

高产池塘混养鱼类相互关系及主体鱼资金投入产出模型的建立

谢 骏, 黄樟翰, 肖学铮, 吴锐全, 卢迈新

(中国水产科学研究院珠江水产研究所, 广州 510380)

摘要:应用灰色关联度分析法对顺德高产池塘的多品种混养鱼类关系进行分析, 各种不同鱼类的放养对产量的关系为: 鲢放养量对鳙的净产量影响最大($G_{34}=0.7921$), 其次为草鱼放养对鲢的净产量影响($G_{13}=0.7415$), 最小为鲢的放养对草鱼的净产量关系(0.5932)。鲢的放养为优势母因子, 鳙的收获为优势子因子。应用灰色动态模型 GM(1,2) 建模法建立了高产池塘主体鱼的产投关系模型, 在该模型的基础上建立了系统网络模型, 根据灰色系统稳定性的要求得出, 只有将净产值的 30% 作为来年的主体鱼种苗资金, 系统才能稳定发展。

关键词:高产池塘; 混养鱼类关系; 投入产出模型; 灰色系统理论

The relationships among polycultured-fishes and an input-output dynamics model in the high-yield fish ponds

XIE Jun, HUANG Zhang-Han, XIAO Xue-Zheng, WU Rui-Quan, LU Mai-Xin (Pearl River Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Guangzhou 510380, China)

Abstract: The gray correlativity analysis was applied to study on the relationships among fishes in high-yield poly-culture pond. The results are as follows: the relation between the input of mud carp fingerlings and output of big-head carps is the biggest ($R=0.7921$), and the relation between the input of grass carp fingerlings and output of mud carp is the second ($R=0.7415$). The input mud carp fingerlings becomes superiority maternal factor, the output of big-head carps becomes superiority junior factor. The gray dynamics model is applied to analyse the input-output, and a dynamic equation is developed. The results indicate that the system can develop steadily only if a 30% of net yield value is remained for next year's carp fingerling.

Key words: high-yield-pond; relationship of ploy-culture fishes; input-output model; gray system theory

文章编号: 1000-0933(2000)02-0317-04 中图分类号: Q17 文献标识码: A

我国池塘养鱼技术处于世界领先地位, 各种鱼类的混养是该模式的特色之一。关于多品种混养鱼类间的相互关系, 主要为语言描述^[1]; 对草食性鱼类与滤食性、杂食性鱼类^[2], 对草食性与滤食性鱼类间的相互关系进行过一些研究^[3]。而池塘养鱼的投入产出模型的建立逐渐引起人们的重视, 已有过应用线性规划对养殖虹鳟、对虾等水产品的养殖经营进行过线性规划分析^[4~6]; 有人^[7]对肥育池的产量进行多元线性建模。国内建立过池塘养鱼利润的一元回归分析方程^[8]; 应用通径系数分析了各因素对产量的影响^[9]; 应用线性规划对池塘的资金、水体等进行规划^[10]。以上的方法均为线性方法, 但我国池塘养鱼是多品种, 多规格鱼类混养, 数据一般为非线性、多因子的, 不能简单套用线性方法。本研究应用灰色理论方法^[11], 对混养鱼类相互关系进行分析, 以定量分析的形式阐明了混养鱼类间的复杂关系, 同时根据主体鱼建立池塘养鱼的投入产出模型, 为养殖结构的调整、改进提供了理论依据。

基金项目: 广东省自然科学基金青年项目(920253)

收稿日期: 1997-11-10 修订日期: 1998-08-03

作者简介: 谢骏(1965~), 男, 副研究员。

1 混养鱼类相互关系的研究

1.1 方法

选用灰色系统理论中的关联度分析方法,对混养鱼类的相互关系进行定量分析。数据标准化采用均值化处理,分辨系数 K 取 0.1。

1.2 材料

数据主要来自顺德勒流及所内 1993~1994 年的试验数据,共计 30 口池塘。以 4 种鱼类的放养量为参考数列(或母因素数列),以 Y_1, Y_2, Y_3, Y_4 分别代表草鱼、鲢、鳊及鳙的放养量(kg/hm^2),以 4 种鱼的净产量(kg/hm^2)为被比较数列(或子因素数列),草鱼、鲢、鳊、鳙的产量分别记为 N_1, N_2, N_3, N_4 (共有池塘 30 口,即 $n=30$)。

1.3 结果与讨论

1.3.1 同一母因素(Y)对不同子因素(N)的影响 (1)草鱼放养(Y_1)对各种鱼产量的影响 $G(11)=(y_1$ 与 N_1 的关联度) $=$ (草鱼放养量对草鱼净产量) $=1.0000$, $G(12)=($ 草鱼放养量对鲢净产量 $)=0.6318$, $G(13)=($ 草鱼放养量对鳊净产量 $)=0.7415$, $G(14)=($ 草鱼放养量对鳙净产量 $)=0.7140$ (以下 G 所代表的意义照推)。结果表明,草鱼的放养量除对草鱼的净产量影响最大外,对鳊的净产量影响较其它大,草鱼的放养对鳙的净产影响其次,影响最小的是对鲢的净产。

(2)鲢放养(Y_2)对各种鱼产量的影响 $G(22)1.0000 > G(24)0.6835 > G(23)0.6425 > G(21)0.5932$, 即鲢的放养量对其它鱼净产影响由大到小的顺序为:鳙(G_{24}) $>$ 鳊(G_{23}) $>$ 草鱼(G_{21})。

(3)鳊放养(Y_3)对各种鱼产量的影响 $G(33)1.0000 > G(34)0.7921 > G(32)0.6761 > G(31)0.6450$, 即鳊的放养量对其它鱼类净产的影响由大到小的顺序为:鳙(G_{34}) $>$ 鲢(G_{32}) $>$ 草鱼(G_{31})。

(4)鳙放养(Y_4)对各种鱼产量的影响 $G(44)1.0000 > G(43)0.6796 > G(42)0.6711 > G(41)0.6648$, 说明鳙的放养量对其它鱼类净产的影响由大到小的顺序为:鳊(G_{43}) $>$ 鲢(G_{42}) $>$ 草鱼(G_{41})。

1.3.2 不同母因素(Y)对同一子因素(N)的影响 (1)不同的放养量对草鱼净产量(N_1)的影响 $G(11) = (Y_1$ 与 X_1 的关联度) $=$ (草鱼放养量对草鱼净产量) $=1.0000$, $G(21) =$ (鲢放养量对草鱼净产量) $=0.5932$, $G(31) =$ (鳊放养量对草鱼净产量) $=0.6450$, $G(41) =$ (鳙放养量对草鱼净产量) $=0.6648$ 。可知, $G(11) > G(41) > G(31) > G(21)$ 。结果表明,影响草鱼净产量的第一主因素是草鱼的放养,其次是鳙的放养,再次是鳊的放养,最小是鲢的放养。

(2)不同的放养对鲢净产量(N_2)的影响 $G(22)1.0000 > G(32)0.6761 > G(42)0.6711 > G(21)0.6318$ 。表明对鲢产量影响最大的为鲢的放养,其次为鳊的放养,最小为草鱼的放养。

(3)不同的放养对鳊产量(N_3)的影响 $G(33)1.0000 > G(13)0.7415 > G(43)0.6796 > G(23)0.6425$ 。结果表明,对鳊产量影响最大的为鳊的放养,其次为草鱼的放养,最小为鲢的放养。

(4)不同的放养对鳙产量(N_4)的影响 $G(44)1.0000 > G(34)0.7921 > G(14)0.7140 > G(24)0.6835$ 。结果表明,对鳙产量影响最大的为鳙的放养,其次为鳊的放养,最小为鲢的放养。

1.3.3 混养鱼类相互关系优势分析 从分析矩阵可知(见表 1),鳊的放养对鳙净产量为整个矩阵中最大($G_{34}=0.7921$),草鱼的放养对鳊净产影响为第二($G_{13}=0.7415$),矩阵中最小的为鲢的放养对草鱼净产量;从矩阵行来看,第三行的数值大于相对应的其它行的数据,即鳊的放养对其它鱼类的影响最大,是该矩阵的优势母因子。第一行的数据为其次,即草鱼的放养为该矩阵的次母因子;从列来看,第四列的每一个数据大于相对应的其它列的数据,即鳙的净产是该矩阵的优势子因子,第三列各数据排列第二位,即鳊的净产为次优势子因子。

地处珠江三角洲的顺德地区养殖方式有其独特之处。由于气候条件优越,池塘以养鳊、草鱼为主,利用池水很肥和鳙在肥水中快速生长的特点,以混养鳙为主(主要因为鳙的价格高,加之鳊的杂食性,缓解因养殖鳙的肥水),鲢放养量则较少,不使其在食料上抑制鳙,以保证鳙有足够的食料而充分发挥其生长潜力,提高池塘总产量。在放养方面,鳊、草鱼是主因子,收获方面鳙的是优势因子。实际情况与灰色关联基本一致。

表 1 顺德高产池塘优势分析矩阵

Table 1 The gray superiority analysis matrix in Shunde high-yieldfish-pond

	草鱼收获(N1)	鲢收获(N2)	鳊收获(N3)	鳙收获(N4)
草鱼放养(Y1)	1.0000(G11)	0.6318(G12)	0.7415(G13)	0.7140(G14)
鲢放养(Y2)	0.5932(G21)	1.0000(G22)	0.6425(G23)	0.6835(G24)
鳊放养(Y3)	0.6450(G31)	0.6761(G32)	1.0000(G33)	0.7921(G34)
鳙放养(Y4)	0.6648(G41)	0.6711(G42)	0.6796(G43)	1.0000(G44)

2 建立主体鱼的投入产出模型

2.1 方法

选用灰色系统的五步建模法,对主体鱼的投入产出进行建模^[11]。

2.2 材料

由于多品种混养、养殖技术、价格的变化,使得池塘养殖的模型建立的难度大、效果差。建立模型如选择多个因素,反而效果差,只有选择其主因子进行分析,才能提高模型的精确度。根据前面的研究知道,该类池塘以草鱼、鳊为主体鱼,本研究选择鳊、草鱼的投入产出来建立模型。分别以 X_1 代表主体鱼来年的再投入资金(元), X_2 代表鳊的投入资金(元)。 X_3 代表鳊的净产值(元), X_4 代表草鱼的投入资金(元), X_5 代表草鱼的净产值(元)。

2.3 五步建模法

(1)语言模型 以适当鱼种投入,促进池塘生态经济系统的稳步发展,获得最大经济效益。

(2)网络模型 网络是由几个环节组成的。本研究选用草鱼、鳊两种主体鱼建立初投资环节(环节1、环节2)。来年年鱼种所用资金为再生产投资(环节3),表示从产值中提出一部分再生产投资的反馈环节。由3个环节构成高产池塘主体鱼投入产出网络图(见图1)。

(3)量化模型 对于鳊种苗投入资金 X_2 与净产值 X_3 ,建立两者关系模型(GM(1,2)):

$$\frac{dx_3^{(1)}}{dt} + 0.048x_3^{(1)} = 0.303x_2^{(1)}$$

同样,草鱼鱼种投入资金 X_4 与净产值 X_5 ,建立两者关系模型:

$$\frac{dx_5^{(1)}}{dt} + 0.239x_5^{(1)} = 1.267x_4^{(1)}$$

该两模型为原始数据(x)经一次累加生成 I-AGO

(accumulated generating operation) 的生成数列($x^{(1)}$)建立的模型。其中 $x_3^{(1)}$ 、 $x_5^{(1)}$ 前面的系数为系统发展系数,表明该投入产出系统的发展状况; $x_2^{(1)}$ 、 $x_4^{(1)}$ 前面的系数为协同系数,表明该系数对发展系数的贡献。从发展系数和协同系数来看,草鱼资金的两个系数大于鳊的系数。草鱼的价格高,对净产的影响大过鳊的影响。

(4)动态模型 记 S 为拉普拉斯算子,通过转换得动态环节1(鳊的产投环节)的传递函数和草鱼的产投环节的传递函数分别为:

$$\frac{x_3^{(1)}}{x_2^{(1)}} = \frac{0.303}{s + 0.046} = \frac{6.313}{1 + 20.833s}$$

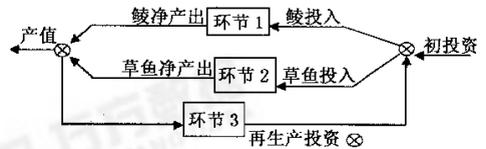
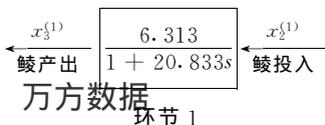
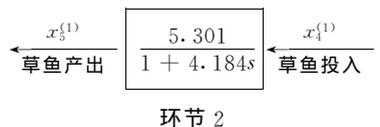


图 1 高产池塘投入产出网络框图

Fig.1 Input-output net framework of high-yield fish-pond

$$\frac{x_5^{(1)}}{x_4^{(1)}} = \frac{1.267}{s + 0.239} = \frac{5.301}{1 + 4.184s}$$



(5)优化模型 根据以上两环节建立网络模型,并对系统发展趋势进行分析。

对图 2 的系统总函数合并得： $\frac{x_1^{(1)}(s)}{u^{(1)}(s)} = \Phi(s)$ ，式中 $x_1^{(1)}$ 为系统的输出 $u^{(1)}(s)$ 为系统的输入。图 2 中 W_{23} 与 W_{45} 正相并联，环节 $W_{20} = W_{23} - W_{45}$ ； W_{20} 与 W_{10} 为反馈环节的合并，因而：

$$\Phi(s) \frac{1}{\frac{1}{\tau\omega_{20}} - \tau\omega_{10}} = \frac{83.86s - 1}{86.163s^2 + (25.017 - 84.022 \otimes)s + 1 + 1.012 \otimes}$$

根据发展特性的灰色数据得知：当特征多项式 $F_0(s) = 86.163s^2 + (25.011 - 84.022 \otimes)s + 1 + 1.012 \otimes$ ，出现异号的系数，即出现负系数时，系统有发展平面根，因此系统发展的充分必要条件是：

$$25.011 - 84.022 \otimes < 0, \otimes > 29.77\%$$

即若从系统输出 x_1 中提取 29.773% 资金作为来年的鱼种投入，则该经济系统可保持良好的发展状态。当时本地区每 1/15hm² 纯收入为 1000 元，其中鲢、草鱼占总产量的 65%。如按 30% 再投入生产，即需要追加 195 元购买来年鱼种（鲢、草鱼鱼种苗），结论与当时实际情况相符。在上述分析基础上，若给定的预值特征多项式 $|F(S)|^*$ 与实际的特征方程 $|F_0(S)|$ 满足下列准则 $J; J = |F(S)|^* - |F_0(S)| = \min$ 的条件下，如果能找到一个合适的控制决策，那么，按控制决策改造后的模型，就是优化模型。

3 关于灰色优理论对池塘生态分析的结果可靠性讨论

池塘高产数据由于混养品种多，影响产量的因素也多，还有些因素不了解；虽然数据量大（样本大），但不一定具有典型分布，以往对池塘生态的分析法主要是统计方法，如回归分析等。一般来说，回归分析多用于少因素、线性的情况，对于多因素的、非线性的则难以处理；且回归分析要求数据有典型分布，才能用其相应公式进行运算。但许多数据不一定具备以上的条件，此时如用回归分析往往出现与事实相反的结果。灰色理论的关联分析中考虑了以上不足，以曲线的发展态势的接近程度来比较曲线的关联大小，适应于多因素、非线性、非典型分布的数据。灰色理论的五步建模方法中的动态 $GM(1, N)$ 模型，它是建立在原始数据的基础上，通过生成数建立微分方程，避免了用线性方法时存在的问题，并初步建立了主体鱼的投入产出模型，为养殖结构的调整、改进提供了理论依据。

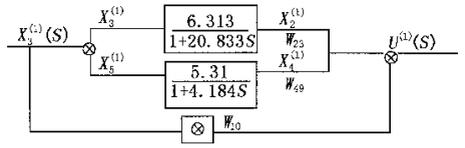


图 2 高产池塘主体鱼投入产出网络图
Fig. 2 Input-output net of high-yield-fish-pond

参考文献

[1] 赵继祖,等. 养鱼技术问答. 广州: 广东科学出版社, 1984. 67~69.
 [2] 杨华祝,等. 综合养鱼基础理论和渔业生物经济研究论文集. 北京: 科学出版社, 1994. 196~204.
 [3] 陈立侨,等. 池塘饲养鱼类优化结构及增产原理 II. 池塘主养鱼类合理群落及其能量转化效率. 水生生物学报, 1993, 17(3):197~205.
 [4] Bolter J P. et al. POND: A decision support system for pond aquaculture. Twelfth Annual Administrative Report, PD/A CRSY, Corvallis, OR. 1995, 46~67.
 [5] Merola N. & Pagan-font F A. Pond culture of the Amazon fish Tambaqui; a pilot study. Aqua. Engg., 1988, (7):113~125.
 [6] 全龄译. 微型计算机在渔业研究与管理上的应用及展望. 国外水产, 1984, (3):13~17.
 [7] 张幼敏译. 肥育池渔产量的预报. 国外水产, 1981, (3):11~12.
 [8] 史洪芳. 池塘成鱼养殖的技术经济分析和技术改造设想. 浙江水产学报, 1984, (1):91~99.
 [9] 陈大庆. 通径分析与大面积池塘高产理论初步研究. 淡水渔业, 1989, (5):15~17.
 [11] 邓聚龙. 灰色系统基本方法. 武汉: 华中理工大学出版社, 1982. 17~34.
 [12] 袁嘉祖. 灰色系统理论及其应用. 北京: 科学出版社, 1991. 13~50.