

日本海へ来遊するブリ成魚の来遊量指数とその年変動

| | |
|-------|----------|
| 誌名 | 日本水産學會誌 |
| ISSN | 00215392 |
| 著者 | 原, 哲之 |
| 巻/号 | 56巻1号 |
| 掲載ページ | p. 19-24 |
| 発行年月 | 1990年1月 |

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



日本海へ来遊するブリ成魚の来遊量指数とその年変動^{*1}

原 哲 之

(1989年7月31日受付)

An Abundance Index of Yellowtail Immigrating into the Sea of Japan and Its Yearly Variation

Noriyuki Hara^{*2}

This paper treats variations in the abundance of adult yellowtail which migrate into the Sea of Japan. With catch data in some fishing grounds along the coast of the Sea of Japan, the author derives an index of the population size of adult yellowtail immigrating into the Sea of Japan. The index is defined as the geometric mean of catch data at five fishing grounds.

The fluctuation of this index corresponds well to that of sea level difference between Izuhara and Pusan in the western channel of the Tsushima Strait. However it does not correspond to the fluctuation of sea level difference between Hakata and Izuhara in the eastern channel of the Tsushima Strait. On the other hand, an exponential decreasing tendency is seen in the index over the period of 1975 to 1986. This probably means a decrease of adult yellowtail stock around Japan in the recent 30 years.

ブリ *Seriola quinqueradiata* は、日本海沿岸の定置網漁業で重要な魚種である。しかし、近年特に日本海北部沿岸域では商品価値の高いブリ大型魚の漁獲量の減少が著しく、当海域での定置網漁業に深刻な打撃を与えている。

モジャコとして日本海に流入したブリは、春～夏季に日本海沿岸域を北上し、秋～冬季に南下する季節回遊を行う。回遊範囲は成長とともに広がり、成魚になると産卵・越冬回遊として東シナ海に南下する。¹⁾ また、太平洋側を回遊する群も、その多くは成魚になると東シナ海へ南下する。したがって、日本海沿岸域ではブリ大型魚の漁獲量は、春季における東シナ海より日本海へのブリ成魚の来遊量の変動の影響を当然強く受けているであろう。

しかし、従来の日本海におけるブリ漁況の研究は、漁場付近の海況と漁況との相関に関するものがほとんどである。日本海へのブリの総来遊量の変動を検討した例はきわめて少ない。本報では、日本海沿岸域の複数の漁場における漁獲統計を用いて、日本海へのブリ成魚の総来遊量の指数を検討する。さらに、その年変動について若干考察する。

資 料

漁獲量の資料として、6漁場の1975～1986年における月別銘柄別漁獲量の資料を用いた (Table 1, Fig. 1)。この中から、2才ないしは3才以上に相当する銘柄の漁獲量を、成魚のそれとした。各漁場を Table 1 に示す漁場番号で表す。なお、漁場3の漁業種類は定置網と釣を主体としているが、それ以外の漁場ではすべて定置網による漁獲量を用いた。ここでは来遊量指数を作成するために、能登半島以西の各漁場ではブリ北上期の漁獲量を、富山湾の漁場では南下期の漁獲量を用いた。なお、ブリの北上期を漁場1では4～6月、漁場2～4と6では4～7月とした。漁場5におけるブリの南下期を10月から翌年の2月までとした。

来遊量指数の導出

Fig. 2に、漁場1～4と漁場6の北上期における漁獲量と漁場5の南下期における漁獲量の年変化を示した。同図中の横線は、各漁場における1975～1986年の12年間の漁獲量の相乗平均値 (対数値の相加平均値) である。なお、漁場4の1983年の漁獲量は、4～7月の各月とも0.0トンであった。したがって、漁場4では1983

*1 日本近海におけるブリ漁況に関する研究—I (Studies on Yearly Fluctuations of Yellowtail Catch in the Coastal Area of Japan-I).

*2 京都大学農学部水産学教室 (Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, Kyoto University, Kyoto 606, Japan).

Table 1. Catch data of adult yellowtail used in analyses

| Fishing ground no. | Fishing grounds | Size categories in market |
|--------------------|--|---|
| 1 | Three set net fishing grounds along the coast of Yamaguchi Pref. | Buri (older than 2 years old) |
| 2 | Amarube set net fishing ground (Hyogo Pref.) | Buri (adult) |
| 3 | Fishing grounds off Tango Pen. (Kyoto Pref.) | Buri (adult) |
| 4 | Set net fishing grounds along the coast of Fukui Pref. | Older than 2 years old |
| 5 | Uchiura set net fishing ground (Ishikawa Pref.) | Large and medium sizes (older than 2 years old) |
| 6 | Urago set net fishing ground (Oki island, Shimane Pref.) | Buri (adult) and Marugo (3 years old) |

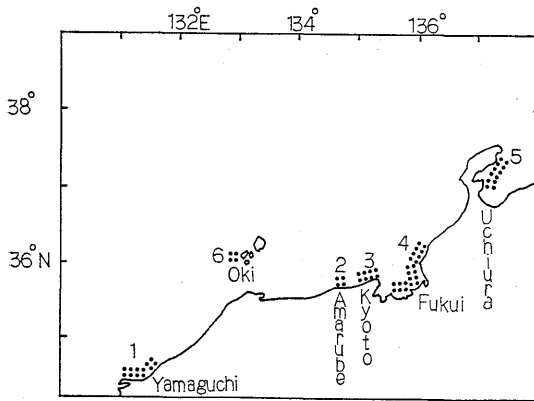


Fig. 1. Map of fishing grounds shown in Table 1. Dotted areas show fishing grounds. Number is fishing ground no.

年の4~7月の総漁獲量を100 kgとして扱った。

Fig. 2より、漁場6を除く5漁場間では、漁獲量の変動幅が相互によく似ていることがわかる。すなわち、漁場6を除く漁場では、漁獲量がほぼ10⁰~10¹ kgの間を変動しているが、漁場6では漁獲量の変動がきわめて小さい。漁場6は離島に位置しているために、他の5漁場と漁獲機構が異なる可能性がある。また、同漁場では根付群を漁獲しているのかもしれない。²⁾ これらの理由で、以降漁場6を除いて解析を行う。

さて、漁場6を除く5漁場における漁獲量の変動特性を検討しよう。日本海本州沿岸で漁獲されるブリ成魚は、対馬海峡を通過し、本州沿岸に沿って北上するものとする。したがって、ブリは漁場番号の小さい順に漁場を北上することになる。年*i*に漁場*j*に來遊するブリ成魚の量を*P_{i,j}*で表せば、*P_{i,j-1}*と*P_{i,j}*との間に関係

$$P_{i,j} = E_{i,j-1} P_{i,j-1} \quad (i=1,2,\dots,12; j=2,\dots,5)$$

が成立する。ただし、*i*は1975年を1とし、1986年を12としている。また、*E_{i,j-1}*は年*i*における漁場*j-1*から*j*への逸散率である。年*i*の漁場1への來遊量*P_{i,1}*を*P_i*で表すならば、上式は*P_{i,j}*として、

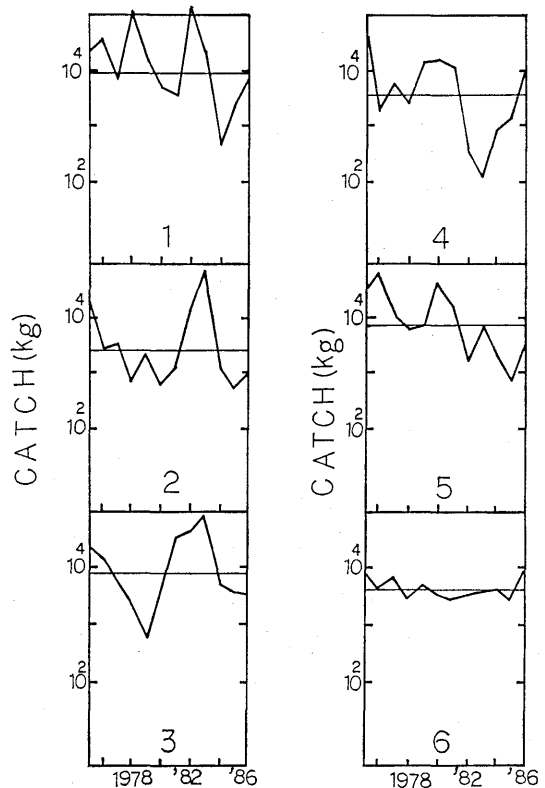


Fig. 2. Yearly changes in catch of adult yellowtail at the six fishing grounds. Number in each panel shows fishing ground no. Horizontal line refers to the geometric mean of annual catch from 1975 to 1986.

$$P_{i,j} = \left(\prod_{k=1}^{j-1} E_{i,k} \right) P_i \quad (1)$$

を与える。

年*i*の漁場*j*におけるブリの漁獲量*C_{i,j}*は、

$$C_{i,j} = f_{i,j} P_{i,j} \quad (2)$$

で表される。ただし、*f_{i,j}*は、年*i*の漁場*j*におけるブリ成魚に対する漁獲率である。式(1)を式(2)へ代入すれば、

$$C_{i,j} = f_{i,j} \left(\prod_{k=1}^{j-1} E_{i,k} \right) P_i$$

となる。上式の両辺に対数をとれば、

$$\log C_{i,j} = \log f_{i,j} \prod_{k=1}^{j-1} E_{i,k} + \log P_i \quad (3)$$

を得る。式 (3) は、対数変換することにより、漁獲量の変動が日本海へのブリの来遊量の変動と、漁獲率や逸散率に関わる量の変動とに分離できることを示す。このことから、ブリの漁獲量の年変動の解析では、漁獲量の対数を用いることにする。取り扱いを簡単にするため、

$$Y_{i,j} = \log C_{i,j}, \quad F_{i,j} = \log f_{i,j} \prod_{k=1}^{j-1} E_{i,k} \quad \text{および} \quad X_i = \log P_i$$

とおけば、式 (3) は

$$Y_{i,j} = F_{i,j} + X_i \quad (4)$$

となる。

さて、 $Y_{i,j}$ の変動特性と要因とを明らかにするため、 $Y_{i,j}$ について、漁場と年を要因とする分散分析を形式的に行う。 $Y_{i,j}$ の全変動 S は、

$$\begin{aligned} S &= \sum_i \sum_j (Y_{i,j} - \bar{Y}_{..})^2 \\ &= \sum_i \sum_j (Y_{i,j} - \bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{.j} + \bar{Y}_{..})^2 \\ &\quad + 5 \sum_i (\bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{..})^2 + 12 \sum_j (\bar{Y}_{.j} - \bar{Y}_{..})^2 \end{aligned} \quad (5)$$

によって与えられる。ただし、 $\bar{Y}_{i.}$ 、 $\bar{Y}_{.j}$ および $\bar{Y}_{..}$ はそれぞれ $\bar{Y}_{i.} = \sum_j Y_{i,j}/5$ 、 $\bar{Y}_{.j} = \sum_i Y_{i,j}/12$ および $\bar{Y}_{..} = \sum_i \sum_j Y_{i,j}/60$ である。式 (5) に式 (4) を代入すれば、 $Y_{i,j}$ の全変動は、

$$\begin{aligned} S &= \sum_i \sum_j (F_{i,j} - \bar{F}_{i.} - \bar{F}_{.j} + \bar{F}_{..})^2 \\ &\quad + 5 \sum_i \{ (\bar{F}_{i.} - \bar{F}_{..}) + (X_i - \bar{X}_{..}) \}^2 \\ &\quad + 12 \sum_j (\bar{F}_{.j} - \bar{F}_{..})^2 \end{aligned} \quad (6)$$

により表される。ただし、 $\bar{F}_{i.}$ 、 $\bar{F}_{.j}$ 、 $\bar{F}_{..}$ および $\bar{X}_{..}$ はそれぞれ $\bar{F}_{i.} = \sum_j F_{i,j}/5$ 、 $\bar{F}_{.j} = \sum_i F_{i,j}/12$ 、 $\bar{F}_{..} = \sum_i \sum_j F_{i,j}/60$ および $\bar{X}_{..} = \sum_i X_i/12$ である。式 (6) の右辺で、第 1 項は誤差変動を、第 2 項は年間変動をおよび第 3 項は漁場間変動を表す。式 (6) より、誤差変動と漁場間変動は $F_{i,j}$ の変動にのみ依存することがわかる。すなわち、それらは来遊量の年変動には独立である。一方、年間変動は $F_{i,j}$ の変動のみならず X_i の変動にも依存する。したがって年間変動 S_i に関して若干の考察を次に加える。年間変動は、

$$\begin{aligned} S_i &= 5 \sum_j \{ (\bar{F}_{i.} - \bar{F}_{..}) + (X_i - \bar{X}_{..}) \}^2 \\ &= 5 \sum_j (\bar{F}_{i.} - \bar{F}_{..})^2 + \sum_j (X_i - \bar{X}_{..})^2 \\ &\quad + 2 \sum_j (\bar{F}_{i.} - \bar{F}_{..}) (X_i - \bar{X}_{..}) \end{aligned} \quad (7)$$

と表せる。本報で扱っている 5 つの漁場は、漁場 3 を除きすべて定置網漁場である。また、漁場 3 でも定置網で漁獲される割合は小さくない。したがって、 $\bar{F}_{i.}$ と X_i との間に有意な相関があるとはみなし難い。このことから、式 (7) の右辺第 3 項を近似的に 0 と仮定することは妥当であろう。その結果、 S_i は、

$$S_i = 5 \sum_j (\bar{F}_{i.} - \bar{F}_{..})^2 + \sum_j (X_i - \bar{X}_{..})^2$$

で近似される。すなわち、 $Y_{i,j}$ の年間変動は、逸散率や漁獲率に関わる量 $F_{i,j}$ の年間変動と来遊量に関わる量 X_i の年間変動の和で表される。結局、 $Y_{i,j}$ の全変動は $F_{i,j}$ の全変動 S_F と X_i の年間変動 S_X の和となる。

$$S = S_F + S_X$$

ただし、 $S_F = \sum_i \sum_j (F_{i,j} - \bar{F}_{..})^2$ 、 $S_X = 5 \sum_i (X_i - \bar{X}_{..})^2$ 。このことは、 $Y_{i,j}$ の変動を、 $F_{i,j}$ の変動と X_i の変動とに分けて扱うことができることを意味する。

さて、1975~1986 年の $Y_{i,j}$ について、漁場と年の 2 要因の分散分析を行った結果を Table 2 に示す。分散分析の結果、漁場間変動、年間変動ともに誤差変動に対して有意なほど大きくないことがわかる (5% 有意水準)。このことは、各年の各漁場における漁獲量が、系統的な漁場の特性や総来遊量の変動よりも、漁獲率や逸散率のランダムな変動の影響を強く受けていることを示唆している。この誤差変動と海況変動の関連については稿を改めて検討する。

次に、

$$e_{i,j} = Y_{i,j} - \bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{.j} + \bar{Y}_{..}$$

とおき、誤差変動について検討する。Fig. 3 に $e_{i,j}$ の頻度分布を示す。 $e_{i,j}$ の分散は 0.313 である。 $e_{i,j}$ の頻度分布について、平均 0、分散 0.313 の正規分布に対し χ^2 適合度検定を行った結果、5% 有意水準で棄却されなかった ($\chi^2 = 3.649$; DF=4)。したがって、 $e_{i,j}$ は正規分布とみなせる。先にも述べたように、各漁場の 12 年間の $Y_{i,j}$ の変動の幅は相互に似通っている。また、式 (4) より、 X_i の変動によりひきおこされる $Y_{i,j}$ の変動は各漁

Table 2. The analysis of variance of $Y_{i,j}$

| Source of variation | Degrees of freedom | Sum of squares | Mean square | F |
|-------------------------|--------------------|----------------|-------------|-------|
| Between fishing grounds | 4 | 3.06 | 0.765 | 1.792 |
| Between years | 11 | 7.835 | 0.712 | 1.667 |
| Error | 44 | 18.778 | 0.427 | — |

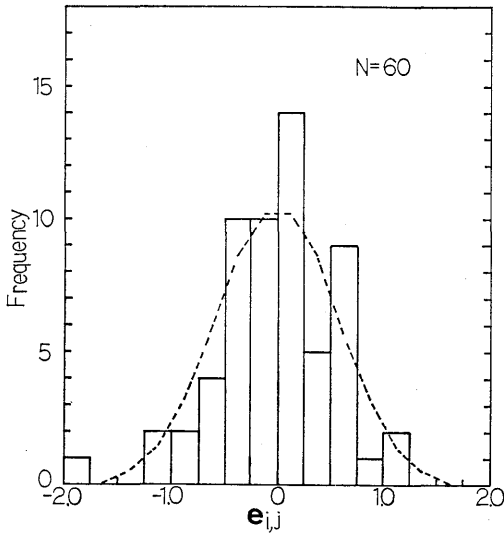


Fig. 3. Frequency distribution of $e_{i,j}$. Dotted line shows the normal distribution of mean 0, and variance 0.313 when sample size is 60.

場で相等しい。これらのことから、各漁場の $e_{i,j}$ もそれぞれ等しい分散をもつ正規分布に従うと仮定する。

さらに、Table 3 に $e_{i,j}$ の漁場間の相関係数行列を示す。相関係数は漁場 3 と 4、2 と 4 および 2 と 5 を除けば小さい。漁場の数が少ないために、みかけ上相関係数の高い漁場の組が存在しうる。たとえば、漁場の数が少ないとき、ある年にある漁場で漁獲量が著しく多いならば、他の漁場での漁獲量は平均以下になることが多い。したがって、上記の相関係数の高い 3 つの漁場の組についても、それぞれの $F_{i,j}$ の変動の間に高い相関があるとは限らない。本報の解析では、上記 3 つの相関係数が高い漁場の組は、誤差変動を求める操作上あらわれたものとみなし、 $F_{i,j}$ は漁場間で比較的独立して変動しているものとする。

次に、 $Y_{i,j}$ の年間変動について検討する。前述のように、 $Y_{i,j}$ の年間変動は、 $F_{i,j}$ の年間変動と、 X_i の年間変動との和で与えられる。一方、本報で取り扱う漁業はほとんどが定置網漁業であるから、一般に漁獲努力量があ

る限られた期間で年々大きく変動することはない。したがって、少なくとも解析期間中に、 $\bar{F}_{i.}$ が年々著しく変動するとは考え難い。このことは、 $F_{i,j}$ の年間変動が、 X_i の年間変動に比較して無視しうることを意味する。すなわち、 $Y_{i,j}$ の年間変動は X_i のそれとみなせる。

さて、前述のことから、 $F_{i,j}$ は漁場間で比較的独立して変動していた。したがって、 $F_{i,j}$ は、 $\bar{F}_{i.}$ が X_i に独立であるという仮定の下で、形式的に

$$F_{i,j} = \varphi + \varphi_i + \varphi_j + \varepsilon_{i,j}$$

と表すことができる。ただし、 φ は $\bar{F}_{i.}$ の、 φ_i は $\bar{F}_{i.} - \bar{F}_{..}$ の、 φ_j は $\bar{F}_{.j} - \bar{F}_{..}$ の期待値で、 $\varepsilon_{i,j}$ は誤差である。なお、 $\varepsilon_{i,j}$ の分散の不偏推定値は Table 2 の誤差分散になる。 $e_{i,j}$ が正規分布にほぼ従うことから、ここでは各漁場の $\varepsilon_{i,j}$ はそれぞれ平均 0、分散 0.427 (Table 2 の誤差分散) の正規分布 $N(0, 0.427)$ に従うものとする。上で述べたように、 $F_{i,j}$ の年間変動が X_i の年間変動に比べ無視しうると考えられることから、 φ_i は近似的に 0 と仮定する。一方、 φ_j の漁場についての平均は 0 である。

したがって、 $\bar{F}_{i.}$ の期待値 $E(\bar{F}_{i.})$ は、

$$E(\bar{F}_{i.}) = \varphi$$

で与えられる。なお、 $\bar{F}_{i.}$ の分散 $V(\bar{F}_{i.})$ は、

$$V(\bar{F}_{i.}) = 0.427/5 = 0.085 \tag{8}$$

したがって、来遊量が P_i のとき、 $\bar{Y}_{i.}$ の期待値は、式 (4) から、

$$E(\bar{Y}_{i.}) = \varphi + \log P_i$$

で式 (8) からその分散 $V(\bar{Y}_{i.})$ は、

$$V(\bar{Y}_{i.}) = 0.085$$

このことは、 $C_{i,j}$ の漁場についての相乗平均値 $\bar{C}_{i.}$ は、来遊量に比例することを表している。以上のことから、 $C_{i.}$ を日本海本州沿岸沿いのブリの来遊量指数 R_i として採用する。

結果および考察

Fig. 4 に R_i の経年変化を示す。Fig. 4 には R_i の常用対数値の回帰直線もひいてある。また、各年の R_i に

Table 3. Correlation coefficients of $e_{i,j}$ between any two fishing grounds

| The number of fishing ground | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------------------------|---|-------|--------|----------|----------|
| 1 | 1 | 0.075 | -0.159 | -0.457 | -0.400 |
| 2 | — | 1 | 0.517 | -0.719*1 | -0.600*2 |
| 3 | — | — | 1 | -0.644*1 | -0.425 |
| 4 | — | — | — | 1 | 0.415 |
| 5 | — | — | — | — | 1 |

*1 Significance at level 2.5%.

*2 Significance at level 5%.

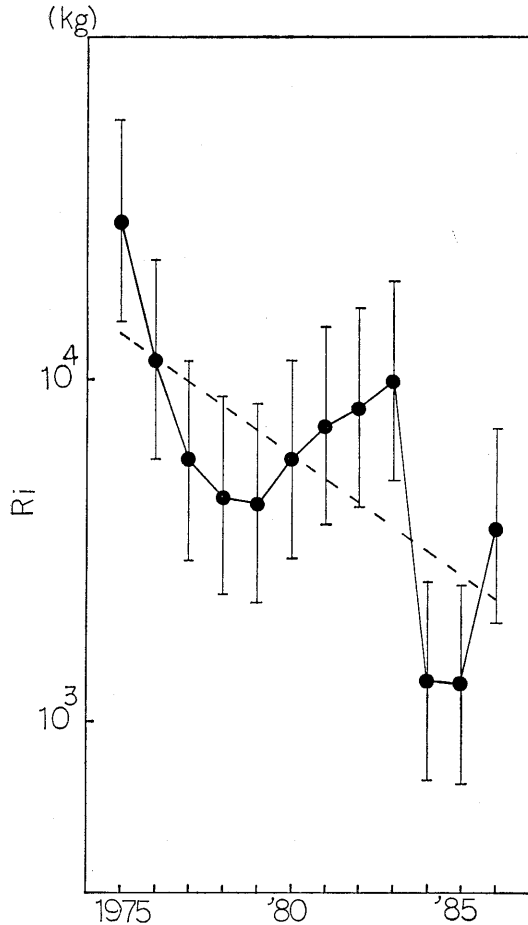


Fig. 4. Yearly change in R_i . Vertical bars are standard errors. Dotted line shows regression line of $\log R_i$.

は、先の分散分析より求めた \bar{Y}_i の分散から推定した R_i の標準誤差も併わせて示した。来遊量の年変動に対し誤差変動が大きいため、 R_i の年変動に比較して標準誤差が著しく大きい。本報では、解析に用いた漁場は5つと少ないので、前節で示した \bar{F}_i の分散を小さくすることができなかつた。今後は、より多数の漁場の統計を用いて R_i を求める必要がある。

さて、 R_i を用いて、日本海へのブリ成魚の総来遊量の変動について若干の考察を試みる。Fig. 4より、 R_i は1975~1986年において減少傾向にあることがわかる。一方数年スケールの変動は複雑である。まず、 R_i の長期的な減少傾向から検討する。

R_i の長期的な減少傾向について R_i は1975~1979年の間減少し続けた。1980~1983年は再び増加したが、1984年に急減し、以後1979年より小さい値になっている。後に述べるように、1980~1983年の R_i の増加は、対馬暖流の流量の数年スケールの変動に強く依存してい

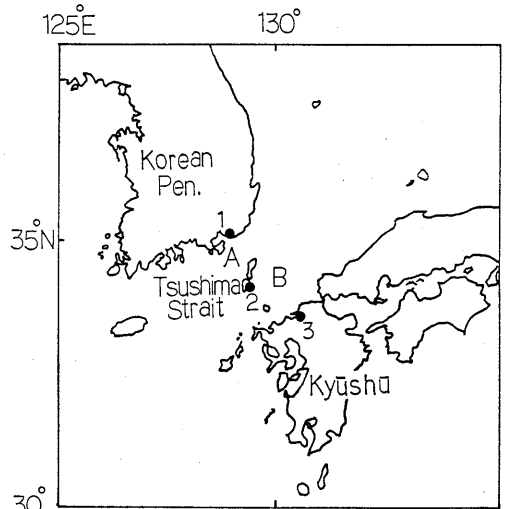


Fig. 5. Map of the Tsushima Strait. A, the western channel of the Tsushima Strait; B, the eastern channel of the Tsushima Strait; 1, Pusan; 2, Izuhara; 3, Hakata.

る。したがって、上述のことは、数年スケールの対馬暖流の変動を除けば、ブリ成魚の来遊量が1975~1986年の間に減少傾向にあったことを示唆している。しかも R_i の値には1975年と1985年とでは一桁以上の違いがあり、この減少傾向は指数関数的な激しいものである。

日本海北部沿岸域におけるブリ大型魚の漁獲量は1955年頃から既に減少傾向にあった。また、太平洋側の主として高年齢魚を対象とした定置網漁業による漁獲量も1955年頃から減少している。これらのことから、太平洋や日本海の本州沿岸に來遊するブリ資源が1955年頃から減少し続けている可能性が高い。

この原因についてはできるだけ早急な解明が望まれる。しかし、成長したブリが産卵のために回遊する東シナ海におけるブリ資源の変動が全く不明である。まず第一に、東シナ海におけるブリ資源の構造(回遊や年齢組成等)を明らかにすることが不可欠である。

対馬暖流の流量の変動と来遊量の関係 ブリの来遊量を左右する最も重要な環境要因は、ブリ北上期における対馬暖流の流量の変動であろう。Kawabe²⁾ は、対馬海峡の東西両水道における表面流速の変動が、それぞれの水道を通過する対馬暖流の流量の変動の良い指標になると推論した。さらに、地衡流平衡を仮定して西水道の表面流速の変動については敵原と釜山(Fig. 5)の水位差の変動を、東水道のそれについては博多と敵原の水位差の変動を指標として用いた。

ここでは、Kawabe²⁾ に従い、ブリ北上期における対馬暖流の流量の変動を、敵原と釜山、博多と敵原の水位差の変動から推定することにする。釜山の水位として、

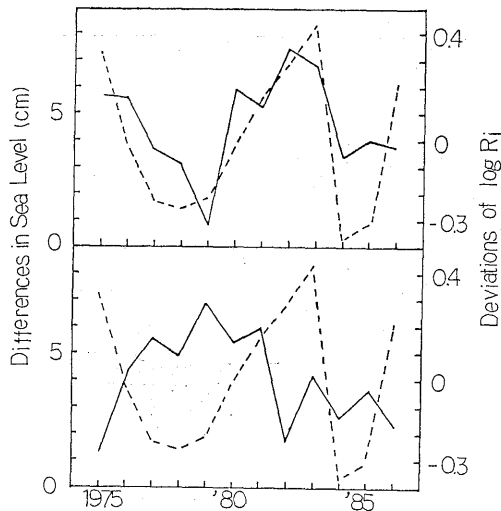


Fig. 6. Yearly changes in sea level differences between Izuhara and Pusan, and Hakata and Izuhara. Upper panel, solid line shows sea level difference between Izuhara and Pusan; Lower panel, shows sea level difference between Hakata and Izuhara. Dotted line in each panel shows deviation of $\log R_i$.

Hdrographic Office of the Republic of Korea の釜山検潮所の日平均水位の資料を用いた。一方、厳原および博多の水位については、海上保安庁水路部の両地点の検潮所における日平均水位の資料を用いた。

これらの日平均水位を、それぞれの観測点における日平均海面気圧を用いて気圧補正した。厳原と博多の気圧補正では両点の気象台の測候所で観測された日平均海面気圧の資料を用い、釜山のそれは Meteorological Office of the Republic of Korea の釜山測候所で観測された日平均海面気圧の資料を用いた。

三谷²⁾と山口県沿岸域の月別漁獲量の変化から、ブリは主として3~5月に対馬海峡を通過するとした。したがって、気圧補正後の3点間の水位差を3~5月の各月について求めて平均し、各年の3~5月における対馬暖流の流量の指標とした。

Fig. 6の上段に厳原と釜山の水位差、下段に博多と厳原の水位差の変動を示した。水位差が大きくなると、日本海に流入する流量が増大する。なお、3つの観測点それぞれにおける水位測定基準面の差を考慮に入れてい

ないので、Fig. 6の縦軸の0 cmは便宜的に定めてある。Fig. 6より両水道における水位差の変動パターンが大きく異なっているのがわかる。

Fig. 6には、各年の R_i の常用対数値のFig. 4に示した回帰直線からの偏差も併せて示してある。対馬海峡西水道の水位差の変動と、偏差の変動とがよく対応している。すなわち、西水道を通過する対馬暖流の流量が増加すれば、偏差も大きくなる。力学計算によれば、⁴⁾対馬海峡西水道を対馬暖流の約3/4が通過する。したがって、対馬暖流の流量が増加すれば、それに乗って北上するブリの量が増大する可能性は高い。これに対し、東水道の水位差の変動と、 R_i の偏差の変動には対応がみられない。この原因の1つとして、冬~春季には北九州沿岸に南下流が存在する⁵⁾ことが考えられるが、両水道で同時に長期測流を実施する必要がある。いずれにせよ、Fig. 6から、数年スケールのブリ成魚の来遊量の変動は、ブリを輸送する対馬暖流の流量の変化に強く影響されていることがわかる。

謝 辞

快く資料を提供され、かつ非常に有益な助言を頂いた山口県外海水産試験場、島根県水産試験場、鳥取県水産試験場、兵庫県但馬水産事務所、京都府立海洋センター、京都府漁連、福井県水産試験場、石川県水産試験場、富山県水産試験場、新潟県水産試験場、山形県水産試験場および日本海区水産研究所の各位に心より御礼申し上げる。さらに、資料を提供して下さいったJODC、日本気象協会の各位にも感謝する。また、解析方法の指導と校閲を頂いた京都大学農学部水産学教室の北原 武博士、資料の収集に御協力頂いた坂本 亘博士および討論に参加して下さいった京都大学農学部附属水産実験所上野正博技官にも厚く御礼申し上げる。

文 献

- 1) 加藤史彦, 渡辺和春: 漁業資源研究会議報, 24, 99-117 (1985).
- 2) 三谷文夫: 近畿大学農学部紀要 1, 81-300 (1960).
- 3) M. Kawabe: *J. Oceanogr. Soc. Japan*, 38, 95-107 (1982).
- 4) Yi Sok-U: *J. Oceanogr. Soc. Korea*, 1, 7-13 (1966).
- 5) 俵 悟, 三井田恒博, 藤原建紀: 沿岸海洋研究ノート, 22, 50-58 (1984).