

根室周辺海域の海況の季節変化

永田 豊

Seasonal variation of the oceanic state in the sea near Nemuro, Hokkaido

Yutaka NAGATA

Abstract : Seasonal variation of the oceanic state in the sea near Nemuro, Hokkaido was investigated by using the data set MODS2000 compiled by the Marine Information Research Center. Number of observational data is very small, especially in winter season. However, reasonable seasonal variations of temperature and salinity were obtained for several sub-regions of 30° square, because deviations of temperature and salinity are significantly small in winter season. Water temperature tends to decrease with depth in the period from May to October, while tends to increase in the period from January to March. Salinity has a tendency to increase with depth in the period from January to October (the data numbers in November and December are too small to get any conclusion). Month of the maximum temperature tends to shift later with depth. Both of temperature and salinity tends to increase as analyzed sub-domain moves eastward. Month of the maximum temperature shifts later as analyzed sub-domain moves eastward.

Keywords : *the sea around Nemuro City, seasonal variation of sea state, historical data, statistics of temperature and salinity*

1. はじめに

根室周辺海域はハナサキガニが生息するなど特異な海域である。根室市水産研究所は、ハナサキガニの試験操業地点で水温の定期的観測を行ったことがあるが、その観測は漁期に限られており、周年にわたる観測は、沿岸定置観測に限られている。道東沿岸には沿岸親潮が流れており、それについては多くの研究がある（例えば、小笠原, 1990, 磯田ら, 2003, KONO *et al.*, 2004）。しかし、小笠原（1990）が、春先に現れる沿岸親潮と、夏から晩秋にかけて現れる高温・高塩分の道東暖流とを合わせ、道東沿岸流として、その周年にわたる季節変動を、概念的に述べている他は、ほとんど周年の季節変化は議論されていない。この海域には、北海道立釧路水産試験場が定期観測を年6回実施しており、特に1990以降はFig. 1に示すように充実した海況観測がおこなわれている。現在、このデータの解析を実行中である。この論文では、その前段階として、それ以前にどの程度の観測データがあるのか、その限られたデー

タからどの程度の結論が引き出せるかについて検討する。ここでは、日本水路協会海洋情報研究センターがまとめたデータセットMODS2000を利用して根室周辺の海況の季節変化特性を検討する。海洋情報研究センターではMODS2005等、順次データセットの改定・充実を図っているが、北海道水産試験場関係のデータの収集が遅れがちなこと、上記のように2000年以降に北海道釧路水産試験場の観測ネットワークが格段に充実され、それ以降の観測データの大部分がその観測結果に依存することになることから、ここではMODS2000のデータベースを使用する。

2. データソースと解析方法

海洋情報研究センターでは、日本海洋データセンター（JODC）や世界データセンターA（WDC-A）のデータベースを利用し、それに独自の品質管理を施して、西部太平洋域のデータベースを構築している。本論文では2000年に編集されたMODS2000を利用し、42.75°Nから44.25°N、144.75°Eから147.25°Eの水温・塩分資料を用いた。密度逆転等の品質管理フラッグの付いたデータ等疑問のあるデータを削除し、重複データを取り除いた後、測定値を必要に応じて標準層（0、

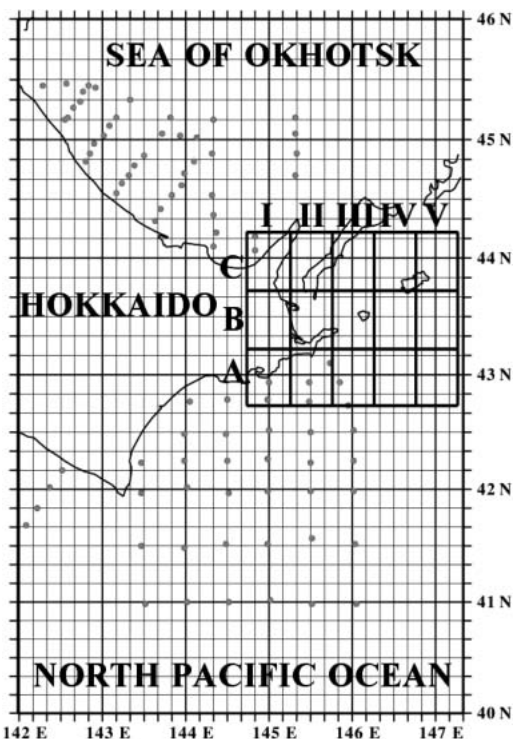


Fig. 1. The analyzed area in this paper. The area is divided into sub-domains of 30° square Alphabets A, B, and C attached on the left side of sub-domains and Roman numbers. I through V show sub-domain names such as AI, BII and so on. Routine observation stations by the Hokkaido Fisheries Experiment Station (open circles indicate those covered by the Hokkaido Kushiro Fisheries Experiment Station) after 1990 are also shown in this figure.

10.20.30.50, 75, 100, 125, 150, 200m) に内挿し、標準層データベースを作成した。この海域では 200m 以深でのデータ数が非常に少なくなるので、主として 150m 以浅のデータを解析の対象とした。全部で観測点数は 2,612 で、1933 年から 1993 年までのデータが含まれている。

解析区間を Fig. 1 に示す様に 15 の海区に分割した。各海区の一辺は 30 分であり、各海区の西および南の境界線上のデータは、その海区に含めた。AII の海区が根室沖であり、BI および BII が根室水道に当たる。

AII 海区を例にとって、1930 年代 (1930–1939: 表では 30 と記す)、1940 年代 (1940–1949: 表では 40、以下同様) というように期間を 10 年ごとに分け、水温の観測点数を月ごとに示したのが Table 1 である。15 海区の中で、比較的観測数が多いのは AI と AII 海区であり、その他の海区では、月別の合計の観測数が 0 の月が存在するため、完全な年周変化を求めることができなかった。全般に冬季の観測数が少ない。

3. 根室周辺海域の水温・塩分の季節変化

3-1. 水温塩分の季節変化と分散

各海区について、各標準層の水温と塩分の平均と分散を月ごとに計算した。その結果から、AI 海区の 0m 層における水温 (上段)・塩分 (下段) の季節変化の様子を示したのが Fig. 2 であり、同様に AII 海区について示したのが Fig. 3 である。これらの図には平均値 (m)、最大値 (max)、最小値 (min)、平均に標準偏差 (σ) の三倍を加えたものと、引いたものを示してある。測定値が $m-3\sigma \sim m+3\sigma$ の範囲の外にあるとき、品質管理の際にそのデータを疑問視することが、よくおこなわれるが、最大値・最小値はその範囲に収まっている。

冬季のデータ数が極めて少ないにもかかわらず、

Table 1. Number of observation in sub-domain AII for each month and for each decade (30, 40 and so on indicate the decade from 1930 to 1939, that from 1940 to 1949 and so on).

	30	40	50	60	70	80	90	Total
January	4	1	0	0	1	0	0	6
February	5	1	5	2	12	8	0	33
March	4	0	5	0	0	36	0	45
April	0	1	0	1	6	18	5	31
May	0	5	3	4	0	33	7	52
June	0	2	2	0	0	33	10	47
July	2	3	0	9	6	34	2	56
August	5	3	8	14	25	36	2	93
September	6	2	5	2	12	72	12	111
October	0	1	0	3	7	53	0	64
November	2	2	3	2	0	4	0	13
December	0	0	0	0	0	2	0	2
Total	28	21	31	37	69	329	38	553

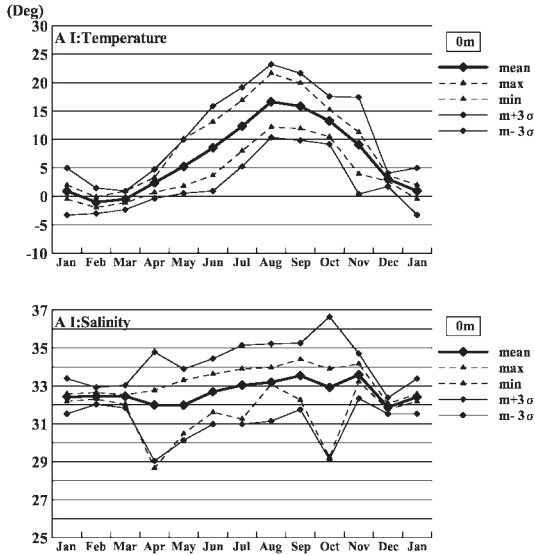


Fig. 2. Seasonal variations of temperature (upper figure: °C) and salinity (lower figure) in 0m depth of sub-domain AI. Mean (m), maximum (max), minimum (min), and $m+3\sigma$ and $m-3\sigma$ (σ is the standard variation) are shown.

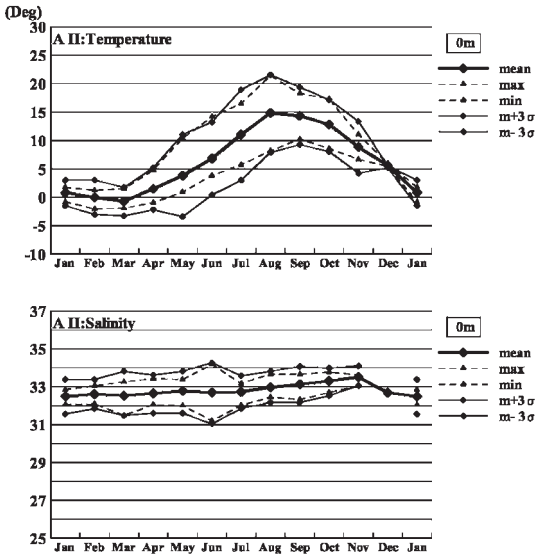


Fig. 3. Same as in Fig. 2 except for of sub-domain AII.

平均値についてはスムーズな季節変化曲線が得られている。面白いことにデータ数が少ないにも関わらず、冬季（1月～3月）の標準偏差の値が他の季節に比べ有意に小さくなっている。このことが、冬季の観測数が少ないのに、スムーズな季節変化を得ることができた一因と考えられる。

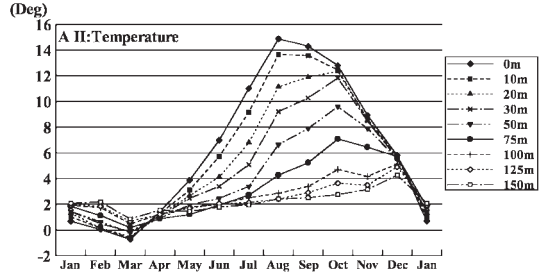


Fig. 4. Seasonal temperature variations (in °C) at variable standard depths in sub-domain AII. Identification of each standard depth is shown in right side of the figure.

3-2. 季節変化の深度依存性

AII 海区について、各標準層における平均水温の季節変化を示したものが Fig. 4 である。5月から11月にかけては、水温は深さとともに明らかに低下する傾向を示す。水温の最大値を示す月は0mと10m深では8月であるが、深さとともに遅れる傾向を示す。しかし、1ヶ月間隔の値では、遅れの進行は明確ではなく、20mから70mまでは10月に最大値がみられる。10月以降の降温期では、各深度の変化曲線は、0mないし10mの水温変化曲線に順次吸収される形になる。これは秋季から冬季にかけて、表面混合層の深度が増加していきにしたがい、各標準層が順次、混合層に含まれていくためと考えられる。100m以深では混合層に吸収される12月が最高水温を示す。

これに対して、冬季（1～3月）においては、水温は深さとともに上昇する。後に述べるように塩分は一般に深さとともに増大するから、密度成層は塩分勾配によって維持されていることになる。Fig. 5 に平均水温が深さとともにどのように変化しているかを示す。上段に1～4月の各月について、中段に5～8月の各月について、下段に9～12月の各月について示す。これらの図において、Fig. 4 と対比し易いように水温を縦軸にとっている。これらの図から12月～4月の期間において、表面混合層が発達し、150m以浅までほとんど一様になっていることがわかる。しかし、先に述べたように1～5月（5月では100m以深で）水温が深さとともに上昇する傾向がみられる。

対応する塩分についての鉛直構造を Fig. 6 および Fig. 7 に示す。Fig. 6 で11月、12月、の値は、0m層を除けば、観測数が非常に少なく、信頼度が低いと考えられる。Fig. 6 に示されるように、有意な観測数のある1月～10月まで、各層とも塩分値は深さとともに増加する傾向を示す。Fig. 7 の塩分分布をみると、1～4月において50～100m深に塩分躍層が見られ、9～10月では塩分の鉛直勾配は小さい。冬季の塩分資料が少ないが、この結果は冬季の水温の逆転傾向は、密度的に

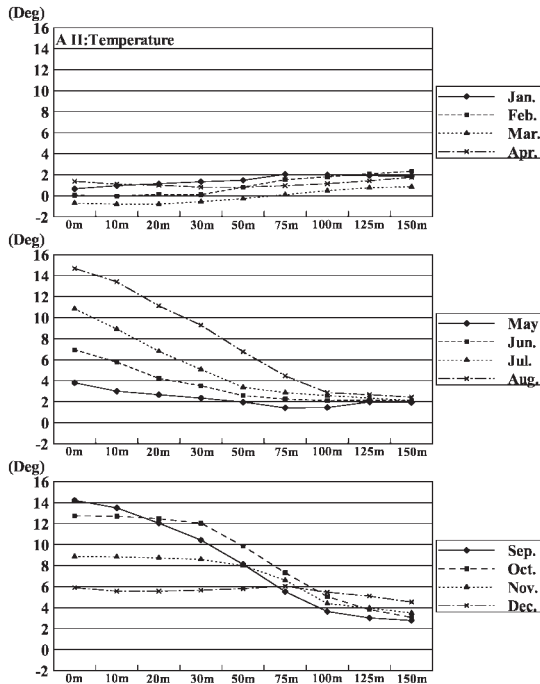


Fig. 5. Seasonal variations of vertical temperature profiles in sub-domain AII: profiles in January through April are shown in upper figure, those in May through August in middle figure and those from September to December in lower figure, respectively.

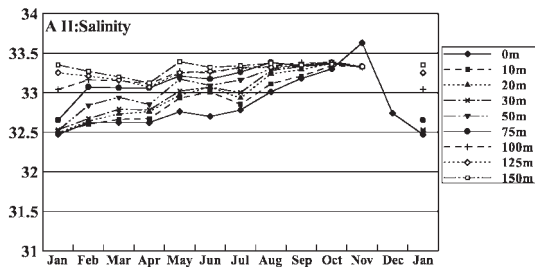


Fig. 6. Same as in Fig. 4 except for salinity variations.

は塩分分布によって安定化されていることを示している。

3-3. 季節変化特性の東西方向の変化

15 海区の中で、AI から AV の東西に並ぶ海域が、B, C の並びに比較して観測数が多い。そこで AI~AV について季節変化の特性を比較してみよう。AI から AV の 0m および 50m 層における平均水温の季節変化を重ねて示したものが、それぞれ Fig. 8 の上図と下図である。海区が東に移るにつれて観測数が減少し、月によっては観測数が 0 という海区も存在するため、明確な結

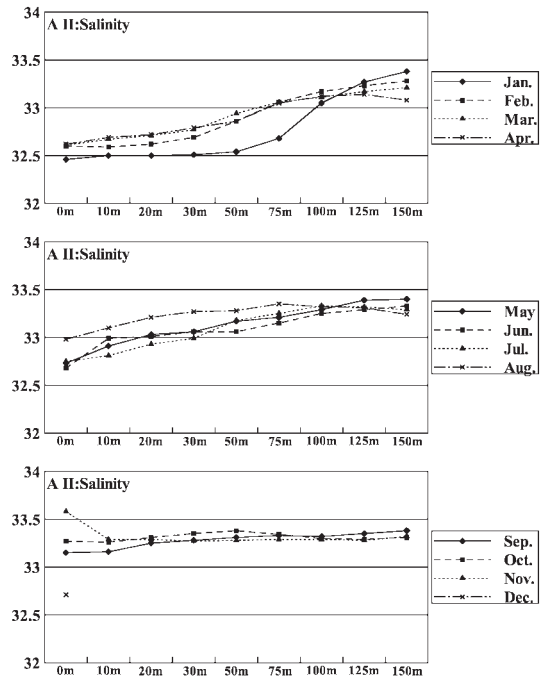


Fig. 7. Same as in Fig. 5 except for vertical salinity profiles.

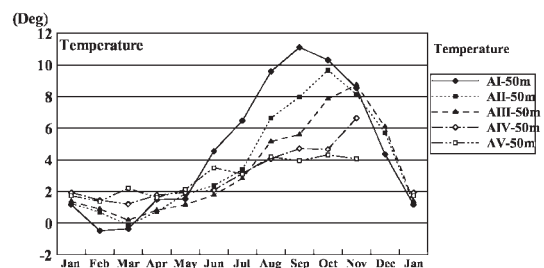
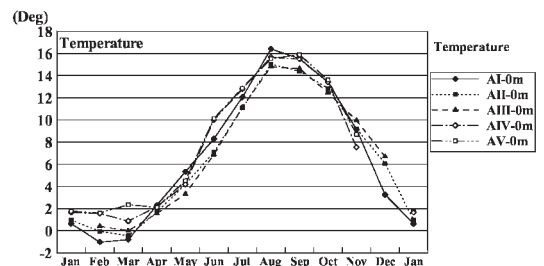


Fig. 8. Comparison of seasonal temperature variations at sub-domains from AI through AV: upper figure is for 0m depth, and lower figure for 50m depth.

論を出すことができるかどうか若干問題がある。しかし、東西方向に変化特性に若干の系統的な差異が見られる。

0m での水温の変化曲線 (Fig. 8 上図) においては海

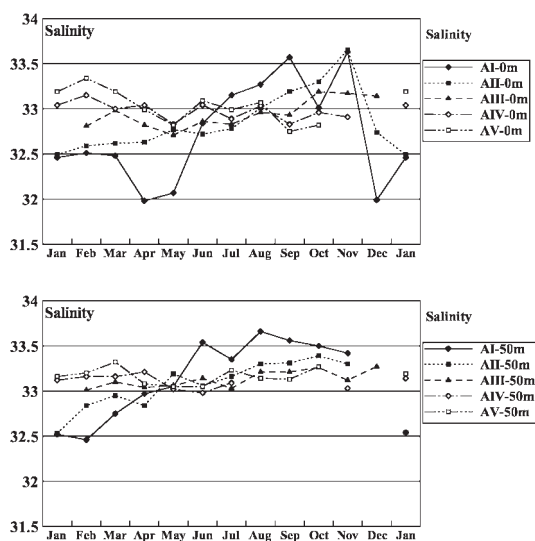


Fig. 9. Same as in Fig. 8 except for seasonal salinity variations.

区間の差は顕著でないが、1月～3月の冬季には水温は東の海区に移るに従って増加する傾向が見られる。この傾向は、50m層 (Fig. 8 下図) ではより顕著に表れている。この期間は道東沖沿岸近くに沿岸親潮が現れる時期 (例えば小笠原, 1990) で、これに関連している可能性がある。50m層では、変化曲線の東西の差異は顕著になり、水温の最大値が東によるほど低くなる傾向が明確に見られ、また最大値が現れる時期も遅れる傾向が見られる。この様子は、Fig. 4 の AII 海域での深さの増大に伴う季節変化の変化に似ていることは興味があり、今後の検討課題である。

同様に、0m層と50m層の平均塩分の季節変化を AI から AV 海区について比較したものが Fig. 9 の上図と下図である。0m層の塩分が AI 海区で4, 5月に著しく低下しているのは、融雪等による陸水の影響と考えられるが、この海区に特に現れた原因を見るには詳しい塩分の分布を調べる必要がある。この点を除くと0mと50mの変化特性は似ている。より明確に変化が現れる50mに注目すると、1～3月にかけて塩分は海区が東に移るほど高くなる傾向が見られる。この傾向は5月に逆転し、5月以降11月までは海区が東に移るほど塩分が低くなる。12, 1月については観測数が少なく明確な結論は下せないが、1～3月と同じ様な傾向を示している。これらの塩分の季節変化特性は水温のそれによく対応している。

3-4. 根室水道の海況

BI, BII の根室水道内の観測資料は非常に少なく、

1～3月の冬季のデータはなく、9月の観測もなかった。他の季節でも観測は20m以浅の表層に限られている。4～7月にかけて、水道内の塩分はAII等の太平洋側に比べて非常に低い。この期間には水温・塩分層が発達しており、その値は0mから20mまで低下している。水温は4から7月まで上昇を続けるが塩分は7月に弱いピークを示して、8月には若干低下している。10月から11月では成層が見られず、水温・塩分は表層で同様である。水温はこの期間内で低下するが、塩分は逆に増加する。観測数が限られていて確言できないが、太平洋側の変化特性とは異なっており、オホーツク水の根室水道を通しての流入が、根室周辺の海況に大きな影響を与えているとは考え難い。

3-5. 季節変化の経年変化

観測数の比較的多いAII海区について、1～3月の10年間ずつの冬季の水温・塩分の平均をとって経年変化を調べてみたが1930年代から1980年代の期間について有意な変化は見出せなかった。

4. おわりに

根室周辺海域での歴史的データの数は非常に限られており、特に冬季のデータは非常に少ない。しかし、データの少ない冬季では、水温・塩分の値の分散が小さく、そのため一年を通して、ある程度信頼が置ける季節変化を示すことができ、その特性が深度に対して、また東西の位置に対して、どのように変化するかについての知見を得ることができた。

もちろん、さらに新しいデータを加えて、統計の信頼度を上げていく必要があり、また得られた結果の解釈や理解を進めるためには、観測時期を限ったケース・スタディを行う必要がある。そのため、1990年から格段に改善された北海道釧路水産試験場の定期観測資料 (Fig. 1) の解析を始めている。ここで述べた結果は、そのような研究に対して、ある種の指針を与えるとともに、研究成果の解釈を助けるものと考えられる。

謝辞

本研究を行うにあたって、種々のご援助をいただいた北海道区水産研究所の小熊幸子博士、根室市水産研究所博多功、相川公洋、長瀬桂一の諸氏に感謝の意を表します。また、この研究は根室市水産研究所とサハリン漁業・水産研究所の共同プロジェクトのハナサキ・プログラムの一環として行われたものであることを付記します。

引用文献

磯田豊・黒田寛・明正達也・本田総 (2003): 沿岸親潮の海洋構造とその季節変化。沿岸海洋研究, 41, 5-12.

- 小笠原惇六 (1990): 北海道東部・南部沿岸海域 II。続
日本全国沿岸海洋誌, 473-483.
- KONO, T., P. FOREMAN., P. CHANDLER., and M.
KASHIWAI (2004): Coastal Oyashio south of Hok-
kaido, Japan. *J. Phys. Oceanogr.*, **34**, 1477-1494.

受付 2008年11月21日

受理 2009年1月19日