

水産海洋シンポジウム

The Japanese Society of Fisheries Oceanography Symposium

2005/06 年の厳冬の実態と北海道海域における 海洋環境と水産資源への影響

A severe winter in 2005/06 - its feature and effects on marine environments and
fishery resources around Hokkaido

講演要旨集

Program and Abstracts

共催 水産総合研究センター北海道区水産研究所・水産海洋学会

後援 釧路市

2006年8月31日(木)

於 釧路市博物館

August 31, 2006, Kushiro

2005/06 年の厳冬の実態と北海道海域における海洋環境と水産資源への影響

日時：2006年8月31日(木) 9:30-17:30

会場：釧路博物館講堂 〒085-0822 釧路市春湖台 1-7

共催：水産総合研究センター北海道区水産研究所・水産海洋学会

後援：釧路市

コンピーナー：奥田邦明(北水研)・桜井泰憲(北大水産)・丸山秀佳(釧路水試)・柏井 誠(東京農大網走)・谷津明彦(北水研)

開会	9:30-9:35
挨拶 渡邊良朗(水産海洋学会会長)	9:35-9:45
趣旨説明：谷津明彦(北水研)	9:45-10:00

第1部 海洋環境の長期変動における2005/06冬季の位置づけ 座長：奥田邦明

1. 2005/06年冬季の天候と気候の数十年スケール変動 花輪公雄(東北大院理) 10:00-10:30
2. 長期時系列から見た2005/06年の親潮の状況 伊藤進一・清水勇吾・笈茂穂・平井光行(東北水研) 10:30-11:00
3. 北海道周辺の低次生産の長期変動から見た2005/06年冬期と2006春期の位置づけ 小埜恒夫(北水研) 11:00-11:30

第2部 北海道沿岸卓越種への影響 座長：丸山秀佳

4. 亜寒帯域の物理環境の長期変動とさけ・ます資源との関係 東屋知範(北水研) 11:30-12:00
(昼食 12:00-13:00)
5. サケ・マス資源の変動と沿岸水温-オホーツク海沿岸を事例として 永田光博(道水産孵化場道東支場)・宮腰靖之(道孵化場) 13:00-13:30
6. 利尻島、礼文島におけるリシリコンブの豊凶と海洋条件 西田芳則(稚内水試) 13:30-14:00

第3部 北海道沖合卓越種への影響(その1) 座長：谷津明彦

7. 大型クラゲの出現傾向について 飯泉 仁(日水研) 14:00-14:30
8. スケトウダラ資源の長期変動との関係 桜井泰憲(北大院水)・山本潤(北大FSC)・本田聡・船本鉄一郎・八吹圭三(北水研) 14:30-15:00
(休憩 15:00-15:15)
9. スルメイカ資源の長期変動との関係 森 賢(北水研)・木所英明(日水研)・桜井泰憲(北大院水) 15:15-15:45

第4部 北海道沖合卓越種への影響(その2) 座長：桜井泰憲

10. サンマ資源の長期変動との関係 上野康弘(東北水研八戸) 15:45-16:15
11. 近年、急激に増加した日本海ニシン資源と環境変動 石田良太郎(釧路水試)・高柳志朗(稚内水試)・石野健吾・瀧谷明朗・田中伊織(道中央水試)・渡邊良朗(東大海洋研) 16:15-16:45

総合討論 座長：柏井誠

16:45-17:15

閉会

開催趣旨

2005年12月は20年ぶりの厳冬となり、日本各地で豪雪記録が更新された。その原因は北極振動や偏西風の蛇行と言われている。北海道周辺の水温は2005年末までの正偏差から2006年に入って急激に負偏差に転じた。特に、長期にわたり定置観測がなされている余市前浜では2月中旬に「非常に低い」(25年に1回起こる確率以下)水温を記録した。また、2月には親潮第一分枝の南限がかなり南偏した(37°50'N)。このような厳冬が北海道周辺の海洋生態系や水産資源にどのような影響を及ぼすのだろうか？直近の気候レジームシフトといわれる1998年前後に漁獲量が一時的に激減したスルメイカやサンマは、寿命が1年あるいは2年であり、環境変動に敏感である。これらの魚種に加えてニシンやスケトウダラなどの2005/2006年の厳冬期に生まれた加入群の情報も8月末には得られる予定である。一方、スケトウダラやニシンの漁獲量は長年にわたり減少を続け、大型クラゲの来遊が近年顕著となっている。そこで、本シンポジウムでは厳冬の実態を踏まえて、その影響とメカニズムを探ると共に、モニタリングの重要性や連携のあり方について討論を行う。

2005/06 年冬季の天候と気候の数十年スケール変動

花輪 公雄

(東北大学 大学院理学研究科 地球物理学専攻)

Weather System in the 2005/06 Winter and Decadal Scale Climate Variation

Kimio HANAWA

(Department of Geophysics, Graduate School of Science, Tohoku University)

1. はじめに

2005/06 年冬季は、我が国では約 20 年ぶりの大豪雪となり、気象庁は「平成 18 年豪雪」と命名した。また、2005 年 12 月の我が国の平均気温は、観測史上最低を記録した。本講演では、この 2005/06 年冬季の天候がどのような状況で起こったのかを考察してみたい。

2. 2005/06 年冬季の天候について

気象庁が 2005 年 11 月 24 日に発表した 3 か月予報は、「全国的に暖冬の見込み」であった。しかし、図 1 に示すように、12 月に入ると全国的に気温が下がり、平年値よりも 3 も低い、記録的な低温となり、また、豪雪ともなった。この状態は、1 月上旬まで続いた。しかし、1 月中旬以降は、10-20 日周期の変動を伴いながら気温が上昇し、2 月はむしろ平年値よりも高い気温となった。すなわち、2005/06 年は厳冬と表現されるものの、実際に記録的な低温となったのは、12 月上旬から 1 月上旬までの約 40 日間の出来事であった。

3. 日本の冬季の天候を支配する要因

まず、過去の資料の解析から、我が国の冬季の天候を支配する要因、すなわち、大気の循環場との関係を考察する。なお、この章の内容は、Yasunaka and Hanawa (未発表原稿)による。

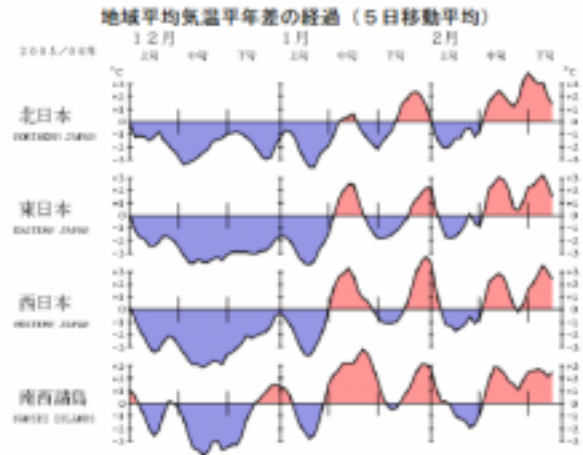


図 1. 2005 年 12 月から 2006 年 2 月までの気温偏差の時系列 (気象庁気候系監視報告より引用)。

全国の冬季 (12 月から 2 月までの季節平均) 気温偏差に対して回転経験的直交関数 (R-EOF) 解析をほどこしたところ、図 2 に示す二つのモードで表現されることがわかった。すなわち、北日本を除く地域を

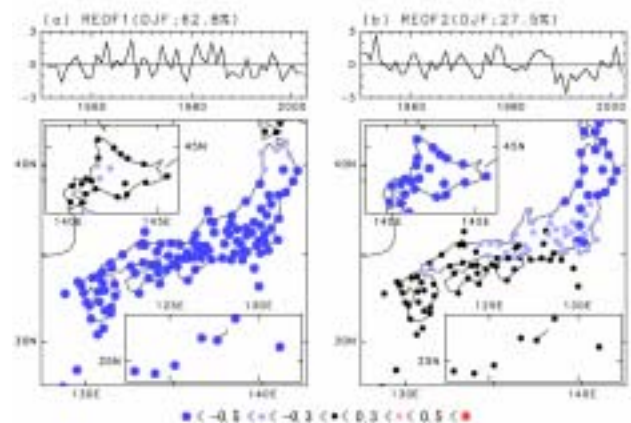


図 2. 冬季気温偏差に対する R-EOF 解析結果。第 1 モード (左) と第 2 モード (右) の時係数 (上) と回帰係数の分布 (下)。

説明する第 1 モードと、北日本を説明する第 2 モードである。この二つのモードで全変動エネルギーの 90%を説明する。また、各モードの時係数と海面気圧との回帰分析から、第 1 モードは WP (西太平洋) テレコネクションパターン (図 3 参照)、第 2 モードは AO モード (北極振動、最近では北半球環状モード <NAM> と呼ばれることが多い: 図 4 参照) によって生じていることがわかった。

4. 2005 年 12 月の天候の解釈

先に記したように、2005/06 年冬季の厳冬は、12 月上旬から 1 月上旬までの約 40 日間の現象であった。そこで、季節平均ではなく、各月ごとに WP 指数と AO 指数の振る舞いから解釈することを試みた。その結果、図 5 に示すように、2005 年 12 月は WP 指数、AO 指数ともに気温低下を示す負の値をとっていることがわかった。すなわち、日本全域で、二つのモードが重なり合い、気温の低下をもたらす大気循環場となって

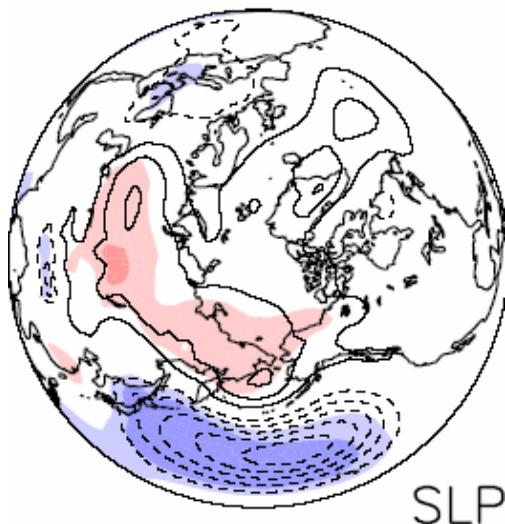


図 3 . 第 1 モードの時係数と海面気圧の回帰係数の分布。回帰係数の分布は、WP テレコネクションパターンと類似している。

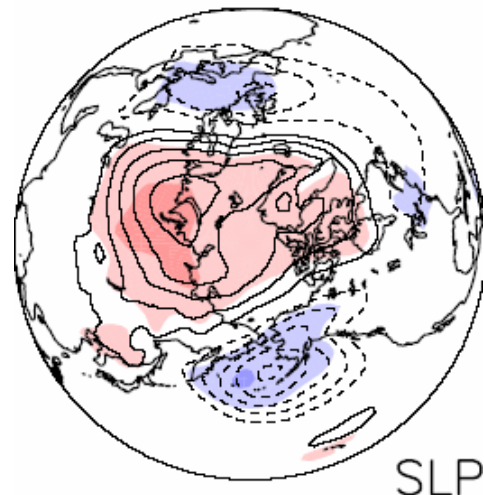


図 4 . 第 2 モードの時係数と海面気圧の回帰係数の分布。回帰係数の分布は、AO モードと類似している。

いたのである。以上の解釈は、表現は異なるが、気象庁が発表している解釈 (例えば、気候監視レポート 2005) と矛盾していない。

なお、1963 年 1-2 月の豪雪 (いわゆる三八豪雪) のときも、WP 指数、AO 指数ともに大きな負の値であり、今回の状況ときわめて類似していることもわかった。

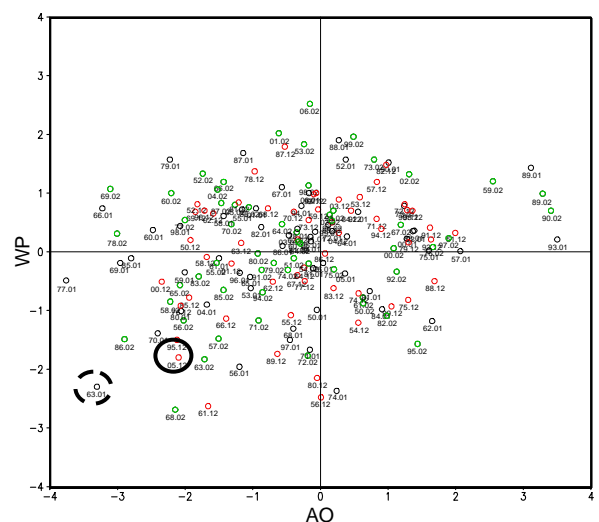


図 5 . 1950 年から 2006 年までの、12・1・2 月の月ごとの WP 指数 (縦軸) と AO 指数 (横軸) の散布図。実線の円が 2005 年 12 月、破線の円が 1963 年 1 月を示す。

長期時系列から見た 2005/06 年の親潮の状況

Status of Oyashio in 2005/06 viewing from historical data

伊藤進一・清水勇吾・笈茂穂・平井光行（東北水研）

Shin-ichi Ito, Yugo Shimizu, Shigeo Kakehi and Mitsuyuki Hirai

(Fisheries Research Agency)

【はじめに】

北西太平洋の西岸境界流である親潮は、千島列島から北海道沿岸にかけて陸棚斜面上を南西方向に流れ、東北沿岸域に向けて差し込んだ後に、急激に向きを反転させることにより、親潮第一分枝（親潮第一貫入）と呼ばれる冷水の張り出しを形成する（Kawai, 1972）。この親潮第一分枝は、冬春季に南に張り出し、夏秋季に北退するという季節変動が顕著（小川ほか, 1987）だが、年々変動も非常に大きい（小川, 1989等）。特に、親潮第一分枝の大規模な南下は「異常冷水現象」と呼ばれ、多くの研究が行われてきた（Iida and Katagiri, 1974; 奥田・武藤, 1986等）。この異常冷水現象では、親潮第一分枝が茨城県沿岸にまで達するような場合があり、漁業被害だけでなく、東北・北海道地方の気象を通して凶作にも繋がる（赤川, 1980等）。本発表では、親潮第一分枝を中心に、親潮の南下機構に関する研究を、特に経年変動に焦点をあてて、まとめるとともに、2005/06年の厳冬の影響が現れているかどうか考察を行う。

【親潮の南下機構に関する研究】

異常冷水現象の定義は明確ではないが、奥田・武藤（1986）では、異常冷水現象として、1956, 58, 63, 65, 74, 78, 81, 84を図中に示し、頻繁に起こる現象で決して異常ではないと記述している。異常冷水現象が起こるメカニズムとして、赤川（1980）は以下のシナリオを提示している。極東東西指数が小さい（偏西風蛇行型）冬

にオホーツク海循環が強化され、オホーツク海から太平洋への流氷流出が増加し、オホーツク海の家氷面積が減少する。この海氷縮退が風応力回転成分を強化し、オホーツク海循環がさらに強化され、太平洋への流氷流出が増えて、親潮第一分枝の著しい南下が起こるというシナリオである。

太平洋に流出してくる流氷融解水は Oi 水 ($T < 2.0$, $S < 33.0$; 大谷, 1971) と呼ばれ、津軽暖流よりも密度が軽いために、沿岸密度流として三陸沿岸の湾内にも影響を及ぼし、大きな漁業被害を与える（奥田, 1986）。このため、異常冷水現象には、大規模大気場の変動だけでなく、局所的な水塊配置も関連している可能性がある。

一方、Sekine（1988a, b）は、親潮第一分枝の南下と北太平洋亜寒帯域の風応力の回転成分正負境界の南下が対応していることを指摘し、順圧数値モデルによる数値実験によって、その対応を示した。しかし、Hanawa（1995）では、直前の冬季と3年前の冬季の Sverdrup 輸送量（もしくは極東東西指数）によって、年平均の親潮第一分枝の南下緯度が説明できることが示されている。これは、直前の冬季の風応力が影響を及ぼす順圧応答だけでなく、伝搬に数年かかる傾圧応答も重要であることを示している。

傾圧応答成分が親潮の流速や流量の経年変動、特に長周期の変動にとって重要であるという指摘は、Qiu（2002）や Ito et al.（2004）でもされている。さらに、Tatebe and

Yasuda (2005)では,アリューシャン低気圧の20年変動に対応した傾圧ロスビー波の信号は伝搬中に打ち消されるのに対し,50年変動の信号は生き残り,西岸境界領域に6年程度の遅れを伴い現れることを指摘した.以上のことを総合すると,長期的には太平洋中央部の風応力に対する傾圧応答が,短期的には順圧応答,オホーツク海の気象条件,局所的な海洋構造などが寄与していることが考えられる.

【2005/06 冬季の親潮の南下】

親潮第一分枝の先端緯度に注目すると,2006年の2,6,7月に平年よりも南偏傾向にはあるものの,1980年代に起きていたような異常冷水現象のときのような顕著な南下はなかった.また,13ヶ月移動平均をかけた年々変動に注目すると,1980年代前半の値には及ばないものの,2000年以降南下が強まっている傾向にある.また,第一分枝から切り離された冷水も含む第一分枝領域内の親潮水南端緯度では,1980年代前半と同程度の緯度まで南下している(図1).この第一分枝領域内の親潮水の南下緯度の時系列は,Tatebe and Yasuda(2005)の結果とよく一致している.以上のことを考えると親潮の南下は強まっている傾向にあるが,2005/06年の影響だけではなく,1999年頃のアリューシャン低気圧の強化が影響している可能性がある.

【参考文献】

- 赤川正臣 (1980) オホーツク海の流氷と北海道・東北沖合海況との関連. *海と空*, **55**, 169-181.
- Hanawa, K. (1995) Southward penetration of the Oyashio water system and the wintertime condition of midlatitude westerlies over the North Pacific. *Bull. Hokkaido Natl. Fish. Res. Inst.*, **59**, 103-119.
- Iida H. and K. Katagiri (1974) Abnormal spreading of cold water along the east coast of Honshu Island in February. *Oceanogr. Mag.*, **26**, 41-47.
- Ito S., K. Uehara, T. Miyao, H. Miyake, I. Yasuda, T. Watanabe and Y. Shimizu (2004) Characteristics of SSH anomaly based on

- TOPEX/POSEIDON altimetry and in situ measured velocity and transport of Oyashio on OICE, *J. Oceanogr.*, **60**, 425-438.
- Kawai H. (1972) Hydrography of the the Kuroshio Extension. Stommel H. and K. Yoshida (eds.) *Kuroshio - Its Physical Aspects*. 235-352, Tokyo, University of Tokyo Press, 518 pp.
- 小川嘉彦・平井光行・安田一郎 (1987) 親潮第一貫入の変動とその水産生物への影響. *東北水研研報*, **49**, 1-15.
- 小川嘉彦 (1989) 親潮第一貫入南限緯度の変動. *東北水研研報*, **51**, 1-9.
- 奥田邦明・武藤清一郎 (1986) 東北海区の異常冷水現象の特徴とその発生要因. *水産海洋研究会報*, **50**, 231-238.
- Qiu, B. (2002) Large-scale variability in the midlatitude subtropical and subpolar North Pacific Ocean: Observations and causes. *J. Phys. Oceanogr.*, **32**, 353-375.
- Sekine Y. (1988a) Anomalous southward intrusion of the Oyashio east of Japan. 1. Influence of the seasonal and interannual in the wind stress over the North Pacific. *J. Geophys. Res.*, **93**, 2247-2255.
- Sekine Y. (1988b) A numerical experiment on the anomalous southward intrusion of the Oyashio east of Japan. Part I. Barotropic model. *J. Oceanogr. Soc. Japan*, **44**, 60-67.
- Tatebe H. and I. Yasuda (2005) Interdecadal variations of the coastal Oyashio from the 1970s to the early 1990s. *Geophys. Res. Letter*, **32**, L10613, doi:10.1029/2005GL 022605, 2005.

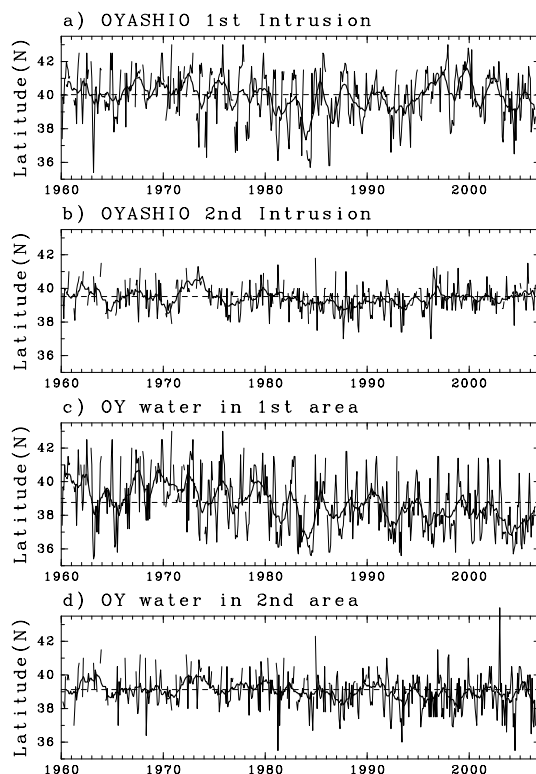


図1. 親潮第一分枝, 第二分枝, 第一分枝領域の親潮水, 第二分枝領域の親潮水の南限緯度の時系列.

北海道周辺の低次生産の長期変動から見た 2005/06 年冬期と 2006 春期の位置づけ
 Oceanographic conditions among the Hokkaido Islands in 05/06 winter and 2006
 spring in the course of long-term variation

小埜恒夫 (北水研)

Tsuneo Ono (Fisheries Research Agency)

【はじめに】

2005/06 年の冬は記録的厳冬であった。このような陸上気候の変動が海洋（特に沿岸部）の環境と低次生態系に影響を与え得るか否か、また影響があるとすればどのようなものかについての研究は、これまで行われた事が無く興味深い。一方でこのような短期的気候変動とは無関係に、北太平洋域の海洋環境と低次生態系は数年から 20 年程度に渡る様々な時間スケールで周期変動している。このような中-長周期の環境変動に対する低次生態系の応答の理解も、レジームシフトに代表される水産資源の長期的変動を予測していく上で重要である。

ここでは道東太平洋域に解析対象を絞り、海洋環境の長期的変動と各年毎の短期変動（特に「厳冬」）がそれぞれに低次生態系に与える影響について、時系列データの解析により考察する。

【データ】

親潮沖合域

函館海洋気象台による 1965-2005 年間の全観測データと、水研の観測定線 A ラインの 1988-2006 年間のデータから、A) 100m 水温 5 以下、B) 143°E 以東で沿岸から 30 マイル以遠（津軽暖流・沿岸親潮の影響を除くため）の 2 つの基準を元に親潮沖合域のデータを抽出し、各測点の水温、塩分、各種栄養塩、Chl a の混合層内平均濃度および 0-50m 間のネットプランクトン重量を計算し、各年・月毎に平均して時系列変動を

調べた。ある年・月に含まれる測点数が 3 点以下の場合は平均値計算せず空欄とした。

親潮沿岸域

厚岸沖の Stn.A1 (42.83°N, 144.83°E, 水深 90m) の 1990-2006 年間の水温、塩分、各種栄養塩、Chl a についてと同様に時系列変動を調べた。なお沿岸の稚仔魚や底魚等は沖合の浮魚と異なり水塊の移動と共に動く事はないと考えられる為、A1 についてはで行ったような水塊選別は行っていない。

【結果と考察】

親潮沖合域

図 1 に親潮沖合域の冬期（1-3 月の平均）と 5 月の混合層水温の時系列を示す。冬期水温の経年変動幅は非常に小さく、2006 年 1-3 月の平均水温もこの範囲に収まっている。一方で 5 月の平均水温は

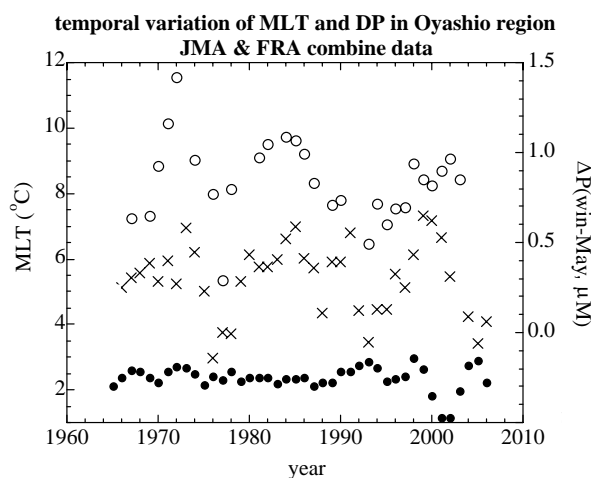


図 1 . 親潮域の冬期混合層水温(●)5 月混合層水温(X)、冬期-5 月間のΔP(○)

10-15 年程度で周期的に低下を繰り返しており、しかも 2004-2006 年が丁度この周期的低温期にあっていた事が判る。陸上の「厳冬」に対する海洋側の応答は a)ある水塊の冬期の最低水温が低下する b)ある水塊の春期の水温上昇が遅れる c)水塊自体は変化せず、低水温水塊の面積・位置だけが変動する、の 3 パターンが考えられるが、05/06 年の冬に対する親潮表層水塊の応答は少なくとも a)ではなく、又 2006 年 5 月の低水温は長周期変動の一部と考えられるので b)も該当しない。a)タイプの短期的水温変動はむしろ、2001-2002 年の冬期に観測されている。

低次生態系の変動指標として 3 月-5 月間の混合層リン酸濃度差 (=春期ブルームによる栄養塩消費量; ΔP) の時系列を計算すると、5 月の混合層水温に連動した 20 年周期変動が現れる (図 1)。2001-2002 年の ΔP はきれいにこの周期変動曲線上にあり、特に「厳冬」に対応した短期的応答を示していない。この事から親潮域沖合では、春期生産力の変動に対する冬期水温の短期的変動の影響は小さい事が示唆される。

親潮沿岸域

A1 における 1 月、3 月の混合層水温および 3 月-5 月間の ΔP の時系列を図 2 に示す。混合層水温も ΔP も共に良く似た減少トレンドを示しており、沿岸部でも ΔP の経年変動の大部分は長期変動の一環として発生している事が示唆される。

3 月の混合層水温と ΔP の、それぞれトレンド成分からの残差同士をプロットすると図 3 の様になり、3 月の混合層水温の短期変動に ΔP 変動の一部が正相関している事が分かった。沿岸部で晩冬期水温と春期生物生産量が短期的応答を示す機構としては、

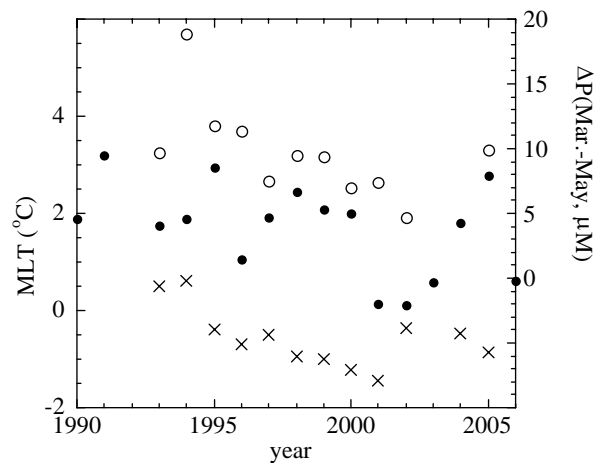


図 2 . A1 の 1 月水温(●)3 月温(X)、3-5 月間の ΔP ()

例えば A1 の晩冬期水温の変化が各年の沿岸親潮水の組成 (オホーツク系水の混合比等) を反映しており、水塊組成変化に伴う春期ブルーム構成植物種の変化が ΔP を変化させている等の機構が考えられるが、詳細については今後の解析が必要である。

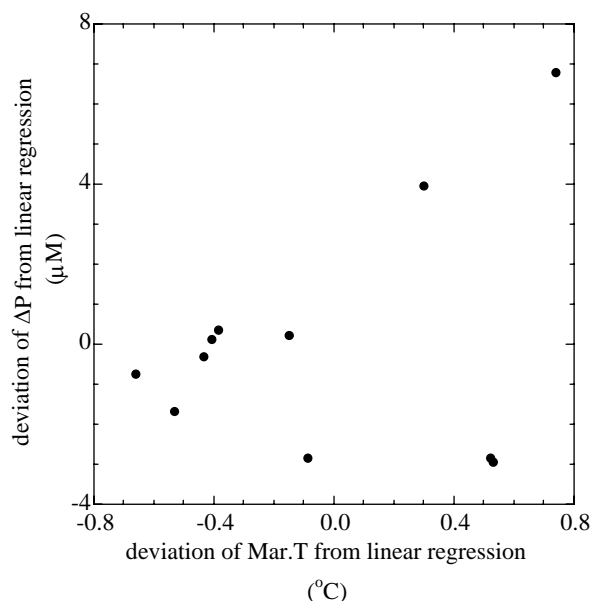


図 3、3 月水温 (x 軸) と ΔP (y 軸) の短期変動成分間プロット

亜寒帯域の物理環境の長期変動とさけ・ます資源との関係

東屋 知範

(北水研)

Longer-term variation of physical environmental conditions of the Subarctic North Pacific and their relations to the Pacific salmon stocks

Tomonori Azumaya

(Fisheries Research Agency)

1. はじめに

溯河性魚類であるさけ・ます類 (*Oncorhynchus* spp.)は北太平洋・ベーリング海に広く分布し、その分布は、物理的要因である水温と塩分で規定される。外洋での海洋環境はさけ・ます類の資源量変動やその体長変動に影響を及ぼすといわれ、その関係の中で、さけ・ます類の環境収容力、すなわち、生息分布の面積、資源量、餌密度が重要とされる。そこで本研究では、さけ・ます資源調査と同時に海洋観測された観測資料を用いて、北太平洋およびベーリング海におけるさけ・ます類の生息環境条件を確定し、北太平洋及びベーリング海におけるさけ・ます類の生息する分布面積の長期変動を調べた。

2. 資料

アーカイバルタグ実験により、さけ・ます類の生息水深は 10m 付近であるため、北太平洋・ベーリング海でおこなわれたさけ・ます資源調査における海洋観測データのうち、水深 10m の水温・塩分を用いた。使用した観測点は北太平洋とベーリング海をほぼカバーしていた。観測点における水温・塩分および漁獲の有無を T-S ダイアグラム上にプロットし、さけ・ます類の生息

環境条件を調べ、この条件を満たす海域の面積を生息可能面積とし、気象庁による表面水温データから求めた。ベーリング海でおこなわれたさけ・ます資源調査から、単位流網当たりのさけ・ます類の採集尾数 (CPUE) を夏季の外洋でのさけ・ます類の豊度の指標とした。

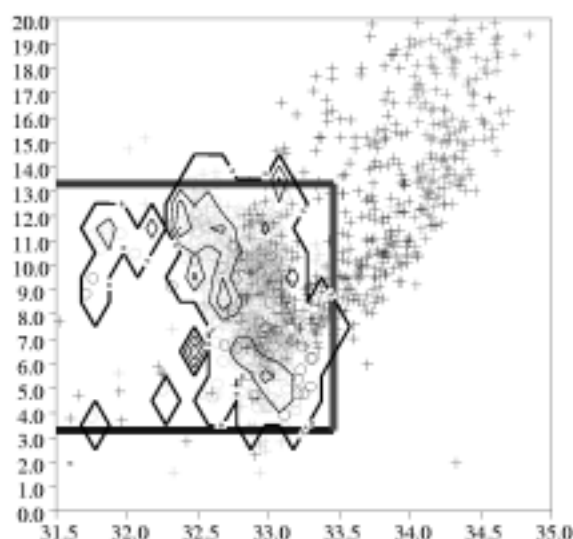


図 1 ベニザケの漁獲結果 (漁獲あり、+ 漁獲なし) とその観測点での水深 10m における水温・塩分。ボックス内はベニザケの生息水温・塩分帯を示す。コンターは CPUE。

3. 結果

図 1 にベニザケの漁獲の有無と水温・塩分を T-S ダイアグラム上に示した。ベニザ

ケの生息する水温の上・下限と塩分の上限がそれぞれ観察され、上限・下限水温はそれぞれ 13.3 と 3.28 であった。また塩分の上限は 33.46psu であった。この条件から、ベニザケは移行領域以北の亜寒帯水域とアラスカ湾に分布するが、移行領域以南では分布しない。夏季（7～9月）には、生息分布が水温のみで決まるため、表面水温データでベニザケの生息可能面積を見積もることができた。図2に1972年～2004年の夏季のベニザケの生息可能面積の経年変化を示した。80年代の生息可能面積は90年代に比べ広がった。図3にベーリング海におけるベニザケのCPUEの経年変化を示した。ベニザケの80年代のCPUEは90年代に比べ低かった。この結果から、生息可能面積が狭く（広く）なるとベーリング海のベニザケの豊度が高く（低く）なり、生息可能面積が環境収容力の一つであることを示唆する。

面積

($\times 10^7 \text{ km}^2$)

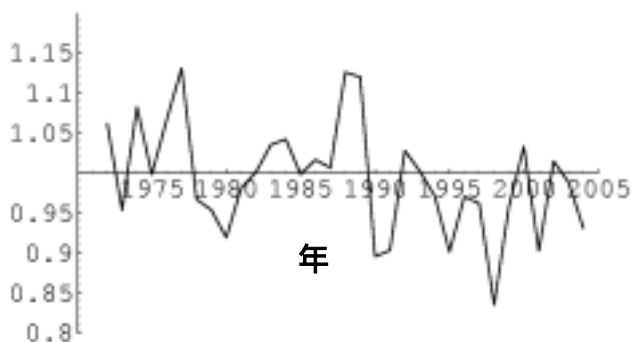


図2 夏季におけるベニザケの生息可能面積

CPUE

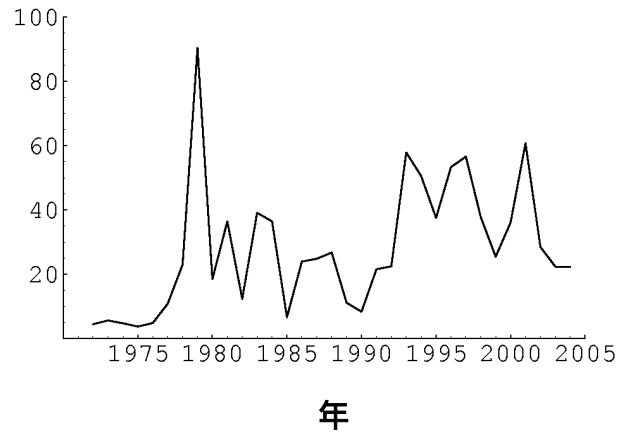


図3 夏季のベーリング海におけるベニザケのCPUE

サケ・マス資源の変動と沿岸水温-オホーツク海沿岸を事例として-
 Variability of salmon abundance related to the seawater temperature in the
 coastal waters of Okhotsk Sea

永田光博（道孵化場道東支場）・宮腰靖之（道孵化場）

Mitsuhiro Nagata and Yasuyuki Miyakoshi (Hokkaido Fish Hatchery)

【はじめに】

サケ（シロサケ）の人工増殖事業は 20 世紀の後半（1970 年代～）になり給餌飼育の効果と海洋環境の好転により急速に開花した。そして、21 世紀初頭の 2003～2005 年には 5,500 万尾を超えるなど記録の更新を続けている(図 1)。

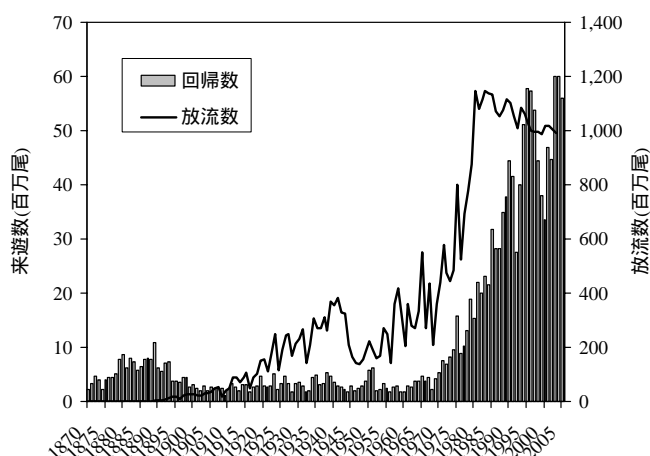


図 1．北海道の放流数と回帰数

ただ、ここ 10 年ほどの回帰率をみると年級間での変動幅は拡大し、さらに地域間の格差も広がりを見せている。加えて、早い産卵群に由来するサケが遅い産卵群に比べて高い回帰率を示すなど秋サケ資源は構造的な変化を示しつつある。一般にサケ類の大きな減耗は初期生活期の川および沿岸、そして海洋生活期 1 年目の冬期間に起こることが知られており、特に浮上後間もない発育段階で海へくだるサケやカラフトマスは沿岸での減耗が大きいと考えられている。

そこで、サケ類の分布や成長に關与していることが示唆されている海水温に着目し、稚魚の分布や成長、さらには回帰への沿岸水温の影響について検討した。

【材料と方法】

網走湾において岸から北東方向へ延ばしたライン上の距岸 1km, 4km, 7km 沖に定点を設定した。この調査ラインを網走川河口より西側に 1 ライン(A), 河口沖に 1 ライン(B), そして東側に 2 ライン(C, D) の計 4 ライン設け、各調査地点においてサヨリ二艘曳き網を岸とほぼ並行に約 2km 曳航することで、稚魚の採集を行った。また、河口より東へ約 5km 離れた鱒浦地先の砂浜域では岸より約 100m 沖の地点から地引網による稚魚採集を数回行った。これらの調査地点では水温と塩分の観測、栄養塩、クロロフィル a 量分析用の採水と垂直曳きによる動物プランクトンの採集も行った。調査は 2002 年～2004 年の 3 年間実施した。

また、過去の沿岸水温については NOAA 衛星搭載の AVHRR (改良型高解像度放射計) センサーにより観測された衛星データを利用した。NASA/JPL(Jet Propulsion Laboratory)の Web サイト上で公開されているデータベースからデータをダウンロードし、ソフトウェア SeaDAS で読み込んだ後、北海道周辺海域のデータをフラットファイルとして出力した。抽出した水温データを用いて回帰率との関係を検討した。

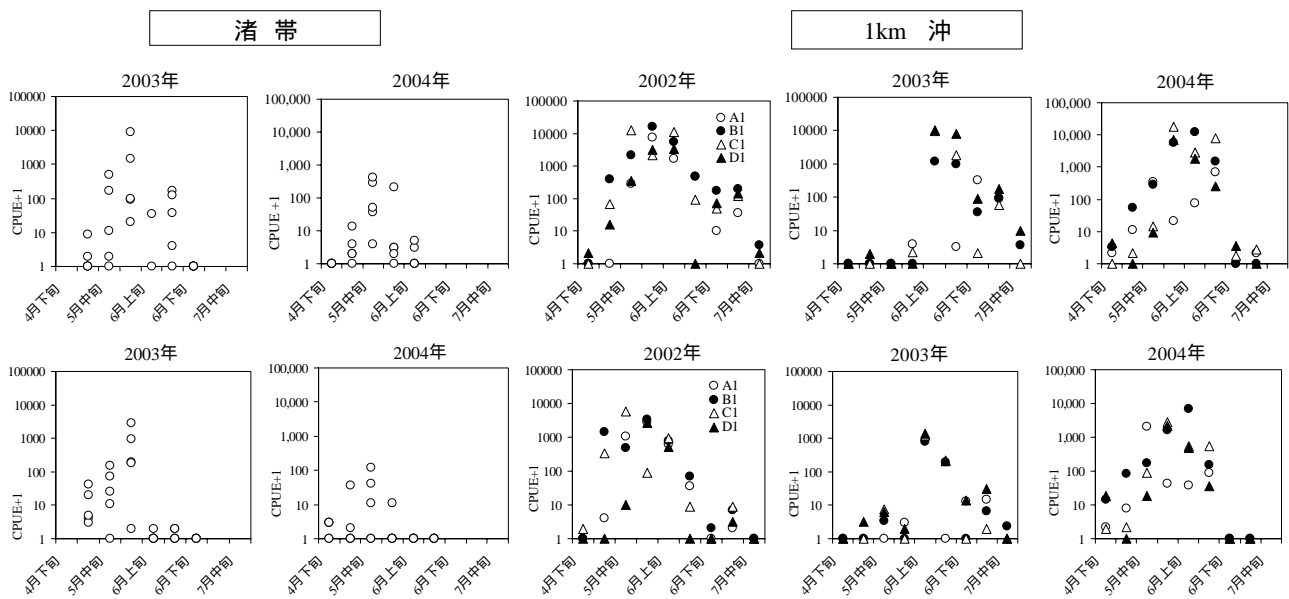


図 2 . 網走湾でのサケ稚魚 CPUE の推移(上段：サケ稚魚，下段：カラフトマス稚魚)
稚魚は成長が停滞した .

【結果と考察】

2002～2004 年の 3 年間の調査から春の網走湾の海洋環境は年により大きく異なり、2003 年は海水温が低く推移した。水温条件の変化に対応して稚魚の分布範囲にも大きな違いが生じた。過去の知見によるとサケ稚魚の移動はサイズに依存し、体長 4-5cm の降海直後の稚魚は川水の影響を受ける渚帯や港内など比較的浅い場所で生活し、その後成長とともに沿岸へ分布を拡大し、体長で 7cm を超える頃から沖へ移動すると考えられてきた。しかし、今回の調査では稚魚の移動はサイズよりも沿岸水温に強く依存し、5 月に沿岸(1-7km 沖)の表面水温が 8 以下と低かった 2003 年では、稚魚は渚帯に長く留まり、8 を超えた 6 月になって始めて沿岸へ移動した(図 2)。これに対して、5 月に沿岸の表面水温が 8 を超えた 2002 年と 2004 年では多くの稚魚が渚帯での生活を省略して直接沿岸へ移動し、離岸するまでそこで生活を続けた。この水温依存の移動様式は耳石標識されたサケ稚魚の分布で確認された。このような降海後の分布の違いは稚魚の成長にも大きく影響を与え、低水温で渚帯に稚魚が集中した 2003 年の

ただし、暖水性のプランクトンが優占した 2002 年 6 月にも成長停滞が観察された。また、水温が上昇し 13 を超える水温が沿岸に形成されると、サイズに関わらず沖へと移動することも明らかとなった。

1991 年～2001 年(ただし、1999 年はデータ欠測が多いので除外した)の網走湾を含むオホーツク東部地区においては沿岸水温が 8 に達した時期(1 月 1 日～8 日の 8 日間を基準日「1」として、それからの経過数)の早さと回帰率に有意な負の関係がみられた(図 3、回帰係数-3.1191x + 72.341、 $R^2 = 0.4603$)。すなわち、オホーツク東部においては、沿岸水温が早く適水温に到達した年ほどサケの回帰率が高いと考えられた。

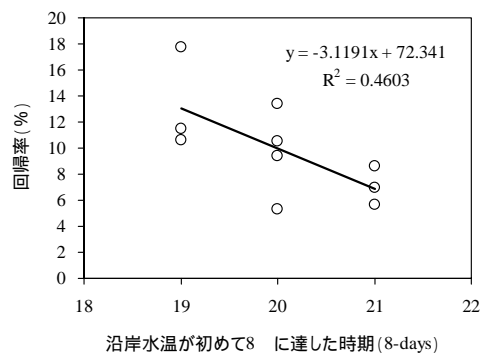


図 3 . 沿岸水温と回帰率の関係

利尻島，礼文島におけるリシリコンブの豊凶と海洋条件

A rich or poor harvest of *Laminaria ochotensis* in the Rishiri and Rebun islands with reference to the Ocean conditions

西田芳則（稚内水試）

Yoshinori Nishida (Hokkaido Wakkanai Fisheries Experimental Station)

近年，北海道日本海南西部沿岸では磯焼けが持続し，大型海藻であるホソメコンブの漁獲量は極度に落ち込んでいる。一方，同じ日本海でも北部海域の利尻島，礼文島ではリシリコンブが採取され，コンブ漁業は島の基幹産業になっている。しかし，長期的にみればリシリコンブの生産量は減少傾向にあり，特に 1990 年代前半の生産量の低下が大きい。本研究では，両島のコンブの豊凶要因をコンブの幼体期の水温環境に着目し検討する。また，近年注目されている北極振動と生産量変動との関連について考察する。

【データ】

利尻島，礼文島におけるリシリコンブ生産量及び沿岸水温は，北海道水産現勢（北海道），養殖漁場海況観測とりまとめ（北海道栽培漁業振興公社）から引用した。また，日本海を北上する対馬暖流の流量を算出するため，青森県水産総合研究センターが発行する定線海洋観測結果表の水温，塩分値を引用した。北海道日本海の水温，塩分値は北海道水試の定期海洋観測データを用いた。北極振動指数は David W.J. Thompson の Annular Modes Website から引用した。

【結果と考察】

利尻島におけるリシリコンブ生産量と 1～3 月平均の沿岸水温の経年変化を図 1 に示す。両者には高い負の相関関係が認められ，決定係数は $R^2=0.39$ である。次に，礼文島におけるリシリコンブ生産量と幼体期の水温，漁場の生育面積を取り入れたモデ

ル（西田，2003）により推定した生産量を図 2 に示す。両者の関係は，1992 年，1997 年は一致していないが，その他の年はほぼ一致して変動している。不一致の要因は漁獲前々年の 11 月に生じた大時化によりコンブ幼体の発生率が上昇したためと推察する。以上のことから，幼体期の低水温環境はコンブ生産量を増加させる重要な要因であると考えられる。

冬季における日本海北部の平均水温断面（1984～2006 年），及び日本海観測定点の海面水温と利尻島沿岸水温との相関関係（

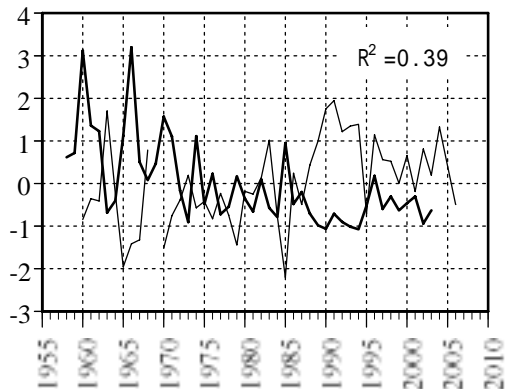


図 1 利尻島における標準化したリシリコンブ生産量（太線）と 1～3 月平均水温（細線）の経年変化。水温は前年値をプロット。

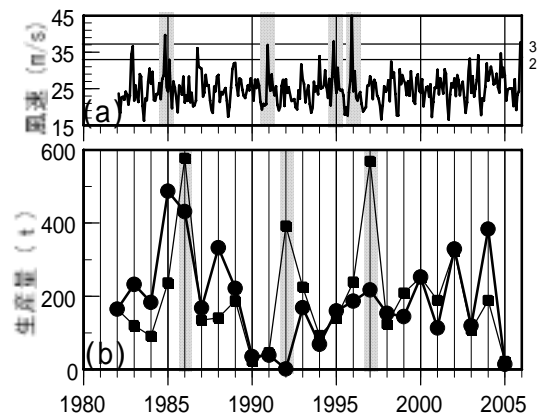


図 2 (a)稚内の月最大瞬間風速と(b)礼文島におけるリシリコンブ生産量（細線）とモデルより推定した生産量（太線）の経年変化

相関係数の水平分布)を図3に示す。上図より、沿岸側表層では水温が3.5以下になっており、オホーツク海からの冷水の流入が示唆される。一方、相関係数の水平分布では、相関係数は島の西側で高いことがわかる。したがって、利尻島、礼文島の冬季の水温は主に対馬暖流の影響を受けて変動していると考えられる。

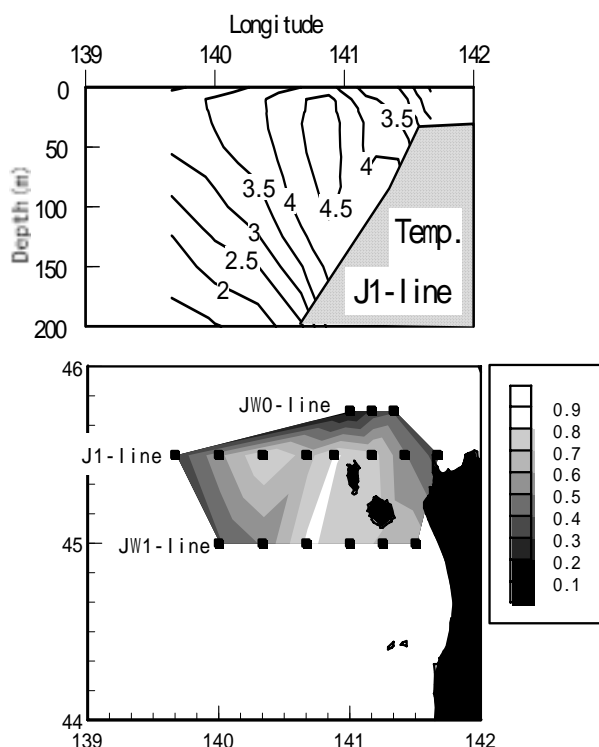


図3 (上) J1線における冬季の平均水温の鉛直分布と (下) 利尻島沿岸水温と定期観測地点の海面水温との相関係数の水平分布

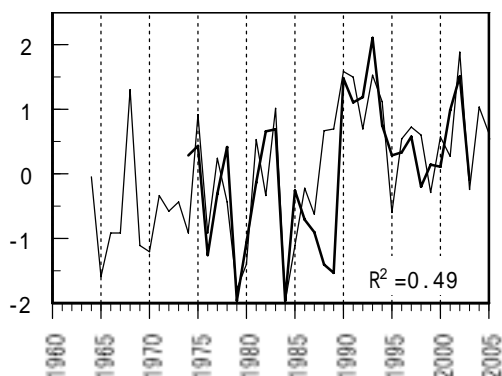


図4 標準化した冬季の対馬暖流傾圧地衡流量 (実線) と利尻島における4月上旬の旬平均水温 (細線) の経年変化

青森沖において、冬季(2~3月)に観測した資料を用いて対馬暖流の傾圧地衡流量を算出し、それと利尻島の沿岸水温(旬平均値)とのラグ相関を調べた。両者の相関は利尻水温が4月上旬の場合に最も高く、相関係数は $r=0.70$ である(図4)。このことは、利尻島の水温変動に、暖流による熱輸送が大きく関わっていることを示している。

対馬暖流流量と北極振動指数との関係を図5に示す。流量は北極振動に約1年遅れて連動していることが認められる。これは、流量は冬季の季節風の強弱の影響を受けて変動することを意味する。青森沖の流量の変動は深度200m水温のそれと相関が高いことから、海面冷却の情報が約1年のラグで深度200mに達し、流量を変動させるものと考えられる。

以上のことから、流量変動はリシリコンブの生産量に影響を与え、流量が多い年はリシリコンブの発生環境が不適になると考えられる。流量変動を左右する要因の1つに北極振動の影響が考えられ、1990年代前半にみられたリシリコンブ生産量の極度の落ち込みは、極低気圧の強化と関連した現象であったと推察する。

【文献】

西田芳則(2003)津軽海峡中央部北東沿岸域におけるマコンブ生産量の変動要因。水産海洋研究, 67, 88-98.

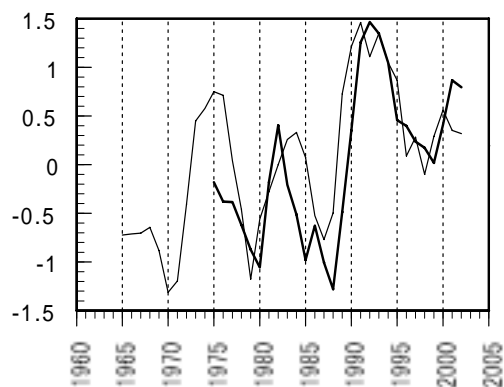


図5 標準化した12~2月平均の北極振動指数(細線)と冬季の対馬暖流流量(太線)の経年変化。いずれも3年移動平均値。

大型クラゲの出現傾向について

Appearance of giant jellyfish (Nemopilema nomurai)

飯泉 仁・加藤 修・渡邊達郎・井口直樹 (日水研)

Hitoshi Iizumi, Osamu Katoh, Tatsuro Watanabe and Naoki Iguchi (Fisheries Research Agency)

【はじめに】

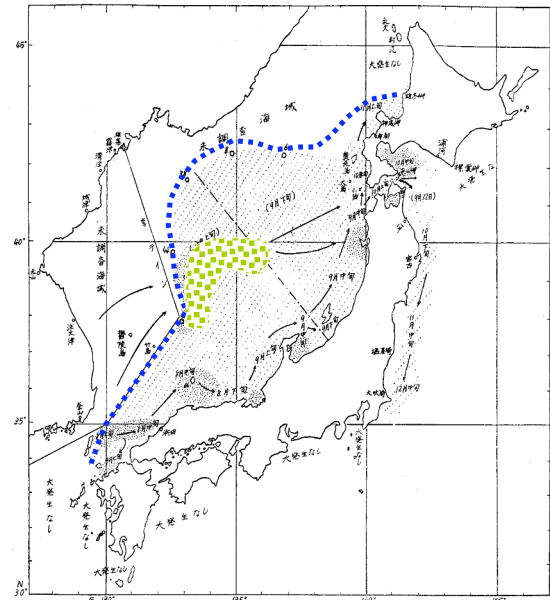
傘径が 1m を越す大型クラゲ (Nemopilema nomurai) が日本海沿岸域に大量に出現し、定置網・底曳き網などに入網して漁具の破損や漁獲物の品質低下、操業の停止等、沿岸漁業に大きな被害を与えている。この現象は 1995 年・2002 年・2003 年、2005 年に起き、近年大量出現が頻発する傾向が見られ、今後も漁業に多大な影響を及ぼすことが危惧されている。

そこで、水産総合研究センターは農林水産技術会議「先端技術を活用した農林水産研究高度化事業」にプロジェクトを提案し、「大型クラゲの大量出現予測、漁業被害防除及び有効利用技術の開発」(2004-2006) が採択された。本プロジェクトは水産総合研究センターを中核研究機関として、府県試験研究機関、大学、財団法人、独立行政法人研究機関の 10 の研究機関によって、予測技術開発、防除技術開発及び利用加工技術開発の 3 つのサブテーマに取り組んでいる。

本研究集会ではその中の、日本海沿岸への来遊予測技術の開発について現在までの取り組みを紹介する。

【過去の出現傾向】

1958 年の大量出現に関して日水研が調査を行い報告している (下村, 1959)。調査船調査により日本海全体に大型クラゲが広がり、特に日本海中央の対馬暖流の本流に密度の高い分布が見られた (図 1) 一方、壱岐あるいは五島列島には大量出現が見ら



第 2 図 1958 年秋、メネピレンクラゲの発生域及び始期

図 1 1958 年秋における大型クラゲの分布域 (下村, 1959)。

れなかった。

2003 年の大量出現の経過をみると、定置網漁 (沿岸への出現) では 8 月上旬に対馬諸島に入網し始め、9 月には山口県から秋田県まで出現した。底曳網漁 (沿岸沖合) では 7 月上旬の山口県の数個体を除くと島根県沖合底曳網や小型底曳網で 8 月の解禁当初から大量に入網している (図 2, 加藤他, 2004)。2002 年の大量出現について日本海ブロックの水産試験場の情報をまとめても同様の出現経過であった。

これら 3 回の出現経過から判断して、大型クラゲは主に対馬海峡西水道を通過したと考えられる。つまり、クラゲは対馬暖流第二分枝に乗って東シナ海から日本海中央部に侵入し、そこから沿岸に出現したと推

定された。



図2 2003年の大量出現の経過

【日本海の流動状況と予測モデル】

高度化事業プロ研の一環として対馬海峡からクラゲに模したオーブコムブイを放流し流路を追跡した。その解析結果、対馬海峡西水道から流入したブイが大きく蛇行しながら日本海沖合いを北上する様子が明らかになった。この成果を踏まえて、日水研は九州大学応用力学研究所が開発した日本海流動モデル (RIAMOM) を改良し大型クラゲの回遊を予測する技術を九大と共同で開発している。開発の途中ではあったが、大量出現が再び発生したためモデルを使い来遊予測を行った (図3)。この予測と道府県から寄せられた出現状況の報告がよく一致したことから、数値モデルの有用性が実証された。

【今後の課題】

流動環境の再現性は実証されたが、モデルに入力する初期条件としての大型クラゲの分布状況、特に対馬海峡など日本海西海域における分布状況を正確に把握する必要がある。いつ頃から (開始期)、どれくらい (個体数密度) の大型クラゲが、いつまで (終期)、どこを通過するか (西水道か?), 実地調査が重要となる。

また、2005年には紀伊半島、瀬戸内海など南日本の太平洋沿岸にも出現した。これらは黒潮に乗って回遊してきたと考えられ

る。日本沿岸の出現状況が年ごとに異なるのは東シナ海における大型クラゲの出現状況が異なるためである。日本沿岸に出現する前の東シナ海における状況把握のために、今後は中国あるいは韓国との共同調査、情報交換も重要と考えられる。

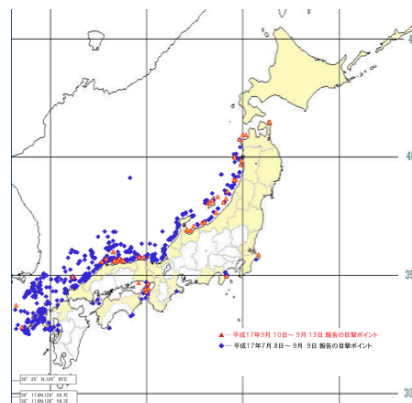
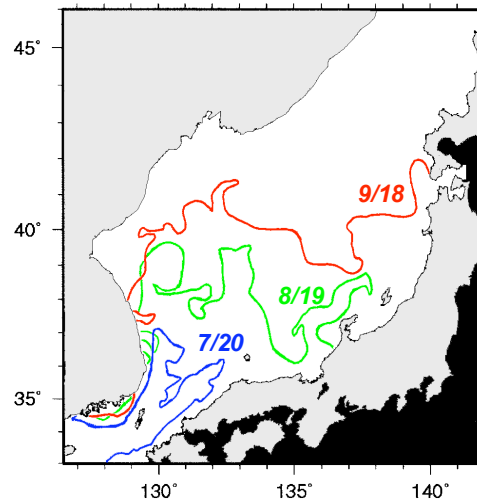


図3 上：2005年8月25日に発表した回遊予測。下：9月13日における出現状況。

加藤修, 他(2004):日本海沿岸域におけるエチゼンクラゲの出現予察及び到達予報, 平成15年度 行政対応特別研究緊急調査「エチゼンクラゲの大量発生に関する緊急実態調査報告書」p10-30.

下村敏正(1959):1958年秋, 対馬暖流系水におけるエチゼンクラゲの大発生について. 日本海区水産研究所研究報告, 7, 85-107

スケトウダラ資源の長期変動との関係

Annual stock fluctuations of walleye pollock related to climate change and oceanographic conditions

桜井泰憲 (北大院水)・山本 潤 (北大 FSC)・本田 聡・船本鉄一郎・八吹圭三 (北水研)
Yasunori Sakurai, Jun Yamamoto (Hokkaido University), Satoshi Honda, Tetsuichiro Funamoto and Keizo Yabuki (FRA, Hokkaido Natural Fisheries Research Institute)

【スケトウダラは減少の方向か？】

世界的にタラ類，マグロ類など海洋生態系における高次栄養階層の魚類資源の激減が懸念されている。スケトウダラは，タラ類の中でも，最も資源量が多い魚種であるが，その漁獲量は，1980 年代後半の 700 万トン弱から 2000 年初頭には 300 万トン弱を切るまで減少している (図 1)。

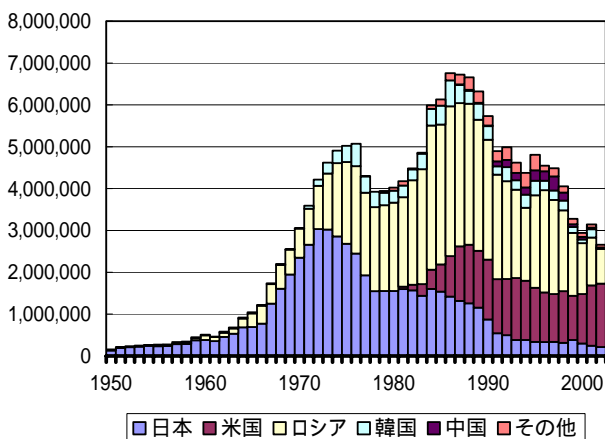


図 1 . スケトウダラの漁獲量 (FAO 統計より)

日本周辺海域では，便宜的に資源評価を目的とする各地方系群が定義されている (図 2)。海域別では，オホーツク海全域(根室海峡を含む)の各系群，日本海・沿海州沖系群，北部日本海系群で，1980 年代後半から漁獲量の急激な減少が生じている。北西太平洋およびその隣接海域では，1976/77 年の温暖レジームから寒冷レジーム期へのシフト，1988/89 年には再び温暖レジーム期へのシフトが知られている。スケトウダラ資源量 (漁獲量) は，1990 代以

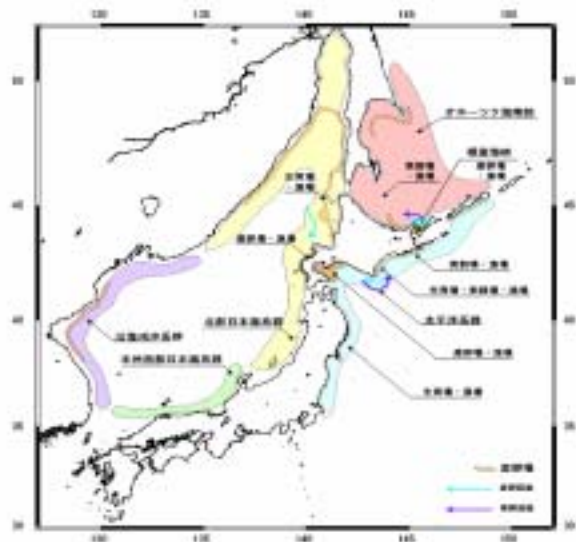


図 2 . スケトウダラの各地方系群

降の温暖期に減少に転じている。しかし，各系群の漁獲減は，必ずしも気候変化だけで説明できない。例えば，韓国・日本海沿岸のスケトウダラの激減は，海域の温暖化に加えて，底引きトロール漁業による過剰漁獲が激減を促進している (Zyang 他，2005)。また，北部オホーツク海でも，1980 年代からの海氷の減少，基礎生産と動物プランクトン現存量の減少に伴うボトムアップ効果に加えて，カムチャッカ半島西岸のスケトウダラ漁場での若齢魚の混獲投棄が，資源減少の要因とされている (Varkentin & Sergeeva，2004)。

一方，漁獲量が比較的安定していた日本の太平洋系群でも，近年資源を支えていた卓越年級群が出現しない現象が見られ，その資源動向に関心が集まっている。そこで，本講演では，各地方系群の資源変動とその

要因について紹介するとともに、太平洋系群の長期的資源変動と海洋環境変化などとの関係と、2005/6年の海洋環境変化が、今後どのような影響を及ぼすかについて考察する。

【太平洋系群の長期資源変動】

図3に、1975-2005年のスケトウダラ太平洋系群の海域別漁獲量の推移を示す。

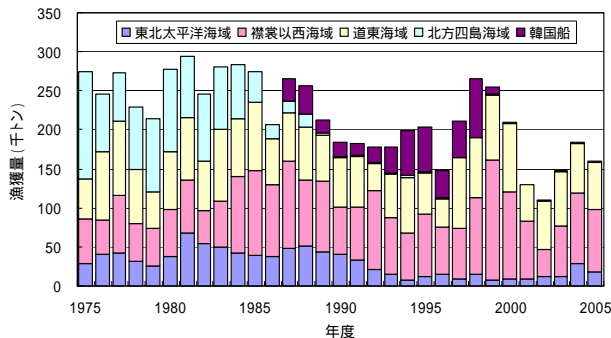


図3. スケトウダラ太平洋系群の海域別漁獲量

1980年代後半までは、北方4島を含む漁獲量は20-30万トンと比較的安定している。1990年代には20万トン以下の年が多く、1998-2000年は1995年生まれの卓越年級群に支えられて20万トンを超える漁獲量に復活した。しかし、2001年以降は15万トンを割る年も見られ、卓越年級群の出現が認められない。海域別漁獲量では、本系群の主な索餌海域・産卵海域である道東・襟裳以西海域の漁獲量の経年変化は少ないが、特に1990年代以降の東北太平洋での減少が顕著である。

太平洋系群の主な産卵場を含む再生産加入海域は、噴火湾およびその北方の陸棚海域である。70年代半ばから80年代後半の寒冷レジーム期には、沿岸親潮の南下勢力は強勢で、その範囲も広く、金華山沖に産卵場が形成されていたことが知られている。また、噴火湾周辺で産卵されたスケトウダラ卵・仔稚魚が沿岸親潮に運ばれて、東北沿岸の陸棚域に着底できる環境であっ

たと想定される。本種の産卵親魚量と加入資源量には、正の相関関係が見出されていない。つまり、新規加入資源を決めているのは、卵・仔稚魚期の生残の多寡、幼魚若魚期の自然死亡であり、この再生産加入過程の詳細な調査・研究が不可欠である。

まず、再生産過程の成否については、スケトウダラの発生卵・稚仔魚が生残できる水温・塩分範囲を特定する必要がある。現在のところ、日本海系群を用いた卵発生実験、北水研が長年実施してきた卵・仔魚採集データから、卵・仔魚の最適生残水温は、2-8（より厳密には、2-7）と推定されている。この生残条件を用いて、噴火湾以南の東北沿岸域までの2-3月のSSTを指標とする沿岸親潮の挙動の経年変化との関係を解析した（図4）。その結果、70-80年代には、1984年の異常寒冷の年（0以下の親潮が東北まで南下、図4のタイプA）を除いて、タイプBの年が多く、90年代以降はタイプCの年が多かった。

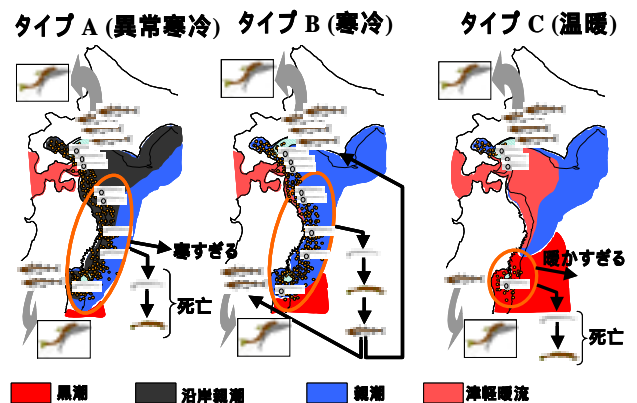


図4. 再生産の成否に対する親潮の影響

90年代以降の太平洋系群の生息域の北偏は、種個体群内での競争関係や、他の高次捕食者からの捕食圧を上昇させ、それが資源水準低迷の要因とも考えられる。2005/6年は、典型的なタイプB年に相当している。これが続けば、生息域の拡大と資源増加をもたらすのか、その動向に注目したい。

スルメイカ資源の長期変動との関係

Relation between the stock fluctuations of Japanese common squid
and the climate changes

森 賢 (北水研)・木所英明 (日水研)・桜井泰憲 (北大院水)

Ken Mori, Hideaki Kidokoro (Fisheries Research Agency) and

Yasunori Sakurai (Hokkaido University)

【はじめに】

スルメイカ *Todarodes pacificus* は日本周辺海域に広く分布し、北海道のみならず我が国漁業に及ぼす影響が大きな資源である。スルメイカは 1980 年代には日本海沖合を中心に漁獲されていたが、1980 年代後半より北海道および東北太平洋海域での漁獲量が急激に増加した(図 1)。しかし、近年は 2000 年をピークに各海域とも減少傾向が見られる。

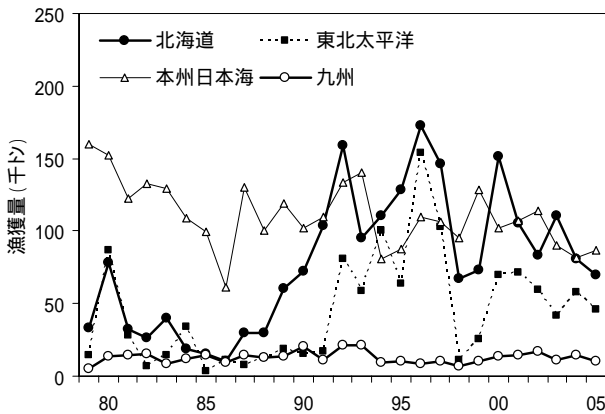


図 1. 主要海域におけるスルメイカ漁獲量の経年変化.

スルメイカはマイワシやサバ類などのような中長期的な資源変動があることが示されているが、その原因はまだ明らかにはされていない。単年性の寿命を持つスルメイカ類の資源変動は極めて大きいことが知られている。例えば、カナダ東岸でのカナダイレックス *Illex illecebrosus* は、80 年代の急激な漁獲減少以降、漁業は中断されたま

までである。また、近年有望な漁場として利用されていた南大西洋のアルゼンチンイレックス *I. argentinus* も、2000 年以降、100 万トンを超えていた漁獲量が激減し、2004 年には 20 万トンを下回る状況となっている。こうしたスルメイカ類の急激な資源・漁獲変動は、漁獲だけではなく、気候変化が再生産の成否に影響して起きる可能性が指摘されている (Sakurai et al., 2002)。つまり、単年性のスルメイカ類は、海洋環境変化に対して、毎年の再生産の成否を通して、より敏感に応答した資源変動をする可能性がある。

【近年の加入状況】

1990 年以降に見られた漁獲量増加は、冬季に再生産を行う冬季発生系群の資源回復の影響が大きい。この冬季発生系群の加入尾数と再生産成功率の経年変化を図 2 に示した。

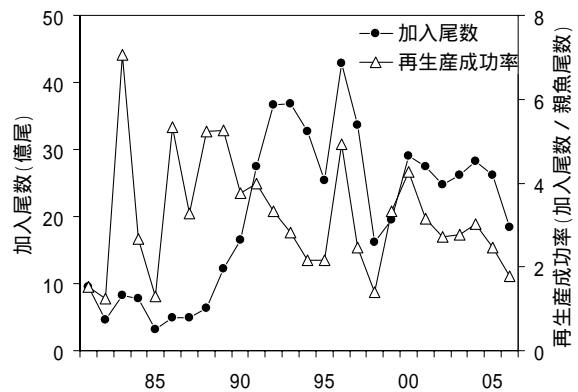


図 2. スルメイカ冬季発生系群の加入尾数と再

生産成功率の経年変化.

冬季発生系群の加入尾数は 1985 ~ 1989 年に見られた高い再生産成功率の期間に急激に増加した。その後、再生産成功率は減少から増加,そして減少と安定していない。その結果,加入尾数も経年差が大きい状態が続いている。2000 年以降の加入尾数は 25 ~ 30 億尾で比較的安定していたが 2006 年は 18 億尾まで大きく減少した。一方,再生産成功率は 2000 年をピークに近年は減少傾向にある。

【近年の再生産状況】

スルメイカ冬季発生系群の主産卵期は 1 ~ 2 月であり,過去の知見から再生産海域は東シナ海にあると考えられている。東シナ海におけるスルメイカ孵化幼生(リンコトウチオン幼生)と産卵親魚との関係を図 3 に示した。

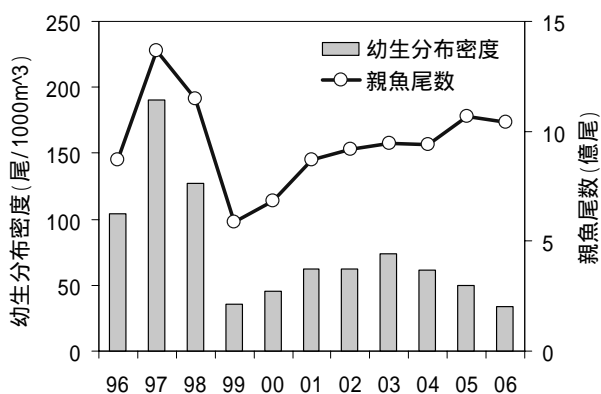


図3. 東シナ海におけるスルメイカ幼生の平均分布密度(2月)と産卵親魚尾数の経年変化.

産卵親魚と産出された幼生の分布密度は 1996 ~ 2004 年までは,非常に高い相関が見られた。しかし,2005,2006 年では産卵親魚尾数が 10 億尾を越える高い水準であるにもかかわらず,幼生の分布密度は低い水準に留まっていた。そのため,2005,

2006 年の再生産過程は,2004 年以前とは異なる状況が生じたと推測される。

【考察】

2005,2006 年に実施された新規加入量調査(5月)や漁場一斉調査(6月),そして漁獲状況の解析から,この2年間の再生産が 2004 年以前と比較して,1~2ヶ月程度遅れた可能性が示唆される。2005 年および 2006 年 1 月の日本海の表面水温は,両年とも平年差が大きく,特異的な環境条件であった。また,日本海における近海スルメイカの漁獲状況も,この2年間には特異的な現象が確認されている。そのため,日本海における海洋環境の変化に伴い,スルメイカの産卵回遊経路や回遊時期が変化した可能性が指摘されている。

海洋環境変化に伴う,産卵回遊経路の変化は,日本周辺海域におけるスルメイカ資源変動シナリオとして想定され,現在,過去の標識放流調査結果や幼生分布調査結果などの解析が進められている(木所ら,2006)。2005,2006 年に見られた再生産状況の変化は,この変動仮説を裏付ける知見として注目されており,2007 年以降の状況を注意深く観察する必要がある。

【文献】

Sakurai, Y., H. Kiyofuji, S. Saitoh, J. Yamamoto, T. Goto, K. Mori and T. Kinoshita (2002) Stock fluctuations of the Japanese common squid, *Todarodes pacificus*, related to recent climate changes. Fisheries Science, 68, Supplement, 226-229.

木所英昭・後藤常夫・田永軍・木下貴裕(2006)平成17年スルメイカ秋季発生系群の資源評価. 我が国周辺水域の漁業資源評価(魚種別系群別資源評価・TAC種). 水産庁. 522-546.

サンマ資源の長期変動との関係

The relationship between stock abundance variability of Pacific saury and the fluctuation of the sea environment

上野康弘 (東北水研)

Yasuhiro Ueno (Tohoku National Fisheries Research Institute)

【はじめに】

サンマは北太平洋の亜熱帯海域から亜寒帯海域にかけての広い海域に分布すると信じられている。冬季には亜熱帯海域で産卵、春季から餌を盛んにとりながら北上し、夏季には亜寒帯域に至る。秋季に入ると成熟しながら南下し、再び亜熱帯海域に帰って産卵する。寿命はほぼ丸2年と考えられており、漁獲は主に29cm以上の大型魚(大半は1歳魚)にかかる。

サンマの漁獲量やCPUEは年によってかなり変わるが、漁業の影響は比較的小さいと考えられるので、サンマの資源変動は一般に海洋環境によって大きく影響を受けると考えられている。

北川らはサンマの漁獲量の長期変動を解析して概ね30年周期の長期変動が認められると主張している。また、田らは長期にわたるサンマ棒受網のCPUEの時系列を解析して、長期の気候・海洋変動との関係を検討し、資源豊度は冬季の黒潮域の表面水温と黒潮続流の水温と流速関係があると報告している。

これらの過去の解析はサンマの寿命が1年強であるとの前提に立ったものである。現在のように寿命がはっきり2年と分かってからは、年級豊度に立脚した解析を新たに行う必要があると考えられる。本報告では、近年行われるようになった中層トロールによる体長別資源量推定と耳石透明帯による年齢査定を組み合わせた年齢別資源尾数を基礎として、環境要因との関係を検討

した。

【材料と方法】

年別の体長別漁獲量、体長別CPUEを東北水研に集積されているサンマ漁船からの聞き取り記録と漁獲物の測定記録を元に計算した。これと耳石透明帯の観察から求めた体長-年齢関係から年級別のCPUEを計算した。これと緯度経度1分単位の季節別の水温データベース(谷津・能登氏から提供)とを対比して水温の影響を調べた。

中層トロールによる年別の体長別資源量推定値と耳石透明帯により求めた体長-年齢関係から年齢別資源尾数を算出し、CPUEと同様に緯度経度1分単位の季節別の水温データベースとを対比して水温の影響を調べた。

豊度の高かった2002年級と比較的低かった2005年級について、1~6月の水温およびクロロフィル(リモートセンシングデータから)の分布の違いを検討した。

【結果と考察】

1歳魚のCPUEと前年水温の比較では、1-6月の亜熱帯海域と負の相関、亜寒帯海域、特に親潮域の水温と正の相関が見られた。また、年数は少ないが、1歳魚資源量と前年水温の比較では、全般に水温が高い場合に資源量も大きい傾向が見られた。意外なことに、1歳魚の資源量と1歳魚のCPUEの間には相関が見られなかった。観測年数が3年程度と短いせいもあるが、CPUEは、

資源量とそれほど強い相関関係を持たない可能性がある。

これは、漁業が分布の西縁でのみ行われているため、資源の分布の重心が西側に偏れば、資源量がそれほど多くななくても漁場の魚群密度が上がって、CPUE が高くなる。逆に資源の分布の重心が少し東側に偏れば漁場の魚群密度は低下し、資源量が多くても CPUE が上がらないといった事態になっていることを示唆する。

したがって、資源の豊度の目安として日本の CPUE を使用することは大変危険が大きいものと思われた。全体的な資源量推定が行われているのは最近 5 年程度であるので、この期間内では、前年の 1-6 月の棲息水域の水温が高い場合に、資源豊度が高くなるようである。

また、2002 年と 2005 年の水温和クロロフィルの分布の比較であるが 2002 年には、水温和上昇が早く、クロロフィル濃度の高い海域は冬季には 18~12 の水温帯であったが季節が進むにつれて、高生産域は北側移った。これに対し、2005 年はやや水温和上昇が遅れ、1・2月のクロロフィル濃度は 2002 年よりも全般に低かった。また、遅くまで 15-18 の高水温域に高生産域があった。

2005 年級のサンマは 2002 年級に比較して、豊度が少なく、かつふ化時期が遅いものが多かった。これは、冬季の基礎生産が低かったことから、冬季の産卵環境や稚仔の生残が不良であった可能性を示唆する、また、遅くまで高生産域が高水温にあったことから、多くの親魚の北上時期が遅れて、産卵を長く継続した可能性も指摘したい。

クロロフィルとサンマの資源変動との関係については、今後もっと観測例を多くとって検討する必要があるが、近年、飼育実

験によりサンマの産卵が水温と餌条件に大きく影響を受けることが分かってきている。

したがって、水温と基礎生産の多寡の関係を整理して、飼育実験で得られた知見を参考にして、色々なシナリオを考えていくことが重要であると考えている。

北海道周辺の低水温については、サンマの生産海域と大きく隔たっているため、直接的な影響は少ないものと思われる。むしろ、親潮の東側に広がる亜寒帯域（東経 155-170 度）の春夏季(北上期)の基礎生産や餌環境がサンマの資源変動あるいは気候の大変動とどのような関係を持つかを把握することが、サンマの資源変動への海洋環境の影響を把握する上で重要となろう。

近年、急激に増加した日本海ニシン資源と環境変動

The Japan sea herring biomass increasing rapidly in recent years and a climate change.

石田良太郎（釧路水試）・高柳志朗（稚内水試）・石野健吾・瀧谷明朗・田中伊織（道中央水試）・渡邊良朗（東大海洋研）

Ryotaro Ishida(Kushiro Fish. Exp. Stn.), Shiro Takayanagi (Wakkanai Fish. Exp. Stn.), Kengo Ishino, Takiya Akio, Iori Tanaka (Hokkaido Cent. Fish. Exp. Stn.) and Yoshiro Watanabe (ORI)

【はじめに】

北海道日本海沿岸には、冬季～春季にニシンが産卵のために来遊する。ここで産卵するニシンは、遺伝的に異なるいくつかの系群に分けられ、それぞれ水温や塩分などの環境へ適応度、産卵時期、成長などの生態が異なるとされている（小林 2002）。

なかでも北海道-サハリン系ニシンは、1800年代後半～1900年代はじめに北海道だけでも数十万トンの漁獲が記録されたことで広く知られている。しかし、その資源量は、日本海の冬～春季の水温の上昇とともに減少し、北海道日本海沿岸では1950年代に皆無に近い状態になったとされ（田中 2002）、近年も回復の兆しはみられていない（図1）。

一方、石狩湾系ニシンは、北海道-サハリン系ニシンとは対象的に、冬季水温が急上昇した1990年代以降に、石狩湾を産卵場の中心としながら資源量を増加させた系群である（図1）。近年、石狩湾系ニシンの変態直後における稚魚の豊度は、VPAで算出された同一年級群の産卵親魚数（1歳）と有意な正の相関がみられることが明らかとなった（高畠ら 2005）。この結果は、年級群豊度が仔魚期以前に決定することを意味する。

そこで、本研究では、稚魚期まで生残した個体群の仔魚期における成長速度および孵化日と生残率の関係を明らかにすること

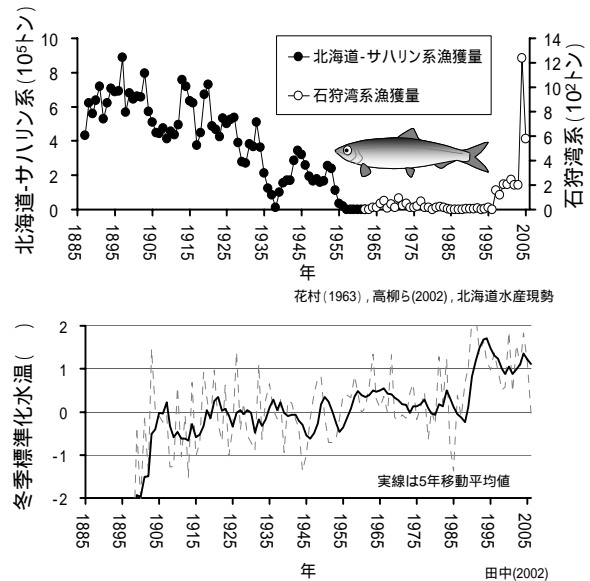


図1．日本海ニシンの漁獲量の経年変化（上段）と日本海の冬季水温の経年変化（下段）

で、当系群の資源変動要因解明を目指す。

【材料と方法】

各年級群（1998～2005年級群）の仔魚期以前の生残率の指標（RPS）として、高畠ら（2005）による変態直後稚魚の年級群豊度（R）を産卵親魚の漁獲量（S）で除した値を用いた。稚魚期の成育場（Sasaki et al. 2002）として知られる石狩川河口域で7月上・中旬に採集された8年級群のニシン稚魚（N=336）の耳石日輪解析を行い、年級群別の仔魚期の成長速度、孵化日を推定した。仔魚期の成長速度を発育段階別に区分（福田 1986）しRPSと比較した。

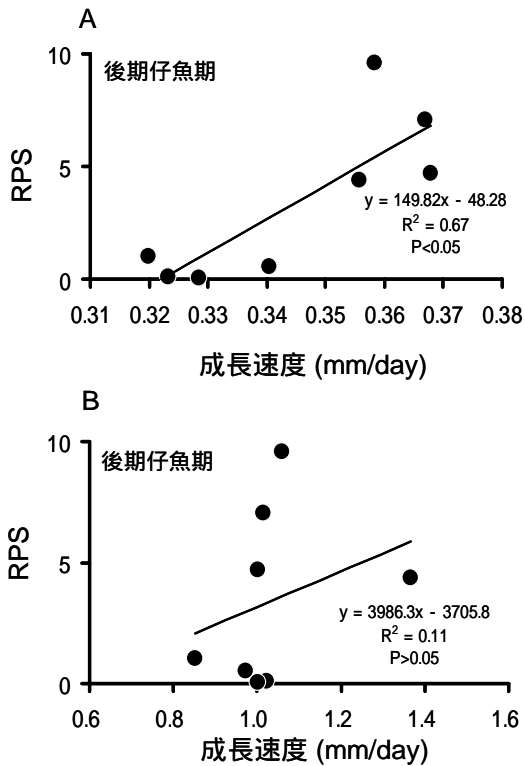


図 2 . 石狩湾系ニシン稚魚の成長速度と生残率の関係 .

A: 後期仔魚期 (BL10-18mm) , B 後期仔魚期 (BL18-30mm)

【結果と考察】

後期仔魚期 (摂餌開始期 ~ BL18mm) の成長速度と RPS には有意な正の相関がみられた ($R=0.82, P<0.05$) . 一方 , 後期仔魚期 (18 ~ 30mm) の成長速度と生残率には一定の関係はみられなかった ($R=0.33, P>0.05$) (図 2) .

各年級群の孵化日のピークは , 4 月上旬 ~ 5 月上旬の範囲にあり , RPS の高かった年級群では遅い時期 (4 月下旬以降) にみられた (図 3) .

これらの結果から , 高生残年級群の特徴として , 摂餌開始期 ~ BL18mm に高成長であること , 孵化時期のピークが 4 月下旬以降にあることが明らかとなった .

石狩湾系ニシンが再生産の場として利用し年級群豊度が決定すると考えられる石狩

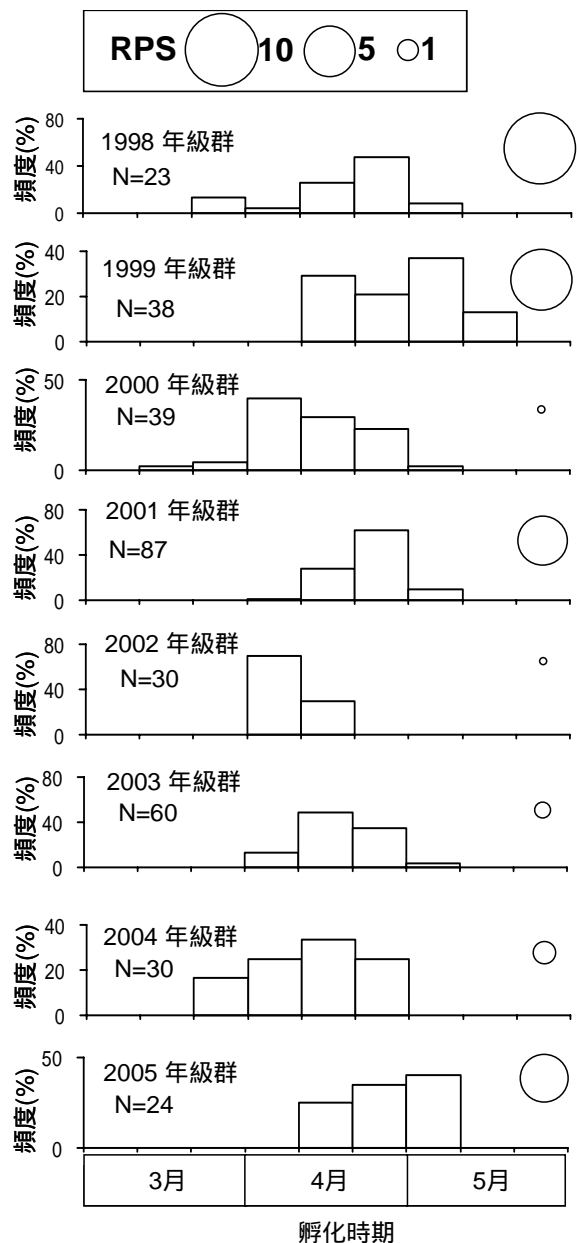


図 3 . 石狩湾系ニシンの孵化日組成と生残率

湾沿岸域の 4 ~ 5 月は , 雪解け水の流出にもなった大きな環境変化が起こる時期として知られている . 今後 , 本研究に環境情報を加えることで , 1990 年代以降の急激な資源量増加の理由が明らかになることを期待したい .