

# 鴨川海底谷周辺の沿岸湧昇

## 1980年12月の場合

宮沢 公雄

### はじめに

房総沿岸域に出現する小規模な低温水の存在は、これまでに沿岸定線調査で確認され、漁業者にも漁況を判別する際の指標水塊として経験的によく知られている。

Kishi et al(1975)<sup>1)</sup> は二層モデルによる数値実験から、沿岸域に分布する低温水が地形性湧昇に起因して発生する可能性の強いことを理論的に解析し、本州南岸では半島の南東端で生じやすいことを指摘した。また、Kishi(1976,1977)<sup>2)3)</sup> は伊豆半島東岸で詳細な水温観測を行い、南風の卓越によって生じるエクマン吹送

流が小規模な湧昇を生じていることを実証するとともに、地形的に房総半島でも同様な現象の存在を示唆した。小金井(1976)<sup>4)</sup> は定地水温資料を用いてラグランジ法による動的な綜観解析を行い、定地水温は沿岸域の海況変動をよく反映して変化することを見だし岩田(1980)<sup>5)</sup> はさらに発展させ房総南部沿岸域に分布する低温水の消長が相模湾内の海況変動要因として無視しえないことを報告している。また、木幡ら(1977)<sup>6)</sup> は、同湾内のブリ漁況と対比し、この低温水の動態が魚群来遊を予測するうえでの重要な指標になることを明らかにした。

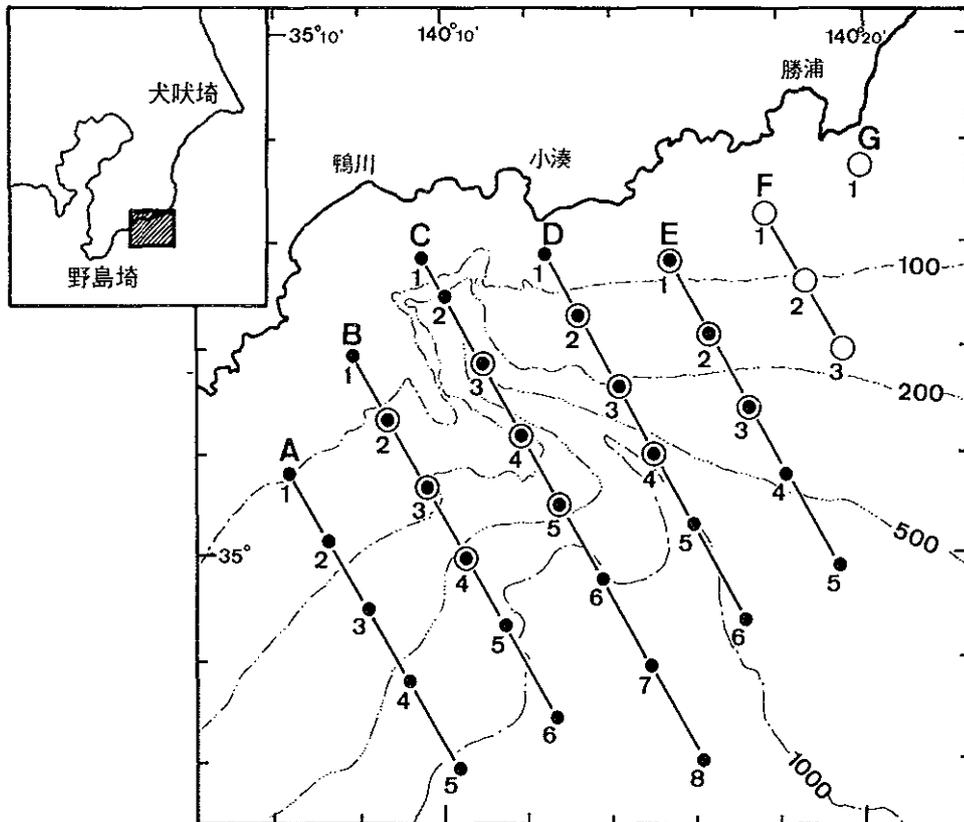


図1 観測海域および測線  
 ● 1980年12月16日 (30点)  
 ○ 1980年12月17日 (16点)

房総南部沿岸域は沿岸性魚類を対象とした漁業の重要な漁場で(千葉水試, 1980), 低温水の消長は漁場形成にかかわる直接的な影響に加えて, 長期にわたって持続すれば有用魚類の卵・稚子の輸送や分布への影響にも関連することが考えられる。

近年, このように房総沿岸域に出現する低温水の動態の重要性が認識されてきているが, 従来の観測では空間的間隔が粗いことから構造の詳細は殆ど知られていなかった。そこで, 1980年12月に鴨川海底谷周辺に海域を設定し温度場の微細観測を行い解析を試みたので報告する。

#### 調査方法

観測は1980年12月16, 17日の2日間, 繰り返して行った。観測線は図1に示すように鴨川海底谷を中心とした海域に絞り, 16日は30測点を, 17日は16測点をそれぞれ観測した。観測線は約2海里間隔で5線設定し, 沖側に約10海里張り出し, 各測線は岸側で1.5海里, 沖側で2海里毎に観測した。水温は海底直上まで測得する目的からXBT(鶴見精機)を使用した。水深が100m以浅の測点ではDBT(新日本気象海洋, MOS-BT2)をもちいた。位置の測定はロランC受信

機(光電, LR-777)を, 測深は魚群探知機(海上電機, S-45)とXBTを併用した。

#### 調査結果

##### 12月16日の水温水平分布

16日観測の深度別水温水平分布を図2に示した。

海面では, ほぼ海底谷上より西側の岸ぞいに14℃台の低温水が存在し, より西側で沖側に張り出し海底谷(C線)の東側(D,E線)には認められない。等温線は全体に岸に平行し南西から北東方向に延び, 18℃台の高温水はC, DおよびE線の距岸6海里以遠にあり, 低温水とのあいだで4℃の強い勾配を示した。水温傾度は低温水に接する15~16℃台で強く, 17℃以上で弱い。

50m水温は15~16℃台の幅が狭まり14℃台低温水と高温水間の境界がさらに明瞭になる特徴があり, 一般に流れに直角な面で水温は強い傾圧性を示すことから, この15~16℃台に沿ったところが観測当時の主流部とみられ, ほぼ南西から北東に向かっていった。

50~100m間に弱い躍層が存在し, 100mでは50mより1~2℃内外降温し, 海面で14℃台を示した低温水の下側では13~14℃台になり海底谷の東側にも分布

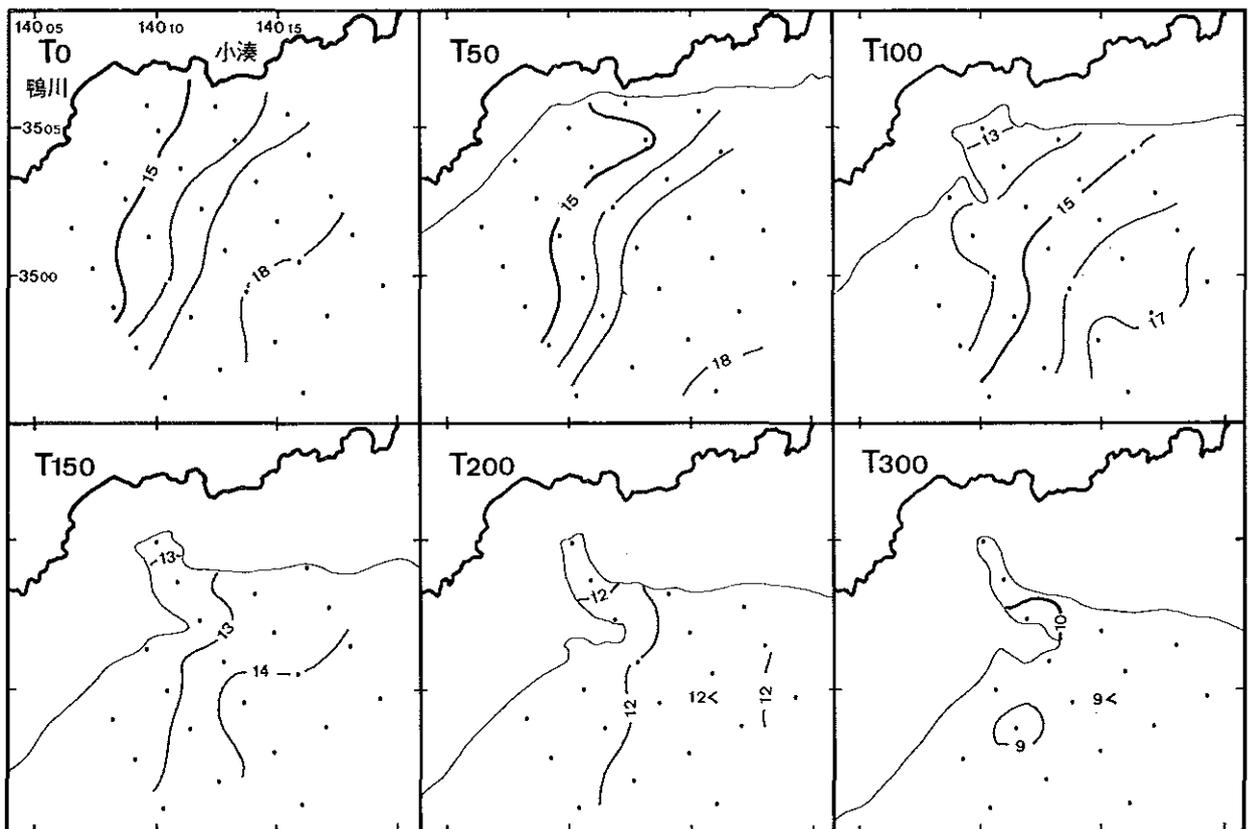


図2 1980年12月16日観測の深度別水温水平分布(℃)

するようになるが、より西側で沖側に張り出し東側で岸に接近する傾向は海面同様である。全体の等温線の形状は50mに類似するが、15~16℃台の傾度は弱まり間隔が粗くなっていることから、観測当時の流れは50m付近で最強だったことが推定される。

150mでは15℃以上の水温はなくなり12~14℃台の水によって占められ、海底谷より西側の海底直上に沿って12℃台の低温水が分布し、100m以浅同様により西側で沖に広がっている。しかし、等温線の形状はそれまでの南西から北東に向かうのに対し、南から北方向で直立する傾向がみられる。海底谷口の西端で150mの低極値を観測したが、同奥部ではこれより高い13.4℃であった。

200m水温は11.5~12.5℃で水平較差は1.0℃と深度別比較で最小であった。11℃台の水は海底谷から西側の大陸棚斜面に沿って分布し、その東側に12℃台の水が分布している。また、150mでみられたと同様に海底谷奥部に12.1~12.4℃の沖側の11℃台より高い水が認められる。

300m以深の水温分布は200m以浅にみられた連続的な変化でなくなり等温線を画くことは困難だが、海底谷口西端の斜面で、150mおよび200mでの現象とは逆の極大値が測得され、300mでは10.7℃で周辺の9℃台より約1.5℃、400mでは8.3℃で周辺の7℃台より約0.7℃それぞれ高かった。また、300mではB-5で8.8℃、400mではC-7で6.9℃、E-4で6.8℃の周辺より低温な水が孤立したように測得された。100~200mにみられていた海底谷奥部の比較

高温水は300m以深では認められない。

#### 12月17日の水温水平分布

16日観測の深度別水温水平分を図3に示したが、16日より調査範囲が狭く測点も少ないため全体の把握は困難だが、全測点とも著しく昇温し、海面では前日に14.8℃低温水を観測したB-2で3.2℃昇温し18.0℃となったほか岸側を中心に2.6~0.8℃昇温し、18.0~18.6℃の高温水によって占められた。

50mは勝浦より(D.E.F)の沖側に18.0~18.3℃が測得されたほかは17℃台で、等温線の形状から沖合系暖水は勝浦沖より沿岸域に波及し、ほぼ200m等深線沿いを岸に平行して西進していた模様で、前日と比べて反対の流況だったことが推定される。

表層水は前日より垂直混合の発達した水によって覆われ、100m以浅の空間的な水温較差は小さく、100mでも50m以浅と余り変らない17℃以上の水が広範囲に分布している。しかし、海底谷口西端のB-2で15.9℃、勝浦沖のF-3で15.7℃の周辺より低温な水がクローズされて認められる。全体に海底谷の西側で低めの水温を示す傾向は前日の結果と同様である。

150m以深では測点数が10点に満たないため水平分布としての判別は困難だが、150m、200mともに海底谷の西側で極小水温が、また同奥部に周辺よりやや高めの水温がそれぞれみられる現象は前日の結果によく一致する。

#### 垂直分布

12月16、17両日の測線B、CおよびDの垂直水温分布と両日間の偏差を対比させ図4-1~図4-3に示

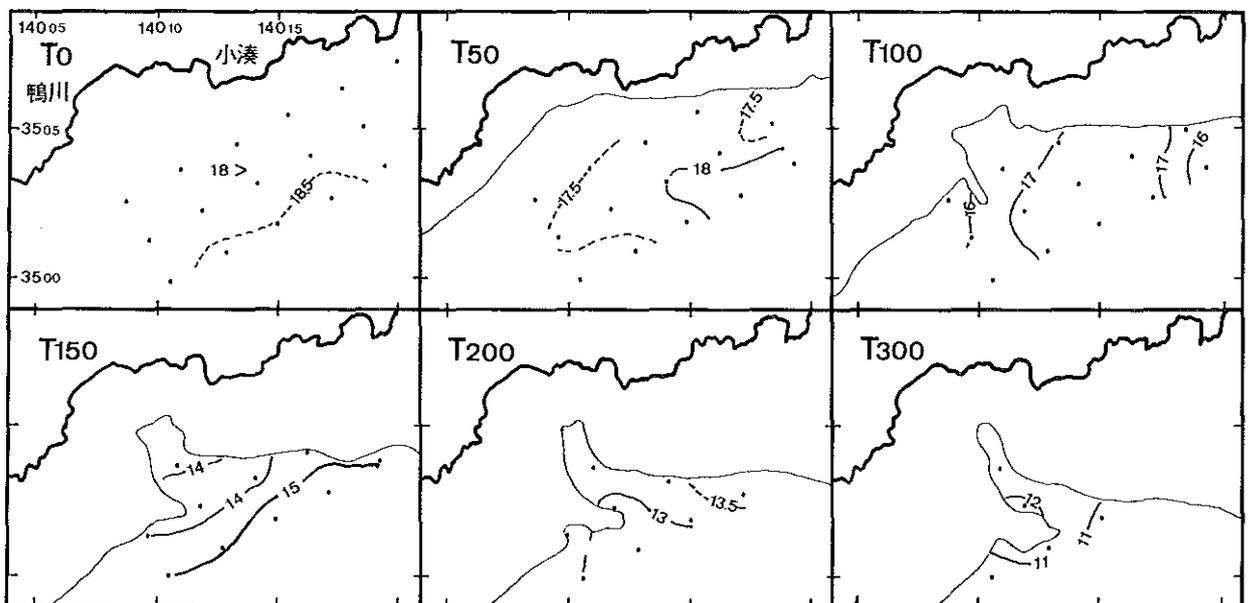


図3 1980年12月17日観測の深度別水温水平分布

した。測線Cはほぼ海底谷の中央を南北に縦断する断面図で海底の地形は距岸1海里付近から急斜面となり、海底谷の中心部は比較的平坦な400~500mで、7海

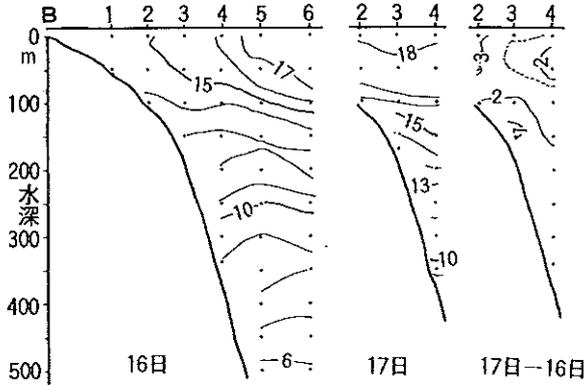


図4-1 測線Bにおける垂直水温分布および16, 17両日間の水温較差

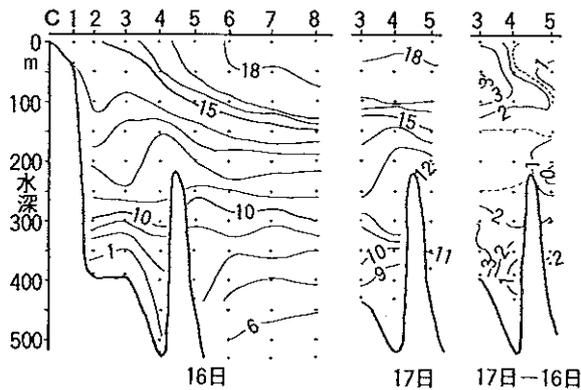


図4-2 測線Cにおける垂直水温分布および16, 17両日間の水温較差

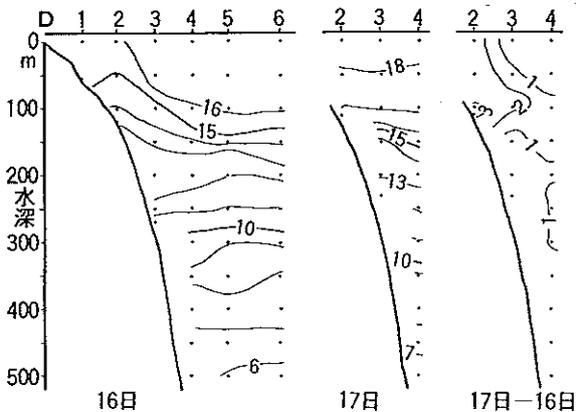


図4-3 測線Dにおける垂直水温分布および16, 17両日間の水温較差

里付近より1000mを越える深海となる。また、5~6海里付近に西よりのびる大陸棚の先端にあたる200m内外の浅瀬が張り出している。

海面に分布する14℃台の低温水はC-8(距岸11海里)では150m付近に約20mの層で存在するが、接岸に伴ない海面に向うとともに厚みを増しC-4(5海里)では100m付近に約50mの層で、さらに海面に表れるC-2(2海里)では120mの厚みとなる。このC-2の14℃台水温は西側の測線Bでは同程度の厚みを維持して分布しているのに対し、東側の測線Dでは70mを中心に約50mの厚みで分布し、海面に表われない。また、15~17℃台の水は10海里以遠では130~150m間にあるが、やはり接岸にとともに厚みを増すとともに海面に近づき2~5海里で表われる。このように等温線の向きが一方向的に上向きになるのはほぼ150m以浅に限られる。

12℃台の水が距岸3海里で190mを中心に、11℃台の水が5海里で210mを中心にそれぞれ100m以上の厚みを持った凸レンズ状の一樣層として存在し、この一樣層は他にも随所に認められる。海底谷両側の測線BおよびDにも同様な現象はみられるが、いずれも測線Cより厚みも薄く不明瞭である。岸に向かった等温線の方向は150m以浅が一方向的に上向きなのに対し、それ以深では凸レンズ状一樣層の存在により波状の複雑な形状を示すとともに岸に接するところで下向きになるのが特徴である。

17日は前日より著しく昇温し、150m以浅で上に向いていた14~16℃の等温線はなく、100m以浅では17~18℃台のよく混合された水によって占められている。100~130m間に比較的発達した躍層があり、その下層には16日と同様な凸レンズ状一樣層が存在し、C-4には250mを中心に150mの厚みをもった12℃台の一樣水が認められる。この12℃台一樣水は測線BおよびDで不明瞭なのは、16日の結果と同様である。16日に観測されず17日に観測された特徴は、一樣水の下側の11℃台水温に接する付近で水温の逆転がみられることで、この現象はC-5の11℃台一樣水の下側にも認められる。

#### 観測当時の背景

図5は1980年12月の千倉、鴨川および小湊における毎日の定地水温と勝浦測候所で観測した最大風速およびその風向との関係で、中段の斜線は南西風(南から西にかけての風向の総称)の日を示している。

11日から南西風が卓越し、15日までの5日間継続し

た。このうち12, 13日はそれぞれ15.4m, 13.2mを記録し月内で最強の風速を示した。10日以前は18℃以上あった各地の定地水温は、この南西風が吹きはじめた1日後の12日より急激が降温を示し、千倉では3日後の14日に12.9℃、鴨川と小湊では4日後の15日にそれぞれ13.4℃、13.8℃の最低を記録し、各地とも南西風卓越前より5℃以上降温した。16日以降は18日に一時弱い南西風が吹いたものの25日まではほぼ一貫して北風（北から東にかけての風向の総称）が卓越した。風向が北に転じた後、各地の昇温は著しく、鴨川および小湊では2日後の17日に前日よりそれぞれ2.1℃、2.8℃昇温して16.3℃、17.2℃を記録した。3地区の水温変化を風との関係で対応させてみると、南西風の卓越以後もっとも西側に位置する千倉では鴨川、小湊より低温化が著しく、しかも1日早く低極値に達している。北風に転向後の昇温は降温時とは逆に千倉で遅れる傾向があり、前述したように鴨川、小湊で1日後の17日に著しい昇温を示したのに対し、2日後の18日に昇温した。

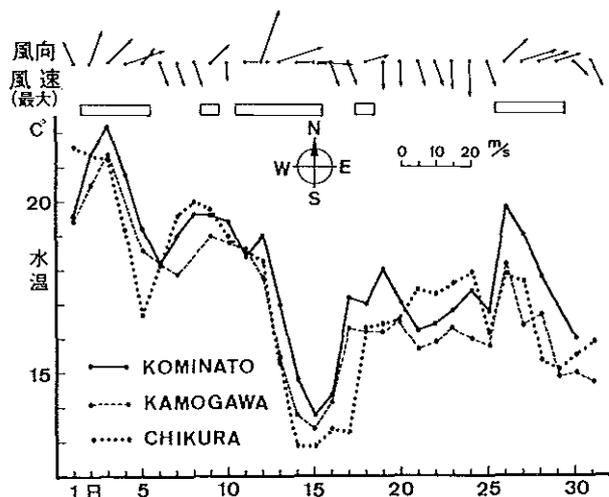


図5 1980年12月の小湊、鴨川および千倉における定地水温と風向・風速（最大時、勝浦測候所資料）との関係  
□：南西風（南～西の風）の卓越期間

12月中の風向と定地水温との上記した現象は、このほかにも2～5日および26～29日の2回、いずれも南西風の卓越により各地区とも11～15日の場合と同様に著しい降温がみられ、千倉で鴨川、小湊より1日早く低極値に達している。

図6は海上保安庁水路部の海洋速報No 1 (1981)による本邦南岸の黒潮流軸および海面水温分布で、観測を行った当時の黒潮は石廊崎の南南東90海里、野島崎の南55海里および犬吠崎の南東40海里を流れ、流軸中心

部の海面水温は22℃台で、房総半島沖ではやや離岸傾向を示していた。なお、当時は鹿島灘沿岸に黒潮から派生した暖水舌が接岸していたため親潮系接岸分枝は南下が妨げられ、房総沿岸に直接の影響はなかった（茨城水試、海況速報No55-38）。

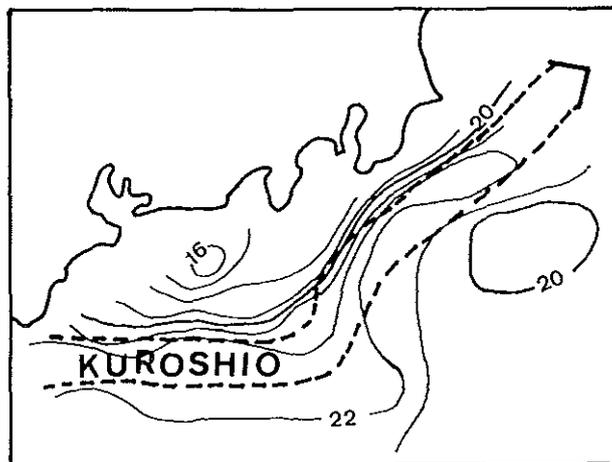


図6 1980年12月下旬の黒潮流軸位置および海面水温分布  
(水路部海洋速報1981, No 1)

## 考 察

1980年12月16日の観測で房総半島南部の沿岸域に地形性低温水の存在が確認された。この低温水は翌17日には観測されず、いずれかに移行していた。当時の黒潮は離岸した流型をとり沿岸域に直接的な影響はなく、船位より求めた流速も0.5ノット内外だったことから、黒潮系水の沿岸域への波及は弱かったことが考えられる。これらの事実から、16日に観測された低温水は、友定(1977)<sup>8)</sup>、大塚ら(1980)<sup>9)</sup>およびTAKAHASHI et al (1980)<sup>10)</sup>等が伊豆諸島周辺の調査で報告している後流波としての擾乱、発散が主因で生じる渦流による冷水域とは区別される。

図5で示したように11日から南西風が卓越し、15日まで連吹した。千倉、鴨川および小湊各地の定地水温はこの5日間でいずれも6℃内外降温し、最も西に位置する千倉での低温現象が特に著しかった。16日の各地の水温はひきつづき低温のまま経過したが、この状況のなかで観測が行われた。翌17日は千倉では低温のままであったが、鴨川、小湊では著しい昇温がみられた。宮沢ら(1980)<sup>11)</sup>は千倉の定地水温が沿岸水の変動によく対応して変化することを報告しているが、17日の観測では低温水をとらえられなかった原因として、千倉の水温が依然として低温で経過していたことから、千倉側（西側）にはまだ存在していたことが考えられ

る。しかし、17日以降の房総沿岸域では暖水系水の勢力が強まっているので（神奈川水試、漁海況情報55-12-157）、いずれにしても低温水は急速に縮小したと推定される。

16日に観測された低温水は鴨川海底谷から西側の大陸棚斜面沿いに広がり、同東側への張り出しは弱い。Ishino et al (1981)<sup>12)</sup> は1979年8月に同海域の観測を行い、やはり海底谷付近から千倉沖にかけての大陸棚斜面沿いの100m内外の深度に低温水の分布しているのを見だし、原因として観測前の3日間南西風が卓越したこととしている。この低温水は海面に表われていないが、密度躍層の発達する8月で、しかも南西風の卓越が3日間と短期間だったことによるものと考えられる。過去に千倉の8月の水温で16.1°C（1978年8月22日、平年比-7.9°C、同月13~21日のうち8日間南西風が卓越）、16.7°C（1977年8月3日、平年比-7.6°C、7月22日~8月2日の12日間南西風が卓越）を観測しているので成層盛期においても長期間にわたる南西風の卓越により低温水が海面に表われることは十分に考えられる。

Kishi (1977)<sup>3)</sup> は伊豆半島東岸における沿岸湧昇観測の際に水温断面図の分布形から南(西)風の卓越による湧昇速度を約20m/日と推計したが、同方法によって海底谷中央(C-3, 15.0°Cを基準)で求めると約22m/日によく一致する。また、Kishiは同報告でこのような風の影響によって発生する局地性の沿岸湧昇は転風後1日間は持続することを述べており、今回観測した12月16、17日は風向が南西風から北風に転向してから、それぞれ1日後、2日後にあたり、前述した現象の説明に矛盾しない。Kishi et al (1975)<sup>1)</sup> による数値実験でも南風の卓越により、風上側でより強い湧昇の発生を示唆しているが、今回の結果も同様な現象としてとらえられた。これまでの結果から判断して12月16日の観測で認められた海底谷西側の低温水は沿岸湧昇に起因していると考えられる。

一方、150m以深の水温分布の形はそれ以浅と異なり、図4-1~図4-3でもわかるように、各等温線は岸に接する付近で下向きになる傾向がみられる。この現象は海底谷を縦断する測線Cで最も著しく、両側の測線B、Dで弱い。そして、この等温線が下向きの現象は海底に達するまで明瞭に色別できる。17日の観測でも前述したように前日より大きく変化した。それ以深では全体に昇温しているものの、等温線の分布形はよく類似する。岸近くで等温線が下向きになる現象は図3の水平分布では、海底谷を中心とした大陸棚

斜面沿いに暖水がパッチ状に寄りついた状態であらわれ一見して沈降流が存在しているかのようである。

150~300mにかけて16日では11°Cおよび12°C台の水が、17日では12°Cおよび13°C台の水が、それぞれ凸レンズ状一様水として判別される。友定(1977)<sup>8)</sup> は伊豆諸島周辺の水温観測で御蔵島東側の200~400mに15~16°Cの同様な一様水をみだし、島弧による地形性後流波によることを報告している。地形的に海底谷周辺は、野島崎を南端とする半島が突き出し、沿岸域を南北に切離した形をしていることから、恒流として下流域にあたる調査海域にも上記の後流波による擾乱、発散による内部波によって同様な現象が起るとしても説明出来る。この一様水は海底谷から離れるに従い厚みも薄く不明瞭となっていることから、水平方向に移行する際に短時間で収束するとみられるが、このことも友定の報告に矛盾しない。

今回観測した海底谷周辺の水温構造は表層から底層まで同じ現象によって変化していたのではなく、150m以浅の吹送流効果による沿岸湧昇と、それ以深の後流波によって生じる地形性内部波の現象が合成されたかたちでとらえられたことが考えられる。

観測は12月という対流期に行われたが、今後の課題として、成層期に吹送流によって生じる沿岸湧昇が、密度躍層の壁を破って低温水を海面まで浮上させるのか、また黒潮強流域の接岸によって発生する後流波が同様な現象を誘発させることがあるのか、それぞれ確認する必要がある。

沿岸域に発生した低温水が、その後どのような経路をたどって、発達あるいは衰退するのか、時空間的な動態を明らかにすることにより、木幡(1977)<sup>5)</sup> が言うブリに代表される沿岸性重要魚類の回遊移動をより明らかにすることができ、漁況を予測するうえでの貴重な材料になり得る。また、恒常的に生じていると考えられる中層の内部波に伴う複雑な温度場の変化が、キンメダイ等底生魚にどのような影響があるのか、スルメイカその他の一過性魚類の滞泳に関係するのか、今後明らかにしなければならない研究課題である。

## 要 約

- 1) 1980年12月16、17日の2日間、XBTおよびDBTを用いて、鴨川海底谷周辺沿岸域の水温微細観測を行った。
- 2) 16日の観測では小規模冷水域の存在が確認され、この低温水は南西風の卓越によって発生した沿岸湧昇によることが確認された。

- 3) 冷水域の低温化現象は海底谷以西が顕著で、千倉、鴨川および小湊各地の定地水温では千倉が他より1日早く低温化し、昇温は逆に1日遅れることから、海底谷周辺では南西風の卓越による低温現象は西側でより著しいことが考えられる。
- 4) 17日の観測では冷水域は認められなかったが、原因として、縮小しながら西へ移行したものと推測された。
- 5) 南西風の卓越によって生じる湧昇は150m以浅にみられる現象で、湧昇速度は約22m/日と推計された。
- 6) 150m以深では両日とも後流波にともなう内部波が卓越していた。
- 7) 海底谷付近で凸レンズ状一様水(発散)が発達しているのが認められた。

#### 引用文献

- 1) Kishi Michio and Nobuo Suginoara: Effects of longshore variation of coastline geometry and bottom topography on coastal upwelling in two-layer model. *J. Oceanogr. Soc. Japan*, 31, 48~50 (1975).
- 2) Kishi Michio: Upwelling along the East Coast of the Izu peninsula (1). *Umi to Sora*, 51, 105~113 (1976).
- 3) ———: Upwelling the East of the Izu Peninsula (II). *Umi to Sora*, 52, 59~66 (1977).
- 4) 小金井正一: 海の見方・考え方—地方水域の周辺—, 公害原論自主講座第9学期, 9~55 (1976).
- 5) 岩田静夫: 相模湾の海洋学. *水産海洋研究会報*, 32, 82~89 (1978).
- 6) 木幡 孜・岩田静夫・山本浩一: 相模湾における漁況と海況, 黒潮及び房総沿岸低温水の動きとブリ成魚の来遊現象. *水産海洋研究会報*, 30, 61~64 (1977).
- 7) 千葉県水産試験場: 人工礁漁場造成事業調査報告(昭和53年度 東安房地区), 1~46 (1980).
- 8) 友定 彰: 伊豆諸島海域の黒潮調査. *東海水研報* 89, 17~42 (1977).
- 9) 大塚一志・曹圭大・松浦 昇・堀 真之: 黒潮が大蛇行しているときの伊豆大島周辺の海況について 1. 1976年5月, 6月の場合. *東水大研報*, 65, 127~138 (1979).
- 10) Takahashi Masayuki・Koike Isao and Ishimaru Takashi: Upwelling plumes in Sagami Bay and Adjacent Water around the Izu Islands, Japan. *J. Oceanogr. Soc. Japan*, 36, 209~216 (1980).
- 11) 宮沢公雄・松山優治・岩田静夫・小原基文: 黒潮の流軸移動が相模灘周辺域の海況に及ぼす影響, *水産海洋研究会報*, 37, 1~6 (1981).
- 12) Ishino Makoto・Matsuike Kanau・Isouchi Tsutomu・Otsuka Kazuyuki・Takahashi Tadashi・Kamatani Akiyoshi・Matsuyama Masaji・Inoue Kiyoshi and Saotome Yujiro: Environmental conditions in the Area of Experimental Fishing Grounds on the Continental Slope. *Transactions of Tokyo Univ of Fisheries*, 4, 47~55 (1981).