

各国林业

# 我国栓皮栎分布及其生态学研究\*

雷静品<sup>1</sup> 肖文发<sup>2</sup> 刘建锋<sup>1</sup>

(1 中国林业科学研究院林业研究所, 北京 100091; 2 中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所, 北京 100091)

**摘要:**栓皮栎作为广泛分布的树种之一,在全球气候变化的大环境下,成为研究树木生长应对气候变化的重要树种。文中分析了我国栓皮栎水平分布和垂直分布的特点及其与气候的关系,栓皮栎在不同地区的森林类型,主要包括栓皮栎纯林、松栎混交林、栎类混交林等类型;综述了我国对栓皮栎生态学、群落结构、更新等研究的最新进展和主要结论;提出今后开展栓皮栎研究的重点和方向,以期对栓皮栎生理生态学及其对气候变化响应研究提供参考。

**关键词:**栓皮栎,分布,生态学,森林群落,中国

中图分类号:S718.4

文献标识码:A

文章编号:1001-4241(2013)04-0057-06

## Distribution of *Quercus variabilis* Blume and Its Ecological Research in China

Lei Jingpin<sup>1</sup> Xiao Wenfa<sup>2</sup> Liu Jianfeng<sup>1</sup>

(1 Research Institute of Forestry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China;

2 Research Institute of Forest Ecology, Environment and Protection, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China)

**Abstract:** *Quercus variabilis* Blume, as one of the most widely distributed species in China, has been the main species in relation to the research on the eco-physiological response to global climate change. Geographic distribution of *Quercus variabilis* Blume at horizontal and vertical levels and its relationship with climatic characteristics were summarized respectively. There are three major oak forest types mainly distributed from north to south of China, including *Quercus variabilis* Blume pure forest, mixed oak-pine forest and mixed oak forest. The latest progress and main conclusions of the research on the ecology, community structure and regeneration of *Quercus variabilis* Blume were reviewed. And finally the future research focus and direction in this regard were proposed with the purpose to provide references to the eco-physiology of *Quercus variabilis* and its response to climate change.

**Key words:** *Quercus variabilis*, distribution, ecology, forest community, China

气候变化对植物及植被分布的影响越来越受到关注。在全球变暖的趋势下,植物分布及其生态学研究显得尤为重要。栓皮栎(*Quercus variabilis*)是天然地理分布最为广泛的树种之一。我国栓皮栎分布极其广泛,其水平纬向分布北起辽宁南部南至云南省中部,分布的海拔上限自北向南不断升高,在其分布区内由于适应不同生境而表现出不同的生态型。因此,栓皮栎是研究植物分布与气候、植物对气候变化响应

的理想树种之一。

栓皮栎是中国传统的经济林树种和水土保持树种,具有比重小、浮力强、弹性好、不透水、不透气、耐酸碱等优良特性,由于其对电、热、声有良好的绝缘性能,是制作高档瓶酒瓶塞必选原料,且栓皮栎林在环境净化中能起到较好的作用<sup>[1]</sup>。栓皮栎不仅发挥着重要的生态效益,还具有潜在经济效益,越来越成为生态学的主要研究对象。本文通过综述栓皮栎的地理分布

\* 收稿日期:2012-09-19

基金项目:国家科技支撑计划项目长江流域防护林体系整体优化及调控技术研究(2011BAD38804);国家林业局公益性行业专项(20080400103)

作者简介:雷静品,女,博士,副研究员,从事森林生态学研究,E-mail: leijp@caf.ac.cn

及生态学研究进展,分析其地理分布特点,以期为进一步开展栓皮栎生态学研究提供参考。

## 1 栓皮栎地理分布

栓皮栎为壳斗科栎属植物,是我国特有树种<sup>[2]</sup>,为中国暖温带落叶阔叶林、亚热带常绿落叶林的主要树种之一<sup>[3]</sup>,广泛分布于中国西北、华北、华中、华南、西南地区。在其分布区内,气候梯度横跨温带、暖温带、北亚热带和南亚热带,在各地以纯林或混交林的森林群落类型存在。其土壤类型包括了暗棕壤、褐土、黄壤、红壤等主要的地带性土壤类型<sup>[4]</sup>,海拔分布范围为50~2 800 m,垂直梯度范围较大。

### 1.1 栓皮栎水平分布

栓皮栎是一个天然地理分布极为广泛的树种<sup>[5]</sup>,其分布区域包括中国大陆、中国台湾、日本列岛<sup>[6]</sup>以及朝鲜半岛<sup>[7-8]</sup>等。中国栓皮栎的水平分布主要在北纬22°—42°和东经99°—122°的范围内。

栓皮栎天然分布主要在离海较远的山地及丘陵地区,在我国分布北起吉林省西南部的鸭绿江岸、辽东半岛南部、河北燕山山脉南坡;西北至甘肃的小陇山、麦积山,经甘肃南部到川西南山地和云贵高原;南端到云南的西双版纳,一直延伸到广东东北部的沿海地区<sup>[9]</sup>。栓皮栎在陕西的水平分布以秦岭为中心,向北以黄龙山区为分布边缘<sup>[10]</sup>,在这些地方栓皮栎生长良好。

### 1.2 栓皮栎的垂直分布

栓皮栎不耐水淹<sup>[11]</sup>,因此在低海拔地方不适宜生存。栓皮栎的垂直分布范围从海拔50~200 m至1 500~2 800 m。研究表明,栓皮栎种群的垂直分布格局从北向南水平方向呈现明显差异,主要是由环境因子的水平变化引起的,总的分布趋势为自北向南、自东向西不断升高<sup>[8]</sup>,这与地形、气候和植被类型等因子密切相关。

从东北地区一直向南,栓皮栎的海拔分布高度存在着差异。

在我国北部辽东半岛的栓皮栎分布在海拔50~500 m,华北地区主要分布在500~1 400 m,除高海拔、热带雨林等地区外栓皮栎在云南其他地区都有分布,多分布在海拔800~2 300 m的范围内。总体来讲,栓皮栎多生长在海拔400~2 600 m的低山、中山地区,由于浅山人为破坏严重,多为次生林分,深山地

区为高大乔木林。

在我国中部的伏牛山自然保护区栓皮栎林分布海拔较低,主要分布在海拔1 000 m以下,分布范围在600~1 200 m。在白云山北坡海拔1 000 m以下以栓皮栎为绝对优势种,主要伴生种为槲栎,海拔1 000~1 800 m优势种逐渐过渡到锐齿栎。在秦巴山区、黄土高原南部海拔1 500 m以下是栓皮栎的主要分布中心之一<sup>[12]</sup>。秦岭北坡主要分布在800~1 200 m,具体可划分为500~800 m、800~1 100 m和1 100~1 400 m等3个海拔区间种群<sup>[13]</sup>,而海拔800~1 100 m是最适合栓皮栎生存的适宜生境<sup>[14]</sup>。鲁中南山地及胶东丘陵地带有栓皮栎分布,分布在海拔200~1 000 m<sup>[15]</sup>,但数量少,分布集中。在黄土高原南部主要分布在海拔1 000~1 200 m,在秦岭北坡、巴山北坡主要分布在海拔500~1 400 m地区<sup>[16]</sup>。

在我国的西部和西南部,如在四川西部栓皮栎主要分布于海拔300~2 100 m,在贵州栓皮栎主要垂直分布于海拔1 100~2 800 m,在台湾其垂直分布为海拔600~2 000 m,这些地区均为栓皮栎种群较为集中分布的地域。我国栓皮栎不同分布区的分布范围如表1所示。

表1 我国栓皮栎水平分布和垂直分布范围

分布地区	水平分布范围	垂直分布高度(海拔)/m
辽东半岛	39°4'—41°3' N, 119°12'—125°43' E	100~400
燕山南部、北京东灵山	39°26' N, 115°25' E	400~1 700
太行山南段、晋南山地	36°6' N, 114°47' E	800~1 400
秦岭秦巴山地	33°39' N, 107°40' E	800~1 400
鄂西北	29°58' N, 113°41' E	300~1 500
河南济源、伏牛山	32°45' N, 110°30' E	600~2 000
滇东北、黔西北	25°04' N, 102°42' E	1 100~2 300
台湾	20°45'—25°56' N, 119°18'—124°34' E	600~2 000

### 1.3 栓皮栎的分布与气候

栓皮栎有较强的适应性,对不良环境表现出较宽的适宜生存范围。栓皮栎分布范围内的平均温度为4~15℃;对湿度的适应范围也很广,从西部干旱地区到东南亚热带地区,在降雨量为500~1 200 mm的地区都有分布,表2详细列出了栓皮栎不同分布地区的气候条件。

表2 我国栓皮栎分布区内气候条件

分布区域	地点	年均温/°C	年降水量/mm	平均最高温/°C	平均最低温/°C	湿度/%	年日照时间/h
辽东半岛	营口	9.5	670~800	28.5	-13.2	62	2 600~2 880
	鞍山	9.6	708	29.2	-12.9	58	2 543
	丹东	8~9	800~1 200	27.8	-11.5	55	2 600
甘肃	天水	11	500~600	28.9	-5.9	70	2 100
	岷县	4.9~7.0	500~700	16	-6.9	68	2 215
陕西	周至	13.2	980	29.7	-19.7	30	1 524~2 904
	黄龙	7.6~10.2	600	21.5	-5.7	30	2 500
河南	信阳	15.3	1 100	31.7	-16.6	77	2 200
	济源	14.3	650	27	-0.1	50	2 364
太行山	河北武安	11~13.5	560	26.3	-3.2	40	2 297
	山西阳泉	8~12	450~550	29.4	-16.2	50	2 800
	云南香格 里拉	5.4	620	19.3	-11.2	70	2 180

植物地理分布与气候关系的格局及其对气候变化的响应,是目前生态学研究的一个热点问题。研究表明,栓皮栎在东亚地区,尤其是在中国大陆、日本、朝鲜半岛及中国台湾有广泛分布,主要分布在 $19^{\circ}$ — $42^{\circ}$ N 和  $97^{\circ}$ — $140^{\circ}$ E 的范围内。栓皮栎在我国分布区的多年年平均气温为  $15.3^{\circ}\text{C}$ ,最高和最低的年平均气温分别为  $23.6^{\circ}\text{C}$  和  $7.2^{\circ}\text{C}$ ,多年平均年降水量为  $411\sim 2\,000\text{ mm}$ 。在岛屿分布区域,栓皮栎分布区的多年年平均气温为  $13.1\sim 14.7^{\circ}\text{C}$ ,多年平均年降水量为  $1\,788\sim 2\,803\text{ mm}$ 。在垂直分布上,温带地区海拔上限大约为  $1\,500\text{ m}$ ,温度为  $7.7^{\circ}\text{C}$ ;在亚热带地区海拔高度上限超过  $3\,000\text{ m}$ ,温度为  $7.6^{\circ}\text{C}$ <sup>[17]</sup>。

## 2 栓皮栎森林群落

在我国栓皮栎分布的范围内,栓皮栎群落主要有栓皮栎纯林、松栎混交林和栎类混交林等几种形式。

### 2.1 栓皮栎纯林

栓皮栎为阳性树种,纯林为其常见的森林类型,尤其在阳坡深厚、肥沃、排水良好的壤土和沙壤土中,栓皮栎生长最好,多构成纯林<sup>[12]</sup>。例如,在华北地区甚至中南地区栓皮栎为主要荒山造林树种,形成了大片的人工或天然次生栓皮栎纯林。

栓皮栎主要分布于太行山南段、秦岭南北坡、河南伏牛山、鄂北大别山、山东泰山、川西南高山地区、滇东南黔西北等地区<sup>[9]</sup>。栓皮栎纯林结构简单,林下灌木草本稀疏,常伴有胡枝子、荆条、酸枣等,草本主要有荩草、蕨、芒、费菜、五节芒等,林下灌木分布均

匀,但优势树种不明显,草本和灌木均以耐旱种类为主。不同地区栓皮栎纯林的结构和多样性表现出差异,北京鹫峰森林公园的栓皮栎纯林,乔木密度可达  $3\,265\text{ 株}/\text{hm}^2$ ,林分结构简单<sup>[17]</sup>,群落都表现出乔木层多样性指数偏低的特点。但栓皮栎种群的生态位宽度大,资源利用优势性明显,且与其他种群的生态位重叠较小,栓皮栎种群保持其在群落中的优势地位,因此可以形成稳定的栓皮栎群落<sup>[18-21]</sup>。而分布于河南石人山自然保护区海拔  $400\sim 1\,400\text{ m}$  的栓皮栎林群落结构为明显的乔木层、灌木层、草本层 3 层结构<sup>[22]</sup>,表现出比较稳定的地带性群落。

### 2.2 松栎混交林

由于栓皮栎分布范围广,在其分布区栓皮栎常会与适宜当地生长的松类形成松栎混交林,也是栓皮栎混生的主要森林类型。北京地区松栎混交林分布较广,妙峰山分布有油松(*Pinus tabulaeformis*)和栓皮栎混交林,林相整齐,密度为  $1\,433\text{ 株}/\text{hm}^2$ ;东灵山区的人工油松林中常常混生有萌生的栓皮栎种群,局部地带与辽东栎、油松形成混交林;鹫峰主要栎林有辽东栎(*Quercus liaotungensis*)林、栓皮栎(*Q. variabilis*)林和槲栎(*Q. dentata*)林等<sup>[23]</sup>。栓皮栎在太行山地区广泛分布,与油松形成天然混交林分。这些栎类植物与松树等组成的松栎混交群落是该地区相对稳定的次生天然群落。

松栎混交林不仅分布范围较广,且有不断发展的趋势。在南京市东郊紫金山风景林保护区内,60年前森林群落主要为落叶阔叶林和马尾松林。对其研

究结果表明,经过 50 多年的次生演替,早期人工针叶林中的马尾松 (*Pinus massoniana*) 逐渐衰退,首先被阳性落叶阔叶树如黄连木 (*Pistacia chinensis*)、枫香 (*Liquidambar formosana*) 等取代,之后又被栓皮栎等树种所替代,向地带性植被落叶常绿阔叶混交林方向演替<sup>[24]</sup>,将逐渐形成松栎混交林。

不同栓皮栎混交林类型及其分布详细情况如表 3 所示。

表 3 松栎混交林主要类型及分布

松栎混交林	气候区	主要分布地区
栓皮栎油松林	暖温带及北亚热带地区	河北、北京、陕西、河南等
栓皮栎马尾松林	亚热带、南亚热带地区	长江流域及以南地区
栓皮栎华山松林	暖温带及亚热带	秦岭秦巴山区
栓皮栎黄山松林	东部亚热带	福建、浙江、江西、安徽南部、湖南、湖北

### 2.3 栎类混交林

为最常见的混交类型,常常互为优势树种。栓皮栎与其他栎类混交林类型及其分布见表 4。在安徽皇藏峪自然保护区内有以栓皮栎为优势群体的栓皮栎—柘木、栓皮栎—板栗、栓皮栎—黄连木天然次生林<sup>[25]</sup>。位于太行山北部的燕山南端的鹞峰森林公园分布有栓皮栎与槲栎混交,乔木层密度为 1 009 株/hm<sup>2</sup>,乔灌草结合形成了结构稳定的林分。同时也发现有栓皮栎与柘树的混交,在北京门头沟区东南部的潭柘山麓,高大的山峰挡住了西北的寒冷气流,形成了温暖、湿润的小气候,适宜的土壤条件形成了栓皮栎与柘木群丛。云南香格里拉县金沙乡在金沙河谷中生长有大面积的栓皮栎与麻栎混交林,由于多为萌生矮林,每公顷株数为 1 500 株,林分的蓄积量仅为 16.49 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>。三峡库区木鱼岛上分布有自然植被栓皮栎和槲栎混交林,林下分布着槲栎和栓皮栎幼苗,乔木胸径约 6~12cm,高约 5~8 m<sup>[26]</sup>。对栓皮栎纯林与栎类混交林的多样性比较研究表明,灌木层多样性栓皮栎与槲栎混交林高于栓皮栎纯林,草本层多样性则表现出相反的结果,即栓皮栎纯林高于栓皮栎与槲栎混交林<sup>[23]</sup>。因此,栓皮栎无论纯林还是混交林各有其稳定和适应的方式,多是次生演替的结果。

## 3 栓皮栎生态学研究

由于栓皮栎分布范围广,树种适宜性强,因此对栓皮栎的研究开展比较早,主要集中于栓皮栎群落生

表 4 栎类主要混交类型及其分布

栎类混交林	气候区	主要分布地区
栓皮栎麻栎林	暖温带及北亚热带地区	广泛分布
栓皮栎锐齿栎林	亚热带、南亚热带地区	秦巴山地、豫西北、太行山、安徽、湖北
栓皮栎槲栎林	暖温带及亚热带	南北均有分布
栓皮栎青冈栎林	中北亚热带	大别山
栓皮栎苦槠林	中亚热带	湖南、安徽、湖北

态学、栓皮栎更新、栓皮栎的生物量等方面。

### 3.1 栓皮栎群落生态学

栓皮栎多为天然次生林。史作民等<sup>[27]</sup>研究表明,在其恢复过程中灌木层、草本层和乔木层表现出不同的物种多样性变化,乔木层物种多样性特征在其不同的恢复阶段表现出的差异最大,而草本层变化差别不明显。栓皮栎适应性强,能充分发挥其水土保持功能。樊登星等通过对北京西山栓皮栎林的枯落物层持水特性研究表明,栓皮栎林枯落物储量 11.80 t/hm<sup>2</sup>,为枯落物储量较大的当地树种之一,最大持水量和最大持水率也高于油松、侧柏等其他主要针叶树种,栓皮栎最大持水率高达 256.71 %<sup>[28]</sup>。

栓皮栎种群稳定性较高,从生物多样性角度分析,栓皮栎林高于油松+栓皮栎林<sup>[29]</sup>,即栓皮栎纯林更趋于稳定,这可能是稳定种群以大量的幼龄个体弥补高死亡率的威胁所致<sup>[30]</sup>。干扰较小时种群的幼苗库较小,主要通过提高成活率来维持现状;干扰较大时幼龄个体死亡率高,但可发挥根萌能力扩大幼苗库,尽快恢复与发展种群。因此栓皮栎强大的萌芽力是实现种群恢复的重要保证,使其具有较强的抗干扰能力和恢复力。不同干扰程度下种群通过各生殖参数的变化表现出不同的生态适应策略<sup>[31]</sup>,成为其稳定与恢复的主要机制。栓皮栎建群种的群落结构一般可分为乔木层、灌木层、草本层 3 层<sup>[32]</sup>。以栓皮栎为优势种组成的植物功能群对森林生态系统的动态过程和功能发挥着关键作用。

### 3.2 栓皮栎形态学

对栓皮栎的形态学研究不多。1991 年江泽平对麻栎、栓皮栎及小叶栎的叶形态地理变异研究表明,栓皮栎为栎叶最大者,而叶脉密度最小,栓皮栎树叶的地理分化趋势表现出由东南向西北递增,按照栓皮栎树叶的地理变异,可划分为 4 个亚群,即北部型、中部型、西南型和南部型。周建云等<sup>[33]</sup>通过对树龄、胸

径、树高、胸高皮厚、叶柄长、叶宽和叶长等性状聚类的相关系数矩阵分析,确定胸高皮厚与叶柄长作为栓皮栎天然类型划分的指标,并将陕西省分布的栓皮栎天然类型划分为长柄厚皮型、短柄厚皮型、长柄薄皮型、短柄薄皮型等4个类型。不同区域栓皮栎的形态特征存在着差异<sup>[34]</sup>。这是因为在栓皮栎发育过程中受多种多样环境条件的影响,产生了广泛的形态特征变异。栓皮栎是一个罕见的对水分具有巨大适应性的树种。研究表明,阳坡栓皮栎叶的平均厚度为70.5  $\mu\text{m}$ ,比阴坡栎叶厚,阴坡栓皮栎叶表现为水生植物叶的结构特征<sup>[35]</sup>;阳坡栓皮栎叶的结构比阴坡栓皮栎具有更强的抗旱性,表明在干旱条件下相同类型的栓皮栎叶的形态解剖向抗旱性变化,因此栓皮栎叶的形态特征随生态环境而变化。

对栓皮栎生物生态学特性研究表明,栓皮栎种群在黄龙山区表现为奈曼A型分布,秦岭北坡和巴山北坡为负二项分布;在秦岭和巴山北坡中低海拔地区,栓皮栎种群聚集强度表现为负二项分布,随海拔升高秦岭北坡趋向随机分布<sup>[36]</sup>,巴山北坡趋向均匀分布,表明栓皮栎种群生物学和生态学特性与环境因素共同作用是种群分布格局形成的主要因素。

### 3.3 栓皮栎更新

种子的数量和存活以及更新能力是影响林木更新的关键因子。根据距离制约假说,栎类坚果落下后,大量坚果被动物捕食和搬运,树冠下地表上很少存在有活力的种子<sup>[37]</sup>。同时,种子成熟落地转化为幼苗时受到动物取食、种子到达地生境类型的影响,致使小尺度范围内呈现出随机或均匀分布,导致栓皮栎种群的空间分布在不同尺度下随着样方面积的增大种群的聚集度都有逐渐增大的趋势<sup>[38]</sup>。

在种子不受外界干扰影响的情况下,栓皮栎自身更新能力较好。北京西山林场位于太行山山系,通过价值评价法对该区人工林下更新苗木进行了研究<sup>[39]</sup>,表明栓皮栎是林下更新树种中出现概率最多的主要树种之一,出现概率为0.6,林下更新苗木综合价值最高,在不同森林类型下能实现天然更新。

### 3.4 栓皮栎土壤营养

对栓皮栎林下土壤的深入研究不多。与人工松林相比,栓皮栎次生林土壤含有较多的活性有机碳<sup>[40-41]</sup>,可能对区域碳平衡或未来全球气候变化产生较大的影响。栓皮栎林分土壤有机质含量、速效氮、速效钾和速效磷含量均随土层深度增加而呈减少

趋势,速效氮、速效钾及阳离子交换量与有机质均呈极显著正相关<sup>[42]</sup>,因此栓皮栎群落的土壤自然肥力不高。有研究表明,栓皮栎种群生物量的增长符合Logistic模型,材积的增长率较生物量的大,栓皮栎种群具有一定的自我调节能力,而调节的机理还需要进一步研究。

## 4 研究展望

栓皮栎是我国分布范围较广的落叶阔叶树种,适应范围广,对环境条件要求低,是我国华北、华中、华南、西南地区的重要自然分布树种,而且栓皮栎林分在保持水土、环境保护以及经济收益等方面具有重要作用,成为学者们研究的重点树种之一。在总结归纳对栓皮栎研究结果的基础上,提出今后开展栓皮栎研究的方向主要包括以下几个方面。

### 4.1 进一步深入开展栓皮栎群落结构研究

目前对栓皮栎的水平分布和垂直分布研究都有很多报道,研究也比较成熟。与其伴生的树种多为松类、栎类等,由于对天然林分人为干扰程度的加大,栓皮栎纯林的面积趋向于减少的趋势,多以栓皮栎次生林、松栎混交林和栎类混交林类型存在,因此对其群落结构的研究有待进一步深入和完善。

### 4.2 栓皮栎生长与气候关系是今后研究的重要方向

对栓皮栎林分的种群生态学研究主要集中于栓皮栎的种群组成、生物多样性组成、生物生态学特性、生态适应机制以及其水土保持效益发挥等方面,而对栓皮栎生长、林分生物量以及生长与气候关系的研究不多见。气候变化是人类生存所面临的重大问题。在全球气候变化的背景下,生长与气候关系是探索气候因子影响栓皮栎生长的方法和途径,是预测其生长、生物量和碳储存的重要因子,也是今后栓皮栎研究的重要方向。

### 4.3 栓皮栎培育措施及碳储量研究是今后研究的重点

栓皮栎的更新受环境、干扰等因子的影响,如种子数量、种子质量、种子繁殖能力、萌芽幼苗的生长环境以及外界干扰等。虽然有一些对幼苗数量预测的研究,但受林分环境、自然地理条件的限制,不同地区幼苗数量增长机制研究还需进一步深入。栓皮栎由于生长速度不快,很少有人工栽植,其育苗技术、栽培技术等也是研究欠缺的方面之一。栓皮栎对土壤的适应范围较广,对土壤条件要求不高。虽然有研究推测,栓

皮栎次生林可能对区域碳平衡和未来气候变化产生较大影响,但缺乏对其机理的研究,而且对大尺度上栓皮栎的碳平衡贡献及预测的准确性研究还有待加强。

### 参 考 文 献

- [1] 蔡志全,阮宏华,叶镜中. 栓皮栎林对城郊重金属元素的吸收和积累[J]. 南京林业大学学报,2001,25(1):18-22.
- [2] 赵天榜,张宗尧. 栓皮栎一新变种[J]. 植物分类学报,1981,26(1):117.
- [3] 傅焕光,于光明. 栓皮栎栽培与利用[M]. 北京:中国林业出版社,1986:47-48.
- [4] 《中国森林》编辑委员会. 中国森林:3卷[M]. 北京:中国林业出版社,1997.
- [5] 魏林. 栓皮栎分布的初步调查[J]. 林业科学,1960,6(1):70-71.
- [6] Miyazaki M, Teramoto N. Morphology and bionomics of the Japanese oak dwarflouse *Phylloxera kunugi* (Homoptera, Aphidinea, Phylloxeridae) [J]. Entomologia Generalis, 1991, 16(3): 201-206.
- [7] Chung M Y, Chung M G. Fine-scale genetic structure in populations of *Quercus variabilis* (Fagaceae) from southern Korea [J]. Canadian Journal of Botany, 2002, 80(10): 1034-1041.
- [8] Choung Y, Lee B C, Cho J H, et al. Forest responses to the large-scale east coast fires in Korea. [J]. Ecological Research, 2004, 19(1): 43-54.
- [9] 江泽平,麻栎. 栓皮栎及小叶栎的生态地理学[D]. 北京:中国林业科学研究院,1991.
- [10] 韩照祥,张文辉,李军乔,等. 陕西不同地区栓皮栎种群年龄结构动态模型的研究[J]. 西北植物学报,2004,24(2):254-258.
- [11] 程堂仁,马钦彦,冯仲科. 甘肃小陇山森林生物量研究[J]. 北京林业大学学报,2007,29(1):31-36.
- [12] 郑万钧. 中国树木志[M]. 北京:中国林业出版社,1985:2330-2331.
- [13] 张文辉,段宝利,周建云,等. 不同种源栓皮栎幼苗水分适应及耐旱特性比较研究[J]. 西北植物学报,2003,23(5):728-734.
- [14] 雷明德. 陕西植被[M]. 北京:中国林业出版社,1999:163-164.
- [15] 李健,邱治霖. 山东省栎属植物资源与分布[J]. 山东林业科技, 2000, 128(3): 23-25.
- [16] 张文辉,卢志军. 栓皮栎种群的生物生态学特性和地理分布研究[J]. 西北植物学报,2002,22(5):1093-1101.
- [17] 赵永泉,彭道黎. 北京鹫峰公园主要人工林群落多样性研究[J]. 西南林学院学报,2008,28(1):17-22.
- [18] 张文辉,卢志军,李景侠,等. 陕西不同林区栓皮栎种群空间分布格局及动态的比较研究[J]. 西北植物学报,2002,22(3):476-483.
- [19] 程瑞梅,刘玉萃,蒋有绪,等. 河南宝天曼锐齿栎林群落学特征[J]. 生态学杂志,1999,18(4):25-30.
- [20] 王婧,王少波,康宏樟,等. 东亚地区栓皮栎的地理分布格局及其气候特征[J]. 上海交通大学学报:农业科学版,2009,27(3):223-235.
- [21] 吴明作,姜志林. 栓皮栎种群的生命进程与稳定性研究[J]. 南京林业大学学报,1999,23(5):55-59.
- [22] 胡楠,谷艳芳,许会才,等. 河南省石人山自然保护区落叶阔叶林群落生态特征[J]. 河南大学学报:自然科学版,2007,37(1):61-66.
- [23] 吴晓蕾,王志恒,崔海亭,等. 北京山区栎林的群落结构与物种组成[J]. 生物多样性,2004,12(1):155-163.
- [24] 徐驰,刘茂松,张明娟,等. 南京灵谷寺森林50年来的动态变化研究[J]. 植物生态学报,2004,28(5):601-608.
- [25] 江荣翠,黄成林,傅松玲. 安徽宿州石灰岩山地次生林群落类型研究[J]. 安徽农业大学学报,2007,34(1):88-92.
- [26] 孙双峰,黄建辉,林光辉,等. 三峡库区岸边共存松栎树种水分利用策略比较[J]. 植物生态学报,2006,30(1):57-63.
- [27] 史作民,刘世荣,程瑞梅. 宝天曼地区栓皮栎林恢复过程中高等植物物种多样性变化[J]. 植物生态学报,1998,22(5):415-421.
- [28] 樊登星,余新晓,岳永杰. 北京西山不同林分枯落物层持水特性研究[J]. 北京林业大学学报,2008,30(2):177-181.
- [29] 茹文明,张金屯,张峰,等. 历山森林群落物种多样性与群落结构研究[J]. 应用生态学报,2006,17(4):561-566.
- [30] 吴明作,姜志林,刘玉萃. 栓皮栎种群的年龄结构和稳定性研究[J]. 河南科学,1999,17(1):69-73.
- [31] 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.
- [32] 翟元杰,胡楠,范玉龙,等. 河南省伏牛山国家级自然保护区栎类群落生态特征[J]. 河南农业大学学报:自然科学版,2008,38(3):282-287.
- [33] 周建云,曹旭平,张宏勃,等. 陕西栓皮栎天然类型划分研究[J]. 西北林学院学报,2009,24(1):16-19.
- [34] 张存旭,张瑞娥,张文辉,等. 不同群体栓皮栎栓皮性状变异分析[J]. 西北林学院学报,2003,18(3):34-36.
- [35] 王金照,张文辉. 不同生境下栓皮栎叶形态解剖的研究[J]. 西北林学院学报,2004,19(2):44-46.
- [36] 张文辉,卢志军. 栓皮栎种群的生物生态学特性和地理分布研究[J]. 西北植物学报,2002,22(5):1093-1101.
- [37] 王巍,马克平,刘灿然. 北京东灵山落叶阔叶林中辽东栎种子雨[J]. 植物学报,2000,42(2):195-202.
- [38] 韩照祥,朱惠娟,张文辉,等. 不同地区不同尺度下栓皮栎种群的空间分布格局[J]. 西北植物学报,2005,25(6):1216-1221.
- [39] 刘宪刚,陆元昌,曾翀,等. 基于价值评价法的人工林下更新苗木优化选择研究[J]. 西北林学院学报,2009,24(2):141-144.
- [40] 韩照祥,张文辉,山仑,等. 陕西地区栓皮栎种群统计特征的区域变异性研究[J]. 干旱区资源与环境,2004,18(3):148-153.
- [41] 陈月琴,徐侠,阮宏华,等. 苏南丘陵地区栓皮栎次生林与火炬松人工林土壤有效碳[J]. 生态学杂志,2007,26(12):2028-2034.
- [42] 万猛,田大伦,樊巍. 太行山南麓栓皮栎群落结构特征分析[J]. 河南农业大学学报,2009,43(2):139-150.