

平成28（2016）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（田邊智唯、青沼佳方、下瀬 環）

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、ヒメダイ、オオヒメ、ハマダイ）の本系群の資源状態について、八重山漁協所属船の1隻1航海あたりの漁獲量（CPUE）および参考値として試算した資源量の変動傾向により評価した。マチ類の漁獲量は、1970年代後半から1980年代前半にかけて最大を記録し、1980年代後半から1990年代にかけて急激に減少した。近年は、年による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2015年まで56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、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1960年代から1980年代における漁獲量と比較して遙かに少なく、資源水準は低位と判断した。資源動向の判断には、主に八重山漁協所属船のCPUEを用い、コホート解析により試算した近年の資源量を参考とした。アオダイとヒメダイでは、近年のCPUEが連続的に減少（ヒメダイ）、あるいは概ね減少傾向にあったこと（アオダイ）、試算した資源量も近年減少傾向を示したことから、資源動向は減少と判断した。オオヒメとハマダイでは、近年のCPUEはほぼ横ばいで推移していること、試算した資源量も近年ほぼ横ばいで推移していることから、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（鹿児島市中央卸売市場の漁獲統計）とCPUE（八重山漁協所属船の1隻1航海あたり漁獲量）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2017年ABCを算定した。

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が、地域ごとに漁業者の考え方が異なるなど漁業現場の課題が残されている。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	F値	漁獲割合 (%)	2017年 ABC (トン)	Blimit= -
						親魚量 5年後 (トン)
アオダイ	0.7・Cave 3-yr・0.94	Target	-	-	166	-
		Limit	-	-	207	-
ヒメダイ	0.7・Cave 3-yr・0.97	Target	-	-	75	-
		Limit	-	-	94	-
オオヒメ	0.7・Cave 3-yr・0.97	Target	-	-	40	-
		Limit	-	-	50	-
ハマダイ	0.7・Cave 3-yr・1.04	Target	-	-	132	-
		Limit	-	-	165	-

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。CtはCave 3-yr (近年の3年、2013～2015年平均漁獲量)を用いた。

	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	2011	-	-	402	-	-
	2012	-	-	335	-	-
	2013	-	-	340	-	-
	2014	-	-	265	-	-
	2015	-	-	338	-	-
ヒメダイ	2011	-	-	188	-	-
	2012	-	-	187	-	-
	2013	-	-	167	-	-
	2014	-	-	132	-	-
	2015	-	-	114	-	-
オオヒメ	2011	-	-	77	-	-
	2012	-	-	56	-	-
	2013	-	-	45	-	-
	2014	-	-	93	-	-
	2015	-	-	80	-	-
ハマダイ	2011	-	-	225	-	-
	2012	-	-	241	-	-
	2013	-	-	206	-	-
	2014	-	-	238	-	-
	2015	-	-	233	-	-

	水準	動向
アオダイ	低位	減少
ヒメダイ	低位	減少
オオヒメ		横ばい
ハマダイ	低位	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、ヒメダイ、オオヒメ、ハマダイ）の漁獲量は、1970～1980年代をピークとして1990～2000年代に著しく減少し、近年目立った回復が見られることな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、小型魚の漁獲制限の導入など、継続して資源管理への取り組みが実施されている。平成26年度には、鹿児島県において新たに2区が保護区に追加され、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、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種間で異なり、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で漁獲される（佐多 1988）。

回遊・移動に関しては、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

術開発センターが平成16年より標識放流調査を実施し、これまでにアオダイ1,580尾、ヒメダイ63尾、オオヒメ79尾、ハマダイ24尾を放流した。現在までの再捕は、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による北大九曾根での試験操業において、平成18~24年にアオダイ6尾、ヒメダイ20尾、オオヒメ23尾、ハマダイ90尾を放流し、平成24年3月末までにオオヒメ2尾が再捕された(上原ほか2013)。

(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

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

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

で与えられる(図3、片山2007)。

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ため、本報告では増田ほか(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(図4、増田ほか2008)。

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はほぼ一致した。これらを用いてBertalanffyの成長式を求めたところ、

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

で表され、雌雄による差は認められなかった(図5、増田ほか2008)。

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実施し、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(図6、増田ほか2010)。

マチ類は耳石年輪の輪紋が判読しづらく、ハマダイでは調査全個体数のおよそ2~3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る。したがって、大型魚の正確な齢査定や寿命の推定のためには別の手法を考案する必要があると考えられる(海老沢・前田 2006)。

(3) 成熟・産卵

マチ類4種の尾叉長 (FL) と成熟率の関係を図7に示した。

沖縄近海のアオダイの成熟率は、29.5cm (2歳) で30%、34.7cm (4歳) で65%、38.3cm (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23.2cm (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)。産卵盛期は5~7月と推定されている(富山 2000)。

沖縄近海ハマダイでは、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)が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時期から産卵期は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すると考えられた(海老沢 2007)。

(4) 被捕食関係

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

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

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

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

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

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

マチ類は、鹿児島県・沖縄県いずれにおいても水深100m以深で操業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業者が主体であるが、時期に応じてソデイカ漁などの他種漁業との兼業も行われている。また、一本釣でも操業形態や1航海あたりの操業日数に違いがあり、奄美群島や熊毛地区では日帰り操業が多いのに対し、沖縄本島や八重山諸島においては5t未満の小型船で日帰りまたは2～3日、5t以上の船で1週間程度の操業が主体である。

(2) 漁獲量の推移

1960～2015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、1965～2015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、水揚げは、いずれの県においても1970年代から1980年代にかけて最大を記録し、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、2015年の水揚げ量は最大値（1,145トン）を記録した1969年のおよそ13%、142トンであった（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トンを最大として、1979～1982年に2,000トンを超える漁獲を記録した。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（表2）。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238～977トンとなり、漁獲量水準は40年間で大幅に減少した。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に留意する必要がある。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、主要4種の漁獲量は属地統計によるものである。

アオダイの漁獲量について、鹿児島県と沖縄県の主要漁港における魚種別漁獲統計が整備された1999～2015年の経年変化を図9に示した。1999年には746トンあった漁獲量は、2002～2006年に500トン前後まで減少し、2007～2011年には400トン前後となった。2012年以降には、300トン前後で推移している。鹿児島県では、2002年に300トン台、2007年に200トン台をそれぞれ下回り、近年はほぼ100トン台で推移している。沖縄県では、2011年まで200～300トン台で推移したが、近年は100トン台に減少し、2015年は142トンであった。

ヒメダイ、オオヒメにおいては、鹿児島市中央卸売市場では1989年以前、熊毛地域では1998年以前、岩本漁協および奄美地域では2007年以前には、漁獲統計上、両種が区別されていなかった。鹿児島県における主要漁港の漁獲データが整備された1999年以降のヒメダイとオオヒメの合計漁獲量について、図10に示した。2015年までの漁獲統計において、鹿児島県内では喜界島漁協だけヒメダイとオオヒメが区別されていない。鹿児島市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176トンの最高値を記録して以降減少傾向で推移し、1989年には100トンを下回った。その後も著しい減少傾向が続き、2009年にはわずか9トン（最低値）となったが、2015年はやや回復して17トンであった（図8、表1）。鹿児島県主要漁港全体に水揚げされたヒメダイ・オオヒメ合計漁獲量は、およそ80トン前後で推移しているが、2015年はやや減少して68トンであった（図10）。沖

縄県に水揚げされたヒメダイ、オオヒメについて、1989年以降の漁獲量を図11、図12にそれぞれ示した。沖縄県のヒメダイ漁獲量は、1998年までは200～300トンで推移したが、1999年以降200トンを下回るようになった。2000～2012年の13年間は138～189トンで推移したが、近年顕著な減少を示して2015年は71トンであった（図11）。沖縄県のオオヒメ漁獲量は、2012～2013年の2年間に大幅な減少を示した以外は、55～93トンで推移している（図12）。

ハマダイについては、1999年以降の鹿児島県と沖縄県の合計漁獲量を図13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2005年に72トンまで減少したが、その後増加傾向となって2015年には122トンであった。沖縄県においても2003年に最低値66トンを記録したが、その後増加傾向に転じて2010年には調査期間内での最大漁獲量144トンを記録し、2015年は111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魚種別漁獲データが全て整備され、海域全体で魚種毎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

沖縄県と鹿児島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、魚種別漁獲量の経年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（航海数）の情報を収集し、過去27年間（1989～2015年）の傾向を検討した。アオダイおよびハマダイにおいては、鹿児島県と沖縄県に水揚げされる種ごとの総漁獲量と体長組成から、ヒメダイおよびオオヒメにおいては喜界島漁協を除く鹿児島県の主要漁協および沖縄県に水揚げされる種ごとの総漁獲量と体長組成から、それぞれ年齢別漁獲尾数を推定した。それらを用いて八重山漁協所属船のCPUEでチューニングしたコホート解析を試行し、資源の動向判断の参考とした（補足資料1、2）。

(2) 資源量指標値の推移

海老沢ほか（2008）に従い、八重山漁協所属の一本釣船について、1隻1航海あたりの漁獲量（CPUE）を資源量の指標値として用いた（表3、4）。

アオダイでは、八重山漁協所属船のCPUEは1989年を除くと2010年まで概ね横ばい傾向であったが、近年は概ね減少傾向となった（図14、表3）。

ヒメダイのCPUEは、1989年から2010年にかけて増加、減少を繰り返してきたが、近年は減少傾向を示した（図15、表3）。

オオヒメのCPUEは、増加と減少を繰り返しながら推移したが、近年はそれ以前に比べると比較的増減の幅が小さく、13～14kg/1隻・航海とほぼ横ばいで推移している（図16、表4）。

ハマダイでは、CPUEは1992年から2003年にかけて減少傾向にあったが、その後2009年にかけて増加し、近年は概ね横ばい傾向であった（図17）。

(3) 漁獲物の体長組成の推移

2004～2015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。

アオダイでは、成熟個体の割合が2004～2006年には30～37%であったが、2007年以降は毎年40%を超え、2015年は過去最高の62%であった（図18）。体長モードは、2005年の28cm（2歳）を除くと2013年まで30～32cm（2～3歳）であったが、2014年は33cm（3歳）、2015年は34cm（3歳）であった。資源回復計画に伴う漁獲体長規制が導入されたことにより、2011年以降26cm以下（0～1歳魚）の水揚げが減少し、規制サイズ（20cm未満）の個体は殆ど見られなくなった。

ヒメダイでは、2010年以前の成熟個体の割合は50%以下だったが、2011～2015年には50～57%に増加した（図19）。体長モードは、2010年までは27～29cm（1～2歳）だったが、2011年以降は30cm（3歳）であった。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（0歳魚）の水揚げが大幅に減少した。

オオヒメでは、2004年に26%だった成熟個体の割合が2005～2010年には33～45%に増加し、近年は2012年の26%、2013年の41%を除くと53～56%と高くなっている（図20）。近年の体長モードは、2011年と2013年は40cm（3歳）、2012年、2014～2015年には42cm（3歳）であった。本種はもともと20cm以下（0歳魚）の水揚げが少なかったが、資源回復計画に伴う漁獲体長規制により2011年以降には同サイズは殆ど見られなくなった。

ハマダイでは、他魚種と比べて漁獲体長範囲が広く（図21）、かつ漁獲物中の成熟個体の割合が毎年2%未満と低い。体長モードは、年によって29cm（2歳）から40cm（3歳）の範囲で変化し、多くの年は30～33cmであった。資源回復計画における保護措置による尾叉長30cm未満のハマダイの漁獲割合の減少が顕著であり、2004～2009年には17～33%だったのに対し、2010～2015年には8～15%となった。

(4) 資源の水準・動向

資源水準の判断には、1960年から2015年まで56年分のマチ類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い、水準の判断は、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の間を3等分した値を高位と中位、中位と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年代以降の漁獲は遙かに少なく、資源水準は低位と判断した。

アオダイの資源動向は、近年の八重山漁協所属船のCPUEが概ね減少傾向で推移しており（図14）、参考値として計算した近年の資源量も減少傾向にあることから（補足図2-2）、減少と判断した。

ヒメダイの資源動向は、近年の八重山漁協所属船のCPUEが連続的に減少していること（図15）、試算した資源量も近年減少傾向にあることから（補足図2-8）、減少と判断した。

オオヒメの資源動向は、近年の八重山漁協所属船のCPUEはほぼ横ばいであること（図16）、試算した資源量も近年ほぼ横ばいで推移していることから（補足図2-14）、横ばいと判断し

た。

ハマダイの資源動向は、近年の八重山漁協所属船のCPUEは概ね横ばいであり（図17）、試算した資源量も近年ほぼ横ばいで推移していることから（補足図2-20）、横ばいと判断した。

5. 2017年ABCの算定

(1) 資源評価のまとめ

資源水準は、平成27年度資源評価までは鹿児島市中央卸売市場における4種合計漁獲量を用いて1つの水準を判断してきたが、本報告より同市場のアオダイ、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水準を判断することとした。いずれの種（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、コホート解析による計算結果も参考にして判断した。アオダイとヒメダイでは、近年のCPUEが連続的に減少（ヒメダイ）、あるいは概ね減少傾向にあったこと（アオダイ）、試算した資源量も近年減少傾向を示したことから、資源動向は減少と判断した。オオヒメとハマダイでは、近年のCPUEはほぼ横ばいで推移していること、試算した資源量も近年ほぼ横ばいで推移していることから、横ばいと判断した。

(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（鹿児島市中央卸売市場の漁獲統計）とCPUE（八重山漁協所属船の1隻1航海あたり漁獲量）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、以下のABC算定規則2-1)に基づき2017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2013～2015年の平均漁獲量、 δ_1 はABC算定規則においてCaveを用いる時の推奨値である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2013～2015年の八重山漁協所属船CPUEの傾き、Iは2013～2015年の八重山漁協所属船CPUEの平均値を用いた。

	管理基準	Target/ Limit	F値	漁獲割合 (%)	2017年ABC (トン)
アオダイ	0.7・Cave 3-yr・0.94	Target	—	—	166
		Limit	—	—	207
ヒメダイ	0.7・Cave 3-yr・0.97	Target	—	—	75
		Limit	—	—	94
オオヒメ	0.7・Cave 3-yr・0.97	Target	—	—	40
		Limit	—	—	50
ハマダイ	0.7・Cave 3-yr・1.04	Target	—	—	132
		Limit	—	—	165

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。CtはCave3-yr（近年の3年、2013～2015年平均漁獲量）を用いた。

6. ABC以外の管理方策の提言

1980年代以降におけるマチ類全体の漁獲量が急激に減少したことなど、資源管理の重要性から2005年には第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、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の拡大（周年保護4区と期間保護20区、合計24区）が実施された。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サイズ規制などによる小型魚保護も開始し、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、漁獲による資源への影響は少ないと考えられることから、保護区の設置、小型魚保護等による長期的な管理措置の実施が必要である。2010年には、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が起こるなど、保護区の設置、解禁による一部地域での急激な漁獲量の増加が認められた。保護区内への入域や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継続的な措置を講じていくことが検討されているが、地域ごとに漁業者の考え方が異なるなど解決されるべき漁業現場の課題が残されている。マチ類資源は低位での推移が続いており、これ以上の悪化を防ぐためにも漁業者の理解と協力を得るための説明会開催等の努力を続けながら、資源回復への道筋を探っていくことが必要と考えられる。

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.
- 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.
- 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, 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海涅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.

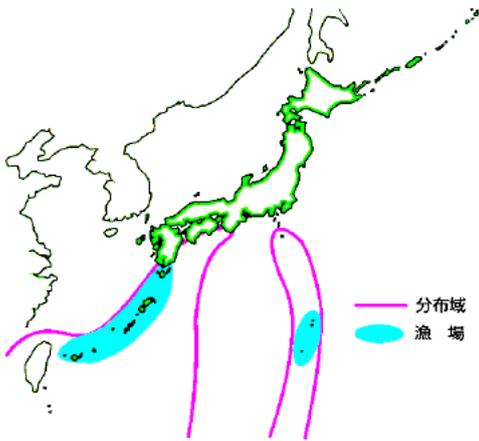


図1. マチ類の分布域と漁場

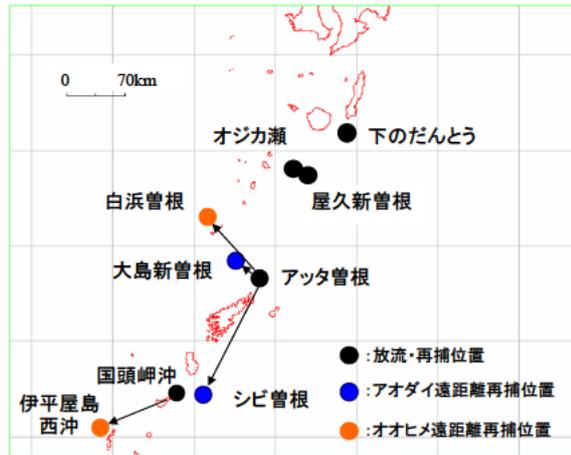


図2. 標識放流地点および再捕地点

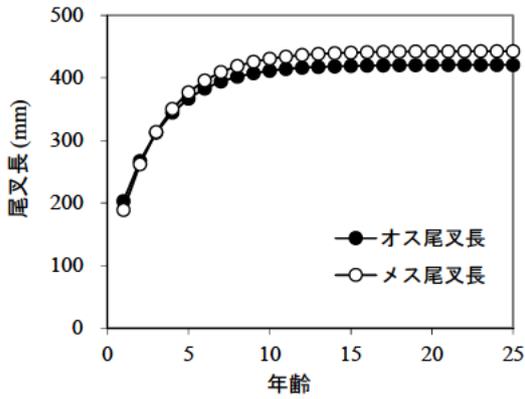


図3. アオダイの成長曲線

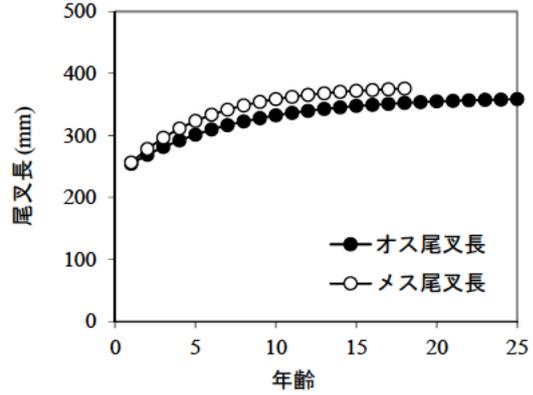


図4. ヒメダイの成長曲線

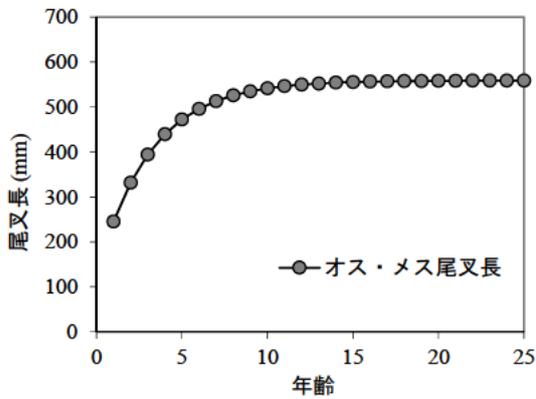


図5. オオヒメの成長曲線

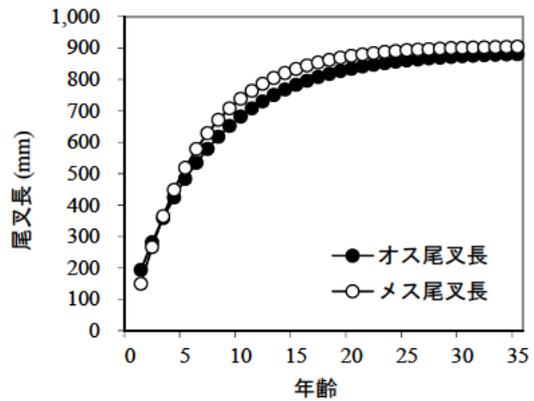


図6. ハマダイの成長曲線

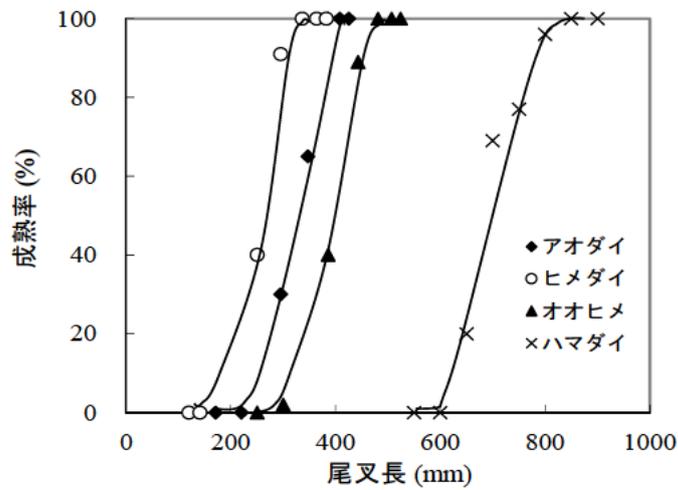


図7. マチ類4種の尾叉長と生殖腺成熟率の関係

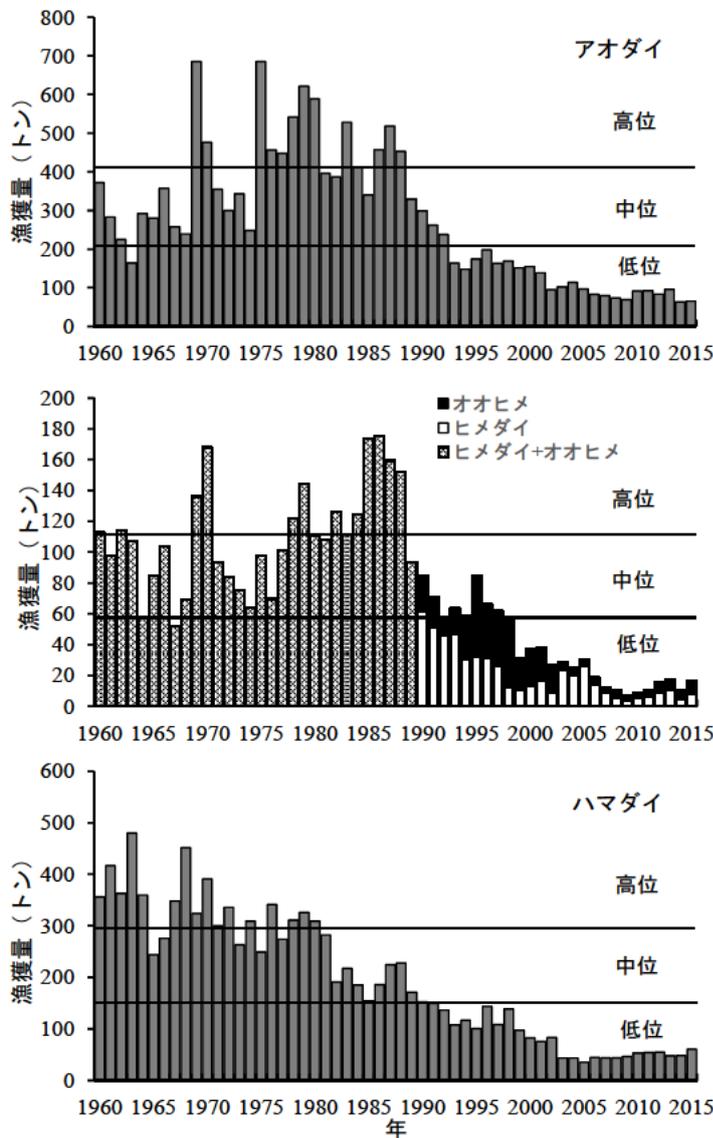


図8. 鹿児島市中央卸売市場におけるマチ類4種水揚げ量の経年変化

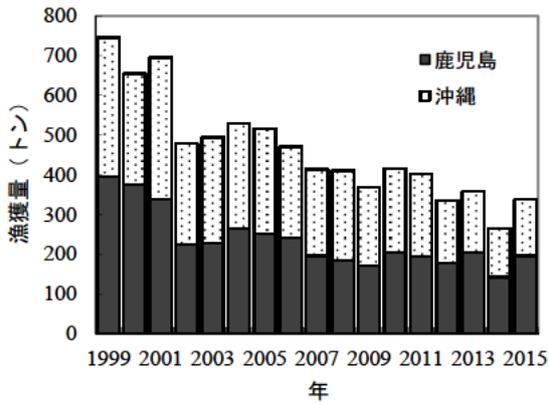


図9. アオダイの漁獲量

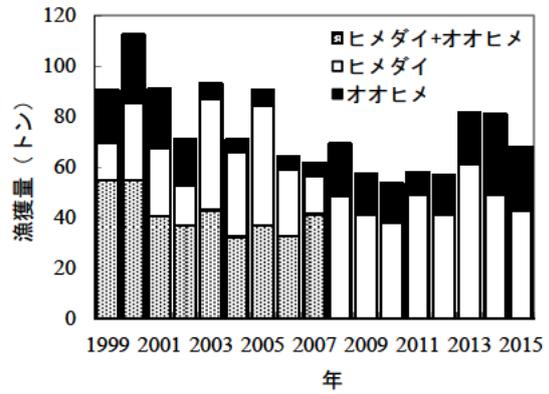


図10. 鹿児島県主要港におけるヒメダイおよびオオヒメの漁獲量

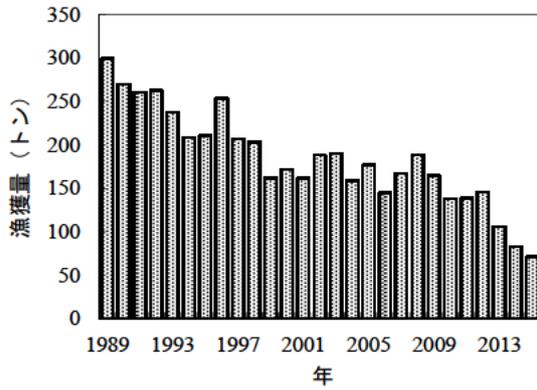


図11. 沖縄県のヒメダイ漁獲量

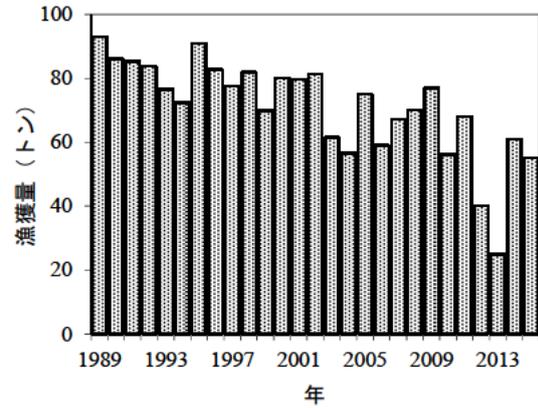


図12. 沖縄県のオオヒメ漁獲量

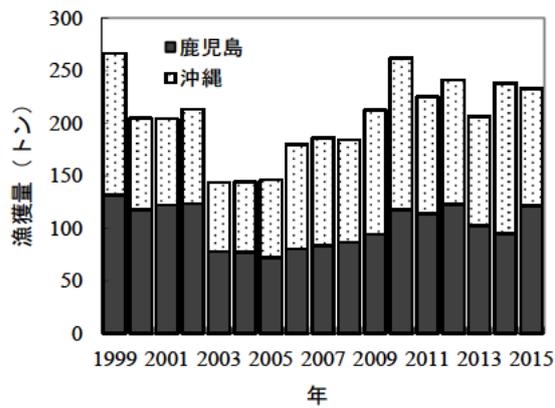


図13. ハマダイの漁獲量

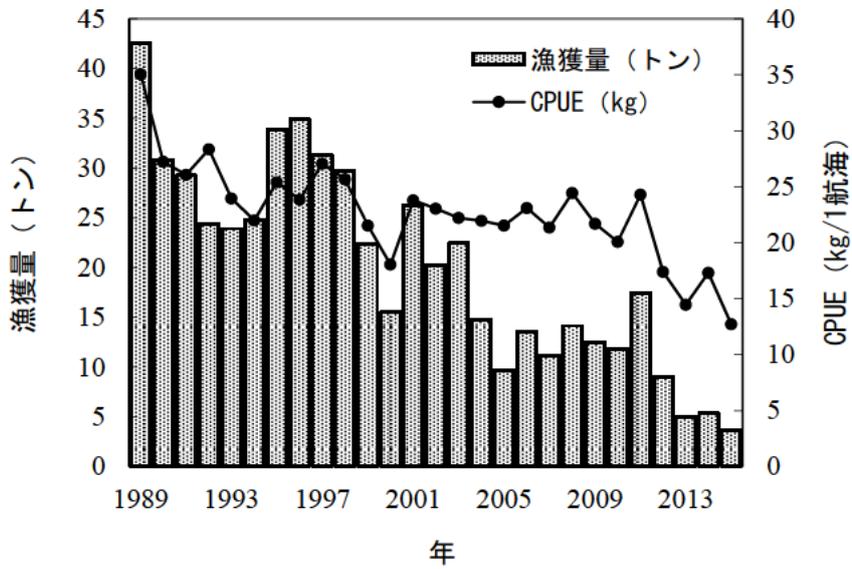


図14. 八重山漁協所属船によるアオダイの漁獲量とCPUE

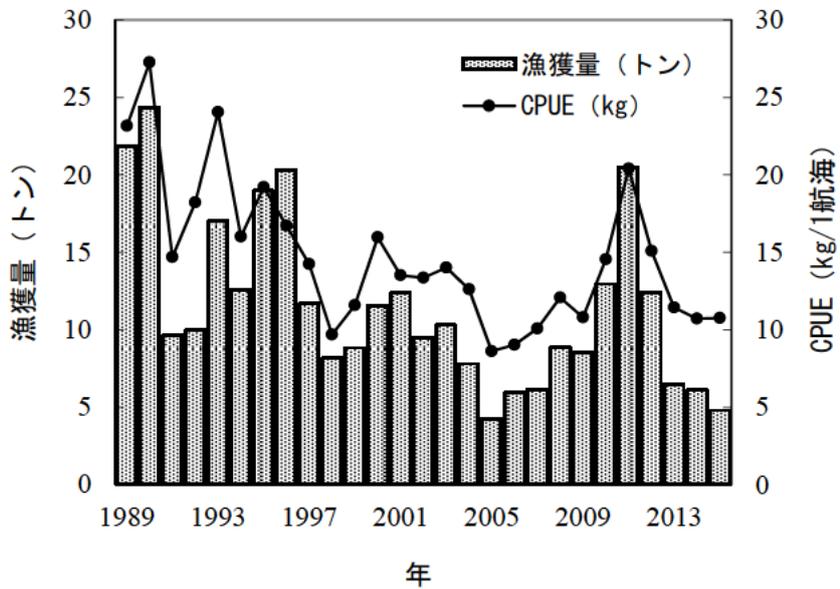


図15. 八重山漁協所属船によるヒメダイの漁獲量とCPUE

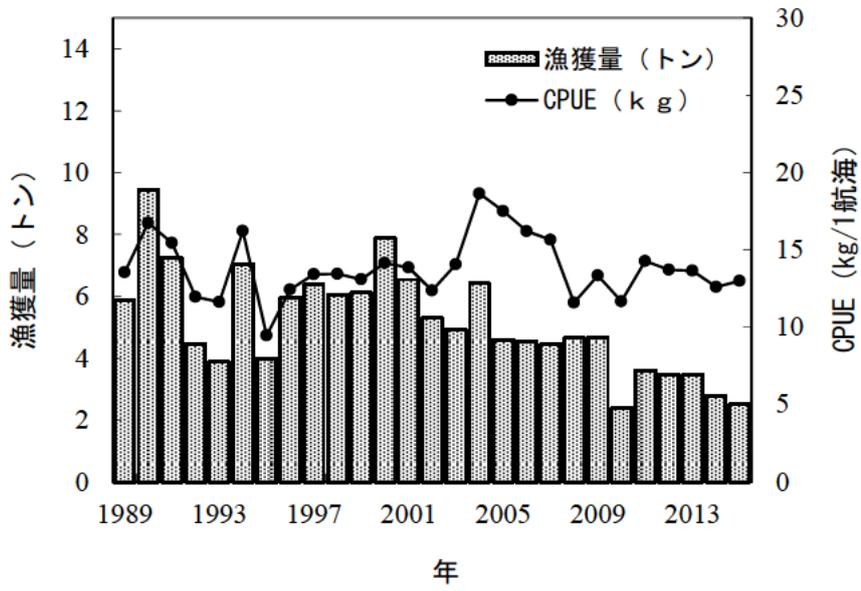


図16. 八重山漁協所属船によるオオヒメの漁獲量とCPUE

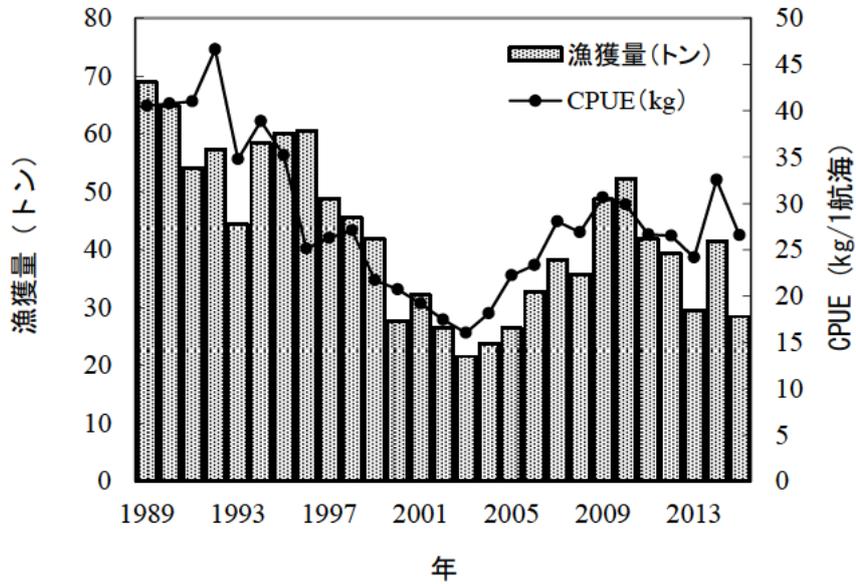


図17. 八重山漁協所属船によるハマダイの漁獲量とCPUE

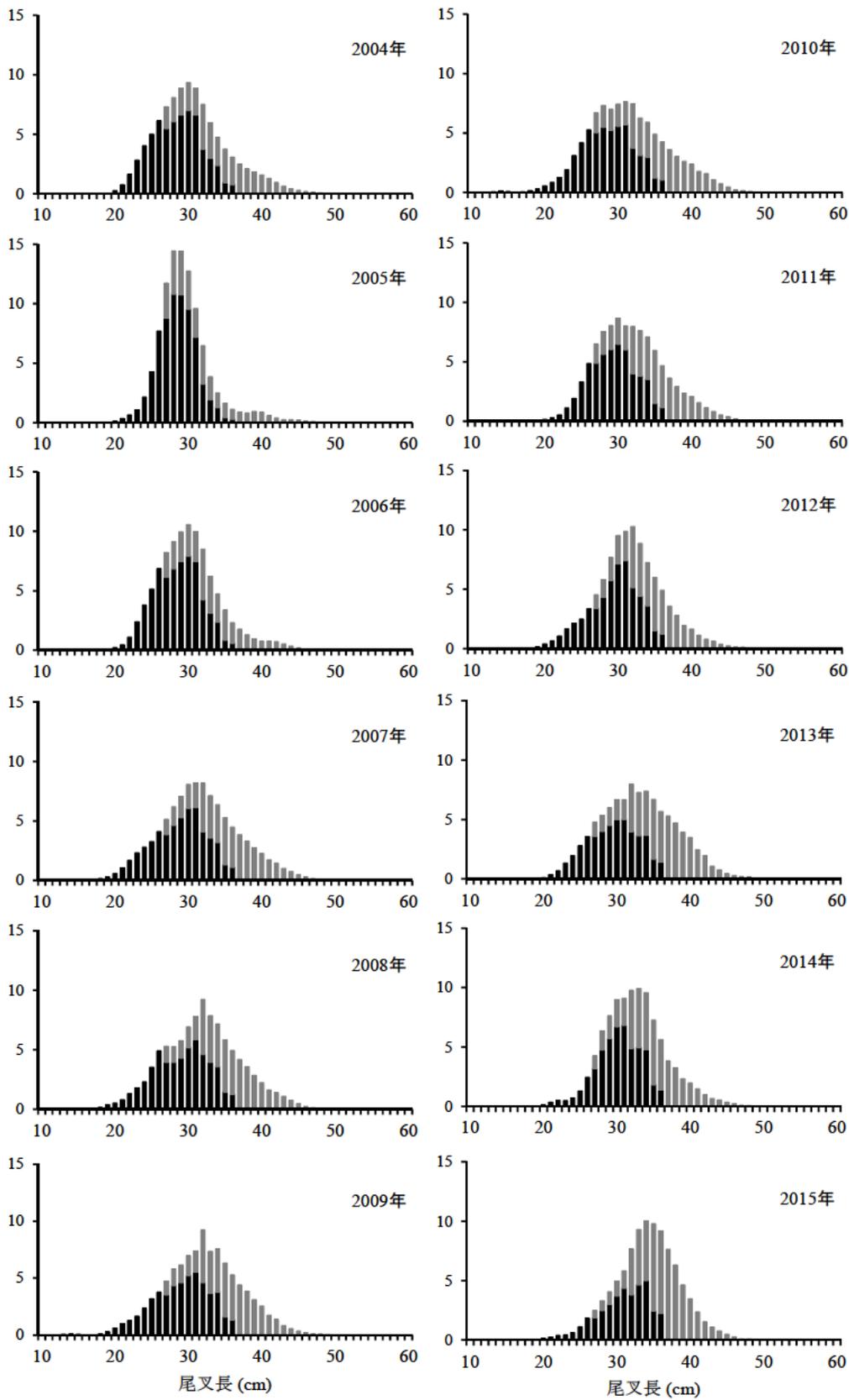


図18. 2004～2015年漁獲物に基づくアオダイの尾叉長組成
 縦軸は出現頻度(%)、縦棒の黒色は未成熟個体、灰色は成熟個体。

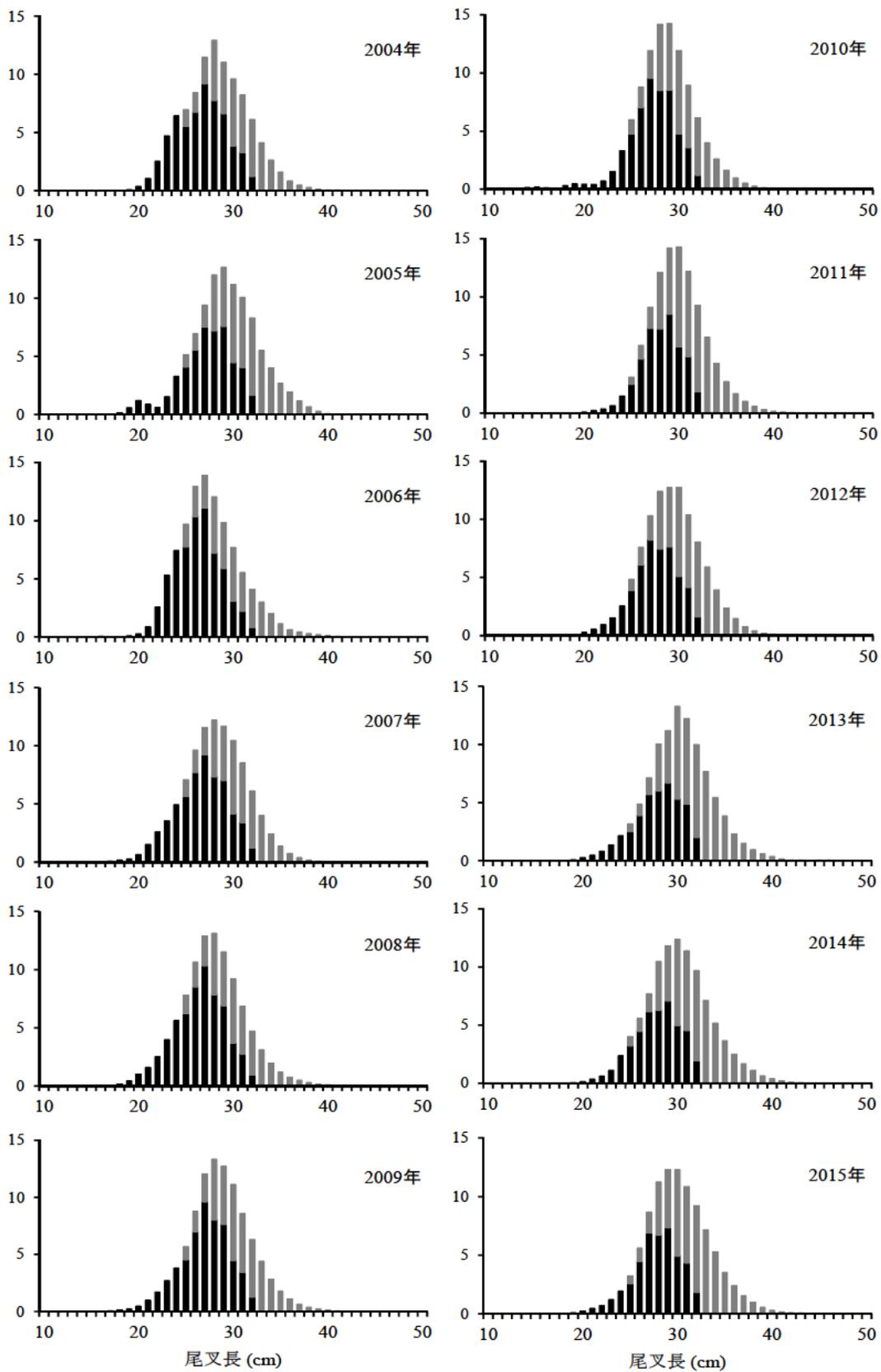


図19. 2004～2015年漁獲物に基づくヒメダイの尾叉長組成
 縦軸は出現頻度(%)、縦棒の黒色は未成熟個体、灰色は成熟個体。

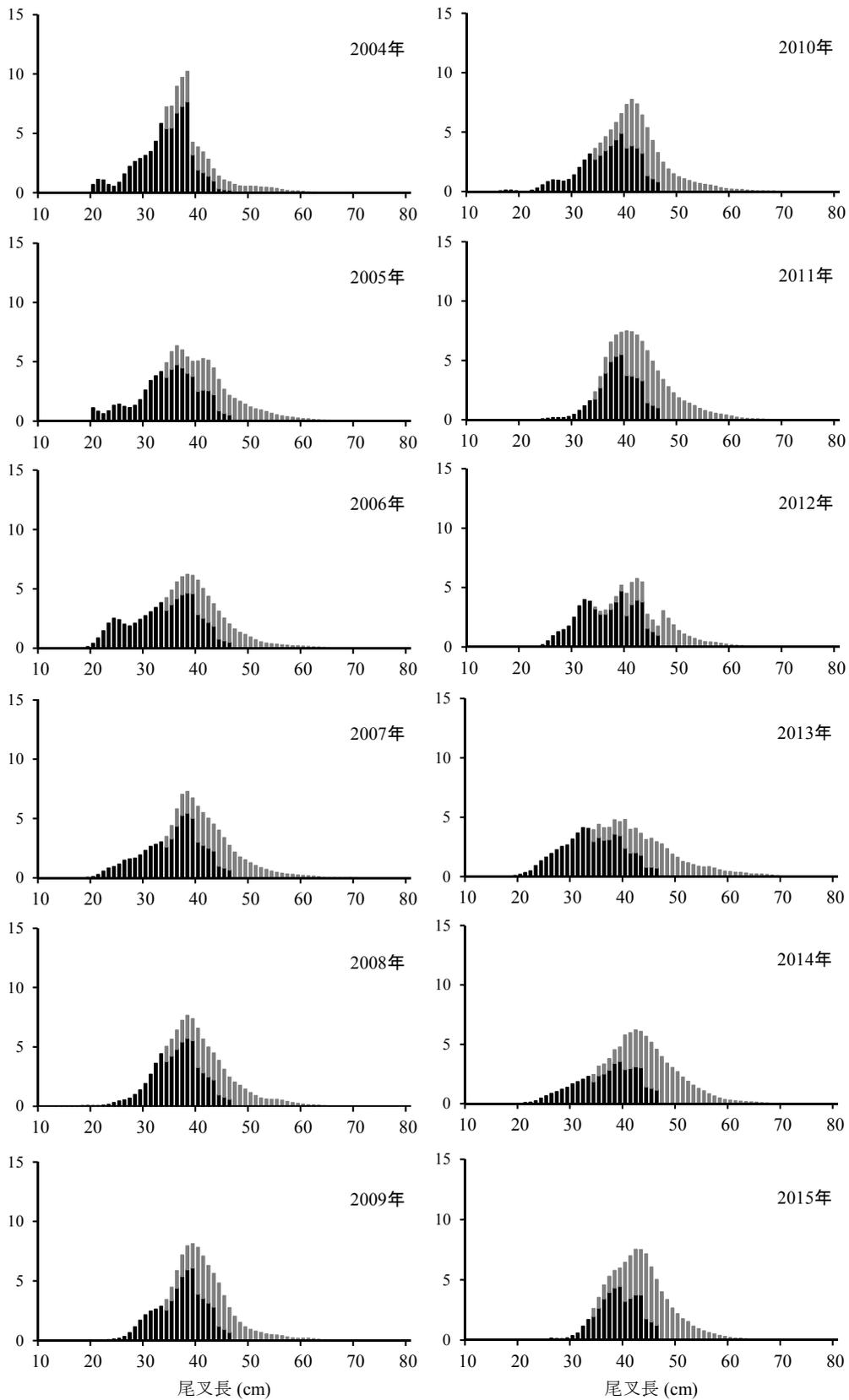


図20. 2004～2015年漁獲物に基づくオオヒメの尾叉長組成
 縦軸は出現頻度(%)、縦棒の黒色は未成熟個体、灰色は成熟個体。

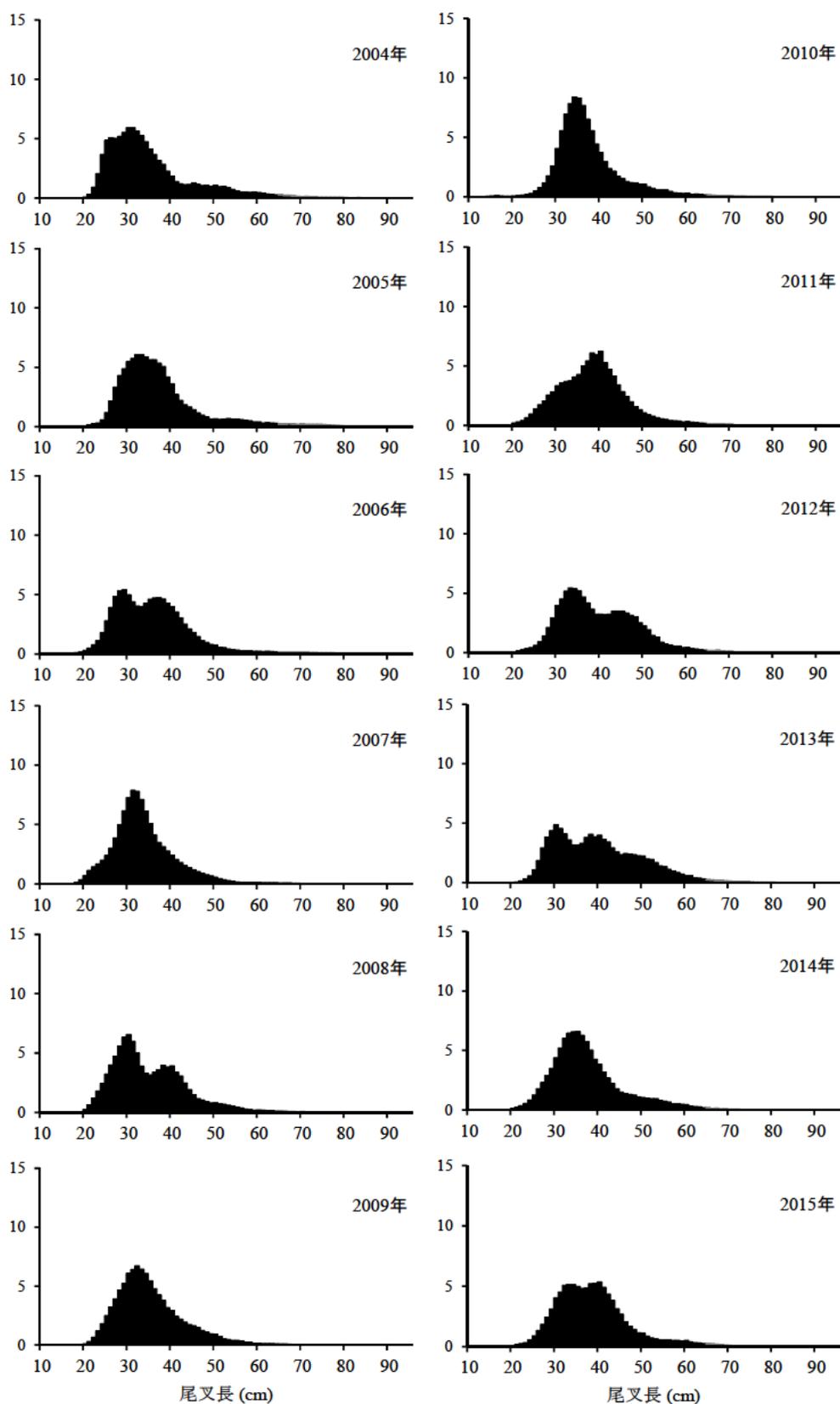


図21. 2004～2015年漁獲物に基づくハマダイの尾叉長組成
 縦軸は出現頻度(%)、縦棒の黒色は未成熟個体、灰色は成熟個体。

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

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	ヒメダイ	オオヒメ	ハマダイ
1965	1,488					
1966	1,233					
1967	1,463					
1968	1,167					
1969	1,349					
1970	1,320					
1971	1,253					
1972	1,270					
1973	1,178					
1974	1,391	1,151				
1975	1,365	1,250				
1976	1,423	1,233				
1977	1,542	1,203				
1978	1,825	1,112				
1979	2,046	1,351				
1980	2,308	1,340				
1981	2,229	1,355				
1982	2,067	1,390				
1983	1,564	1,415				
1984	1,226	1,262				
1985	1,065	1,422				
1986	1,188	1,522				
1987	1,362	1,566				
1988	1,218	1,655				
1989	1,100	1,456	328	300	93	185
1990	977	1,443	311	270	86	174
1991	904	1,430	310	261	85	184
1992	969	1,417	386	263	84	195
1993	659	1,097	349	238	77	165
1994	661	1,138	379	208	72	189
1995	665	1,238	433	211	91	188
1996	683	1,334	415	254	83	215
1997	634	1,315	401	207	78	155
1998	535	1,168	387	203	82	159
1999	495	1,284	351	162	70	134
2000	421	1,234	279	172	80	87
2001	551	1,234	357	162	80	82
2002	279	835	255	188	81	90
2003	251	769	267	190	62	66
2004	212	842	265	159	57	67
2005	241	781	266	177	75	74
2006	238	753	228	145	59	100
2007			217	167	67	103
2008			227	189	70	97
2009			199	165	77	118
2010			212	138	56	144
2011			207	139	68	111
2012			158	146	40	118
2013			135	106	25	103
2014			123	83	61	143
2015			142	71	55	111

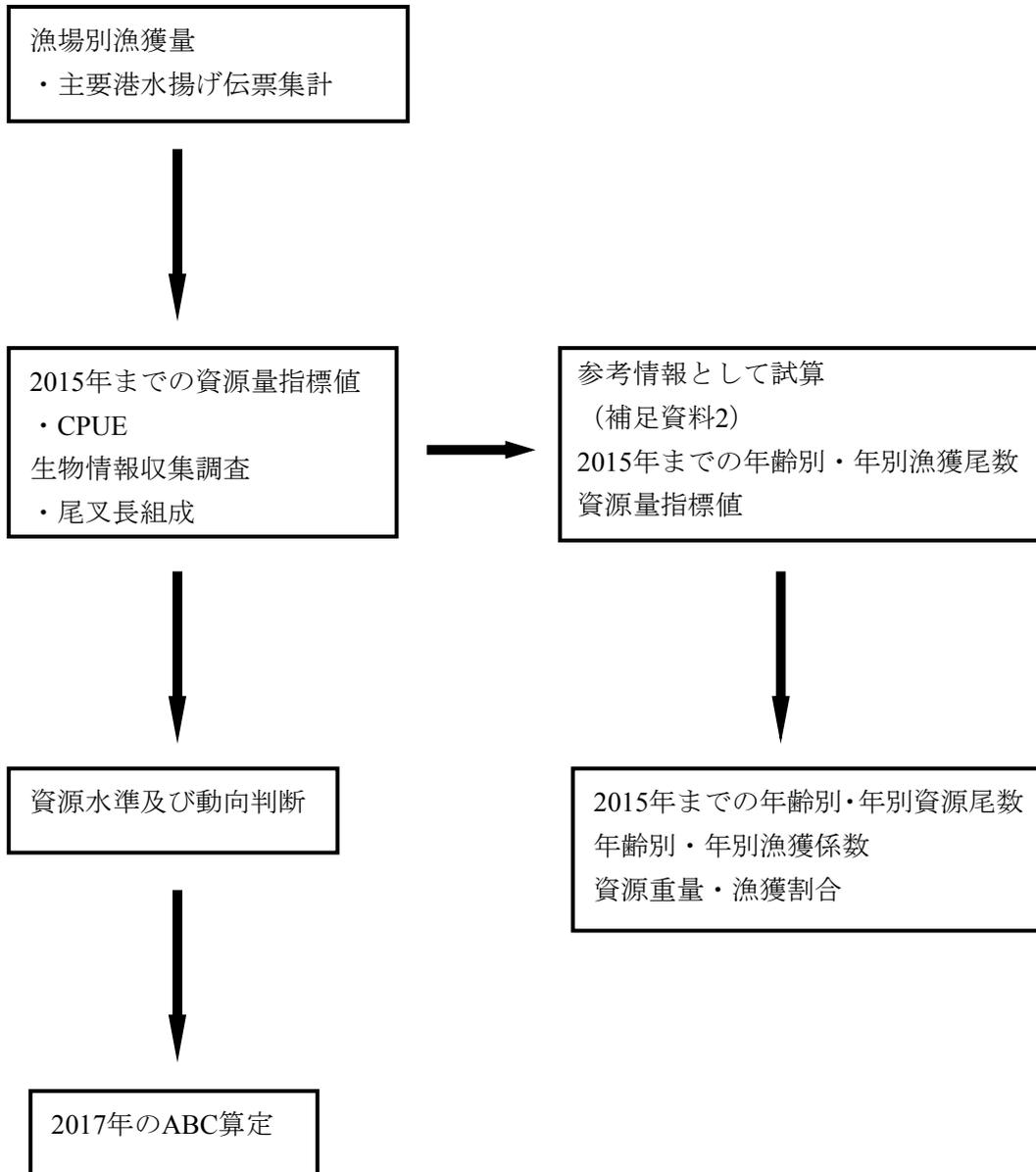
表3. 八重山漁協所属船によるアオダイおよびヒメダイの漁獲量(トン)
・航海数およびCPUE(トン/航海数)

年	アオダイ			ヒメダイ		
	漁獲量	航海数	CPUE	漁獲量	航海数	CPUE
1989	42.5	1,214	0.035	21.8	942	0.023
1990	30.8	1,132	0.027	24.3	893	0.027
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	0.020	13.0	692	0.014
2011	17.4	717	0.024	20.5	1,004	0.020
2012	9.0	517	0.017	12.4	824	0.015
2013	5.0	348	0.014	6.5	570	0.011
2014	5.4	311	0.017	6.1	569	0.011
2015	3.7	290	0.013	4.8	447	0.011

表4. 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)
・航海数およびCPUE(トン/航海数)

年	オオヒメ			ハマダイ		
	漁獲量	航海数	CPUE	漁獲量	航海数	CPUE
1989	5.9	435	0.014	68.9	1,701	0.041
1990	9.5	565	0.017	64.8	1,588	0.041
1991	7.2	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	4.4	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	205	0.012	52.2	1,750	0.031
2011	3.6	253	0.014	41.9	1,574	0.027
2012	3.5	253	0.014	39.4	1,486	0.026
2013	3.5	253	0.014	29.5	1,222	0.024
2014	2.7	220	0.013	41.5	1,275	0.033
2015	2.5	193	0.013	28.5	1,072	0.027

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2004～2015年、ヒメダイとオオヒメでは両種の区分が殆どの地域で確立された2008年以降においてコホート計算を行い、それぞれの種における資源量を計算した。なお、ハマダイの将来予測については現段階では不確実性が高いため、ここでは除外した。現在マチ類の資源尾数推定には以下の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2004～2015年の12年分である。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 $BW=0.01694 \times FL^{3.05}$
- ・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 =寿命)。

(1) Popeの近似式を用いた資源尾数の計算

年齢別資源尾数はPopeの近似式および平松のプラスグループ対応式を用い、以下の計算式により求めた (Nは資源尾数、Cは漁獲尾数、aは年齢、yは年)。

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

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

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

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

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、2015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、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2015年の年齢別選択率が過去12年(2004~2015年)の平均であるとして計算した。

$$\text{最小} \sum_{y=2004}^{2015} \left\{ \ln(q \cdot B_y) - \ln(CPUE1_y) \right\}^2 \quad \text{アオダイ、ハマダイ}$$

$$\sum_{y=2008}^{2015} \left\{ \ln(q \cdot B_y) - \ln(CPUE1_y) \right\}^2 \quad \text{ヒメダイ、オオヒメ}$$

$$q = \left(\frac{\prod_{y=2004}^{2015} (CPUE1_y)}{\prod_{y=2004}^{2015} B_y} \right)^{\frac{1}{12}} \quad \text{アオダイ、ハマダイ}$$

$$q = \left(\frac{\prod_{y=2008}^{2015} (CPUE1_y)}{\prod_{y=2008}^{2015} B_y} \right)^{\frac{1}{8}} \quad \text{ヒメダイ、オオヒメ}$$

ここで B は資源量、 $CPUE1$ は八重山船のCPUEを示す。

(3) 将来予測

2015年以降の資源尾数は以下の式で求めた。

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

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

加入量予測について、加入齢が0歳魚の場合の加入尾数は、各年の親魚量と直近年を除く過去3年間（2012～2014年）の再生産成功率の平均を乗じて算出した。また、加入齢が1歳魚の場合、加入尾数は前年の親魚量と直近年を除く過去3年間（2012～2014年）の再生産成功率の平均を乗じて算出した。

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

2004～2015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1～3歳魚であり、2004～2014年には2歳魚の漁獲尾数の割合が最も高かったが（29～63%）、2015年は3歳魚の割合が最も高く（27%）、2歳魚の割合は2番目に高かった（21%）。2004～2005年には3歳魚より1歳魚の漁獲が多かったが、2006年はほぼ同じ割合となった。2007～2013年には3歳魚の漁獲割合が20～26%であったのに対して、1歳魚の割合は11～16%と低く、2014～2015年は5%前後に減少した。

(2) 資源量の推移

年齢別漁獲尾数を元に計算した資源量と漁獲割合を補足図2-2、補足表2-2に示した。アオダイ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徐々に減少し、2012～2014年には1,000～1,100トン台となって、2015年には約920トンに減少した。これに対し漁獲割合は、2004年から2015年まで20%台後半から30%台で推移した。

加入尾数は2004年の130万尾台から2007～2008年に60万尾台まで急激に減少し、2009～2010年に一時的に70万尾台に回復したものの、その後は再び減少傾向で推移した（補足図2-3）。親魚量は2004～2007年には若干増加しながらもほぼ横ばいで推移したが、2008年以降は緩やかな減少傾向となり、近年はほぼ横ばいである。

再生産成功率は、2004～2007年には大幅に減少、2008～2009年は緩やかに増加したが、その後2012年にかけて緩やかに減少し、2013年には大幅に減少した（補足図2-4）。

(3) 資源と漁獲の関係

年齢別選択率を一定（2011～2015年の平均）として、2015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}（2015年の平均F=0.45）は、F_{max}（0.34）、F_{30%SPR}（0.25）、F_{0.1}（0.21）よりかなり高かった。

(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2015年以降続くと仮定して加入量を計算し、様々なFの元での1歳魚以上の資源量(補足図2-6、補足表2-3)と漁獲量(補足図2-7、補足表2-4)を推定した。現状のFを維持した場合には資源量、漁獲量とも減少傾向を示し、資源の維持ないし回復にはFの大幅削減が必要と予測された。

2. 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

2008~2015年の年齢別漁獲尾数を推定した(補足図2-8、補足表2-5)。2008年には1歳魚の割合が最も高かったが(31%)、2009年には1歳魚と2歳魚の割合がほぼ同率となり(26%)、2010年以降は2歳魚または3歳魚の割合が最も高く、それぞれ毎年20~28%を占めている。

(2) 資源量の推移

年齢別漁獲尾数を元に計算した1歳以上の資源量と漁獲割合を補足図2-9、補足表2-6に示した。資源量は2008~2011年には700トン近くを維持していたが、2012年から減少傾向となり、2014~2015年には580トン台となった。漁獲割合は、2008年から2014年まで22~31%であったが、2015年は19%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2013年にかけて僅かずつ減少し、2014~2015年には370トン台となった(補足図2-10)。加入量は2008年から2015年にかけてほぼ連続的に減少し、2015年は約31万尾であった。

再生産成功率は2008年から2012年にかけて減少傾向を示したが、その後はやや回復して横ばい傾向にある(補足図2-11)。

(3) 資源と漁獲の関係

2015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2-12)。F_{current}(2015年の平均F=0.23)はF_{0.1}(0.29)、F_{30%SPR}(0.37)およびF_{max}(0.56)のいずれよりも低い値を示した。

(4) 将来予測

様々なFの元で資源量と漁獲量を推定した結果、現状のFを維持した場合には資源量、漁獲量ともに2021年まで連続的に減少した(補足図2-13、2-14、補足表2-7、2-8)。現状の資源量を維持するためにはFの大幅削減が必要と予測された。

3. 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年以上と推定された。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、本種もアオダイや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

2008～2015年の年齢別漁獲尾数を推定した(補足図2-15、補足表2-9)。漁獲の中心は1～3歳魚であり、2011年までは2歳魚の割合が30～39%と顕著に高かった。2012年と2014年には3歳魚の割合が2歳魚を上回り、2015年は2歳魚と3歳魚の割合がほぼ同じ28%前後であった。

(2) 資源量の推移

年齢別漁獲尾数を元に計算した1歳魚以降の資源量と漁獲割合を補足図2-16、補足表2-10に示した。資源量は2008年から2011～2012年にかけてやや減少したが、2014～2015年には500トン前後となり、ほぼ横ばいで推移している。

親魚量は2008～2012年には若干の減少傾向、その後2015年にかけてやや増加傾向を示したが、全体としては300トン前後で横ばい傾向を示した(補足図2-17)。加入量は2008～2011年には減少、その後2014年にかけて増加傾向にあったが、2015年には大幅に減少した。

再生産成功率は2008～2010年にはほぼ横ばいであったが、2011～2013年に高い値を示し、その後2014年に大幅な減少、2015年に大幅な増加を示した(補足図2-18)。

(3) 資源と漁獲の関係

2014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2-19)。 F_{current} (2015年の平均 $F=0.17$)は、 F_{max} (0.40)よりもかなり低く、 $F_{30\%SPR}$ (0.26)および $F_{0.1}$ (0.23)と比べても低かった。

(4) 将来予測

様々な F の元で推定した資源量と漁獲量をそれぞれ補足図2-20、補足表2-11および補足図2-21、補足表2-12に示した。現状の F を維持した場合の資源量および漁獲量は、2021年にかけてやや増加すると推定された。

4. 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、当該規則適用前の3年間(2007~2009年)に比べてその後の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

2004~2015年の年齢別漁獲尾数を推定した(補足図2-22、補足表2-13)。漁獲の中心は1~3歳魚であり、2010年までは2歳魚の割合が最も高く37~51%を占めたが、2011年には3歳魚が43%、2歳魚が28%となった。2012~2014年には再び2歳魚の割合が最も高かったが、2015年は3歳魚が39%、2歳魚が34%となった。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の漁獲が、沖縄県では30cm未満のハマダイの漁獲が規制され、1歳魚の漁獲割合が2004~2009年には8~22%だったのに対して、2010年以降は4~8%まで減少した。

(2) 資源量の推移

年齢別漁獲尾数を元に計算した資源量と漁獲割合を補足図2-23、補足表2-14に示した。2歳以上の資源量は2004年から2010年にかけて増加し、その後2013年にかけて緩やかに減少、2013~2015年はほぼ横ばいであった。漁獲割合は2004~2014年は40%台で推移し、2015年には51%であった。

親魚量は2004~2007年に大幅に減少し、その後2008年から2015年には僅かに減少ないし横ばいであった(補足図2-24)。加入量は2004年から2009年にかけて増加傾向にあったが、2010年から2011年に大きく減少、その後2014年にかけて増加したが2015年に再び減少した。

再生産成功率は2006~2007年に大きく増加したものの、2008~2009年には大幅な減少を示し、2013~2015年はほぼ横ばいであった(補足図2-25)。

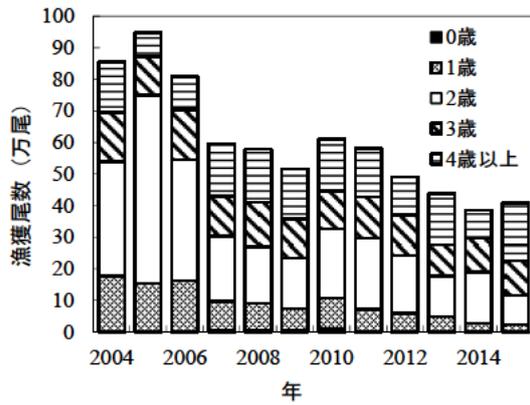
(3) 資源と漁獲の関係

2015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2-26)。F_{current}(2015年の平均F=0.58)はF_{30%SPR}(F=0.09)、F_{0.1}(F=0.08)、F_{max}(F=0.12)のいずれよりもかなり高い値を示した。

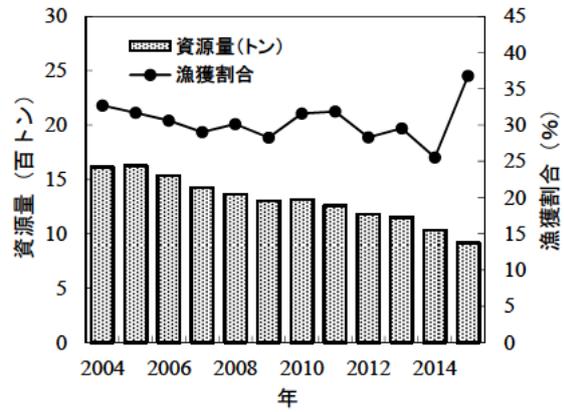
引用文献

- 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.

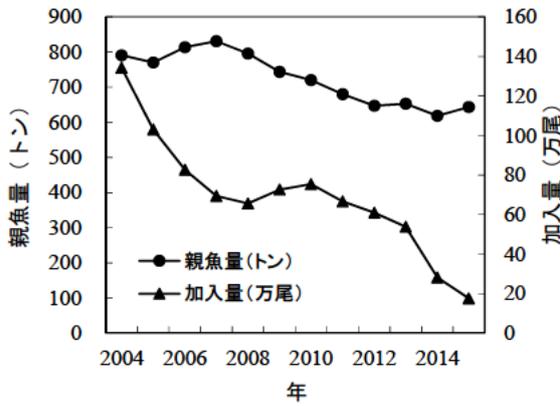
- 福田将数・海老沢明彦 (2002) マチ類の漁業管理推進調査. 平成12年度沖縄県水産試験場事業報告書, 54-57.
- Loubens, G. (1980) Biologie de quelques de poissons du lagon neo-caledonien. III Croissance. Cah. Indo-Pac, 23, 101-153.
- 増田育司・片山雅子・浅野龍也・久保満・神野公広・斉藤真美 (2008) 薩南諸島周辺海域におけるヒメダイとオオヒメの成長. 2008 (平成20) 年度日本水産学会春季大会講演要旨集, 7.
- 田中昌一 (1960) 水産生物のPopulation Dynamicsと漁業資源管理. 東海水研報, 28, 1-200.



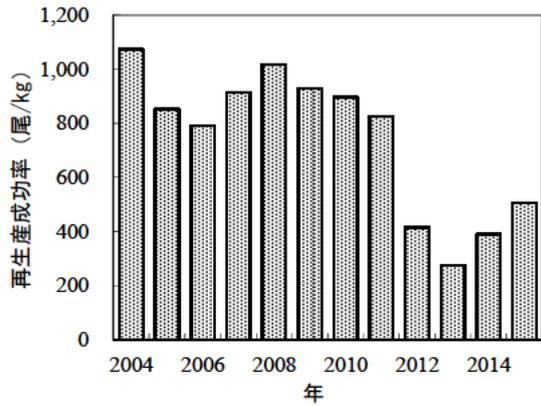
補足図2-1. アオダイの年齢別漁獲尾数



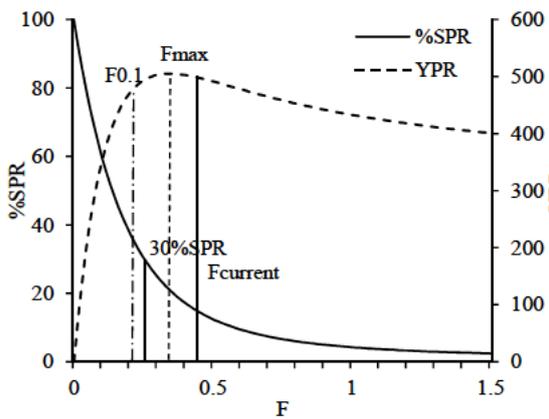
補足図2-2. アオダイの資源量と漁獲割合



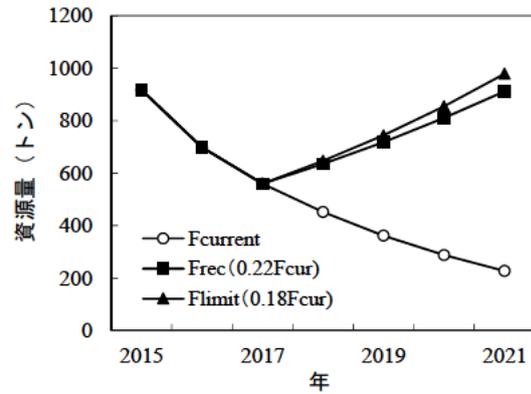
補足図2-3. アオダイの親魚量と加入尾数



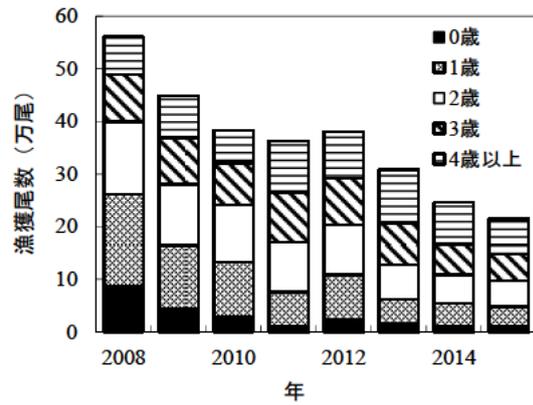
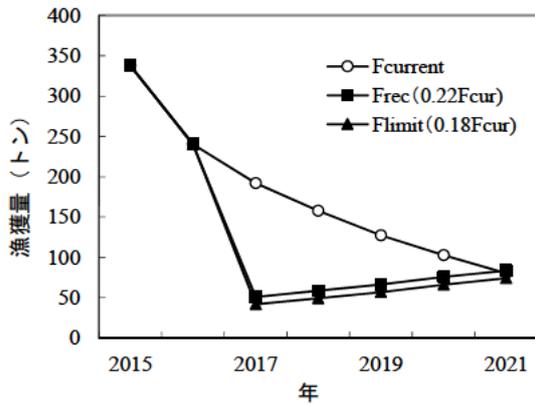
補足図2-4. アオダイの再生産成功率



補足図2-5. アオダイのYPRとSPR

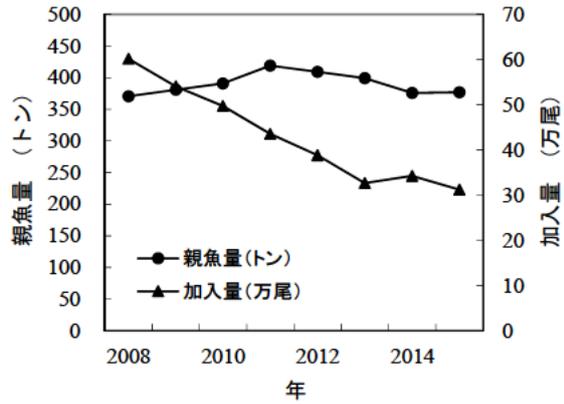
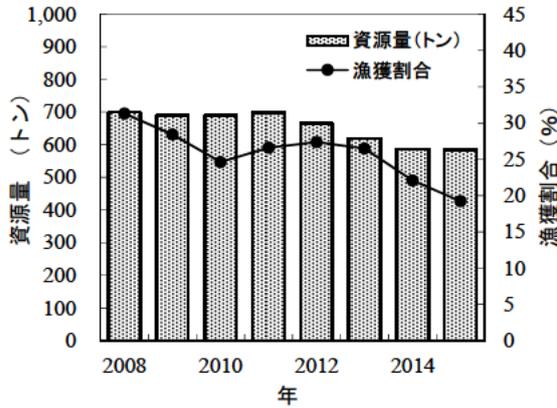


補足図2-6. 様々なFによるアオダイの資源量予測



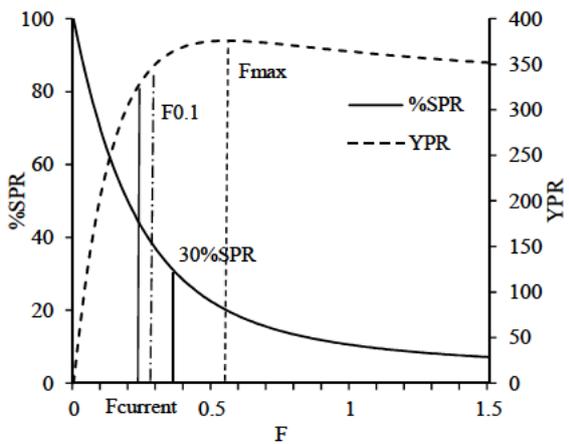
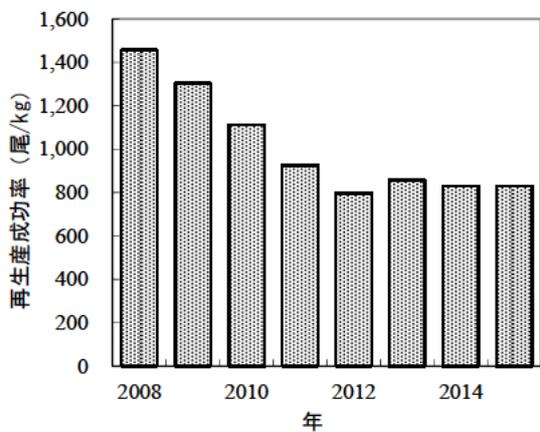
補足図2-7. 様々なFによるアオダイの漁獲量予測

補足図2-8. ヒメダイの年齢別漁獲尾数



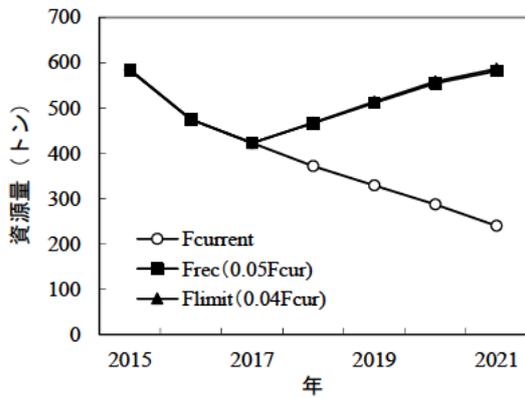
補足図2-9. ヒメダイの資源量と漁獲割合

補足図2-10. ヒメダイの親魚量と加入尾数

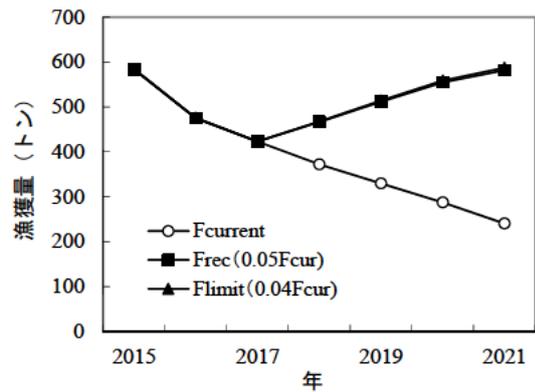


補足図2-11. ヒメダイの再生産成功率

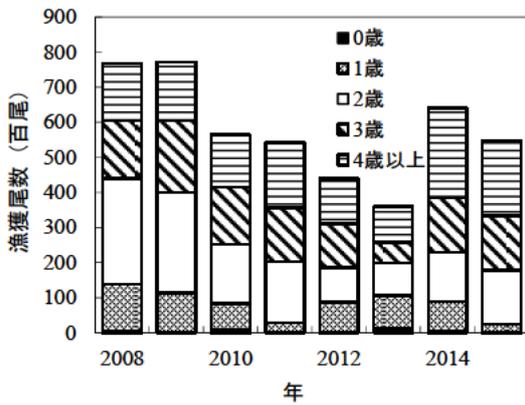
補足図2-12. ヒメダイのYPRとSPR



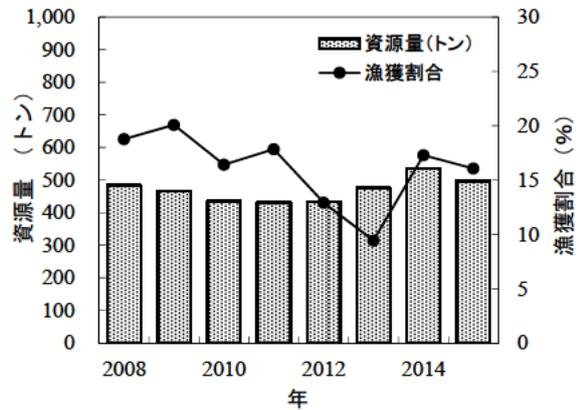
補足図2-13. 様々なFによるヒメダイの資源量予測



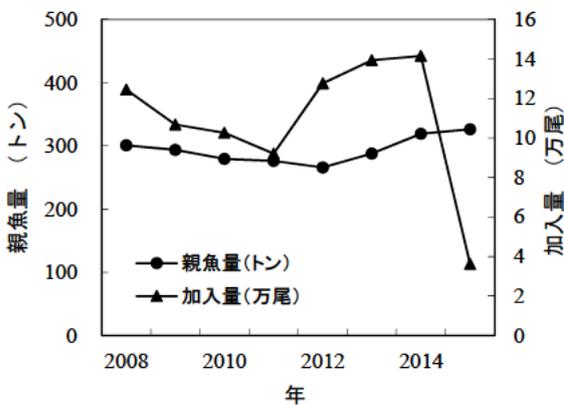
補足図2-14. 様々なFによるヒメダイの漁獲量予測



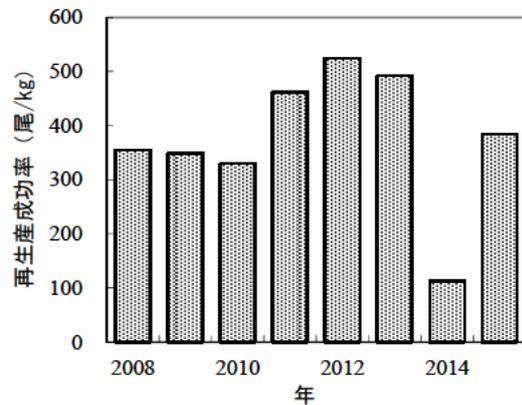
補足図2-15. オオヒメの年齢別漁獲尾数



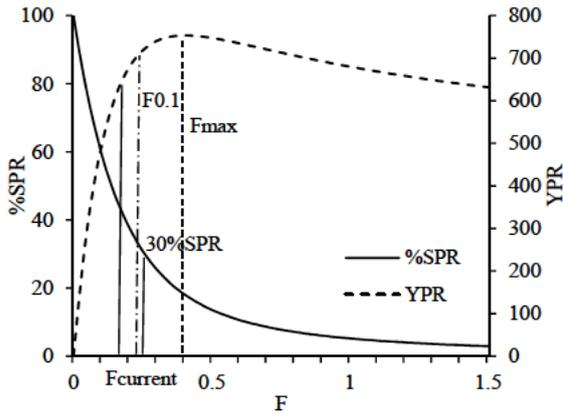
補足図2-16. オオヒメの資源量と漁獲割合



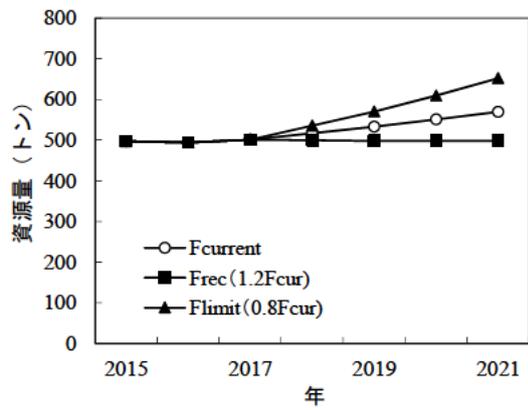
補足図2-17. オオヒメの親魚量と加入尾数



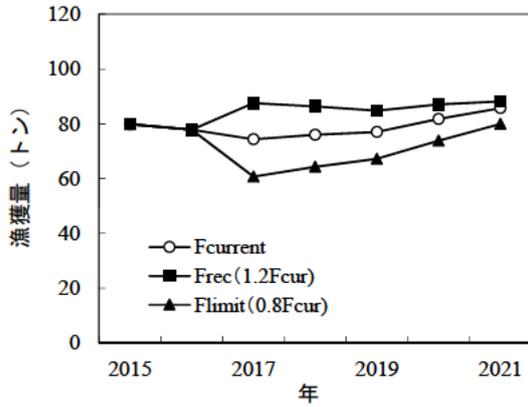
補足図2-18. オオヒメの再生産成功率



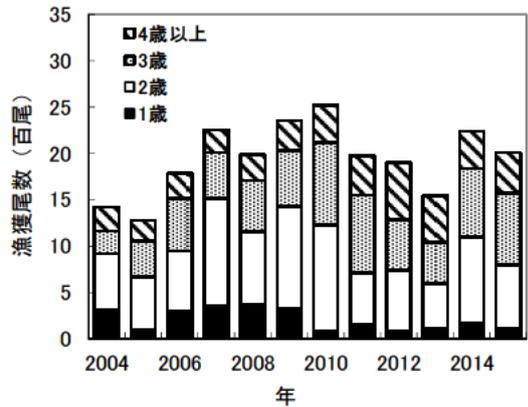
補足図2-19. オオヒメのYPRとSPR



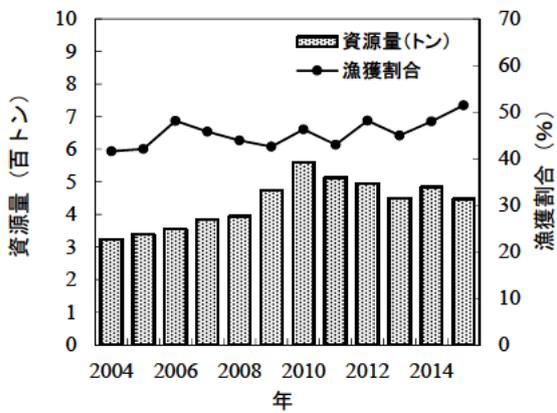
補足図2-20. 様々なFによるオオヒメの資源量予測



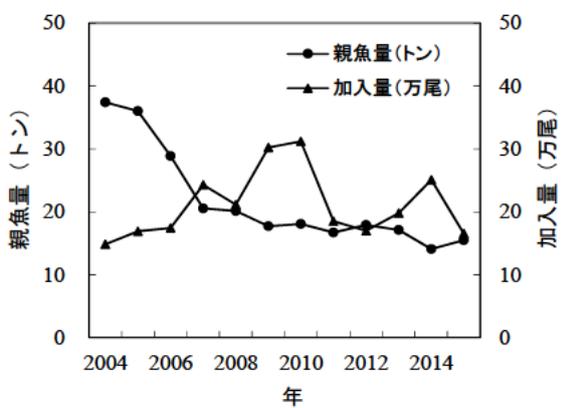
補足図2-21. 様々なFによるオオヒメの漁獲量予測



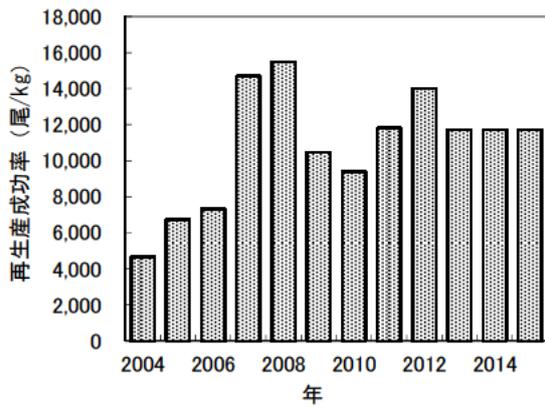
補足図2-22. ハマダイの年齢別漁獲尾数



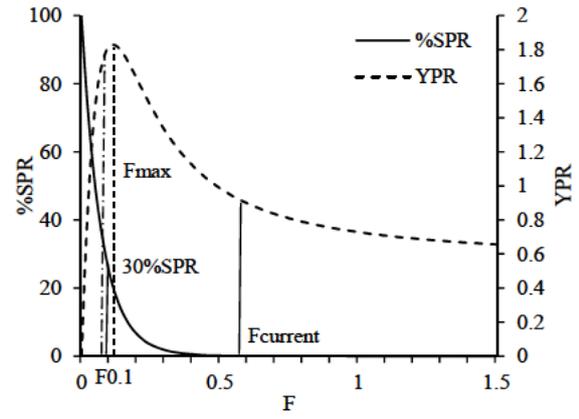
補足図2-23. ハマダイの資源量と漁獲割合



補足図2-24. ハマダイの親魚量と加入尾数



補足図2-25. ハマダイの再生産成功率



補足図2-26. ハマダイのYPRとSPR

補足表2-1. アオダイの年齢別漁獲尾数

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0歳	2,556	1,753	2,583	6,403	6,294	6,323	7,551	1,774	2,893	671	563	893
1歳	173,765	152,568	158,228	90,112	84,232	67,756	100,215	69,515	55,661	46,528	20,853	18,269
2歳	362,558	595,804	385,843	205,595	179,322	159,591	219,454	224,796	183,472	129,057	131,296	82,377
3歳	155,784	121,523	156,737	128,649	140,129	124,262	119,446	131,421	129,283	99,089	105,810	107,876
4歳	58,335	26,011	45,730	58,068	62,190	59,707	55,635	61,633	53,508	54,143	46,536	75,664
5歳	39,035	16,023	24,431	42,217	44,833	42,428	40,288	37,814	31,226	43,782	25,529	55,636
6歳	15,494	8,828	7,580	16,159	16,377	16,004	15,870	13,755	9,434	17,260	8,350	18,502
7歳	13,471	8,027	5,852	13,348	12,761	13,051	14,354	12,116	7,990	15,327	7,126	13,862
8歳	11,020	5,418	5,995	10,216	9,353	8,902	10,771	9,072	5,460	10,700	5,301	9,406
9歳～	23,054	12,685	15,273	24,759	23,810	18,050	26,119	18,939	11,829	22,053	10,900	17,487

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
1歳	394	324	250	198	195	210	226	210	179	149	74	46
2歳	372	512	393	303	274	261	296	298	283	254	207	104
3歳	236	234	275	250	251	231	229	240	236	236	243	179
4歳	143	135	165	180	173	164	155	157	158	157	180	184
5歳	118	94	118	131	133	122	115	109	105	115	112	146
6歳	83	76	78	93	86	85	76	71	69	72	67	86
7歳	69	62	63	66	71	63	63	55	53	55	49	56
8歳	58	50	49	54	47	53	44	42	37	41	34	38
9歳～	148	147	151	158	144	128	130	107	100	103	84	86
合計	1,621	1,633	1,543	1,434	1,375	1,319	1,336	1,291	1,220	1,182	1,050	925

補足表2-3. 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	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
現在の漁獲圧を維持	0.45	F _{current}	918	698	560	452	362	288	227
資源量を維持	0.1	F _{rec} (0.22F _{cur})	918	698	560	636	718	810	911
資源を増加	0.08	F _{limit} (0.18F _{cur})	918	698	560	647	744	855	980

補足表2-4. 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	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
現在の漁獲圧を維持	0.45	F _{current}	338	240	192	158	127	103	80
資源量を維持	0.1	F _{rec} (0.22F _{cur})	338	240	51	59	66	76	84
資源を増加	0.08	F _{limit} (0.18F _{cur})	338	240	42	49	57	66	74

補足表2-5. ヒメダイの年齢別漁獲尾数

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0歳	85,825	45,050	29,732	10,038	22,231	15,875	11,257	9,932
1歳	175,724	118,677	102,142	65,194	86,367	46,769	42,524	37,526
2歳	137,988	117,041	108,836	95,164	95,545	65,446	54,682	50,408
3歳	90,050	88,432	79,947	95,669	87,826	78,669	58,331	49,613
4歳	26,373	28,307	23,485	33,454	30,599	30,806	23,815	19,749
5歳	17,296	19,765	15,296	23,685	22,460	23,652	17,478	15,346
6歳	10,908	12,599	9,957	15,386	14,928	16,745	12,681	11,350
7歳～	16,757	18,991	13,856	23,717	20,290	30,701	25,182	20,561

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
1歳	202	183	168	149	131	111	116	106
2歳	178	164	164	154	145	118	110	118
3歳	118	128	123	127	122	112	97	94
4歳	69	71	82	82	77	77	71	68
5歳	45	52	53	67	60	56	56	56
6歳	30	33	37	41	49	44	39	43
7歳～	57	61	63	78	81	101	98	99
合計	700	691	689	698	665	619	588	584

補足表2-7. 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	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
現在の漁獲圧を維持	0.23	F _{current}	584	475	423	372	329	287	240
資源量を維持	0.01	F _{rec} (0.05F _{cur})	584	475	423	466	512	555	581
資源量を増加	0.009	F _{limit} (0.04F _{cur})	584	475	423	468	514	558	587

補足表2-8. 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	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
現在の漁獲圧を維持	0.23	F _{current}	112	96	85	72	64	56	47
資源量を維持	0.01	F _{rec} (0.05F _{cur})	112	96	5	5	6	6	6
資源量を増加	0.009	F _{limit} (0.04F _{cur})	112	96	4	4	4	5	5

補足表2-9. オオヒメの年齢別漁獲尾数

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0歳	619	202	686	52	101	1,203	599	22
1歳	13,293	11,031	7,720	2,683	8,607	9,329	8,288	2,434
2歳	29,996	28,782	16,871	17,462	9,856	9,333	14,117	15,218
3歳	16,519	20,492	16,314	15,476	12,415	5,920	15,390	15,595
4歳	7,204	8,655	7,261	8,037	6,753	3,333	9,852	9,992
5歳	4,017	3,575	3,271	4,582	3,201	2,499	6,651	5,477
6歳	1,571	1,312	1,289	1,858	1,068	1,031	3,148	2,151
7歳	538	509	518	749	382	415	1,206	841
8歳	467	422	436	639	303	362	994	637
9歳	456	370	370	518	236	309	816	515
10歳～	2,067	1,823	1,630	2,095	1,052	2,183	2,993	1,882

補足表2-10. オオヒメの年齢別資源重量 (単位：トン)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1歳	70	59	55	53	69	71	74	20
2歳	92	87	75	75	70	91	102	105
3歳	69	73	68	68	67	71	99	104
4歳	38	48	47	47	48	52	66	81
5歳	35	26	34	35	33	37	47	49
6歳	29	26	18	26	24	26	31	32
7歳	22	23	21	14	20	20	21	21
8歳	18	18	19	17	10	17	17	16
9歳	17	15	15	16	14	8	14	12
10歳～	95	91	85	81	77	82	64	56
合計	484	466	436	431	433	476	535	497

補足表2-11. 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	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
現在の漁獲圧を維持	0.17 F _{current}	497	494	501	517	533	551	569
資源量を維持	0.2 F _{rec} (1.2F _{cur})	497	494	501	500	498	498	498
現在より控えた漁獲	0.13 F _{limit} (0.8F _{cur})	497	494	501	535	570	609	652

補足表2-12. 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	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
現在の漁獲圧を維持	0.17 F _{current}	80	78	74	76	77	82	86
資源量を維持	0.2 F _{rec} (1.2F _{cur})	80	78	88	86	85	87	88
現在より控えた漁獲	0.13 F _{limit} (0.8F _{cur})	80	78	61	64	67	74	80

補足表2-13. ハマダイの年齢別漁獲尾数

	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1歳	31,433	10,238	29,302	36,086	36,561	32,264
2歳	60,138	56,281	65,831	115,142	79,229	110,595
3歳	24,918	39,168	56,033	49,820	54,897	59,921
4歳	9,434	8,495	14,630	14,230	14,600	19,045
5歳	7,348	4,946	5,179	5,172	7,535	7,996
6歳	3,502	3,095	2,220	1,520	2,520	2,626
7歳	1,926	1,586	1,401	896	1,235	1,097
8歳	1,119	972	851	640	623	552
9歳	682	914	812	514	499	376
10歳	583	830	686	281	439	328
11歳	245	515	399	174	263	171
12歳	245	365	352	155	197	137
13歳	252	269	226	129	141	109
14歳	93	96	97	44	48	47
15歳	53	81	83	33	33	21
16歳	60	58	79	24	25	18
17歳	73	38	61	20	17	9
18歳	53	19	54	8	16	7
19歳～	73	88	140	44	43	21

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1歳	8,899	15,246	7,787	10,623	16,437	10,931
2歳	114,236	55,434	65,848	48,802	92,944	68,994
3歳	88,962	84,533	54,922	44,744	74,119	77,342
4歳	19,874	26,691	35,981	22,211	18,362	24,204
5歳	10,868	8,617	16,108	16,362	12,090	8,828
6歳	4,182	3,481	4,840	6,479	5,688	4,859
7歳	2,034	1,634	1,979	2,503	2,181	2,413
8歳	890	835	1,061	998	950	1,315
9歳	615	658	776	757	464	817
10歳	370	293	420	490	281	396
11歳	189	118	178	248	137	170
12歳	167	90	114	154	76	99
13歳	132	47	71	115	51	78
14歳	59	24	28	44	33	25
15歳	40	16	28	29	18	28
16歳	26	14	21	22	15	17
17歳	18	11	14	16	11	19
18歳	11	13	7	11	5	6
19歳～	22	30	28	54	8	30

補足表2-14. ハマダイの年齢別資源重量 (単位: トン)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
2歳	84	99	99	140	116	176	195	110	103	112	152	111
3歳	49	73	98	92	109	112	159	174	115	91	127	139
4歳	36	33	47	53	56	68	70	97	114	79	58	72
5歳	36	26	26	29	38	42	48	48	70	69	53	36
6歳	26	23	18	17	22	25	29	27	34	40	36	30
7歳	20	17	15	12	14	16	20	18	18	22	22	21
8歳	17	14	12	10	10	10	13	13	13	11	13	15
9歳	14	13	10	9	8	7	8	9	9	8	7	9
10歳	11	11	9	6	6	5	6	5	6	6	4	5
11歳	7	8	6	5	5	4	3	4	3	4	3	3
12歳	6	6	5	3	4	3	3	2	3	2	2	2
13歳	4	4	3	2	2	2	2	2	2	2	1	2
14歳	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15歳	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16歳	2	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0
17歳	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1
18歳	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19歳～	3	4	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1
合計	323	339	356	384	394	475	561	513	495	450	484	447