

駿河湾におけるサクラダイ *Sacura margaritacea* の生態

鈴木 克美・小林 弘治・日置 勝三・坂本 隆志

(1973年12月5日受領)

Ecological Studies of the Anthiine Fish *Sacura margaritacea* in Suruga Bay, Japan

Katsumi Suzuki, Koji Kobayashi, Syozo Hioki, and Takashi Sakamoto

Present paper deals with ecology, behavior, and life history of *Sacura margaritacea* (Hilgendorf) in Suruga Bay. The species, which is sexually dimorphic and protogynous hermaphroditic fish belonging to the subfamily Anthiinae, ranges from Sagami Bay to Nagasaki along the Pacific coast of Japan. Its size is usually less than 13.0 cm in standard length. The investigations were performed using SCUBA, and were conducted mainly at two stations mostly shallower than 48 m deep (Figs. 1 and 2). The stations were visited for two to five days in every month during two years, 1971~1973. After the each underwater observation, live specimens were captured for the observation in the laboratory.

S. margaritacea is found mostly in large schools in the subtidal rocky habitats more than 15 m deep (Fig. 2), though few individuals were in the depth as shallow as 7 m. The schools of the fish extend to shallower area in summer, and return to deeper area late in autumn to spring. The males swim closer to sea-bottom whereas the females swim around to the middle layer apart from the bottom (Fig. 7).

Among 364 specimens captured, 296 were females, 79 were males, and 19 were intermediate in sex reversal. In fork length females were in the range 64.4~124.0 mm, males were 117.5~146.0 mm, and intermediates were 111.1~127.0 mm and extremely rare (Table 2 and Fig. 3). No monthly change in sex ratio through the year were observed excepting appearances of the intermediate forms (Fig. 5).

Spawning season of the fish starts in August, reaches climax in September, and falls in November (Fig. 6). Previous to the breeding season, a few individuals of both male and female make small groups together near the shallower bottom (about 15 m deep) at the stations. Then, the males perform the display dance toward selected females. In August, when the breeding season draws, the display by males become more active, and is frequently observed everywhere in schools. However territorial behavior are indistinct in this species.

The sex reversal in *S. margaritacea* takes place in the range 111.1 mm~127.0 mm in fork length and occurs mainly during the non-breeding season.

Youngs of *S. margaritacea* smaller than 64~65 mm in fork length are not included in schools. Youngs measuring 19.5~54.8 mm in fork length (Fig. 8) were found behind the rock on sea-bottom 15~48 m deep near circumferences of schools. Youngs were presumably younger than a year old. These youngs appear to join schools in early summer in the next year, and to reach biological minimum size as female in one or two years after hatching.

S. margaritacea is a plankton feeder, and mostly feeds on calanoid copepods through the year in Suruga Bay.

Artificially fertilized eggs of the fish are buoyant, colorless, spherical, and measuring 0.78~0.80 mm in diameter. The hatching takes place 15.5 hrs after insemination, at the water-temperature of 24.3~28.5°C. The newly hatched larva, measuring about 1.46~1.52 mm in total length, has an oil-globule situated in the anterior top of yolk. The larva has 13+13=26 myotomes and the fish has 26 vertebrae. Larvae of 48 hrs after

hatching are 2.40~2.46 mm in total length. In this stage the posterior part of eye is black, and the mouth is open (Fig. 12).

The newly hatched larvae of *S. margaritacea* have some remarkable features and differ from the previously known larvae of other Japanese serranids, such as *Lateolabrax japonicus* and *Epinephelus akaara*. The larvae of *S. margaritacea* have a large and oval yolk protruding anteriorly beyond the anterior point of head. Also the larvae float with the head upward. Whereas larvae of the two serranids mentioned above do not have such a large yolk, and float the head downward (Mito, 1957; Ukawa et al. 1966). (K. S., K. K., and S. H. Marine Science Museum, Tokai University, Miho, Shimizu-shi, 424, Japan: T.S. Kanazawa Aquarium, Higashimikage-machi, Kanazawa-shi, 921, Japan).

サクラダイ *Sacura margaritacea* (Hilgendorf) (スズキ科ハナダイ亜科) は東京湾以南の日本沿岸浅海から知られ (Katayama, 1960), 頭著な二次性徴を有するためには雌雄が別種とされたこともあった (黒田, 1931 a, b). その後雌性先熟の性転換をなすことが組織的に確認され (Reinboth, 1963), さらに性転換の機構の一部についても部分的な追求がなされた (Okada, 1965 a, b). しかし本種の生活史を含む生態はほとんど未知のままである. 著者らは駿河湾北東部の内浦沿岸水深 48 m 以浅の海底付近において、スクーバ潜水による生態観察と標本採集とを 2 年間にわたってつづけ、その結果本種の生態について若干の知見を得たので報告する.

ハナダイ類の生活史はほとんど未知であるらしく (Breder and Rosen, 1966 など), その生態も一部の種 (Fishelson, 1970; Popper and Fishelson, 1973) を除いて知られていないようである. 日本産のハナダイ亜科 14 属 22 種 (Katayama, 1960; Yoshino, 1972 ほか) についてはともにまったく未知で、わずかにやや近縁のミハラハナダイ *Giganthias immaculatus* (ミハラハナダイ亜科) の食性を含む生活史の一部に関する報告 (倉田・坪川, 1971) を参照し得るにすぎない. なお、駿河湾沿岸のとくに湾奥部にあたる内浦沿岸には生態的に未知な種の多い興味ある浅海魚類相が見られ (鈴木・小林, 1972), 本報告はそれらに対する調査研究の一環として着手されたものでもあることを付記したい.

調査方法と研究材料

海底における生態観察と標本採集は坂本を除く 3 名によるスクーバ潜水によってなされた. 予備調査の結果、本種が内浦沿岸では水深 100 m 以浅の岩礁性の海底付近にふつうにすむことがわかったので、海底地形の対照的な淡島西側 (St. 1) と江梨地先 (St. 2) の 2 地点が調査対象地点とされた (Fig. 1). St. 1 では 1971 年 5 月から 1972 年 4 月までの 1 年間、月 1 回の月例

標本採集と生態観察を行ない。St. 2 では 1971 年 8 月から 1973 年 4 月まで随時生態観察ならびに採卵用親魚と幼魚の採集を行なった。調査範囲は St. 1 で水深 45 m 以浅、St. 2 で水深 48 m 以浅である。

標本採集には自製の網 (幅 5 m, 高さ 2 m; カーテン状) を用い、ダイバーが群を追い集め網でかこんで採集する方法がとられた。月例採集標本 364 尾と別に採集された幼魚 9 尾とは現地で計測と外部形態の観察記録を行なったのち、10% フォルマリンで固定し、内部形態、食性等の研究に使用した。生殖巣は常法による厚さ 7 μ のパラフィン切片標本としてヘマトキシリソ、エオジンの二重染色を施した。1972 年 8~9 月には人工受精によって初期生活史の観察がなされた。これらの標本はすべて東海大学海洋科学博物館に保存されている。

結 果

生活環境. St. 1: 水深 18 m 以浅は勾配約 40° の岩礁底で比較的大型の転石が海底をおおい、水深 18~45 m は勾配約 15° の砂泥底に高さ 10~15 m の巨大な転石、露岩が散在する (Fig. 2 A)。水深 48 m の岩石面には付着性の刺胞動物が豊富である。浮泥の堆積が顕著で濁りやすく、浮游懸濁物も多い。濁りの影響によって海底付近の明るさにはかなりの幅があり、水深 20~38 m で日中 2~50 lux であった (Table 1)。流速の計測は行なわなかったが比較的急潮の場所である。本地点の本種の生息水深の上限は終年 15~16 m で、群は夏期 18 m 以深、冬期 30 m 以深に見られる。

St. 2: 水深 16 m 以浅の海底は勾配約 15° で露岩と転石におおわれる。水深 15~16 m に頂上部の広さ約 20 m² の 1 個の岩礁がある。水深 22~28 m は勾配約 15°, 28~48 m は勾配約 45° で、ともに砂底に大小の露岩、転石が重積する。水深 48 m 付近は露岩の点在する砂泥底となり、同様な状態でさらに深部へつづく (Fig. 2 B)。その他の環境は St. 1 とほぼ同様である。生息水深の上限は一般に St. 1 よりも浅く夏期

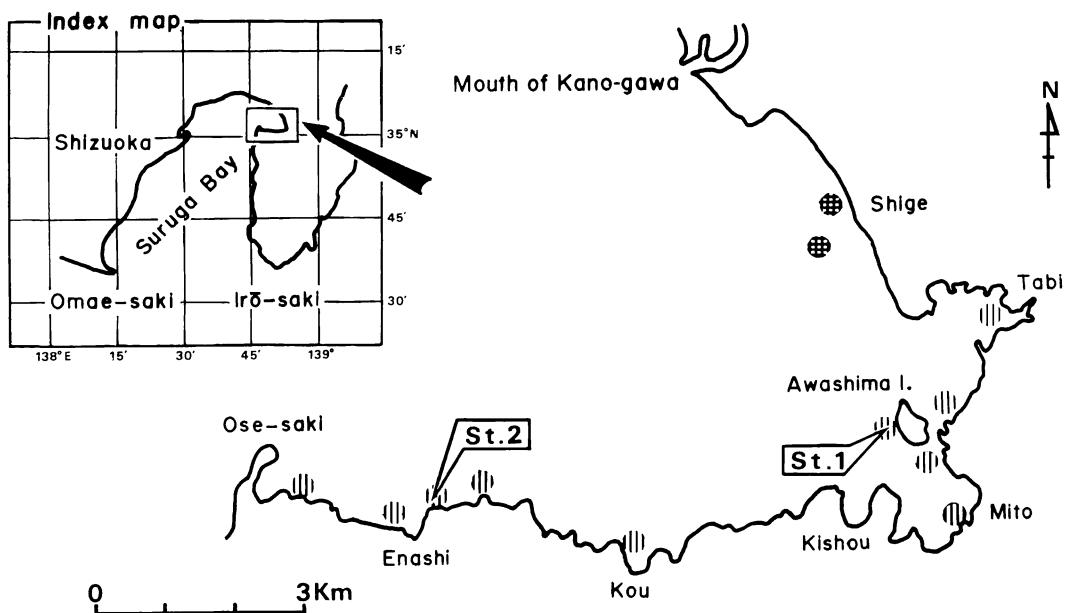


Fig. 1. Outline map of the Uchiura coast in Suruga Bay with confirmed habitation of *S. margaritacea* showing in checked (after Kuroda, 1931a) and striped (by authors) circles, and two stations where the observations were done.

Table 1. Intensity of illumination at the sea-bottom in St. 1.

Date	Time	Depth	
		20-25 m	30-38 m
May 21, 1971	13:00	8 lux	2 lux
June 17, 1971	14:00	—	2
Aug. 16, 1971	15:30	4	—
Sep. 15, 1971	11:00	50	8
Mar. 15, 1972	13:00	50	25

水深 13 m に及び、群は夏期 15 m、冬期 20 m 以深に見られる。

予備調査の結果を合わせると内浦沿岸で本種の群生するのは、花虫類の豊富な海藻に乏しい濁りやすく暗い岩礁地帯の海底付近であって、群の範囲は水深 15~48 m であるが、少数の個体が水深 7 m でも発見される場所がある。調査の範囲では一般にその下限の水深付近で岩礁性の海底は終って砂底に移行し、それに伴って本種の個体数も急減した。但し本種は駿河湾では水深 48 m 以深の礁根から漁獲されることも知られている。群中にはナガハナダイ *Pseudanthias elongatus*、イトヒキベラ *Cirrhilabrus temminckii* その他の混在が認められるが、それらについては別の機会に述べる。

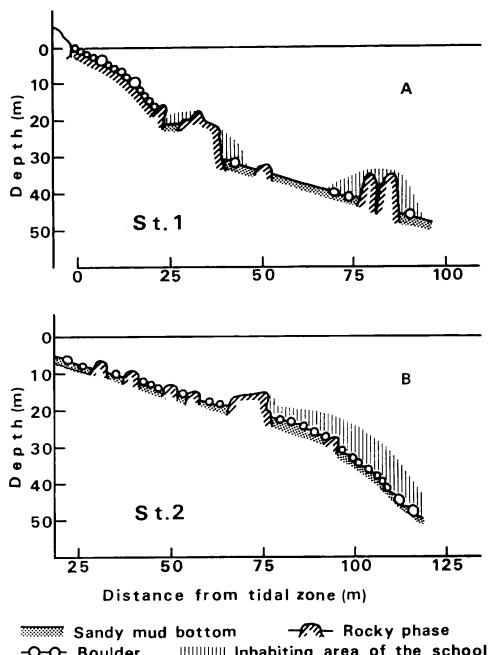


Fig. 2. Diagrammatic cross-section through the stations at the westside of Awashima Island (St. 1) and near Enashi (St. 2).

Table 2. Number of the fish and size frequency distribution in fork length.

Sampling data	Fork length (mm)																		Total	
	61 ~65	66 ~70	71 ~75	76 ~80	81 ~85	86 ~90	91 ~95	96 ~100	101 ~105	106 ~110	111 ~115	116 ~120	121 ~125	126 ~130	131 ~135	136 ~140	141 ~145	146 ~150		
May 21, 1971		1			3	3	4	3	2	3			2	4	3	2	2		32	
June 17, 1971	1			4	2	5	4	4	5		1	1	4						31	
July 14, 1971		2	2	2	1	4	3	6		2	2		1	1	1				27	
Aug. 16, 1971				2	10	5	10	7	9	2	2	3	2						52	
Sep. 15, 1971	1		2	1	4	2	8	5	4	3	1	6	1	1					39	
Oct. 20, 1971	1	1	4	3	8	10	9	2	1	2		1							42	
Nov. 16, 1971			1	2	1	3	3	5	1	2		2	3	3	1	1			28	
Dec. 17, 1971	1				2	3	7			2	2	1	4	2					25	
Jan. 18, 1972				1		2	1	5	6	4	2	1	2						26	
Feb. 27, 1972						1	3	2				2	4	1	1					14
Mar. 15, 1972						8	1	5		3	3	2	1							24
Apr. 18, 1972				1	2	3	4	2	4	2	1	1	2						24	
Total	1	1	5	3	15	16	42	49	57	42	28	23	14	28	23	10	5	2	364	

群の構成と性転換：既知の通り本種の外見上の雌雄差は顕著である。雌は背鰭棘部に1黒斑があり、海面上で朱赤色、海底で淡橙色を呈し、雄は黒斑がなく体側に白く光る小斑が散在するなど雌と斑紋を異にし、体色は海面上で鮮赤色、海底では青味を帯びた紫赤色に見える。従って潜水観察によつても群構成のあらましは容易に予察される。すなわち本種の群は多数の小型の雌、比較的少數の大型の雄、およびごく少數の中間型と構成され、中間型の出現が偏よる（後述）のを除いて雌雄の構成に年変化は殆んど認められなかつた。月例採集によつて得られた364尾の標本（64.4～146.0 mmFL, 56.7～127.9 mmBL; Table 2）の内訳もこの観察結果を支持し、雌 269 (73.9%)、雄 79 (21.7%)、および中間型 16 (4.4%) であつて、雌は小さく (64.4～124.0 mmFL)、雄は大きく (117.5～146.0 mmFL) 雌雄の境界付近に中間型 (111.1～127.0 mmFL) の小集団がある。尾叉長組成には双峯型の分布曲線が認められる（Fig. 3）。標本でいう中間

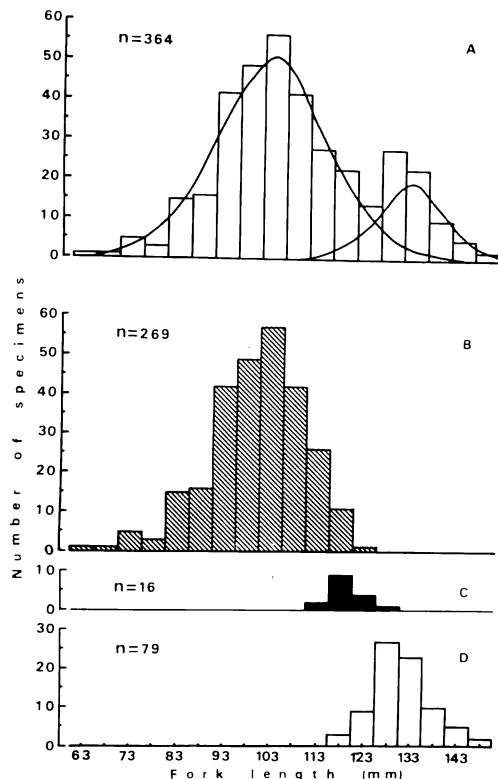


Fig. 3. Size frequency polygons in total (A), female (B), intermediate form (C), and male (D) specimens against fork length in the school of *S. margaritacea*.

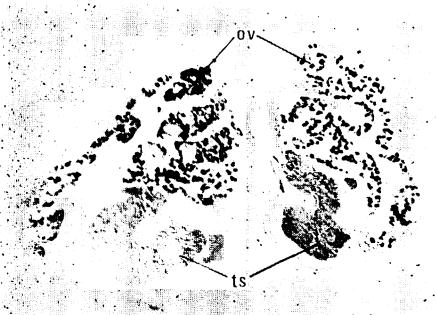


Fig. 4. Vertical section of the gonad during sex reversal in a specimen of *S. margaritacea* obtained in May. ts, testicular tissue; ov, ovarian tissue.

型は、潜水観察でも容易に弁別し得る背鰭棘部に黒斑が残りしかも体色斑紋に雄の特徴を出現しつつある両性の移行型を示す外見の個体だけではなく、外見上は大型の雌であるものから、ほとんど雄と看做されるものまで種々の段階の移行型を含み、すべて組織標本によって性転換中の中間型と確認された（Fig. 4）ものである。

標本検定の結果から性転換は 115～120 mmFL を中心に 110～128 mmFL の範囲で起るものと判断された。中間型 16 尾のうち 13 尾が 12～4 月に集中して採集され、潜水観察の結果も外見上の中間型は 12～4 月に見出され、これ以外の季節に海底で外見上の中間型を観察するのは極めて稀である。12～4 月に観察される上述の大型の雌は組織学的には中間型である可能性が強く、一部は採集によってそれが確認された。

標本による中間型を除いた性比は 0.29 であつて、性比に季節的変動は認められなかつた（Fig. 5）。

本種の尾叉長組成や性比については従来の知見（Katayama, 1960; Okada, 1965 b）とほぼ一致するが、性比に季節的変動があり中間型が春から初夏に出現するとした意見（Okada, 1965 b）とは相違する。その理由については性転換に関する論議の項で述べる。

生殖巣の季節的变化：生殖腺指数 $((GW/FL^3) \times 10^4$; GW、生殖腺の重量；FL、尾叉長）平均値は雌では 7 月まで小さく 8 月に急増して 9 月に最大となる。その後は漸減して 1 月に最低となる。卵巣重量は 9 月に最大で 0.44～3.17 (平均 1.39) g、2 月に最小で 0.08～0.18 (平均 0.13) g であった。一方精巣は周年ほとんど紐状で卵巣に比べて著しく小さく、雄の生殖腺指数平均値には雌のそれとほぼ同様な年変化の傾向は認め

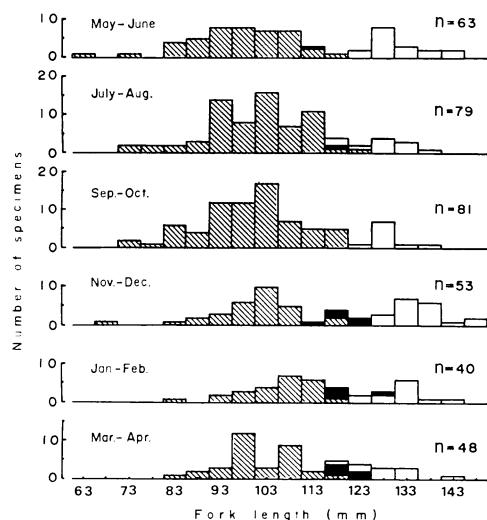


Fig. 5. Seasonal change in size composition in fork length by sex of *S. margaritacea*. Shaded bars, female; open bars, male; solid bars, intermediate form between both sexes.

られるが変動は明らかでない。精巣重量は9月に最大で0.10~0.23(平均0.16)g, 3月に最小で0.01~0.06(平均0.03)gであった。潜水観察の結果も9月には群中のほとんどの雌の腹部肥大が明瞭であって産卵盛期であると察せられた。また後述のように8~11月には雄の求愛(追尾)行動が目撃された。11月の雌の生殖腺指数平均値は顕著に低下するが一部標本からは熟卵を得ている。従って本種の産卵期は8~11月、生殖巣の休止期は12月にはじまり回復期は7月までつづくものと看做すことができよう。但し休止期と回復期の境界ははっきりしない(Fig. 6)。

9~10月の標本中最小の3尾の雌(74.1~78.4mmFL)の生殖腺指数は10.71(9月); 9.39, 6.06(10月)であった。9~10月の指數平均値と大差なく腹部が肥大し卵が完成遊離し、10月の1個体からは熟卵が得られた。従って群に含まれる小型個体はすでに性成熟に達し産卵に参加していたものと判断された。

群の行動: 予備調査を含む潜水観察の結果から内浦沿岸における本種の群行動は下記のように概括できる。

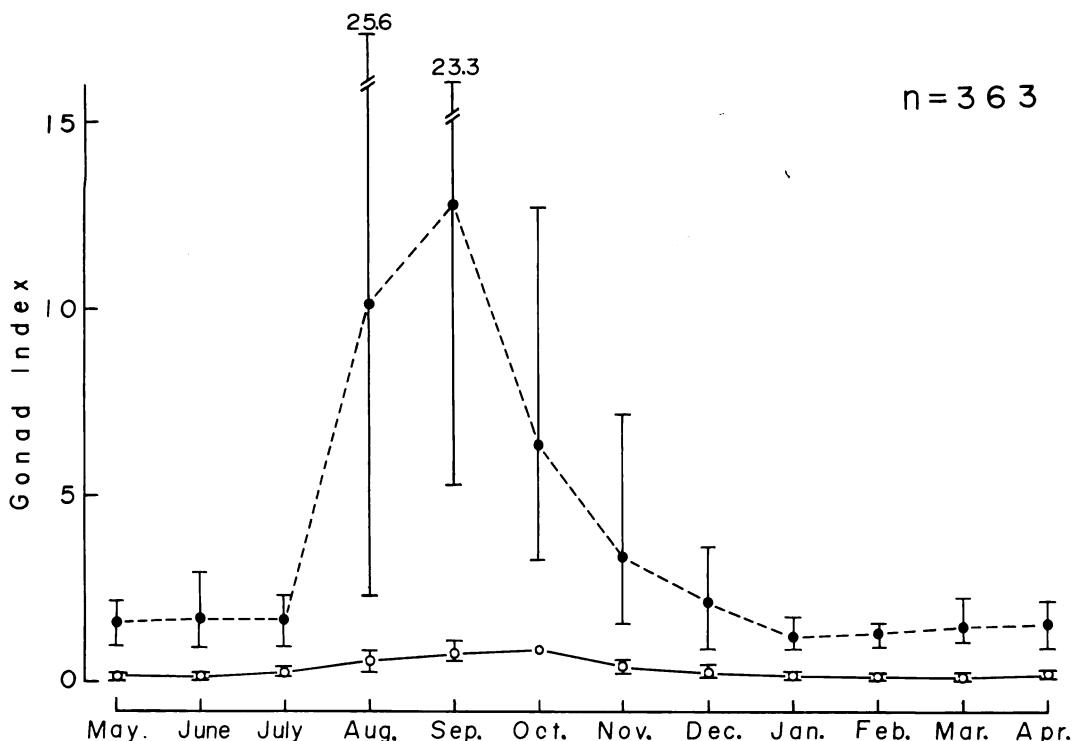


Fig. 6. Monthly change of average gonad index ($(GW/FL^3) \times 10^4$; GW, gonad weight; FL, fork length) in *S. margaritacea* with their maximum and minimum ranges showing in vertical lines. Solid circles, female; open circles, male.

すなわち比較的広大な岩礁の発達する海底では群は大きく比較的均質であって、数千尾以上の大群を形成するのも稀ではない。群中の個体の行動には雌雄差が見られ、雌の游泳範囲は垂直方向には海底より10~20m上方にもわたり、水平方向にも広範囲に拡散統合を繰返す。これに対して雄の游泳範囲は狭く、垂直方向には海底より約3m以内、水平方向にも雌に比べて滞留性が強い。従って海底付近には一般に雌雄が混在するが海底を離れ中層にひろがる群は雌だけで構成される。雌の群が移動し去った後の海底付近に雄だけの小群が残るもの稀ではない。集群性は比較的弱く群は隨時小群に分散した大群に統合する(Fig. 7)。

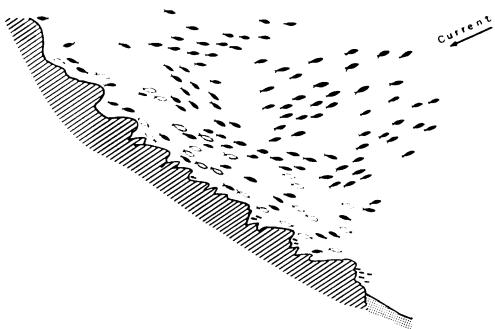


Fig. 7. Diagrammatic view of the school of *S. margaritacea* in St. 2. Sexual composition shown by white fishes (male), larger black fishes (female), and smaller black ones (young).

一方砂地に比較的狭小な岩礁の散在する海底では岩礁ごとに比較的小規模な群が形成される。群中の個体の行動はほぼ上述の通りであるが、群の大きさは基盤となる岩礁の広さに左右され、岩礁相互の距離が群相互の交流隔離に強い影響を与えていたものと判断された。また場所によって少数個体がさらに浅所に発見されたことは前にも述べたが、それらはすべて雌であった。

7月には群の水深の上限が拡がり8月にはこの上限付近の海底(St. 1で水深約20m, St. 2で同15m)に1~2尾の雄と3~10尾の雌によるむらがりができる、その中の雄が雌に対してほぼ水平ないし斜上からSまたはC字型を画いて接近し体をふるわせながら雌に接触するなどの求愛(追尾)行動と看做され得る動作が観察される。9月には群中の隨所(St. 1で水深20~30m, St. 2で同15~30m)に求愛行動を伴う雌雄のむらがりができる、同時に海底をやや離れた群中でも雄

の求愛行動が目撃される。但し群中には求愛行動に加わらない多数の雄も同時に存在する。本種では雄の占拠位置は流動的かつ占拠範囲も不明瞭であって産卵盛期には求愛(追尾)行動は入り乱れて行なわれ、同性ないし他種に対する駆逐行動は認めがたく、いわゆるなわばり行動は明らかでない。求愛行動は10月にはやや減衰し、11月にはごく少数例しか観察されなかつた。同時に群の水深の上限も再び下降し、12月以降ではSt. 1で30m以浅、St. 2で20m以浅において群は認められなくなる。

地中海産の*Anthias squamipinnis*では潮流流速の変化と餌としてもたらされるプランクトン量の多寡とが群行動の変化に強く影響すること、雄が上下にU字型の駆逐・求愛行動をとることが知られている(Popper and Fishelson, 1973)が、内浦沿岸のサクラダイでは潮流に向う行動は常に観察されるものの、それと潮流



Fig. 8. Young of *S. margaritacea*, 19.5~27.5 mm in fork length, obtained near the school in St. 2 in November, 1972.

流速やプランクトン量の変化との関連については明らかではなく、雄の求愛（追尾）行動には両種間に相違があるように思われた。サクラダイの産卵行動は未確認であるが、水槽内のキジハタ *Epinephelus akaara* の産卵行動の観察結果（鶴川・樋口・水戸, 1966; 坂本・鈴木, 未発表）からは上述の求愛（追尾）行動の昂揚の結果産卵に至るものと推定される。

幼魚の生態：月例標本中の最小個体（64.4 mmFL）は6月に得られ、70 mmFL未満の小型魚はこの1個体であった。潜水観察の結果もこの大きさを下まわり一見幼魚と判定され得る小型魚が群中に発見されることはなかった。しかし、1972年8月St. 2の水深40~48mで成魚群とは別に全長約5cmの数尾が発見されて以来、以下すべてSt. 2において同年10月に水深45~48mで全長2~3cmの5尾、同年11月に同じ場所ではほぼ同大の50~60尾（5尾採集、19.5~27.5mmFL）、1973年4月に水深15~30mで全長4~6cmの5~20尾のむらがりが多数（4尾採集、44.5~54.8mmFL）など相次いで幼魚の所在が確認された。これらの例では幼魚はすべて成魚群の周辺部の海底のくぼみや岩陰にすみ、そこからほとんど移動しない。幼魚

は全体に色彩が淡くひ弱に感じられるほかは成雌と外見上はほとんど同様である（Fig. 8）。

食性：本種の胃は盲囊部の発達のやや悪いY字型ないしV字型である。月例標本から任意抽出された120尾の胃内容物はほとんど動物プランクトンであった。年に亘って消化の進んだ査定不能の橢脚類が検出され、4, 7月には暖水外洋性の Calanoidea (田中, 1957) が特に多い。10月には種不明の分離浮性卵多数が検出された。この魚卵は消化が進んでいて査定不能であったが、ちょうど本種の産卵盛期に当り、あるいは本種の卵であるかも知れない。摂餌率 (SCW/BW) × 100 (SCW, 胃内容物の重量; BW, 体重) は 0.02~2.10 の範囲に分散し、0.04~1.20 の間に多少集中傾向が認められる。個体差が著しく季節的变化、魚体重との相関、および雌雄差はいずれも認められない（Fig. 9, 10）。胃内容物の消化度（青山, 1958）もまちまちで採集時間（11~15時）との関連からは摂餌時間に明瞭な集中傾向も認めがたい。また本種では産卵期の雌に顕著な腹部膨隆が認められることは先に述べたが、全標本の体重 (W) 尾叉長 (L) 相関は $W = 0.173 \times 10^{-4} L^{3.086}$ で曲線回帰し、ほとんど全個体がこの曲線附近に集中

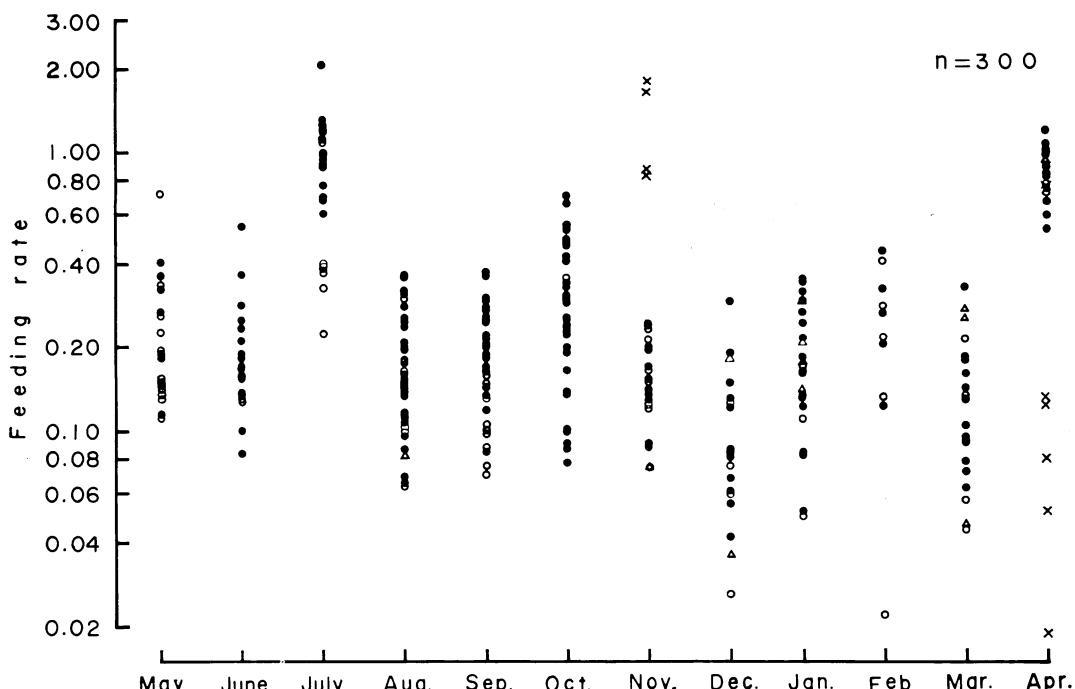


Fig. 9. Comparisons of feeding rate ((SCW/BW) × 100; SCW, stomach contents weight; BW, body weight) in seasonal, individual, and sexual difference in *S. margaritacea*. Solid circles, female; open circles, male; triangles, intermediate form; crosses, young.

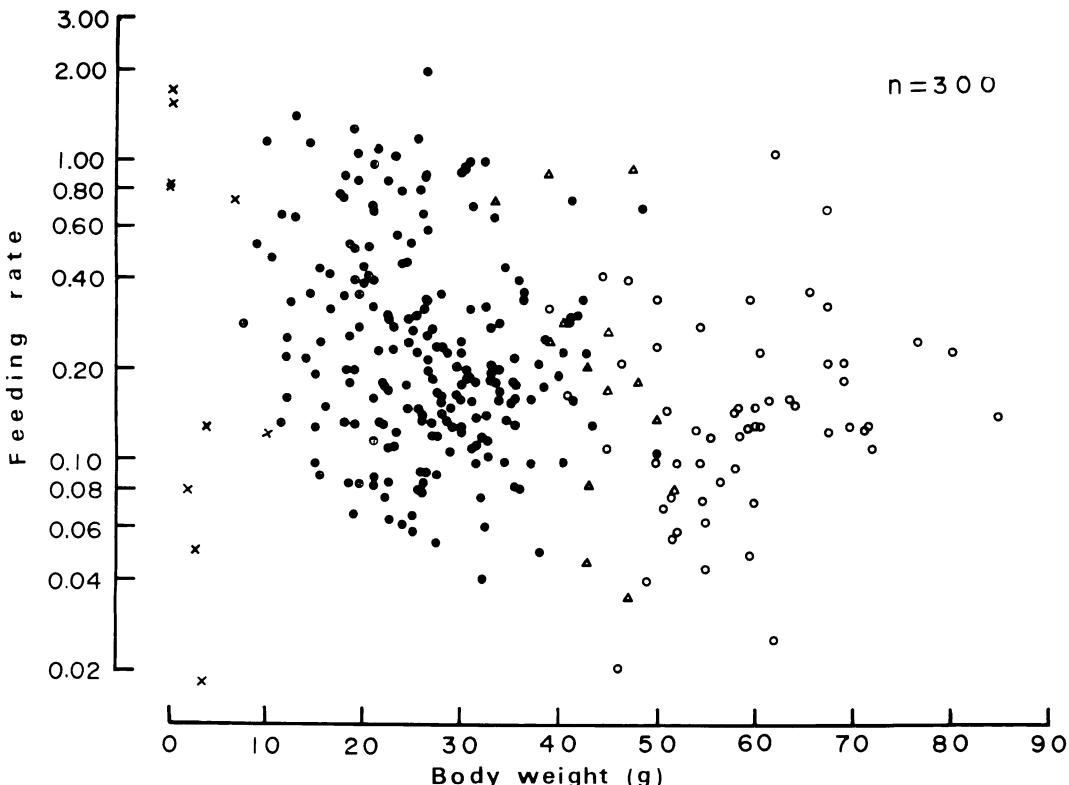


Fig. 10. Relationship between feeding rate ($(\text{SCW}/\text{BW}) \times 100$; SCW, stomach contents weight; BW, body weight) and body weight in *S. margaritacea*. Solid circles, female; open circles, male; triangles, intermediate form; crosses, young.

する (Fig. 11). すなわち本種では生殖腺の発達が肥満に大きな影響を与えてはいないものと看做されよう。

結局、少なくとも内浦沿岸における本種は季節、水温その他の環境条件にあまり影響されず、周年にわたって主として動物プランクトンを摂餌し、手近に適当な浮遊性のえさがあればこれを無選択に摂餌しているのであろう。雌雄とも摂餌しつつ産卵期を経過し、同様にして越冬するものと思われる。

初期生活史: 1972年9月St. 2の水深18~35mで採集された雌6尾(96~120 mmFL., 20.5~45.0g BW), 雄4尾(124~137 mmFL, 43.5~54.5g BW)を用いて人工授精を行なった。熟卵は腹部圧迫によって得られたが放精は困難であったため雄には開腹処理法がとられ授精率はほぼ100%であった。受精卵は1lビーカーで飼育され観察に供された。飼育海水は随時換水され $S=32.5\%$ 前後、水温は24.3~28.5°Cであった。

卵の形態: 受精卵は油球1個を有する無色透明の球

形分離浮性卵で、卵径0.78~0.80mm, 油球径0.16~0.18mm, 卵膜及び卵黄に特殊な構造はなく、卵膜腔はせまい。

卵発生: 受精30分後2細胞期、40分後4細胞期 (Fig. 12 A)。2時間後桑実期に達する (Fig. 12 B)。7時間30分後胚皮は卵黄の4/5をおおい、胚体原基が出現 (Fig. 12 C)。8時間30分後2個の筋肉節が認められる。9時間後、原口が閉鎖し筋肉節数は4となる。9時間30分後、眼胞およびKupffer氏胞が出現、筋肉節数は6となり、胚体は卵内の1/2をまわり、油球がその反対側に位置する (Fig. 12 D)。12時間後、Kupffer氏胞消失、筋肉節数17、胚体尾部が遊離する。13時間後、心臓原基、レンズおよび耳嚢分化、筋肉節数19、胚体背面に点状の黑色素胞が出現する。14時間後、心臓の搏動が始まり胚体はさかんに動く、15時間30分後、最初のふ化が見られ、16時間後にはほとんどの卵がふ化した。ふ化直前の筋肉節数は25である (Fig. 12 E)。

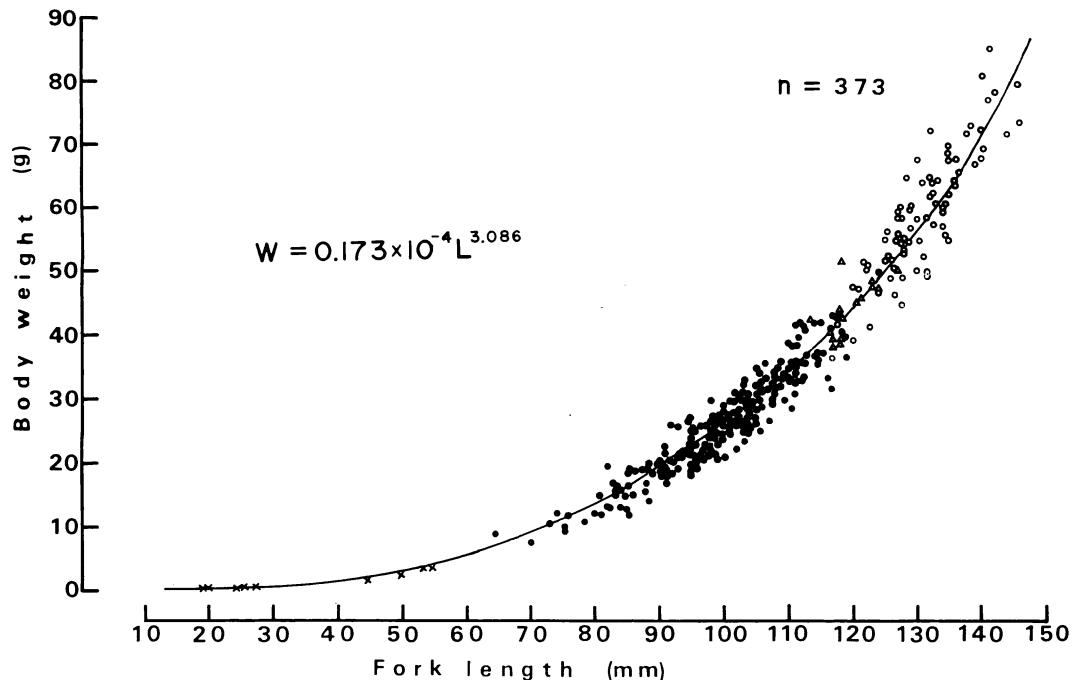


Fig. 11. Relationship between body weight and fork length in *S. margaritacea*. Solid circles, female; open circles, male; triangles, intermediate form; crosses, young.

仔魚前期：ふ化直後の仔魚は全長 1.46~1.52 mm, 卵黄前縁より体後端までの長さ 1.72~1.82 mm, 卵黄長径 0.94~1.00 mm, 油球径 0.16 mm, 卵黄前端は頭部より前方へ突出し, その前端に位置する油球の一部は卵黄表面からさらに前方へ突出する。筋肉節数は 13+13=26, 頭部前端に黒色素胞が出現し, 頭頂部から尾部背面にかけて叢状の黒色素胞が 7 個, 油球前部にも同じく数個が認められる。黒色以外の色素胞はない。卵黄および膜鰓上に顆粒が認められる。容器内のふ化仔魚は頭部を上に懸垂状態で水面直下に浮きほとんど動かない (Fig. 12 F)。ふ化後 3 時間後には尾部末端の筋肉節が分化しその数は 13+15=28 となる。ふ化 9 時間後, 全長 2.04~2.08 mm, 尾部が伸長し肛門の位置は体中央よりやや後方となる。筋肉節数 13+15=28, 仔魚の懸垂状態は変わらない (Fig. 12 G)。ふ化 21 時間後, 全長 2.20~2.32 mm, 卵黄長径 0.44 mm, 筋肉節数 12+16=28, 肛門は体の中央を開く。頭部から尾部背面の黒色素胞は大型叢状の 2~3 個となり, 消化管背面と直腸部に別の黒色素胞が出現する。仔魚は水面よりやや沈下し間歇的に活発に游泳する (Fig. 12 H)。ふ化 38 時間後, 胸鰓ができる, 筋肉節数 11~12+16=27~28 となる。ふ化 48 時間後, 全長 2.40

~2.46 mm, 卵黄はほとんど吸収され長径 0.16 mm となる。筋肉節数 10+16=26 となり成魚の脊椎骨数と一致する。口が開き眼の後端が黒化し体の腹面に点状黒色素胞が出現する。肛門の位置は変わらない。ほとんど全個体が器底に沈み, 器底より間歇的に泳ぎ上ってはまた沈む (Fig. 12 F)。卵黄吸収後の飼育には成功せずふ化後 3 日以内にすべての個体が死亡した。

論 議

冒頭に述べたように本種の性転換については Reinboth (1963), Okada (1965 b) によって組織学的に知られ, Smith (1959, 1965) は生殖巣の比較研究をもとにスズキ科内における分類学的位置づけに論及し, 本種の性転換型を *Rhypticus-Anthias type* とした。Okada (1956 b) は著者らと同じ駿河湾内浦沿岸から得た標本をもとに性転換期を春から初夏と推定したがこれは著者らの結果と相違する。著者らの観察結果では本種の性転換期は主として 12~4 月と推定され, 生殖巣の最も衰微する時期に当る。これは *Mycteroptera*, *Epinephelus*, *Cephalopholis* その他のハタ亜科の性転換が産卵終了直後になされ (Smith, 1965), 他科のたとえばレンコダイ *Taius tumifrons*=*Dentex tumifrons*

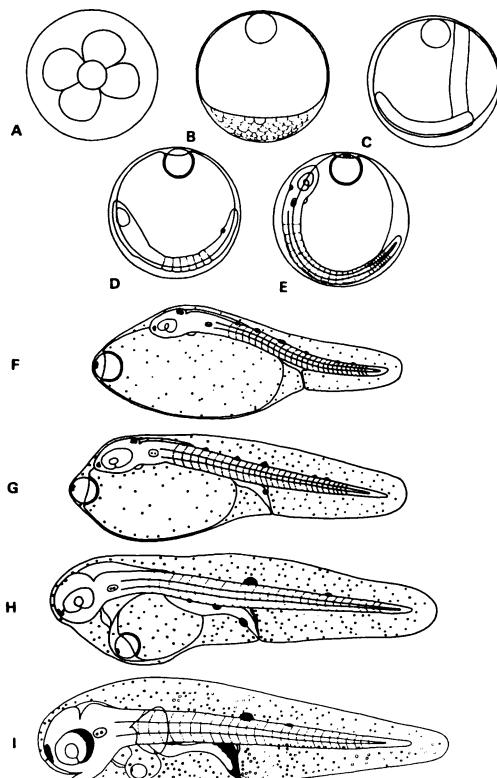


Fig. 12. Developing eggs and early larvae of *S. margaritacea*. A: 4-cell stage, 40 min. after insemination. B: morula stage, 2 hr. C: formation of embryonal body, 7 hr. 30 min. D: 6-myotome stage, Kupffer's and eye vesicle appeared, 9 hr. 30 min. E: just before hatching, 16 hr. F: larva just hatched out, 1.46 mm in total length. G: larva, 9 hr. after hatching, 2.04 mm in total length. H: larva, 21 hr. after hatching, 2.20 mm in total length. I: larva 2 days old, 2.24 mm in total length.

(青山, 1955); イネゴチ *Cociella crocodila* (青山・北島・水江, 1963); アネサゴチ *Onigocia macrolepis* (藤井, 1970) の性転換が生殖巣の最も衰微する時期から回復期にかけて生ずる例にも支持されよう。この相違は Okada の標本に 1~3 月の資料が欠けているために生じたもので、同時に性比に季節的変動を認めた Okada の意見も標本が漁師の手を経て入手されたための偏りと看做される。内浦沿岸では本種は主として手釣りによって漁獲されるがその結果は群の性比とは一致しない。前述のように著者らの研究からは性比に明瞭な季節的変動は認めがたい。

本種の性転換発現のきっかけや性転換中の中間型が常に極めて少数である理由は充分明らかではないが、まず性転換が短期間に終了すること、雌雄のそれぞれに多年次の年級群が含まれ性転換期の個体が本来比較的少数であることなどが中間型の少ない理由と考えられる。次いで以下に述べる他種の例が本種の性転換のきっかけに示唆を与える。 *Anthias squamipinnis* では水槽内で体色および行動上の性転換が 2 週間で完成した例が知られ、外見上の雄への転換は常に雄から隔離された雌の中から生じ、新たに生じた外見上の雄の隔離によって次々に新しい転換を発見させ得たこと、雄とともに収容された雌の中からは外見上性転換個体を生じなかった (Fishelson, 1970; Popper and Fishelson, 1973) という。但しこの例では生殖巣の変化による真の性転換を必ずしも伴ってはいらず、産卵期と性転換期との関連も追求されてはいない。一方、ベラ科のホンソメワケベラ *Labrodes dimidiatus* についてなわばりを作る小群中の雄が除去されたとき、その中の優勢の雌が外見上の雄に転換する例も知られた (Robertson, 1972)。

サクラダイでは上記 2 種におけるような雄の明瞭ななわばり行動は見られず、性転換期に中間型が外見上の大型の雌（前述のように性転換中の生殖巣を有する可能性がある）および雄とともに小群を形成するのが発見された例があり、水槽内に雄とともに収容された小グループで外見上の中間型が生じた観察例もある。その他産卵期などについても *Anthias squamipinnis* とは相違するなど、上記 2 種とは性転換に関する生態上の相違点が少なくないようである。しかし、本種の中間型が雄の求愛（追尾）行動の認められない生殖巣休止期に主として出現することから、本種においても雄の求愛行動の消失が性転換発現のきっかけをつくる役割りを果している可能性はある。もしこの予察が正しければ、産卵期の 8 月にも群の中心を離れた雄の存在しない場所で稀れに外見上の中間型の見出される理由を説明することもできよう。

検鱗の結果、11 月採集の幼魚 (19.5~27.5 mmFL) は初生鱗を有し、4 月採集の幼魚 4 尾 (44.5~54.8 mmFL) と 6 月採集の成魚群中の最小個体 (64.4 mm FL) には第 1 番目の鱗紋が形成されつつあるのが確認され、採集時期と大きさとから 0 才ならびに 1 才と判定された。雌としての生物学的最小形は先述のように 74~75 mmFL と看做され、この大きさに相当する 70~80 mmFL の 5 尾 (5, 7, 10, 12 月採集) には 2 個、さらに 84~91 mmFL の 4 尾 (4 月採集) には 3 個の

鱗紋が見出された。

10~11月発見の全長20~30mmの幼魚は産卵後2~3ヶ月を経たものと見てほぼ相違なく、キジハタ*Epinephelus akaara*の例(水戸・鶴川・樋口, 1967)からも約1ヶ月の浮遊期を経たのち底生生活に移ったものと推定される。但しこの間の生態は不明であって、初生鱗をもつ幼魚が成魚群よりもむしろ深みで発見され、少なくとも成魚群の生息上限より浅所では発見されなかつた理由も明らかではない。しかし、成魚群の周辺の岩陰にすみついた幼魚が成長とともに生活圏を拡大して成魚群に接近し発生翌年の夏には群中の小型個体となることは確実と思われ、0~1才と推定された上記の幼魚がこの過程に相当しよう。その後は産卵期の早い時期に発生した個体が1才で産卵(10, 12月採集の2尾; 78.4, 70.0mmFL, 前者からは熟卵が得られた)し、おそらく発生したものは2才で産卵(5, 7月採集の2尾; 74.0, 80.0mmFL)すると考えるのが鱗相と体長の関連から妥当と思われる。しかし成長についての研究は不充分であるので別の機会に詳細を報告したい。

ハナダイ類の初期生活史については文献資料がほとんどないが、本種のふ化仔魚と本類にやや近縁のスズキ*Lateolabrax japonicus*(スズキ亜科; 水戸, 1957)およびキジハタ*Epinephelus akaara*(ハタ亜科; 鶴川・樋口・水戸, 1966)のふ化仔魚との間には形態上興味ある顕著な相違が認められる。3種ともに分離浮性卵でふ化仔魚も浮遊性であるが、スズキおよびキジハタには本種のような頭部より前方に著しく突出する大型の卵黄がない。スズキふ化仔魚の油球は卵黄の前端または前方下面に位置し、卵黄表面から突出せず、ふ化12時間後は頭部を下にして容器中層に懸垂静止する。一方キジハタでは油球は卵黄後方に近く位置し、やはり頭部を下にして懸垂姿勢をとる。いずれも頭部を上にして懸垂する本種とは正反対の姿勢である。

外見上本種のふ化仔魚はむしろヒメジ*Upeneus bensasi*, ササノハベラ*Pseudolabrus japonicus*(いずれも水戸, 1966)に類似するが、前者は卵黄表面に亀裂があり肛門が卵黄に接して開くことで本種と相違し、後者は全体の形や背膜鱗の起点、背面黒色素胞の数などの相違で本種と容易に弁別できる。ハタ亜科の後期仔魚(稚魚)期には背鱗第2棘と腹鱗棘が等しく延長し、前鰓器官が発達することが知られる(中村, 1935; 鶴川・樋口・水戸, 1966; 水戸・鶴川・樋口, 1967)が、ハナダイ類の後期仔魚はすべて未知である。

要 約

1. サクラダイは駿河湾内浦沿岸では潮下帯の岩礁性の海底付近に群生し、群の生息範囲の上限は水深約15mであるが少数個体は水深7m以深で発見される。

2. 毎月1回1年間採集された標本364尾の内訳は多数の小型の雌(64.4~124.0mmFL)73.9%, 少数の大型の雄(117.5~146.0mmFL)21.7%, およびごく少数の性転換中の中間型(111.1~127.0mmFL)4.4%であって、性転換による中間型の発現を除き群中の性比に季節的変動は認められない。

3. 群中の雌の行動範囲は広く海底を離れて拡散し、雄の行動範囲は狭く海底付近に停滞する傾向が著しい。

4. 産卵期は8~11月、9月が最盛期である。産卵期には群は浅所に向って拡がり群の上限水深に達するが、産卵期の終了とともに再びやや深みに戻る。

5. 本種の性転換期は主として産卵後の12~4月で生殖巣の休止期に当ることがわかった。性転換中の個体は常に極めて少数である。

6. 9~10月に採集された群中の最小型個体(74.1~78.4mmFL)は雌としての生物学的最小形に達していた。周年を通じて群中には65mmFLを大きく下まわる幼魚は存在せず、群は成魚群と判断された。

7. 鱗と成長量とから0~1才と判定された幼魚(19.5~54.8mmFL)は成魚群の周辺またはやや深みの海底にむらがる、幼魚は翌年の夏成魚群に加入し、雌としての生物学的最小形に達するのは1~2才と判定された。

8. 本種は周年にわたって動物性プランクトンを摂食する。摂餌量には個体差が著しく、一方季節的変動、雌雄差、体重との相関、産卵期の影響等はいずれも認めがたい。

9. 卵は直径0.78~0.80mm、特殊な構造のない分離浮性卵である。ふ化直後の仔魚は全長1.46~1.52mm、既知のハタ亜科、スズキ亜科のふ化仔魚とは頭部前方へ突出する大きな卵黄とその先端に1個の油球を有すること、および容器内では頭部を上にして懸垂浮遊する点で相違する。ハナダイ類の前期仔魚は本種によってはじめて知られた。

謝 辞

本稿校閲の労をとられた山口大学片山正夫教授、日本ルーテル神学大学上野輝彌教授; 文献の教示を含め有益な助言を与えた黒田長禮博士、金沢大学奥野良之助教授; 檢鱗の指導を受けた遠洋水産研究所千国史郎技官; 胃内容物査定に協力された東海大学大学

院木侯誠氏に深謝する。併せて調査に便宜を与えられた三津天然水族館花島治作館長、内浦漁業協同組合佐藤武羅夫氏、同杉山邦彦氏；海底照度の測定に協力されたKKセコニック岸本幹男氏、調査研究に同行された東海大学海洋科学博物館塩原美敵氏ほか同僚諸氏に厚くお礼申上げる。

引用文献

- 青山恒雄。1955. レンコダイ *Taius tumifrons* にみられた両性生殖巣。魚類学雑誌, 4(4-6): 119~129, figs. 1~10, pls. 1~4.
- 青山恒雄。1958. マアジ *Trachurus japonicus* の摂餌量。西海区水産研究所業績, 97: 34~45, fig. 1.
- 青山恒雄・北島忠弘・水江一弘。1963. イネゴチ *Cocciella crocodila* (Tilesius) の性転換。西海区水産研究所報告, 29: 11~33, figs. 1~10, pls. 1~3.
- Breder, C. M., Jr. and D. E. Rosen. 1966. Modes of reproduction in fishes. Nat. Hist. Press, New York, 10+941 pp.
- Fishelson, L. 1970. Protogenous sex reversal in the fish *Anthias squamipinnis* (Teleostei, Anthiidae) regulated by the presence or absence of a male fish. Nature, 227: 90.
- 藤井武人。1970. コチ科魚類における雌雄同体性と性転換現象—I. アネサゴチの性転換。魚類学雑誌, 17 (1): 14~21, figs. 1~6.
- Katayama, M. 1960. Fauna Japonica, Serranidae. Biogeogr. Soc. Japan, Tokyo, 8+189 pp., 816 figs.
- 倉田洋二・坪川慎二。1971. 伊豆諸島の海産生物 III. ミハラハナダイの生態。採集と飼育, 33 (3): 79~80, figs. 1~4.
- 黒田長禮。1931 a. 駿河湾静浦付近産魚類目録. *Amoeba*, 3 (1~2): 85~127.
- 黒田長禮。1931 b. 桜鯛の雌雄と学名。動物学雑誌, 43 (516): 627~628.
- 水戸敏。1957. スズキの卵発生と幼期。九州大学農学部学芸雑誌, 16 (1): 115~123, figs. 1~2.
- 水戸敏。1966. 魚卵・稚魚。日本海洋プランクトン図鑑 7. 著洋社, 東京, 74 pp., 26 pls.
- 水戸敏・鶴川正雄・樋口正毅。1967. キジハタの幼期。内海区水産研究所報告, 25: 337~347, figs. 1~12.
- 中村秀也。1935. 小湊付近に現われる磯魚の幼期 (其八). 養殖会誌, 5 (2): 35~44, figs. 39~49.
- Okada, Y. K. 1965 a. Sex reversal in the serranid fish, *Sacura margaritacea*. I. Proc. Japan. Acad., 41 (8): 737~740, figs. 1~3.
- Okada, Y. K. 1965 b. Sex reversal in the serranid fish, *Sacura margaritacea*. II. Proc. Japan. Acad., 41 (8): 741~745, figs. 1~5.
- Popper D. and L. Fishelson. 1973. Ecology and behavior of *Anthias squamipinnis* (Peter, 1855) (Anthiidae, Teleostei) in the coral habitat of Eilat (Red Sea). J. Exp. Zool., 184: 409~424, figs. 1~6, pls. 1~2.
- Reinboth, R. 1963. Natürlicher Geschlechtswechsel bei *Sacura margaritacea* (Hilgendorf) (Serranidae). Annot. Zool. Japon., 36 (4): 173~178, figs. 1~7.
- Robertson, D. R. 1972. Social control of sex reversal in a coral-reef fish. Science, 177: 1007~1009.
- Smith, C. L. 1959. Hermaphroditism in some serranid fishes from Bermuda. Papers Michigan Acad. Sci., 44: 111~119, figs. 1~8.
- Smith, C. L. 1965. The Patterns of sexuality and the classification of serranid fishes. Amer. Mus. Nov., 2207: 1~20, figs. 1~12.
- 鈴木克美・小林弘治。1972. 南伊豆および西伊豆(内浦湾)の浅海魚類相およびその検討。静岡県海中公園学術調査報告書: 27~50, fig. 1.
- 田中於菟彦。1957. 浮游性橈脚類。水産学集成: 259~284. 東大出版会, 東京, 890 pp.
- 鶴川正雄・樋口正毅・水戸敏。1966. キジハタの産卵習性と初期生活史。魚類学雑誌, 13 (4~6): 156~161, figs. 1~2.
- Yoshino, T. 1972. *Plectranthias yamakawai*, a new anthiine fish from Ryukyu Islands, with a revision of the genus *Plectranthias*. Japan. J. Ichthyol., 19 (2): 49~56, figs. 1~3.

(東海大学海洋科学博物館研究業績 No. 20)
(鈴木・小林・日置, 424 清水市三保 東海大学海洋科学博物館; 坂本, 921 金沢市東御影町 金沢水族館)