

紀伊水道における短周期の暖水波及（概報）※

竹内 淳一（和歌山県水産試験場）

和歌山県水産試験場では、1986年から紀伊半島沿岸に数地点を選定し、水温連続観測を行っている。定期的な定線調査や人工衛星画像などの情報をあわせて、短期日の海況変動過程を理解することがねらいであり、日単位の漁況変動を理解するうえにも有用な情報となるはずである。

黒潮からの暖水が紀伊水道に波及する代表的なものとして、①黒潮蛇行の東端が四国～紀伊水道に係ったときの継続的なものと、②黒潮が潮岬南約20マイル以内に著しく接岸している時の短期日で周期的なものがある。前者①は、黒潮蛇行の前面（蛇行北上部）から黒潮系暖水が紀伊水道に流入することで説明され、約2～3ヶ月の比較的長期間にわたって暖水の流入が続く。近年の例としては、1986年・1989年の夏～秋季があり、紀伊水道内では暖水が中・底層深くまで達する。このような時には黒潮が直接流入する型となるためか紀伊水道域は黒潮系水で広く占拠されることとなり、高い水温が持続し水温変動も少なく、短期日の周期的な水温上昇はあまり観測されない。後者②は、黒潮からの暖水が沿岸に突発的に侵入することで周期的な水温ジャンプがしばしば起こる。黒潮に関連して沿岸で起こる短期日の海況変動過程を理解するのに好都合である。

1989年冬～春季には、黒潮が潮岬南沖約10～15マイルに著しく接岸し、しかもその状態が安定して続いた。このため紀伊水道では短期日で周期的な暖水波及によって水温ジャンプが繰り返して起きていた。ここでは、1989年冬～春季に観測された短期日で周期的な水温変動から、黒潮系暖水が紀伊水道に波及する時の特徴を紹介する。それは後者②の典型的な例と言える。なお、特徴的な水温ジャンプ前後の人工衛星画像、海洋観測結果などから、暖水波及の形態変化について説明を試みる。データは主に1989年の例を使ったが、一部比較のため黒潮が離岸していた1988年の水温記録も使用している。

方 法

図1に示す紀伊半島沿岸に、自記水温計（離合社製のRMT水温計あるいは環境計測システムK.K製DTR）を設置し、30分あるいは60分毎に水温を測定した。自記水温計は沿岸に点在する定置網のブイを利用して、観測水深に吊下しているものがほとんどである。表1に観測地点と観測水深をまとめて示す。

※ 本稿は「南西海区ブロック海洋研究会報告 第7号 南西海区水産研究所 平成2年3月」として別途に報告

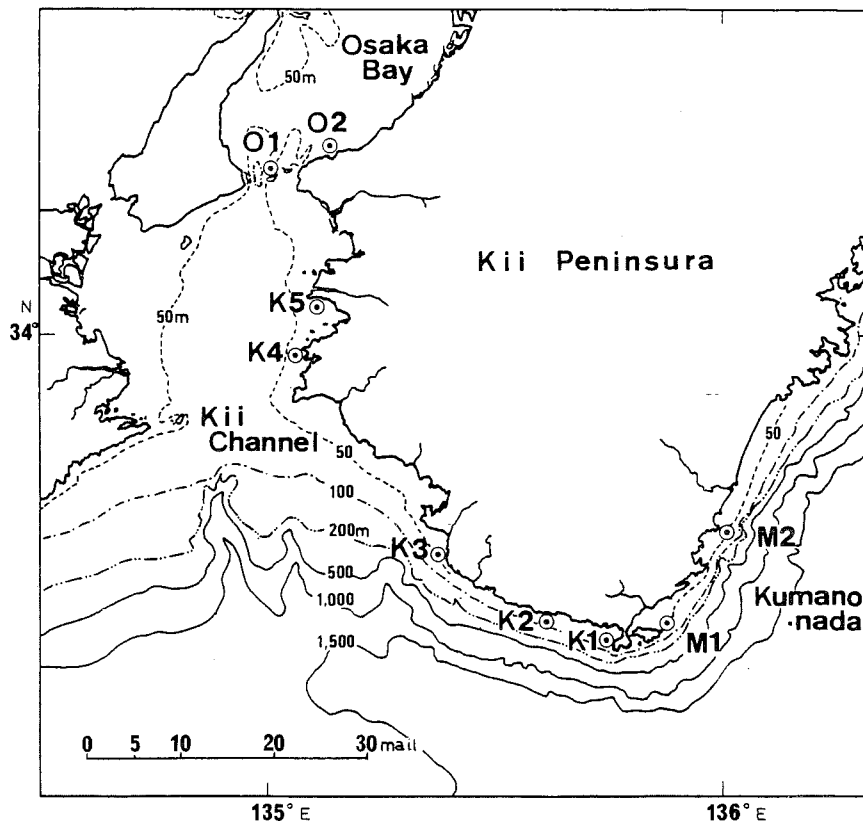


図1 紀伊半島周辺の水温連続観測地点

表1 紀伊半島周辺の水温観測地点と観測水深

| 海 域 | 地 点 | 観測水深 |
|--------|-----------------|-------|
| 熊 野 灘 | M 1, 檜野定置網 | 1 0 m |
| | M 2, 宇久井定置網 | 1 0 m |
| 紀伊水道外域 | K 1, 上野定置網 | 1 0 m |
| | K 2, 里野定置網 | 1 0 m |
| | K 3, 椿定置網 | 1 0 m |
| 紀伊水道内部 | K 4, 大引定置網 | 1 0 m |
| | K 5, 逢井定置網 | 2 0 m |
| 大阪湾南部 | O 1, 友ヶ島栈橋 | 3 m |
| | O 2, 多奈川小島養殖場栈橋 | 2 m |

結 果

1 水温ジャンプの特徴

紀伊半島周辺の各地点における1988年と1989年の水温変動および串本・浦神の日平均潮位差を、それぞれ図2、3に示した。図示した期間は1月～6月であり、上段が潮位差、下段は水温変動である。串本・浦神の潮位差は、一般的には黒潮の蛇行期と非蛇行期の長期的な判定に使われ

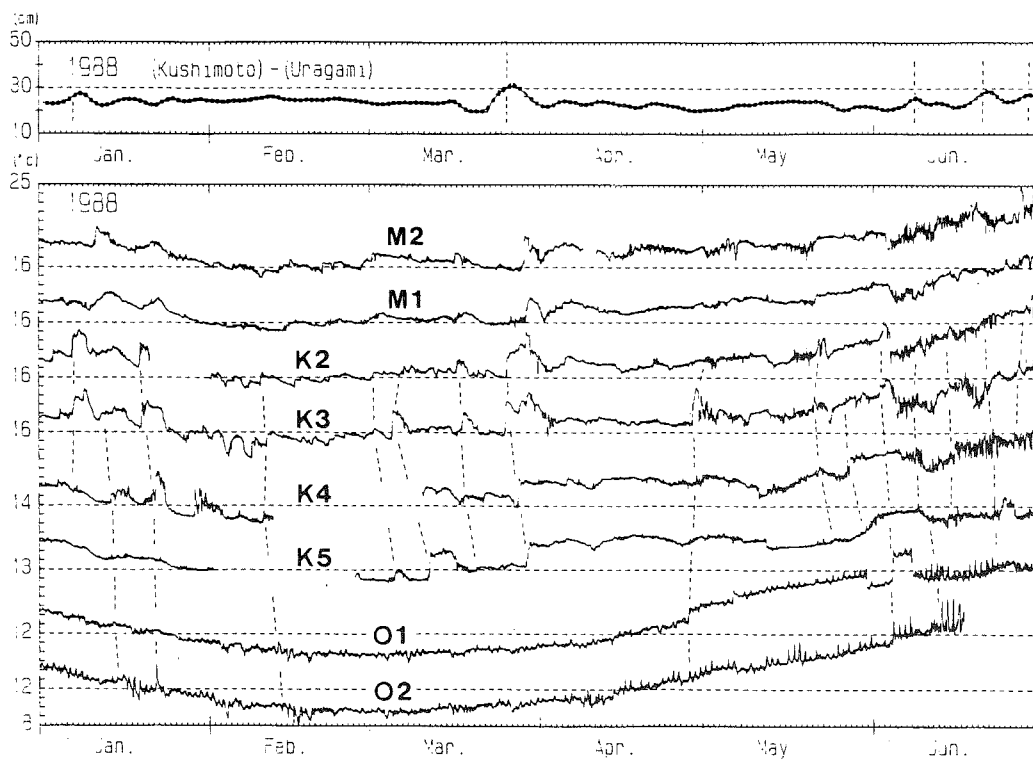


図2 黒潮離岸時（1988年）の水溫連続観測記録（下段）と串本・浦神の潮位差（上段）

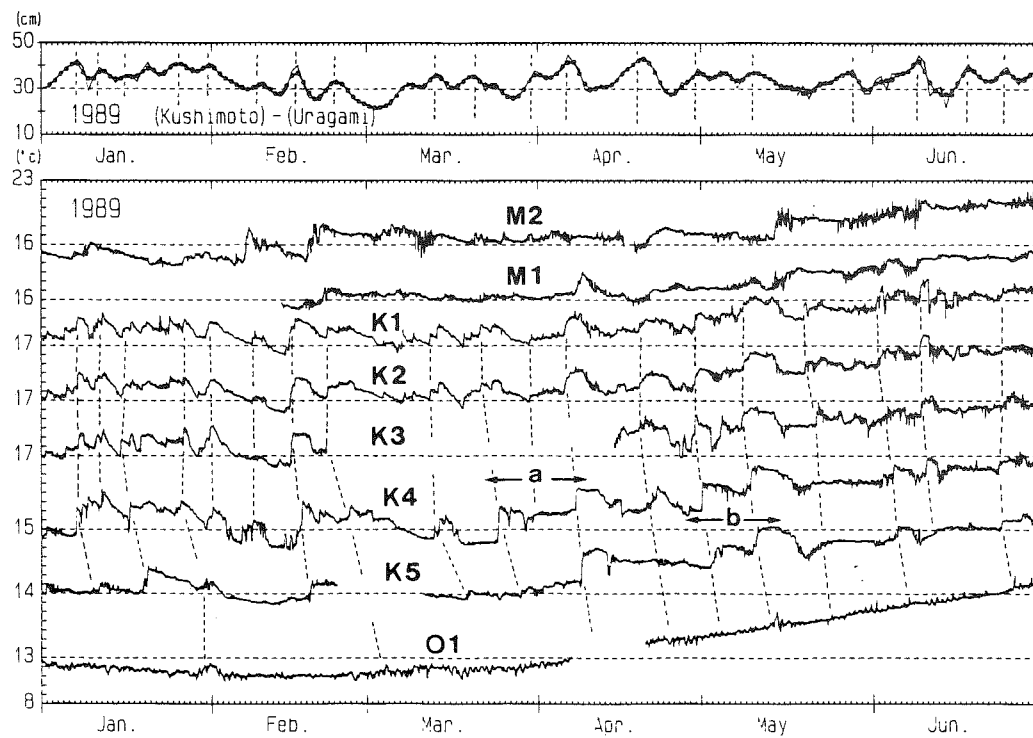


図3 黒潮接岸時（1989年）の水溫连续観測記録（下段）と串本・浦神の潮位差（上段）

る^[1,2]が、ここでは短期日の黒潮変動をあらわす指標の1つとしても利用できそうなので水温記録とともに図示した。

水温連続観測記録にみられる短期日で周期的な水温上昇の特徴は、次のようにまとめられる。

(1) 水温は1~2日といった短期日で、しばしば突発的・間欠的に2~3℃上昇する(図中の破線)。この水温ジャンプは紀伊半島西岸に沿って北上し、紀伊水道内そして大阪湾南部の内海にまで順次伝播する。水温ジャンプを引き起こす暖水侵入には季節的な特性があるようで、春季以降(4~6月)はしばしば内海まで達するが、冬季には明瞭な形で進入していくことは少ない。これは四国南西海岸の水温急変現象^[3]で説明されているように、冬季の成層発達と北寄りの風が吹くことで暖水の進入が妨げられているものと考えられる。なお、春季には、水温ジャンプが二段階で起こる興味深い例が二つ認められた(図3のaとb)。これは、いわゆる黒潮フロントの二重構造^[4]の特徴を捉えたものであろう。

(2) 黒潮が潮岬南10~15マイルと著しく接岸していた1989年は周期的な水温ジャンプが繰り返し起こっている。その周期は数日から十数日と短い。黒潮が潮岬南30~70マイルに離岸していた1988年には水温上昇が少なく、それは周期的でない。短期日で周期的な水温ジャンプは黒潮接岸時の特徴といえる。その水温変動特性は、阪本(1987)^[5]や竹内(1989)^[6]が指摘したように、潮岬南約30マイルを境にその内側を黒潮が流れる時とそうでない時で大きく変わるようだ。年によって黒潮自体の変動特性が違っていることも想定できようが、ごく単純に水温観測地点から暖水(黒潮)までの距離が近いのか、遠いのかの相違でも説明できる、と考える。

(3) 水温ジャンプは、串本・浦神の潮位差が増大しピークとなった時に符合して起こっている。その相関は極めて良い。これは水位の高い黒潮系暖水が紀伊水道に侵入したため、紀伊半島西岸の潮位が東岸よりも高くなる、と理解できよう。1989年のような黒潮接岸年には、水位の高い暖水が紀伊水道へ周期的に波及していた様子がうかがわれ、水位変動を伴った黒潮の短周期変動に関連しているらしいことが示唆される。

2 暖水波及の形態

水温ジャンプ前後の衛星画像と海洋観測結果などから、次のことが明らかとなった。

(1) 水温ジャンプは、黒潮からの暖水が沿岸域に到達することで起こる。その形状は、変形した舌状のことが多い。この暖水は黒潮北縁を東進する波動(擾乱)が発達し沿岸に係ったためと考えられ、強流帯北側にみられる黒潮前線波動—冷水と暖水がペアとなった擾乱^[7]—のような小規模擾乱と理解できよう。

(2) 黒潮系暖水の侵入で紀伊水道フロント^[8]は押し上げられる。暖水の供給が途絶えると、フロントは南下する。紀伊水道内に強く暖水が侵入した後は、その反作用のようにして内海系水

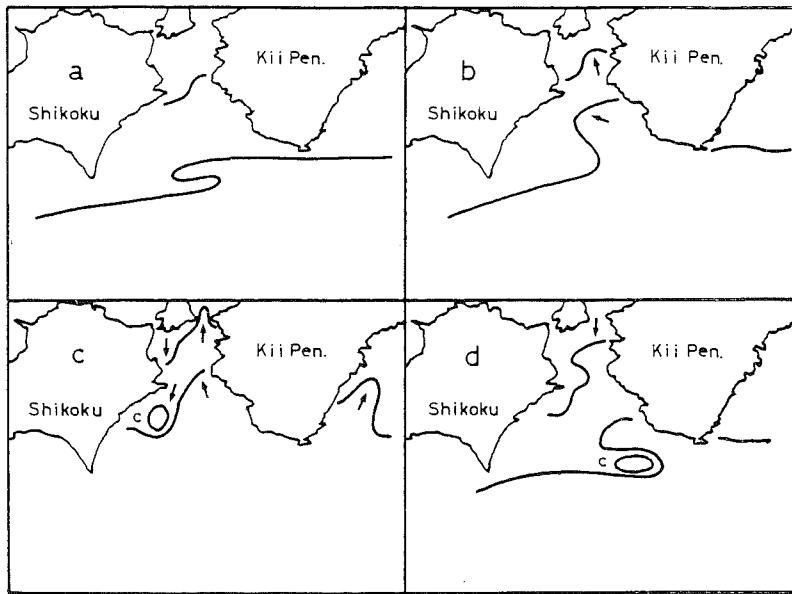


図4 紀伊水道東部（紀南）からの暖水波及模式図

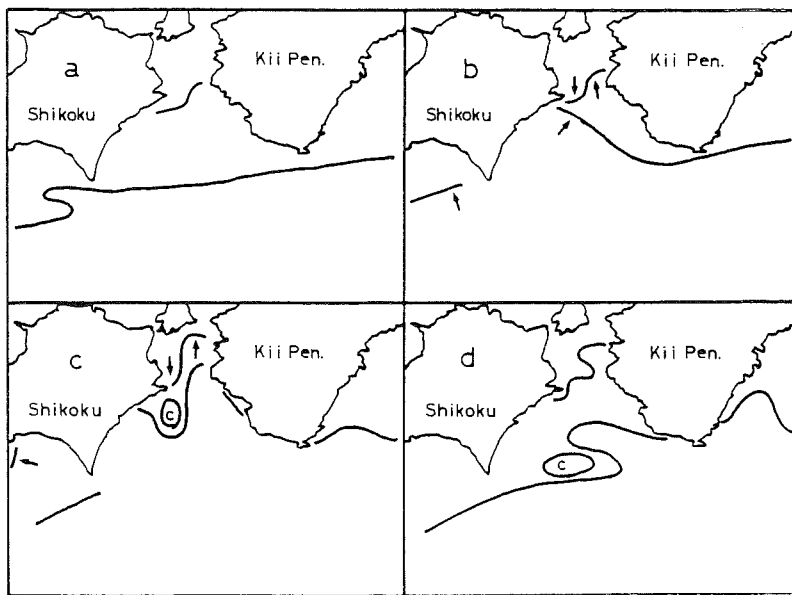


図5 紀伊水道西部（芸東）からの暖水波及模式図

（低水温）が間欠的に流出する。なお衛星画像からも、水温記録にみられた二段階の水温ジャンプ（図3のa, b）は、黒潮フロントが沿岸域に侵入したあとに新しいフロントがつづいて侵入する様子、すなわち黒潮フロントの二重構造^[4]を想像させる。

（3）暖水の波及には、紀伊水道東部から舌状で侵入するものと、水道西部からの暖水（渦？）が紀伊半島に圧迫・接岸してくるものと二つの代表的なケースがある。後者の場合、暖水（渦？）

が反時計回りに移動して紀伊半島に接岸すると、その暖水は前者と同じようなパターンで残るようだ。

これら二つの暖水波及についてその形態の変遷過程をそれぞれ図4、5に模式図で提示した。黒潮前線波動が紀伊半島に接した場合は、水道東部（紀南）から沿岸に沿って暖水が侵入する。室戸岬に接した場合、暖水はまず四国芸東に波及し、そのあとで紀伊半島西岸に圧迫・接岸してくる。黒潮前線波動が陸岸地形に接し、擾乱が発達することで、沿岸域へ黒潮系暖水が侵入しているように見える。あるいは黒潮前線が岬などの陸岸地形で破れ、その裂け目から暖水が広がっていく様子を想像させる。

(4) 暖水波及直後の海洋観測例（'88年3月と'89年4月）から、暖水の厚さは潮岬沿岸で約70 m、紀伊水道外域で20～30 m、紀伊水道内で20 m程度であり、暖水の先端部ほどその厚さは薄くなる。また、その密度は小さい。

ま と め

以上のことから、黒潮が紀伊水道に着しく接岸して流れている時には、黒潮北縁から低密度で水位の高い暖水が表層を舌状（暖水舌）となって沿岸域にしばしば侵入し、突発的な水温ジャンプを引き起こす。水温ジャンプは紀伊半島西岸に沿って紀伊水道内そして大阪湾南部に達する。その周期は数日から十数日とみられる。暖水波及の形態は、紀伊水道東部（紀南）と水道西部（芸東）からの代表的な二つに大別できる。

黒潮北縁を東進する前線波動（擾乱）が潮岬あるいは室戸岬の地形に接することで、擾乱が発達し、黒潮系暖水が沿岸域に侵入すると想定できよう。紀伊水道への暖水侵入の頻度は、黒潮が潮岬南約30マイル以内に接岸しているか、いないかによって大きく違うようだ。このことは黒潮前線波動のスケールと陸岸までの距離などとも関連する問題であろう。今後、衛星画像からこのことを調べるとともに、特別な観測計画で暖水舌の鉛直構造を明らかにする必要がある。

なお、この暖水侵入は紀伊水道につづいて熊野灘南部の暖水舌形成^[9]につながることも多く、紀伊水道から熊野灘南部までの広い漁場環境を数日で変化させてしまうこともあるようだ。漁業との関連について例を示さなかったが、その漁況にも大きな影響を及ぼしていることが判ってきている。

文 献

[1] Moriyasu, S. (1961): On the Difference in the Monthly Sea Level between Kushimoto and Urugami, Japan. J. Oceanogr. Soc. Japan, 17 (4), 197-200.

[2] 岡田正美・西本和義 (1978): 1925年以前の黒潮大蛇行と日本南岸の潮位. 海と空, 54 (2)

- 3), 91-97.

[3] 柳 哲雄・秋山秀樹・武岡英隆 (1988) : 四国南西海岸の水温急変現象. 水産海洋研究会報, 52 (4), 283-288.

[4] Nagata, Y. and K. Takeshita (1985) Variation of Sea Surface Temperature Distribution across the Kuroshio in the Tokara Strait. J. Oceanogr. Soc. Japan, 41, 244-258.

[5] 阪本俊雄 (1987) : 熊野灘・紀伊水道周辺の中長期の漁海況変動. 月刊海洋科学, 19 (8), 456-462.

[6] 竹内淳一 (1989) : 潮岬東・西海岸における水温差変動と黒潮 (II). 昭和63年度関東・東海ブロック水産海洋連絡会 (第18回議事録, 印刷中).

[7] Lee, T. N., L. P. Atkinson and R. Legeckis (1981) : Observation of a Gulf Stream frontal eddy on the Georgia continental shelf, April 1977. Deep-Sea Res., 28A, 347-378.

[8] 吉岡 洋 (1988) : 冬季紀伊水道に発生する沿岸フロント. 海と空, 64 (2), 79-111.

[9] 竹内淳一 (1989) : 熊野灘南部の暖水舌について. 水産海洋研究会報, 53 (3), 242-254.