

北川河流域退耕还林还草地主要植物群落物种多样性研究

郑佳丽¹,高国雄¹,王荣秀²,孙永红²,张伟³,周心澄¹

(1. 北京林业大学水土保持学院 教育部水土保持与荒漠化防治重点实验室,北京 100083;

2. 青海省大通县林业局;3. 青海省大通县水电局)

摘 要:对大通县北川河流域内不同植物群落全面考察的基础上,根据立地条件、植被及土地利用方式等因素,选取代表性地段,设置了 24 个标准地,应用丰富度指数、Gleason 指数、Simpon 指数、Shannon - Wiener 指数和均匀度指数来综合分析物种丰富度、生态优势度、群落物种多样性和均匀度。结果表明:在不同的退耕时间序列上,随着时间的推移,群落逐渐趋于稳定,群落物种多样性和丰富度呈“小 - 大 - 小”的变化过程,而均匀度和优势度指数呈“大 - 小 - 大”的变化过程;对不同起源地的群落多样性,天然林 > 退耕地 > 耕地,且退耕多年地段的群落物种多样性接近于天然林。

关键词:物种多样性;退耕还林还草;植物群落;大通县

中图分类号:X171.1;X176

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2006)04-0101-03

Studies on Species Diversity of Plant Community of the Converting Farmland in Beichuanhe Basin

ZHENG Jia li¹, GAO Guo xiong¹, WANG Rong xiu²,
SUN Yong hong², ZHANG Wei³, ZHOU Xin cheng¹

(1. College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Key Laboratory of Soil and Water Conservation and Desertification Combating of the Ministry of Education, Beijing 100083, China;

2. Forest Bureau of Datong County, Qinghai Province;

3. Hydroelectric Bureau of Datong County, Qinghai Province)

Abstract: The study was carried out in Beichuanhe basin of Datong county, Qinghai Province, where there is the demonstration site for Converting Cropland to Forest. Based on different communities in this area, the authors choose some representative areas, and set 24 standard localities according to the site factors, vegetation and land utility mode. And species richness, ecological dominance, species diversity and evenness of community are comprehensively calculated by richness index, Gleason index, Simpon index, Shannon - Wiener index and evenness index. The results are as follows. (1) According to different converting time, the community is becoming more and more steady as time goes on. The Shannon - Winenner index and richness index can be showed as a "small - big - small" process and Simpon and evenness index showed as "big - small - big". (2) According to different places of origin, the level of the species diversity can be arranged from top to bottom as following: nature forest > converted farmland > cultivated farmland. The diversity of converted farmland is close to that of the nature forest after some years.

Key words: species diversity; conversion of farmland into forest and grassland; plant community; Datong county

退耕还林工程是我国历史上前所未有的涉及面最广、群众参与程度最高、操作难度最大的生态环境治理工程,是实施西部大开发战略的重要组成部分和核心建设内容,其目的是恢复植被,减少水土流失,防沙治沙,改善日益恶化的生态环境,调整农村产业结构,增加农民收入,促进社会、经济、环境可持续发展^[1]。随着退耕还林工程全面实施,诸多相关理论和技术成为当今学术界研究的重点内容。本文以恢复生态学 and 群落演替学的基本原理为指导,在对大通县植物群落进行全面调查的基础上,进行了植物群落物种多样性的研究,以反映该地区植被物种多样性现状,揭示退耕还林还草工程实施过程中植物群落物种多样性变化规律,为植被恢

复、更新、评价以及退耕还林还草模式的建立和完善,提供理论依据。

1 研究区域自然概况

北川河流域系黄河的二级支流,在青海省大通县境内的面积为 3 009 km²,地处祁连山地与黄土高原的过渡地带。介于东经 100°51' ~ 101°56'、北纬 36°43' ~ 37°23' 之间,海拔 2 280 ~ 4 622 m。年日照时数 2 605 h,平均气温 2.8℃,无霜期 70 ~ 120 d,降水量 508 mm,蒸发量 1 290 mm,湿润指数 0.56 ~ 1.32,属大陆性气候。地貌类型按海拔从低至高,依次有川水区、浅山区、脑山区 3 大类型。主要土类有高山石

* 收稿日期:2005-06-23

基金项目:“十五”国家科技攻关计划项目“退耕还林还草工程区水土保持型植被建设技术与示范”(2001BA510B01)

作者简介:郑佳丽(1982-),女,硕士研究生,从事生态环境建设与监测研究。

质土、高山草甸土、山地棕褐土、黑钙土、栗钙土、潮砂土、垫淤土、沼泽土等。森林植被属寒温性常绿针叶林类型及落叶阔叶林类型等,其分布状况不但有明显的坡向性,而且还有明显的垂直地带性。当地主要人工造林乔木树种包括青海云杉(*Picea crassifolia*)、祁连圆柏(*Sabina przewalskii*)、华北落叶松(*L. arix Principis rupprechii*)、白桦(*Betula platyphylla*)、山杨(*Populus davidiana*)、青杨(*Populus cathayana*)等,灌木树种包括中国沙棘(*Hippophae rhamnoides ssp sinensis*)、柠条(*Caragana korshinskii*)、匍匐栒子(*Cotoneaster adpressus*)等。

2 研究方法

2.1 调查方法

在对青海省大通县脑山区不同时间序列的退耕地人工林、天然次生林、农作物、弃耕地杂草等不同群落全面考察的基础上,根据具体地段的立地条件、植被及土地利用方式等因素,选取了有代表性的地段,设置了 24 个标准地,各样地群落类型和生境条件见表 1 所示。采用线路调查^[2]和标准地调查^[3],主要调查了乔木种类、树高、冠幅、株数、胸径、密度、郁闭度、林龄等,并记载各灌木及草本的种类、高度、盖度、频度、优势度,分布状况等,同时调查记录标准地的地形、地势、水文条件、海拔、坡度、坡向、土层厚度、枯枝落叶层厚度、生物量、土壤等生态环境特征。

表 1 各样地群落类型和生境条件

标准地编号	小地名	立地条件类型	地类	优势植物	林龄/a
QH719001	太阳沟林场大沟	低位脑山阳坡	退耕还药地	川赤芍	3
QH719002	太阳沟林场大沟	低位脑山阳坡	退耕还林地	华北落叶松	7
QH720001	太阳沟林场大沟	低位脑山阳坡	退耕还草地	紫花苜蓿	3
QH722001	门洞滩	低位脑山阴缓斜坡	退耕还林地	青海云杉	14
QH723001	门洞滩	低位脑山阴陡坡	天然次生林地	白桦	50
QH723002	门洞滩	低位脑山阴缓斜坡	退耕还林地	华北落叶松	18
QH724001	门洞滩	低位脑山阳坡	弃耕地	垂穗披碱草	9
QH724002	门洞滩	低位脑山阳坡	农耕地	豌豆	1
QH729001	门洞滩	低位脑山阳坡	天然灌丛地	匍匐栒子	30
QH731002	察汗河柏木圈	中位脑山阴缓斜坡	天然次生林地	祁连圆柏	200
QH802001	黄伯牙	低位脑山阴缓斜坡	天然次生林地	青海云杉·白桦	50
QH802002	黄伯牙	低位脑山阴缓斜坡	天然次生林地	青海云杉·白桦	50
QH803001	黄伯牙	低位脑山阴缓斜坡	天然次生林地	青海云杉	55
QH803002	黄伯牙	低位脑山阴陡坡	天然次生林地	山杨	40
QH804001	鸽子沟	低位脑山阴陡坡	天然灌丛地	中国沙棘	30
QH809001	桥家湾	低位脑山阴缓斜坡	退耕还林地	青海云杉	27
QH809002	桥家湾	低位脑山阴缓斜坡	退耕地人工林	华北落叶松	24
QH809003	桥家湾	低位脑山阴缓斜坡	退耕还林地	中国沙棘	10
QH810001	桥家湾	低位脑山阴缓斜坡	农耕地	小麦	1
QH810002	桥家湾	低位脑山阴缓斜坡	农耕地	油菜	1
QH811001	桥家湾	低位脑山阴缓斜坡	退耕还林地	白桦·中国沙棘	23
QH811002	桥家湾	低位脑山阴缓斜坡	退耕还林地	青杨·白桦·中国沙棘	10
QH811003	桥家湾	低位脑山阴缓斜坡	退耕还林地	青海云杉中国沙棘	9
QH812001	下沟脑	中位脑山阳坡	退耕还林地	青杨·中国沙棘	22

2.2 物种多样性指数计算方法

群落物种多样性可以定量的表征群落的特征,可以直接或间接的体现群落的结构类型、组织水平、发展阶段、稳定程度、生境差异等。群落学指数的指标及计算方法很多^[4-6],本文根据研究区域各群落的生长分布特征,选用了 5 个有代表性的指标^[7-9]:

丰富度 $R_0 : R_0 = S$ 式中: S ——群落中植物种数

Gleason 丰富度指数 $I : I = S / \ln A$ 式中: S ——物种总数, A ——样地面积。

Simpson 优势度指数 $D : D = \frac{1}{\sum_{i=1}^s P_i^2}$, 式中: P_i ——样地中各植物种的相对重要值。

Shannon - Weiner 多样性指数 $H : H = - \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i$ 式中: P_i 含义同前。

Sheldon 均匀度指数 $E : E = e^H / s$ 式中: H ——Shannon - Weiner 多样性指数, S ——物种总数。

3 结果与分析

随着退耕时间的累积,群落中的植被发生变化和更替,各群落的物种多样性也会随着退耕年限发生相应的变化。本文以空间代替时间的方式,从当地顶极植物群落(青海云杉)和引进栽培的主要植物群落(华北落叶松)的时间序列,以及耕地—退耕地—天然林地的地类序列,来探讨不同时空序列退耕地群落的物种多样性变化规律。

3.1 不同时间序列青海云杉群落物种多样性变化

青海云杉是大通县的地带性顶极群落树种,从退耕地中 9、14、27 龄的青海云杉人工林与 55 龄的天然次生林的生物多样性指数的比较来看(表 2):就丰富度(R_0)而言,除了 14 龄的退耕地由于青海云杉初植密度较小,草本植物种数较高外,其余 2 块退耕地与天然次生林地十分接近,草本层物种数均为 9~10 种;由于林分密度较大,郁闭度较高,灌木植物均缺少或仅为 1 种。几种对比的 Gleason 丰富度指数与丰富度(R_0)的趋势完全相同,除初植密度较低的 QH722001 外,其余草本层均为 5.592~6.213。Shannon - Wiener 多样性指数仍以林分密度最低的 QH722001 样地的最高,为 2.90,其余 3 块样地草本层似乎有随林龄呈“低-高-低”的变化趋势;而均匀度和优势度则相反,呈“大-小-大”的变化过程。这一结果既说明了造林初植密度对群落学特征的重要影响,也说明退耕地的多样性指数,在经历着初期物种较少、中期较多、后期又趋于较少的演变过程,且各种多样性指数逐步向天然林靠近,说明了这些林分的仿拟结果是成功的。

表 2 不同退耕时间序列上青海云杉物种多样性指数的变化特征

样地编号	QH030811003			QH030722001		QH030809001		QH030803001	
地类	退耕还林			退耕还林		退耕还林		天然次生林	
层次	乔木	灌木	草本	乔木	草本	乔木	草本	乔木	草本
年龄	9			14		27		55	
郁闭度	0.6			0.2		0.8		0.8	
丰富度	1	1	10	1	25	1	9	1	10
丰富度指数	0.334	0.334	6.213	0.334	15.533	0.334	5.592	0.334	6.213
优势度指数	1.000	1.000	0.169	1.000	0.074	1.000	0.124	1.000	0.144
指数	0.000	0.000	2.022	0.000	2.900	0.000	2.134	0.000	2.097
均匀度指数	1.000	1.000	0.755	1.000	0.727	1.000	0.939	1.000	0.814

注:各指数值是乔灌木三层多样性指数统计的结果,退耕年龄以林龄代替。

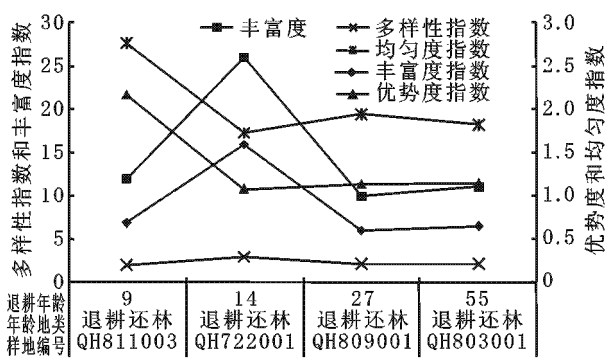


图 1 同类型青海云杉人工群落物种多样性指数的变化特征

3.2 不同时间序列华北落叶松群落物种多样性变化
华北落叶松 3 个不同年龄序列的退耕地群落学特征见表 3。

表 3 不同退耕时间序列上华北落叶松群落物种多样性指数的变化特征			
样地编号	QH719002	QH723002	QH809002
立地条件	低位脑山阳坡	低位脑山阴缓斜坡	低位脑山阴缓斜坡
退耕年龄	7	18	24
丰富度	13	23	30
丰富度指数	8.077	14.291	18.64
多样性指数	2.304	2.859	3.397
优势度指数	0.121	0.072	0.004
均匀度指数	0.77	0.758	0.679

注 2:因乔木只有一种,林下无灌木,表中所列草本层的多样性指数。

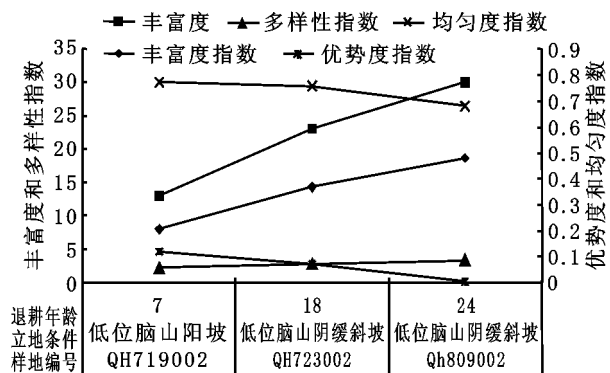


图 2 退耕地中不同类型华北落叶松人工群落物种多样性变化

从表 3 可以看出,丰富度随着林龄而从 7 龄时的 14 种增加到 24 龄时的 30 种;与此同时,草本层的优势度、均匀度均随着林龄增加而由 17 龄时的 0.121、0.770 分别下降至 24 龄时的 0.004、0.679。可见 24 龄时的人工华北落叶松林的植物种类还正处在发展变化之中,由于没有天然林作为借鉴,因此其发展趋势目前还很难断定。但是,随着林龄的继续增加,林分的逐渐郁闭,林下灌、草层种类会发生较有利于耐荫植物出现的变化,种类数量会下降。

3.3 耕地-退耕地-天然林地物种多样性变化

从表 4 可以看出,从耕地到退耕地到天然林地,物种丰富度呈增加态势,生态优势度下降,多样性指数、均匀度逐步提高。同时,从图 3 可以看出,就不同起源地的群落来看,不管是物种多样性、物种丰富度,还是物种均匀性,天然林总是遥遥领先,退耕地相对较小,但已较为接近,耕地最小。退耕地的 Shannon 多样性指数 H' 、物种丰富度指数 R_o 、均匀度指数 E 与天然林的比值分别为 98.6%、90.1%、74.20%,而耕地仅为 76.5%、67.0%、29.0%。

表 4 耕地、退耕地与天然林地物种多样性指数变化特征

	多样性指数	丰富度	丰富度指数	多样性指数	优势度指数	均匀度指数
退耕地	平均值 2.762	21.500	12.825	0.848	1.545	
	标准差 0.480	6.829	4.335	0.506	0.551	
天然林地	平均值 3.922	23.875	13.001	0.922	2.083	
	标准差 1.194	7.954	3.711	0.400	0.434	
耕地	平均值 2.219	16.000	9.941	0.200	0.605	
	标准差 0.502	4.967	3.086	0.108	0.119	

注 3:均为低位脑山阳坡立地类型。

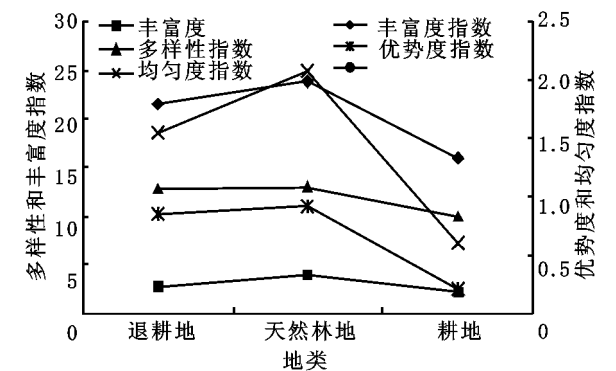


图 3 耕地、退耕地与天然林地物种多样性变化特征

退耕地植物物种多样性指数在这一序列中,已高于其“出生地”的耕地,而与天然林地较为接近,反映出退耕地植物正通过地上部分的作用,在群落中发挥着重大的作用。分析其原因,一方面是由于天然林为多年自然竞争的结果,而且群落结构完整,层次结构明显,物种丰富度高,均匀度也较大,因而具有较高的物种多样性。而许多退耕地的退耕年龄也在 20 年之上,虽然有人为控制作用的影响,但因为年限较为久远,群落环境在其中起主导作用,尤其是退耕还林地,其多样性与天然林相差不大。而耕地为人为耕作地块,作物成分单一,层次结构单一,作物的优势地位明显,其最低的生物多样性也是理所当然的。从对不同起源地的物种多样性的分析中,可以看出退耕还林还草工程的合理性,退耕还林还草工程不但对于保护脆弱的生态环境方面有着重要的作用,对于保护生物多样性,保护物种资源、促进群落的稳定方面也发挥着不可忽略的作用。

上述研究结果表明,不管在耕地、退耕还林地、天然次生林地的序列中,还是在退耕还林地从低龄林向高龄林的发展过程中,物种多样性经历了一个物种丰富度、多样性“小-大-小”,而优势度、均匀度“大-小-大”的变化过程。退耕地在初期均经历了物种数较少的阶段,随后许多先锋植物侵入,而使植物种类骤增;在植被发育过程中,林下植被由阳性、中生向耐荫逐步发展过渡,种类数量随着郁闭过程也在不断减少;在达到当地顶级群落-青海云杉林后,林下灌、草种类十分稀少,而只分布着十分耐荫的藓类(山羽藓等),此时物种数又下降到很小的阶段。这一现象符合:由次生裸地(如退耕地)开始,植物经历繁殖体传播、定居、群聚、竞争、反应和稳定形成群落过程中,由非生物生态学环境起主导作用,逐渐转变成生物生态学环境(群落环境)起主导作用下,形成植物种类有规律组成的群落学基本规律。物种多样性的这些变化规律,反应了北温带高海拔地区的植物群落学特征,也为仿拟自然林提供了可供借鉴的依据。

这也说明在物种多样性评价时,要充分考虑到植物群落演替的规律性,即多样性指数多为单峰曲线(向上或向下)的特征,不能认为物种多样性越高越好。因为就大通县来看,

(下转第 106 页)

范,在生长季节补灌 2 次,分别为拔节期和大喇叭口期。全灌次灌水量 $300\text{ m}^3/\text{hm}^2$,隔沟灌次灌水量 $150\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 。根据种植前、收获后土壤含水量、灌水量及土壤容重,计算不同灌溉方法的水分生产效率。隔沟灌地膜玉米的水分利用率达到 $2.26\text{ kg}/\text{m}^3$,较全灌 $2.01\text{ kg}/\text{m}^3$ 和不灌 $1.63\text{ kg}/\text{m}^3$ 分别提高了 12.44 %和 38.65 %。说明隔沟灌较全灌的水分生产效率较高。详见表 5。

表 5 不同灌溉方法地膜玉米水分生产效率计算

灌溉方法	产量/ ($\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$)	种前土壤 含水/mm	收获后土壤 含水/mm	生育期 降水/mm	生育期灌水量 ($\text{m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$)	作物生育期总 耗水/($\text{m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$)	水分生产效率 ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)	较不灌溉 增加/%
隔沟灌	7286.55	218.92	151.92	225.2	300	3222	2.26	38.65
全 灌	7295.85	218.92	140.44	225.2	600	3636.8	2.01	23.31
不灌溉	5270.85	218.92	120.11	225.2	0	3240.1	1.63	

3 结果与讨论

试验结果表明,隔沟灌与全灌相比,产量相近,水分利用效率增加了 12.44 %,但用水量只有全灌的一半;与不灌溉相比,经济产量和水分利用效率分别增加了 38.24 %和 38.65 %。由此可以看出,隔沟灌溉技术不仅效果明显,而且技术简单、使用和方便,比较适合宁南山区的地膜玉米补充灌溉。该技术的推广应用必将对宁南山区的农业种植产生深远影响。

3.1 技术特点

(1)操作技术简单、易学、易懂。

参考文献:

[1] 吴普特,黄占斌,等.人工汇集雨水利用技术研究[M].郑州:黄河水利出版社,2002.
[2] 水利部农村水利局农水处.雨水集蓄利用技术与实践[M].北京:中国水利水电出版社,2001.
[3] 水利部农村水利局.农村集雨工程简明读本[M].北京:中国水利水电出版社,2001.

(上接第 103 页)

物种丰富度指数最高的阶段,往往为植物群落演替的中间阶段,此时植物层次较多,一般有乔、灌、草层,甚至乔木层也可分为 2 个亚层,植物种类由于林分密度不高而得以剧烈增加,此时不仅有先锋阶段的残余植物,还有过渡阶段的适生植物,更有耐荫植物不断出现。顶极阶段植被虽然与先锋阶段植被的物种多样性具有许多相似的特征,但却存在着质的区别。先锋阶段植物多样性较低,但植物类型多为阳性植物,虽然抗逆性强,但处于演替的前期,稳定性差,终究要被后期演替植物替代;而处于顶极阶段的植被,虽然多样性也较低,但多为耐荫植物,稳定性强,处于演替的顶极阶段,能够自我维持,永续繁衍。

4 结论与讨论

(1)从对不同时间序列上的群落的物种多样性的比较中

参考文献:

[1] 朱金兆,周心澄,胡建忠.试论退耕还林还草工程可持续发展的主要途径[J].北京林业大学学报(社会科学版),2003,(2):36-39.
[2] 王义弘,李俊清,王政权.森林生态学实验实习方法[M].哈尔滨:东北林业大学出版社,1990.
[3] 林业部调查规划院.森林调查手册[M].北京:中国林业出版社,1981.
[4] 李博.植物群落的调查与分析[A].见:姜恕.草地生态研究法[M].北京:农业出版社,1989.
[5] 宋永昌.植被生态学[M].上海:华东师范大学出版社,2001.
[6] 陈廷贵,张金屯.十五个物种多样性指数的比较研究[J].河南科学,1999,17(专辑):55-57
[7] 张丽霞,张峰,上官铁梁.芦芽山植物群落的多样性研究[J].生物多样性学报,2000,8(4):361-369.
[8] 黎云祥,等.二滩水库区陆生植物群落物种多样性研究[J].四川师范学院学报,1998,19(1):44-59.
[9] 郑元润,大青沟森林植被群落物种多样性的研究[J].生物多样性,1998,6(3):191-196.

表 4 隔沟灌玉米植株高度记录

cm

观测日期	07-03	08-18	09-02	09-15	平均	较不灌溉增加 %
隔沟灌	217.33	235.71	235.14	231.33	229.88	1.74
全 灌	223.42	242.96	240.11	239.17	236.42	4.63
不 灌	216.22	231.17	229.87	226.52	225.95	

(2)技术设备要求简单,一般需要一台小型潜水泵或离心泵和 50 m 左右塑料输水管即可。

(3)省水,次灌水量 $150\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 左右。

(4)运行管理方便,较适合于一家一户的运行。

(5)投资较小,每套设备投资 300 元左右,一般家庭都可以自己投资购买。

(6)灌溉效果较好。

3.2 适用条件

(1)靠近水源较近,水量较大,一般应大于 40 m^3 。(2)土地地面平整,平均坡度小于 3° 。(3)适合于沟垄种植的作物的灌溉,如地膜玉米、沟垄土豆等。