

鹿群动态平衡结构的系统分析及优化模式的研究

刘 彦 李春义 郑兴涛

(中国农业科学院特产研究所)

一、前言

我国是世界上几个主要鹿茸生产国之一,大部分是集约化饲养生产。主要品种有东北梅花鹿、东北马鹿、天山马鹿、叶尔羌马鹿,分布在吉林、辽宁、黑龙江、新疆等地。由于鹿茸仅是雄性鹿的副产品。所以在饲养场经营能力一定时,公鹿各年龄段在鹿群中所占比例则决定着鹿群的总产茸量,而母鹿各年龄段的比例则保证了鹿群的动态结构平衡,确保鹿群既不萎缩亦不增殖。这表明在鹿群这个动态的系统中存在着一个结构优化的问题。

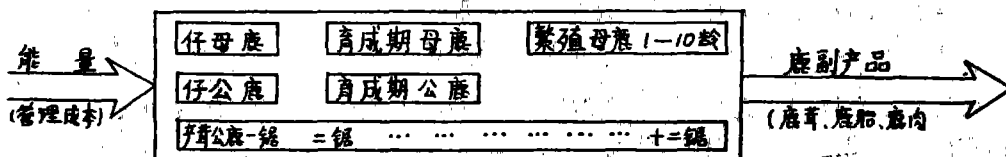
长期以来各生产单位在调整鹿群结构时一直沿用主观与经验的办法,结果导致各年龄段、各性别鹿所占比例在不同年份波动较大,茸产量不能保证持续高产。

随着生产规模的扩大及人们开始对经济效益的重视,养鹿业这种粗放管理的方式已显得极不适应。为此我们通过大量的调查研究,将鹿群视为一个动态系统,采用系统分析方法及模型优化理论对鹿群动态平衡结构模式的优化进行了尝试性的探讨,初步确立了鹿群动态结构模型。本文就此为例,谈谈我们在建模研究中的作法与体会。

二、建立模型

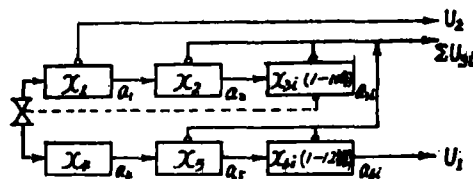
根据建模研究的理论,我们认为:明确系统目标;搞清系统边界及诸元素间结构;再选择合适的理论模型;调查统计模型参数进而建立数学模型并辅以检验仿真是建模研究的主要过程。

1. 鹿群结构关系框图: 仅以梅花鹿的讨论过程为例。将一个约千头规模的鹿群视为一个动态系统。其系统边界为包括各性别各年龄的茸鹿群体。系统与外界联系抽象为: 输入能量; 输出鹿副产品(鹿茸、鹿胎、鹿肉等)。见图一所示。



图一 系统元素及边界

根据养鹿业的实际情况,将鹿群分为26个不同性别、年龄组, (X_i) 表示各状态变量, (U_i) 表示系统输出的鹿茸、鹿胎、鹿肉等辅助变量。由各状态变量、辅助变量之间的联系设计出鹿群结构关系框图,见图二。



图二 鹿群结构关系框图

各符号物理意义如下:

- x_1 ——仔母鹿(0~12个月); x_2 ——育成期母鹿(13~24个月);
 $x_{3,i}$ ——繁殖期母鹿(3~13年生); x_4 ——仔公鹿(0~12个月);
 x_5 ——育成期公鹿(13~24个月); $x_{6,i}$ ——产茸公鹿(1~12锯);
 β ——仔鹿繁殖成活率,(大样本统计结果表明公、母仔鹿在繁殖仔鹿中约各占1/2);
 a_i ——状态转移率; $U_1, U_2, U_{3,i}$ ——分别为输出鹿茸、胎、肉。

其中繁殖母鹿与产茸公鹿各年龄段为简单,划在一起。梅花鹿母鹿的利用年限平均为10年以上,公鹿产茸年限一般可达12年。第一年产茸鹿为一锯,余下以此类推。

另外鹿种类不同,以上年龄段的划分亦有所区别。如东北马鹿,其中约有20~30%的母鹿其育成期要比梅花鹿延迟一年。因此结构关系框图也有差别。

2. 理论模型:由结构关系图到理论模型的映射过程中,思路不同则建模形式也不一样。参照图二系统内各元素间所示关系可列得动态平衡方程组如下:

$$\begin{aligned} x_{1,i+1} &= x_{1,i} - U_{1,i}; & x_{2,i+1} &= a_1 x_{1,i}; & \sum x_{3,i,i+1} &= 10a_2 x_{1,i}; \\ x_{4,i+1} &= \frac{1}{2}\beta \sum x_{3,i,i}; & x_{5,i+1} &= a_4 x_{4,i}; & x_{6,1,i+1} &= a_5 x_{5,i}; \\ x_{6,2,i+1} &= a_{6,1} x_{6,1,i}; \dots\dots; & x_{6,12,i+1} &= a_{6,11} x_{6,11,i}. \end{aligned}$$

在上方程组中就某一年龄组而言 $x_i - a_i x_i = U_i$

且当种群满足动态平衡时有: $\dot{x}_{i,i+1} = x_{i,i}$

t 为时间步长,这里取步长为1年。所以上方程组可以浓缩成矩阵形式:

$$X = AX + U$$

但由于上式本身不能进行优化,其仅仅在理论上代表着鹿群内部各元素间动态平衡及人为调控的变量 (U_i) 之相互间关系。所以对群体结构优化还需引入优化模型。

3. 优化模型:模型优化方法很多,这里采用传统的线性规划的方法。

以从鹿群获取最大经济收益为目标函数,鹿群数量及保持群体动态平衡为约束。得如下线性规划模型:

$$Y = \sum C_i X_i + \sum C'_i U_i, \quad s.t. \begin{cases} \sum X_i \leq N + \Delta N \\ \sum X_i \geq N - \Delta N \\ X = AX + U \end{cases}$$

N 为鹿群数量1000头约束, ΔN 为年度间波动变化量,取其变化为10头。代入由调查推算所得的相应参数,则可上机对模型优化。

4. 模型统计参数:模型确定以后,则模型参数的确定对优化结果有至关重要的影响。其主要表现为:①参数失真,关系到优化结构与客观实际的拟合程度严重偏离,也

即尽管得到优化结果但实际中往往难以实现。②影响着结果的优化。当参数统计不能反映客观实际时,就可能导致结构结果并非最优,致使模型检验误差加大。模型研究变成从模型到模型失去指导实际的意义,整个工作归于失败。

为此,我们在确定模型参数时,本着调查对象样本数要足够大,同时在统计方法上注意剔除年度、地域对参数的影响。

其参数结果见表1、表2、表3。

表1 鹿的饲养管理成本 元/头·年

种别	性别 鹿别	公 鹿			母 鹿		
		仔	育 成	成 年	仔	育 成	成 年
梅 花 鹿		56.55	247.18	295.99	56.55	180.25	209.44
马 鹿		82.24	326.77	460.45	88.24	234.49	348.70

数据来源于1974年中国农科院特产所茸鹿试验场。

表2 动态转移参数

种 别	项 目	调查年度	参配母鹿 (只)	受 胎 率 (%)	产 仔 率 (%)	成 活 率 (%)	繁殖成活率 (%)	幼鹿育成率 (%)
梅 花 鹿		1958~1984	9,185	88.6	89.5	88.3	79.0	90~95
马 鹿		1961~1987	1,263	66.1	60.4	78.4	47.3	65~70

种 别	项 目	调查年度	死 亡 率 (%)	淘 汰 率 (%)				砍 头 率 (%)
				成年公	成年母	育成母	仔 母	
梅 花 鹿		1981~1987	5~7	3	10	5	67~100	0.6
马 鹿		1981~1987	3~4	2	8	2	50~100	

其中梅花鹿统计结果来源于吉林省12个典型国营鹿场的数据;马鹿来源于吉林省6个重点国营鹿场的数据。

表3 鹿不同锯别的产茸量 g/头

种 别	锯 别	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一
梅 花 鹿		1479	1992	2570	3009	3314	3480	3515	3368	3073	3001	3082
马 鹿		1429	2156	2760	3388	3930	4428	4470	4602	5367	4947	4688

其中梅花鹿和马鹿都为锯三叉茸鲜重。

三、结果与讨论

将所得参数代入模型中上机运算结果见表4、表5。

通过对该问题初步研究所得出的结果表明,对现行驯养茸鹿鹿群结构的优化,尤其对花鹿群可挖掘出较大的经济潜力。梅花鹿和马鹿的产投比分别提高23.2%和17.0%。

(下转第72页)

表 3

优 化 方 案 表

N	1980	1986	1990	1992	1995	2000	备 注
(1)	8448	20463	27000	34000	42500	79000	很 满 意
(2)	8448	20463	24000	29000	39000	67500	满 意
(3)	8448	20463	24000	32000	43500	65000	较 满 意

变化规律,又可避免传统方法的主观任意性。也就是说系统工程等现代化的科学技术方法与经验型的方法相结合,所确定出的区域经济发展战略目标值及其战略方案,完全可以为地方领导及群众所理解、信服和接受。抚松县的总体规划研究就是一个很好的例证。

三 结 束 语

1. 运用系统工程等现代化的科学技术方法研究区域经济规划中的战略问题是行之有效的。

2. 定量分析与定性分析相结合地研究结论(果),更客观,更科学,而且它为地方领导决策,安排生产提供了可靠的依据。

3. 本文所述的科学方法,不仅可用于战略问题中战略目标、战略方案方面的研究,还可用于战略重点、战略布局等方面。更广泛讲,县级总体发展规划的全部之研究都可以通过系统工程等科学技术方法实现。

(上接第43页)

表 4

梅花鹿和马鹿的最佳鹿群结构

性别年龄组成	仔 母	育成母	成年 母	仔 公	育成公	成 年 公												
						一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	十三
梅 花 鹿 %	2.92	2.52	18.56	7.23	6.93	6.53	6.43	6.25	5.83	5.53	5.33	4.93	4.73	4.43	4.11	3.93	3.81	
马 鹿 %	3.86	3.26	2.86	26.6	5.89	5.49	5.29	5.09	4.89	4.69	4.49	4.29	4.1	3.9	3.7	3.4	3.2	2.18

表 5

梅花鹿和马鹿(1000只)优化结构与现行结构的比较

种别	结构	项目		公/母	产 茸 量 (kg)	年饲养成本 (元)	产 投 比 (g/元)
		公 鹿 %	母 鹿 %				
梅 花 鹿	现行结构	71.7	28.3	2.53:1	466.050	236,364.15	1.972
	优化结构	76.0	24.0	3.16:1	605.689	249,323.98	2.429
马 鹿	现行结构	50.0	50.0	1:1	650.000	388,298.40	1.074
	优化结构	63.4	36.6	1.75:1	730.113	372,681.24	1.939