

# 东海北部带鱼性成熟的研究\*

## I. 雌鱼的成熟过程与特性

罗秉征 卢继武 黄颂芳

(中国科学院海洋研究所)

鱼类性成熟的研究对种群数量的预测和控制具有重大意义,因而日益为人们所重视。

带鱼 *Trichiurus haumela* (Forskål) 是我国主要经济鱼类,产量居全国首位。当前对这种鱼类资源如何进行科学的利用已成为急需解决的问题,但其某些主要生物学特性,至今仍了解得很少。本文仅就其种群数量问题中的主要环节之一,性成熟特性与补充速度进行了研究,现分述如下。

### 一、材料与方法

本文材料取自东海北部(27°30'—31°30'N)机轮拖网渔获,于1979年3—6月和1980年4—10月采集。对于卵巢除现场进行宏观观察和记录其发育状况外,还用5%福尔马林液保存,带回实验室用解剖镜进行复查。同时,在大小不同的鱼体中切取发育不同阶段的卵巢组织小块,用波恩(Bouin)氏液固定,用石蜡法制成5—7微米厚的切片,苏木精和伊红染色,在显微镜下进行观察和测量,以卵巢的组织学特征作为划分其成熟阶段的依据。观测样本3922尾,其中组织学切片样本282个。

### 二、带鱼的卵巢发育和成熟

#### 1. 卵巢成熟阶段的划分

东海北部带鱼种群生殖期较长(4—10月),卵巢处于不同发育阶段的个体,几乎出现在整个生殖期间。根据卵巢的外部特征和卵母细胞发育的组织学特征,对带鱼整个生殖期的卵巢进行了观察、测定和分析,并将卵巢的成熟过程划分为性未成熟、正在成熟和已成熟三个阶段。划分标准列于表1,各期卵母细胞的发育特征见图版I, II。

#### 2. 卵巢成熟过程及其与鱼体长度的关系

如图1和表2所示,栖息于东海北部的带鱼种群,3月份尚未出现已成熟个体,但处于正在成熟阶段者却占较大的比例(75%),并一直延续到6月(55%),7月正在成熟个体明显下降(8%)。4月份开始出现已成熟个体(18%),以后各月逐渐增加,7月达到近

\* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第797号。

本文曾在1981年全国水域生产力和渔业资源学术讨论会上宣读。

本项研究承宁波海洋渔业公司热情支持和提供取样条件,照片由本所毛元兴同志摄,谨致谢忱。

本刊编辑部收到稿件日期:1982年2月16日。

表 1 带鱼卵母细胞的发育形态和卵巢外部主要特征

成熟阶段	卵母细胞发育时期	卵 径 (微米)	核 径 (微米)	主 要 特 征
性未成熟	II <sub>A</sub>	32.0—88.0	18.7—53.3	卵母细胞不规则形, 一层滤泡膜, 强嗜碱性, 核大, 占卵母细胞的一半以上; 卵膜薄而透明, 肉眼不能分辨卵粒。
	II <sub>B</sub>	66.7—141.3	45.3—80.0	卵母细胞体积较前增大, 嗜碱性, 滤泡膜一层, 个别卵出现液泡, 细胞质有分层现象; 腺体透明或半透明, 不易见到卵粒, 血管纤细。
正在成熟	III <sub>C</sub>	152.0—333.3	69.3—154.7	卵母细胞多为圆形, 呈弱嗜碱性, 卵膜外形成两层滤泡膜, 卵膜内缘开始出现液泡; 肉眼可见稀疏卵粒, 不易分离, 淡黄色。
	III <sub>D</sub>	253.3—394.7	66.7—162.7	卵母细胞体积增大, 液泡增多, 卵黄粒隐约可见; 卵巢较前丰满, 卵粒清晰可见, 桔黄色或黄色。
	III <sub>E</sub>	351.7—493.3	85.3—194.7	液泡充满细胞质中, 可见卵黄粒, 卵膜增厚, 可见放射纹; 腺体丰满, 深桔黄色。
	IV <sub>F</sub>	426.7—586.7	80.0—194.7	细胞核变形, 液泡较前减少, 卵黄粒增多并渐为球状, 清晰可见, 放射带增厚, 卵黄膜清楚; 桔红色。
已成熟	IV <sub>G</sub>	466.7—955.6	93.3—192.0	卵黄球开始融合, 出现数个油球, 细胞核极化; 卵粒极易分离, 深桔红色。
	V <sub>H</sub>	755.6—1111.1	—	卵母细胞达到最终大小, 卵黄融合一片, 核消失, 滤泡膜破, 卵透明呈游离状, 卵完全成熟待产。
	VI <sub>I</sub>	—	—	卵母细胞退化, 滤泡细胞变大增厚, 逐渐吞噬卵内含物, 卵母细胞变形; 卵巢紫色、松软, 卵粒稀疏、混浊。
	VII <sub>J</sub>	—	—	卵巢为恢复期, 可见吸收痕迹; 卵巢膜不透明, 松软。

90%。性未成熟者从 3 月—7 月则逐月减少 (25—5%)。8 月以后, 卵巢发育和成熟状况趋于复杂。当年生个体不断补充, 导致 8—10 月性未成熟鱼比例增大; 同时该时期排卵后处于恢复的个体增多; 进行生殖的个体则逐月减少, 由 8 月的 38% 到 10 月仅约为 2%。生殖个体和非生殖个体的分布在海域上也显示出差异 (表 2), 分布在海礁邻近海域的鱼群正在生殖的个体占有一定比例, 而分布在海礁以东外海的鱼群则未出现正在生殖的个体, 除性未成熟者外, 主要为生殖后的恢复个体。上述两海域带鱼卵巢处于退化吸收的个体, 看来不会继续发育成熟, 说明 10 月是带鱼群体完成生殖活动的最后时期。

综观图 1, 卵巢发育成熟的过程与长度密切相关。如 4 月份出现的已成熟个体的最小肛长为 190—200 毫米, 并随生殖高潮的接近而成熟个体的肛长则愈偏小。7 月份出现的最小肛长 (已成熟个体) 为 170—180 毫米。以后各月未发现已成熟的鱼体长度比 7 月出现者更小的个体。因此, 该月份达到性成熟的长度是该物种初次达到性成熟的最小长度。

带鱼卵巢的发育速度由于出生时间的不同而有所差异, 同时还受环境因素的影响。某

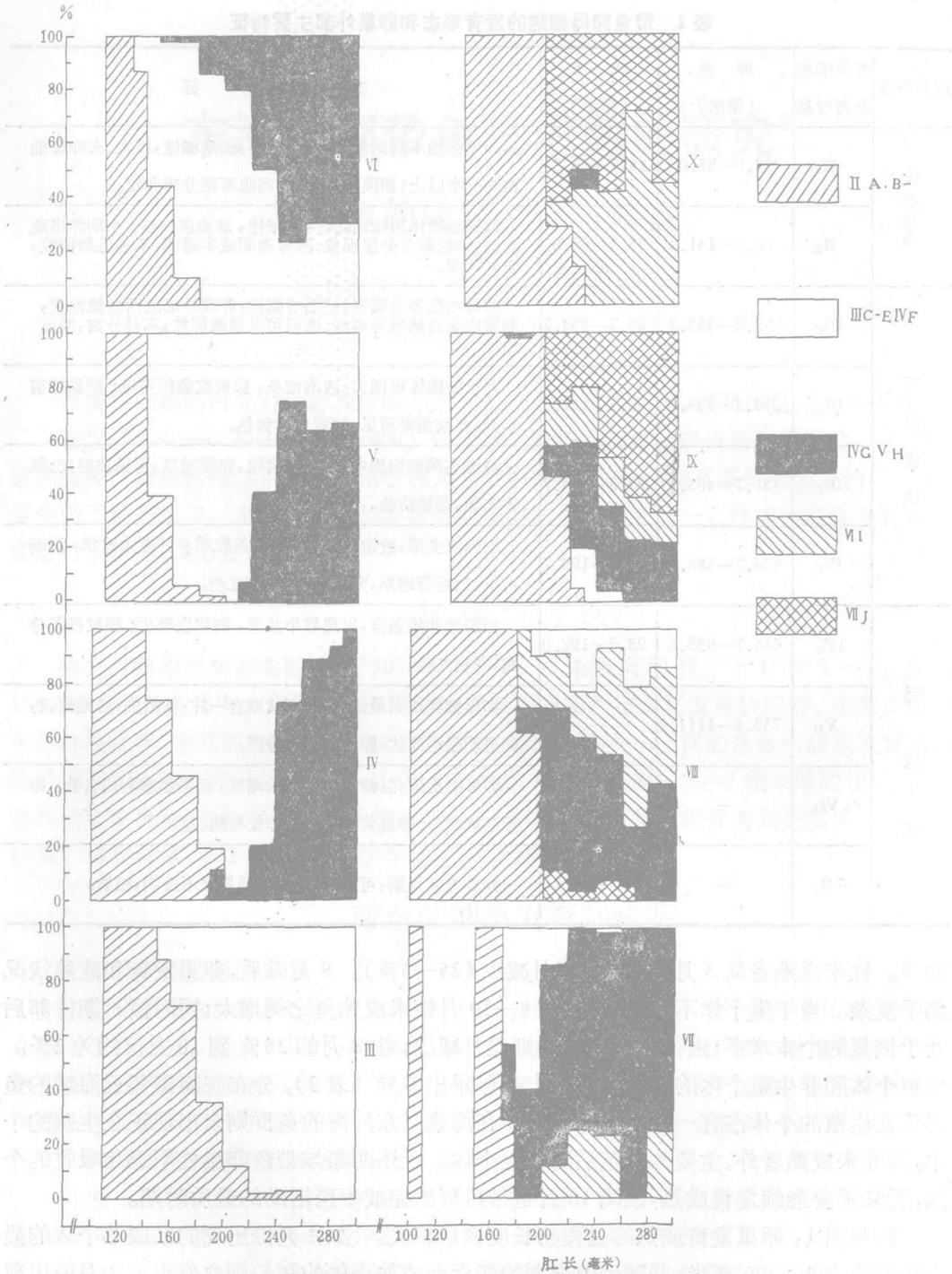


图1 东海北部带鱼卵巢的成熟过程

些个体(尤为200毫米以下者)卵巢发育到一定程度时可能受到抑制而不能达到成熟,卵母细胞便退化吸收。这些个体多出现在8月以后的各月中。因此在该时期性未成熟者的长度有所偏大。

表 2 不同月份带鱼卵巢发育和成熟的变化(%)

月 份	海 区	成熟阶段		已 成 熟			观 测 尾 数	
		发育时期	性未成熟	正在成熟				
			II <sub>A,B</sub>	III <sub>C-E</sub> IV <sub>F</sub>	IV <sub>G</sub> V <sub>H</sub>	VI <sub>I</sub>		VII <sub>J</sub>
III	S	25	75				488	
IV	S	12	70	18			779	
V	N, S	13	75	12			1039	
VI	N	8	55	37			665	
VII	N	5	8	74	13		134	
VIII	N	43	6	38	11	2	179	
	E	30	19	—	43	8	53	
IX	N	51	4	27	14	4	248	
	E	18	1	—	11	70	152	
X	N	42	—	2	20	36	104	
	E	25	—	—	37	38	81	

N——海礁邻近海域; E——海礁以东外海; S——鱼山以南海域。

图 2 表明卵巢发育的各个时期和鱼体大小的关系。在 3 月至 6 月的各月中均可看出, 卵巢的发育程度随鱼体的增长呈规律性的递增, 亦即较大个体的卵巢发育程度总是比鱼体较小者发育得较快, 而且较大的个体首先达到性成熟。但据同一发育时期的鱼体长度的逐月变化分析, 它们的长度不是逐月递增, 而是明显表现出有规律地逐月减小。例如卵巢处于性未成熟阶段 (II<sub>B</sub>) 的鱼体长度, 其范围 3 月份为 130—260 毫米, 平均肛长为 188 毫米, 到 6 月该阶段的长度减小为 120—210 毫米, 平均肛长为 152 毫米。卵巢处于正在成熟阶段 (III<sub>D</sub>) 的鱼体长度, 3 月份为 180—270 毫米, 平均为 217 毫米, 到 6 月份其分布范围为 140—250 毫米, 平均为 189 毫米。处于已成熟 (V<sub>H</sub>) 的鱼体长度, 4 月份为 220—320 毫米, 平均为 267 毫米; 到 6 月份该阶段的长度范围为 190—340 毫米, 平均肛长仅 247 毫米。从图 2 还可看出, 7 月开始和以后各月的鱼体成熟状况与长度的关系基本趋于稳定状态。已成熟的个体平均肛长一般均为 240 毫米左右, 波动在 230—250 毫米之间; 与 6 月份已成熟个体比较其平均长度颇为相近。综上分析表明, 带鱼在发育成熟过程中具有以下规律和特性: (1) 卵巢的发育和成熟与鱼体的大小密切相关, 成熟速度随鱼体的增大而加快。(2) 带鱼的卵巢发育成熟具有明显的连续性, 卵巢处于同一发育时期的鱼体长度逐月偏小。种群进入生殖高潮 (6—7 月) 的主要长度 (240 毫米左右) 也是带鱼生殖鱼群最终达到成熟时的种群长度。

### 3. 雌鱼性成熟与长度和体重(纯重)的关系

东海北部带鱼雌鱼处于正在成熟阶段的最小肛长为 130—140 毫米, 体重为 20—40 克。而已达到性成熟的最小肛长为 170—180 毫米, 体重为 80—100 克 (表 3a, 3b)。从表中还可看出, 肛长在 200 毫米以上和体重在 120 克以上者基本全部达到性成熟。根据卵母细胞发育速度的分析, 6 月份以前处于正在成熟阶段 (III<sub>C-E</sub>, IV<sub>F</sub>) 的个体, 当年一般

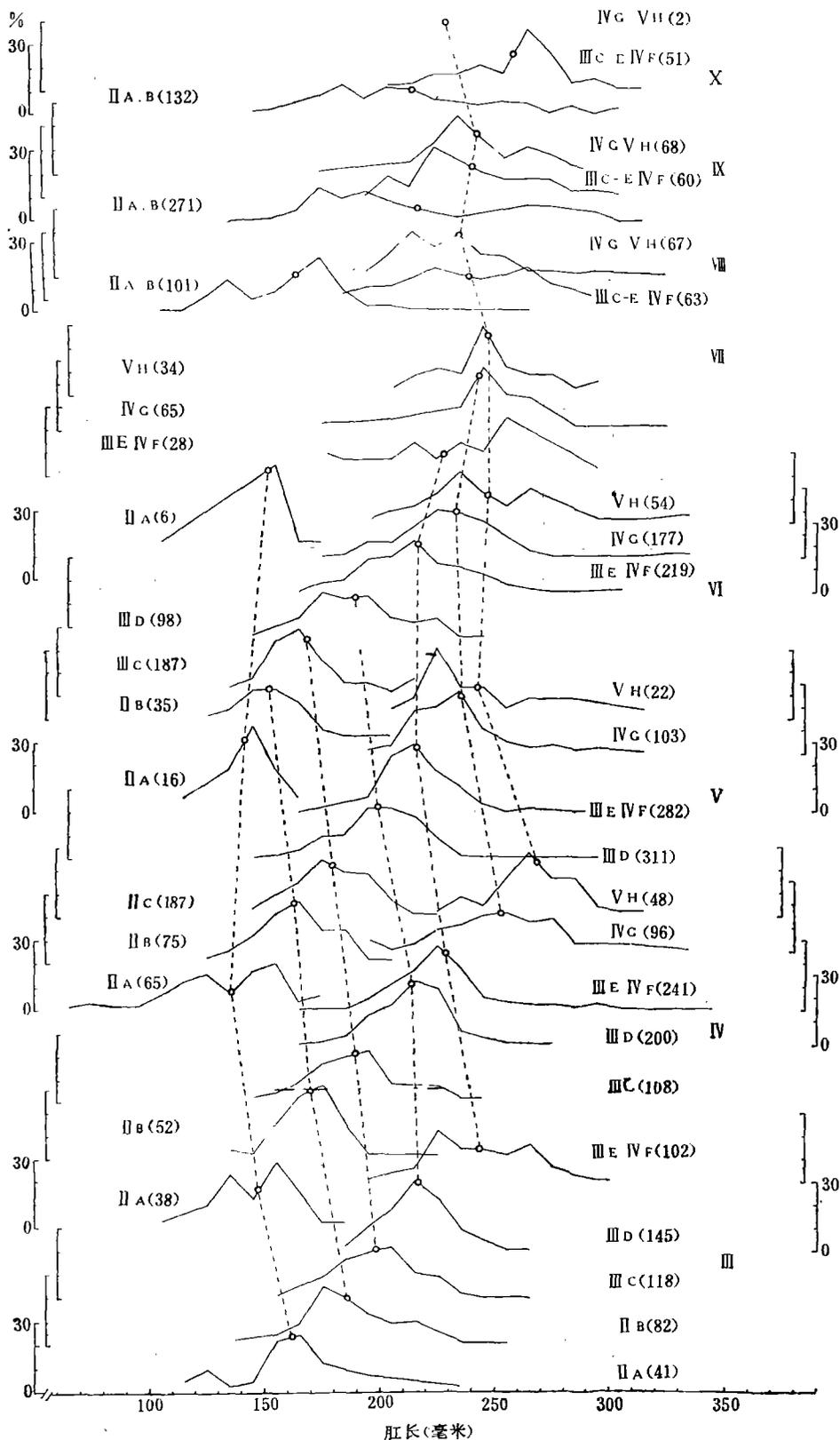


图2 带鱼卵巢发育成熟与鱼体长度的关系

均可达到性成熟。

表 3a 带鱼雌鱼性成熟与肛长的关系(根据 4—6 月样本)

成熟状况 \ 肛长	肛长															
	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	
性未成熟%	100	100	100	93.0	67.0	56.0	40.0	19.0	13.0	1.0	0.8		0.3			
正在成熟%				7.0	33.0	44.0	60.0	80.0	85.0	91.0	92.0	85.0	74.0	56.0	42.0	27.0
已成熟%								1.0	2.0	8.0	7.2	15.0	25.7	44.0	58.0	73.0
尾数	5	9	22	30	58	104	132	182	167	258	285	356	319	209	116	71

表 3b 带鱼雌鱼性成熟与体重(纯重)的关系(根据 4—6 月样本)

成熟状况 \ 体重	体重														
	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	
性未成熟%	100	93.0	66.0	32.0	9.0	1.0	0.3	0.3							
正在成熟%		7.0	34.0	68.0	87.0	93.0	93.5	85.0	71.0	45.0	45.0	23.0	22.0	27.0	9.0
已成熟%					4.0	6.0	6.2	14.7	29.0	55.0	55.0	77.0	78.0	73.0	91.0
尾数	26	138	236	265	243	292	338	336	224	123	110	52	53	30	36

### 三、带鱼的世代成熟过程与特性

#### 1. 开始性成熟的年龄

已经查明, 东海北部带鱼种群存在着不同出生季节的鱼群。根据我们对带鱼不同出生季节的鉴别标准<sup>[5]</sup>, 对带鱼早生群(春、夏孵出)和晚生群(秋季孵出)雌鱼的性成熟进行了分析。结果表明, 带鱼的成熟速度非常迅速。从表 4 看出, 当年较早出生的个体(年龄约半年)同年 8 月即可达到初次性成熟(7%), 并逐月增多(9 月为 16%), 生长到 10 月份达到性成熟者约为 41%。可见, 早生群个体出生后半年左右时间即可成熟。入冬后带鱼卵巢即处于恢复和发育停滞时期。但从前一年出生的 1 龄鱼早生群(1979 年早生世代)的成熟过程可看出: 它们到翌年春、夏季绝大多数个体已进入正在成熟阶段和达到性成熟, 7—9 月基本全部成熟。前一年出生的 1 龄晚生群(1979 年晚生世代)到翌年 4 月开始出现正在成熟个体(4%); 7 月份(年龄 10 个月左右)才出现完全成熟者, 8 月和 9 月绝大多数个体达到性成熟, 10 月全部达到性成熟。上述各龄鱼在 8—10 月间的成熟鱼中均出现一些卵巢退化吸收个体。上述分析表明, 同一世代不同出生时间的个体(早生群和晚生群), 尽管其成熟的节律不同, 但全部达到性成熟时所需要的时间均为一年左右。此外, 两个不同出生群从出现成熟到全部成熟所延续的时间却不一样, 例如, 当年出生的早生群其成熟过程延续时间约一年左右(当年 8 月至翌年 7 月); 当年晚生群从出现成熟个体到全部成熟约近半年左右(翌年 7 月至 10 月)。由此可见, 东海北部带鱼种群的世代性成熟过程约半年到一年左右即可完成。

#### 2. 雌鱼性成熟与生长的关系

图 3 显示出三个年龄群性成熟与生长的关系, 在同年龄鱼的成熟过程中, 达到或将要

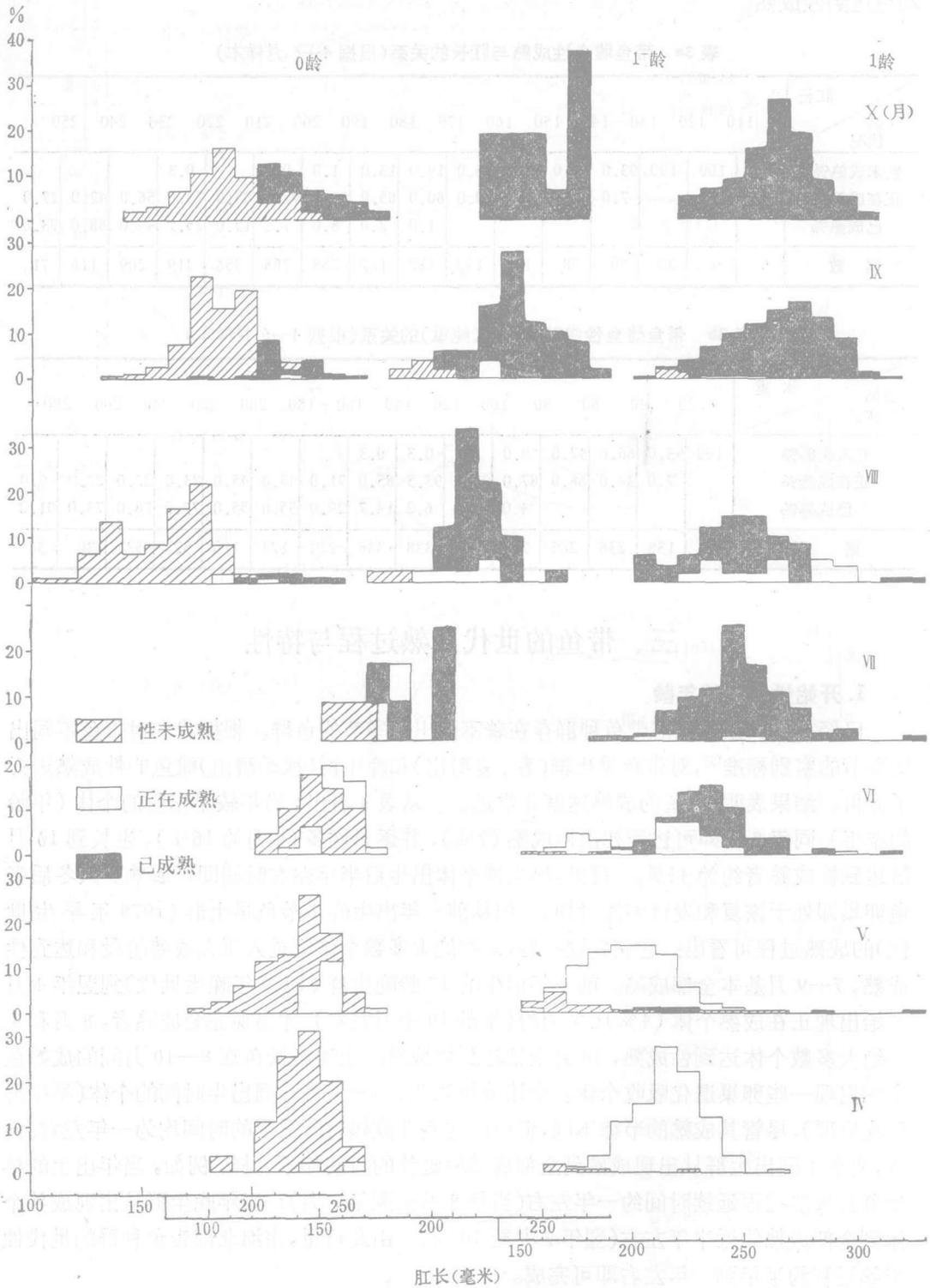


图3 带鱼性成熟与生长的关系

表 4 东海北部带鱼种群雌鱼不同年龄的成熟过程

世代 年 龄 性成熟状况 月份 (%)	1980 年				1979 年							
	当年生 0 龄				1 龄早生群				1 龄晚生群*			
	性未成熟	正在成熟	性已成熟	标本数	性未成熟	正在成熟	性已成熟	标本数	性未成熟	正在成熟	性已成熟	标本数
IV	—	—	—	—	3	97	—	198	96	4	—	55
V	100	—	—	6	11	83	6	393	82	18	—	115
VI	100	—	—	7	1	39	60	205	57	43	—	69
VII	100	—	—	4	—	5	95	114	25	25	50	12
VIII	86	7	7	104	—	15	85	82	5	12	83	41
IX	82	2	16	176	3	4	93	147	8	4	88	50
X	59	—	41	105	—	—	100	56	—	—	100	16

\* IV—VII 月的 1 龄晚生群补充了部分 1978 年世代的样本。

达到性成熟的个体长度分布,均较性未成熟者为大,那些长度分布较小的个体,性未成熟者占多数。不论年龄大小,各年龄鱼的成熟比率均随鱼体的增长而逐月增加。虽然各年龄鱼出生的时间不同,但初次达到性成熟的鱼体大小却基本相似,各龄肛长均约为 180 毫米左右。如图 3 所示,当年生 0 龄早生群初次达到性成熟的最小肛长为 170—180 毫米(当年 9 月);1 龄晚生群开始成熟的最小肛长也为 170—180 毫米(7 月);1 龄早生群初次成熟出现的肛长为 180—190 毫米(6 月)。就群体而言,鱼体初次达到性成熟不论其年龄的大小,当鱼体生长到一定大小以及条件适宜时即成熟。可见,带鱼性成熟与长度的关系较之年龄更为密切。

#### 四、讨 论

东海北部带鱼雌鱼初次达到性成熟的年龄早生群约为半年,晚生群约为 10 个月左右。早生个体和晚生个体的成熟节律不同,但满 1 龄时基本全部达到性成熟。一个世代的成熟过程在半年到一年左右时间完成。说明带鱼种群具有性成熟快、成熟过程短等特点。

早生群和晚生群在成熟过程中所延续的时间也不同,早生群成熟延续的时间较长于晚生群;但初次达到性成熟的年龄早生群则早于晚生群,看来这种差异是与各龄鱼出生后所处的季节环境有密切关系。早生群出生后正是对幼鱼发育、生长有利的春、夏季,因而鱼体生长较快,成熟较早。而晚生群出生后面临冬季,幼鱼的发育生长受到影响,致使其达到性成熟的年龄较大于早生群,其鱼体大小却相似。这说明生长是影响带鱼性成熟的主要因素之一。

从带鱼初次成熟到全部成熟的长度和体重延续的大小上,可看出其成熟过程较短的另一特性。带鱼初次达到性成熟的最小肛长为 170—180 毫米,体重为 80—100 克;肛长 200 毫米以上和体重在 120 克以上者基本全部成熟。从出现成熟到全部成熟其长度只延续 30—40 毫米(170—200 毫米);体重只延续 40—50 克(80—120 克)。一个世代的成熟,在这样大小范围内完成,较之其它鱼类要短得多。如大黄鱼的成熟期限需要四年,长

度和体重的延续范围分别为 220—340 毫米和体重 150—500 克。带鱼的成熟特性说明其种群具有非常迅速的补充能力,也是带鱼种群能保持最多数量的主要因素之一。

三栖 宽(1959)对东海带鱼性成熟的研究表明,初次达到性成熟为 1 轮鱼(11%),全部达到成熟为 7 轮鱼<sup>[8]</sup>。铃木 清(1980)对日本海域熊野滩带鱼种群的研究结果表明,雌鱼 1 龄初次性成熟(28%),2 龄全部成熟。初次成熟的最小肛长为 220 毫米。东海北部带鱼和熊野滩带鱼为两个不同的地理种群<sup>[11]</sup>,这两个种群的成熟速度差异程度,与三栖 宽的研究结果比较(与作者研究的系同一种群)其差异要大得多。本文的研究距三栖 宽的研究时间已有 20 年之久,由于在此期间对带鱼资源的过度利用,可能导致了带鱼性成熟年龄的提前。此外,由于过去带鱼的年龄鉴定未得到根本解决,各学者在鉴定带鱼的年龄上可能存在着差异。作者认为,带鱼的生物学较为复杂,除需进一步研究外,今后在研究方法上取得一致是十分重要的。

### 参 考 文 献

- [1] 山田梅芳,1971. 栖息于东海的带鱼生殖生态的变化。国外海洋水产 1975(2): 34—47。
- [2] 朱元鼎,1959. 中国主要海洋渔业生物学基础的参考资料。太平洋西部渔业研究委员会第二次全体会议论文集。科学出版社,122—127 页。
- [3] 李城华,1982. 东海带鱼卵巢周年变化的初步研究。海洋与湖沼 13(5): 461—472。
- [4] 罗秉征、卢继武、黄颂芳,1981. 中国近海带鱼耳石生长的地理变异与地理种群的初步探讨。海洋与湖沼论文集,181—194 页。
- [5] 罗秉征、卢继武、黄颂芳,1982. 带鱼不同出生季节的鉴别。海洋与湖沼 13(5): 451—460。
- [6] 罗秉征、卢继武、黄颂芳,1982. 东海北部带鱼世代性成熟过程与种群特性研究。海洋科学 1: 35—38。
- [7] 施琼芳等,1964. 鲢鱼性腺周年变化的研究。水生生物学集刊 5(1): 77—102。
- [8] 三栖 宽,1959. 东海、黄海産マチウオ资源の研究。第二报 成熟と産卵について。西海区水产研究所研究报告 16: 21—33。
- [9] 三栖 宽,1964. 東シナ海、黄海産マチウオの漁業生物学的研究。西海区水产研究所研究报告, 32: 1—28。
- [10] 浜田律子,1971. マチウオの耳石の横断切片による年齢と成長について。西海区水产研究所研究报告, 41: 53—62。
- [11] 铃木 清、木村清志,1980. 熊野滩にすゑマチウオの资源生物学的研究。三重大学水产学部研究报告, 7: 173—192。
- [12] Shirokova, M. Ya., 1977. Peculiarities of the Sexual maturation of females of the Baltic Cod, *Gadus morhua callarias*. *J. Ichthyology* 17(4): 574—581.

## MATURATION OF THE HAIRTAILS, *TRICHIURUS HAUMELA* (PISCES, TRICHIURIDAE)\*

### I. THE PROCESS OF MATURATION AND PECULIARITIES OF THE FEMALE

Luo Bingzheng Lu Jiwu and Huang Songfang

(*Institute of Oceanology, Academia Sinica*)

#### ABSTRACT

The specimens in the present investigations were collected from March to June in 1979 and April to October in 1980. Their microscopic (282 specimens) and macroscopic (3922 specimens) ovary development changes have been observed.

Materials to substantiate the histologic criterion for distinguishing the sexually immature (stage II<sub>A,B</sub>), maturing (stage III<sub>C-E</sub>, IV<sub>F</sub>) and matured (stage IV<sub>G</sub>, V<sub>H</sub>) ovaries of this species are given here.

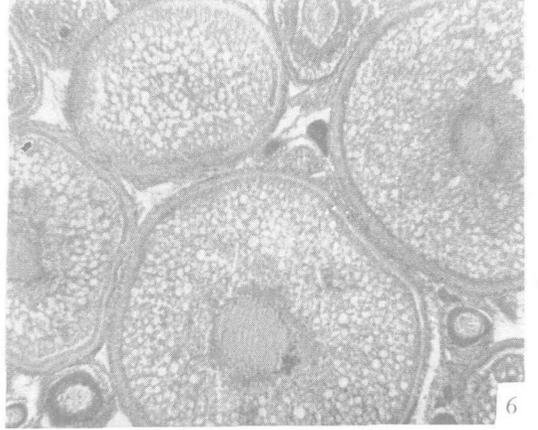
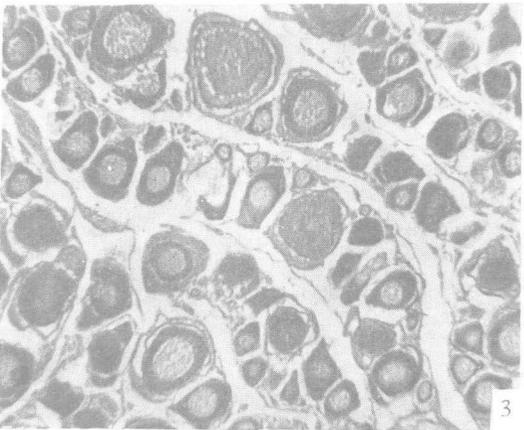
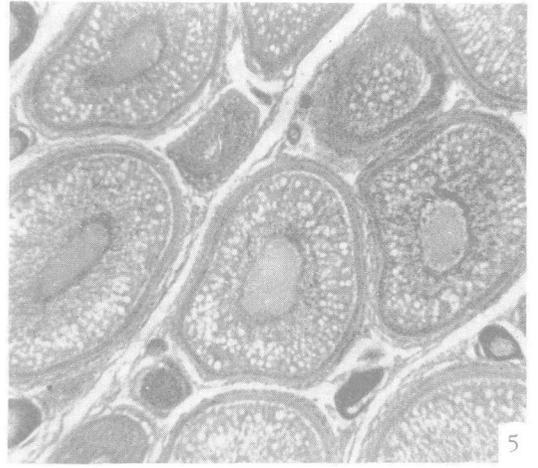
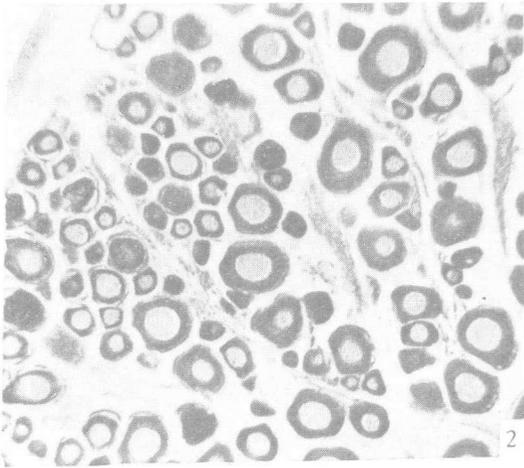
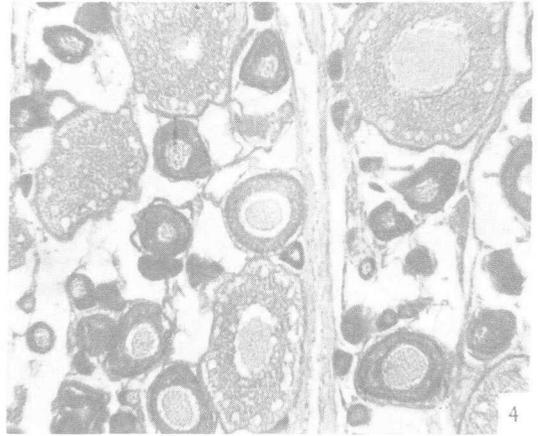
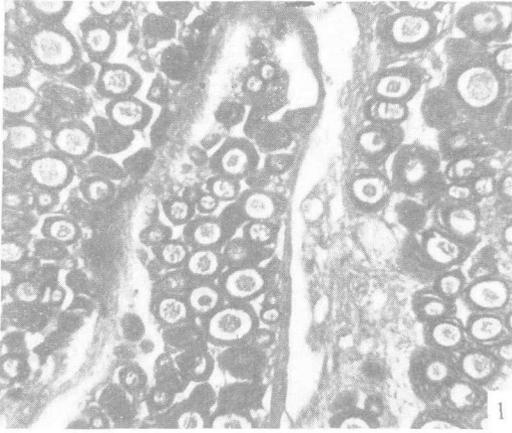
The results obtained are summarized as follows:

The development and maturation of the ovary is related to the rate of growth. The growth rate of the maturing individuals is faster than the immaturing individuals, that is, the rate of the maturation increases with the growth of the fish.

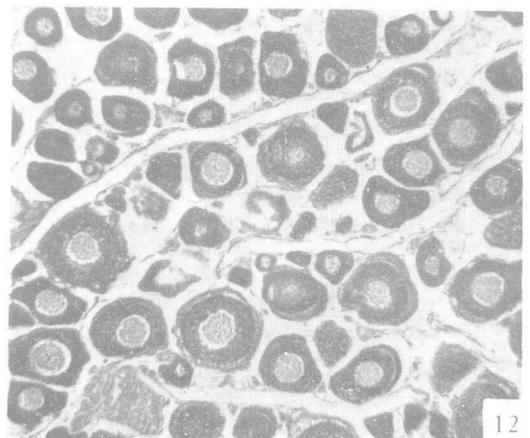
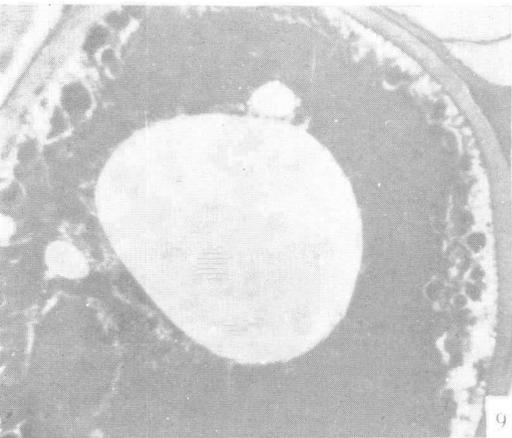
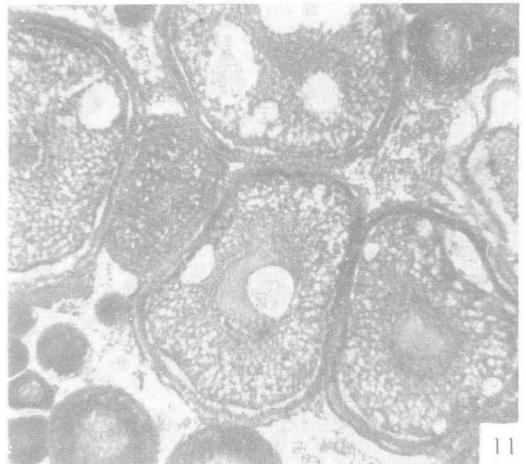
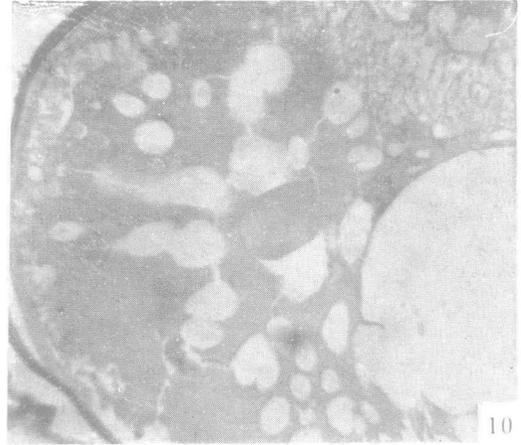
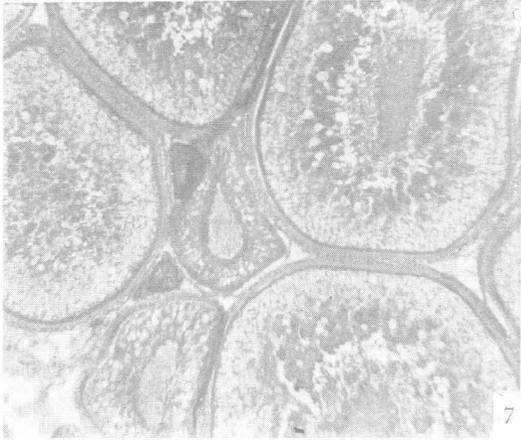
The female hairtails in East China Sea were divided into two groups: the earlier-born and the later-born groups. The rate of maturation of the earlier-born groups was estimated to be 7—41% from August to October for 6 month olds, and 100% for the one year olds. The rate of maturation of the later born was estimated to be 20—100% from July to October for the 10 month olds. The maturation process of hairtails is faster than others.

The biological minimum size was about 170—180 mm in body length and 80—100 grams in body weight for the female.

\* Contribution No. 797 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.



1—3. 性未成熟: 1(II<sub>A</sub>), 肛长 117 毫米, 8 月; 2(II<sub>A</sub>), 肛长 143 毫米, 8 月;  
3(II<sub>B</sub>), 151 毫米, 6 月。4—6. 正在成熟: 4(II<sub>C</sub>), 180 毫米, 4 月; 5(II<sub>D</sub>), 179  
毫米, 5 月; 6(II<sub>E</sub>), 189 毫米, 7 月。



7—8.正在成熟: 7(IV<sub>F</sub>), 212毫米, 4月; 8(IV<sub>F</sub>), 248毫米, 8月。9—12.已成熟: 9(IV<sub>G</sub>), 215毫米, 7月; 10(V<sub>H</sub>), 230毫米, 7月; 11(VI<sub>I</sub>), 172毫米, 7月; 12(VII<sub>J</sub>), 243毫米, 10月。