marine Science: 65, 469-476.
6. H. Manabe, T. Kobari, K. Kawai, L. Zann (2008)
Ichthyofauna around coastal area coexisting mangrove forest and coral reef in Viti Levu Island, Fiji. The Journal of Island Studies: 7, 17-26. (in Japanese)
7. K. Kawai, T. Kobari, H. Manabe, L. Zann (2008)
Fisheries and marine environments in the coastal area in the island coexisting mangrove forest and coral reef - A case study at the village in Viti Levu Island, Republic of the Fiji Islands. The Journal of Island Studies: 7, 1-16. (in Japanese)
8. T. Kobari, K. Tadokoro, H. Sugisaki, H. Ito (2007)
Response of *Eucalanus bungii* to oceanographic conditions in the western subarctic Pacific Ocean: Retrospective analysis of the Odate

Collections. Deep-Sea Research II: 54, 2748-2759.

9. T. Kobari, Y. Kobari, S. Koga (2007)
Possible underestimation of chlorophyll *a* measurements for subtropical phytoplankton community by the pigment extraction and the fluorometric determination. South Pacific Study: 28, 1-8.

非査読制

1. T. Kobari (in press)
Functional roles of macrozooplankton in the Ocean: interzonally migrating copepods. Kaiyo Monthly: (in Japanese)
2. T. Kobari, Y. Kobari, T. Ichikawa, Y. Kugita, T. Yoshida, T. Fujii, S. Furuhashi, T. Yamamoto, A. Habano, R. Fukuda (2009)
Seasonal dynamics of microbial plankton community in Kagoshima Bay. Aquabiology: 31, 37-44. (in Japanese)
3. T. Kobari, S. Imamura, A. Ueda, A. Habano (2007)
Growth rate of predominant copepods in Kagoshima Bay - Estimation by artificial cohort method. Memoirs of the Faculty of Fisheries, Kagoshima University: 56, 45-54. (in Japanese)
4. T. Kobari (2006)
Workshop on "Oceanic Ecodynamics Comparison in the Subarctic Pacific (OECOS)": Growth of large interzonal migrating copepods. PICES Scientific Report, : 32, 68-70.
5. T. Kobari, K. Shimizu, S. Nishikawa, A. Habano (2006)
Seasonal variation in abundance of Oithonidae copepods in the Kagoshima Bay. Memoirs of the Faculty of Fisheries, Kagoshima University: 55, 61-68. (in Japanese)

[学会発表] (計 31 件)

1. T. Kobari, A. Ueda, Y. Nishibe (2008)
Development and growth of ontogenetically migrating copepods during spring phytoplankton bloom in the Oyashio region. PICES 17th Annual Meeting, North Pacific Marine Science Organization, Dalian (China).
2. T. Ota, T. Kobari, M. Ishinomiya, Y. Gomi, Y. Oikawa (2008)
Grazing activity of microzooplankton during diatom bloom in the Oyashio region. PICES 17th Annual Meeting,

- North Pacific Marine Science Organization, Dalian (China).
3. T. Kobari, Y. Inoue, Y. Nakamura, H. Okamura, T. Ota, Y. Nishibe, M. Ichinomiya (2008)
Feeding impacts of ontogenetically migrating copepods to spring phytoplankton bloom in the Oyashio region. PICES 17th Annual Meeting, North Pacific Marine Science Organization, Dalian (China).
 4. T. Kobari, T. Ikeda, M. Dagg, A. Yamaguchi (2008)
Neocalanus copepods are useful indicator for inter-comparison of marine ecosystem models in the PICES region. PICES 17th Annual Meeting, North Pacific Marine Science Organization, Dalian (China). (Invited speaker)
 5. 河合溪・西村知・小針統・真鍋尚也・小川領一・橋口幸紘・J. ベタヤキ (2008)
フィジー沿岸域における「人と自然の共生」に関する学融的研究. 日本島嶼学会, 菅島コミュニティ・アリーナ.
 6. 鬼塚剛・李雅利・小針統・滝川哲太郎・森本昭彦・渡邊敦・吉川裕・柳哲雄・水谷壮太郎・秦一浩・下岡尚輔・酒井健一・仁井谷真・小勝正貴・島崎渉 (2008)
対馬島陰の低気圧性渦周辺における栄養塩・プランクトン分布. 日本海洋学会, 広島大学.
 7. 上田愛・小針統・西部裕一郎 (2008)
親潮域における鉛直移動性カイアシ類 個体群構造の短期変動: 季節変化か水塊移流か?. 日本プランクトン学会・ベントス学会合同大会, 熊本県立大学.
 8. 小針統・藤井友生・小針有里恵・幅野明正 (2008)
鹿児島湾における従属栄養細菌の鉛直分布、成長、死亡の季節変化. 日本プランクトン学会・ベントス学会合同大会, 熊本県立大学.
 9. 小針統・上田愛・西部裕一郎・河野時廣 (2008)
カイアシ類個体群構造の短期変動: 季節変化か水塊移流か?. 東京大学海洋研究所共同利用研究集会, 東京大学海洋研究所.
 10. S. Chiba, H. Sugisaki, K. Tadokoro, A. Kuwata, T. Kobari, A. Yamaguchi, D.L. Mackas (2008)
Pan-North Pacific synthesis of long-term variation of *Neocalanus* spp. based on the Stable Isotope analysis (SCOR WG125 contribution). International Symposium on Effects of Climate Change on the World's Oceans, IOC, PICES, ICES, Gijón (Spain).
 11. 太田尚志・小針統・一宮睦雄・五味泰史・及川泰正 (2008)
親潮域春季ブルーム期における微小動物プランクトンの摂餌活性. 日本海洋学会, 東京海洋大学.
 12. 一宮睦雄・五味泰史・中町美和・太田尚志・小針統 (2008)
蛍光色素 PDMPPO を用いた親潮域におけるケイ酸質植物プランクトンの増殖特性. 日本海洋学会, 東京海洋大学.
 13. 西部裕一郎・小針統 (2008)
親潮域のキクロプス目カイアシ類 *Oithona similis* の摂餌生態. 日本海洋学会, 東京海洋大学.
 14. 上田愛・小針統 (2008)
親潮域の春季ブルーム期における鉛直移動性カイアシ類のステージ滞留時間と脱皮間成長. 日本海洋学会, 東京海洋大学.
 15. 小針統・井上祐未・岡村秀美・中村洋介・西部裕一郎 (2008)
親潮域の春季ブルーム期における鉛直移動性カイアシ類の餌組成と摂餌圧. 日本海洋学会, 東京海洋大学.
 16. 小針統・井上祐未・西部裕一郎 (2008)
親潮域の春期ブルームに卓越するカイアシ類の腸内色素の経日変化と摂餌圧. 日本海洋学会, 東京海洋大学.
 17. A. Ueda, T. Kobari, D.K. Steinberg (2007)
Body allometry and chemical composition of interzonally migrating copepods in the subarctic Pacific Ocean. The UPV Graduate Research Conference, University of the Philippines Visayas, Iloilo (Philippines).
 18. Y. Nishibe, T. Kobari, A. Ueda (2007)
Abundance and egg production of the cyclopoid copepod *Oithona similis* in the Oyashio region during spring. OECOS-West Workshop, Kagoshima University.
 19. T. Kobari, A. Ueda, Y. Nishibe, Y. Inoue, H. Okamura, Y. Nakamura, K. Mitsui (2007)
Feeding and development of interzonally migrating copepods during phytoplankton bloom in the Oyashio region, western subarctic Pacific. OECOS-West Workshop, Kagoshima University.
 20. M. Ichinomiya, Y. Gomi, M. Nakamachi, T. Ota, T. Kobari (2007)
Use of PDMPPO fluorescent dye for

- identification of significant siliceous phytoplankton and biological process for Si uptake in the Oyashio region. OECOS-West Workshop, Kagoshima University.
21. T. Ota, T. Kobari, M. Ishinomiya, Y. Gomi, K. Oikawa (2007)
Grazing activity of microzooplankton during diatom bloom in the Oyashio region. OECOS-West Workshop, Kagoshima University.
22. 河合溪・小針統・真鍋尚也・L. Zann (2007)
マングローブ林とサンゴ礁が併存する島嶼沿岸域の漁業と海洋環境と漁業—フィジー諸島共和国ビチレブ島の漁村を例に—。日本島嶼学会, 琉球大学.
23. T. Kobari, A. Ueda, D.K. Steinberg, M. Kitamura, A. Tsuda (2007)
Development of ontogenetically migrating copepods in the Western Subarctic Gyre. PICES 16th Annual Meeting, North Pacific Marine Science Organization, Victoria (Canada).
24. A. Ueda, T. Kobari, D.K. Steinberg (2007)
Body allometry and chemical composition of interzonally migrating copepods in the subarctic Pacific Ocean. PICES 16th Annual Meeting, North Pacific Marine Science Organization, Victoria (Canada).
25. 杉崎宏哉・小針統・田所和明・千葉早苗・伊東宏 (2007)
オダテデータを用いた本州東方海域プランクトン群集の長期変動. 日本プランクトン・ベントス合同学会, 横浜市立大学.
26. 上田愛・小針統 (2007)
西部亜寒帯循環域における鉛直移動性カイアシ類の発育パターン. 日本プランクトン・ベントス合同学会, 横浜市立大学.
27. D.K. Steinberg, B.A.S. Van Mooy, S.E. Wilson, P.P. Boyd, T. Kobari, K.O. Buesseler (2007)
Biotic control of sinking particle flux in the ocean's twilight zone. Ocean Carbon and Biogeochemistry Science Workshop, Woods Hole Oceanographic Institute, Woods Hole (USA).
28. D.K. Steinberg, S.E. Wilson, T. Kobari, K.O. Buesseler (2007)
Zooplankton processing of sinking particle flux in the mesopelagic zone. 4th International Zooplankton Symposium, ICES, PICES and GLOBEC, Hiroshima (Japan).
29. T. Kobari, T. Nagaki, M. Moku, K. Takahashi (2007)
Importance of expatriated boreal copepods in the Oyashio-Kuroshio Mixed region. 4th International Zooplankton Symposium, ICES, PICES and GLOBEC, Hiroshima (Japan).
30. T. Kobari, D.K. Steinberg, A. Tsuda, M. Kitamura (2006)
Active carbon transport by the ontogenetically migrating copepods in the western subarctic gyre. PICES 15th Annual Meeting, North Pacific Marine Science Organization, Yokohama (Japan).
31. 小針統 (2006)
物質循環に関わる生態研究. 日本海洋学会, 名古屋大学. (招聘講演)
- [その他]
- シンポジウム主催 (計 3 件)
1. OECOS-WEST workshop (September 2007). Kagoshima University.
 2. 高頻度連続観測による親潮生態系の動態解明 (2008年3月). 東京海洋大学.
 3. 水塊構造の時空間変動と高頻度連続観測による親潮生態系の動態解明 (2008年8月). 東京大学海洋研究所.
- 啓蒙活動 (計 2 件)
1. 南日本新聞 2008年5月23日
 2. 南日本新聞 2008年6月18日
 3. 国分高校通信第8号
 4. 国分高校通信第37号
- 教育環境整備 (計 1 件)
1. 小針統 (2007)
聴覚障害を持つ学生に対する乗船実習の教育環境-現状における問題点とその改善-. 鹿児島大学水産学部紀要, 56, 99-102.
6. 研究組織
- (1) 研究代表者
小針 統 (KOBARI TORU)
鹿児島大学・水産学部・助教
研究者番号: 60336328