

福島県の沿岸海況 - III.

統計解析および海況予測について

石井 勇

Oceanographic condition on the Coastal Sea of Fukushima Prefecture - III.

On the Statistical analysis and Prediction of the
 Oceanographic condition

Isami I SHII

まえがき

本県沿岸海域の変動特性については、著者が以前に述べたが^{1) 2)}これらの報告は比較的近年(1965年以降)の資料をもとにしての特性および、現象についての報告であった。

しかし、本県は海洋観測の歴史が古いために観測データは、かなりの量が蓄積され未使用の状態である。そこで、本県沿岸を含む常磐海域の特性や長期変動を解明するためには、これらのデータの統計処理が必要とされる。ここでは、1940年1月から1975年3月までのデータについて統計処理を行い、その結果をもとに海況の予測を試みたので、その一部について報告する。

表1. 統計計算用変換メッシュ

定線 緯度 (経度)	塩屋崎 36°-59.5' N { 37-02.0	宮 37°-22.0' N { 37-24.0	岡 37°-49.0' N { 37-47.0 { 37-52.0
st-1 1 層	{ 141-00.0 E { 140-59.0 { 141-01.0	{ 141-04.7 E { 141-03.0 { 141-05.0	{ 141-00.7 E { 141-00.0 { 141-02.0
st-2 5 層	{ 141-06.5 { 141-04.0 { 141-07.0	{ 141-09.0 { 141-08.0 { 141-11.0	{ 141-05.7 { 141-04.0 { 141-07.0
st-3 10 層	{ 141-11.5 { 141-10.0 { 141-13.0	{ 141-15.0 { 141-13.0 { 141-17.0	{ 141-11.8 { 141-10.0 { 141-14.0
st-4 20 層	{ 141-24.0 { 141-22.0 { 141-26.0	{ 141-27.3 { 141-25.0 { 141-30.0	{ 141-24.2 { 141-22.0 { 141-26.0
st-5 30 層	{ 141-36.5 { 141-34.0 { 141-39.0	{ 141-40.0 { 141-38.0 { 141-42.0	{ 141-36.8 { 141-35.0 { 141-39.0
st-6 40 層	{ 141-49.0 { 141-47.0 { 141-50.0	{ 141-52.0 { 141-49.0 { 141-53.0	{ 141-49.0 { 141-47.0 { 141-51.0
st-7 50 層	{ 141-01.5 { 141-59.0 { 142-03.0	{ 142-05.0 { 141-59.0 { 142-06.0	{ 142-01.7 { 141-58.0 { 142-04.0
st-8 60 層	{ 142-14.0 { 142-12.0 { 142-16.0	{ 142-17.0 { 142-15.0 { 142-19.0	{ 142-14.0 { 142-12.0 { 142-16.0
st-9 70 層	{ 142-27.0 { 142-26.0 { 142-30.0	{ 142-30.0 { 142-28.0 { 142-32.0	{ 142-27.0 { 142-26.0 { 142-30.0
st-10 80 層	{ 142-39.0 { 142-37.0 { 142-41.0	{ 142-42.0 { 142-40.0 { 142-44.0	{ 142-39.0 { 142-37.0 { 142-41.0
st-11 90 層	{ 142-51.0 { 142-49.0 { 142-53.0	{ 142-55.0 { 142-53.0 { 142-55.0	{ 142-51.0 { 142-49.0 { 142-53.0

方 法

本県が実施した1940年1月から1975年3月までの観測データを使用した。1962年以前は現在実施されている沿岸定線が設定されていなかったのので、ここでは、当時の観測データを現在の定線に適應させるために変換表(表1)を使用して、それぞれの定点について、層ごとに次のことを行った。

月平均値、標準偏差値について。水温および塩分について、定点別に0, 10, 20, 50, 100, 200m層の月平均値および標準偏差値を計算し、海況の季節変動をみる。

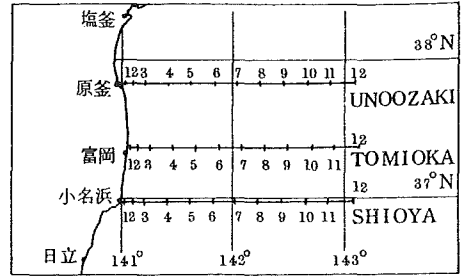
定点間における相関について。上記の各層における、年間

の月平均値(12ヶ月)を用い、定点相互の相関係数 $r = \frac{\sum(x_1 x_2)}{\sqrt{\sum(x_1^2) \sum(x_2^2)}}$ から定点相互の関係をみる。

積算平均値について。それぞれの定線の st-1 を除く定点において、表層から最下層までの積算平均水温値を連続的なグラフにすることにより、定線および定点における親潮勢力の強弱や長期的な振動についてみる。

海況の持続性と予測について。塩屋埼の1 湊 - 0 m, 10 湊 - 50 m・100 m 層の3点において1965年からの水温変化と先に計算した月平均値との偏差を記号で示し、海況の持続性について論じ、さらに海況の短期予測を試みる。

図1.



結果および考察

1)

月平均値についての考察は、すでに報告しているもので、ここでは標準偏差について述べる。先ず、表2(A)が示すように塩屋埼の全般的な傾向では、標準偏差値の小さな月の出現は9月が圧倒的に多く、10月、12月の順になっている。一方、大きな値の出現は、4月、3月、5月の順になっている。すなわち、水温変化が少なく安定しているのは、9月、10月、12月であり、反対に水温変化が大きく不安定な月は4月を中心にした3~5月の春季である。表2(B)で示すように富岡定線では、変化の少ない安定している月に12月が出現しているが、これについては冬期の観測が少ないことから標本数が少ないために値が小さくなっているのであろう。また、水温変化の大きい月の出現では、3月が一番多く、塩屋埼と若干の違いがみられる。鶴ノ尾埼で安定しているのは2月が多く、次に9月である。前者は最低水温期であり、後者は最高水温期と同時期である。水温変動の大きい時期は他の定線同様3月、4月、5月であった(表-2(C))。定線別の出現月については以上のとおりであるが、の最小、最大の年間平均値では、塩屋埼定線の値が一番大きく富岡、鶴ノ尾埼と北へ移行するにつれて小さくなっている。すなわち、本県では南部海域ほど海流系による水温の変化が激しい。

表2. 1月平均水温 標準偏差値および出現月 (s15.1~s50.3)

定線塩屋埼定線 (A)									
観測月及び層位	層	定 点	最 小		最 大				
			1	2	1	2			
0m	st-1	1	0.160	8.1.241	2.3.723	1.3.201			
		2	0.985	10.1.411	4.2.586	3.2.475			
		3	0.187	10.1.512	4.3.129	3.2.672			
		4	0.114	2.1.486	4.4.566	3.3.334			
		5	1.003	9.1.145	4.3.888	3.3.798			
		6	0.985	1.1.411	4.2.630	8.2.332			
		7	0.232	2.1.548	4.3.189	1.3.068			
		8	0.1342	12.1.647	4.4.008	3.3.059			
		9	1.098	9.1.291	4.3.916	3.3.278			
		10	0.985	1.1.411	4.2.630	8.2.332			
		11	0.232	2.1.548	4.3.189	1.3.068			
		12	0.1342	12.1.647	4.4.008	3.3.059			
10m	st-2	1	0.985	1.1.411	4.2.630	8.2.332			
		2	0.232	2.1.548	4.3.189	1.3.068			
		3	0.1342	12.1.647	4.4.008	3.3.059			
		4	1.098	9.1.291	4.3.916	3.3.278			
		5	0.985	1.1.411	4.2.630	8.2.332			
		6	0.232	2.1.548	4.3.189	1.3.068			
		7	0.1342	12.1.647	4.4.008	3.3.059			
		8	1.098	9.1.291	4.3.916	3.3.278			
		9	0.985	1.1.411	4.2.630	8.2.332			
		10	0.232	2.1.548	4.3.189	1.3.068			
		11	0.1342	12.1.647	4.4.008	3.3.059			
		20m	st-3	1	0.985	1.1.411	4.2.630	8.2.332	
2	0.232			2.1.548	4.3.189	1.3.068			
3	0.1342			12.1.647	4.4.008	3.3.059			
4	1.098			9.1.291	4.3.916	3.3.278			
5	0.985			1.1.411	4.2.630	8.2.332			
6	0.232			2.1.548	4.3.189	1.3.068			
7	0.1342			12.1.647	4.4.008	3.3.059			
8	1.098			9.1.291	4.3.916	3.3.278			
9	0.985			1.1.411	4.2.630	8.2.332			
10	0.232			2.1.548	4.3.189	1.3.068			
11	0.1342			12.1.647	4.4.008	3.3.059			
50m	st-4			1	0.985	1.1.411	4.2.630	8.2.332	
		2	0.232	2.1.548	4.3.189	1.3.068			
		3	0.1342	12.1.647	4.4.008	3.3.059			
		4	1.098	9.1.291	4.3.916	3.3.278			
		5	0.985	1.1.411	4.2.630	8.2.332			
		6	0.232	2.1.548	4.3.189	1.3.068			
		7	0.1342	12.1.647	4.4.008	3.3.059			
		8	1.098	9.1.291	4.3.916	3.3.278			
		9	0.985	1.1.411	4.2.630	8.2.332			
		10	0.232	2.1.548	4.3.189	1.3.068			
		11	0.1342	12.1.647	4.4.008	3.3.059			
		100m	st-5	1	0.985	1.1.411	4.2.630	8.2.332	
2	0.232			2.1.548	4.3.189	1.3.068			
3	0.1342			12.1.647	4.4.008	3.3.059			
4	1.098			9.1.291	4.3.916	3.3.278			
5	0.985			1.1.411	4.2.630	8.2.332			
6	0.232			2.1.548	4.3.189	1.3.068			
7	0.1342			12.1.647	4.4.008	3.3.059			
8	1.098			9.1.291	4.3.916	3.3.278			
9	0.985			1.1.411	4.2.630	8.2.332			
10	0.232			2.1.548	4.3.189	1.3.068			
11	0.1342			12.1.647	4.4.008	3.3.059			
200m	st-5			1	1.415	7.1.807	8.3.382	6.2.921	
平均値			1.144		3.572				

定線富岡定線 (B)									
観測月及び層位	層	定 点	最 小		最 大				
			1	2	1	2			
0m	st-1	1	0.843	2.0.942	4.2.662	5.2.365			
		2	0.059	1.1.251	3.2.660	5.2.517			
		3	0.948	0.9.960	3.3.949	5.2.701			
		4	0.704	12.0.852	4.3.200	3.3.177			
		5	0.056	9.0.915	3.4.321	5.2.515			
		6	0.951	9.1.104	3.2.500	5.2.314			
		7	0.998	2.1.270	3.3.280	7.2.586			
		8	1.012	9.1.175	3.3.565	4.3.465			
		9	0.140	1.0.645	3.4.119	5.3.800			
		10	0.770	11.1.180	3.2.427	8.2.359			
		11	0.873	2.0.959	3.3.472	4.2.676			
		12	0.732	12.0.816	3.3.788	4.3.466			
10m	st-2	1	0.000	10.0.470	8.4.401	9.4.314			
		2	0.873	2.0.959	3.3.472	4.2.676			
		3	0.732	12.0.816	3.3.788	4.3.466			
		4	0.000	10.0.470	8.4.401	9.4.314			
		5	0.873	2.0.959	3.3.472	4.2.676			
		6	0.732	12.0.816	3.3.788	4.3.466			
		7	0.000	10.0.470	8.4.401	9.4.314			
		8	0.873	2.0.959	3.3.472	4.2.676			
		9	0.732	12.0.816	3.3.788	4.3.466			
		10	0.000	10.0.470	8.4.401	9.4.314			
		11	0.873	2.0.959	3.3.472	4.2.676			
		20m	st-3	1	0.800	2.0.832	3.2.960	4.2.625	
2	0.341			12.0.804	3.3.572	8.3.483			
3	0.165			1.0.725	3.4.110	5.3.484			
4	0.340			1.0.553	3.2.901	10.2.792			
5	0.705			1.0.775	10.3.851	9.3.713			
6	0.000			1.0.560	6.3.603	8.2.920			
7	0.800			2.0.832	3.2.960	4.2.625			
8	0.341			12.0.804	3.3.572	8.3.483			
9	0.165			1.0.725	3.4.110	5.3.484			
10	0.340			1.0.553	3.2.901	10.2.792			
11	0.705			1.0.775	10.3.851	9.3.713			
12	0.000			1.0.560	6.3.603	8.2.920			
平均値			0.811		3.434				

定線鶴ノ尾埼定線 (C)									
観測月及び層位	層	定 点	最 小		最 大				
			1	2	1	2			
0m	st-1	1	0.402	1.0.893	5.2.812	7.2.231			
		2	0.232	11.0.656	5.2.767	7.1.722			
		3	0.855	11.1.002	5.2.268	3.2.028			
		4	0.564	9.0.992	3.3.556	4.2.389			
		5	0.300	2.0.887	3.4.220	4.3.803			
		6	0.060	3.1.105	5.2.737	7.2.286			
		7	1.167	9.1.274	5.2.555	6.2.178			
		8	0.979	9.1.037	3.3.157	4.2.408			
		9	0.447	9.0.818	3.3.545	7.2.385			
		10	0.060	3.1.105	5.2.737	7.2.286			
		11	1.167	9.1.274	5.2.555	6.2.178			
		12	0.979	9.1.037	3.3.157	4.2.408			
10m	st-2	1	0.060	3.1.105	5.2.737	7.2.286			
		2	0.232	11.0.656	5.2.767	7.1.722			
		3	0.855	11.1.002	5.2.268	3.2.028			
		4	0.564	9.0.992	3.3.556	4.2.389			
		5	0.300	2.0.887	3.4.220	4.3.803			
		6	0.060	3.1.105	5.2.737	7.2.286			
		7	1.167	9.1.274	5.2.555	6.2.178			
		8	0.979	9.1.037	3.3.157	4.2.408			
		9	0.447	9.0.818	3.3.545	7.2.385			
		10	0.060	3.1.105	5.2.737	7.2.286			
		11	1.167	9.1.274	5.2.555	6.2.178			
		12	0.979	9.1.037	3.3.157	4.2.408			
20m	st-3	1	0.434	0.597	6.3.434	7.2.817			
		2	0.194	0.964	6.3.509	8.2.484			
		3	0.632	1.1.011	3.3.286	4.2.866			
		4	0.035	2.0.712	4.3.905	3.3.861			
		5	0.325	2.0.887	4.4.094	3.2.983			
		6	0.035	5.1.215	4.3.938	10.3.596			
		7	1.035	5.1.215	4.3.938	10.3.596			
		8	0.441		3.420				
		9	0.035	5.1.215	4.3.938	10.3.596			
		10	0.325	2.0.887	4.4.094	3.2.983			
		11	0.632	1.1.011	3.3.286	4.2.866			
		12	0.194	0.964	6.3.509	8.2.484			
平均値			0.441		3.420				

塩分量では、表3に示すように沖合より沿岸が低塩分であり特に1渚点ではその傾向が顕著である。また、1渚海域でも塩屋崎よりは富岡が低く、鵜ノ尾崎は更に低くなっている。このように鵜ノ尾崎における塩分量が他の2定線に比べて極端に低いのは、前にも触れたように仙台湾の中に位置しているために陸水の混入が多いのであろう。季節別では、9月に極小値の出現が圧倒的に多く、次に7月である。9月は台風シーズンで、7月は梅雨でありともに降水量が多いための影響と考えられるが、50m層や100m層においても9月に極小値の出現がみられることを考慮すれば、他の原因も作用しているであろう。年間の変化では、11月頃から3月、4月まで比較的高塩分で経過し、初夏5月から10月頃にかけて低塩分である。層別の特徴では、100m層が高塩分で表層に近い程塩分量が低くなっている点が注目される。100m層では、周年塩分変化が少なく高い値が持続しているためであらう。標準偏差値では、2月には小さな値を示している反面9月、10月は大きな値となり水温でみられた特徴とは若干矛盾している。この点については今後充分に検討する必要がある。

表3. 塩分量月平均値および標準偏差 (s15.1~s50.3)

層別	定線	月												
		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
0m	S(15.1)	34.414	34.450	34.174	33.629	33.314	33.091	32.252	32.541	32.709	33.021	34.118	34.005	34.895
	T(15.1)	0.452	0.418	0.319	0.349	0.311	0.271	0.211	0.272	0.271	0.254	0.244	0.244	0.244
	U(15.1)	0.048	0.111	0.146	0.235	0.274	0.311	0.323	0.305	0.271	0.254	0.244	0.244	0.244
	S(30.0)	34.308	34.284	34.218	34.205	34.240	33.924	33.317	33.716	33.532	33.310	33.254	33.250	33.849
	T(30.0)	0.280	0.250	0.212	0.202	0.211	0.204	0.184	0.184	0.184	0.184	0.184	0.184	0.184
50m	S(50.0)	35.740	35.378	35.345	35.329	35.324	35.287	35.454	35.350	35.018	35.317	35.705	35.058	35.718
	T(50.0)	0.400	0.244	0.237	0.255	0.255	0.255	0.255	0.255	0.255	0.255	0.255	0.255	0.255
	U(50.0)	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040
	S(100.0)	34.127	34.094	34.057	34.020	34.024	34.024	34.017	34.017	34.017	34.017	34.017	34.017	34.017
	T(100.0)	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244
100m	S(100.0)	34.170	34.170	34.170	34.170	34.170	34.170	34.170	34.170	34.170	34.170	34.170	34.170	34.170
	T(100.0)	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244
	U(100.0)	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040
	S(150.0)	34.170	34.170	34.170	34.170	34.170	34.170	34.170	34.170	34.170	34.170	34.170	34.170	34.170
	T(150.0)	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244
200m	S(200.0)	34.170	34.170	34.170	34.170	34.170	34.170	34.170	34.170	34.170	34.170	34.170	34.170	34.170
	T(200.0)	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244
	U(200.0)	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040
	S(250.0)	34.170	34.170	34.170	34.170	34.170	34.170	34.170	34.170	34.170	34.170	34.170	34.170	34.170
	T(250.0)	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244

定点間の相関については、始めの年間の月平均値を使用して、相関係数 $r = \frac{\sum x_1 x_2}{\sqrt{\sum x_1^2 \sum x_2^2}}$ を計算した結果、水温での相関係数値は表4(A)~(E)に示すとおりほとんどの部分で0.9以上で、かなり高い値となっている。このような高い値の中での差を比較することについては異論もあろうが、若干の特徴について述べる。

層別の値の比較では、0m層が相対的に高く、深くなるにしたがって小さな値となっている。また、定点間の相関では、隣の定点、すなわち距離の近い定点との間に高い相関がみられることは当然であらう。0m層の特徴をみるとS-2が他の定点に対して高い相関を示していることは、S-2がある意味において0m層における代表点とみなすことが可能であらう。また、各層で共通しているのは、T-5が他の定点に対して相関が低く孤立した存在となっている。

<11> CORRELATION COEFFICIENT ABOUT EACH STATION ---WATER TEMPERATURE---

	S-5	T-5	U-5	S-4	T-4	U-4	S-3	T-3	U-3	S-2	T-2	U-2	S-1	T-1	U-1
S-5	1.0000	0.9534	0.9775	0.9927	0.9793	0.9748	0.9890	0.9705	0.9816	0.9849	0.9713	0.9891	0.9276	0.9853	0.9863
T-5		1.0000	0.9600	0.9709	0.9679	0.9742	0.9756	0.9738	0.9737	0.9808	0.9737	0.9665	0.9555	0.9631	0.9550
U-5			1.0000	0.9863	0.9824	0.9914	0.9913	0.9825	0.9896	0.9908	0.9868	0.9784	0.9515	0.9868	0.9598
S-4				1.0000	0.9891	0.9860	0.9987	0.9876	0.9891	0.9903	0.9866	0.9884	0.9572	0.9888	0.9810
T-4					1.0000	0.9899	0.9899	0.9900	0.9924	0.9918	0.9933	0.9838	0.9576	0.9923	0.9765
U-4						1.0000	0.9907	0.9903	0.9985	0.9988	0.9944	0.9878	0.9567	0.9921	0.9734
S-3							1.0000	0.9891	0.9923	0.9978	0.9894	0.9865	0.9615	0.9901	0.9788
T-3								1.0000	0.9899	0.9923	0.9905	0.9772	0.9654	0.9890	0.9870
U-3									1.0000	0.9957	0.9923	0.9823	0.9531	0.9958	0.9816
S-2										1.0000	0.9956	0.9870	0.9662	0.9946	0.9764
T-2											1.0000	0.9764	0.9642	0.9941	0.9816
U-2												1.0000	0.9293	0.9863	0.9961
S-1													1.0000	0.9498	0.9151
T-1														1.0000	0.9772
U-1															1.0000

表4. (A)

---LAYER= 10, M---

	S-5	T-5	U-5	S-4	T-4	U-4	S-3	T-3	U-3	S-2	T-2	U-2
S-5	1.0000	0.9373	0.9799	0.9927	0.9815	0.9743	0.9916	0.9745	0.9859	0.9807	0.9757	0.9925
T-5	1.0000	0.9373	0.9583	0.9021	0.9543	0.9599	0.9612	0.9571	0.9640	0.9688	0.9571	0.9571
U-5	1.0000	0.9833	0.9837	0.9901	0.9848	0.9749	0.9601	0.9664	0.9808	0.9808	0.9808	0.9808
S-4	1.0000	0.9926	0.9881	0.9973	0.9886	0.9943	0.9900	0.9885	0.9900	0.9900	0.9900	0.9900
T-4	1.0000	0.9910	0.9903	0.9977	0.9924	0.9916	0.9967	0.9967	0.9967	0.9967	0.9967	0.9967
U-4	1.0000	0.9909	0.9877	0.9955	0.9928	0.9905	0.9905	0.9905	0.9905	0.9905	0.9905	0.9905
S-3	1.0000	0.9854	0.9951	0.9977	0.9888	0.9900	0.9900	0.9900	0.9900	0.9900	0.9900	0.9900
T-3	1.0000	0.9892	0.9881	0.9964	0.9881	0.9900	0.9900	0.9900	0.9900	0.9900	0.9900	0.9900
U-3	1.0000	0.9948	0.9921	0.9944	0.9944	0.9944	0.9944	0.9944	0.9944	0.9944	0.9944	0.9944
S-2	1.0000	0.9833	0.9931	0.9931	0.9931	0.9931	0.9931	0.9931	0.9931	0.9931	0.9931	0.9931
T-2	1.0000	0.9812	0.9812	0.9812	0.9812	0.9812	0.9812	0.9812	0.9812	0.9812	0.9812	0.9812
U-2	1.0000	0.9800	0.9800	0.9800	0.9800	0.9800	0.9800	0.9800	0.9800	0.9800	0.9800	0.9800

表4. (B)

---LAYER= 20, M---

	S-5	T-5	U-5	S-4	T-4	U-4	S-3	T-3	U-3	S-2	T-2	U-2
S-5	1.0000	0.9077	0.9560	0.9851	0.9584	0.9439	0.9730	0.9338	0.9556	0.9580	0.9378	0.9791
T-5	1.0000	0.9164	0.9245	0.9448	0.9533	0.9449	0.9508	0.9380	0.9328	0.9461	0.9349	0.9349
U-5	1.0000	0.9618	0.9607	0.9833	0.9833	0.9833	0.9833	0.9833	0.9833	0.9833	0.9833	0.9833
S-4	1.0000	0.9737	0.9575	0.9816	0.9559	0.9462	0.9874	0.9659	0.9749	0.9749	0.9749	0.9749
T-4	1.0000	0.9844	0.9721	0.9922	0.9844	0.9764	0.9837	0.9739	0.9739	0.9739	0.9739	0.9739
U-4	1.0000	0.9797	0.9887	0.9943	0.9819	0.9712	0.9822	0.9822	0.9822	0.9822	0.9822	0.9822
S-3	1.0000	0.9673	0.9813	0.9948	0.9833	0.9857	0.9857	0.9857	0.9857	0.9857	0.9857	0.9857
T-3	1.0000	0.9860	0.9719	0.9893	0.9900	0.9900	0.9900	0.9900	0.9900	0.9900	0.9900	0.9900
U-3	1.0000	0.9857	0.9874	0.9874	0.9874	0.9874	0.9874	0.9874	0.9874	0.9874	0.9874	0.9874
S-2	1.0000	0.9893	0.9822	0.9822	0.9822	0.9822	0.9822	0.9822	0.9822	0.9822	0.9822	0.9822
T-2	1.0000	0.9767	0.9767	0.9767	0.9767	0.9767	0.9767	0.9767	0.9767	0.9767	0.9767	0.9767
U-2	1.0000	0.9767	0.9767	0.9767	0.9767	0.9767	0.9767	0.9767	0.9767	0.9767	0.9767	0.9767

表4. (C)

---LAYER= 50, M---

	S-5	T-5	U-5	S-4	T-4	U-4	S-3	T-3	S-2
S-5	1.0000	0.8931	0.9327	0.9759	0.9257	0.9142	0.9385	0.8974	0.9139
T-5	1.0000	0.9042	0.9260	0.9448	0.9115	0.9374	0.9260	0.9042	0.9042
U-5	1.0000	0.9430	0.9542	0.9876	0.9886	0.9554	0.9793	0.9793	0.9793
S-4	1.0000	0.9657	0.9460	0.9745	0.9515	0.9568	0.9568	0.9568	0.9568
T-4	1.0000	0.9789	0.9793	0.9941	0.9789	0.9789	0.9789	0.9789	0.9789
U-4	1.0000	0.9683	0.9752	0.9855	0.9855	0.9855	0.9855	0.9855	0.9855
S-3	1.0000	0.9719	0.9833	0.9833	0.9833	0.9833	0.9833	0.9833	0.9833
T-3	1.0000	0.9844	0.9844	0.9844	0.9844	0.9844	0.9844	0.9844	0.9844
U-3	1.0000	0.9892	0.9892	0.9892	0.9892	0.9892	0.9892	0.9892	0.9892
S-2	1.0000	0.9892	0.9892	0.9892	0.9892	0.9892	0.9892	0.9892	0.9892

表4. (D)

---LAYER= 100, M---

	S-5	T-5	U-5	S-4	T-4	U-4	S-3	T-3
S-5	1.0000	0.8665	0.8924	0.9543	0.8836	0.7462	0.9087	0.8992
T-5	1.0000	0.8877	0.9245	0.9245	0.8963	0.8274	0.9057	0.9057
U-5	1.0000	0.9181	0.9314	0.9833	0.9833	0.9833	0.9833	0.9833
S-4	1.0000	0.9181	0.9314	0.9833	0.9833	0.9833	0.9833	0.9833
T-4	1.0000	0.9584	0.9849	0.9849	0.9849	0.9849	0.9849	0.9849
U-4	1.0000	0.8650	0.9279	0.9279	0.9279	0.9279	0.9279	0.9279
S-3	1.0000	0.8204	0.8204	0.8204	0.8204	0.8204	0.8204	0.8204
T-3	1.0000	0.9224	0.9224	0.9224	0.9224	0.9224	0.9224	0.9224

表4. (E)

塩分量での相関では、水温の相関程には高い値を示さず、0.9以上の値は隣の定点にみられる程度である(表5(A)~(E))。共通した特徴は、u-5の相関が他からみて極端に低い値となっているのは、この海域において海流が変化する場合が多いためと考えられる。

II> CORRELATION COEFFICIENT ABOUT EACH STATION ---SALT---

---LAYER= 0, M---

	S-5	T-5	U-5	S-4	T-4	U-4	S-3	T-3	U-3	S-2	T-2	U-2	S-1	T-1	U-1
S-5	1.0000	0.8919	0.1918	0.8877	0.7917	0.5970	0.8080	0.7529	0.8286	0.7280	0.7478	0.5894	0.7759	0.7858	0.7816
T-5	1.0000	0.8877	0.9342	0.8342	0.7137	0.8908	0.7968	0.8494	0.8879	0.7723	0.6575	0.8513	0.8452	0.7844	0.7844
U-5	1.0000	0.2746	0.4310	0.5218	0.4040	0.5487	0.5004	0.4100	0.5809	0.4689	0.6411	0.5861	0.4747	0.5597	0.5597
S-4	1.0000	0.8132	0.5809	0.9455	0.8253	0.7253	0.9655	0.7719	0.7426	0.8091	0.8044	0.8544	0.8544	0.8544	0.8544
T-4	1.0000	0.7044	0.6950	0.8318	0.9186	0.7180	0.8079	0.8423	0.7482	0.9325	0.8696	0.8457	0.8457	0.8457	0.8457
U-4	1.0000	0.7824	0.9250	0.7645	0.8438	0.7654	0.8413	0.7982	0.7517	0.7517	0.7517	0.7517	0.7517	0.7517	0.7517
S-3	1.0000	0.8613	0.8277	0.9721	0.8008	0.8262	0.8775	0.7987	0.8800	0.8800	0.8800	0.8800	0.8800	0.8800	0.8800
T-3	1.0000	0.8209	0.8508	0.8838	0.7921	0.9178	0.8658	0.8287	0.8287	0.8287	0.8287	0.8287	0.8287	0.8287	0.8287
U-3	1.0000	0.8781	0.9073	0.8236	0.8504	0.8365	0.8322	0.8322	0.8322	0.8322	0.8322	0.8322	0.8322	0.8322	0.8322
S-2	1.0000	0.8075	0.8222	0.8774	0.8368	0.8330	0.8330	0.8330	0.8330	0.8330	0.8330	0.8330	0.8330	0.8330	0.8330
T-2	1.0000	0.8439	0.9250	0.9450	0.8667	0.8667	0.8667	0.8667	0.8667	0.8667	0.8667	0.8667	0.8667	0.8667	0.8667
U-2	1.0000	0.8882	0.7679	0.9561	0.9561	0.9561	0.9561	0.9561	0.9561	0.9561	0.9561	0.9561	0.9561	0.9561	0.9561
S-1	1.0000	0.8333	0.9293	0.9293	0.9293	0.9293	0.9293	0.9293	0.9293	0.9293	0.9293	0.9293	0.9293	0.9293	0.9293
T-1	1.0000	0.8524	0.8524	0.8524	0.8524	0.8524	0.8524	0.8524	0.8524	0.8524	0.8524	0.8524	0.8524	0.8524	0.8524
U-1	1.0000	0.8524	0.8524	0.8524	0.8524	0.8524	0.8524	0.8524	0.8524	0.8524	0.8524	0.8524	0.8524	0.8524	0.8524

表5. (A)

---LAYER= 10, M---

	S-5	T-5	U-5	S-4	T-4	U-4	S-3	T-3	U-3	S-2	T-2	U-2	S-1	T-1	U-1
S-5	1.0000	0.7364	-0.0354	0.8506	0.7343	0.6845	0.9100	0.7305	0.6618	0.9902	0.7076	0.7020	0.7442	0.6990	-0.4541
T-5		1.0000	0.1742	0.8032	0.8952	0.8884	0.7325	0.8247	0.6914	0.7749	0.6518	0.6767	0.8620	-0.7224	-0.3532
U-5			1.0000	0.1358	0.3483	0.4751	0.2322	0.3426	0.4376	0.3188	0.2317	0.3066	0.0024	-0.1802	0.2716
S-4				1.0000	0.6648	0.8525	0.9334	0.7535	0.8730	0.9153	0.6391	0.6956	0.7177	0.5064	-0.2594
T-4					1.0000	0.8060	0.7924	0.9327	0.8106	0.8621	0.7873	0.7370	0.3785	0.6635	-0.1326
U-4						1.0000	0.7719	0.7789	0.9734	0.8340	0.8813	0.9303	0.0631	0.6616	-0.1608
S-3							1.0000	0.8194	0.7733	0.9807	0.7348	0.7849	0.7559	0.5490	-0.3765
T-3								1.0000	0.7981	0.8495	0.8713	0.7188	0.7900	0.5223	-0.2431
U-3									1.0000	0.8238	0.9144	0.8574	0.7186	0.6492	-0.1822
S-2										1.0000	0.8037	0.8202	0.8106	0.6155	-0.2374
T-2											1.0000	0.9075	0.7809	0.7961	-0.0591
U-2												1.0000	0.6953	0.7080	-0.2293
S-1													1.0000	0.7463	-0.1501
T-1														1.0000	-0.1066
U-1															1.0000

表5. (B)

---LAYER= 20, M---

	S-5	T-5	U-5	S-4	T-4	U-4	S-3	T-3	U-3	S-2	T-2	U-2	S-1	T-1	U-1
S-5	1.0000	0.3394	0.3962	0.6830	0.3553	0.1177	0.6689	0.5886	0.3409	0.7285	0.3887	0.2982	-0.5247	-0.1641	0.0
T-5		1.0000	0.5676	0.4287	0.2765	-0.1169	0.4242	0.4520	0.1751	0.4131	0.2777	0.0	-0.1880	0.1621	0.0
U-5			1.0000	0.4094	0.6068	0.5456	0.4882	0.6997	0.5263	0.5186	0.4600	0.3474	-0.5435	-0.0207	0.0
S-4				1.0000	0.5074	0.2191	0.3493	0.5928	0.6400	0.9536	0.7825	0.5204	-0.2750	-0.3099	0.0
T-4					1.0000	0.4226	0.5258	0.8530	0.4285	0.5838	0.5650	0.2444	-0.2181	-0.0203	0.0
U-4						1.0000	0.3569	0.5698	0.7520	0.3561	0.6608	0.7030	-0.2684	-0.4331	0.0
S-3							1.0000	0.8208	0.7961	0.9200	0.8517	0.7136	-0.2644	-0.5172	0.0
T-3								1.0000	0.5966	0.7180	0.6042	0.3558	-0.2297	-0.0545	0.0
U-3									1.0000	0.7392	0.9486	0.9005	-0.1266	-0.8803	0.0
S-2										1.0000	0.7719	0.5571	-0.2860	-0.2936	0.0
T-2											1.0000	0.8462	-0.1246	-0.6693	0.0
U-2												1.0000	-0.2450	-0.8966	0.0
S-1													1.0000	0.0	0.0
T-1														1.0000	0.0
U-1															0.0

表5. (C)

---LAYER= 50, M---

	S-5	T-5	U-5	S-4	T-4	U-4	S-3	T-3	U-2	S-1	T-1	U-1			
S-5	1.0000	0.7949	-0.1879	0.8069	0.7977	0.6505	0.8646	0.7190	0.7639	0.0	0.3288	0.0			
T-5		1.0000	0.5032	0.6199	0.8855	0.7528	0.7633	0.7222	0.7110	0.0	0.2548	0.0			
U-5			1.0000	0.2118	0.1807	0.1445	-0.0095	0.0	-0.0179	0.0	-0.3161	0.0			
S-4				1.0000	0.7354	0.8756	0.9035	0.5418	0.9030	0.0	0.4678	0.0			
T-4					1.0000	0.8230	0.8616	0.8450	0.8030	0.0	0.5588	0.0			
U-4						1.0000	0.8728	0.5655	0.8908	0.0	0.4673	0.0			
S-3							1.0000	0.7135	0.9606	0.0	0.4441	0.0			
T-3								1.0000	0.7170	0.0	0.4988	0.0			
U-3									0.3231	0.0	0.0764	0.0			
S-2										1.0000	0.4540	0.0			
T-2											0.0	-0.0358	0.0		
U-2												0.0	0.0		
S-1													1.0000	0.0	
T-1														0.0	
U-1															0.0

表5. (D)

---LAYER= 100, M---

	S-5	T-5	U-5	S-4	T-4	S-3	U-3	S-2	T-2	U-2	S-1	T-1	U-1		
S-5	1.0000	0.1135	-0.3308	0.7371	0.4920	0.7550	0.0	-0.0482	0.0	0.0	0.3159	0.0	0.0		
T-5		1.0000	0.4214	0.3297	0.5292	0.2842	0.0	0.5287	0.0	0.0	0.1226	0.0	0.0		
U-5			1.0000	-0.1132	-0.0184	-0.1494	0.0	0.1035	0.0	0.0	-0.3927	0.0	0.0		
S-4				1.0000	0.6077	0.9137	0.0	0.1348	0.0	0.0	0.4879	0.0	0.0		
T-4					1.0000	0.7893	0.0	0.4954	0.0	0.0	0.4140	0.0	0.0		
U-4						0.0675	0.0	0.4108	0.0	0.0	0.2769	0.0	0.0		
S-3							1.0000	0.0	0.1624	0.0	0.0	0.4613	0.0		
T-3								0.0	-0.2197	0.0	0.0	-0.3614	0.0		
U-3									0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
S-2										1.0000	0.0	0.6025	0.0		
T-2											0.0	0.0	0.0		
U-2												0.0	0.0		
S-1													1.0000	0.0	
T-1														0.0	
U-1															0.0

表5. (E)

積算平均水温の経年変化を図2(A)~(C)に示した。塩屋崎におけるグラフの連続性が強いのは、他の定線より観測が多いためである。塩屋崎での観測が密であったといっても1962年以前は、年間5~6回であったため、グラフは不連続となっている。前にも述べたように観測に2ヶ月以上の空白がある場合は、グラフは連続しないことになっているので、富岡、鶴ノ尾崎の冬期は不連続が多い。

毎年の季節変化では、ほぼ9月を最大値とし2~3月を最小値としている。9月の最大値をそのまま黒潮系水の勢力とするには、問題があるが、3月の最小値は親潮系水の勢力と考えられる。このようにして塩屋崎定線を見ると、最大値の年変化は少ないが、最小値は年により変動が生じていることがわかる。すなわち、3月にみられる親潮系水には明らかに年変動が認められる。

長期の周期については、このデータだけで判定するのは危険であるが1965年、1963~1965年、1974~1975年をそれぞれ、低温期(親潮の増勢期)とするリズム(周期に近い変動)が認められる。かつて畑中は親潮勢力について9年の周期を報告⁴⁾したが、ここでは10年前後の漠然とした振動である。富岡定点でも塩屋埼定線と同様な傾向を示しているが鵜ノ尾埼では30湊点であるst-5 についてのみ以上の傾向がわずかに認められることから、鵜ノ尾埼は仙台湾の支配が強く海流系の直接の影響を受けにくいことを示唆している。また、鵜ノ尾埼の浅海域では湾性のため大気の冷却、輻射の影響を受けやすいことから年間の振動の巾が大きいことも注目すべきである。塩屋埼では3月の低温期の後の5月頃に独立した小さな山が認められる年が多く、他の定線で認められないことからこれらの独立した山は常磐鹿島海域から張り出す暖水舌によるものであろう。

塩屋埼における海況の持続性については、はじめの月平均値を用い1湊の0m層、10湊の50m層、100m層の3点について述べる。図3(A)~(C)の示すとおり3点ともに記号の出現傾向は非常に似ているが、0, 50, 100m層と深くなるにつれて平均に近い記号(□○△)が少なくなっている反面、高温もしくは低温(○×)に別れる傾向が強い。同記号の連続すなわち海況の持続性に関しては3点ともに強く、少なくとも5~6ヶ月は続いている。特に注目すべき点は10月、11月の海況が翌年の春の3月頃まで続く傾向が非常に強いことである。この傾向は50m, 100m層でも同様である。したがって、10月、11月頃が平年値に対して高温である場合は翌年の3月頃まで高温が持続し反対に低温であれば低温が持続している。反面、持続が切れる時期、すなわち変動の生ずる時期については、4月~9月頃までに集中している。この時期はある意味で不安定な時期であろう。以上のことをふま

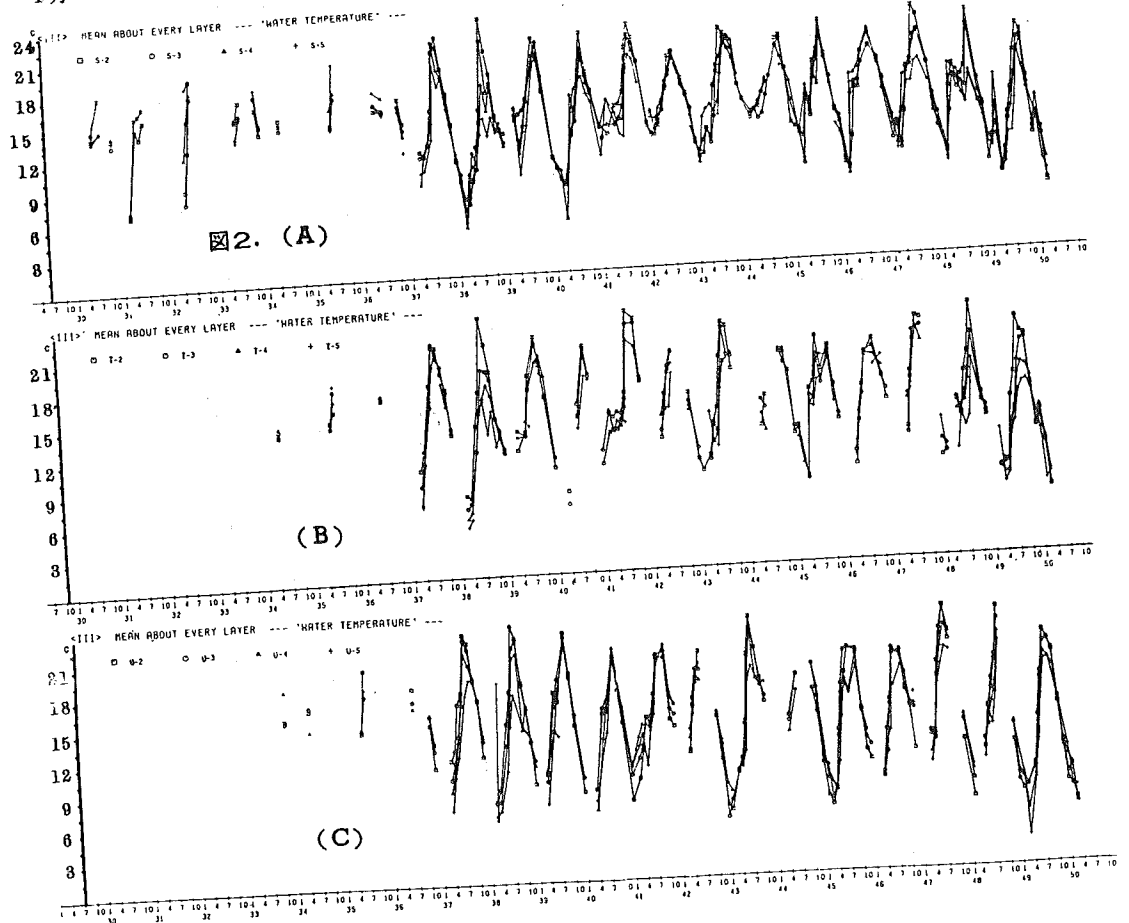


図3.

SHIOYAZAKI

DURABILITY OF WATER TEMPERATUR

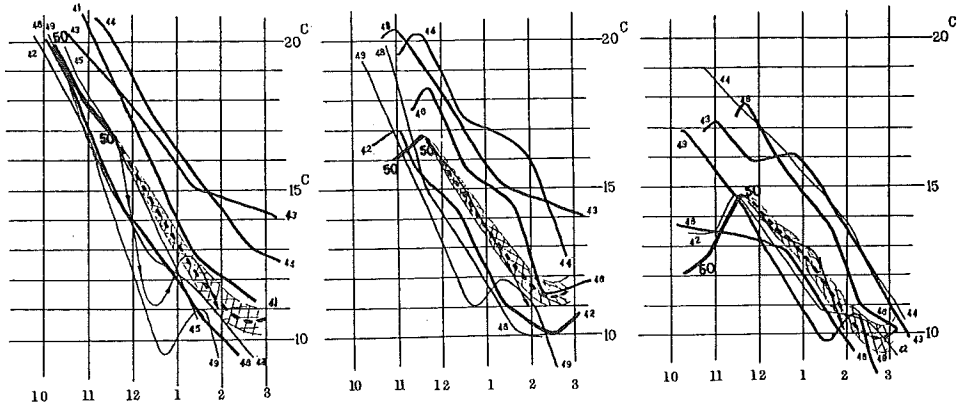
	1. MILE LAYER 0 M (A)												10. MILE LAYER 50. M (B)												10. MILE LAYER 100. M (C)											
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1965	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
1966	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
1967	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
1968	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
1969	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
1970	o	o	o	x	o	o	o	o	o	o	o	o	o	x	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	x	o	o	o	o	o	o	o	o	
1971	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
1972	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
1973	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
1974	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
1975	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
1976	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	

○ UPPER OF MEAN □ UPPER AND NEAR MEAN
 × LOWER OF MEAN ⊗ LOWER AND NEAR MEAN
 □ MEAN

えれば1978年, 1974年の異常冷水は突然に出現したかのように思われたが塩屋崎におけるこれらの特性をみると決して突然に出現したのではなく前年の秋強いては夏頃から前兆があったと考えられる。

これらの特性を考慮すれば, 特定の時期における短期予測が可能と考えられるので以下水温の予測を試みる。図4(A)~(C)は過去数年間の秋から春にかけての水温経過ならびに予測水温である。予測は1975年11月までの観測値から, それ以降3月までの水温を予測したものである。予測の根拠は先に述べた持続性, 11月頃の水温の年間偏差, 積算平均水温値の連続グラフにおけるリズム等である。塩屋崎1哩の0m層を例にとれば, 1975年の9~10月には低温に経過していたが10月末から11月中頃にかけて徐々に昇温して平年水温に近くなっている。50m層においても同様な傾向を示している。したがってその後の水温は平年値か平年をやや下回る水温で経過する可能性が強い。図中矢印の線は, 実測値, すなわち予測に対する検証である。塩屋崎1哩0m層の12月を除けば, ほぼ予測に合った水温で経過したことが証明される。塩屋崎における水温特性から春季親潮を予測するには, 若干の問題があるが予測の一つの方法として偶然より期待される一致率よりは, はるかに高い中率が12月から3月にかけて得られるであろう。

図4. SHIOYAZAKI 1.MILE SHIOYAZAKI 10.MILE SHIOYAZAKI 10.MILE
 LAYER-0 M (A) LAYER-50. M (B) LAYER-100. M (C)



しかし, 本県海域で一番必要とされる海況予測の時期は, 何といっても春から夏にかけての暖水にともなう温水系回遊魚の北上する時期であろうがこの時期について先にも述べたように海況に持続性がみられず変動が激しいため現時点での予測はむずかしいが, 今後は何らかの方法でこの問題に取り組む必要がある。

要 約

1. 本県海域で水温変動の大きい時期は4月を中心にした3~5月であり反面変動が小さく安定しているのは、9月、10月である。
2. 塩屋埼定線は、他の二定線よりも海流系による水温変動が激しい。
3. 塩分量では沖合よりも沿岸が低い。また、鵜ノ尾埼の浅海域は陸水の混入が多いため他よりも極端に低い。
4. 年間平均塩分量では、100 m層が高く表層ほど低い。
5. 定点間の相関では、距離の近い隣の定点に対して高い相関を示している。また、塩分量の相関では、u-5(鵜ノ尾埼30哩)の相関が低いことが注目される。
6. 積算平均水温のグラフで3月に出現する最小値は、親潮系水の勢力を示し、その勢力には、10年前後の波が認められる。しかし、鵜ノ尾埼定線では不明確である。
7. 塩屋埼定線の3点における水温経過をみると、水温に持続性が認められ、特に秋から春にかけては、持続の傾向が強い。すなわち、春に親潮が強く著しく低温の年は前年の秋もしくは、夏頃からその兆しがある。
8. 1975年11月の塩屋埼での観測値をもって、翌年の3月までの水温の予測を行ったところ、ほぼ満足した結果が得られた。
なお、計算に際しては東京電力(KK)の全面的な協力を得た。ここに謝意を表します。

文 献

- 1) 石井 勇：福島県の沿岸海況-I，福島水試研報，第3号，11~16(1975)
- 2) 石井 勇：福島県の沿岸海況-II，福島水試研報，第3号，17~22(1975)