

糸島地区におけるコウイカの資源管理に関する研究

佐野 二郎^{1 a}

(¹研究部)

コウイカは1年生の魚類であること、2～4月に営まれるいかかご漁業により総漁獲量の80%以上が漁獲されていることから、その資源管理手法としていかかご漁業を対象とした産卵親魚量一定方策（以下「CES」と略）が望ましいと考えられる。本研究ではCES管理を行うために、1996年以降の漁獲データを用いて各年の初期資源量推定を行い、次に産卵親魚となる残存資源量とその子供にあたる次年度初期資源量との関係を明らかにした。更に、その関係から現在の漁獲量を安定して維持するために必要な産卵親魚量を求め、具体的な資源管理手法についての検討を行った。

キーワード：糸島地区，コウイカ，資源管理，資源量推定

コウイカは一年生の魚種であること、また漁獲量の80%以上を産卵のため沿岸に回遊してくる産卵親魚を対象とするいかかご漁業が占めていることから、その資源を管理していく方策としてはCESによる管理が望ましい。CES管理には、漁期前の資源量推定、漁期開始後の漁獲量モニタリングの2つにより、漁期中の現存資源量を把握しておくことが必要である。漁獲量モニタリングについては、近年、水揚げ管理が各地区で電算化されたことに伴い出荷翌日には前日までの漁獲量を集計することが可能となっているものの、漁場が広く貝類のように定着性ではないコウイカの漁期前資源量の把握についてはこれまで行われていなかった。

本研究では、比較的長期に電算処理データが揃っている糸島地区において、コウイカの再生産関係を明らかにすることで漁期前に資源量推定を行うとともに、最近の漁獲量を安定して維持していくために必要な産卵親魚量を求めることにより、具体的な資源管理策についての提言を行うことを目的とした。

方 法

1. 資源量推定

(1) 適正資源量推定手法の検討

'96年以降の糸島地区における水揚げ仕切り書電算処理データを材料として解析を行った。コウイカ類はその一生の中で、成長に伴う深浅移動を行うものの、水平

方向へ大きな移動をせず^{1) 2) 3) 4)}、いかかご漁場はごく浅い沿岸から沖合の水深50m付近まで広く、漁期中に漁場の内外での移動加入が少ない「閉じた資源」であること、その漁期が約2ヶ月程度と極めて短いことから除去法を用いて行った。最初に操業日ごとに操業者数、漁獲量を整理し、最尤法を導入した2項分布モデル、正規分布近似モデル、DeLury第1モデルの3手法により初期資源量 N_0 と漁具効率 q の推定を行った。⁵⁾パラメータ推定にあたってはマイクロソフトエクセル（以下「MS-Excel」と略）で演算式を入力したシートを用い、⁶⁾MS-Excelアドインツールソルバー（以下「ソルバー」と略）を起動させ、最大対数尤度を最大とする適正解に収束させ初期資源量を求めた。ソルバーによる解探索は各モデルとも3つの異なる初期値から開始し、それぞれが同一解に収束したことで適正解に収束したものと見なした。更に収束時の赤池情報量基準（以下「AIC」と略）⁵⁾により各モデルで推定した資源量の当てはまりの良さを比較した。

(2) 推定資源量の検証

推定した資源量の信頼性について、次の2つの仮説をたて検証を行った。

一つめは「いかかごによる獲り残し量、すなわち残存資源量が多ければ、いかかご終了直後から同一海域で操業が始める小型底曳き網漁業のコウイカの獲れ具合は良い。」という仮説である。そのため、残存資源量と5月

a現所属：内水面研究所

の小型底曳網漁業によるコウイカの漁況の関係を検討した。近年、糸島地区では5月にゴミ駆除を実施しており操業日数が少ない年が多いことから、コウイカの獲れ具合を示す指標としてcpueを用いた。

二つめは「推定した初期資源量が多いときには、その資源を先取りする秋季における小型底曳網漁業のコウイカの獲れ具合は良い。」という仮説である。その検証として秋～冬季（9～12月）の小型底曳網漁業によるコウイカ漁獲量と推定初期資源量との関係を検討した。

2. 資源管理策の検討

推定した残存資源量と次年度の初期資源量をグラフ上にプロットし、直線回帰型、Beverton-Holt型、Ricker型の3手法で当てはまりの良さを検討し、決定した再生産関係式のパラメーター推定を行った。

次に求められた再生産式を用い、資源や漁獲量の安定維持のために必要な残存資源量推定を行った。'96年以降のいかかご漁業による漁獲量推移（図1）では直近5カ年の漁獲量変動傾向は増減を繰り返してはいるものの期間を通じての線形トレンドはほぼ0である。そのため、漁獲は中位安定傾向と判断し、'96年以降の平均漁獲量70トン进行後の漁獲量目標値とし、それを安定して維持していくために必要な残存資源量の推定を行った。推定に当たっての考え方は次の通りである。再生産関係の論理式 $f(x)$ により求めた次年度初期資源量推定に5%の誤差が生じると仮定し、 $x = N_t - 70$ のとき $N_{t+1} = 0.95 \times f(x)$ となる x の値を適正残存資源量とした。解探

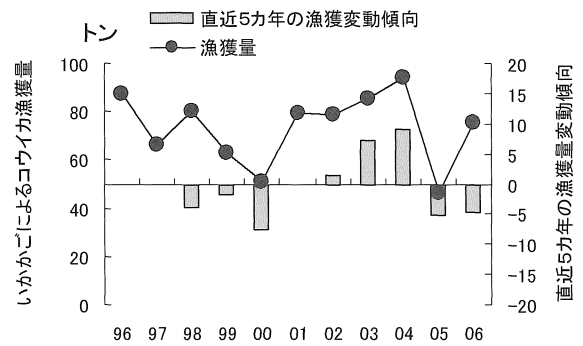


図1 いかかご漁業によるコウイカ漁獲量とそのトレンドの推移

査にはMS-Excelソルバーを用いて行った。

結果

1. 資源量推定

(1) 適正資源量推定手法の検討

表1に各モデル別の推定初期資源量を、表2に適正解収束時のAICを示した。2項分布の正規分布近似モデルがすべての年で適正解に収束したのに対し、2項分布モデルではすべての年で適正解に収束ができず、DeLury第1モデルでは'03、'05、'06の3カ年で適正解に収束することができなかった。適正解収束時のAICは'99年のみDeLury第1モデルのAICの値が最小となったものの、他の10カ年では2項分布の正規分布近似モデルが最小となった。

年	2項分布モデル	正規分布近似モデル	DeLury第1モデル
96		145,331	133,857
97		92,364	94,882
98		138,495	133,857
99		82,411	89,928
00	全ての年で適正解に収束不可	78,561	85,399
01		90,173	97,345
02		128,744	138,695
03		189,458	適正解収束不可
04		180,966	189,356
05		133,718	適正解収束不可
06		231,906	適正解収束不可

単位:kg

年	2項分布モデル	正規分布近似モデル	DeLury第1モデル
96		58	154
97		14	154
98		18	154
99		316	128
00	全ての年で適正解に収束不可	46	197
01		23	314
02		174	206
03		545	適正解収束不可
04		297	310
05		2,989	適正解収束不可
06		1,332	適正解収束不可

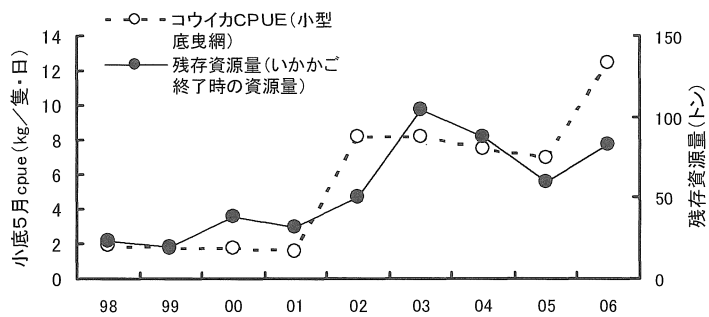


図2 残存資源量と5月の小型底曳網コウイカcpueの推移

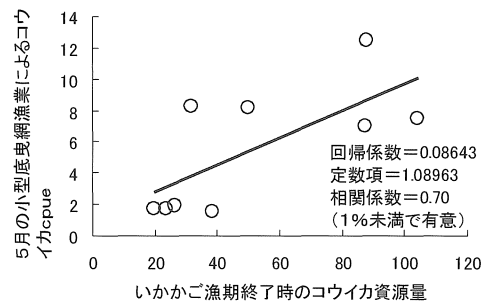


図3 残存資源量と5月の小型底曳網コウイカcpueの相関

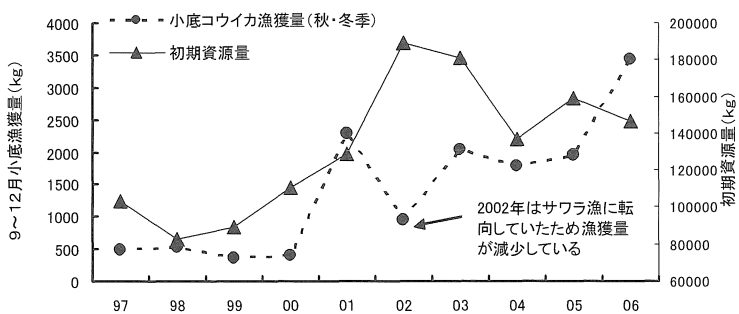


図4 秋～冬季の小型底曳網コウイカ漁獲量と推定初期資源量の推移

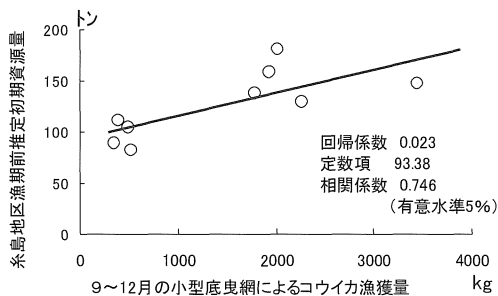


図5 秋～冬季の小型底曳網コウイカ漁獲量と推定初期資源量の相関

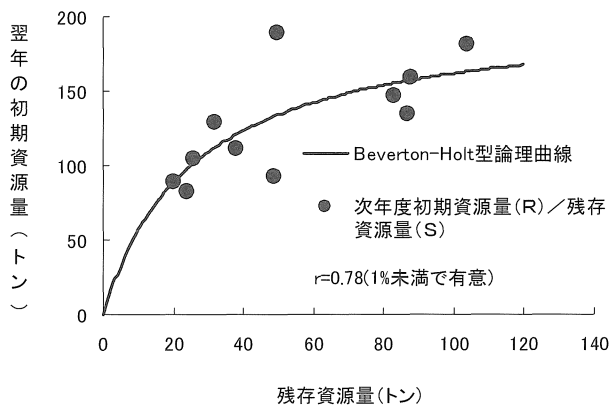


図6 再生産関係

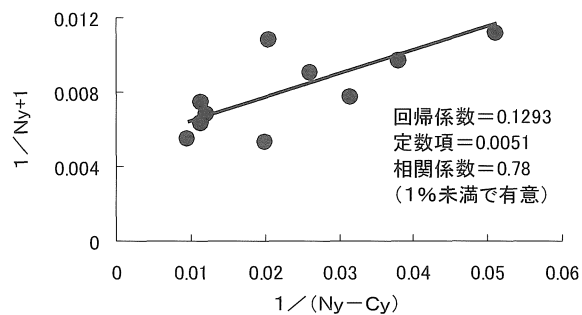


図7 残存資源量と初期資源量の相関

(2) 推定資源量の検証

図2に推定初期資源量からいかかご漁業漁獲量を差し引いて求めた残存資源量と5月の小型底曳網漁業のコウイカに対するcpueの推移を示した。双方ともその増減傾向は同様な傾向を示し、両者には強い正の相関が見られた ($r=0.70$ 1%未満で有意, 図3)。

図4に推定初期資源量と前年の9～12月における小型底曳網漁業によるコウイカ漁獲量の推移を示した。これについても双方とも年変動は同じ傾向を示し、両者には正の相関が見られた ($r=0.70$ 5%未満で有意, 図5)。

2. 資源管理策の検討

図6に各年の残存資源量に対する次年度初期資源量を示した。点分布は漸増傾向が見られること、直線回帰では原点を通る論理式が導かれなことから、再生産曲線はBeverton-Holt型の論理式が妥当であると考えられた。Ms-Excelソルバーを用い、最小2乗法により推定したBeverton-Holt型の論理式は次式の通りである。

$$\text{次年度初期資源量}(R) = 7.8085 \times \text{残存資源量}(S) / (0.0383 \times \text{残存資源量}(S) + 1)$$

両辺の逆数を取り $1/R$ と $1/S$ の点分布から R と S

の相関を調べた結果、強い正の相関が見られた ($r = 0.78$, 1%未満で有意, 図7)。

この再生産関係式を用いて過去10年間の平均漁獲量70トンを得るために必要な残存資源量を推定した結果、68トンとなった。

考 察

コウイカは一年生の魚種であること、全漁獲量の10%程度を混獲する小型底曳網漁業、2双ごち網等の漁獲量を除く大部分を短期間で強度の漁獲努力によるいかかご漁業で漁獲されることから、いかかごの漁獲データを用いた除去法による推定が適当と考えられる。これまでも伊藤ら⁷⁾により、DeLury法のなかの直線回帰モデルにより糸島地区における'97~'00年のコウイカの資源量推定が行われている。しかし、直線回帰モデルで使用するcpueの値は漁獲量を漁獲努力量で除することにより導き出された数値であることから、気象海象等色々な条件で変化する出漁隻数や漁獲量変動の多寡等は考慮されない。そのため、本研究では、これらの数値も推定に考慮される最尤法を用いた除去法により推定を行った。

今回、推定に用いた3モデルの中で正規分布近似モデルのみが全ての年で適正収束が確認された。基本的なモデルである2項分布モデルでは11年中すべてで収束ができなかった。この原因として2項分布の演算過程で大数が発生しセルがオーバーフローしたためと考えられる。DeLury第1モデルでは11年中3年で収束不可であった。DeLuryの第1モデルでは他の2手法が漁獲能率(q)と初期資源量(N)の2つがパラメータであるのに対し、更に分散(σ^2)が加わりパラメータ数が多かったためではないかと考えられる。AICの比較ではDeLury第1モデルが正規分布近似モデルを下回ったのは1年に留まり、資源量推定に当たっては正規分布近似モデルが妥当と考えられた。

しかし、数理的に求めた資源量はあくまでもいかかごの漁獲データを用いて行ったものである。いかかごは網漁業等と異なりコウイカの産卵生態を利用した漁法であるため、仮に資源量、出漁隻数とも多くても水温や波浪等気象海象条件等によって漁獲が少ない可能性がある。事実、有明海では潮の流れが激しい大潮の時にはcpueが低下することが知られている。⁸⁾一方、コウイカはいかかご漁期終了後も、小型底曳網漁業により漁獲される。小型底曳網漁業はいかかごと異なり海域中のコウイカを無作為に漁獲する漁法のため、その漁況はいかかご漁期後の残存資源量の多寡に影響されると考えられる。また、

初期資源量が多ければ、いかかご漁期前に資源を一部先取りする小型底曳網漁業によるコウイカ漁獲量は多いはずであり、コウイカと同族であるシリヤケイカでは越冬群と産卵群それぞれの漁獲量との間には正の相関が見られることが上田¹⁾により報告されている。そこで、推定した初期資源量の信頼性を検証するために、残存資源量と5月における小型底曳網漁業のコウイカ漁況、及び推定資源量と9~12月の小型底曳網漁業のコウイカ漁況との関係をそれぞれ解析してみた。その結果、両者とも強い正の相関が見られ、これらのことから推定資源量の信用性は高いと判断された。

更に、'96~'06年の残存資源量と次年度初期資源量の値を用いたBeverton-Holt型の再生産式は強い正の相関が見られたことから、'07年以降は漁期前に初期資源量推定が可能となった。この再生産関係式を用い直近10年間の平均漁獲量の70トンをこれからも持続していくために必要な産卵親魚量は68トンとなった。この値は初期資源量の50%であり、言い換えれば漁獲率が50%ということである。近年の漁獲率を見ると、50%以下を維持していることから現在のところ特に強い資源管理策を講じる必要はない。しかし、前述のようにコウイカは1年生の魚種であるため、単年度の漁獲圧過多により資源水準を急激に低下させる恐れを持っていることから、CES管理は必要である。今後は、漁獲量情報による初期資源量推定を継続することで漁期前資源量推定の精度を高めていくとともに、漁業者協議会等を利用しコウイカ資源管理の必要性、重要性を普及していきたいと考えている。

文 献

- 1) 上田和夫：シリヤケイカの成長、成熟及び移動生態に関する研究、南西海区水産研究所研究報告Vo119, 1-42 (1985).
- 2) 安田治三郎：コウイカ *Sepia esculenta Hoyle* 生態の二、三について、日本水産学会誌第16巻第8号, 22-28 (1951).
- 3) 社団法人日本水産資源保護協会関西国際空港建設検討のための漁業環境影響調査委員会：シリヤケイカ、関西国際空港漁業環境影響調査漁業生物班資料 I, 341-356 (昭和51年).
- 4) 富山昭：山口県瀬戸内海に於ける重要生物の生態学的研究 第17報 コウイカ *Sepia esculenta Hoyle* の生態、山口県内海水試調研業績第9巻第1号, 29-39 (1957).
- 5) 日本水産資源保護協会：資源評価体制確立推進事業

- 報告書－資源解析手法教科書－, 73-91(2001).
- 6) 佐野二郎：数理モデルを用いた筑前海糸島地域におけるコウイカ移動生態，福岡県水産海洋技術センター研究報告，第15号，51-54(2005).
- 7) 伊藤輝明，秋元聡：糸島地区におけるコウイカ資源量の推定，福岡県水産海洋技術センター研究報告，第11号，65-69(2001).
- 8) 山口泰弘，山根猛：有明海におけるいかかごによるコウイカ *Sepia esculenta* 漁獲量と水温，潮汐の関係について，Fisheries EngineeringVOL. 36, 45-48(1999).
- 9) 佐野二郎：コウイカの資源増大に関する研究，福岡県水産海洋技術センター研究報告，第16号，51-62(2006).