

文章编号: 1000- 0615(2003)04- 0358- 06

工厂化养殖的大菱鲆生长特性

王 波¹, 雷霖霖², 张榭令³, 张春利³, 陈爱萍¹, 张朝晖¹

(1. 国家海洋局第一海洋研究所, 山东 青岛 266061;

2. 中国水产科学研究院 黄海水产研究所, 山东 青岛 266071;

3. 山东蓬莱市海洋与渔业局, 山东 蓬莱 265600;)

摘要: 对工厂化养殖的大菱鲆生长特性进行了研究, 结果表明: 其生长旺盛期在 2 龄, 日生长最快达 $13.52\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$, 平均为 $6.84\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$, 养殖 250d 以上其平均体重可达 500g 左右, 1 周年达 1000g, 2 周年达 3000g。其体长和体重的关系为 $W = 0.0314SL^{3.0972}$, 全长和体长的关系为 $TL = 1.1839SL + 0.5012$, 体高与全长的关系为 $BD = 0.8512TL - 1.0358$ 。von-Bertalanffy 生长方程分别是 $L_t = 49.2294(1 - e^{-0.7106(t+0.2211)})$, $W_t = 6186.2350(1 - e^{-0.7106(t+0.2211)})^{3.1609}$, 体重生长拐点年龄 1.3984, 参照生物学指标, 大菱鲆应该在拐点后上市, 它符合经济原则及人们的消费习惯。

关键词: 大菱鲆; 工厂化养殖; 生长特性

中图分类号: S965 文献标识码: A

Growth characteristics of intensively cultured *Scophthalmus maximus*

WANG Bo¹, LEI Qi-lin², ZHANG Xie-ling³, ZHANG Chun-li³, CHEN Ai-ping¹, ZHANG Zhao-hui¹

(1. First Institute of Oceanography, State Oceanic Administration, Qingdao 266061, China;

2. Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071, China;

3. Ocean and Fisheries Bureau of Penglai Shandong, Penglai 265600, China)

Abstract: A study has been carried out on growth characters of industrially farmed turbot, *Scophthalmus maximus* L. The results showed that the maximum growth rate of $13.52\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$ appeared on two-year-old fish and the average growth rate is $6.84\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$. The body weight could reach more than 500g after 250 days, 1000g after one year, and 3000g after 2 years. The relationship of the body length and the weight is $W = 0.0314SL^{3.0972}$, and the relationship of total length and body length is $TL = 1.1839SL + 0.5012$; $BD = 0.8512TL - 1.0358$ showed the relationship between body depth and total length. Von Bertalanffy equation is $L_t = 49.2294(1 - e^{-0.7106(t+0.2211)})$, $W_t = 6186.2350(1 - e^{-0.7106(t+0.2211)})^{3.1609}$, the growth flexion point of the body weight locates on 1.3984, the industrially farmed turbot should be harvested after the growth flexion point, which matches both economy principle and consumption habit. In addition, growth difference was analyzed between nature and farmed groups by growth character index ϕ integrated with K and L_∞ . The results showed that farmed group grew significantly faster than natural group since there are better conditions under artificial control.

Key words: *Scophthalmus maximus*; intensive culture; growth characteristics

大菱鲆(*Scophthalmus maximus* L.) 英文名 turbot, 俗称“多宝鱼”, 是欧洲特有的比目鱼, 也是当前欧

收稿日期: 2002-07-08

资助项目: 国家海洋局青年海洋科学基金(97201)

作者简介: 王 波(1963-), 男, 山东蓬莱人, 责任副研究员, 主要从事水产养殖技术研究。Tel: 0532-8897447, E-mail: dmb@public.

洲的重要海水名贵养殖鱼种之一^[1,2]。1992年中国水产科学院黄海水产研究所雷霖霖研究员从英国引进并经过多年的驯化和探索,于1999年成功地培育出国内第一批大菱鲂苗,为国内规模化养殖奠定了基础^[3,4],目前我国北方已形成了大菱鲂的规模化产业化养殖浪潮,养殖场超过300家。

国内学者对大菱鲂的研究主要集中在移植驯化和工厂化养殖试验,苗种培育技术,饲料营养对生长的影响以及繁殖生物学和胚胎发育方面的研究^[1-6]。由于大菱鲂在我国是一新的养殖鱼种,对其室内工厂化养殖条件下的生长性能国内尚未见报道。鱼类生长的研究是鱼类生理,生态学的重要内容。1997-2001年作者对蓬莱市鱼类养殖场养殖大菱鲂的生长特性进行了研究,旨在对大菱鲂工厂化养殖的规范化和系统化提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 养殖条件

试验于1997-2001年在蓬莱市鱼类养殖场进行。利用场方两种规格分别为10.4 m×7.0 m×1.3 m和5.2 m×5.2 m×1.2 m,面积为65m²和21m²的椭圆形和圆形室内水泥池进行大菱鲂的流水养殖。每天流量为养殖水体的3~6倍,每池放6~8个气盘(石)采用罗茨鼓风机供氧。为保证养殖池水的适宜水温,冬春季采用深井海水(井深60~100m,冬季最低水温13.8℃,夏季最高水温15.8℃),夏秋季与自然海水调配使用。深井水经曝气池(243m³)后进入养殖池。养殖用水各项指标见表1。

表1 水质理化指标测定结果

Tab.1 Physicochemical indexes of the water

μg·L⁻¹

	pH	盐度 salinity	COD	NO ₂ ⁻ - N	NO ₃ ⁻ - N	PO ₄ ⁻ - P	Fe	Zn	Cu	Hg	As	弧菌 <i>Vibrio</i> sp.	大肠菌 <i>Escherichia</i> sp.	浮游植物 (ind·L ⁻¹) phytoplankton	NH ₃ -N
深井海水 well seawater	8.02	28~ 30.5	120	1.15	27.82	427.7	25.0	7.6	0.21	0.027	-	< 1	-	0	2.27
自然海水 natural seawater	8.12	31.2	341	2.2	30.35	49.2	29.8	10.2	1.36	0.027	-	-	-	80	-

1.2 苗种来源及养殖密度

第一批苗于1997年1月22日从英国空运过来,平均体长5.16cm,体重3.87g,共10箱。每箱4袋,每袋50尾(装水2~2.5kg),共计2000尾。第二批1998年2月26日从英国引进,平均体长5.10cm,体重3.85g,共4000尾。鱼苗经全程约31h的运输,到达养鱼场,入池温差±1℃。前期养殖密度30 ind·m⁻²,中期15 ind·m⁻²后期10 ind·m⁻²。

1.3 饲料与投喂

饲料采用下列配方:鲜杂鱼50%,鱼粉35%,花生粕或豆粕5%~10%,促生长剂2%,复合维生素,矿物质,大蒜等添加剂3%~5%。混匀上机加工成不同粒度的OMP湿性颗粒饲料,冷冻保存备用。不同大小的大菱鲂适宜投喂饲料粒度见表2。前期日投喂4~5次,后期日投喂2次,日投喂量为体重的1%~3%,每日清底1次。

表2 大菱鲂不同阶段配合饲料的适宜粒度

Tab.2 Standards of diet of *S. maximus* at different stages

体重范围 weight range (g)	5~ 20	20~ 50	50~ 100	100~ 250	250~ 700	700~ 1000	1 000~ 2 500
饲料粒度 feed size (mm)	2	3	4.5	6.0	8.0	11	15~ 25

1.4 日常管理

每天观察鱼的摄食、活动情况,定时投喂,适时进行规格筛选,将大、中、小分池养殖,定期施用福尔

马林、咪喃唑酮、土(氯)霉素、氟哌酸和大蒜素等进行药浴或加工药饵预防病害的发生。

1.5 有关数据的测定和计算

每月抽 10~ 50 尾鱼检测生长情况, 鱼体长度测定采用精度 1mm 的直尺(或游标卡尺)度量。体重前期采用天平称量, 后期采用台称称重。数据处理采用 Excel 97 进行回归及作图。

体长与体重的关系: $W = aL^b$; 肥满度: $F = 100W/L^3$ 日生长: $G = (N_2 - N_1)/(T_2 - T_1)$; 日生长率(%): $GR = [2G/(N_1 + N_2)] \times 100$

von-Bertalanffy 生长方程: $L_t = L_\infty [1 - e^{-K(t-t_0)}]$, $W_t = W_\infty [1 - e^{-K(t-t_0)}]^b$

生长速度: $V_L = dL/dt = L_\infty [K e^{-k(t-t_0)}]$, $V_w = dW/dt = bW_\infty \cdot K e^{-k(t-t_0)} \cdot [1 - e^{-k(t-t_0)}]^{b-1}$

生长加速度: $A_L = d^2L/dt^2 = -L_\infty [K^2 e^{-k(t-t_0)}]$, $A_w = d^2W/dt^2 = bW_\infty \cdot K^2 e^{-k(t-t_0)} \cdot [1 - e^{-k(t-t_0)}]^{b-2} \cdot [b \cdot e^{-k(t-t_0)} - 1]$

生长特征指数: $\phi = \log_{10}K + 2\log_{10}L_\infty$, 拐点: $t_x = \ln b / K + t_0$

式中: L_t 、 W_t 分别为 t 龄时的体长和体重; L_∞ 、 W_∞ 分别为鱼的渐近(极限)体长和体重; K 为生长系数, 体长趋于 L_∞ 的表征生长速度的参数, 是个体达到 \max 时的速率(异化作用系数); t_0 为理论生长起点年龄(大小为 0 的假定年龄); b 为异速生长常数; N_1/N_2 分别为时间 T_1/T_2 时的生长测定数据。

本文的年龄划分以 1 月份为界, 1 龄鱼指饲养 1 周年的个体, 依此类推。

2 结果及分析

2.1 大菱鲂的生长情况

大菱鲂在体重达 100g 前, 生长较慢, 之后生长速度加快(表 3、图 1), 两年平均生长速度为 $4.82g \cdot d^{-1}$, 第 1 年较慢为 $2.23g \cdot d^{-1}$, 第 2 年较快为 $6.84g \cdot d^{-1}$, 最快时生长速度达 $13.52g \cdot d^{-1}$, 第 3 年 $3.21g \cdot d^{-1}$, 第 4 年 $1.9g \cdot d^{-1}$ 。由此可见大菱鲂第 2 年生长最快, 随着其性成熟生长速度变慢。大菱鲂在工厂化养殖条件下, 250d 以上平均可达 500g 左右, 1 周年可达 1 000g, 2 周年可达 3 000g。

2.1.1 体长生长

大菱鲂的体长生长曲线见图 1, 平均体长和养殖时间 d 呈非线性关系。经 613d 养殖大菱鲂的体长从 5.16cm 长至 39.5cm, 其平均日生长 0.57mm, 日生长率为 0.34%, 其最快日增长 1.21mm, 最大日增长率为 0.88%, 前期体长日生长速度快, 后期慢。

2.1.2 体重生长

根据图 1, 大菱鲂 2 龄前体重生长可用 Brody 鱼类早期生长方程, $W = ae^{b \cdot d}$ 拟合, 其平均体重 \bar{W} 生长与日龄 d 的关系为 $\bar{W} = 17.154e^{0.00987 \cdot d}$ ($R^2 = 0.8872$)。经 613 d 工厂化养殖后, 其体重由 3.87g 增至 2791.60g, 平均日增重 4.82g, 日增重率为 1.08%, 其最快日增重 13.52g, 最大日增重率为 2.84%, 随养殖时间的增长, 其日增重率明显下降。大菱鲂由于遗传因子等影响其大小差异显著, 1997 年鱼苗养殖 20 个月最大个体达 4 300g, 而最小个体仅 550g; 1998 年鱼苗养殖 7 个月最大个体达 820g, 而最小个体仅 260g。

2.1.3 肥满度及饵料系数

由表 2 可见, 大菱鲂在工厂化养殖条件下, 其肥满度与温度季节的变化关系不大。大菱鲂在生长至 500g 以前饵料系数低, 平均为 1.29, 之后饵料系数较大, 平均为 3.40(2.06~ 4.47), 20 个月平均饲料转化系数为 2.56, 与国外的试验结果相近(1.9~ 2.5)。大菱鲂肥满度范围为 2.82~ 5.62, 平均为 4.52, 明

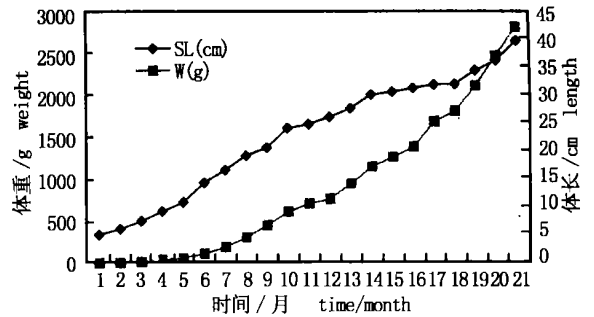


图 1 大菱鲂体长、体重生长曲线

Fig.1 Curves of growth of body length and weight of *S. maximus*

显高于海鲈(1.67~ 2.49),斑鲆(1.968),石鲈(1.667)和星鲈(2.037)等其它鲆鲽类。

2.2 大菱鲂的生长特征参数

2.2.1 大菱鲂体重与体长的关系

工厂化养殖的大菱鲂各龄体长 L 与体重 W 呈乘幂函数增长关系,可用 $W = aL^b$ 表示。

对于 323 尾 1 龄大菱鲂的回归分析结果是 $W = 0.0115TL^{3.2353}$ ($R^2 = 0.9919$) 或 $W = 0.0313SL^{3.1011}$ ($R^2 = 0.9887$); 对于 154 尾 2 龄大菱鲂的回归结果是 $W = 0.0029TL^{3.5878}$ ($R^2 = 0.8323$), $W = 0.0082SL^{3.4856}$ ($R^2 = 0.8067$); 对于 477 尾 1~ 2 龄鱼的回归结果为 $W = 0.0126TL^{3.196}$ ($R^2 = 0.9877$) 或 $W = 0.0314SL^{3.0972}$ ($R^2 = 0.9850$) (图 2); 根据 1~ 2 龄鱼各月的均长和均重(表 3),其回归结果为 $\bar{W} = 0.0277\bar{SL}^{3.1609}$ ($R^2 = 0.9964$)。

从回归结果看,大菱鲂在工厂化养殖条件下,仍基本保持体长、体重均匀生长,属等速生长型,其各龄幂函数指数 b 值接近 3。而 Jones^[7]对自然生长的大菱鲂体重、体长间关系为 $\ln W = 2.769 \ln SL - 3.012$ 。

表 3 大菱鲂工厂化养殖生长情况

Tab.3 Growth parameters of indoor reared *S. maximus*

日期 date	平均全 长(cm) total length	平均体 长(cm) body length	平均体 重(g) weight body	平均体 宽(cm) body width	平均日增 重($g \cdot d^{-1}$) weight increase	平均日增 长($mm \cdot d^{-1}$) length increase	日增重 率(%) weight growth rate	日增长 率(%) length growth rate	肥满度 condition factor	平均成 活率(%) survival rate	饵料系 数 FCR	平均 水温($^{\circ}C$) temperature	养殖 时间(d) culture time
1997-01-23	5.89	5.16	3.87	4.78	-	-	-	-	2.82	99.8	-	12.5	0
1997-02-20	7.90	6.20	8.80	5.80	0.18	0.37	2.84	0.65	3.69	90.0	0.68	12.8	28
1997-03-26	9.26	7.63	18.31	6.53	0.28	0.42	2.07	0.61	4.12	86.3	0.76	13.0	62
1997-04-29	11.98	9.33	42.43	9.50	0.71	0.56	2.34	0.66	5.22	87.9	0.61	12.4	96
1997-05-27	13.83	10.94	60.68	10.32	0.65	0.58	1.26	0.57	4.63	87.7	1.41	14.5	124
1997-06-27	16.30	14.40	115.10	13.10	1.75	1.12	2.00	0.88	3.86	87.2	1.25	17.4	155
1997-07-28	20.03	16.65	189.08	16.40	2.38	0.73	1.56	0.47	4.10	87.1	1.96	21.4	186
1997-08-28	22.97	19.16	305.92	18.70	3.77	0.81	1.52	0.45	4.35	87.0	1.62	18.5	217
1997-09-26	25.44	20.60	447.33	20.56	4.87	0.50	1.30	0.25	5.12	87.0	2.01	16.1	246
1997-10-25	28.70	24.06	610.85	23.27	5.45	1.15	1.03	0.52	4.39	86.9	2.30	14.7	276
1997-11-28	30.04	24.74	706.00	24.36	2.88	0.21	0.44	0.09	4.66	86.4	3.91	12.4	309
1997-12-21	30.33	26.03	759.65	24.35	2.23	0.54	0.31	0.21	4.31	83.3	4.47	11.3	333
1998-02-24	32.58	27.53	940.40	27.19	4.11	0.34	0.48	0.13	4.51	82.1	3.82	13.2	377
1998-03-02	35.70	29.97	1143.00	29.10	7.79	0.94	1.10	0.33	4.25	81.6	2.06	12.9	403
1998-04-01	37.70	30.45	1255.00	29.75	3.73	0.16	0.31	0.05	4.44	81.7	3.33	12.8	433
1998-04-28	37.60	31.10	1376.30	31.20	4.49	0.42	0.47	0.14	4.58	81.0	3.69	12.2	460
1998-05-27	39.30	31.72	1675.00	31.87	10.3	0.22	0.68	0.07	5.25	79.8	3.06	13.5	489
1998-06-11	38.70	31.75	1800.00	32.70	8.33	0.002	0.48	0.00	5.62	78.1	4.37	17.2	504
1998-07-03	41.60	34.22	2097.50	33.30	13.52	1.12	0.69	0.34	5.23	77.0	3.62	18.6	526
1998-08-30	43.10	36.00	2450.00	37.00	6.08	0.31	0.27	0.09	5.25	76.6	3.80	18.6	584
1998-09-28	47.60	39.50	2791.60	41.10	11.78	1.21	0.45	0.32	4.53	76.2	2.39	18.2	613
平均值 average Σ	-	-	-	-	4.82	0.57	1.08	0.34	4.52	-	2.56	15.0	$\Sigma 613$

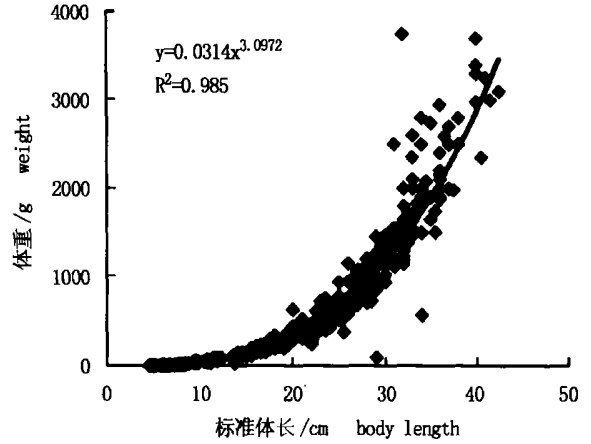


图 2 大菱鲂体长、体重的关系

Fig.2 Relationship between body length and weight of *S. maximus*

2.2.2 大菱鲂体长、体高与全长间相互关系

通过对477尾体长为4.9~50cm,体重为6.0~4300g的1~2龄工厂化养殖大菱鲂的实测结果,在计算机上根据散点图(图3),其间呈线性关系,回归结果为 $BD = 0.8512TL - 1.0358 (R^2 = 0.984)$, $TL = 1.1839SL + 0.5012 (R^2 = 0.9914)$, $BD = 0.067SL + 4.2431 (R^2 = 0.8676)$ 。

2.2.3 生长型

应用 von Bertalanffy 生长方程对工厂化养殖大菱鲂的生长曲线和生长参数进行拟合,求得各参数值, $W_{\infty} = 6186.2350g$, $L_{\infty} = 49.2294cm$, $K = 0.7106$, $t_0 = -0.2211$, 其体长和体重的生长方程分别为 $L_t = 49.2294[1 - e^{-0.7106(t+0.2211)}]$, $W_t = 6186.2350[1 - e^{-0.7106(t+0.2211)}]^{3.1609}$, 生长特征指数 $\phi = 3.24$ 。

式中, L_t , W_t 分别表示 t 龄时的平均理论体长和理论体重,与实测值(表4)无显著差异,表明其工厂化养殖生长型可用 von Bertalanffy 生长方程表示。

工厂化养殖大菱鲂的体长生长曲线为不具拐点的抛物线,开始时上升快,随着年龄的增加逐渐趋于渐近线;体重生长曲线为不对称的S型曲线,其生长拐点位于 $t_x = 1.3984$ 龄处:即 $W_x = 0.3005W_{\infty}$ (相当1858.9636g)处。拐点出现在大菱鲂性成熟之前,含有性成熟或衰老拐点的生物学意义。

表4 大菱鲂工厂化养殖体长、体重实测值与理论值比较

Tab. 4 Comparison between measured and theoretic values of body length and weight of indoor reared *S. maximus*

年龄 age	0	I	II	III	IV
实测体长 measured length (cm)	5.16	27.12	39.63	43.71	46.69
理论体长 theoretic length (cm)	7.28	28.60	39.29	44.29	46.78
实测体重 measured weight (g)	3.87	910.63	3104.81	4262.64	5136.38
理论体重 theoretic weight (g)	20.06	1219.50	3167.24	4509.61	5303.72

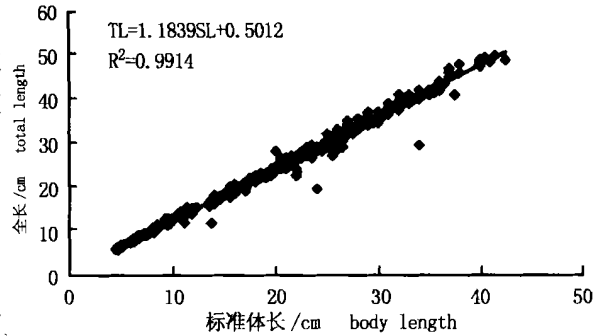


图3 大菱鲂标准体长与全长的关系

Fig. 3 Relationship between body length and total length of *S. maximus*

为进一步研究工厂化养殖大菱鲂年间生长规律,将体长、体重生长方程,对 t 求一阶导数和二阶导数,分别得出大菱鲂生长速度和加速度方程。

生长速度: $V_L = dL/dt = 34.9808 \cdot e^{-0.7106(t+0.2211)}$,

$V_w = dW/dt = 13895.3244 \cdot e^{-0.7106(t+0.2211)} [1 - e^{-0.7106(t+0.2211)}]^{2.1609}$

生长加速度: $A_L = d^2L/dt^2 = -24.8585 e^{-0.7106(t+0.2211)}$,

$A_w = d^2W/dt^2 = 9371.2619 e^{-0.7106(t+0.2211)} \cdot [1 - e^{-0.7106(t+0.2211)}]^{1.1609} \cdot [3.1609 e^{-0.7106(t+0.2211)} - 1]$

根据上述计算结果可知,工厂化池养大菱鲂体长生长速度随年龄的增加而递减,生长加速度随年龄增加呈减速上升。在1.3984龄前体重生长速度上升,在1.3984龄时体重生长速度达最大值,体重的加速度为0,1.3984龄以后,体重生长速度下降,而生长加速度变为负值,即进入体重生长速度的递减阶段;在4龄后,生长速度和加速度经大幅下降后,递减逐趋缓慢。

3 讨论与小结

3.1 养殖密度、生长速度与成活率

大菱鲂的养殖密度直接影响鱼类的生长速度。我们由于初次试养,养殖密度明显低于国外水平,国外养成标准:规格为5~50g的 $400 ind \cdot m^{-2}$, 50~500g的为 $200 \sim 100 ind \cdot m^{-2}$, 500~1000g的为 $80 \sim 50 ind \cdot m^{-2}$, 1000~2500g的为 $40 \sim 30 ind \cdot m^{-2}$ 。在上述标准载鱼量条件下,一般从5g鱼苗养至2kg需要18~36月,国内尚处于低密度养殖,一般养殖20个月即达2kg。大菱鲂的生长速度除受养殖密度影响

外,还与遗传因子、养殖期间水温、饵料水质等条件密切相关,从表3可以看出,养殖死亡高峰主要在前期,分析主要是苗种运输时间长及对新环境条件的不适造成的,1998年2月引进的苗种第1个月死亡率就高达12.7%,后期死亡率极低。国外从5g养至2kg商品鱼平均成活率在80%以上,高者达90%。由此可见,大菱鲆是一种生长快、抗病力强,成活率高,宜于高密度集约化养殖的优良鱼种。

表5 大菱鲆的生长方程比较

Tab.5 Comparison of von Bertalanffy growth equations of *S. maximus*

资料来源 references	$L_t = L_\infty(1 - e^{-k(t-t_0)})$	$W_t = W_\infty(1 - e^{-k(t-t_0)})^b$	t_x	ϕ
本研究 this study	$L_t = 49.2294(1 - e^{-0.7106(t+0.2211)})$	$W_t = 6186.2350(1 - e^{-0.7106(t+0.2211)})^{3.1609}$	1.398	3.24
Mengi ^[8]	$\text{♀ } L_t = 55.5(1 - e^{-0.23(t+0.20)})$	$\text{♀ } W_t = 3.32(1 - e^{-0.23(t+0.20)})^3$	4.58	2.85
Mengi ^[8]	$\text{♂ } L_t = 64.1(1 - e^{-0.23(t+0.16)})$	$\text{♂ } W_t = 4.96(1 - e^{-0.23(t+0.16)})^3$	4.62	2.98
Jones ^[7]	$\text{♀ } L_t = 49.2(1 - e^{-0.37(t+0.51)})$	$\text{♀ } W_t = 2.38(1 - e^{-0.37(t+0.51)})^{2.745}$	2.22	2.95
Jones ^[7]	$\text{♂ } L_t = 64.8(1 - e^{-0.26(t+0.05)})$	$\text{♂ } W_t = 5.11(1 - e^{-0.26(t+0.05)})^{2.793}$	3.90	3.04

3.2 生长参数

自然界大菱鲆的生长雌雄生长是有差异的,雌鱼比雄鱼长得大,其生长方程见表5,国内工厂化养殖大菱鲆的生长系数K比国外自然种群明显大。作者将K和 L_∞ 结合起来,采用生长特征指数则能很好地表达出大菱鲆养殖群体与自然种群的生长差异,工厂化养殖由于各方面条件优越,故其生长特征指数比自然种群大。通过对生长拐点的计算比较,工厂化养殖大菱鲆较自然种群成熟早,鱼类的性成熟由大小和年龄决定,另外成熟年龄依靠生长率。Jones^[7]通过对北海的大菱鲆概算分析认为:雌性50%性成熟时的年龄为4.46年,体长为46.01cm,体重为2.02kg。而我们通过拐点计算其雄性2.219龄后,雌性3.9龄后才进入成熟期,与分析结果相近;国内生产实践也证实工厂化养殖大菱鲆2年体重1.5kg已经成熟。由于国内大菱鲆亲鱼数量不多,本文未对雌雄鱼生长分别进行分析,有待今后探讨。

山东蓬莱鱼类养殖场张彩丽、孙飞义和孙福涛等参加了大菱鲆的养殖管理及数据测定工作,谨致谢忱。

参考文献:

- [1] Xie Z M. Artificial breeding technique of turbot, *Scophthalmus maximus* L. [J]. Modern Fish Info, 1995, 10(5): 19- 26. [谢忠明. 大菱鲆人工繁殖技术[J]. 现代渔业信息, 1995, 10(5): 19- 26.]
- [2] Du J Y. Status of *Scophthalmus maximus* L. aquaculture in the world [J]. Modern Fish Info, 2001, 16(2): 9- 11. [杜佳垠. 世界大菱鲆养殖现状[J]. 现代渔业信息, 2001, 16(2): 9- 11.]
- [3] Lei J L, Liu X F. An primary study on culture of turbot, *Scophthalmus maximus* L. [J]. Modern Fish Info, 1995, 10(11): 1- 3. [雷霖霖, 刘新富. 大菱鲆引进养殖的初步研究[J]. 现代渔业信息, 1995, 10(11): 1- 3.]
- [4] Fang Y Q, Weng Y Z, Yang Y, et al. Introductory domestication and culture of turbot in Xiamen [J]. J Ocean Taiwan Strait, 2001, 20(3): 356- 361. [方永强, 翁幼竹, 杨尧, 等. 大菱鲆引进驯化和养殖的试验[J]. 台湾海峡, 2001, 20(3): 356- 361.]
- [5] Zhu J, Zhang X M, Gao T X, et al. The metamorphosis of turbot *Scophthalmus maximus* and morphological observation on melanophores in larval skin [J]. J Fish China, 2002, 26(3): 193- 200. [朱杰, 张秀梅, 高天翔, 等. 大菱鲆早期变态发育和体表黑色素细胞形态学观察[J]. 水产学报, 2002, 26(3): 193- 200.]
- [6] Ma A J, Lei J L, Chen S Q, et al. Effects of spawning season on biologic and biochemistry characteristic of eggs of turbot, *Scophthalmus maximus* L. [J]. Oceanol et Limnol Sin, 2002, 33(1): 75- 82. [马爱军, 雷霖霖, 陈四清, 等. 大菱鲆产卵季节对卵子的生物学及生化特征的影响[J]. 海洋与湖沼, 2002, 33(1): 75- 82.]
- [7] Jones A. Sexual maturity, fecundity and growth of the turbot [J]. J Mar Bio Assoc UK, 1974, 54(1): 109- 125.
- [8] Mengi T. Über das wachstum des steinbutts (*Scophthalmus maximus*) in der nordsee [J]. Bericht der Deutschen Nissenschaftlichen Kommission für Meeresforschung, 1963, 17: 119- 132.