

14. 高知県海域における ブリ漁況の周期性について

高知県海域におけるブリ漁況の周期性について

山 重 政 則*

高知県は神奈川・静岡・三重県などと共に、太平洋側の主要なブリ定置網漁場を有している。このためブリ *Seriola quinqueradiata* TEMMINCK et SCHLEGEL の漁況予測精度向上は関係漁業者からの要望が強く、従来から本県水産試験場における重要な調査研究テーマの一つになっている。

一般に漁況の豊凶がある程度周期的に出現することは経験的によく知られている。漁況への様々な環境要因の関わりは全く複雑極まりないが、それらを包括して生起する漁況変化の周期性は、その予測にずいぶん有用されている。

本報ではブリ漁況予測のより有力な根拠にするため、永年の漁獲量を時系列分析して、統計的に有意な周期変動について検討を試みた。

資料と方法

ブリの漁獲統計は1951年以後の高知県水産試験場の事業報告書類に集録されている資料を用いた。とくに、戦前については昭和26年度高知県水産試験場報告(第49巻)のものを採用した。

ここでは漁獲量(C)の分布を正規化するため、それを4乗根($\sqrt[4]{C}$)に変換して、この値(Z)を解析に供した。原時系列の定常化には長期予測の便宜性も考慮して、統計的に有意な回帰式(T)を充てた。周期は偏差系列($Y = Z - T$)についてシェスターの周期分析法を用いて検出し、その有意性はシェスターの検定法により、同調強度(S^2)が、 $S^2 > 12.0 \sigma^2 / N$ ならば5%水準で、 $S^2 > 18.4 \sigma^2 / N$ ならば1%水準でそれぞれ有意とした。なお、 σ^2 は Y の不偏分散値 $\hat{\sigma}^2$ で代用した。同調強度 S^2 および不偏分散値 $\hat{\sigma}^2$ は次式で示される。

$$S^2 = \left(\frac{2}{N} \sum_{t=1}^N Y t \cos(2\pi t / \mu) \right)^2 + \left(\frac{2}{N} \sum_{t=1}^N Y t \sin(2\pi t / \mu) \right)^2$$

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{t=1}^N (Y t - \bar{Y})^2$$

t : 時間 (年), N : データ数, μ : 試行周期 ($1 \sim N/2$)

これらの演算は本多 (1986) のプログラムを用いて行なった。

解析した期間は1897~1989年の93年間で、そのうち魚体別についてはこの資料が整理されている1953年以降の37年間である。

結果と考察

漁獲量の永年変動と周期性

1897~1989年間の定置網によるブリ漁獲量の経年変化を図1に示した。漁獲物の銘柄別組成をみると重量表示では概ねブリ級 (6 kg以上) が主構成員となっているから、ここに示される漁獲量の変化は親魚ブリのそれとみてよい。

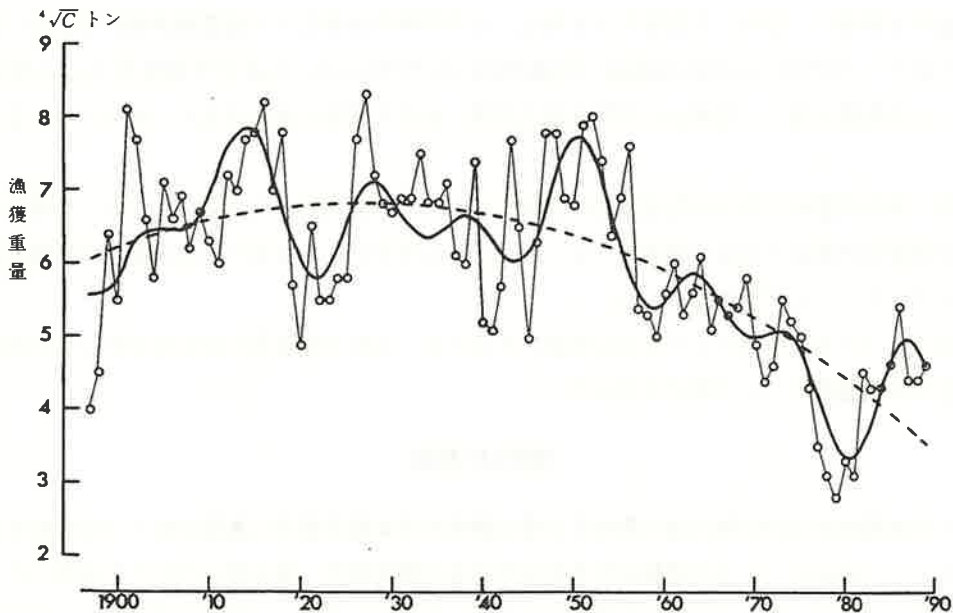


図1 ブリ漁獲量の経年変化

白丸細線：漁獲量 (Z)

破 線：傾向線 (T)

曲 線：卓越周期の合成波

この期間の長期傾向線には同図に破線で併示している1930年頃を山とする以下に示す2次関数が適用できる。

$$T = 5.9777^{**} + 5.4225^{**} \times 10^{-2} t - 8.6524^{**} \times 10^{-4} t^2$$

ここで ** は1%水準で有意であることを示す。

三谷 (1957) が1915~1954年の農林統計に基づいて神奈川・静岡・高知・宮崎各県における漁獲量の長期傾向を漸減型に包括していることも考え合せると、ここに適用した2次関数の傾向線は本県海域のブリ漁況に80年以上の相当長い周期変動が存在することを暗示している。この長期傾向には太平洋側のブリ資源の様相をかなり投影しているから、当然太平洋側のブリ資源にも本

ブリ漁況の周期性

県の漁況と同程度の長周期性が期待される。なお、1955年以降の減少期間には自然的なリズムのほかに木幡（1986）が指摘する人為的要素を多分に含み、それが減少傾向を一層顕著にしているのも確かであろう。つぎに長期傾向線（ T ）に乗る波動の周期分析結果を図2に示した。このピリオドグラムにみられる信頼度95%以上の有意な周期は12, 14, 17~21, 36~46年となっている。

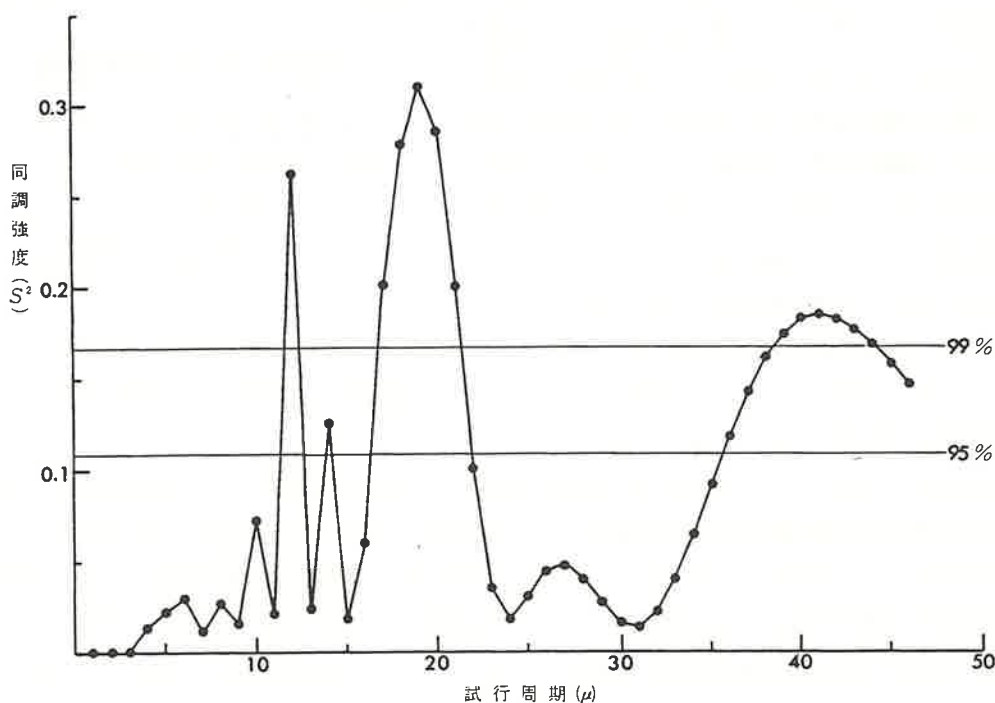


図2 偏差（ $Z-T$ ）系列のピリオドグラム

宮田（1981）は室戸岬・潮岬沖における黒潮主軸の変動において、振幅の大きい卓越周期として12, 18, 36年を推定している。これは、黒潮大蛇行現象の発生周期に同調するものであろう。大蛇行期の偏差（ $Z-T$ ）はおおかた負の傾向を示すことから、この現象がブリ稚仔魚（モジャコ）の潮岬以東への補給や以東からの親魚の南下来遊に大きな影響を及ぼすことが示唆される。従って、ここに検出された12, 17~21, 36~46年の周期に黒潮変動の周期成分が含まれることはもっともらしい。

同調強度の最も大きい19年周期は、水産生物の産卵生態に水温や日射量などとともに重要な関わりを持つ潮汐のメトン周期；19年（能沢 1979）に、40年前後周期は気候変動の周期成分に、それぞれ対応しているとも想像される。また、12, 14年周期は大気や海洋に大きな影響を及ぼす太陽活動（黒点）の変動周期（11年）の近傍にあるが、それぞれの単振動曲線は、黒点の変動周期と同調する期間と逆位相を呈する期間とがあって、全期間を通じて一様な傾向を示さない。ここでは一応12, 14年の太陽活動との関連性は否定的であるが、太陽活動（黒点）→大気（気候）⇄海洋（海況）→資源（漁況）の一連の系が想定されるので、間接的ではあるが太陽活動と漁況との関係は否定しきれない。

ブリの回遊・分布様式や成長度など資源の基本にかかわる生態変化(田中 1973, 古藤 1985)は10数年規模で生起する現象とは考えられないから、太陽黒点の極大値や極小値を基調とした長い周期成分にも注目すべきであろう。太陽活動と漁況との関連性を簡便的にみるため、太陽黒点と漁獲量とを10年毎に平均して図3に示した。これによると両者の10年単位の小波動は1947～1956年の一点を除いて相反した動きをみせ、全体的な大波動もだいたい逆位相の様相を呈している。後者の様相は、黒点や気候リズムに80, 120, 240年の長周期(高橋 1980, 根本・朝倉 1980)が存在することを勘案すると、本県のブリ漁況にその程度の周期変動が存在するかもしれないことを暗示しているように思わせる。なかでも80年周期は漁獲量の永年変動に認められる40年前後の周期性からみて、存在の可能性が高い。

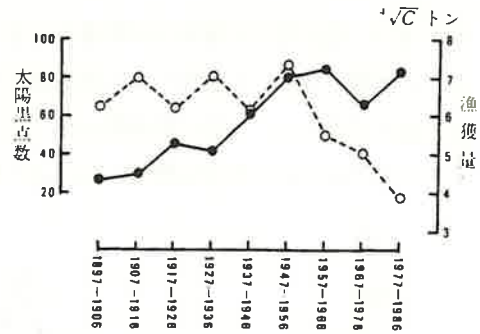


図3 10年間平均の太陽黒点数とブリ漁獲量
黒丸実線: 太陽黒点
白丸破線: ブリ漁獲量

いずれにしても、ここに検出された周期は広域的な環境変動に連動したブリ資源量あるいはそれに伴う来遊量の増減に関わるものであることは間違いない。一方、有意性は認められないが同調強度のピークを形成している6, 8, 10年などが地域的な漁況を支配する海況(水温・黒潮の離接岸等)変動に対応した周期であろう。なお、長期傾向に乗る波動(Y)についてピリオドグラムで有意な周期の単振動を合成してみると、各パラメータとも有意となるのは12, 19, 41年である。この3つを確定周期としてそれぞれの単振動を合成すると

$$Yt = -0.01 + 0.4772 \sin(2\pi t / 12 + 243.06^\circ) + 0.5232 \sin(2\pi t / 19 + 140.06^\circ) + 0.3910 \sin(2\pi t / 41 + 322.54^\circ)$$

で表わされ、その合成波の様相は図1に示すとうりである。

魚体別の漁獲量変動と周期性

定置網へのブリ入網頻度と水温との関係を見ると、6 kg以下の未成魚は16～18℃(ピーク17℃)で、それ以上の成魚は15～17℃(ピーク16℃)で、それぞれ頻度が高い(図4)。また、足摺岬～潮岬沖における黒潮流軸位置と成魚(6.0～9.9 kg)漁獲量とは負の相関関係を持つのに対し、それ以外の未成魚(6 kg

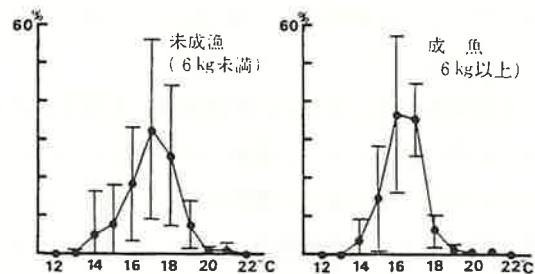


図4 ブリの水溫別入網尾数頻度

以下)と高齢魚(10 kg以上)ではほとんど相関が認められない(表1)。これらの事例は漁況への環境要因の関わりが成長段階ごとに異なることを示唆している。

ブリ漁況の周期性

表1 ブリ漁獲量と黒潮流軸位置との関係（相関係数）

(1965~1989)

魚体区分	足摺岬	室戸岬	潮 岬
~1.9kg (SH)	-0.079	0.112	0.163
2.0~3.9 (LH)	-0.144	-0.233	-0.329
4.0~5.9 (M)	-0.119	-0.262	-0.310
6.0~7.9 (SB)	-0.477*	-0.601**	-0.605**
8.0~9.9 (MB)	-0.383	-0.618**	-0.585**
10.0~ (LB)	-0.090	-0.209	-0.232

有意水準 * 5% ** 1%

ブリ漁獲量： $\sqrt[4]{C}$ 尾

黒潮流軸位置：1~5月平均

そこで、ここでは魚体別に漁獲量変動に現われる周期性をみることにする。魚体別漁獲量の経年変化を図5に示した。さらにH（3.9 kg未満）には1次関数（ $T_H=6.4148^{**}+0.1563^{**}t$ ）を、M（4.0~5.9kg）およびSB（6.0~7.9kg）には3次関数（ $T_M=5.5722^{**}+1.4591^{**}t-0.0926^{**}t^2+0.0016^{**}t^3$ ， $T_{SB}=9.4643^{**}+0.7336t-0.0541t^2+0.0001t^3$ ），MB（8.0~9.9kg）とLB（10kg以上）には指数関数（ $T_{MB}=15.3920^{**}\times(0.9882^{**})^t$ ， $T_{LB}=17.5208^{**}\times(0.9596^{**})^t$ ）をそれぞれ適用し、それらの様相を図5に破線で併示した。傾向線の係数に付した*印は**；1%，*；5%の有意水準を示す。

H，M，SBは1965年前後を山、1980年前後を谷とするような周期的な変動がうかがわれ、全般的には比較的安定している。MB，LBは減少傾向を示し、とくにLBのそれが著しい。ここで、H，Mは四国周辺海域を主生息域とする地方群、SB，MBは南北移動する回遊群、LBは瀬付的性格の強い群がそれぞれ主構成員と仮定される（松原・落合 1965，水産庁研究部 1972）。しかし、SBの傾向線がMに類似していることや、最近のブリの成長度が以前に比べてかなり大きくなっている（古藤 1985，松村 1989）ことなどを考慮すると、SBには南北移動する回遊群だけでなく、H・Mといった地方群

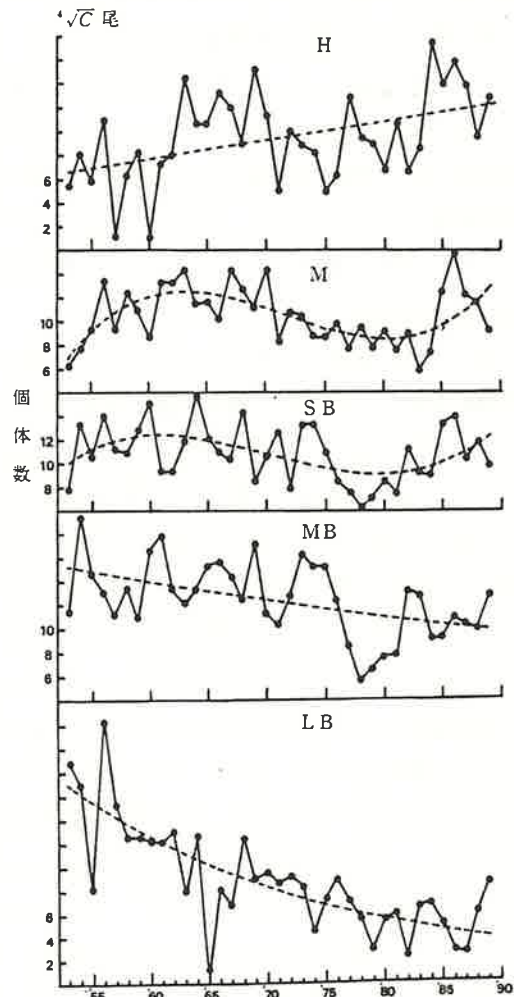


図5 魚体別漁獲量の経年変化

黒丸実線：漁獲量

破線：傾向線

S：3.9kg未満 M：4.0~5.9kg SB：6.0~7.9kg
MB：8.0~9.9kg LB：10kg以上

由来のものをかなり含んでいるとみられる。

次に、各々の傾向線 (T) に乗る波動の周期分析結果を図6に示した。このピリオドグラムにみられる有意な周期はHは17~18年、M6年、MB7年、LB4年である。SBでは2, 5, 10年の周期性がうかがえるがいずれも有意ではない。これはこの群に地方群と来遊群とが含まれており、それぞれの漁況を支配する主たる環境要因が両者で異なるため、周期性が相殺された結果であろう。一方、Hではその傾向を18年周期曲線で表わした上で、その偏差について周期分析しても他の群のような周期性は検出できない。これはこの群が環境条件に広い適応性を持ち、海況変動の漁況への反映を小さくしていることに起因し、これにみられる17~18年周期は多分この群の発生に関わる親魚の動態を投影した周期ではなかろうか。

M, BM, LBにみられる10年以内の各周期は地域的な漁況と密接な関連性を持つ四国周辺域の海況(水温、塩分、黒潮の離接岸)変動の周期2, 4~7, 9年(尾島・久岡 1953, 福岡 1959, 宮田 1981)に対応していると推察する。なお、HをSH(1.9kg未満)とLH(2.0~3.9kg)の2群に分け、それぞれの平均漁獲量からの偏差系列についての周期分析結果を図7に示した。これによるとSHは12~13年、LHでは15~18年が有意な周期として検出される。これらは本県以西薩南方面で発生した稚仔魚(モジャコ)が黒潮の影響を強く受けながら北上移送の段階で四国周辺域に残留育成した魚群(水産庁研究部 1972)であろう。両群は稚仔魚の出現が3~6月にもわたるから、同年級の早生れ群と遅れ群とみられる。このように同年級の両群は異なる周期性を持つが、これらの周期はいずれも親魚の永年変動にみられた周期成分にはほぼ同調している。すなわち、SHとLHにおける相異なる周期性は、両群の発生に關与する親

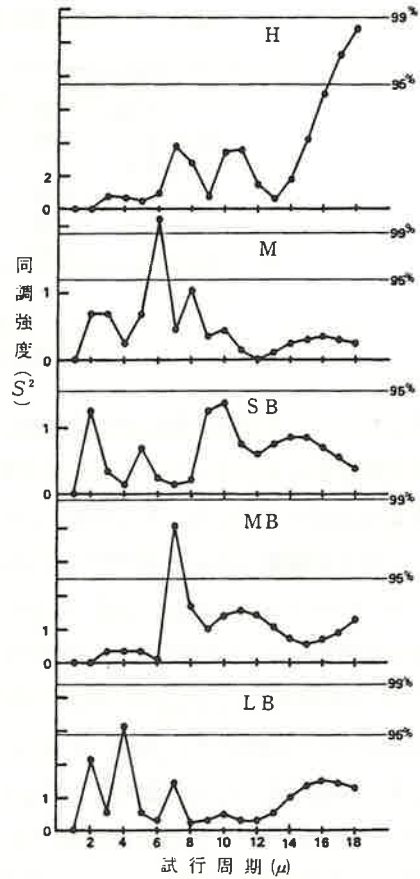


図6 偏差 ($Z-T$) 系列のピリオドグラム

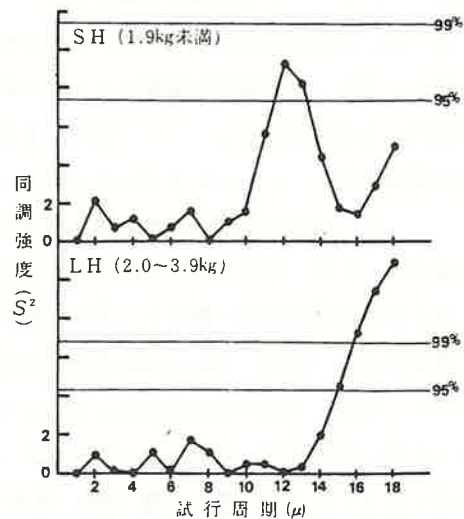


図7 若齢魚の漁獲量平均偏差 ($Z-\bar{Z}$) 系列のピリオドグラム

魚の回帰量の様相を反映した結果ではないかと想像できる。

魚体別の漁獲量変動にみられる周期性は地域的な漁況であっても資源量あるいは来遊量に左右される。とくに若齢魚の周期性は、この時期環境への適応性が広いため、むしろ資源発生量の多寡の方に大きく依存しているとみることができる。一方それ以上の魚体のものについては成長を増すごとに環境条件の選択性が強くなって、海況変動が漁況に大きく反映されることがうかがわれる。

漁獲量変動に現われる周期性は漁況予測の実用面で極めて都合のよい現象である。しかし、現象の誘因については漁況へ対応させうる具体的な環境情報が古い時代ほど少なく、抽象的な理解にとどまっている。漁況・環境変動の周期性は周期そのものや振幅も時間の経過とともに変動するから、今後、予測に周期現象をさらに実用化させるには、その現象のメカニズムの解明が重要な課題であって、漁況の背景に存在する様々な環境情報の十分な蓄積整理が要求される。

文 献

- 福岡二郎, 1959: 海況の周期性について. 海と空, **35** (1), 13-19.
- 本多正久, 1986: BASIC による予測入門. 共立出版, 東京, 1-307.
- 木幡 孜, 1986: ブリ太平洋系群成魚の長期減少傾向について. 日本誌, **52** (7), 1181-1187.
- 古藤 力, 1985: Mode の季節移行からみたブリ *Seriola quinqueradiata* TEMMINCK et SCHLEGEL の年間成長量. 南西外海の資源・海洋研究, (1), 7-12.
- 松原喜代松・落合 明, 1965: ブリ, 魚類学 (下). 恒星社厚生閣, 東京, 731-751.
- 松村春樹, 1989: 天然ブリ仔資源保護培養のための基礎調査実験. 日裁協資料, (41), 65-73.
- 三谷文夫, 1957: 太平洋側各県のブリの漁況の相関性. 日水誌, **22** (10), 605-608.
- 宮田和夫, 1981: 黒潮流域における海洋環境の長期変動. 水産海洋研報, (39), 89-92.
- 根本順吉・朝倉 正, 1980: 気候変化・長期予報. 朝倉書店, 東京, 1-202.
- 能沢源右衛門, 1979: 月の公転運動に関わる重要な周期. 新しい海洋科学. 成山堂, 東京, 184-187.
- 尾島雄一・久岡 実, 1953: 既往資料による瀬戸内海の海況と漁況の変動. 内水研報, (5), 1-12.
- 水産庁研究部, 1972: 日本近海重要漁業資源. 水産庁, 165-174.
- 高橋浩一郎, 1980: 気候が変わる. 中央公論社, 東京, 1-168.
- 田中昌一, 1973: 標識放流結果からみた本邦太平洋沿岸のブリの回遊Ⅲ. 日水誌, **39** (1), 18-23.