

サワラ日本海・東シナ海系群における生物特性情報の更新

田邊智唯¹・藤波裕樹¹・平岡優子¹・黒田啓行¹・田中友樹²・丸山克彦³
尾田昌紀⁴・安部謙⁵・松島伸代⁶・伊藤毅史⁷・蛭子亮制⁸・松井謙弥⁹

1：国立研究開発法人 水産研究・教育機構、2：青森県産業技術センター水産総合研究所、3：新潟県水産海洋研究所、4：鳥取県栽培漁業センター、5：山口県水産研究センター、6：福岡県水産海洋技術センター、7：佐賀県玄海水産振興センター、8：長崎県総合水産試験場、9：熊本県水産研究センター

1. 背景

サワラ (*Scomberomorus niphonius*) 日本海・東シナ海系群は、日本海北部から東シナ海および黄海の沿岸・沖合域に広く分布し(Ohshimo et al. 2021)、日本海では主に大型定置網、東シナ海では主にまき網とひき縄によって漁獲される(平岡ら 2022)。日本近海における本種の生物特性研究は、1980年代以降、日本海と瀬戸内海を中心に行われ、令和4年度サワラ日本海・東シナ海系群研究機関会議(以下、令和4年度会議)において過去の知見を整理して報告した。

本系群の資源評価に関わる生物特性のうち、特に年齢・成長、成熟・産卵生態に関する知見が不足しており、可能な限り早期に再検討して最新の知見を整備する必要がある。令和4年度会議では、新たに開始したサワラの魚体測定とサンプル収集に基づいて、耳石切片を用いた年齢査定と成長式推定、生殖腺組織切片を用いた成熟度判定について、令和4年9月までに得られた結果を紹介した。令和4年度会議以降から令和5年度においても測定・サンプリングを継続するとともに、サンプルの分析を進めたことから、令和4年度会議で報告した生物特性情報を更新し、ここに報告する。

2. 材料と方法

2019年11月に長崎魚市場に水揚げされたサワラの魚体測定と耳石等サンプル採集を開始し、2021年から各府県水産試験研究機関(以下、府県水試等)による日本海・九州北西沿岸域での魚体測定と耳石・生殖腺サンプル採集を行っている。魚体測定では、尾叉長(FL)、体重(BW)、性別判定、生殖腺重量(GW)を記録した。生殖腺は、左右どちらか一方の中央部を切り取り10%ホルマリンまたはブアン液により固定するか、生殖腺が小さい個体では全体を固定、保存した。耳石は魚体測定後に左右の扁平石を摘出、水道水で洗浄し、乾燥、常温保存した。

令和4年度会議以降、令和5年7月までに採集したサンプルを用いて、前年度と同様の

方法により生殖腺組織切片を作製し、光学顕微鏡で観察した。卵巢の発達段階は Brown-Peterson et al. (2011)の成熟段階(BP Maturity)を適用し、精巣の発達段階は Shiraishi et al. (2010)に基づいて、雌雄それぞれの成熟状態を判定した。

- オス 1：未成熟期、精巣内に精原細胞のみが存在
2：前期発達期、精巣内に精原細胞～精細胞が存在
3：後期発達期、精巣内に精細胞～精子が存在
4：繁殖可能期、精子形成が進み、小葉腔と輸精管に精子が充満
5：繁殖終了期、精原細胞が多いが残存精子が存在
- メス 1：未成熟期、卵巢に周辺仁期～卵黄胞期の細胞が存在
2：成熟期、卵巢に第2次卵黄球期までの細胞が存在
3：産卵可能期、卵巢に第3次卵黄球期以上の細胞が存在、排卵後濾胞または退行変性卵が存在する場合がある
4：産卵終了期、退行変性卵が多く存在、細胞は第2次卵黄球期以下
5：休止期、細胞は周辺仁期～卵黄胞期、退行変性が進行した細胞が存在

サンプルの採集海域を以下の3海域に区分し、海域ごとにデータを集計した。

日本海北部：青森県から石川県まで

日本海西部：福井県から山口県まで

東シナ海：福岡県から鹿児島県まで、いずれの海域も農林統計の海区区分と一致。

本研究では、生殖腺の指標値として生殖腺熟度指数 (Gonad somatic index: GSI)を用い、以下の式により算出した。

$$GSI = GW / (BW - GW) \times 100$$

ここで、GW は生殖腺重量(g)、BW は体重(g)を表す。

耳石は冷間樹脂を用いて包埋し、硬化後に短軸方向に切断して耳石中心部を含む切片を作製した。さらに両面研磨を行った後、スライドガラスに貼り付け封入剤を被せた。乾燥後に光学顕微鏡を用いて観察し、不透明帯を基準として輪紋数を計測、年齢査定を行った。年齢査定は、全ての耳石切片において2名の計測者が独立して実施した。

3. 結果

1) 生殖腺

海域別の生殖腺組織サンプル数（令和4～5年度に観察したのべ個体数）は、東シナ海：オス 210 個体、メス 729 個体（合計 939 個体）、日本海西部：オス 63 個体、メス 233 個体（合計 296 個体）、日本海北部：オス 30 個体、メス 25 個体（合計 55 個体）、であった。

各海域の雌雄別尾叉長（FL）組成を図1に示した。FLの範囲は、東シナ海ではオス 24～96cm、メス 26～107cm、日本海西部ではオス 36～84cm、メス 39～99cm、日本海北部ではオス 63～88cm、メス 67～87cm であった。

生殖腺組織観察を行った雌雄別の GSI の経月変化を図2、3にそれぞれ示した。オスの

GSI は、東シナ海では 1～4 月にかけて上昇し、4 月に最大値 9.0 を示す個体が出現した。5～9 月にはサンプル数が各月 1～7 個体と少なかったものの、全ての個体で 1.0 未満と低かった。10～12 月にはいずれの月もサンプル数は 10 個体以上であったが、GSI は全個体が 1.0 未満であった。日本海西部では、東シナ海と同様に 1～4 月に上昇し、6～8 月に低下する傾向が認められた。12 月は 1 月と同様に全ての個体が 1.0 未満であった。日本海北部では、生殖腺サンプルが得られた月が限られるものの、4～5 月に GSI が高く、10～11 月に低かった。メスの GSI は、東シナ海では 1～4 月にかけて上昇、5 月にも 4 月と同様に高い値を示す個体が出現し、5～7 月にかけて低下する季節変化が見られた。日本海西部でも東シナ海と同様、1～4 月に上昇し、その後 6～8 月に低下する季節変化を示した。日本海北部ではオスと同様に生殖腺サンプルが限られるが、4～5 月に GSI が高く、10～11 月に低かった。

生殖腺の組織切片観察に基づいて個体の成熟段階を判定し、海域ごとに月別成熟段階組成を作成した（図 4）。東シナ海では、雌雄とも 1～4 月にかけて生殖腺が発達し、4 月に産卵または繁殖可能期の個体の割合が最も高かった。オスでは 5～9 月はサンプル数が限られたがいずれも前期発達期または未成熟期で、10～12 月には 50～80%が未成熟期、残りは前期発達期であった。メスでは 5 月においても産卵可能期の個体が出現し、産卵終了期の個体も認められた。6 月にはわずかに休止期の個体が出現した以外は全て未成熟期であり、7～12 月は全ての個体が未成熟期であった。日本海西部では、オスでは 1～6 月に、メスでは 1～4 月にかけて生殖腺が発達した。オスでは 3～4 月と 6 月に繁殖可能期の個体が 14～20%となり、メスでは 4 月に産卵可能期の個体が 71%を占めた。日本海北部では、4～5 月に産卵または繁殖可能期の個体が多く、10～11 月にはオスの多くは前期発達期で、メスは全て未成熟期だった。

2) 耳石

令和 4 年度会議において、東シナ海及び日本海で漁獲し測定したサワラのオス 84 個体、メス 322 個体（合計 406 個体）の耳石切片による年齢査定結果とそれらデータに基づいて推定した von Bertalanffy の成長式を報告した。令和 4 年度会議以降、令和 5 年度 9 月までに年齢査定を行った耳石サンプルは 257 個体で、これらを加えた 663 個体のうち、性別不明を除いた 628 個体の海域別雌雄別の年齢査定結果を図 5 に示した。サワラ日本海・東シナ海系群の年齢起算日については、生殖腺の月別成熟段階組成（図 4）及び GSI の月別変化（図 2、3）において 4 月に最も生殖腺が発達していたことから、5 月 1 日とした。

東シナ海では、オス 134 個体、メス 385 個体の年齢データが得られ、それぞれの FL 範囲は、37.9～88.6cm、26.0～104.5cm であった。満 1 歳時の FL はおおむね 40cm～50cm 台で、成長の最も早いものでは 60cm を超える個体が出現し、満 1 歳以上ではオスに比べメスの FL が大きい傾向が見られた。日本海では、オス 36 個体、メス 71 個体のデータが得られ、それぞれの FL 範囲は、30.1～88.4cm、28.3～97.2cm であった。各年齢時の FL

はおおむね東シナ海と同様と見られるが、サンプル数が限られていることから、さらに耳石サンプル収集と年齢査定データの蓄積を図る必要がある。

令和 5 年度には少なくとも合計 300 個体の耳石で切片作製中または年齢査定を実施中である。今年度の耳石 300 個体の内訳は、東シナ海のオス 39 個体 (FL40~91.2cm)、メス 135 個体 (43.0~112.2cm)、日本海のオス 34 個体 (38.2~84.0cm)、メス 92 個体 (38.8~98.5cm) である。これらを加えると、令和 5 年度中には通算で 960 個体を超える年齢査定データが蓄積される見込みである。

4. 謝辞

本研究の実施にあたり、島根県水産技術センター、京都府農林水産技術センター海洋センター、石川県水産総合センター、山形県水産研究所の担当者各位には、サワラの魚体測定と生殖腺・耳石サンプル採集にご理解、ご協力いただいた。ここに記して厚くお礼申し上げる。

5. 引用文献

- Brown-Peterson, N., D. Wyanski, F. Saborido-Rey, B. Macewicz and S. Lowerre-Barbieri (2011) A standardized terminology for describing reproductive development in fishes. Mar. Coast. Fish. **3**, 52-70.
- 平岡優子・黒田啓行・田邊智唯 (2022) 令和 4 (2022) 年度サワラ日本海・東シナ海系群の資源評価. FRA-SA2022-SC02-01. 1-21.
- Ohshimo, S., S.Muko, M. Yoda, H. Kurota (2021) Fluctuation in distribution and relative abundance-index of Spanish mackerel, *Scomberomorus niphonius*, in the Yellow Sea, East China Sea and Sea of Japan. Reg. Stud. Mar. Sci., **48**, 102057.
- Shiraishi, T., S. Ohshimo, R. Yukami (2010) Age, growth and reproductive characteristics of gold striped amberjack, *Seriola lalandi* in the waters off western Kyushu, Japan. New Zealand J. Mar. Freshw. Res. **44**, 117-127.

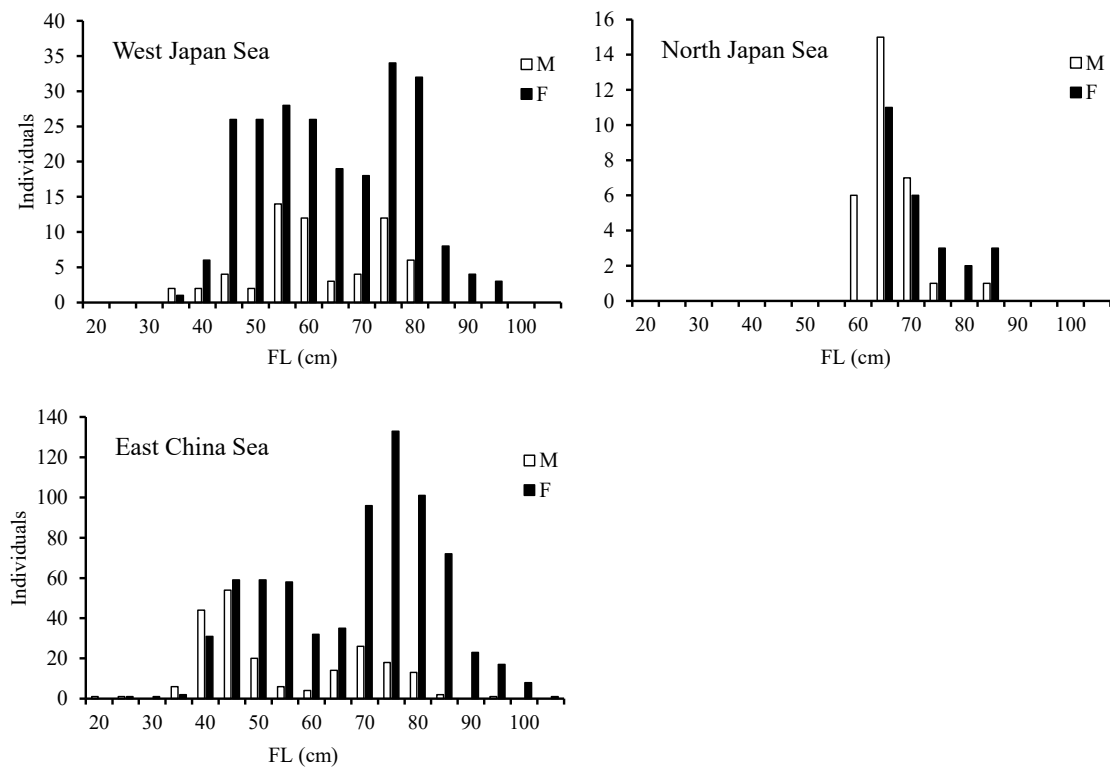


図 1. 生殖腺組織切片を作製・観察したサワラの海域別雌雄別尾叉長組成
 左上：日本海西部、右上：日本海北部、左下：東シナ海
 M：オス、F：メス、FL：尾叉長

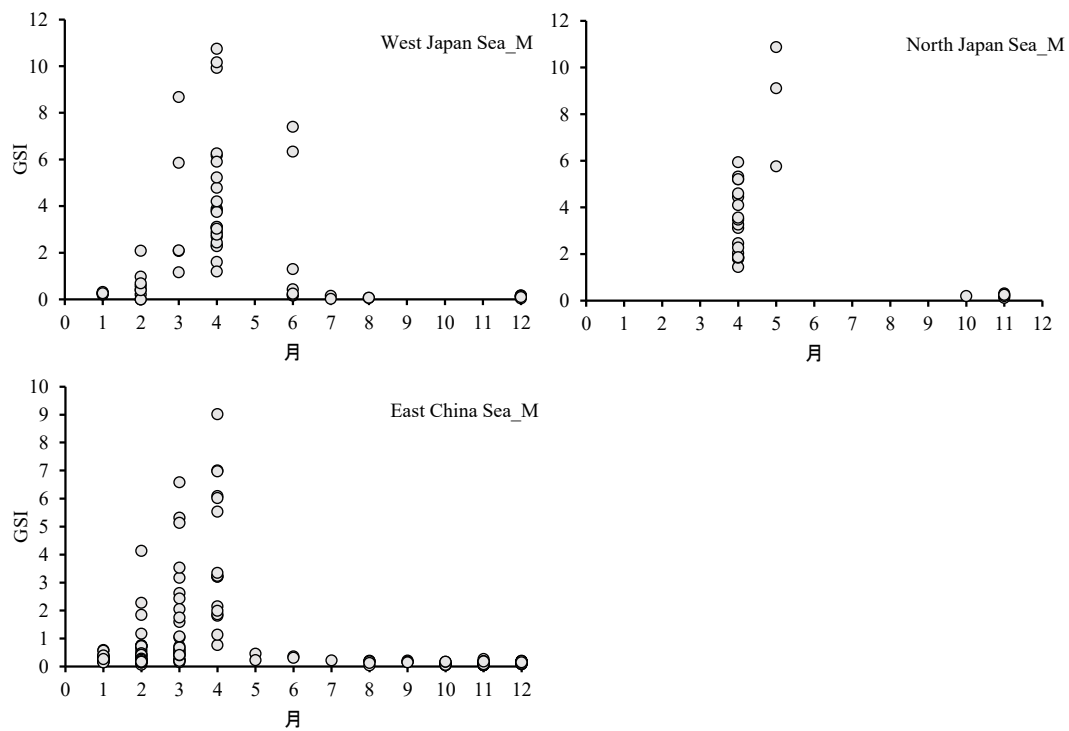


図 2. サワラのオスにおける海域別月別生殖腺熟度指数(GSI)
 左上：日本海西部、右上：日本海北部、左下：東シナ海

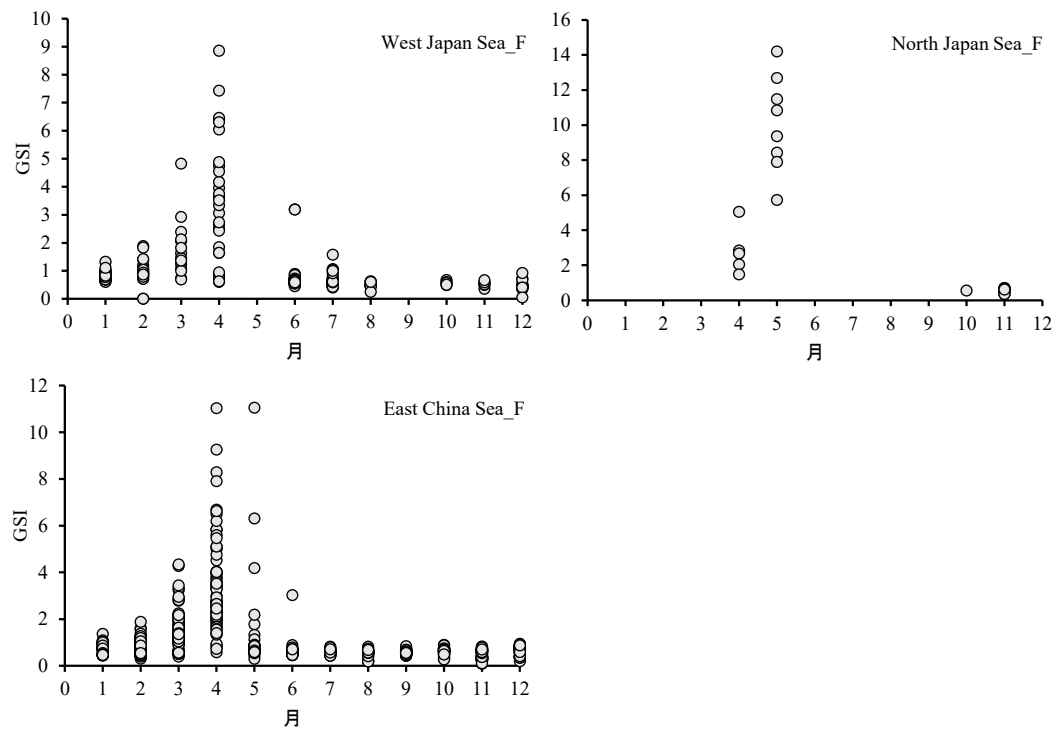


図 3. サワラのメスにおける海域別月別生殖腺熟度指数(GSI)
 左上：日本海西部、右上：日本海北部、左下：東シナ海

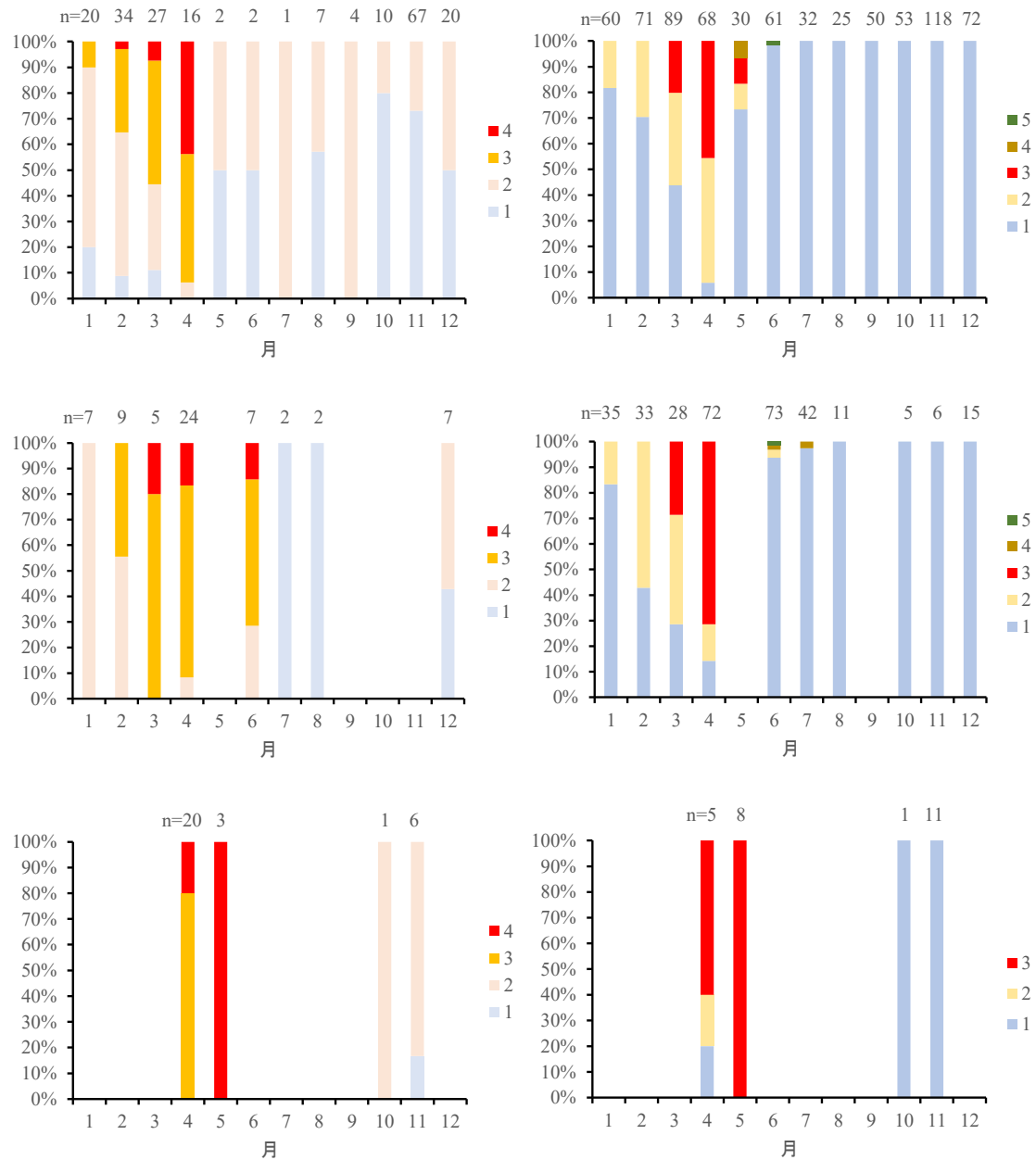


図 4. 東シナ海（上）、日本海西部（中）、日本海北部（下）におけるサワラの生殖腺組織観察に基づく成熟段階組成

左：オス、1：未成熟期、2：前期発達期、3：後期発達期、4：繁殖可能期、5：繁殖終了期

右：メス、1：未成熟期、2：成熟期、3：産卵可能期、4：産卵終了期、5：休止期

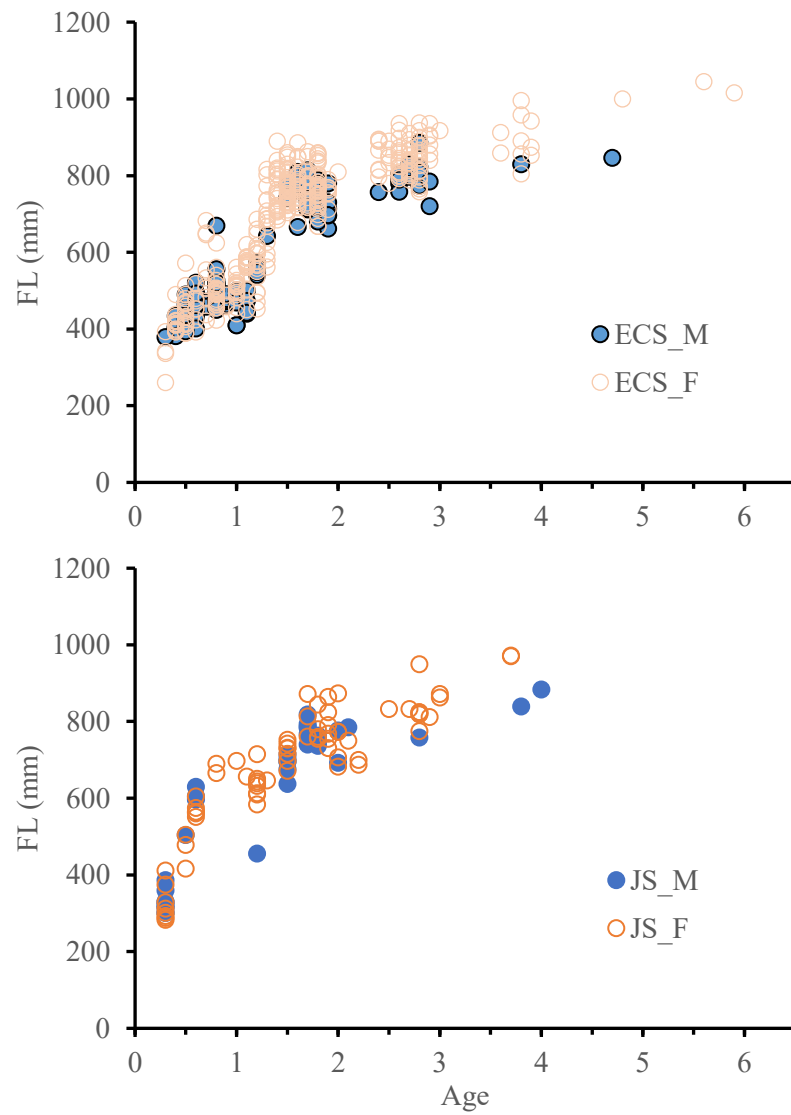


図 5. サワラの耳石切片を用いた年齢と尾叉長（FL）の海域別雌雄別プロット
上：東シナ海、下：日本海、M：オス、F：メス