

福島県沿岸の水温データ解析－Ⅱ．

吉田 哲也

Analysis of Sea Temperature off Fukushima Prefecture－Ⅱ.

Tetsuya YOSHIDA

ま え が き

福島県の海洋観測データは古くから蓄積されているが、保存状況は、一部は磁気媒体によるものの、ほとんどが帳票形式であり、解析に利用しにくい状況にあった。松本により、沿岸定線100m深水温と定地水温のデータセットが完了し、各観測点の水温、平年偏差の変動、観測点間の相関等の解析が前報¹⁾で報告されている。今回は、これらデータを利用し、本県沿岸域の地理的区分、平年的な季節変動等を明らかにすることを目的に、統計解析ソフト (systat ver.5) を用い、クラスター分析、主成分分析により本県沿岸域の解析を行った。なお、今回の解析は、東北ブロック水産海洋連絡会のテーマとして東北区水産研究所が中心となり、東北各県水試が足並みをそろえて取り組んだものである。

材料および方法

解析に用いたデータは、原則として毎月初めに実施している海洋観測の100m深水温 (14観測点) と小名浜、大熊並びに相馬の定地水温データ (3観測点) とした。これらを観測点毎に月平均値を算出し、以下の解析に用いた。各観測点の位置を図1に、各観測点の位置及びデータ使用期間を表1に、各観測点の月別水温平均値を表2に示す。

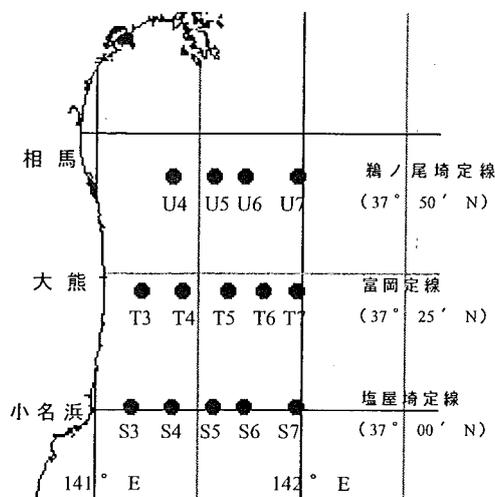


図1 各観測点の位置

表1 各観測点の位置及びデータ使用期間

観測点		期 間	
100 m 深			
塩屋埼定線			
S 3	37° 00' N 141° 12' E	1959.05 ~ 1997.06	
S 4	37° 00' N 141° 24' E	1959.05 ~ 1997.06	
S 5	37° 00' N 141° 36' E	1959.05 ~ 1997.06	
S 6	37° 00' N 141° 45' E	1974.11 ~ 1997.06	
S 7	37° 00' N 142° 00' E	1974.03 ~ 1997.06	
富岡定線			
T 3	37° 25' N 141° 15' E	1962.05 ~ 1997.06	
T 4	37° 25' N 141° 27' E	1960.05 ~ 1997.06	
T 5	37° 25' N 141° 40' E	1960.07 ~ 1997.06	
T 6	37° 25' N 141° 50' E	1974.11 ~ 1997.06	
T 7	37° 25' N 142° 00' E	1974.03 ~ 1997.06	
鵜ノ尾埼定線			
U 4	37° 50' N 141° 24' E	1962.07 ~ 1997.06	
U 5	37° 50' N 141° 36' E	1961.12 ~ 1997.06	
U 6	37° 50' N 141° 45' E	1974.11 ~ 1997.06	
U 7	37° 50' N 142° 00' E	1974.03 ~ 1997.06	
定地水温			
小名浜	36° 55' N 140° 55' E	1985.01 ~ 1997.06	
大熊	37° 25' N 141° 01' E	1990.01 ~ 1997.06	
相馬	36° 55' N 140° 58' E	1982.01 ~ 1997.06	

表2 各観測点の月別水温平均値

観測点	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
S 3	12.73	10.28	8.53	8.16	8.14	8.16	9.92	11.18	13.38	14.53	15.36	14.10
S 4	12.62	10.15	9.21	9.14	9.28	8.96	10.41	11.03	12.75	13.32	14.95	13.87
S 5	11.90	9.77	9.44	9.58	9.85	9.68	9.89	10.82	12.51	13.05	14.00	13.71
S 6	11.92	9.52	8.59	8.89	9.05	9.58	8.73	9.70	11.46	11.89	13.62	13.52
S 7	12.12	9.02	8.75	8.97	9.33	9.31	10.24	9.61	11.96	12.19	13.67	12.83
T 3	11.50	9.30	7.74	7.39	6.81	8.06	9.30	11.17	13.99	15.29	15.09	13.88
T 4	11.93	9.85	7.95	8.08	7.61	8.80	10.11	10.98	13.13	14.07	14.82	14.14
T 5	12.22	8.89	8.05	7.87	7.58	8.43	9.75	10.47	11.99	12.85	13.72	13.71
T 6	12.12	8.23	7.79	7.64	6.82	8.72	10.01	9.50	11.11	11.49	12.92	13.29
T 7	12.12	8.38	7.57	8.01	7.96	9.65	9.99	9.07	12.25	11.65	12.75	13.17
U 4	10.62	8.93	7.47	7.08	7.06	7.91	9.96	12.00	14.30	14.32	15.40	13.24
U 5	11.21	8.61	7.55	7.34	7.32	9.13	10.60	11.92	13.66	14.38	14.93	13.70
U 6	11.37	8.20	7.62	6.79	7.35	7.68	9.89	10.63	11.89	13.09	14.02	13.11
U 7	11.58	7.98	6.97	6.18	6.77	7.10	9.44	7.74	10.93	12.10	12.86	12.63
小名浜	10.95	9.48	9.08	10.95	12.94	14.98	18.26	21.01	21.71	19.25	16.34	13.53
大熊	10.51	8.87	8.79	10.63	13.02	15.98	18.88	21.70	22.08	19.53	16.83	13.70
相馬	7.04	6.12	6.99	10.24	14.34	17.62	20.57	23.58	22.15	18.51	14.20	10.14

クラスター分析には、100m深水温と定地水温を用い、標準化ユークリッド平方距離を判別基準とした最短距離法によりクラスターを決定した。主成分分析には、変動の大きさを反映させるため共分散行列を用い、データは100m深水温のみとした。定地水温を含めた共分散行列の解析では、定地水温の変動の振幅が100m深水温に比べ大きいため、定地水温の変動が大きく評価される可能性があることから100m深水温のみとした。

結 果

1. クラスター分析

各観測点のデンドログラムを図2に、クラスター分析による地理的区分を図3に示す。

これらから、大きく定地水温と100m深水温とに分類され、100m深水温では、鶴ノ尾埼定線のU7と他13点、定地水温では、小名浜、大熊と相馬に分類された。

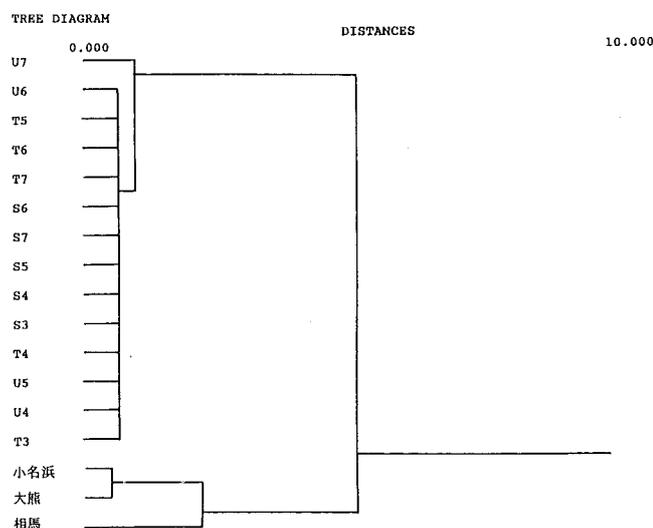


図2 各観測点のデンドログラム

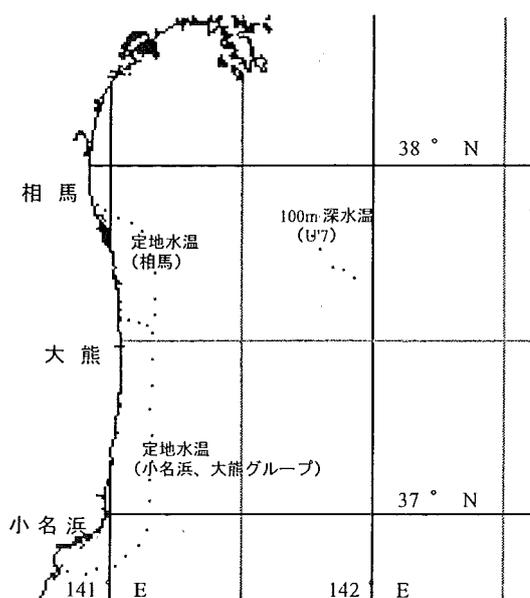


図3 クラスター分析による地理的区分

2. 主成分分析

各主成分の水平分布を図4に、各主成分スコアの時系列を図5に示す。

寄与率は第1主成分が95.1%、第2主成分が2.7%、第3主成分が0.8%であった。

第1主成分は全て正の符号であり、本県沿岸域全体の水温は一様に上下する変動を示し、沿岸域から県北のやや沖合にかけての振幅が大きかった。また、スコアは4～5月に最低、11月に最高となる年周期変動を示した。

第2主成分は、海域により符号が異なり、塩屋崎沖10海里付近～鶴ノ尾崎沖40海里付近が負、それより沖側が正を示した。また、スコアは8月に最低、1月に最高となる年周期変動を示した。

第3主成分については寄与率が0.8%と極めて低いが、符号は県中沖合から県北沖合が正、沿岸部が負を示した。スコアは2～5、11月が低く、7月に最高となる不規則な変動を示した。

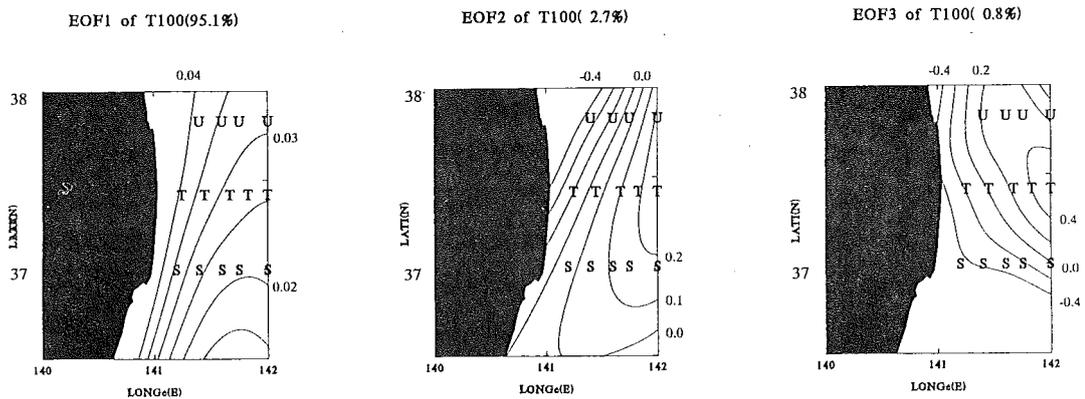


図4 各主成分の水平分布

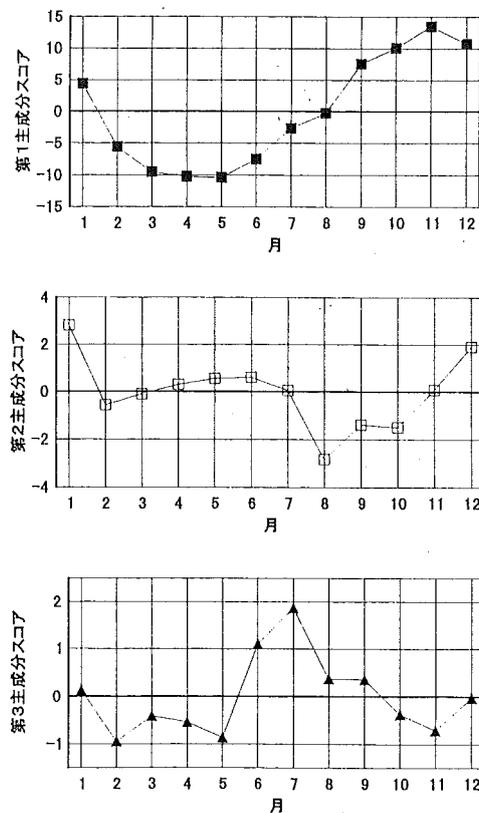


図5 各主成分スコアの時系列

1. クラスタ分析

大きな分類としては、定地水温と100m深水温に分けられ、表層付近の水温である定地水温と100m深水温は異なる変動を示していることが分かった。100m深水温ではU7が他13点とやや離れており、本観測点はデータの中では最も北部沖合にあることから、親潮の影響が他の観測点より強いことが考えられた。伊藤も同様な解析を東北海区全体を対象に最長距離法で分類しているが、U7のみ親潮グループに分類されている²⁾。定地水温の相馬は、閉鎖性内湾性の河口部での測定水温で、他2地点は外洋からの揚水水温であり、測定海域の性質の違いが分類された要因と思われる。したがって、本県沿岸域は、U7と定地水温を除き、同一海域とみなされ、今後、本県の水溫解析を進める上で、大きな海域分けが不要であることになるが、U7の特異性については検討を加える必要がある。

2. 主成分分析

寄与率から、第1主成分で本県沿岸域の変動をおおよそ説明できることが分かり、第2、3主成分は殆ど寄与しない結果となった。

第1主成分は、領域内で全て同じ符号であり、全体変動を示した。また、主成分スコアの最小月(4~5月)、最大月(11月)から、4~5月に水温が最低、11月に最高となる本県海域全体の季節変動を示すことになる。この時間変動の傾向は、石井³⁾及び東北海区全体で解析した伊藤の結果²⁾と同様であった。振幅は、県南沿岸部から県中、県北のやや沖合が大きく、これらの海域の水溫変動が大きいことが窺えた。これら海域は水深が比較的浅く(概ね150m以浅)、陸地の影響を受けることや、混合層が海底まで達しやすい影響があるためと考えられ、前報で松本が水温の月平均値の変化で報告した結果¹⁾と同様であった。

第2主成分は、塩屋埼沖10海里~鵜ノ尾埼沖40海里付近が負、それより沖側が正のシーズン変動を示し、主成分スコアからは8月に最低、1月に最高となっていた。塩屋埼沖10海里~鵜ノ尾埼沖40海里付近より灘側の観測点(S3、S4、T3、T4、T5、U4、U5、U6)とこれより沖側の観測点(S5、S6、S7、T6、T7、U7)の平均水温の差を見ると(図6)、前者は概ね3~5月に最低となり、6月以降一気に11月まで水温が上昇している。一方、後者は、最低水温期間は同様だが、8月に水温が一旦下降する現象が見られ、その後11~12月まで上昇している。また、12月には灘側で水温が1℃以上低下するが、沖側ではその下降幅は小さく、逆にT6、T7は12月にも水温が上昇している(表2)。このような現象の差異が第2主成分に現れているものと思われた。

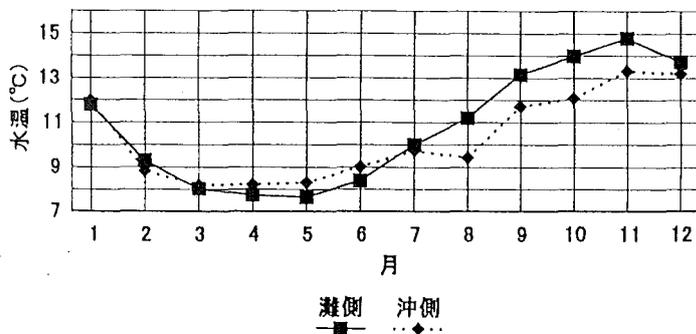


図6 第2主成分で区分された海域の水溫経過

第1、2主成分とも年周期変動を示すことから、第2主成分は両成分の合成で、位相伝搬成分であることも考えられ、正の領域で第2主成分の振幅の大きい沖側(水深400~1,000m以深)は、

負の領域に比べ少し遅れて最高水温を示す傾向があることも考えられる。しかし、8月に水温が一旦下降する現象については、前報で松本も指摘しているが、考察までは至らなかった。また、第3主成分は寄与率が極めて低いため考察から除外する。

今回の解析は、本解析ソフトの習熟や海洋学的な解釈を容易にできるように、月平均値からの変動（季節変動）特性の把握に重点が置かれた。今後は、偏差データを用い経年変動の傾向、その変動要因と周期性について解析予定である。

要 約

本県沿岸定線100m深水温と定地水温データから、本県沿岸域の地理的区分、平年的な季節変動等を明らかにするため、クラスター分析、主成分分析を行った。

1. クラスター分析

100m深水温と定地水温に大きく分類され、100m深水温では親潮の影響を受けやすいU7と他13点に、定地水温では小名浜、大熊と内湾性の河口部に位置する相馬に分類された。

2. 主成分分析（100m深水温のみ）

寄与率は、第1主成分が95.1%、第2主成分が2.7%、第3主成分が0.8%であった。

第1主成分は、本県沿岸域全体の季節変動を示した（最低水温：4～5月、最高水温：11月）。比較的水深の浅い沿岸部から県北のやや沖側は陸地の影響等により変動が大きいことが窺われた。

第2主成分は、塩屋崎沖25海里～鶴ノ尾崎沖40海里付近が負、それより沖側が正のシーズン変動を示し、主成分スコアは8月に最低、1月に最高となった。両海域の水温変動傾向に差異があり、また、第1主成分との合成による位相伝搬が起きている可能性が示唆された。

解析全般にわたりご指導いただいた東北区水産研究所伊藤進一氏に謝意を表します。

文 献

- 1) 松本育夫：福島県沿岸の水温データ解析－I、福島水試研報、第8号、pp59-67(1999).
- 2) 伊藤進一、横内克己：東北海区沿岸定線100m水温および定地水温の季節変動特性について、第7回オキアミ資源研究会議及び平成10年度第1回分析検討会議報告書、印刷中.
- 3) 石井勇：福島県の沿岸海況－I、福島水試研報、第3号、pp11-16(1975).