

【研究報告】

沖縄島海域におけるスジアラの漁獲量推移および 北部海域における漁獲体長制限の漁獲量に及ぼす効果

海老沢明彦*, 太田格, 上原匡人¹, 秋田雄一, 中村博幸²

Catch trends and the effect of size restriction fishery for Leopard coralgrouper (*Plectropomus leopardus*) being conducted in the north of the Okinawa Island.

Akihiko EBISAWA*, Itaru OHTA, Masato UEHARA¹, Yuichi AKITA, Hiroyuki NAKAMURA²

本県水産重要種であるスジアラの沖縄島周辺での海域別漁獲量を、県漁獲統計資料を用いて、29年間分（1989–2018年）を集計した。また、体長組成、生物情報および漁獲量から北部海域での本種の資源量解析を行い、2003年から北部海域で実施されている本種の資源管理（1kg未満を漁獲規制）の効果をも、本島周辺の他地域での漁獲量およびCPUEを比較して検討した。本島周辺海域での漁獲量は1999年に最大で約50トンを示したが、2003年には約29トンへと急減し、さらに2009年には約20トンと最低となった。しかし、その後は僅かながらも増加傾向が認められており、2017年には約30トンとなった。北部海域での漁獲量の変動も同調し、1990、1991年および1999年に約16.5トンと最大を示したが、サイズ制限を開始した2003年は、本種資源の減少期であったことも重なり9.2トンまで減少、さらに2009年に6.3トンと最低を示した後、増加傾向に転じ、2017年は9トンとなった。この漁獲量の変動は加入量の変化に起因するもので、1歳魚資源尾数が1996年までは28,000尾であったのが1998年には16,000尾に減少、その後2007年まで15,000尾の水準で継続し、その後僅かではあるが増加に転じ、2017年は約20,000尾となった。資源管理開始を境に北部海域の漁獲物年齢組成は大きく変化し、漁獲物中에서도っとも多くを占める年齢群が、開始以前には2歳あるいは3歳であったのが、4歳となった。他の海域と比較して、北部地区は管理開始後のCPUE変動幅が小さく、また高い水準を維持していること、産出卵数の指標となる産卵親魚重量が2008年以後継続的に増大していること、この2点から北部地区の資源管理の効果が現れていると判断された。

スジアラは地方名で赤仁（あかじん：赤いお金）と呼ばれ、一般的に高価で取り扱われるハタ類の中でも最も高価である。その上、漁獲量もハタ類中の最上位を占めているため、本県沿岸域の魚類資源では、最も重要な魚種である。電灯潜りと呼ばれる夜間の潜水漁業、一本釣り、赤仁曳きと呼ばれる底層の曳縄、籠網など、様々な漁法で漁獲されている。その漁業資源としての重要性から、沖縄島北部海域では共同漁業権共同2号を管理する国頭漁協、共同3号を管理する羽地漁協、今帰仁漁協、本部漁協および名護漁協、共同4号を管理する伊江漁協、および共同5号を管理する名護漁協のそれぞれの電灯潜り漁業者が、2003年6月から1kg未満のスジアラの自主的な漁獲制限を開始した。それに伴い北部海域の多くの漁業者が漁獲物を出荷する名護漁協で、電灯潜り漁法で漁獲した1kg未満のスジアラのセリ販売を同月から停止した。さらに2006年4月からは全ての漁法での1kg未満のスジアラの取り扱いを名護漁協では停止した。しかし名護漁協にはサイズ制限に関わっていない宜野座漁協の漁業者（金武および石川漁協とともに共同7号を管理する）も漁獲物を出

荷していた。この名護漁協の1kg未満のスジアラの取り扱い停止に伴って、主に宜野座漁協所属の漁業者の漁獲物の出荷販売ルートの変化を確認した（海老沢, 2006）。

沖縄県水産海洋技術センター漁獲統計には、県内すべての漁獲物セリ販売データが収集・蓄積されており、これを用いることで県下全域の漁獲量集計が可能である。しかし、いくつかの問題によって、単純に集計した値では2重集計を含み、地域別の漁獲量の集計が不正確となる問題がある。一方、水産海洋技術センターは資源調査の一環として県漁連、名護漁協などで体長計測を実施しており、そこで得られた流通経路の変化も考慮した上で、北部海域での本種の資源量推移を1994–2006年分についてまとめている（海老沢, 2006）。

本報告は、①1989年5月から2018年4月までの、販売ルートの変化も考慮した上でスジアラの地域別漁獲量の年変化を取りまとめること、②北部海域で開始された体長制限の効果を明らかにすること、の2点を目的とした。

材料及び方法

*E-mail : xx49430@pref.okinawa.lg.jp 本所

¹現所属 : 恩納村漁業協同組合

²現所属 : 沖縄県栽培漁業センター

(1) 対象海域の範囲と漁獲量の集計

漁獲量の集計は沖縄県水産海洋技術センター漁獲統計資料に基づいた(本永, 1983-86). 集計は1月から12月までの暦年単位とした. 2重集計の回避, 市場毎に異なるスジアラの名称あるいは同属別種との扱いの相違, また漁協別あるいは海域別の漁獲量を集計するため, 以下に述べる処理を行った.

(2) 二重集計の回避

国頭漁協の漁業者は地元国頭以外では, 主に名護漁協, また一部は泊魚市へ出荷する. 久米島漁協の漁業者は, 地元のセリ以外では泊魚市に出荷する. 他の市場に出荷した場合, この二つの漁協では市場の販売データに, 他の市場に出荷された販売データも付加される. 海域別漁獲量での2重集計回避のため, 国頭漁協のセリデータからは, 名護漁協と泊市場への出荷分を, 久米島漁協のセリデータからは泊市場への出荷分を, 買受人名(出荷先の市場名等になる)をもとに除外した. それ以外の漁協では, その所属漁業者が別の市場に出荷販売した場合には, その販売データは, その漁協のセリデータには反映されないため, そのまま集計した.

(3) 市場毎に異なるスジアラの名称への対応

スジアラ属は沖縄海域に, スジアラ, コクハンアラ, およびオオアオノメアラの3種が分布する. 本研究の対象としたスジアラは, 生息水深によって体色が異なり, 赤系黒色(浅い水深帯に多い)から, 鮮やかな赤(深い水深帯に多い)まで変異する. また, 筋肉中に虫と呼ばれる黒色の髪の毛状の筋が混入する個体があり, この個体は商品価値が著しく低く扱われている. その有無の確認のため, 腹鰭と喉の中間に切れ込みを入れ, セリ販売前の判断を可能にしている市場が多い. そのため市場毎にスジアラ属の取り扱いが異なっている. 蓄積された漁獲統計データの中でスジアラ属は, 魚種コード372(スジアラ他), 3720(スジアラ), 3721(スジアラ虫入り), 3722(コクハンアラ), 3723(スジアラ他(赤)), 3724(オオアオノメアラ)の6種類を持つ. 体色, 虫と呼ばれる黒色筋の有無, 同属他種の扱い方, それぞれに対する市場毎の対応の違いによって, 異なる6種類の魚種コードがあてがわれている. 沖縄本島周辺海域では, コクハンアラの漁獲量はスジアラの漁獲量と比較して2.2-3.6%の範囲と極めて少なく(太田他, 2017), また市場でもスジアラとコクハンアラは区別されない場合が多い. またオオアオノメアラも沖縄本島周辺ではほとんど漁獲されていない. そこで解析には372から3724までの全てのコードでの漁獲量の合計をスジアラの漁獲量として取り扱った.

(4) 海域別漁獲量の集計

1) 名護漁協

主に北部地域全体の漁獲物が集荷販売される名護漁協では, 漁業者コードが所属漁協ごとに一定のルールで割り振られている. そのため, そのルールに基づき所属漁協ごとの漁

獲量を集計することが可能である. 後述するように宜野座漁協所属漁業者の漁獲物は, 名護漁協に出荷される他の漁業者の漁場と区別して扱っているため, 所属コードを基に分離して漁獲量を集計した.

2) 那覇地区漁協, 沖縄県漁連および泊魚市

那覇地区漁協には沖縄本島南部圏からの漁獲物が出荷されていた. 2001年からは県下全域から出荷販売されるようになり, それが県漁連と市場統合された2008年まで続いた. それらを後述する海域区分別に, 漁業者名あるいは漁業者コードを基に集計した.

沖縄県全域からの漁獲物が集荷販売される県漁連では, 集計期間である1989年以後いくつかの販売形態, 漁業者コード割り振りなどの変遷がある. まず, 2006年9月までの漁業者コードは4桁で, 特にコードと漁業者の所属に係るルール付けがない. しかし同年10月からは漁業者コードが5桁に変更され, その上位2桁で所属漁協が示されるようになった. また2008年1月から漁業者コードが7桁に変更され, その上位2桁の所属漁協への割り振りは引き継がれた. また2008年3月から那覇地区漁協と県漁連市場のセリが統合され, 泊魚市となった後もそのコードは引き継がれた. したがって2006年10月以後の所属漁協毎の漁獲量は, 漁業者コードの上位2桁をもとに集計した. ただし, 一部で所属漁協と漁業者コード間に正確な関係付けがなされていないケースが認められたため, それらについては可能な限りの対応付けを加えた上で集計した. 1989年から2006年9月までの間は以下のように集計した. 後述するように, 本調査を含む沿岸魚類資源調査の一環で県漁連市場で体長計測を開始したのは1994年4月以後である. 以後県漁連市場で頻繁に見かける出荷者については, その名前と所属漁協の関係を記録/記憶した. 調査を実施していない1989年から1994年3月の間も1994年以後の出荷者の所属と同じ扱いとし, その関係に基づき集計した. 尚, 上記3市場は泊市場として取りまとめた.

3) 海域区分

以下のように沖縄島周辺を全7海域に区分した.

①本島北部

国頭(KNGM), 名護(NAGO), 恩納村漁協(ONN)の市場データから集計した(図1). 名護漁協のデータには羽地漁協(HNJ), 今帰仁漁協(NKJ), 本部漁協(MTB), 伊江漁協(IE), 伊平屋漁協(IHY)および伊是名漁協(IZN)の漁獲量が含まれる. また, 県漁連, 那覇地区漁協, および泊魚市(以上3つをまとめてTMR)のセリデータに上記漁協所属漁業者の出荷分が含まれている場合はそれらを抽出して加えた. 1994年から2006年までの間の糸満漁協での漁場聞き取りで得られた北部海域からの漁獲量(2006)もここに加えた.

②金武湾北部

金武湾に面して, 同じ共同7号(K7)の漁場を利用する宜

野座漁協 (GNZ), 金武漁協 (KIN), 石川漁協 (ISKW) の漁獲量とした。宜野座と金武は名護, 県漁連, 那覇地区, 泊魚市および那覇沿岸漁協 (NE) のセリデータから該当部分を抽出し, 金武および石川のセリデータと合計した。

③金武湾南部

共同 7 号の南東側となる共同 8 号 (K8) を利用する与那城漁協 (YNSR) および勝連漁協 (KTRN) の漁獲量に, 両漁協から県漁連および泊魚市への出荷分を抽出して合計した。

④本島西側中南部

読谷漁協 (YMTN), 北谷漁協 (CTN), 浦添・宜野湾漁協 (URGN), 那覇市沿岸漁協 (NE) の漁獲量合計に, 那覇地区漁協と県漁連および両者が統合された泊魚市 (TMR) の漁獲量のうち, 当該海域所属の漁業者の出荷分を加えた値とした。

⑤本島南部

糸満漁協 (ITMN) と港川漁協 (MNTG) の漁獲量合計とした。前述のようにスジアラは潜水漁業 (潜水器, および素潜り), および一本釣り, 赤仁曳き等の釣り漁業で主に漁獲される。潜水漁業はそれぞれの共同漁業権の範囲内での操業に限定されるが, 釣り漁業は自由漁業となっており, 県内漁場全てを利用することができる。そのため, それぞれの漁協の漁獲量集計値が, その漁業権漁場内の漁獲量となっているわけではない。糸満漁協では赤仁曳きが盛んに行われており, その漁場は沖縄本島周辺全域におよぶ (喜屋武, 1982)。一方港川漁協は沖合でマグロ類を対象とした一本釣り, 曳縄等が盛んで, その漁獲状況が思わしくない場合に一本釣りですジアラ等を漁獲するケースが多く, 両地区とも地先で操業する場合を除き, 1 操業で数日間の操業を行う漁業形態である。糸満漁協での 1994 年から 2006 年までの間での北部海域での漁獲は年間 0.9–2.4 トンの範囲である (海老沢, 2006)。しかし 2004 年以後の糸満の漁業者の漁場利用の実態が得られていないことから, 本報告での 2007 年以後の漁獲量は集計値をそのまま用い, 1994 年から 2006 年までの北部海域での漁獲分は, 北部海域に加え, 本島南部からは除外した。

⑥中城湾

知念漁協 (CNN), 与那原・西原漁協, 佐敷・中城漁協 (NKGS), 沖縄市漁協 (OKNW), 南原漁協の各漁協の合計漁獲量に, 県漁連あるいは泊魚市への出荷分を抽出して合計した。

⑦本島西側離島

久米島漁協 (KMJM) から 2 重集計を除外した分, および渡名喜漁協 (TNK), 座間味漁協 (ZMM), 渡嘉敷漁協 (TLSK) から県漁連あるいは泊魚市への出荷分の合計した。以上のように沖縄島周辺を全 7 海域に区分した。ただし本島西側中南部に分類される那覇地区漁協のセリデータ収集蓄積が開始されたのは, 1991 年 10 月以後, 浦添・宜野湾漁協では 1993 年 1 月以後, 北谷漁協では 2012 年 4 月以後となっており, 西側中南部は他地区よりも集計開始時期が遅い。

4) 資源量指数 (CPUE) への対応

①本島北部では国頭, 名護および恩納村漁協の 3 漁協, ②金武湾南北全体として金武・石川・与那城・勝連は 4 漁協分, ③中城湾は沖縄市, 佐敷・中城漁協, 与那原・西原漁協, および知念漁協の 4 漁協, ④西側中南部は読谷, 北谷, 浦添・宜野湾, 那覇沿岸, および那覇地区漁協の 5 漁協, ⑤南部は糸満漁協, および港川漁協の 2 漁協, それぞれの全漁業者の毎回の水揚げ量を全数抽出した。

CPUE はその水揚げ量の中央値を用いた。平均値を用いなかったのは, 水揚げ量の度数分布は正規分布からはかけ離れ, 右側 (1 回当たり水揚げ量の大きい方) に裾野の広がった分布であったためである。この CPUE の計算には, 各漁協のセリデータのみを用い, 他市場への出荷分のデータは含めていない。

(5) 資源解析の対象とした海域範囲, 体長計測と年齢組成の推定方法

表 1 に示した市場と調査期間と頻度で, 漁業者別にスジアラの尾叉長 (FL) を, 海域, 漁法を区別して mm 台を切り捨て cm 単位で計測した。資源解析の対象とした海域範囲は, 沖縄本島北部海域と金武湾海域を合わせた海域とした。金武湾海域を含めたのは, 解析期間前半 (1994–2000 年) において, 名護漁協での体長データの収集で, 漁業者の所属漁協の扱いを明確に区別していなかったこと, 体長データを処理する海域区分を海老沢 (1987) に基づき処理したため, 名護東岸と金武湾海域を同じ海域として扱っていたことから, 体長データを名護東岸と金武湾海域に分離することが不可能であったことが理由である。金武湾海域に隣接する漁協の体長データは表 1 に示したとおり, 2008 年からの蓄積である。2007 年以前の金武湾海域の体長データは, 名護漁協, 県漁連, および那覇地区漁協に水揚げされた当該海域の体長データのみを, 2008 年以後は, それらに金武, 石川, 与那城および勝連漁協で計測された体長データを加えた。図 2 に示した期間, 市場, 漁法によって, 対象海域 (沖縄本島北部海域+金武湾海域) で漁獲された個体の体長データを, サイズ制限を受けた体長, その制限を受けていない体長に区分し, 月ごとに集計した。スジアラの沖縄本島周辺での産卵期は 5 月から 8 月までの間である (Ebisawa, 2013)。そこで本種の 1 年を 5 月–4 月とした。体長組成から年齢組成には, Hesselblad (1966) の繰り返し計算方で次のように推定した。本種の沖縄本島周辺の個体群の成長式 ($L_{\infty}=61.2$, $k=0.289$, $t_0=0.41$; Ebisawa, 2013) と, その定数を求めたときの平均平方 (25.2) から最大 20 歳までの, 各年齢群の計算体長を中心とする 1cm 幅の体長正規分布図を各月分作成した (図 3)。サイズ制限の影響を受けていない体長データは, この分布図の体長毎のその組成率を用いて年齢組成に変換した。サイズ制限の影響を受けた体長は, その体長正規分布図の一部を以下のように改変した。名護漁協での制限サイズは体重で 1kg であるが, 市場検量での風袋分の差し引きを考慮すると実体重約 1.1kg になり, それは本種の体長–体重関係式から尾叉長約 41cm となる。そこで 41cm 以上のサイズでは前述の体長正規分布図

のまま、40cm 以下 35cm 以上までは、その間が直線的に減少し 34cm 以下で 0 となる体長分布図を作成し（図 3abc の赤ラインとその右側青ライン）、その後各階級値の合計が 1 となるように再調整した体長分布図（図 3abc の緑ライン）を作成し年齢組成に変換した。なお、それぞれのケースで繰り返し計算は 2 回とし、2 回目で得られた体長一年齢変換表の 7 歳以上の年齢を、全減少係数 0.5 で減少させ個体数を調整した変換表を作成し、この変換表で体長を年齢組成（年齢別体長計測尾数）に変換した。ここで用いた全減少係数 0.5 は、繰り返し計算で得られた 3-7 歳間の全減少係数とほぼ同水準であり、この操作は、通常の繰り返し計算結果のままでの年齢組成では、高齢魚の個体数の減少が緩慢となり高齢魚が不自然に多く存在するような年齢組成になるため、それを防ぐ処理である。

年齢別漁獲尾数への変換は次のように行った。まず、サイズ制限を受けている市場（国頭漁協と名護漁協）、サイズ制限を受けていない市場（泊魚市、金武漁協、石川漁協、与那城漁協、勝連漁協）それぞれの月別漁獲量を集計した。次にサイズ制限を受けた月別体長組成、制限を受けていない体長組成から、尾叉長（FL:cm）- 体重（BW:kg）関係式（ $BW = 0.0000097 FL^{3.13}$ ）を基にそれぞれの体長計測重量を計算し、月別の重量計測率を求めた。繰り返し計算で得られた月別年齢別計測尾数とその重量計測率から月別年齢別漁獲尾数に引き伸ばした後、各月分を合計して、それぞれの年齢別年間漁獲尾数を得た。資源解析には両者の年齢別漁獲尾数を合計して用いた。

（6）年齢別資源尾数および産卵親魚重量（SSB: Spawning stock biomass）の推定

年齢別漁獲尾数、自然死亡係数 0.22（Hoenig, 1983: 寿命 20 年）と Pope (1972) の近似式から、年齢別資源尾数と、年齢別漁獲死亡係数（F）を計算した。なお、直近の F（ターミナル F）は最近年の CPUE の変化が増加傾向であることから、年齢別資源尾数から計算した資源重量が増加傾向をしめす F を探索して、その値を用いた。産卵親魚重量は、年齢別資源尾数、体長-体重関係式、年齢別性別比、年齢別のメス成熟率（Ebisawa, 2013）をもとに計算した（表 2）。

結 果

（1）漁獲量の推移

調査期間での本種の沖縄本島周辺での漁獲量全体は、1992 年から連続して増大し 1999 年に最大で約 50 トンとなった後 2004 年の約 29 トンへと急減した（図 4 および表 3）。それ以後は 20 トン（2009 年）から 30 トンの間で増減を繰り返した（2017 年は約 30 トン）。本島北部海域では、糸満の漁業者の北部海域での漁獲が期間全体を通して得られている訳ではないため、漁獲量推移は不正確となるが、1990 年の約 16.6 トンから 1993 年への約 11.5 トンへの減少と 1999 年の 16.4 トンへの増大、そして 2004 年 7.7 トンへと急減した。その後は僅かな増減を繰り返しながら 2017 年は 9 トンと、

最大時の約 54% であった。北部海域と並んで漁獲量の多い西側中南部の漁獲量は 1999 年に最大で約 16.6 トン、その後 2009 年の約 4.3 トンにまで急減し、2017 年は 7.8 トンとなった。金武湾北部は 1989 年の 4.4 トンが最大で、2012 年の 0.7 トンが最小、2017 年は約 2 トンであった。金武湾南部では 1-2 トン台の範囲での増減であったが、2013 年だけ 4.4 トンと大きな値となった。中城湾域では 1991 年の 1.5 トンが最小で、その後 2-3 トン台で増減を繰り返し、2017 年の約 4 トンが最大であった。本島南部では 2002 年頃までは 5 トンから 12 トンの範囲で増減していたが、2003 年以後顕著に減少した。本島西側離島では 1990 年の 3.2 トンが最大、2007 年 0.8 トンが最小であった。

（2）CPUE の推移

北部では 1999 年の最大のピークとその前後の年で、また 2006 年の 2 番目のピークとその翌年で大きい値を示していた（図 5a）。2010 年以後は変動を示さず、2015 年以後僅かではあるが増大した。直近 3 年間の値は 1999 年、2006 年に次ぐ大きな値であった。1989 年からサイズ制限を開始した 2003 年までの間（前期）の CPUE 平均は 2.43、2004-2017 年（後期）のそれは 2.50 であった。CPUE の水準が比較的近い値である西側中南部では、1994 年、1999 年、2007、2008 年および 2016、2017 年にピークが観察されている。その増減傾向は北部と比較的類似しているが、近年の増減の幅は北部よりも大きい。前期と後期それぞれの CPUE 平均値は 2.32、および 2.22 であった。金武湾、中城湾は CPUE の水準は 1.2-2.0kg の範囲で前 2 海域よりも小さい値であるが、1999 年と 2006-2007 年のピークが観察されていること、また近年増大傾向が認められていることは、前 2 海域の変動傾向と一致する（図 5b）。前期と後期の CPUE 平均は、金武湾ではそれぞれ 1.67 および 1.49、中城湾では 1.63 および 1.57 であった。南部の CPUE は前 4 海域よりも大きな水準であるが、変動傾向が大きく異なり、1998 年にかけての減少、2007 年での最小値となったが、近年増大という傾向は一致した（図 5c）。前期と後期の CPUE 平均は、それぞれ 4.11 および 3.64 であった。

（3）体長および年齢組成の推移

体長制限を開始する前（1994-2002 年）までは、約 20cmFL から漁獲され始めていた（図 6）。多くの年で、その組成は単峰型であったが、そのモード位置は年毎に変化した。年齢組成からは、1 歳で漁獲が開始するものの、モードとなる年齢は 2 歳（1995-1997 年）、3 歳（1994 年、1998-1999 年、2001-2002 年）、4 歳（2000 年）と一定ではなかった。電灯潜りだけの制限であった 2003-2005 年は、40cmFL 未満の電灯潜りによる小型個体の漁獲は著しく減少した。しかし釣り等による大型魚の漁獲、また体長制限が行われていない市場への小型個体の水揚げなどにより、体長制限を受けた個体数よりも、制限を受けていない個体数の方が多く確認された。その間の電灯潜りで漁獲された個体の年齢

組成では2003年は2歳が最多, 2004年と2005年は4歳が最多であった。一方, 体長制限を受けていない個体の年齢組成は4歳(2003年, 2004年)あるいは3歳(2005年)が最多であった。

2006年以後は名護漁協では全ての漁法で1kg未満の取り扱いが停止されたため, 制限を受けた体長は名護漁協, 制限されていない体長はそれ以外の漁協に対象海域から漁獲され水揚げされた分となる。2006年以後名護漁協では, 体長では45–55cmFLの範囲で明瞭なモードを示さない年が多く, また年齢では4歳にモードを持つ年が多くを占めた。2008年からは体長計測を行う市場の範囲が広がったため(表1), 体長制限を受けていない個体の計測数が増大した。

2008年以後の体長制限が無い市場での体長組成の変化の特徴は, 2009–2012年は35cmFLを中心とした小型個体の漁獲が多くを占める組成であったが, 2014年以後はモードが目立たない組成となった。2013年の体長計測個体数と増大と体長組成の変化は, この年に与那城漁協で主に釣りを中心に著しく漁獲量が増大したことが原因である(表3 金武湾南部参照)。年齢組成では, 2008–2012年は連続して2歳にモードが認められたが, 2013年以後3歳にモードが移動した。

(4) 資源解析

北部+金武湾海域における調査期間中のスジアラの資源重量は, 1995年に最大で約90トンを示したが, その後2003年の57トンにかけて急減し, その水準が2008年まで続いた。しかし2009年以後徐々に増大し, 2017年は76トンと推定された(図7a)。この資源重量の変化は加入量の変化が原因で, 1994年から1996年にかけての1歳魚資源尾数28,000尾から1998年の17,000尾に急減, 2005年の14,000尾を最低に, その後僅かに増加傾向が認められた(図7b)。最近年の資源重量の増大はこの1歳魚資源尾数の増大に起因していると判断できる。産卵親魚重量(SSB)は資源重量の変化に追従し(図7a線グラフ), 1999年から2003年に掛けての急減, 2009年頃までの低レベルでの推移, そして近年の増大をしめした。2017年のSSBは1999年頃の値に近づいている。SSBと翌年の1歳魚資源尾数の関係には正の相関関係が認められ(図7c), 回帰は有意となった($t=15.6, 21df$)。

1994年から2002年にかけての年齢別漁獲死亡係数Fのピークは, 3歳が1998年, 4歳1999年, 5歳2000年, と年齢とピーク年是对応しながら推移し(図8), その後2003年にかけて毎年減少した。一方3歳群へのFは, 漁獲サイズ制限を開始した2003年に急激に減少し, その後2006年, 2010年, 2013年および2017年に僅かな増大が認められたものの, ほぼ安定して2002年以前よりも低い値を示した。しかし増大した場合でもサイズ制限開始以前の最低に近い値であり, サイズ制限は3歳魚のFを効果的に減少させていると判断できる。一方2歳魚へのFは1995–1998年に大きく, 1999年以後では2001年に小さいピークが, 2010年に大きなピークが認められた。Fの2歳と3歳魚の2010年の増大は, 体長制限の行われていない金武湾海域での漁獲によ

るものであった。

考察

(1) 漁獲量変化の原因

本種の沖縄本島周辺での漁獲量は, 1991年から1999年にかけての増大と, 2003年にかけての急減, その後の増減を繰り返しながらの2003年と同水準の維持, といった特徴に分けられる。1988年以前の漁獲統計が整備されておらず, それ以前の漁獲量の水準がどの程度であったのかは判らない。しかし1977年から1985年にかけて集計されている県漁連, 那覇地区漁協および糸満漁協での本種の水揚げ量は, 県漁連: 49.8トン(1985年)–93.5トン(1979年), 那覇地区漁協: 1.5トン(1978年)–10トン(1977年), 糸満漁協: 16.5トン(1979年)–9.8トン(1985年)であった(喜屋武1987)。県漁連の数値には今回の漁獲量集計範囲に含めていない, 宮古・八重山地域からの出荷分が多く含まれるため, この数値がそのまま本島周辺の漁獲量になるのではないが, 1988年以前の漁獲量は少なくとも2003年以後の漁獲量(20–30トン)よりは大きい水準(40トン以上)であったと判断される。1999年から2003年にかけての漁獲量の急減は, 加入量の減少が原因であることがVPAの結果から判った。また, SSBと加入量の間には正の相関関係が認められた。すなわち, 1993年以前の加入量は, 少なくとも1994–1996年の水準と同程度, あるいは以上であったと考えられる。以上のことから, 本種の1999年以後の資源量あるいは漁獲量の減少は, 過度の漁獲によるSSBの減少と, それに引き続いた加入量の減少に起因するものと判断できる。

(2) サイズ制限の効果

CPUEの値が比較的近い西側中南部と北部だけの漁獲量と水揚げ隻数の推移をあらためて図9に示す。ただし, ここに示した北部海域の漁獲量は, CPUE値との適正な対応のため北部海域で漁獲し糸満漁協へ水揚げした分(1994–2006年)を除外してあり, 図4に示した漁獲量とは少し異なっている。また西側中南部の漁獲量集計には, 那覇地区が1990年以前, 浦添・宜野湾が1992年以前, および北谷は2012年以前のそれぞれのセリデータが含まれていないことに留意する必要がある。北谷漁協の2013年以後の年間漁獲量は0.7–1.0トンの範囲であることから, 西側中南部の漁獲量に大きな影響を与えてはいないが, 那覇地区漁協, 浦添・宜野湾漁協の1992年前後での年間漁獲量はそれぞれ2–4トン程度であったことから, 図9の1989–1992年の西側中南部の漁獲量は本島北部と同程度であったと思われる。それを踏まえて両海域の漁獲量を比較すると, その変動傾向は概ね一致しているが, 北部海域でサイズ制限を開始した前後数年の漁獲量に大きな相違が見られている。北部海域では1999年から2003年まで連続して急激に減少した後, 2005年まで最低水準が継続し, その後増大, しかし2009年には2003–2005年レベルへの減少, その後の継続的な漸増を示した。それに対して西側中南部では1999年から2009年まで僅かな増減

を含んだ連続的な減少, およびその後の増大 (2012 年まで), 減少 (2014 年), 増大を示した. 北部地区で急激な減少を示した時期における西側中南部の緩やかな減少は, 水揚げ隻数の増大で補われていることが読み取れ, この海域の資源の減少が北部海域よりも緩やかという訳では無かったと判断できる.

操業の形態が大きく異なる本島南部を除き, 4 海域の CPUE の増減傾向は比較的よく一致する. しかし, サイズ制限を実施している北部海域では, 他の 3 海域で認められた 2009 年の極端な減少が認められず, 他地区と比較しても高い CPUE が継続していた. また, 前期 (1989–2003 年) と後期 (2004–2017 年) の平均 CPUE を比較した場合, 北部海域のみで後期の CPUE が前期のそれよりも大きな値であり, 他の 3 海域では後期が前期よりも低い水準であった. ただし, 後期の北部海域では 1kg 未満のサイズの水揚げがなくなったことが, その中央値を増大させていることも考慮する必要がある.

SSB の 1994 年からの継続した減少が体長制限を開始した 2003 年から 2009 年にかけての期間を最低値とし, その後増大傾向を示していること, それに伴って加入尾数が増大していることは, 体長制限の効果が現れているものと判断してもよいのではないだろうか. 目標とするべき資源水準を本種の年間漁獲量 50 トン水準とする場合, 加入量を増大させる必要があり, そのためには SSB を 1995 年以前の水準 (北部海域であれば現状の 24 トンから 28 トン) への増大が必要となる. 沖縄海区漁業調整委員会指示により, 本種の漁獲制限サイズ尾叉長 40cm は, 2019 年 4 月から金武湾および中城湾海域 (共同 7–12 号) まで拡大された (沖縄海区漁業調整委員会, 2019). 北部海域での SSB は 2008 年以後継続的な増大が認められていることから, 沖縄島周辺全体で, 現状以上に漁獲圧力を増大させないこと, 制限サイズ 40cm を新たに指示された地域で守ることにより SSB の目標レベルへの回復は達成できると思われる.

文 献

海老沢明彦, 1987: 沖縄島周辺における漁獲統計収集の方法について (概要) (パーソナルコンピューターを利用した解析システムとそのプログラム) 昭和 60 年度沖縄県水産

試験場事業報告書 74-78.

海老沢明彦, 2006: 北部海域におけるスジアラ (赤仁) の資源量推移 (資源管理型漁業推進調査) 平成 18 年度沖縄県水産海洋研究センター事業報告書 98-103.

Ebisawa A., 2013: Life history traits of leopard coral grouper *Plectropomus leopardus* in the Okinawa Island, southwestern Japan. Fish. Sci. 79, 911-921

Hasselblad V., 1966: Estimation of parameters for a mixture of normal distributions. Technometrics 8, 431-444.

Hoening J.M., 1983: Empirical use of longevity data to estimate mortality rates. Fish. Bull., 82, 898-902

喜屋武俊彦, 1987: 鮮魚取り扱い市場の水揚げ量調査 (資料編) 昭和 60 年度沖縄県水産試験場事業報告書 79-169.

本永文彦, 1983: 市場情報収集解析システムの開発ー1 漁業種類, 魚種コードの作成 昭和 62 年度沖縄県水産試験場事業報告書 91-108.

本永文彦, 1984: 市場情報収集解析システムの開発 (要約) 昭和 63 年度沖縄県水産試験場事業報告書 91-92.

本永文彦, 1985: 市場情報収集解析システムの開発 平成元年度沖縄県水産試験場事業報告書 79-82.

本永文彦, 1986: 市場情報収集解析システムの開発 平成 2 年度沖縄県水産試験場事業報告書 83-84.

本永文彦, 1987: 市場情報収集解析システムの開発 平成 3 年度沖縄県水産試験場事業報告書 85.

太田格, 上原匡人, 海老沢明彦, 2017: 漁獲量を指標とした沖縄島沿岸域における漁業重要種およびその生態的機能・生育場の評価 (沖縄沿岸域の総合的な利活用推進事業). 沖縄県水産海洋技術センター事業報告書 61-75

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

沖縄海区漁業調整委員会, 2019: 沖縄島並びに伊平屋島および伊是名島水域におけるスジアラ及びシロクラベラ資源の保護培養に関する委員会指示 30 第 2 号 (一部改正). <http://www.pref.okinawa.jp/site/norin/suisan/kaiku/siji/okubu/index.html>

表1 市場毎の調査回数(ただし、スジアラの1年に合わせて、表示年5月から翌年4月までを1年としている)

	名護	泊(県漁連、那覇地区)	金武、石川	中城、 沖縄市、 勝連、 与那城	知念	糸満	恩納
1994	91		84			110	
1995	78		86			92	
1996	80		84			86	
1997	81		79			96	
1998	94		71			76	
1999	92		77			56	
2000	86		78			65	
2001	88		91			81	
2002	103		96			84	
2003	96		94			17	
2004	95		92				
2005	104		110				
2006	104		136				
2007	105		124				
2008	97		106	92	59	43	
2009	107		115	100	105	50	
2010	99		109	94	97	48	
2011	92		106	83	89	58	
2012	101		113	85	93	83	
2013	99		117	76	91	63	
2014	63		77	38	57	29	
2015	53		39	33	32	10	22
2016	59		38	42	30	10	19
2017	55		74	33	29	12	34
2018	72		133	71	64	11	61

表2 年齢別体長、体重、成熟率と性比

年齢	FL* (cm)	BW* (kg)	メス成熟率	性比
0	14.2	0.04	0.00	0.99
1	26.0	0.26	0.00	0.98
2	34.8	0.64	0.01	0.97
3	41.4	1.11	0.05	0.96
4	46.4	1.58	0.21	0.94
5	50.1	2.01	0.57	0.91
6	52.9	2.38	0.87	0.86
7	55.0	2.69	0.97	0.80
8	56.5	2.94	0.99	0.73
9	57.7	3.13	1.00	0.64
10	58.6	3.28	1.00	0.53
11	59.2	3.40	1.00	0.43
12	59.7	3.49	1.00	0.33
13	60.1	3.56	1.00	0.24
14	60.4	3.61	1.00	0.17
15	60.6	3.65	1.00	0.12
16	60.7	3.67	1.00	0.08
17	60.9	3.70	1.00	0.05
18	60.9	3.71	1.00	0.04
19	61.0	3.73	1.00	0.02
20	61.1	3.73	1.00	0.02

* 期間中間の値

表3 沖縄本島周辺海域におけるスジアラの漁獲量推移

北部														
セリ年	国頭(除く名護、泊出荷)	今帰仁(泊那覇地区に)			本部(泊に)	伊是名(泊に)	伊平屋(泊に)	伊江島(泊に)	名護(除宜野座)	名護(泊に)	恩名(泊に)	恩納村(泊に)	糸満漁協北部海域で漁獲	北部計
		国頭(泊に)	羽地(泊に)	那覇地区(泊に)										
1989	2,798.7					20.2		425.8	10,689.6		683.6			14,617.9
1990	3,290.1					21.5		1,572.8	11,151.0		567.9			16,603.3
1991	2,125.7					26.3		1,610.0	11,978.3		711.1			16,451.4
1992	1,929.5					10.3		605.1	10,392.3		680.1			13,617.3
1993	2,665.8					4.0		272.5	7,933.5		665.9			11,541.7
1994	1,846.1					12.0		338.9	8,319.5		521.4		1,999.5	13,037.4
1995	1,260.1					26.8		169.4	9,770.0		677.8		1,327.2	13,231.3
1996	1,133.8							298.5	10,657.6		534.2		1,710.8	14,334.9
1997	1,743.7					0.7		312.1	10,623.7		525.5		1,361.9	14,567.6
1998	1,787.5							472.6	10,816.9		520.1		1,773.8	15,370.9
1999	2,287.0					4.7	46.7	202.5	12,267.7		521.3		1,083.2	16,413.1
2000	1,111.0					2.5		128.4	11,323.3		315.7		2,331.2	15,212.1
2001	1,034.5					2.9	109.4	615.4	7,696.8	15.0	300.8		1,886.4	11,661.2
2002	1,122.5			1.5			27.8	113.9	7,456.9		286.9		1,755.0	10,764.5
2003	993.7			0.8			5.8	161.5	5,047.5		302.2		2,679.7	9,191.2
2004	673.4			1.5			12.3	69.9	5,357.6		380.9		1,163.7	7,659.3
2005	1,452.4						14.8	48.8	4,874.6	2.7	403.4		1,171.8	7,968.5
2006	2,634.6		29.1				2.0	41.1	6,733.1		265.4		964.6	10,669.9
2007	2,059.8		76.6	27.0		2.5		59.6	6,370.4		198.4			8,794.3
2008	1,986.0	29.5	21.1	33.0				35.3	6,522.1		222.0			8,849.0
2009	1,562.3	58.5	28.2					10.8	4,363.4		287.8			6,311.0
2010	1,592.9	54.0	55.3					63.1	4,786.2	7.3	468.4			7,027.2
2011	1,720.7	37.0	1.4				2.2	7.4	5,393.9		600.0			7,762.6
2012	1,563.0	16.7	24.4			0.9		12.0	6,010.1	0.3	439.4			8,066.8
2013	1,371.5	20.6	18.4		12.3			5.8	6,276.4		395.6			8,100.6
2014	1,643.6	14.7	11.9		15.6			80.5	5,706.0		549.6	8.0		8,029.9
2015	1,448.4	40.2	36.0					80.2	5,960.5		856.9			8,422.2
2016	1,526.7	41.4	5.3					91.4	6,975.1	3.3	640.0			9,283.2
2017	1,397.0	61.6	4.6					108.3	6,911.9		517.7			9,001.1

表3 続き

金武湾北部

セリ年	宜野座(名 護に)	宜野座(漁 港、泊魚市 に)	宜野座(那 覇地区に)	宜野座(那 覇沿岸に)	金武	金武(泊に)	金武(那覇 地区に)	石川	石川(泊 に)	石川(那覇 地区に)	金武湾北部 計
1989	346.4				4,001.2			42.6			4,390.2
1990	195.8				2,565.9			150.1			2,911.8
1991	194.5				1,159.0			36.6			1,390.1
1992	387.2		1.2		2,311.3			90.1			2,789.8
1993	379.2				2,383.3			148.4			2,910.9
1994	517.7				2,374.6			106.9			2,999.2
1995	714.8				2,523.1			92.2			3,330.1
1996	471.6				2,033.3	3.8		124.1			2,632.8
1997	317.3				792.5			75.3			1,185.1
1998	511.9				1,363.4			52.4			1,927.7
1999	466.0				770.6			47.2			1,283.8
2000	279.9				698.4	11.6		76.5			1,066.4
2001	335.9				764.0			121.8			1,221.7
2002	200.7	24.5			633.3	0.5		186.0			1,045.0
2003	111.5	35.5	9.4		467.3			179.0	23.2		825.9
2004	88.6		310.6		346.7		16.3	271.5	2.4		1,036.1
2005	74.0		481.1		321.2		34.8	200.8			1,111.9
2006	122.9		566.4		336.9	2.3	139.8	364.4		79.8	1,612.5
2007	42.7	43.6	531.4		334.1	22.2	73.3	271.5		116.5	1,435.3
2008	80.4	313.4	78.8		257.2	109.4	13.3	157.7	6.6	6.8	1,023.6
2009	48.9	614.0			184.3	70.5		390.5	2.5		1,310.7
2010	163.9	786.2			225.0	81.3		203.5			1,459.9
2011	134.7	569.3			181.4	94.0		115.9			1,095.3
2012	121.3	349.5			102.1	58.8		108.7			740.4
2013	94.0	289.1		490.5	206.4	48.6		480.5			1,609.1
2014	153.7	93.5		565.4	134.5	3.9		499.3			1,450.3
2015	151.4	73.3		426.9	65.2	5.4		274.7			996.9
2016	209.9	163.2		448.7	212.3	23.9		701.1	21.8		1,780.9
2017	338.3	464.0		260.0	270.6	25.6		665.6			2,024.1

表3 続き

金武湾南部

中城湾

セリ年	勝連	勝連(泊に)	与那城	与那城(泊に)	金武湾南部計	セリ年	知念	知念(泊に)	与那原・西原(泊に)	中城	沖縄市	沖縄市(泊に)	南原(泊に)	中城湾計
1989	1,020.7		583.0		1,603.7	1989	758.9		5.4	285.0	1,772.8			2,822.1
1990	675.5		632.9		1,308.4	1990	726.5			128.9	1,252.6			2,108.0
1991	638.8		671.6		1,310.4	1991	516.4		4.3	70.8	897.5			1,489.0
1992	930.4		549.1		1,479.5	1992	786.9		15.2	228.8	1,203.4			2,234.3
1993	1,289.5		721.5		2,011.0	1993	830.7		33.2	447.0	1,380.3			2,691.2
1994	1,465.7		663.8		2,129.5	1994	1,129.2		52.6	368.5	1,121.8			2,672.1
1995	1,313.9		811.0		2,124.9	1995	1,028.5		48.0	255.7	1,237.6			2,569.8
1996	1,273.3		1,452.7		2,726.0	1996	1,060.1		24.4	312.6	1,242.5			2,639.6
1997	687.9		909.4		1,597.3	1997	885.1		25.4	175.9	1,229.0			2,315.4
1998	1,021.4		551.6		1,573.0	1998	903.9		16.8	416.0	1,974.0			3,310.7
1999	663.3		1,040.1		1,703.4	1999	672.7		18.4	295.3	1,930.0			2,916.4
2000	559.0		566.2		1,125.2	2000	831.6		3.9	370.0	1,879.2			3,084.7
2001	1,252.9		540.3		1,793.2	2001	972.9		6.6	725.8	1,979.6			3,684.9
2002	1,008.2		788.1		1,796.3	2002	1,144.1			506.9	1,481.3			3,132.3
2003	692.2		872.5		1,564.7	2003	1,105.8			441.2	1,371.7			2,918.7
2004	661.3		884.4		1,545.7	2004	806.8			242.7	1,741.9			2,791.4
2005	594.1		1,174.9		1,769.0	2005	1,163.7	2.4	6.7	476.7	1,560.8			3,210.3
2006	600.5		1,107.1		1,707.6	2006	1,072.2			426.8	940.6			2,439.6
2007	374.7		1,067.0	1.4	1,443.1	2007	1,144.0			216.1	994.3			2,354.4
2008	681.2	19.3	839.5		1,540.0	2008	821.3			17.7	400.3	1,018.4	15.5	2,273.2
2009	813.4	248.2	1,040.3	61.5	2,163.4	2009	1,153.6			14.5	262.6	972.4	18.3	2,421.4
2010	1,282.2	142.2	1,751.0	242.5	3,417.9	2010	1,283.7			18.1	492.7	1,184.2	7.9	2,986.6
2011	944.7	52.2	1,679.3	181.1	2,857.3	2011	1,164.1			18.7	231.5	1,261.0	27.2	2,718.5
2012	828.5	57.5	884.8	122.3	1,893.1	2012	1,157.3			7.4	183.1	970.7	0.8	2,320.5
2013	949.8	86.4	3,145.2	188.5	4,369.9	2013	1,016.8	34.1			261.7	1,046.2	12.1	2,376.2
2014	639.9	25.3	1,039.5	201.8	1,906.5	2014	1,172.2			1.0	207.9	939.8	9.2	2,330.1
2015	722.7	29.0	844.8	123.5	1,720.0	2015	1,092.3	29.7		4.1	275.6	997.0	13.9	2,416.3
2016	789.1	58.6	1,224.4	99.2	2,171.3	2016	1,082.5			4.6	332.4	1,365.1		2,804.3
2017	786.8	63.5	1,034.0	196.2	2,080.5	2017	1,559.3			16.6	722.9	1,635.5	1.1	3,955.6

表3 続き

西側中南部										南部				
セリ年	読谷	北谷	浦添・宜野湾	浦添・宜野湾(泊に)	那覇沿岸(西側中南部図から)	那覇沿岸(泊に)	那覇地区(西側中南部計)	セリ年	糸満	糸満(泊に)	糸満(北部からの漁獲差し引き分)	港川	港川(泊に)	南部計
1989	1,292.1			14.7	6,208.3	1,426.9	8,942.0	1989	4,846.8			2,248.5		7,095.3
1990	798.2			89.4	6,190.5	780.5	7,858.6	1990	4,692.7	4.2		7,083.1		11,780.0
1991	448.4				5,201.7	616.8	7,316.2	1991	4,417.4			3,991.6		8,409.0
1992	724.6				3,708.5	205.7	7,409.3	1992	4,714.0	68.7		1,923.5		6,706.2
1993	850.6		2,259.2	1.2	3,062.6	1,583.0	11,716.9	1993	4,915.9	12.7		959.9		5,888.5
1994	801.7		2,365.3		3,115.8	24.9	10,555.0	1994	4,938.5		1,999.5	2,403.5		5,342.5
1995	875.4		3,211.1		4,437.2		11,528.1	1995	4,638.3	1.9	1,327.2	2,419.6	24.2	5,756.8
1996	932.7		3,219.1		5,068.7	103.3	12,098.4	1996	4,668.0	7.4	1,710.8	3,223.8	109.6	6,298.0
1997	801.9		4,123.7		5,446.3	92.6	13,010.9	1997	6,946.9	6.8	1,361.9	3,161.3	118.7	8,871.8
1998	1,269.9		5,253.0	11.5	7,122.3	182.5	15,240.7	1998	6,362.9		1,773.8	1,903.5	147.9	6,640.5
1999	1,160.7		6,010.5	25.4	6,643.7	1,397.5	16,568.8	1999	6,731.8		1,083.2	2,757.4	387.1	8,793.1
2000	637.7		4,630.3	82.5	4,539.3	1794.2	12,520.1	2000	6,270.8	2.3	2,331.2	1,199.4	24.8	5,166.1
2001	464.3		4,256.2	378.2	4,158.9	1,650.1	11,536.0	2001	5,752.5	47.8	1,886.4	992.8		4,906.7
2002	438.5		4,507.7	569.3	3,137.2	2,811.4	13,219.8	2002	5,812.4	128.1	1,755.0	1,521.8		5,707.3
2003	673.9		2,974.1	315.7	2,799.8	1,666.5	11,066.5	2003	4,053.8	13.0	2,679.7	1,250.7	47.9	2,685.7
2004	377.6		2,985.1	227.8	2,931.3	853.3	10,095.0	2004	4,610.6		1,163.7	768.7		4,215.6
2005	401.6		2,987.9	377.5	3,427.0	1,241.3	10,595.1	2005	4,443.3	3.7	1,171.8	799.6		4,074.8
2006	327.5	ふな上重長			2,253.5	116.7	8,009.3	2006	3,688.6		964.6	551.3		3,275.3
2007	295.5				2,349.5	152.4	7,748.6	2007	3,713.8			373.7		4,087.5
2008	231.5				2,463.4	356.8	6,609.2	2008	3,162.2			608.2	16.8	3,787.2
2009	293.4				1,703.9	47.1	4,349.7	2009	2,322.1			413.7	117.7	2,853.5
2010	287.3				1,888.0	22.6	5,173.0	2010	2,340.9			411.7	25.2	2,777.8
2011	434.3		2,803.0	44.2	2,960.7	199.5	6,553.5	2011	2,721.9			483.8	22.1	3,227.8
2012	583.2		1,936.2	5.8	3,716.9	202.6	7,203.3	2012	2,769.5			498.8	48.1	3,316.4
2013	348.4		2,305.8		3,213.1	209.0	6,970.3	2013	2,503.5			427.2	25.3	2,956.0
2014	296.0		2,039.9	5.3	2,266.9	153.3	5,693.7	2014	1,421.7			583.0	154.7	2,159.4
2015	261.1		2,419.8		2,842.9	143.6	6,534.8	2015	1,639.5			296.1	33.9	1,969.5
2016	325.2		2,545.8	1.2	3,649.1	21.7	7,551.9	2016	1,226.9			229.7	86.2	1,542.8
2017	259.0		3,071.1		3,748.7	31.5	7,848.9	2017	1,346.7			604.1	193.5	2,144.3

表3 続き

西側離島							全体計	
セリ年	久米島(除く泊出荷)	久米島(泊に)	渡名喜(泊に)	座間味(泊に)	渡嘉敷(泊に)	西側離島計		
1989	1,285.3		616.2			1,901.5	41,372.7	
1990	1,632.2	4.1	1576.3	5.7		3,218.3	45,788.4	
1991	835.4	229.5	900.8		6.7	1,972.4	38,338.5	
1992	831.6	59.3	591.3		46.9	1,529.1	35,765.5	
1993	1,171.5	37.5	745.2		5.7	1,959.9	38,720.1	
1994	1,049.3	68.2	566.5	1.1	15.2	1,700.3	38,436.0	
1995	1,134.4	73.3	891.2		52.8	2,151.7	40,692.7	
1996	1,231.1	8.8	854	5.2	21.6	2,120.7	42,850.4	
1997	963.4	393.9	1326.9	8.4	59.6	2,752.2	44,300.3	
1998	861.7	70.7	945	7.5	33.7	1,918.6	45,982.1	
1999	1,059.2	107.3	965.9	2.9	2,135.3	49,813.9		
2000	1,005.0	170.3	1254.3	5.8	10.5	2,445.9	40,620.5	
2001	1,007.0	234.9	468.5	1.5	3	1,714.9	36,518.6	
2002	562.0	376.1	1058.1	10.4		2,006.6	37,671.8	
2003	312.5	327	445.5	28.4		1,113.4	29,366.1	
2004	339.1	368.7	532.5	18.5	10.9	1,269.7	28,612.8	
2005	305.5	592.5	582.7	4.8	3.3	1,488.8	30,218.4	
2006	225.8	321.4	652	9.4	58	1,266.6	28,980.8	
2007	150.3	281.3	273.8	16.9	35.3	757.6	26,620.8	
2008	224.2	640.3	113.3	120.6	6.9	1,105.3	25,187.5	
2009	242.6	265.2	88.4	213.6	40.8	850.6	20,260.3	
2010	211.2	280	303.9	234.5	41.8	1,071.4	23,913.8	
2011	259.6	338.5	181.4	271	249	1,299.5	25,514.5	
2012	307.6	338.3	167.3	306.2	199.5	1,318.9	24,859.4	
2013	598.6	584.5	513.6	317.3	228.7	2,242.7	28,624.8	
2014	395.9	745	363.5	194.7	271.3	1,970.4	23,540.3	
2015	298.9	587.5	383.4	201	328.3	1,799.1	23,858.8	
2016	476.5	221	47	197.4	315.6	1,257.5	26,391.9	
2017	1,029.3	386.7	95.2	250	331.3	2,092.5	29,147.0	

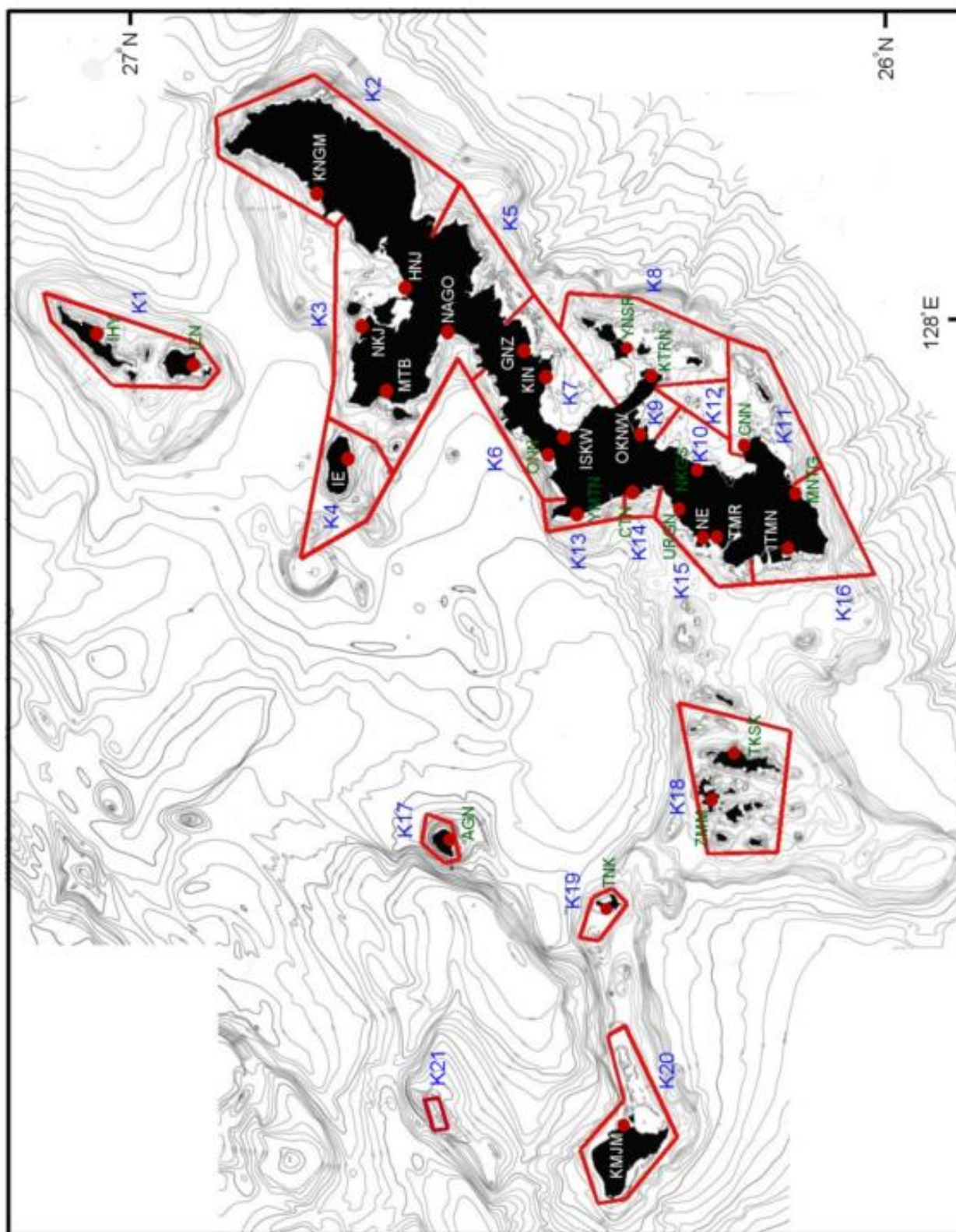


図1 沖縄島周辺の共同漁業権の区域(K1～K21)と漁業共同組合の位置 : 漁業協同組合の略表記は本文参照のこと

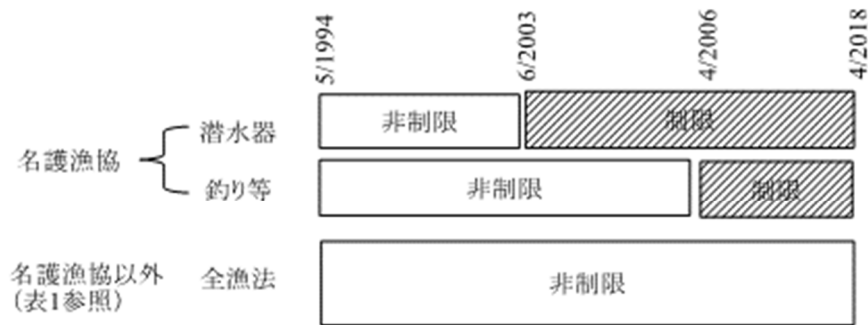


図2 サイズ制限を受けた体長(制限)、受けていない体長(非制限)に分離した市場、期間、および漁法

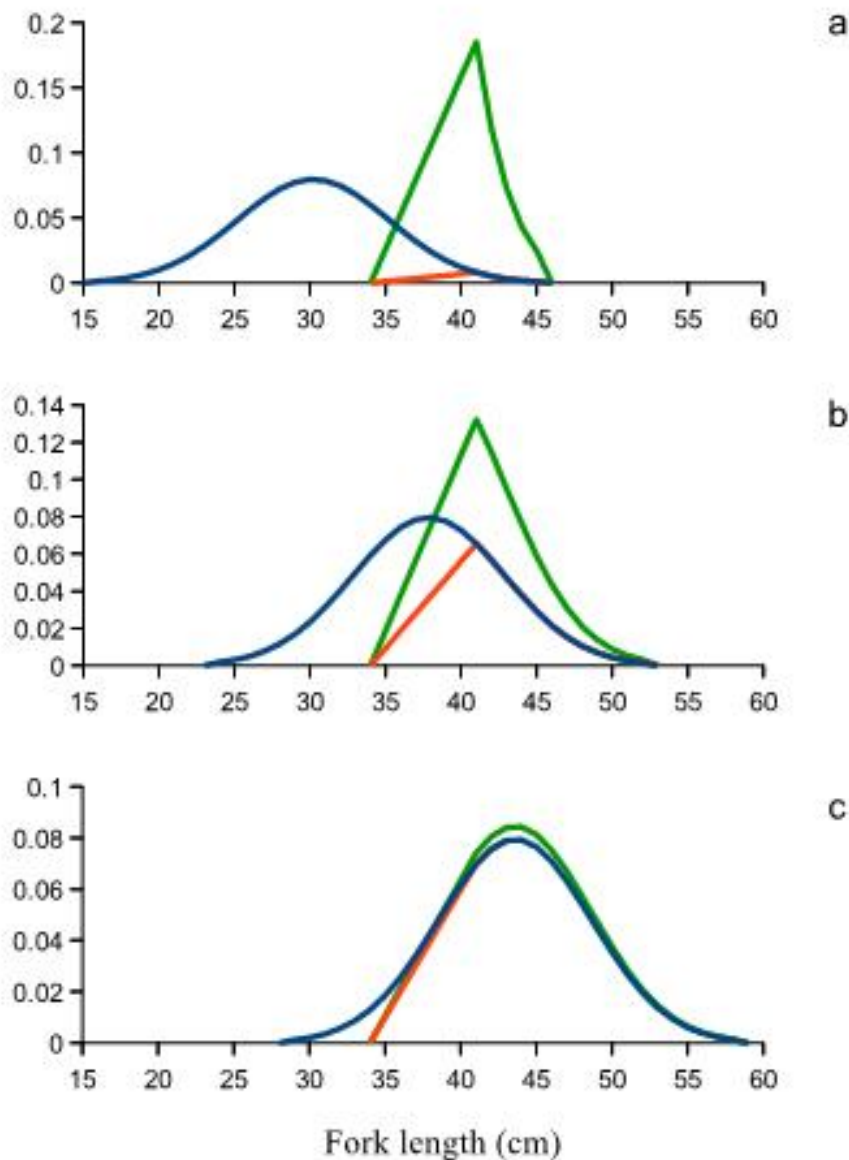


図3 繰り返し計算で用いた年齢別体長分布図 (a-2歳 b-3歳 c-4歳)
青ライン:各年齢での通常の体長組成(非制限用)。赤ライン:制限サイズに合わせて変更した体長組成。緑ライン:階級値合計が1になるように赤ライン右側を再調整した組成。

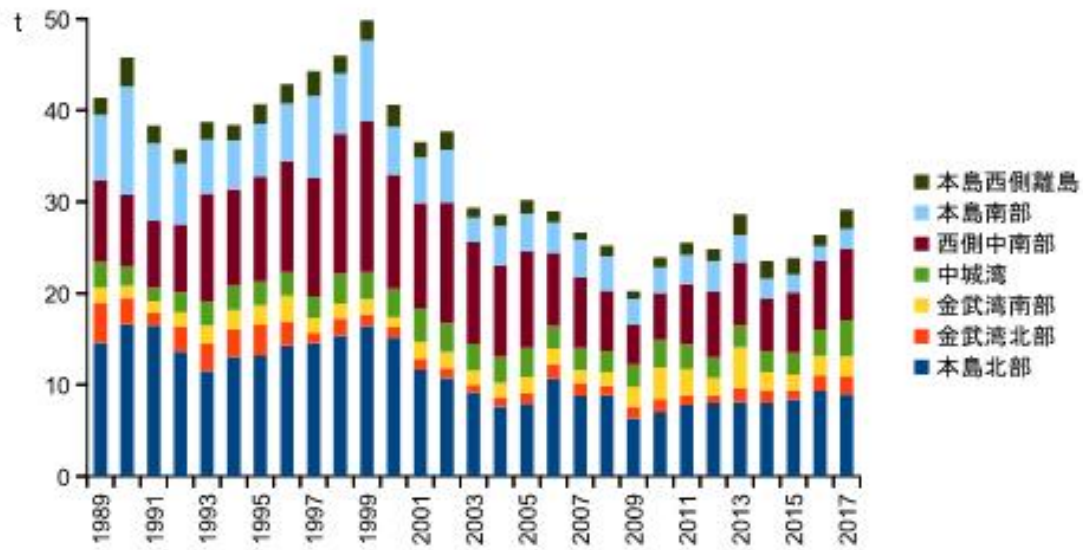


図4 沖縄島周辺海域におけるスジアラ漁獲量の変化

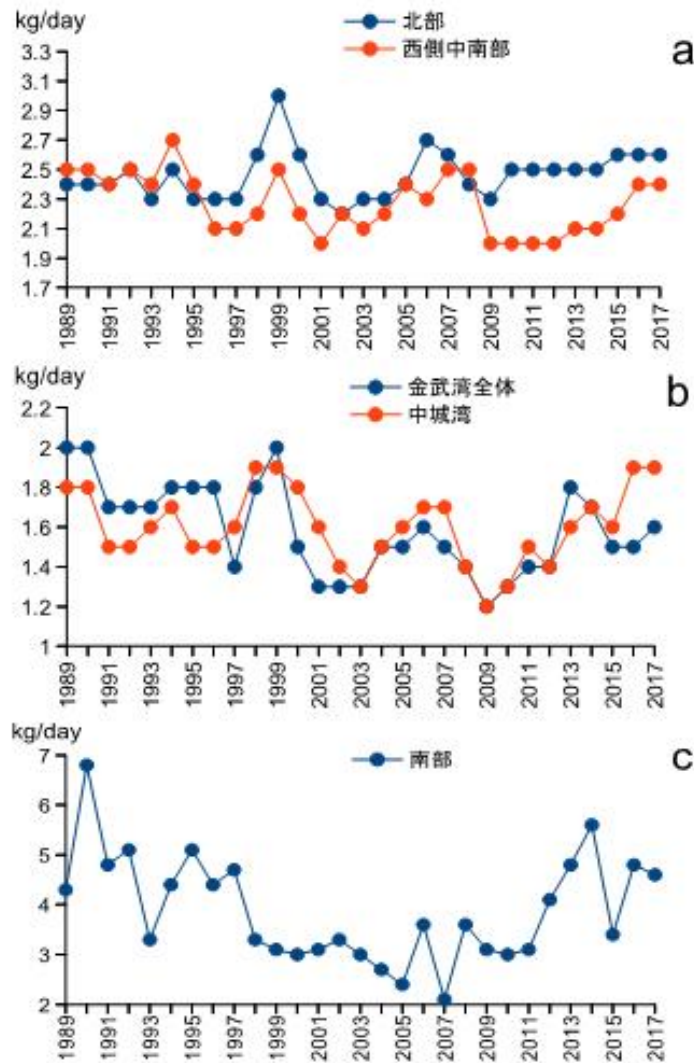


図5 沖縄島周辺海域におけるスジアラCPUE(1回当り水揚げ量)の中央値の変化幅の類似した海域同士の比較。 a、北部と西側中南部； b、金武湾全体と中城湾； c、南部

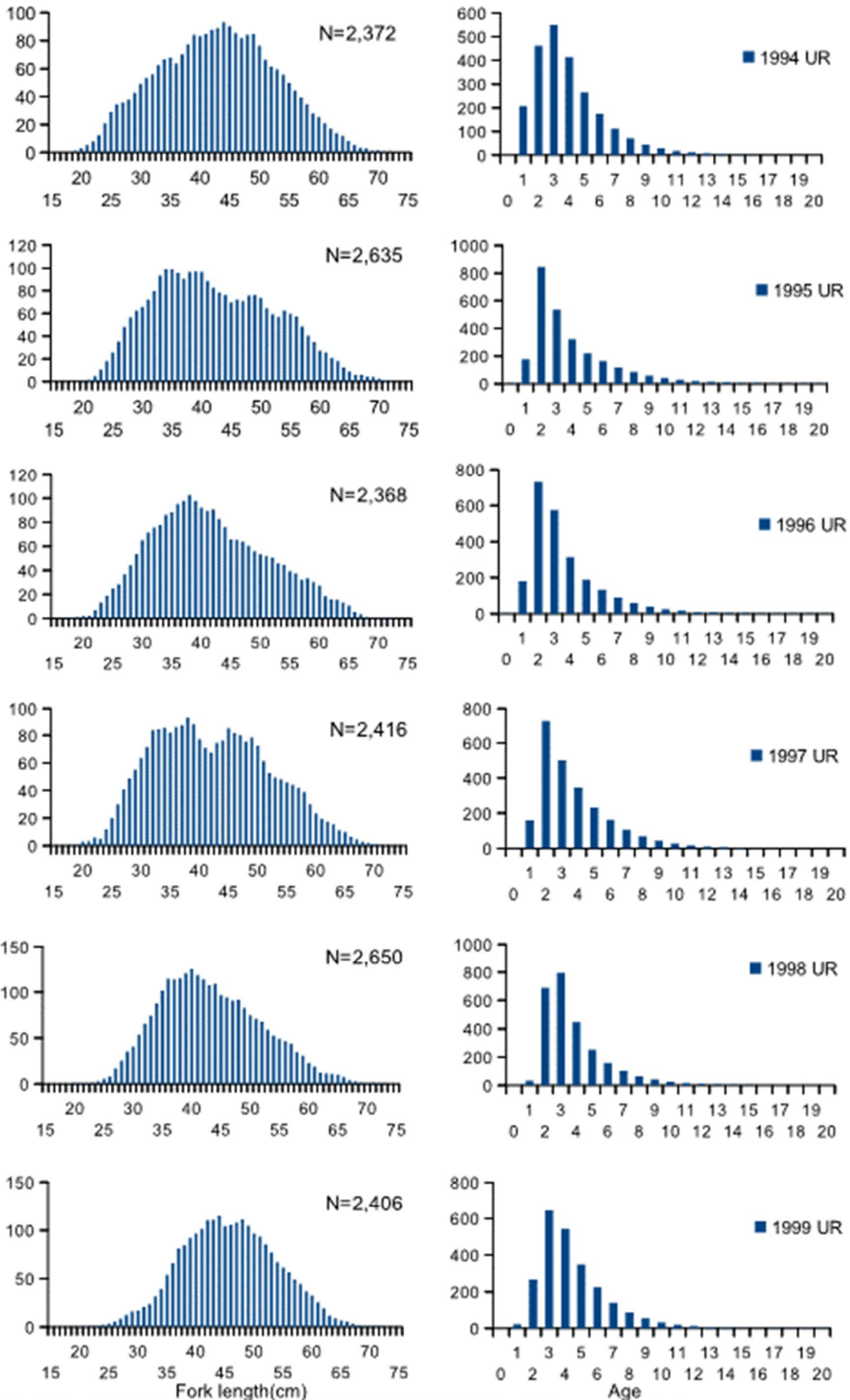


図6 北部+金武湾海域におけるスジアラの体長組成と年齢組成の推移 1994-1999年
UR体長制限なし、SR体長制限あり

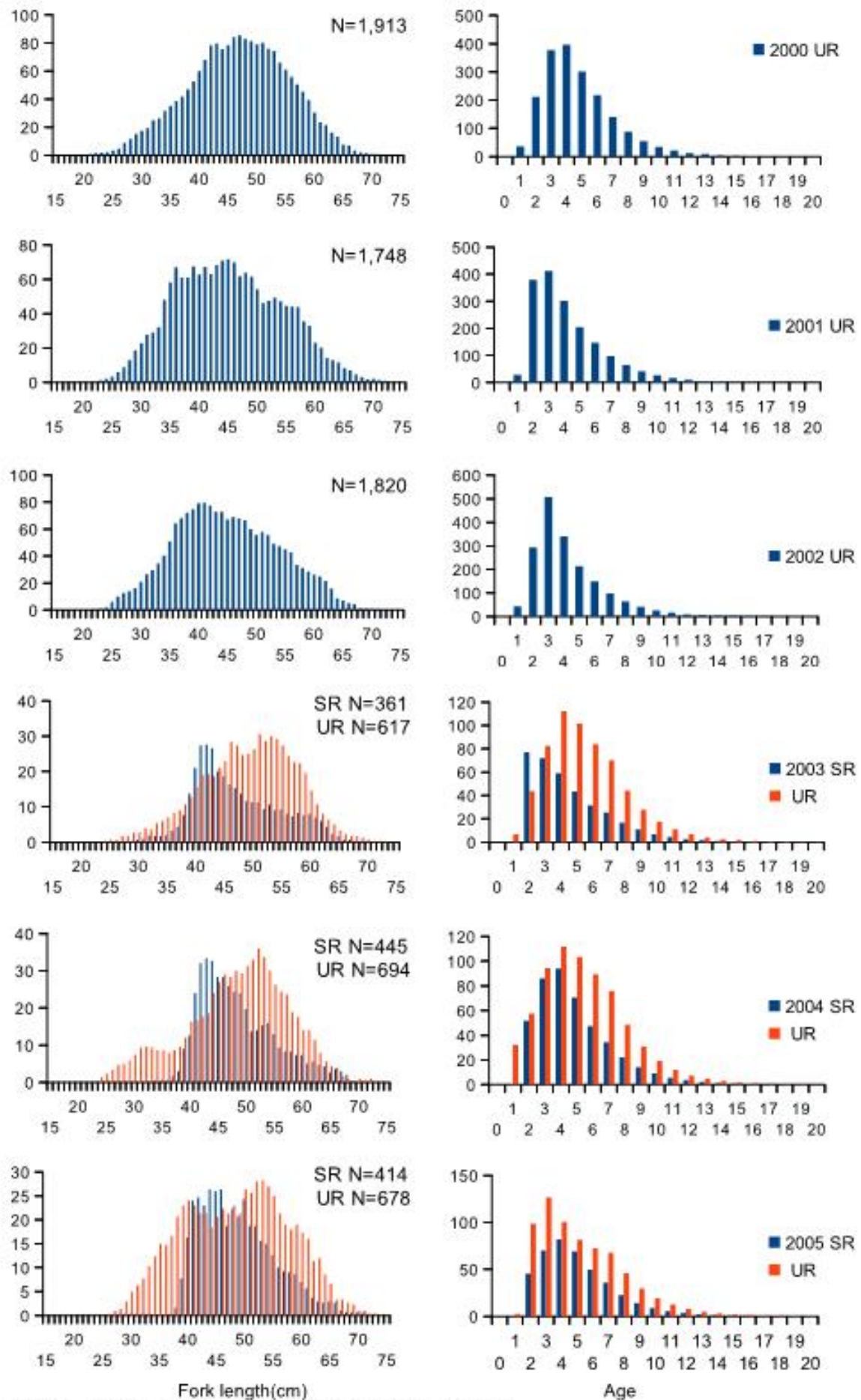


図6 続き 2000-2005年 UR体長制限なし、SR体長制限あり

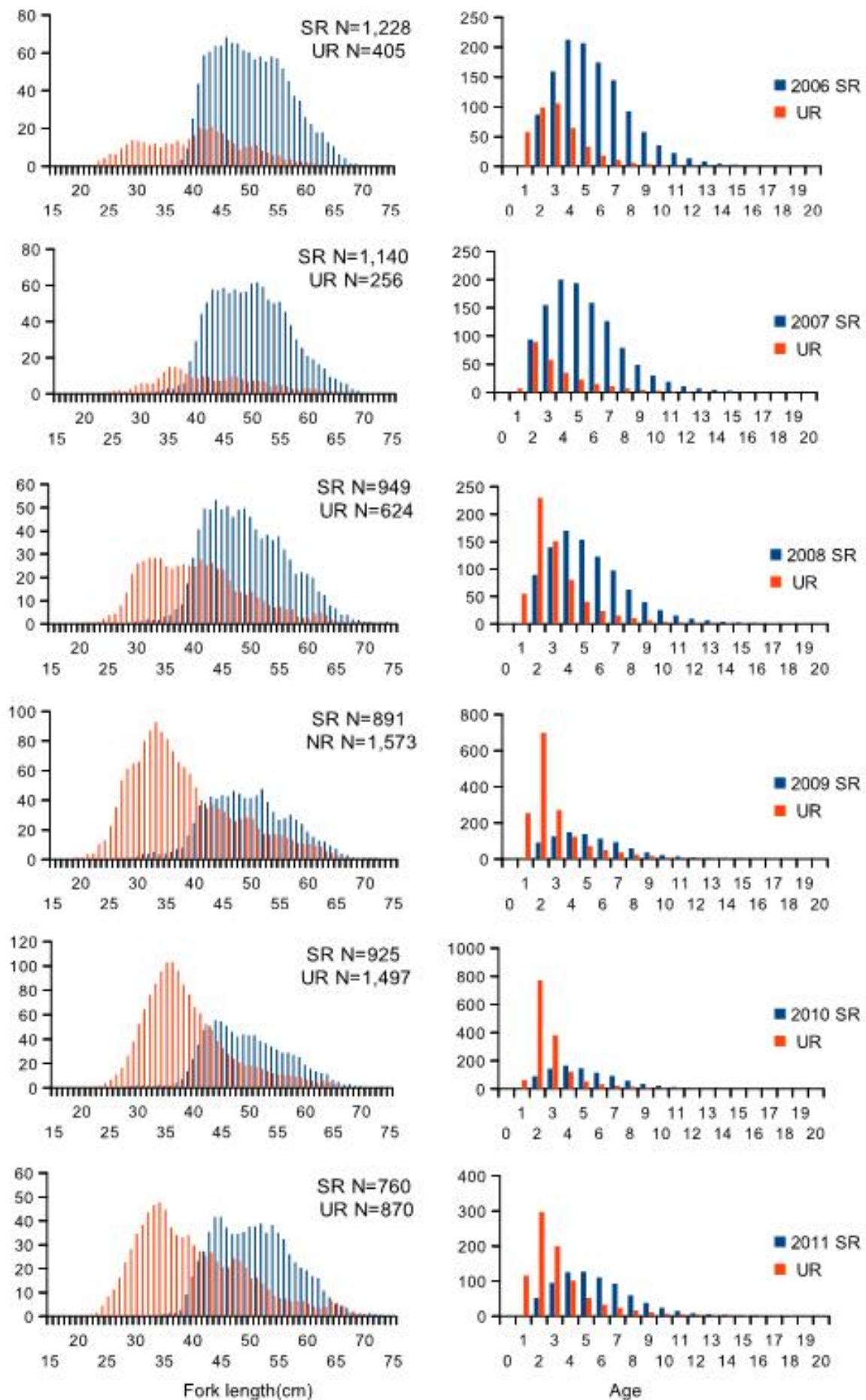


図6 続き 2006ー2011年 UR体長制限なし、SR体長制限あり

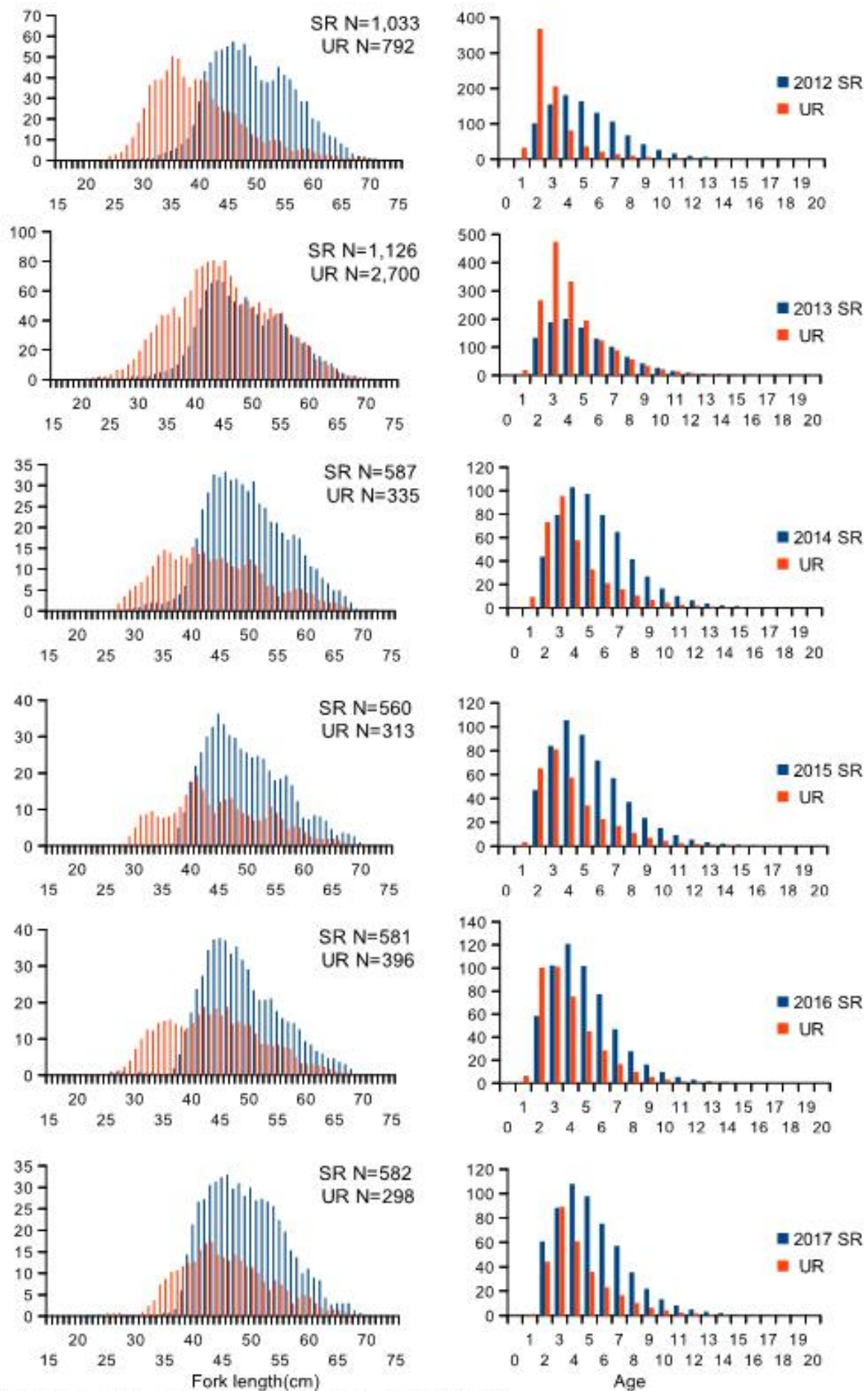


図6 続き 2012-2017年 UR体長制限なし、SR体長制限あり

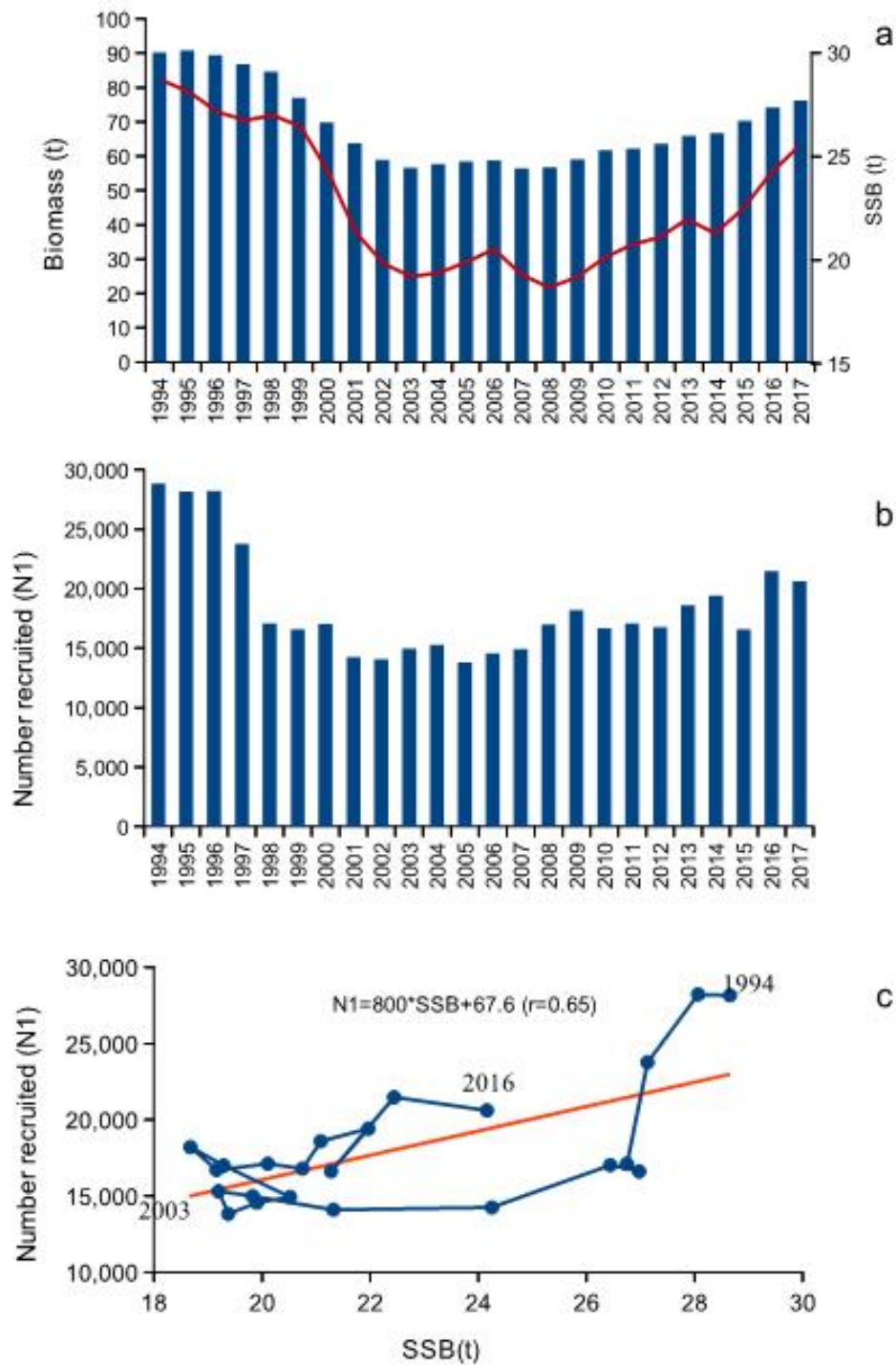


図7 VPAで推定した沖縄島北部+金武湾海域におけるスジアラのa、資源重量(棒)とSSB(線); b、コホートサイズ(1歳時); c、SSBとコホートサイズの関係

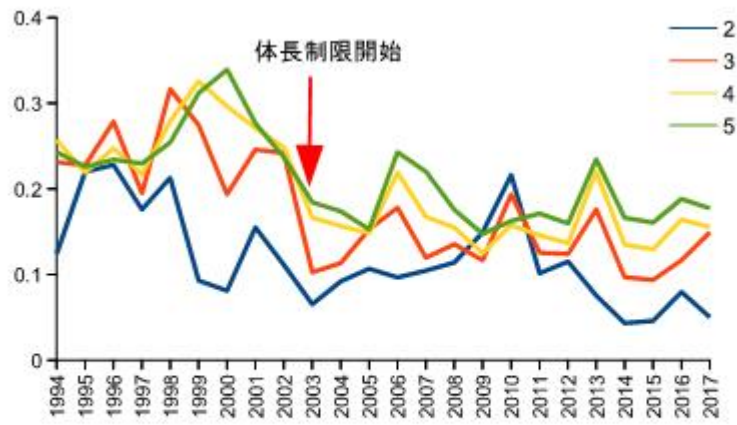


図8 北部+金武湾海域におけるスジアラの2-5歳群に加わる漁獲死亡係数(F)の変化

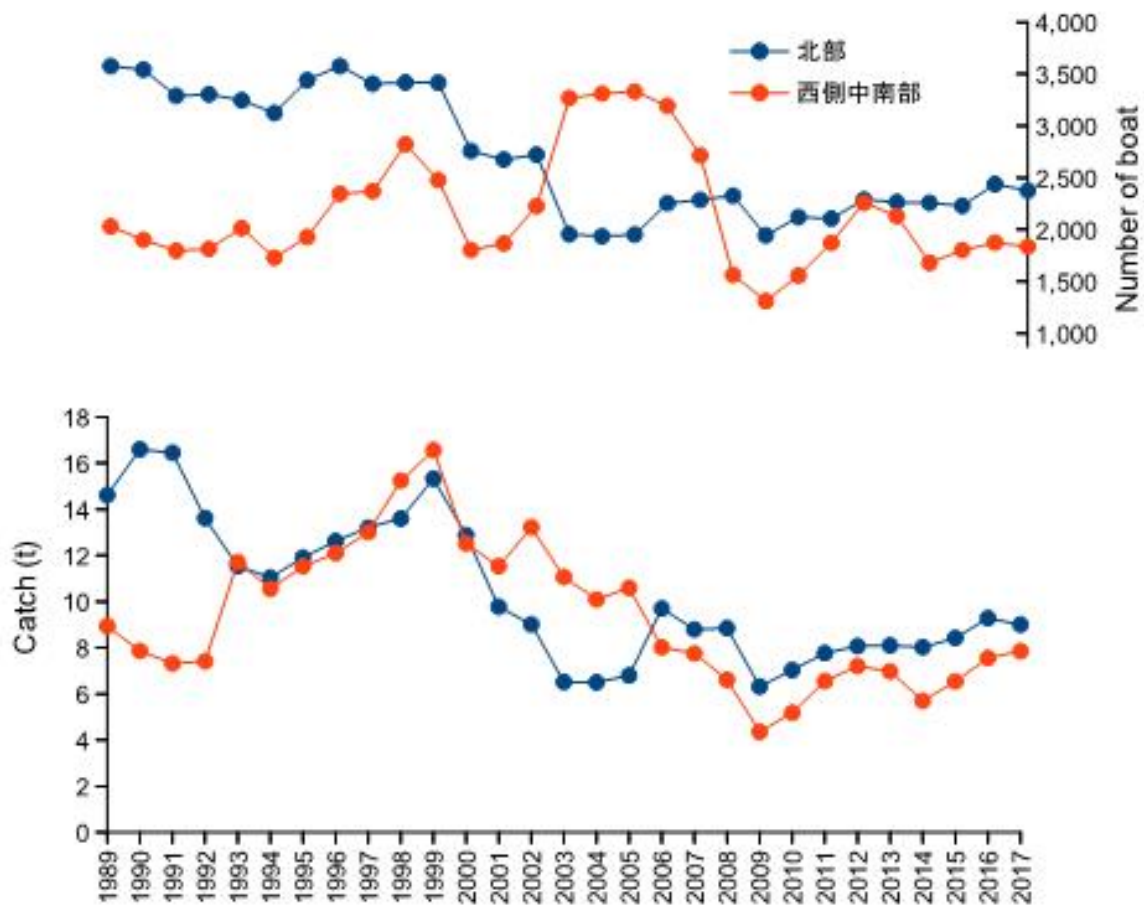


図9 漁獲量水準の類似した、北部および西側中南部海域での、スジアラ漁獲量と水揚げ隻数の比較