

福建沿岸海域赤点石斑鱼年龄和生长的研究*

戴庆年 张其永
(厦门大学)

蔡友义 张杰
(厦门市水产研究所)

提要 本文研究了赤点石斑鱼鳞片形态和年轮特征、年轮形成时期、渔获物年龄组成。结合生物学资料,对鳞径与体长、体长与体重的关系作了分析。应用 von Bertalanffy 生长方程拟合生长规律,以定差法求得赤点石斑鱼生长参数。讨论了种群生长特性,并评估赤点石斑鱼资源变动趋势。

赤点石斑鱼 *Epinephelus akaara* (Teminck' et Schlegel) 为暖水性底层鱼类,分布于日本本州中部以南、东海南部、台湾海峡和南海一带海域,是名贵的网箱养殖鱼类。赤点石斑鱼的产卵习性、早期生活史、人工繁殖和仔鱼培育研究已有报道^[5,7,8],但对其年龄和生长迄今尚未见到专题研究。为探讨福建沿海赤点石斑鱼种群生物学特性,作者对其年龄和生长作了分析,阐明了年轮特征、年轮形成时期、生长发育阶段和提出生长参数,目的在于合理利用赤点石斑鱼资源,并为繁殖保护提供依据。

一、材料和方法

1984年4月至1985年8月,逐月收集了福建沿岸海区钓钩和拖网渔获的赤点石斑鱼样本,共计534尾。生物学测定后,以鳞片作为年龄鉴定材料。鳞片取自鱼体两侧第II区(图1),经5%氢氧化钾溶液浸泡数分钟,清水洗净后制片。用JTT型台式投影仪在透射光下进行年龄鉴定和鳞径(R)、轮径(r_n)的测定。鳞径是测自鳞片中心至鳞片前区中部边缘的直线距离;轮径测自鳞片中心至该年轮前区中部边缘的直线距离。

二、结果

(一) 取鳞部位的选择

鱼体各区鳞片的大小和形态结构有所不同。将鱼体分成6个区(图1),每区随机取鳞10枚,以下式求出各区鳞片的变异系数:

* 承福建省水产厅、福建省水产进出口公司和厦门市水产局的大力支持,厦门市水产研究所陈德敬、吴定虎、洪心、周志清、张亚生等同志参加生物学测定,厦门大学中心实验室倪子锦、陈瑞琪同志协助显微摄影,一并致谢。

收稿日期:1986年4月8日。

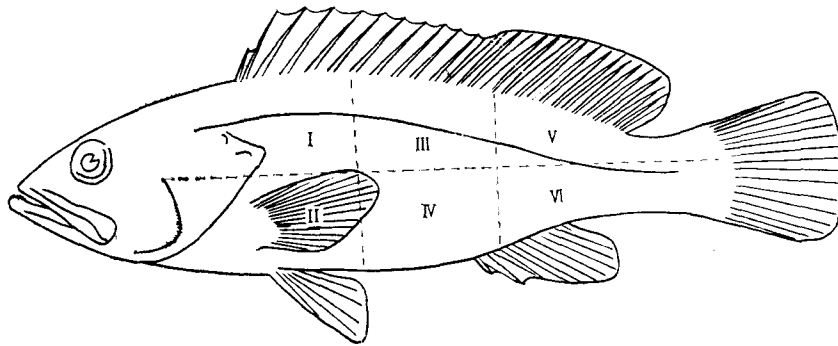


图1 赤点石斑鱼鱼体分区

Fig. 1 Body sections of red grouper

$$C. V. = \frac{S_x}{\bar{R}} \times 100\%$$

式中, \bar{R} 为平均鳞径; S_x 为鳞径标准差。

II区鳞片的变异系数最小,转移鳞和再生鳞少,正常鳞最多,而且年轮清晰;因此,II区为最佳取鳞部位。

(二) 鳞片形态结构和年轮特征

赤点石斑鱼鳞片属于栉鳞,可分为前区、后区和侧区。前区有辐射沟5—8条,呈辐射状;后区裸露,具有鳞棘;侧区为上下鳞片所盖,前侧区鳞纹(环片)围绕中心作圈状排列,形成生长年带,在两个生长年带之间的鳞纹呈切割、断裂、明亮或疏密排列状,此即是年轮的特征。在200倍放大镜透射光下观察,可清楚观察到鳞纹呈山峰形,在峰脊顶端有1列圆球形颗粒,即齿状粒突。正常鳞片生长中心位于后区基线上,可作为鳞径和轮径测量的基点。有些鳞片生长中心延伸到前区,这种鳞片不能用来测量和鉴定年轮。依鳞纹排列的不同,年轮可分为以下4种类型。

1. 疏密型 鳞片前区鳞纹呈疏密排列,在紧密的鳞纹狭带与稀疏的鳞纹宽带之间的交界处显示出年轮(图版I:1)。

2. 明亮型 在鳞片的前区或前侧区,两个生长年带之间有1—2鳞纹消失,在透射光下呈明亮状(图版I:2)。

3. 切割型 在鳞片侧区,第一生长年带的鳞纹走向与第二生长年带的鳞纹走向呈切割状(图版I:3)。

4. 断裂型 在第一生长年带与第二生长年带交界处的鳞纹呈不规则的断裂排列,鳞片前区尤为明显(图版I:4)。

鳞片上有时出现副轮,其鳞纹排列紧密而紊乱,在前侧区呈不连续或连续的半圆形轮圈。这种副轮只出现在个别鳞片上,副轮的轮间距较短,环片较少,因此容易把副轮与年轮相区别。在第一个生长年带内,接近鳞片中心出现环片疏密相间排列的幼轮,幼轮轮径比第一年轮轮径小,平均为1.6750mm,而第一年轮轮径为2.9884mm,两者易于鉴别。

赤点石斑鱼的渔获体长频率分布立柱与各年龄组的体长分布曲线两相比较, 基本相符(图 2), 体长频率分布高峰在体长组 100—120, 130—180mm, 两体长组同属于 I 龄组, 证明第一年轮鉴定正确。

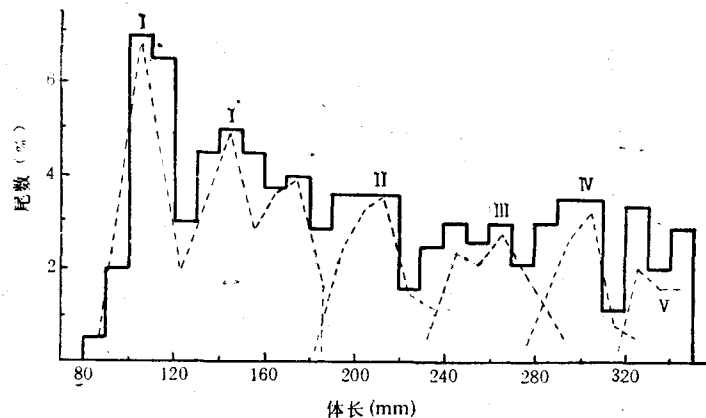


图 2 赤点石斑鱼体长分布曲线

Fig. 2 The frequency distribution of body length of red grouper

(三) 年轮形成时期

应用鳞片边缘增长率 $\alpha = \frac{R - r_n}{r_n - r_{n-1}}$ 计算各年龄组 α 平均值的变化, 推断年轮形成

时期。年轮刚形成时 α 值最小; 当 α 值增加到最大时, 表明新年轮即将形成。第一年年轮 α 值在 5 月最小, 其形成时期在 4—6 月, 主要在 5 月, 8—9 月还有少数个体形成年轮; 第二年轮以上各轮 α 值在 4 月最低, 年轮形成时期比第一年年轮提早一个月。鳞片上的年轮每年形成一次, 刚形成第一年年轮的实测体长为 155—185mm, 平均为 168mm。

(四) 渔获物年龄组成和体长组成

赤点石斑鱼群体年龄结构比较复杂, 捕捞群体主要由 0—VIII 龄组 9 个世代所组成, 最大可达 XIX 龄组。全年渔获以 I 龄组为主, 其次是 II 和 III 龄组。渔获年龄组成: I 龄组占 38.72%, II 龄组占 15.11%, III 龄组占 15.53%, IV 龄组占 10.97%, V 龄组占 7.04%, VI 龄组占 9.94%, VII 龄组以上所占比重很小, 在渔获中几乎不起作用(表 1)。

各年龄组体长范围、平均体长、平均纯体重和总体重(实测值)见表 2。

赤点石斑鱼雌性初次性成熟年龄除个别为 II 龄外, 其他均为 III 龄; 从雌性转变为雄性的年龄除个别为 V 龄外, 其他均为 VI 龄。

(五) 生长特性

1. 体长与鳞径的关系 赤点石斑鱼体长与鳞径呈线性关系, 可用直线回归方程 $L = a + bR$ 表示。根据各体长组(组距 10mm)的平均体长及其相应的平均鳞径求得体长 L 与鳞径 R 的回归方程关系式, 为:

$$L = 56.3410R - 4.2242 \quad (\text{相关系数 } r = 0.9832)$$

回归方程标准差为 18.1672, 回归系数标准差为 0.1140。回归方程显著性检验, $F =$

表1 赤点石斑鱼渔获年龄组成

Tab. 1 The age composition of red grouper

月份 百分比 年龄组													5-9	1-12	尾数	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
O									3.57					0.25	0.21	1
I			27.78	16.66	47.97	48.05	38.98	32.35	42.86				50.00	43.70	38.72	187
II	50.00		16.67	33.33	13.51	11.69	24.58	11.76					25.00	15.31	15.11	73
III			27.78	16.66	20.95		8.47	11.76	25.00	42.86	42.86			12.84	15.53	75
IV			22.22	22.22	7.43	3.90	10.17	17.65	17.86	21.43	14.29	25.00	9.14	10.97		53
V				11.13	4.73	11.69	3.39	14.72	7.14	14.28	14.28			6.67	7.04	34
VI	50.00				2.03	22.08	13.56	11.76	3.57	21.43	14.28		10.12	9.94		49
VII					2.03	1.30	0.85				14.29			1.23	0.83	6
VIII					1.35	1.30								0.74	0.63	3
XVIII		100.00													0.21	1
XIX			5.55												0.21	1

表2 赤点石斑鱼各年龄组的平均体长(mm)和平均体重(g)

Tab. 2 The mean body length (mm) and weight (g) for different age groups

年龄组	体长范围	平均体长	平均纯体重	平均总体重
O		77.0	12.4	12.8
I	85—185	135.2	63.8	67.4
II	181—235	208.0	217.9	226.7
III	231—295	260.4	432.1	456.5
IV	278—325	300.4	724.2	740.6
V	312—355	334.9	984.8	1005.3
VI	340—400	371.2	1290.2	1350.0
VII	393—430	412.0	1794.6	1878.0
VIII	420—437	432.3	2158.2	2250.0
XVIII		575.0	4357.0	4500.0
XIX		580.0	5058.0	5250.0

$1049.83 \gg F_{0.01} = 7.40 (df = 36)$, 因此回归非常显著。

从回归方程参数置信区间计算式, 求出体长-鳞径回归方程参数及相关系数的95%置信区间值, 绘出回归线及方程预测区间(图3)。从图中看出, 实测值基本上处于方程

95% 预测区, 说明方程拟合实际情况。从各年轮的平均轮径, 求得各年轮的逆算平均体长(表 3), 由此可见各年轮平均体长逆算值与实测值接近。

表 3 赤点石斑鱼各年轮的平均轮径(r_n , mm)及其相应的平均体长(L_n , mm)

Tab. 3 Relationship between the mean ring-radius (mm) and body length (mm) of red grouper

r_1		r_2		r_3		r_4		r_5	
2.9884		3.7500		4.9429		5.4837		6.1800	
L_1		L_2		L_3		L_4		L_5	
实测值	逆算值	实测值	逆算值	实测值	逆算值	实测值	逆算值	实测值	逆算值
168.33	164.68	207.30	207.05	272.07	274.26	302.75	304.73	343.00	343.96

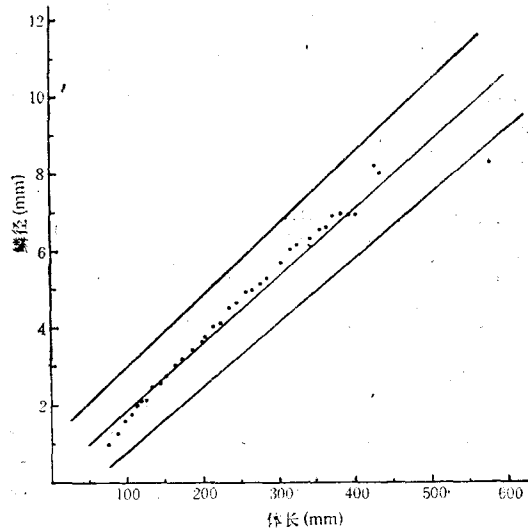


图 3 赤点石斑鱼体长与鳞径回归直线及 95% 预测区间

Fig. 3 The linear regression between body length and scale radius, and 95% confidence intervals

2. 体长与体重的关系 经点图分析, 赤点石斑鱼体长与体重呈幂函数增长, 可用 $W = aL^b$ 表示。根据各体长组 (组距为 10mm) 的平均体长与其相应的平均纯体重或平均总体重, 求得关系式, 为:

$$W = 2.181 \times 10^{-5} L^{3.024} (r = 0.9994)$$

$$W' = 2.116 \times 10^{-5} L^{3.0372} (r = 0.9993)$$

式中, W 为纯体重(g), W' 为总体重(g), L 为体长 (mm), r 为相关系数。纯体重回归方程标准差 S 为 0.1148, 总体重为 0.9656, 前者的回归系数标准差为 0.0856, 后者为 0.7199。无论总体重或纯体重, 其幂函数指数均接近于 3, 表明体长与体重的立方呈比例关系, 属于均匀生长类型。方程显著性检验, $F_W = 450.093 \gg F_{0.01} = 7.4 (df = 36)$, $F_{W'} = 1550.9734 \gg F_{0.01} = 7.4 (df = 36)$, 因此回归非常显著。回归方程曲线及预测区间, 见图

4. 实测值基本上处于预测区间内,说明方程拟合理想。

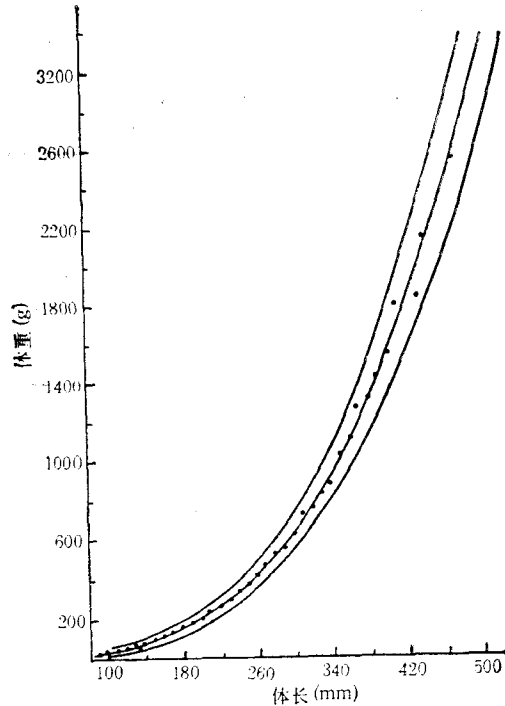


图4 赤点石斑鱼体长与纯体重回归曲线,及95%预测区间

Fig. 4 The regression curve for body length and net body weight, and 95% confidence intervals

体长或体重等于零时的年龄 $t_0 = -0.98$ 年,纯体重生长拐点 $t_r = 7.03$ 年,总体重生长拐点

3. 相对增长率和生长指标 以相对增长率和生长指标来划分鱼类生长阶段,能客观反映鱼类生长特点。从表4看出赤点石斑鱼生长的三个阶段: 0—III龄组为幼鱼增长阶段,性腺尚未成熟,生长旺盛,体长与体重增长最快,生长指标最高(平均为49.43); III—VII龄组为成鱼生长稳定阶段,体长与体重增长相对稳定,生长指标变化不大(平均为35.77),这阶段营养主要用于性腺发育;从VII龄组以后进入生长衰老阶段,体长与体重增长很少,生长指标最低 ≤ 19.83 ,生长已趋缓慢。

4. 生长参数和生长曲线 应用 von Bertalanffy 生长方程

$$L_{\theta} = L_{\infty}(1 - e^{-k(t-t_0)})$$

$$W_{\theta} = W_{\infty}(1 - e^{-k(t-t_0)})^3,$$

依据各年龄组实测平均体长、平均纯体重和平均总体重,以定差法求得渐近体长 $L_{\infty} = 625$ mm, 渐近纯体重 $W_{\infty} = 6220$ g, 渐近总体重 $W'_{\infty} = 6570$ g, 生长曲线达到渐近时的曲率 $k = 0.13$; 理论上

表4 赤点石斑鱼体长和体重的相对增长率和生长指标¹⁾

Tab. 4 The relative increment rate and growth index in length and weight of red grouper

年龄组	$\Delta L/L(\%)$	$\Delta W/W(\%)$	$\Delta W'/W'(\%)$	G_L	G_W	生长指标
0—I	75.64	398.15	426.23	0.5632	1.6375	43.37
I—II	53.80	241.81	236.61	0.4305	1.2291	58.23
II—III	25.19	98.24	101.35	0.2246	0.6843	46.69
III—IV	15.35	67.61	62.22	0.1428	0.5165	37.17
IV—V	11.48	35.98	35.74	0.1087	0.3074	32.71
V—VI	10.86	31.01	34.30	0.1031	0.2701	34.46
VI—VII	10.99	39.10	39.11	0.1042	0.3300	38.72
VII—VIII	4.93	20.26	19.81	0.0481	0.1845	19.83
XVIII—XIX	0.87	16.09	16.67	0.0086	0.1542	5.03

1) $\Delta L/L(\%)$ 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 分别为种群体长、纯体重瞬时增长率; 生长指标 $= [\ln(L_{\theta+1}/L_{\theta})]L_{\theta}$, 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。

$t_1 = 7.09$ 年。将上述生长参数代入体长和体重生长方程, 其计算值与实测值很接近(表 5), 说明体长、纯体重和总体重生长方程拟合, 符合实际情况。

表 5 赤点石斑鱼体长和体重计算值同实测值比较
Tab. 5 Comparisons between calculated and measured values in length and weight of red grouper

平均体长、体重		年龄组								
		0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
体长	计算值 (mm)	74.89	142.26	201.39	253.28	298.81	338.77	373.83	404.61	431.61
	实测值 (mm)	77.00	135.24	207.99	260.39	300.36	334.86	371.21	412.00	432.30
纯体重	计算值 (g)	12.23	74.91	207.55	412.17	681.33	1003.12	1364.22	1751.73	2154.00
	实测值 (g)	12.40	63.76	217.95	432.05	724.18	984.18	1290.17	1794.64	2158.23
总体重	计算值 (g)	12.66	77.70	215.53	428.36	708.50	1043.64	1419.96	1824.01	2243.71
	实测值 (g)	12.80	67.35	226.73	456.53	740.57	1005.25	1350.00	1878.00	2250.00

赤点石斑鱼体长生长曲线为不具拐点的抛物线, 开始上升快, 随着年龄增大而趋向渐近值(图 5)。体重生长曲线为不对称的 S 形曲线, 生长拐点 $t_1 = 7.03$ 年, 拐点处的纯体重为 1696.81g, 进入雄性性成熟阶段(图 6)。

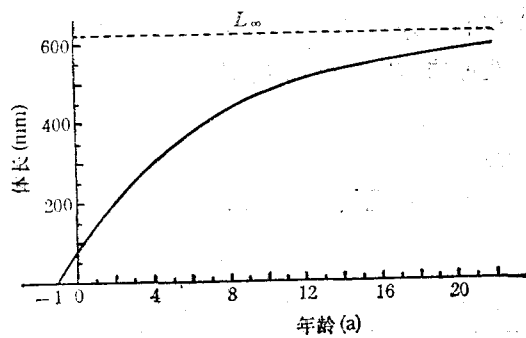


图 5 赤点石斑鱼体长生长曲线

Fig. 5 The body length growth curve of red grouper

(六) 残存率与死亡率

应用 Robson 和 Chapman 法^[10], 以年龄组成估算残存率 S , 为 0.5927。经 χ^2 检验求得 $\chi^2 = 0.7351 < \chi_{0.05}^2 = 3.281$, 认为样本与模式相符合。年总死亡率 A 与残存率 S 的关系式为 $A = 1 - S$, 因此年总死亡率为 0.4073。

瞬时总死亡率 Z 与年总死亡率 A 的关系式为 $A = 1 - e^{-Z}$, 瞬时总死亡率为 0.5231。

D. Pauly 瞬时自然死亡率与生活史参数之间的回归方程^[9]为:

$$\log M = -0.0066 - 0.279 \log L_{\infty} + 0.6543 \log k + 0.4634 \log T$$

式中, M 为瞬时自然死亡率; T 为海区平均温度($^{\circ}\text{C}$); L_{∞} , k 为 von Bertalanffy 生长方程

中的生长参数。闽中渔场平均底层水温为 21.73°C ¹⁾。依照上式,求得瞬时自然死亡率

$M = 0.1791$ 。瞬时自然死亡率和瞬时捕捞死亡率 F 之和为瞬时总死亡率 Z ,因此瞬时捕捞死亡率为 0.3440 。

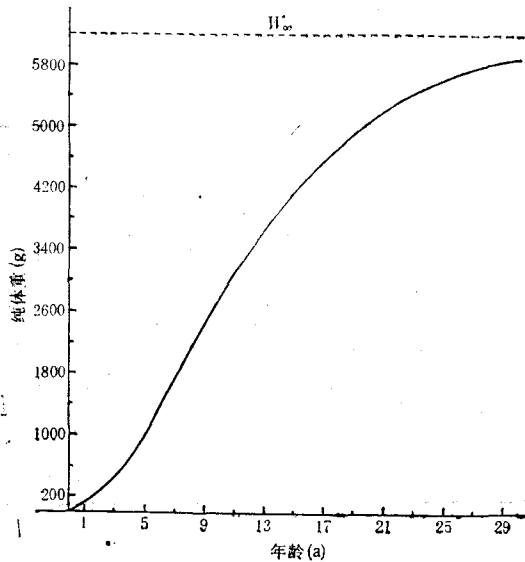


图6 赤点石斑鱼纯体重生长曲线

Fig. 6 The net body weight growth curve of red grouper

三、讨 论

1. 赤点石斑鱼的年轮类型 有4种,明亮型、疏密型、切割型、断裂型。金色小沙丁鱼年轮有3种类型:切割型、消失型、凌乱型^[2]。汉江9种经济鱼类年轮大致分为3种类型,即切割型、疏密切割型、疏密碎裂型^[1]。多齿蛇鲭年轮有4种类型:切割型、断裂型、疏密型和明亮型²⁾。赤点石斑鱼年轮特征和上述鱼类年轮特征基本类似,只是年轮特征类型的命名尚未统一,如明亮型与消失型,实为同类型的年轮特征,即在年轮形成部位缺少1—2鳞纹或鳞纹不明显。断裂型、凌

乱型、碎裂型等也属于同类型的年轮特征。

2. von Bertalanffy 生长方程中的参数 L_{∞} , W_{∞} , k , t_0 和 t_r 反映种群生长特性

从表6中 L_{∞} 值大小依次为: 鲷鱼 > 赤点石斑鱼 > 带鱼 > 小黄鱼 > 二长棘鲷和金色小沙丁鱼。 W_{∞} 值依次为: 赤点石斑鱼 > 鲷鱼 > 带鱼 > 二长棘鲷 > 小黄鱼 > 金色小沙丁鱼。赤点石斑鱼 W_{∞} 值为最大,金色小沙丁鱼的为最小。鱼类生长和性成熟年龄同体重的生

表6 几种鱼类生长参数的比较

Tab. 6 Comparison of growth parameters among some fishes

种 类	海 区	L_{∞} (mm)	W_{∞} (g)	k	t_0 (a)	t_r (a)	性成熟年龄(a)
金色小沙丁鱼 ^[2]	台湾浅滩	248	183	0.47	-1.40	0.90	1
二长棘鲷 ^[4]	台湾浅滩	248	592	0.17	-1.24	5.08	1
小黄鱼 [*]	辽东湾	272	300	0.45	-0.53	1.91	2
带鱼 ^[4]	莱州湾	617	2579	0.14	-2.29	5.56	2
赤点石斑鱼	福建沿海	625	6 220	0.13	-0.98	7.03	♀3 ♂6
鲷鱼 ^[3]	杏林湾	685	4 864	0.32	-1.17	2.28	3

*) 叶昌臣、丁耕菴,1964。辽东湾小黄鱼生长研究。辽宁省海洋水产研究所调查研究报告第19号。

1) 福建省水产研究所,1985。闽中渔场渔业资源调查报告。

2) 徐旭才、张其永,1985。闽南台湾浅滩多齿蛇鲭种群年龄结构和生长特性研究。

长拐点有关, 金色小沙丁鱼、小黄鱼、鲷鱼性成熟年龄与生长拐点相一致。赤点石斑鱼雌性性成熟年龄为 III 龄, 性成熟以后体重增长速度仍随年龄增加而增大, 生长拐点出现较晚, 处在成鱼生长从稳定阶段转入衰老阶段。雄性赤点石斑鱼成熟年龄主要为 VI 龄, 接近生长拐点的年龄, 即将转入生长衰老阶段, 因此鱼类的生长拐点含有性成熟拐点或衰老拐点的生物学意义。

3. 赤点石斑鱼属于 K 选择的生活史类型 赤点石斑鱼雌性初次性成熟年龄主要为 III 龄, 大多数 VI 龄鱼由雌性转变为雄性, 最大渔获年龄高达 19 龄, 瞬时自然死亡率低 ($M = 0.1791$), 渐近体长大 ($L_{\infty} = 625.18$ mm), von Bertalanffy 生长方程中的 k 值低 (0.1306)。从生活史参数来看, 赤点石斑鱼系属于 K 选择的生活史类型。K 选择类型的资源特点是: 资源量稳定, 剩余群体多于补充群体。捕捞过度资源易遭受破坏, 恢复能力缓慢。福建沿海渔获中, 以幼鱼为主, 占渔获量 54.04%, 补充资源已承受严重的捕捞压力, 必须采取有力的繁殖保护措施, 除了限制捕捞幼鱼以外, 还要加强保护一定数量性成熟的雄性个体, 以免生殖群体中的性比例失调而危及世代的繁衍。

参 考 文 献

- [1] 邓中彝等, 1981. 汉江主要经济鱼类的年龄和生长。鱼类学论文集(第一集)。科学出版社, 97—116 页。
- [2] 杨圣云、丘书院, 1984. 台湾海峡南部金色小沙丁鱼的年龄和生长。台湾海峡 3(1): 100—111。
- [3] 张其永、李福振、杜金瑞, 1981. 厦门杏林湾鲷鱼年龄和生长的研究。水产学报 5(2): 121—131。
- [4] 张其永、张雅芝, 1983. 闽南-台湾浅滩二长棘鲷年龄和生长研究。水产学报 7(2): 131—141。
- [5] 张其永、戴庆年、蔡友义等, 1986. 赤点石斑鱼人工繁殖和仔鱼培育试验。水产科学 5(1): 1—4。
- [6] 林景祺、张铭棣, 1981. 黄、渤海带鱼生长特性的研究。海洋水产研究 2: 41—56。
- [7] 水户 敏、鹤川正雄、樋口正毅, 1967. キジハタの幼期。内海区水产研究所業績第 122 号, 347—377。
- [8] 鹤川正雄、樋口正毅, 1966. キジハタの产卵习性与初期生活史。鱼类学杂志 13(4—6): 156—161。
- [9] Pauly, D., 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons.* 39: 175—192.
- [10] Ricker, W. E., 1975. Computation and Interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Board Can.* 191: 31—33.

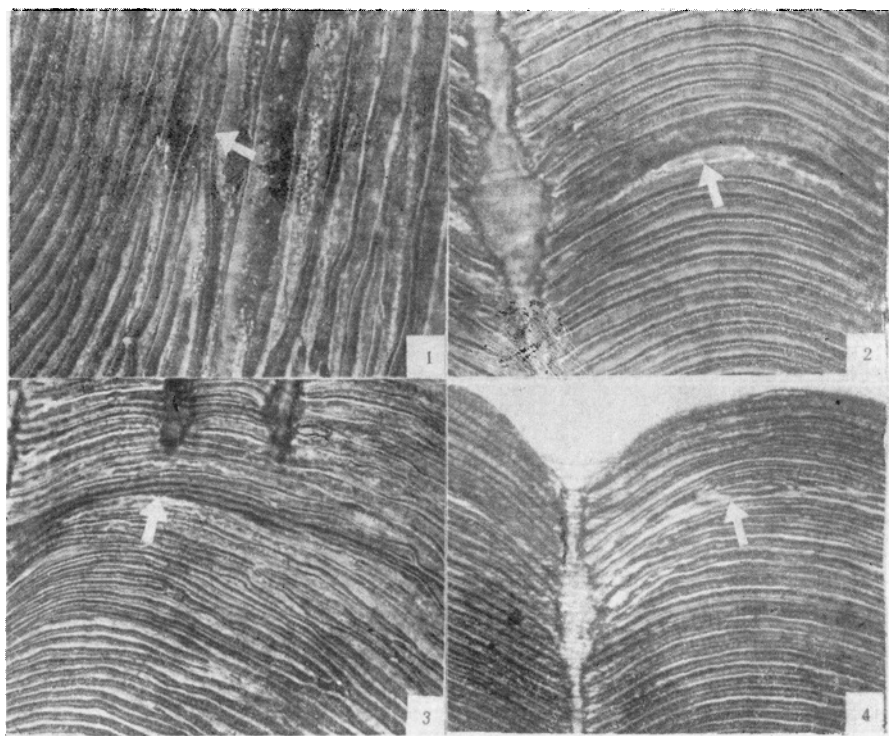
AGE AND GROWTH OF THE RED GROUPE
EPINEPHELUS AKAARA FROM THE
COASTAL WATERS OF FUJIAN

Dai Qingnian, Zhang Qiyong
(*Xiamen University*)

Cai Youyi, Zhang Jie
(*Xiamen Institute of Fisheries*)

ABSTRACT

534 samples were collected monthly from the coastal waters along Fujian Province of China during April, 1984—August, 1985. The scales were used to determine the age and growth of the fish. The variation coefficient of scale radius is the smallest and the annuli of the scales are distinct at portion II beneath the pectoral fins selected for scale reading. The annuli are formed annually and the time of annulus formation occurs from April to June, mainly in May. The relationship between body length L (mm) and the scale radius R (mm) is expressed as $L = 56.3410 R - 4.2242$ ($r = 0.9832$), the length-weight relationship formulas are calculated to be $W = 2.181 \times 10^{-5} L^{3.024}$ ($r = 0.9994$), $W' = 2.116 \times 10^{-5} L^{3.0372}$ ($r = 0.9993$). The growth of red grouper fits in with von Bertalanffy's equation ($L_{\infty} = 625\text{mm}$, $W_{\infty} = 6220\text{g}$, $W'_{\infty} = 6570\text{g}$, $k = 0.13$, $t_0 = -0.98$ and $t_r = 7.03$). The life history parameters of this demersal fish are as follows: (1) a high age at first maturity (most of functional females first mature at the III age group while functional males at the VI age group; (2) a low k (0.13) from the von Bertalanffy growth equation; (3) a large L_{∞} (625 mm); (4) low rate of instantaneous natural mortality M 1791; and (5) a high maximum age at the XIX age group, so that red grouper may belong to K selected species.



图版 I 赤点石斑鱼鳞片 4 种类型的年轮特征

Plate I Four types of annulus character in the scale of red grouper

1. 疏密型; 2. 明亮型; 3. 切割型; 4. 断裂型。