

浙江海域蓝圆鲹年龄和生长的研究*

朱德林 薄治礼 周婉霞

(浙江省海洋水产研究所)

提要 蓝圆鲹在东、黄、南海均有分布,是围网渔业的主要捕捞对象,本文将分布于东海北部一个数量较大的群体进行了年龄和生长的研究。基础材料取自 1980 年 5 月到 1983 年 4 月浙江海域围、拖网等渔获物中共 2727 尾渔获物样品,选择其中 644 尾的鳞片和耳石作了年龄鉴定和生长研究。结果表明:蓝圆鲹的鳞片和耳石显示的年轮特征均甚清晰,都是一年形成一次,出现年轮的时间大部在 5—6 月;蓝圆鲹体长与体重的关系式为: $W = 1.652 \times 10^{-6} L^{3.947}$,其生长规律可用 von Bertalanffy 的生长方程描述,求得长度生长方程的各个参数是: $L_{\infty} = 361$ 毫米, $K = 0.276$, $t_0 = -1.846$;求得重量生长方程的各个参数是: $W_{\infty} = 570$ 克, $K = 0.282$, $t_0 = -1.80$,其重量生长曲线的拐点位于 $t = 2.098$ 龄处。

主题词 蓝圆鲹,年龄和生长,浙江海域

蓝圆鲹 *Decapterus maruadsi* (T & S) 是一种广域性分布的中上层鱼类,我国自七十年代以来的年产量均超过 10 万吨。东海北部的蓝圆鲹大致有两个分布区,一个靠近浙江近海,另一个在日本九州附近^[1,4],在数量上以前一个分布区为主。为开发资源和渔业管理的需要,了解其生物学特性,尤其是年龄和生长的知识,是必不可少。但以往研究蓝圆鲹年龄的报告不多,虽在综合性文章^[1~3]中都曾有阐述,但标准并不统一,而且这些内容都偏重于闽南、粤东等海域,较难应用于东海北部的蓝圆鲹资源上。为此,本文以浙江海域的蓝圆鲹作对象,进行了年龄和生长的研究,并作了较为系统的分析。

材料与方 法

本研究取材于 1980 年 5 月到 1983 年 4 月浙江海域围网、拖网等作业的渔获物样品,共 2727 尾,选择其中 1981 年 1 月到 1982 年 3 月周年连续取样的 644 尾的鳞片和耳石作为年龄鉴定和研究生长的基础素材。鳞片采自胸鳍区,耳石取其球囊内的矢耳石。每尾取 4 枚鳞片夹入二片载玻片之内,标上编号,用透明胶带封片。耳石用水作透明剂。分别在日产 OLIMPUS 万能显微镜(10×3.3,4×3.3)、日产 SHIMADZU 解剖镜(12×2)、国产 JTT (23J)型台式投影仪(50×、20×)进行观察,并测量各轮距长度(自鳞片的中心

* 由薄治礼执笔。对马永均同志参加部份工作、舟山海洋渔业公司 621 轮提供渔获样品表示谢意。

(1) 福建省水产科学研究所资源组,1965。兄弟岛渔场蓝圆鲹生物学。福建省水产科学研究所水产研究丛刊,(2):1—15。

(2) 何宝全、仲正成,1974。珠江口近海蓝圆鲹资源状况初步分析。南海渔业资源研究报告,(6)。

(3) 闽南渔场海洋鱼类资源调查队,1980。闽南—台湾浅滩渔场鱼类资源调查报告(下册),186—205。

至各个年轮的最外缘)和鳞径长度(自鳞片中心至鳞片前区的边缘)。鳞片和耳石的形态特征描述参考了郑文莲的报告^[2,3]。计算年龄组时,把同年出生的鱼归为同一组。例如,1龄鱼当还未形成年轮前以 1^- 、正在形成年轮时以 1 、已形成年轮后以 1^+ 表示,年内的 1^- 、 1 、 1^+ 均归为1龄组,以此类推。蓝圆鲹年内生长规律的分析,是以1980年世代为代表的,年间的生长特性,采用 von Bertalanffy 生长方程^[9]来表达。为了进一步研究生长过程的变化特征,将生长方程对年龄 t 求一阶导数和二阶导数,研究了生长速度和加速度,以及阶段生长等问题。文中体长指 X 长,单位为毫米;体重指去掉内脏的纯体重,单位为克。

结果与讨论

一、年轮特征和形成时间

蓝圆鲹鳞片(图1)属薄圆鳞,鳞焦的位置接近鳞片的中心(表1),整个鳞片可分为前区、后区和两个侧区,前区具有自中心向边缘呈辐射状的2—6条辐射沟,环片排列呈疏密状,前、后区环片呈弧形排列,与侧区环片排列走向不一致,因而两偶切割现象明显,年轮特征在前偶处表现最清晰,也较稳定。蓝圆鲹鳞片除了所常见的年轮外,有少数幼轮、副轮和再生轮出现。幼轮都出现在近鳞焦处,轮径明显偏小,可以通过逆算体长和第一轮加以区别;副轮的轮纹则是往往在局部范围有环片紊乱或切割现象而不呈封闭状态;再生轮的鳞片则明显表现为中间部分没有环片排列。

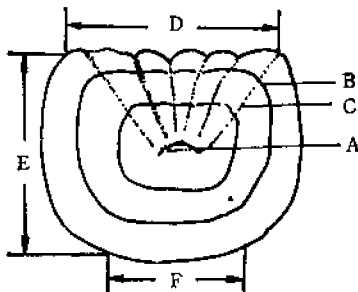


图1 蓝圆鲹鳞片

Fig. 1 The scale of round scad.

A—中心 centre, B—年轮 age ring, C—辐射沟 radiation canal, D—前区 front area, E—侧区 lateral area, F—后区 behind area

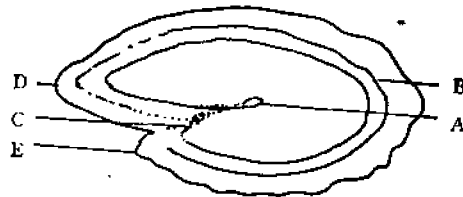


图2 蓝圆鲹矢耳石图

Fig. 2 The otolith of round scad.

A—中心 centre, B—年轮 age ring, C—中央沟 central canal, D—基叶 basal leaf, E—翼叶 alar leaf

蓝圆鲹矢耳石(图2)外形略似卵圆形的叶片状,边缘呈波纹形,基叶和翼叶前端之间形成一个尖钩状的切口,基叶长于翼叶,耳石内侧中部稍凸,外侧微凹,中央沟呈“Y”形,在解剖镜下观察,鱼类个体的大生长期和小生长期清晰地从宽带和窄带中反映出来。某一年的窄带和次年的宽带之间的界面形成较为完整的轮圈,即为年轮。

为了佐证确定年轮的可靠性,将1980年5月到1983年4月的蓝圆鲹体长的自然分布与各龄鱼实测体长分布范围相比较(图3),看出两者相应的峰位比较接近,基本上证实

表1 蓝圆鲈不同体长、年龄组鳞片 R/D 值(%)比较
 Table 1. Comparison of R/D value (%) to different body length and scales of age groups of round scad.

项 目 Term		体 长 (毫米) Body length (mm)						年 龄 Age					
		100	150	200	250	300	350	0	1	2	3	4	
R/D (%)	范 围 Range	0.42~ 0.57	0.41~ 0.56	0.41~ 0.55	0.44~ 0.59	0.40~ 0.59	0.41~ 0.51	0.47	0.41~ 0.58	0.43~ 0.54	0.40~ 0.59	0.43~ 0.56	0.51~ 0.59
	平 均 Mean	0.49	0.49	0.48	0.50	0.46	0.47	0.47	0.49	0.48	0.50	0.50	0.54
	标准偏差 S.D.	0.035	0.030	0.033	0.034	0.036	0.05	/	0.032	0.030	0.036	0.033	0.036

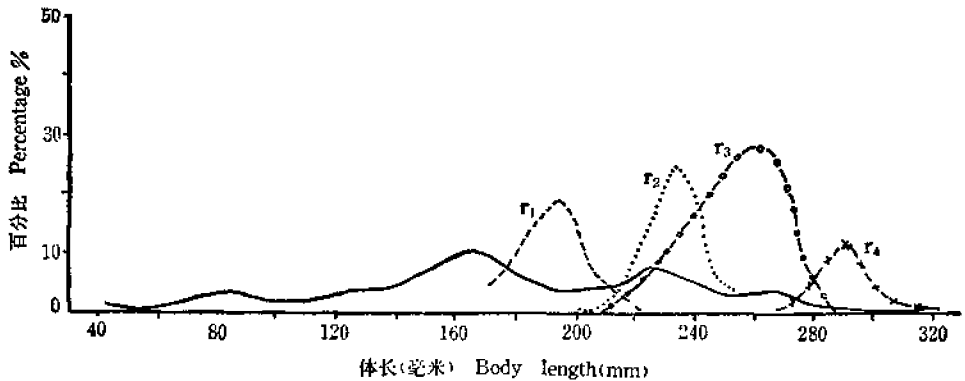


图3 蓝圆鲈自然体长与各年龄组体长分布图

Fig. 3 Frequency distribution between natural body length and body length of each age group of round scad.

了所确定的年轮标志是可行的。

据1981年1月到1982年3月对644尾鱼的年龄观察，蓝圆鲈矢耳石上宽带出现的时间是在出生后到当年10月，10月以后到次年4月则是窄带的出现期，然后才逐渐产生宽带；相对应的鳞片上的环片排列，亦为疏—密—疏的排列形式，出现疏、密环片的时间基本上和矢耳石上宽带、窄带出现的时间类似。两者周期性的变化均为一年一次，由于形成的年轮均出现在窄、宽带和密、疏环片之间，从而证实蓝圆鲈的年轮一年中只形成一次。年轮形成的时间为4—9月，其中5—6月的新轮出现率达80%左右，这时正值蓝圆鲈的生殖期。

二、鱼体长度和鳞长(前区)的关系

用实测体长(L)和鳞长(R)绘成的点构图(图4)并得到的方程如下：

$$L = 1.259R - 2.691 \quad (1)$$

$$r = 0.999 (\text{相关系数})$$

$$s = \pm 0.013 (\text{标准差})$$

$n = 644$ (尾数)

上述结果清楚表明两者存在紧密的直线线性相关,由此可用 Lea. E 的正比例公式来逆算蓝圆鲈的体长。

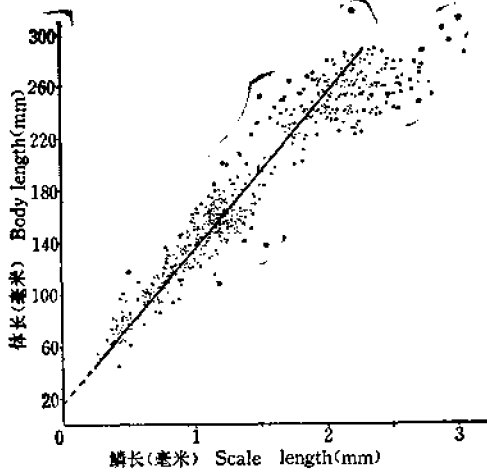


图4 蓝圆鲈体长与鳞长相关图

Fig. 4 The relationship between body length and scale length of round scad.

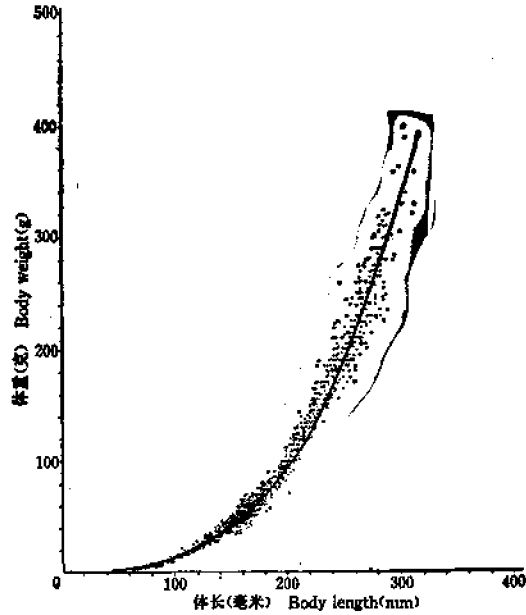


图5 蓝圆鲈体长、体重相关图

Fig. 5 Relationship between body length and body weight of round scad.

三、鱼体长度和体重(W)的关系

蓝圆鲈体长和体重的点构图(图5)表示两者呈幂函数相关,以 $W = qL^b$ 的相关公式计算所得的方程为:

$$W = 1.652 \times 10^{-6} L^{2.947} \quad (2)$$

$$r = 0.999 \text{ (相关系数)}$$

$$s = \pm 0.035 \text{ (标准差)}$$

$$n = 644 \text{ (尾数)}$$

上述表明蓝圆鲈的体长与体重之间接近于 $W \propto L^3$ 的假定。

四、年内生长

浙江海域是蓝圆鲈的一个重要分布区,根据周年性腺发育状况和幼鱼出现时间的观察,认为生殖的高峰期在5—6月,而与岸田周三(1978)的报告^[9]基本一致。本海域蓝圆鲈幼鱼在5月份就有出现,6月份的优势体长为60—70毫米,10月份可以长到170—180毫米,月平均增长约28毫米左右,个体重量(总体重)10月份一般为6月份的14倍。以后随着海洋环境的变化,生长趋于缓慢,到翌年4月,优势体长分布在190—210毫米左

右,半年时间仅增加20余毫米。当龄鱼周年体长的逐月分布见图6。如上所述,蓝圆鲈的年内生长表现为不均匀的状态,5—10月属迅速生长的大生长期,11月到翌年4月则是生长缓慢的小生长期,这和矢耳石和龄片上观察到的情况十分一致。

五、年间生长

1. 生长的一般规律 我们采用 Von Bertalanffy 的生长方程来进行研究。即:

$$L_t = L_{\infty}[1 - e^{-K(t-t_0)}] \quad (3)$$

$$W_t = W_{\infty}[1 - e^{-K(t-t_0)}]^3 \quad (4)$$

式中 L_t 和 W_t 分别表示 t 龄时的体长和体重, L_{∞} 和 W_{∞} 分别表示鱼体的渐近体长和渐近体重, K 为生长曲线的曲率参数, t_0 为假定常数,即为理论上体长和体重等于零时的年龄。

根据蓝圆鲈的实测平均体长和平均体重(表2),从下列直线回归方程:

$$L_{t+1} = L_{\infty}(1 - e^{-K}) + L_t e^{-K} \quad (5)$$

$$L_n(L_{\infty} - L_t) = L_n L_{\infty} + K t_0 - K t \quad (6)$$

$$W_{t+1}^{1/3} = W_{\infty}^{1/3}(1 - e^{-K}) + W_t^{1/3} e^{-K} \quad (7)$$

$$L_n(W_{\infty}^{1/3} - W_t^{1/3}) = L_n W_{\infty}^{1/3} + K t_0 - K t \quad (8)$$

(5)(6)式求得 $L_{\infty} = 361$, $K = 0.276$, $t_0 = -1.846$; (7)(8)式求得 $W_{\infty} = 570$, $K = 0.282$, $t_0 = -1.80$ 。将上述参数分别代入(3)(4)两式,可得各龄鱼的理论体长和理论体重(表2),并作成图7和

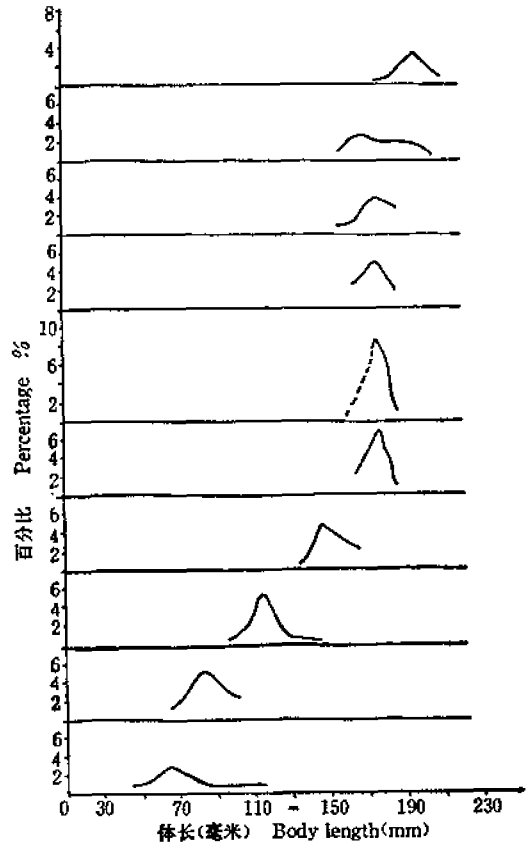


图6 蓝圆鲈当龄鱼逐月体长分布

Fig. 6 Length frequency distribution of round scad in juveniles stage within a year.

表2 蓝圆鲈实测体长、体重与理论体长、体重比较

Table 2. Comparison of the theoretical body length, body weight and measured body length, body weight of round scad.

年 龄 age	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
实测体长 Measured body length	196	235	266	290	/	/	/	/	/	/
理论体长 Theoretical body length	196	238	268	291	308	321	331	338	344	348
实测体重 Measured body weight	94.0	160.5	231.3	298.3	/	/	/	/	/	/
理论体重 Theoretical body weight	92.6	161.8	232.3	297.3	353.6	400.4	438.4	468.6	492.3	510.7

图8,看出蓝圆鲈长度生长曲线是一条不具拐点而有渐近值的曲线,反映长度增长随着时间(年龄)而变化的一般生长规律,即开始较快而后趋于缓慢;重量生长曲线则是一条拉长而不对称的具有拐点的“S”形曲线,反映出在其生命阶段随年龄而增大,生长由慢到快再转向慢的一般生长规律,这条曲线的拐点位于 $t = 2.098$ 龄处,即 $W_{2.098} = 168.7$ 克,与求得的 W_{∞} 的三分之一相接近,吻合一般鱼类的拐点位置。同时,各龄组体长、体重的方程计算值和实测值十分近似,以及实际观察到蓝圆鲈在2龄时性腺大部份可达性成熟的情况,说明与重量生长曲线上的拐点年龄基本相附,因而 Von. Bertalanffy 生长方程可以用作描述蓝圆鲈年间生长的一般规律。

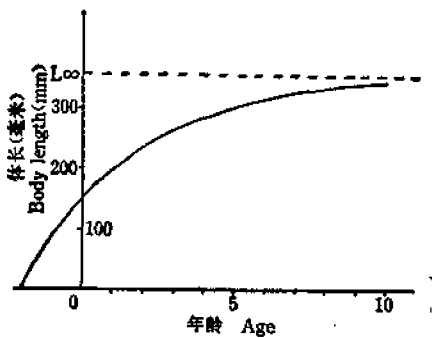


图7 蓝圆鲈体长生长曲线

Fig. 7 The growth curve of body length for round scad.

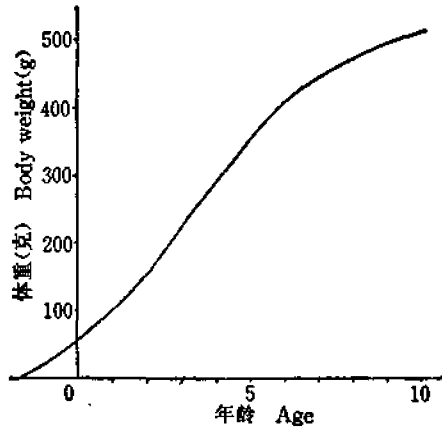


图8 蓝圆鲈体重生长曲线

Fig. 8 The growth curve of body weight for round scad.

2. 生长的变化特性 为了进一步研究生长过程的变化特征,将式(3)(4)反映生长过程总和的生长方程对 t 求一阶导数和二阶导数,得:

$$dL/dt = KL_{\infty}e^{-K(t-t_0)} \tag{9}$$

$$dW/dt = 3KW_{\infty}[1 - e^{-K(t-t_0)}]^2e^{-K(t-t_0)} \tag{10}$$

$$d^2W/dt^2 = 3K^2W_{\infty}e^{-K(t-t_0)}[1 - e^{-K(t-t_0)}][3e^{-K(t-t_0)} - 1] \tag{11}$$

式(9)(10)中的 dL/dt 、 dW/dt 分别为长度和重量对年龄 t 的变化率,即体长、体重的生长速度,式(11)中的 d^2W/dt^2 为体重的生长速度对年龄 t 的变化率,即体重的生长加速度。计算结果列成表3,并作图9—11。看出长度生长速度曲线表现为一条随年龄而递减

表3 蓝圆鲈生长速度和加速度对年龄 t 的函数关系

Table 3. The functional relationship between growth rate and accelerative rate and ages of round scad.

年 龄 age	0.1	0.5	1	2	2.098	3	4	5	6	7	8	9	10
dL/dt	58.23	52.15	45.43	34.47	33.55	26.16	19.85	15.07	11.43	8.68	6.68	5.00	3.79
dW/dt	48.55	57.34	65.22	71.35	71.39	68.53	60.89	51.54	42.26	33.96	26.65	20.96	15.29
d^2W/dt^2	24.89	20.15	12.19	0.89	0	-5.81	-8.84	-9.52	-8.94	-7.82	-6.50	-5.31	-4.00

的趋近于零的曲线。体重增长速度开始是随年龄而递增，这时体重生长加速度曲线位于 t 轴的上方 (d^2W/dt^2 为正值)，当 $t = 2.098$ 龄时，体重增长速度达最大值，而重量生长加速度则与 t 轴相交 ($d^2W/dt^2 = 0$)，递增阶段到此结果，开始转入生长速度的递减阶段，其转折点即体重生长曲线的拐点年龄。此后随着年龄增加，生长速度曲线趋近 t 轴，而加速度曲线则位于 t 轴的下方。

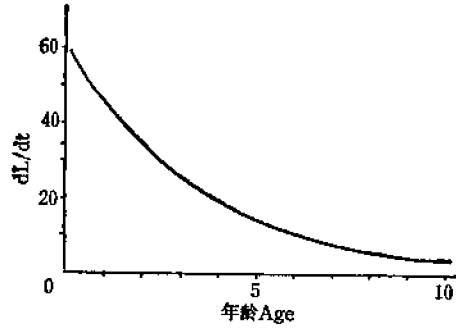


图9 蓝圆鲈体长生长速度曲线

Fig. 9 The growth rate curve of body length for round scad.

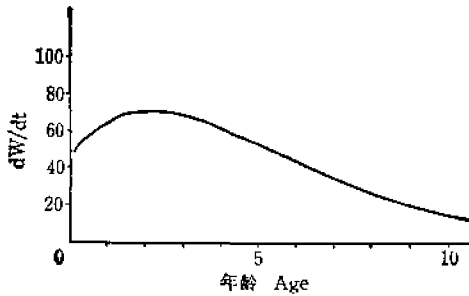


图10 蓝圆鲈体重生长速度曲线

Fig. 10 The growth rate curve of body weight for round scad.

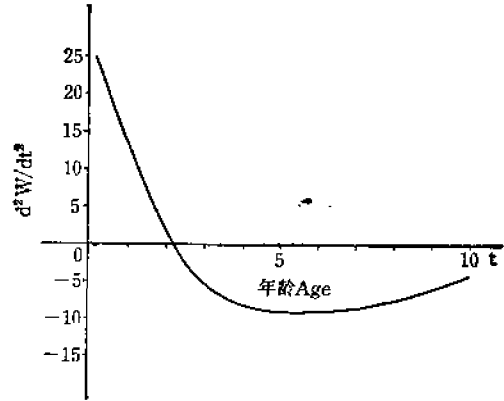


图11 蓝圆鲈体重生长加速度曲线

Fig. 11 The growth accelerative curve of body weight for round scad.

上述结果反映出蓝圆鲈的体长和体重随时间的增加趋于渐近值，生长速度及生长加速度对时间的变化率也逐渐趋近于零，同时表现出长度生长比重量生长提前趋于极限的特征。

3. 阶段生长 为了进一步分析蓝圆鲈在整个生命周期内的生长状况，计算了其体长相对增长率，生长比速和生长指标，由表4反映在1、2龄时为生长旺期，增长量较大，此时正值初届性成熟时期；此后各项指标都随着年龄增加而渐次下降，即由性成熟以后生长逐渐缓慢，进入衰老阶段直到死亡。

表4 蓝圆鲈的阶段生长
Table 4. The growth of round scad in different stages.

年龄 Age	理论体长 Theoretical body length	相对增长率 Relative increase rate	生长比速 Growth Coefficient	生长指标 Growth Standard
1	196.4			
2	237.8	21.08	0.1913	37.57
3	267.8	12.62	0.1188	28.25
4	290.5	8.48	0.0814	21.79
5	307.7	5.92	0.0575	16.71
6	320.7	4.22	0.0414	12.73
7	330.5	3.06	0.0301	9.65
8	338.0	2.27	0.0224	7.42
9	343.6	1.66	0.0164	5.55
10	347.8	1.22	0.0121	4.17

结 语

蓝圆鲈鳞片和耳石均可鉴定年龄,年轮一年形成一次,新轮出现时间主要在5—6月。

体长与鳞长之间呈直线线性相关,关系式为: $L = 1.259R - 2.691$ 。体长与体重之间为幂函数关系,可用 $W = 1.652 \times 10^{-5} L^{2.947}$ 方程表达。

年内生长表现为不均匀的周期性,5—10月是生长迅速的大生长期,11月—翌年4月是生长缓慢的小生长期。年间生长的一般规律可用 von. Bertalanffy 生长方程表达,求得长度生长方程的参数 $L_{\infty} = 361$ 毫米、 $K = 0.276$ 、 $t_0 = -1.846$; 重量方程的参数 $W_{\infty} = 570$ 克、 $K = 0.282$ 、 $t_0 = -1.80$, 拐点坐标位置在 $t = 2.098$ 处, $W_{2.098} = 168.7$ 克。

生长过程的变化特性是,当 $t < 2.098$ 时,为生长速度的递增阶段,当 $t > 2.098$ 时则为递减阶段。

参 考 文 献

- [1] 朱德林等,1984. 浙江近海夏秋季鲈鱼渔场的研究. 海洋通报 3(2):62—70.
- [2] 郑文莲,1981. 中国鲈科鱼类鳞片的比较研究, I. 胸鳍区及尾柄区鳞片的形态特征. 鱼类学文集 (1):33—44. 科学出版社.
- [3] ——,1981. 我国鲈科鱼类耳石形态的比较研究. 鱼类学文集(2):39—54. 科学出版社.
- [4] 岸田周三,1972. 东シナ海产ムロアジ属鱼类的渔业生物学的研究—I. 海域によるマアジの形态の差异. 西海区水产研究所研究报告,(42):69—76.
- [5] ——1978. 东シナ海产ムロアジ属鱼类的渔业生物学的研究—III. 东シナ海西部におけるマルアジの产卵期と稚仔の分布. 西海区水产研究所研究报告(51):123—140.
- [6] Abramson, N. J., 1965. Von Bertalanffy's growth curve II. IBM 7094, Univac 1107. FORTRANIV. Trans. Am. Fish. Soc. 94(2): 195—196.

THE AGE AND GROWTH OF ROUND SCAD OF ZHEJIANG OFFSHORE WATERS

Zhu Delin, Bao Zhili and Zhao Wanxia

(Zhejiang Marine Fisheries Research Institute)

ABSTRACT Round scad (*Decapterus maruadsi*), a widely distributed fish, is one of the main targets for purse seine fishing in China. This study is based on observation of scales and otoliths of 644 fishes collected from commercial catches off Zhejiang coast from January of 1981 to March of 1983. The results are summarized as follows:

1. The scales and otoliths are reliable in age determination of this species. New rings are formed once a year, and they usually appear in May and June.

2. The body length and the scale length present a linear relation: $L = 1.259R - 2.691$. The correlation equation of the body length and weight is $W = 1.652 \times 10^{-5} L^{2.947}$.

3. The growth rate of the fish is uneven within a year. The growth is rapid from May to Oct. and is slow from Nov. to April.

4. The general law of growth between years may be expressed by von Bertalanffy growth equation. The changing feature in the growth process is characterized by the body length and weight tending towards the asymptotic value with the increase of time. The growth rate and acceleration tend to the zero gradually. The length seemed to be more rapid tending to the terminal than the weight.

KEY WORDS Round scad (*Decapterus maruadsi*), Age and growth, Off Zhejiang coast