

池塘鱼产量预测模型的研究*

陈 大 庆

(中国水产科学研究院长江水产研究所, 沙市)

摘 要

本文应用多元线性逐步回归方法, 对影响池塘食用鱼养殖产量的可控因子进行定量分析, 挑选出与鱼产量关系最密切的几个因子, 建立了池塘食用鱼养殖产量预测模型。

关键词: 池塘鱼产量, 回归分析, 预测模型。

一、前 言

池塘鱼产量受到两类因子的影响, 一类是自然因子, 如光照、水温、池塘环境条件等; 另一类是可控因子, 如放养尾数、放养量、投饵量等。目前, 池塘食用鱼产量的提高, 主要是通过调节可控因子来实现的。诸多可控因子与鱼产量关系, 一直是池塘食用鱼产量预测的关键问题。尤道维奇等分析了肥育池中各可控因子与鱼产量的关系, 建立了肥育池鱼产量预测模型^[1]。然而有关以草食性鱼类为主体鱼养鱼池中可控因子和鱼产量关系的研究, 国内尚未见报道。本文应用多元线性逐步回归方法, 分析各投入因子和鱼产量的关系, 建立以草食性鱼类为主体鱼养鱼池的鱼产量预测模型。

二、材料和方法

1. 数据的搜集

本文所用数据引自崇明县和上海市淀山湖联营养殖场(以下简称联营场)池塘养鱼统计分析日志(以下简称塘卡)。每本塘卡记录一口池塘生产过程中放养、投饵、施肥和收获的全部数据。

联营场净产量幅度为700—1000公斤/亩。该场共选取52口池塘作为分析对象。

崇明县是养鱼新区, 净产量幅度为400—700公斤/亩。该县共选取94口池塘作为分析对象。

2. 回归变量的选择

在回归自变量的选择中, 将可控因子依其属性不同分成两类:

第一类: 鱼种投入量。选择这一类变量时, 根据鱼类食性的异同, 将草食性的草鱼、团头鲂; 滤食性的鲢鱼, 鳙鱼; 杂食性的鲤鱼, 鲫鱼分成三档, 每档取各自的放养量作为一个变量, 共计三个变量。

* 本文曾得到覃玉钧教授、董合一副教授的指导, 在此特致谢意。
本文于1988年12月16日收到。

第二类：饲料投入量。饲料主要是青饲料和精饲料二种，各养殖场因条件不同饲料种类差别很大。不同饲料所含营养成分不一，依饲料所含营养成分的百分比，将青、精饲料分别折算成蛋白质量^[2,3]。青、精饲料蛋白质量各作为一个变量，共计二个变量。

因池塘毛产量不能真实反映池塘鱼产量，故选择净产量作为回归因变量。

3. 数据处理所用数学模型

数据处理采用多元线性回归模型^[4,5]：

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n$$

用BASIC语言编成计算程序，在Apple-Ⅱ微机上运算。

三、结 果

为使最终所建立的回归模型包含较多的变量，将回归变量选入和剔除的临界水平定为25%，估计入选方程的变量为4—5个，查F表，得崇明县临界F值为 $F_{0.25}(1,88) = 1.34$ ，联营场 $F_{0.25}(1,46) = 1.36$ 。经计算得逐步回归结果(表1)。

表1 崇明县、联营场鱼塘逐步回归计算结果

Table 1 The calculated result of progressive linear regression of fish farms in Chongming county and joint managerial farm

| 入选变量 | 方差贡献 | 变量检验 | 方程检验 | 复相 关系 数 | 剩 余 标 准 差 | 余 差 b ₀ | b ₃ b ₄ | b ₁ b ₃ | b ₂ b ₁ | b ₄ b ₂ | b ₅ b ₅ |
|----------------|--------|----------|----------|---------------|-----------------------|--------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| x ₅ | 0.5067 | 94.5315 | 94.5135 | 0.7119 | 78.7603 | 214.3569 | | | | | 0.8091 |
| x ₃ | 0.6742 | 103.4507 | 103.4507 | 0.8218 | 57.5827 | 407.4467 | | | | | 0.9015 |
| x ₄ | 0.3366 | 195.5373 | 244.7516 | 0.9183 | 44.6257 | 106.1323 | | | | 2.6823 | 0.6941 |
| x ₂ | 0.1872 | 66.2046 | 152.2823 | 0.8281 | 37.9276 | 282.7485 | | | | 2.1864 | 0.8942 |
| x ₁ | 0.0509 | 43.3087 | 253.6609 | 0.9456 | 36.8680 | 121.8227 | | | -1.7316 | 3.0515 | 0.6969 |
| x ₁ | 0.0825 | 70.5109 | 269.0621 | 0.9715 | 24.3819 | 240.8121 | | | 1.5740 | 1.7357 | 0.8114 |
| x ₁ | 0.0654 | 144.4973 | 529.7006 | 0.9796 | 22.8877 | 155.4852 | | 1.1960 | -2.4534 | 2.7519 | 0.5239 |
| x ₃ | 0.0241 | 35.6530 | 355.3943 | 0.9839 | 18.5765 | 228.0893 | | 1.9265 | 1.2356 | 1.9303 | 0.7845 |
| x ₃ | 0.0006 | 15.9909 | 496.3355 | 0.9827 | 21.1726 | 144.6667 | 1.1337 | 1.0704 | -2.2712 | 2.6982 | 0.5079 |
| x ₄ | 0.0194 | 70.9206 | 723.4678 | 0.9937 | 11.7753 | 226.9066 | 0.3206 | 1.7399 | 0.9724 | 2.0751 | 0.6773 |

注：回归变量的最终方差贡献为：

崇明县 V(4) = 0.2981 联营场 V(5) = 0.4665
 V(5) = 0.1534 V(2) = 0.1260
 V(2) = 0.0900 V(1) = 0.0439
 V(1) = 0.0654 V(3) = 0.0242
 V(3) = 0.0061 V(4) = 0.0193

回归变量的定义(公斤/亩)：

x₁: 草鱼和团头鲂放养量
 x₂: 鲢鱼和鳊鱼放养量
 x₃: 鲤鱼和鲫鱼放养量
 x₄: 草料蛋白质量
 x₅: 精料蛋白质量

表内上排数字为崇明县回归结果，下排为联营场回归结果。

由表1可见，随入选量的增多，入选变量的方差贡献逐渐减小；方程的显著性检验F值逐渐变大；方程的复相关系数变大；方程的剩余标准差变小。

崇明县和联营场入选变量的个数均为5个，产量构成因子均为草鱼和团头鲂放养量、鲢

鱼和鳊鱼放养量、鲤鱼和鲫鱼放养量、草料投喂量、精料投喂量。建立的回归模型中各入选变量最终方差贡献大小顺序：崇明县 $V_{(4)} > V_{(3)} > V_{(2)} > V_{(1)} > V_{(5)}$ ，联营场 $V_{(5)} > V_{(2)} > V_{(1)} > V_{(3)} > V_{(4)}$ 。

崇明县和联营场食用鱼产量预测模型分别为：

$$\text{崇明县: } y = 144.6667 + 1.0704x_1 - 2.2712x_2 + 1.1337x_3 + 2.6982x_4 + 0.5079x_5$$

$$\text{联营场: } y = 226.9066 + 0.9724x_1 + 2.0751x_2 + 1.7399x_3 + 0.3206x_4 + 0.6773x_5$$

四、讨 论

1. 预测模型多项数学指标的检验

线性回归模型拟合数据的程度常用 F 值、复相关系数和剩余标准差三项指标来衡量。从表 1 可见，预测模型的整体检验 F 值，崇明县为 498，联营场为 723，均大于 $F_{0.01}(5,46) = 3.51$ 和 $F_{0.01}(5,88) = 3.35$ 的临界值，说明所建立的预测模型在 $\alpha = 0.01$ 水平上，具有高度的显著性。预测模型的复相关系数，崇明县为 0.98，联营场为 0.99；表明净产量与所选入的 5 个变量间线性关系密切。

预测模型的剩余标准差：联营场为 11.7753 公斤/亩，崇明县为 21.1726 公斤/亩；预测误差区间分别为 ± 23 公斤/亩和 ± 42 公斤/亩。对于样本产量区间 700—1000 公斤/亩和 400—700 公斤/亩，以及样本数 52 和 94 来说，预测误差较小。依据预测模型对两地实际产量进行拟合，得其残差曲线（见图 1）。可见拟合值和实际值较吻合。

综上所述，说明回归分析适用于池塘鱼产量预测，所建立的预测模型精确度较高，可用于生产实践中对鱼产量的预测。

2. 预测模型多变量选优的养殖意义

预测模型中入选变量的方差贡献不一，说明各变量对产量的影响程度不同。

在饲料投入量中，精饲料对净产量的方差贡献，崇明县为 0.1534，联营场为 0.4665，后者较前者大；青饲料贡献分别为 0.2981 和 0.0193，前者较后者大。说明精饲料对提高净产量的作用，联营场较崇明县显著；青饲料则崇明县较联营场显著。精、青饲料对净产量影响的 95% 置信区间分别为：崇明县 [0.2569, 0.7589] 和 [2.4472, 2.9492] 联营场 [0.5673, 0.7873] 和 [0.2106, 0.4306]。以上结果与两地实际吻合。联营场地处淀山湖畔，水草来源广，青饲料充足，而精饲料投喂不足，从而限制了产量的提高。崇明县的养殖场多位于围垦区内，青饲料主要靠陆生草类，数量少，难以满足草食性鱼类生长需求，而精饲料投喂充足，所以草料成为限制鱼产量提高的关键因素。因此，崇明县应大力发展草类种植，增加草料投喂量，以促进草食性鱼产量的提高，而联营场在保证青饲料供应的前提下，应增加精饲料投喂量，借此促进鱼产量的提高。

在鱼种投入量中，草鱼和团头鲂对净产量的方差贡献，崇明县为 0.0654，联营场为 0.0439；鲢鱼和鳊鱼对净产量的方差贡献，崇明县为 0.0950，联营场为 0.1260；鲤鱼和鲫鱼对净产量的方差贡献，崇明县为 0.0061，联营场为 0.0242。可见，对净产量的方差贡献草食性鱼类以崇明县为大；滤食性和杂食性鱼类均以联营场为大。这说明，提高草食性鱼类的放养量，能够有效提高崇明县鱼的净产量；提高滤食性和杂食性鱼类放养量，能够有效提高联营场净产量。草食性、滤食性和杂食性鱼类放养量变化对净产量变化的置信区间，崇明县为

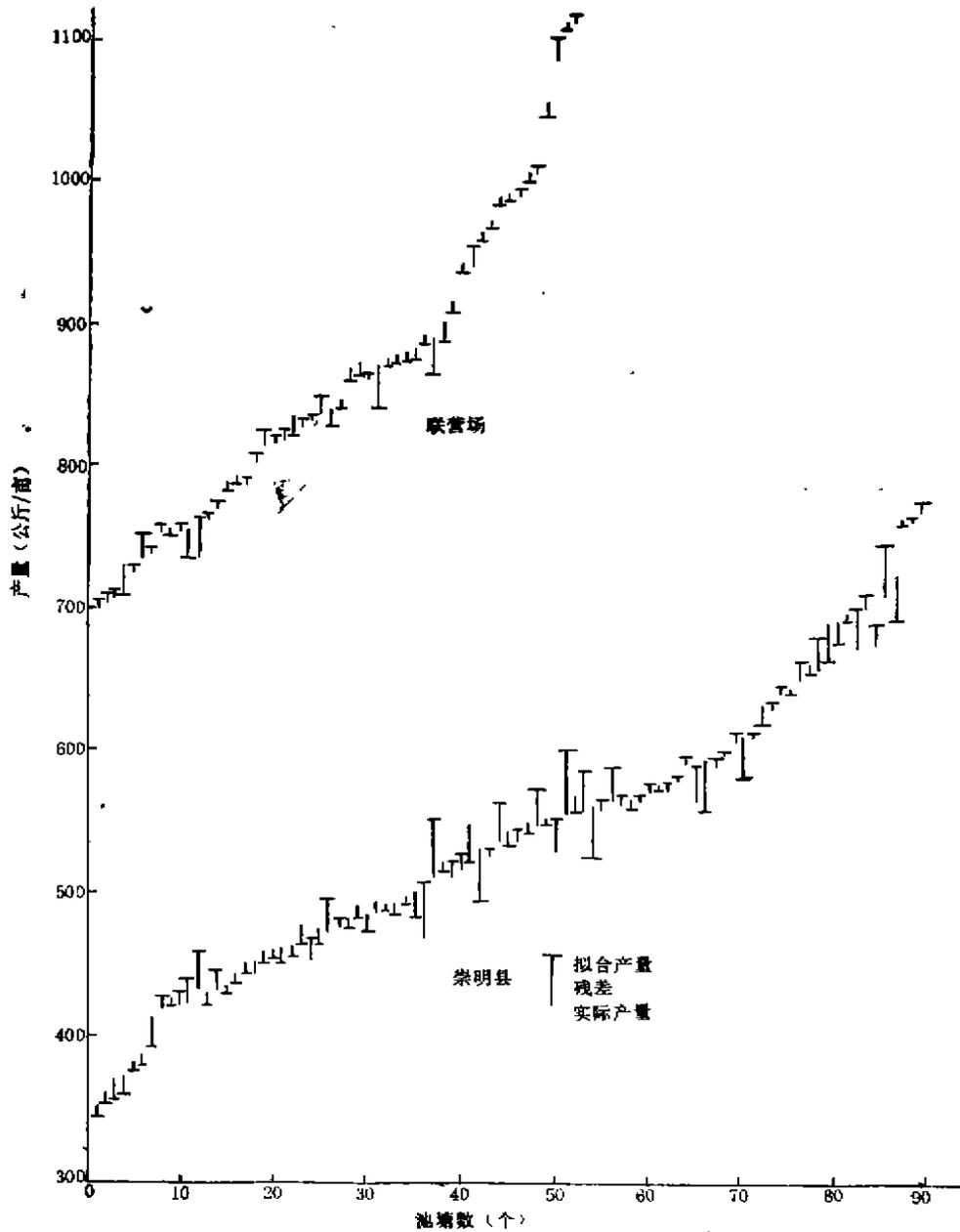


图1 联营场、崇明县鱼产量拟合的残差分析

Fig.1 The residual analysis of the product forecast of joint managemental fish farm and Chongming county

$[0.8194, 1.3214]$ 、 $[2.0202, 2.5222]$ 和 $[0.8827, 1.3847]$ ；联营场为 $[0.8624, 1.0824]$ $[1.9651, 2.1851]$ 和 $[1.6299, 1.8499]$ 。以上结果与两地实际吻合。崇明县因饲料中以精饲料为主，所以放养时，草食性鱼类放养较少，而滤食性和杂食性鱼类放养较多，因此，在提高草料投喂量时，相应提高草食性鱼类放养量，可以促进鱼产量的提高；联营场因以青饲料为主，所以放养时，草食性鱼类放养较多，而滤食性和杂食性鱼类放养较少，因此，在增加精饲料

投喂量的同时,相应提高杂食性鱼类和滤食性鱼类放养量,可以促进联营场鱼产量的进一步提高。

参 考 文 献

- [1] 尤道雄奇等(张幼敏译), 1980, 肥育池鱼产量的预报, 苏联《渔业》杂志, 9, 62—64。
 [2] 上海水产研究所等, 1985, 《配合饲料养鱼技术应用手册》, 第9—21页, 农业出版社。
 [3] 中国医学科学院卫生研究所, 1983, 《食物成分表》, 第18—37页, 人民卫生出版社。
 [4] 张全德、胡秉民, 1985, 《农业试验统计模型和BASIC程序》, 第385—424页, 浙江科学技术出版社。
 [5] 张秀越、曹文懿、陈寿勤, 1982, 《Apple-Ⅱ——BASIC语言程序设计》, 第43—78页, 广西人民出版社。

A STUDY ON THE FORECAST MODEL FOR THE POND FISH PRODUCT

Chen Da-Qing

(Chang jiang Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shashi)

By means of the method of the multiple linear progressive regression, this paper deals with quantitatively the controlled factors which affect the pond fish product, selecting the factors which are highly relative to it, and building its forecast model.

The forecast model for fish farms in Chongming county is

$$y = 144.6667 + 1.0704x_1 - 2.2712x_2 + 1.1337x_3 + 2.6982x_4 + 0.5079x_5$$

The forecast model for joint managemental fish farm is

$$y = 226.9066 + 0.9724x_1 + 2.0751x_2 + 1.7399x_3 + 0.3100x_4 + 0.6773x_5$$

Key words: pond fish product, regression analysis, forecast model.