

島根県大田市沖におけるエッチュウバイの資源管理とエッチュウバイかご網の網目選択性

安達 二郎・清川 智之^{※1}

(島根県水産試験場)

はじめに

資源管理の持つ意味は、ただ単に資源を維持増大させることだけでなく、漁業の生産性を向上させ、漁業の持続性を保つための方策であろう。このためには資源状態を評価し、その評価に基づいた最適な漁業のあり方を考え、実行するべきである。すなわち、それが漁業管理であり、その具体的な方策が漁業規制である。漁業規制は一般に漁船・漁具数の制限、漁場・漁期の制限、漁獲量の制限、漁獲物の体長制限に大別されている。

島根県では1986年から大田市沖合のエッチュウバイ漁場(図1, 農林漁区859)においてエッチュウバイかご網の漁業管理を実施しているが、前述の各種漁業規制のうち漁獲物の体長制限だけは1989年から実施された。ここでは島根県大田市沖のエッチュウバイ資源管理を紹介するとともに、漁獲物の体長制限を行うためのバイかご網の網目選択性について報告する。

I 大田市沖におけるエッチュウバイの資源管理

島根県大田市のエッチュウバイかご網漁業では、漁業管理の規制はそれぞれ漁船数12隻、かご網数1隻あたり750個、総漁獲量220トン、漁期6～8月、漁場859漁区、殻高40mm未満のエッチュウバイの漁獲禁止であ

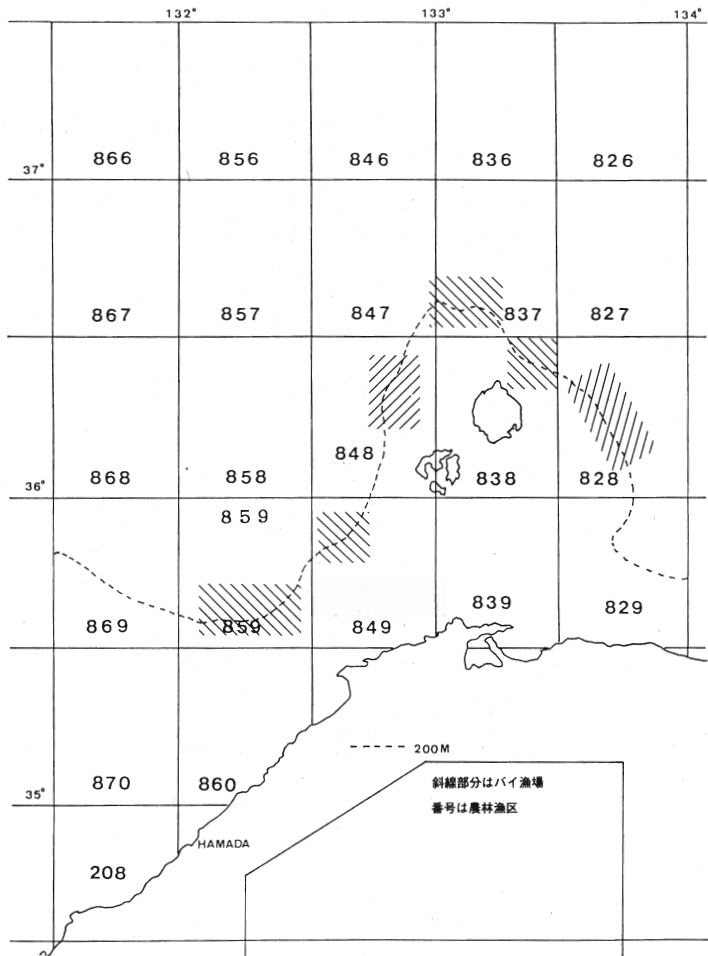


図1 島根県におけるバイかご網漁場

※1 現、島根県栽培漁業センター

る。総漁獲量220トンという規制は安達（1986）によるが、安達（1986）は再生産モデルによるMSYを190トンと推定し、それを許容漁獲量とした。この許容漁獲量をもとに行政、漁業者が社会的、経済的なことを考慮し、エッチュウバイ220トンを漁獲することとなった。ツバイも若干漁獲されるが、それは規制の対象外である。

表1に漁業管理が実施された1986～1989年とそれ以前の漁獲量と漁船数を示したが、これを見ると現在までのところ管理は順調に推移しているようである。1989年からは殻高40mm未満のエッチュウバイの漁獲禁止という規制が加えられたが、これは1988年の漁獲物の中に小型個体が増加したため、著者ら、行政、漁業者の協議により実施されたものである。

表2には著者らの調査に基づく1986～1989年までのエッチュウバイの年令組成を示した。1988年においては1～2才の漁獲が多いことがわかる。全死亡係数Zは1986年が0.961でこの値は当時859漁区においては処女資源であったと考えられることから、ほぼ自然死亡係数Mの値に近いであろう。1988～1989年のZの値は1.2位で大きな相違はみられない。この値は処女資源に漁獲の影響が加わったため、大きくなるのは当然であるが、Zの意味はそれだけでなく、表の右に示したようにZが

表1 エッチュウバイ漁獲量と漁船数の経年変化

年	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
漁獲量(トン)	17.7	13.2	42.6	38.8	90.0	122.7	203.7	208.3	215.3	161.5
漁船数	1	1	2	2	2	4	10	12	12	10
1隻あたり 漁獲量(トン)	17.7	13.2	21.3	19.4	45.0	30.7	20.4	17.4	17.9	16.2

• 漁獲努力量（かご数：X）と漁獲量（C）の関係

$$C = 28.505X - 0.00103X^2$$

$$C_{\max} = 196.5 \text{ トン}$$

• 1989年は殻高40mm未満の漁獲禁止

表2 エッチュウバイの年令組成の経年変化

年令 \ 年	1986	1987	1988	1989
1	639,596	漁	2,259,435	345,379
2	3,964,165	獲	5,457,621	3,807,914
3	1,857,844	統	1,543,300	1,375,433
4	755,545	計	509,986	419,666
5	217,651	不 備	138,277	78,038
Z	0.961		1.213	1.285

• 平均寿命

$$\begin{aligned} \bar{t} &= \frac{\int_0^{\infty} N_0 e^{-Zt} dt}{N_0} \\ &= \int_0^{\infty} e^{-Zt} dt \\ &= \left[-\frac{1}{Z} e^{-Zt} \right]_0^{\infty} \\ &= \frac{1}{Z} \end{aligned}$$

• 平均寿命時の個体数

$$\begin{aligned} N_0 e^{-Z \cdot \frac{1}{Z}} &= N_0 e^{-1} \\ &= 0.367N_0 \end{aligned}$$

大きくなるにつれ、平均寿命が短くなることを示している。また平均寿命までに生き残る個体数は初期資源量 N_0 の約37%である。

このことは初期資源量 N_0 が年々一定ではないため、漁獲に関しては加入あたり漁獲量 (Y/R) を大きくすることがより良いことになる。すなわち、エッチュウバイは1～3才の増重が大きいので、小型個体を大きく成長させてから漁獲することが適切であることを示している。この意味からエッチュウバイかご網の選択性を検討する必要がある、それに基づいて殻高制限が行われるべきであろう。制限殻高の実施は市場での販売規制と漁具規制が考えられるが、販売規制は先述のとおり1989年から実施されているので、次の段階としての漁具規制による殻高の制限が行われるならば、船上での選別作業が省かれ、漁業者にとって有利となるはずである。このことについて次章で検討する。

II エッチュウバイかご網の網目選択性実験方法

実験は1987年5月19～24日の間に5回行った。実験場所は浜田沖北方約45マイルの海域で水深約220mである。かご網は等深線に沿って配置した。かご網の網目は20mm, 30mm, 40mm, 50mm, 60mmの5種類で、それぞれを1個づつ計5個を1組とし、これを10組50個を配列し、1回の実験とした。餌は冷凍サバを使用し、約24時間海中につけた。かごは市販されているバイかご網で、形は円錐台形(口径25cm)である。漁獲物は1かごとくに漁獲尾数を計数し、漁獲された全個体について殻高を測定した。また一部を除いて雌雄比、雌雄の殻高の差をみるため、雌雄別に殻高を測定した。網目の選択性の検討は石田(1962)にしたがった。

結果と考察

1 雌雄の殻高の差と性比の検討

図2に漁獲されたエッチュウバイ3,080尾の殻高組成を示した。平均殻高は56.6mmであるが、分布は右にスソをひく型となっている。これは組成がいくつかの年級群で構成されていることを示しており、年令-殻高キー(安達, 1986)を用いて年令組成に変換することが可能である。網目が20mm～60mmまでの5種類のため、殻高の範囲は18mm～122mmまでと広範囲にわたっている。

図3～4は雌雄の殻高組成を示したが、これは漁獲されたエッチュウバイ3,080尾のうち2,262尾についてはランダムに抽出し、雌雄に判別した結果、得られた組成である。雌の個体数は1,137尾、雄の個体数は1,125尾でほぼ1:1に近い。平均殻高は雌が56.8mm、雄は57.4mmで見かけ上雄が大きい。しかし、標本サイズが2,262尾と非常に大きいので、この程度の差では雌雄の平均殻高に差があるとは考えられないので、統計的に検定した。 $t_0=0.244 < t(2,261; 0.01) = 2.576$ となり、平均殻高に差がないと判定される。すなわちエッチュウバイの雌雄の体の大きさには差がないことがいえる。

また、雌雄の比が1:1に近いことから、これも統計的に比率の差を検定すると、 $u_0=0.011 < u(0.01) = 2.57$ となり、雌雄の比率には差がないと判定される。本来、性比を検討するにあたっ

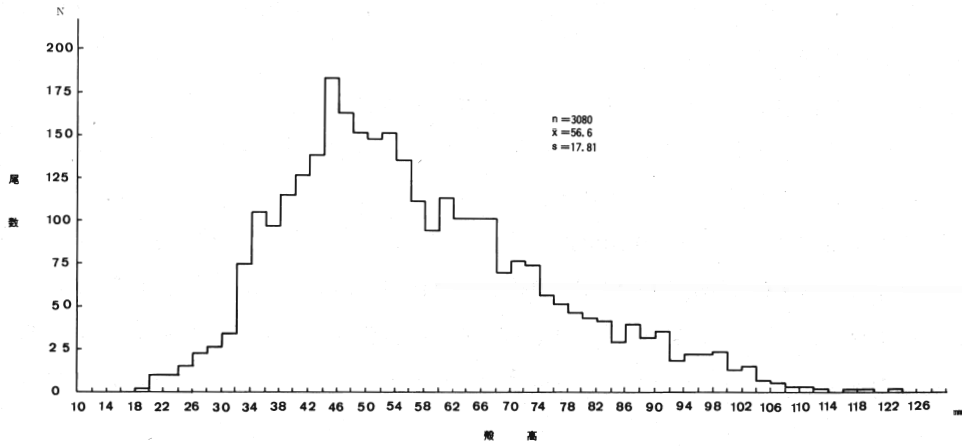


図2 エッチュウバイの殻高組成（雌雄）

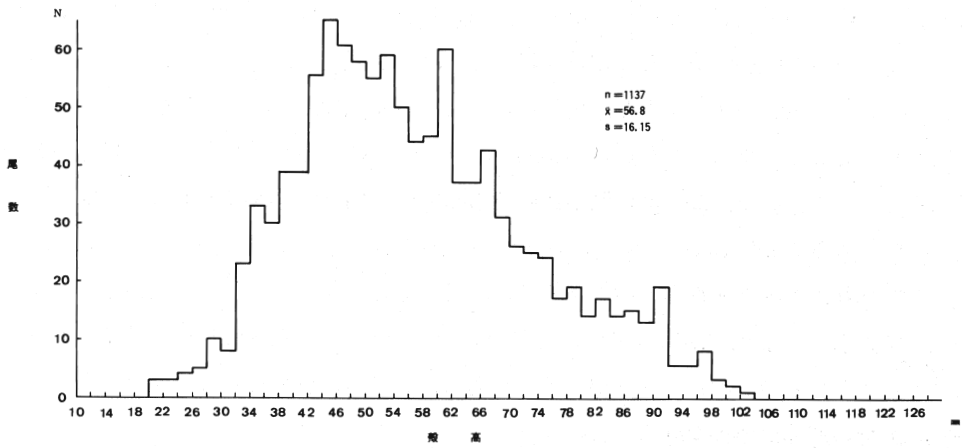


図3 エッチュウバイ雌の殻高組成

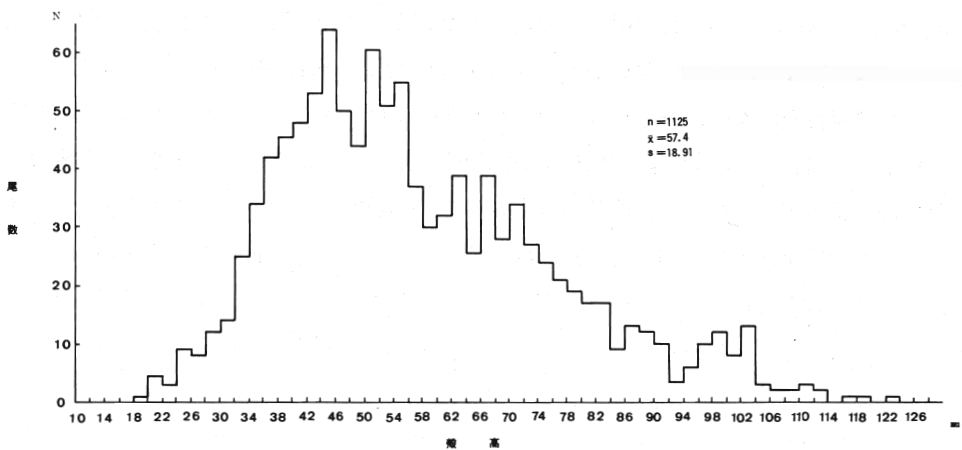


図4 エッチュウバイ雄の殻高組成

ては、同一殻高階級における理論値を求めて χ^2 検定するのが一般的であるが、ここでは雌雄の殻高組成がほぼ同じであることから、このような方法を試みたものである。以上の結果から雌雄の体の大きさに差がなく、性比が1:1であることが明らかとなったが、このことはエッチュウバイの成長式を求める時に雌雄こみのデータが使用できること、また再生産モデルを考える時、性比は1:1としてモデルを作ることができる有利さがある。

2 網目の違いによる漁獲尾数と平均殻高

図5～9に網目別の殻高組成を、表3に網目別の漁獲尾数を示した。図5～9をみると網目が大きくなるにしたがって、平均殻高、モード、殻高範囲の最小値が大きくなっている。また表3をみると網目が大きくなるにしたがって漁獲尾数が少なくなっている。これらは当然予想されたことではあるが、まず漁獲尾数について網目の違いによる漁獲差を検定した(表4)。この分散分析表によると、分散比は47.584で極めて有意な差が認められる。しかし漁獲尾数に差が認められても、どの網目の間に差があるのかは不明である。そこで最小有意差法を用いて比較したものが図10である。この場合、平均漁獲尾数を大きい順にならべ、1s.d.の値が各網目の平均漁獲尾数の差よりも大きければ差がなく、小さければ差があるという判断をした。

図10では網目20mmを基準とすると、網目20mmと30mmの間では差が認められないが、それ以外の網目とは差があることになる。また30mm、40mm、50mm、60mmの各網目を基準にした場合の各網目間の差の有無を示してあるが、ここでは漁業者の使用している網目が20mmであるので、20mmの網目を基準として検討することにした。

また漁獲されたエッチュウバイの平均殻高が網目の違いによって、差があるかどうかを検定したのが表5である。分散比は249.240となり、極めて有意な差が認められる。漁獲尾数と同様に1s.d.を用いて比較したものが図11であるが、各網目間において差が認められる。すなわち網目が大きくなるほど大型の個体が漁獲されることになる。

次に網目と平均漁獲尾数および平均殻高の関係を示したものが図12～13である。図12をみると網目が大きくなるにしたがって平均漁獲尾数が直線的に減少していくことがわかる。この場合、先述したように20mm網目と30mm網目の間には漁獲の差が認められないため、両者の平均漁獲尾数をとって1次回帰式を計算した。この関係から、仮に網目を現行の20mmから40mmに拡大した場合には、平均漁獲尾数は現行の67%、50mmに拡大したら45%、60mmに拡大したら25%に減少することになる。

図13に示した網目と平均殻高の関係は指数関数式で示すことができる。すなわち網目が大きくなるにしたがって、平均殻高は指数関数的に大きくなっていくことである。網目を大きくすれば漁獲尾数は少なくなるが、大型の個体が漁獲されることになり、殻高-体重関係式を用いて平均体重を推定することにより、最も有利な漁獲方法が考え出されよう。このことについては今後の検討に待ちたい。

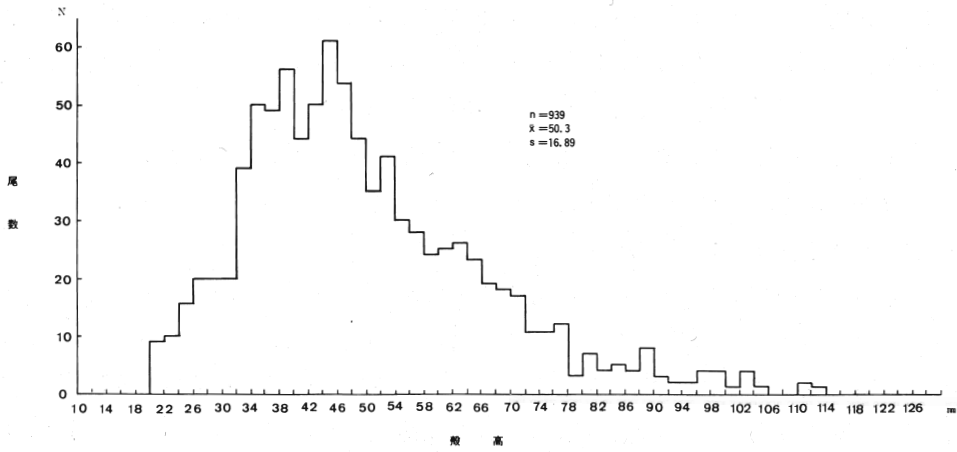


図5 網目別殻高組成 (20mm)

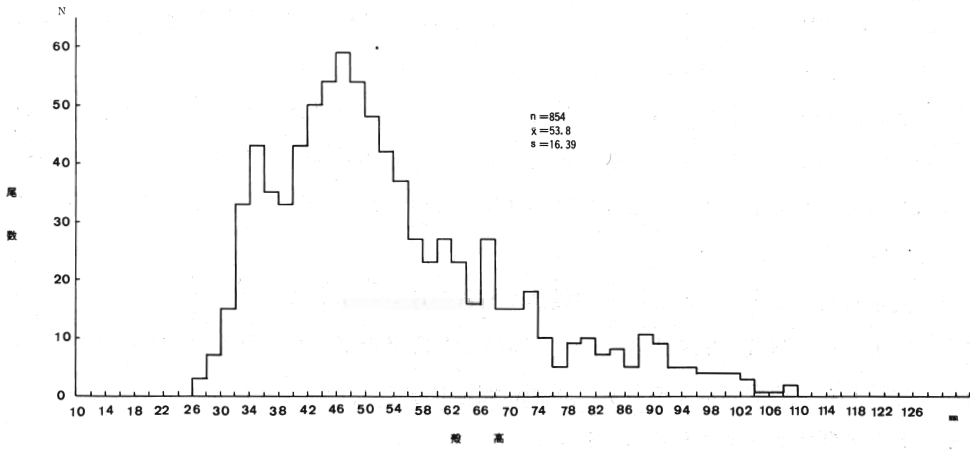


図6 網目別殻高組成 (30mm)

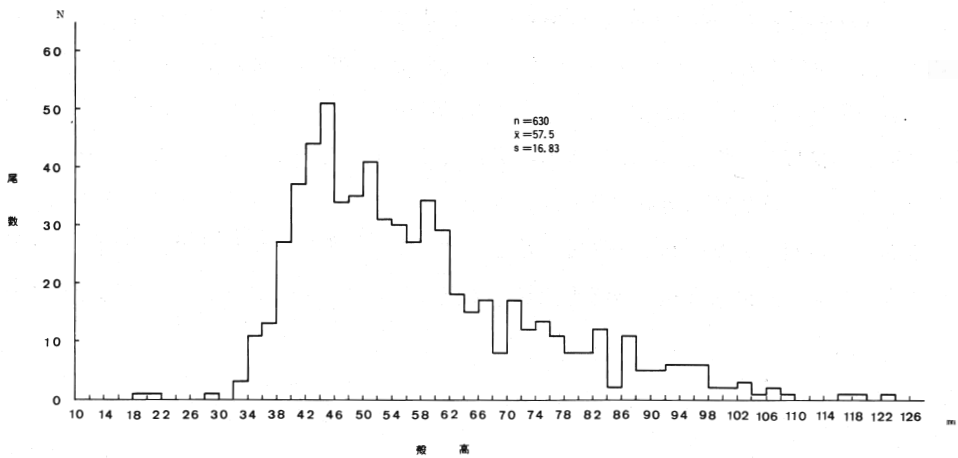


図7 網目別殻高組成 (40mm)

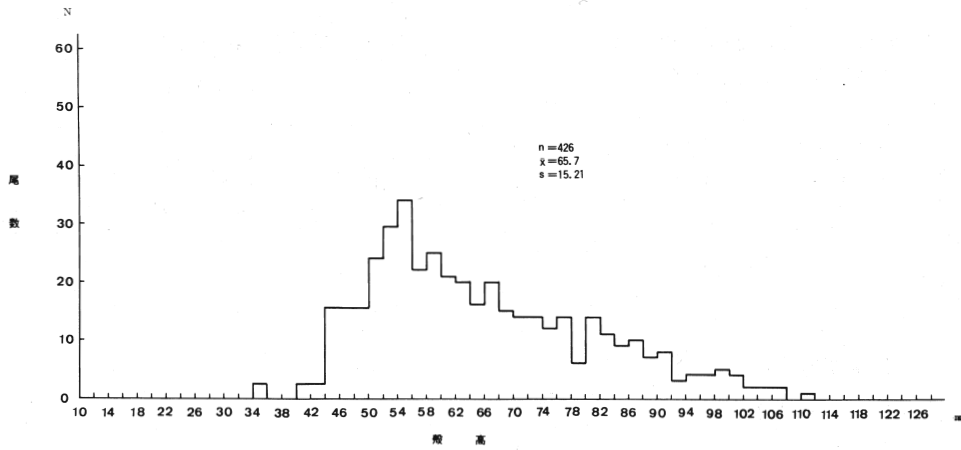


図8 網目別尾高組成 (50mm)

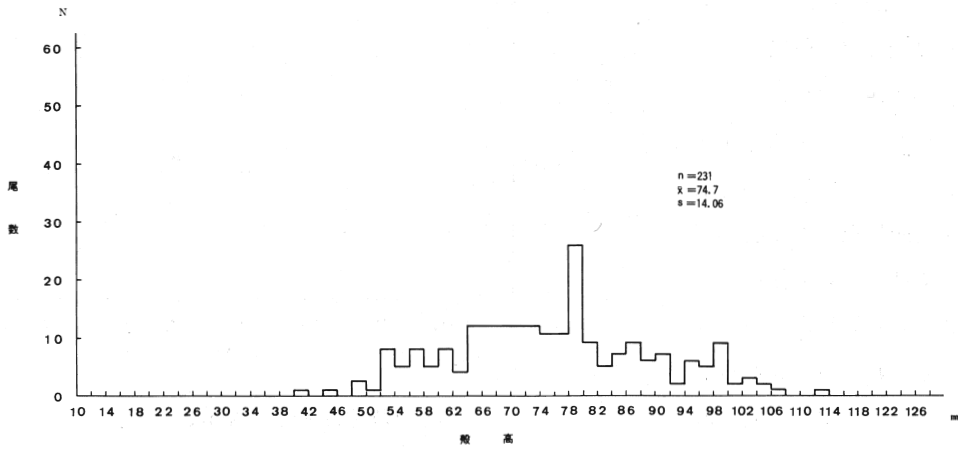


図9 網目別尾高組成 (60mm)

表3 網目別漁獲尾数

操業次 目合	操業次					計 ()
	1	2	3	4	5	
20mm	135	301	139	196	168	939 (187.8) (67.90)
30mm	104	258	143	195	154	854 (170.8) (58.54)
40mm	99	171	143	102	115	630 (126.0) (30.57)
50mm	70	99	105	84	68	426 (85.2) (16.60)
60mm	29	77	58	38	29	231 (46.2) (20.89)
計	437	906	588	615	534	3.080

表4 網目別漁獲尾数についての分散分析

要因	自由度	平方和	分散	分散比
網目	4	41759.0704	164399.0176	47.5837**
誤差	20	69098.8	3454.94	
全体	24	486694.8704		

** 有意水準 1%

図10 平均漁獲尾数の比較 l.s.d. (1%) = 46.5

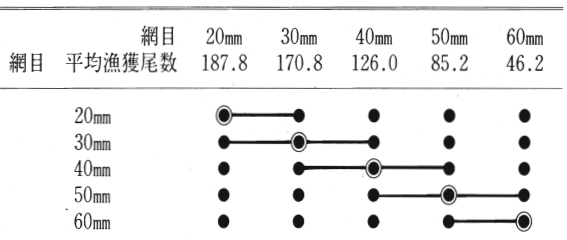


表5 平均殻高についての分散分析

要因	自由度	平方和	分散	分散比
網目	4	239793.040	59948.260	249.240**
誤差	3075	739612.460	240.524	
全体	3079	979405.500		

** 有意水準1%

3 かが網の網目選択性

図14に最小網目に対する各網目の相対漁獲尾数を示した。この図は網目の選択性曲線を想定したものであるが、前提として最小網目の漁獲物殻高組成がエッチュウバイポピュレーションの組成を代表しているという条件がある。図14をみると殻高が78mm以上では、相対漁獲尾数が30mm~60mmの各網目において規則性が認められないことがわかる。このことは使用した最小網目のかがが漁場にいるすべてのサイズのエッチュウバイを偏りなく漁獲していないことを示していると考えられ、網目の選択性曲線としては不適當である。

石田 (1962) は刺網について網目選択性曲線を検討している。この石田 (1962) の理論はかが網にも適用されるので、石田 (1962) に基づいて求めた網目選択性曲線を図15に示した。この曲線はフリーハンドで描いても良いが、ここでは最小自乗法により、 $y = 1 - e^{-a(x-b)}$ という実験式を求めた (ただし、 y

図11 平均殻高の比較

l.s.d. (1%) = 1.0158

網目	20mm	30mm	40mm	50mm	60mm
平均殻長	50.3	53.8	57.5	65.7	74.7
	●	●	●	●	●

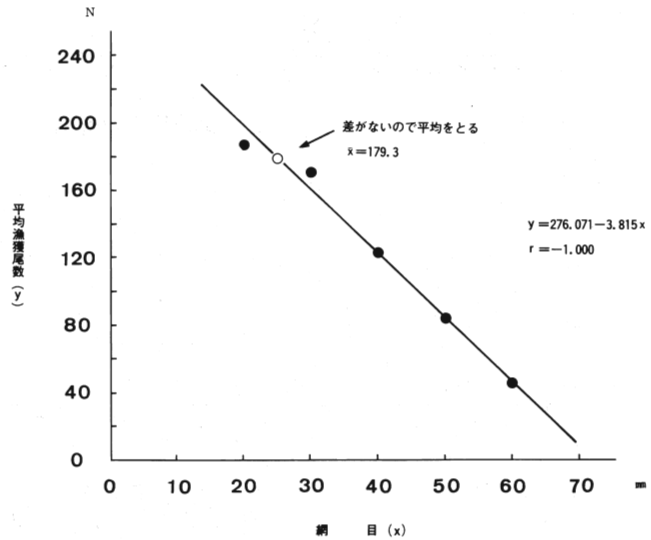


図12 網目と平均漁獲尾数の関係

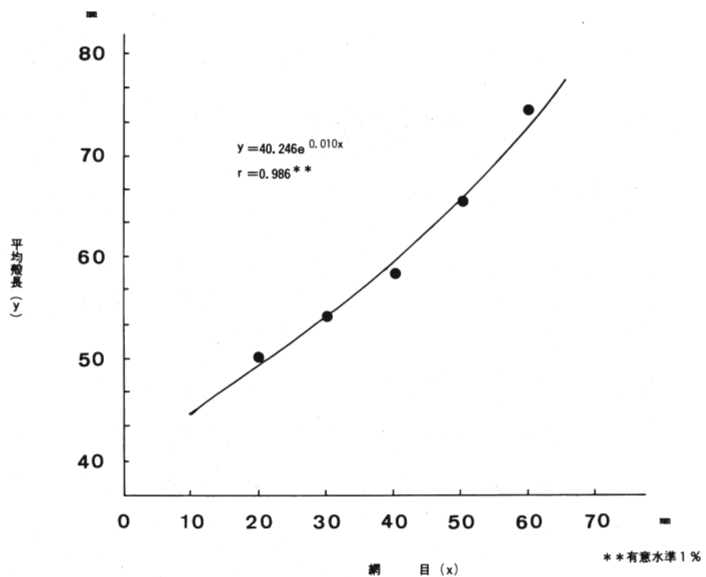


図13 網目と平均殻高の関係

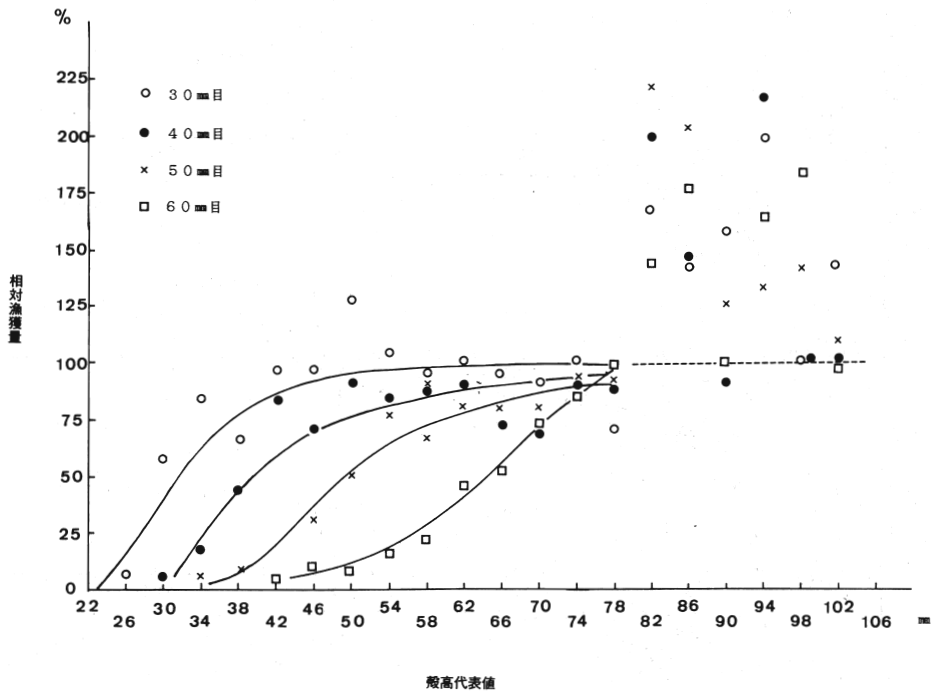


図14 最小網目に対する各網目漁獲尾数の割合

は相対漁獲効率, X は殻高である). パラメータ a の値は選択性のシャープさを示し, パラメータ b は漁獲される最小漁獲殻高を示している. パラメータ a の値は網目が大きくなるにしたがって小さくなる傾向がみられる. 言い換えれば網目の小さいほど選択性が鋭くなることである. またパラメータ b も網目が大きくなるほど大きくなり, 網目の大きさと最小漁獲殻高の関係は直線式で表わすことができる. すなわち, ある網目の大きさからは網目の大きさと最小殻高は比例関係にあることを示している.

このような選択性曲線が得られたが, 現在大田市のバイかご網漁船は約20mmの網目を使用しているので, 漁獲されるエッチュウバイの最小殻高は12mmで, 小型個体の漁獲される割合がかなり大きい. 先に述べたように加入量が年々変化する場合には加入あたり漁獲量を大きくする方が有利なので, 小型個体が網目から抜け落ちるような網目を使用する方がより良いことは明らかである. したがって, 今後バイかご網漁船は経営的なことを考慮しつつ, 網目を40mmに拡大していくことが漁業の生産性を向上させ, 漁業の持続性を保つことになろう.

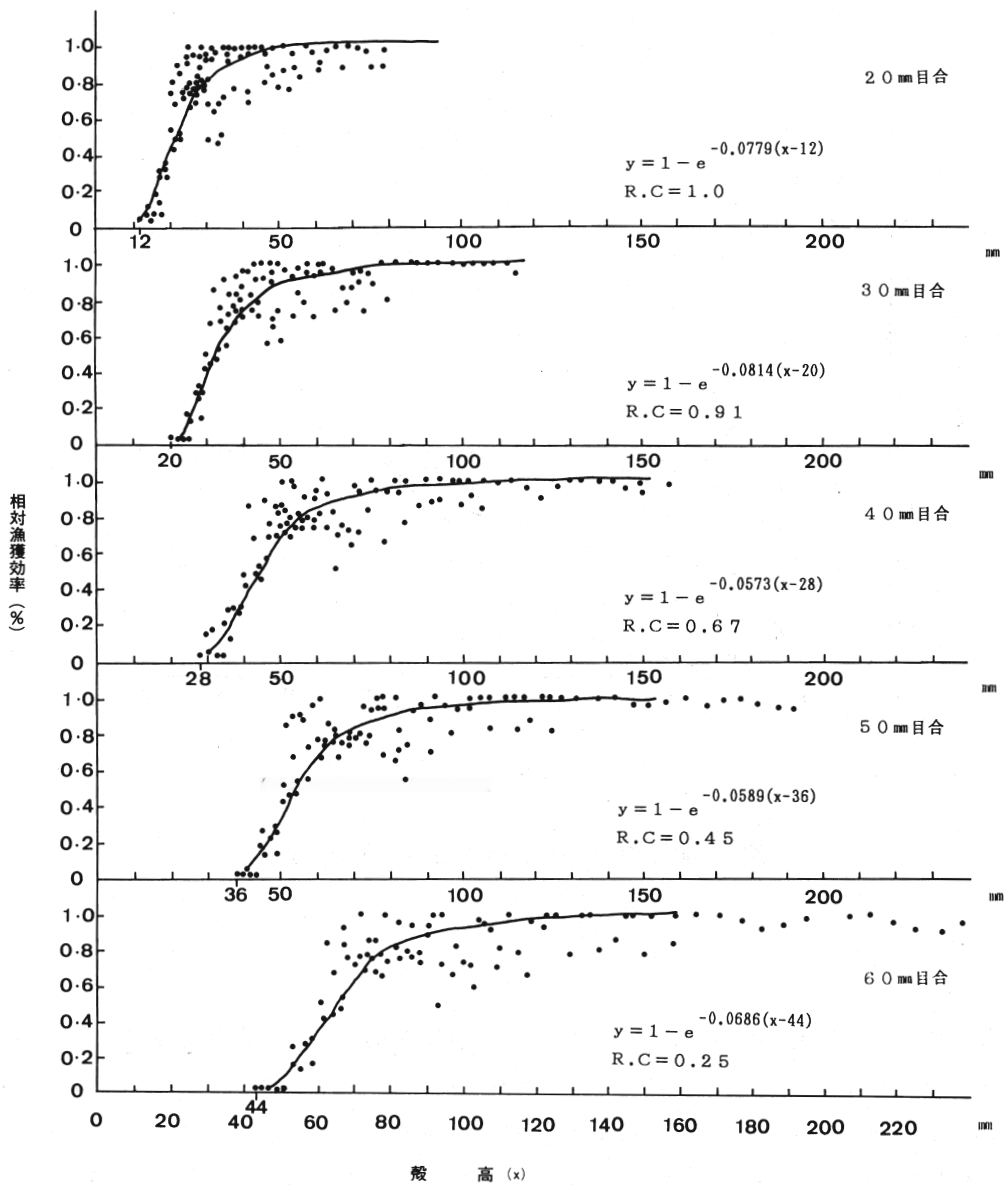


図15 エッチュウバイの網目選択性曲線

文 献

安達二郎 (1986) 大田市沖のエッチュウバイの資源管理. 地域営漁計画書, 和江漁業協同組合, 48-61.

石田昭夫 (1962) 刺網の網目選択性曲線について. 北水研報, (25), 20-25.