

青森県太平洋側沿岸定線 100 m 深水温 の経年変動特性について

佐藤 晋一

はじめに

本県太平洋沖合海域は津軽暖流、親潮、黒潮起源の暖水の張り出しや暖水塊等の水塊配置が複雑に変化する海域である。

前回までにこれらの水塊等によって引き起こされる水温の季節変動パターンや経年変動パターンについて解析を行った。

今回はさらに 100 m 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 100 m 深水温偏差水平分布を用いたコンポジット解析及びスペクトル解析を行ったので、その結果を報告する。

なお、本報告は平成11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

沿岸定線 100 m 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 100 m 深水温水平分布図、または、社団法人漁業情報サービスセンター発行の太平洋漁海況速報に掲載された 100 m 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、本県の定線観測結果表を用いて尻屋線（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 100 m 深水温偏差水平分布を用いたコンポジット解析では、太平洋沿岸（茨城県から青森県にかけての）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 5 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。さらに、フーリエ解析により周期性を検討した。

結 果

(1) 前回までの結果

前回までに経年変動の主成分分析を行ったが、その概要は表 1 及び図 1 のとおりであった。

表 1 経年変動の主成分分析結果の概要

主成分 (寄与率)	主成分の分布	スコアの時系列
第 1 主成分 (27.8%)	全体変動。北側を中心としており、親潮の影響が大きいと思われた	1980年代中盤、92年後半はスコアは負の値が大きい 78年は正の値が大きい。比較的長周期の変動
第 2 主成分 (16.6%)	中央部が負となっており、主に沿岸側に正の大きい値がみられる 暖水すなわち津軽暖流の影響を示すと思われる	1970年代後半、89年及び92年は正の値が大きい
第 3 主成分 (14.4%)	沿岸近くが負、沖合ほど正の値が高い 沖合の北上暖水の影響を示すと思われる	1991年は正、94年は負の値 比較的短周期の変動

(2) 沿岸定線 100 m 深水温水平分布を用いた事例解析

図 2 に主成分スコアの 13 カ月移動平均を示した。これらのグラフから、第 1 主成分のスコアが

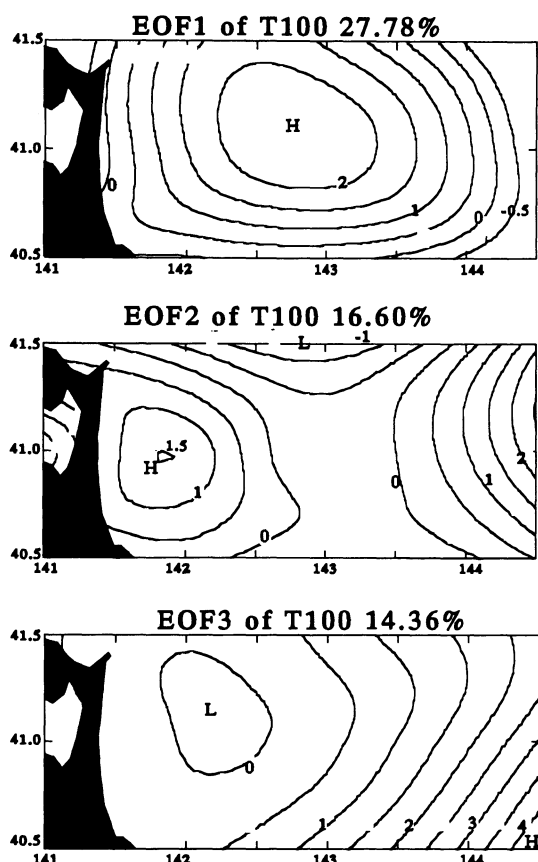


図1 定地水温1カ所と沿岸定線
100 m深水温の平年偏差を用いた主成分分析によって得られた主成分の分布

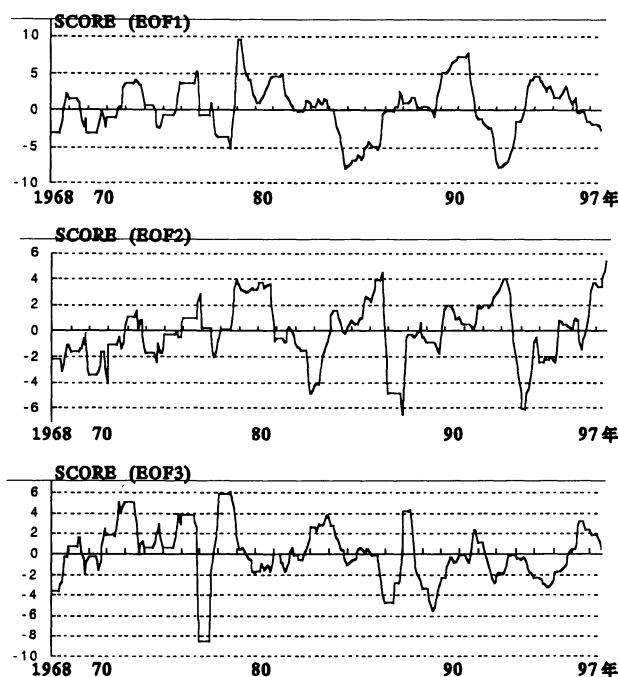


図2 主成分スコアの13カ月移動平均

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2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1990年、負の特徴が際だっている時期として1984年がみいだされた。同じ6月でみると90年は黒潮が茨城北部まで北上し、その北側にあたる金華山沖、三陸沖、釧路沖に暖水塊が分布していた。また、84年では親潮が茨城北部まで南下し、強勢であった（事例①参照）。

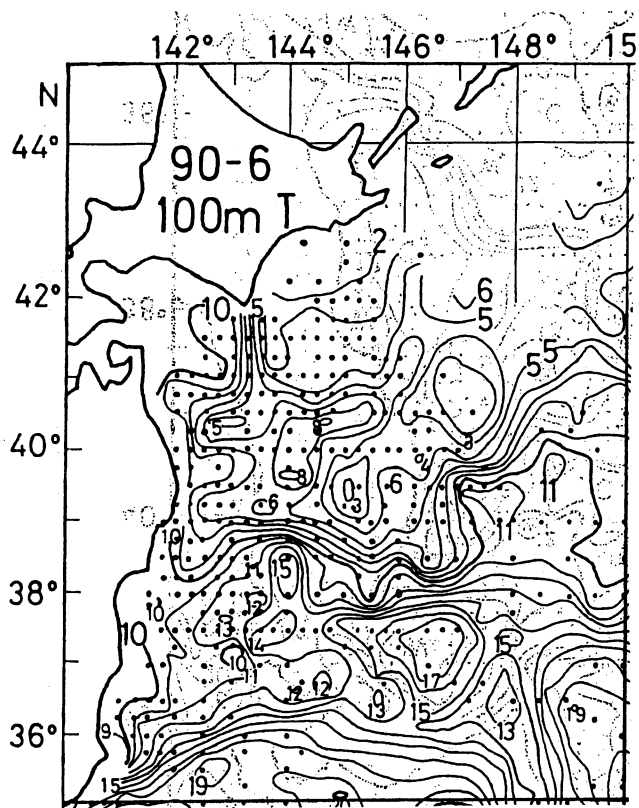
第2主成分の正の特徴が際だっている時期はみいだせなかった。負の特徴が際だっている時期としては1973年、1982年及び1993年がみいだされた。同じ6月でみると73年は親潮が強めで、暖水塊はみられなかった。82年は三陸沖に南北に連なる冷水域が存在し、その沖側にあたる金華山沖に暖水塊がみられた。また、93年では常磐・三陸沖に2個の暖水塊がみられ、その間に冷水域がみられた。第2主成分の特徴は暖水塊によると思われたが、冷水域の動向によるものとも考えることもできた。津軽暖流についてはめだった傾向はみられなかった（事例②参照）。

第3主成分の正の特徴が際だっている時期として1983年及び1996年、負の特徴が際だっている時期として1976年及び1988年がみいだされた。同じ10月でみると、83年は黒潮系暖水の北

表2 各主成分が特徴的な時期

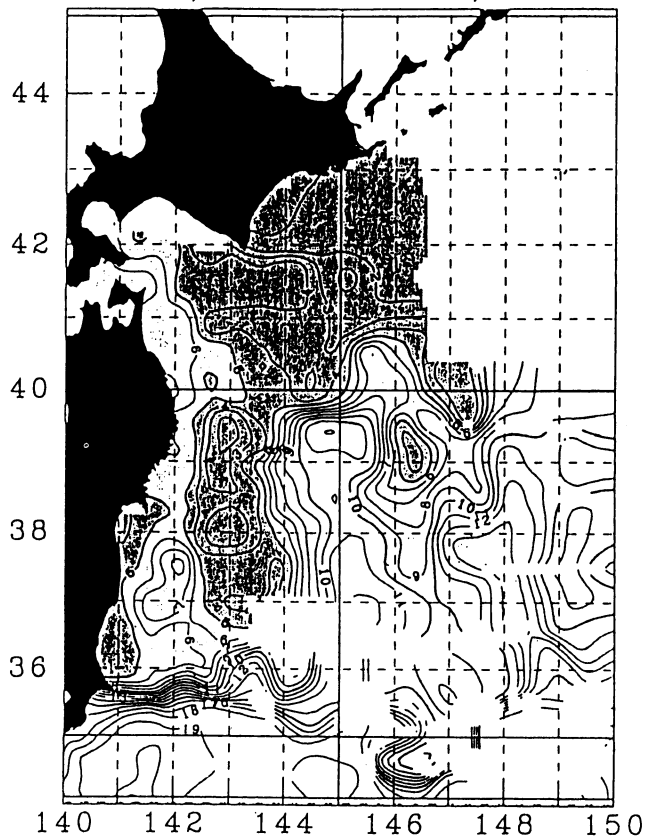
	第1主成分	第2主成分	第3主成分
正	1990年10月	(なし)	1983年4月 1996年11月
負	1984年5月	1973年5～10月 1982年3月 1993年6～8月	1976年10～11月 1988年11月

90年6月 EOF1 +

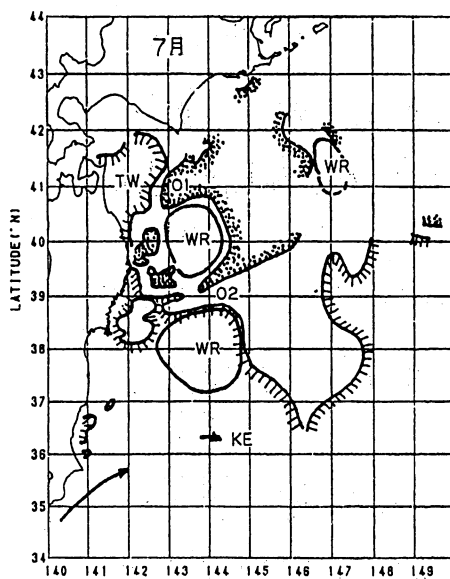
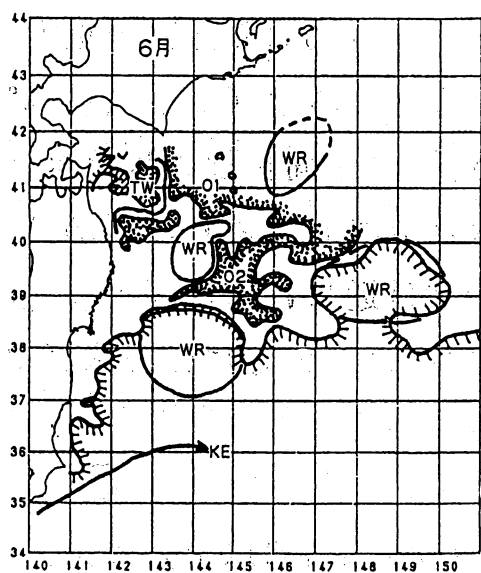


84年6月 EOF1 -

TEMPERATURE AT 100m
1984/0601 - 1984/0630



90年6月 EOF1 +

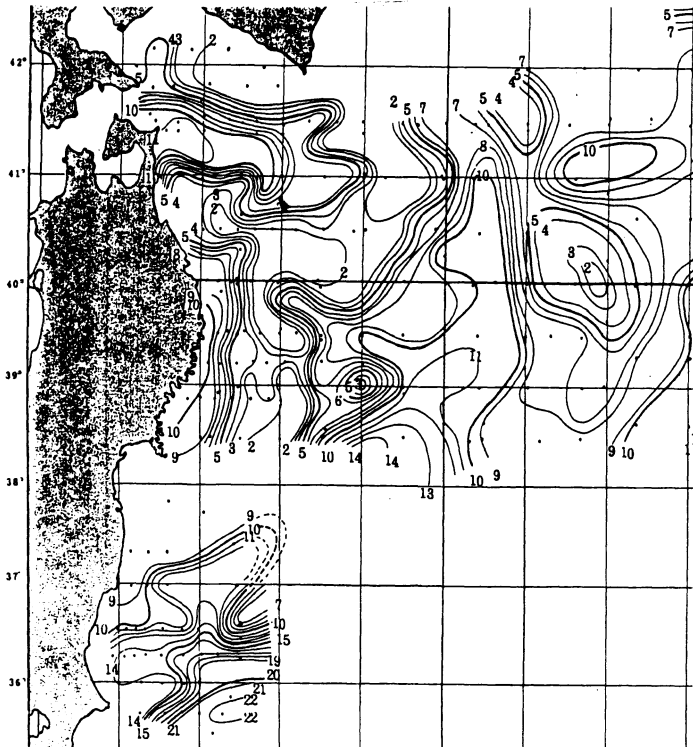


事例 ①

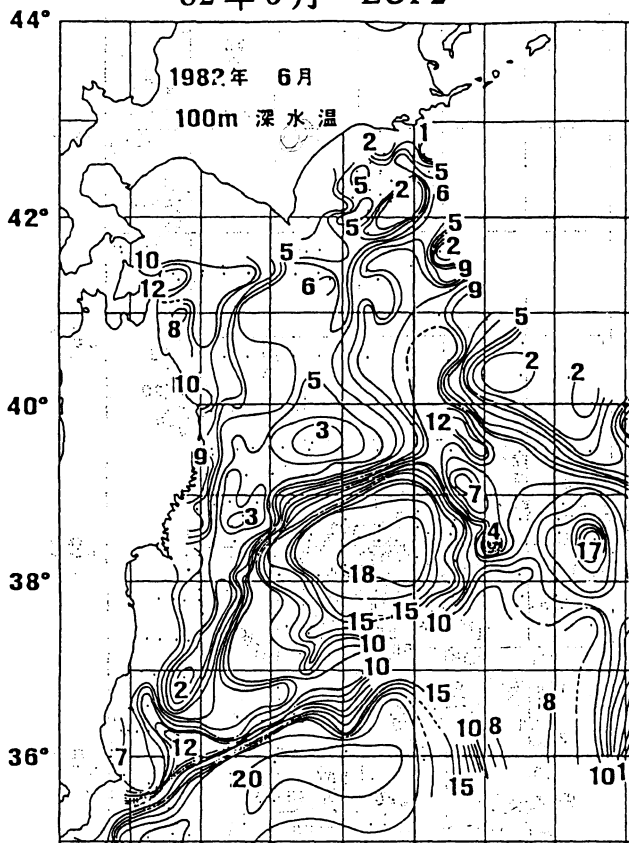
第1主成分が支配的（正）な例 90年6月

第1主成分が支配的（負）な例 84年6月

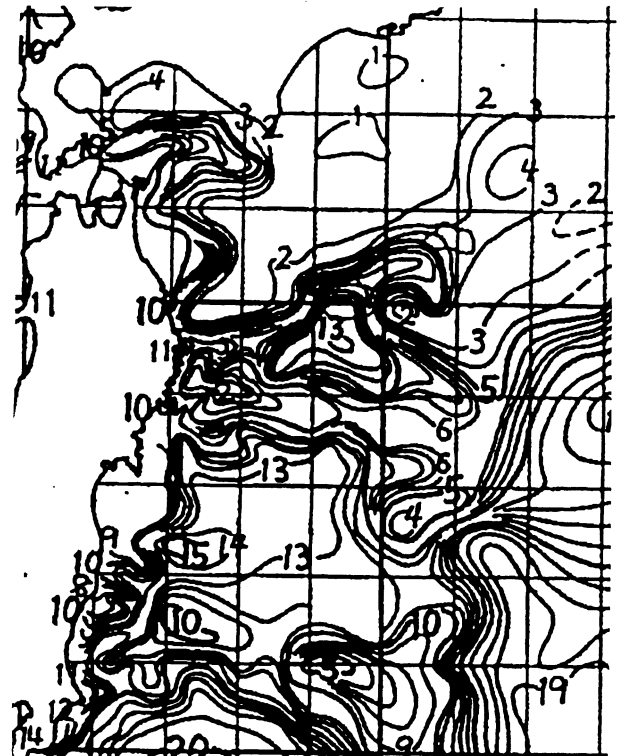
73年6月 EOF2 -



82年6月 EOF2 -



93年6月 EOF2 -



事例 ②

第2主成分が支配的（正）な例 （なし）

第2主成分が支配的（負）な例 73年6月 82年6月 93年6月

上が顕著にみられ、三陸北部沖に暖水塊がみられた。三陸沿岸には冷水域が散在していた。津軽暖流は暖水塊と連なるかっこうとなっていた。96年は三陸北部沖に暖水塊がみられ、その東（沖）側から親潮第2分枝の回り込みがみられた。津軽暖流は暖水塊と連なるかっこうで、強めとなっていた。

76年では親潮はやや強め、津軽暖流はやや弱めだった。88年は三陸南部に冷水域がみられ、その南北の福島沖と鮫角沖に暖水塊がみられた。津軽暖流は暖水塊と連なるかっこうとなっていた（事例③参照）。

(3) 沿岸定線鉛直断面図を用いた事例解析

表2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1990年6月は尻屋線でみると、津軽暖流の張り出し範囲が広く、鮫角線でも津軽暖流水がみられた。負の特徴が際立っている1984年6月は親潮系水が広い範囲を占めており、鮫角沖でも沖側は親潮系水で占められていた（事例EOF1+, EOF1- 参照）。

第2主成分の負の特徴が際立っている1973年、1982年及び1993年の6月をみていくと、各年とも尻屋線では津軽暖流の張り出しは平年並みで、鮫角沖では親潮系水が大部分を占めていた（事例EOF2- 参照）。

第3主成分の正の特徴が際立っている1983年及び1996年の10月をみていくと、83年では尻屋線では津軽暖流と暖水塊が接続するかっこうとなっており、鮫角線でも沖まで暖水が厚くなっていた。96年では津軽暖流が強めとなっており、鮫角線では沖に暖水塊があり、津軽暖流に接続するかっこうとなっていた（事例EOF3+ 参照）。負の特徴が際立っている1976年及び1988年の10月をみると、76年では親潮が強めとなっていた。88年では津軽暖流が強めとなっていた（事例EOF3- 参照）。

(4) 東北海区100 m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三陸北部沖を除いて正偏差となっていた。また、負の大きな値をとる時期のコンポジットをみるとほとんどが負偏差で、青森県沖では東経142～143度で負偏差が大きくなっていた（コンポジット図参照）。

第2主成分のスコアが負の大きな値をとる時期のコンポジットをみると、負偏差は三陸北部沖と茨城沖で大きく、正偏差は尻屋沖と福島沖で大きくなっていた。

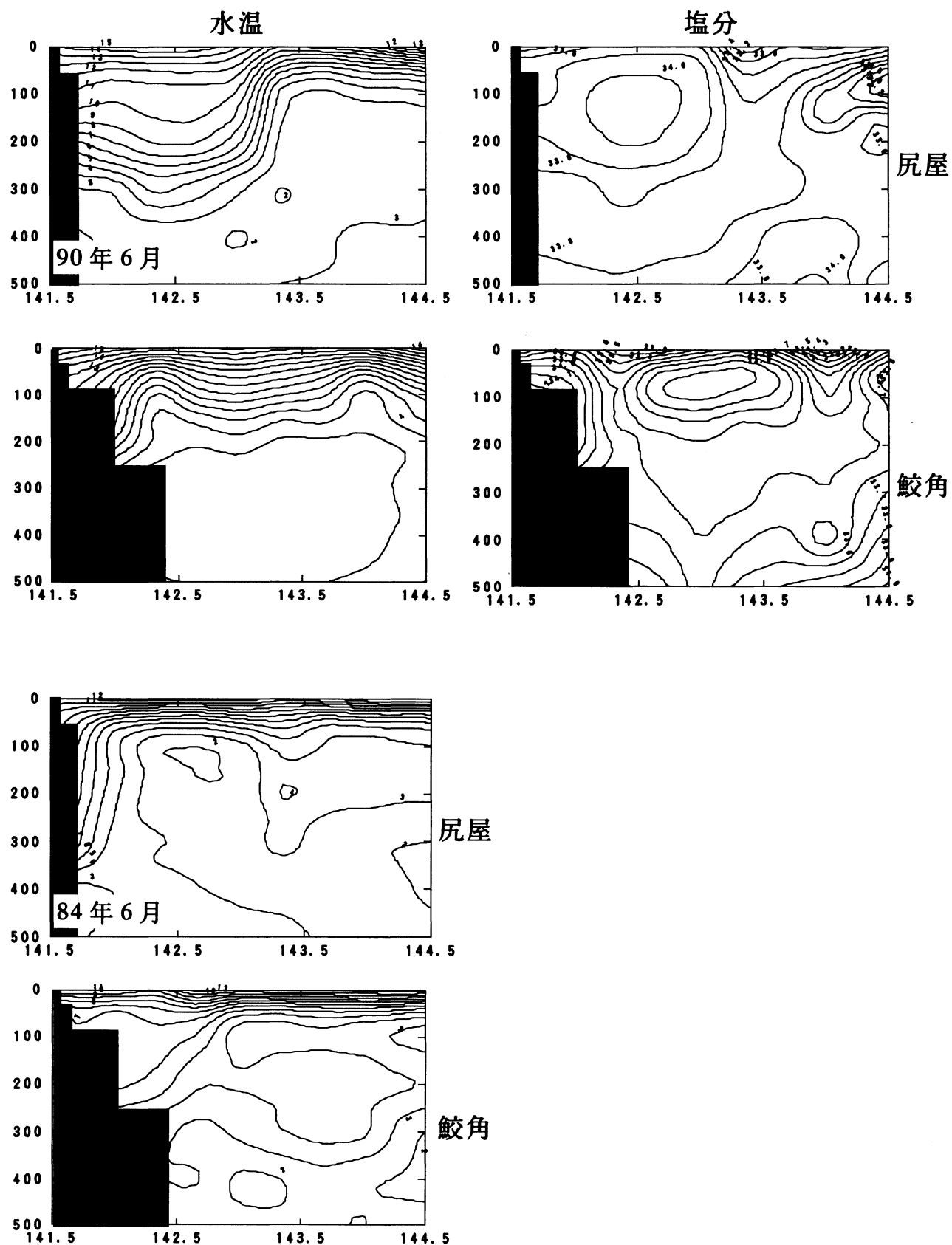
第3主成分のスコアが正の大きな値をとる時期のコンポジットをみると、全体的に正偏差となっており、沖合域で値が大きくなっていた。また、負の大きな値をとる時期のコンポジットをみると東北海区の中・南部に正偏差がみられ、北部沖合を中心に負偏差が大きくなっていた。

(5) スペクトル解析

海洋観測の欠測が多いので、各主成分を季節ごとに平均して解析した。季節区分は第1主成分の季節変動を参考とし、6～8月、9～11月（水温極大期）、12～2月及び3～5月（水温極小期）とした。それでも連続データは最大で4つしかなかったので、1個のみ線形補間を行った。その結果、最長の連続データは22個（1968～73年）となった（図3）。

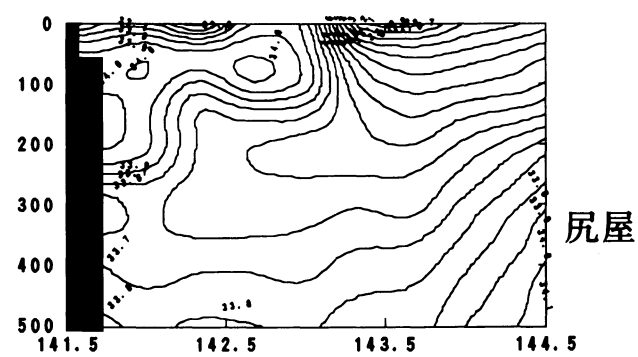
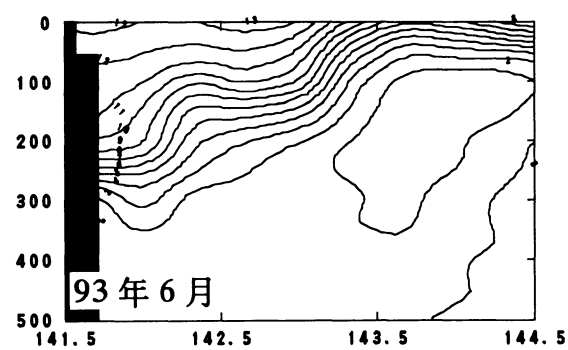
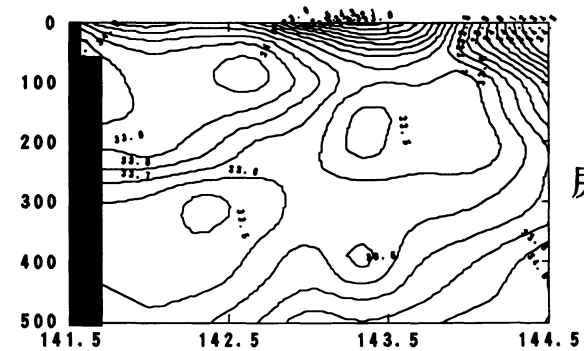
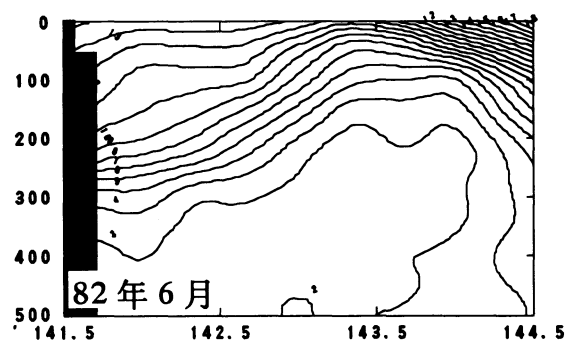
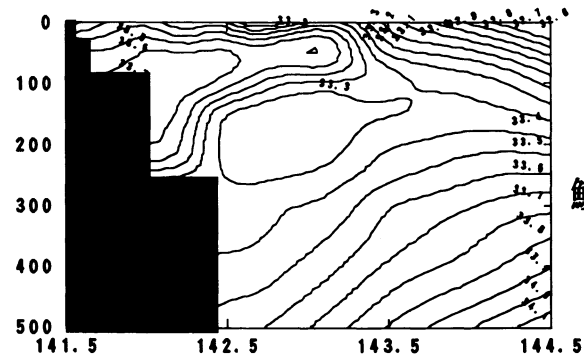
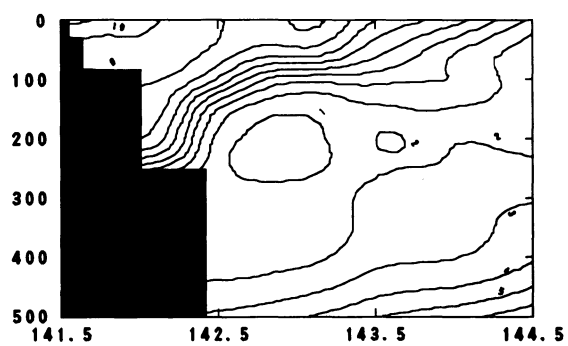
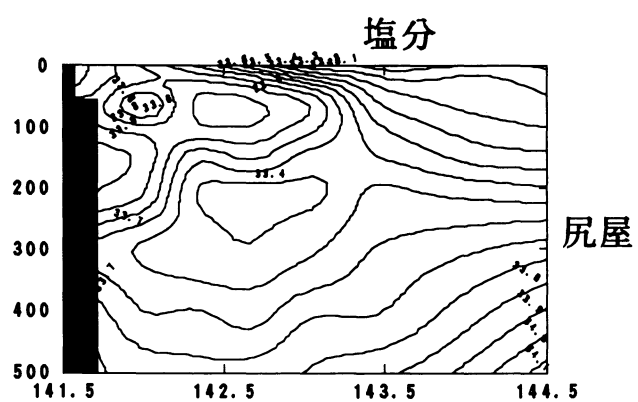
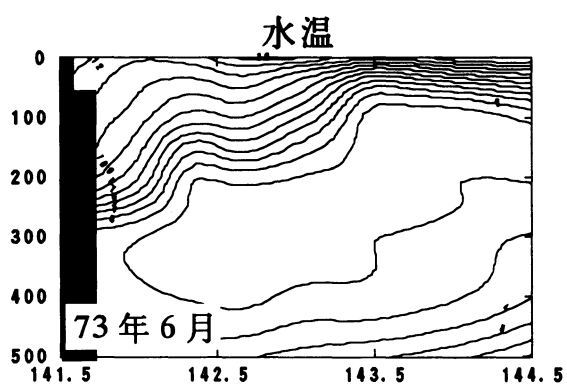
自己相関を算出した結果、第1主成分では有意なのは6カ月までで、偏差の符号が変わらない

沿岸定線鉛直断面図を用いた事例解析（尻屋線及び鮫角線）



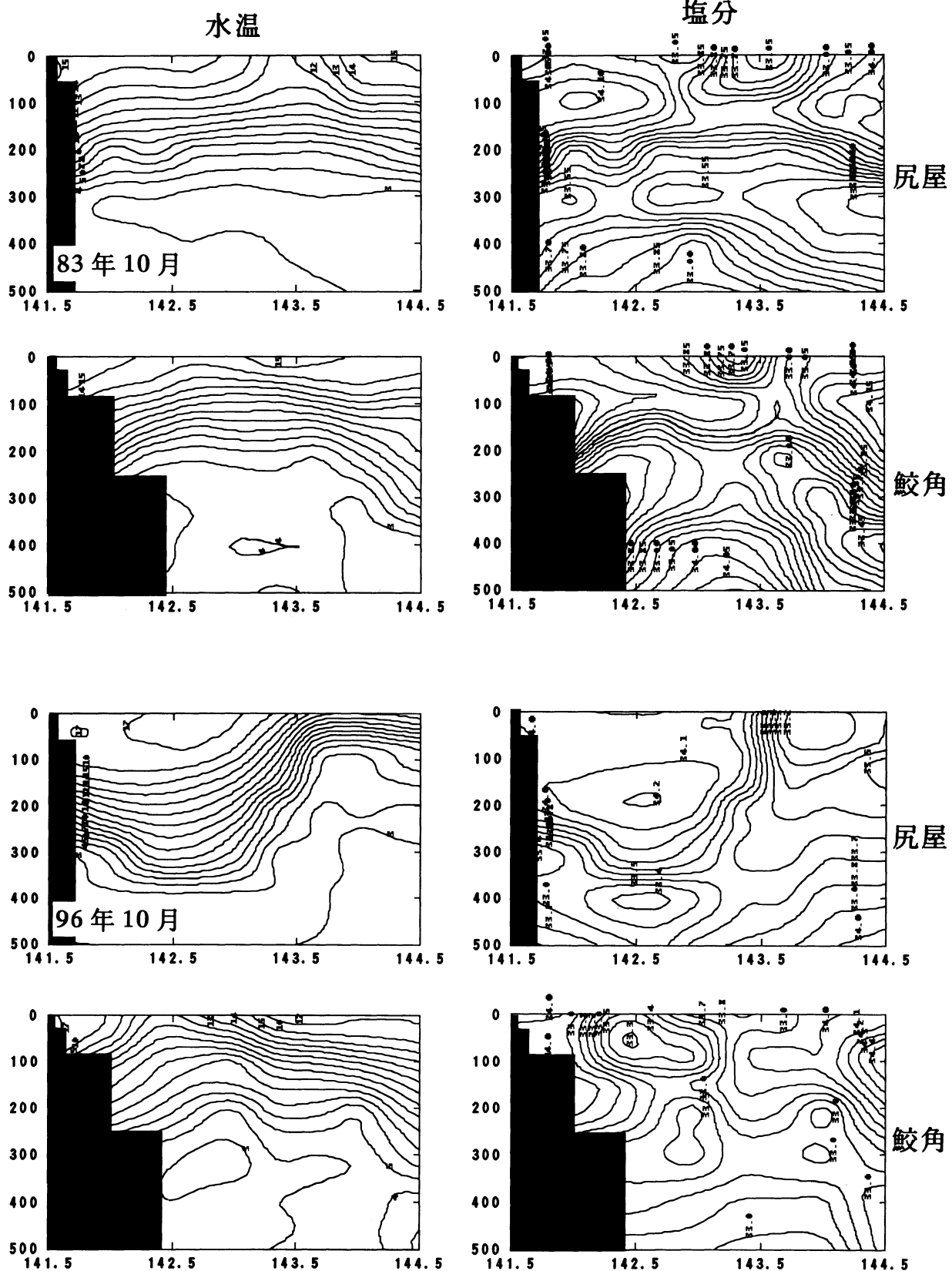
EOF1+, EOF1-（上2段がEOF1+, 下2段がEOF1-）

それぞれ上段が尻屋線、下段が鮫角線（左が水温、右が塩分）



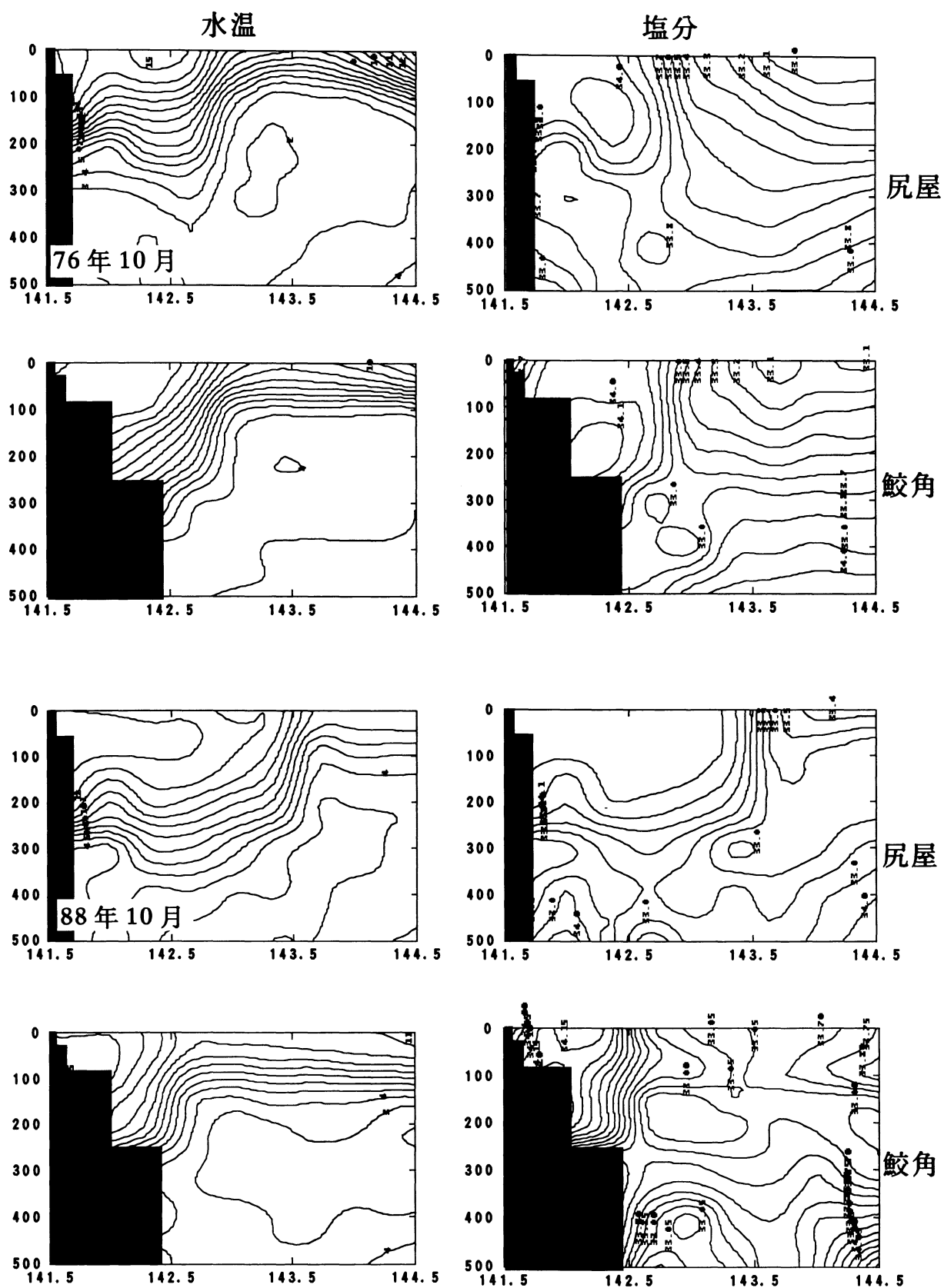
EOF2-

左が水温、右が塩分



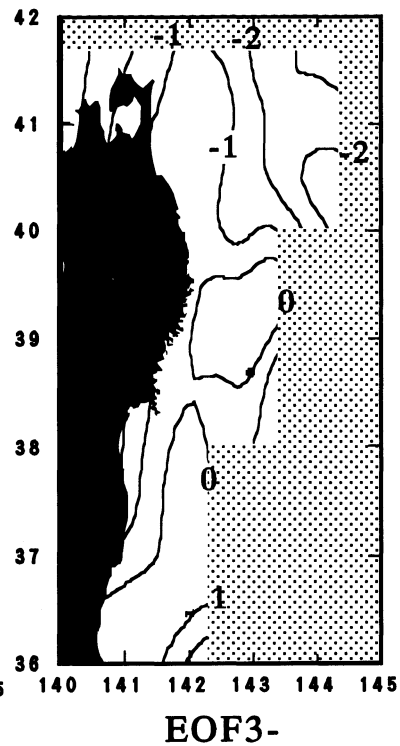
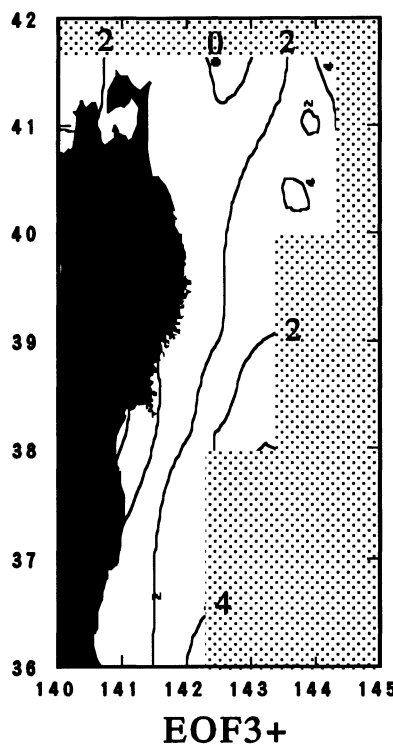
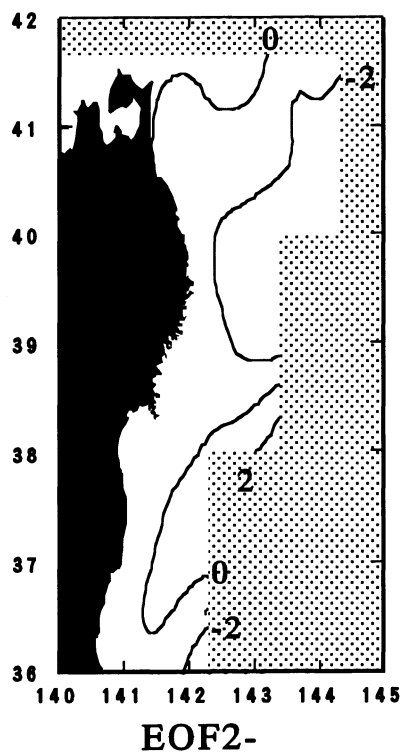
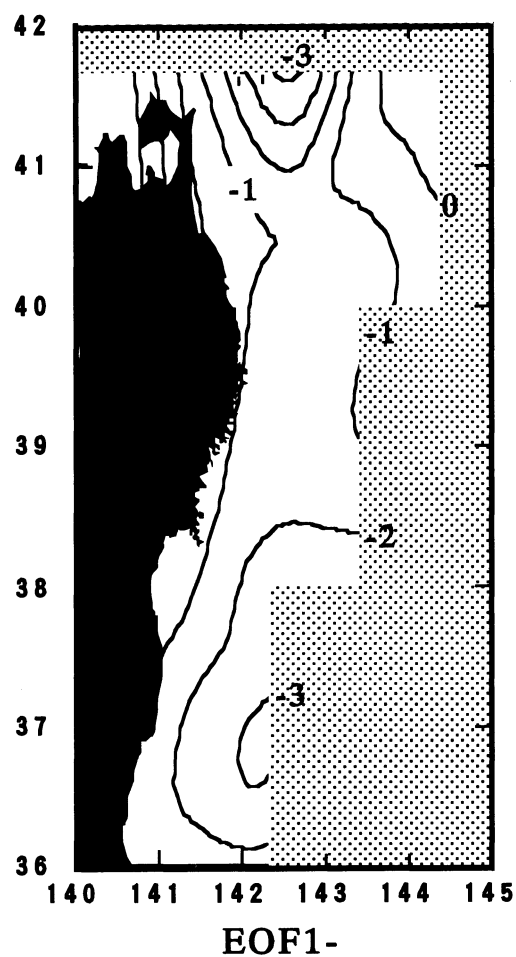
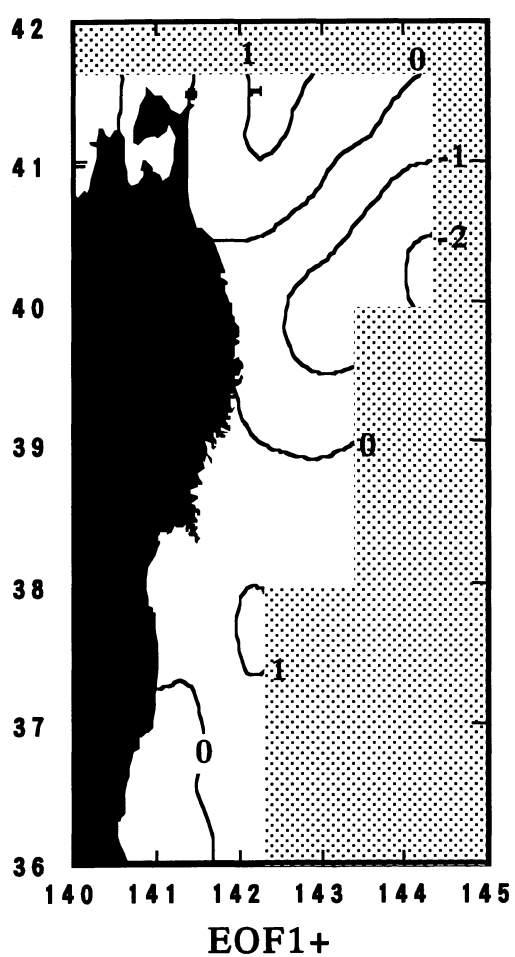
EOF3+

それぞれ上段が尻屋線、下段が鮫角線（左が水温、右が塩分）



EOF3-

それぞれ上段が尻屋線、下段が鮫角線（左が水温、右が塩分）



東北海区 100 m深水温偏差水平分布を用いたコンボジット解析結果
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）

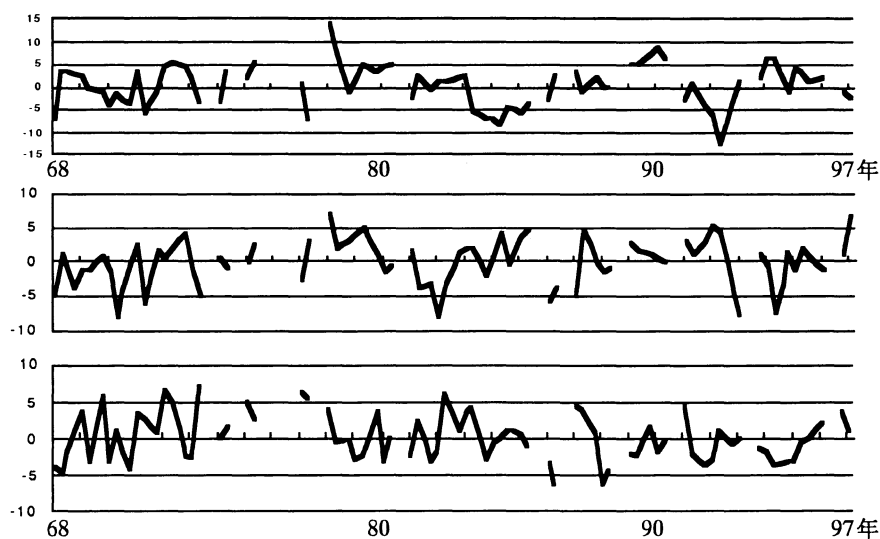


図3 3か月ごとに平均して得られた主成分の時系列
(上から第1、第2、第3主成分。1個のみの補間を行った後)

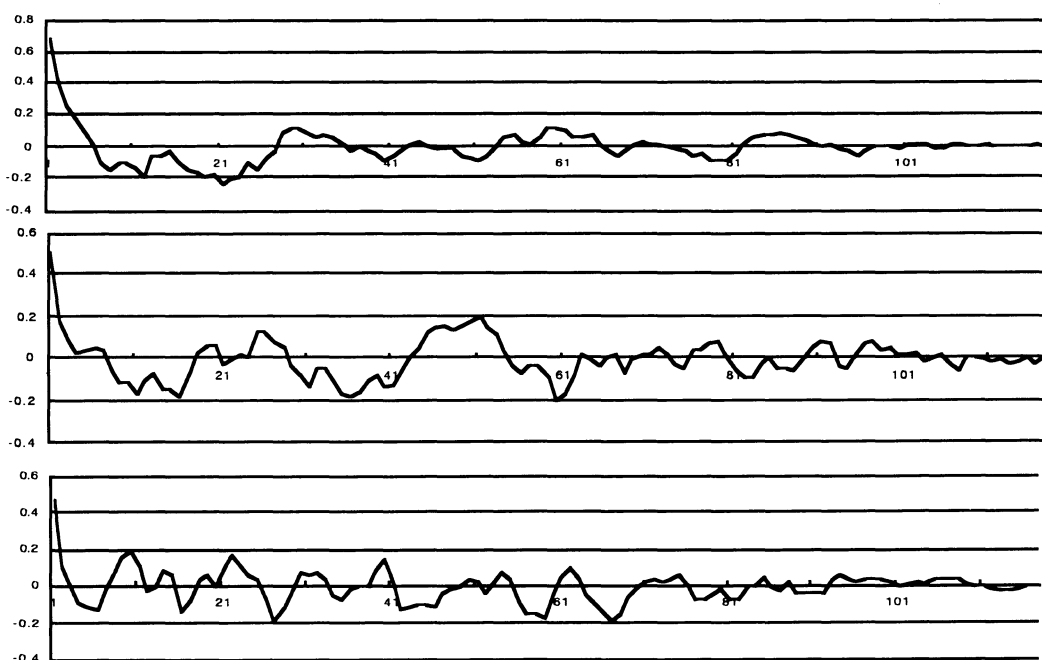


図4 スペクトル解析結果（自己相関関数）
(上から第1、第2、第3主成分、横軸は3カ月単位)

のは18カ月まで、周期性は7.5年であった（図4）。同様に第2主成分では有意なのは3カ月までで、偏差の符号が変わらないのは21カ月、周期性は6.25年であった。第3主成分では有意なのは3カ月までで、偏差の符号が変わらないのは6カ月、周期性は2.5年であった。

周期性を表3の解析結果表からみると、第1主成分では8年、第2主成分では6.3年、第3主成分では4.6年または2.7年であった。

まとめ

- ・ 経年変動の解析結果から、第1主成分は全体変動を表し、特に、青森県沖では親潮の影響が大きいとしたが、今回の事例解析やコンボジット解析でも同様の結果となった。また、1984年は日本海も全体に水温が低く、大規模な現象だったことがうかがわれた。

表3 スペクトル解析結果

○EOF1							
INDEX	FREQUENCY	REAL	IMAGINARY	MAGNITUDE	PHASE	PERIODOGRAM	MONTHS
1	0.00000	-0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
2	0.00781	0.082	-0.284	0.296	-1.290	22.405	384.12
3	0.01563	-0.705	0.237	0.743	-0.324	141.502	191.94
4	0.02344	0.785	0.224	0.816	0.278	170.546	127.99
5	0.03125	-0.976	0.304	1.022	-0.302	267.326	96.00
6	0.03906	0.340	-0.450	0.564	-0.924	81.481	76.80
7	0.04688	0.621	-0.042	0.622	-0.068	99.134	63.99
8	0.05469	0.356	0.396	0.532	0.839	72.521	54.85
9	0.06250	-0.597	0.272	0.656	-0.428	110.114	48.00
10	0.07031	0.405	-0.790	0.888	-1.098	201.900	42.67
11	0.07813	-0.020	-0.320	0.320	1.509	26.270	38.40
12	0.08594	-0.382	-0.007	0.383	0.018	37.463	34.91
13	0.09375	-0.347	0.285	0.450	-0.688	51.749	32.00
14	0.10156	0.215	0.030	0.217	0.141	12.095	29.54
15	0.10938	-0.129	-0.467	0.485	1.301	60.111	27.43

○EOF2							
INDEX	FREQUENCY	REAL	IMAGINARY	MAGNITUDE	PHASE	PERIODOGRAM	MONTHS
1	0.00000	-0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
2	0.00781	-0.242	-0.097	0.261	0.381	17.458	384.12
3	0.01563	-0.363	0.151	0.393	-0.394	39.615	191.94
4	0.02344	0.341	0.330	0.475	0.769	57.734	127.99
5	0.03125	0.040	0.124	0.130	1.260	4.309	96.00
6	0.03906	-0.686	0.391	0.789	-0.518	159.531	76.80
7	0.04688	0.331	-0.173	0.374	-0.483	35.728	63.99
8	0.05469	-0.129	-0.159	0.205	0.890	10.750	54.85
9	0.06250	0.445	0.070	0.451	0.156	51.973	48.00
10	0.07031	-0.007	0.058	0.058	-1.447	0.863	42.67
11	0.07813	-0.182	-0.375	0.417	1.119	44.508	38.40
12	0.08594	-0.107	-0.104	0.149	0.772	5.711	34.91
13	0.09375	-0.104	0.208	0.233	-1.108	13.887	32.00
14	0.10156	0.164	0.293	0.336	1.062	28.866	29.54
15	0.10938	-0.394	0.059	0.398	-0.148	40.625	27.43

○EOF3							
INDEX	FREQUENCY	REAL	IMAGINARY	MAGNITUDE	PHASE	PERIODOGRAM	MONTHS
1	0.00000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
2	0.00781	0.153	-0.571	0.591	-1.309	89.517	384.12
3	0.01563	-0.006	-0.034	0.034	1.402	0.298	191.94
4	0.02344	-0.274	0.048	0.278	-0.175	19.775	127.99
5	0.03125	-0.052	0.291	0.295	-1.393	22.339	96.00
6	0.03906	-0.386	0.048	0.389	-0.125	38.770	76.80
7	0.04688	-0.079	0.108	0.133	-0.940	4.539	63.99
8	0.05469	0.087	-0.443	0.451	-1.378	52.127	54.85
9	0.06250	-0.126	0.082	0.151	-0.578	5.825	48.00
10	0.07031	0.054	-0.033	0.063	-0.551	1.015	42.67
11	0.07813	0.437	0.091	0.446	0.206	50.937	38.40
12	0.08594	-0.343	-0.020	0.343	0.058	30.155	34.91
13	0.09375	-0.659	-0.140	0.674	0.210	116.315	32.00
14	0.10156	0.153	0.423	0.450	1.224	51.743	29.54
15	0.10938	-0.191	-0.247	0.312	0.913	24.906	27.43

表4 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	6カ月 (0.5年)	3カ月 (0.25年)	3カ月 (0.25年)
偏差の符号が 変わらない期間	18カ月 (1.5年)	21カ月 (1.75年)	6カ月 (0.5年)
周期性	7.5～8年	6.25～6.3年	2.5～2.7年 4.6～5.5年

参考文献

- 1) 伊藤進一 (2000) : 東北海区沿岸定線 100 m 深水温及び定地水温の経年変動② 平成 11 年度東北ブロック水産海洋連絡会報 30
- 2) 佐藤晋一 (2000) : 青森県太平洋側沿岸定線 100 m 深水温及び定地水温の変動特性について 青森県水産試験場事業報告 平成 9 年度

- ・同様に、第 2 主成分は津軽暖流の影響を示すものとしていたが、今回の解析の結果では津軽暖流の影響より暖水塊の動向によるとも思われた。
- ・第 3 主成分は沖合の北上暖水の影響を表すとしたが、今回の解析の結果、沖合の暖水塊の動向と津軽暖流の動向が関係していることがうかがわれた。
- ・自己相関関数による解析結果では、欠測が多いため解析精度は落ちるが、偏差の大きさの持続期間が第 1 主成分では 6 カ月、第 2、第 3 主成分では 3 カ月という結果となった。
- ・偏差の符号が変わらない期間は第 1 主成分では 18 カ月 (1.5 年)、第 2 主成分では 21 カ月 (1.75 年)、第 3 主成分では 6 カ月 (0.5 年) という結果となった。
- ・周期性については、第 1 主成分では 93 カ月 (7.5～8 年)、第 2 主成分では 75 カ月 (6.3 年)、第 3 主成分では 31 カ月 (2.6 年) という結果で、前回までの結果と同様、第 1、第 2、第 3 主成分となるにつれて短周期となる傾向がみられた。