

黑鲷性转换的人工诱导研究*

阮洪超 吴光宗 黄瑞东

(中国科学院海洋研究所)

硬骨鱼类中有些种类具有雌雄同体的现象,即性腺同时存在于卵巢和精巢组织,这种雌雄同体现象在一些鱼类中甚至可终生存在,并能自行受精,如鲈科鱼类 *Serranus cabrilla* 等。另外有些鱼类虽然在其生活史中同时存在卵巢和精巢,但卵巢和精巢并不同时成熟,不同年龄段表现为不同的性别,有一个性转换的过程,这种过程可以分为两种类型:(1)同时存在卵巢和精巢,在发育过程中精巢先成熟,卵巢受到抑制,低龄鱼表现为雄性(如黑鲷),随着年龄增大,精巢逐渐萎缩而卵巢逐渐发育成熟,表现为雌性;(2)卵巢先成熟,到了高龄精巢才成熟(如石斑鱼类和淡水黄鳝等),第一次性成熟都是雌鱼,产卵后才逐渐变为雄鱼。

从自然界捕鱼苗来养殖,常受到资源的限制,往往很难满足养殖的需要,人工繁殖是解决自然苗种不足的根本途径。在人工养殖条件下,从仔鱼培育到二龄的黑鲷,一般全部表现为雄性,三龄鱼才有部分转为雌性,为了使其能提前转为雌性,尽早参与生殖,达到人工生产苗种的目的,作者于 1991—1992 年进行了人工诱导鱼类性转变的研究,同时观察了性腺的发育过程。

过去有关人工诱导发生性转变的研究多数采用生活史上没有经历性转变的鱼类(即雌雄异体鱼类),用人工方法使生活史上有经历性转变的鱼类发生性转变的研究比较少见。本文主要采用雌性激素投喂和注射方法,结合环境因子如水温、光照,使生活史上有性转换过程的黑鲷,在低年龄时提前发生性转变。此研究对提高经济价值较高海鱼的产量具有重要意义。

一、材料与方 法

实验于 1991 年 1—6 月和 1991 年 11 月—1992 年 6 月进行,分别叙述如下。

(一) 第一次实验

1. 材料 海洋生态实验站人工养殖黑鲷。1990 年 12 月从实验站运到海洋研究所生物培育楼实验室暂养。鱼龄为 18 个月(以下称 1.5 龄,实验结束时达 2 龄)。分组前有

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 2641 号。
收稿日期: 1995 年 3 月 29 日。

50尾作了生物学测量,全长186—284 mm,平均239 mm;体长152—244 mm,平均195 mm;体重165—518 g,平均310 g。有6尾取了性腺作组织切片观察。实验过程中死亡的鱼也作了性腺观察。

2. 分组 共分6组(表1,1月16日分组完毕)。

(1) 第一组: 加强光照、加温,投喂乙蔗酚。实验用鱼30尾。实验水槽为长方型玻

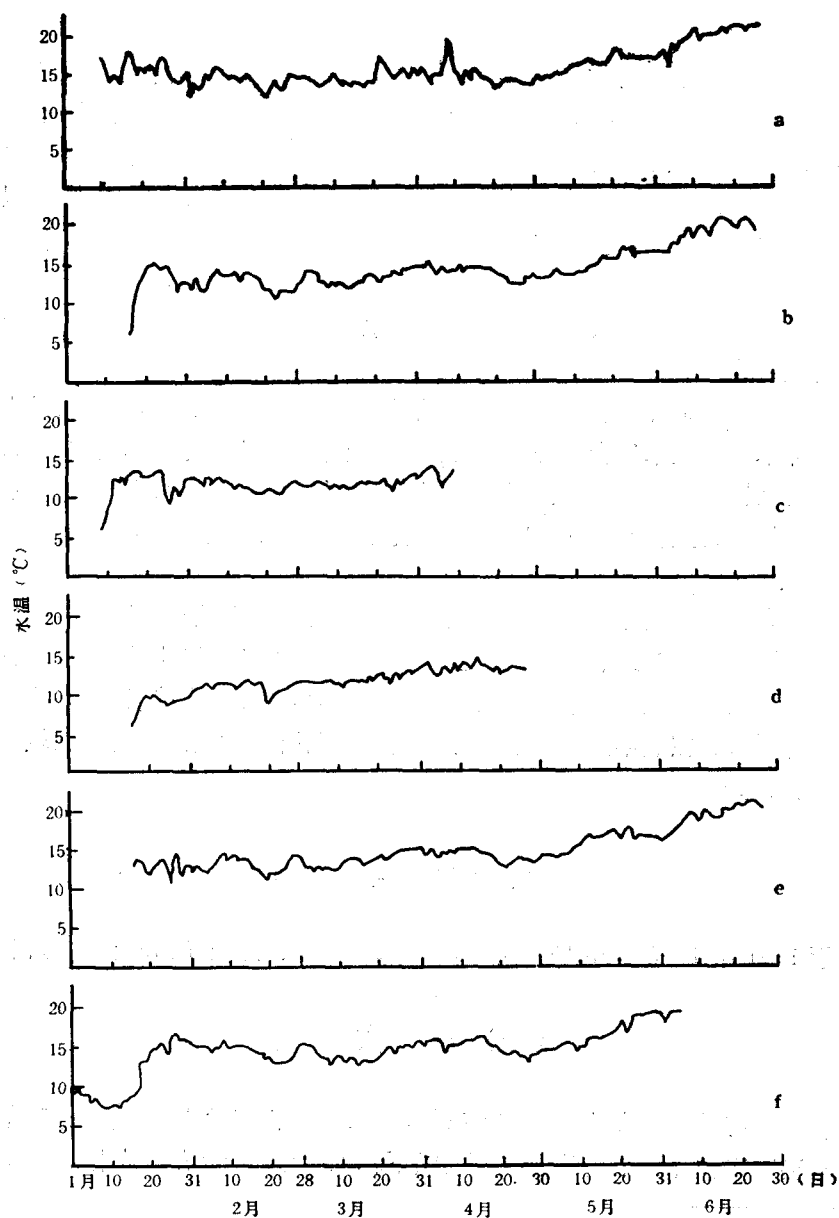


图1 第一次实验各组水温变化

a. 第一组: 加强光照、加温、投喂乙蔗酚; b. 第二组: 注射乙炔雌二醇; c. 第三组: 注射苯甲酸雌二醇; d. 第四组: 注射雌三醇; e. 第五组: 注射乙蔗酚; f. 第六组: 对照组

表 1 1991 年 1—6 月第一次实验分组情况及结果

组别	尾数	处理方法	饲养水槽	存活数 (尾)	存活率 (%)	全长 (mm)	平均 (mm)	体长 (mm)	平均 (mm)	体重 (g)	平均 (g)	结束时腺性发育情况
1	30	光照、加温、投喂乙蔗酚	3.37 t 玻璃钢槽	28	93	242—291	266	192—241	214	255—395	333	30%雌性先成熟, 50%雄性先成熟, 20%处于中间类型
2	13	注射乙炔雌二醇 2 次, 每次每尾 50 μ g	3.37 t 玻璃钢槽	6	46	193—263	239	158—215	195	229—398	328.5	33%雌性先成熟, 其余处于中间状态
3	10	注射苯甲酸雌二醇 2 次, 第 1 次每尾 100 μ g, 第 2 次每尾 50 μ g	0.73 t 圆形玻璃钢槽	0	0				—	—	—	—
4	15	注射雌三醇 2 次, 每次每尾 50 μ g	8 t 水泥池	0	0	—	—	—	—	—	—	—
5	20	注射乙蔗酚 2 次, 每次每尾 50 μ g	3.37 t 玻璃钢槽	11	55	213—300	255	178—244	207	278—402	351	66%卵巢占优势, 但未成熟, 34%精巢较大, 但也未发育成熟
6	10	对照组, 不加处理	3.37 t 玻璃钢槽	10	100	250—272	261	201—222	213	265—350	317	100%雄性先成熟

玻璃钢槽 (2.36 $\times$ 1.59 $\times$ 0.9m, 容积约 3.37 m³)。用 4 只 40 W 日光灯悬于水槽上方照明, 灯管离水面约 50 cm, 水面最强照度约 2000 Lx。光照时间用石英电力定时开关钟控制, 时间逐渐加长, 1991 年 1 月 21 日起光照时间为 7:00—19:00 (12 h); 1991 年 3 月 2 日起为 6:00—19:00 (13 h); 1991 年 3 月 20 日以后为 5:00—19:00 (14 h)。加温是用暖气管通到水槽里, 水温无法准确控制。诱导饲养水温为 12—21.2 $^{\circ}$ C (加温到 3 月底, 水温变动范围为 12—20 $^{\circ}$ C, 以后随自然水温变动) (图 1)。

1991 年 1 月 28 日起第一次投喂乙蔗酚 (片剂)。每片含乙蔗酚 1 mg, 每次投喂 1 片, 将其压碎塞入章鱼或乌贼肉内于每日上午投喂。每次用章鱼或乌贼肉 6—15 g, 共投 11 次, 总剂量为 11mg。最初投喂间隔时间较短 (1—3 天), 以后较长, 最长间隔 17 天。

(2) 第二组: 实验鱼 13 尾。水槽与第一组相同。注射乙炔雌二醇 (为日本进口粉剂), 注射前用植物油溶解 (煮沸冷却后使用。以下各组药品除苯甲酸雌二醇购进时是针剂无须溶解外, 其他均用同样方法溶解)。1991 年 1 月 16 日第一次注射, 每尾注射 50 μ g; 2 月 20 日第二次注射, 剂量与第一次相同。

(3) 第三组: 实验鱼 10 尾, 实验水槽为白色圆玻璃钢槽, 直径 1.2 m, 水深 0.65 m, 容积为 0.73 m³。注射苯甲酸雌二醇, 1 月 9 日第一次注射, 每尾注射剂量为 100 μ g; 2 月 8 日第二次注射, 每尾 50 μ g。

(4) 第四组: 实验鱼 15 尾, 水槽是 8t 水泥池。注射雌三醇 (为日本进口粉剂), 1991 年 1 月 16 日第一次注射, 每尾剂量 50 μ g, 2 月 20 日第二次注射, 剂量与第一次相同。

(5) 第五组: 实验鱼 20 尾, 水槽与第一组相同, 注射乙蔗酚(药品为片剂)。1991 年 1 月 16 日第一次注射, 每尾剂量 $50\text{ }\mu\text{g}$; 2 月 2 日第二次注射, 剂量与第一次相同。

(6) 第六组: 对照组, 未加处理。10 尾鱼, 水槽与第一组相同。

3. 日常管理 每日上午清污、换水。一般换水 $1/3-1/2$ 。饵料为乌贼和章鱼, 切成小块投喂。每日投喂 2 次。水温每日上午测一次。

为了了解在一般情况下黑鲷性腺发育过程, 我们搜集观察了一些养殖和海上捕获的黑鲷性腺。

(二) 第二次实验

1. 材料 分两个年龄组: 1.5 龄和 2.5 龄(实验结束时为 3 龄), 两者都是从仔鱼人工养大。1.5 龄鱼是 1991 年 11 月 4 日从中国科学院黄岛生态实验站运来, 2.5 龄鱼为本组实验室饲养。

2. 分组 共分 6 组(表 2, 11 月 6 日分组完毕)。

(1) 第一组: 加强光照、加温、投喂激素乙蔗酚, 照明设备、加温方法及水槽均和第一次实验相同。本组 1.5 龄鱼 16 尾, 2.5 龄鱼 19 尾。1.5 龄鱼放入槽时, 臀鳍前三根硬棘剪断, 以便清池时识别。

光照度与第一次实验相同。1991 年 11 月 6 日起光照时间为 5:00—20:00, 每天照 15 h。1991 年 12 月 17 日调整为 5:00—21:00, 每天 16 h; 1992 年 3 月 11 日以后至实验结束为 4:00—21:00, 每天 17 h。

各组水温变化见图 2。

1991 年 11 月 10 日第一次投喂乙蔗酚 1 mg, 以后间隔 5—12 天投喂一次, 每次都是 1 mg, 至 3 月 22 日共投喂 16 mg。每次投喂使用乌贼或章鱼肉 13—30 g, 方法与第一次实验相同。

(2) 第二组: 投喂乙炔雌二醇。1.5 龄鱼 18 尾, 2.5 龄鱼 7 尾。1.5 龄鱼放入水槽时臀鳍前 3 个硬棘剪断。

水温见图 2。槽内没有暖气管, 水温主要受室温的影响。由于换水量较小, 水温保持较高水平。

1991 年 11 月 10 日开始第一次投喂乙炔雌二醇, 每次 1 mg。将粉剂的乙炔雌二醇塞在乌贼或章鱼肉(个别情况下用杂鱼)内投喂, 每次用肉 6—24 g, 间隔 5—12 天, 共投喂了 13 次, 总剂量 13 mg。

(3) 第三组: 加强光照、加温, 不投激素。全部实验鱼均为 1.5 龄, 19 尾。

本组光照设备基本与第一组相同。光照时间调整为: 1991 年 11 月 8 日光照控制在 5:00—19:00, 每天 14 h; 11 月 13 日为 5:00—20:00, 15 h; 12 月 17 日为 5:00—21:00, 16 h; 1992 年 3 月 11 日为 4:00—21:00, 17 h。

加温设备与第一组相同。水温变化见图 2。

(4) 第四组: 注射苯甲酸雌二醇。实验鱼全部为 1.5 龄, 19 尾。分组时每尾注射 $100\text{ }\mu\text{g}$ 。

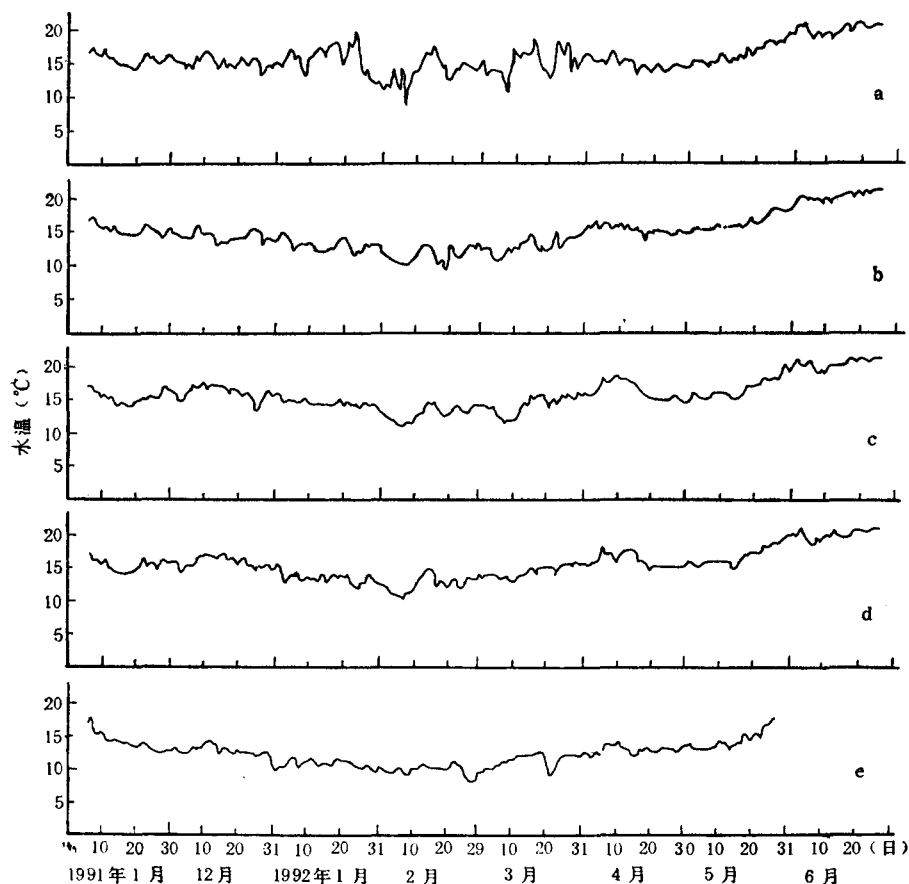


图2 第二次实验各组水温变化

a. 第一组: 加强光照、加温、投喂乙蔗酚; b. 第二组: 投喂乙炔雌二醇; c. 第三组: 加强光照、加温、不投喂激素; d. 第四组: 注射苯甲酸雌二醇; e. 第五、六组: 植入雌三醇及对照组

(5) 第五组: 用小塑管装雌三醇 1 mg 插入鱼体内。塑料管直径约 1 mm, 长 3—4 mm。1.5 龄鱼 5 尾。该组鱼鳃盖挂牌, 和对照组实验鱼放在 8 t 水池内。

(6) 第六组: 对照组。1.5 龄鱼 10 尾, 臀鳍前 3 个硬棘剪断; 2.5 龄鱼 8 尾。本组水温在各组中为最低, 但换水量较大。本组在 5 月清池检查。

第二次实验的日常管理基本与第一次实验相同。

二、实验结果

(一) 第一次实验

1. 第一组 (加强光照、加温、投喂乙蔗酚) 在实验过程中死亡 2 尾, 存活率为 93%。1991 年 5 月 23 日发现产卵, 至 6 月 24 日止, 连续约 1 个月。产卵期间温度变化为 15.5—21°C。每天产卵数量计算方法如下: 产卵开始时, 从实验水槽取 20 L 水, 计算出

每升卵数,然后推算出总卵数。以后采用重量法,每克按 1336 个卵计算,每日产卵变动在 1336—46760 粒,累计收集到卵子 389230 粒。图 3 是各日收集到的卵数。发现单胞卵子的时间为每日下午 18:00—20:00 之间,因此可以确定这是一天中的产卵时间。1991 年 6 月 27 日取出 10 尾鱼检查,先是挤压腹部,观察是否排精或卵,结果有 2 尾鱼有精液流出,说明这两尾是精巢先成熟。这两尾雄鱼测量称重后作标记放回水槽。其余 8 尾解剖观察,取性腺作组织切片。

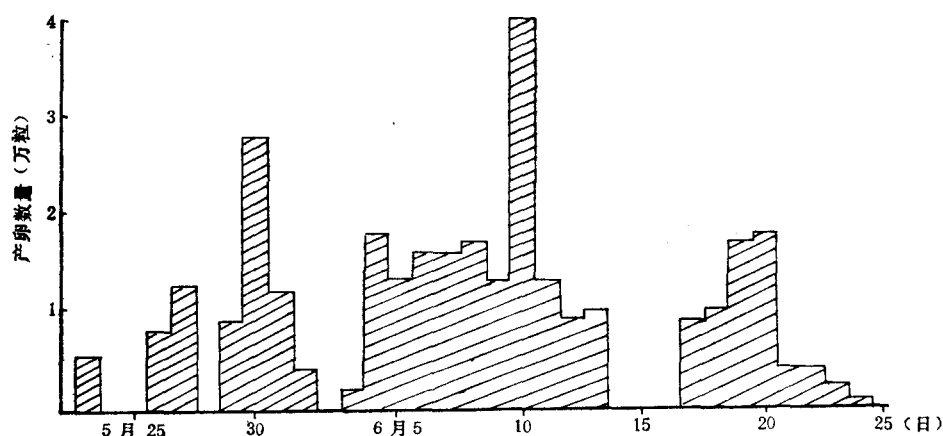


图 3 第一次实验第一组产卵期间每日产卵数量变动

从解剖 8 尾鱼的性腺观察中发现其中 7 尾卵巢比精巢大, 3 尾明显已经产过卵(图版 I:3—4); 1 尾精巢明显发育较好, 连同上述 2 尾, 说明 10 尾鱼中从外观上看其中 3 尾雄性腺已发育成熟。结合性腺组织切片观察分析结果表明, 这组鱼大约有 30% 卵巢达到成熟, 50% 雄性成熟, 20% 处于中间类型。

2. 第二组 (注射乙炔雌二醇) 这组鱼至 6 月 26 日检查时没有发现产卵, 存活 6 尾, 存活率为 46%。有 2 尾雄性腺成熟, 其余的雄性腺受到不同程度的抑制, 甚至消失。虽然有的卵巢发育良好, 但至 6 月 26 日仍尚未能发育成熟。

3. 第三组 (注射苯甲酸雌二醇) 这组鱼在产卵季节前全部死亡。最后 1 尾死于 4 月 9 日。肉眼观察, 卵巢体积较大, 精巢很小。切片观察, 卵子发育到 II 期, 精巢萎缩。2—3 月份死亡的鱼, 其卵巢发育处于 II 期, 精巢处于 III 期。

这组鱼的死亡原因, 除注射致伤等原因外, 可能跟养殖条件较差, 水体较小有关。

4. 第四组 (注射雌三醇) 至 3 月 12 日只剩下 1 尾, 至 5 月 4 日死亡 (体长 209 mm, 体重 236 g, 性腺重 3.9 g)。解剖观察, 性腺以精巢为主。组织切片观察, 精巢处于 IV 期, 卵巢处于 II 期。解剖及组织切片观察 2—3 月死亡的鱼, 卵巢较大, 精巢较小。但成熟度来说, 卵巢处于 II 期, 精巢处于 III 期。

5. 第五组 (注射乙蔗酚) 这组鱼至 6 月 26 日清池时, 未发现产卵。存活 11 尾, 存活率为 55%。解剖观察发现, 2 尾卵巢发育明显较好, 其中 1 尾全是卵巢, 但切片观察, 卵子没有成熟。本组中 1 尾最小的鱼 (体长 164 mm, 体重 132 g) 性腺呈丝状, 肉眼分不出精巢和卵巢, 切片观察已分出雌、雄腺, 精巢较大, 处于 II 期。

6. 第六组 (对照组) 1991年6月2日清池检查时,全部存活。挤压每尾腹部均能排出精液,说明全部为雄鱼。组织切片发现精巢明显发达,输精管中充满精子。卵巢较小,卵母细胞最大为一层滤泡,处于II期(图版I:3—4)。

(二) 第二次实验

1. 第一组 (加强光照、加温、投喂乙蔗酚) 在实验过程中2.5龄鱼死亡7尾,1.5龄死亡6尾,其中产卵期间死5尾(2尾2.5龄,3尾1.5龄)。在5月20日晚开始产卵,共收集到卵子6378090粒(图4)。24日死亡5尾鱼,解剖观察中发现,其中2尾3龄鱼,一雌一雄,性腺均已成熟;3尾2龄鱼,2尾表现雌性(V期),1尾雄性(V期)。造成鱼死亡的原因是缺氧,经大量换水排污,一些浮头鱼恢复过来,但在25日以后几天内没有产卵,至29日晚才恢复产卵,至6月24日停止产卵。产卵约1个月。27日清池检查。

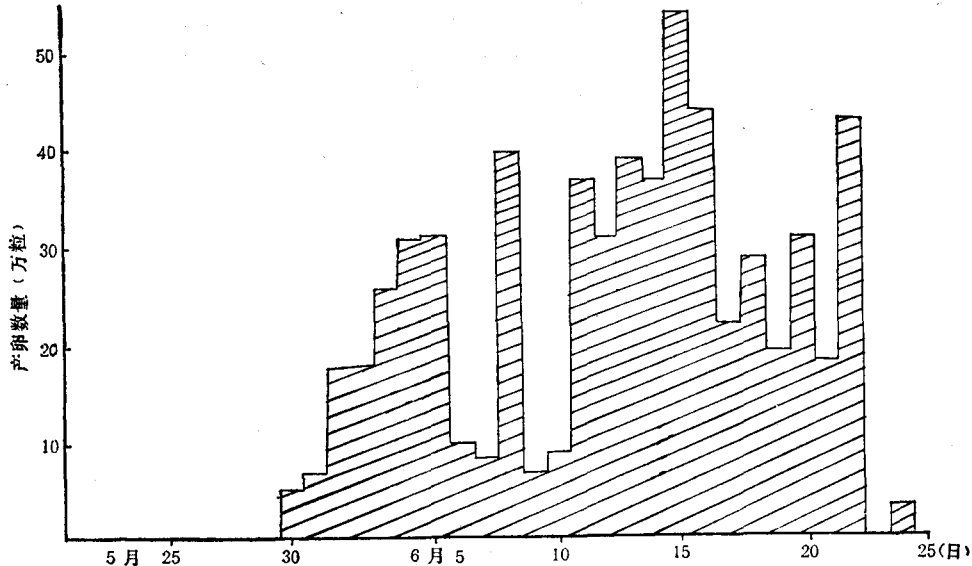


图4 第二次实验第一组产卵期间每日产卵数量变动

开始产卵时,受精率都很高,几乎为100%。24日出现闷死鱼后,29日再产卵时受精率较低,为37.4—77.4%。

清池时9尾2龄鱼中有4尾作了解剖观察,结果发现4尾都以雌性为主,但只有1尾成熟。结合5月24日死亡的3尾2龄鱼一起分析,结果为43%雌性先成熟,14%雄性先成熟,43%虽然以雌性为主,但没有发育成熟(图版I:8)。

3龄鱼存活12尾,其中4尾作了解剖观察,3尾产过卵,1尾虽然是以雌性为主,但没有产过卵的迹象。5月24日产卵期间死亡的2尾3龄鱼,雌雄各1尾,均已成熟。本组3龄鱼66.66%为雌鱼成熟(图版I:7),16.67%为雄性先成熟,16.67%虽然以雌性为主,但未成熟。

这组鱼发现单胞卵子的时间在晚上22:50—23:50,和第一次实验的产卵一样,是在

晚间产卵,但时间更晚。

这组鱼产的卵做了7次孵化实验,受精卵的孵化率是较高的,为87—98%,平均为91.6%。

2. 第二组 (投喂乙炔雌二醇) 于5月24日发现卵子(23日晚产),持续产卵1个多月,至6月27日清池时仍产卵。最初产卵时受精率约为50%,以后逐渐降低,至6月18日只有19%左右,以后基本不受精。作者曾考虑以上情况可能是由于雄性腺发育不良,因此从对照组移入2尾雄鱼,但2尾雄鱼几天后死亡。本组卵子的受精率一直没有改善。总共收集到卵子486402粒。如果不是清池,本组会继续产卵一段时间,但受精率不会提高(因精液不足)。

产卵期间于5月28日、29日死亡3尾2龄鱼,30日死亡1尾3龄鱼(V期)。6月27日清池检查,2龄鱼存活8尾,存活率为44.4%;3龄鱼存活2尾,存活率为28.5%。2龄鱼解剖4尾,性腺均以卵巢为主,其中2尾产过卵。连同产卵期间死亡的3尾鱼一起分析,7尾中有2尾产过卵,占29%,其余外观上虽以卵巢为主,但未成熟,属中间类型。存活2尾3龄鱼均为卵巢占优势,其中1尾产过卵。连同30日死亡1尾雌性已成熟的鱼,本组3龄鱼中2/3为雌鱼,1/3为中间类型。被检查的鱼中,没有发现雄性腺成熟的鱼。但本组初期产的卵中有受精的,说明未检查的鱼中仍有个别雄性腺先成熟者。

3. 第三组 (加强光照、加温) 这组鱼全为2龄。至6月27日始终没有发现产卵。清池时全部存活(17尾)。解剖8尾观察,只有1尾精巢发育成熟,其余均以卵巢为主,但均未发育成熟。

4. 第四组 (注射苯甲酸雌二醇) 存活18尾,存活率为94%。始终未发现产卵。解剖10尾,其中4尾精巢成熟,6尾卵巢稍大,但未成熟。

5. 第五组 (植入雌三醇) 只剩1尾,存活率为20%。雌、雄性腺均未成熟。

6. 第六组 (对照组) 这组鱼较其他组检查早,于5月6日清池。2龄鱼存活10尾,存活率为100%,3龄鱼也是全部存活(8尾)。

2龄鱼全部都流精液,说明雄性先成熟。3龄鱼被挤压腹部后,流精液的有7尾,流卵的1尾,即7尾雄性腺先成熟,1尾卵巢成熟。

三、结论与讨论

(1) 根据养殖及海上捕获的黑鲷性腺观察,黑鲷的性腺发育过程如下: 当年幼鱼(六个月)的性腺外观基本呈丝状,分辨不出卵巢和精巢,但从组织切片观察,有的已经分化出雌雄性腺(约占20%)。越过冬到第二年秋天(1.5龄鱼),有的鱼性腺已可明显地分辨出卵巢和精巢(约占40%),但仍有较大部分鱼的性腺呈丝状,根据组织切片观察,基本上雌、雄性腺已经分化。总的趋势是雄性腺发育较快,一般都处于III期,卵巢发育较慢,处于I—II期,性腺的大小以精巢为主(图版I:2)。从海上捕来的2龄鱼(1991年5月初)观察,精巢都处于IV—V期,发育情况基本与人工养殖的相同。

使用激素诱导性变成功与否,与使用的激素种类、剂量、处理时鱼的性腺发育程度、处理的时间长短以及饲育条件等有很大的关系。对于雌雄异体的鱼类,作者认为最好是在

鱼的性腺分化将要开始但还未决定之前进行诱导,如果雌、雄同体的黑鲷按此原则进行诱变时,则应使用当年幼体为宜。

(2) 两次实验都说明,加强光照、加温 and 投喂乙蔗酚(第一组)效果最好。第一次实验中 2 龄鱼有 30% 提前转为雌性,20% 处于中间类型,50% 仍为雄性先成熟,而在 50% 雄性先成熟的鱼中,有的精巢较小,有受抑制现象。第二次实验中,2 龄鱼有 43% 雌性腺先成熟,43% 性腺以卵巢为主,但未达到成熟,14% 仍为雄性腺先成熟。第二次实验中提前转为雌鱼的较多,可能与光照时间加长有关系,3 龄鱼 66% 雌腺先成熟,17% 雄性腺先成熟,17% 雌性腺占优势,但未达到成熟。

对照组中,两次实验 2 龄鱼都是雄性腺先成熟。3 龄鱼在第二次实验中有 12.5% 转为雌性。处理组和对照组两者相比结果,说明本次实验的诱变是比较成功的。

除了第一组收集到卵子外,第二次实验投喂乙炔雌二醇(第二组)效果也较好,也收集到卵子。从产卵季节解剖的鱼观察,2 龄鱼有 29% 转为雌鱼,其余外观上虽以卵巢为主,但未发育成熟。3 龄鱼约有 30% 转为成熟雌性。

(3) 第一次实验中第一组产卵较少,但受精率高,几乎为 100%。第二次实验中第一组产卵数量较大,有时一天的卵量就超过第一次实验整个产卵期的总数量,但受精率不高。5 月份受精率还较高,达 77—100%,6 月份最低时受精率只有 35.3%,最高为 77.4%,平均为 55.3%。第二次实验第二组受精率更低,不超过 20%,后期产的卵都不受精。受精率低的原因,不是由于卵子的质量问题,主要是精液不足。从解剖观察发现精巢普遍较差。从受精卵的孵化率以及以后育苗的情况来看,未产生卵子质量不好的迹象。为了提高受精率,在产卵季节应从不经诱变的池中选出雄鱼和经诱变的雌鱼一起饲养。

(4) 提前诱变成雌性的 2 龄鱼体长 205—239 mm, 平均 224 mm; 体重 278—445 g, 平均 356 g。3 龄鱼体长 230—246 mm, 平均 242 mm; 体重 405—540 g, 平均 461 g。2 龄鱼性腺较小,第一次实验的鱼性腺重只有 2.7 g; 第二次实验的鱼性腺较大些,最重也只有 4.2 g。3 龄鱼性腺较大,大的可达 26.7g。人工诱变可使黑鲷提前产卵,但如何促使雌性腺发育较大,怀卵量较多,还有待进一步研究解决。总的来说,我们进行实验用的黑鲷都偏小,加速鱼的生长可能是解决性腺发育的办法之一。

(5) 第二次实验第三组,用加强光照及加温,对卵巢的提早发育有促进的作用。这组鱼中有 87.5% 在不同程度上卵巢都较精巢大,但都没有达到成熟。其他各组激素处理也都对诱变有一定的作用,都可看到精巢受到抑制,卵巢发育较对照组好。若改善处理方法,剂量适宜,这些激素也可能会促使卵巢发育得更好,提前达到成熟。

(6) 第一次实验注射处理的各组鱼死亡率都很高,原计划每月注射一次,由于第二次注射存活尾数不多,因而停止注射。注射时针头刺入鱼体造成的损伤不太严重,最严重的是在捕捞过程中活鱼挣扎时造成的损伤,这是很不利的因素。第二次实验第四组注射一次苯甲酸雌二醇,存活率较高(94.7%),但没有达到使雌性腺提前成熟产卵的目的。应采用将药囊植入鱼体,使激素缓缓释放的技术方法,我们做了初步的尝试,但没有成功。

参 考 文 献

刘富光, 1980, 鱼类性转变——特别有关石斑鱼及鲷类, 中国水产, 332: 1—22。

- Г. М. 彼尔索大 (卢浩泉等译), 1975, 鱼类的性分化, 农业出版社, 59—72。
- Kuo, C. M. *et al.*, 1988, Induced sex reversal and breeding of blue-spotted grouper, *Epinephelus fario*, *Aquaculture*, **74**:113—126.
- Pandian, T. J. and K. Varadaraj, 1990, Techniques to produce 100% male tilapia, *Naga*, **13**(3):3—5.
- Robertson, D. R., 1972, Social control of sex reversal in a coral-reef fish, *Science*, **177**:1007—1009.

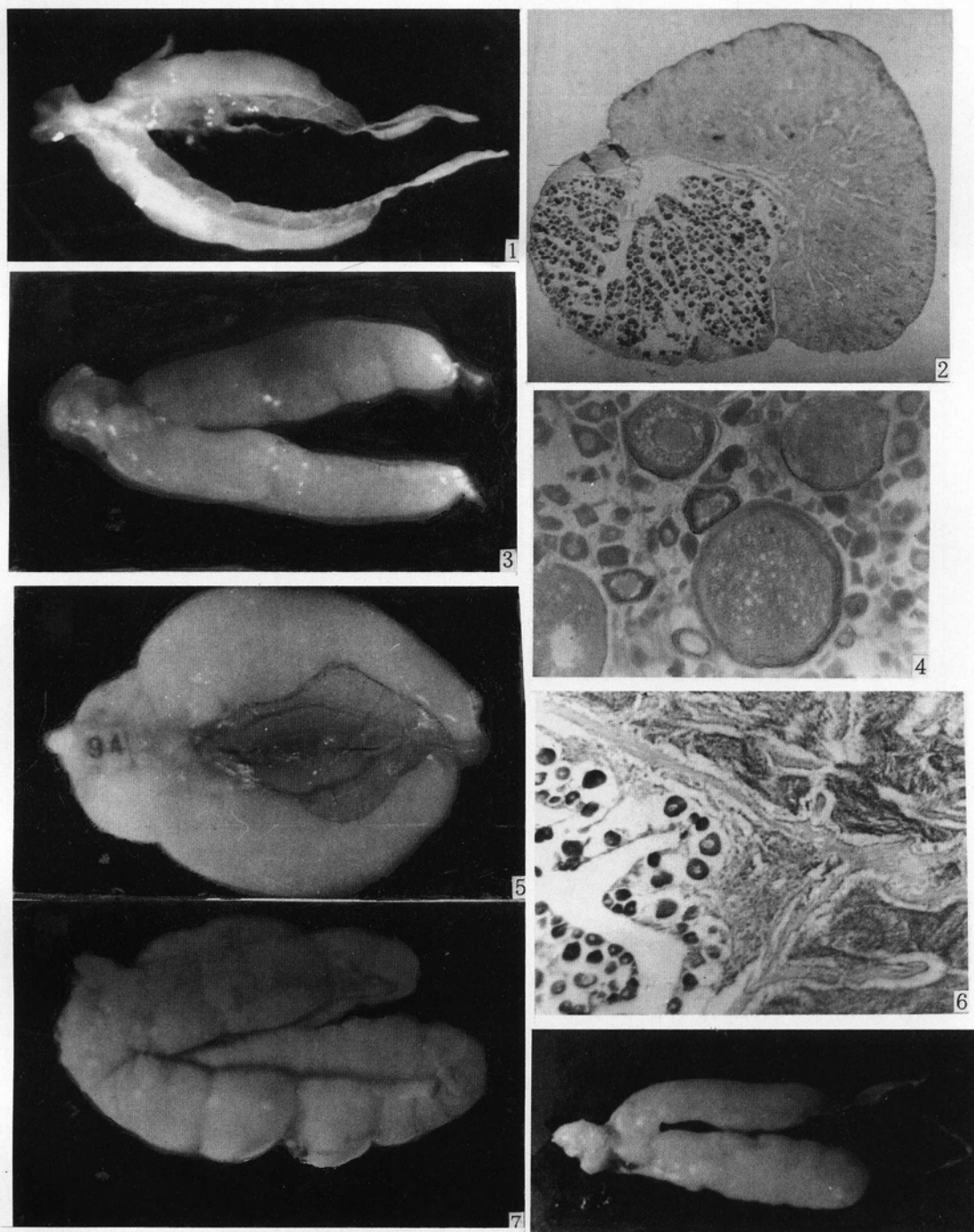
INDUCED SEX REVERSAL OF BLACK SEA BREAM, (*SPARUS MACROCEPHALUS*)*

Ruan Hongchao, Wu Guangzong and Huang Ruidong
(*Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences*)

ABSTRACT

Black sea bream, (*Sparus macrocephalus*), is a protandrous hermaphrodite. Raised from larvae to 2 years old, the fish were all males but at 3 years old, some sex reversals to females occurred. Attempts were made to induce sex reversal one year earlier than normal by hormone administration and manipulation of environmental factors. 18-month old and 2.5-year old fish treated by oral administration of diethylstilbestrol, combined with lighting, showed good results. After six months, 43% and 66% of the fish changed into female respectively. The control group of 2 year old were all males. Only 12.5% of the 3 year old group changed into females.

* Contribution No. 2641 from the Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences.



1. 1.5龄黑鲷外观上已可分出卵巢和精巢（实验前标本）； 2. 1.5龄黑鲷性腺组织切片； 3. 第一次实验第一组黑鲷成熟卵巢； 4. 第一次实验第一组黑鲷性腺组织切片； 5. 第一次实验第六组（对照组）黑鲷性腺，精巢成熟，卵巢处于II期； 6. 第一次实验对照组黑鲷性腺（图5）的组织切片，左边为卵巢（II）期，右边为精巢（V期）； 7. 第二次实验第一组3龄黑鲷成熟的卵巢； 8. 第二次实验第一组2龄黑鲷成熟的卵巢