

兰州市北山无灌溉区植被恢复效益初步研究

李茂哉

(甘肃省林业科学技术推广总站, 甘肃 兰州 730046)

摘要: 以甘肃省林业科学技术推广总站徐家山后山试验基地及皋兰山的部分山地为例, 对人工植被、封育区、对照区群落的植被盖度、不同物种的重要值、群落的多样性进行了调查分析。结果表明, 在以兰州市北山为代表的干旱地区进行无灌溉造林, 只要树种选择得当, 造林技术措施正确, 生态环境可以逐渐得到改善; 另外, 封育也是这一地区植被恢复的有效途径。人工植被物种的重要值的大小排序是: 柠条 > 红柳 > 侧柏 > 沙冬青 > 白刺 > 野枸杞 > 山杏 > 山桃。红砂、合头草无论在任何情况下都能以优势种出现, 是能够较强适应当地环境的植物。人工植被的物种多样性指数、群落的均匀度指数和物种的丰富度指数与封育区比较接近, 与对照区差异较大。通过相似性比较, 人工造林地、封育区与对照区在相似性方面均有较大差异, 随着植物种数量和种类的不断增加, 三者会表现出更大的差异性。

关键词: 无灌溉; 人工植被; 封育; 植被恢复; 效益评价; 兰州市北山

文献标识码: A 文章编号: 1000-288X(2008)01-0150-04 中图分类号: X171.4, Q948.15+6

Preliminary Study on the Benefits of Non-irrigation Vegetation Restoration in the North Mountain Area of Lanzhou City

LI Mao zai

(General Extension Station of Forestry Science and Technology of Gansu Province, Lanzhou, Gansu 730046, China)

Abstract: By taking parts of Mt. Gaolan and the Xujiashan Experimental substation, General Extension Station of Forestry Science and Technology of Gansu Province as examples, the coverage of vegetation communities, important value of different communities, and species diversity in artificial vegetation region, enclosed region, and contrast region were investigated. The result indicates that as long as the tree varieties are properly chosen and technological measures for afforestation are suitable to local conditions, the ecological environment in the area similar to that in the north mountain of Lanzhou City can be gradually improved. In addition, the enclosure measure is proved to be an effective way for vegetation restoration in the region. The artificial vegetation species, in terms of their important values, rank in the descendant order of *Caragana microphylla*, *Tamarix ramosissima*, *Platycladus orientalis*, *Ammopiptanthus mongolicus*, *Nitraria sibirica*, *Lycium chinense*, *Prunus aymeniaca*, and *Prunus daridiana*. Under any circumstance, *Reaumuria soongorica* and *Sympegma regelii* Bge are dominant species, showing a strong adaptation to local environment. Diversified index, evenness index, and richness index of artificial vegetation are close to those in enclosed forest region and differ greatly from those in contrast region. Using comparability comparison methods, we can conclude that artificial vegetation region, enclosure region and contrast region have greater differences in the comparability analysis. With the constant increase of species quantity and types in forest, the three areas themselves will demonstrate greater differences.

Keywords: non-irrigation; artificial vegetation; enclosed region; vegetation restoration; benefit value; the north mountain of Lanzhou City

收稿日期: 2007-01-26

修回日期: 2007-06-07

资助项目: 甘肃省科技攻关项目(2GS064-A41-003-03)

作者简介: 李茂哉(1957-), 男(汉族), 甘肃省榆中县人, 高级工程师, 长期从事林业科研与推广工作。E-mail: gsllylmz@163.com。

甘肃省地处黄土、蒙新、青藏 3 大高原交汇处, 气候干燥, 降水稀少, 植被稀疏, 生态严重恶化。降水稀少的干旱实际情况, 已经成为甘肃省造林绿化和植被恢复与重建的障碍性因素。在干旱无灌溉区进行造林是该省生态建设的重要内容, 也是我们进行植被恢复与重建的重点、难点问题。就兰州市南北两山来说, 已经绿化成林的, 几乎绝大多数都属于黄河水提灌后进行的灌溉水造林, 干旱条件下的非灌溉造林成功的很少。半个多世纪以来干旱造林的实践使人们认识到: 这里的植被恢复与重建绝非一蹴而就的事, 也绝非是照搬其它地方造林绿化经验就能见效的事。

2001 年甘肃省林业科学技术推广总站结合兰州市南北两山环境绿化工程开展了耐旱、耐盐碱、抗逆性强植物筛选; 天然降水资源化利用; 抑制无效蒸发技术、蒸腾技术; 土壤生化改良技术; 防护林空间配置和植物结构与调控技术以及新材料、新技术在恶劣立地条件植被建设中的应用等方面的试验研究, 取得了突出的成就。但是, 对它们在植被恢复效益评价方面的研究相对较少。本文对以兰州市北山无灌溉造林地及其周边山地为主要研究对象, 对该地植被恢复情况效益进行了初步的研究, 以期对兰州市南北两山植被建设提供理论参考和科学依据。

1 研究区概况

试验地设在位于兰州市徐家山后山甘肃省林业科技推广总站干旱造林基地及皋兰的部分山地。土壤为黄土母质上发育而成的淡灰钙土, 土壤 pH 值 8.0~ 8.6, 有机质含量 0.5%。年均气温 8.9 °C, 绝对最高气温 39.3 °C, 绝对最低气温 - 23.1 °C, ≥ 10 °C 积温 3 242 °C, 年均相对湿度 58% 左右, 干燥度 1.2 ~ 2.6。年均降水量 327.7 mm, 无霜期 185 d。植被类型为干草原向荒漠草原过度地带。原生植被以荒漠草原植被为主, 由多年旱生丛生的低矮禾草, 旱生灌木和小半灌木组成, 其生物多样性贫乏, 种群结构简单。在正常情况下阳坡出现荒漠草原景观, 而阴坡则表现为干草原景观。

2 研究方法

一般情况下, 植被或群落的生态效益以群落的植被盖度、不同物种的重要值、群落的多样性、群落的稳定性以及其水土保持方面的效应来反映。本研究拟从这几个方面对兰州市北山植被建设的效益做初步的评价。

2.1 样地的设立及调查

选择具有代表性地区作为调查地, 采用随机抽样的方法进行调查取样。

人工植被主要是经过工程造林后的造林地。本研究选择的人工植被是 2001 年我们开展南北山造林绿化的造林地, 整地方式为鱼鳞坑, 树穴覆膜, 大小为 60 cm × 80 cm, 容器苗造林。树种选择为柠条、红柳、侧柏、沙冬青、白刺、野枸杞、山杏、山桃等树种。样方面积为 20 m × 20 m。

封育区主要是未人工造林但经过了封育的区域。封育区选择在了高速公路两侧、护林房周围等人畜不能到达的地方, 同时设置铁丝围栏加以保护, 植物种类主要以针茅、紫菀为主。样方面积为 10 m × 10 m。

对照区是既未经过人工造林又未经过封育的区域。对照区位于皋兰同等类型区, 初期物种种类与封育区相同。样方面积为 10 m × 10 m。

调查内容包括乔灌木树种的种类、株数、树高、冠幅、盖度或草本植物的种类、密度、盖度、高度、多度。同时对样地的立地条件(地理位置、坡度、坡向、坡位、土壤等)进行详细的记载。

本研究共设置样方 45 个, 每年对样地进行调查取样, 本文所用数据为 2 a 平均值。

2.2 样地指标的计算

2.2.1 植被盖度的计算 植被盖度通常采用样方内植物遮盖地面的面积与该样地面积的百分比, 即植被盖度 = 样方内植物遮盖地面的面积 / 样地面积 × 100%^[1]。

2.2.2 物种的重要值计算 物种的重要值是以综合数值来表示植物在群落中的相对重要性, 通常用 I_V 表示^[2]。

$$I_V = D_E + F_O + R_H$$

式中: D_E ——植物的相对密度, 以其在样方内的个体数占所有种的个体数的百分比表示; F_O ——植物的相对频度, 以植物种的频度占所有种的频度的百分比表示; R_H ——植物的相对优势度, 以植物种的盖度占所有种的盖度的百分比表示。

对于灌木林, 通常以相对盖度代替相对优势度, 即: 相对盖度(R_C) = 样地内该种的盖度 / (林分郁闭度 + 林下植被盖度) × 100%。

2.2.3 植物的多样性计算 植物的多样性表示了群落中植物的多少和每个植物种的相对密度即物种的丰富度和物种的均匀度。通常采用 Shannon — Wiener 指数(信息多样性指数)和 Simpson 指数(生态优势度)来表示^[3-4]。Shannon — Wiener 指数用来

描述植物种的个体出现的紊乱和不确定性,不确定性越大,多样性也就越高; Simpson 指数是对多样性的反面集中性的度量。

Shannon—Wiener 指数: $H = - \sum P_i \ln P_i$

式中: H ——Shannon—Wiener 指数; P_i ——第 i 种植物种的个体数与全部植物种的个体数的百分比。

Simpson 指数: $D = \left[\sum (n_i - 1)N / (N - 1) \right]$

式中: D ——Simpson 指数; n_i ——第 i 种植物的个体数; N ——全部植物种个体总数。

2.2.4 植物群落的均匀度计算 群落的均匀度通常采用 Alatalo 指数(E_A)和 Pielous 指数(E_P)表示^[5]。

$E_A = (1/D - 1) / (e^H - 1)$, $E_P = H / \ln S$

式中: H ——Shannon—Wiener 指数; D ——Simpson 指数; S ——物种总数。

2.2.5 植物群落的丰富度指数 植物群落的丰富度指数采用 Margalef 指数(O)表示^[5]

$O = (S - 1) / \ln N$

式中: S ——植物种总数; N ——全部植物种个体数总和。

2.2.6 植物群落的相似性指数 植物群落的相似性指数 C

$C = Z_i / (a + b)$

式中: Z_i ——为 2 个群落的共有种在各群落中重要值的总和; a, b ——分别为 2 个群落中所有重要值的总和^[5]。

3 结果与分析

3.1 植被盖度

兰州市北山从 2001 年开始大规模进行无灌溉造林,涉及兰州市 3 县 4 区,面积达 $2.2 \times 10^4 \text{ hm}^2$,时至今日已初具规模,生态建设初见成效。以适生乡土树种为主的人工造林和以封育为主的封山育林对提高兰州市北山植被盖度,改善生态环境发挥了重要作用。本试验研究所涉及的 45 个样方中,人工植被平均植被盖度为 44.7%,封育区平均植被盖度 62.7%,对照区平均植被盖度仅为 28.1%。人工植被盖度高于 30% 以上的 13 个,封育区植被盖度高于 30% 以上的 14 个,高于 50% 以上的 11 个,而对照区基本在 30% 以下,甚至更低。各植物群落植被盖度和统计结果详见表 1。

在人工干预和自然恢复的情况下,植被盖度均有大幅度增加。人工植被植被盖度增加相对较低,一方面是由于造林地整地在一定程度上破坏了原有天然植被,另一方面是因为适生耐旱造林树种叶面积相对

较小,生长缓慢,短时间内植被盖度增加幅度相对于封育区来说较小。封育区由于农民经济收入的变化,乱垦、乱砍、乱牧、乱铲草皮的现象大大减少,植物种类由封育初的本氏针茅(*Stipa bungeana*)、阿尔泰紫菀(*Aster altaicus*)、红砂(*Reaumuria soongorica*)、枸杞(*Lycium chinese*)、合头草增加为阿尔泰紫菀、红砂、枸杞、合头草、本氏针茅、短花针茅(*S. breviflora*)、小黄菊(*Pyrefhrum* sp.)、黄花补血草(*Limoninum aureum*)、白刺(*Nitraria* sp.)、红柳(*Tamarix chinensis* Lour)、蒙古莠(*Caryopteris mongolica*)、白毛锦鸡儿(*Caragana licentiana*)、胡枝子(*Lespedeza bicolor*)等,植被盖度大幅度上升效果极为显著。因此干旱无灌溉区,除在特殊要求的地方进行必要的人工造林外,实施封山育林工程应当是干旱气候条件下植被恢复的首选途径。

表 1 群落盖度统计结果

群落盖度	< 30%	30% ~ 50%	50% ~ 70%	> 70%
人工植被样方数	2	8	5	0
封育区样方数	1	3	11	0
对照区样方数	15	0	0	0
合计	18	11	16	0

3.2 物种的重要值

群落中物种的重要值反映了该物种在群落中的地位和作用,重要值越大,说明该物种在群落中占有绝对的优势,也反映了该物种对生境的适应性越强。重要值越大的物种往往会在群落中形成优势种,因而会对本群落的结构和其生长的环境起到控制作用。如表 2 所示的人工植被中,物种的重要值大小排序是:柠条> 红柳> 侧柏> 沙冬青> 白刺> 野枸杞> 山杏> 山桃,这一排序也反映了物种对环境适应能力的大小。可见,该地造林的优势种应该是以柠条、红柳、侧柏、沙冬青、白刺等耐旱性强的乡土树种为主,也说明该地无灌溉造林树种选择的正确性。

表 2 人工植被物种重要值

植物名称	相对频度	相对优势度	相对密度	重要值
柠条	0.533 3	0.165 7	0.231 9	0.930 9
红柳	0.666 7	0.081 1	0.181 6	0.929 4
白刺	0.266 7	0.205 8	0.094 1	0.566 6
沙冬青	0.466 7	0.090 3	0.168 5	0.725 5
山杏	0.133 3	0.139 7	0.059 1	0.332 1
山桃	0.066 7	0.097 7	0.043 8	0.208 2
侧柏	0.533 3	0.078 7	0.135 7	0.747 7
野枸杞	0.200 0	0.140 9	0.085 3	0.426 2

表 3 所列出的封育区的各植物种的重要值所反映的情况和实地测试的结果完全一致。在封育较好的地段, 灌木常以红砂、合头草、枸杞为主, 草本以本氏针茅为主, 成为能够较强适应当地环境的优势种, 对于改善该地植被覆盖度起到了很好的作用。而小黄花菊、黄花补血草、胡枝子等草本植物的出现, 也反映了物种生境的改善, 说明封育对于提高植被覆盖度, 增加物种数量都有积极的作用。

表 3 封育区物种重要值

植物名称	相对频度	相对优势度	相对密度	重要值
紫菀	0.266 7	0.016 6	0.048 8	0.332 1
红砂	0.933 3	0.525 1	0.326 2	1.784 6
枸杞	0.533 3	0.041 3	0.083 9	0.658 5
合头草	0.466 7	0.334 9	0.201 2	1.002 8
本氏针茅	1.000 0	0.048 3	0.212 9	1.261 2
小黄花菊	0.266 7	0.009 3	0.035 2	0.311 2
黄花补血草	0.133 3	0.005 7	0.021 5	0.160 5
胡枝子	0.133 3	0.006 7	0.029 3	0.169 3

对照区由于没有采取任何措施, 因而物种结构简单, 数量相对减少(如表 4 所示)。但是各物种重要值所反映的事实表明, 红砂、合头草是干旱地区适应性很强的灌木树种, 无论在什么情况下, 都能以优势种出现, 所以也是干旱区在进行植被建设过程中应当重点选择的造林树种。

表 5 物种多样性特征

植被名称	Shannon—Wiener	Simpson 指数	Alatalo 指数	Pielous 指数	Margalef 指数
人工植被	1.956 4	0.844 9	0.350 2	0.352 3	1.282 4
封育区	1.807 4	0.794 1	0.300 9	0.319 4	1.107 8
对照区	1.172 1	0.385 8	0.175 3	0.187 9	1.142 9

3.4 群落的相似性

群落的相似性指数反映了不同群落在物种组成和其重要性方面的相似程度。通过对人工植被与封育区, 人工植被与对照区, 封育区与对照区进行相似性对比(如表 6 所示), 发现人工植被与对照区的相似性指数较大, 为 0.936 7, 而人工植被与封育区、封育区与对照区的相似性指数很小。这种现象说明人工干预和封育管护后, 人工植被与封育区的植物组成都有所变化, 物种数量和种类都有所增加。这与实地调查的结果基本相一致, 当然, 三者之间的相似性指数会随着林地物种数量和种类的不断增多, 表现出很大的差异性。

表 4 对照区物种重要值

植物名称	相对频度	相对优势度	相对密度	重要值
本氏针茅	0.066 7	0.014 6	0.081 1	0.162 4
紫菀	0.066 7	0.021 8	0.081 1	0.169 6
红砂	0.666 7	0.747 6	0.594 6	2.008 9
枸杞	0.133 3	0.142 4	0.108 1	0.383 8
合头草	0.266 7	0.073 6	0.189 2	0.529 5

3.3 物种多样性特征

群落的植物组成和物种数量的不同, 导致了各群落之间结构的差异性。群落的物种多样性特征反映了不同群落的稳定性差异。所调查的 45 个样方中共涉及 18 个科 25 个属的植物。

由表 5 反映的不同林地的物种多样性指数、群落均匀度指数和物种的丰富度指数可以看出, 人工植被的物种多样性指数、群落的均匀度指数和物种的丰富度指数与封育区比较接近, 与对照区差异较大, 这是由于人工干预和封育为植物的生长创造了良好的环境条件, 因此物种的数量、种类都在一定程度上有所增加。说明在干旱地区, 只有通过正确的手段, 在遵循自然规律的前提下, 选择适生抗旱树种和封育管护的方法进行植被的恢复与重建, 必将会收到事半功倍的效果。

表 6 群落相似性对比

植被名称	封育区	对照区
人工植被	0.230 8	0.936 7
封育区	—	0.470 6
对照区	—	1.000 0

4 结论

(1) 在兰州市以北山为代表的无灌溉区地区进行植被恢复与重建, 除特殊要求的地方进行必要的人工造林外, 实施封山育林工程应当是干旱气候条件下植被恢复的首选途径。

(下转第 157 页)

饮水安全的重要手段^[13]。目前, 饮用水源地流域已经被列为国家生态建设重点工程, 以小流域为单元采取综合措施防治水土流失和控制农业面源污染, 积极推进生态清洁型小流域治理工程。该项目区总面积为 30 089.43 hm², 水土流失面积为 13 667.42 hm², 有大小侵蚀沟 1 029 条, 土壤侵蚀模数为 3 500 t/(km²·a)。

项目区建设的主要任务是治理水土流失面积 12 551.53 hm²。其中等高耕作 3 666.06 hm², 水平梯田 200 hm², 坡式梯田 300 hm², 地埂植物带 447.54 hm²; 营造水土保持乔木林 2 943.58 hm², 水土保持灌木林 1 649.08 hm², 栽植经济林果 355.72 hm², 封禁治理 2 989.55 hm²; 治理侵蚀沟 1 023 条, 修谷坊 4 457 座, 开挖截水沟 5.2×10⁵ m, 修塘坝 4 座; 修农道 4.4×10⁴ m, 建水保科技示范区一处, 修围栏 40 km。项目总动用土石方 1.4×10⁷ m³, 苗木 9.0×10⁶ 株, 投工 1.17×10⁶ 个, 项目建设总投资 2.87×10⁷ 元。

工程建设期末, 治理的程度由 6.15% 提高到 91.84%, 森林覆被率由 51.56% 提高到 66.82%, 各项水土保持措施通过拦蓄、减缓地表径流, 增加土壤入渗, 每年可增加水资源利用量 1.18×10⁷ m³, 蓄水效益达到 57.36%。各项措施减少土壤侵蚀量 4.34×10⁵ t, 保土效益达到 90.64%, 减少水库泥沙淤积, 土壤中的氮、磷、钾、有机质也免于流失, 延长了饮用水工程使用寿命, 对改善流域水质和城市的饮用水安全发挥了重要作用。

(上接第 153 页)

(2) 人工干预和自然恢复的情况下, 林地植被盖度、植物种类和数量均都有大幅度增加。

(3) 人工植被物种的重要值的大小排序是柠条 > 红柳 > 侧柏 > 沙冬青 > 白刺 > 野枸杞 > 山杏 > 山桃, 这一排序反映了物种对环境适应的大小。

(4) 红砂、合头草无论在任何情况下, 都能以优势种出现, 是能够较强适应当地环境的植物, 是干旱区在进行植被建设过程中应当重点选择的造林树种。因此, 应采用蒸腾耗水量少而抗逆性强, 适应性广的乡土灌木树种造林, 易于成活, 绿化见效快又可长期稳定。

(5) 人工植被的物种的多样性指数、群落的均匀度指数和物种的丰富度指数与封育区比较接近, 与对照区差异较大。

(6) 人工植被与对照区的相似性指数较大, 为

[参 考 文 献]

- [1] 吴希媛, 张丽萍. 坡地水土流失对水体富营养化贡献的研究进展. 水土保持研究[J]. 2006, 13(5): 296—298.
- [2] 杨萍果, 毛任钊, 侯美亭. 区域农业非点源污染的趋势与控制对策[J]. 农业系统科学与综合研究, 2007, 23(1): 52—60.
- [3] 李春艳, 华德尊. 二龙山水库水体富营养化的研究[J]. 环境科学研究, 2002, 15(3): 1—6.
- [4] 李春艳, 华德尊, 张莉. 二龙山水库水质富营养化及削减规划研究[J]. 环境科学研究, 2002, 15(3): 7—10.
- [5] 张颖, 杨伟光, 吴昊, 等. 二龙山水库水质变化趋势评价研究[J]. 东北农业大学学报, 2004, 35(6): 708—711.
- [6] 黑龙江省土地管理局, 黑龙江省土壤普查办公室. 黑龙江土壤[M]. 北京: 农业出版社, 1992.
- [7] 段亮, 段增强, 夏四清. 农田氮磷向水体迁移原因及对策[J]. 中国土壤与肥料, 2007(4): 6—11.
- [8] 张绪美, 董元华, 王辉, 等. 江苏省畜禽粪便污染现状及风险评价[J]. 中国土壤与肥料, 2007(4): 12—15.
- [9] 孙雪文, 樊华. 二龙山流域水土流失遥感现状调查与分析[J]. 黑龙江水利科技, 2003(4): 104—106.
- [10] 毕小刚, 杨进怀, 李永贵, 等. 北京市建设生态清洁型小流域的思路与实践[J]. 中国水土保持, 2005, 5(1): 18—20.
- [11] 孙宇, 张永春. 利用河流的环境容量控制太湖流域农村面源污染[J]. 中国水土保持, 2005(10): 39—41.
- [12] 姚云鹏, 陈芳清, 许文年, 等. 生态河流构建原理与技术[J]. 水土保持研究, 2007, 14(2): 135—138.
- [13] 杨爱民, 段淑怀, 刘大根, 等. 水土保持的水环境效应研究[J]. 中国水土保持科学, 2007, 5(3): 7—13.

0.936 7, 而人工植被与封育区, 封育区与对照区的相似性指数很小。随着林地物种数量和种类的不断增加, 三者会表现出更大的差异性。

[参 考 文 献]

- [1] 孙濡泳, 李博, 尚玉昌, 等. 普通生态学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1997.
- [2] 迎倩, 马克平. 生物多样性研究的原理与方法[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1994.
- [3] 王国梁, 刘国彬, 侯喜禄. 黄土高原丘陵沟壑区植被恢复重建后的物种多样性研究[J]. 生态学报, 2002, 20(2): 182—187.
- [4] 杨光, 孙保平, 赵廷宁, 等. 黄土高原丘陵沟壑区退耕还林工程植被恢复效益研究[J]. 干旱区资源与环境, 2006, 20(2): 165—170.
- [5] 赵岷阳, 苏宏斌. 论干旱气候条件下甘肃无灌溉区植被恢复与重建[C]. 兰州: 甘肃省科技年会论文集, 兰州大学出版社.