

大弹涂鱼的年龄、生长和生殖力研究*

张其永 沈曙光 张文胜

(厦门大学海洋学系)

提 要 本文研究了大弹涂鱼胸鳍第二支鳍骨的年轮特征、渔获物年龄组成和体长组成,并结合生物学资料,对体长与支鳍骨骨长、体长与体重、肥满度、生长指标和个体生殖力作了分析。生长参数拟合的生长方程符合其生长规律。依据其生态特征,大弹涂鱼应属于r型选择的生活史类型。文中讨论了资源的合理利用和增养殖问题,认为大弹涂鱼在对虾池内混养会提高虾池的综合效益。

关键词 大弹涂鱼,年龄鉴定,生长特性,个体生殖力

大弹涂鱼(*Boleophthalmus pectinirostris*)主要分布于我国浙江、福建、广东和台湾的西南岸,栖息在港湾河口潮间带的淤泥滩涂以及红树林区,是一种小型经济鱼类,鱼体虽小,但肉味鲜美细嫩,富有滋补营养,台湾群众尤其喜爱,六十年代后期,台湾省已开始养殖^[4,7],目前仍采捕天然苗放养。由于种苗和成鱼均可供出口创汇,我国东南沿海渔农对其市场前景和经济效益已引起关注。关于大弹涂鱼的性腺发育、人工繁殖、早期发育、仔鱼开口摄食和成活研究已有报道^[8-9,9-10,17],对其年龄、生长和生殖力的研究却很少^[9,11],在同属鱼类之中,还有一些年龄、生长和生殖力研究的报道^[12-16]。本文主要论述了福建浮头湾(旧镇湾)和九龙江口大弹涂鱼的年龄结构、生长特性和个体生殖力,为合理利用大弹涂鱼资源和发展增养殖提供科学依据。

材 料 和 方 法

本文研究用的大弹涂鱼取自福建省漳浦县竹屿(浮头湾内)和厦门市海沧(九龙江口北岸),从1989年3月至5月共采获449尾,其中漳浦县竹屿对虾养殖池内(放养虾苗以前)随机取样325尾;厦门市海沧自然滩涂中取样124尾。经生物学测定后,先比较观察大弹涂鱼的鳞片、耳石、脊椎骨和胸鳍支鳍骨的年轮特征,根据其中心位置和年轮的清晰程度,选取胸鳍第二支鳍骨作为年龄鉴定之用,并以鳞片作为备用核对材料,鳞片取自第二背鳍第5—12鳍条下方的中央部位。将胸鳍肌柄的基部剪断,剥离去肩带和胸鳍,取出由外缘软骨联结在一起的支鳍骨4枚,经5% KOH 溶液脱脂1.5—2小时,并去除支鳍骨上残留的肌肉,用清水洗净后保存。观察时将支鳍骨浸泡在水中,使用放大镜(12×)在透射光下鉴别年轮,然后用JTT型台式投影仪测量胸鳍第二支鳍骨(近侧部)的骨长和年轮轮径。支鳍骨(近侧部)的骨长是测自第二支鳍骨的中心至近侧支鳍骨边缘中央的距离(不包括外缘软骨);年轮轮径测自第二支鳍骨的中心至近侧支鳍骨上该年轮外缘中央的距离(图1)。

大弹涂鱼雌性140尾的卵巢用5%福尔马林液固定保存,取其中性腺成熟度第IV期的卵巢作为生

* 国家自然科学基金和福建省水产厅资助课题。

收稿年月:1989年10月;1990年3月修改。

殖力测定。卵粒计数用重量法，计数前用滤纸吸干卵巢表面水分，并除去卵巢膜，以感量 0.01 的扭力天平称量卵巢总量和样品重量。每尾样品 0.15g 取自卵巢的前、中、后部位（每部位各取 0.05g），放在计数框内散高后用 BH-2 型 olympus 显微镜计数第 3 和第 4 时相卵母细胞，然后换算卵子总数。

结 果

(一) 胸鳍第二支鳍骨的年轮特征

胸鳍支鳍骨共有 4 枚，其外缘有软骨联结。支鳍骨从上而下算起，其中第二枚即第二支鳍骨，它的中心位置明确，将支鳍骨分为近侧部和远侧部，近侧部的支鳍骨呈长三角形；远侧部的支鳍骨较短，近似五角形。每个生长年带由宽区和窄带所组成，在透射光下宽区明亮而宽大，支鳍骨生长较快；窄带暗黑而狭窄，支鳍骨生长也较慢。不透明的窄带呈弧形轮纹，由钙质沉淀而成，可作为年轮的标志（图 1）。但也有有的窄带上的钙质沉淀却被部分地或全部地重吸收，使轮纹模糊不清或消失。4 枚支鳍骨，以第二支鳍骨的年轮最为清晰，近侧部的支鳍骨比较长，宽区和窄带相间分明，因此选用近侧部的第二支鳍骨测量年轮轮径。

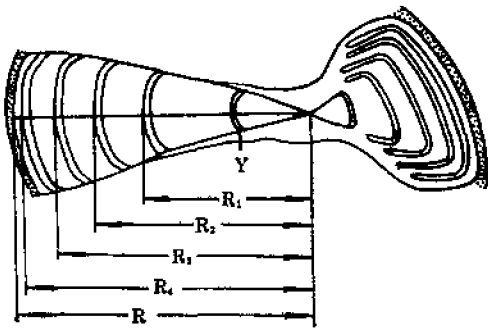


图 1 大弹涂鱼胸鳍第二支鳍骨
Fig. 1 The second pectoral radial bone of the mudskipper

R—支鳍骨(近侧部)骨长；R₁、R₂、R₃和 R₄—第一、第二、第三和第四年轮的轮径；Y—幼轮。

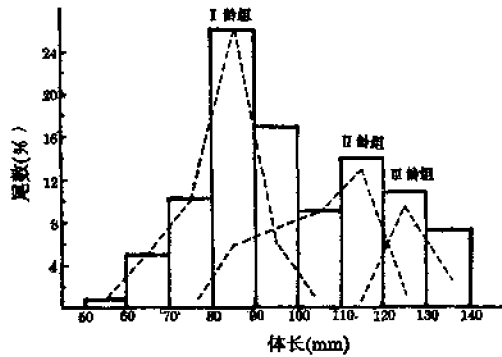


图 2 大弹涂鱼体长频率分布
Fig. 2 The frequency distribution of body length of the mudskipper

支鳍骨上有时在一个生长年带内会出现副轮，其排列紊乱，副轮与年轮之间的轮间距较短，轮纹或呈不连续状。副轮是非周期性发生的，可以依据年轮间距递减规律来区分副轮和年轮。

在第一个生长年带内，接近支鳍骨中心有时出现幼轮，在幼轮以内常有混浊的钙质沉淀。幼轮轮径比第一年轮轮径小，平均为 1.3781mm，而第一年轮轮径为 2.2631mm，两者易于区别。

大弹涂鱼的渔获体长频率分布与各年龄组的体长分布曲线相互比较，两者基本相符（图 2），体长频率分布的高峰正处于体长组 80—90mm，亦即 I 龄组体长分布中尾数频率

最多的体长组,证实第一年轮鉴定正确。支鳍骨上的年轮每年形成一次,年轮形成时期为2—4月,但有些新年轮5月刚形成。

(二) 渔获物年龄组成和体长组成

大弹涂鱼种群年龄结构比较简单,除0龄组未采捕到以外,捕捞群体由I—IV龄组4个世代所组成,以I龄组和II龄组为主,IV龄组渔获很少。渔获年龄组成,I龄组占44.24%,II龄组占34.82%,III龄组占17.18%,IV龄组占3.76%。各年龄组的体长范围、平均体长、平均纯体重(除去内脏)和总体重(未除去内脏)的实测值见表1(共测定449尾)。

表1 大弹涂鱼各年龄组的平均体长和平均体重

Table 1 The mean body length and weight of the mudskipper for different age groups

年龄组	体长范围 (mm)	平均体长 (mm)	平均纯体重 (g)	平均总体重 (g)
I	52—104	82.04	8.88	10.14
II	81—122	102.64	17.15	19.68
III	116—139	125.53	30.93	36.19
IV	134—140	136.50	39.26	45.87

闽南沿岸大弹涂鱼生殖季节为5—9月,产卵盛期为5—7月。由于取样期间均在生殖季节以前,届时尚未出现当年生的幼鱼,因而均未采捕到0龄组的幼鱼。

漳浦县竹屿虾池内的大弹涂鱼年龄组成与厦门市海沧自然滩涂中的年龄组成显然不同。竹屿虾池的年龄组成为:I龄组占35.53%,II龄组占35.20%,III龄组占24.01%,IV龄组占5.26%。竹屿虾池建造于1986年冬季,直至1989年虾池内仍存活1985年出生的世代(1989年为IV龄组)。海沧滩涂因遭滥捕,已见不到III龄鱼和IV龄鱼,其年龄组成更为简单(I龄组占66.39%,II龄组占33.61%)。

竹屿虾池的大弹涂鱼体长范围较大(56—140mm),海沧滩涂的体长范围较小(52—104mm)。竹屿虾池的体重范围也较大(纯体重2.6—45.0g,总体重3.1—52.9g),海沧滩涂的体重范围也较小(纯体重2.0—14.4g,总体重2.8—17.6g)。

(三) 生长特性

(1) 体长与支鳍骨骨长的关系 大弹涂鱼体长 L (mm)或全长 TL (mm)与胸鳍第二支鳍骨(近侧部)的骨长 R (mm)呈线性关系,可用直线回归方程 $R = a + bL$ 表示(图3)。从各体长组或全长组(组距10mm)的平均体长或平均全长与其相应的平均第二支鳍骨(近侧部)的骨长,求得回归方程为:

$$R = 0.06612 + 0.02883L \text{ (相关系数 } r = 0.9947 \text{)}$$

$$R = 0.02488TL - 0.16504 \text{ (相关系数 } r = 0.9328 \text{)}$$

大弹涂鱼体长与胸鳍第二支鳍骨(近侧部)的骨长具有紧密相关。回归方程显著性检验, $F = 660.88 \gg F_{0.01}$,证明回归关系非常显著。

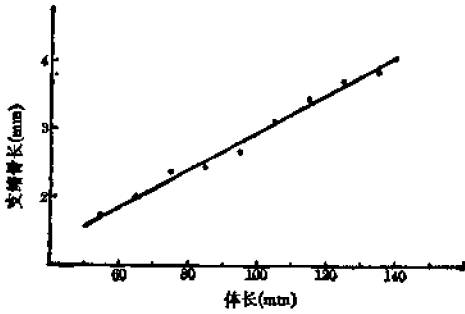


图3 大弹涂鱼体长与胸鳍第二支鳍骨(近侧部)骨长的回归直线

Fig. 3 The linear regression between body length and length of the second pectoral radial bone(proximal portion) of the mudskipper

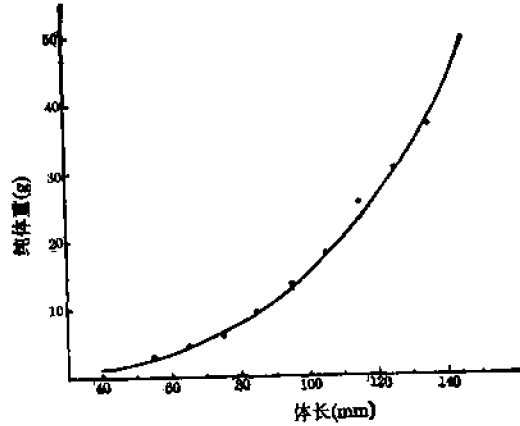


图4 大弹涂鱼体长与纯体重回归曲线

Fig. 4 The regression curve for body length and net body weight of the mudskipper

从胸鳍第二支鳍骨(近侧部)的各年轮的平均轮径,求得各年轮的逆算平均体长(表2),可以看出各年轮的平均体长的逆算值与实测值相接近,说明方程拟合符合实际情况。

(2) 体长与体重的关系 经点图分析,大弹涂鱼体长 L (mm)与纯体重 W (g)或总体重 W' (g)均呈幂函数增长相关,可用 $W = aL^b$ 表示(图4)。从各体长组(组距 10mm)的平均体长与其相应的平均纯体重或平均总体重,分别求得关系式为:

$$W = 1.4661 \times 10^{-5} L^{3.0097} \text{ (相关系数 } r = 0.9990 \text{)}$$

$$W' = 1.7397 \times 10^{-5} L^{3.0052} \text{ (相关系数 } r = 0.9983 \text{)}$$

大弹涂鱼体长与体重存在紧密相关。无论纯体重或总体重,其幂函数指数 b 都几乎等于 3,表明其体重与体长的立方呈比例关系,系属于等速生长(isometric growth),在生长过程中具有体形不变和鱼体比重不变的特征。

(3) 肥满度 大弹涂鱼肥满度指标采用 Fulton 丰满系数 K (简称肥满度)来表示。

表2 大弹涂鱼各年轮的平均轮径及其相应的平均体长
Table 2 Relationship between the mean annulus radius and body length of the mudskipper

R_1 (mm)		R_2 (mm)		R_3 (mm)		R_4 (mm)	
2.2631		3.0501		3.7670		3.8720	
L_1 (mm)		L_2 (mm)		L_3 (mm)		L_4 (mm)	
逆算值	实测值	逆算值	实测值	逆算值	实测值	逆算值	实测值
76.21	79.00	103.52	100.95	123.37	125.82	132.02	135.83

注: R_1, R_2, R_3 和 R_4 分别为第一、第二、第三和第四年轮的轮径; L_1, L_2, L_3 和 L_4 分别为第一、第二、第三和第四年轮时的平均体长。共测定 449 尾。

Fulton 丰满系数 $K = \frac{100W}{L^3}$, 式中的W为纯体重(g), L为体长(cm)。就同一体长组(组距 1cm)而言,竹屿虾池大弹涂鱼的丰满系数均大于海沧滩涂的丰满系数(见表3)。竹屿虾池大弹涂鱼各体长组的丰满系数变动于 1.5065—1.6466, 平均丰满系数 \bar{K} 为 1.5995; 而海沧滩涂各体长组的丰满系数则波动于 1.2783—1.4224, 平均丰满系数 \bar{K} 为 1.3619。由此可见, 竹屿虾池大弹涂鱼的丰满度显然高于海沧滩涂, 而且鱼体较为丰满。

表3 大弹涂鱼不同体长组的丰满度变化

Table 3 Variation of Condition factor of the mudskipper in different length groups

体长组(mm)	虾池	滩涂	体长组(mm)	虾池	滩涂
51—60	1.6657	1.4224	101—110	1.5091	1.3593
61—70	1.6031	1.4072	111—120	1.6179	—
71—80	1.6279	1.3416	121—130	1.5784	—
81—90	1.6466	1.3627	131—140	1.5065	—
91—100	1.6401	1.2783	平均	1.5995	1.3619

(4) 相对增长率和生长指标 根据各年龄组的平均体长、平均纯体重和平均总体重的实测值,求得大弹涂鱼相对增长率、瞬时增长率和生长指标(见表4),依此划分生长阶段。除了 0—I 龄组性腺尚未发育成熟,为幼鱼生长阶段以外, I—III 龄组为成鱼生长阶段,性腺发育成熟,体长和体重增长相对稳定; III—IV 龄组进入生长衰老阶段,性腺仍然继续发育成熟,但体长和体重相对增长很少,生长已趋向缓慢。

表4 大弹涂鱼体长和体重的相对增长率和瞬时增长率

Table 4 The relative and instantaneous rates of increase in length and weight of the mudskipper

年龄组	$\Delta L/L(\%)$	$\Delta W/W(\%)$	$\Delta W'/W'(\%)$	G_L	G_w	$G_{w'}$	生长指标
I—II	25.09	93.62	93.54	0.2239	0.6637	0.6603	18.37
II—III	22.31	80.32	84.39	0.2014	0.5896	0.6119	20.67
III—IV	8.74	26.91	26.75	0.0837	0.2383	0.2371	10.51

注: $\Delta L/L(\%)$ 为体长相对增长率; $\Delta W/W(\%)$ 为纯体重相对增长率; $\Delta W'/W'(\%)$ 为总体重相对增长率; G_L , G_w 和 $G_{w'}$ 分别为体长、纯体重和总体重瞬时增长率; 生长指标 = $[\ln(L_{\theta+1}/L_{\theta})]L_{\theta}$, 而 L_{θ} 和 $L_{\theta+1}$ 分别表示第 θ 年龄组和第 $\theta+1$ 年龄组的平均体长。

竹屿虾池和海沧滩涂的大弹涂鱼生长状况有所不同, 虾池内生长较快, 自然滩涂中生长较慢。从 I—II 龄鱼(同龄鱼)的比较生长来看, 竹屿虾池的体长和体重相对增长率以及生长指标都比海沧滩涂的约大一倍(见表5)。竹屿虾池 I—II 龄鱼的生长指标为 20.47, 海沧滩涂的生长指标仅 9.74, 还不如竹屿虾池 III—IV 龄鱼的生长指标(10.51)。

表5 虾池和滩涂大弹涂鱼的比较生长
Table 5 Comparative growth of the mudskipper between the prawn pond and the mudflat

采捕地	年龄组	$\Delta L/L(\%)$	$\Delta W/W(\%)$	$\Delta W'/W'(\%)$	G_L	G_w	$G_{w'}$	生长指标
虾池	I—II	27.86	91.84	91.31	0.2419	0.6515	0.6487	20.47
	II—III	16.43	54.89	58.22	0.1521	0.4376	0.4588	16.40
	III—IV	8.74	26.91	26.75	0.0897	0.2388	0.2371	10.51
滩涂	I—II	13.21	43.81	43.64	0.1241	0.3633	0.3622	9.74

(5) 生长参数和生长曲线 大弹涂鱼的生长曲线应用 von Bertalanffy 生长方程拟合, 体长和体重生长方程为: $L = L_{\infty}[1 - e^{-K(t-t_0)}]$; $W = W_{\infty}[1 - e^{-K'(t-t_0)}]^3$; $W'_0 = W'_{\infty}[1 - e^{-K'(t-t_0)}]^3$ 。式中的 L_{∞} , W_{∞} 和 W'_{∞} 分别为渐近体长、渐近纯体重和渐近总体重; t 为年龄(t); t_0 为理论上体长和体重等于零时的年龄; K 为生长系数。依据各年龄组平均体长、平均纯体重和平均总体重的实测值, 以定差法分别求得生长参数如下:

- ① $L_{\infty} = 183.39\text{mm}$, $K = 0.2574$, $t_0 = -1.2480$ 年;
- ② $W_{\infty} = 86.96\text{g}$, $K = 0.2770$, $t_0 = -1.2173$ 年; 生长拐点 $t_r = 2.75$ 年;
- ③ $W'_{\infty} = 104.75\text{g}$, $K = 0.2701$, $t_0 = -1.2185$ 年; 生长拐点 $t'_r = 2.85$ 年。

将上述生长参数分别代入体长和体重生长方程。大弹涂鱼体长与体重关系式的幂函数指数 b 几乎等于 3, 所求得的平均体长、平均纯体重和平均总体重的计算值与实测值很接近(表 6), 表明体长和体重生长方程的拟合, 符合大弹涂鱼的生长规律。

表6 大弹涂鱼体长和体重计算值与实测值比较
Table 6 Comparisons between calculated and measured values in length and weight of the mudskipper

年 龄 组 体 长 或 体 重		I	II	III	IV
平均体长	计算值(mm)	80.57	103.90	121.94	135.85
	实测值(mm)	82.04	102.64	125.53	136.50
平均纯体重	计算值(g)	8.43	17.87	28.48	38.85
	实测值(g)	8.86	17.15	30.93	39.26
平均总体重	计算值(g)	9.59	20.50	32.94	45.19
	实测值(g)	10.14	19.63	36.19	45.87

大弹涂鱼体长生长曲线为不具拐点的抛物线; 体重生长曲线为不对称的 S 形曲线。纯体重生长曲线的拐点 $t_r = 2.75$ 年(相当于 III 龄组的年龄), 拐点处的纯体重为 25.77g; 总体重生长曲线的拐点 $t'_r = 2.85$ 年(也相当于 III 龄组的年龄), 拐点处的总体重为 31.04g。拐点出现的年龄约处于成鱼生长阶段和生长衰老阶段之间, 含有衰老拐点的生物学意义, 在衰老拐点以后生长渐趋缓慢。

(四) 个体生殖力

个体绝对生殖力是指雌性成熟个体在一个生殖季节可能排出的卵子数量。在第 IV 期卵巢样品范围内(体长 70—138mm, 纯体重 5.5—41.0g, I—IV 年龄组), 大弹涂鱼个体绝对生殖力的变动范围为 4100—24600 粒, 平均为 12600 粒。最高绝对生殖力为最低的 6 倍, 个体生殖力变动与其年龄、体重和体长的变化有关。台南市沿岸大弹涂鱼个体绝对生殖力变动于 4300—23000 粒之间^[9], 台湾海峡南部两岸大弹涂鱼的绝对生殖力很近似, 均比齿状大弹涂鱼 (*Boleophthalmus dentatus*) 和杜氏大弹涂鱼 (*Boleophthalmus dussumieri*) 的个体绝对生殖力高(齿状大弹涂鱼个体绝对生殖力为 970—4113 粒, 平均 2371 粒; 杜氏大弹涂鱼为 986—4912 粒, 平均 2696 粒)^[13,14]。

大弹涂鱼的个体绝对生殖力随着年龄的增加而增大, 年增长率比较稳定。初次产卵的 I 龄鱼绝对生殖力最低, 平均为 9200 粒; 重复产卵 II 龄鱼绝对生殖力平均 12700 粒, I—II 龄鱼之间的年增长率为 38.0%; III 龄鱼绝对生殖力平均 17400 粒, II—III 龄鱼的年增长率为 37.0%; IV 龄鱼绝对生殖力平均 24000 粒, III—IV 龄鱼的增长率为 37.9%, IV 龄鱼虽已进入生长衰老阶段, 但生殖能力还没有衰退, 仍处于生殖盛期(图 5)。

大弹涂鱼个体绝对生殖力与纯体重呈直线增长关系, 随着纯体重的增加, 绝对生殖力也相应地增大。个体绝对生殖力 F (粒)与纯体重 W (g)的关系式为:

$$F = 4920.3792 + 412.3385W \quad (r = 0.7388)$$

大弹涂鱼个体绝对生殖力也随体长的生长而呈直线递增, 个体绝对生殖力 F (粒)与体长 L (mm)的关系式为:

$$F = 224.0409L - 10313.4195 \quad (r = 0.7227)$$

个体相对生殖力是指个体绝对生殖力与鱼体体长或纯体重的比值, 也就是每单位体长(mm)或每单位纯体重(g)所含的卵粒数, 分别以 F/L 或 F/W 表示。大弹涂鱼个体相对生殖力 F/L 为 51 粒/mm—228 粒/mm, 平均为 115 粒/mm; 个体相对生殖力 F/W 为 329 粒/g—2117 粒/g, 平均为 774 粒/g。

从第 II—VI 期卵巢的卵径频率分布, 并结合卵巢组织切片观察, 可以看出, 在卵巢中卵母细胞分为两个卵群, 一群卵径较大, 进一步发育为成熟的卵子, 另一群卵径较小, 多为静止的第 2 时相卵母细胞。卵母细胞从第 3 时相发育到第 4 时相是同步的, 只出现第 4 时相卵母细胞的一个高峰, 未见第 3 时相卵母细胞的次高峰。此外, 作者还观察了自然状态下卵子完全成熟的以及催产诱导完全成熟的雌鱼, 其卵巢均以第 5 时相卵母细胞为主, 只有少量的第 2、3 时相卵母细胞和极少数第 4 时相卵母细胞。因此认为大弹涂鱼

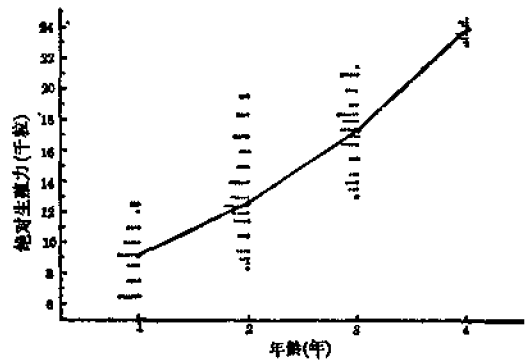


图 5 大弹涂鱼个体绝对生殖力与年龄的关系
Fig. 5 The relationship between individual absolute fecundity and age of the mudskipper

在一个生殖季节只能产卵一次,系属于一次产卵类型,与谢蕙莲等(1976)的看法一致^[9]。

讨 论

1. 关于大弹涂鱼的年龄鉴定 鱼类年龄鉴定一般采用鳞片、耳石、脊椎骨、鳃盖骨、匙骨、鳍棘或鳍条,很少用胸鳍支鳍骨作为鉴定材料。张孝威(1951)以胸鳍第二支鳍骨研究鱮鱼(*Callionymus lyra*)的年龄和生长,取得比耳石更好的效果^[13]。塚本贤等(1983)曾比较观察日本九州有明海和八代湾大弹涂鱼(*Boleophthalmus chinensis* = *B. pectinirostris*)的胸鳍支鳍骨、乌喙骨、腰带、鳞片、耳石和脊椎骨等材料,认为前三者可供年龄鉴定之用,尤以胸鳍第二支鳍骨为最佳;后三者年轮标志模糊不清,难以鉴定年龄^[11]。V. G. Soni等(1986)采用了耳石研究齿状大弹涂鱼(*Boleophthalmus dentatus*)的年龄^[14]。我们通过比较观察,确认胸鳍第二支鳍骨(近侧部)最适用于大弹涂鱼年龄鉴定,支鳍骨扁平,年轮标志清晰,而且支鳍骨的生长中心明确,便于测量骨长和轮径。但有些支鳍骨上的钙质沉淀会出现重吸收,使年轮标志模糊或消失。当支鳍骨鉴定年龄遇到困难时,则以鳞片作为年龄鉴定的辅助材料。

2. 大弹涂鱼属于r型选择的生活史类型 生态特征是在长期的进化过程中,鱼类种群与其环境相互作用而形成的,相互关联的生态特征是组成不同的种群动态类型的基础。自然选择使鱼类种群的形态、生殖特征、种群大小以及基因频率适应于其生活环境,并表现出不同类型的生活史特征。r型选择的种群数量不稳定,通常低于环境容纳量,在变动性大的环境中,死亡因素变化无常或者不可预测,种群补充量大,尽可能产生更多后代,具有增加生殖能力的生态特征。大弹涂鱼是广温、广盐性的两栖鱼类,洞穴定居于环境多变的潮间带淤泥滩涂中,主要摄食底栖硅藻和蓝藻,肝脏很大,据我们测定,大弹涂鱼平均肝脏系数97.02%,肝脏系数随年龄的增加而增大,I龄组的平均肝脏系数(76.74%)<II龄组(84.26%)<III龄组(116.56%)<IV龄组(127.33%)。大弹涂鱼性成熟早,世代更新快,初次性成熟为I龄鱼,雌鱼性成熟最小体长为70mm,最小纯体重5.5g(总体重6.3g);体型小,渐近体长 L_{∞} 为183.39mm,渐近纯体重 W_{∞} 为86.96g(W_{∞} 104.75g);渔获最大年龄低(IV龄),仅5个世代,生命周期短;生殖群体的个体绝对生殖力随年龄的增加而增大,未出现生殖衰老期。虽然个体绝对生殖力较低,但是个体相对生殖力(F/W)却较高。大弹涂鱼是潮间带鱼类,它的生殖生态适应特点是在洞内交配产卵,沉性粘着性卵附着于洞壁,雄亲鱼有护卵行为^[1,7,9],因而生殖力较低,但在同属鱼类中,大弹涂鱼的生殖力还是比较高的^[13,14]。与潮间带中华乌塘鳢的生殖力(每次产卵约500粒/尾)^[9]相比较,大弹涂鱼的生殖力也较高。从上述的生态特征来看,大弹涂鱼应属于r型选择的生活史类型。

3. 大弹涂鱼资源的合理利用和增养殖问题 九龙江口滩涂滥捕大弹涂鱼十分严重,III龄和IV龄鱼已消失,渔获趋向低龄化,今后应采取相应的营养措施,限捕并保护0龄和I龄鱼,使补充量保持在较高水平上,资源有可能得到迅速恢复。大弹涂鱼食物链短,以植物食性为主,养殖成本较低,它对环境变化有较强的适应力,而且鱼病少,种内不

存在互相残食现象,活鱼又容易经受长途运输,所以可供高潮区养殖池单养,或者在泥质养虾池(低产池)中混养。漳浦县竹屿滨临浮头湾(旧镇湾),原是大弹涂鱼产区,1986年冬季围塘后养殖对虾,1989年3—5月间虾池内存活的大弹涂鱼包括了1985—1988年出生的世代(养虾期间未曾采、纳大弹涂鱼苗放养),说明对虾养殖池经过多次清池和除野,还有钻洞较深的大弹涂鱼继续存活,并能自然繁殖后代。竹屿虾池中的大弹涂鱼个体较大,IV龄鱼体长140mm(全长172mm),总体重可达53g(纯体重45g)。竹屿虾池的生长指标和肥满度均大于海沧自然滩涂中,表明虾池内的大弹涂鱼生长良好。虾池约有半年进水养虾,半年排水休闲,虾池已不具备潮间带的潮汐条件,大弹涂鱼不仅改变了退潮后出洞觅食和匍匐爬跳的两栖习性,而且能在虾池水中生活和摄食,充分利用了虾池水中的底栖藻类、有机碎屑和对虾的剩余饵料,减少沉入池底的饵料腐变,改善了虾池的水质。我们曾初步试验证明大弹涂鱼并不摄食仔虾,因此认为大弹涂鱼在对虾池内混养会提高虾池的综合效益。

参 考 文 献

- [1] 丁云源、林明男,1972. 花跳养殖调查。中国水产(台湾省), (238):9—11。
- [2] 肖东江、张栋国,1989. 中华乌塘鳢的人工育苗技术。水产养殖, (3):3—4。
- [3] 张其永、张杰,1988. 大弹涂鱼仔鱼的摄食、生长和成活的研究。水产学报, 12(3):209—211。
- [4] 张其永等,1987. 大弹涂鱼人工繁殖和仔稚鱼培育研究。厦门大学学报(自然科学版), 26(3):366—373。
- [5] 张杰等,1988. 大弹涂鱼仔鱼的开口摄食期研究。福建水产, (4):47—53。
- [6] 洪万树等,1988. 大弹涂鱼的早期发育研究。热带海洋, (2):1—8。
- [7] 黄丁郎,1979. 营养丰富的花跳。鱼类水产养殖, 丰年丛书(台湾省), 第751号, 47—52页。
- [8] 谢蕙莲、曾文雄,1973. 大弹涂鱼卵的发生(I)。师大生物学报(台湾省), (8):65—73。
- [9] 谢蕙莲等,1976. 大弹涂鱼卵的发生(II)。台湾水产学会志, 5(1):16—23。
- [10] 廖一久等,1973. 星点弹涂鱼之人工繁殖—I. 卵发生及其初期稚鱼。农复会渔业丛书(台湾省), (15):29—42。
- [11] 塚本贤ほか,1983. ムシゴロウの年齢形質。日本水产学会志, 49(1):69—74。
- [12] Chang, H. W. 1961. Age and growth of *Callionymus lyra* L. *J. Mar. Biol. Assoc.*, 30: 281—296.
- [13] Hoda, S. M. S. and Y. Akhtar, 1985. Maturation and fecundity of mudskipper *Boleophthalmus dentatus* in the northern Arabian Sea. *Indian J. Fish.*, 32(1): 64—73.
- [14] Hoda, S. M. S., 1986. Maturation and fecundity of the mudskipper *Boleophthalmus dussumieri* Cuv. & Val. from the Karachi coast. *Mahasagar—Bulletin of the National Institute of Oceanography*, 19(1): 73—78.
- [15] Hoda, S. M. S., 1987. Relative growths of body parts and length-weight relationships in *Boleophthalmus dussumieri* and *B. dentatus* of Karachi coast. *Indian J. Fish.*, 34(1): 120—127.
- [16] Soni, V. C. and B. George, 1986. Age determination and length-weight relationship in the mudskipper *Boleophthalmus dentatus*. *Indian J. Fish.*, 33(2): 231—234.
- [17] Zhang, Q. Y. et al., 1989. Studies on induced ovulation, embryonic development and larval rearing of the mudkipper (*Boleophthalmus pectinirostris*). *Aquaculture*, 83: 375—385.

AGE, GROWTH AND FECUNDITY OF THE MUDSKIPPER *BOLEOPHTHALMUS PECTINIROSTRIS*

Zhang Qiyong, Sheng Shuguang and Zhang Wensheng

(Department of Oceanology, Xiamen University)

ABSTRACT Altogether the samples of 449 mudskipper for this study were collected in prawn pond from Zhuyu (Zhangpu County, Fujian Province) and in tidal mudflat from Haicang, Xiamen during March to May of 1989. The second pectoral radial bone was selected for age determination and the scale was used only to check age reading. The pectoral radial bone becomes flat and the central area of the second radial bone is observable clearly, with alternating broad transparent zone (rapid growth) and narrow opaque band (slow growth) under transmitted light. The narrow ossified bands on the pectoral radial bone are formed annually, but sometimes the reabsorption of narrow ossified bands on the bone may occur. The relationship between body length L (mm) and length of proximal portion of the second pectoral radial bone R (mm) is expressed as $R = 0.06612 + 0.02883L$ ($r = 0.9947$), the length-weight relationship formulas are calculated to be $W = 1.4661 \times 10^{-5}L^{3.0087}$ ($r = 0.9990$), $W' = 1.7397 \times 10^{-5}L^{3.0082}$ ($r = 0.9983$). The parameters of the von Bertalanffy body length growth equation are, $L_{\infty} = 183.39\text{mm}$, $K = 0.2574$, $t_0 = -1.2480$; the parameters of net body weight growth equation are, $W_{\infty} = 86.96\text{g}$, $K = 0.2770$, $t_0 = -1.2173$, $t_r = 2.75$.

The catch of the mudskipper consists of 4 year classes, from age group I to age group IV, excluding the age group 0. The fish of the prawn pond of Zhuyu may attain age group IV, while the fish of the mudflat of Haicang only live to age group II. An analysis of the growth rate and Fulton's Condition Factor shows that the fish of the prawn pond of Zhuyu grow much quicker and are fatter than those of the mudflat of Haicang. The individual absolute fecundity F (eggs) ranges from 4100 to 24600 (mean 12600), the individual relative fecundity F/L (eggs/mm) ranges from 51 to 228 (mean 115) and F/W (eggs/g) from 329 to 2117 (mean 774). The ecological characteristics given show that the herbivorous mudskipper is one of the r -selected species which grazes on the soft mud ingesting benthic diatoms and filamentous algae. It is considered to culture mixedly with prawn in the pond.

KEYWORDS Mudskipper, age determination, growth characteristics, individual fecundity