

文章编号: 1000-3142(2000)02-0131-07

中国北方蒙古栎林起源和发展的初步探讨

于顺利, 马克平[✓], 陈灵芝

(中国科学院植物研究所, 北京 100093)

Q949.763.3
Q944

摘要: 古生态学的研究显示, 栎林(包括蒙古栎林)在华北地区和东北地区的分布在地质历史时期不是一成不变的, 其优势度也呈现上下波动, 栎树优势度的增减是由于地质历史时期气候的变化造成的; 蒙古栎的起源时间可能不早于上新世中期, 蒙古栎林的起源也应不早于上新世中期。蒙古栎林的起源原因有2种, 即火与人类的反复砍伐。火是原生性质蒙古栎林在地质历史时期存在和扩散的根本原因, 过度的人类活动(主要是反复砍伐)是促成现在蒙古栎次生林占优势地位的主要原因, 这是由蒙古栎这个树种的生物学特性决定的, 在没有外界因素的干扰和火减少的情况下, 蒙古栎在演替过程中逐渐被耐荫的树种所取代。但是在中国北方, 由于人类活动的加剧, 蒙古栎林的优势度有增加的趋势。

关键词: 蒙古栎林; 起源; 火; 砍伐; 人类活动, 气候

中图分类号: Q948.12⁺4 **文献标识码:** A

Preliminary discussion on the origin of *Quercus mongolica* forest in north China

YU Shun-li, MA Ke-ping, CHEN Ling-zhi

(Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093, China)

Abstract: Paleocological studies indicated that domination of oak trees (including *Quercus mongolica* forest) in north China changed in geological age because of climatic change. The fire caused the incidence of *Quercus mongolica* forest. Fire and human activities increased the domination of oak forests because of their biological features of oak trees. Cutting repeatedly was the main reason for the domination of *Quercus mongolica* forest in recent 100 years in north and east China. During the succession of the oak forest, the oak tree would be substituted by shade-tolerant species such as maple trees. With the increase of human activity, the dominance of *Quercus mongolica* forest in northern China will increase.

Key words: *Quercus mongolica* forest; origin; fire; cutting; human activity

收稿日期: 1999-03-04

作者简介: 于顺利 (1965-), 男, 博士, 主要从事植物分类学和植被生态学方面的工作。

基金项目: 中国科学院九、五重点项目资助, 课题号为 K2952-SI-127。

蒙古栎 (*Quercus mongolica*) 又称柞木、柞树, 它在我国主要分布于东北和华北地区。北达黑龙江边, 南到河南的伏牛山北部, 西至山西西部山区, 广泛分布于大兴安岭、小兴安岭、长白山区及冀北山地, 东到山东的鲁山、昆嵛山和崂山。蒙古栎是东亚—东西伯利亚分布类型, 在国外分布到俄罗斯的远东、西伯利亚、蒙古东部、朝鲜及日本。蒙古栎林主要分布于我国的东北和华北地区包括黑龙江省、吉林省、辽宁省、河北省和内蒙古自治区, 俄罗斯的远东、西伯利亚, 蒙古东部、朝鲜及日本也有分布^[1,2]。

1 蒙古栎林的起源和发展

1.1 对蒙古栎林起源的争论

蒙古栎林的起源问题一直是学术上争论的问题之一, 其焦点在于蒙古栎林是原生林还是次生林及蒙古栎林发生的动力问题。关于蒙古栎林是原生林还是次生林有很多争执, 前苏联学者认为小兴安岭蒙古栎林是次生林, 是由红松群落改变而来; 中国学者刘慎谔等教授^[3] (1955) 认为小兴安岭蒙古栎林既是次生林, 同时又是原生类型, 蒙古栎林虽有次生性质, 但它不同于一般的次生林类型, 因为它不是红松林发育中的一个阶段; 第三种意见认为, 小兴安岭蒙古栎林在自然界早就存在, 基本的蒙古栎林的发生, 至少不会迟于红松阔叶林; 第四种意见是陈炳浩等^[4] (1965) 认为: 小兴安岭南部长有大量的次生林存在, 但在该地区也有原生柞林的存在, 陈教授等认为否定小兴安岭地区不存在有原生的柞树块状林的存在, 是一种不客观、不实际的说法。

关于蒙古栎林群落形成的动力, 有着各种不同的说法, 有人认为蒙古栎林的出现是由于森林火灾的结果, 有人认为蒙古栎林的出现是由于红松被砍伐的结果; 也有人 (陈炳浩等, 1965)^[4] 认为蒙古栎林的形成是连续不断的火灾和长期的砍伐和破坏造成的, 以采伐为手段的方式, 并不能够引起红松群落转变为蒙古栎群落, 火是阔叶红松林改变为蒙古栎林的主要动力, 其次是采伐。

美国人 Abrams (1992)^[5] 教授通过研究北美东部的栎林, 提出了火和栎林的发展假说, 即: 火和人类活动影响了过去和现在的栎树林生态, 火在维持栎树 (橡树) 的优势地位方面起了重要的作用。栎林每隔一定时间燃烧一次, 提高了橡树的优势度和稳定性。在二十世纪, 很多橡树林优势地位的丧失是由于火的因素被排除。

随着现在蒙古栎林研究资料的增多, 通过分析和综合各方面的资料及信息, 我们认为: 蒙古栎最早起源于上新世, 因此可以推测蒙古栎林也最早起源于上新世。蒙古栎林的起源有二种, 即火与人类的反复砍伐。火是原生性质蒙古栎林在地质历史时期存在和扩散的根本原因, 过度的人类活动 (主要是采伐) 是促成现在蒙古栎林占优势地位的主要原因。这是由蒙古栎这个树种的生物学特性决定的。在没有外界因素的干扰和火减少的情况下, 蒙古栎在演替过程中逐渐被耐荫的树种所取代。但是在中国北方, 由于人类活动的加剧, 蒙古栎林的优势度有增加的趋势。蒙古栎林大多数是次生林, 但经常性的火也造成一些原生性质的蒙古栎林。

1.2 古生态学资料

古生态学的证据显示, 栎林 (包括蒙古栎林) 在华北地区和东北地区的分布在地质历史时期不是一成不变的, 其优势度也呈现上下波动。这是由于地质历史时期气候变化造成的。栎属在古新世早期起源于印度支那植物区^[6], 古新世栎类很少, 始新世栎类无论是种数, 还是在群落中的地位均有明显的改变, 到渐新世栎类已成为群落中的优势成分; 大约从渐新世中期

开始, 我国某些地区开始有落叶栎出现, 渐新世和中新世是我国栎类发展的鼎盛时期^[7], 此时, 气候也转旱。落叶栎类的起源地有可能在横断山区和云贵高原地区, 上新世时向东和向东北扩散至我国华北地区, 并产生了若干新的特有类型, 形成了另一分布中心, 在中新世向东北扩散至西伯利亚^[7]。由此可推测蒙古栎林的起源也应在上新世中期以后, 起源的地点当在我国的东北和华北地区。上新世以后的气候变凉和第四纪冰川对地球环境的一个影响就是气候带南移, 高纬度的阔叶林为针叶林所取代, 落叶林也随热带森林南移^[7]。

晚第三纪以来(距今约 2 500 万 a), 我国古地理轮廓已接近现代, 而由于喜马拉雅山、昆仑山、冈底斯山、阿尔泰山和天山升起的高度已经对大气环流产生影响, 西北、华北地区的气候日趋干旱, 植被的成分也随之发生变化。在东北、华北地区晚第三纪植被, 是以具有大量含柔荑花序的落叶阔叶植物为特征, 这些植物有榆、朴、桦、榛、鹅耳枥、栎等^[8], 可见栎类植物的增加是与气候变暖相适应的。从晚第三纪植物群的发展上, 可能分为前后两期, 前期属暖温带落叶阔叶及针叶混交林期, 森林的主要成分是松 (*Pinus*)、栎 (*Quercus*)、胡桃 (*Juglans*)、榆 (*Ulmus*)、鹅耳枥 (*Carpinus*)、榛 (*Corylus*) 为主, 后期属暖温带落叶阔叶草原期, 当时北京山麓低地及土壤湿润处见有早生的落叶栎, 以耐旱的栎为主。但在第四纪早更新世时, 全球性的气温下降, 栎类已很少被发现^[9~10]。

在河北东部滦河下游地区, 距今 10 000~9 000 a, 植被是针叶和落叶阔叶的疏林, 分布在杂草间, 气候温凉; 距今约 9 000~5 000 a, 分布有松、栎、榆、椴 (*Tilia*)、榛等混交林及蒿草, 气候较温暖, 为半干旱、半湿润的气候; 距今 5 000~3 500 a 间, 分布有松、栎林及草原, 属温暖半湿润、半干旱的气候; 尤其是在公元前 5 000 a 以后, 榆、椴明显减少, 而栎明显增加^[11]。

在我国的辽宁省南部, 中全新世时期, 气候开始转暖, 气候变得比早全新世干燥, 森林植被进一步发展和扩大, 以栎和桦木为主的更为繁盛的落叶阔叶林更替了原有的桦木林, 广泛被覆在山地、丘陵和平原上; 晚全新世时期, 气候变冷, 松进一步繁殖, 曾经北退的桦木重向南进, 改变了原有的以栎、柁木为主的落叶阔叶林的成分, 成为针叶、落叶阔叶混交林^[12]。

长白山西麓一万年来植被和环境经历了 4 个发展阶段, 一是约 10 300~10 000 a B. P. 植被为云杉 (*Picea*)—冷杉 (*Abies*) 林, 气候寒冷潮湿; 二是 10 000~9 000 a B. P. 以桦木 (*Betula*) 林为主的植被演化成中位落叶松 (*Larix*)—藓类 (*Musci*) 沼泽, 气候逐渐转暖; 三是 9 000~4 000 a B. P., 榆、栎、椴、榛、鹅耳枥等组成的落叶阔叶林繁盛, 气候温暖; 四是 4000~0 a B. P., 以针阔叶混交林和红松—云杉—冷杉林为主, 气候较冷湿^[13]。但现在人类活动强烈, 针叶林被砍伐, 导致桦木树种及栎的增加。

我国历史上的商周以至春秋阶段, 在河北平原上密布着以栎树为主的森林, 其间混生有松、榆、桦、槭 (*Acer*)、柿、鹅耳枥等树木^[14], 因为当时战争频繁、农业已比较发达, 人类活动比较剧烈, 对原生植被造成了较大的破坏, 所以栎林已占优势地位, 如果人类停止破坏, 蒙古栎林就会顺向演替。据黑龙江宁安莺歌岭遗址出土的桦树皮器皿及东宁大成子、永吉杨屯南遗址出土木炭的测定, 证明长白山、小兴安岭地区, 在三千年前, 已对森林有所利用, 天然森林受到一些破坏, 但经过各个朝代直至清朝初期, 森林大多保存完好, 90% 以上的森林基本上是以原始状态保存下来的, 这是由于自然界在一定限度内能够自我恢复; 鸦片战争后, 由于连年战争、大量山东、河北的汉族人们移民黑龙江, 开荒种地, 致使森林受到破坏, 林缘后退, 浅山区森林则因多次樵采、砍伐和山火焚烧, 形成以蒙古栎为主的天然次生林^[15]。

1.3 蒙古栎的生理生态学特性与蒙古栎林的分布

是蒙古栎的生理生态学特性决定了蒙古栎林的分布特点。蒙古栎的抗逆性强,具有强烈的抗火性,蒙古栎无性更新对火的适应能力和树种的抗火性都是很强的^[16],与其它树种相比,火对栎树更有利,因为它的树皮厚而粗糙,种子具有在过火的林地上萌发的适应性^[17],周期性的火能抑制栎树林的演替,因为随后演替的物种如槭树具有对火较低的抗性。栎树的寿命较长,也是促成蒙古栎林长期存在的原因之一。蒙古栎是最耐旱的树种之一,因为蒙古栎根系发达,有明显的主根,为深根性树种;另外它具有抗旱形态的叶,气孔关闭具较低的水能值及浮动调节能力^[18,19]。蒙古栎还具有强烈的萌芽力,被砍伐后抗腐烂,它一般有120~140 a的萌芽能力,以40 a左右为最强,所以在天然次生林内,能形成大面积纯萌芽林。由于蒙古栎的抗旱性和萌芽力,故在干旱的生境下,亦能形成灌丛状的“蒙古栎矮林”,但在肥沃的土壤上常被其它树种所排挤。蒙古栎是我国栎属中最抗寒的树种,能耐-50~-60 °C的极端低温^[12]。但在我国的最北方,蒙古栎生长不良,易心腐,也难以成林。

蒙古栎对气候、土壤条件的适应范围较广,蒙古栎能耐瘠薄的土壤,在原始林区、蒙古栎在局部岩石裸露,南向日照的陡坡上,土层浅薄,常成片断分布,或与红松混交。在大面积采伐和火烧后,蒙古栎林可以很快形成,但不稳定。如在黑龙江美溪地区,与黑桦混交的栎林分布较多,更新状况很好。蒙古栎对土壤环境的适应能力很强,既能生长在酸性或微酸性的暗棕壤、灰黑土,又可生长在碱性的灰钙土或栗钙土上,但更多的是生长在干燥阳坡发育不完善的粗骨土上,粗骨土土层浅薄,充满石粒,腐植质含量甚微,但显著影响了蒙古栎的正常生长。蒙古栎林是不能耐水湿的森林群落。

蒙古栎喜光,但不耐荫,除幼龄比较稍能耐庇荫外,一般不能忍受来自上层林冠的庇荫^[20]。因为蒙古栎能比较有效地利用高强度的太阳辐射,而对弱光能利用效率较低^[21]。

干旱期间,栎类树种能维持较高的光合速率,与其它树种相比,在贫瘠的土壤上,它具有更大的生存能力^[5,19]。

另外蒙古栎在阔叶树中还具有较高的树干径流(由其树叶形态、枝条分枝角度及林分的叶面积指数决定的),可获得较多的水分和养分^[22]。

1.4 地质史上蒙古栎存在的主要原因

在地质历史时期火是蒙古栎林存在的主要原因。原生性质的蒙古栎林是存在的,人类活动轻微和人类活动影响不到之处,也有蒙古栎林的存在,但面积不会太大,这是由于火的频繁发生造成的。

火在森林生态系统中具有两重性,一方面能烧毁森林,严重破坏森林的结构和功能;另一方面,火可以改善森林环境,有利于维持和促进森林生态系统的平衡,火能增加森林的多样性^[23]。在东北地区如大兴安岭地区,几乎没有一片森林不遭受火灾的危害,但破坏程度有所不同^[16]。因为蒙古栎具有较强的抗火能力,火的经常发生有利于蒙古栎林的存在,而不利于如五角枫(*Acer mono*)、花楷槭(*Acer ukurunduense*)、红松(*Pinus koraiensis*)等树种,因为这些树种的抗火性差。在蒙古栎林下,其更新树种为耐荫性树种占优势,蒙古栎幼苗由于耐荫性差而竞争力弱,经常性的火可对其余树种造成威胁而对蒙古栎影响不大;又由于蒙古栎萌生能力强,即使地上树干死亡,还可形成萌生蒙古栎林。

陈炳浩等教授(1965)认为:伊春林区的蒙古栎林的林龄80~100 a,这说明150 a以前蒙古栎林即开始存在着,150 a以前,小兴安岭林区是绝对没有人进入森林去集中采伐和利用的。但是沿着松花江最大支流之一的汤旺河流域居住的鄂伦春少数民族进入森林打猎,这倒是常

有的事, 他们打猎和生活用火, 可导致森林火灾, 另外象雷电闪击、地表火等自然火也是森林火灾的来源。由于长期历史性的火灾连续发生, 造成森林的连续破坏, 局部地段的针阔混交林遭到毁灭, 使针阔混交林改变为柞木林。这是由于蒙古栎树种比其它一些树种具有较强抗火性决定的。在实际调查研究中, 土壤的埋藏剖面中不只一次地发现碳屑的存在, 这也证实推测的观点。

1.5 形成蒙古栎林现状的根源

砍伐、樵采和山火焚烧加速了近代和现在蒙古栎林的扩散, 是现在蒙古栎林占优势地位的根源。随着人类活动的加剧, 蒙古栎林的分布范围逐步扩大, 人类活动成为蒙古栎林散布的首位因子。人类活动包括砍伐和樵采, 当然也包括引起的山火。

据记载, 清朝初年, 在黑龙江等地, 90%的原始森林保持完好, 但经过一百多年的破坏, 景观已今非昔比了。现在蒙古栎林在我国东北、华北的森林中占了优势地位主要是人类活动引起的。

在辽宁省常见的栎属树种有蒙古栎、辽东栎 (*Quercus wutaishanica*)、槲树 (*Quercus dentata*)、槲栎 (*Quercus aliena*)、麻栎 (*Quercus acutissima*) 和栓皮栎 (*Quercus variabilis*) 等多种, 其中以蒙古栎为最多, 分布也最普遍, 几乎遍布于全省次生林区, 有时几个栎的种共同组成群落, 在大多数情况下, 也以蒙古栎占优势^[24]。长白山地区的地带性植被为阔叶红松林, 在人为强烈干扰下, 特别是遭到多次乱砍滥伐以后, 极易演替为蒙古栎林, 其立地条件由湿润变为干燥^[25]。

黑龙江全省天然次生林中, 栎林占有很大面积, 嫩江地区占75.2%, 黑河地区占48.5%, 合江地区占70.4%, 牡丹江地区占67.7%。按照欧亚大陆植被地带性的分布规律来看, 分布在大兴安岭东麓、小兴安岭及长白山麓的蒙古栎林应该属于中温型夏绿阔叶林的原生类型, 并且是主要的地带性代表类型, 它和华北的暖温带夏绿阔叶林在群落生态和区系发生上均有密切联系。但是实际上人类对森林的严重破坏, 不少地区的蒙古栎林都是原生植被破坏后产生的次生植被类型或小区气候旱化使蒙古栎林得到扩展而成^[15]。

在大兴安岭林区经常可以见到由于火灾引起的逆演: 兴安落叶松林→白桦林→蒙古栎黑桦林→草原化群落。

在内蒙古自治区, 蒙古栎林也具有一定的优势地位, 从内蒙古自治区的大兴安岭地区来看, 蒙古栎林的面积就占了其林地面积的13%^[27]。

蒙古栎林在吉林省的分布也比较广泛, 从水平分布来看, 遍及吉林省的中东部地区, 从浅低谷地、山前台地到险峰峻岭, 从村屯附近、交通沿线到偏远山区皆有分布; 从水平分布来看长白山林区的蒙古栎林, 垂直分布一般在海拔300~800 m的范围内, 但上限可达1 000 m或更高些, 与地带性植被—阔叶红松林的分布上限基本相一致^[20]。

在河北省分布的栎属植物种类有: 蒙古栎、辽东栎、槲栎、槲树和栓皮栎等。河北栎林总面积占全省森林面积的18.5%, 蒙古栎林的面积最大, 分布也最广, 其中冀北山地的围场、隆化、平泉、兴隆、承德、滦平、青龙等县, 太行山系、恒山和小五台山等海拔800 m以上的森林, 均以蒙古栎林为多^[25]。

1.6 蒙古栎林的过渡性

蒙古栎林的不耐荫性决定了蒙古栎林的过渡地位。蒙古栎林的过渡地位可以从2个方面来考虑, 如果排除人类活动和火的影响, 蒙古栎林将向地带性植被如红松林等方向演替, 如果蒙古栎林继续被破坏, 其将逆向演替为蒙古栎矮林, 甚至成为灌丛和草本群落。

由于森林的自我恢复能力及蒙古栎的不耐荫性,总的说来,栎林在自然演替当中终久被另外一些树种取代,虽然观察显示在蒙古栎林中有相当数量的栎树幼苗。如在黑龙江的美溪地区,与黑桦混交的栎林分布较多,更新状况较好,尤其在坡度 10° 以下的栎林下,红松更新超过红松在自身林冠下的更新,幼树的生长过程也超过红松林的一般林型(椴树红松林除外)。蒙古栎林本身由于不耐上方庇荫,更新不好,所以只要有种源,栎林下红松恢复是完全可能的,这种蒙古栎林被称为南泰加林的古老成分,与红松有亲缘关系。在次生林区的冈脊部位,尤其经过反复破坏和火烧以后,是诸立地类型中最为干旱瘠薄的一类,在这样的立地条件下,唯有栎林最能适应,在较短的时间内其它物种难以侵入,更不可能更替栎树,栎林存在了一段时间以后,积累了较多的腐植质,改善了土壤水分条件,从而给更多的树种提供适宜的条件,以致有可能更替栎林,那将在自然趋同或分异的漫长过程中实现^[7]。

通过我们在黑龙江省各地的蒙古栎林观察,蒙古栎林只要不在被人类活动所影响,蒙古栎林会逐渐演替为阔叶混交林,直至演替为该地区的地带性植被如红松阔叶混交林。表1是蒙古栎占绝对优势的阔叶林的两个样地资料。

表1 丰林自然保护区的两个面积为 200 m^2 样地的更新资料
Table 1 Regeneration materials of two plots in Fenglin Reserve

乔木 Tree	成年数 Adult number	幼树数 Sapling number	幼苗数 Seedling number	总数 Total number	成年数 Adult number	幼树数 Sapling number	幼苗数 Seedling number	总数 Total number
蒙古栎 <i>Quercus mongolica</i>	18	3	6	27	7	4	7	18
红松 <i>Pinus koraiensis</i>	0	5	27	32	3	7	18	28
鱼鳞云杉 <i>Picea jezoensis</i>	0	0	4	4	0	0	0	0
色木槭 <i>Acer mono</i>	1	2	7	9	0	2	6	5
紫椴 <i>Tilia amurensis</i>	0	0	1	1	0	0	0	0
白桦 <i>Betula platyphylla</i>	0	1	0	1	1	1	0	5
黑桦 <i>Betula dahurica</i>	0	0	0	0	3	0	0	3
兴安落叶松 <i>Larix gmelini</i>	0	0	0	0	0	1	0	1

从表中可以看出,蒙古栎占成年树的75.7%,而红松成年树占9.1%,而蒙古栎幼树和幼苗占总和的20%,红松的幼树和幼苗占总和的近50%,蒙古栎在该林型中是衰退树种,而红松等树种将取代它。

2 结 论

古生态学的研究显示,栎林(包括蒙古栎林)在华北地区和东北地区的分布在地质历史时期不是一成不变的,其优势度也呈现上下波动,栎树优势度的增减是由于地质历史时期气候的变化造成的,寒冷的气候造成栎林的南退,温暖的气候使栎树在该地区占优势。在没有人类活动的时期,火是蒙古栎林存在和扩散的根本原因。自从有人类活动开始,原生林的被反复砍伐和火是促成蒙古栎林优势度增加的主要原因。现在的蒙古栎林主要是一百多年来过度的人类活动造成的次生林,现在蒙古栎林在东北和华北占优势;在没有外界因素的干扰和火减少的情况下,蒙古栎在演替过程中逐渐被耐荫的树种所取代,由于森林的自我恢复能力,蒙古栎林可向原生林方向演替。蒙古栎林如果遭受过度的破坏,可转化为灌丛和草原,这种情况发生的比例很小,但是在中国东北和华北地区,由于人类砍伐的加剧,蒙古栎林的优势度有增加的趋势。如果注意保护环境,爱护森林,蒙古栎林的优势度就会降低。

参考文献:

- [1] 吴征镒等. 中国植被 [M]. 北京: 科学出版社, 1980
- [2] 王良民, 任宪威, 刘一樵. 我国落叶栎的地理分布 [J]. 北京林学院学报, 1985, (2): 57~69
- [3] 刘慎谔. 东北木本植物图志 [M]. 北京: 科学出版社, 1955
- [4] 陈炳浩, 冯宗炜, 鞠 颀. 小兴安岭南坡的柞林 [C]. 林业集刊, 1962, (4): 61~85. 北京: 科学出版社
- [5] Abrams D. Marc. Fire and the development of oak forest [J]. *Bioscience*, 1992, 42 (5): 346~353
- [6] 周渐昆. 中国栎属的起源演化及其扩散 [J]. 云南植物研究, 1991, 4 (3): 227~236
- [7] 江泽平. 中国第三纪的栎类 [J]. 植物学报, 1993, 35 (5): 397~408
- [8] 孔昭宸, 杜乃秋, 席以珍等. 北京一亿年来植物群的发展和古气候的变迁 [J]. 植物分类学报, 1976, 14 (1): 79~89
- [9] 孔昭宸, 杜乃秋, 张子斌. 北京地区10000年的植物群发展和气候变迁 [J]. 植物学报, 1982, 24 (2): 172~181
- [10] 孔昭宸, 杜乃秋. 北京地区距今30 000~10 000年的植物群发展和气候变迁 [J]. 植物学报, 1980, 22 (4): 330~338
- [11] 李文漪, 梁玉莲. 河北东部全新世温暖期植被与环境 [J]. 植物学报, 1985, 27 (6): 640~651
- [12] 中国科学院贵阳地球化学研究所第四纪孢粉组. 辽宁南部一万年来自然环境的演变 [J]. 中国科学, 1977, (6): 603~614
- [13] 袁绍敏, 孙湘君. 据花粉分析推论东北长白山西麓一万年来植被和环境 [J]. 植物学报, 1990, 32 (7): 558~567
- [14] 河北森林编辑委员会. 河北森林 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1984
- [15] 黑龙江森林编辑委员会. 黑龙江森林 [M]. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 北京: 中国林业出版社, 1993
- [16] 郑焕能, 贾松青, 胡海清. 大兴安岭林区的林火与森林恢复 [J]. 东北林业大学学报, 1986, 14 (4): 1~7
- [17] Lorimer, G. G. Survival and growth of understory trees in oak forests of the Hudson Highlands [M]. New York; Canadian Journal of Forest Research, 1981, 11: 689~695
- [18] 郑希伟, 赵荣慧, 宋秀杰. 辽西地区主要造林树种抗旱性的研究 [J]. 林业科学, 1990, 26 (1): 353~358
- [19] Abrams D. Marc, Franzk Seiscbab. Does the absence of sediment charcoal provide substantial evidence against the fire and oak hypothesis [J]. *Journal of Ecology*, 1997, 85: 373~375
- [20] 吉林森林编辑委员会. 吉林森林 [M]. 北京: 中国林业出版社, 沈阳: 吉林科学技术出版社, 1986
- [21] 文诗韵, 杨思河, 林继惠. 三种柞树苗期气体交换特性的研究 [J]. 林业科学, 1991, 27 (5): 498~502
- [22] 魏晓华, 周晓峰. 三种阔叶次生林的径流研究 [J]. 生态学报, 1989, 9 (4): 325~329
- [23] 郑焕能, 胡海清. 火在森林生态系统平衡中的影响 [J]. 东北林业大学学报, 1990, 18 (1): 8~13
- [24] 辽宁森林编辑委员会. 辽宁森林 [M]. 长春: 辽宁科技出版社, 北京: 中国林业出版社, 1990
- [25] 陶 炎. 长白山地区森林之今昔变化及演替趋势 [C]. 森林生态系统研究 [M]. 北京: 知识出版社, 1995
- [26] 河北植被编辑委员会. 河北省农业区划委员会办公室. 河北植被 [M]. 北京: 科学出版社, 1996
- [27] 内蒙古森林编辑委员会. 内蒙古森林 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1988