

B-14 動物プランクトン群集組成の長期変動データに基づく海洋生態系の気候変動応答過程の解明

(1) Odate Collectionのデータベース化

独立行政法人水産総合研究センター東北区水産研究所

混合域海洋環境部

高次生産研究室

杉崎宏哉

鹿児島大学水産学部

小針統

平成15～17年度合計予算額

74,633千円

(うち、平成17年度予算額

20,966千円)

[要旨]

東北区水産研究所で保管している動物プランクトン標本群 (Odate Collection) を、その採集年月・時刻、採集点の0mおよび100m深水温、湿重量などのデータが記載された採集野帳と整合し、磁気データセットとしてまとめた。1960年から2001年までに親潮域(100m深水温5℃以下で定義)と混合域(100m深水温5-15℃で定義)で採集された2885本の標本を抽出し、カイアシ類の種組成解析を完了した。40年以上にわたる広域で詳細な海洋プランクトン種組成データセットは、西部北太平洋では初めて得られたものであり、世界的にレベルの高い貴重なデータセットとなった。この種組成データセットにプランクトン標本に付随する海洋環境データを、水産研究所、各県研究機関の他、気象庁、NOAA、その他のデータセンター等から収集し、年代別、海域別に種組成-海洋環境データベースを開発し、完成した。

これまでに解析が終了した標本から、親潮域で174種、混合域で236種のカイアシ類が確認され、優占種の順位変動や種多様度には長期的な傾向のほか短期的な変動等多様なパターンが認められた。このような変動のメカニズム解明や物理変動との関連を解析するため、サブテーマ2-4にデータセットの提供を行った。さらに今夏いえられたデータセットを用いて簡便に必要なデータを抽出したり図示したりできるシステムを備えたデータベースを開発し、完成した。今後、一般研究者が利用できるようにインターネット上で公開することを目指す。

[キーワード] 気候変動、海洋生態系、動物プランクトン、データベース、西部北太平洋

1. はじめに

近年、北太平洋亜寒帯域やその縁辺海の海洋生態系が、地球規模の気候変動に対して何らかの応答を示す証拠が報告されつつある¹⁻³⁾。当該海域では、プランクトンは海洋生態系における1つの構成群集として解析されてきたため、その応答メカニズムは未解明な点が多かった。また、時系列資料の時間スケールが短かったため、捉えられた変動パターンが周期的なものかトレンドなのかを判定することが困難であった。従って、気候変動に対する海洋生態系の応答メカニズムを正確に捉えるためには、1) 長期にわたる時系列資料の収集、2) 種レベルの標本解析が重要であることが国際的に強調されている⁴⁾。しかしながら、北太平洋亜寒帯域やその縁辺海において、当該の時系列資料および解析は極めて少ないのが現状である。

平成6年に公布された「気候変動に関する国際連合枠組条約」において、温室効果ガスの吸収源

および貯蔵庫としての陸上および海洋生態系の重要性を認識し気候変動の不確実性から研究の推進が明記されている。さらに平成13年に採択されたIPCC第3次報告書において温暖化等の大規模な気候変動が既に生態系の変動に大きな影響を与えている可能性を報告しており、とくに海洋生態系は気候変動に敏感に反応すること、また気候変動へのフィードバック効果が予測されることから海洋生態系変動をモニタリングすることがきわめて重要であると考えられている。海洋生態系の基盤となるプランクトンの群集構造は環境変動に敏感に応答する。環境が変化しはじめると種特異的な生存戦略を持つ種間関係や栄養段階を通じた被食-捕食の連鎖関係を介し生態系構造に変化をもたらす。動物プランクトン種組成の長期的な変動は魚類や海産哺乳類等上位捕食者の生産・個体群維持にも直接的な影響を及ぼし、こうした生態系の変化は海洋生物活動が大きな役割を担っている温暖化ガスの消長など、地球環境変動に多大な影響を与える。エルニーニョ現象、アリューシャン低気圧の勢力変化、地球温暖化といった様々な時間スケールの気候振動に伴う海洋環境変動の研究が近年盛んに進められており、動物プランクトンとの関係についても日本海の研究結果などから気候変動に対する海洋生態系の応答が生物量のみならず種組成に及ぶことが明らかになってきた⁵⁾。温暖化対策で重要視されている海洋環境変動のモニタリングで不可欠な大規模な気候変動に対応する生態系変動を解析するためには長期にわたり広範囲に採集され、種組成解析可能な保存状態の良い大量の動物プランクトン標本を用いて種組成解析を行うことが必要である。このような標本群は世界的にも東部北太平洋におけるPICES（北太平洋海洋科学に関する政府間機構）関連のCalCOFI（カリフォルニア海洋漁業共同調査）プロジェクトや北大西洋におけるICES（海洋開発に関する国際機構）関連のCPR（連続プランクトン採集調査）プロジェクトなど世界的にも数例が知られるのみである。

西部北太平洋海域では水産研究所及び地方自治体の水産研究機関が1930年代より水産資源の資源量調査として、水産資源魚類の餌料環境をモニターする目的で動物プランクトン採集調査を行ってきた。漁場周辺海域で採集された動物プランクトンは研究室に持ち帰り、沈殿量あるいは湿重量が測定された後、分類学的研究に使用される他ほとんどは採集後数年以内に廃棄または消失してしまっている。東北区水産研究所ではプランクトン食性魚類のマイワシやサンマの資源研究が主要テーマであったために動物プランクトン標本は水産研究所独自の調査資料のみならず東北各県の試験場が採集した標本も管理し、1950年代より半世紀以上にわたり計20000本余のプランクトン試料を蓄積、保管している。これらの標本の湿重量データは1994年に小達（おだて）和子博士によって整理され、西部北太平洋の動物プランクトン現存量は変動を繰り返していることが示された（図．1）。この研究は西部北太平洋の動物プランクトン現存量長期変動研究の先駆けとして広く世界的に知られるようになり、標本群は通称Odate Collectionとよばれ、小達(1994)⁵⁾発表以来、海洋生態系変動に関する国際会議（たとえばPICES: North Pacific Marine Science Organization Meetingなど）などで注目されている。しかし、湿重量以外（種組成など）はこれまでほとんど解析されていなかった。

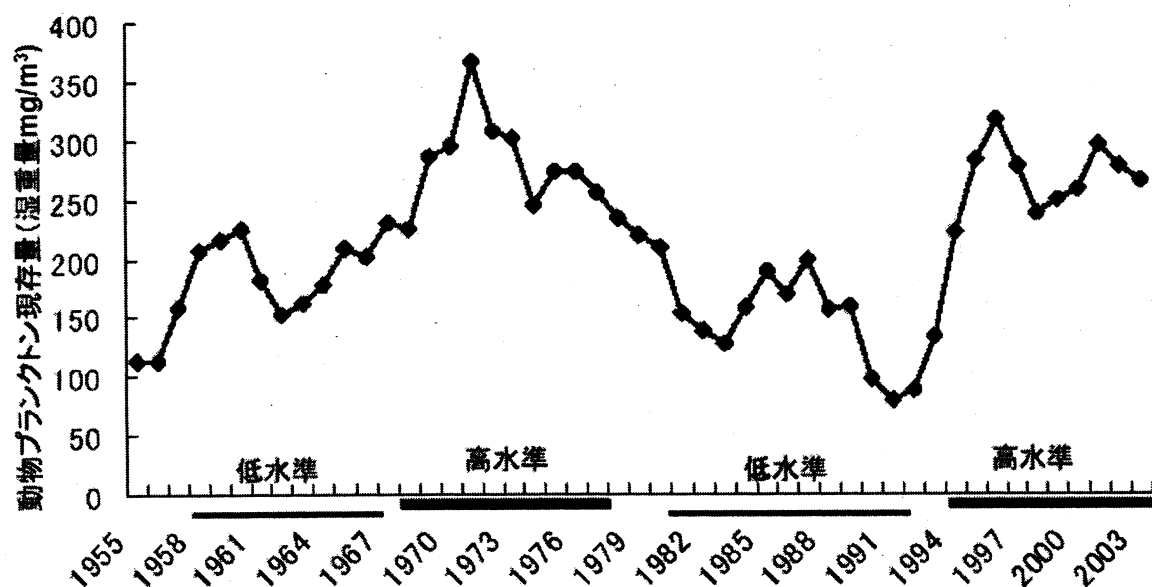


図.1 夏季親潮域における動物プランクトン現存量の長期変動（3年移動平均）

（小達1994より改）

本研究ではこの試料群の種組成調査を行い、プランクトン群集長期変動データベースを作成して群集組成構造を解析し、気象／海洋環境データを合わせて気候の長期変動に対する海洋生態系の影響を正確に評価することにより、地球規模で知見の空白域である西部北太平洋の動物プランクトン組成の長期変動過程を明らかにする。エルニーニョ現象、アリューシャン低気圧の勢力変化、温暖化といった様々な時間スケールの気候振動に伴う海洋環境変動の研究が近年盛んに進められており、日本海の研究結果などから気候変動に対する海洋生態系の応答が生物量のみならず種組成に及ぶことが示されてきた。しかし20年以上の長期振幅を持つ気候変動との関係は不明である。このような背景から、近年プランクトン群集のサイズ構成や種組成の長期的な変動を調べることの重要性が強調されているが、数十年に渡って連続的に採集されたプランクトンデータセットや試料群はきわめて少ないため、研究の進展が妨げられており、長期間に渡り蓄積された試料の解析が待望されている。我が国各省庁の定期海洋観測は近年縮小の傾向にあり今後のデータの蓄積はあまり望めない上、新たにモニタリング計画を開始したとしても長期データが得られるのは数十年先のことである。よってOdate Collectionの有効利用は上記研究テーマの解明において最適な手段である。しかし、初期の固定・保存方法や保管条件、保管中の事故、保管場所の移転等によりサンプルの劣化は進みつつあり、正確な種査定や解析を行うためには早急な解析を進める必要がある。今着手しなければ最悪の場合、貴重なサンプル廃棄の可能性もあり、また多量のサンプルを手早く解析するには時間と資金が必要であり、一研究所や大学研究室経常研究の範疇におさまるものではないので、本件のプロジェクト研究により実施することが最善と考えられる。この研究の成果は京都議定書等で論議されている、温室効果ガスの排出量や吸収量算定を行う際に必要なパラメタを提供するものとなるとともに、国及

び地方自治体が取り組んでいる海を取り巻く環境保全行政の施策に直接提言できるデータを提供する。

本研究による種組成情報を元にした研究成果が昨年度より公表され、国内外の多くの研究者から注目を集めている。2004年より開始された海洋生物の多様性と生態系変動を把握する国際プロジェクトCMarZ (Census of Marine zooplankton) では、ワークショップへの話題提供等で情報交換を進めている。さらに2005年3月に開催された日本海洋学会春期大会において本研究に関連する話題8題の連続講演を行い、海洋物理と生態系研究の境界領域における新知見として多くの研究者の関心を集め、温暖化研究及び生態系研究における本研究の有効性が認識された。また、2005年(ウラジオストック)に行われた政府間機関であるPICES(北太平洋海洋科学機関)の年次総会において本研究の概要を紹介し、西部北太平洋のデータとして初めての成果として、中国や韓国などアジアの研究者からも多くの関心と質問が寄せられ、各国でのモニタリング手法確立の基盤となる情報として利用されることが期待される。

2. 研究目的

我が国の公設水産研究試験機関では、環境保全や資源調査の定線を設け動物プランクトン採集を長年行っており、北太平洋西部海域において1950年代以降に採集された動物プランクトン標本が多数保管されている。

東北区水産研究所で保有している多量の試料群(Odate Collection)を親潮域、混合域、黒潮域にグループ分けしてそれぞれの海域ごとに動物プランクトン試料を検鏡し、長期気候変動に対応する動物プランクトン種組成データを作成することが本サブテーマの目的である。このサブテーマの成果として得られた種組成データを既存の気候変動データや低次生産のメカニズムに関する知見などと組み合わせることにより、サブテーマ2-4の成果を生み出す。プロジェクト終了時にはこれらのデータをすべて整理し、データベースを作成して公開し、海洋生態系研究や海洋の環境保全施策のための有効な情報源として提供することを目的としている。さらに、基礎生産に依存的な生活史を有する*Eucalanus*属カイアシ類をモデルとし、実際のデータ解析を通したカイアシ類データベースのクオリティチェック、拡充を行うことを目的とした。

3. 研究方法

1950年より西部北太平洋海域で採集され東北区水産研究所に保管されている動物プランクトン標本群(Odate Collection)は、1990年までは丸特ネット(口径45cm; 目合い0.33mm)⁶⁾、1990年以降はノルパックネット(口径45cm; 目合い0.33mm)⁷⁾を用いて深度150mより海表面までの鉛直曳網によって採集し、採集後船上で速やかに5%中性ホルマリンを用いて固定した試料である。試料に添付されているラベルと、それぞれの試料の採集年月・時刻、採集点の0mおよび100m深水温、湿重量などのデータが記載された採集野帳とを整合し、磁気データセットとしてまとめた。

動物プランクトン標本数は膨大で、すべてを限られた年限で解析するのは不可能であるため、1960年以降に採集された標本を本研究で対象とする種組成解析用試料とした。小達が行った海域区分に従い100m深水温5℃以下を親潮域、15℃以上を黒潮(続流)域、その間を混合域と区分し、それぞれの海域別に試料を分類した。生物量が多く、生物量の長期変動が明瞭に観察されている

上に、種数が比較的限られており種組成が単純で解析しやすく結果が速やかに出やすいと考えられる親潮域の試料の分析から着手した。東経150°以西で採集された1527検体の標本の種査定を行った。外洋の動物プランクトン群集の中で種の分類や生活史など生物学的知見が最も確立しており、種組成が多様であり、水塊や季節による分布の相違が明確な甲殻類のカイアシ類をそれぞれの試料から抜き出し、種査定及び個体数の計数を行った。生物量が卓越し、生活史等の研究も進んでいるカイアシ類9種 (*Neocalanus cristatus*; *N. flemingeri*; *N. plumchrus*; *Eucalanus bungi*; *Metridia pacifica*; *M. okhotensis*; *Calanus jashnovi*; *C. pacificus*; *Mesocalanus tenuicornis*)については幼生期の成長段階ごとに分類して計数した。特に親潮域の優占種であり、大型で同種でも生息海域によってサイズが異なることが知られている⁸⁻⁹⁾ *Neocalanus*属3種については特定の成長段階の個体を各試料より10個体ずつ抽出して体長測定を行った。

親潮域の解析終了後、混合域および黒潮統流域で採集された標本に関して沿岸水の影響を受けにくい東経145°以東150°以西の海域の標本を抜き出し、1358検体の標本の種査定を行った。て解析した。この海域でも上記9種に加え、混合域に多く出現する*Eucalanus californicus*, *E. hyalinus*を加えた11種について幼生期の成長段階ごとに分類して計数した。

収集した種組成と採集に関する情報のデータセットは、サブテーマ2-4の担当者の要求に沿った形で整理し、それぞれのサブテーマに送付した。また、プランクトン標本に付随する海洋環境データを、水産研究所、各県研究機関の他、気象庁、NOAA、その他のデータセンター等から収集し、年代別、海域別に種組成-環境データベースを作成している。

1990年代以降に採集された東北地方南部海域の標本が、東北水研にあまり保管されていなかったため、宮城県水産研究開発センター、岩手県水産技術センター、青森県水産総合研究センター、福島県水産試験場、茨城県水産試験場の各県試験研究機関からの協力を得て標本の収集につとめた。これらの標本について種別に識別、計数し、水研所有の標本から得たデータベースを拡充した。

4. 結果・考察

1960年から2001年までに本州東方海域の2885地点で採集された動物プランクトン標本を用いたカイアシ類の種組成解析を終了し、データベースを作成した。40年間にわたる広域の詳細な海洋プランクトン種組成データセットは、我が国では初めてのケースであり、世界的にも希少な高い精度で整理されたデータベースが完成した。

その結果、親潮域では173種のカイアシ類が出現したことが確認され、カイアシ類の生物量および密度の変動等に約20年周期の長期的な変動が特徴的に見られた(図. 2)。特に親潮域の主要種の*Neocalanus*属の密度が1970年代と1990年代に高く、1980年代に低い傾向が顕著であった。一方同じく親潮域の主要種である*Metridia pacifica*では1980年代はその前後の年代に比べて高密度の傾向が見られ、さらに*Eucalanus*属では極端な高密度期と低密度期が断続的に現れることが観察され、種によって長期変動パターンがかなり異なっていたことが認められた(図. 3)。

一方、混合域では236種のカイアシ類が確認された。混合域のカイアシ類種多様度指数は数年周期の振動を繰り返しながら単調増加傾向が求められた(図. 4)。また、親潮域の主要種である冷水性の*Neocalanus*属の総カイアシ類に対する割合では1960年代後半以降、約10年周期の振動を繰り返しつつ減少傾向があることが認められた(図. 5)。

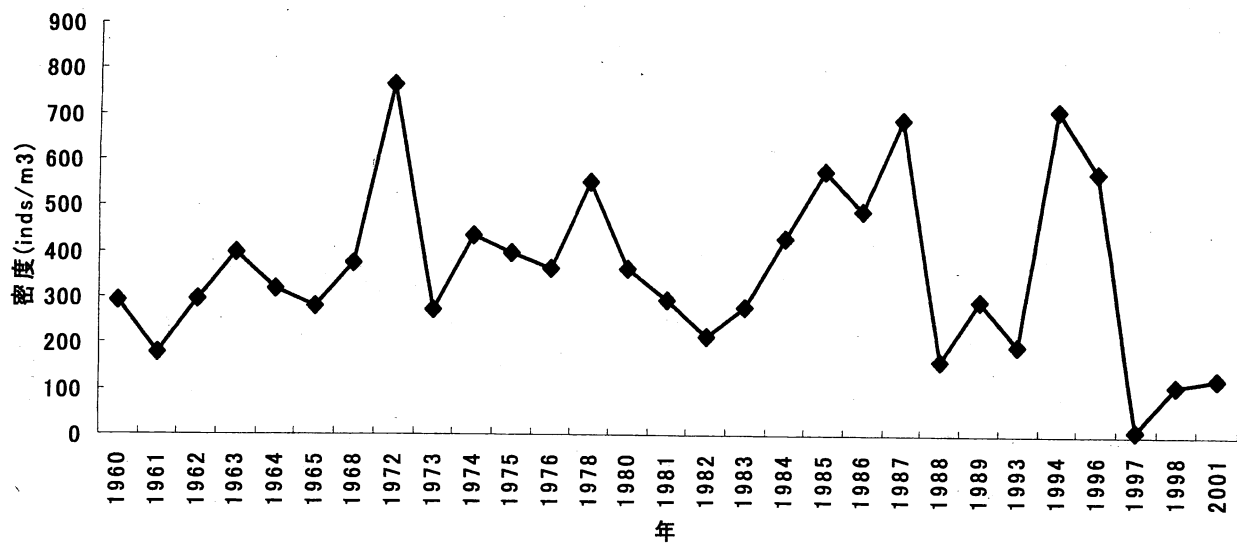


図.2 夏季親潮域のカイアシ類密度の経年変動.

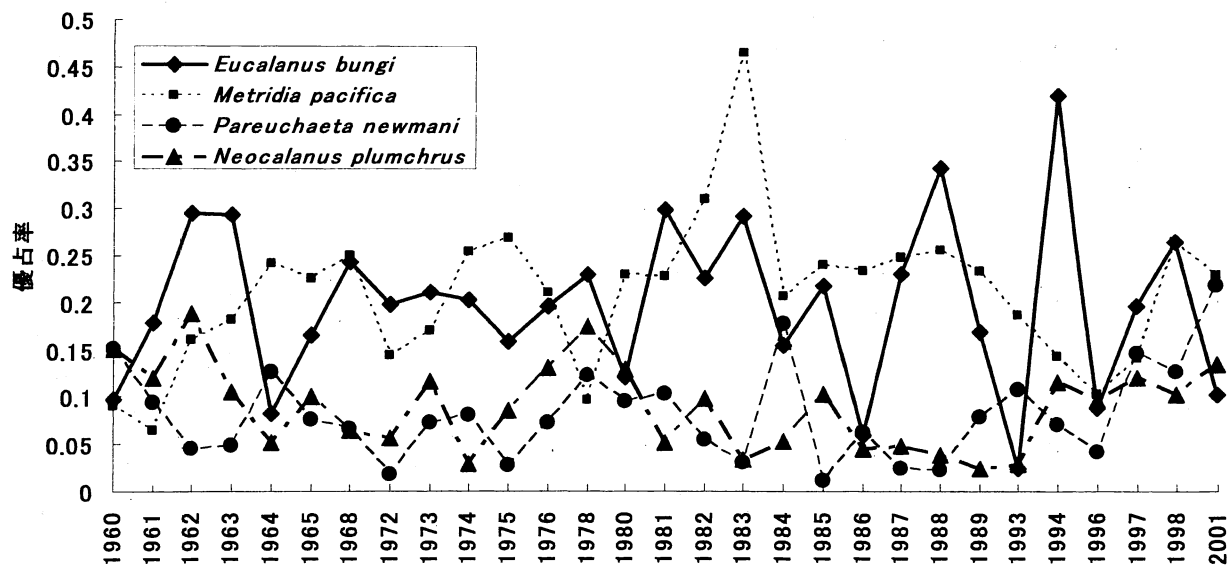


図.3 親潮域の主要4種の個体数の優占率 (各種個体数/全カイアシ類個体数)

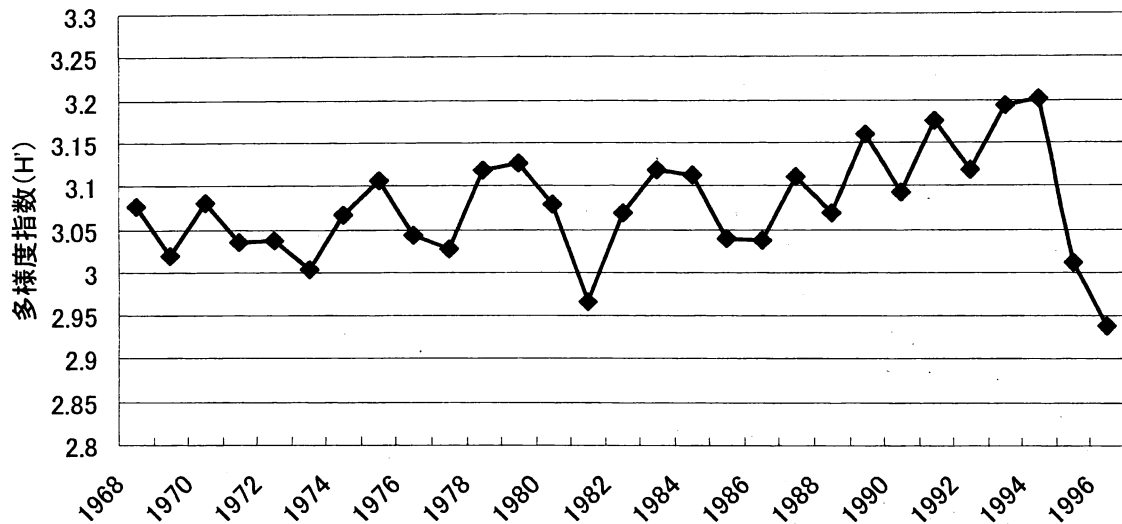


図.4 混合域のカイアシ類種組成のShannon-Wiener多様度指数 (H') の変動
(3年移動平均)

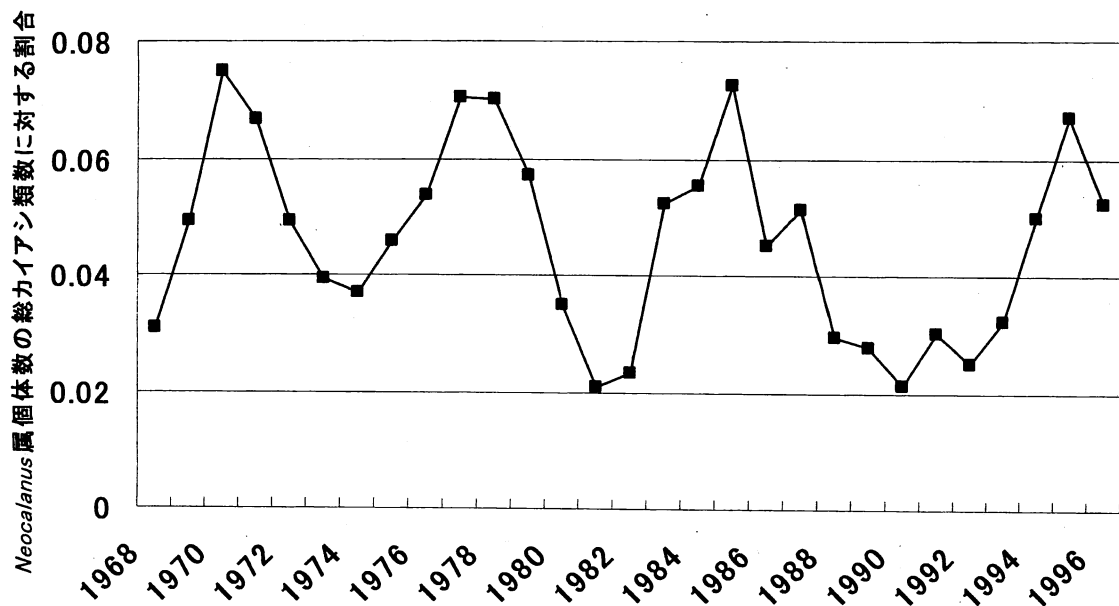


図.5 混合域におけるNeocalanus属個体数の総カイアシ類個体数に対する割合 (3年移動平均)

春期夏期を通じて、いずれの年代においても*Neocalanus*属3種、*Eucalanus*属1種、*Metridia*属2種の個体数が全体に占める割合は比較的高く、これらの種は春期に表層付近に分布して、この海域に特徴的な春期の高い基礎生産（植物プランクトンの春期大増殖）に依存した生活史戦略をとっていることが知られているため¹⁰⁻¹¹⁾、これらの出現や成長は、気候の経年変動に直接影響を受けて消長すると考えられる毎年の基礎生産量変動に敏感に反映されると考えられる。

*Eucalanus*属カイアシ類の平均個体群ステージを算出してみると、休眠から覚醒した幼生が春に成熟、産卵し、春～夏に孵化幼生が休眠ステージまで成長する生活史を持つことが明らかとなっ

た。夏季の豊度やバイオマスは80年代には低く、70年代や90年代には高くなり、この傾向は当年に孵化した幼生によることが分かった(図.6)。また、90年代における親潮南限付近の東北地方南部海域の標本群の拡充により、データベースが充実し、その結果新たな知見が得られた。

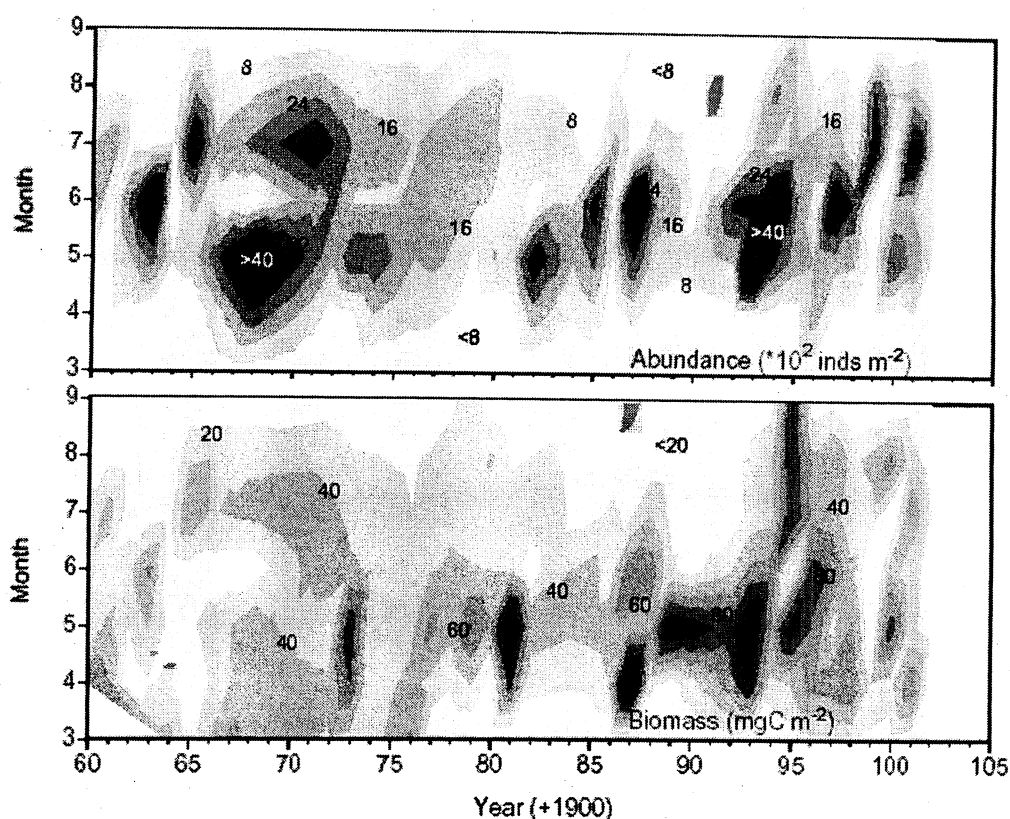


図. 6 3-9月親潮域における*Eucalanus bungi*の密度(上)と生物量(下)の季節・経年変動

また、*Eucalanus bungi*個体群構造の時系列解析によると、基礎生産が高くなる時期に産卵や発育タイミングがずれていることが分かった。豊度やバイオマスを年代別に解析すると、1980年代後半から1990年代前半には成長できる時間が通常の半分程度に限られており、この大幅な時間短縮は幼生でのみ認められた。環境要因を年代別に解析すると、1980年代から1990年代にかけて大気や海洋の状態が夏の特徴を強く示すようになり、これに伴って夏の植物プランクトンバイオマスが減少傾向にあることが示唆された。統計学的な解析結果も考慮すると、大気および海洋環境変化を通じて利用可能な餌料が減少したため、卵生産の減少、死亡率の増大、生活史の変化をもたらしたのではないかとと思われる(図.7)。

このように親潮域と混合域では、約20年の同様のパターンの変動が見られる一方、混合域でより短い周期変動や単調的な現象が比較的顕著であることなど、異なったパターンの変動が観察されており、地球の自転や地軸の振動に伴う水塊そのものの移動や気候の変動に影響され、多様な物理印紙に応じて生物生産が変化し、親潮域と混合域では異なった生態系変動メカニズムも存在している可能性も示唆される。サブテーマ2により長期的な物理変動状況を整理し、サブテーマ3, 4で物理データに対応させて、このデータセットを用いることにより種組成変

動のメカニズム等の解析を行った。また、*Neocalanus*属カイアシ類の出現量、体サイズが表層の海洋環境と相関があることは本研究海域より東方の中部、東部北太平洋においても認められており¹²⁻¹³⁾、カイアシ類の出現量、体サイズは水塊移動など物理的要因と深い関係があると考えられる。物理過程に対応する指標としての生物データという観点でこのデータセットを利用し、サブテーマ2で解析を行った。

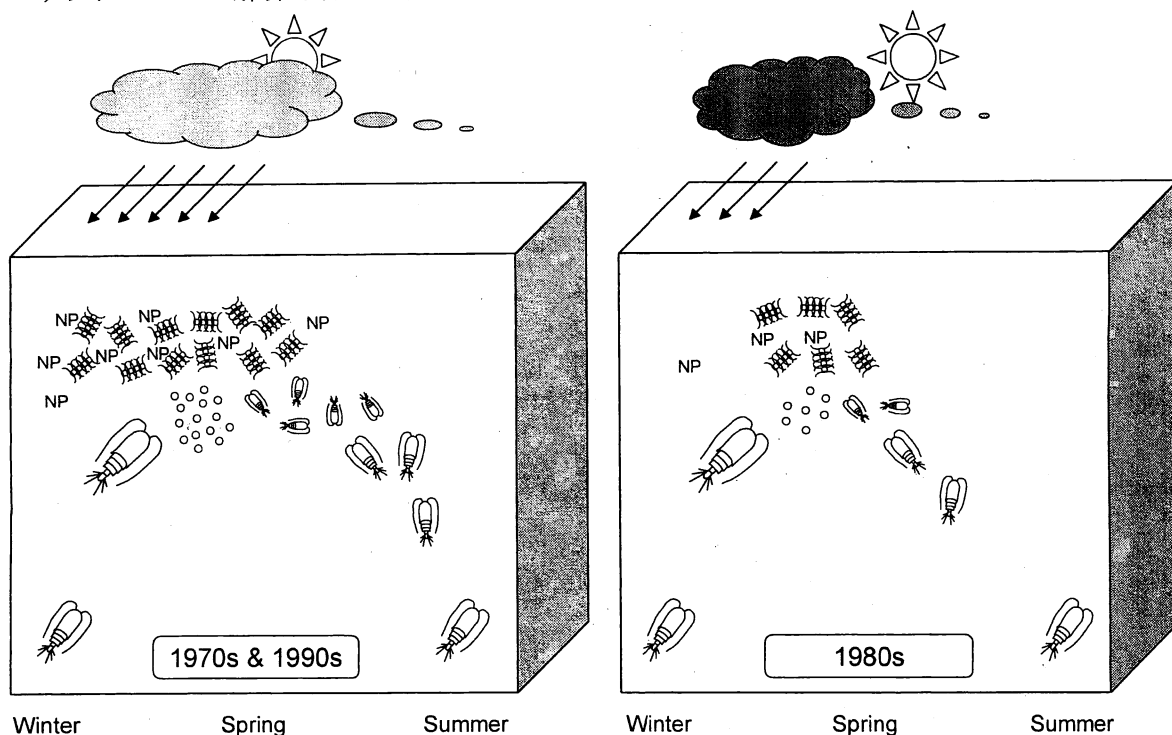


図. 7 本研究で示唆された親潮域における*Eucalanus bungii*の気候-海洋環境変動に対する応答メカニズム

各サブテーマの課題担当者がPICESなどの国際会議に参加し、同種のプロジェクトを先進的に進めている英国のCPRプロジェクトの担当者や米国CalCOFIプロジェクト担当者と情報交換を行い、現在作成中の公開用データベースソフトに関する情報を収集した。とくにCPRプロジェクト担当者からは公開準備中のデモ版のソフトの提供を受け、これらの情報を参考にしてこのプロジェクトで扱っているデータセットに最も適合し、簡便にすべてのデータから必要なデータを抽出したり図示したりできるシステムを備えたデータベースを完成した。今後、一般研究者が利用できるようにインターネット上で公開することを目指す。

5. 本研究により得られた成果

親潮域から親潮-黒潮混合域に至る日本の東方沖合域の広範囲な海域における1960年から2002年までのカイアシ類種組成のデータセットを完成したことにより、これまで国際的にデータの欠如が指摘されてきた、西部北太平洋の生物データに関する長期変動データセットが初めて得られた。このクオリティの高いカイアシ類種組成データセットを用いることにより、北大西洋のカイアシ類種組成データセットとの国際比較が可能となった。またデータの抽出や図示をしやすくし、

地球環境研究を行う多分野の研究者に利用可能な形式のデータベースを完成させた。

さらに、産卵生態が基礎生産に依存的で、生態系のエネルギー収支に貢献するモデル種が顕著な経年変動を示したことから、データベース公開におけるソフトウェア試験の対象種として活用できることが示された。

6. 引用文献

- 1) Venrick, E. L., McGowan, J. A., Cayan, D. R. and Hayward, T. L. (1987). Climate and chlorophyll a: long-term trends in the Central North Pacific Ocean. *Science*, 238, 70-72.
- 2) Falkowski, P. G. and Wilson, C. (1992). Phytoplankton productivity in the North Pacific ocean since 1900 and implications for absorption of anthropogenic CO₂. *Nature*, 358, 741-743.
- 3) Roemmich, D. and McGowan, J. (1995). Climatic warming and the decline of zooplankton in the California Current. *Science*, 267, 1324-1326.
- 4) Perry, R. I., Batchelder, H. P., Mackas, D. L., Chiba, S., Durbin, E., Greve, W. and Verheye, H. M. (2004). Identifying global synchronies in marine zooplankton populations: issues and opportunities. International Council for the Exploration of the Sea: Journal of Marine Science, 61, 445-456.
- 5) 小達和子(1994): 東北海域における動物プランクトンの動態と長期変動に関する研究, 東北水研報, 56, 115-172
- 6) Nakai Z (1962): Apparatus for collecting macrozooplankton in the spawning surveys of iwashi (Sardine, anchovy and round herring) and others. Bull. Tokai. Reg. Fish. Res. Lab. 9, 221-237
- 7) 元田茂(1957): 北太平洋標準プランクトンネットについて, 日本プランクトン研究連絡会報, 4, 13-15
- 8) Tsuda A., H. Saito and H. Kasai (2001): Life history strategies of subarctic copepods *Neocalanus flemingeri* and *N. plumchrus*, especially concerning lipid accumulation patterns. Plankton Biol. Ecol., 48, 52-58.
- 9) Kobari T., K. Tadokoro, A. Shiimoto and S. Hashimoto (2003): Geographical variations in prosome length and body weight of *Neocalanus* copepods in the North Pacific. J. Oceanogr. 59, 3, 3-10.
- 10) Tsuda A., H. Saito and H. Kasai (1999): Life histories of *Neocalanus flemingeri* and *N. plumchrus* (Calanoida: Copepoda) in the western subarctic Pacific. Mar. Biol., 135, 533-544
- 11) Kobari T., T. Nagaki, and K. Takahashi (2004): Seasonal changes in abundance and development of *Calanus pacificus* (Crustacea: Copepoda) in the Oyashio-Kuroshio Mixed Region. Mar. Biol., 144, 713-721.
- 12) Kobari T, A. Tsuda and A. Shinada (2003a): Functional roles of interzonal migrating mesozooplankton in the western subarctic Pacific. Prog. Oceanogr., 57, 3/4, 279-298.

- 13) Kobari T., T. Ikeda, Y. Kanno, N. Shiga, S. Takagi, and T. Azumaya (2003c): Interannual variations in abundance and body size in *Neocalanus* copepods in the central North Pacific. J. Plankton. Res., 25, 5, 483-494.

7. 国際共同研究等の状況

サブテーマ4の課題担当者が北大西洋におけるCPRプロジェクトを遂行している英国ハーディ研究所(SAHFOS)で研究打ち合わせを行い、開発試験中のデータベースシステムに関する情報を得た。これを元にグローバルスタンダードとなるプランクトンデータベースを完成するため、SAHFOSの担当者と情報交換を行った。また、2005年10月に文部科学省主催で海洋研究開発機構において開催された日米地球変動ワークショップ「生物多様性、生態系機能、人間-自然相関システム」において、東部北太平洋のCalCOFIプロジェクトにおける生物データの長期変動研究を行っている研究者グループと、研究の現状を紹介し合った上で、相互の問題点として現場データの取得法および解析法に関してこれまで国際間でほとんど情報の流通がなく、互いのデータを互換的に解析できる標準的なプラットフォームができていないことが確認された。そのため、相互のデータを解析して太平洋全域の生物データの長期変動を明らかにしていくために今後ワークショップや共同研究を行っていくことで合意がなされた。これを受けて、2006年10月には横浜において、海洋観測の東西太平洋比較検証に関するワークショップを予定している。

8. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表(学術誌・書籍)

<論文(査読あり)>

- ① T. Kobari, T. Nagaki and K. Takahasi: Marine Biology, 144, 713-721 (2004)

“Seasonal changes in abundance and development of *Calanus pacificus* (Crustacea: Copepoda) in the Oyashio-Kuroshio Mixed Region”

<その他紙上発表(査読なし)>

- ① 杉崎宏哉: 月刊海洋, 36(10), 733-738 (2004)

「本州東方海域の動物プランクトン生物量の長期変動」

- ② 杉崎宏哉: 月刊海洋, 38(3), 168-174 (2006)

「親潮および混合域における20世紀後半以降の動物プランクトン群集の長期変動」

- ③ 伊藤進一, 清水勇吾, 笥茂穂, 齊藤宏明, 桑田晃, 高橋一生, 杉崎宏哉, 岡崎雄二, 鹿島基彦, 舘澤みゆき, 川崎康寛, 日下晃, 小埜恒夫, 葛西広海: 月刊海洋, 38(3), 161-167 (2006)

「親潮・混合域における温暖化傾向と低次生態系の応答シナリオ」

- ④ H. Sugisaki: PICES press, 14(1), 12-15 (2006) “Studies on long-term variation of ocean ecosystem/climate interactions based on the Odate collection”

- ⑤ 小針統: 月刊海洋, (印刷中) 「海洋でのマクロ動物プランクトンとそのはたらき-鉛直移性カイアシ類を中心に」

<書籍>

なし

<報告書類等>

(2) 口頭発表 (学会)

- ① 杉崎宏哉, 伊東宏: 2005年度日本海洋学会 (2005)

「本州東方親潮域における動物プランクトン現存量と種組成の長期変動」

- ② 小針統, 田所和明, 杉崎宏哉: 2005年度日本海洋学会 (2005)

「親潮域における大型植食性カイアシ類 *Eucalanus bungii* の季節的豊度の経年変動」

- ③ 小針統, 田所和明: 日本プランクトン学会 (2005)

「北太平洋亜寒帯域における大型粒子食性カイアシ類に関する研究成果と今後の課題」

- ④ T. Kobari, K. Tadokoro, S. Chiba and H. Sugisaki: International GLOBEC Symposium, Victoria, Canada (2005)

“Interannual variations in seasonal abundance of large grazing copepods, *Eucalanus bungii*, in the Oyashio waters”.

- ⑤ T. Kobari: PICES Workshop on Oceanic Ecodynamics Comparison in the Subarctic Pacific (OECOS), Oregon State University, USA (2005)

“Prospective subjects of large grazing copepods in the western subarctic Pacific”

- ⑥ H. Sugisaki and H. Ito: PICES Annual meeting XIII, Vladivostok, Russia (2005)

”Long term variation of species and life stage composition of zooplankton in the western North Pacific: introduction of the Odate project”

- ⑦ 杉崎宏哉: 日本水産学会東北・北海道合同支部大会シンポジウム (2005)

「親潮および混合域における20世紀後半以降の動物プランクトン群集の長期変動」

- ⑧ H. Sugisaki, T. Kobari, H. Ito, I. Yasuda, M. Noto, H. Saito, K. Tadokoro and S. Chiba: The 11th Japan-US Workshop on Global Change “Biodiversity, Ecosystem Function, and Dynamic Human-Nature Interactions” (2005)

“Long term monitoring of zooplankton biomass and species diversities collected in western North Pacific: introduction of the Odate project”

- ⑨ A. Tsuda, T. Kobari, A. Shinada and H. Saito: Ocean Sciences Meeting, Hawaii, USA (2006)

“Functional Roles of Mesozooplankton in the Western Subarctic Pacific”

- ⑩ T. Kobari, D. K. Steinberg, S. Wilson, K. Buesseler, A. Tsuda and M. Kitamura: Ocean Sciences Meeting, Hawaii, USA, (2006)

“Vertical distribution of ontogenetically migrating copepods in the Western Subarctic Gyre”

- ⑪ H. Saito, K. Takahashi, A. Tsuda, T. Kobari, T. Kikuchi, M. Moku, H. Sugisaki, H. Yasuma and K. Miyashita: Ocean Sciences Meeting, Hawaii, USA, (2006)

“Biogeochemical Roles of Zooplankton and Micronekton in the Twilight Zone”

- ⑫ 小針統, D. K. Steinberg, 津田敦, K. Buesseler, 喜多村稔: 日本海洋学会 (2006)

「西部亜寒帯循環域 (VERTIGOK2) の晩夏における鉛直移動性カイアシ類の鉛直分布の短期変動」

- ⑬ 津田敦, 齋藤宏明, 小針統: 日本海洋学会, 横浜市立大学 (2006)

「橈脚類の季節的鉛直移動による物質輸送」

(3) 出願特許

なし

(4) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの）

なし

(5) マスコミ等への公表・報道等

なし

9. 成果の政策的な寄与・貢献について

2001年に採択されたIPCC第3次報告書において温暖化等の大規模な気候変動が既に生態系の変動に大きな影響を与えている可能性を報告しており、とくに海洋生態系は気候変動に敏感に反応すること、また気候変動へのフィードバック効果が予測されることから海洋生態系変動をモニタリングすることがきわめて重要とされているにもかかわらず、これまで特に日本周辺海域において気候変動と生態系変動をリンクして長期にわたって解析評価した研究はこれまでほとんどない。本研究により、明らかにカイアシ類の種組成が年代ごとに変動していることが確認された。本研究は京都議定書を受けた温暖化防止の施策として提言されている科学的基盤強化の中でも重要視されている温暖化の気候解明と予測技術向上のための大気と海洋の相互作用を含む海洋の影響と生態系の寄与を評価する成果である。

さらに本研究に用いた試料の多くは地方自治体の環境保全対策の一環の海洋環境モニタリング調査として得られたものであり、本研究の成果により温暖化や異常気象の傾向が把握されその予測につなげることによって各自治体の環境変動への施策に対して科学的情報を提供する。