

3月龄斜带石斑鱼形态性状对体质量的影响

赵 旺^{1,2},严俊贤^{1,2},马振华^{1,2,3*},于 刚^{1,2},杨 蕊^{1,2},王 理³

(1. 中国水产科学研究院 南海水产研究所/热带水产研究开发中心,海南 三亚 572018;

2. 农业部南海渔业资源开发利用重点实验室,广东 广州 510300;

3. 三沙美济渔业开发有限公司,海南 海口 570311)

摘要:为明确斜带石斑鱼形态性状与体质量的相互关系,对3月龄斜带石斑鱼体质量、头长、躯干长、体长、全长、体高、体宽、眼间距、眼径、吻长、尾柄高、尾柄长等12个性状的测量数据进行多元分析。结果显示,斜带石斑鱼各形态性状间的相关系数达极显著水平($P < 0.01$);通径分析结果表明,体长、体高、体宽和眼间距对体质量的通径系数达极显著水平($P < 0.01$),其中,体长的直接作用最大,体高、体宽和眼间距主要通过体长间接影响体质量,这4个性状对体质量的共同决定系数之和为0.954。可见,体长、体高、体宽和眼间距是影响3月龄斜带石斑鱼体质量的主要性状。

关键词: 斜带石斑鱼; 形态性状; 体质量; 多元回归分析

中图分类号: S965.399 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2017)08-0152-05

Effects of Morphometric Attributes on Body Weight of Three-month-old *Epinephelus coioides*

ZHAO Wang^{1,2}, YAN Junxian^{1,2}, MA Zhenhua^{1,2,3*}, YU Gang^{1,2}, YANG Rui^{1,2}, WANG Li³

(1. Tropical Fisheries Research and Development Center, South China Sea Fisheries Research Institute, Chinese

Academy of Fishery Sciences, Sanya 572018, China; 2. Key Lab of South China Sea Fishery Resource

Exploitation & Utilization, Ministry of Agriculture, Guangzhou 510300, China;

3. Sansha Mischief Fisheries Development Co., Ltd., Haikou 570311, China)

Abstract: To explore the relationship between morphometric attributes and body weight of three-month-old *Epinephelus coioides*, data of 12 morphometric attributes were investigated by using multivariate analysis. The results showed that all the correlation coefficients between morphometric attributes and body weight reached extremely significant level($P < 0.01$). The path analysis revealed that the path coefficients of body length (X_3), body height (X_5), body width (X_6) and eye distance (X_7) all reached extremely significant level($P < 0.01$), and X_3 displayed the highest positive direct effect, X_5 , X_6 and X_7 affected body weight indirectly by X_3 . The total decision coefficient of four morphological attributes to body weight was 0.954. The results indicated that those morphological attributes were the main impact factor for body weight.

Key words: *Epinephelus coioides*; morphometric attributes; body weight; multiple regression analysis

斜带石斑鱼(*Epinephelus coioides*)是鲈形目(Perciformes)、鮨科(Serranidae)、石斑鱼属(*Epinephelus*)的暖水性鱼类,在中国主要分布于南海和

东海南部。其肉质鲜嫩可口,营养价值高,是重要的海产名贵鱼类之一。20世纪80年代,人们开始对斜带石斑鱼的人工育苗进行研究,目前,对斜带石斑

收稿日期:2017-02-16

基金项目:国家科技支撑计划项目(2012BAD18B02);广西科学研究与技术开发计划项目(桂科攻1598006-6-7)

作者简介:赵 旺(1987-),男,湖南湘潭人,助理研究员,硕士,主要从事鱼类苗种繁育研究。

E-mail:zhaowang522@163.com

* 通讯作者:马振华(1981-),男,辽宁大连人,副研究员,博士,主要从事鱼类苗种繁育研究。

E-mail:zhenhua.ma@hotmail.com

鱼养殖技术^[1]、遗传繁育^[2-4]、营养^[5-6]、生理生化^[7-8]、病害^[9-12]等方面都有报道。然而,关于斜带石斑鱼亲本选育方面的研究尚未见报道。体质量常作为动物遗传亲本选育的指标,而形态性状是影响体质量的重要因素,因此,通过分析形态性状对体质量的影响,选择遗传力较高的形态性状,可以提高育种的效率。多元回归分析可以确定鱼体各性状间的相关性,进而得出影响体质量的主要因素,该方法已应用于鳖^[13]、虾^[14]、蟹^[15]、鱼^[16]、贝^[17-20]等水产动物的遗传育种工作中。为此,随机选取3月龄斜带石斑鱼,利用多元回归分析其形态性状与体质量的相互关系,经相关分析和通径分析找出其体质量的主要影响性状,结合逐步回归分析建立3月龄斜带石斑鱼形态性状对体质量的回归方程,以期为斜带石斑鱼优良形态性状的选育提供参考,提高斜带石斑鱼亲本的选育效率。

1 材料和方法

1.1 材料

试验材料为南海水产研究所热带水产研究开发中心2016年5月7日孵化的斜带石斑鱼,随机选取150尾生长状态良好的3月龄幼鱼进行测量。

表1 3月龄斜带石斑鱼各形态性状的测定结果

性状	平均值/mm	标准差	标准误差	峰度	偏度	变异系数/%
Y/g	32.01	10.05	0.82	0.54	-0.23	31.38
X_1/mm	28.85	3.23	0.26	0.37	-0.28	11.21
X_2/mm	44.76	4.97	0.41	-0.16	-0.61	11.09
X_3/mm	109.91	11.68	0.95	0.04	-0.16	10.62
X_4/mm	127.45	12.51	1.02	0.01	-0.48	9.81
X_5/mm	33.69	4.01	0.33	0.11	-0.24	11.90
X_6/mm	18.94	2.67	0.22	0.20	-0.60	14.12
X_7/mm	14.73	1.31	0.11	0.18	-0.63	8.87
X_8/mm	6.61	0.51	0.04	0.21	-0.25	7.66
X_9/mm	5.42	0.75	0.06	0.30	-0.61	13.80
X_{10}/mm	12.03	1.29	0.11	0.09	-0.48	10.73
X_{11}/mm	13.28	2.00	0.16	0.70	0.98	15.07

2.2 3月龄斜带石斑鱼各性状的相关性分析

3月龄斜带石斑鱼各形态性状间的相关系数见表2。各性状间的相关系数都达到极显著水平,形态性状体长与全长的相关系数最大,为0.935,眼径与尾柄长间的相关系数最小,为0.425;各形态性状与体质量的相关系数大于0.900的有体长、全长和眼间距,体长最高,为0.914,眼径最低,为0.598。

2.3 3月龄斜带石斑鱼形态性状对体质量的通径分析

以3月龄斜带石斑鱼形态性状为自变量,体质量为因变量进行通径分析(表3)。经通径系数的显

1.2 测量方法

测定指标包括:体质量(Y)、头长(X_1)、躯干长(X_2)、体长(X_3)、全长(X_4)、体高(X_5)、体宽(X_6)、眼间距(X_7)、眼径(X_8)、吻长(X_9)、尾柄高(X_{10})、尾柄长(X_{11})等12个性状。使用电子天平(精确度为0.01 g)称量体质量,使用游标卡尺(精确度0.01 mm)测量长度。

1.3 数据分析

采用SPSS 19.0软件对形态性状和体质量等数据进行统计分析,构建3月龄斜带石斑鱼形态性状对体质量的多元回归方程并进行偏回归系数检验^[21]。

2 结果与分析

2.1 3月龄斜带石斑鱼各形态性状的测定结果

由表1可知,3月龄斜带石斑鱼体质量的变异系数最大,为31.38%;其他性状的变异系数在7.66%~15.07%,说明在3月龄斜带石斑鱼的各性状中,体质量具有较大的选择潜力,可作为亲本选择的目标性状。其他形态性状变异系数从大到小依次为尾柄长、体宽、吻长、体高、头长、躯干长、尾柄高、体长、全长、眼间距和眼径。

著性差异检验,剔除通径系数不显著的变量,保留体长、体高、体宽、眼间距等4个形态性状变量。根据相关系数的组成效应,将3月龄斜带石斑鱼形态性状与体质量的相关系数分解为各性状的直接作用和各性状通过其他性状的间接作用两部分^[21]。从直接作用来看,体长对斜带石斑鱼体质量影响的直接作用系数最大,为0.318,达到极显著水平,这说明体长对体质量影响的直接作用最大,其次依次为眼间距(0.292)、体高(0.227)、体宽(0.200);另外,这些性状的直接作用均小于间接作用。性状对体质量的间接作用大小分别为体宽(0.696)、体高

(0.685)、眼间距(0.637)和体长(0.615),呈现性状的直接作用大、其间接作用反而小的趋势;直接作用

与间接作用的代数和相差不大,在0.896~0.933,说明所选的这4个性状对体质量的影响均较大。

表 2 3月龄斜带石斑鱼各形态性状的相关系数

性状	Y	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
X_1	0.823 **										
X_2	0.840 **	0.714 **									
X_3	0.914 **	0.813 **	0.858 **								
X_4	0.905 **	0.888 **	0.917 **	0.935 **							
X_5	0.892 **	0.820 **	0.850 **	0.887 **	0.918 **						
X_6	0.880 **	0.761 **	0.792 **	0.801 **	0.828 **	0.822 **					
X_7	0.909 **	0.782 **	0.814 **	0.870 **	0.872 **	0.819 **	0.870 **				
X_8	0.598 **	0.671 **	0.622 **	0.513 **	0.651 **	0.625 **	0.594 **	0.588 **			
X_9	0.710 **	0.754 **	0.678 **	0.714 **	0.756 **	0.753 **	0.671 **	0.694 **	0.548 **		
X_{10}	0.896 **	0.878 **	0.864 **	0.909 **	0.963 **	0.921 **	0.820 **	0.866 **	0.638 **	0.744 **	
X_{11}	0.637 **	0.633 **	0.572 **	0.669 **	0.637 **	0.608 **	0.529 **	0.558 **	0.425 **	0.540 **	0.659 **

注: * 表示显著相关($P < 0.05$), ** 表示极显著相关($P < 0.01$)。

表 3 3月龄斜带石斑鱼各形态性状对体质量的通径分析

性状	相关系数	直接作用	间接作用				
			Σ	X_3	X_5	X_6	
X_3	0.914	0.318 **	0.615		0.201	0.160	0.254
X_5	0.892	0.227 **	0.685	0.282		0.164	0.239
X_6	0.880	0.200 **	0.696	0.255	0.187		0.254
X_7	0.909	0.292 **	0.637	0.277	0.186	0.174	

2.4 3月龄斜带石斑鱼形态性状对体质量的决定程度

由表4可知,直接决定系数与间接决定系数的总和为0.954,表明选取的体长、体高、体宽、眼间距等4个形态性状是影响3月龄斜带石斑鱼体质量的重要性状,其他的性状对体质量的影响较小;且这4个性状对体质量的影响存在差异,体长对体质量的直接决定系数为0.101,高于其他性状,决定系数最小的是体宽(0.040);体长和眼间距共同作用对体质量的决定程度最大,为0.162。可见,3月龄斜带石斑鱼体质量主要由体长、体高、体宽、眼间距等4个形态性状决定。

方差分析结果显示,多元回归方程的回归关系达极显著水平($F = 391.847, P = 0.000 < 0.01$), $R^2 = 0.915$ 。经显著性检验该回归方程的偏回归系数,所选的体长、体高、体宽、眼间距等4个形态性状对斜带石斑鱼体质量的偏回归系数达到极显著水平($X_3: t = 5.044, P = 0.000 < 0.01; X_5: t = 3.653, P = 0.000 < 0.01; X_6: t = 3.978, P = 0.000 < 0.01; X_7: t = 4.613, P = 0.000 < 0.01$)。

3 结论与讨论

3.1 影响3月龄斜带石斑鱼体质量主要形态性状的确定

在鱼类性状的选育中,体质量常被作为重要的选择指标。该研究中测得体质量的变异系数在12个形态性状中最大,为31.38%,远高于其他性状;这与3月龄卵形鲳鲹(*Trachinotus ovatus*)^[22]、100日龄黄颡鱼(*Pelteobagrus fulvidraco*)^[23]、叉斑狗母鱼(*Synodus macrops*)^[16]选择的指标相同,表明3月龄斜带石斑鱼体质量选择的潜力很大,可作为遗传育种选育的目标性状。实际生产中仅以体质量为目标性状进行选育,可能因环境因素导致较大误差,而其他性状与体质量可能存在密切的联系,通过其他性状的间接选择可获得较好的选育效果^[16]。相关分析结果显示,3月龄斜带石斑鱼各形态性状均

表 4 3月龄斜带石斑鱼形态性状对体质量的决定系数

性状	X_3	X_5	X_6	X_7	Σ
X_3	0.101	0.128	0.102	0.162	
X_5		0.052	0.075	0.109	
X_6			0.040	0.102	0.954
X_7				0.085	

2.5 多元回归方程的建立

通过多元回归分析,剔除偏回归系数不显著的形态性状,利用偏回归系数显著的形态性状与体质量建立3月龄斜带石斑鱼形态性状与体质量的多元回归方程: $Y = -62.187 + 0.271X_3 + 0.525X_5 + 0.797X_6 + 2.148X_7$ 。

与体质量呈极显著相关($P < 0.01$),但不能确定影响体质量的主要形态性状。通径分析可以确定形态性状与体质量间的关系,并量化形态性状对体质量的直接与间接影响^[15]。通径分析结果显示,体长对3月龄斜带石斑鱼体质量的直接作用最大,直接作用系数为0.318,而体高、体宽和眼间距主要通过体长间接影响体质量。这4个形态性状对3月龄斜带石斑鱼体质量的直接和间接决定系数之和为0.954,超过0.85,说明体长、体高、体宽和眼间距是影响3月龄斜带石斑鱼体质量的主要形态性状^[24]。显著性检验结果显示,体长、体高、体宽和眼间距对斜带石斑鱼体质量的偏回归系数达到极显著水平,再通过逐步回归分析建立了3月龄斜带石斑鱼与体质量的多元回归方程。因此,斜带石斑鱼选育时应以体长为最主要选择性状,体高、体宽和眼间距为辅助选择性状。从实际测量的结果来看,斜带石斑鱼的头部占体长的比例超过1/4,说明斜带石斑鱼的头部较长,眼间距在一定程度上反映了头部的宽度,眼间距越大,其头部体积越大,体质量越高。

3.2 鱼类育种中形态性状的选择

多元回归分析可确定形态性状与体质量间的关系,已应用于鱼类育种研究中。程大川等^[22]发现,全长、体高、体宽和尾柄高可作为卵形鲳鲹选育的形态性状;周绍峰等^[25]发现,全长、体长、体高是影响6月龄赤点石斑鱼(*Epinephelus akaara*)体质量的主要性状;黄小林等^[26]通过多元回归分析,确定体长、体宽、体高和尾柄高与青龙斑(*Hybrid Epinephelus coioides × E. lanceolatus*)体质量密切相关;体长、体高、体宽、尾柄高和眼间距是影响1龄黄姑鱼(*Nibea albiflora*)幼鱼体质量的重要性状^[27]。本研究发现,体长、体高、体宽和眼间距等4个性状与3月龄斜带石斑鱼体质量的关系密切,应作为此生长阶段的选育指标,这与以上的研究结果基本相同。

也有研究发现,同一品种不同生长时期形态性状对体质量的影响存在差异,即选育时选择的性状指标可能不同。20日龄时影响牙鲆(*Paralichthys solivaceus*)体质量主要是体高,21~40日龄时体长是主要性状^[28];牙鲆8月龄腹鳍基部到背鳍终点的直线距离、体宽和背鳍起点到臀鳍起点的直线距离对体质量的影响最大,而14月龄时为腹鳍基部到背鳍终点的直线距离、背鳍终点到臀鳍终点的直线距离和尾柄长对体质量的影响最大^[29];13月龄大黄鱼(*Pseudosciaena crocea*)的选育指标为体高和体长,而0月龄时以体高、体长和全长为主^[30]。本研究确定的体长、体高、体宽和眼间距等4个性状是3月龄

斜带石斑鱼的选育性状,而其他生长阶段的选育指标有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 于赫男,林小涛,梁旭方,等.封闭循环养殖系统中驼背鲈和斜带石斑鱼生长的研究[J].海洋科学,2004,28(1):1-4.
- [2] 王家祺,郭丰,丁少雄,等.斜带石斑鱼不同地理群体遗传变异的微卫星分析[J].海洋科学,2009,33(11):60-64.
- [3] 黄文,杨宪宽,徐新,等.激素诱导斜带石斑鱼(*Epinephelus coioides*)雄性化的研究[J].海洋与湖沼,2014,45(6):1317-1323.
- [4] Wu T,Lou J,Chen M,*et al*.A preliminary study on fertilization biology between *Epinephelus coioides*(♀) and *Epinephelus lanceolatus*(♂)[J].Agricultural Biotechnology,2014,3(2):47-50.
- [5] Liu C,Chiu C,Wang S,*et al*.Dietary administration of the probiotic, *Bacillus subtilis* E20, enhances the growth, innate immune responses, and disease resistance of the grouper, *Epinephelus coioides*[J].Fish & Shellfish Immunology,2012,33(4):699-706.
- [6] Chu J,Sheen S.Effects of dietary lipid levels on growth, survival and body fatty acid composition of grouper larvae, *Epinephelus coioides* and *Epinephelus lanceolatus*[J].Journal of Marine Science and Technology,2016,24(2):311-318.
- [7] 郑乐云.氨氮和亚硝酸盐对斜带石斑鱼苗的急性毒性效应[J].海洋科学,2012,36(5):81-86.
- [8] 李文武,殷光文,林希,等.海带粗多糖对斜带石斑鱼血清指标的影响[J].海洋科学,2015,39(6):59-64.
- [9] Kleinertz S,Palm H W.Parasites of the grouper fish *Epinephelus coioides* (Serranidae) as potential environmental indicators in Indonesian coastal ecosystems[J].Journal of Helminthology,2015,89(1):86-99.
- [10] 陈晓艳,何建国.原位杂交技术在斜带石斑鱼神经坏死病毒检测中的应用[J].海洋科学,2008,32(6):1-4.
- [11] Yang H L,Xia H Q,Ye Y D,*et al*.Probiotic *Bacillus pumilus* SE5 shapes the intestinal microbiota and mucosal immunity in grouper *Epinephelus coioides*[J].Disease of Aquatic Organisms,2014,111(2):119-127.
- [12] Yang M,Wei J,Li P,*et al*.MHC class II α polymorphisms and their association with resistance/susceptibility to singapore grouper iridovirus(SGIV) in orange-spotted grouper, *Epinephelus coioides* [J].Aquaculture,2016,462:10-16.
- [13] 肖凤芳,李伟,朱新平,等.中华鳖3个养殖群体形态性状对体质量的影响[J].基因组学与应用生物学,2014,33(6):1247-1253.

(下转第160页)

- [7] 周琳,张小松. HPLC 测定蒿甲醚胶丸的含量 [J]. 华西药学杂志,2005,20(4):341-343.
- [8] 钟飞,鲍光明,党明珠. 蒿甲醚胶囊的制备及其含量研究 [J]. 海南师范大学学报(自然科学版),2012,25(4):402-406.
- [9] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(二部) [M]. 北京:中国医药科技出版社,2010:1451-1452.
- [10] 农业部兽药评审中心. 兽药研究技术指导原则汇编(2006—2011 年) [M]. 北京:化学工业出版社,2012:32-37.
- [11] Li B, Zhang J, Zhou X Z, et al. Determination and pharmacokinetic studies of artesunate and its metabolite in sheep plasma by liquid chromatography-tandem mass spectrometry [J]. J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci, 2015, 997: 146-153.
- [12] 李春,邱玉琴,杨国忠,等. 超高效液相色谱-质谱联用技术同时检测大鼠血浆中蒿甲醚及其主要代谢产物双氢青蒿素 [J]. 分析化学,2015,43(4):588-593.
- [13] 杨华生,王乃婕,梁秉文,等. 蒿甲醚贴剂的研制及小鼠体内药效学研究 [J]. 中国药学杂志,2008,43(24):1878-1881.
- [14] Sandrenan N, Sioufi A, Godbillon J, et al. Determination of artemether and its metabolite, dihydroartemisinin, in plasma by high-performance liquid chromatography and electrochemical detection in the reductive mode [J]. J Chromatogr B Biomed Sci Appl, 1997, 691(1): 145-153.
- [15] 程培培,杨亚军,李剑勇. 新型复方氟苯尼考注射液中氟尼辛葡甲胺含量测定方法研究 [J]. 河南农业科学,2014,43(3):142-146.
- [16] 杨华,谭先杰. 青蒿素及其衍生物的抗肿瘤特性研究进展 [J]. 中国医学科学院学报,2013,35(4):466-471.
- [17] 许春燕,刘希望,杨亚军,等. 银翘蓝芩口服液中绿原酸含量测定方法的建立 [J]. 河南农业科学,2016,45(11):126-129.
- [18] El-Beshbishi S N, Taman A, El-Malky M, et al. In vivo effect of single oral dose of artemether against early juvenile stages of *Schistosoma mansoni* Egyptian strain [J]. Experimental Parasitology, 2013, 135(2): 240-245.
- [19] 钟丹,蒋孟良,王霆. 茶油的化学成分、药理作用及临床应用研究进展 [J]. 中南药学,2012,10(4):299-303.
- [20] 吴雪辉,周薇,李昌宝,等. 茶油的氧化稳定性研究 [J]. 中国粮油学报,2008,23(3):96-99.

(上接第 155 页)

- [14] 张成松,李富花,相建海. 脊尾白虾形态性状对体质量影响的通径分析 [J]. 水产学报,2013,37(6):809-815.
- [15] 来守敏,王仁杰,姜令绪,等. 逐步线性回归法实现中华虎头蟹(*Orithya sinica*)形态指标与体重的通径分析 [J]. 海洋与湖沼,2015,46(6):1438-1443.
- [16] 谈佳玉,徐文其,欧阳杰,等. 叉斑狗母鱼形态性状的相关性及通径分析 [J]. 中国农学通报,2013,29(5):71-75.
- [17] 谭才钢,刘宝锁,张东玲,等. 合浦珠母贝主要形态性状与体质量的灰色关联分析 [J]. 南方水产科学,2015,11(2):35-40.
- [18] 郭华阳,陈明强,王雨,等. 黄边糙鸟蛤野生群体主要经济性状间的相关性及通径分析 [J]. 南方水产科学,2013,9(2):1-8.
- [19] 刘文广,林坚士,何毛贤. 不同贝龄华贵栉孔扇贝数量性状的通径分析 [J]. 南方水产科学,2012,8(1):43-48.
- [20] 李莉,郑永允,徐科凤,等. 不同贝龄毛蚶壳形态性状对体质量的影响 [J]. 海洋科学,2015,39(6):54-58.
- [21] 严俊贤,刘宝锁,李有宁,等. 野生黑蝶贝表型性状对体质量的影响分析 [J]. 水产科学,2015,34(9):560-564.
- [22] 程大川,郭华阳,马振华,等. 3 月龄卵形鲳鲹形态性状对体质量的影响分析 [J]. 海洋渔业,2015,37(6):390-397.
- [23] 王明华,钟立强,蔡永祥,等. 黄颡鱼形态性状对体重的影响效果分析 [J]. 浙江海洋学院学报(自然科学版),2014,33(1):41-46.
- [24] 刘小林,常亚青,相建海,等. 凡纳滨对虾形态性状对体重的影响效果分析 [J]. 生态学报,2002,33(6):673-678.
- [25] 周绍峰,黄伟卿,周瑞发,等. 6 月龄赤点石斑鱼主要形态性状与体质量的相关分析 [J]. 水产学志,2015,28(3):48-51.
- [26] 黄小林,吕国敏,刘付永忠,等. 30 日龄青龙斑形态性状对体质量影响的通径分析 [J]. 广东农业科学,2012,39(21):139-143.
- [27] 薛宝贵,辛俭,楼宝,等. 黄姑鱼一龄幼鱼形态性状对体重的影响分析 [J]. 浙江海洋学院学报(自然科学版),2011,30(6):492-498.
- [28] 佟雪红,葛宝明,王欢莉,等. 牙鲆不同发育期形态性状与体重相关性分析 [J]. 湖北农业科学,2014,53(4):863-865.
- [29] 陈红林,田永胜,刘峰,等. 不同时期牙鲆形态性状对体重影响的通径分析及曲线拟合研究 [J]. 中国水产科学,2016,23(1):64-76.
- [30] 刘贤德,蔡明夷,王志勇,等. 不同生长时期大黄鱼形态性状与体重的相关性分析 [J]. 热带海洋学报,2010,29(5):159-163.