

77-82

深圳湾大弹涂鱼种群结构与生殖特征

蔡泽平

(中国科学院南海海洋研究所, 广州, 510301)

Q959.408

~~S965.3~~

A

摘要 本文探讨了深圳湾大弹涂鱼种群结构和生殖特征。结果表明, 该种群以1、2龄鱼组成为主, 3龄鱼极少, 表明种群结构简单, 体长与体重的相关曲线方程为 $W=4.1618 \times 10^{-5} L^{2.7451}$ ($r=0.9576$)。雌雄性比为3:2。一龄鱼开始性成熟, 雌鱼性成熟最小生物学体长为62 mm, 雄鱼为59 mm。个体绝对生殖力波动于1956—14053粒, 平均7293粒; 个体相对生殖力 F/L : 29.5—100.5粒/mm, 平均79粒/mm; F/W : 511.0—804.9粒/g, 平均752粒/g。4—6月为繁殖盛期, 7—8月为繁殖末期。雌性周年月平均成熟系数(GSI)变动范围为0.27%—4.36%。大弹涂鱼在一个生殖季节中只能产卵一次, 属于一次性排卵类型。

关键词: 大弹涂鱼 *Boleophthalmus pectinirostris*, 种群结构, 生殖特征。

的纲;

POPULATION STRUCTURE AND REPRODUCTIVE CHARACTERISTICS OF MUDSKIPPER *BOLEOPHTHALMUS PECTINIROSTRIS*, IN SHENZHEN BAY, CHINA

Cai Zeping

(South China Sea Institute of Oceanology, Academia Sinica, Guangzhou, China, 510301)

Abstract This paper studies the population structure and reproductive characteristics of mudskipper, *Boleophthalmus pectinirostris*, in Shenzhen Bay, Guangdong province. The results show that the population includes the classes age of 0, 1, 2, and 3 years, and they account for 12.58%, 58.70%, 27.40% and 1.26% of the total number, respectively. The relationship between body length and weight is computed by the equation; $W=4.1618 \times 10^{-5} L^{2.7451}$. The sex ratio of females to males is 3:2. The fish begins maturing at one year old. The smallest body length of maturative female is 62 mm and that of male is 59 mm. Absolute fecundity ranges from 1958 to 14053 eggs (average 7293 eggs) and relative fecundity F/L : 29.2—100.5 eggs/mm (average 79 eggs/mm) and F/W : 511.0—804.9 eggs/g (average 752 eggs/g). Main spawning season is from April to June and the last stage of spawning ranges from July to August. Monthly average gonosomatic index of female changes from 0.27% to 4.36%. It is considered that the mudskipper spawns only once during the reproductive period.

Key words: mudskipper, *Boleophthalmus pectinirostris*, population structure, reproductive characteristics.

• 本研究得到了中国科学院重点课题“大亚湾环境水域生产力及资源增殖研究”资助。
徐恭昭教授审阅全文并提出修改意见, 特此致谢。
收稿日期: 1994 01 12, 修改稿收到日期: 1995 03 01。

大弹涂鱼(*Boleophthalmus pectinirostris*)是一种小型经济鱼类,生活于港湾河口咸淡水滩涂及淤泥底质的红树林中,具广温广盐及短期两栖生活习性,生命力极强。以底栖硅藻为主食,食物链简单。我国东南沿海及台湾省均有分布,是一种具有发展前途的增殖滩涂渔业。张其永曾经对闽南地区虾池和自然滩涂的大弹涂鱼进行比较研究^[1],阐述了该地区大弹涂鱼的年龄、生长和生殖力。本文主要论述了广东省深圳湾大弹涂鱼的种群结构、生殖生态及性腺发育规律等基本生物学问题,目的在于充实大弹涂鱼资源及种群生物学基础资料。

1 材料与方 法

样品采自深圳湾滩涂及红树林中,1986年5月至1987年4月每月定期采集,共计1351尾。标本经生物学测量后,取尾部左侧10—15枚鳞片作为年龄鉴定的辅助材料,据观察鳞片形态不很规则、多数存在不同程度的磨损痕迹,因此,鳞片年轮仅作参考。根据有关文献报道的年龄鉴定方法^[1,2],取左胸鳍第二、三支鳍骨作为年龄鉴定材料,并与鳞片上的年轮进行比较核对,确定准确年龄。

繁殖季节期间取65个成熟度均达Ⅳ期以上的不同体长和重量组的卵巢作为生殖力计算材料。

2 结果

2.1 种群结构特征

2.1.1 年龄组成 根据年龄资料分析,各龄鱼的数量组成相差甚大,0龄鱼170尾,占总数的12.58%;1—1⁻龄鱼793尾,占58.70%;2—2⁻龄鱼371尾,占27.46%;3龄鱼仅17尾,占1.26%。可见种群以1龄鱼组成为主,2龄鱼次之,表明种群结构简单。

2.1.2 体长和体重组成 各年龄组的体长、体重的变幅小,0龄鱼组主要是体长63 mm以下的未成熟幼鱼,平均体长56.1 mm(39—63 mm),平均纯体重2.83 g(0.9—5.5 g),主要出现于9月—翌年4月;1龄鱼平均体长76.6 mm(57—93 mm),平均纯体重6.87 g(4.3—8.7 g);2龄鱼平均体长91.5 mm(84—104 mm),平均纯体重10.38 g(7.9—13.0 g),1、2龄鱼全年各月均有出现;3龄鱼平均体长103.5 mm(97—113 mm),平均纯体重15.8 g(11.8—18.9 g),仅于3—6月出现,各龄体长分布特征见图1。

2.1.3 生长特征 可以用相对增长率和生长指标来反映鱼类基本生长特征,深圳湾大弹涂鱼1龄开始性成熟,参与种群的生殖活动。表1所示,0龄鱼为当年生性未成熟的幼鱼,其体长和体重相对增长率及生长指标均大于性成熟后的各龄鱼,说明生长旺盛,摄取的能量主要用于个体的生长。1、2龄或2、3龄鱼间的生长速度相对较慢,各龄间的体长和体重的增长率较为接近,这是由于进入生殖活动的成鱼摄取的能量不仅用于维持生命活动和个体的生长,还需要一定能量消耗在性腺

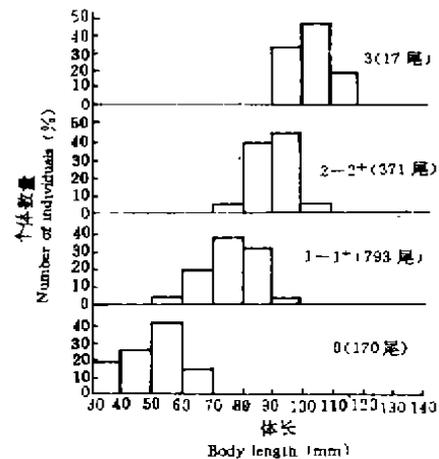


图1 大弹涂鱼各龄体长分布

Fig. 1 Body length distribution of different year old mudskipper

发育和成熟过程中,影响了个体的生长。

表 1 大弹涂鱼相对增长率和生长指标

Table 1 The relative increase of rates and growth index of mudskipper (*B. pectinirostris*)

年龄 Age	平均体长 (mm) Average body length	体长相对增长率 (%) Relative increase rate of B. L.	生长指标 Growth index	平均体重 (g) Average body weight	体重相对增长率 (%) Relative increase rate of B. W.
0	56.10	36.56	17.48	2.83	142.76
1	76.61			6.87	
2	91.49	19.42	13.60	10.38	51.09
3	103.5	13.13	11.28	15.84	52.60

2.1.4 体长与体重的关系 将深圳湾大弹涂鱼种群周年采得的标本各体长组的体长与体重进行回归曲线拟合,求得体长-体重相关函数表达式为: $W = 4.1618 \cdot 10^{-5} L^{2.7451}$ ($r = 0.9576$), 其中 W 为纯体重 (g), L 为体长 (mm), r 为相关系数, $r = 0.9576 >> r_{0.05}$ ($r_{0.05} = 0.07$), 说明体长与体重密切相关。参数 $b = 2.7451$ 接近 3。该种群基本属于均匀生长类型, 体重与体长基本呈立方相关, 见图 2。

2.2 繁殖特征

2.2.1 产卵场环境 深圳湾是位于珠江口东岸的一个半封闭港湾。珠江径流的悬浮颗粒及岸上有机物在湾中淤积形成延绵十几公里的滩涂, 湾的东北部生长着一片茂密的红树林, 大弹涂鱼以红树林及毗邻滩涂区分布的密度较大, 个体相对较大, 这种现象与红树林底质肥沃、饵料丰富及保护作用有关。大弹涂鱼性情机敏、对声音及活动影像极为敏感, 一遇敌害立即钻洞或逃遁入红树林, 红树林成为其天然保护屏障, 对种群的生存和繁衍起着重要作用。受珠江径流和南海潮流的影响, 湾中盐度周年变化较大 (10%—25%), 具河口交汇区基本盐度特征: 1—2 月低温期平均水温 16.8—17.2℃, 6—9 月高温期平均水温 27.8—28.7℃, 受香港半岛的保护, 深圳湾基本不受台风、风暴潮等自然灾害的直接影响, 是大弹涂鱼生活、繁衍的理想港湾。

2.2.2 产卵习性 大弹涂鱼具独特生活习性, 营洞居生活, 皮肤和尾部具有辅助呼吸功能, 且能一段时间离水觅食。非生殖季节一般独居一洞, 涨潮时进洞隐居或伏于水底。生殖期雌雄成鱼同道共居, 孔道内产卵受精。粘性卵依靠附着丝粘于洞壁或基质上, 雄鱼具护卵行为。卵圆球形具一簇附着丝, 受精卵吸水膨胀呈椭圆球形。大弹涂鱼的生殖方式是对港湾滩涂环境的一种生态适应, 洞居和繁殖能减少自然灾害和敌害生物的威胁, 提高生存能力。

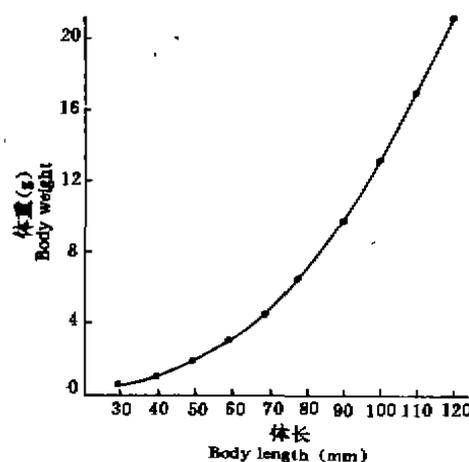


图 2 体长与体重的关系

Fig. 2 Relationship between body length and body weight of mudskipper

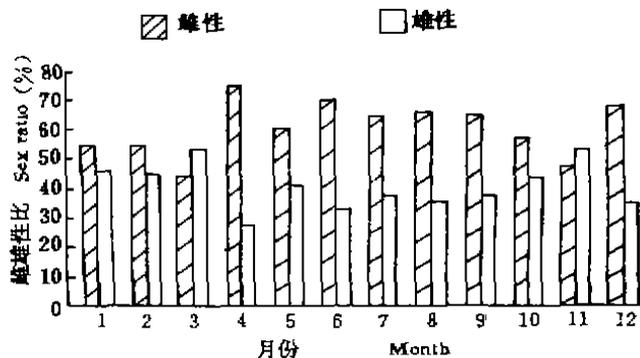


图3 周年雌雄性比关系

Fig. 3 Annual sex ratio of mudskipper

mm, 总体重 3.1 g, 纯体重 2.8 g, IV 期卵巢, 怀卵量 1958 粒, 成熟系数 2.14%; 最小成熟雄鱼体长 59 mm, 总体重 3.4 g, 纯体重 3.2 g, 成熟系数 0.31%。

2.2.4 成熟系数(GSI)的变化特征 雌性 GSI

变化特征见图 4。周年月平均 GSI 变化范围为 0.27%—4.36%; 个体 GSI 变幅为 0.15%—11.52%。9 月至翌年 2 月 GSI 基本维持不变, 处于周年的最低值, 生殖活动结束, 卵巢进入自体修复阶段, 摄取的营养主要用于个体的生长和能量的贮蓄。3 月 GSI 呈明显上升趋势; 4 月 GSI 达 4.36%, 为全年最高值, 全部卵巢进入大生长期发育阶段并开始产卵。5、6 月 GSI 仍保持较高值, 可见 4—6 月为该种群的生殖盛期。7、8 月 GSI 明显下降, 相当数量的卵巢开始退化、卵母细胞胞质渗出质膜, 卵黄溶化。GSI 的周年变化与卵巢周年发育过程一致, 曲线的变化规律说明 GSI 只有一个峰值。该种群在周年中只有一个生殖期。

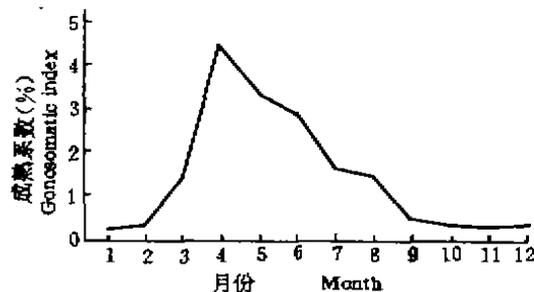


图4 成熟系数周年变化

Fig. 4 Annual changes of gonosomatic index(GSI)of mudskipper

2.2.5 繁殖力

2.2.5.1 怀卵量

分析和统计 65 尾发育至 IV 期以上卵巢的怀卵量, 结果见表 2。大弹涂鱼的体长、体重与怀卵量和卵巢重量之间呈正相关, 即体长、体重愈大, 绝对怀卵量和卵巢重量愈大。体长、体重与单位体长的相对怀卵量(F/L)也呈正相关, 而与单位体重的相对怀卵量(F/W)没有明显增长关系。

2.2.5.2 怀卵量与体长、体重间的关系

个体绝对怀卵量(N)与体长(L)间的关系可用回归方程 $N=176.53L-7996.2$ ($r=0.6603$) 表示。方程说明随着体长增大, 绝对怀卵量呈递增趋势。个体绝对怀卵量波动于 1956—14053 粒, 平均 7293 粒。个体绝对怀卵量(N)与纯体重(W)也呈直线相关, 随体重增加怀卵量也增大, 其回归方程为: $N=1517.85+599.14W$ ($r=0.6596$)。

2.2.3 雌雄性比及性成熟生物学年龄

在 1351 尾标本中, 雌鱼 790 尾、雄鱼 533 尾、不明性别 28 尾, 雌雄性比 59.7:40.3, 即 3:2。除 3、11 两月雄略多于雌外, 其余各月均雌多于雄(图 3)。4 月雌雄性比 72.6:27.4 为全年最高值, 可见该种群性比组成表现为雌多于雄, 与同属的齿状大弹涂鱼(*Boleophthalmus boddarti*)的雌雄性比(1:1.04)明显不同^[3]。

深圳湾大弹涂鱼性成熟最小生物学年龄为 1 龄鱼, 主要出现于 5—7 月 3 个月。最小成熟雌鱼体长 62

表 2 大弹涂鱼的绝对怀卵量和相对怀卵量

Table 2 Absolute and relative brood amounts of mudskipper (*B. pectinirostris*)

体长(mm) Body length	体重(g) Body weight	怀 卵 量 Brood amounts(average)			成熟系数 GSI(%)	测量尾数 No. of mea- sured fish	卵巢重 Weight of ovary (mg)	卵 径 Diameter X±S
		绝对 (粒)	相对 F/W (粒/g)	相对 F/L (粒/mm)				
		60—70	4.12	2276				
71—80	6.48	4918	804.9	70.6	6.06	16	288.8	446—41.40
81—90	8.81	6539	781.5	81.6	5.04	23	423.3	485—45.78
91—100	11.79	8157	689.5	88.7	4.49	14	541.1	480—64.67
101—110	13.56	10414	764.8	100.5	7.64	7	977.9	515+30.75

个体相对怀卵量指一尾雌性个体在一个生殖季节里单位体长或单位纯体重的怀卵量, 为种群生殖力的重要指标, 取决于种的遗传性和环境的作用。该种群的个体相对怀卵量 F/L 为 29.2—100.5 粒/mm, 平均 79 粒/mm; F/W 为 511.0—80.49 粒/g, 平均 752 粒/g。

2.2.6 卵巢发育特征 大弹涂鱼卵巢为成对长囊状, 位于腹腔背部两侧, 根据卵巢外部形态和内部结构的变化可分为 6 个不同发育阶段。I 期卵巢: 当年生未发育的幼鱼卵巢, 细线状半透明, 肉眼难分雌雄, 内部尚未完全分化; 呈单叶状或具双叶状雏型, 主要出现于 11 月—翌年 2 月。

I 期卵巢: 细管状, 肉眼可分雌雄, 但难辨卵粒, 内部完全分化成双叶状结构, 第 2 时相卵母细胞密集, 个体成熟系数(GSI)为 0.15%—0.30%, 主要出现于 12 月—翌年 3 月。

II 期卵巢: 明显发育, 浅黄色, 可见密集的卵粒, 但不易分离, 卵黄颗粒开始沉积, 卵母细胞径 130—280 μm 。第 3 时相卵母细胞数量占总数的 75.0%—83.2%, 占总切面积的 93.0%—96.5%。个体 GSI 为 0.45%—2.34%, 主要出现 3—7 月。

IV 期卵巢: 卵巢饱满, 黄色, 卵粒密集, 彼此界线清晰, 卵径 225—530 μm 。个体 GSI 为 0.83%—9.44%, 卵巢中存在两组细胞群, 一组为休止状态的第 2 时相卵母细胞, 经组织切片分析, 此群细胞在同一生殖季节中不能继续发育; 另一组为同步性发育的第 4 时相卵母细胞, 其卵母细胞数量及切面积均占绝对优势, 可见为一次性排卵类型。

V 期卵巢: 成熟的卵巢, 橙黄色, 卵粒透明, 卵子游离入卵巢腔, 卵黄颗粒融合成卵黄块, 卵径 440—560 μm 。游离卵子一端出现一簇附着丝。个体 GSI 为 5.60%—11.52%, 主要出现于 4—6 月。VI—I 期卵巢: 产卵后的卵巢, 松弛萎缩, 具凝血痕迹, 内部有许多排空的滤泡膜。卵巢内部进行自体吸收和修复。个体 GSI 为 0.32%—0.52%。修复后的卵巢中主要是第 2 时相卵母细胞, 10 月—翌年 2 月卵巢内部结构基本保持这种状态。

3 讨论

深圳湾地处广东省深圳经济特区, 近年来由于岸边建设迅速, 滩涂面积不断缩小, 红树林区也因围垦或开掘虾池受到较大程度的破坏, 大弹涂鱼的活动区域逐渐缩小, 生存条件受到威胁, 而无节制地捕捞加速大弹涂鱼资源的衰退, 导致种群年龄序列缩短, 组成简单, 种群低龄化突出, 这说明该种群资源已遭受破坏。大弹涂鱼具有其独特的生活习性, 尽管生殖力不强(1956—14053 粒), 但它具有很强的环境适应性, 食物链简单, 性成熟早, 一龄鱼即参与生殖活动, 世代更新快。种群生殖期长使其幼体有较好的营养条件, 充分利

用饵料基础的一种生态适应。这些特性有利大弹涂鱼种群资源的恢复与补充。因此,只要充分了解种群剩余部分和补充部分的动态变化,维护大弹涂鱼生活环境的稳定、限制捕捞生殖群体,合理保护资源,可以在较短的时间内使种群生物量得到恢复。

鱼类性比具有种的遗传性,也随其生长、年龄结构、生殖期和环境因素而变化。在自然海区,多数鱼类雌雄性比趋于平衡,也有一些鱼类性别比例差异明显,如:大黄鱼种群具有雌性多于雄性的显著特征,主要生殖群体中雌雄性比为 1:2,被认为是在水流较急的繁殖条件下,有利于提高卵子的受精率,保持后代数量稳定的一种生态学适应^[4]。深圳湾大弹涂鱼种群雌雄性比为 3:2,这种性别组成是对滩涂洞道特殊生殖方式的一种适应,洞内繁殖有利精液集中,减少潮汐冲失和敌害生物的威胁,增加配子受精机会,雌性比例高则有利提高种群生殖力,增加种群的补充量、对生殖力较低的大弹涂鱼种群结构的稳定和资源的恢复都具有重要意义。由此可见,性比的差异与鱼类不同的生殖生态习性密切关系,对鱼类种群的稳定及后代的繁衍具相同的生物学意义。

深圳湾大弹涂鱼与闽南沿岸大弹涂鱼两个不同地理种群存在生物学差异,表 3 所示。

表 3 深圳湾和闽南大弹涂鱼种群生物特征比较

Table 3 Comparison of biological characteristics of mudskipper between Shenzhen Bay and Southern Fujian

地区 Areas	年龄 Age	体长(mm) Body length	纯体重(g) Body weight	生殖力(Fecundity)		生殖期 Reproductive period (Month)
				绝对 Absolute	相对 Relative F/L F/W	
深圳湾 Shenzhen Bay	1	(57—93)/76.61	(4.3—8.7)/6.87	(1958—6658)/3589		4—8
	2	(84—104)/91.49	(7.9—13.0)/10.38	(4006—11300)/7429	79 752	
	3	(97—113)/103.40	(11.8—18.9)/15.84	(8736—14053)/10785		
闽南 ^[1] Southern Fujian	1	(52—104)/82.04	8.86	9200		5—9
	2	(81—122)/102.64	17.15	12700	115 774	
	3	(116—139)/125.53	30.93	17400		
	4	(134—140)/136.50	39.26	24000		

在同一年龄组中,深圳湾种群的绝对生殖力,平均体长及平均纯体重均小于闽南沿岸种群;种群的相对生殖力也存在类似的差别,这不仅因两个种群处的地理区域不同,而且与它们的生活环境密切关系,闽南沿岸生活于虾池的大弹涂鱼基本不受潮汐的影响,改变了原来迟潮才出洞觅食的生活习性,在环境相对稳定且有丰富底栖硅藻、有机碎屑及残余对虾饲料的水池中自由摄食、促进生长、从而提高个体生殖力。

参 考 文 献

- 1 张其水、沈曙光、张文胜.大弹涂鱼的年龄、生长和生殖力研究.水产学报,1990,14(3):179—188
- 2 Chang H W. Age and growth of *Callinectes lyra* L. *J. Mar. Biol. Assoc.* 1991 30: 281—196
- 3 Huda S M S and Akhtar Y. Maturation and fecundity of mudskipper, *Boleophthalmus dentatus* in the northern Arabian Sea, *Indian. J. Fish.* 1985, 32(1): 64—73
- 4 徐恭昭、罗秉征、王可玲.大黄鱼种群结构的地理变异.海洋科学集刊,1962,(2):98—109