

黄土高原地区辽东栎群落区系研究

张树杰¹, 李登武¹, 温仲明², 闫维恒³

(1. 西北农林科技大学林学院, 陕西 杨陵 712100;
2. 中国科学院水利部西北水土保持研究所, 陕西 杨陵 712100; 3. 固原市原州区水保站, 宁夏 固原 756000)

摘要: 根据吴征镒、王荷生区系分析方法, 对秦岭区和陕北区辽东栎群落植物区系进行了比较研究。结果表明, 秦岭北坡辽东栎群落共有 31 科 60 属 67 种, 陕北区共有 27 科 42 属 51 种。秦岭区辽东栎群落与陕北区相比, 物种组成较丰富, 层次和层片结构较复杂, 两地群落相似性不高, 这与两地群落的生境条件关系密切。从属和种的区系成分分析来看, 两地辽东栎群落的区系性质是温带的; 两地群落中的中国特有种占各自群落中总种数的一半或偏多; 地理联系较为广泛, 尤其与华北区系联系较为密切, 与日本区系有一定的联系。

关键词: 黄土高原; 辽东栎群落; 区系分析

中图分类号: S 792. 18 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-3409(2005)01-0022-04

A Study of *Quercus liaotungensis* Community Flora in the Loess Plateau

ZHANG Shu-jie¹, LI Deng-wu¹, WEN Zhong-ming², YAN Wei-heng³

(1. College of Forestry, Northwest Sci-tech University of Agriculture and Forestry;
2. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100, China; 3. Station of Soil and Water Conservation of Yuanzhou District, Guyuan, Ningxia 756000, China)

Abstract: According to the results of observations and comparison study of *Quercus liaotungensis* community flora in Qinling Mt. and northern part of Shaanxi Province. The results are as follows. There are 67 species of plants belonging to 31 families and 60 genera in *Quercus liaotungensis* community in Qinling Mt. and 51 species of plants belonging to 27 families and 42 genera in *Quercus liaotungensis* community in northern part of Shaanxi Province, *Quercus liaotungensis* community of Qinling Mt. are more comparative rich and complex than that of northern part of the shaanxi province in the floristic component, stratification and structure of synusia. The similarity of floristic component in two communities are low. According to geographical elements of genera and species analyses results, north temperate plays an important role in the flora *Quercus liaotungensis* community, the flora in two communities is widely related to other area (N. China and Japan).

Key words: the Loess Plateau; *Quercus liaotungensis* community; flora study

辽东栎(*Quercus liaotungensis*)群落是暖温带落叶阔叶林北部地区较普遍分布的森林植物群落, 出现于辽东半岛北部丘陵地区、河北北部和西部的山地、山西、恒山以南的山地、陕西和甘肃的黄土高原以及秦岭等地。此外, 河南西部山地与温带针阔叶混交林的南部和内蒙古草原东部的山地也有零星分布, 但纯林较少^[1, 2]。

辽东栎林在秦岭主要分布在北坡海拔 1 500~2 200 m 左右, 多集中在西段, 至中段已渐减少, 东段多呈个体出现。成片林已很少见, 上下限自西向东逐渐升高。南坡很少, 仅见于西段。该林在秦岭的上限主要受低温限制, 年均温在 6 以上, 低于 6 则完全绝迹^[1~3]。

辽东栎林在陕北黄土高原上, 分布在安塞和志丹的南部, 地势由南向北逐渐升高, 大多属黄土丘陵山地和黄土丘陵沟壑地形, 海拔 1 000~1 600 m, 相对高差一般不超过 200

m。气温和降水自南向北逐渐降低, 南部年平均温度约 9~10 , 年降雨量约 600~650 mm; 北部年均温度约 8~9 , 年降雨量约 550~570 mm。由于上述自然因素的影响, 辽东栎林在黄土高原自南向北呈现有规律的分布^[1~3]。

关于辽东栎群落的研究目前主要集中在群落结构、物种多样性、群落动态、种间关系等方面^[3~16], 而关于辽东栎群落区系的研究尚未见报道。本文是在调查的基础上, 对秦岭区和陕北区辽东栎群落区系进行了比较研究, 旨在为该群落物种多样性保护、经营管理提供理论依据, 同时为黄土高原地区植被恢复提供参考。

1 调查方法

秦岭区(秦岭北坡)辽东栎群落植物区系等资料来源于文献[1, 2]。

① 收稿日期: 2004-10-08
基金项目: 中国科学院知识创新项目(KZCX1- 06)(KZCX3- SW- 421); 国家自然科学基金项目(40301029)
作者简介: 张树杰(1972-), 男, 工程师, 在读硕士, 主要从事森林培育学方面的研究。

陕北黄土高原区辽东栎群落植物区系等资料来源于调查。根据辽东栎林在本区的分布, 选择了具有代表性的几个点进行常规的群落学调查。样地面积为 20 m × 20 m。

2 区系分析方法

植物种分布型的划分是以种的现代地理分布为依据, 并考虑影响这种分布的主要可能因素如气候、地形、种的生态习性和可能的迁移路线等。在两地辽东栎群落维管植物分布型的划分中非中国特有部分, 采用吴征镒(1991)分布类型系统的名称和标准, 中国特有种部分, 参考王荷生(1999)种的划分方法^[17, 18]。另外, 根据于顺利等(1999)另列出东北亚- 华北分布^[19]。

3 结果与分析

3.1 不同区域辽东栎群落植物科、属、种的组成

据统计(表 1), 秦岭北坡辽东栎群落共有 31 科 60 属 67 种, 其中蕨类植物有 2 科 2 属 2 种, 裸子植物 1 科 1 属 2 种, 被子植物 28 科 57 属 63 种(双子叶植物 26 科 50 属 56 种, 单子叶植物 2 科 7 属 7 种); 陕北黄土高原区共有 27 科 42 属 51 种, 其中裸子植物 1 科 1 属 1 种, 被子植物 26 科 41 属 50 种(双子叶植物 24 科 36 属 45 种, 单子叶植物 2 科 5 属 5 种)。显然, 两地辽东栎群落在科、属、种组成上差异较大, 秦岭北坡辽东栎群落物种组成最为复杂。

表 1 不同区域辽东栎群落植物科、属、种的统计

植物类型	秦岭区			陕北区		
	科数	属数	种数	科数	属数	种数
蕨类植物	2	2	2	0	0	0
裸子植物	1	1	2	1	1	1
双子叶植物	26	50	56	24	36	45
单子叶植物	2	7	7	2	5	5
总计	31	60	67	27	42	51

3.2 不同区域辽东栎群落科、属、种组成的相似性

两地辽东栎群落科、属、种的相似性是指组成两地辽东栎群落共同拥有的科、属、种数量分别占两地辽东栎群落总科、属、种数的百分比(表 2)。

表 2 不同区域辽东栎群落科、属、种组成的相似性

	共有科	总科数	比例/%	共有属	总属数	比例/%	共有种	总种数	比例/%
秦- 陕北区	19	39	48.72	14	88	15.91	10	108	9.26

3.2.1 科的相似性

两地辽东栎群落共有科接近 50%(表 2), 可见两地科的相似性较高。共有科中种数较多的有蔷薇科(Rosaceae)、蝶形花科(Fabaceae)和禾本科。其它共有科中多为 1~2 个种, 如松科(Pinaceae)、桦木科(Betulaceae)、壳斗科(Fagaceae)、槭树科(Aceraceae)、山茱萸科(Cornaceae)、榛科(Corylaceae)、小檗科(Berberidaceae)、鼠李科(Rhamnaceae)、忍冬科(Caprifoliaceae)、菊科(Compocitae)、莎草科(Cyperaceae)、桔梗科(Campanulaceae)、伞形科(Umbelliferae)、玄参科(Scrophlariaceae)、毛茛科(Ranunculaceae)和百合科(Liliaceae)等。

3.2.2 属的相似性

两地的辽东栎群落共有属小于 20%(表 2), 可见两地属的相似性较低。共有属如下: 松属(Pinus)、杨属(Populus)、栎属(Quercus)、桦木属(Betula)、槭属(Acer)、绣线菊属(Spiraea)、小檗属(Berberis)、忍冬属(Lonicera)、鼠李属

(Rhamnus)、苔草属(Carex)、紫苑属(Aster)、山萝花属(Melampyrum)、黄精属(Polygonatum)和沙参属(Adenop hora Paniculata)等。

3.2.3 种的相似性

两区域辽东栎群落共有种仅有 9. 26%(表 2), 种的相似性很小, 两地物种差异较大。共有种为: 辽东栎(Quercus liaotungensis)、槲栎(Quercus aliena)、山杨(Populus davidiana)、油松(Pinus tabulaeformis)、华北绣线菊(Spiraea früschi ana var. angulata)、冻绿(Rhamnus globosus)、三褶脉紫苑(Aster ageratoides)、玉竹(Polygonatum officinale)、山萝花(Melampyrum Røseum)、大披针苔(Carex lance data)等。

综上所述, 秦岭北坡与陕北黄土高原区两地的辽东栎群落在科、属、种组成上均有差异, 尤其在种的组成上差异最大, 共有种仅为 5% 左右, 造成这一现象的原因主要是由两地在气候上的差异所引起的, 秦岭辽东栎群落是栎林带的上限, 分布带内年均温度 6. 5~7. 5 , 降水量 800~1 000 mm, 陕北黄土高原区辽东栎群落是夏绿林的北限, 分布区内年均温度 8. 5~10 , 降水量 550~650 mm。

3.3 不同区域辽东栎群落区系特征

根据吴征镒(1991)的划分标准^[17], 将 2 个群落种子植物的各个属划分为 11 个分布区类型(表 3)。统计结果表明: 秦岭区辽东栎群落植物属的分布类型以北温带分布为最高(52. 73%), 其次是东亚和北美间断分布(10. 91%)及旧世界温带分布(10. 91%); 陕北黄土高原区辽东栎群落植物属的分布类型也以北温带分布为最高(61. 76%), 其次为旧世界温带分布(14. 71%)。按分布区的性质进行温带成分的归并统计, 秦岭区、陕北黄土高原区辽东栎群落属的分布区温带分布比例分别为 83. 63%、91. 17%。以上表明, 从属的区系成分分析来看, 两地辽东栎群落的区系性质是以北温带成分为主的温带性质。

表 3 不同区域辽东栎群落种子植物属的分布

分布区类型		秦岭区		陕北区	
		属数	比例/%	属数	比例/%
世界分布	世界分布	5	—	8	—
	泛热带分布	4	7. 27	1	2. 94
热带分布	热带美洲间断分布	1	1. 81	0	0
	热带亚洲	1	1. 81	1	2. 94
	北温带分布	29	52. 73	21	61. 76
温带分布	东亚和北美间断分布	6	10. 91	1	2. 94
	旧世界温带分布	6	10. 91	5	14. 71
	温带亚洲分布	1	1. 81	2	5. 88
	中亚分布	0	0	1	2. 94
	东亚分布	4	7. 27	1	2. 94
	中国特有分布	3	5. 45	1	2. 94
除世界分布总计		55	100	34	100

植物种分布型的划分是以种的现代地理分布为依据, 并考虑影响这种分布的主要可能因素如气候、地形、种的生态习性和可能的迁移路线等。在两地辽东栎群落维管植物分布型的划分中, 非中国特有部分, 采用吴征镒(1991)分布类型系统的名称和标准^[17], 中国特有种部分, 参考王荷生(1999)种的划分方法^[18]。另根据于顺利(1999)等^[19]列出东北亚- 华北分布型。根据以上种分布型划分的原则和方法, 将两地辽东栎群落中植物分别归入 7 个种分布型和 15 个种分布亚型(秦岭区)、5 个种分布型和 13 个种分布亚型(陕北区), 见表 4、表 5, 秦岭区辽东栎群落植物种的分布类型以中国特有分布为最

高(49.25%),其次是中国—日本分布(23.88%);陕北黄土高原区辽东栎群落植物种的分布类型也以中国特有分布为最高(52.94%),其次是中国—日本分布(27.45%)。其中中国

表 4 秦岭北坡辽东栎群落植物种的分布

区系成分 (总数, 百分数)	植 物 名 称	生活型	区系成分 (总数, 百分数)	植 物 名 称	生活型
北温带 (4 种, 5. 97%)	水杨梅 <i>Geum aleppicum</i>	草本	东北—华北 (3 种, 4. 48%)	珍珠梅 <i>Sorbaria arborea</i>	灌木
	野豌豆 <i>Vicia sepium</i>	草本		石沙参 <i>Adenophora polyantha</i>	草本
	异变青木香 <i>Saussurea murabilis</i>	草本	西北—华北 (1 种, 1. 49%)	律叶蛇葡萄 <i>Ampelopsis bodinieri</i>	木质藤本
	玉叶韭 <i>Allium funkiaeifolium</i>	草本		大瓣铁线莲 <i>Clematis macropetala</i>	木质藤本
旧世界温带 (6 种, 8. 96%)	玉竹 <i>Polygonatum officinale</i>	草本	西南—西北—华北 (4 种, 5. 97%)	蜀五加 <i>Acanthopanax setchuensis</i>	灌木
	茜草 <i>Rubiacordifolia</i>	草质藤本		刚毛忍冬 <i>Lonicera hispida</i>	灌木
	野菊 <i>Chrysanthemum lavandulaefolium</i>	草本		黄蘗刺 <i>Berberis dielsiana</i>	灌木
	狭花橐吾 <i>Ligularia stenoccephala</i>	草本		宽叶美活 <i>Nactopterigium forbesii</i>	草本
	下延叶棱子芹 <i>Pleuroserpnum decurrens</i>	草本	华中— 西北— 华北 (2 种, 2. 98%)	红毛五加 <i>Acanthopanax giraldii</i>	灌木
大叶福三草 <i>Prenanthes macrophylla</i>	草本	淫羊藿 <i>Epimedium brevicornum</i>		草本	
亚洲温带 (4 种, 5. 97%)	红升麻 <i>Astilbe chinensis</i>	草本	西南— 华中— 西北— 华北 (2 种, 2. 98%)	华山松 <i>Pinus armandi</i>	乔木
	三褶脉紫苑 <i>Aster trinervius</i>	草本		山梅花 <i>Philadelphus pekinensis</i>	灌木
	异叶回芹 <i>Pimpinella diversifolia</i>	草本	西南— 华中— 西北— 华北— 华东 (1 种, 1. 49%)	假升麻 <i>Aruhus sybester</i>	草本
苔草 <i>Carex siderosticta</i>	草本	南蛇藤 <i>Celastrus orbiculatus</i>		木质藤本	
东北亚— 华北 (2 种, 2. 98%)	芥尼 <i>Adenophora remotiflora</i>	草本	西南— 华中— 西北— 华北— 东北 (2 种, 2. 98%)	藜芦 <i>Veratrum nigrum</i>	草本
东亚(1 种, 1. 49%)	白芷 <i>Angelica migueliana</i>	草本			
	山杨 <i>Populus davidiana</i>	乔木	华北—华中—华东—西南—华南—西北 (1 种, 1. 49%)	漆树 <i>Rhus verniciflua</i>	乔木
中国—日本 (16 种, 23. 88%)	辽东栎 <i>Quercus liaotungensis</i>	乔木	西南— 华中— 华北(3 种,)	红桦 <i>Betula albo-sinensis</i>	乔木
	槲栎 <i>Quercus aliena</i>	乔木		托柄菝葜 <i>Smilax discotis</i>	灌木
	千金榆 <i>Carpinus cordata</i>	乔木		细弱草莓 <i>Fragaria nilgerrensis</i>	草本
	华北绣线菊 <i>Spiraea fritschiana</i>	灌木	西南— 东北(2 种, 2. 98%)	霸王萱 <i>Themeda triandra</i>	草本
	青荚叶 <i>Hewingia japonica</i>	乔木		湖北山楂 <i>Crataegus hupehensis</i>	灌木
	冻绿 <i>Rhamnus globosus</i>	灌木	西南— 西北(1 种, 1. 49%)	紫花卫矛 <i>Evolymus porphyrea</i>	灌木
	索骨丹 <i>Rodgersia aesculifolia</i>	草本		秦岭漏斗菜 <i>Aquilegia incurvata</i>	草本
	山萝花 <i>Melanopyrum roseum</i>	草本	西北特有 (2 种, 2. 99%)	秦岭花楸 <i>Sorbus tsinlingensis</i>	乔木
	草芍药 <i>Paedicia ovata</i>	草本		青皮槭 <i>Acer hersii</i>	乔木
	兔儿伞 <i>Syneilesis aconitiflora</i>	草本	西南— 华北 (5 种, 7. 46%)	木姜子 <i>Lisea pathers</i>	乔木
	野山菊 <i>Dioscorea mippunica</i>	草本		桦叶荚蒾 <i>Viburnum betulifolium</i>	灌木
	细辛 <i>Asarum himalaicum</i>	草本		红柄白鹃梅 <i>Exochorda giraldii</i>	灌木
大披针苔草 <i>Carex lanceolata</i>	草本		马蹄香 <i>Saruma henryi</i>	草本	
鹿药 <i>Smilacina japonica</i>	草本				
日本金星蕨 <i>Parathelyptersi nipponica</i>	草本				
蹄盖蕨 <i>Athyrium sinense</i>	草本				
中国特有(33 种, 49. 25%)			西南—华中—西北 (3 种, 4. 48%)	毛花槭 <i>Acer erianthum</i>	乔木
华北特有 (2 种, 2. 98%)	油松 <i>Pinus tabulaeformis</i>	乔木		华桔竹 <i>Fargesia spathacea</i>	灌木
	六道木 <i>Abelia dielsis</i>	灌木		玉簪叶韭 <i>Allium fumckiaeifolium</i>	草本

3.4 两地辽东栎群落各层片的区系分析

3.4.1 秦岭区辽东栎群落各层片的区系分析

(1) 乔木层植物区系分析。在 13 种乔木中,东亚分布 1 种,中国—日本 3 种,中国特有分布有 8 种(6 种分布或主要分布在北方),温带种占 76.92%。建群种辽东栎为中国—日本分布型,也为温带性质。

(2) 灌木层植物区系分析。在 15 种灌木中,东北亚—华北 1 种,中国—日本 2 种,中国特有成分 12 种(10 种分布或主要分布在北方),温带种占 86.67%。

(3) 草本层植物区系分析。在 35 种草本植物中,北温带 4 种,旧世界温带 5 种,亚洲温带 4 种,东北亚—华北 2 种,中国—日本 10 种,中国特有成分 10 种(7 种分布或主要分布在北方),温带种占 91.43%。

(4) 层间植物区系分析。藤本植物共 4 种,其中木质藤本 3 种,全为中国特有分布;草质藤本 1 种,为旧世界温带分布。区系性质为温带。

特有分布型中大多数都是分布或主要分布在北方的种,加上两地其他分布型(均属于温带成分)的种,显然,从种的区系成分分析来看,两地辽东栎群落的区系性质是温带性质。

3.4.2 陕北黄土高原区辽东栎群落各层片区系分析

(1) 乔木层植物区系分析。在 11 种乔木中,亚洲温带 1 种,东亚分布 1 种,中国—日本 3 种,中国特有分布有 6 种,区系性质为温带。

(2) 灌木层植物区系分析。在 18 种灌木中,亚洲温带 2 种,中国—日本 4 种,中国特有成分 12 种(10 种分布或主要分布在北方),温带种占 88.89%。

(3) 草本层植物区系分析。在 22 种草本植物中,旧世界温带 1 种,亚洲温带 4 种,中国—日本 8 种,中国特有成分 9 种(7 种分布或主要分布在北方),温带种占 90.91%。

4 结论与讨论

(1) 秦岭和黄土区辽东栎林在各自分布区都是顶极群落,但其物种组成极不相同,秦岭区辽东栎群落与陕北黄土高原区相比,物种组成较丰富,层次和层片结构较复杂,两地群落相似性不高,这与两地群落的生境条件关系密切,秦岭

区是偏冷湿条件, 黄土区是偏温干条件, 两地在水分、温度、光照、土壤等生境条件上有着明显的差异。

表 5 陕北黄土高原辽东栎群落植物种的分布

区系成分 (总数, 百分数)	植 物 名 称	生活型	区系成分 (总数, 百分数)	植 物 名 称	生活型
旧世界温带(1种, 1.96%)	玉竹 <i>Polygonatum officinale</i>	草本	华北—东北(3种, 5.88%)	茶条威 <i>Acer ginnala</i>	乔木
	白桦 <i>Betula platyphyla</i>	乔木		败酱 <i>Patrinia heterophylla</i>	草本
	牛奶子(秋胡颓子) <i>Elaeagnus umbellata</i>	灌木		细叶沙参 <i>Adenophora paniculata</i>	草本
亚洲温带 (7种, 13.73%)	歪头菜 <i>Vicia unjuga</i>	草本	西南—西北—华北(1种, 1.96%)	黄蔷薇 <i>Rosa hugonis</i>	灌木
	大油芒 <i>Spodiopogon sibiricus</i>	草本	西南- 华北 (5种, 9.80%)	山桃 <i>Prunus davidiana</i>	乔木
	三褶脉紫苑 <i>Aster ageratoides</i>	草本		山丁香 <i>Syringa Pekinensis</i>	灌木
	达乌里胡枝子 <i>Lespedeza dahur</i>	灌木		山棉花 <i>Anemone vitifolia</i>	草本
	芦草 <i>Phragmites communis</i>	草本		烂皮袄 <i>Lonicea ferdinardii</i>	灌木
东亚(1种, 1.96%)	山杨 <i>Populus davidiana</i>	乔木		盘叶忍冬 <i>Lonicea tragophylla</i>	灌木
中国—日本 (14种, 27.45%)	侧柏 <i>Platycladus orientalis</i>	乔木	华中- 华北- 华东(1种, 1.96%)	杜梨 <i>Pyrus betulaefolia</i>	乔木
	辽东栎 <i>Quercus liaoningensis</i>	乔木	西南- 华北—东北(1种,)	毛樱桃 <i>Prunus tomentosa</i>	乔木
	槲栎 <i>Quercus aliena</i>	乔木	西南—西北—华北—东北 (1种, 1.96%)	多花胡枝子 <i>Lespedeza floribunda</i>	灌木
	北柴胡 <i>Bupleurum falcatum</i>	草本	西北特有(1种, 1.96%)	甘肃小檗 <i>Berberis kansuensis</i>	灌木
	山萝花 <i>Melaniphyllum roseum</i>	草本	西北—华北—东北 (3种, 5.88%)	葱皮忍冬 <i>Lonicea ferdinardii</i>	灌木
	荻草 <i>Miscanthus sacchariflorus</i>	草本		防风 <i>Ledebowia seseloides</i>	草本
	华北绣线菊 <i>Spiraea frischiana</i>	草本		铁杆蒿 <i>Artemisia sacrorum</i>	灌木
	山杏 <i>Prunus davidiana</i>	灌木	西南—华中—西北—华北—华东 (1种, 1.96%)	盘叶忍冬 <i>Lonicea tragophylla</i>	灌木
	小叶悬钩子 <i>Rubus parvifolius</i>	灌木	西北- 华北 (4种, 7.84%)	草木樨状紫云英 <i>Astragalus melilotoides</i>	草本
	冻绿 <i>Rhamnus globosus</i>	灌木		西北 子 <i>Cotoneaster zabelii</i>	灌木
	狼尾巴花 <i>Lysimachia barystachys</i>	草本		糙隐子草 <i>Eleistogonies squarrosa</i>	草本
	苦参 <i>Sophora flavescens</i>	草本		灯笼花 <i>Adenophora petidata</i>	草本
	截叶铁扫帚 <i>Lespedeza sericea</i>	灌木	西南—华中—华北 (2种, 3.92%)	鹤草 <i>Silence faifune</i>	草本
	大披针苔草 <i>Carex lanceolata</i>	草本		火烧兰 <i>Epipactis tangutica</i>	草本
中国特有(27种, 52.94%)	油松 <i>Pinus tabulaeformis</i>	乔木			
华北特有 (4种, 7.84%)	毛 木 <i>Cornis breitschneideri</i>	乔木			
	虎榛子 <i>Dstryopsis davidiana</i>	灌木			
	杭子梢 <i>Campylotropis macrocarpa</i>	灌木			

(2) 从属和种的区系成分分析来看, 两地辽东栎群落的区系性质是温带的。两地群落中的中国特有种占各自群落中总种数的一半或偏多(表 4、表 5), 在中国特有成分中, 北方种占绝大多数, 与西南、华中、华东、东北等地区的共有种较参考文献:

[1] 陕西森林编辑委员会. 陕西森林[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1989.

[2] 牛春山. 陕西树木志[M]. 北京: 中国林业出版社, 1990.

[3] 朱志诚. 关于秦岭及陕北黄土高原区辽东栎林的初步研究[J]. 植物生态学与地植物学丛刊, 1982, 6(2): 95– 103.

[4] 赵则海, 丛沛桐, 等. 辽东栎林各龄及结构动态的量比分析[J]. 木本植物研究, 2001, 21(1): 157– 160.

[5] 张文辉, 赵则海. 东灵山辽东栎林优势林木种群直径结构研究[J]. 植物研究, 2002, 22(1): 84– 90.

[6] 丛沛桐, 赵则海, 等. 东灵山辽东栎林植物生态场研究[J]. 木本植物研究, 2001, 21(1): 147– 151.

[7] 赵则海, 祖元刚, 杨逢建, 等. 东灵山辽东栎林木本植物种间联结技术研究[J]. 植物生态学报, 2003, 27(3): 396– 403.

[8] 孙书存, 陈灵芝. 辽东栎芽库统计命运: 芽的命运[J]. 生态学报, 2001, 21(3): 385– 390.

[9] 孙书存, 陈灵芝. 动物搬运与地表覆盖物对辽东栎种子命运的影响[J]. 生态学报, 2001, 21(1): 80– 85.

[10] 吴晓莆, 郑豫等. 北京东灵山辽东栎、大叶白蜡和五角枫种群分布格局与动态[J]. 植物学报, 2002, 44(2): 212– 223.

[11] 王立新, 王瑾等. 辽东栎叶片凋落物在不同气候带下的分解及其主要元素释放的比较[J]. 植物学报, 2003, 45(4): 399– 407.

[12] 张知彬, 埋藏和环境因子对辽东栎种子更新的影响[J]. 生态学报, 2001, 21(3): 374– 384.

[13] 赵则海, 杨逢建. 东灵山辽东栎林木本植物多样性研究[J]. 植物研究, 2002, 22(4): 439– 443.

[14] 岳明. 秦岭及陕北黄土区辽东栎群落物种多样性特征[J]. 西北植物学报, 1998, 18(1): 124– 131.

[15] 韩蕊莲, 梁宗锁, 等. 土壤干旱对辽东栎、大叶细裂槭幼苗生长及水分利用的影响[J]. 西北植物学报, 2003, 23(8): 1377– 1382.

[16] 赵景波, 岳明秦岭与黄土区现代辽东栎孢粉组合[J]. 地理科学, 1997, 7(4): 304– 309.

[17] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型[J]. 云南植物研究, 1991, 增刊() : 1– 139.

[18] 王荷生. 华北植物区系地理[M]. 北京: 科学出版社, 1997.

[19] 于顺利, 马克平, 陈灵芝. 东北地区蒙古栎群落区系成分[J]. 云南植物研究, 1999, 2(4): 430– 436.