

DOI: 10.3724/SP.J.1118.2013.00521

“鲆优1号”牙鲆生长和育种性能分析及亲本选留

刘峰^{1,2}, 陈松林¹, 王磊¹, 田永胜¹, 邓寒¹, 刘寿堂³, 孙德强³

1. 中国水产科学研究院 黄海水产研究所, 山东 青岛 266071
2. 上海海洋大学 水产与生命学院, 上海 201306;
3. 海阳市黄海水产有限公司, 山东 海阳 265122

摘要: 对“鲆优1号”牙鲆(*Paralichthys olivaceus*)进行育种性能分析, 并研究育种值选择在牙鲆育种中的应用。测量了2 425尾450日龄左右“鲆优1号”牙鲆全长和体质量。采用SPSS软件进行表型参数分析, 运用DMU软件, 采用REML法进行方差组分估计, 并通过BLUP方法预测个体估计育种值(EBV)。根据表型值和育种值的比较结果进行亲本选留。结果显示, 运用DMU软件包估计牙鲆全长和体质量遗传力分别为0.266、0.302。全长、体质量育种值与表型值相关系数分别为0.685和0.677, 都表现为极显著相关($P < 0.01$)。经家系间比较, “鲆优1号”牙鲆的表型值均值和育种值均值都高于其他家系, 表现出了明显的生长优势和很好的育种性能。按照30%的选择强度分别根据育种值、表型值选留优良家系, 两种方式选留家系的相同率为71.43%。将育种值选择与表型值选择进行比较发现, 全长和体质量的育种值选择效率分别比表型选择高35.38%、32.29%, 说明育种值选择优于表型选择。

关键词: 牙鲆; 遗传力; 育种值; “鲆优1号”。

中图分类号: S917

文献标志码: A

文章编号: 1005-8737-(2013)03-0521-07

牙鲆是中国重要的海水养殖鱼类之一, 20世纪90年代, 由于人工养殖技术的不断完善, 牙鲆养殖业进入快速发展时期。由于选用的亲鱼通常未经严格选育, 加之累代养殖和近亲交配造成的种质退化现象比较严重, 导致牙鲆养殖中出现许多问题, 如生长速度减慢、繁殖力下降、孵化率和出苗率降低、抗逆性衰退等。因此对牙鲆进行遗传改良, 培育育种性能优良的亲鱼, 选育出具有生长快、抗逆性强等优良性状的新品种(系), 成为牙鲆养殖业健康可持续发展的重要前提。选择育种是一种非常重要的遗传改良方法, 在水产鱼类选育中已经得到了广泛应用, 如大西洋鲑(*Salmo salar*)^[1]、鲤(*Cyprinus carpio*)^[2]、白鲢(*Hypophthalmichthys molitrix*)^[3]、奥利亚罗非鱼(*Oreochromis niloticus*)^[4-5]、斑点叉尾鲷(*Ictalurus punctatus*)^[6]等优良品种的培育。

传统的选择育种是根据表型值进行选择, 众所周知, 表型值受到环境的影响很大, 因此传统的选择育种不能从遗传水平上进行选择, 所以这种选择方法存在着较大的盲目性, 且耗时较长。遗传参数估计和育种值预测使得在遗传水平上进行选择育种成为可能。约束最大似然法(Restricted Maximum Likelihood, REML)可以较为准确地估计遗传参数, 为提高选择育种水平奠定了坚实的基础, 该方法是当前动物育种中普遍采用的方法。遗传参数的估计是预测个体育种值(Breeding value, BV)的前提条件。育种值是指在基因的传递过程中可以相对稳定地在上下代之间进行传递的部分, 是制定选育计划的重要依据。目前较为普遍且效果较好的育种值估计方法是最佳线性无偏预测(Best Linear Unbiased Prediction, BLUP)方法。通过BLUP法获得的个体育种值具有最佳线

收稿日期: 2012-10-07; 修订日期: 2012-11-08.

基金项目: 农业部公益性行业农业科研专项(200903046); 国家863计划项目(2012AA10A408); 山东省泰山学者工程专项.

作者简介: 刘峰(1987-), 男, 博士研究生, 从事海水鱼类遗传育种研究. E-mail: wudilengfeng@126.com

通信作者: 陈松林, 研究员. E-mail: chensl@ysfri.ac.cn

性无偏性,精确性较高。目前鱼类中使用 REML 和 BLUP 方法开展研究工作的报道日渐增多,如虹鳟 (*Oncorhynchus mykiss*)^[7]、银大麻哈鱼 (*Oncorhynchus kisutch*)^[8]、黑鲈 (*Dicentrarchus labrax* L.)^[9]等。

“鲆优 1 号”是陈松林等^[10]采用中国牙鲆抗病选育群体作父本与日本牙鲆群体杂交获得 F₁,以 F₁ 作母本再与韩国牙鲆群体杂交获得的牙鲆新品种。该新品种具有养殖成活率高、生长较快等优点,已经在中国南方福建以及北方沿海多个地区成功推广养殖,并且取得了很好的经济效益。但是有关“鲆优 1 号”新品种的生长性状在育种值方面的研究至今未见报道。本研究通过建立牙鲆家系、测定各家系个体的生长性状,以 REML 方法估计遗传参数,利用动物模型 BLUP 法估计固定环境效应,同时根据亲属和后裔资料预测每个个体最佳线性无偏估计育种值(estimated breeding value, EBV),研究育种值选择与表型值选择结果的异同。根据牙鲆家系 EBV 均值,从高到低筛选出优良家系。获得的优良家系可直接应用于养殖苗种的生产繁殖,可以显著提高养殖经济效益。

1 研究方法

1.1 家系的建立

牙鲆家系为本实验室于 2010 年 4—5 月在山东省海阳市黄海水产有限公司建立。用于本次家系建立的亲鱼来自于 2007 年建立并选留的抗病及生长快牙鲆的优良组合^[11],及从韩国引进的韩国群体(简称 KS),以它们为亲本,成功建立了包括“鲆优 1 号”在内的牙鲆家系共 24 个,依次编号为 1, 2, ..., 24。家系建立方法参考陈松林等^[10]的方法进行。待亲鱼达到性成熟后,通过人工挤压腹部法分别采集成熟卵和精子于干燥容器中,结合精子冷冻保存技术,辅助家系的建立。采用干法授精,将精子与卵子摇动混合,加入 15~16℃ 海水激活后静置,将沉淀后的上浮卵移入 3 m³ 的水缸中进行孵化,保持常流水,孵化水温保持在 15.2~17℃,鱼苗培育水温 17~25℃,鱼苗的饲养和疾病的防治参照文献^[12]。培育过程中尽量保

持各个家系的培育条件一致。待牙鲆家系生长至 90 d 左右,采用荧光标记法标记各个家系,混合各家系后,将大小相近个体放养于同一池中,所有个体分养于 2 个 30 m³ 的水泥池中。

1.2 性状的测量

在牙鲆个体生长至 450 日龄左右时,测量养殖池中所有存活个体的全长(cm)和体质量(g)。测量前冰浴鱼体降低其活力,以便将测量过程对鱼体的损伤降到最低。另外,尽量在较短时间内完成所有实验个体的测量,以减少测量时间造成的误差。

1.3 分析方法

由于家系建立时间存在差异,各个家系生长时间的不同,因此将不同日龄家系生长数据矫正到 450 日龄,校正公式为:

$$L' = L + (450 - T) \times L / T; W' = W + (450 - T) \times W / T$$

其中, L 、 L' 代表矫正前、矫正后个体全长; W 、 W' 代表矫正前、校正后个体体质量; T 为各家系实际日龄。

对生长数据进行表型参数的分析,运用 SPSS 软件统计分析 450 日龄牙鲆家系全长和体质量的家系均值、标准差、变异系数、各家系间体质量均值差异显著性以及“鲆优 1 号”与其他家系生长方面的优势比。

1.3.1 分析模型 差异显著性检验表明,家系建立时间的不同及养殖池的不同对家系生长都存在显著影响,因此,本研究以养殖池和家系建立的几个时间段作为固定效应,个体作为随机效应,采用多性状动物模型来估计牙鲆 450 日龄生长性状的遗传参数和个体育种值。

$$\text{模型: } y_{ijk} = \mu + T_i + D_j + A_k + e_{ijk}$$

其中, y_{ijk} 表示第 k 个体的体质量性状表型值; μ 表示总体均值; T_i 表示第 i 个池塘的固定效应; D_j 表示第 j 个日龄固定效应; A_k 表示加性遗传效应(个体育种值); e_{ijk} 表示残差效应。

$$\text{模型以矩阵形式表示: } y = Xb + Zu + e$$

其中, y 为观察值向量; b 为固定效应向量; u 为随机效应向量; e 为残差效应向量; X 、 Z 分别为 b 、 u 的关联矩阵。

矩阵模型的假设前提条件:

$$E(y) = Xb, E(\mu) = 0, E(e) = 0;$$

$$\text{Cov}(\mu, e') = 0, \text{Cov}(y, \mu') = 0, \text{Cov}(y, e') = 0;$$

$$\text{Var}(\mu) = G, \text{Var}(e) = R, \text{Var}(y) = ZGZ' + R.$$

混合模型方程组(MME)为:

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z \\ Z'X & Z'Z + kA^{-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b \\ u \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'y \\ Z'y \end{bmatrix}, k = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_A^2}.$$

其中, A^{-1} 是所有个体的血缘相关系数矩阵; σ_e^2 为残差方差; σ_A^2 为个体育种值方差。

根据方差组分估计结果可求出 k 值, 在此基础上通过求解 MME 即可得出个体 EBV。

1.3.2 分析软件 当前, 有许多育种工作者相继研究开发了一些较好的育种软件, 可以用来估计遗传力和预测个体育种值, 如 DFREML、MTDFREML、

VCE、DMU 等。本项研究所使用的软件是丹麦奥胡斯大学 Just Jensen 和 Per Madsen 等开发的 DMU 软件包^[13]。DMU 软件包的一个突出优点是既能估计方差组分, 也能求解线性混合模型方程组。通过软件包中的平均信息约束最大似然法(AI-REML)和 EM 算法, 估计牙鲢生长性状的方差组分, 从而获得性状遗传力, 并利用 BLUP 方法估计各种固定效应、随机效应以及预测了 2 425 尾后代个体的估计育种值。

2 结果与分析

2.1 450 日龄牙鲢表型值

表型参数计算结果列于表 1。表 1 中 24 个家系的全长、体质量均值都存在较大差异: 全长平

表 1 450 日龄牙鲢生长性状的表型参数
Tab. 1 Phenotype parameters of growth traits of 450-day *Paralichthys olivaceus*

家系 family	个体数 number	全长 total length		体质量 body weight		
		均值/cm mean	标准差 SD	均值/g mean	标准差 SD	优势比 odds ratio
		28.799	2.154	232.912 ^a	48.309	
1	121	28.103	2.087	213.582 ^b	47.089	0.091
3	107	28.128	1.905	212.755 ^{bc}	43.259	0.095
6	85	27.98	1.883	207.029 ^{bcd}	41.172	0.125
5	112	27.927	2.209	202.857 ^{bcd}	42.312	0.148
13	92	27.41	2.177	198.814 ^{cdef}	48.086	0.172
12	114	27.71	1.89	194.659 ^{def}	40.563	0.197
2	125	27.033	1.606	191.001 ^{efg}	34.972	0.219
17	113	27.41	2.152	187.795 ^{fgh}	42.039	0.24
14	114	27.197	1.714	187.64 ^{fgh}	38.858	0.241
4	133	26.133	1.925	176.956 ^{ghi}	39.281	0.316
10	118	26.504	1.987	176.744 ^{ghi}	35.26	0.318
8	126	26.365	2.619	173.873 ^{hij}	47.718	0.34
9	116	25.776	2.399	170.224 ^{ijk}	44.186	0.368
19	33	26.238	3.381	167.147 ^{ijk}	61.63	0.393
15	107	25.9	2.015	160.465 ^{ij}	35.846	0.451
7	80	25.149	2.298	156.281 ^k	42.363	0.49
11	69	24.559	2.943	143.235 ^l	52.974	0.626
22	23	24.877	2.538	130.628 ^{lm}	40.793	0.783
20	155	24.613	2.624	129.195 ^m	41.115	0.803
24	92	24.144	2.836	121.101 ^m	46.524	0.923
21	119	24.053	2.562	119.653 ^m	37.08	0.947
23	69	23.774	2.254	119.577 ^m	35.059	0.948
18	89	22.494	2.852	102.954 ⁿ	40.329	1.262

注: 不同字母上标表示家系间体质量差异显著($P < 0.05$)。

Note: different superscript letters donate significant difference in body weight between families based on multiple comparisons($P < 0.05$).

均值最大为 28.799 cm, 最小为 22.494 cm; 体质量平均值最大 232.912 g, 最小为 102.954 g。其中 16 号(“鲢优 1 号”)家系体质量最大, 采用 Duncan 法进行差异显著性检验, 并用标记字母法进行标记, 结果显示“鲢优 1 号”体质量显著高于其他家系($P<0.05$), 表现出了很好的生长优势。以“鲢优 1 号”为基准, 通过计算体质量均值优势比来比较“鲢优 1 号”与其他家系生长情况, 优势比最高为 1.262, 最低为 0.091。再次说明“鲢优 1 号”牙鲢生长性能优越。

2.2 遗传力估计

遗传力是育种值估计的重要基础, 进行育种值估计, 首先需估计性状遗传力, 遗传力的估计也就是对性状方差组分的估计, 结果见表 2。

根据方差组分估计结果可计算出 450 日龄牙鲢全长、体质量性状遗传力分别为 0.266 和 0.302, 都属于中等遗传力, 说明该牙鲢群体还具有较大的遗传改良潜力。

2.3 育种值预测

通过 DMU 软件预测出生长性状育种值后, 为了检验其预测准确性, 对全长和体质量的个体

育种值与两性状表型值进行相关性分析, 结果见表 3。

由表 3 可知, 全长育种值、体质量育种值、全长表型值及体质量表型值两两之间相关系数分布在 0.643~0.967, 都呈极显著相关($P<0.01$)。全长和体质量育种值相关性最高, 为 0.967, 这与选用多性状动物模型进行分析有关, 因为采用这种模型估计育种值时, 同时考虑两性状的相关性。全长和体质量表型值也具有很高的相关性, 相关系数为 0.918, 这一现象可以充分利用于间接选育中, 因为相比较而言对鱼体全长的测量比对其体质量测量更为简便、准确, 所以可以通过选择全长性状达到对体质量性状进行选择的目的。全长的育种值与其表型值相关系数为 0.685, 体质量的育种值与其表型值相关系数为 0.677, 说明育种值预测具有一定的准确性。

2.4 两种选择方法比较

根据个体育种值估计结果对实验群体进行个体选择, 并与根据表型值选择的结果进行比较, 选择结果相同率列于表 3。由表 3 可见, 全长育种值与其表型值的选留个体相同率为 0.633, 体质量

表 2 450 日龄牙鲢全长和体质量的方差组分

Tab. 2 Variance components estimation of total length and body weight of 450-day *Paralichthys olivaceus*

	加性效应方差 additive effect variance, V_A	剩余方差 residual variance, V_R	遗传力 heritability, h^2
全长 total length	1.316±0.323	3.636±0.265	0.266±0.061
体质量 body weight	514.301±123.850	1185.672±99.073	0.302±0.067

表 3 育种值与表型值相关系数(对角线以上)和育种值选择与表型值选择相同率(对角线以下)

Tab. 3 Correlation coefficients of breeding value and phenotypic value (above the diagonal), and the identical rate of individuals selected by breeding value and phenotypic value (below the diagonal)

	全长育种值 breeding value of total length	体质量育种值 breeding value of body weight	全长表型值 phenotypic value of total length	体质量表型值 phenotypic value of body weight
全长育种值 breeding value of total length		0.967**	0.685**	0.652**
体质量育种值 breeding value of body weight	0.909		0.643**	0.677**
全长表型值 phenotypic value of total length	0.633	0.637		0.918**
体质量表型值 phenotypic value of body weight	0.625	0.647	0.857	

注: **表示极显著相关($P<0.01$)。

Notes: **means significant correlation ($P<0.01$).

量育种值与其表型值的选留个体相同率为 0.647, 根据育种值选留个体的育种值均值与根据表型值选留的个体育种值均值进行比较发现, 全长育种值选择效率比表型值选择高 36.88%; 体质量育种值选择效率比其表型值选择高 34.57%。

分别根据两性状(全长、体质量)的育种值和表型值进行优良家系选择, 将家系分别按照育种值均值和表型值均值进行排序, 以 30%作为选择强度, 选留 1、3、5、6、16、19、20 号共 7 个家系作为亲鱼(表 4)。

表 4 中家系是分别根据育种值和表型值按照从高到低顺序对选留家系进行排列的, 以 30%的选择强度为选留标准, 根据两性状育种值分别选留的 7 个家系完全相同, 只是排列顺序稍有差别, 根据两性状表型值选留的结果亦是如此。两种选留方法中, 位居首位的都是“鲢优 1 号”, 说明“鲢优 1 号”在表型值选择和育种值选择中都具有明显的优势。比较两种选择方法可得出, 育种值选留家系与表型值选留家系中有 5 个相同, 即两种选择结果具有 71.43%的相同率。以育种值为依据选留的家系育种值与根据表型值选留的家系育种值比较可得: 全长育种值选择比其表型值的选择效率高 35.38%; 体质量育种值选择比表型值选择效率高 32.29%。

3 讨论

本研究以随机交配建立的 F₁ 家系作为研究

对象。从各家系的表型数据中可以看出, 16 号家系(即“鲢优 1 号”)的全长和体质量均值都大于其他家系, 具有较明显的生长优势。在数量性状的研究中, 遗传参数主要是遗传力的估计是一个重要环节, 遗传力是用来测量一个群体内某种由遗传因素引起的变异在表型变异中所占的比重, 据此判断该性状变异传递给后代的可能程度。遗传力可以用于确定选择方法和预测选择进展。通过估计性状方差组分可以得出其遗传力, 从而判断在性状表现上遗传作用和环境作用的大小。本研究采用多性状线性混合模型和 REML 法估计牙鲢全长和体质量的遗传力, 分别为 0.266 和 0.302, 属于中等遗传水平。根据顾宪明等^[14]报道, 应用 DF_REML 法估计 465 日龄牙鲢体长、体质量遗传力分别为 0.24 和 0.32; 田永胜等^[15]报道 230 日龄牙鲢全长和体质量遗传力为 0.199 和 0.256。这些报道结果与本次研究结果存在一定的差异, 造成差异的原因可能是养殖环境不同、估计遗传力所用的模型和算法存在差异, 并且不同日龄牙鲢生长性状遗传力也会有所不同。

育种值是不能直接获得的, 能够获得的是遗传效应和环境共同作用形成的表型值, 育种值的获得需要利用统计方法, 根据表型值和个体间的亲缘关系进行估计, 因此又称为估计育种值(estimated breeding value, EBV)。育种值的估计最初是分别采用个体本身、祖先、同胞、后裔成绩进行, 这几种方法各自有其优缺点, 育种值估计

表 4 不同选择方式对牙鲢 F₁ 家系的选择结果
Tab. 4 Selection results of F₁ families by different methods

选择方式 selection method			
全长育种值 breeding value of total length	体质量育种值 breeding value of body weight	全长表型值 phenotypic value of total length	体质量表型值 phenotypic value of body weight
16	16	16	16
19	19	3	1
1	1	1	3
5	3	6	6
3	5	5	5
20	20	12	13
6	6	13	12

注: 表中数字表示家系编号。

Note: figures in the table are codes of families.

都存在着较大的偏差, 后来人们在此基础上通过将几种信息进行加权合并, 显著提高了育种值估计的准确性。本研究采用 BLUP 方法估计个体育种值, 比较了育种值选择与表型值选择效率差异。经相关性分析得知, 全长、体质量的表型值与其育种值呈极显著相关($P < 0.01$), 相关系数分别为 0.685 和 0.677, 表明育种值预测结果具有一定的准确性。根据估计所得的育种值, 比较各个家系育种值均值, 可得出 16 号家系, 即“鲢优 1 号”的育种值均值最高, 预示着“鲢优 1 号”将具有很好的育种性能。以 30% 的选择强度作为选留标准, 选留 1、3、5、6、16、19、20 号家系作为亲本。许多学者都对育种值选择与表型值选择效率进行了比较, Gall 等^[4]得出 98 d 雌性和雄性罗非鱼的育种值比表型值的选择效率分别高 19%、27%; 李镛等^[16]报道大口黑鲈(*Micropterus salmoides*)6 月龄的体质量、体长育种值比表型值的选择效率分别高 40.70%、20.00%; 张天时等^[17]指出中国明对虾(*Fenneropenaeus chinensis*)体质量个体育种值和家系均值选择比表型值选择效率分别高 50%、80.59%, 而本研究分别依据育种值和表型值所选留优良个体、优良家系的异同, 比较发现全长和体质量育种值选择都比表型值选择效率高 30% 以上。根据国内外文献报道以及本研究结果都可以得出, 无论是进行个体选择还是进行家系选择, 育种值选择效率都显著高于表型值选择。因此, 育种值选择可显著加快育种进程, 有助于快速获得性状优良的后代个体。

参考文献:

- [1] Gjerde B, Korsvoll S A. Realized selection differentials for growth rate and early sexual maturity in Atlantic salmon[J]. *Aquacult Eur*, 1999, 99: 73-74.
- [2] Wang C H, Wang J, Xiang S P, et al. Parental genetic effects evaluation of growth-related traits of red common carp in China[J]. *Fish Sci*, 2009, 75(5): 1301-1305.
- [3] Gheyas A A, Woolliams J A, Taggart J B, et al. Heritability estimation of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) harvest traits using microsatellite based parentage assignment [J]. *Aquaculture*, 2009, 294(3-4): 187-193.
- [4] Gall G A E, Bakar Y. Application of mixed-model techniques to fish breed improvement: analysis of breeding-value selection to increase 98-day body weight in tilapia[J]. *Aquaculture*, 2002, 212: 93-113.
- [5] Rezk M A, Ponzoni R W, Khaw H L, et al. Selective breeding for increased body weight in a synthetic breed of Egyptian Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*: Response to selection and genetic parameters[J]. *Aquaculture*, 2009, 293(3-4): 187-194.
- [6] Rezk MA, Smitherman R O, Williams J C, et al. Response to three generations of selection for increased body weight in channel catfish, *Ictalurus punctatus*, grown in earthen ponds[J]. *Aquaculture*, 2003, 228(1-4): 69-79.
- [7] Perry G M L, Martyniuk C M, Ferguson M M, et al. Genetic parameters for upper thermal tolerance and growth-related traits in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)[J]. *Aquaculture*, 2005, 250(1-2): 120-128.
- [8] Neira R, Diaz N F, Gall G A E, et al. Genetic improvement in coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). II: Selection response for early spawning date[J]. *Aquaculture*, 2006, 257(1-4): 1-8.
- [9] Saillant E, Dupont-Nivet M, Haffray P, et al. Estimates of heritability and genotype-environment interactions for body weight in sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) raised under communal rearing conditions[J]. *Aquaculture*, 2006, 254(1-4): 139-147.
- [10] 陈松林, 田永胜, 徐田军, 等. 牙鲈抗病群体和家系的建立及其生长和抗病性能初步测定[J]. *水产学报*, 2008, 32(5): 665-673.
- [11] 田永胜, 陈松林, 徐田军, 等. 牙鲈不同家系生长性能比较及优良亲本选择[J]. *水产学报*, 2009, 33(6): 901-911
- [12] 雷霖霖. 海水鱼类养殖理论与技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 2005: 482-523.
- [13] Madsen P, Sørensen P, Su G, et al. DMU - a package for analyzing multivariate mixed models [C]. 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Brasil, 2006.
- [14] 顾宪明, 刘永新, 王凯, 等. 应用 DF_REML 法估计牙鲈性状遗传参数[J]. *东北农业大学学报*, 2008, 39(11): 71-75.
- [15] 田永胜, 徐田军, 陈松林, 等. 三个牙鲈育种群体亲本效应及遗传参数估计[J]. *海洋学报*, 2009, 31(6): 119-128.
- [16] 李镛, 白俊杰, 李胜杰, 等. 大口黑鲈生长性状的遗传参数和育种值估计[J]. *中国水产科学*, 2011, 18(4): 766-773.
- [17] 张天时, 栾生, 孔杰, 等. 中国对虾体重育种值估计的动物模型分析[J]. *海洋水产研究*, 2008, 29(3): 7-13.

Analysis of growth performance and breeding value of “Ping You No.1” Japanese flounder and selection of parents

LIU Feng^{1,2}, CHEN Songlin¹, WANG Lei¹, TIAN Yongsheng¹, DENG Han¹, LIU Shoutang³, SUN Deqiang³

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

2. College of Fisheries and Life Sciences, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306 China;

3. Haiyang Yellow Sea Aquatic Product Co. Ltd., Haiyang 265122, China

Abstract: The Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*) is widely cultured throughout the coastal areas of North China. In recent years, the species has exhibited growth rate depression, decreased fertility, and decreased disease resistance because of a number of factors, including changes in the environment and decreased quality of parent fish. Thus, the development of fast-growing offspring by cross breeding and selection would aid the sustainable development of the Japanese flounder culture industry. We used several parental lines of Japanese flounder with the traits of disease resistance and fast growing and Korea stock (KS) to establish 24 families, including a “Ping You NO.1” family. We measured the total length and body weight of these families at 450 days after hatching. We estimated the heritability of total length and body weight using a restricted maximum likelihood approach. The breeding value of all animals at 450-day was predicted using best linear unbiased prediction. The heritability of total length and body weight were 0.266 and 0.302, respectively, suggesting both traits have moderate heritability. The correlation coefficients between breeding values and phenotypic values of the growth traits were 0.685 and 0.677 (both $P < 0.01$). Both growth and breeding ability were higher in Ping You No.1 than in the other families. We used a selection standard of ~30%, and found that 71.43% families of all were the same, selected based on breeding value and phenotypic value, respectively. Comparison of selection efficiency based on breeding value or phenotypic value revealed that the breeding value was better than the phenotypic value for growth traits: 35.38% to total length and 32.29% to body weight.

Key words: *Paralichthys olivaceus*; heritability; breeding value; Ping You No.1

Corresponding author: CHEN Songlin. E-mail: chensl@ysfri.ac.cn