

## 平成 29 (2017) 年度マアナゴ伊勢・三河湾の資源評価

責任担当水研：中央水産研究所（横内一樹、黒木洋明）

参画機関：愛知県水産試験場、三重県水産研究所

### 要 約

本資源の資源状態について、小型底びき網の資源量指標値に基づいて評価した。マアナゴ伊勢・三河湾は、主に小型底びき網漁業、かご漁業により漁獲されている。伊勢・三河湾内の漁獲量は、2000年までは概ね1,000トン以上で推移していたが、2001年以降減少し、2011年には500トンを超え、2016年は308トンであった。小型機船底びき網漁船の漁獲努力量は1990年頃から減少傾向が続いている。資源量指標値（小型機船底びき網漁業によるマアナゴのCPUE）は増減を繰り返して推移している。過去28年間（1989～2016年）の資源量指標値の最大値（28.7）と最小値（3.6）間を三等分して水準を判断すると、2016年は10.5で低位、動向は直近5年間（2011～2015年）の資源量指標値の推移から横ばいと判断した。2016年は2015年に続き低位水準となった。

資源水準及び資源量指標値（CPUE）の変動傾向に合わせて漁獲を行うことを管理目標とし、2018年ABCの算定には規則2-1)を用い、伊勢・三河湾内でのマアナゴの2014～2016年の平均漁獲量357トンに $\delta_i=0.7$ （低位水準における推奨値）と資源量指標値の直近3年間（2014～2016年）の変動を示す $\gamma_i=0.69$ を乗じた171トンをABCの上限値（ABClimit）とした。また、不確実性に配慮して安全率0.8（標準値）を乗じた137トンをABCの目標値（ABCtarget）とした。

管理基準	Target / Limit	2018年 ABC (トン)	漁獲 割合 (%)	F値 (現状のF値から の増減%)
0.7・Cave 3-yr・0.69	Target	137	—	— (—)
	Limit	171	—	— (—)

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、管理基準の下でより安定的な資源の増大または維持が期待される漁獲量である。ABCtarget =  $\alpha$  ABClimitとし、係数 $\alpha$ には標準値0.8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 (%)
2012	—	—	408	—	—
2013	—	—	282	—	—
2014	—	—	432	—	—
2015	—	—	331	—	—
2016	—	—	308	—	—

漁獲量は伊勢・三河湾内での「あなご類」漁獲量。

※「あなご類」の県計漁獲量から外海底びき網分を控除して湾内漁獲量を算出した。

※ 湾内での「あなご類」漁獲はほぼ 100%マアナゴである。

水準：低位 動向：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・関係調査など
漁獲動向	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 県計「あなご類」漁獲量（漁業・養殖業生産統計年報）</li> <li>・ 外海底びき「あなご類」漁獲量（愛知県）</li> <li>・ 主要港「マアナゴ」水揚げ量（愛知県、三重県）</li> <li>・ 生物情報収集調査（愛知県、三重県）</li> <li>・ 標本船調査（愛知県、三重県）</li> <li>・ 漁場一斉調査（愛知県）</li> <li>・ のれそれ混獲量調査（愛知県）</li> </ul>
漁獲努力量	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 主要港での小型底びき・アナゴかご漁船出漁状況（愛知県、三重県）</li> <li>・ 標本船調査（愛知県、三重県）</li> </ul>
資源量指標値	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 小型底びき網 CPUE（愛知県、三重県）</li> <li>・ 標本船調査（愛知県、三重県）</li> </ul>

## 1. まえがき

伊勢・三河湾は、全国の主要なマアナゴ漁場の一つであり、マアナゴは主に小型底びき網漁業、かご漁業により漁獲されている。漁獲統計の集計単位「あなご類」にはマアナゴ以外に、クロアナゴ、ゴテンアナゴ、イラコアナゴ等の漁獲量も含まれるが、特に内湾域における漁獲の大部分はマアナゴである。

本資源は、2002年度に資源回復計画の対象魚種に指定され、底びき網漁業、かご漁業における小型魚の再放流、小型魚混獲回避のための底びき網の目合い拡大等の漁具改良、船びき網によるマアナゴ仔魚「のれそれ」を目的とした操業の制限などの措置が実施された。資源回復計画は2011年度で終了したが、同計画で実施されていた措置は、2012年度以降、新たな枠組みである資源管理指針・計画の下、継続して実施されている。

## 2. 生態

### (1) 分布・回遊

マアナゴは伊勢・三河湾(図1)のほか、日本沿岸のほぼ全域及び朝鮮半島沿岸、渤海、黄海、東シナ海に幅広く分布する。主たる分布域は沿岸浅海域であるが、沖合底びき網等でも漁獲され、本種の最も深所からの採集記録は水深830m(町田1984)であることから、鉛直方向にも幅広い分布域を持つ種である。

本種の仔魚(のれそれ)は、南西諸島に近い黒潮流域で採集された例があり(黒木2006)、黒潮などの海流による長距離の移動分散の後、沿岸に接岸するものと推測されている。仔魚の耳石による日齢査定の結果、伊勢湾の沿岸域に出現する時点で孵化後3ヶ月から6ヶ月が経過している(三重県新規加入量調査)。春季に変態直前から変態期の個体(全長90~130mm)が沿岸域に出現し(望岡2001)、浅海の静穏域で変態して着底する(小沼1995)。伊勢湾においては、3月頃湾口部に多く分布し、湾口域から湾の中央部で変態して底生生活に移り、4月頃から湾内の浅所に移るものと推測されている(内田ほか1968)。

伊勢湾においては、変態後の稚魚(全長10~20cm)は6~7月に水深10m以浅の海域で混獲される。全長20cm以上の個体は、9月以降、翌年の夏季にかけて湾全域に分布する。冬季の移動はほとんどないが、夏季に全長40cm程度に成長した大型群から順次湾口部に移動する(中島2004)。また、伊勢湾で漁獲されたマアナゴは2歳までの若齢魚が大部分である一方、熊野灘では高齢魚が多いことから(窪田1961)、湾内で着底して成長した個体は加齢とともに湾外へと移動するものと考えられ、いったん湾外へ出たマアナゴが再び湾内へ入ることはほとんどないと考えられる。

沿岸域でのマアナゴの性比は一般に雌に偏ることが知られているが(高井1959、窪田1961、片山2010)、愛知県及び三重県実施の生物情報収集調査(表1)等から得られた伊勢・三河湾におけるマアナゴの性比は雄に偏っていることが特徴的である(丸山2016)。生物測定調査で得られたサンプルの一部で生殖腺組織切片を作成し精密な性判別を行った結果、全長40cm以下では雄の割合が高かったが、全長40cm以上の大型個体については雌が大部分となった(表2)。したがって大部分の雄は、全長40cmに達するころまでに、雌より早く湾外に出るものと考えられる。

### (2) 年齢・成長

大阪湾におけるマアナゴの年齢と全長の関係を図2に示す。仔魚が湾内に来遊した前年の10月に生まれたものと仮定すると、雌の場合、1歳で全長28cm(15~30cm)、2歳で38cm(30~45cm)、3歳で48cm(40~55cm)、4歳で57cm(50~63cm)、雄の場合、1歳で27cm(15~30cm)、2歳で37cm(30~44cm)、3歳で45cm(40~55cm)、4歳で52cm(48~56cm)に成長し、雌の方が若干成長の早い傾向がある(鍋島2001)。これらの年齢・成長関係に von Bertalanffy の成長式をあてはめると、以下の成長式が推定された。

$$L_t(\text{雄}) = 86.0 \times [1 - e^{-0.183(t+1.06)}]$$

$$L_t(\text{雌}) = 206.0 \times [1 - e^{-0.059(t+1.45)}]$$

ここで、 $L_t$  は年齢  $t$  歳(10月に加齢)におけるマアナゴの全長(cm)である。

伊勢湾のマアナゴは、窪田(1961)によると、1歳で全長約20cm、2歳で約30cmに成長するとされ、大阪湾の結果と比較すると成長が遅い結果となっている。そこで、Katayama

et al. (2002) に従って耳石を用いた年齢査定を行い、伊勢・三河湾マアナゴの成長を再検討した(愛知県生物測定調査)。その結果、漁獲の中心となる全長 40cm 未満のマアナゴの年齢は 1 歳 (1+) で、40cm 以上の大型個体では 2 歳 (2+) が主体で 3 歳 (3+) 以上のものはほとんどいなかった(表 2)。したがって、伊勢・三河湾のマアナゴの成長は大阪湾の結果(図 2)と同程度と考えられるが、満 2 歳になるころまでに雄の大部分は湾内からいなくなり、雌でも満 3 歳を超えて湾内にとどまる個体は少ないものと考えられる。

### (3) 成熟・産卵

成熟した卵を持ったマアナゴ親魚が天然では全く得られていないなど、成熟・産卵生態については不明な点が多いが、産卵場の一つが、沖ノ鳥島南方の九州パラオ海嶺付近に確認されている(Kurogi et al. 2012)。その他に産卵場は確認されていないことから、マアナゴはニホンウナギに近い成熟・産卵特性を持ち、資源単位としては広域にわたるものと推測される。

### (4) 被捕食関係

変態直後の稚魚(全長 5~10cm)では、コペポータ、ヨコエビ類、甲殻類稚仔、多毛類などからなる小型の底生生物を捕食し、小型魚から中型魚(全長 15~50cm)はエビ類、ハゼ類を中心に多様な生物を捕食し、大型魚(全長 50cm 以上)では魚類、軟体類の大型種の捕食が多くなる(鍋島 2001)。生物測定調査(愛知県)で得られた消化管内容物データ(表 3)を見ると、重量で評価すれば小型魚から中型魚においても魚類の割合が高く、次いでエビ類、シャコを中心とした甲殻類を捕食している(日比野 2016)。なお、捕食者については不明である。

## 3. 漁業の状況

### (1) 漁業の概要

伊勢・三河湾におけるマアナゴの漁獲は、主に小型底びき網漁業、かご漁業により行われている。伊勢湾の三重県所属の小型底びき網漁業の漁場は、鈴鹿沖、常滑沖を主とした湾奥部と、伊勢沖を主とした湾口部を中心に、伊勢湾全域に形成され、かご漁業の漁場は木曾三川河口域、鈴鹿地区及び伊勢湾に面した鳥羽地区地先を中心に沿岸に沿って広く形成される(中島 2004、沖ほか 2004)。愛知県においては、知多地区の漁獲量が最も多く、豊浜(小型底びき網)、日間賀島(小型底びき網、アナゴかご)の 2 漁協で県全体の 3 分の 1 以上を漁獲している(岩田 2004、水野 2004)。愛知県の標本船による月別の単位漁獲努力量あたりの漁獲量(CPUE:kg/1 時間曳網)の漁場分布をみると、知多半島周辺から湾口部にかけて漁獲が多く、夏の貧酸素水塊の発達する時期には、貧酸素水塊周辺部に好漁場が形成されることがわかる(図 3-1、図 3-2)。

また、本種の仔魚であるレプトケファルス(のれそれ)は船びき網等で混獲されており、その一部は漁獲物として水揚げされていたが(沖ほか 2004)、2016 年以降はイカナゴの全面禁漁により「のれそれ」の混獲がない。

## (2) 漁獲量の推移

愛知県及び三重県における1980年以降2016年までの「あなご類」漁獲量は、350～1,745トンの範囲で増減しており、2003年以前は、概ね1,000～1,500トンの範囲内で推移していた(図4、表4)。2004年以降は、2007年を除き1,000トンを超えなくなった状態に減少傾向にある。

なお、愛知県での「あなご類」漁獲には、渥美半島外海側での底びき網による漁獲が相当量含まれており、1995～2016年の外海底びきによる「あなご類」漁獲量は42～206トンの範囲で、そのうちマアナゴの割合は15～37%であった(表4)。したがって、「マアナゴ伊勢・三河湾」の評価単位としての漁獲量は、県合計の「あなご類」漁獲量から湾外での漁獲に相当する外海底びきによる「あなご類」漁獲量を控除した量となる(図5、表4)。1995年以降の湾内の漁獲量は、2000年までは概ね1,000トン以上で推移していたが、2001年以降は1,000トン以下に減少、2011年以降では500トンを超えなくなり、2016年は308トンであった(表4)。なお、三重県には外海の底びき網がないことから、湾外での「あなご類」漁獲はほとんどないものとした。

また、本種は産卵場が沖ノ鳥島南方海域にあり、「マアナゴ伊勢・三河湾」は広域にまたがるマアナゴ資源の一部とみなせることから、日本全国及び韓国の漁獲量も参照しておく。日本全体では、1995年から2016年までの間に、概ね13,000トンから3,500トン前後へ大きく減少している(図6、表4)。韓国の漁獲量は日本の2～3倍程度の漁獲量があり、ピークでは約30,000トンを超えて記録した後、1990年代に一時大きく減少して8,000トン前後となったが、その後V字回復し、最近の数年は13,000トン前後のレベルにある(図6、表4)。

## (3) 漁獲努力量

三重県の三重県主要水揚げ港(若松地区・有滝地区)を根拠地とする小型機船底びき網漁船及びアナゴかご漁船の延べ出漁隻数(隻・日)の経年変化を図7に、愛知県の主要水揚げ港(豊浜)を根拠地とする小型機船底びき網漁船延べ出漁隻数の経年変化を図8に示す。三重県においては、いずれの漁業種類においても出漁隻数は減少傾向にあり、特にアナゴかごでの減少は著しい。愛知県の小型底びき網においては、2008年から2013年にかけて出漁隻数がかなり減少した後、最近3年間は安定している。愛知県の標本船調査データ(小型底びき網漁船6隻)から算出した年間の総曳網時間も2004年以降減少していたが、2015年の総曳網時間は増加に転じ、2007年から2008年頃の水準に達した(図9)。延べ出漁隻数は一貫して減少傾向にあるものの、1隻あたりの操業時間から、漁獲努力量は一貫して減少した後、最近3年間は安定しつつあると判断できる。

## 4. 資源状態

### (1) 資源評価の方法

小型底びき網CPUEの経年変化を主体として水準・動向を判断した。その他、各県の生物情報収集調査、標本船調査及び漁場一斉調査ならびに新規加入量調査(のれぞれ調査)の結果も現在の資源状態の判断材料とした。

## (2) 資源量指標値の推移

伊勢・三河湾のマアナゴ漁獲で70%以上を占める愛知県における主要水揚げ港を根拠地とする小型機船底びき網漁船によるマアナゴのCPUEを、本評価対象の水準・動向を判断する資源量指標値とし、1989年から2016年までの経年変化を図10、表5に示した。過去28年間(1989～2016年)の資源量指標値(小型機船底びき網漁業によるマアナゴのCPUE)の最大値(28.7)と最小値(3.6)間を三等分して水準を判断すると、2016年は10.5で低位、動向は直近5年間(2012～2016年)の資源量指標値の推移から横ばいと判断した。2010年以降、資源水準は中位と低位の範囲を変動していたが、2016年は2015年に引き続き低位水準となった。三重県の主要水揚げ港を根拠地とする小型機船底びき網及びかごによるマアナゴのCPUEも同様の増減が認められる(図11)。

標本船調査データ(小型底びき網漁船)から算出した2004～2016年の資源量指数( $\text{km}^2 \cdot \text{kg}/\text{hr}$ ) (図12)においても周期的な増減が認められる。

伊勢・三河湾で漁獲されるマアナゴの主体は、前年に仔魚(のれそれ)として湾内に来遊した年級であると考えられることから、船びき網等の混獲により水揚げされた「のれそれ」の混獲量の指標(混獲指数)と、翌年の主要港での小型底びき網によるマアナゴのCPUEとの関係を図13に示した。2012年の混獲指数は非常に少なく、2013年でCPUEが低位水準だったのは「のれそれ」の来遊量が少なかったことによるものと考えられる。2013年以降の混獲指数は若干の増加傾向にある。2016年以降はイカナゴの全面禁漁により「のれそれ」の混獲がなく、データが得られていない。

## (3) 資源の水準・動向

過去28年間の資源量指標値(CPUE)の最大値と最小値間を三等分して水準を判断すると(図10、表5)、2016年は10.5で低位にある。動向は過去5ヵ年(2012～2016年)の小型底びき網CPUEの推移から横ばいと判断した。

## 5. 2018年ABCの算定

## (1) 資源評価のまとめ

小型機船底びき網によるマアナゴのCPUE[ $\text{kg}/\text{隻}$ ]を資源量指標値として水準・動向を判断すると、資源は低位水準で横ばい傾向にあると判断される。また、「のれそれ」混獲指数から見た2013年以降の年級群の伊勢・三河湾への来遊量は若干の増加傾向が見られていた。

## (2) ABCの算定

資源水準及び資源量指標値(CPUE)の変動傾向に合わせて漁獲を行うことを管理目標とし、以下のABC算定規則2-1)に基づきABCを算定した。

$$ABClimit = \delta_1 \times Ct \times \gamma_1$$

$$ABCtarget = ABClimit \times \alpha$$

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

ここで、 $C_t$ は $t$ 年の漁獲量。 $\delta_1$ は資源水準で決まる係数、 $k$ は係数、 $b$ と $I$ はそれぞれ資源量指標値の傾きと平均値、 $\alpha$ は安全率である。 $\gamma_1$ は資源量指標値の変動から算定する。

Ctは伊勢・三河湾内でのマアナゴの2014～2016年の平均漁獲量357トンとした。マアナゴの資源動向を示す資源量指標値は、伊勢・三河湾のマアナゴ漁獲で70%以上を占める愛知県における主要水揚げ港（豊浜）を根拠地とする小型機船底びき網漁船によるマアナゴのCPUEとし、直近3年間（2014～2016年）の動向からb（-4.15）とI（13.21）を定めた（ $\gamma_1=0.69$ ）。kは標準値の1.0とした。 $\delta_1$ は、Ctを3年平均漁獲量とした場合の低位水準の推奨値である0.7とした。 $\alpha$ は標準値の0.8とした。

管理基準	Target / Limit	2018年 ABC (トン)	漁獲割合 (%)	F値 (現状のF値からの増減%)
0.7・Cave 3-yr・0.69	Target	137	—	— (-)
	Limit	171	—	— (-)

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、管理基準の下でより安定的な資源の増大または維持が期待される漁獲量である。ABCtarget =  $\alpha$  ABClimitとし、係数 $\alpha$ には標準値0.8を用いた。

(3) ABCの再評価

昨年度評価以降追加されたデータセット	修正・更新された数値
2015年漁獲量確定値	2015年漁獲量の確定
2016年漁獲量暫定値	

評価対象年 (当初・再評価)	管理基準	F 値	資源量	ABClimit (トン)	ABCtarget (トン)	漁獲量 (トン) (実際の F 値)
2016 年 (当初)	1.0・Cave 3-yr ・1.07	—	—	400	320	
2016 年 (2016 年 再評価)	1.0・Cave 3-yr ・1.07	—	—	400	320	
2016 年 (2017 年 再評価)	1.0・Cave 3-yr ・1.07	—	—	400	320	308 (—)
2017 年 (当初)	0.7・Cave 3-yr ・1.06	—	—	259	207	
2017 年 (2017 年 再評価)	0.7・Cave 3-yr ・1.06	—	—	258	206	

2017 年 (2017 年再評価) の ABC は 2015 年漁獲量の値が確定値となったことで変更され、下方修正となった。

## 6. ABC 以外の管理方策の提言

マアナゴ伊勢・三河湾の資源量は、湾外から来遊するレプトセファルス (のれそれ) の多寡により変動することが特徴的であり、漁業管理による加入量の制御は極めて困難である。一方、いったん伊勢・三河湾に来遊した個体は、湾内で成長し 1~2 歳で漁獲対象となることから、加入量あたりの漁獲量の増加を目標とすれば管理効果が期待できる。10 月以降に入網する小型魚は、翌年の春季から夏季にかけての盛漁期における漁獲中心と考えられることから、秋冬漁期の小型魚の保護や再放流は成長管理として有効である。

## 7. 引用文献

- 日比野学 (2016) 伊勢・三河湾におけるマアナゴの食性. マアナゴ資源と漁業の現状, 増養殖研究所, **3**, 101-102.
- 岩田靖宏 (2004) 伊勢・三河湾におけるアナゴ漁業の現状. マアナゴ資源と漁業の現状, 日本水産資源保護協会, **1**, 98-99.
- 片山知史 (2010) なぜマアナゴは雌ばかりなのか. マアナゴ資源と漁業の現状, 中央水産研究所, **2**, 39.
- Katayama, S., T. Ishida, K. Goto, K. Iizuka, and K. Karita (2002) A new aging technique by UV light observation of burnt otoliths for the conger eel *Conger myriaster* (Brevoort). *Ichthyological Research*, **49**, 81-84.
- 小沼洋司 (1995) マアナゴ幼生 (レプトセファルス) の変態海域. 茨城水試研報, **33**, 103-107.
- 窪田三朗 (1961) マアナゴの生態・成長ならびに変態に関する研究. 三重県大水産学部紀要, **5**, 190-370.

- 黒木洋明 (2006) マアナゴ (*Conger myriaster*) 葉形仔魚の沿岸域への回遊機構に関する研究. 九州大学博士論文, 1-128.
- Kurogi, H., N. Mochioka, M. Okazaki, M. Takahashi, M. J. Miller, K. Tsukamoto, D. Ambe, S. Katayama, and S. Chow (2012) Discovery of a spawning area of the common Japanese conger *Conger myriaster* along the Kyushu-Palau Ridge in the western North Pacific. *Fisheries Science*, **78**, 525-532.
- 町田吉彦 (1984) マアナゴ, 沖縄舟状海盆及び周辺海域の魚類. 日本水産資源保護協会, 92-93.
- 丸山拓也 (2016) 伊勢湾のマアナゴの性比について. マアナゴ資源と漁業の現状, 増養殖研究所, **3**, 83-84.
- 水野正之 (2004) 愛知県におけるアナゴ漁業について. マアナゴ資源と漁業の現状, 日本水産資源保護協会, **1**, 293-294.
- 望岡典隆 (2001) マアナゴの初期生態. 月刊海洋, **33**, 536-539.
- 望岡典隆・東海 正 (2001) マアナゴの資源生態と漁業. 月刊海洋, **33**, 525-528.
- 鍋島靖信 (2001) マアナゴの成長と食性. 月刊海洋, **33**, 544-550.
- 中島博司 (2004) 三重県におけるアナゴ漁業とマアナゴの生態. マアナゴ資源と漁業の現状, 日本水産資源保護協会, **1**, 95-97.
- 沖 大樹・藤吉利彦・山田浩且 (2004) 三重県におけるアナゴ漁業の現状. マアナゴ資源と漁業の現状, 日本水産資源保護協会, **1**, 295-296.
- 高井 徹 (1959) 日本産重要ウナギ目魚類の形態、生態及び増殖に関する研究. 農水講研報, **8**, 209-339.
- 内田和良・片岡昭吉・高井 徹 (1968) 伊勢湾におけるアナゴ科魚類の仔魚について. 水産大学校研究業績, **17**, 25-34.

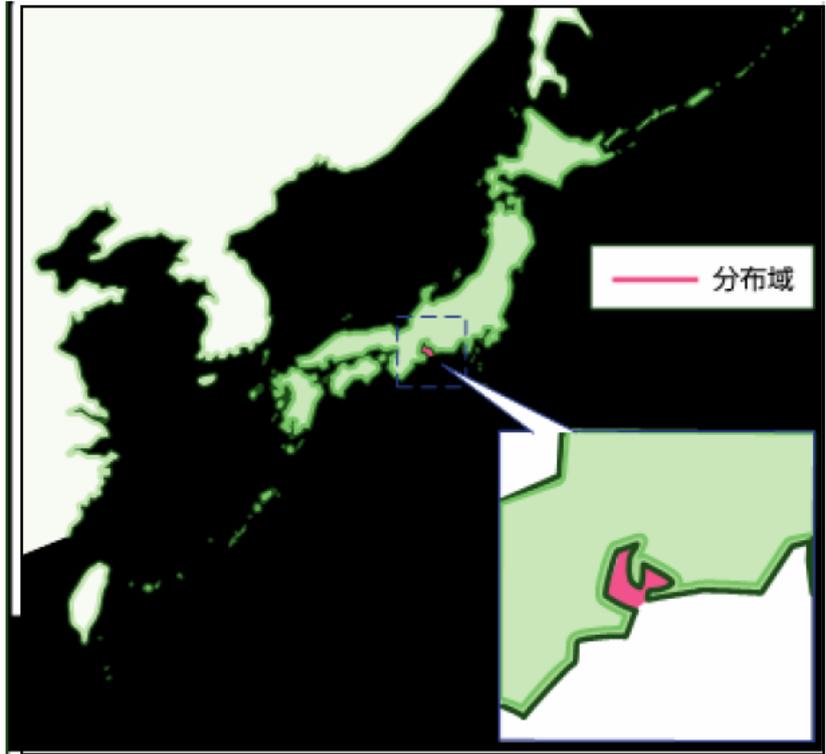


図1. マアナゴ伊勢・三河湾の分布域

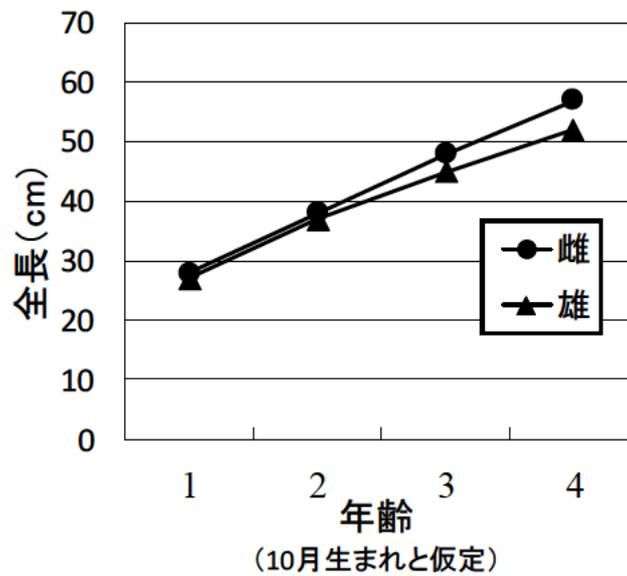


図2. マアナゴ (大阪湾) の年齢と成長 (鍋島 2001)

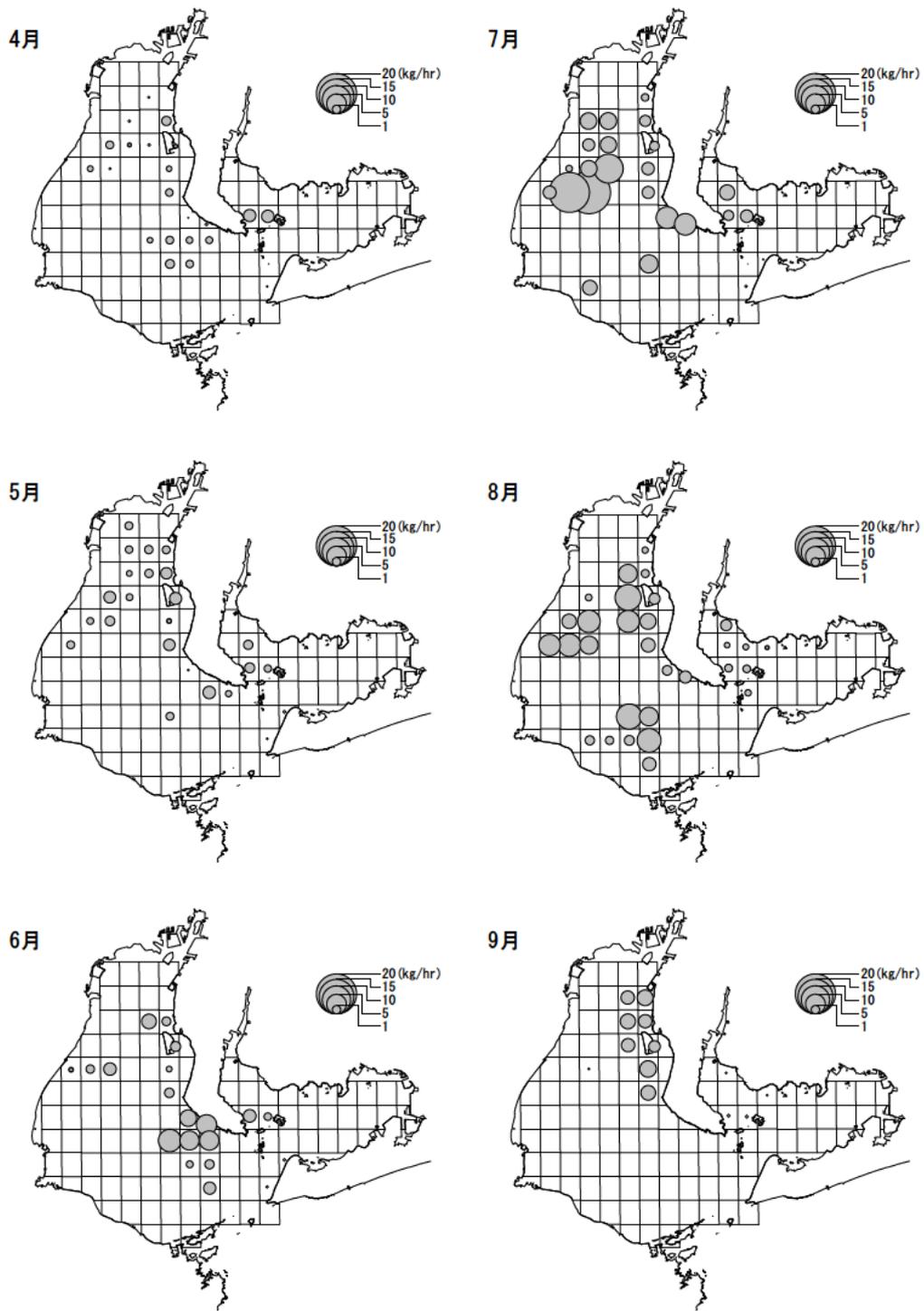


図 3-1. 愛知県小型底びき標本船のマアナゴの単位漁獲努力量あたりの漁獲量(CPUE: kg/hour) (2015年4月～2015年9月)

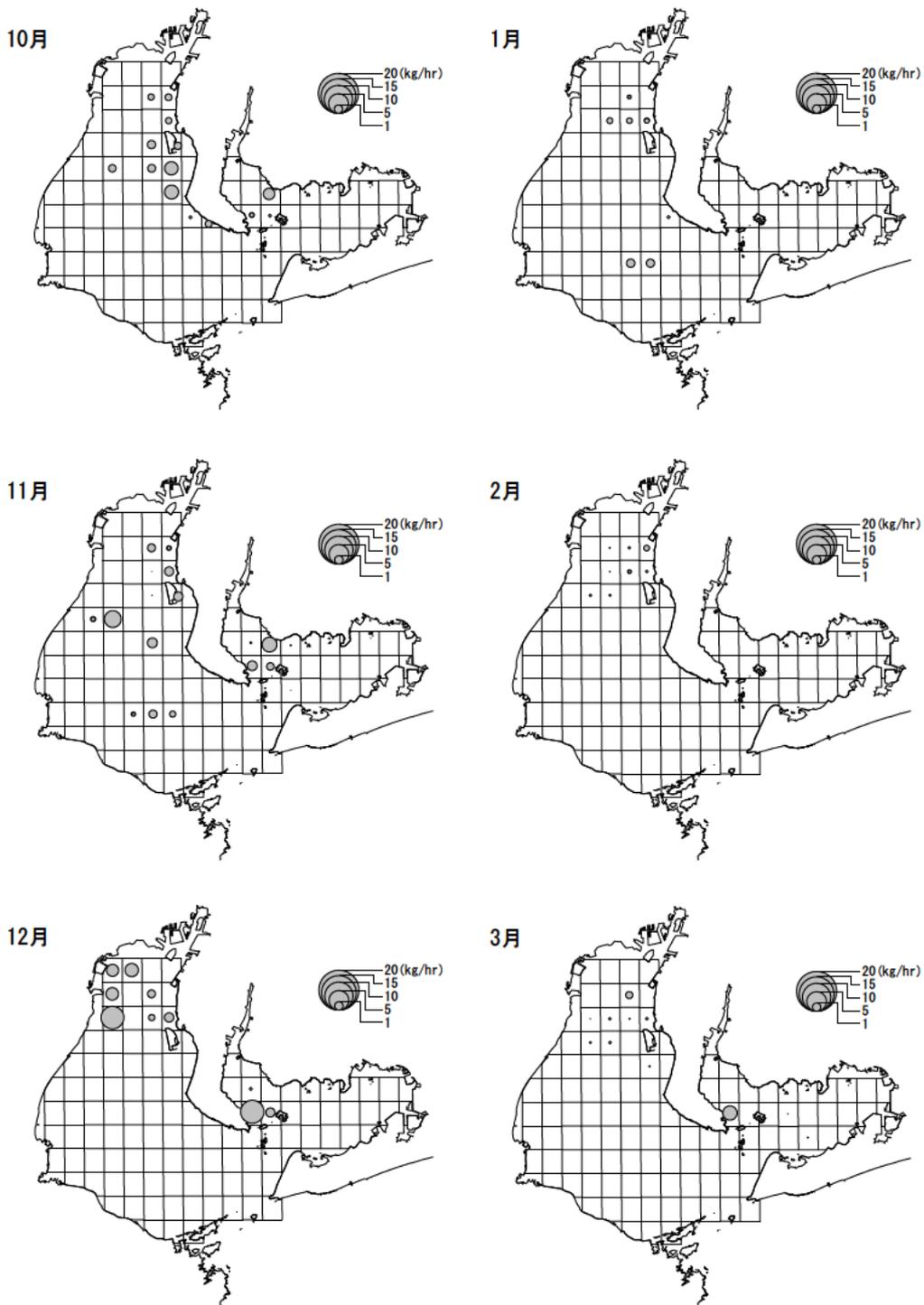


図3-2. 愛知県小型底びき標本船のマアナゴの単位漁獲努力量あたりの漁獲量(CPUE: kg/hour) (2015年10月～2016年3月)

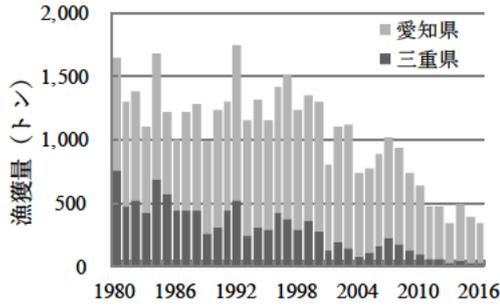


図4. 愛知県、三重県の「あなご類」漁獲量の経年変化(1980-2016)

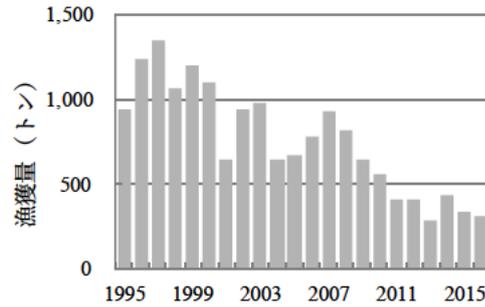


図5. 伊勢・三河湾内のマアナゴ漁獲量の経年変化(1995-2016)

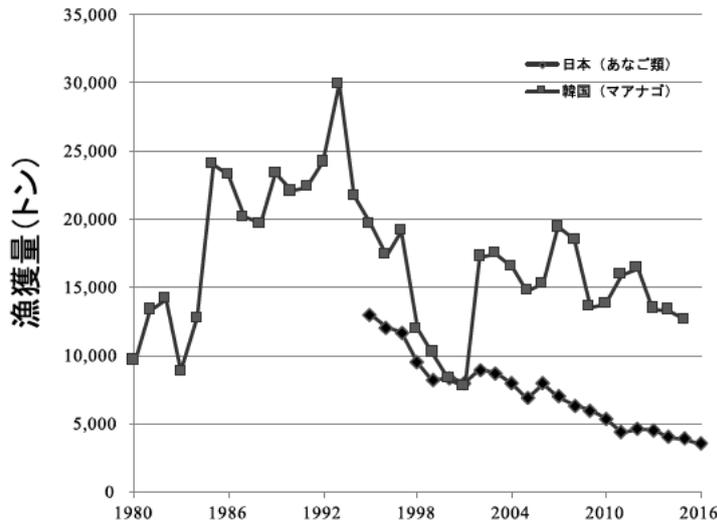


図6. 日本および韓国における「あなご類」漁獲量の推移

※データ出典

日本：漁業養殖業生産統計年報（1995-2016年）

韓国：FAO Global Capture Production（1980-2015年）

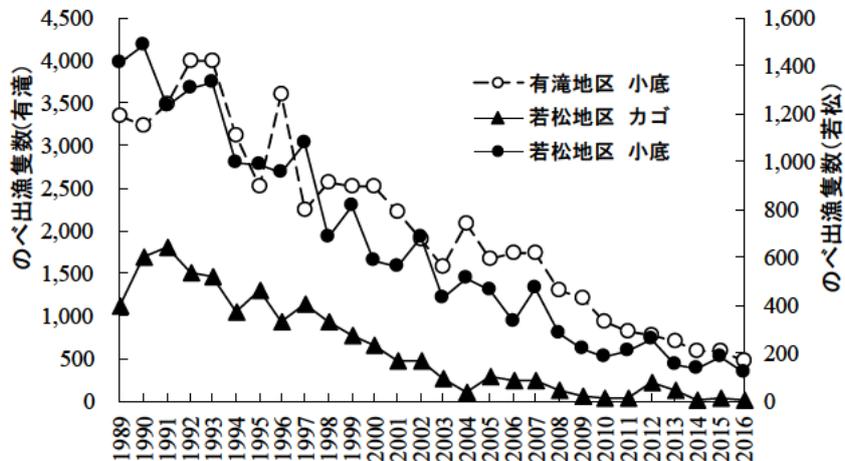


図7. 三重県主要水揚げ港における漁獲努力量の推移  
(若松地区・有滝地区の延べ出漁隻数で表示)

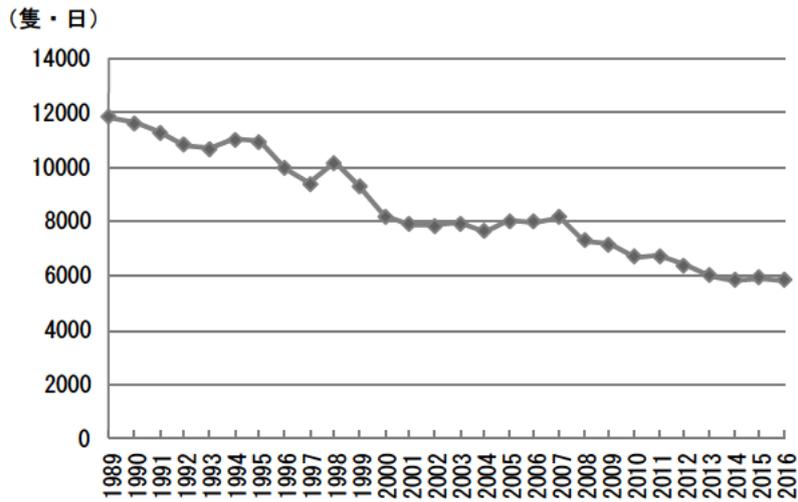


図 8. 愛知県豊浜地区小型底びき網延べ出漁隻数の推移

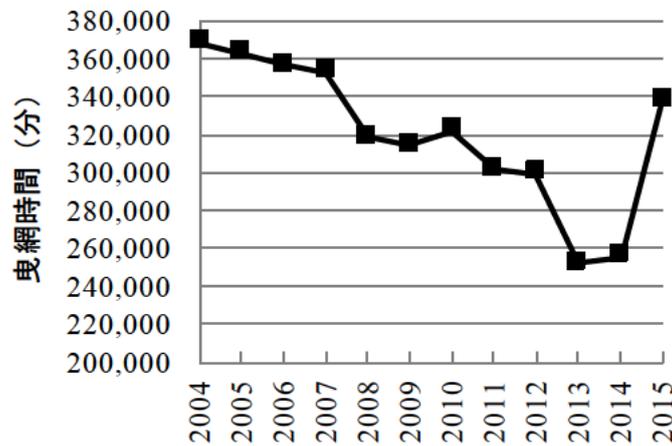


図 9. 愛知県小型底びき網標本船 (6 隻) の年間総曳網時間の推移

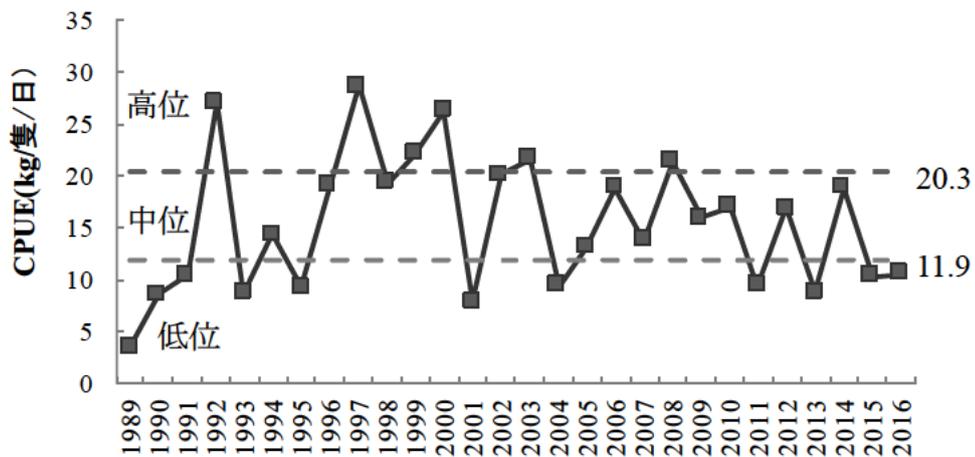


図 10. 愛知県豊浜地区小型底びき CPUE の推移

水準・動向を判断する資源量指標値 (最大値と最小値間を三等分して高位・中位・低位を判別)。

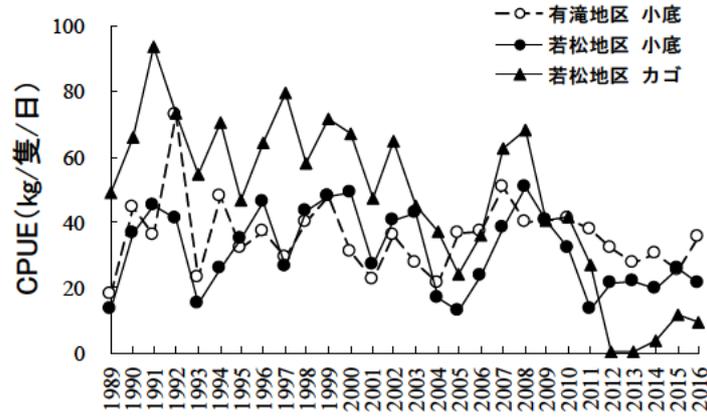


図 11. 三重県の地区別漁法別 CPUE の推移

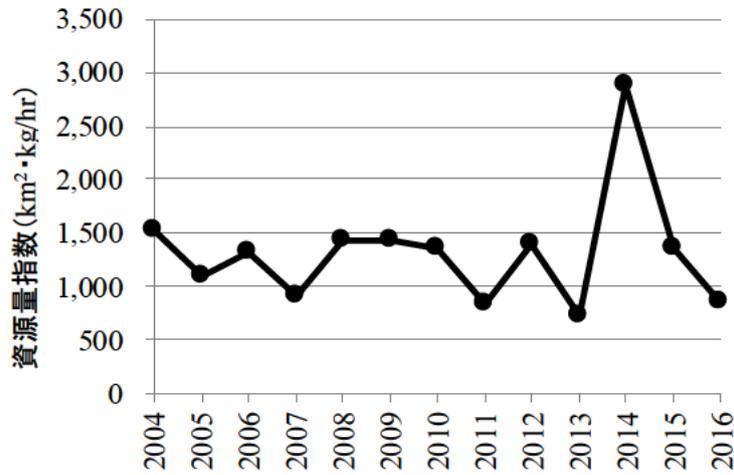


図 12. 愛知県の小型底びき網標本船の操業記録から算出したマアナゴ資源量指数( $\text{km}^2 \cdot \text{kg/hr}$ )の推移(2004~2016年) 2016年は標本船3隻から算出した暫定値。

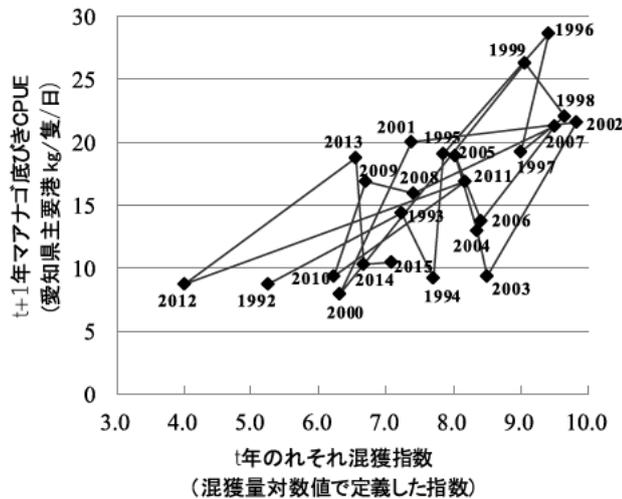


図 13. 愛知県の主要漁港における船びき網等で混獲された「のれそれ」の混獲指数と翌年のマアナゴ CPUE の関係 (愛知県水試調べ) 混獲指数：混獲水揚げ量の対数値を定数倍した相対値。

表 1. 伊勢・三河湾におけるマアナゴの性比  
(愛知県および三重県実施の生物情報収集調査のデータ)

全長 (cm)		オス%	メス%	不明%
-25	(n= 27)	77.8	11.1	11.1
25-30	(n= 60)	80.0	11.7	8.3
30-35	(n=110)	74.5	13.6	11.8
35-40	(n= 68)	94.1	1.5	4.4
40-	(n= 19)	78.9	21.1	0.0

表 2. 伊勢・三河湾におけるマアナゴの耳石による年齢査定および  
生殖腺組織像から判定した性別  
(愛知県実施の生物測定調査のデータ)

全長 (cm)	N	年齢			性別	
		1+	2+	3+	オス	メス
30-40	44	44	0	0	40	4
40-50	10	1	9	0	2	8
50-60	5	0	4	1	0	5
60-70	3	0	3	0	0	3
70-80	1	0	0	1	0	1
80-90	1	0	1	0	0	1

表 3. 伊勢・三河湾におけるマアナゴの食性 (消化管内容物中の湿重量割合%)  
(愛知県実施の生物測定調査のデータ)

マアナゴ 全長 (cm)	N	多毛類	カタクチ イワシ	ネズツボ類	ハゼ類	その他 魚類	分類不能 魚類	魚類計	エビ類	カニ類	シヤコ	甲殻類計	イカ類	不明	空
25cm未満	26	<b>2.4</b>	42.4	0.0	0.0	21.6	0.0	<b>64.0</b>	12.0	0.0	4.0	<b>17.6</b>	<b>8.8</b>	7.2	30.8
25~30cm	449	<b>1.0</b>	21.3	2.5	2.9	23.7	4.6	<b>55.0</b>	16.3	2.1	13.4	<b>34.5</b>	<b>0.7</b>	8.7	22.5
30~35cm	784	<b>0.3</b>	24.2	5.7	5.3	6.3	4.9	<b>46.4</b>	13.2	1.6	19.0	<b>38.6</b>	<b>1.8</b>	12.5	28.7
35~40cm	327	<b>0.5</b>	23.5	5.5	6.1	3.1	9.2	<b>47.4</b>	9.2	0.3	19.1	<b>31.1</b>	<b>8.6</b>	12.4	32.4
40cm以上	35	<b>0.0</b>	8.8	0.0	27.4	0.0	42.3	<b>78.6</b>	2.8	0.0	2.3	<b>5.1</b>	<b>0.0</b>	16.3	48.6

表 4. 愛知県、三重県の「あなご類」漁獲量(トン)、愛知県外海底びき網による「あなご類」漁獲量(トン)およびマアナゴの割合%、県計値から外海漁獲分を控除して算出した伊勢・三河湾内のマアナゴ漁獲量(トン) 日本全体での「あなご類」漁獲量(トン)、韓国でのマアナゴ漁獲量(トン)

年	三重県	愛知県	(2県合計)	愛知県 外海底びき 「あなご類」	(外底のうち マアナゴの割 合%)	伊勢・三河湾内 マアナゴ漁獲量※	日本全体	韓国
1980	755	886	1,641					9,614
1981	475	822	1,297					13,257
1982	524	865	1,389					14,143
1983	421	688	1,109					8,838
1984	688	997	1,685					12,751
1985	576	646	1,222					24,010
1986	438	571	1,009					23,208
1987	447	778	1,225					20,143
1988	436	847	1,283					19,680
1989	260	723	983					23,368
1990	310	921	1,231					22,053
1991	440	860	1,300					22,337
1992	532	1,213	1,745					24,163
1993	244	903	1,147					29,882
1994	313	1,008	1,321					21,703
1995	302	847	1,149	206	36.5	943	12,978	19,667
1996	420	999	1,419	181	31.6	1,238	12,007	17,314
1997	373	1,137	1,510	159	33.9	1,351	11,706	19,136
1998	299	930	1,229	159	25.3	1,070	9,444	11,913
1999	363	990	1,353	146	31.7	1,207	8,168	10,160
2000	282	1,024	1,306	205	31.2	1,101	8,364	8,304
2001	128	686	814	171	21.6	643	7,999	7,676
2002	200	903	1,103	161	24.4	942	8,921	17,210
2003	149	974	1,123	147	21.5	976	8,683	17,451
2004	85	663	748	104	15.1	644	7,937	16,509
2005	106	663	769	104	19.5	665	6,860	14,739
2006	158	739	897	115	25.1	782	7,917	15,242
2007	222	803	1,025	90	18.8	935	6,991	19,399
2008	175	764	939	116	19.5	823	6,339	18,441
2009	130	613	743	103	18.1	640	5,959	13,507
2010	100	535	635	75	17.5	560	5,371	13,757
2011	68	415	483	71	18.6	412	4,374	15,896
2012	68	413	481	73	20.0	408	4,609	16,365
2013	40	313	353	71	20.5	282	4,503	13,405
2014	43	456	499	67	26.0	432	4,011	13,304
2015	37	351	388	57	24.7	331	3,854	12,641
2016	31	319	350	42	24.9	308	3,532	-

データ出典)

1980-1994 愛知県:望岡・東海(2001) 三重県:三重県調べ 韓国:FAO Global Capture Production (FishStat)

1995-2015 愛知県・全国:漁業・養殖業生産統計年報 三重県:三重県調べ 外海底びき:愛知県調べ

韓国:FAO Global Capture Production (FishStat)

2016 愛知県:漁業・養殖業生産統計(速報値) 三重県:三重県調べ 外海底びき:愛知県調べ

※ 愛知・三重県計漁獲量から外海底びき網による漁獲量を控除

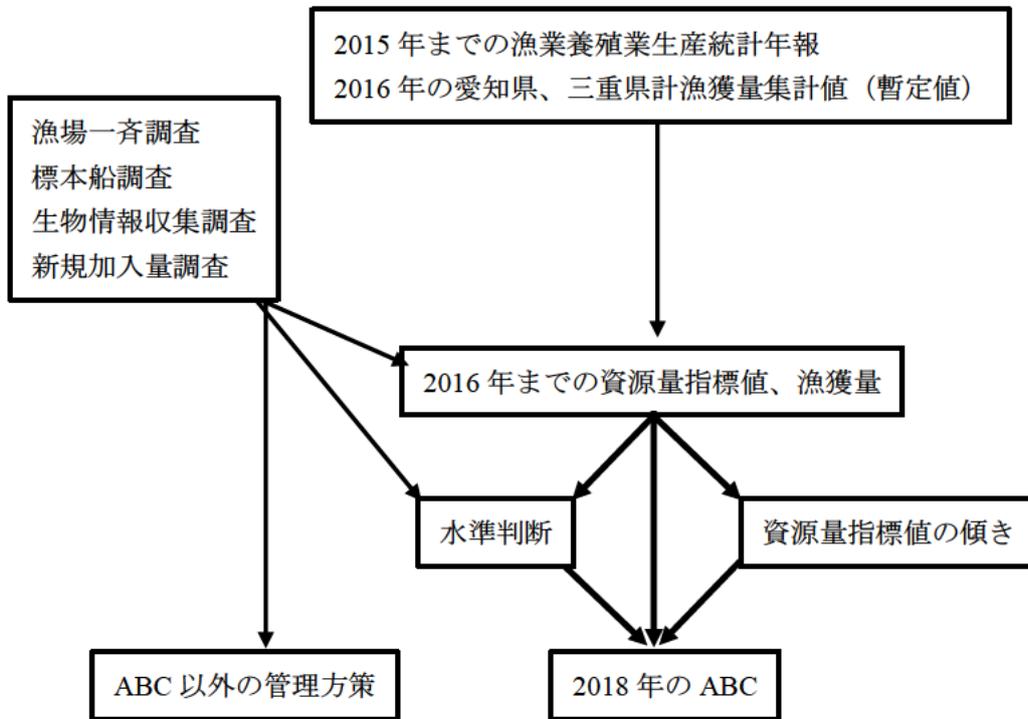
※ 伊勢・三河湾内の「あなご類」はほぼ100%マアナゴとみなせる

表 5. 愛知県豊浜地区の小型機船底びき網漁業による「あなご類」漁獲量(kg)、年間出漁統数および CPUE (1989-2016)

年	漁獲量 (kg)	年間出漁統数	CPUE(kg/隻)
1989	42,124	11,821	3.6
1990	99,589	11,642	8.6
1991	118,443	11,289	10.5
1992	292,216	10,802	27.1
1993	92,680	10,681	8.7
1994	158,622	11,008	14.4
1995	101,515	10,934	9.3
1996	189,494	9,953	19.0
1997	269,804	9,412	28.7
1998	195,979	10,160	19.3
1999	205,501	9,297	22.1
2000	215,196	8,185	26.3
2001	62,618	7,902	7.9
2002	157,556	7,844	20.1
2003	171,075	7,915	21.6
2004	71,691	7,653	9.4
2005	104,482	8,002	13.1
2006	150,492	7,960	18.9
2007	112,465	8,133	13.8
2008	155,505	7,288	21.3
2009	114,178	7,147	16.0
2010	113,684	6,696	17.0
2011	63,166	6,713	9.4
2012	107,799	6,400	16.8
2013	52,899	6,009	8.8
2014	109,785	5,831	18.8
2015	60,927	5,928	10.3
2016	61,514	5,844	10.5

データ出典) 漁獲量・出漁統数：愛知県調べ

補足資料1 資源評価の流れ



## 補足資料2 コホート解析に向けた検討の状況

マアナゴ伊勢・三河湾の資源評価におけるコホート解析の適用を検討するため、2004年から2016年までの主要水揚げ港（豊浜漁港、片名漁港）の月別漁法別漁獲量（小型底びき網、アナゴかご）のデータを用いてコホート解析に向けた試算を行った。

生物情報収集調査（豊浜漁港、片名漁港）で得られた10年分（2005～2014年）の月別漁法別のマアナゴ全長組成を複合正規分布にあてはめて年級群の分離（0～3歳、10月に加齢）を行った。これより漁法別月別の年齢別漁獲尾数割合と年齢別漁獲重量割合を求めて、主要水揚げ港の漁法別年別月別年齢別漁獲量を伊勢・三河湾全体に引き延ばした値に年別月別年齢別漁獲重量割合を乗じ、これを年別月別年齢別平均体重で割り戻して、漁法別の年別月別年齢別漁獲尾数を算出した。漁法別月別年齢別のマアナゴ全長組成に、生物情報収集調査（豊浜漁港、片名漁港）で得られた10年分（2005～2014年）の漁法別全長度数別（全長10cmごと）の雌雄割合を当てはめ、漁法別月別年齢別の雌雄割合を算出した。

漁法別全長度数別の雌雄割合は、全長30cm以下のサイズについては、生殖腺の分化が概ね完了するとされる全長31cmの性比13%（性分化個体のうちの雌の割合）とし、46cm以上は全て雌とした。

小型底びき網とアナゴかごの漁獲尾数を合算し、漁獲年ごとの雌雄別年齢別漁獲尾数（2004～2016年）を算出し（補足図2-1）、以下のコホート解析による漁獲年ごとの雌雄別年齢別資源尾数の試算に用いることを検討した。

寿命を10歳と仮定し、田中・田内の式（田中1960）から、自然死亡係数Mを0.25（年<sup>-1</sup>）とする。資源尾数は以下のPopeの近似式（Pope1972）を用いて推定する。

$$N_{a,y} = N_{a+1,y+1}e^M + C_{a,y}e^{M/2}$$

ここで、 $N_{a,y}$ はy年におけるa歳魚の資源尾数、 $C_{a,y}$ はy年におけるa歳魚の漁獲尾数である。

a歳、y年の漁獲係数Fは、

$$F_{a,y} = -\ln\left(1 - \frac{C_{a,y}e^{M/2}}{N_{a,y}}\right)$$

により求める。最高齢となるy年で3歳の資源尾数は、

$$N_{3,y} = \frac{C_{3,y}}{1 - e^{-F_{3,y}}} e^{M/2}$$

により求める。最高齢（3歳）のFは同年に漁獲された2歳魚のFと同じと仮定し、最近年（2016年）のFは過去3年間（2013～2015年）の平均値とする。計算にはソフトウェアRのrvpaパッケージ（市野川・岡村2014）を使用した。

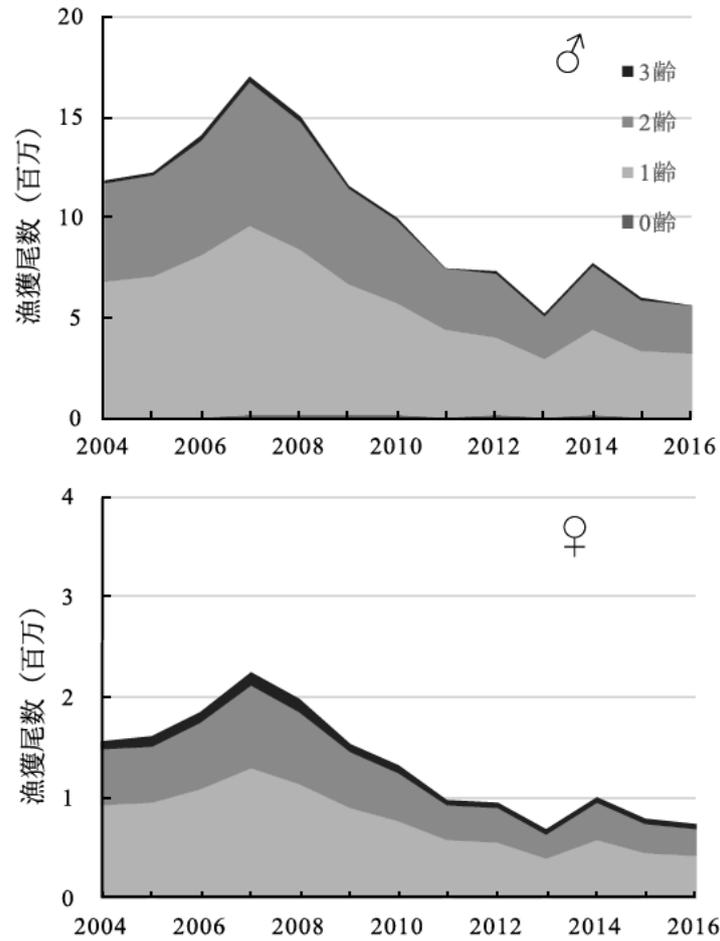
上記の方法によって予備的な試算を行ったところ、2～3歳魚において雌雄でFに大きな違いがみられた（補足図2-2）。漁獲物の年齢と性別の検討によって（表2）、満2歳になる頃までに雄の大部分は湾内から移出し、雌でも満3歳を超えて湾内にとどまる個体は少ないと推測されているため、試算結果は、雌雄ごとの湾外への移出実態の違いを反映しているものと推察される。今後、コホート解析等に関する検討を進めるには、雌雄別の生態特性を考慮するために移出を含めた生物情報の蓄積が重要であると考えられる。

引用文献

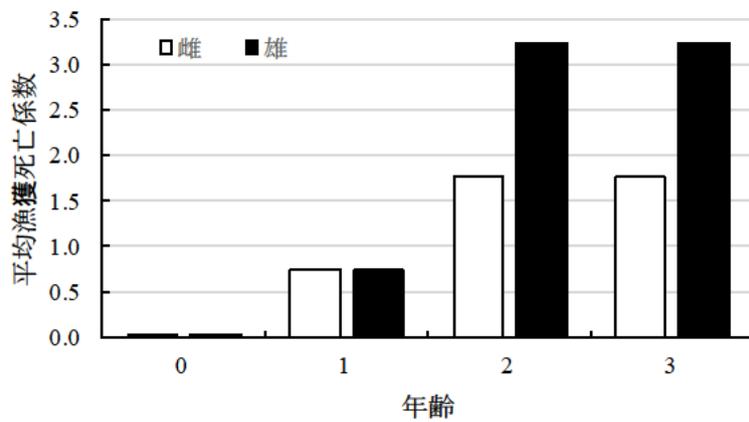
市野川桃子, 岡村 寛 (2014) VPA を用いた我が国水産資源評価の統計言語 R による統一的検討. 水産海洋研究, **78**, 104-113.

Pope (1972) An investigation of the accuracy of virtual population using cohort analysis. Res. Bull. inst. Comm. Northw. Atlant. Fish., **9**, 65-74.

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. 2004～2016 年までの性別年齢別漁獲尾数



補足図 2-2. 2014～2016 年の性別年齢別漁獲死亡係数