

平成18年マチ類（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（小菅丈治，木曾克裕，加藤雅也，青沼佳方）

参画機関：鹿児島県水産技術開発センター、沖縄県水産海洋研究センター

要 約

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）は、平成15年度に資源回復計画の対象種に指定されたことに伴い、資源評価調査対象種に指定された。平成17年4月に資源回復計画が策定公表され、参画漁協が保護区を設定することによって漁獲量を削減し、資源の回復を図ることとなった。沖縄県におけるマチ類の漁獲量は1980年に2,159トンの最高値を記録した後、ほぼ一貫して減少傾向にあり、2004年には最盛期の1割以下の212トンにまで落ち込んだ。近年では1995年～2004年の10年間、212トンから602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1989年～2005年の漁獲量及び漁獲動向は、種毎に、アオダイは255～430トンで減少傾向、ヒメダイは162～300トンで横ばい、オオヒメは57～90トンで横ばい、ハマダイは66～88トンで横ばいである。鹿児島県においても1970～1980年代と2000年以降の鹿児島市中央卸売市場での取扱量が、アオダイで684トンから114トンへ、ハマダイで374トンから83トンへといずれも大きく減少している。またオオヒメは、1990年以降では1995年に53トンの最高値を記録した後、2004年には5トンにまで減少した。一方ヒメダイは1990年以降、2002年に8.9トンの最低値を記録した後、最近3年間は20トン台に回復したことから、横ばいの状態にあると判断した。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、その状態で横ばいかさらに減少を続けていると判断される。

アオダイ 水準：低位 動向：減少
ヒメダイ 水準：低位 動向：横ばい
オオヒメ 水準：低位 動向：横ばいまたは減少
ハマダイ 水準：低位 動向：横ばいまたは減少

1. まえがき

「マチ」は沖縄地方の地方名で、フエダイ科（約17種）、ムツ科（2種）、ハチビキ科（3種）の総称である（佐多 1988）。鹿児島県では、ムツ、キンメダイ、メダイなども含めて沖合の首根周辺で漁獲される魚という意味の「瀬物類」という呼称が一般的である。いずれも刺身魚として扱われ、高級魚または種類によって中級魚として取り引きされ、鹿児島県島嶼部および沖縄県において一般によく利用されている。沖縄県におけるマチ類の漁獲の大部分はフエダイ科の種類によって占められ、ムツ科（ムツ、クロムツ）、ハチビキ科（「チョウチンマチ」と呼ばれるハチビキがほとんどで他2種は稀）の漁獲はわずかである。フエダイ科のマチ類のうちでもアオダイ「シチューマチ」、ヒメダイ「クルキンマチ」、オオヒメ「マーマチ」、ハマダイ「アカマチ」の4種の漁獲量が多く、主要4種とされる。

これら4種の鹿児島県での呼称は上述の順に「ホタ」、「イナゴ(またはクロマツ)」、「シロマツ」、「チビキ」である。

水産庁は平成15年度にマチ類主要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に、平成16年度から本種群は資源評価調査の対象種となった。平成17年4月に資源回復計画が公表された。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、沖縄県では平成17年10月以降、北大九曽根と沖の中の曽根(台湾曽根)の各保護区で5年間、周年禁漁となっている。

2. 生態

(1) 分布・回遊

マチ類は熱帯系の魚で、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。ハマダイは最も深く110~500mに生息し、250~300mの間で主に漁獲される(佐多 1988)。

マチ類の主要漁場は沖合の水深100m以深の曽根付近であり、いわゆる「瀬付きの魚」であるが、成魚が曽根間を移動するか否かについては不明である。また、卵稚仔や幼魚期の分散過程や分散範囲についても知見が無い。

そこでマチ類の系群構造を把握するために遺伝学的手法及び外部形態の比較による集団間の隔離の程度を推定する調査を実施し、標識放流による移動回遊の直接証拠の収集に努めた。遺伝子解析においては奄美(トカラ列島)、沖縄、石垣、与那国、小笠原近海で漁獲されたハマダイについてアロザイム電気泳動法により多型遺伝子座の遺伝子型を調査した結果、集団間の分化はほとんど存在せず、奄美から先島にかけてと小笠原のハマダイを遺伝的に同一の集団と見なすことができるとの結論を得た(表1)。一方、外部形態の計数形質の一部(側線有孔鱗数)には、奄美と石垣の間で明らかな差が見られ(図2)、底生生活移行期以降の移動規模が小さいことが示唆された。アオダイの標識放流調査においては、2005年7月に奄美大島北方の大島新曽根・アッタ曽根で標識を付け放流した226尾中3尾が11月末に放流地点付近で再捕された。この結果は、成魚があまり移動せず曽根に留まる可能性を示唆しているが、今後さらに例数を増やす必要があり、調査を継続している。

(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したところ、1歳で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 1995)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る（海老沢 2003）。

ハマダイについても耳石重量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62cm、20歳で75cm程度に達すると推定される（海老沢 2003）。

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対照した結果、輪紋を日周輪と解釈することが妥当であると認められた。この手法による年齢査定は、小型魚（ハマダイで45cm以下、ヒメダイで23cm以下）において有効であるが、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認められた（海老沢・前田 印刷中）。

（３）成熟・産卵生態

伊豆諸島八丈島近海のアオダイの個体群は4歳以上（33.0cmFL）で成熟、産卵期は6月である（東京都水産試験場 1974）。沖縄近海の個体群では、成熟開始サイズは23.0cmFL、28.0～29.0cmFLでおおよそ50%の雌が成熟し、34.0cmFL（4歳相当）でほぼ100%が成熟する（山本 2003）。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30cmFLでおおよそ6万粒、40cmFLでおおよそ17万粒と推定され、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2歳（23.2cmFL）で40%、3歳（28.0cmFL）で85%、4歳以上で100%が成熟する（海老沢ら 2005）。沖縄近海産個体群の産卵盛期は5～7月（山本・島田 1999）。

オオヒメについても5月から7月に産卵の盛期があると推定されている（富山 2000）。ハワイの個体群については、成熟サイズなどについて調べられており、それによると尾叉長42.5cm以上の個体で生殖腺の成熟が認められ、52cm以上の個体が産卵する。産卵数は尾叉長48.7～76.3cmの個体で478,000～1,462,000個の卵を産むと推定されている（Kikkawa 1984）。

ハマダイの成熟開始サイズは70cmFL前後で、成熟年齢はおおよそ12歳、産卵期は5～8月と推定される（海老沢 2003）。同論文では、ハマダイが同属種のハチジョウアカムツなどと比較しても成熟開始サイズが大型であり、繁殖開始までに長年月を要するという特徴を指摘し、沖縄海域で成熟サイズのハマダイが漁獲されるのは八重山諸島の与那国島周辺にほぼ限られる点を併せて指摘した。

このようにマチ類主要4種の沖縄近海における繁殖期は種間でほぼ一致しており5月～7月を中心とした初夏から夏季が産卵盛期に当たると考えられる。

（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）他、八重山近海産ではこの他に翼足類も重要な餌であることが明らかにされている（小菅 未発表資料）。

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、魚類などの近低層性小型遊泳生物を捕食している（小菅 未発表資料）。

マチ類を捕食する他の生物については今のところ知られていないが、釣獲したマチ類が海面に引き揚げられるまでの間にサメ類によって食害される被害が漁業上重要である。

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立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。八重山地区における一本釣漁業者の漁獲物の種組成を見ると、マチ類4種への依存度が高いものの、ハチビキ、ハナフエダイ、ヒレナガカンパチ、チカメキントキ、サザナミダイなどの他の魚種も水揚げに一定の割合を占めており、これらの魚種も経営上重要であると考えられる。

（２）漁獲量の推移

マチ類全体（主要4種以外を含む）の沖縄県における漁獲量の経年変化（1961～2004年）を、沖縄県農林水産統計年報に記載された数値に基づき図4に示した。1980年に2,159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2004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212～602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。

沖縄県におけるアオダイの漁獲量（図5）は、魚種別統計が整備された1989年以降2005年までの17年間に250～450トンの間で変動した。最近5年間では2001年に357トンを記録した後の4年間は255～267トンに減少した。最近10年間に於いて漁獲量は減少している。

ヒメダイの漁獲量は年間159～300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2005年までの7年間は160～190トンで横ばいである。

オオヒメの漁獲量は年間57～90トンの間で推移し、調査期間内での変動の幅は他種と比較して小さく、ほぼ安定していた。

ハマダイは調査期間前半に当たる1989年から1996年の間は160～210トンの間で変動していたが、2000年に100トンを割り込んだ後66トン～90トンの間で推移しており最近5年間では横ばいである。

なおこれら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、アオダイでは引き続き減少、ヒメダイ、オオヒメ、ハマダイ

の3種では低位で横ばいの状態にあると推定した。

なお、図4に示した各年の4魚種の漁獲量の合計値は、図4に示したマチ類の漁獲量の値と必ずしも一致しない。その主な理由として2点あり、図4のデータは属人統計で沖縄県の漁船が漁獲した量であるのに対し、図5のデータは属地統計で沖縄県外船籍の漁船が沖縄県内の漁協に水揚げした漁獲量も含まれること、さらに図4の「マチ類」の漁獲量には主要4種以外のマチ類も含まれていることに因る。

鹿児島県におけるマチ類の漁獲量については、鹿児島市中央卸売市場年報の取扱量を種類別の漁獲量として、その経年変化（1951～2004年）を図6に示した。さらに、各漁協が集計した魚種別の漁獲量を合計して求めた漁獲量の変化（1998年～2004年）も最近の動向を推定する参考資料とした（図7）。

この間にアオダイは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2004年まで200トン未満で推移し2004年は114トンであった。最近10年間では1995年～1999年には151～198トンの漁獲があったのが、2000年～2005年には95～155トンと低位で変動した（図6）。漁協別漁獲量の集計値も、2000年以降の漁獲量が、それ以前の105～111トンから63～73トンへと減少した（図7）。

ヒメダイとオオヒメについては、1990年以後両種を区別した数値が記録されるようになった。2種合計の漁獲量の推移は1985年と86年に174～176トンの最高値を記録した後は減少傾向にあり、2005年には30トンにまで減少した（図6）。漁協別集計値は、33～67トンの間で増減を繰り返している（図7）。ヒメダイ単独では1990年以降2002年にかけて減少傾向を示し2002年に8.9トンの最小値を記録したが、その後2003年には23トンに増加し、2004年には前年とほぼ同様の20トンを記録した。漁獲量が最も少なかった時期と比較して漁獲量は増大しているが、増加傾向が明らかとは言えず、横ばいの状態にあると判断した。

オオヒメは、1990年以後増加し1995年に53トン进行記録した後、減少に転じ2004年～2005年には5トン前後にまで減少している（図6）。

ハマダイは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、その後減少し2001年～2005年の最近5年間では35～83トンと最盛期の約10分の1に減少している（図6）。漁協別集計値では、27～35トンの間で変動し、低位で横ばいまたは引き続き減少している状態にある（図7）。

漁獲量の経年変化から推定した鹿児島県水域におけるマチ類の資源動向は、沖縄県とほぼ同様の傾向を示し、1970年～1980年代の水準と比較して大幅に低下した状態においてさらに減少（アオダイ、オオヒメ、ハマダイ）あるいは横ばい（ヒメダイ）の状態にあると考えられる。

4．資源の状態

（1）資源評価の方法

沖縄県・鹿児島県の漁獲統計による魚種別漁獲量の経年変化から資源の動向を推定した。資源回復計画で対象としている曽根ごとの資源の動向を把握する試みとして、沖縄県宝山・大九曽根のアオダイについてコホート解析による資源量推定（試算）を行い（補足資料1）、沖縄県石垣島のハマダイについて標本船による資源動向調査を行った（補足資料2）。

(2) 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水準は、ここ40年の間に大きく減少している。この間のマチ類に対する漁獲努力量の推移を見積もることは、統計資料の不足や、主要漁業である一本釣などがマチ類以外の種も漁獲対象としていることから困難であるが、マチ類に対する漁獲努力量がここ40年間に大きく変化していないと仮定すると、マチ類の資源量は大幅に減少したと推定される。

主要4種の魚種別の変動については、アオダイは沖縄・鹿児島共に減少、ヒメダイは両県において横ばい、オオヒメは沖縄で横ばい、鹿児島で減少、ハマダイは沖縄で横ばい、鹿児島で減少と判断された。

このようにマチ類の資源は1980年代以前と比べて漁獲量が減少し、回復する傾向が見られないことから、資源水準は低位でなお減少（アオダイ、鹿児島のオオヒメとハマダイ）あるいは低位で横ばい（ヒメダイ、沖縄のオオヒメとハマダイ）の状態にあると判断される。

5. 資源管理の方策

本資源評価の結果、マチ類の資源は低水準にあり、回復の兆しが見られないことから資源回復のための早急な措置が必要である。一本釣（及び底立延縄）漁業の対象種について資源を管理し、かつ増大させるための最も基本的な方策は小型魚の保護である。しかし、大型魚だけを選択的に釣獲することは技術的に困難であり、実際の効果は期待できない。そのために休漁区を設定して周年、あるいは一時期の漁獲を停止することにより再生産に加わる個体数の増加、ひいては産卵量と加入量の増大効果が期待されるところである。

マチ類主要4種については2005年4月に資源回復計画が公表され、各漁協単位で禁漁保護区域が設定されたところである。鹿児島県各水域では2005年4月以降、地先の曽根などに保護区が設置され、季節的あるいは周年にわたる禁漁措置がとられている。沖縄県に設置された2つの保護区においては2005年10月から周年禁漁の措置が継続されている。今後、禁漁による資源保護に実効を持たせるためには、地先漁協以外の当業船にも禁漁の徹底を周知する他、先島海域でマチ類を対象として操業する台湾漁船にも適切に対応することが重要である。

保護区設定の意義は、本調査で実施したハマダイの研究結果からも以下のように論証できる。遺伝的分化が大きいので稚仔魚期の移動分散は広域に亘るが、外部形態に地理的変異が見られることから着底後や成魚の移動は小規模であると推定される。従って、保護区の設定により成魚を保護し再生産を確保することによって、保護区外への卵稚仔の分散と加入を期待できることから、限られた保護区でも設定する意義があると考えられる。

今後、資源回復に向けた具体的措置の効果に関しては、資源量などの変化を見ることが考えられるが、資源学的特性値等の情報が不足しているため現状では資源量などを算定できない。奄美・沖縄・先島諸島に亘るマチ類の資源量を推定する場合に、まず漁場（曽根群）ごとに資源量を推定することが現実的である。補足資料1で述べるように、絶対量としての資源量推定値の精度向上にはさまざまな前提条件を検証する必要がある。そこでCPUEなどの相対値な指標の経年変化に基づく資源動向の推定も並行して実施することが重要であると考えられ、漁獲成績報告書や標本船の水揚げ量の経年変化といったデータ収集の取

り組みを実施しているところである。その一例として、八重山漁業協同組合に水揚げする一本釣船6隻について1航海当たりのハマダイの漁獲量と尾数の経年変化を補足資料2に示した。

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.
- Brouard, F., and R. Grandperrin (1984) Les poissons profonds de la pente recifale externe a Vanuatu. Note et Documents d'Océanographie No. 11, 131pp. Mission ORSTOM, Port-Vila, Vanuatu.
- 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・前田 健 (印刷中) 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.
- 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 (2005) 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.
- 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.
- 福田将数・海老沢明彦 (2004) マチ類の漁場別体長組成の月変化と体長組成推定方法の検討 (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. 103-109.
- 福田将数 (2005) 県内主要漁場で漁獲されたマチ類4種の体長別漁獲尾数 (沿岸資源動向調査及び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. 79-96.
- Kami, H. T. (1973) The *Pristipomoides* (Pisces: Lutjanidae) of Guam with notes on their biology. Micronesica 9: 97-118.
- 加藤美奈子 (2004) 沿岸資源動向調査 (マチ類). 平成14年度沖縄県水産試験場事業報告書. 99-102.
- Kikkawa, B. S. (1984) Maturation, spawning and fecundity of opakapaka, *Pristipomoides filamentosus*. Proceedings of Research Inv. NWHIUNIHI-SEAGRANT-MR-84-01, 149-160.
- 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科卒業論文, 51pp.
- 友利昭之助・喜屋武俊彦・川崎一男・金城武光・吉川一男 (1979) 200海浬水域内漁業資源

総合調査. 昭和53年度沖縄県水産試験場事業報告書. 30-33.

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

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 . ハマダイのアロザイム多型遺伝子座の遺伝子頻度

遺伝子座	対立遺伝子	奄美	沖縄	石垣	与那国	小笠原
<i>ADH</i> *	* <i>a</i>	0.627	0.599	0.602	0.500	0.359
	* <i>b</i>	0.366	0.401	0.398	0.500	0.625
	* <i>c</i>	0.007	-	-	-	0.016
<i>GPI</i> *	* <i>a</i>	0.007	-	-	-	0.031
	* <i>b</i>	0.951	0.954	0.924	0.891	0.953
	* <i>c</i>	0.042	0.046	0.076	0.078	0.016
	* <i>d</i>	-	-	-	0.031	-
<i>PGD</i> *	* <i>a</i>	0.111	0.072	0.059	0.094	0.078
	* <i>b</i>	0.889	0.928	0.941	0.906	0.906
	* <i>c</i>	-	-	-	-	0.016
個体数		72	76	59	33	32



図1. マチ類の分布図。

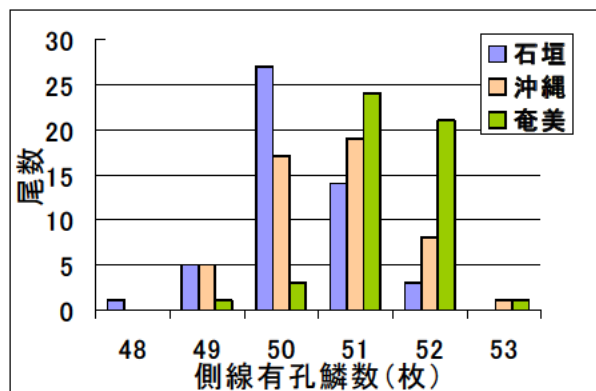


図2. 奄美（トカラ列島）・沖縄・石垣島近海産ハマダイの側線有孔鱗数の比較。

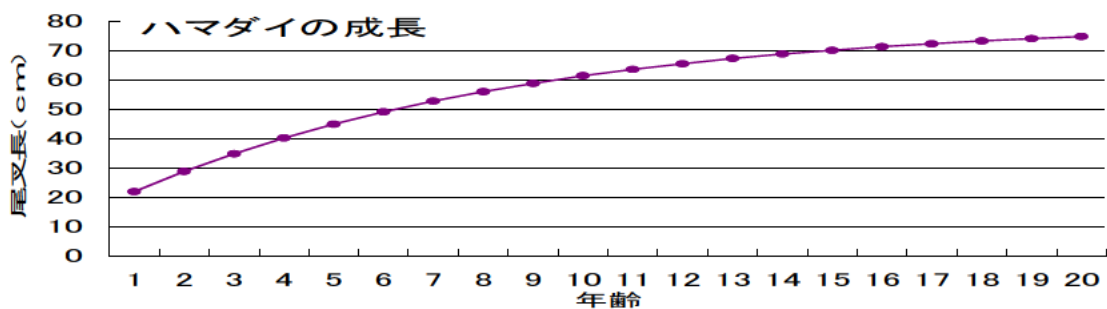
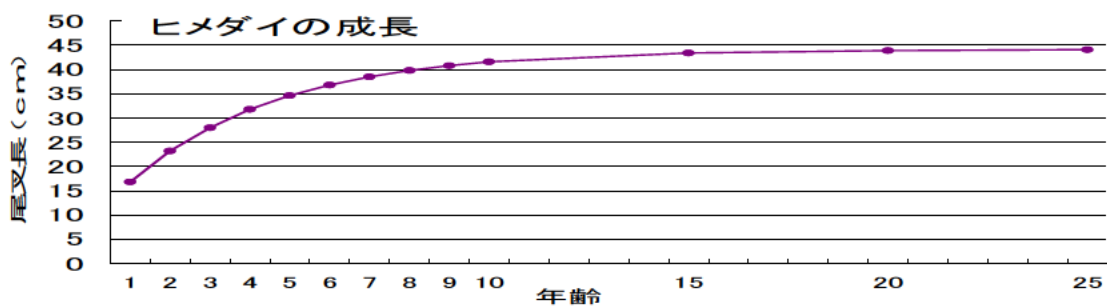
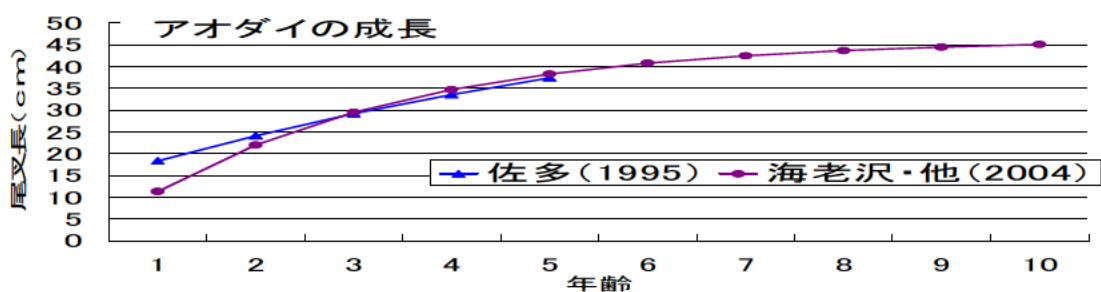


図3. マチ類3種（アオダイ、ヒメダイ、ハマダイ）の成長曲線（佐多1995；海老沢他 2004；海老沢他 2005；海老沢 2003に基づく）。

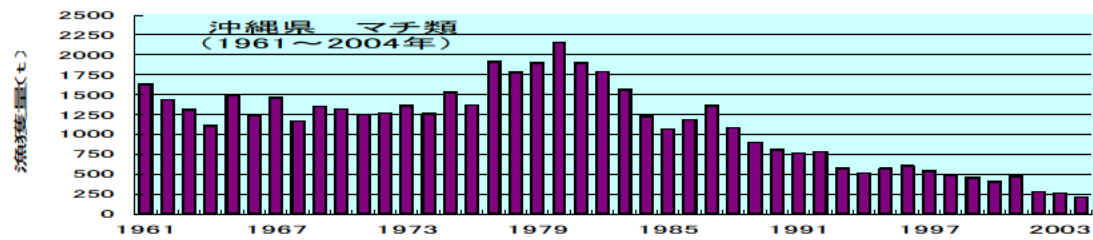


図4. 沖縄県におけるマチ類(主要4種以外を含む)の総漁獲量の経年変化。

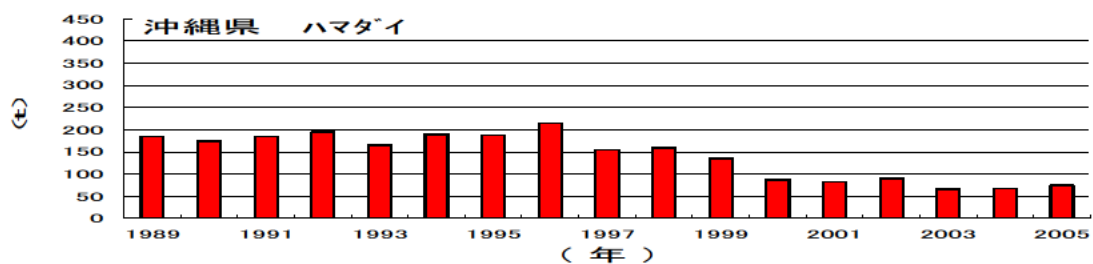
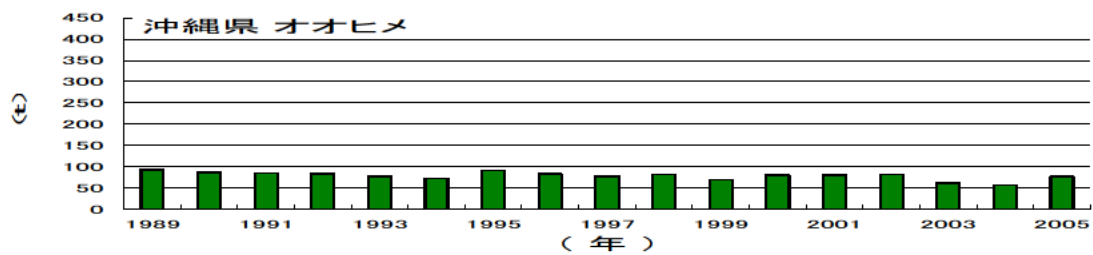
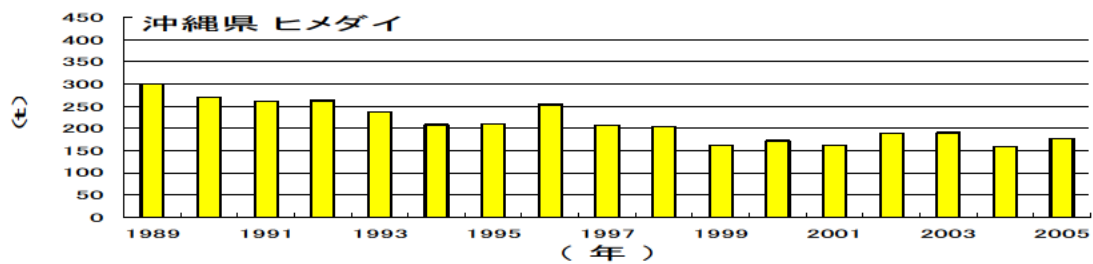
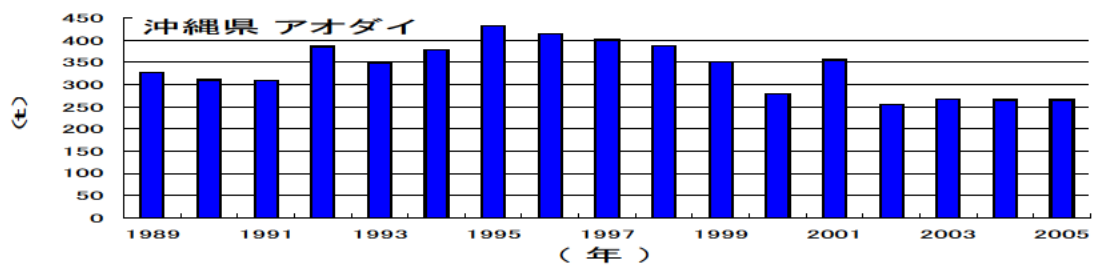


図5. 沖縄県のマチ類主要4種の種類別漁獲量の経年変化(沖縄県農林水産統計年報による)。

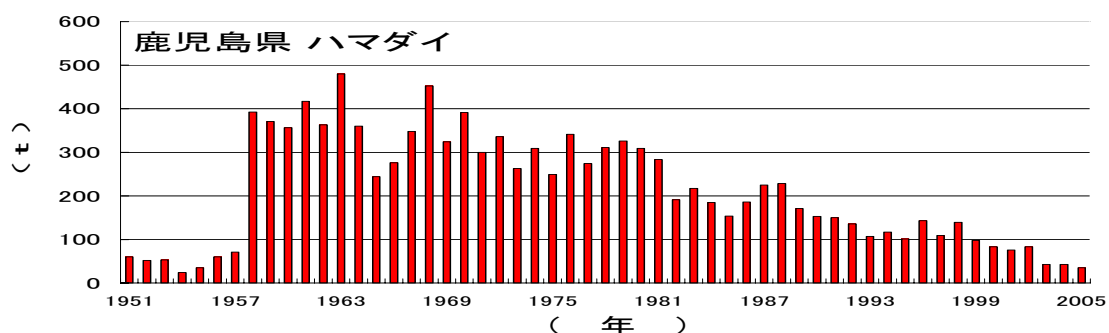
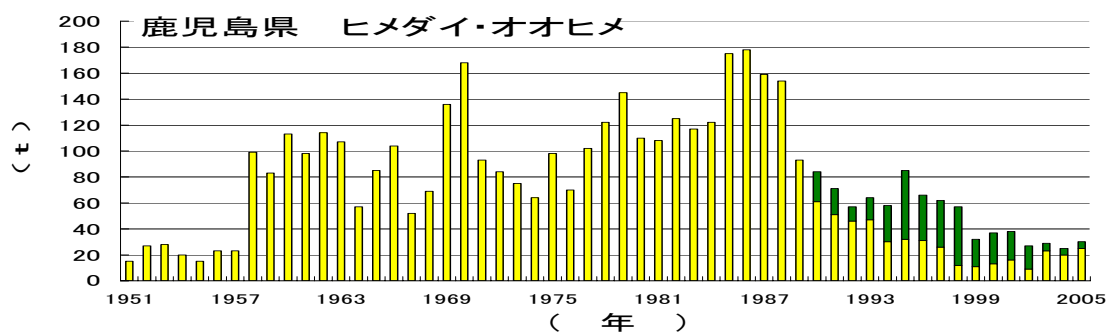
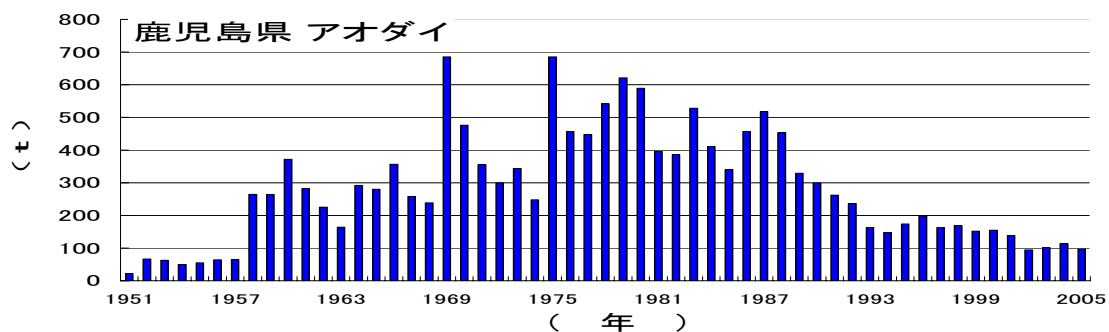


図6. 鹿児島県におけるマチ類主要4種の種類別漁獲量の経年変化（鹿児島県中央卸売市場年報による）。ヒメダイとオオヒメを区別して記録するようになった1990年以降、ヒメダイの上にオオヒメの値を積み重ねたグラフで示す。

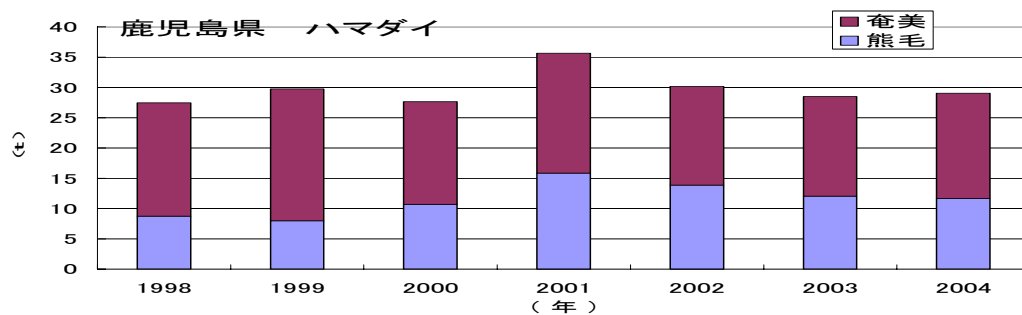
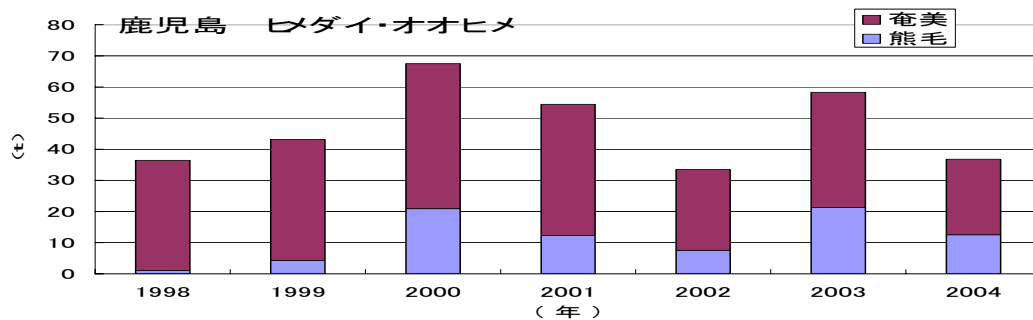
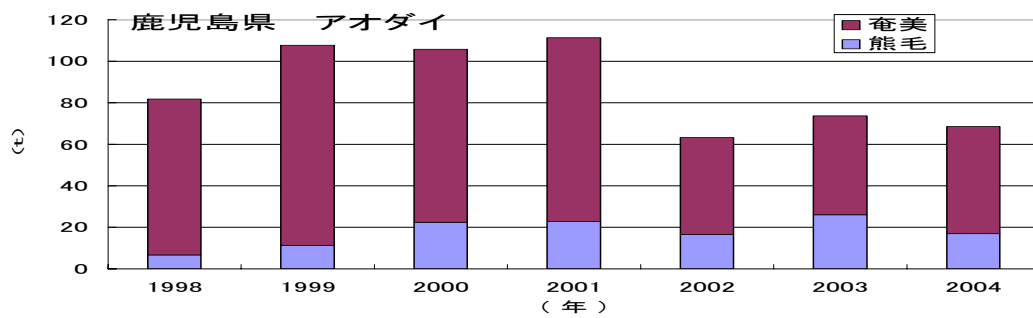


図7. 鹿児島県におけるマチ類主要4種の種類別漁獲量の経年変化(各漁協の水揚の集計値)。

補足資料 1 宝山・大九曽根の漁獲データに基づくアオダイのコホート解析

1. 資源量推定

沖縄県漁連に水揚げされるマチ類については、沖縄県水産海洋研究センターが本資源評価調査事業に基づき漁場の聞き取り調査と体長測定を実施し、福田・海老沢(2004)、福田(2005)にデータが公表されている。このうち主要な漁場のひとつである宝山・大九曽根(宮古島と沖縄本島の間に位置する)におけるアオダイの漁獲物の体長組成データに基づき、海老沢他(2004)が求めた年齢成長式を利用して分解し、年齢別漁獲尾数を求めた(付表1A)。

年齢別漁獲尾数および組成(付表1A,B)から、4歳以上の親魚の割合が漁獲物の3~4割を占めること、4歳以下の個体が漁獲物の約9割を占めると推定される。

コホート解析を平松(1999)に示された手法に従って行った。アオダイの寿命は海老沢他(2004)によって25歳以上と推定されていることから、田中(1960)の式により自然死亡係数 M を0.1以下と推定した。また他のマチ類で求められている(0.08-0.12)(Brouard & Grandperrin, 1984)も参考にして、 M を0.1とした。加入は年の半ばの7月に全加入がおり、漁獲圧は周年均等と仮定した。10歳以上と推定される漁獲尾数は合計しプラスグループとした。

ターミナル $F(F_t)$ の求め方について、2005年の漁獲量が2004年までと比べて明らかに少ないことから、例えば2002年から2004年の F の平均値をもって2005年の F とするといった方法が適当でないため、以下のように行った。まず2005年の3歳から10+歳までの F を0.5とし、すべての F (及び資源尾数)を下記の式の反復計算によって求めた。次に、こうして求めた F の値の各年齢間の比がそのまま反映されるように、2005年の F において3歳の F を0.5として比例配分した。すなわち、2002年と2003年の F 値の平均値を各年齢について求めたところ、3歳魚を1とした場合の比が、4歳魚で2.00、以下0.90、1.23、1.15、0.51、1.15、0.25となった。ここで2005年3歳魚の F を0.5とし、同年の4歳以上の F を0.5に上記の比を掛け合わせて算出した。このようにして与えた2005年の F_t に基づいて、すべての年と年齢の F と資源尾数を再度計算した(付表1C、E)。そのようにして求めた年齢別資源尾数に、各年齢の平均体重(付表1F)を乗じて年齢別資源量並びに親魚量を算出した(付表1D)。誤差が相対的に少ないと考えられる2002年の資源量は175.4トンと推定された。

ここで y 年における a 歳魚の資源尾数 $N_{a,y}$ を以下の式に従って求めた($C_{a,y}$ は y 年、 a 歳魚の漁獲尾数)。

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

また F の計算に用いた式は下記の通りである。

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

2. コホート解析適用上の問題点

他の魚種における解析と同様に、コホート解析によるアオダイの資源量推定もいくつか

の前提条件をおいている。今回の方法でマチ類の資源量を推定する際に付帯する問題点を以下に列挙する。

- (1) 耳石の日周輪判読による年齢査定では若齢魚の精度が高く、高齢魚では判読が困難である。マチ類のように寿命が長く成熟年齢の高い魚では成長式の精度について十分検討する必要がある。
- (2) 漁獲物の年齢組成は本来Age-length keyに基づいて求めることが望ましい。マチ類では高齢魚の年齢査定が困難なため、成長式の切断法に拠っており、漁獲物の年齢組成についてもさらに精度を上げる必要がある。
- (3) 漁場によって成長速度が異なる可能性が高い。本来なら漁場毎に求めた成長式にしたがって年齢別漁獲尾数を求めることになる。
- (4) 使用可能なデータは4年分でありさらに蓄積する必要がある。マチ類のように寿命の長い魚種では長年にわたるデータの蓄積が重要。
- (5) 主に釣り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。
- (6) 曽根単位という比較的小さな資源を対象にするため、精度の高い推定値でなければ意味をなさない。

今回試算した資源量推定値はこのような問題点を内包した数値として取り扱うべき性質のものである。

付表1. 沖縄県、宝山・大九曽根産アオダイの漁獲尾数、資源尾数及び資源量. コホート解析による。4歳以上を親魚とした。

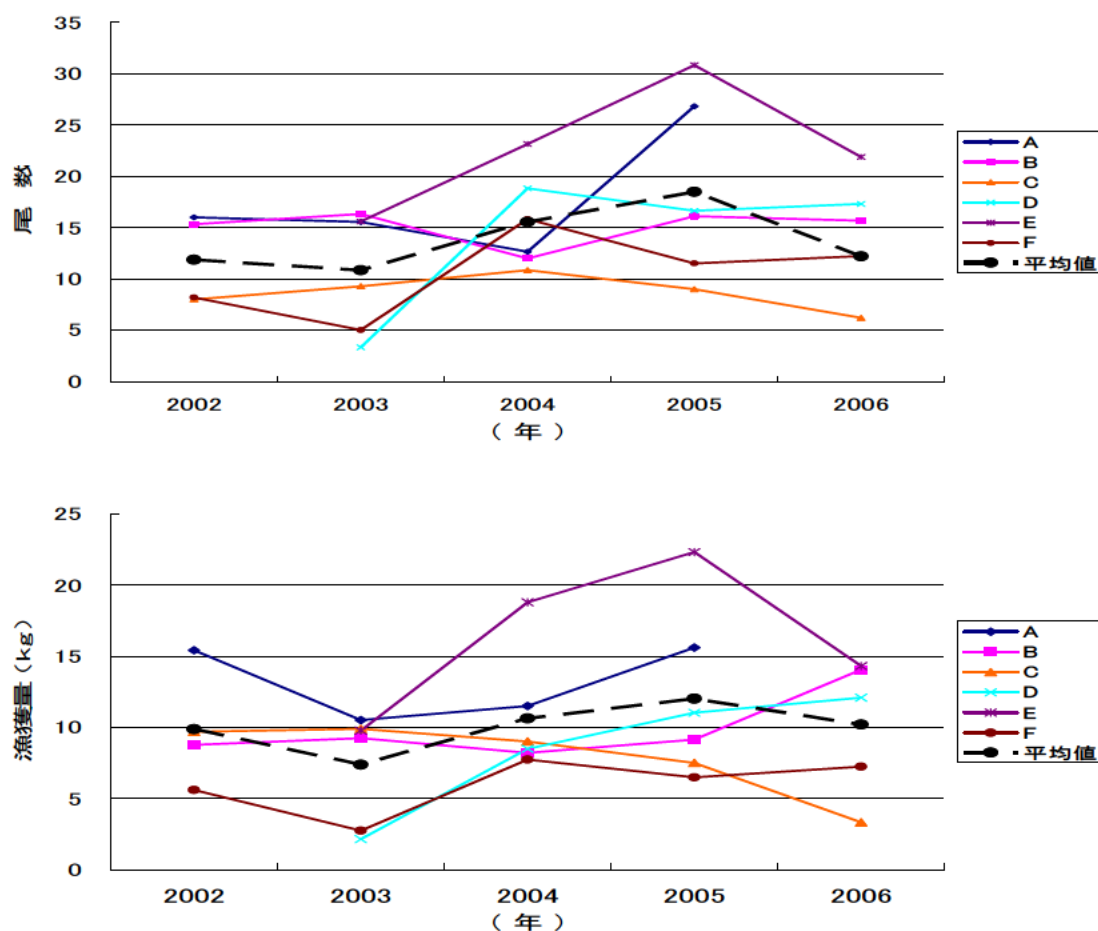
A. 年齢別漁獲尾数					B. 年齢組成(%)				
年	2002	2003	2004	2005	年	2002	2003	2004	2005
2歳	22847	24625	25844	6799	2歳	20.5	21.2	17.8	20.0
3歳	43545	46618	72554	14844	3歳	39.2	40.2	50.0	43.6
4歳	34298	31735	35666	9205	4歳	30.8	27.3	24.6	27.1
5歳	4514	6116	5005	1012	5歳	4.1	5.3	3.5	3.0
6歳	3123	3918	3329	1057	6歳	2.8	3.4	2.3	3.1
7歳	1623	1736	1294	533	7歳	1.5	1.5	0.9	1.6
8歳	600	621	488	219	8歳	0.5	0.5	0.3	0.6
9歳	302	362	337	154	9歳	0.3	0.3	0.2	0.5
10歳+	350	327	516	201	10歳+	0.3	0.3	0.4	0.6
合計	111202	116058	145033	34024	親魚の割合	40.3	38.6	32.2	36.4

C. 年齢別資源尾数 M=0.1					D. 年齢別資源重量(トン)				
年	2002	2003	2004	2005	年	2002	2003	2004	2005
2歳	127939.9	128881.4	71000.3	52953.9	2歳	27.0	27.2	15.0	11.2
3歳	92340.3	94032.0	93192.7	39660.2	3歳	47.5	48.3	47.9	20.4
4歳	49166.4	42131.7	40739.3	15308.7	4歳	41.4	35.5	34.3	12.9
5歳	12339.7	11862.4	7935.0	2935.9	5歳	14.0	13.5	9.0	3.3
6歳	6426.4	6871.6	4915.8	2419.0	6歳	8.9	9.5	6.8	3.3
7歳	5287.9	2844.2	2490.8	1281.3	7歳	8.3	4.4	3.9	2.0
8歳	5430.7	3240.8	922.2	1022.9	8歳	9.2	5.5	1.6	1.7
9歳	4653.3	4343.2	2341.7	370.2	9歳	8.4	7.8	4.2	0.7
10歳+	5393.0	3923.2	3585.5	1798.3	10歳+	10.8	7.8	7.2	3.6
合計	308977.6	298130.5	227123.3	117750.4	合計	175.4	159.6	129.8	59.1
					SSB	101.0	84.1	67.0	27.6

E. 漁獲係数(F-Matrix)					F. 年齢別平均体重(キロ)				
年	2002	2003	2004	2005	年	2002	2003	2004	2005
2歳	0.21	0.22	0.48	0.15	2歳	0.211			
3歳	0.68	0.74	1.71	0.50	3歳	0.514			
4歳	1.32	1.57	2.53	1.00	4歳	0.842			
5歳	0.49	0.78	1.09	0.45	5歳	1.137			
6歳	0.72	0.91	1.24	0.62	6歳	1.378			
7歳	0.39	1.03	0.79	0.58	7歳	1.564			
8歳	0.12	0.22	0.81	0.26	8歳	1.702			
9歳	0.07	0.09	0.16	0.58	9歳	1.803			
10歳+	0.07	0.09	0.16	0.13	10歳+	2.000			
Fbar	0.45	0.63	1.00	0.47					

補足資料2 ハマダイのCPUEの経年変化の例

沖縄県石垣島にある八重山漁業協同組合に水揚げする一本釣船6隻を標本船として、市場調査によって収集した1航海当たりの漁獲物データを集計した。主要な漁獲対象種であるハマダイの1航海当たりの漁獲尾数と漁獲量をCPUEとし、年毎に平均値を求め、経年変化をグラフに示した（付図1、2006年は6月までのデータ）。標本船は、いずれも5トン未満の小型船で、多良間島近海から西表島周辺までを漁場とし、日帰りまたは1航海2日程度の操業である。八重山漁協には、水揚げの一部または大半を那覇の沖縄県漁連魚市場に出荷する漁業者も少なくないが、この調査では漁獲物すべてが八重山漁協魚市場に水揚げされたことを確認したデータのみ分析の対象とした。各漁業者におけるハマダイの漁獲尾数、漁獲量の経年変化は、増加傾向（D）、減少傾向（C）などさまざまであるが、平均値は1航海当たりの尾数、重量とも大きな変化傾向は認められなかった。このようなデータを蓄積すれば、各水域での資源動向を推定する指標として活用できると考えられる。



付図1. 沖縄県八重山漁協に水揚げする一本釣船6隻（A～F）による、1航海当たりのハマダイの漁獲尾数と重量の経年変化。6隻の平均値を破線のグラフで示す。