

青森県周辺域の冬季水温のレジームシフトとコンブ生産量について

仲村 俊毅・桐原 慎二

はじめに

レジームシフトという用語は、大気-海洋-海洋生態系の急激な変化に対して用いられてきたが、近年では、気象、海洋の分野で広く使われている。

Yasunaka and Hanawa¹⁾ (以下、「YH」と略称する) は1910年以降の北半球海面で、1~3月の平均水温に1925/26年、1945/46年、1957/58年、1970/71年、1976/77年、1988/89年の6回のレジームシフトを検出し、それらと北極振動 (Arctic Oscillation) やENSO (El Niño/Southern Oscillation) との関連性を調べている。

冬季の水温は本県での重要な漁業資源のひとつであるコンブの発生と強い関連がある。桐原ら²⁾ は、本県尻屋地先の1年コンブの発生量と1月後半の水温との間に負の相関があり、指数回帰において0.957という高い重相関係数を見い出している。また、1~3月の平均水温とコンブ生産量との間に高い負の相関があるとの報告がある³⁾。さらに、佐井村漁協のコンブ生産量と日本海対馬暖流域水温の6カ年移動平均値の間に高い負の相関がある、との報告がある⁴⁾。これらから、本県周辺の水温にシフトが生じた場合、コンブ生産量がそれに対応した変化をするであろうことが期待される。そこで、本県周辺の1~3月の水温のレジームシフトを「YH」が用いた手法に倣って検出し、それとコンブ生産量の関係を検討してみた。

資料と方法

「YH」によるシフト年の検出方法は、北半球の緯経度5°の合計800をこえるグリッドの1~3月の平均海面水温について、任意年の前後5カ年の平均の差を両側有意水準90%でStudentのt検定を行って有意な年を抽出し、有意なグリッド数が全期間の平均グリッド数(約20%)をこえて出現する年をシフト年と定義している。したがって、彼等が定義したシフト年に本県周辺域が含まれないこともありうるので、改めて本県周辺の水温を用いて同様の手法でシフトを検出し、「YH」との比較も試みた。

本県沿岸での水温観測は、鱒ヶ沢が最も古く1950年からであり、それ以前のデータはない。また、鱒ヶ沢とならんで古くから観測があるのは八戸であるが、両地点ともに観測場所の変更により、特に冬季間の水温に継続性を失っている。そこで、鱒ヶ沢については観測場所変更前後を別な地点のデータとして扱うこととし、八戸については、観測場所変更からの期間が短いため、場所変更前のデータのみを用いた。さらに陸奥湾内茂浦のデータも参考とした。

古い水温資料については、友定⁵⁾により編集、発行された資料から、北海道汐首、白神岬、稲穂岬、対馬暖流上流側から秋田県入道埼、山形県飛島のデータを用いた。水温観測位置は図1に示した。

コンブ生産量は、県統計が整備されていない1964年以前については古い文献からの推定値を用い、生換算で養殖コンブは除いて1932年まで遡ることができたので、それ以降のデータをすべて用いた。

シフトの検出方法は、任意年の前後5カ年の平均の差の検定であるが、この5年という期間は「YH」によれば、エルニーニョによる影響を平滑できる期間である。ここでは、沿岸水温が気象変化の影響を受けやすいことを考慮し両側有意確率5%未満と、基準を厳しくし、t検定のひとつである等分散を仮定しないWelch検定を採用した。

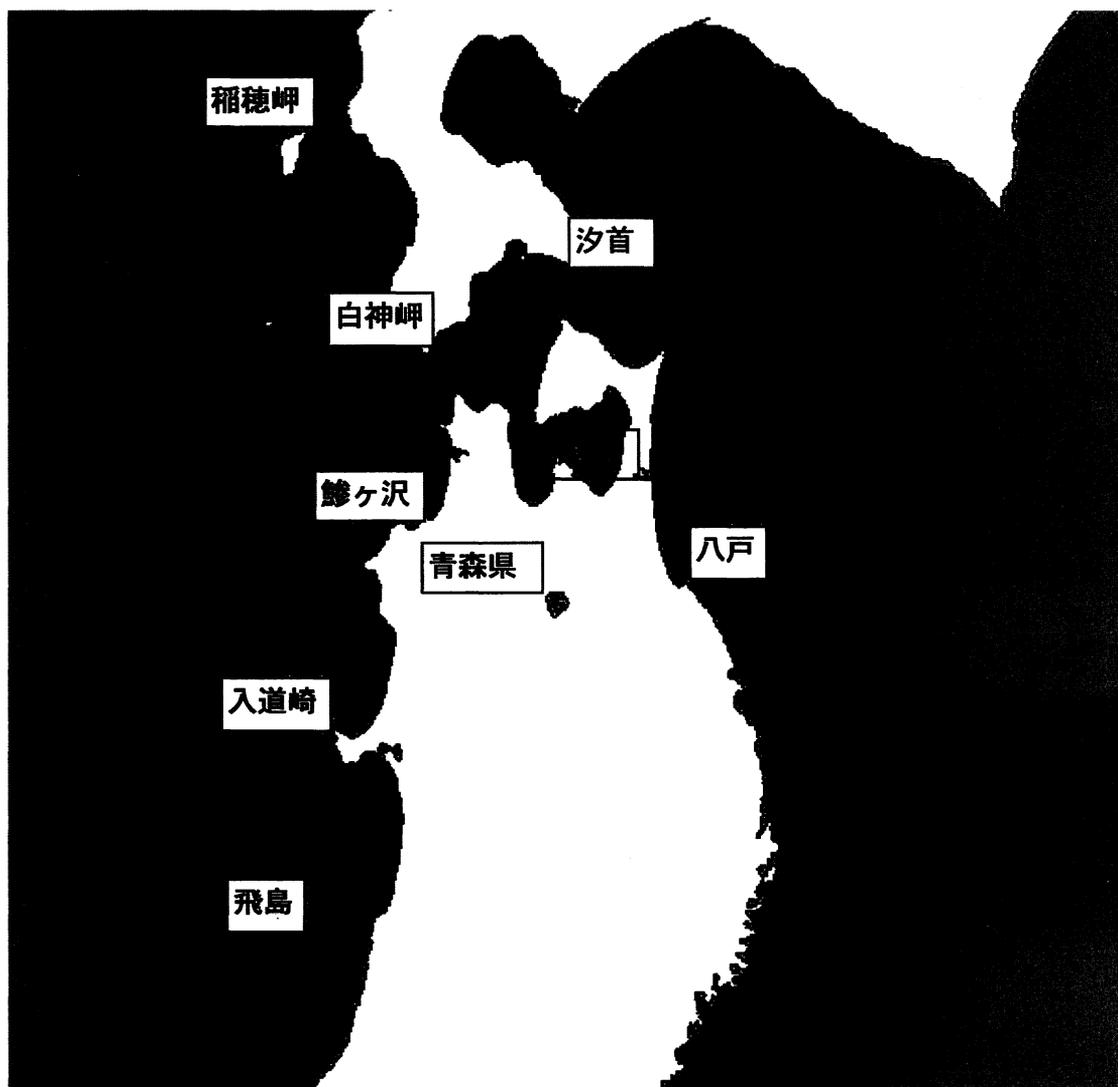


図1 水温定地観測地点

結 果

レジームシフトの検出

表1に本県周辺水温の分析から得たシフト年を、「YH」によるシフト年、水温やコンブのデータの期間と合わせて示した。水温データ期間に示した○は有意確率5%未満の年で、連続して現れる場合は最も確率の小さな年を◎で示した。

この結果、「YH」によるシフト年と一致するのは1970/71年、1988/89年の2回で、他はズレがみられる。そこで、「YH」によるシフト年を参考としつつ、次のような考え方でシフト年を選びだした。

「YH」では1945/46年をシフト年としているが、本県周辺では2年遅れの1947/48年に有意な地点が4地点出現し、有意確率も最小となる。したがって、本県周辺の冬季水温に関しては、1947/48年をシフト年とみなした。

次に1957/58年では入道崎と汐首が有意となっているが、本来優先すべき鱒ヶ沢1は有意となっておらず、有意確率も30%を超えている。したがって、この年は本県周辺水温にはシフトはなかったものとした。

1963/64年には鱒ヶ沢1と入道崎が、1964/65年から1966/67年には鱒ヶ沢1と白神岬に有意差が現れている。いずれをシフト年とみなすかは難しいが、出現の早い1964/65年をシフト年とした。

1970/71年は八戸1と白神岬で有意で「YH」のシフト年とも一致している。さらに、鱒ヶ沢1では有意となっていないが、有意確率は1970/71年で15.6%、1971/72年で5.2%と、かなり小さい値となっているので、これをシフト年とみなした。

1976/77年のシフトは最も有名とされ、「YH」によれば北半球の700をこえるグリッド中の45%以上にシフトが現れているとしているが、本県周辺には現れておらず、2年遅れの1978/79年に八戸1に有意差が現れる。鱒ヶ沢では1976年4月に観測場所が変更されており、分析手法の性格上参考程度にとどめざるをえないが、1978年には有意確率3.1%となっている。したがって本県沿岸水温としては1978/79年をシフト年とみなした。

最後に1988/89年のシフトであるが、本県沿岸水温のシフトは「YH」のシフト年と一致している。これは、友定⁶⁾が示した方法を仲村⁴⁾が本県沿岸水温に適用し、水温の段階的な変化が起こったとした年と同じである。すなわち、異なる手法によって同じ結果を得たことになる。「YH」によれば北半球のグリッドの30%弱にシフトが現れているものの、他のシフト年に比べて決して多くはない。しかし、Tachibana et al⁷⁾を引用したその記述によれば、オホーツク海の海水の急激な減少を伴った極地方の気圧場の大きな変動があったとしており、北半球全域でみれば決して広域的とはいえないものの非常に大きなシフトであったようである。

コンブ生産量の長期変動

図2にコンブ生産量の長期変動を示した。本県のコンブ生産は2年目マコンブが中心であるため、1年目マコンブとの間の基質競合から、年毎の変動が非常に大きい。また、10年を超える単位での変動もみられそうである。この期間、大きな傾向として生産量の減少傾向がみられ、直線傾向をあてはめると高度に有意な負の回帰係数が得られる。前述した水温のレジームシフトとの対応については、生のデータでははっきり読み取ることはできない。

水温とコンブ生産量のレジーム平均値

図2に示したような、コンブ生産量の年毎の時系列図ではレジームシフトとの関連がはっきりしないので、シフト年にはさまれた期間を各レジームとして、水温及びコンブ生産量の平均を求めて対比させ

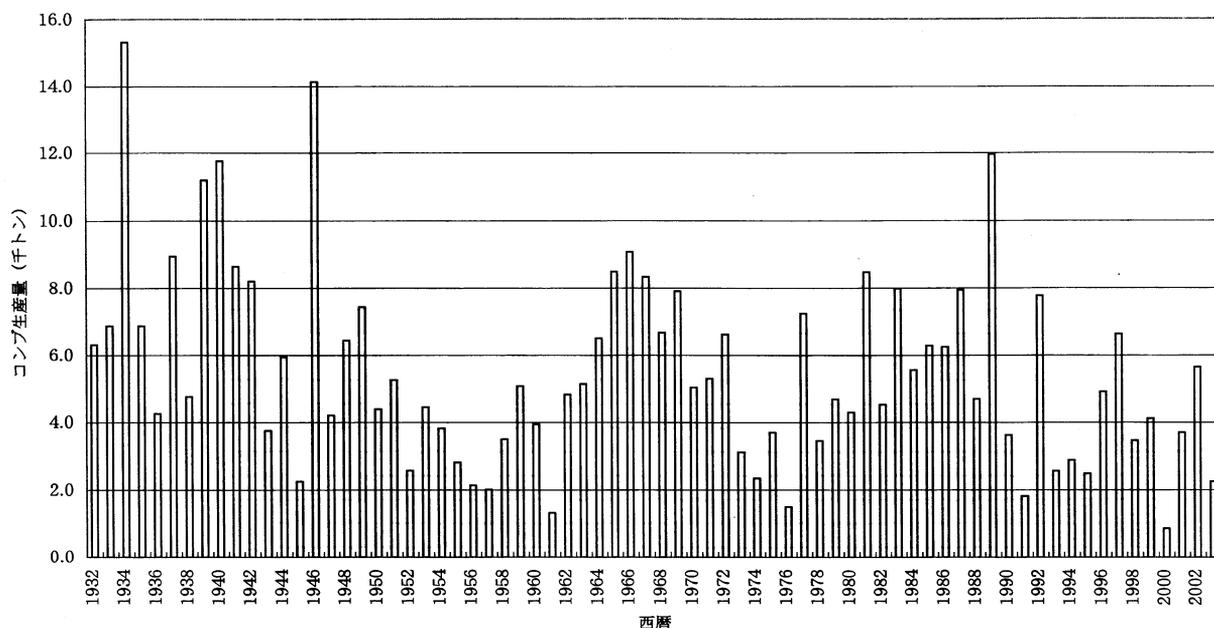


図2 青森県コンブ生産量の長期的変化

てみた。なお、本県のコンブ生産は2年コンブ主体であるので、コンブ生産量の平均は水温の平均期間より1年遅らせて計算している。

図3に、水温は地点別に折れ線で、コンブ生産量は縦棒で示した。水温の高温側へのシフトと生産量の減少、低温側へのシフトと生産量の増加がきれいに対応している。また、全期間を通じてコンブ生産量の減少傾向と水温の上昇傾向が読み取れる。特に、1988年以降、著しい水温上昇があったことが明瞭である。

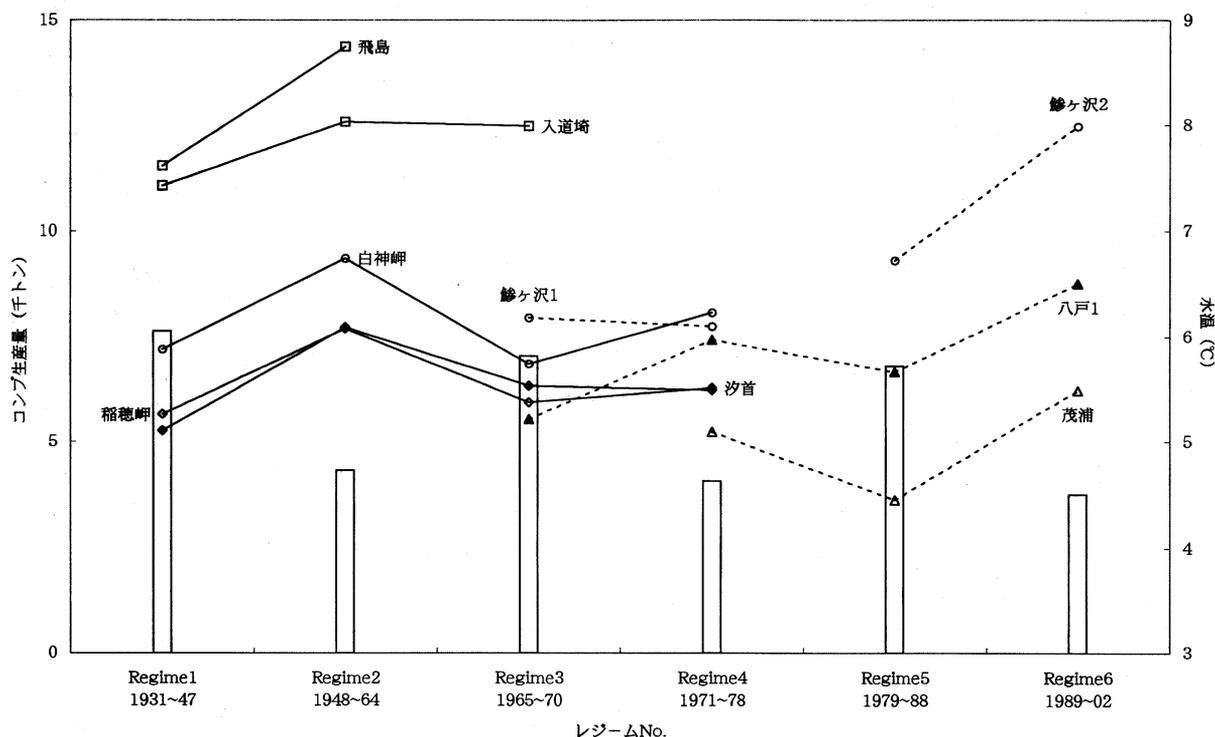


図3 青森県コンブ生産量の長期的変化

表2に本県周辺水温から得たレジームと「YH」によるレジームとで、コンブ生産量を比較してみた。6回のレジームでの平均生産量の分散を求めると、本県周辺水温から得たレジームでは2.994と、「YH」によるレジームの2.765より大きい。このことは、コンブ生産量の変化は、近傍の水温変化により敏感に反応しているという、あたりまえの結果を示している。

表2 各レジームにおけるコンブの平均生産量比較

本県周辺水温から得たレジーム

Regime No.	Regime1	Regime2	Regime3	Regime4	Regime5	Regime6
水温期間	1931~1947	1948~1964	1965~1970	1971~1978	1979~1988	1989~2002
コンブ期間	1932~1948	1949~1965	1966~1971	1972~1979	1980~1989	1990~2003
コンブ生産量	7.632	4.326	7.044	4.073	6.787	3.758
コンブ生産量全期間分散						2.994

「YH」によるレジーム

Regime No.	Regime1	Regime2	Regime3	Regime4	Regime5	Regime6
水温期間	1931~1945	1946~1957	1958~1970	1971~1976	1977~1988	1989~2002
コンブ期間	1932~1946	1947~1958	1959~1971	1972~1977	1978~1989	1990~2003
コンブ生産量	7.942	4.078	5.961	4.078	6.332	3.758
コンブ生産量全期間分散						2.765

お わ り に

コンブ生産量変化には、自然的要因のほかに人間の社会・経済活動という側面からの変化も含まれ、それがノイズとなる。しかし、これまでみてきたように、冬季水温の長期的変化に対しよい対応をみせているということは、水温という環境要因がコンブの発生にとって無視できない大きさを持つことの証しであろう。また、水温の大きな変化は、他の問題も引き起こす。

本県でのコンブの主産地は、津軽海峡中央部の大間崎周辺であり、古くから海藻類に関する調査が行われてきた。Kiri-hara et al⁸⁾は、この海域の植相を調べ、能登谷・足助⁹⁾により1982年にはじめて生育が確認されたツルアラメが、2001年には大きく分布域を拡大していた、としている。ツルアラメはコンブより温暖な海域に生育すると考えられることから、近年の高温な状態へのシフトがこのような分布の拡大をまねいた、とも考えられる。すなわち、水温の高温側へのシフトは、コンブにとって発生障害となるばかりでなく、新たな侵入種との基質の競合にもさらされることになるのである。

いうまでもなく、水温は人間がコントロールできない。したがって、人間の手でできる漁場管理が重要である。当所では、これまでウニの駆除によるコンブ藻場の回復、保護やツルアラメをウニに食べさせて基質を確保する、等の手法を提案してきており、漁業者自らがそれらに積極的取り組んでいく必要がある。

参 考 文 献

- 1) Yasunaka, S. and K. Hanawa (2002) : Regime Shifts Found in the Northern Hemisphere SST Field, *J. Meteor. Soc. Japan*, Vol. 80, (119-135)
- 2) 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, *水産増殖*, Vol. 51, No. 3 (273-280)
- 3) 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*
- 4) 仲村俊毅 (2003) : 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、*青森県水産増殖センター事業報告*、33、(269-278)
- 5) 友定彰 編 (1982) : 燈台および水産試験場委託の定地観測資料、外洋編、*東海区水産研究所研究資料集*、第10号
- 6) 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)
- 7) Tachibana, Y., M. Honda and K. Takeuchi (1996) : The abrupt decrease of the Southern part of the Sea of Okhotsk in 1989 and its relation to the recent weakening of the Aleutian Low. *J. Meteor. Soc. Japan*, Vol. 74, (579-584)
- 8) Kiri-hara, S., T. Nakamura, N. Kon, D. Fujita and M. Notoya (In press) : Recent Fluctuations in distribution and biomass of cold and warm temperature species of Laminariales at Cape Ohma, northernmost of Honshu, Japan. *J. Appl. Phycol.*
- 9) 能登谷正浩・足助光久 (1984) : 青森県沿岸におけるコンブ目植物の分布、*青森県水産増殖センター研究報告*、第3号、(15-18)