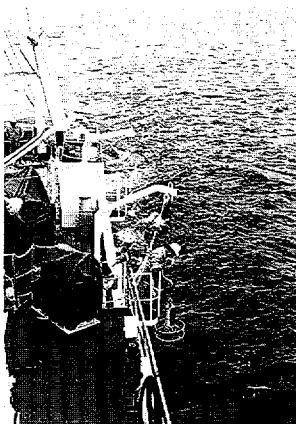


白石礁周辺漁場の短期 海況変動

上 野 正 博
京都大学農学部水産実験所
和 田 洋 藏
西 岡 純



丹後半島東北端の沖合いにある白石礁周辺で、数日程度の Time-scale を持つ海況変動の観測を行った。このような海況に影響すると考えられる海上風は、三度埼灯台の観測資料によってよく代表された。西からの強風が数日連吹すると、舞鶴の水位は顕著に上昇し、丹後半島北側では東向流が卓越して同礁周辺では若狭湾内に向かう流れが発達した。それ以外の場合には、水位は低下するか変動せず、半島北側では流れが不定でときには西流し、同礁周辺では湾外に向かう流れになった。これらの現象は風によるエクマン輸送が原因と考えられ、三度埼灯台の風と舞鶴の水位の変動はこの海域の短期海況変動の良い指標となる。

京都府北端の経ヶ岬の北東2.5海里にある白石礁は、90 m 以深の海底から屹立した孤立礁で最浅部水深は 29 m と浅く、一本釣りや延縄の好漁場として知られている (Fig. 1)。白石礁で操業する漁業者によれば、西風が吹いたり東向きの流れが強くなると海が澄んで漁模様は良くなり、逆に、東よりの風が吹いたり東から流れると海が濁り漁が悪くなるという。

京都府立海洋センターでは1987年以来、若狭湾西部海域の短期海況変動を調べるために多くの海洋観測を実施してきた。その結果、若狭湾西部海域の海況変動が海上風や沿岸水位の変動と密接に関係することが明らかになりつつある (河岸ら, 1989; 原ら, 1989; 原ら, 1990; 上野ら, 1991; 原ら, 1992)。

この報告では、白石礁周辺で実施した海洋観測結果および海上風と沿岸水位の資料から、漁業者が経験的に得た漁海況についての伝承を検証する。

材 料 と 方 法

京都大学水産学科と同大学水産実験所は、1991年5月20, 21, 22, 29日と6月3日に、白石礁周辺で STD (アレック電子製 AST-1000) を使い水温・塩分分布を調べた。また、京都府立海洋センターでは同年6月の3~4日と17~18日の2回にわたり若狭湾協同観測調査を若狭湾西部海域と丹後半島北方海域で実施し、同年5月29~30日にはズワイガニ浮遊幼生調査を東経 135° 線上で行った。これらの調査では CTD (Neil Brown, 1150) による水温・塩分分布観測と ADCP (古野電気製 CI-30) による測流が行われた。本報では、ADCP の測流結果のみを用いる。

海上風については、舞鶴海洋気象台発行の海上気象概報から、漁船観測資料と燈台気象観測資料を用いた。また、

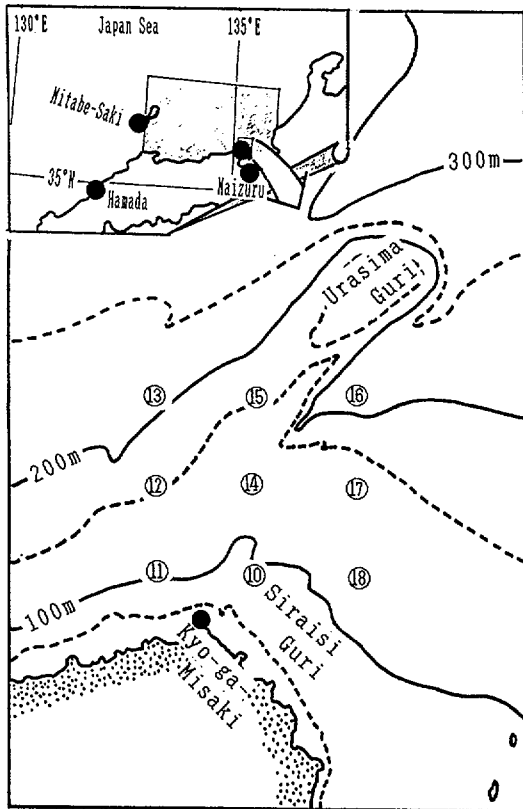


Fig. 1. A map around the rock, Siraisi-Guri, STD off Kyoto Prefecture. On main panell, figures in circles are oceanographical stations, with STD. Stn. 10 is on the rock. On sub panell, shaded part shows the area where wind data on the sea were reported by fishing boats. Closed circles show weather stations or lighthouses where wind data on land were observed.

気象庁気象月報から舞鶴海洋気象台と浜田測候所が観測した資料も用いる。

沿岸水位については、舞鶴海洋気象台の潮汐偏差計算表を用い、1013.3 hP を基準に 1 hP の海面気圧変化が 1 cm の水位変化をもたらすとして気圧補正を行った。

Fig. 1 にこれらの資料が得られた観測定点を示す。

結果と考察

海上風を指標する陸上気象資料 日本海の海上を吹く風の継続的な資料としては、気象庁日本海パイロボットの観測資料があるが、同パイは経ヶ岬の北120海里と沖合いにあるため、山陰東部から若狭湾の沿岸域の資料としては適

当ではない。これに対して、漁船による観測資料は観測位置については適当であるが、毎日のデータが揃っていないので継続性の点で適当でない。一方、山陰沿岸や島にある気象官署や燈台による陸上の観測資料は継続性については問題なく、観測点の地理的位置も適当である。しかし、観測点周辺の地形の影響を強く受けることもあり、必ずしも海上風を指標するとはいえない。

そこで、山陰東部から若狭湾の沿岸域で得られた漁船観測資料が当該海域の海上風を代表するものと仮定して、それと良い対応を示す陸上観測資料を探した。検討の対象としたのは、舞鶴（舞鶴海洋気象台）、経ヶ岬（経ヶ岬燈台）、三度埼（三度埼燈台）、浜田（浜田測候所）の4カ所である。

Fig. 1 に影をつけて示した 133°E, 136°E, 37°N の各経緯度線および陸岸で囲まれた海域を山陰東部から若狭湾の沿岸域として、この海域で得られた漁船観測資料を1991年4月から8月の4カ月間について抽出した。次に、漁船観測資料がある日について他の陸上気象資料を抽出した。これらの資料の内、漁船観測資料と燈台気象観測資料は毎日の09時と15時の観測値を平均し当該日の値とした。ただし、漁船観測資料では観測時刻の一方しかない日や、逆に複数の漁船から報告があり同一日に3個以上の観測値がある日もあったが単純に平均した。また、舞鶴と浜田については、気象月報から10分間平均風速の最大値とその生起時の風向を日々の代表値とした。

各日の風向・風速値は吹き去る方向を基準に北向き成分と東向き成分とに分離した。したがって、たとえば南西の風 5 m/s であれば、北向き成分、東向き成分ともに +3.5 m/s となる。

成分別に求めた漁船観測資料に対する各陸上気象資料の相関関係を Fig. 2 に示す。三度埼が両成分ともにもっとも相関がよく、浜田がこれに続く。経ヶ岬は東向き成分についての相関は三度埼についてよいが、北向き成分については4地点中もっとも悪い。これは同岬燈台の南側に標高 200 m 以上で台地状の丹後半島があるためであろう。舞鶴は、経ヶ岬とは逆に、北向き成分の相関は比較的よいが東向き成分の相関が極端に悪い。これは舞鶴海洋気象台が、周囲を標高 300 m 以上の山に囲まれ北北東に湾軸を持つ舞鶴湾の最奥部に位置するためであろう。

以上の結果、山陰東部から若狭湾の沿岸域における海上風の指標としては、三度埼燈台の観測資料がここで検討した4地点の中ではもっとも適していた。

沿岸水位と流況 Fig. 3 に観測期間中の舞鶴と浜田の水位変動を示す。両者の変動は、数日以上周期についてはよく対応し、浜田の水位変動は舞鶴に比べて数時間ないし

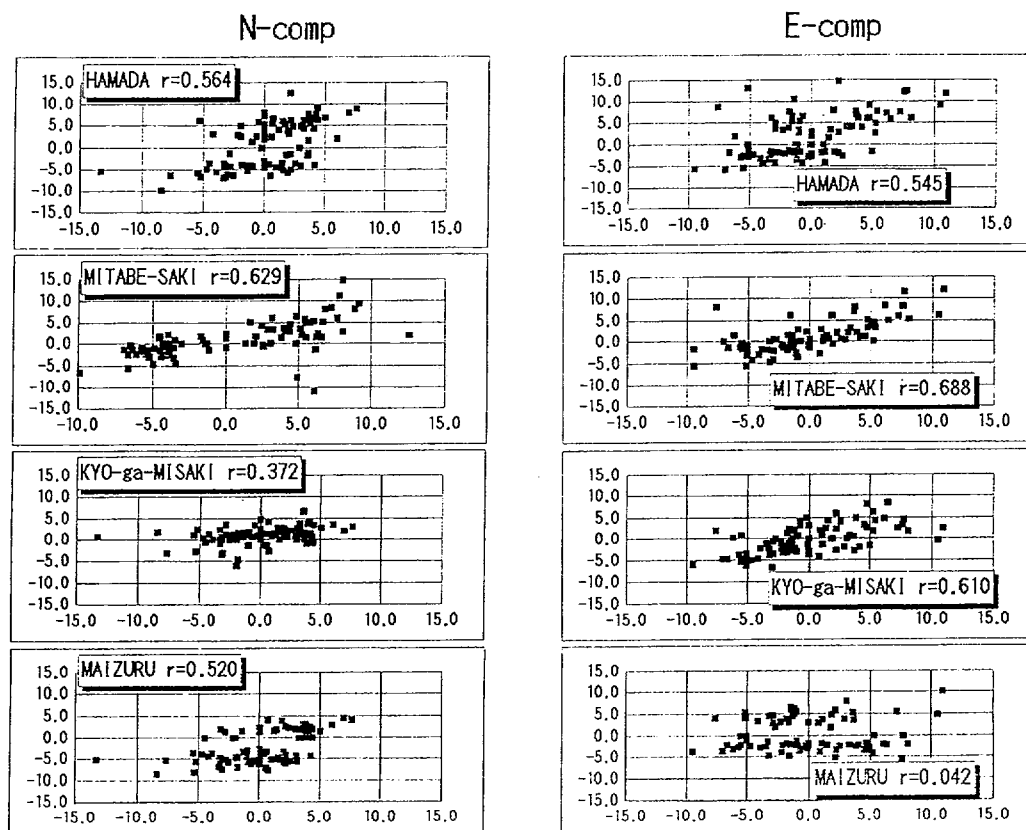


Fig. 2. Correlation between wind data on the sea and those on land. Data were reported or observed from the area and points on Fig. 1

1日くらい先行していて、相互相関係数は12時間のずれで最大となった。したがって、今回の観測期間中では数日以上以上の周期を持つ水位変動は、山陰西部沿岸から若狭湾におよぶ大きな空間スケールを持つ現象で西から東へと伝播していた。

このような水位変動について、松山ら（1986）は山陰沿岸を西から東へと進む陸棚波の存在を示唆している。しかし、彼らの報告では浜田と舞鶴との間で相互相関係数が最大となるずれ時間が20時間と本報に比べてかなり大きい。すなわち、今回の観測期間中における水位変動の伝播速度は陸棚波にしては大きすぎる。観測期間を含む数年について水位変動を検討すると、浜田と舞鶴との間のずれにはいろいろな場合があり、ときには舞鶴が先行することもあった。したがって、陸棚波だけでは山陰沿岸の水位変動をうまく説明できない。この点については、稿を改めて報告する予定である。

さて、Fig. 3 で水位が山にある6月3～4日と谷にある5月29～30日、6月17～18日の各日に ADCP で得られた

水深5m層の流況を Fig. 4 に示す。6月3～4日では経ヶ岬北方で強い東向流がみられ若狭湾に流入する流れがある。観測期間中もっとも水位が低下した5月29～30日には、経ヶ岬北方では明瞭な西向きの流れがあり、丹後半島沿いに若狭湾から流出する流れが発達している。6月17～18日では経ヶ岬北方の流れは微弱で流向は定まらず、丹後半島沿いにはやはり若狭湾から流出する流れが発達している。

若狭湾西部海域では、小田巻（1987）の報告や京都府立海洋センターの調査研究（原ら、1992）によれば、舞鶴の水位が高いときには経ヶ岬沖合いで東向きの流れが強くなり、舞鶴の水位が低いときには経ヶ岬沖合いでは東向きの流れが弱くなりときには西に流れる。今回の観測時においても同じような流況が得られ、舞鶴の水位と白石礁周辺海域の海況とが密接に関係していることを示している。

海上風と沿岸水位 観測期間中の水位変動と海上風との関係をみるために、舞鶴の水位と三度埼の風の資料からそれぞれの日平均値を求めた。ただし、水位の資料は気圧補

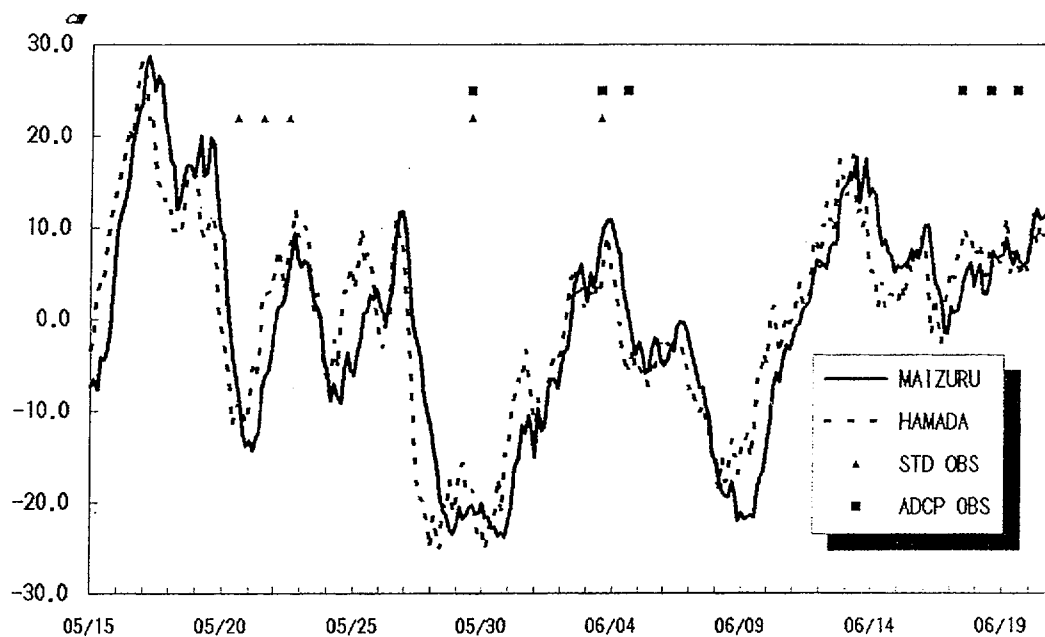


Fig. 3. Adjusted sea level drifts observed at three hours intervals on Maizuru (solid) and Hamada (dotted). Marks show dates occupied with STD (triangle) observations and ADCP (square) observations.

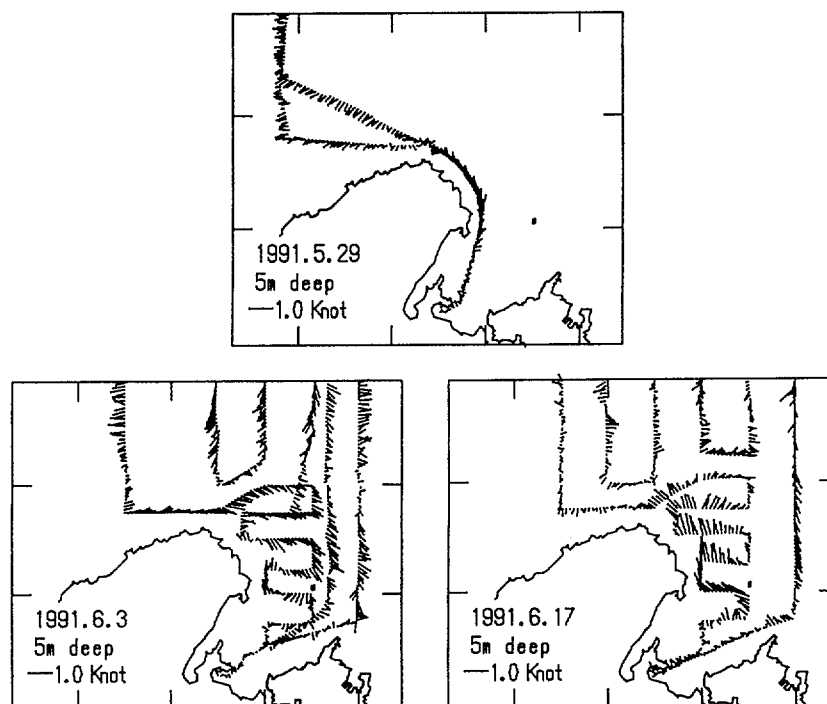


Fig. 4. Flow patterns on 5 m depth with ADCP. On June 3–4, sea level on Maizuru peaks and the westerly flow is hard. Contrarily, that reaches at the bottom on May 29–30 and June 17 and the flow is weak and unsteady.

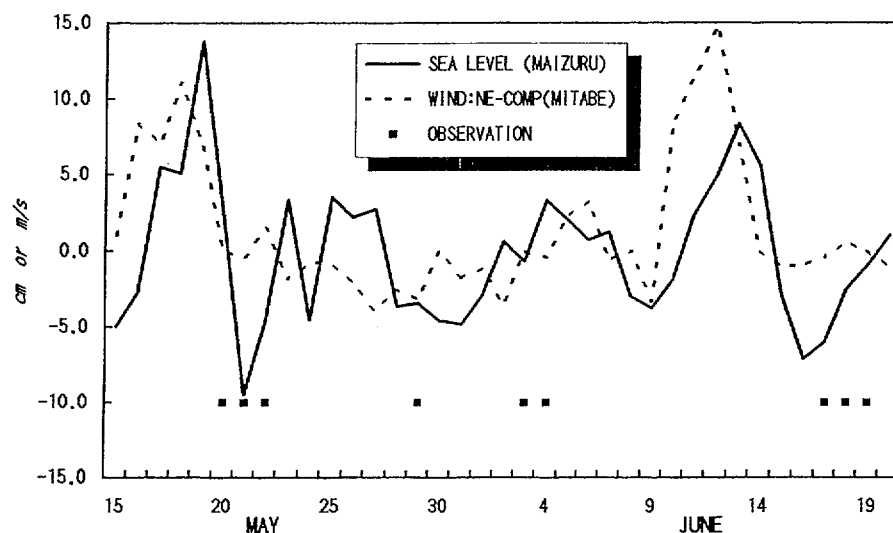


Fig. 5. Adjusted sea level drifts on Maizuru and wind on Mitabe-Saki. The drifts are deviations from long term fluctuations upper than nine days. Wind is northeast component, i.e. blow from southwest to northeast along San-in coasts. The drifts rised remarkably at the heels of hard southwester.

正を行い、風の資料は海岸線に平行な成分として北東向きの成分を用いる。加重移動平均で求めた9日以上長周期成分を除いた残差でみると、Fig. 5のように風の北東向き成分が+5 m/s以上で数日の間連吹したときに水位が顕著に上昇した。

観測期間を含む4月から8月までの4カ月間では、北東向き成分が+5 m/s以上の風が2日間以上にわたり連吹したことが9回あり、内7回では水位の顕著な上昇が観測され、残る2回でも水位は上昇した。したがって、強い北東向き成分を持つ風が連吹するときには水位が上昇するといえる。

この現象は風による表層水のエクマン輸送により生じると考えられ、風が強かつ連吹するほど、水位の上昇が大きくなるので検出される。しかし、Fig. 5にもみられるように水位が顕著に上昇しても、風が吹いていないことも多い。すなわち、水位の変動を海上風の変化だけで説明することはできない。

水位変動をもたらす要因は、風による直接的な表層水の輸送だけでなく、対馬暖流の流量や流路の変動、海面気圧の広い範囲における分布やその変動、他の海域で励起された海面波動の伝播などいろいろとあり、しかもそれらは相互に関連しているだろう。したがって、これらの要因の作用が合成されて生じる水位変動が唯一つの要因だけで説明できないのは当然である。しかしながら、海上風の変動が水位の短期変動を引き起こす重要な要因であることは明

らかである。

水温・塩分構造の短期変動 5月20日から6月3日の間に、白石礁周辺の水温構造がどのように変化したかを、まず主水温躍層の深度変化についてFig. 6に示す。ただし、ここでは主水温躍層の上限を10°C等温線で、下限を5°C等温線でそれぞれ指標する。また、観測期間を通じて主水温躍層が観測されたStn. 13とStn. 16についてのみ水温-時間断面を示した。

Stn. 13では、水位が急激に低下しつつあった20日には10°C等温線が200 mの深さにあったが、水位が最低になった21日には180 mまで急激に上昇し、水位が上昇に転じた22日でも、わずかだがさらに上昇した。水位が期間中もっとも低い29日には主水温躍層ももっとも上昇し、その上限は160 mに達した。水位が再び上昇した6月3日には、主水温躍層も190 m付近にまで沈降している。

一方、Stn. 16の主水温躍層深度は、21日から22日にかけてはStn. 13と同様に上昇したが、それ以降はほとんど変化がみられなかった。また、主水温躍層の厚さが、Stn. 13では20 m未満だったのが、Stn. 16では50~70 mもあった。さらに、その上限水深はStn. 13では160~200 mにあるが、Stn. 16では145~160 mとかなり浅かった。

Stn. 13における主水温躍層の鉛直変位は、水位の変動ときわめてよく対応していて、小田巻(1987)が指摘したように水位変動に対する静圧的な応答と考えられる。したがって、水位変動は西から東へと伝播していたから、主水

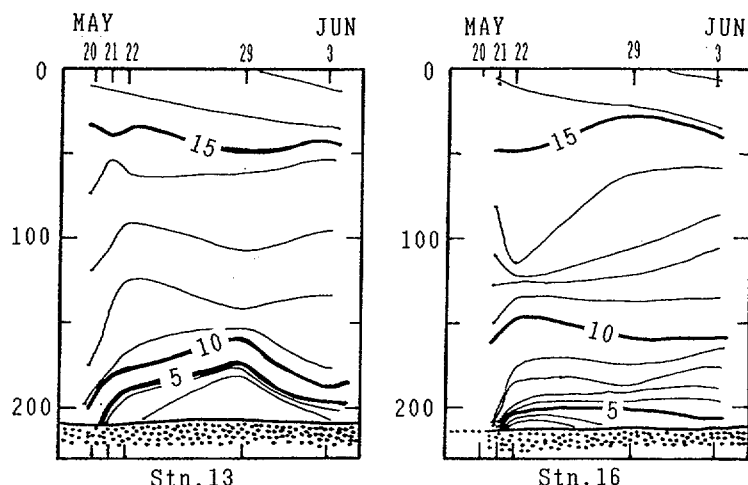


Fig. 6. Time sections of water temperature on stns. 13 and 16. While the drifts fell or rised (Fig. 5), main thermocline between 5 and 10°C ascended or descended.

温躍層の鉛直変位も西から東へ伝播したのであろう。

Stn. 13 と Stn. 16 との間には、丹後半島から浦島礁へののびる水深 150m 以浅の浅瀬がある。また、Stn. 13 が

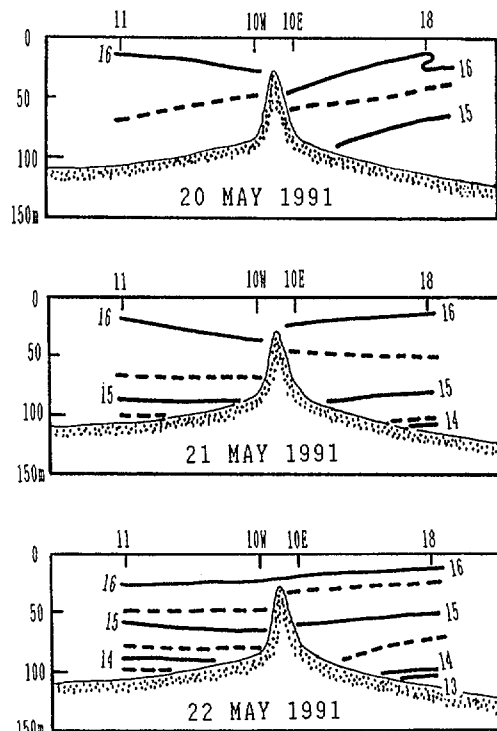


Fig. 7. Vertical sections of water temperature across Siraisi-Guri from 20 to 22 May. While main thermocline ascended (Fig. 6), cold water less than 15°C rised in this section.

平坦な大陸斜面上にあるのに対し、Stn. 16 は海底谷の中にある。さらに、若狭湾内の流況は短時間に大きく変動する（原ら、1992）から、Stn. 16 ではその影響を Stn. 13 よりも強く受けるであろう。Stn. 13 と Stn. 16 との間にみられる主水温躍層の深度や厚さの違いは、このような海底地形や上層の流況の違いによって生じるのだらう。すなわち、Stn. 16 では、水位変動に応答した主水温躍層の鉛直変位がいろいろな擾乱を受けてわかりにくくなるものと考えられる。

以上のような主水温躍層の鉛直変位が白石礁周辺の水溫構造に与える影響をみよう。白石礁を東西に横切る断面における水溫分布を、主水温躍層が顕著な上昇を示した20日から22日について Fig. 7 に示す。20日には、白石礁では 15°C 以上の水溫であった。21日には、白石礁における水溫は余り変化していないが、周辺の海底近くには 15°C 以下の低温水がひろくみられるようになる。22日になると、15、16°C の等温線は顕著に上昇し白石礁の基部は 15°C 以下となった。

このような主水温躍層の上昇に伴う上層の水溫低下は、若狭湾西部海域南部における底層への冷水侵入現象としてすでに報告した（上野ら、1992）。上野らは、山陰沿岸で広くみられる水位変動に対応した底層水溫の変動が、主水温躍層の鉛直変位によって引き起こされるとした。すなわち、白石礁周辺の水溫も水位変動に対応した主水温躍層の鉛直変位に伴い昇降するものと考えられる。

Fig. 8 に白石礁周辺の表層における塩分分布の変化を、3日間連続して観測が行われた5月20日から22日について示す。水位が急激に低下した20日と21日の間に、2m 深と

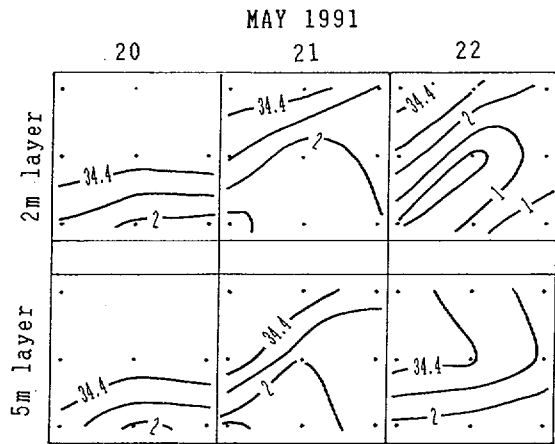


Fig. 8. Salinity patterns on 2m and 5m depth layer from 20 to 22 May. While cold water risen (Fig. 7), low salinity water spreaded at near surface.

5m 深では塩分分布が大きく変わり低塩分域が拡大している。水位が上昇に転じた21日と22日の間では、2m 深ではさらに低塩分域が進んだが、5m 深ではほとんど変化がなかった。また、これより深い水深では3日間で低塩分域の広さにほとんど変化がみられない。

若狭湾西部海域でこれまでに行われた ADCP による観測では、30m 以浅の表層で流況が水深によって大きく変化することはなかった。また、2、5m に比べてそれ以深では塩分の水平傾度のはるかに小さい。したがって、2、5m とそれ以深とで塩分分布が異なる変化をしたからといって、これらの水深の間で流況が大きく異なるとは考えにくい。20日から21日の間にみられた塩分の低下は、水位の低下にともなう若狭湾内から流出してくる低塩分水が白石礁付近を覆ったことを示すのであろう。

白石礁周辺海域の短期海況変動 以上に述べた海上風の変化に対応する水位変動や水温・塩分構造の変化は、山陰東部沿岸域について小川（1986）などがすでに報告しているように、風による表層水のエクマン輸送とそれにとりあわせて起こる静的・動的な海洋の調節機構の働きにより生じるのだろう。すなわち、西から風が吹くと表層水は岸に向かって輸送されるので、沿岸の水位が上昇する。沿岸水位が上昇すると、これに静圧的な平衡を保つために岸よりで主水温躍層が沈降する。沿岸水位が上昇し水温躍層が岸よりで沈降すると、これらに対する動的な地衡流調節により東向きの流れが加速される。東からの風の場合は、これと反対の現象が生じる。

西からの風が吹き沿岸水位が上昇すると東向きの流れが強くなる。このときには沖合いの表層水が岸に向かって輸

送されるから水は澄むことが多い。逆の場合には、沿岸の表層水が沖に向かって輸送されるから水は濁ることが多い。したがって、このような現象は、漁業者が経験的に得た風と海況との関係によく一致する。逆に言えば、小川が提唱した山陰沿岸の海況変動と海上風との関係についてのモデルは漁業者の永年の経験によりその妥当性が検証されたといえる。

海況変動と海上風との関係については、以上のように一応の説明ができる。しかし、このような海況変動がどのようにして漁況の変化と結びつくのであろう。白石礁で操業されている延縄の主要な対象はマダイとヒラメである。これらは比較的定着性が強い根魚・底魚だから、海況の短期変動によって大きく移動するとは考えにくい。また、延縄は白石礁をほぼ南北に縦断するように水深 40～80m に仕掛けられるから、表層の水の濁りが漁獲に直接の影響を及ぼすことも考えにくい。

日本各地の漁海況についての伝承を集めた宇田（1984）は、若狭湾周辺について次のような聞き書きを残している。

「——海青く透明度のよい時好漁——」（宮津；京都府）
 「——寄り風に漁よく、出し風悪い——定置網漁は北風の時にあり、南風時はない。」（高浜；福井県）
 「——下りシオ（北東行流）に年を通じ好漁——上りシオ（南西行流）には漁少ない。」（金石；石川県）

これらの伝承は、白石礁で操業する漁業者のそれとよく似ていて、いずれも沖合い表層水が沿岸へ輸送され沿岸水位が上昇するときに好漁になることを示している。また、底魚や根魚だけではなく、浮魚でも好漁となるらしい。

沿岸水位が上昇すると主水温躍層が沈降して海底付近では水温が上昇するので、例えば魚の摂餌活動が活発になり漁獲効率がよくなるのだろうか。また、沖合い表層水の沿岸への輸送が魚群を接岸・滞留させることも考えられる。あるいは、この場合には東行流が発達するので、一本釣りなどと言われる「潮が動くときにはよく釣れる」と似たようなことかも知れない。

ここでは漁況と海況とがどのような機序で結びつくのかを明らかにすることは到底できないが、日本海沿岸の漁海況を考える上で海上風や沿岸水位の変動が重要な要素となることはまちがいない。漁獲量の変動と沿岸水位変動との関連を調べる試みは、すでにいくつかなされているが、断片的で十分な検討がなされているとはいえない。沿岸水位の観測資料は、海洋観測資料の中ではもっとも長期にわたり連続して正確な資料が蓄積されている。漁獲量の資料もまた、種々の問題があるとはいえ、長期にわたり広い海域について集められている。したがって、漁獲量変動と沿

岸水位変動との関係は、長期間にわたり広範な海域においていろいろな漁業で漁獲された多くの魚種について検討することができる。日本海沿岸における漁況と海況との関わりを明らかにするにはこのような検討こそ不可欠であろう。

謝辞

伊根漁業協同組合の立花武雄・倉庄司の両氏には、白石礁周辺漁場の漁海況について興味深いお話を聞かせていただいた。また、水位と海上風の資料の収集にあたっては舞鶴海洋気象台と浜田測候所の関係各位にお手をわずらわせた。ここに記して厚く感謝の意を表する。調査・観測にあたってご協力いただいた平安丸（京都府立海洋センター）と緑洋丸（京都大学水産実験所）に乗組まれた皆様に厚くお礼申し上げる。

文献

原 哲之・河岸 賢・宗清正廣・和田洋藏・飯塚 覚.
1989. 京都府沿岸域への魚群添加機構に関する研究—Ⅱ, 水位変動と短期海況変動について. 京都海洋センター研報, 12 : 37-43.

原 哲之・和田洋藏・河岸 賢・宗清正廣. 1990. 夏季における若狭湾西部海域の流動について. 水産海洋研究, 54 : 123-128.
原 哲之・和田洋藏・上野正博・宗清正廣. 1992. 若狭湾西部海域における夏季の流動パターンについて. 海と空, 68 : 149-160.
河岸 賢・原 哲之・宗清正廣・飯塚 覚・和田洋藏. 1989. 京都府沿岸域への魚群添加機構に関する研究—Ⅰ, 沖合いおよび沿岸海域の底層水温の変動現象について. 京都海洋センター研報, 12 : 31-35.
松山優治・名角辰郎・高畑哲男. 1986. 但馬沿岸の流れの場の特性. 沿岸海洋研究ノート, 23 : 129-138.
小田巻実. 1987. 海洋生物資源の生産能力と海洋資源に関する研究 (第Ⅱ期). 成果報告書, 科学技術庁研究開発局, 59-87.
小川嘉彦・森脇普及. 1986. “底部冷水”の変動機構. 東北水研研報, 48 : 97-114.
上野正博・和田洋藏・原 哲之・宗清正廣. 1991. 丹後海南部の海底付近に見られる低温水の侵水現象. 京都海洋センター研報, 14 : 58-64.
宇田道隆. 1984. 海と漁の伝承. 玉川大学出版部, pp. 392.

Synopsis

Short-period Fluctuations of Oceanographic Conditions around a Rock, Siraisi-Guri, off Kyoto Pref.

Masahiro UENO, Yozo WADA and Jun NISIOKA

Fishermen engaged in longline fishing around Siraisi-Guri say, “When hard westerly wind blow or westerly flow become hard, the sea will become clear and we may get good fishing.” This paper treats their experience with oceanographic study.

Firstly, wind data observed by weather stations and/or light houses in San-in coast and Wakasa bay were tested for searching good indicator of wind on the coastal sea. The data by Mitabe-Saki light house in Oki islands, then, was used to compare with sea level drifts, flow patterns, and oceanographic conditions.

When hard southwester blew in a few days, the drifts rised remarkably with a short delay. At the same time, the flow became hard and go into Wakasa bay, and consequently, the sea might be covered with oceanic clear water. Following this phase, the drifts dived as soon as the wind abated. On this diving phase of the drifts, main thermocline ascended remarkably in deep sea and cold water rised up around the rock. Moreover, low saline water covered surface near the rock. On the other hand, when wind blew light, the drifts changed slightly and the flow became weak and unsteady.

However it is not clear how these phenomena are related to fishing, the results show that the phenomena experienced by fishermen are mainly caused by Ekman transport with wind on the sea. It has been necessary to study the relation between fishing and wind on japanese coastal area in Japan sea.