

71-74

10

兽类学报 1993, 13(1): 71-74

Acta Theriologica Sinica

# 灰色系统及其在动物资源管理中的应用

## ——甘孜州麝香资源动态及其评价

杨奇森

R. 28.2.74

(中国科学院西北高原生物研究所, 西宁, 810001)

### 摘 要

本文将灰色系统理论及其模型运用到野生动物资源管理及保护利用的研究中。四川省甘孜藏族自治州是我国重要的产香区, 我们通过收集该区历年麝香产量分析了该区麝香资源动态规律及其与人为活动的关系。

我们利用该区1967—1975年麝香收购量建立的麝香资源状态及预测模型是:  $X^{(1)}(t) = -108214.5273e^{-0.0978(t-t_0)} + 1839.9007e^{-1.1494(t-t_0)} + 113969.1266$  关联度  $S = 0.9278$ , 1968—1975年预测产量与实际产量十分接近, 其平均误差为  $-5.6828\%$  ( $-16.6075 \sim 9.3553\%$ )。

**关键词** 灰色系统; 灰色系统模型; 麝香收购量; 动物资源; 管理

麝香

灰色系统(Grey system)是我国未来学研究及预测工作者(邓聚龙, 1985)首先在国际上提出来的。它是控制论的原理方法延伸到社会、经济及其他自然科学领域的产物; 已在农业及社会科学领域取得了显著成就(王学萌等, 1986, 1989)。该理论认为, 客观物质世界同时也是信息的世界, 其中既有大量的能直观反映出来的已知信息(白色模块), 又有不少不能直观表现和未知的信息(黑色模块), 这种由已知信息和未知信息及不确定信息共同组成的复合系统即为灰色系统。利用灰色系统理论及方法建立的模型即为灰色系统模型(又称灰色动态模型 Grey dynamic model)。

野生动物资源具有严格的时间延续性和波动特性。在传统的研究中, 多采用离散模型来描述, 不免有些勉强, 并且这些分析方法(如多元回归、聚类)要求积累原始数据的时间长, 原始数据呈一典型分布。众所周知, 资料积累的时间越长, 数据越多, 反映的信息越复杂; 但我们也知道, 数据积累时间越长, 所经历的人物、事件及计量体制变革的机会越多, 产生误差的概率越大。因而, 最理想的方法是: 用尽可能少的原始材料反映尽可能多的状态信息。在灰色系统中要求的原始数据相对较少, 且建立的GM(n, h)模型为连续的时间模型, 与动物资源的变化规律相一致, 并能通过关联度分析对多元分析的不足加以弥补。故用灰色系统的原理及模型来研究动物资源动态规律更具特殊意义。

### 材料及系统建模

我们收集了甘孜州及各县1950—1987年间历年的麝香收购资料, 从而我们得到一有

本文于1992年3月10日收到, 1992年6月3日收到修改稿。

367  
435

关该区历年麝香资源情况的信息:

$$\{X^{(0)}(t)\}, t=1950, 1951, \dots, 1987$$

根据灰色系统建模原理, 我们将这些具有随机性且无规律的原始数据加以处理, 获得弱化随机性后的时间序列模块:

$$X^{(1)}(t) = \sum_{j=1950}^t X^{(0)}(j), t=1950, 1951, \dots, 1987$$

动物资源的变动常常是随时间而波动的, 在自然情况下, 长时间单纯递增或递减是罕见的。结合灰色系统模型的动态变化趋势, 我们选择能描述符合动物资源消长规律的模型GM(2,1)。

GM(2,1)的基本形式为:

$$\frac{d^2 x^{(1)}}{dt^2} + a_1 \frac{dx^{(1)}}{dt} + a_2 x^{(1)} = u$$

其中系数向量:

$$a = [a_1 \quad a_2 \quad u]^T$$

特征方程:

$$y^2 + a_1 y + a_2 = 0$$

$$y_{1,2} = \frac{-a_1 \pm \sqrt{a_1^2 - 4a_2}}{2}$$

当 $\Delta \geq 0$ 时, 系统预测模型为:

$$X^{(1)}(t) = C_1 e^{\lambda_1(t-t_0)} + C_2 e^{\lambda_2(t-t_0)} + C^*$$

当 $\Delta < 0$ 时, 系统预测模型为:

$$X^{(1)}(t) = e^{-\alpha(t-t_0)} (C_1 \cos \beta t + C_2 \sin \beta t + t) C^*$$

其中 $c_1, c_2, c^*$ (特解)均为Const.

$$\alpha = \frac{-a_1}{2}, \quad \beta = \frac{\sqrt{4a_2 - a_1^2}}{2} \quad t_0 = \text{开始年代号}$$

原始数据还原值:

$$\hat{X}^{(0)}(t) = X^{(1)}(t) - X^{(1)}(t-1)$$

$t = m+1, m+2, \dots, m+k$ ,  $k$  = 预测时段数,  $m$  = 原始数据个数。

## 结 果

### 1. GM(2,1)模型及稳定性分析

1960年以前, 由于当时统计工作制度不健全, 不同单位资料统计很不一致。1960—1966年, 又处于新旧计量制(10两一斤取代16两一斤)过度期间, 不同地区使用新计量单位时间先后也不一, 且未详细注明。1976年以后, 由于改革开放, 一些不法之徒也乘机进入该区, 进行私自收购和倒卖麝香, 故统计量与实际猎杀量出入较大。因而, 我们选择1967—1975年间的资料建模。即 $t_0 = 1967$ ,  $m = 9$ 。经计算机运算, 我们得到预测模型:

$$X^{(1)}(t) = -108214.5273e^{-0.0873(t-t_0)} + 1839.9007e^{-1.1484(t-t_0)} + 113969.1266$$

关联度 $S = 0.9278$ , 1968—1975年间预测拟合值与原始数据比较见表1。

残差均方与原始数据均方之比和误差概率均十分理想, 故可用该模型预测。

### 2. 人为活动对甘孜州麝香资源的影响

利用本系统建立的模型对1976—1986年该区麝香产量进行预测并与实际收购量比较见2表(Table 2)。

表 1 1968—1975年甘孜州预测麝香产量与实际收购量比较\*

Table 1 Comparison of purchase information and prediction of musk at Ganzi Tibetan Autonomous Prefecture, Sichuan Province, P.R.China

年份 Year	预 测 值 Prediction	实际收购量** Purchase information	误差百分比 Error(%)
1968	8637.138	7686	-12.3749
1969	8782.540	8191	-7.2218
1970	8187.018	7021	-16.6076
1971	7477.090	7480	0.0389
1972	6794.879	7496	9.35331
1973	6167.363	6021	-2.4309
1974	5596.109	5131	-9.0647
1975	5077.375	5226	2.8440

\* 重量单位: 两(=50克) Unit of weight: Liang(=50grams)

\*\*根据甘孜州中药材公司资料 According to the information of Chinese traditional medical company of Ganzi

表 2 1976—1986年甘孜州预测麝香产量与实际收购量比较

Table 2 Comparison of purchase information and prediction of musk at Ganzi Tibetan Autonomous Prefecture, Sichuan Province, P.R.China

年份 Year	预 测 值 Prediction	实际收购量 Purchase information	误差百分比 Error (%)
1976	4606.652	4537	-1.5325
1977	4179.555	4769	12.3659
1978	3792.039	5796	34.5749
1979	3440.453	7309	52.9285
1980	3121.469	6444	51.6601
1981	2832.055	7454	62.0062
1982	2569.484	4256	39.6551
1983	2331.250	1172	-98.9121
1984	2115.102	692	-205.6506
1985	1919.000	1706	-12.3536
1986	1741.078	1010	-72.3840

从表 2 可知, 甘孜州麝香资源是不断减少的。1977年以前, 下降趋势较平缓, 1978年以后, 收购与预测量发生明显偏离, 结合作者在该区的调查(杨奇森等, 1989, 1990), 我们认为, 1978年以前, 该区处于一种较原始的封闭状态, 交通运输业很不发达, 许多地区尚无正式的公路, 当地土著居民猎杀的麝香除极少自用外, 均交售给国家药材收购部门, 故收购量能较好地反映野生种群的状况。并且相比之下当时的麝香价格不太高, 故对种群的猎杀压力并不成为麝香资源下降的主要因子, 因而人类活动对环境的破坏(过度放牧、砍伐森林及开发利用矿产资源等)则乃本阶段麝香资源下降的主要因素。1978年以后, 特别是改革开放和民族区域自治以后, 该区的商品经济得到了前所未有的高速度发展, 麝香价格百倍上涨, 对人们过度猎杀无疑起了无形的推动作用。1982年以后, 由于前一时期的过度猎杀, 许多地区已无麝可觅, 加上一些不法分子也私自高价倒卖, 致使许多国营中药材收购部门已无香可得。据报道(盛和林, 1991), 自1979—1985年6月, 从我国走私出口的麝香, 仅日本就高达1154.4公斤。

## 讨 论

1. 灰色系统的理论和模型应用于动物资源管理及现状分析是我们进行的一项尝试。灰色系统建模较多元分析建模,它要求原始材料较少,信息利用充分,其模型为连续时间模型,且预测时段数也较长,故具有一定的实际意义。

2. 本文是通过历年麝香收购资料来间接反映的,它要求原始材料必须具备3个特征:1)人们的猎杀比例在各年要相对稳定;2)猎取的麝香应全部交售给国营药材收购部门;3)统计部门使用的计量单位应统一,统计规则也应规范。

由此可见,上述条件是十分苛刻的。但在某些特定条件下(如60年代甘孜州),是可以接近的,故我们仅选择了1967—1975年的资料建模。

3. 在实际麝香资源管理中,最理想的材料是对野外种群资料(如某一地区的动物数量或密度)的积累。虽然这种方式的工作难度较大,但在目前既有大量的麝被乱捕滥猎,而国营药材收购部门又无法收购到麝香的情况下是有实际意义的。故我们建议,在可能获得直接材料的情况下,应尽可能采用直接指标建模。

## 参 考 文 献

- 王学萌,罗建军. 1986. 灰色系统预测决策建模程序集. 北京: 科学普及出版社。  
王学萌, 袁宏声, 李晋陵, 雷锦霞. 1989. 灰色系统模型在农业经济中的应用. 武汉: 华中理工大学出版社。  
邓聚龙. 1985. 灰色控制系统. 武汉: 华中工学院出版社。  
杨奇森, 胡锦矗, 彭基泰. 1989. 白玉县林麝种群密度的研究. 四川师范学院学报(自然科学版), 10(4): 329.  
杨奇森, 胡锦矗, 彭基泰. 1990. 横断山脉北部林麝的种群生态研究. 兽类学报, 10(4): 255—262。  
盛和林. 1991. 麝科动物与麝香. 动物学专题. 北京: 北京师范大学出版社, 215—219。

## GREY SYSTEM AND IT'S APPLICATION ON THE MANAGEMENT OF THE WILD MUSK RESOURCE

YANG Qisen

(Northwest Plateau Institute of Biology, Academia Sinica, Xining, 810001)

### Abstract

Estimate of the dynamic of musk resource at Ganzi Tibetan Autonomous Prefecture in the theory of Grey System and based on the investigation of wild musk deer (*Moschus berezovskii*, *M. sifanicus*), we create the musk resource prediction model of this areas with the purchase information of musk from 1967 to 1975. the prediction equation after 1967 is,

$$X^{(1)}(t) = -108214.5273e^{-0.0773(t-t_0)} + 1839.9007e^{-1.1494(t-t_0)} + 113969.1266$$

the degree of connection  $S = 0.9278$ , we simulate of the prediction and the purchase information are very closely, the average error rate is  $-5.6829\%$  ( $-16.6076 \sim 9.3533\%$ ), but after 1978, the prediction and the purchase information are signification difference. the reason of the difference are, from 1978 to 1982, excessive pursue, and after 1982, the main factor caused the musk reduce is excessive pursue and lawless smuggle by some illegal person.

**Keywords** Grey system; Grey dynamic model; Musk purchase information; Animal resource; Management