

## 夏季における若狭湾西部海域の流動について\*

原 哲之\*\*・和田洋蔵\*\*\*・河岸 賢\*\*\*\*・宗清正廣\*\*\*

### On Flow Conditions of the Western Part of Wakasa Bay in Summer

Noriyuki HARA\*\*, Yoza WADA\*\*\*, Masaru KAWAGISHI\*\*\*\*  
and Masahiro MUNEKIYO\*\*\*

#### Abstract

The current records obtained at two moored stations in the western part of Wakasa Bay (Tango Sea) from June to August in 1987 and 1988 are used to investigate the low-frequency fluctuations in the sea. Two significant periodic motions are found in the current data. One is the current fluctuation with about five days period and the current axis is normal to the isobath. The other is that with about twenty days period along the isobath. The current measurements made by ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) suggest that these current fluctuations are related to the variations of circulation in Wakasa Bay.

若狭湾西部海域(以下丹後海と呼ぶ)は古くから秀れた定置網漁場として知られ、同海域の沿岸域にあたる京都府沿岸域には現在45ヶ統の大型定置網と約150ヶ統の中・小定置網が設置されている。

定置網漁業の操業にとり、漁場付近の流れの変動は重大な意味をもつ。第一に、流れの変動は魚群の漁場への来遊や漁場からの逸散に影響を与える可能性がある。すなわち、それは漁獲の対象になる魚群の、漁場での来遊量や滞留量を変えざる要因となり得る。第二に、流れの変動は、定置網の網成りなど漁具の設置状況に直接影響を与える。特に、しばしば発生する沿岸急潮は、定置網の破損事故をひきおこすことさえある。丹後海でも急潮による破損事故は数多く発生している(河岸ほか, 1989)。これらのことから、丹後海沿岸域でより効果的な定置網漁業の操業を目指すうえで、丹後海の流れの特性を詳細

に把握することは不可欠である。

しかし、この海域では、過去に上述の視点からの検討に耐え得る十分な時空間の広がりを持った流れの観測が実施されたことはなかった。そこで著者らは、丹後海において、1987年の夏期に固定点における連続測流及び水温観測を実施し、流れや水温の変動と沿岸水位の変動との関係について検討した(河岸ほか, 1989; 原ほか 1989)。著者らは更に、1988年に固定点における連続測流を、1989年には音波ログによる丹後海全域を対象とした反復測流を実施し、夏期における丹後海の流れの変動について新たな知見を得たので報告する。

#### 1. 観測とデータ処理

**観測の概要** 1987と1988年の6~8月に、Fig. 1に示すWK点とNK点に自記式流速計(鶴見精機製; MT CM-5A)を設置し、15m深での連続測流を実施した。ただし1987年はWK点のみの観測である。流速計の設置水深が流れにより大きく変化しないように、Fig. 2に示した方法で流速計を2点係留した。

**資料処理** ここでは慣性周期(およそ北緯35°40'; 約20時間)や潮汐周期の短期変動の影響を除去するため、1987年の観測については得られた資料の1時間毎の

\* 1990年2月13日受理

京都府立海洋センター業績 No. 61

\*\* 京都大学農学部水産学科 Faculty of Agriculture, Kyoto University, Kyoto 606, Japan

\*\*\* 京都府立海洋センター Kyoto Institute of Oceanic and Fishery Science, Miyazu, Kyoto 626, Japan

\*\*\*\* 京都府水産課 Kyoto Prefectural Office, Kyoto 602, Japan

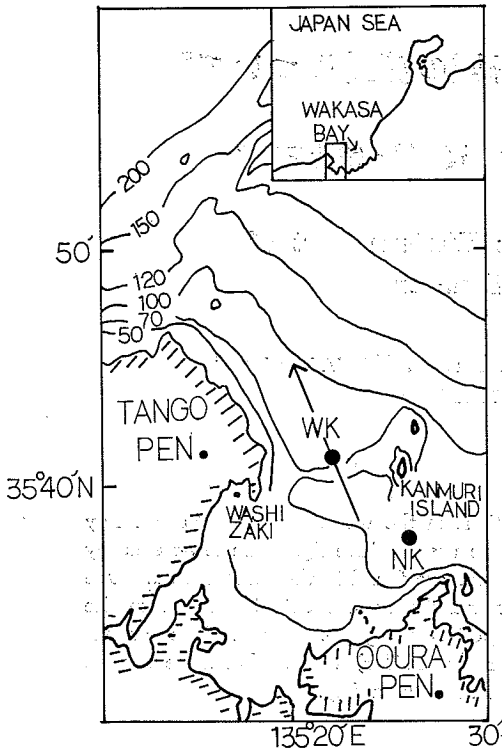


Fig. 1. Map showing the western part of Wakasa Bay. Numerals on bottom contours show depth in meters. WK and NK: locations of the moored current measurements at 15m depth. In 1987, the moored current measurements were made from June 2 to June 29 and from July 1 to July 31 at Stn. WK. In 1988, from June 6 to August 11 at Stn. WK. and from June 6 to July 6 at Stn. NK. Arrow shows NNW ( $-30^\circ$ ).

平均値に更に 25 時間の移動平均を施し、基礎資料とした。1988年の観測については、測流結果を 1 時間間隔で抜き出し、更に 25 時間移動平均を施し、基礎資料とした。両年で資料処理の方法が少し異なっているが、解析の結果に影響はないと考えられる。

## 2. 結 果

WK 点の観測結果 Fig. 3 に、WK 点における測流結果の一例として 1988 年 6 月 6 日～7 月 5 日の流速・流向の変動をスティック・ダイアグラムで示す。WK 点の卓越流向は北～北西または南～南東を示している。WK 点付近は、陸岸や海底地形が変化に富んでいるが、卓越流向は大まかにみれば等深線の走行方向に一致する。そこ

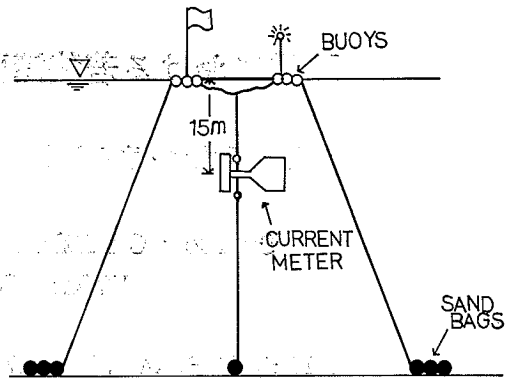


Fig. 2. Schematic view of the moored current measurements.

で、北北西 ( $-30^\circ$ )～南南東方向を等深線方向と呼ぶ (Fig. 1)。以下では等深線方向の成分とそれに直交する成分に測流結果を分解して検討する。

Fig. 4 は 1987 と 1988 年の測流結果の 25 時間移動平均値を両成分に分解し、6 時間毎にプロットしたものである。まず、等深線に直交する成分では、1987 と 1988 年の両年とも、観測期間を通じて流速が 0 を中心として 4～5 日の周期で振動しているのがわかる。この振動の周期を推定するために観測が 2 ヶ月間以上連続している 1988 年の観測結果について周期解析を行う。1988 年の資料の等深線に直交する流速成分を 10 日間移動平均し、25 時間移動平均値の 10 日間移動平均値からの偏差を求める (バンドパス・フィルター)。この偏差の時系列が観測期間中を通じて定常時系列であると仮定して求めた、偏差のコレログラムを Fig. 5 に示す。Fig. 5 ではずらし時間が 4.8 日のところにピークが存在し、相関係数は 1% 有意水準で有意と検定された。したがって、WK 点の等深線に直交する方向の流速成分の振動は 5 日弱の周期であると推定される。

次に、等深線に沿う方向の流れの成分についてみる (Fig. 4)。この成分にも数日スケールの流速変動があり、更に変動の位相が等深線に直交する成分と異なるのが注目されるが、それよりも流速成分が正の値で 1～2 週間以上も持続することがあるのが特徴的である。正の値が持続する期間は 1987 年では 6 月 3 日～12 日、6 月 22 日～28 日及び 7 月 13 日～22 日で、1988 年では 6 月 7 日～12 日、6 月 26 日～7 月 11 日及び 7 月 23 日～8 月 4 日である。したがって、このような期間は 20 日～30 日の間隔であらわれる。すなわち、WK 点では 1～2 週間以上わたって等深線に沿って丹後海から流れ出る流れが持続

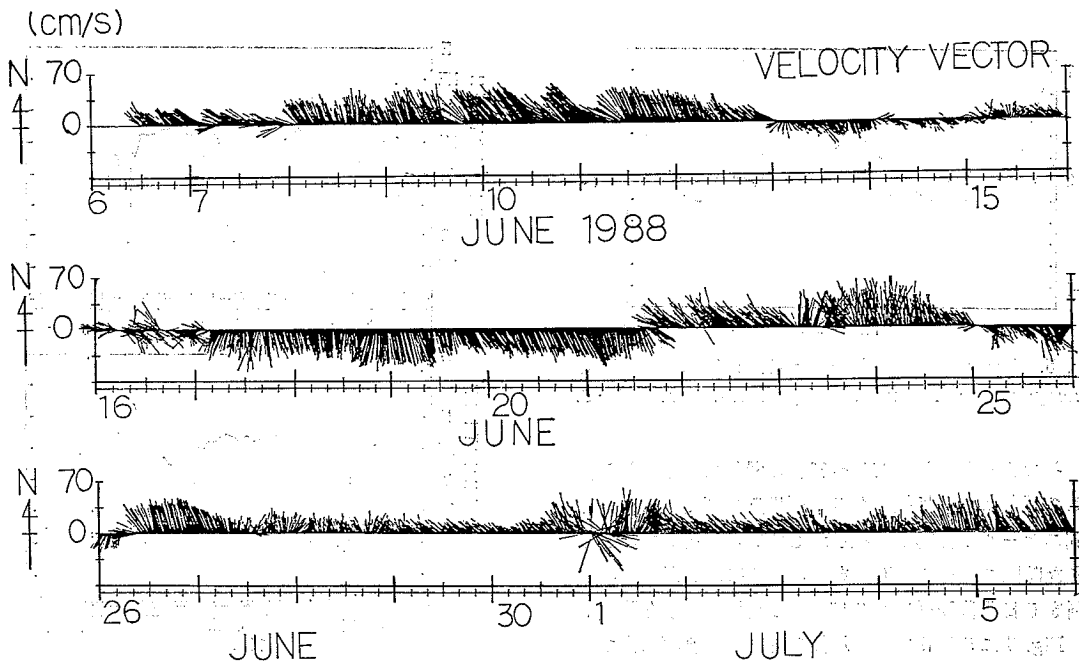


Fig. 3. Time series of the current at Stn. WK from June 6 to July 5 in 1988.

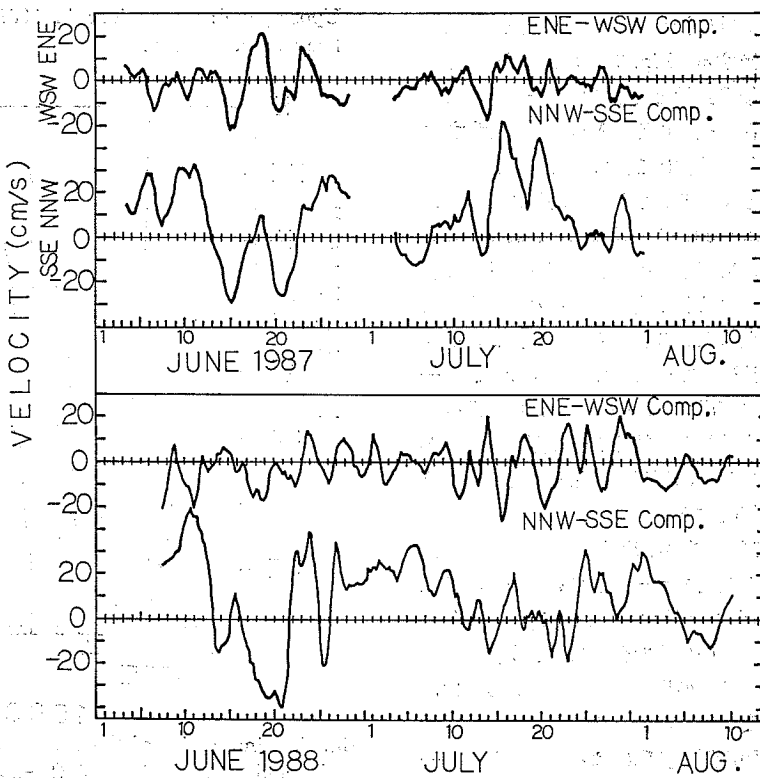


Fig. 4. Time series of the 25-hours running averaged current velocity at Stn. WK in 1987 and 1988. Upper panel: fluctuations in 1987; lower panel: fluctuations in 1988.

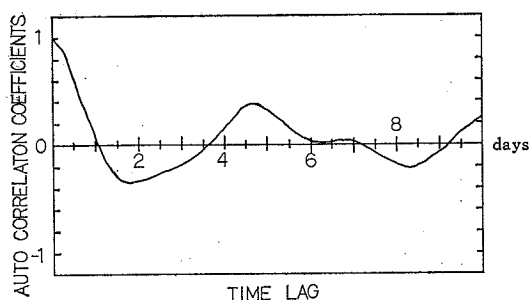


Fig. 5. Correlogram of fluctuations in ENE-WSW component of current velocity at Stn. WK in 1988.

し、そのような流れは20日～30日の間隔であられる。

この現象は先に指摘した5日弱周期の変動より大きな時間スケールの変動の存在を示している。そこで、より大きな時間スケールの変動をみるために、WK点の測流資料を5日間移動平均し5日以下の周期の変動を除去した。Fig. 6に5日間移動平均後の流向の変動を示す。Fig. 6から、WK点では平均的な流向が北～北西となる期間が数日～2週間以上も持続するのがわかる。この期間は、Fig. 4で等深線に沿う流れの成分が正の値を持続する期間にはほぼ一致する。Fig. 6では5日間移動平均を施してあるので、観測開始と終了時のデータが短くなっている。しかし、測流結果の原時系列から判断すれば、少なくとも平均的な流向は1週間以上にわたって北～北西で安定するようである。また、平均的な流向が北～北西になる期間は20～30日の間隔であられている。

これらのことから、WK点では5日弱周期の流れの変動と、数週間スケールの流れの変動とが重ね合わさっていることが明らかになった。5日弱周期の変動は、等深線に直交する方向の流れの振動としてあられる。一方、数週間スケールの変動では、平均的な流向が北～北西で1～2週間以上も持続し、続く1～2週間は流向が南よりかわるか、あるいは不安定となる。その後は再び北～北西の流れが持続する。

**WK点とNK点の観測結果の比較** WK点でとらえた以上の流れの変動の空間スケールを知るために、WK点とNK点の観測結果を比較する。Fig. 7に1988年のWK点とNK点の流向の変化を合わせて示す。

WK点の流向が4～5日の周期で振動しているのは、前述の5日弱周期の変動によるものであろう。これに対してNK点では5日弱周期の変動ははっきりしない。一方、5日以上時間スケールでは両点の流向の変動はよく似ている。特に、WK点が北～北西流のとき、NK点

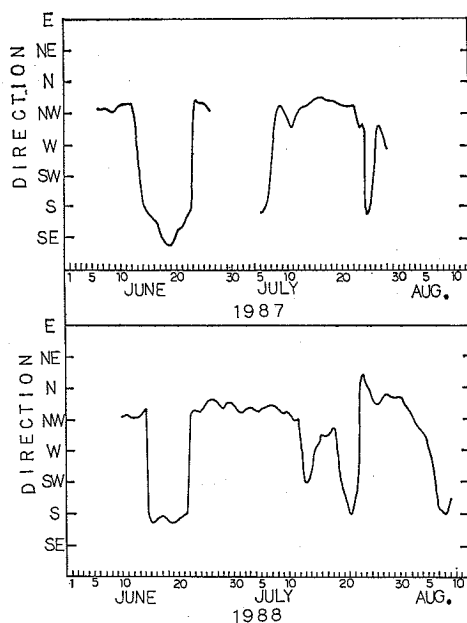


Fig. 6. Time series of the 5-days running averaged fluctuations of current direction at Stn. WK. Upper panel: fluctuations in 1987; lower panel: fluctuations in 1988.

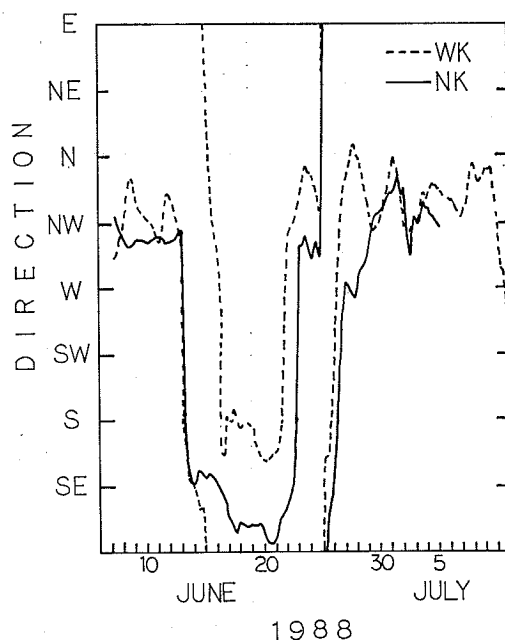


Fig. 7. Time series of the current directions at Stn. WK and Stn. NK in 1988 (25-hours running averaged). Solid line shows fluctuations at Stn. NK; dotted line fluctuations at Stn. WK.

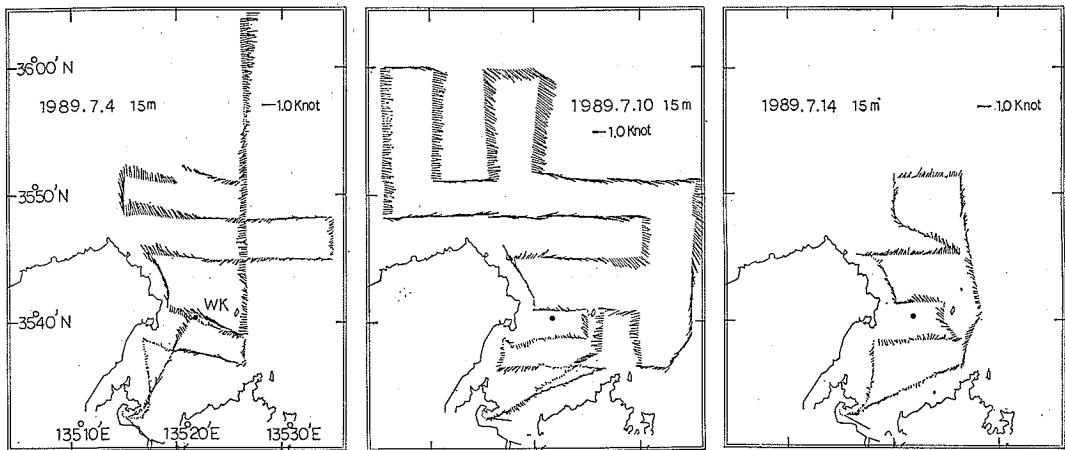


Fig. 8. Velocity fields at a depth of 15m obtained by Acoustic Doppler Current Profilers in Tango Sea in 1989.

では北北西～西流になっている。したがって、Fig. 1 に示した WK 点と NK 点の位置関係から、このとき NK 点と WK 点の付近に時計まわりの流れが存在していたと推測される。すなわち、WK 点で北～北西流が1～2週間以上持続するときには、冠島をとりまくように時計まわりの流れが存在している可能性が高い。

### 3. 考 察

WK 点で観測された5日弱周期の流れの振動とほぼ同じ4～5日周期の変動については日本海西部の陸棚域ですでに知られている。松山ほか(1986)は但馬沿岸で、柳ほか(1984)は山陰西部沿岸でそれぞれこの現象をとらえ、それを日本海西部沿岸域を東へ伝播する大陸棚波による変動として説明した。著者らのとらえた変動も、松山ほか(1986)や柳ほか(1984)の指摘した大陸棚波と何らかの関連をもつ可能性がある。今後山陰沿岸及び若狭湾沿岸において多数の流れの観測を同時に行いこの可能性を検討する必要がある。また、この現象が観測期間中を通じて存在していたことから、少なくとも夏期には定常的に発生していると推測される。なお、沿岸水位(舞鶴湾)と WK 点の等深線に直交する流れの成分の変動との関係を検討したが、両者の間に直接的な対応はなかった。

この振動現象は WK 点の等深線に直交する流れの成分について顕著であった。したがって、これが数日スケールの魚群の離岸・接岸に影響を及ぼし、定置網の短期漁況変動をもたらす一要因となることが予想される。こ

の点について、著者らは定置網の日漁獲量の変動の周期性や、流れの変動と漁獲量の変動との関連などについての検討を進めている。

一方、WK 点では20～30日の間隔で、平均的な流向が1～2週間以上も北～北西となって安定するという数週間の時間スケールの変動がみられた。また、WK 点の流向が北～北西になるとき、冠島をとりまくように時計まわりの流れが存在していることが示唆された。これらのことから、WK 点が北～北西の流れとなると、かなり大きな空間スケールで時計まわりの流れが持続している可能性がある。

このことを確かめるために、著者らは1989年に丹後海全域を観測海域として音波ログ(古野電機製; CI-30)を調査船の船底にとりつけ、8～12ノットで航走し測流調査を反復して行った。

Fig. 8 に観測結果の一部を示す。Fig. 8 は、15 m 深における1分間の測流結果の平均値を1分間隔でベクトルで表したものである。Fig. 8 には WK 点付近の流向が北～西となった観測例を選んで示した。音波ログによる測流結果は、平均操作が施されていないので潮汐や慣性振動の影響を受ける可能性がある。しかし、日本海側は潮汐が小さく、潮流の影響は小さいと考えられる。また、1987と1988年における WK 点の測流結果から判断しても、WK 点の平均流が北～北西になる期間に、同定点における瞬間的な流向が北～西より大きくはずれることはほとんどない。これらのことから、Fig. 8 に示した観測例は WK 点での平均的な流向が北～北西となる期

間に相当すると推測される。

Fig. 8 に示す全例で冠島の北に中心をもつ時計まわりの流れが存在しており、WK点付近で北～西の流れが観測されたとき、冠島をとりまくような時計まわりの流れが存在することは音波ログによる測流でも確認された。ただし時計まわりの流れの空間的な規模は大きく変動するようである。また、若狭湾の西部に時計まわりの環流があらわれることが舞鶴海洋気象台(1965)や舞鶴海洋気象台海洋課(1975)により指摘されている。これらのことと、1987と1988年に著者らが行った観測から推測して、WK点における数週間スケールの変動は、丹後海北部に中心をもつ時計まわりの流れ(環流である可能性がある)の発生、持続、移動、消滅によりひきおこされていると考えられる。すなわち、WK点で1週間以上北～北西流が持続するとき、時計まわりの流れが丹後海北部をおおい、その後移動あるいは消滅するのであろう。そして、およそ10日後に再び時計まわりの流れが丹後海北部をおおうようになると考えられる。

ここで指摘した変動は、若狭湾に來遊した魚群の滞留、移動に大きな影響を与えるであろう。著者らは今後更に、測流を行う海域を若狭湾全域に広げ、固定点における連続測流と音波ログによる測流およびCSTD観測を同時に行い、この数週間スケールの変動についての検討を加える予定である。

終りに校閲の勞をとっていただいた京都大学農学部附

属水産実験所上野正博技官に厚くお礼申し上げる。また、本研究を進めるにあたり、御指導を頂いた京都府立海洋センター篠田正俊所長、困難な海上作業に従事していただいた京都府立海洋センター調査船平安丸、みさき丸の船長と乗組員の各位及び京都府立海洋センター飯塚覚技師、田中正幸技師に感謝の意を表する。

## 文 献

- 原 哲之・河岸 賢・宗清正廣・和田洋蔵・飯塚 覚(1989) 京都府沿岸域への魚群添加機構に関する研究一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.
- 河岸 賢・原 哲之・宗清正廣・飯塚 覚・和田洋蔵(1989) 京都府沿岸域への魚群添加機構に関する研究一Ⅰ、沖合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.
- 河岸 賢・宗清正廣・飯塚 覚・和田洋蔵(1989) 定置網破網事故原因についての一考察。京都海洋センター研報, 12, 23-29.
- 舞鶴海洋気象台(1965) 若狭湾流動調査報告。気象台技術報告, 42, 1-33.
- 舞鶴海洋気象台海洋課(1975) 日本沿岸海洋誌その10, 若狭湾(Ⅲ)。沿岸海洋研究ノート, 12(2), 145-149.
- 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(2), 129-138.
- 柳 哲雄・磯田 豊・児玉善彦(1984) 山陰沿岸の長周期波。京大防災研年報, 27(B-2), 1-10.