

# 红松种群更新格局动态和趋势的探讨

韩 铭 哲

(内蒙古林学院, 呼和浩特)

## 摘 要

本文探讨了火烧迹地上红松种群 (*Pinus koraiensis* population) 自然更新格局的动态变化和趋势。从传统的  $2 \times 2$  ( $m^2$ ) 更新样方的系统抽样资料统计分析中, 清晰地显示出, 更新格局随着时间的推移发生着规律性的变化。处在进展演替状态的新生群落, 当红松种群在群落中自然更新发生时, 其格局将由群团型格局向随机型格局发展, 过程可能十分复杂, 主要决定于种群的生物学特性和生态环境的相互作用。

**关键词** 红松种群 火烧迹地 更新格局 动态和趋势

## 格局动态的数学思考

负二项分布是典型的群团型格局的理论分布, 其基础机制是: 群团内部——对数分布; 群团之间——Poisson 分布。负二项分布的数学表达式是<sup>[1]</sup>

$$P(\xi = r) = C_{k+r-1}^r p^r q^{-k-r}, \quad r = 0, 1, 2, 3, \dots$$

式中,  $p$ ——是一个样方中有  $r$  个个体的概率。

$k$  是常数,  $p, q > 0$ ; 是参数且  $1 + p = q$ 。

其矩母函数

$$M(\theta) = \sum_{r=0}^{\infty} \left\{ C_{k+r-1}^r p^r q^{-k-r} \cdot e^{r\theta} \right\} = (q - pe^{\theta})^{-k}$$

其中,  $pq^{-1}e^{\theta} < 1$ 。由此可得负二项分布的均值 ( $m$ ) 和方差 ( $V$ )

$$m = \frac{dM(\theta)}{d\theta} \Big|_{\theta=0} = p \cdot k \quad V = \left\{ \frac{d^2 M(\theta)}{d\theta^2} \Big|_{\theta=0} \right\} - m^2 = m + \frac{m^2}{k}$$

由 Davis 和 Moore 共同设计的集聚强度指标<sup>[1][4]</sup>,  $I = v/m - 1$ , 可得负二项总体格局的集聚强度指标  $I^* = m/k$ , 另一方面,  $k$  值不受随机死亡波动的影响 (Taylor, 1961)。所以, 当总体  $m$  值不变时,  $1/k$  反映负二项格局的集聚程度。同时,

$$P(\xi = r) = \frac{k}{k} \left(1 + \frac{1}{k}\right) \cdot \left(1 + \frac{2}{k}\right) \cdots \left(1 + \frac{r-1}{k}\right) \cdot \frac{m^r}{r!} \left(1 + \frac{m}{k}\right)^{-(k+r)}$$

显然，当  $\kappa \rightarrow \infty$  时，有

$$\lim_{\kappa \rightarrow \infty} p(\xi = r) = \frac{m^r}{r!} e^{-m}$$

说明  $k$  值的变化引起格局的变化，随着  $k$  值的增大负二项总体格局转移到随机型总体格局（Poisson 分布）。

通过上述的数学思考，可以研究  $k$  值的变化及  $m/\kappa$  值的趋向来探索格局的动态。

更新格局的动态——实例分析

本文的统计资料（见表 1）是 1982 年考察小兴安岭红松林火烧迹地时测取的更新调查资料。用传统的  $2 \times 2 \text{ m}^2$  的更新样方，以机械布点、系统抽样的方法共获得 1500 个样方资料。因为 3 块不同火烧年代迹地上红松种群的更新资计  $s^2/\bar{x}$  值均大于 1（随机型格局： $s^2/\bar{x} = 1$ ；均匀型格局： $s^2/\bar{x} < 1$ ；群团型格局： $s^2/\bar{x} > 1$ ），说明更新格局偏离随机格局。为

表 1 更新资料与负二项分布的  $\chi^2$  检验 ( $2 \times 2 \text{ m}^2$ )

更新株数 (x)	观 察 频 数 (f)			负二项分布的理论频数 (c)		
	71	75	79	71	75	79
0	222	260	306	224.33	216.55	308.84
1	107	103	93	105.61	102.86	92.22
2	63	55	43	61.42	54.51	43.71
3	37	31	24	37.98	31.38	23.26
4	22	16	15	24.19	18.77	13.06
5	17	13	9	15.67	11.49	7.56
6	9	10	6	10.27	7.14	4.47
7	8	6	2	6.79	4.48	2.68
8	6	3	0	4.51	2.83	} 4.21
9	4	2	1	3.01	1.80	
10	3	0	1	2.02	} 3.24	
11	1	1				
12		0		} 4.2		
13		1				
$\sum f_i$	500	500	500	自由度		
$\bar{x}$	1.53	1.18	0.85	9	8	6
$s^2$	4.63	3.24	2.164	$\chi^2$ 值, $\chi^2 = \sum \frac{(f_i - c_i)^2}{c_i}$		
$A = \frac{s^2}{\bar{x}}$	3.03	2.75	2.54	3.24	3.87	2.49
$\chi^2$ 理 论 值						
$\chi^2 (6) = 12.592$			$\chi^2 (8) = 15.507$		$\chi^2 (9) = 16.919$	

注：表 1 中 71、75、79 表示森林火灾发生的年代，如 75 代示 1975 发生火灾。

了追究更新格局与随机格局是否有本质上的区别, 我们进行统计检验。考虑随机变量  $A = s^2 / \bar{x}$ , 服从于正态分布  $N(1, 2n/(n-1)^2)$  [2], 在随机型格局的零假设下, 可靠性95%的置信区间是  $(1 - 2\sqrt{2n/(n-1)^2}, 1 + 2\sqrt{2n/(n-1)^2})$ 。更新资料表明, 全部A值均在置信区间之外, 且分布在区间的右侧, 故否定随机格局的假设, 初步判定更新格局是属于群团型格局。

为了进一步证实火烧迹地上红松种群更新格局是群团型格局, 我们用负二项理论分布进行拟合, 获得满意的结果。这一结果表明更新格局是属于群团型的。特别应该指出, 红松天然更新与动物取食活动的传带作用有关, 同时红松更新幼苗要求较严格的庇荫条件, 这可能是形成群团型格局的重要原因。

负二项分布的参数估计列于表2。

表2 负二项分布的参数估计

	71	75	79
$k^*$	0.68	0.59	0.46
$p^*$	2.25	2.00	1.85
$q^*$	3.25	3.00	2.85

和水分条件。难道这种规律性是偶然的吗? 为了探索格局的动态变化和趋势, 我们在东北林学院凉水试验林场以28林班为中心并结合相邻林班进行抽样调查, 详见表3。

该林地1944年被破坏, 其后活立木及“站干”又被伐光, 成为被彻底破坏的典型火烧迹地。由于附近种源丰富, 自然更新条件较好, 截至调查日期历经37年自然更新已郁闭成林, 其中红松长势良好。

从表3中,  $\bar{A} = s^2 / \bar{x} = 1.124$ 。由总体格局为随机格局时  $\bar{A}$  服从正态分布的理论, 其95%可靠性的置信区间是  $(0.757, 1.243)$ 。 $\bar{A}$  值恰处于置信区间之内, 因此我们没有理由推翻原假设, 初步接受更新格局是随机型格局, 进而用随机型理论分布——Poisson分布加以拟合, 获得较为满意的结果 ( $\chi^2 = \sum_i \{ (f_i - c_i) / c_i \} < \chi^2_{0.05} (8) = 15.507$ )。

由表2可知, 尽管集聚强度是相当复杂的现象, 但  $k^*$  值的变化显然存在着规律性,  $k_{71}^* > k_{75}^* > k_{79}^*$ , 即是说自然更新时间愈长  $k^*$  值愈大。虽然是不同的迹地, 但生态条件有很多相似之处, 如气候、土壤

表3 样本资料与Poisson分布的  $\chi^2$  检验 ( $5 \times 5 \text{ m}^2$ )

更新株数 (x)	观察频数 (f)	Poisson 分布的 理论频数 (c)
0	4	4.948
1	10	16.432
2	32	27.286
3	21	30.205
4	31	25.078
5	12	16.657
6	8	9.220
7	5	4.374
8	3	1.816
9	2	0.984
$\sum f_i = n$	137	$\chi^2 = 8.974$
$\bar{x}$	3.321	(理论值)
$s^2$	3.734	$\chi^2_{0.05} (8) = 15.507$
数据数	10	$\frac{s^2}{\bar{x}} = 1.124$
自由度	9	

## 结论和讨论

1、自然界中的生物种群在其生存环境上的散布并非杂乱无章的, 存在着空间位置数量

配置的规律性——空间格局。自然界中不存在完全相同的自然格局,这与环境及生物的多样性是密切相关的;另一方面,一个种群的格局随着时间的推移不断地发生变化。我们观测到的格局资料只是某一“即时格局”或某一短暂时期的格局信息。

2、火烧迹地上红松种群自然更新格局的动态变化,决定于红松种群生物学特性和环境因素的相互作用。处在竞争和壮大情况下的红松种群其格局是群团型格局,用负二项分布作为格局的理论分布是适宜的。尽管我们迄今还无法考证同一迹地上红松种群更新格局的动态变化和趋向,但是,生态条件雷同的不同迹地上存在着随着更新时间的增加 $k$ 值有增大趋势的现象。虽然我们还不能断言这种趋势是必然的,但从表3中Poisson分布的拟合成功,使我们可以推测,在适当或特定的生态条件下,更新格局向随机型格局发展是可能的。特别更新种群成为群落的优势种时表现尤为明显。

3、负二项分布的 $k$ 值只有当总体均值不变时才能反映负二项总体格局的集聚强度。处于繁衍和壮大中的种群,即使 $k$ 值增加其集聚强度仍有增加的可能。种群大小处于动态平衡或稳定的情况下, $k$ 值增大时集聚强度降低。

4、本文研究更新格局中使用了传统的样方法,这是人为的样本单位,不是天然的样本单位,样方大小的影响是存在的。特别是关于如何使用样方法研究格局的纹理等问题有待于进一步研究和探讨。

### 参 考 文 献

- (1) E. C. 皮洛:《数学生态学引论》,科学出版社,1978 82-147
- (2) 丁岩钦:《昆虫种群数学生态学原理及应用》,科学出版社,1980
- (3) Waters, W. E.: A quantitative measure of aggregation insects. J. Econ. Ent., (52) 1959: 1180 - 1184.
- (4) David, F. N., and P. G. Moore; Notes on Contagious distribution plant populations, Ann. Bot. Lond. N. S. (18) 1954: 47-53.
- (5) Skellern, J. G.: Studies in statistical ecology: 1. Spatial pattern. Biometrika (39) 1952: 346-362.

## Studies on the Dynamic Change and Tendency of Natural Regeneration Pattern of Korean Pine

Han Mingzhe

(Inner Mongolia Forestry College, Huhehot)

### Abstract

The present paper studies the dynamic change and tendency of natural regeneration pattern of Korean pine (*Pinus Koraiensis*) population. From the statistic analysis of the systematic sampling data according to the traditional  $2 \times 2$  ( $m^2$ ) regeneration

pattern, it is obviously shown that the regeneration pattern undergoes regular changes with the advance of time. As a new-born community in a state of evolution, when the natural regeneration of a Korean pine population takes place, its pattern tends to change from the aggregate type to the random type. The process may be very complicated, mainly depending on the interaction between the population's biological traits and the ecological environment.

**Key words:** Korean pine (*Pinus Koraiensis*) population; Burned areas; Regeneration pattern; Dynamic change and tendency

## 玉米小斑病菌三个生理小种生物学特性的比较研究 (简报)

作者 1987—1988 年进行 O、T、C 三个生理小种生物学特性的比较研究, 结果表明:

1. 三个生理小种分别接种在 W F9 和 B73 两套同核异质的玉米苗上, 所产生病斑的大小存在极显著差异。T 小种在 W F9' 和 B73' 上产生的病斑与 W F9 和 B73 上产生的病斑相比, 在长度和面积上都存在极显著差异 ( $P = 0.01$ ); C 小种在 W F9° 和 B73° 上产生的病斑与 W F9 和 B73 上的病斑相比较, 在长度和面积上差异也极显著 ( $P = 0.01$ )。而 O 小种则无这些差异。此外, 使用离体玉米叶片的半叶接种法, O 与 C 或 O 与 T 小种分别接种在同核异质玉米叶上, 其侵染反应的差异亦明显。

2. 三个生理小种分别等量接入 Fries 培养基中, 在 25°C 下振荡培养 12 天后, 测定毒素的产生量。发现 C 小种产生的毒素最多; T 小种次之; O 小种最少。三种毒素对同核异质玉米叶片进行刺伤滴接, T 小种毒素对 W F9' 和 B73 的毒害程度明显大于其它胞质玉米, C 小种毒素对 W F9° 和 B73 的毒害程度亦明显大于其它胞质玉米。不同毒素对同核异质玉米种根的抑制试验表明, T 与 C 小种毒素分别对 W F9'、B73' 和 W F9°、B73° 的种根生长的抑制作用分别大于其它胞质玉米。O 小种毒素则无这些差异。

3. O、T、C 小种分别接种在 W F9 和 W F9'、W F9° 玉米上, 所产生的病斑分别保湿诱发分生孢子, 计算病斑单位面积的产孢量, 并观察孢子发芽方式以及统计发芽率。试验表明: T 和 C 小种在 T 和 C 胞质玉米上的产孢量都大于 O 小种在 N 胞质 (同名保持系) 上的孢子量。将这些分生孢子在 25°C 下培养 3 小时, T 和 C 小种分生孢子的发芽率均大于 O 小种分生孢子的发芽率。T 和 C 小种的分生孢子几乎都是两端发芽, 而 C 小种则多数是一端发芽。

4. 对三个生理小种分生孢子大小及其形态的比较、观察, O、T、C 小种分生孢子的长度均在 26—46  $\mu\text{m}$  之间, 宽度均在 5—7  $\mu\text{m}$  之间, 隔膜数亦在 7—10 个之间。孢子形状都呈弯月形, 脐点不凸出。但是, C 小种分生孢子的宽度略宽些, 而隔膜数则少偏。此外, 三个小种分别接种在 PDA 培养皿内, 放在不同温度下培养观察, O 与 C 小种生长快慢的顺序是: 25°C、33°C、18°C, 而 T 小种生长快慢的顺序是: 33°C、25°C、18°C。从菌落形状来比较, C 小种菌落颜色稍深, 菌丝匍伏状, 而 O 与 T 小种菌落颜色稍浅, 菌丝较为茂密而丛生。

(刘克明 刘俊芳 吴全安等)