

# 山东赤松种群的数量动态

张 伟 赵善伦

(山东师范大学人口·资源与环境学院, 济南 250014)

**摘要:** 通过静态生命表分析赤松(*Pinus densiflora* Sieb. et Zucc.)种群的生命结构与数量动态。结果表明, 赤松种群具有不同年龄等级结构, 死亡高峰出现在5~15年, 此时正是幼龄期向成年期的过渡阶段, 度过此阶段的赤松个体大多能达到生理寿命。由此看出, 赤松种群静态生命表能较精确地反映赤松种群的数量动态规律。

**关键词:** 赤松; 种群; 静态生命表; 数量动态

**中图分类号:** S791.241; Q948.12<sup>+</sup>1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-0978(2000)03-0041-05

**Quantitative dynamics of *Pinus densiflora* population in Shandong Province** ZHANG Wei, ZHAO Shan-lun (College of Population, Resource and Environment, Shandong Teachers' University, Ji'nan 250014), *J. Plant Resour. & Environ.* 2000, 9(3): 41~45

**Abstract:** By using the static life table, the life structure and quantitative dynamics of *Pinus densiflora* Sieb. et Zucc. population in Shandong Province were analysed. The results indicated that *P. densiflora* population has different age-grade structure, and that mortality summit of the species population appears during the time from age 5 to age 15—from its young period through grown-up period, and the individuals pulling through this period can almost attain their physiological life-span. So the static life table can reflect accurately the regularity of the quantitative dynamics of *Pinus densiflora* population.

**Key words:** *Pinus densiflora* Sieb. et Zucc.; population; static life table; quantitative dynamics

赤松(*Pinus densiflora* Sieb. et Zucc.)是重要的造林先锋树种,在我国主要分布于辽东半岛南部至江苏北部云台山之间的温带沿海地区。是山东最主要的针叶林,总面积达 $26.67 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ,木材蓄积量为 $120 \times 10^4 \text{ m}^3$ ,分别占全省森林总面积的20.19%及木材蓄积量的14.49%。但自70年代以来,赤松受到“两虫”(松毛虫、松干蚧)的严重危害,加上纯林太多和物种多样性指数低等原因,目前在山东难以找到大片成年赤松林。

为保护发展和永续利用这一森林资源,对山东主产区赤松林的种群数量、动态变化及变化原因等进行了调查分析,旨在为人工促进赤松的繁殖、提高种群生产力、丰富森林群落的物种多样性、改善群落结构、增强群落功能等提供科学依据。

## 1 研究地概况和研究方法

### 1.1 自然概况

山东的赤松主要分布于鲁东丘陵区和鲁中南山地丘陵区,前者为自然分布区,后者为人工栽植,因此选择这两个地区及与山东毗邻的江苏连云港为研

究地。

鲁东丘陵地质构造上属断块隆起,区内山地丘陵大部分由变质岩及中生代花岗岩组成,地面起伏和缓,除昆崮山(923 m)、崂山(1 133 m)等海拔较高,山峰尖峭,地势险峻外,绝大部分为海拔300 m以下的广谷浅丘。土壤主要为棕壤及山地棕壤。由于濒临海洋,气候的海洋性特征明显,年平均气温 $10 \sim 13^\circ\text{C}$ ,年平均降水量 $600 \sim 900 \text{ mm}$ ,春季多大雾,利于植物生长。

鲁中南山地丘陵区构造上属断块差异隆起地区,地势居全省最高,自中部向四周逐渐降低,起伏较大,泰、鲁、沂山脉东西绵亘,海拔 $400 \sim 1 500 \text{ m}$ ,成为全省的脊部,周围为逐渐降低的丘陵环绕。土壤以棕壤与褐土为主。年平均气温 $12 \sim 13^\circ\text{C}$ ,年均降水量 $700 \sim 900 \text{ mm}$ ,大多集中在6~9月,水、热资

收稿日期: 2000-01-14

基金项目: 山东省教委资助项目“山东赤松种群生态学研究”(项目编号: 96H02)

作者简介: 张伟,男,1970年4月生,山东泰安人,硕士,讲师,主要从事植物生态学研究。

源丰富,四季分明,雨热同季,适宜植物生长。

江苏省连云港云台山由一系列侵蚀孤山所组成,岩石多为片麻岩系组成。气候既有暖温带又有亚热带的特点,具有过渡性。年平均气温 14.1℃, 年均降水量 943 mm, 7~9 月 3 个月的雨量占全年的 60% 以上,月分配极不均匀。

### 1.2 样地的选择

根据赤松在山东的分布及生长情况,在其分布区内设定 7 个调查地点,选择保护好且生长较好的

群落,设置标准地,进行群落调查及种群统计。共设置 9 个标准地,基本能客观反映其生态条件。调查地点及样地分布为:牟平昆嵛山(样地 1、2)、荣成俚岛伟德山(样地 3)、海阳招虎山(样地 4)、平邑蒙山万寿宫林场(样地 5、6)、蒙阴蒙山天麻林场(样地 7)、五莲大青山(样地 8)、苏北连云港新浦花果山(样地 9)。

各调查样地的环境状况和赤松种群的主要特征见表 1。

表 1 调查样地的自然环境和赤松种群的主要特征

Table 1 The natural environment of the sample plots and the main feature of *Pinus densiflora* populations

样地号 Sample number	地点 Place	海拔高度 Elevation (m)	坡度 Slope	坡向 Direction of hillside	pH	土壤类型 Agrotype	密度 Density (plants/hm <sup>2</sup> )	郁闭度 Degree of cover	林龄 age of wood (a)	平均胸径 Average diameter (cm)	平均树高 <sup>1)</sup> Average height <sup>1)</sup> (m)
1	牟平 Muping	390	30	SE 25°	5.21	酸性棕壤	218	0.83	25~26	7.14	3.71
2	牟平 Muping	610	24	S	5.06	酸性棕壤	182	0.59	25~26	8.88	4.56
3	荣成 Rongcheng	170	25	SW 30°	7.40	褐土	343	0.66	20~21	2.32	1.64
4	海阳 Haiyang	200	22	SW 32°	7.70	褐土	228	0.19	22~23	2.32	1.76
5	平邑 Pingyi	360	23	SW 60°	6.83	棕壤	55	0.92	45~46	12.80	8.23
6	平邑 Pingyi	305	25	NE 22°	6.04	棕壤	57	0.96	45~46	15.00	7.98
7	蒙阴 Mengyin	490	24	SE 75°	6.18	棕壤	84	0.93	40~41	10.82	7.17
8	五莲 Wulian	350	37	NW 35°	6.15	棕壤	578	0.73	23~24	5.14	3.20
9	新浦 Xinpu	200	24	SW 40°	5.89	棕壤	152	0.90	43~44	8.72	4.74

<sup>1)</sup>大于 1.3 m 的树高平均值 Average value of the height >1.3 m.

### 1.3 群落调查

乔木层采用中心点四分法(Pointed-centered Quarter Method),计测胸径大于 8 cm 的四个象限内最近的 4 株乔木的树种、胸径、株高及到中心点的距离。每标准地测 10 个点以上,点距为 10 m,样线间距为 10 m,分别测定各象限内距中心点最近的 1 株胸径大于 3 cm 的乔木的树种、胸径、冠幅及到中心点的距离。每标准地设置至少 5 个 5m×5m 灌木样方,10 个 1m×1m 草本样方,按传统记录法分别记录其种类、盖度、频度和多度等项目。

### 1.4 种群统计

在拟调查的赤松分布区内,对所设置的 7 个调查地点 9 个标准样地的赤松进行调查和种群统计,获取原始数据。在典型的抽样群落内,采用相邻格子法设置种群标准样地,即在地形条件一致的地段,设置 40m×40m 的种群样地,再将样地分割成 64 个 5m×5m 的小样方,注明样方间的相互位置。然后记录每个小样方所有各乔木树种个体的种名、树高、年龄、胸径及冠幅等指标。在样方的右下角设置 1m

×1m 的小样方。记录草本的种名、高度及覆盖度。然后把每个样方内赤松按年龄  $10 \geq Y > 0$ 、 $20 \geq Y > 10$ 、 $Y > 20$  (单位:a)分株统计。为深入探讨相邻格子法对赤松种群生态的分析情况,把样方扩大到 10m×10m 得到一组新的数据,便于不同样方大小之间的比较,从而选择出最佳样方大小。

### 1.5 测度方法

依据赤松林实际调查资料,对各样地不同年龄分段( $x$ )的赤松种群在  $x$  期开始时的实际存活数目( $n_x$ )、在  $x$  期开始时的存活分数( $l_x$ ) (转换为 1 000)、从  $x$  到  $x+1$  期的实际死亡数( $d_x = l_x - l_{x+1}$ )、从  $x$  到  $x+1$  期的死亡率 [ $q_x = (d_x / n_x) \cdot 1000$ ]、 $x$  到  $x+1$  年龄期间的平均存活个体数目即区间存活( $L_x$ )、 $x$  期开始时的平均生命期望( $e = T_x / l_x$ ,  $T_x$  为进入  $x$  龄期的全部个体在进入该龄期以后的剩余总寿命)、存活分数的自然对数等作统计与分析,绘制各样地赤松种群的生命结构与数量动态静态生命表(表 2)。

表2 各样地赤松种群的生命结构与数量动态静态生命表

Table 2 The static life table of the life-structure and quantitative dynamics of *Pinus densiflora* population of every sample plot

样地号 No. of sample	年龄 Age	存活数 Surviving number	存活分数 Surviving fraction	死亡数 Deceasing number	死亡率 <sup>1)</sup> Mortality <sup>1)</sup> (%)	区间存活数 Surviving number of confine	生命期望 Life expectation	存活分数的自然对数 Logarithm value of living fraction
1	5	166	1 000	108	651	675	1.77	6.908
	10	58	349	22	39	283	3.14	5.855
	15	36	217	-9	-250	244	3.75	5.380
	20	45	271	7	156	250	2.10	5.602
	25	38	229	23	605	160	1.39	5.434
	30	15	90	3	200	81	1.77	4.500
	35	12	72	5	417	57	1.08	4.277
	40	7	42	7	1 000	21	0.50	3.738
	45	0	0	0	***	0	***	-2.810
2	4	150	1 000	43	287	857	1.98	6.908
	8	107	713	60	561	513	1.58	6.569
	12	47	313	0	0	313	1.96	5.746
	16	47	313	38	809	187	0.96	5.746
	20	9	60	5	556	44	1.87	4.094
	24	4	27	0	0	27	2.52	3.296
	28	4	27	0	0	27	1.52	3.296
	32	4	27	4	1 000	14	0.52	3.296
	36	0	0	0	***	0	***	-2.710
3	3	41	1 000	-12	-293	1 147	8.84	6.908
	6	53	1 293	-28	-528	1 635	5.95	7.165
	9	81	1 976	3	37	1 939	3.07	7.589
	12	78	1 902	7	90	1 817	2.17	7.551
	15	71	1 732	32	451	1 342	1.33	7.457
	18	39	951	25	641	646	1.01	6.858
	21	14	341	8	571	244	0.93	5.832
	24	6	146	6	1 000	73	0.50	4.984
	27	0	0	0	***	0	***	-1.410
4	4	168	1 000	72	429	786	2.19	6.908
	8	96	571	26	271	494	2.45	6.347
	12	70	417	8	114	393	2.17	6.033
	16	62	369	28	452	286	1.39	5.911
	20	34	202	18	529	149	1.12	5.308
	24	16	95	11	688	63	0.82	4.554
	28	5	30	5	1 000	15	0.50	3.401
	32	0	0	0	***	0	***	-2.820
	5	5	22	1 000	17	773	614	5.09
10		5	227	3	600	159	19.73	5.425
15		2	91	-1	-500	114	47.47	4.511
20		3	136	-2	-667	182	30.93	4.913
25		5	227	-12	-2 400	500	17.73	5.425
30		17	773	-18	-1 059	1 182	4.56	6.650
35		35	1 591	6	171	1 455	1.47	7.372
40		29	1 318	24	828	773	0.67	7.184
45		5	227	5	1 000	114	0.50	5.425
50		0	0	0	***	0	***	-0.788

续表 2 Table 2 (Continued)

样地号 No. of sample	年龄 Age	存活数 Surviving number	存活分数 Surviving fraction	死亡数 Deceasing number	死亡率 <sup>1)</sup> Mortality <sup>1)</sup> (%)	区间存活数 Surviving number of confine	生命期望 Life expectation	存活分数的自然对数 Logarithm value of living fraction
6	5	14	1 000	8	571	715	10.22	6.908
	10	6	429	4	667	286	22.15	6.061
	15	2	143	-6	-3 000	357	64.44	4.963
	20	8	571	-8	-1 000	857	15.51	6.347
	25	16	1 143	-5	-313	1 322	7.00	7.041
	30	21	1 500	-43	-2 048	3 036	4.45	7.313
	35	64	4 571	48	750	2 857	0.80	8.427
	40	16	1 143	13	813	679	0.69	7.041
	45	3	214	3	1 000	107	0.50	5.366
	50	0	0	0	***	0	***	-0.336
7	5	35	1 000	27	771	615	4.33	6.908
	10	8	229	-6	-750	315	16.23	5.434
	15	14	400	4	286	343	8.51	5.991
	20	10	286	-7	-700	386	10.70	5.656
	25	17	486	-8	-471	600	5.50	6.186
	30	25	714	-18	-720	972	2.90	6.571
	35	43	1 229	26	605	858	0.90	7.114
	40	17	486	17	1 000	243	0.50	6.186
	45	0	0	0	***	0	***	-1.250
	8	3	259	1 000	65	251	875	3.17
6		194	749	76	392	603	3.07	6.619
9		118	456	67	568	327	3.72	6.122
12		51	197	25	490	149	6.95	5.283
15		26	100	-35	-1 346	168	12.21	4.605
18		61	236	-101	-1 656	431	4.46	5.464
21		162	625	82	506	467	1.00	6.438
24		80	309	80	1 000	155	0.50	5.733
27		0	0	0	***	0	***	-3.250
9		5	49	1 000	5	102	949	6.50
	10	44	898	25	568	643	6.18	6.800
	15	19	388	9	474	296	12.65	5.961
	20	10	204	8	800	123	22.62	5.318
	25	2	41	-16	-8 000	204	10.95	3.714
	30	18	367	-37	-2 056	745	11.68	5.905
	35	55	1 122	-63	-1 145	1 765	3.16	7.023
	40	118	2 408	92	780	1 470	0.74	7.787
	45	26	531	24	923	286	0.58	6.275
	50	2	41	2	1 000	21	0.51	3.714
55	0	0	0	***	0	***	-1.590	

<sup>1)</sup> \*\*\* 表示无法计算, 因该龄期  $d_x, l_x$  为 0 Can't be counted because of the age of wood  $d_x, l_x = 0$

## 2 结果和分析

### 2.1 赤松种群生命结构分析

分析 9 个样地赤松种群的生命表, 可以看出, 赤松种群的年龄等级结构分三种情况:

(1) 样地 1、2、4 赤松种群年龄等级结构呈金字塔形, 区间存活数逐渐减少, 显示出幼龄个体特多, 成年个体较少, 甚至无成年个体。

(2) 样地 5、6、7、9 赤松种群年龄等级结构呈 S 形或波浪形, 区间存活数由高到低, 后又升高, 直至

超过初值,0~5年较多,5~20年逐渐降低,20年以后逐渐升高,30~45年的区间存活数达到最大值。

(3) 样地3赤松种群年龄等级结构呈中间大、两头小的峰状,5~15年个体最多,幼苗很少。样地3赤松种群属天然更新次生林,系70年代因虫害严重,赤松皆伐以后,采伐迹地上天然更新而成。此样地赤松种群长势非常差,树干弯曲,林相不齐,20多年生的树,树高只有1.5 m左右,被称作“老头树”。因此该样地赤松种群不能反映正常赤松林种群数量动态,在分析结果时不予考虑。

## 2.2 赤松种群数量动态分析

从生命表看,幼苗和大龄个体平均期望寿命短,中龄个体平均期望寿命长,这种现象与幼龄阶段死亡率较高有密切关系。赤松幼苗尚耐荫,因此死亡率较低,幼苗个体小,个体数量很多。5龄后,个体生长加速,逐渐长大,可利用空间减小,引起个体间竞争,另一方面,赤松系喜光植物,虽然幼苗期较耐荫,但随年龄增加,耐荫性逐渐变弱。同时,随赤松的生长,林冠进一步郁闭,幼龄植株死亡率逐渐升高,5~15年为死亡高峰期。此阶段过后,种群密度减小,赤松个体逐渐达主林层,生长空间增大,光照条件得到改善,个体竞争力增强,种群死亡率降低,并保持稳定状态。在经历一定时间的稳定期后,逐渐衰退,直至死亡,到达稳定阶段的赤松个体绝大部分都能达到生理寿命。一代种群完成其全部生命过程。

分析样地5、6、7、9,近熟龄赤松林中龄个体数量最大,这一以某年龄阶段为主的年龄结构,与倒金字塔形的稳定种群年龄结构相比,具有明显的波动性,种群的发生和衰亡具有阶段性,而不是连续的或均匀的。种群幼苗和幼龄个体都很少,当成熟个体衰退死亡后,种群只能从幼苗开始新的更新,或者在较好立地条件下,让位给速生的阔叶树种,也说明赤松为山东森林群落演替的先锋树种。

## 3 讨论

生命表开始出现在人口统计学,被引入生物学之后,较多应用于动物生态学,植物生态研究应用较

少。动态生命表,可以分析种群生殖、死亡数量变动的规律,组建预测模型,但在自然条件下,在同一时期要获得相当大的一群新生个体,往往是很困难的,特别对于长寿命植物,更难以实现整个过程的跟踪,因此在植物生态学中其应用较为有限。静态生命表是研究世代重叠、长寿命植物种群数量动态的有力工具,虽然它所需的四个假设较难满足,但对于长寿命的植物种群来说,其种群是比较稳定的,与其寿命比较,种群、环境的变动应是随机均匀的,因此,其假设条件可以近似满足。

本文以山东的赤松种群为研究对象,根据不同地区、不同立地条件、不同群落的多点调查资料,以静态生命表分析赤松种群的生命结构与数量动态,找出其共性规律。研究发现,赤松种群的生理寿命在50年上下,这与实际有较大误差,出现这种情况的原因是,山东省历史上对森林的人为破坏严重,赤松大龄个体已极少,在所调查的赤松种群中,最大龄的个体也不过50余年,所以据此编制的生命表中,赤松生理寿命较实际短。虽然如此,赤松静态生命表仍较精确地反映了赤松种群的数量动态规律。由于至今未见到以赤松种群为对象进行静态生命表的研究,因此本文的探讨为静态生命表在植物生态学中的进一步应用提供了佐证,具有较大的理论和实践价值。

## 参考文献

- [1] 王仁卿,周光裕. 山东半岛赤松林的天然更新及其发展前途的研究[J]. 生态学杂志, 1989, 8(2): 18~22.
- [2] 杨凤翔. 生命表的进一步研究及应用[J]. 生态学杂志, 1989, 8(5): 26~32.
- [3] 刘来福. 生态学数学模型的研究进展[J]. 生态学杂志, 1991, 10(2): 41~44.
- [4] 王伯荪,彭少麟. 鼎湖山森林优势种群数量动态[J]. 生态学报, 1987, 7(3): 214~221.
- [5] 徐成扬. 长白山地区赤松林天然赤松林群落学特性的研究[J]. 生态学报, 1995, 15(2): 220~229.
- [6] 林全业. 赤松次生林天然更新的研究[J]. 山东农业大学学报, 1994, 25(3): 348~352.

(责任编辑:宗世贤)