東シナ海産クロエソ *Saurida umeyoshii* の成熟と産卵酒井 猛,^{1*} 米田 道夫,² 時村 宗春,¹ 堀川 博史,² 松山 倫也³

(2009 年 4 月 1 日受付, 2009 年 6 月 20 日受理)

¹ 鯛水産総合研究センター西海区水産研究所,² 鯛水産総合研究センター中央水産研究所, ³ 九州大学農学研究院

Sexual maturity and spawning of the lizardfish

Saurida umeyoshii in the East China SeaTAKESHI SAKAI,^{1*} MICHIO YONEDA,² MUNEHARU TOKIMURA,¹HIROSHI HORIKAWA² AND MICHIIYA MATSUYAMA³

¹Seikai National Fisheries Research Institute, Fisheries Research Agency, Nagasaki 850-0951, ²National Research Institute of Fisheries Science, Fisheries Research Agency, Yokohama, Kanagawa 236-8648, ³Faculty of Agriculture, Kyushu University, Fukuoka 812-8581, Japan

Sexual maturity, annual reproductive cycle, and batch fecundity of the lizardfish *Saurida umeyoshii* were examined in specimens collected from the East China Sea between April 1998 and April 2000. The minimum fork length (FL) at sexual maturity was 180 mm in males and 228 mm in females. Females with mature and spawning stage ovaries were collected between April and December, during which higher percentages of occurrence of such females were found between June and September. This indicates that the spawning season extends between April and December, mainly from June to September. Time course sampling showed that final oocyte maturation occurred during the daytime and subsequent ovulation occurred in the evening. The occurrences of developmental stage composition of oocytes and postovulatory follicles in mature ovaries suggested that a female could spawn every day during the active spawning season. Batch fecundity (BF) in females with mature oocytes was related to FL (mm): $BF = (1.70 \times 10^{-8}) FL^{4.88} (278 \leq FL \leq 421)$.

キーワード: *Saurida umeyoshii*, クロエソ, 産卵, 成熟, 東シナ海

クロエソ *Saurida umeyoshii*¹⁾ は高知沖および九州沿岸から台湾に至る水深 100~200 m の陸棚縁辺域に分布し,²⁾ 他のエソ類と同様, 高級練り製品の原料として利用されている。³⁾ 東シナ海でのクロエソは主に以西底曳網漁業によって漁獲され, ワニエソ *Saurida wanieso* やマエソ *Saurida macrolepis* などを含めたエソ類として漁獲統計が取られている。以西底曳網漁船によるエソ類の漁獲量は, 1982 年には 8585 トンであったが, 2006 年には 23 トンにまで激減している。同様に, 以西底曳網漁船 (2 そう曳き) におけるエソ類の 2006 年の CPUE は 1982 年の約 9 % に激減している。これは, 周辺各国漁船からの高い漁獲圧によるエソ類の資源水準の低下に加え, 近年, 以西底曳網の漁場が陸棚縁辺域に収束していることに伴い, 陸棚上に主要な分布域をもつワニエソ

やマエソの漁獲量が減少したことも原因であると考えられる。⁴⁾ このため, エソ類の中でも特に, 陸棚縁辺域を主分布域とするクロエソの漁業資源としての重要性は以前にも増して高まっている。²⁾ 一方, クロエソは過去にはマエソと同種であるとみなされていたが, 側線鱗数や尾鰭上縁の黒点等の形態的相違から別種であることが近年になり判明し, 新種記載された。¹⁾ このため, 本種の生物学的知見に関しては年齢と成長の報告があるのみで,⁵⁾ 成熟・産卵に関する研究はこれまでなされていない。

魚類の成熟・産卵特性は資源水準の変動に応じて変化することが知られている。⁶⁻⁹⁾ 東シナ海では, 資源水準が低迷したハモ *Muraenesox cinereus* やワニエソなど複数種において, 成熟年齢の低下や抱卵数の増加などが確

認められている。^{10,11)} このような成熟・産卵特性の変異は、密度効果に伴う補償作用の影響(補償的応答)であると考えられてきたが、^{12,13)} 底曳網などに代表されるサイズ選択的な漁獲死亡によって個体群の遺伝子組成が変化したこと(進化的応答)にも起因している可能性が近年示唆されている。¹⁴⁾ 漁業資源の生物特性の変異が環境的応答あるいは進化的応答に由来しているのかを把握することは適正な資源管理を行う上で極めて重要であり、¹⁵⁾ このためには対象種毎の成熟・産卵などに関する生物学的基礎情報の収集と整備が不可欠である。

本研究では、東シナ海産クロエソの成熟・産卵特性を明らかにすることを目的として、生殖年周期、性成熟、バッチ産卵数を調べた。一方、エソ類は1産卵期に複数の産卵を行うことが知られているが、^{12,16-18)} その産卵時刻や産卵頻度に関する知見はない。このため、野外における時間帯別採集の結果に基づき、クロエソの産卵時刻および産卵頻度も加えて検討した。

試料および方法

供試魚には、1998年4月～2000年4月、長崎および福岡の魚市場に水揚げされたクロエソに加え、山田水産株式会社所有の第1・2・21・22山田丸、第1・2長運

丸および海邦丸、熊本丸、陽光丸の各調査船の漁獲物、計1052個体を用いた(Fig. 1)。市場に水揚げされた供試魚については生鮮状態で、船上で得られた供試魚につ

Fig. 1 Geographical distribution of specimens of *Saurida umeyoshii* collected in the East China Sea. *n*: number of fish examined.

Fig. 2 Oocyte development and postovulatory follicle of *Saurida umeyoshii* from the East China Sea. a: perinucleolus stage, b: yolk vesicle stage, c: primary yolk stage, d: late yolk stage, e: early migratory nucleus stage, f: late migratory nucleus stage, g: premature stage, h: mature stage, i: newly formed postovulatory follicle, j: degenerate postovulatory follicle. Toluidine blue stain. Bar = 200 μ m.

いては漁獲後直ちに測定および生殖腺摘出を行った。尾叉長 (FL) は 1 mm 単位, 体重, 内臓除去重量および生殖腺重量は 1 g 単位で測定した。摘出した生殖腺は組織標本作製用にブアン氏液で固定した。また産卵期の一部の個体の卵巣を 10% ホルマリン液で固定し, 卵径測定と卵数算定に用いた。ブアン氏液で固定した生殖腺の中央部を切り出し, エタノールで脱水後, 2.5 μm のメタクリル樹脂 (Technovit 7100, Kulzer) 切片を作製し, 1% トリイジンブルーで染色して, 光学顕微鏡で組織観察を行った。卵巣卵の発達段階は Matsuyama *et al.*¹⁹⁾ を参考にし, 卵黄胞, 卵黄球, および核の有無, 位置を基準に, 周辺仁期, 卵黄胞期, 卵黄形成前期, 卵黄形成後期, 胚胞移動前期, 胚胞移動後期, 前成熟期, 成熟期の 8 段階に規定した (Fig. 2)。Yoneda *et al.*²⁰⁾ に従って卵巣内で最も発達した卵群の発達段階に基づき, 卵巣の成熟段階を次の 6 期に区分した。

I 期 (Immature stage): 周辺仁期および卵黄胞期の卵母細胞のみで構成される。

II 期 (Developing stage): 最も発達した卵母細胞が卵黄形成前期 (小型の卵黄球が細胞質全域に認められる) もしくは卵黄形成後期 (大型の卵黄球が細胞質の周辺付近まで達している) に達している。

III 期 (Mature stage): 最も発達した卵母細胞が胚胞移動前期から成熟期に達している。なお, この期の卵巣内には, 第 2 卵群にも最終成熟を開始している卵母細胞を有している個体が認められた (結果参照)。

IV 期 (Spawning stage): 卵黄形成期の卵母細胞と排卵後濾胞が認められる。

V 期 (Spent stage): 多くの卵母細胞で退行が始まっている。

VI 期 (Resting stage): 退行中の卵母細胞と無卵黄卵で構成される。

生殖腺指数 (GSI) は次式により求めた。

$$\text{GSI} = (\text{生殖腺重量} / \text{内臓除去重量}) \times 100$$

予備的な測定の結果, 卵巣の部位による卵径組成や成熟期の卵母細胞 (吸水卵) の出現状況に相違はなかった。最終成熟段階にある卵巣の卵径組成を調べるため, 10% ホルマリンで固定した卵巣の左右中央部より切り出した組織から卵径 150 μm 以上の卵巣卵, 計 500 粒を計測した。

尾叉長別成熟度の推定には産卵盛期である 6~9 月に採集された個体の生殖腺組織像を用い, 雄では精小嚢内腔および輸精管内に多量の精子が認められる個体の出現率と尾叉長の関係を求めた。雌では産卵盛期において卵黄形成の進行度合いが低い個体, すなわち最も発達した卵が卵黄形成前期以前の個体は, その年の産卵中に最終成熟まで達しないものと判断した。したがって, II 期のうち卵黄形成後期の卵を持つ個体もしくは III, IV 期の

卵巣を持つ個体の出現率と尾叉長の関係を求め, 尾叉長別成熟度の推定を行った。

時間帯別の卵巣の成熟状況の観察には, III 期の卵巣を持つ標本のうち, 船上で採集したため正確な採集時間が特定できた以下に示す 71 個体を用いた。

1998 年 6 月, 第 1, 第 2 山田丸で採集: 7 個体

1999 年 6~9 月, 第 1, 第 2 長運丸で採集: 9 個体

1999 年 6~7 月, 第 21, 第 22 山田丸で採集: 55 個体

バッチ産卵数の推定には成熟期の卵母細胞 (吸水卵) を有する 14 個体 (尾叉長 278~421 mm) を用いた。これらの個体について, 10% ホルマリンで固定した卵巣の左右中央部より約 0.5 g (350~500 粒程度) の組織を切り出し, 万能投影機で吸水卵を計数した。計数した卵数から卵巣全体の吸水卵数を重量法で推定し, 尾叉長との関係を求めた。

結 果

生殖年周期 最小成熟尾叉長以上 (尾叉長別成熟度参照) の個体を成魚とみなし, 雌成魚の生殖年周期を調べた (Fig. 3)。

II 期の卵巣は 4~11 月で出現した。III 期あるいは IV 期の卵巣を持った個体は 4~12 月で認められ, 特に 6~9 月にかけて高い頻度で出現した。一方, V 期の卵巣は 9 月から, VI 期の卵巣は 10 月からそれぞれ出現し, 2~3 月は全て I 期であった。

雌の平均 GSI は 4 月から急激に増加し, 8 月に最大値を示した後, 9~12 月にかけて減少した (Fig. 4)。雄の平均 GSI は 3 月から増加し, 6 月に最大値を示した後, 7~12 月にかけて減少した。

尾叉長別成熟個体の出現割合 (Fig. 5) 雄の最小成

Fig. 3 Monthly changes in the frequency of occurrence of various maturity stages of ovaries of *Saurida umeyoshii* in the East China Sea. Only specimens larger than the minimum size at sexual maturity (FL = 228 mm) were used for this analysis.

Fig. 4 Monthly changes in the mean gonadosomatic index (GSI) for male and female *Saurida umeyoshii*. Bar = SE.

Fig. 5 Maturity by FL-class for male and female *Saurida umeyoshii* collected from May to August.

Fig. 6 Size-frequency distribution of oocytes (≥150 μm diameter) in female *Saurida umeyoshii* ovaries around final maturation. a: stage III ovary with early migratory nucleus stage oocytes as most developed oocytes, b: stage III ovary with mature stage (hydration completed) oocytes as most developed oocytes, c: stage III ovary with post-ovulatory follicles and mature stage (hydrating) oocytes as most developed oocytes, d: stage IV ovary with post-ovulatory follicles and late yolk stage oocytes as most developed oocytes.

熟尾叉長は 180 mm であった。雄の成熟個体の出現割合は尾叉長が増加するにつれて上昇し、272 mmFL 以上の個体は全て成熟していた。雌では、228 mmFL 未満の個体は全て未成熟、それ以上の個体は全て成熟していた。

卵巣卵の最終成熟における発達様式と時間帯別出現状況

1. 卵径組成 最も発達した卵が胚胞移動前期に達し

Table 1 Final oocyte maturation stages observed in female *Saurida umeyoshii* from the East China Sea having EMN-M stage oocytes collected at different times of the day

Sampling time (h)	<i>n</i>	Stage of the most developed oocyte	Stage of the secondary developed oocyte	Remarks
2000–0400	3	PM	EMN	
	2	PM	LY	
	1	LMN	EMN	
	3	LMN	LY	
	2	EMN	LY	
0400–0800	1	M	EMN	Hydrating
	2	PM	EMN	
	1	EMN	LY	
0800–1200	2	M	EMN	Hydrating
	2	PM	EMN	
	1	PM	LY	
	1	LMN	LY	
	1	EMN	LY	
1200–1600	8	M	LMN	Hydration completed
	7	M	EMN	Hydration completed
	1	PM	LMN	
	4	M	LY	
	5	LMN	LY	
	3	EMN	LY	
1600–2000	11	M	LMN	Ovulating
	2	M	EMN	Ovulating
	1	M	LY	Ovulating
	1	LMN	EMN	
	1	LMN	LY	
	5	EMN	LY	

LY = late yolk stage; EMN = early migratory nucleus stage; LMN = late migratory nucleus stage; PM = pre-mature stage; M = mature stage; *n*: number of fish examined.

た時、卵径 600～800 μm の卵黄形成後期と胚胞移動前期の卵母細胞で構成されるピークが形成された (Fig. 6a)。分離卵群が形成された卵巣 (Fig. 6b) では、このピークは比較的小さかった。分離卵群と排卵後濾胞がともに存在する卵巣 (Fig. 6c) ではピークはさらに小さく、卵径 600～800 μm の卵母細胞はわずかしこ認められなかった。一方、排卵後濾胞があるものの胚胞移動前期以降の卵母細胞が認められない卵巣 (Fig. 6d) も出現した。

2. 時間帯別出現状況 (Table 1) 20:00～04:00 では、卵巣内で最も発達段階の進んだ卵群 (第1卵群) は胚胞移動後期および前成熟期に達し、第2卵群は卵黄形成後期から胚胞移動前期の卵母細胞で構成されていた。また成熟期の卵母細胞は観察されなかった。04:00～08:00 では、第1卵群に吸水中の成熟期卵母細胞が出現し、08:00～12:00 には第1卵群に前成熟～成熟期の卵母細胞、第2卵群には主に胚胞移動前期の卵母細胞がそれぞれみられた。12:00～16:00 では、第1卵群に吸水を完了した卵径 1200 μm 前後の卵母細胞、第2卵群に胚胞移動前～後期の卵母細胞をもつ個

Fig. 7 Relationship between batch fecundity and fork length of female *Saurida umeyoshii*. *n*: number of fish examined.

体が主となった。またこの時間帯には3割程度の個体において第1卵群が胚胞移動前～後期、第2卵群が卵黄形成後期であった。16:00～20:00 では、第1卵群に吸水が完了した成熟期の卵母細胞をもつものが多く、このとき、第2卵群は卵黄球融合中の胚胞移動後期に達していた。なお、この時間帯にのみ、卵巣後縁付近に

排卵卵が肉眼で観察される個体が出現した。排卵後濾胞は時間帯を問わず出現したが、特に 16:00~20:00 では、顆粒膜細胞の壁および核が明瞭に観察され、複雑に褶曲した形状を呈した退行間もない排卵後濾胞 (Fig. 2i) を有する個体が認められた。成熟期の卵母細胞は 12:00~20:00 には高い確率で出現したが、20:00~04:00 には出現しなかった。また胚胞移動後期の卵母細胞は 12:00~20:00 には高い確率で出現したが、04:00~12:00 にはほとんど出現しなかった。

バッチ産卵数 バッチ産卵数は最大 105330 粒 (374 mmFL), 最少 8490 粒 (320 mmFL) であった。バッチ産卵数 (BF 粒) と尾叉長の関係は、

$$BF = (1.70 \times 10^{-8}) FL^{4.88} \quad (r^2 = 0.49)$$

で示された (Fig. 7)。

考 察

本研究では組織学的観察に基づき東シナ海産クロエソの成熟・産卵特性の基礎情報となる生殖年周期、尾叉長別成熟割合、産卵様式、バッチ産卵数を初めて明らかにした。卵巣の成熟段階別月別出現状況を調べた結果、最終成熟中の卵母細胞および排卵後濾胞を持つ個体は 4~12 月に認められた。しかし、6~9 月では約 60% 以上の個体がⅢ期もしくはⅣ期の卵巣を有しており、雌雄成

魚の GSI も比較的高い値を示した。これらのことから、東シナ海産クロエソの産卵期は 4~12 月の長期にわたり、その盛期は 6~9 月であると考えられた。

これまでに報告されているエソ類の産卵期を Table 2 に示す。マエソ、トカゲエソ *Saurida elongata* では瀬戸内海周辺海域において産卵期に関する研究がなされ、いずれの種でも初夏を中心に産卵が行われることが報告されている。²¹⁻²⁵⁾ 東シナ海から黄海で採集されたワニエソでは、調査海域において産卵期の相違が認められることから、本海域には分布域の異なる複数の群の存在が示唆されている。²⁶⁾ 一方、地中海や紅海周辺海域の *Saurida undosquamis* や *Saurida tumbil* ではほぼ周年にわたって産卵することが示されている。²⁷⁻³⁰⁾ 東シナ海産クロエソが分布する陸棚縁辺部は周年にわたり黒潮系暖流の影響を強く受けるため、海洋環境の季節変動が比較的小さいことが知られている。³⁴⁾ このため、東シナ海の陸棚縁辺を主分布域とするアンコウ *Lophiomus setigerus* やキダイ *Dentex hypselosomus* などでは、他の日本周辺海域産に比べ長い産卵期を持つという。³⁵⁾ 本研究で明らかとなったクロエソの産卵期は、日本周辺海域の他のエソ類に比べ長期にわたっているが、これが種特異的な現象か、東シナ海陸棚縁辺域における季節変動の穏やかな海洋環境の影響で他海域のクロエソより長い産卵期をもつ

Table 2 Spawning season estimated for *Saurida* spp. from various localities by different authors

Species	Sampling area	Spawning season	References
<i>S. elongata</i>	Kii Channel, Japan	May-Jul	Takao ²¹⁾
	Yamaguchi Pref., Japan	May-Jul	Yatsuyanagi <i>et al.</i> ²²⁾
	Yamaguchi Pref., Japan	May-Aug	Maekawa ²³⁾
	Seto Inland Sea, Japan	May-Sep	Nansei National Fisheries Research Institute and Japan Fisheries Resource Conservation Association ²⁴⁾
<i>S. waniensis</i>	East China Sea/Yellow Sea	Mar-May	Okada and Kyushin ²⁵⁾
	East China Sea/Yellow Sea	Aug-Sep	Okada and Kyushin ²⁵⁾
	East China Sea	Apr-Jun	Yamada ¹⁶⁾
<i>S. macrolepis</i>	Yamaguchi Pref., Japan	Jul-Sep	Yatsuyanagi <i>et al.</i> ²²⁾
	Eastern Seto Inland Sea, Japan	May-Aug	Tatara ²⁶⁾
	Western Seto Inland Sea, Japan	Jun-Sep	Tatara ²⁶⁾
<i>S. undosquamis</i>	Arabian Sea (500 m depth)	year-round	Budnichenko and Dimitrova ²⁷⁾
	Gulf of Suez, Egypt	year-round	Latif and Shenouda ²⁸⁾
	Mediterranean coast, Egypt	year-round	El-Greisy ¹⁸⁾
	Iskenderun Bay, Turkey	year-round	Ismen ²⁹⁾
	Mediterranean coast, Israel	Mar-Dec	Golani ³⁰⁾
<i>S. tumbil</i>	Taiwan Strait	Mar-Jul	Liu and Tung ³¹⁾
	Manila Bay	year-round	Tiews <i>et al.</i> ³²⁾
	Southern part of East China Sea	Mar-Jun	Liu and Yeh ³³⁾
	Taiwan Strait	Mar-Jun	Liu and Yeh ³³⁾
	Northern part of South China Sea	Feb-May	Liu and Yeh ³³⁾
	Gulf of Tonkin	Feb-May	Liu and Yeh ³³⁾
	Arabian Sea (300 m depth)	year-round	Budnichenko and Dimitrova ²⁷⁾
<i>S. umeyoshii</i>	East China Sea	Apr-Dec	Present study

か、現時点では不明である。また本研究では、集中した海域から周年にわたる標本を入手することができなかったため、五島周辺から尖閣諸島北方に至る広い海域から標本を得た。産卵期が水温や水深などによって異なることは十分考えられ、今後、海域別に成熟・産卵特性を解析することが求められる。

卵巣の最終成熟様式を明らかにするため卵巣の発達状況別に卵径組成を求めた結果、本種は分割産卵型の産卵様式をもつことが明らかとなった。また産卵直前に卵径600~800 μm の卵黄形成後期から胚胞移動前期の卵母細胞で構成される卵群が形成され、(Fig. 6a) この卵群から数度に分けて分離卵群が形成、(Fig. 6b, c) 排卵されることが推測された。この卵径600~800 μm の卵群がなくなることで一連の産卵（分離卵群の形成）は終わるが、(Fig. 6d) 再び卵黄形成後期の卵母細胞が発達することによって、(Fig. 6a) 次の一連の産卵が起こると考えられる。

時間帯別卵巣の成熟状況を調べた結果、最終成熟直前の卵母細胞では産卵日前日の早朝から夜にかけて胚胞移動、卵核胞崩壊が起き、産卵日当日の早朝から午後にかけて吸水、そして16:00~20:00に排卵されることが推察された。16:00~20:00には極めて明瞭な排卵後濾胞も観察されたが、このことも排卵がこの時間帯に起こることを示している。排卵中の個体は第2卵群に胚胞移動後期の卵母細胞を持つことが多く、新しい排卵後濾胞 (Fig. 2i) と同時に吸収の進んだ排卵後濾胞 (Fig. 2j) を持つ個体も観察された。卵巣内に新旧の排卵後濾胞が同時に存在することは、その個体が産卵を短期間に繰り返すことを示している。³⁶⁾ また卵巣中に、前日の排卵に由来する新しい排卵後濾胞、当日排卵されると考えられる前成熟期もしくは吸水中の成熟期卵母細胞、翌日排卵されると考えられる胚胞移動前~後期の卵母細胞が同時に存在する個体も出現したが、これらの個体は少なくとも3日間連続で産卵することが示唆される。

本種は多回産卵を行うことが明らかとなったが、多回産卵魚では年間産卵量が産卵期前に確定しておらず、産卵数を推定するにはバッチ産卵数と産卵回数が有用な情報となる。³⁷⁾ オーストラリア北西岸のフエダイ科 *Lutjanus vittus* は多回産卵魚で、産卵期の前半と後半でバッチ産卵数に差がないことが知られている。³⁸⁾ 一方、ドーバーソール *Microstomus pacificus*³⁹⁾ やマサバ *Scomber japonicus*⁴⁰⁾ のバッチ産卵数は産卵期のはじめに多く、以降徐々に減少していく。カタクチイワシ *Engraulis japonicus* では産卵期の盛期と終期でバッチ産卵数が異なることが明らかとなっており、またバッチ産卵数と水温、餌量、個体群密度の関係式も求められている。⁴¹⁾ 東シナ海産ワニエソでは、成熟期もしくは胚胞移動後期の卵母細胞と同時に排卵後濾胞が観察される卵巣や、新旧

の排卵後濾胞が同時に観察される卵巣が出現している。¹⁶⁾ このことは、クロエソと同様ワニエソにおいても複数日に渡って連続で産卵する個体がいることを示唆している。また本研究では、小型魚の割合が少ないため解析できなかったが、ワニエソでは初回産卵魚と考えられる小型の個体には新旧の排卵後濾胞を同時に持つ卵巣が出現せず、小型魚は大型魚に比べ産卵頻度が低いことが考察されている。¹⁶⁾ 今後、本種の産卵様式を考え、排卵後濾胞の有無等を一つの指標として、産卵頻度や、産卵回数に伴うバッチ産卵数の変化、また水温等の環境要因や体サイズと産卵の関連を調べることにより、年間産卵量等の詳細な産卵生態の解明が可能となると考えられる。

資源水準の変動に伴う再生産力の変化は、東シナ海・黄海における複数の底魚類で報告されている。⁴²⁻⁴⁸⁾ クロエソと同属であるワニエソでは、資源量減少に伴って最小成熟体長が小さくなり、卵巣重量や抱卵数が増加したことが報告されている。^{12,16)} クロエソについても、資源量の増減に伴う生殖・成長などの特性の変化が起こってきていることは充分考えられる。こういった現象を捉えるためにも、本研究で明らかとなった成熟・産卵特性や、組織観察に基づく生殖腺の発達段階の規定等の情報を用い、継続して本種の生殖についてモニタリングを続けることが必要である。

謝 辞

船上での標本採集に快く御協力下さった海邦丸、熊本丸、但州丸、陽光丸、さらに山田水産株式会社の尾崎武広氏、同社所有の第1, 第2, 第21, 第22山田丸、第1, 第2長運丸の乗組員の皆様に心より感謝申し上げます。なお、本研究に用いた標本には、平成10, 11年度日本周辺陸棚資源緊急調査(水産庁)において漁獲され、提供されたものを含む。

文 献

- 1) Inoue T, Nakabo T. The *Saurida undosquamis* group (Aulopiformes: Synodontidae), with description of a new species from southern Japan. *Ichthyol. Res.* 2006; **53**: 379-397.
- 2) 山田梅芳, 時村宗春, 堀川博史, 中坊徹次. 「東シナ海・黄海の魚類誌」東海大出版会, 東京. 2007.
- 3) 志水 寛. ゲル形成能. 「白身の魚と赤身の魚—肉の特性」(日本水産学会編) 恒星社厚生閣, 東京. 1976; 106-118.
- 4) 塚本洋一, 山本圭介. 平成18年度東シナ海底魚の資源評価. 「我が国周辺水域の漁業資源評価」水産庁増殖推進部・独立行政法人水産総合研究センター, 東京. 2007; 1457-1466.
- 5) Yoneda M, Sakai T, Tokimura M, Horikawa H, Matsuyama M. Age and growth of the lizardfish *Saurida* sp. 1 in the East China Sea using otolith ring marks. *Fish. Res.* 2002; **55**: 231-238.
- 6) 森本晴之. 成熟. 「マイワシの資源変動と生態変化」(渡

- 邊良朗, 和田時夫編) 恒星社厚生閣, 東京. 1998; 45-33.
- 7) 轟田義成, 高橋章策. 黒潮統流域および混合水域におけるカタクチイワシ *Engraulis japonicus* の産卵生態. 北水研研報 1997; **61**: 9-15.
 - 8) 銭谷 弘, 木村 量. 太平洋岸域のカタクチイワシの資源回復に伴う2~3月産卵量の増加. 日本誌 1997; **63**: 665-761.
 - 9) Funamoto T, Aoki I. Reproductive biology of Japanese anchovy off the Pacific coast of eastern Honshu, Japan. *J. Fish Biol.* 2002; **60**: 154-169.
 - 10) 三尾真一, 濱田律子, 篠原富美子. 東シナ海・黄海における主要底魚類の成長および成熟の経年変化に関する研究. 西水研研報 1975; **47**: 51-95.
 - 11) 堀川博史, 山田梅芳. 東シナ海および黄海における底魚類の生物特性の変化. 月刊海洋 1999; **31**: 631-636.
 - 12) 山田梅芳, 田川 勝, 真子 渺. 東シナ海に生息するワニエソ *Saurida tumbil* (Bloch) の資源量の減少に伴う生殖生態の変化について. 西水研研報 1965; **33**: 1-12.
 - 13) 山田梅芳. 東シナ海に生息するタチウオの生殖生態の変化. 西水研研報 1971; **41**: 63-81.
 - 14) Jørgensen C, Enberg K, Dunlop ES, Arlinghaus R, Boukal DS, Brander K, Ernande B, Gårdmark A, Johnston F, Matsumura S, Pardoe H, Raab K, Silva A, Vainikka A, Dieckmann U, Heino M, Rijnsdorp AD. Ecology: Managing evolving fish stocks. *Science* 2007; **318**: 1247-1248.
 - 15) Rijnsdorp AD. Fisheries as a large-scale experiment on life-history evolution: disentangling phenotypic and genetic effects in changes in maturation and reproduction of North Sea plaice, *Pleuronectes platessa* L. *Oecologia* 1993; **96**: 391-401.
 - 16) 山田梅芳. 東シナ海に生息するワニエソの生殖生態について. 西水研研報 1968; **36**: 21-37.
 - 17) Budnichenko VA, Dimitrova OS. The reproductive biology of *Saurida undosquamis* and *Saurida tumbil* (Family Synodontidae) in the Arabian Sea. *J. Ichtyol.* 1981; **19**: 80-86.
 - 18) El-Greisy ZA. Reproductive biology and histology of female brushtooth lizardfish *Saurida undosquamis* (Richardson), family: Synodontidae, from the Mediterranean coast of Egypt. *Egypt. J. Aquat. Res.* 2005; **31**: 367-386.
 - 19) Matsuyama M, Adachi Y, Nagahama Y, Matsuura S. Diurnal rhythm of oocyte development and plasma steroid hormone levels in the female red sea bream, *Pagrus major*, during the spawning season. *Aquaculture* 1988; **73**: 357-372.
 - 20) Yoneda M, Futagawa K, Tokimura M, Horikawa H, Matsuura S, Matsuyama M. Reproductive cycle, spawning frequency and batch fecundity of the female whitefin jack *Kaiwarinus equula* in the East China Sea. *Fish. Res.* 2002; **57**: 297-309.
 - 21) 高尾亀次. 紀伊水道域のミツエソ *Saurida elongata* について. 内水研研報 1953; **4**: 61-74.
 - 22) 八柳健郎, 松清恵一, 宇都宮正. まえそ属 (*Saurida*) 魚類二種の生態学的研究. 山口県内海水産試験場調査研究業績 1953; **5**(1): 15-20.
 - 23) 前川兼祐. 瀬戸内海, 特に山口県沿岸における漁業の調整管理と資源培養に関する研究. 山口県内海水産試験場研究業績 1961; **11**(1): 1-483.
 - 24) マエソ類について. 本州四国連絡架橋漁業影響調査報告 (昭和46年度), 南西海区水産研究所・日本水産資源保護協会. 1972; **3**: 220-226.
 - 25) 岡田立三郎, 久新健一郎. 東海・黄海産マエソ資源の研究. 西水研研報 1955; **7**: 93-112.
 - 26) 多々良 薫. 瀬戸内海におけるマエソの資源生物学的研究. 内水研研報 1965; **22**: 1-6.
 - 27) Budnichenko VA, Dimitrova OS. The reproductive biology of *Saurida undosquamis* and *Saurida tumbil* (Family Synodontidae) in the Arabian Sea. *J. Ichtyol.* 1981; **19**: 80-86.
 - 28) Latif AFA, Shenouda TS. Studies on *Saurida undosquamis* (Richardson) from the Gulf of Suez. *Bull. Inst. Oceanogr. Fish.* 1973; **3**: 295-335.
 - 29) Ismen A. Maturity and fecundity of lizardfish (*Saurida undosquamis* Richardson, 1848) in Iskenderun Bay, (Eastern Mediterranean). *Turk. J. Zool.* 2003; **27**: 231-238.
 - 30) Golani D. The biology of the Red Sea migrant, *Saurida undosquamis* in the Mediterranean and comparison with the indigenous confamilial *Synodus sarus* (Teleostei: Synodontidae). *Hydrobiologia* 1993; **271**: 109-117.
 - 31) Liu FH, Tung IH. The reproduction and the spawning ground of the lizard fish, *Saurida tumbil* (Bloch), of Taiwan Strait. *Report of the Institute of Fishery, Biology of Ministry of Economic Affairs and National Taiwan University* 1959; **1**(3): 1-11.
 - 32) Tiews K, Mines A, Ronquillo IA. On the biology of *Saurida tumbil* (Bloch, 1801) family Synodontidae in Philippine waters. *Philipp. J. Fish.* 1972; **10**: 1-29.
 - 33) Liu HC, Yeh SY. Maturity and fecundity of lizardfish, *Saurida tumbil*, in the East and the South China Seas. *Acta Ocean. Taiwan.* 1974; **4**: 225-240.
 - 34) 近藤正人. 東シナ海・黄海漁場の漁況に関する研究—I. 50 m 深および底層における平均水温・塩分の分布. 西水研研報 1985; **62**: 19-66.
 - 35) 米田道夫, 依田真里. キダイの生殖生態. 水研センター研報 2006; 別冊4: 125-129.
 - 36) Wright PJ. Ovarian development, spawning frequency and batch fecundity in *Encrasicholina heteroloba* (Rupell, 1858). *J. Fish. Biol.* 1992; **40**: 833-844.
 - 37) Hunter JR, Macewicz BJ. 多回産卵魚における産卵頻度の算定. 「総産卵量による浮魚類の資源量推定法」(Lasker R 編, 渡邊良朗, 辻 祥子訳). 東北区水産研究所, 仙台. 1989; 147-178.
 - 38) Davis TLO, West GJ. Growth and mortality of *Lutjanus vittus* (Quoy and Gaimard) from the North West Shelf of Australia. *Fish. Bull.* 1992; **90**: 395-404.
 - 39) Hunter JR, Macewicz BJ, Lo NCH, Kimbrell CA. Fecundity, spawning, and maturity of female Dover sole *Microstomus pacificus*, with an evaluation of assumptions and precision. *Fish. Bull.* 1992; **90**: 101-128.
 - 40) 渡邊千夏子. 資源学的立場からみたマサバ太平洋系群の生殖生態研究の現状と問題点. 水研センター研報 2006; 別冊4: 101-111.
 - 41) 轟田義成. カタクチイワシの成熟・産卵特性から産卵調査を設計する. 水研センター研報 2006; 別冊4: 41-48.
 - 42) 三尾真一, 濱田律子, 篠原富美子. 東シナ海・黄海における主要底魚類の成長および成熟の経年変化に関する研究. 西水研研報 1975; **47**: 51-95.
 - 43) 築山陽介, 多部田 修. 東シナ海産アカマダイの成熟と産卵. 平成8年度東海・黄海底魚資源管理調査委託事業報告書, 水産庁, 東京. 1997; 20-31.
 - 44) 杉浦 理, 多部田 修. 東シナ海産ウマヅラハギの生物学的特性. 平成9年度シェアドストック管理調査委託事業報告書, 水産庁, 東京. 1998; 82-103.

- 45) Oki D, Tabeta O. Age, growth and reproductive characteristics of the yellow sea bream *Dentex tumifrons* in the East China Sea. *Fish. Sci.* 1998; **64**: 191-197.
- 46) Buoy R, 原 高志, 多部田 修. 東シナ海産コウライマナガツオの年齢と成長. 平成9年度シェアドストック管理調査委託事業報告書, 水産庁, 東京. 1998; 115-126.
- 47) 山田梅芳. 東シナ海に生息するタチウオの生殖生態の変化. 西水研研報 1971; **41**: 63-81.
- 48) 呉 永平, 多部田 修. 東シナ海産タチウオ *Trichiurus japonicus* の生物学的特性に関する研究. 平成6年度東海・黄海底魚資源管理調査委託事業報告書, 水産庁, 東京. 1995; 28-77.