

日本周辺海域におけるブリの回遊と海洋環境の関係解明に基づく 来遊量予測手法の開発

Elucidation of the Relationship between Migration Pattern and Sea Environment, and Prediction Method of Relative Abundance for Yellowtail in the Japanese Waters.

Abstract : 1-(1)-1) Experiment of release and recapture using archival tag revealed that the area of migration of 0 and 1 year old yellowtail in the Sea of Japan is restricted small scale. 0 and 1 year old fish in western waters than Noto Peninsula stayed near release points all of the year. 0 and 1 year old fish in northern waters than Noto Peninsula, northern area of the Sea of Japan stayed among Noto Peninsula (Wajima) and off Aomori Prefecture. They did not move to west of Noto Peninsula even in winter, differ from in 1980s when ocean regime was cold.

1-(1)-2) Young yellowtail occurred in northern waters than Noto Peninsula even when the water temperature showed the minimum (March and April). The ambient water temperature exceed 10°C at that time according to the analysis of water temperature record obtained from archival tag record. So, it is supposed that young yellowtail can pass winter where waters exceed 10°C in Japan Sea. It is also supposed that yearly change of water temperature in winter (when water temperature is the minimum, i.e. March and April) may cause the change of migration pattern of young yellowtail in this area.

1-(2) It is estimated by synthesis of the past and present study that young yellowtail (0 to 2 years old) in the Sea of Japan form small scale migration group and the group west of Noto Peninsula and that northern part of Noto Peninsula do not exchange until their maturation age, 3 year old under present environment.

Catch number between at age 0 and at age 3 of the same year-class in each area show high correlation. It is suggested that the forecast of fishery of yellowtail may possible, if catch number of 0 year old fish in each migration group will be used as one of the index as strength of the year-class.

1-(3) Rearing experiment of pre-larval yellowtail at different water temperature revealed that growth of otholis is faster as water temperature is higher. Comparing this relationship and otholis of larval, juvenile and young yellowtail sampled in the East China Sea and the Sea of Japan, the possibility that spawning ground and period may shift from south of East China Sea in February to western waters of the Sea of Japan in June pointed out.

recent environment, and may not return to Tohoku region coast again even in summer. It seems that exchange among those migration groups or between migration group and resident group may occur at some probability.

3-(1) Long term fluctuation of yellowtail catch is largely influenced by long term fluctuation of water temperature. It seems that increase of water temperature have a good effect on migration of yellowtail to fishing ground. SST mapping in winter (March) shows that area where yellowtail can pass the winter (waters exceed 10°C) enlarged to northward than Noto Peninsula and Boso Peninsula in 1990s when warm regime had began.

3-(2) Considering the facts that almost relationships between abundance indices of each age showed positive correlation and therefore the dependence of each age abundance on the

abundance of 0 year old fish of the same year class is suggested, and that abundance of each age and water temperature usually showed positive correlation in each area, forecasting model of yellowtail abundance is examined using abundance of 0 year old fish in each area and water temperature as explanation variables. Abundance indices of fish over 2 years old in western waters and northern waters of the Sea of Japan, W_AI_2 and N_AI_2 got high decision coefficient if they are described as follows;

$$W_AI_2 = 0.502W_AI_0 + 0.232W_AI_1 + 0.377N_AI_2 + 0.131WT_winW - 3.111$$

$$N_AI_2 = 0.607W_AI_0 + 0.128N_AI_1 + 0.311WT_winW - 0.3697$$

Where W_AI_t , N_AI_t denote abundance index of t year old fish in western and northern waters, and WT_winW means water temperature of 50m depth in western waters of the Sea of Japan in winter of the year when the year class was 0 year old.

要 約

1-(1)-1) 2006~2008年に亘るアーカイバルタグなどを用いた標識放流の研究から以下のことが明らかとなった。すなわち、日本海におけるブリ0~1歳魚の移動範囲は、小規模であり、能登半島以西の0~1歳魚は放流海域付近に滞留し、大きな移動は行わない。日本海北部となる能登半島以北の0~1歳魚は能登半島(輪島)~青森沖の範囲に留まり、越冬期にも寒冷レジームであった1980年代と異なり能登半島以西には移動しない。

1-(1)-2) アーカイバルタグの水温履歴の解析から、最低水温期(3~4月)に能登半島以北の海域を遊泳していた若齢魚が見出され、環境水温は10℃以上であった。よって、現段階では、最低水温期に10℃以上の海域がブリ幼魚の越冬可能な海域であると仮定することができると思われた。これに基づき、ブリ幼魚の越冬可能な海域の範囲について経年変化を調べた結果、冬期(最低水温期3, 4月)における水温分布の変化が年代による分布回遊の変動の主要因になっていた可能性があると思われた。

1-(2) 既往の知見および本研究の成果を総合すると、日本海側に来遊したブリ未成魚(0~2歳)は各地の沿岸で小規模な季節回遊を行い、回遊範囲を拡大しながら成長するものの、現在の温暖レジーム下では、産卵期を迎える3歳までは能登半島を境にして北部海域と中西部海域のそれぞれの海域で回遊するものと推定された。

日本海側の海域別・年齢別漁獲尾数の解析から、同一年級の0歳時の漁獲尾数と3歳時の漁獲尾数の間には高い正の相関がみられ、日本海側各海域において漁獲された0歳魚の尾数をキーとしてその後の同一年級群の漁況予報を行うことの可能性が示された。

1-(3) 異なる水温でブリ仔魚を飼育し、18~22℃の

範囲では水温が高いほど耳石の成長が良いという傾向を明らかにした。この関係と、実際に東シナ海、日本海で採集された仔稚幼魚の耳石の初期成長試料とを付きあわせることで、ブリの産卵海域は、産卵初期の2月には水温の高い東シナ海南部、その後徐々に低水温域に移行し、産卵終期の6月には日本海西部付近であった可能性が示された。

2) アーカイバルタグなどを用いた標識放流の研究により、我が国太平洋側に生息する成魚の回遊群は、(1)遠州灘-四国南西岸回遊群、(2)紀伊水道-薩南回遊群、(3)豊後水道-薩南回遊群に大きく分けられた。また、東北海域と外房との間の未成魚の季節的南北回遊も確認された。さらに、根付き群の存在が足摺岬周辺において確認された。東北海域と外房の間で季節的南北回遊を行った未成魚は、成魚となって相模湾以西に産卵回遊を行う可能性が示唆された。この成魚は現在の環境下では遠州灘-四国南西岸回遊群に吸収されてしまい、夏に再び東北海域に戻ることは少ないと推定された。ただし、回遊群間および回遊群と根付き群の間で乗り換えが起こることがあると考えられた。

3-(1) ブリの漁獲量は中長期的に水温に大きく影響され、水温の上昇がブリの来遊または漁況に有利に働くと考えられた。日本海側では水温のレジームシフトがブリの漁獲量変動と概ね同期していた。10℃を指標として冬季(3月)SSTのマッピングを行った結果、温暖レジーム下の1990年代にはブリの越冬可能な海域は、能登半島以北、並びに房総以北に広がったことが示された。

3-(2) 同一年級の年齢別来遊量指数は概ね正の相関関係を示し、各年齢の来遊量指数はその年級群の加入量(0歳)に大きく依存することが示唆されたこと、海域別・年齢別来遊量と水温は正の相関を示すことが多いことから、海域別0歳魚来遊量と水温を説明変数とする来遊量予測モデルを検討した。日本海西部海域、

並びに北部海域の2歳魚以上の来遊量指数 W_AI_2 , N_AI_2 は

$$\begin{aligned} W_AI_2 &= 0.502W_AI_0 + 0.232W_AI_1 + \\ &\quad 0.377N_AI_2 + 0.131WT_winW - 3.111 \\ N_AI_2 &= 0.607W_AI_0 + 0.128N_AI_1 \\ &\quad + 0.311WT_winW - 0.3697 \end{aligned}$$

で表すことで高い決定係数が得られた。ここで、 W_AI_t , N_AI_t は西部海域, 北部海域の t 歳魚来遊量指数, WT_winW は各年級が0歳時の冬季の日本海西部海域50 m深水温である。

緒 言

ブリ *Seriola quinqueradiata* は日本各地における重要な漁業資源であり, その漁況予測手法の高度化に関する要望は強い。ブリの漁況は日本海側でも太平洋側でも長い周期で大きな変動を示し, 漁業経営の浮沈に大きな影響を与えてきた。重要魚種であるブリの漁況に関する研究歴は深く, これまでの研究からこの漁況変動の主因は海洋環境の変動に伴って生じるブリの回遊様式の変化であると考えられている(山本ら, 2007)。

対馬暖流域においては, ブリの未成魚(0~2歳)は各地の沿岸で小規模な季節回遊を行い回遊範囲は比較的狭いものの, 大型の成魚(3歳以上)になると主産卵場である東シナ海の陸棚縁辺から北海道周辺ないし日本海中・西部に至る海域を往復回遊するようになる(井野ら, 2008)。日本海側では1970~80年代に北部海域(能登半島以北)で成魚の漁獲量が極端に低迷(年間数十トン)した後, 1990年代に大きく増加した(約2千トン)。これは, 1990年を境に何らかの要因で成魚の回遊様式が変動し, 主産卵場である東シナ海の陸棚縁辺から北海道周辺に至る海域を往復回遊する成魚が増加したことによるものと考えられる。海洋の温暖レジームである1960年代以前には日本海北部に未成魚の越冬海域が形成され, 寒冷レジームである1970~80年代は, それが形成されず, 未成魚および成魚の分布域が西部に偏っていた。1990年以降の温暖レジームである現在, 日本海北部に未成魚の越冬海域が形成されているか否かは不明であるが, その形成を窺わせる漁況が観察されている。

太平洋側についても漁況の長期変動は大きく, 特に北部(千葉県以北)では1950年代から1970年代前半までと1990年代以降は豊漁傾向であるが, その間不漁期が続くなど, 長期変動が顕著であった。成魚になっても東北地方から相模湾ないし熊野灘の間を回遊する群とそれより西部の群という2つの回遊様式が顕著であ

り, しかもその境界は年代により変化していたことが推察されている(田中, 1973)。

これらの知見からうかがえることは, 主に東シナ海から対馬暖流, 並びに黒潮によって日本沿岸各地に輸送され定着したブリがどのような分布様式を示し, 分布様式の決定に海洋環境がどのように影響しているかを解明することで, 若齢魚の漁況予報の精度が向上し, さらに若齢魚の構造と数量的な変動が把握されることで大型魚の漁況予報にも結びつくのではないかということである。そこで著者らは, 2006年度から2008年度にかけて水産総合研究センターの運営費交付金プロジェクト研究を実施し, ブリの年齢別・海域別の回遊様式をアーカイバルタグなどによる標識放流実験で把握し, さらにそれぞれの回遊群の形成と環境要因の解明の解明し, 日本海側では回遊群ごとの数量変動を把握することでブリの漁況予報技術を開発することを試みたので, その結果を報告する。

本プロジェクト研究の推進, 並びに本稿のとりまとめに当たり, プロジェクト研究の評価委員として有益な助言, 指摘を賜った東北大学大学院 南 卓志教授に深謝する。

(岸田 達)