

网络出版时间:2013-03-27 15:49

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20130327.1549.013.html>

采伐次数对栓皮栎伐桩萌苗生长的影响

易青春, 张文辉, 唐德瑞, 周建云

(西北农林科技大学 西部环境与生态教育部重点实验室, 陕西 杨凌 712100)

[摘要] **【目的】**揭示采伐次数对栓皮栎伐桩萌苗生长的影响,探究栓皮栎矮林培育的理论依据。**【方法】**以秦岭北坡楼观台林区基径为 10~15 cm 的栓皮栎伐桩为研究对象,每 4 年为 1 个采伐周期,根据采伐次数将其划分为采伐 1 次、2 次和 3 次,并于 2007 年最后采伐后连续 4 年统计每个伐桩的萌苗数、萌苗生长特征、当年生萌苗数,对比分析不同采伐次数与伐桩萌苗数量和生长的关系以及伐桩萌芽力。**【结果】**1)随着采伐次数的增加,伐桩总萌苗数量减少,2008 年,每桩萌苗数量表现为 2 次采伐>1 次采伐>3 次采伐;2011 年,每桩萌苗数量表现为 1 次采伐>2 次采伐>3 次采伐。2)随着采伐次数的增加,萌苗生长量下降。3)不同采伐次数下,伐桩萌苗数量与生长状况关系紧密,表现为萌苗数量与平均基径、冠幅呈显著负相关($P<0.05$),采伐 1 次的伐桩萌苗平均高度随着萌苗数量增多先增高后降低,而采伐 2 次、3 次后,伐桩萌苗高度随着萌苗数量增多持续减少。4)随着采伐次数增多,伐桩萌芽率降低,当年生萌苗存活率降低。**【结论】**采伐次数对栓皮栎伐桩萌苗数量和生长均有影响,多次采伐会降低伐桩萌生能力,增加萌苗死亡率。在长期矮林经营中,合理延长采伐周期,减少采伐次数,保留适宜的萌苗数量,能够促进萌苗生长,使其得到恢复。

[关键词] 栓皮栎;矮林;采伐次数;伐桩萌芽力;无性繁殖

[中图分类号] S792.189.06

[文献标志码] A

[文章编号] 1671-9387(2013)04-0147-08

Effects of cutting frequency on sprout growth of *Quercus variabilis* stump

YI Qing-chun, ZHANG Wen-hui, TANG De-rui, ZHOU Jian-yun

(The Environment and Ecology Key Laboratory of Education Ministry in West China,

Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: **【Objective】**This study aimed to investigate the effects of cutting frequency on updating of *Quercus variabilis* sprouts, and to improve the cultivation of *Q. variabilis* coppice. **【Method】**In this study, 120 *Q. variabilis* stumps with diameter of 10—15 cm were investigated to understand the relationship between the stump sprouting capability and sprout growth characteristics with different cutting frequencies during a cutting cycle of 4 years. All stumps that formed after clear cutting in 2007 were located in northern Qinling Mountains, Zhouzhi, Shaanxi Province. The stumps were split to one time cutting group, two times cutting group, and 3 times cutting group, respectively. **【Result】**1) With the increase of cutting frequencies, the number of seedlings decreased, the sprout number per stump of two times cutting was the best after one year of clear cutting (2008), followed by one time cutting, and three times cutting group was the worst. At 2011, the sprout number per stump of one time cutting was the best and three times cutting was the worst.

[收稿日期] 2012-07-09

[基金项目] 国家林业局林业公益性行业科研专项(201004011);国家自然科学基金项目(30872018);陕西重点基础研究项目(2009JZ005)

[作者简介] 易青春(1986—),女,重庆奉节人,在读硕士,主要从事森林培育研究。E-mail: yiqingchun@126.com

[通信作者] 唐德瑞(1961—),男,陕西周至人,教授,博士,主要从事森林培育研究。E-mail: tangderui@yahoo.com.cn

2) With the increase of cutting frequencies, the sprout growth amount (base diameter, height, and crown width) decreased. The sprout growth amount of one time cutting was much larger than either two times cutting or three times cutting. 3) There was a negative correlation between the sprout number per stump and the average base diameter, and crown width ($P<0.05$). Sprout average height of one time cutting stumps increased at first and then decreased slightly with the increase of sprout numbers. Sprout height of two times cutting and three times cutting decreased with the increase of sprout numbers. 4) The sprouting percentage of stump declined significantly with the increase of cutting frequencies and the survival percentage of newborn sprouts decreased in different cutting frequencies. 【Conclusion】 Cutting frequency had significant influence on the sprout number per stump and the sprout growth amount. Results implied that multiple cutting had disadvantage to a quick recovery and reestablishment of vegetation. In the future, reasonable sprouts number should be improved to promote the growth of sprouting seedlings. Thinning cutting times should be taken to reestablishment of the vegetation.

Key words: *Quercus variabilis*; stump sprout; cutting frequency; sprouting ability; vegetative propagation

矮林是森林经营的主要方式之一^[1]。与乔林相比,采伐后的矮林具有早期生长迅速、衰老快的特点^[2]。因此,矮林经营的关键问题,是确定合理的采伐周期和迅速恢复林地生产力^[3]。由于地上茎干的伐除,矮林更新主要依靠无性繁殖,包括保留伐桩的根系萌苗和茎基萌苗等^[4-6]。无性萌苗的繁殖数量和生长,受温度、降雨、光照、伐桩直径和高度以及人畜干扰等的影响^[7-10]。近年来的研究发现,由于多次采伐,一方面,伐桩切面受到破坏,并且反复萌条生长形成的创面会影响新枝再生;另一方面,地下根系长期受到养分供应限制而萎缩,不能满足地上萌苗对水和矿质元素的吸收^[11]。因此,伐桩萌苗的再生能力与采伐次数有一定关系。前人对森林采伐后伐桩无性繁殖的研究,主要集中在萌苗生物量的研究、伐桩萌苗的疏伐强度和时间、伐桩萌苗生长特性、伐桩径级和高度对萌苗个数的影响等方面^[4,12-14],而关于采伐次数和周期对伐桩萌苗数量和生长影响的相关研究罕见报道。

栓皮栎(*Quercus variabilis*)为壳斗科栎属植物,落叶乔木,是重要的用材、软木、栲胶和能源树种。栓皮栎速生、耐旱、耐瘠薄,分布广泛,是我国暖温带落叶阔叶林、亚热带常绿与落叶阔叶混交林的重要建群种^[15]。以往对栓皮栎的研究,主要集中在乔林^[16-18],而有关矮林的研究主要集中在不同干扰方式、邻体竞争、生境条件对伐桩萌苗生长特性的影响等方面^[12,19]。由于对栓皮栎矮林经营的研究尚处在起步阶段,缺乏科学的理论指导,在栓皮栎林经营过程中存在多次采伐、反复利用的现象,部分林分未及时更新即遭到破坏,形成残败次生林,严重影响

了栓皮栎林的恢复与可持续发展。因此,研究栓皮栎林采伐次数对无性萌苗更新的影响,可以丰富栓皮栎矮林经营理论,科学指导生产实践,具有重要的实际应用价值。

本研究区选在秦岭北坡周至县西楼观台栓皮栎主要分布区,根据采伐次数,划分为采伐 1, 2, 3 次 3 种利用类型,于 2008—2011 年连续监测记录了 120 个同一径级(基径 10~15 cm)栓皮栎伐桩的萌苗数量和生长特征,分析了 3 种采伐类型下 4 年来伐桩萌苗个数和生长的变化,建立了萌苗个数与生长特征的关系方程,以期阐明采伐次数对伐桩萌苗生长和伐桩萌芽力的影响,为栓皮栎矮林经营提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

研究区域位于秦岭北坡陕西省周至县西楼观台林区(108°20'53"—108°20'56"E, 34°03'23"—34°03'32"N),属暖温带半湿润大陆性季风气候。海拔 500~800 m,年平均气温 8~16℃,无霜期 190 d 左右,年降水量 600 mm^[17]。地带性植被为暖温带落叶阔叶林,栓皮栎在本区域形成大面积纯林或混交林。一般林地中,栓皮栎占到 70% 以上,伴生树种主要有槲栎(*Quercus aliena*)、麻栎(*Quercus acutissima*),灌木有黄栌(*Cotinus coggygria*)、达乌里胡枝子(*Lespedeza davurica*)等,优势草本有苔草(*Carex tristachya*)、披碱草(*Elymus dahuricus*)、紫菀(*Aster tongolensis*)等。该区的部分栓皮栎林一直作为薪炭林或耳林经营,由于多年反复采伐利

用,绝大多数栓皮栎林为残败次生林。

为了将采伐迹地的萌生林作为薪炭矮林培育,为当地农户提供可持续利用的薪炭材,探究采伐次数对栓皮栎伐桩萌芽力的影响很有必要。本试验选择林龄为35~40年的栓皮栎纯林为研究对象(栓皮栎占75%以上),按其采伐时间和次数划分为3种类型,每类型设立3个重复样地(面积10 m×10 m),为保证立地条件一致,每3块不同类型样地相邻,同一类型不同重复样地间隔50 m。

类型A:于2007年11—12月进行了1次采伐;

类型B:分别于2003和2007年的11—12月进行了2次采伐;

类型C:分别于1999,2003和2007年的11—12月进行了3次采伐。

2008-09起,对采伐迹地上标记过的所有伐桩萌苗的生长状况进行调查记录,2009—2011年每年9月进行复查。选择基径为10~15 cm的伐桩共140个,其中类型A的伐桩47个,类型B的伐桩44个,类型C的伐桩49个。采伐后的林地自然更新,无人干扰。

调查内容包括:1)伐桩萌苗调查。对采伐迹地上每个伐桩进行标记,并测量伐桩基径与高度,统计伐桩萌苗个数和当年新生萌苗个数;2)萌苗生长特征。分别测量伐桩上每个萌苗的高度、冠幅、基径(离生长节点1 cm处的萌苗直径);3)伐桩调查。对产生当年新生萌苗的伐桩个数进行统计。

1.2 数据分析

采用SPSS18.0软件,对不同采伐次数下栓皮栎伐桩每年(2008—2011年)的萌苗数量,最大萌苗的基径、冠幅、高度,伐桩萌苗的平均基径、冠幅、高度进行一维方差检验;对3个采伐次数下的萌苗平均冠幅、平均基径、平均高度与每桩萌苗数量的关系分别进行回归分析,采用拟合最好的方程并检验其显著性;对2008—2011年当年新生伐桩萌苗数量、生长特征进行多维方差检验,并在 $\alpha=0.05$ 水平上检验差异的显著性。综合2008—2011年的调查数据,计算不同采伐次数下产生当年生萌苗的伐桩占调查伐桩总量的比例,即伐桩萌芽率。采用Origin8.5软件对上述结果进行做图分析。

2 结果与分析

2.1 不同采伐次数下4年来的伐桩萌苗数量

伐桩萌苗主要来源于休眠芽,而伐桩上的创口则会影响休眠芽的数量^[20]。随着伐后恢复时间的

延长,不同采伐次数下栓皮栎伐桩萌苗的数量均呈现减少趋势(图1)。总体上看,不同采伐次数下表现为2008年多于2009,2010和2011年。与2008年相比,2011年伐桩萌苗数量降幅最大的是2次采伐,降低了65.63%。

单因素方差分析结果表明,不同采伐次数间的伐桩萌苗总数差异显著(图1)。2009—2011年,栓皮栎伐桩的每桩萌苗个数表现为:1次采伐>2次采伐>3次采伐。2008年,以2次采伐的伐桩每桩萌苗个数较多,为15个/桩,显著多于1次采伐和3次采伐;但到了2009年后,2次采伐的每桩萌苗个数迅速减少。3次采伐的伐桩每桩萌苗个数始终较少,这是由于多次采伐导致伐桩切面受损,使其萌发困难。

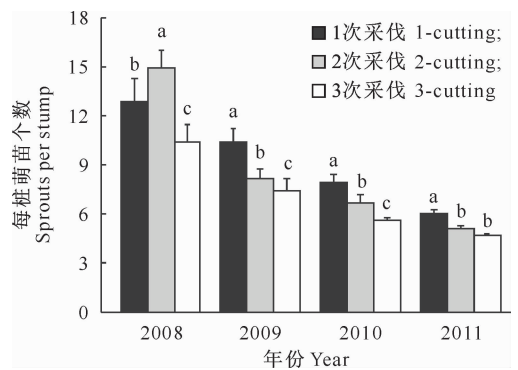


图1 2008—2011年不同采伐次数下栓皮栎伐桩萌苗的数量

Fig.1 Sprouts per stump of *Q. variabilis* in different cutting frequencies from 2008 to 2011

2.2 不同采伐次数下伐桩萌苗的生长特征

随着伐后恢复时间的延长,3个采伐次数下伐桩最大萌苗基径均呈增加趋势(图2A)。2008—2011年,1次、2次、3次采伐的最大萌苗基径分别增加了3.09,2.38和1.87 cm,采伐次数与伐桩最大萌苗基径显著相关($P<0.05$)。4年来,伐桩的最大萌苗基径均表现为1次采伐>2次采伐>3次采伐。2008年,与1次采伐相比,2、3次采伐的伐桩最大萌苗基径分别减小了42.40%和50.25%,差异较大。

随着伐后恢复时间的延长,3个采伐次数下伐桩萌苗平均基径增长幅度均较大(图2B),其中1次采伐的伐桩萌苗平均基径增长速度最快,自2008—2011年,1次、2次、3次采伐的伐桩萌苗平均基径分别增加了2.78,1.95和1.50 cm,萌苗平均基径与采伐次数呈显著相关($P<0.05$)。与采伐1次相比,2008年,2、3次采伐的伐桩萌苗平均基径分别降低了32.87%和49.65%,2009年降低了55.20%和66.25%,2010年降低了49.53%和64.37%,2011

年降低了 29.61%和 46.25%。

2008—2011 年,1 次、2 次、3 次采伐的最大萌苗高度分别增加了 3.09,2.17 和 1.51 m(图 2C),伐桩萌苗最大萌苗高度与采伐次数显著相关($P<0.05$)。4 年(2008—2011 年)来,伐桩的最大萌苗高度均表现为 1 次采伐>2 次采伐>3 次采伐。与采伐 1 次相比,2008 年,2、3 次采伐的伐桩最大萌苗高度分别减少了 35.97%和 53.05%,2009 年减少了 43.62%和 65.43%,2010 年减少了 48.19%和 74.21%,2011 年减少了 37.74%和 54.99%。采伐次数越多,最大萌苗高度增加越少。

自 2008—2011 年,1 次采伐的伐桩萌苗平均高度增长幅度最大,达到 3.25 m;3 次采伐的伐桩萌苗平均高度增长幅度最小,仅增加了 1.52 m(图 2D),伐桩萌苗平均高度与采伐次数显著相关($P<0.05$)。2008—2011 年,与采伐 1 次相比,2、3 次采伐的伐桩萌苗平均高度分别降低了 13.81%和 33.70%(2008 年),29.77%和 59.69%(2009 年),43.55%和 54.26%(2010 年),40.19%和 50.81%

(2011 年)。

由于伐桩上萌苗间的竞争,3 个采伐次数下伐桩最大萌苗冠幅增长幅度相当(图 2E)。自 2008—2011 年,1 次、2 次、3 次采伐的最大萌苗冠幅分别增加了 0.96,0.95 和 0.73 m²。采伐次数与伐桩最大萌苗冠幅显著相关($P<0.05$)。4 年来,与采伐 1 次相比,2、3 次采伐的伐桩最大萌苗冠幅分别减小了 46.91%和 51.89%(2008 年),17.12%和 30.72%(2009 年),14.91%和 30.43%(2010 年),27.94%和 37.79%(2011 年)。

3 个采伐次数下伐桩萌苗平均冠幅增长幅度相当(图 2F)。自 2008—2011 年,1 次、2 次、3 次采伐的萌苗平均冠幅分别增加了 0.70,0.69 和 0.69 m²。4 年来,与采伐 1 次相比,2、3 次采伐的伐桩萌苗平均冠幅分别减小了 40.15%和 42.95%(2008 年),48.50%和 52.99%(2009 年),20.74%和 30.60%(2010 年),19.88%和 22.11%(2011 年)。距离最后 1 次采伐时间越久,各采伐次数下的伐桩萌苗平均冠幅差异会越小。

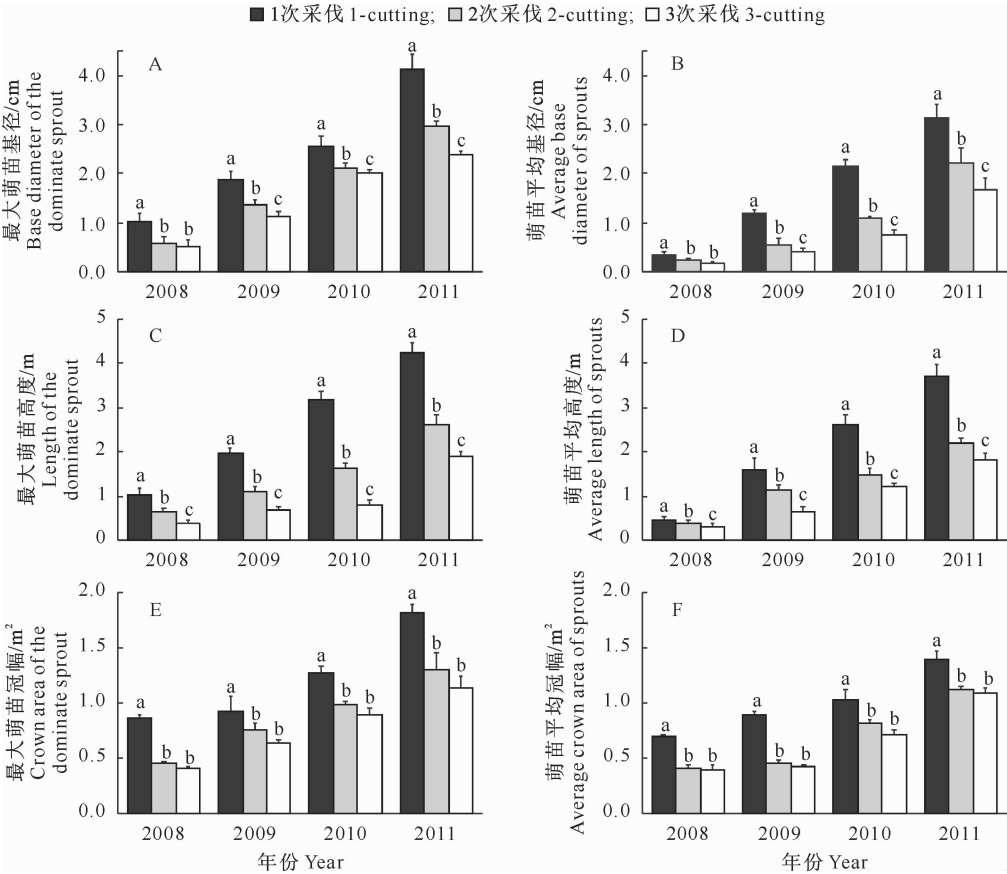


图 2 2008—2011 年不同采伐次数下栓皮栎伐桩萌苗的生长特征

Fig. 2 Sprout growth characteristics of *Q. variabilis* in different cutting frequencies from 2008 to 2011

2.3 不同采伐次数下伐桩萌苗个数与萌苗生长的关系

2011 年,3 个采伐次数下每桩萌苗数量与同一伐桩上萌苗的平均基径、平均高度、平均冠幅的回归分析结果(图 3)表明,3 个采伐次数下的伐桩萌苗基径与萌苗数量均为显著负相关($P<0.05$)(图 3-A1、B1、C1),说明伐桩萌苗数量对萌苗基径的影响较大。而伐桩萌苗冠幅在 3 个采伐次数下都表现为随着萌苗数量的增多先减小再保持稳定(图 3-A2、

B2、C2),说明当萌苗数量较少时,其对冠幅影响较大;当萌苗数量增加到一定水平后,其对冠幅的影响作用不明显。萌苗数量与萌苗平均高度的关系在 3 个采伐次数下表现不完全一致(图 3-A3、B3、C3),总体上看,各采伐次数下的伐桩萌苗数量达到 7 个后,萌苗高度降速趋缓。采伐 1 次的伐桩上,萌苗高度随着萌苗数量增多先增加后下降,最后保持稳定;在采伐 2 次、3 次的伐桩上,萌苗平均高度随着萌苗数量增多而降低,但最后保持在一定水平上。

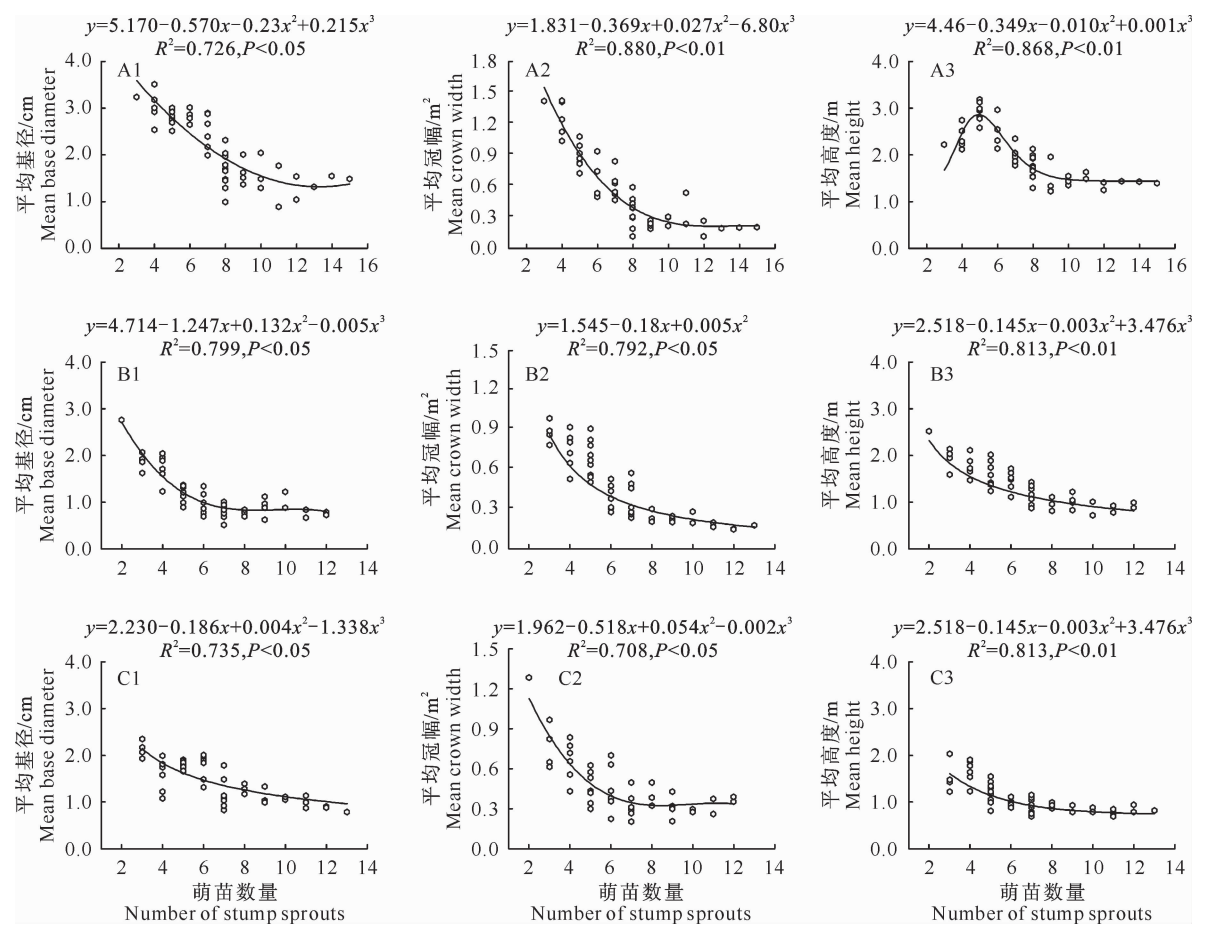


图 3 不同采伐次数下栓皮栎伐桩萌苗数量与萌苗基径、高度、冠幅的回归分析

A1—A3. 1 次采伐数据;B1—B3. 2 次采伐数据;C1—C3. 3 次采伐数据

Fig. 3 Regression analysis between number of stump sprouts and base diameter,height, crown width of *Q. variabilis* in different cutting frequencies

A1—A3. Represent analysis based on 1-cutting;B1—B3. Represent analysis based on 2-cutting;

C1—C3. Represent analysis based on 3-cutting

2.4 不同采伐次数下的伐桩萌芽力

2.4.1 伐桩萌芽率和新生萌苗数 伐后第 1 年(2008 年),各采伐次数下的伐桩都有新生萌苗;采伐第 2 年(2009 年)以后,部分伐桩没有继续萌发幼苗(图 4A)。相较于 2008 年,2009—2011 年 3 个采伐次数下栓皮栎伐桩萌芽率均逐年下降,采伐次数越多,伐桩的萌芽率下降越快。与 2008 年相比,

2011 年 3 次采伐的伐桩萌芽率分别下降了 75.53%,80.84%和 85.85%。

单因素方差分析结果表明,采伐后恢复时间长短与当年新生萌苗数量均极显著($P<0.01$)相关,随着伐后恢复时间的延长,当年新生萌苗数量逐渐减少(图 4B)。1 次采伐的伐桩当年新生萌苗数从 12.93 个/桩(2008 年)下降到 1.75 个/桩(2011

年);2 次采伐的伐桩当年新生萌苗数从 15.92 个/桩(2008 年)下降到 0.95 个/桩(2011);3 次采伐的伐桩当年新生萌苗数从 9.4 个/桩(2008 年)下降

到 0.52 个/桩(2011 年)。3 次采伐的伐桩在伐后第 4 年几乎无新生萌苗萌发。

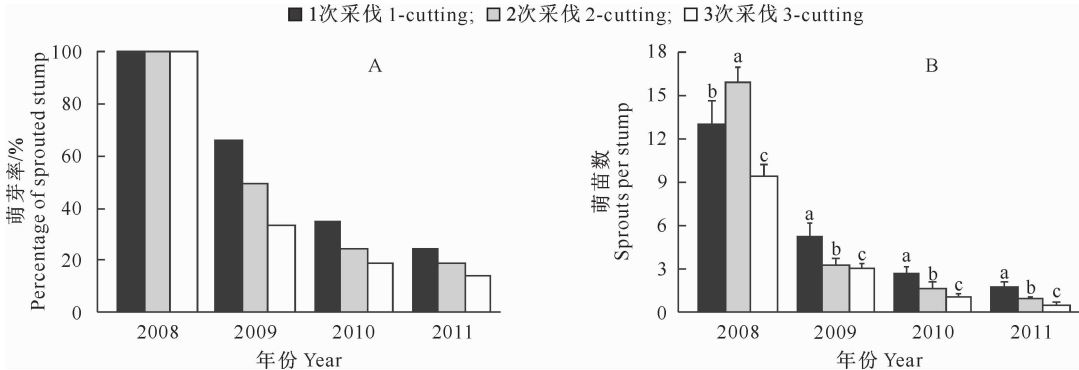


图 4 不同采伐次数下栓皮栎伐桩的萌芽率(A)和当年新生萌苗数(B)

Fig. 4 Percentage of sprouted stump(A)and new sprouts per stump(B)of *Q. variabilis* in different cutting frequencies

2.4.2 当年新生伐桩萌苗的生长特征 伐后恢复时间长短对当年新生萌苗的生长特征影响显著(表 1)。与 2008 年相比,2009—2011 年这 3 年来,3 个采伐次数下伐桩当年生萌苗的平均基径、平均高度、平均冠幅均有所下降;3 个采伐次数下的伐桩当年生最大萌苗基径、高度、冠幅下降幅度也较大。2011 年,3 个采伐次数下的当年生最大萌苗生长量均较小,其最大萌苗基径分别为 0.43,0.32 和 0.32 cm;最大萌苗高度分别为 0.42,0.31 和 0.29 m;最大萌苗冠幅分别为 0.16,0.14 和 0.13 m²。

对 4 年(2008—2011 年)来 3 个采伐次数下当年新生萌苗的生长特征进行方差分析,结果表明,2008 年,采伐次数对当年新生萌苗生长特征影响显

著。当年新生最大萌苗生长量和萌苗平均生长量均表现为 1 次采伐>2 次采伐>3 次采伐。与 1 次采伐相比,2 次、3 次采伐的当年新生最大萌苗基径分别减少了 42.15%和 50.00%,当年新生最大萌苗高度分别减少了 36.54%和 61.54%,当年新生最大萌苗冠幅分别减少了 47.06%和 51.76%;与 1 次采伐相比,2 次、3 次采伐的当年新生萌苗平均基径分别减少了 33.33%和 50.00%,当年新生萌苗平均高度分别减少了 15.56%和 28.29%,当年新生萌苗平均冠幅分别减少了 40.58%和 43.48%。随着伐后恢复时间的延长,到 2010 年,当年最大新生萌苗的基径、高度、冠幅和当年新生萌苗的平均基径、平均高度、平均冠幅在 2 次与 3 次采伐间差异不显著。

表 1 不同采伐次数下栓皮栎当年新生伐桩萌苗的生长特征

Table 1 Current-year sprout growth characteristics of *Q. variabilis* in different cutting frequencies

年份 Year	最大萌苗基径/cm Base diameter of the dominate sprout			最大萌苗高度/m Length of the dominate sprout			最大萌苗冠幅/m ² Crown area of the dominate sprout		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
2008	1.02±0.28 a	0.59±0.13 b	0.51±0.17 c	1.04±0.13 a	0.66±0.14 b	0.40±0.13 c	0.85±0.09 a	0.45±0.11 b	0.41±0.07 c
2009	0.72±0.14 a	0.53±0.09 b	0.41±0.03 b	0.93±0.29 a	0.55±0.11 b	0.37±0.10 c	0.33±0.06 a	0.26±0.08 b	0.18±0.04 c
2010	0.54±0.07 a	0.41±0.03 b	0.38±0.03 b	0.61±0.13 a	0.39±0.06 b	0.35±0.05 b	0.28±0.05 a	0.17±0.04 b	0.15±0.03 b
2011	0.43±0.06 a	0.32±0.04 b	0.32±0.02 b	0.42±0.02 a	0.31±0.04 b	0.29±0.09 b	0.16±0.03 a	0.14±0.02 b	0.13±0.02 b

年份 Year	萌苗平均基径/cm Average base diameter of sprouts			萌苗平均高度/m Average length of sprouts			萌苗平均冠幅/m ² Average crown area of sprouts		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
2008	0.36±0.27 a	0.24±0.18 b	0.18±0.14 c	0.45±0.23 a	0.38±0.12 b	0.32±0.19 c	0.69±0.12 a	0.41±0.06 b	0.39±0.05 c
2009	0.23±0.18 a	0.15±0.13 b	0.14±0.10 b	0.34±0.14 a	0.33±0.09 a	0.28±0.02 a	0.31±0.09 a	0.16±0.05 b	0.12±0.04 b
2010	0.16±0.12 a	0.12±0.05 b	0.13±0.07 b	0.32±0.11 a	0.26±0.04 b	0.23±0.01 b	0.21±0.05 a	0.14±0.03 b	0.09±0.01 b
2011	0.14±0.07 a	0.13±0.07 b	0.12±0.03 b	0.28±0.08 a	0.22±0.03 b	0.21±0.02 b	0.12±0.04 a	0.10±0.01 a	0.06±0.02 b

注:在 $P<0.05$ 水平上分析,同一指标下同行数据后标不同字母表示差异显著。
Note:The different letters in peer data of the same indicator indicate the significant difference at $P<0.05$.

3 讨 论

矮林经营主要是指充分利用木本植物的无性萌生能力,使其在短时期内恢复生长的经营方式^[21],其目的是以获取小径级木材,如薪炭林、耳林等为主。与乔林相比,矮林有生长迅速、伐期短、更新快等优点^[22]。本研究发现,采伐后的栓皮栎林主要依靠伐桩萌苗实现林分的更新,这一点与前人研究结论一致^[23]。Standiford等^[24]研究表明,54%的栎树伐桩在萌苗被收割后能再次萌发幼苗。Jyrki等^[20]研究了反复采伐作业的柔毛桦(*Betula pubescens*)矮林的萌苗生物量,认为连续多次采伐的伐桩依然有萌芽能力。木本植物的更新方式包括伐桩萌苗、根基萌苗和实生苗,其中伐桩萌苗对林分贡献较大^[9,25]。因此,栓皮栎采伐后能够快速更新,具有作为矮林经营树种的潜在价值。

一般木本植物随着采伐次数的增加,表现出伐桩生理衰老、生产力降低等特点^[26]。本研究发现,栓皮栎伐桩在3次采伐后仍保持萌生能力,说明栓皮栎伐桩自我更新能力较强,这与其他栎林相类似^[2,27]。本研究中,2008年,栓皮栎伐桩的每桩萌苗个数表现为2次采伐>1次采伐>3次采伐,说明随着采伐次数增加,恢复初期的伐桩萌生能力先升高后下降。Jyrki等^[28]研究认为,多次采伐会增加创口面积,从而刺激较多的休眠芽萌发。本研究中经历3次采伐的伐桩萌苗数量较少,这可能与多次采伐导致伐桩切面被破坏有关;另外,萌苗反复生长形成的创面增加,也会影响萌苗再生。长期研究发现,恢复后期(2011年)每桩萌苗个数表现为:1次采伐>2次采伐>3次采伐。说明在多次采伐的伐桩上有较多的萌苗枯死,其萌苗死亡率高于采伐次数较少的伐桩。这可能是由于反复萌生消耗了部分伐桩储存的养分,使其不足以长期供应更多萌条生长。

林龄小时,矮林的生产力往往高于乔林^[29]。本研究发现,伐后第1年(2008年),3个采伐次数下的伐桩萌苗均生长迅速,这符合前人研究的栓皮栎伐桩萌苗生长迅速这一结论^[8]。本研究还发现,随着采伐次数增多,萌苗生长量减小。2008—2011年,1次采伐的伐桩萌苗生长量增加幅度最大,3次采伐的伐桩萌苗生长量增加幅度最小。这主要是由于:一方面,多次采伐使地下根系长期得不到光合产物的充足供应,导致根系生理代谢缓慢,生长受到抑制,对水和矿质元素的吸收功能下降,不能满足地上

部分生长的需要;另一方面,缺少光合器官的伐桩自身出现衰老,表现为非结构性碳水化合物减少、木质部栓塞等^[30]。

栓皮栎伐桩萌苗的数量与生长关系密切。本研究发现,各采伐次数下栓皮栎伐桩萌苗的平均高度、平均基径在萌苗数量超过7个时迅速下降,说明当栓皮栎伐桩萌苗超过一定数量时,会影响其生物量的累积。Midgley^[31]认为,伐桩萌苗的数量与萌苗的生长存在能量分配权衡假说,认为同一伐桩上的萌苗会相互竞争资源,比如水分、光照、养分等。而在伐桩的自然更新过程中,其往往通过自疏作用使有限的能量供应优势个体生长,以保持能量的有效利用^[31]。在矮林经营中,经常通过人为伐除生长不好的萌条,以促进优势萌条生长,促进恢复。Liu等^[11]研究表明,对麻栎(*Quercus acutissima*)进行定萌时,每桩保持4个萌苗时高生长最好。李景文等^[8]认为,径级15 cm以上的阔叶林伐桩,适宜保留2~3个萌苗。本研究发现,每桩保留7个以下萌苗时,栓皮栎伐桩萌苗均能较好生长。

新生萌苗数和生长量直接反映伐桩的萌芽能力。在本研究中,各采伐次数下的栓皮栎伐桩产生当年生萌苗的能力在采伐后第2年就开始下降;与3次采伐相比,1次采伐的伐桩萌芽率下降最慢。有研究发现,随着采伐次数增多,萌芽率降低^[32-33],这与本研究结论一致。然而,随着采伐后矮林的恢复,各采伐次数下的伐桩当年萌生能力均下降。这可能是由于采伐刺激产生的植物激素以及储存的能量主要供应恢复初期的萌条生长,不能满足后期萌条的萌发^[34]。

4 结 论

本研究在秦岭北坡以采伐1次、2次和3次的栓皮栎伐桩为对象,连续监测其萌苗数量,并测量萌苗基径、冠幅、高度等形态指标,分析发现,采伐次数越多,伐桩的萌生能力下降越严重,主要表现为总萌苗数量降低,萌苗死亡率增加,生物量积累较慢,当年萌生数量较少。而随着伐后恢复,不同采伐次数下的伐桩萌苗能力均下降。对萌苗生长与数量进行回归分析发现,该地区栓皮栎伐桩保留7个萌苗,有助于生物量积累。长期来看,以4年为周期,多次采伐会导致其生理衰老,恢复困难。因此,在矮林经营中,应合理确定采伐周期,减少采伐次数,使其得到充分的更新。

[参考文献]

- [1] Bond W J, Midgley J J. Ecology of sprouting in woody plants: The persistence niche [J]. *Trend in Ecology&Evolution*, 2001, 16(1):45-51.
- [2] Lockhart B R, Chambers J L. Cherrybark oak stump sprout survival and development five years following plantation cutting in the lower Mississippi alluvial valley, USA [J]. *New Forests*, 2007, 33(2):183-192.
- [3] Gould K A, Fredericksen T S, Morales F, et al. Post-fire tree regeneration in lowland Bolivia; Implications for fire management [J]. *Forest Ecology and Management*, 2002, 165: 225-234.
- [4] Basnet K. Ecological consequences of root grafting in Tabonuco (*Dacryodes excelsa*) trees in the luquillo-experimental-forest [J]. *Puerto-rico Biotropica*, 1993, 25(1):28-35.
- [5] Bonifacio M, Francis E P, Todd S F, et al. Contributions of root and stump sprouts to natural regeneration of a logged tropical dry forest in Bolivia [J]. *Forest Ecology and Management*, 2007, 258:978-985.
- [6] Holl K D. Factors limiting tropical rain forest regeneration in abandoned pasture: Seed rain, seed germination, microclimate, and soil [J]. *Biotropica*, 1999, 31:229-242.
- [7] 邓磊, 张文辉, 何景峰, 等. 不同采伐强度对辽东栎林幼苗更新的影响 [J]. *西北林学院学报*, 2011, 26(2):160-166.
- Deng L, Zhang W H, He J F, et al. Effects of different cutting intensities on seedling regeneration of *Quercus liaotungensis* [J]. *Journal of Northwest Forestry University*, 2011, 26(2): 160-166. (in Chinese)
- [8] 李景文, 聂绍荃, 安滨河. 东北东部林区次生林主要阔叶树种的萌芽更新规律 [J]. *林业科学*, 2005, 41(6):72-77.
- Li J W, Nie S Q, An B H. Stump sprouting of the main broad-leaved tree species of secondary forest in eastern area of north-east China [J]. *Scientia Silvae Sinicae*, 2005, 41(6):72-77. (in Chinese)
- [9] 薛瑶芹, 张文辉, 周建云, 等. 秦岭南坡不同生境条件下栓皮栎伐桩萌芽特性 [J]. *林业科学*, 2009, 47(7):57-64.
- Xue Y Q, Zhang W H, Zhou J Y, et al. Sprouting and growth characteristics of *Quercus variabilis* stump after cutting in different habitats of the southern slope of the Qinling mountains [J]. *Scientia Silvae Sinicae*, 2009, 47(7):57-64. (in Chinese)
- [10] 杨保林, 张文辉, 周建云. 秦岭北坡不同干扰条件下栓皮栎无性繁殖在其种群更新中的作用 [J]. *东北林业大学学报*, 2010, 38(10):27-29, 43.
- Yang B L, Zhang W H, Zhou J Y. Function of vegetative propagation on population regeneration of *Quercus variabilis* in different habitats on northern slope of Qinling mountains [J]. *Journal of Northeast Forestry University*, 2010, 38(10): 27-29, 43. (in Chinese)
- [11] Liu Z L, Fang S Z, Liu D, et al. Influence of cutting time and density on sprout development, biomass production and energy stocks of sawtooth oak stumps [J]. *Forest Ecology and Management*, 2010, 262:299-306.
- [12] Fang S Z, Liu Z L, Cao Y, et al. Sprout development, biomass accumulation and fuelwood characteristics from coppiced plantations of *Quercus acutissima* [J]. *Biomass and Bioenergy*, 2011, 35:3104-3114.
- [13] Sands B A, Abram M D. Effects of stump diameter on sprout number and size for three Oak species in a pennsylvania clearcut [J]. *Northern Journal of Applied Forest*, 2009, 26(3):122-125.
- [14] Johansson T. Sprouting ability and biomass production of downy and silver birch stumps of different diameters [J]. *Biomass and Bioenergy*, 2008, 32:944-951.
- [15] 吴明作, 刘玉萃, 姜志林. 栓皮栎种群生殖生态与稳定性机制研究 [J]. *生态学报*, 2001, 21(2):225-230.
- Wu M Z, Liu Y C, Jiang Z L. The reproductive ecology and stable mechanism of *Quercus variabilis* (Fagaceae) population [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2001, 21(2):225-230. (in Chinese)
- [16] 张文辉, 卢志军. 栓皮栎种群的生物学生态学特性和地理分布研究 [J]. *西北植物学报*, 2002, 22(5):1093-1101.
- Zhang W H, Lu Z J. A study on the biological and ecological property and geographical distribution of *Quercus variabilis* population [J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 2002, 22(5):1093-1101. (in Chinese)
- [17] 张文辉, 卢志军, 李景侠, 等. 秦岭北坡栓皮栎种群动态的研究 [J]. *应用生态学报*, 2003, 14(9):1427-1432.
- Zhang W H, Lu Z J, Li J X, et al. Population dynamics of *Quercus variabilis* on northern slope of Qinling Mountains [J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2003, 14(9):1427-1432. (in Chinese)
- [18] 周建云, 林军, 何景峰, 等. 栓皮栎研究进展与未来展望 [J]. *西北林学院学报*, 2010, 25(3):43-49.
- Zhou J Y, Lin J, He J F, et al. Review and perspective on *Quercus variabilis* research [J]. *Journal of Northwest Forestry University*, 2010, 25(3):43-49. (in Chinese)
- [19] 马闯, 张文辉, 薛瑶芹, 等. 邻体竞争和环境因子对栓皮栎伐桩萌芽表型特征的影响 [J]. *西北农林科技大学学报: 自然科学版*, 2011, 39(10):71-80.
- Ma C, Zhang W H, Xue Y Q, et al. Effects of neighborhood interference and environmental factors on the morphological character of stump sprouts of *Quercus variabilis* [J]. *Journal of Northwest A&F University: Nat Sci Ed*, 2011, 39(10):71-80. (in Chinese)
- [20] Jyrki H, Jorma I. Effect of repeated harvesting on biomass production and sprouting of *Betula pubescens* [J]. *Biomass and Bioenergy*, 2001, 20:237-245.
- [21] 伊力塔, 韩海荣, 马钦彦, 等. 山西太岳山三种树种伐桩萌芽条竞争规律的研究 [J]. *林业科技*, 2007, 32(6):12-15.
- Yi L T, Han H R, Ma Q Y, et al. Study on the intraspecific competition rules of three tree species stump plant in Taiyue Mountain Shanxi Province [J]. *Forestry Science&Technology*, 2007, 32(6):12-15. (in Chinese)