平成26（2014）年度マチ類（奄美・沖縄・先島諸島）の資源評価

責任担当水研：西海区水産研究所（青沼佳方、田邊智唯）
参 画 機 関：鹿児島県水産技術開発センター、沖縄県水産海洋研究センター

要　　約

マチ類全体の漁獲量は、鹿児島県・沖縄県共に1970年代後半から1980年代前半にかけてピークに達し、その後急激に減少傾向に転じている。1970年代後半の鹿児島市中央卸売市場でのマチ類の水揚げ量はおよそ1,000トン前後で推移していたが2013年ではおよそ1/6の160トンに、また沖縄県では1980年には2,308トンあった水揚げ量は2006年にはおよそ1/10の238トンまで減少した。近年一本釣り漁業の経営体数もピーク時の半数程度まで減少しているが、その分を考慮しても漁獲量の減少は著しい。従って、マチ類4種の資源水準は低位とした。

マチ類主要4種（アオダイ・ヒメダイ・オオヒメ・ハマダイ）のそれぞれの種について、近年の漁獲量、大型船および八重山船におけるCPUEまたはCPUEの相乗平均、および参考値として試算した資源量の推移から、それぞれの資源の動向は、アオダイ、ヒメダイおよびオオヒメは横ばいの傾向、ハマダイは増加傾向にあると判断した。

2010年4月より、第1期資源回復計画で周年禁漁であった保護区が一部解禁、または全面解禁となったことより、特にハマダイにおいて集中漁獲の傾向がうかがえる。今後は従来の管理方策に加え、解禁した保護区での資源管理方策を早急に実施することが望ましい。

魚種	年	資源量	漁獲量（トン）	F値	漁獲割合
アオダイ	2012	－	335	－	－
	2013	－	340	－	－
ヒメダイ・オオヒメ計	2012	－	243	－	－
	2013	－	250	－	－
ハマダイ	2012	－	241	－	－
	2013	－	206	－	－

	水準	動向
アオダイ	低位	横ばい
ヒメダイ		横ばい
オオヒメ		横ばい
ハマダイ		増加

1. まえがき

奄美・沖縄・先島諸島海域に分布するマチ類主要4種（アオダイ、ヒメダイ、オオヒメ、ハマダイ）の漁獲量は近年著しく低位で推移している。水産庁は平成15年度にこれら4魚種を資源回復計画対象種に指定し、資源の動向を的確に把握することを目的として平成16年

度からこれら4種の資源評価調査を開始した。平成17年4月に第1期資源回復計画が公表され、鹿児島県水域では平成17年4月以降5年間にわたり16の保護区で季節的または周年にわたる禁漁措置がとられ、また沖縄県では平成17年10月より平成22年3月まで、北大九曽根と沖の中の曽根の2保護区で周年禁漁となった。平成22年4月より第2期マチ類資源回復計画がスタートし、鹿児島海域で17区、沖縄海域で5区の周年または季節的な禁漁措置が実施されると共に、小型魚保護の目的で漁獲体長規制が実施されている。資源回復計画は平成23年度で終了したが、同計画で実施されていた措置は、平成24年度以降、新規の保護区を設定し、新たな枠組みである資源管理指針・計画の下、継続して実施されている。

2. 生態

（1）分布・回遊

マチ類は熱帯～温帯海域に広く分布し、日本近海ではアオダイ、ヒメダイ、オオヒメ、ハマダイのいずれも伊豆諸島および紀伊半島以南に分布する（図1）。南西諸島では種子島・屋久島以南に分布し、南下するほど個体数が多くなる傾向があると推定される。アオダイは日本近海からの記録しか知られていないが、他の3種は九州パラオ海嶺、南沙諸島、インドネシア、グアム、ハワイ諸島近海に広く分布する(Allen 1985)。

生息水深は4種間で異なる。アオダイは水深80～300mに生息し、主に150～200mで漁獲される。ヒメダイは150～400mに生息し、180～250mで多く漁獲される。オオヒメは70～350mに生息し、100～150mで多く漁獲される。ハマダイは生息水深が110～500mと最も深く、主に250～300mの間で漁獲される（佐多 1988）。

回遊に関しては不明な点が多い。鹿児島県水産技術開発センターでは平成16年より標識放流調査を実施しており、これまでにアオダイは1,562尾、ヒメダイは63尾、オオヒメは79尾、ハマダイは13尾放流されている。その結果、現在までにアオダイ10尾、ヒメダイ1尾、オオヒメ3尾が再捕されているが、このうちアオダイ2尾とオオヒメ1尾は、放流した曽根よりそれぞれ40km、150kmおよび93km離れた別の曽根で再捕されていることより曽根間を移動している可能性が示唆されている（宍道ほか 2009）（図2）。

（2）年齢・成長

アオダイについて耳石年輪の輪紋解析を行ったところ（片山 2007）、脊椎骨の輪紋を基に解析した年齢査定（東京都水産試験場 1974；佐多 1995）および体長組成の最頻値の推移に加えて耳石重量を利用して求めた成長式（海老沢ほか 2004）と比較して、若齢魚で若干の差違が認められたが、概ね一致した。これらのBertalanffyの成長式は

雌：$FL_t=442.6(1-\exp(-0.338(t+0.641)))$

雄：$FL_t=420.6(1-\exp(-0.350(t+0.882)))$　　（tは年齢、FLは尾叉長）

で与えられる（片山 2007）（図3）。

ヒメダイについては沖縄本島北部海域産の漁獲物を用いて体長組成の最頻値の推移に加えて耳石重量を利用した年齢解析（海老沢 2003）と耳石年輪の輪紋の計数を用いた年齢解析（増田ほか 2008）では若干の差違が認められたため、本報告では増田ら(2008)に従った。これらを用いてBertalanffyの成長式を求めたところ、

雌：$FL_t=380.0(1-\exp(-0.196(t+4.723)))$

雄：FL_t=362.0(1-exp(-0.144(t+7.422)))

で表され、最高齢は雌で18歳、雄で38歳であった（増田ほか 2008）（図4）。

オオヒメにおいては、年級群の体長モードの推移と耳石重量-体長関係から推定した年齢解析（海老沢ほか 2005c）と耳石年輪の輪紋計数を用いた年齢解析はほぼ一致した。これらを用いてBertalanffyの成長式を求めたところ、

FL_t=559.1(1-exp(-0.321(t+0.802)))

で表され、雌雄による差は認められなかった（増田ほか2008）（図5）。

ハマダイについては耳石年輪の輪紋解析に基づいて年齢査定をし、成長式を求めたところ、

雌：FL_t=906.1(1-exp(-0.167(t+0.081)))

雄：FL_t=887.2(1-exp(-0.135(t+0.818)))

で与えられ、メスにおいては1歳で27cmFL、10歳で73cmFL、20歳で85cmFL以上に達すると推定された（増田ほか 2010）（図6）。

マチ類は耳石年輪の輪紋が非常に不鮮明であり、ハマダイに至っては調査全個体数のおよそ2割程度しか解析できない。ヒメダイとハマダイの耳石に形成される微細輪紋を走査型電子顕微鏡で観察・計数し、他の方法により査定した年齢と比較した結果、微細輪紋を日周輪と解釈することが妥当であると判断された。この手法による齢査定は、小型魚（ハマダイで45cmFL以下、ヒメダイで23cmFL以下）において有効である。しかし大型魚の耳石においては複数の日周輪が吸収された深く明瞭な溝が刻まれるために、正確な計数が不可能であり、大型魚の正確な齢査定や、寿命の推定のためには別の手法を考案する必要があると考えられる（海老沢・前田 2006）。

（3）成熟・産卵

マチ類4種の尾叉長(FL)と成熟率の関係を図7に示した。

沖縄近海のアオダイの成熟率は、29.5cm（2歳）で30%、34.7cm（4歳）で65%、38.7cm（6歳）でほぼ100%が成熟する（海老沢ほか 2005a）。産卵期は4～8月で産卵盛期は4～6月と推定される（友利ほか1979）。一回あたりの産卵数は29.5cmでおよそ3.3万粒、45cmでおよそ16.4万粒と推定され（海老沢ほか 2005a）、成熟期の卵と排卵痕が同時に見られることから、4～8月の産卵期間中に複数回の産卵をおこなうと考えられる（山本 2003）。

ヒメダイは23.1cm（0歳）で40%、28.0cm（2歳）で85%、31.8cm（4歳）で100%が成熟し、産卵数は40%成熟で3.9万粒、85%成熟で6.7万粒、およそ40cmで17.8万粒を産卵する（海老沢ら 2005b）。沖縄近海に分布する群の産卵盛期は5～7月である（山本・島田 1999）。

オオヒメについては30cm（1歳）で成熟がはじまり、38.6cm（2歳）で40%、44.3cm（4歳）で89%、およそ48cm（5歳）で100%成熟する（海老沢ほか 2005c）。産卵盛期は5～7月と推定されている（富山 2000）。

沖縄近海のハマダイでは、65cm階級（8歳）以上から成熟個体が出現し、70cm（9歳）、75 cm（11歳）、80 cm（14歳）、および85 cm階級（19歳以上）の成熟率はそれぞれ69%、77%、96%、および100%であった（海老沢 2007）。 産卵期は長く、GSI値（100×生殖腺重量/体重）が2.0以上の個体は4～11月に得られている（海老沢 2007）。

（4）被捕食関係

アオダイは大型の動物性プランクトン（ヒカリボヤ類、クダクラゲ類、サルパ類、オタマボヤ類、クラゲノミ類、甲殻類の幼生）を捕食する（東京都水産試験場 1974）。

ヒメダイの胃内容物として魚類、ヒカリボヤ類、浮遊性甲殻類、イカ類、多毛類が記録されている(Kami 1973)。

オオヒメも魚類、ヒカリボヤ類、浮遊性甲殻類、イカ類などの中層に浮遊、あるいは遊泳している生物を捕食している(Kami 1973)。

ハマダイは小型イカ類、魚類などの近底層性小型遊泳生物を捕食している（小菅 未発表資料）。

マチ類を捕食する他の生物については今のところ知られていないが、釣獲したマチ類が海面に引き揚げるまでの間にサメ類によって食害される被害が漁業上の問題として指摘されている。

3. 漁業の状況

（1）漁業の概要

マチ類は鹿児島県・沖縄県いずれにおいても水深100m以深で操業している深海一本釣漁業や底建延縄漁業によって漁獲されている。周年操業する一本釣専業者が多いが、時期に応じてソデイカ漁などの他種漁業との兼業も行われている。また、一本釣でも操業形態や1航海あたりの操業日数に違いがあり、奄美群島や熊毛地区では日帰り操業が多いのに対し、沖縄本島や八重山諸島においては5t未満の小型船で日帰りまたは2～3日、5t以上の船で1週間程度である。

（2）漁獲量の推移

1960～2013年の鹿児島県中央卸売市場でのマチ類4種合計の水揚げ量を図8に、1961～2006年の沖縄県のマチ類全体（主要4種以外も含む）の漁獲量を一本釣り経営体数の経年変化とともに図9に示した。鹿児島中央卸売市場においては1988年まではおよそ800トン前後で増減を繰り返しながらほぼ横ばい状態で推移していたが、1989年以降急激な減少に転じ、2013年には1969年の最高値1,145トンのおよそ1/7の160トンまで減少した。2000年以降になってからも緩やかな減少傾向が続いており、2013年の水揚げ量は2000年の3/5程度まで落ち込んでいる。沖縄県に水揚げされるマチ類全体の漁獲量では、1980年に2,308トンの最高値を記録した後の5年間に急速に減少し、1985年には最高時の約半分にまで落ち込んだ後、1987年にかけて若干回復したものの、その後2006年まで減少傾向が続いている。また、1960年代から1980年代にかけて1,000トンを下回ることがなかったのに対し、1990年から2006年には977～238トンで徐々に減少しながら推移していることから、40年間の間に漁獲量水準は大幅に減少している。ただし、2002年以降はマチ類の主漁法である一本釣り漁業経営体数も大幅に減少していることから、近年の漁獲量の減少は資源の減少と必ずしも一致しないと考えられる（表1、図9）。沖縄県のマチ類4種の水揚げ量および鹿児島県主要漁協での水揚げ量を表1および表2に示した。なお、表1におけるマチ類全体の漁獲量は属人統計、主要4種の漁獲量は属地統計によるものである。

鹿児島県・沖縄県の主要漁港の魚種別漁獲データが全て整備された1999～2013年のアオダイの漁獲量を図10に示した。1999年には746トンあった水揚げ量は2004年までは増減を繰り返しながら推移していたが、2005～2009年では減少傾向が続いており、2009年には1999年の1/2程度の369トンまで減少した。2010年にはやや増加し、2007年と同程度の416トンまで回復したが、2012年以降は再び300トン台に減少している。水揚げ地別では、鹿児島県では2002年に300トン台、2007年に200トン台を下回り、小幅な増減を繰り返しながら100トン台後半で推移している。また沖縄県の水揚げ量では、1999年以降200～300トン台で多少の増減を繰り返しながら減少傾向で推移していたが、2013年では200トンを大幅に下回り135トンであった。

ヒメダイ・オオヒメにおいては、鹿児島県中央卸売市場では1989年以前、熊毛地域では1998年以前、岩本漁協および奄美地域では2007年以前は両種を種別に分けて扱っていなかった。よってここでは鹿児島中央卸売市場における1975～2013年のヒメダイ・オオヒメの漁獲量を合わせたものを図11に、鹿児島県の主要漁港の漁獲データが整備された近年15年のヒメダイとオオヒメの合計漁獲量を図12に示した。また、1989年以降沖縄県に水揚げされたヒメダイの漁獲量を図13に、オオヒメの漁獲量を図14に示した。鹿児島中央卸売市場におけるヒメダイとオオヒメを合わせた水揚げ量は、1986年に178トンの最高値を記録して以降減少傾向で推移し、1989年には100トンを割り込んだ。近年5年も減少傾向が続いており、2013年には最高値を記録した1986年のおよそ1/11である17トンの水揚げ量しか記録されていない（図11）。また、鹿児島県主要漁港全体に水揚げされたヒメダイとオオヒメを合わせた漁獲量は多少の増加・減少を繰り返しながら推移しており、近年5年間はおよそ100トン前後で横ばいである（図12）。1989年以降の沖縄県のヒメダイの漁獲量は106～300トンの間で変動しているが、1999年以降200トンを下回るようになり、2013年にやや大幅に減少し106トンとなったが、2012年までの12年間は146～189トンで、小幅な増減を繰り返しながらほぼ横ばい状態であった（図13）。また沖縄県のオオヒメの漁獲量は、2011年までは68～93トンの間で推移し、調査期間内の変動幅は他種と比較して小さく、ほぼ安定していたが、2012年以降の2年間はやや大幅に減少し、2013年は2010年の1/2以下の25トンであった。（図14）。

鹿児島県・沖縄県に水揚げされた1999年以降のハマダイの漁獲量を図15に示した。2003年には総漁獲量が200トンを下回ったが、その後増加傾向で推移し、2009年以降は再び200トン台まで回復した。水揚げ地別の漁獲量の推移では、鹿児島県では2003年に100トンを下回り78トンまで減少したが、その後微量な増加傾向で推移し、2010年以降は100トン台まで回復している。沖縄県においても2003年に最低値の66トンを記録したが、その後増加傾向に転じ、近年8年は100トン前後で推移しており、2010年には調査期間内で最も多い漁獲量である144トンを記録している。

なお本報告で扱った魚種別の漁獲量の推移については、鹿児島県・沖縄県の主要漁港の魚種別漁獲データが全て整備され、海域全体の魚種毎のデータの収集が可能となった1999年以降の変動を扱っており、1980年以前と比べてマチ類の総漁獲量が半分以下に落ち込んだ期間における変動であることに留意する必要がある。

4. 資源の状態

（1）資源評価の方法

沖縄県・鹿児島県の主要港に水揚げされるマチ類の漁獲統計による魚種別漁獲量全体の経年変動の傾向を検討した。また、沖縄県に水揚げされるマチ類のうち、県漁連に水揚げする県外大型標本船13隻および八重山漁協所属のマチ類船全体の漁獲量と漁獲努力量の情報を収集し、過去25年間の傾向を検討した。さらにアオダイおよびハマダイにおいては鹿児島県・沖縄県に水揚げされる各種の総漁獲量と体長組成から、またヒメダイおよびオオヒメにおいては沖縄県に水揚げされる各種の総漁獲量と体長組成から各種の年齢別漁獲尾数を推定し、それらを用いて八重山船のCPUEまたは八重山船と大型船のCPUEの相乗平均でチューニングしたコホート計算を試行し、資源の動向の参考とした（補足資料）。

（2）資源量指標値の推移

海老沢ほか(2008)に従い、沖縄県漁連に水揚げする大型標本船13隻、および八重山漁協所属の一本釣船全体について、1航海あたりの漁獲量(CPUE)を資源量の指標として求めた（表3、4、5）。

沖縄県に水揚げする大型標本船によるアオダイの漁獲量は近年減少傾向にあるが、CPUEは多少の増減を伴いながらほぼ横ばい状態を保っている（図16）。八重山漁協所属船におけるアオダイのCPUEも、近年10年はほぼ横ばい状態で安定している。また1990年代から2004年にかけて八重山船のアオダイ漁獲量は減少傾向で推移しているにもかかわらず、CPUEはほぼ横ばいである（図17）。近年5年におけるアオダイの総漁獲量は300～400トン台で小幅な増減を繰り返しながら推移していること、琉球列島南西海域で主に操業する八重山漁協所属船の漁獲量とCPUEが、近年5年間はほぼ横ばい状態であること、また沖縄本島以北を中心に操業する大型船の漁獲量はやや減少傾向にあるが、CPUEは増減を伴いながらもほぼ横ばい状態であること、さらに大型船CPUEと八重山船CPUEの相乗平均（図18）もほぼ横ばい状態を示していることも考え合わせて、本調査海域のアオダイ資源は横ばいで推移していると推察される。

ヒメダイでは漁獲量の動向とCPUEの動向はほぼ一致しており、大型標本船では2004年以降、八重山船では2005年以降、漁獲量の増加に伴いCPUEも増加傾向を示した。2010年の大型標本船の漁獲量とCPUEの減少は、資源回復計画に伴う保護区の解禁から、主な漁獲対象種をヒメダイから、より高価なハマダイにシフトさせたため、1航海あたりの本種の漁獲量が減ったものと考えられる。大型船と八重山船のCPUEの相乗平均は2005～2008年まで増加傾向で推移し、近年5年間は多少の増減を繰り返しながらほぼ横ばい状態である（図19、20、21）。

大型標本船におけるオオヒメの漁獲量とCPUEは、2012～2013年には2011年に比べて大幅に漁獲量が減少したものの2009年までは大幅な増加傾向を示している（図22）。一方八重山船による本種の漁獲量は、2005～2009年までの5年間はほぼ横ばい状態であるにもかかわらず、CPUEの変動幅が大きく、漁獲量との明確な関係が見られない（図23）。これは、八重山漁協には魚価が比較的安価なオオヒメを専獲する漁業者はほとんど存在せず、ハマダイ釣り目的（水深300m以深）で餌を降下中に、オオヒメが掛かったら（水深200m以浅）持って帰る、という漁業形態であるためCPUEにばらつきが出ることが原因として考えられる。

一方大型標本船においては、1990年代中頃から2000年代前半にかけてハマダイの漁獲量が大幅に減少したことに伴って、その損失分を補うためにオオヒメを専獲し始めたため漁獲量・CPUEが大幅に増加しているものと考える。本種は特定の時間帯にほぼ特定の水深帯を群れをなして移動することが漁業者間では経験的に知られており、その知見の蓄積からより効率的な漁獲が可能になったため、漁獲量･CPUEが増加したものと考えられる。ただし、両CPUEの近年5年の相乗平均は漸減漸増を繰り返しながらほぼ横ばい状態であることから（図24）、この大型標本船における漁獲量とCPUEの増加は資源量の増加ではないと考えられる。なお、2012年に大型船の漁獲量が大幅に減少し、2001年とほぼ同じ漁獲量まで減少した。

ハマダイにおいては漁獲量の動向とCPUEの動向はほぼ一致しており、1990年代中頃から2000年代前半に漁獲量･CPUE共に大幅な減少傾向であったが、大型標本船では2004年以降、八重山船では2003年以降に増加傾向に転じている。2010年の大型船の漁獲量とCPUEの急激な増加は、資源回復計画に伴う保護区が一部解禁になったことに拠る集中漁獲と、主漁獲対象をヒメダイ・オオヒメから近年漁獲が好調であり、かつ単価の高いハマダイへシフトさせた影響と考えられる（図25、26、27）。

（3）漁獲物の体長組成の推移

2004～2013年に鹿児島海域（中種子・屋久島・奄美・沖永良部）および沖縄海域（宝山～大九曽根・八重山～与那国・尖閣諸島）から漁獲されたマチ類の年別尾叉長組成を図28～29に示した。

アオダイは28～32cmにモードを持つ単峰型（2～3歳相当）で、漁獲物の成熟個体率は27～53%であった。なお、資源回復計画に伴う漁獲体長規制により、2011年以降1歳魚の水揚げが減少した（図28）。

ヒメダイにおいては28～29cmにモードを持つ単峰型（2歳相当）で、漁獲物の成熟個体率は35～58%であった（図28）。なお、アオダイと同様に、資源回復計画に伴う漁獲体長規制により、2011年以降は20cm以下（1歳魚相当）の水揚げが大幅に減少した。

オオヒメでは21～25cmおよび36～39cmにモードをもつ多峰型（1～2歳相当）、または35～39cm（3歳相当）にモードを持つ単峰型を示し、漁獲物の成熟個体率は26～45%であった。本種もアオダイ・ヒメダイと同様に、資源回復計画に伴う漁獲体長規制により、2011年は20cm以下（1歳魚相当）の水揚げがほぼ0%になった（図29）。

ハマダイにおいて鹿児島海域および沖縄海域では29～49cm（1～4歳相当）にモードを持つ単峰型または多峰型を示し、漁獲物の成熟個体率は0.3～1.7%と、非常に低い値を示した。特に沖縄海域では毎年新たな1歳群が出現し、翌年の漁獲の中心になっている傾向がうかがえた（図29）。なお、2010年4月から開始された第2期資源回復計画から、沖縄県では尾叉長が30cm未満、鹿児島県では小型のハマダイが漁獲された場合、漁場の移動または釣り針サイズを変更するという規制を設けた。その結果、2004～2009年の鹿児島県・沖縄県のハマダイの合計漁獲個体数のうち30cmFL未満の漁獲個体数は全体の17.2～32.8%（平均26.3%）であったのに対し、2010年以降は7.8～16.4%まで減少した。

（4）資源の水準・動向

資源の水準は過去53年間のマチ類4種の漁獲量の記録がある鹿児島県中央卸売市場の漁獲量を基準とし、1969年に記録した最高値（1,145トン）と2009年に記録した最低値（122トン）の間を3等分した値を高位と中位、中位と低位の区切り線とした。アオダイにおいては、CPUEの相乗平均は多少の増減を繰り返しながらも過去10年間ほぼ横ばい状態であること、また参考値として計算したコホート計算の結果も近年5年間の1歳以上の資源量は若干の減少傾向にあるものの1,300～1,500トン前後でほぼ安定していることから、動向は横ばいと判断した。

ヒメダイに関しては、CPUEの相乗平均は横ばいであること、試算した1歳以上の資源量も近年5年は若干増加していることから、本種の動向は横ばいと判断した。

オオヒメに関しては沖縄県の2006～2011年の漁獲量は多少の増減を繰り返しながらほぼ横ばいを示していたが、2012年以降では大幅に減少した。しかしながら八重山船の漁獲量はほぼ横ばい状態が続いていること、さらに八重山船のCPUEを用いてチューニングしたVPAで試算した1歳以上の資源量も、ほぼ横ばい状態である。よって動向は横ばいと判断した。

ハマダイにおいては、CPUEの相乗平均は近年5年では増加傾向も示しつつ横ばいで推移していること、また試行したコホート計算から資源量は近年増加傾向で推移していることから動向は増加と判断した。

5. ABC以外の資源管理の方策

一本釣り漁業経営体数の減少を考慮しても、1980年代以降マチ類全体の漁獲量が急激に減少しており、早急に資源回復をはかる必要がある。2005年に第1期資源回復計画に基づいて18区の保護区が5年間の期限付きで設置された。その結果、保護区内では一定の効果が現れはじめているものの（宍道ほか2010）、海域全体の資源量に反映されるには至っていない。2010年より開始された第2期資源回復計画では第1期より保護区を拡大し、現在22区の周年または季節的な保護区を設置している。また第2期資源回復計画では保護区に加え漁獲サイズ規制なども開始し、保護区内のみならず、海域全体の漁獲圧を下げる方向で実施されている。マチ類は成熟までに早い種で3年、遅い種では10年以上を要する魚種であることから、保護区を10年程度で解禁して親魚を漁獲してしまうことは望ましくない。よって資源回復計画終了後も産卵親魚を保護するための漁獲制限措置を講じていく必要がある。また、2010年は特にハマダイにおいて、一時的に解禁された保護区での集中漁獲の傾向がうかがえた。沖縄県では県内漁業者に対して解禁された保護区への入域回数制限を実施しているが、今後これらの措置は沖縄県外所属の漁船にも適用し、さらには保護区内での1操業あたりの漁獲量制限を設ける等、保護区が一定期間内の一時的な管理方策にならないような措置を講じていくことが検討されている。

6. 引用文献

Allen, G. R.(1985) FAO species catalogue, Vol. 6. Snappers of the world. An annotated and illustrated catalogue of lutjanid species known to date. FAO Fisheries Synopsis No. 125, Vol. 6: 208p.

海老沢明彦(2003) ハマダイ(*Etelis coruscans*)の産卵期と成熟体長および成長に関する予備的

研究（マチ類の漁業管理推進調査）. 平成13年度沖縄県水産試験場事業報告書, 81-83.
海老沢明彦(2007) 琉球列島海域に分布するハマダイの産卵期と成熟体長（生物情報収集調査およびアオダイ等資源回復推進調査）. 平成17年度沖縄県水産試験場事業報告書, 91-92.
海老沢明彦・前田　健(2006) 日周輪解析によるハマダイ及びヒメダイの成長式推定の試み. 平成16年沖縄県水産試験場事業報告書, 78-82.
海老沢明彦・平手康市・山田真之(2008) 沖縄県水産海洋研究センター漁獲統計データベースを基に推定したアオダイ, ヒメダイおよびハマダイの種別CPUE年変化. 平成19年度沖縄県水産試験場事業報告書, 104-106.
海老沢明彦・山本隆司・福田将数(2004) 体長組成のモード推移と尾叉長－耳石重量関係式から推定したアオダイの成長式（マチ類の漁業管理推進調査）. 平成14年度沖縄県水産試験場事業報告書, 110-114.
海老沢明彦・山本隆司・福田将数(2005a) 沖縄近海産アオダイの生物特性と資源評価. 平成16年度普及に移す技術の概要, 145-146.
海老沢明彦・山本隆司・福田将数(2005b) 体長組成のモード推移と尾叉長－耳石重量関係式から推定したヒメダイの成長式（マチ類の漁業管理推進調査）. 平成15年度沖縄県水産試験場事業報告書, 97-101.
海老沢明彦・山本隆司・福田将数(2005c) 沖縄近海産オオヒメの生物特性と資源評価. 平成16年度普及に移す技術の概要, 147-148.
Kami, H. T. (1973) The *Pristipomoides* (Pisces: Lutjanidae) of Guam with notes on their biology. Micronesica 9: 97-118.
片山雅子(2007) 鹿児島県産フエダイ科魚類4種の年齢と成長. 鹿児島大学大学院水産学研究科修士論文, 93pp.
増田育司・片山雅子・浅野龍也・久保満・神野公広・斉藤真美(2008) 薩南諸島周辺海域におけるヒメダイとオオヒメの成長. 2008（平成20）年度日本水産学会春季大会講演要旨集, 7pp.
増田育司・片山雅子・浅野龍也・入野敬介・久保満・神野公広・宍道弘敏・斉藤真美(2010) 薩南諸島周辺海域におけるハマダイの年齢と成長. 2010年度日本水産学会秋季大会講演要旨集, pp.
佐多忠夫(1988) マチ類　諸喜田茂充　編著　サンゴ礁域の増養殖, 緑書房 東京, 144-151.
佐多忠夫(1995) 体長組成から推定したアオダイの成長. 平成5年度沖縄県水産試験場事業報告書, 86-88.
宍道弘敏・久保満・神野公広(2009) フエダイ科魚類3種の標識放流技術と放流再捕記録. 2009年度水産海洋学会研究発表大会講演要旨集, 90pp.
宍道弘敏・神野公広・久保満(2010) 鹿児島県海域におけるマチ類資源回復計画開始後の尾叉長組成の変化. 平成22年度日本水産学会春季大会講演要旨集, 8pp.
富山仁志(2000) 沖縄近海におけるヒメダイとオオヒメの成熟. 琉球大学理学部海洋自然科学科卒業論文, 51pp.
友利昭之助・喜屋武俊彦・川崎一男・金城武光・吉川一男(1979) 200海浬水域内漁業資源総合調査. 昭和53年度沖縄県水産試験場事業報告書, 30-33.

東京都水産試験場(1974) 昭和48年度指定調査研究総合助成事業、底魚資源調査研究報告書（アオダイ）. 東水試出版物通刊No. 244, 調査研究要報 No. 108, 1-16.

山本隆司(2003) 沖縄近海産アオダイ（しちゅうまち）の成熟と産卵. 平成14年度普及に移す技術の概要. 沖縄県農林水産試験研究推進会議, 139-140.

山本隆司・島田和彦(1999) 沿岸漁場総合整備開発基礎調査の概要. 平成9年度沖縄県水産試験場事業報告書, 87-94

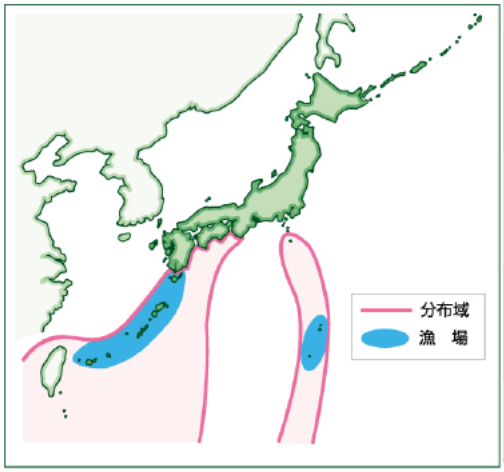


図1.　マチ類の分布図

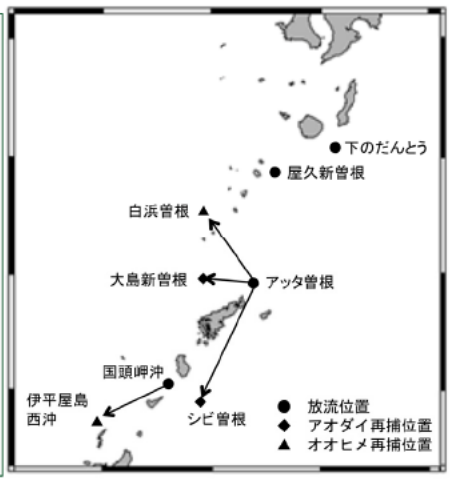


図2.　標識放流地点および再捕地点

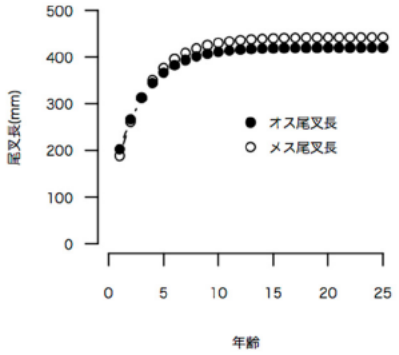


図3.　アオダイの成長曲線

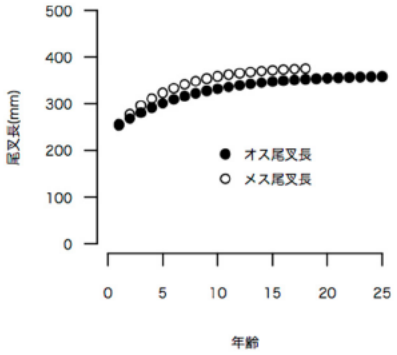


図4.　ヒメダイの成長曲線

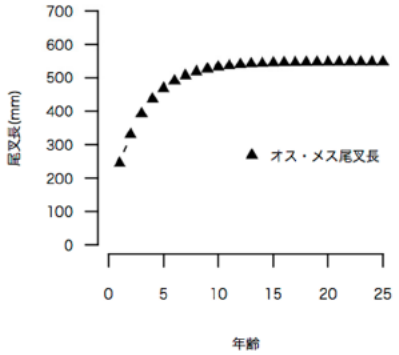


図5.　オオヒメの成長曲線

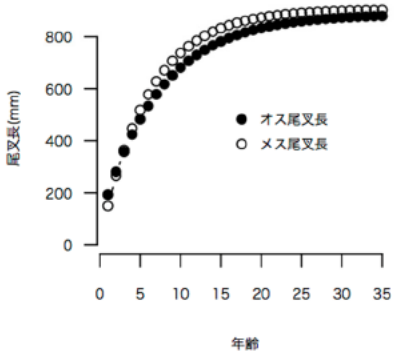


図6.　ハマダイの成長曲線

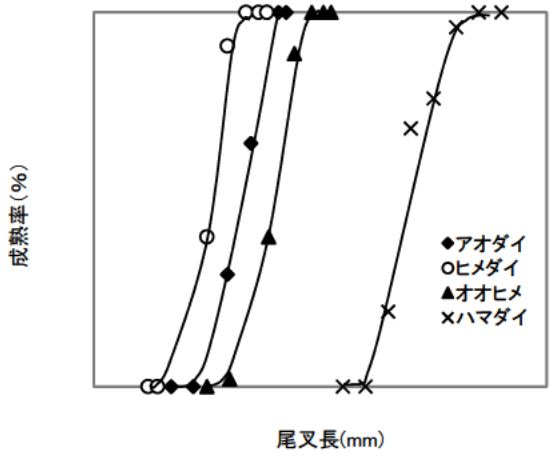


図7.　マチ類4種の尾叉長と生殖腺成熟率の関係

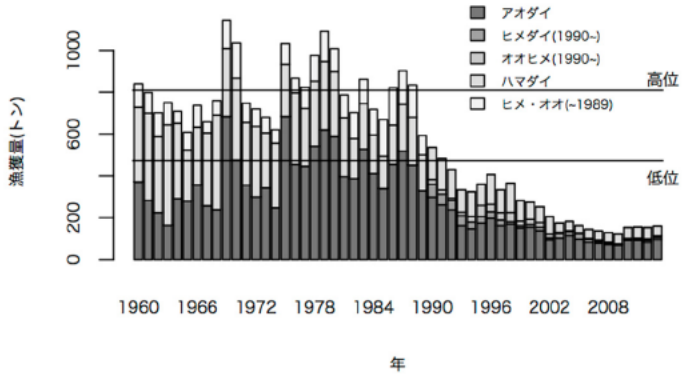


図8.　鹿児島県中央卸売市場におけるマチ類4種の水揚げ量の経年変化

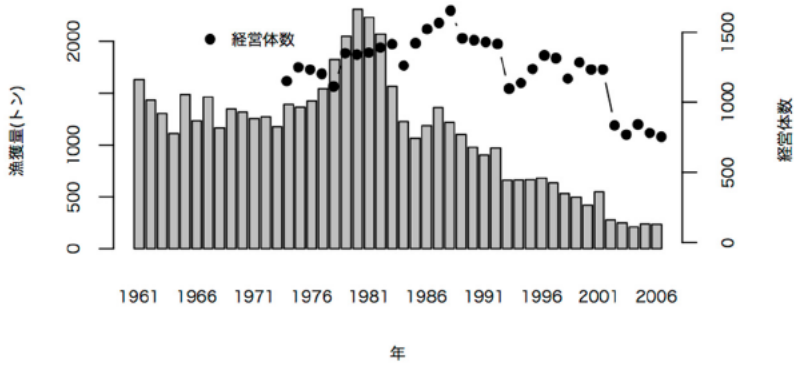


図9.　沖縄県のマチ類の漁獲量（主要4種以外も含む）と一本釣り経営体数の経年変化

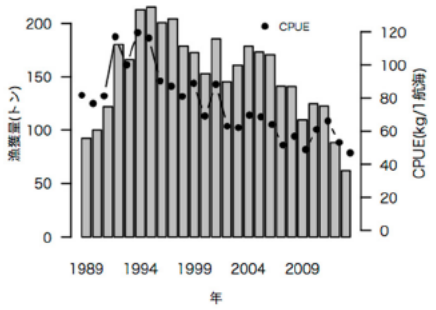


図10.　アオダイの漁獲量

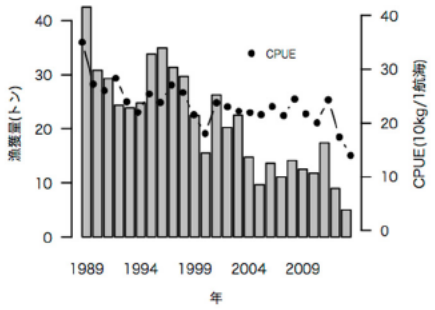


図11.　鹿児島中央卸売市場におけるヒメダイおよびオオヒメの水揚げ量の経年変化

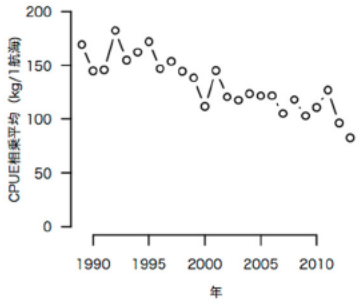


図12.　鹿児島県主要漁港におけるヒメダイおよびオオヒメの漁獲量

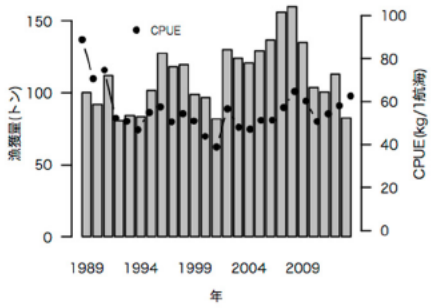


図13.　沖縄県におけるヒメダイの漁獲量

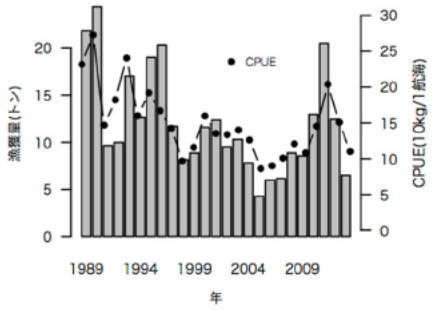


図14.　沖縄県におけるオオヒメの漁獲量

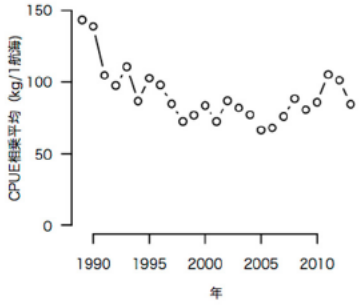


図15.　ハマダイの漁獲量

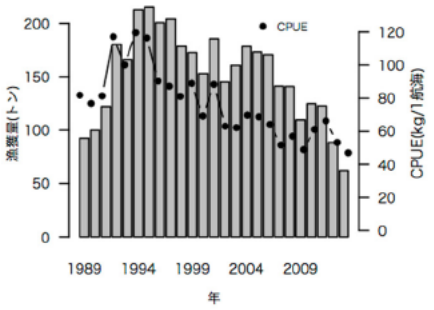


図16.　大型標本船による
アオダイの漁獲量とCPUE

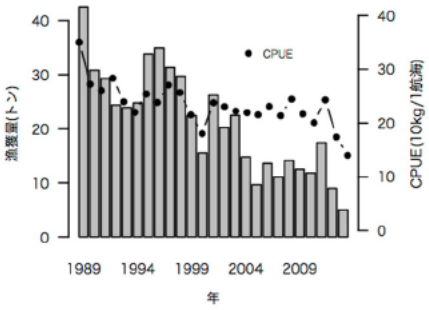


図17.　八重山漁協所属船による
アオダイの漁獲量とCPUE

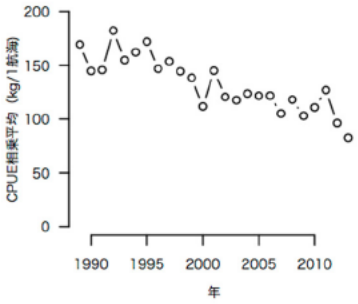


図18.　アオダイCPUEの相乗平均

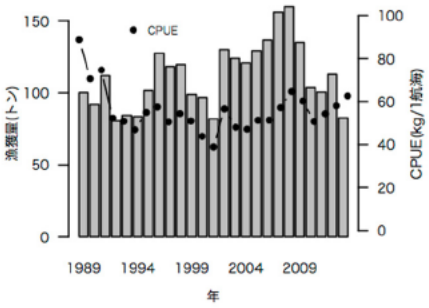


図19.　大型標本船による
ヒメダイの漁獲量とCPUE

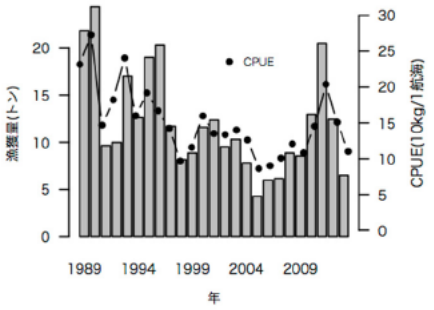


図20.　八重山漁協所属船による
ヒメダイの漁獲量とCPUE

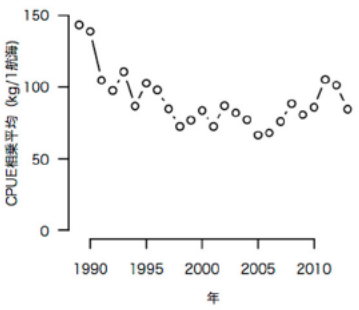


図21.　ヒメダイCPUEの相乗平均

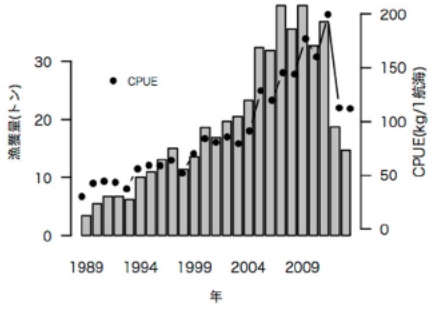


図22.　大型標本船による
オオヒメの漁獲量とCPUE

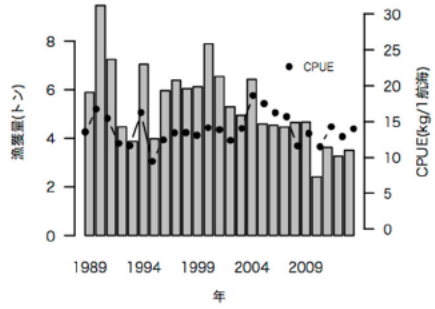


図23.　八重山漁協所属船による
オオヒメの漁獲量とCPUE

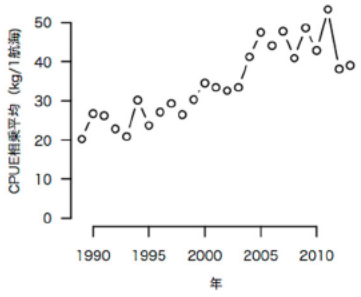


図24.　オオヒメCPUEの相乗平均

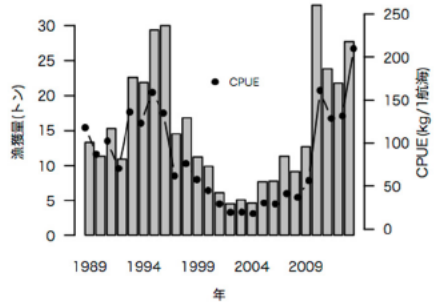


図25.　大型標本船による
ハマダイの漁獲量とCPUE

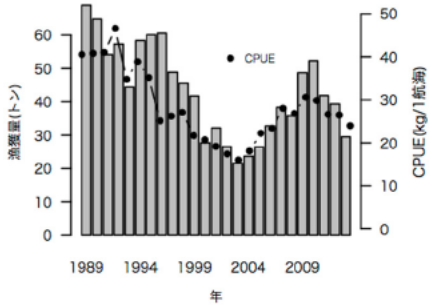


図26.　八重山漁協所属船による
ハマダイの漁獲量とCPUE

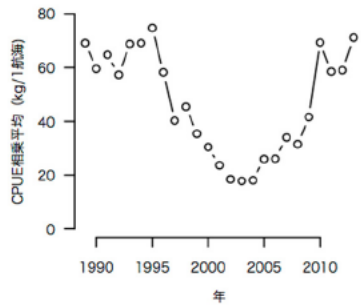
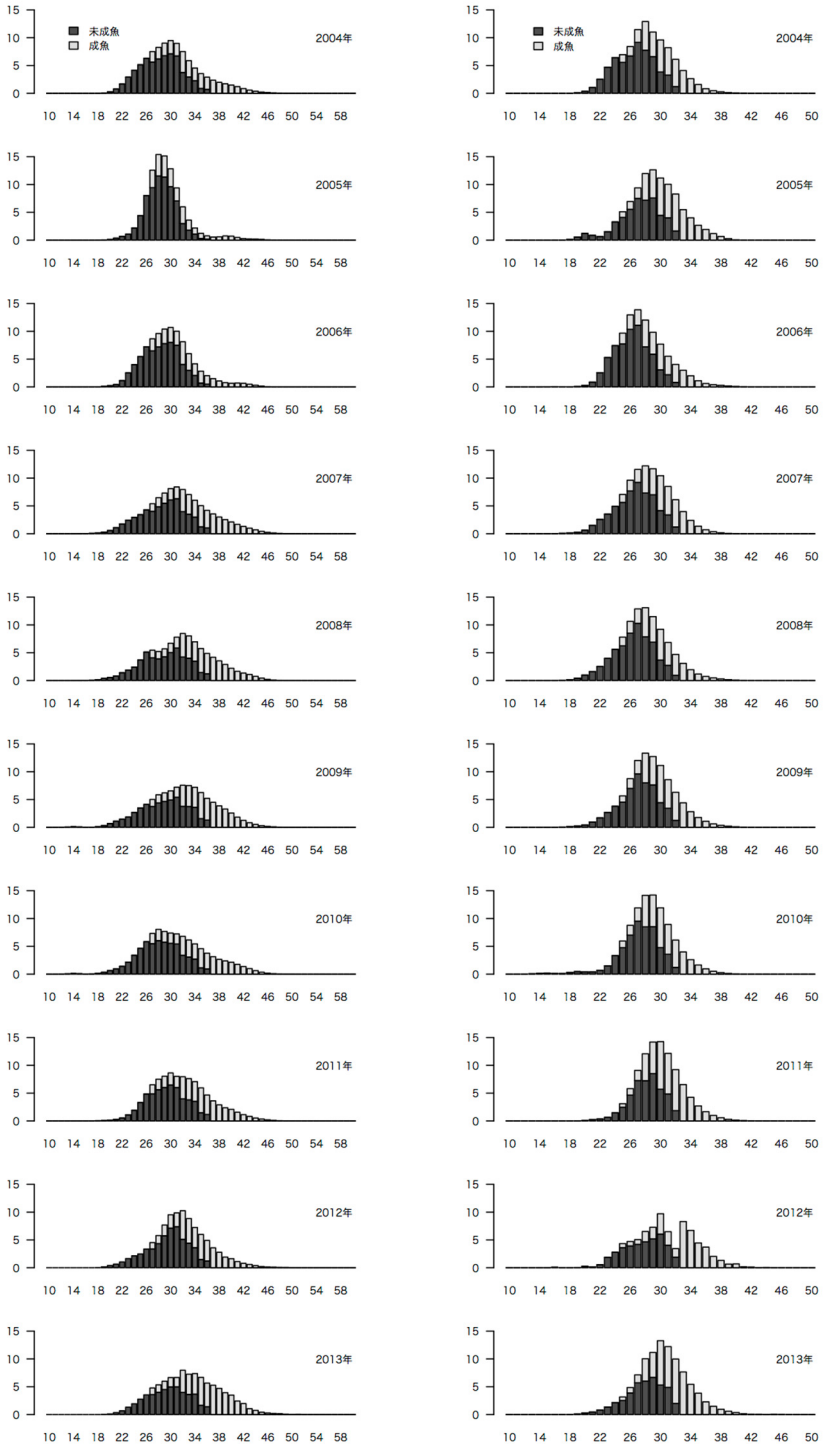


図27.　ハマダイCPUEの相乗平均



尾叉長(cm)

図28.　アオダイ（左）およびヒメダイ（右）の尾叉長組成　縦軸は頻度(%)
明色は成熟個体割合を示す。

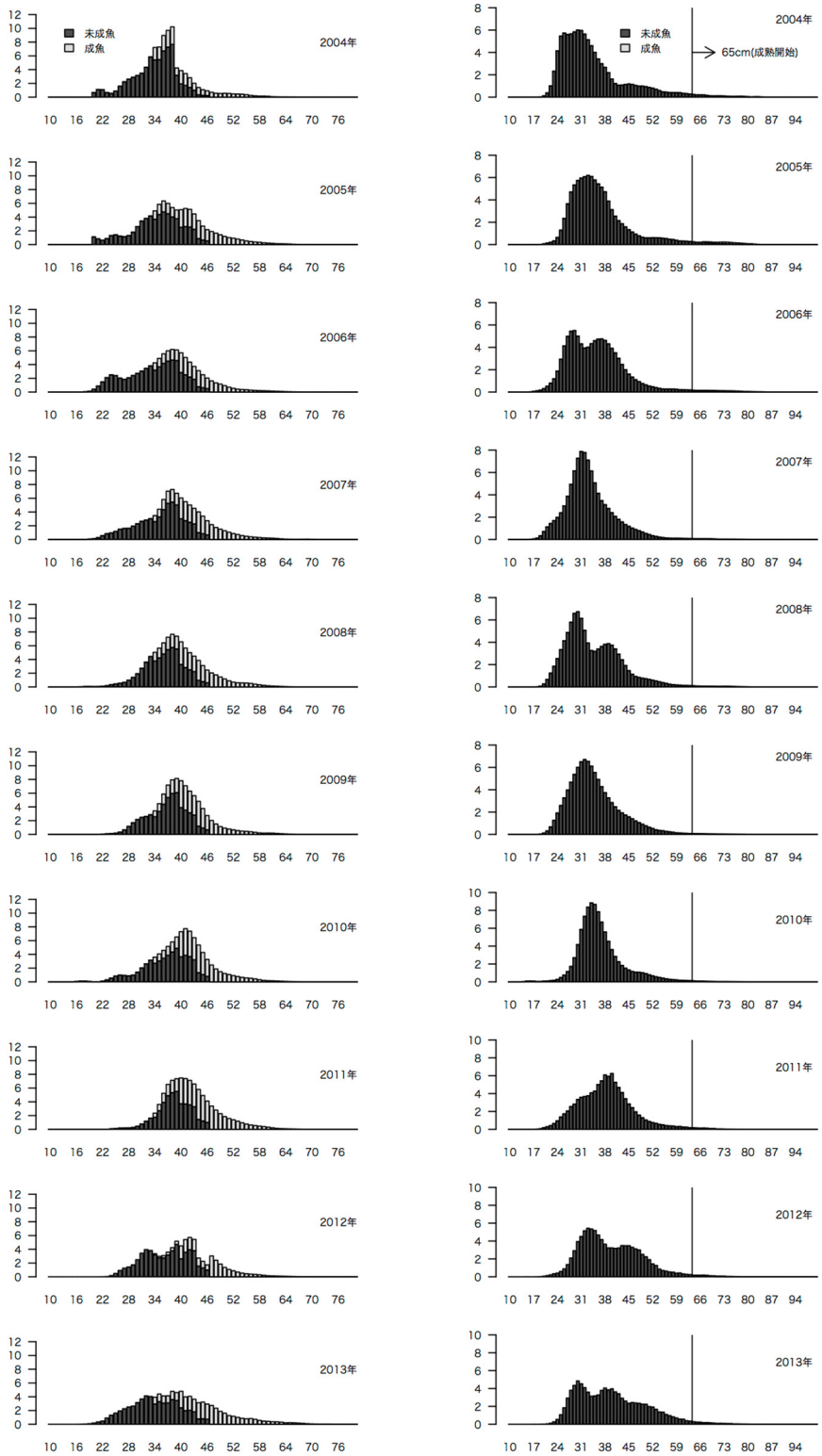


図29. オオヒメ（左）およびハマダイ（右）の尾叉長組成 縦軸は頻度(%)
明色は成熟個体割合を示す。

表1. 沖縄県におけるマチ類全体（主要4種以外も含む）の漁獲量（トン）、一本釣り経営体数（深海一本釣り以外も含む）およびマチ類主要4種の漁獲量（トン）

年	マチ類全体重量	経営体数	アオダイ	ヒメダイ	オオヒメ	ハマダイ
1965	1,488					
1966	1,233					
1967	1,463					
1968	1,167					
1969	1,349					
1970	1,320					
1971	1,253					
1972	1,270					
1973	1,178					
1974	1,391	1,151				
1975	1,365	1,250				
1976	1,423	1,233				
1977	1,542	1,203				
1978	1,825	1,112				
1979	2,046	1,351				
1980	2,308	1,340				
1981	2,229	1,355				
1982	2,067	1,390				
1983	1,564	1,415				
1984	1,226	1,262				
1985	1,065	1,422				
1986	1,188	1,522				
1987	1,362	1,566				
1988	1,218	1,655				
1989	1,100	1,456	328	300	93	185
1990	977	1,443	311	270	86	174
1991	904	1,430	310	261	85	184
1992	969	1,417	386	263	84	195
1993	659	1,097	349	238	77	165
1994	661	1,138	379	208	72	189
1995	665	1,238	433	211	91	188
1996	683	1,334	415	254	83	215
1997	634	1,315	401	207	78	155
1998	535	1,168	387	203	82	159
1999	495	1,284	351	162	70	134
2000	421	1,234	279	172	80	87
2001	551	1,234	357	162	80	82
2002	279	835	255	188	81	90
2003	251	769	267	190	62	66
2004	212	842	265	159	57	67
2005	241	781	266	177	75	74
2006	238	753	228	145	59	100
2007			217	167	67	103
2008			227	189	70	98
2009			199	165	77	118
2010			212	138	56	144
2011			207	139	68	111
2012			158	146	40	118
2013			153	106	25	103

表2. 鹿児島県における近年13年のマチ類の漁獲量 （トン）

年	アオダイ	ヒメダイ･オオヒメ	ヒメダイ	オオヒメ	ハマダイ
1999	395	55	15	21	132
2000	376	55	31	27	118
2001	339	41	27	23	122
2002	224	37	16	18	123
2003	228	43	44	6	78
2004	264	33	33	5	77
2005	251	37	47	6	72
2006	241	33	26	5	80
2007	197	41	15	5	83
2008	184	27	48	21	87
2009	170	35	41	16	94
2010	204	35	38	16	118
2011	195	43	49	9	114
2012	177	34	41	16	123
2013	205	38	61	20	103

表3. 大型標本船によるマチ類漁獲量（トン）とCPUE（トン／操業数）

		アオダイ		ヒメダイ		オオヒメ		ハマダイ	
年	操業数	漁獲量	CPUE	漁獲量	CPUE	漁獲量	CPUE	漁獲量	CPUE
1989	113	92.5	0.819	100.2	0.887	3.4	0.030	13.3	0.118
1990	130	99.9	0.769	91.8	0.706	5.5	0.043	11.3	0.087
1991	150	122.1	0.814	112.0	0.746	6.7	0.044	15.3	0.102
1992	154	180.4	1.172	80.5	0.523	6.7	0.043	10.9	0.071
1993	166	166.2	1.001	84.4	0.508	6.2	0.037	22.6	0.136
1994	178	212.9	1.196	83.6	0.469	10.0	0.056	21.9	0.123
1995	185	215.4	1.164	101.6	0.549	11.0	0.059	29.4	0.159
1996	222	200.7	0.904	127.5	0.574	13.1	0.059	30.0	0.135
1997	234	204.2	0.872	118.3	0.505	15.0	0.064	14.5	0.062
1998	220	178.5	0.811	119.7	0.544	11.4	0.052	16.8	0.076
1999	194	172.6	0.890	98.9	0.510	13.6	0.070	11.2	0.058
2000	221	152.9	0.692	96.8	0.438	18.6	0.084	9.9	0.045
2001	210	185.6	0.884	81.8	0.389	16.9	0.081	6.1	0.029
2002	230	145.1	0.631	130.1	0.566	19.7	0.086	4.5	0.020
2003	258	160.6	0.622	124.0	0.481	20.5	0.080	5.1	0.020
2004	256	178.4	0.697	120.8	0.472	23.3	0.091	4.6	0.018
2005	252	173.2	0.687	129.3	0.513	32.4	0.129	7.7	0.030
2006	266	170.7	0.642	136.6	0.513	31.9	0.120	7.8	0.029
2007	273	141.2	0.517	156.0	0.572	39.7	0.146	11.3	0.041
2008	247	140.9	0.570	159.7	0.646	35.6	0.144	9.1	0.037
2009	224	109.6	0.489	134.9	0.602	39.7	0.177	12.7	0.057
2010	204	124.7	0.611	103.5	0.507	32.7	0.160	32.9	0.161
2011	185	122.7	0.663	100.5	0.543	36.9	0.199	23.8	0.127
2012	166	88.4	0.533	112.9	0.680	18.7	0.113	21.8	0.131
2013	132	62.1	0.470	82.6	0.626	14.7	0.112	27.7	0.210

表4. 八重山漁協所属船によるアオダイおよびヒメダイの漁獲量（トン）
・操業数およびCPUE（トン／操業数）

	アオダイ			ヒメダイ		
年	漁獲量	操業数	CPUE	漁獲量	操業数	CPUE
1991	29.3	1,123	0.026	9.6	656	0.015
1992	24.4	860	0.028	10.0	548	0.018
1993	23.9	998	0.024	17.0	707	0.024
1994	24.8	1,127	0.022	12.6	787	0.016
1995	33.8	1,332	0.025	19.0	989	0.019
1996	34.9	1,465	0.024	20.3	1,215	0.017
1997	31.3	1,158	0.027	11.7	821	0.014
1998	29.7	1,158	0.026	8.2	844	0.010
1999	22.4	1,042	0.022	8.9	764	0.012
2000	15.5	861	0.018	11.6	725	0.016
2001	26.2	1,103	0.024	12.4	914	0.014
2002	20.2	878	0.023	9.5	713	0.013
2003	22.5	1,012	0.022	10.3	735	0.014
2004	14.8	674	0.022	7.8	619	0.013
2005	9.7	449	0.022	4.3	496	0.009
2006	13.6	589	0.023	6.0	662	0.009
2007	11.1	519	0.021	6.2	611	0.010
2008	14.2	579	0.024	8.9	733	0.012
2009	12.5	577	0.022	8.5	790	0.011
2010	11.8	589	0.021	13.0	892	0.015
2011	17.4	717	0.024	20.5	1,004	0.020
2012	9.0	517	0.017	12.4	824	0.015
2013	5.0	348	0.014	6.5	572	0.011

表5. 八重山漁協所属船によるオオヒメおよびハマダイの漁獲量（トン）
・操業数およびCPUE（トン／操業数）

	オオヒメ			ハマダイ		
年	漁獲量	操業数	CPUE	漁獲量	操業数	CPUE
1991	7.3	469	0.015	54.1	1,319	0.041
1992	4.5	373	0.012	57.3	1,230	0.047
1993	3.9	333	0.012	44.4	1,276	0.035
1994	7.0	433	0.016	58.4	1,502	0.039
1995	4.0	421	0.009	60.1	1,706	0.035
1996	6.0	479	0.012	60.5	2,407	0.025
1997	6.4	475	0.013	48.9	1,862	0.026
1998	6.0	449	0.013	45.5	1,679	0.027
1999	6.1	467	0.013	41.8	1,925	0.022
2000	7.9	557	0.014	27.7	1,337	0.021
2001	6.5	472	0.014	32.2	1,677	0.019
2002	5.3	428	0.012	26.6	1,524	0.017
2003	4.9	351	0.014	21.5	1,344	0.016
2004	6.4	344	0.019	23.7	1,308	0.018
2005	4.6	262	0.018	26.4	1,189	0.022
2006	4.5	280	0.016	32.8	1,404	0.023
2007	4.5	284	0.016	38.3	1,367	0.028
2008	4.7	401	0.012	35.8	1,332	0.027
2009	4.7	350	0.013	48.7	1,590	0.031
2010	2.4	209	0.011	52.3	1,750	0.030
2011	3.6	253	0.014	41.9	1,574	0.027
2012	3.3	253	0.013	39.4	1,488	0.026
2013	3.5	253	0.014	29.5	1,222	0.024

補足資料　資源計算方法

アオダイ・ハマダイでは鹿児島・沖縄海域全体、ヒメダイ・オオヒメでは沖縄海域のみにおいてコホート計算を行い、2004～2013年のそれぞれの種における資源量を計算した。なお、ハマダイの将来予測については現段階では不確実性が高いため、ここでは除外した。現在マチ類の資源尾数推定には以下の3点の問題を内包している。

(1)マチ類は年齢査定が非常に困難であり、精度の高いAge-length keyは現在整備中である。よって年齢別体長組成は、現在までに得られている知見から推定した成長式の切断法に拠った。

(2)主に釣獲による漁獲物に依存しているため、「資源の漁獲のしやすさが年齢によってあまり変わらず」というコホート解析の前提条件を満たさない可能性がある。

(3)使用したデータは2004～2013年の10年分である。マチ類のように長寿命でかつ成熟までに10年以上もかかる魚種に対してはさらにデータの蓄積が必要。

計算にあたり、尾叉長(FL(cm))－体重(BW(g))換算式は福田・海老沢(2002)に従い、以下の式で求めた。

・アオダイ　$BW=0.01694 \times FL^{3.05}$
・ヒメダイ　$BW=0.01382 \times FL^{3.094}$
・オオヒメ　$BW=0.02961 \times FL^{2.876}$
・ハマダイ　$BW=0.02892 \times FL^{2.866}$

自然死亡率Mは田中(1960)に従い、M=2.5/λにより求めた（λ=寿命）。

（1）Popeの近似式を用いた資源尾数の計算

年齢別資源尾数はPopeの近似式および平松のプラスグループ対応式を用い、

$$N_a = \frac{C_a \exp\left(\frac{M}{2}\right)}{1-\exp(-F)}$$ 最近年

$$N_{a+,y} = \frac{C_{a+,y}(N_{a+,y+1}\exp(M))}{C_{a+,y}+C_{a-1,y}} + C_{a+,y}\exp\left(\frac{M}{2}\right)$$ 最高齢(+GP)

$$N_{a-1,y} = \frac{C_{a-1,y}(N_{a+,y+1}\exp(M))}{C_{a+,y}+C_{a-1,y}} + C_{a-1,y}\exp\left(\frac{M}{2}\right)$$ 最高齢-1歳

$$N_{a,y} = N_{a+1,y+1}\exp(M) + C_{a,y}\exp\left(\frac{M}{2}\right)$$ その他

で求めた（Nは資源尾数、Cは漁獲尾数、aは年齢、yは年）。

ターミナルFを除く漁獲係数Fは以下の計算式により求めた。

$$F_{a,y} = -\ln\left(1 - \frac{C_{a,y}\exp\left(\frac{M}{2}\right)}{N_{a,y}}\right)$$

最高齢のF_aはF_{a-1}とほぼ等しくなるように探索的に求め、2012年のFは過去3年間の平均値とした。

（2）チューニングVPA

Popeの近似式を用いて資源尾数の計算を行った後、大型標本船のCPUEと八重山船のCPUEの相乗平均を用いて最近年のFを以下の式のようにチューニングした。各年齢のFは2013年の年齢別選択率が過去10年（2004～2013年）の平均であるとして計算した。

（Bは資源量、CPUE1とCPUE2は大型標本船と八重山船のCPUE）

$$\text{最小}\sum_{y=2004}^{2013}\left\{\ \ln\left(q\cdot B_y\right)-\ln\left(CPUE1_y\cdot CPUE2_y\right)^{\frac{1}{2}}\ \right\}^2$$

$$q=\left(\frac{\prod_{y=2004}^{2013}\left(CPUE1_y\cdot CPUE2_y\right)^{\frac{1}{2}}}{\prod_{y=2004}^{2013}B_y}\right)^{\frac{1}{10}}$$

（3）将来予測

2013年以降の資源尾数は以下の式で求めた。

$N_{a+1,y+1} = N_{a,y}\exp(-F_{a,y} - M)$　　加入齢魚および最高齢魚を除く全年齢

$N_{a+,y+1} = (N_{a-1,y} + N_{a+,y})\exp(-F_{a-1,y} - M)$　　最高齢とプラスグループ

加入齢が0歳魚の場合の加入齢の資源尾数は、各年の親魚量と設定した再生産成功率より算出した。また、加入齢が1歳魚の場合、加入齢の資源尾数は前年の親魚量と設定した再生産成功率より算出した。

・アオダイ

耳石解析の結果アオダイは35歳以上生きると考えられている。しかしながら、30歳以上の個体が漁獲されることは希であり、ほぼ20歳代までが漁獲の中心である。従ってここでは寿命を25歳と仮定し、自然死亡係数Mを0.1として計算した。アオダイは平成22年4月より資源回復計画に伴う漁獲体長規制に関する規則が公布され、平成23年になってからそれら

の規則が厳密に適応されている。その結果として、平成23年以降0歳魚の漁獲量が意図的に減少したため、本種の資源量、将来予測等は1歳魚以降について求めた。

（1）漁獲物の年齢構成

2004～2013年の年齢別漁獲尾数を推定した（補足表1、補足図1）。漁獲の中心は1～3歳魚であり、2005年に2歳魚の漁獲尾数の割合が60％を超えたが、以降は30％台で推移している。2004～2006年では3歳魚より1歳魚の漁獲が多かったが2007年以降は3歳魚の漁獲尾数が1歳魚を上回っている。

（2）資源量の推移

年齢別漁獲尾数を元に計算した資源量と漁獲割合を補足表2、補足図2に示した。2005年は1,692トンであったアオダイの1歳以上の資源量は徐々に減少傾向を示し、2007年では1,500トン台まで減少した。その後は多少の増減を繰り返しながら2013年まで1,300～1,500トン台で推移している。漁獲割合は20％台後半から30％台で、ほぼ安定して推移している。

加入尾数と親魚量の推移を補足図3に示した。加入尾数は2004～2007年に急激に減少し、2008年には2004年の106万尾の70%程度の72万尾まで落ち込んだ。その後ほぼ横ばいで推移していたが2011年以降再び減少に転じ、2013年は38万尾であった。親魚量は若干増加しながらもほぼ横ばいで推移しており、1,000トン前後で推移している。

再生産成功率を補足図4に示した。2010年以降はほぼ横ばいで推移している。

（3）資源と漁獲の関係

年齢別選択率を一定（2004～2013年の平均）として、2013年の平均Fを基準に、Fを変化させた場合の加入量あたりの親魚量(SPR)および加入量あたりの漁獲量(YPR)を補足図5に示した。Fcurrent（2013年の平均F=0.31）は30%SPR(0.23)およびF0.1(0.20)より高かったが、Fmax(0.33)より若干低かった。

（4）将来予測

直近年をのぞく過去3年間の再生産成功率の平均が2013年以降続くと仮定して加入量を計算し、様々なFの元での1歳魚以上の資源量（補足表3、補足図6）と漁獲量（補足表4、補足図7）を推定した。現状のFを維持した場合、徐々に資源量は減少し、2019年には2013年のおよそ1/2倍である676トンまで減少する。現状の資源量を維持するためには現在のFを1/2まで引き下げなければならない(Fsus=0.52Fcurrent)。今後資源の増加を目指すために現状のFをおよそ0.4倍にすることが望ましい(Flimit=0.42Fcurrent)。

・ヒメダイ

増田ほか(2008)によると、耳石の輪紋から推定したヒメダイ雄の寿命は38歳、雌は18歳である。よってここではヒメダイの寿命をほぼ中間の25歳と仮定し、自然死亡係数Mを0.1と仮定した。また、本種もアオダイと同様に平成22年4月より資源回復計画に伴う漁獲体長規制に関する規則が公布され、平成23年になってからそれらの規則が厳密に適応されている。その結果として、平成23年以降0歳魚の漁獲量が意図的に減少したため、本種もアオダイと同様に資源量、将来予測等は1歳魚以降について求めた。

（1）漁獲物の年齢構成

2004～2013年の年齢別漁獲尾数を推定した（補足表5、補足図8）。漁獲の中心は1～3歳魚であり、全漁獲尾数60~70%前後を占めている。

（2）資源量の推移

年齢別漁獲尾数を元に計算した1歳以上の資源量と漁獲割合を補足表6､補足図9に示した。2004年の497トン以降徐々に増加傾向を示し、2008年には600トンを超えた。2012年は過去最高の773トンを記録している。漁獲割合は資源量の増加と共に徐々に減少し、2013年はおよそ14%であった。

加入量と親魚量の推移を補足図10に示した。親魚量は2007年まで200トン台後半で推移していたが、2009年以降徐々に増加し、2013年には530トンまで増加した。加入量は2008年以降徐々に減少し、2013年は2008年のおよそ1/2の29万尾であった。

再生産成功率を補足図11に示した。2004～2007年は増加傾向を示し、2008年以降は親魚量の増加に伴い、再生産成功率も減少傾向である。

（3）資源と漁獲の関係

2011年の平均Fを基準に、Fを変化させた場合の加入量あたりの親魚量(SPR)および加入量あたりの漁獲量(YPR)を補足図12に示した。Fcurrent（2013年の平均F=0.15）はF0.1(0.29)、30%SPR(0.35)およびFmax(0.54)のいずれよりも低い値を示している。

（4）将来予測

様々なFの元で推定した資源量と漁獲量をそれぞれ補足表7、補足図13および補足表8、補足図14に示した。現状のFを維持した場合、2019年の資源量は2013年のおよそ60％の433トンまで減少する。現状の資源量を維持するためには現在のFをおよそ1/8まで引き下げる必要があり(Fsus=0.12Fcurrent)、資源の増加を目指すためには現状のFを1/10することが望ましい(Flimit=0.1Fcurrent)。

・オオヒメ

増田ほか(2008)によると、耳石の輪紋から推定したオオヒメの寿命は7歳であり、海老沢ほか(2005)では少なくとも20年以上あると推定している。よってここではオオヒメの寿命をほぼ15歳と仮定し、自然死亡係数Mを0.17と仮定した。また、本種もアオダイ・ヒメダイと同様に平成22年4月より資源回復計画に伴う漁獲体長規制に関する規則が公布され、平成23年になってからそれらの規則が厳密に適応されている。その結果として、平成23年以降0歳魚の漁獲量が意図的に減少したため、本種もアオダイと同様に資源量、将来予測等は1歳魚以降について求めた。

（1）漁獲物の年齢構成

2004～2013年の年齢別漁獲尾数を推定した（補足表9、補足図15）。漁獲の中心は1～3歳魚であり、全漁獲尾数の65~87%を占めている。2006年以降0歳魚の漁獲が大幅に落ち込んで

おり、2010年は2006年のほぼ1/10以下であり、さらに体長規制が厳しくなった2011年以降では0歳魚の水揚げはほぼ0%である。本種は同等のサイズの個体が群れをなして移動することが漁業者の間で経験的に知られており、そのため魚価の安い小型サイズを選択的に漁獲しない可能性も考えられる。

（2）資源量の推移

年齢別漁獲尾数を元に計算した1歳魚以降の資源量と漁獲割合を補足表10、補足図16に示した。なお、本種の資源量推定に当たり、大型船のCPUEは専獲による影響が大きいと判断されるため、相乗平均を用いず八重山船のCPUEのみを用いてチューニングをした。本種の資源量は2004年以降1,000トン台でほぼ横ばい状態で推移していたが、2010年以降やや減少傾向に転じ、近年4年間は900トン前後で推移している。漁獲割合は2～7%の間で変動しながら推移している。

加入量と親魚量の推移を補足図17に示した。親魚量は2004年以降ほぼ横ばいで推移し、220トン前後である。加入量は2004年以降徐々に減少し、2010年に10万尾を割り込んだが、2013年には25万尾程度に増加している。再生産成功率を補足図18に示した。本種の再生産成功率は2012年に高い値を示したが、それ以外はほぼ安定して推移している。

（3）資源と漁獲の関係

2013年の平均Fを基準に、Fを変化させた場合の加入量あたりの親魚量(SPR)および加入量あたりの漁獲量(YPR)を補足図19に示した。Fcurrent（2013年の平均F=0.04）は、Fmax(0.37)、30%SPR(0.20)およびF0.1(0.21)よりも低く、加入乱獲の傾向が示唆された。

（4）将来予測

様々なFの元で推定した資源量と漁獲量をそれぞれ補足表11、補足図20および補足表12、補足図21に示した。現状のFを維持した場合2019年の資源量は2013年とほぼ等しく948トンとなる。現状の資源量を維持するためには現在のFをおよそ0.95倍まで下げる必要があり(Fsus=0.95Fcurrent)、さらに資源の増加を目指すためには現状のFを0.76倍にすることが望ましい(Flimit=0.76Fcurrent)。

・ハマダイ

ハマダイの寿命に関する知見はほとんどない。一般にフエダイ類の寿命は成熟年齢の5～12倍であることが知られている（Loubens 1980; 海老沢ほか 2009）。ハマダイは50%成熟までに10～11年要することが知られているため、寿命は少なくとも60年はあると考えられる（海老沢ほか 2009）。そこで本種の寿命を60年と想定し、自然死亡率Mを0.042とした。ただし沖縄海域のハマダイの漁獲の中心は1～3歳であることから海老沢ほか(2009)に従い、このMは4歳以上に適用し、3歳から1歳まで年齢が若くなるにつれて2倍ずつ増大させた。すなわち、1歳でM=0.33、2歳でM=0.16、3歳でM=0.083、4歳でM=0.042とした。また、平成22年4月より資源回復計画に伴う体長規制に関する規則が公布されたが、本種に限っては他の3種と異なり、2010年から厳密に適用された。その結果、規則適用前の3年間（2007～2009年）の1歳魚の平均漁獲重量が大幅に減少した。ここでは資源量、将来予測等の計算にその

影響を排除するため、それらの計算は2歳魚以降について求めた。

（1）漁獲物の年齢構成

2004～2013年の年齢別漁獲尾数を推定した（補足表13、補足図22）。漁獲の中心は1～3歳魚であり、これらは総漁獲尾数の68～89%を占めている。成熟開始年齢以降の漁獲尾数は2004年のおよそ3%から徐々に減少し、近年5年では1%前後で推移している。なお、2010年4月より施行されている第2期資源回復計画の一環として、鹿児島県では小型魚を、沖縄県では30cm未満のハマダイの漁獲を控える旨の規制が出た。これにより1歳魚の漁獲が大幅に減少し、2004～2009年では全体の14～22%（平均16%）あった1歳魚の漁獲尾数が2010年では3.5~7.7%（平均5.6%）まで減少した。

（2）資源量の推移

年齢別漁獲尾数を元に計算した資源量と漁獲割合を補足表14、補足図23に示した。2004年以降増加傾向で推移し、2004年には333トンであった2歳魚以上の資源量が、2013年にはおよそ3倍の1,080トンまで増加した。漁獲割合は2007年以降減少傾向を示し、2013年は2006年以前のおよそ1/2以下まで減少した。

加入量と親魚量の推移を補足図24に示した。2004年に39万トンあった親魚量は、その後徐々に減少し2009年には26万トンまで減少した。2010年以降は増加傾向を示し、2013年には53万トンまで増加している。加入量は2004年以降多少の増減を繰り返しながらも増加傾向で推移し、2013年は2004年の2倍以上になっている。

再生産成功率を補足図25に示した。本種の再生産成功率は2004年以降増加傾向で推移しており、2013年は2004年のおよそ2.2倍程度まで増加した。

（3）資源と漁獲の関係

2013年の平均Fを基準に、Fを変化させた場合の加入量あたりの親魚量(SPR)および加入量あたりの漁獲量(YPR)を補足図26に示した。Fcurrent（2013年の平均F=0.17）は30%SPR(F=0.1)、F0.1(F=0.09)、Fmax(F=0.11)のいずれよりも高い値を示している。

引用文献

海老沢明彦・山本隆司・福田将数(2005) 沖縄近海産オオヒメの生物特性と資源評価. 平成16年度普及に移す技術の概要, 147-148.

海老沢明彦･平手康市･山田真之(2009) VPAによる琉球列島海域産ハマダイの資源量推定（アオダイ等資源回復推進調査, 生物情報収集調査）. 平成21年度沖縄県水産海洋研究センター業報告書,（印刷中）.

福田将数・海老沢明彦(2002) マチ類の漁業管理推進調査. 沖縄県水産試験場事業報告書, 67, 72-90.

Loubens, G. (1980) Biologie de quelques de piossons du lagon neo-caledonien. III Croissance. Cah. Indo-Pac, 23, 101-153.

増田育司・片山雅子・浅野龍也・久保満・神野公広・斉藤真美(2008) 薩南諸島周辺海域におけるヒメダイとオオヒメの成長. 2008（平成20）年度日本水産学会春季大会講演要旨

集, 7.
田中昌一(1960)水産生物のPopulation Dynamicsと漁業資源管理. 東北水研報, 28, 1-200.

補足表1. アオダイの年齢別漁獲尾数

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
0歳	2,556	1,753	2,583	6,403	6,294	6,323	7,551	1,774	2,893	672
1歳	173,765	152,568	158,228	90,112	84,232	67,756	100,215	69,515	55,661	47,996
2歳	362,558	595,804	385,843	205,595	179,322	159,591	219,454	224,796	183,472	126,301
3歳	155,784	121,523	156,737	128,649	140,129	124,262	119,446	131,421	129,283	99,908
4歳	58,335	26,011	45,730	58,068	62,190	59,707	55,635	61,633	53,508	54,181
5歳	39,035	16,023	24,431	42,217	44,833	42,428	40,288	37,814	31,226	43,905
6歳	15,494	8,828	7,580	16,159	16,377	16,004	15,870	13,755	9,434	17,260
7歳	13,471	8,027	5,852	13,348	12,761	13,051	14,354	12,116	7,990	15,327
8歳	11,020	5,418	5,995	10,216	9,353	8,902	10,771	9,072	5,460	10,700
9歳以上	23,054	12,685	15,273	24,759	23,810	18,050	26,119	18,939	11,829	21,894

補足表2. アオダイの年齢別資源重量 （単位：トン）

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
1歳	400	332	261	213	213	230	236	190	123	113
2歳	378	521	405	320	299	290	326	313	253	167
3歳	243	242	287	266	273	264	266	280	256	198
4歳	148	143	175	194	191	189	193	199	203	180
5歳	122	100	127	141	148	141	142	149	150	163
6歳	86	80	83	102	96	100	96	99	109	118
7歳	72	65	68	72	80	73	78	74	80	95
8歳	60	52	53	58	52	61	54	57	56	67
9歳以上	154	155	161	171	161	149	159	144	149	168

補足表3. 異なるFによるアオダイ資源量の推移予測 （単位：トン）

漁獲のシナリオ	F値	管理基準	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
現在の漁獲圧を維持	0.32	Fcurrent	1,260	1,124	1,022	927	838	754	676
資源量を維持	0.17	Fsus (0.52Fcur)	1,260	1,124	1,022	1,080	1,138	1,197	1,257
現在より控えた漁獲	0.13	Flimit (0.42Fcur)	1,260	1,124	1,022	1,116	1,214	1,319	1,432

補足表4. 異なるFによるアオダイ漁獲量の推移予測 （単位：トン）

漁獲のシナリオ	F 値	管理基準	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
現在の漁獲圧を維持	0.32	Fcurrent	339	291	267	245	223	201	180
資源量を維持	0.17	Fsus (0.52Fcur)	339	291	151	162	171	181	188
現在より控えた漁獲	0.13	Flimit (0.42Fcur)	339	291	124	137	150	164	176

補足表5. ヒメダイの年齢別漁獲尾数

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
0 歳	54,606	29,474	58,354	52,174	68,316	36,047	23,333	7,422	17,357	10,047
1 歳	96,719	77,241	128,392	107,748	139,875	94,959	80,158	48,202	67,431	29,600
2 歳	86,281	88,631	76,842	91,153	109,837	93,650	85,411	70,361	74,597	41,420
3 歳	64,194	76,393	46,466	72,265	71,679	70,758	62,739	70,734	68,570	49,789
4 歳	22,035	29,857	14,268	23,359	20,993	22,650	18,431	24,735	23,890	19,497
5 歳	14,771	19,741	10,536	15,192	13,768	15,815	12,004	17,512	17,535	14,969
6 歳	9,484	14,419	7,037	9,135	8,683	10,081	7,814	11,376	11,655	10,598
7 歳以上	12,451	24,394	9,913	10,505	13,338	15,195	10,874	17,536	15,841	19,430

補足表6. ヒメダイの年齢別資源重量 （単位：トン）

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
1 歳	130	136	161	175	179	173	166	156	130	91
2 歳	119	113	126	137	160	152	162	161	160	124
3 歳	90	89	80	102	106	123	121	136	142	140
4 歳	50	57	48	57	64	70	88	91	102	109
5 歳	34	35	37	39	42	50	55	75	75	86
6 歳	26	23	21	29	28	32	39	46	62	61
7 歳以上	42	48	37	40	53	59	65	87	102	143

補足表7. 異なるFによるヒメダイ資源量の推移予測 （単位：トン）

漁獲のシナリオ	F 値	管理基準	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
現在の漁獲圧を維持	0.15	Fcurrent	755	642	617	582	537	480	433
資源量を維持	0.02	Fsus（0.12Fcur)	755	642	617	666	702	721	752
現在より控えた漁獲	0.02	Flimit（0.1Fcur)	755	642	617	669	709	731	766

補足表8. 異なるFによるヒメダイ漁獲量の推移予測 （単位：トン）

漁獲のシナリオ	F 値	管理基準	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
現在の漁獲圧を維持	0.15	Fcurrent	104	87	82	78	73	65	59
資源量を維持	0.02	Fsus(0.12Fcur)	104	87	11	11	12	13	13
現在より控えた漁獲	0.02	Flimit(0.1Fcur)	104	87	8	9	9	10	10

補足表9. オオヒメの年齢別漁獲尾数

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
0 歳	2,203	2,931	4,272	1,600	476	167	537	46	72	591
1 歳	16,051	13,659	12,636	10,047	10,228	9,103	6,036	2,369	6,148	4,858
2 歳	28,033	21,620	18,687	19,853	23,080	23,751	13,191	15,421	7,040	5,070
3 歳	7,246	13,190	10,650	11,965	12,710	16,910	12,755	13,667	8,868	3,238
4 歳	2,048	5,505	4,359	5,768	5,543	7,142	5,677	7,098	4,824	1,856
5 歳	1,086	3,300	2,335	3,075	3,091	2,950	2,557	4,046	2,287	1,384
6 歳	660	1,458	929	1,320	1,209	1,083	1,008	1,641	763	570
7 歳	287	615	306	489	414	420	405	662	273	229
8 歳	273	534	236	410	359	348	341	565	217	200
9 歳	255	441	211	329	351	305	289	457	168	171
10 歳以上	939	1,924	1,201	1,575	1,590	1,504	1,275	1,851	751	1,316

補足表10. オオヒメの年齢別資源重量 （単位：トン）

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
1 歳	93	70	67	69	71	62	50	44	61	129
2 歳	132	121	91	95	96	91	81	70	59	82
3 歳	109	128	120	85	87	86	78	80	63	61
4 歳	93	106	115	112	72	73	66	63	64	53
5 歳	93	91	98	109	103	63	62	57	51	56
6 歳	82	89	82	91	101	95	56	55	48	45
7 歳	64	74	78	73	81	90	85	49	47	42
8 歳	71	56	65	69	64	71	79	75	42	41
9 歳	70	63	49	57	60	56	63	70	65	37
10 歳以上	329	351	367	356	340	352	349	352	367	410

補足表11. 異なるFによるオオヒメ資源量の推移予測　　（単位：トン）

漁獲のシナリオ	F 値	管理基準	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
現在の漁獲圧を維持	0.04	Fcurrent	957	966	972	967	963	958	948
資源量を維持	0.04	Fsus(0.95Fcur)	957	966	972	969	967	964	956
現在より控えた漁獲	0.03	Flimit(0.76Fcur)	957	966	972	977	982	986	985

補足表12. 異なるFによるオオヒメ漁獲量の推移予測　　（単位：トン）

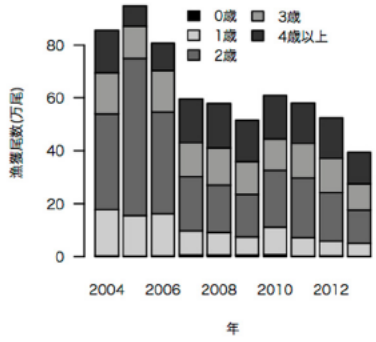
漁獲のシナリオ	F 値	管理基準	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
現在の漁獲圧を維持	0.04	Fcurrent	25	32	34	33	32	29	27
資源量を維持	0.04	Fsus(0.95Fcur)	25	32	33	31	30	28	26
現在より控えた漁獲	0.03	Flimit(0.76Fcur)	25	32	26	26	25	23	22

補足表13. ハマダイの年齢別漁獲尾数

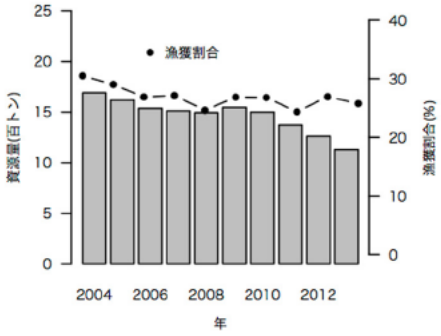
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
1 歳	31,433	10,238	29,302	36,086	36,561	32,264	8,899	15,246	7,787	10,623
2 歳	60,138	56,281	65,831	115,142	79,229	110,595	114,236	55,434	65,848	48,802
3 歳	24,918	39,168	56,033	49,820	54,897	59,921	88,962	84,533	54,922	44,744
4 歳	9,434	8,495	14,630	14,230	14,600	19,045	19,874	26,691	35,981	22,211
5 歳	7,348	4,946	5,179	5,172	7,535	7,996	10,868	8,617	16,108	16,362
6 歳	3,502	3,095	2,220	1,520	2,520	2,626	4,182	3,481	4,840	6,479
7 歳	1,926	1,586	1,401	896	1,235	1,097	2,034	1,634	1,979	2,503
8 歳	1,119	972	851	640	623	552	890	835	1,061	998
9 歳	682	914	812	514	499	376	615	658	776	757
10 歳	583	830	686	281	439	328	370	293	420	490
11 歳	245	515	399	174	263	171	189	118	178	248
12 歳	245	365	352	155	197	137	167	90	114	154
13 歳	252	269	226	129	141	109	132	47	71	115
14 歳	93	96	97	44	48	47	59	24	28	44
15 歳	53	81	83	33	33	21	40	16	28	29
16 歳	60	58	79	24	25	18	26	14	21	22
17 歳	73	38	61	20	17	9	18	11	14	16
18 歳	53	19	54	8	16	7	11	13	7	11
19 歳以上	73	88	140	44	43	21	22	30	28	44

補足表14. ハマダイの年齢別資源重量 （単位：トン）

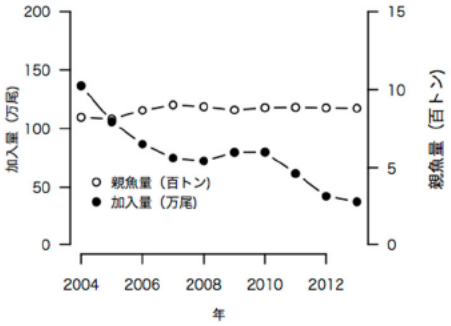
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
2歳	85	101	102	145	126	198	239	161	169	175
3歳	50	75	101	97	117	127	192	239	193	193
4歳	37	35	49	57	63	80	94	148	210	195
5歳	37	28	28	33	44	52	63	80	138	197
6歳	27	24	19	19	27	33	42	47	75	129
7歳	21	18	16	14	17	22	29	34	42	70
8歳	18	15	13	12	12	14	19	23	30	38
9歳	14	13	11	10	9	10	12	17	21	27
10歳	12	12	9	7	8	7	8	9	14	18
11歳	8	9	7	5	6	5	5	6	8	12
12歳	6	7	5	4	4	4	4	4	6	7
13歳	5	5	4	3	3	3	3	3	4	5
14歳	3	3	2	2	2	2	2	2	3	3
15歳	2	2	2	2	2	1	2	1	2	2
16歳	2	1	2	1	1	2	1	1	1	2
17歳	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18歳	2	1	1	0	1	1	1	1	1	1
19歳以上	3	4	3	2	2	2	2	3	4	4



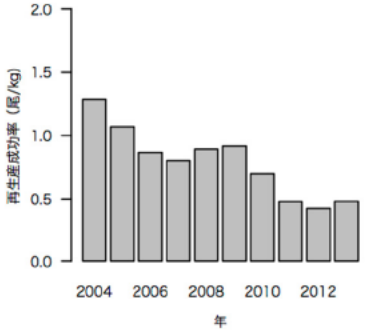
補足図1.　アオダイの年齢別漁獲尾



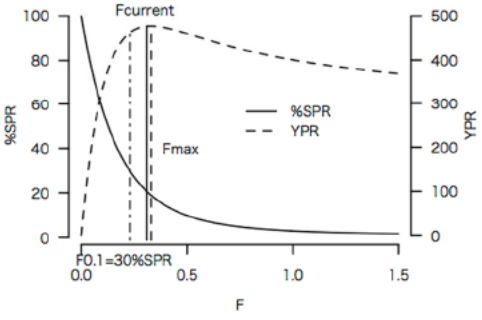
補足図2.　アオダイの資源量と漁獲割合



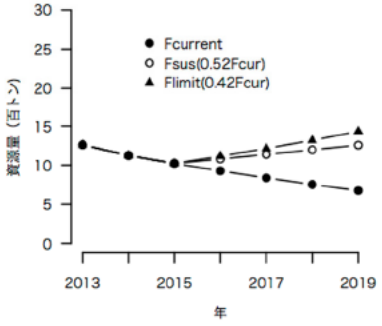
補足図3.　アオダイの親魚量と加入尾数



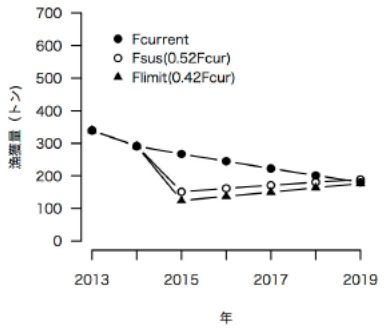
補足図4.　アオダイの再生産成功率



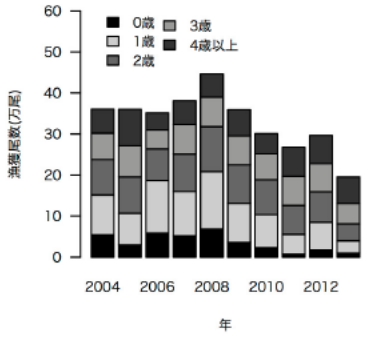
補足図5.　アオダイのYPRとSPR



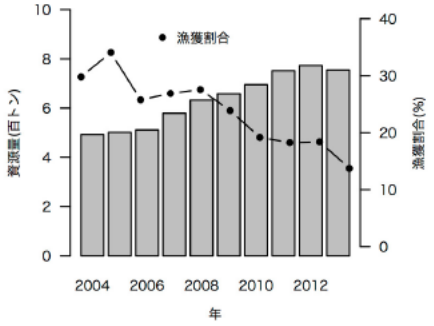
補足図6.　様々なFによるアオダイの資源量の予測



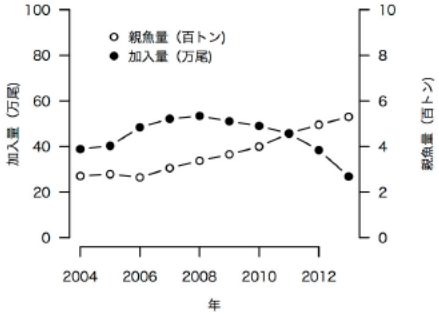
補足図7.　様々なFによるアオダイの漁獲量の予測



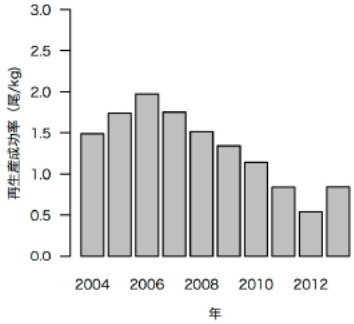
補足図8.　ヒメダイの年齢別漁獲尾数



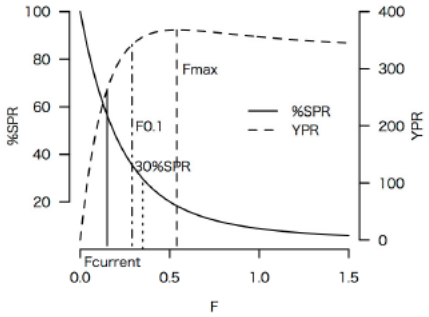
補足図9.　ヒメダイの資源量と漁獲割合



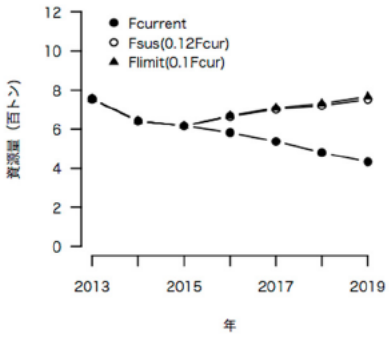
補足図10.　ヒメダイの親魚量と加入量



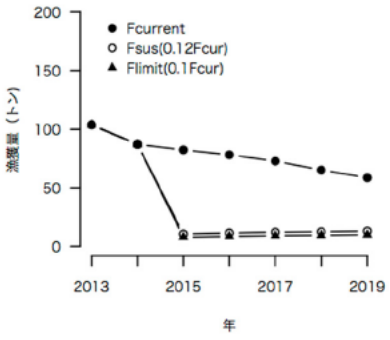
補足図11.　ヒメダイの再生産成功率



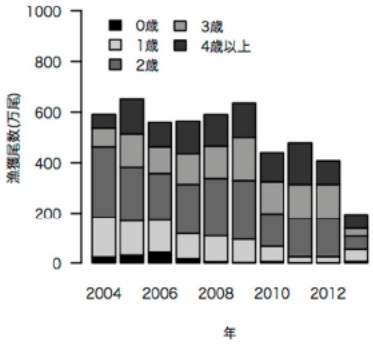
補足図12.　ヒメダイのYPRとSPR



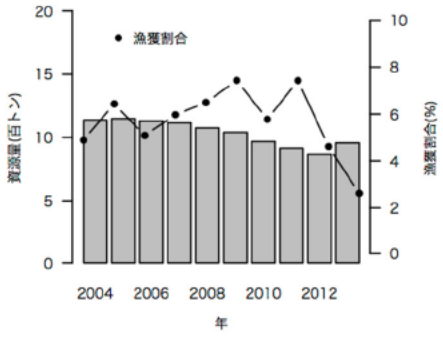
補足図13.　様々なFによるヒメダイの資源量の予測



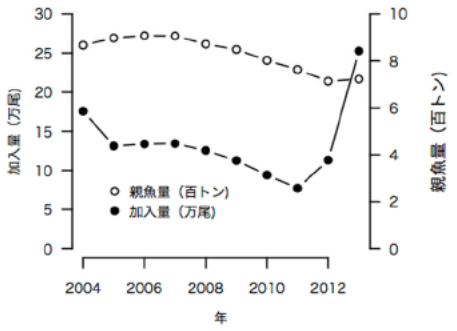
補足図14.　様々なFによるヒメダイの漁獲量の予測



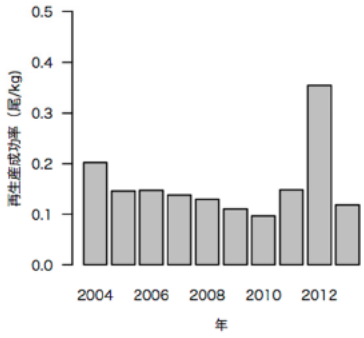
補足図15.　オオヒメの年齢別漁獲尾数



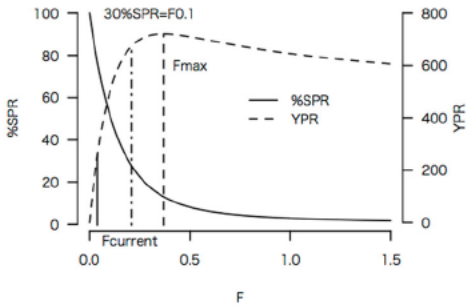
補足図16.　オオヒメの資源量と漁獲割合



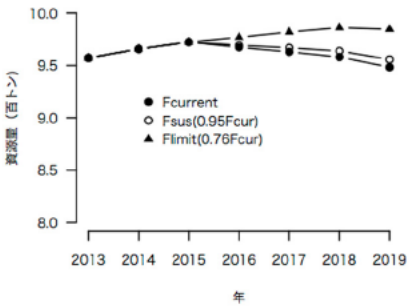
補足図17.　オオヒメの親魚量と加入量



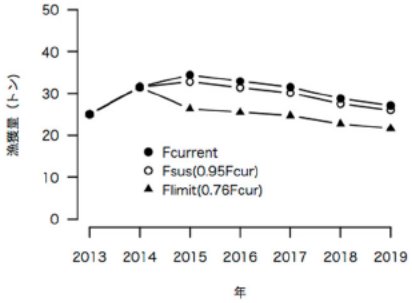
補足図18.　オオヒメの再生産成功率



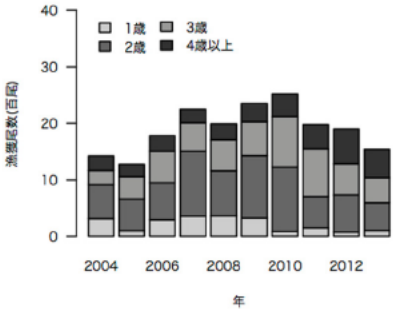
補足図19.　オオヒメのYPRとSPR



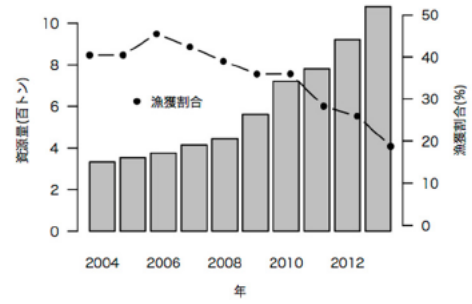
補足図20.　様々なFによるオオヒメの資源量の予測



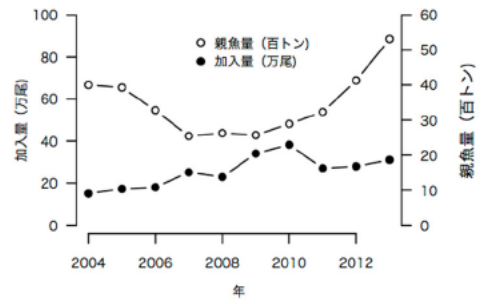
補足図21.　様々なFによるオオヒメの漁獲量の予測



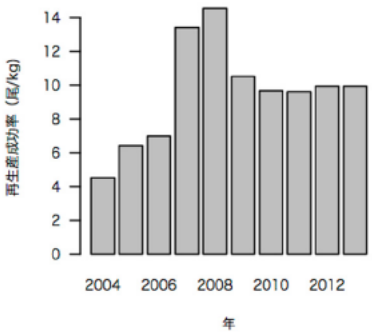
補足図22.　ハマダイの年齢別漁獲尾



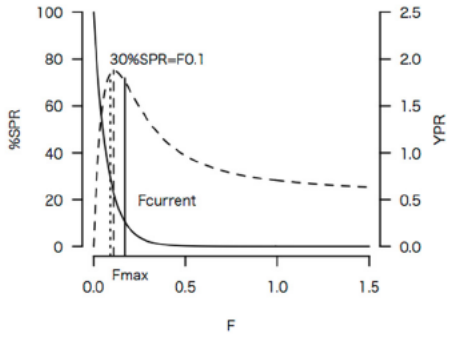
補足図23.　ハマダイの資源量と漁獲割合



補足図24.　ハマダイの親魚量と加入尾



補足図25.　ハマダイの再生産成功率



補足図26.　ハマダイのYPRとSPR