

福島県海域の海況予測

池川正人(福島県水産試験場)

1.背景

福島県海域の海洋観測は1906年に始まり、太平洋戦争の際中止となったが、1948年より再開している。1963年の異常冷水をきっかけに海況の把握が求められ、国の補助により漁海況予報事業が行われるようになり、その後、定点、頻度等に変更を加えながら観測を継続していた。

2011年の東北地方太平洋沖地震の際発生した津波により、漁業調査指導船「いわき丸」が沈没し観測を継続できない状況となったが、中央区水産研究所漁業調査船「蒼鷹丸」、北海道区水産研究所漁業調査船「北光丸」、北海道教育庁実習船「北鳳丸」による支援を受け、その後、水産総合研究センターから漁業調査船「こたか丸」を借用し、定線の一部について観測体制を維持してきた。2014年10月に代船となる「いわき丸」が竣工したことで観測体制が復活し現在に至っている。

現在は東北ブロック水産試験研究機関で定めた海洋調査指針に基づき、図1に示した定線で観測を実施している。沿岸定線(沿岸～142-30E)については月1回、沖合定線(143-00E～145-00E)については年4回を目途に実施し、水温、塩分、chl.a、DOを記録し、魚介類の卵稚子についてのモニタリングも行っている。

今回、福島県の海洋観測で得られた100m深水温値を用いて行った水温予測手法について紹介する。

2.方法

1980年4月～2010年12月に福島県が実施した海洋観測のうち、図1に示した定点のうち、沿岸～142E(S3～S7、T4～T7、U4～T7)の100m深の実測値を用いて係数を固定した自己回帰分析のモデルを作成し、そこから2012年1月～2014年7月の予測値を求めた(自己回帰モデル)。

まず、月別定点別年平均偏差を作成した。この際2ヶ月以内の欠測については線形内挿により補完した。年平均偏差は実測値と月別年平均値の差として算出し、年平均値は1981年4月～2010年

12月の実測値の月別平均から算出した。

つぎに、各定点をグループ分けするため、クラスター解析(ユークリッド距離を用いた最長距離法)を行い、月別定点別年平均偏差を各グループ(クラスター)内で平均し、月別グループ別の年平均偏差を作成した。この操作により線形内挿で補完できなかった欠測を補完した。

自己回帰分析モデルでは、まず月別グループ別年平均偏差について分散共分散行列を用いて主成分分析し、得られたスコア値を用いて自己回帰分析を行い、赤池情報量基準を最小とする自己回帰係数を求めた。つぎにこの係数を用いて2012年1月～2014年7月について翌月の主成分スコアを予測し、この予測値に固有ベクトルを乗算することで、各グループの予測偏差を求めた。予測偏差は予測値と月別年平均値の差として算出した。

このモデルについて、予測精度の指標としてRMS (Root Mean Square:二乗平均平方根)を下式により求め、精度の検証を行った。

$$RMS = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - y_i)^2}$$

ここで、 x_i は予測偏差、 y_i は実測年平均偏差、 N はデータ数を示す。

3.結果・考察

グループ数が多くなるよう、かつ欠測が残らないようにクラスター解析を行った結果、グループは3つになり、沿岸域、相双海域の沖合、いわき海域の沖合に分けられた(図2、図3)。

主成分分析の結果得られた固有値及び累積寄与率を図4に示す。累積寄与率は第一主成分で80.9%であり、第一主成分のみで海域全体の変動をおおむね説明できると考えられ、モデルには第一主成分のみを用いた。

第一主成分の固有ベクトルは各グループで正の値(0.30～0.72、図5)であり、第一主成分は海域全体の水温の上下を示していると考えられた。第一主成分の固有ベクトルは各グループの水温

変動の大きさを示していると考えられ、いわき沖合、相双沖合、沿岸域の順に変動が大きいことが窺えた。

得られた自己回帰分析モデル全体の RMS は 1.98 であり、沿岸が 1.15、相双沖合が 2.07、いわき沖合が 2.49 であった(表 1)。沿岸は比較的精度が高く、沖合、特にいわきにおいて低かった。

今回得られた自己回帰式は、自己回帰係数(a1~a5)のうち a1 が他と比較し大きな値となっていた(表 2)。各主成分の予測水温は、

平均水温+当該主成分の固有ベクトル×(a1×1ヶ月前のスコア値+a2×2ヶ月前のスコア値・・・)

で計算されるため、直近の月の年間偏差が予測値に大きく影響するものとなっている。このため、水温変動の激しい海域において冷水と暖水が交互に波及する場合や冷水(暖水)が 1ヶ月前おきに波及する場合は予測が外れやすいと考えられる。

2012年4~6月の実測値は概ね年間並みで推移したが7月に冷水が波及した。このため今回のモデルでは8月について年間並み~低め基調

と予測したが、実際は暖水が波及したため大幅に外れる結果となった。また、2013年8月は概ね年間並み~低め基調となり、9月について年間並みと予測したが、実際は低めとなった。10月については低め基調と予測したが実際は高め基調となり、それぞれ予測が大幅に外れる結果となった。

こうしたことから、今回の自己回帰分析モデルを使用する場合、対象は水温変動の小さい沿岸域とし、いわき沖合、相双沖合といった水温変動の大きい海域を扱う場合は、予測精度の向上のため、自己回帰式を改良(自己回帰係数のうち突出した値がないもの)するか、気象庁の北西太平洋版新海洋データ同化システム(MOVE)などの海洋大循環モデルを併用する必要があると思われる。

参考文献

石井勇, 1975, 福島県の沿岸海況- I, 福島水試研報, 3, 11-21

東北ブロック水産試験研究機関, 2014, 海洋観測指針(東北ブロック)

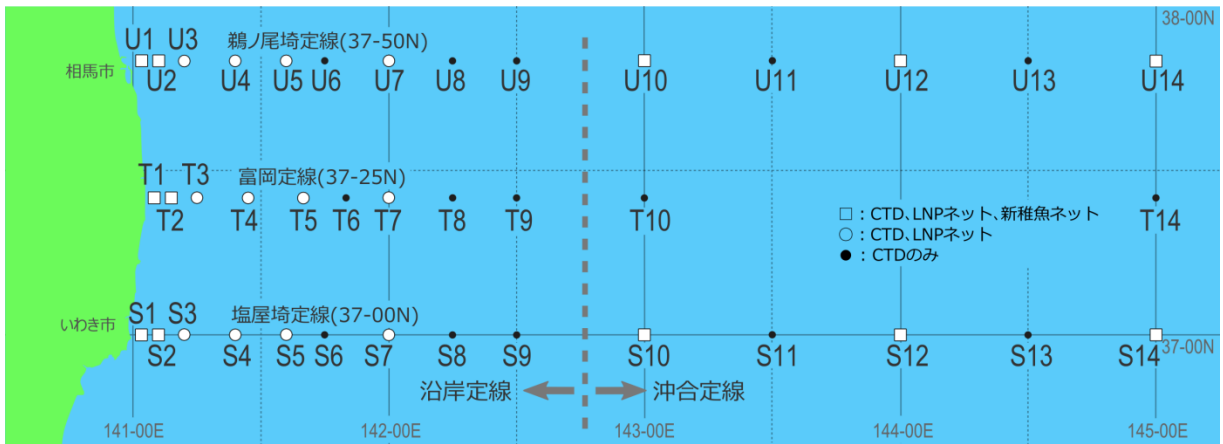


図1. 福島県海洋観測定線

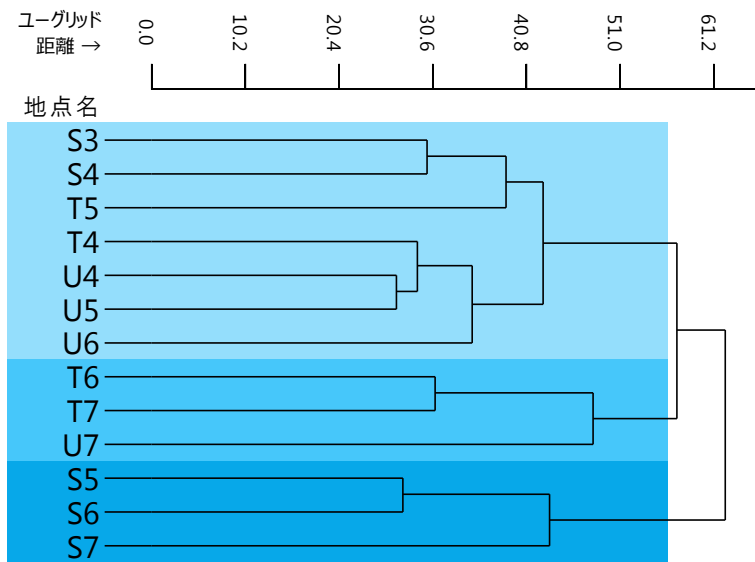


図2. グループ分け結果(クラスター解析の樹形図)

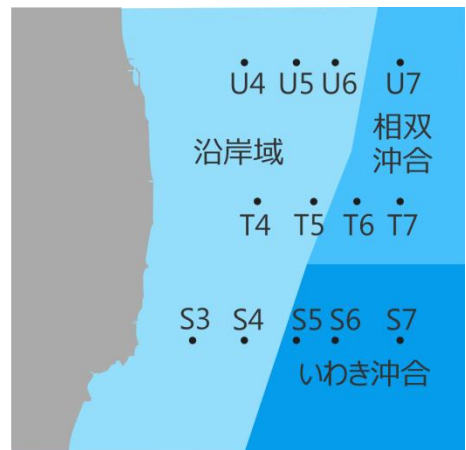


図3. グループ分け結果

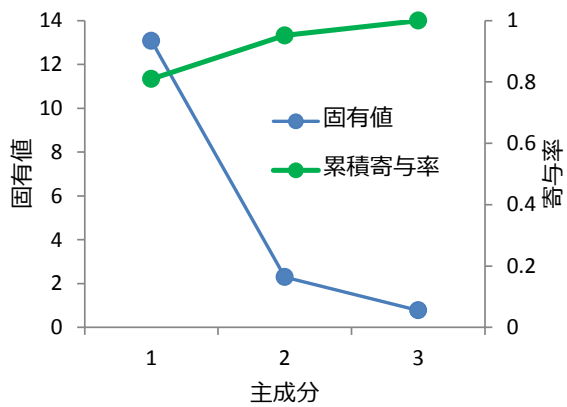


図4. 固有値と累積寄与率

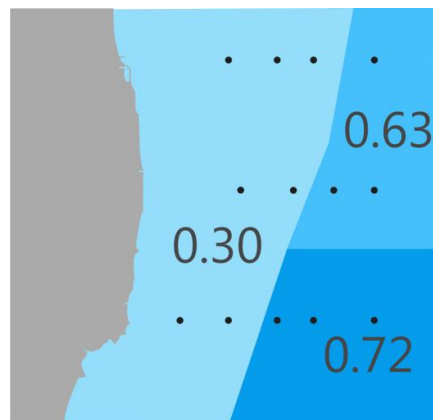


図5. 第一主成分の固有ベクトル

表 1. RMS 及び月別グループ別平年偏差

年月\クラスター	実測-予測(°C)				予測平年差(°C)			実測平年差(°C)		
	RMS	沿岸域	相双沖合	いわき沖合	沿岸域	相双沖合	いわき沖合	沿岸域	相双沖合	いわき沖合
RMS	1.98	1.15	2.07	2.49						
2012/1	0.94	-0.65	-1.39	-0.56	-0.22	-0.46	-0.52	-0.86	-1.84	-1.07
2012/2	1.07	-1.78	-0.54	-0.13	-0.45	-0.95	-1.08	-2.23	-1.49	-1.21
2012/3	1.72	-0.43	2.08	2.08	-0.65	-1.36	-1.55	-1.08	0.72	0.53
2012/4	1.20	-0.95	1.84	-0.13	-0.04	-0.09	-0.10	-0.99	1.75	-0.23
2012/5	1.21	0.16	2.01	-0.57	-0.06	-0.12	-0.14	0.11	1.89	-0.71
2012/6	0.56	0.24	-0.78	-0.51	0.04	0.07	0.08	0.28	-0.71	-0.42
2012/7	1.84	-1.60	-2.14	-1.73	-0.08	-0.16	-0.18	-1.68	-2.30	-1.91
2012/8	3.19	1.56	3.35	4.10	-0.52	-1.08	-1.23	1.04	2.27	2.88
2012/9	1.37	0.58	-1.19	1.98	0.71	1.49	1.69	1.29	0.30	3.67
2012/10	2.37	0.27	4.10	0.03	0.52	1.09	1.24	0.79	5.20	1.27
2012/11	1.47	0.52	2.35	0.81	0.67	1.40	1.59	1.18	3.75	2.40
2012/12	1.45	-0.17	-0.06	-2.50	0.81	1.69	1.92	0.64	1.63	-0.58
2013/1	2.93	0.39	3.91	3.22	0.21	0.45	0.51	0.61	4.36	3.73
2013/2	0.82	-0.35	0.32	1.33	1.37	2.86	3.25	1.02	3.19	4.58
2013/3	2.35	3.06	-0.69	2.59	1.29	2.70	3.06	4.35	2.01	5.66
2013/4	3.42	-2.19	-1.77	-5.22	1.24	2.60	2.96	-0.95	0.83	-2.26
2013/5	0.93	-0.21	-0.87	-1.35	0.17	0.35	0.40	-0.04	-0.52	-0.95
2013/6	3.27	-1.35	-3.73	-4.03	0.04	0.08	0.09	-1.32	-3.65	-3.94
2013/7	1.57	-0.16	-1.89	-1.95	-0.53	-1.12	-1.27	-0.70	-3.01	-3.22
2013/8	0.74	0.98	0.81	-0.12	-0.57	-1.19	-1.35	0.42	-0.37	-1.47
2013/9	3.18	-1.10	-4.54	-2.91	-0.35	-0.73	-0.83	-1.45	-5.27	-3.74
2013/10	3.74	2.85	3.03	4.96	-1.63	-3.41	-3.87	1.22	-0.38	1.09
2013/11	2.81	-0.82	-1.35	4.61	-0.37	-0.78	-0.88	-1.19	-2.12	3.73
2013/12	1.20	0.61	0.67	1.87	-0.25	-0.53	-0.60	0.35	0.13	1.27
2014/1	0.65	-0.56	-0.33	-0.91	-0.12	-0.24	-0.28	-0.68	-0.58	-1.19
2014/2	0.52	-0.57	-0.60	0.35	-0.00	-0.01	-0.01	-0.58	-0.61	0.34
2014/3	1.44	1.11	-0.70	2.12	-0.10	-0.22	-0.25	1.01	-0.92	1.87
2014/4	1.55	-0.20	-1.94	-1.84	0.34	0.71	0.80	0.14	-1.23	-1.04
2014/5	2.48	-0.73	-1.53	-3.94	-0.00	-0.01	-0.01	-0.73	-1.54	-3.95
2014/6	1.40	0.32	-0.51	2.36	-0.61	-1.28	-1.45	-0.29	-1.79	0.91
2014/7	0.88	-0.39	-1.35	-0.59	-0.22	-0.46	-0.52	-0.61	-1.81	-1.11

絶対値1未満 1以上2未満 2以上3未満 3以上

斜字: 月別グループ別平年偏差

(月別グループ別平年偏差、平年差とも、-1~1は緑色、1以上は黄色~赤系統、-1以下は青系統で塗り分けた。)

表 2. 自己回帰係数

a1	a2	a3	a4	a5	a6	a7	a8
0.51	0.02	0.08	0.11	0.02	0.15	-0.04	-0.12