

水産海洋シンポジウム

The Japanese Society of Fisheries Oceanography Symposium

2004 年黒潮大蛇行 - その実態と水産資源への影響を探る -

The 2004 Kuroshio large meander - its feature and effects on fishery resources -

講演要旨集

Program and Abstracts

主催 水産海洋学会

共催 日本海洋学会

2005 年 3 月 31 日 (木)

於 東京海洋大学品川キャンパス

March 31, 2005, Tokyo

2004年黒潮大蛇行 - その実態と水産資源への影響を探る -

日 時:2005年3月31日(木) 09:30~16:55

場 所:東京海洋大学品川キャンパス

コンピーナー:秋山秀樹(中央水研)・中田 薫(中央水研)・岩田静夫(JAFIC)・谷津明彦(中央水研)

挨拶:水産海洋学会長・松山優治(海洋大科学)

趣旨説明:秋山秀樹(中央水研)

1. 現業機関からの報告 座長 中田 薫(中央水研)

- | | | |
|-------------------|-------------|-------------|
| 1-1)黒潮流路の監視と予測 | 吉田 隆(気象庁) | 09:40~10:10 |
| 1-2)海洋速報から見た黒潮大蛇行 | 林王弘道(海上保安庁) | 10:10~10:40 |
| 1-3)黒潮水域の漁海況予報 | 秋山秀樹(中央水研) | 10:40~11:10 |

2. 物理的視点からの分析 座長 秋山秀樹(中央水研)

- | | | |
|-------------------|-------------|-------------|
| 2-1)黒潮大蛇行の形成と維持 | 川辺正樹(東大海洋研) | 11:10~11:40 |
| 2-2)中規模渦による黒潮流路変動 | 花輪公雄(東北大院理) | 11:40~12:10 |

昼 食(幹事会)

(宇田賞・論文賞選考結果報告) 13:30~13:40

3. 現場からの報告 座長 岩田静夫(JAFIC)

- | | | |
|---------------------------|--------------------------|-------------|
| 3-1)黒潮大蛇行と伊豆諸島海域における漁況変動 | 米沢純爾・堀井善弘・橋本 浩・青木雄二(都水試) | 13:40~14:10 |
| 3-2)静岡県のシラス漁業における黒潮大蛇行の影響 | 鈴木朋和・海野幸雄(静岡水試) | 14:10~14:40 |
| 3-3)黒潮大蛇行と熊野灘における漁海況変動 | 久野正博・山田浩且(三重科学セ水産) | 14:40~15:10 |

休 憩

4. 低次生産・水産生物の再生産への影響 座長 谷津明彦(中央水研)

- | | | |
|---------------------|---------------------------|-------------|
| 4-1)低次生産 | 中田 薫・日高清隆(中央水研) | 15:25~15:55 |
| 4-2)黒潮流路変動とイワシ類の再生産 | 中村元彦(愛知水試漁生研)・内山雅史(千葉水研セ) | 15:55~16:25 |

5. 総合討論 座長 秋山秀樹(中央水研)・谷津明彦(中央水研) 16:25~16:55

(2005年度水産海洋学会 通常総会) 17:00~17:50

開催趣旨

黒潮大蛇行はA型流路とも呼ばれ、1930年ごろからの記録によると過去5回起きている。2004年夏季、13年ぶりに黒潮は大蛇行流路へと変化した。黒潮大蛇行が起きると遠州灘に冷水塊が発生し地域の気候変動にも影響する。一方、水産資源との関連は、主に漁場形成および水産生物の再生産に大別できる。前者は南西海域から東北海域のみならず瀬戸内海にまで影響があるとされ、後者としては、高温・貧栄養な黒潮系暖水による磯焼け現象、黒潮内側域の基礎生産量や稚仔魚の輸送過程の変化といった側面が注目されている。本シンポジウムでは、2004年に起きた大蛇行の形成過程から水産資源への影響について最新の知見を取りまとめ、今後の動向について幅広い角度から検討したい。

黒潮流路の監視と予測

吉田 隆 (気象庁)

Operational monitoring and prediction of the Kuroshio path

Takashi YOSHIDA

Japan Meteorological Agency

はじめに

黒潮流路の監視と予測、及び予測結果の発表(予報)は、気象業務法及び同施行令に定める気象業務の一部である。気象業務法施行令で「一般の利用に適合する海流の状況の予報」と定められる海流予報の対象は黒潮流路だけではないが、水産資源への影響、船舶の航路への影響、沿岸の潮位変動等、各方面に対する影響の大きさから、黒潮流路は重視すべき海流予報の対象である。

黒潮流路の監視・予測の基盤である我が国の業務的海洋観測網は、2004年夏季に大蛇行型となった黒潮の流路変化を、前兆段階から逐次とらえ、現業機関による的確な情報提供を可能にした。この優れた業務的海洋観測網の現状を含め、今回のイベントがいかに監視・予測されたかをレビューする。

業務的海洋観測網

海洋変動の監視と予測は観測の成果に基づき行われる。我が国周辺海域では、現業機関及び調査・研究機関により様々な海洋観測が行われているが、業務的に利用できる観測の成果はその全てというわけではない。現在、利用可能な主なものは、1)無線通信による即時通報や寄港後速やかなデータ交換が行われる船舶による水温・塩分・海流観測結果、2)国際気象通報式で交換される定置ブイ、漂流ブイ、中層フロート等のデータ、3)業務的に利用可能な衛星(赤外水温(静止気象衛星、NOAA衛星)、マイクロ波水温(Aqua)、海面高度(Jason))データであり、いずれも業務的海洋観測網の重要な構成要素である。

データ交換・解析・予測システム

観測のみならず、観測の成果を集約するためのデータ交換システム、解析プロダクトを作成する客観解析・データ同化システム、及び予測システムも黒潮流路の監視・予測業務に不可欠である。

データ交換システムとして、従来から関係機関の協力により行われている船舶観測結果の交換の枠組みは我が国の財産である。NEAR-GOOSでは即時通報された船舶観測結果、国際気象通報式で交換される定置ブイ、漂流ブイ、中層フロートデータが電子化資料として即時交換される。気象庁の現在の客観解析・データ同化システムは、MGDSST(全球高分解能日別海面水温解析)とCOMPASS-K(蒲地ほか1998)である。前者はマイクロ波及び赤外衛星水温観測値を主体に空白域の無い海面水温場を、後者は衛星海面高度及び現場海洋観測データを数値モデルに同化し、海流情報を含めた三次元的な情報を提供する。予測システムはCOMPASS-Kの数値モデルによる積分であり、約30日より先の予測は持続予測よりも良い結果を示す。気候値予測との比較では約80日まで有効な予測情報を提供できると評価されており(蒲地ほか、2005)、1~2か月先の黒潮流路の予測に有効なツールである。

2004年夏季の大蛇行イベントの監視

2003年11月中旬、下旬で観測条件の良かった17日及び25日のNOAA海面水温画像は、黒潮流路に対応する九州南東の高水温域の東への広がりを示した。海面水温画像では高水温域の広がりのどの部分に黒潮流路があるかはわからないが、海面高度解析により黒潮の離岸が確認された。12月4

日の画像では流路に相当する高温部と九州の間に低温部が見られ、離岸(小蛇行の発生)は明瞭であった。この小蛇行が徐々に東に移動し、2004年7月には北上部が潮岬を越えたこと、及びその後蛇行部が東海沖に達したことが船舶、ブイ等の現場観測からも順次確認された。なお、蛇行部の潮岬の通過から大蛇行流路の出現に呼応する浦神と串本の潮位差の急激な縮小が7月はじめに発生している。また、蛇行部が東海沖に達した後に東海沿岸の水位の上昇が観測されている。

これら一連のイベントは、NOAA衛星画像、現場観測データ、COMPASS-Kの解析結果等により総合的に監視された。NOAA衛星画像の有効性は条件に恵まれれば圧倒的であるが、好条件の頻度は意外に低く、さらに夏季は黒潮流路と周囲の水との水温のコントラストが小さくなり流路を見出しにくくなる。マイクロ波による水温観測は、雲域でも海面の観測が可能であるものの、陸地周辺の観測精度は悪く、空間解像度も50km程度で黒潮流路を詳細に把握するには粗い。また、高度計データの空間分解能が黒潮の流路変動を詳細に記述するほどには高くないことを主な理由に、COMPASS-Kもそのみで黒潮を十分に監視できるとは言いにくい。このようなことから、観測船による水温・塩分・海流の実測、及び漂流ブイによる海面流の実測が、今回のイベントの経過を確認していくうえで欠かせなかった。

予測

海況予報の観点からは、大蛇行流路だけではなく、直進流路も含めた黒潮流路変動のすべてが監視と予測の対象であるが、社会的に関心の高い顕著現象である大蛇行流路の発生に特に注目する必要があるのも事実である。小蛇行が解消せずに東進した春以降、小蛇行が大蛇行流路に発展するかどうか大きな関心事であった。2004年4月下旬に小蛇

行の東の北上部が室戸岬に達してからは、潮岬を越えるタイミングと、それ以降の小蛇行の発達に注目して経過を監視した。

小蛇行の東進が大蛇行流路の発生の前兆現象であることは知られている。小蛇行が潮岬に達した時点で、COMPASS-Kが気候値予測や持続予測よりも有効な1~2か月先の予測では、東海沖での小蛇行の発達が示され、5月時の予報根拠のひとつとなった。経験則以外の現在の予測技術では、数ヵ月後に大蛇行流路になることは予測できても、それが定着するのか否か、いつまで続くのかの見通しを立てることは難しく、2ヶ月より先の予測は経験則もしくは統計的な手法に頼ることになる。

今回の黒潮流路の変化の2004年4月ごろまでの経過は、2002年12月から2003年3月までの小蛇行の東進時のものと類似していた。その際は小蛇行が潮岬を越えた後の蛇行の定着が見られなかったが、この一時的な蛇行も数値モデルにより適切に予測されていた。これら二回の事例は現在の海洋数値モデルの実用性をある程度示している。しかしながら、その結果を予報(=情報発表)に用いるには、常にその限界を踏まえる必要があり、予想実験で示された有効性の範囲内での利用にとどめるのが適切である。経験則、統計的手法及び数値モデルといった様々な手法の不確かさの現状を踏まえると、現業機関における海況の監視と予測及び予測情報の発表においては、観測結果に基づく監視情報が第一に重要である。それに加えて可能性の範囲を逸脱しない見通しを提供することになる。

文献

蒲地政文ほか(1998):中・高緯度海洋データ同化システムの開発. 測候時報, 65, 特別号
蒲地政文ほか(2005):気象庁・気象研究所における海況予報システムの現状. 月刊海洋, 印刷中.

海洋速報から見た黒潮大蛇行

林王弘道

(海上保安庁海洋情報部環境調査課)

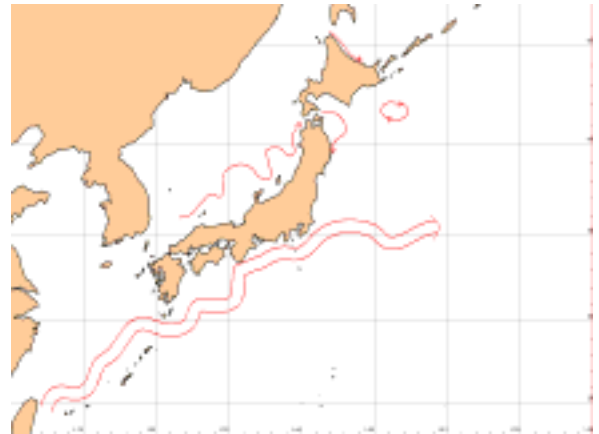
Kuroshio Large Meander based on the Quick Bulletin of Ocean Conditions

Hiromichi RINNO

Hydrographic and Oceanographic Department, Japan Coast Guard

1. はじめに

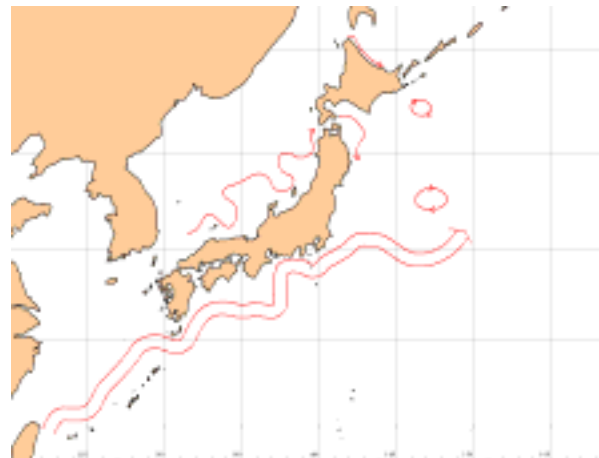
海上保安庁では、海上保安庁や関係機関の船舶が観測したデータや漂流ブイ、観測衛星からのデータ等を元に、毎週、日本周辺の海流や水温の状況を示す海洋速報と海流推測図を発行している。この海洋速報には海洋情報部が判断した黒潮の流路も明記しており、これを時系列で並べると大まかながら長期的な黒潮の流路の変動を見ることができる。



2004/06/22

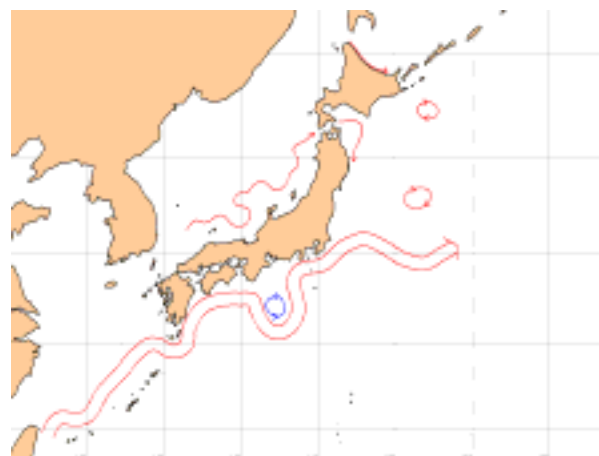
2. 海洋速報から見た黒潮大蛇行

平成 17 年 3 月現在、黒潮の流路は、昨年 8 月頃から 14 年振り(*1)に大蛇行型(海上保安庁では「A型」ともいう)を描いている。過去の 50 年の事例を見る限り、こうした大蛇行型の流路は数ヶ月から数年続くものである。黒潮の流路は、漁業や海運に大きな影響があり、そのときの現状だけでなく多少なりとも推測できるのが望ましい。



2004/07/20

過去の大蛇行型の時期の海洋速報から黒潮の流路を抜き出し、大蛇行型から他の型に移行する際の傾向をみる。また、大蛇行型になる際の傾向についても、実際に大蛇行型になった時と、大蛇行型になると言われてならなかった時を比較し、傾向を見る。



2004/08/17

図 1 2004 年黒潮大蛇行形成時の海洋速報

3．最新の観測網から見た 2004 年黒潮大蛇行

過去の資料については、データを得る手段が少なく実際に船が観測した部分以外は推測で描かれていたが、近年は観測衛星や、短波レーダーなど面的に海面を観測する手段も増えており、海上保安庁でも NOAA 衛星による水温データや野島崎と八丈島に設置した海洋観測用短波レーダーを利用している。

昨年の大蛇行型への移行時期について、海洋速報（図 1 参照）とこれらの観測データの比較を行う。

黒潮水域の漁海況予報

秋山秀樹（中央水研）

Forecasting on the Distribution and Abundance of the Important Fishery Resources and the Related Oceanographic Conditions in the Kuroshio region

Hideki AKIYAMA

National Research Institute of Fisheries Science, FRA

1. はじめに

水産庁では、「水産物の安定供給の確保に関する施策」の中で、「水産資源に関する調査及び研究 - 漁況海況情報の提供等」として、沿岸沖合漁業漁況海況予報事業を展開している。その事業内容は、マイワシ、サンマ、スルメイカ等の主要浮魚資源及び海洋環境に関する情報を収集・分析し、魚種別・海域別に長期漁況海況予報の作成・提供を行うことである。

鹿児島県薩南海域～千葉県房総沿岸域の日本南岸黒潮水域（図1）は「中央ブロック」と呼ばれていて、中央水産研究所をはじめ13都県の水試/センターほかの試験研究機関が参画して、年3回（7月、12月、3月）長期漁海況予報会議」を行っている。

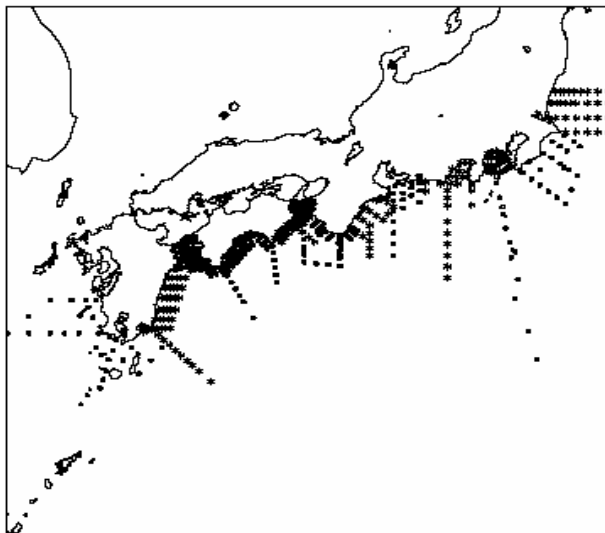


図1 中央ブロックの定線観測調査点

2. 中央ブロックの海況予報

中央ブロックの海況で特徴的な現象としては、「黒潮の流型変化」、「小蛇行の発生」、

「内側域への暖水波及」、「冷水塊（渦）の出現」等が挙げられる。

中央ブロックではこれらの現象について正確な現況把握と的確な海況予報を行うため、以下の点に注意を払っている。黒潮小蛇行の発生時期と伝播の特徴、日本南方海域の衛星海面高度偏差分布の特徴、黒潮離岸距離の長期変動特性、類似年検索、現況把握。

3. 2004年黒潮大蛇行に係わる海況変化

(1)経過

2004年1月～3月、黒潮は期間を通してN型流路で推移した。1月下旬～2月上旬、九州南東沖に小蛇行が停滞していた。この小蛇行は、2月中旬～3月中旬、四国沖を東進した。2月下旬、九州南東沖に新たな小蛇行が形成された。（2004/3会議）

2004年4月～6月、黒潮は期間を通してN型流路で推移した。2月下旬九州南東沖に形成された小蛇行は4月～5月四国沖で停滞し発達した。この小蛇行の東端は4月下旬に室戸岬沖、5月下旬に潮岬沖へ達した。（2004/7会議）

(2)今後の見通し（2004年7月～12月）

日本南岸の黒潮は、8月にA型流路となり、期間中持続する。（2004/7会議）

(3)その後の経過

7月後半にN型流路からA型流路への変化が起こり、8月に安定したA型流路となり、その後12月までA型流路が継続した。（2004/12会議）

2005/3 現在、A型流路は継続中である。

がある。

4. 漁海況への影響（概報）

過去の事例より、黒潮大蛇行が形成されると1年以上継続する可能性が高いことから、今後各分野で影響が現れてくるであろう。漁海況への影響を会議資料の「特異現象」から抜粋してみる。詳細は本シンポジウムの「現場からの報告」に委ねる。

漁況への影響としては、本州南岸一帯でカツオの漁獲が少ない、遠州灘沿岸でカタクチシラスが不漁である等の報告を受けている。ただし、魚には「旬（獲れる時期）」があるので魚種毎に黒潮大蛇行の影響は異なる。また、漁場形成や回遊経路に係わる黒潮大蛇行の影響は黒潮と地形との位置関係から海域毎に異なる。

海況への影響としては、本州南岸の沿岸水温の変動を引き起こす。遠州灘から熊野灘の沿岸にかけて「内側反流」が頻繁に形成される。台風の接近や大潮の時期と重なると「異常潮位」を引き起こすことがある。

また、伊豆諸島北部海域では沿岸水温の高温化により「磯焼け現象」が起きること

5. 中央ブロックのモニタリング観測網

黒潮大蛇行の悪影響を少しでも回避し、水産物の安定供給を確保するため、関係する自治体や団体などが連携し、定期的な資源・海洋調査を継続し、得られた漁海況情報をネットワーク経由で迅速に流通させる必要がある。

海況の変化は、主として沿岸の漁船漁業の操業に好・不漁として表れてくる。全漁業者の85%を占める沿岸漁業者からはリアルタイム海況モニタリング網を整備してほしいという要望が強い。中央水研では各都県と連携し、リアルタイム海況モニタリング観測網の整備に力を注いでいる(図2)。

6. おわりに

本発表は中央ブロック水産業関係試験研究機関が参画して協議・採択した長期漁海況予報会議の内容を中央水研が取りまとめたものである(文責：秋山秀樹)。同会議関係各位には、日頃の御協力に深く感謝致します。

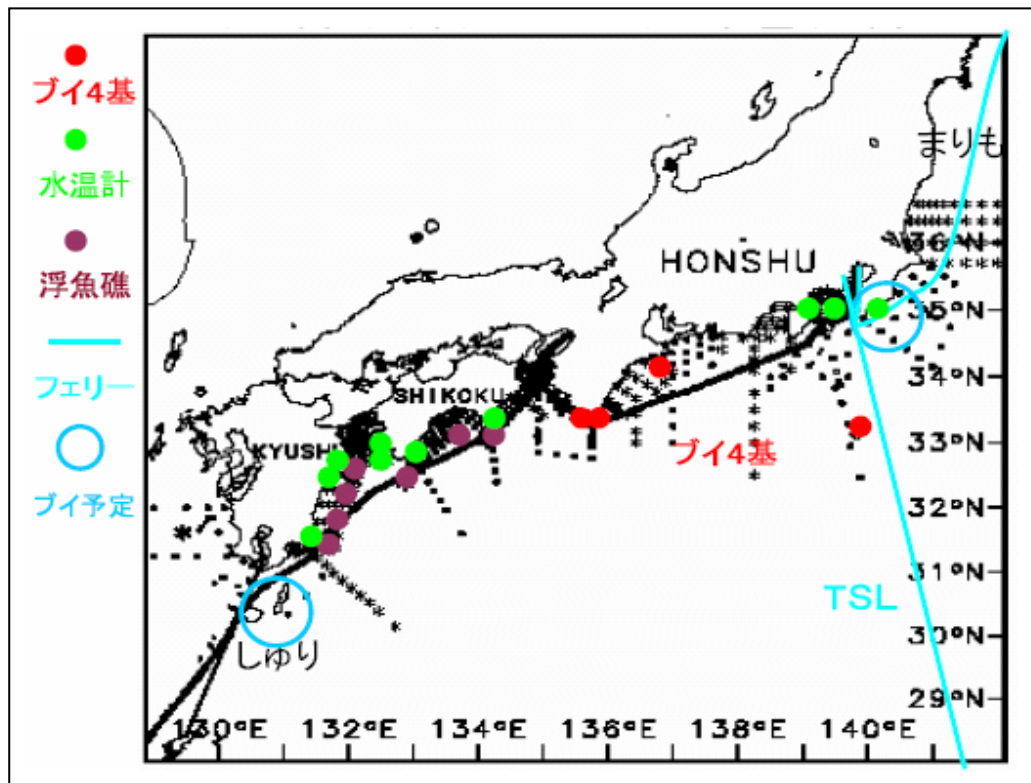


図2
中央ブロック
リアルタイム
海況モニタリ
ング観測網

黒潮大蛇行の形成と維持

川辺正樹（東京大学海洋研究所）

Formation and continuation of the large meander of the Kuroshio

Masaki Kawabe

Ocean Research Institute, The University of Tokyo

1. 黒潮の流路

黒潮は、約 4 割の期間で大蛇行流路、すなわち九州と四国の沖合を流れたのち紀伊半島や遠州灘南方で大きく離岸し、トカラ海峡と伊豆海嶺の間で一波長となる大きな蛇行路をとり、残りの期間は、概ね九州東方から紀伊半島南端の潮岬まで岸に近接して流れる非大蛇行流路をとる（図 1）。伊豆海嶺では、500m 以深で黒潮の通過できる場所が、三宅島と八丈島間の海谷部と八丈島南方の深海域の二か所に限られ、非大蛇行流路は、北側を通る非大蛇行接岸流路（図 1 の nNLM）と南側を通る非大蛇行離岸流路（oNLM）に分かれる。大蛇行流路は北側通路を通ることが多く、典型的な大蛇行流路（tLM）と呼ばれる。

ある時非大蛇行接岸流路の九州南東沖に小蛇行が生じ、東向きに移動して 4 か月ほどで潮岬に達し、黒潮大蛇行を形成する。黒潮の小蛇行は、大蛇行期間にはあまり発生しないが、非大蛇行期間には年 2 回程度の割合で生じ、半分は九州東岸で消滅するが残り半は四国沖に達し、その半分が潮岬を通過し、さらにその半分ほど（全体の 10 分の 1 ほど）が大蛇行の形成に寄与する。小蛇行が東進する遷移期間を経て、非大蛇行接岸流路が大蛇行流路に遷移し、大蛇行期間のほとんどで典型的な大蛇行流路をとる。そして、ある時トカラ海峡で流路が南側に

移動して曲率が増加すると、黒潮が九州や四国に接岸して大蛇行の消滅を迎える。5 か月ほどの遷移期間を経て非大蛇行離岸流路になり、その後の非大蛇行期間を通して、黒潮は非大蛇行接岸流路と非大蛇行離岸流路を交互にとる。これが、黒潮の流路の基本的な変動である。



図 1. 黒潮の代表的流路。細線は 500m 等深線を示す。（Kawabe, 2005）

2. 黒潮大蛇行の形成と維持

黒潮大蛇行の形成については、前駆現象として常にみられる黒潮小蛇行の東進が不可欠な現象と思われる。さらに、黒潮小蛇行が潮岬に到達する前後で、次の三つの条件が満たされる必要があると考えられる（Kawabe, 2005）。

黒潮小蛇行の運ぶ冷水渦が遠州灘の冷水

渦と有意に相互作用すること。

トカラ海峡で黒潮流軸が北側に位置し、曲率を小さく保つこと。

黒潮の流速が極端に小さくならないこと。

黒潮の小蛇行が潮岬を通過すると、小蛇行の運ぶ冷水渦と遠州灘の冷水渦が、両者の中間の水温をもつ冷水渦を形成して発達する。1969年4月、1981年9~10月、1992年4~6月には、小蛇行の東進の間に潮岬東方で非大蛇行接岸流路が非大蛇行離岸流路に遷移し始め、その結果1969年と1992年には大蛇行はできず、1981年には位置が東に偏った変則的な大蛇行が形成された。非大蛇行離岸流路への遷移によって遠州灘の冷水渦が南東方向に移動し、特に1969年と1992年には水温の極小域が伊豆海嶺の東側に移って冷水渦の相互作用が起こりにくい状況であった。これらにより、条件の必要性が推測された。

黒潮大蛇行が形成された1986年11月と1989年10月には、小蛇行が潮岬に到達する前後の期間で条件が満たされていた。一方、非大蛇行離岸流路になった1993年3月と1995年4月では、小蛇行が潮岬に達する前後の期間のほとんどで条件が満たされず、1998年6月では前後の期間の多くで条件が満たされたものの、小蛇行がまさに潮岬に達する時期に満たされなかった。これらの事例、および定常モデルでの曲率の効果からの類推によって、条件の必要性が推測された。

1999年10月に小蛇行が潮岬に東進してきた事例では、条件と β は満たされていたが、大蛇行は形成されなかった。この時期、黒潮の流速は小さく、特に小蛇行が潮岬に達した直後に極端に減少して過去最小

のレベルになった。これが、大蛇行にならず非大蛇行離岸流路になった原因と考え、条件が必要とされた。

3. 2004年7月の大蛇行の形成について

海上保安庁海洋情報部の海洋速報と東京大学海洋研究所のウェブサイトの黒潮情報によると、2004年2~3月に種子島南東で黒潮の小蛇行ができ、3月から6月に東進して7月初めに潮岬を通過した。八丈島の安定した高潮位は、黒潮が非大蛇行接岸流路をとり続けたことを示しており、冷水渦が遠州灘に存在していたことが推測され、条件が満たされていたと思われる。

トカラ海峡での黒潮流軸の位置は、5月上旬に北偏し、その後一時期南下したものの、黒潮の小蛇行が潮岬に到達する少し前に再び北偏し、大蛇行の形成後ひと月くらいまでその状況が続いた。つまり、条件も満たされていた。また、黒潮の流速は5月以降小さめであるが、極端に小さいわけではなく、条件も満たされていた。このように、2004年の黒潮大蛇行の形成では、条件 \sim のすべてが満たされていたようであり、Kawabe (2005)の推論を支持している。

大蛇行期間の特徴であるトカラ海峡での黒潮の北偏と小さな曲率、および中ないし大の流速・流量は、黒潮大蛇行の維持に必要な条件と考えられる。大蛇行の維持に関係する長周期変動に注目すると、2004年には黒潮の流速・流量は中ないし大の範囲に入っており、トカラ海峡での黒潮流軸が長期間(目安として20日以上)南偏しない限り、大蛇行は続くものと思われる。

中規模渦による黒潮流路変動

花輪 公雄

(東北大学 大学院 理学研究科 地球物理学専攻)

Mesoscale Eddies and the Kuroshio Path Variation

Kimio HANAWA

Department of Geophysics, Graduate School of Science, Tohoku University

1. はじめに

衛星計測による海面高度データの出現により、中規模現象の理解が格段に進歩した。渦の存在とその動的振る舞いが詳しく観察できるようになり、中規模渦が黒潮流路に大きな影響を及ぼしているとの発見もその一つである。本稿では、この中規模渦の実態、渦と黒潮流路変動との関係、2004年夏季に起こった大蛇行流路形成過程における中規模渦の役割について紹介する。

2. 黒潮再循環流域の中規模渦

中規模渦が海洋に充満していることは予想されていたが、詳細にわかったのは衛星高度計データが利用可能となってからである。Ebuchi & Hanawa(2000)は、東京-小笠原間の XBT と ADCP の観測データも合わせ、黒潮再循環流域の中規模渦の存在を明らかにした。Ebuchi & Hanawa(2002)では、渦の大部分は黒潮続流域で形成されること、約 7cm/s で西方に伝播し、九州東岸から四国沖で黒潮に接近していることを示した。さらに Ebuchi & Hanawa(2003)は、1990年代の小蛇行形成のほとんどに、高・低気圧性中規模渦が関与していることを示した。

3. 中規模渦と黒潮流路変動

中規模渦が黒潮流軸変動に大きな影響を与えているとの観察は、数値モデルによる再現実験を導いた(Mitsudera et al., 2001; Endoh and Hibiya, 2001; Akitomo

and Kurogi, 2001; Waseda et al., 2002; Miyazawa et al., 2004 など)。この中には、渦を人工的に与えた実験や、渦分解モデルによる実験もある。いずれにせよ、観察された渦と黒潮流路の関係が再現され、中規模渦が黒潮流路に変動を与えているとの認識ができてきた。

4. 2004年夏季に起こった黒潮大蛇行流路の形成過程

1991年半ばより続いていた黒潮直進流路は、2004年夏季、13年ぶりに大蛇行流路に変わった。衛星高度計データが利用可能となってから初めての大蛇行流路の形成である。この形成過程を、黒潮流路データと高度計データから観察したところ、複数の渦がその形成過程に何らかの影響を及ぼしていることがわかった。

図1は、2003年10月から2004年9月までの日本南岸における黒潮流路の変動を示している(気象庁黒潮流路数値データによる)。また、衛星高度計データから、渦の振る舞いを観察した結果も、メモとして書き込んでいる。

流路の形態や変動の様式から、この期間をいくつかのステージに区分できる。2003年11月に、低気圧性渦が九州東岸で黒潮と衝突し、小蛇行が形成された(ステージ1から2。図中①印は低気圧性渦の衝突を示す)。12月には上流から蛇行の谷(②

印)が接近している. 2004年2月から3月にも上流からの蛇行の谷が接近し, いったん平均的な流路となったが再び小蛇行となり, 四国沖へと伝播する(ステージ2から3). 5月には紀伊半島沖を小蛇行が伝播し(ステージ4), さらに遠州灘沖に達して7月に大蛇行流路をとった(ステージ5). この間, 4月, 5月や6月ごろにも, それぞれ低気圧性渦が衝突しているようだ.

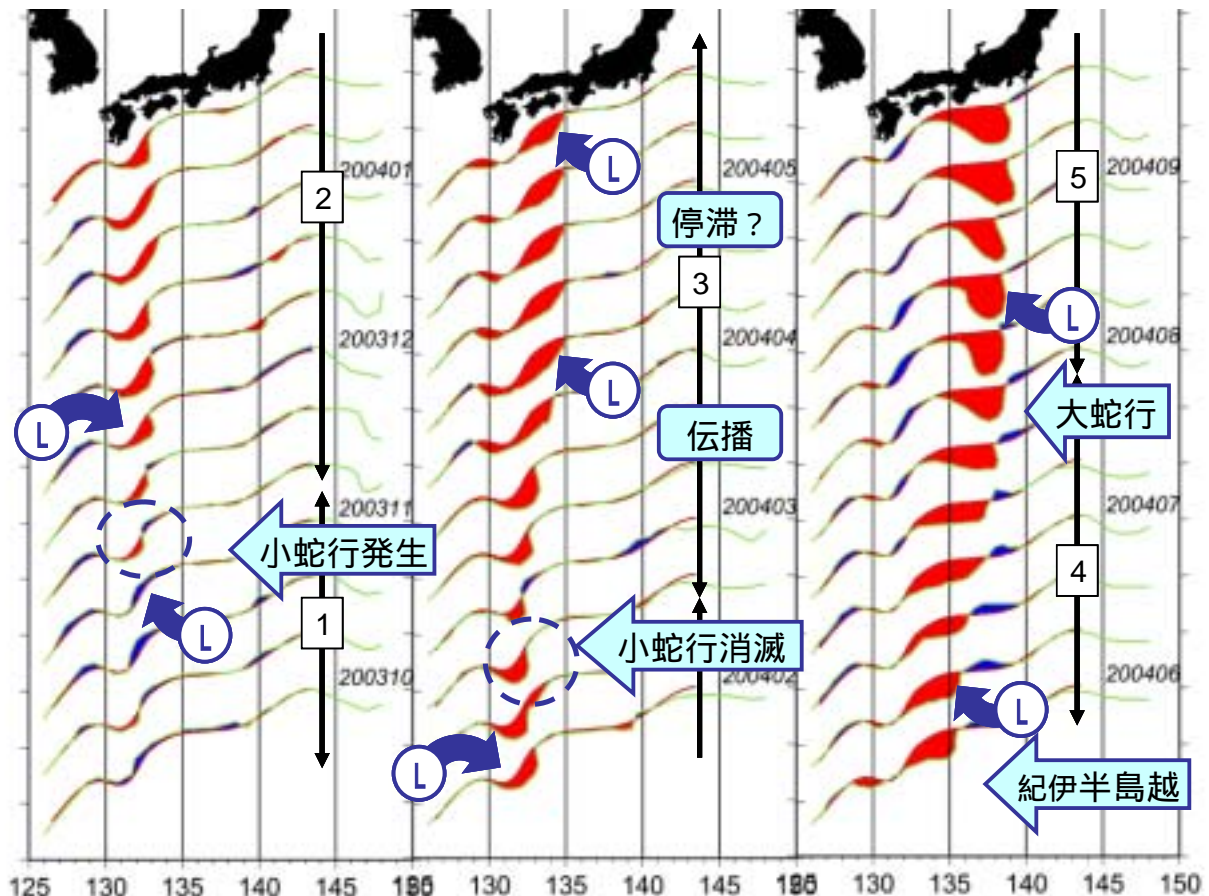
Ebuchi & Hanawa(2003)の観察では, ほぼ1個の渦が一つの小蛇行を形成していたが, この大蛇行形成には, 上記のように複数の渦が関与していたと観察される.

5. おわりに

原稿作成現在(2月中旬)の海面高度データはまだ速報値であり, 必ずしも観察に適した処理ができていない. そのため, より正確な記述にはまだ時間がかかる. それで

もやはり, 今回の大蛇行形成過程には, 中規模渦の関与は明らかなように思える. 今後, Kobashi & Hanawa(2004)が行ったような, 黒潮内側域での水塊分析なども行って, 形成過程を明らかにしていくつもりである.

図1. 2003年10月から2004年までの旬ごとの黒潮流路. 気象庁の黒潮流路数値データによる. 平均よりも南の位置を取ったところを赤で, 北の位置を取ったところを青色で示した. 図中のⓁ印は, 低気圧性の渦, または, 上流(南西諸島側)からの小さな蛇行の谷が, 接近したことを示す. 四角の数字はステージ番号, 流路につけられた数字は, 年・月を示す.



黒潮大蛇行と伊豆諸島海域における漁況変動

米沢純爾・橋本 浩・堀井善弘・青木雄二（都水試）

Influence of the Kuroshio Large Meander on Catch Fluctuations in the Izu Islands Waters

Junji YONEZAWA , Hiroshi HASHIMOTO , Yoshihiro HORII and Yuji AOKI

Tokyo Metropolitan Fisheries Experimental Station

1．はじめに

伊豆諸島海域には黒潮が常時流れており、その流路変動が漁場形成に種々の影響を及ぼしている。とくに黒潮大蛇行は、その時空間スケールから漁業に及ぼす影響が大きいと考えられることから、主要漁業の漁況に及ぼす影響を、2004 年夏に形成された大蛇行、並びに、過去の事例をもとに検討した。

2．底魚一本釣り漁

2004 年の八丈島近海におけるキンメダイ漁は、1日1隻当り漁獲量が7月まで61kgであったが、黒潮大蛇行が形成された8月以降には27kgと前年同期の40%水準まで低下した(図1)。これは流速が早く縄立が悪いことに加え、600m以深層に魚群が分布したことも影響していると考えられる。過去の大蛇行期にも伊豆諸島北部海域を中心に漁獲量が減少している(図2)。今回の大蛇行形成後、アオダイの漁獲量が著しく増加し、八丈島近海では昨年同期の17倍に当たる17トンを漁獲し(図1)、神津島近海でも好漁を呈した。過去の事例をみると、アオダイが高いCPUEを示すのはN型とA型流路であるが、後者の方が好漁の出現割合が高かった。

3．タカベ寄網漁

神津島のタカベ寄網漁では大蛇行が形成された2004年8月以降のCPUE(1操業当り

漁獲量)は、N型流路で経過した前年並びに前々年同期とほぼ同様水準であった。過去の事例においても大蛇行の漁獲への顕著な影響は確認されていない(図2)。なお、大蛇行に伴う過度の高温化が、タカベの成長を抑制することが、示唆されている。

4．ハマトビウオ流し刺網漁

伊豆諸島におけるハマトビウオの漁場形成は1～2月に鳥島近海に始まり、その後徐々に北上する。A型とN型流路では漁場が三宅島～神津島近海にも形成されることが多いが、1984年のようにC型流路が形成され、冷水塊に覆われた漁場では漁況が低調となり易い(図2)。この1984年以降、本漁業は大不漁期に入った。その後、1987年と1990年の2回、大蛇行を経験したが、直後には資源回復につながるような兆候はみられなかった。本年の八丈島におけるハマトビウオ漁は昨年より半月遅い2月12日に漁が始まった。2月末までに1日1隻平均2,000尾の漁があり、昨年同期よりやや低い値で推移している。銘柄は昨年同期に比べ、小型魚がやや多い傾向がある。

5．カツオ曳縄漁

好漁場は黒潮の内側と外側の縁に形成されることが多い。このため八丈島では、大蛇行期には、冷水塊を迂回後の黒潮の北上位置が島に近いか遠いかにより漁獲量が変化する

(図2). 本年の八丈島におけるカツオ漁は昨年よりやや早く1月中旬に開始された. 2月27日現在, 漁獲量は昨年同期より2トン少ない18トンの漁獲量であるが, 1日1隻当り漁獲量は昨年同期とほぼ同様の32kgで推移している. 銘柄は小小が6割近くを占め, 昨年同期に比べ小型魚の比率が高い.

6. 引用文献

川合英夫(1972)黒潮流路の蛇行と長期変動, 海洋物理, 海洋科学基礎講座2, 東海大学出版会, 267 - 301.

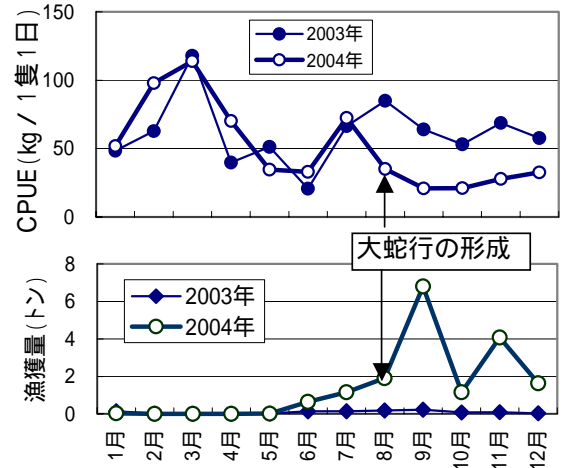


図1. 八丈島近海におけるキンメダイCPUEとアオダイ漁獲量の月変化

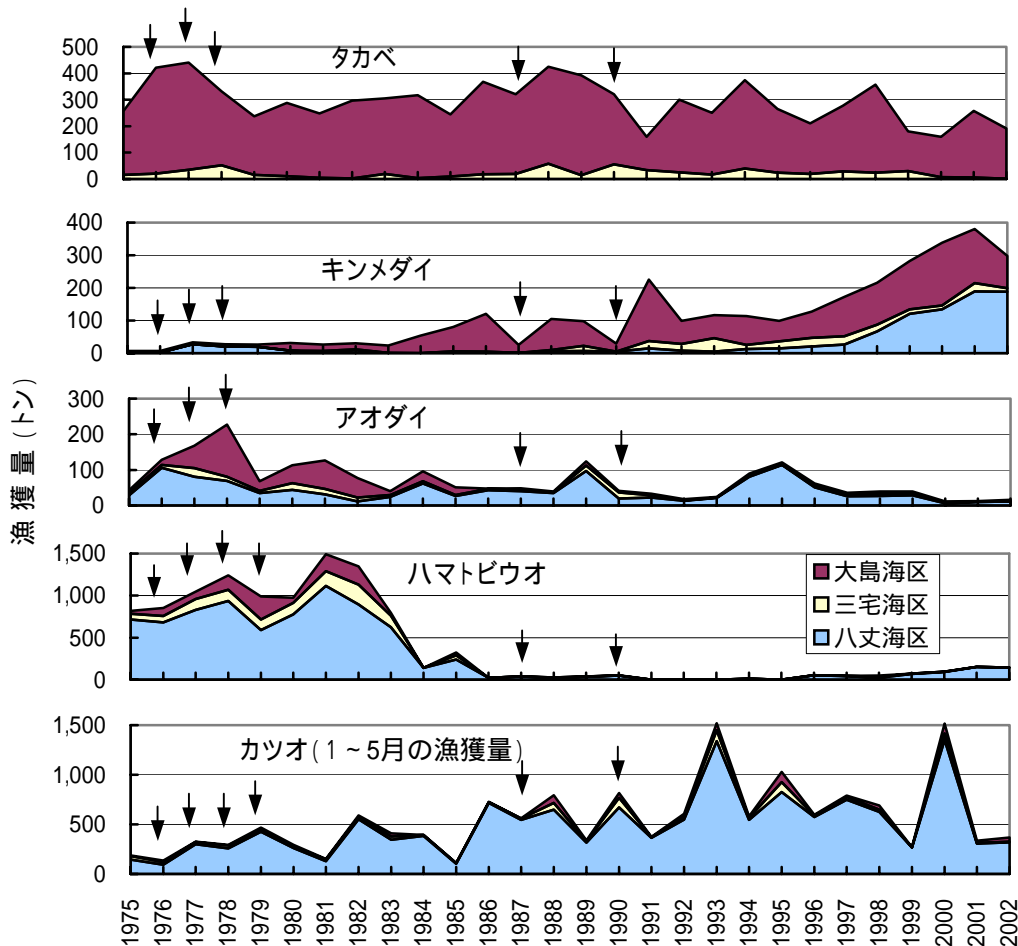


図2. 伊豆諸島海域における主要魚種漁獲量の推移
矢印はその年の主漁期がA型流路で経過した場合を示す.

静岡県シラス漁業における黒潮大蛇行の影響

鈴木朋和・海野幸雄（静岡水試）

Influence of the large meander of the Kuroshio for the “Shirasu” fishery in the Shizuoka Prefecture

Tomokazu Suzuki and Yukio Unno

Shizuoka Prefectural Fisheries Experimental Station

静岡県において、年間 50～60 億円程度の水揚げがあるシラス漁業は、県内海面漁業生産額の約 1 割を占める重要な漁業となっている。全国的にも有数の産地として知られており、全国生産量の 13%（1989～2002 年平均）を占めている。しかしながら、2004 年漁期（3 月 21 日から翌年 1 月 14 日まで）における静岡県シラス漁業は極度の不漁となり、その原因として 2004 年夏季に発生した黒潮大蛇行が疑われた。2004 年の不漁と、過去の黒潮大蛇行時のシラス漁況について整理を行ったので報告する。

2004 年の漁況

主要 6 港（静岡、吉田、御前崎、福田、舞阪、新居）における 2004 年漁期水揚げ量は 2,464 トンと前年（6,278 トン）の 39%、過去 5 か年平均（6,970 トン）の 35%に過ぎず、過去 25 年間で最低となった。近年の月別水揚げ量は、4～7 月にかけて増加して盛漁期を迎え、8 月に一度落ち込んで 9 月に再び増加した後、10 月以降減少する形で推移している。しかし、2004 年漁期は 4 月以降増加する傾向がみられず、4～9 月にかけて 200～500 トン/月の水揚げ量で推移した。ピーク時の月別水揚げ量は例年ならば 1,000 トンを超えるが、2004 年は 9 月の 514 トンが最高であった（図 1）。

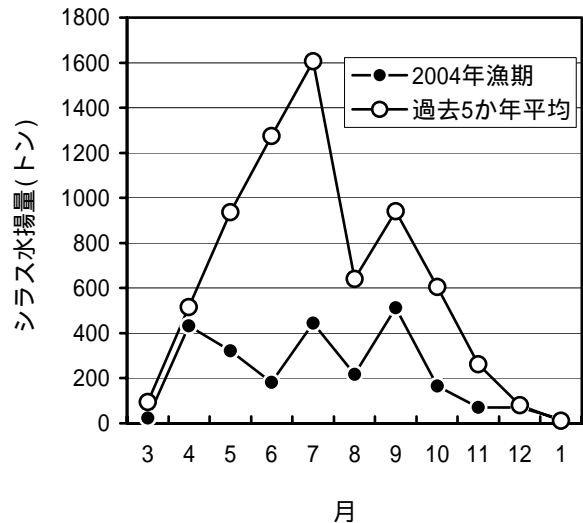


図 1. 静岡県主要 6 港における月別シラス水揚げ量.

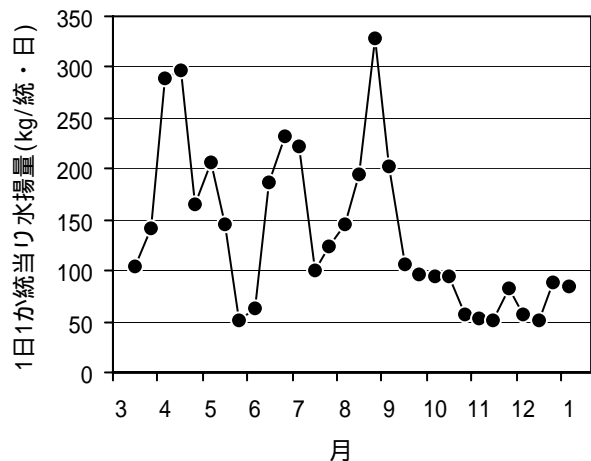


図 2. 静岡県主要 6 港における 2004 年旬平均 1 日 1 か統当り水揚げ量.

主要 6 港における 1 日 1 か統当り水揚げ量の旬別平均の推移を図 2 に示す。1 日 1 か統当り水揚げ量は 3 月下旬の解禁から 4 月下旬

まで順調に増加し 4 月中～下旬には約 300kg まで増加したが、駿河湾では 5 月から減少し、5 月中旬以降 100kg 未満となった。一方、遠州灘では 5 月まで 200kg 前後を維持していたが、6 月上～中旬は駿河湾と同様に 100kg 未満で推移した。6 月下旬になって県内の 1 日 1 か統当り水揚量は約 200kg と若干増加したが、7 月下旬になると再び 100kg 程度に減少し、8 月は約 150kg で推移した。その後、9 月上旬は 300kg 前後まで増加し、今漁期一番の好漁となったが、その後急速に減少し、10 月以降は 100kg 以下となり、50～80kg に落ち込んだ。ピーク時の旬別 1 日 1 か統当り水揚量は例年なら 600kg 以上となり、500kg 以上の高水準が 1 か月間程度継続するが、2004 年漁期は高水準で継続することはなく、最高でも 9 月上旬の 328kg であった。

過去の大蛇行時の漁況

静岡県の間年シラス水揚量を黒潮 A 型流路年（黒潮 A 型流路が 1 年のうち 4 か月以上占めた年）と非 A 型流路年に分け図 3 に示した。黒潮 A 型流路年は、その前後の年よりシラス水揚量が落ち込んでいた。過去に A 型流路が継続した 1960～63 年、1976～79 年、1987 年、1990 年のそれぞれの平均年間水揚量と、その前後 3 年間（黒潮 A 型流路年を除く）の平均年間水揚量と比較すると、黒潮 A 型流路年では 31～41% 少なかった。さらに、2004 年の水揚量の落ち込みは過去 4 回の黒潮 A 型流路年よりも大きく、過去 3 か年平均の 63% 減であった。

黒潮大蛇行がシラス漁業に与える影響

過去の知見から黒潮大蛇行時にシラスが不漁となる要因として、

1. 黒潮系水の接岸によりカタクチイワシ生活水域が縮小し、産卵量が減少すること
 2. 黒潮系水の接岸により餌料生物が減少し、シラスの生残・成長に悪影響を与えること
 3. 黒潮の流路変動に伴う沿岸域の流れの変化がシラスの漁場形成を阻害すること
- などが挙げられる。2004 年においては、黒潮が A 型流路に変化する時期とシラス盛漁期が重なったことが、記録的な不漁に繋がったとも考えられる。

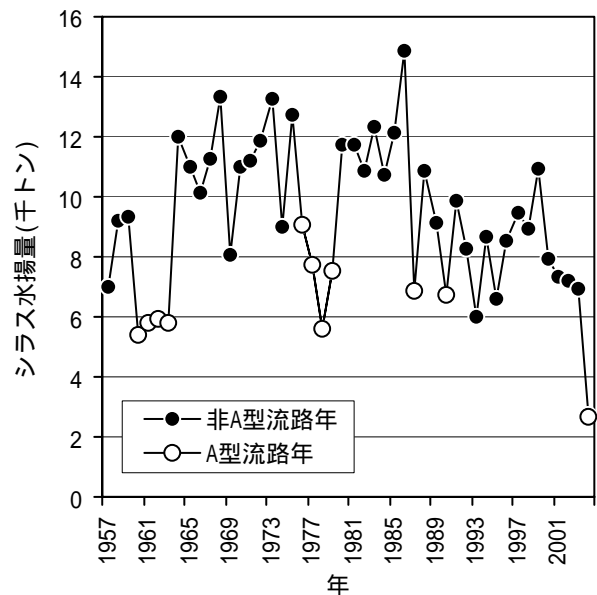


図 3. 黒潮 A 型流路年と非 A 型流路年における静岡県シラス年間水揚量の推移。

黒潮大蛇行と熊野灘における漁海況変動

久野正博・山田浩且（三重科技セ水産）

Variation of fishing and sea conditions in the Kumano-nada
relation to the large meander path of the Kuroshio

Masahiro Kuno and Hirokatsu Yamada

Fisheries Division, Mie Prefectural Science and Technology Promotion Center

はじめに：本州南岸の黒潮には、紀伊半島沖を東へほぼ直進する流路を取る場合と、遠州灘沖に出現する冷水塊を迂回して大きく蛇行する場合（大蛇行型）があり、熊野灘沿岸の海況は黒潮流路によって大きく変化することが報告されている。ここでは、黒潮大蛇行型への移行に伴って、熊野灘沿岸の海況および多獲性浮魚類や定置網でのブリの漁況がどのように変動するかを紹介する。

黒潮大蛇行と熊野灘沿岸の海況：

過去の事例から熊野灘沿岸の海況と黒潮流路には密接な関係があり、大蛇行時には黒潮内側反流など黒潮系暖水の影響を受けて高水温傾向になりやすいことが知られている。図1は毎月継続して観測している熊野灘沿岸定線St.6（尾鷲市沖107fl）における100m水温の平年偏差の13ヶ月移動平均の推移を示した。黒潮がA型の期間に高水温、N型の期間に低水温になりやすいこ

とがわかる。また、黒潮大蛇行期には黒潮内側反流の影響で厚みのある暖水が沿岸側に分布することから、沿岸の潮位が通常より高い「異常潮位」の状態になりやすいことが明らかになっている。

黒潮大蛇行と多獲性浮魚類の漁況：

熊野灘沿岸では浮魚類の大半が中型まき網によって漁獲されることから、ここでは熊野灘主要港（錦港・紀伊長島港）における中型まき網の漁獲統計データを用い、黒潮流路変動との関連を解析した。沿岸漁場への魚群の来遊量は各魚種の資源量水準と海況条件によって決定される。ここでは以下の指数を用いて、来遊量への資源量水準の影響を除去した来遊量評価を試みた。

$$\text{来遊量指数}(I) = C_{ym} / C_{ave}$$

ここで、 C_{ym} は y年m月の漁獲量

C_{ave} は y-5年～y+5年のm月漁獲平均値

この方法で求めた来遊量指数と水温の平年偏差との関係を魚種別に検討した。図2に熊野灘におけるカタクチイワシの来遊量指数と水温の関係を示した。高水温時に不漁傾向、低水温時に好漁傾向となりやすいことがわかる。言い換えれば、水温が高め基調となる黒潮大蛇行期には不漁傾向ということになる。これらの傾向はマイワシ、マ

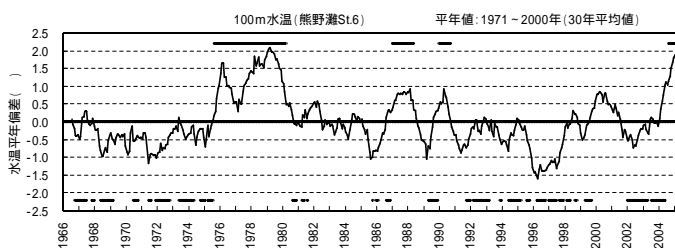


図1. 熊野灘沿岸における100m水温の平年偏差の推移。
グラフの上バーは黒潮がA型、下バーはN型の期間。
13ヶ月移動平均で表示、2004年9月以降は暫定値。

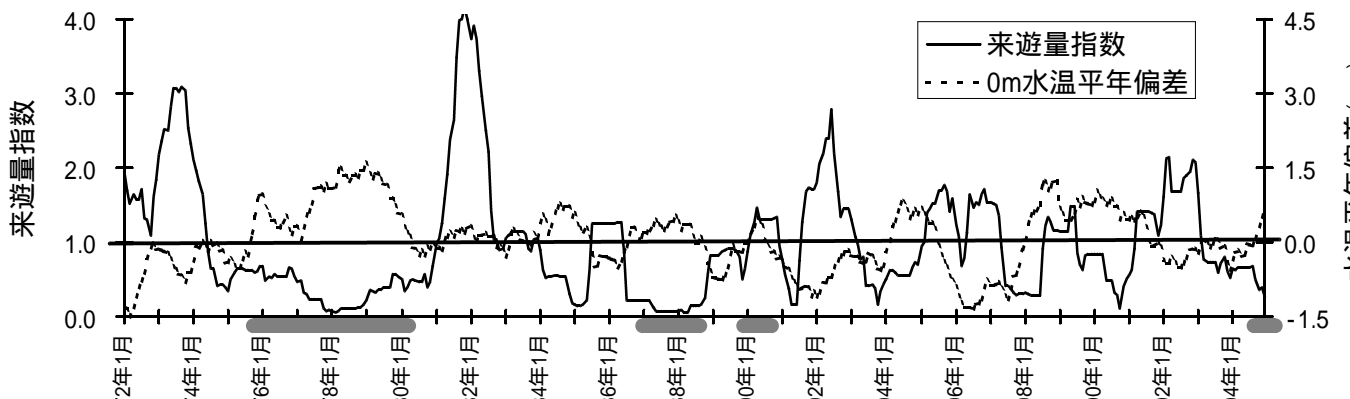


図2. 熊野灘におけるカタクチイワシ漁獲量と水温の関係(13ヶ月移動平均)。
資料は錦と紀伊長島における中型まき網による漁獲量、熊野灘沿岸定線St.6における表面水温値。
2004年8月以降は暫定値で表示。横軸の網掛けは黒潮がA型の期間を示す。

アジ、さば類の解析例でも同様であった。2004年夏季に始まった今回の大蛇行においても、熊野灘沿岸の中型まき網では蛇行移行期にマイワシ等で一時的な好漁がみられたものの、全般に低調に推移し、主要港における漁獲量は蛇行移行後に落ち込んでいる。また、定置網漁業でも大蛇行移行後は全般に不漁傾向となっている。

では、なぜ大蛇行流路は熊野灘沿岸の浮魚漁況に負の影響をもたらすのであろうか。黒潮の直進期には熊野灘沿岸は栄養塩の豊富な沿岸系水に覆われやすいが、大蛇行期には黒潮の一部が内側反流として沿岸に流入し、ごく沿岸まで栄養塩の少ない黒潮系水に覆われやすい。図3に熊野灘沿岸定線全測点平均のマクロプランクトン採集量の平年偏差を示した。黒潮のA型大蛇行期

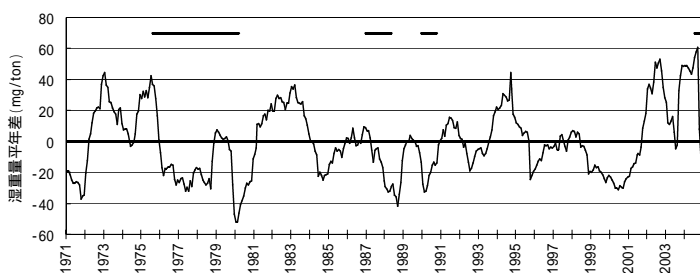


図3. 熊野灘におけるマクロプランクトン採集量の推移。
グラフの上バーは黒潮がA型期間。全測点平均の平年偏差を13ヶ月移動平均で表示、2004年6月以降は暫定値。

や2000年頃の大蛇行期にはプランクトン量が顕著に少ないことがわかる。黒潮の蛇行が持続する期間には熊野灘は貧栄養の外洋水に覆われて沿岸の低次生産が低下し、浮魚の餌環境が悪化する。また沿岸一帯が黒潮系水に覆われやすいことからフロントが形成されにくく、漁場形成の頻度も低下する。大蛇行期が浮魚漁況に負の影響をもたらすのはこれらのことに起因すると考えられる。

黒潮大蛇行と定置網でのブリ漁況:

漁場別の詳細な漁獲データが長期間にわたって得られている定置網での漁獲資料から、ブリの漁獲は大蛇行期に熊野灘全域で不漁傾向になるのではなく、漁場によって好不漁傾向に大きな差があることが明らかになった。特に不漁傾向が顕著であったのは水深が深いため外洋系水に直接覆われやすい熊野灘南部の漁場で、逆に伊勢湾系水の影響を受けやすい北部海域では直進期より蛇行期の方が好漁傾向となる漁場も認められた。

ブリの事例から、黒潮大蛇行の漁況への影響は、魚種や漁場によって異なることが示唆された。

低次生産

中田 薫・日高清隆

(中央水研)

Planktonic Production

Kaoru NAKATA and Kiyotaka HIDAHA

National Research Institute of Fisheries Science, FRA

1. はじめに

2004年8月から、13年ぶりに黒潮は大蛇行流路をとるようになった。黒潮が大蛇行流路をとる時には、潮岬沖で黒潮は離岸傾向になるとともに、遠州灘沖では顕著な黒潮内側反流が形成される。一方、蛇行した黒潮と本州南岸の間には、下層の冷たい水が湧き上がり、冷水塊が発生する。これらの物理構造における特性は、餌料プランクトンをはじめとする低次生産生物の分布と生産に大きな影響を与える可能性がある。

ここでは、過去の知見と昨年夏以降に黒潮内側域で起こっている現象を整理し、大蛇行流路が低次生産に及ぼす影響を明らかにすることを目的とする。

2. 黒潮内側反流が低次生産に及ぼす影響

黒潮の内側反流が形成・発達すると、遠州灘沿岸が黒潮系の暖水に覆われ、高水温化する。通常、内側域ではカイアシ類群集として *Paracalanus* や *Calanus sinicus* といった沿岸性種が優占する。しかし、大蛇行期には、岸近くでこれら沿岸性種の低水準化と *Oithona* 属のような黒潮水中で優占する小型の種類が優占(中田, 1977)、および動物プランクトン現存量の減少(Nakata et al., 2000)が観察される。

冬季伊勢湾ではイカナゴの生残率が湾口付近に分布する *Acartia* などの沿岸性カイアシ類の分布密度と正の関係にあることが指摘されている(船越ほか, 1997)。また、1980~1990年代の遠州灘西部海域の春季のシラス漁とプランクトンの増減の間にも密接な関係が観察されている(兪・中田, 2001)。

2004年8月、11月および2005年1月に中央水産研究所の御前崎沖モニタリング(O-line 観測, 図1)を実施した際にも、岸に近い観測点で沿岸種の低水準化と黒潮系の種類の優占が観察されてい

る。こうした現象が沿岸漁業に及ぼす影響について、今後注意していく必要がある。

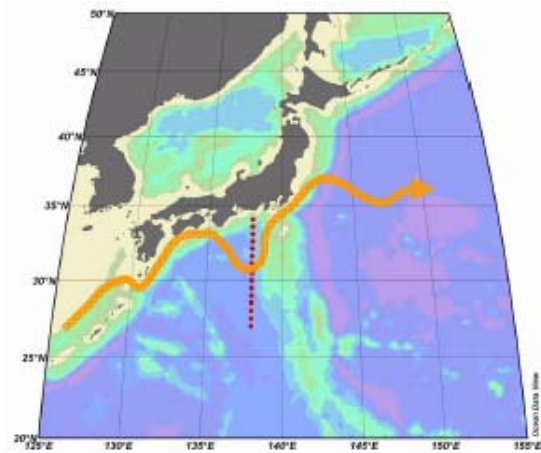


図1 御前崎沖モニタリング定線(O-line)

3. 冷水塊内の低次生産の変化

A型流路と認定されるためには、遠州灘沖での黒潮の大蛇行傾向が1年以上続く必要がある。1975年8月から約5年間続いたA型流路期には、冬・春季の冷水塊内のカイアシ類現存量や組成に経時的な変化が見られた(図2)。

すなわち、1976~1977年にはカイアシ類現存量が多く、*Euchirella rostrata* や *Calanus sinicus* などの比較的大型のカイアシ類の出現が目立った。しかしながら、1978年以降は、大型カイアシ類の現存量は低水準化し、小型の *Oithona* 属などが多く、内側域全域でカイアシ類群集は黒潮域に近い組成を示すようになった。

Calanus 属カイアシ類は同じ水域に分布する小型カイアシ類に比べると、産卵が開始されるのに必要な植物プランクトン等の餌料濃度は高いものの、高い餌料濃度下では、小型カイアシ類よりも高い生産力を示すことが知られている。下層の冷たい水の湧き上がりは、低次生産を活発化させ、

A 型流路期初期のカイアシ類現存量の高水準化に貢献していた可能性がある。

一方、1978 年以降に観察されたカイアシ類現存量の低水準化は、発達した内側反流と黒潮に周囲を囲まれて沿岸からのシードの補給が絶たれるとともに、時間とともに下層水の湧き上がり効果が薄れることを示しているのかもしれない。

4. おわりに

残念ながら、今回の大蛇行期間については、まだ、過去の結果と比較できるようなデータは得られていない。今後、どのぐらい大蛇行流路が続いていくのか、その間に低次生産構造がどう変化するのかを注視していきたい。

引用文献

船越茂雄・中村元彦・柳橋茂昭・富山 実(1997): 伊勢湾産イカナゴの再生産関係と資源管理. 愛知水試研報, 4, 11-22.

Nakata, H., S. Funakoshi, M. Nakamura (2000): Alternating dominance of postlarval sarine and anchovy caught by coastal fishery in relation to the Kuroshio meander in the Ensyu-nada Sea. Fish. Oceanogr., 9, 248-258.

中田 薫(1997): 黒潮周辺海域におけるマイワシ初期餌料環境に関する研究. 中央水産研究所研究報告, 9, 19-128.

兪 俊宅・中田英昭(2001): 黒潮の離接岸変動が遠州灘の春季のシラス漁況に及ぼす影響. 水産海洋研究, 65, 51-58.

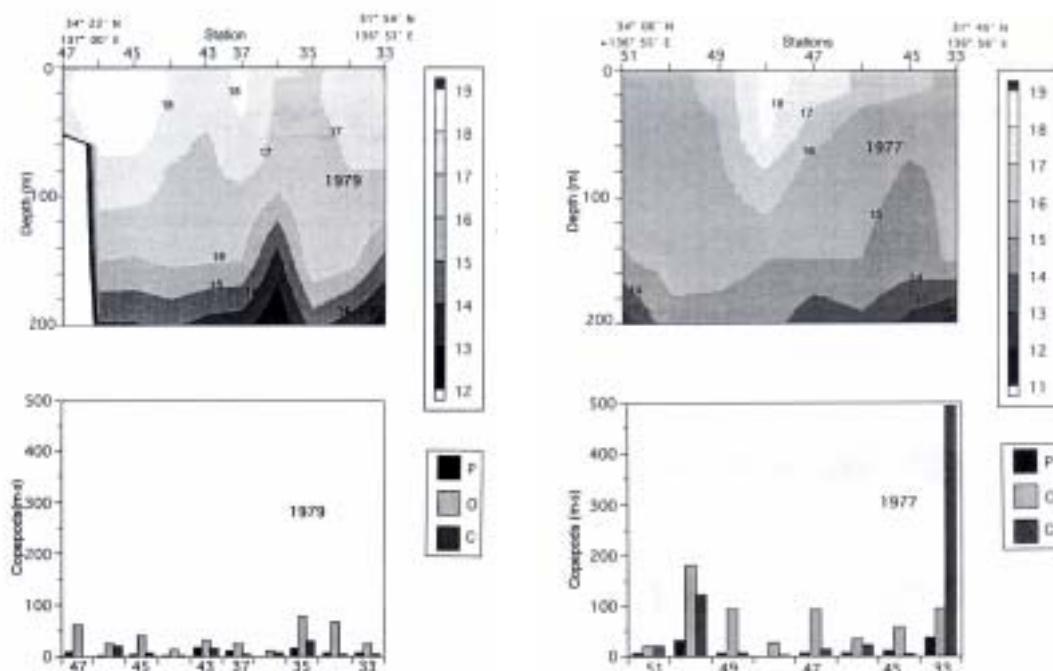


図2 1977 年および 1979 年春季における大王崎沖内側域の *Paracalanus* 属(P)、*Oithona* 属(O) および *Calanus* 属カイアシ類の分布密度. 1975 ~ 80 年の大蛇行期前半 (1977) には *Paracalanus* や *Calanus* などの沿岸種が比較的高密度で分布している点もあったが、後半 (1979) になるとこれらの分布密度は全体的に低くなった.

黒潮流路変動とイワシ類の再生産

中村元彦（愛知水試漁生研）・内山雅史（千葉水研セ）

Variation in the Kuroshio Path Pattern and Reproduction in Sardines

Motohiko Nakamura and Masashi Uchiyama

Marine Resources Research Center, Aichi Prefectural Fisheries Research Institute

Chiba Prefectural Fisheries Research Center

マイワシ太平洋系群漁獲量の長期変動は黒潮続流域の表面水温と（能登，2003），また，再生産成功率の変動は常磐沖親潮南下指数と対応していることから（海老沢・木下，1998），本州東方の海況がマイワシの再生産に影響していると考えられている．一方，伊勢湾および西部遠州灘におけるカタクチシラスの来遊量が秋に多いと，翌年のマイワシ未成魚越冬群資源量指数が大きい傾向がある（中村他，投稿中）．このことから，カタクチシラスの供給源である日本南岸の海況も，カタクチシラスの来遊だけでなく，マイワシ太平洋系群の再生産に影響している可能性がある．

本報では，伊勢湾および西部遠州灘におけるカタクチイワシの産卵水準と月別シラス漁獲量の関係，並びに太平洋南岸のマイワシ産卵水準と未成魚越冬群資源量指数の関係にリッカー型関数を当てはめて残差を求め，それぞれをカタクチシラス来遊環境指数並びにマイワシ再生産環境指数と定義して海況との関係を調べた．海況については，海上保安庁の海洋速報から読み取った潮岬，御前崎，野島崎および北緯 36° 東経 142° の格子点から正南の最短の黒潮離岸距離を資料とした．黒潮離岸距離は月平均値を月ごとの値とし，両環境指数との対応関係を調べる際には 3 ヶ月移動平均値を用いた．

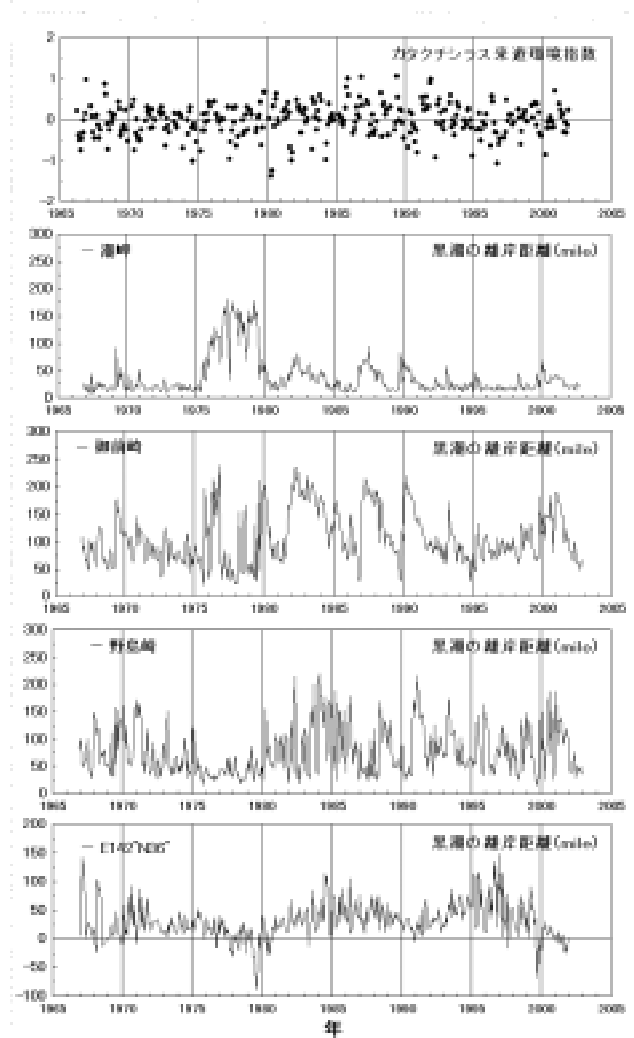


図1 各値の経月変動

カタクチシラス来遊環境指数（4～12月）と黒潮離岸距離の各経月変動を図1に示した．黒潮離岸距離は，大蛇行にともなう5年以上の変動が顕著だが，東に移るに従ってより短い時間スケールの変動が顕著になり，スペクトル密度もその変化に対応していた．一方，

カタクチシラス来遊環境指数は、約 1 年スケールの変動が顕著で、黒潮大蛇行にともなう 5 年以上の変動は相対的に小さく、黒潮離岸距離との間に明確な対応関係は見られなかった。カタクチシラス来遊環境指数のスペクトル密度には 1.2 年、1.6 年、6.8 ~ 8.7 ヶ月、2.2 年の順にピークが見られ、これらの周期は御前崎か野島崎で黒潮離岸距離のスペクトル密度が高かった。

次に、カタクチシラス来遊環境指数と黒潮離岸距離の増減（前月と翌月の離岸距離の差）との関係を調べたところ（表 1）、潮岬では相関係数が正であることが多いのに対して、野島崎を中心に御前崎から北緯 36° 東経 142° にかけては相関係数が負であることが多く、10 月には野島崎との間で強い負の相関が認められた ($p < 0.001$)。離岸距離の変動との関係を細かく観察したところ、野島崎では 6 ヶ月から 1 年前後の時間スケールで黒潮が離接岸するが、離岸距離が減少する際に、冷水渦の東進をとめない北緯 36° 東経 142° で離岸距離が増加するケースと、冷水渦は遠州灘に留まったまま野島崎付近で黒潮が徐々に接岸していくケースの 2 通りがあり、後者のケースでカタクチシラス来遊環境指数が高かった。

表 1 各月のカタクチシラス来遊環境指数と前月の黒潮離岸距離の増減との相関

月	潮岬	御前崎	野島崎	N36°E142°
4	0.137	0.098	0.217	-0.231
5	0.161	0.280	-0.247	0.267
6	0.239	0.149	0.039	-0.196
7	-0.181	-0.127	-0.030	-0.442 *2
8	-0.203	0.248	-0.043	-0.223
9	0.173	-0.105	-0.114	-0.021
10	0.220	-0.355 *1	-0.536 *3	0.155
11	0.276	-0.258	-0.241	0.069
12	0.166	-0.041	-0.316	-0.052

n=35, *1: $p < 0.05$, *2: $p < 0.01$, *3: $p < 0.001$

一方、マイワシ再生産環境指数と黒潮離岸距離の増減との関係を調べたところ、野島崎における前年 8 月 ~ 当年 1 月において相関係数が負で、9 月には負の相関が認められた ($p < 0.01$)。野島崎における前年 8 ~ 12 月の黒潮離岸距離の増減のうち減少のみを積算した値と、マイワシ再生産環境指数を図 2 に示す。マイワシ再生産環境指数は 1987 年以前に高く、以降に低い長期傾向があるが、離岸距離減少の積算値にはその傾向は見られない。しかし、両者は 1983 ~ 1998 年の変動が短期的によく類似している（全期間 $R^2 = 0.402$ 、1983 ~ 1998 年 $R^2 = 0.789$ ）。

環境指数と黒潮離接岸との関係は、野島崎付近で見られる黒潮流路の 6 ヶ月から 1 年前後の時間スケールの振動現象がイワシ類の生残に影響することを示唆している。黒潮が野島崎付近で徐々に接岸する際には冷水渦の北側に黒潮系水が巻き込まれるようにして流入することが多い。このとき、冷水渦が強化され、黒潮域と黒潮内側域との海水混合も促進されると考えられ、これらが生物生産に影響すると推察される。

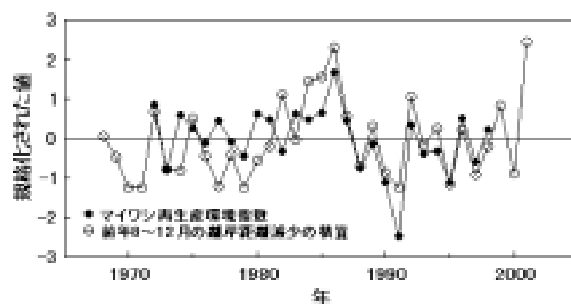


図 2 マイワシ再生産環境指数と野島崎における前年 8 ~ 12 月の離岸距離の減少の積算値