

## 宮津湾におけるトリガイ資源の研究—I

De Lury の方法による資源特性値の推定

篠田 正俊・藤原 正夢・西岡 純

### Population Analysis of Cookles, *Fulvia mutica* (REEVE), in Miyazu Bay-I

On Population Analysis by De Lury's Method

Masatosi SINODA, Masamu FUJIWARA  
and Jun NISHIOKA

#### Synopsis

Estimations of population size and catchability of *Fulvia mutica* (REEVE) were made through the De Lury's method using the daily catch statistics during the six fishing seasons, 1977~1982. A highly significant correlation could be obtained between  $C_t$  and  $K_t$  in the method, and the catchability ( $k$ ) was estimated as  $0.372 \times 10^{-3}$  to  $2.51 \times 10^{-3}$  boat·day<sup>-1</sup>. The values of  $k$  apparently increased with the decrease of population size, however when we consider the area of influence of the gear during the season, this discrepancy could be attributed to the differences in the annual effective area covered by the gear. Consequently values of  $k$  could be evaluated to be proportional to the population size, or catch amount.

In practice, it was observed that the area covered by the gear was very small at the beginning of fishing season or in the larger population size, and with decrease of catch the area increased. Namely, the catchability estimated by De Lury's method should be standardized by the area of influence of the exploitation, even if the fishing power was constant. This correction could make the relationship between the left abundance of shell population in a given season and the catch in 2 years later.

資源特性値のうちでも、漁獲率あるいは漁具効率に特に重要な意味をもっている。しかし、これらの値を正確に知ることは必ずしも簡単なことではない。漁獲統計からの推定、標識放流による推定、あるいは直接的な方法として、任意水域での試験操業による推定方法がある。いずれの方法にも一長一短はあるが、大切な事は仮定を設ける際にはできるだけ漁業の実態を考慮しなくてはならないことである。

宮津湾のトリガイ漁業は、夏期（7月初旬～8月中旬）を漁期とするが、その生産量の豊凶の差は著しい。漁獲が開始される7月初旬には、一曳網当りの漁獲個数から、その年の豊凶が判断される。資源保護の立場から、一隻による一日当りの漁獲個数が漁業者の自主規制

によって調整される。この規制の下で、資源は短期間に集中した間引きを受ける。トリガイの漁獲統計資料を De Lury の方法で解析すると、CPUE の著しい減少から、資源への漁獲の影響が把握される。しかし、CPUE の変動は資源量の指数として有効ではあるが、努力量が資源への漁獲の影響を実質的与えている量でなくてはならない。このトリガイ資源解析に用いた努力量は一日当りの出漁隻数であるため、漁獲の資源への効果を検討するには不十分であり、解析結果は漁業の実態に似わない。その理由の一つは、De Lury の方法で推定される漁獲効率  $k$  に、漁具が資源に直接与えた要因が含まれていないためであろう。考えられる重要な要因として、漁具が影響を与えた面積を取りあげ検討した。

この研究を進めるに当り、資料の収集や整理に多大の労力と努力を払われた関係漁業協同組合の各位に対して謝意を表す。また、研究の進展に種々のご配慮をいただいた京都府立海洋センター所長 塩川 司博士に対し心から御礼申し上げる。レーダー観測作業には、調査船「みさき丸」の乗船員各位が多大なご協力を惜しまれなかった。

### 材料と方法

短い期間に集中して漁獲される個体群に対しては、De Lury (1951)の方法を用いることによって、その資源量の減少の様子が良く把握される。De Lury の式、

$$C_t = kN_0 - kK_t \quad (1)$$

において、 $C_t$  は単位努力当り漁獲量、 $K_t$  は累積漁獲量、 $k$  は漁獲率、 $N_0$  は時間  $t=0$  の時の資源量である。宮津漁業協同組合が昭和52年から昭和57年までに記録したトリガイ漁獲量は、日別一隻当りのトリガイ個数である。したがって、上式から推定される  $k$  の値は、一日一

隻による漁獲量の資源量に対する割合である。この値の単位は、 $\text{boat} \cdot \text{day}^{-1}$  で表現する。

$C_t$  と  $K_t$  とをプロットすると、特定のトリガイの群を間引いている期間は、一つの直線関係が成り立つ。しかし、その群をかなり獲りつくすと、別の漁場に間引きの移動があり、あたかも資源の加入があったかのように、直線関係が成り立たなくなる。この解析では、宮津湾のトリガイ個体群は閉鎖された一つの資源として取り扱うため、漁期開始から終了までの間に一つの直線関係が成立するものとした。

$k$  の値を検討するのに必要な漁場の広さ、あるいは操業している漁船の宮津湾内での分散状態を調査船「みさき丸」でレーダー観測し、記録した。特に、この観測では、漁期が始って漁船がトリガイの分布量が多い水域に集中している状態と、それ以後漁期終了に向けて漁場が移動する状態に注目した。レーダー観測は、漁期初めの7月3日、中期の7月15日、終了日に近い7月27日の各々午前10時前後に行われた。観測範囲は、操業船が全て

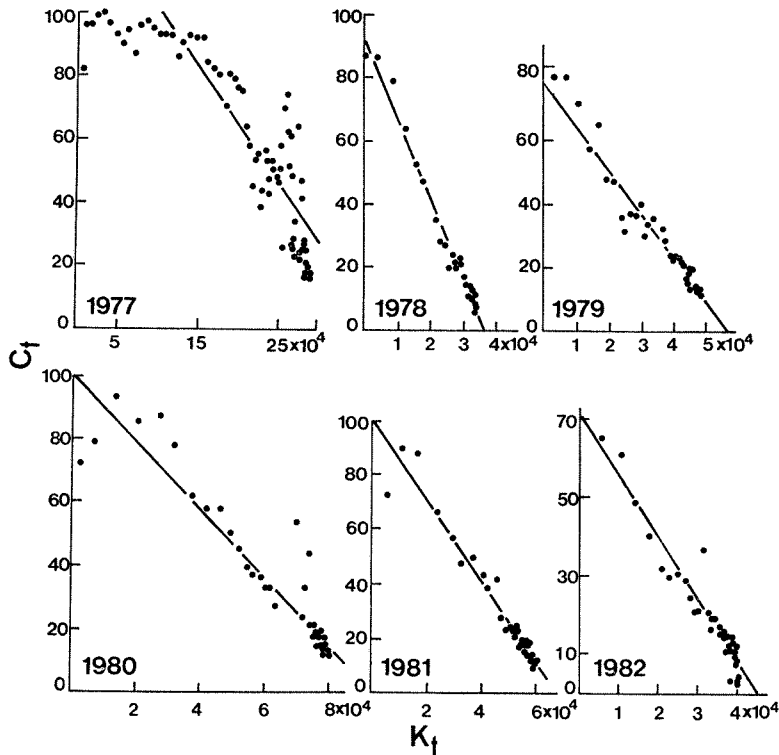


Fig. 1 The relationship between catch unit of effort ( $C_t$ ) in numbers of cookles per boat·day and accumulative catch ( $K_t$ ) in Miyazu Bay from 1977 to 1982.

Table 1 Estimated population size in numbers of cockles and catchability based on De Lury's method, and the left abundance of population  $(1-C/N_0)$

Year	Catch in Number ( $C$ )	Population Size in Number ( $N_0$ )	$(1-C/N_0)$	Catchability ( $k$ , boat·day <sup>-1</sup> ) × 10 <sup>3</sup>
1977	288,791	373,749	0.227	0.372
1978	33,650	36,517	0.078	2.51
1979	48,943	57,060	0.142	1.36
1980	79,901	94,208	0.152	1.06
1981	58,722	67,038	0.124	1.48
1982	39,600	44,799	0.116	1.60

記録されるように、2マイルとした。

結 果

昭和52年以降の毎年の漁期において、 $C_t$ と $K_t$ はDe Luryの式を良く満足し、 $N_0$ および $k$ を推定することができた (Fig. 1, Table 1)。漁獲量が多い年には、総漁獲量の40~50%が水揚される期間、 $C_t$ の減少は著しくない。しかし、 $50 \times 10^3$ 個以下の低い漁獲量の年には、漁獲開始と同時に $C_t$ は減少する。漁獲は $C_t=10$ に近くなる所まで続く。

漁獲開始時 ( $t=0$ )の資源量 ( $N_0$ )から総漁獲量を引くと、その量は毎年の獲り残り資源量である。それを $(1-C_t/N_0)$ で表わすと、0.078~0.227の範囲にあった。すなわち、漁期終了の時には、 $N_0$ の約10%~20%を残す状態で漁獲される。この獲り残り率  $(1-C_t/N_0)$ は

総漁獲量の低い年度ほど小さく、また  $(1-C_t/N_0)$  は  $k$  の値に反比例する (Fig. 2)。 $N_0$  が低いと強い漁獲を資源が受けたかのように理解されるが、 $k$  の値は次の式で定義される (Sinoda, 1968) ので、個体群が実質の漁獲によって受けた減耗は年々一定であろう。

$$k = \frac{r \cdot a}{R \cdot A} \tag{2}$$

ここで、 $R$  : 漁具の影響を受けた面積の中にいた生物量、 $r$  : 一回の操業による  $R$  中からの漁獲量、 $A$  : 漁具が影響を与えた面積、 $a$  : 一回の操業によって漁具の影響を受けた面積。

昭和52年~57年の間には、トリガイ曳の漁具規格は変わっていないので、 $r/R$  (gear efficiency, Sanders and Morgan, 1976) と  $a$  は一定であると考えてよいであろう。すなわち、 $a \frac{r}{R}$  漁獲強度 (fishing power, Sanders and Morgan, 1976) によって、Fig. 2の傾向は説明できない。おそらく、年ごとに漁具が影響を与えた面積  $A$ 、

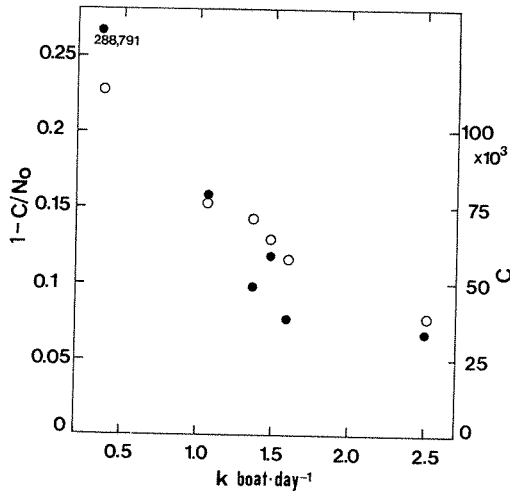


Fig. 2 The relationships between  $(1-C/N_0)$ ,  $C$  in numbers of cockles, and  $k$  in boat·day<sup>-1</sup>. Open circles indicate  $(1-C/N_0)$ , closed circles indicate  $C$ .

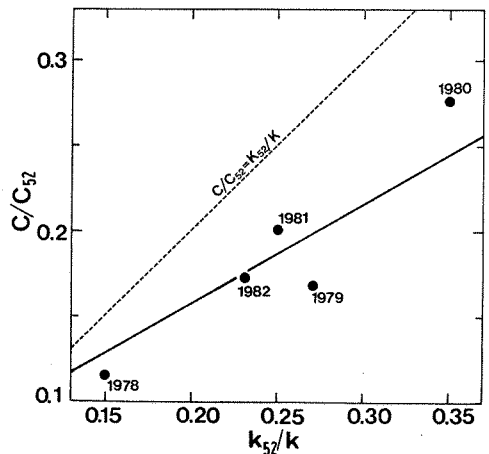


Fig. 3 The relationship between  $C/C_{52}$  and  $k/k_{52}$ .  $C_{52}$  and  $k_{52}$  indicate catch and catchability in 1977, respectively.

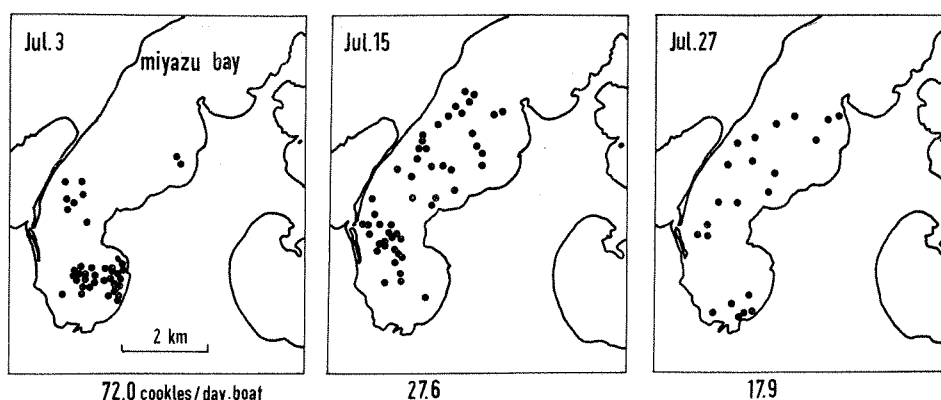


Fig. 4 The distributions of fishing vessels in 1982s fishing season.

が変化して、 $k$  の値が  $0.372 \sim 2.51 \text{ boat} \cdot \text{day}^{-1}$  となり、資源への漁獲の影響が毎年ことなっていたようである。最も漁獲量が多かった昭和52年を標準にして、毎年の  $A$  の相対値 ( $k_{52}/k$ ) と漁獲量の相対値 ( $C/C_{52}$ ) との関係を図. 3 に示した。この図において、 $k_{52}$  と  $C_{52}$  とは昭和52年の  $k$  および  $C$  の値である。漁獲量が  $40 \times 10^3 \sim 50 \times 10^3$  の年には、 $k_{52}/k$  は 0.25 の周辺にあり、漁獲量が多かった昭和52年の  $A$  の値の 1/4 程度であった。

一日一隻当りの漁獲量が約70個以上ある間は、漁船が特定の狭い水域に集中して操業する。漁期の終りに近くなると、特定水域に限らないで、漁船は宮津湾の広い水域に分散する。また、トリガイが大発生的に増加した昭和52年度には、漁場は限られた水域であった。昭和57年における漁期初めから終了期にかけて、漁船が使った水域の様子を図. 4 に示した。漁期初めの7月3日には湾奥水域に漁船は集中するが、以後分散した。したがって、漁具が影響を与えた面積  $A$  は漁獲量に比列したが (Fig. 3)、実際漁船が分散して使用した水域面積が広がったのではなくて、一日一隻が70個程度に減少する間に集中して掃過した面積が増加したと思われる。

ところで、Fig. 3 に示す直線は  $C/C_{52} = k_{52}/k$  の場合であるが、実測値は当然のことながらこの直線上には分布しない。実測値は直線関係で近似でき、その勾配は 0.64 であった。この値は、トリガイ個体群に与える漁獲の強度を意味する。すなわち、漁獲量は漁具が影響した面積に比列して増加し、その増加率は昭和52年の漁獲強度に対する相対値として 0.64 であった。100 の漁獲強度に対して、漁獲量は 64% の増加が見込まれることになる。ここでの漁獲強度とは、 $A$  の値であり、曳網回数に比列する。

## 論 議

De Lury の方法で求められる  $k$  の値は、漁獲量あるいは獲り残し量の少ない漁期ほど大きく推定された。一見資源管理の面からは問題があるかのように考えられる。同様の傾向は、伊勢湾のイカナゴ漁業においても認められる (名越・神田, 1979)。しかしながら、個体群への漁獲による実質の影響は  $k$  の値に漁具による影響を考慮することによって評価されるべきである。 $C_t$  と  $K_t$  の直線関係から推定される漁獲率  $k$  は見掛けの値である。 $k$  を真の値とするには、曳網等で生物が間引かれる場合であれば、漁期中の延掃過面積が求められていないとはならない。

Gulland (1969) と Sanders and Morgan (1976) は漁獲の強さを表現する方法を定義する中で、漁獲効率 catchability coefficient,  $q$  を次のように整理している。すなわち、

$$r = qr'$$

ここで、 $r$  は漁獲強度 fishing power,  $r'$  は相対漁獲強度 relative fishing power である。 $r'$  は特定の漁船または漁具の  $r$  に対する相対値として用いる (Gulland, 1956; Robson, 1966) が、漁具規格 (馬力数、曳網面積等) によって決められる。したがって、 $q$  の値は単位の漁具規格あるいは漁具性能当りの間引き効率である。この意味において、De Lury の方法で求まる  $k$  の値と同義である。

Table 1 に示す獲り残し率 ( $1 - C/N_0$ ) は数年後の漁獲量と相関があるか検討してみたい。獲り残した年度によって、漁獲の影響を受けた個体群の割合 (利用度) が異なったので、 $(1 - C/N_0)$  は年々の  $k_{52}/k$  によって補正することとする。また、漁獲の対象となっているトリガイ

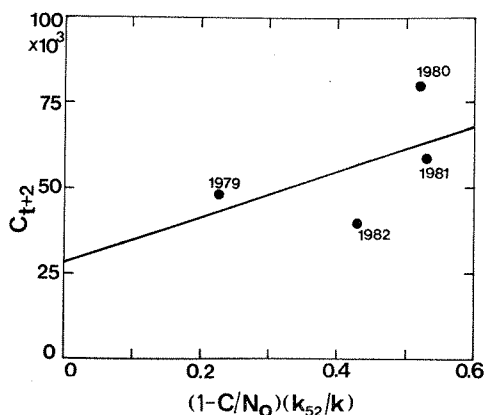


Fig. 5 The relationship between left abundance of population in relative amount and catch in 2 years later.

個体群は生後1.5~2.0年経った群であるから(未発表)、獲り残し年度( $T$ )の2年の漁獲量  $C_{T+2}$  と任意の年の相対獲り残し量  $(1-C_T/N_0)(k_{52}/k_T)$  とを相関させた。Fig. 5 に示すように、概ね両者の間に正の相関が認められるが、相関係数(0.534)は低い。この図において、 $(1-C_T/N_0)(k_{52}/k_T)=0$  で  $C_{T+2}=28 \times 10^3$  である。この直線は、漁期初めの資源量  $N_0$  を見掛け上獲り尽した状態であっても、2年後には  $28 \times 10^3$  個のトリガイが残存することを示す。トリガイ曳による資源の利用度が、

Fig. 5 に示す傾向を今後の資料によっても認められるのであれば、ここで推定された直線は有効な意味を持つであろう。

## 文 献

- De Lury, D. B. 1951. On the planning of experiments for the estimation of fish population. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 8(4): 281~307.
- Gulland, J. A. 1956. On the fishing effort in English demersal fisheries. *Fish. Invest., Lond.*, ser. 2, 20(5): 41 pp.
- Gulland, J. A. 1969. Manual of methods for fish stock assessment. Part 1. Fish population analysis. *FAO Man. Fish. Sci.*, 4: 44 pp.
- 名越 誠・神田 猛. 1979. 伊勢湾におけるイカナゴ個体群の研究—II. 資源量および漁獲死亡率の推定. *三重大水産研報*, 6: 65~72.
- Robson, D. S. 1966. Estimation of the relative fishing power of individual ships. *Res. Bull. int. Comm NW Atlant. Fish.*, 3: 5~14.
- Sanders, M. J. and A. J. Morgan. 1976. Fishing power, fishing effort, density, fishing intensity and fishing mortality. *J. Cons. int. Explor. Mer*, 37(1): 36~40.
- Sinoda, M. 1968. Studies on the fishery of Zuwai crab in the Japan Sea—III. Rate of exploitation and efficiency of seining operation. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 34(5): 391~394.