

东海带鱼 *Trichiurus haumela* (Forskål)

个体生殖力的研究*

水产部东海水产研究所

邱望春 蔣定和

鱼类生殖力的研究是分析种群数量变动的重要环节之一，特别是与补充群体的联系最为密切。此外，生殖力指标及其变动规律也是探讨鱼类种群特征的重要资料。

带鱼是我国最主要的海产经济鱼类之一，近年来产量一直居于首位。但对其个体生殖力的研究还很少^[2]，仅在某些综合性的研究报告中有些零星记载^[1, 4, 8]，以此作为探索带鱼种群数量变动规律的生物学基础资料是不够的。本文就东海近海所采集的部分带鱼卵巢标本，对它的个体生殖力的变动规律及特点等进行了初步分析和讨论，希望得到批评、指正。

一、材料和方法

带鱼，在东海近海均有分布。产卵场较为分散，比较明显的有大陈山——披山、海礁和长江口产卵场^[1]。产卵期约自5—8月。1963—1964年的5—7月份在东海近海共采集了354尾性成熟度属IV、V、VI期的带鱼卵巢标本（成熟度按六期区分）。卵巢用10%福尔马林溶液固定保存。卵粒计数采用重量法。称量前先用吸水纸吸去水分，使卵巢至一定干湿度，用感量1/100克的扭力天平称其总重量及计数样品重量。取样时在卵巢的前、中、后部连同卵巢套膜各切取一小片段，从中称取一定重量计数卵粒数量，再换算成整个卵巢的卵粒总数量。样品的重量在0.1—3克以上，一般为0.5—1克。计数卵粒时，凡是在手持4倍放大镜下能观察到的卵粒均予计入。

从部分肛长组卵巢样品中，将其前、中、后部取出相同重量，分别测定其卵粒数量，结果表明：卵巢内不同部位所包含的卵粒数量是有差别的（表1）。一般卵巢后部的卵粒数量较多，中部次之，前部最少。也就是说卵巢后部卵粒的平均大小比卵巢中部和前部为小，或卵粒的成熟度以前部较好，中部和后部则较差。因此，今后在测定带鱼生殖力时，最好考虑采用卵巢不同部位的卵粒混和取样计数。

二、个体怀卵量的变化

在所测定的鱼体范围内，东海带鱼的个体怀卵量为12.8—330.9（千粒），一般为30—50（千粒）。个体怀卵量的变动与鱼体长度（系指下颚前端至肛门后缘的长度，下同）呈曲线

* 水产部东海水产研究所研究报告第71号。

这项工作的标本采集、卵粒计数和资料整理等工作除作者外，大部分由曹直同志担任的，耿隆坤、宓崇道、甘金宝等同志也参加了部分工作。此外，本文承陈子英教授、王贻观副教授与林新濶先生作了细致的审阅，均此致谢。

表 1 带鱼卵巢不同部位的相等重量样品的卵粒数

Table 1. Comparison of the number of eggs taken from different parts of ovaries of same weight.

肛长组 ¹⁾ (毫米)	标本数 ²⁾	测定总卵量 ³⁾ (粒)	样品中卵粒数(粒) ⁴⁾		
			前部 ⁵⁾	中部 ⁶⁾	后部 ⁷⁾
250—260	1	1999	681	617	701
260—270	4	6561	2146	2085	2330
270—280	1	845	249	286	310
280—290	6	10360	3371	3414	3575
290—300	2	3108	951	1057	1100
500—510	1	2013	6823	650	681
合 计 ⁸⁾	15	24886	8080	8109	8697

Explanation: 1) Anal length group (mm.); 2) Number of specimens; 3) Total number of eggs investigated; 4) Number of eggs in samples; 5) Anterior portion; 6) Median portion; 7) Posterior portion; 8) Total.

相关(图1)。如以 $R = AL^B$ 公式计算, 则其关系式为:

$$r = 0.0004126l^{3.2326}$$

r 为怀卵量(粒)

l 为肛长(毫米)

0.0004126 为系数

3.2326 为指数

说明怀卵量随鱼体长度的增长而增大, 但两者的增加并不成正比例, 肛长较小时怀卵量的增大不如肛长较大时明显。

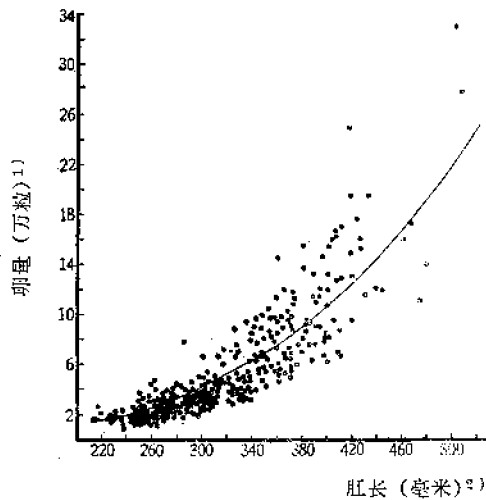


图 1 个体怀卵量与肛长的关系

Fig. 1 Relation between individual number of visible eggs and anal length.

Explanation: 1) Number of eggs ($\times 10,000$);
2) Anal length in mm.

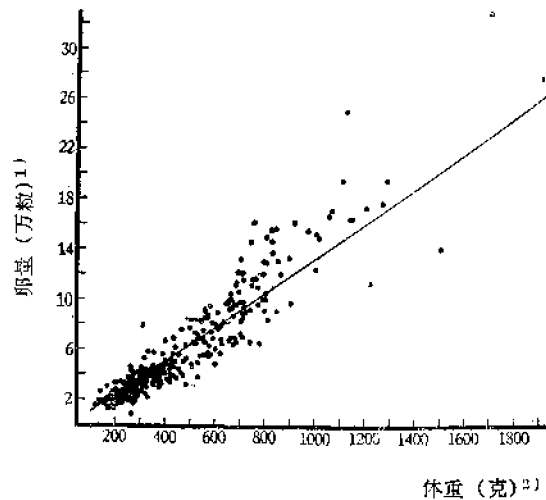


图 2 个体怀卵量与体重的关系

Fig. 2 Relation between individual number of visible eggs and body weight.

Explanation: 1) Number of eggs ($\times 10,000$);
2) Body Weight in g.

怀卵量与鱼体的另一个成长指标——重量（总体重）的关系也是呈曲线相关。如用 $R = AW^B$ 公式计算其相关时，则

$$r = 86.38W^{1.0522}$$

W 为鱼体总重（克）

因指数近于 1，故曲线的曲率很小，几近平直，表明体重指标比肛长指标为直接（图 2），也即是两者的增加几成正比例关系。这种关系在表 2 中也很清楚，即同一体重组内的个体怀卵量随肛长的增加情况，不如同一肛长组内个体怀卵量随体重的增加情况明显。

带鱼怀卵量的变化与年龄的关系也是很密切的。参用浙江省海洋水产研究和日本学者三栖宽的年龄资料^[3, 7]，以耳石轮纹为年龄指标把标本进行整理，则可看出年龄的增加和怀卵量的增大的趋势是一致的。按照怀卵量的年增长量和年增长率而言，以 5 龄鱼为最高，其后则有显著降低趋势，但至高龄鱼时并无再度剧降的现象，这与其按肛长而论的年增长量和年增长率的情况是吻合的（表 3）。从上述各年龄组的怀卵量波动情况看，初步认为东海带鱼的个体生殖力在生命周期中所呈现的阶段性的，虽可分为青年期、盛期和衰老期，但不如海州湾的带鱼及岱衢洋大黄鱼等那样明显^[2, 6]，特别是在衰老期的降低趋势不很明显，这点表现在个体相对生殖力的变动上也是如此。这或与带鱼是肉食性凶猛鱼类，成长速度较快，生命周期较短等因素有关。它反映在鱼体生长方面的增长速度有可能相应地加快，而个体生殖力的渐趋加大，可视为是反映带鱼保证和提高其种群增殖能力的适应属性之一。

表 3 个体怀卵量与年龄的关系

Table 3. Relation between individual number of eggs and age.

年龄 ¹⁾	肛 长 (毫米) ²⁾			怀 卵 量 (粒) ³⁾		
	平均 ⁶⁾	年增长量 ⁴⁾	年增长率(%) ⁵⁾	平均 ⁶⁾	年增长量 ⁴⁾	年增长率(%) ⁵⁾
3	274			37650		
4	397	23	8.4	34720	7070	25.5
5	353	61	20.5	60320	25500	73.4
6	590	32	8.9	77390	17170	28.5
7	420	30	7.7	95940	18550	23.9
8	470	50	11.9	13300	37360	38.9

注：怀卵量系按各年龄的平均肛长以 $R = AL^B$ 公式求得。

Explanation: 1) Age; 2) Anal length (mm.); 3) Number of visible eggs; 4) Annual length increase;

5) Annual rate of length increase; 6) Average.

此外，在同一年龄组内个体怀卵量与体重、肛长之间的关系，较同一体重组或同一肛长组内与年龄的关系是不一致的。同一年龄组内怀卵量系随体重或肛长的增大而提高，但同一体重组内怀卵量随年龄而增加的趋势不很明显（表 4），特别是同一肛长组内的怀卵量与年龄的关系更不明显（表 5）。

这种变动规律，说明东海带鱼的个体怀卵量与体重、肛长和年龄三个指标的关系是有差异的，其中与体重的关系最为密切，肛长次之，年龄更次之。

表 2 个 体 怀 卵 量 与 体

Table 2. Relation of individual number of

怀卵量 ²⁾ (万粒)	重量组 ¹⁾ (克)	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	10
220	2.2		2.2																
230	1.9	1.7																	
240	1.5	1.8																	
250		1.2	2.5																
260		2.4	2.3	3.7			2.6												
270		2.4	2.2	3.1	4.6														
280			2.6	2.8	3.4														
290			2.5	2.8	4.1														
300				3.0	3.2	3.7													
310		2.6	3.1	3.0	1.3	5.9	4.4												
320			3.4	3.6	4.1	5.3		7.3											
330				4.1	3.8	5.0	5.0	5.5	7.9										
340					4.2	4.3	5.7	8.7											
350					4.2		6.7	5.3	7.5				9.3	10.0					
360								8.3	6.4	7.3	8.4							9.7	
370								6.1	6.6	8.9	9.0	11.3							
380								5.5	7.6	7.8	9.2	8.8							
390										7.7	8.9	9.3	6.5	14.7	9.3				
400													10.3	12.0	14.6				
410											12.1		6.8	10.3	14.1	13.3	16.0		
420								6.5						12.9					15.5
430														16.1	14.0				
440																			
450																	12.0		
460																			
470																			
480																			
490																			
500																			
510																			

Explanation: 1) Body weight group (g.);
 2) Number of visible eggs ($\times 10,000$);
 3) Anal length group (mm.).

重、肛长的关系

visible eggs to body weight and anal length.

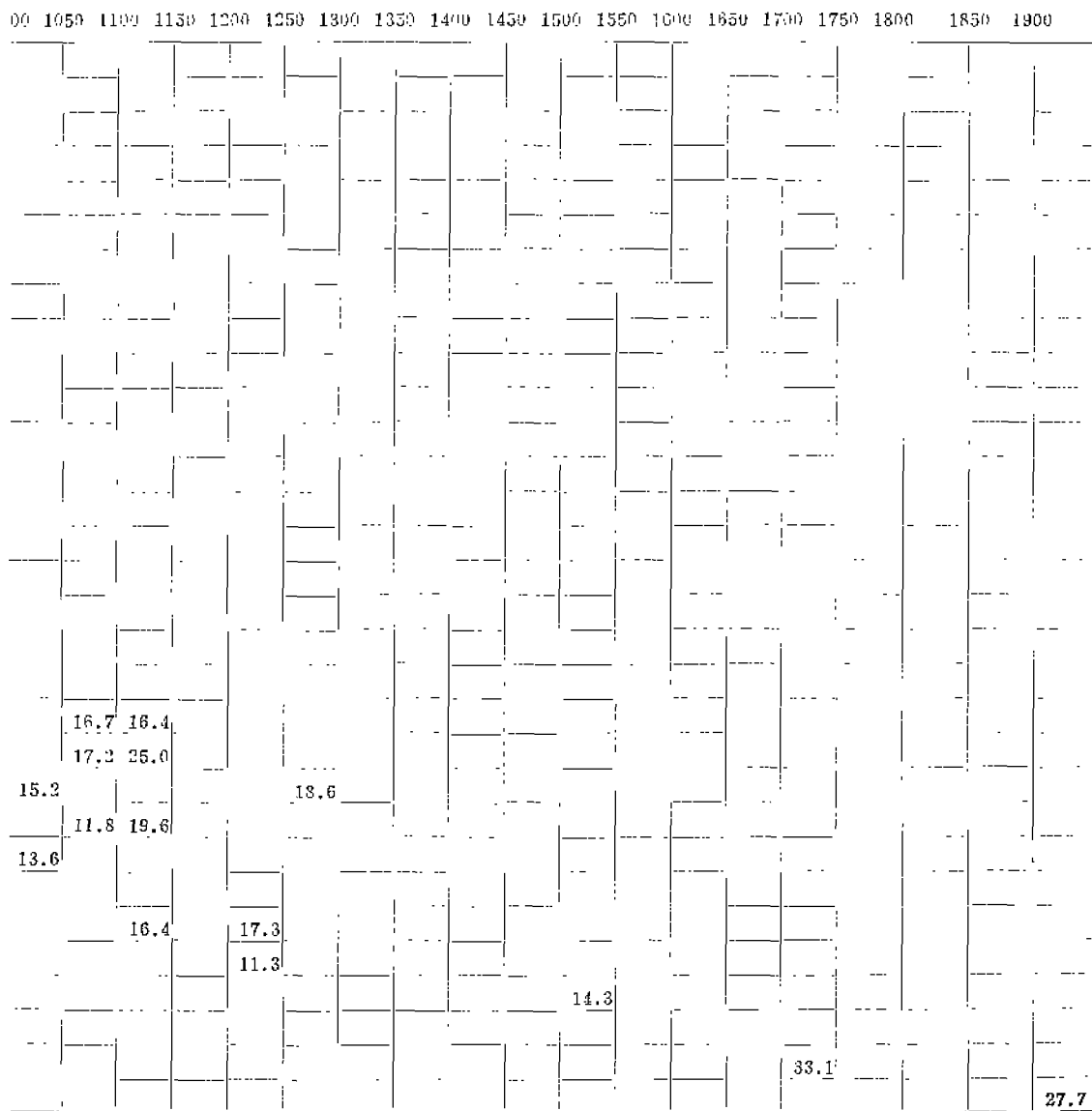


表 4 个 体 怀 卵 量 与
Table 4. Individual number of visible

怀卵量 (万粒) ²⁾	体重组 ¹⁾ (克)												
		200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750
年龄 ³⁾													
3		1.5	2.2	2.4	3.4	3.8	3.6	4.1					
4		2.1	2.0	2.8	3.5	4.1	4.6	3.2	3.8				
5					3.3	3.7	4.5		5.4	6.2	7.7	6.9	7.3
6							4.8	5.5	5.5				8.1
7													
8													
9													

Explanation: 1) Body weight group (g.);
2) Number of visible eggs ($\times 10,000$);
3) Age.

表 5 个 体 怀 卵 量
Table 5. Individual number of visible

怀卵量 (万粒) ²⁾	肛长组 ¹⁾ (毫米)												
		230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340
年龄 ³⁾													
3			1.3	2.5	2.2	2.1	2.7	3.1	3.3			4.1	3.9
4		2.0		1.8	1.8	2.5	2.5	3.1	2.6	3.6	4.0	3.7	4.5
5									3.3			3.5	4.1
6													4.8
7													
8													
9													

Explanation: 1) Anal length group (mm.);
2) Number of visible eggs ($\times 10,000$);
3) Age.

三、产 卵 量

要精确测定海洋洄游性鱼类的产卵量是比较困难的。目前一般多用同一量度指标的平均怀卵量，减去产卵后残留在卵巢内的平均卵粒数量求得；或者依据卵巢内卵母细胞发育及其组成情况，并估计确有可能产出的卵粒数量求得。我们对带鱼产卵量的测定，主要采用前一种方法，也适当考虑了第二种方法，以为对照校验。

东海带鱼的产卵量在肛长 230—480 毫米的范围内是 7.5—48.3 (千粒)，一般为 15—25

年 龄、 体 重 的 关 系

eggs in relation to age and body weight.

	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	1250	1300	1350	1400	1450	1500	1550	1600	1650	1700	
10.9																				
6.5		9.3			12.3				11.3											
			15.5		11.8															
							16.4								14.3					
																				33.1

与 年 龄、 肛 长 的 关 系

eggs in relation to age and anal length.

	350	360	370	380	390	400	410	420	430	440	450	460	470	480	490	500
							10.9									
5.2	6.0	6.2	7.3	7.1	8.4	6.5	6.5									
5.6			5.5	9.3	9.1	7.0				12.3					11.3	
							15.5		11.8							
												16.4		14.3		
																33.1

(千粒)。产卵量和体重、肛长、年龄的关系，和怀卵量与三者间的关系是一致的。即产卵量的提高是依三个成长指标的增大为转移的，内以体重最为直接，肛长、年龄次之。

从表 6 中可看出，各肛长组的产卵量一般约占该组怀卵量的 15—69%，平均为 33.3% 左右。与其他鱼类的产卵率比较，带鱼的产卵率是较低的。这个比率，比部分卵巢内估计可能产出的大型卵粒数的比率要低些（表 7）。按图 3 所示，卵巢成熟度由 IV 期进入 V 期时，卵径在 0.775 毫米以上的卵子是有可能产出体外的，它们占整个卵巢内卵子数量的 36.5—52.5%，平均为 42.8%，比“实测”的产卵率（33.3%）高 9.5%。这可能是由于部分成熟

表6 各肛长组的产卵量和产卵率

Table 6. Number of spawned eggs and ration of spawned eggs to entire visible eggs.

肛长组 ¹⁾ (毫米)	平均怀卵量 ²⁾ (粒)	平均残留卵粒数 ³⁾ (粒)	平均产卵量 ⁴⁾ (粒)	产卵率 ⁵⁾ (%)	标本数 ⁶⁾ (尾)
240	12961	9751	3210	24.7	2
250	19548	15065	4483	22.9	4
260	21036	14289	6747	32.7	2
270	22175	18933	3242	14.6	6
280	27165	8164	19001	69.9	2
290	31905	19971	11934	37.4	1
300	32020	20185	11835	36.9	3
310	35077	29522	5555	15.8	3
320	40299	28011	12288	30.4	3
330	36133	28215	7918	21.9	1
340	42457				
350	53078	24570	28508	53.7	4
360	59563	36294	23269	39.6	2
370	58152	46057	12095	20.7	2
380	63716	45307	18409	28.8	3
440					
450	122705	73610	49095	40.0	1
470					
480	113188	93506	19682	17.3	1

Explanation: 1) Anal length group(mm.); 2) Average number of visible eggs; 3) Average number of eggs remaining in spawned ovaries; 4) Average number of spawned eggs; 5) Ratio of spawned eggs to entire visible eggs; 6) Number of specimens.

表7 卵巢内大小型卵子的组成

Table 7. Composition of the ova of different diameters.

肛长 ¹⁾ (毫米)	成熟度 ²⁾	测定总卵粒数 ³⁾ (粒)	卵径在0.775毫米 以上的卵粒数 ⁴⁾ (粒)	卵径在0.775毫 米以上的% ⁵⁾	卵径在0.775毫米 以下的卵粒数 ⁶⁾ (粒)	卵径在0.775毫 米以下的% ⁷⁾
257	IV	1489	635	42.6	854	57.4
267	V	1025	409	39.9	616	60.1
270	V	845	410	48.5	435	51.5
280	IV	1367	582	42.4	786	57.6
290	V	972	447	45.9	525	54.1
291	IV	1269	497	39.1	772	60.9
292	V	612	321	52.5	291	47.5
294	IV	1193	528	44.2	665	55.8
309	IV	1466	653	44.6	813	55.4
360	IV	1390	506	36.5	884	63.5
365	IV	1600	707	43.5	893	56.5
505	IV	2013	831	41.2	1182	58.7
合计 ⁸⁾		15241	6526	42.8	8715	57.2

Explanation: 1) Anal length(mm.); 2) Stage of maturity; 3) Total number of eggs investigated; 4) Number of the ova with diameters over 0.775 mm.; 5) Percentage of the ova with diameters over 0.775 mm.; 6) Percentage of the ova with diameters under 0.775 mm.; 7) Number of the ova with diameters under 0.775 mm.; 8) Total.

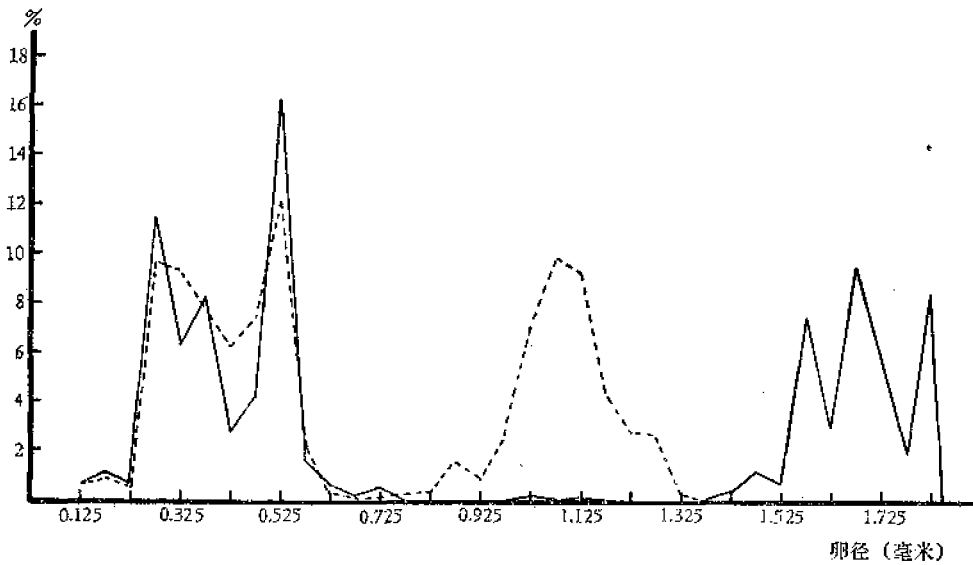


图 3 卵巢内卵径的数量分布

-----Ⅵ期卵巢；——Ⅴ期卵巢。测定尾数：12尾；测定卵粒总数：15236粒。

Fig. 3 Percentages of eggs of various diameter.

Explanation: Diameter of eggs in mm.; -----maturity stage VI; ——maturity stage V; 12 specimens investigated; Total investigated number of eggs, 15236.

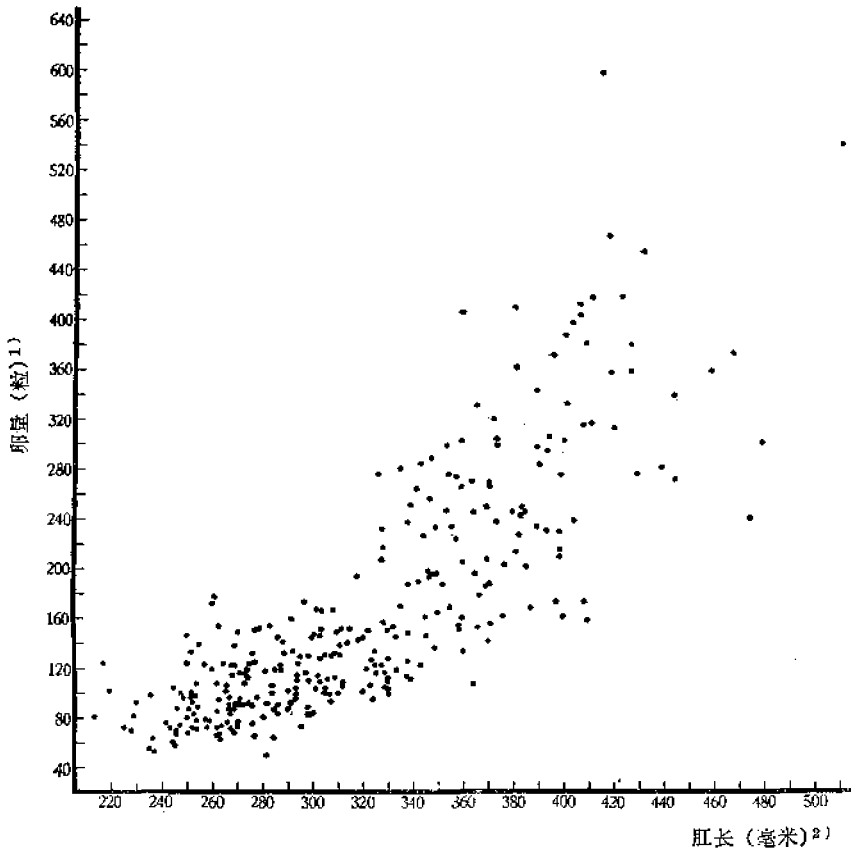


图 4 个体相对怀卵量 r/l 与肛长的关系

Fig. 4 Relation of the individual relative number of visible eggs (r/l) to anal length.

Explanation: 1) Number of eggs ($\times 1$); 2) Anal length in mm.

卵或半成熟卵，没有产出体外而残留在体内所引起的。从卵巢的组织学观察及一般肉眼观察中，也可以证明这一点。

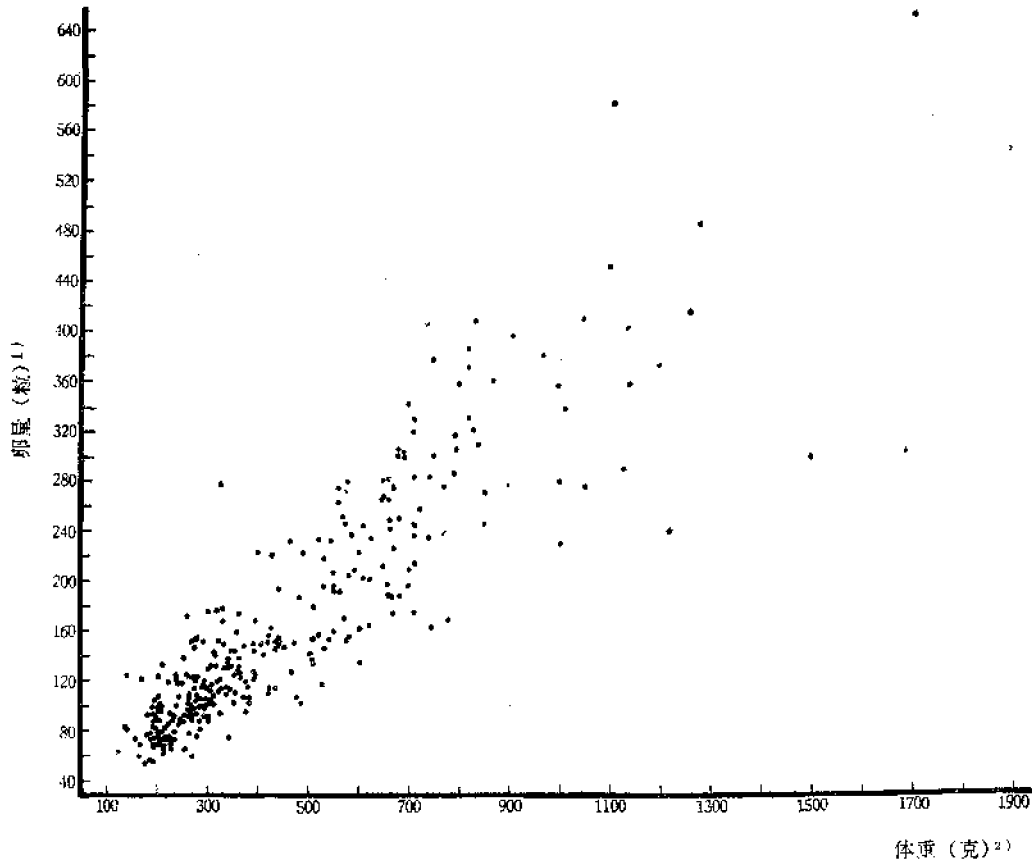


图 5 个体相对怀卵量 r/q 与体重的关系

Fig. 5 Relation of the individual relative number of visible eggs (r/q) to body weight.
Explanation: 1) Number of eggs ($\times 1$); 2) Body weight in g.

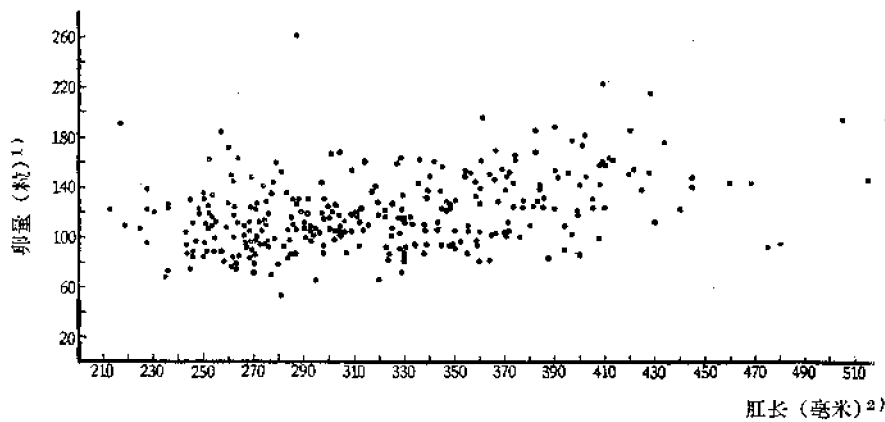


图 6 个体相对怀卵量 r/l 与肛长的关系

Fig. 6 Relation of individual relative number of visible eggs (r/l) to anal length.
Explanation: 1) Number of eggs ($\times 1$); 2) Anal length in mm.

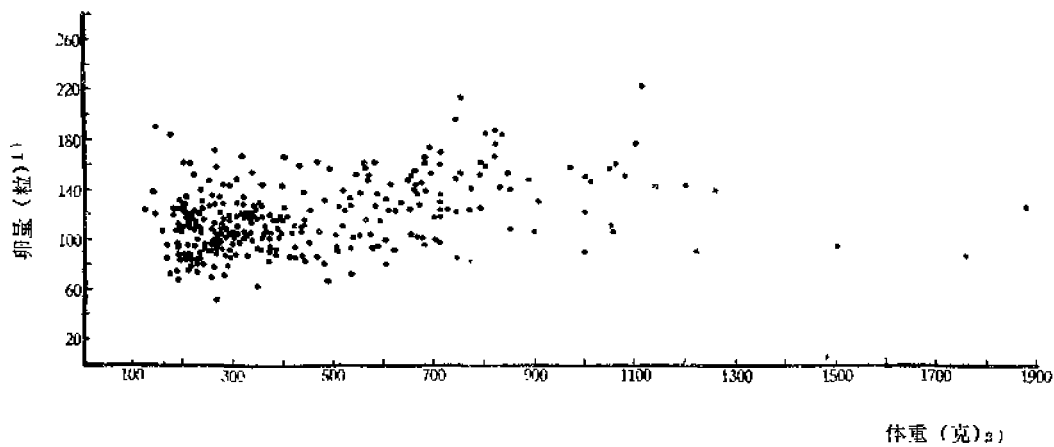
图 7 个体相对怀卵量 r/q 与体重的关系

Fig. 7 Individual relative number of visible eggs (r/q) in relation to body weight.

Explanation: 1) Number of eggs ($\times 1$); 2) Body weight in g.

四、个体相对怀卵量的变动

鱼类个体相对怀卵量，系指个体怀卵量与单位体重或单位体长（一般是与 1 克鱼体重量或 1 毫米鱼体长度）的比值（分别以 r/q 和 r/l 表示），它也是表示个体生殖力的一个指标。

东海带鱼个体单位肛长怀卵量 (r/l) 的范围为 50—655 粒，波动较大。随着肛长或体重的增大，单位肛长的怀卵量也依次增加（图 4、5）。其变动趋势和个体怀卵量与肛长、体重之间的情况相似。

个体单位体重怀卵量 (r/q) 的范围为 52—261（粒），一般为 90—160（粒）。它的变动规律，显然与个体怀卵量和体重、肛长的关系，以及 r/l 和体重、肛长的关系不一样（图 6、7）。它不呈单纯的直线或曲线相关形式，而是接近于波状的曲线相关。这说明 r/q 并不随体重或肛长的增大而有显著变化，也就是说变动较为稳定。但就同一体重组或同一肛长组内的 r/q 或 r/l 而论，它的波动幅度还是相当大的（图 4—7），故要以鱼体重量或鱼体长度借助个体相对怀卵量资料，来推定其个体怀卵量尚有一定困难。这与以往某些学者，如 И. X. Максудов (1944) 认为“一切鱼类在单位重量上卵子数量是恒定不变的”，以及 Н. И. Сироватская (1937) 认为：“在处理大量资料时，可以借助相对怀卵量的帮助，根据鱼体重量来测定怀卵量”的论点是不相符的^[9]。

五、結語和討論

1. 东海带鱼个体生殖力的变动和成长指标的关系问题

从上述个体怀卵量和体重、肛长及年龄的关系中，都可看出个体怀卵量依随体重、肛长和年龄的增大而提高。在三个成长指标与怀卵量的关系中，以体重指标的相关最为密切，肛长、年龄次之。这从三者的相互关系中，也可予以证实。

关于体重指标和个体怀卵量的关系，为什么较肛长、年龄指标和个体怀卵量的关系为直接的问题，我们同意郑文莲、徐恭昭对岱衢洋大黄鱼个体生殖力研究一文中所指出的观点^[6]。

即“生殖力是依生活条件的改变而呈适应的改变的”，和“当生活条件有利、生长速度加快、丰满度提高时，就导致同样大小的鱼体的个体生殖力获得提高”，说明个体生殖力与鱼体重量的关系最为直接而显著。此外，按照一般对鱼体长度、重量、年龄的分组情况看，三者之间的配布并不是一致的。即同一年龄组中包括了较多的重量组或长度组，而同一重量组或同一长度组中所包括的不同年龄组数就显著的少些；同一长度组中所包括的重量组，比同一重量组中包含的长度组多些。表明在年龄、长度和重量的三个成长指标中，重量指标的增幅度较其他两个指标为大，这与鱼类在开始性成熟时，体重的增加速率较鱼体长度的增长速率为大的规律是吻合的。说明带鱼在性成熟后，三个成长指标中以体重的增加最为明显，而反映在个体生殖力方面也是以体重最为密切。

2. 关于东海带鱼个体生殖力变动所反映的种群生物学特性问题

从东海带鱼的个体怀卵量与年龄的关系，以及 r/q 与体重、肛长的关系看，它的生殖力的衰老期不象其他鱼类那样明显，这可能与带鱼具有生长较快、生命周期较短等特点密切相关。是带鱼为提高其种群数量在调节个体生殖力方面的一种适应属性，也就是说，由于带鱼寿命较短、生长较快，这些反映在个体生殖力上，也就相应的“减弱”了生殖力的衰老期，使种群获得较高的繁衍数量。同时，与同海区的大黄鱼、小黄鱼等比较，东海带鱼的生殖力（特别是产卵率）是比较低的，但它的寿命较短，生长较快，因而从其生殖力依随年龄而提高和衰老期不很明显等特性来看，我们认为这是生殖力变动规律反映在种间竞争上的一种适应属性。

参 考 文 献

- [1] 朱元鼎, 1959年。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會議论文集, 122—127頁。
- [2] 朱德山, 1963。海州湾带鱼 *Trichiurus haumela* (Forskál) 个体生殖力的研究。水产部海洋水产研究所調查研究报告。
- [3] 浙江省农业科学院水产研究所, 1960。带鱼年龄和成长的初步研究。
- [4] 曹祥祚、周开基、叶志祥, 1962。1962年海州湾渔场春汛带鱼調查报告。水产部长江水产研究所、江苏省水产科学研究所。
- [5] 郑文莲、徐恭昭, 1962。浙江岱衢洋大黄鱼 *Pseudosciaena crocea* (Richardson) 个体生殖力的研究。海洋科学集刊, 第2集, 1962, 59—78頁。
- [6] 尼可里斯基, F.B., 1953。关于鱼类生殖量变化的一些规律性(論鱼类数量变动的规律, 徐恭昭译)。科学出版社, 1955, 35—42頁。
- [7] 三栖宽, 1958。东海。黄海产タチウオ資源の研究, 第一报, 年龄と成長について。西海区水产研究所研究报告, 第15号。
- [8] 三栖宽, 1959。东海。黄海产タチウオ資源の研究, 第二报, 成熟と产卵について。西海区水产研究所研究报告, 第16号。
- [9] Дрягин, П. А., 1952. О полевых исследованиях размножения рыб. Известия ВНИОРХ, Том XXX, P. 3—70.

A STUDY OF THE INDIVIDUAL FECUNDITY OF
TRICHIURUS HAUMELA (FORSKÅL) OF
EAST CHINA SEA

East China Sea Fisheries Research Institute, The Ministry of Fisheries

QIU WANG-CHUN AND JIANG DING-HUO

ABSTRACT

This paper presents a preliminary analysis on the dynamics and characters of individual fecundity of *Trichiurus haumela*, based upon the study of 354 ovary samples of the fish collected off East China Sea in 1963—1964.

Among the specimens measured the number of visible eggs of each individual *Trichiurus haumela*, in the East China Sea, ranges from 12.8—330.9 ($\times 1,000$), generally 30—50 ($\times 1,000$). The number of eggs spawned by each anal length group is 33% of the number of visible eggs in that group. The number of visible eggs increases with body weight, anal length and age; among these three growth indices, body weight is the most important, followed by the anal length and the least being the age.

The number of visible eggs of individual per anal length unit (r/l) ranges from 50—650, that of per body weight unit (r/q) ranges from 52—261, generally 90—160. The relation of body weight and anal length with the number of visible eggs approaches a wavy curve line indicating that the variability is rather stable.

This paper brings out the problem of the relation between individual fecundity and growth index. The problem of biological characteristics reflected in individual fecundity in population is also discussed.