

京都府沿岸海域への魚群添加機構に関する研究—I
沖合および沿岸海域底層水温の変動現象について

河岸 賢・原 哲之・宗清 正廣
飯塚 覚・和田 洋蔵

Studies on Supply Systems of Commercially Important Fish Schools
into Coastal Fishing Grounds of Kyoto Prefecture-I
On Fluctuations of Bottom Water Temperature

Masaru KAWAGISHI, Noriyuki HARA*, Masahiro MUNEKIYO,
Satoshi IIZUKA and Yozo WADA

Synopsis

Temperature measurements made in the coastal area off Kyoto Prefecture, during summer of 1987 were examined for proving thermocline variations to be periodically fluctuate on bottom water. It was implied that thermocline variations correlated with the periodic fluctuations of water temperature having a period of several days and about one day. Periodic temperature fluctuations having a period of several days were frequently related to coastal tide periodicity, which were seemed to be due to the baroclinic mechanism. Periodic temperature fluctuations having a period of about 20 hours seemed to be happened by inertial internal wave.

京都府沿岸域(丹後海)における夏季の水温変動現象には1ヶ月、3~4日および1日弱の変動時間スケールを有するものが存在し、それらはおおの時間レベルで丹後海に魚群が添加される過程にかかわっているものと思われる。そして、これらの水温変動現象の生因については、種々の要因が示唆されているが、どのような機構により、水温が変動するのか十分には検討されていない(加藤・坂野, 1977, 加藤ら, 1978, 鷺尾ら, 1979, 柏井ら, 1979)。

しかし、魚群の漁場への来遊・逸散には、その漁場内の水塊の移動・交替が関与していると考えられ(小川, 1980)、水温変動の機構を明らかにすることなく、丹後海への魚群の添加機構は論議できない。

著者らは、この点を明らかにすべく、京都府の沖合海域と沿岸海域に係留系を設置し、1987年6月から8月の期間、水温と流れの連続観測を実施し、いくつかの知見を得た。この報告では、これらの知見にもとずき、京都

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

府沖合海域と沿岸海域の底層水温の変動現象について検討した。

方 法

京都府沖合海域と沿岸海域の底層水温の変動をとらえるために、経ヶ岬沖の底深 142 m の海域(以下 St. A)と、鷺崎と冠島の間、底深 70 m の海域(以下 St. B)に、DTR-4 型水温計(環境計測システム社製)を係留し、水温の連続観測をおこなった(Fig. 1)。St. A の観測水深は 112 m (以下 St. A 112 m)と 137 m (以下 St. A 137 m)で、St. B の観測水深は 65 m (以下 St. B 65 m)であった。また、これらの水温計の観測インターバルは1時間とし、観測期間は St. A 112 m と St. A 137 m が1987年6月1日から8月21日までの82日間、St. B 65 m が1987年6月2日から8月27日までの87日間であった。

また、これら係留系の水溫記録を補足するために、1987年6月4日、7月7日および8月27日に、Fig. 1 に示した底深 80 m (以下 St. C)と 160 m (以下 St. D)

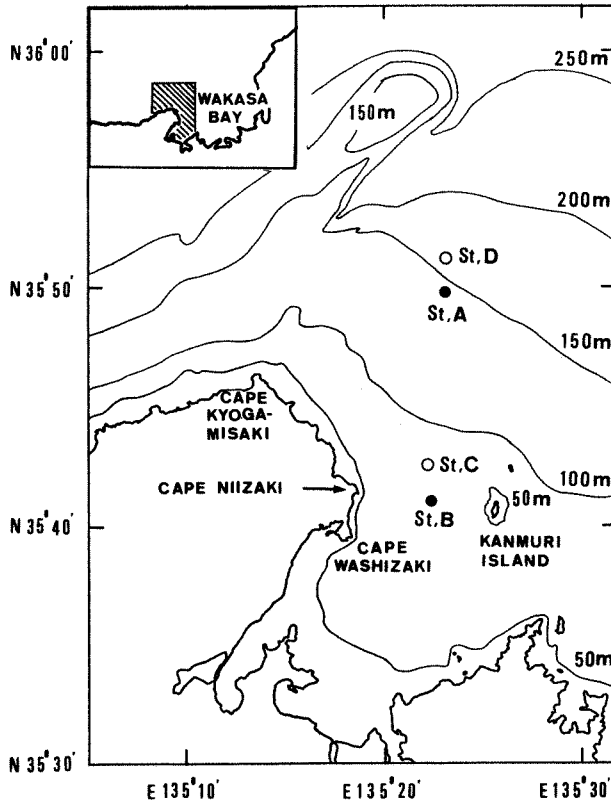


Fig. 1. Bottom topography in the western part of the Wakasa Bay. St. A and St. B show locations of temperature measurements. St. C and St. D show observation sites of CTD.

の海域で CTD (ニールブラウン社製) による表層から底層までの水温・塩分観測を行った。なお、丹後海の潮位偏差は、3 時間ごとの舞鶴港の潮位偏差 (舞鶴海洋気象台資料) で代用した。

結 果

おのおのの観測層に設置した水温計の水温記録は、色々な時間スケールの現象が重なって複雑な様相を呈していた (Fig. 2)。

St. A 112 m と St. A 137 m の水温記録は、数日から十数日、および 1 日以下の時間スケールを有する変動が認められた。そして、1 日以下の時間スケールの変動は、St. A 137 m において最も顕著に現われた。一方、St. B 65 m の水温記録は、St. A 112 m と St. A 137 m に比べて相対的に水温の変動が少なく、8 月に入ってその変動が目立った。

数日～十数日の時間スケールの水温変動

St. A 112 m と St. A 137 m および St. B 65 m の水温記録に、40 時間移動平均を施し、時間スケール数日～十数日の水温変動現象について検討した。

6 月 20 日から 8 月 21 日の期間で、これらの観測層における水温変動と舞鶴港の潮位変動とが対応する現象は、St. B 65 m で 9 回、St. A 112 m で 5 回、St. A 137 m で 20 回認められ、特に St. A 137 m でこの現象の出現頻度が高くなっていった。また、この現象は各観測層において 8 月に多く出現し、3 層とも同時にこの現象が認められる事例も 6 月、7 月と比較して 8 月に多く認められた。

St. 112 m と St. A 137 m および St. B 65 m の水温変動は、1 日前後の時間的なズレが認められる場合もあるが、舞鶴港の潮位偏差の変動とよく一致した。すなわち、舞鶴港の水位の昇降と水温の昇降とがよく対応

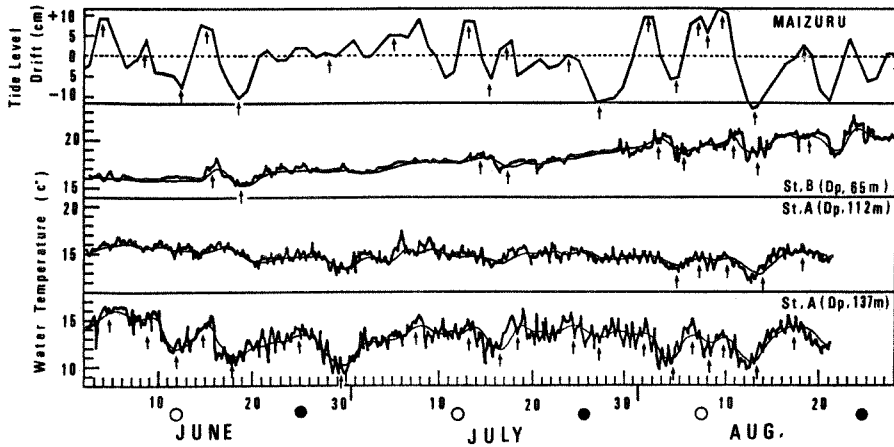


Fig. 2. Time series of temperature profile observed at each stations and tide level drift in MAIZURU. Fine lines show 40-h running averaged temperature records. ○: full moon ●: new moon

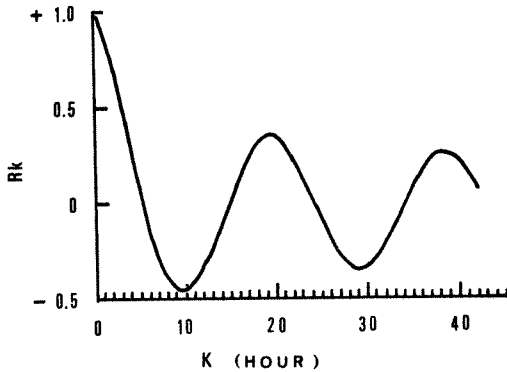


Fig. 3. Correlogram of temperature fluctuations measured at St. A (137 m depth).

している。

1日以下の時間スケールの水温変動

この時間スケールの水温変動については、この変動が最も顕著に現われた、St. A 137 m の水温記録を用いて検討した。

St. A 137 m の水温記録において、1日以下の時間スケールの変動は、6月20～30日、7月25日～8月6日、8月10～20日の期間により明瞭となるが、舞鶴港の潮位偏差および月齢との関連性は認められなかった。また、Fig. 3 のコレログラムから、この1日以下の時間スケールの変動周期は19～20時間であった。

St. A および St. B 付近の水温・塩分鉛直プロフィール

Fig. 1 に示した St. C と St. D において実施した CTD 観測の結果を、水温・塩分鉛直プロフィールで示した (Fig. 4)。

St. C における水温・塩分鉛直プロフィールをみると、同海域では6月から8月にかけて月を追うごとに、水温・塩分ともに鉛直傾度が大きくなる傾向を示した。特に8月には、水深 55 m 以深で水温・塩分の鉛直傾度は著しく大きくなった。

同様に、St. D における水温・塩分の鉛直プロフィールをみると、同海域では6月には水温・塩分ともに鉛直傾度は小さいが、水深 150 m 付近に明瞭な水温躍層が認められた。また、7月には、塩分の鉛直傾度は6月同様小さいが、水温については夏季成層が発達したため鉛直傾度が大きくなり、さらに水深 110 m 付近にも水温躍層が認められた。また、8月には水温鉛直傾度はさらに大きくなるが、塩分の鉛直傾度は7月同様に小さくなっていった。

なお、8月の St. C と St. D において、100 m 以浅の塩分は、夏季表層に出現する低塩分水 (桑原ら, 1979) の影響でともに低下していた。

考 察

数日～十数日の時間スケールの水温変動

小田巻ら (1987) は、冠島沖水深 150 m 層の水温連続観測によって、同層の水温変動に数日～十数日の時間スケールの変動を認めるとともに、この変動と舞鶴港の

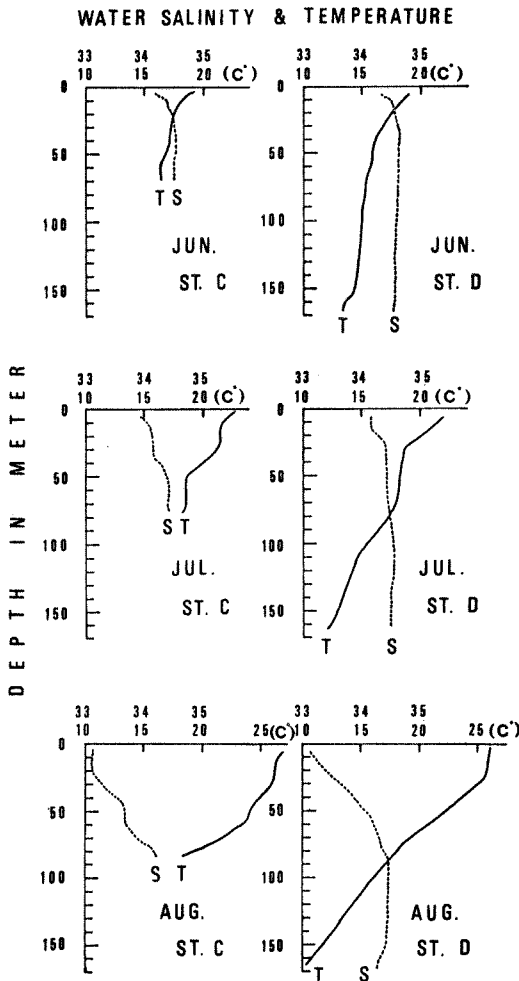


Fig. 4. Vertical profiles of temperature(T) and salinity(S) at St. C, St. D in the 4th of June, 7th of July and 27th of August 1987.

潮位偏差の変動が対応する現象をとらえ、水位上昇に対応する昇温現象は、水位上昇にバランスをとるために水温躍層が下降することによって生じるものと推察した。本研究においても、小田巻ら(1987)が報告した数日～十数日の時間スケールの水温変動現象が認められた。しかも、St. A 112 m, St. A 137 m および St. B 65 m の水温変動は舞鶴港の潮位偏差の変動に対応していた。そして、この現象は、各層とも6月、7月に比較して8月に最も多く出現し、舞鶴港の潮位変動とこれら3層の水温変動が同時に起る事例も8月に最も多く観測された。また、舞鶴港の潮位偏差変動と各層の水温変動が対

応する現象は、St. A 137 m において他の2層より顕著に認められた。

一方、6月の水温・塩分鉛直プロファイルを見ると、St. A 137 m の直下、水深150 m 付近に顕著な水温躍層が存在したが、St. A 112 m と St. B 65 m 付近の水温鉛直傾度は小さくなっていった。また、8月の水温・塩分鉛直プロファイルを見ると、St. A 112 m, St. A 137 m および St. B 65 m 付近の水温鉛直傾度は、いずれも6月、7月に比べて大きくなっていった。

以上のことから、舞鶴港の潮位偏差変動と各層の水温変動が対応する現象が8月に多く認められ、なおかつ St. A 137 m で顕著に認められる理由として、各観測層付近の大きな水温鉛直傾度(水温躍層を含む)の存在をあげることができよう。すなわち、この現象は、設置した水温計の水深とその付近の水温鉛直傾度(水温躍層を含む)の位置関係に負うところが大きく、時期や水温計の設置水深の違いによって、把握されたり、されなかったりするものと考えられる。したがって、今回観測された数日～十数日の時間スケールの水温変動現象は、水位の変動に対するバロクリニックな応答として、水温躍層が鉛直変位して引き起されたものと推定される。

1日以下の時間スケールの水温変動

小田巻ら(1987)は、三国沖150 m 層の水温連続観測をおこない、低気圧の通過後、約20時間周期の水温変動が卓越することを見出し、この現象は気象擾乱によって引き起された躍層の上下運動による内部波であると報告している。

一方、経ヶ岬沖の St. A の緯度は $35^{\circ}51'N$ で、この海域における慣性振動周期は20.43時間で、コレグラムから得られた19～20時間の周期とほぼ一致する。

また、金成ら(1987)は、日本海側は太平洋側に比べて全般的に潮汐が小さいため、気象擾乱が小さいか、大潮に近い状況では潮汐成分が卓越し、気象擾乱が強いと慣性周期流が卓越すると述べている。

Fig. 3 から、19～20時間の水温変動周期が明瞭に現われるとき、大潮の時期とは特に関連性はないと考えられる。したがって、今回観測された19～20時間の水温変動周期も、小田巻ら(1987)が推察しているように気象擾乱によって卓越した慣性周期流に起因する内部波によって生じたものではないかと推察される。

この内部波としてとらえられた水温躍層の変動は、中層水の数十mの上下変動をとめない、海表面の上下動に比べてたいへん大きく、それに伴う水平流速の変化は潮汐によるものよりも著しく大きいと考えられる(小田巻

ら, 1987)。もともと潮汐の小さな日本海沿岸においてこの現象は、漁況海況的に重要な意味をもつものと思われる。

以上、夏季における京都府沖合海域と同沿岸海域の底層水温記録に認められた、数日～十数日と1日以下の時間スケールの水温変動現象について、その生因を考察したが、これらの現象が持つ漁業的な意義、ならびに、沿岸海域における短期海域における短期海況変動との関連については次報以降で検討したい。

報告を終るにあたって、京都大学農学部水産学科大学院生原哲之氏には、資料の整理、解析に多大な御協力をいただいた。ここに深謝する。また、快く資料を提供していただいた舞鶴海洋気象台の各位と、困難な海上作業に従事していただいた当所船舶課職員各位に厚くお礼申し上げます。

要 約

1987年6月から8月に、係留系を用いて京都府沖合海域と同沿岸海域において、底層水温の連続観測をおこなったところ、次の知見が得られた。

(1) 沖合海域(底深 142 m)の底層水温記録には、数日～十数日の時間スケールと、周期的な1日以下の時間スケールを有する水温変動現象が認められた。

(2) この数日～十数日の時間スケールを有する水温変

動は、舞鶴港の潮位偏差の変動と対応する場合が多く、この現象は水位変動に対するバロクリニクな応答として、水温躍層が鉛直変位してひき起こされたものと推察された。

(3) 沿岸海域で顕著にみられた1日以下の時間スケールを有する水温変動の周期は、19～20時間であった。この水温変動周期は、気象擾乱によって卓越した慣性周期流に起因する内部波によって生じたものと推察された。

文 献

- 金成誠一・小賀百樹・竹内謙介. 1987. 北海道余市沿岸の近慣性内部波. 北海道大学地球物理学研究報告. **49**: 369-379.
- 柏井 誠・桑原昭彦・坂本 亘・加藤安雄. 1979. 沿岸海洋の変動—Ⅳ—. 本誌, **3**: 125-132.
- 加藤安雄・坂野安正. 1977. 沿岸海洋の変動. 本誌, **1**: 181-186.
- 加藤安雄・鷺尾圭司・坂野安正・柏井 誠. 1978. 沿岸海洋の変動. 本誌, **2**: 1-13.
- 小田巻実・相浦圭治・福島繁樹・佐藤 敏. 1978. 若狭湾周辺の沿岸流(Ⅱ). 1987年日本海洋学会春季大会講演要旨.
- 小川嘉彦. 1980. 沿岸域における海況変動と漁業生産. 沿岸海洋研究ノート. **17**: 131-143.
- 鷺尾圭司・坂野安正・加藤安雄・柏井 誠. 1979. 沿岸海洋の変動—Ⅲ—. 本誌, **3**: 111-124.