

青森県太平洋側沿岸定線100m深水温及び 定地水温の変動特性について

佐藤 晋一

Change of temperature property in the Pacific offshore of Aomori Prefecture, Japan

Shinichi Sato

はじめに

本県太平洋沖合海域は津軽海峡から津軽暖流が張り出し、北海道襟裳岬沖からは親潮が南下し、また、南方からは黒潮起源の暖水の張り出しや暖水塊が北上してくることもあり水塊配置が複雑に変化する海域である。

水温の季節変動は海面での熱交換のみによるのではなく、津軽暖流、親潮、黒潮系暖水等の水塊配置の変化によっても引き起こされる。したがって、これらによって引き起こされる水温の季節変動パターンやその要因を明らかにし、また、経年変動パターンを明らかにすることを目的として解析を行った。また、100m深水温水平分布図や水温・塩分鉛直断面図を用いた事例解析、東北海区

全体の100m深水温偏差水平分布を用いたコンボジット解析及びスペクトル解析を行った。さらに、クラスター解析を用いた類似年の抽出と主成分を用いた水温予測について検討を行ったので、その結果を報告する。

なお、本報告は平成9年度から12年度の漁海況分析検討会議において、東北区水産研究所の指導で東北ブロック各県が解析を行ったもののうち、本県分についてとりまとめたものである。

材料及び方法

- ・定地水温データは図1に示すように八戸の月平均値を用いた。期間は1964年1月から2000年12月であった。
- ・沖合の観測資料については、1963年9月から2000年12月までに青森県水産試験場が行った海洋観測資料のうち、100m層の水温のみを用いた。しかし、欠測が多く解析に耐えないと思われるため、定点を現在の観測点を参考に絞り込み、両側のデータがある定点については線形補間をした。さらに、①東北海区漁場海況概報（1964～1980年合本版）②東北海区漁場海況概報（1981～1990年合本版）③東北海区漁場海況概報（1992～1997年）④東北水研資料（1998～2000年）を参考に、100m層水温分布図から水温値を読みとって、データ補間をした。

観測点は尻屋線（北緯41度26分）10点、出戸線（北緯41度00分）6点、鯨角線（北緯40度32

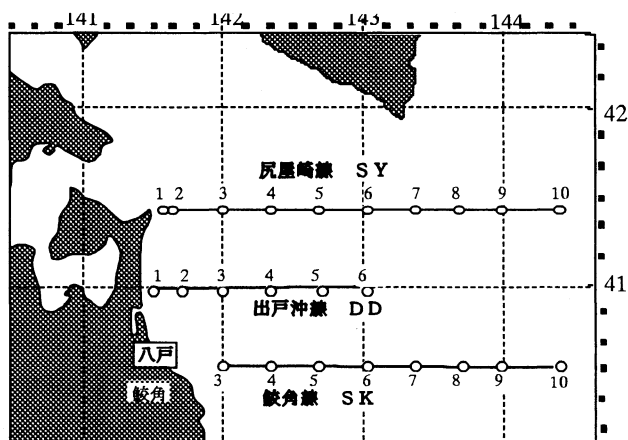


図1 定地水温測定地点と海洋観測点図

SY：尻屋線（41-26N） DD：出戸線（41-00N）
SK：鯨角線（40-32N）

分) 8 点の計 24 点となった。

- ・季節変動をみるために、クラスター分析及び主成分分析を行った。観測点の緯度経度及び月平均値を計算するのに用いた期間を表 1 に示した。クラスター分析を行う際には、定地水温と沿岸定線 100m 深水温を同時に用いた。このとき、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。

また、主成分分析を行う際には、変動の大きさを反映させるために共分散行列を用いた。この際には沿岸定線 100m 深水温のみを用いた。

- ・経年変動をみる際には、定地水温及び沿岸定線 24 定点の月平均偏差の時系列を用いた。しかし、欠測が多かったため、以下の方法で内挿を行った。

- ① 3.5 カ月以下の間隔で欠損があるときは線形内挿する (欠損が 2 カ月まで)。
- ② ①をやった後で各測点でのデータ取得率を計算し、90%以下の測点を除去する。
- ③ ②の作業で残ったデータのうち、どこかひとつの測点でも欠損がある月は削除する。

このようにして残ったデータは、定地水温 1 カ所及び沿岸定線 100m 深水温 22 定点の 1964 年 5 月以降 2000 年 12 月分となった (表 2)。

主成分分析を行う際には、変動の大きさを反映させるために共分散行列を用いた。

- ・沿岸定線 100m 深水温水平分布を用いた事例解析には、東北水研でとりまとめた各年・各月の 100m 深水温水平分布図を用いて検討した。

沿岸定線鉛直断面図を用いた事例解析には、本県の海洋観測資料を用いて尻屋線 (北緯 41 度 26 分) 及び鮫角線 (北緯 40 度 32 分) の水温・塩分鉛直断面図を作成し、検討した。

東北海区の 100m 深水温偏差水平分布を用いたコンボジット解析では、茨城県から青森県の太平洋沿岸各県の海洋観測データの年平均偏差値を使用した。各主成分のスコアの絶対値が標準偏差値以上の期間について偏差データを平均して偏差の合成図を作成した。

- ・スペクトル解析ではまず、各主成分の自己相関を算出して、その持続期間と周期性を検討した。

表 1 季節変動解析に用いた定地水温及び沿岸定線 100m 深水温の観測点及び年平均値の計算に用いた期間

Station	Latitude	Longitude	Start Month	End Month	Depth(m)
HATINH	40.55	141.55	1964.01	2000.12	0
SY1	41.43	141.58	1964.04	2000.12	100
SY2	41.43	141.67	1963.09	2000.12	100
SY3	41.43	142.00	1963.09	2000.12	100
SY4	41.43	142.33	1963.09	2000.12	100
SY5	41.43	142.67	1963.09	2000.12	100
SY6	41.43	143.00	1963.09	2000.12	100
SY7	41.43	143.33	1963.09	2000.12	100
SY8	41.43	143.67	1964.01	2000.12	100
SY9	41.43	144.00	1964.05	2000.12	100
SY10	41.43	144.33	1964.05	2000.12	100
DD1	41.00	141.50	1964.04	2000.12	100
DD2	41.00	141.75	1963.09	2000.12	100
DD3	41.00	142.00	1963.09	2000.12	100
DD4	41.00	142.33	1963.09	2000.12	100
DD5	41.00	142.67	1963.09	2000.12	100
DD6	41.00	143.00	1963.09	2000.12	100
SK3	40.53	142.00	1963.09	2000.12	100
SK4	40.53	142.33	1963.09	2000.12	100
SK5	40.53	142.67	1963.09	2000.12	100
SK6	40.53	143.00	1963.09	2000.12	100
SK7	40.53	143.33	1963.09	2000.12	100
SK8	40.53	143.67	1964.04	2000.12	100
SK9	40.53	144.00	1964.05	2000.12	100
SK10	40.53	144.33	1964.05	2000.12	100

表 2 経年変動解析に用いた定地水温及び沿岸定線 100m 深水温の観測点及び期間

Station	Latitude	Longitude	Start Month	End Month	Depth(m)
HATINH	40.55	141.55	1964.05	2000.12	0
SY1	41.43	141.58	1964.05	2000.12	100
SY2	41.43	141.67	1964.05	2000.12	100
SY3	41.43	142.00	1964.05	2000.12	100
SY4	41.43	142.33	1964.05	2000.12	100
SY5	41.43	142.67	1964.05	2000.12	100
SY6	41.43	143.00	1964.05	2000.12	100
SY7	41.43	143.33	1964.05	2000.12	100
SY8	41.43	143.67	1964.05	2000.12	100
SY9	41.43	144.00	1964.05	2000.12	100
SY10	41.43	144.33	1964.05	2000.12	100
DD2	41.00	141.75	1964.05	2000.12	100
DD3	41.00	142.00	1964.05	2000.12	100
DD4	41.00	142.33	1964.05	2000.12	100
DD5	41.00	142.67	1964.05	2000.12	100
DD6	41.00	143.00	1964.05	2000.12	100
SK3	40.53	142.00	1964.05	2000.12	100
SK4	40.53	142.33	1964.05	2000.12	100
SK5	40.53	142.67	1964.05	2000.12	100
SK6	40.53	143.00	1964.05	2000.12	100
SK7	40.53	143.33	1964.05	2000.12	100
SK8	40.53	143.67	1964.05	2000.12	100
SK9	40.53	144.00	1964.05	2000.12	100

さらに、フーリエ解析により周期性を検討した。

- ・クラスター解析を用いた類似年の抽出にあたっては、ユークリッド平方距離を用いた最長距離法によりクラスターを決定した。

データセットの作成に際してはデータが 60%

に満たない観測点を削除し、次に、データが60%に満たない年を削除した。

・主成分を用いた水温予測を行う際には、欠測のない連続データが得られた95年3月以降をデータとした。

主成分分析を行う際には、共分散行列を用いた。主成分スコアの自己回帰予測はARIMAの方法により、自己回帰の次数は9とした。

スコアの予測値から各点における水温偏差値を算出し、rms誤差により予測精度を検証した。

結 果

1 地点別・月別平均値

定地水温及び海洋観測資料を使用して、各点・各月ごとの平均水温を算出した(表3)。

水温は岸側の点で高い傾向があった。月別に

みると、尻屋線及び出戸線の沿岸側では10月にピークがみられ、鮫角線では11月にピークがみられた。八戸の定地水温では8月にピークがみられた。

水温が最も低いのは、八戸の定地水温では2月であった。沖合の観測点では主に3月または4月に極小値がみられた。

2 原データの相関行列

海洋観測及び定地水温資料についての相関行列を作成して表4に示した。高い相関がみられた(0.9以上)のは、①尻屋線の沿岸側の隣り合う点(1と2, 1と3, 2と3, 3と4, 4と5)②出戸線の4と5③鮫角線の7と8, 9と10であった。全般には同一定線上の近接した観測点間の相関が高くなっていた。次に相関の高かった(0.8以上)のは、尻屋線の1～5, 7～10, 出戸線の1～4, 鮫角線の5～9, 尻屋線

表3 地点別・月別平均値

Month	SY1	SY2	SY3	SY4	SY5	SY6	SY7	SY8	SY9	SY10	DD1	DD2	DD3	DD4	DD5	DD6	SK3	SK4	SK5	SK6	SK7	SK8	SK9	SK10	八戸
1	8.87	8.72	7.46	6.56	5.37	5.21	4.95	3.39	3.44	3.77	8.80	8.88	8.35	6.86	6.23	5.14	9.31	7.80	6.42	6.22	5.94	5.80	7.93	8.10	6.40
2	7.40	7.19	6.10	5.54	4.78	3.87	3.04	3.03	3.48	4.00	7.46	6.82	6.44	5.29	4.40	4.14	6.84	5.37	5.10	4.78	4.82	5.11	4.86	5.10	5.43
3	7.23	6.23	4.94	4.46	4.42	3.73	3.21	3.18	3.11	3.22	6.65	6.12	5.52	4.99	4.47	3.67	6.34	5.01	4.49	4.15	3.89	4.45	4.65	4.65	5.85
4	7.28	6.96	5.37	4.64	4.96	4.60	3.32	2.47	2.87	2.88	7.10	6.86	6.07	5.39	4.29	4.29	6.68	5.19	4.64	4.05	4.27	4.42	4.76	4.97	7.76
5	8.58	8.36	6.47	5.60	5.13	4.84	4.01	3.48	3.60	3.77	8.26	7.98	7.11	5.92	5.21	4.82	7.57	6.15	5.61	5.18	5.35	5.18	4.91	5.38	11.13
6	10.87	10.51	8.67	7.22	6.83	5.93	4.18	3.60	3.57	3.58	10.04	8.57	8.33	7.43	6.45	5.92	8.98	6.07	5.97	6.23	5.99	5.90	6.21	6.77	13.84
7	12.23	11.69	10.13	9.82	8.52	7.11	5.07	4.41	4.18	4.35	11.03	8.98	9.19	8.88	7.71	6.46	9.47	7.42	6.62	6.20	6.10	6.11	6.04	6.00	17.29
8	15.02	14.25	13.31	12.22	11.65	9.02	5.16	4.42	4.15	4.16	13.57	12.26	12.33	11.73	10.86	7.83	10.02	7.59	6.00	5.74	6.08	6.72	6.97	7.06	20.68
9	15.98	15.77	14.95	14.32	13.34	10.98	7.14	5.49	5.16	4.76	14.16	13.93	13.88	13.25	11.96	9.34	11.53	8.79	7.85	7.47	7.40	7.73	8.03	8.34	20.03
10	16.55	16.51	15.31	14.56	14.23	12.63	8.72	6.51	5.56	5.66	16.00	15.58	15.32	14.61	13.68	11.51	14.05	12.11	10.54	9.52	9.25	9.01	9.01	8.91	16.84
11	15.16	14.89	13.65	13.37	13.22	11.78	9.29	7.12	6.30	5.70	15.62	14.39	14.45	14.18	14.13	13.07	14.00	12.64	12.26	11.03	10.39	10.38	10.80	10.78	12.59
12	12.75	12.83	11.51	10.71	10.48	9.85	8.72	7.48	6.60	6.17	13.05	12.95	12.54	11.55	10.99	9.92	11.79	11.11	11.11	11.12	9.15	8.13	9.31	8.43	9.10

※1～8月：1964～2000年(37年)、9～12月：1963～2000年(38年)

表4 相関行列(原データ)

	SY1	SY2	SY3	SY4	SY5	SY6	SY7	SY8	SY9	SY10	DD1	DD2	DD3	DD4	DD5	DD6	SK3	SK4	SK5	SK6	SK7	SK8	SK9	SK10	八戸
SY1	1.00																								
SY2	0.97	1.00																							
SY3	0.90	0.91	1.00																						
SY4	0.86	0.86	0.93	1.00																					
SY5	0.82	0.81	0.86	0.93	1.00																				
SY6	0.72	0.72	0.76	0.79	0.84	1.00																			
SY7	0.54	0.56	0.54	0.57	0.60	0.74	1.00																		
SY8	0.39	0.41	0.38	0.39	0.39	0.49	0.81	1.00																	
SY9	0.28	0.29	0.28	0.29	0.29	0.37	0.62	0.85	1.00																
SY10	0.26	0.26	0.24	0.24	0.22	0.28	0.52	0.70	0.86	1.00															
DD1	0.87	0.88	0.81	0.77	0.71	0.69	0.58	0.44	0.36	0.34	1.00														
DD2	0.78	0.80	0.75	0.70	0.64	0.58	0.55	0.43	0.36	0.35	0.84	1.00													
DD3	0.82	0.82	0.83	0.79	0.73	0.63	0.49	0.35	0.26	0.24	0.81	0.89	1.00												
DD4	0.82	0.81	0.84	0.87	0.83	0.72	0.50	0.32	0.24	0.20	0.76	0.74	0.88	1.00											
DD5	0.77	0.76	0.80	0.86	0.85	0.77	0.57	0.37	0.26	0.21	0.72	0.66	0.77	0.91	1.00										
DD6	0.68	0.68	0.67	0.71	0.73	0.76	0.71	0.56	0.43	0.34	0.68	0.60	0.64	0.73	0.82	1.00									
SK3	0.73	0.75	0.68	0.65	0.61	0.58	0.53	0.43	0.30	0.26	0.80	0.73	0.73	0.67	0.62	0.62	1.00								
SK4	0.58	0.60	0.55	0.58	0.56	0.56	0.55	0.47	0.36	0.33	0.66	0.62	0.64	0.66	0.64	0.66	0.77	1.00							
SK5	0.53	0.54	0.52	0.54	0.55	0.59	0.61	0.52	0.37	0.33	0.56	0.50	0.52	0.58	0.64	0.70	0.62	0.79	1.00						
SK6	0.48	0.49	0.48	0.48	0.52	0.59	0.64	0.55	0.42	0.33	0.51	0.46	0.43	0.47	0.57	0.70	0.53	0.62	0.81	1.00					
SK7	0.46	0.45	0.43	0.44	0.45	0.55	0.66	0.60	0.51	0.40	0.50	0.42	0.38	0.39	0.47	0.66	0.48	0.51	0.66	0.84	1.00				
SK8	0.44	0.42	0.41	0.42	0.43	0.49	0.61	0.59	0.53	0.41	0.47	0.42	0.37	0.37	0.44	0.61	0.44	0.47	0.57	0.70	0.90	1.00			
SK9	0.42	0.39	0.40	0.42	0.43	0.47	0.58	0.55	0.52	0.40	0.45	0.42	0.39	0.38	0.43	0.57	0.44	0.43	0.48	0.59	0.74	0.87	1.00		
SK10	0.39	0.38	0.37	0.38	0.37	0.41	0.54	0.52	0.51	0.43	0.43	0.40	0.37	0.36	0.38	0.51	0.43	0.42	0.43	0.52	0.62	0.75	0.90	1.00	
八戸	0.79	0.76	0.72	0.68	0.61	0.51	0.32	0.24	0.19	0.17	0.65	0.57	0.59	0.59	0.53	0.41	0.47	0.30	0.22	0.21	0.25	0.26	0.24	0.25	1.00

表5 相関行列 (年間偏差データ)

	SY1	SY2	SY3	SY4	SY5	SY6	SY7	SY8	SY9	SY10	DD1	DD2	DD3	DD4	DD5	DD6	SK3	SK4	SK5	SK6	SK7	SK8	SK9	SK10	八戸
SY1	1.00																								
SY2	0.80	1.00																							
SY3	0.40	0.48	1.00																						
SY4	0.27	0.27	0.67	1.00																					
SY5	0.24	0.22	0.49	0.78	1.00																				
SY6	0.15	0.13	0.34	0.45	0.60	1.00																			
SY7	0.05	0.09	0.08	0.16	0.25	0.54	1.00																		
SY8	0.03	0.04	0.01	0.03	0.04	0.24	0.73	1.00																	
SY9	0.01	0.00	0.00	0.01	0.03	0.17	0.54	0.83	1.00																
SY10	0.03	0.02	-0.02	-0.02	-0.03	0.09	0.42	0.66	0.84	1.00															
DD1	0.35	0.41	0.16	0.03	-0.05	0.12	0.10	0.15	0.18	0.18	1.00														
DD2	0.23	0.32	0.21	0.04	-0.07	-0.06	0.11	0.14	0.15	0.18	0.48	1.00													
DD3	0.23	0.31	0.38	0.28	0.14	0.01	-0.06	-0.02	-0.02	0.00	0.28	0.66	1.00												
DD4	0.24	0.24	0.45	0.54	0.45	0.25	-0.02	-0.09	-0.07	-0.08	0.10	0.21	0.59	1.00											
DD5	0.22	0.19	0.39	0.61	0.60	0.43	0.16	0.03	-0.01	-0.04	0.04	0.04	0.33	0.73	1.00										
DD6	0.18	0.18	0.23	0.34	0.42	0.50	0.45	0.38	0.27	0.18	0.14	0.05	0.11	0.34	0.59	1.00									
SK3	0.20	0.23	0.05	-0.01	-0.05	-0.02	0.06	0.13	0.08	0.06	0.39	0.32	0.25	0.09	-0.01	0.07	1.00								
SK4	0.10	0.15	0.07	0.13	0.11	0.13	0.19	0.23	0.18	0.16	0.24	0.22	0.24	0.30	0.26	0.28	0.50	1.00							
SK5	0.17	0.12	0.13	0.19	0.20	0.29	0.33	0.32	0.19	0.16	0.12	0.06	0.07	0.22	0.34	0.42	0.23	0.60	1.00						
SK6	0.15	0.09	0.14	0.15	0.25	0.38	0.44	0.39	0.27	0.19	0.07	0.05	-0.02	0.07	0.30	0.50	0.13	0.35	0.68	1.00					
SK7	0.12	0.07	0.09	0.11	0.14	0.32	0.50	0.48	0.42	0.30	0.12	0.04	-0.06	-0.02	0.15	0.47	0.12	0.23	0.47	0.77	1.00				
SK8	0.09	0.04	0.07	0.10	0.11	0.26	0.46	0.47	0.44	0.32	0.11	0.07	-0.03	0.00	0.12	0.42	0.11	0.22	0.38	0.60	0.86	1.00			
SK9	0.05	-0.01	0.06	0.11	0.13	0.22	0.41	0.42	0.43	0.31	0.09	0.08	0.01	0.02	0.13	0.37	0.12	0.16	0.25	0.45	0.66	0.83	1.00		
SK10	-0.01	-0.01	0.02	0.07	0.06	0.16	0.38	0.41	0.44	0.37	0.09	0.09	0.03	0.02	0.08	0.30	0.14	0.18	0.22	0.37	0.51	0.68	0.87	1.00	
八戸	0.27	0.33	0.22	0.17	0.09	0.05	0.16	0.20	0.23	0.25	0.34	0.37	0.20	0.15	0.15	0.22	0.24	0.18	0.17	0.12	0.10	0.11	0.14	0.17	1.00

の1～5と出戸線の1～5などであった。負の相関はみられなかった。

3 年間偏差の相関行列

同様に年間偏差についての相関行列を作成した(表5)。相関が高かった(0.8以上)のは尻屋線の1と2, 8～10, 鮫角線の7～10であった。次に相関の高かった(0.7以上)のは, 尻屋線の4と5及び7と8, 出戸線の4と5, 鮫角線の6と7などであった。

4 季節変動のクラスター分析

クラスター分析によって得られたデンドログラムを図2に示した。図3にはクラスターの地理的な分布を示した。この結果では4個のクラスターに分類された。一つ目は尻屋から出戸にかけての距岸60マイルまでの海域で津軽暖流の影響の及ぶ海域と考えられた。二つ目は尻屋線の東経143度30分から144度30分の海域, 三つ目は尻屋線の142度50分から143度30分及び鮫角線の142度10分から144度30分で親潮第1分枝の影響を受ける海域, 最後は鮫角沖の最も沿岸の点となった。

5 季節変動の主成分分析

主成分分析によって得られた第1～第3まで

の主成分の水平分布を図4に示した。また, 図5には第1～第3までの主成分の季節変動を示すスコアを示した。主成分分析では沿岸定線100m深水温のみを用いた。その結果算出された主成分の寄与率は第1主成分が93.59%, 第2主成分が4.94%, 第3主成分が0.55%となり, 変動の大部分が第1主成分で説明できる結果となった。また, 第1及び第2主成分だけで98.5%の寄与率となり, 第3主成分以降はあまり寄与しないことがわかった。

第1主成分の特徴は領域全体の符号が正であることで, 全体の水温が同時に変化する変動を示していた。その時間変動は3月に水温が最低, 10月に最高となり, 津軽暖流域の特徴を示していた。

第2主成分は正の符号を持つ海域と負の符号を持つ海域が存在することを示した。負の符号を持つ海域は主に津軽暖流域で, その他は正の符号であった。主成分スコアは12月に最高, 8月に最低となった。第2主成分は親潮域またはその沖側の海域で, 他の海域と比較して相対的に1～6月に水温が高くなり, 8～12月に水温が低くなる変動を示している。

第3主成分をみると, 142度30分から144度にかけての海域は負の符号, それ以外は正の符号

青森県太平洋側沿岸定線100m深水温及び定地水温の変動特性について

DISTANCE METRIC IS EUCLIDEAN DISTANCE
SINGLE LINKAGE METHOD (NEAREST NEIGHBOR)

TREE DIAGRAM

DISTANCES

5.000

B

C

A

D

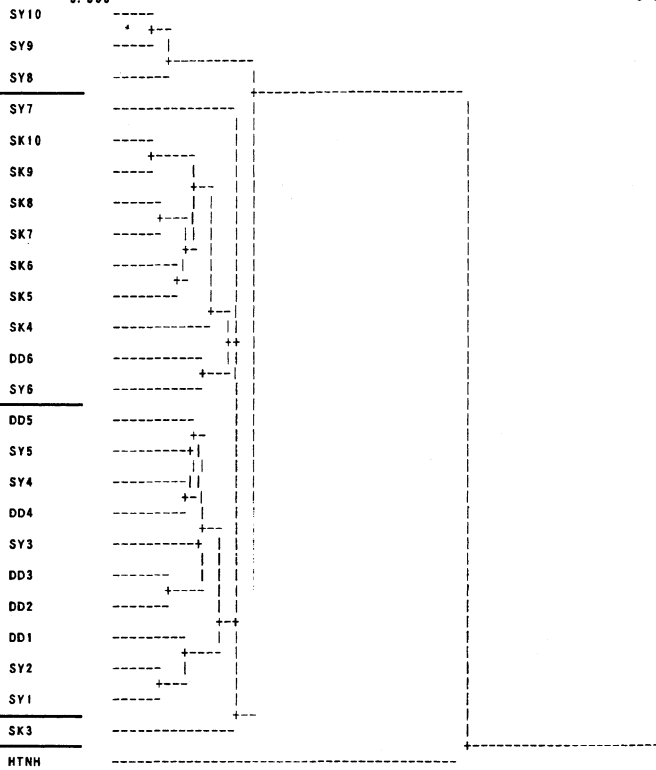


図2 定地水温及び沿岸定線100m深水温の月平均値の
クラスター分析によって得られたデンドログラム
(沖合の海域は4個のクラスターに分類された)

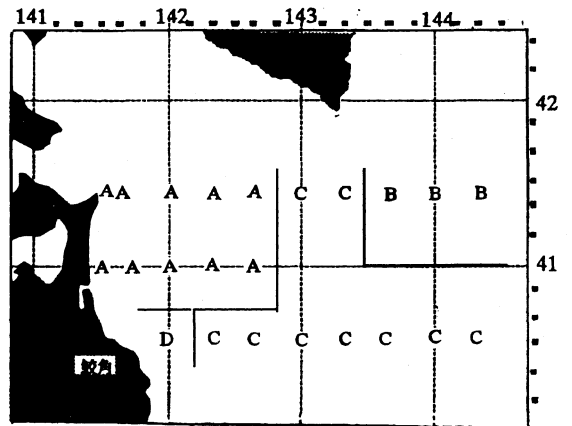


図3 図2のクラスター分析によって分類さ
れたグループの地理的分布

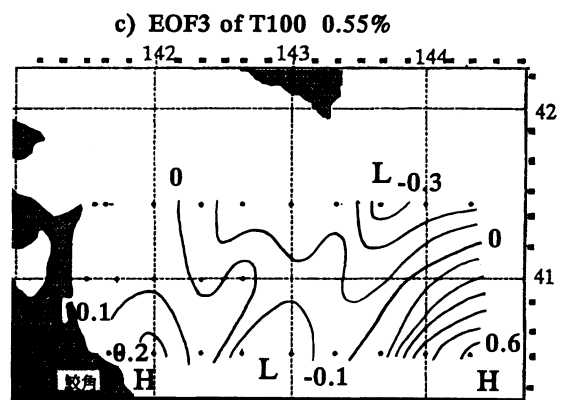
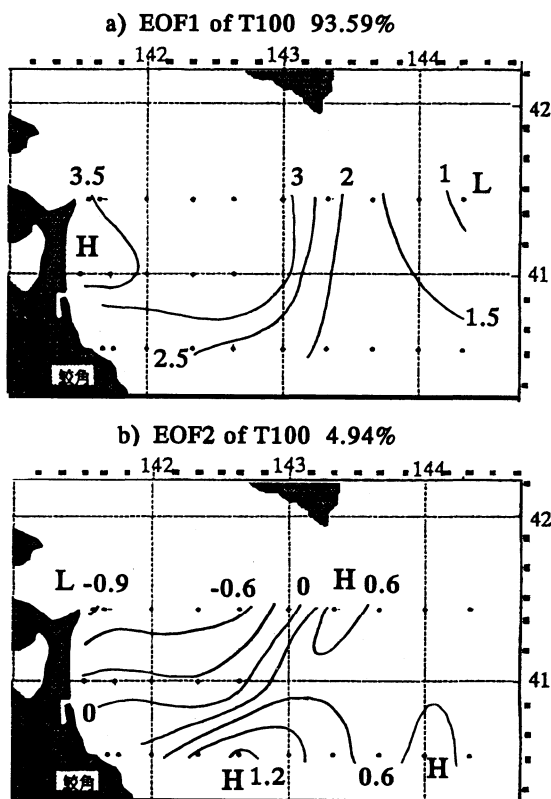
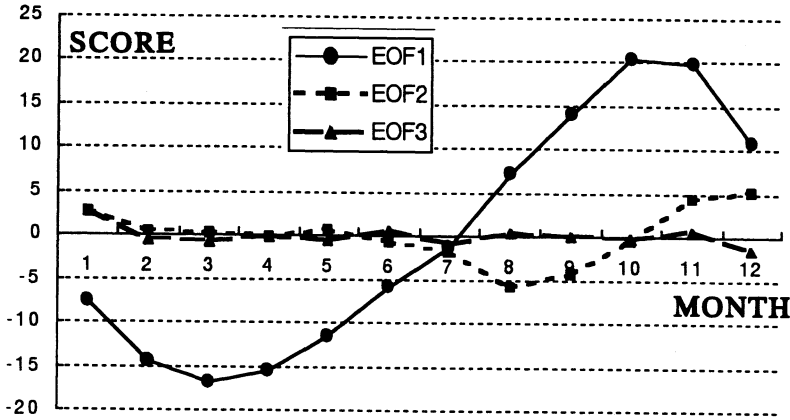


図4 沿岸定線100m深水温の月平均値のみを用い
た主成分分析によって得られた主成分

- a) 第1主成分
- b) 第2主成分
- c) 第3主成分



●印が第1主成分, ■印が第2主成分, ▲印が第3成分のスコア。第1主成分は3月に最低, 10月に最高となる。第2主成分は8月に最低, 12月に最高となる。

図5 図4の主成分スコアの時系列

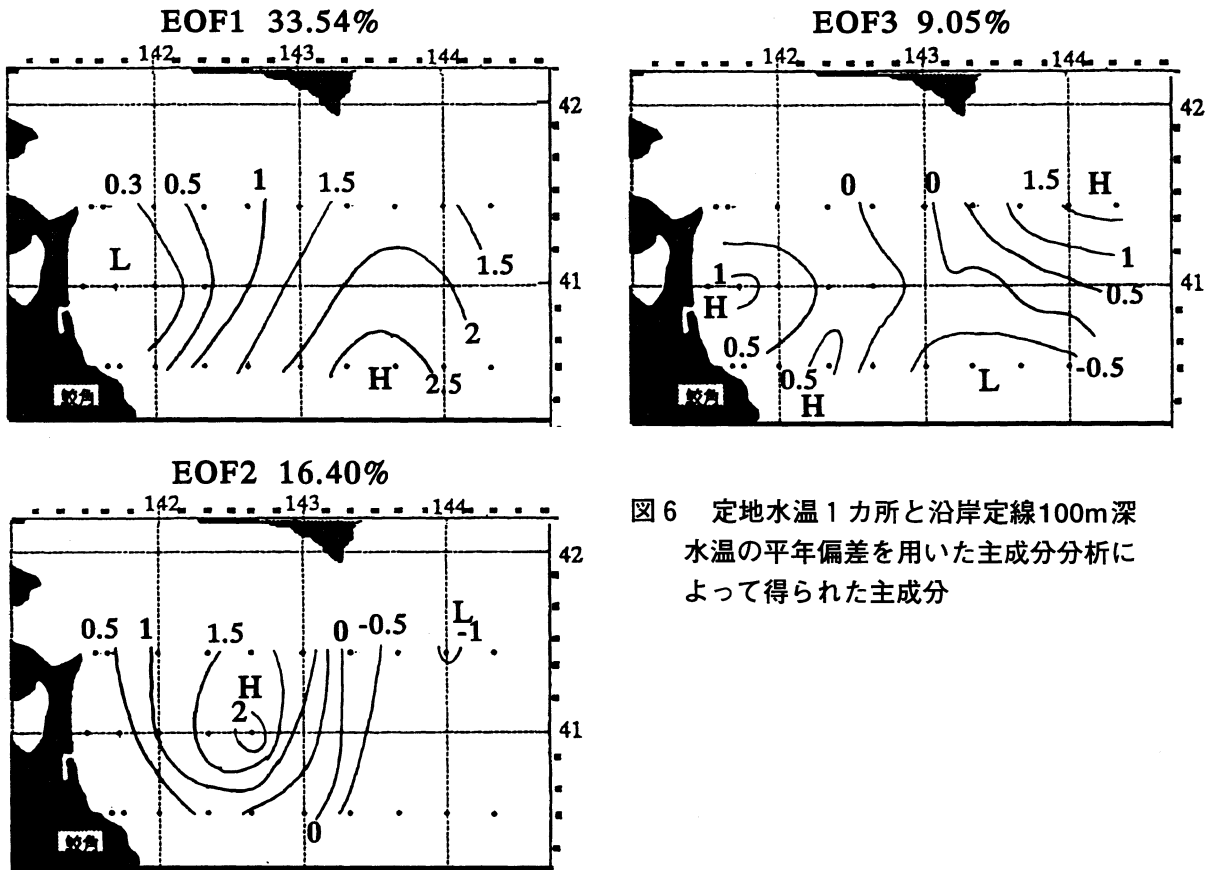


図6 定地水温1カ所と沿岸定線100m深水温の平年偏差を用いた主成分分析によって得られた主成分

となった。第1及び第2主成分が年周期の変動を示したのに対し、第3主成分にはきわだった周期はみられなかった。

6 経年変動の主成分

主成分分析によって得られた経年変動の第1～第3までの主成分を図6に示した算出された主成分の寄与率は第1主成分が33.54%, 第2主

成分が16.40%, 第3主成分が9.05%となった。

寄与率は季節変動をみたときのように第1主成分が特に大きいということではなく、第3主成分までを合わせても59%であった。

第1主成分は符号がすべて正で、全体変動を表していた。振幅の値は沖合側の南側を中心に高くなっていた。このため、沖合側のこの領域は親潮による変動の影響が大きい海域と思われた。

表6 年偏差の相関行列

	K北限	O1緯度	O1経度	O1-5緯度	O1-5経度	津軽暖流100m層最高水温
EOF(1)	0.05	0.45	0.30	0.33	0.33	0.21
EOF(2)	-0.04	-0.14	-0.03	0.08	0.05	0.25
EOF(3)	0.04	0.06	0.02	0.11	-0.05	0.10

- ・「K北限」は近海黒潮の北限緯度
「O1緯度」は親潮第1分枝先端の緯度 「O1経度」は親潮第1分枝先端の経度
「O1-5緯度」は親潮第1分枝出現水域の5℃以下の水の南限緯度
「O1-5経度」は親潮第1分枝出現水域の5℃以下の水の南限経度（いずれも東北水研資料）
- ・「津軽暖流の100m層最高水温」は青森水試資料

第2主成分は出戸線の中央部を中心とした沿岸部分の値が高くなっていた。このため、第2主成分は津軽暖流による変動の影響を示すものと考えられた。

第3主成分は領域の中央部が負の値となっており、沿岸部と沖合部に正の値がみられた。このため、沿岸部は津軽暖流水による影響が、沖合は暖水塊等の影響を示すものと考えられた。

7 経年変動の主成分スコアの時系列

経年変動の主成分スコアの時系列について、各主成分ごとに親潮、黒潮、津軽暖流等の指標と比較してみた。第1主成分は親潮の影響が大きいとしたが、東北水研の「親潮第1分枝の先端緯度」の資料と比較してみたところ、比較的高い相関がみられた。「近海の黒潮北限緯度（東北海区）」の偏差との相関はほとんどみられなかった（表6参照）。

第2主成分は津軽暖流の影響が大きいとした。青森水試の「津軽暖流の流勢指標（100m深最高水温）」の偏差との相関はわずかにみられる程度であった。東北水研の「親潮第1分枝の先端緯度経度」や「親潮第1分枝出現水域における100m深5℃（連なる冷水も含む）の先端緯度経度」の資料とは、ほとんど相関はみられなかった。第3主成分は沿岸は津軽暖流水、沖合は暖水塊の影響が大きいとしたが、「津軽暖流の流勢指標（100m深最高水温）」との相関は低く、他にもめだった相関

はみられなかった。

8 主成分スコアの13カ月移動平均

季節変動を除去して変動を見やすくするため、主成分スコアの13カ月移動平均を計算して図7に示した。第1主成分は1964～2000年の期間では低下傾向を示していた。最近の変動をみると92年中盤及び98年当初に底を打ち、96年後半及び99年後半にピークをみせていた。

第2主成分は80年代から90年代前半にかけて大きな変動をみせた。最近では99年中盤以降上

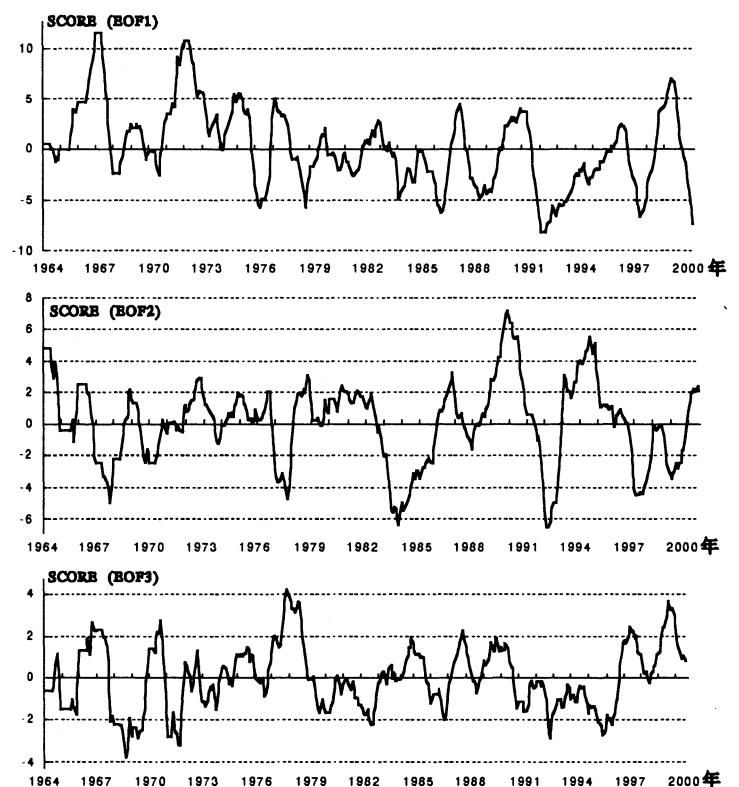


図7 経年変動の主成分スコアの13カ月移動平均

昇の傾向を示していた。

第3主成分は比較的短い周期で変動しており、2000年に入ってから上昇の傾向を示していた。

9 主成分スコアの自己相関

主成分スコアの自己相関を図8に示した。第1主成分では2.7年(32カ月)程度の周期がみられた。また、その正数倍にあたる5.3年(64カ月)、8.3年(99カ月)にも有意な周期がみられた。第2主成分では有意な周期はみられなかったが、2.9年(35カ月)程度の負の相関がみられた。第3主成分でも有意な周期はみられなかったが、4.8年(57カ月)程度の負の相関がみられた。

10 沿岸定線100m深水温水平分布を用いた事例解析

主成分スコアの13カ月移動平均のグラフ(図7)から、第1主成分のスコアが正(負)の大きな値をとり他の主成分スコアが0に近い時期、すなわち第1主成分の特徴が際だっている時期

を読みとった。第2、第3主成分についても同様の操作を行い、表7のような結果を得た。

第1主成分の正の特徴が際だっている時期として1972年と1987年、負の特徴が際だっている時期として1976年と1988年がみいだされた。同じ9月でみると72、87年は三陸沖に大きな暖水塊が分布していた。また、76、88年では親潮の南下が広く、強勢であった。いずれも津軽暖流は渦モードで強勢であり、正の時期は全体に水温が高く、負の時期は親潮域で広く低水温が分布していた(図9事例①参照)。

第2主成分の正の特徴が際だっている時期としては1981年が、負の特徴が際だっている時期としては1984年がみいだされた。同じ3月でみると81年は親潮域の低水温が際だっていたのに対し、84年は親潮域に限らず全体に低水温で、親潮の分布が不明瞭となっていた。第2主成分の特徴は親潮第1分枝の分布域がその他の海域に対して低水温のときに現れるものと思われた(図10事例②参照)。

第3主成分の正の特徴が際だっている時期として2000年が、負の特徴が際だっている時期として1969年がみいだされた。同じ3月でみると、2000年は津軽暖流域と沖合に暖水が分布していた。69年は津軽暖流と沖合の暖水塊が接続するかっこうとなっていた。このため第3主成分は津軽暖流と沖合の暖水塊が接続せず、その間に冷水が分布しているときにその特徴が現れるものと思われた(図11事例③参照)。

11 沿岸定線鉛直断面図を用いた事例解析

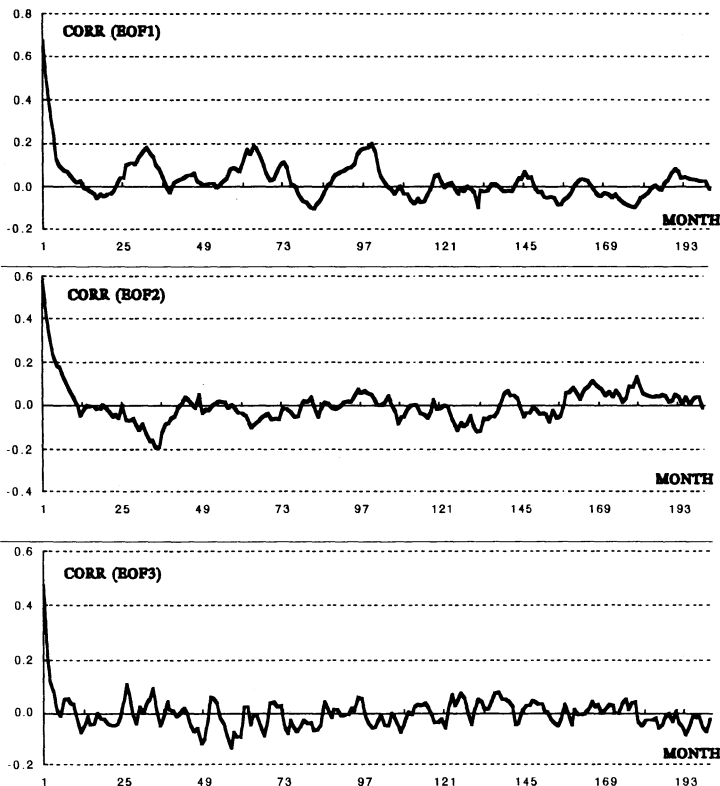


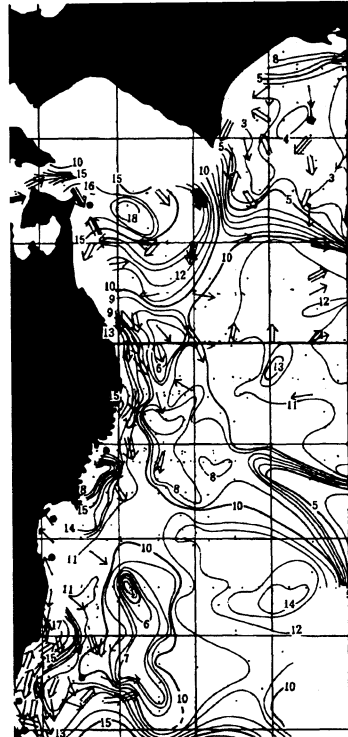
図8 主成分スコアの自己相関

表7 各主成分が特徴的な時期

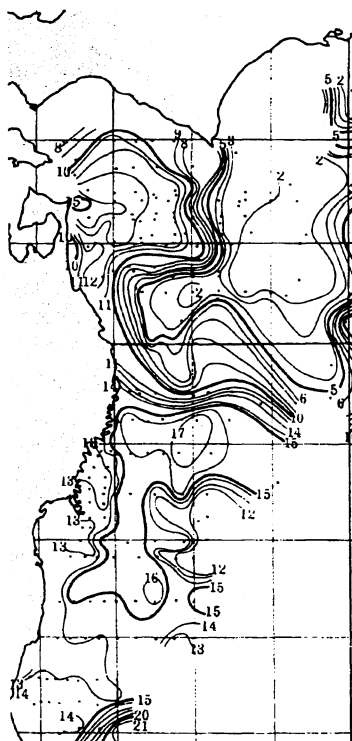
	第1主成分	第2主成分	第3主成分
正	1972年7月 1987年10月	1981年4月	2000年4月
負	1976年7~10月 1988年9~11月	1983年10月~84年3月	1969年1月



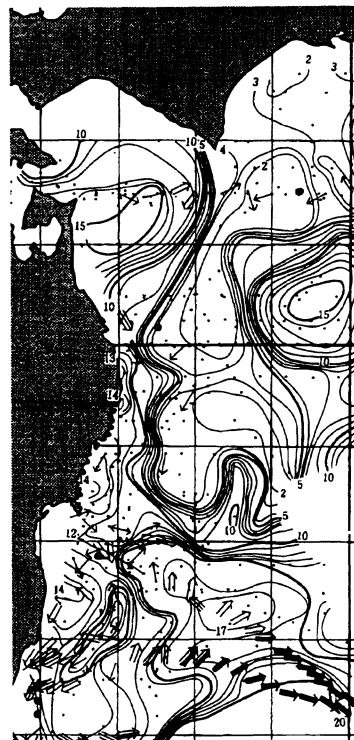
72年9月 (EOF1+)



87年9月 (EOF1+)



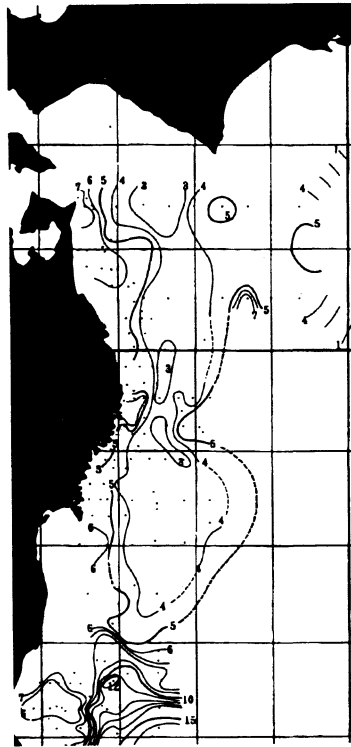
76年9月 (EOF1-)



88年9月 (EOF1-)

図9 事例 ①

第1主成分が支配的(正)な例 72年及び87年の9月(上段)
 第1主成分が支配的(負)な例 76年及び88年の9月(下段)



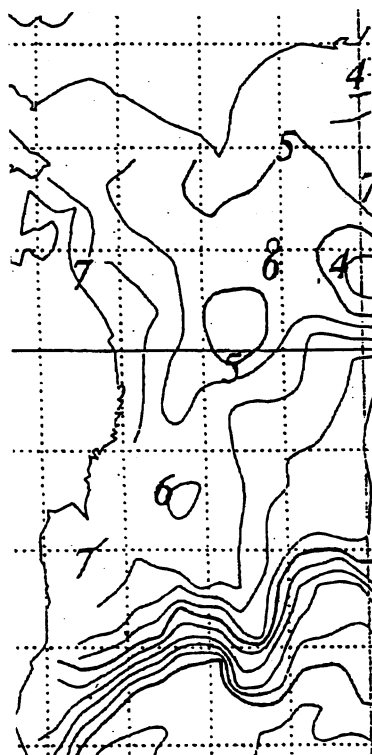
81年3月 (EOF2+)



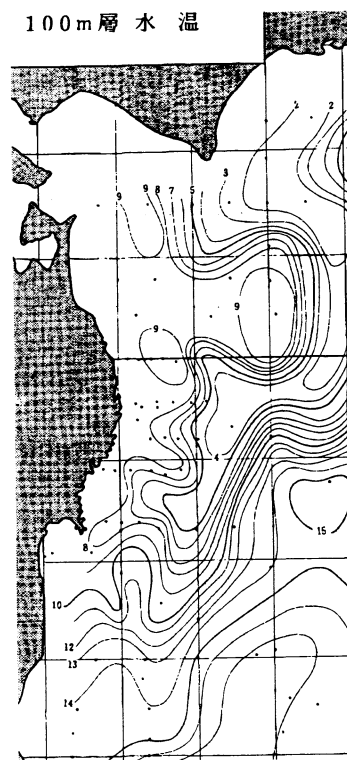
84年3月 (EOF2-)

図10 事例 ②

第2主成分が支配的な例 81年の3月(正)と84年の3月(負)



2000年3月 (EOF3+)



69年3月 (EOF3-)

図11 事例 ③

第3主成分が支配的な例 2000年の3月(正)と69年の3月(負)

青森県太平洋側沿岸定線100m深水温及び定地水温の変動特性について

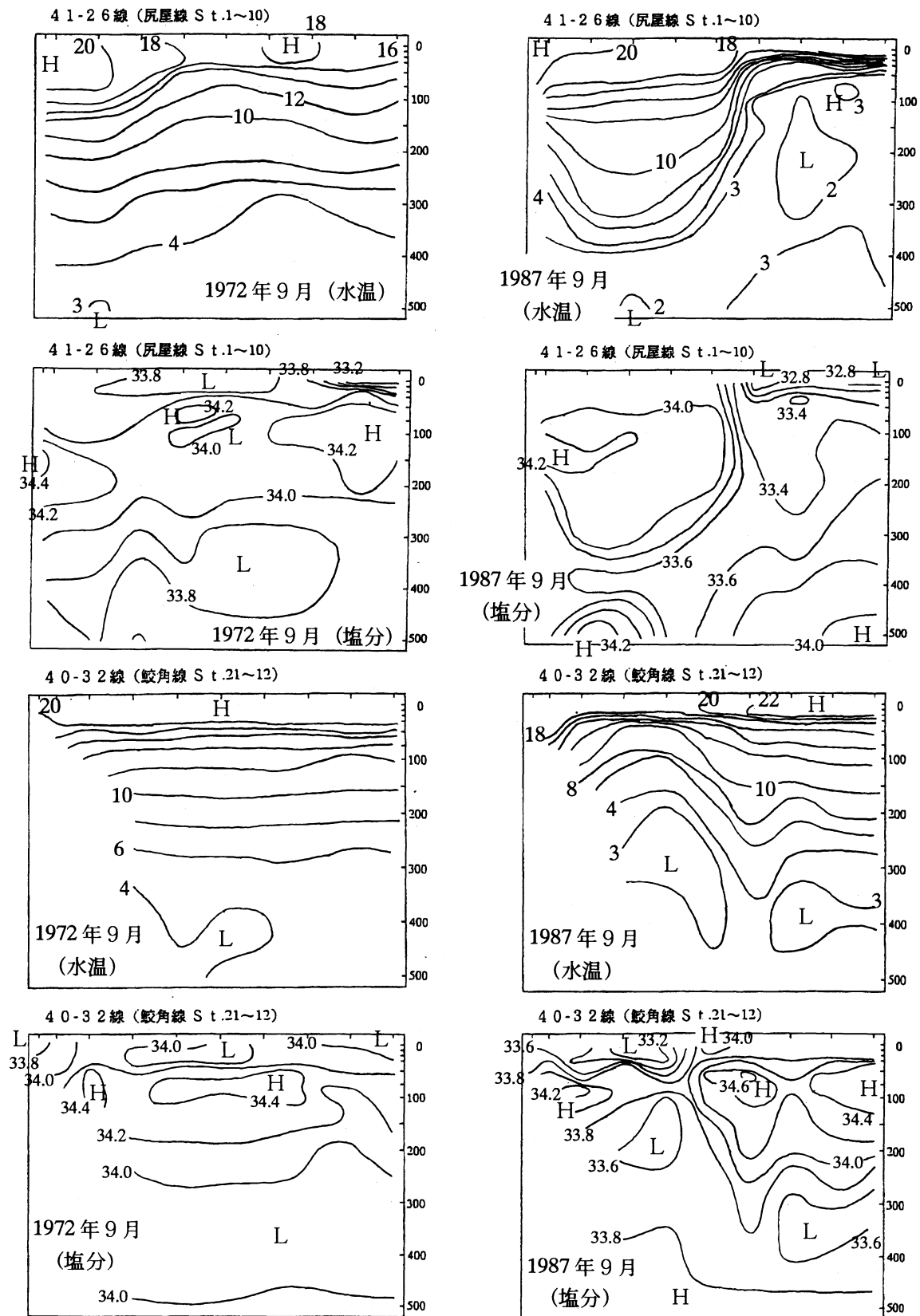


図12-1 沿岸定線鉛直断面図を用いた事例解析 ① (尻屋線及び鮫角線)

第1主成分が支配的 (正) な例 1972年9月 (左列) 及び1987年9月 (右列)

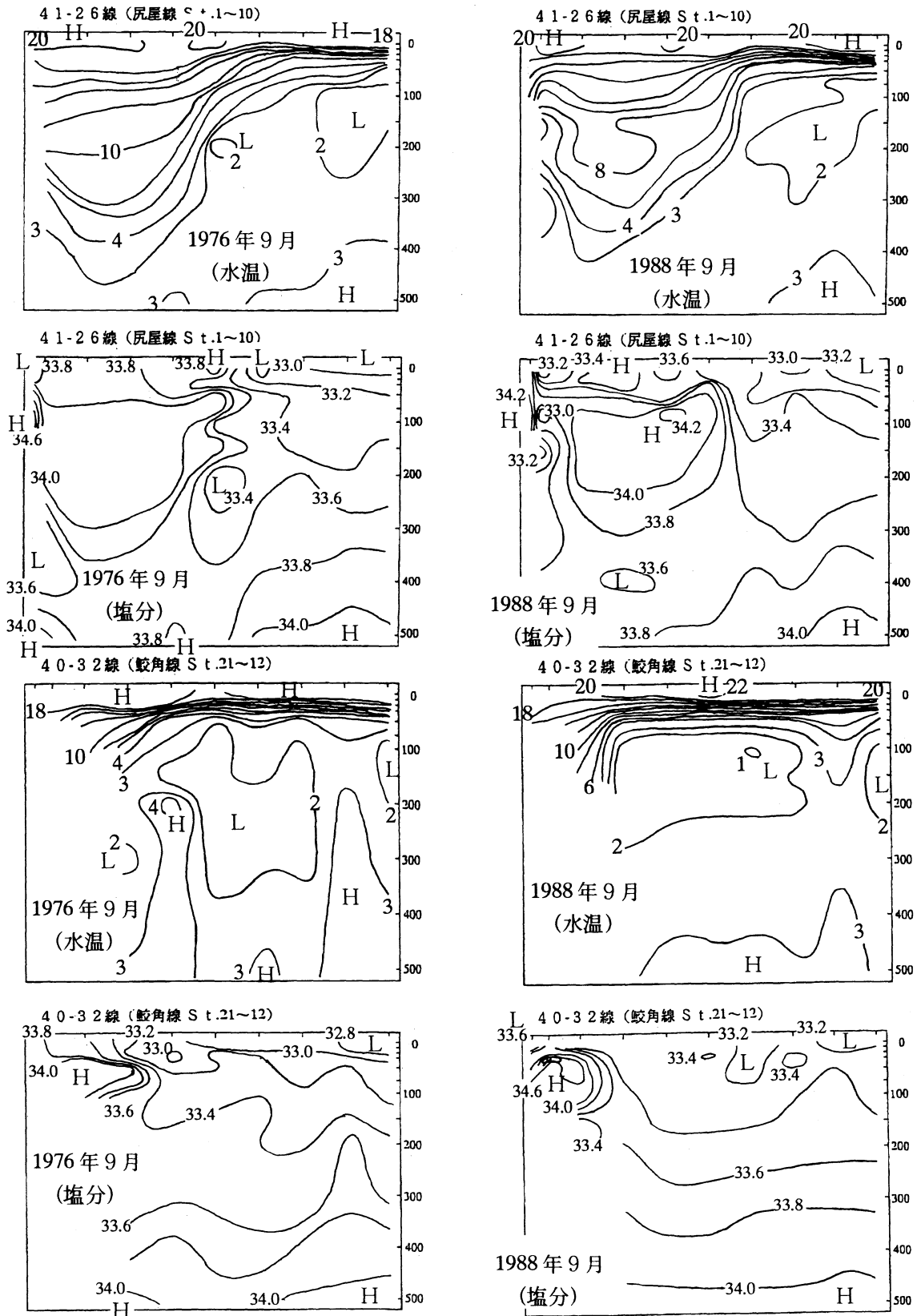


図12-2 沿岸定線鉛直断面図を用いた事例解析 ① (尻屋線及び鯨角線)

第1主成分が支配的(負)な例 1976年9月(左列)及び1988年9月(右列)

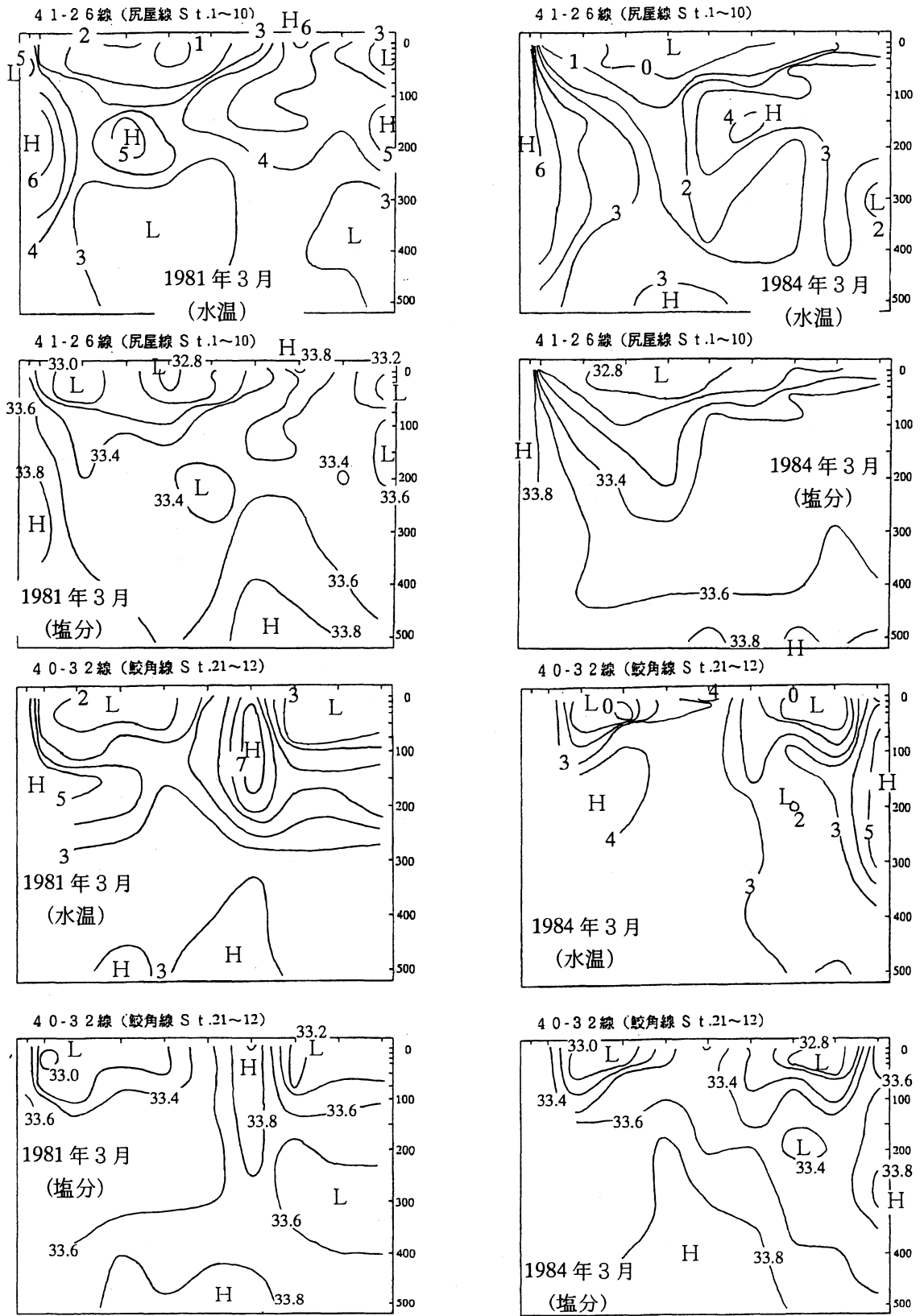


図13 沿岸定線鉛直断面図を用いた事例解析 ② (尻屋線及び鮫角線)

第2主成分が支配的な例 1981年3月(正)(左列)
1984年3月(負)(右列)

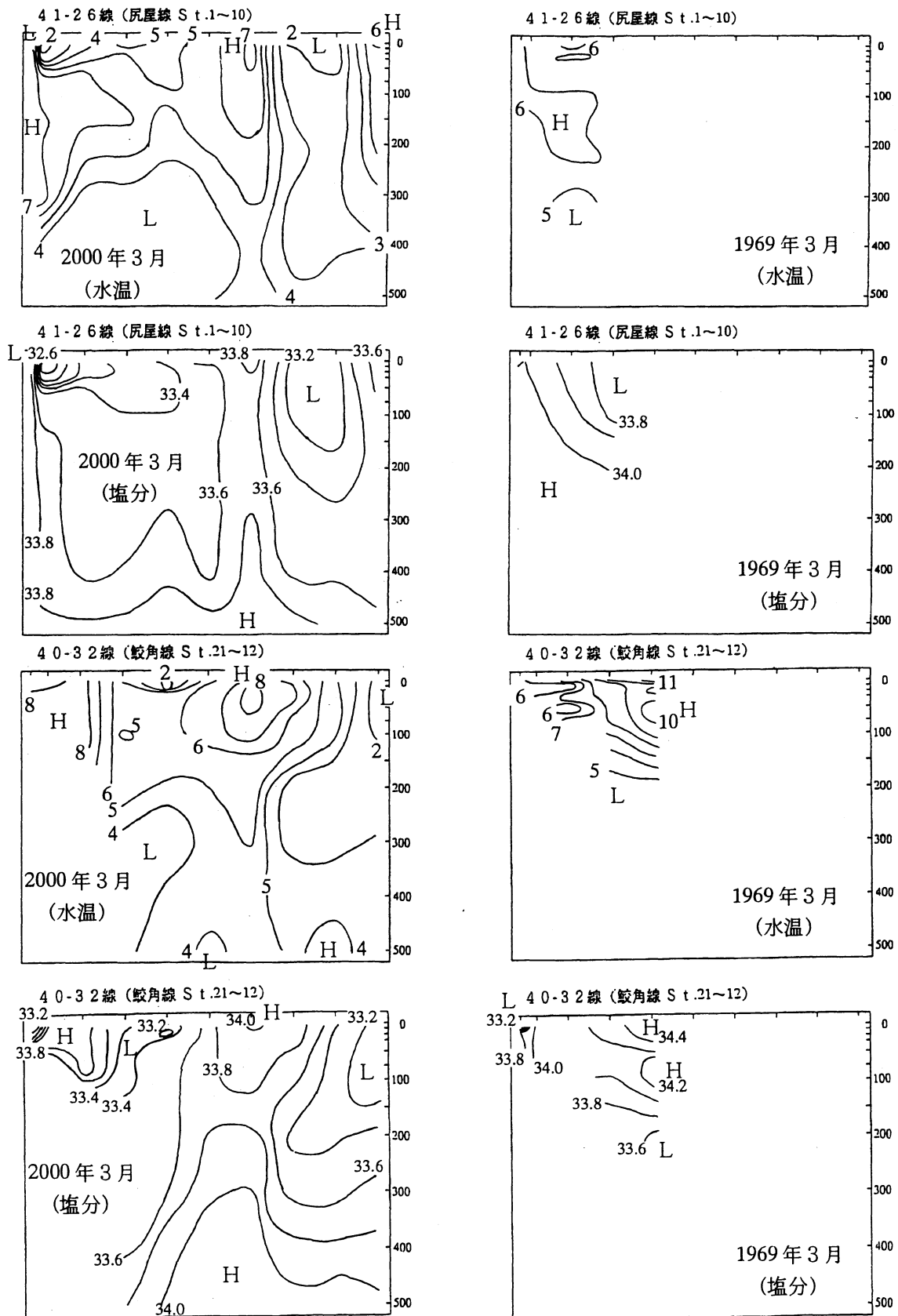


図14 沿岸定線鉛直断面図を用いた事例解析 ③ (尻屋線及び鯨角線)

第3主成分が支配的な例 2000年3月(正)(左列)
1969年3月(負)(右列)

表7に示した各主成分が特徴的な時期について、尻屋線（北緯41度26分）と鮫角線（北緯40度32分）について水温・塩分の鉛直断面図を作って検討した。

第1主成分の正の特徴が際立っている1972年9月は尻屋線でみると、津軽暖流の張り出しと沖側の暖水が接続するパターンがみられ、鮫角

線では72年、87年ともに同様の傾向がみられた。負の特徴が際立っている1976年9月及び1988年9月では津軽暖流の張り出しがみられるものの、その沖側には親潮系水の分布がみられ、鮫角沖でも津軽暖流の沖側は広く親潮系水で占められていた（図12-1及び図12-2参照）。

第2主成分の正の特徴が際立っている1981年

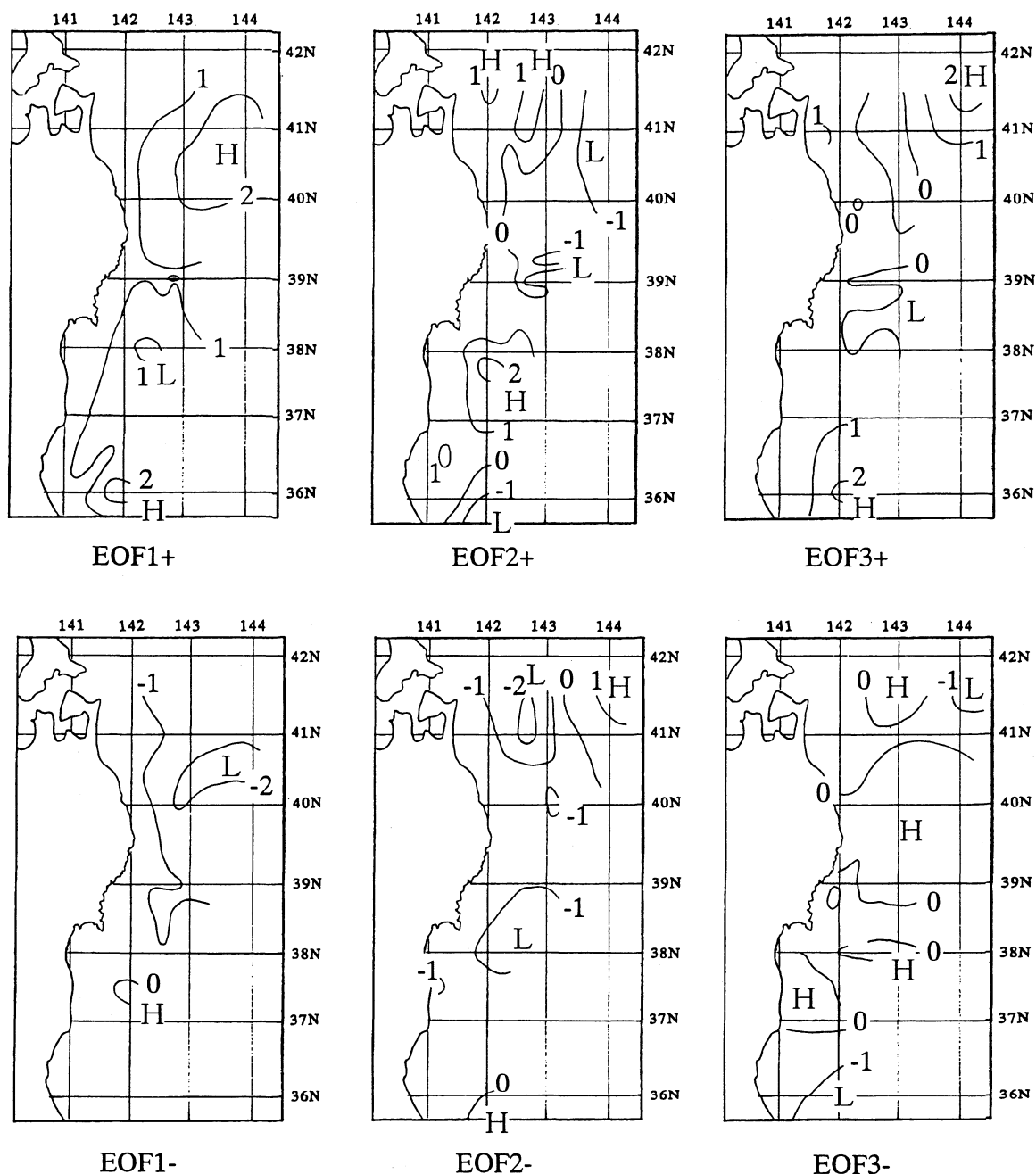


図15 東北海道の100m深水温の平年偏差を用いたコンポジット解析結果
各主成分のスコアが正（負）の大きな値をとる時期（13カ月移動平均）

の3月をみると、沿岸の表層に冷水が分布し、その沖側に暖水がみられた。負の特徴が際立っている1984年の3月では、沿岸から沖合にかけて全体に冷水が分布し、鮫角沖では親潮第1分枝及び第2分枝と思われる冷水の張り出しがみられた(図13参照)。

第3主成分の正の特徴が際だっている2000年の3月をみると、尻屋線では津軽暖流の沖側に暖水と冷水の分布がみられ、鮫角線でも同様の傾向であった。負の特徴が際立っている1969年3月はデータが少なく、不明である(図14参照)。

12 東北海区100m深水温偏差水平分布を用いたコンポジット解析

第1主成分のスコアが正の大きな値をとる時期のコンポジットは東北海区全体で正偏差となり、青森県沖の東経143～144度の海域及び茨城県沖に正の大きな値がみられた。また、負の大きな値をとる時期のコンポジットをみるとほとんどが負偏差で、鮫角沖の負偏差が大きくなっていた(図15参照)。

第2主成分のスコアが正の大きな値をとる時期のコンポジットをみると、正偏差は福島県沖及び津軽暖流域で大きく、負偏差は三陸沖及び

茨城県沖で大きくなっていた。スコアが負の大きな値をとる時期のコンポジットでは、負偏差域が広く分布しており、その中心は尻屋沖及び金華山沖にみられた。正偏差は尻屋沖の東経144度付近及び茨城県沖にみられた。

第3主成分のスコアが正の大きな値をとる時期のコンポジットをみると、全体的に正偏差となっており、尻屋及び茨城県沖で値が大きくなっていた。また、負の大きな値をとる時期のコンポジットをみると、正偏差域は尻屋沖東経143度付近、三陸沿岸から沖合、仙台湾沖及び福島県の沿岸にみられた。負偏差が比較的大きいのは尻屋沖東経144度付近及び茨城沖であった。

13 スペクトル解析

第1～第3主成分の連続データの最長は70個(1984年2月から1989年11月及び1995年3月から2000年12月)であった。

このデータを使って自己相関を算出した結果、第1主成分では偏差の大きさが持続する期間として有意なのは4カ月までで、偏差の符号が変わらないのは12カ月間、周期性は2.7, 5.3, 8年付近にみられた(図16)。同様に第2主成分では有意なのは6カ月までで、偏差の符号が変わらな

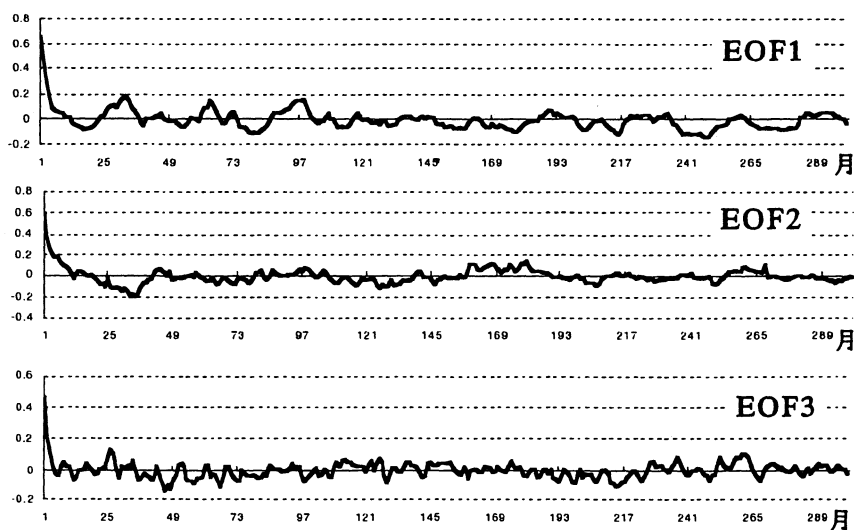


図16 スペクトル解析結果(自己相関関数)

表8 スペクトル解析結果

◎EOF1				◎EOF2				◎EOF3			
FREQUENCY	PERIOD	MAGNITUDE	PERIODOGRAM	FREQUENCY	PERIOD	MAGNITUDE	PERIODOGRAM	FREQUENCY	PERIOD	MAGNITUDE	PERIODOGRAM
0.00000		0.000	0.00	0.00000		0.000	0.00	0.00000		0.000	0.00
0.00195	512.8	0.954	932.06	0.00195	512.8	0.066	4.44	0.00195	512.8	0.110	12.34
0.00391	255.8	0.347	123.31	0.00391	255.8	0.296	89.78	0.00391	255.8	0.169	29.28
0.00586	170.6	0.612	383.79	0.00586	170.6	0.523	280.12	0.00586	170.6	0.201	41.41
0.00781	128.0	0.185	35.17	0.00781	128.0	0.277	78.63	0.00781	128.0	0.423	183.11
0.00977	102.4	0.775	614.41	0.00977	102.4	0.358	131.41	0.00977	102.4	0.020	0.42
0.01172	85.3	0.132	17.75	0.01172	85.3	0.743	564.61	0.01172	85.3	0.302	93.69
0.01367	73.2	0.377	145.30	0.01367	73.2	0.306	95.71	0.01367	73.2	0.090	8.24
0.01563	64.0	0.262	70.44	0.01563	64.0	0.373	142.75	0.01563	64.0	0.161	26.54
0.01758	56.9	0.454	211.02	0.01758	56.9	0.565	326.72	0.01758	56.9	0.187	35.95
0.01953	51.2	0.432	191.20	0.01953	51.2	0.534	291.51	0.01953	51.2	0.044	2.01
0.02148	46.6	0.802	658.02	0.02148	46.6	0.493	248.56	0.02148	46.6	0.160	26.16
0.02344	42.7	0.084	7.17	0.02344	42.7	0.501	257.39	0.02344	42.7	0.122	15.23
0.02539	39.4	0.077	6.09	0.02539	39.4	0.059	3.61	0.02539	39.4	0.196	39.52
0.02734	36.6	0.800	654.80	0.02734	36.6	0.260	69.17	0.02734	36.6	0.230	54.28

いのは11カ月間、周期性は13.9, 15, 21.7年付近であった。第3主成分では有意なのは2カ月までで、偏差の符号が変わらないのは4カ月間、周期性は不明瞭で、2.2年または20～22年付近にみられた。

周期性を表8の解析結果表からみると、第1主成分では8～8.5年、第2主成分では14年、第3主成分では2年または20～22年であった。表9にはスペクトル解析の結果をまとめて示した。

表9 スペクトル解析結果（まとめ）

	EOF1	EOF2	EOF3
偏差の大きさの持続期間	4カ月	6カ月	2カ月
偏差の符号が変わらない期間	12カ月 (1.0年)	11カ月 (0.9年)	4カ月 (0.3年)
周期性	8～8.5年	14年	2年 20～22年

14 クラスタ解析を用いた類似年の抽出

表10及び表11に類似年の抽出結果及びその評価をまとめて掲げた。類似性の評価は表10では抽出された類似年の同じ月どおしの東北海区全体の100m深水温分布図を、表11では青森県沖に限った100m深水温分布図を用いて行った。

その結果、類似していると思われたのは東北海区全体で当月が78%、次の月では53%であった。また、青森県沖に限ってみると当月で93%、次の月では64%となった。

津軽暖流の流勢指標のうち、津軽暖流域の100m層最高水温の年間偏差で類似年を比較し、表12に示した。その適合率は当月で75%、次の月では63%となった。

月ごとにみていくと、100m深水温分布図を用いた方法では4月、7～9月及び11～12月の適合率が高かったが、次の月では4, 7, 11月の適合率が高くなっていた。また、津軽暖流の指

標値を用いた方法では2月、7月、5月の確率が高く、次の月では4月、1月、7月、9～10月等で確率が高くなっていた。

総じてみると、4月、7月、9月で適合率が高くなっていた（表13）。

15 主成分を用いた水温予測

1995年3月からの毎月の連続データについて各測点ごとの偏差データを主成分分析し、その主成分スコアの自己回帰により水温偏差の予測値を算出した。予測値の算出にあたっては第1～5主成分を加味した。各主成分の寄与率は第1主成分が33%前後、第2主成分が21%前後、第3主成分が11%前後、第4主成分が9%前後、第5主成分が6%台であった。

1999年12月までのデータを用いて2000年1～3月の予測値を算出し、観測値との誤差をrms誤差〔(予測値－観測値)の平方和を(データ数－

表10 クラスタ解析を用いた類似年の抽出結果及び評価（東北海区全体と比較）

月	類似年	観測点数	年数	100m深水温分布（東北海区）	類似	次の月	類似
1	75-81	24	32	三陸沖に冷水域、三陸南部以南は暖水が分布	○	81年は親潮第1分枝が強勢、75年は三陸中部沖に暖水塊が分布	×
	78-88			親潮の張り出しは三陸中部まで	○	88年は親潮第1分枝の張り出しが不明瞭	×
	96-84			親潮強勢	○	84年は親潮強勢、96年は暖水塊が散在	×
	94-98			98年親潮は沖側に分布	×		
2	99-86	24	33	86年親潮強勢、99年は三陸中部沖に暖水塊存在	×		
3	74-98	25	37	親潮強勢	○	74年は親潮強勢、98年も幅広く南下し強勢	○
	85-86			86年は親潮強勢	×		
	71-89			三陸沖に暖水塊、親潮は強め	○	親潮は幅広く南下	○
4	97-67	25	37	暖水塊や冷水域が散見される	○	暖水塊や冷水域が散在	○
	71-87			親潮が強め	○	親潮、津軽暖流が強め。暖水塊が三陸沖に存在	○
	81-95			津軽暖流が南に張り出す。親潮も強め	○	津軽暖流、親潮強め	○
	96-95			96年は津軽暖流と暖水塊が接続	×		
5	79-98	25	37	親潮強勢、北上暖水も強勢	○	親潮強勢、北上暖水も強勢	○
	74-85			仙台湾沖に暖水塊。暖水塊、冷水域が散在	○	親潮弱勢、85年は暖水塊が存在	×
6	86-68	25	37	68年は北上暖水が強め、86年は親潮が強め	×		
	82-74			津軽暖流強め。82年は三陸沖に冷水域が存在	×		
7	99-75	25	37	津軽暖流強め、北上暖水強め、暖水塊存在	○	津軽暖流と暖水塊が接続。その南西に冷水域存在	○
	94-2000			三陸沖に暖水塊存在	○	津軽暖流は強め。親潮は三陸沖の暖水塊にさえぎられる	○
8	69-75	25	38	津軽暖流、北上暖水強め。冷水域散在	○	津軽暖流強め、北上暖水と接続	○
	94-80			津軽暖流強め、親潮強め。三陸沖に暖水塊存在	○	80年は親潮強め	×
	76-88			親潮強め、三陸沖に暖水塊存在	○	津軽暖流、親潮強め。暖水塊が道東～三陸沖に存在	○
9	82-81	25	38	津軽暖流強め。暖水塊が散在。親潮は沖側を張り出す	○	親潮弱め、暖水塊が散在	○
	86-64			津軽暖流強め、親潮強め	○	86年は親潮が強勢	×
	96-98			津軽暖流強め、三陸沖に暖水塊。その南側に冷水域	○	親潮弱め、暖水塊と冷水域が存在	○
10	83-99	25	38	津軽暖流と沖の暖水が接続。親潮は沖側を南下	○	三陸沖に冷水域。親潮は沖側を南下	○
	81-64			道東～三陸沖に暖水塊、親潮は沖を南下	○	津軽暖流と沖の暖水が接続	○
	93-86			津軽暖流、親潮強め。福島沖に暖水塊	○	津軽暖流強め、親潮第1分枝は弱め。福島沖に暖水塊	○
	76-78			78年は沖側から親潮が張り出す	×		
11	67-91	25	38	親潮は沖に分布、津軽暖流と暖水が接続	○	親潮は沖に分布、津軽暖流と暖水が接続	○
	83-85			親潮弱勢、三陸沖に冷水域存在	○	親潮弱勢、三陸沖に冷水域存在	○
12	96-68	25	34	親潮弱勢	○		
	75-67			親潮弱勢、三陸沖に暖水（域）存在	○		

※当月の評価は25/32=78%、次の月では17/32=53%

表11 クラスター解析を用いた類似年の抽出結果及び評価（青森県沖と比較）

月	類似年	観測点数	年数	100m深水温分布（青森県沖）	類似	次の月	類似
1	75-81 78-88 96-84 94-98	24	32	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -
2	99-86	24	33	親潮が幅広く南下	○	86年は全体に低温	?
3	74-98 85-86 71-89	25	37	親潮強勢 全般に冷水が分布 親潮が強め	○ ○ ○	親潮強勢 冷水が幅広く分布 親潮は幅広く南下	○ ○ ○
4	97-67 71-87 81-95	25	37	津軽暖流と暖水塊が接続。冷水域も存在 親潮が強め 津軽暖流が南に張り出す。親潮も強め	○ ○ ○	暖水塊は沖側に移動。津軽暖流と接続 親潮、津軽暖流が強め 津軽暖流、親潮が強め	○ ○ ○
5	96-95 79-98 74-85	25	37	津軽暖流が強め 親潮強勢 親潮第1分枝は弱勢	○ ○ ○	津軽暖流が強め。96年は親潮が沖に分布 親潮強勢、津軽暖流も強め 85年は親潮第2分枝の回り込みがみられる	× ○ ×
6	86-68 82-74	25	37	津軽暖流は強め。その沖に暖水塊が存在 津軽暖流は強め。北上暖水と接続	○ ○	津軽暖流は強め。86年は津軽暖流と北上暖水が接続 津軽暖流は強め。その沖に暖水塊が存在	× ○
7	99-75 94-2000	25	37	津軽暖流は強め。沖の暖水塊と接続 津軽暖流は強め。94年は親潮の沖にも暖水塊が存在	○ ×	津軽暖流と暖水塊が接続	○
8	69-75 94-80 76-88	25	38	津軽暖流と北上暖水が接続 津軽暖流、親潮強め 津軽暖流、親潮強め。道東沖に暖水塊存在	○ ○ ○	津軽暖流は強め。北上暖水と接続 80年は沖に暖水塊が存在 津軽暖流は強め。暖水塊が道東、三陸沖に存在	○ × ○
9	82-81 86-64 96-98	25	38	津軽暖流強め。暖水塊が散在。親潮は沖側を張り出す 津軽暖流強め、親潮強め 津軽暖流強め。暖水塊と接続。親潮弱め	○ ○ ○	親潮弱め。津軽暖流強め。暖水塊が散在 86年は津軽暖流が強め。親潮強勢 津軽暖流と暖水塊が接続	○ ? ○
10	83-99 81-64 93-86 76-78	25	38	津軽暖流と沖の暖水が接続。親潮は沖側を南下 - 津軽暖流、親潮強め 津軽暖流強め、親潮も強め	○ - ○ ○	津軽暖流は沖の暖水と接続 - 津軽暖流は強め 津軽暖流は強め。親潮第1分枝が南下	○ - ○ ○
11	67-91 83-85	25	38	津軽暖流と暖水が接続 津軽暖流と暖水が接続。親潮は弱い	○ ○	津軽暖流と暖水が接続 津軽暖流と暖水が接続。親潮は弱い	○ ○
12	96-68 75-67	25	34	津軽暖流と暖水が接続。親潮は弱い 津軽暖流と暖水が接続。親潮は弱い	○ ○	- -	- -

※当月の評価は26/28=93%、次の月では18/28=64%

1) で割り、その平方根をとった値〕で算出して表14に示した。同様に、2000年3月までのデータを用いた2000年4～6月の予測誤差、2000

年6月までのデータを用いた2000年7～9月の予測誤差及び2000年9月までのデータを用いた2000年10～12月の予測誤差もあわせて表14に示した。

この結果で評価すると12月までのデータで1～3月を予測する場合と3月までのデータで4～6月を予測する場合の予測精度が比較的良好だった。また、1カ月後及び2カ月後の予測精度は3カ月後より良好であった。月ごとにみると、3月までのデータで5月を予測する場合や12月までのデータで1月を予測する場合、同じく3月を予測する場合で予測精度が良好となっていた。

考 察

季節変動のクラスター分析では本県太平洋沖合海域を4つに区分することができた。尻屋から出

表12 津軽暖流域の100m層最高水温との比較

月	類似年	類似	次の月	指標値の評価との比較	
				類似	次の月
1	75-81	○	×	-	A
	78-88	○	×	-	B
	96-84	○	×	C	A
	94-98	×		-	D
2	99-86	×		A	C
3	74-98	○	○	B	D
	85-86	×		C	A
	71-89	○	○	B	B
4	97-67	○	○	B	A
	71-87	○	○	A	A
	81-95	○	○	C	A
5	96-95	×		B	B
	79-98	○	○	A	A
	74-85	○	×	A	D
6	86-68	×		B	C
	82-74	×		B	B
7	99-75	○	○	A	C
	94-2000	○	○	A	A
8	69-75	○	○	B	C
	94-80	○	×	A	C
	76-88	○	○	C	B
9	82-81	○	○	A	B
	86-64	○	×	C	B
	96-98	○	○	A	B
10	83-99	○	○	B	C
	81-64	○	○	D	B
	93-86	○	○	A	B
	76-78	×		B	A
11	67-91	○	○	C	-
	83-85	○	○	C	-
12	96-68	○		C	-
	75-67	○		B	-
		25	17		

※「指標値の評価との比較」は指標の偏差を階級分けし、その階級が一致した場合はA、以下階級がひとつずれるごとにB、C、Dとした

※当月の的中率は25/32=78%、次の月では17/23=74%

※指標値の評価との比較では、当月の的中率は75%、次の月では72%

表13 津軽暖流域の100m層最高水温との比較

月	100m分布図との比較		指標値の評価との比較	
	類似	次の月	類似	次の月
1	75	0	50	75
2	0	-	100	50
3	67	67	67	67
4	100	100	75	100 *
5	67	33	92	67
6	0	-	75	63
7	100	100	100	75 *
8	100	67	75	58
9	100	67	83	75 *
10	75	75	69	75
11	100	100	50	-
12	100	-	63	-
計	78	53	75	72

表14 予測誤差 (rms誤差)

	次の月	2カ月後	3カ月後	平均	寄与率(%)
1999年12月までのデータで予測 (1～3月)	1.71	3.41	2.13	2.42	80.47
2000年3月までのデータで予測 (4～6月)	3.08	1.66	2.90	2.55	80.71
2000年6月までのデータで予測 (7～9月)	2.56	2.45	6.04	3.68	80.74
2000年9月までのデータで予測 (10～12月)	3.27	3.31	3.78	3.45	80.42
平均	2.66	2.71	3.71	3.03	80.59

※寄与率は第1～第5主成分の寄与率の合計

戸にかけての沿岸域は津軽暖流の影響の及ぶ範囲と考えられた。この海域の沖側には水温のピークが1カ月ほど遅れる親潮の影響を強く受ける海域が広がり、尻屋の沖側では水温のピークが上記よりさらに1カ月遅れる海域がみられた。また、鮫角沖の最も沿岸よりの点も区分されたが、ここでは大陸棚の影響により海水の流動様式が異なることが考えられた。

季節変動の主成分分析の結果からは、全体変動としては3月に水温が最低、10月に最高となる津軽暖流域の特徴がみいだされ、第2主成分は親潮域またはその沖側の海域の特徴を示していると考えられた。

経年変動の主成分分析の結果では、全体変動は親潮の変動の影響が大きいとしたが、東北海区全体では常磐～三陸南部沖合主体の全体変動で、親潮・黒潮の大循環の変動が主であるとされた。青森県沖の海況は親潮第1分枝の影響に左右されるところが大きいと考えられた。

第2主成分は津軽暖流の影響を示すものとしたが、東北海区全体では海区中部とその他の領域のシーソー変動で、親潮・黒潮の大循環の変動プラス暖水塊の変動が主であるとされた。青森県沖では津軽暖流が強勢のときに暖・冷水の温度差が大きくなるためそのスコアは正の値が大きくなり、津軽暖流が弱勢で全体に低温になるときスコアは負の値が大きくなるものと思われた。

第3主成分は沿岸部の津軽暖流と沖合の暖水の影響が大きいとした。東北海区全体では南北変動を表し、親潮・黒潮の大循環の変動プラス津軽暖流、冷水渦の変動が主とされた。青森県沖では、津軽暖流と沖合にある暖水が接続せずその間に冷水が分布するときにそのスコアは正の値が大きくなるものと考えられた。

スペクトル解析の結果では、偏差の大きさの持続期間や偏差の符号が変わらない期間から、第2主成分(津軽暖流)の予測の可能性が最も大きいことがうかがわれた。親潮についてもその予測の可能性はあるが、現在の観測定線では親潮を捉えるには不十分であると思われる。

クラスター解析を用いた類似年については、各

月において類似年を抽出することができた。しかし、この方法による次の月の予測は的中率の高いものではなかった。

主成分を用いた水温予測では、春季や冬季の予測誤差は比較的小さかった。しかし、夏場については水温変動が大きく、予測を行うのはむずかしいと思われた。これらの原因としては、過去のデータが多い月と少ない月のアンバランスがあり、今後は、さらに欠測のないデータの蓄積を続けていくことが不可欠であると考えられた。

要 約

本県太平洋沖合海域は津軽暖流や親潮、黒潮起源の暖水の張り出しや暖水塊が北上する水塊配置が複雑に変化する海域である。これらの水塊配置の変化によっても引き起こされる水温の季節変動パターンやその要因を明らかにし、経年変動パターンを明らかにすることを目的として解析を行った。

季節変動のクラスター分析では、津軽暖流や親潮の影響の及ぶ範囲、大陸棚の影響により海水の流動様式が異なると考えられる海域など、本県太平洋沖合海域を4つに区分することができた。

季節変動の主成分分析の結果から、津軽暖流域の特徴を示す全体変動や親潮域またはその沖側の海域の特徴を示す主成分がみいだされた。

経年変動の主成分分析の結果から、全体変動は親潮による変動の影響が大きく、第2主成分は津軽暖流の影響が大きく、第3主成分は沿岸部の津軽暖流と沖合の暖水の影響が大きいことがうかがわれた。

スペクトル解析の結果では、津軽暖流の予測の可能性が最も大きいことがうかがわれ、親潮についてもその予測を検討することが有効であると思われた。

クラスター解析を用いた類似年の抽出による次の月の予測は的中率の高いものではなかった。また、主成分を用いた水温予測では、春季や冬季の予測誤差は比較的小さかったが、夏場については水温変動が大きく、予測を行うのはむずかしいと思われた。

謝 辞

本稿の作成にあたり、熱心なご指導を賜り、有意義な助言をいただいた独立行政法人水産総合研究センター東北水産研究所の伊藤進一主任研究官に深くお礼申し上げます。

参考文献

横内克巳（1998）「水温データの多目的利用について」趣旨説明と解析方法 平成9年度第2回漁海況分析検討会議及び平成9年度東北ブロック水産海洋連絡会報第28号，1-7。
伊藤進一（1998）「水温データの多目的利用について」主成分分析の有効性について 平成9年度第2回漁海況分析検討会議及び平成9年度東北ブロック水産海洋連絡会報第28号，

53-65.

伊藤進一・横内克巳・佐藤晋一・高杉知・永木利幸・吉田哲也・武士和良（1999）東北海区沿岸定線100m水温及び定地水温の季節変動特性 第7回オキアミ資源研究会議・平成10年度 第1回漁海況分析検討会議報告，164-179.

伊藤進一（1999）東北海区沿岸定線100m深水温および定地水温の経年変動特性について 平成10年度第2回漁海況分析検討会議及び平成10年度東北ブロック水産海洋連絡会報第29号，41-54.

伊藤進一・佐藤晋一・高杉知・永木利幸・吉田哲也・武士和良（2001）東北海区沿岸定線100m水温の経年変動特性について 平成11年度東北ブロック水産海洋連絡会報第30号，77-91.

伊藤進一・佐藤晋一・野澤清志・永木利幸・早乙女忠弘・須能紀之（2001）東北海区沿岸定線100m深水温及び定地水温の変動特性について 平成12年度東北ブロック水産海洋連絡会報第31号，4-7.