

紀伊水道における底層冷水とプランクトン量の経年変動特性

竹内淳一*

Interannual and interdecadal Variations in Plankton Biomass and Intrusion of Bottom Cold Water into Kii Channel

Junichi TAKEUCHI*

Abstract

Interannual and interdecadal variations in the plankton biomass and the Mackerel's catch at Kii Channel were investigated. Peaks of the biomass, which is dominated by *Noctiluca* and Copepoda, and Mackerel's catch appeared in spring during the 1970s. In contrast, a peak of the biomass, which is dominated by *Coscinodiscus*, occurred in autumn or winter and that of Mackerel's catch appeared in autumn during the 1980s. In the decade of the 1990s, the plankton biomass was small throughout the period and had no significant peaks. It is suggested that these variations in the plankton biomass is related to the location and shape of Kuroshio path, controlling intrusions of the cold and nutrient-rich subsurface water into the Kii Channel.

Key words : Bottom cold water, Plankton biomass, Mackerel's catch, Interannual variation, Kii Channel

1. はじめに

紀伊水道は、瀬戸内海の東の開口部にあり、外海から大阪湾、播磨灘におよぶ広い水域とつながりをもつ海域であり、ここにおける多くの水産資源は紀伊水道地方群（瀬戸内海東部群）を形成しているとみられる^{(1), (2)}。このような紀伊水道地方群の漁場形成と資源形成は黒潮の変動をもととして起きており、とくに紀伊水道に起こる低温化現象^{(1), (3), (4), (5)}による中長期的な海候的相違が、当海域における漁場形成と同時に幼魚生育場などの再生産機構を含めて資源自体の変動を引き起こすことが指摘されている⁽¹⁾。

紀伊水道の低温化現象（底層冷水）は、夏季を中心として起こる鉛直的な不連続構造の発達として観測される。この現象は、黒潮の変動に伴って外海の亜表層水（低温・高塩分・高栄養塩）が紀伊水道の底層に進入すると、より顕著なものとなる⁽⁶⁾。底層冷水は水温が低いほど栄養塩濃度が高く、夏季から秋季の栄養塩類の供給機構として注目される。藤原ほか⁽⁷⁾は、エスチュアリー循環流によって外洋から紀伊水道へ大量の窒素・リンが流入していることを示した。栄養塩類の流入が、生物生産の盛ん

な季節に、幼稚魚の生育場として重要な海域で起こることから、その低次の生物生産、さらに漁業対象となる魚類などを含めた物質循環に重要な役割を果たしているのではないかと推定される。

しかし、この底層冷水現象とそれに関わる黒潮変動などの物理環境が、プランクトン量の変動にどのように関連し、さらに実際の漁業による漁獲量の変動とどう関わっているのかについて具体的に示した研究は少ない。地方群資源形成に重要な幼稚魚生育場の餌料生物に関する理解は未だ不十分である。

そこで、紀伊水道における1970年代から近年までの27年間にわたるプランクトン量およびサバ類漁獲量の変動と、それに関わる年から10年スケールの海況変動について調べた。海況の長期変動が、どのような機構によって海洋生態系に影響するのか、黒潮変動の影響を大きく受ける紀伊水道を事例に検討した。

2. 海域と資料

紀伊水道は、その北部で友ヶ島と鳴門の二つの海峡で瀬戸内海に連結し、南部は太平洋に開いた半開放型の海である。紀伊半島の日ノ御崎と四国の蒲生田岬を結ぶ線を境として、その北側は水深80m以浅であり、瀬戸内海東部に続く。紀伊水道には、内海系水、当海域へ直接流入する河川水、そして間欠的に進入する黒潮系暖水があり、多様な水系から成り立っている。一方、紀伊水道の南は太平洋に開口しており、黒潮に突出した室戸岬と潮

2001年7月24日受領

Received 24 July 2001

*和歌山県農林水産総合技術センター水産試験場

* Fisheries Experimental Station, Wakayama Research Center of Agriculture, Forestry and Fisheries.

岬で仕切られた直径150km規模の半円である。この海域は黒潮の影響が強い海域であり、陸岸地形に起因すると考えられる分枝流の突込みや地形性渦流がみられ、これらは黒潮流軸の離接岸に伴って生成・消滅をくりかえしている⁽⁸⁾。

2.1 プランクトン量

和歌山県農林水産総合技術センター水産試験場では紀伊水道から熊野灘の紀伊半島周辺域に42測点を設定し、毎月1回定期的にプランクトン量の測定をつづけている。この海域は、海況やプランクトンなどの分布特性から、紀伊水道、紀伊水道外域、熊野灘の三つの海域に区分される^{(9), (10)}。このうち、紀伊水道のプランクトン量が圧倒的に多くその変動も明瞭である。曳網水深は、紀伊水道外域と熊野灘では1979年6月に50mから150mに変更されたが、紀伊水道では変更がなかった。

そこで、資料として、採集水深に変更がなく、同じ測点で実施され、湿重量と沈殿量のデータが整っている紀伊水道15点 (Fig.1) のデータのみを使用した。データの期間は1972年1月～1998年12月の27年間である。

ネットの種類は、丸特B網 (目合0.33mm, 1972.1～1990.2) から改良型ノルパックネット (目合0.335mm, 1990.3～1998.12) への変更があった。これら二つのネットでは、使用されている網地の目合いがほぼ同じであること、次のように濾水量を求め単位当たりの値としていることから、ネットの変更に伴う採集の違いは少ないものとして取り扱った。

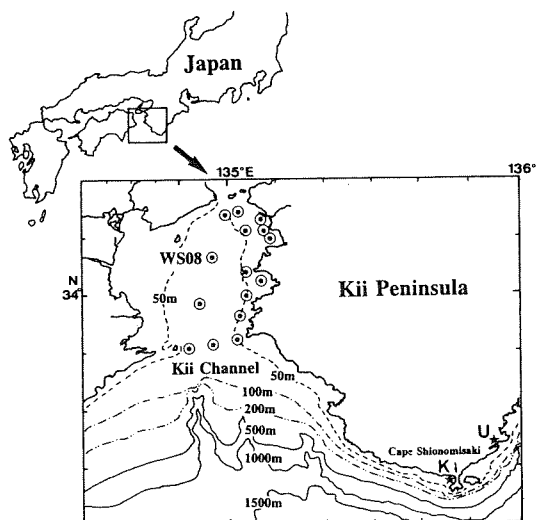


Fig.1 Bathymetry of Kii Channel and locations of routine observation stations. K and U indicate locations of Kushimoto and Uragami tide stations, respectively.

採集方法は、水深50mから約1m/secの速度で表面まで垂直に曳網し、水深50m以浅ではほぼ海底近くから曳網した。採集に際して、ネットの口輪の中心に濾水計を取付け実際に濾過した水量を求め、その濾水量から単位あたりの湿重量 (g/m^3) と沈殿量 (ml/m^3) を算出した。この値を用いて Fig.1 に示す紀伊水道15測点の月別平均値を求め、基本データ (1972-1998年, 27年間) とした。ただし、比較対照となるデータ期間に統一する場合には、1973年以降の26年間のデータを使った。

2.2 水温, 黒潮, 潮位差

紀伊水道の海況変動をあらわすデータとして、Fig.1 に示した St.WS08 の各層の水温と塩分を使った。この測点は、紀伊水道のほぼ中央に位置し、和歌山・徳島・兵庫県水産試験場の三機関が毎月1回定期的に観測し、基本的に毎月3回の海洋観測が行われる。紀伊水道における海況を時系列データとして解析するのに最適の測点である。その他、黒潮流軸位置の資料 (海上保安庁水路部発行の海洋速報) と串本と浦神の潮位データ (気象庁) を使った。以上のデータ期間は、いずれも1972年1月～1998年12月である。

2.3 まき網によるサバ漁獲量

阪本⁽¹⁾は、紀伊水道とその内海は幼稚魚生育場として資源形成上重要な位置にあって、黒潮沿岸海況による親魚の来遊と紀伊水道、内海域での再生産の活発化が紀伊水道地方群資源形成の基本的な構図とみられると報告している。ここでは、紀伊水道を代表する漁業資源として、紀伊水道外域を漁場とする田辺漁協所属の2そうまき網によるサバ類を事例とし、阪本⁽²⁾が示したマサバの漁獲変動に1990-1998年のデータを追補した月別漁獲量 (1973-1998年) を使用した。

3. 紀伊水道におけるプランクトン密度とサバ類漁獲量の経年変動特性

3.1 プランクトン密度の経年変動特性

瀬戸内海東部に隣接する紀伊水道は各種幼稚魚の生育場であり、その餌料環境をあらわす一つの指標としてプランクトン量の長期的な変動について検討した。

Fig.2 は、紀伊水道15地点平均の月別プランクトン湿重量(a)と沈殿量(b)の長期変動である。プランクトン・ピークの出現季節がわかるよう、白丸と黒丸で二つに分類して示した。白丸が春季から夏季 (4-9月)、黒丸が秋季から冬季 (10-3月) である。

プランクトン湿重量は、ピークの出現する季節がおおよそ10年間隔で変化していることから、次の三つの年代に

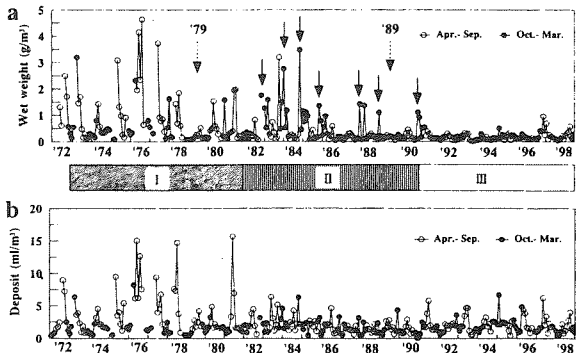


Fig.2 Temporal variations in the plankton biomass (a: wet weight, b: deposit) in Kii Channel.

大きく区分できる。すなわち、1970年代は *Noctiluca* と *Copepoda* が優占する春季にピークがあらわれる年代Ⅰ (1973-1981) であり、1980年代になると *Coscinodiscus* が優占種で秋冬季にピーク (図中の矢印) があらわれる年代Ⅱ (1981-1990)、1990年代は年間を通じてプランクトン量がきわめて少なくピークが出現しない年代Ⅲ (1991-1998) である。

年代Ⅰと年代Ⅱの期間中であっても、1979年と1989年などは、年間を通じてプランクトン量がきわめて少ない特異な年にあたる (図中の破線矢印)。この両年の前後で大きく三つの年代に区切ることができる。この他にピークがほとんど現れない年として1986年と1990年があり、いずれも夏秋季に小蛇行が通過した年にあたる。

いっぽう、沈殿量(b)では1979-1982年ころを境に二つの年代に分けられる。前半の年代は 5 ml/m^3 以上の春季のピークがしばしばみられ、後半の年代にはピークはみられない。沈殿量では、湿重量でみられた特徴的な1980年代の秋冬季のピークに対応したピークがないことから、1979-1982年ころを境にプランクトンの種組成が変化したことがうかがわれる。

以上から、紀伊水道内のプランクトン量の変動は、年代によってピークの出現時期とその種組成が大きく違い、それはおよそ10年スケールで変遷していると考えられた。

3.2 底層冷水の出現と黒潮

プランクトン・ピークが春季から秋冬季に変化した年代に注目して、紀伊水道の海況特性について検討した。

Fig.3は、潮岬南沖の黒潮流軸の位置 (a, 実線は2.5カ月の移動平均値) および紀伊水道 St.WS08 における7-9月の水深50mの水温 (b, ○: 平均水温, ●: 最低水温) と塩分 (c, ○: 平均塩分, ●: 最高塩分) である。各年の7-9月の観測回数は毎年6-12回である。ここでは、7-9月のデータから三つの条件 (①平均水温が 21°C 以下, ②最低水温が 18°C 以下, ③最高塩分が

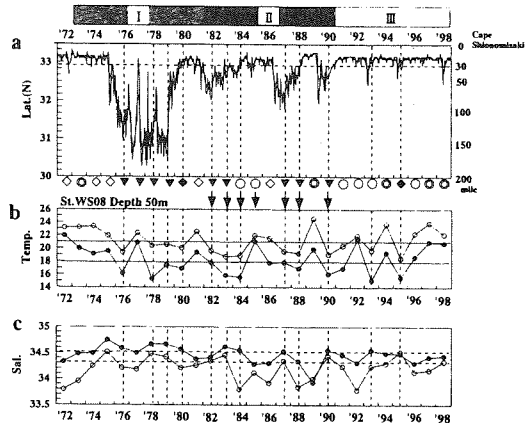


Fig.3 a: Temporal variation in the position of the Kuroshio axis measured southward from Cape Shionomisaki (in n-mile), ⊙: the strong Westward Current, ○: the Westward Current, ◇: just before the pass of small meander of the Kuroshio (Warm Water Intrusion), ◆: just after the pass of small meander or times when Kuroshio flows very close to Cape Shionomisaki, ▼: absence of the Westward Current or times when the current zone of the Kuroshio detaches from Cape Shionomisaki, ↓: plankton biomass peaks in a period from October to March. b: mean temperature (○) and minimum temperature (●) at 50m depth of the station WS08 for the period from July to September. c: same as b, but for mean salinity (□) and maximum salinity (●).

34.50以上の高塩分) のうち二つ以上の条件を満足する年を底層冷水年とし、図中に縦の破線で示した。底層冷水年の出現頻度は、1972-1998年の27年間で12回、約44%であった。水温(b)の上段に示した矢印は、秋冬季にプランクトン・ピークがあった年を示している。

底層冷水は、夏季に黒潮が潮岬沖で30マイルよりも離岸して流れる年に限って集中的に出現し、1970年代末から1980年代に多い。これに対し、黒潮が20マイル以内に安定して接岸する年 (1991年以降) や、夏季に黒潮小蛇行が紀伊水道沖を通過した年 (1972, 1975, 1981, 1986, 1989) には、顕著な底層冷水は出現していない。また、底層冷水は最高塩分が34.5以上のことが多く高塩分傾向である。

3.3 プランクトン量の季節変動特性

Fig.2に示したプランクトン湿重量について、Ⅰ, Ⅱ, Ⅲの年代別に月別データを重ねた季節変動を Fig.4に示す。太い実線が各年代の平均値である。前述のように、年代Ⅰ (1973-1981) の春季ピークは年代Ⅱ (1982-1990) の秋冬季ピークへ変化し、つづいて年代Ⅲ (1991-1998) のピークの出現しない年代へ遷移したことがわかる。プランクトン・ピークの出現する季節は、年代によって明

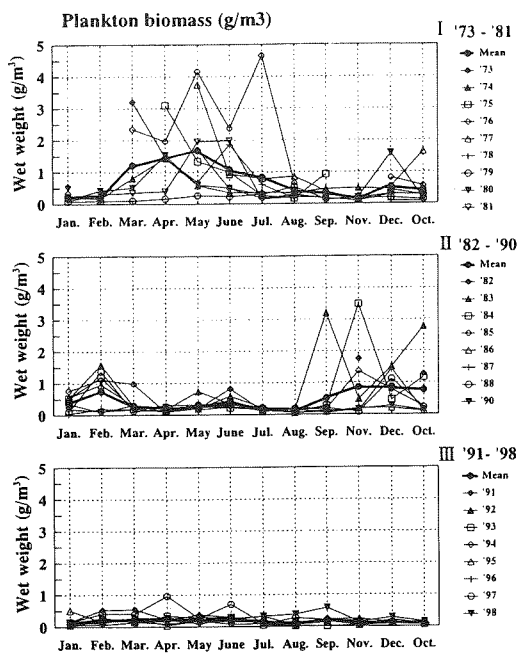


Fig.4 Seasonal changes in the plankton biomass in Kii Channel. I:1973-1981, II:1982-1990, III:1991-1998.

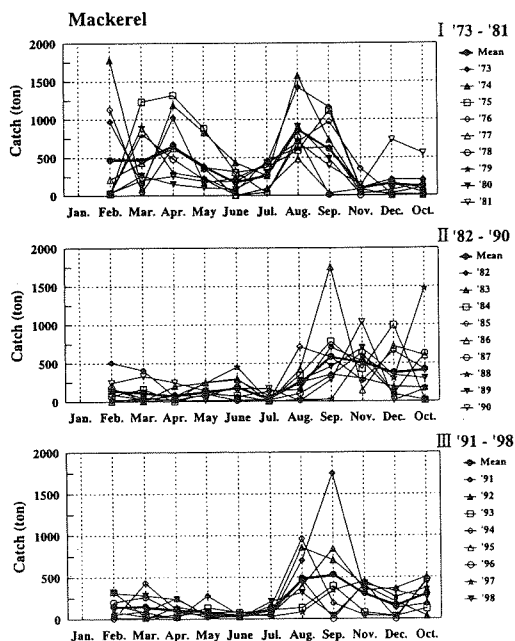


Fig.5 Seasonal changes in the Mackerel catch in the open sea region of Kii Channel. I:1973-1981, II:1982-1990, III:1991-1998.

らかに変化している。

3.4 サバ漁獲量の変動

阪本⁽²⁾は、10数年にわたる和歌山県海域における漁業生物と海況のモニタリング結果から、紀伊半島周辺域では魚類の分布回遊の性状によって大まかに類型分けすると、回遊が南北型である瀬戸内海東部群（あるいは紀伊水道群）としてマダイ、タチウオ、マルアジ、サワラ、ブリ若魚などがあって、分布範囲の広いマサバ、マアジでもこの地方群の性格が強いことを報告している。

そこで、プランクトン・ピークの年代的な変遷、つまり餌料環境の変化が実際の漁業生産と、どう関連しているかを検討するため、Fig.4と対比できるように年代別にサバ類漁獲の季節変動をFig.5に示した。このデータのうち阪本⁽²⁾が示した1973-1989年のサバ類はそのほとんどがマサバである。しかし、1990年以降、それまであまり漁獲されていなかった暖海性のゴマサバが急増し、1990年代半ば以降の漁獲量には相当量のゴマサバが含まれるようになった。

サバ類の漁獲量には、年代I（1973-1981）で春季と夏秋季に二つの漁獲ピークがあった。しかし、年代II（1982-1990）になると春季のピークが消え、秋冬季のピークだけが残った。年代III（1991-1998）は、年代IIとほぼ同じ季節変動が保たれているが、前述のように相当量のゴマサバが含まれている。このように、サバ類漁獲量にも、プランクトン量の変動とよく似た10年スケールの変動がみられた。

4. 考察

プランクトンの季節変動パターンが、1970年代、1980年代そして1990年代へ、ほぼ10年単位で変化した要因について考察する。この変化は、1976/1977年ころと1987/1988年ころに生じた気候のレジーム・シフトから2-4年程度遅れた変動として現れているようである。

4.1 底層冷水の出現機構

底層冷水に関する報告は、紀伊水道で1969年夏季に出現した異常冷水塊によって黒潮系上層水塊の指標種であるフクラヤムシ *Sagitta enflata* の出現量がきわめて少ないことに注目した浜田ほか⁽³⁾がはじめてである。紀伊水道における1968-1985年の水温と塩分を整理した竹内⁽⁵⁾は、この現象は異常冷水塊⁽³⁾とはいえず、1976年以降低水温の出現がとくに多くなったことを指摘した。底層冷水現象は水深40m付近に形成される密度躍層の下に、外海から紀伊水道へ進入する亜表層水（低水温・高塩分）によって引き起こされると考えられた⁽⁵⁾。このことは、

さらに長期間の資料を使った報告^{(6), (11)}からも再確認されている。

これに隣接する外海域には、黒潮北縁冷水域⁽⁴⁾、あるいは中層顕著湧昇水帯⁽¹⁾と呼ばれる現象がある。これによる激しい低温化によって、それまで大量に漁獲されていた暖海性地方群資源は激減したことが報告⁽¹⁾されている。

このようなことから、紀伊水道に出現する底層冷水は、外海の垂表層水（低温・高塩分）が紀伊水道の底層に進入する現象で、生物生産にも大きな影響のあることが推定される。いっぽう、Fig.3に示したように、底層冷水は黒潮が潮岬沖で30マイルよりも離岸して流れる年に集中的に出現し、黒潮が20マイル以内に安定して接岸する年には出現しないこと、そして夏季に黒潮小蛇行の通過があった年（1972, 1975, 1977, 1981, 1986, 1989）にも出現していない。これらの特徴から、紀伊水道の底層冷水現象は紀伊水道沖を流れる黒潮の位置と流路に深く関連して起きていることが示唆される。

串本・浦神の潮位差は、黒潮流路の指標となることが知られている⁽¹²⁾。Fig.6に、串本・浦神の潮位差と紀伊水道St.WS08の水深50m水温との相関を示した。ここで使った水温はSt.WS08における夏季3カ月間の平均値である。潮位差は、水温データの観測日に対応した串本・浦神の日平均潮位差を平均した値である。この両者は、1995年を除いて良い相関関係がある。潮位差が大きい（黒潮接岸）ほど水温は高く、潮位差が25cm前後に小さくなる（黒潮離岸）ほど水温は低い。また、黒潮小蛇行が通過した年では、1995年を除いてすべて水温が高く、潮位差も大きい傾向がある。

1995年だけがFig.6の相関から大きくはずれる理由は、次のように考えられる。1995年は、黒潮小蛇行が6月に通過しはじめ、6-7月になると黒潮は潮岬沖30-35マイル付近までやや離岸した、小蛇行が通過したあとの8-9月になると15-20マイルまで急速に接岸した（水路部海洋速報 平成7年第12-19号）。この小蛇行の通過に伴って、夏季のはじめに紀伊水道に進入した底層冷水による低水温が履歴として残り、いっぽう紀伊半島先端部の潮

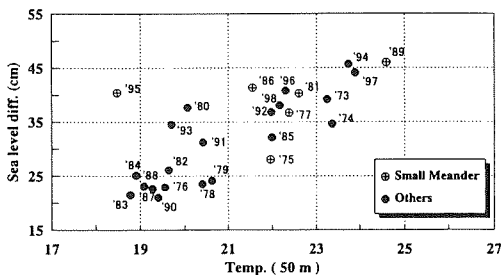


Fig.6 Scattering diagram of the water temperature at 50m depth and the sea level difference between Kushimoto and Urugami (in cm), 1973-1998.

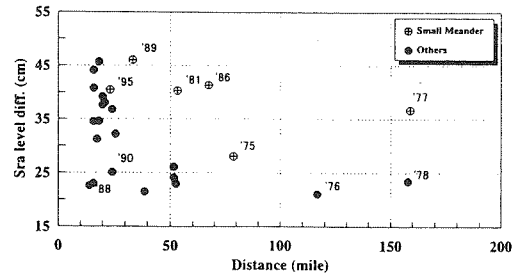


Fig.7 Scattering diagram of the southward distance the Kuroshio axis from Cape Shionomisaki (in mile) and the sea level difference between Kushimoto and Urugami (in cm), 1973-1998.

位差には8-9月の接岸状態が大きく反映したものと推定される。

Fig.7は、潮岬沖の黒潮離岸距離と串本・浦神の潮位差との散布図である。データはFig.6と同じ潮位差とその観測日に対応する潮岬南沖の黒潮離岸距離を水路部海洋速報から求めて平均した値を使った。小蛇行の通過があった年では、たとえば1981, 1986年のように黒潮が50-70マイルまで大きく離岸しているにも関わらず潮位差は35cm程度と大きい。小蛇行の通過年は、それ以外の年に比べ全般的に大きな潮位差となっている。

これらのことから、夏季に小蛇行が通過する年では、小蛇行前面の蛇行北上部が潮岬の西側に位置し黒潮系暖水が紀伊水道へ強く流入することで、底層冷水の発生が抑制されるのではないかと推定される。

紀伊半島南西岸には、ある地点を境に流れが東西二つに分かれる「振り分け潮」⁽¹³⁾と呼ばれる特異な流れのパターンがしばしば観測される。その出現頻度は、黒潮流路の位置に関係し、黒潮が離岸する大蛇行時には低く、黒潮接岸時に高いことが示されている。東西二つに分かれる流れのうち東向流は潮岬沖を流れる黒潮強流域の一部であり、もう一方の北西流は紀伊水道沖の反時計廻りの渦との関連があると推定されている⁽¹⁴⁾。この北西流は、黒潮が潮岬に接岸し振り分け潮があらわれると、しばしば観測され（和歌山水試の沖合黒潮調査速報など）、紀伊半島西岸から紀伊水道入口沖を西向流となって四国東岸へつづく。

この反時計廻りの渦に伴う西向流と小蛇行の通過に注目して、7-9月における紀伊水道外域の流れのパターンを調べ、五つに分類した。それをFig.3のaの下段に五種類のマークで示した。資料として、五管海洋速報・水路部海洋速報・和歌山水試の沖合黒潮調査速報を利用した。

底層冷水が出現しない流況パターンは、①黒潮の接岸で紀伊水道沖の反時計廻りの渦に伴う西向流が存在する時 (◎, ○), および②小蛇行の通過に伴う暖水流入の

ある時 (◇, 小蛇行前面の蛇行北上部が潮岬の西側に位置する時) である。これに対し, 底層冷水が出現する流況パターンは, ①黒潮が離岸し紀伊水道沖で南下流あるいは流れがきわめて小さく一定方向への流れがみられない時 (▽), および②小蛇行が潮岬を越えて東へ移動した直後 (◆) である。これらのことから, 紀伊水道入口を右にみて流れる西向流の存在が, 紀伊水道内の底層冷水の出現を抑える作用として働き, この西向流がみられなくなった時に, 紀伊水道外域の垂表層水が紀伊水道へ進入し底層冷水が出現すると推定された。

4.2 底層冷水の特徴とその生物生産への影響

なぜ1970年代, 1980年代そして1990年代と, プランクトンの季節パターンが変化したのであろうか。その要因について考察した。

Fig.8 は, さきに示した三つの年代ごとに平均した水温(a), プランクトン量(b), サバ類漁獲量(c)の季節変動を比較したものである。すでに指摘したことであるが, この図から, (a)年代Ⅱの夏季底層冷水, (b)年代Ⅰから年代Ⅱへのプランクトン・ピークの変化, そして(c)年代Ⅰから年代Ⅱへのサバ類漁獲ピークの変化, などが明らかである。

これまでの研究^{(6), (11), (15)}で, 夏季の底層水温と栄養

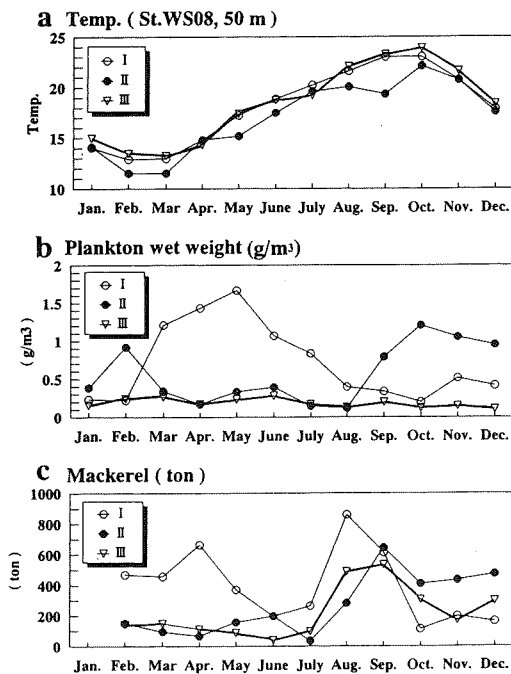


Fig.8 Seasonal changes in the average values of water temperature at 50m depth, plankton biomass(g/m³), and Mackerel catch(ton), I:1973-1981, II:1982-1990, III:1991-1998.

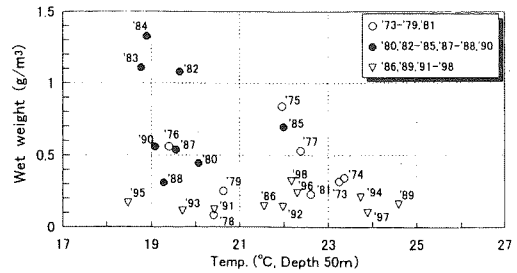


Fig.9 Scattering diagram of the temperature at 50m depth and the plankton biomass (g/m³) in Kii Channel, 1973-1998.

塩類との関係から, 水温が低いほど栄養塩濃度が高い関係がある。つまり, 底層冷水が出現すると紀伊水道の底層の栄養塩濃度は高くなる。

Fig.9 は, 7-9月の水深50m平均水温とプランクトン湿重量の10月~翌年3月の平均値との関係を年ごとにプロットしたものである。年代を識別できるようにマークを変えて示した。全体的には両者の相関は高くはないものの, プランクトン量の上限は, 水温値で規定されているようにみえる。たとえば, 23℃以上の水温ではプランクトン湿重量が0.5 g/m³以上となることはなく, プランクトンが増加するためには水温が低いことつまり栄養塩濃度が高いことが必要条件の一つと考えられる。このことから, 1980年代の秋冬季のピークは, 底層冷水による外洋からの栄養塩類の流入によって支えられた可能性が示唆される。

プランクトン量のピークが秋冬季にシフトした年代Ⅱでは, 大型珪藻 *Coscinodiscus* が優占種となった。この大型珪藻は, 秋冬季に栄養塩を大量に消費し, しかも他の植物プランクトンやデトライタスなどを吸着しながら沈降すること⁽¹⁶⁾から, 本種が優占種であった年代Ⅱでは, 春季になっても十分な栄養塩類が準備されることはなく, 夏季に底層冷水が出現するまでの期間, 栄養塩類の少ない状態がつづくことが想定される。このような状況が繰り返されることで, 年代Ⅱでは春季プランクトン・ピークが消失した可能性が考えられる。大型珪藻は, その生活史の中の一時期に, 休眠細胞と呼ばれる細胞を形成することが知られている。*Coscinodiscus* の休眠細胞は少なくとも10カ月は復活可能な生理状態で生存でき, 陸上の培養実験では1~4日で復活できる。また, 休眠期間が短い珪藻類は環境条件の回復により, 速やかに復活あるいは発芽できるため, 現場水域において卓越する機会が多いと報告されている⁽¹⁷⁾。

これらのことから, 夏季に底層冷水が出現することが多かった1980年代は, その環境に最も適合した大型珪藻 *Coscinodiscus* が優占することになったと考えられる。

5. おわりに

紀伊水道における生物生産（プランクトン量、サバ類漁獲量）とそれに関わる年から約10年スケールの海況変動について調べた。プランクトン量の季節変動には、1970年代を通じて春季にピークがみられ、1980年代になるとピークは秋冬季へシフトした。これにつづく1990年代は、プランクトン量はきわめて少なくピークはみられなかった。

底層冷水が出現した1980年代に限ってプランクトン・ピークが秋冬季にあらわれていた。1980年代であっても夏季に黒潮小蛇行の通過があった年（1986, 1989）には、底層冷水は出現せず、秋冬季のプランクトン・ピークもみられなかった。

このようなプランクトン量の年代的な変遷は、大きくみると1977年ころと1980年代末にはじまる10年スケールの海況変動に関連し、直接的には夏季に出現する底層冷水の強さで決まるらしいことが示唆された。なかでも1980年代にみられた秋冬季のピークは、底層冷水による外洋からの栄養塩類の流入によって支えられた可能性が示唆された。これらの年代的な変遷は、サバ類漁獲量にも少なからず影響しているらしいことが示されたが、他海域の資源との関連など不明な点も多く、なぜプランクトンの変動と符号した変動があったのか、その説明は今後の課題として残された。

紀伊水道の底層冷水の強さを規定する直接的な流れとして、紀伊半島西岸から紀伊水道入口沖をとおり四国東岸へつづく黒潮系暖水（紀伊水道外域の反時計廻りの流れ）の存在が考えられる。この流れは、紀伊半島南西岸にあらわれる振り分け潮¹³を起点とし、紀伊水道沖に形成される反時計廻りの渦（低気圧性の渦¹⁸）の外縁にあたる陸棚斜面を右にみて流れる黒潮系暖水と推定される。このような紀伊水道外域の流れが、底層冷水の出現とどう関わっているのか、明らかにする必要がある。

謝 辞

本シンポジウム講演の機会と本稿をまとめるにあたり、ご校閲をいただいた京都大学大学院農学研究科の藤原建紀助教授、そして貴重なご助言をいただいた東京大学海洋研究所の杉本隆成教授に深く感謝いたします。また、長年にわたり定線調査を遂行された歴代の調査員、卵稚仔査定担当者および船長はじめ乗組員の方々のご協力に厚くお礼申し上げます。

参 考 文 献

- (1) 阪本俊雄(1987): 熊野灘・紀伊水道周辺域の中長期の漁海況変動. 海洋科学, 19, 456-462.
- (2) 阪本俊雄(1990): 和歌山県沿岸域の漁海況. 海と空, 66, 347-366.
- (3) 浜田尚雄・岩井昌三・森脇絆二(1971): 大阪湾におけるフクラヤムシ *Sagitta enflata* の進入条件-II. 水産学会誌, 37, 357-363.
- (4) 藤本 実・万田方子(1984): 本州南西海域の黒潮北縁冷水域について. 黒潮の開発利用の調査研究成果報告書, 7, 306-313.
- (5) 竹内淳一(1986): 紀伊水道における海況の変動-夏・秋季に出現する中・底層の低水温現象-. 南西海区ブロック海洋研究会報告, 3, 69-84.
- (6) 竹内淳一・中地良樹・小久保友義(1997): 紀伊水道に進入する表層暖水と底層冷水. 海と空, 73, 81-92.
- (7) 藤原建紀・宇野奈津子・多田光男・中辻啓二・笠井亮秀・坂本 亘(1997): 紀伊水道の流れと栄養塩輸送. 海と空, 73, 63-72.
- (8) 杉本隆成(1975): 浮遊卵稚仔の輸送拡散と沿岸海洋構造. 水産土木, 12, 1-8.
- (9) 堀本信男(1976): 和歌山県沿岸におけるプランクトン沈殿量について. 昭和50年度和歌山県水産試験場事業報告書, 131-138.
- (10) 竹内淳一・吉村晃一(1988): 紀伊水道のプランクトン沈殿量・湿重量(要旨). 南西海区ブロック海洋研究会報告, 5, 41-42.
- (11) 金田佳久・上田幸男(1998): 紀伊水道の平均的的海洋構造と陸棚斜面水の這い上がり現象. 第4回瀬戸内海資源海洋研究会報告, 15-26.
- (12) Kawabe, M. (1980): Sea level variations along the south coast of Japan and the large meander in the Kuroshio. J. Oceanogr. Soc. Japan, 36, 97-104.
- (13) Takeuchi, J., N. Honda, Y. Morikawa, T. Koike and Y. Nagata (1998): Bifurcation Current along the southwest coast of the Kii Peninsula. J. Oceanogr. Soc. Japan, 54, 45-52.
- (14) Nagata, Y., J. Takeuchi, M. Uchida, I. Ishikura, Y. Morikawa, and T. Koike (1998): Current nature of the Kuroshio in the vicinity of the Kii Peninsula. J. Oceanogr. Soc. Japan, 55, 407-416.
- (15) 藤原建紀・山岡到保・肥後竹彦(1984): 豊後水道をへて瀬戸内海への流入、する窒素について. 1984年度日本海洋学会春季大会講演要旨集, 108-109.
- (16) Manabe T. and S. Ishio (1991): Bloom of *Coscinodiscus wailesii* and DO deficit of bloom water in Seto Inland Sea. Mar. Poll. Bull., 23, 118-184.
- (17) 長井 敏・堀 豊・眞鍋武彦・今井一郎(1995): 播磨灘海底泥中から見いだされた大型珪藻 *Coscinodiscus wailesii* Gran休眠細胞の形態と復活過程. 日水誌, 61, 179-185.
- (18) 永田 豊・吉田昭三・藤田弘一(1999): 黒潮大蛇行の前駆現象としての小蛇行. La mer, 36, 119-130.

要 旨

紀伊水道におけるプランクトン量・サバ類漁獲量とそれに関わる年から10年スケールの海況変動について調べた。プランクトン量の季節変動には、1970年代を通じて *Noctiluca* と *Copepoda* が優占する春季にピークがみられ、1980年代になるとピークは秋冬季へシフトし *Coscinodiscus* が優占種となった。サバ類漁獲量では、1980年代になると1970年代の春季のピークが消え、秋冬季のピークだけが残った。それに続く1990年代の10年間では、プランクトン量は極めて少なくピークはみられなくなった。このようなプランクトン量の年代的な変遷について、紀伊半島沖の黒潮位置と蛇行流路によって決まる紀伊水道の底層冷水(低温・高栄養塩の外洋亜表層水が進入してできたもの)の強さが、プランクトン量の季節的な変動特性を規定していることが示唆された。

キーワード：底層冷水，プランクトン量，サバ漁獲量，経年変動，紀伊水道