

闽中、闽东渔场蓝圆鲹生长特性的研究*

颜尤明 卢振彬 戴泉水

(福建省水产研究所)

蓝圆鲹 (*Decapterus maruadsi*) 是福建近海主要的中上层鱼类, 为群众渔业最重要的捕捞对象之一。据统计, 七十年代以来福建省使用围网捕获蓝圆鲹平均年产量约 2.5 万吨, 占全省海洋捕捞产量的 1/13 强, 仅次于带鱼、大黄鱼而居第三位。其中闽中、闽东渔场共约占 24%, 研究该海域蓝圆鲹的生长特性, 可为掌握种群动态规律以及资源的科学利用提供重要依据。

材料和方法

本文材料取自 1984 年 4—6 月, 大围缙和灯光围网在北纬 $24^{\circ}30'$ — $26^{\circ}30'$ 、东经 120° — 121° 海域的渔获物, 生物学测定蓝圆鲹 366 尾, 年龄鉴定材料 256 号。鉴定年龄的鳞片来自胸鳍基部后、侧线下方的胸鳍覆盖区。鉴定在投影仪上进行。鳞片长度的测量位于基区上侧角(基区与侧区交界处)。鳞片半径(R)为鳞焦与基区上侧角外缘之间的距离, 年轮半径(r_n)为鳞焦与基区上侧角各年轮之间的距离。

生长参数及生长速度等的求算, 借助日产 EL-5100C 计算器。

鉴于闽中、闽东渔场夏汛的蓝圆鲹幼鱼群体属于闽南、粤东近海地方种群, 而本文讨论的蓝圆鲹属于东海种群。在未获得东海种群幼鱼生物学材料时, 对蓝圆鲹的年轮形成时间暂不讨论。

结 果

一、年轮和幼轮的特征:

蓝圆鲹的鳞片属于薄圆鳞。胸鳍区鳞片的外部形态呈直立长圆形, 基区具辐射沟 3—6 条。鳞焦接近中心, 稍偏基区。环片的排列, 近中心似眼状。同一生长年带内环片排列走向一致, 相邻两个生长年带之间(即年轮所在之处)的环纹, 基区一般为疏密状, 侧区多呈切割型, 顶区多呈切割兼疏密的混合型。年轮特征在前侧区和顶区表现最清楚且较稳定。

除正常年轮外, 渔获群体中有 73% 的个体鳞片具幼轮。据逆算, 幼轮形成时的平均叉长为 161 毫米(标准差 $s = 15.1$)。幼轮与年轮的

* 参加样品采集和生物学测定工作的还有汪伟洋、戴萍、高绍宝、刘秋霖、郭宝天等同志, 特此致谢。

本文部分资料引自资源调查报告(未公开发行), 未一一列出。

区别在于前者轮径明显偏小，环片排列呈完整的封闭状态，一般不具切割迹象，多呈疏密型排列，易与年轮区分。

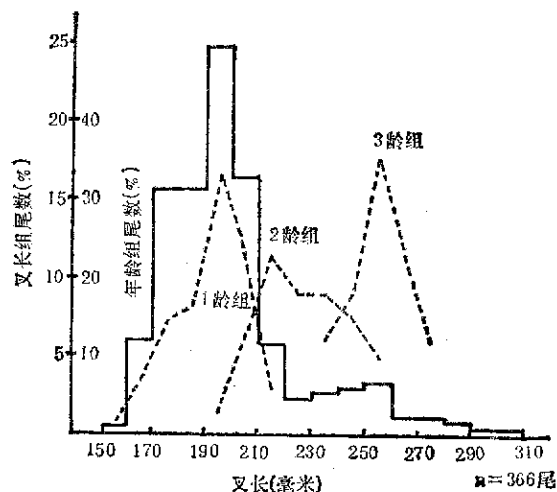


图1 蓝圆鲹渔获叉长和年龄分布曲线

经鉴定，闽中、闽东渔场蓝圆鲹生殖群体的年龄组成由1—5龄5个年龄组组成。图1为蓝圆鲹渔获叉长与年龄组分布图，可作为年龄鉴定的辅证依据。对比叉长组与年龄组分布曲线，渔获叉长分布曲线的高峰与年龄组分布高峰吻合，证实年龄鉴定正确。

二、生长特性

(一) 叉长与鳞径的关系：

蓝圆鲹生殖群体（叉长范围186—304毫米）叉长 L （毫米）与鳞片半径 R （毫米）的关系呈直线相关，其回归方程式为：

$$L = 41.7 + 2.588R$$

$$\text{(相关系数 } r = 0.8593\text{)} \quad (1)$$

上式截距值41.7毫米表示鱼体刚出现鳞片时的叉长。南海水产研究所(1966)观察了南海北部蓝圆鲹胸鳍覆盖处刚出现鳞片时的叉长实测值为30毫米，上述关系式的截距值略大，但比较接近。

由于(1)式仅仅表示蓝圆鲹群体中总体的一般关系，对具体每一尾鱼的返算还有局限性，有时不能如实反映鱼体的真实长度。因此，引入 Rosa Lee (1920) 逆算公式：

$$L_n = \frac{r_n}{R} (L - a) + a \quad (2)$$

L_n ——逆算叉长

L ——实测叉长

r_n ——轮径

R ——鳞径

a ——同(1)式

用上式对每一尾鱼进行各龄叉长值的逆算，然后统计各年龄组的平均叉长如表1，与实测叉长很接近。

表1 蓝圆鲹各龄叉长值(单位：毫米)

叉长 \ 年龄	1	2	3	4	5
实测值	195.7	228.7	254.6	278.7	299.8
逆算值	193.8	230.7	258.3	280.4	
样本数	180	31	29	10	6

(二) 叉长与体重的关系：

闽中、闽东渔场的蓝圆鲹，叉长与纯体重的关系属幂函数型，其关系式为：

$$W = 1.062 \times 10^{-5} L^{3.0293} \quad (r = 0.9780) \quad (3)$$

W ——纯体重(克)

L ——叉长(毫米)

表现为鱼体重量生长与长度的近似立方成比例关系，可视其为等速生长型。

上述关系式与浙江海域、闽南-台湾浅滩^[5]和南海北部(包括粤东、粤西，下同。)的有所差异。浙江海域的 $W = 1.652 \times 10^{-5} L^{2.947}$ ，闽南-台湾浅滩的 $W = 4.447 \times 10^{-6} L^{3.1845}$ ，南海北部的 $W = 2.651 \times 10^{-5} L^{2.8895}$ 。

(三) 生长方程和生长的一般规律：

叉长与体重的关系式中， L 的指数值接近3，因此可用 von Bertalanffy 生长方程来描述蓝圆鲹的年间生长，其方程式为：

$$L_t = L_{\infty} [1 - e^{-k(t-t_0)}] \quad (4)$$

$$W_t = W_{\infty} [1 - e^{-k(t-t_0)}]^b \quad (5)$$

L_t, W_t —— t 龄时的理论叉长、体重

L_{∞}, W_{∞} ——叉长、体重的渐近值

k ——生长曲率参数

t_0 ——理论生长起点年龄

表 2 蓝圆鲈各龄理论叉长和体重(单位: 毫米、克)*

年龄	1	2	2.17	3	4	5	6	7	8
叉长	193.8	230.5	235.8	258.7	280.4	297.0	309.7	319.5	327.1
体重	90.2	152.6	163.5	216.4	276.0	328.7	373.4	410.3	440.3

* 表 2—4 中的 1 至 5 龄组各龄样本数均与表 1 中样本数相同; 6—8 龄为由 1 至 5 龄组的逆算值求得的理论值。

b ——同(3)式 L 的指数

经用逆算叉长值计算生长方程的各参数值后, 拟合本海区蓝圆鲈的叉长和体重生长方程为:

$$L_t = 352[1 - e^{-0.264(t+2.03)}]$$

$$W_t = 550[1 - e^{-0.264(t+2.03)}]^{3.0293}$$

根据以上两式计算的各龄叉长和体重如表 2, 图 2、3。从表 2 可见, 其值与逆算值和实测值(表 1)非常接近, 说明蓝圆鲈的生长可用 von Bertalanffy 生长方程来描述。从图 2 上可见, 蓝圆鲈的叉长生长曲线是一条不具拐点而趋近渐近值的曲线, 表现为生命周期的初始阶段生长较快, 随着时间的推移, 生长逐渐缓慢并趋向渐近值, 即叉长生长规律为: 快→慢→极限; 而体重生长曲线是一条具有拐点的呈拉长的不对称的“S”型曲线(图 3), 体现为鱼体重量生长在生命的最初阶段是缓慢的, 随着年龄的增大, 生长由慢到快, 此快速生长持续若干年后, 生长又趋缓慢, 反映体重生长规律为: 慢→快→慢→极限。

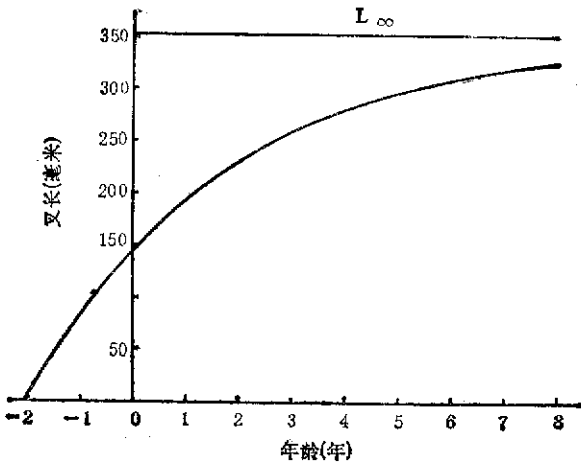


图 2 蓝圆鲈的叉长生长曲线

(四) 生长的变化特征:

1. 生长速度和加速度

鱼类生长的变化特征, 可用生长速度和加速度来分析。对(4)、(5)式求一阶和二阶导数, 得蓝圆鲈叉长和体重的生长速度和加速度公式如下:

$$dl/dt = kL_{\infty}e^{-k(t-t_0)} \quad (6)$$

$$dw/dt = kbW_{\infty}e^{-k(t-t_0)} \cdot [1 - e^{-k(t-t_0)}]^{b-1} \quad (7)$$

$$d^2l/dt^2 = -k^2L_{\infty}e^{-k(t-t_0)} \quad (8)$$

$$d^2W/dt^2 = k^2bW_{\infty}e^{-k(t-t_0)} \cdot [1 - e^{-k(t-t_0)}]^{b-2} \cdot [be^{-k(t-t_0)} - 1] \quad (9)$$

根据以上(6)–(9)式计算得闽中、闽东渔场蓝圆鲈各龄生长速度和加速度如表 3, 图 4、5。又据体重生长拐点公式

$$t_i = \frac{L_0 b}{k} + t_0$$

(t_i 为拐点年龄, b 为(3)式 L 的指数, k, t_0 为生长方程中的参数) 计算出体重生长拐点为 2.17 龄。位于 $0.297W_{\infty}$ 处。

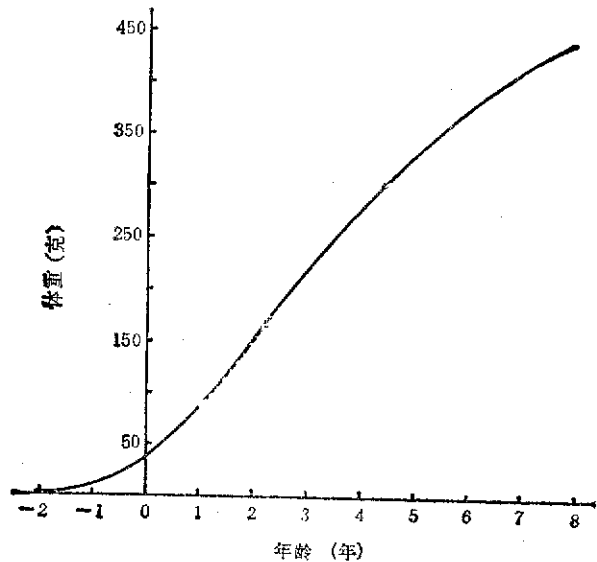


图 3 蓝圆鲈的体重生长曲线

表3 蓝圆鲈各龄生长速度和加速度(单位:毫米、克)

年龄(年)	1	2	2.17	3	4	5	6	7	8
叉长生长速度	41.8	32.7	30.7	24.6	18.9	14.5	11.2	8.6	6.6
体重生长速度	58.9	64.3	64.4	62.4	56.4	48.7	40.7	33.3	27.1
叉长生长加速度	-11.0	-8.5	-8.1	-6.5	-5.0	-3.8	-2.9	-2.3	-1.7
体重生长加速度	10.2	1.2	0.0	-4.4	-7.2	-8.0	-7.8	-7.0	-6.0

表4 蓝圆鲈的生长指数(单位:毫米、克)

年龄(年)	理论		生长比速		生长常数		生长指标	
	叉长	体重	叉长	体重	叉长	体重	叉长	体重
1	193.8	90.2						
2	230.5	152.6	> 0.1734	0.5258	0.2601	0.7887	33.605	47.427
3	258.7	216.4	> 0.1154	0.3493	0.2885	0.8733	26.599	53.303
4	280.4	276.0	> 0.0805	0.2433	0.2818	0.8516	20.825	52.650
5	297.0	328.7	> 0.0575	0.1747	0.2588	0.7862	16.123	48.217
6	309.7	373.4	> 0.0419	0.1275	0.2305	0.7013	12.444	41.909
7	319.5	410.3	> 0.0312	0.0942	0.2028	0.6123	9.663	35.174
8	327.1	440.3	> 0.0235	0.0706	0.1763	0.5295	7.508	28.967

从表3,图4可以看出,叉长生长速度和体重生长速度完全不同。前者表现为随年龄的增长而递减;而后者在拐点年龄(2.17龄)以前是随年龄的增长而递增,至拐点年龄时生长速度达高峰。过拐点后,生长速度转为随年龄增大而递减。从图5看,叉长和体重生长加速度的变化特征也不一致。前者一直为负值,它的绝对值随年龄的增长而递减,并趋向于零,表明蓝圆鲈一孵出其叉长都在减速即负加速度地生长。而后者在拐点年龄前为正值,但其数值是逐步

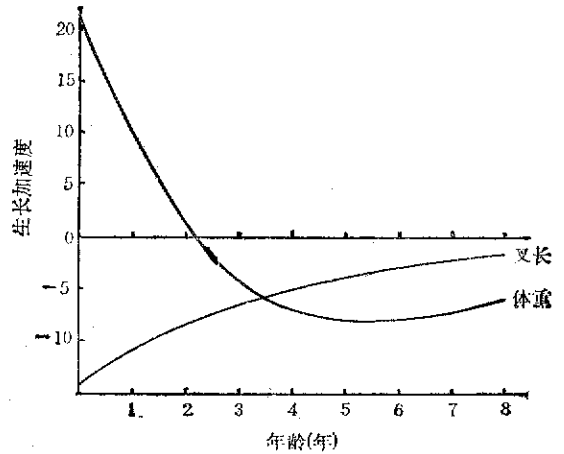


图5 蓝圆鲈叉长和体重的生长加速度曲线

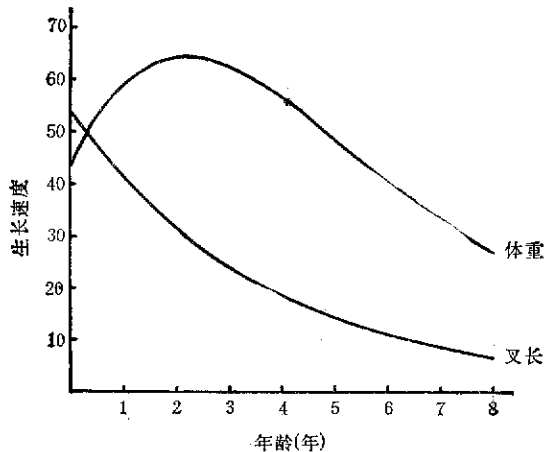


图4 蓝圆鲈叉长和体重的生长速度曲线

降低的,表明此时体重生长速度为递增阶段,但递增的速度渐次减慢;达拐点年龄时加速度等于零(曲线与t轴相交),此即表明体重生长速度值最大,也说明递增阶段到此结束;拐点后加速度转为负值,至5龄时加速度最小,尔后逐渐回升而趋向零。

2. 阶段生长

为进一步分析蓝圆鲈整个生命过程的生长状况,计算了本海区蓝圆鲈生长指标如表4。表4表明,可将蓝圆鲈的叉长生长划分为两个

阶段。1—3龄为生长旺盛阶段，4龄以上为生长缓慢阶段，各项生长指数1—4龄为旺期，5龄以上随年龄增长而渐次下降。体重生长也可分为两个阶段，但其生长旺盛期稍长于叉生长长期。

讨 论

一、蓝圆鲷体重生长拐点年龄的确定，对合理利用资源提供了科学依据。从本海区蓝圆鲷体重生长拐点年龄考虑，选择捕捞2龄以上群体固然可取得最佳利用资源的目的，但蓝圆鲷属倾向于r-选择者的鱼类，具有生长率高，性成熟早，一定量的亲鱼即可产生较大量的后代，且死亡率高，生命周期短，资源补充能力强，在渔业上可提供较高的生产量等特点。因此，在较低年龄(1—2龄)时，以较高的捕捞死亡率进行捕捞，仍不失其生物学和经济意义。

二、表5为不同海区蓝圆鲷生长参数值。表中显示本海区蓝圆鲷各生长参数与浙江海域的很接近，而与闽南-台湾浅滩渔场和南海北部的有很大的差异。特别在体重生长拐点和极限长度的差异较大。闽南-台湾浅滩渔场的体

重生拐点年龄为3.73龄，与性成熟年龄(1龄)相距较远^[5]，而本海区和浙江海域的体重生长拐点年龄稍后于性成熟年龄。南海北部的最低，但与其性成熟年龄吻合。以上特征值的差异，可作为种群划分的依据之一。

三、从不同渔场蓝圆鲷的长度生长速度看(表6、图6)，长度生长速度本渔场的为最低，其次为浙江近海，但两者仅在1—4龄有所差异，5龄后基本吻合。闽南-台湾浅滩的为最高，但其变化趋势与前二者相同。南海北部的在2龄前高于本渔场和浙江近海，2龄后则相反。而且其变化趋势亦与前三者不同，呈现低龄时长度生长速度甚快，但维持时间较短，较早趋近零。

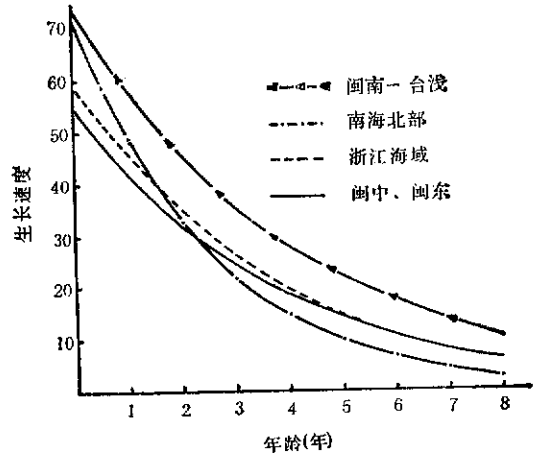


图6 不同海区蓝圆鲷的长度生长速度曲线

从上述的比较中可以看出，本海区蓝圆鲷的生长特征值与浙江海域的蓝圆鲷比较接近，与闽南-台湾浅滩和南海北部的却差异较大。从地理位置看，本海区位于台湾海峡北部及邻近海区，北面与浙江渔场毗邻，属于东南南部海

表5 不同渔场蓝圆鲷生长参数比较

渔场	参数	L_{∞}	k	t_0	t_{75}^{**}
浙江近海		361	0.276	-1.846	2.098
闽中、闽东		352	0.264	-2.03	2.17
闽南-台湾浅		340	0.24	-0.44	3.73
南海北部		268	0.44	-0.98	1.673

* L_{∞} 值南海北部的为体长，余者均为叉长。

** 南海北部的 t_0 值系作者用该文的生长参数以

$$t_0 = \frac{L_n b}{k} + t_0$$

计算的(原文无此值)。

表6 不同渔场蓝圆鲷长度生长速度比较*

渔场	年龄	1	2	3	4	5	6	7	8
浙江近海		45.43	34.47	26.16	19.85	15.07	11.43	8.68	6.58
闽中、闽东		41.8	32.1	24.6	18.9	14.5	11.2	8.6	6.6
闽南-台湾浅		57.76	45.43	35.74	28.11	22.11	17.40	13.68	10.76
南海北部		48.55	32.55	21.82	14.62	9.80	6.57	4.40	2.95

* 闽南-台湾浅和南海北部渔场的数据系作者依该文的生长方程求导后计算的(原文均无此值)。

域, 渔场环境较台湾海峡南部及南海北部可能存在较大的差异。这种差异必然影响生物体生命活动的诸环节。就是说, 同种鱼类因栖息水域生活环境的不同, 会形成具有生态、形态相对稳定差异的种下群^[2,3]。除此之外, 种群生长还与其它诸如群系组成、变化和捕捞压力等因素有关。对本海区蓝圆鲹和其它海区蓝圆鲹生长差异的诸原因, 有待进一步研究。

参 考 文 献

- [1] 卢振彬等 1985 台湾海峡西部乌鲷年龄和生长的研究 福建水产 (3): 7—13。
- [2] 吴家骝 1985 浙江近海渔场带鱼的年龄和生长 浙江水产学院学报 4(1): 9—23。
- [3] 吴鹤洲等 1985 带鱼生长的研究 海洋与湖沼 16(2): 156—168。
- [4] 张其永等 1981 厦门杏林湾鳊鱼年龄和生长的研究 水产学报 5(2): 121—131。
- [5] 张杰等 1985 闽南-台湾浅滩渔场蓝圆鲹种群的年龄结构和生长特性 台湾海峡 4(2): 209—218。
- [6] 林景祺等 1981 黄、渤海带鱼生长特性的研究 海洋水产研究 (2): 41—56。
- [7] 郑文莲 1981 中国鲹科鱼类鳞片的比较研究 1 胸鳍区及尾柄区鳞片的形态特征 鱼类学论文集 No.1 科学出版社 33—48。
- [8] 费鸿年等译 1984 鱼类种群生物统计量的计算和解析 科学出版社 144—151。
- [9] 李星颢等 1983 鱼类生长的数学描述 浙江水产学院学报 2(1): 30—39。
- [10] 颜龙阴等 1986 福建近海中北部鲈鱼生长和死亡的研究 福建水产 (2): 1—7。
- [11] Caddy, J. F. 1978 Growth and mortality. FAO. Seminar on evaluation of marine resources. Casablanca, Morocco. 1—9。