

平成29（2017）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（下瀬 環、青沼佳方、林原 毅）

参画機関：鹿児島県水産技術開発センター、沖縄県水産海洋技術センター

要 約

マチ類主要4種（アオダイ、ハマダイ、ヒメダイ、オオヒメ）の本系群の資源状態について、鹿児島市中央卸売市場における水揚げ量および八重山漁協所属船の1隻1航海あたりの漁獲量（CPUE）の変動傾向により評価した。マチ類の漁獲量は、1960年代から1980年代にかけて高い水準で推移したが、その後急激に減少に転じた。2000年代以降は、増減を繰り返しながら低い水準で推移している。資源水準の判断には、1960年から2016年まで57年分の漁獲統計がある鹿児島市中央卸売市場のデータを用いた。アオダイ、ハマダイおよびヒメダイとオオヒメの混合種群について解析した結果、いずれの種・種群においても1990年代以降の漁獲はそれ以前の漁獲量と比較して少なく、資源水準を低位と判断した。資源動向の判断には、主に八重山漁協所属船のCPUEを用いた。その結果、アオダイとヒメダイの資源動向を減少、ハマダイの資源動向を増加、オオヒメの資源動向を横ばいと判断した。

マチ類では漁獲統計、生物情報において十分なデータが整備されていないため、漁獲量と八重山漁協所属船のCPUEを基に、その水準および変動傾向に合わせた漁獲を行うことを管理方策として、ABC算定規則2-1)を適用して2018年ABCを算定した。

第1期資源回復計画で周年禁漁であった保護区が2010年4月に一部解禁、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が見られた。そのため、保護区内での1操業あたりの漁獲量制限を設ける等、保護区が一時的な管理方策にならないよう継続的な措置が検討されている。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。

	管理基準	Target/ Limit	2018年ABC (トン)	漁獲割合 (%)	F値(現状のF値 からの増減%)
アオダイ	0.7-Cave 3-yr-0.77	Target	131	—	—
		Limit	164	—	—
ハマダイ	0.7-Cave 3-yr-1.03	Target	142	—	—
		Limit	177	—	—
ヒメダイ	0.7-Cave 3-yr-1.00	Target	65	—	—
		Limit	81	—	—
オオヒメ	0.7-Cave 3-yr-1.06	Target	46	—	—
		Limit	58	—	—

Limitは、管理基準の下で許容される最大レベルの漁獲量である。Targetは、資源変動の可能性やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、より安定的な資源の維持が期待される漁獲量である。ABCtarget = α ABClimitとし、係数 α には標準値0.8を用いた。Cave 3-yrは

2014～2016年の平均漁獲量を用いた。

魚種	年	資源量 (トン)	親魚量 (トン)	漁獲量 (トン)	F値	漁獲割合 (%)
アオダイ	2012	—	—	335	—	—
	2013	—	—	340	—	—
	2014	—	—	265	—	—
	2015	—	—	338	—	—
	2016	—	—	317	—	—
ハマダイ	2012	—	—	241	—	—
	2013	—	—	206	—	—
	2014	—	—	238	—	—
	2015	—	—	233	—	—
	2016	—	—	267	—	—
ヒメダイ	2012	—	—	187	—	—
	2013	—	—	167	—	—
	2014	—	—	132	—	—
	2015	—	—	114	—	—
	2016	—	—	103	—	—
オオヒメ	2012	—	—	56	—	—
	2013	—	—	45	—	—
	2014	—	—	93	—	—
	2015	—	—	80	—	—
	2016	—	—	61	—	—

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

本件資源評価に使用したデータセットは以下のとおり。

データセット	基礎情報、関係調査等
漁獲量	主要港水揚量（鹿児島県、沖縄県）
資源量指標値 ・CPUE	八重山漁協所属船の漁獲量・のべ水揚げ隻数（周年、水研、 沖縄県）
尾叉長組成	生物情報収集調査（鹿児島県、沖縄県）

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、ハマダイ、ヒメダイ、オオヒメ）の漁獲量は、1960～1980年代にピークに達し、その後著しく減少した後、近年は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年度から資源評価調査を開始した。平

成17年度には第1期資源回復計画が公表され、鹿児島県では同4月から5年間、16の保護区で周年または季節的な禁漁措置がとられ、沖縄県では同10月から平成21年度3月まで、北大九曾根と沖の中の曾根の2つの保護区で周年禁漁となった。平成22年度より第2期マチ類資源回復計画がスタートし、鹿児島県で17区、沖縄県で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。平成24年度より、新たな枠組みである南西諸島海域マチ類広域資源管理方針が作成され、新規保護区の設定、小型魚の漁獲制限導入など、資源管理への取り組みが継続されている。平成26年度には、鹿児島県において新たに2保護区が追加され、19区（周年保護3区、期間保護16区）となった。

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、ハマダイ、ヒメダイ、オオヒメのいずれも伊豆諸島および紀伊半島以南、南西諸島では種子島・屋久島以南に分布する（図1）。アオダイは日本近海からしか記録がないが、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、ハワイ諸島近海にも広く分布する（Allen 1985）。

生息水深は4種間で異なり、アオダイは水深80～300mに生息し、主に150～200mで漁獲される。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（佐多 1988）。

回遊・移動に関して、これまでに得られている情報は限定的である。鹿児島県水産技術開発センターが2004年より標識放流調査を実施し、2016年までにアオダイ1,580尾、ハマダイ24尾、ヒメダイ63尾、オオヒメ79尾を放流した。2016年までの再捕は、アオダイ11尾、ヒメダイ1尾、オオヒメ3尾であるが、このうちアオダイ2尾とオオヒメ2尾は、放流した曾根よりそれぞれ40km、150kmおよび83km、93km離れた別の曾根で再捕され、曾根間を移動している可能性が示唆された（図2、宍道ほか 2009）。沖縄県水産海洋技術センターは、北大九曾根での試験操業において、2006～2012年にアオダイ6尾、ハマダイ90尾、ヒメダイ20尾、オオヒメ23尾を放流し、2012年3月末までにオオヒメ2尾が再捕されている（上原ほか 2013）。生息水深の深いハマダイでは、標識放流後の生残が不明であったが、2016年に屋久島海域において実施した超音波テレメトリーを使った調査により、ハマダイが標識放流後も生存していることが分かった（奥山ほか 2017）。

(2) 年齢・成長

アオダイの耳石輪紋を解析したところ（片山 2007）、脊椎骨の輪紋を基にした年齢査定結果（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以外、概ね一致した。耳石解析の結果によれば、アオダイは35歳以上生きると考えられている。Bertalanffyの成長式は雌雄別に次式で与えられる（図3、片山 2007）。

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

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

ハマダイの耳石輪紋を解析し、成長式を求めたところ、雌においては1歳で尾叉長27cm、

10歳で73cm、20歳で85cm以上に達すると推定された(図4、増田ほか 2010)。寿命は60年以上と考えられている(海老沢ほか 2009)。雌雄の成長は次式で与えられる。

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

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

ヒメダイについては、沖縄本島北部海域からの漁獲物を用いた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)と耳石年輪の計数を用いた年齢解析(増田ほか 2008)において若干の差違が認められたが、本報告では増田ほか(2008)に従った。最高齢は雌で18歳、雄で38歳であった。Bertalanffyの成長式は、雌雄別に次式で与えられる(図5、増田ほか 2008)。

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

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

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)、耳石年輪の輪紋計数を用いた年齢解析(増田ほか 2008)はほぼ一致した。増田ほか(2008)によると、耳石輪紋から推定したオオヒメの寿命は7歳とされたが、海老沢ほか(2005)では少なくとも20年以上と推定された。Bertalanffyの成長式に雌雄差は認められず、次式で与えられる(図6、増田ほか 2008)。

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

マチ類は耳石の年輪が判読しづらく、ハマダイでは調査個体数のおよそ2~3割程度しか解析できない。ハマダイとヒメ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(ハマダイで尾叉長45cm以下、ヒメダイで23cm以下)において有効であるが、大型魚においては複数の日周輪が吸収された深い溝が刻まれるために、正確な計数が不可能である。したがって、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(海老沢・前田 2006)。

(3) 成熟・産卵

マチ類4種の尾叉長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、尾叉長29.5cm(2歳)で30%、34.7cm(4歳)で65%、38.3cm(6歳)でほぼ100%が成熟する(海老沢ほか 2005a、片山 2007)。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)。1回あたりの産卵数は3歳でおよそ3.3万粒、4歳で6万粒と推定され(海老沢ほか 2005a)、成熟期の卵と排卵後濾胞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産卵すると考えられる(山本 2003)。

沖縄近海のハマダイでは、65cm階級(8歳)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20%、69%、77%、96%、および100%であった(海老沢 2007、増田ほか 2010)。GSI値(100×生殖腺重量/体重)2.0以上の個体及び卵巣の組織観察による成熟個体の出現から、産卵期は4~11月と推定され、小笠原列島海域及びハワイ諸島海域の産卵期とほぼ一致した(海老沢 2007)。

ヒメダイは23.2cm(0歳)で40%、28.0cm(2歳)で85%、31.8cm(4歳)で100%が成熟し、1回あたり産卵数は2歳で3.9万粒、3歳で6.7万粒、4歳で9.5万粒と推定された(海老沢ら 2005b、増田ほか 2008)。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)。

オオヒメは30cm（1歳）で成熟を開始し、38.6cm（2歳）で40%、44.3cm（4歳）で89%、48.1cm（5歳）で100%成熟する（海老沢ほか 2005c、増田ほか 2008）。沖縄近海に分布する群の産卵盛期は5～7月と推定されている（富山 2000）。

(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）。

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）。

ヒメダイの胃内容物としては、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）。

捕食者については、マハタの胃からハマダイが、カンパチの胃からアオダイが出現した記録がある（小枝・本村 2017）。また、釣獲したマチ類を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以深で操業する深海一本釣漁業や底建はえ縄漁業によって漁獲される。周年操業する一本釣専門業者が主体であるが、時期に応じてソデイカ漁などの他漁業と兼業する漁業者もいる。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、5トン未満の小型船で日帰りまたは2～3日、5トン以上の船で1週間程度の操業が主体である。

(2) 漁獲量の推移

1960～2016年の鹿児島市中央卸売市場でのマチ類の水揚げ量を図8及び表1に、1965～2016年の沖縄県のマチ類全体（主要4種以外も含む）及び主要4種の漁獲量を表2に示した。マチ類全体の漁獲量は、いずれの県においても1960～1980年代にかけて高い水準で推移していたが、1980年代後半から1990年代にかけて急激に減少した。鹿児島市中央卸売市場では、1988年までの水揚げ量はおよそ600～1,100トンで推移していたが、1989年以降に急激な減少に転じた。2000年以降も緩やかな減少傾向が続き、2016年の水揚げ量は175トンで、最大値（1,145トン）を記録した1969年のおよそ15%であった（表1）。内閣府沖縄総合事務局が集計した沖縄農林水産統計年報によれば、沖縄県に水揚げされるマチ類全体の漁獲量は、1980年の2,308トンを超えて、1979～1982年に2,000トンを超える漁獲を記録した（表2）。その後1983～1989年には1,065～1,564トンに減少し、1990年以降2006年までさらに減少傾向が続いた。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、1990～2006年には212～977トンとなり、漁獲量は40年間で大幅に減少した。1990年代の漁獲量の大幅な減少は、漁場探索技術の革新によって効率的な漁場探索ができるようになったため、

過剰な漁獲圧がかかったことが一因として考えられる。マチ類の主漁法である一本釣り漁業の沖縄県における経営体数は、1974～2001年まで1,097～1,655経営体あったものが、2002年以降に800前後に減少している。2007年以降、沖縄農林水産統計年報におけるマチ類全体漁獲量の集計が廃止となった一方、1989年以降沖縄県によりマチ類4種の水揚げ量が継続的に収集されている。なお、表2におけるマチ類全体の漁獲量は属人統計であり、主要4種の漁獲量は属地統計によるものである。

アオダイとハマダイの海域全体の漁獲統計は、1999年以降に鹿児島・沖縄両県で整備されたものが利用可能である。アオダイの漁獲量は、1999年以降2012年まで減少傾向で推移していたが、それ以降は300トン前後で推移し、2016年は317トンであった(図9、表3)。水揚げ地別に見ると、鹿児島県では、2007年に200トン台を下回り、2016年は185トンであった。沖縄県では、1989～2008年まで200トン以上で推移していたが、以降減少し、2016年は132トンであった(表2)。

ハマダイの漁獲量は1999年以降2003年まで漸減し200トンを下回ったが、その後は増加に転じ、2016年は267トンであった(図10、表3)。水揚げ地別に見ると、鹿児島県では、2005年に72トンまで減少したが、その後増加傾向となって2016年は132トンであった。沖縄県では、2003年に最低値である66トンを記録したが、その後増加傾向に転じ、2016年は134トンであった。

鹿児島県の主要漁港における漁獲統計は1999年に整備されたが、岩本漁協および奄美地域では2007年以前には、漁獲統計上ヒメダイとオオヒメが区別されていなかった。ヒメダイおよびオオヒメを区別し、それぞれの種について海域全体の漁獲統計を扱えるようになったのは2008年以降である(表3)。なお、鹿児島県の喜界島漁協だけは、現在までヒメダイとオオヒメが区別されていないため、ここでは集計から除外した。ヒメダイの漁獲量は、2009年以降減少が続いており、2016年は103トンであった(表3)。オオヒメの漁獲量は、2009年以降漸減し、2016年は61トンであった。水揚げ地別にみると、鹿児島県におけるヒメダイとオオヒメの合計漁獲量は、2000年以降減少し、2009～2012年に50トン台になった(図11、表3)。その後、2013～2014年に80トン台に増加したが、2015年以降再び減少して、2016年は50トンであった。沖縄県におけるヒメダイの漁獲量は、1989～1998年は200トン台で推移したが、1999年以降200トンを下回るようになった。2000～2012年の13年間には138～189トンで推移したが、2013年以降減少して、2016年は71トンであった(図12)。沖縄県におけるオオヒメの漁獲量は、1989～2011年は概ね横ばいで推移していたが、2012年以降減少傾向に転じており、2013年に最低値25トンを記録した(図13)。2014年以降は再び増加し、2016年は43トンであった。

なお本報告で扱った魚種別漁獲量の推移については、鹿児島県、沖縄県の主要漁港の漁獲データが全て整備され、海域全体でのデータ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上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

鹿児島県と沖縄県の主要港に水揚げされるマチ類の漁獲統計を使用して、魚種別漁獲量

の変動傾向を検討した。また、沖縄県に水揚げされるマチ類のうち、八重山漁協所属船全体の漁獲量と、のべ水揚げ隻数(のべ航海数)の情報を収集し、過去28年間(1989～2016年)の傾向を検討した。

(2) 資源量指標値の推移

海老沢ほか(2008)に従い、1989年からデータがある沖縄県八重山漁協所属一本釣漁船の1隻1航海あたりの漁獲量(CPUE)を資源量指標値として用いた(表4)。

アオダイのCPUEは、2011年まで概ね横ばいで推移していたが、以降は減少傾向に転じている(図14、表4)。

ハマダイのCPUEは、1992年から2003年にかけて減少傾向にあったが、その後2010年にかけて増加に転じた。その後2013年まで再び減少したが、それ以降は増加傾向である(図15、表4)。

ヒメダイのCPUEは、1989年以降増減を繰り返しながら概ね横ばいで推移している。2012年以降は、やや減少傾向である(図16、表4)。

オオヒメのCPUEは、2010年まで漸減・漸増を繰り返しながら推移していたが、2011年以降は概ね横ばいで推移している(図17、表4)。

(3) 漁獲物の体長組成の推移

2004～2016年に鹿児島県(主に種子島・屋久島沖、奄美大島沖、トカラ列島沖)および沖縄県(主に宝山・大九曾根、八重山諸島及び与那国島沖、大陸棚斜面)で漁獲、水揚げされたマチ類の尾叉長組成を図18～21に示した。

アオダイの体長組成は、28～34cmにモードを持つ単峰型で、資源回復計画に伴う漁獲体長規制(20cm未満)が導入された2011年以降、26cm以下の水揚げが減少した(図18)。成熟個体の割合は、2004～2006年には30%前後であったが、2007年以降は40%を超え、2015年には60%前後に増加した。

ハマダイの体長組成は、29cmから40cmにモードを持ち、年によって二峰型であった(図19)。他魚種と比べて漁獲体長範囲が広く、かつ漁獲物中の成熟個体の割合が毎年2%未満と著しく低い。2010年4月に、資源回復計画に伴う漁獲体長規制(沖縄県、30cm未満)が導入されて以降、小型魚の水揚げが減少した。

ヒメダイの体長組成は、27～30cmにモードを持つ単峰型で、資源回復計画に伴う漁獲体長規制(20cm未満)が導入された2011年以降、小型魚の水揚げが減少した(図20)。成熟個体の割合は、2004～2010年には30～40%台であったが、2011年以降は50%以上に増加した。

オオヒメの体長組成は、36～42cmにモードを持つ単峰型または多峰型で、資源回復計画に伴う漁獲体長規制(20cm未満)が導入された2011年以降、小型魚の水揚げが減少した(図21)。成熟個体の割合は、26～56%で変動している。

(4) 資源の水準・動向

資源水準の判断には、1960年から2016年まで57年間のマチ類4種の漁獲統計がある鹿児島市中央卸売市場のデータを用いた。なお、鹿児島中央卸売市場では1989年までヒメダイとオオヒメが区別されていなかったため、本報告では両種を混合種群として扱った。水準の判断

には、アオダイ、ハマダイおよびヒメダイ・オオヒメの混合種群それぞれの漁獲量の最高値と最低値を3等分した値を高位・中位・低位の区切りとした(図8)。いずれの種・種群においても、1960年代から1980年代における漁獲量と比較して1990年代以降の漁獲は少なく、いずれの種・種群とも資源水準を低位と判断した。

アオダイの資源動向は、近年5年間の資源量指標値が減少傾向であることから(図14)、減少と判断した。

ハマダイの資源動向は、近年5年間の資源量指標値が概ね増加傾向であることから(図15)、増加と判断した。

ヒメダイの資源動向は、近年5年間の資源量指標値が減少傾向であることから(図16)、減少と判断した。

オオヒメの資源動向は、近年5年間の資源量指標値が概ね横ばいであることから(図17)、横ばいと判断した。

5. 2018年ABCの算定

(1) 資源評価のまとめ

資源水準は、鹿児島市中央卸売市場におけるアオダイ、ハマダイの魚種別漁獲量、ヒメダイとオオヒメの合計漁獲量を用いて判断した。いずれの種・種群においても、資源水準は低位と判断した。

資源動向は、近年の八重山漁協所属船のCPUEを資源量指標値として用いて判断した結果、アオダイとヒメダイは減少傾向、ハマダイは増加傾向、オオヒメは横ばいであった。

第1期および第2期資源回復計画、その後の広域資源管理方針により周年または期間保護区を設置した結果、資源の減少に歯止めがかかりつつあるが、資源の増大にはつながっていない。今後、漁獲体長規制の強化や保護区解禁後の漁場利用のあり方など、新たな方策が必要であろう。

(2) ABCの算定

マチ類では漁獲統計、生物情報において十分なデータが整備されていないため、漁獲量と資源量指標値の推移を基に、その水準および変動傾向に合わせた漁獲を行うことを管理方針として、以下のABC算定規則2-1)に基づき2018年ABCを算定した。

$$ABC_{limit} = \delta_1 \times Cave_{3-yr} \times \gamma_1$$

$$ABC_{target} = ABC_{limit} \times \alpha$$

$$\gamma_1 = (1 + k(b/I))$$

ここで、Cave 3-yrは2014～2016年の平均漁獲量(アオダイ306トン、ハマダイ246トン、ヒメダイ116トン、オオヒメ78トン)、 δ_1 はABC算定規則においてCaveを用いる時の低位水準の推奨値である0.7とした。 k はABC算定規則2-1)における標準値1.0、 b は2014～2016年の八重山漁協所属船CPUEの傾き(アオダイ-3.18、ハマダイ+0.86、ヒメダイ-0.03、オオヒメ+0.79)、 I は2014～2016年の八重山漁協所属船CPUEの平均値(アオダイ13.65 kg/航海、ハマダイ31.12kg、ヒメダイ10.71kg、オオヒメ13.26kg)を用いた。

	管理基準	Target/ Limit	2018年ABC (トン)	漁獲割合 (%)	F値(現状のF値 からの増減%)
アオダイ	0.7・Cave 3-yr・0.77	Target	131	—	—
		Limit	164	—	—
ハマダイ	0.7・Cave 3-yr・1.03	Target	142	—	—
		Limit	177	—	—
ヒメダイ	0.7・Cave 3-yr・1.00	Target	65	—	—
		Limit	81	—	—
オオヒメ	0.7・Cave 3-yr・1.06	Target	46	—	—
		Limit	58	—	—

Limitは、管理基準の下で許容される最大レベルの漁獲量である。Targetは、資源変動の可能性やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、より安定的な資源の維持が期待される漁獲量である。ABCtarget = α ABClimitとし、係数 α には標準値0.8を用いた。Cave3-yrは2014～2016年平均漁獲量を用いた。

(3) ABCの再評価

魚種	評価対象年 (当初・再評価)	管理基準	F 値	資 源 量	ABC limit (ト ン)	ABC target (ト ン)	漁獲量 (トン)
アオダイ	2017年(当初)	0.7・Cave 3-yr・0.94	—	—	207	166	
	2017年(2017年再評価)	0.7・Cave 3-yr・0.94	—	—	207	166	
ハマダイ	2017年(当初)	0.7・Cave 3-yr・1.04	—	—	165	132	
	2017年(2017年再評価)	0.7・Cave 3-yr・1.04	—	—	165	132	
ヒメダイ	2017年(当初)	0.7・Cave 3-yr・0.97	—	—	94	75	
	2017年(2017年再評価)	0.7・Cave 3-yr・0.97	—	—	94	75	
オオヒメ	2017年(当初)	0.7・Cave 3-yr・0.97	—	—	50	40	
	2017年(2017年再評価)	0.7・Cave 3-yr・0.97	—	—	50	40	

データの変更はないため、ABCも変更はない。

6. ABC以外の管理方策の提言

1980年代以降にマチ類全体の漁獲量が急激に減少したことから、2005年に第1期資源回復計画が公表され、5年間の期限付きながら18の保護区が設置された。その結果、尾叉長組成の変化や漁獲物に占める成熟個体の割合増加などが確認され(宍道ほか 2010)、ハマダイの資源量指標値が増加傾向になるなど、一定の効果が現れはじめていると考えられるものの、ハマダイ以外の漁獲量は減少を続けており、海域全体の資源量増加に反映されるまでに

は至っていないと判断した。2010年より第2期資源回復計画が開始され、2012年からは広域資源管理方針となって保護区を18区から24区（周年保護4区と期間保護20区）に増やした。第2期資源回復計画の開始に伴い、保護区設置に加え漁獲体長規制などによる小型魚保護も導入され、保護区内のみならず海域全体における小型魚への漁獲圧削減措置が実施されている。マチ類は一般に成長が遅く長寿命であり、成熟までに8年以上を要する魚種（ハマダイ）があるなど、長期的な視点での管理措置の実施が必要である。第1期資源回復計画で周年禁漁であった保護区が2010年4月に一部解禁、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が見られた。そのため、解禁された保護区での集中漁獲を避けるため、解禁時の保護区内への入域制限や1操業あたりの漁獲量制限を設ける等、保護区が一時的な管理方策にならないよう継続的な措置を講じていくことが検討されている。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。

7. 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, 208pp.
- 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, 30pp.
- 小枝圭太・本村浩之 (2017) 鹿児島大学総合研究博物館に所蔵されている胃内容物魚類標本.

Nature of Kagoshima **43**, 257-269.

- 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, 7p.
- 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, 8p.
- 奥山隼一・宍道弘敏・田邊智唯 (2017) 深海性フエダイ科魚類ハマダイの移動回遊生態解明 2～超音波テレメトリーによる行動追跡～. 平成29年度日本水産学会春季大会講演要旨集, 28p.
- 佐多忠夫 (1988) マチ類. 「サンゴ礁域の増養殖」諸喜田茂充編著, 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, 90p.
- 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, 8p.
- 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海裡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.
- 上原匡人・青沼佳方・山田真之・中村博幸・平手康市・岩本健輔・太田格・海老沢明彦 (2013) 北大九曾根保護区の試験操業結果 (アオダイ等資源回復推進調査、マチ類資源評価・資源回復調査、資源管理体制推進事業、生物情報収集調査). 沖縄県水産海洋研究センター事業報告書, **74**, 61-65.
- 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.

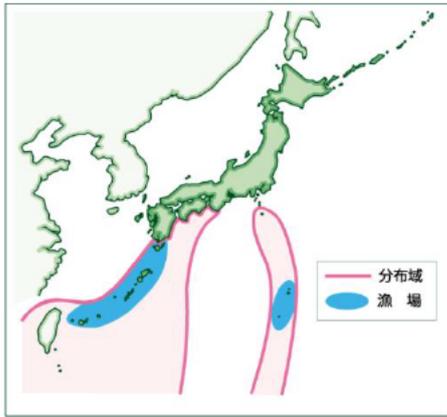


図1. マチ類の分布域と漁場

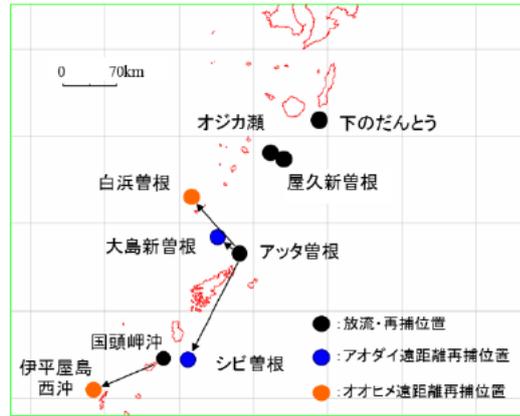


図2. 標識放流地点および再捕地点

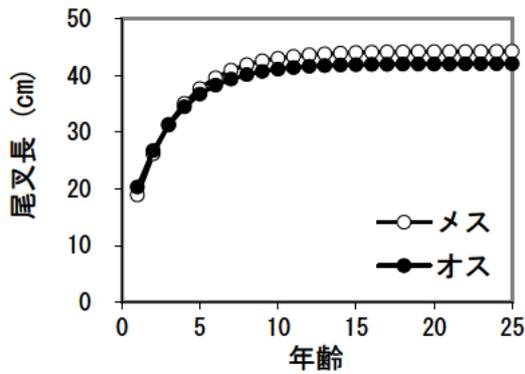


図3. アオダイの成長曲線

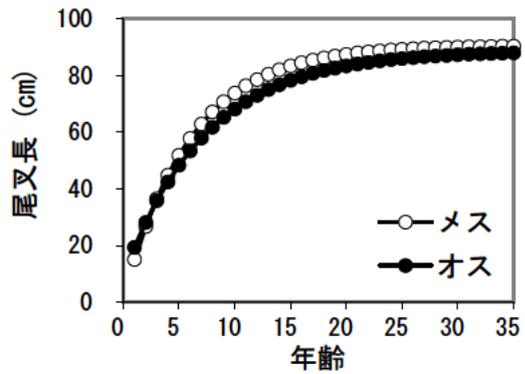


図4. ハマダイの成長曲線

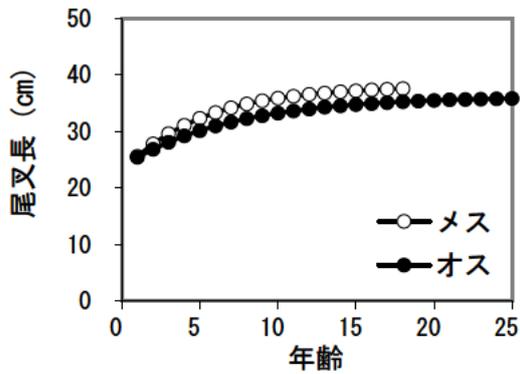


図5. ヒメダイの成長曲線

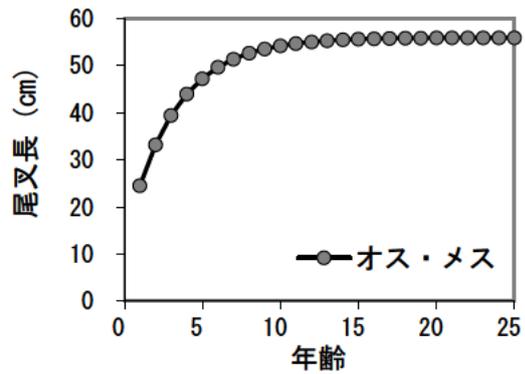


図6. オオヒメの成長曲線

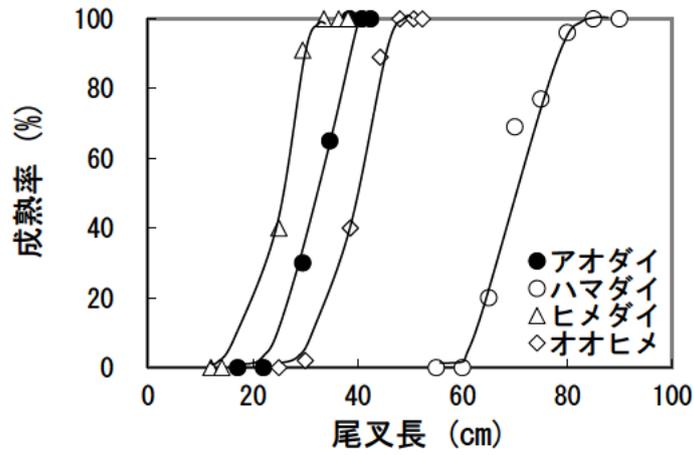


図7. マチ類4種の尾叉長と成熟率の関係

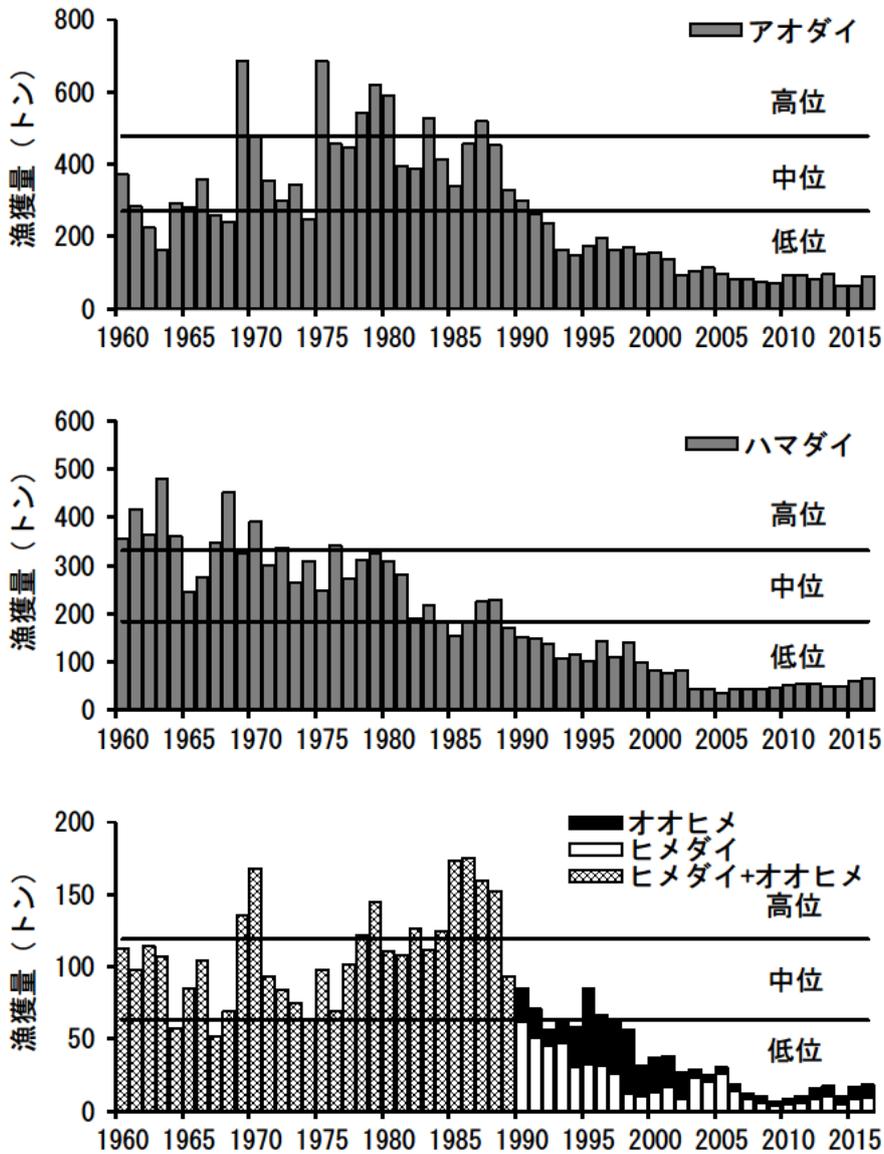


図8. 鹿児島市中央卸売市場におけるマチ類4種水揚げ量の経年変化

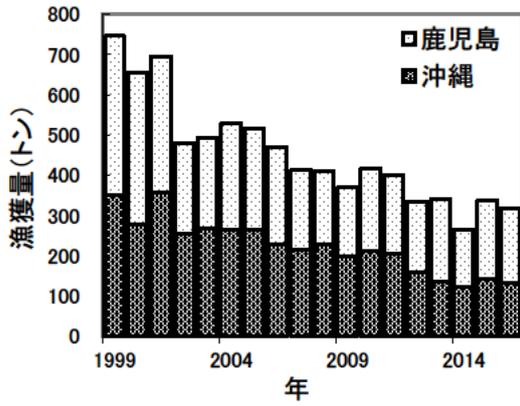


図9. アオダイの漁獲量

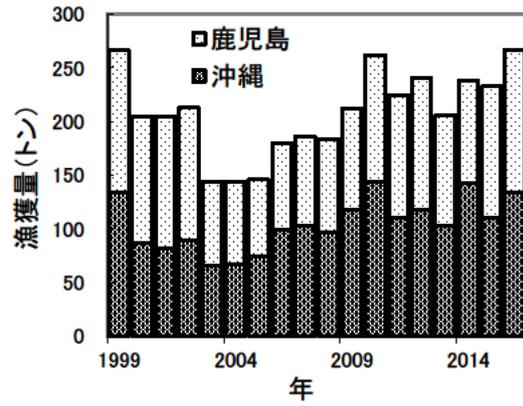


図10. ハマダイの漁獲量

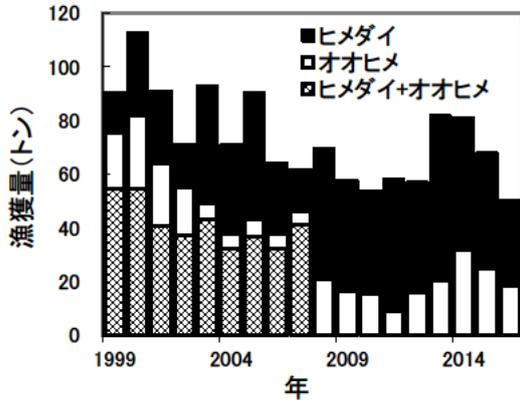


図11. 鹿児島県主要港におけるヒメダイおよびオオヒメの漁獲量

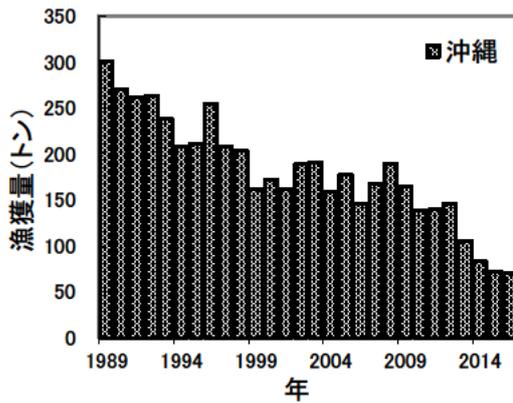


図12. 沖縄県のヒメダイ漁獲量

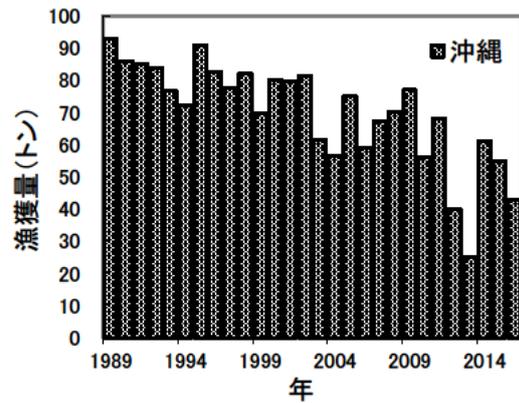


図13. 沖縄県のオオヒメ漁獲量

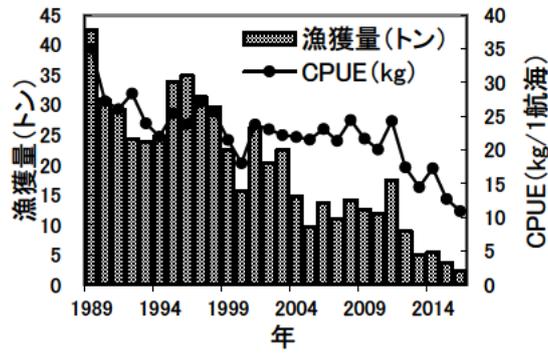


図14. 八重山漁協所属船によるアオダイの漁獲量とCPUE

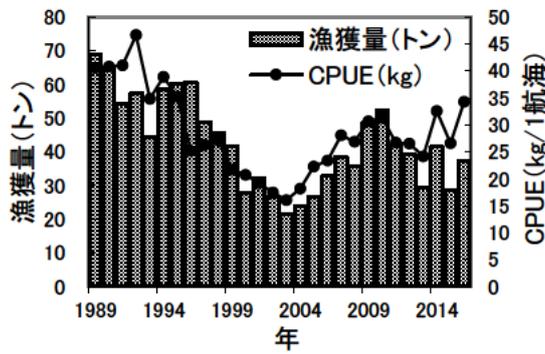


図15. 八重山漁協所属船によるハマダイの漁獲量とCPUE

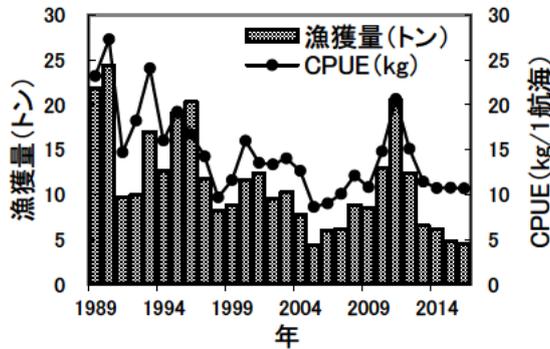


図16. 八重山漁協所属船によるヒメダイの漁獲量とCPUE

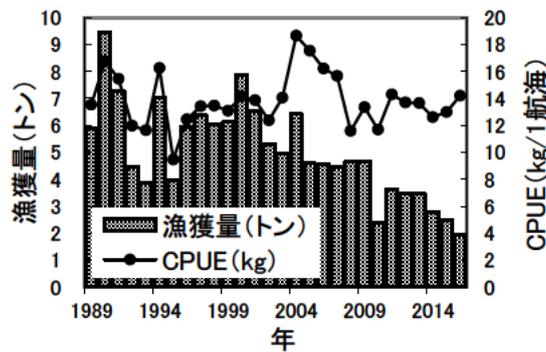


図17. 八重山漁協所属船によるオオヒメの漁獲量とCPUE

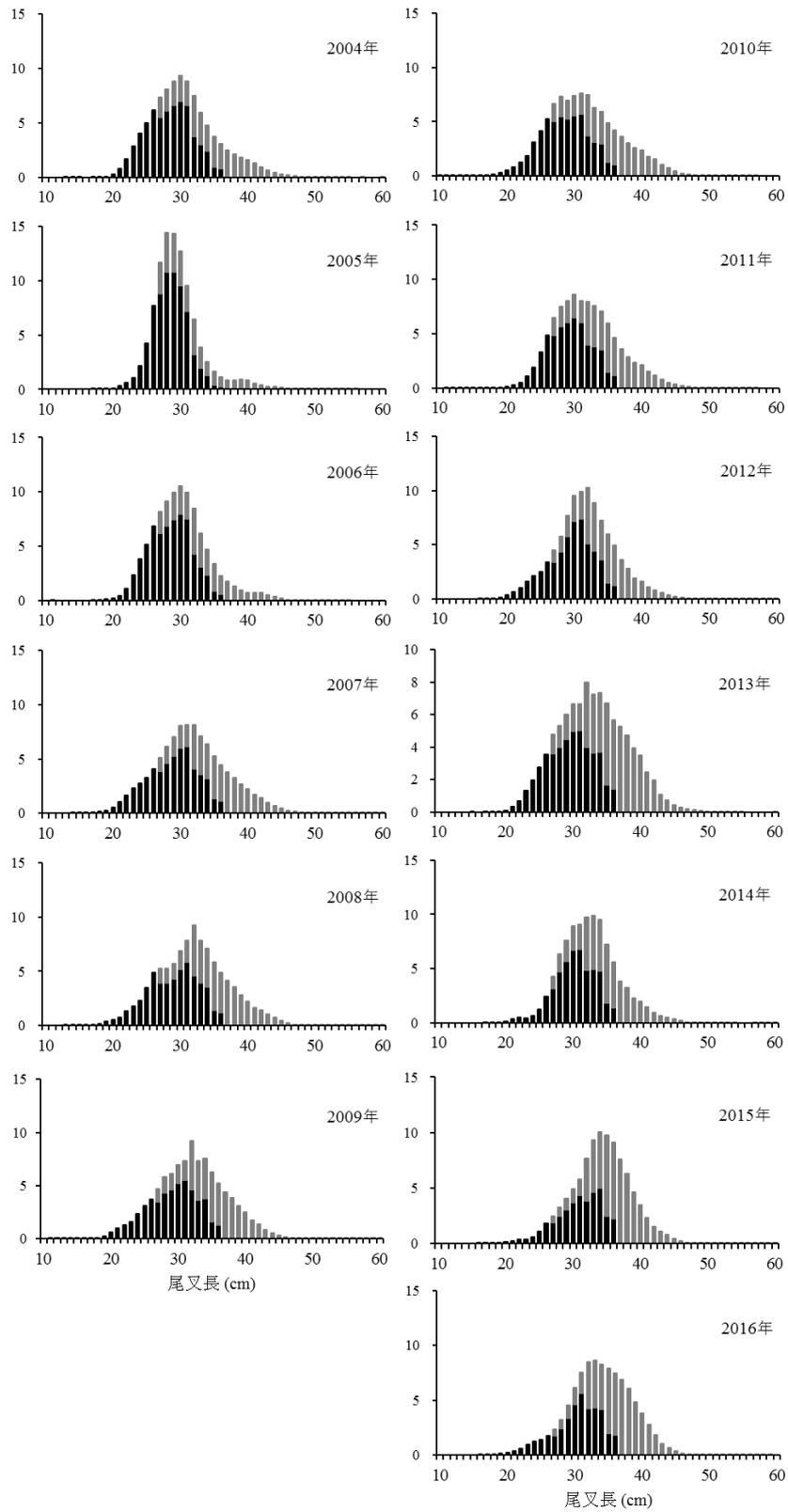


図18. 2004～2016年漁獲物に基づくアオダイの尾叉長組成 縦軸は出現頻度(%)、縦棒の黒色は未成熟個体、灰色は成熟個体。

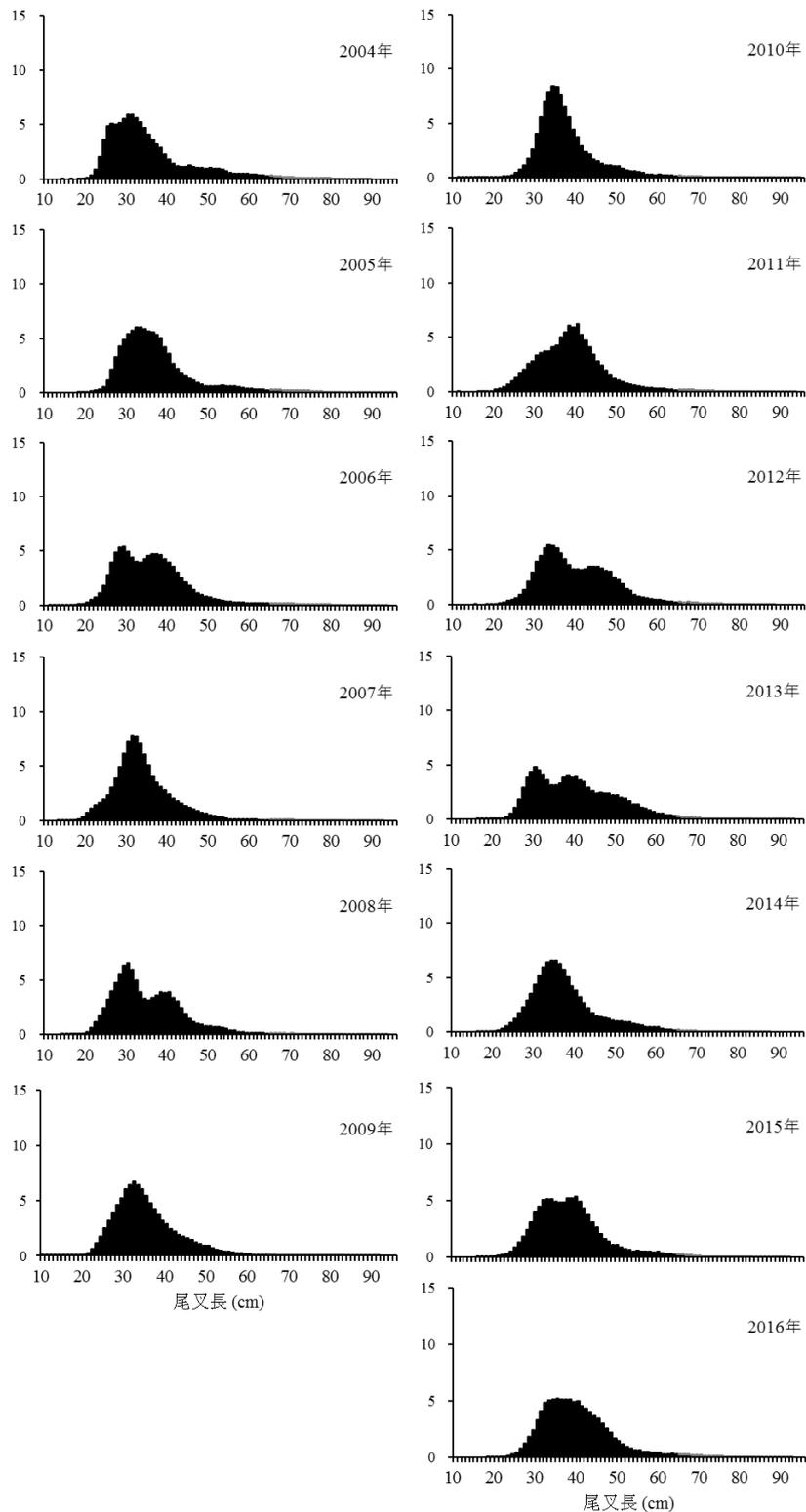


図19. 2004～2016年漁獲物に基づくハマダイの尾叉長組成 縦軸は出現頻度(%)、縦棒の黒色は未成熟個体、灰色は成熟個体。

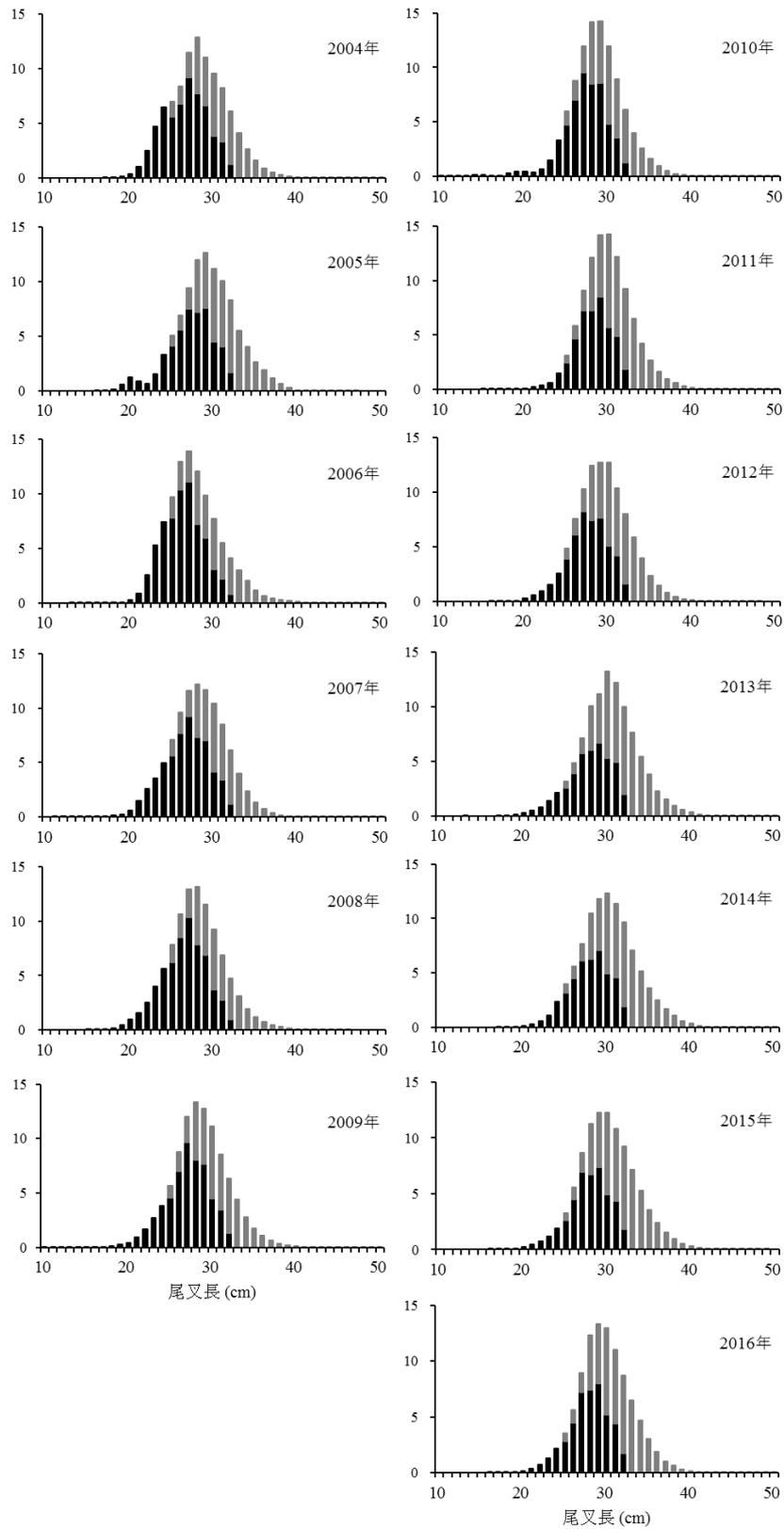


図20. 2004～2016年漁獲物に基づくヒメダイの尾叉長組成 縦軸は出現頻度(%)、縦棒の黒色は未成熟個体、灰色は成熟個体。

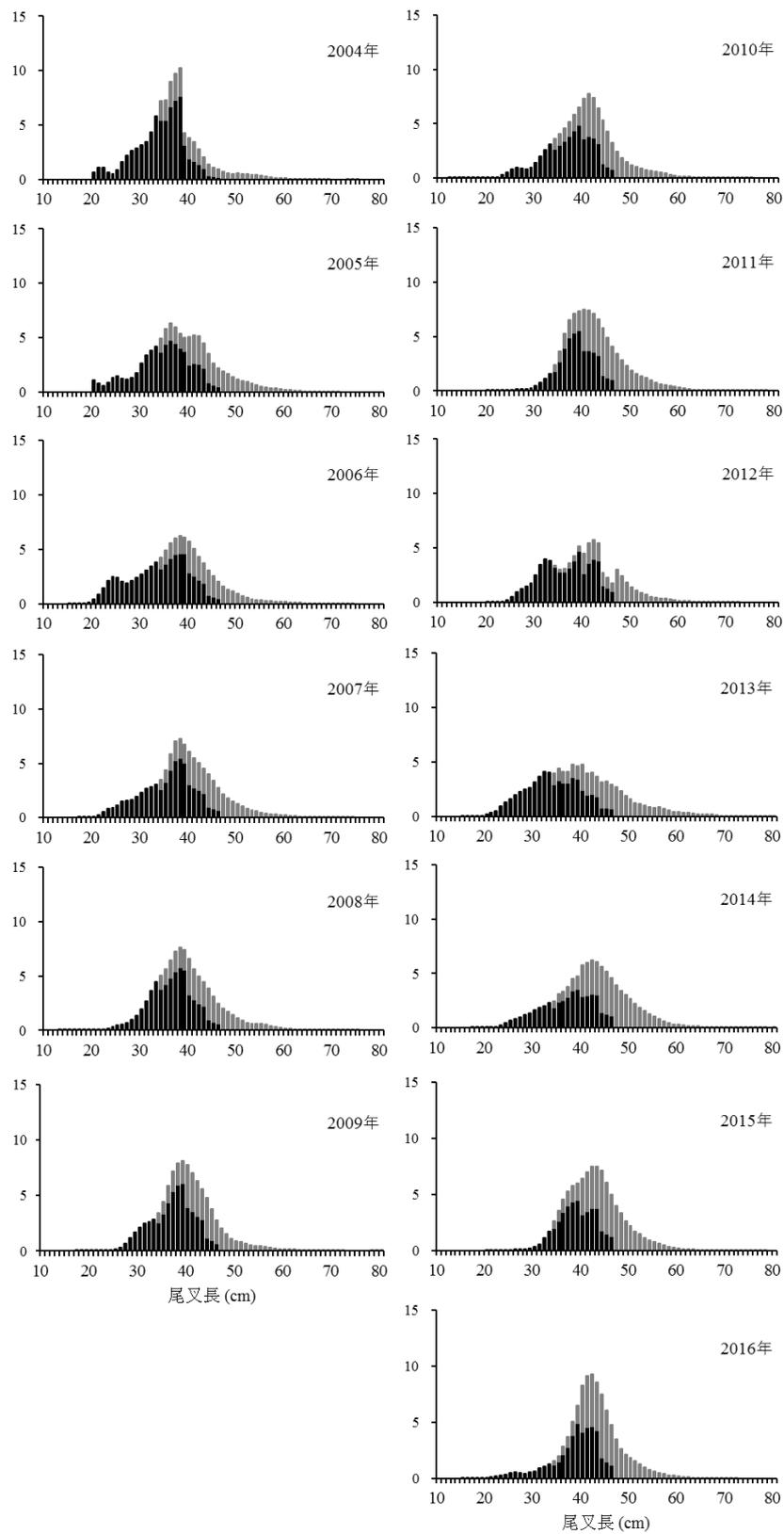


図21. 2004～2016年漁獲物に基づくオオヒメの尾叉長組成 縦軸は出現頻度(%)、縦棒の黒色は未成熟個体、灰色は成熟個体。

表1. 鹿児島市中央卸売市場における1960年～2016年のマチ類水揚げ量(トン)

年	アオダイ	ハマダイ	ヒメダイ+オオヒメ	ヒメダイ	オオヒメ	合計
1960	372	356	113			841
1961	283	417	98			798
1962	225	363	114			702
1963	164	480	107			751
1964	292	360	57			709
1965	280	244	85			609
1966	357	276	104			737
1967	258	348	52			658
1968	239	452	69			760
1969	685	324	136			1,145
1970	476	391	168			1,035
1971	355	300	93			748
1972	300	336	84			720
1973	343	263	75			681
1974	248	309	64			621
1975	685	249	98			1,032
1976	456	341	70			867
1977	448	274	101			823
1978	542	311	122			975
1979	621	326	145			1,091
1980	589	309	110			1,008
1981	396	283	108			787
1982	387	191	126			704
1983	528	217	112			857
1984	411	185	125			721
1985	340	154	174			668
1986	457	186	176			818
1987	518	225	159			902
1988	453	228	152			832
1989	329	171	94			594
1990	299	153		61	23	536
1991	262	150		51	20	483
1992	237	136		46	11	430
1993	163	107		47	17	334
1994	148	117		31	28	323
1995	174	101		32	53	360
1996	198	143		31	35	408
1997	163	109		26	36	334
1998	169	139		12	45	365
1999	152	98		11	21	281
2000	155	83		13	24	275
2001	139	76		16	22	253
2002	95	83		9	18	204
2003	102	43		23	6	174
2004	114	43		20	5	182
2005	97	35		26	5	163
2006	83	44		14	4	146
2007	80	44		9	4	136
2008	73	44		6	5	127
2009	69	46		4	3	123
2010	92	53		5	4	153
2011	92	54		6	4	157
2012	83	55		9	7	154
2013	96	48		10	7	161
2014	63	48		5	6	122
2015	65	61		8	8	142
2016	90	67		9	9	175

表2. 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	ハマダイ	ヒメダイ	オオヒメ
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	185	300	93
1990	977	1,443	311	174	270	86
1991	904	1,430	310	184	261	85
1992	969	1,417	386	195	263	84
1993	659	1,097	349	165	238	77
1994	661	1,138	379	189	208	72
1995	665	1,238	433	188	211	91
1996	683	1,334	415	215	254	83
1997	634	1,315	401	155	207	78
1998	535	1,168	387	159	203	82
1999	495	1,284	351	134	162	70
2000	421	1,234	279	87	172	80
2001	551	1,234	357	82	162	80
2002	279	835	255	90	188	81
2003	251	769	267	66	190	62
2004	212	842	265	67	159	57
2005	241	781	266	74	177	75
2006	238	753	228	100	145	59
2007			217	103	167	67
2008			227	97	189	70
2009			199	118	165	77
2010			212	144	138	56
2011			207	111	139	68
2012			158	118	146	40
2013			135	103	106	25
2014			123	143	83	61
2015			142	111	71	55
2016			132	134	71	43

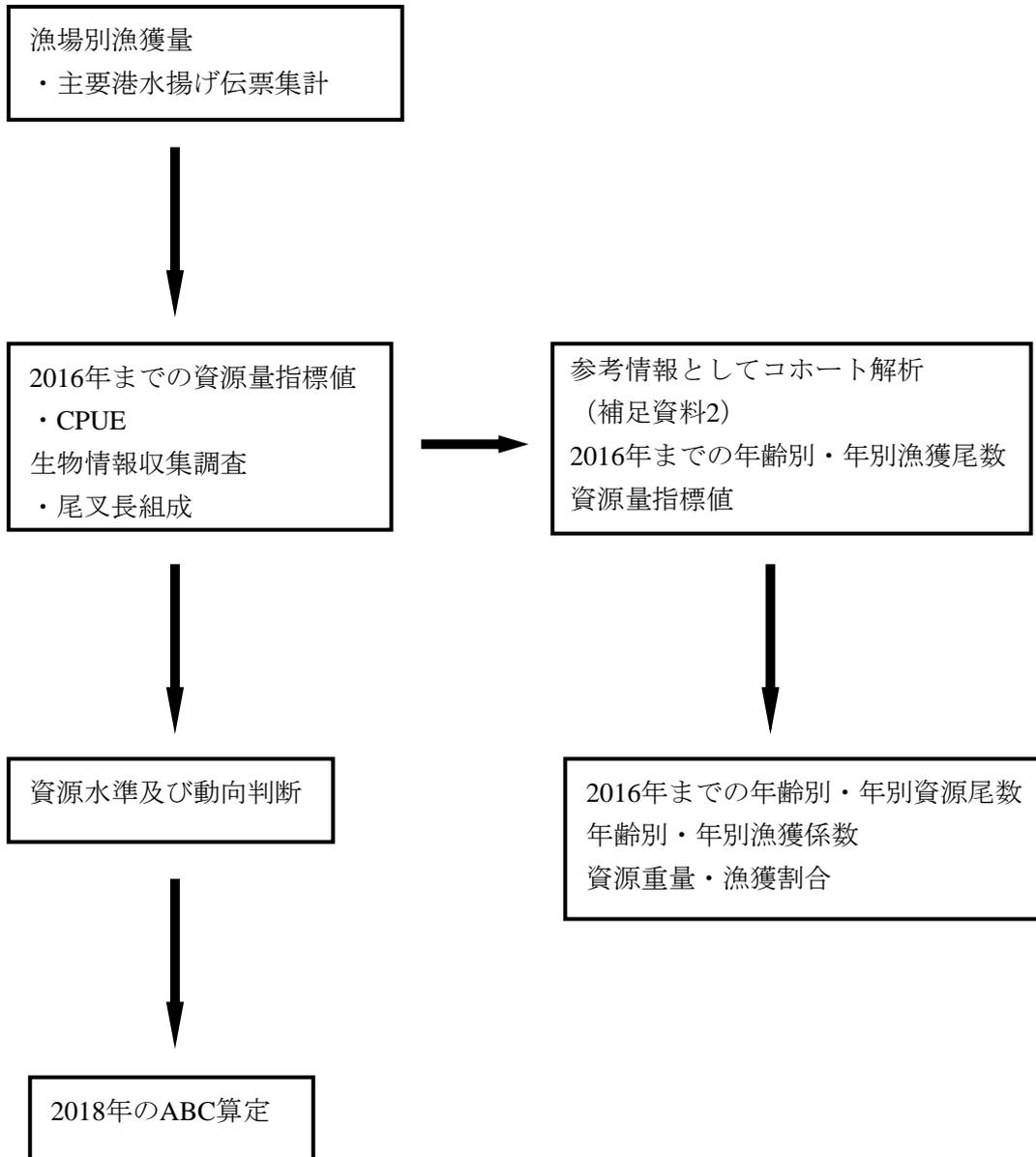
表3. 鹿児島県と沖縄県におけるマチ類4種の漁獲量(トン)

年	アオダイ			ハマダイ			ヒメダイ+オオヒメ	ヒメダイ			オオヒメ		
	鹿児島	沖縄	合計	鹿児島	沖縄	合計	鹿児島	鹿児島	沖縄	合計	鹿児島	沖縄	合計
1999	395	351	746	132	134	266	55	15	162		21	70	
2000	376	279	655	118	87	205	55	31	172		27	80	
2001	339	357	695	122	82	204	41	27	162		23	80	
2002	224	255	479	123	90	213	37	16	188		18	81	
2003	228	267	495	78	66	144	43	44	190		6	62	
2004	264	265	529	77	67	144	33	33	159		5	57	
2005	251	266	516	72	74	146	37	47	177		6	75	
2006	241	228	470	80	100	180	33	26	145		5	59	
2007	197	217	414	83	103	186	41	15	167		5	67	
2008	184	227	411	87	97	184		48	189	237	21	70	91
2009	170	199	369	94	118	212		41	165	206	16	77	93
2010	204	212	416	118	144	262		38	138	176	16	56	72
2011	195	207	402	114	111	225		49	139	188	9	68	77
2012	177	158	335	123	118	241		41	146	187	16	40	56
2013	205	135	340	103	103	206		61	106	167	20	25	45
2014	142	123	265	95	143	238		49	83	132	32	61	93
2015	196	142	338	122	111	233		43	71	114	25	55	80
2016	185	132	317	132	134	267		32	71	103	18	43	61

表4. 八重山漁協所属船によるマチ類4種の漁獲量(トン)・航海数およびCPUE(kg/航海)

年	アオダイ			ハマダイ			ヒメダイ			オオヒメ		
	漁獲量	航海数	CPUE	漁獲量	航海数	CPUE	漁獲量	航海数	CPUE	漁獲量	航海数	CPUE
1989	42.53	1,214	35.04	68.93	1,701	40.52	21.82	942	23.16	5.89	435	13.54
1990	30.82	1,132	27.23	64.77	1,588	40.79	24.34	893	27.26	9.46	565	16.74
1991	29.26	1,123	26.06	54.10	1,319	41.02	9.64	656	14.69	7.25	469	15.45
1992	24.38	860	28.34	57.34	1,230	46.62	9.98	548	18.22	4.46	373	11.96
1993	23.90	998	23.95	44.39	1,276	34.79	17.00	707	24.05	3.87	333	11.63
1994	24.78	1,127	21.99	58.37	1,502	38.86	12.60	787	16.01	7.03	433	16.24
1995	33.84	1,332	25.40	60.06	1,706	35.20	18.99	989	19.20	3.98	421	9.46
1996	34.91	1,465	23.83	60.52	2,407	25.14	20.30	1,215	16.71	5.96	479	12.45
1997	31.34	1,158	27.07	48.87	1,862	26.25	11.69	821	14.24	6.37	475	13.42
1998	29.73	1,158	25.67	45.51	1,679	27.11	8.17	844	9.68	6.04	449	13.45
1999	22.42	1,042	21.52	41.79	1,925	21.71	8.85	764	11.59	6.11	467	13.09
2000	15.53	861	18.04	27.71	1,337	20.72	11.58	725	15.98	7.88	557	14.15
2001	26.23	1,103	23.78	32.18	1,677	19.19	12.36	914	13.52	6.54	472	13.86
2002	20.24	878	23.05	26.57	1,524	17.43	9.52	713	13.36	5.30	428	12.37
2003	22.48	1,012	22.22	21.54	1,344	16.03	10.30	735	14.01	4.93	351	14.06
2004	14.79	674	21.94	23.72	1,308	18.13	7.81	619	12.62	6.41	344	18.64
2005	9.67	449	21.53	26.44	1,189	22.24	4.27	496	8.61	4.59	262	17.52
2006	13.60	589	23.09	32.78	1,404	23.35	5.97	662	9.02	4.54	280	16.21
2007	11.09	519	21.37	38.35	1,367	28.05	6.16	611	10.08	4.45	284	15.67
2008	14.15	579	24.44	35.79	1,332	26.87	8.86	733	12.09	4.65	401	11.60
2009	12.51	577	21.69	48.70	1,590	30.63	8.54	790	10.81	4.67	350	13.34
2010	11.75	579	20.30	52.16	1,665	31.33	12.64	876	14.43	2.39	205	11.68
2011	17.40	713	24.41	41.88	1,569	26.69	20.27	993	20.42	3.61	253	14.28
2012	9.00	517	17.40	39.36	1,486	26.49	12.43	824	15.08	3.47	253	13.71
2013	5.03	348	14.46	29.51	1,222	24.14	6.52	570	11.43	3.45	253	13.65
2014	5.38	311	17.29	41.49	1,275	32.54	6.10	569	10.72	2.77	220	12.61
2015	3.69	290	12.72	28.47	1,072	26.56	4.81	447	10.76	2.51	193	12.99
2016	2.31	211	10.94	37.37	1,091	34.25	4.49	421	10.67	1.96	138	14.19

補足資料1 資源評価の流れ



補足資料2 資源計算方法

鹿児島県と沖縄県の漁獲統計を用いて、アオダイとハマダイでは2004～2016年、ヒメダイとオオヒメでは両種が殆どの地域で区分された2008～2016年においてコホート解析を行い、それぞれの種における資源量を計算した。現在マチ類の資源尾数推定は、以下の2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を用いて作成した。

(2) 使用したデータは2004～2016年の13年分（アオダイ、ハマダイ）もしくは2008～2016年の9年分（ヒメダイ、オオヒメ）である。マチ類のように長寿命でかつ成熟が遅い魚種に対してはさらにデータの蓄積が必要である。

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、以下の式を用いて求めた。

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

自然死亡係数Mは、田内・田中の式（田中 1960）に従い、 $M=2.5/\lambda$ により求めた（ λ は寿命）。

(1) 資源尾数の計算

年齢別漁獲尾数は漁獲物の体長組成から推定した。年齢別資源尾数は生残の式（1、2）および漁獲方程式（3）に基づくコホート解析により計算した。

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

$$N_{a+,y+1} = N_{a+,y} \exp(-F_{a+,y} - M) + N_{a,y} \exp(-F_{a,y} - M) \quad (2)$$

$$C_{a,y} = N_{a,y} \frac{F_{a,y}}{F_{a,y} + M} (1 - \exp(-F_{a,y} - M)) \quad (3)$$

(Nは資源尾数、Cは漁獲尾数、aは年齢、yは年)

Fの計算は石岡・岸田（1985）の反復式を用い、プラスグループの資源尾数は平松（2000）に従った。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、2016年のFは過去3年間の平均値とした。

(2) チューニングVPA

資源尾数の計算を行った後、八重山漁協所属船のCPUE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2016年の年齢別選択率が過去13年（2004～2016年、アオダイ、ハマダイ）もしくは9年（2008～2016年、ヒメダイ、オオヒメ）の平均であるとして計算した。

$$\text{最小} \sum_{y=2004}^{2016} \left\{ \ln(q \cdot B_y) - \ln(CPUE1_y) \right\}^2 \quad \text{アオダイ、ハマダイ}$$

$$\sum_{y=2008}^{2016} \left\{ \ln(q \cdot B_y) - \ln(CPUE1_y) \right\}^2 \quad \text{ヒメダイ、オオヒメ}$$

$$q = \left(\frac{\prod_{y=2004}^{2016} (CPUE1_y)}{\prod_{y=2004}^{2016} B_y} \right)^{\frac{1}{13}} \quad \text{アオダイ、ハマダイ}$$

$$q = \left(\frac{\prod_{y=2008}^{2016} (CPUE1_y)}{\prod_{y=2008}^{2016} B_y} \right)^{\frac{1}{9}} \quad \text{ヒメダイ、オオヒメ}$$

ここでBは資源量、CPUE1は八重山漁協所属船のCPUEを示す。

1. アオダイ

耳石解析の結果によれば、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。したが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2010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、2011年以降0歳魚の漁獲量が減少したため、加入年齢を1歳とし、資源量は1歳魚以降について求めた。

(1) 漁獲物の年齢構成

2004～2016年の年齢別漁獲尾数を推定した（補足図2-1、補足表2-1）。漁獲の中心は、2004～2010年に1～3歳魚であったが、2011～2014年には2～3歳魚になり、2015年以降には2～4歳魚になった。

(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図2-2、補足表2-2に示した。1歳以上の資源量は、2004～2005年には1,600トンを超えたがその後漸減し、2016年には684トンに減少した。漁獲割合は、2004年から2014年まで30%前後で推移したが、2015年以降増加に転じ、2016年には46%に増加した。

親魚量は2004～2007年には若干増加しながらも概ね横ばいで推移したが、2008年以降は

緩やかな減少傾向である(補足図2-3)。加入尾数は2004年の133万尾から減少を続け、2015年には20万尾台になった。

再生産成功率は、2008年まで減少、その後2010までわずかに増加したが、2014年以降再び減少した(補足図2-4)。

(3) 資源と漁獲の関係

年齢別選択率を一定(2012~2016年の平均)として、2016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)を計算した(補足図2-5)。F_{current}(2016年の平均F=0.62)は、F_{max}(0.35)、F_{30%SPR}(0.26)、F_{0.1}(0.21)よりかなり高い値を示した。

2. ハマダイ

ハマダイの寿命に関する知見はほとんどなく、生態には不明な部分が多い。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年を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年と仮定し、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)に従ってこの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歳以上でM=0.042とした。ハマダイは、加入年齢を1歳とし、資源量は1歳魚以降について求めた。

(1) 漁獲物の年齢構成

2004~2016年の年齢別漁獲尾数を推定した(補足図2-6、補足表2-3)。漁獲の中心は、2004~2009年には1~3歳魚であったが、2010年以降は2~4歳魚になった。

(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図2-7、補足表2-4に示した。1歳以上の資源量は、2004年以降増加して2014年に700トンを超えたが、その後僅かに減少して、2016年には589トンになった。漁獲割合は2004~2015年は31~41%で推移し、2016年には45%であった。

親魚量は2004~2007年に大幅に減少し、その後2014年まで僅かな増減を繰り返し、2015~2016年にやや増加した(補足図2-8)。加入量は2004年から2009年にかけて増加傾向にあったが、2009年から2010年に大きく減少し、その後2013年にかけて増加したが、以降再び大幅に減少した。

再生産成功率は2008年まで大きく増加したものの、2009~2010年に減少、2013年まで増加し、その後再び減少した(補足図2-9)。

(3) 資源と漁獲の関係

2016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) を計算した (補足図2-10)。 $F_{current}$ (2016年の平均 $F=0.61$) は、 F_{max} ($F=0.11$)、 $F_{30\%SPR}$ ($F=0.10$)、 $F_{0.1}$ ($F=0.08$) のいずれよりもかなり高い値を示した。

3. ヒメダイ

増田ほか (2008) によると、耳石輪紋から推定したヒメダイの寿命は、雌で18歳、雄で38歳である。ここではヒメダイの寿命を雌雄の間にあたる25歳と仮定し、自然死亡係数 M を0.1と仮定した。ヒメダイは、他の3種と異なり、0歳魚から漁獲されているため、加入年齢を0歳とし、資源量は全年齢について求めた。

(1) 漁獲物の年齢構成

2008～2016年の年齢別漁獲尾数を推定した (補足図2-11、補足表2-5)。漁獲の中心は1～3歳魚であった。2008～2010年には0歳魚も多く漁獲されたが、2011年以降には少なくなった。

(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図2-12、補足表2-6に示した。資源量は2008～2011年には700トン以上を維持していたが、2012年から減少傾向となり、2013～2016年には600トンを下回った。漁獲割合は、2008年から2014年まで23～29%であったが、2015年は20%、2016年は17%に減少した。

親魚量は2008年から2011年までやや増加したが、その後僅かずつ減少し、2014～2016年には300トンを下回った (補足図2-13)。加入量は2008年から2012年にかけてほぼ連続的に減少し、その後僅かに増加した。

再生産成功率は2008年から2012年にかけて減少したが、その後はやや増加した (補足図2-14)。

(3) 資源と漁獲の関係

2016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) を計算した (補足図2-15)。 $F_{current}$ (2016年の平均 $F=0.26$) は、 F_{max} (0.57)、 $F_{30\%SPR}$ (0.42)、 $F_{0.1}$ (0.30) のいずれよりも低い値を示した。

4. オオヒメ

増田ほか (2008) によると、耳石輪紋から推定したオオヒメの寿命は7歳とされたが、海老沢ほか (2005) では少なくとも20年以上と推定され、結果が異なっている。ここではオオヒメの寿命を便宜的に、両結果の間にあたる15歳と仮定し、自然死亡係数 M を0.17と仮定した。オオヒメは、加入年齢を1歳とし、資源量は1歳魚以降について求めた。

(1) 漁獲物の年齢構成

2008～2016年の年齢別漁獲尾数を推定した (補足図2-16、補足表2-7)。漁獲の中心は1～4歳魚であった。

(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図2-17、補足表2-8に示した。資源量は2008年から2012年にかけてやや減少したが、その後僅かに増加し、2014～2016年には400トン前後で推移した。

親魚量は2008～2012年に減少したが、その後2016年にかけてやや増加傾向であった(補足図2-18)。加入量は2008～2010年に減少した後2014年まで増加し、2015～2016年には大幅に減少した。

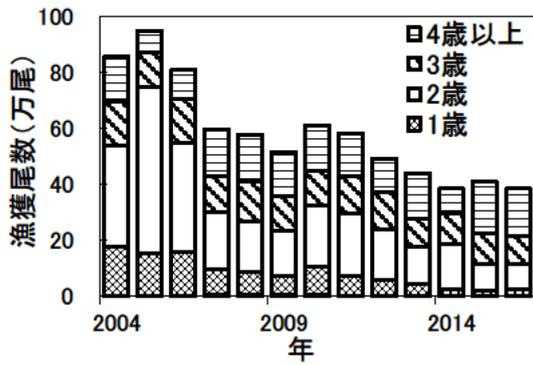
再生産成功率は2014年まで増加し、その後2016年まで大幅な減少傾向を示した(補足図2-19)。

(3) 資源と漁獲の関係

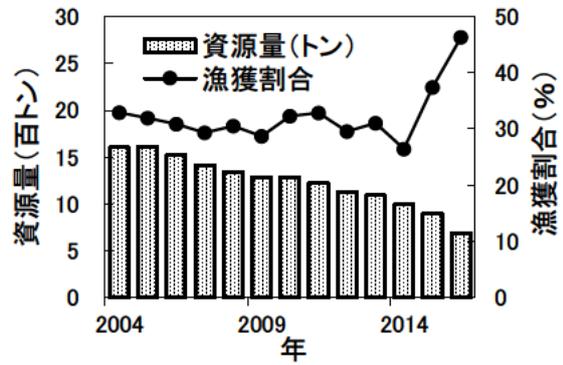
2016年の平均Fを基準に、Fを変化させた場合の加入量あたりの親魚量(SPR)および加入量あたりの漁獲量(YPR)を計算した(補足図2-20)。F_{current}(2016年の平均F=0.19)は、F_{max}(0.45)、F_{30%SPR}(0.30)、F_{0.1}(0.23)のいずれよりも低い値を示した。

引用文献

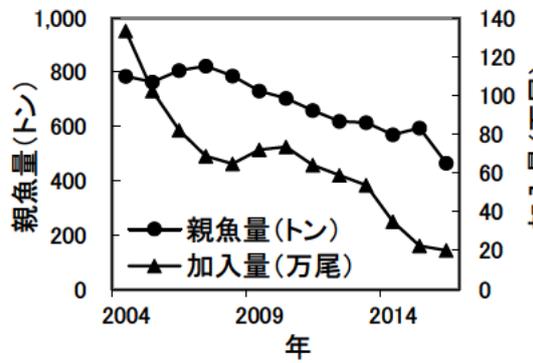
- 海老沢明彦・山本隆司・福田将数(2005) 沖縄近海産オオヒメの生物特性と資源評価. 平成16年度普及に移す技術の概要, 147-148.
- 海老沢明彦・平手康市・山田真之(2009) VPAによる琉球列島海域産ハマダイの資源量推定(アオダイ等資源回復推進調査, 生物情報収集調査). 平成20年度沖縄県水産海洋研究センター事業報告書, 70, 20-22.
- 福田将数・海老沢明彦(2002) マチ類の漁業管理推進調査. 平成12年度沖縄県水産試験場事業報告書, 54-57.
- Loubens, G. (1980) Biologie de quelques de poissons du 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. 東海水研報, 28, 1-200.



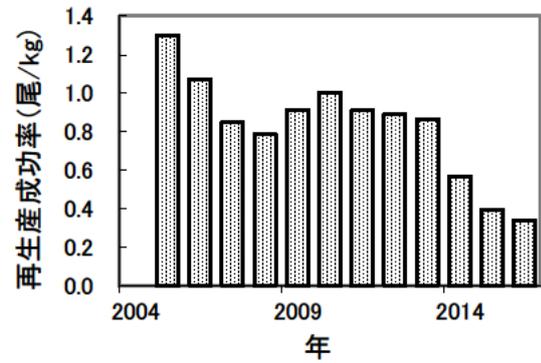
補足図2-1. アオダイの年齢別漁獲尾数



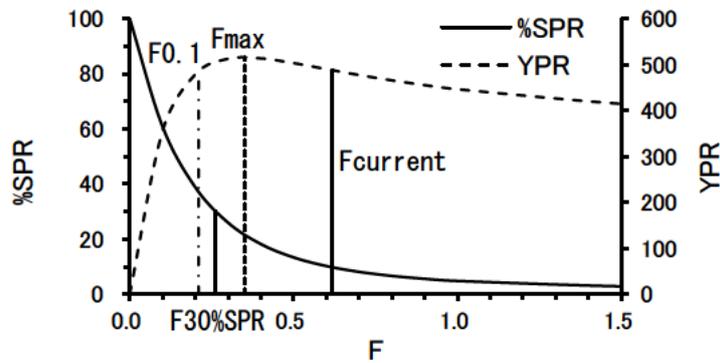
補足図2-2. アオダイの資源量と漁獲割合



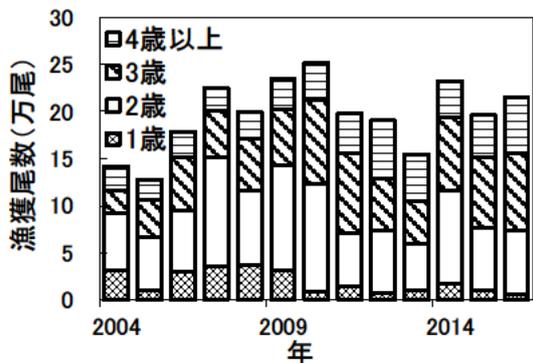
補足図2-3. アオダイの親魚量と加入尾数



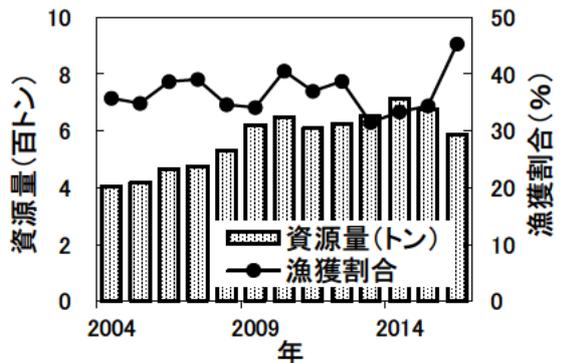
補足図2-4. アオダイの再生産成功率



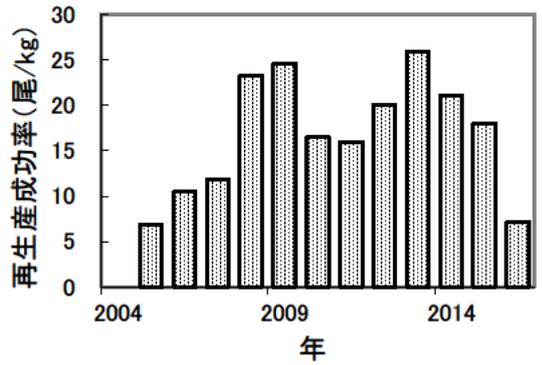
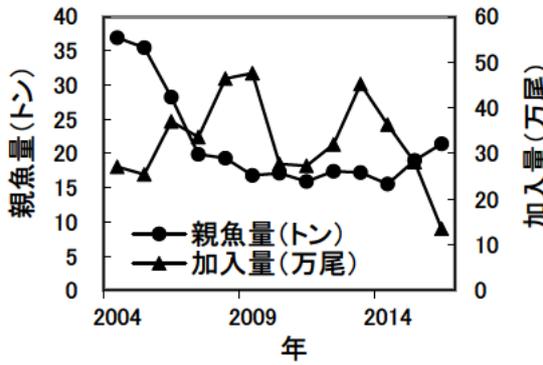
補足図2-5. アオダイのYPRとSPR



補足図2-6. ハマダイの年齢別漁獲尾数

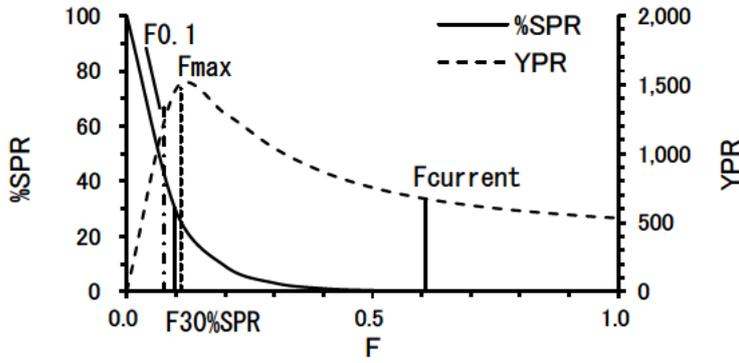


補足図2-7. ハマダイの資源量と漁獲割合

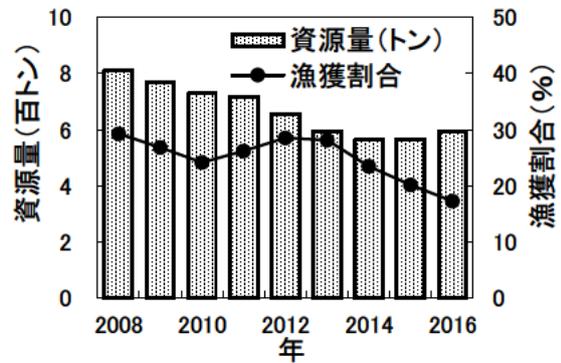
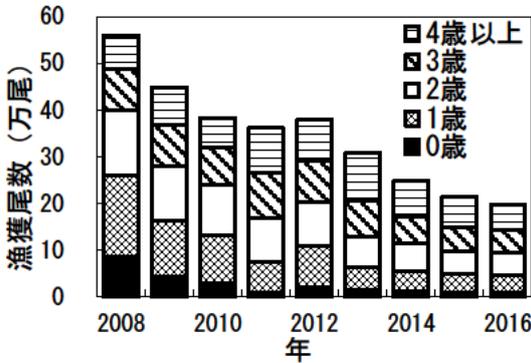


補足図2-8. ハマダイの親魚量と加入尾数

補足図2-9. ハマダイの再生産成功率

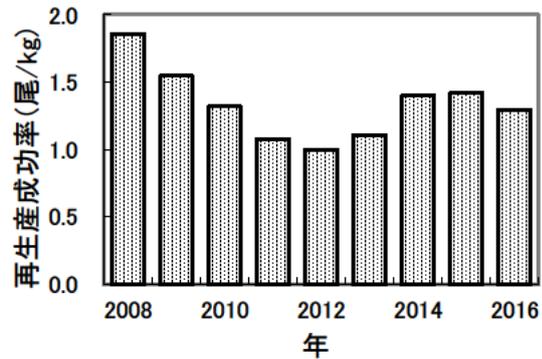
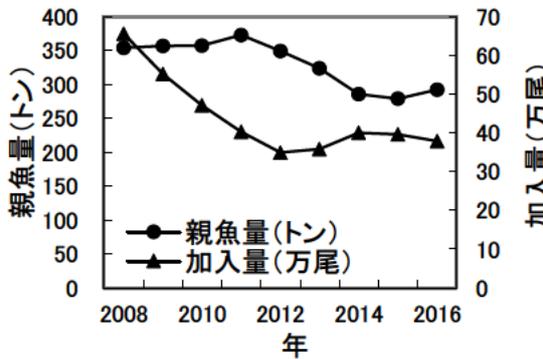


補足図2-10. ハマダイのYPRとSPR



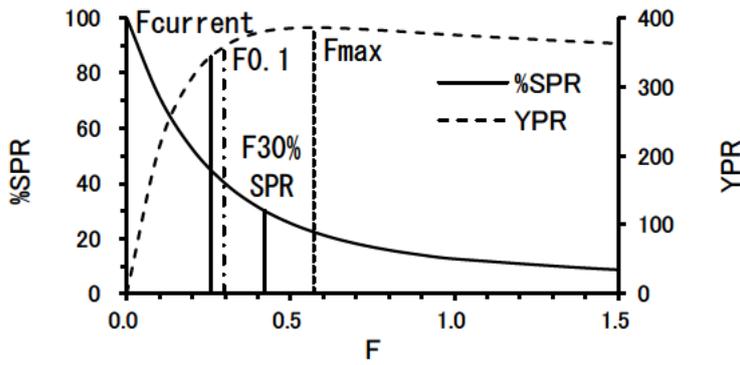
補足図2-11. ヒメダイの年齢別漁獲尾数

補足図2-12. ヒメダイの資源量と漁獲割合

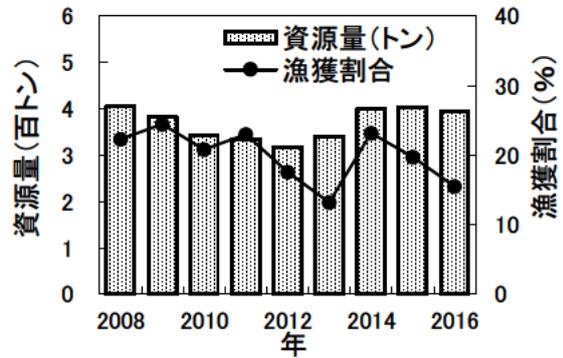
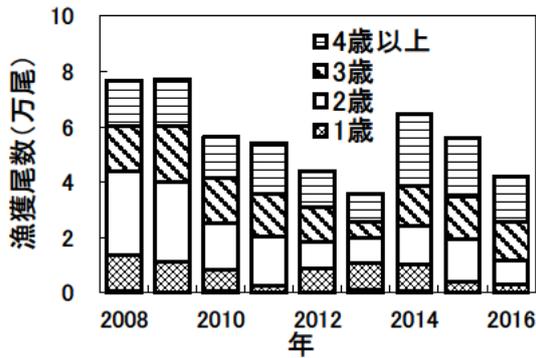


補足図2-13. ヒメダイの親魚量と加入尾数

補足図2-14. ヒメダイの再生産成功率

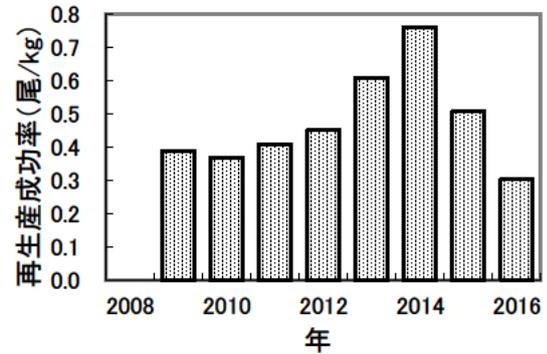
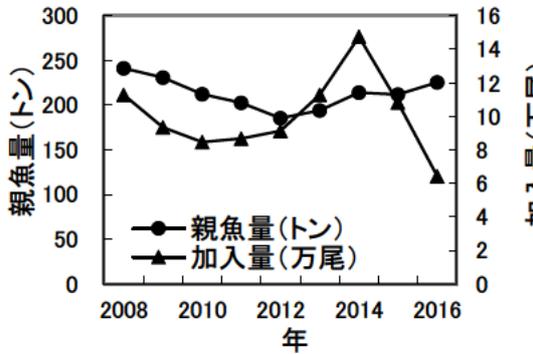


補足図2-15. ヒメダイのYPRとSPR



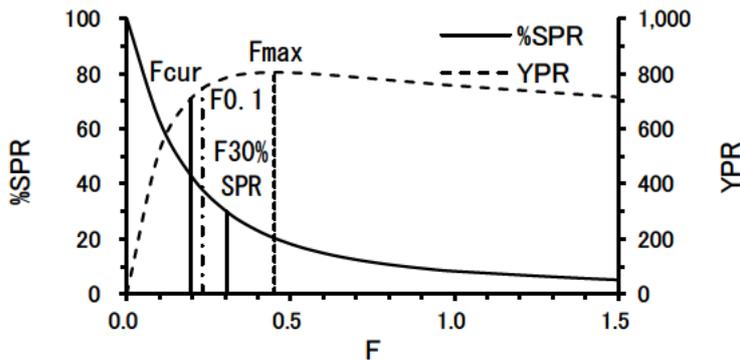
補足図2-16. オオヒメの年齢別漁獲尾数

補足図2-17. オオヒメの資源量と漁獲割合



補足図2-18. オオヒメの親魚量と加入尾数

補足図2-19. オオヒメの再生産成功率



補足図2-20. オオヒメのYPRとSPR

補足表 2-1. アオダイの年齢別漁獲尾数 (単位: 千尾)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1歳	174	153	158	90	84	68	100	70	56	47	27	21	24
2歳	363	596	386	206	179	160	219	225	183	129	162	94	91
3歳	156	122	157	129	140	124	119	131	129	99	109	109	98
4歳	58	26	46	58	62	60	56	62	54	54	43	73	59
5歳	39	16	24	42	45	42	40	38	31	44	21	53	50
6歳	15	9	8	16	16	16	16	14	9	17	7	18	19
7歳	13	8	6	13	13	13	14	12	8	15	5	13	15
8歳	11	5	6	10	9	9	11	9	5	11	4	9	11
9歳以上	23	13	15	25	24	18	26	19	12	22	8	17	17

補足表 2-2. 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	2014	2015	2016
1歳	391	321	247	195	190	207	216	197	170	160	106	67	58
2歳	369	507	388	298	270	255	290	283	263	240	223	149	95
3歳	234	231	271	246	245	227	221	234	217	211	225	180	126
4歳	142	133	163	176	169	158	151	148	151	137	152	162	108
5歳	117	93	116	129	130	118	109	105	96	108	91	120	100
6歳	82	75	76	91	83	82	72	66	64	63	60	69	63
7歳	69	61	62	65	69	61	60	51	47	51	40	51	46
8歳	57	49	49	53	46	51	42	39	33	35	29	32	31
9歳以上	146	145	148	155	141	124	124	99	89	89	66	72	57

補足表2-3. ハマダイの年齢別漁獲尾数 (単位: 千尾)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1歳	31	10	29	36	37	32	9	15	8	11	17	10	6
2歳	60	56	66	115	79	111	114	55	66	49	99	66	68
3歳	25	39	56	50	55	60	89	85	55	45	77	75	82
4歳	9	8	15	14	15	19	20	27	36	22	18	24	35
5歳	7	5	5	5	8	8	11	9	16	16	11	10	12
6歳	4	3	2	2	3	3	4	3	5	6	5	5	5
7歳	2	2	1	1	1	1	2	2	2	3	2	3	2
8歳	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9歳	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1
10歳	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
11歳	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19歳以上	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

補足表2-4. 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	2014	2015	2016
1歳	81	82	111	94	138	145	80	81	97	147	111	87	44
2歳	84	99	99	140	116	176	197	114	111	126	192	149	118
3歳	49	73	98	92	109	112	160	178	122	104	150	176	148
4歳	36	33	47	53	56	69	72	100	121	89	78	88	114
5歳	36	26	26	29	38	43	48	50	74	78	67	53	55
6歳	26	22	18	17	22	25	30	28	37	45	47	43	32
7歳	20	17	15	12	14	16	20	19	19	25	28	31	25
8歳	17	14	12	10	10	10	13	13	14	13	17	20	19
9歳	14	13	10	8	8	7	8	9	10	10	9	12	12
10歳	11	11	9	6	6	5	5	5	6	6	6	7	9
11歳	7	8	6	5	5	4	3	3	4	4	3	4	5
12歳	6	6	5	3	4	3	2	2	3	2	2	3	3
13歳	4	4	3	2	2	2	2	1	1	2	1	2	2
14歳	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15歳	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16歳	2	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1
17歳	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0
18歳	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19歳以上	3	3	3	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0

補足表2-5. ヒメダイの年齢別漁獲尾数 (単位: 千尾)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0歳	86	45	30	10	22	16	12	11	10
1歳	176	119	102	65	86	47	45	38	36
2歳	138	117	109	95	96	65	57	50	51
3歳	90	88	80	96	88	79	58	49	48
4歳	26	28	23	33	31	31	24	20	17
5歳	17	20	15	24	22	24	17	15	13
6歳	11	13	10	15	15	17	12	11	9
7歳以上	17	19	14	24	20	31	24	21	15

補足表2-6. ヒメダイの年齢別資源重量 (単位: トン)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0歳	142	120	96	92	78	79	92	88	86
1歳	194	173	154	136	120	100	104	119	119
2歳	170	155	153	138	130	104	97	103	124
3歳	113	119	113	115	105	96	83	79	90
4歳	66	66	74	73	64	59	55	52	54
5歳	43	48	48	58	50	44	38	39	40
6歳	29	31	34	36	41	34	27	26	28
7歳以上	55	57	57	69	68	79	67	60	54

補足表2-7. オオヒメの年齢別漁獲尾数 (単位: 千尾)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1歳	13	11	8	3	9	9	10	4	2
2歳	30	29	17	17	10	9	14	16	9
3歳	17	20	16	15	12	6	15	15	14
4歳	7	9	7	8	7	3	10	10	7
5歳	4	4	3	5	3	2	7	5	3
6歳	2	1	1	2	1	1	3	2	3
7歳	1	1	1	1	0	0	1	1	1
8歳	0	0	0	1	0	0	1	1	0
9歳	0	0	0	1	0	0	1	1	0
10歳以上	2	2	2	2	1	2	3	2	1

補足表2-8. オオヒメの年齢別資源重量 (単位: トン)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1歳	63	51	45	50	50	58	77	60	34
2歳	85	78	64	61	66	63	81	108	87
3歳	61	65	57	55	50	66	65	79	111
4歳	34	41	38	36	35	35	61	47	62
5歳	28	22	26	26	22	24	29	44	31
6歳	22	19	14	18	16	15	18	14	28
7歳	16	17	15	10	13	12	12	10	9
8歳	13	13	14	12	7	10	10	7	7
9歳	13	11	11	11	9	5	8	6	5
10歳以上	71	67	60	55	50	52	38	28	23