

平成21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、名波敦、鈴木伸明）

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

1970年代後半から1980年代前半にかけてマチ類の漁獲量はピークに達し、その後急激に減少傾向に転じている。鹿児島市中央卸売市場でのマチ類の取扱量を1970～1980年代の最大値と2000年以降の最低値との間で比較した場合、アオダイで684トンから73トンへ、ハマダイで374トンから35トンへ、ヒメダイとオオヒメの合計が178トンから11トンへといずれも大きく減少しており、資源水準が低位となった。近年5年間の漁獲量では、アオダイが73～114トン、ヒメダイが6～26トン、オオヒメが4～5トン、ハマダイが35～44トンと、ハマダイ以外は僅かながら減少傾向にある。

沖縄県におけるマチ類全体の漁獲量は1980年に2,308トンの最高値を記録した後、減少に転じ、2004年には最盛期の約1割の212トンにまで落ち込んだ。近年では1997～2006年の10年間、212トン～634トンの間で変動しつつ減少傾向にある。マチ類主要4種の沖縄県における2003～2008年の漁獲量及び漁獲動向は、アオダイが146～267トン、ヒメダイが145～190トン、オオヒメが45～77トン、ハマダイが66～110トンであり、2008年ではヒメダイ以外は減少傾向にある。これらのことから両県水域におけるマチ類の資源は最近20～30年の間に著しく減少し、近年の資源水準は低位にあり、動向はヒメダイおよびハマダイは横ばい、アオダイおよびオオヒメは減少の状態にあると判断した。

魚種	年	資源量	漁獲量（トン）	F値	漁獲割合
アオダイ	2007	—	488	—	—
	2008	—	430	—	—
ヒメダイ・ オオヒメ計	2007	—	369	—	—
	2008	—	340	—	—
ハマダイ	2007	—	197	—	—
	2008	—	164	—	—

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

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減少していることより、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た。これに伴い資源の動向を的確に把握することを目的とし、平成16年度からこれら4種は資源評価調査の対象となった。平成17年4月に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月以降、北大九曾根と沖の中の曾根の2保護区で5年間、周年禁漁となっている。

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など)。

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961尾、ヒメダイは25尾、オオヒメは24尾、ハマダイは10尾放流している。その結果、現在までにアオダイ6尾、オオヒメ1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(図2)。

(2) 年齢・成長

アオダイについて脊椎骨の輪紋を基に伊豆諸島八丈島近海個体群と沖縄近海の個体群の年齢査定を行ったところ、1歳で尾叉長(FL) 18.3～18.4cmFL、3歳で28.5～29.2cmFL、5歳で37.1～37.4cmFLであった(東京都水産試験場 1974; 佐多 1995)(図3)。これらは漁獲物の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(海老沢ら 2004)とほぼ一致する。

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て成長式を求めたところ、1歳で16.8cmFL、2歳で23.2cmFL、4歳で31.8cmFLであり、25歳で44.1cmFLに達すると推定された(海老沢 2003)。一方、耳石輪紋の計数を用いて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(増田ら2008)(図4)。なお耳石輪紋を用いた解析は現在もまだ進行中であるため、暫定的なデータである。

オオヒメにおいても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成長曲線(海老沢ら2005c)を図4に示した。また、本種もヒメダイ同様耳石輪紋の計数を用いて

Bertalanffyの成長式を求めたところ、

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

で表され、雌雄による差は認められなかった（増田ら2008）。なお、オオヒメにおいては海老沢ら（2005c）の結果と増田ら（2008）の結果はほぼ一致した（図5）。

ハマダイについても耳石重量-体長関係を基に年齢査定をし、成長式を求めたところ、1歳で22.5cmFL、10歳で62cmFL、20歳で75cmFL程度に達すると推定される（海老沢 2003）（図6）。

ヒメダイとハマダイの耳石に形成される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、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、29.5cmFLで30%、34.7cmFLで65%、38.7cmFLでほぼ100%が成熟する（海老沢ら2005a）。産卵期は4～8月で産卵盛期は4～6月（友利ら 1979）。一回あたりの産卵数は29.5cmFLでおよそ3.3万粒、45cmFLでおよそ16.4万粒と推定され（海老沢ら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23.1cmFLで40%、28.0cmFLで85%、31.8cmFL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40cmFLで17.8万粒を産卵する（海老沢ら2005b）。沖縄近海産個体群の産卵盛期は5～7月である（山本・島田 1999）。

オオヒメについては30cmFLで成熟がはじまり、38.6cmFLで40%、44.3cmFLで89%、およそ48cmFLで100%成熟する（海老沢ら2005c）。産卵期は5月から7月に盛期があると推定されている（富山 2000）。

沖縄近海のハマダイでは、65cmFL階級以上から成熟個体が出現し、70cmFL、75 cmFL、80 cmFL、および85 cmFL階級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（ $100 \times \text{生殖腺重量} / \text{体重}$ ）が2.0以上の個体は4月～11月に得られている（海老沢2007）。

(4) 被捕食関係

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

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

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

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

資料)。

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

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

マチ類は鹿児島県・沖縄県いずれにおいても水深100m以深で操業している深海一本釣漁業や底建延縄漁業によって漁獲されている。周年操業する一本釣専門業者が多いが、時期に応じてソデイカ漁などの他種漁業との兼業も行われている。また、一本釣でも操業形態に違いがあり、奄美群島や熊毛地区では日帰り操業が多く、沖縄本島や八重山諸島においては、1航海当たりの操業日数が、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

1961～2006年の沖縄県のマチ類全体（主要4種以外も含む）の漁獲量の経年変化を図8に示した。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年代及び1970年代には1,100トンを下回ることがなかったのに対し、最近10年間は212～634トンの間で変動しており、40年間の間に漁獲量水準は大幅に減少している。ただし、近年5年間はマチ類の主漁法である一本釣り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8）。鹿児島県の主要漁協および沖縄県のマチ類4種の取扱量を表1および表2に示した。

1951～2008年のアオダイの漁獲量を図9に示した。鹿児島県中央卸売市場のアオダイ水揚げ量は1969年と1975年に685トンの水揚げを記録したが、その後減少し1993年には最盛期の4分の1以下の163トンとなった。以後2006年まで200トン未満で推移し2007年は80トンであった。最近10年間では1997～1999年には152～169トンの漁獲があったのが、2002～2008年には73～114トンと低位で変動した。沖縄県におけるアオダイの漁獲量は、魚種別統計が整備された1989年以降2007年までの19年間に146～433トンの間で変動した。最近5年間は146～267トンで推移しており、2008年の減少傾向は著しい。主要漁港の魚種別漁獲データが全て整備された1999年以降の総漁獲量を見ると、2004年までは増加・減少を繰り返しながら推移していたが、近年5年は減少傾向が続いている。

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1990年以降、熊毛地域では1999年以降、岩本漁協および奄美地域では2008年以降に両種を分けて取り扱うようになった。よってここでは鹿児島海域における1951年～2008年のヒメダイ・オオヒメの漁獲量を合わせたものを図10に示した。鹿児島県の主要漁港の漁獲データが整備された近年10年の鹿児島海域におけるヒメダイ・オオヒメの漁獲量の推移を見ると、多少の増減を繰り返しながらほぼ横ばい状態で安定している。鹿児島中央卸売市場におけるヒメダイ単独の漁獲量では1990年以降2002年にかけて減少傾向を示し2002年に8.9トンと過去最低の漁獲量で

あった。その後の2003年には23トンに増加し、以降20トン台で推移していたが近年急激に減少し、2008年には最少の6トンまで減少している(図11)。オオヒメにおいては、1990年以後に増加し1995年に53トン記録した後、減少に転じ2004～2008年には4～5トンにまで減少している(図12)。沖縄県のヒメダイの漁獲量は年間145～300トンの間で変動しており、1999年以降200トンを下回るようになり、以後2008年までの10年間は145～190トンで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年間45～93トンの間で推移し、調査期間内の変動幅は他種と比較して小さく、ほぼ安定していたが2008年は50トンを割り込んだ(図12)。

1951～2008年のハマダイの漁獲量を図15に示した。鹿児島中央卸売市場の取扱量は1963年に479トンの最高値を記録した後、1970年代には262～336トンの間で変動したが、その後減少に転じ、2004～2008年の最近5ヶ年では35～44トンと最盛期の約10分の1に減少しているが、漁獲量はほぼ横ばい状態で推移している。沖縄県におけるハマダイは1989年から1996年の間は160～210トンの間で変動していたが、2000年以降に100トンを割り込んだ。近年5年間は微量な増減を繰り返しながら推移しており、2006年には100トンを超えたが、2008年は100トンを割り込んでいる。主要漁港の魚種別漁獲データが整備された1999年以降の総漁獲量では、2002年に200トンを割り込んでから微量な増減を繰り返し、現在はほぼ横ばい状態で安定している。

なお沖縄県の魚種別の漁獲量については、魚種毎のデータの収集が可能となった1989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程度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。すなわち、30～40年以前の水準と比べて4種とも顕著に減少した後、アオダイおよびオオヒメは引き続き減少、ヒメダイ、ハマダイの2種では低位で横ばいの状態にあると推定した。

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、県漁連所属の大型標本船12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20年間の傾向を検討した。さらに沖縄海域全体から漁獲されるマチ類4種の漁獲量および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)。

(2) 資源量指標値の推移

沖縄県漁連に水揚する標本船12隻、および八重山漁協所属の一本釣船全体について、1航海あたりに対する漁獲量(CPUE)を資源量の指標として求めた(表3、4、5)。

県漁連所属大型漁船によるアオダイの漁獲量はほぼ横ばいであるのに対してCPUEは僅かに増加した。一方八重山漁協所属船におけるアオダイの漁獲量は近年5年間はほぼ横ばい状態で安定してる。しかしながら1990年代から2004年にかけて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19、20)。従って、この期間の八重山海域での漁獲量の減少は、経営体の減少の影響と推察される。アオダイの総漁獲量は経

営体数が安定した近年5年間に於いても毎年減少しており、総漁獲量は5年間でおよそ200トン減少している。沖縄本島南西海域で主に操業する大型船および八重山漁協所属船の漁獲量が近年5年間はほぼ横ばい状態であること、また両標本船のCPUEもほぼ横ばい状態であることを考えると、沖縄本島以北海域の資源の減少が著しいと推察される。

ヒメダイでは県漁連所属大型漁船の漁獲量は近年漸増傾向に転じていることに伴い、CPUEも増加傾向にある。八重山漁協所属船では漁獲量の小幅な増加傾向に伴い、CPUEも僅かに増加傾向を示した(図18、19)。

県漁連所属大型漁船におけるオオヒメの漁獲量とCPUEは大幅な増加傾向を示している(図20)。聞き取り調査の結果、これは大型標本船がアオダイ、ハマダイ等の漁獲量の低下による収入減を補うために、漁獲水深帯が異なり、かつ近年比較的高値で取引されるオオヒメに漁獲対象魚の転換を図ることによって、オオヒメに対する漁獲努力量が高くなった結果と推察される。従ってこの漁獲量とCPUEの増加は資源量の増加ではないと考えられる。一方、八重山漁協所属船におけるオオヒメの漁獲量は横ばい状態であり、2007年まではCPUEも高位を保っていたが、2008年は急激に減少した(図21)。この八重山漁協所属船のCPUEの減少は資源量の減少が影響した結果とも考えられる。これらの結果から、オオヒメに関しては少なくとも県漁連所属の大型船では資源の動向を反映した結果は得られないと考えられる。

ハマダイにおいては県漁連所属大型漁船および八重山漁協所属船共に近年の漁獲量の増加に伴いCPUEも増加していたが、2008年は沖縄海域のハマダイの漁獲量が減少に転じたことにより、標本船の漁獲量およびCPUEも僅かに減少した(図22、23)。

(3) 漁獲物の体長組成の推移

2008年に鹿児島海域(中種子・屋久島・奄美)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尾叉長組成を図24に示した。

鹿児島海域のアオダイは32cmFLにモードをもつ単峰型、沖縄海域では28cmFLと32cmFLにモードを持つ多峰型で(図24A)、漁獲物の未成熟個体の割合はそれぞれ49.2%、47.5%であった。

ヒメダイにおいては鹿児島海域では30cmFL、沖縄海域では28cmFLにモードをもつ単峰型であり(図24B)、未成熟個体の割合はそれぞれ5.9%、10.8%であった。

オオヒメでは鹿児島海域では36cmFL、沖縄海域では38cmFLにモードをもつ単峰型を示し、ヒメダイとは逆に鹿児島海域の漁獲物の方が小さかった(図24C)。漁獲物の未成熟個体の割合はそれぞれ67.9%と28.6%であった。

ハマダイにおいては鹿児島海域では34cmFLと40cmFL、沖縄海域では30cmFLと39cmFLにモードを持つ多峰型を示し、これらのうちの鹿児島海域では98.5%、沖縄海域では99.1%が未成熟個体であった(図24D)。ハマダイの両海域の過去5年間の体長組成の推移では、漁獲の中心は鹿児島海域では2～4歳、沖縄海域では2～3歳であり、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25)。一方、2004年～2008年の漁獲物のうち成熟卵を持ち始める59cmFL以上の割合は、鹿児島海域では9.8%、6.4%、4.4%、4.2%、4.1%であるのに対し、沖縄海域ではそれぞれ全体の4.1%、5.2%、3.3%、1.4%、1.8%と非常に低い値を示した。

(4) 資源の水準・動向

沖縄県・鹿児島県におけるマチ類全体の漁獲量は、過去40年の間に大幅に減少していると考えられるため、資源水準を低位とする。アオダイにおいては鹿児島県、沖縄県ともに近年の漁獲量の動向は減少傾向にあり、特に沖縄海域では大幅に減少した。標本船によるCPUEはほぼ横ばい状態であるものの、経営体数が安定した近年5年間の総漁獲量においても毎年減少傾向にあること、また沖縄海域で試行したコホート計算の結果、近年5年間の資源量は毎年減少傾向にあるために動向は減少と判断した。

ヒメダイ・オオヒメに関しては、鹿児島県、沖縄県ともに近年の漁獲量は横ばい状態である。ヒメダイに関しては沖縄海域での漁獲量横ばいであるが、試算した資源量が増加していること、およびCPUEはやや増加傾向にあるもののほぼ横ばい状態であることから、動向は横ばいと判断した。一方オオヒメに関しては、沖縄県漁連大型船によるオオヒメの漁獲量およびCPUEはともに近年大幅に増加しているが、沖縄県全体の漁獲量は前年と比べて3割以上減少していること、また八重山漁協所属船のCPUEが大幅に減少していることから、この大型船のCPUEの増加は資源量の指標値としては使えないと考えられ、減少と判断した。

ハマダイにおいては鹿児島県の漁獲量はほぼ横ばい状態である。一方沖縄県全体の漁獲量は減少したものの、沖縄県漁連所属大漁船および八重山漁協所属船のCPUEは若干の減少が見られるが、ほぼ横ばい状態であること、鹿児島県では増加傾向を示していないこと、また試行したコホート計算から資源量は多少の増減はあるものの近年5年は横ばい状態にあるため、動向は横ばいと判断した。

5. 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、海域全体の資源量には反映されるには至っていない。今後は漁獲サイズ規制なども含め、保護区内のみならず、海域全体の漁獲圧を下げる方向で検討していく必要がある。特にハマダイにおいては産卵親魚が著しく減少していると推察されることから、早急に親魚の保護に向けた措置が必要である。マチ類は成熟までに早い種で3年、遅い種では成熟まで10年以上を要する魚種であることから、保護区を5年で解禁して親魚を漁獲してしまうことは望ましくない。よって平成22年度以降も、産卵親魚を保護するための漁獲制限措置が必要である。

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一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一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.
- Kikkawa, B. S. (1984) Maturation, spawning and fecundity of opakapaka, *Pristipomoides filamentosus*. *Proceedings of Research Inv. NWHIUNIHI-SEAGRANT-MR-84-01*, 149-160.
- 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.
- 佐多忠夫 (1988) マチ類 諸喜田茂充 編著 サンゴ礁域の増養殖, 144-151, 緑書房 東京.
- 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.
- 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, 1-16p.
- 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. 139-140, 沖縄県農林水産試験研究推進会議.
- 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、一本釣り
経営体数（深海一本釣り以外も含む）および主要4種の漁獲量

年	マチ類全体	経営体数	アオダイ	ヒメダイ	オオヒメ	ハマダイ
1961	1,633					
1962	1,431					
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	77	74
2006	238	753	228	145	59	100
2007			217	167	67	110
2008			164	170	45	70

(単位：トン)

表2. 鹿児島県における近年10年のマチ類の漁獲量

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	499	101	11	21	135
2000	459	126	13	24	124
2001	454	98	16	22	138
2002	318	106	9	18	129
2003	334	125	23	6	82
2004	361	98	20	5	84
2005	308	115	26	5	81
2006	327	106	14	4	99
2007	271	122	9	4	96
2008	266		88	37	95

(単位：トン)

表3. 沖縄県漁連標本船によるマチ類漁獲量とCPUE

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	98	82.858	0.845	97.355	0.993	2.590	0.026	8.243	0.084
1990	120	96.639	0.805	85.472	0.712	5.044	0.042	7.453	0.062
1991	134	116.164	0.867	108.077	0.807	4.854	0.036	11.865	0.089
1992	134	171.837	1.282	74.556	0.556	6.036	0.045	7.475	0.056
1993	146	159.963	1.096	80.173	0.549	6.153	0.042	16.188	0.111
1994	160	204.710	1.279	79.574	0.497	9.671	0.060	17.786	0.111
1995	169	205.600	1.217	95.036	0.562	10.753	0.064	24.923	0.147
1996	202	188.246	0.932	119.828	0.593	12.851	0.064	22.722	0.112
1997	218	203.071	0.932	111.090	0.510	14.573	0.067	11.695	0.054
1998	219	177.959	0.813	119.621	0.546	10.737	0.049	16.722	0.076
1999	194	172.603	0.890	98.855	0.510	13.611	0.070	11.201	0.058
2000	221	152.913	0.692	96.845	0.438	18.620	0.084	9.894	0.045
2001	196	176.724	0.902	76.602	0.391	16.805	0.086	6.100	0.031
2002	210	143.513	0.683	122.886	0.585	19.389	0.092	4.358	0.021
2003	236	151.123	0.640	113.882	0.483	20.244	0.086	4.867	0.021
2004	230	164.039	0.713	112.134	0.488	23.057	0.100	4.286	0.019
2005	232	162.091	0.699	122.954	0.530	32.265	0.139	7.280	0.031
2006	246	161.697	0.657	130.211	0.529	31.780	0.129	7.529	0.031
2007	248	133.909	0.540	143.166	0.577	39.344	0.159	10.739	0.043
2008	219	129.681	0.592	147.037	0.671	35.357	0.161	8.395	0.038

(漁獲量の単位：トン)

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・操業数およびCPUE

年	アオダイ			ヒメダイ		
	漁獲量	操業数	CPUE	漁獲量	操業数	CPUE
1989	42.535	1,214	0.035	21.821	942	0.023
1990	30.819	1,132	0.027	24.342	893	0.027
1991	29.263	1,123	0.026	9.638	656	0.015
1992	24.376	860	0.028	9.985	548	0.018
1993	23.901	998	0.024	17.001	707	0.024
1994	24.782	1,127	0.022	12.602	787	0.016
1995	33.838	1,332	0.025	18.987	989	0.019
1996	34.905	1,465	0.024	20.303	1,215	0.017
1997	31.341	1,158	0.027	11.692	821	0.014
1998	29.728	1,158	0.026	8.172	844	0.010
1999	22.421	1,042	0.022	8.852	764	0.012
2000	15.530	861	0.018	11.583	725	0.016
2001	26.227	1,103	0.024	12.357	914	0.014
2002	20.236	878	0.023	9.523	713	0.013
2003	22.482	1,012	0.022	10.299	735	0.014
2004	14.787	674	0.022	7.810	619	0.013
2005	9.668	449	0.022	4.272	496	0.009
2006	13.601	589	0.023	5.971	662	0.009
2007	11.089	519	0.021	6.160	611	0.010
2008	14.150	579	0.024	8.859	733	0.012

(漁獲量の単位：トン)

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・操業数およびCPUE

年	オオヒメ			ハマダイ		
	漁獲量	操業数	CPUE	漁獲量	操業数	CPUE
1989	5.89	435	0.014	68.931	1,701	0.041
1990	9.46	565	0.017	64.768	1,588	0.041
1991	7.25	469	0.015	54.102	1,319	0.041
1992	4.46	373	0.012	57.337	1,230	0.047
1993	3.87	333	0.012	44.393	1,276	0.035
1994	7.03	433	0.016	58.375	1,502	0.039
1995	3.98	421	0.009	60.056	1,706	0.035
1996	5.96	479	0.012	60.519	2,407	0.025
1997	6.37	475	0.013	48.870	1,862	0.026
1998	6.04	449	0.013	45.510	1,679	0.027
1999	6.11	467	0.013	41.786	1,925	0.022
2000	7.88	557	0.014	27.709	1,337	0.021
2001	6.54	472	0.014	32.177	1,677	0.019
2002	5.3	428	0.012	26.569	1,524	0.017
2003	4.93	351	0.014	21.540	1,344	0.016
2004	6.41	344	0.019	23.716	1,308	0.018
2005	4.59	262	0.017	26.445	1,189	0.022
2006	4.54	280	0.016	32.782	1,404	0.023
2007	4.45	284	0.016	38.348	1,367	0.028
2008	4.65	401	0.012	35.792	1,332	0.027

(漁獲量の単位：トン)

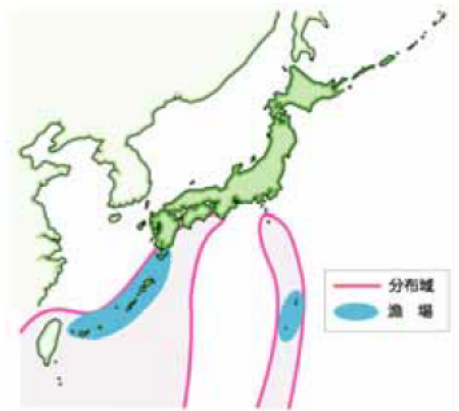


図1. マチ類の分布図

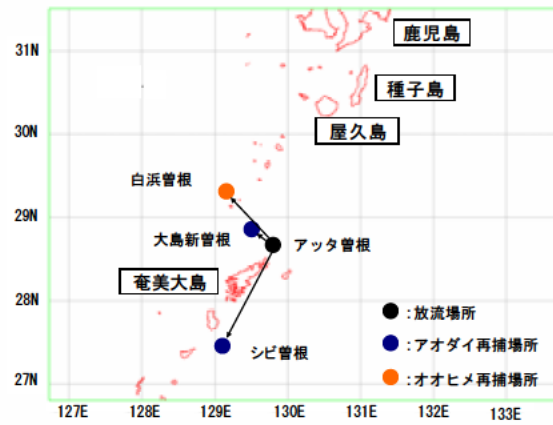


図2. 標識放流地点および再捕地点

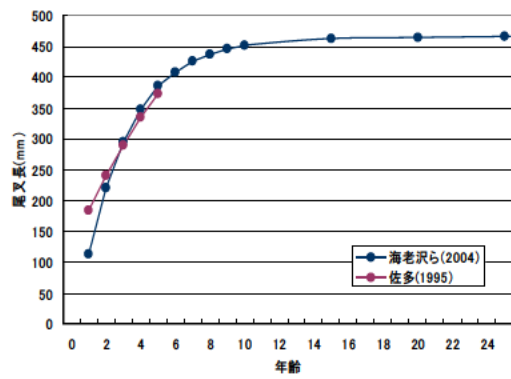


図3. アオダイの成長曲線

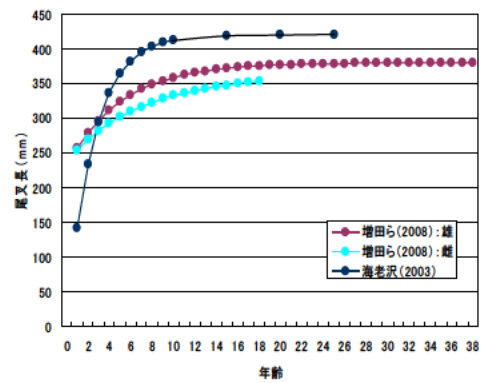


図4. ヒメダイの成長曲線

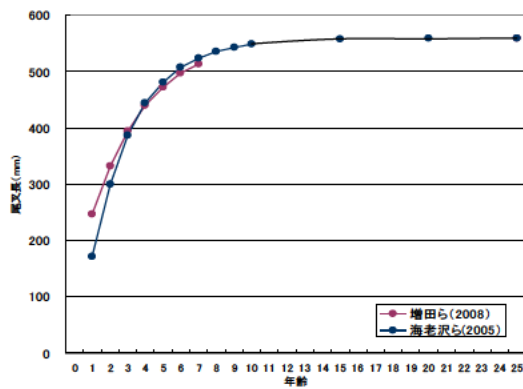


図5. オオヒメの成長曲線

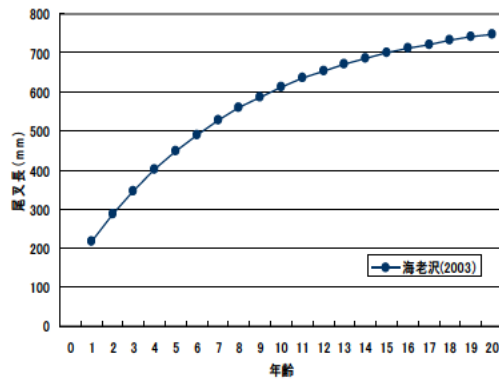


図6. ハマダイの成長曲線

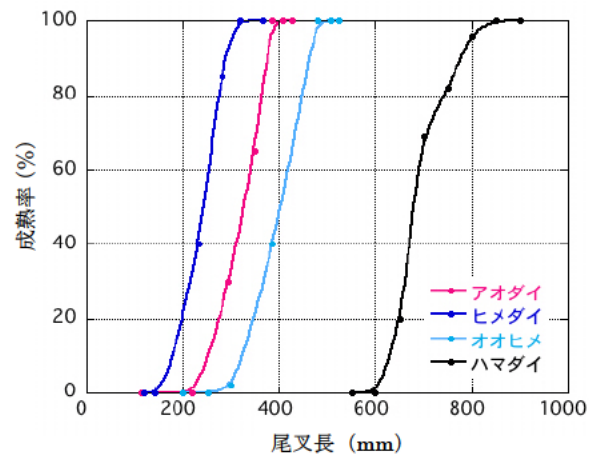


図7. マチ類4種の尾叉長と生殖腺成熟率の関係

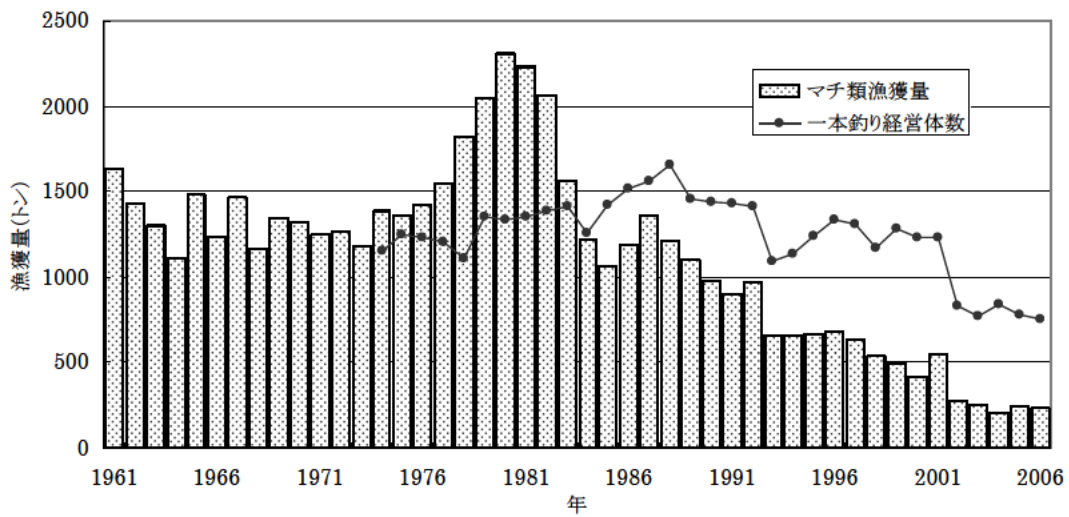


図8. 沖縄県のマチ類の漁獲量（主要4種以外も含む）と一本釣り経営体数の経年変化

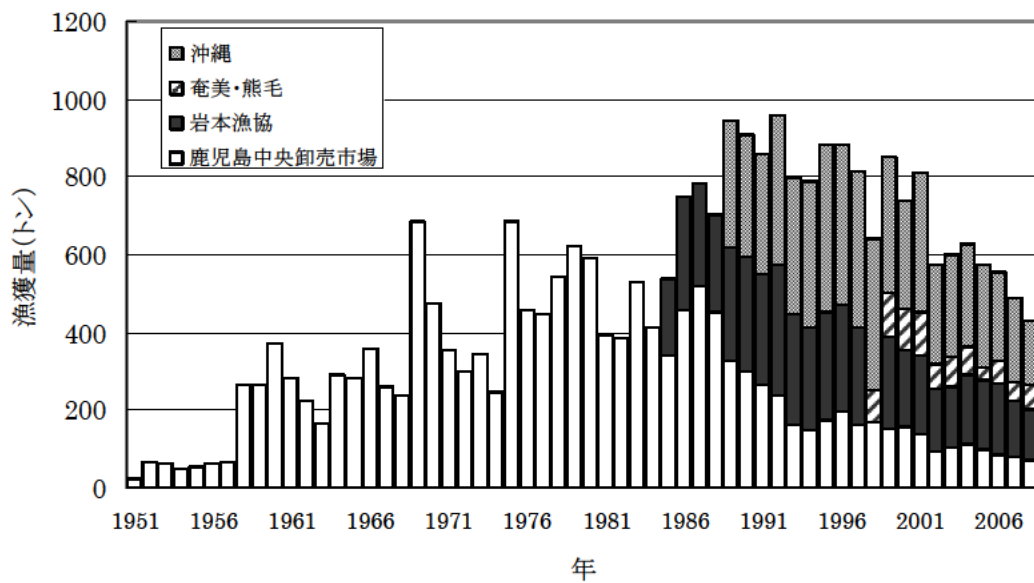


図9. アオダイの漁獲量

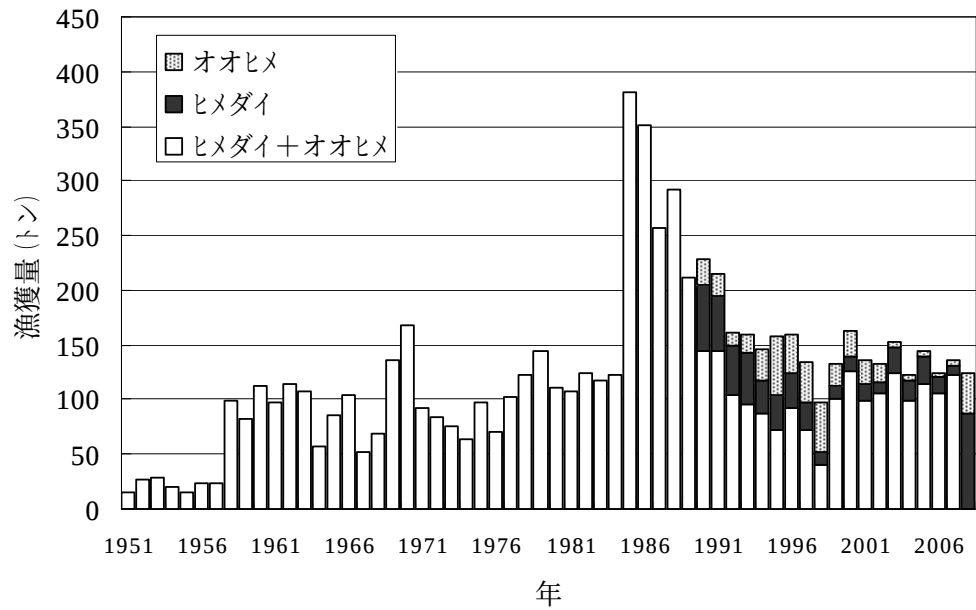


図10. 鹿児島県主要漁港でのヒメダイ・オオヒメの漁獲量

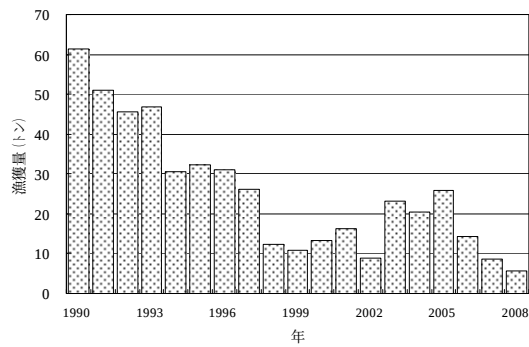


図11. 鹿児島県中央卸売市場におけるヒメダイの漁獲量

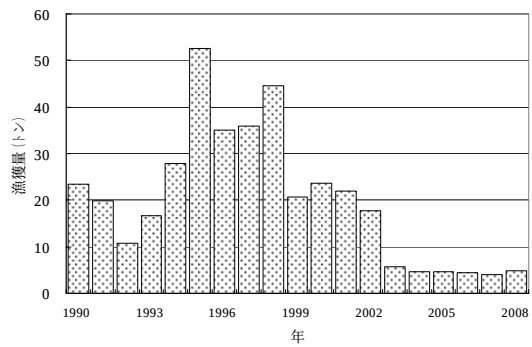


図12. 鹿児島県中央卸売市場におけるオオヒメの漁獲量

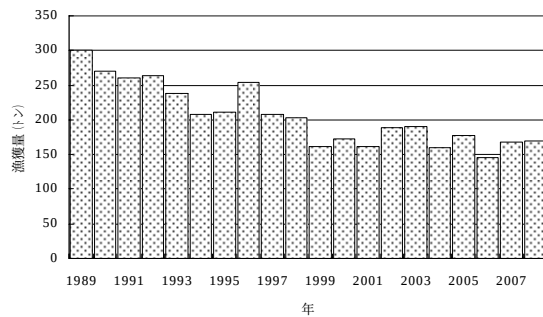


図13. 沖縄県におけるヒメダイの漁獲量

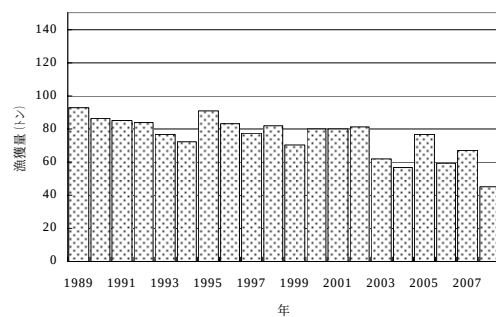


図14. 沖縄県におけるオオヒメの漁獲量

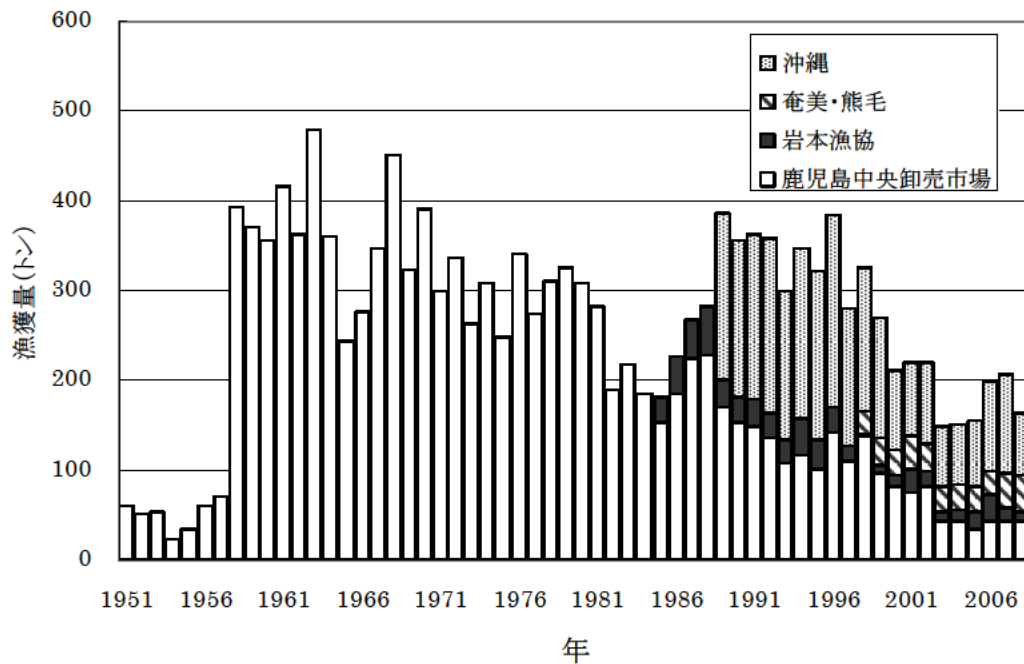


図15.ハマダイの漁獲量

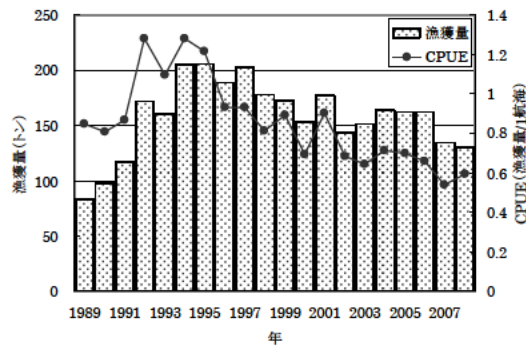


図16. 沖縄県漁連標本船によるアオダイの漁獲量とCPUE

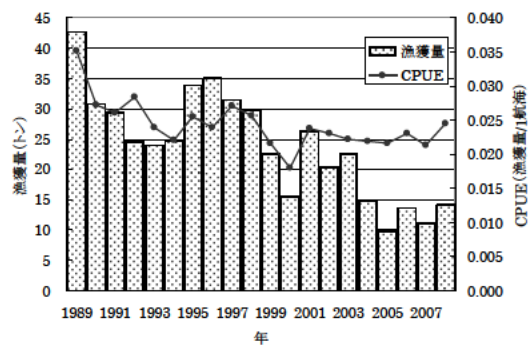


図17. 八重山漁協所属船によるアオダイの漁獲量とCPUE

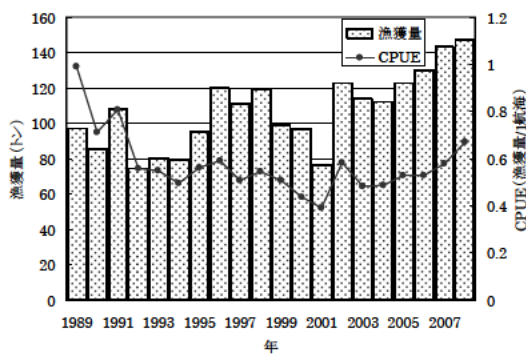


図18. 沖縄県漁連標本船によるヒメダイの漁獲量とCPUE

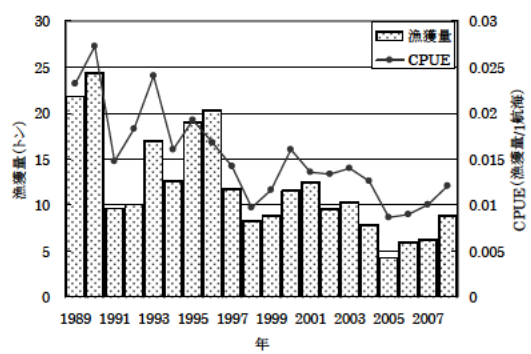


図19. 八重山漁協所属船によるヒメダイの漁獲量とCPUE

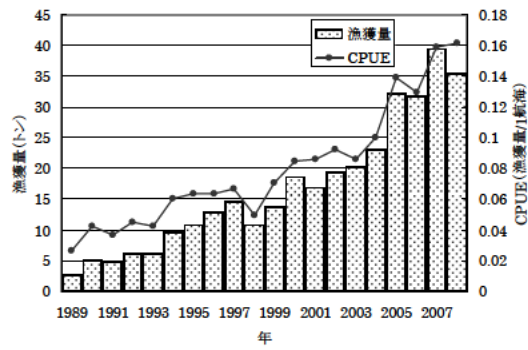


図20. 沖縄県漁連標本船によるオオヒメの漁獲量とCPUE

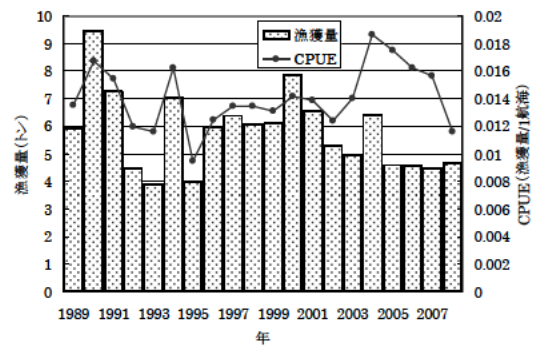


図21. 八重山漁協所属船によるオオヒメの漁獲量とCPUE

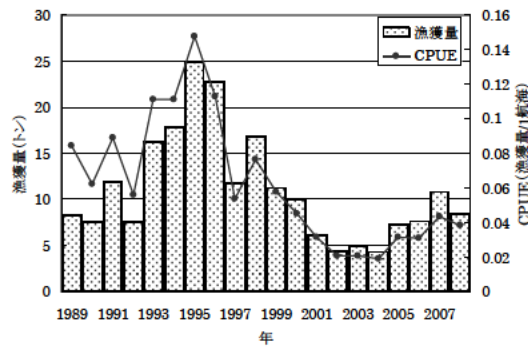


図22. 沖縄県漁連標本船によるハマダイの漁獲量とCPUE

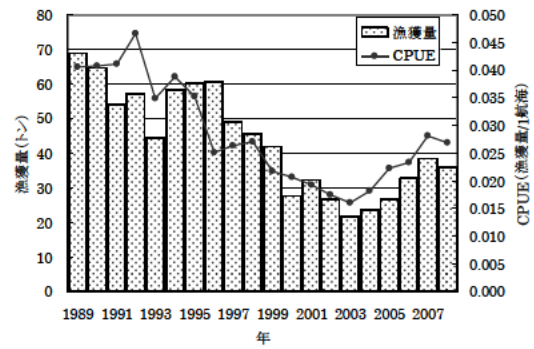


図23. 八重山漁協所属船によるハマダイの漁獲量とCPUE

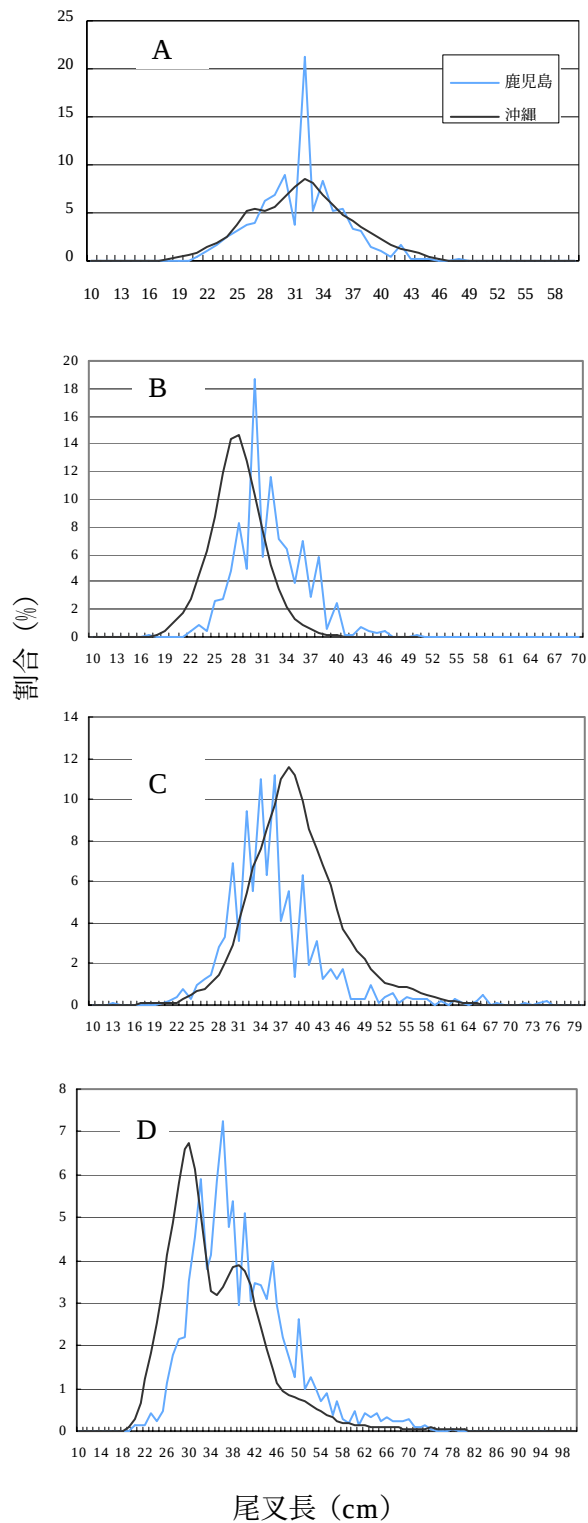


図24. 沖縄県および鹿児島県に水揚げされたマチ類4種の尾叉長組成
A: アオダイ B: ヒメダイ C: オオヒメ D: ハマダイ

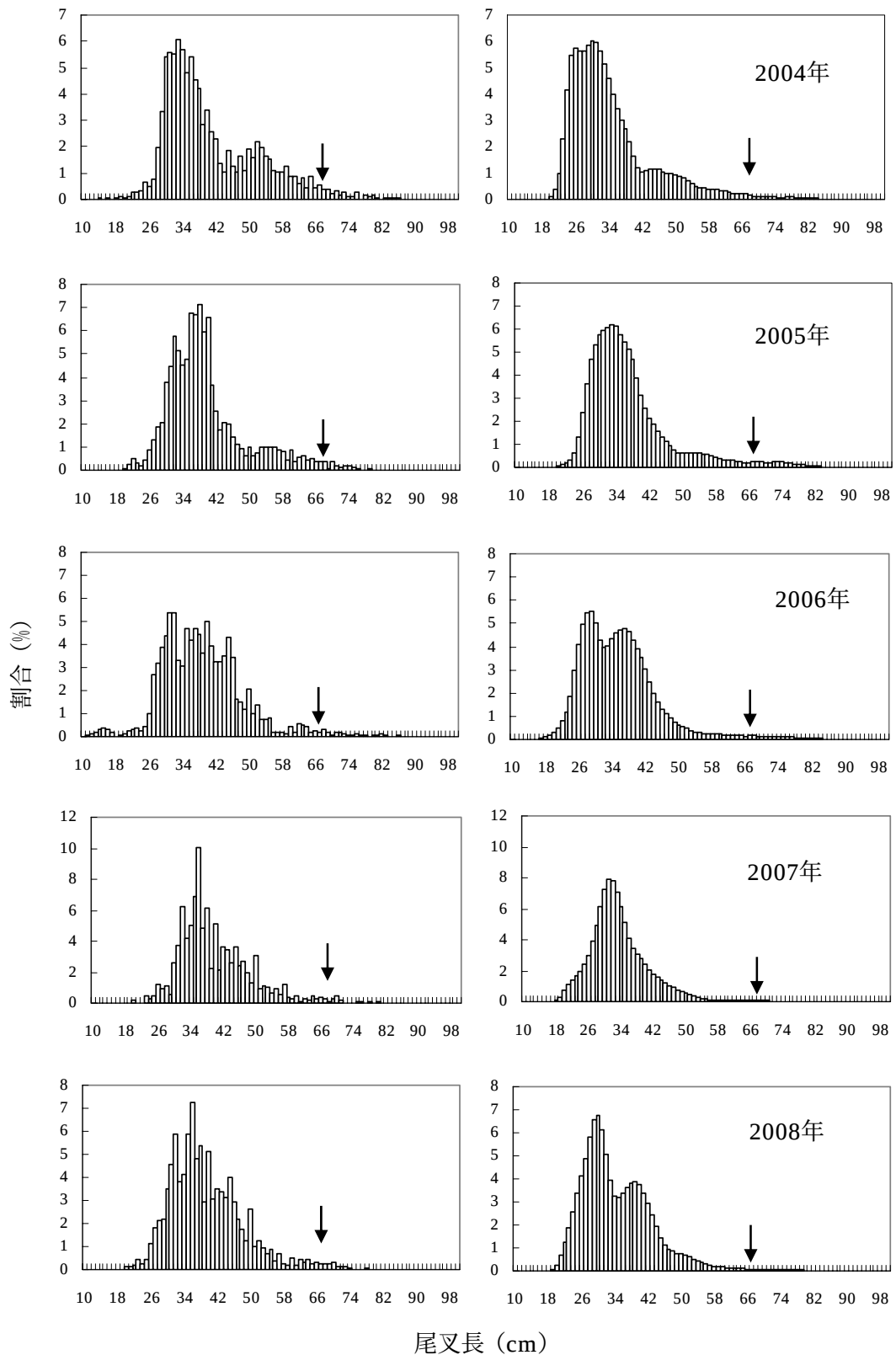


図25. ハマダイの過去5年間の尾叉長組成
 左：鹿児島海域 右：沖縄海域
 矢印は50%成熟（68cmFL）を示す。

補足資料 1

資源回復計画による効果の検証

資源回復計画に基づき、鹿児島海域では6区の周年保護区と10区の期間保護区を設けている。周年保護区内での試験操業の結果ではアオダイ、ヒメダイ、ハマダイにおける漁獲量が増加傾向にあり、保護の効果が徐々に現れてきていると考えられる(付表1、2、付図1)。また期間保護区においては多くの海域において各種の平均尾叉長が大きくなってきており、ここでも徐々に保護の効果が現れてきていると考えられる。このように周年および期間の両保護区において回復計画の効果が徐々に現れている一方、海域全体での漁獲の動向は横ばいおよび僅かな減少傾向にあり鹿児島海域における漁獲量にはまだ保護効果が反映されていない。よって回復計画の継続とさらなる強化が必要と考える。

沖縄海域では2区の周年保護区を設けている。このうち沖縄本島南西部の北タイキュウソネでの試験操業結果ではアオダイ、ヒメダイおよびオオヒメのCPUEが徐々に増加しており、保護効果が現れていると考えられる(付表3、4、付図2)。平成17～19年度における沖ノナカノソネのハマダイは、50%成熟である65cmFL以上の産卵親魚がそれぞれ調査個体の34.8%、41.5%、52.5%と増加している(付図3)。一方、北タイキュウソネ、沖ノナカノソネ共に平成20年度の調査ではCPUEが減少に転じた。この結果は資源が減少したと考えるより、海況や調査方法などの調査条件の影響による漁獲量の減少であると考えられる。そのため、ハマダイに限っては19年度までの結果で評価すると、保護区の設置はマチ類資源の増加に有効であると判断される。しかしながら沖縄海域全体におけるマチ類の近年の漁獲量はほぼ横ばいであることから、現段階では保護区の効果が海域全体の漁獲量に反映されていない。沖縄海域での保護区は2カ所のみであり、これにより海域全体の資源量ひいては漁獲量を増加させることはそもそも不可能であるため、計画の継続はもとより、保護区を増やすなどのさらなる強化が必要である。

3年間の保護区の効果の検証により、3～5年で成熟年齢に達するアオダイ、ヒメダイおよびオオヒメに関しては、禁漁によって資源が増加することが示された。今後この結果を直接海域全体の資源量に結びつけるために、現行の計画の継続に加え「保護区の拡大」、「保護区の増設」、「保護期間の延長」等の取り組み強化、特に沖縄県においてはさらなる「保護区の増設」を重点的に行うこと提言する。一方、成熟までに長い期間を要するハマダイにおいては、「若齢魚の管理」、「産卵親魚の管理」などの方策を検討するべきである。

付表1. 屋久新曽根における効果調査の結果

年度		アオダイ		ヒメダイ		オオヒメ		ハマダイ	
		尾数	平均尾叉長	尾数	平均尾叉長	尾数	平均尾叉長	尾数	平均尾叉長
18年	1回目	17	34	2	36.5	0	-	16	36.1
	2回目	5	35	0	-	0	-	21	29.4
	合計	22	34.5	2	36.5	0	-	37	32.7
19年	1回目	3	35	0	-	0	-	0	0
	2回目	5	31.4	0	-	0	-	0	0
	合計	8	33.2	0	-	0	-	0	0
20年	1回目	0	-	0	-	0	-	1	33.3
	2回目	6	32.8	0	-	1	40.5	0	-
	3回目	20	33.3	0	-	0	-	0	-
	合計	26	33.1	0	-	1	40.5	1	33.3

付表2. ファーズネにおける効果調査の結果

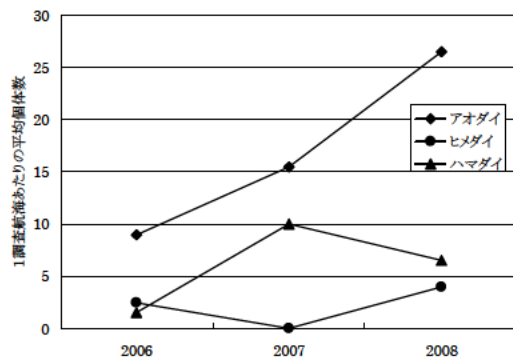
年度		アオダイ		ヒメダイ		オオヒメ		ハマダイ	
		尾数	平均尾叉長	尾数	平均尾叉長	尾数	平均尾叉長	尾数	平均尾叉長
18年	1回目	0	-	2	31.9	0	-	0	-
	2回目	18	33	3	30.2	0	-	3	30.5
	合計	18	33	5	31.1	0	-	3	30.5
19年	1回目	17	34.7	0	-	0	-	2	47.9
	2回目	14	35.5	0	-	0	-	18	38.3
	合計	31	35.1	0	-	0	-	20	43.1
20年	1回目	0	-	0	-	0	-	0	-
	2回目	5	35.1	6	28	0	-	0	-
	3回目	47	34.5	2	32.2	0	-	13	39.1
	合計	52	35.6	8	30.1	0	-	13	39.1

付表3. 北タイキュウソネにおける効果調査の結果

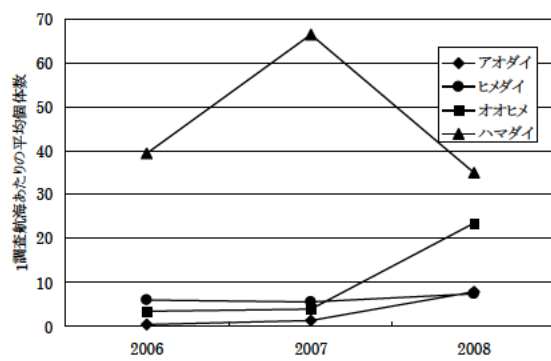
年度		アオダイ		ヒメダイ		オオヒメ		ハマダイ	
		尾数	平均重量	尾数	平均重量	尾数	平均重量	尾数	平均重量
18年	1回目	1	1.4	0	-	0	-	36	1.95
	2回目	0	-	11	9.3	7	1.66	43	1.98
	合計	1	1.4	11	0.85	7	1.66	79	1.94
19年	1回目	1	1.4	3	1.2	4	1.5	65	1.89
	2回目	2	1.65	8	0.72	2	2	68	1.4
	合計	3	1.57	11	0.74	6	1.67	133	1.65
20年	1回目	12	1.31	10	0.67	30	1.43	34	1.37
	2回目	4	1.43	5	0.76	11	1.69	36	1.57
	合計	16	1.34	15	0.7	47	1.49	70	1.47

付表4. 沖ノナカノソネにおける効果調査の結果

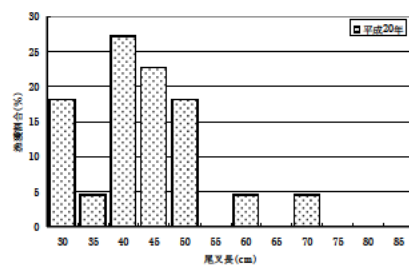
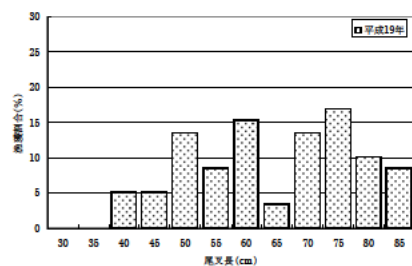
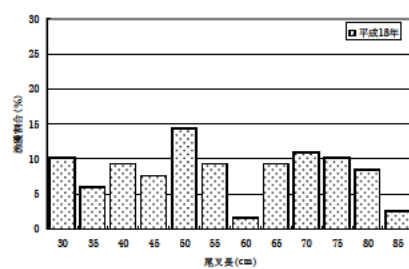
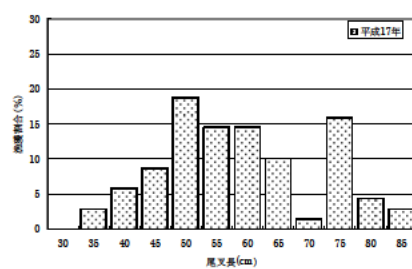
年度		アオダイ		ヒメダイ		オオヒメ		ハマダイ	
		尾数	平均重量	尾数	平均重量	尾数	平均重量	尾数	平均重量
17年	1回目	0	-	0	-	0	-	59	3.2
	2回目	0	-	0	-	0	-	10	5.3
	合計	0	-	0	-	0	-	69	3.5
18年	1回目	0	-	0	-	0	-	95	2.77
	2回目	0	-	0	-	0	-	23	5.3
	合計	0	-	0	-	0	-	118	3.3
19年	1回目	0	-	0	-	0	-	26	4.73
	2回目	0	-	0	-	0	-	16	4
	合計	0	-	0	-	0	-	42	4.45
20年	1回目	0	-	4	1	0	-	11	1.8
	2回目	0	-	0	-	0	-	0	-
	3回目	0	-	10	0.7	3	1.7	11	0.6
	合計	0	-	14	0.8	3	1.7	22	0.9



付図1. ファーズネにおけるCPUEの推移



付図2. 北タイキュウソネにおけるCPUEの推移



付図3. 沖ノナカノソネにおけるハマダイの体長組成

補足資料2

コホート解析

沖縄海域全体（宝山・大九～与那国、尖閣）におけるマチ類4種の年齢別漁獲尾数を推定し、コホート計算により2004～2008年の資源尾数を計算した。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2004～2008年の5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）－体重（BW）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（ λ =寿命）。

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、2008年の F は過去3年間の平均値とした。

・アオダイ

耳石解析の結果アオダイは35歳程度まで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。また、自然死亡係数 M の値が資源量計算に与える影響を見るために、 M の値を変化させた場合の2008年の資源量、親魚量および加入量を付図4に示した。同時にこれら M の値の変化に伴い2004～2008年の漁獲死亡係数 F の経年変化を付図5に示した。資源量、親魚量および加入量は M 値の増大に伴い大きくなり、逆に、 F 値は小さくなる。

(1) 漁獲物の年齢構成

2004～2008年の年齢別漁獲尾数を推定した(付表5、付図6)。漁獲の中心は2～3歳魚であり、2005年に2～3歳魚の漁獲尾数が増加したが、以降は減少し続けている。4歳魚は2005～2007年にかけて増加したが、2008年は減少した。

(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6、付図7に示した。なお、アオダイの漁獲は1歳以上から始まるために、資源量は0歳魚を含まない漁獲対象資源量を計算した。

2004年は670トンであったアオダイ資源量は以降徐々に減少傾向を示し、2008年では379トンと、4年前の1/3～1/2程度まで落ち込んだ。漁獲割合はほぼ39%台で横ばい状態で推移していたが、2007年に44%に増加し、2008年にはまた39%台に戻っている。

加入尾数と親魚量の推移を付図8に示した。加入尾数は2004年以降急激に減少し続け、2007年には2004年の62万尾から1/4程度の16万尾まで落ち込んだ。2008年には2006年と同レベルまで回復しおよそ23万尾であった。親魚量は2005年～2007年はほぼ横ばい状態であったが、2008年に減少した。

再生産成功率を付図9に示した。2005年～2007年は減少傾向にあったが、2008年には2006年以上に回復している。

・ヒメダイ

増田他(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、自然死亡係数 M の値が資源量計算に与える影響を見るために、 M の値を変化させた場合の2008年の資源量、親魚量および加入量を付図10に示した。同時にこれら

Mの値の変化に伴い2004～2008年の漁獲係数Fの経年変化を付図11に示した。資源量、親魚量および加入量はMの値の増大に伴い大きくなり、逆にF値は小さくなる。

(1) 漁獲物の年齢構成

2004～2008年の年齢別漁獲尾数を推定した(付表7、付図12)。漁獲の中心は1～2歳魚であり、2006年以降の1歳魚は漁獲尾数10万尾以上である。2006年に3歳魚が7万尾台まで落ちたが、その前後は9万尾前後で推移している。

(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8、付図13に示した。2006年以外では530トン以上の資源量で安定しているが、2006年は520トンに落ち込んだ。原因は3～5歳の大型個体の漁獲が少なかったためと考えられる。2006年以降は増加傾向であり、2008年の資源量は近年5年では最高である。漁獲割合は30%前後で安定している。

加入量と親魚量の推移を付図14に示した。親魚量は2006年に300トン以下に落ち込んだが、それ以外は300トン前後でほぼ安定している。加入量は2004年以降増加傾向にある。

再生産成功率を付図15に示した。2008年は2007年よりはやや減少したが、2005～2006年よりも高い値を示している。

・オオヒメ

増田他(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、海老沢他(2005)では少なくとも10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10歳と仮定し、自然死亡係数Mを0.25と仮定した。また、自然死亡係数Mの値が資源量計算に与える影響を見るために、Mの値を変化させた場合の2008年の資源量、親魚量および加入量を付図16に示した。同時にこれらMの値の変化に伴い2004～2008年の漁獲係数Fの経年変化を付図17に示した。資源量、親魚量および加入量はMの値の増大に伴い大きくなり、逆にF値は小さくなった。

(1) 漁獲物の年齢構成

2004～2008年の年齢別漁獲尾数を推定した(付表9、付図18)。漁獲の中心は1～3歳魚である。2008年の0歳魚の加入量は2007年の1/5程度まで落ち込んだ。さらに2006年の加入量と比較すると2006年の7%程度しか加入量がなかった。

(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付表10、付図19に示した。本種の資源量は2004年以降年々減少し、2007年には200トンを割り込み、2008年では2004年の1/2以下まで減少している。漁獲割合は2004年の16%から徐々に増加し現在では26%台である。

加入量と親魚量の推移を付図20に示した。親魚量は2004年～2005年に増加したが、その後は減少傾向が続いている。加入量の減少は激しく、2008年の加入量は2004年のおよそ7.3%程度であり、8万尾程度まで落ち込んだ。

再生産成功率を付図21に示した。本種の再生産成功率は2005年以降急激に減少し、2008

年は2005年の7.6%程度である。

・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12年要することが知られているため、寿命は最低でも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2～3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、自然死亡係数 M の値が資源量計算に与える影響を見るために、 M の値を変化させた場合の2008年の資源量、親魚量および加入量を付図22および付図23に示した。ただし付図22では寿命30歳および100歳に相当する M の値は全て4歳以上から適用し、3歳以下の若齢魚に対しては2倍ずつ増大させた M の値を、また付図23では寿命30歳、60歳および100歳に相当する M の値をそのまま若齢魚にも適用した。同時にこれら M の値の変化に伴い2004～2008年の漁獲死亡係数 F の経年変化を付図24および付図25に示した。資源量、親魚量および加入量は M の値の増大に伴い大きくなり、逆に、 F 値は小さな値を示した。また、若齢魚の M 値を変化させた場合の資源量、親魚量、加入量は、変化させなかった場合に比べて大きな値を示したが、 F 値にはほとんど変化が表れなかった。

(1) 漁獲物の年齢構成

2004～2008年の年齢別漁獲尾数を推定した（付表11、付図26）。漁獲の中心は2～3歳魚であり、1～4歳で総漁獲尾数の90%前後を占めている。2005～2007年で2～4歳魚漁獲量は増加傾向にあったが、2008年には減少した。

(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12、付図27に示した。なお、ハマダイの漁獲は1歳以上から始まるために、資源量は0歳魚を含まない漁獲対象資源量を計算した。

2004～2007年の資源量はほぼ200トン前後で横ばい状態であったが、2008年は147トンまで減少した。漁獲割合は2004年以降増加傾向にあったが、2008年には若干減少して47%台になった。

加入量と親魚量の推移を付図28に示した。親魚量は2004～2005年に増加したが、その後は急激に減少し、2008年では2005年の1/4程度まで落ち込んだ。加入量は2004～2007年まではおよそ13.5万尾から20万尾で推移していたが、2008年に急激に減少し3万尾程度になっている。

再生産成功率を付図29に示した。本種の再生産成功率は2005年以降に減少し、2006～2008年はほぼ横ばい状態である。

付表5. アオダイの年齢別漁獲尾数

	2004	2005	2006	2007	2008
1歳	1,404	840	1,379	3,470	2,281
2歳	122,088	159,068	119,723	65,254	42,329
3歳	189,003	286,607	196,327	123,580	72,208
4歳	74,069	38,540	60,035	71,936	53,737
5歳	26,428	9,812	13,314	28,962	21,936
6歳	11,768	6,090	5,499	12,105	7,995
7歳	3,756	1,375	2,621	4,197	2,779
8歳	2,548	1,077	1,973	3,206	2,270
9歳	1,635	988	1,257	2,269	1,554
10歳以上	2,285	1,213	1,008	2,978	1,748

付表6. アオダイの年齢別資源重量 (単位：トン)

	2004	2005	2006	2007	2008
1歳	91	66	34	24	34
2歳	200	183	132	68	46
3歳	161	239	195	138	69
4歳	92	71	100	111	90
5歳	55	36	47	61	63
6歳	30	27	27	35	30
7歳	17	14	18	20	18
8歳	10	10	11	14	13
9歳	6	5	8	8	8
10歳以上	10	7	8	11	8

付表7. ヒメダイの年齢別漁獲尾数

	2004	2005	2006	2007	2008
0歳	56,262	27,933	60,592	51,320	60,322
1歳	96,941	77,707	127,871	107,874	126,003
2歳	86,185	89,044	76,668	91,337	98,761
3歳	64,367	76,698	46,385	72,370	64,420
4歳	22,035	29,857	14,268	23,359	18,882
5歳	14,771	19,741	10,536	15,192	12,383
6歳	9,484	14,419	7,037	9,135	7,810
7歳以上	12,321	24,054	10,170	10,232	12,048

付表8. ヒメダイの年齢別資源重量 (単位：トン)

	2004	2005	2006	2007	2008
0歳	96	105	115	125	134
1歳	117	114	136	139	156
2歳	108	97	101	107	119
3歳	80	77	63	74	73
4歳	44	47	36	39	35
5歳	31	30	27	26	23
6歳	24	21	15	19	15
7歳以上	38	42	27	27	29

付表9. オオヒメの年齢別漁獲尾数

	2004	2005	2006	2007	2008
0歳	2,365	3,146	4,818	1,718	329
1歳	16,365	13,927	12,873	10,244	6,704
2歳	28,302	21,828	18,851	20,044	14,980
3歳	7,269	13,231	10,674	12,002	8,197
4歳	2,048	5,504	4,354	5,766	3,562
5歳	1,085	3,295	2,330	3,071	1,984
6歳	660	1,458	929	1,320	777
7歳	287	615	306	489	266
8歳	273	534	235	410	231
9歳	255	441	211	329	225
10歳以上	932	1,910	1,191	1,564	1,015

付表10. オオヒメの年齢別資源重量 (単位：トン)

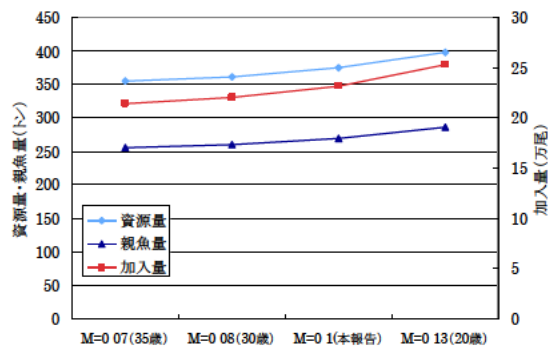
	2004	2005	2006	2007	2008
0歳	25	22	19	12	2
1歳	53	46	41	34	22
2歳	69	58	51	45	38
3歳	38	44	39	35	27
4歳	25	27	24	23	17
5歳	20	20	16	15	11
6歳	16	16	11	10	7
7歳	12	12	10	7	5
8歳	13	10	8	8	5
9歳	13	10	7	6	5
10歳以上	61	57	47	39	31

付表11. ハマダイの年齢別漁獲尾数

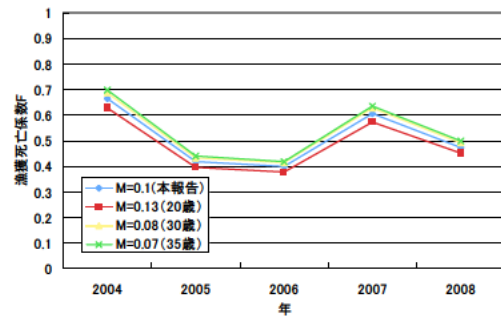
	2004	2005	2006	2007	2008
1歳	16	14	330	681	85
2歳	24,791	13,336	27,799	36,362	24,240
3歳	28,011	34,665	42,235	69,155	30,336
4歳	6,816	10,838	20,849	18,027	15,470
5歳	4,264	3,100	5,264	5,926	4,036
6歳	2,133	1,975	1,732	1,570	1,788
7歳	1,150	1,071	998	591	603
8歳	820	741	726	505	379
9歳	448	451	471	343	205
10歳	207	323	305	193	112
11歳	170	279	281	134	102
12歳	166	304	248	105	106
13歳	64	146	117	53	56
14歳	53	128	114	50	50
15歳	53	111	106	49	43
16歳	60	102	95	41	36
17歳	64	84	76	40	30
18歳	49	72	58	33	25
19歳以上	175	220	298	106	71

付表12. ハマダイの年齢別資源重量 (単位：トン)

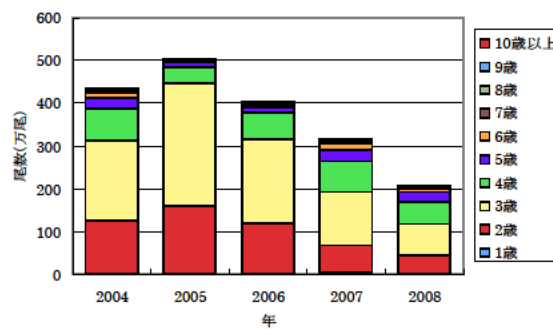
	2004	2005	2006	2007	2008
1歳	17	26	17	18	4
2歳	39	35	51	35	36
3歳	35	49	50	68	35
4歳	17	25	39	32	30
5歳	17	13	16	19	14
6歳	13	11	9	8	9
7歳	10	9	7	5	5
8歳	8	7	6	4	3
9歳	7	6	5	3	2
10歳	5	5	4	2	1
11歳	5	4	3	2	1
12歳	4	4	3	2	1
13歳	3	3	2	1	1
14歳	3	2	2	1	1
15歳	2	2	2	1	1
16歳	2	2	1	1	1
17歳	2	1	1	1	1
18歳	2	2	1	1	0
19歳以上	6	6	5	2	1



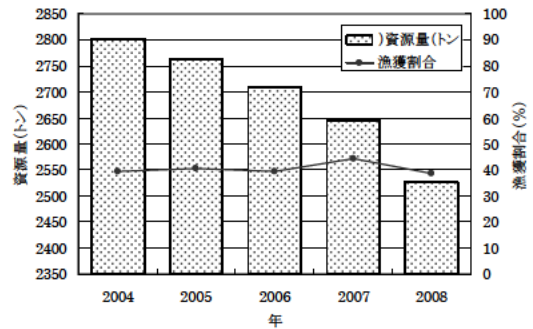
付図4. アオダイのMを変化させた場合の資源量、親魚量および加入量



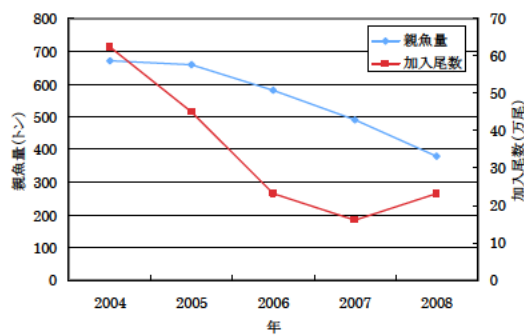
付図5. アオダイのMを変化させた場合のF値の経年変化



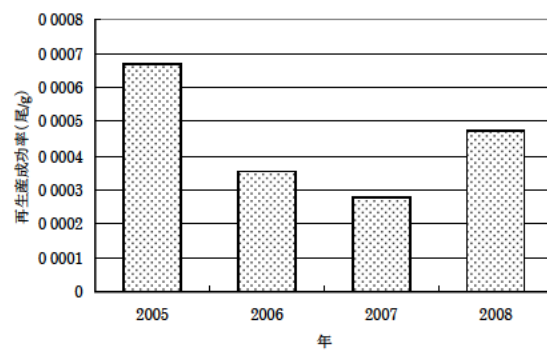
付図6. アオダイの年齢別漁獲尾数



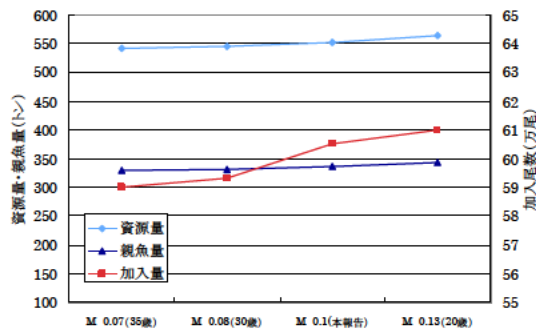
付図7. アオダイの資源量と漁獲割合



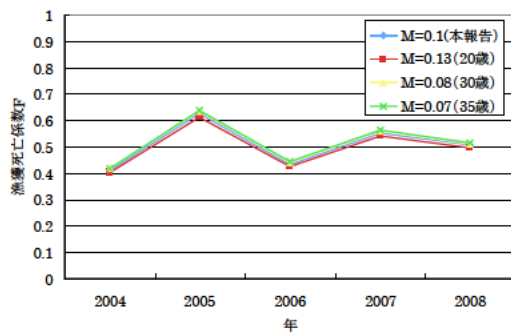
付図8. アオダイの親魚量と加入尾数



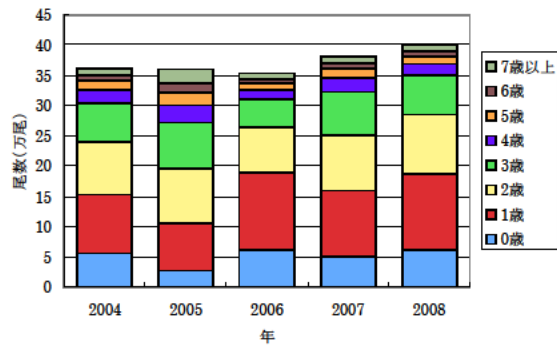
付図9. アオダイの再生産成功率



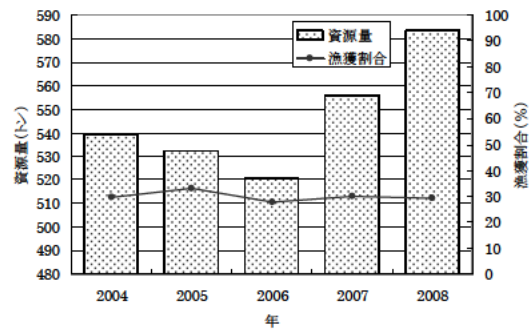
付図10. ヒメダイのMを変化させた場合の資源量、親魚量および加入量



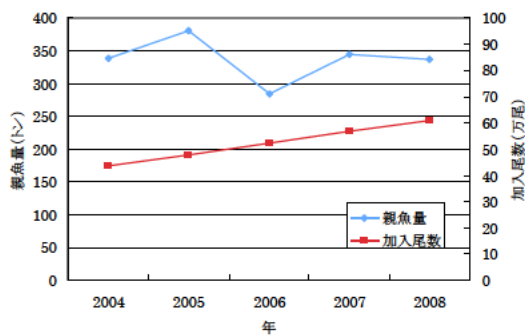
付図11. ヒメダイのMを変化させた場合のF値の経年変化



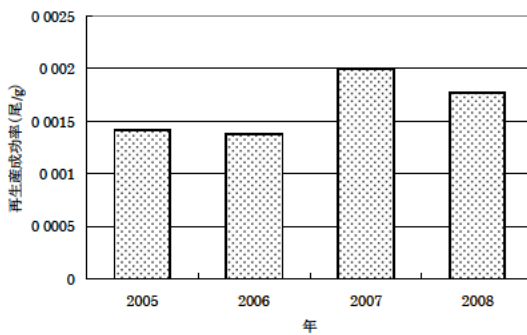
付図12. ヒメダイの年齢別漁獲尾数



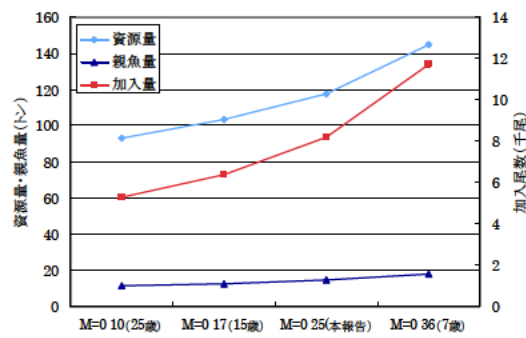
付図13. ヒメダイの資源量と漁獲割合



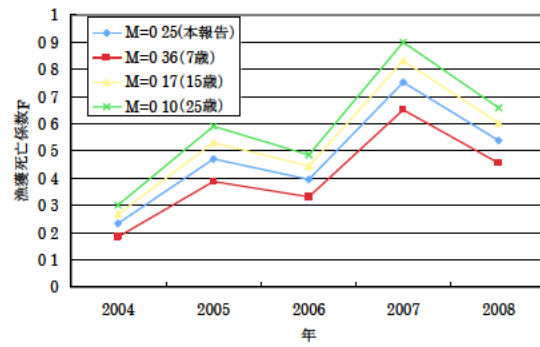
付図14. ヒメダイの親魚量と加入尾数



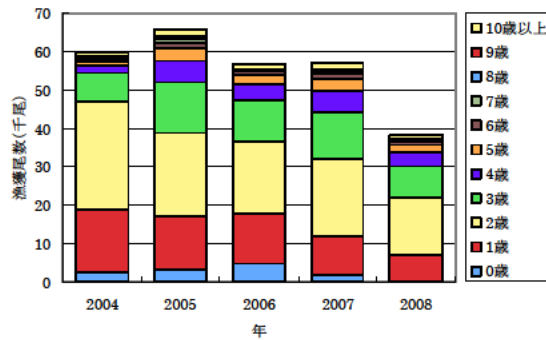
付図15. ヒメダイの再生産成功率



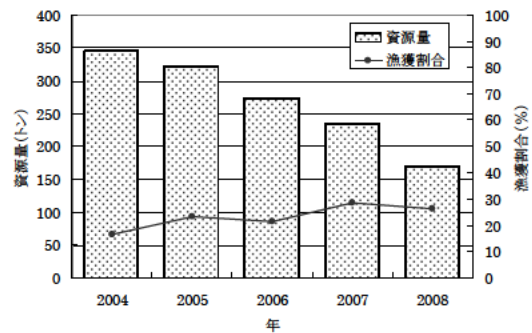
付図16. オオヒメのMを変化させた場合の資源量、親魚量および加入量



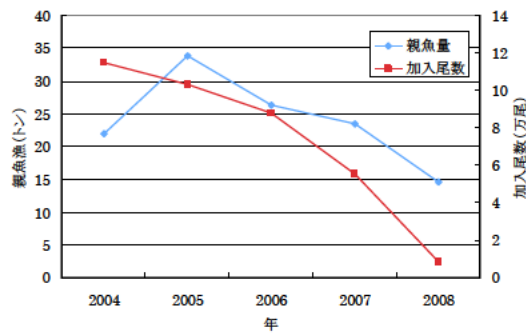
付図17. オオヒメのMを変化させた場合のF値の経年変化



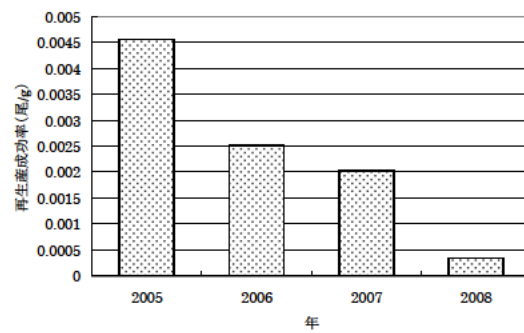
付図18. オオヒメの年齢別漁獲尾数



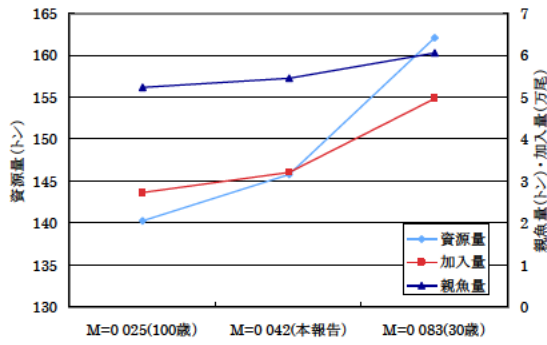
付図19. オオヒメの資源量と漁獲割合



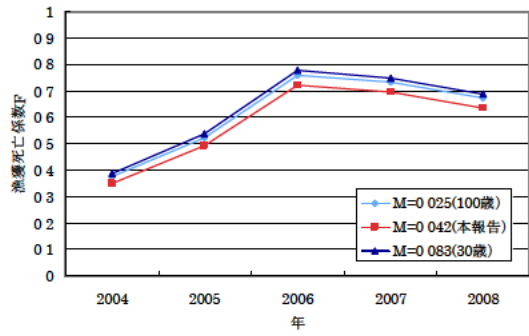
付図20. オオヒメの親魚量と加入尾数



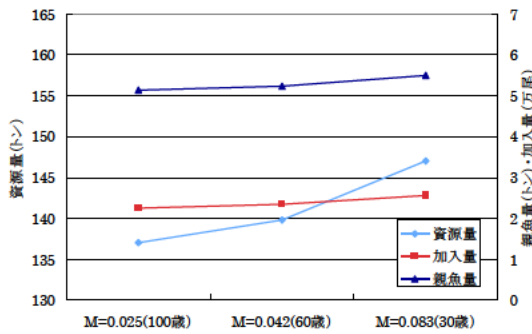
付図21. オオヒメの再生産成功率



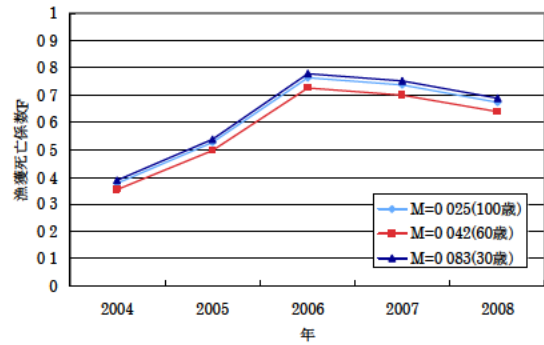
付図22. ハマダイのMを変化させた場合の資源量、親魚量および加入量 (Mは若齢に従い変化)



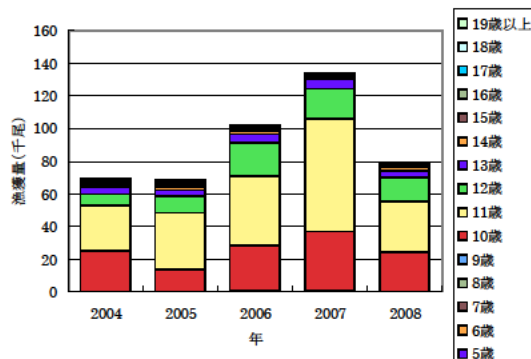
付図23. ハマダイの Mを変化させた場合の F値の経年変化 (Mは若齢に従い変化)



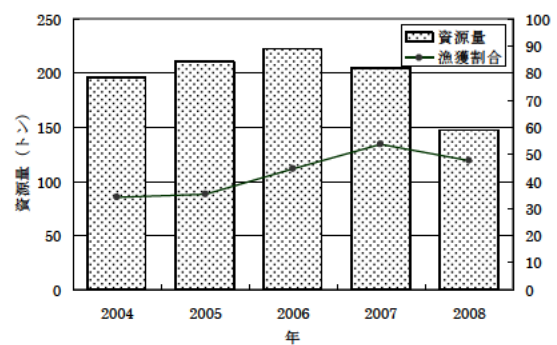
付図24. ハマダイのMを変化させた場合の資源量、親魚量および加入量 (Mは一定)



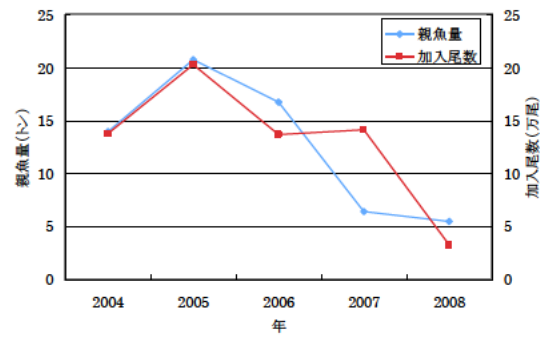
付図25. ハマダイの Mを変化させた場合の F値の経年変化 (Mは一定)



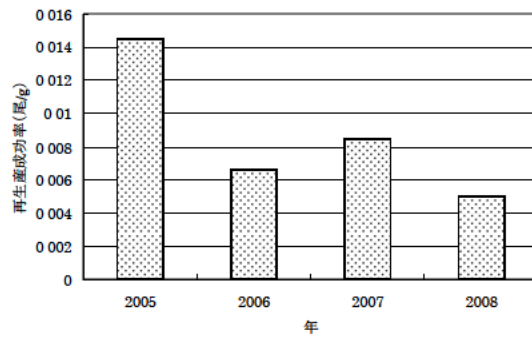
付図26. ハマダイの年齢別漁獲尾数



付図27. ハマダイの資源量と漁獲割合



付図28. ハマダイの親魚量と加入尾数



付図29. ハマダイの再生産成功率

参考文献

- 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