

研 究 分 野	4 水産資源の持続的利用のための技術開発	部 名	漁業資源部
研 究 課 題 名	(1) 海況変動を考慮した漁海況予測技術の開発		
予 算 区 分	受託 (海洋資源管理事業費)、国庫 (先端技術展開事業費) 県単 (管理運営費)、県単 (漁ろう試験費)		
試験研究実施年度・研究期間	平成 11 年度～平成 30 年度		
担 当	(主) 児玉 琢哉 (副) 川島 拓也		
協 力 ・ 分 担 関 係	(国研) 水産総合研究センター (東北区水産研究所、北海道区水産研究所)、 東京大学大気海洋研究所、各県東北ブロック水産研究機関、漁業情報サービスセンター		

<目的>

本県海域は、親潮や津軽暖流の流入に黒潮系暖水の波及も加わり潮目ができることで好漁場が形成される生産性の高い海域であるが、その物理的な海洋環境は複雑かつ季節的・経年的に変化が大きく、沿岸域の漁船漁業及び養殖業に与える影響も大きい。例えば、冬季から春季にかけて親潮系冷水が南偏して長期的に本県沿岸に接岸する異常冷水現象は、その年のワカメ養殖等に影響を及ぼすことがある。そのため、漁業指導調査船での海洋観測、定地水温観測、人工衛星画像などから得られる海洋環境データを多面的に解析することにより漁海況予測の精度向上を目指す。

また、水産情報配信システム (いわて大漁ナビ) により県内魚市場の水揚げデータや水温情報などの情報を広報することにより、漁船漁業者や養殖業者の日々の操業を情報面から支援する。

<試験研究方法>

- 1 漁業指導調査船「岩手丸」で海洋観測を毎月 1 回実施して、その結果を情報発信した。
- 2 水産情報配信システム (いわて大漁ナビ) に長期間蓄積された定地水温計のデータを用いて、1 旬後 (約 10 日後) の湾内水温予測と精度の検証を行い情報発信を開始した。
- 3 養殖業に影響を与える異常冷水現象の発生を予測するシステムを構築して情報発信を開始した。
- 4 水産情報配信システム (いわて大漁ナビ) により定地水温計や県内 13 魚市場の市況情報、人工衛星から得られた海洋データを情報処理し、インターネットにより情報発信を行った。

<結果の概要・要約>

- 1 岩手県海域の水温分布 (図 1) (<http://www2.pref.iwate.jp/~hp5507/kaikyoku/mokuji.htm>)
 - (1) 4 月 親潮系冷水はやや後退し、本県沿岸域に津軽暖流が南下

本県沿岸 10 海里以内の表面水温は 5～7℃台であった。5℃以下の水帯は、表面では県北部から県中部沖 10 海里以東及び県南部沖 40 海里付近に分布し、100m 深では県北部沖 30 海里以東及び県中部沖 20 海里以東に分布していた。平年偏差は、表面では県中部沖 20 海里以東で平年より 1～2℃程度低め、県北部沖 10 海里付近で平年より 1℃程度高めで、100m 深では本県沖 30 海里以西で平年より 1～3℃程度高めとなっていた。
 - (2) 5 月 親潮系冷水が後退、県北部沿岸域に津軽暖流が波及

本県沿岸 10 海里以内の表面水温は 6～9℃台であった。5℃以下の水帯は、100m 深では県中部沖 10～20 海里付近、県北部沖 50 海里～県中部沖 30 海里以東、県南部沖 20 海里付近、40 海里付近に分布していた。平年偏差は、表面では県中部沖 20～40 海里付近で平年より 2℃程度低めで、100m 深では県中部沖 20 海里以西と 40～50 海里付近、県南部沖 20 海里付近で平年より 1～2℃程度低め、県北部沖 30～40 海里付近及び県中部沖 40 海里付近で平年より 1℃程度高めとなっていた。

(3) 6月 北上暖水の波及により、県中部～県南部で平年より水温高め

本県沿岸 10 海里以内の表面水温は 11～14℃台であった。5℃以下の水帯は、100m 深では県北部沖 40 海里以東に分布していた。平年偏差は、表面では県北部～県中部沖 20～40 海里で平年より 1～2℃程度低め、県南部沖で平年より 1～5℃程度高めで、沖合にいくに連れて高くなっており、100m 深では県北部沖 50 海里付近で平年より 1℃程度低め、県中部～県南部沖 10 海里以東では平年より 1～4℃程度高めで、沖合にいくに連れて高くなっていた。

(4) 7月 黒潮系暖水の波及により、本県全域で水温高め

本県沿岸 10 海里以内の表面水温は 15～17℃台であった。5℃以下の水帯は、100m 深では黒崎沖東経 145° 付近に分布していた。平年偏差は、表面では県北部沖 10～50 海里と県南部沖 5～40 海里で平年並みのほか、ほぼ全域で平年より 1～4℃程度高めで、県中部～県南部沖では沖合にいくに連れて高くなっており、100m 深では県南部沖 10 海里以西で平年並みのほか、ほぼ全域で平年より 1～5℃程度高めで、県中部～県南部沖 20 海里以東では沖合にいくに連れて高くなっていた。

(5) 8月 黒潮系暖水の波及により、県中部～県南部の表面水温が平年より最大 5℃程度高め

本県沿岸 10 海里以内の表面水温は 19～25℃台であった。5℃以下の水帯は、表面、100m 深ともに分布が見られなかった。平年偏差は、表面では県中部～県南部沖で 1～5℃程度高めとなっており、特に 10～40 海里付近で最大 5℃程度高くなっており、100m 深では県中部～県南部沖で 1～5℃程度高めとなっており、特に 20～40 海里付近で最大 5℃以上高くなっていた。

(6) 9月 本県沖合 20 海里以東の 100m 深水温が平年より最大 5℃程度高め

本県沿岸 10 海里以内の表面水温は 19～22℃台であった。5℃以下の水帯は、100m 深では東経 145° 以東に分布していた。平年偏差は、表面では県北部～県中部沖で 1～2℃程度高めとなっており、100m 深では県全域の 10 海里以東で 1～5℃程度高めとなっており、特に県北部沖 40 海里以東、県中部沖 40 海里付近で最大 5℃以上高くなっていた。

(7) 10月 本県沖合の水温は依然高め、親潮系冷水は 100m 深に波及せず

本県沿岸 10 海里以内の表面水温は 18～22℃台であった。5℃以下の水帯は、表面、100m 深ともに分布が見られなかった。平年偏差は、表面では県中部～県南部沖で 1～3℃程度高めとなっており、100m 深では 10 海里以東のほぼ全域で 1～4℃程度高めとなっており、特に県中部沖 20～40 海里付近で最大 4℃以上高くなっていた。

(8) 11月 県中部以南の 100m 深水温は平年より依然高め、県北部沖の 100m 深に親潮系冷水が波及

本県沿岸 10 海里以内の表面水温は 12～16℃台であった。5℃以下の水帯は、100m 深では県北部沖 20 海里付近、県中部沖 30 海里付近に分布していた。平年偏差は、表面では県北部沖で 1～3℃程度低め、県南部沖 40 海里以東で 1℃程度高めとなっており、100m 深では県北部沖で 1～5℃程度低め、県中部以南で 1～4℃程度高めとなっており、特に県北部沖 20 海里付近で最大 5℃以上低く、県中部沖 20～30 海里付近で最大 4℃以上高くなっていた。

(9) 12月 本県海域で鉛直混合が進行

本県沿岸 10 海里以内の表面水温は 13～14℃台であった。5℃以下の水帯は、表面、100m 深ともに分布が見られなかった。平年偏差は、表面では県中部以南の 10 海里以東で 1～2℃程度高めとなっており、100m 深では、県北部沖 40 海里以東で 1℃程度低めのほか、10 海里以東のほぼ全域で 1～4℃程度高めとなっており、特に県中部沖 30～50 海里付近で最大 4℃以上高くなっていた。

(10) 1月 混合層が発達し、200m深まで水温は 8～10℃台

本県沿岸 10 海里以内の表面水温は 8～9℃台であった。5℃以下の水帯は、表面、100m 深ともに分布が見られなかった。平年偏差は、表面では県北部沖 20～40 海里付近で 1～2℃程度高め、県南部沖 50 海里以東で 1℃程度低めとなっており、100m 深では県中部以北の 10 海里以東で 1～3℃程度高め、県南部沖 50 海里以東で 1℃程度低めとなっており、特に県北部沖 30 海里付近で最大 3℃以上高くなっていた。

(11) 2月 親潮系冷水の波及弱く、沿岸域では最大1℃程度高めで推移し、沖合域では1～3℃程度高め
 本県沿岸10海里以内の表面水温は7～8℃台であった。5℃以下の水帯は、表面、100m深ともに分布が見られなかった。平年偏差は、表面では県中部以北の20海里以東で1～3℃程度高めとなっており、特に県北部沖40海里付近で3℃以上高くなっており、100m深では県中部以北の10海里以東で1～3℃程度高めとなっており、特に県中部以北の20～40海里で最大3℃以上高くなっていた。

(12) 3月 黒潮系暖水の波及により、表面・100m深ともに全域で平年より1～5℃程度高め
 本県沿岸10海里以内の表面水温は7～11℃台であった。5℃以下の水帯は、表面、100m深ともに分布が見られなかった。表面では全域で3～5℃程度高めとなっており、特に20～40海里付近で5℃以上高くなっており、100m深では全域で3～5℃程度高めとなっており、特に県中部沖20～40海里付近、県南部沖50海里以東で最大5℃以上高くなっていた。

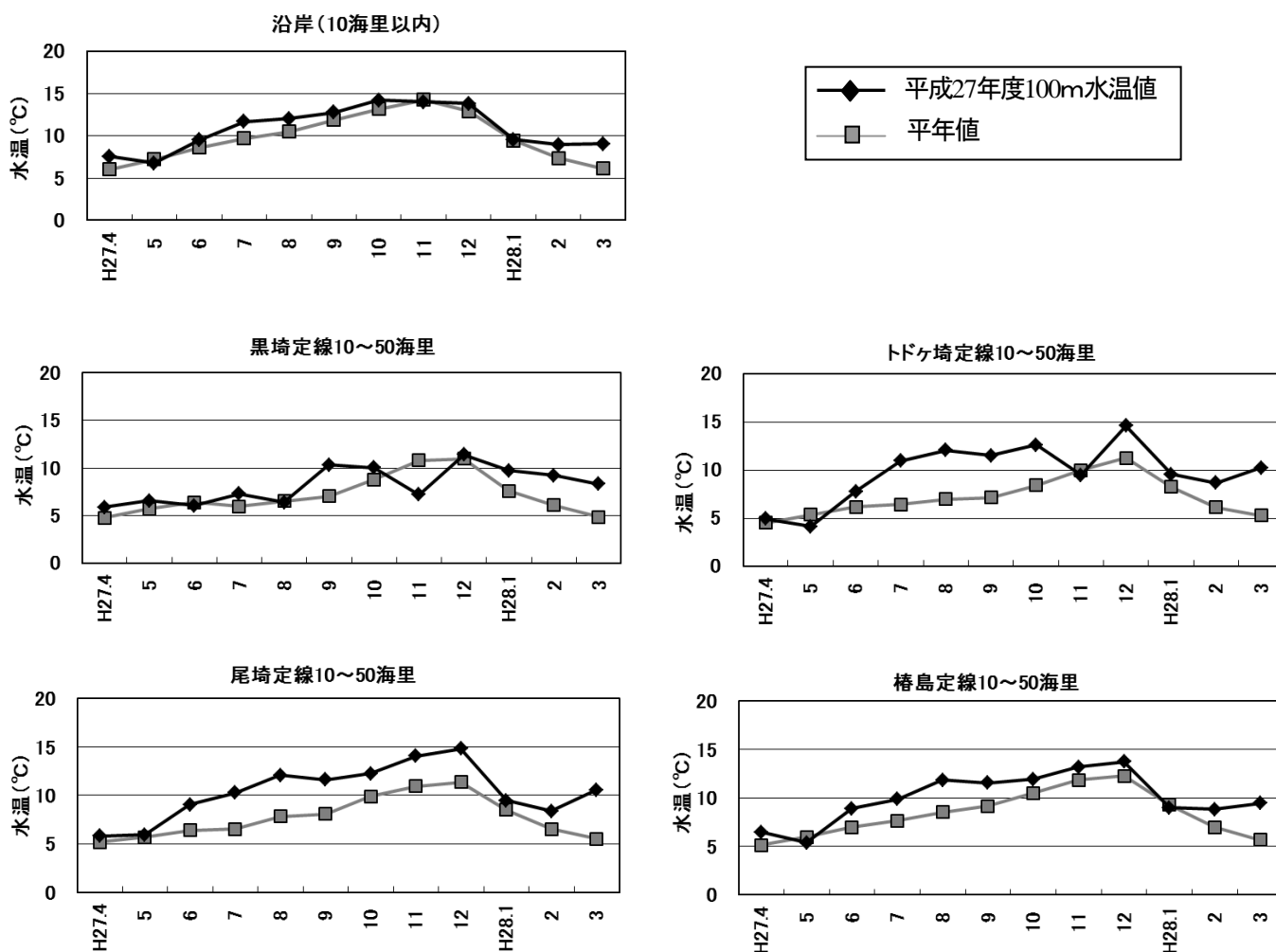


図1 海洋観測による月別海域別100m深平均水温の推移

2 養殖漁場に近い湾内の表層水温予測技術の開発

養殖業者は漁場に近い湾内の水温動向を一つの判断材料にして一連の作業工程を調整しており、適正な生産管理や急激な環境変化による被害軽減のためにも、水温予測技術の開発が求められている。平成 26 年度は定地水温計のデータを用いて、表層水温予測のプロトモデルを構築して半月後(約 5 日後)の予測精度と検証を行った。

平成 27 年度は、予測期間を 1 旬後(約 10 日後)に拡張して、表層水温予測モデルの構築し精度の検証を行った。対象とした湾は野田湾、山田湾、船越湾、釜石湾、大船渡湾、広田湾である。

1994 年 1 月 1 日～2015 年 11 月 8 日の各湾の毎時測定値から旬別水温平年偏差を算出した。次に、2005 年 4 月上旬～2011 年 2 月中旬の旬別水温平年偏差を用いて主成分分析を行った。そして、第 1 主成分のみを考慮して 2015 年 3 月上旬～2015 年 11 月中旬を予測期間として 1 旬後の自己回帰予測を行った。最後に、得られた予測値と実測値を比較して精度の検証を行った。なお、解析には、東北区水産研究所が開発した「水温経験的予測システム」を使用している。

第 1 主成分の寄与率は 83%だった。固有ベクトル値は全ての湾で正を示し、全体的な昇温・降温の変動傾向を示していた。各湾の予測誤差平均±誤差標準偏差は、野田湾で $-0.10 \pm 0.91^{\circ}\text{C}$ 、山田湾で $-0.51 \pm 1.08^{\circ}\text{C}$ 、船越湾で $0.04 \pm 0.88^{\circ}\text{C}$ 、釜石湾で $0.11 \pm 0.76^{\circ}\text{C}$ 、大船渡湾で $0.02 \pm 0.53^{\circ}\text{C}$ だった。各湾の予測誤差の絶対値平均は、野田湾で 0.74°C 、山田湾で 0.93°C 、船越湾で 0.59°C 、釜石湾で 0.53°C 、大船渡湾で 0.39°C 、広田湾で 0.95°C だった。各湾の予測誤差の絶対値平均が 1.0°C 以下の割合は、野田湾で 73%、山田湾で 69%、船越湾で 85%、釜石湾で 81%、大船渡湾で 92%、広田湾で 73%となり各湾によって予測誤差にばらつきが生じた(表 1)。

3 月上旬～3 月中旬は実測値が予測値を下回るケースが多く、3 月上旬の山田湾では実測値が予測値を 3.32°C 下回った。この要因は、2 月中旬から突発的に本県沿岸に波及した沿岸親潮水(異常冷水現象)の影響だと考えられる。また、4 月上旬から8 月中旬にかけては実測値が予測値を上回るケースが多く、8 月中旬の広田湾では実測値が予測値を 2.31°C 上回った。これは、黒潮系暖水の波及が要因だと考えられる。このように、今回の水温予測は統計的手法により行っているため、周期的な水温変動は精度よく予測することが可能だが、突発的な水温変動については予測することができない。しかし、異常冷水現象は次項の研究結果のとおり、約 1 カ月前のオホーツク海の循環を監視することにより発生する可能性を知ることができるようになった。

ワカメ養殖の適正な生産管理に資するために、平成 27 年度から 1 旬後の湾内水温予測情報を「ワカメ養殖情報」で情報提供を開始した。

表1 自己回帰モデルによる予測結果の概要

	予測誤差平均(°C)	誤差標準偏差	誤差絶対値平均(°C)	誤差 0.5°C 未満の割合(%)	誤差 1°C 以上の割合(%)
野田湾	-0.10	0.91	0.74	34.6	73.1
山田湾	-0.51	1.08	0.93	30.8	69.2
船越湾	0.04	0.88	0.59	53.8	84.6
釜石湾	0.11	0.76	0.53	57.7	80.8
大船渡湾	0.02	0.53	0.39	69.2	92.3
広田湾	-0.28	1.09	0.95	15.4	73.1

3 異常冷水現象の発生を予測するシステム構築とその運用

異常冷水現象の発生は、養殖ワカメの生育等に影響を与えることから、これまで予測技術の開発が求められてきた。この課題に対して、農林水産省「食料生産地域再生のための先端技術展開事業」において他の研究機関と共同で予測技術の開発に取り組んできた。その結果、本県沿岸に到来する異常冷水(2°C 以下)の起源は

オホーツク海の東樺太海流であることが明らかとなった。また、オホーツク海の循環（海上風）が強化されると太平洋に大量流出し、約1カ月後に本県に接近（接岸）する傾向にあることが分かった。

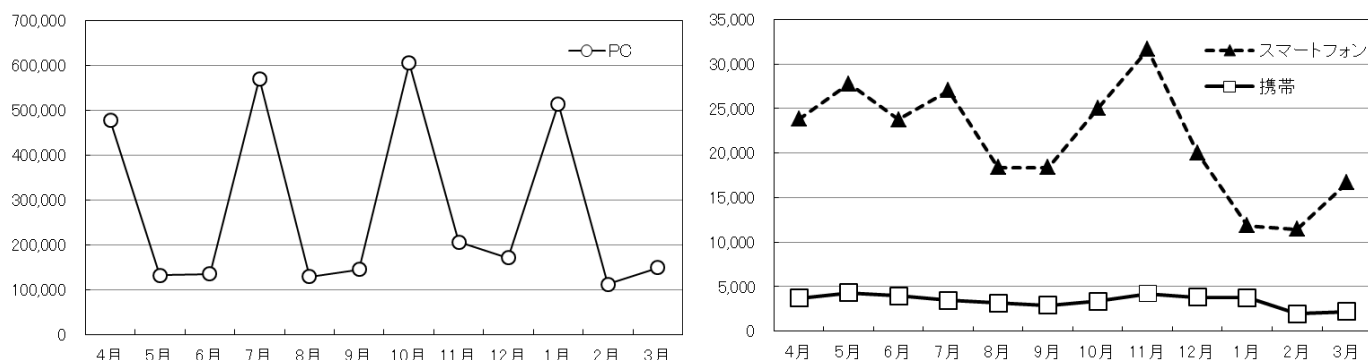
この関係を利用して、オホーツク海の海上風から北緯46度を南下する東樺太海流の流量を推定する手法を開発した。平成27年度から「異常冷水起原水の監視システム」により運用開始して経過をモニタリングしている。なお、平成27年度のオホーツク海の循環は平年並みに推移したことから、異常冷水現象が発生する可能性は低いことを「ワカメ養殖情報」等により情報発信をすることができた。

4 岩手県水産情報配信システム「いわて大漁ナビ」による情報提供システムの運用

水産情報配信システム「いわて大漁ナビ」により定地水温、県内13魚市場の市況情報、人工衛星海表面水温画像等の情報をインターネットで情報発信した。平成27年4月～平成28年3月末日までのアクセス総数（ページ総数）は3,646,328件となった。その内訳は、パソコンが3,349,704件（前年3,533,750件）、スマートフォンが255,783件（前年229,504件）、携帯電話が40,841件（前年22,999件）であった（図2）。前年度と比較すると、パソコンは減少し、スマートフォンと携帯電話は増加した。月別アクセス数に関して、パソコンでは4、7、10、1月に急増し、スマートフォンでは11月に最多となり、携帯電話では通年で大きな変化は見られなかった。

また、利用者の減少に伴って平成27年度よりFAXサービスを停止した。

月別アクセス数



累積アクセス数

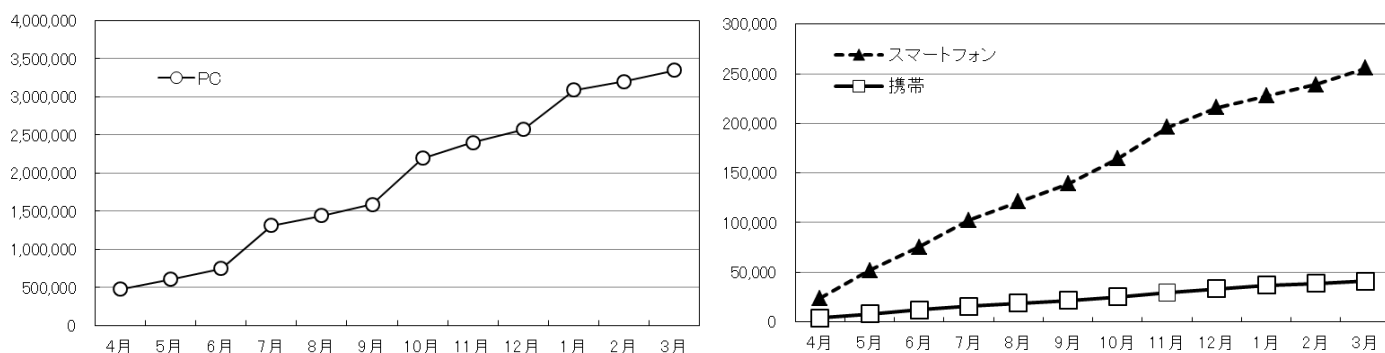


図2 平成27年度水産情報配信システム「いわて大漁ナビ」の月別アクセス数と累積アクセス数の推移

<今後の問題点>

- 1 適切なワカメ養殖の実現に向けて、秋季の栄養塩供給予測に取り組む必要がある。
- 2 近年の高水温傾向の要因について検討していく必要がある。

＜次年度の具体的計画＞

- 1 他研究機関と共同で、秋季の栄養塩供給予測モデルの構築を行う。
- 2 本県海域に去来する海流の季節的・経年的変動特性を解析する。
- 3 漁業者に対しての水産情報配信システム（いわて大漁ナビ）の利用促進に係る普及活動を行う。
- 4 海洋観測を継続して、現況を適切に広報していくとともに水温予測のためにデータ蓄積を行う。

＜結果の発表・活用状況等＞

- ・海況速報（水技ホームページ及び岩手日報（毎週））
- ・海洋観測の結果（水技ホームページ（毎月））
- ・水温予測情報（0海里観測定点 10m 深、5～50 海里観測定点 100m 深）（水技ホームページ（毎月））
- ・一旬後の湾内水温予測情報（水技ホームページ等によりワカメ養殖情報として（延べ 12 回））
- ・衛星画像、定地水温、県内 13 魚市場の水揚データ
（HP 水産情報配信システム「いわて大漁ナビ」（毎日更新））
- ・養殖漁場に影響を与える海況変動とその予測可能性（浅海増養殖技術検討会）
- ・岩手県海域における海況予測と漁業利用の可能性（東北ブロック水産海洋連絡会）
- ・養殖漁場に影響を与える海況変動とその予測可能性（平成 27 年度岩手県水産試験研究成果等報告会）