

島根沖冷水の変動とブリ漁況

——『定置網ブリ漁況予報のための簡単な試み』の再検討——

小 川 嘉 彦

(山口県外海水産試験場)

Interrelationship between Changes of Location of a Cold-Water Mass off Shimane and Fishing Condition of Yellowtail Shore-Net

Yoshihiko OGAWA

(Yamaguchi Prefectural Open-Sea Fisheries Experimental Station, Nagato, Yamaguchi)

Abstract

With the aim to study the interrelationship between changes in position of the Shimane cold-water and in fishing condition of yellowtail, hydrographic data derived from monthly observation in the southwest Japan Sea and catch data at three fixed shore-nets along the Japan Sea coast of Yamaguchi prefecture were examined for 8 years from 1964 to 1972. Although the position of the cold-water defined as an intersection of 35°N line by an axis of the cold-water tongue at 100 m temperature field shows a violent fluctuation from month to month, analyses of running mean, auto-correlation and power spectrum imply existence of significant periods of 7~8 months and of about 4 years in the fluctuation. On the basis of change in landing of yellowtail, fishing season can be divided into two major periods: winter fishing season during October and January and spring fishing season during April and June. The former is composed of groups of the yellowtail on southward spawning migration, while the latter occurs corresponding to northward feeding migration of the fish. For the winter fishing season, there exists a tendency that the abundant catch occurs at fixed shore-nets when the position of the cold-water deflects westward, while the poor catch tends to appear when the position deflects eastward. But no correlation is evident between the cold-water and the fishing condition for the spring fishing season. As the two seasons approximately show different phases of life cycle of the same fish, the difference in the correlations at the two seasons seems to suggest that the same hydrographic condition may serve different purpose for different phase of the life cycle of fish.

1. 緒 言

日本海山口県沿岸定置網のブリ漁況と島根沖冷水の変動との関係を 1964~1966 年度の資料をもとにみた限りでは、両者の間にはかなりよい相関が認められる。筆者はこの結果を「定置網ブリ漁況予報のための簡単な試み」としてすでに報告したが(1968)、資料の取り扱い期間が短かく、漁期単位に相関を検討したものであった。しかし、漁況変動自体の中に明らかに認められるように同じ年度漁期の漁獲量の変化は、秋冬の南下群と春の北上群

とによって二つのピークで構成されており、生物を中心にみる考え方からすれば、質の異なったものを同列に扱うことには問題があると思われる。そこで今回、その後の資料も加えて再検討を試みたのでその結果を報告する。

本研究に当り御指導いただいた京都大学川合英夫教授に感謝の意を表す。また東京水産大学竹内正一氏には計算機の使用に当りお世話になった。山口県外海水産試験場中原民男氏には有益な御批判、御助言をいただいた。

さらに田中功子, 福井清枝両氏には基礎資料の整理と図の作成に御協力をいただいた。併せて感謝の意を表する。

2. 資料と方法

ブリ漁況の変動に関しては, 山口県日本海沿岸の代表的な定置漁場である江崎(北部)・通(中部)・川尻(西部)の3漁場の日別漁獲量を基礎資料として用いた (Fig. 1)。資料に用いた期間は1964年から1972年の延9ケ年である。

次に島根沖冷水の変動を知るために1964年~1972年の間に島根県・山口県外海両水産試験場が各月上旬に行った定線海洋観測 (Fig. 1) 結果をもとに, 100 m 深の水温分布図を作成し, これをもとに島根沖冷水の東西位置変動を検討した。各月の冷水の位置は, 36°Nの緯度線と冷水舌度線と冷水舌中心軸の交わる経度として原図から読みとり, 自己相関係数・パワースペクトルの計算にはこの経度を任意の相対的数値 (任意基準経度からの距離) に変換して用いた (Fig. 2)。

計算の概要は次式を用いた。

自己相関係数 r_k

$$\text{Cov}(x_i, x_{i+k}) = \left[\sum_{i=1}^{n-k} x_i x_{i+k} - \frac{\sum_{i=1}^{n-k} x_i \sum_{i=1}^{n-k} x_{i+k}}{(n-k)} \right] / (n-k-1)$$

$$s_{1k} = \sqrt{\frac{1}{n-k-1} \left[\sum_{i=1}^{n-k} x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{n-k} x_i \right)^2 / (n-k) \right]}$$

$$s_{2k} = \sqrt{\frac{1}{n-k-1} \left[\sum_{i=1}^{n-k} x_{i+k}^2 - \left(\sum_{i=1}^{n-k} x_{i+k} \right)^2 / (n-k) \right]}$$

$$r_k = \text{Cov}(x_i, x_{i+k}) / (s_{1k} \cdot s_{2k})$$

パワースペクトル

$$\hat{p}\left(\frac{s}{h} \cdot \frac{1}{2\Delta t}\right) = \Delta t \left\{ \left(1 + 2 \sum_{i=1}^{k-1} r_i \cos\left(2\pi \cdot \frac{s}{2h} \cdot i\right)\right) + (-1)^s r_h \right\}$$

修正したパワースペクトル

$$\hat{p}\left(\frac{s}{h} \cdot \frac{1}{2\Delta t}\right) = \sum_{n=-1}^1 a_n \hat{p}\left(\frac{s-n}{h} \cdot \frac{1}{2\Delta t}\right)$$

ここに

Δt : データ読取間隔

h : 用いた自己相関係数の数

a_n : $a_{-1}=a_1=0.2434, a_0=0.5132$

また計算は東京水産大学計算センターTOSBAC-3400によった。

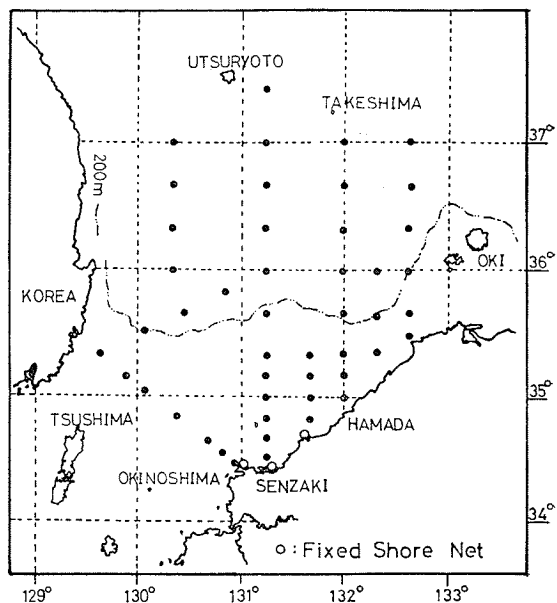


Fig. 1. Station positions chart.

- Stations where hydrographic observations were made monthly
- Position of fixed shore-net

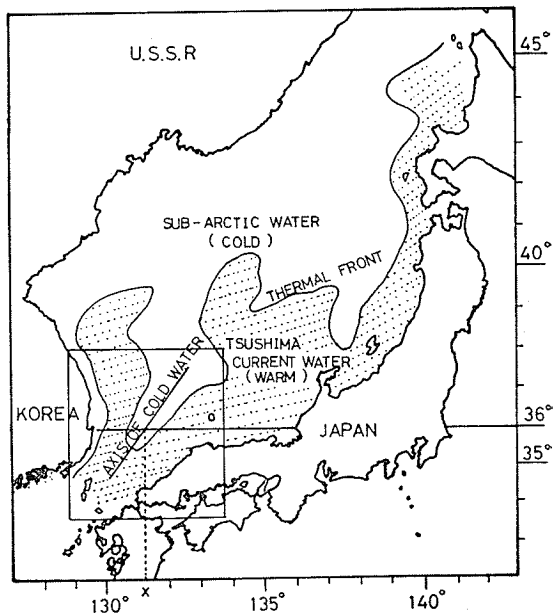


Fig. 2. Schematic representation of hydrographic condition in the Japan Sea and definition of position of the Shimane cold-water (x), which is defined as an intersection of 36°N line and an axis of the cold-water tongue.

3. 結果と考察

1) 定置網のブリ漁況

1964~1971年度漁期について3漁場の漁獲量を月単位に集計して Fig. 3 に示した。この地の定置網漁業の1年度漁期は9月から翌年の6~7月である。各年度の漁獲量月変化をみると、年度によって出現月に差異があるけれども10~11月の間の冬のピークと、4~6月の間の春のピークの存在が共通して認められる。ここでは便宜上前者を冬漁期、後者を春漁期と区別して呼ぶことにする。1964~1971年度漁期の範囲では、1966年度漁期を唯一の例外として、漁獲量は春漁期よりも冬漁期に多い傾向が認められる。各漁期の漁獲量は年による変動が大きく、資料の範囲では冬漁期で1966年の23.2トンから1969年の79.8トン、春漁期では1971年の6.8トンから1967年の64.1トンの間で変化している。冬漁期については、好漁であった1965年・1969年では同一漁期内に漁獲のピークが二つ見られるという特徴があり、1968年の冬漁期の漁獲は平均以下であるけれども同じ傾向が認められる。

2) 島根沖冷水の位置変動

島根沖冷水の冷水舌軸中心線が36°Nの緯度線と交わる経度の月変化を Fig. 4 に示す。月による変化が非常に大きいのが特徴的である。Fig. 5 は同じ95カ月のデータから時間差48カ月までの自己相関を調べた結果で、7カ月と43カ月のピークが統計的には有意である。数学的にはこれと等価であるが、Fig. 6 はパワー・スペクトルとして変動を図示したものである。この種の計算としてデータ数は小さく時間差は大きくとりすぎているが、8カ月弱および48カ月付近のピークは80%の信頼度を与えられる。

島根沖冷水を形成している温度前線の位置そのものは数日の単位でも非常に大きく変化していることが知られており(小川他, 1971), 月1回の時間間隔での観測から短い周期の変動を扱うには疑問がある上に、漁況の変動を各漁期毎に年変動として比較してみる目的から、1年以下の変動を除外するために1ケ年の移動平均をとって Fig. 4 に併せて示した。1964~1965年, 1967~1968年および1971年には冷水舌は東偏し、1966年および1969~1970年頃には西偏の傾向を示している。この傾向はかなりはっきりして Fig. 5 および 6 に暗示される4年程度の変動

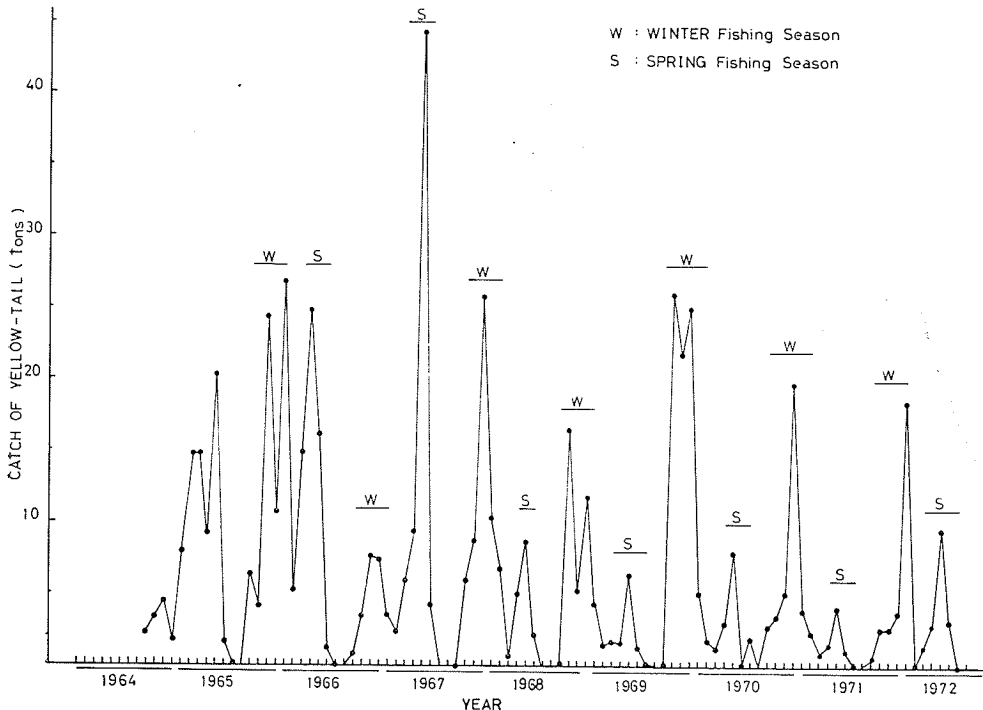


Fig. 3. Change in catch of yellowtail at three fixed shore-nets shown in Fig. 1.

W: Winter fishing season
S: Spring fishing season

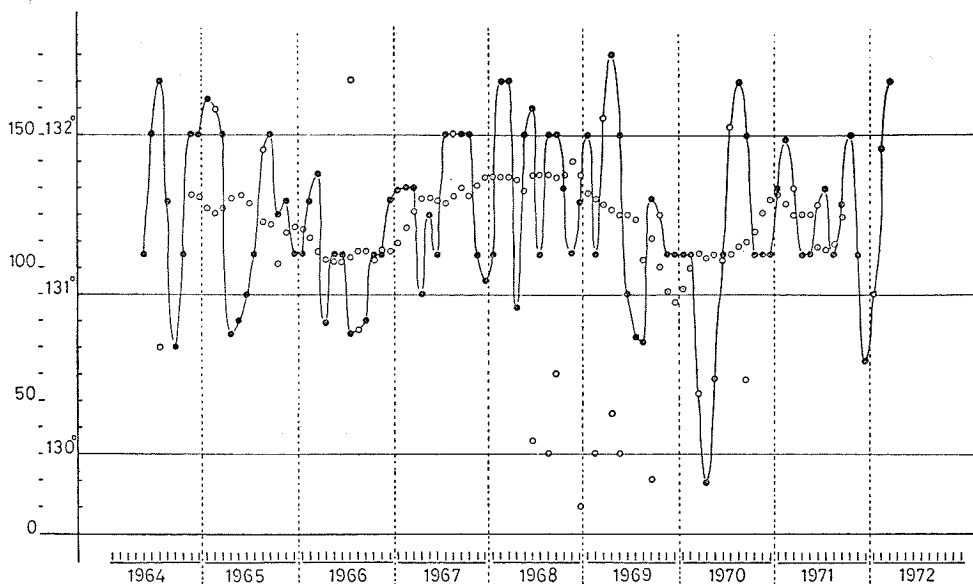


Fig. 4. Fluctuation in the position of the Shimane cold-water (×).

●: Observed value
○: Running mean for one year

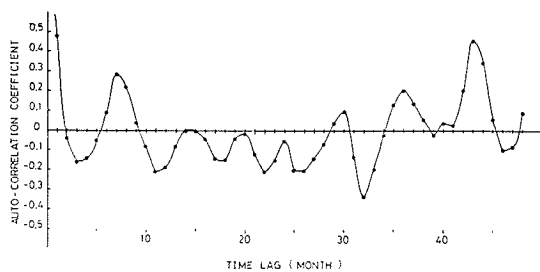


Fig. 5. Auto-correlation for data shown in Fig. 4.

周期の存在も想像されるが、周期性を議論し得るほど観測期間は長くない。

3) 冷水の位置変動とブリ漁況の関係

冬漁期・春漁期ごとの漁獲量と各漁期間の冷水舌中心軸の平均位置とを対比させて Fig. 7 に示した。冷水舌軸の位置は前記移動平均からとったものである。

冬漁期についてみると、冷水舌が西偏している年ほど山口県沿岸でのブリ漁は良い、という相関が認められ、相関係数 $r = -0.85$ は 5% の危険率で有意である。一方春漁期についてみると、はっきりした傾向は認められず、春漁期の冷水の変動とブリ漁況との関係は、仮に存在しても直線関係で示されるほど単純なものではないらしい。

4) 論議

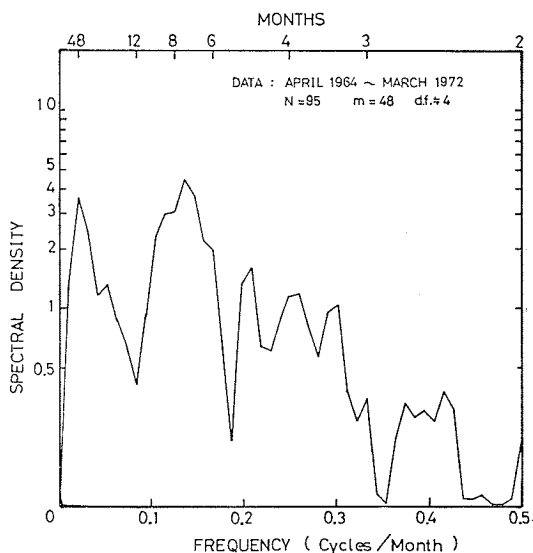


Fig. 6. Power spectrum for data shown in Fig. 4.

冬漁期の対象は主に産卵のための南下回遊群であり、春漁期の対象は索餌のための北上群で、ブリそのものの生理・生態的状况は冬漁期と春漁期では相当異なっていると考えられるが(三谷, 1960), そうした魚群の質の差の一面が Fig. 7 の漁期の違いによる冷水との関係の差となっていると考えることは不自然ではないと思われる。

島根沖冷水の変動とブリ漁況

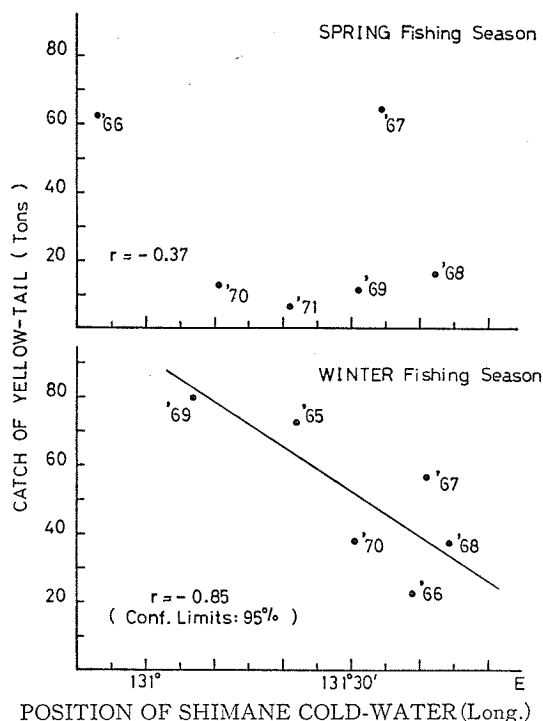


Fig. 7. Correlation between catch of yellowtail at fixed shore-nets and mean position of the Shimane cold-water.

Upper: Spring fishing season
 Lower: Winter fishing season
 Numerals in figure denote year in +1900

る。ブリの北上・南下回遊の実態は考えられているほど単純なものではなく、かなり複雑なものであるとされており(三谷, 1960), 海洋構造との関係は移動・回遊の問題と併せて総合的に検討される必要がある。海洋構造について前回(1968)は冷水の位置と共に前線の温度傾度も「強度」として考慮したが、今回は前線の東西位置変動のみをとりあげた。温度前線が生物にとって何らかの意味を持つとすれば、前線の温度勾配はその重要な一側面であると考えられるけれども、位置変動と温度勾配とを組み合わせて「冷水南出強度」といった一種の指標を作った場合にとり得るひとつの値には少なくとも二つの可能な海洋構造——例えば、冷水は南下しているが温度傾度は小さい場合と、冷水は北上しているが温度傾度が非常に大きい場合とは同一の数値として表現されてしまう可能性をもつ——が考えられる。そのような異なった二つの海洋構造が生物にとってまったく等しい意味を持つかどうかはなお検討の余地のある課題である。

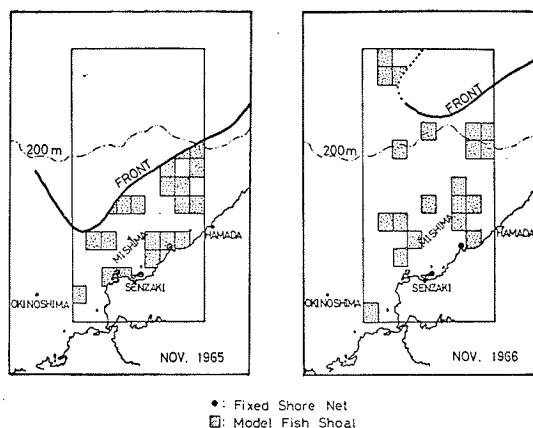


Fig. 8. An interpretation of interrelationship between the Shimane cold-water and catch of yellowtail at fixed shore-nets. As a model, each figure shows a case of abundant catch (left) and a case of poor catch (right) respectively in relation to the position of the cold-water.

~: Thermal front at 100 m depicted from observations
 □: Model elementary population of fish. Twenty shoals are distributed at random south of the thermal front
 ●: Fixed shore-net

冷水の位置変動と定置網のブリ漁況との関係は最も単純には Fig. 8 のモデルによってひとつの可能な解釈が成り立つであろう。魚群はランダムに分布すると仮定して緯度10分毎の区画をつくり、乱数表から20群に対して分布区画を決定して1965年と1966年の11月の実際の前線の分布に対応させたものである。このモデルではブリの分布可能域がせばめられることによって魚群が定置網に遭遇する確率が増大すると考えられるので、沖合で冷水の影響を直接生理的的刺激として受けた魚群が沿岸の定置網に入網すると考える必要はまったくない。とは言え今の段階では Fig. 8 は単純なモデル以上のものではあり得ず、具体的に関係については別個の研究が必要である。

ところで、各年度漁期内の月毎の漁獲量と冷水南出強度を対比した場合に高い相関が得られた(小川, 1968)のは何故かという疑問が生じる。Fig. 4 に示した冷水舌軸位置の月変化を調べてみると、1970年を除いて冬漁期と春漁期を分ける漁獲の低下時に当る2~3月には冷水は平均位置より東偏していることが注目される。温度前線の南側への突出という形で示される島根沖冷水の位置

変動は、一般に南西～北東方向の動きであるから、冷水舌軸の東偏は具体的には北東方向への移動を意味すると考えてよい。前回得られた高い相関は、たまたまそうした冷水の変動傾向と漁況の季節的变化の傾向が一致した結果であるのか、あるいは漁獲の低下は冷水の変動に関連した現象であるのかは、この結果だけでは判断できない。そのために行った調査ではなく、別個にほとんど無関係に得られた資料をつき合わせて相関法によって検討するこの種の手法のこれが限界であると思われるが、ブリは分布の北限付近を除けば南北回遊はさほど単純でなく、南部海域では周年分布し得る可能性を指摘した三谷（1960）の見解を考え併せれば、前回得た高い相関もまた冷水とブリとの関係を示しているであろうことを否定し去ることもできない。しかしながら、冬漁期と春漁期とでは当然魚群の質が異なるであろうこと、また数年を通してみた場合、春漁期には冷水との相関が明確でないことを考えると、前回の高い相関は偶然である可能性も少なくない。

一般に二つの顕著な現象の間に有意な相関が認められたということは、単に二つのことがらの間に何らかの関連があるかも知れないというひとつの可能性を示しているにすぎない。一方二つの現象の間に有意に相関が認められなかったという事実が、常に二つのことがらの間に本質的に関係が存在しないことを意味しているとは限らない。それ故相関法による検討はその後の研究のために足がかりを得るひとつの手段にすぎないが、水産海洋

学においては現象を整理するという基礎的作業がまだ必要であり、少ない資料にもとづく現象の記述には再検討も必要であると思われる。

4. 結 論

1964～1971年間の定置網によるブリの漁獲資料と定線海洋観測資料にもとづいて島根沖冷水の位置変動とブリ漁況の相関を調べ、1968年の結果と対比して検討した。

冬漁期のブリ漁況は冷水の変動とよく対応して冷水舌が西偏した年に漁獲が多い傾向が認められるが、春漁期にははっきりした傾向は認められない。この差は冬漁期と春漁期の魚群の質的差を反映したものであると考えられ、その意味で1968年の結果は偶然に左右された可能性を否定できないと思われる。

今回の検討も現象論の段階を決して越え得るものではないけれども、得られる資料の段階に応じて現象を整理しておくことも必要であると思われる。

文 献

- 1) 小川嘉彦（1968）定置網ブリ漁況予報のための簡単な試み。水産海洋研究会報，12, 155-157.
- 2) 小川嘉彦，中原民男，林 泰行（1971）日本海西南海域における海況短期変動の一観測例。水産海洋研究会報，18, 149-152.
- 3) 三谷文夫（1960）ブリの漁業生物学的研究。近畿大学農学部紀要，1, 81-300.