

## 平成25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）

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2012年ではおよそ1/7の151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およびオオヒメで横ばい、ヒメダイおよびハマダイで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           | 2011 | —   | 402     | —  | —    |
|                | 2012 | —   | 335     | —  | —    |
| ヒメダイ・<br>オオヒメ計 | 2011 | —   | 265     | —  | —    |
|                | 2012 | —   | 243     | —  | —    |
| ハマダイ           | 2011 | —   | 225     | —  | —    |
|                | 2012 | —   | 241     | —  | —    |

|      | 水準 | 動向  |
|------|----|-----|
| アオダイ | 低位 | 横ばい |
| ヒメダイ | 低位 | 増加  |
| オオヒメ | 低位 | 横ばい |
| ハマダイ | 低位 | 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、北大九曾根と沖の中の曾根の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、放流した曾根よりそれぞれ40km、150kmおよび93km離れた別の曾根で再捕されていることより曾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

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

$$\text{雄: } FL_t = 420.6(1 - \exp(-0.350(t + 0.882))) \quad (t \text{ は年齢, } FL \text{ は尾叉長})$$

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、

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

$$\text{雄：FL}_t=362.0(1-\exp(-0.144(t+7.422)))$$

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、

$$\text{FL}_t=559.1(1-\exp(-0.321(t+0.802)))$$

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、

$$\text{雌：FL}_t=906.1(1-\exp(-0.167(t+0.081)))$$

$$\text{雄：FL}_t=887.2(1-\exp(-0.135(t+0.818)))$$

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。この手法による年齢査定は、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、大型魚の正確な年齢査定や、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）、75cm（11歳）、80cm（14歳）、および85cm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られ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り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り業者が多いが、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、一本釣りでも操業形態や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

1960～2012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）の漁獲量と一本釣り経営体数の経年変化を図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、2012年には1969年の最高値1,145トンのおよそ1/7の151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、2012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1999～2012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年には再び300トン台に減少した。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、2012年には200トンを大幅に下回り158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、熊本地域では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1975～2012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14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トン割り込んだ。近年5年も減少傾向が続いており、2012年には最高値を記録した1986年のおよそ1/11である16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減少傾向が続いており、2012年は2000年のおよそ1/2程度まで減少している（図12）。1989年以降の沖縄県のヒメダイの漁獲量は138～300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、以後2012年までの12年間は138～189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る（図13）。また沖縄県のオオヒメの漁獲量は40～93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、ほぼ安定している。2006年に59トン記録して以降漸増傾向にあり、2009年には77トンまで回復したが、2010年以降は40～68トンに減少している（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トン記録したが、その後増加傾向に転じ、近年9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24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は、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）。従って、この期間の八重山海域での漁獲量の減少は、一本釣り経営体数の減少の影響と推察される。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近年低位ながらも横ばいで安定しながら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、2009年に小幅ながら減少したものの、以降は再び増加の傾向にある（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年には前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にばらつきが出るの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する。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

2004～2012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～大九曾根・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27～48%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歳魚の水揚げが大幅に減少した(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35～50%であった。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(図29)。

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30)。

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31)。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年と2011年はそれぞれ7.8%と16.4%、2012年は13.1%まで減少した減少した。

#### (4) 資源の水準・動向

1960年以降、沖縄・鹿児島両県におけるマチ類全体の漁獲量は1970年代後半から1980年代中頃にピークに達し、その後急激に減少している。2000年代中旬以降は沖縄県、鹿児島県共にピーク時の1/7～1/10まで減少しているため、水準を低位とする。なお、水準は過去52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）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（図8）。アオダイにおいては鹿児島県、沖縄県ともに近年5年の漁獲量の動向は、多少の増減はあるもののほぼ横ばい状態にある。八重山漁協所属船による漁獲量・CPUEはほぼ横ばい状態であるものの、大型標本船の漁獲量は若干の減少傾向を示している。ただし、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1,300トン台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、特に近年5年間は鹿児島海域・沖縄海域共に漁獲量は若干減少している。しかしながら特に沖縄海域において本種の漁獲量の減少はハマダイへの漁獲魚種変更のため漁獲が控えられた影響が考えられること、CPUEの相乗平均はやや増加傾向であること、試算した1歳以上の資源量も近年5年は増加傾向であることから、本種の動向は増加と判断した。

オオヒメに関しては大型標本船による漁獲量およびCPUEはともに近年大幅に増加しているがこれはオオヒメの集中漁獲によるものと考えられ、資源量の増加ではないと考えられる。よって大型船の漁獲量・CPUEおよびそれを用いた相乗平均から判断した動向は不確実性が高まるため、ここではそれらを動向の判断から除外した。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鹿児島県の漁獲量は2011年に僅かに減少したものの、近年5年増加傾向にある。特に鹿児島県の増加傾向が著しく、2012年の漁獲量は2008年の1.4倍を記録している。CPUEの相乗平均も2011年にやや減少したものの、近年5年では高い水準であり、全体的には増加傾向であること、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

漁獲量の推移が資源状態を反映すると仮定すると、1980年代以降マチ類全体の漁獲量が急激に減少していることから、マチ類資源の水準は極めて低位である判断され、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・宋道弘敏・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) フェダイ科魚類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

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 |
|------|---------|-------|------|------|------|------|
| 1963 | 1,306   |       |      |      |      |      |
| 1964 | 1,109   |       |      |      |      |      |
| 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  |

表2. 鹿児島県における近年12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  |           | 48   | 21   | 87   |
| 2009 | 170  |           | 41   | 16   | 94   |
| 2010 | 204  |           | 38   | 16   | 118  |
| 2011 | 195  |           | 49   | 9    | 114  |
| 2012 | 177  |           | 41   | 16   | 123  |

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）

| 年    | 操業数 | アオダイ  |       | ヒメダイ  |       | オオヒメ |       | ハマダイ |       |
|------|-----|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|
|      |     | 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  | 0.715 | 112.9 | 0.680 | 18.7 | 0.113 | 21.8 | 0.131 |

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）

| 年    | アオダイ |       |       | ヒメダイ |       |       |
|------|------|-------|-------|------|-------|-------|
|      | 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 |

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）

| 年    | オオヒメ |     |       | ハマダイ |       |       |
|------|------|-----|-------|------|-------|-------|
|      | 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 |



図1. マチ類の分布図

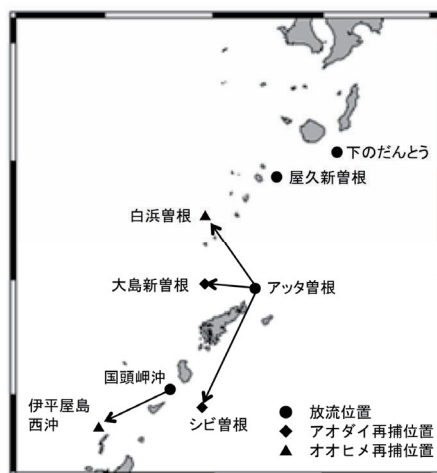


図2. 標識放流地点および再捕地点

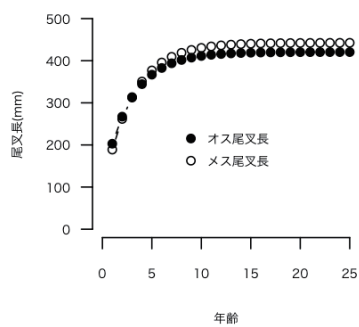


図3. アオダイの成長曲線

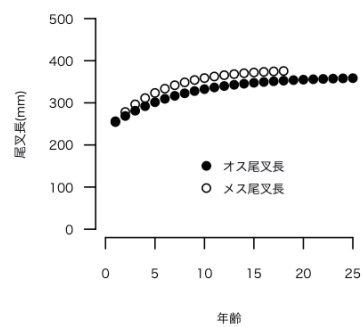


図4. ヒメダイの成長曲線

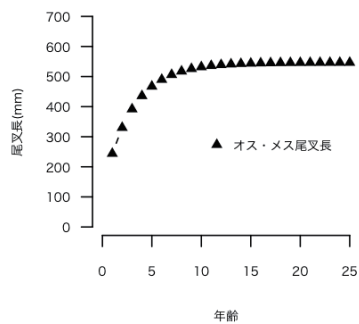


図5. オオヒメの成長曲線

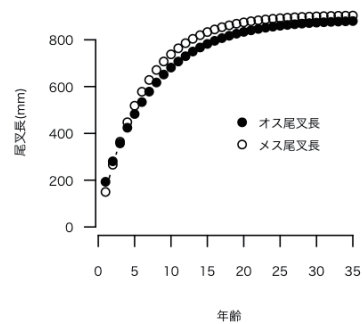


図6. ハマダイの成長曲線

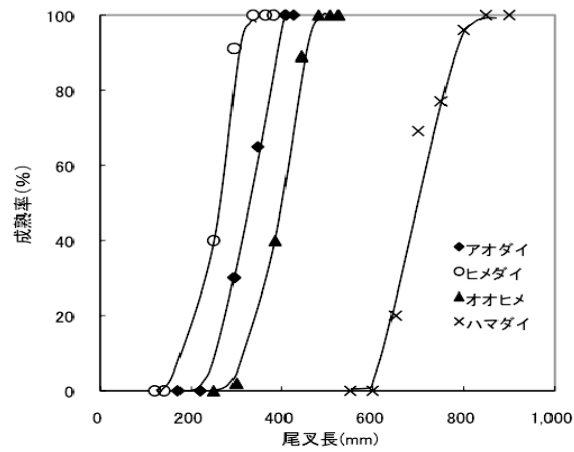


図7. マチ類4種の尾叉長と生殖腺成熟率の関係

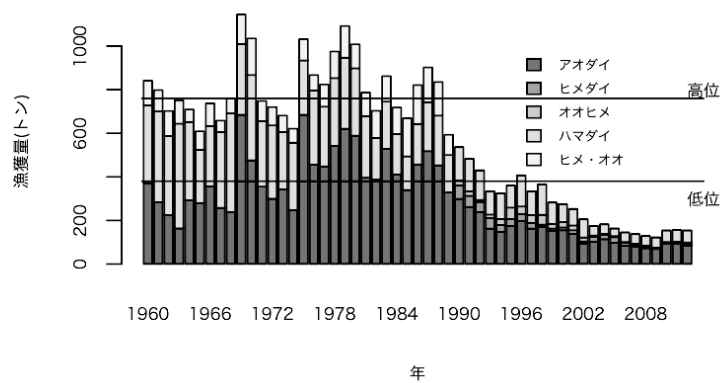


図8. 鹿児島県中央卸売市場におけるマチ類4種の水揚げ量の経年変化

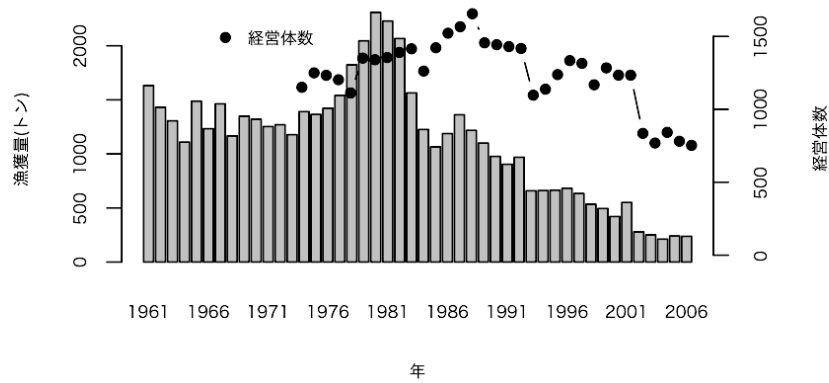


図9. 沖縄県のマチ類の漁獲量（主要4種以外も含む）と一本釣り経営体数の経年変化

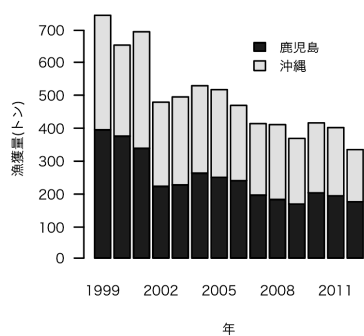


図10. アオダイの漁獲量

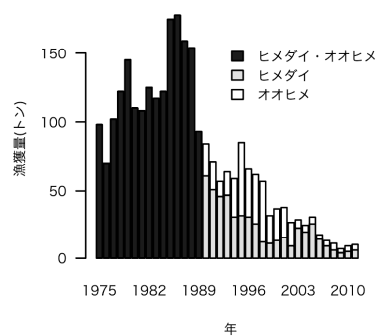


図11. 鹿児島中央卸売市場におけるヒメダイ  
＋オオヒメの水揚げ量の経年変化

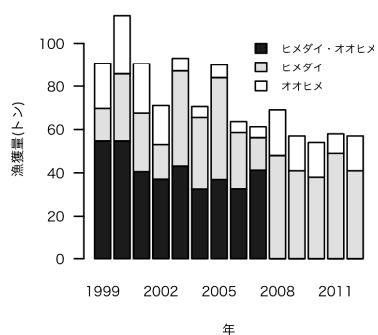


図12. 鹿児島県主要漁港における  
ヒメダイ＋オオヒメの漁獲量

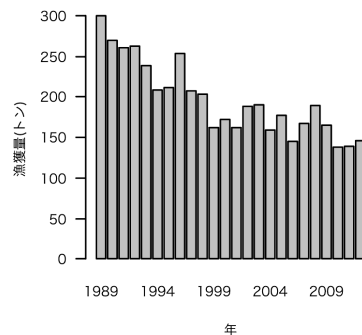


図13. 沖縄県におけるヒメダイの漁獲量

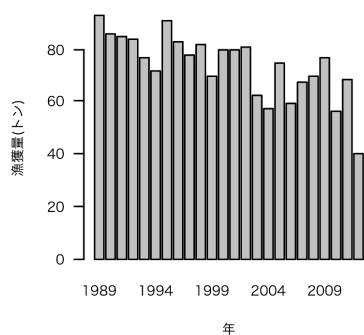


図14. 沖縄県におけるオオヒメの漁獲量

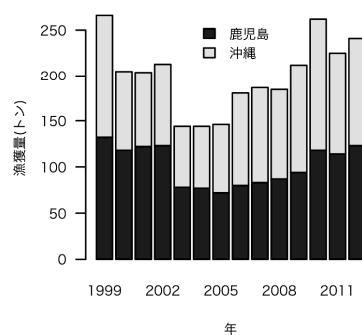


図15. ハマダイの漁獲量

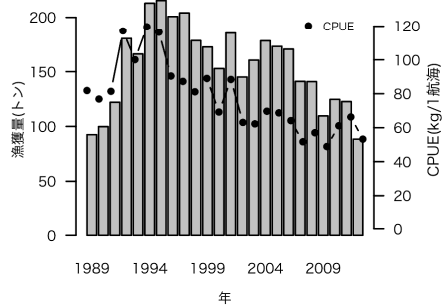


図16. 大型標本船による  
アオダイの漁獲量とCPUE

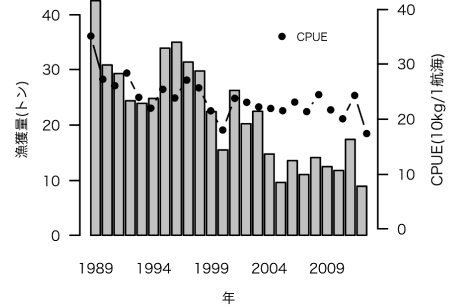


図17. 八重山漁協所属船による  
アオダイの漁獲量とCPUE

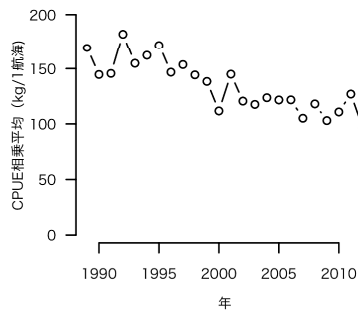


図18. アオダイCPUEの相乗平均

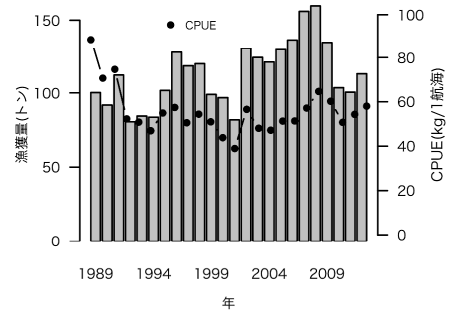


図19. 大型標本船による  
ヒメダイの漁獲量とCPUE

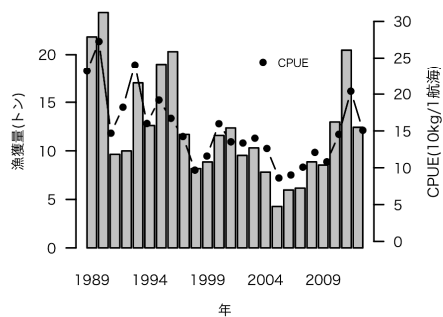


図20. 八重山漁協所属船による  
ヒメダイの漁獲量とCPUE

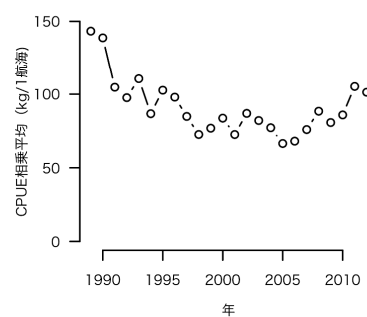


図21. ヒメダイCPUEの相乗平均

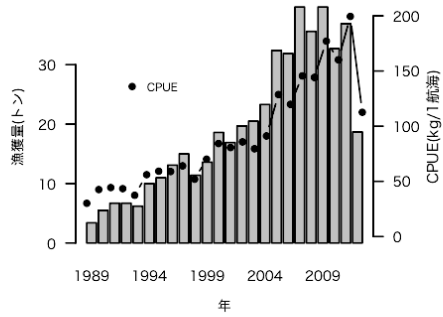


図22. 大型標本船による  
オオヒメの漁獲量とCPUE

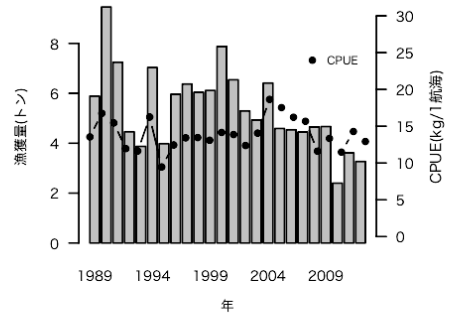


図23. 八重山漁協所属船による  
オオヒメの漁獲量とCPUE

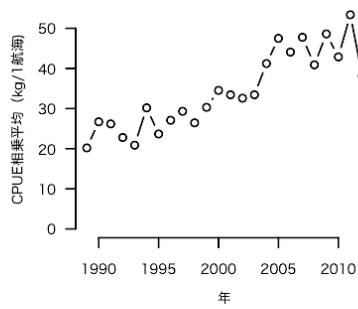


図24. オオヒメCPUEの相乗平均

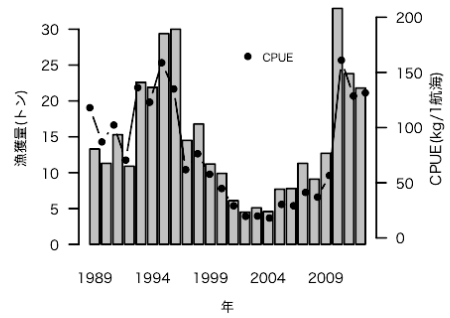


図25. 大型標本船による  
ハマダイの漁獲量とCPUE

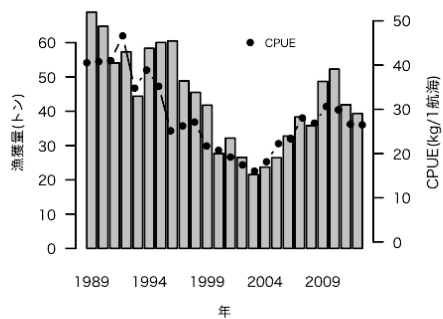


図26. 八重山漁協所属船による  
ハマダイの漁獲量とCPUE

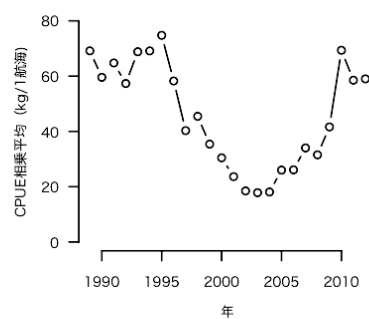


図27. ハマダイCPUEの相乗平均

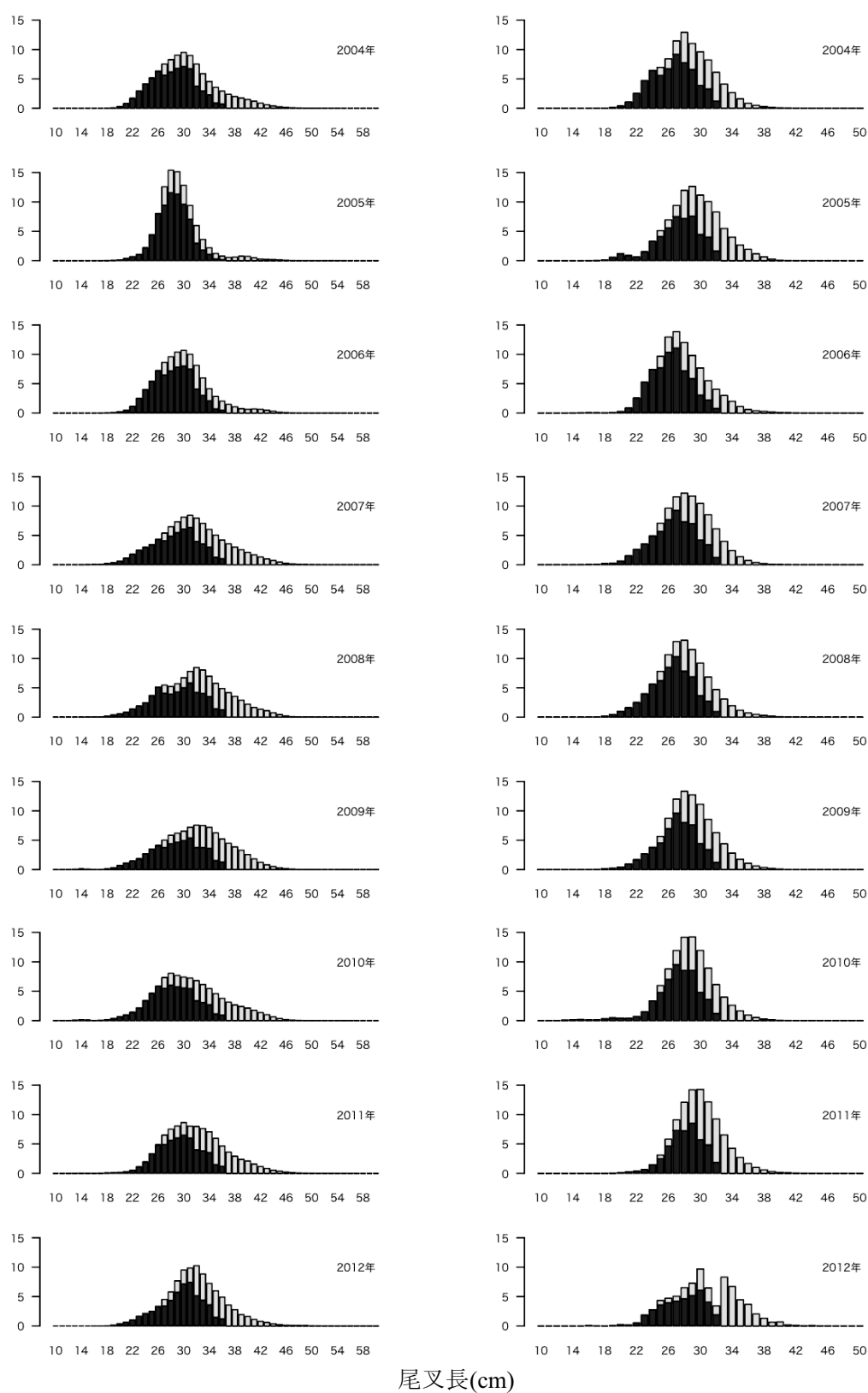
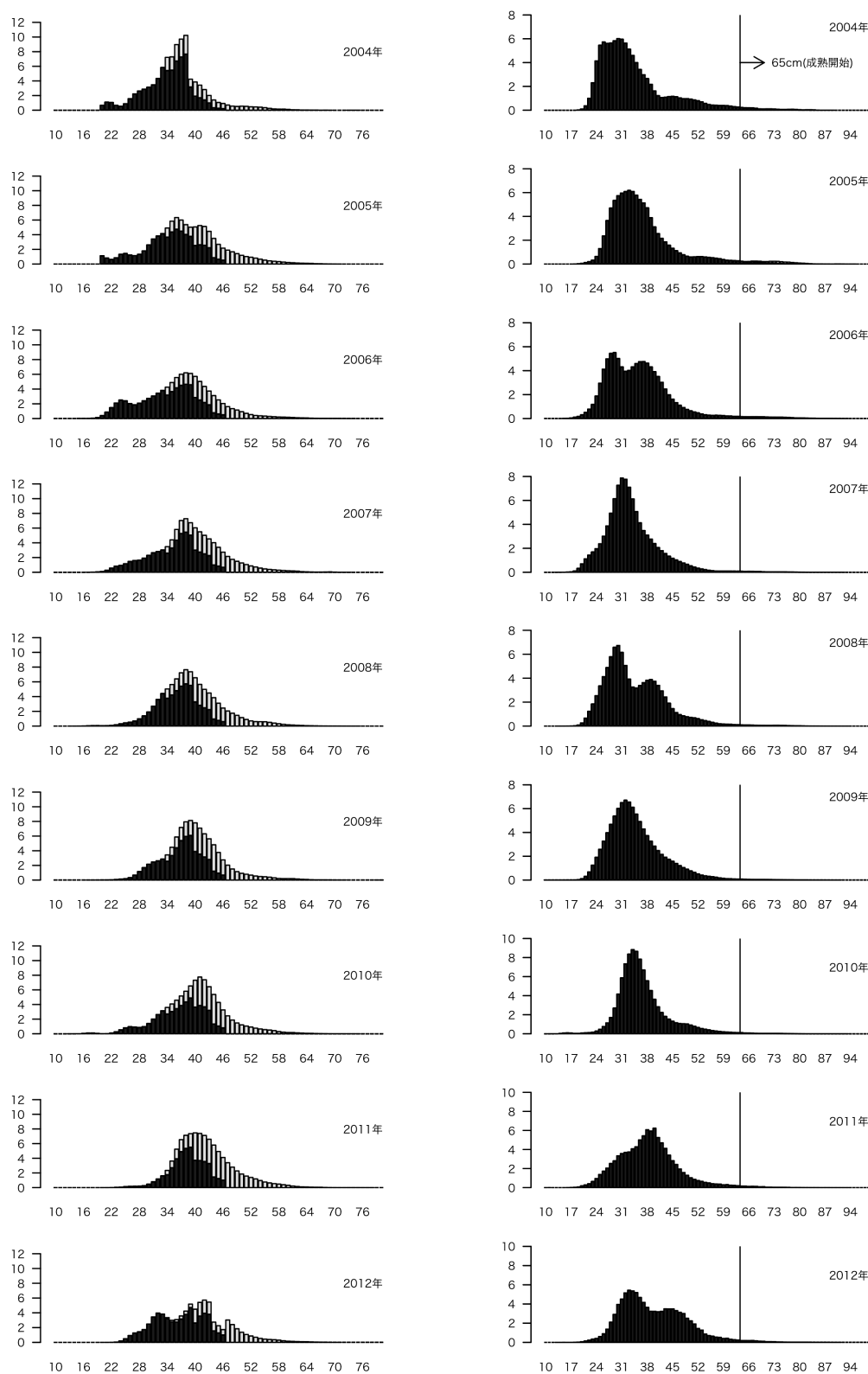


図28. アオダイ（左）およびヒメダイ（右）の尾叉長組成 縦軸は頻度(%)、明色は成熟個体割合を示す。



尾叉長(cm)

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。

## 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、2004～2012年のそれぞれの種における資源量を計算した。ただし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2004～2012年の9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、 $M=2.5/\lambda$ により求めた（ $\lambda$ =寿命）。

### (1) Popeの近似式を用いた資源尾数の計算

年齢別漁獲尾数はPopeの近似式＋平松のプラスグループ対応式を用い、

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

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

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

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

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2012年の年齢別選択率が過去8年（2004～2012年）の平均であるとして計算した。

$$\text{最小} \sum_{y=2004}^{2012} \left\{ \ln(q \cdot B_y) - \ln(CPUE1_y \cdot CPUE2_y)^{\frac{1}{2}} \right\}^2$$

$$q = \left( \frac{\prod_{y=2004}^{2012} (CPUE1_y \cdot CPUE2_y)^{\frac{1}{2}}}{\prod_{y=2004}^{2012} B_y} \right)^{\frac{1}{9}}$$

( $B$ は資源量、 $CPUE1$ と $CPUE2$ は大型標本船と八重山船の $CPUE$ )

## (3) 将来予測

2012年以降の資源尾数は以下の式で求めた。

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

$$N_{a+,y+1} = (N_{a-1,y} + N_{a+,y}) \exp(-F_{a-1,y} - M) \quad \text{最高齢(+GP)}$$

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

2004～2012年の年齢別漁獲尾数を推定した（付表1、付図1）。漁獲の中心は1～3歳魚であり、2005年に2歳魚の漁獲尾数が増加したが、以降は減少し続けている。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付表2、付図2に示した。2005年は1,618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、2008年では1,300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2012年まで1,300～1,400トン台で推移している。漁獲割合は2004年より30%台前半から20%台後半で推移していたが、2012年は24%まで減少した。

加入尾数と親魚量の推移を付図3に示した。加入尾数は2004～2008年に急激に減少し、2008年には2004年の134万尾の50%程度の68万尾まで落ち込んだ。その後徐々に増加傾向に転じ2010年には89万尾まで回復したが、2012年は再び減少して64万尾であった。親魚量は2007年の835トンをピークに徐々に減少し、近年は750トン前後で推移している。

再生産成功率を付図4に示した。2004～2007年は減少傾向にあったが、近年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（2004～2012年の平均）として、2012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)を付図5に示した。 $F_{current}$ （2012年の平均 $F=0.27$ ）は30%SPR(0.24)および $F_{0.1}$ (0.22)より高かったが、 $F_{max}$ (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2012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（付表3、付図6）と漁獲量（付表4、付図7）を推定した。現状のFを維持した場合、徐々に資源量は増加し、2018年には2012年のおよそ1.6倍である2,256トンまで増加する。現状の資源量を維持するためには現在のFを1.45倍まで引き上げることが可能であるが( $F_{sus}=1.45F_{current}$ )、さらに資源の増加を目指すために現状のFを0.8倍することが望ましい( $F_{limit}=0.8F_{current}$ )。

## ・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用されている。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

2004～2012年の年齢別漁獲尾数を推定した（付表5、付図8）。漁獲の中心は1～3歳魚であり、全漁獲尾数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付表6、付図9に示した。2004年の483トン以降徐々に増加傾向を示し、2009年には600トンを超えた。2012年は過去最高の795トン記録している。漁獲割合は資源量の増加と共に徐々に減少し、2012年はおおよそ18%であった。

加入量と親魚量の推移を付図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、2007年以降徐々に増加し、2012年には472トンまで増加した。加入量は2005年までは30万尾台であったが近年5年は50万尾前後で推移している。

再生産成功率を付図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)を付図12に示した。Fcurrent（2011年の平均F=0.18）はF0.1(0.26)、30%SPR(0.30)およびFmax(0.46)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付表7、付図13および付表8、付図14に示した。現状のFを維持した場合、資源量の大幅な増減は無く、2018年の資源量は2012年のおおよそ93%程度である。現状の資源量を維持するためには現在のFをおおよそ0.95倍引き下げる必要があり(Fsus=0.95Fcurrent)、資源の増加を目指すためには現状のFを0.8倍することが望ましい(Flimit=0.8Fcurrent)。

#### ・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

2004～2012年の年齢別漁獲尾数を推定した（付表9、付図15）。漁獲の中心は1～3歳魚であり、全漁獲尾数の70%以上を占めている。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付表10、付図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300トン台でほぼ横ばい状態で推移していたが、2009年以降やや減少傾向に転じ、近年3年間は200トン台後半で推移している。漁獲割合は15～25%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付図17に示した。親魚量は2005年の204トンから徐々に減少し、2012年には150トンまで減少した。加入量は2011年に大幅に減少したことを除くと80～90万尾でほぼ安定している。

再生産成功率を付図18に示した。本種の再生産成功率は2009年に急激に減少したが、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

2010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)を付図19に示した。Fcurrent (2012年の平均F=0.19) は、Fmax(0.39)、30%SPR(0.22)およびF0.1(0.3)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付表11、付図20および付表12、付図21に示した。現状のFを維持した場合2018年の資源量は2012年のおよそ1.3倍となり337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1.35倍まで増やすことが可能だが(Fsus=1.35Fcurrent)、さらに資源の増加を目指すためには現状のFを0.8倍にすることが望ましい(Flimit=0.8Fcurrent)。

### ・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

2004～2012年の年齢別漁獲尾数を推定した(付表13、付図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5.1%)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付表14、付図23に示した。2004年以降増加傾向で推移し、2004年には329トンであった2歳魚以上の資源量が、2012年にはおよそ3倍の1,035トンまで増加した。漁獲割合は2007年以降減少傾向を示し、2012年は2006年以前のおよそ1/2程度まで減少した。

加入量と親魚量の推移を付図24に示した。2004年に38万トンあった親魚量は、その後徐々に減少し2009年には22トンまで減少した。2010年以降は増加傾向を示し、2012年には36万トン台に回復している。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、2012年は2004年の2倍以上になっている。

再生産成功率を付図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、2012年は2004年のおよそ2.9倍程度まで増加した。

#### (3) 資源と漁獲の関係

2012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)を付図26に示した。 $F_{current}$  (2012年の平均 $F=0.21$ )は30%SPR( $F=0.1$ )、 $F_{0.1}$ ( $F=0.09$ )、 $F_{max}$ ( $F=0.11$ )のいずれよりも高い値を示している。

#### (4) 将来予測

様々なFの元で推定した2歳魚以上の資源量と漁獲量をそれぞれ付表15、付図27および付表16、付図28に示した。現状のFを維持した場合2018年の資源量は2012年よりおよそ6.8倍増加し、7,017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3.6倍まで引き上げることが可能である( $F_{sus}=3.6F_{current}$ )。沖縄県では資源回復計画の一環として、30cmFL未満のハマダイは漁獲しないように漁獲体長規制を行っている。ここで $F_{current}$ の状態では35cmFL未満の漁獲体長規制を行うと、2018年にはさらに10%(8,067トン)の資源量増加が見込まれる。

## 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 poissons 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.

付表1. アオダイの年齢別漁獲尾数

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

付表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 |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 歳   | 394  | 324  | 250  | 197  | 201  | 228  | 263  | 238  | 184  |
| 2 歳   | 371  | 512  | 392  | 303  | 272  | 272  | 324  | 355  | 325  |
| 3 歳   | 236  | 233  | 274  | 249  | 251  | 230  | 243  | 277  | 309  |
| 4 歳   | 143  | 135  | 165  | 179  | 172  | 164  | 153  | 172  | 200  |
| 5 歳   | 118  | 94   | 118  | 131  | 132  | 121  | 115  | 107  | 121  |
| 6 歳   | 83   | 75   | 77   | 93   | 85   | 84   | 75   | 71   | 66   |
| 7 歳   | 69   | 61   | 63   | 66   | 71   | 63   | 62   | 54   | 52   |
| 8 歳   | 58   | 49   | 49   | 53   | 47   | 52   | 44   | 42   | 36   |
| 9 歳以上 | 147  | 146  | 150  | 157  | 143  | 127  | 129  | 105  | 97   |

付表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                                      | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  | 2018  |
|-----------|------|-------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 現在の漁獲圧を維持 | 0.27 | F <sub>current</sub>                      | 1,392 | 1,484 | 1,612 | 1,755 | 1,907 | 2,076 | 2,256 |
| 資源量を維持    | 0.39 | F <sub>sus</sub> (1.45F <sub>cur</sub> )  | 1,392 | 1,484 | 1,612 | 1,559 | 1,504 | 1,451 | 1,398 |
| 現在より控えた漁獲 | 0.21 | F <sub>limit</sub> (0.8F <sub>cur</sub> ) | 1,392 | 1,484 | 1,612 | 1,851 | 2,122 | 2,437 | 2,796 |

付表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            | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|-----------|------|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|
| 現在の漁獲圧を維持 | 0.27 | Fcurrent        | 335  | 342  | 369  | 403  | 437  | 479  | 519  |
| 資源量を維持    | 0.39 | Fsus(1.45Fcur)  | 335  | 342  | 501  | 487  | 471  | 457  | 440  |
| 現在より控えた漁獲 | 0.21 | Flimit(0.8Fcur) | 335  | 342  | 304  | 350  | 399  | 462  | 529  |

付表5. ヒメダイの年齢別漁獲尾数

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

付表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 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1歳   | 128  | 131  | 155  | 165  | 177  | 170  | 172  | 170  | 171  |
| 2歳   | 117  | 110  | 121  | 130  | 149  | 150  | 158  | 168  | 176  |
| 3歳   | 88   | 87   | 77   | 96   | 98   | 109  | 119  | 133  | 150  |
| 4歳   | 49   | 55   | 46   | 54   | 59   | 62   | 74   | 88   | 98   |
| 5歳   | 34   | 34   | 35   | 36   | 38   | 45   | 46   | 61   | 72   |
| 6歳   | 26   | 23   | 20   | 27   | 25   | 28   | 33   | 38   | 48   |
| 7歳以上 | 42   | 47   | 35   | 38   | 48   | 52   | 55   | 71   | 80   |

付表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             | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|-----------|------|------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| 現在の漁獲圧を維持 | 0.21 | Fcurrent         | 795  | 762  | 769  | 773  | 774  | 760  | 739  |
| 資源量を維持    | 0.2  | Fsus (0.95Fcur)  | 795  | 762  | 769  | 781  | 790  | 784  | 770  |
| 現在より控えた漁獲 | 0.17 | Flimit (0.8Fcur) | 795  | 762  | 769  | 805  | 840  | 860  | 873  |

付表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             | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|-----------|------|------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| 現在の漁獲圧を維持 | 0.21 | Fcurrent         | 142  | 138  | 138  | 136  | 138  | 136  | 132  |
| 資源量を維持    | 0.2  | Fsus (0.95Fcur)  | 142  | 138  | 132  | 131  | 134  | 134  | 131  |
| 現在より控えた漁獲 | 0.17 | Flimit (0.8Fcur) | 142  | 138  | 113  | 116  | 122  | 125  | 127  |

付表9. オオヒメの年齢別漁獲尾数

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

付表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 |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 歳    | 49   | 46   | 46   | 50   | 54   | 48   | 44   | 27   | 48   |
| 2 歳    | 66   | 57   | 56   | 61   | 68   | 68   | 62   | 61   | 34   |
| 3 歳    | 38   | 47   | 43   | 44   | 47   | 53   | 51   | 57   | 53   |
| 4 歳    | 26   | 30   | 30   | 30   | 29   | 31   | 30   | 35   | 40   |
| 5 歳    | 21   | 22   | 21   | 22   | 20   | 19   | 19   | 21   | 22   |
| 6 歳    | 17   | 18   | 15   | 16   | 15   | 13   | 13   | 13   | 12   |
| 7 歳    | 13   | 14   | 13   | 12   | 11   | 11   | 10   | 9    | 8    |
| 8 歳    | 14   | 11   | 11   | 11   | 9    | 9    | 9    | 8    | 7    |
| 9 歳    | 14   | 12   | 8    | 9    | 9    | 7    | 7    | 7    | 6    |
| 10 歳以上 | 65   | 66   | 63   | 57   | 50   | 46   | 40   | 36   | 31   |

付表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             | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|-----------|------|------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| 現在の漁獲圧を維持 | 0.16 | Fcurrent         | 260  | 275  | 287  | 297  | 309  | 323  | 337  |
| 資源量を維持    | 0.22 | Fsus (1.35Fcur)  | 260  | 275  | 287  | 278  | 273  | 267  | 263  |
| 現在より控えた漁獲 | 0.13 | Flimit (0.8Fcur) | 260  | 275  | 287  | 308  | 333  | 360  | 390  |

付表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             | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|-----------|------|------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| 現在の漁獲圧を維持 | 0.16 | Fcurrent         | 40   | 43   | 45   | 46   | 48   | 50   | 52   |
| 資源量を維持    | 0.22 | Fsus (1.35Fcur)  | 40   | 43   | 59   | 56   | 55   | 53   | 52   |
| 現在より控えた漁獲 | 0.13 | Flimit (0.8Fcur) | 40   | 43   | 37   | 39   | 42   | 45   | 49   |

付表13. ハマダイの年齢別漁獲尾数

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

付表14. ハマダイの年齢別資源重量 (単位：トン)

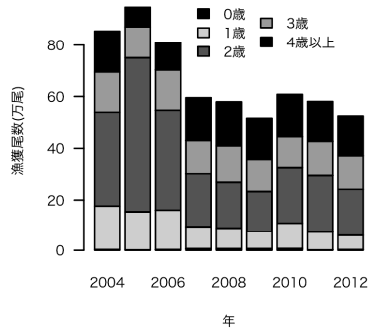
|       | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 2歳    | 85   | 101  | 103  | 146  | 127  | 205  | 262  | 162  | 208  |
| 3歳    | 50   | 75   | 101  | 97   | 118  | 129  | 202  | 273  | 196  |
| 4歳    | 37   | 35   | 49   | 58   | 65   | 81   | 96   | 162  | 259  |
| 5歳    | 36   | 27   | 27   | 32   | 45   | 53   | 66   | 83   | 157  |
| 6歳    | 27   | 23   | 19   | 19   | 26   | 34   | 44   | 50   | 79   |
| 7歳    | 21   | 18   | 15   | 13   | 17   | 21   | 31   | 36   | 46   |
| 8歳    | 18   | 15   | 12   | 11   | 11   | 13   | 18   | 25   | 33   |
| 9歳    | 14   | 13   | 11   | 9    | 8    | 8    | 11   | 15   | 23   |
| 10歳   | 11   | 11   | 9    | 7    | 7    | 6    | 7    | 9    | 13   |
| 11歳   | 8    | 8    | 6    | 5    | 6    | 4    | 4    | 5    | 7    |
| 12歳   | 6    | 6    | 5    | 4    | 4    | 4    | 3    | 3    | 4    |
| 13歳   | 4    | 4    | 4    | 2    | 3    | 3    | 3    | 2    | 2    |
| 14歳   | 3    | 2    | 2    | 2    | 1    | 2    | 2    | 2    | 2    |
| 15歳   | 2    | 2    | 2    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 2    |
| 16歳   | 2    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| 17歳   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| 18歳   | 2    | 1    | 1    | 0    | 1    | 0    | 1    | 1    | 0    |
| 19歳以上 | 3    | 4    | 3    | 2    | 2    | 1    | 2    | 2    | 2    |

付表15. 異なるFによるハマダイ資源量の推移予測 (単位：トン)

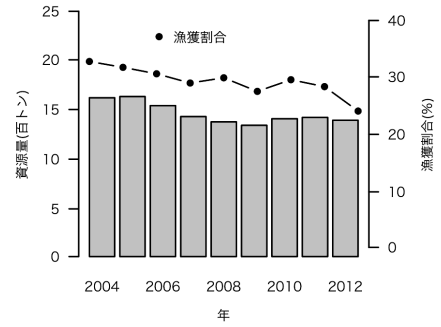
| 漁獲のシナリオ     | F値   | 管理基準                                        | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  | 2018  |
|-------------|------|---------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 現在の漁獲圧を維持   | 0.21 | F <sub>current</sub>                        | 1,035 | 1,365 | 1,829 | 2,468 | 3,391 | 4,828 | 7,017 |
| 資源量を維持      | 0.76 | F <sub>sus</sub> (3.6F <sub>current</sub> ) | 1,035 | 1,365 | 1,829 | 1,510 | 1,326 | 1,175 | 1,041 |
| 35cmFL以下を禁漁 | 0.21 | F <sub>current</sub> (35cm以下禁漁)             | 1,035 | 1,365 | 1,829 | 2,602 | 3,719 | 5,439 | 8,067 |

付表16. 異なるFによるハマダイ資源量の推移予測 (単位：トン)

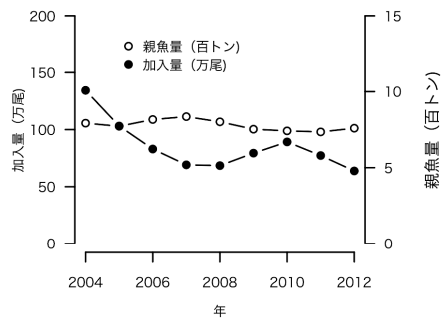
| 漁獲のシナリオ     | F値   | 管理基準                                        | 2012 | 2013 | 2014  | 2015 | 2016 | 2017  | 2018  |
|-------------|------|---------------------------------------------|------|------|-------|------|------|-------|-------|
| 現在の漁獲圧を維持   | 0.21 | F <sub>current</sub>                        | 239  | 312  | 412   | 554  | 764  | 1,093 | 1,602 |
| 資源量を維持      | 0.76 | F <sub>sus</sub> (3.6F <sub>current</sub> ) | 239  | 312  | 1,074 | 865  | 780  | 698   | 625   |
| 35cmFL以下を禁漁 | 0.21 | F <sub>current</sub> (35cm以下禁漁)             | 239  | 312  | 337   | 492  | 704  | 1,022 | 1,520 |



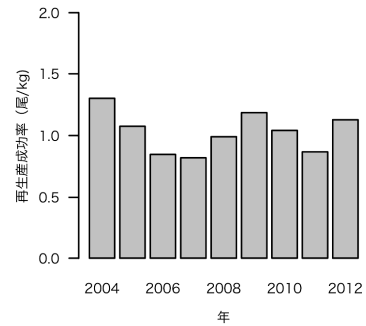
付図1. アオダイの年齢別漁獲尾数



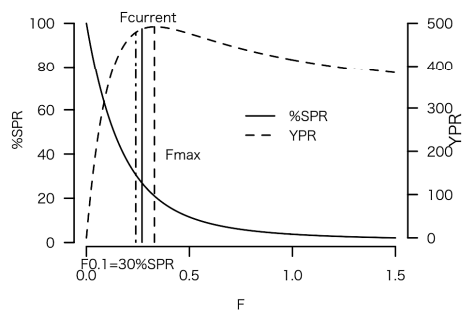
付図2. アオダイの資源量と漁獲割合



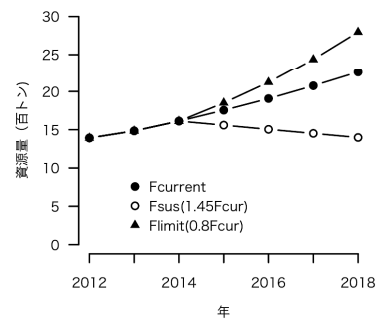
付図3. アオダイの親魚量と加入尾数



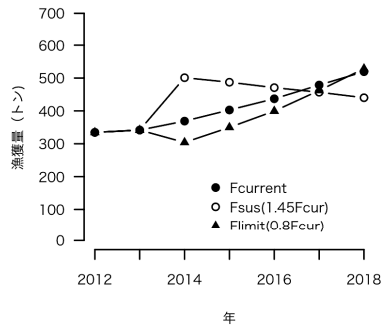
付図4. アオダイの再生産成功率



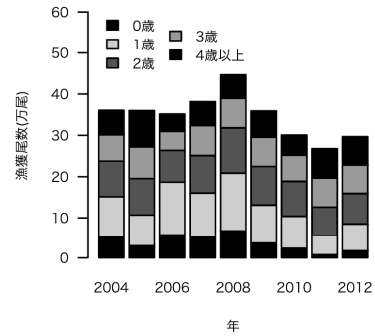
付図5. アオダイのYPRとSPR



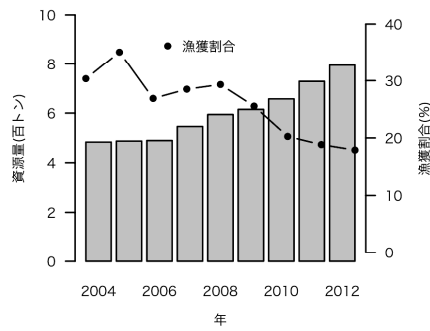
付図6. 様々なFによるアオダイの資源量の予測



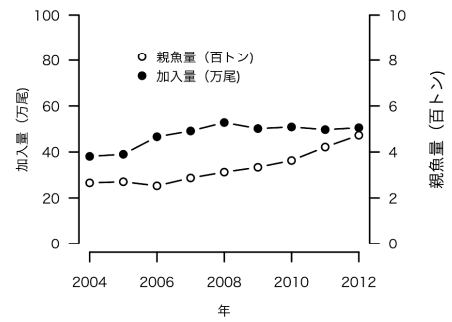
付図7. 様々なFによるアオダイの漁獲量の予測



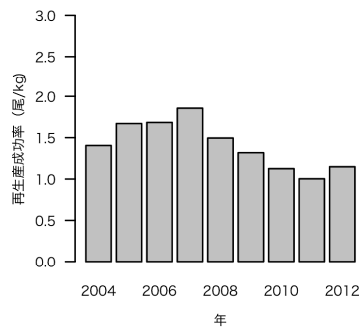
付図8. ヒメダイの年齢別漁獲尾数



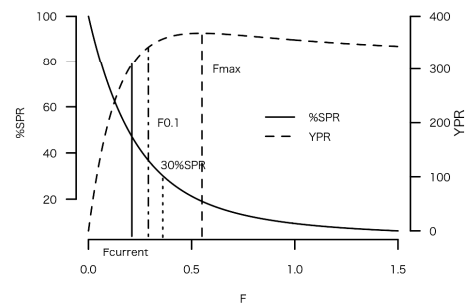
付図9. ヒメダイの資源量と漁獲割合



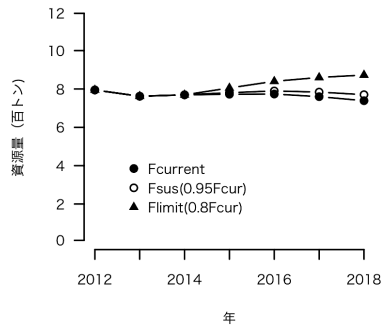
付図10. ヒメダイの親魚量と加入量



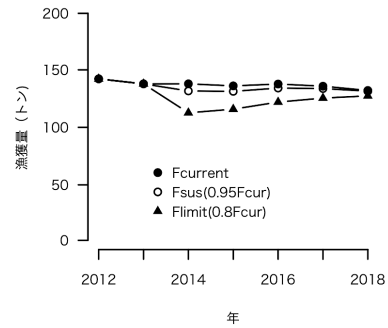
付図11. ヒメダイの再生産成功率



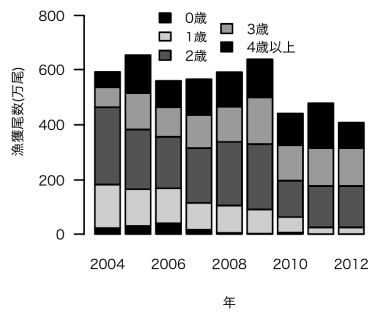
付図12. ヒメダイのYPRとSPR



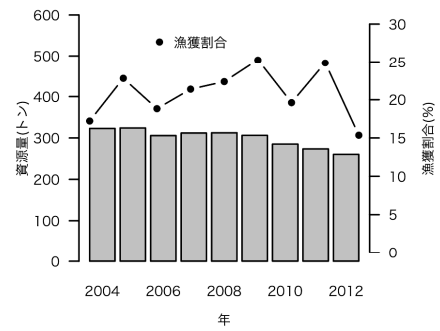
付図13. 様々なFによるヒメダイの資源量の予測



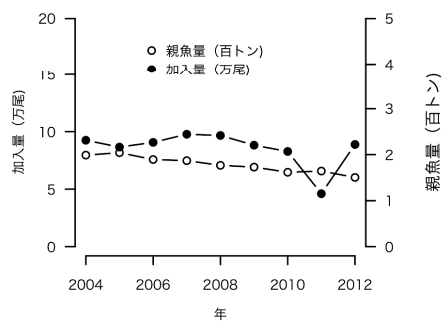
付図14. 様々なFによるヒメダイの漁獲量の予測



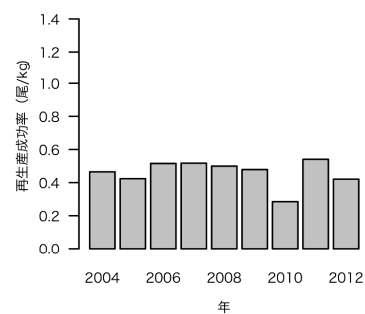
付図15. オオヒメの年齢別漁獲尾数



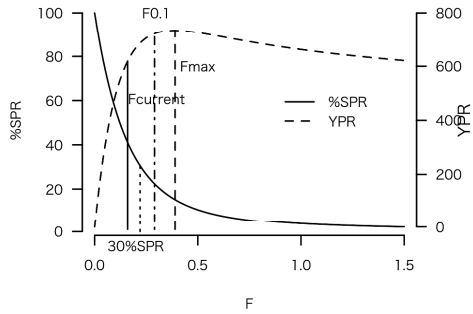
付図16. オオヒメの資源量と漁獲割合



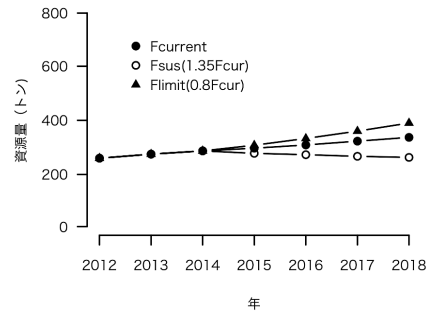
付図17. オオヒメの親魚量と加入量



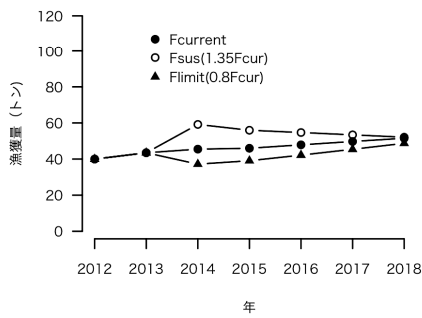
付図18. オオヒメの再生産成功率



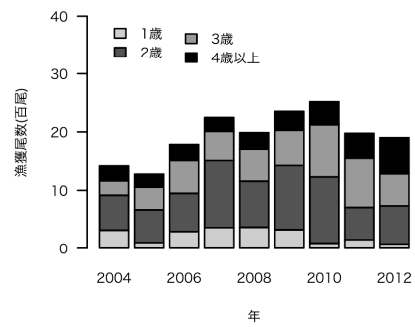
付図19. オオヒメのYPRとSPR



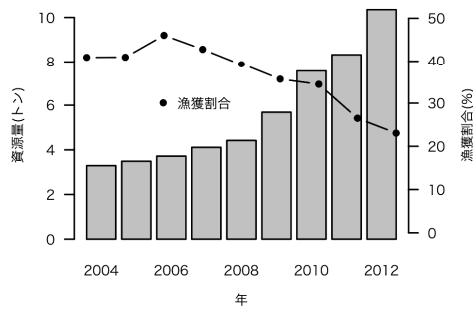
付図20. 様々なFによるオオヒメの資源量の予測



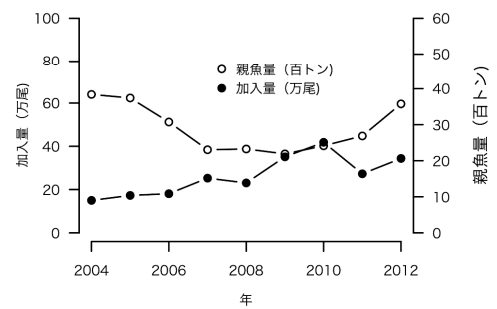
付図21. 様々なFによるオオヒメの漁獲量の予測



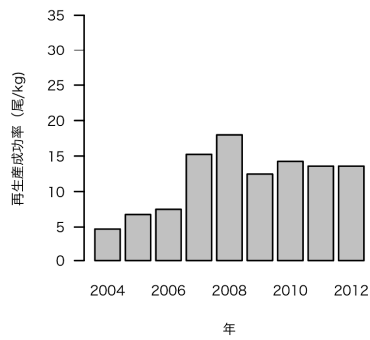
付図22. ハマダイの年齢別漁獲尾数



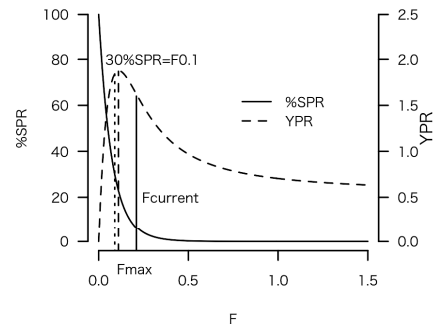
付図23. ハマダイの資源量と漁獲割合



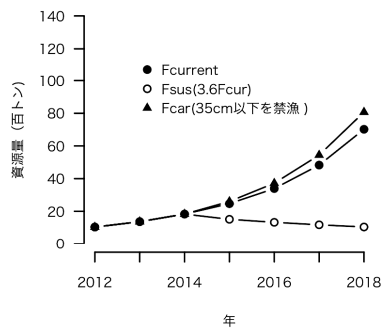
付図24. ハマダイの親魚量と加入尾数



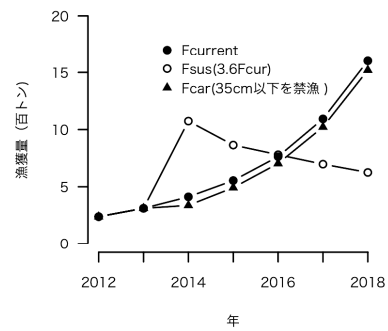
付図25. ハマダイの再生産成功率



付図26. ハマダイのYPRとSPR



付図27. 様々なFによるハマダイの資源量の予測



付図28. 様々なFによるハマダイの漁獲量の予測