

根室市三里浜沖海況の季節変化 II. 塩分・密度構造

永田豊¹⁾・小熊幸子²⁾・長瀬桂一³⁾・相川公洋³⁾・博田功³⁾

Seasonal Variations of the oceanic condition off Sanrihama Beach, Nemuro II. salinity and density structure

Yutaka NAGATA¹⁾, Sachiko OGUMA²⁾, Keiichi NAGASE³⁾, Kimihiro AIKAWA³⁾, Isao HAKATA³⁾

Abstract : The Nemuro City Fisheries Research Institute installed bottom temperature sensors off Sanri-hama Beach, Nemuro in in order to know seasonal variations of environmental circumstance of Hanasaki crabs. 8 stations were set along a straight line extended towards offshore. The depths of stations are 5m through 60m. The observations were made from December 28, 2005 through May 13, 2009. In the previous paper (Nagase *et al.*, 2010) showed that temperature and salinity profiles have usually vertically homogeneous both in summer and in winter seasons. The temperature decreases from shore to offshore in summer season, and it increases in winter season. These trends appear to extend into temperature structure in the East Hokkaido Coastal Current (the Coastal Oyashio in winter season and the East Hokkaido Warm Current in winter season). By using the results of STD observation which were obtained 17 times during the observation. In contrast to temperature gradients, salinity gradients in the nearshore region are opposite to those inside the East Hokkaido Coastal Current: salinity increases toward offshore in summer season, and it decreases in winter season. This would be explained by supply of fresh land water was brought from offshore into the region in summer season. In winter season, the fresher Oyashio Water, originated from the sea area off the Kruil Islands, would be brought into the nearshore region from offshore. We examined the seasonal variation of water type of the 50m depth at the most offshore observation station St. 8, and compared with that of the East Hokkaido Coastal Current Water. The water is almost identical to that in the East Hokkaido Coastal Current Water at 50m depth, but some tendency that the phase of the seasonal variation in nearshore region advances to that of the he East Hokkaido Coastal Current Water

Keywords: Sanrihama Beach, Nemuro City: STD observation, Seasonal variation of salinity and density fields, The East Hokkaido Coastal Current

-
- 1 (財)日本水路協会海洋情報研究センター：〒144-0041
東京都大田区羽田空港 1-6-6 第一総合ビル 6F
Marine Information Research Center, Japan
Hydrographic Association
- 2) 北海道区水産研究所：〒085-0802, 北海道釧路市桂
恋 116
Hokkaido National Fisheries Research Institute
- 3) 根室市水産研究所：〒087-0166 北海道根室市温根元
106
Nemuro City Fisheries Research Institute

1. はじめに

根室市水産研究所では、ハナサキガニの成体やその幼生の生活環境を把握するため、根室市太平洋岸、落石半島西の三里浜にある試験操業地に、水深 5m から 60m に至る 8 点の測点を設けて、2005 年 12 月 28 日から 2009 年 5 月 13 日の間、周年にわたる底層水温の観測を行った。また、各測点において、この期間中に 17 回にわたって STD を用いた水温・塩分の鉛直分布を測定した。この観測結果をもとにして三里浜沖における水温

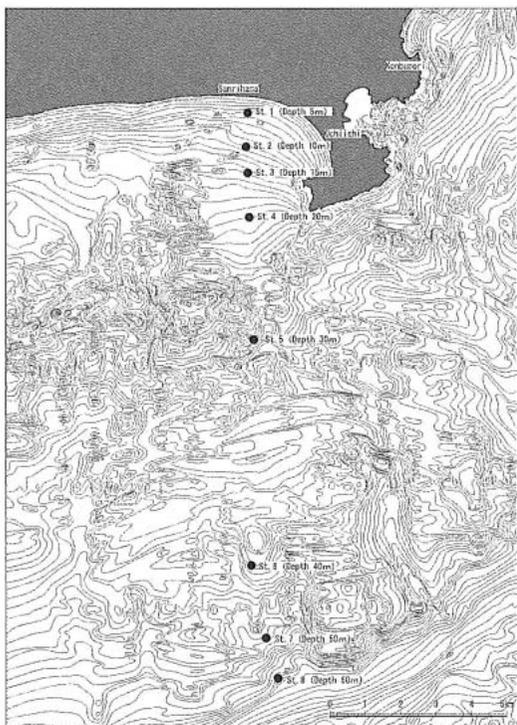


Fig. 1. Positions of 8 STD observation stations off Sanri-hama Beach, Nemuro City. The stations are aligned along a line extending southward. Water depths at stations from St. 1 through St. 8 are 5m, 10m, 15m, 20m, 30m, 40m, 50m, and 60m, respectively. Bottom contours are shown at interval of 1m. The horizontal scale is given at lower right corner.

構造の季節変化特性を調べ、その結果を長瀬ら (2010) が発表した (以後、前論文と呼ぶ)。その結果によると、「夏季」においては、水温は沖方向に移るにしたがって低下し、「冬季」には沖に移るにしたがって上昇する傾向があることが明らかにされた。この傾向は、沖合の道東沿岸流 (「夏季」の道東暖流、「冬季」での沿岸親潮) の内部での水温の水平勾配につながっていると考えられる。前論文では塩分構造や密度構造の季節変化についてはほとんど触れなかったが、本論文では、STD 観測の資料をもとにして、塩分・密度場の季節変化を論じる。また、最も沖合の 60m 深の測点 (St. 8) の 50m の水温・塩分値を用いて、沖合の道東沿岸流水の水系の季節変化との比較を行う。

2. 観測地点と観測機器

STD 観測の位置 (前論文で論じた海底水温の

連続測定位置と同じ) と、ハナサキガニ試験操業地付近の水深図を Fig. 1 に示す。観測点は、落石岬西の三里浜から南に延びる線上に配置されている。一番岸よりの水深 5m のところに St. 1 が設けられ、St. 2 以下 St. 8 までの測点は、それぞれ水深 10m、15m、20m、30m、40m、50m、60m のところに設けられている。この海域では西向流が卓越することが知られており、St. 1 から St. 4 までは落石岬による流れの影の部分にあり、前論文で見たように St. 5 より沖の測点とは若干海況特性が異なっている。使用した STD は Alex Electronics Co. 製の STD (ATS200-PK) である。STD 観測は、連続海底水温記録の回収、再設置等の作業に際して実施したので、必ずしも規則的に行われていないが、ほぼ周期的な観測を行うことができた。観測は 2007 年 5 月から 2009 年 2 月の間に 17 回行ったが、その実施日を Table 1 に示す。便宜上、観測を実施日の順に、1 から 17 の観測番号を付けている。なお、Table で日付につけた英文字は、水温が沖に向かって低下する傾向を示す「夏季」型を S、水温が沖に向かって上昇する「冬季」型を W で、どちらとも言えない場合を X で示してある (前論文参照)。以下では「夏季」の場合、「冬季」の場合、それ以外の場合の順に、塩分構造と密度構造を見ることにする。

3. 「夏季」の塩分・密度構造

水温が沖に向かって低下していく傾向を持つ「夏季」の観測は、観測番号 1~3 と 8~13 の 9 回であり、5 月初めから 10 月末までの期間に限られている。この 9 回の観測時の塩分・密度 (σ) の鉛直分布を Fig. 2a, b, c に示す。左の欄に塩分分布を、右の欄に密度分布を示す。深さは下向きに 0m から 61m を取っており、塩分については分布形状を見易くするため図毎に目盛を変えている。Fig. 2 については塩分の目盛り線の間隔は 0.2 である。密度については Fig. 2 では横軸は全てに共通に 24.0 から 26.5 までの範囲を取っており、目盛り線の間隔は 0.5 である。図には、季節的变化を見易くするため年を無視して日付順に並べてある。測点の区別は、沖合の 4 点は太線で、岸よりの 4 点を細線で示し、それぞれについて、最も沖の点 St. 8、St. 4 を実線で、次の点 St. 7 と St. 3 を点線で、St. 6 と St. 2 を破線で、St. 5 と St. 1 を一点鎖線で示してある。これは前論文での水温分布に用いたものと同様である。水温の鉛直分布については前論文の Fig. 9、Fig. 11、Fig. 12 を参照されたい。

Table 1 Dates of STD observations. Observation date is given in the box corresponding to year column and to month row. Serial observation numbers are given in the column “No.”. In the previous paper, we defined “summer state” that temperature tends to decrease from inshore to offshore, and “winter state” that the temperature tends to increase from inshore to offshore. These states are indicated in date column with capitals S (summer state), W (winter state), and X (the others), respectively.

	No.	2007	No.	2008	No.	2009
January			5	30W	16	29X
February					17	26W
Mach						
April			6	3X		
			7	30X		
May	1	29S	8	28S		
June			9	27S		
July	2	28S	10	31S		
August			11	28S		
September			12	26S		
October	3	1S	13	29S		
November			14	26W		
December	4	1W	15	29W		

3-1 塩分構造

前論文（長瀬ら、2010）が示したように、「夏季」においては、水温は表層部分を除けば鉛直方向にほぼ等温であり、その温度は沖に向かうほど低くなる。この沖に向かう水温降下は、必ずしも単調ではなく、何点かがほぼ同じ温度のグループを作ることがあり、時には局所的に測点間で逆転を起こすこともある。Fig. 2 に示された塩分の鉛直分布は、水温の鉛直分布に比べ、ジグザグした短波長の変動がより目立つ。しかし、後で述べる密度の鉛直プロファイルでは短波長の変動は目立たなくなる。これは水温の高い「夏季」では、密度に対する効果が、塩分より水温の方が効いてくることのためであろう。また、「夏季」では表層に水温躍層が発達するが、これに伴って塩分躍層もみられる。この塩分躍層の深さは、一般に水温躍層の深さに比べ、より深くまで達している場合が多い。しかし、塩分躍層より下では、プロファイルに塩分一様層が見られる。水温構造で見たように、塩分一様層の塩分値の沖方向の変化を見ると、「夏季」の分布では一般に沖方向に増大していることが分かる。

塩分構造は、「夏季」期間中にも、顕著な季節的変動を示す。5月から6月にかけては、岸よりの5点と沖側の3点の分布が、それぞれにグループを形作っており、沖側の方が高塩分になっている。7月の末ごろの分布は塩分躍層下端の深度が深くなる傾向を示すが、特に2008年7月31日の場合、水温躍層の深さが10m程度であるのに対して、沖のSt. 7とSt. 8では、塩分値が深さ

40mに至るまで緩やかに増大している。恐らく、この厚い表層低塩分層は、この時期に道東沖の海域に広く現れる高温・低塩分表層水（永田ら、2009a）の出現に対応するものであろう。しかし、沖合に見られる高温・低塩分表層水は8~10月に最も強勢となるから、沖合よりも先行して現れるようである。8月末の構造では、緩やかに深度とともに塩分が増大する層はほとんど消滅し、プロファイルが沿直に走る部分が目立つようになる。しかし、沖に向かうほど塩分値が高くなる傾向はやはり明確に認められる。2007年10月1日の構造は、2008年8月の構造に似ているが、2008年9月26日の構造は各地点とも、等塩分層が発達している。沖に向かう塩分の増大傾向はやはり、認められる。2008年10月29日の塩分構造には大きな短波長の振動が見られ、「夏季」の終末期を示しているように思われる。沖への塩分増大傾向は非常に見難くなっているが、全体としてその傾向は保存されている。

このように「夏季」の期間の塩分構造は、季節による若干の相違はあるものの、「夏季」を通して塩分が沖に向かって増大する傾向は明らかに見られる。前論文で、水温の沖方向の低下が沖合の道東暖流の水温の水平勾配につながっていることを述べた。しかし、道東暖流は岸沿いに高温・高塩分の水が存在することから定義付けられているように、その内部では沖向きに塩分が減少している。したがって、三里浜沖と、道東暖流内での塩分の水平勾配の向きが逆になっている。おそらく、極沿岸部では、「夏季」において陸水の影響を強

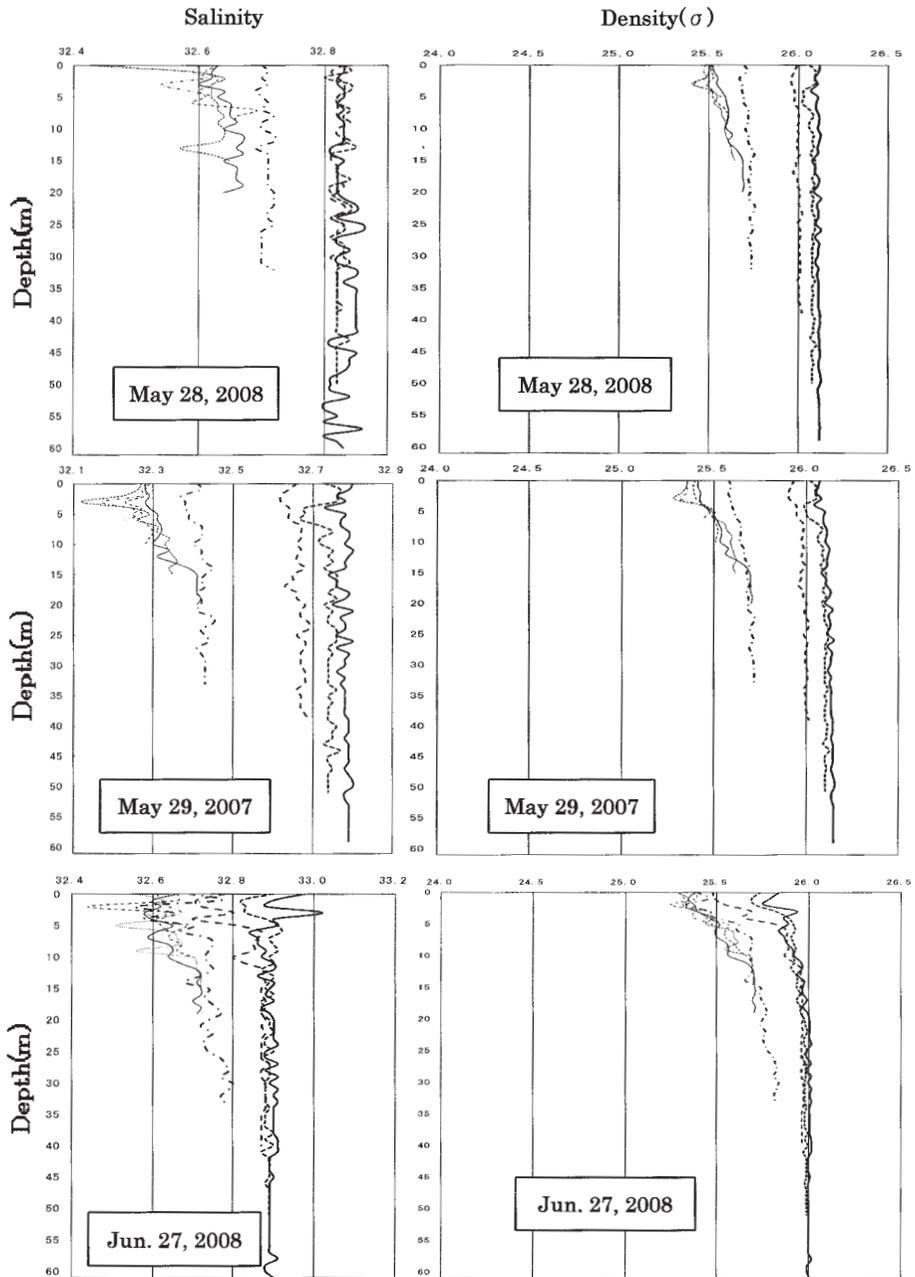


Fig. 2a. Vertical salinity (left column) and density (right column) profiles measured with STD in “summer season”. Thin curves indicate 4 inshore stations (dotted and dashed lines are used for St. 1, dashed lines for St. 2, dotted lines for St. 3 and full lines for St. 4). Thick curves indicate 4 offshore stations (dotted and dashed lines for St. 5, dashed lines for St. 6, dotted lines for St. 7, and full lines for St. 8). Depth range is taken from 0m to 61m, and density range from 24.0 to 26.5. The upper figures show the profiles measured on May 28, 2008 (observation No. 8), and the salinity range is taken from 32.4 to 32.9 in this figure. The middle figures show the profiles measured on May 29, 2007 (observation No. 1), and the salinity range is taken from 32.1 to 32.9. The lower figures show the profiles measured on June 27, 2008 (observation No. 9), and the salinity range is taken from 32.4 to 33.2.

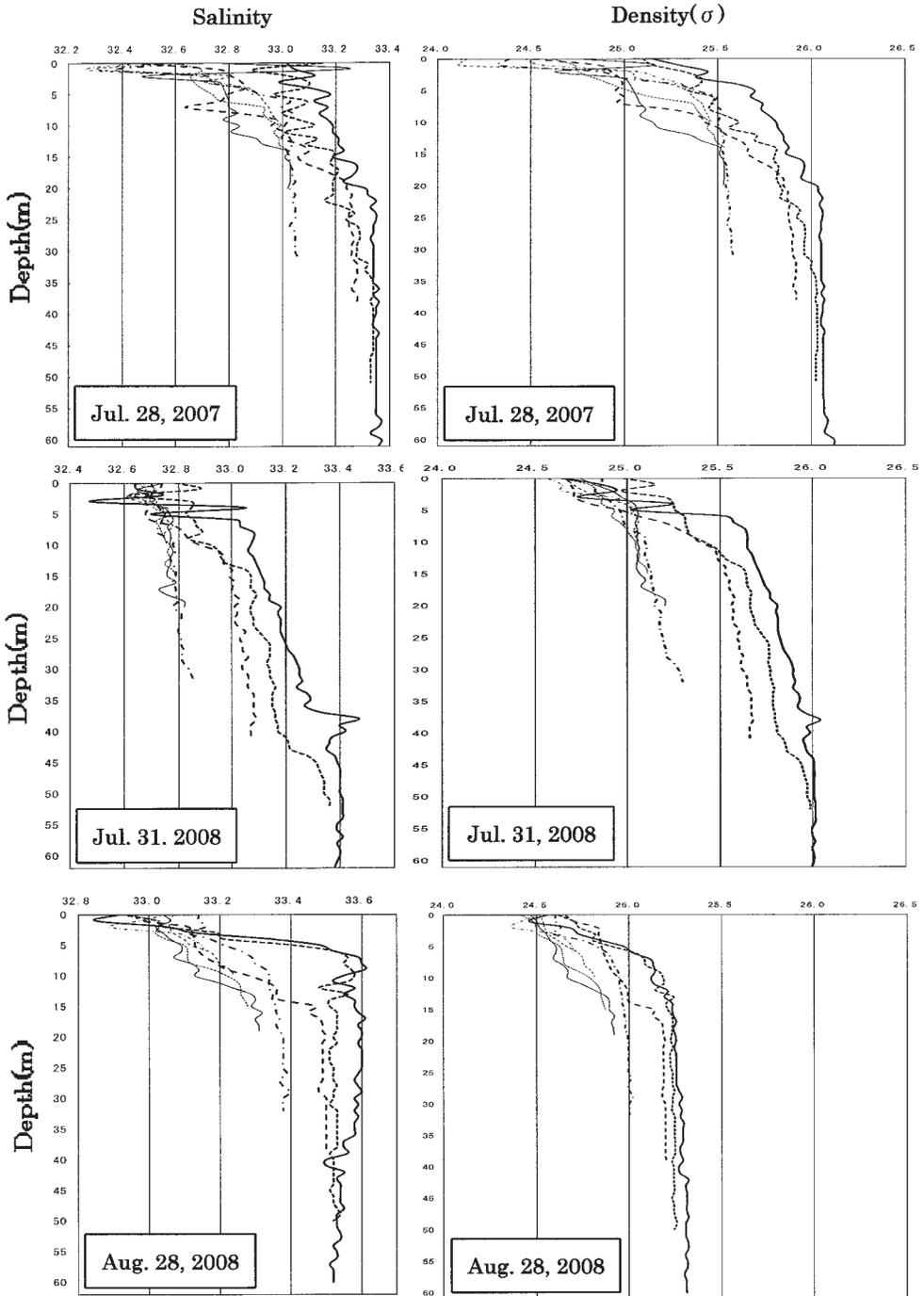


Fig. 2b. Same as in Fig. 2a, except for observation dates. The upper figures show the profiles measured on July 28, 2007 (observation No. 2), and the salinity range is taken from 32.2 to 33.4. The middle figures show the profiles measured on July 31, 2008 (observation No. 10), and the salinity range is taken from 32.4 to 33.6. The lower figures show the profiles measured on August 28, 2008 (observation No. 9), and the salinity range is taken from 32.8 to 33.7.

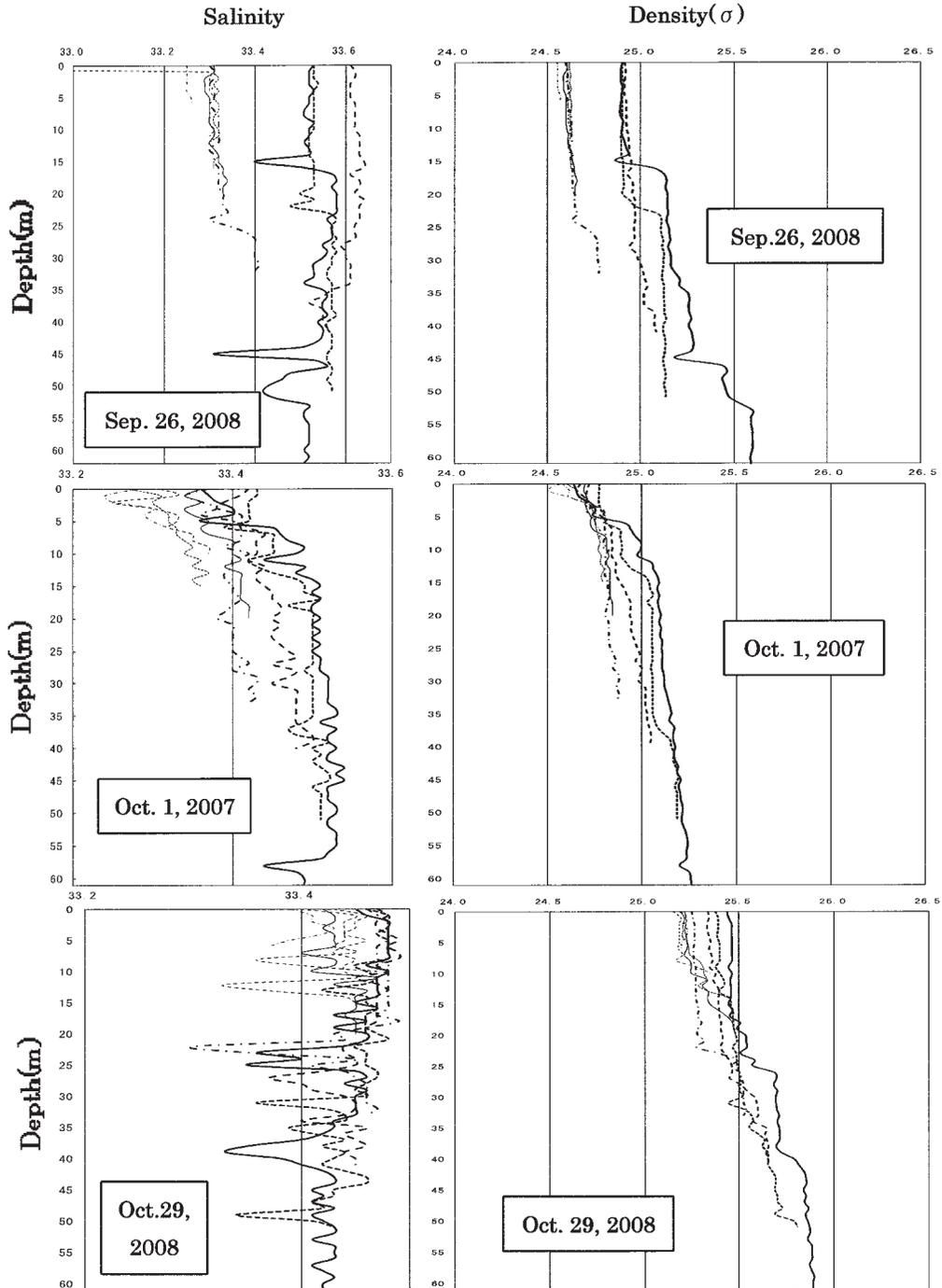


Fig. 2c. Same as in Fig. 2a, except for observation dates. The upper figures show the profiles measured on September 26, 2008 (observation No. 12), and the salinity range is taken from 33.0 to 33.7. The middle figures show the profiles measured on October 1, 2007 (observation No. 3), and the salinity range is taken from 33.2 to 33.6. The lower figures show the profiles measured on October 29, 2008 (observation No. 13), and the salinity range is taken from 33.2 to 33.5.

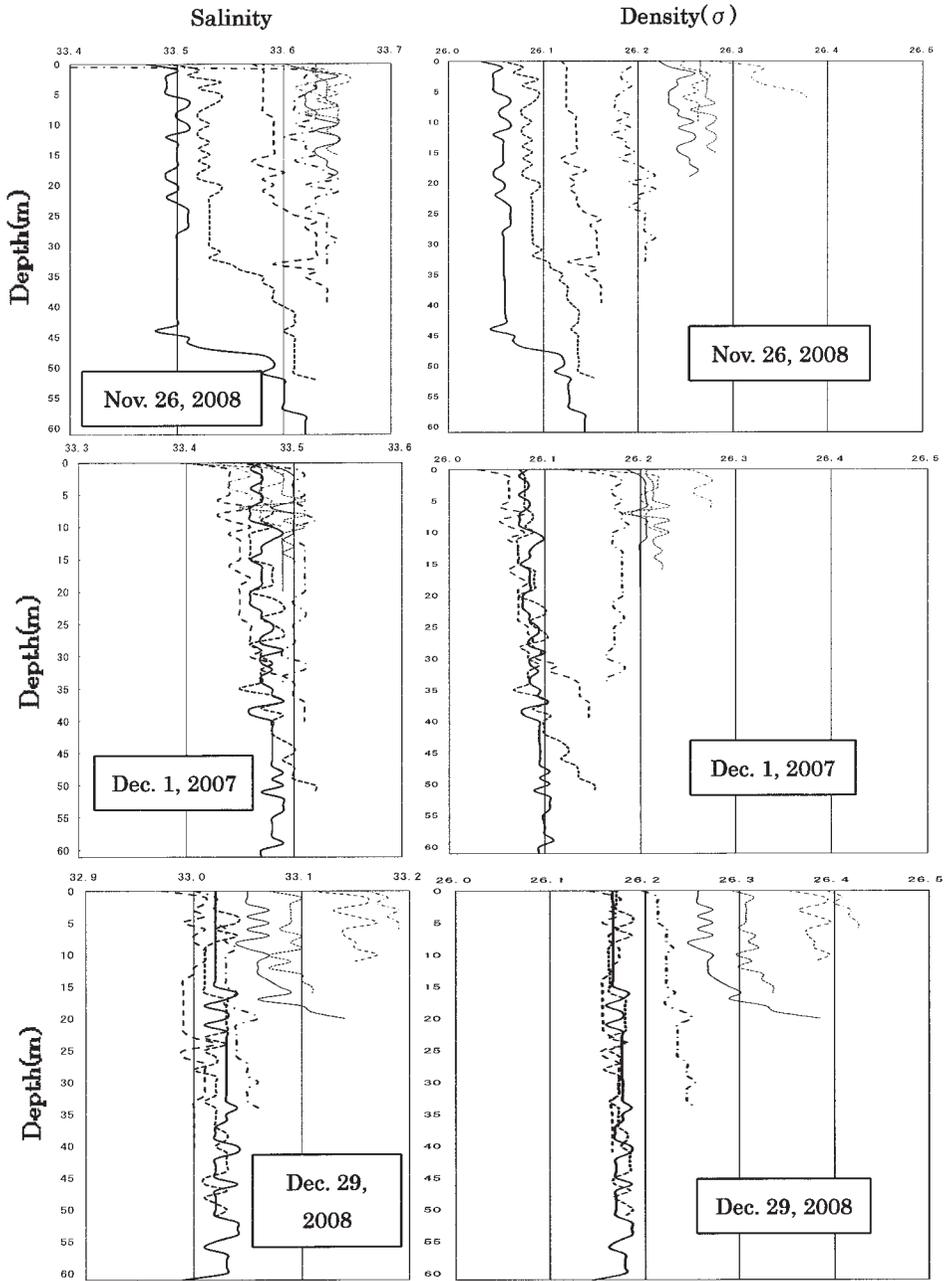


Fig. 3a. Vertical salinity (left column) and density (right column) profiles measured with STD in “winter season”. Thin curves indicate 4 inshore stations (dotted and dashed lines are used for St. 1, dashed lines for St. 2, dotted lines for St. 3 and full lines for St. 4). Thick curves indicate 4 offshore stations (dotted and dashed lines for St. 5, dashed lines for St. 6, dotted lines for St. 7, and full lines for St. 8). Depth range is taken from 0m to 61m, and density range from 26.0 to 26.5. The upper figures show the profiles measured on November 26, 2008 (observation No. 14), and the salinity range is taken from 33.4 to 33.7. The middle figures show the profiles measured on December 1, 2007 (observation No. 4), and the salinity range is taken from 33.3 to 33.6. The lower figures show the profiles measured on December 29, 2008 (observation No.15), and the salinity range is taken from 32.9 to 33.2.

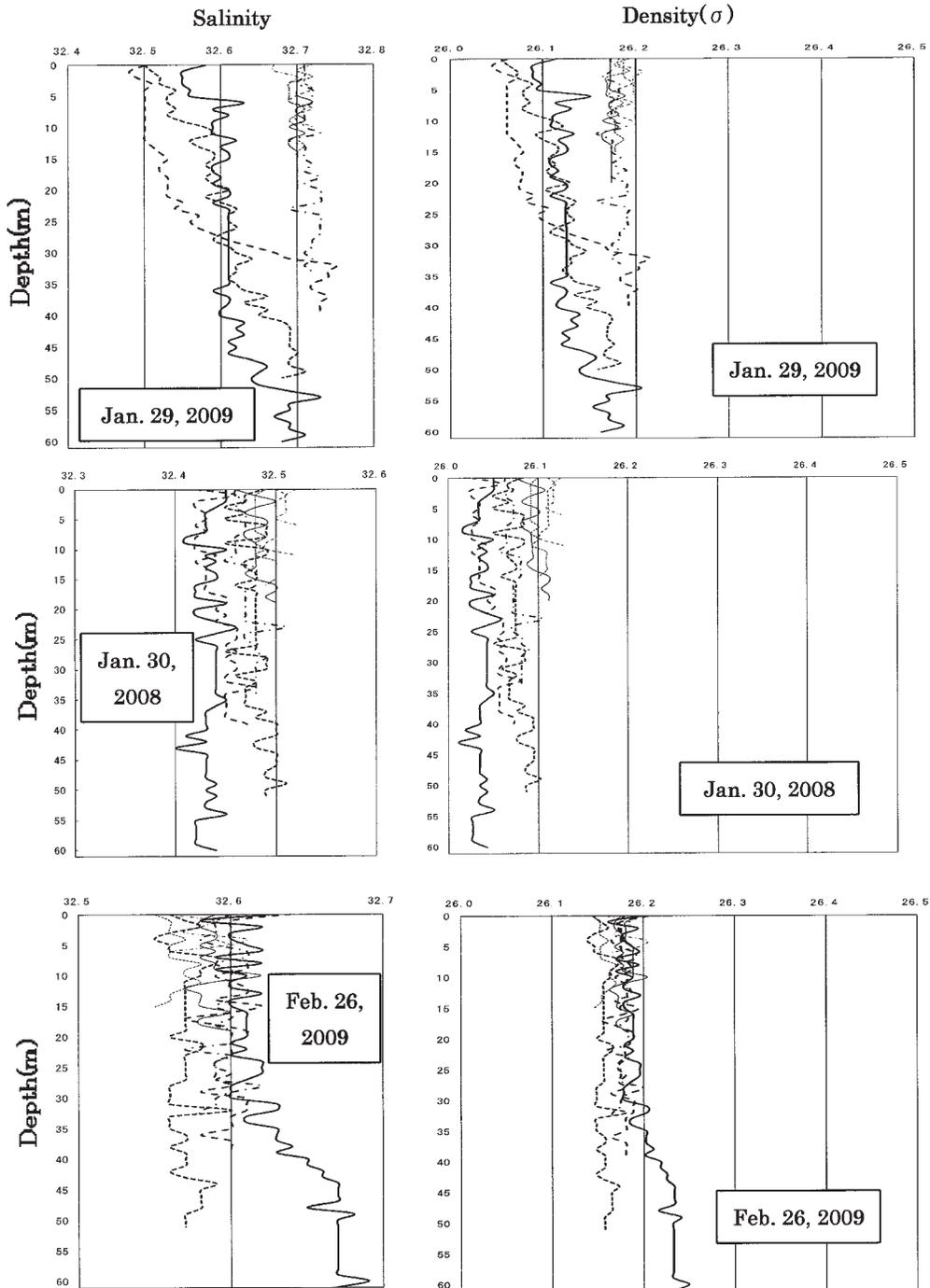


Fig. 3b. Same as in Fig. 3a, except for observation dates. The upper figures show the profiles measured on January 29, 2009 (observation No. 16), and the salinity range is taken from 32.4 to 32.8. The middle figures show the profiles measured on January 30, 2008 (observation No. 10), and the salinity range is taken from 32.3 to 32.6. The lower figures show the profiles measured on February 26, 2009 (observation No. 17), and the salinity range is taken from 32.5 to 32.7.

く受けていて、塩分が薄められているためである。

3-2 密度構造

密度 (σ) 構造で、まず気付くのは、塩分構造に見られるような、プロファイルに現れる短波長のジグザク形状が弱められ、場合によってはほとんど姿を消すことである。このことは、短波長のジグザク形状について、水温・塩分のそれぞれの密度に対する効果が打ち消し合っている場合もあるようであるが、水温の高い「夏季」では、密度が塩分よりも水温構造により支配されているためと考えられる。しかし、短波長成分を除くと、密度構造は、一般に水温構造よりも塩分構造によりよく似ている。亜寒帯海域の海では、水温よりも塩分の方がより密度の決定要因となっていることがここにも現れている。

5月から9月に至る期間の塩分・密度の両プロファイルを見ると、岸側の5点と沖側の3点のそれぞれが、グループを作っているように見える。卓越する西向流の落石半島の陰にある岸側4点と、かなり沖にある St. 5 が、このように長期にわたって同じような性質を持つ原因は分からない。この時期、落石岬より東方のこの時期の卓越流が等深線に沿う形で西向きというよりは南西方向に流れていて、St. 5 が落石岬の陰になる状態が続いていたのかもしれない。

塩分構造が複雑な形になっている 2008 年 10 月 29 日は「夏季」の終末期にあたるかも知れない。しかし、密度構造を見ると明らかに沖向きに増大している。後で述べるように、「冬季」の三里浜沖での密度は沖向きに減少する傾向を示すから、10 月 29 日は「夏季」の様相を示していたと言える。

4. 「冬季」の塩分・密度構造

水温が沖に向かって上昇していく傾向を持つ「冬季」の観測は、観測番号 4 と 14~15 および 17 の 4 回であり、11 月から 2 月までの期間に限られている。2009 年 1 月の状況は前論文で論じたようにかなり特殊であるが、1 月は通常は「冬季」であるので比較のため、この節で論じることにする。「冬季」の観測は、2009 年 1 月のものを含めて 6 回ある。これらの塩分・密度の鉛直分布を Fig. 3a と Fig. 3b に示す。プロットの仕方は「夏季」の場合と同じであるが、示されている塩分の範囲は狭くなっており、それに応じて塩分の目盛り線は 0.1 間隔に引いてある。密度 (σ) 範囲も 26.0~26.5 であり、「夏季」の Fig. 2 の場合に比べると 5 倍に拡大している。図の配列は、年を無視して、11 月を最初に日付順に並べてある。

2008 年 11 月 26 日の構造 (Fig. 3a 上段) は「冬季」の典型的なものと考えられる。塩分は沖に向かって減少する傾向を示し、密度では単調に沖に向かって減少している。2007 年 12 月 1 日に取られたプロファイル (Fig. 3a 中段) では、塩分の沖向きの減少は明確ではないが、岸側の 5 測点 (St. 1~St. 5) の塩分は、沖側の 3 測点 (St. 6~St. 8) の塩分より高い。この岸側の測点と沖側の測点の塩分の違いは、密度により明確に現れており、岸側の 5 測点の密度は沖側の 3 測点に比べ明確に高く、岸側の 5 測点については岸に近づくに従って単調に密度が増大している。2008 年 12 月 29 日の密度構造 (Fig. 3a 下段) は、2007 年 12 月 1 日の密度構造によく似ており、似た構造が塩分についても現れている。このような塩分・密度が沖に向かって減少していく傾向は、2008 年 1 月 30 日の構造 (Fig. 3b 中段) では若干弱まっているものの、明らかに認められる。この「冬季」においても、水温 (前論文) や塩分のプロファイルよりも、密度のプロファイルの方が短波長の波動が目立たなくなっている。

2009 年 1 月 29 日と 2009 年 2 月 9 日の水温構造は前論文に論じたように典型的な「冬季」の構造特性を示しているとは言えない。2 月 9 日については水温分布 (前論文 Fig. 12 下段右) で見る限り「冬季」の特性を示しているが、1 月 29 日の水温構造 (前論文 Fig. 12 下段中央) は「冬季」の特性と「夏季」の特性が入り混じって現れている。Fig. 3b の塩分・密度構造では、逆に 1 月 29 日 (Fig. 3b 上段) ではほぼ「冬季」の特性が現れているが、2 月 9 日の構造 (Fig. 3b 下段) では「冬季」の特性が見られない。明確な結論を得るには観測例が少なすぎるが、2008 年 1 月 30 日の構造においても、「冬季」の特性が 11~12 月の観測例 (Fig. 3a) に比べて弱まっていることから考えて、沿岸域では 1 月以降には「冬季」が終末期に入ることを示唆しているように思われる。1 月~2 月は沿岸親潮の最盛期であるから、これが事実であるならば、沿岸域の海象が沖合の海象に約 3 か月先行するという前論文の結論を支持するものである。

このように、水温が沖に向かって上昇する傾向を持つ「冬季」においては、塩分は沖に向かって減少し、密度も沖に向かって減少する傾向があることが示された。

5. 沖合の道東沿岸流域の構造との関係

永田ら (2009a, 2009b) は、沖合を流れる道東沿岸流が、年の前半には岸に沿って低温・低塩分の水からなる沿岸親潮として存在し、年の後半

Table 2 Comparison of horizontal temperature, salinity and density (σ) between in the East Hokkaido Coastal Current zone and in the sea off Sanri-hama Beach. “increase” or “decrease” shows trend towards offshore. The attached symbols+ and ? indicate sense to increase and to decrease density, respectively.

“summer”	temperature	decrease+	East Hokkaido Warm Current	temperature	decrease+
	salinity	increase+		salinity	decrease-
	density	increase+		density	increase+
“winter”	temperature	increase-	Coastal Oyashio	temperature	increase-
	salinity	decrease-		salinity	increase+
	density	decrease-		density	increase+

には岸に沿って高温・高塩分の水からなる道東暖流として存在することを示している。彼らの求めた水塊構造の季節変化によると、沿岸親潮の場合には密度構造は主として塩分構造によって決まり、道東暖流の場合には水温構造によって決まり、共に密度は沖合に向かって増大する。日下ら(2009)の繫留測流観測の結果では、一年を通して道東沿岸流の流れは岸沿いに南西に流れていることが示されていて、道東沿岸流は地衡流的なバランスを伴う流れであることが分かる。

前節で得られた三里浜沖沿岸域での水温・塩分・密度の沖向きの勾配と、道東沿岸流域のそれぞれの勾配とを比較したのが Table 2 である。この表で、勾配については沖向きに増大 (increase) するか、減少 (decrease) するかを示しており、+、- の符号は密度の勾配への寄与の方向性を示している。水温の特性を中心に論じた前論文においては、水温の水平勾配の向きが両海域で一致することから、三里浜沖と道東沿岸流との連続性に注目した。しかし、塩分・密度の水平勾配に関しては連続性は認めることは出来ない。

三里浜沖と道東海流域の主要な違いは、塩分の水平勾配の向きが反対であることである。「夏季」の沿岸域では岸近傍では陸水の流入の影響のため岸近くの海水の塩分が薄められるため沖方向に塩分が増大すると考えるのが自然であろう。一方、「冬季」では、岸近くの海水の塩分が沖側より高くなっている。永田ら (2009a, 2009b) は、沿岸親潮の起源の水が、根室水道や国後・択捉島の東方の三角水域を通して供給されることはありえないことを示唆している。そうであるならば、沿岸親潮の低塩分水は、クリル列島の東側を通して供給されるはずである。三里浜沖のような極沿岸海域に注目するならば、低塩分水は沖から供給されることになるために、沖側の塩分が薄くなっていると考えられることになる。このことは、2007年12月1日の密度構造 (Fig. 3 中段右)、2008年12月29日の塩分・密度構造 (Fig. 3a 下段) において、沖向きの高塩分化、沖向き低密度化が、主として沿岸の4測点で顕著に見られることから

も類推される。現在利用出来る資料は極めて限られているため、明確な結論を出すことは難しいが、今後道東沿岸流の水の起源を求め研究において、ここに述べた仮説は十分考慮されるべきであると考える。

6. 2008年4月における塩分・密度構造

前論文で論じたように2008年3月初めに大量の流水が根室水道を通して太平洋に流出し、釧路周辺の海岸に大量の海水が漂着した。三里浜でも3月3日に回遊してきた流水によって St. 5~St. 8の4測点の底層水温計測システムが流失した。その復旧作業が4月3日に行われたが、その際に実施した STD 観測の結果水温プロファイルに、水深30m付近に非常にシャープな水温躍層が観測された (前論文 Fig. 11 上段左)。この躍層が最も発達していた St. 7 では、31m 深で水温が 0.08°C (塩分 32.25) であったものが、32m 深では水温 -0.11°C (塩分 32.41) になっていた。この躍層より上部の水は、その低塩分性から大量に流出してきた流水の融融水であると推定された。ただし、この水の水温は躍層より下の水よりは水温は高く、この時期の流水の融融水ではそれほど低温な水は作り出せないと考えられる。なお、4月30日に次の STD 観測が行われているが、この時には、躍層は十数 m の厚さを持ち、緩やかな形になっていた。しかし、躍層の水温の値は 1.0~2.6°C と著しく上昇しており (前論文の Fig. 11 上段中)、4月初めの躍層がこの時まで維持されていたかの判断は留保されている。

この4月3日(上)と4月30日(下)に観測された塩分(左)と密度構造(右)を、Fig. 4に示す。4月3日には塩分、密度のプロファイルに明確なステップ構造が現れており、低塩分・低密度の流水融融水と考えられる水に表層が覆われている。また、4月30日には、ステップ構造がならされて、緩やかな勾配に置き換えられているが、4月3日のステップ構造の名残が認められる。水温構造の場合と異なり、勾配の大きな部分の塩分・密度の値が、やや範囲を広げているものの、4月

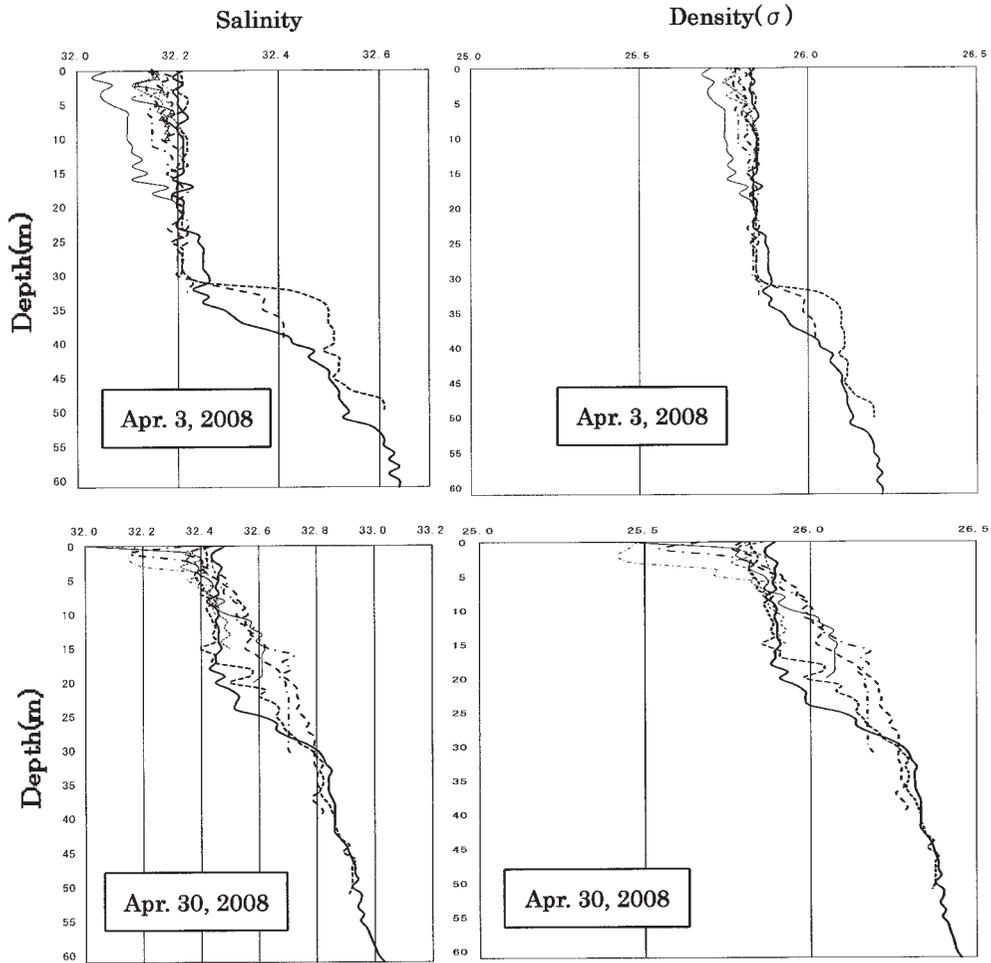


Fig. 4. Same as in Fig. 2a, except for the observations conducted in April, 2008. The density range is taken from 25.0 to 26.5. The upper figures show the profiles measured on April 3, 2008 (observation No. 6), and the salinity range is taken from 32.2 to 33.4. The middle figures show the profiles measured on April 30, 2008 (observation No. 6), and the salinity range is taken from 32.4 to 33.6. The lower figures show the profiles measured on August 28, 2008 (observation No. 7), and the salinity range is taken from 32.0 to 33.2

3日の値とほぼ同じ値に保たれている。表層の水温が4月の昇温期に上昇しても、塩分が保持されていると考えれば、流水溶融水が4月末まで存在したことになる。水温の低い時期には、海水の密度は主として塩分に寄って決まるといふ亜寒帯域の特徴がここにも現れている。

7. 三里浜沖の水塊特性の季節変化

永田ら(2009a)は、道東沿岸流の水塊特性の季節変化を論ずるには、50m層の水温・塩分に注目するのが、最適であることを示し、この結果を利用して永田ら(2009b)は道東沿岸流の水塊の季節変化を論じた。三里浜の観測点の沖合の

St. 7とSt. 8でのSTD観測は50m深ないしはそれ以上まで実施されている。その、50m深の資料を用いて、道東沿岸流の水塊特性と比較してみよう。

永田ら(2009b)によると、道東沿岸流の水塊特性は大きな季節変化を示す。各月におけるTS図上での水型の分布範囲は、水温・塩分の双方の断面図に岸沿いに道東暖流あるいは沿岸親潮の構造が現れる場合(ケース1)と、いずれか片方の断面に現れる場合(ケース2)、両者ともに現れない場合(ケース3)とで互いに重なっており、違いはそれほど目立たない。もちろん道東沿岸流が明確に現れる場合の方が、道東暖流の場合には

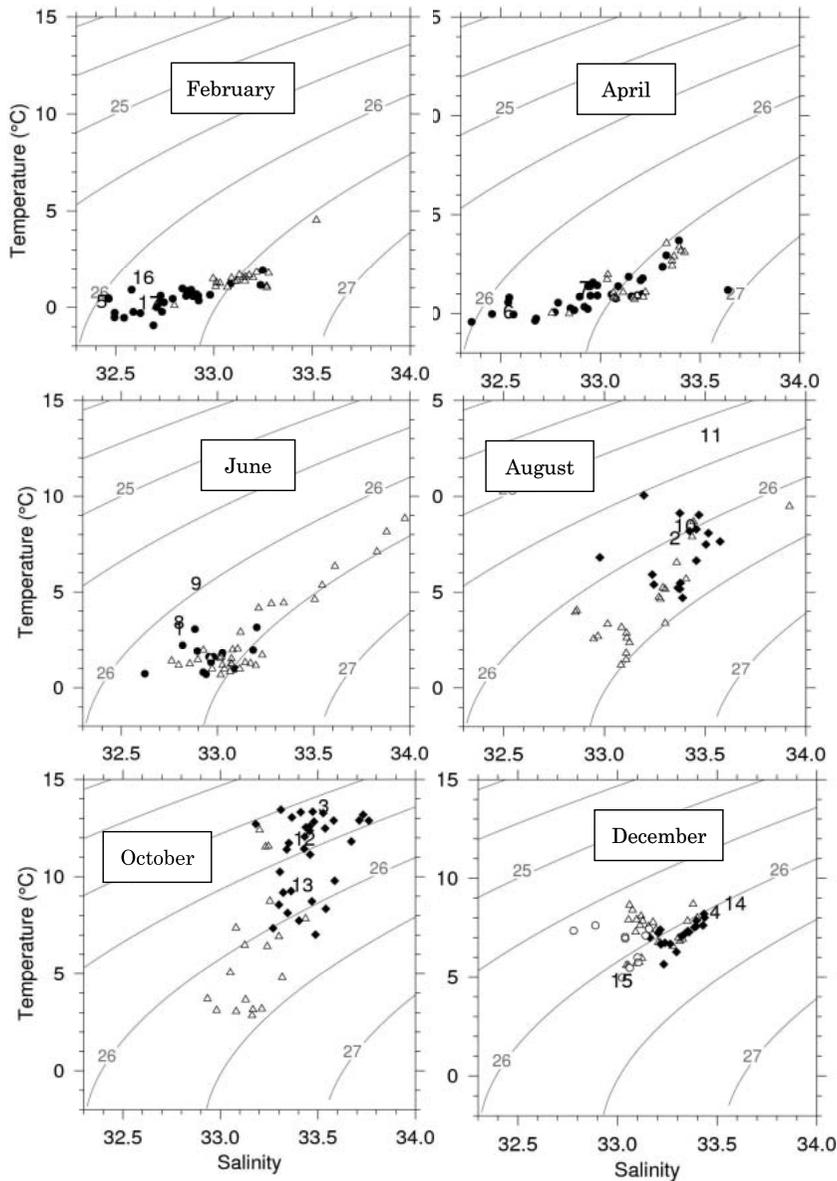


Fig. 5. Scatter diagrams of water types on TS surface of the East Hokkaido Coastal Current Water (Nagata et al., 2009b) and of the water at 50m depth at St. 8. Solid circles (●) indicate the case (1) when cold and fresh water belt (the Coastal Oyashio) can be seen along coast on both of temperature and salinity cross-sections, and open triangles (△) the case (3) when these water belt cannot seen on both of cross-sections for the period of the Coastal Oyashio (February, April and June). Solid diamonds (◆) indicate the case (1) when warm and saline water belt (the East Hokkaido Warm Current) can be seen along coast on both of temperature and salinity cross-sections, and open triangles (△) the case (3) when these water belt cannot seen on both of cross-sections for the period of the East Hokkaido Warm Current (August, October and December). In December, fresh water belt can be sometimes seen, water types of such water is shown with open circle (○) in scatter diagram of December. Water types of the water at 50m depth at St. 8 are shown with numerals. Number indicates the observation number shown in Table 1. Nagata et al. (2009b) used bimonthly data obtained the Hokkaido Nemuro by Fisheries Experiment Station. The data at St. 8 are plotted in figure of the nearest month if they are not observed in February, April, June, August, October or December.

比較的高温・高塩分側に分布し、沿岸親潮が現れる場合の方が比較的低温・低塩分側に分布する。その結果を Fig. 5 にまとめて示すが、ケース 1 を黒丸または黒四角で示して、ケース 3 を白三角で示してある。12 月については、時として沿岸親潮に似た断面が（特に塩分断面に）現れるが、その水型を白丸で示してある。Fig. 5 には、STD 観測で得られた St. 8 の 50m 深の水型を合わせてプロットしてある。50m 深の資料は、St. 7 においても得られているが、St. 8 の値とほとんど同じであるので、St. 8 の資料のみを示す。St. 8 の 50m 深の水型は数字で示してあるが、この数字は Table 1 に示した観測番号を表している。各数字の中央の点が水型のデータ点である。全般的に見て、St. 8 の 50m 深の水の水型は、道東沿岸流の水型の分布域、それも水温・塩分の断面分布両方に構造の現れるケース 1 の分布域の中か、その近傍に現れており、道東沿岸流とほぼ同じ水型の水であることが分かる。

以下、各月の分布特性について若干の考察を行って見よう。

(1) 2 月の所にプロットした観測番号 16 と 17 は、いずれも 2009 年に取られたものである。前論文で指摘したように 2009 年の「冬季」は、他の年に比べて、やや異なった様相を示しているが、少なくとも St. 8 の 50m 深の水の水型に関しては、沿岸親潮の水型と同じである。

(2) 4 月の観測番号 6 と 7 の水型は、沿岸親潮の水型と一致する。この時流水溶融水と思われる低塩分水が 30m 以浅の表層に認められているが（前論文 6 章）、50m 層はステップ構造より十分深く、沖合の沿岸親潮の水型と同じ性質を持つことは自然である。溶融水が周辺の沿岸親潮水とかなり違った性質を持っていたことが分かるが、このことは少なくとも 3~4 月には溶融水がそれほど冷たい水を作りえないことを示している。

(3) 6 月の図にプロットした観測番号 9 の水型、8 月にプロットした観測番号 11 の水型は、道東沿岸流の水型の分布域からかなり外れている。しかし、6 月~8 月、あるいは 8 月~10 月の間で、道東沿岸流の水型の範囲が大きく変化している。もし、三里浜海域の現象が、沖合より約 3 ヶ月先行しているという前論文の結論を考慮すれば、これらのデータは、それぞれ 8 月あるいは 10 月にプロットすべきかもしれない。そうすれば、これらの水型は道東沿岸流の水型の分布域の中に含まれることになる。

(4) 12 月は道東暖流の季節と考えられるが、断面には沿岸親潮に似た構造が現れることがある。St. 8 の 50m 深の水の水型が、道東暖流の水型の

直線状の分布域の低塩分側あるいは高塩分側の延長線上に現れるのは興味深い。限られた資料から何らかの結論を得ることはできないが、今後検討すべき事柄である。

8. おわりに

前論文（長瀬ら、2010）では、底層水温の連続測定の結果と 17 回の STD の観測の結果から、三里浜沖の水温構造の季節変化特性を論じた。この論文では、STD 観測資料から、塩分および密度構造の季節変化を検討し、前論文で得られた結論の補強ないしは再検討を行ったものである。前論文では、水温の沖向きの変化は、沖合の道東沿岸流の内部構造にそのまま繋がって行くことを強調したが、塩分の沖向きの変化は、沖合とは逆向きになっていることが示された。しかし、この現象は、道東暖流の時期である「夏季」においては陸水の流入のために、岸近くでは塩分が低下しており、沿岸親潮の時期である「冬季」では、親潮水が根室水道や三角領域から供給されるのではなく、クリル列島の東岸沖からの供給であることから、むしろ沖側で低塩分化が起こっていると解釈することが出来る。この論文では、また、一番沖の St. 8 の 50m 深の水の水型の季節変化を道東沿岸流水の水型のそれとの比較を行った。若干の岸側の位相の先行現象を考慮すれば、St. 8 の 50m 深の水の水型は、明確な断面構造をともなった場合の道東沿岸流の水型にほぼ一致する。

その他の点では、本論文での結論は、前論文の結論を補強する形になっている。ただ、水温や塩分の鉛直プロファイルに現れる短波長の振動が、密度の鉛直プロファイルがよりスムーズになり、季節変化がより見易くなっている。STD 観測は 17 回しか行えなかったが、将来の観測では、塩分の連続観測や、より頻繁な STD ないしは CTD による観測が望まれる。また、現在、利用できる測流資料が非常に少ない。ADCP 等による直接測流資料の収集が緊急の課題である。なお、本研究は、根室市水産研究所とロシアのサフニロ (SakhNIRO) 研究所との共同研究ハナサキ・プロジェクトの一環として実施されたものである。

引用文献

- 日下彰・小埜恒夫・東屋知範・葛西広海・小熊幸子・川崎康寛・平川和正 (2009) : 北海道東部太平洋における海洋構造の季節変動。海の研究、18, 135-155.
- 永田豊・小熊幸子・長瀬桂一・相川公洋・田中伊織・中多章文・夏目雅史 (2009a) : 道東沿岸流（沿岸親潮・道東暖流）の季節変化。う

み (La mer), 47, 29-42.

永田豊・小熊幸子・長瀬桂一・相川公洋・田中伊織・中多章文・夏目雅史 (2009b) : 道東沿岸流の水塊の季節変化。うみ (La mer), 47, 67-73.

長瀬桂一・相川公洋・博田功・永田豊 (2010) : 根室市三里浜沖海況の季節変化、I. 水温構造。うみ (La mer), 48, 15-30.

受付 2010年1月20日

受理 2010年6月10日