

草鱼产卵类型的研究*

刘筠 陈淑群 王义锐 顾辉清

(湖南师范学院生物系)

提 要

本文是对已达性成熟年龄的池养和江河雌性草鱼产卵前后卵巢组织学结构的研究。实验结果证明草鱼是一次产卵类型。

经人工催产后的雌性草鱼,由于亲鱼的成熟程度存在个体间的差异,有的全产,有的部分产。在湘江天然产卵场捕得的雌性草鱼,也有全产和部分产的。人工催产全产后的卵巢组织学结构是I、II时相,部分产后的卵巢组织学结构是I、II和IV(IV^+ 、 IV^{++})时相,已达满熟阶段但未经人工催产的卵巢组织学结构是I、II和IV(IV^{+++})时相,以上都未发现有处于III时相的卵母细胞。从江河天然产卵场捕得的全产、部分产和尚未产卵的雌性草鱼的卵巢组织学结构,与上述结果一致。证实由III时相到IV时相是同步性的。5月全产后的雌性草鱼,其卵巢组织学结构在6—9月内处于第II期,没有新的IV时相卵母细胞。因此,夏季全产后的雌性草鱼,不可能在当年夏季或秋季完成由II—III—IV时相的发育程序。草鱼的卵巢成熟系数在繁殖季节只出现一次高峰。

四大家鱼(青、草、鲢、鳙)是我国传统的优良养殖鱼类,对这些鱼类生殖细胞的发育已作过研究^[1,2,4,7]。我们对草鱼产卵类型曾经作了初步的研究和结论^[8],认为草鱼是属于一次产卵类型。近年来,广东、云南等省(区)部分渔业生产单位先后多次提出过草鱼和其他家鱼可以一年2熟或3熟^[6,9,10],直接地或间接地导致了产卵类型的争论,并在人工催产的制度上产生了不同的见解和主张。为了提高家鱼人工繁殖的操作技术、充实和发展我国家鱼人工繁殖的基础理论,我们重复并且充实了草鱼产卵类型的研究。

一、材料和方法

本研究是1976年进行的,实验内容有三个组成部分:1)应用LRH类似物(以下简称LRH-A)为催产剂,对已达性成熟的雌性草鱼进行人工催产,研究池养草鱼产卵前后卵巢成熟系数和组织学结构;2)将全产和部分产后的雌性草鱼,编号专池继续饲养,在6—9月进行解剖,研究产后亲鱼卵巢成熟系数和组织学结构的变化;3)在生殖季节到湘江天然产卵场捕捉产卵前后的雌性草鱼,研究江河草鱼产卵前后卵巢成熟系数和组织学结构的变化情况。卵巢块和垂体用Bouin's液固定,切片8—10微米,H.E.染色,并作了显微摄影。

* 本工作承长沙市郊区岳麓渔场、湘湖渔场、红色渔场的大力支持、协助,特此致谢!

二、结 果

1. 人工催产前后卵巢成熟系数及组织学结构的变化

5月8日至23日先后解剖了5尾人工催产的雌性草鱼，其中3尾全产，2尾部分产，还解剖了1尾已经成熟但未人工催产的雌性草鱼。实验情况和结果在表1中说明。

表1 草鱼催产前后卵巢成熟系数和组织学结构的变化及产卵效果

编 号	催产 日期	解剖 日期	产前 体重	产后 体重	卵巢成 熟系数 %	催 产 效 果	组织学切片检查						每公斤 体重产 卵数 量 (万)	备 注		
							卵母细胞时相									
							I	II	III	IV	V	VI	空泡	黄体		
I	5 7	5 8	5.80	5.25	6.60	部分产	I	II		IV ⁺	IV ⁺⁺			++	+	6.16
II	5 7	5 8	8.70	7.75	6.46	部分产	I	II		IV ⁺	IV ⁺⁺			++	+	7.10
III	5 12	5 13	5.14	4.40	3.90	全产	I	II						+++	+	9.70 有极少数 IV ⁺⁺
IV	5 16	5 17	5.90	5.00	3.00	全产	I	II						+++	+	9.90
V	5 18	5 19	5.50	4.50	2.80	全产	I	II						+++	+	11.80
VI		5 23	4.15				I	II				IV ⁺⁺⁺		+		

IV⁺—IV 时相初 IV⁺⁺—IV 时相中 IV⁺⁺⁺—IV 时相末

+++—数量多 ++—数量中等 +—数量少

表1中I—V号都是注射LRH-A(20微克/公斤)人工催产自然产卵后按照全产和部分产的标准取材的。全产的指标是：1)腹部显著瘪陷，按亲鱼催产前的体重计算，平均每公斤体重约产卵9—12万；2)卵巢成熟系数由产卵前的18—21%下降至4%以下。部分产的指标是：1)腹部比催产前有明显的缩小，但瘪陷的程度不显著，平均每公斤体重产卵7万以下；2)卵巢成熟系数仍有6—8%。

表1中的VI号，是从第一次打网操作的亲鱼池中挑选的，卵巢成熟系数达到20.5%。

从表1可以看出：1)全产后的卵巢(组织学结构是第II期)，卵母细胞的成分是I、II时相，也可见到由III时相过渡到IV时相的败育细胞(图版I: 1)；2)部分产后的卵巢(组织学结构是第IV期)，卵母细胞的成分是I、II、IV(IV⁺、IV⁺⁺)时相(图版I: 2)；3)已达到满熟阶段但未人工催产的卵巢(组织学结构是第IV期)，卵母细胞的成分是I、II、IV(IV⁺⁺⁺)时相(图版I: 4)。全产、部分产和未经人工催产的卵巢组织学成分中，都没有正常发育的III时相卵母细胞，但可以看到由III时相过渡到IV时相的败育细胞，这类细胞与哺乳动物的闭锁卵泡相似，终归中途夭亡，不能继续发育至生长成熟的水平。根据以上事实，说明由III时相到IV时相是同步性的。

表1中I—V号的卵巢组织学成分中，都有数量不等的空囊滤泡(图版I: 1、2)，这是证实确已产卵的依据。在空囊滤泡上的缺口，是IV时相卵母细胞完成成熟排卵后——V时相卵母细胞突破滤泡细胞包围的出口(图版I: 3)。由此证实，过去认为IV时相卵母细胞在完成成熟排卵过程中滤泡细胞完全溶化的说法^[2]尚有商榷的必要。

2. 江河草鱼产卵前后卵巢成熟系数及组织学结构的变化

4月30日至6月24日，在湖南湘江天然产卵场捕获7尾已达性成熟的雌性草鱼，其中2尾全产，1尾部分产，4尾未产（表2）。

表2 湘江产卵场草鱼产卵前后卵巢成熟系数和组织学结构变化

编 号	解 剖 日 期		产 前 体 重	产 后 体 重	卵巢成 熟系 数 %	产 卵 情 况	组织学切片检查								备 注	
							卵母细胞时相				滤泡					
	月	日	(公斤)	(公斤)	产前	产后	I	II	III	IV			VI	空泡	黄体	
江I	4	30	4.45		14.6	未产	I	II		IV+	IV++	IV+++			+	
江II	5	1	6.80		19.9	未产	I	II				IV+++			+	
江III	5	2	4.00		18.8	未产	I	II				IV+++			+	
江IV	5	10		8.75	8.6	部分产	I	II			IV++	IV+++		++	+	
江V	6	14	3.00		13.0	未产	I	II		IV+	IV++	IV+++			+	
江VI	6	15		6.00	2.5	全产	I	II					VI	+++	+	
江VII	6	24		4.50	1.9	全产	I	II						+++	+	

从表2可以看出：1)尚未产卵的4尾雌性草鱼，其卵巢成熟系数有明显的差别，最低的只有13.0%，最高的达到19.9%，这主要是卵巢的成熟程度存在个体间的差异，与江河捞苗在时间上出现的先后是一致的；2)草鱼生长在江河环境中，每到生殖季节洄游到一定的产卵场产卵，与池养草鱼人工催产的结果相似，有全产，也有部分产；3)全产后的卵巢，主要由II时相卵母细胞组成(组织学结构是第II期)(图版I: 5)，成熟系数下降至1.9—2.5%。部分产后的卵巢，仍有IV时相卵母细胞(组织学结构是第IV期)(图版I: 6)，成熟系数下降至8.6%；4)尚未产卵的卵巢组织学结构是第IV期(图版I: 7)。全产、部分产和未产的卵巢组织学成分中，均未见有正常发育的III时相卵母细胞，也可看到由III时相过渡到IV时相的败育细胞，这与池养草鱼的情况是一致的。根据以上事实，证明生长在江河环境中的草鱼，当其达到性成熟年龄时，卵母细胞由III时相到IV时相，也是同步性的。

3. 人工催产(全产、部分产)后的雌性草鱼继养43—132天卵巢成熟系数及组织学结构的变化

应用LRH-A为催产剂(20微克/公斤)，在各次人工催产实验中，选择较为标准的全产和部分产后的雌性草鱼，编号放入同一亲鱼池(1.8亩)继续饲养，定专人每天投喂足量的青草、菜叶，每隔10—15天投精饲料50—60市斤。全产和部分产后的雌性草鱼，分别在6—9月进行解剖。本实验的基本情况和结果在表3中说明。

从表3的实验结果可以知道：1)6—9号系全产后继养43—120天的雌性草鱼，对照表1人工催产全产后立即进行解剖所示的卵巢成熟系数是2.8—3.9%，在继养期间的6—9月内卵巢成熟系数下降至2.2—2%，说明全产后的雌性草鱼，其卵巢成熟系数在当年的夏、秋两季不可能再出现高峰。这与其卵巢组织学结构都是处于第II期(图版I: 8; 图版II: 11、12、13)，没有次发性的III时相和IV时相卵母细胞是彼此吻合的；2)6号和7号

的卵巢组织学成分中，除 I、II 时相卵母细胞外，卵巢膜增厚，其中的生殖上皮细胞进行频繁的分裂(图版 II: 9)，卵原细胞就是由生殖上皮分化而来的，有的卵原细胞继续进行分裂，有的已经停止分裂，进入 I 时相(图版 II: 10)。8号和 9 号的卵巢组织学结构也都是第 II 期，卵原细胞增生分裂的图象已不显著，但 II 时相卵母细胞的体积有明显的增长(图版 II: 12, 13)。说明全产后的雌性草鱼，在 6、7 月间，生殖上皮增生，卵原细胞分裂，大量增加新的年幼的卵母细胞(I 时相)。到 8、9 月后，则是 II 时相卵母细胞进入小生长期，细胞核和细胞质均衡增长。联系到亲鱼的培育，重视产后的饲养，不仅是恢复体质问题，与促进生殖细胞的增殖、生长发育有密切的关系；3)部分产后的雌性草鱼，继养 60—132 天，卵巢成熟系数由 6.0—6.4% 回升到 9.61—14.0%，经卵巢组织学成分的分析，这种回升现象，是由于存留在卵巢中的 IV⁺ 和 IV⁺⁺ 卵母细胞继续生长发育至 IV⁺⁺⁺(图版 II: 14)，致使卵巢成熟系数相应地有所增长的缘故。在 8、9 月间，IV⁺⁺⁺ 卵母细胞已超过“适当成熟”有效时限而趋向生理死亡——退化(图版 II: 15)，肥大的滤泡细胞侵入卵体吞噬卵黄(图版 II: 16)，卵巢成熟系数也随之开始下降。说明部分产后的雌性草鱼，在继养期间，掌握在有效催产时限内进行第二次人工催产，是可以获得产卵效果的；4)部分产后的雌性草鱼，在继续饲养的 6—9 月内，卵巢组织学结构中，均未见有次发性的 III 时相卵母细胞；5)无论是全产或是部分产后的雌性草鱼，在继养期间，空囊滤泡的完整结构已不见存在，滤泡细胞有的包围在新生的 I 时相卵母细胞的外周，形成年幼的滤泡(图版 II: 10)，有的分化成为显示桔黄色素的颗粒细胞——黄体细胞。黄体细胞仅只来自产卵遗迹的滤泡细胞(所谓产后黄体)，还是在产卵之前也可来自败育的或退化的滤泡细胞(所谓产前黄体)，尚不清楚。就我们已经看到的，在已达性成熟的雌性草鱼卵巢中，无论是产前或是产后，都可见到黄体细胞的存在，但以全产后的数量较多。草鱼的黄体细胞是否有分泌激素的功能？它对卵母细胞的生长发育具有什么作用？有待进一步的研究。

4. 卵巢成熟系数和组织学结构与季节周期变化的关系

我们曾于 1958—1962 年对草鱼的性腺发育作了研究^[1]，为了有助于证实草鱼的产卵类型，现引用过去的研究，结合本实验的结果，对已达性成熟雌性草鱼的卵巢成熟系数和组织学结构与季节周期变化的关系，用图 1 表示出来。

在湖南地区，达到性成熟年龄和进入性成熟年龄以后的雌性草鱼，卵巢是第 III 期越冬的^[1]，停留在第 III 期的时间约为 70—90 天(1—3 月)，一般在 3 月底或 4 月初进入第 IV 期。4 月底至 6 月初是繁殖季节，5 月上旬至 5 月底是卵巢发育成熟的顶峰，在饲养条件较好、产龄适中的情况下，卵巢成熟系数可以达到 18.0—20.5%。当卵巢达到“满熟”以后，若不进行人工催产，于 6 月开始出现退化，7—8 月退化现象普遍存在。处于退化过程的卵巢是第 VI 期，此时期趋向生理死亡的 VI 时相卵母细胞易与正常的 IV 时相卵母细胞相区别：1)卵黄液化；2)细胞核溃散；3)包围于卵周的滤泡细胞肥大活跃，并侵入卵体中吞噬卵黄(图版 II: 16)。由于肥大滤泡细胞的吞噬作用，退化的 VI 时相卵母细胞被吸收，于是卵巢的组织学结构回复到第 II 期，卵巢系数下降到最低限度约 2% 左右，冬季进入第 III 期，卵巢成熟系数逐渐上升至 3—4%。

在繁殖季节，经人工催产的雌性草鱼，如系全产，卵巢中已达成熟的 IV 时相卵母细胞基本上全数产出，于是卵巢组织学结构回复到第 II 期(图版 I: 1)，而卵巢成熟系数则下降至

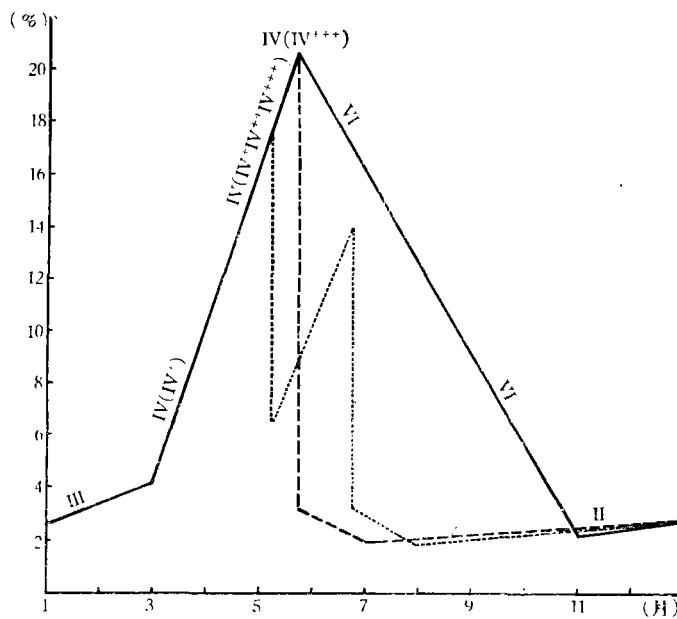
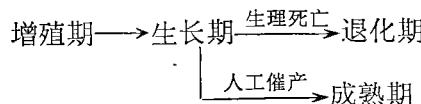


图 1 已达性成熟雌性草鱼的卵巢成熟系数和组织学结构与季节周期变化的关系

——— 自然情况下
- - - - 人工催产全产后
……… 人工催产部分产后再行第二次催产

3% 左右(表 1)。随着少数残存退化的 VI 时相卵母细胞被吸收, 卵巢成熟系数还会继续下降至 2% 左右。在繁殖季节早期被催产的雌性草鱼, 部分产的现象很普遍, 部分产的产后卵巢成熟系数下降至 6—8% 左右, 而组织学结构仍为第 IV 期(图版 I: 2), 继养数十天后(表 3), 由于 IV⁺ 和 IV⁺⁺ 卵母细胞继续生长发育至 IV⁺⁺⁺, 卵巢成熟系数也相应地增长回升至 9.6—14%, 若在有效催产时限内进行第二次人工催产, 可以获得产卵效果。

池养草鱼的卵细胞在生长发育过程中可以分为三个时期: 1) 卵原细胞的增殖期; 2) 初级卵母细胞的生长期; 3) 初级卵母细胞的退化期。由于初级卵母细胞经过卵黄形成和充塞达到生长成熟后就停滞不前, 必须人工催产, 才能进行染色体的减数分裂达到生理成熟, 因此池养草鱼卵母细胞的生长发育可以按下列程式表示:



为了便于生产和科学的应用, 可以根据草鱼在池塘自然环境条件下卵母细胞生长发育的特点和人工催产后卵母细胞的变化情况综合起来划分为 6 个时相。表 4 是用以说明各时相的特征和彼此间的关系的。

卵母细胞由 III 时相发育到 IV 时相是同步性的。所谓同步性, 是指正常发育的 III 时相卵母细胞在一个短暂的时间内(3 月中旬至 4 月上旬)过渡到 IV 时相, 贮积在卵巢中未达到 III 时相的年幼的 I、II 时相卵母细胞, 在当年的春季、夏季和秋季不可能再进入到 III 时相, 只有到了冬季, II 时相的卵母细胞才能发育到 III 时相。这就是已达性成熟年龄雌

表4 草鱼卵细胞生长发育过程的形态学特征和时相的划分

时 相 特 征	卵原细胞	初 级 卵 母 细 胞			成熟卵母细胞	退化卵母细胞
	增殖期	生 长 期			成熟期	退化期
细胞分裂	小 生 长	大 生 长		减数分裂	生理死亡	
	I 时 相	II 时 相	III 时 相		V 时 相	VI 时 相
卵径(微米)	6—14	14—280	280—400	400—1100	1000—1100	逐渐缩小
核径(微米)	3—6	6—130	130—160	160—220	第二次成熟分裂中期	溃 散
滤泡层数	分化过程	1	2	2	空泡(卵子解脱)	肥 大
卵 黄 粒	无	无	出 现	形成、充塞	存 在	液 化

性草鱼的卵巢为什么一定是第 III 期越冬和由 III 时相发育到 IV 时相是同步性的理论依据。

根据细胞形态学的特征和人工催产成熟、排卵的反应, IV 时相的卵母细胞又可分为 IV 时相初(IV^+)、IV 时相中(IV^{++})、IV 时相末(IV^{+++})三个不同成熟的等级, 就人工催产的效果而言, IV^+ 和 IV^{++} 卵母细胞对外源促性腺激素或内源促性腺激素(注射 LRH-A)不敏感, 只有 IV^{+++} 卵母细胞对促性腺激素(外源或内源)敏感, 完成成熟、排卵。当卵巢中出现有 IV^{+++} 卵母细胞, 其他 IV^+ 和 IV^{++} 卵母细胞在一个短暂的时间内(约10—15天)会先后达到 IV^{+++} 生长成熟的水平, 普通称之为“满熟”。由 III 时相过渡到 IV 时相, 时间上的概念并不是分秒不差的所有 III 时相都在某一时间同时进入到 IV 时相, 也应该是稍有先后的差异的, 同步性的意义是指只有在冬季已经进入了 III 时相的卵母细胞才能在春季发育到 IV 时相。

III 时相和 IV 时相初(IV^+), 二者在形态上和染色反应上都是有区别的: III 时相卵母细胞是属于大生长期的最初阶段, 只有泡内卵黄的出现, 还没有泡外卵黄的形成, 用 H. E. 染色, 细胞质颗粒显示微弱的嗜碱性反应; IV 时相初(IV^+)卵母细胞, 泡内卵黄和泡外卵黄都在发展形成, 细胞质颗粒已转向嗜伊红性, 这些嗜伊红性的质粒, 可能将参与卵黄的组成。

在第 IV 期的卵巢切片中, 可能看到类似 III 时相的败育细胞, 特别是在人工催产产空(全产)之后的卵巢切片中, 较为容易见到。败育细胞是由 III 时相过渡到 IV 时相处于坏死状态的卵母细胞, 与正常发育的 III 时相和 IV 时相初(IV^+)不同之处在于其泡内卵黄形成的颗粒不能继续增长, 卵核萎缩或溃散, 犹如稻谷中的瘪谷。

三、讨 论

在前言中已经提到, 对我国四大家鱼的产卵类型, 已提出不同的看法。本文不打算把四大家鱼作为一个格式来讨论, 仅就已获得的实验结果, 对草鱼的产卵类型, 提出我们的看法。

1. 卵母细胞的形成、生长发育与季节周期变化的关系

众所周知,已达性成熟的雌性草鱼和其他雌性家鱼,在一定的时限(产龄)内,都是连年产卵的,在合理的饲养管理条件下,产卵的数量也是比较稳定的。这里有两个问题值得提出讨论:已经达到生长成熟的IV时相卵母细胞经人工催产而产出,或是自然退化被吸收,那么新的年幼的卵母细胞怎样形成,在什么季节形成?由I→II→III→IV时相的发育程序与季节的运转有无关系?我们发现人工催产全产后的卵巢组织学结构,在6、7月间,卵巢膜显著增厚,生殖上皮活跃(图版II:9),由生殖上皮分化出来的卵原细胞进行频繁的分裂,停止分裂的卵原细胞,就是新的年幼的I时相卵母细胞(图版II:10)。8、9月后,卵巢膜减薄,生殖上皮呈静止状况,卵原细胞的分裂已不显著,随之而起的是II时相卵母细胞进入小生长阶段,细胞核和细胞质均衡增长,这就是冬季进入III时相的前身。我们在研究草鱼和青鱼的性腺发育时已经证实,已达性成熟雌性卵巢组织学结构只有在冬季才能出现第III期^[1,7]。就卵母细胞由I→II→III→IV时相的发育程序而言,当年6、7月间新形成的年幼的I时相,不可能在当年发育到第III时相,要到第二个冬季才能进入第III时相,因此由I→II→III→IV时相这个发育程序是跨年度的。

2. 全产、部分产与成熟的关系

湖南地区,在繁殖季节的早期(4月下旬至5月上旬),雌性草鱼的卵巢成熟系数尚未达到顶峰之前,卵巢中IV时相卵母细胞有的已达IV⁺⁺⁺,有的尚在IV⁺和IV⁺⁺,选用这样的亲鱼进行人工催产时,由于只有已经长足达到生长成熟的IV⁺⁺⁺卵母细胞对促性腺激素敏感,被催产出来的卵子数量,只相当于全部IV时相的部分或半数,卵巢中尚留存一定数量的IV⁺和IV⁺⁺卵母细胞,称为部分产(图版I:2)。在繁殖季节盛期(5月中旬至5月底),卵巢成熟系数已达到顶峰,IV时相卵母细胞基本上都已达到了IV⁺⁺⁺,人工催产后,被催产出来的卵子数量,可以达到接近于卵巢中全数IV时相数量的水平,称为全产(图版I:1)。4月27日至5月23日,我们应用LRH-A(10—20微克/公斤)对114尾雌性草鱼进行了人工催产,从4月27日至5月9日催产的59尾,几乎有80%是部分产的,按亲鱼体重计算,平均每公斤体重的产卵量只有4—5万。从5月10日至5月23日催产的55尾,全产的达到75%,平均每公斤体重的产卵量是8—9万,最高的达到11.8万。催产效果反应在繁殖季节上的差异,主要原因是亲鱼本身的成熟程度问题。

3. 草鱼是一次产卵类型

在自然界里,某些动物和鱼类,有一年排卵一次,称为一次产卵类型。有的每隔一定时间排卵一次,在一年之内可以排卵几次或多次,称为多次产卵类型。这种划分是以动物的生殖周期为依据的。所谓生殖周期,是指卵母细胞的生长发育和成熟排卵运转的规律。属于一次产卵类型的动物,其卵母细胞的生长发育和成熟、排卵,要受环境因素的控制,亦即季节的制约。属于多次产卵类型的动物,不受季节的制约,由其自身的内分泌系统调节,每日、每五日、每月都可排卵。

根据我们对草鱼性腺发育的研究^[1]和本实验的结果,证实草鱼是属于一次产卵类型。理由是:1)无论生长在池塘或是生长在江河里的雌性草鱼,卵母细胞由III时相至IV时相是同步性的(图版I:1、2、4、5、6、7、8;图版II:11、12、13、14、15),这种生物学特点,是证实一次产卵类型的基本根据;2)人工催产全产后的雌性草鱼,在继养期间的6—9月,其卵巢组织学结构是第II期,没有次发性的III时相和IV时相卵母细胞(图版I:8;

图版 II: 11、12、13), 证实由 I → II → III → IV 时相的发育程序是跨年度的, 在繁殖季节人工催产全产后的雌性草鱼, 不可能在当年的夏季或秋季完成由 II → III → IV 时相卵母细胞的发育程序; 3) 已达性成熟的雌性草鱼, 卵巢成熟系数只能在繁殖季节出现一次高峰(图 1), 部分产后的雌性草鱼, 在继养期间的 6—9 月, 其卵巢成熟系数虽有回升的现象, 这是由于未产出而存留在卵巢中的 IV⁺ 和 IV⁺⁺ 卵母细胞继续生长发育至 IV⁺⁺⁺ 的结果, 因此, 部分产后卵巢成熟系数的回升现象, 实际是一种补偿作用。

近年来, 广东、云南等地从事家鱼人工繁殖工作的同志相继发表了草鱼一年可以 2 熟或 3 熟的资料^[9,10], 认为草鱼是多次产卵类型, 主张采用 2 次或 3 次人工催产来挖掘产卵潜力。根据我们历年来的实践经验和本实验的结果, 现提出几个具体问题与主张草鱼是多次产卵类型的作者商榷。

(1) 有关作者强调只有早熟(3 月底或 4 月初)的亲鱼始能达到 2 次产卵的目的^[9,10], 既然是多次产卵类型, 为什么有些亲鱼只能产一次, 而另一些亲鱼又能产两次, 可以产两次的又只限于在繁殖季节早期产后的亲鱼? 这是否是与我们证实的在繁殖季节早期经人工催产部分产后的亲鱼, 继养数十天, 待存留在卵巢中的 IV⁺ 和 IV⁺⁺ 卵母细胞生长发育至 IV⁺⁺⁺, 在“适当成熟”的时限内进行第二次人工催产, 又可获产的情况相同。

(2) 作者提到第二次人工催产出来的卵子, 卵径比正常的卵径小, 以此作为次性发育的依据^[9]。是卵子质量的缺陷, 还是次性发育的依据? 根据我们的实验结果, 在 5 月全产后的雌性草鱼, 不可能在当年的夏季或秋季完成由 II → III → IV 时相这个发育程序。

(3) 作者列举第一和第二次催产的产卵数量, 按亲鱼体重计算, 平均每公斤体重前后两次的总产卵量约为 10.3 万^[10], 这个数字并未超过一次催产全部产空平均每公斤体重 9.7—11.8 万的水平(表 1、表 3)。湖北洪湖水产研究所曾证实过草鱼前后两次催产的总产卵量没有超过第一次催产前的怀卵量^[6], 他们的看法和我们的实验结果是一致的。因此, 主张二次或三次人工催产的操作方法可以挖掘产卵潜力的提法, 尚有商榷的必要。

我们证实草鱼是一次产卵类型。在理论上可能不存在地区之间的不同, 但由于亲鱼本身的年龄、饵料以及生态因素的差异, 在繁殖季节亲鱼的成熟程度出现有个体之间差别, 因此在繁殖季节的早期进行催产, 往往是部分产多于全产, 到繁殖季节盛期, 只要操作技术恰当, 全产的比率可以达到 80—90%。全产后的雌性草鱼, 不可能在当年再获得催产效果, 但在正常的饲养条件下, 部分产后的雌性草鱼, 在适当的时候进行第二次催产是可以成功的。二次催产并不等于多次产卵类型。广东、广西池养的鲮鱼, 早已被证实是一次产卵类型^[3], 但也有提倡鲮鱼一年可以二熟或三熟的主张。

四、小结

1. 应用 LRH-A 对已达性成熟的雌性草鱼进行人工催产, 由于亲鱼的成熟程度存在个体间的差异, 有的可获全产(产空), 有的部分产。在湘江天然产卵场捕获的已达性成熟的雌性草鱼, 同样有全产和部分产的。

2. 无论池养或是江河草鱼, 其卵母细胞的生长发育由 III 时相到 IV 时相是同步性的。

3. 由 I → II → III → IV 时相的发育程序是跨年度的。在繁殖季节全产后的雌性草鱼, 不可能在当年的夏季或秋季完成由 II → III → IV 时相这个发育程序。

4. 已达性成熟雌性草鱼的卵巢成熟系数, 只能在繁殖季节出现一次高峰。

根据以上实验结果, 草鱼是一次产卵类型。

参 考 文 献

- [1] 刘筠等, 1962。草鱼性腺发育的研究。湖南师范学院自然科学学报, 1962: 1—23。
- [2] 中国科学院实验生物研究所, 1966。家鱼人工繁殖的研究。1—56。科学出版社。
- [3] 李有广等, 1965。池塘鲮鱼性腺周期变化的研究。水产学报, 2(3): 59—66。
- [4] 施琼芳等, 1964。鲢鱼性腺周期变化的研究。水生生物学集刊, 5(1): 77—94。
- [5] 刘筠, 1965。家鱼人工繁殖研究工作的现状与展望。水产学报, 2(3): 50—56。
- [6] 洪湖水产研究所, 1973。草鱼一季二次产卵的实验报告。淡水渔业, 1973(8): 15—16。
- [7] 湖南师范学院生物系鱼类研究小组, 1975。青鱼性腺发育的研究。水生生物学集刊, 5(4): 471—484。
- [8] 湖南师范学院生物系鱼类研究小组, 1975。草鱼产卵类型的研究。淡水渔业, 1975(2): 6—10。
- [9] 李长春, 1975。我们认为存在家鱼一年二次产卵——与湖南师院生物系商榷。淡水渔业, 1975 (9): 26—27。
- [10] 刘昌璜, 1976。南方草鱼人工繁殖中几个技术问题。淡水渔业, 1976(3): 27—29。
- [11] Yoshiharu Honma, 1961. studies on the endocrine glands of the salmonid fish, Ayu, *Plecoglossus altivelis* Temminck et Schlegel-IV. The fate of the unspawned eggs and the new crops of oocytes in the spent ovary. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 27 (10): 873—879.

STUDIES ON THE TYPE OF SPAWNING OF THE GRASS CARP, *CTENOPHARYNGODON IDELLUS*

Liu Yun, Chen Shu-qun Wang Yi-xian and Gu Hui-qing

(*Department of Biology, Hunan Teachers' College*)

Abstract

This paper deals with the histological structure of the ovaries of the sexually mature pond-cultured Grass Carp as well as river Grass Carp both before and after spawning. The results of our examination demonstrate that the Grass Carp is a type of fish that spawns only once a year.

The fact that some of the female fish, after induced ovulation, spawn perfectly while the others spawn partially is owing to the spawners' different degrees of maturity. The female fish caught from the natural spawning ground of the Hsiang River (in Hunan Province) also spawn perfectly or partially. The histological structure of the ovaries, after perfect spawning through induced ovulation, contains oocytes of phase I and phase II. The ovaries after partial spawning through induced ovulation contains phase I, phase II and phase IV (IV^+ , IV^{++}). The histological structure of the ovary reaching full maturity without induced ovulation consists of phase I, phase II and phase IV (IV^{++}). In the ovary of the Grass Carp spawner, no matter whether subjected to induced ovulation or not, there are no oocytes in phase III. The above results are also true of the ovaries of the gravid Grass Carp caught from the Hsiang River which spawned perfectly, partially, or which had not yet spawned at the time of being caught. It is demonstrated that oocytes develop from phase III into phase IV synchronously. Oocytes in the ovary of the pond-cultured Grass Carp, after perfect spawning in May, remains in phase II during June, July, August and September and no new oocytes of phase IV are found in the spent ovary. Hence the ovary of the mature fish, after perfect spawning in late spring or early summer, cannot complete the course of development from phase II through phase IV in the same year. The coefficients of maturity of the ovaries in the pond-reared Grass Carp exhibit only one peak during one reproductive cycle.

图 版 说 明

图 版 I

- 图 1. 池 V 号(表 1), 产前体重 5.5 公斤, 产后体重 4.5 公斤, 全产, 产后卵巢成熟系数 2.8%。示全产后卵巢组织学结构是第 II 期, 其中有 I、II 时相卵母细胞和空滤泡($\times 65$)
- 图 2. 池 II 号(表 1), 产前体重 8.7 公斤, 产后体重 7.75 公斤, 部分产, 产后卵巢成熟系数 6.46%。示部分产后卵巢组织学结构是第 IV 期, 其中有 I、II、IV、(IV⁺、IV⁺⁺) 时相卵母细胞和空滤泡($\times 65$)
- 图 3. 同图 2。示卵子(V 时相)突破滤泡的出口 ($\times 259$)
- 图 4. 池 VI 号(表 1), 未经人工催产, 体重 4.15 公斤, 卵巢成熟系数 20.5%。示卵巢组织学结构是第 IV 期, 其中有 I、II、IV 时相卵母细胞($\times 60$)
- 图 5. 池 VI 号(表 2), 解剖时体重 6 公斤, 卵巢成熟系数 2.5%。示全产后卵巢组织学结构是第 II 期, 其中有 I、II 时相卵母细胞和空滤泡($\times 65$)
- 图 6. 池 IV 号(表 2), 解剖时体重 8.75 公斤, 卵巢成熟系数 8.6%。示部分产后卵巢组织学结构是第 IV 期, 其中有 I、II、IV 时相卵母细胞 ($\times 65$)
- 图 7. 池 III 号(表 2), 解剖时体重 4 公斤, 卵巢成熟系数 18.8%。示尚未产卵的卵巢组织学结构是第 IV 期, 其中有 I、II、IV 时相卵母细胞($\times 60$)
- 图 8. 6号(表 3), 全产后继养 43 天, 解剖时体重 5.5 公斤, 卵巢成熟系数 2%。示卵巢组织学结构是第 II 期, 没有次发性的 III、IV 时相卵母细胞($\times 65$)

图 版 II

- 图 9. 同图 8。示卵巢膜增厚, 生殖上皮分化出成群的卵原细胞($\times 810$)
- 图 10. 同图 8。示已停止分裂的卵原细胞进入第 I 时相($\times 810$)
- 图 11. 7 号(表 3), 全产后继养 74 天, 解剖时体重 5.2 公斤, 卵巢成熟系数 2.2%。示卵巢组织学结构是第 II 期, 没有次发性的 III、IV 时相卵母细胞($\times 65$)
- 图 12. 8 号(表 3), 全产后继养 102 天, 解剖时体重 7.1 公斤, 卵巢成熟系数 2.1%。示卵巢组织学结构是第 II 期, 没有次发性的 III、IV 时相卵母细胞($\times 65$)
- 图 13. 9 号(表 3), 全产后继养 120 天, 解剖时体重 7 公斤, 卵巢成熟系数 2.2%。示卵巢组织学结构是第 II 期, 并显示由滤泡细胞分化形成的呈桔黄色素的黄体($\times 65$)
- 图 14. 2 号(表 3), 部分产后继养 60 天, 解剖时体重 6.4 公斤, 卵巢成熟系数 12.7%。示卵巢组织学结构是第 IV 期 ($\times 60$)
- 图 15. 4 号(表 3), 部分产后继养 102 天, 解剖时体重 5.85 公斤, 卵巢成熟系数 11.6%。示卵巢组织学结构是第 VI 期, 已出现趋向生理死亡的 VI 时相退化卵母细胞($\times 60$)
- 图 16. 同图 15。示滤泡细胞已侵入退化的卵体(VI 时相)内, 吞噬卵黄($\times 259$)

