

大菱鲂(*Scophthalmus maximus*)四个不同地理群体数量形态特征比较*

马爱军¹ 王新安¹ 雷霖霖^{1①} 杨志² 曲江波² 许可^{1,3}

(1. 农业部海洋渔业资源可持续利用重点开放实验室 中国水产科学研究院黄海水产研究所 青岛 266071;
2. 烟台市开发区天源水产有限公司 烟台 264003; 3. 上海水产大学 上海 200090)

提要 采用聚类分析、单因子方差分析和主成分分析方法,对4个不同地理群体大菱鲂进行了12项形态性状的测定,比较了4个群体的外部形态特征。聚类分析结果表明,4种大菱鲂群体中,丹麦和挪威之间及英国和法国之间的差异较小,丹麦、挪威和英国、法国之间的差异较大。方差分析多重比较结果表明,4个群体在部分形态特征上表现出明显差异,其中,英国和法国群体、挪威和丹麦群体之间形态特征差异显著指标较少,丹麦群体和英国群体、丹麦群体和法国群体、挪威群体和英国群体、挪威群体和法国群体之间差异显著指标较多。主成分分析构建了3个反映形态特征信息的综合性指标——主成分1、主成分2和主成分3,三者的贡献率分别为38.663%、14.117%和8.976%,三个主成分的累积贡献率为61.756%。分析结果显示,英国和法国群体、挪威和丹麦群体之间形态差异不显著,丹麦群体和英国群体、丹麦群体和法国群体、挪威群体和英国群体、挪威群体和法国群体之间形态差异显著,且差异主要来源于主成分1,而主成分1主要由经方差分析多重比较差异显著的指标组成,显然,主成分分析与聚类分析、方差分析的结论基本上是类似的,它们从不同的角度反映了群体间的形态学差异。

关键词 大菱鲂, 群体, 形态特性

中图分类号 Q953

大菱鲂(*Scophthalmus maximus*)属鲽形目、鲽科、菱鲽属,是原产于的欧洲著名海水养殖良种,是世界市场公认的优质比目鱼类之一。具有生长迅速、肉味鲜美、经济价值高等优点(雷霖霖,1983;Howell,1998)。中国水产科学研究院黄海水产研究所于1992年“跨洋引种”将其引入我国,突破了大规模育苗的关键技术,建立起一整套养殖生产技术,并迅速形成新兴产业,逐渐成为我国重要的养殖品种(雷霖霖,2001;马爱军等,2002)。近年来,由于对从国外引进种质的遗传背景不清晰,加之引进的原种数量较少,群体种类相对单一,在选用亲鱼配种时,不可避免地会出现近交现象,结果导致孵化率、成活率降低、生长速度减慢、抗逆性变差、白化严重等系列种质退化现象不断

发生(邹曙明等,2001;申雪艳等,2004;雷霖霖等,2005;张晓君等,2006;薛淑霞等,2006)。因此,为了解决大菱鲂繁育过程中的近交衰退问题,对其不同群体遗传背景的研究已成为当务之急。目前,国内外相关研究主要集中在同工酶电泳技术(Blanquer *et al.*, 1992; Bouza *et al.*, 2002)、随机扩增DNA片段多态性(RAPD)技术(邹曙明等,2001;申雪艳等,2004)和微卫星DNA序列(SSR)技术(Coughlan *et al.*, 1998; Bouza *et al.*, 2002; Einar *et al.*, 2004; 申雪艳等,2004)等几个方面,但从数量形态学的角度对其进行的相关研究尚未见有报道。

作者拟通过聚类分析、单因子方差分析和主成分分析等生物统计学方法,比较和分析英国、法国、丹

*国家支撑计划专题,2006BAD01A12012号;国家“863”项目资助,2006AA10A404号;农业公益性行业科研专项经费项目,nyhyzx07-046号;“泰山学者”建设工程专项经费资助。马爱军,博士,研究员,E-mail: maaj@ysfri.ac.cn

① 通讯作者:雷霖霖,中国工程院院上,E-mail: lei.jilin@seacul.com

收稿日期:2007-03-15,收修改稿日期:2007-06-30

麦和挪威 4 个不同大菱鲂地理群体的形态特征差异,为解决大菱鲂养殖过程中的近交问题提供理论依据,并为大菱鲂育种工作中亲鱼的选择提供理论依据和技术参数。

1 材料与方法

1.1 材料

实验所采用大菱鲂(*Scophthalmus maximus*)样本为烟台天源水产有限公司所饲养,其英国群体为 2002 年 8 月 11 日从英国进约 5cm 的苗种;法国群体为 2003 年 9 月 22 日从法国进 5cm 的苗种;丹麦群体为 2003 年 4 月 4 日从韩国由丹麦卵孵化而成的 5cm 的苗种;挪威群体为 2002 年 6 月 10 日从挪威进 5cm 的苗种。不同群体放入同一车间分池养殖,维持各项养殖管理条件基本一致。相关形态学性状测定时间为 2007 年 1 月 18—19 日。观测样本数量和规格见表 1。

表 1 大菱鲂 4 个不同群体的观测样本数量和规格
Tab.1 The number and size of samples from four different populations of *S. maximus*

群体	样本数	体长(cm)		体重(kg)	
		范围	平均值	范围	平均值
英国	38	32—50.5	40.07	2.9—5.9	3.69
法国	42	35—45	40.35	2.4—5.9	3.72
挪威	44	30.5—39	35.63	1.6—3.8	2.9
丹麦	46	32—39.5	36.98	1.6—3.4	2.55

1.2 方法

1.2.1 性状测量 实地随机抽样,采用游标卡尺、直尺等测量工具测定 4 个不同地理群体的形态学性状。群体测量参数包括体长(*BL*)、体高(*BH*)、头长(*HL*)、吻至鳃裂前缘长(*SG*)、吻至背鳍起点长(*SD*)、眼径(*ED*)、眼间距(*EI*)、左胸鳍长(*PF*)、背鳍长(*DF*)、腹鳍长(*VF*)、尾柄长(*TL*)、尾柄高(*TH*)、体厚度(*BT*)共 13 个指标,共测得 2210 个形态学数据。

1.2.2 数据处理 对于上述所得的形态学特征数据与其体长(*BL*)的比值作为形态度量分析的性状值,以消除样本个体大小差异对形态特征的影响(潘沙芳等, 2006)。共得到 12 个比例性状,采用统计软件 SPSS11.5 进行以下统计分析。

(1) 聚类分析 参照等 Betal 等(2004)、钱荣华等(2003)的方法,利用软件分析所得欧几里德距离(Euclidean Distance)和相似系数(Coefficients)进行种群聚类,用树形图显示群体间的亲疏程度。欧几里德

距离公式为:

$$d_{ij} = \left\{ \sum_{k=1}^m (X_{ik} - X_{jk})^2 \right\}^{\frac{1}{2}}$$

(2) 单因子方差分析 运用 SPSS11.5 软件,采用单因子方差分析(one-way ANOVA),并采用 LSD 和 Tamhane's T2 法多重比较来分析不同群体间的形态差异。

(3) 主成分分析 参照 Moralev(2001)、苏金明等(2002)的方法,通过软件分析,从所有参数指标中得出 3 个综合性指标,即 3 个主成分;计算机软件分析将输出主成分 1、主成分 2 和主成分 3 的贡献率及三者累积贡献率,显示各主成分的特征向量。

2 结果

2.1 聚类分析

由图 1 可见,4 个不同地理种群的大菱鲂群体间,在形态性状值方面,丹麦和挪威及英国和法国之间的差异较小,英国和法国之间的欧几里德距离为 0.022,丹麦和挪威之间的欧几里德距离为 0.016。丹麦、挪威和英国、法国之间的差异较大。

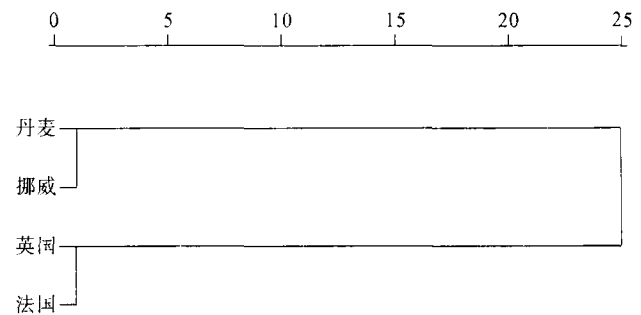


图 1 4 个不同地理种群的聚类分析树形图

Fig.1 The dendrogram of hierarchical cluster analysis on four different populations of *S. maximus*

2.2 单因子方差分析

对大菱鲂 4 个群体的 12 个形态性状值分别进行单因子方差分析,并对差异显著者在两两群体间进一步进行多重比较分析,分析结果见表 2。方差分析结果表明:在所比较的 12 个形态性状值中,*BH/BL*、*HL/BL*、*ED/BL*、*EI/BL*、*TH/BL* 等 5 项差异不显著($P>0.05$),*SG/BL*、*PF/BL*、*DF/BL*、*VF/BL*、*TL/BL*、*BT/BL*、*SD/BL* 等 7 项差异显著($P<0.05$)或极其显著($P<0.01$)。两两比较结果表明:英国和法国群体之间差异显著的有 2 项;英国和挪威群体之间差异显著的有 6 项,其中 1 项差异极其显著;英国和丹麦群体之间差异显著的有 6 项,其中 1 项差异极其显著;法国

和挪威群体之间差异显著的有6项,其中3项差异极其显著;法国和丹麦群体之间差异显著的有6项,其中3项差异极其显著;单因子方差分析方法在挪威和丹麦群体之间未检验出差异常显著。

表2 4个群体12个性状的平均值
Tab.2 Mean values of the 12 morphometric traits in four populations

种群	英国	法国	挪威	丹麦
BH/BL	0.799432	0.83229	0.826762	0.813109
HL/BL	0.374449	0.38998	0.389871	0.375994
SG/BL	0.167703 ^a	0.174776	0.168854	0.18381 ^a
ED/BL	0.038646	0.040345	0.039882	0.042208
EI/BL	0.090571	0.092552	0.089958	0.092809
PF/BL	0.149661 ^{ab}	0.153044 ^{cd}	0.130217 ^{ac}	0.129545 ^{bd}
DF/BL	0.140849 ^{abc}	0.157716 ^{ade}	0.12913 ^{bd}	0.130773 ^{ce}
VF/BL	0.138512 ^{abc}	0.151716 ^{ade}	0.11913 ^{bd}	0.119773 ^{ce}
TL/BL	0.092669 ^{ab}	0.09529 ^d	0.082217 ^{ac}	0.083455 ^{bd}
TH/BL	0.162707	0.165201	0.163043	0.161591
BT/BL	0.134027 ^{AB}	0.131162 ^{CD}	0.114029 ^{AC}	0.114276 ^{BD}
SD/BL	0.072322 ^{ab}	0.07106 ^d	0.060217 ^{ac}	0.061455 ^{bd}

注:实验数值上标表示多重比较结果,上标中含有相同小写字母的表示差异显著($P < 0.05$),含有相同大写字母的表示差异极其显著($P < 0.01$)

2.3 主成分分析

对大菱鲂4个群体的12个形态比例性状进行主成分分析,共获得3个主成分。主成分贡献率和累积贡献率的计算参照张晓庭等(1982)。12个性状对3个主成分的特征向量及3个主成分的方差贡献率见表3。结果表明:第一个主成分贡献率为38.663%,根据主成分特征向量分量的绝对值可知,主要反应PF/BL、DF/BL、VF/BL、TL/BL、TH/BL、BT/BL、SD/BL等指标,其中DF/BL和VF/BL的影响最大;第二个主成分贡献率为14.117%,主要反应BH/BL、SG/BL、EI/BL等指标;第三个主成分贡献率为8.976%,主要反应HL/BL、ED/BL等指标。三个主成分的累积贡献率为61.756%,未达到累积贡献率大于或等于85%的要求,说明大菱鲂难以用几个相互独立的因子来概括不同群体间的形态差异。

用大菱鲂4个不同地理群体的主成分1和主成分2绘制主成分分析图,结果如图2所示。从图中可以看出:在主成分1轴上,丹麦和挪威群体之间以及英国和法国群体之间的差异不显著,重叠交错态势明显,而丹麦群体和英国群体、丹麦群体和法国群体、挪威群体和英国群体、挪威群体和法国群体之间虽然

存在部分重叠交错态势,仍然能够看出它们之间存在明显的偏离态势;在主成分2轴上,4个群体之间的差异较小。

表3 大菱鲂4个群体的12个性状对3个主成分的特征向量及主成分的贡献率

Tab.3 Eigenvectors and cumulative contribution rates of three principal components from the 12 traits of four *S. maximus* populations

性状	主成分		
	1	2	3
BH/BL	0.113	0.510	-0.284
HL/BL	-0.028	0.457	0.572
SG/BL	0.066	0.498	-0.462
ED/BL	-0.090	0.325	0.650
EI/BL	0.116	0.670	-0.104
PF/BL	0.884	-0.030	0.035
DF/BL	0.904	-0.131	0.041
VF/BL	0.904	-0.130	0.038
TL/BL	0.702	0.323	-0.080
TH/BL	0.796	0.125	0.105
BT/BL	0.883	-0.125	-0.002
SD/BL	0.719	-0.111	0.029
各主成分贡献率(%)	38.663	14.117	8.976
累积贡献率(%)	38.663	52.780	61.756

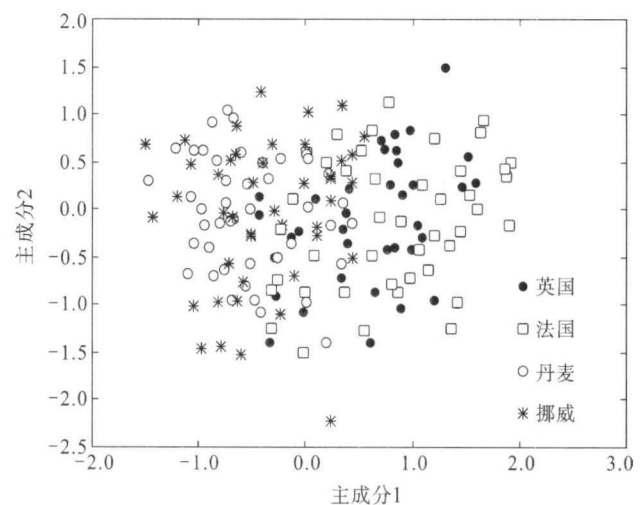


图2 4个不同地理群体的大菱鲂12个形态学特征前两个主成分分布

Fig.2 Distribution of the first 2 principal components of PCA based on 12 morphological indices of four *S. maximus* populations

3 讨论

3.1 三种分析方法结果比较

聚类分析对不同群体进行初步归类,量化群体间的差异程度,常被用来对分析对象的相似程度进

行分析(蔡庆华, 1990; 李勤生等, 1991)。从聚类分析树形图上可以看出 4 个不同地理种群的大菱鲂群体间, 丹麦和挪威之间及英国和法国之间的差异较小, 丹麦、挪威和英国、法国之间的差异较大。根据方差分析多重比较的结果, 英国和法国、挪威和丹麦之间形态特征差异指标较少, 甚至在挪威和丹麦之间未检验出差异显著指标; 而丹麦群体和英国群体、丹麦群体和法国群体、挪威群体和英国群体、挪威群体和法国群体之间差异显著指标较多。显然, 方差分析与聚类分析的结论基本相同。

主成分分析是一种将原来多个彼此相关的指标转换为新的、个数较少且相互独立或不相关综合指标的方法, 可以化简为繁, 且不损失或很少损失原有信息, 在体型分析中已得到广泛应用(魏开建等, 2003; 钱荣华等, 2003)。将多个形态比例性状综合成少数几个因子, 从而得出不同群体的差异大小, 并可根据不同群体的主成分值找出各群体在各主成分值上差异较大的参数(钱荣华等, 2003; 韩冰等, 2007)。从主成分分析图上可以看出, 4 个不同地理群体的大菱鲂群体, 丹麦和挪威群体以及英国和法国群体之间无论在主成分 1 轴上还是在主成分 2 轴上, 差异均不明显, 重叠交错态势显著, 同时, 在主成分 2 轴上, 4 个群体之间的差异均不显著; 丹麦群体和英国群体、丹麦群体和法国群体、挪威群体和英国群体、挪威群体和法国群体之间在主成分 1 轴上存在部分重叠交错态势, 它们之间的偏离态势也较明显。从表 3 可知, 主成分 1 主要由 *PF/BL*、*DF/BL*、*VF/BL*、*TL/BL*、*TH/BL*、*BT/BL*、*SD/BL* 等指标组成, 主成分 2 主要由 *BH/BL*、*SG/BL*、*EI/BL* 等指标组成; 从表 2 可知, 主成分 1 中, 除 *TH/BL*, 其余 6 项都是经方差分析多重比较差异显著的指标, 主成分 2 中, 除 *SG/BL*, 其余 2 项都是经方差分析多重比较差异不显著的指标。显然, 主成分分析与聚类分析、方差分析的结论基本上是类似的, 它们从不同的角度反映了群体间的形态学差异。此外, 在主成分分析图(图 2)中, 尽管丹麦群体和挪威群体以及英国群体和法国群体重叠交错态势明显, 仍然可以看出它们在形态特征方面也存在细微变化, 挪威群体与丹麦群体在主成分 2 轴上稍微向下分离, 法国群体与英国群体在主成分 1 轴上稍微向右分离, 在聚类分析图中就无法看到这种差异。由此可见, 主成分分析较聚类分析更为客观, 这与一些文章中作者的观点相一致(闫路娜等, 2005)。正是由于主成分分析方法在鉴定不同地理种群形态学差异方面具有更

加直观、准确的优势, 许多有关地理群体形态学比较研究均采用了这种分析方法(高天翔等, 2003; 魏开建等, 2003; 张永普等, 2004)。

3.2 群体间差异成因浅析

对鱼类自然地理群体的比较研究通常会从形态学和遗传学两方面着手进行, 作者对大菱鲂 4 个地理群体进行了数量形态学比较研究, 发现了它们之间的相互关系。从分析结果上看, 丹麦和挪威群体之间以及英国和法国群体之间差异较小, 丹麦群体和英国群体、丹麦群体和法国群体、挪威群体和英国群体、挪威群体和法国群体之间差异相比较较大一些。对于这种分析结果, 可从以下几个方面进行解释, 首先, 从 4 个群体的外部形态上看, 最显著的特征是丹麦群体和挪威群体在边鳍内缘都存在一圈规则排列的白色圆点, 而英国群体和法国群体则无此表型特征, 这可能是它们之间亲缘关系远近的一个原因; 其次, 从大菱鲂自然分布上看, 英国群体和法国群体位置较近, 丹麦群体和挪威群体较近, 地理分布的差异, 可能也影响着它们的遗传背景; 此外, 外在形态特征是内在遗传属性的外部表征, 把本文研究结果和关于大菱鲂群体间遗传学研究的文献相比较发现, 既存在着相同点, 也存在部分差异。利用同工酶电泳技术研究不同地理群体大菱鲂遗传结构, 结果表明, 不同地理群体的大菱鲂群体遗传距离很小, 遗传分化不明显, 说明大菱鲂不同地理群体间遗传差异很小(Blanquer *et al.*, 1992; Bouza *et al.*, 1997; Bouza *et al.*, 2002); 利用微卫星 DNA 序列技术对不同地理群体野生大菱鲂群体遗传多样性差异进行比较, 结果表明, 大菱鲂野生群体间遗传差异很小, 几乎没有地理分化(Coughlan *et al.*, 1998; Bouza *et al.*, 2002; Einar *et al.*, 2004)。在本文的研究结果中, 丹麦和挪威群体之间以及英国和法国群体之间形态学特征未出现明显分化, 这一点与上述遗传学研究结果比较吻合。利用 RAPD 和微卫星技术分析法国、英国、西班牙 3 个大菱鲂群体的遗传结构发现, 英国和法国群体间的遗传距离最小、相似系数最高、遗传分化系数最小(申雪艳等, 2004), 进一步证实了本文研究结论英国和法国形态差异较小的正确性。但对于丹麦群体和英国群体、丹麦群体和法国群体、挪威群体和英国群体、挪威群体和法国群体之间的研究结果, 显然, 形态学差异大于遗传学差异。作者认为, 除了自身亲缘关系相对远近的影响外, 还可能是由于遗传距离极小的地理群体间, 环境因素的影响在一定程度上扩大了这种差异, 并表现在

外部形态特征上,这一点也为很多文献资料所认同(高天翔等,2003;魏开建等,2003;张永普等,2004;韩冰等,2007)。

参 考 文 献

- 马爱军,雷霖霖,陈四清等,2002. 大菱鲂不同产卵季节对卵子的生物学及生化特征的影响. 海洋与湖沼, 33(1): 75—82
- 申雪艳,官庆礼,雷霖霖等,2004. 进口大菱鲂 *Scophthalmus maximus* L. 苗种的遗传结构分析. 海洋与湖沼, 35(4): 332—341
- 闫路娜,左惠凯,曹玉萍,2005. 文昌鱼秦皇岛、青岛和厦门地理种群形态特征的分化. 动物学研究, 26(3): 311—316
- 苏金明,傅荣华,周建斌等,2002. 统计软件 SPSS 系列应用实战篇. 北京: 电子工业出版社, 290—301
- 李勤生,蔡庆华,华俐等,1991. 东湖异养细菌群落的分类结构和聚类分析. 水生生物学报, 15(3): 242—253
- 邹曙明,李思发,蔡完其等,2001. 牙鲆和大菱鲂养殖群体的分子标记和遗传变异. 中国水产科学, 7(4): 25—38
- 张永普,林志华,应雪萍,2004. 不同地理种群泥蚶的形态差异与判别分析. 水产学报, 28(3): 339—342
- 张晓君,陈翠珍,房海等,2006. 大菱鲂(*Scophthalmus maximus*)病原鳃利斯顿氏菌的鉴定. 海洋与湖沼, 37(5): 417—423
- 张晓庭,方开秦,1982. 多元分析统计引论. 北京: 科学出版社, 393—401
- 钱荣华,李家乐,董志国等,2003. 中国五大湖三角帆蚌形态差异分析. 海洋与湖沼, 34(4): 436—443
- 高天翔,张秀梅,柳广东等,2003. 10 个日本绒毛蟹群体与中华绒毛蟹形态的主成分分析. 大连水产学院学报, 18(4): 273—277
- 韩冰,王艳君,高天翔,2007. 黄、东海 3 个黄姑鱼群体和一个鲢鱼群体的形态学比较研究. 海洋水产研究, 28(3): 23—30
- 雷霖霖,1983. 英国养殖大菱鲂简况. 水产科技情报, 2: 26—27
- 雷霖霖,2001. 大菱鲂(*Scophthalmus maximus*)引进与驯养试验. 中国动物科学研究, 2: 408—413
- 雷霖霖,马爱军,陈超等,2005. 大菱鲂(*Scophthalmus maximus*)养殖现状与可持续发展. 中国工程科学, 7(5): 30—34
- 蔡庆华,1990. 武汉东湖浮游生物水华的多元分析. 水生生物学报, 14(1): 22—31
- 潘沙芳,李太武,苏秀榕,2006. 用多元分析法研究泥蚶氨基酸地区差异. 海洋与湖沼, 37(6): 536—540
- 薛淑霞,冯守明,孙金生,2006. 海水工厂化养殖大菱鲂(*Scophthalmus maximus*)和褐牙鲆(*Paralichthys olivaceus*)腹水病原菌的分离与鉴定. 海洋与湖沼, 37(5): 548—554
- 魏开建,熊邦喜,赵小红等,2003. 五种蚌的形态变异与判别分析. 水产学报, 27(1): 13—18
- Betal S P, Chowdhury R, Kundu S *et al*, 2004. Estimation of genetic variability of *Vigna radiate* cultivars by RAPD analysis. *Biologiaplantarum*, 48(2): 205—209
- Blanquer A, Alayse J P, 1992. Allozyme variation in turbot (*Psetta maxima*) and brill (*Scophthalmus rhombus*) (Osteichthyes, Pleuronectiformes, Scophthalmidae) throughout their range in Europe. *J Fish Biology*, 41(5): 725—736
- Bouza C, Presa P, Castro J *et al*, 2002. Allozyme and microsatellite diversity in natural and domestic populations of turbot (*Scophthalmus maximus*) in comparison with other Pleuronectiformes. *Canadian J Fisheries and Aquatic Sciences*, 59: 1460—1473
- Bouza C, Sanches L, Martinez P, 1997. Gene diversity analysis in natural populations and cultured stocks of turbot (*Scophthalmus maximus* L.). *Animal Genetics*, 28: 30—36
- Coughlan J P, Imstrand A K, Galvin P T, 1998. Microsatellites DNA variation in wild populations and farmed strains of turbot from Ireland and Norway: A preliminary. *J Fish Biology*, 52: 916—922
- Einar E, Nielsen, Peter H *et al*, 2004. Genetic population structure of turbot (*Scophthalmus maximus* L.) supports the presence of multiple hybrid zones for marine fishes in the transition zone between the Baltic Sea and the North Sea. *Molecular Ecology*, 13: 585—595
- Howell B R, 1998. Development of turbot farming in Europe. *Bull Aquacul Assoc Canada*, (1): 4—10
- Moralev S N, 2001. Cholinesterase active center. Statistical analysis of structure variability. *Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology*, 37(1): 25—34

STATISTIC MORPHOLOGY DIFFERENCE AMONG FOUR TURBOT (*SCOPHTHALMUS MAXIMUS*) POPULATIONS

MA Ai-Jun¹, WANG Xin-An¹, LEI Ji-Lin¹, YANG Zhi², QU Jiang-Bo², XU Ke^{1,3}

(1. Key Laboratory for Sustainable Utilization of Marine Fisheries Resources, Ministry of Agriculture, Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao, 266071; 2. Yantai Tianyuan Aquatic Limited Corporation of Yantai Development Zone, Yantai, 264003; 3. Shanghai Fisheries University, Shanghai, 200090)

Abstract Statistic morphologic characters of four different populations of *Scophthalmus maximus* in Denmark, Norway, Britain, and France were revealed and compared on the basis of 12 morphological indices using hierarchical cluster, one-way ANOVA, and principal component analyses. The results show that among the four populations, the Danish and Norwegian are similar in morphology, so be the British and France ones. The Danish/Norway ones are quite different from Britain/France ones. One-way ANOVA analysis and multiple comparison have revealed also the same results. In principal component analysis, three principal components were constructed, the contributions from the first, second and third principal component were 38.663%, 14.117% and 8.976%, respectively. The cumulative contribution rate was 61.756%. The results show that the morphological variations of Denmark-Norway population and Britain-France population are small but large in other pairs. Moreover, the discriminative variation comes mainly from the first component. Therefore, the 3 different statistic methods on the morphology of the species demonstrated a consistent result that indicates the biological affinity of the animal.

Key words Turbot *Scophthalmus maximus* L., Population, Morphological characteristics