沖縄水海技セ事　84，29－37（2024）

【研究報告】

沖縄島海域におけるシロクラベラの資源評価と漁獲体長制限効果

北　朋紘*，安里聖貴，松崎遣大[1]，秋田雄一[2]，上原匡人[3]，太田　格，海老沢明彦

Stock assessment of the blackspot tuskfish *Choerodon schoenleinii* in the Okinawa-jima Island: implication of restoring effect by catch size limit.

Tomohiro KITA*, Masaki ASATO, Kenta MATSUZAKI[1] Yuichi AKITA[2], Masato UEHARA[3], Itaru OHTA and Akihiko EBISAWA

シロクラベラは，沖縄県の沿岸漁業において重要な水産資源である．本種の資源管理の取り組みとして，漁獲体長制限が実施されてきた．その取り組みの効果を検証するため，VPA により，本種の沖縄島個体群の資源状態を評価した．その結果，漁獲体長制限の実施期間が長い海域ほど資源水準が高いことが明らかとなった．また，資源量と漁獲量の将来予測の結果から，漁獲体長制限は，資源量の増加および漁獲量の増加に寄与することが示唆された．本種の持続的利用や生産額の増大を目指す上で，漁獲体長制限を継続していくことが重要であると考えられた．

シロクラベラは，主に電灯潜りや刺網で漁獲され，沖縄県では高級魚として取引されている．沖縄島北部海域（以下，北部海域）では，2003 年 6 月から潜水器漁業を中心に 1 kg 未満の漁獲禁止による自主的な資源管理が開始された．2006 年 4 月からは，すべての漁法で 1 kg 未満のシロクラベラの漁獲と販売の禁止が実施された．2015 年 4 月には，沖縄海区漁業調整委員会指示のもと全長 35 cm 未満のシロクラベラの採捕を禁止する公的な規制へと移行した．一方，沖縄島東部海域（以下，東部海域）では，2016 年から共同漁業権第 9 号等を主体とする海域において漁獲体長制限による自主的な資源管理が開始された．2019 年 4 月には，北部海域と同様，委員会指示による公的な採捕規制が開始された．その後，2021 年 4 月には委員会指示による本種の採捕規制の対象海域が沖縄諸島の共同漁業権全域に広がり，2003 年 4 月には先島諸島を含む沖縄海区全域に拡大された．

今後，本種資源の持続的な利用のためには，資源の現状を把握するとともに，資源管理策の効果の評価が必要である．そこで本研究では，VPA（Virtual Population Analysis）を用いて沖縄島海域（以下，本島海域）におけるシロクラベラの資源量を推定し，資源の現状を評価した．加えて，北部海域と東部海域における漁獲体長制限の開始年の違いに着目し，海域ごとに推定した資源動向を比較することにより現段階の漁獲体長制限効果を検証した．

材料及び方法

解析に用いたデータおよび計算式を表 1 に示す．

(1) 市場体長測定

漁業者，漁獲海域，漁法を区別し，水揚げされたシロクラベラの全長（TL）を 1 cm 単位で計測した．測定結果は月ごとに集計した．測定誤差を考慮し，月別全長組成の 3 項間移動平均を解析に使用した．沖縄島における本種の産卵期は，2–5 月であることが明らかとなっている（Ebisawa et al. 1995）．そこで，本種の加齢月を 2 月とし，すべてのデータは当年 2 月から翌年 1 月を 1 年として解析した．

(2) 漁獲量の集計と CPUE の算出

本研究では，沖縄島周辺離島を除く海域を本島海域，名護湾から本部，伊江島，今帰仁，羽地，国頭，名護東までの海域を北部海域，知念から中城湾，金武湾，宜野座までの海域を東部海域とした（表 1）．各海域における漁獲量は，各海域に面する市場への水揚げ分に加え，名護，那覇地区，県漁連への対象海域からの水揚げ分を集計した（表 1）．

漁獲努力量は，太田ほか（2017）の Effort2（延べ水揚げ日数数）を採用し，一人 1 日当たりの漁獲量（CPUE）を算出した．

(3) 年齢別漁獲尾数の推定

各海域における年齢別漁獲尾数は，以下の順で年ごとに推定した．

1) 月別全長組成を四半期（2–4 月，5–7 月，8–10 月，11–1 月）ごとに集計し，全長-体重関係式（$BW=2.11\times10^{-5}\times TL^{3.01}$）をもとに，四半期ごとの体重組成（市場測定体

*E-mail：kitatomo@pref.okinawa.lg.jp　本所
[1]現所属：沖縄県農林水産部水産課　[2]沖縄県水産海洋技術センター普及班　[3]現所属：恩納村漁業協同組合

重組成）に変換した.

2) 市場測定体重組成を四半期ごとの漁獲量をもとに引き延ばし，水揚げ物体重組成に変換した.

3) 水揚げ物体重組成を全長-体重関係式により，全長組成に変換し，四半期ごとの全長別漁獲尾数を算出した. その後，四半期ごとの全長別漁獲尾数を加法し，各年の全長別漁獲尾数を算出した.

4) 全長別漁獲尾数は，繰り返し計算法（真子・松宮 1997）を用いて年齢組成に変換し，年齢別漁獲尾数を推定した.

(4) 資源量推定

資源量は，チューニングVPAにより推定した（表1）. 最近年と最高齢の資源尾数は式(3)(4)を，最近年と最高齢以外の資源尾数は Pope の近似式（式(5)）用いて計算した. 漁獲死亡係数 F は，式(6)で計算し，17歳の F は16歳と同じと仮定し（式(7)），2022年の16歳をターミナル F（F_t）とした. また，最近年の F は，式(8)により計算した. チューニングは，CPUE を資源量指数 I として，式(9)を最小にするような F_t の値を MS Excel Solver を用いて探索的に求めた. 比例定数 q は，式(10)で算出し，直近8年間（2015–2022年）のCPUEをもとに推定資源量をチューニングした. 推定資源量 B は式(11)によって海域ごとに推定した.

(5)資源評価

推定資源量を指標として，太田ほか（2017）に従い，各海域における本種の資源量の「水準」と「傾向」を以下のように決定した.

1) 水準

近年の資源量が過去に比べてどのような量的レベルにあるかを示す「水準」を以下の式により求めた評価値で決定した.

$$評価値 = [Ave_{18-22}] / [Max_{94-17}]$$

Ave_{18-22} は，各指標の直近5年間（2018–2022年）の平均値とし，Max_{94-17} は過去（1994–2017年）の最大値とした. この評価値が >0.9 のとき「高位」，09–0.7 のとき「中位」，<0.7 のとき「低位」として水準を決定した.

2) 傾向

長期傾向として，N 年間の推定資源量を直線回帰し，回帰式が有意である場合，傾きが正であれば「増加」，負であれば「減少」とした. 有意でない場合は，変動係数が10％未満を「横ばい」，10％以上を「変動」とした.

短期傾向は，直近5年間（2018–2022年）における傾向を長期傾向と同様の方法で決定した. ただし，回帰式が有意でない場合は，全て「横ばい」とした.

(6) 漁獲体長制限の有無に応じた資源量の将来予測

漁獲体長制限の効果を評価するため，東部海域における2022年の年齢別資源尾数を初期値として，漁獲体長制限を継続した場合と解除した場合の将来10年間（2023–2032年）の資源量と漁獲量を前進計算によるシミュレーションにより推定した.

漁獲体長制限を解除した場合は，公的な体長制限が始まる前の2014–2018年の各年齢に対する F をランダムにリサンプルし，将来10年間の F として将来の資源量および漁獲量をシミュレートした. 漁獲体長制限を継続した場合は，各年齢に占める全長35 cm以上の割合を算出し，2014–2018年の各年齢の F に乗じた. その値をランダムにリサンプルし，将来10年間の F として将来の資源量および漁獲量をシミュレートした. 加入尾数（0歳）の将来予測は，2001–2022年の加入尾数をランダムにリサンプルした. リサンプル回数は，1,000回とした. 得られた1,000通りの結果に対し，中央値，10及び90パーセンタイルを求めた.

結果及び考察

(1) 漁獲量と資源動向

本島海域における本種の漁獲量は，1994年の64.1トンをピークに増減を繰り返しながら減少し，2022年の漁獲量はピーク時の39.3％(25.2トン）まで減少した（図1a）. 北部海域における漁獲量は，2004年まで3–4トン前後であり，横ばい傾向で推移した（図1b）. 2005年以降は，5–6トン前後まで漸増したが，直近2年は減少した. 東部海域では，2001年まで17トン前後の漁獲量で安定したが，その後，増減を繰り返しながら減少し，2022年の漁獲量は8.6トンであった（図1c）.

資源量推定の過程で得られた各海域における年齢別漁獲尾数，資源尾数，漁獲死亡係数を表2–4に示す. 本島海域におけるCPUEは，1994年の6.89 kg/日/隻をピークに1997年の3.55 kg/日/隻まで減少したが，その後は上昇傾向で推移し，2022年には5.94 kg/日/隻となった（図2a）. 推定資源量は，1993年の193.0トンをピークに2004年には101.1トンまで急激に減少した（図2a）. 2005年以降，増減を繰り返しながら緩やかな減少傾向を示し，2019年には過去最低の82.4トンまで減少した. 2020年以降は推定資源量が上昇し，2022年には107.1トンとなった. 北部海域におけるCPUEは，1994年から1997年の2.59 kg/日/隻まで減少したが，その後上昇し，2019年以降は5.7 kg/日/隻前後で推移した（図2b）. しかし，2022年は4.58 kg/日/隻に減少した. 推定資源量は，増減を繰り返しながら緩やかな増加傾向を示し，2013年に23.4トンに達した（図2b）. 2018年以降は20トン前後の横ばい傾向で推移した. 東部海域におけるCPUEは，1997年に最低値（3.07 kg/日/隻）を示したが，増減を繰り返しながら上昇し，2022年には5.06 kg/日/隻を示した（図2c）. 推定資源量は，増減を繰り返しながら横ばい傾向で推移した（図2c）. 近年，漁場を特定できない漁協組合員外による漁獲が一定数みられ，各海域における漁獲量の過小評価や推定資源量に影響している可能性がある. 本種の正確な資源動向を把握する上で，今後，漁場不明の漁獲の影響を注視する必要がある.

推定資源量を指標とした本島海域における本種の資源水準は，低位であると判断された（表 5）．海域ごとにみると，漁獲体長制限の継続期間が長い海域ほど評価値が高かった．特に，最も規制期間の長い北部海域は，長期傾向が唯一増加であった．また，推定資源量の推移に着目すると，北部海域と東部海域で，体長制限が始まった2003年，2019年以降，推定資源量は増加傾向を示した．以上の結果から体長制限が本種の資源量増大に寄与することが示唆された．ただし，推定資源量の傾向については，増減に周期性がみられるため，漁獲体長制限の開始年と推定資源量増加の周期が偶然重なった可能性や資源量推定の特性として直近年の推定精度が低いことに留意する必要がある．年齢別漁獲尾数から資源量を推定するVPAの特性上，推定資源量の増減の周期性は，漁獲のメインである 2–3 歳魚の漁獲尾数の多寡と連動しており(表2–4)，これらの漁獲の増減は．加入量の変動に起因すると考えられる．本種の加入量は，顕著な年変動があり，冬季の最低水温日が早い年ほど少なくなることから（太田 2011），推定資源量の周期性は，冬季の水温が関係しているかもしれない．

本島海域における資源水準（評価値）は，北部・東部海域よりも低く見積もられた．1994年の本島北部・東部海域以外の海域における本種の漁獲量が 56.4 %と大半を占めていたこと（2022年は23.0%）や，漁獲体長制限が本島全域に適用されるようになってから1年しか経過していないデータに基づく推定であることを考慮すると，今後，漁獲体長制限によって資源水準が好転する可能性がある．そのため，今後も正確な漁獲情報の集積に努め，本種の資源動向をモニタリングしていく必要がある．

(2) 資源量と漁獲量の将来予測

漁獲体長制限を解除した場合，将来の資源量は緩やかに減少し，10年後には9.6トン減少した（図3）．一方，漁獲体長制限を継続した場合，将来の資源量は漸増し，10年後には14.1トン増加した．この結果は，体長制限が資源量増大に寄与することを支持している．

漁獲体長制限を解除した場合の将来の漁獲量は，20 トン前後で推移した（図 4a）．一方，漁獲体長制限を継続した場合の将来の漁獲量は，漸増した（図 4b）．10年後の漁獲量は，漁獲体長制限を解除した場合より継続した場合で 2.9 トン多かった．以上の結果から，漁獲体長制限は，資源量増大だけでなく，漁獲量の増大にも寄与する可能性が示唆された．実際，北部海域における漁獲体長制限の開始年以降の漁獲量は，顕著に増加した．

本研究により，全長 35 cm 未満の漁獲体長制限は，本種資源にとって，資源量を増加させるだけでなく，漁獲量の増加にも寄与することが示唆された．そのため，本種資源の持続的利用や生産額増加を目指す上で，漁獲体長制限の継続が重要であると考えられる．また，体長制限の対象海域が 2024年 4 月から沖縄県全域に拡大しただけでなく，その対象者も漁業者以外にまで広がった．太田（2017）は，遊漁者による本種の推定採捕量が年間 35 トン（漁獲量の 6.3 %相当）であり，陸釣りによる採捕が多いことを報告している．また，新型コロナウイルスの感染拡大による影響で釣りへの新規参入者や休眠層の復帰が増加した（日本釣用品工業会 2022）．これらを踏まえると，今後は先島諸島海域における資源評価に加え，漁業者以外を規制に含めたことによる資源動向への影響を考えていく必要がある．

謝　辞

本研究成果は，サンゴ礁漁業におけるSDGsブランド化推進事業，我が国周辺水産資源調査・評価等推進事業，沖縄沿岸域の総合的な利活用推進事業により得られた．

文　献

Ebisawa A.., Kanashiro K.., Kyan T., Motonaga F., 1995: Aspects of reproduction and sexuality in the black-spot tuskfish, *Choerodon schoenleinii*. Japanese Journal of Ichthyology, 42(2), 121–130.

Ebisawa A., Kanashiro K.., Kiyan T., 2010: Growth, sex ratio, and maturation rate with age in the blackspot tuskfish *Choerodon schoenleinii* in waters off Okinawa Island, southwestern Japan. Fisheries Science, 76, 577–583.

Hoenig M, 1983: Empirical use of longevity data to estimate mortality rates. Fish Bull, 81, 893–903.

真子渺，松宮義春, 1977: 銘柄組成による年齢組成推定法. 西海区水産研究報告. 50, 1–8.

日本釣用品工業会, 2022: 第 25 回釣用品の国内需要動向調査報告書. 202102_25kjdch.pdf (jaftma.or.jp)

太田格, 2011: 海藻藻場におけるシロクラベラ稚魚加入量の年変動. 平成 23 年度普及に移す技術の概要. 105–106.

太田格, 2017: 沖縄海域での遊漁による水産資源採捕量の推定. 沖縄県水産海洋技術センター事業報告書 77, 76–88.

太田格，秋田雄一，上原匡人，海老沢明彦, 2017: 沖縄島沿岸における水産資源の 27 年間の動向と現状. 沖縄県水産海洋技術センター事業報告書 77, 35–60.

Pope JG. 1972. An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. International Commission for the Northwest AtlanticFisheries Research Bulletin, 9: 65－74.

表1　資源量推定および将来予測に使用したデータセット，パラメータおよび計算式

1 対象種	シロクラベラ
2 対象海域	①沖縄島海域（本島周辺離島を除く） ②沖縄島北部海域　（名護湾～本部～伊江島～今帰仁・羽地～国頭～名護東） ：主に共同漁業権第2号，第3号，第4号，第5号区域 ③沖縄島東部海域　（知念～中城湾～金武湾～宜野座海域） ：主に共同漁業権第7号，第8号，第9号，第10号，第11号，第12号区域
3 漁獲統計情報	①沖縄島海域：1994年1月～2023年1月　本島内市場における対象海域の水揚げ分　漁獲量，生産額，延べ水揚隻数 ②沖縄島北部海域：1994年1月～2023年1月　県内下記市場　漁獲量，生産額，延べ水揚隻数 国頭，名護，県漁連のうち対象海域からの水揚げ分 ③沖縄島東部海域：1994年1月～2023年1月　県内下記市場　漁獲量，生産額，延べ水揚隻数 知念，与那原・西原，佐敷・中城，沖縄市，勝連，与那城，石川，金武および県漁連，那覇地区，名護のうち対象海域からの水揚げ分
4 漁獲全長組成	①沖縄島海域：1994年2月～2023年1月　県内下記市場　尾叉長の実測データ 知念，中城，沖縄市，勝連，与那城，石川，金武および名護，那覇地区，県漁連のうち対象海域からの水揚げ分 ②沖縄島北部海域：1994年2月～2023年1月　県内下記市場　尾叉長の実測データ 名護，那覇地区，県漁連のうち対象海域からの水揚げ分 ③沖縄島東部海域：2001年2月～2023年1月　県内下記市場　尾叉長の実測データ 知念，中城，沖縄市，勝連，与那城，石川，金武および県漁連，那覇地区，名護のうち対象海域からの水揚げ分
5 年度	2月～翌年1月までを年度とする
6 成長式	von Bertalanffy growth function：Ebisawa et al.（2010） $L_t = 68.1\{1-\exp[-0.263(t+0.023)]\}$　(1)
7 年齢別漁獲尾数	各年の漁獲尾叉長組成から，繰り返し法（真子・松宮1977），繰り返し数3回で推定。
8 寿命　λ	沖縄島海域における年齢査定標本の最高齢17歳を参考：Ebisawa et al.（2010） $\lambda = 17$
9 自然死亡係数　M	寿命を用いたHoenig(1983)の推定式により $M = \exp\{1.46 + (1.01 - \ln\lambda)\} = 0.246$　(2)
10 資源尾数　N	①最近年（2022年）　0歳～2歳の資源尾数：　過去3年間の平均 $N_{a,2022} = \frac{1}{3}\left(N_{a,2019} + N_{a,2020} + N_{a,2021}\right)$　(3) ②最高齢(17歳）及び最近年（2022年）の3歳～17歳の資源尾数 $N_{a,y} = \frac{C_{a,y}}{1-\exp\left(-F_{a,y}\right)} \exp\left(\frac{M}{2}\right)$　(4) ③最近年以外の0歳～16歳の資源尾数：　Popeの近似式（Pope，1972） $N_{a,y} = N_{a+1,y+1}\exp(M) + C_{a,y}\exp\left(\frac{M}{2}\right)$　(5)
11 漁獲死亡係数　F	①最近年，最高齢以外の0歳～16歳の漁獲死亡係数 $F_{a,y} = -\ln\left\{1 - \frac{C_{a,y}\exp\left(\frac{M}{2}\right)}{N_{a,y}}\right\}$　(6) ②最高齢(17歳）の漁獲死亡係数 $F_{17,y} = F_{16,y}$　(7) ③最近年（2022年）　0歳～15歳の漁獲死亡係数 $F_{a,2022} = \frac{F_{a,2019} + F_{a,2020} + F_{a,2021}}{F_{a+1,2019} + F_{a+1,2020} + F_{a+1,2021}} F_{a+1,2022}$　(8) ④最近年　（2022年・16歳）の漁獲死亡係数（ターミナルF：F_t） 下式を最小化するFtをMS Excel solverで探索 $\sum_y (I_y - qBX_y)^2$　(9) この時，I_yはy年のCPUE，BX_yはy年の3歳～20歳までの資源量とし，係数qは以下の式で求めた。yは2015-2022年。 $q = \frac{\sum_y I_y BX_y}{\sum_y BX_y^2}$　(10)
12 推定資源量　B	$B_y = 10^{-3}\sum_{a=0}^{17} N_{a,y} w_a$　(11)
13 将来の資源尾数　N	1歳～17歳の資源尾数：　生残の式 $N_{a,y} = N_{a+1,y+1} exp\left(F_{a,y} + M\right)$　(12)
14 将来の漁獲尾数　C	0歳～17歳の漁獲尾数：　漁獲方程式 $C_{a,y} = \frac{F_{a,y}}{F_{a,y}+M} N_{a+1,y+1}\{exp\left(F_{a,y}+M\right) - 1\}$　(13)

*E-mail：kitatomo@pref.okinawa.lg.jp　本所
[1]現所属：沖縄県農林水産部水産課　[2]沖縄県水産海洋技術センター普及班　[3]現所属：恩納村漁業協同組合

漁獲尾数	Age	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	17,470	14,085	14,627	9,368	3,293	8,287	3,491	4,042	3,594	1,631	2,108	2,821	3,175	2,992	3,850	4,028	3,795	3,157	1,882	1,686	1,460	723	758	876	860	551	121	4	0
	2	22,369	19,569	16,210	14,053	20,665	14,927	13,946	10,895	10,030	6,495	5,236	4,650	7,810	6,504	14,694	8,171	11,560	9,481	8,995	9,645	9,131	7,810	10,437	9,847	8,695	5,872	5,276	5,128	2,596
	3	6,027	3,187	2,684	2,237	4,776	6,087	4,270	4,268	2,556	3,519	3,606	3,463	4,162	5,764	4,855	4,204	3,630	3,595	3,773	5,010	4,184	4,306	5,170	5,575	5,366	4,720	5,787	9,176	8,066
	4	3,620	2,685	1,455	1,148	1,905	2,547	2,551	2,596	1,969	1,717	1,640	2,007	1,758	2,383	2,451	2,572	1,764	1,786	1,738	2,156	2,020	2,324	2,509	2,606	2,432	1,823	1,837	1,060	1,938
	5	1,786	1,587	785	582	989	975	1,318	1,288	1,204	961	864	960	915	1,069	1,052	1,260	836	827	826	931	909	1,124	1,146	1,188	1,141	947	862	465	773
	6	852	801	465	369	549	434	656	693	731	592	498	493	486	583	477	596	421	406	387	430	427	552	529	555	525	497	435	246	366
	7	478	432	310	266	321	234	354	409	463	380	308	284	277	363	243	296	223	213	187	214	213	283	254	267	245	252	212	131	182
	8	320	264	226	200	203	150	216	261	304	254	205	184	176	247	140	160	127	121	96	116	115	155	130	137	122	129	103	72	95
	9	243	180	175	152	139	108	148	179	208	178	146	131	122	180	89	96	80	74	55	69	68	93	72	77	66	70	52	42	52
	10	178	120	133	115	94	76	99	122	142	124	103	92	84	129	56	50	44	41	27	36	35	49	36	38	32	36	25	23	27
	11	125	77	99	87	62	51	64	81	95	85	70	62	55	90	34	27	25	23	14	19	19	27	18	20	16	19	13	13	14
	12	87	49	73	65	41	34	41	53	64	58	48	42	37	63	20	15	14	13	7	11	10	15	9	10	8	10	6	7	7
	13	61	32	55	49	27	23	26	35	43	40	33	28	24	44	12	8	8	7	4	6	6	8	5	5	4	5	3	4	4
	14	43	20	41	37	18	15	17	23	29	27	23	19	16	31	7	4	5	4	2	3	3	5	3	3	2	3	2	2	2
	15	30	13	30	28	11	10	11	15	19	19	16	13	11	22	4	2	3	2	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
	16	21	8	22	21	8	7	7	10	13	13	11	9	7	15	3	1	2	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1
	17	15	5	17	16	5	5	4	7	9	9	7	6	5	11	2	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
資源尾数	Age	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	0	80,384	85,553	91,703	65,867	67,176	48,760	49,892	43,441	37,187	40,257	50,990	45,559	56,576	44,758	51,649	49,441	50,769	49,090	48,569	47,552	50,508	46,374	42,371	39,589	52,128	54,166	47,895	51,396	51,152
	1	70,174	62,840	66,881	71,689	51,492	52,515	38,118	39,003	33,960	29,071	31,471	39,862	35,616	44,228	34,990	40,377	38,651	39,689	38,377	37,969	37,174	39,485	36,253	33,124	30,948	40,751	42,345	37,442	40,179
	2	43,046	39,412	36,672	39,352	47,760	37,342	33,727	26,713	26,917	23,371	21,284	22,738	28,668	25,035	31,930	23,949	28,004	26,860	28,235	28,337	28,192	27,770	30,228	27,670	25,120	23,433	31,370	32,996	29,266
	3	18,986	13,873	13,508	14,336	18,338	19,065	15,994	14,036	11,250	12,174	12,528	12,009	13,665	15,505	13,821	11,969	11,498	11,671	12,615	14,120	13,624	13,965	14,804	14,403	12,925	11,950	13,127	19,858	21,261
	4	11,891	9,513	8,028	8,187	9,229	10,113	9,523	8,728	7,199	6,535	6,406	6,605	6,326	7,002	7,025	6,512	5,640	5,779	5,945	6,526	6,609	6,952	7,110	7,001	6,331	5,360	5,169	5,145	7,411
	5	6,922	6,095	5,063	4,989	5,386	5,531	5,654	5,189	4,527	3,887	3,590	3,558	3,389	3,391	3,367	3,325	2,817	2,849	2,938	3,111	3,195	3,380	3,379	3,340	3,169	2,798	2,578	2,417	3,085
	6	4,174	3,832	3,362	3,264	3,385	3,336	3,462	3,254	2,918	2,475	2,189	2,043	1,932	1,840	1,705	1,702	1,485	1,463	1,496	1,567	1,609	1,694	1,648	1,628	1,561	1,468	1,351	1,253	1,478
	7	2,728	2,510	2,287	2,217	2,225	2,161	2,224	2,127	1,931	1,635	1,411	1,271	1,161	1,081	924	911	804	789	784	827	844	880	836	821	782	756	709	671	762
	8	1,882	1,710	1,580	1,514	1,498	1,455	1,483	1,426	1,301	1,101	942	831	742	662	524	507	450	431	428	448	458	471	437	429	406	395	369	367	409
	9	1,323	1,188	1,103	1,035	1,007	991	1,006	968	884	748	636	555	487	425	299	286	254	239	230	250	248	256	231	227	215	210	194	197	223
	10	918	819	770	708	675	664	679	655	598	507	428	368	318	273	173	155	139	128	121	132	134	133	118	117	110	110	102	106	117
	11	629	560	534	484	452	444	452	443	404	342	287	244	207	174	99	86	78	70	64	71	71	73	61	61	58	58	54	57	62
	12	438	382	370	330	302	298	302	297	275	232	192	162	136	113	56	48	43	38	34	38	38	39	33	31	30	31	29	31	34
	13	304	265	255	224	201	200	203	200	185	159	130	108	90	74	32	26	24	21	18	20	20	21	17	18	15	16	16	17	18
	14	221	183	179	151	132	133	136	135	125	107	89	72	59	49	19	14	14	12	10	11	11	11	9	9	9	9	8	10	10
	15	160	135	126	104	85	88	91	92	85	73	60	49	40	32	11	8	8	6	5	6	6	6	4	5	5	5	4	5	6
	16	105	99	94	71	57	57	60	61	58	50	40	33	27	22	6	5	4	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3
	17	73	63	70	54	37	38	38	40	39	34	28	22	18	15	4	2	2	2	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2
漁獲死亡係数	Age	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	1	0.3307	0.2924	0.2842	0.1599	0.0751	0.1966	0.1093	0.1247	0.1275	0.0656	0.0788	0.0834	0.1063	0.0796	0.1329	0.1197	0.1177	0.0943	0.0571	0.0515	0.0454	0.0209	0.0239	0.0304	0.0319	0.0154	0.0032	0.0001	0.0052
	2	0.8861	0.8245	0.6930	0.5174	0.6721	0.6017	0.6305	0.6186	0.5472	0.3773	0.3261	0.2630	0.3684	0.3479	0.7350	0.4875	0.6290	0.5095	0.4467	0.4861	0.4562	0.3828	0.4951	0.5150	0.4967	0.3332	0.2110	0.1933	0.2045
	3	0.4448	0.3008	0.2545	0.1942	0.3489	0.4480	0.3595	0.4214	0.2970	0.3959	0.3939	0.3948	0.4224	0.5455	0.5063	0.5063	0.4417	0.4283	0.4129	0.5130	0.4267	0.4288	0.5025	0.5758	0.6340	0.5919	0.6904	0.7394	0.5605
	4	0.4221	0.3845	0.2295	0.1726	0.2658	0.3352	0.3610	0.4102	0.3700	0.3527	0.3418	0.4211	0.3774	0.4859	0.5018	0.5919	0.4366	0.4301	0.4014	0.4678	0.4243	0.4751	0.5092	0.5465	0.5702	0.4856	0.5141	0.2653	0.3507
	5	0.3451	0.3488	0.1928	0.1416	0.2328	0.2223	0.3062	0.3294	0.3577	0.3280	0.3176	0.3642	0.3645	0.4411	0.4358	0.5596	0.4090	0.3982	0.3826	0.4134	0.3882	0.4719	0.4839	0.5146	0.5231	0.4822	0.4752	0.2451	0.3334
	6	0.2625	0.2698	0.1701	0.1370	0.2025	0.1591	0.2411	0.2756	0.3331	0.3154	0.2976	0.3188	0.3344	0.4432	0.3807	0.5045	0.3862	0.3772	0.3459	0.3721	0.3569	0.4601	0.4505	0.4870	0.4781	0.4824	0.4530	0.2507	0.3288
	7	0.2211	0.2165	0.1663	0.1461	0.1782	0.1306	0.1986	0.2453	0.3159	0.3054	0.2836	0.2914	0.3150	0.4777	0.3539	0.4584	0.3767	0.3648	0.3133	0.3456	0.3365	0.4529	0.4212	0.4576	0.4378	0.4725	0.4129	0.2496	0.3147
	8	0.2137	0.1918	0.1764	0.1619	0.1662	0.1235	0.1805	0.2321	0.3071	0.3027	0.2823	0.2878	0.3119	0.5486	0.3589	0.4428	0.3858	0.3818	0.2940	0.3461	0.3358	0.4667	0.4107	0.4464	0.4141	0.4624	0.3797	0.2515	0.3032
	9	0.2331	0.1879	0.1975	0.1817	0.1693	0.1321	0.1820	0.2346	0.3090	0.3125	0.2996	0.3106	0.3342	0.6516	0.4104	0.4740	0.4372	0.4339	0.3121	0.3757	0.3731	0.5269	0.4358	0.4812	0.4263	0.4732	0.3635	0.2752	0.3083
	10	0.2478	0.1816	0.2172	0.2033	0.1721	0.1388	0.1811	0.2366	0.3130	0.3245	0.3170	0.3313	0.3544	0.7689	0.4548	0.4479	0.4400	0.4429	0.2931	0.3684	0.3560	0.5389	0.4205	0.4583	0.3968	0.4596	0.3311	0.2787	0.2965
	11	0.2539	0.1689	0.2348	0.2258	0.1686	0.1391	0.1740	0.2301	0.3101	0.3300	0.3257	0.3387	0.3610	0.8815	0.4857	0.4372	0.4577	0.4656	0.2856	0.3736	0.3652	0.5404	0.4198	0.4555	0.3722	0.4526	0.3047	0.2851	0.2890
	12	0.2557	0.1578	0.2544	0.2522	0.1651	0.1387	0.1665	0.2260	0.3049	0.3336	0.3341	0.3445	0.3634	1.0053	0.5178	0.4270	0.4728	0.4892	0.2773	0.3799	0.3719	0.5748	0.3876	0.4562	0.3551	0.4308	0.2803	0.2919	0.2781
	13	0.2583	0.1445	0.2777	0.2832	0.1631	0.1383	0.1585	0.2209	0.3035	0.3337	0.3400	0.3498	0.3631	1.1298	0.5544	0.4166	0.4893	0.5086	0.2691	0.3845	0.3804	0.6049	0.3934	0.4057	0.3428	0.4211	0.2462	0.2991	0.2679
	14	0.2471	0.1329	0.2961	0.3223	0.1625	0.1393	0.1510	0.2146	0.3002	0.3396	0.3409	0.3513	0.3621	1.2596	0.5839	0.4099	0.5056	0.5308	0.2576	0.3890	0.3863	0.6421	0.3930	0.4162	0.2789	0.4189	0.2248	0.2887	0.2585
	15	0.2374	0.1145	0.3178	0.3564	0.1650	0.1417	0.1453	0.2086	0.2947	0.3425	0.3501	0.3454	0.3554	1.4105	0.6125	0.3936	0.5299	0.5533	0.2481	0.3861	0.3923	0.6741	0.3987	0.4171	0.2789	0.3280	0.2105	0.2938	0.2308
	16	0.2570	0.0993	0.3149	0.3990	0.1620	0.1474	0.1417	0.2056	0.2897	0.3420	0.3552	0.3514	0.3386	1.5270	0.6601	0.3758	0.5343	0.5916	0.2386	0.3866	0.3872	0.7082	0.3977	0.4280	0.2698	0.3429	0.1443	0.3093	0.2208
	17	0.2570	0.0993	0.3149	0.3990	0.1620	0.1474	0.1417	0.2056	0.2897	0.3420	0.3552	0.3514	0.3386	1.5270	0.6601	0.3758	0.5343	0.5916	0.2386	0.3866	0.3872	0.7082	0.3977	0.4280	0.2698	0.3429	0.1443	0.3093	0.2208
漁獲量 (t)		64.1	46.4	36.7	29.6	37.4	41.4	38.2	37.0	32.7	27.6	26.0	25.9	27.4	34.0	35.6	30.8	27.7	25.0	24.6	28.4	26.0	29.2	30.4	32.9	28.6	25.7	24.4	24.9	25.2
資源量 (t)		193.0	166.5	153.6	154.9	165.4	160.0	149.1	135.4	120.2	107.7	101.1	100.5	102.9	104.0	100.0	90.2	86.7	86.2	89.0	94.0	93.7	96.4	98.2	94.1	86.7	82.4	88.7	98.1	107.1
漁獲率		0.332	0.279	0.239	0.191	0.226	0.259	0.257	0.274	0.272	0.256	0.257	0.258	0.266	0.326	0.356	0.341	0.319	0.290	0.276	0.302	0.278	0.303	0.309	0.350	0.330	0.312	0.275	0.254	0.236

表3　VPAによって推定された北部海域における年齢別の漁獲尾数，資源尾数および漁獲死亡係数

漁獲尾数	Age	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	1	919	976	1,529	1,219	315	944	352	402	551	249	272	369	423	174	0	1	6	0	20	8	0	0	0	6	0	0	10	0	0
	2	1,188	1,374	1,744	1,831	1,988	1,667	1,399	1,079	1,528	662	602	604	1,041	333	124	124	70	54	170	306	276	82	80	76	41	59	68	117	11
	3	335	224	282	289	457	658	410	400	371	394	431	448	554	950	1,160	1,049	897	1,268	1,410	1,773	1,273	1,122	1,506	1,071	1,063	1,295	1,868	1,514	1,181
	4	202	176	155	151	182	275	252	251	283	207	200	261	236	374	524	433	476	578	551	675	516	496	680	509	572	562	688	499	585
	5	99	105	83	74	93	105	124	123	164	124	106	126	123	169	248	182	227	273	218	285	198	245	273	233	295	285	308	184	242
	6	47	54	48	44	50	46	58	64	95	79	62	64	65	94	120	88	116	143	89	130	89	126	122	122	152	155	147	82	97
	7	26	29	31	30	28	25	30	36	59	50	38	37	37	59	61	48	63	80	38	62	47	66	59	68	76	84	71	41	37
	8	17	18	22	22	17	16	19	22	39	32	25	24	23	40	34	28	37	49	17	32	28	37	30	40	38	46	36	22	14
	9	12	12	17	16	12	12	13	15	26	22	18	17	16	29	21	18	24	32	9	18	19	23	16	25	21	26	19	13	6
	10	10	9	13	12	9	9	10	10	19	15	13	13	12	23	14	13	17	23	5	11	14	16	10	17	12	16	11	8	3
	11	7	5	9	9	5	6	7	6	12	10	9	9	8	17	9	7	9	15	2	6	10	10	5	11	7	9	6	4	1
	12	5	3	7	6	3	5	5	4	8	6	6	6	6	12	5	4	6	10	1	3	8	6	3	7	4	5	3	2	0
	13	4	2	5	5	2	3	3	2	5	4	4	5	4	9	3	3	4	6	1	2	6	4	2	4	2	3	2	1	0
	14	3	1	3	3	1	2	2	2	4	3	3	3	3	6	2	2	2	4	0	1	4	2	1	3	1	2	1	1	0
	15	2	1	3	2	1	2	1	1	2	2	2	2	2	5	1	1	1	3	0	1	3	1	0	2	1	1	0	0	0
	16	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	1	2	1	3	1	1	1	2	0	0	3	1	0	1	0	1	0	0	0
	17	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	2	0	0	1	1	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0
資源尾数	Age	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	0	8,390	10,153	10,442	7,958	8,165	6,384	7,466	6,424	6,038	6,912	9,043	8,156	7,280	6,877	7,680	8,166	8,879	7,965	7,911	7,934	6,772	6,509	7,160	8,641	8,908	8,253	8,597	8,586	8,479
	1	5,731	6,559	7,937	8,163	6,222	6,383	4,991	5,837	5,022	4,720	5,404	7,070	6,376	5,691	5,376	6,004	6,384	6,941	6,227	6,185	6,203	5,294	5,089	5,598	6,756	6,964	6,452	6,720	6,712
	2	3,287	3,668	4,264	4,853	5,303	4,585	4,156	3,591	4,207	3,439	3,470	3,984	5,201	4,610	4,295	4,202	4,693	4,986	5,426	4,850	4,828	4,849	4,138	3,978	4,370	5,281	5,444	5,035	5,253
	3	1,650	1,519	1,653	1,792	2,175	2,388	2,110	2,012	1,853	1,938	2,103	2,181	2,581	3,146	3,309	3,249	3,175	3,607	3,850	4,092	3,521	3,531	3,718	3,164	3,043	3,381	4,077	4,195	3,832
	4	1,060	994	989	1,043	1,145	1,296	1,285	1,287	1,219	1,120	1,167	1,263	1,308	1,527	1,619	1,561	1,612	1,689	1,699	1,763	1,631	1,626	1,768	1,575	1,526	1,439	1,498	1,535	1,941
	5	656	650	622	637	681	734	770	782	785	703	693	735	757	814	863	803	838	839	809	841	781	818	832	781	781	688	629	563	759
	6	420	425	416	412	432	450	482	492	502	469	440	448	464	483	487	455	467	454	415	440	406	435	423	409	405	349	285	219	278
	7	279	287	285	282	284	294	311	325	328	308	296	289	293	305	294	275	278	262	229	245	229	238	229	223	212	182	136	93	99
	8	191	196	199	195	194	197	208	216	222	204	196	198	193	196	186	176	172	161	134	146	137	138	128	127	114	99	68	43	36
	9	132	134	137	136	133	136	140	146	150	140	131	131	133	130	118	115	112	102	83	89	86	82	75	73	64	55	37	22	14
	10	89	92	94	92	92	94	96	98	101	94	90	87	87	90	76	74	74	67	51	57	54	51	45	44	35	32	20	12	6
	11	62	61	64	62	61	64	65	67	67	63	60	59	56	58	50	47	46	43	32	36	35	31	26	26	20	17	10	6	2
	12	44	42	43	42	41	43	44	45	47	42	40	39	38	36	30	31	30	28	21	23	23	18	15	15	11	9	6	3	1
	13	30	30	30	28	27	29	30	31	32	29	27	26	25	24	18	19	21	18	13	15	15	11	9	9	6	5	3	2	0
	14	22	20	21	19	18	19	20	21	22	20	19	18	17	16	11	11	12	13	9	10	10	7	5	5	3	3	2	1	0
	15	16	14	14	13	12	12	13	14	15	14	13	13	11	11	7	7	7	8	6	7	7	4	3	3	2	2	1	1	0
	16	10	10	10	9	8	9	8	9	10	9	9	9	8	7	4	4	5	4	4	5	5	2	2	2	1	1	0	0	0
	17	7	7	8	7	5	6	6	6	6	6	6	6	5	5	3	3	3	3	2	3	4	1	1	1	1	1	0	0	0
漁獲死亡係数	Age	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000
	1	0.2002	0.1843	0.2458	0.1851	0.0591	0.1830	0.0830	0.0812	0.1325	0.0615	0.0585	0.0608	0.0780	0.0352	0.0001	0.0001	0.0010	0.0000	0.0037	0.0014	0.0000	0.0000	0.0000	0.0013	0.0000	0.0000	0.0017	0.0000	0.0004
	2	0.5256	0.5509	0.6209	0.5565	0.5517	0.5298	0.4793	0.4154	0.5289	0.2456	0.2183	0.1880	0.2566	0.0853	0.0331	0.0340	0.0170	0.0123	0.0361	0.0741	0.0667	0.0193	0.0222	0.0218	0.0106	0.0127	0.0143	0.0267	0.0126
	3	0.2609	0.1827	0.2144	0.2014	0.2713	0.3736	0.2480	0.2549	0.2569	0.2614	0.2639	0.2646	0.2783	0.4179	0.5050	0.4546	0.3852	0.5069	0.5349	0.6737	0.5261	0.4453	0.6130	0.4829	0.5025	0.5678	0.7304	0.5245	0.4285
	4	0.2431	0.2229	0.1948	0.1793	0.1983	0.2743	0.2507	0.2488	0.3040	0.2348	0.2158	0.2660	0.2280	0.3246	0.4553	0.3760	0.4066	0.4894	0.4569	0.5680	0.4432	0.4234	0.5709	0.4553	0.5510	0.5822	0.7323	0.4580	0.4167
	5	0.1881	0.2013	0.1640	0.1404	0.1683	0.1757	0.2019	0.1964	0.2695	0.2232	0.1895	0.2147	0.2027	0.2682	0.3938	0.2963	0.3657	0.4587	0.3633	0.4825	0.3383	0.4134	0.4641	0.4108	0.5581	0.6331	0.8067	0.4603	0.4467
	6	0.1348	0.1539	0.1407	0.1285	0.1400	0.1238	0.1464	0.1588	0.2419	0.2121	0.1729	0.1778	0.1724	0.2494	0.3265	0.2480	0.3304	0.4391	0.2783	0.4072	0.2865	0.3967	0.3959	0.4103	0.5509	0.6978	0.8776	0.5491	0.4995
	7	0.1094	0.1219	0.1324	0.1287	0.1194	0.1011	0.1168	0.1340	0.2278	0.2047	0.1587	0.1566	0.1539	0.2482	0.2685	0.2194	0.2965	0.4256	0.2064	0.3365	0.2622	0.3731	0.3454	0.4227	0.5163	0.7341	0.8999	0.6945	0.5475
	8	0.1036	0.1095	0.1347	0.1355	0.1073	0.0963	0.1062	0.1225	0.2185	0.1983	0.1587	0.1470	0.1473	0.2650	0.2329	0.2016	0.2775	0.4204	0.1571	0.2810	0.2616	0.3568	0.3107	0.4408	0.4780	0.7467	0.8868	0.8807	0.5911
	9	0.1121	0.1096	0.1490	0.1456	0.1061	0.1008	0.1103	0.1196	0.2219	0.1919	0.1679	0.1588	0.1485	0.2953	0.2247	0.1985	0.2740	0.4429	0.1258	0.2507	0.2813	0.3705	0.2846	0.4868	0.4532	0.7808	0.8727	1.1171	0.6514
	10	0.1367	0.1199	0.1744	0.1646	0.1136	0.1165	0.1235	0.1269	0.2354	0.1994	0.1824	0.1869	0.1716	0.3368	0.2351	0.2190	0.2985	0.4905	0.1132	0.2389	0.3316	0.4244	0.2814	0.5625	0.4804	0.8736	0.9635	1.5172	0.7886
	11	0.1442	0.1047	0.1753	0.1746	0.1002	0.1213	0.1261	0.1088	0.2240	0.1894	0.1757	0.1966	0.1872	0.3967	0.2211	0.1927	0.2644	0.4833	0.0857	0.1989	0.4101	0.4586	0.2703	0.6323	0.4860	0.8781	0.9410	1.7629	0.8422
	12	0.1478	0.0976	0.1909	0.1894	0.0976	0.1262	0.1257	0.1019	0.2145	0.1849	0.1776	0.2062	0.1914	0.4685	0.2245	0.1760	0.2472	0.4937	0.0663	0.1705	0.4919	0.4817	0.2525	0.6953	0.4781	0.9087	0.9307	2.0814	0.9218
	13	0.1576	0.0893	0.2005	0.2110	0.0943	0.1337	0.1269	0.0945	0.2099	0.1731	0.1792	0.2152	0.1983	0.5178	0.2340	0.1813	0.2208	0.4867	0.0518	0.1423	0.5865	0.5021	0.2353	0.7615	0.4697	0.9377	0.9136	2.4099	1.0019
	14	0.1574	0.0854	0.2064	0.2251	0.0941	0.1405	0.1307	0.0889	0.2032	0.1664	0.1721	0.2241	0.2042	0.5858	0.2234	0.1930	0.2288	0.4500	0.0387	0.1207	0.6796	0.5247	0.2172	0.8346	0.4604	0.9654	0.8919	2.7444	1.0819
	15	0.1575	0.0760	0.2238	0.2345	0.0894	0.1531	0.1335	0.0856	0.2000	0.1579	0.1705	0.2196	0.2099	0.6597	0.2215	0.1843	0.2469	0.5146	0.0268	0.0979	0.8190	0.5282	0.2014	0.9033	0.4543	0.9899	0.8665	3.0813	1.1609
	16	0.1746	0.0677	0.2229	0.2611	0.0827	0.1579	0.1423	0.0817	0.2022	0.1529	0.1664	0.2238	0.2000	0.7444	0.2194	0.1845	0.2330	0.6303	0.0242	0.0733	0.9319	0.5809	0.1774	0.9912	0.4399	1.0300	0.8344	3.3925	1.2360
	17	0.1746	0.0677	0.2229	0.2611	0.0827	0.1579	0.1423	0.0817	0.2022	0.1529	0.1664	0.2238	0.2000	0.7444	0.2194	0.1845	0.2330	0.6303	0.0242	0.0733	0.9319	0.5809	0.1774	0.9912	0.4399	1.0300	0.8344	3.3925	1.2360
漁獲量(t)		3.4	2.9	3.7	3.6	3.4	4.5	3.7	3.5	4.5	3.3	3.1	3.2	3.6	5.0	5.4	4.4	5.0	6.0	5.4	6.5	5.6	5.3	5.8	5.5	4.6	5.5	5.7	5.1	4.1
資源量(t)		17.4	17.6	18.6	19.3	20.2	20.7	20.0	19.9	19.9	18.4	18.6	19.9	21.4	22.5	22.3	21.7	22.3	23.2	22.9	23.4	21.7	21.6	21.4	19.8	19.8	20.1	20.2	19.3	20.5
漁獲率		0.197	0.167	0.197	0.188	0.167	0.217	0.185	0.174	0.228	0.180	0.168	0.159	0.170	0.222	0.241	0.204	0.222	0.256	0.237	0.279	0.255	0.246	0.269	0.277	0.234	0.276	0.285	0.267	0.201

表４　VPAによって推定された東部海域における年齢別の漁獲尾数，資源尾数および漁獲死亡係数

漁獲尾数	Age	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	0	—	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	—	—	—	—	—	—	—	1,520	3,001	2,932	1,867	2,522	3,673	5,029	3,696	3,150	2,853	2,821	1,674	1,478	1,300	695	693	820	741	481	55	23	0
	2	—	—	—	—	—	—	—	12,533	6,535	5,958	5,313	4,921	9,793	9,839	14,032	12,344	10,173	8,034	7,880	8,323	7,951	7,903	10,441	9,990	7,550	5,275	3,413	4,351	2,303
	3	—	—	—	—	—	—	—	4,034	3,409	2,714	2,743	2,291	2,517	3,519	3,612	3,132	2,647	2,243	2,185	2,937	2,498	2,806	3,067	4,006	3,934	2,957	2,959	2,840	4,424
	4	—	—	—	—	—	—	—	1,546	1,522	1,486	1,078	1,402	1,166	1,466	1,781	1,579	1,200	1,105	1,027	1,270	1,315	1,416	1,446	1,831	1,722	1,090	816	795	1,001
	5	—	—	—	—	—	—	—	569	630	637	506	686	601	637	729	708	556	501	529	552	645	724	790	827	789	572	429	403	405
	6	—	—	—	—	—	—	—	315	341	321	300	327	278	334	325	313	279	240	263	255	304	374	389	363	350	294	236	231	201
	7	—	—	—	—	—	—	—	211	213	195	194	164	136	205	166	147	149	122	132	128	144	198	188	158	159	143	118	135	107
	8	—	—	—	—	—	—	—	150	138	130	130	94	76	138	96	76	85	67	71	71	72	109	96	72	77	70	57	79	60
	9	—	—	—	—	—	—	—	110	92	91	90	62	48	98	62	44	53	39	41	44	39	63	53	36	41	36	28	48	36
	10	—	—	—	—	—	—	—	80	61	63	63	40	29	69	39	22	29	21	21	23	19	34	26	16	19	17	14	28	20
	11	—	—	—	—	—	—	—	58	40	42	43	25	17	47	24	11	17	11	12	13	9	19	13	8	9	9	7	17	11
	12	—	—	—	—	—	—	—	41	26	29	29	15	10	32	14	6	10	6	6	7	5	11	7	3	5	4	3	10	6
	13	—	—	—	—	—	—	—	30	17	19	20	9	6	22	9	3	6	3	3	4	2	6	4	2	2	2	2	6	4
	14	—	—	—	—	—	—	—	21	11	13	13	6	4	15	5	2	3	2	2	2	1	3	2	1	1	1	1	3	2
	15	—	—	—	—	—	—	—	15	7	9	9	3	2	10	3	1	2	1	1	1	1	2	1	0	1	1	0	2	1
	16	—	—	—	—	—	—	—	11	5	6	6	2	1	7	2	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1
	17	—	—	—	—	—	—	—	8	3	4	4	1	1	5	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
資源尾数	Age	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	0	—	—	—	—	—	—	—	33,267	30,142	29,564	42,587	43,315	50,832	44,779	39,407	36,344	38,375	37,128	37,196	38,377	42,982	39,313	31,690	27,950	27,079	39,665	30,981	32,575	34,407
	1	—	—	—	—	—	—	—	24,702	26,006	23,564	23,112	33,292	33,862	39,738	35,006	30,806	28,412	30,000	29,025	29,078	30,002	33,601	30,733	24,774	21,850	21,169	31,008	24,219	25,465
	2	—	—	—	—	—	—	—	26,274	17,967	17,677	15,828	16,417	23,796	23,224	26,618	24,098	21,298	19,688	20,958	21,210	21,425	22,304	25,653	23,412	18,642	16,426	16,123	24,192	18,914
	3	—	—	—	—	—	—	—	10,520	9,459	8,268	8,552	7,676	8,483	9,944	9,456	8,402	7,924	7,655	8,288	9,417	9,222	9,719	10,449	10,823	9,470	7,898	8,177	9,587	15,065
	4	—	—	—	—	—	—	—	4,861	4,658	4,380	4,063	4,260	3,975	4,406	4,663	4,198	3,799	3,855	4,001	4,547	4,765	5,001	5,117	5,457	4,919	3,925	3,560	3,776	4,984
	5	—	—	—	—	—	—	—	2,534	2,433	2,296	2,110	2,223	2,091	2,077	2,148	2,071	1,886	1,909	2,036	2,220	2,431	2,562	2,658	2,721	2,647	2,323	2,105	2,062	2,250
	6	—	—	—	—	—	—	—	1,579	1,478	1,344	1,232	1,203	1,132	1,103	1,060	1,035	993	983	1,050	1,124	1,247	1,330	1,363	1,379	1,396	1,371	1,311	1,266	1,255
	7	—	—	—	—	—	—	—	1,044	956	854	768	698	651	639	567	541	532	529	556	588	653	706	710	721	758	782	812	816	785
	8	—	—	—	—	—	—	—	702	630	559	496	428	401	389	318	296	294	284	305	318	347	383	377	388	424	452	485	530	519
	9	—	—	—	—	—	—	—	475	416	370	322	272	252	246	182	164	164	154	163	176	185	207	203	210	240	264	292	329	344
	10	—	—	—	—	—	—	—	322	274	244	209	172	158	155	106	87	89	82	86	91	99	111	106	112	132	151	174	203	214
	11	—	—	—	—	—	—	—	219	181	160	135	108	99	98	60	48	49	44	45	48	51	61	56	60	73	87	103	124	134
	12	—	—	—	—	—	—	—	146	120	106	88	68	63	62	34	26	27	24	24	25	26	31	31	32	40	49	60	74	82
	13	—	—	—	—	—	—	—	99	78	71	58	43	40	40	20	14	15	13	13	13	13	16	15	18	22	27	35	44	49
	14	—	—	—	—	—	—	—	68	51	46	38	28	25	26	11	8	8	7	7	7	7	8	8	9	13	15	19	26	29
	15	—	—	—	—	—	—	—	47	34	30	24	18	17	17	7	4	5	4	4	4	4	4	4	4	6	9	11	14	17
	16	—	—	—	—	—	—	—	32	23	20	16	11	11	11	4	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	4	6	8	10
	17	—	—	—	—	—	—	—	23	15	14	11	7	7	8	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	5	5
漁獲死亡係数	Age	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	0	—	—	—	—	—	—	—	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	1	—	—	—	—	—	—	—	0.0722	0.1398	0.1517	0.0958	0.0896	0.1309	0.1545	0.1272	0.1229	0.1206	0.1125	0.0675	0.0592	0.0503	0.0237	0.0258	0.0381	0.0391	0.0260	0.0020	0.0011	0.0079
	2	—	—	—	—	—	—	—	0.7754	0.5299	0.4800	0.4775	0.4141	0.6263	0.6523	0.9069	0.8660	0.7771	0.6190	0.5538	0.5867	0.5443	0.5120	0.6168	0.6590	0.6126	0.4513	0.2737	0.2274	0.2589
	3	—	—	—	—	—	—	—	0.5685	0.5237	0.4641	0.4507	0.4118	0.4089	0.5111	0.5657	0.5475	0.4744	0.4026	0.3541	0.4350	0.3658	0.3954	0.4035	0.5423	0.6345	0.5507	0.5264	0.4080	0.4037
	4	—	—	—	—	—	—	—	0.4459	0.4613	0.4841	0.3569	0.4655	0.4030	0.4720	0.5656	0.5538	0.4418	0.3920	0.3430	0.3798	0.3743	0.3859	0.3852	0.4774	0.5040	0.3768	0.3000	0.2718	0.2578
	5	—	—	—	—	—	—	—	0.2932	0.3468	0.3766	0.3161	0.4289	0.3931	0.4264	0.4845	0.4891	0.4059	0.3519	0.3482	0.3301	0.3570	0.3851	0.4095	0.4210	0.4112	0.3262	0.2621	0.2500	0.2279
	6	—	—	—	—	—	—	—	0.2557	0.3020	0.3143	0.3222	0.3669	0.3249	0.4197	0.4255	0.4188	0.3833	0.3229	0.3328	0.2960	0.3222	0.3821	0.3901	0.3529	0.3339	0.2775	0.2276	0.2316	0.2002
	7	—	—	—	—	—	—	—	0.2595	0.2897	0.2978	0.3375	0.3086	0.2690	0.4509	0.4026	0.3658	0.3807	0.3034	0.3137	0.2828	0.2867	0.3806	0.3572	0.2844	0.2708	0.2312	0.1803	0.2071	0.1682
	8	—	—	—	—	—	—	—	0.2775	0.2855	0.3052	0.3524	0.2841	0.2402	0.5133	0.4194	0.3432	0.3985	0.3098	0.3052	0.2922	0.2673	0.3878	0.3385	0.2363	0.2300	0.1916	0.1427	0.1858	0.1413
	9	—	—	—	—	—	—	—	0.3048	0.2872	0.3260	0.3796	0.2968	0.2404	0.6012	0.4865	0.3647	0.4532	0.3423	0.3372	0.3285	0.2696	0.4249	0.3476	0.2173	0.2143	0.1675	0.1148	0.1814	0.1261
	10	—	—	—	—	—	—	—	0.3316	0.2901	0.3426	0.4136	0.3075	0.2366	0.7022	0.5448	0.3311	0.4658	0.3412	0.3334	0.3373	0.2426	0.4312	0.3279	0.1782	0.1788	0.1403	0.0935	0.1710	0.1100
	11	—	—	—	—	—	—	—	0.3534	0.2875	0.3544	0.4402	0.2998	0.2208	0.7953	0.5931	0.3125	0.4890	0.3520	0.3399	0.3591	0.2375	0.4365	0.3154	0.1536	0.1554	0.1203	0.0772	0.1656	0.0987
	12	—	—	—	—	—	—	—	0.3862	0.2821	0.3628	0.4686	0.2898	0.2042	0.8962	0.6375	0.2983	0.5086	0.3581	0.3483	0.3825	0.2310	0.4782	0.2938	0.1312	0.1380	0.1041	0.0644	0.1635	0.0902
	13	—	—	—	—	—	—	—	0.4173	0.2868	0.3665	0.4915	0.2805	0.1869	1.0011	0.6866	0.2800	0.5389	0.3596	0.3499	0.4107	0.2251	0.5203	0.3072	0.1079	0.1216	0.0925	0.0543	0.1638	0.0844
	14	—	—	—	—	—	—	—	0.4398	0.2877	0.3890	0.5052	0.2661	0.1715	1.1048	0.7350	0.2645	0.5574	0.3719	0.3452	0.4289	0.2220	0.5687	0.3187	0.1023	0.1032	0.0816	0.0474	0.1665	0.0803
	15	—	—	—	—	—	—	—	0.4649	0.2787	0.4054	0.5621	0.2454	0.1537	1.2368	0.7741	0.2482	0.5825	0.3706	0.3551	0.4360	0.2110	0.6353	0.3340	0.0962	0.1027	0.0692	0.0410	0.1754	0.0776
	16	—	—	—	—	—	—	—	0.4999	0.2715	0.4023	0.6090	0.2545	0.1332	1.3268	0.8583	0.2275	0.6033	0.3757	0.3464	0.4719	0.1934	0.6716	0.3639	0.0916	0.1012	0.0699	0.0340	0.1836	0.0782
	17	—	—	—	—	—	—	—	0.4999	0.2715	0.4023	0.6090	0.2545	0.1332	1.3268	0.8583	0.2275	0.6033	0.3757	0.3464	0.4719	0.1934	0.6716	0.3639	0.0916	0.1012	0.0699	0.0340	0.1836	0.0782
漁獲量 (t)		24.5	24.0	25.5	19.2	26.0	28.8	29.5	27.6	22.1	19.6	18.6	18.1	19.9	24.8	28.2	24.6	20.5	17.4	16.8	19.2	17.9	21.2	22.2	24.5	21.3	17.2	13.1	14.1	15.3
資源量 (t)		—	—	—	—	—	—	—	85.3	74.0	68.2	63.9	64.5	69.8	73.7	72.9	66.2	61.0	59.6	62.6	67.1	69.4	73.7	77.2	75.8	68.6	61.8	63.4	71.4	79.4
漁獲率		—	—	—	—	—	—	—	0.324	0.299	0.288	0.291	0.281	0.285	0.337	0.387	0.371	0.337	0.292	0.268	0.286	0.258	0.287	0.287	0.323	0.311	0.278	0.207	0.197	0.192

表 5　推定資源量を指標とした沖縄本島海域, 北部海域および東部海域におけるシロクラベラの評価値と資源評価

海域	$Max_{94–17}$	$Ave_{18–22}$	評価値	水準	長期傾向	短期傾向
本島	193.02	92.58	0.48	低位	減少	増加
北部	23.41	19.96	0.85	中位	増加	横ばい
東部	85.28	68.92	0.81	中位	横ばい	横ばい

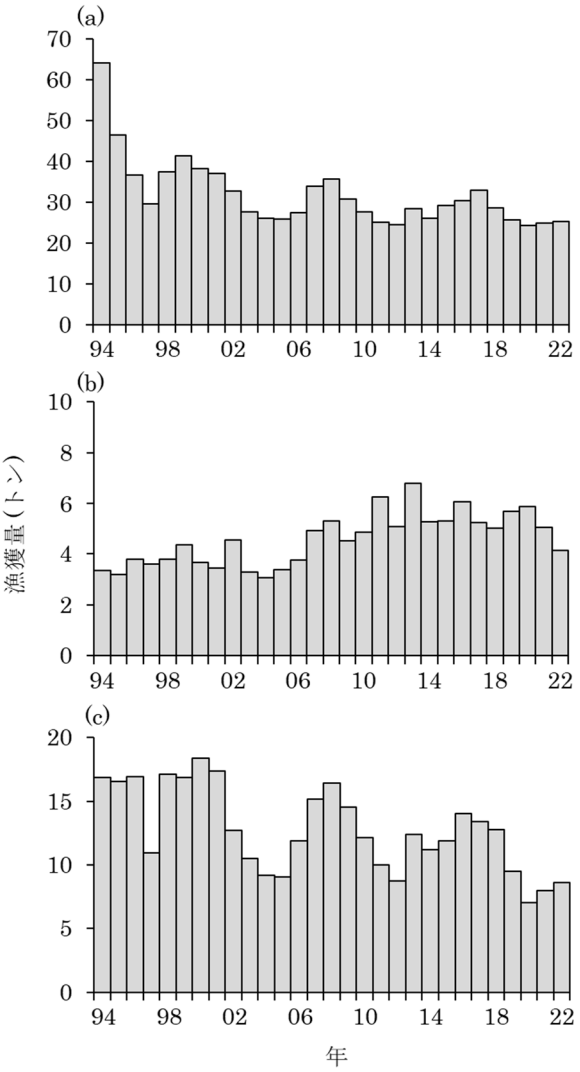

図 1　沖縄本島海域 (a), 北部海域 (b) および東部海域 (c) におけるシロクラベラの漁獲量. 年は下 2 桁で示す.

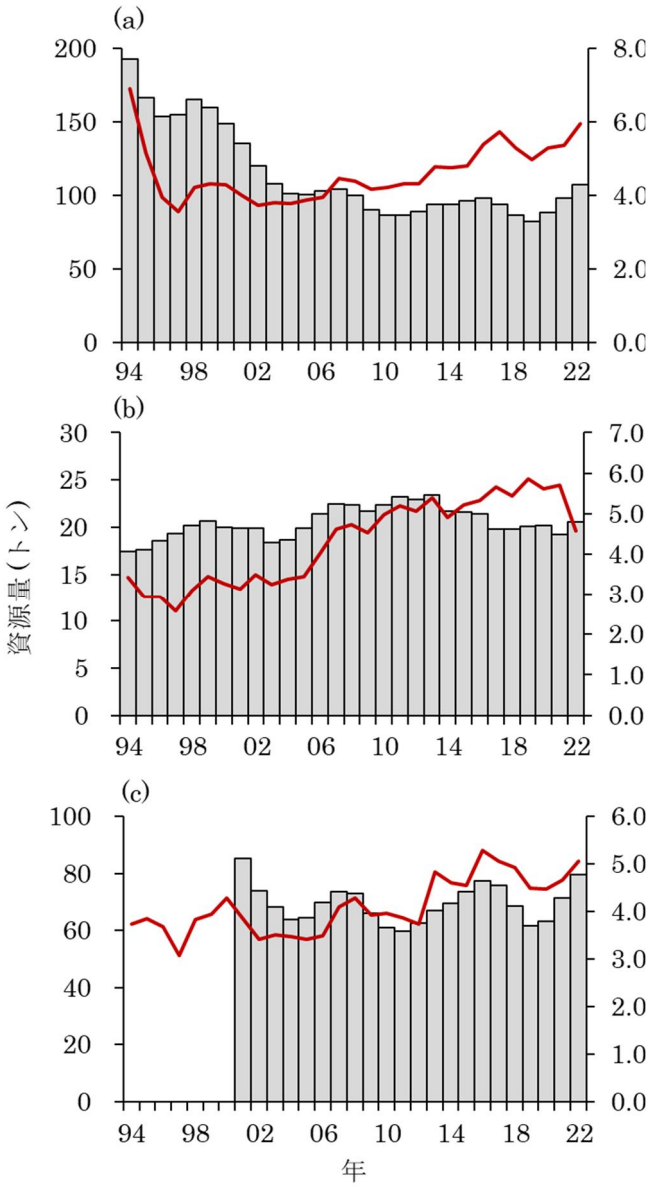

図 2　沖縄本島海域 (a), 北部海域 (b) および東部海域 (c) におけるシロクラベラの資源量 (棒グラフ) と CPUE (折れ線). 年は下 2 桁で示す.

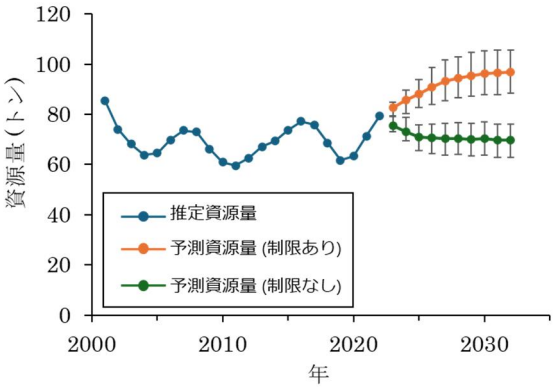

図3　漁獲体長制限の有無に応じた沖縄島東部海域におけるシロクラベラの資源量の将来予測 (中央値). 誤差棒は 10, 90 パーセンタイルを表す.

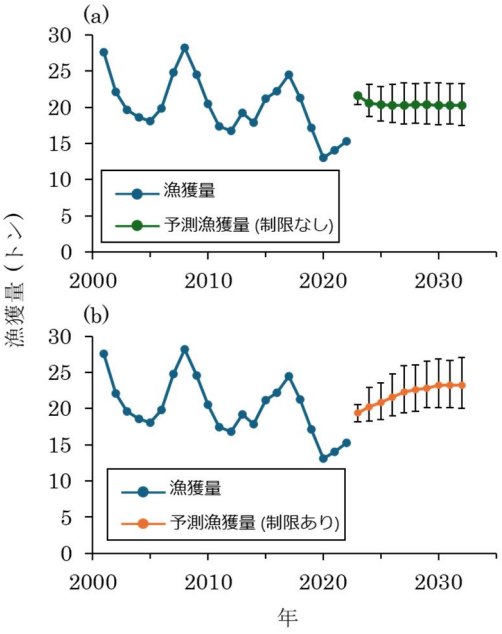

図4　漁獲体長制限の有無に応じた沖縄島東部海域におけるシロクラベラの漁獲量の将来予測 (中央値). 誤差棒は 10, 90 パーセンタイルを表す.