

## “东优1号”杂色鲍及其亲本群体的形态特征和养殖性能比较

游伟伟<sup>1</sup>, 骆轩<sup>1</sup>, 王德祥<sup>1</sup>, 林壮炳<sup>2</sup>, 林焕阳<sup>3</sup>, 柯才焕<sup>1\*</sup>

(1. 厦门大学海洋与环境学院, 近海海洋环境国家重点实验室, 福建 厦门 361005;

2. 广东省水产养殖技术推广总站汕头中心站, 广东 汕头 515041;

3. 漳州市水产技术推广站, 福建 漳州 363000)

**摘要:**以杂交种“东优1号”杂色鲍及其亲本群体为研究对象,对三者的外形特征和养殖性能进行了比较。结果表明,在壳形和密度相关的参数中,壳宽/壳长指标差异最为显著,日本群体的壳宽/壳长指标显著地大于台湾群体( $P < 0.05$ ),而“东优1号”的值则介于双亲群体之间。采用海区延绳式吊养和陆地工厂化养殖两种养成模式,分别在福建、广东和海南对“东优1号”杂色鲍及其亲本群体进行为期一年的养殖对比试验。结果表明,杂色鲍台湾群体受养成期暴发性死亡症的严重影响,存活率极低;日本群体虽然具有较好的抗病能力,但生长速度却显著慢于“东优1号”和台湾群体;“东优1号”杂色鲍的生长速度和存活率在3个实验点都表现出较为显著的优势。研究结果表明“东优1号”杂色鲍是适合在亚热带和热带地区进行养殖的优良鲍新品种。

**关键词:**杂色鲍;“东优1号”;形态特征;存活率;生长速度

**中图分类号:** S 917.4

**文献标识码:** A

中国是世界第一养鲍大国,2008年的年产量达到33 010 t,约占全世界鲍养殖总产量的80%<sup>[1]</sup>。皱纹盘鲍(*Haliotis discus hannai*)和杂色鲍(*Haliotis diversicolor*)是我国主要的鲍养殖种,其中杂色鲍主要养殖区在我国南方和台湾地区<sup>[2-3]</sup>。但伴随着杂色鲍养殖产业的快速发展,大规模的流行性疾病不断发生<sup>[4-6]</sup>,其中最为严重的当属始于1999年,随后蔓延至南方各杂色鲍主养区的重大流行性疾病——杂色鲍养成期暴发性死亡症。该病主要出现在水温日波动较大的春夏以及秋冬季节交替期,发病时通常伴随着足肌萎缩、脓疱、溃疡和厌食等多种并发症而最终导致杂色鲍的暴发性死亡<sup>[7-8]</sup>。受此病影响,杂色鲍养殖成活率十分低,大部分杂色鲍养殖企业损失惨重,养殖产量急剧下降<sup>[9]</sup>。

导致养殖鲍暴发性病害流行的原因,除养殖技术问题和养殖生态环境恶化等因素之外,养殖鲍种质的退化是根本性问题<sup>[10-11]</sup>,因此,培育具

有高抗性的杂色鲍新品种成为当务之急。种内群体间杂交是目前贝类杂种优势利用的主要途径<sup>[12-14]</sup>,群体间杂交也是贝类新品种培育的重要方法<sup>[15]</sup>。“东优1号”杂色鲍系利用杂色鲍日本群体选育系为父本,台湾群体选育系为母本,采用群体间杂交的方式获得的具有高存活率特性的杂色鲍新品种,已获国家水产新品种证书。

本研究以“东优1号”杂色鲍及其双亲群体为研究对象,对三者的形态特征进行比较,同时,在福建、广东和海南的杂色鲍主要养殖海区,采用海区延绳式吊养和陆地工厂化养殖两种模式对三个群体的养殖性能进行比较。本研究将对“东优1号”杂色鲍这一新品种的有效利用以及杂色鲍育种工作的进一步深入提供基础资料。

### 1 材料与方法

#### 1.1 实验材料

杂色鲍台湾群体为上世纪90年代初从台湾

收稿日期:2010-07-22 修回日期:2010-09-28

资助项目:国家“八六三”高技术研究发展计划(2006AA10A407,2010AA10A401);农业部国家贝类产业技术体系(nycytx-47);广东省教育部产学研结合项目(2009B090300159);科技部农业科技成果转化资金项目(2010GB23600665)

通讯作者:柯才焕, Tel:0592-2187420, E-mail:chke@xmu.edu.cn

引进,并在福建海区自繁多代,2003年以某一养殖群体作为基础群,针对壳长性状进行群体选育,选育 $F_3$ 代用于本研究。杂色鲍日本群体为2003年从日本东京都大岛附近海域引进,随后针对壳长性状进行了连续3代的群体选育。2007年11月,从这两个选育系中分别挑选形态规整、体格健壮、性腺发育良好的亲本各100枚,采用常规鲍育苗方法<sup>[12]</sup>,分别获得台湾群体自繁组、日本群体自繁组和杂色鲍台湾群体♀×日本群体♂组(即“东优1号”杂色鲍)3个试验组后代的鲍苗,供养成比较实验以及形态学测量。

### 1.2 形态特征测量

每个群体随机挑选200只壳长为4~5 cm的健康杂色鲍,用于相关形态参数的测定及比较。用游标卡尺(精度为0.02 mm)分别测量壳长(L),壳宽(W)和壳高(H);用电子天平(精确度0.01 g)测量全湿重(BW)、软体部重(SW)以及足肌肉重(MW)。

根据壳长、壳宽、壳高、全湿重、软体部重以及足肌肉重的测定结果,计算 $W/L$ 、 $H/L$ 、 $SW/BW$ 和 $MW/BW$ 等形态学参数。同时,参照Kobayashi等<sup>[16]</sup>的方法,计算鲍壳型相关与密度相关的参数。鲍的壳型相关参数定义为壳长、壳宽以及壳高分别占三者总和的比例,即 $L/(L+W+H)$ 、 $W/(L+W+H)$ 和 $H/(L+W+H)$ 。鲍的密度相关系数定义为全湿重、软体部重以及足肌肉重分别与壳型体积的比例,即 $BW/(L \times W \times H)$ 、 $SW/(L \times W \times H)$ 和 $MW/(L \times W \times H)$ 。

### 1.3 养殖性能比较

2008年6月,在3个供比较的杂色鲍试验群体中,挑选壳长约1.6 cm的鲍苗各1 000粒,分别在福建省漳浦县霞美镇北江村海区、广东省汕头市南弘海珍品有限公司以及海南省海口秀英海湾鲍鱼育苗场进行养殖对比试验。养殖模式、养殖密度和日常管理均以当地最为普遍的方式进行。福建省漳浦县霞美镇北江村实验点采用海区延绳式吊养模式,在每个吊养笼中分别放入100粒杂色鲍,每个群体设置3个平行组,每7~10天投饵一次,饵料为新鲜海带或江蓠。广东汕头以及海南海口两个实验点采用陆地工厂化养殖模式,养殖密度为每笼20粒,每5笼为一串,每个群体设置三串平行组。按照杂色鲍陆地工厂化养殖工艺进行养殖<sup>[12]</sup>,每3~4天投饵一次,饵料为新鲜江蓠,24 h

流水,每2~3天全换水并清洗池子一次。

每3个月分别对3个实验点的3个杂色鲍群体进行壳长测量,并跟踪记录各个实验组的存活率,实验周期为1年。

### 1.4 数据统计

采用SPSS 11.0统计分析软件进行数据的方差分析,差异的显著性检验设置为显著( $P < 0.05$ )和极显著( $P < 0.01$ )2个水平。采用单因素方差分析的方法对3个群体的形态特征相关参数和各实验点群体间的壳长和存活率值进行比较分析。

## 2 结果

### 2.1 3个杂色鲍群体的外形特征比较

表1显示的是杂交种“东优1号”群体及其两个亲本群体的3个壳型性状和3个重量性状的平均值和标准差,方差分析结果显示,在3个群体间各性状差异均不显著( $P > 0.05$ )。表2为3个杂色鲍群体各外形参数的比较。从表2中可以看出,日本群体的 $W/L$ 指标显著大于台湾群体( $P < 0.05$ ),说明与日本群体相比较,台湾群体的壳型较瘦长,而它们的杂交种“东优1号”的 $W/L$ 值则介于双亲之间,在壳型相关参数上,“东优1号”的 $W/(L+W+H)$ 值也同样介于两个亲本群体之间。

表1 3个杂色鲍群体生长相关性状的表型统计量

Tab. 1 Mean of growth-related traits for three groups of small abalones mean  $\pm$  SD

性状 traits	日本群体 Japan population	台湾群体 Taiwan population	“东优1号” Dongyou No. 1
壳长(mm) length	45.18 $\pm$ 1.97 <sup>a</sup>	46.25 $\pm$ 2.46 <sup>a</sup>	45.90 $\pm$ 2.68 <sup>a</sup>
壳宽(mm) width	29.89 $\pm$ 1.24 <sup>a</sup>	29.45 $\pm$ 1.72 <sup>a</sup>	29.48 $\pm$ 1.58 <sup>a</sup>
壳高(mm) height	9.64 $\pm$ 0.55 <sup>a</sup>	9.94 $\pm$ 0.84 <sup>a</sup>	9.51 $\pm$ 0.65 <sup>a</sup>
全湿重(g) body weight	9.81 $\pm$ 1.22 <sup>a</sup>	10.42 $\pm$ 2.12 <sup>a</sup>	9.73 $\pm$ 1.89 <sup>a</sup>
软体部重(g) soft part weight	6.82 $\pm$ 0.96 <sup>a</sup>	7.61 $\pm$ 1.68 <sup>a</sup>	6.73 $\pm$ 1.46 <sup>a</sup>
足肌肉重(g) muscle weight	4.84 $\pm$ 0.82 <sup>a</sup>	4.77 $\pm$ 1.17 <sup>a</sup>	4.92 $\pm$ 0.94 <sup>a</sup>

注:不同字母表示同一行数值经ANOVA检验为显著差异( $P < 0.05$ ),相同字母表示数值间无显著差异( $P > 0.05$ )。

Notes: Different superscript letters in each line indicates significant difference ( $P < 0.05$ ) among means as tested by ANOVA.

表2 3个杂色鲍群体的外形参数比较  
Tab.2 Morphological parameters for three groups of small abalone

性状 traits	日本群体 Japan population	台湾群体 Taiwan population	“东优1号” Dongyou No.1
W/L	0.662 ± 0.023 <sup>6a</sup>	0.637 ± 0.015 <sup>b</sup>	0.642 ± 0.015 <sup>ab</sup>
H/L	0.214 ± 0.012 <sup>6a</sup>	0.216 ± 0.021 <sup>a</sup>	0.208 ± 0.020 <sup>a</sup>
L/(L+W+H)	0.533 ± 0.008 <sup>a</sup>	0.540 ± 0.008 <sup>a</sup>	0.541 ± 0.008 <sup>a</sup>
W/(L+W+H)	0.353 ± 0.007 <sup>a</sup>	0.344 ± 0.007 <sup>a</sup>	0.347 ± 0.006 <sup>a</sup>
H/(L+W+H)	0.114 ± 0.005 <sup>a</sup>	0.116 ± 0.010 <sup>a</sup>	0.112 ± 0.010 <sup>a</sup>
SW/BW	0.694 ± 0.021 <sup>a</sup>	0.728 ± 0.025 <sup>a</sup>	0.689 ± 0.023 <sup>a</sup>
MW/BW	0.494 ± 0.044 <sup>a</sup>	0.456 ± 0.045 <sup>a</sup>	0.508 ± 0.030 <sup>a</sup>
BW/ (L×W×H)	0.753 ± 0.071 <sup>a</sup>	0.767 ± 0.108 <sup>a</sup>	0.752 ± 0.093 <sup>a</sup>
SW/ (L×W×H)	0.523 ± 0.058 <sup>a</sup>	0.559 ± 0.087 <sup>b</sup>	0.519 ± 0.076 <sup>a</sup>
MW/ (L×W×H)	0.372 ± 0.051 <sup>a</sup>	0.350 ± 0.066 <sup>a</sup>	0.381 ± 0.045 <sup>b</sup>

注:不同字母表示同一行数值经 ANOVA 检验为显著差异 ( $P < 0.05$ ), 相同字母表示数值间无显著差异 ( $P > 0.05$ )。

Notes: Different superscript letters in each line indicates significant difference ( $P < 0.05$ ) among means as tested by ANOVA.

日本群体和台湾群体的 SW/BW 值都高于“东优1号”,而“东优1号”的 MW/BW 值却高于两个亲本群体,但群体间差异不显著 ( $P > 0.05$ )。在密度相关参数上,台湾群体的 SW/(L×W×H) 值显著高于其他两个群体 ( $P < 0.05$ ),同时,“东优1号”的 MW/(L×W×H) 值也显著高于双亲群体 ( $P < 0.05$ ),说明在相同的壳型体积下,“东优1号”在足肌肉重这一重要经济指标上要显著大于双亲群体。

## 2.2 福建海区延绳式吊养模式各实验组的生长及存活率

表3为实验组在福建海区渔排延绳式吊养模式下的壳长比较。经方差检验,3个组合的起始规格间没有显著性差异 ( $P > 0.05$ )。经过12个月的养殖,“东优1号”的壳长达到(69.25 ± 5.74) mm,较日本群体与台湾群体杂色鲍分别快9.88%和3.02%。但“东优1号”和台湾群体的生长速度差别不显著 ( $P > 0.05$ ),同时,二者的生长速度都显著快于日本群体 ( $P < 0.05$ )。

图1为3个实验组在福建海区延绳式吊养模式下的存活率。从图中可以看出,在春、秋两季,台湾群体的存活率下降显著,而其他两个群体则无此现象。经过1年养殖,台湾群体的存活率仅为34.2%,而日本群体以及“东优1号”的存活率值都很高,分别达到77.9%和74.7%。

表3 3个实验组杂色鲍在福建海区延绳式吊养模式下的壳长生长

Tab.3 Shell length for different groups in Fujian using suspended long-line cages farming model

月份 month	日本群体 Japan population	台湾群体 Taiwan population	“东优1号” Dongyou No.1
6月 Jun	16.73 <sup>a</sup> ± 1.56	16.32 <sup>a</sup> ± 1.66	16.11 <sup>a</sup> ± 1.46
9月 Sep	34.86 <sup>a</sup> ± 2.23	37.86 <sup>a</sup> ± 2.12	38.62 <sup>a</sup> ± 2.15
12月 Dec	47.26 <sup>a</sup> ± 3.67	49.42 <sup>a</sup> ± 3.36	51.26 <sup>a</sup> ± 3.63
3月 Mar	53.57 <sup>a</sup> ± 4.67	58.67 <sup>b</sup> ± 4.67	59.93 <sup>b</sup> ± 4.38
6月 Jun	62.41 <sup>a</sup> ± 5.33	67.16 <sup>b</sup> ± 5.82	69.25 <sup>b</sup> ± 5.74

注:不同字母表示同一行数值经 ANOVA 检验为显著差异 ( $P < 0.05$ ), 相同字母表示数值间无显著差异。

Notes: Different superscript letters in each line indicate significant difference ( $P < 0.05$ ) among means as tested by ANOVA.

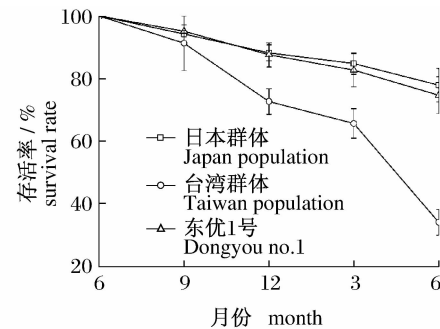


图1 3个实验组杂色鲍在福建海区延绳式吊养模式下的存活率

Fig.1 Survival rate for different groups in Fujian using suspended long-line cages farming model

## 2.3 广东汕头陆地工厂化养殖模式各实验组的生长及存活率

表4为3个实验组在广东汕头陆地工厂化养殖模式下的壳长比较。“东优1号”生长速度显著快于双亲群体 ( $P < 0.05$ ),经过12个月的养殖,壳长达到(66.35 ± 7.56) mm,较日本群体与台湾群体分别快16.5%和7.8%,同时,台湾群体的生长速度也显著高于日本群体 ( $P < 0.05$ )。

图2为3个实验组在广东陆地工厂化养殖模式下的存活率,从图中可以看出,与福建的养殖情况类似,台湾群体在春、秋两季的存活率下降明显,经过1年养殖,存活率仅为29.3%,而日本群体以及“东优1号”的存活率都还很高,分别达到76.3%和71.3%。

## 2.4 海南海口陆地工厂化养殖各实验组的生长及存活率

表5为实验组在海南海口陆地工厂化养殖模

式下的壳长。结果显示,“东优1号”的生长速度显著快于双亲群体( $P < 0.05$ ),经过1年养殖,壳长达到( $57.56 \pm 5.66$ )mm,较日本群体与台湾群体分别快12.5%和7.0%,同时,台湾群体的生长速度也显著快于日本群体( $P < 0.05$ )。

表4 3个实验组杂色鲍在广东汕头陆地工厂化养殖模式下的壳长

Tab.4 Shell length for different groups in Guangdong using land-based intensive farming model

月份 month	日本群体 Japan population	台湾群体 Taiwan population	“东优1号” Dongyou No.1
6月 Jun	16.43 <sup>a</sup> ± 1.56	16.27 <sup>a</sup> ± 1.66	17.13 <sup>a</sup> ± 1.46
9月 Sep	29.86 <sup>a</sup> ± 2.35	32.86 <sup>ab</sup> ± 2.34	34.46 <sup>b</sup> ± 2.37
12月 Dec	39.26 <sup>a</sup> ± 3.71	43.42 <sup>b</sup> ± 3.58	46.52 <sup>b</sup> ± 3.21
3月 Mar	46.57 <sup>a</sup> ± 6.32	51.67 <sup>b</sup> ± 6.18	54.97 <sup>b</sup> ± 6.44
6月 Jun	55.41 <sup>a</sup> ± 7.57	61.16 <sup>b</sup> ± 7.34	66.35 <sup>c</sup> ± 7.56

注:不同字母表示同一行数值经 ANOVA 检验为显著差异( $P < 0.05$ ),相同字母表示数值间无显著差异。

Notes: Different superscript letters in each line indicate significant difference ( $P < 0.05$ ) among means as tested by ANOVA.

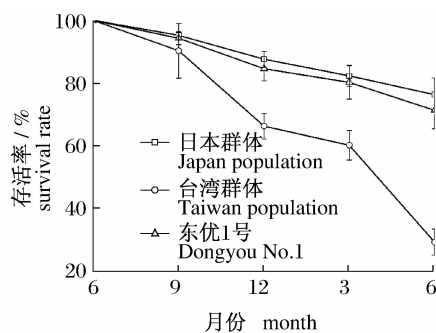


图2 3个实验组杂色鲍在广东汕头陆地工厂化养殖模式下的存活率

Fig.2 Survival rate for different groups in Guangdong using land-based intensive farming model

表5 3个实验组杂色鲍在海南陆地工厂化养殖模式下的壳长

Tab.5 Shell length for different groups in Hainan using land-based intensive farming model

月份 month	日本群体 Japan population	台湾群体 Taiwan population	“东优1号” Dongyou No.1
6月 Jun	16.54 <sup>a</sup> ± 1.64	16.41 <sup>a</sup> ± 1.77	17.33 <sup>a</sup> ± 1.67
9月 Sep	23.54 <sup>a</sup> ± 2.43	24.43 <sup>a</sup> ± 2.32	30.78 <sup>b</sup> ± 2.43
12月 Dec	34.21 <sup>a</sup> ± 3.31	36.49 <sup>a</sup> ± 3.43	41.25 <sup>b</sup> ± 3.56
3月 Mar	42.34 <sup>a</sup> ± 5.65	44.18 <sup>a</sup> ± 5.51	49.32 <sup>b</sup> ± 4.87
6月 Jun	50.39 <sup>a</sup> ± 6.07	54.55 <sup>b</sup> ± 6.16	57.56 <sup>c</sup> ± 5.66

注:不同字母表示同一行数值经 ANOVA 检验为显著差异( $P < 0.05$ ),相同字母表示数值间无显著差异。

Notes: Different superscript letters in each line indicate significant difference ( $P < 0.05$ ) among means as tested by ANOVA.

图3为实验组在海南海口陆地工厂化养殖模式下的存活率。从图中可以看出,与福建以及广东的养殖情况略有不同,在海南地区,台湾群体除在春、秋两季出现存活率明显下降的现象外,夏季高死亡率的现象也很突出,经过1年养殖,台湾群体的存活率仅为21.4%,而日本群体以及“东优1号”的存活率分别达到72.3%和74.2%。

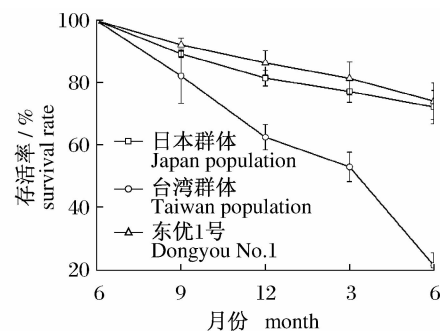


图3 3个实验组杂色鲍在海南陆地工厂化养殖模式下的存活率

Fig.3 Survival rate for different groups in Hainan using land-based intensive farming model

### 3 讨论

贝类的壳形态参数常用于分类学以及同一物种不同群体的多样性分析<sup>[17-18]</sup>。中国对虾“黄海1号”经过八代的定向选择,选育群体的腹节1及腹节总长度较野生群体显著增加,从而导致其体重的增加,李朝霞等<sup>[19]</sup>认为形态特征的逐步判别对于中国对虾不同群体的初步鉴定是可行的。本研究以“东优1号”杂色鲍为研究对象,研究该新品种与双亲群体间的壳型差异。结果表明,日本群体的W/L比值显著大于台湾群体,而“东优1号”的值则介于两者之间。W/L指标在3个群体间差异较大,可作为肉眼简易辨别这3个群体的主要形态学标记。

Kobayashi等<sup>[16]</sup>的研究结果表明,由于皱纹盘鲍养殖群体和野生群体在壳型相关参数与密度相关参数上存在较大差异,因此可根据这些外型指标来区分不同的群体。吴富村<sup>[20]</sup>测量了7个皱纹盘鲍群体4~6龄成体样本的壳长(L)、壳宽(W)、壳高(H)和壳重(SW),结果表明, $H/(L+W+H)$ 与 $SW/(L+W+H)$ 这2个参数在不同群体间存在较高的遗传变异,由于在活体情况下无法测量壳重(SW)性状,建议以 $H/(L+W+H)$ 为

指标对皱纹盘鲍贝壳形态(如壳型)等进行人工选择。本研究同样表明,在与足肌肉重( $MW$ )这一重要经济性状相关的参数  $MW/(L \times W \times H)$  上,3个群体的差异显著,“东优1号”的值显著高于双亲群体,在与重量相关的这一经济性状上,“东优1号”具有进行进一步选育的潜力。

养成期暴发性死亡症是目前困扰杂色鲍养殖行业发展的主要障碍,以本研究的杂色鲍台湾群体为例,在南方三省的实验点上杂色鲍台湾群体都不可避免地出现了春、秋两季的暴发性死亡现象,养殖存活率十分低下,我们认为种质退化应该是造成这一现状的主要原因。南方现有杂色鲍养殖苗种基本上都为上世纪90年代初期台湾引进群体的后代,多年来养殖者在杂色鲍的苗种生产中多采用自养亲鲍,使用的雄性个体又十分有限,最终导致种质退化,养殖鲍疾病流行和生产性能的下降。本研究中所采用的杂色鲍日本群体为从日本东京都大岛附近海域采集引进并自繁的后代,在生活环境、养殖特性等方面都与杂色鲍台湾群体存在较大差异。杂色鲍具有移动性差和喜群居的生活习性,群体间的基因流较弱,因此群体间的基因频率和遗传差异也较明显。种内不同地理群体间的杂交可能使与抗性和生长等性状相关基因重组的机会增加、或使不利基因处于隐性状态<sup>[15]</sup>,所以,杂种后代“东优1号”可以获得较好的杂种优势,从而表现出优于双亲群体的生产性能。种内群体间杂交也是目前贝类杂种优势利用和新品种培育的主要途径<sup>[12-15]</sup>。

在福建和广东等亚热带海域,夏季的最高水温较少超过30℃。但在海南陆地工厂化养殖条件下,每年都有4个月左右的时间养殖水温在30℃以上,这已超过杂色鲍的最适养殖温度<sup>[21]</sup>。持续高温可能是海南地区杂色鲍夏季死亡率较高且生长速度较慢的主要原因,而且高温压力也使得原有养殖种杂色鲍台湾群体因抗性较差而成活率更低,但“东优1号”杂交种却仍然保持了较高的养殖成活率,说明其耐高温性能也较好。

我国南北方受气候、海区等影响,鲍鱼养殖方式差别很大。山东和辽宁等省份主要以底播和浮筏养殖<sup>[20]</sup>为主,福建省近年来的主要养殖方式为筏架吊养和延绳式吊养<sup>[22-23]</sup>,而广东和海南地区的养殖模式主要为陆地工厂化集约式养殖<sup>[24]</sup>。对水产新品种的生物学特性和养殖性能的全面掌

握,将对新品种的有效利用起到重要作用<sup>[25-27]</sup>,在本研究中,我们采用3个鲍鱼养殖区作为主要的养殖模式进行养成对比试验,实验结果表明,杂色鲍日本群体虽然具有很强的抗病能力,但生长速度慢于台湾群体,“东优1号”在具有较好存活率表现的同时,生长速度也最快,结合了两个亲本的优点,体现出明显的杂种优势。综合考量存活率和生长速度两个指标,我们认为杂交种“东优1号”杂色鲍是适合在亚热带和热带地区进行养殖的优良品种。

#### 参考文献:

- [1] FAO. Fish Stat Plus; Universal software for fishery statistical time series, Version 2.3 [DB]. FAO Fisheries Department, Fishery Information, Data and Statistics Unit, 2000.
- [2] Nie Z Q, Wang S P. The status of abalone culture in China [J]. J Shellfish Res, 2004, 23: 941-946.
- [3] Zhang G F, Que H S, Liu X, et al. Abalone mariculture in China [J]. J Shellfish Res, 2004, 23: 947-950.
- [4] 宋振荣, 纪荣兴, 颜素芬. 引起九孔鲍大量死亡的一种球状病毒 [J]. 水产学报, 2000, 24(5): 463-466.
- [5] 徐力文, 王江勇, 陈毕生. 我国南方鲍养殖业的困境与发展探讨 [J]. 湛江海洋大学学报, 2006, 26(4): 100-104.
- [6] 王江勇, 郭志勋, 冯娟, 等. 养殖杂色鲍暴发病超微病理学研究 [J]. 海洋科学, 2007, 31(3): 28-32.
- [7] 郑进清, 王江勇. 杂色鲍“肌肉萎缩症”的药物防治试验 [J]. 水产科技, 2009, 2: 14-17.
- [8] 游伟伟. 杂色鲍的数量性状遗传与育种研究 [D]. 厦门: 厦门大学, 2009.
- [9] 王鹏捷. 台湾最大九孔养殖场苦撑8年宣告弃养 [OL/N]. 中央日报网路报 [2009-04-07]. [http://60.251.100.131/cdnews\\_gb/docDetail.jsp?coluid=112&docid=100723724](http://60.251.100.131/cdnews_gb/docDetail.jsp?coluid=112&docid=100723724)
- [10] 蔡明夷, 柯才焕, 周时强, 等. 鲍的遗传育种研究进展 [J]. 水产学报, 2004, 28(2): 201-208.
- [11] 游伟伟, 柯才焕, 蔡明夷, 等. 杂色鲍日本群体与台湾群体杂交的初步研究 [J]. 厦门大学学报: 自然科学版, 2005, 44(5): 701-705.
- [12] You W W, Ke C H, Luo X, et al. Growth and survival of three small abalone *Haliotis diversicolor* populations and their reciprocal crosses [J]. Aquac Res, 2009, 40(13): 1474-1480.
- [13] 常亚青, 刘小林, 相建海, 等. 栉孔扇贝不同种群杂

- 交效果Ⅲ. 中国种群与俄罗斯种群及其杂种 1-2 龄的生长发育[J]. 海洋学报, 2006, 28(2): 114-120.
- [14] 王爱民, 阎冰, 叶力. 马氏珠母贝不同地理种群内自繁和种群间杂交子一代主要性状的比较[J]. 水产学报, 2003, 27(3): 200-206.
- [15] 张国范, 刘晓, 阙华勇, 等. 贝类杂交及杂种优势理论和技术研究进展[J]. 海洋科学, 2004, 28(7): 54-60.
- [16] Kobayashi M, Fujio Y. Genetic study on shell shape and growth-related traits in the Pacific abalone[J]. Tohoku J Agr Res, 1996, 46(3): 141-147.
- [17] 吴小平, 梁彦. 三种环棱螺贝壳形态及齿舌的比较研究[J]. 南昌大学学报: 理科版, 2000, 24(1): 1-5.
- [18] 顾志峰, 王嫣, 石耀华, 等. 马氏珠母贝两个不同地理种群的形态性状和贝壳珍珠质颜色比较分析[J]. 渔业科学进展, 2009, 30(1): 79-86.
- [19] 李朝霞, 李健, 王清印, 等. 中国对虾“黄海 1 号”选育群体与野生群体的形态特征比较[J]. 中国水产科学, 2006, 13(3): 384-388.
- [20] 吴富村. 皱纹盘鲍的遗传育种与养殖技术研究[D]. 青岛: 中国科学院海洋研究所, 2008.
- [21] 刘贤德, 闫玉华, 王志勇, 等. 杂色鲍对高温和低盐耐受力的初步研究[J]. 集美大学学报: 自然科学版, 2008, 13(4): 301-303.
- [22] 李雪容. 鲍鱼海上吊养技术[J]. 中国水产, 2007, 1: 63, 77.
- [23] 吴富村, 张国范. 皱纹盘鲍杂交幼鲍闽东内湾度夏初探[J]. 海洋科学, 2009, 33(10): 9-14.
- [24] Chen J C, Lee W C. Growth of Taiwan abalone *Haliotis diversicolor* fed on *Gracilaria tenuistipitata* and artificial diet in a multiple-tier basket system[J]. J Shellfish Res, 1999, 18(2): 628-635.
- [25] 何玉英, 李健, 刘萍, 等. 中国对虾“黄海 1 号”与野生群体 F<sub>1</sub> 代生长发育规律比较[J]. 中国海洋大学学报, 2009, 39(3): 413-420.
- [26] 许飞, 郑怀平, 张海滨, 等. 海湾扇贝“中科红”品种与普通养殖群体不同温度下早期性状的比较[J]. 水产学报, 2008, 32(6): 876-883.
- [27] 陈林, 李思发, 简伟业, 等. 吉奥罗非鱼(新吉富罗非鱼♀ × 奥利亚罗非鱼♂) 生长性能的评估[J]. 上海水产大学学报, 2008, 17(3): 257-262.

## Comparisons of morphological characteristics and grow-out performance in new variety “Dongyou No. 1” and its parental populations of small abalone *Haliotis diversicolor*

YOU Wei-wei<sup>1</sup>, LUO Xuan<sup>1</sup>, WANG De-xiang<sup>1</sup>, LIN Zhuang-bing<sup>2</sup>, LIN Huan-yang<sup>3</sup>, KE Cai-huan<sup>1\*</sup>

(1. State Key Laboratory of Marine Environmental Science,

College of Oceanography and Environmental Science, Xiamen University, Xiamen 361005, China;

2. Shantou Fisheries Technology Extension Center, Shantou 515041, China;

3. Zhangzhou Fisheries Technology Extension Station, Zhangzhou 363000, China)

**Abstract:** Small abalone *Haliotis diversicolor* is an economically important shellfish species in southern China. The new variety “Dongyou No. 1” was crossbred by Japan selective strain as male and Taiwan selective strain as female. Morphological characteristics and grow-out performance in “Dongyou No. 1” and its parental populations of small abalone were studied recently. The results for morphological characteristics showed that parameter of  $W/L$  was significantly different among three groups. The  $W/L$  for Japan population was significantly larger than Taiwan population ( $P < 0.05$ ) and the value for “Dongyou No. 1” was between them. These three groups were cultured in the coast of Fujian with suspended long-line cages farming model, Guangdong and Hainan with land-based intensive farming model for one year. The survival rate and shell length for three groups were calculated each three months. The results showed that Taiwan population experienced high mortality during grow-out period in the whole three areas. Japan population showed high disease-resistant ability with high survival rate. But the growth rate for Japan population was significantly slower than Taiwan population ( $P < 0.05$ ). “Dongyou No. 1” showed excellent grow-out performance in all three areas. The results indicated that “Dongyou No. 1” was the suitable new variety of small abalone for farming in the subtropical and tropical areas.

**Key words:** *Haliotis diversicolor*; “Dongyou No. 1”; morphological characteristics; survival rate; growth rate

**Corresponding author:** KE Cai-huan. E-mail: chke@xmu.edu.cn