

## 宁夏盐池县不同荒漠化治理措施生物多样性研究

乔 锋<sup>1</sup>, 张克斌<sup>1</sup>, 张维军<sup>2</sup>, 李 瑞<sup>1</sup>, 杨俊杰<sup>1</sup>

(1. 北京林业大学水土保持学院, 北京 100083; 2. 盐池机械化林场, 盐池 751500)

**摘 要:** 采用  $\alpha$ -多样性指数即 Shannon-Wiener 指数、Simpson 指数、群落均匀度指数  $J_{sw}$ 、生态优势度和  $\beta$ -多样性指数(相似性系数  $C_j$ ), 通过对比不同荒漠化治理措施(人工封育、退耕还林、撂荒地)固定样地生物多样性变化, 对宁夏盐池县草原群落进行了研究。结果表明: (1) 随着撂荒年限的延长, 撂荒地植物群落趋于稳定、均匀, 但更新速度较慢。(2) 采用人工封育措施的样地,  $SW$  和  $J_{sw}$  多样性指数由外围(对照)、边缘、核心依次增大, 经过两年封育后多样性指数排序变为边缘>核心>外围(对照), 草场破坏相对严重的边缘区植被得到了很快的恢复。(3) 退耕还林样地, 2001 年实施了退耕还林后植物恢复很快, 群落向趋于复杂稳定的方向发展。群落发生了明显的演替。2002 年退耕还林样地群落稳定性变差, 更新速度缓慢。此外, 还进一步分析了引起植物多样性变化的主要原因。

**关键词:** 农牧交错带; 盐池; 定位监测; 生物多样性

**中图分类号:** X171.1

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1005-3409(2006)02-0054-04

## The Different Desertification Controlling Measures in Yanchi County of Ningxia Hui Autonomous Region

QIAO Feng<sup>1</sup>, ZHANG Ke-bin<sup>1</sup>, ZHANG Wei-Jun<sup>2</sup>, LI Rui<sup>1</sup>, YANG Jun-jie<sup>1</sup>

(1. College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China;

2. Mechanization Forest Farm, Yanchi 751500, China)

**Abstract:** The grassland community in Yanchi county, Ningxia Hui Autonomous Region was measured by comparing the biodiversity of different fixed sample plots under the different desertification controlling measures (by converting farmland to forests, artificial fencing, and leaving land uncultivated), using the methods of  $\alpha$ -diversity index (including Shannon-Wiener index, Simpson index,  $J_{sw}$  which is community evenness indices) and  $\beta$ -diversity index (measured by similarity coefficients). The results show that: (1) along with the year of leaving land uncultivated went on, plant community in leaving land uncultivated tends to stability and evenness, but the speed of regeneration is relatively slow. (2) For the artificial fencing plots, Shannon-Wiener index and  $J_{sw}$  index changed from the order of the  $SW$  index and  $J_{sw}$  index of core area > of fringe area > of unfenced area to the order of that of fringe area > of core area > of unfenced area after two years of artificial fencing, and the grassland in marginal region that was destroyed relatively seriously was restored soon. (3) For the plots converting farmland to forests, plant restoration was fast after converting farmland to forests in 2001, and the plant community tends to complication and stability. Plant communities' succession happened significantly. In 2002 the restoration speed of communities' stability in plots of converting farmland to forests is slow. In addition, the main causes of why the biodiversity in Yanchi County became better than ever is also presented

**Key words:** ecotone of agriculture-animal husbandry; Yanchi county; in situ monitoring; biodiversity

农牧交错带(the Crop-grazing Crisscross Area), 也称半农半牧区(Semi-Agricultural and Semi-Pastoral Area), 是因自然、历史、人为等诸多因素综合而形成的在土地利用方式上耕地与草地共存, 在生产经营模式上农业与牧业并举的一种复合的生产、生活系统<sup>[1]</sup>。北方的农牧交错区是我国荒漠化的主要分布区, 也是荒漠化发生发展最为严重的区域, 其生态、经济环境极为脆弱, 自然环境敏感性很强, 承载力相对较小, 退化趋势显著<sup>[2~4]</sup>。由于自然条件恶劣、人口压力沉重、草场超载过牧、滥垦乱采等因素, 使得土地沙化仍在发展。由于荒漠化使土地生产力退化, 导致植物群落演替进程受阻, 使植被类型和群落结构退化, 使物种的数量和丰度随

着环境的日趋严酷而逐渐降低, 造成生物多样性的减少, 植被再生产能力下降, 进而加剧荒漠化土地蔓延, 加快了荒漠化的演变进程。

土地的沙质荒漠化, 不仅给当地人民生活和生产带来严重危害, 还直接威胁当地及邻近地区经济的发展。为了防治土地沙质荒漠化, 改善生态环境, 研究该县不同治理措施下生物多样性变化, 意义极为深远: 将有利于分析沙化土地消长变化的原因和防沙治沙措施的实施效益, 为各级政府制定防沙治沙对策和措施提供基础数据, 为全国和省级监测成果的分析及监测技术方法的改进提供科学依据。本文结合国家荒漠化定位监测项目, 以全国荒漠化定位监测站、退耕还林

收稿日期: 2005-05-17

基金项目: 国家林业局荒漠化监测项目(660550)

作者简介: 乔锋(1978-), 男, 山西临汾人, 硕士, 主要研究方向: 荒漠化防治与监测; 责任作者: 张克斌。

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

示范县宁夏盐池县为例, 对不同治理措施(人工封育、退耕还林、撂荒地)样地植物多样性进行计算和分析, 并进一步分析了植被恢复很快的主要原因所在。

## 1 研究地区概况

盐池县位于宁夏回族自治区东部, 地理坐标北纬 37°04' ~ 38°10', 东经 106°30' ~ 107°41' 之间。盐池县北与毛乌素沙漠相连, 南靠黄土高原, 在地理位置上属于一个典型的过渡地带。即自南向北地形上是从黄土高原向鄂尔多斯台地(沙地)过渡地带, 在气候上是从半干旱区向干旱区的过渡地带, 在植被上是从干草原向荒漠的过渡地带, 在资源利用上是从农区向牧区过渡地带。这种地理上的过渡性造成了本县自然条件资源的多样性和脆弱性特点。盐池县主要为剥蚀的准平原地形, 全县地势南高北低, 海拔高度在 1 295 ~ 1 951 m 之间, 南北明显地分为黄土丘陵和鄂尔多斯缓坡丘陵两大地貌单元。该县属于典型中温带大陆性气候, 年均气温 8.1℃, 极端最高均温为 34.9℃, 极端最低温为 -24.2℃, 年均无霜期为 165 d, 年降水仅 250 ~ 350 mm, 从南向北, 从东南向西北递减。土壤类型以灰钙土为主, 其次是黑垆土和风沙土, 此外有黄土, 少量的盐土、白浆土等。盐池县植被在区系上属于亚欧草原区亚洲中部亚区, 中国中部草原区的过渡带。植被类型有灌丛、草原、草甸、沙地植被和荒漠植被。其中灌丛、草原、沙地植被数量较大, 分布也广。盐池县内没有天然森林, 只有少量人工林乔木林和大面积灌木林, 其中包括北沙柳灌丛(*Salix psammophilica*), 小叶锦鸡儿灌丛(*Caragana microphylla*)。草原分干草原和荒漠草原, 典型草原包括大针茅(*Stipa grandis*)、长芒草(*Stipa bungeana*)、冰草(*Agropyroncrisatum*)、百里香(*Thymus serpyllum* var. *mongolicus*)等类型, 群落中常见植物种类以旱生和中旱生类型为主。荒漠植被包括川青锦鸡儿(*Caragana tibetica*)、猫头刺(*Oxytropis aciphylla*)、西伯利亚白刺(*Nitraria sibirica*)和盐爪爪(*Kalidium foliatum*)。

## 2 研究方法

### 2.1 样地设置

本研究结合“全国荒漠化定位监测”项目以及“典型地区退耕还林效益监测”项目, 依据主要土地利用(荒漠化)类型和荒漠化治理措施种类, 按照典型性、代表性和科学性的设置原则, 选择有代表性地段, 设置固定样地, 进行定位监测。样地类型包括: 人工封育区、撂荒地、退耕还林地。其中人工封育区 3 块, 分别为封育核心、封育边缘、封育外围(对照); 撂荒地 2001 年撂荒(记作: 撂); 退耕还林地包括两类, 即 2001 年退耕地 1 块(记作: 退 01)、2002 年退耕地 1 块(记作: 退 02)(依据有关技术规程)<sup>[5]</sup>, 两类样地处于不同地段; 土壤风蚀监测: 选定一定流动沙丘(几何尺寸要具有代表性), 通过地表设置固定观测桩(即 D3 和 D4)方式, 对流动沙丘移动速度进行观测。根据不同植被恢复模式及未退耕地状况, 选定有代表性地段(即退耕还林地城郊乡沟沿村和下王庄、人工封育区杨柳堡、林场西侧榆树林西)布设风蚀观测场。

### 2.2 野外调查

2002 ~ 2004 年生长季节, 进行野外样地调查, 具体方法是: 每类固定样地范围(100 m × 100 m)内, 随机设置 4 个 1 m × 1 m 样方, 共设置样方 44 个, 调查内容包括: 植物种数、株数、盖度、高度、生物量(鲜重)等; 定期观测 D3、D4 距流动沙丘背风坡距离以及积沙槽的风蚀量。

## 2.3 生物多样性测度

### 2.3.1 α多样性测度

一般来说, 将反映群落中物种丰富度和个体在各物种中分布均匀程度的指标称为 α-多样性。最常用的有如下几个计算公式:

(1) Shannon-Wiener 多样性指数<sup>[6~11]</sup>:

$$SW = 3.3219(\lg N - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^s n_i \lg n_i)$$

(2) Simpson 多样性指数<sup>[9~11]</sup>:

$$SP = N(N-1) / \sum_{i=1}^s n_i(n_i-1)$$

(3) 以 Shannon-Wiener 多样性指数为基础的均匀度计算式<sup>[9~11]</sup>:

$$J_{sw} = \frac{\lg N - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^s n_i \lg n_i}{\lg N - \frac{1}{N} [\alpha(s-\beta) \lg \alpha + \beta(\alpha+1) \lg(\alpha+1)]}$$

(4) 以 Simpson 多样性指数为基础的均匀度计算式<sup>[11]</sup>:

$$J_s = [(s-\beta)(\alpha-1)\alpha + \beta(\beta+1)\alpha] / \sum_{i=1}^s n_i(n_i-1)$$

以上(1)-(4)中:  $N$ ——群落全部个体总数;  $n_i$ ——第  $i$  个种的个体数;  $s$ ——种数  $\alpha = (N-\beta)/s$ ;  $\beta = N$  被  $s$  整除以外的余数;

### 2.3.2 群落生态优势度

生态优势度是群落水平的综合数值, 它是把群落作为一个整体把各个种的重要值总结为一个合适的度量值, 通过群落中的优势种的比重来表征群落组成结构特征。Odum (1972) 建议用 Simpson 多样性指数来测定群落的生态优势度, 其公式为:

$$SN = \sum_{i=1}^s n_i(n_i-1) / N(N-1)$$

式中参数意义同上。

### 2.3.3 β多样性测度

一般将随群落内环境异质性变化或随群落间环境变化而导致的物种丰富度和均匀程度变化的指标称为 β-多样性<sup>[12]</sup>。

相似性系数是测度群落或生境 β多样性的最简便方法, 应用最广的是早期提出的 Jaccard 指数和 Sorenson 指数

(1) Jaccard 指数<sup>[13~15]</sup>:  $C_j = j/(a+b-j)$

(2) Sorenson 指数<sup>[16~19]</sup>:  $C_s = 2j/(a+b)$

以上(1)-(2)中:  $j$ ——两个群落或样地共有种数;  $a$  和  $b$ ——样地 A 和 B 中物种数。本文应用公式(2)求算。

本文多样性指数采用 Shannon-Wiener 指数, 群落生态优势度采用 Simpson 多样性指数的倒数, 均匀度采用以 Shannon-Wiener 指数为基础的计算式。

## 3 结果分析

### 3.1 盐池县不同治理措施植被多样性变化及分析

#### 3.1.1 不同治理措施 α-多样性变化

群落的自身发展总是趋于最大限度地利用环境资源, 形成最复杂的结构特征, 以适应当地环境空间异质性。物种多样性(species diversity)是表征群落特性的重要指标, 在反映植物群落的生境差异、群落的结构类型、演替阶段和稳定程度方面均有一定的意义。群落均匀度(community evenness)是反映群落特征结构的一个指标, 在反映群落稳定性方面较有价值, 因为较稳定的群落一般其均匀度较高。但该指标最

有意义的是作为群落物种多样性指数的辅助指示同时来表征群落的生态学意义。群落均匀度和生态优势度是两个相反的概念,群落优势度越高说明群落优势种明显,优势种的个体数和盖度明显地高于一般种而使群落均匀度降低。

从表 1 可以清楚看出,2002~2004 年三年间,不同治理措施下生物多样性指数和均匀度指数均有不同提高,生态优势度不断降低,植物群落结构趋于复杂稳定,说明荒漠化各项治理措施是行之有效的。

2002~2004 年三年内,撂荒地植被  $\alpha$ -多样性发生了很大变化,各项指数均不断增加。2004 年  $SW$  多样性指数比 2002 年平均增加 49%,群落均匀程度指数变化也很明显, $J_{sw}$  约为 2002 年的 1.5 倍,说明撂荒地植物群落多样性趋于稳定,生态优势度由 0.224 0 降低到 0.100 2,反映了群落逐渐趋于均匀分布。

表 1 不同治理措施  $\alpha$ -多样性变化

| 样地<br>类型 | 2002 年  |        |          | 2003 年  |        |          | 2004 年  |        |          |
|----------|---------|--------|----------|---------|--------|----------|---------|--------|----------|
|          | $SW$    | $SN$   | $J_{sw}$ | $SW$    | $SN$   | $J_{sw}$ | $SW$    | $SN$   | $J_{sw}$ |
| 撂荒       | 0.24181 | 0.2240 | 0.5505   | 0.36043 | 0.1006 | 0.8340   | 0.36100 | 0.1002 | 0.8530   |
| 核心       | 0.0812  | 0.1717 | 0.7538   | 0.3094  | 0.1224 | 0.8098   | 0.21547 | 0.2973 | 0.6487   |
| 封育       | 0.25020 | 0.2661 | 0.6572   | 0.35948 | 0.1012 | 0.8623   | 0.31739 | 0.1260 | 0.8580   |
| 外围       | 0.21534 | 0.2931 | 0.6794   | 0.1735  | 0.6770 | 0.3702   | 0.11974 | 0.5455 | 0.5988   |
| 退耕       | 0.13672 | 0.6385 | 0.3418   | 0.23177 | 0.2909 | 0.5363   | 0.32588 | 0.1572 | 0.7973   |
| 退 02     | 0.21502 | 0.3560 | 0.5504   | 0.26799 | 0.1856 | 0.7476   | 0.18178 | 0.3931 | 0.5421   |

采取人工封育措施的固定样地植被多样性呈现规律变化,由表 1 可知,2002 年,封育区  $SW$  和  $J_{sw}$  多样性指数由外围(对照)、边缘、核心依次增大。经过两年封育后多样性指数及均匀度指数排序发生变化:边缘>核心>外围(对照),草场破坏相对严重的边缘区各项指数虽然较 2003 年有所降低但仍然高于 2002 年各项指数,生态优势度由 0.266 1 降低到 0.126 0,减少 53%,均匀度指数也由 0.657 2 增加到 0.858 0,边缘区植被群落趋于稳定均匀。多样性指数变化表明围栏封育是一种有效经济恢复植被的方法,对破坏程度较轻的地段通过围栏封育,可使退化植被在较短期内得迅速的恢复。

退耕还林样地(退 01 和退 02 样地),从表 1 可以明显看出:2001 年退耕地内植被多样性和均匀度指数一直呈现增加趋势,生态优势度逐年递减。2004 年  $SW$  比 2002 年增加 138%,生态优势度下降到 0.157 2, $J_{sw}$  增加了 2.3 倍,说明自 2001 年实施了退耕还林后植物恢复很快,群落向趋于复杂稳定的方向发展。2002~2003 年退 02 样地,多样性指数和均匀度指数有明显增加,生态优势度下降了 192%,表明退耕还林植被第一年恢复很好,到了 2004 年,多样性指数  $SW$  下降了约 147%, $J_{sw}$  减少了 72%,生态优势度指数上升到 0.393 1,说明退 02 样地群落稳定性降低,群落受外界干扰的影响较大。对比退 01 样地与退 02 样地,从侧面说明采取退耕还林治理措施是可行的。

### 3.1.2 不同治理措施 $\beta$ -多样性变化

$\beta$ -多样性包括不同群落间物种组成的差异。不同群落或某环境梯度上不同点之间的共有种越少, $\beta$ -多样性越大。 $\beta$ -多样性的生态学意义可以指示生境被物种分割的程度;其测定可用来比较不同地段上的生境多样性;和  $\alpha$ -多样性一起构成了总体多样性或一定地段的生物异质性,因此, $\beta$ -多样性测定具有重要的意义。

本文采用 Jaccard 指数来求算不同治理措施植物群落间相似性和相异性系数,列于表 2。从表 2 可看出,到 2004 年,不同治理措施下植被  $\beta$ -多样性指数均有较大的变化,随着

荒漠化治理措施的实施,植物群落间共同种在不断减少, $\alpha$ -多样性的增加说明植物群落正在发生演替,遏制了荒漠化的进一步发展。

人工封育区,随着封育措施的实施,生长在封育区外围(对照区)植物群落与生长在封育区核心和边缘的植物群落的相似程度越来越低,经过三年封育 Jaccard 指数由 0.550 0 减少到 0.533 3,反映了草场破坏相对严重的边缘区与破坏相对较弱核心区物种差异变大,边缘区植被得到了很快的恢复。

撂荒地样地 2002 年和 2003 年相似性系数为 0.366 7,2004 年与 2003 年的相似性系数为 0.727 3,增加了约 2 倍,随着撂荒年限的增加群落间相似性系数不断提高,群落的种间差异在减小,结合  $\alpha$ -多样性的增加说明,说明撂荒地植物群落趋于稳定更新速度较慢。

对于退耕还林样地类型,退 01 Jaccard 指数由 0.636 4 减少到 0.480 0,随着退耕年限的延长群落异质性不断加强,群落发生了明显的演替。退 02 Jaccard 指数由 0.500 0 增加到 0.720 0,群落相似性增加,表明退 02 植物群落稳定性较差,更新速度缓慢。

表 2 不同治理措施  $\beta$ -多样性比较

| 2002 年 |      |        |        | 2003 年 |       |        |        | 2004 年 |        |        |        |
|--------|------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 样地     | 核心   | 边缘     | 外围     | 样地     | 核心    | 边缘     | 外围     | 样地     | 核心     | 边缘     | 外围     |
| 核心     | 1    | 0.5500 | 0.3684 | 核心     | 1     | 0.5217 | 0.3000 | 核心     | 1      | 0.5333 | 0.2727 |
| 边缘     |      | 1      | 0.4375 | 边缘     |       | 1      | 0.4211 | 边缘     |        | 1      | 0.3077 |
| 外围     |      |        | 1      | 外围     |       |        | 1      | 外围     |        |        | 1      |
| 撂 02   | 撂 03 | 撂 04   |        | 退 01A  | 退 01B | 退 01C  |        | 退 02A  | 退 02B  | 退 02C  |        |
| 撂 02   | 1    | 0.3667 | 0.3929 | 退 01A  | 1     | 0.6364 | 0.5000 | 退 02A  | 1      | 0.5000 | 0.3333 |
| 撂 03   |      | 1      | 0.7273 | 退 01B  |       | 1      | 0.4800 | 退 02B  | 0.5385 | 1      | 0.7200 |
| 撂 04   |      |        | 1      | 退 01C  |       |        | 1      | 退 02C  |        |        | 1      |

注 1 表右上角是相似性系数,左下角是相异性系数;2 表格中“退 02A”代表退 02 样地 2002 年数据,“退 02B”代表其 2003 年数据,依次类推;3 表格中“撂 02”代表撂荒地 2002 年数据,“撂 03”代表撂荒地 2003 年数据,依次类推。

### 3.2 生物多样性变化成因分析

分析影响未来荒漠化发展因素,可将其分为两大类:有利因素和不利因素。有利因素包括政府重视、法律保证、工程治理、投入加大等方面。不利因素包括人口压力、执法、管理、利益驱动等方面。就盐池县来讲,近两年植被明显好于往年主要有以下两条原因:

#### 3.2.1 不同荒漠化治理措施作用(退耕还林、禁牧封育)

分析盐池县近年来荒漠化治理活动,退耕还林、全县禁牧以及大规模治沙造林等活动对于荒漠化防治起到了极大的作用。特别是自 2001 年国家退耕还林工程的实施以及自 2002 年 11 月 1 日全县范围内禁牧等荒漠化治理措施,对于植被恢复起到巨大的作用。统计表明,2001~2004 年,盐池县全县退耕还林面积累计达到 16.7 万  $hm^2$ ,加上国际援助防沙治沙项目,对于盐池县荒漠化防治工作起到了极大的推动作用。另外,2004 年为尽快改善草原生态环境,草原围栏建设被国家确定为保护、建设、合理利用草原的一项重要内容,写进了今年 3 月刚刚颁布的中国新《草原法》。由于宣传有力、执法严肃、管理得当,自禁牧措施实施以来,在盐池全县范围内基本上杜绝了放牧现象,这极大地促进草原建设,有效遏制土地荒漠化。

#### 3.2.2 气候作用

总结分析盐池县自 2002 年以来植被恢复原因,在充分肯定荒漠化治理措施作用的基础上,应对气候作用做出全面准确的估计。降水对植物种子萌发、生长和繁殖以及分布都有较大的影响。由于土壤和大气干旱使有些植物种子得不到

发芽的机会。许多先锋植物如沙蓬、虫实等在春天遇到充足降水的时候,可以观测到大量幼苗破土而出并成片生长。生长季节植物如果得不到足够的降水供应,那么植物或对土壤养分条件要求严格的植物发育不良或干旱的死去。

表 3 列出了盐池县多年平均降水量以及 2002 年、2003 年及 2004 年实际降水状况。从中可以看出,对于盐池县而言,2002 年和 2003 年是明显的丰水年。2002 年全年降水量比多年降水量平均值多 111.6 mm,水高出多年平均值的 38.8%。2004 年降水量总量仅为 283 mm,低于多年平均年降水量 45 mm,比 2002 年全年降水量少 116.8 mm,比 2003 年少 19.1 mm,尤其是 3~5 月仅为 28.8 mm,春季降水总量和多年平均比较减少了 23.8 mm,不足 2002 年的 31%,2003 年的 39%。特别是种子萌发最重要的 4 月,2004 年降水仅为 1.1 mm,不及同期多年平均降水量的 54.8%,从图 1 我们可以明显的看出 2004 年发生了严重的春旱不利于种子萌发及植被恢复。这也是 2004 年多样性均匀度指数减少生态优势度增加的原因之一。但是,2004 年盐池县在植物生长季节 4~7 月降水量达到 152 mm,虽然低于同期 2002 年 259 mm,2003 年 171.2 mm,还是比同期多年平均平增长 17.9%。植被生长期雨水的良好补充有利于植被的恢复。

根据 2001~2004 年调查风蚀和沙丘移动观测数据,土壤风蚀及沙丘移动速度每年递减趋势。采用集沙槽观测,2003~2004 年土壤风蚀量为 85.48 kg,仅为 2002~2003 年土壤风蚀量的 1/10(875.4 kg)。流动沙丘移动速度也由原来的 4.96 m/a 降到 1.86 m/a。

基于上述分析,在政府重视、全面禁牧政策的实施以及《防沙治沙法》保障下,随着“退耕还林工程”和“三北”防护林建设四期工程等项目的实施,国家投入水平大幅度提高,如果能做到严格执法,全面认真落实禁牧政策并加强工程退耕还林还草管理,在保证人民生活水平逐步提高基础上,盐池县荒漠化土地将会得到全面治理,其生态环境将得到明显改善,否则盐池县荒漠化形势将继续恶化。同时退耕还林政策能否连续,将直接关系到该县的荒漠化发展趋势<sup>[20]</sup>。

表 3 盐池县 2002~2004 年降水量变化

| 月降水量   | 1   | 2   | 3   | 4    | 5    | 6     | 7    | 8    | 9    | 10   | 11  | 12  | 合计    |
|--------|-----|-----|-----|------|------|-------|------|------|------|------|-----|-----|-------|
| 多年平均   | 1.7 | 3.4 | 8.6 | 17.1 | 26.9 | 31.3  | 54.1 | 73.6 | 41.9 | 20   | 7.6 | 1.3 | 287.5 |
| 2002 年 | 1   | 2.3 | 2.6 | 27.3 | 62.9 | 111.9 | 56.9 | 33   | 91.1 | 5.2  | 0.1 | 5.5 | 399.8 |
| 2003 年 | 2.3 | 1   | 9.6 | 14.7 | 49.6 | 68.5  | 38.4 | 58.9 | 28.1 | 23.5 | 7.5 | 0   | 302.1 |
| 2004 年 | 0.3 | 0   | 0.8 | 1.1  | 26.9 | 72    | 52.6 | 65.4 | 47.7 | 13.4 | 0.5 | 2.3 | 283   |

4 结 论

(1) 2004 年,盐池县植被状况良好,天然植被覆盖度达到 50%,人工封育区以及退耕还林区植被覆盖率高达 55%~60%,退耕还林区覆盖度达到 80%。与 2003 年和 2002 年调查数据对比,植被高度变化不大,生物量比 2003 年有所降低,但仍然比 2002 年平均增加 5.4%。在春旱的情况下,天然植被覆盖度、植被高度、生物量没有明显变化,并且各项参

参考文献:

[1] 宝音,陶格涛,刘丹. 农牧交错带多伦县耕地变化及问题分析[J]. 内蒙古大学学报(自然科学版), 2001, 32(6): 657- 660

[2] 杨泰运,陈广庭. 农牧交错地带土地生产力退化的初步研究[J]. 干旱区资源与环境, 1991, 5(3): 75- 82

[3] 罗承平,薛纪瑜. 中国北方农牧交错带生态环境脆弱性及其成因分析[J]. 干旱区资源与环境, 1995, 9(1): 1- 7

[4] 张兰生,方修琦,任国玉. 我国北方农牧交错带的环境演变[J]. 地学前缘, 1997, 4(1- 2): 127- 135

[5] 杨持. 生态学实验与实习[M]. 北京: 高等教育出版社, 2003. 91- 92

[6] 彭少麟,周厚诚,陈天杏,等. 广东森林群落的组成结构数量特征[J]. 植物生态学与地植物学报, 1989, 13(1): 10- 17

(下转第 117 页)

数均高于多年平均水平,说明盐池县荒漠化得到遏制。

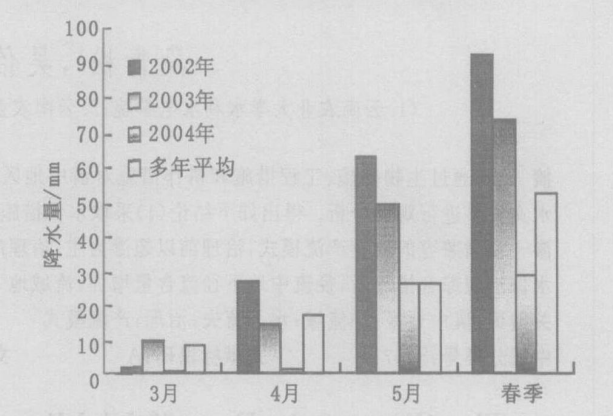


图 1 盐池县 2002 年~2004 年春季降水量与多年平均变化

(2) 人工封育区,2002 年  $SW$  和  $J_{sw}$  多样性指数由外围(对照)、边缘、核心依次增大,经过两年封育后多样性指数及均匀度指数排序变为边缘>核心>外围(对照),草场破坏相对严重的边缘区各项多样性指数均高于 2002 年的各项多样性指数,生态优势度减少了 53%,边缘区植被群落趋于稳定均匀。经过三年封育,Jaccard 指数由 0.550 减少到 0.533,反映了草场破坏相对严重的边缘区与破坏相对较弱核心区物种差异变大,边缘区植被得到了很快的恢复。

多样性指数变化表明人工封育是一种有效经济恢复植被的方法,对破坏程度较轻的地段通过人工封育,可使退化植被在较短期内得迅速的恢复。

退耕还林样地,2001 年退耕地内植被多样性和均匀度指数一直呈现增加趋势,2004 年  $SW$  比 2002 年增加 138%, $J_{sw}$  约为 2002 年的 2.3 倍, $SN$  也减少 75%,表明自 2001 年实施了退耕还林后植物恢复很快,群落向趋于复杂稳定的方向发展。相似性指数的逐年减少表明随着退耕年限的延长群落异质性不断加强,群落发生了明显的演替。2002 年退耕地植被 2003 年恢复很快,到 2004 年各项多样性指数都有不同程度的降低,生态优势度指数上升,相似性指数增加,说明群落稳定性变差,更新速度缓慢。

随着撂荒年限的延长,撂荒样地植被多样性和均匀度指数不断增加,生态优势度逐渐减少。2004 年  $SW = 9.9819$ , $J_{sw} = 0.8530$ , $SN$  减少了 55%,说明撂荒地植物群落趋于稳定,群落逐渐趋于均匀分布。群落相似性指数的提高说明荒地植物群落趋于稳定更新速度较慢。

(3) 分析盐池县 2002 年以来植被恢复较快的原因,一是自 2001 年国家退耕还林工程的实施以及 2002 年 11 月 11 日全县范围内禁牧等荒漠化治理措施,再加上国家投入水平大幅度提高,使荒漠化防治工作进入前所未有的大好局面。二是在充分肯定荒漠化治理措施作用的基础上,气候作用也不可忽视。降水资料表明,2002 年和 2003 年是充足的降水以及大风日数逐年减少,有利于植被恢复。

管理不力, 私扒乱引擅自开荒用水现象十分严重, 对水资源造成极大的浪费。

在表 1: 英巴扎站年径流量多年变化特征中我们可以看到, 1957 年~ 2002 年间, 塔河中游年径流量多年平均值为  $27.37 \text{ 亿 m}^3$ , 多年径流变化幅度大, 最大年径流量与最小年径流量之间相差近 5 倍, 其比值为 5.84。这种年径流量不稳定与不平衡的情况主要是受到上游来水的不确定性影响, 同时以冰雪融水为补给的河流其水量受到气候的影响很大。塔河中游年径流量的这种不平衡与不稳定的特点给水资源的管理带来了很大的困难。

#### 4.2 月际变化分析

从图 3 中看到, 塔河中游英巴扎站的月平均径流量呈现出很典型的以冰雪补给型河流的特征。洪水期 7~ 9 月份总量达  $18.59 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。占全年径流量的 79.31%; 3 月份是春季, 冰雪开始融化, 有一个不太明显的春汛; 而 4~ 6 月份是农业用水的高峰期, 所以水量并没有明显的增加, 反尔有一定的下降; 11~ 2 月是枯水期, 径流量很小, 只占全年流量的 5.4%。

在每年的春耕期, 即 4~ 6 月份, 有大量的河水被引入农田, 造成河水位下降, 流域内天然植被因得不到充足的水而不能健康生长。到了 7~ 9 月份洪水期, 由于河道弯曲、泥沙淤积, 以及管理不利又造成大量洪水漫溢的情况, 河岸天然植被可以得到水量的补给, 与此同时也造成水资源的极大浪费。

### 5 科学合理利用水资源的建议

千百年来塔里木河用她的丰富的水资源滋养着其流域大片的土地, 那里已成为新疆重要的粮、棉、果生产基地。由于近几十年来人们对其水资源的掠夺性开采, 利用造成塔河流域生态环境的恶化, 所以, 合理利用塔河水资源的问题是我们现在必需着手解决的大问题。为了实现流域水资源的可持续利用, 有以下几点建议:

#### 参考文献

- [1] 宋郁东, 樊自立, 雷志栋, 等. 中国塔里木河水资源与生态问题研究[M]. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社, 2000
- [2] 王顺德, 李红德, 许泽锐, 等. 塔里木河中游滞洪区的形成及其对生态环境的影响[J]. 冰川冻土, 2003, 25(6): 712- 718
- [3] 冯起, 陈广庭. 塔里木河中游的研究概况[J]. 干旱区地理, 1994, 17(4): 67- 72
- [4] 陈亚宁, 崔旺诚, 李卫红, 等. 塔里木河的水资源利用与生态保护[J]. 地理学报, 2003, 58(2): 215- 222

(上接第 57 页)

- [7] 彭少麟, 方炜, 任海, 等. 鼎湖山厚壳桂群落演替过程的组成和结构动态[J]. 植物生态学报, 1998, 22(3): 245- 249
- [8] 曹成有, 寇振武, 蒋德明, 等. 科尔沁沙地丘间地植被演变的研究[J]. 植物生态学报, 2000, 24(3): 262- 267
- [9] 曹成有, 蒋德明, 阿拉木萨, 等. 科尔沁沙地沙漠化过程中植被退化的研究[J]. 应用生态学报, 2001, 12 (supp.): 25- 29
- [10] 曹成有, 南寅镐, 骆永明, 等. 科尔沁沙地典型沙质草甸植被退化特征的研究[J]. 应用生态学报, 2001, 12 (supp.): 21- 24
- [11] 曹成有. 科尔沁沙地退化生态系统植被恢复与重建机制的研究[D]. 北京: 中国科学院沈阳应用生态研究所, 2002: 58- 61
- [12] 高贤明, 马克平, 黄建辉, 等. 北京东灵山地区植物群落多样性的研究 XI 山地草甸  $\beta$  多样性[J]. 生态学报, 1998, 18(1): 24- 32
- [13] 张光富, 宋永昌. 不同处理措施下浙江天童灌丛群落组成结构的变化[J]. 应用生态学报, 2002, 13(1): 16- 20
- [14] 马克平. 生物群落多样性的测度方法[A]. 见: 钱迎倩, 马克平. 生物多样性研究的原理与方法[C]. 北京: 中国科学技术出版社, 1994: 141- 165
- [15] Whittaker R H. 物种多样性的进化和测度方法[J]. 分类学, 1972, 21(2): 213- 251
- [16] 马克平, 刘灿然, 刘玉明. 生物群落多样性的测度方法: II.  $\beta$  多样性的测度方法[J]. 生物多样性, 1995, 3(1): 38- 43
- [17] Li X in- Rong. Study on shrub community diversity of Ordos Plateau Inner Mongolia, Northern China[J]. Journal of Arid Environments, 2001, 47: 271- 279
- [18] Bray J R, Curtis J D. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin[J]. Ecological Monographs, 1957, 27: 325- 349
- [19] Wolda H. Diversity, diversity indices and tropical cockroaches[J]. Oecologia, 1983, 58: 290- 298
- [20] 张克斌, 王锦林, 侯瑞萍, 等. 我国农牧交错区土地荒漠化及其防治研究: 以宁夏盐池县为例[J]. 中国水土保持科学, 2003, 1(1): 85- 90

(1) 源流区进行有计划的退耕还草、还林, 严禁盲目开荒、放牧, 保证生态用地, 以利于涵养水源。

(2) 干流区加大用水管理力度, 不得在河道范围内采沙、取土, 不得在河道上扒口、堵坝, 不得私自设泵抽水开荒。

(3) 保证生态用水, 维护合理生态水位; 保护天然植被, 不得采伐塔河两岸分布的乔、灌、草, 在塔河两岸一定区域区严禁牧。

(4) 在流域范围内划定一些生态保护区, 在这些生态保护内有计划地进行生态移民, 确保生态用地的面积。

(5) 河域范围内对牧民实行定居放牧, 划定牧民的草场范围, 自主保养草场。

(6) 建设水库, 储存洪水期的水量用于枯水期的河流补给。

(7) 加强河道和治理工程, 有效输沙、畅通河道, 防治河水的漫溢。

(8) 提高人们的节水意识, 利用水价的调节作用, 迫使用水单位节水。

### 6 结 语

自上世纪 50 年代后期以来, 塔河中游年径流量呈减小趋势, 年径流量在 50 年代末为  $37.1 \times 10^8 \text{ m}^3$ , 到了 90 年代初减少至  $23.25 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。其主要原因是源流区及上游区大规模的农业开发所致, 源流区及上游区过度引水造成进入塔河中游的水量减少。而近 10 年来塔河中游年径流量变化不大, 这是近年来在政策的引导下退耕还林还草计划正逐步实施, 源流区及上游区农业引水得到了控制; 同时水资源管理力度加大, 私自引水及过度浪费水资源的现象得到遏制; 另外政府加大投资进行河道的治理, 有效防治了洪水漫溢造成的水资源浪费。在今后时间内, 应加强塔里木河流域的水资源优化管理, 使该流域生态系统得以恢复并健康发展。