

## 新潟県沖合におけるツバイ資源とばい かご網漁業の管理<sup>1)</sup>

加藤 史彦<sup>2)</sup>

### Study on the Management of Basket Trap Fishing of Tsubai-Whelk (*Buccinum tsubai*) at the Fishing Grounds off Niigata, in the Japan Sea

FUMIHIKO KATO<sup>2)</sup>

#### Abstract

A biological study was carried out on the Tsubai-Whelk (*Buccinum tsubai*) using samples obtained at the Niigata Fish Market during the period from January to May in 1970.

The mesh size experiments on basket trap fishing for *B. tsubai* were carried out on the fishing grounds off Niigata and off Kaga, in the Japan Sea, in September and November 1970 and in August 1971.

The results obtained are summarized as follows:

1) The shell height distribution of *B. tsubai* landed by basket trap fishing from the fishing grounds off Niigata, which had already been explored have several modes and bumps. Mean shell height in each year class and age composition are obtained by analysing the shell height distribution by TANAKA's graphical method. Using the WALFORD's finite differences diagram the VON BERTALANFFY growth equation was estimated as follows:

$$l_t = 86.5123 (1 - e^{-0.2474(t-0.0794)})$$

2) With the same procedure as in 1), age composition was obtained by using samples of *B. tsubai* from grounds off Kaga which was an unexplored region for basket trap fishery until September 1971. By comparing the survival rate calculated from the age compositions of *B. tsubai* collected off Niigata and off Kaga, it was found that the instantaneous natural mortality coefficient can be estimated at 0.9281, and the fishing mortality coefficient at 0.9330.

3) The other parameters in *B. tsubai*'s population dynamics were estimated. Utilizing those parameters the yield-per-recruitment for the off Niigata stock of *B. tsubai* was calculated with the possible average age range of first capture and fishing mortality rate.

4) Analysing the results of the mesh size experiment on the basket trap fishery, the relationship between mesh size ( $x$  mm) and 50% selection point of shell height ( $y$  mm) was found to be as

<sup>1)</sup> 本研究の一部は昭和53年10月、日本水産学会秋季大会で発表した。

<sup>2)</sup> 〒951 新潟市水道町1丁目5939—22 日本海区水産研究所  
(Japan Sea Regional Fisheries Research Laboratory, Suido-cho 1 chome, Niigata 951, Japan)

follows:

$$y=0.6667+x$$

5) The isopleth diagram shows that the maximum yield-per-recruitment occurs when the value of the age entry is 2.0 and the value of the fishing coefficient is 1.34. To obtain this yield the mesh size has to be increased from the present 22 or 23 mm to 32 mm. The advantage in yield is expected to be only about 10%, in spite of 40% increase in fishing effort.

The best management in the basket trap fishery for *B. tsubai* can be considered as follows:

- a) Expand the mesh size to a 6 mm larger mesh.
- b) Decrease the fishing effort 10% from the present one.

## I. は し が き

著者は日本海における有用エゾバイ科 (Buccinidae) 貝類, オオエツチュウバイ (*Buccinium tenuissimum*)・カガバイ (*B. bayani*)・ツバイ (*B. tsubai*)・チヂミエゾボラ (*Neptunea constricta*)の分布に関して報告した(加藤 1979)が, その中でばい・えびかご網漁業の歴史についても若干ふれた。すなわち, 富山県・新潟県等の先進地においてはすでにバイ類の漁獲は頭打ちであり, 今後の課題は資源を有効に利用するための漁業管理の樹立にあるといえる。

ここでは上記4種の中では最も小型で, 資源尾数ではバイ類全体の約70%を占めると推定される(加藤 1979)ツバイの成長・生残についてとりまとめるとともに, ばいかご網の目合試験によつて得られた, 本種の有効利用のための適切な網目の大きさに関する検討結果を報告する。

本文に入るに先だち, 資料の収集にご協力いただいた伊東弘主任研究官および八幡徳治船長をはじめとする調査船みずほ丸乗組員の方々に厚くお礼申し上げる。また, 本研究の推進に際して種々ご指導いただいた伊東祐方部長(現・東海区水産研究所)・谷野保夫室長(現・海洋水産資源開発センター)・尾形哲男室長, 本文の校閲をしていただいた浜部基次所長・最首光三資源部長に謝意を表する。

## II. 材料および方法

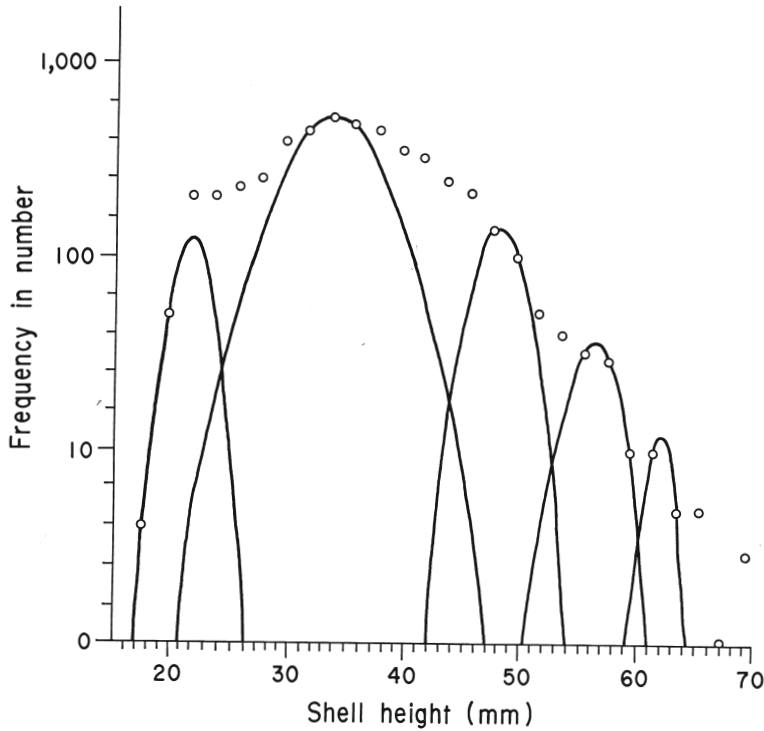
成長等の生物学的知見の蓄積のためには, 1970年1月から5月の間に新潟市漁協に水揚された漁獲物と1970年9, 10月と1971年8月に実施された, 日本海区水産研究所所属みずほ丸(77.93トン)によるばいかご網目合試験において採集されたツバイを標本として用いた。殻の大きさを代表する形質として殻高(Shell Height), すなわち殻頂から前溝(水管溝)の先端までの長さを選び, キヤリパーを用いて1mmまたは0.1mm単位で計測するとともに体重(Body Weight)を上皿秤を用いて1gr.単位で測定した。

バイかご網の目合試験は, 1970年9, 10月に佐渡北方沖合礁において, 1971年8月に加賀沖合海域において, 調査船みずほ丸を用い総計19回実施した。この調査に使用したばいかご網の仕様は新潟県水産試験場(1970)とほぼ同じであり, 網目の大きさ20節(16mm), 15節(22mm), 12節(28mm), 10節(34mm)の網地で構成された4種のを各5個, 計20個漁場に敷設した後, 適宜かごを揚げて各かごと採集されたツバイの個体数を計数するとともに, 殻高の測定を行なった。

### III. 結果と考察

#### 1. ツバイの成長

バイ (*Babylonia japonica*) では蓋 (operculum) に表われる輪紋 (circuli) で年令査定を行なっている (KUBO・KONDO 1953, YOSHIHARA 1957) が, エゾバイ科 (Buccinidae) の場合は, 蓋の上に輪紋が生じないのでこの方法を適用することは困難である. そこで多数の標本について, 殻の大きさの測定を行ない, その組成を分析することにより推定する方法を用いた. 1970年1月20日から5月21日の間に新潟魚市場に水揚げされたツバイの中から標本を抽出し, 殻高を測定した結果, 殻高組成は多峰型 (Polymodal) となつた (第1図). 田中 (1956)



第1図 1970年の1月から5月の間にばいかご網漁船により新潟沖で漁獲されたツバイの殻高組成

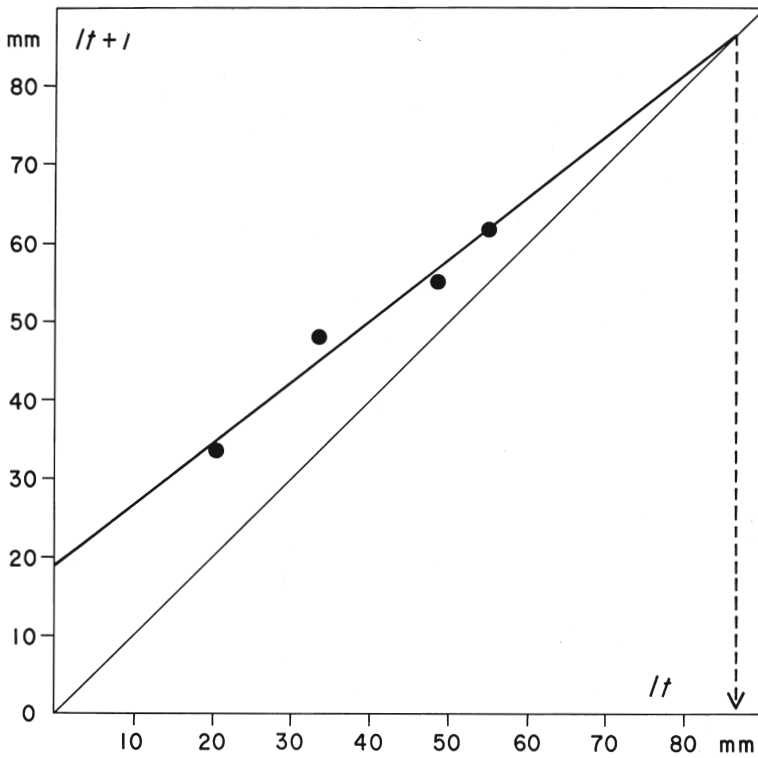
Fig. 1 Shell height frequency distribution of *B. tsubai*, caught off Niigata by basket-trap fishery in January to May, 1970.

の方法により, これらを5つの正規分布に分解した. すなわち, 対数をとると, 誤差曲線が放物線となることを利用して, 図式で Polymodal な分布をそれぞれの要素に分解し, 推定した各群の殻高の平均値と標準偏差を第1表に示した. 得られた各群が年令群と対応するためには, 産卵は年1回, かなり短い期間内になされる等の条件が必要であるが, ここではそれらの吟味にまで立入らず, すべての条件が満たされたと仮定して論議を進めた. また, 分解された各群の中で, 最小の殻高を示す群がはたして何歳であるかが問題であるが, それは次の方法によつた. すなわち, 各群を横軸に等間隔にとり, それぞれに対応する平均殻高を縦座標にプロットした図 (第3図) について, 殻高ゼロを与えると推定した点の横軸上の位置から第I群

第1表 田中の方法によるツバイの殻高組成の分析結果

Table 1 Results from the TANAKA's method analysis of *B. tsubai* shell height distribution.

Sampling area		Off Niigata			Off Kaga		
Item		Mean mm	Standard deviation mm	Composition number	Mean mm	Standard deviation mm	Composition number
AgeI	I	20.6	1.7	211	27.3	1.4	65
	II	33.6	3.9	2,536	38.0	2.9	1,241
	III	48.0	2.0	358	48.5	1.5	466
	IV	55.0	1.9	89	55.6	2.4	299
	V	62.0	1.0	17	64.0	1.5	28
Survival rate ( <i>S</i> )		0.1555			0.3953		
Mortality coefficient (instantaneous)							
Total ( <i>Z</i> )		1.8611			0.9281		
Natural ( <i>M</i> )		0.9281			0.9281		
Fishing ( <i>F</i> )		0.9330			0		

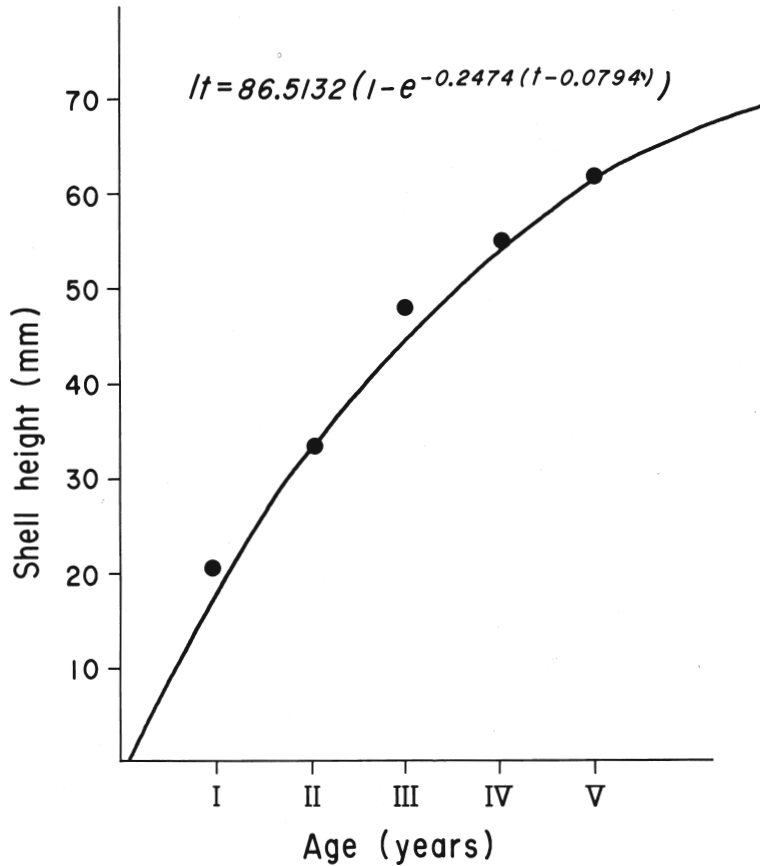


第2図 ツバイの殻高のワルフオードの定差図

Fig. 2 WALFORD's finite differences diagram for shell height of *B. tsubai*.

の位置までの距離と、第Ⅰ群から第Ⅱ群までの距離を比較すると、両者はほぼ等しいことから、Ⅰ、Ⅱ、……、Ⅴ群はそれぞれⅠ、Ⅱ、……、Ⅴ歳に対応すると考えられる。

年令別平均殻高値を WOLFORD の定差図にプロットすると (第2図)、直線はきれいにのらないが、最小2乗法により回帰直線を求め、それにより VON VERZARANFFY の成長式の諸係数を算出した。すなわち、理論的極限体長、 $l_{\infty}=86.5132$ 、成長係数、 $K=-0.2474$ 、体長が0となる年令、 $t_0=-0.07943$ となり、年令  $t$  における殻高  $l_t(\text{mm})$  を示す成長式は下記のように推定された (第3図)。



第3図 ツバイの成長曲線  
Fig. 3 Growth curve of *B. tsubai*.

$$l_t = 86.5132(1 - e^{-0.2474(t - 0.0794)}) \dots\dots\dots (1)$$

ツバイに関して体重 ( $w_t$  gr.) は殻高 ( $l_t$  mm) の3乗に比例すると仮定したときの比例係数は、すでに求められており (加藤 1979)、その値を用いると両者の間の関係式は

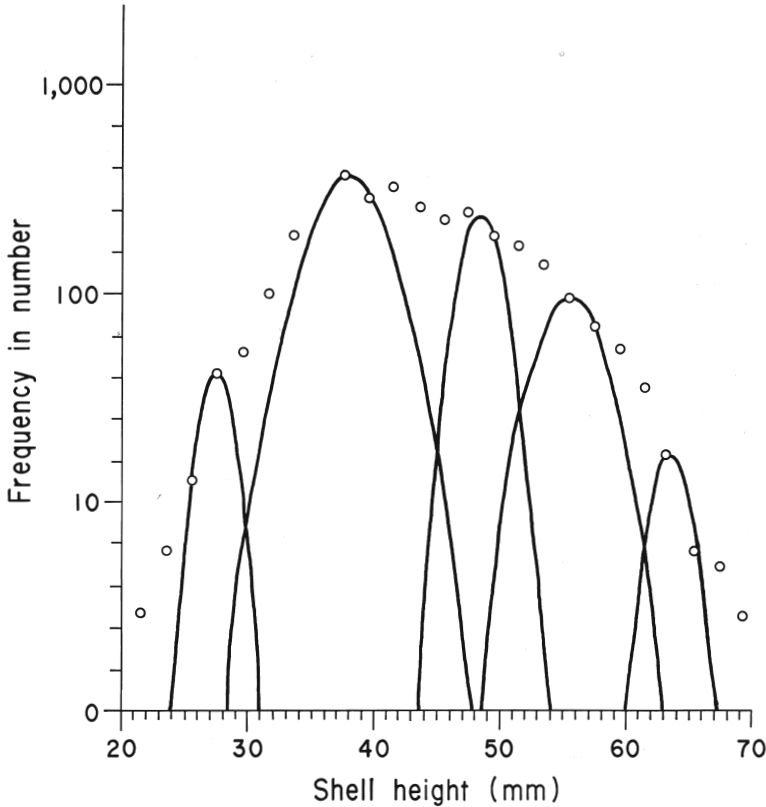
$$w_t = 0.0001181 l_t^3 \dots\dots\dots (2)$$

(1)、(2)式より年令  $t$  における体重  $w_t$  gr. は下記の(3)式より求まる。

$$w_t = 76.4710(1 - e^{-0.2474(t - 0.0794)})^3 \dots\dots\dots (3)$$

2. 自然死亡係数と漁獲死亡係数

ツバイの Polymodal な殻高組成を分解して、各年令群の平均殻高と標準偏差を求めた際、同時に、各年令群の個体数すなわち年令組成も推定した(第1表)。また、みずほ丸のばいかご網試験操業により、加賀沖合海域にて、1971年8月19日から27日の間に採集されたツバイを測定して得られた Polymodal な殻高組成(第4図)も同様に、田中(1956)の方法により分解して、年令別平均殻高とその標準偏差および年令組成を求めた(第1表)。



第4図 1971年8月みずほ丸のばいかご網試験操業により加賀沖で採集されたツバイの殻高組成

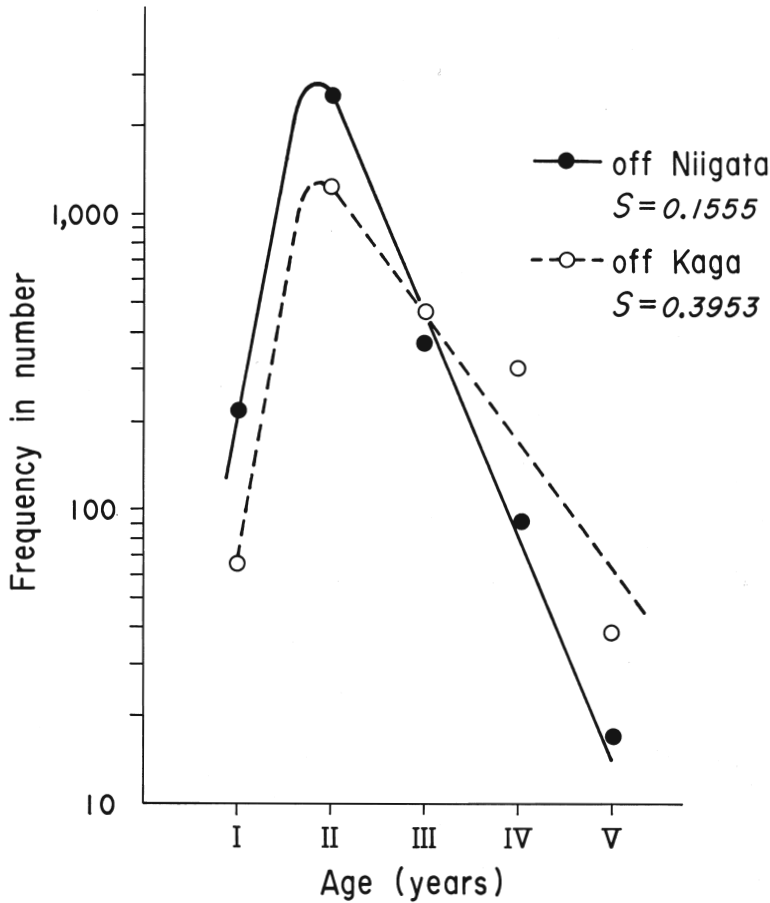
Fig. 4 Shell height frequency distribution of *B. tsubai*, caught off Kaga in the basket-trap experiment on R/V *Mizuho-Marui* in August, 1971.

ところで、年令組成  $P_i$  がわかっていて、それらが等比級数的である場合に、これから生残率  $S$  を求める方法として、(4)式が与えられている(田中 1960)。また、生残率  $S$  から全減少係数  $Z$  は下記の(5)式により求まる。

$$S = \frac{P_2 + P_3 \cdots + P_r}{P_1 + P_2 + \cdots + P_{r-1}} \dots\dots\dots (4)$$

$$Z = -\ln S \dots\dots\dots (5)$$

第5図によりツバイは2歳から漁具の選択性の影響を受けなくなり、以後の年令組成は等比級



第5図 みずほ丸により加賀沖で採集されたツバイ（白丸）およびばいご網漁船により新潟沖で漁獲されたツバイ（黒丸）の年齢組成

Fig. 5 Age compositions of *B. tsubai* caught by R/V *Mizuho-Maru* in the region of off Kaga (open circle) and by basket-trap fishery off Niigata (solid circle).

数的であることが認められるので、第1表に示した年齢組成のうち2歳以上の値を(4)式、(5)式に代入して、新潟沖および加賀沖におけるツバイの生残率と全減少係数を求めると、それぞれ0.1555、0.3953および1.8611、0.9281を得る。調査が行なわれた1971年当時の加賀沖合海域はかご網漁業の処女漁場であり、年齢組成より推定した全減少係数、 $Z=0.9281$ には漁獲死亡係数が含まれていないと推測されるので、全減少係数がそのままツバイの自然死亡係数 $M$ を表わすと考えられる。加賀沖で求められた自然死亡係数を利用すれば、新潟沖合海域におけるツバイの漁獲死亡係数 $F$ は

$$F = 1.8611 - 0.9281 = 0.9330$$

すなわち、新潟沖におけるツバイの自然死亡係数と漁獲死亡係数はともにほぼ等しく、0.9を若干越える値であると推定された(第1表)。

### 3. 等漁獲量曲線

加入量当年平衡漁獲量は次の(6)式で示される (BEVERTON・HOLT 1957)。

$$Y_W/R = F \cdot W_\infty \cdot e^{-M(t_{\rho'} - t_\rho)} \sum_{n=0}^3 \frac{\Omega_n e^{-n \cdot K \cdot (t_{\rho'} - t_0)}}{F + M + nK} \cdot (1 - e^{-(F+M+nK)(t_\lambda - t_{\rho'})}) \dots\dots\dots (6)$$

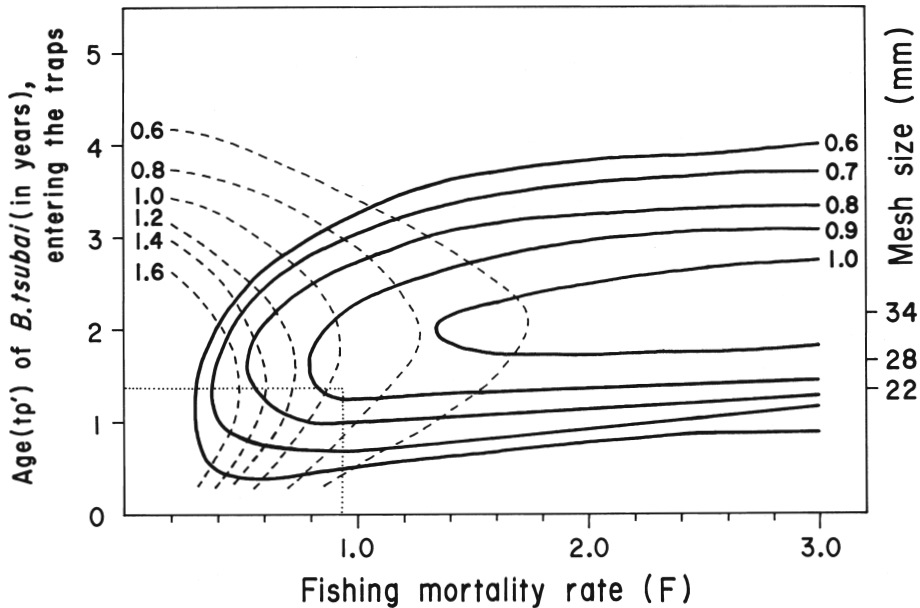
但し,  $\Omega_0 = -\Omega_3 = 1, -\Omega_1 = \Omega_2 = 3$

(6)式に表われた各記号の説明と諸係数の計算に用いられた値を、まとめて第2表に示した。

第2表 記号の定義と推定したパラメーター

Table 2 List of definitions of the symbols and values of estimated parameters.

Symbol	Definition	Notation or value of estimated parameter
$Y_W$	Annual yield in weight	Variable dependent with $F$ and $t_{\rho'}$
$R$	Number of fish recruited annually in exploited area at age $t_\rho$	Constant
$F$	Fishing mortality coefficient (instantaneous)	Variable independent
$t_{\rho'}$	Age at entry to exploited phase	Variable independent
$M$	Natural mortality coefficient (instantaneous)	0.9281
$t_\rho$	Age at recruitment	0.5
$t_\lambda$	Maximum age	6.0
$W_\infty$	Asymptote of the VON BERTARANFFY growth curve in weight	76.4710
$t_0$	Arbitrary origin of the VON BERTARANFFY growth curve	-0.2474
$K$	Parameter of the VON BERTARANFFY growth equation	0.0794



第6図 平均漁獲開始年令  $t_{\rho'}$  および漁獲係数  $F$  に対する加入量当り漁獲量  $Y/R$  (実線) および漁獲努力量当り・加入量当り漁獲量  $Y/R \cdot F$  (点線) の等量線

Fig. 6 Isoleth diagram of yield-per-recruit  $Y/R$  (Solid curves) and yield-per-recruit-per-fishing coefficient  $Y/R \cdot F$  (dotted curves) of *B. tsubai*, against average age of first capture  $t_{\rho'}$  and fishing coefficient  $F$ .



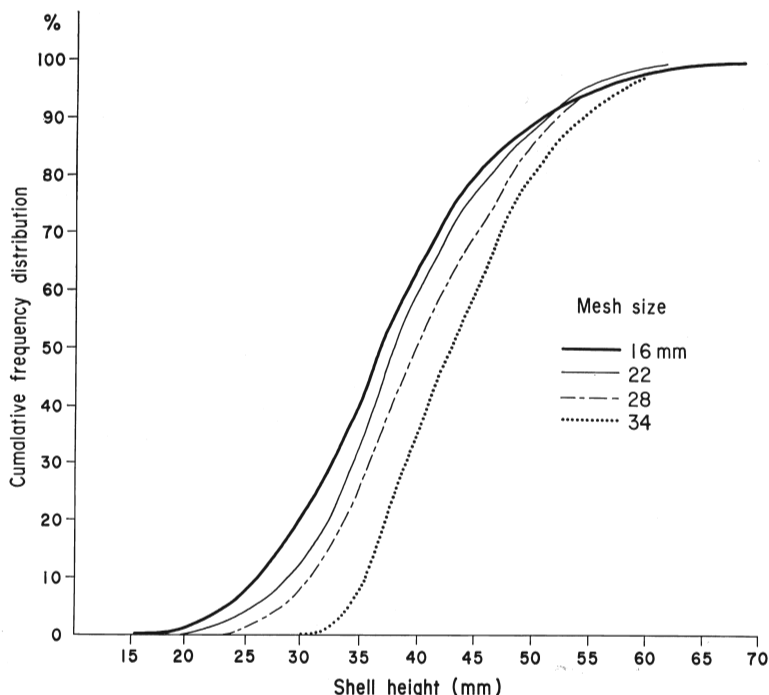
VON BERTARAFFY の成長式の各係数は第1項で、自然死亡係数  $M$  は第2項で求めたものであり、加入年令  $t_0$  と最高年令  $t_h$  は第1図よりそれぞれ 0.5歳、6.0歳と推定した。(6)式の独立変数である  $F$  と  $t_0'$  に種々の値を与えて、加入量当り年平衡漁獲重量  $Y_w/R$  を計算し、その等しい点を結んで等漁獲量曲線図を作成した(第6図)。同様に加入量および漁獲努力量当り年平衡漁獲量  $Y_w/R \cdot F$  を計算し、その等しい点を破線で結んで同じく第6図上に示した。これらの計算には石岡(1978)による BASIC プログラムを、手持ちの Yokogawa-Hewlett-Packard 社 9825 A 計算機(15,036 トータル・バイト)用に翻訳して使用した。

#### 4. ばいかご網の選択性と適正目合

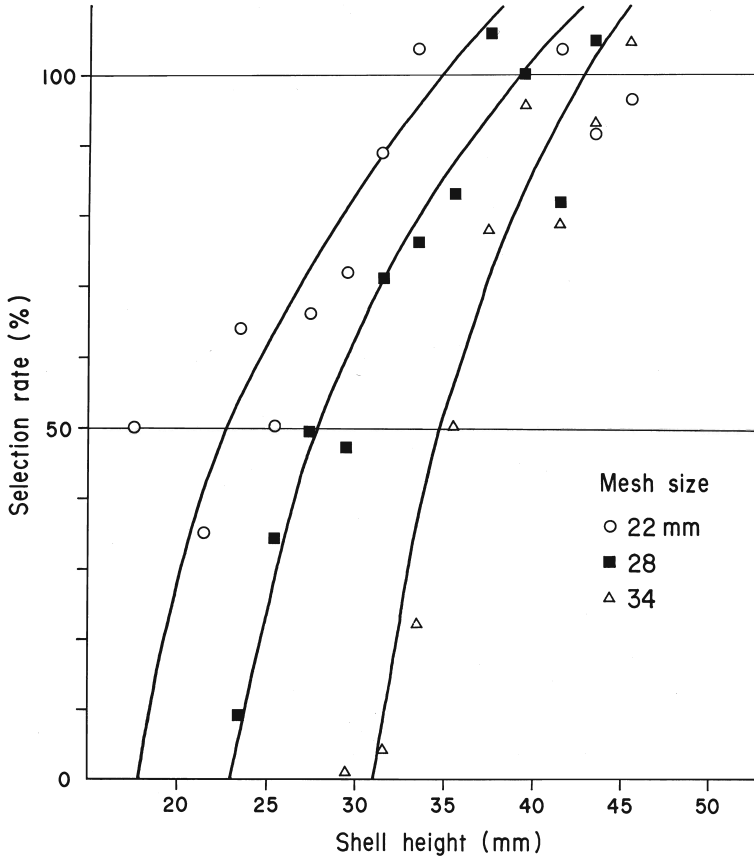
網目の大きさ 20節(16mm)、15節(22mm)、12節(28mm)、10節(34mm) の各ばいかごで採集されたツバイの殻高の測定結果を用い、網目の大きさ別に、殻高に対する累積度数分布曲線(第7図)を描くと、網目の選択性が明瞭となる。最小の網目である 16mm 目合のかご網で漁獲されたツバイの殻高組成が、その海域におけるツバイポピュレーションの殻高組成を代表すると仮定して、ばいかご網の選択曲線、すなわち、16mm 目合に対する各目合の漁獲尾数割合を殻高別に計算し図示した(第8図)。この図により 22mm、28mm、34mm 目合の50%選択点、つまりそれぞれの目合のかごでツバイの50%が漁獲され、50%が網から抜ける殻高は 23mm、28mm、35mm であることがわかる。網目の大きさ ( $x$ mm) と 50% 選択点を示す殻高 ( $y$ mm) との関係は(7)式で表わされる(第9図)。

$$y = 0.6667 + x \dots\dots\dots (7)$$

また、22mm、28mm、34mm 目合のそれぞれの50%選択点を示す殻高 23mm、28mm、35mm は、ツバイの成長式(第1式)より逆算すれば年令では 1.33、1.66、2.18歳に相当する。以上の網目の



第7図 異なる網目の大きさのかごで採集されたツバイの殻高組成の累積度数分布曲線  
 Fig. 7 Cumulative frequency distribution curve of *B. tsubai* caught by different meshed basket-traps.



第 8 図 網目の大きさと殻高により漁獲率が異なることを示す選択曲線

Fig. 8 Selection curves showing the change of selection rate with relation to the mesh size and shell height.

第 3 表 ばいかご網の網目の選択性

Table 3 Selectivity of mesh size in whelk-trap fisheries.

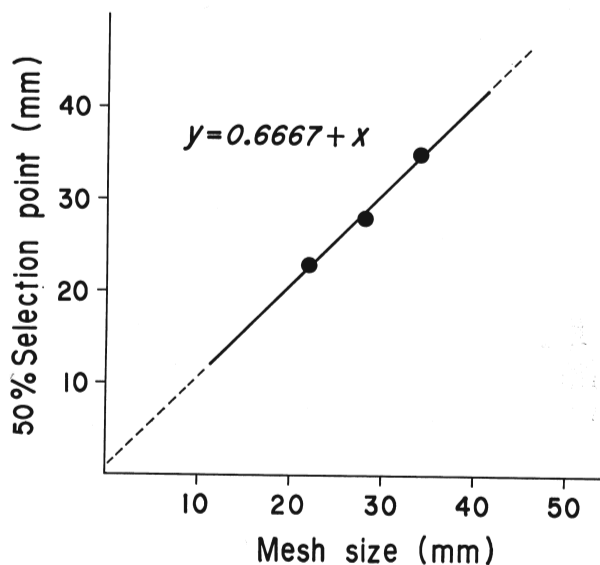
		Mesh size (mm)			
		16	22	28	34
Range of selection	Min. shell height (mm)	16	21	24	30
	Max. shell height (mm)	68	67	68	70
50% selection point	Shell height (mm)	—	23	28	35
	Age (years old)	—	1.33	1.66	2.18

選択性に関する解析結果をまとめて第 3 表に示した。

第 3 項で求めた等漁獲量曲線図によれば、最も有効な漁獲を与える漁獲開始年令は約 2.0 歳であり、漁獲死亡係数は 1.34 であると推定される。漁獲開始年令の 2.0 歳は成長式 (第 1 式) から殻高 32.72mm に相等する。さらに (7) 式から逆算して、50% 選択点 32.72mm を与える目合は約 32.05mm となる。すなわち、ツバイに対するばいかごの適正目合は約 32mm と推定される。

新潟県ではばいかごおよびびかごの網目の大きさをそれぞれ 15 節 (22mm)、14 節 (23mm) と

規制している。したがって、第6図をみてわかるように、ツバイ生産は現行目合の22, 23mmを32mmに拡大しても減少せず、しかも $F$ を現在の0.93から1.34程度にひきあげるることによつて、加入量当り漁獲量の最大があたえられる。現在、新潟県内のばいかご網漁業およびえびかご網漁業の許可隻数は、それぞれ14隻、47隻となつている（苅部 1978）が、漁獲統計がととのつていないので、漁獲死亡係数と実際の漁獲努力量の対応については明らかではない。しかし現行の網目を32mmに拡大することおよび、漁獲死亡係数からみて漁獲努力量を30から40%程度ひきあげることは可能であろう。もつともその際の生産増は、漁獲努力量の30から40%増に対し、わずかに10%程度しか望めない（第5図）ので、資源管理の方策としてはむしろ現在の生産を維持することが有利と考えられる。そのためには網目を28mm程度に拡大し、漁獲努力量を約1割程度さげてもかまわない事が示されているが、おおまかにみれば、新潟におけるツバイの資源管理の現状はほぼ適切であるといえよう。



第9図 網目の大きさ ( $x$  mm) と50%選択点 ( $y$  mm) との関係

Fig. 9 Relationship between mesh size ( $x$  mm) and 50% selection shell height ( $y$  mm).

#### IV. 論 議

さまざまな仮定のもとに、ツバイに対するばいかご網の適正目合についての推察を行なつてきたが、今後検討を要する問題点を以下に列記する。

1. 年令形質を用いた年令査定と、産卵期等の生物学的知見の蓄積により、得られた成長式を吟味する必要がある。
2. バイ類に関する漁獲統計は不備であり、その他の貝類に含めるか、バイ類として一括計上していることが多い。また、漁獲努力に関する情報も不足としている。漁場別・種別漁獲統計と使用されたかご数、操業回数等の漁獲努力量の統計を完備して、バイ類資源に対する漁獲強度を把握しておく必要がある。
3. ここではツバイ1種の資源管理について述べたが、かご網漁業ではツバイより大型のカガバイ・オオエツチユウバイ・チヂミエゾボラ等も対象となつている。また、ホツコウア

カエビを対象としたえびかご漁業による混獲も無視できない。したがって、多種類を対象とした漁業の総合的資源管理の方法に関して、モデルの開発も含め今後検討する必要がある。

## V. 要 約

1970年1月から5月の間に新潟魚市場に水揚げされた漁獲物を標本に用いて、ツバイの生物学的調査を行なった。また、日本海区水産研究所のみずほ丸を用いて、1970年9・10月にばいかご網漁業の既存漁場である新潟県沖合で、1971年8月に処女漁場である加賀沖合で、ばいかご網の網目試験を行なった。それらの資料を分析した結果、ばいかご網漁業におけるツバイの資源管理方法について若干の知見が得られたが、それは次のとおりである。

1. 多峰型を示すツバイの殻高組成（第1図）を分解して得られた年令別平均殻高（第1表）を用い、WALFORDの定差図により次のように成長式を推定した。

$$l_t = 86.5132(1 - e^{-0.2474(t-0.0794)})$$

2. 既存漁場である新潟沖と、処女漁場である加賀沖から得られたツバイの年令組成から計算した生残率を比較した結果、ツバイの自然死亡係数は0.9281、漁獲死亡係数は0.9330となつた（第1表）。
3. 上記のようにして得たツバイの成長・生残等に関する諸係数（第2表）を用いて、等漁獲量曲線図（第6図）を作成した。
4. ばいかごの網目試験によれば、網目の大きさ（ $x$  mm）と、ツバイの50%選択点を示す殻高（ $y$  mm）との関係は次式となつた（第9図）。

$$y = 0.6667 + x$$

5. 等漁獲量曲線図（第6図）より、加入量当り漁獲量の最大を与える漁獲開始年令は2才、漁獲死亡係数は1.34と推定された。これは網目の大きさを現行の22, 23mmから32mmへ、漁獲努力量を現在の1.4倍に増やすことに相当するが、生産ののびはわずかに10%程度見込まれる。したがって、最良の漁業管理は網目を現在より6mm程度大きくし、漁獲努力量を10%程度下げることと十分であろうと考えられる。

## 文 献

- BEVERTON, R. J. H. and S. J. HOLT (1957). *On the dynamics of exploited fish population*. H. M. Stationery Off., Fish. Invest., Ser. 2, 19., London, 533pp.
- 石岡清英 (1978). 加入当り漁獲量の計算-I. 水産庁編 漁業資源解析のための電子計算機プログラム集: 227-229, 水産庁, 東京, 291pp.
- 荻部信二 (1978). 新潟県における籠網(エビ籠)の漁業技術. 日本水産学会漁業懇話会報, (12): 9-19.
- 加藤史彦 (1979). 日本海における深海性有用エソバイ科巻貝4種の分布. 日水研報告, (30): 15-27.
- KUBO, I. and K. KONDO (1953). Age determination of the *Babylonia japonica* (REEVE), an edible marine Gastropod, basing on the operculum. *J. Tokyo Univ. Fish.*, 39 (2): 199-207.
- 新潟県水産試験場 (1970). エビ籠漁場開発調査 (昭和44年度). 26pp.
- 田中昌一 (1956). Polymodal な度数分布の一つの取扱方及びそのキダイ体長組成解析への応用. 東海区水研報告, (14): 1-13.
- (1960). 水産生物の Population Dynamics と漁業資源管理. 同誌, (28): 1-200.
- YOSHIHARA, T. (1957). Population studies on the Japanese ivory shell, *Babylonia japonica* (REEVE). *J. Tokyo Univ. Fish.*, 43 (2): 207-249.