

文章编号: 1004-7271(2004)02-0103-04

瓯江彩鲤体色与生长的遗传—环境互作分析

王成辉¹, 李思发¹, 曾伟光², 徐志彬²
项松平², 王 剑², 段江萍², 潘增云²

(1. 上海水产大学农业部水产种质资源与养殖生态重点开放实验室, 上海 200090;
2. 浙江省龙泉市水利局, 浙江 龙泉 323700)

摘 要 对五种体色的瓯江彩鲤进行稻田、网箱和水泥池生长对比试验, 探讨体色与生长的遗传—环境互作。结果表明, 瓯江彩鲤的体色与生长率存在一定程度的互作效应, 在稻田中, “全红”和“麻花”彩鲤的生长率显著地高于其它三种体色 ($P < 0.05$); 在网箱中, “大花”、“粉玉”和“粉花”彩鲤的生长率显著地高于“全红”和“麻花”彩鲤 ($P < 0.05$); 在池塘中, “大花”彩鲤的生长率极显著高于其它四种体色彩鲤 ($P < 0.01$), 而其它四种体色彩鲤的生长性能不存在显著差异 ($P > 0.05$)。由此认为, “全红”和“麻花”彩鲤比较适合稻田饲养, “大花”、“粉玉”和“粉花”彩鲤比较适合网箱或池塘饲养。“粉花”彩鲤与环境的互作效应最大。

关键词 瓯江彩鲤, 体色, 生长, 环境

中图分类号: S917 文献标识码: A

Genotype-environment interaction analysis from the body color and growth character in Oujiang color common carp, *Cyprinus carpio* var. *color*

WANG Cheng-hui¹, LI Si-fa¹, ZENG Wei-guang², XU Zhi-bin²
XIANG Song-ping², WANG Jian², DUAN Jiang-ping², PAN Zeng-yun²

(1. Key Laboratory of Aquatic Genetic Resources and Aquacultural Ecosystem Certified by the Ministry of Agriculture, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China;
2. Longquan Water Conservancy Bureau, Zhejiang Province 323700, China)

Abstract The growth experiments on 5 color patterns of Oujiang color common carp (*Cyprinus carpio* var. *color*) reared in paddies, net cages and concrete tanks were conducted to analyze the genotype—environment interaction from body color and growth character. The result indicated that the genotype-environment interaction was detected in Oujiang color common carp. At paddy field environment, AGR_W and IGR_W of “whole red” and “red color with small black spots” were significantly higher than those of the other three kinds of color patterns ($P < 0.05$); at net cage environment, AGR_W and IGR_W of “red color with big black spots”, “whole white” and “white color with big black spots” were significantly higher than those of “whole red” and “red color with small black spots” ($P < 0.05$); at concrete tank environment, AGR_W and IGR_W of “red color with big black spots” were significantly higher than those

收稿日期: 2003-11-24

基金项目: 上海水产大学—浙江龙泉市合作项目(技 99-12)

作者简介: 王成辉(1972-), 男, 湖南宁远人, 博士, 研究方向为水产动物种质资源与种苗工程。E-mail: wangch@shfu.edu.cn

通讯作者: 李思发(1938-), 男, 江苏镇江人, 教授, 博士生导师, 研究方向为水产动物种质资源与种苗工程。E-mail: ls038@mail.

of other four kinds of color patterns ($P < 0.01$), but the other four kinds of color patterns had no significant difference ($P > 0.05$). "whole red" and "red color with small black spots" would be more suitable to be reared in paddy field, "red color with big black spots", "whole white" and "white color with big black spots" would be more suitable to be reared in concrete tank and net cage than other color patterns; "white color with big black spots" was detected with the most obvious genotype-environment interaction.

Key words: *Cyprinus carpio* var. *color*; body color; growth; environment

瓯江彩鲤 (*Cyprinus carpio* var. *color*) 是分布于浙江省瓯江流域的龙泉、丽水和青田等市、县的传统养殖对象, 它们的体色绚丽、丰富, 可初步分为“全红”、“大花”、“麻花”、“粉玉”及“粉花”五种体色。瓯江彩鲤长期以来作为地方性的养殖对象, 养殖学和遗传学研究极少。自 2000 年我们对瓯江彩鲤进行种质和开发利用研究以来, 稻田、网箱及池塘养殖瓯江彩鲤发展迅速, 提出了养殖哪种彩鲤为好的问题。据我们的初步研究, 瓯江彩鲤的体色与生长之间存在一定的相关性^[1]。本论文进一步研究五种体色彩鲤在稻田、网箱及水泥池三种饲养环境中的生长差异, 分析其遗传—环境互作效应, 以期为瓯江彩鲤的选育与推广奠定基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

“全红”、“大花”、“麻花”、“粉玉”和“粉花”五种体色的瓯江彩鲤。

1.2 试验地点与方法

试验地点设在浙江省龙泉市。400m² 面积的稻田 4 块, 每块稻田放 5 种体色的彩鲤各 40 尾; 网箱 (2 m × 2 m × 1 m) 20 只, 每只网箱放 5 种体色的彩鲤各 100 尾; 50m² 面积的水泥试验池 4 只, 每池放养 5 种体色的彩鲤各 34 尾, 放养规格均为 40.5 ~ 44.0g/尾。试验日期均为 2001 年 4 月 28 日至 10 月 28 日, 共 184d。试验期间定期检查生长情况以调整配合饲料的投喂量, 投饲量为体重的 5%, 各重复池(箱)的投饲量相同。

试验结束时, 统计每只网箱、池塘和每块稻田的成活率后, 分别取 5 种体色的彩鲤各 40 尾(水泥池全部统计), 测量体重、全长及体长等生长指标, 计算绝对增长率 (Absolute growth rate, AGR) 和瞬时增长率 (Instantaneous growth rate, IGR)^[2], 并对绝对增长率与瞬时增长率作离差图^[3]。

用下列线性模型进行饲养环境中生长情况方差分析:

$$Y_{ij} = C + COL_i + ENVIR_j + COL_i \times ENVIR_j + E_{ij}$$

式中, Y_{ij} 为体重值, C 为常数, COL_i 为体色的固定效应, $ENVIR_j$ 为环境效应, $COL_i \times ENVIR_j$ 为体色与环境的交互效应; E_{ij} 为随机误差。

分析用 SYSTAT 软件^[4]进行。

2 结果

在稻田、网箱和水泥池三种类型饲养环境中, 不同体色彩鲤间的存活率未见显著差异 ($P > 0.05$), 故试验期间死亡引起的密度变化及其对生长的影响可予以排除。

运用线性模型对三种环境中彩鲤的试验末体重进行多重方差分析表明, 不同体色和不同环境间的彩鲤的生长率差异显著, 体色与环境的交互效应极显著(表 1)。

表 1 稻田、网箱和水泥池中彩鲤试验末体重的多重方差分析结果

Tab.1 Variance analysis results of body weight of Oujiang color common carp reared in paddy field, net cage and concrete tank

变异来源	自由度	均方	F 值	P 值
体色	4	70261.0	2.73	0.0278
环境	2	14397282.0	560.10	0.0000
体色 × 环境	8	323791.8	12.60	0.0000
误差	1159	25704.8		

稻田、网箱和水泥池中彩鲤的绝对生长率和瞬时生长率结果列于表 2。在稻田中，“全红”和“麻花”彩鲤的绝对生长率和瞬时生长率显著地高于“大花”、“粉玉”和“粉花”彩鲤 ($P < 0.05$)；网箱中，“大花”、“粉玉”和“粉花”彩鲤的绝对生长率和瞬时生长率显著地高于“全红”和“麻花”彩鲤 ($P < 0.05$)；池塘中，“大花”彩鲤的生长率极显著高于其它四种体色彩鲤 ($P < 0.01$)，而其它四种体色彩鲤相互间差异不显著 ($P > 0.05$)。

表 2 稻田、网箱和水泥池中 5 种体色彩鲤的增重率

Tab.2 Weight gain of 5 color patterns of Oujiang color common carp reared in rice paddy, net cage and concrete tank

体色	绝对生长率 (g/d)			瞬时生长率 (%/d)		
	稻田	网箱	池塘	稻田	网箱	池塘
“全红”	1.62 ^c	2.80 ^a	3.42 ^a	1.13 ^c	1.41 ^a	0.97 ^a
“大花”	1.05 ^a	3.12 ^{bc}	4.02 ^b	0.93 ^a	1.46 ^b	1.05 ^b
“麻花”	1.76 ^c	2.55 ^a	3.59 ^a	1.19 ^c	1.38 ^a	1.00 ^a
“粉玉”	0.95 ^a	3.26 ^{bcd}	3.54 ^a	0.86 ^a	1.46 ^b	1.02 ^a
“粉花”	1.38 ^b	3.45 ^{bc}	3.63 ^a	1.02 ^b	1.50 ^c	1.03 ^a

注：表中上标中的字母表示差异显著性 ($P < 0.05$)

通过绝对生长率与瞬时生长率的离差分析可见(图 1 和图 2)，在稻田中，“全红”和“麻花”彩鲤的生长率显著地高于“大花”、“粉玉”和“粉花”彩鲤，而在网箱和水泥池中，结果正好相反。

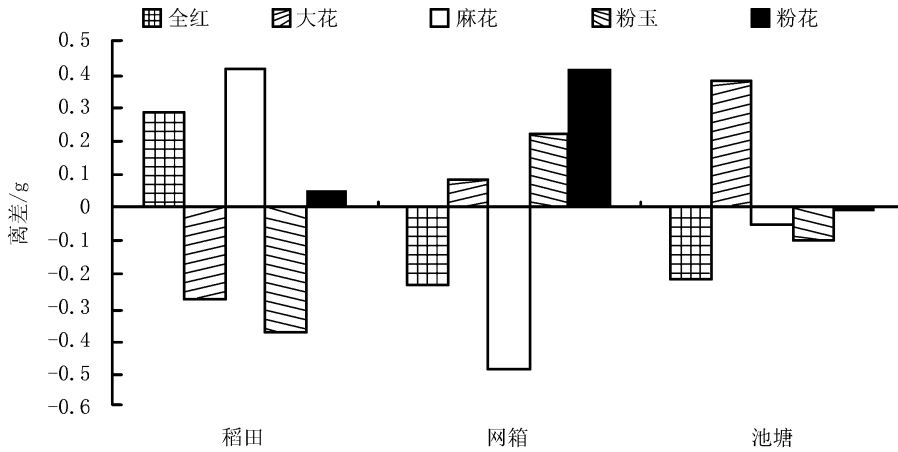


图 1 稻田、网箱和水泥池中 5 种体色彩鲤绝对生长率的离差图

Fig.1 Residuals in absolute growth rate of 5 color patterns of Oujiang color common carp reared in rice paddy, net cage and concrete tank

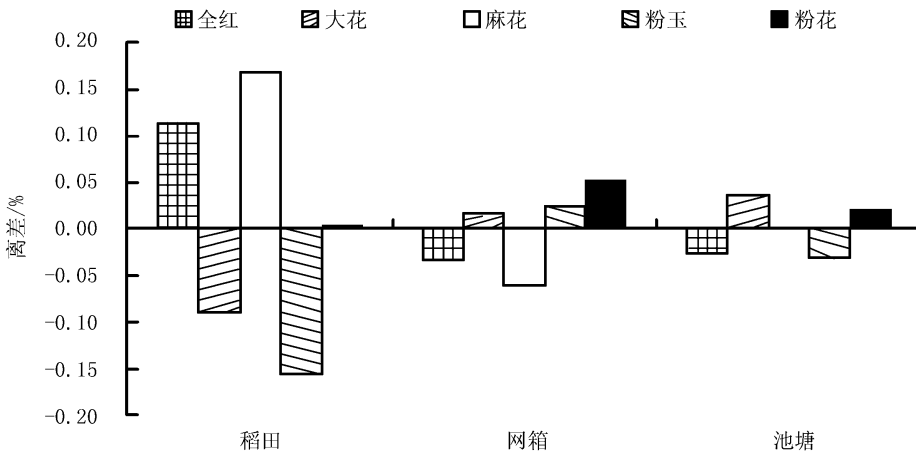


图 2 稻田、网箱和水泥池中 5 种体色彩鲤瞬时生长率的离差图

Fig.2 Residuals in Instantaneous growth rate of 5 color patterns of Oujiang color common carp reared in paddy fields, net cage and concrete tank

3 讨 论

鱼类是最低等的脊椎动物,其生长受环境的影响较大。鱼类的表型性状,除受基因控制外,外界环境条件也有相当影响,有时甚至有很大的影响^[5]。不同的温度、营养水平以及放养密度和放养规格等对鱼类的群体增重均有较大影响^[6,7]。因而在同一饲养环境中进行群体同池比较,且设置若干重复,是一种较为理想的方法^[8,9]。本试验采用这一方法,在4块稻田、20个网箱、4只水泥池中进行5种彩鲤间生长性能比较试验,使同一区组内的环境因素对评价效果的影响减少到最低限度,又突出了区组间环境因子的影响。试验揭示,体色类型与饲养环境存在一定程度的互作;“全红”和“麻花”体色彩鲤在稻田中的体重绝对对生长率和瞬时生长率均显著高于“大花”、“粉玉”和“粉花”体色彩鲤,而在池塘和网箱中的生长性能却不如“大花”、“粉玉”和“粉花”体色彩鲤,表明“全红”和“麻花”体色彩鲤更适用于稻田等水位较浅、有植物等屏蔽的水体中饲养,而在网箱或水泥池等水位较深、无屏蔽的水体中,则表现较差。“大花”、“粉玉”和“粉花”体色彩鲤更适用于网箱或池塘等水体中饲养,而在稻田等水体中较差。在五种体色彩鲤中;“粉花”体色彩鲤与环境的互作效应最大,在稻田中的体重绝对对生长率高于5体色群体均值,在池塘中的体重绝对对生长率低于5体色群体均值,但在网箱中的体重绝对对生长率最高,瞬时生长率的变异情况与绝对对生长率相似。

瓯江彩鲤具有丰富的体色,初步归纳为“全红”、“大花”、“麻花”、“粉玉”、“粉花”5种基本体色。如此丰富的体色,在我国的鲤鱼资源中实为罕见。同时,瓯江彩鲤体色“自交”的纯合度较高,如“全红”和“粉玉”体色的子代均为“全红”和“粉玉”,最低的“麻花”体色,子代中也有71.5%的个体与父母本体色相同。选育生长迅速的瓯江彩鲤食用品系是对其进行开发利用研究的主要目标之一,若某种体色彩鲤存在明显的生长优势,则列为优先选育目标或材料。开展对不同体色彩鲤的生长性能评估,将为食用型瓯江彩鲤的选育提供基础资料。本试验表明,不同体色瓯江彩鲤在不同饲养环境中的生长性能存在一定差异,体色与生长性能存在一定程度的相关性。至于体色与生长间是否存在基因连锁关系?还有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 程起群,王成辉,李思发,等.不同体色瓯江彩鲤生长率和存活率的差异研究[J].水产科技情报,2001,28(2):56-58,63.
- [2] 李思发.淡水鱼类种群生态学[M].北京:中国农业出版社,1990.65-72.
- [3] 李思发,李晨虹,李家乐.尼罗罗非鱼五品系生长性能评估[J].水产学报,1998,22(4):314-321.
- [4] Wilkinson L. SYSTAT: The Systat for Statistic for the PC (2nd Ed) [M]. Evanston, IL: SYSTAT, Inc, 1989. 423-555.
- [5] 张建森,孙小异.论鲤鱼杂交和品种选育[A].建鲤育种研究论文集[C].北京:科学出版社,1994,13-16.
- [6] Wohlfarth G W, Moav R. Genetic testing of common carp in cages 2. Influence of variation in initial weight on weight gain [J]. Aquaculture, 1993, 109: 245-256.
- [7] William L S, Venkatesh W, Ana E H. Ovarian differentiation in common carp (*Cyprinus carpio*) in relation to growth rate [J]. Aquaculture, 1995, 137: 203-211.
- [8] Wohlfarth G W, Moav R. Communal testing, a method of testing the growth of different genetic groups of common carp in earthen ponds [J]. Aquaculture, 1985, 48: 143-157.
- [9] Wohlfarth G W, Moav R. Genetic testing of common carp in cages. 1. Communal versus separate testing [J]. Aquaculture, 1991, 95: 215-223.