

和歌山県海域における海産稚アユの資源特性

吉本 洋, 藤井 久之^{*1}, 中西 一^{*2}

海と川とを生息海域を移す両側回遊性のアユについては、河川での適正放流量や放流後の移動および生残率の観点から資源に関する多くの研究がなされているが、海域でのアユ仔稚魚の資源量を推定した研究はほとんど行われていない。

初期資源を推定する方法としては、操業期間が短く短期間に漁獲強度が加えられ、資源の逸散・参入がなく、漁獲のみで減少すると仮定する場合には DeLury の方法が有効とされている。¹⁾ この方法はアワビやナマコなどの移動性の小さい磯根資源に特に有効とされ、魚類では東京湾でのハゼや伊勢湾でのイカナゴ等を対象に資源量の推定が行われている。^{2) 3)} 和歌山県海域での海産稚アユの漁獲期間は比較的短く、その海域特性から県内を母川とする稚アユが他県の河川にそ上する可能性は低く DeLury の仮定をよく満たしていると考えられることから、本方法による初期資源量の推定を試みた。また、経年漁獲量をもとにして Ricker 等の再生産式の適用についても検討した。

資料および方法

資源量の推定 和歌山県での海産稚アユの漁獲は主に1～3月にかけて特別採捕許可で行われ、漁獲量が目標量になり次第操業が停止される。主要漁獲海域は図1に示した紀北・田辺湾・紀南に大別でき、1972～1997年は紀北と田辺湾の両海域で全漁獲量の93%を占めており、以下紀北と田辺湾の漁獲量を対象に資源量の推定を行った。

和歌山県漁業協同組合連合会の資料をもとに、漁獲期間中の漁獲量と漁獲努力量としての操業数を集計し資源量推定のための基礎資料とした。漁獲日と採集場所の異なるものを1群として無作為に標本抽出し体長測定を行い、さらに体長(SL:mm)と体重(BW:g)の換算式を次式のとおり算定し、

$$BW = 6.178 \times 10^{-7} SL^{3.624}$$

1群毎に得られた平均体重で漁獲量を除して総漁獲尾数を推定した。

DeLuryの第一モデルによると、期間 t (t は日)の漁獲量を C_t 、漁獲努力量を X_t 、 $t=0$ の時の初期資源量を N_0 、漁獲能率を q とすれば、次の関係式が与えられる。

$$\frac{C_t}{X_t} = q N_0 - q \sum_{i=0}^{t-1} C_i$$

したがって上記の式により、期間 t におけるCPUE(C_t/X_t)と $t-1$ までの累積漁獲量($\sum C_i$)との回帰直線から初期資源量(N_0)および漁獲能率(q)が推定される。

さらに、年間流下仔魚数を推定するために、日高川河口から4.0km上流の流心部で、原則として10月中旬～12月下旬に各旬1回流下仔魚の採集を行った。採集はプランクトンネット(口径0.6m,

*1現:栽培漁業センター *2現:有田県事務所産業課

側長 1.5 m, 網目 0.32 mm) を用い, 16 時から 24 時 (流下の最盛期には年 1 回 12 時から翌 12 時) まで 2 時間毎に各時刻 5 分間行い, 得られた仔魚は 5 %ホルマリン液で固定した。流下仔魚数の算出は滋賀県水産試験場の方法に準じて行い, 引き延ばし係数は 24 時間調査時の結果を用いた。また, これらの方法により求めた日高川の年間流下仔魚数と初期資源量や漁獲数との関係も検討した。

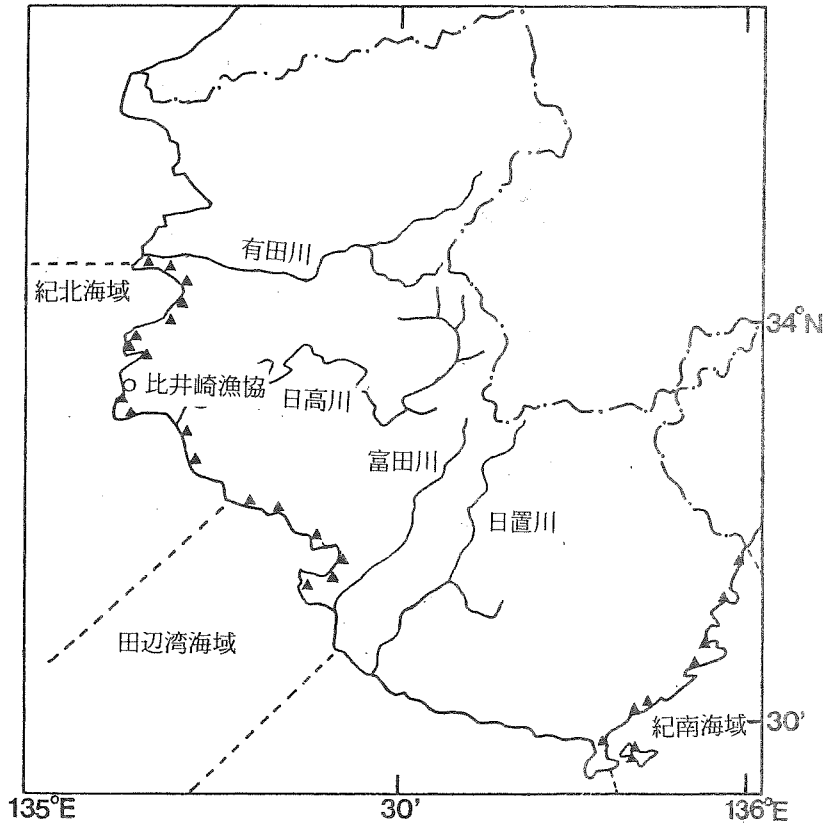
体長と日令 紀北の比井崎漁協で採捕された稚アユサンプルの一部を 100%アルコールで固定し体長を測定した後, 実体顕微鏡下で偏平石を取り出しユーパラルで封入し, 描画装置付きの顕微鏡 (×400 倍) を用いて日周輪を計数した。さらに, 日令査定資料をもとに漁場への完全加入日令やその後の全減少係数等の資源特性値を求めた。

再生産式の適用 アユは年魚で, 当年の漁獲量と 1 年遅れの漁獲量との関係は親と子の関係に対応することから, 紀北と田辺湾海域で漁獲された稚アユについて, 一次回帰直線, Ricker, Beverton-Holt 型の再生産式への適用について検討した。

結果および考察

資源量の推定 1982~1997 年の年間漁獲量, 年間操業数, さらに CPUE (年間漁獲量(kg)/年間操業回数)の推移を図 2 に示した。年間漁獲量は 0.6~28.7t, 年間操業数は 16~226 回の範囲であった。CPUE は 28~284 の範囲で, 1991 年を除き全体的にはその増減は年間漁獲量とよく一致し, 資源量をよく反映しているものと思われる。1991 年は漁獲量が前年の 2.6 倍に増加したにも係わらず, 操業回数が 26 回で前年 (25 回) と変わらなかったために, CPUE が実際の資源量に比較して大きくなったものと思われる。

1991~1997 年の稚アユの累積漁獲尾数と CPUE (1 日の漁獲尾数/1 日の操業回数) との関係を図 3 に示した。両者の関係は 1997 年は 10%, その他の年は 5 %の水準で有意な負の相関を示し, その回帰直線と相関係数は次のとおりとなった。



▲主要漁獲漁協

図 1 和歌山県における海産稚アユの漁獲海域

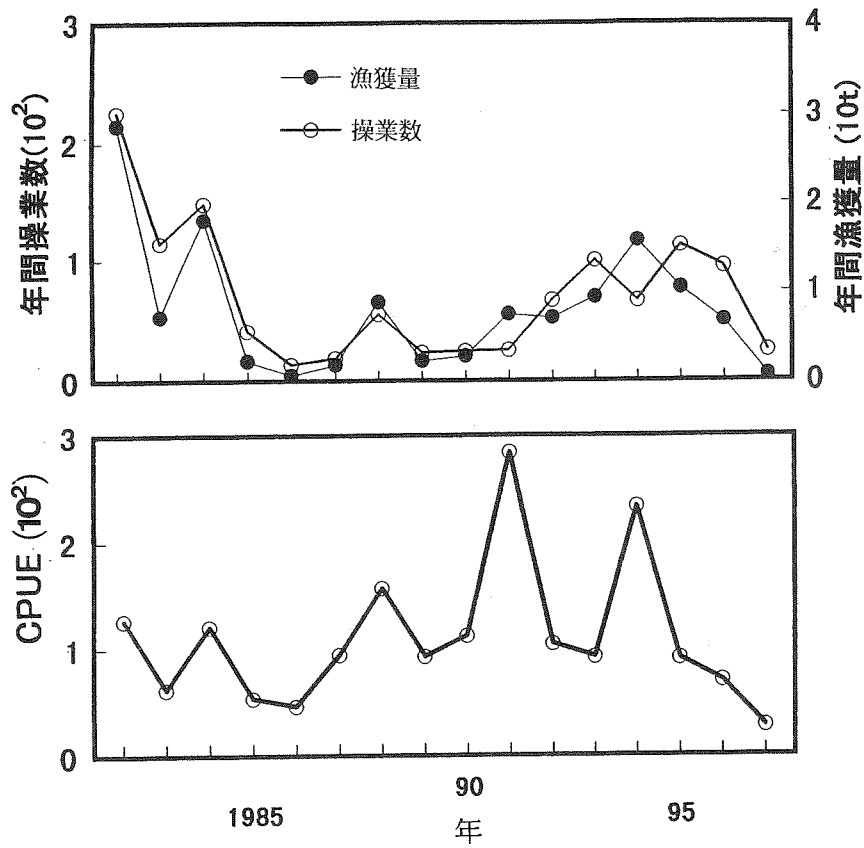


図2 紀北・田辺湾海域における年間漁獲量・操業数・CPUEの推移

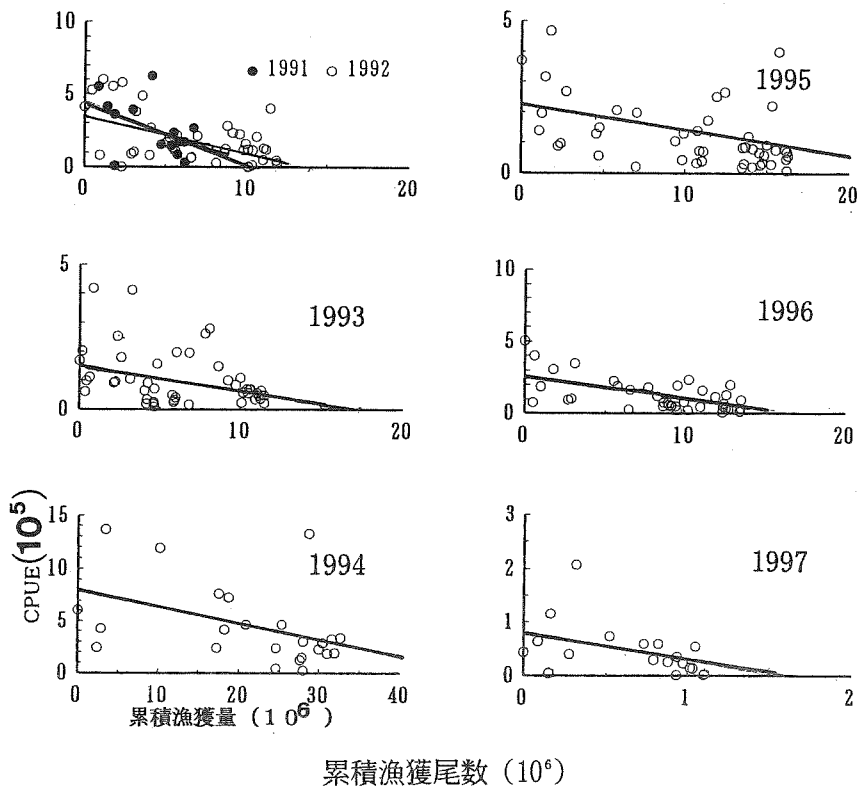


図3 紀北・田辺湾海域における累積漁獲量とCPUEとの関係

1991年： $Y = 444,792 - 0.042X$ ($r = 0.539$)
 1992年： $Y = 349,834 - 0.024X$ ($r = 0.519$)
 1993年： $Y = 158,616 - 0.009X$ ($r = 0.347$)
 1994年： $Y = 781,892 - 0.016X$ ($r = 0.435$)
 1995年： $Y = 226,888 - 0.010X$ ($r = 0.475$)
 1996年： $Y = 272,450 - 0.017X$ ($r = 0.637$)
 1997年： $Y = 74,865 - 0.048X$ ($r = 0.394$)

DeLuryの方法で求めた初期資源量，漁獲率，漁獲能率などの資源推定値を表1に示す。漁獲尾数(C)は110万～3,504万尾の間で約32倍の年変動がみられた。初期資源量(N_0)は156万～4,887万尾の範囲で約31倍の年変動がみられた。漁獲尾数を初期資源量で除した値である漁獲率(C/N_0)は0.65～0.85で初期資源量に関わらず高い値を示した。延操業回数(X)は25～120回の範囲で，1997年は25回と最も少なく，そのためか累積漁獲尾数とCPUEとの相関は他の年と比べて低かった。

DeLuryの方法では自然死亡が無視できると仮定していることから，初期資源量を実際よりも少なめに評価している可能性がある。今後はDeLuryの式を適用する場合，海産稚アユの減耗率などの生態的な側面も考慮し，その他の仮定も含め実際にどの程度妥当性があるか検討を行う必要がある。

表1 各年の海産稚アユの採捕と資源状況

年	漁獲尾数 ($C=10^6$)	初期資源量 ($N_0=10^6$)	漁獲率 (C/N_0)	延操業数 (X)	漁獲能率 (q)
1991	7.53	10.59	0.71	28	0.042
1992	11.92	14.58	0.82	70	0.024
1993	11.52	17.62	0.65	100	0.009
1994	35.04	48.87	0.72	67	0.016
1995	16.33	22.69	0.72	120	0.010
1996	13.58	16.03	0.85	95	0.017
1997	1.10	1.56	0.71	25	0.048

前年の日高川の年間流下仔魚数と初期資源量及び漁獲尾数との関係を図4に示した。初期資源量，漁獲尾数ともに流下仔魚数と相関がみられ，流下仔魚数が多くなるほど翌年の初期資源量と漁獲尾数は増大した。

紀北と田辺湾で採捕されるアユ稚魚の母川は，その地理的な条件から主に有田川～日置川にかけての河川と思われる。年間流下仔魚数と初期資源量の関係を見ると，本海域での全流下仔魚数は算定されていないが，日高川の流下仔魚数を指標とすると，1991～1997

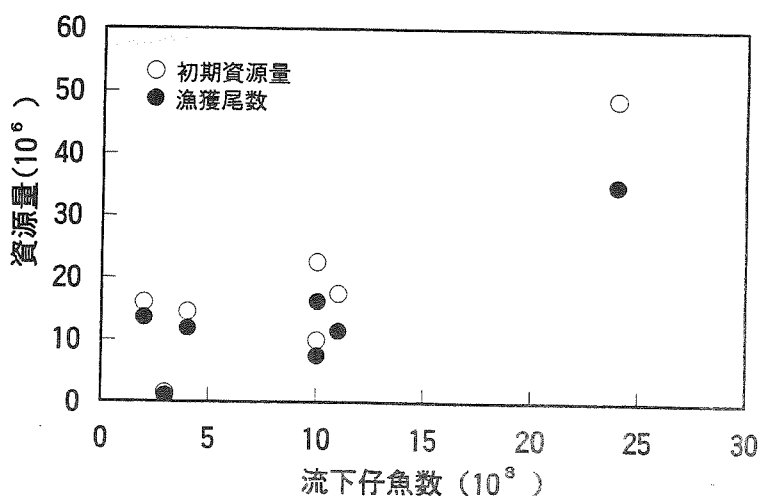


図4 日高川の年間流下仔魚数と初期資源量及び漁獲尾数との関係

年の初期資源量を前年の日高川の流下仔魚数で除した値（生残率）は0.5～8%（平均2.8%）となった。

和歌山県那智湾においてのテトラサイクリンでの耳石標識によるふ化仔魚の3週間と5週間後の生残率はそれぞれ4.3%と2.0%と報告され、海に流下してからの仔稚魚の減耗が著しいことが既に実証されている。⁴⁾ 今後は、紀北と田辺湾周辺の河川の流下仔魚数を算出し初期資源段階での正確な生残率を算定するとともに、流下からそ上までの全期間を通じて標識調査を行い、海産稚アユ全体の減耗率を把握する必要がある。

体長と日令 紀北の比井崎漁協に出現する海産稚アユの日令及び体長の旬毎の推移（1996年1月～3月）を図5に示した。体長の推移を平均でみると、1月下旬は39.5mmでその後は経時的に大きくなり2月下旬には50.0mmとなった。さらにその後は、3月初旬40.4mm、3月中旬42.3mm、3月下旬には47.4mmとなり、全期間を通じての体長範囲は27～85mmであった。

漁獲時期とふ化日の関係をみると、漁獲当初の1月下旬はふ化時期が全て11月以前のもので占め、10月中旬のものも約10%あった。2月になると10・11月の他に12月上・中旬のものが順次現れ、3月には12月下旬のものも出現し、同下旬には12月のものが約70%を占めた。このように、体長及びふ化日の推移から、稚アユは早生まれほど早く一定海域に出現し、加入と逸散を繰り返しながら全体的に成長していくものと考えられる。

漁獲物の日令組成のデータを調べることにより、漁場への完全加入日令さらには全減少係数などの資源特性値を知ることができる。1991と1992年における紀北の比井崎漁協での海産稚アユの日令頻度を図6に示す。全体的には日令は50～170日、モードは1991年が90～100日、1992年が80～90日の範囲で、モード以上の日令のものは漸減する傾向がみられた。これらのことから、日令が100日未満のものは順次漁場に参加し漁場への完全加入日令は80～100日と考えられる。

つぎに日令と採捕尾数との関係を図7に示した、完全加入した日令以降の全減少係数（Z）は漁

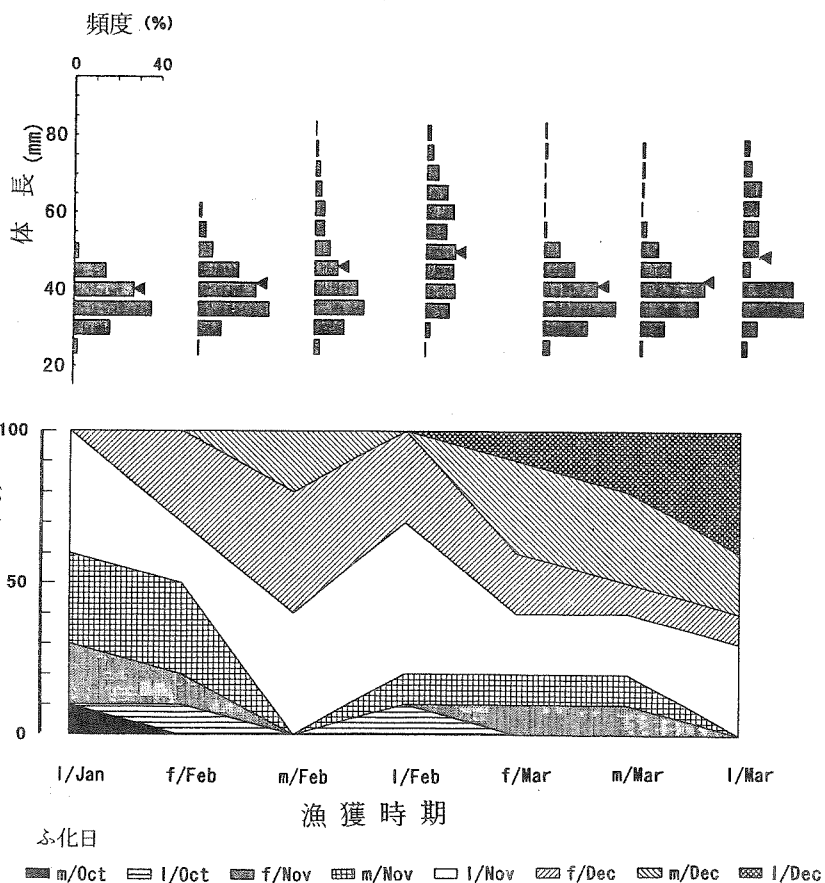


図5 紀北比井崎漁協に出現する海産稚アユの日令及び体長の旬毎の推移

獲尾数を片対数グラフにプロットしたときの直線により算定できる。1991年の対数回帰法で求めた日令90~130日の10日毎の全減少係数Zは1.287（生残率S=0.276）で，1992年の日令80~140日のZの値は0.632（S=0.531）となった。

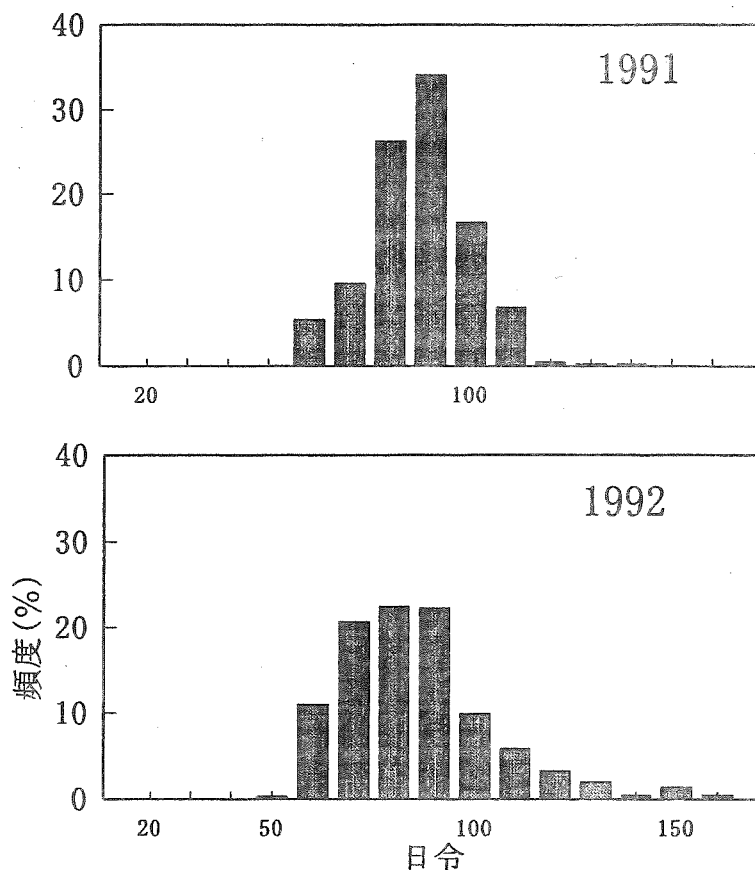


図6 紀北比井崎漁協での海産稚アユの日令頻度

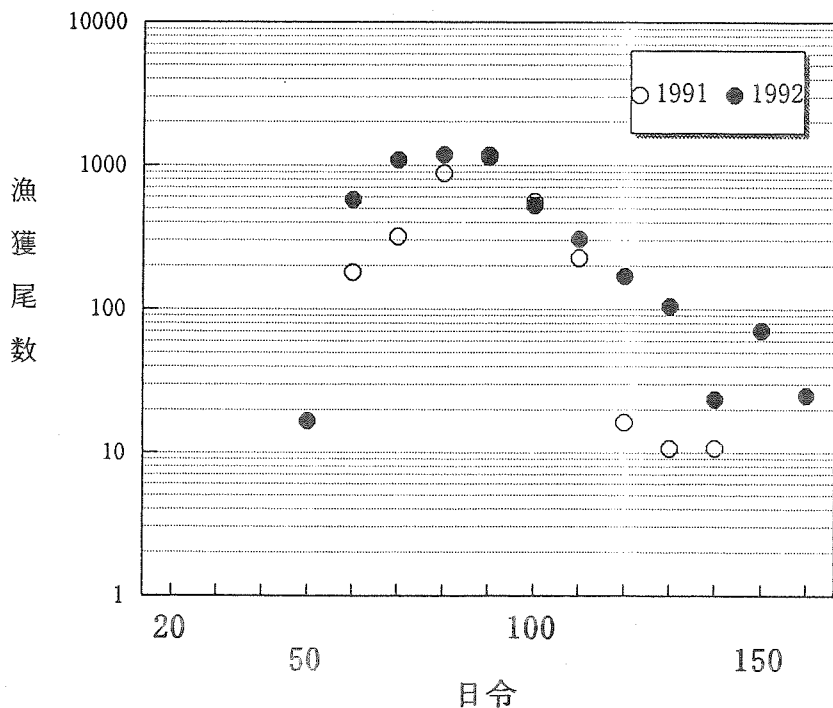


図7 紀北比井崎漁協で漁獲された海産稚アユの日令と漁獲尾数との関係

再生産曲線の適用 親と子の関係を示す再生産モデルについてはサケ・マス類のほかに多くの魚種で適用されている。主な再生産式としては、産卵量により死亡率や仔世代の量が決定されるとする Ricker 型と、死亡率がその時々々の密度により決定されるとする Beverton-Holt 型があり、^{5) 6)} アユではある年のその上数と翌年のその上数との間には Ricker 型の再生産曲線があてはまるとされている。⁷⁾ 稚アユの採捕量と翌年の採捕量との関係は親子関係を示していると考えられるため、紀北と田辺湾海域で採捕された稚アユについて、Ricker と Beverton-Holt 型のほかに 1 次回帰直線についても再生産式の適用を検討した。

Ricker の式により求めた当年漁獲量 (E) と次年漁獲量 (R) の関係は、有意 ($P < 0.02$) な相関がみられ次のようになった。

$$R = 1.7134 \times E \times \exp^{-0.0505E}$$

しかし、Beverton-Holt 及び 1 次回帰直線については有意 ($P < 0.02$) な相関はみられなかった。

つぎに上記の式より求めた Ricker の再生産式と実績漁獲量との関係を図 8 に示した。Ricker の再生産式より求めた 45° 線の平行線との接点である最大維持生産量 (MSY) は約 5t で、親と子世代の数が等しくなる平衡点である 45° 線との交点は約 10.5t となった。

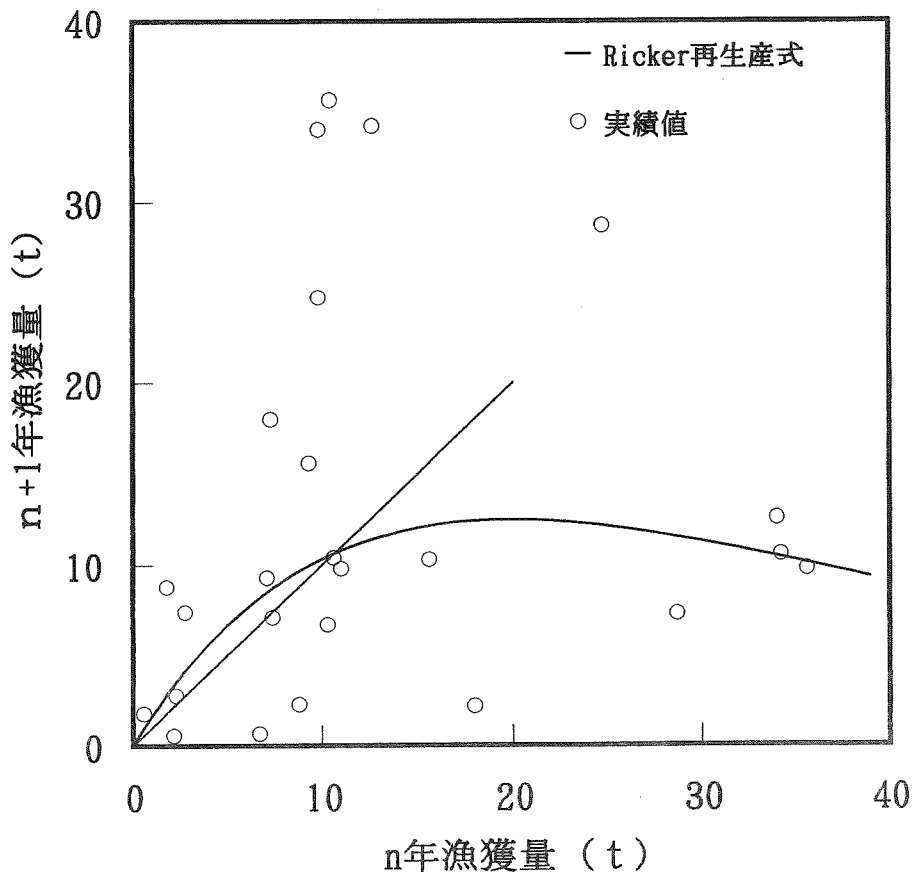


図 8 Ricker の再生産式と実績漁獲量との関係

今回の解析は年間採捕量が0.7～35.7tと大きな変動があったことから、今後は資源水準の上昇と下降期に分けて解析するなど詳細な検討が必要である。

文 献

- 1) 松宮義晴：沿岸水産生物の資源評価，水産資源の解析と評価（石井丈夫編），恒星社厚生閣，115～129（1983）。
- 2) 能勢幸雄：標識率法による東京湾北部のマハゼの資源量の推定，日水誌， 27（8）793～800（1961）。
- 3) 名越 誠：伊勢湾におけるイカナゴ個体群の研究－Ⅱ，三重大水産研報， 4，65～72。
- 4) 塚本勝巳：海におけるアユの生態と資源，水産増殖，38（2）208～209（1990）。
- 5) 石井丈夫：再生産曲線，「水産資源学」（能勢幸雄，石井丈夫，清水誠著），東京大学出版会，185～194（1996）。
- 6) 松宮義晴：再生産関係，「水産資源学概論」，日本水産資源保護協会，40～44（1996）。
- 7) 内田和男：信濃川大河津分水路における遡上アユ採捕量の年変動，平成9年度日本水産学会春季大会講演要旨集（1997）。