

青森県周辺沿岸域の水温の長期変動と海藻類の生産について

仲村 俊毅

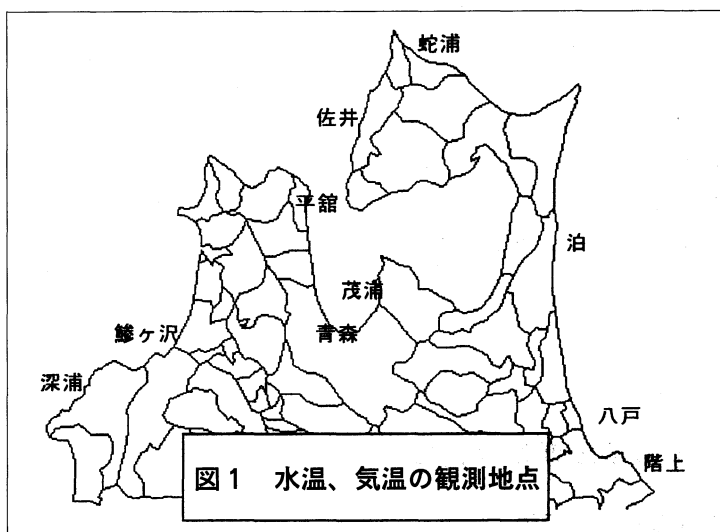
はじめに

本県周辺は、日本海沿岸は対馬暖流、津軽海峡、太平洋沿岸は津軽暖流という暖流系水の影響を周年受けるが、暖流水自体も流下するにしたがって変質するため、各地先により水温自体も、また、その変動特性も異なる。そして、それに対応して生育する海藻類も異なっている。一方、近年、地球温暖化が取りざたされており、海洋生態系との係わりで海況の長期変動の実態を明らかにすることは重要な課題となっている。

そこで、ここでは本県各地先の水温変動について、地域的な変動特性の相違や長周期、長期傾向変動の状況を調べ、マコンブ、エゴノリといった本県を代表する海藻類の生産量との関連性について検討してみたので結果を報告する。

資 料

使用した資料は気温、水温、コンブ、エゴノリ生産量である。青森は青森地方気象台観測による月平均気温。平舘は海況自動観測ブイの1m層水温。他はそれぞれの地点の定地水温。さらに、青森県水産試験場の観測による日本海対馬暖流域100m層最高水温。コンブは「青森県海面漁業に関する調査報告書」（県統計）の市町村別生産量。エゴノリは県漁連調べによる漁協別生産量である。



地点別水温変動特性

各地点の水温変動特性をみるため月平均水温を季節変動、経年変動、その他の変動に平方和分解した。分析は、蛇浦、泊で水温観測が始められた後の昭和58年から、八戸での観測場所の変更前の平成8年までである。

表1に青森の気温も合わせて結果を示した。全変動が最も大きいのは気温である。水温では茂浦が最大で、

表1 地点別変動特性

地区名	全変動	季節変動%	経年変動%	その他変動%
鱒ヶ沢	18,554.6	97.2%	0.96%	1.84%
茂浦	20,942.8	96.6%	1.01%	2.31%
佐井	14,088.1	97.1%	1.16%	1.70%
蛇浦	13,482.3	95.8%	1.42%	2.75%
泊	12,346.2	94.9%	1.77%	3.32%
八戸	14,230.0	95.4%	1.52%	3.12%
階上	12,298.6	95.0%	1.65%	3.33%
青森気温	37,293.8	96.5%	0.70%	2.79%

泊、階上が小さくなっている。全変動に占める季節変動の割合は、いずれの地点も90%を超える。この割合が高いのは鱒ヶ沢、茂浦、佐井などの暖流の影響や気象の影響の強い地点となっている。

水温の季節変動にみられる地点別特徴を視覚的に表すため、旬平均水温の14カ年平均値を使って主成分分析を行い、各地点に与えられる第一、第二主成分スコアの散布図を図2に示した。結果の詳細は省略するが、第一主成分は寄与率65.2%で夏場の水温の高低を表している。第二主成分は寄与率32.5%で冬場の低温や暖候期の水温停滞を示し、地点による暖流水や気象の影響の度合いを表している。

夏場に高温なのは佐井、鱒ヶ沢、茂浦であるが、茂浦は他の2地点とは異なり、冬場は低温で気象の影響がより強く現れている。佐井は第二主成分スコアが最も大きく、津軽暖流水の影響が端的に現れやすい地点となっている。一方、蛇浦以東の各地点は夏場は低温なグループである。泊と階上は近い位置に配置され、良く似た特徴を持つことがわかる。しかし、隣接する八戸はかなり異なった特徴がある。これは、水温の観測方法や観測場所周辺の地形による。すなわち、泊や階上は開けた海岸のやや沖から取水した種苗生産用水を測定しているのに対し、八戸は入り組んだ海岸の陸岸近くでのバケツ採水による測温である。したがって、直接的にも、また陸岸を介しての間接的にも気象変化が強く影響してくるのである。具体的には、夏はより高温に、冬はより低温となるので、水温データを使用する場合は、目的によっては十分注意する必要がある。蛇浦は第一、第二主成分スコアともに0に近く、この7地点のなかでは中間的な、特徴のない地点となっている。

表1に戻ると、その他の変動は全地点で経年変動を上回っており、長周期の変動や長期の傾向変動の存在を示している。そこで、この長周期や長期傾向変動の実態を調べ、海藻類の生産との関連性を検討してみた。

水温の長周期変動とコンブ生産量の関係

水温の長周期変動

時系列データの周期成分を検出する方法としてスペクトル解析があるが、これには長期にわたるデータが必要であり、本県では八戸、鱒ヶ沢、茂浦等の国、県の試験研究機関の所在地である。しかし、鱒ヶ沢では昭和51年4月に、また、八戸は平成9年8月から、それぞれ観測場所が変更されている。そこで、ここでは、昭和51年4月から平成9年3月までの21カ年の月平均水温をとりあげ、青森の気温と合わせてスペクトル解析を行った。地点は鱒ヶ沢、茂浦、八戸である。ソフトはWindows版STATISTICAで、フーリエ変換法、季節変動及び直線傾向変動を除去し、平滑にはハミングウインドーを用いている。

結果を図3に、周期1年以上の部分のみ示した。各地点及び気温に共通したピークは2.3年となっている。2～3年の気象変動は年変化、日変化のような安定した周期現象ではないとされているが¹⁾、平井²⁾は日本海の海面水温についてEOF解析を行い、第一から第三モードのいずれにも2～4年の周期がある、としており、海洋では、比較的安定して存在する変動周期のようである。この周期のピークは茂浦が最も大きく、気温に対する追従がよいことを示している。八戸では4.2年にピークがあるが、鱒ヶ沢や茂浦では5.3年にピークがある。ちなみに、階上や佐井の水温には4.3～4.5年に、鱒ヶ沢の52年分の水温では5.8年にピークが現れる。

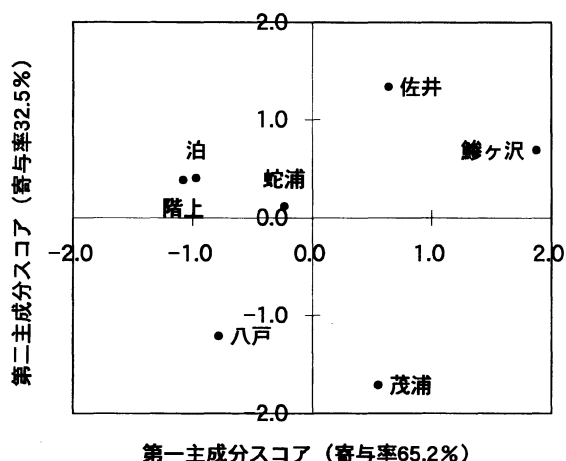


図2 主成分スコアの散布図による各地点の2次元配置

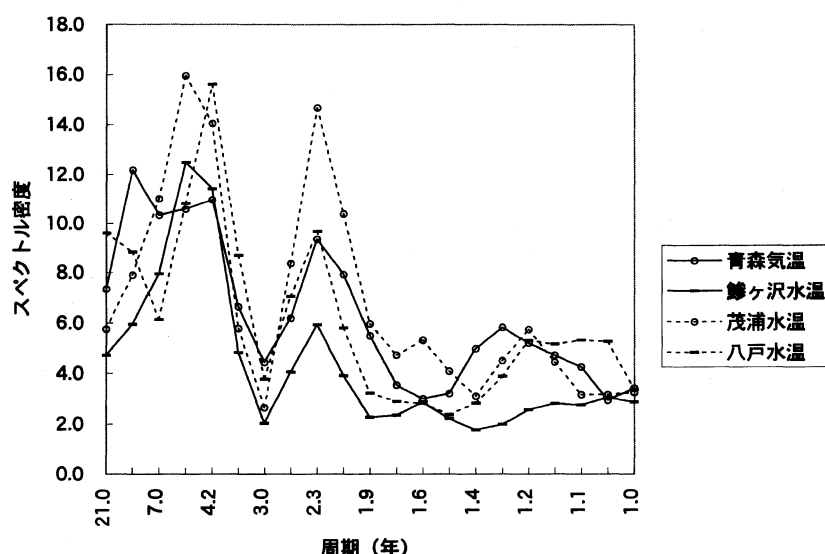


図3 月平均気温、水温のスペクトル
(周期1年以上のみ図示)

4～5年の周期変動は東北海域に固有の変動と考えられる。川合³⁾は黒潮統流の南北変動には4.5年の周期があり、東北海区南部沿岸水温の4.5年周期変動の実態である、と述べている。水野⁴⁾は東北海区の100m層水温のEOF解析の結果、季節変動を除けば黒潮統流の変動が最も大きい、としている。この黒潮統流の南北変動は暖水舌の北方への張り出しや大型暖水塊の発生に係わるから、東北南部ばかりでなく北部沿岸にも影響するであろうことは容易に推定できる。また、津軽暖流は日本海と東北太平洋の水位差で駆動されているが、水位変動は太平洋側でより大きいので、基本的には太平洋側の水位変動が大きく寄与すると考えてよい。したがって、暖水舌の張り出しや暖水塊の発生、移動による東北太平洋の水位変動が津軽暖流流量の変動をとおして佐井の水温変動に影響していると考えられる。

鯨ヶ沢の水温には約6年の周期がみられる。この6年の変動周期を指摘する報告は非常に多い。俵ら⁵⁾、Miita and Tawara⁶⁾は対馬海峡の水温変動に、河野・井上⁷⁾は北海道全域の沿岸水温に、この周期変動の存在を認めている。また、平井²⁾は前記のとおり日本海海面水温のEOF第一から第三モードすべてにこの周期の存在を見出ししている。さらに、長沼⁸⁾は日本海にあっては水温のほか、対馬暖流流量や水塊配置にも約6年の周期があり、ブリ、マグロの漁獲尾数やスルメイカの漁獲量にも同様の变化傾向がある、としている。他方、Micaelsen⁹⁾、Favorite and McInain¹⁰⁾は北太平洋全域の表面水温に、この周期の存在を指摘しており、日本近海に限らず、きわめて広域にみられる周期変動のようである。

水温とコンブ生産量の長期変動

このような長期かつ広域の周期的変動を平滑して、より長期の変動傾向がコンブ生産量とどのように関わっているのか、を調べてみた。生産量は佐井村の統計(県統計)を用いた。佐井村漁協では2年目マコンブを計画的に生産しており、生産量に含まれる人為的なノイズが比較的少なく、分析に耐え得るものと判断した。また、水温は日本海対馬暖流域100m層最高水温の前年3～5月の平均を用いた。1年目マコンブの発生にはその年の冬季の水温の高低が密接に関連するので、水温と生産量に1年のズレを置いた。平井¹¹⁾は、日本海対馬暖流域の春季の表面水温はその年の冬季の海面冷却に規定され、さらに鉛直混合期の冬季にあっては水深200m程度まで影響される、と述べている。したがって、年間の低極を示す100m層水温の3～5月の値は、マコンブの発生にとって重要な冬季間の水温の状況を良く反映しているものと考えられる。両者はいずれも昭和39、40年頃からデータが完備している。

図4に中心化6カ年移動平均の推移を示した。6カ年の移動平均をとる理由は、まず水温に含まれる6

年周期を平滑することであるが、同時に生産量に明確に現れる同種間の基質競合による隔年豊凶、すなわち2年の周期、さらに、2年の周期がくずれた時期にしばしばみられる3年周期を平滑するためである。なお、佐井の水温にみられた4.5年周期は、日本海の水温にはみられないが、4.5年周期に対して6カ年移動平均を施した場合の振幅圧縮率は-22.5%であり、振幅が大きいとはいえない4.5年周期を十分平滑できるものと思われる。したがって、仮に佐井の定地水温が昭和40年頃からそろって

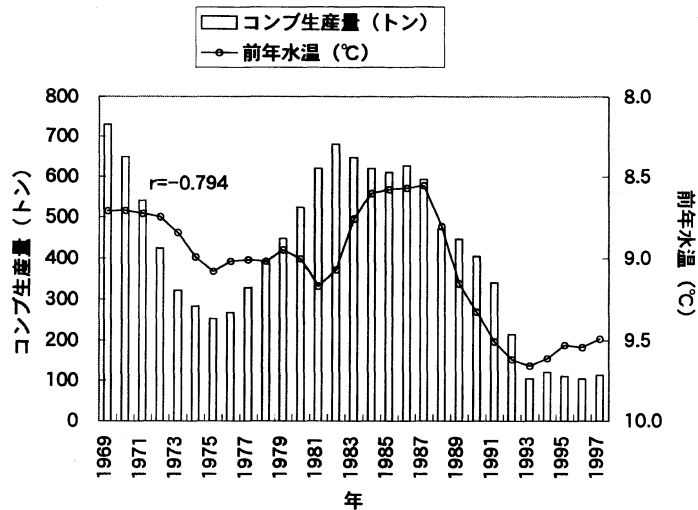


図4 佐井村漁協のコンブ生産量と日本海対馬暖流域100m層最高水温の前年3～5月平均の推移（いずれも中心化6カ年移動平均）両者の対応をわかりやすくするため、水温は軸を反転させている。

いて、それをを用いて分析したとしても結果におおきな違いはないものと考えられる。

図に明瞭のように、低温－豊漁、高温－不漁というパターンが良く対応しており、その相関係数は-0.794と高い。相関係数が最も高くなるのは8カ年移動平均の場合で、-0.8を若干超えるが、その差は有意なものではない。このような結果は長期的にみた場合、海洋の変動と生産量の変動が密接に関連している可能性を示唆している。なお、吉田ら¹²⁾は、佐井のマコンブ生産量と前年1～3月の平均水温の、ともに3カ年移動平均値の間に-0.92という高い相関を見出ししている。今回のデータでは3カ年移動平均では-0.45程度の相関しか得られなかった。これは、吉田らの用いたデータが昭和55年以降のものであり、生産量は減少、水温は上昇という明確な傾向が存在する時期のものだったためと考えられる。

水温の長期傾向変動とコンブ、エゴノリの生産量の関係

水温の長期傾向変動

水温変動には季節変動が最も大きな割合で含まれるので、長期的な傾向変動を抽出するためには季節変動を除去する必要がある。図5に鱒ヶ沢を代表的な地点として、月平均水温の中心化12ヵ月移動平均とその系列に対して直線傾向線をあてはめた結果を示した。年のラベル位置が各年の7月の位置に対応する。

直線傾向は明らかに右上がりであり、この期間に大きく昇温していることがわかる。そのほかに、平成元年頃を境として、段階的な水温変化があったようにみられる。すなわち、平成元年以前は14.5℃を上回る期間は極めて短いに対し、

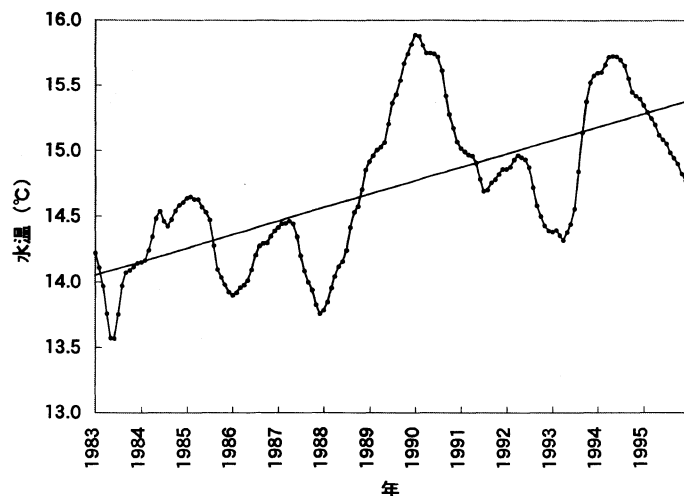


図5 鱒ヶ沢、月平均水温の12ヵ月移動平均と直線傾向線

平成元年以降は逆に14.5℃を下回る期間が極めて短いのである。このような場合に傾向変動を論議するには、直線傾向で論議すべきか、水温の低い期間、高い期間に分割して論議すべきか、別途、友定¹³⁾が用いた方法により判断した。図に示したような移動平均系列に対し、直線傾向線をあてはめた時の残差の標準偏差 (SDr)、任意の分割時点を設けて、その前半、後半の単純な標準偏差(それぞれ、SDf, SDl)、さらにSDfとSDlのデータ数による重み付き平均(SDm)をそれぞれ求め、SDf, SDl, SDmのいずれもがSDrより小さい時点分割点とする。つまり、直線傾向線をあてはめた場合とデータ期間を分割した場合のどちらでデータのバラツキが小さくなるか、で判断する。計算は1年毎に行い、分割点が現れた場合、その前後を4ヵ月毎に計算しSDmが最小となる時点を最適分割点とした。

表2 水温の段階的変化の分割点

地点名	年	月
青森気温	1988	9
鯨ヶ沢	1989	5
茂浦	1989	1
佐井	1989	5
蛇浦	1989	5
泊	1989	5
八戸	1989	9
階上	1989	9

結果を表2に示した。いずれの地点にも、また、青森の気温にも分割点が現れ、青森の気温が最も早く、昭和63年9月、水温では茂浦が平成元年1月、他の地点は同年5月、または9月となっている。ここでも、茂浦の水温が気象変化に対して追従がよいことがわかる。また、津軽暖流の下流域ほど分割点の現れる時期が遅れるという特徴がある。

この結果、最適分割点は地点により異なるものの、おおむね昭和63年までと平成元年以降に分けるのが妥当と判断されるので、以下では昭和58~63年の6年間を「期間1」、平成元年~8年までの8年間を「期間2」として議論をすすめる。

水温の長期傾向変動とコンブ生産量の関係

期間1と期間2で実質的にどの程度の水温差があるのか調べ、コンブ生産量との関係を検討した。図6は津軽海峡から太平洋北部の3地点について、月別、期間別の水温を求め、期間2の値から期間1の値を引いた差を示したものである。

佐井では12月から3月まで、1℃前後、高温となっている。蛇浦では1~7月に1℃以上、高温。泊では2月以降、春、夏季の温度差が大きい、等、地点によって傾向が異なる。桐原ら¹⁴⁾は下北半島尻屋地先で毎年、継続的に実施されている磯根資源調査から、1年目マコンブの発生量(個体数)とその年の1月後半の泊地先水温との間に、指数回帰で0.957という高い重相関を見出ししている。それによると、おおむね8℃を境として発生量の多寡が分かれており、これが指標水温となるようである。そこで、表3に平館から階上にいたる5地点での期間1と期間2における1月後半の水温を示した。いずれの期間も最も高温なのは平館である。この地点の水温は、平館海峡の水深47mの地点に設置された海況自動観測ブイのデータを用いているが、ここは周年津軽暖流水の影響下において高温な状態が維持されるため、海藻が生

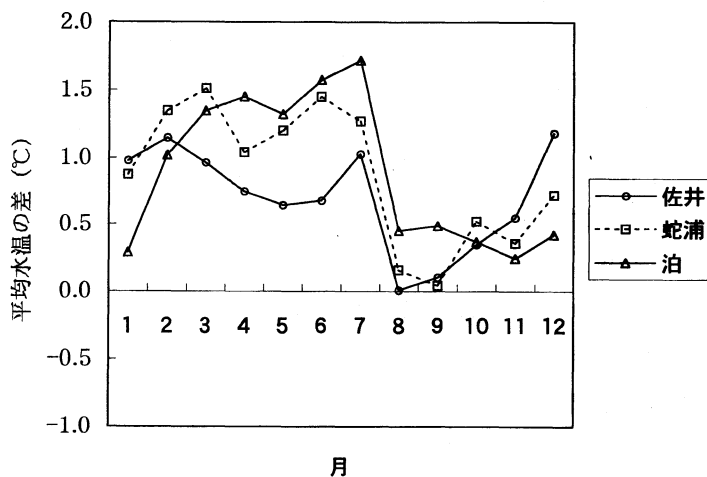


図6 期間1('83~'88年)と期間2('89~'96年)の月平均水温の差

表3 期間1と期間2における1月後半の平均水温

地点	期間1('83~'88)	期間2('89~'96)
平館	9.21	10.15
佐井	8.37	9.49
蛇浦	7.23	8.10
泊	7.92	8.15
階上	7.57	8.24

育するような海岸線近傍ではこれよりも低温であるとみななければならない。このことを考慮しても、津軽海峡西部海域から大間崎西側海域では、期間2では9℃前後となって、マコンブの発生には厳しい条件である。また、蛇浦、泊、階上も高くはなっているが、それでも佐井の期間1のレベルである。なお、水温の期間1には、異常冷水年といわれる昭和59年を含むが、これを除外しても大きな違いがないことを確認している。

表4に県内各市町村のコンブ生産量を、水温とは1年ずらした期間で平均して示した。また、生産量の比率も合わせて示した。ここで津軽海峡西部とあるのは、三厩村、今別町、平館村の合計である。また、津軽海峡西部、佐井村、大間町の3地区では極端な豊漁の平成元年、極端な不漁の平成3年のデータを除いてある。

期間2において生産量が増大したのは東通村である。これは昭和59年の異常冷水により、アワビ資源にダメージを受けたことから、磯漁業の中心種がコンブにシフトしてきたため、県漁連の取扱数量（乾燥重量）をみると主要な産地である尻屋漁協で年間100トンを超えるようになったのは、昭和63年以降である。大間は、佐井に隣接するものの大きな減産となっていない。これは1年目マコンブやガゴメが統計に混入していることや、水温上昇の影響の小さい大間崎東海域からの生産もあるためである。他の地域は大きく減産しており、特に津軽海峡西部や佐井において著しい減産となっている。

表4 期間1と期間2のコンブ生産量の平均 (ton)

	期間1('84~'89)	期間2('90~'97)	比
海峡西部	247.1	16.5	6.7%
佐井村	507.8	106.8	21.0%
大間町	2,893.2	2,341.8	80.9%
風間浦村	1,052.8	597.6	56.8%
東通村	926.2	1,090.2	117.7%
八戸市	858.7	322.5	37.6%

津軽海峡沿岸では、現在も一部に「磯焼け」状態がみられ、生産量が回復していないが、この要因としてキタムラサキウニによる食害が大きいとされている。しかし、平成年代に入ってから水温の段階的上昇は、マコンブの発生を阻害し、磯焼け継続の要因のひとつとなっているようである。

水温の長期傾向変動とエゴノリ生産量の関係

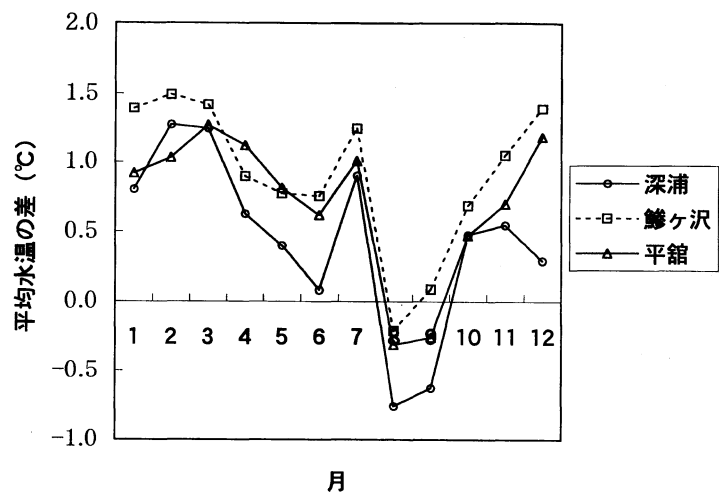
本県で生産される海藻の寒海性種の代表をコンブとすれば、暖海性種の代表はエゴノリであろう。日本海側から津軽海峡中央部にかけて生産され、全国生産量の40%を超える生産がある。年により変動はあるが、日本海から津軽海峡西部海域で生産されるものが単価が高く、これらの地域の磯漁業を支えている。

ここでは、前述した水温の長期傾向変動とエゴノリ生産量の関係について検討した。

図7に期間1と期間2の月平均水温差を深浦、鯨ヶ沢、平館の3地点について示した。この3地点はいずれも対馬、津軽暖流の影響の強い地点である。全体的な傾向は図6に示した佐井、蛇浦、泊と同じであるが、8月の水温が低くなっていることと、冬季間の高温化がより明瞭という特徴がある。

表5に水温の段階的变化により区分された期間1と期間2におけるエゴノリ生産量を示した。このなかで、大間についてはマコンブの豊凶により漁獲努力量が大きく変化したことが考えられるので、これを除外して論議する。

また、小泊村は小泊、下前漁協の合計、**図7 期間1('83~'88年)と期間2('89~'96年)の月平均水温の差**



三厩村は三厩と竜飛漁協の合計である。なお、統計上、生産のない年は除外して計算している。

期間1と2で生産量が横ばいまたは微増は風合瀬以南である。大戸瀬から佐井に至る海域では生産を減じており、特に津軽海峡西部から佐井で著しい減産となっている。このような地域的な違いや増減の傾向の規則性が偶然生じたとは思えず、何らかの環境条件の違いが作用したことが示唆される。図7にもどると、深浦と他の2地点での特徴的な相違は、深浦では12月、4～6月の高温化の度合いが他の2地点より小さいことである。この時期はエゴノリの生育期間である。

山内¹⁵⁾は、自然状態におけるエゴノリの付着基質（主としてヨレモク等のホンダワラ類）への着生形態の観察と水温との関係を分析し、春季、水温が11℃を超えるまでは鈎により着生するが、11℃を超えると体による付着へ移行していく、という着生形態の変化を報告している。当所でのエゴノリ研究は、これまで生産の安定、増大を大命題とし、人工採苗、養殖、増殖技術開発が中心課題で、天然での生態観察が手薄となっていたこともあって、この発見は貴重なものといえる。以下に、この11℃という指標水温を用いて分析をすすめる。

現在、エゴノリについては陸上施設で採苗を行い、12月頃、天然のホンダワラ藻場へ沖出しする。桐原ら¹⁶⁾は養殖試験においてこの沖出時期を検討し、他種海藻類の付着が少ない12月頃が有利、としているが、この時期は水温が11℃以下に低下する時期でもある。沖出時期のエゴノリが付着基質に鈎によって着生しているかどうかは、藻体が小さすぎて確認できていない。沖出後のわずかな例としては桐原ら¹⁷⁾が平成6年1月14日に北金ヶ沢漁港沖で、山口ら¹⁸⁾が平成7年2月2日に小泊漁港沖で、それぞれ中間育成用の網地に鈎で絡み付いているのを観察している。これらのことを考慮すると、沖出時期の目安としても11℃という水温値を使うことは差し支えないであろう。次にエゴノリ生産地に近接する地点の水温について、前年10月第一半旬から、当年7月第三半旬までの半旬平均水温に対し二次曲線をあてはめ、11℃以下となる時期、11℃以上となる時期を求め、その期間の長さを半旬数でカウントした。但し、深浦の昭和60年分は欠測となっている。

表6に結果を示した。期間1と期間2の間での11℃以下の期間長は、深浦では2.5半旬、鯉ヶ沢から佐井では3.6から4.3半旬の、それぞれ短縮となっており、期間2での冬季間の高温化は深浦では他地点より小さくなっている。そのことが、他地区と比べて生産量の落ち込みがみられないことと関連するのであろうか。水温にみられる、このような地域的な特徴がエゴノリの生産量変動と、どう係わるのか、さらに調べてみた。

表7に深浦から佐井までの5漁協のエゴノリ生産量と近接する地点の水温11℃以下の期間長の相関係数の計算結果を示した。データは昭和56年から平成14年までであり、各年別データと中心化2カ年移動平均の双方を計算している。2カ年移動平均を施す理由は、エゴノリ生産量に、おそらくは付着基質の多寡によるとみられる2年周期があるためと、豊漁で単価が低い年は漁業者が自家保存して翌年出荷するという人為的なノイズがあるためである。また、数値データのほかに順位データに置き換えてスピアマンのRも合わせて計算した。

深浦のエゴノリ生産量は各年別値の順位相関で0.46の値が得られているが、他地区と比べれば両者の関

表5 期間1と期間2のエゴノリ生産量の平均 (kg)
生産のない年を除外した平均

漁協、村	期間1('83~'88)	期間2('89~'96)	比
岩崎村	1,924.7	2,495.2	129.6%
鮎作	1,267.1	1,734.3	136.9%
深浦	2,165.2	2,366.3	109.3%
風合瀬	1,592.8	1,693.1	106.3%
大戸瀬	4,846.8	3,911.3	80.7%
小泊村	7,275.5	4,828.7	66.4%
三厩村	5,105.3	1,848.4	36.2%
今別東	2,779.3	567.9	20.4%
佐井	15,377.8	4,301.4	28.0%
奥戸	9,689.8	7,616.8	78.6%
大間	995.4	2,747.9	276.0%

表6 11℃以下の期間長 (単位：半旬)

	期間1('83~'88)	期間2('89~'96)
深浦	29.5	27.0
鯉ヶ沢	29.9	25.8
平館	29.1	24.8
佐井	30.3	26.7

連性ははっきりしない。大戸瀬の生産量と鰯ヶ沢の水温の間では若干大きな相関が得られている。三厩、今別東部の生産量は中心化2カ年移動平均の場合、0.7をこえる相

表7 エゴノリ生産量と近接する地点の11℃以下期間長の相関（1981～2002）

11℃以下の 期間長（半旬）	エゴノリ 生産量（kg）	中心化2カ年移動平均値		各年別値	
		数値データ	順位データ	数値データ	順位データ
深浦	深浦	-0.078	0.047	0.293	0.460
鰯ヶ沢	大戸瀬	0.473	0.382	0.504	0.500
平館	三厩	0.769	0.687	0.274	0.171
平館	今別東部	0.750	0.768	0.135	0.363
佐井	佐井	0.573	0.546	0.279	0.307

関がある。三厩と今別東部では生産量の経年変動に0.5を超える相関があるので、似たような結果が得られる。佐井においても同様、0.5を超える相関がみられ、水温の長期的な変化傾向が生産量の変動に影響している可能性が示唆される。

エゴノリの生産量（エゴノリに限らないが）は、さまざまな自然要因のほか、人為的な要因によっても大きく変動する。したがって、水温のみをもって生産量を云々するのは危険である。また、水温11℃以下の期間の長さ、ということが生産量にどの程度の重みをもつのもわかっていない。しかし、仮に11℃で沖出しして7月下旬に収穫するとすれば、その生育期間の60%強から70%弱の期間が水温11℃以下の環境なのである。実際に生長するのは、春、夏季の11℃を超える時期ではあるが、競合種が少なく時化の多い冬季に、鈎を形成して付着基質であるホンダワラ類にしっかりと着生することが、その後の生長の基礎固めになっているのかもしれない。いずれにしろ、単に相関があるということと因果関係とは別物とはいえ、このような関連性があるということは、始まったばかりのエゴノリの生態と環境との係わりを研究するうえでの手がかりにはなる。

おわりに

以上、水温の長期的変動と海藻類の生産について検討してきた。本報告では水溫観測の期間を合わせるため、昭和58年から平成8年までの短期間の解析を中心とせざるをえなかった。次なる疑問は、海藻類の生産が豊富だった昭和57年以前はどうだったのか、さらに、近年の温暖化からんで、平成9年以降はどんな状況なのか、であろう。

昭和57年以前で水温が観測されている地点は非常に少ないので、八戸を例として、前述した方法で水溫分割点を求めた。その結果、昭和55年頃から分割点が現れ始め、昭和57年に最適分割点が現れるので、昭和40年から57年を期間aとして、本報告の期間1、期間2と対比して表8に示した。これによれば、特に冬季においては期間1に近い状態となっており、マコブの生産が豊富であったことと矛盾しない。

次に平成9年以降の状況であるが、平成9年から14年を期間bとして、表9には1月後半の水温、表10には11℃以下の期間長を、それぞれ本報告の期間1、2と合わせて示した。

コブの発生にとって重要な1月後半の水温では、平館では期間1のレベルに戻っている。しかし、この地点は前述したように通常は津軽暖流水の分布域にあるが、海況条件によっては冷たい陸奥湾水に置き換わることがある。実際、平成11年の1月後半には、他の年よりも2℃以上低い水温が観測されており、

表8 昭和57年以前の水温との比較

八戸	期間a('65~'82)	期間1('83~'88)	期間2('89~'96)
1月	6.16	6.02	6.95
2月	5.30	4.89	6.04
3月	5.78	5.22	6.32
4月	7.55	7.04	8.28
5月	11.00	10.12	11.59
6月	13.81	13.02	14.06
7月	17.43	15.64	17.39
8月	20.77	20.40	20.39
9月	20.00	19.94	19.96
10月	16.97	16.38	16.88
11月	12.66	12.23	12.89
12月	9.12	8.73	9.55

その結果が表に示した結果となっている。近接する佐井では、期間2よりも若干低温となつてはいるが、期間1のレベルには戻っておらず、海峡西部から佐井にかけてはマコンブの発生に厳しい条件が、少なくとも平成14年までは続いている、といえる。また、他の3地点においても、状況はほとんど変わっていない。

表10では、いずれの地点も11℃

以下の期間長は期間2よりも長くなっている。しかし、その差はわずかであり、期間1のレベルには戻っていない。

エゴノリの着生形態の変化と水温の関係はきわめて新しい知見であり、今後、追試などで確認していく必要がある。また、エゴノリの生産量の目安として水温11℃以下の期間の長さを用いたが、はたしてこれが妥当なものかどうかということも、今後のデータの積み重ねにより検討していく必要がある。

水温は人の手でコントロールできるものではないが、水温変動と生物との係わりに関する情報は、漁協、漁家の経営戦略に役立てるべきものである。すなわち、水温等の環境が思わしくない場合は緻密な漁場管理によって生産を確保する必要がある。また、場合によっては生産対象を他の種へ切り替える、といったことも選択肢のひとつである。逆に、環境条件が整っている場合は、漁場管理に手間をかけず、生産コスト切り下げによる純益増を図る、などの戦略が可能となる。

マコンブ、エゴノリともに本県では経済価値の高い種であり、人工採苗、増養殖技術はすでに確立されている。しかし、天然漁場の管理は労力や費用がかかることもあって、十分とはいえない。水温は人の手でコントロールすることができないとすれば、生産の確保のために人の手でできることのひとつとして、漁場管理への努力が相対的に重要さを増すことになる。海藻類の漁場管理は競合種や食害種の排除であるが、基本的には付着基質の確保であろう。当所では、キタムラサキウニにマコンブの競合種を食べさせて付着基質を確保したうえ、そのウニも採捕、販売するという管理手法や、エゴノリの増産をねらったホンダワラ藻場造成、またエゴノリの付着基質確保のためホンダワラ藻場を損傷させない漁具の改良等の取り組みを実施、または計画中であり、これらの試験研究により低コストで漁業者が取り組める漁場管理法が確立されよう。

参 考 文 献

- 1) 鈴木榮一(1968)：気象統計学，一新気象学叢書一，地人書館，東京，昭和43年。
- 2) 平井光行(1995)：日本海における海面水温の時空間変動の特徴，日本海区水産研究所研究報告，No.45，(1-23)。
- 3) 川合英夫(1955)：東北海区における極前線帯とその変動について（第1報），東北海区水産研究所研究報告，No.4，(1-46)。
- 4) 水野恵介(1984)：東北海区の花況変動について，東北海区水産研究所研究報告，No.46，(61-80)。
- 5) 俵悟・三井田恒博・藤原建紀(1984)：対馬海峡の花況とその変動特性，沿岸海洋研究ノート，Vol.22，No.1，(50-58)。
- 6) Miita, T and S. Tawara (1984)：Seasonal and Secular Variations of Water Temperature in the

表9 期間1、期間2、期間cにおける1月後半の平均水温(℃)

	期間1('83~'88)	期間2('89~'96)	期間b('97~'02)
平館	9.21	10.15	9.54
佐井	8.37	9.49	9.18
蛇浦	7.23	8.10	8.03
泊	7.92	8.15	8.31
階上	7.57	8.24	8.14

表10 期間1、期間2、期間cにおける11℃以下の期間長(半旬)

	期間1('83~'88)	期間2('89~'96)	期間b('97~'02)
深浦	29.5	27.0	27.5
鱒ヶ沢	29.9	25.8	26.1
平館	29.1	24.8	25.7
佐井	30.3	26.7	26.8

- East Tsushima Strait ,J.Oceanogr. Soc.Jap. Vol.40,(91-97).
- 7) 河野時廣・井上尚文(1987)：北海道各地の沿岸定地水温の変動特性,北海道区水産研究所研究報告,No.51,(61-73).
 - 8) 長沼光亮(1978)：多獲性魚類の漁獲量変動と海洋環境,一海況魚種間関係の観点から一海洋環境,日本海域,水産海洋研究会報,Vol.33,(115-118).
 - 9) Micaelsen,J. (1982)：A statistical study of large-period variability in North Pacific sea surface temperature anomalies ,J.Phys.Oceanogr.,12,(694-703).【河野・井上より引用】
 - 10) Favorite,F.and D.R.Mclain(1973)：Coherence in transpacific movements of positive and negative anomalies of sea surface temperature ,Nature,24,(139-143) .【河野・井上より引用】
 - 11) 平井光行(1994)：対馬暖流域における春季の海面水温に与える冬季の海面冷却の影響,日本海区水産研究所研究報告,No.44,(1-17).
 - 12) 吉田雅範・蝦名浩・桐原慎二・山内弘子・加藤徳雄(1998)：マコンブの変動要因の解明に関する研究.水産業関係特定研究開発促進事業,藻場変動要因の解明に関する研究,平成7?9年度中間報告書,青森県水産増殖センター,平成10年3月
 - 13) 友定彰(1994)：日本周辺海域の水温の長期変動.東北区水産研究所研究報告,No.56,(1-45).
 - 14) 桐原慎二・仲村俊毅・能登谷正浩(2003)：下北半島尻屋崎地先のマコンブの生育に及ぼす水温の影響. SUISANZOSHOKU, Vol.51,No.3 ,(273-280).
 - 15) 山内弘子(2003)：エゴノリの着生形態について.青森県水産増殖センターだより,第97号.
 - 16) 桐原慎二・高山治・二木幸彦・伊藤良博 (1993)：エゴノリ養殖実証試験,青森県水産増殖センター事業報告,22,(280-286).
 - 17) 桐原慎二・高山治・上小倉靖一(1995)：エゴノリ養殖管理技術開発事業,青森県水産増殖センター事業報告,24,(257-264).
 - 18) 山口伸治・松本昌也・山日達道(1996)：エゴノリ養殖管理技術開発事業,青森県水産増殖センター事業報告,25,(259-272).