

# 松江鲈鱼甲状腺的周年变化 及其与降河洄游的关系\*

邵炳绪

(复旦大学生物系)

松江鲈鱼 (*Trachidermus fasciatus* Heckel) 是近岸浅海底栖鱼类,其幼鱼具有溯河习性,每年五、六月间进入与海相通的河川中肥育,逐渐成长;从十一月下旬开始,当鱼体已达一定长度,性腺发育接近成熟时,纷纷降河至近岸浅海越冬,等待来年早春繁殖<sup>[1]</sup>。近年来,在进行松江鲈鱼人工繁殖的过程中,发现饲养在淡水中的亲鱼,催产不易成功,而将亲鱼移到一定浓度的盐水或海水中饲养一段时间后,再进行催产,则效果显著<sup>[2]</sup>。要弄清这一现象的实质,就必须对松江鲈鱼降河洄游的机制问题加以探讨,以便在掌握降河洄游规律的基础上,制定有效的催产措施;同时对其他具有降河繁殖习性的鱼类(如鲮、梭、鳊和鲈鱼等)的人工繁殖工作,也将有着普遍参考的意义。

鱼类洄游的机制是个比较复杂的问题,一方面受着外界环境因素(如盐度、水温、光线、气体含量、宇宙因素)的影响;另一方面又与鱼体内生理变化,特别是甲状腺的机能状态的变化有关<sup>[6,7,10,11]</sup>。“唯物辩证法认为外因是变化的条件,内因是变化的根据,外因通过内因而起作用。”因而我们认为探讨鱼类的洄游机制,应以内因为主导,但也不能忽视外因的作用,因此我们对松江鲈鱼甲状腺的周年变化进行观察,并联系有关的环境因素,对松江鲈鱼的洄游机制问题加以探讨。

鱼类甲状腺机能形态的变化与鱼类洄游时冲动的关系,在国外已有过一些报导,如 Buchmann (1940) 叙述了大西洋鲱鱼甲状腺的机能周期,将大西洋鲱鱼甲状腺在产卵期间强烈地分泌胶质现象和个体在生殖时期的激烈行动联系起来。Hoar (1939)<sup>[8]</sup> 对大西洋鲑鱼的甲状腺进行了组织学方面的观察,1950年与 Bell<sup>[9]</sup> 合作对生活在淡水、河口和海洋的太平洋鲑鱼幼鱼的甲状腺进行组织生理方面的观察,指出在降河入海期间甲状腺的活性增强。Fontaine (1953) 根据实验资料认为鲑鱼溯河洄游通过障碍与其甲状腺机能过渡的转变期相符合。Oliverau (1954) 的工作指出,当溯河洄游鱼类由海洋进入淡水时,甲状腺的活动非常强烈。但上述研究除 Hoar 的太平洋鲑鱼的甲状腺及其与降河洄游的关系一文外,其他工作多侧重于溯河性洄游鱼类或海洋鱼类。而对降河洄游繁殖鱼类甲状腺的机能状态,则还没有见到过系统的报导。在国内除对鲤、鲢等淡水鱼类的甲状腺有过一些观察<sup>[3,4]</sup>外,对洄游鱼类甲状腺的机能形态还没有进行过研究。因此联系国内资源实际情况,对洄游性鱼类甲状腺进行观察,在解决这一类型鱼类的人工繁殖等生产实践中所提出的问题上,必将起着一定的作用。

\* 叶汉章同志参加放射自显影,芮菊生、陈海明同志曾参加部分工作,照片由付文瑜同志拍摄。

## 材 料 和 方 法

实验所用材料,六月份至次年三月份均捕自上海市川沙县淡水水域,四、五月份繁殖后的亲鱼,则捕自靠近海边的白龙港水域。实验共观察了 274 条松江鲈鱼(其中雌鱼 163 条,雄鱼 111 条)。每一标本先将进入鳃区处的腹主动脉切断,然后再沿四对入鳃动脉基部将鳃区部份组织取出;用波恩(Bouin)氏固定液固定,石蜡法制成 5—7 微米厚度的连续切片,经苏木精和伊红染色后,再进行甲状腺定位和组织生理两方面的观察,并在显微镜下用目微尺测量滤泡上皮细胞的高度和滤泡的大小。为了对甲状腺进行准确定位,并对 9 条松江鲈鱼辅以碘<sup>131</sup>放射自显影术,方法是每条鱼都从胸鳍基部将含有 2—4 微居里碘<sup>131</sup>的生理盐水(6.5‰NaCl) 0.5 毫升用微型注射器注入腹腔。四小时后切断头部放血,然后连同部份鳃弧取出鳃区部份的组织,迅速经流水冲洗后烘干,用 X 光片接触法曝光 2—3 天后显影,观察甲状腺分布的部位。

## 实 验 结 果

### 一、甲状腺的分布

根据松江鲈鱼鳃区组织连续切片和碘<sup>131</sup>放射自显影的观察,确定松江鲈鱼的甲状腺和其他真骨鱼一样分布于前鳃区部份;其前端起于舌骨连合的后面,并向后延伸环绕于腹主动脉及前三对入鳃动脉的基部周围,后端止于第三对入鳃动脉的后方(图 1)。第四对入鳃动脉基部及与之相连的腹主动脉段,尚未见到甲状腺的分布。甲状腺由滤泡和基质形成,基质为结缔组织,内含丰富的微血管、淋巴管和神经,滤泡即分散在血管周围的结缔组织中,滤泡圆形、椭圆形或不规则形,大多成群成簇,少数零星出现。滤泡的数量随着鱼体的长大而增加。滤泡由滤泡壁和滤泡腔所组成。滤泡壁围以单层滤泡上皮,其形态随甲状腺的机能状态而异,由苏木精染成淡紫色,甲状腺激素即由滤泡上皮所分泌,释放入滤泡腔中;滤泡腔中充满被伊红染成红色的胶质,甲状腺激素即贮存在胶质中,以供生命活动的需要(图版 I:1)。

### 二、甲状腺的周年变化

根据逐月观察松江鲈鱼甲状腺的滤泡上皮形态和高度的变化、胶质的情况以及测量滤泡的大小,我们认为滤泡上皮形态和高度的变化是一个反映甲状腺活性强弱和机能高低的可靠指标。由于甲状腺处于不断分泌和排出

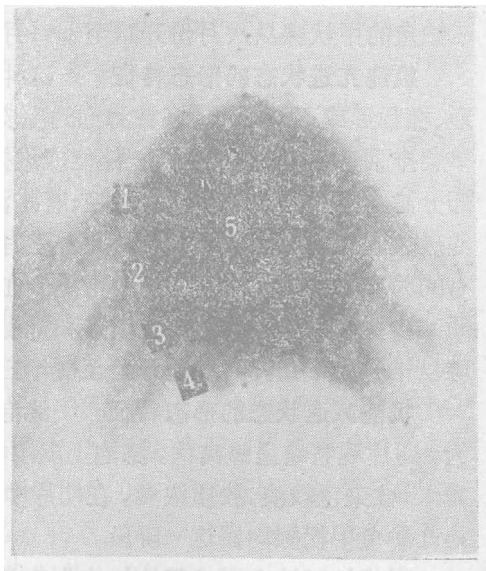


图 1 松江鲈鱼的鳃区部分放射自显影(一月份取样)×3

1. 舌弧及第一对鳃弧(彼此靠近); 2—4. 第二至第四对鳃弧; 5. 甲状腺分布区。

甲状腺激素的过程中,因而滤泡大小的变化不能反映出甲状腺的机能状态;滤泡腔中胶质的情况在某些场合下仅可作为参考指标。因而我们主要以滤泡上皮的形态和高度作为观察甲状腺活性强弱和机能高低的指标。

根据我们实际观察发现松江鲈鱼甲状腺的组织生理学和一般淡水鱼类<sup>[3,4]</sup>有着明显的不同,一般淡水鱼类的甲状腺常以低能状态和高能状态的形态特征来反映其活性强弱,即处于低能状态的滤泡,其上皮高度小,呈扁平状,分泌物极少,机能低下;处于高能状态的滤泡,其上皮高度大,呈柱状,内含分泌颗粒,机能旺盛。而在观察松江鲈鱼甲状腺的周年变化中,这两种机能状态已不能概括全年的变化。因而我们根据具体情况将松江鲈鱼甲状腺的周年变化划分为机能低下、机能旺盛、机能亢进和机能减退四个阶段,现将其组织形态特征简单叙述如下:

**机能低下状态的形态特征** 相当于鲤、鲢的低能状态,滤泡呈圆形或椭圆形,滤泡上皮的平均高度为4.9—7.6微米。细胞呈扁平状或低立方,细胞界限不清;核圆形,位于细胞的中央。在滤泡上皮细胞中偶尔可以见到分泌颗粒,滤泡腔中的胶质染色较深,在滤泡腔的周围有时有一圈小液泡,略呈锯齿形(图版I:2)。六至七月份松江鲈鱼幼鱼的甲状腺,均属这一阶段。

**机能旺盛状态的形态特征** 相当于鲤、鲢的高能状态,滤泡呈圆形、椭圆形或不规则形,滤泡上皮细胞平均高度为9.3—17.9微米,呈立方或柱状,细胞界限不清;核圆形或椭圆形,在柱状细胞中核靠近基底;在细胞中常可见到分泌颗粒。胶质染色稍淡,在有些滤泡腔的周围存在液泡或空隙;有些滤泡腔中充满胶质而无液泡或空隙(图版I:3)。松江鲈鱼的甲状腺从八月份开始至十一月中旬均属这一阶段。

**机能亢进状态的形态特征** 这种现象在鲤、鲢等淡水鱼类中尚未见到,滤泡呈圆形、椭圆形或不规则形,多数滤泡的上皮呈高柱状,平均高度为21.8—33.0微米。一般作单层排列,在有些滤泡的某一部分成堆排列。核靠近基底;胞质中分泌颗粒明显可见,在部分滤泡中形成乳突伸向滤泡腔;有些滤泡的滤泡腔中胶质较少,甚至没有;常可见到滤泡破裂向外排出胶质的现象。此外还有许多新生的圆形小滤泡,滤泡腔甚小,胶质极少,有的为实心的细胞团。切片中常见微血管增多、充血扩张。滤泡上皮增高和滤泡腔中胶质减少说明甲状腺激素制造增多和排出迅速,机能亢进(图版I:4,5)。松江鲈鱼的甲状腺从十一月下旬降河洄游开始至次年三月份均属这一阶段。

**机能减退状态的形态特征** 滤泡中由于胶质的积蓄,使滤泡腔扩大,滤泡因而增大,切片观察略呈蜂窝状,滤泡上皮由柱状变为立方或扁平状。平均高度为8.6—12.9微米;核染色较淡,胶质浓稠,在切片中常出现裂缝(图版I:6)。次年四、五月份繁殖后的松江鲈鱼甲状腺均属这一阶段。

现将松江鲈鱼甲状腺的滤泡上皮类型,滤泡上皮的平均高度以及滤泡大小波动幅度逐月观察和测量的结果列于表1。

从表1可以看出,松江鲈鱼甲状腺的形态和机能有着明显的季节变化。六、七月份溯河进入淡水的幼鱼体形尚小,代谢率低,甲状腺的滤泡上皮呈扁平状或低立方,活性很弱,机能低下。从八月份开始,随着松江鲈鱼体长的增加,代谢率逐渐升高,滤泡上皮转变为立方或柱状,甲状腺的活性也相应地增强,机能旺盛,以适应鱼体生长发育的需要。十

表 1 松江鲈鱼甲状腺的周年变化

月次	平均体长 (厘米)	滤泡上皮类型				滤泡上皮平均高度 (微米)	滤泡大小波动幅度 (微米)
		扁平	立方	柱状	高柱状		
6	2.62	+	+			4.9	16.7—283.9
7	4.49	+	+			7.6	16.7—233.8
8	5.60	+	+	+		9.3	16.7—200.4
9	6.23		+	+		11.5	33.4—233.8
10	7.66		+	+		14.5	16.7—367.4
11	10.03		+	+	+	20.4	16.7—467.5
12	12.12		+	+	+	24.8	16.7—467.5
1	12.27		+	+	+	24.9	16.7—584.5
2	13.07		+	+	+	26.0	16.7—467.6
3*	13.00		+	+	+	33.0	33.4—417.5
4	11.90	+	+	+		12.9	16.7—601.2
5	12.40	+	+			8.6	66.8—567.8

\* 仅一条雌性标本, 卵未产出。

月份以后, 松江鲈鱼除体长继续增加外, 雌鱼卵巢中的卵母细胞开始进入大生长期, 雄鱼精巢中的初级精母细胞即将进行紧张的成熟分裂<sup>[5]</sup>, 因而摄食增强, 代谢作用非常旺盛, 故从十一月下旬开始, 多数滤泡的上皮呈高柱状, 活性极度增强, 机能亢进, 以适应性腺发育、降河洄游和早春繁殖的需要。至次年四、五月份, 松江鲈鱼经过一定距离的降河洄游, 并在早春低温条件下繁殖后, 积蓄的能量消耗殆尽, 因而体重骤减, 代谢率降低, 滤泡扩大, 甲状腺的滤泡上皮逐渐变为扁平状, 出现机能减退现象。由此可知, 松江鲈鱼在性成熟、降河洄游时期甲状腺的机能非常旺盛; 幼鱼时期甲状腺的机能低下, 繁殖以后甲状腺的机能减退。

如将雌鱼和雄鱼滤泡上皮的平均高度进行对比观察, 在性成熟和降河洄游时期雄鱼滤泡上皮的平均高度常较雌鱼稍高, 但经过统计学分析, 则其差异并不显著, 故雌鱼与雄鱼各发育阶段的甲状腺机能没有明显的差异, 因而性别不能影响滤泡上皮的高度。

## 讨论和总结

鱼类的甲状腺对体内物质代谢起着重要的作用, 在洄游时期又与渗透压的调节和肌肉的运动密切相关。通过对松江鲈鱼甲状腺周年变化的观察, 认识到松江鲈鱼从幼鱼到成鱼其甲状腺的机能形态是按着长期保留下来的规律而变化, 经历着机能低下、机能旺盛、机能亢进和机能减退四个阶段。这四个阶段相互联系, 相互依存, 但本质上又是互有区别的。同时外界环境因素在甲状腺机能变化中也起着一定的作用。

真骨鱼甲状腺激素的制造, 需要摄取和利用环境中以碘化物形式存在的无机碘, 无机碘进入血液后, 随血液循环而至甲状腺组织中, 由滤泡上皮细胞所吸收, 在滤泡上皮细胞内经过酶的作用合成甲状腺激素, 当生理活动需要时, 再以酶介的方式释放到血液中去。松江鲈鱼原为浅海底栖鱼类, 五、六月间其幼鱼进入淡水后, 体形尚小, 代谢率较低, 甲状腺的机能低下, 滤泡上皮呈扁平状或低立方形, 相当于淡水鱼类甲状腺的低能状态, 八月

份以后,松江鲈鱼随着体长的增加,代谢率逐渐升高,甲状腺的机能旺盛,滤泡上皮呈立方形或柱状,相当于淡水鱼类甲状腺的高能状态。在这两个阶段里,甲状腺利用从淡水中摄取的无机碘制造的甲状腺激素,尚能满足鱼体生长发育的需要。十月份以后,鱼体继续增长,雌鱼卵巢中的卵母细胞开始进入大生长期,雄鱼精巢中的初级精母细胞即将进行成熟分裂,摄食增强,代谢率进一步升高,淡水中无机碘的含量已不能满足松江鲈鱼制造甲状腺激素的要求;在原料不足的情况下来维持鱼体的正常生理活动,甲状腺势必加重工作以适应鱼体生理活动的需要,所以开始出现甲状腺机能亢进的现象,滤泡数目增多,常可看到新生的小滤泡和实心的滤泡上皮细胞团。滤泡上皮呈高柱状,部份滤泡上皮形成乳突伸向滤泡腔,胞质中分泌颗粒明显可见,滤泡腔中的胶质排出迅速,因而储存在腔内的胶质较少,甚至没有,致使滤泡的形状不规则。此后,松江鲈鱼即开始降河洄游,纷纷向含碘量稍高的河口和近岸浅海移动,以便从水体中摄取更多的无机碘来满足甲状腺制造甲状腺激素的需要,因而淡水中盐度和含碘量的低微可能是促使松江鲈鱼降河洄游的一个重要因素。在洄游季节里,松江鲈鱼是由淡水移向盐度稍高的河口,再由河口移向盐度更高一些的近岸浅海。松江鲈鱼洄游至浅海后,于早春(水温约为 $4-5^{\circ}\text{C}$ )进行繁殖,在低温条件下繁殖的鱼类需要消耗较多的能量,因而繁殖后的亲鱼体重骤减,非常瘦弱,代谢率逐渐降低,甲状腺的胶质积储于滤泡腔中,致使滤泡扩大;滤泡上皮由柱状变为立方形和扁平状。根据以上观察分析,松江鲈鱼的降河洄游是由于鱼体的迅速增长、性腺的发育和代谢率的显著增高,导致甲状腺机能亢进这个内因而引起的。松江鲈鱼需要从水体中获得更多的无机碘,作为甲状腺制造甲状腺激素的原料,以适应鱼体生理活动的需要,因而向着盐度稍高的河口和盐度更高一些的近岸浅海移动。可以看出盐度变化这个外因是通过甲状腺机能亢进的内因而起作用的。由于松江鲈鱼降河洄游是处于甲状腺机能亢进时期,因而从生理上对渗透压的调节和肌肉的强烈运动提供了保证。

在弄清了松江鲈鱼降河洄游规律的基础上,对近年来人工繁殖松江鲈鱼时需要在一定浓度的盐水中饲养一段时间后再进行催产的原因可以得到解释。因为在淡水中生活的松江鲈鱼的甲状腺到次年一、二月份正处于机能亢进状态,但淡水中无机碘的含量很少,不能满足甲状腺制造足够的甲状腺激素的需要,松江鲈鱼在产卵时需要消耗大量的能量,因而饲养在淡水中的松江鲈鱼催产不易成功。而将松江鲈鱼饲养到盐水或海水中一段时间后,有利于鱼体从其中摄取和利用无机碘,制造甲状腺激素,以适应繁殖的需要,因而催产的效果显著。根据这个观点,在催产时如注射低剂量的甲状腺激素或经过试验直接饲养到一定浓度的碘化物中,估计也将获得满意的效果。

### 参 考 文 献

- [1] 邵炳绪, 1959. 松江鲈的生态初步观察. 复旦大学学报 2: 213—218.
- [2] 赵建国等, 1974. 松江鲈鱼(四鳃鲈)的人工繁殖试验. 水产科技情报 6: 12—15.
- [3] 生物系实验鱼类学及养殖实验室, 1959. 白鲢、鲤鱼、草鱼的性腺及其相关器官在秋冬季的组织生理学资料. 武汉大学自然科学学报(生物专号) 3: 37—52.
- [4] 武汉大学生物系实验鱼类学及养殖实验室、中国科学院水生生物研究所, 1959. 青、草、鲢、鳙性腺及其相关器官组织生理学的研究. 武汉大学自然科学学报(生物专号) 7: 43—76.
- [5] 生物系动物学教研组, 1975. 松江鲈鱼性腺的周年变化. 复旦大学学报(自然科学版) 4: 73—82.
- [6] 施米德特 Л. Ю. 著 (李思忠译), 1958. 鱼类的洄游. 科学出版社.

- [7] 格尔比利斯基 H. J. 著 (张亢西译), 1965. 关于洄游的冲动问题和种内生物学类群的分析。鱼类生理学会议论文集。科学出版社。108—117 页。
- [8] Hoar, W. S., 1939. The thyroid gland of the Atlantic salmon. *J. Morphol.* **65**(2):257—295.
- [9] Hoar, W. S. et G. M. Bell, 1950. The thyroid gland in relation to the seaward migration of Pacific salmon. *Can. Journ. Revs.* **28**(3):126—136.
- [10] Hoar, W. S., 1953. Control and timing of fish migration. *Biol. Revs.* **28**(4):437—452.
- [11] Fontaine, M., 1954. Du determinisme Physiologique des migrations. *Biol. Revs.*, **29**(4):390—418.

## THE SEASONAL CHANGE OF THE THYROID GLAND OF *TRACHIDERMUS FASCIATUS* IN RELATION TO THE SEAWARD MIGRATION

Shao Bingxu

(Department of Biology, Fu-Dan University)

### ABSTRACT

The thyroid gland of *Trachidermus fasciatus*, as in most of the teleosts, is chiefly distributed along the anterior part of the ventral aorta and the origin of the first three afferent arteries. The epithelial height of the follicles is considered as an index of the thyroid activity of the fish. The thyroid activity is low in June and July, when the epithelial cells of the follicles are squamous and cuboidal, measuring on the average 4.9—7.6  $\mu$  in height. The thyroid activity gradually increases from August to middle November, with some of the epithelial cells growing columnar in shape, while the measurement averages 9.3—17.9  $\mu$ . The thyroid activity becomes extremely heightened from late November to March of the next year. The epithelial cells of the follicles now appear in the shape of higher columnar and the measurement averages from 21.8—33.0  $\mu$ . During this period, the fish begins to migrate from fresh water to the sea-coast, waiting for breeding in the early spring. After breeding, the thyroid activity gradually decreases, and the epithelial cells of follicles restore squamous and cuboidal, with the measurement of 8.6—12.9  $\mu$  on average. This phenomenon illustrates that the thyroid activity changes in close relation with the migration of the fish. As regards the teleosts, it is known that the epithelial cells of the follicles of the thyroid gland take in inorganic iodine which exists in iodide from the environment, store it up as thyroid hormone in the follicles and then enzymatically release it into the blood. Accordingly, the low salinity in the environment may have important effect on the seaward migration of *Trachidermus fasciatus*.

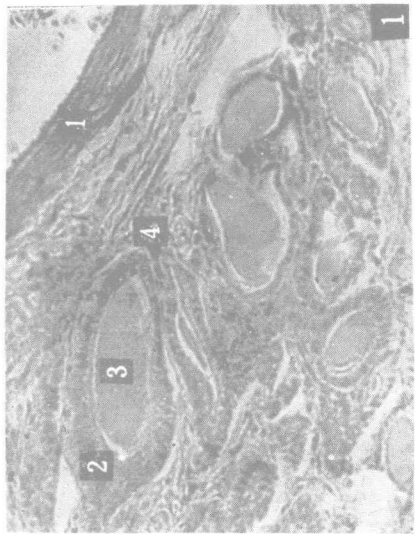


图1 分布在入鳃动脉区的甲状腺滤泡群  
1.入鳃动脉; 2.滤泡上皮; 3.胶质; 4.结缔组织 (H.E. 染色)。×170



图2 机能低下状态的甲状腺滤泡  
示扁平滤泡上皮, 箭头示液泡 (H.E. 染色)。×238



图3 机能旺盛状态的甲状腺滤泡  
示立方和柱状滤泡上皮 (H.E. 染色)。×238

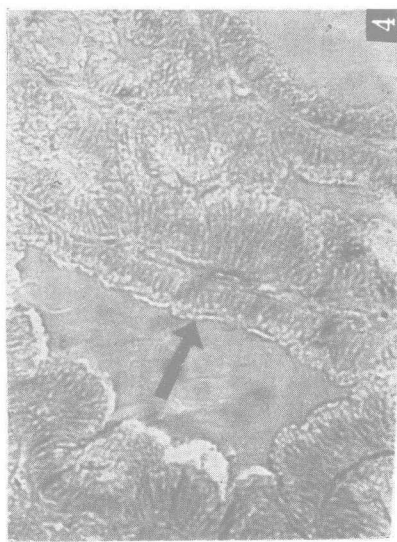


图4 机能亢进状态的甲状腺滤泡  
示高柱状滤泡上皮, 箭头示分泌颗粒 (H.E. 染色)。×238

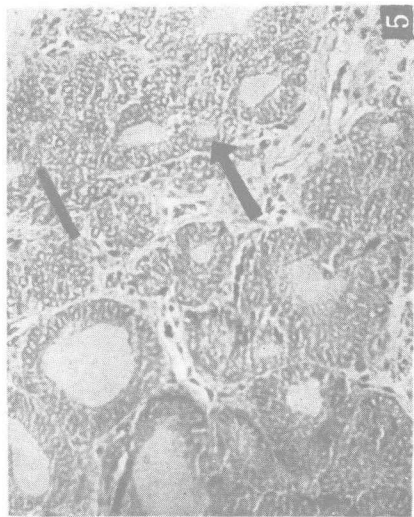


图5 机能亢进状态的甲状腺滤泡群  
箭头示新生的小圆形滤泡, 直线示滤泡上皮细胞团 (H.E. 染色)。×238



图6 机能减退状态的甲状腺滤泡  
滤泡扩大, 滤泡上皮扁平, 胶质浓缩 (H.E. 染色)。×115