

研究简报

高产池塘投入产出的灰色动态模型的建立

BUILDING UP GRAY SYSTEM DYNAMICS MODEL FOR INPUT-OUTPUT IN HIGH-YIELD FISH-POND

谢 骏 肖学铮 黄樟翰 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)

XIE Jun, XIAO Xue-Zheng, HUANG Zhang-Han, WU Rui-Quan, LU Mai-Xin

(*Pearl River Fishery Research Institute, CAFS, Guangzhou 510380*)

关键词 高产池塘, 投入产出, 灰色动态模型

KEYWORDS high-yield fish-pond, input-output, gray dynamics model

中图分类号 S911

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虹鳟、对虾等的养殖经营进行线性规划分析[Merola 和 Pagan-font 1988, Bolter 等 1995, 全 龄 1995年中译文]。有人[张幼敏 1981年中译文]对肥育池的产量进行多元线性建模。国内史洪芳[1985]建立过池塘养鱼利润的一元回归分析方程;陈大庆[1989]应用通径系数分析了各因素对产量的影响;张 展[1985]等应用线性规划对池塘的资金、水体等进行规划。以上的方法均为线性方法,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,这样的因子不能简单套用线性方法。由于池塘的投入、产出是清楚的,而太阳能的转化效率、固氮水生作用、地表径流带入的营养等是难以准确计算的,这种系统属于灰色系统[邓聚龙 1984],本文应用灰色系统理论方法建立池塘养鱼的投入产出模型。

1 材料与方 法

1.1 材 料

数据主要来自1983年珠江水产研究所在顺德勒流开展的“珠江三角洲连片鱼塘高产综合

技术试验”，加上所内1992年的试验数据，共计65口池塘。该数据记录完整、可靠，且为同一养殖模型，该类池塘以草鱼、鲢为主体鱼。分别以 X_1 代表主体鱼来年的再投入资金(元)， X_2 代表鲢的投入资金(元)， X_3 代表鲢的产值(元)， X_4 代表草鱼的投入资金(元)， X_5 代表草鱼的产值(元)。

1.2 方法

引用灰色系统理论的五步建模法对池塘产投进行分析[袁嘉祖 1991]。

2 结果

2.1 语言模型

以适当投入，促进池塘生态经济系统的稳步发展，获得最大经济效益。

2.2 网络模型

网络是由几个环节组成的。本研究选用草鱼、鲢两种主体鱼建立初投资环节(环节1、环节2)，来年轻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)。

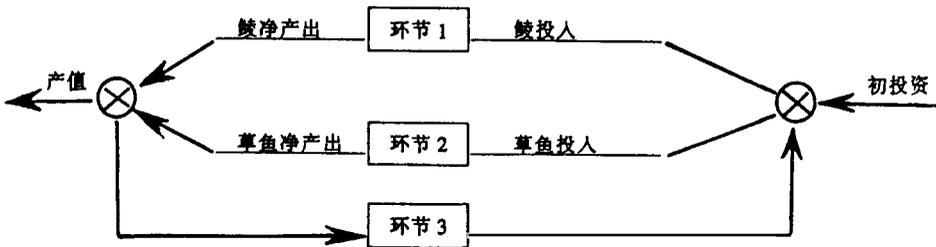


图1 高产池塘投入产出网络框图

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

2.3 量化模型

对于鲢种苗投入资金 X_2 与净产值 X_3 ，建立两者关系模型 $x^{(1)}$

$$\frac{dx_3^{(1)}}{dt} + 0.284x_3^{(1)} = 1.46x_2^{(1)}$$

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

$$\frac{dx_5^{(1)}}{dt} + 0.0994x_5^{(1)} = 0.634x_4^{(1)}$$

2.4 动态模型

记 S 为拉普拉斯算子,通过转换得动态环节1(鲢的产投环节)的传递函数为

$$\frac{x_3^{(1)}}{x_2^{(1)}} = \frac{1.46}{S+0.284} = \frac{5.14}{1+3.55S}$$

$$\begin{array}{ccc} X_3^{(1)} & \boxed{\frac{5.14}{1+3.55S}} & X_2^{(1)} \\ \leftarrow \text{鲢产出} & & \leftarrow \text{鲢投入} \end{array}$$

环节1

同样,草鱼的产投环节的传递函数为

$$\frac{x_5^{(1)}}{x_4^{(1)}} = \frac{0.634}{S+0.099} = \frac{6.40}{1+10^{-1}S}$$

$$\begin{array}{ccc} X_5^{(1)} & \boxed{\frac{6.40}{1+10^{-1}S}} & X_4^{(1)} \\ \leftarrow \text{草鱼产出} & & \leftarrow \text{草鱼投入} \end{array}$$

环节2

2.5 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。

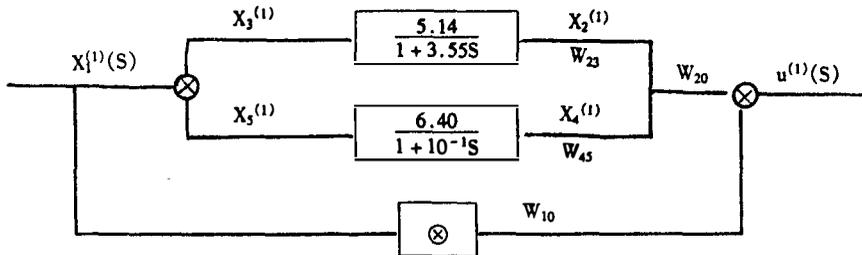


图2 高产池塘主体鱼投入产出网络图

Fig. 2 Input-output net of high-yield fish-pond

对图2的系统总函数合并得： $\frac{x_1^{(1)}(S)}{u^{(1)}(s)} = \Phi(s)$

式中 $X_1^{(1)}(S)$ 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

$$\Phi(s) = \frac{1}{\frac{1}{W_{20}} - W_{10}} = \frac{11.54 + 74.63S}{35.86S^2 + (13.65 - 74.63 \otimes)S - 11.54 \otimes + 1}$$

根据发展特性的灰色数据得知：

当特征方程式 $F_0(S) = 35.86S^2 + (13.65 - 74.63 \otimes)S - 11.54 \otimes + 1$

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：

$$13.65 - 74.63 \otimes < 0; \quad \otimes > 0.18.$$

即若从系统输出 x_1 中提取18%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。

3 讨论

(1)我们知道,当时本地区每1/15公顷纯收入为900元,其中鲢、草鱼占总产量的60%。如按18%再投入生产,即需要追加100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。

(2)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。过去常用的线性分析法,有以下几个弱点:要求大量样本;要求有好的分布规律;可能出现量化结果与定性分析结果不符的现象。灰色理论的方法是种全新方法[邓聚龙 1984],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。本文选用鲢和草鱼为主养鱼类型进行分析,应用灰色理论的五步建模法取得了满意的结果。其它不同养殖类型的模式,同样可以根据其主体鱼的参数进行分析。

参 考 文 献

- 邓聚龙. 1984. 灰色动态(GM)在粮食长期预测中的应用. 大自然探索, 3:13~21.
- 史洪芳. 1984. 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, (1):91~99.
- 全 龄(译). 1991. 微型计算机在渔业研究与管理上的应用及展望. 国外水产, 3:13~17.
- 张 展. 1985. 一个实用的水产养殖线性规划数学模型. 淡水渔业, 4:15~21.
- 张幼敏(译). 1981. 肥育池渔产量的预报. 国外水产, 3:11~12.
- 陈大庆. 1989. 通径分析与大面积池塘高产理论初步研究. 淡水渔业, (5):15~17.
- 袁嘉祖. 1991. 灰色系统理论及其应用. 北京:科学出版社, 13~50.
- Bolter J P, Nath S S, Ernst D H. 1995. POND: A decision support system for pond aquaculture. Twelfth Annual Administrative Report, PD/A CRSP, Corvallis, OR. 46~67.
- Merola N, Pagan-font F A. 1988. Pond culture of the Amazon fish Tambaqui, a pilot study. Aqua Eng, 7:113~125.