

紀伊水道周辺海域におけるマルアジ肥満度の季節変化

武田保幸・原田慈雄¹・武田崇史

和歌山県水産試験場

Seasonal Changes in Condition Factor of Japanese Scad around the Kii Channel and Adjacent Waters

Yasuyuki Takeda, Shigeo Harada¹ and Takashi Takeda

Wakayama Prefectural Fisheries Experiment Station

緒 言

紀伊水道周辺海域に生息するマルアジ *Decapterus maruadsi* Temminck and Schlegel は、中型まき網、一本釣、定置網、小型底びき網等、当海域の主要漁業により和歌山県で年間数千トン漁獲される重要な漁業資源である。和歌山県水産試験場は、本種の和歌山県漁業に占める重要性から、1980年代半ばから資源生態の調査研究を開始し、それ以降モニタリングを継続している。2004年からは、それまで得られた産卵生態に関する研究結果をもとに、和歌山県中型まき網連合会により自主的な資源管理方策として産卵親魚の獲り控えが実施され（土居内・武田，2010；武田・和田，2011），2018年現在まで継続して取り組まれている。

当海域のマルアジは瀬戸内海東部を季節的に回遊する地域個体群であり、春季～夏季に内海に入り込み、秋季～冬季に内海から紀伊水道外域に南下して越冬する回遊生態を持つと考えられている（武田，2002）。

本研究では、資源調査で測定した結果をもとに、年齢、成熟などの生物情報を含め、肥満度の季節変化について若干の知見が得られたので報告する。

材料および方法

1. 標本魚の採集と魚体測定

2011年3月～2016年12月に紀伊水道および紀伊水道外域に面する和歌山県内6漁港（図1）において、中型まき網漁業、大型定置網漁業、一本釣漁業、小型底びき網漁業により紀伊水道周辺海域で漁獲されたマルアジ2,233個体を標本魚として採集した。これらの採集は、できるだけ漁獲物を代表するように無作為に行った。標本魚はアイスボックスに水氷で保存し、水産試験場において、尾叉長FL(mm)、体重BW(g)、生殖腺重量GW(g)を測定し、頭部から左右の耳石（扁平石）を採取した。耳石は水道水で体液等を洗浄後、濡れタオルで水分を拭き取り、個体ごとに紙袋に乾燥保存した。若齢魚（銘柄名「青じゃこ」、「青子」）では、生殖腺が未発達で雌雄の判別が難しい個体があり、その場合は「性別不明でGWは0」とした。なお、胃内容物については、

¹現在：和歌山県有田振興局農林水産振興部農業水産振興課

空胃の個体がほとんどであったので測定できなかった。

2. 生殖腺重量指数と肥満度

魚体測定結果から、雌雄別の生殖腺重量指数 (GSI) と肥満度 (CF) を次の計算式により求めた。計算式は、CF については東シナ海産マアジについての大下ほか(2004)、GSI については武田(2002)にしたがった。

$$GSI = GW / BW \times 100$$

$$CF = (BW - GW) \times 10^3 / FL^3$$

ただし、単位は、FL : mm BW : g GW : g

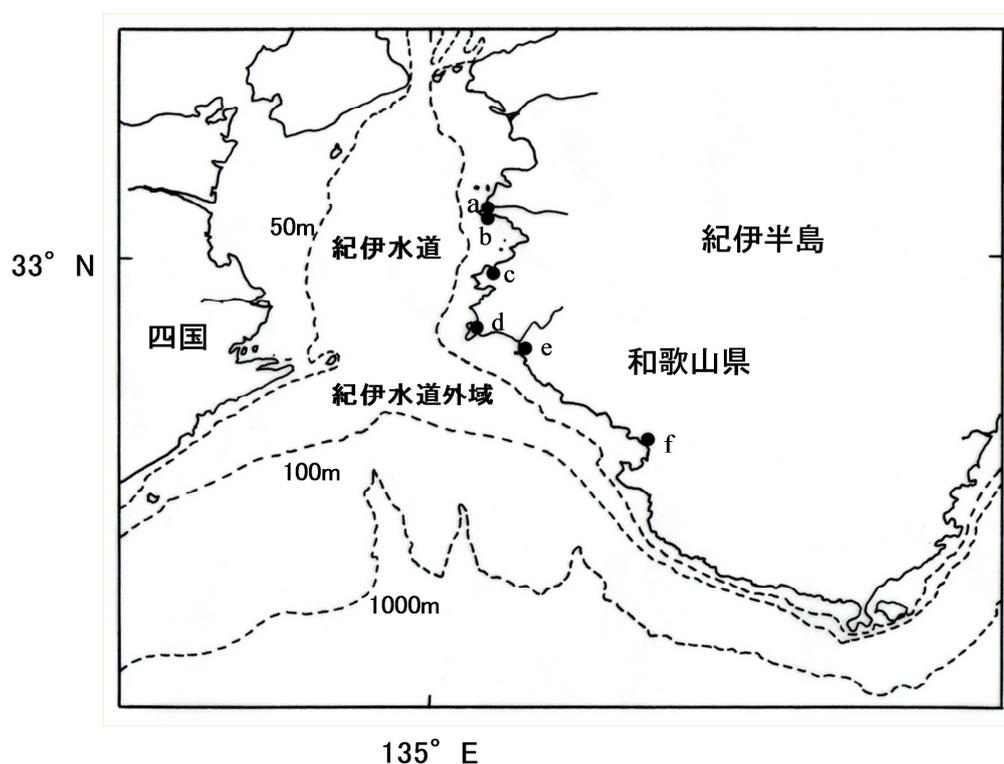


図1 マルアジの調査地 a: 箕島 (小型底びき網漁業), b: 逢井 (大型定置網漁業), c: 衣奈 (一本釣漁業), d: 阿尾 (中型まき網漁業), e: 塩屋 (中型まき網漁業), f: 田辺 (中型まき網漁業)

3. 耳石の処理

最初に全個体について直接観察法による年齢査定を行い、そのうち輪紋が1本以上計数できる個体については、原則として頭部前方に向かって左側の耳石を耳石薄片法により再度年齢査定を行った。薄片標本は、乾燥させた耳石をポリエスチル樹脂に包埋し硬化させた後、硬組織切断機 (ライカ SP1600) を用いて、耳石長軸方向に垂直に、厚さ 200 μ m に切断した。包埋に際しては、耳石中心部に赤色マーカーペンで赤マークを付け、切断時にできるだけ薄片標本中に耳石の中心部周辺を残すようにした。切断後には、標本の両側を耐水研磨紙 (#1000~2000) で研磨し、スライドガラスに貼り付けて薄片標本を作製した。

4. 年齢査定方法

直接観察法による年齢査定は、真水を張ったシャーレに耳石を浸して、実体顕微鏡下で10~20倍に拡大し落射照明を用いて行った。耳石薄片法を用いた輪紋の観察は、明視野の生物顕微鏡下で40倍に拡大し、蛍光の落射照明を用いて行った。マルアジ耳石の形状から、輪紋は不透明帯とし、どちらの方法も中心部から縁辺方向に計数を行った。紀伊水道産マルアジの不透明帯は年1回、4~6月に形成されることが知られており（阪本・武田，1987）、産卵ピークは6月であるので（武田，2002）、「仮定上の誕生日は6月1日」として年齢査定を行った。

結 果

1. 生殖腺重量指数および肥満度の季節変化

雌雄別・年齢別の生殖腺重量指数（GSI）および肥満度（CF）の月別変化を図2に示した。GSIは2歳以上で雌雄とも春季の4月から急激に上昇し、雄は5月、雌は6月にピークを示し、雌雄とも夏季の7月まで高く、8月以降は著しく低下した。0~1歳魚のGSIは、雌雄とも、本種の産卵期である5~7月に高くなるものの、2歳魚以上に比べて有意に低かった（t検定、 $p < 0.05$ ）。一方、CFは2歳以上で雌雄とも1~2月に低下し5月に少し高くなり、6月には急激に低下し、7月に年間の最低値を示した。その後、8月から秋季にかけて高くなり、10月に最高値を示した。2歳以上で雌雄別にみると、1~6月には雄より雌の方が有意に高かった（t検定、 $p < 0.05$ ）。0~1歳（雌雄込み）のCFは、3月、5月、8月、11~12月に高く、2歳以上と同様に7月に年間の最低値を示した。また、10~12月における2歳以上のCFは、2~9月に比べ雌雄とも有意に高かった（t検定、 $p < 0.05$ ）。

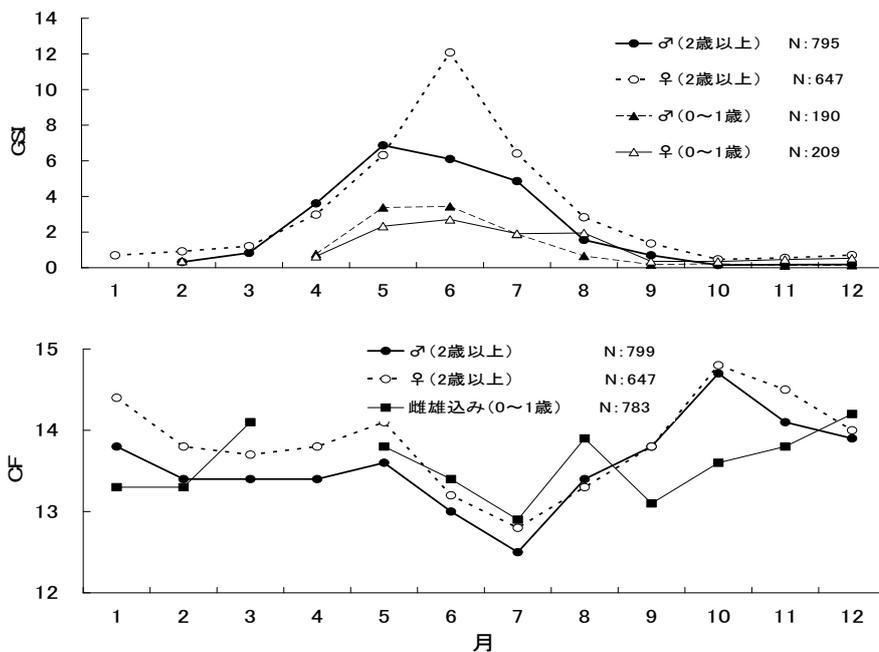


図2 生殖腺重量指数および肥満度の月別変化

2. 漁法別・雌雄別の肥満度の季節変化

前述の肥満度の高い2歳以上について、漁法別・雌雄別の肥満度（CF）の月別変化を図3に示した。紀伊水道外域を漁場にするまき網では、雌雄ともCFが冬季の2月から春季の4月にかけて横ばい、4月から5月にかけて高くなり、6月には急激に低下し、年間の最低値を示した。その後、秋季の10～11月には春季より高くなり、12月にやや低下した。

紀伊水道（湯浅湾内）を漁場とする定置網では、CFが雌雄とも冬季の2月がまき網より高く、春季の5月から夏季の7月まで低下し、8月から再び高くなり、雄は10月、雌は12月に最高値を示した。定置網では1～2月、4～7月、12月に雌のCFが雄より高かった。

春季と秋季に紀伊水道南部を漁場とする一本釣では、雌雄とも春季の4～5月にはCFが高くなり、秋季の10月は4～5月より高く、定置網とほぼ同程度であった。また、4～5月のCFは雄より雌の方が高かった。

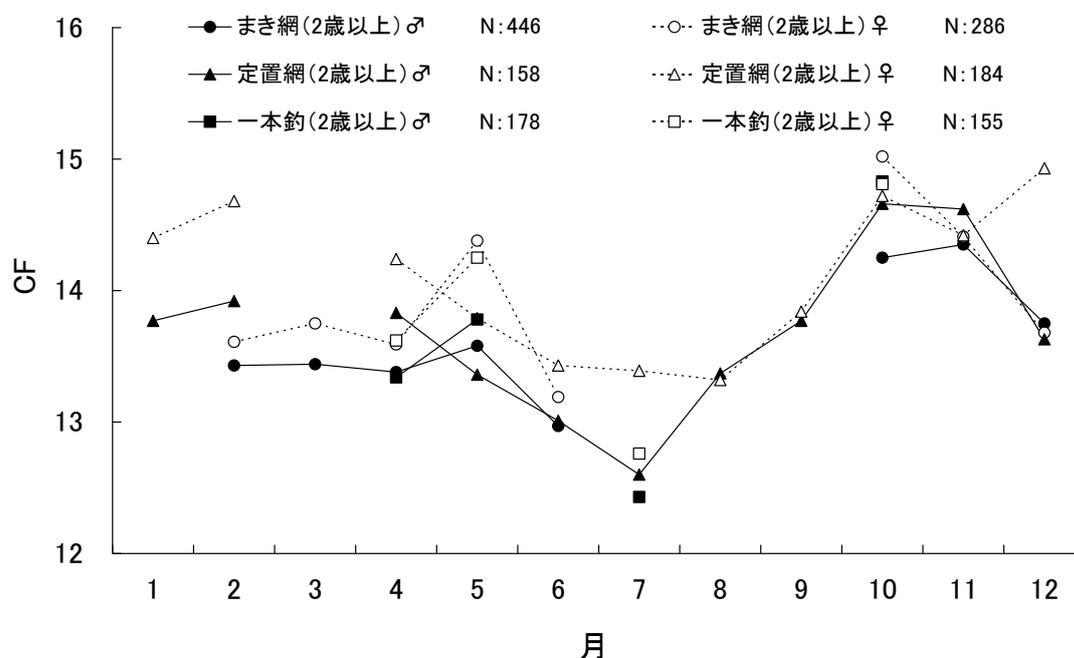


図3 漁法別・雌雄別の肥満度の月別変化

3. 季節別の尾叉長と肥満度との関係

1～4月、5～8月、9～12月における漁法・雌雄を込みにした尾叉長（FL）と肥満度（CF）との関係を図4に示した。いずれの期間も、FLとCFとの間に明瞭な関係は認められなかった。10～12月にはFL150mm以上の個体（CF平均値14.3）が、7～9月（CF平均値12.9）に比べCFが高くなった。また、9～10月には、FL100mm未満の個体（CF平均値13.3、標準偏差1.8）が、同時期のFL100mm以上（CF平均値13.9、標準偏差1.3）に比べ、CFのばらつきが非常に大きかった。

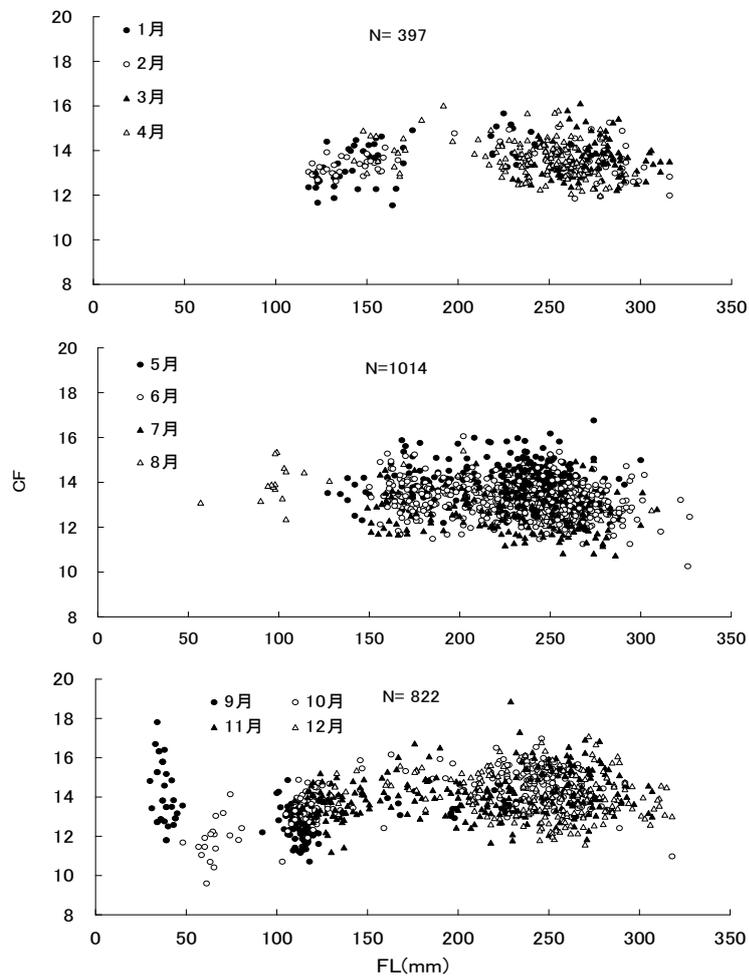


図 4 季節別の尾叉長と肥満度との関係

4. 漁法別の漁獲物年齢組成

季節別のまき網と定置網の漁獲物年齢組成を図 5 に示した。まき網では主に 2～7 歳以上が漁獲対象になり、定置網より 5 歳以上の高齢魚の割合が比較的高かった。定置網では逆に 0～2 歳の若齢魚の割合が高かった。

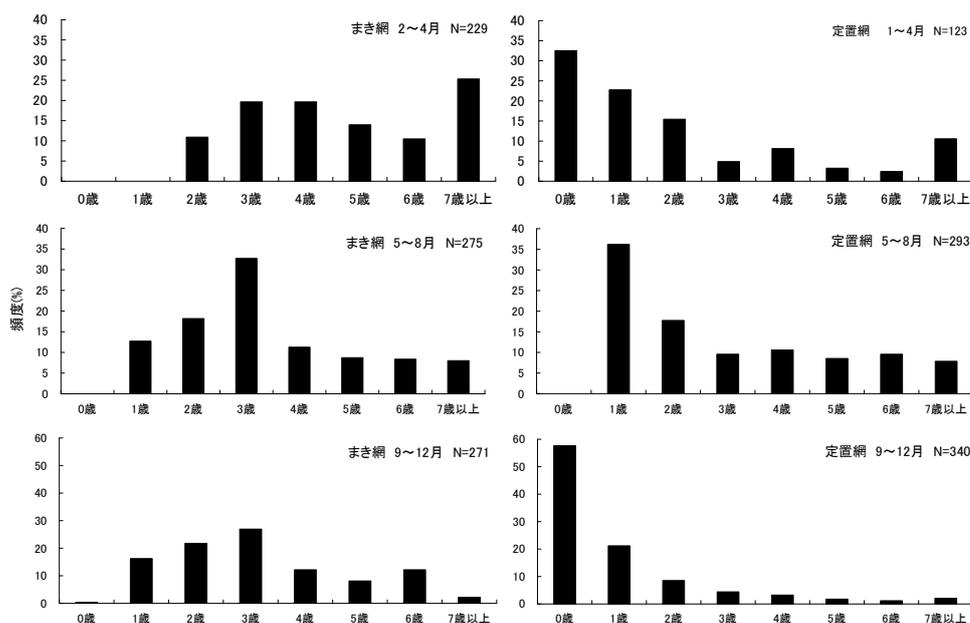


図5 季節別・漁法別の漁獲物年齢組成

考 察

生殖腺重量指数と肥満度の月別変化（図2）および回遊に関する知見（武田，2002）から、当海域におけるマルアジ親魚（2歳以上）の肥満度は、生活年周期を中心とした資源生態、特に成熟・産卵や季節回遊と密接に関係していることが示唆された。当海域におけるマルアジの産卵期は5~7月でピークは6月であることが知られており（阪本・武田，1987；武田，2002；土居内・内海，2009），本研究でも生殖腺重量指数の月別変化から同様の結果が得られた。マサバとゴマサバでは、脂肪含量と肥満度との関係性が確認されている（吉満ら，2018；五十川ら，2008）。マルアジの親魚では、内海における夏季の索餌回遊から外海への越冬回遊に転じる秋季の10月から、越冬・産卵のエネルギー（脂肪）を蓄積するために肥満度が急激に高くなり、その後、生息域の水温が低下する2~4月には、餌料不足により食物からのエネルギー摂取量が減少し、秋季に比べ肥満度が低下すると考えられる。さらに、産卵期前期の5月には肥満度が再び上昇し、産卵ピークの6月から低下し、産卵期後期の7月には年間で最も低くなった。これは、5月には肥満度が摂餌により上昇するものの、6~7月には成熟・産卵で多くのエネルギーを消費することを示唆している。

ここで注目される点は、マルアジは東京湾のイシガレイ（上原・清水，1999）や紀伊水道のハモ（上田，2008）などとは異なり、肥満度が産卵後（マルアジでは索餌回遊時期である夏季）に速やかに上昇するのではなく、産卵後しばらく間を置いて秋季の10月から上昇していることである。この理由として、当海域におけるマルアジは卵巣の組織学的観察から8月に一部の群が産卵している可能性があること（土居内・内海，2009）と、日向灘産マダイで見られるように（長野・片山，2015），夏季の8~9月には海域の水温上昇により魚体の運動量と代謝量が増加することが

考えられる。さらに、0～1歳魚については、尾叉長が小さく肥満度は秋季に少し上昇する程度であるが、産卵期には1歳魚が産卵を行っているという観察例（武田，1988）もあるので、1歳魚の産卵割合については、今後の重要な研究課題といえるだろう。

また、親魚の肥満度は、1～6月に雌の方が雄より有意に高かった。雌雄の肥満度に有意差がみられることは、甕島産キビナゴ（小沢ら，1989），日本海西部産ニギス（原田ら，2007）などで報告されており、当海域産マルアジの場合は、雌は雄より成長が遅い（武田，未発表）こともあり、雌が産卵期前後に雄より多くの脂肪を体内に蓄積し、このエネルギーの大部分を成熟・産卵に消費していると考えられる。

肥満度と生殖腺重量指数および年齢組成から判断して、5歳以上の大型の高齢魚でも産卵回遊、索餌回遊・越冬回遊（武田，2002）を行っており、資源生態学的にみて産卵親魚として重要であることが確認された。また、秋季～冬季における大型の高齢魚は、小型の若齢魚に比べ肉質部分が多いと考えられ、特に10～12月は肥満度が高かったので、市場価値の高いものであることが改めて明らかになった。したがって、当海域では「10～12月に大型の高齢魚が、まき網漁業で安定して漁獲・供給できるかどうか」が資源利用上のポイントであり、そのためには高齢の大型魚を中心に本種を持続的に利用するための資源管理が必要になると考えられる。今後とも、和歌山県中型まき網連合会が自主的に行っている「産卵親魚の獲り控え」（土居内・武田，2010；武田・和田，2011）を資源管理方策の中心にして取り組みを継続し、関係者がより一層努力することが重要であろう。

摘 要

2011～2016年に和歌山県内6漁港において、沿岸漁業の漁獲物から採集したマルアジ2,233個体の生物測定結果を使用し、肥満度の季節変化をはじめとする資源特性について検討した。

1. 当海域におけるマルアジの肥満度は、特に親魚において成熟・産卵及び回遊と密接に関係し、産卵期の6～7月に低く、秋季の10～12月に高くなった。
2. 1～6月における親魚の肥満度は、雌が雄より有意に高かった。
3. 10～12月の漁獲物は、大型で肥満度が高いものが多く、市場価値が高いため、これらを持続的に利用するためには、現在取り組まれている中型まき網漁業の「産卵親魚の獲り控え」を中心に、今後とも資源管理を継続していく必要がある。

耳石薄片法についてご指導いただいた東北大学大学院農学研究科教授片山知史博士に心より感謝する。標本の採集と市場調査にご協力いただいた関係漁業者・団体の皆様に厚くお礼申し上げます。本研究の一部は、水産庁委託事業（我が国周辺水産資源評価等推進委託事業及び我が国周辺水産資源調査・評価等推進委託事業）の「資源動向調査」の一環として行われた。記して謝意を表す。

引用文献

- 土居内龍・内海遼一. 2009. 紀伊水道におけるマルアジの成熟特性. 和歌山水研報. 1 : 1-5.
- 土居内龍・武田保幸. 2010. 和歌山県におけるイサキ・マルアジの資源管理. 黒潮の資源海洋研究. 11 : 9-12.
- 原田和宏・海野徹也・大谷徹也. 2007. 日本海西部で漁獲されたニギスの体成分の季節変動. 日本水産学会誌. 73(5) : 891-896.
- 五十川章子・山岡耕作・森岡克司. 2008. 清水さばの脂質含量と生態形質の季節変動. 日本水産学会誌. 74(2) : 207-212.
- 長野昌子・片山知史. 2015. 日向灘におけるマダイ *Pagrus major* の生活史特性と肥満度の経年変化. 日本水産学会誌. 81(2) : 219-226.
- 小沢貴和・角輝秀・増田育司. 1989. 甕列島産キビナゴの個体群構造. 日本水産学会誌. 55(6) : 985-988.
- 阪本俊雄・武田保幸. 1987. 沿岸重要漁業資源の管理に関する研究—紀伊水道におけるマルアジの年齢と生長(概報)—. 昭和60年度和歌山県水産試験場事業報告. 48-54.
- 武田保幸. 1988. 紀伊水道産マルアジの年齢群別産卵数について. 南西外海の資源・海洋研究. 4 : 27-32.
- 武田保幸. 2002. 紀伊水道周辺海域におけるマルアジの回遊. 水産海洋研究. 66(1) : 26-33.
- 武田保幸・和田隆史. 2011. 紀伊水道周辺海域におけるマルアジの資源生態と中型まき網による資源管理. 黒潮の資源海洋研究. 12 : 79-84.
- 大下誠二・依田真理・檜山義明. 2004. 東シナ海におけるマアジの成熟特性の長期的な変化. 水産海洋研究. 68(4) : 245-252.
- 上原伸二・清水誠. 1999. 東京湾におけるイシガレイの成熟とそれに伴う肥満度, 摂餌強度等の変化. 日本水産学会誌. 65(2) : 209-215.
- 上田幸男. 2008. 徳島県産ハモの漁業生物学的知見. 徳島水研報. 6 : 85-90.
- 吉満友野・加藤正人・小林正三. 2018. 銚子漁港に水揚げされたマサバにおける脂質含量の季節変動と生殖腺の発達の関係性. 日本水産学会誌. 84(6) : 1017-1024.