まぐろはえなわ漁船の船間通信による漁況判定に関する一考察

四之宮博, 嶋村哲哉, 寺内 誠

近藤竜太郎, 佐美和則, 東 禎三

(1990年7月6日受付)

A Consideration to Processing of Radio Information on Tuna Longline Fishing Conditions

Hiroshi Shinomiya,*¹ Tetsuya Shimamura,*¹ Makoto Terauchi,*¹
Ryutaro Kondo,*¹ Kazunori Sami*², and Teizo Higashi*¹

Methodologies to utilize fishing information have only a few results, though the development of them are emphatically needed. Hence, authors considered modeling of the productivity index of a fishing ground M to be available for detection of f.c. (fishing conditions) or selection of fishing ground.

Using data of radio information on tuna longline f.c. among ships, M was constructed as equations (1), (2) and (3), where I_1 and I_2 : coefficients, μ , σ : mean and standard deviation of total catch in fishing ground; H : information reliability index; p : false information probability; N : number of ships. H was adopted in the model for the purpose of correcting the probable false information in f.c. by radio. $1/\sigma$ signifies the stability of f.c. and was introduced into the model. μ can be an index of f.c. but changes in a manner of second degree curve. Hence, μ^2 as well as μ must be variables in the model.

Thus the model was constructed theoretically. The practicable equation (6) was obtained through the determination of coefficients by multivariate analysis, wherein R (the mean of catch by selected training ships) was used as objective variable instead of M .

The results were shown really and satisfactorily in Fig. 4, which verifies the effectiveness of the model.

まぐろはえなわ漁業に関する最近の研究は、マグロ類の資源分布や漁場形成に関するものが主体をなし、¹⁻³⁾漁業情報の有効利用⁴⁾といったアプリケーション・ウェア関連のものは希少である。現在まぐろはえなわ漁船の間では定時船間通信、いわゆる“QRY”が行われているが、そのデータは必ずしも信頼できるものではなく、処理のアルゴリズムも確立されていない。そこで、これらのデータから、漁況判定・漁場選定に有効な「漁場生産指数」を得るために、所要データを情報の信頼性と漁況の安定性で修正したモデルを構築した。

資料と方法

資料 用いた資料は、神奈川県漁業実習船 湘南丸の1987年QRY記録簿で、これには日別に船名とその船の操業位置(緯度・経度)、表面水温、魚種別漁獲尾数、総漁獲屯数などが記号化されて記入されている。

水産高校の実習船は水産庁から操業実習海域が指定されるが、当年度の湘南丸等の操業海域はハワイ南西の第6海区であった(Fig. 1, 2)。

この漁場では国内外の民間漁船も操業しており、日本船相互は定時に無線通信で漁況情報を交換している。しかしその情報には、利益競合の一般市場において交錯するような誤報も入る、といわれている。ただし実習船は非営利の公庁船であり、意図的誤報発信は無い、と考えられる。

モデルの構成 ①まずQRYのデータを整理し、緯度・経度5度メッシュ毎、日別にメッシュ内の総漁獲量(t)の平均値 μ 、標準偏差 σ 、操業船数 N などを求める。これらは、まぐろはえなわ漁場の価値を知る手掛かりとはなるが、QRY情報には誤報の可能性もあり、 μ , σ , N による単純なモデル構成では普遍性のある指標とはなり得ない。

*¹ 日本大学農獣医学部水産学科 (Department of Fisheries, Nihon Univ., Shimouma, Setagaya, Tokyo 154, Japan).

*² 三崎水産高校 (Misaki Fisheries High School, Nagasaka, Yokosuka, Kanagawa 240-01, Japan).

Fig. 1. No. 6 fishing area training ship Shonan-Maru practised fishing and received fishing condition data by radio.

②そこで, まず誤報を修正するための情報信頼性指標 H を次式により構成する。

$$H = \log_2 \frac{1}{p} \quad (1)$$

$$p = \frac{1 - \exp(-\mu)}{\exp\{\eta(N-1)\}} \quad (2)$$

ここで, p : 誤報確率

η : 修正係数

一般に (1) 式で表される H は, p に「その現象が "true" である確率」をとり, エントロピー^{8,9)}といわれ, あいまいさを表す。(1) 式の場合は, p に「情報が "false" である確率」をとるので, H は逆にその情報の確からしさ, 信頼性を表す指標となる。

一般に意図的誤報発信確率は, 受信側の利得が大きいと思われるとき大で, 誤報の発覚可能性の大きいと思われるとき小である。漁況情報の場合, 受信側利得の大きさのみによる誤報確率は μ に関連し, $\mu=0$ のとき 0 で, 指数関数的に増大するものとする。また誤報の発覚可能性の大きさのみによる誤報確率は N に関連し, $N=1$ のとき 1 で, 指数関数的に減少するものとする。ただし, まぐろはえなわ漁場では, 近接する 2 隻のうち 1 隻は比較的好漁で, 他の 1 隻は不漁, という場合もある。したがって情報の真偽判別が困難な場合もあり, p が N に依存し難い例外もある。そこで, η で指数曲線の曲率を修正することとする。以上のようにして, 上述の 2 つの場

Fig. 2. Track chart of Shonan-Maru.

Hatched parts denote the fishing grounds, and figures in fraction show month and day respectively. The area enclosed by dots and lines is the fishing ground selected to calculate values of M , R , N and μ for Fig. 4.

Fig. 3. False rate of information p .
 μ denotes average catch by all ships in ton
 and N number of all ships under operation.

Curves are obtained by $d = [1 - \exp(-\mu)] / \exp[\eta(N-1)]$, $\eta = 0.05, 0.1, 0.2$.

合を総合して (2) 式を得た。なお Fig. 3 のように、 η の値をいろいろ変えて p の曲線群を得、数名の漁船長経

験者が μ と N の関係から推定する p の値に基づき、 $\eta = 0.1$ を採用した。

③ $1/\sigma$ は、その漁場における漁況の安定性を示す指標と考えられるので、漁場生産指数モデルには組込む必要がある。

④ μ は、もちろん漁況識別の一要因であるが、ある値になれば必ずその確率分布曲線は下降する。したがって、 μ に関する関数にはその 2 次の項を含める必要があり、 μ と共に μ^2 もモデルの要素とした。

以上のような考察過程を経て、漁場生産指数 M を次式のように構成した。

$$M = \frac{(l_1\mu + l_2\mu^2)(1+H)}{1+\sigma} \quad (3)$$

ここで、 l_1, l_2 は係数

係数の決定 l_1, l_2 の決定には、次式の x_1, x_2 を説明変数、メッシュ内実習船の漁獲量の平均値 R を目的変数とする重回帰分析によった。

$$x_1 = \mu \left(\frac{1+H}{1+\sigma} \right) \quad (4)$$

$$x_2 = \mu^2 \left(\frac{1+H}{1+\sigma} \right) \quad (5)$$

R は l_1, l_2 、そしてこのモデルの精度を決定することになるので、純粋にその漁場の生産性レベルを示すものでなければならない。各水産高校の実習船はあくまで漁業実習を目的とするが、漁獲収入による運航費補助の使命を負い、全技術の投入による操業をしている。ただし、それは必ずしも均一レベルではない。そのため【メッシュ内実習船漁獲量の平均値±その標準偏差】から逸脱する個々の実習船データを除去する。また R を精選するために、実習船の数が少ない場合や、当業船の平均漁獲量に比して R が著しく小さい場合のように、 R の信頼性に疑問がもたれる場合はその組データを棄却する。

このようにして、 R, x_1, x_2 の組データ 36 セットについて、F 値を 2 とするステップワイズ法^{7,8)} による重回帰分析を行った。

結果と考察

その結果得られた x_1, x_2 の偏回帰係数は、それぞれ $-0.47, 0.41$ で、残差 1.3, 重相関係数 0.87 となった。したがって、漁場生産指数 M は次式で表示されることになる。

$$M = \frac{(0.41\mu^2 - 0.47\mu)(1+H)}{1+\sigma} + 1.3 \quad (6)$$

なお x_1, x_2 の標準偏回帰係数は、それぞれ $-0.92, 1.65$ で、 μ^2 を情報信頼性ならびに漁況安定性で修正した項が M に対して大きく効いていることがわかる。

ちなみに、 x_2 を除いて x_1 だけで回帰分析をした結果、相関係数は 0.51 となった。また x_1 および $x_2 = x_1^2$ で重

Fig. 4. Time series curves of M (the productivity index in a fishing ground shown in Fig. 2), R (average catch by training ships), N and μ .

M curve in May 1987 shows the typical transition of fishing conditions, which corresponds to the sensory judge by Shonan-Marun from many ships data.

回帰させると、重相関係数は 0.52 となった。その他、条件あるいは変数をいろいろ変えて、精度の一層の向上を試みたが、当初のモデル構成による (6) 式の重相関係数を越えることがなく、(6) 式を最終的なものとした。

次に、データのそろっている代表的なメッシュ (Fig. 2) について、1987 年 5 月の M , R , N , μ の時系列曲線を Fig. 4 に描いてみた。 M 曲線の挙動から、漁況が好転した後、盛衰を繰り返しながら徐々に衰微していく過程がよくわかる。その過程は、その時期その漁場で操業していた湘南丸 (著者の 1 人が乗船、Fig. 2) が、他船の情報と自船の実績を総合して得た漁況判断の推移と軌を一にしている。図で M と R の両曲線は、それらの動きがよく対応しているのは当然である。5 月 12~18 日に接近し、19~23 日に離れるのは、 N による H の効果である。 $(R-\mu)$ は 12~18 日に大きい、 N の増大する 19 日以降 $\mu > R$ となるのは、情報信頼性の問題を示す。 R と μ の差 (σ とほぼ正相関) が大きいと M が R に接近し、逆のとき M が R よりはるかに大きな値をとるのは、 σ の効果である。

次に、ある期間、ある広い海域におけるメッシュ別 M 値の分布図が記録として残されていれば、それはまた別の価値をもつ。例えば、初期漁場を選定し、あるいは魚群移動の法則性を知る手掛かりともなるであろう。特に、

時系列をなす M 値分布図は貴重な知見を提供する。

係数の海域別、時期別の変動、あるいは操業の意思決定のための M 値基準化などについては、今後の研究に俟ちたい。なお、QRY データのうち利用可能と思われる他のデータ、例えば魚種別漁獲量や表層回遊魚種に対する表面水温などのモデルへの組み入れについても、今後検討を進める予定である。

文 献

- 1) 花本栄二: 水産海洋研究会報, 51, 9-15 (1987).
- 2) 久米 漸, 宮部尚純: 水産海洋研究会報, 51, 62-68 (1987).
- 3) 竹内正一, 小倉通男, 根本雅生, 花本栄二: 日水誌, 54, 1271-1278 (1988).
- 4) 竹内正一, 小倉通男, 高宮勝広: 日水誌, 54, 187-192 (1988).
- 5) 関 英男: 情報理論, 第 1 版, オーム社, 東京, 1970, pp. 23-38.
- 6) 森田 清: 情報と予測, 第 1 版, 共立出版, 東京, 1973, pp. 31-37.
- 7) 奥野忠一, 芳賀敏郎, 久米 均, 吉沢 正: 多変量解析法, 第一版, 日科技連, 1981, pp. 25-152.
- 8) 四之宮博, 岩田静夫, 平野敏行: 海洋科学, 16, 634-637 (1984).