

子午岭林区山杨林、辽东栎林及其混交林植物多样性的变化^{*}

秦娟¹,王凯博¹,上官周平^{1,2}

(1 西北农林科技大学 黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室,陕西 杨陵 712100;

2 中国科学院 水土保持研究所,陕西 杨陵 712100)

[摘 要] 为了研究混交林群落植物多样性,对黄土高原子午岭林区山杨纯林、辽东栎纯林及山杨-辽东栎混交林 3 种林型植物多样性的变化进行了研究。结果表明,子午岭林区由先锋群落(山杨纯林)向顶极群落(辽东栎纯林)演替的过程中,其群落物种丰富度指数与植物种类多样性均呈下降趋势,而混交林类型是处于演替的中间过渡阶段,所以其物种丰富度与植物种类多样性也介于以上两种林型之间,即山杨纯林 > 山杨-辽东栎混交林 > 辽东栎纯林。山杨纯林、山杨-辽东栎混交林和辽东栎纯林的群落物种丰富度指数(Gleason 指数与 Margalef 指数)与植物物种多样性指数(Shannon-Wiener 指数)在草本层、灌木层及乔木层均呈下降趋势,除辽东栎纯林的乔木层外,Pielou 均匀度指数在乔木层、灌木层和草本层差异较小。植物种类多样性与森林群落稳定性之间存在一个最优点,植物种类的多样性并不能完全代表群落的稳定性,但却是反映森林群落稳定性的必要条件。

[关键词] 山杨纯林;辽东栎纯林;山杨-辽东栎混交林;植物多样性;群落稳定性;子午岭林区

[中图分类号] S718.54

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2007)05-0131-05

Change of plant diversity of *Populus davidiana*, *Quercus liaotungensis* and their mixed forest in Ziwuling area of Loess Plateau

QIN Juan¹, WANG Kai-bo¹, SHANGGUAN Zhou-ping^{1,2}

(1 State Key Laboratory of Soil Erosion and Dryland Farming on the Loess Plateau, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China; 2 Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Science, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract : The plant diversity of the three types of forests: *Populus davidiana*, *Quercus liaotungensis*, and *Populus davidiana*-*Quercus liaotungensis* mixed forest in Ziwuling forest area of the Loess Plateau was studied. The results showed that in the process of from the vanguard community (*Populus davidiana*) to the climax community (*Quercus liaotungensis*) succession, the plant species richness index and plant diversity index assumed the drop tendency, but the mixed forest type was in the middle stage of succession, therefore its species richness index and plant diversity index was also between the two kinds of forest types, namely, *Populus davidiana* > *Populus davidiana*-*Quercus liaotungensis* mixed forest > *Quercus liaotungensis*. Each of the change of plant species richness index (Gleason index and Margalef index), and diversity index (Shannon-Wiener index) in herbage layer, shrub layer and arbor layer both assumed the drop tendency. There are little difference of Pielou evenness index in the arbor layer, shrub layer and herbage layer, except in the arbor layer of *Quercus liaotungensis*. In the study of the plant diversity and relation of com-

^{*} [收稿日期] 2006-03-30

[基金项目] 教育部新世纪优秀人才培养计划项目(NCET-04-0955);西北农林科技大学拔尖人才和创新团队计划项目

[作者简介] 秦娟(1979-),女,宁夏银川人,在读博士,主要从事森林生理生态研究。

[通讯作者] 上官周平(1964-),男,陕西扶风人,研究员,博士生导师,主要从事植物生理生态研究。E-mail: shangguan@ms.iswc.ac.cn

munity's stability of forest, we found an advantageous point exist between the plant diversity and stability of the forest community, namely, the plant diversity can not totally represent the stability of community, but it is an essential index to show the forest community's stability.

Key words: *Populus davidiana*; *Quercus liaotungensis*; *Populus davidiana*-*Quercus liaotungensis* mixed forest; plant diversity; community stability; Ziowuling forest area

随着对生态环境保护的日益重视,构建与生态环境资源相协调的、结构良好的、生态功能优化的森林植被,受到社会各界的广泛关注。我国森林植被的现状为纯林多、混交林少,由于纯林树种单一、层次结构简单及生物多样性低,而导致土壤质量退化、病虫害严重,生态经济效益较差。与纯林相比,混交林可以明显地改善植物对水分、养分以及资源空间利用的有效性^[1],增加混交林群落植物物种的多样性,减少地表径流的发生^[2-3]。因此,对混交林植物物种多样性变化的研究,对于退化生态系统的恢复与重建具有重要的理论与现实意义。

子午岭林区是黄土高原地区森林植被现存较为完整的次生林区,是该区重要的水源涵养林与生态林,在维护区域生态平衡、调节气候方面具有重要的作用。辽东栎(*Quercus liaotungensis*)和山杨(*Populus davidiana*)等树种有较强的适应性和抗逆性,具有良好的保持水土、涵养水源及改良土壤的作用,被认为是黄土高原地区退耕还林的首选树种,并已在黄土高原地区占有相当比例^[4-5]。近年来,关于子午岭植被结构^[6]、植被恢复^[7]、养分循环与植被演替^[8-9]等方面已有不少的研究报道,但对于黄土丘陵区子午岭林区山杨-辽东栎混交林群落植物多样性变化的研究还较少。为此,本研究以黄土丘陵区的子午岭为研究区域,对地带性演替顶级群落辽东栎、亚顶级群落山杨间混交林植物多样性的变化进行分析,以期为混交林群落植物物种多样性的研究及黄土丘陵区植被恢复与生态重建提供理论依据。

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区概况

研究区位于子午岭北部甘肃省合水县连家砭林场,属黄土丘陵沟壑区,海拔 1 200~1 600 m,相对高差 100~300 m,梁峁顶部浑圆平缓,斜倾 3°~5°,沟坡上斜下陡,坡度为 10°~35°。该区 25 年平均气温 7.4 °C,年均降雨量 587.6 mm,年平均相对湿度 63%~68%,≥10 °C 积温 2 671.0 °C,干燥度 0.97,阴阳坡水热条件变化较大,但无气候的垂直带状变化。土壤为原生(山坡)或次生(沟谷)黄土,厚度一

般为 50~100 m,其下为厚约 80~100 m 的红土,以石灰性褐土为主,其次为粗骨褐色土。子午岭北部植被是在 1866 年当地人口外迁后,主要在弃耕地基础上恢复起来的天然林^[7,10]。

子午岭林区的主要森林群系有油松林(*Pinus tabulaeformis*)、辽东栎林(*Quercus liaotungensis*)、山杨林(*Populus davidiana*)、白桦林(*Betula platyphylla*)等,还有辽东栎纯林与白桦、山杨、油松等混交林。本研究的主要对象为天然分布的山杨纯林、辽东栎纯林和山杨-辽东栎混交林,其林下灌木主要有黄刺玫(*Rosa xanthina*)、胡枝子(*Lespedeza bicolor*)、尖叶四照花(*Dendrobenthamia angustata*)等,林下草本主要有披针苔草(*Carex lanceolata*)、白头翁(*Pulsatilla chinensis*)、长芒草(*Stipa bungeana*)、铁杆蒿(*Artemisia gmelinii*)等,所选 3 个研究样地的基本特性如表 1 所示。

1.2 研究方法

在野外调查中发现,坡向对植被分布影响较明显。山杨纯林、辽东栎纯林及山杨-辽东栎混交林都主要分布于阴坡或半阴坡,采用标准方法^[11]对这 3 种林型进行了野外调查与数据分析。主要调查群落的物种组成与数量,并对每个样地的植物种类多样性进行了分析计算。物种多样性测度采用物种丰富度指数(Gleason 指数与 Margalef 指数)、多样性指数(Shannon-Wiener 指数)和 Pielou 均匀度指数 3 类指标进行评价^[11-12],各项指标的计算公式如下。

Gleason 指数(I_G):

$$I_G = S / \ln A; \quad (1)$$

Margalef 指数(I_{Ma}):

$$I_{Ma} = (S - 1) / \ln N; \quad (2)$$

Shannon-Wiener 指数(I_{Sw}):

$$I_{Sw} = - \sum (P_i \times \ln P_i); \quad (3)$$

Pielou 均匀度指数(J)的计算公式:

$$J = (- \sum (P_i \times \ln P_i)) / \ln S. \quad (4)$$

式中: S 为物种数; A 为样方面积, m^2 ; N 为物种的个体总数; $P_i = N_i / N$, 其中 N_i 为样方中第 i 种物种的个体数,且 $\sum N_i = N$ 。

表 1 子午岭林区 3 个样地的基本概况
Table 1 General situation in the sample plots

林 型 Forest types	地形地貌特征 Topographical feature				林龄/a Forest age	林分特征 Stand characteristics			
	海拔/ m Altitude	坡向 Slope aspect	坡度/ (°) Slope degree	土层 Soil layer		树高/ m Tree height	胸径/ cm Tree diameter	郁闭度 Canopy density	林分密度/ hm ² Stand density
山杨纯林 <i>Populus davidiana</i>	1 445	阴坡、阳坡下部 North slope or lower position on south slope	18~19	深厚 Deep	32	8~10	14.9	0.5~0.8	2 100
辽东栎纯林 <i>Quercus liaotungensis</i>	1 427	阴坡、半阴坡、半阳坡 North slope, half of north slope, half of south slope	25~26	深厚 Deep	45	9~12	15	0.6~0.85	800
山杨-辽东栎混交林 <i>P. davidiana</i> & <i>Q. liaotungensis</i>	1 460	半阴坡、半阳坡 Half of north slope or half of south slope	15~16	深厚 Deep	25(山杨) 25 (<i>P. davidiana</i>) 37(辽东栎) 37(<i>Q. liaotungensis</i>)	6(山杨) 6(<i>P. davidiana</i>) 8.5 (辽东栎) 8.5 (<i>Q. liaotungensis</i>)	10(山杨) 10 (<i>P. davidiana</i>) 12.7 (辽东栎) 12.7 (<i>Q. liaotungensis</i>)	0.6~0.8	1 590

林 型 Forest types	林下灌木 Shrubs		活地被物 Herbs and moss		主要伴生乔木树种 Main composition of arbor trees
	盖度/ % Coverage	高度/ m Height	草本盖度/ % Coverage of herbs	主要草本 Main herbs	
山杨纯林 <i>Populus davidiana</i>	30	< 2	15~25	披针苔草、白头翁、铁杆蒿 <i>Carex lanceolata</i> , <i>Pulsatilla chinensis</i> , <i>Artemisia gmelinii</i>	白桦、辽东栎、油松、茶条槭、山杏、杜梨、丁香、山榆 <i>Betula platyphylla</i> , <i>Quercus liaotungensis</i> , <i>Pinus tabulaeformis</i> , <i>A. flabellatum</i> , <i>Armeniaca sibirica</i> , <i>Pyrus betulaeifolia</i> , <i>Syringa oblata</i> , <i>Ulmuslaevis</i>
辽东栎纯林 <i>Quercus liaotungensis</i>	20	< 2	15~30	披针苔草、铁杆蒿 <i>Carex lanceolata</i> , <i>Artemisia gmelinii</i>	山杨、白桦、油松 <i>Populus davidiana</i> , <i>Betula platyphylla</i> , <i>Pinus tabulaeformis</i>
山杨-辽东栎混交林 <i>P. davidiana</i> & <i>Q. liaotungensis</i>	25	< 2	10~20	披针苔草、长芒草 <i>Carex lanceolata</i> , <i>Stipa bungeana</i>	茶条槭、丁香、杜梨、漆树 <i>A. flabellatum</i> , <i>Syringa oblata</i> , <i>Pyrus betulaeifolia</i> , <i>Toxicodendron verniciflnum</i>

2 结果与分析

2.1 子午岭林区 3 种林型植物物种的组成

在调查中发现,山杨属广生态幅树种,遍布子午岭林区的土石或石砾山地上,其纯林和混交林面积占子午岭林区森林面积的 11.8%,为林区第二位优势森林群落。山杨林一般分布在梁峁缓坡、阴坡和阳坡下部等,常成小片纯林或与白桦、辽东栎形成混交林,生长较慢。在草本层中其优势种为披针苔草,其优势度明显高于其他草本伴生种。一般其林下灌木盖度为 30%,草本的盖度为 15%~25%。辽东栎林遍布整个林区,其纯林和混交林面积占子午岭林区森林面积的 37.2%,为林区第一位优势森林群落。辽东栎林常分布在梁峁缓坡及阴坡、半阴坡、半阳坡,除局部林内辽东栎林与其他林木混交外,一般均为纯林。以辽东栎为建群种的森林群落稳定性高,是该区气候类型的演替顶极群落。从总体来看,

子午岭林区的辽东栎林多处于中幼龄林阶段,分枝多、密度大,林下灌木、草本生长旺盛,覆盖度大,林内湿润。一般其林下灌木盖度为 20%,草本盖度为 15%~30%。山杨-辽东栎混交林中,辽东栎所占比例较大、山杨所占比例较小,辽东栎与山杨的数量比约为 3:2,一般其林下灌木盖度为 25%,草本盖度为 10%~20%(表 1)。

由表 2 可以看出,在天然山杨纯林乔木层中,其伴生的主要植物种类有白桦、辽东栎、油松、茶条槭、山杏、杜梨、山榆和丁香等,其乔木层主要的伴生植物种类较多;而在天然辽东栎纯林乔木层中,仅见极少数的白桦、山杨或人工油松林,说明辽东栎林乔木层则主要以辽东栎纯林占优势;在山杨-辽东栎混交林中,除了山杨和辽东栎两种主要树种外,还伴生有茶条槭、杜梨、漆树和丁香等物种。在 3 种林型草本层也可见到披针苔草、茜草、白头翁和铁杆蒿等大量物种。在 3 种林型的灌木层中,尖叶四照花、柔毛绣

线菌,黄刺玫,胡颓子等物种均较为常见,且大量分布。以上的这些常见物种构成不同演替阶段植物群落的建群种或优势种,其中对植被演替有重要影响的植物种类主要有山杨、白桦、辽东栎、油松、茶条槭、披针苔草及许多蒿属的植物。

由表 2 还可知,在山杨纯林的灌木层和草本层中出现一些藤本植物,如乌头叶蛇葡萄、茜草、穿龙薯蓣等,其中也有一些少见的物种零星出现在调查样方内,如甘肃山楂、茶藨子、冰草等,而这些物种在辽东栎纯林及山杨-辽东栎混交林调查样方中均未出现。在辽东栎纯林灌木层和草本层中也出现一些

其他两种林型未出现的物种,如山荆子、野豌豆、大油芒和紫苏等少见物种。在山杨-辽东栎混交林的灌木层和草本层中,则出现了在两种纯林样方中交叉出现的物种,如刚毛忍冬、胡颓子、灰栒子、黄檗、多花胡枝子、山茱萸、山樱桃、悬钩子、长芒草和凤毛菊等物种,同时也出现了一些在 2 种纯林类型中均出现的少数物种,如细裂槭、拔契、卫矛、山葡萄和栎树等。说明在山杨林与辽东栎林混交情况下,样方中会出现一些新的物种,在一定程度上提高了混交林类型植物物种的多样性。

表 2 子午岭林区 3 种林型植物物种的组成

Table 2 Composition of the plant species in three types of forests in Zi wuling area

林 型 Forest types	乔木层 Arbor layer	草本层 Herbage layer
山杨纯林 <i>Populus davidiana</i>	白桦、辽东栎、油松、茶条槭、山杏、杜梨、山榆、丁香等 <i>Betula platyphylla</i> , <i>Quercus liaotungensis</i> , <i>Pinus tabulaeformis</i> , <i>Acer flabellatum</i> , <i>Armeniaca sibirica</i> , <i>Pyrus betulaeolia</i> , <i>Ulmus laevis</i> , <i>Syringa oblata</i> , et al	披针苔草、茜草、白头翁、长芒草、铁杆蒿、冰草、穿龙薯蓣等 <i>Carex lanceolata</i> , <i>Rubia cordifolia</i> , <i>Pulsatilla chinensis</i> , <i>Stipa bungeana</i> , <i>Artemisia gmelinii</i> , <i>Agropyron cristatum</i> , <i>Dioscorea nipponica</i> , et al
辽东栎纯林 <i>Quercus liaotungensis</i>	极少数的白桦、山杨、油松(人工林) <i>Betula platyphylla</i> , <i>Populus davidiana</i> , <i>Pinus tabulaeformis</i>	披针苔草、凤毛菊、茜草、白头翁、铁杆蒿、野豌豆、大油芒、紫苏等 <i>Carex lanceolata</i> , <i>Saussurea japonica</i> , <i>Rubia cordifolia</i> , <i>Pulsatilla chinensis</i> , <i>Artemisia gmelinii</i> , <i>Vicia amoena</i> , <i>Spodiopogon cotulifera</i> , <i>Perilla frutescens</i> , et al
山杨-辽东栎混交林 <i>P. davidiana</i> & <i>Q. liaotungensis</i>	茶条槭、杜梨、漆树、丁香等 <i>Acer flabellatum</i> , <i>Pyrus betulaeolia</i> , <i>Toxicodendron verniciflnum</i> , <i>Syringa oblata</i> , et al	披针苔草、穿龙薯蓣、白头翁、长芒草、铁杆蒿、凤毛菊、茜草等 <i>Carex lanceolata</i> , <i>Dioscorea nipponica</i> , <i>Pulsatilla chinensis</i> , <i>Stipa bungeana</i> , <i>Artemisia gmelinii</i> , <i>Saussurea japonica</i> , <i>Rubia cordifolia</i> , et al

林 型 Forest types	灌木层 Shrub layer
山杨纯林 <i>Populus davidiana</i>	尖叶四照花、刚毛忍冬、柔毛绣线菊、水栒子、乌头叶蛇葡萄、胡颓子、黄刺玫、甘肃山楂、茶藨子、山茱萸、山樱桃、悬钩子、漆树、黄檗等 <i>Dendrobenthamia angustata</i> , <i>Lonicera Hispita</i> , <i>Spiraea pubescens</i> , <i>Cotoneaster multiflorus</i> , <i>Ampelopsis aconitifolia</i> , <i>Elaeagnus pungens</i> , <i>Rosa xanthina</i> , <i>Crataegus kansuensis</i> , <i>Ribes</i> , <i>Macrocarpium officinalis</i> , <i>Prunus</i> , <i>Rubus parvifolius</i> , <i>Toxicodendron verniciflnum</i> , <i>Phellodendron amurense</i> , et al
辽东栎纯林 <i>Quercus liaotungensis</i>	柔毛绣线菊、尖叶四照花、胡颓子、黄刺玫、杜梨、水栒子、多花胡枝子、茶条槭、山荆子、漆树等 <i>Spiraea pubescens</i> , <i>Dendrobenthamia angustata</i> , <i>Elaeagnus pungens</i> , <i>Rosa xanthina</i> , <i>Pyrus betulaeolia</i> , <i>Cotoneaster multiflorus</i> , <i>Lespedeza floribunda</i> , <i>Acer flabellatum</i> , <i>Malus baccata</i> , <i>Toxicodendron verniciflnum</i> , et al
山杨-辽东栎混交林 <i>P. davidiana</i> & <i>Q. liaotungensis</i>	尖叶四照花、山茱萸、柔毛绣线菊、刚毛忍冬、黄刺玫、胡颓子、灰栒子、山榆、细裂槭、黄檗、山杏、多花胡枝子、山樱桃、拔契、悬钩子、卫矛、山葡萄、栎树等 <i>Dendrobenthamia angustata</i> , <i>Macrocarpium officinalis</i> , <i>Spiraea pubescens</i> , <i>Lonicera hispita</i> , <i>Rosa xanthina</i> , <i>Elaeagnus pungens</i> , <i>Cotoneaster acutifolius</i> , <i>Ulmus laevis</i> , <i>Acer stenolobum</i> , <i>Phellodendron amurense</i> , <i>Armeniaca sibirica</i> , <i>Lespedeza bicolor</i> , <i>Prunus</i> , <i>Smilax china</i> , <i>Prunus</i> , <i>Euonymus alatus</i> , <i>Ampelopsis heterophylla</i> , <i>Koelreuteria paniculata</i> , et al

2.2 子午岭林区 3 种林型的植物多样性

表 3 表明,山杨纯林乔木层、灌木层和草本层的群落物种丰富度指数(Gleason 指数与 Margalef 指数)与植物物种多样性指数(Shannon-Wiener 指数)均最高,而辽东栎纯林的均最低,山杨-辽东栎混交林的均介于以上两种纯林之间。在 3 种林型的乔木层、灌木层及草本层中,Shannon-Wiener 指数变化幅度稍大,对多样性的变化更敏感,其中在乔木层,山杨纯林 Shannon-Wiener 指数最高为 1.57,而辽

东栎纯林的最低,为 0.00。3 种林型乔木层、灌木层及草本层的 Pielou 均匀度指数差异不大,为 0.78~0.81,只有辽东栎纯林乔木层的均匀度指数为 0.00。总体上看,在 3 种林型中,山杨纯林和山杨-辽东栎混交林的物种较为丰富且分布均匀、多样性大,而辽东栎纯林乔木层多样性较差、物种不丰富且分布不均匀。对 3 种林型乔木层、灌木层和草本层的物种种类多样性比较可知,均为山杨纯林>山杨-辽东栎混交林>辽东栎纯林。

表 3 子午岭林区 3 种林型植物多样性的特征

Table 3 Characteristics of plant diversity for three types of forests in Ziwuling area

林型 Forest types	分层 Layers	S	I_G	I_{Ma}	I_{SW}	J
山杨纯林 <i>Populus davidiana</i>	乔木层 Arbor layer	7	1.17	1.04	1.57	0.81
	灌木层 Shrub layer	22	6.83	2.48	2.44	0.79
	草本层 Herbage layer	40	28.85	2.90	2.97	0.81
辽东栎纯林 <i>Quercus liaotungensis</i>	乔木层 Arbor layer	1	0.17	0.00	0.00	0.00
	灌木层 Shrub layer	20	6.21	1.95	2.34	0.78
	草本层 Herbage layer	34	24.53	2.50	2.82	0.80
山杨-辽东栎混交林 <i>P. davidiana</i> - <i>Q. liaotungensis</i>	乔木层 Arbor layer	6	1.00	0.87	1.43	0.80
	灌木层 Shrub layer	21	6.52	2.05	2.37	0.78
	草本层 Herbage layer	36	25.97	2.75	2.86	0.80

由表 3 还可知,3 种林型乔木层群落物种丰富度指数与植物物种多样性指数均低于灌木层,而灌木层又低于草本层,即草本层>灌木层>乔木层。

由于山杨纯林是子午岭林区先锋森林群落,山杨-辽东栎混交林群落是中间过渡类型,而辽东栎纯林是群落演替的顶级阶段,所以植物群落在由山杨纯林、山杨-辽东栎混交林向辽东栎纯林演替过程中,植物物种的丰富度指数逐渐降低,群落优势种也逐渐减少,并且在群落的演替后期,乔木层、灌木层和草本层的优势种均在向少数物种集中,因而群落的植物物种多样性指数趋于降低。如辽东栎纯林为演替的顶级群落,其乔木层 Shannon-Wiener 多样性指数为 0.00,表明演替顶极群落阶段优势种(辽东栎纯林)的优势度较高,其群落物种丰富度指数、物种多样性指数均最低。

2.3 子午岭林区 3 种林型植物多样性与其群落稳定性的关系

植物群落稳定性与植物多样性有密切的关系^[13-15]。物种多样性是影响群落稳定性的一个重要因素,但由于对群落稳定性还没有具体的衡量指标,目前多数研究者仍主要以群落多样性作为衡量群落稳定性的指标^[12]。根据生态学原理,顶级群落的稳定性一般要高于演替群落初期阶段及中间过渡阶段的稳定性。在 20 世纪 70 年代以前,生态学家普遍认为群落的多样性导致生态系统的稳定性。但在 20 世纪 70 年代,一些生态学家通过理论研究和野外考察发现,多样性并不一定导致稳定性,它们之间有着复杂的关系,且受许多因素的制约^[16]。

在黄土高原子午岭林区通过对 3 种林型植物多样性的研究结果(表 2 和表 3)发现,处于演替系列群落(山杨纯林、山杨-辽东栎混交林)的植物物种多样性指数较辽东栎纯林顶级群落高,即无论是乔木层、灌木层还是草本层其植物多样性所达到的最高

点均不是出现在优势顶级森林群落(辽东栎纯林),而是出现在处于演替系列的森林群落(山杨纯林)。3 种林型的植物物种多样性指数及群落物种丰富度指数在乔木层、灌木层及草本层均为山杨纯林>山杨-辽东栎混交林>辽东栎纯林,而辽东栎纯林在乔木层其 Margalef 指数、Shannon-Wiener 指数和 Pielou 均匀度指数均为 0.00,这说明顶级森林群落辽东栎纯林,在乔木层其植物物种多样性差、分布的植物种类少、物种不丰富且分布不均匀;山杨纯林的植物物种多样性最大、植物种类分布广、物种丰富且分布均匀;山杨-辽东栎混交林的群落物种丰富度、植物物种多样性及分布均匀度均介于以上两种纯林类型之间。这说明并非植物物种的多样性越大,森林群落越稳定,当然也并不能说明植物物种的多样性越小,森林群落越稳定,他们之间往往存在着复杂的关系,森林群落的稳定性在一定范围内可能会随着物种多样性的增加而增加,也可能会随物种多样性的增加而降低,二者之间可能存在一个最优点,使森林群落的这种稳定性达到最高。因此,植物种类的多样性并不能完全代表群落的稳定性,但却是森林群落稳定性的必要条件,森林群落的稳定性体现在更多方面或者多种生物组织层次意义上的多样性,例如表现在生态系统、群落、种群、个体甚至基因水平上的多样性^[17]。

3 结 论

在黄土高原子午岭林区,通过对山杨纯林、辽东栎纯林、山杨-辽东栎混交林 3 种林型植物种类多样性的比较可知,子午岭林区先锋群落(山杨纯林)在向顶极群落(辽东栎纯林)演替的过程中,群落物种丰富度指数与植物物种多样性指数均呈下降趋势,而山杨-辽东栎混交林类型处于演替的中间过渡阶

(下转第 140 页)

酸化对作物的生长发育是否会产生不良影响,尚有待进一步的研究。土壤电导率虽较高,但尚未达到对作物生长发育产生明显不良影响的水平。

[参考文献]

- [1] 叶全宝,李 华,霍中洋,等.我国设施农业的发展战略[J].农机化研究,2004(5):36-38.
- [2] 周建斌,翟丙年,陈竹君,等.设施栽培菜地土壤养分的空间累积及其潜在的环境[J].农业环境科学学报,2004,23(2):33-335.
- [3] 马蓉丽,焦彦生,赵美华.山西设施蔬菜生产现状及可持续发展对策[J].山西农业科学,2004,32(4):41-45.
- [4] 吴忠红,张乃明,邓玉龙.北方日光温室土壤有机质累积特征研究[J].中国农学通报,2005,121(10):226-228.
- [5] 王高民,焦小燕.山西大棚蔬菜养分供给问题及对策[J].山西

农业,2006(7):22-23.

- [6] 鲍士旦.土壤农化分析[M].北京:中国农业出版社,1999:20-180.
- [7] 劳秀荣,张淑茗.保护地蔬菜新技术[M].北京:中国农业出版社[M].1999:23-35.
- [8] 王 柳,张福墁,高丽红.京郊日光温室土壤养分特征研究[J].中国农业大学学报,2003,8(1):62-66.
- [9] 杨林章,徐 琪.土壤生态系统[M].北京:科学出版社,2005:10.
- [10] 史崇文,赵灵芝,郭新波,等.山西土壤背景值的分布规律及其影响因素[J].农业环境保护,1996,15(1):24-28.
- [11] 吕福堂,司冬霞.温室土壤盐分累积及离子组成研究[J].土壤,2004,36(2):208-210.
- [12] 胡新元,杨生茂,郭天文.新建日光温室土壤特点及施肥措施[J].甘肃农业科技,2001(1):32-34.

(上接第 135 页)

段,所以其物种丰富度与植物种类多样性也介于山杨纯林和辽东栎纯林之间,即山杨纯林 > 山杨-辽东栎混交林 > 辽东栎纯林。山杨纯林、山杨-辽东栎混交林和辽东栎纯林的群落物种丰富度指数(Gleason 指数与 Margalef 指数)与植物物种多样性指数(Shannon-Wiener 指数)由草本层、灌木层向乔木层呈下降趋势,即:草本层 > 灌木层 > 乔木层, Pielou 均匀度指数在草本层、灌木层和乔木层差异不大。

对 3 种林型植物多样性与群落的稳定性分析发现,两者存在着复杂的关系,群落的稳定性既不完全随着物种多样性的增加而线性增加,也不完全随着物种多样性的增加而线性减少,而是会存在一个最优点,使森林群落的这种稳定性达到最高。因此,植物种类的多样性并不能完全代表群落的稳定性,但却是森林群落稳定性的必要条件。

[参考文献]

- [1] 雷加富.西部地区林业生态建设与治理模式[M].北京:中国林业出版社,2000.
- [2] 黄 枢,沈国舫.中国造林技术[M].北京:中国林业出版社,1993.
- [3] 潘成忠,上官周平.黄土区次降雨条件下林地坡面径流产沙形成机制——以人工油松林和次生山杨林为例[J].应用生态学报,2005,16(9):1597-1602.
- [4] 程积民,万惠娥.中国黄土高原植被建设与水土保持[M].北

京:中国林业出版社,2002.

- [5] 陈云明,梁一民,程积民.黄土高原林草植被建设的地带性特征[J].植物生态学报,2002,26(3):339-345.
- [6] 张希彪,上官周平.黄土高原子午岭种子植物区系特征研究[J].生态学报,2005,25(8):872-877.
- [7] 陈昌笃.陕甘边境子午岭梢林区的植被及其在水土保持上的作用[J].植物生态学与地植物学资料丛刊,1958(2):152-223.
- [8] 张希彪,上官周平.黄土丘陵区主要林分生物量及营养元素生物循环特征[J].生态学报,2005,25(3):527-537.
- [9] 张希彪,上官周平.黄土丘陵区油松人工林与天然林养分分布和生物循环比较[J].生态学报,2006,26(2):373-382.
- [10] 刘立品.子午岭木本植物志[M].兰州:兰州大学出版社,1998:2-4.
- [11] 董 鸣.陆地生物群落调查观测与分析[M].北京:中国标准出版社,1997:3-23.
- [12] 张金屯.植被数量生态学方法[M].北京:中国科学技术出版社,1995:58-67.
- [13] Tilman D,Doering J A.Biodiversity and stability in grasslands[J].Nature,1994(367):363-365.
- [14] Baskin Y. Ecosystem function of biodiversity[J]. Biological Science,1995(44):657-660.
- [15] Lehman C L, Tilman D. Biodiversity, stability, and productivity in competitive communities[J]. The American Naturalist, 2000(156):534-532.
- [16] 蒋有绪,王伯荪,藏润国,等.海南热带林生物多样性及其形成机制[M].北京:科学出版社,2002.
- [17] 王国宏.再论生物多样性与生态系统的稳定性[J].生物多样性,2002,10(1):126-136.