

京都府沿岸で漁獲されるサワラの年齢および移動について

井上太郎, 和田洋藏, 戸嶋 孝*, 竹野功璽

Age and Migration of the Japanese Spanish Mackerel (*Scomberomorus niphonius*) in the coastal waters of Kyoto Prefecture

Taro Inoue, Yozo Wada, Takashi Tojima* and Koji Takeno

The authors analyzed data concerning catches of Japanese Spanish mackerel (*Scomberomorus niphonius*) over the last years (1990 to 2006) in the coastal waters of Kyoto Prefecture. We also measured the fork length, body weight, and gonad weight of Spanish mackerel collected off Kyoto from June 2002 to October 2006. The age was also estimated from otoliths of these specimens.

As a result, it was clear that amount of catch increased rapidly from 1999 onward. It was also shown that Spanish mackerel, the age of which was 0-year-old, were mainly caught off Kyoto in September and October from 2000 to 2004. Males of more than 40 cm in fork length begin to mature in spring, and females of more than 60 cm begin maturation at this time too. It was suggested that no spawning ground of Spanish mackerel was formed off Kyoto according to the gonad index of these mackerel. It was also suggested that males migrated to spawning grounds ahead of females.

キーワード：サワラ, 漁獲量, 年齢, 移動

サワラ *Scomberomorus niphonius* は、暖水性の表層魚で、東シナ海から渤海、黄海および北海道以南の日本海、太平洋沿岸と瀬戸内海に分布している（阿部, 1994）。日本周辺では、東シナ海および日本海を分布域とする東シナ海系群と瀬戸内海および紀伊水道並びに豊後水道に隣接する外海を分布域とする瀬戸内海系群の2系群が知られている。前者の産卵場は東シナ海周辺の中国沿岸部、後者のそれは瀬戸内海中央部とされ、それぞれ独立した資源であると考えられている（永井, 2003）。

東シナ海系群のサワラは、東シナ海では冬季に主に大中型まき網、日本海では秋季を中心に定置網およびひき縄などにより漁獲されている。日本漁船による東シナ海でのサワラの年間漁獲量は、1984年から1991年までは2万トン前後で推移していた。ところが、1992年以降漁獲量が減少し、1997年には約822トンとなった。その後漁獲量がやや回復したものの、近年、概ね2,000トン台で推移している。本種は、東シナ海において日本のみならず、韓国・中国でも重要漁獲対象種として利用されている。1990年代後半以降、日本漁船による漁獲量は低水準であるが、韓国漁船によるサワラの漁獲量は高水準で安定し、日本漁船による漁獲量に比べてはるかに多い（由上・大下, 2006）。一方、日本海西部（石川県から島根県までの海域）におけるサワラの年間漁獲量は1998年まで数十トン～数百トンであったが、1999年から急増し、2000年以降3,000ト

ン前後で推移している。

近年、日本海におけるサワラの漁獲量が急増し、国内のサワラ総漁獲量の5割近くを占めるまでになったことから、日本海での漁獲動向は特に注目されている。京都府においては基幹漁業である定置網の主要漁獲対象種となり、その重要度は増しつつある。しかしながら、本種の生態学的研究は、瀬戸内海（岸田ほか, 1985）や東シナ海（濱崎, 1993）に限定されており、日本海における生態的知見は乏しい。今回、京都府沿岸における本種の年齢、移動等について、いくつかの知見が得られたので報告する。

材料と方法

京都府におけるサワラの銘柄別漁獲量は、1990年～2006年の京都府漁業協同組合連合会の漁獲統計資料を用いて求めた。なお、京都府ではサワラは概ね体重1 kg以下の個体を「さごし」、それを超えるものを「さわら」と銘柄区分がされている。

2002年6月から2006年10月までに京都府沿岸の定置網で漁獲され、京都府漁業協同組合連合会が開設している舞鶴市場に水揚げされたサワラについて、原則毎月1回以上、合計56,923個体の尾叉長を0.5 cm単位で測定した。そのうち1,887個体の尾叉長を0.1 cm単位で、体重および生殖腺重量を0.1 g単位で測定し、生殖腺の肉眼観察により、雌雄を判別するとともに成熟度を判定した。生殖腺の成熟度については、下式により成

* 京都府水産事務所（Kyoto Prefectural Fisheries Office, Kyoto 626-0041, Japan）

熟度指数（以下，GIと記す）を求めた。

$$GI = GW \times 10^7 / FL^3$$

ここで，GWは生殖腺重量（g），FLは尾叉長（cm）である。

成熟度の判定では，以下の4段階に区分した。雌の場合，卵巣が小さく淡紅色を呈しており卵粒の認められない段階を未熟（Immature），卵巣がかなり大きく淡黄色を呈し外部から卵粒が認められるものの透明卵の認められない段階を半熟（Premature），卵巣の大きさがほぼ最大に達し透明卵が混入するかあるいは腹部を軽く押すだけで透明卵の流出する段階を完熟（Mature），放卵が完了し萎縮した卵巣が暗紫色を呈している段階を放卵（Spent）とした。雄の場合は，精巣が小さく生殖腺を切断したときに精液のにじまない段階を未熟，精巣が大きくなり生殖腺を切断したときに精液のにじみだす段階を半熟，生殖腺を取り出す段階で精液のもれる段階を完熟，放精が完了し精巣が萎縮した段階を放精とした。

年齢査定は，濱崎（1993）に従い耳石（扁平石）を使って以下のとおり行った。体重測定した1,887個体のうち耳石を採取できた1,158個体（雄323個体，雌835個体）を観察に供した。魚体から摘出した耳石は付着物を除去して99.5%エタノール液に入れて保存した。原則として，左側の耳石を用いたが，破損や変形などによって使用できない場合は右側の耳石を用い，デジタルマイクロスコープ（株式会社キーエンス製VH-6300型）で20倍に拡大して観察を行った。耳石には，中心部の不透明域に続いて透明帯と不透明帯とが交互に出現した（Fig. 1）。濱崎（1993）は耳石の不透明

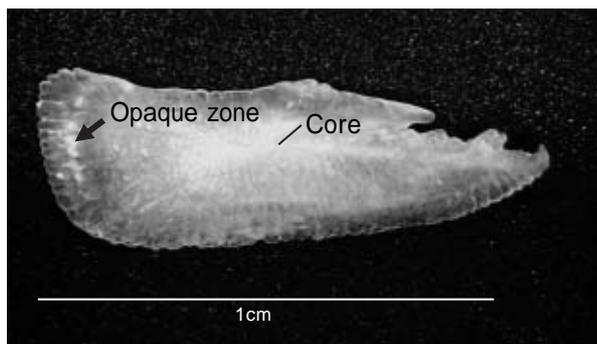


Fig. 1 Sagittal otolith of male *S. niphonius* with 1 opaque zone (63.3 cm FL). Arrow indicates opaque zone.

明帯による輪紋が年1回形成されると報告しており，本報でも同様に不透明帯を計数し年齢とした。また，輪紋の形成時期を明らかにするために，縁辺部における透明帯，不透明帯の出現を調べ，それらの月別割合を求めた。

結 果

漁獲の状況 京都府沿岸ではサワラは，大型および小型定置網，釣りおよび固定式刺網で漁獲される。京都

府の漁獲量のうち大型および小型定置網の漁獲量が全体の約98%を占めている。1990～2006年における京都府のサワラ銘柄別年間漁獲量をFig. 2に示した。年間漁獲量は1990年から1998年までは「さわら」銘柄を主体に数トン～数十トンで推移していた。その後，従来ほとんど漁獲されていなかった「さごし」銘柄が急増したことにより，2000年以降のサワラの年間漁獲量は概ね700トンを超えて推移した。2004年には約1,100トンに達し，2006年には1,700トンを超えた。なお，

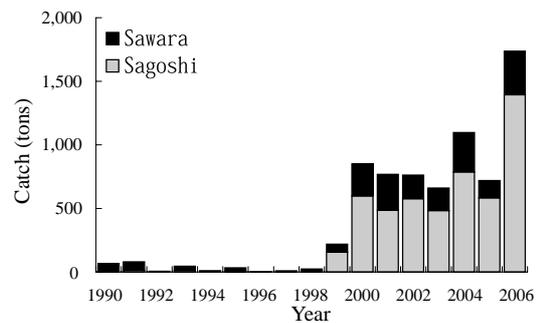


Fig. 2 Annual catch of *S. niphonius* classified into size categories in Kyoto Prefecture. (Sagoshi: 1 kg (Body weight), Sawara > 1 kg)

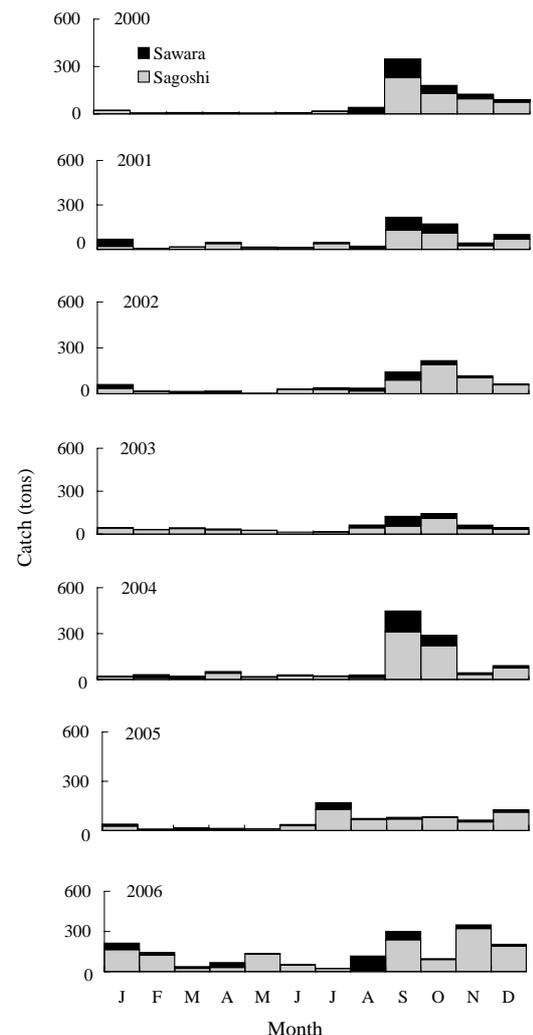


Fig. 3 Monthly catch of *S. niphonius* classified into size categories from 2000 to 2006 in Kyoto Prefecture.

1999年以降の全体漁獲量の約7割は「さごし」銘柄が占めていた。

漁獲量の増え始めた2000年1月から、2006年12月までの銘柄別月別漁獲量をFig. 3に示した。2000年から2004年までは1～8月の漁獲量は少なく、9～10月に「さごし」および「さわら」が集中して漁獲されており、この2か月で年間漁獲量の約55%を占めていた。しかし、2005年以降は、9～10月に漁獲が集中する傾向はみられず、2005年は7月、2006年は11月にそれぞれ漁獲のピークが認められた。

漁獲サイズおよび年齢 耳石縁辺部における透明帯および不透明帯の月別出現割合をFig. 4に示した。一部の個体で6月に不透明帯が現れ始め、7月には全ての個体で不透明帯が現れた。その後、8、9月と不透明帯の出現率は減少した。これらのことから、不透明帯による輪紋は年1回形成され、当海域で漁獲されるサワラの輪紋形成時期は6～7月と推定された。なお、輪紋形成時期の雌雄による違いについては特に認められなかった。

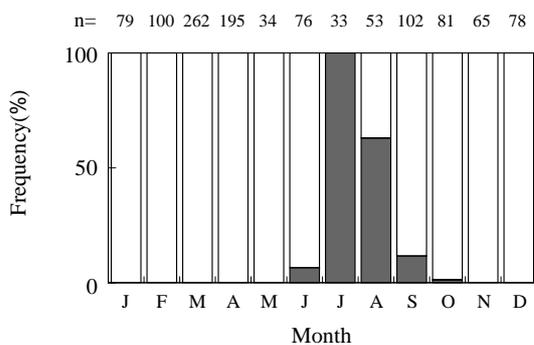


Fig. 4 Seasonal change in frequency (%) of hyaline () and opaque () zones at the outer margin of the otolith in *S. nipponius*. Number of specimens examined is shown above each bar.

耳石により年齢査定を行った個体について、年齢ごとの雌雄別尾叉長をTable 1に示した。調査個体の大部分が当歳または1歳であった。雄においては、3歳以上のものはみられなかった。計数したもののうち最高年齢は雌の4歳で、このうち1個体は最大尾叉長94.1 cm、体重5760 gであった。銘柄別にみると「さごし」の年齢は雌雄ともに当歳または1歳で2歳以上の個体はみられず、「さわら」では1歳または2歳以上で当歳はみられなかった。

2002年8月から2006年10月までに京都府で漁獲され

Table 1 Fork length (cm) at each age of *S. nipponius*

Age	Male			Female		
	Min.	Max.	N	Min.	Max.	N
0	38.5	51.8	212	38.2	57.8	333
1	48.8	71.7	106	45.5	84.3	448
2	56.9	80.5	5	65.0	88.8	44
3				87.1	93.5	8
4				93.0	94.1	2

たサワラの月別尾叉長組成をFig. 5に示した。調査期間中に測定された最小個体は尾叉長28 cmで、これより小型のサワラの漁獲はみられなかった。2005年は8月に、それ以外の年は9月に尾叉長35 cm前後と60 cm前後に組成のモードがみられた。前者は12月までに尾叉長45 cm前後、後者は70 cm前後までモードの移動が認められたが、両者ともに翌年1～5月にはモードの移動がほとんど認められなかった。6月には、尾叉長50 cm前後にのみモードが認められ、5月に尾叉長70 cm前後であったモードは、6月、7月にはほとんどみられなくなった。6月に尾叉長50 cm前後であったモードは、7月に55 cm前後へ、9月に60 cm前後へと移行し、10～12月には組成のモードは尾叉長65～70 cmに出現した。

なお、前述のように京都府では「さごし」と「さわら」は銘柄別に区分して出荷されている。Fig. 5は、それぞれの銘柄を無作為に抽出した結果を示しているが、両者の漁獲割合を正確に反映したものではない。尾叉長と体重の関係 尾叉長 (FL:cm) と体重 (W:g) の関係を雌雄別に求め次式およびFig. 6に示した。

$$\text{雌: } W = 1.10 \times 10^{-2} \cdot FL^{2.896} \quad (r^2 = 0.98, n = 1287)$$

$$\text{雄: } W = 1.12 \times 10^{-2} \cdot FL^{2.894} \quad (r^2 = 0.96, n = 600)$$

ここで、尾叉長 (FL) および体重 (W) の対数をとって、上記のべき乗式を次のとおり一次回帰式に変換した。

$$\text{雌: } \text{Ln}(W) = 2.896 \cdot \text{Ln}(FL) - 4.51 \quad (r = 0.99, P < 0.01)$$

$$\text{雄: } \text{Ln}(W) = 2.894 \cdot \text{Ln}(FL) - 4.49 \quad (r = 0.98, P < 0.01)$$

そして、得られた雌雄の一次回帰式について比較したところ、雌雄の回帰係数および回帰式の分散において危険率1%水準で有意差が認められなかった。そこで、同じ魚体サイズでは、雌雄で体重に差はないという結果となり、雌雄あわせた尾叉長(FL:cm)と体重(W:g)の関係を求め次式に示した。

$$W = 1.13 \times 10^{-2} \cdot FL^{2.891} \quad (r^2 = 0.98, n = 1887)$$

「さごし」と「さわら」の銘柄が概ね体重1 kgを境に分けられているため、今回求められた関係式によると、尾叉長51.5 cm未満のものが「さごし」、それ以上のものが「さわら」に相当した。

尾叉長と体重を測定したもののうち最大の個体は、雌は尾叉長94.1 cm (体重:5760 g)、体重6570 g (尾叉長:93.5 cm)、雄は尾叉長80.5 cm、体重3870 gであった。最小の個体は、雌は尾叉長34.2 cm (体重:314.9 g)、体重300.4 g (尾叉長:37.4 cm)、雄は尾叉長33.0 cm、体重296.8 gであった。

時期別尾叉長別性比 尾叉長別の性比をFig. 7に示した。測定された全個体では雌の割合が雄よりも高かったが、大きさによって性比に違いがみられた。尾叉長50 cm未満の「さごし」銘柄では、雌の割合が59%であったのに対して、尾叉長50 cm以上の「さわら」銘柄では、雌の割合が83%と圧倒的に雌が多かった。また、時期別の性比をみると、尾叉長40 cm以上の雄で、

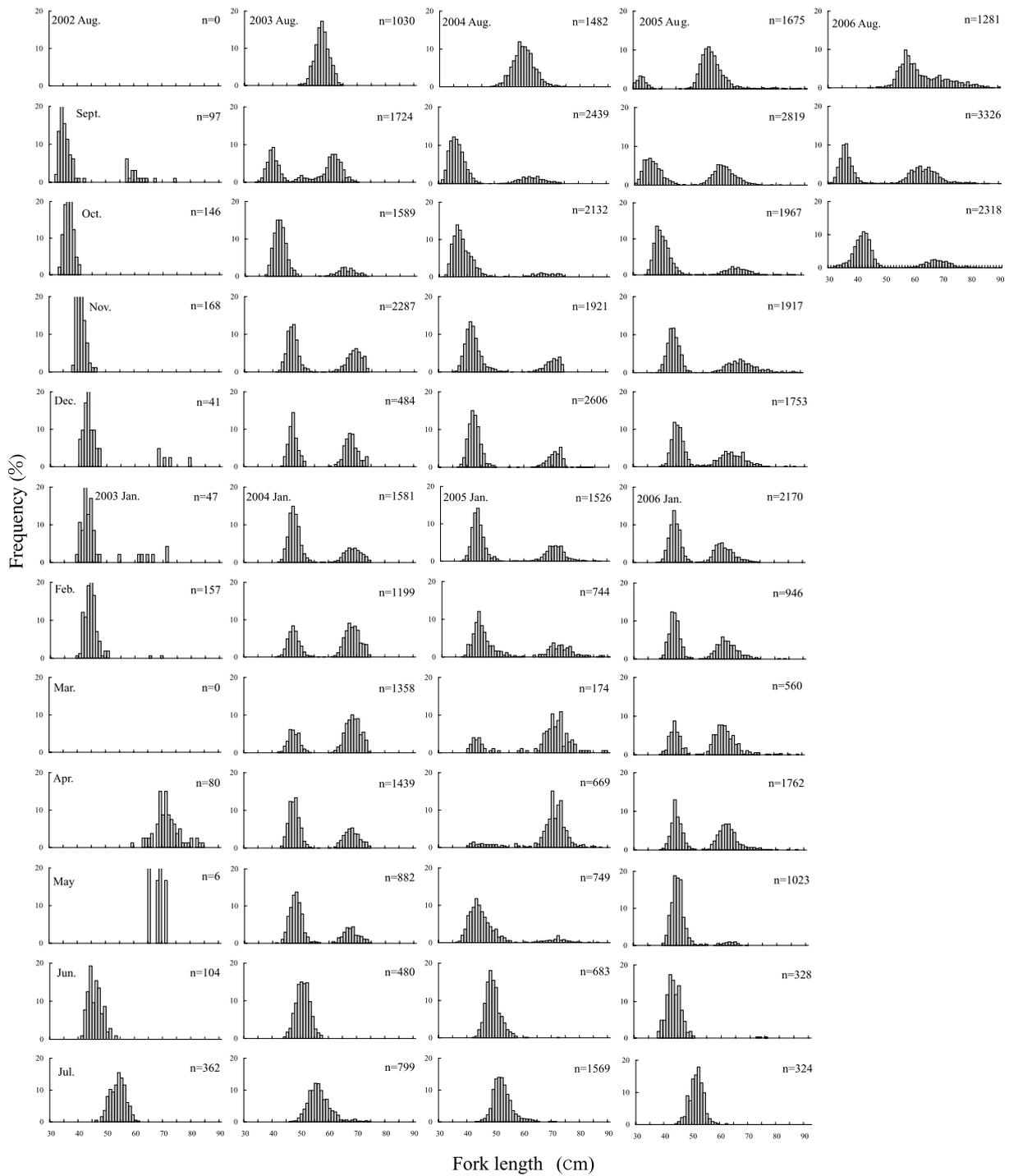


Fig. 5 Fork length frequency (%) of *S. niphonius* caught in Kyoto Prefecture during the period from August 2002 to October 2006.

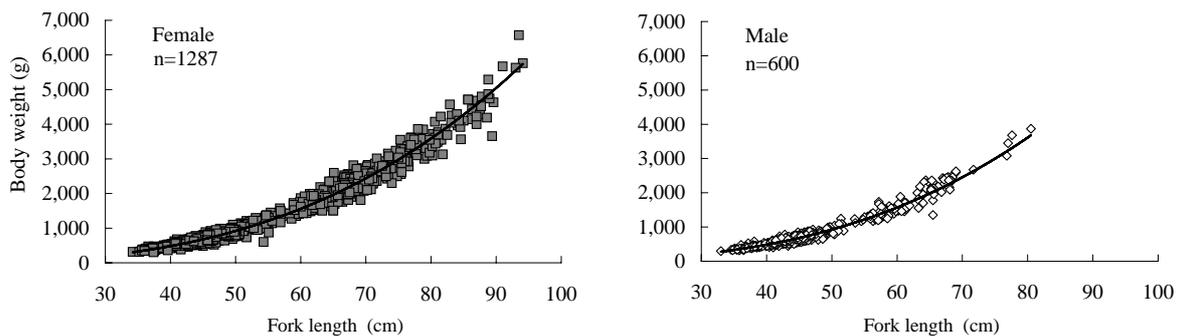


Fig. 6 Relationships between fork length and body weight for male () and female () *S. niphonius*.

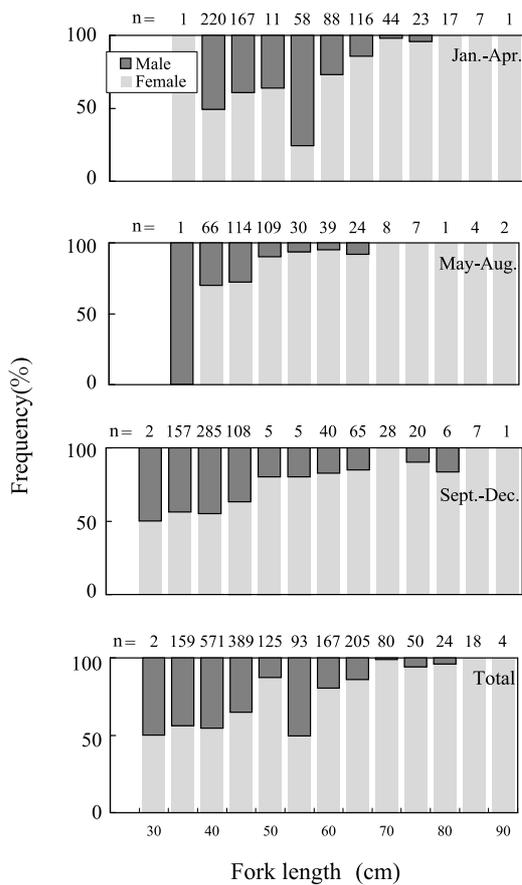


Fig. 7 Seasonal change in frequency (%) of the fork length in male and female *S. niphonius*.

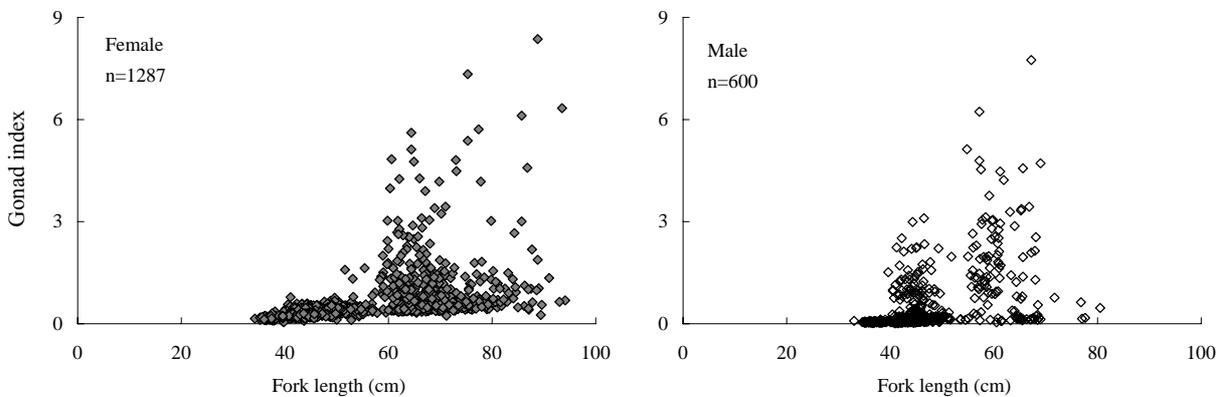


Fig. 8 Relationships between fork length and gonad index for male () and female () *S. niphonius*.

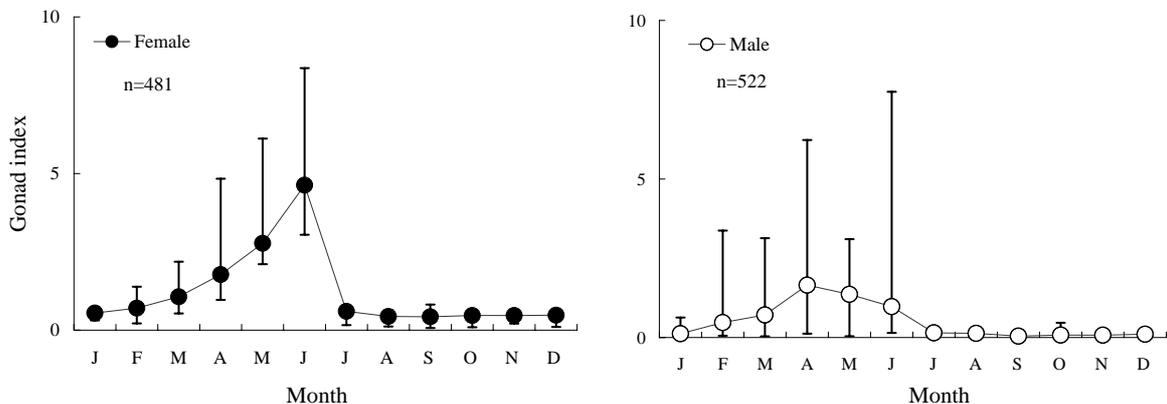


Fig. 9 Monthly changes in the gonad index for male () and female () *S. niphonius*. Solid and open circles are averages, and vertical lines show the maximum and minimum.

1~4月に比べて5~8月にはその出現割合が低くなる傾向がみられた。

成熟状況 サワラの尾叉長とGIの関係をFig. 8に示した。雄では尾叉長40 cm以上、雌では尾叉長60 cm以上でGIが高くなる傾向がみられた。

それらのサイズの個体について、雌雄別にGIの経月変化をFig. 9に示した。GIは雌雄とも4月頃から高まり、雄では4月、雌では6月に最も高い値を示した。その後7月には、雌雄ともにGIが急速に低下する傾向がみられた。

生殖腺の肉眼観察の結果、尾叉長40 cm以上の雄では、3月には102個体中1個体、4月には81個体中5個体、5月には35個体中1個体が完熟個体であった。一方、尾叉長60 cm以上の雌では、卵粒が確認できる半熟個体や放卵個体は確認されたものの、透明卵を持つ産卵直前の完熟個体は確認できなかった。

考 察

生殖腺の肉眼観察によると、雄は3~5月の間に放精直前の完熟個体が確認された。しかし、雌では卵粒が確認できる半熟個体や放卵個体は確認されたものの、透明卵を持つ産卵直前の完熟個体は確認されなかった。雌雄の熟度が4~6月に高くなったことから、この時期が産卵期と考えられ東シナ海での産卵期(濱崎, 1993)と一致した。

尾叉長28cmより小型の個体は京都府沿岸では確認されなかった。福永ら（1982）が瀬戸内海産の人工種苗を飼育したところ、孵化後80日程度でサワラ稚魚の全長は約300 mmに達したと報告している。即ち、京都府沿岸で漁獲されるサワラは、孵化後少なくとも2ヶ月以上経過した個体であると考えられる。これらのことから、京都府沿岸近傍ではサワラの産卵場は形成されていないものと推察される。東シナ海系群の産卵場が東シナ海周辺部、渤海、黄海、東・南シナ海沿岸である（孟ら、2001）とされていることから、そこで発生した個体が成長に伴って対馬暖流によって輸送され、当歳魚として9月頃に日本海へ来遊するものと想定される。

京都府のサワラ当歳魚の漁獲量は1999年以降増加しているが（Fig. 2）、東シナ海系群の当歳魚の資源量指標値（東シナ海で操業する大中型まき網によるサワラ銘柄別CPUE）は、1997年に最小となり、2000年にかけて増加したものの、2001年には逆に減少し、その後は横ばい傾向にあった（由上、大下、2006）。このように、東シナ海のサワラ当歳魚の推定資源量と京都府の当歳魚の漁獲量の推移とは一致していない。京都府沿岸域で当歳魚の漁獲量が増加したのは、資源量の増大によるものではなく、東シナ海の主産卵場が北方へ移動もしくは拡大に伴って回遊経路が変化したことにより、当歳魚の来遊量が増加したためではないかと考えられる。

京都府沿岸には9月頃に当歳魚が来遊し漁獲されるが、その後、冬季には漁獲量が減少する（Fig. 3）。瀬戸内海系群のサワラの場合、瀬戸内海での水温が低下する11月頃により高温の外海域へ移動する（岸田、1989）。京都府沿岸に来遊したサワラについても水温の低下に伴ってより水温の高い海域に移動しているのではないかと考えられる。2000～2004年まではこのような傾向がみられたが、2005年は、冬季、春季にも漁獲されるなど低水温期におけるサワラの漁獲状況に変化がみられた。さらに、それまで夏季にはほとんど漁獲がなかった同年7月には1歳魚が多獲されていた。為石ら（2005）によると、9～10月の秋季に隠岐諸島から能登半島周辺海域にかけて、広く暖水域が分布するとサワラの未成魚群が越冬群となる可能性が高く、生息範囲が拡大し日本海での資源増大に繋がる可能性が高いと報告している。1998年以降、日本海全域で海水温が高い傾向を示していることから（為石ら、2005）、為石ら（2005）の言う越冬群として、2004年までとは異なる回遊パターンが形成されている可能性が示唆される。

尾叉長40 cm以上の雄については、GI値の上昇傾向がみられる4月以降に、漁獲の割合が減少する傾向が見られた（Fig. 9）。東シナ海産サワラについては、濱崎（1993）が雄の最小成熟体長を368 mmと報告した。

また、孟ら（2001）は雄の生物学的最小形は約350 mm（350 g）で、体長450 mm（体重500 g）になるとすべて成熟するとしている。これらのことから、春季に京都府沿岸で見られる尾叉長40 cm以上の雄は満1歳で放精することが可能で、京都府沿岸から移動し、その多くは東シナ海の産卵場に回遊すると思われる。山崎、藤本（2006）は、瀬戸内海産サワラ1歳魚の産卵場への移動時期には雌雄で差があり、雄が先に産卵場である播磨灘へ移動するとしている。雄のGI値の低下が雌よりも早く起きること（Fig. 9）、雄の漁獲割合が5月以降低下すること（Fig. 7）から、瀬戸内海と同様に、京都府沿岸においても、雄が雌よりも先に産卵場へ移動しているものと推察される。

ただし、東シナ海の主産卵場の北方への移動または拡大、日本海におけるサワラの移動や回遊経路については、実証的な資料が不足しているため、今後は標識放流などの手法でその実態を明らかにすることが必要であると考えられる。

最後に、今回の調査に関して多大な協力をしていただいた京都府漁業協同組合連合会および同舞鶴市場関係者の方々に感謝いたします。

文 献

- 阿部 寧．1994．東シナ海のサワラの資源評価の問題点．西海ブロック漁業況研報，3：37-45．
- 福永辰広，石橋矩久，三橋直人．1982．サワラの採卵および種苗生産．栽培技研，11：29-48．
- 濱崎清一．1993．東シナ海・黄海に分布するサワラの年齢と成長．西海水研研報，71：101-110．
- 岸田 達．1989．漁場の移動から見た瀬戸内海中西部域におけるサワラの分布と回遊．南西水研報，22：13-27．
- 岸田 達，上田和夫，高尾亀次．1985．瀬戸内海中西部域におけるサワラの年齢と成長．日本水産学会誌，51：529-537．
- 孟 田湘，大下誠二，李 長松．2001．サワラ．東シナ海・黄海主要資源の生物・生態特性（堀川博史・鄭元甲・孟田湘編）．西海区水産研究所：203-216．
- 永井達樹．2003．サワラの資源状況と資源回復計画．日水誌，69：99-103．
- 為石日出生，藤井誠二，前林 篤．2005．日本海水温のレジームシフトと漁況（サワラ・ブリ）との関係．沿岸海洋研究，42：125-131．
- 山崎英樹，藤本 宏．2006．放流海域に回帰したサワラ人工1歳魚の性比と成熟状況．栽培技研，34：7-12．
- 由上龍嗣，大下誠二．2006．平成18年度サワラ東シナ海系群の資源評価．独立行政法人水産総合研究センター西海区水産研究所，長崎．