

青海麦秀林场紫果云杉次生林的干扰重建

夏冰¹, 邓飞¹, 周康¹, 姚淦¹, 王谦², 董旭²

(1. 江苏省植物研究所, 江苏南京 210014; 2. 青海省林业局, 青海西宁 810000)
中国科学院

摘要: 对青海麦秀林场 2 个 50m×50m 紫果云杉(*Picea purpurea* Mast.) 样方调查和 604 株树木年轮系统及 157 个树桩的分析结果表明: 2 个样方的干扰强度总体都较高, 如 P I 样方 1950's 达到 31.4%/10a, P II 样方 1980's 达到 18.1%/10a, 说明存在经常性的择伐或盗伐活动, 设定近 30 a 来实际发生的干扰强度用树桩断面积与树桩和树木断面积的百分率来表示, 并与用树轮分析的干扰重建百分比相比较, 结果发现具有正态树龄分布的 P I 样方的重建值与实际值较为接近, 而不具有正态树龄结构分布的 P II 样方, 其重建值明显高于实际值。

关键词: 树轮分析; 干扰重建; 干扰强度; 紫果云杉

中图分类号: S718.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-0978(2002)02-0006-05

Disturbance reconstruction of *Picea purpurea* Mast. stand in Maixiu, Qinhai Province XIA Bing¹, DENG Fei¹, ZHOU Kang¹, YAO Gan¹, WANG Qian², DONG Xu² (1. Institute of Botany, Jiangsu Province and the Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210014, China; 2. Qinhai Provincial Forestry Bureau, Xining 810000, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2002, 11(2): 6-10

Abstract: Two 50m×50m sample plots in the secondary forest of *Picea purpurea* Mast. in Maixiu, Qinhai Province were investigated for reconstructing disturbance intensity. Based on the analysis of 604 tree ring series and 157 stumps, it was found that the intensities of disturbance in both plot I and plot II generally were high, for example, it reached 31.4%/10a in 1950's in plot I and 18.1%/10a in 1980's in plot II, which indicated local frequent activities of selective or illegal cutting. The percent rate between section area of tree stumps and all section area of trees and stumps which was assumed to be the actual disturbance intensity of recent 30a were also compared with the reconstructed percent rate from tree ring analysis. It was found that the reconstructed rate was close to the actual rate in plot I with a normal distribution of tree age structure, but it was larger than the actual rate in plot II with non-normal distribution of tree age structure.

Key words: tree-ring analysis; forest disturbance reconstruction; forest disturbance intensity; *Picea purpurea* Mast.

在利用树木生长释放来重建过去的干扰时,以往的做法都是根据在一定时间内出现生长释放的树木占调查时一定胸径以上的树木总数的百分率来推测过去的干扰频率^[1-6]。这种方法在重建干扰历史时,均是用过去不同年代的生长释放百分率占现有一定胸径树木的百分率来推算过去发生的干扰强度,而实际发生的干扰强度应是过去的树木死亡株数或死亡树木的断面积占当时一定胸径以上的树木总株数或其总断面积的百分率^[1-3,7-9]。本文探讨利用树木年龄结构所反映的过去某一年代的树木株数,结合当时保存的出现树木生长释放的株数来重建林分的干扰强度。

1 林地概况与调查方法

1.1 林地概况

所调查的林地位于青海省黄南州麦秀林场内,该林场位于东经 101°33' ~ 102°08', 北纬 35°08' ~ 35°30', 属高寒山地森林草原气候,所选的 2 块林地的海拔分别为 3 140 m 和 3 090 m, 坡向分别为东南坡和西北坡, 林冠高度约 16 m, 植被为次生紫果云杉(*Picea purpurea* Mast.) 纯林, 都曾经历过择伐并伴有

收稿日期: 2001-09-12

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(39770595)

作者简介: 夏冰(1960-), 男, 云南宣威人, 博士, 研究员, 所长, 主要从事树木年轮生态学和资源植物方面的研究。

少量的盗伐和放牧。该林的气候特点是热量低,冷期长且水热条件随海拔和坡向变化明显。根据在海拔 2 940 m 的场部观测,年平均气温 2.8℃,日平均温度低于 0℃ 的天数为 162 d,没有明显的夏季,年降雨量 530 mm 左右,多集中在 6-9 月。

1.2 调查方法

在林地内分别设置 50m × 50m 的样方 2 个(分别记为 P I 和 P II),总样方面积为 0.5 hm²,设置时在罗盘仪指引下对样方圈围,然后再用塑料绳设成 10m × 10m 的网格,在样方内测量每株树(DBH ≥ 5 cm)的坐标、胸径及被伐树树桩的坐标、基径和腐烂程度,并对 DBH ≥ 5 cm 的树用生长锥取胸高树芯样,所取芯样需达到树髓。

将取回的芯样条经打磨光滑后,在树轮宽度测定仪上测出其年轮宽度,获得的年轮数作为紫果云杉的胸高树龄,其宽度系列作为紫果云杉的径向生长系列。

生长释放的判别方法:对每一个年轮宽度系列,先用左右各 3 a 滑动平均作图,比较所得曲线的最高点和最低点,如最高点比最低点高出 50% 以上,且持续 5 a 上升,可视为有生长释放发生,随后再用时间系列分析的柱形图,确定生长释放开始的年代。

P I 样方共调查树木 353 株,有效芯样 344 个,树桩 98 个。P II 样方共调查树木 277 株,有效芯样

260 个,树桩 59 个。

2 结果与分析

2.1 样方内紫果云杉的年龄结构

2 个样方中紫果云杉的年龄结构变化见图 1。从图 1 可见,P I 和 P II 样方,虽同为紫果云杉纯林,但年龄结构明显不同,P I 样方的年龄结构呈正态分布,以 50~80 年生的树木为主,占 67.4%,其中 60~80 年生树木最多,几乎占了全部树木的一半(达到 48.8%),P II 样方的树木年龄分布相对而言在 80 年生以下分布均匀。2 个样方在 DBH ≥ 5 cm 的树中均没有 10 年生以下的树木,即使在 11~20 年生范围内也是极少数,这可能与该地热量低、生长期短,因而树木生长缓慢有关,也说明样方内紫果云杉要达到 5 cm 的胸径必须要 10 a 的生长期,一部分甚至还需 20 a 的生长期。因此,从样方的年龄结构来看,P I 样方约在 80 a 前(或 90 a)可能经历过一次较强的干扰,原林内的树木出现过大量死亡,使目前胸高树龄为 60~80 a 的紫果云杉得以大量出现。P II 样方则与此有所不同,以 20~80 a 这 6 个年龄段和各年龄段进入样方林地的数量所占的比例看,其冠层树木多次发生的大量死亡导致林地形成目前的年龄结构^[7-9]。

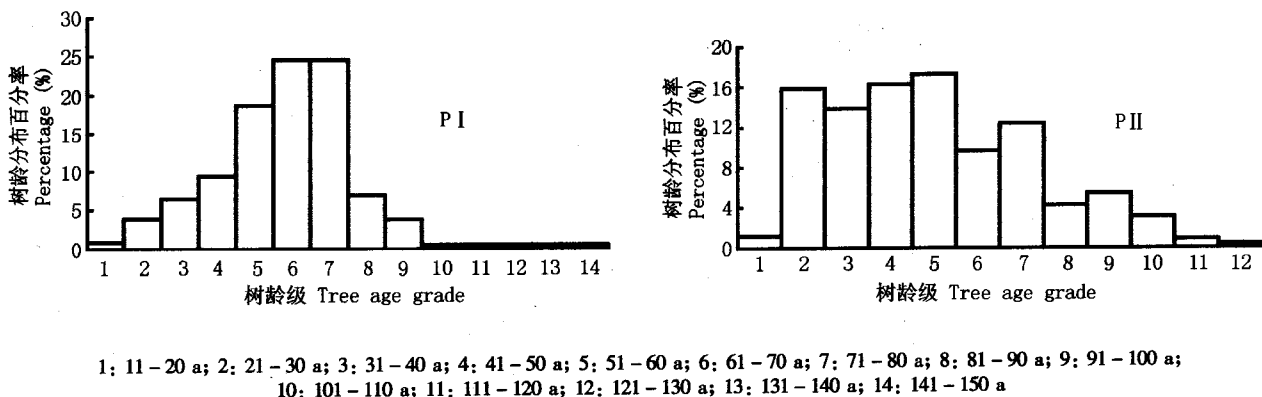


图 1 青海麦秀林场 2 个样方内紫果云杉的年龄结构
Fig. 1 Age distribution status of *Picea purpurea* Mast. stand in two plots P I and P II in Maixiu, Qinghai Province

2.2 树木生长释放

从 1930 年到 1989 年的 60 a 间,2 个样方中出现生长释放的次数和占全部树芯总数的百分率见表 1。

从表 1 可见,P I 样方出现生长释放较多的年代

相对比较集中,如 1980-1981 年,1971-1972 年,1960 年,1957 年,1952 年和 1941 年。P II 样方中,1980-1981 年,1972 年和 1941 年出现生长释放的树木也较多,且与 P I 样方出现生长释放较多的年代一

致。另外,20世纪60年代中期和20世纪40年代初期,出现生长释放的树木也相对较多,由此推测,分别在1981年,1972年和1941年前后,这两块样地可能同时发生过较大的干扰事件。P I 样地1952年也可能发生过较大干扰事件^[1-6]。

表1 青海麦秀林场 P I 和 P II 样方的生长释放¹⁾
Table 1 Tree growth release of *Picea purpurea* Mast. stand in two plots P I and P II in Maixiu, Qinhai Province¹⁾

年份 Year	P I 样方生 长释放次数 Growth release times in plot P I	P II 样方生 长释放次数 Growth release times in plot P II	年份 Year	P I 样方生 长释放次数 Growth release times in plot P I	P II 样方生 长释放次数 Growth release times in plot P II
1930	0	2	1960	21	0
1931	2	3	1961	4	2
1932	0	1	1962	6	0
1933	0	0	1963	8	2
1934	0	0	1964	9	1
1935	0	0	1965	3	9
1936	1	1	1966	2	5
1937	1	0	1967	2	1
1938	4	0	1968	2	4
1939	0	1	1969	0	2
1940	1	3	1970	3	0
1941	11	8	1971	6	3
1942	4	6	1972	38	15
1943	3	9	1973	6	5
1944	1	0	1974	4	2
1945	1	1	1975	7	1
1946	3	0	1976	0	3
1947	2	0	1977	10	3
1948	2	0	1978	6	4
1949	0	1	1979	5	5
1950	1	0	1980	13	17
1951	2	0	1981	32	11
1952	31	0	1982	6	1
1953	9	1	1983	7	5
1954	4	4	1984	5	3
1955	11	3	1985	1	3
1956	9	2	1986	3	1
1957	26	1	1987	1	5
1958	5	0	1988	1	1
1959	10	3	1989	1	0

¹⁾P I 样方总芯样数 344 个,总生长释放次数 356 次,平均每个芯样出现生长释放的平均次数为 $356/344 = 1.03$ (次); P II 样方总芯样数 260 个,总生长释放次数 163 次,平均每个芯样出现生长释放的平均次数为 $163/260 = 0.63$ (次)。In plot P I, the number of total tree-ring samples were 344, the total tree growth release times were 356, so the average tree growth release times per a tree sample was 1.03. In plot P II, the number of total tree-ring samples were 260, the total tree growth release times were 163, so the average tree growth release times per a tree sample was 0.63.

生长释放百分率是总取样的芯样数除以每 10 a

出现生长释放的总次数,以 10 a 为单位的生长释放情况见表 2。表 2 结果表明,P I 样方中生长释放百分率最高的年代是 1950-1959 年,达到 31.4%,其次是 1970-1979 年,达到 24.7%。P II 样方中生长释放百分率最高的年代是 1980-1989 年,达到 18.1%。另外,20 世纪 70 年代和 80 年代 2 个样方的生长释放百分率均较高。

表2 青海麦秀林场 P I 和 P II 样方生长释放百分率
Table 2 Tree growth release percentage of *Picea purpurea* Mast. stand in two plots P I and P II in Maixiu, Qinhai Province

年代 Decades	P I 样方 Plot P I		P II 样方 Plot P II	
	生长释放次数 Growth release times	百分率 Percentage (%)	生长释放次数 Growth release times	百分率 Percentage (%)
1930-1939	8	2.3	8	3.1
1940-1949	28	8.1	28	10.8
1950-1959	108	31.4	14	5.4
1960-1969	57	16.6	25	9.6
1970-1979	85	24.7	41	15.8
1980-1989	70	20.3	47	18.1

2.3 干扰强度重建

按以往的方法^[1-3,8-10]重建的 2 个样方的干扰强度见表 3。表 3 中 P I 样方的干扰强度是相应年代(10 a)的生长释放百分率(表 2)除以该样方每个芯样的平均生长释放次数(表 1)。

表3 青海麦秀林场样方 P I 和 P II 的干扰强度 I¹⁾
Table 3 Disturbance intensity I of *Picea purpurea* Mast. stand in two plots P I and P II in Maixiu, Qinhai Province¹⁾

年代 Decades	干扰强度 Disturbance intensity (%)	
	P I	P II
1930-1939	2.2	4.9
1940-1949	7.9	17.2
1950-1959	30.5	8.6
1960-1969	16.1	15.3
1970-1979	24.0	25.2
1980-1989	19.7	28.9

¹⁾按文献[1-3,8-10]的方法重建的干扰强度。Disturbance intensity was reconstructed with the methods in references [1-3,8-10]

表 4 重建的干扰强度是根据样方的树龄结构推测某一年代样方中实际存活的树木株数,然后根据每一段年代出现生长释放的树木占相应年代当时树木总数的百分率为干扰频率,实际计算时用某一段年代生长释放次数占当时存活树木总数的百分率再除以该样方每株树的平均生长释放次数。

从表 3 和表 4 结果看,2 种计算方法得出的 P I 样方各年代的干扰强度值之间的差异表现出一种趋

势,如:1930's 分别是 2.2% 和 3.7%, 1940's 分别是 7.9% 和 9.9%, 1950's 分别是 30.5% 和 34.3%, 1960's 分别是 16.1% 和 16.9%, 1970's 分别是 24.0% 和 25.0%, 1980's 均为 19.7%, 即越靠近调查时间,两者的差距愈小。2 种计算方法得出的 PII 样方各年代的干扰强度也是这种趋势,两者差距在 30~60 a 中更大。此外,PI 样方 1950's 以来所经历的干扰强度都比较大,都在 16.1%/10 a 以上,其中又以 1950's 为最大,分别达到 30.5% 和 34.3%;从表 3 看 PII 样方 1960's 以来的干扰强度较大(15.3%/10a 以上),其中以 20 世纪 80 年代的干扰强度为最大(28.9%/10a),但从表 4 来看,却以 1940's 的干扰强度最大(32.4%/10a)。而当地有气象记录的年代的资料表明,该林区没有连续出现导致冠层林木大量死亡的灾害性天气,也没有相关资料显示是病虫害大发生所致。因而,这 2 个样方连续高强度的干扰可以说明该林地人为干扰较强,与调查中了解到的盗伐和择伐等实际情况相吻合。

表 3 和表 4 的重建值反映了各样方各年代干扰强度的相对强弱。为了探讨表 3 和表 4 干扰强度重建值的准确性,本研究利用残桩断面面积占总断面

的百分率作为每一段年代以来的干扰强度指标进行分析。

表 4 青海麦秀林场样方 PI 和 PII 的干扰强度 II
Table 4 Disturbance intensity II of *Picea purpurea* Mast. stand in two plots PI and PII in Maixiu, Qinhai Province

年代 Decades	PI 样方 Plot PI			PII 样方 Plot PII		
	存活树木 Survival trees (no.)	生长释 放次数 Growth release times	干扰强度 Disturbance intensity (%)	存活树木 Survival trees (no.)	生长释 放次数 Growth release times	干扰强度 Disturbance intensity (%)
1930-1939	210	8	3.7	93	8	13.7
1940-1949	274	28	9.9	138	28	32.4
1950-1959	306	108	34.3	180	14	12.4
1960-1969	328	57	16.9	216	25	18.5
1970-1979	331	85	25.0	257	41	25.5
1980-1989	344	70	19.7	260	47	28.9

表 5 反映的是最近约 30 a 以来(本文中定为 1970's 以来)样方的实际干扰强度。从表中可看出,树木死亡数占总树木株数的百分率远低于死亡树木的断面面积占总断面面积百分率。本文中用后者作为 1970's 以来的 PI 和 PII 样方的干扰强度实际值,分别为 45.4% 和 36.7%。

表 5 青海麦秀林场样方 PI 和 PII 未腐烂残桩调查
Table 5 Investigation results of undecayed tree stumps of *Picea purpurea* Mast. stand in two plots PI and PII in Maixiu, Qinhai Province

样方 Plot	伐桩数量 Numbers of tree stumps	伐桩总断面面积 Total section area of tree stumps (m ²)	树木总数 Numbers of trees	树木总断面面积 (含伐桩总断面面积) Total section area of trees and stumps (m ²)	伐桩占树木总 数的百分率 Percentage of the stumps (%)	伐桩占树木总 断面面积的百分率 Percentage of total stumps' section area (%)
PI 样方 Plot PI	82	8.246 8	354	18.175 3	23.2	45.4
PII 样方 Plot PII	55	4.879 0	278	13.305 0	19.8	36.7

所调查的样方中残留的树桩分为两大类,一类是已腐烂,另一类是未腐烂。已腐烂的树桩大多是因为被伐年代较长而腐烂,未腐烂的树桩则断面较清晰,表明其被伐时间相对较短(作者推测约在 30 a 内)。树桩数量占树木总数的百分率,尤其是其断面面积总和占样地树木总断面面积之和的百分率是一个比较可靠的某一段时间以来的总干扰强度^[1-6]。所调查的 2 个样方中残桩数、残桩总断面面积占树木总株数及树木总断面面积的百分率的情况见表 5。

从表 3 得出的 1970's 以来 PI 和 PII 的累计干扰强度(即干扰强度 I)分别为 43.7%(24.0% + 19.7%) 和 54.1%(25.2% + 28.9%)。从表 4 得出的 1970's 以来的 PI 和 PII 的累计干扰强度(即干扰

强度 II)分别为 44.7%(25.0% + 19.7%) 和 54.4%(25.5% + 28.9%)。由此可见,PII 样方 1970's 以来的累计干扰强度,比根据残桩断面面积占总断面面积百分率计算出来的实际干扰强度(为 36.7%)高出较多;而 PI 样地 1970's 以来的累计干扰强度,则与实际干扰强度(为 45.4%)极为接近。用表 4 的方法重建 PI 和 PII 样方森林干扰强度,因为在推测过去某一年代样地的存活树木数量时,考虑到人为盗伐等因素,以及当地生境下紫果云杉生长缓慢的特点,所推测出来的当时年代的存活树木数可能会出现一些波动,从而导致最终的干扰强度的波动。因而在实际应用过程中,应 2 种方法结合分析。

样方 PI 和 PII 用相同的分析方法却得出不同

结论的现象,主要原因是样方 PII 林地中的树龄结构较为年青,且树龄结构不整齐,多分散在 60 年生以下的各年龄段,在 260 个芯样中,有 118 个芯样未出现生长释放,使得每个芯样的平均生长释放次数仅为 0.63 次,从而导致 PII 样地重建干扰强度 I 和 II 的计算值偏大;而 PI 样方的树龄虽然也是以年青为主,但其年龄结构呈正态分布,且大部分芯样都发生过生长释放,尤其是 1950's 以来树木生长释放次数明显增多,样地内每个芯样的平均干扰次数达 1.03 次,因而 PI 样方的重建值较为可信。这个结果同时也印证了以往的研究工作中样方调查与结果分析的一致性,即所调查的样方,其年龄结构均为近似正态分布,芯样平均生长释放次数均为 1.0 次以上^[8-10]。本次调查的 PII 样方,树龄结构不规则,一方面说明其过去经历的干扰较多,主要是人为干扰(如放牧、盗伐和大量砍伐等),而现存较年青的树木尚未经过新的干扰,或新的干扰不足以对这些树木产生生长释放,致使该林地每株树平均生长释放次数下降。

3 结 论

利用树木年轮分析方法重建森林干扰历史和干扰强度的可靠性在本文的研究中进一步得到论证。同时值得注意的是,在利用该方法重建森林干扰历史时,野外调查和样地的选取对研究结果起着决定性的作用。就本文结果而言,样地 PI 受人为干扰相对较小,树龄结构较整齐(呈正态分布),该样地的重建干扰强度值与实际干扰强度接近,因而适宜用树轮分析方法重建森林干扰历史和干扰强度,并且其

重建结果是可靠的。而对于样地 PII,由于受人为干扰相对较大,且其树龄结构不整齐,导致该样地的干扰强度重建值与实际值相差较大,因而不适宜用树轮分析重建干扰历史和干扰强度。

致谢: 本项目野外调查过程中,曾得到青海省林业局勘察设计院赵丰钰、党小鹏、韩东同志,青海省黄南藏族自治州林业站薛永贵同志,以及青海省黄南藏族自治州麦秀林场的大力协助。谨表谢意!

参与文献:

- [1] Henry J D, Swan J M. Reconstruction forest history from live and dead plant material — an approach to the study of forest succession in South-west New Hampshire [J]. *Ecol*, 1974, 55: 772-783.
- [2] Oliver C D, Stephens E P. Reconstruction of mixed-species forest in central New England [J]. *Ecol*, 1977, 58: 562-572.
- [3] Foster D R. Disturbance history, community organization and vegetation dynamics of the old-growth forest, South-western New Hampshire [J]. *U.S.A. J Ecol*, 1988, 76: 105-134.
- [4] 阳含熙, 谢海生. 长白山红松混交林干扰历史的重构研究 [J]. *植物生态学报*, 1994, 18: 201-208.
- [5] Lorimer C G. Age structure and distribution history of a Southern Appalachian Virgin Forest [J]. *Ecol*, 1980, 61: 1169-1184.
- [6] Lorimer C G, Frelich L E. A methodology for estimating canopy disturbance frequency and intensity in dense temperate forest [J]. *Can J For Res*, 1989, 19: 651-663.
- [7] 夏冰, 兰涛, 邓飞. 西天目山黄山松阔叶林的冠层干扰与动态推测 [J]. *植物资源与环境*, 1995, 4(3): 15-20.
- [8] 夏冰, 贺善安, 兰涛, 等. 亚高山云冷杉混交林树木生长释放与干扰分析 [J]. *植物资源与环境*, 1997, 6(1): 1-8.
- [9] 夏冰, 兰涛, 贺善安, 等. 云南亚高山云冷杉林的林窗研究 [J]. *植物资源与环境*, 1996, 5(4): 1-8.
- [10] 夏冰, 邓飞, 周康, 等. 树轮分析用于森林干扰强度推测的实例研究 [J]. *植物资源与环境学报*, 2001, 10(1): 1-6.