短

報

組織学的手法による日本周辺海域における
カツオ産卵個体の観察芦田 拓士,^{1*} 増田 傑,² 御所豊穂,^{3a} 千歳倫之,⁴
立原一憲,⁴ 田邊智唯,¹ 鈴木伸洋⁵

(2012 年 7 月 11 日受付, 2012 年 11 月 7 日受理)

¹水産総合研究センター国際水産資源研究所,²静岡県水産技術研究所,³和歌山県農林水産総合技術センター水産試験場,⁴琉球大学理学部, ⁵東海大学大学院生物科学研究科Observation of spawning activity in female skipjack tuna
in the sea around JapanHIROSHI ASHIDA,^{1*} SUGURU MASUDA,²TOYOHO GOSHO,^{3a} NORIYUKI CHITOSE,⁴KATSUNORI TACHIHARA,⁴ TOSHIYUKI TANABE¹AND NOBUHIRO SUZUKI⁵¹National Research Institute of Far Seas Fisheries, Fisheries Research Agency, Shimizu, Shizuoka 424-8633,²Shizuoka Prefectural Research Institute of Fisheries, Yaizu, Shizuoka 425-0033, ³Fisheries Experimental Station Wakayama Research Center of Agriculture, Forestry and Fisheries, Kushimoto, Wakayama 649-3503, ⁴Department of Chemistry, Biology and Marine Science, Faculty of Science, University of the Ryukyus, Nishihara, Okinawa 903-0213, ⁵Graduate School of Bioscience, Tokai University, Shimizu, Shizuoka 424-8610, Japan

キーワード：沖ノ鳥島, カツオ, 産卵, 成熟, 西部太平洋, 与那国島, 和歌山

カツオ *Katsuwonus pelamis* はおおむね表面水温 15°C 以上の海域に生息し、西部太平洋では 45°N から 45°S の海域に分布する高度回遊性魚類である。^{1,2)} 世界における本種の年間総漁獲量はマグロ族の中で最も多く、日本近海では主に春から秋にかけて九州南方海域から東北沖にかけての広い範囲で年間約 8.1~19.8 万トンを漁獲している水産重要種である。³⁾

本種の仔魚は主に表面水温 24°C 以上の海域において採集され、東部よりも西部太平洋に多く分布することが仔稚魚調査結果より推定されている。^{2,4,5)} 主産卵場と想定されている中西部熱帯太平洋では仔魚の分布や生殖腺の組織学的観察により本種が周年産卵する事が明らかになっている。⁴⁻⁶⁾ また、本種の雌雄の成熟開始体長、産卵頻度、バッチ産卵数等の繁殖特性についても明らかに

なっている。⁶⁻⁸⁾

一方、日本周辺海域を含む高緯度海域では、本種の仔魚は夏季を中心として 35°N 付近を北限として出現することが報告されている。^{4,5)} 上柳ら⁹⁾は静岡県沖で採集された成熟親魚を用いて人工授精に成功している。これらの知見は日本周辺海域においても本種が産卵する可能性を示唆している。八百¹⁰⁾は薩南海域において漁獲された個体の生殖腺を「卵巣の色」と「卵粒の分離の有無」に基づいて成熟度を定義し、最も発達した成熟度における最大卵母細胞径が 0.57 mm であると報告している。更に、成熟度の出現推移と卵巣重量の変化より、6~8 月に産卵するとしている。しかし、本種の産出卵の卵径は約 1.0 mm であることが知られており、²⁾ 八百¹⁰⁾の定義した成熟度では産卵個体が特定できていない可能性が考えられる。

これら過去の研究より、日本周辺海域におけるカツオの産卵個体群の存在を示唆する報告はあるものの、親魚の産卵能力の有無や日本周辺海域における本種の産卵実態について依然として不明な点が多い。日本周辺海域における本種の産卵実態を明らかにすることは、中西部太平洋における本種の再生産構造や個体群変動を明らかにする上での基礎的知見を供すると考えられる。本稿では 2~8 月において日本周辺の異なる 3 海域から収集したカツオの卵巣を組織学的手法を用いて分析することにより、日本周辺海域における本種の産卵生態に関する知見を得たので報告する。

解析には 2006 年 3~6 月に与那国島沖、2009 年 2 月に沖ノ鳥島周辺海域、2009 年 6~8 月に串本沖で漁獲されたカツオ雌 117 個体を用いた (Table 1, Fig. 1)。いずれの標本も尾叉長 (FL, cm)、体重 (kg)、生殖腺重量 (GW, g) をそれぞれ 0.1 cm, 0.01 kg, 0.1 g 単位で計測後、10% 中性ホルマリンで卵巣を固定した。常法に従い、固定した卵巣をエタノール系列で脱水後、パラフィンで包埋し、厚さ 5~8 μm の組織切片を作成して、マイヤーのヘマトキシリン・エオジン 2 重染色を行い、光学顕微鏡下で成熟状態を観察した。卵母細胞の発達段階は芦田ら、⁶⁾ Schaefer¹¹⁾ に従い、周辺仁期、卵黄胞期、前期卵黄球期、後期卵黄球期、胚胞移動期、吸水期に区分した。閉鎖濾胞は Hunter *et al.*¹²⁾ に従い、α 閉鎖濾胞、β 閉鎖濾胞に区分した。卵巣成熟度は芦田ら⁶⁾ に従い、卵巣内の卵母細胞が卵黄蓄積以前の卵母細胞 (周辺仁期・卵黄胞期) で構成される個体を未熟段階、

* Tel : 81-54-336-6044. Fax : 81-54-335-9642. Email : hashida@fra.affrc.go.jp

^a 現所属：和歌山県庁 (Wakayama Prefectural government, Komatsubaradori, Wakayama 640-8585, Japan)

Table 1 Sampling data for skipjack tuna caught from three different areas in the sea around Japan

Period	Location	SST (Range)	N	Fork length (cm)	
				Mean ± SD	Range
March– June 2006	Off Yonaguni Island Around Oki-no	No data	44	42.2 ± 3.3	36.9–53.5
Feb. 2009	Tori-Shima	23.5–26.0	65	59.0 ± 6.1	50.0–73.4
June–Aug. 2009	Off Kushimoto	23.0–28.6	8	48.9 ± 3.2	44.4–53.0

N, number of specimens; SST, sea surface temperature

Fig. 1 Sampling locations of female skipjack tuna for histological gonad analysis. Circles represent the sampling points around Okino Tori-Shima.

卵巣内に卵黄球期細胞が存在し、排卵後濾胞が観察されず、 α 閉鎖濾胞の割合が卵黄球期細胞の50%未満である個体を産卵移行段階、産卵直前の状態を示し、胚胞移動期または吸水期の卵母細胞を有する最終成熟段階、卵巣内に卵黄球期細胞および排卵後濾胞が観察される個体を排卵終了段階、排卵後濾胞が観察されず、 α 閉鎖濾胞が卵黄球期細胞の50%以上を占める産卵停止段階と区分した (Fig. 2)。更に、産卵移行段階以降の個体を成熟個体、最終成熟段階および排卵終了段階にある個体を産卵個体と定義した。生殖腺指数 (GI) は永沼¹³⁾に従い、以下の式より求めた。

$$GI = GW/FL^3 \times 10^4$$

全117個体のうち未熟段階は46個体、産卵移行段階は25個体、最終成熟段階は24個体、排卵終了段階は22個体観察された。未熟段階は36.9~72.4 cm FLの個体で観察され、平均GI±標準偏差 (範囲) は1.40 ± 0.48 (0.48~2.62) であった。産卵移行段階は39.5~73.4 cm FLの個体で観察され、GIは2.60 ± 1.01 (1.26~5.40) であった。(Fig. 2) 最終成熟段階は41.6~69.3 cm FLの個体で観察され、GIは6.27 ± 2.30 (2.2

Fig. 2 Histological characteristics of ovarian mature phase in the skipjack tuna collected from three different areas in the sea around Japan: (a) immature, (b) active mature, (c) final mature and (d) post-ovulated phase. Ey, early yolked oocytes; Gvm, germinal vesicle migration oocytes; Ly, late yolked oocytes; Pn, perinucleus oocytes; Pof, postovulatory follicles; Yv, yolk vesicle oocytes. Scale bar = 100 μ m.

~11.4) と最も高い値を示した。排卵終了段階は39.0~68.0 cm FLの個体で観察され、GIは4.01 ± 1.12 (1.12~6.25) であった。産卵停止段階は本研究において観察されなかった。

与那国島沖および串本沖における平均GI±標準偏差は採集月の経過と共に増加する傾向がみとめられ、与那国島沖では6月 (4.14 ± 1.90)、串本沖では8月 (2.70) に最大値を示した (Fig. 3)。2月に沖ノ鳥島周辺海域で採集された個体のGIは3.59 ± 2.50 であった (Fig. 3)。

産卵個体は3月の与那国島沖での採集個体を除いて全ての月・海域で出現した (Figs. 3, 4)。与那国島沖では、産卵移行段階は4~6月にそれぞれ14.3~21.7%出現した。排卵終了段階は4~6月に13.0~71.4%、最終成熟段階は4月にのみ13.0%出現した (Fig. 4)。沖ノ鳥島周辺海域では2月に産卵移行段階、最終成熟段階および排卵終了段階がそれぞれ26.2%, 30.8%, 7.7%出現した。串本沖では産卵移行段階は6月に25.0%、排卵終了段階は6~8月に25.0~100%出現した (Fig. 4)。

カツオの雌は40 cm FL以上で成熟を開始すると考えられてきた。³⁾ カツオの成熟体長 (最小成熟体長) は西部インド洋で41~42 cm FL,¹⁴⁾ 西部熱帯大西洋において43.5 cm FL, 東部熱帯大西洋において41 cm FL,¹⁵⁾ 中西部熱帯太平洋では40 cm FL⁶⁾ と報告されている。本研究では39.0 cm FLの個体において排卵終了段階が観察されたことから、40 cm FL未満でも成熟する個体が存在することが確認された。しかし、過去の成熟体長に関する知見からも、本研究結果は稀な事例であると考えられた。

Fig. 3 Monthly changes in gonad index of female skipjack tuna collected from three different areas in the sea around Japan. Vertical bars indicate standard deviation. Number in parentheses indicates number of specimens.

Fig. 4 Monthly changes in maturity stage composition of female skipjack tuna sampled from three different areas in the sea around Japan. Am, active mature phase; Fm, final mature phase; Im, immature phase; Po, post-ovulated phase.

沖ノ鳥島周辺海域および串本周辺海域における採集期間中の表面水温はそれぞれ 23.5~26.0°C, 23.0~28.6°C であった (Table 1)。与那国島周辺海域では, 採集期間中の月別表面水温が 24~28°C であり, 産卵個体が出現した 4~6 月は 25~28°C の範囲にあった (気象庁 2012 http://www.data.kishou.go.jp/kaiyou/db/nagasaki/monthly/sst_n1.html)。これらの結果は, 日本周辺海域におけるカツオ仔稚魚の出現記録^{4,5)}や人工授精の成功⁹⁾と整合するものであり, 日本周辺における本種の産卵は表面水温 23°C 以上の海域で行われ, 産卵場は冬季には

沖ノ鳥島周辺の南方海域に形成され, 夏季には水温の上昇に伴って本州太平洋沿岸域の串本沖まで拡大することが示唆された。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり, 標本購入・提供に協力して下さった和歌山東漁業協同組合本所, 御前崎漁業協同組合, 与那国町漁業協同組合の関係者の方々, 舩水産総合研究センター西海区水産研究所亜熱帯研究センターの下瀬 環博士に厚く御礼申し上げる。

文 献

- Collette BB and Nauen CE. FAO species catalogue, vol. 2, Scombrids of the world. An annotated and illustrated catalogue of tunas, mackerels, bonitos and related species known to date. FAO Fisheries Synopsis. 1983; **125**: 1-137.
- Matsumoto WM, Skillman RA and Dizon AE. Synopsis of biological data on skipjack tuna, *Katsuwonus pelamis*. NOAA Tec. Rep. NMFS Circ. 1984; **451**: 1-92.
- Food and Agriculture Organization. FAO year book 2009, Fishery statistics, capture production. FAO, Rome. 2011.
- 上柳昭治. インド・太平洋におけるマグロ類仔稚魚の分布—ビンナガ産卵域の推定を中心とした検討. 遠洋水研報 1969; **2**: 177-256.
- 西川康夫, 本間 操, 上柳昭治, 木川昭二. 遠洋サバ型魚類仔稚魚の平均分布, 1956~1981 年. 水産庁遠洋水産研究所浮魚資源部 S series 1985; **12**: 1-99.
- 芦田拓士, 田邊智唯, 鈴木伸洋. 卵巣の組織学的観察による中西部熱帯太平洋におけるカツオの成熟と産卵生態の推定. 日水誌 2007; **73**: 437-442.
- 芦田拓士, 田邊智唯, 鈴木伸洋, 福井 篤, 田中 彰. 中西部熱帯太平洋におけるカツオの産卵頻度とバッチ産卵数の推定. 日水誌 2008; **74**: 802-808.
- Ashida H, Tanabe T, Satoh K, Fukui A, Tanaka S, Suzuki N. Reproductive biology of male skipjack tuna *Katsuwonus pelamis* (Linnaeus) in the tropical western and central Pacific Ocean. *Fish. Sci.* 2010; **76**: 785-793.
- 上柳昭治, 西川康夫, 松岡飛良. カツオの人工ふ化と仔魚の形態. 遠洋水研報 1974; **10**: 179-188.
- 八百正和. 日本近海のカツオの卵巣について. 東北水研研究報告 1955; **5**: 43-52.
- Schaefer KM. Reproductive biology of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the eastern Pacific Ocean. *Inter-Am. Trop. Tuna. Comm. Bull.* 1998; **21**: 201-272.
- Hunter JR, Macewicz BJ, Sibert JR. The spawning frequency of skipjack tuna *Katsuwonus pelamis* from South Pacific. *Fish. Bull.* 1986; **84**: 895-903.
- 永沼 璋. 西部太平洋におけるカツオの産卵活動について. 東北水研研究報告 1979; **40**: 1-13.
- Stequert B, Ramcharrun B. La reproduction du listao (*Katsuwonus pelamis*) dans le bassin ouest de l'Océan Indien (Reproduction of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) from the western Indian Ocean). *Aquat. Living Resour.* 1996; **9**: 235-247 (in French with English abstract).
- Simmons DC. Maturity and spawning of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) in the Atlantic Ocean, with comment on Nematode infestation on the ovaries. *US. Fish. Wildl. Serv. Spec. Sci. Rep.* 1969; **580**: 1-17.