

レンコダイ *Taius tumifrons* にみられた 両性生殖巣*

青 山 恒 雄

(西海区水産研究所)

On the hermaphroditism in the yellow sea bream, *Taius tumifrons*

Tsuneco AOYAMA

(Seikai Regional Fisheries Research Laboratory)

魚類の両性生殖巣については木下 (1935) のクロダイ *Sparus longispinis* の性転換を示した有名な報告のほか、定期的または偶発的な性転換と関連づけ、または単に両性生殖巣として少なからぬ報告がなされている。筆者はメイチダイ科 Pentapodidae に属するレンコダイ(キダイ)** *Taius tumifrons* (TEMMINCK et SCHLEGEL) の調査を行つていゝうちに 20 個体あまり、両性生殖巣を持つ個体を発見したので、その外部形態ならびに組織構造をしらべ、これが性転換の過程であり、この魚の顕著な性比の転換ともいふづんの関係を持つことを確かめたので、これを報告する。

本研究の実施に当り少なからぬ御指導をたまわつた長崎大学教授立石新吉博士、ならびに西海区水産研究所資源部長村上子郎博士および本稿の御校閲をいただいた九州大学教授内田恵太郎博士に深謝する。

材料および方法

この研究に供したレンコダイは、西海区水産研究所資源部において 1950 年来行つてきている東海黄海底魚資源調査の一環として行つていゝレンコダイの生物学的調査のための材料の中から得られたものである。主として長崎魚市場に水揚げされた機船底曳船の漁獲物を適宜買取つたもので、漁獲後測定までに 3~15 日を経過しておゝりその期間魚倉内に氷蔵されていゝたものである。したがつて固定された際すでに生鮮のまゝでなく幾分の変化を来しておゝり、大部分では切片による観察に不適と思われた。また切片を作成した 4 個体についても微細にわたる観察には十分にたえない点もあつた。

レンコダイの生物学的精密調査に使用した標本数は 3,000 個体に余るがその中から両性生殖巣を有するもの 22 個体を発見した (Table 1)。

Table 1. Samples having hermaphroditic gonads.

Sample No.	Sampling date	Fishing area†	B. L.††	B. W.	G. W.	Type
1 (I)	'52. 4.21	502, 512	mm. 215	gr. 393	gr. 3.5	A
2	'52. 7.15	558	221	411	1.7	"
3	'52. 7.25		222	428	7.7	"

* 西海区水産研究所業績 第 51 号

** 木下 (1936) はキダイ *Sparus hasta* にもクロダイに似た定期的な性転換があることを発見したといつていゝるが、これとはもちろん別種である。

4		'52. 8.29	270	152	151	0.8	A
5	(II)	'53. 3.13	257, 258	212	332	2.5	"
6		'53. 4.14	461	206	338	2.0	"
7		"	"	224	440	2.0	"
8		'53. 5. 2	544, 545	220	459	3.1	"
9	(III)	"	"	226	529	4.5	"
10		"	"	212	460	5.1	"
11	(IV)	'53. 7. 7	275	231	449	3.4	"
12		'54. 3. 4	258	227	400	2.2	"
13		"	"	221	380	1.8	"
14		"	"	205	341	2.2	"
15		'54. 6.10	284	221	421	2.5	"
16		'54.12.24	462	135	102	1.1	"
17		'52. 6.10	236, 237	226	454	3.2	B
18		'52. 7.15	558	252	598	2.3	"
19		"	"	234	565	2.5	"
20		"	"	231	545	2.3	"
21		'52. 8.29	270	155	168	1.7	"
22		'53. 8.12	527	192	297	1.7	"

† The fishing area is shown by the Registered Block Number in the East China Sea.

†† The body length shows the distance from the tip of the snout to the posterior end of the vertebrae with the urostyle.

これらについて外観をスケッチした後4個体〔Table 1, (I)(II)(III)(IV)〕について連続切片を作り、組織構造を調べた。固定は BOUIN's 液により、パラフィン法によつて普通に連続切片を作成した。染色は DELAFIELD's ヘマトキシリンとエオシンの二重染色法によつた。

観 察 結 果

外形の視察 レンコダイにみられた両性生殖巣の外形を模式的に示すと Fig. 1* のようにな

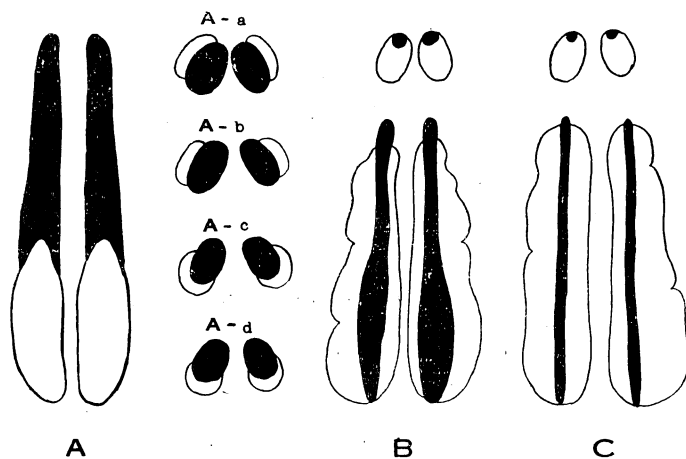


Fig. 1. Diagrammatic drawings of hermaphroditic gonads of yellow sea bream.

* 岡田 (1942) は *Clupea harengus* の雌雄両性巣を模式化して 14 種の型に表わしているが、レンコダイのものは、そのいずれにも該当していない。Fig. 1, A は雌雄を逆にするると 14 の型に似ている。

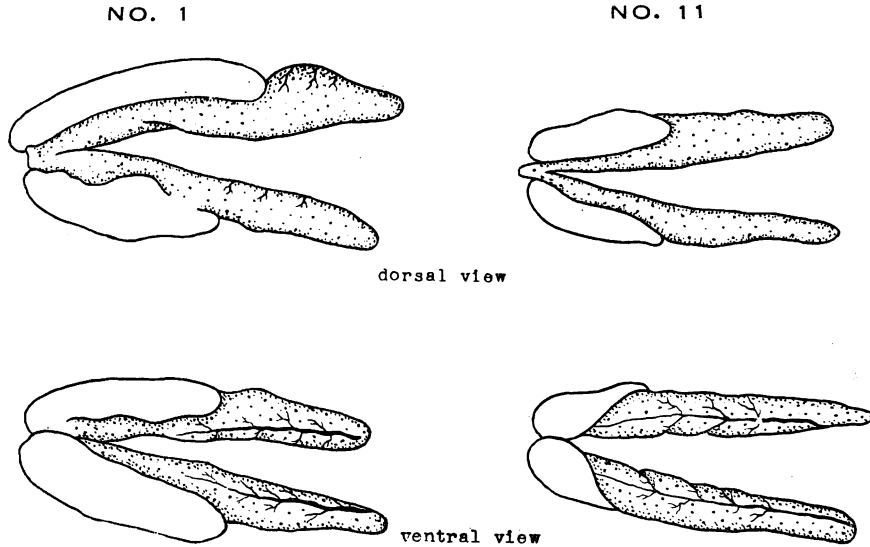


Fig. 2. Sketches of hermaphroditic gonads of yellow sea bream.

る。Aについては Fig. 2 のスケッチにみるように精巣は生殖口に近く卵巣と重つて存在しており、左右の生殖巣はほぼ同形である。Table 1 の No. 1~No. 16 がこの型であつた。精巣が卵巣の後半のみに附随していることはみな同様であるが、断面的に見た相対位置は斜外上 (A-a) から下 (A-d) まであり特に一定していない。たゞ卵巣の内側に精巣のみられるものはなかつた。肉眼観察による熟度* は精巣では普通の雄の成熟したそれと同一で、乳白色で内容が充実した塊状をしていたが、卵巣では成熟 (mature) または成熟過程 (immature, maturing) とみられるようなものはなく、いずれも放卵後 (spawned), または休止期 (spent) における普通の卵巣の様相に似ており、さらにそれが吸収され退化して行くかに見られるようなものが多かつた。

Fig. 1, B に該当するものは Table 1 の No. 17~No. 22 の個体であるが、これでは精巣は大きさも普通の雄と同じ程度までに増大し成熟していた。卵巣はAと同様であるが、さらに退化したように見られ、生殖口寄りの部分は中空の袋状を呈していた。Fig. 1, C は正常に発達した精巣に卵巣の根跡と思われるものが附着したもので、体長 230 mm 以上の極く大型の個体のみしばしばみられたが、附着物が卵巣の痕跡であるかどうか疑わしい点もあるので、Table 1 には入れてない。B, C では精巣は常に下側に位置していた。

卵巣と精巣との組織の境界面は外見から明瞭に観察されるものがほとんど全部で、ごく少数個体でしかも一部分境界が確然としないものがあつた。

レンコダイでは外形から雌雄を大まかに判断することができる**が、両性生殖巣を持つたこれらの個体では中間型と思われる外形のものが多かつたが、雌や雄の型のものもあつた。また産卵期および産卵期直後には雌では産卵口附近の形がゆるんでいるので、普通雄と判別できるが両性生殖巣を持つ個体でこうした状態のものはなかつた。

連続切片による観察 Table 1 の No. 1 (I), No. 5 (II), No. 9 (III), および No. 11 (IV) の 4 個体につき、連続切片を作成して観察した。卵巣と精巣との両者が存在している範囲に

* 卵巣の成熟度の肉眼判定については、S. SHINDO & T. AOYAMA: Maturity of the Yellow Sea Bream (*Taius tumifrons*) in the East China Sea. を参照されたい。

** 80%程度の精度で判別できる。真道, 青山 (1954): 東海および南シナ海産レンコダイに関する形態測定の結果について、を参照されたい。

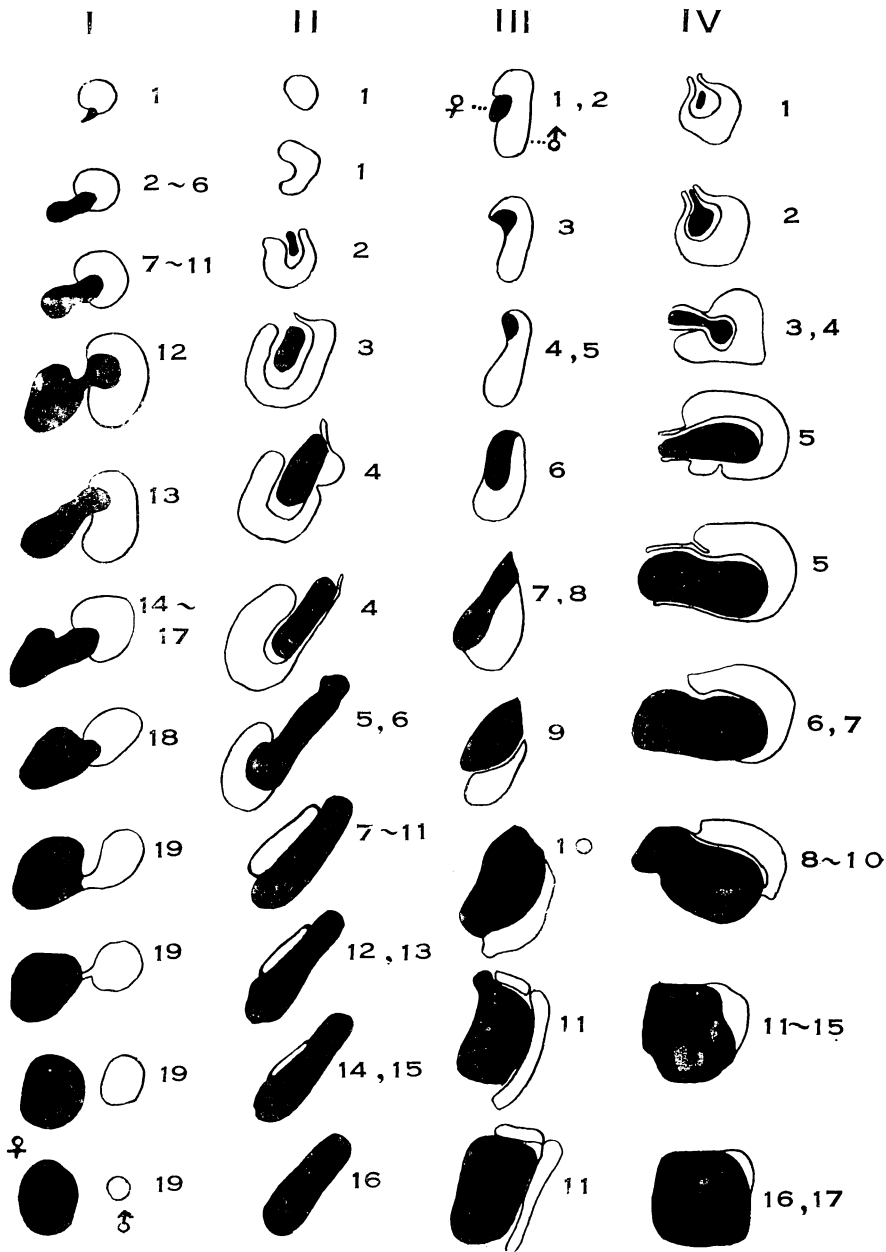


Fig. 3. Diagrammatic drawings of cross sections of hermaphroditic gonads of yellow sea bream, by means of continuous preparations method. Figures show the number of slide glass.

ついて両者の関係をやゝ模式化して示したのが Fig. 3 である。図は左から右に I, II, III, IV, の個体を示し、上が生殖口側である。図は連続切片の中から両生殖巣の関係の変化をよく表現するように適宜の切片を抜き出して示してある。各図の肩に附した数字はスライド・ガラスの番号である。

I では卵巣の一部が精巣中に突入しているが両者が分離する附近では逆に精巣の一部がのびて卵巣と結合している。両者の接合面は繊維状の結締組織で境界づけられているが特に明瞭な層壁

はない。両生殖巣の巣壁は両者が接している付近では肥厚しており、卵巣では殊に顕著である。IIとIVとはよく似ており、生殖口付近では卵巣は精巣内に溝状に陥入しており、切片では包みこまれたように見える。生殖口を離れるに従い卵巣は精巣からはみ出して来るが依然精巣に包まれた形である。やがて精巣と卵巣の量的な関係が逆転してくると精巣は卵巣上の一部に附着した形となる。IIの後端(生殖口側の端)附近(1—3)*については卵巣が精巣内に陥入した溝の底の部分では特別の境界なしに両組織が接しているが、その他の部分では繊維状の結締組織で区分されている。その少し前の部分(4,5)では全く境界なしに両者は接しているが、中央にかゝる前(6—11)から部分的に結締組織で仕切られてくるが、直接接している部分の方が多い。精巣が細くなるにつれ(12—15)再び結締組織の境界はみられなくなる(Fig. 4)。IVでは最後端(1)では精巣と卵巣とは直接接しているが(Fig. 10)、以後1/3位まで(2—7)は部分的に結締組織の境界が生じ直接接している部分が狭くなり、それ以後(8—17)では明瞭な境壁によつて区分され(Fig. 11)層壁となつている部分も多くなる。IIIでは初め卵巣は精巣の一部に陥入しており、この部では両者は入り交つてこそいないが特別の境界なしに接している(1—5)(Fig. 6)。生殖口を少し離れると卵巣が大きくなるが、それ以後(6—8)では卵巣と精巣との境界に結締組織の壁が生じ直接接触面はだんだん狭くなり、ついに(9—10)は結締組織の層壁で完全に分離される(Fig. 7)。4個体を通じ、精巣は卵巣の上に附着した形で存在し、卵巣の細い端の部分ではこれを包んだ形になつている。両者は生殖口よりの部分では直接接触しているが、その他では普通繊維状の結締組織で境界づけられて接しており、全体を通じて混在することはない。

つぎに雌雄の生殖巣内にみられる生殖細胞の成熟状態をみると、Iの精巣では精子を充満した胞嚢が過半数を占め、精娘細胞と精母細胞が残りをも占め精原細胞は見られない。一方卵巣**では直径0.18mm以下で卵黄顆粒期以前の初期段階に属する卵母細胞のみがみられ、ごく少数、直径0.26~0.31mmの初期卵黄球期の卵母細胞がみられる。卵母細胞の分布状況は精巣に接する付近では極めて疎であるが、その他では密である。

IIについても精巣では精子が大半を占め、残部を精娘細胞と精母細胞が占めている。生殖口に近づくほど精子の割合は増加し最後部では80%以上となつている。精原細胞は見られない。卵巣内には周辺仁期以前の卵母細胞が密に分布し、2,3卵黄顆粒期のものがみられる。精巣に接する部分や周辺の一部では、他よりやゝ大型であるが内容が分解したようにみられる状態の卵母細胞の群がみられる(Fig. 5)。

IIIでも精巣は以上のものと似ており、ほゞなかば近くは精子であり、その量は生殖口に近づくにつれ増大している。精原細胞は見られない。卵巣は密に分布した周辺仁期およびそれ以前の卵母細胞のみからなつている。

IVでは精巣はほゞなかばを占める精子について精母細胞、精娘細胞で満たされているほか、ごく少数の精原細胞を持つている。卵巣では密に分布する周辺仁期までの卵母細胞の中に少数卵黄顆粒期(径0.16~0.24)のものが点在しているほか、両生殖巣が併行する部分の中ほど(Fig. 3, D, 3—7)には卵黄球期と思われるやゝ大型の卵母細胞の塊りが存在している(Fig. 10, 11)。これらの卵母細胞は直径0.21~0.30mmで初期の卵黄球期と思われるが、内容物にまつたく分化がみられず、あたかも成熟期のものようであるが、これが卵黄球期の卵黄が分解されたものであるか、あるいは矮小型の成熟卵母細胞であるのか不明である。また普通のレンコダイの卵巣では卵黄球期の卵母細胞の周辺には周辺仁期以前のものが混在しているものであるが、この部

* 以後()内数字は Fig. 3 の各図に附したスライド・ガラス番号を示す。

** 卵細胞の成熟段階は山本(1954)に従つた。

ではそうした様子はない。また、その他にも径 0.40~0.45 mm で卵黄球期と思われるが成熟期の卵母細胞によく似たものが2, 3点存在している。4個体とも卵放出後の卵胞細胞層 (Empty follicle cell) は確認できなかつた。

考 察

レンコダイの体長別性比を漁場別に計算した結果は Table 2 のとおりである。雌雄の判明している 3,291 個体について計算したもので、この内雌は 2,016 個体で全体に対する割合は 61.26 % となり、性比はかなり偏っている。両性生殖巣を持つ個体は 22 で出現率は 0.67 % となる。1年を3ヶ月ごとの4期に分け計算した結果はみなよく似ており、雌の全体に対する割合は小型魚で非常に高く、初成熟体長である 140~160mm では 70~80 % を占めている。体長が増すにつれ雌の割合は減少し 200~210 mm で雌雄の関係が逆転し、大型魚では雌は 10~20 % しか占めなくなっている。この関係は漁場別に計算したのもでもまったく同一である。次に同表から両性生殖巣を持つ個体の出現率をみると初成熟体長 140~160 mm 附近にも少数みられるが、大部分は性比が逆転する 210 mm 前後の体長に現れ、出現率もかなり高くなっている。また C 型のものには 230 mm 以上のもののみに見られている。性比の変化の理由としては雌雄による生態の差、成長率や寿命の差などを考えることもできるが、性比の逆転する体長附近で両性生殖巣を持つ個体が多くみられるというのはその体長附近で性転換がいくぶん行われていることを暗示しているように見られる。

観察された両性生殖巣はいずれも視察によると、成熟または成熟過程にあると見られる精巣と放出後または休止期とみられる卵巣とから成っており、成熟過程と思われる卵粒が肉眼で観察されるものはなかつた。切片による観察を行った4個体についてみても、精巣はいずれも半ば以上

Table 2. The ratio of female and hermaphrodite

Region* Body length	Numbers of total samples							Numbers of female and				
	I	II	III	IV	V	S.	Un-known	Total	I	II	III	IV
10--11 cm				1				1				
11--12	5			4			1	10	4			
12--13	9	4		31				44	8			18
13--14	1	5		28	13	1		48	1	5		1 23
14--15	1	12	7	32	38	5	1	96		4	7	25
15--16		39	10	67	123	6		245		24	8	2 50
16--17		64	10	71	250	13	1	409		49	8	51
17--18		129	22	88	229	24		492		104	14	53
18--19	3	115	14	74	227	17		450	1	82	11	47
19--20	3	103	9	49	211	2		377	1	63	6	23
20--21	5	52	8	57	200	2		324	4	1 42	5	1 29
21--22	4	66	11	17	135	5	3	241	1	1 36	7	8
22--23	3	58	5	21	79	3	3	172	1	1 21	1 4	1 6
23--24	3	45	10	17	80		5	160	1	20	1 4	5
24--25	1	37	1	17	65		5	126	1	4		2
25--26	1	13	2	5	26		4	61		1		2
26--27		7		1	11			19		1		
27--28		2		1	6		1	10		1		1
28--29					5			5				
29--30												
30--31					1			1				
Total	39	751	109	591	1,699	78	24	3,291	23	6 461	2 71	5 343

* I, area from Quelpart Island to the Tsushima Islands ; II, area off Kyushu ; III, north-western area of the East China Sea ; IV, south-eastern area of the East China Sea ; V, southern area of the East China Sea ; S, the South China Sea.

の部分精子で占められているのに対し、卵巣は周辺仁期以前の卵母細胞を主要部分とし、それ以上の段階のものは極く少数しか含んでいない。同時期に採取された成熟体長以上の雌ではいずれも成熟過程を示しており、卵母細胞の成熟段階も全体として進み、卵黄球期以後のものが多数見られているし、肉眼でも成熟過程の卵粒を明瞭に認めることができる。以上からこれらの両性生殖巣はいずれも雄としての機能は持っているが、雌としての産卵能力は持っていないことがわかる。また視察による卵巣の様相が放出後か休止期にかけてのものに類似しており未熟のものとは明瞭に異なること、また切片による観察でも分解過程かと思われる卵母細胞が相当数みられたことから、卵巣は退化途上のものであり、以後成熟して産卵を行うようなものではないと言えよう。採捕された時に近い前の産卵期にはこれらの大部分が産卵に参加したと想像することは無理ではないが、たゞごく小型のもの (Table 1, No. 4, 16, 21) では産卵したかどうかあやしい。

以上はA型についての話であるが、B型については外観からみてほとんど完全な雄としてよいし、C型は実際に雄として取扱っている。B, CはAから雄に変化して行く過程とみて不自然でない。

正規的な性転換としては Teleostei では *Sparus* 属や *Serranus* 属のものについて知られている程度で多くない。ウナギについても統計的な見地から性転換が起るのではあるまいかと想像されているが、未だ実証はされていないようである。偶発的な性転換についての報告は木下 (1936) のキウセンに関するもののほか 2, 3 あるようであるが、両性生殖巣の出現についてはニシン、トラなどについても多くの報告があり、また筆者のみどころでもイネゴチ* *Cocius crocodilus* (TILESIIUS) やメゴチ *Suggrundus meerdervorii* (BLEEKER) ではかなり多くの両性個体がみられる。上述のレンコダイの場合は、はじめ雌であつたものが、ある産卵期以後は卵巣の成熟を止め、次の生殖期には卵巣の一部に精巣を生じ卵巣は退化して精巣のみが成熟し完全な雄

occupied in total samples of yellow sea bream.

hermaphrodite.					The ratio of female					The ratio of hermaphrodite
V	S.	Un-known	Total	II	III	IV	V	S.	Total	
			4						(0)	(0)
			30			58.1			(40.0)	0
	10	1	40			82.2	76.9	(100.0)	83.3	2.1
	31	5	72	33.3	(100.0)	78.1	81.6	(100.0)	75.0	0
	103	6	191	61.5	80.0	74.6	83.7	(100.0)	78.0	0.8
	188	12	309	76.6	80.0	71.8	75.2	92.3	75.6	0
	174	24	369	80.6	63.6	60.2	76.0	100.0	75.0	0
	165	16	322	71.3	78.6	63.5	72.7	94.1	71.6	0
1	137	1	231	61.2	(66.7)	46.9	64.9	(50.0)	61.3	0.3
	113		193	80.8	(62.5)	50.9	56.5	(0)	59.6	0.6
2	69	2	123	54.5	63.6	47.1	51.1	(40.0)	51.0	1.2
3	17	1	47	36.3	(40.0)	28.6	24.1	(0)	27.9	5.2
2	17	1	48	44.4	40.0	29.4	21.3		30.0	1.9
	15		22	10.8	(0)	11.8	23.1		17.5	0
1	8		11	7.7	(0)	13.3	30.8		18.0	1.6
	1		2	(14.3)		(0)	9.1		10.5	0
			2	(50.0)		(100.0)	(0)		20.0	0
							(0)		(0)	(0)
9	1,048	67	3 22 2,016	61.4	65.1	58.0	61.7	85.9	(0) 61.26	(0) 0.67

* イネゴチは正規的な性転換を行うように見られ小型のものはみな両性である。これについては別に報告したい。

としての機能を生ずるとみてよいであろう。すなわち雌から雄への性転換が雌の一部に起ることを示すものであろう。したがって前にものべたが Table 2 の性比の転換に性転換がいくぶん関係しているとするは認められるであろう。

レンコダイの産卵期は5月から12月にかけて長期にわたっているが、盛期は6、7月と10、11月の2度である。Table 1によると両性生殖巣が発見されたのは、1例をのぞきみな春の産卵期の前または期中である。卵巢の月変化をみると、4、5月から成熟をはじめて卵巢平均重量は急激に増大し6、7月に最大となり、放出後の8、9月にはかなり減少し、10、11月と再び増大し、12月以降は急激に減少し、1月から3月にかけては完全な休止状態となり、肉眼で卵粒を認められないようになる。これらからこの魚の性転換は卵巢の最も衰微する秋の産卵の後の休止期に起りやすいとするは無理ではないであろう。

摘 要

レンコダイを3,291個体解剖して22個体両性生殖巣を持つものを発見した。これらの生殖巣は、外観上は放出後または休止期の卵巢と成熟または成熟過程の精巣とからなっており、切片による観察では卵巢には周辺期以前の卵母細胞のみが主としてみられるのに対し、精巣では精子が半ば以上を占めている。以上からこれらの両性生殖巣は卵巢から精巣への転換過程にあるものと見られる。

性転換は秋の産卵後の休止期から次の生殖期にかけて行われ、はじめ卵巢の一部に精巣が生じこれが成熟して放精を行うものと見られる。一方卵巢は再び成熟することなく、退化して行くのである。

レンコダイの性比は初成熟体長附近では雌70~80%と偏っているが体長が増すにつれて雄の割合が多くなり、体長210~220mmで雌雄の関係が逆転し、極く大型では雌は10~20%以下となる。両性生殖巣を持つ個体の出現率は性比が逆転する体長附近で高く、性比の変化に性転換がいくぶん関係しているように考えられる。

文 献

- 花岡謙一郎 1948 : 雌雄性とその転換. 理学モノグラフ 18, 北方出版社
 木下好治 1935 : クロダイに於ける雌雄性の転換に就て. 動雑, xlvii, 173.
 // 1936 : キュウセンに見出された精巣卵並びに性転換に就て, 植動, iv (6), 35—38.
 岡田 要 1942 : 魚類に於ける性と性徴, 並にその実験的考察. 実験形態学年報, i, 34—64.
 岡田 要・木原 均 1950 : 性. 現代の生物学 iii, 共立出版
 S. SHINDO & T. AOYAMA 1954 : Maturity of the Yellow Sea Bream (*Taius tumifrons*) in the East China Sea. 西海区水研研報, iii, 1—32.
 真道重明・青山恒雄 1954 : 東海および南シナ海産レンコダイに関する形態測定の結果について. 西海区水研研報, iii, 33—65.
 山本喜一郎 1954 : 海産魚類の成熟度に関する研究 II. クロガレイの雌魚の成熟度について. 北水研研報, xi, 68—77.

Résumé

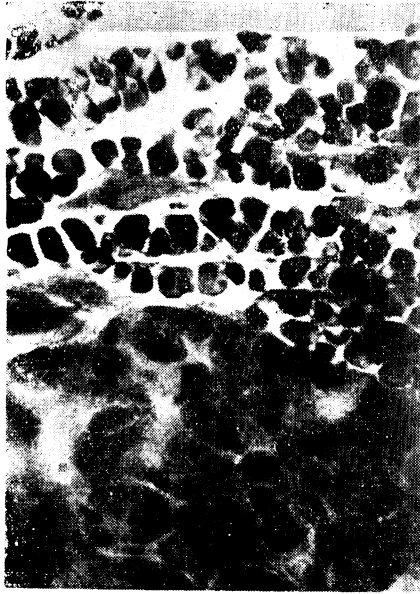
Twenty-two individuals which had hermaphroditic gonads were found among 3,291 individuals of the yellow sea bream (*Taius tumifrons*) caught in the East China Sea and examined at Seikai Regional Fisheries Research Laboratory.

The maturity of these hermaphroditic gonads is found on inspection to be spawned or spent on ovary, and mature or maturing on testis. A large majority of gametes found in ovary are peripheral nucleolus stage oocytes and a few of them are in yolk vesicle or yolk globule stages. While, in testis, almost a half part of it is filled with spermatozoa. The facts mentioned above tell us that these gonads are in process of sex-reversal from female to male.

The sex-reversal seems to occur in the resting season after autumn spawning. A part of the spent ovary develops into testis and matures in next spawning season, while its remaining part never develops and seems to degenerate.

The ratio of female occupied in total samples of said fish is 70~80 percent at 140—160 mm in body length, while it decreases to about 50 percent at 210—220 mm, and becomes only 10—20 percent at the largest size. The appearance rate of hermaphrodites is high at about 210—220 mm in body length, where the relation of both sexes reverses.

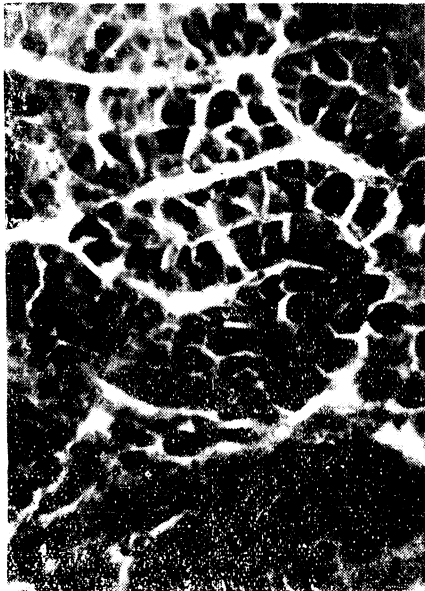
Synthesizing above mentioned facts, it will be properly stated that the marked change of the sex ratio of said fish is related to the sex-reversal in some degree.



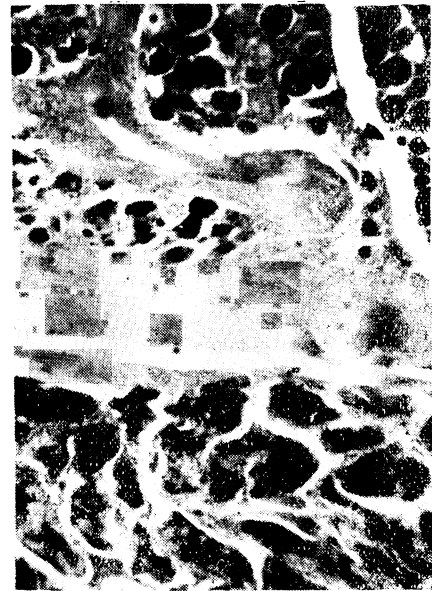
4



6



5



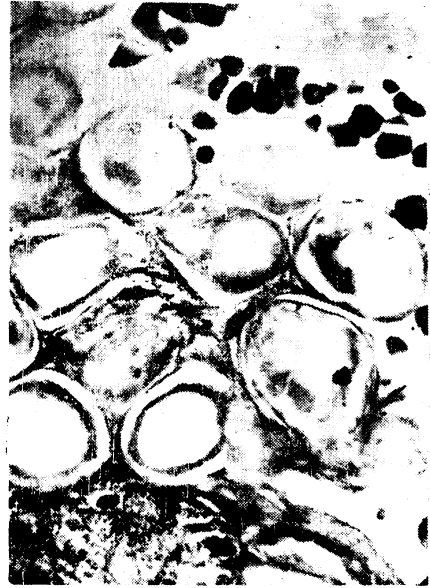
7

Explanation of Figures 4~11.

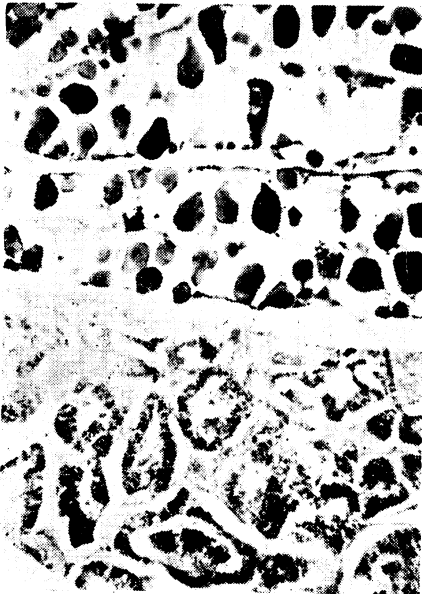
Figures show several aspects of hermaphroditic gonads of the yellow sea bream. $\times 80$.
 Fig. 4, 8, 9. No boundary tissue is found between tissues of ovary and testis. Fig. 4, Sample II ; Fig. 8, 9, Sample IV.)
 Fig. 5. Oocytes seems to be in process of degeneration. Sample II.



8



10



9



11

Fig. 6. Boundary of both tissues of ovary and testis is indistinct. Sample III.

Fig. 7. Distinct boundary wall is shown between tissues of ovary and testis. Sample III.

Fig. 10, 11. Mass of developed oocyte is found. Sample IV.