

# 条斑星鲈生长与生态转化效率的初步研究

于道德<sup>1,2</sup>, 肖志忠<sup>1</sup>, 徐世宏<sup>1</sup>, 马道远<sup>1</sup>, 李 军<sup>1</sup>

(1. 中国科学院 海洋研究所, 山东 青岛 266071; 2. 中国科学院 研究生院, 北京 100039)

**摘要:**在人工养殖的条件下(自然光照, 水温为 11~16.3℃), 对初始平均体质量为 29.64 g ± 5.98 g 的条斑星鲈(*Verasper moseri* Jordan et Gilbert) 幼鱼 1 周年的生长和生态转化效率进行定期测定。结果显示:条斑星鲈的体长和体高在实验期间皆呈直线增长;体质量的增加可以分为两个阶段:前期呈指数生长, 后期为直线增长。体长和体质量呈指数函数关系:  $W = 10^{-5} L^{3.026}$ ,  $r = 0.9893$ 。条斑星鲈幼鱼周年的生长率和生态转化效率都较高, 属于高生长类型鱼类;生态转化效率周年波动范围是 34.16%~91.07%, 特定生长率的周年波动范围是 0.170~1.527。

**关键词:**条斑星鲈(*Verasper moseri* Jordan et Gilbert); 生态转换效率; 特定生长率

**中图分类号:**Q321.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-3096(2007)10-0015-04

条斑星鲈(*Verasper moseri* Jordan et Gilbert) 俗称黑条鲈、摩式星鲈, 隶属鲈形目(Pleuronectiformes), 鲈科(Pleuronectidae), 星鲈属(*Verasper* Jet G)。为太平洋西北部冷温性底层鱼类。主要分布在鄂霍次克海、日本西北海域、朝鲜半岛以东和西南海区及中国的黄渤海区, 条斑星鲈肉质细腻、味道鲜美, 具有较高的经济价值, 为名贵的水产养殖鱼种。

条斑星鲈在中国北方仅有零星分布, 自然资源量极小, 天然苗种尤为匮乏, 从而制约了增殖渔业的发展。目前, 国内水产养殖业致力于条斑星鲈鱼类的人工繁育研究, 本种即将成为近年来鲈鲈类养殖的新品种之一。鱼类的摄食量、生长量和生态转化效率均为其生物能量学的基本参数, 也是定量研究海洋系统食物网养动力学的基础, 深入研究该鱼种的摄食、生长和生态转化效率, 有助于揭示条斑星鲈的生物能量学特征, 为海水鱼类养殖业尤其是条斑星鲈的养殖提供可靠的基础资料。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料来源 及其养殖

本实验用的条斑星鲈, 共 2 000 尾, 系于 2004 年 11 月从日本引进, 平均全长为 123.29 mm ± 8.63 mm, 平均体长为 102.71 mm ± 6.10 mm, 平均体质量为 29.64 g ± 5.98 g。

条斑星鲈幼鱼引入后, 在中国科学院海洋研究所实验基地连三岛金瀛公司鱼类车间, 利用自然海水进行养殖, 1 000 条/池, 水体为 20 t, 养殖密度 50

尾/m<sup>3</sup>, 日换水量 200%~300%; 2004 年 6 月份移至烟台, 利用地下卤水进行养殖, 确保鱼体在适合温度范围内生长, 此阶段随着鱼体的生长, 养殖密度逐渐过渡到 20 尾/m<sup>3</sup>, 养殖试验至 2005 年 12 月 18 日结束。全年水温维持在 11~16.3℃。试验期间主要投喂日清牌配合饲料, 中间两个试验阶段(2004 年 4 月 6 日~5 月 19 日) 投喂冰冻玉筋鱼, 玉筋鱼水分含量按 78.5% 进行干物质换算。每天投喂 2 次, 施以饱食性投喂确保幼鱼得到饱食, 未被摄食的饵料及时取出, 准确计算出幼鱼的实际摄食量, 以减小实验误差。

### 1.2 特定生长率及生态转化效率的测定

驯养后定期进行生物学测量。每次取样的时间都固定在下午 15:30, 即第二次投喂前, 从一个固定的水池中取出 30 尾, 然后测定其全长、体长、体高和体质量。然后根据公式计算其生长率和生态转换效率。生态转换效率( $E_g$ ) 计算公式:

$$E_g = (P_t / I_t) \times 100\% \quad (1)$$

式中  $P_t$ ,  $I_t$  分别为一定时间内体质量增长量(g) 和摄食量(g)。

收稿日期: 2007-04-09; 修回日期: 2007-07-30

基金项目: 青岛市科技计划项目(02FKCHHH-39, 032-HH4, 062318hy)

作者简介: 于道德(1978), 男, 山东青岛人, 博士, 研究方向: 海洋生物学, 电话: 0532-82898716, E-mail: wensente@163.com; 李军, 通讯作者, 研究员, 理学博士, E-mail: junli@m.s.qdio.ac.cn

特定生长率计算公式如下:

$$R_{SG, W} = (\ln W_t - \ln W_0) / t \times 100\% \quad (2)$$

式中  $W_t$  为条斑星鲈实验后的湿质量,  $W_0$  为实验前的湿质量,  $t$  为养殖时间。

## 2 结果与讨论

### 2.1 条斑星鲈的生长情况

经过 390 d 室内养殖, 至 2005 年 12 月 18 日, 条斑星鲈平均体长 324.13 mm ± 26.31 mm, 平均体高 223.38 mm ± 13.75 mm, 平均体质量 933.7 g ± 195.46 g, 成活率为 100%。实验期间, 条斑星鲈的

体长和体高皆呈直线增长, 得到的体长和时间的关系为  $L = 0.6286t + 95.561$ ,  $r = 0.9933$ , 体高和时间的关系为  $H = 0.3999t + 45.696$ ,  $r = 0.9899$ ; 而体质量的增长(本试验)可以分为两个阶段(图 1), 前期(从 2004 年 11 月 23 日到 2005 年 4 月 6 日)呈指数生长, 与时间的关系为  $W = 27.324e^{0.0127t}$ ,  $r = 0.9961$ ; 后期(从 2005 年 4 月 6 日到 2005 年 12 月 18 日)为直线增长, 此时体质量与时间的关系为  $W = 3.3538t - 305.57$ ,  $r = 0.9938$ 。数量性状的具体生长情况见表 1 和图 1。

表 1 条斑星鲈平均体长、平均体高和平均体质量

Tab. 1 The body's average length, average height and average weight of *Verasper moseri*

测定时间(年月日)	平均体长(mm)	平均体高(mm)	平均体质量(g)
2004-11-23	102.71 ± 6.10	53.00 ± 3.79	25.64 ± 5.98
2004-12-10	108.38 ± 5.55	56.25 ± 4.33	37.48 ± 5.60
2005-01-13	124.07 ± 10.0	67.13 ± 5.99	51.00 ± 12.79
2005-02-12	143.37 ± 9.99	77.77 ± 7.49	73.44 ± 16.40
2005-03-10	161.59 ± 13.31	86.63 ± 7.37	109.15 ± 30.06
2005-04-06	168.03 ± 15.23	97.13 ± 8.62	149.19 ± 42.69
2005-04-29	185.97 ± 10.56	90.37 ± 6.60	199.93 ± 36.99
2005-05-19	208.50 ± 16.91	108.15 ± 11.02	261.73 ± 58.67
2005-06-29	247.07 ± 83.02	128.6 ± 10.88	451.4 ± 16.25
2005-07-30	267.43 ± 16.56	146.54 ± 11.25	567.78 ± 117.15
2005-08-31	281.75 ± 22.33	157 ± 11.48	675.52 ± 138.42
2005-09-15	285.49 ± 21.17	163.33 ± 12.16	712.05 ± 126.28
2005-11-05	312.25 ± 19.01	177.38 ± 12.45	867.75 ± 186.76
2005-12-18	324.13 ± 26.31	223.38 ± 13.75	933.7 ± 195.46

试验期间, 条斑星鲈的体长从 102.71 mm 增长至 324.13 mm, 体长日生长量为 0.25~ 1.13 mm, 平均日生长 0.55 mm, 日生长率为 0.25%, 最快速日增长 1.13 mm, 最大日生长率为 0.57%。体长的绝对生长量在 4~ 6 月达到最高值。条斑星鲈的体高从 53 mm 增长至 223.38 mm, 体高日生长量为 0.19~ 1.08 mm, 平均日增长 0.44 mm, 日生长率为 0.32%, 最快速日增长 1.08 mm。条斑星鲈的体质量从 25.64 g 增加到 933.7 g, 体质量平均日增长 2.33 g, 最快速日增长 4.63 g。如图所示, 条斑星鲈周年体长快速生长期

为 2~ 7 月, 体质量增长较快阶段为 4~ 11 月, 而体高的全年增长更接近于直线生长。体长的最快生长期为 4~ 6 月, 体质量的最快生长期为 5~ 6 月, 此时的水温范围为 14.5~ 16 °C。再则, 此时的饵料由单一的配合饵料转为配合饵料和冰冻玉筋鱼的联合投喂, 这很可能是由于鲜活饵料弥补了单一配合饵料导致的某种营养因子的匮乏的结果。可见在 14.5~ 16 °C 的温度下, 以及鲜活饵料的投喂, 使条斑星鲈此阶段获得了较快的生长。

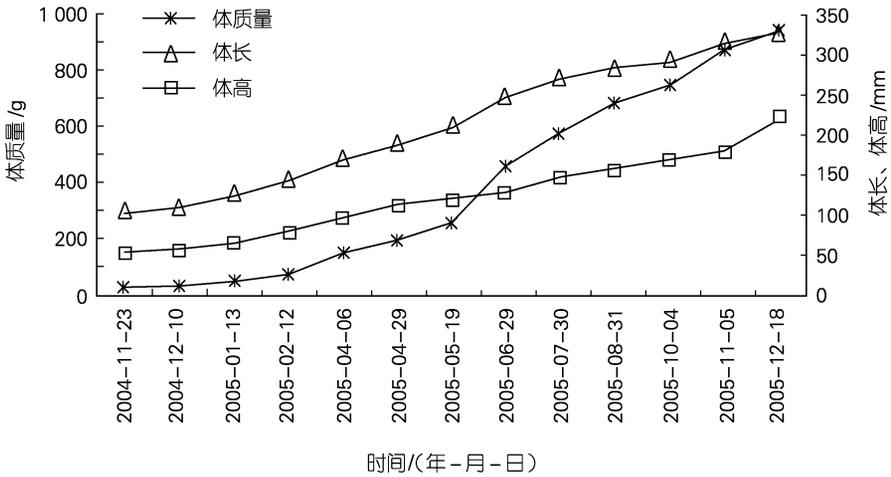


图1 室内养殖的条斑星鲈周年生长曲线

Fig. 1 The annual growth curve of *Verasper moseri* under culture condition

### 2.2 条斑星鲈体长和体质量的关系

条斑星鲈的体长与体质量呈指数曲线相关, 宜用  $W = aL^b$  表示。公式中  $W$  为体质量 (g),  $L$  为体长 (mm)。根据实验各阶段条斑星鲈的体长与体质量的实测值求得体长和体质量的关系式为  $W = 10^{-5}L^{3.0226}$ ,  $r = 0.9893$ 。见图2。

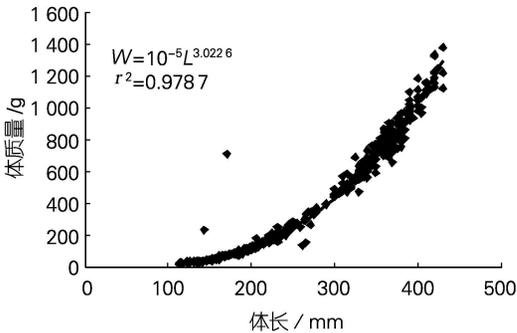


图2 条斑星鲈体长与体质量关系曲线

Fig. 2 The curve between the body's length and the body's weight of *Verasper moseri*

### 2.3 条斑星鲈全年的生态转换效率和特定生长率的测定

生态转换效率是指处于食物网某一环节的生物生长量与食物摄入量的比值, 鱼类生态效率的测定, 是海洋生态系统中能量转换研究的重要环节, 它对水域生产力和海洋农牧化中某些种类的增殖潜力的估计有重要意义。同时, 研究鱼类的生态生长效率有助于找出鱼体生长和生活的最佳摄食水平和最佳生长温度, 也是定量水生生态系统高营养层次的食物

网能量和物质传递的重要环节<sup>[1]</sup>。

根据每个试验期间测得的鱼体质量的增加量和摄食量, 得到日平均体质量增加量和摄食量, 然后利用公式(1)、(2)分别求得条斑星鲈在全年各个时期的生态转换效率和特定生长率 ( $R_{sc}$ ), 结果见表2。从表2中可以看出: 条斑星鲈在全年各个时期的生态转换效率和特定生长率的变化趋势基本一致, 都是前期高后期低。其中生态转化效率周年波动范围为 34.27% ~ 91.07%, 前期 (2004年11月23日 ~ 2005年7月30日) 生态转化效率较高, 后期 (2005年7月30日 ~ 2005年12月18日) 其生态转换效率低于 50%。条斑星鲈周年湿质量的特定生长率在整个试验的前半阶段 (2004年11月23日 ~ 2005年6月29日) 一直维持在较高水平, 进入7月份后开始逐渐下降, 至试验最后一个阶段降至全年最低水平 0.170 (2005年11月5日 ~ 2005年12月18日)。

文献[2]表明, 鱼类生态转换效率一般为 10% ~ 30%。其中草食性鱼类的生态转换效率一般较低, 在 10% ~ 20% 之间<sup>[3]</sup>, 而肉食性鱼类的生态转换效率较高, Brett 和 Groves<sup>[4]</sup> 曾以 29% 来表示一般肉食性鱼类的生态转化效率。而条斑星鲈生态转化效率远高于一般肉食性鱼类的生态转化效率, 究其原因: 条斑星鲈属鲈形目, 由于鲈鲈类活动水平较低, 用于维持生命最低要求的能量较少<sup>[5]</sup>, 一般生态转换效率都较高, 皆属于高生长类型鱼类。与鲈形目的其他鱼类相比, 条斑星鲈的生态转化效率同样高于牙鲈<sup>[6,7]</sup> 和大西洋牙鲈<sup>[8]</sup> 等其他鲈类, 这可能与活动水平更低相关联。

表 2 不同温度下条斑星鲈的生态转换效率、特定生长率以及体质量日平均增长量

Tab.2 Special growth rate, ecological conversion efficiency and average daily growth of *Verasper moseri* under different temperatures

时间 (年月-日)	水温 (°C)	体质量日均增长量 (g/d)	日均摄食量 (g/d)	$E_g$ (%)	$R_{SG}$
2004 11-23~ 2005 01-13	11.0~ 12.0	0.55	0.672	81.85	1.348
2005 01-13~ 2005 02-12	12.0~ 13.5	0.75	0.871	86.11	1.400
2005 02-12~ 2005 03-10	15.0~ 16.0	1.37	1.518	90.25	1.527
2005 03-10~ 2005 04-06	15.0~ 16.0	1.48	1.814	81.59	1.155
2005 04-06~ 2005 04-29	14.5~ 15.5	2.21	3.313	66.59	1.270
2005 04-29~ 2005 05-19	15.5~ 16.0	3.09	3.393	91.07	1.345
2005 05-19~ 2005 06-29	15.5~ 16.0	4.63	7.857	58.93	1.329
2005 06-29~ 2005 07-30	15.2~ 16.3	3.75	5.000	75.00	0.742
2005 07-30~ 2005 08-31	16.3~ 15.4	3.37	7.143	47.18	0.540
2005 08-31~ 2005 09-15	15.6~ 15.4	2.44	7.143	34.16	0.353
2005 09-15~ 2005 11-05	14.8~ 15.5	3.05	8.100	37.65	0.388
2005 11-05~ 2005 12-18	12.5~ 13.2	1.53	4.464	34.27	0.170

本试验虽然没有进行摄食水平方面的研究,但是通过对其各个阶段的最大摄食率进行比较发现:在最大摄食水平时,条斑星鲈的生长率和食物利用率均为最高,即条斑星鲈生长与最大摄食率的水平为线性关系,转化效率总体上随摄食的增加而增加。由此作者推测:条斑星鲈生长与摄食很可能为线性关系。

参考文献:

[1] Walters C, Christensen V, Pauly D. Structuring dynamic models of exploited ecosystems from trophic mass balance assessments [J]. *Rev Fish Biol Fish*, 1997, 7: 139-172.

[2] Stewart D J, Binkowski F P. Dynamics of consumption and food conversion by Lake Michigan alewives: an energetics modeling synthesis [J]. *Trans Am Fish Soc*, 1986, 115: 643-659.

[3] Welch H E. Relationships between assimilation efficiencies and growth efficiencies for aquatic consumers [J]. *Ecology*, 1968, 49: 755-759.

[4] Brett J R, Groves T D D. Physiological energetics

[A]. Hoar W S, Randall D J, Brett J R. *Fish Physiology* [C]. New York: Academic Press, 1979. 279-352.

[5] Fonds M, Cronie R, Vethaak A D, et al. Metabolism, food consumption and growth of plaice (*Pleuronectes platessa*) and flounder (*Platichthys flesus*) in relation to fish size and temperature [J]. *Netherlands Journal of Sea Research*, 1992, 29(1-3): 127-143.

[6] 线薇薇,朱鑫华. 摄食水平对褐牙鲈(*Paralichthys olivaceus*) 幼鱼生长影响的初步研究[J]. 青岛海洋大学学报, 2000, 30(3): 453-458.

[7] 线薇薇,朱鑫华. 摄食水平对褐牙鲈幼鱼能量收支的影响[J]. 青岛海洋大学学报, 2001, 31(5): 695-700.

[8] Malloy K D, Targett T E. Effect of ration limitation and low temperature on growth, biochemical condition, and survival of juvenile summer flounder from two Atlantic coast nurseries [J]. *Trans Am Fish Soc*, 1994, 123: 182-193.

(下转第 96 页)

# Preliminary studies on the growth and ecological conversion efficiency of young fish of *Verasper moseri*

YU Dao de<sup>1, 2</sup>, XIAO Zhirzhong<sup>1</sup>, XU Shihong<sup>1</sup>, MA Dao yuan<sup>1</sup>, LI Jun<sup>1</sup>

(1. Institute of Oceanology, the Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China; 2. Graduate School, the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China)

**Received:** Apr., 9, 2007

**Key words:** barfin flounder (*Verasper moseri* Jordan et Gilbert); ecological conversion efficiency; special growth rate

**Abstract:** Under culture condition (natural photoperiod, water temperature 11 ~ 16.3 °C), the annual growth curves of body's weight, length and height, the ecological conversion efficiency and the special growth rate of *Verasper moser* with its body's weight of 29.45 g ± 5.98 g at the beginning of the experiment were determined. The results showed that in the period of the experiment, the body's length and height increased with time in straight lines, but the curve of the body's weight could be divided into two parts: one was a straight line, the other was an exponential curve. The relation between the body's weight and the body's length was an exponential function, and the equation was  $W = 10^{-5} L^{3.0226}$ ,  $r = 0.9893$ . It also was indicated that *V. moser* belonged to the quick growth species: the growth and ecological conversion efficiency ranged from 34.16% to 91.07%, and the special growth rate ranged from 0.170 to 1.527.

(本文编辑:刘珊珊)