

宮城県沿岸における海水温の長期トレンド

佐伯 光広^{*1}・稲田 真一^{*2}・小野寺 毅^{*3}・永木 利幸^{*1}

Long-term trends of sea water temperature in the sea off Miyagi

Mitsuhiro SAEKI^{*1}, Masakatsu INADA^{*2}, Takeshi ONODERA^{*3}, Toshiyuki NAGAKI^{*1}

キーワード：海水温長期トレンド，混合域，親潮南下

宮城県沿岸の海洋環境は，親潮第1分枝，第2分枝の南下や親潮から分断されて形成される冷水塊，黒潮続流から派生する暖水塊や津軽暖流の南下等の影響を受け，複雑かつ速い変化がみられる。

宮城県の海洋観測の記録は離島である江島において1910年（明治43年）からの記録が残っており，現在に至るまで観測が継続されているほか，田代島では1961年（昭和36年）から現在に至るまでの観測結果がある。一方，調査船は1900年（明治33年）に始めて帆船指導船「凌遠丸」が建造され，以降，船の能力に応じた海洋観測が実施されてきたが，現在の沿岸定線の観測点が定まり，毎月継続的な観測が行われるようになったのは1971年以降である。衛星画像技術が発達しておらず，調査船の観測データが海洋環境を知るための唯一の手段であった時代から現在まで，調査担当者は得られた情報を迅速に漁業関係者に伝えるとともに観測データを基に海況の季節変動や変動を予測する技術開発等に取り組んできた^{1) 2) 3) 4) 5)}。これらの海洋観測の結果，宮城県沿岸での海水温トレンド分析に耐えうるデータが蓄積された。

親潮と黒潮系暖水が交わる「混合域」と呼ばれる海域における長期トレンドについては，伊藤^{6) 7)}の研究があるが，宮城県海域を詳しく分析した研究例はない。本研究では宮城県沿岸水温の長期トレンド分析を行い，気温との関係，親潮との関係について考察した結果を報告する。

材料と方法

1 使用したデータ

(1) 定地水温

江島と田代島（図1）の1971年から2010年までのデータを用い，日別の観測値から月別平均水温を算出した。さらに月別に40年間の平年値を求め，各年の月別平均水温から減算して，平年偏差値を求め，トレンド分析を行った。

なお，江島，田代島とも1994年3月までは現地住民に委託した棒温度計による水温測定であり，同年4月からは，半導体センサー自動観測機器によるデータである。

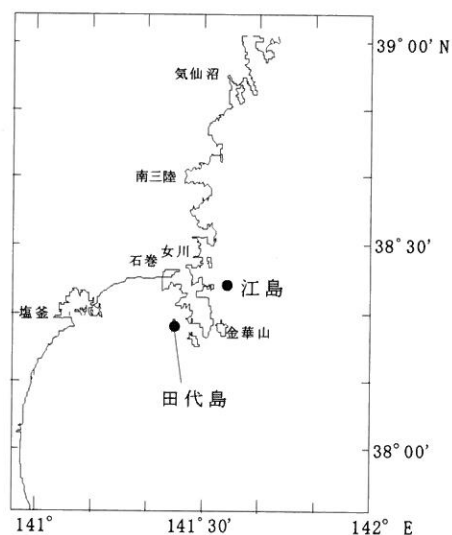


図1 定地水温観測点

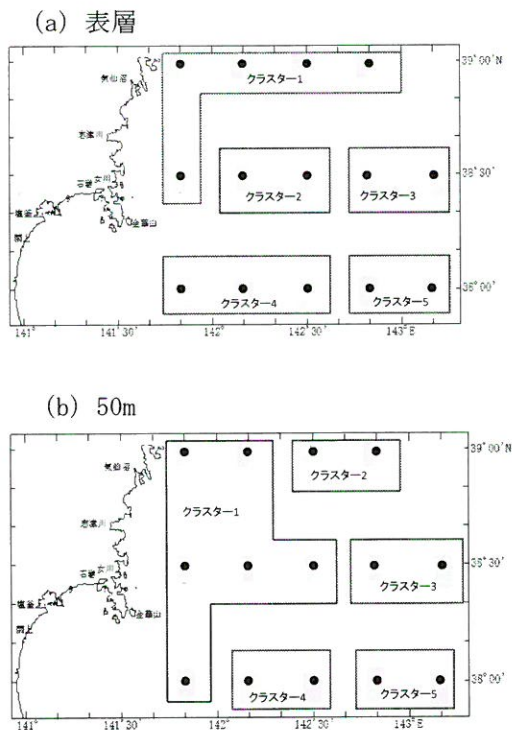
^{*1}水産技術総合センター，^{*2}農林水産部水産業振興課，^{*3}気仙沼地方振興事務所

(2) 沿岸定線水温

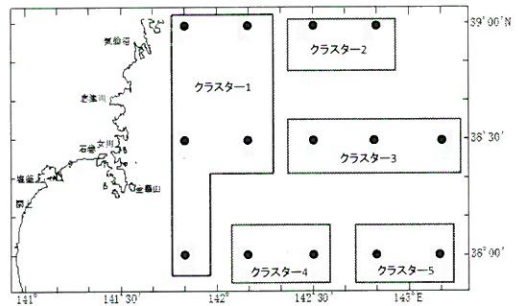
1971年から2010年までの40年間、観測点の変更が無く、現在も観測が継続されている観測点のデータを使用した。ただし、沿岸定線最北の 39° Nラインについては、1991年10月以前のデータは全て岩手県水産技術センター（旧岩手県水産試験場）の $38^{\circ} 56'$ Nライン（樺島ライン）の観測データを用いたほか、1991年10月以降も宮城県で欠測があった場合は岩手県水産技術センターの観測データを用いた。

また、2008年10月からは観測ラインが 39° Nから $38^{\circ} 50'$ Nに変更されたが、補正は行わず、岩手県水産技術センターの観測データも含めて、全て 39° Nのものとして扱った。

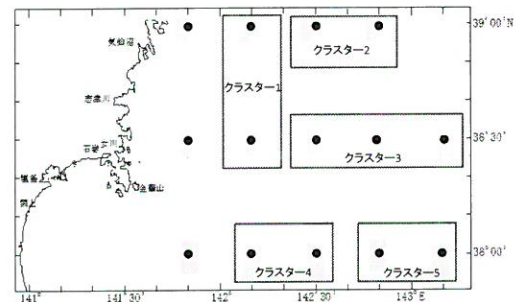
14箇所の観測点を水深別に小日向⁸⁾と同様に分類感度が高いとされている最長距離法によって、4~5つのクラスターに分け（図2）、各クラスターに属する調査点データを表層、50m、100m、200m、300mの水深別、月別に単純平均したデータセットを作成した。さらに水深別、月別に40年間の年平均値を求め、観測値から減算し、年平均偏差値を求めた。



(c) 100m



(d) 200m



(e) 300m

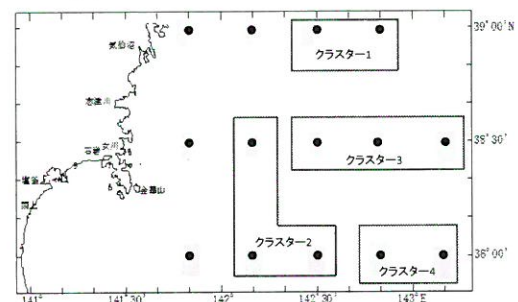


図2 観測水深別クラスター分類
(黒点は観測点を示している。200m及び300mまでの水深がない観測点はクラスター分けをしていない)

(3) 親潮第1分枝の南端緯度

親潮の第1分枝は宮城県沿岸海域を南下するため、沿岸域の海水温変化に与える影響は大きい。このため、親潮第1分枝南限緯度の40年間にわたる変化のトレンドを月別に調べ、水温との関連を検討した。親潮南限緯度のデータは国立研究開発法人 水産総合研究センター東北区水産研究所から提供を受けた。親潮南限の水温指標は水深100mの水温 5°C の先端緯度である。親潮南限のデータは2種類ある。①親潮第1分枝そのものの南限、②親潮第1分枝から分断された冷水を含む、

親潮第1分枝系冷水の南限である。

ここでは、親潮第1分枝そのものの南限緯度の経年変化にトレンドは見られなかったことから、②の親潮第1分枝から分断された冷水を含む、親潮系冷水の南限を分析に使用した。

(4) 気温

表層水温の変化は気温による影響も大きいと考えられることから、気温の経年変化のトレンドについて調べた。使用したのは長期の観測記録が残る宮城県の石巻市泉町の石巻測候所(図3)での観測データ

(<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>)である。定地水温と同様に1971年から2010年までの月別の平均値を観測値の平均値から減算して平均偏差を求めた。

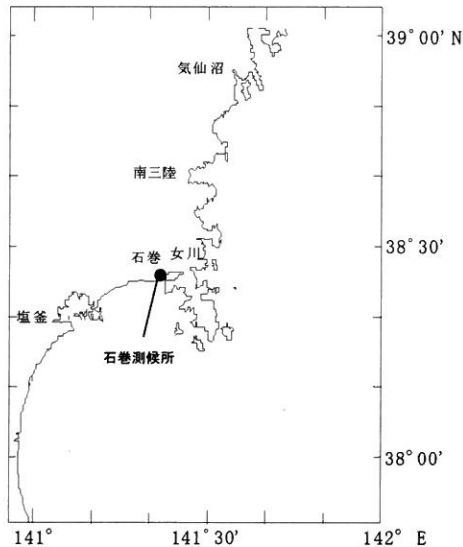


図3 気温観測位置

2 分析の方法

(1) トレンド分析の検定法

定地水温、沿岸定線水温とも線形回帰分析法とマン・ケンドール検定法の2つの方法でトレンド分析を行った。線形回帰分析法は、従来から用いられてきた解析方法であるが外れ値の影響を受けやすい。一方、マン・ケンドール検定法はノンパラメトリック検定法であり、外れ値の影響を受けにくく頑健であるとされる⁹⁾。

本研究では2つの検定結果を示し、いずれの方法でも有意水準10%未満で差が出た場合に有意なトレンドであると判定した。

(2) 欠測値の扱いについて

天候・海象状況の不順の長期化や、観測中の天候の急変により欠測したデータは、小日向⁸⁾が茨城県沿岸域で行った方法と同様に表1に示した内容で欠測補完などを行った。

表1 欠測値の取り扱い

(a) 回帰分析の場合

欠測値があると解析が不可能なため、以下の方法で欠測補完を行う

- ① 各水深及び各観測点毎に、2ヶ月以内の欠測がある場合は、前後の月のデータから線形補完を行う。
- ② クラスター解析により分類した海域別に1つ以上のデータがある場合は平均する。
- ③ 欠測が3ヶ月以上ある場合は、線形補完を行わず、偏差を0とする。

(b) マン・ケンドール検定の場合

欠測値があっても解析が可能のため、欠測補完は行わない。クラスター解析により分類した海域別に1つ以上のデータがある場合は平均する。

結果

1 定地水温のトレンド分析

定地水温による月別のトレンド分析の結果を表2に示した。回帰分析とマン・ケンドール検定の両方で有意であった場合を有意なトレンドと判断すると、全期間のトレンドとしては、田代島において有意な上昇トレンドを示した。月別では、11月は江島で有意な上昇トレンドを示した。12月は江島、田代島のいずれも有意な上昇トレンドを示した。江島、田代島のいずれも、有意な下降トレンドは見られなかった。

表2 定地水温トレンド解析結果

	江島水温		田代島水温	
	回帰分析	マン・ケンドール	回帰分析	マン・ケンドール
全期間	0.288	**	0.419	***
1月	0.513		0.279	
2月	-0.083		-0.242	
3月	-0.131		-0.279	
4月	-0.285		-0.117	
5月	0.199		0.528	
6月	0.219		1.039	*
7月	0.311		0.443	
8月	-0.482		0.438	
9月	0.305		0.694	
10月	0.197		0.187	
11月	1.259	**	0.666	**
12月	1.283	*	1.283	**

有意水準は、***: $P < 0.01$, **: $P < 0.05$, *: $P < 0.1$ 回帰分析の数字は上昇または下降した変動幅を示す網掛けは有意な差があったことを示す

2 沿岸定線水温のトレンド分析

沿岸定線水温による水深別、クラスター別、月別のトレンド解析の結果を表3に示した。回帰分析とマン・ケンデル検定の両方で有意であった場合を有意なトレンドと判断すると、表面水温で有意な上昇トレンドが見られたのは、全期間のクラスター4とクラスター5、3月のクラスター5、11月のクラスター1~4、12月は全クラスターであった。有意な下降トレンドが見られたのは、8月のクラスター2であった。

50m深水温で有意な上昇トレンドが見られたのは、2月と3月のクラスター5、12月のクラスター1、クラスター3及びクラスター4であった。下降トレンドは、全期間のクラスター1、8~10月のクラスター1、9月のクラスター2、クラスター3であった。

100m深水温で有意な上昇トレンドが見られたのは、3月のクラスター5、12月のクラスター1であった。有意な下降トレンドが見られたのは、全期間のクラスター2とクラスター3、3月のクラスター2、8月のクラスター1~3であった。

200m深水温では有意な上昇トレンドは見られず、有意な下降トレンドが見られたのは、全期間のクラスター1~4、1月のクラスター1、8~10月にかけてのクラスター1であった。

300m深水温は200m深水温と同様に上昇トレンドは見られず、有意な下降トレンドが見られたのは、全期間のクラスター1~3、3月のクラスター1、5月と9月のクラスター2であった。

表3 沿岸定線水温トレンド分析結果

(a) 表面水温

	クラスター-1		クラスター-2		クラスター-3		クラスター-4		クラスター-5	
	回帰分析	マン・ケンデル	回帰分析	マン・ケンデル	回帰分析	マン・ケンデル	回帰分析	マン・ケンデル	回帰分析	マン・ケンデル
全期間	0.189	-	0.014	-	0.421	-	0.841	**	1.318	***
1月	-1.255	-	-1.275	-	0.923	-	0.514	-	0.459	-
2月	-0.172	-	0.953	-	2.125	-	1.415	-	2.311	*
3月	-1.141	-	-2.435	*	-0.566	-	-0.058	-	3.838	***
4月	0.446	-	0.021	-	0.126	-	0.490	-	-0.743	-
5月	-0.606	-	-1.527	-	-1.742	-	-0.778	-	0.210	-
6月	-0.899	-	-1.035	-	-1.660	-	0.126	-	0.637	-
7月	0.360	-	1.000	-	-0.014	-	0.973	-	0.890	-
8月	-0.348	-	-2.263	***	-1.477	**	-0.537	-	-0.832	-
9月	1.029	-	0.317	-	0.255	-	0.509	-	1.116	-
10月	0.807	-	0.944	-	1.756	*	1.153	-	2.038	**
11月	1.864	**	2.538	**	2.288	**	3.256	***	3.086	***
12月	2.181	***	2.928	**	3.146	**	3.032	**	2.820	***

(b) 50 m

	クラスター-1		クラスター-2		クラスター-3		クラスター-4		クラスター-5	
	回帰分析	マン・ケンデル	回帰分析	マン・ケンデル	回帰分析	マン・ケンデル	回帰分析	マン・ケンデル	回帰分析	マン・ケンデル
全期間	-0.463	*	-1.454	***	-0.474	-	-0.107	-	0.635	-
1月	-1.312	-	-1.671	-	0.524	-	0.028	-	0.091	-
2月	0.101	-	-0.873	-	1.247	-	0.297	-	2.374	**
3月	-0.686	-	-2.118	-	-0.552	-	-0.072	-	3.878	***
4月	0.286	-	-0.441	-	0.095	-	0.706	-	-0.527	-
5月	-1.085	-	-1.468	-	-2.554	-	-2.117	-	-0.777	-
6月	-0.768	-	-2.619	-	-1.746	-	-0.858	-	0.522	-
7月	0.108	-	-1.558	-	-1.262	-	-0.540	-	-0.894	-
8月	-2.730	***	-2.691	-	-3.06	-	-1.429	-	-0.444	-
9月	-1.788	*	-4.718	**	-3.655	**	-2.189	-	-1.695	-
10月	-1.604	**	-1.576	-	1.208	-	0.047	-	0.593	-
11月	1.434	*	1.235	-	1.780	-	2.279	*	2.475	-
12月	2.481	***	1.033	-	2.362	*	2.582	**	2.044	**

(c) 100 m

	クラスター-1		クラスター-2		クラスター-3		クラスター-4		クラスター-5	
	回帰分析	マン・ケンデル	回帰分析	マン・ケンデル	回帰分析	マン・ケンデル	回帰分析	マン・ケンデル	回帰分析	マン・ケンデル
全期間	-0.471	**	-1.406	***	-1.253	***	-0.812	*	0.159	-
1月	-1.557	*	-1.469	-	-0.817	-	-1.610	-	-0.740	-
2月	-0.307	-	-0.550	-	0.255	-	-0.454	-	-0.958	-
3月	-0.958	-	-2.293	*	-1.756	-	-0.330	-	3.446	**
4月	-0.298	-	-1.026	-	0.088	-	0.182	-	-0.718	-
5月	-0.380	-	-1.800	-	-2.7	*	-2.345	-	-1.744	-
6月	0.672	-	-1.233	-	-2.046	-	-1.479	-	-0.121	-
7月	-0.172	-	-0.550	-	-1.426	-	-1.257	-	-1.587	-
8月	-1.645	**	-3.325	*	-3.727	**	-1.050	-	-0.262	-
9月	-1.377	*	-2.409	-	-3.36	*	-2.761	-	-1.457	-
10月	-1.734	*	-1.617	-	-0.841	-	0.333	-	0.182	-
11月	0.562	-	-0.703	-	0.828	-	0.156	-	2.179	-
12月	1.584	*	0.102	-	0.541	-	0.667	-	1.198	-

(d) 200 m

	クラスター-1		クラスター-2		クラスター-3		クラスター-4		クラスター-5	
	回帰分析	マン・ケンデル	回帰分析	マン・ケンデル	回帰分析	マン・ケンデル	回帰分析	マン・ケンデル	回帰分析	マン・ケンデル
全期間	-1.041	***	-1.419	***	-1.392	***	-0.778	**	-0.220	-
1月	-2.954	**	-1.819	-	-1.592	-	-2.057	-	-1.239	-
2月	-0.504	-	-1.014	-	-0.419	-	-0.622	-	0.283	-
3月	-1.543	*	-1.903	*	-1.521	-	-0.161	-	1.495	-
4月	-0.905	-	-0.938	-	-0.629	-	-0.148	-	0.004	-
5月	-0.682	-	-1.494	-	-2.232	*	-2.072	-	-1.518	-
6月	-0.380	-	-0.935	-	-2.752	**	-1.073	*	-1.284	-
7月	-0.256	-	-0.919	-	-1.964	-	-1.262	-	-1.978	-
8月	-2.503	**	-1.879	-	-3.181	**	-0.740	-	0.269	-
9月	-2.558	**	-2.103	-	-2.553	*	-2.495	*	-1.382	-
10月	-3.341	**	-1.342	-	-1.084	-	0.258	-	0.209	-
11月	0.224	-	-1.137	-	1.366	-	0.107	-	2.602	-
12月	-0.659	-	-1.571	-	-0.090	-	0.972	-	-0.037	-

(e) 300 m

	クラスター-1		クラスター-2		クラスター-3		クラスター-4	
	回帰分析	マン・ケンデル	回帰分析	マン・ケンデル	回帰分析	マン・ケンデル	回帰分析	マン・ケンデル
全期間	-1.213	***	-0.681	***	-1.134	***	-0.397	-
1月	-2.352	**	-1.963	**	-1.301	-	-1.255	-
2月	-2.018	*	-0.814	-	-0.719	-	-0.337	-
3月	-1.53	*	-0.296	-	-1.028	*	0.944	-
4月	-1.048	-	0.430	-	-0.077	-	0.485	-
5月	-0.778	-	-1.561	*	-1.643	-	-1.041	-
6月	-0.371	-	-0.753	-	-2.23	**	-0.191	-
7月	-0.409	-	-0.470	-	-1.912	*	-2.010	-
8月	-0.734	-	-0.927	-	-2.506	**	-0.035	-
9月	-1.453	-	-1.321	**	-1.504	*	-1.389	-
10月	-1.750	*	-0.246	-	-0.796	-	-0.633	-
11月	-0.772	-	-0.166	-	0.413	-	1.787	-
12月	-1.353	-	-0.078	-	-0.255	-	-1.037	-

有意水準は、*** : P<0.01, ** : P<0.05, * : P<0.1
回帰分析の数字は上昇または下降した変動幅を示す
網掛けは有意な差があった事を示す

考察

1 上昇トレンド要因

今回検討した4つのトレンド指標で有意な上昇トレンドが見られたのは、冬季(2, 3月)と秋季(9~12月)であった。冬季では、沿岸定線水温の表層のクラスター5(3月), 50m深のクラスター5(2月, 3月), 100m深のクラスター5(3月), 及び石巻市気温(2, 3月)が有意な上昇トレンドを示した。沿岸定線水温で有意となった海域は、宮城県沖合の南部に当たる。クラスター4, クラスター5の表面水温や、田代島の定地水温は、有意でない月であっても、8~9ヶ月が上昇トレンドを示しており、全期間では有意な上昇トレンドを示した。

冬季の上昇トレンドを引き起こしている要因として、本県沿岸域は黒潮続流が直接波及しない海域であることから、冬季に黒潮続流から派生した暖水塊起源の暖水が、宮城県沖合南部の水深100m以浅海域に波及しやすい海洋環境になっていると考えられた。この関係を明確にするためには、今後黒潮系水の北限緯度の経年変化についてトレンド分析が必要である。また、2, 3月の石巻市気温に有意な上昇トレンドが見られたが、定地水温や沿岸定線水温の浅海域クラスターに有意な上昇トレンドが認められなかったことから、この期間の海水温上昇トレンドに気温上昇は関与していないと考えられた。

秋季は上昇トレンドが顕著に表れた。11月の沿岸定線の表面水温はクラスター5を除く総てのクラスターで有意な上昇トレンドを示し、12月は総てのクラスターで有意な上昇トレンドを示した。また、江島の定地水温は11月, 12月が、田代島の定地水温は12月が有意な上昇トレンドとなった。石巻市の気温は、全期間で有意な上昇トレンドとなっていたが、特に9~11月に顕著であった。秋季の気温と極沿岸の海水温の関係をみるため、図3に石巻市の9~11月の平均気温偏差と、江島11~12月と平均水温偏差および田代島11~12月の平均水温偏差の関係を示した。いずれも有意な回帰を示し、秋季気温の上昇が定地水温の上昇に大きく関係していることを示唆した。沿岸定線観測点の表層域においても、冬季と同様に南部沖合域は暖水塊起源の暖水波及の影響及び秋季の11月に南下流量が増加する津軽暖流¹⁰の影響が考えられるが、津軽暖流については、鮫

角線(40° 32' N)の1963年~2002年にかけての142~143° Eの表層平均水温は11月に12~15°C台, 12月に12°C台¹⁰と同時期の宮城県海域(11月:16~17°C台, 12月:14~15°C台)よりも低いため、宮城県海域は津軽暖流による水温上昇の影響を受けていないと考えられた。これらのことから、11~12月の表層水温の有意な上昇トレンドは、秋季の気温上昇の影響を大きく受けていると考えられ、浅海域から沖合域にかけて秋季表層海水温が下がりにくい海洋環境になっていると考えられた。

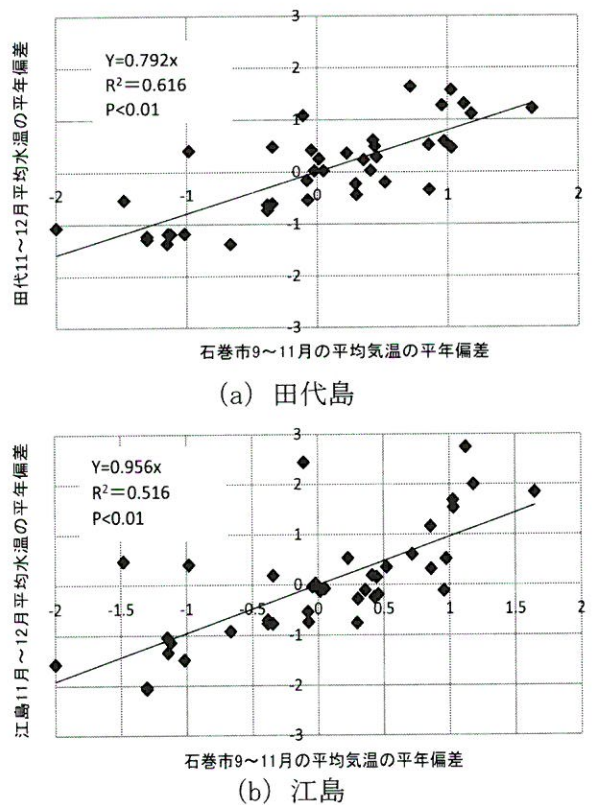


図4 石巻市9~11月平均気温偏差と田代島、江島の11~12月平均水温偏差の関係

2 下降トレンド要因

下降トレンドで特徴的なのは、有意な下降トレンドを示したのは沿岸定線水温のみであり、特に、夏季の8月から10月にかけて50m~200m深の県北部から中部海域のクラスター、9月の300m深のクラスター2が有意であったことである。これらの海域における夏季の水温下降トレンドの主な原因は、6月, 7月, 9月, 10月, 11月の約半年間にわたり、親潮南限緯度が有意な南下トレンドを示していることから、親潮の南下であると

考えられる。

図4に8月に顕著に親潮が南下した2009年8月の海洋観測に基づく100m水深の水平等水温図と、北緯38°30′ Nラインの断面等水温図を示した。また、図5にFRA-ROMS (<http://fm.dc.affrc.go.jp/fra-roms/Index.html>) から引用した同時期の海況図を示した。この年は、盛夏の8月に本県沖合まで親潮が南下していることが分かる。この年の3月～9月までの親潮の動向をみると、春季の3月に北緯37° Nまで最も南下した後に、5～6月に一旦北緯41° Nまで北退し、7月から再び南下が始まり、8月に宮城県沿岸まで南下後、9月には冷水塊となり、夏季から秋季の本県沿岸域における水温低下の要因となっていた。伊藤⁶⁾は、近年における親潮第1分枝の南限緯度の季節変動について、2～5月は北へ後退しているが、6月から1月については南への張り出しが強化されていることを指摘している。また、年平均でも親潮前線が南進傾向にあり、宮城県海域が含まれる混合域の垂表層が低温化していることを報告している。今回の結果でも夏季から秋季にかけては、親潮南下の影響により、県北部から中部の海域において、50m以深の水温が下降トレンドになっていることが明らかとなった。しかしながら、現象として把握はされていても、なぜ親潮が季節を問わず、南下傾向にあるのかを報告した研究は無く、親潮の起源である東カムチャッカ海流やオホーツク海における気候温暖化の影響等について、今後の解明が待たれる。

3 水温の長期トレンドと漁況の変化

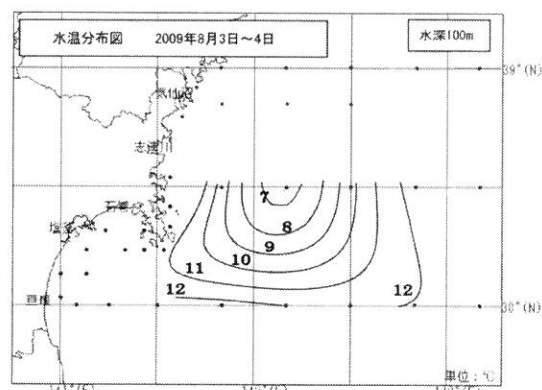
本県浅海域の表層水温が上昇トレンドになっていることが、本県沿岸の漁況に影響を与えている例を表6に示した。石巻魚市場における定置網の主要水揚げ対象種であるマイワシ、カタクチイワシの漁獲期間は、2000年以降に顕著に伸び、親潮南下前の3月上旬まで水揚げされる年が多くなった。本県定置網の秋冬季における主要な漁獲対象はシロサケであり、かつてはサケの来遊が終了する1月末までに網を揚げていたが、イワシ類の来遊により敷設期間が長くなったものと考えられる。

また、養殖業では秋季漁場水温の上昇傾向により、ノリの養殖開始時期が遅れる年が出現していることか

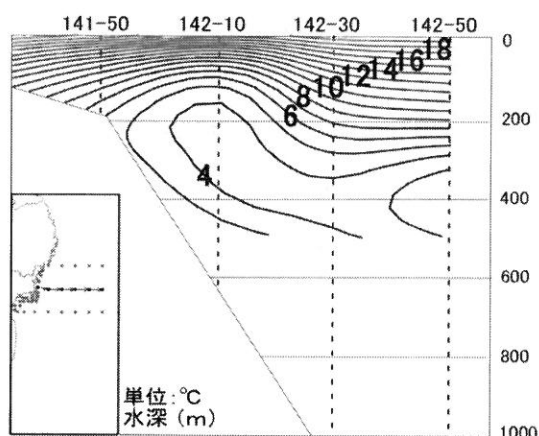
ら、水温に対する漁業者の関心は高く、仙台管区气象台と連携して、気温との関係からワカメ養殖海域及びノリ養殖海域の水温を予測する試みが開始されており (http://www.jma-net.go.jp/sendai/wadai/umi/taio_jiturei.html)、今後の精度向上が期待される。

一方で夏季、秋季に50m以深水温が下降トレンドになっている影響は現在のところ、確認されていない。しかしながら、冷水性の魚種であるマダラやスケトウダラ等の底魚類の分布や資源変動、あるいは夏季に宮城県沿岸の来遊する浮き魚類や、近年釣り漁業で不振のスルメイカの来遊にも影響している可能性がある。

上昇トレンド、下降トレンドが漁船漁業、養殖漁業に与える影響については、今後も長期的な観測体制を継続し、海洋環境の変化を注意深く観察していくことで明らかになってくるだろう。そこで得られた結果は今後の漁船漁業及び養殖業のあり方を考えていく上で重要なデータを提供するであろう。



(a) 水平分布図 (100m深)



(b) 38°30′ Nライン断面図

図5 親潮南下時の海況図 (2009年8月)

要 約

2009/08/07
FRA-ROMS

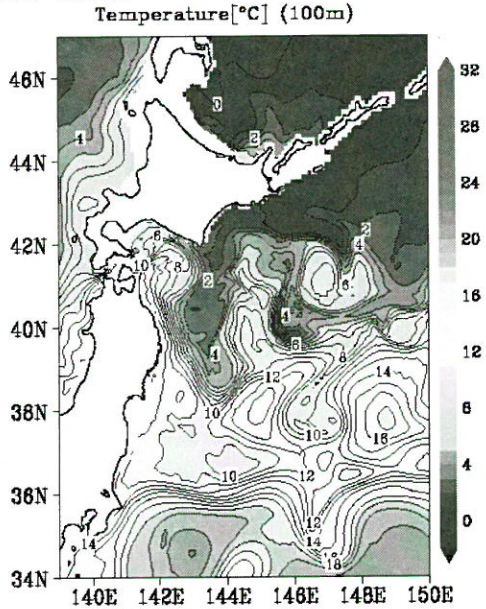


図 6 親潮南下時の海況図 (2009年8月7日)

- 1) 宮城県沿岸海域の表層水温は冬季(2月、3月)に宮城県南部沖合で上昇トレンドであり、秋季(11月、12月)は宮城県浅海域から沖合にかけて全域で上昇トレンドであった。50m以深水温は、夏季から秋季にかけて県北部から中部の海域で下降トレンドであった。
- 2) 水温上昇トレンドの要因として、冬季は沖合からの黒潮系暖水から派生した暖水塊からの暖水波及、秋季は気温上昇の影響が考えられた。
- 3) 夏季から秋季の水温下降トレンドの要因として、親潮の南下トレンドが考えられた。
- 4) 水温上昇トレンド・下降トレンドの漁船漁業、養殖業への影響を把握し、環境変化に合わせた漁業のあり方を提言するためには、今後も長期的な観測体制の維持が必要である。

謝 辞

表 6 石巻魚市場における定置網によるイワシ類の水揚げ期間

マイワシ													カタクチイワシ													
年	12月			1月			2月			3月			年	12月			1月			2月			3月			
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下		上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	
1980																										
1981																										
1982																										
1983																										
1984																										
1985																										
1986																										
1987																										
1988																										
1989																										
1990																										
1991																										
1992																										
1993																										
1994																										
1995																										
1996																										
1997																										
1998																										
1999																										
2000																										
2001																										
2002																										
2003																										
2004																										
2005																										
2006																										
2007																										
2008																										
2009																										
2010																										

網掛けは水揚げがあったこと事を示す
ただし、マイワシの1991~1994年、カタクチイワシの1980~1984年、1991~1993年の水揚げデータはなし

これまで海洋観測業務に関わってこられた宮城県及び岩手県の歴代の職員、特に漁業調査船の職員に深く感謝申し上げます。

国立研究開発法人 水産総合研究センター 東北区水産研究所の伊藤進一博士(現東京大学大気海洋研究所)には親潮第1分枝の南限緯度のデータを提供していただいた。また、茨城県水産試験場の小日向寿夫氏にはマン・ケンドール検定のエクセルプログラムを提供していただいた。これらのデータ及びプログラムによって、本報告の解析が可能となったことをここに記し、深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 永木利幸 (2001) 宮城県沿岸海域のパターン化と季節変動特性. 宮城県水産研究報告, **1**, 103-110
- 2) 永木利幸 (2003) 沿岸定線データを用いた海況予測の可能性. 宮城県水産研究報告, **3**, 19-30
- 3) 佐伯光広 (2013) 宮城県海域における統計的手法に基づいた水温予測の検証. 東北ブロック水産海洋連絡会報, **43**, 15-20
- 4) 小野寺毅 (2014) 宮城県沿岸地先における統計的手法に基づいた水温予測の試み. 東北ブロック水産海洋連絡会報, **44**, 5-10
- 5) 稲田真一 (2015) 宮城県の水産物水揚量の長期変動と海洋環境との関係 ～過去一世紀にわたる漁海況の俯瞰～. 宮城県水産研究報告, **15**, 18-26
- 6) 伊藤進一 (2011) 近年の海洋環境と回遊性魚類の動向. 海洋と生物, **192**, 7-12
- 7) 伊藤進一・清水勇吾・笈茂穂・齋藤宏明・桑田晃・高橋一生・杉崎宏哉・岡崎雄二・鹿島基彦・館澤みゆき・川崎康寛・小埜恒夫・葛西広海 (2006) 親潮・混合域における温暖化傾向と低次生態系の応答シナリオ. 月刊海洋, **38**, 161-167
- 8) 小日向寿夫 (2011) 茨城県沿岸域の水温の長期トレンド. 茨城水試研報, **42**, 1-7
- 9) 松山洋, 谷本陽一 (2008) UNIX/Windows/Macintoshを使った実践! 気候データ解析. 古今書院, 46-57
- 10) 佐藤晋一 (2004) 青森県鮫角東方沖における海況について. 青森県水産総合研究センター研究報告, **4**, 31-38

