航空観察によつて得られた流れ藻量からモジャコ 資源量を推定する 1 つの試み—IV.

モジャコの漁獲率*

三 谷 文 夫

(1967 年 12 月 12 日受理)

An Attempt to Estimate the Population Size of the "Mojako", the Juvenile of the Yellowtail, from the Amount of the Floating Seaweeds, Based on the Observations Made by Means of Aeroplane and Vessels—IV.

Rate of Exploitation of the "Mojako"

Fumio MITANI**

The present paper deals with the rate of exploitation of the "mojako", the juvenile of the yellowtail, *Seriola quinqueradiata* TEMMINCK et SCHLEGEL, in the sea west off Kyushu based on the investigations for the purpose of an assessment of the effect of fishing the "mojako" on the maintenance of yellowtail stock. The investigations under report were carried out during the period from the end of May to the middle of June, 1965.

The methods of survey are the same as those of the 1964-survey, and the details were already given in the previous papers (References 1), 2), and 3)). Dates and areas of the surveys in 1965 are shown in Table 1 and Figs. 1 and 2.

The results obtained are summarized as follows:

1) The floating seaweeds are for the most part found in the waters within 50 km from the coast (Fig. 6).

2) From the aerial observations, the amount (A) of floating seaweeds is estimated a total of about 530,000 m² in area or 4,000 metric tons in weight (Table 3).

3) Population size (N) of the "mojako" is computed to be about 5,000,000 fish in number in total through the equation of $N=d \times A$, where d is the density (in number) of the "mojako" per 1 m² of floating seaweeds (Table 3).

4) The rate of exploitation (E) of the "mojako" for the season is calculated at 4.8% for the mid-waters off Kyushu (III in Fig. 6), at 3.6% for the northwestern waters off Kyushu (II in Fig. 6) and at 15.2% for the waters off Yamaguchi Prefecture (I in Fig. 6), while 11.9% for the through waters west of Kyushu, by the equation of $E_i=C_i/N_i$, where C_i is the commercial catch in number from fishing grounds of the "mojako" (Table 4).

九州西海域から山陰沖へかけてのいわゆる西日本海域からのモジャコの採捕量は九州東岸域や四国沖を中心とする太平洋南海域からのそれに比べると極めて少ない。すなわち、1963 年から 1967 年までの最近 5 カ

* 昭和 41 年度日本水産学会秋季大会 (1966 年 10 月 9 日, 福山) にて発表。

西海区水産研究所業績 第 219 号

Contribution from the Seikai Regional Fisheries Research Laboratory, No. 219.

** 東海区水産研究所 (Tokai Regional Fisheries Research Laboratory, Kachidoki 5-5-1, Chuo-ku, Tokyo.)

年間における西日本海域からのモジャコの採捕量は毎年約 33 万尾 (1966 年)~60 万尾 (1965 年) で、太平洋南海域のその数%に過ぎない。いっぽう、この海域からの目標採捕尾数はその需要状況から考えて 100 万~150 万尾であるといわれているが、この目標は 1967 年現在までまだ達成されることがない。

それゆえ、西日本海域から果して 100 万尾以上の採捕が可能であるかどうか、また、それが達成された場合、ブリ資源保持の立場からみて 100 万尾以上の採捕が容認されるものであるかどうかということについていろいろと論議がかわされている。そこで、これらの問題解決の手がかりを得るために、1964 年に引き続いて 1965 年 5 月にも航空機による流れ藻量の調査と船舶による流れ藻へのモジャコの付随密度の調査とを行なつて、流れ藻に付いているモジャコの資源量を推算した。そして、さらに、モジャコの採捕尾数に関する資料を収集して、1965 年 5 月中旬から 6 月中旬にかけての約 1 カ月間に西日本海域に来遊したモジャコ資源に対する漁獲率の推定を試みた。

これらの調査を行なうに当つては 1964 年の場合とほとんど全く同じ各種機関、飛行機、船舶および多くの方々のお世話になつた。それら関係者各位、とくに、佐賀県水産試験場および鹿児島県水産試験場の調査船担当の方々に対し、心から厚く御礼申しあげる。また、西海区水産研究所日笠七郎所長には調査の充実、進展に格別のご配慮をいただき、かつ、論文発表の機会を与えられた。さらに、この報告のとりまとめに当つては池末弥前沿岸資源部長 (現真珠研究所長) および堀田秀之浮魚資源部長ならびに浮魚資源部の各位から種々貴重なご意見・ご教示を得、とくに、近藤正人、庄島洋一両技官からは文献や資料について種々の便宜を得た。また、水産航空株式会社からは小川義司氏の撮影にかかる貴重な写真の提供を受けた (Fig. 7)。これらの方々に対し、深甚の謝意を表するものである。最後に、この報文をご校閲いただいた下村敏正海洋部長および真道重明底魚資源部長に謹んで深謝の意を表する。

調査方法の概要

調査の前提・考え方および方法はほとんどすべて 1964 年の場合と同様で¹⁻³⁾、飛行機と船舶の調査行動の概要は Table 1 に示されているとおりである。

Table 1. Date and area covered by survey flight and cruise for survey of floating seaweeds in the sea west of Kyushu, 1965.

Vessel or aeroplane	CESSNA-182 (Fishery Aviation Co., Ltd.)	Kagami (Saga Pref. Fish. Exp. St.)	Shonan-maru (Kagoshima Pref. Fish. Exp. St.)
Date	17 and 18 May	11 to 17 May	11 to 20 May
Area	Tsushima Is., Iki I. Goto Is., Koshiki Is. Amakusa-nada	Tsushima Is. Iki I.	Goto Is. Koshiki Is. Amakusa-nada

このうち、飛行コースについては 1964 年には不規則であつたが、1965 年には Fig. 1 の左図に示されているように、コース間隔約 20 km の規則正しいジグザグ・コースがとられた。

使用機種は CESSNA-182 型 (SKYLANE, 水産航空株式会社所有) で、飛行高度は 1964 年の場合と同様 457 m (1,500 フィート)、飛行速力 176~213 km/h、平均 191 km/h (95~115 ノット、平均 103 ノット)、飛行時間は合計 13 時間 37 分、全飛行距離は約 2,158 km (約 1,165 海里) である。そのうち、陸上部分を除いた海上部分は約 1,911 km (約 1,032 海里) である。したがつて、重複した部分を考慮すると、実際の観測海面は 3,822 km² (約 1,112 海里²)* である。機上からは流れ藻をはじめ、海面上に見られる各種の現象や生物の撮影・記録がとられたことも 1964 年の場合と同様である。また、佐賀県水産試験場調査船「かがみ」および鹿児島県水産試験場調査船「照南丸」による調査航跡は Fig. 1 の右図に示されているとおりである。さらに、両調査船による流れ藻の採集およびモジャコの採捕状況は Fig. 2 および 3 にそれぞ

* 今回は目測範囲を 2 km として計算した。詳細は論議の項を参照。

Fig. 1. Survey area covered by the 1965 investigations.

Left: Flight track of the CESSNA-182 for the census of floating seaweeds. The tracks above the sea were designed to be apart 20 km each other. Right: Cruise track and sampling stations (open circle) of floating seaweeds on board the research boats "Kagami" and "Shonan-Maru".

Fig. 2. Frequency distribution of "mojako" catch in number per unit operation. A: Samples collected by the "Kagami"; B: The same by the "Shonan-Maru". (n = number of operation)

Fig. 3. Frequency distribution of total length of "mojako" by sampling locality on the basis of collections by the "Kagami" and "Shonan-Maru".

れ示されている。

すなわち、「かがみ」による九州北西域ならびに照南丸による九州西海中・南部域でそれぞれ73個および118個の流れ藻が調査された。そのうち、モジャコが1尾でも付いていた流れ藻は「かがみ」では24個(約33%)と照南丸では82個(約70%)である(Fig. 2)。採集されたモジャコは「かがみ」では123尾、照南丸では3,619尾で、その体長範囲は「かがみ」による九州北西域では19.5~116.8 mm(モードは40~50 mm 台)、照南丸による九州西海中・南部域では20.0~160.0 mm(モードは30~40 mm 台)である(Fig. 3)。これからみると、九州北西域からのものは最大体長では九州西海中・南部域からのものよりも小さいが、モードでは前者は後者よりも僅かに大きい。

モジャコの漁況

九州西岸域へのモジャコの加入機構 モジャコ漁獲量の豊凶は年によつてはげしく変動し、あまり安定していない。ことに九州西岸域では太平洋側に比べてそれが甚しいように思われる。これは産卵場からの漁場への加入がその年の、しかも、ごく限られた時期における海況の変動に極めて大きく左右されるからであろう。したがつて、モジャコの漁獲率を求める前提の1つとして九州西岸域へのモジャコの来遊・加入機構をまず知らなければならない。

ブリは主として東シナ海中部の大陸だな縁辺域ならびに薩南海域から九州西海中・南部域へかけての広い海域で産卵するものと思われる^{4,5)}。この広大な産卵海域のうち、少なくとも九州西海中中部域(ほぼ男女群島あたり)で産卵・ふ化したものが九州西岸域へ来遊してくるモジャコの1つの有力な加入源であることはほぼ認められている事実である。そして、さらに、九州近海における黒潮ならびに対馬暖流および九州西海沿岸水の消長やその流動状況から推察して、上記の海域以外にも、薩南海域や東シナ海中部の大陸だな縁辺域で産卵・ふ化したものの1部が九州西岸域へも輸送されて加入してくることはほぼ確かなように思われる。そして、その加入の仕方については基本的には次のように考えられる。

九州近海では冬季から春季にかけて北西の風が強く、表層流は南東流して大隅海峡に向かう傾向が強いことが海流びん調査^{6,7)}や流れ藻の標識放流調査の諸結果^{8~10)}から推察される。したがつて、早春3,4月ごろに九州西岸域の南半分(大体、甌列島以南から薩南諸島にかけての海域)で発見されるモジャコ群は南東流に伴われ、大隅海峡を経て太平洋側へ流出する可能性が強い。いつぼう、4,5月ごろ九州西海中中部以北(大体、天草灘ないし五島列島以北)の海域で産卵・ふ化したものは対馬暖流縁辺の渦流に伴われて北流し、日本海へ入るものと考えられる。その速さは流れ藻の標識放流結果からみると⁸⁾、5,6月における最も速い例では1日平均約24 km(約13海里)であるが、一般には1日平均約10 km(約6海里)ぐらいである。そうすると、1つの流れ藻が鹿児島県沖合から山口県沖合(流れ藻に付随したモジャコは山陰中部以北でも引き続いて出現するが、その量は非常に少ない。したがつて、モジャコ採りの対象になるのは大体山口県沖までとみてさしかえなからう)に達するには、その間の距離が約300 kmであるから、約1ヵ月かかることになる。すなわち、モジャコはこれらの流れ藻とともに大体において南から北へ移動し、その間にモジャコ採りの対象となつて順次間引かれてゆくものと思われる。

以上が九州西岸域へのモジャコの基本的な加入機構であるが、細部についてはもう少し複雑な現象が認められる。九州西海域における海水の流動状況をみると、天草灘や五島灘を北上して五島列島と平戸島との間の水道や平戸瀬戸を流過する海流の勢力は比較的弱いので、五島灘や天草灘では流れ藻が滞留する傾向にある。しかも、対馬暖流の主流は五島列島西側を北上してその勢力は天草灘や五島灘を北上するものよりはるかに強い^{6,7,11)}。

以上のことをモジャコの加入機構との関連で考えると、流れ藻の漂流方向は長期的にはこれらの海流に最も強く左右されるものと思われるから(数時間~1,2日間の漂流方向は風向に強く影響されることがある)、九州北西域へも五島灘以南の中南部域で間引かれることなく、五島列島の西沖を流過して加入してくる処女的なモジャコ群の来遊が充分に考えられる。しかし、山口県以北の日本海へは処女的資源の加入はほとんど

Fig. 4. The surface current of the East China Sea during the period from April 27 to May 18, 1965. (Source of GEK measurement data: Nagasaki Marine Observatory, 1965⁽¹¹⁾)

考えられず、これより以南の漁場で間引かれた残余のものがすべて流入するものと思われる。

このような背景のもとに、1965 年における海況とモジャコ漁況をみると、次のようになっている。Fig. 4 は 1965 年 4、5 月における東シナ海の表層流を示したものである。

また、Fig. 5 は 1965 年 5 月に西海区水産研究所によって行なわれた流れ藻の標識放流の再捕結果を示したものである。

いつぼう、1965 年における九州西海域でのモジャコ漁業は例年よりも約 1 カ月遅れて 5 月中旬から始まり、6 月中旬には終つて、けつきよく、ほぼ平年並みであつた。その年のモジャコの出現状況を見ると、対馬周辺と五島灘と天草灘とにほとんど同時に出現しているが、Fig. 3 に見られるように、魚体はそのモードにおいて北からのものの方が南からのものよりも約 1 cm ほどこいだが、最大体長においてはむしろ南のものの方が大きかつたりして、魚体は必ずしも南から北へ地理的傾斜をなして大きくはなっていない。

このように、海況やモジャコの漁場別出現傾向からみて、1965 年における九州西海域のモジャコ漁場を Table 2 以下に示されているように、山口県沖・九州北西域・同中部域・同南部域の 4 漁場に分けて取り扱うことにする。

モジャコの漁獲状況 1965 年漁期におけるモジャコの採捕尾数を前記 4 漁場別漁期別に表示したものが Table 2 である。ただし、Table 2 では 100 尾未満は 4 捨 5 入してある（鹿児島県沖での 5 月上旬の

Fig. 5. Result of a tagging experiment of floating seaweeds carried out in May, 1965. (Source of data: Seikai Regional Fisheries Research Laboratory, 1965⁽¹⁰⁾)

Numerals in open circle indicates total number of cards tagged on floating seaweeds. (Each cluster of floating seaweeds was generally tagged with three cards.) Numeral in parenthesis denotes the number of days from release to recovery. Broken and unbroken lines both show presumed paths of drifting of seaweed, but the former indicates the recovery of cards detached from seaweeds.

Table 2. Commercial catch of the “mojako” in number from the sea west of Kyushu. Approximate geographical positions corresponding to areal number in the table are shown in Fig. 6.

Fishing area	Fishing period	1 to 10 May	11 to 20 May	18 to 31 May	1 to 10 June	11 to 18 June	Total
I. off Yamaguchi Pref.		—	—	—	222,700	73,500	296,200
II. off northwest of Kyushu		—	—	95,000*	—	—	95,000
III. off mid-Kyushu		—	—	206,000*	—	—	206,000
IV. off south of Kyushu	off Kumamoto Pref. off Kagoshima Pref.	— (40)	100 300	— —	— —	— —	400
Total							597,600

40 尾は実数)。また、北西域からの 95,000 尾および中部域からの 206,000 尾は放養尾数からの推算値で、採捕から放養にいたるまでの間の共食いその他による減耗を 40% とみなして逆算した値である。また、鹿児島湾内を中心として鹿児島近海で採捕された約 52 万尾はこの中に含まれていない。いずれにしても、九州西海域からの合計 597,000 尾は、過去 5 カ年では前にも述べたように一応平年並みのものである。

流れ藻の分布状況

流れ藻の集積場所 機上から観測された流れ藻の分布状況を示したものが Fig. 6 で、流れ藻の集積しやすい場所は 1964 年の場合¹⁾ とほとんど同様である。

けつきよく、1964, 1965 年の 2 カ年を通じて明らかになつたことは、流れ藻は九州本土側にしろ、また、対馬・五島などの離島側にしろ、それらの極く沿岸域（大部分は距離 50 km 以内）で多く発見され、沖合域（距岸 90~110 km 以遠）ではほとんど見出されなかつたことである。

流れ藻の浮漂量 機上から観察される流れ藻の大きさに対するおよその認識を得るために、すでに大きさのわかっている物体との比較をまず試みた。その対象として日ごろ見なれている西海区水産研究所およびその周囲の施設・建物を選ぶことにし、流れ藻観察飛行の場合と等しい高度から観察・撮影したものが Fig. 7 の A である。Fig. 7 の B と C は 1965 年に観測された流れ藻のうちで最大級のものの数例を建物と比較して示したものであり、D, E および F は集積状況の代表的な数例、たとえば、密集して塊状になつていたり、数条の slicks に沿って分布していたり、比較的点在していたりする状況を図示したものである。

Fig. 6. Distribution of floating seaweeds in the sea west of Kyushu in May 17 and 18, 1965. Prepared from the aerial observation for the most part.

Fig. 7. Some examples of aerial photographs taken in the 1965 survey.

A: The building of the Seikai Regional Fisheries Research Laboratory (L).

This was shown here for comparison of dimension between buildings and seaweeds shown in other photographs.

B: At off the Aka-shima of the Tsushima Islands; 12^h15^m, May 17.

C: At 15 miles SE off the Fukue-shima of Goto Islands; 11^h17^m, May 18.

D: At 8 miles E off the Kamikoshiki-shima of Koshiki Islands; 16^h07^m, May 18.

E: At off Mie-saki, Nagasaki Prefecture; 11^h48^m, May 18.

F: At off the northwestern tip of the Shimokoshiki-shima of Koshiki Islands; 15^h36^m, May 18.

All of the photographs were taken at 1,500 feet (about 457 m) in altitude by Mr. Yoshiji OGAWA, the Fishery Aviation Co., Ltd., Tokyo.

Table 3. Estimated population size of the "mojako" in the sea west of Kyushu in May, 1965. Data relevant to Area I was not available.

Item Fishing area	Samples obtained by vessels			Samples and estimates obtained by aeroplane			Population size of "mojako" $N_i = d_i \times A_i$
	Amount of floating seaweeds (m ²)	Catch in number of "mojako"	No. of "mojako" per 1m ² of floating seaweeds, d_i	Observed amount of floating seaweeds	Estimated amount of floating seaweeds		
					Area (m ²), A_i	Weight (ton)	
II. off north-west of Kyushu	140	151	1.1	17,835	$17,835 \times 10^* = 178,350$	$7.89 \times 178,350 = 1,407$	$1.1 \times 178,350 = 196,200$
III. off mid-Kyushu	429	6,546	15.3	21,770	$21,770 \times 10 = 217,700$	$7.89 \times 217,700 = 1,717$	$15.3 \times 217,700 = 3,330,800$
IV. off south of Kyushu	185	2,051	11.1	13,150	$13,150 \times 10 = 131,500$	$7.89 \times 131,500 = 1,038$	$11.1 \times 131,500 = 1,459,700$
Total	754	8,748	—	52,755	$52,755 \times 10 = 527,550$	$7.89 \times 527,550 = 4,162$	4,986,700

* 飛行機からの目測範囲を今回は片側 1 km, 西側で 2 km としたので, 目測量を 10 倍して (コース幅 20 km/目測幅 2 km=10), 推定量とした。なお, 詳細については論議の項を参照。

A と B, C を対比すると、流れ藻のうちで大きなものではふつうの民家の屋根よりもさらに大きいことがわかり、大きさの大体の見当がつくであろう。

このような写真と観測記録とに基づいて集計された流れ藻の浮漂量は Table 3 に示されているとおりで、九州北西域では約 18 万 m^2 あるいは約 1,400 トン、同中部域では約 22 万 m^2 あるいは約 1,700 トン、同南部域では約 13 万 m^2 あるいは約 1,000 トンで、九州西岸全域では約 53 万 m^2 、重さにして約 4,000 トンと推定される。これを仮りに 1 カ所に集めて敷きつめると、約 700 m 平方の広さになる。

流れ藻に付いているモジャコの資源量

飛行機によつて観測された流れ藻の浮漂量 ($A_i \text{ m}^2$) と調査船によつて知られたモジャコの流れ藻への付随密度 ($d_i \text{ 尾/m}^2$) とから、九州西海域へ漂流してきて流れ藻に付いていたモジャコの資源量 ($N_i = d_i \times A_i$) は Table 3 の最右端に示されているとおりで、九州北西域で約 20 万尾、同中部域で約 333 万尾、同南部域で約 146 万尾、九州西海域全体の合計は約 500 万尾と推定される。

なお、Table 3 を見ると、流れ藻 1 m^2 当りモジャコの付随密度が九州北西域で極めて小さい。その理由は、1965 年におけるモジャコの漁期が 1 カ月近くも遅れていたため、この調査の行なわれた 5 月中旬には北西域へまだモジャコが充分回遊していなかったためと思われる。

モジャコの漁獲率の推定

漁場からの逸散・共食い・他の生物による捕食、その他もろもろの要因をも含めた自然死亡は多くの成魚資源ではほぼ一定とみなされることが多い。しかし、モジャコでは年により、漁期の前半と後半により、来遊資源量の大小・密度により、また、漁場によつて、自然死亡の程度には非常に大きな変動が認められる。このことは太平洋南海域で行なわれたモジャコの標識放流試験や流れ藻の標識放流試験の結果から推定されたモジャコの諸種の資源特性値にも示されている^{5,12)}。1965 年の九州西海域ではモジャコの体長が比較的小さく、かつ、揃つており、短い期間に集中的に来遊したので、共食いその他による自然死亡の程度は比較的低かつたのではないかと考えられる。そのうち、共食いについては九州西海域の場合には太平洋南海域の場合とかなり事情が異なっているらしく、1 回の摂餌における共食いの出現率は 1963 年の調査では 0.5%、1964 年、1965 年の調査ではいずれも 0.0% となつていて、極めて低い*。太平洋南海域における自然死亡の大部分は共食いによるものとされているから⁵⁾、共食い以外の自然死亡要因、たとえば、他の魚類などに捕食される割合はあまり大きくないものと思われる。しかし、成魚になつてからのそれに比べると、モジャコ期における自然死亡は無視し得ないくらい大きいであろう。そこで、太平洋南海域における諸例を参考にして自然死亡率を仮定し、低い場合には 1 日につき 1%、高い場合には 2% と見積もることとする。

さらに、漁獲率を求めるに当つての第 2 の仮定として、この調査の行なわれた 5 月中旬以後にはこの海域へは新しい資源の加入はなかつたものと仮定する。この仮定は 1965 年におけるモジャコ漁業の実態からみて、そう無理なものではないであろう。

さて、1965 年の九州西岸域および山口県沖におけるモジャコの主漁期は、モジャコ漁況のところでも述べたように、5 月中旬から 6 月中旬までの 4 旬間であつた。この期間における自然死亡は魚体の小さい初漁期ほどはげしく、魚体が成長して次第に大きくなる漁期の終りほどゆるやかになるであろうことは当然推察される。いつぼう、資源保持の立場からみれば、自然死亡の程度はどちらかといえば大き目にとつた方が安全である。以上のような背景と事情を考慮して、5 月下旬～6 月上旬の九州南部域と同中部域における自然死亡率 (D) としては前記の高い場合の方の 2%/日 をとり、九州北西域におけるそれとしては低い場合の方の 1%/日 をとつて、これらの仮定のもとに漁場別・漁期別の漁獲率を求めることにする。

まず、九州西岸南部域におけるモジャコの漁獲尾数は極めて僅少であるから (Table 2)、同漁場の 5 月 1 日～20 日の 2 旬間における漁獲については、ほとんど 0 と考えてよいであろう。そこで、モジャコの漁獲

* 文献 5) の p. 29 参照。この値は安楽正照・畔田正格両技官の調査結果によるものである。

率の計算を 5 月 18 日以降の漁期のものについて行なうことにする。自然死亡はもちろんそこにいた全期間にわたって進行しているものであろうし、漁獲もまたその期間に断続的ながら同時にはたらいっているのが実体であるが、計算を簡単にするために、全漁獲量がその期間の最後になつて瞬間的にあげられたものとする。そうすると、5 月下旬～6 月上旬に中部域でモジャコ採りの対象になつたものは中部域にすでに加入していた 3,330,800 尾と南部域で生き残つて加入してきた $1,459,700 \times 0.615^* = 897,700$ 尾との合計 4,228,500 尾である。また、北西域で対象となつたものは前の場合と同様、すでにそこに加入していた 196,200 尾と中部域からの来遊量との合計である。そして、その来遊量とはそこでの生残量 $4,228,500 \times 0.615^* = 2,600,500$ 尾から漁獲量 206,100 尾を差し引いたものである。6 月上・中旬、山口県沖への加入量は同様に考えて、北西域への加入量からそこでの自然死亡分と漁獲分とを差し引いたもの、すなわち、生残量 $2,590,600 \times 0.786^* = 2,036,200$ 尾から、そこでの漁獲量 95,000 尾を差し引いたものである。以上のような操作を行なつて求められた 1965 年の漁場別漁期別のモジャコの漁獲率が Table 4 に示されている。

Table 4. Calculation of rate of exploitation of the "majako" in the sea west of Kyushu, 1965.

Fishing area \ Fishing period	18 to 31 May	1 to 10 June	11 to 18 June
I. off Yamaguchi Pref.	—	$\frac{222,700 + 73,500}{2,590,600 \times 0.786 - 95,000} = 15.2\%$	—
II. off northwest of Kyushu	$\frac{95,000}{196,200 + 4,228,500 \times 0.615 - 206,100} = 3.6\%$	—	—
III. off mid-Kyushu	$\frac{206,100}{1,459,700 \times 0.615 + 3,330,820} = 4.8\%$	—	—
Total	$\frac{206,100 + 95,000 + 296,200}{4,986,700} = 11.9\%$		

Table 4 を見ると、5 月下旬から 6 月上旬にかけての 24 日間について九州西岸中部域でのモジャコの漁獲率は 4.8%、同北西域では 3.6% と非常に低いが、日本海に入つてからの山口県沖では 6 月上・中旬の 18 日間について 15.2% とやや高くなつてゐる。その理由は、1965 年には漁期が遅れたせいもあつて、後半にモジャコ採りが集中化したことによるものであろう。そして、九州西岸全域をならしてみた場合には 32 日間につき 11.9% とかなり低い値である。

論 議

飛行機からの観測可能範囲をどの程度に見積もるかということはこの調査における重要な問題点の 1 つである。堀田ら¹³⁾によると、高度 400～500 m では海鳥群や魚群はまれには 10 海里 (約 18 km) 遠方のもので発見できるが、普通は 6～7 海里 (約 11～13 km) まだが限度であり、そのうちでも、発見率が最もよいのは片側で 400～600 m の範囲のものであるとしている。また、筆者は第 1 報¹⁾で高度 457 m (1,500 フィート) では視程良好ならば、海面上の浮遊物は 5 海里 (約 9 km) まではその存在が目視でき、潮目や slicks などは 10～15 海里 (約 18～28 km) まで遠望可能であるが、流れ藻の場合、その量まで推測できるのは 3 海里 (約 5.5 km) までであるとした。しかし、流れ藻量の推測範囲について 5.5 km は広過ぎると

$$* N_t = N_0 \cdot S, S = (1 - D)^t$$

ここで、 N_t : t 日後の生残尾数、 N_0 : はじめの資源尾数、 S : 生残率、 D : 1 日当りの自然死亡率、 t : 経過日数。

$$D = 0.020, t = 24 \text{ 日とすれば, } S = 0.615$$

$$D = 0.010, t = 24 \text{ 日とすれば, } S = 0.786$$

いう意見があるので、今回は飛行機からの目測範囲を大体写真の被写範囲とほぼ同じであると考えて、片側 1 km、両側で 2 km と大幅に縮小させた。

そうすると、気象・海象条件は兩年ともほぼ同程度に良好であつたから、もし、今回の基準によつて 1964 年の場合の流れ藻量およびモジャコ資源量を改めて推計し直すと、前者は総計約 142,000 m² あるいは約 1,100 トン、後者は総計約 80 万尾ということになる。そこで、兩年の結果を比較してみると、ほぼ同じ時期において、1965 年の場合の方が 1964 年の場合よりもともに多く、流れ藻の浮漂量については約 3.5 倍、また、モジャコ資源量については約 5.5 倍となつている。この調査の目的の 1 つは短時間に大局を知ることにあるから、推定の結果にあまり高い精度は期待されないけれども、この程度のことは推定できるように思われる。

モジャコは各漁場への来遊群から等しい割合で間引かれるのではなく、場所や時期によつて間引かれる程度にはかなり大きな違いがある。すなわち、漁期中の天候やモジャコの需給状況などによつて、漁獲努力量の配置が大きく影響されるし、また、モジャコが早く出現した年には漁期の初めの方に漁獲が強くはたらし、(その場合、採捕されるモジャコがまだ小さいので、歩留まりが非常に悪いことが資源の有効利用やハマチ養成技術のうえから問題である)、あとの方にはずつと弱くなる。その反対に、モジャコの出現が遅れた年には漁獲努力はあとの群に集中的になつて、漁期の後半に漁獲が強くなる傾向が認められる。したがつて、そういう事情を考えずに機械的に他の海域や他の漁期の場合と比較しても無意味であるが、試みにこれを太平洋南海域の場合^{5,12)}と比較すると、次のようになる。たとえば、1964 年に日向灘で行なわれたモジャコの標識放流試験の結果からではモジャコの漁獲率はモジャコ漁期の前半では 20% 前後で、後半ではもつと低くなることが推定されている。また、1964 年、1965 年に行なわれた流れ藻の標識放流試験の結果からでは漁場に入つてきた流れ藻は少ない場合で 13% 程度、多い場合には 73% 程度もモジャコ採りに利用されており、その利用率はかなり高いことが示唆されている。もちろん、流れ藻の利用率がそのままモジャコの漁獲率になるわけではないが、傾向的な見当はつけられる。

1965 年における九州西海域のモジャコ漁況は漁期が遅れたために 漁期の後半に漁獲が集中した例であつて、5 月下旬以降(特に 6 月に入つてから)の短期間に採捕が集中的に行なわれた。

ところで、この漁獲率はそのところで述べたように、この 1 カ月間には新たな資源の加入はなく、また、漁場からの逸散もないという前提のうえに立つて求められたものである。しかし、これら 2 つの前提のほかにも漁獲率に影響を与える他のいくつかの要因が考えられる。たとえば、資源保持に有利な方の要因としては、さらに利用度の問題がある。流れ藻のあるところがすべてモジャコ漁場になるわけではなく、モジャコ漁場はハマチ養成の根拠地に近いところやモジャコ採捕船の基地に近いところに形成されやすい。したがつて、航空機で観測された流れ藻のすべてがモジャコ採りの対象になるのではなく、その 1 部分がモジャコ漁場に入つてモジャコ採りの対象になるはずである。その利用度は今のところ 1 と仮定しているけれども、実際は 1 よりも小さいに違いない。したがつて、九州西岸域へ来遊した流れ藻のうちで、漁獲の対象にならないものも必ずあるに違いない。

次に、資源保持に不利な方の要因としては自然死亡がここで仮定された程度よりももつと高いかもしれないということとモジャコ採捕尾数がとかく過少に報告されがちであるということとがある。しかも、その報告の中には輸送中の共食いなどによる減耗分が含まれていないことが多い。これらの要因は漁獲率を Table 4 に与えられているものよりももつと高い方へ押し上げるものである。

これら多くの要因のうち、資源保持の立場からみれば、それに悪影響を及ぼす方の要因、すなわち、自然死亡の過少見積もりと採捕尾数の過少報告の方を重くみて、その漁獲率に及ぼす影響を考慮すべきであろう。しかし、実際にはそれを考慮してもそう高い漁獲率になるとは考えられない。加えて、流れ藻以外のところにもモジャコが分布・生息している可能性が充分に考えられるから、1965 年のモジャコの漁獲率がこれよりも著しく高くなる可能性はほとんどないように思われる。

以上のことを総合して考えると、九州西海域におけるモジャコの漁獲率は太平洋南海域におけるそれより

もまだかなり低い水準にあると考えてよいのではなかろうか。

最後に、はじめに述べた九州西海域からの採捕尾数を 100 万尾以上にするものの可能性について触れておきたい。がんらい、モジャコ漁業の豊凶には年変動がはげしく、また、従来のいろいろな調査結果やモジャコ漁業の実態からみると、九州西海域へは毎年 2, 3 群の来遊があるようである。したがって、特に不漁の年でないかぎり、九州西岸域へも数百万尾ぐらゐの来遊が期待されるから、そのうちから 100~150 万尾ぐらゐは採ろうと思えば採れるはずであり、また、ブリ資源に与える影響も太平洋側におけるそれに比べると現状では大したものではないと思われる。それを実際に可能にするかどうかは総資源量のうちどれだけがモジャコ採りの漁場に来遊してくるかという利用度の問題とどれだけ採捕意欲があるかという人間側の問題と漁期中における気象・海象などの自然条件による制約をも含めた漁獲努力量の問題などによることである。

以上 2 カ年にわたる流れ藻の航空調査の結果、毎年 4~6 月のモジャコ採捕漁期にこの種の調査を 3~4 週間ごとに 3~4 回行なえば、九州西海域から日本海へ移送される毎年のモジャコの総資源量がある程度まで推定できることが明らかとなつた。また、もつと実用的には、流れ藻の位置を時々刻々に漁船に連絡することによって、流れ藻探索に費やす漁船の労力を大幅に軽減させることができるであろう。この試みが将来そういう方向へ発展することを期待するものである。

文 献

- 1) 三谷文夫：本誌，31，423~428 (1965).
- 2) 三谷文夫：同誌，31，429~434 (1965).
- 3) 三谷文夫：同誌，31，500~505 (1965).
- 4) 三谷文夫：日本近海のブリ資源，1~39 (1964).
- 5) 東海区水研，ほか 20 機関：モジャコ採捕のブリ資源に及ぼす影響に関する研究報告書，v+99 (1966).
- 6) 辻田時美：対馬暖流開発調査報告書，(1)，13~51 (1958).
- 7) 辻田時美・近藤正人：西水研研報，(21)，29~46 (1961).
- 8) 西海区水研：「モジャコ採捕のブリ資源に及ぼす影響に関する研究」昭和 38 年度中間経過報告，1~30 (とう写印刷) (1963).
- 9) 西海区水研：同上，昭和 39 年度中間経過報告 (1)，1~24 (とう写印刷) (1964).
- 10) 西海区水研：同上，昭和 40 年度経過報告 (1)，1~23 (1965).
- 11) 長崎海洋气象台：第 20 回西日本海洋調査技術連絡会資料，(1)，1~24 (とう写印刷) (1965).
- 12) 浅見忠彦・花岡藤雄・松田星二：モジャコ採捕のブリ資源に及ぼす影響に関する研究，農林水産技術会議研究成果，(30)，1~61 (1967).
- 13) 堀田秀之・福島信一・小達 繁・相沢幸雄：東北水研研報，(19)，49~71 (1961).