

四合木群丛分布区的植物物种多样性研究

牛丽丽¹, 杨晓晖²

(1. 北京林业大学 水土保持学院, 北京 100083; 2. 中国林业科学研究院林业研究所, 北京 100091)

摘 要:生物多样性的问题现在已经受到国际社会的高度重视。鄂尔多斯地区是著名的“河套文化”发源地, 这里生长着许多珍稀植物, 特别是古老残遗植物。论述了鄂尔多斯地区的物种组成特征、生活型多样性、植物的生态类群并运用 BioDiversity Pro 软件进行了 Simpson 多样性指数 λ 、Shannon-Weaver 多样性指数 H 、Margalef 丰富度指数 R 和均匀性指数 J 的分析, 提出了该区的生物多样性保护对策。

关键词:鄂尔多斯; 生物多样性; 生活型

中图分类号: S718.5

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2007)05-0062-05

Research Biodiversity in the *Tetraena mongolica* Maxim Population

NIU Li-li¹, YAN G Xiao-hui²

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

2. Chinese Academy of Forestry Research Institute, Beijing 100091, China)

Abstract: The problem of the biodiversity has caused a high attention in the international society. Erdos is well known for the river civilization and many endangered plants growing specially the old relic plants. The authors discuss the compose of the species in the Erdos, the biodiversity living form, more of the plants and using the Biodiversity Pro to analysis Simpson Index, Shannon-Weaver, Index Margalef Index and even Index. At last, putting out the biodiversity protecting methods of this area.

Key words: Erdos; biodiversity; living form

生物多样性是目前流行的术语, 指的就是生命的丰富度和多样性^[1]。生物多样性既是生物之间以及与其生存环境之间复杂的相互关系的体现, 也是生物资源丰富多彩的标志^[2]。人类生存所有必须的物质和精神财富均来自生物多样性, 人类的活动也直接影响着生物多样性, 如果人类不合理的开发利用, 将会导致生态环境的恶化、生物多样性的丧失。生物多样性是当今世界生物环境研究中的重要课题, 是现代生物学所致力于维护与追求的目标。生物多样性的问题已经被联合国环境规划署 (NUEP) 确认为与全球气候变暖、臭氧层破坏和有害废物转移并列的全球 4 大环境问题之一, 受到国际社会的高度重视^[3]。

四合木 (*Tetraena mongolica* Maxim) 是蒺藜科四合木属唯一的种, 是国家二级重点保护植物, 内蒙古自治区一级重点保护植物。据研究^[4], 它是距今 7 000 万年前第三纪以前的残存植物, 起源于蒙古南大陆热带地区。本种不但是蒺藜科中古老的残遗植物, 古地中海热带成份的孑遗种, 而且是亚洲中部草原荒漠区的特有种。已被列入首批国家珍稀濒危植物红皮书^[5]。其现有分布区极为有限, 在世界其他地区基本灭绝, 主要分布于鄂尔多斯高原西北部、库布齐沙漠以南、阿拉巴素山的山麓地带。即仅分布在我国内蒙古自治区西部巴彦高勒至宁夏回族自治区贺兰山东麓的石嘴山之间, 集中生长于内蒙古乌海市境内, 其具体分布图可见图 1。

根据《内蒙古植被》将四合木划分为 5 个群丛, 即为四合木—小半灌木荒漠、四合木—丛生禾草荒漠、四合木—超旱生灌木—小半灌木荒漠、四合木—超旱生小灌木—小半灌木荒漠、四合木—盐柴类小灌木—丛生禾草荒漠。近年来, 随着内蒙古经济建设的蓬勃发展和人口的迅速增长, 滥砍乱伐、过度放牧、开垦以及大量的兴建厂矿, 造成大量植被被毁, 生境破坏严重, 加速了四合木的消亡, 使得该种的面积越来越小。目前人们已经意识到了对该物种的保护, 于 1996 年成立了以保护四合木为主的国家级自然保护区, 近年来人们也从不同角度对四合木进行了各种各样的研究, 但是目前有关四合木群丛分布区的植物物种多样性研究尚缺乏。因此研究该群丛分布区的植物物种多样性, 有助于保护该区内珍稀物种种源和生物多样性的保护与发展, 同时也可改善该地区的生态环境。

1 研究区概况

研究区设于内蒙古自治区西南部的乌海市, 位于东经 106°37′~107°05′, 北纬 39°15′~39°52′之间。该区东邻鄂尔多斯高原, 西接阿拉善草原, 南连银川平原, 北近河套沃野。南北长 69 km, 东西宽 42 km。全市总面积约 2 350 km²。乌海地区大地构造, 属折连山、吕梁山、贺兰山字型脊柱构造的北端以及伊陕盾地北西的边缘地带。境内多山地、丘

收稿日期: 2006-04-22

基金项目: 国家自然科学基金“鄂尔多斯高原北缘白刺沙堆空间格局及其生态功能”(30571529)

作者简介: 牛丽丽 (1981—), 女, 在读硕士研究生, 研究方向: 林业生态工程。

陵,还有河谷平原、沙漠。土壤主要以棕钙土和灰漠土为主,该区地处大陆深处,属于典型的大陆性气候,其气候特征是冬季少雪,春季干旱,夏季炎热高温,秋季气温剧降。春秋季短,冬夏季长,昼夜温差大,日照时间长,可见光照资源丰富。极端最低气温-36.6℃,多年平均日照时间数为3 138.6 h,年平均接受太阳辐射能652.3 kJ/cm²,平均无霜期为156~165 d;历年平均降水量159.8 mm,平均相对湿度42%,平均蒸发量3 289 mm;年平均风速2.9 m/s,瞬间最大风速33 m/s^[6]。该区是鄂尔多斯高原西部边缘的中古代大型内陆拗陷盆地,北部沿黄河南岸有库布齐沙漠,东南部有毛乌素沙漠,沙带总面积近400万hm²。由于该区的独特气候特点,地形地貌及古地理环境,成为许多珍稀植物,特别是古老残遗植物的避难所,集中分布有四合木、蒙古扁桃、棉刺、沙冬青和革苞菊等国家或内蒙古级的珍稀濒危植物。

2 研究方法

2.1 样地调查

本地区研究中采用长方形 Modified-Wat taker 的取样方法^[7~10]进行植物调查,共做了18个20 m×50 m的大样方。具体操作如下:设一个20 m×50 m的大样方,在大样方里设一个20 m×5 m的从属样方,在大样方的东南和西北角各设一个2 m×5 m的样方,在大样方的周围设有6个2 m×0.5 m的小样方,在20 m×5 m的从属样方周边设4个2 m×0.5 m的小样方,具体形式见图2。样方可分为A,B,C,K 4个级别。A是指10个2 m×0.5 m小样方,B是指20 m×5 m的从属样方;C是指在东南和西北角设有的2 m×5 m的样方;K是指20 m×50 m的大样方。调查时,在A样方里记录所有出现物种的名称、数量、盖度、高度、冠幅等指标;在B样方里记录出现的所有物种的名称,在C和K样方中只记录A和B样方中没有出现的物种名称。

2.2 多样性测定方法

物种多样性的复杂性测度主要有^[11]:①α多样性测度(物种多样性)即:物种丰富度指数、物种相对多度模型、物种多样性指数(Simpson 多样性指数、Shannon-Weaver 多样性指数)均匀性指数;②β多样性测度(群落之间多样性差异或多样性梯度变化)即:Whittaker (1960)指数、Cody (Cody, 1975)指数、Bray-Curtis 指数。本文采用 Simpson 指数、Shannon-Wiener 指数、均匀性指数和 Margalef 丰富度指数来计算物种多样性。

①Simpson 多样性指数 λ,这个指数假设从一个无穷大的总体(群落)中,随机抽取两个样本(个体),这两个样本属于同一物种的概率。

表达式:

$$\lambda = \sum_{i=1}^j ni(ni-1)/N(N-1)$$

式中:λ——总体优势度的度量,λ值大,说明总体中有的种占优势,物种多样性小;λ值小,则说明总体中的每个种个体数比较均匀,物种多样性大。由于群落的多样性与优势度是互补的,所以有: $D_s - \lambda = 1 - \sum_{i=1}^j ni(ni-1)/N(N-1)$ (Ds 为

群落的多样性)。

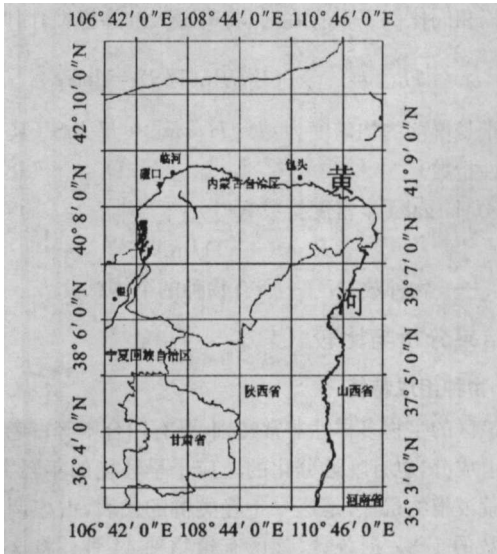


图1 四合木分布图

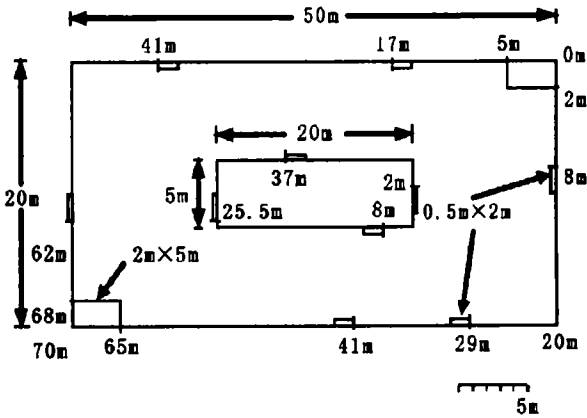


图2 Modified-Whittaker 样方调查方法示意图

②Shannon-Weaver 多样性指数 H,该指数是通常测量异质性(或不确定性)最常用的,是用信息理论的不确定性表示物种的多样性。该指数起源于 Shannon 和 Wiener 分别提出的信息不确定性测定公式,信息量越大,不确定性就越大,因而生物多样性也越高。该模型假设被取样样本内个体的分布是完全随机的,并包含了所有的种,因此该公式精确性要取决于所取样本的代表性,如果取样面积为最小面积,则能保证多样性计算结果的误差不超过5%。

表达式:

$$H = - \sum ni/N \times \ln ni/N$$

式中:ni/N——第 i 种个体占总数的比例。各种之间,个体分配越均匀,对于 Shannon 指数的 H 值越大。如果每个体都属于不同的种,多样性指数就最大;如果所有个体均属同一物种,多样性就最小。即,Shannon 指数越大,多样性指数就越大,反之,则越小。可将该指数转换成 log 也可选用以 10 为底,即有:

$$H = 3.3219(\lg N - 1/N \sum (ni \lg ni))$$

③均匀性指数 J,均匀度用实测多样性与最大多样性之比表示。如 Shannon 多样性指数为: $H = - \sum_{i=1}^j (ni/N) \ln(ni/N)$

N)，假定它的多样性 H 是确定的， S 个种的总体中，当所有种都以相同比例 $1/S$ 存在时，将有最大的多样性，因此

$$H_{\max} = - \sum_{i=1}^S (1/S) \ln(1/S) = \ln S,$$

于是群落的均匀度为： $J = H/H_{\max} = H/\ln S$ （其中 J 为均匀性指数）

④Margalef 丰富度指数 R

$$R = (s - 1)/\ln N$$

式中： s ——物种数； N ——所有物种的个体总数。

3 结果分析与比较

3.1 物种组成特征

该区的生物多样性非常特别，既有四合木等古老的第三纪残遗成分，也有晚近分化的适应干旱环境的年轻类群，一年生荒漠植物层片，是这一年轻类群的代表，占该调查区总物种数的 $1/3$ 。据统计，该区有植物种 44 种。将这些植物可分为 4 种类型：灌木类（9 种）、半灌木类（6 种）、一年生草本类（15 种）以及多年生草本类（14 种），具体物种组成统计已列于表 1。这些植物隶属于 15 科 39 属，其中禾本科（Gramineae）（7 属，7 种）、菊科（Compositae）（6 属，9 种）、藜科（Chenopodiaceae）（6 属，6 种）、蒺藜科（Zygophyllaceae）（5 属，6 种）、豆科（Leguminosae）（3 属，4 种）、百合科（Liliaceae）（2 属，2 种）、蔷薇科（Rosaceae）（2 属，2 种），其余大戟科（Euphorbiaceae）、柽柳科（Tamaricaceae）、旋花科（Convolvulaceae）、车前科（Plantaginaceae）、白花丹科（Plumbaginaceae）、伞形科（Umbelliferae）、鸢尾科（Iridaceae）、蓼科（Polygonaceae）均为一种一属。由此可见在该区的物种中，禾本科、菊科、藜科和蒺藜科植物是该区物种的主要部分，大约占总物种数的 63.6%；其次为豆科、百合科和蔷薇科，3 科的植物物种总数约为总物种数的 18.2%；其余几科占的比例较小，8 科植物物种的总数仅为总物种数的 18.2%。即本区的植物种主要集中于少数的几个科中，这点符合荒漠地区的植物分布特征。

3.2 植物的生态类群

将该区的物种按生态类群划分^[12]，可分为超旱生、强旱生植物，旱生植物，中生植物、中旱生或旱中生植物和盐生 5 种类型（见图 3）。其中超旱生、强旱生植物 12 种，占植物总数的 27.3%；旱生植物 16 种，占植物总数的 36.4%；中生植物 10 种，占植物总数的 22.7%；中旱生、旱中生植物 3 种，占植物总数的 6.8%；盐生植物最少。

3.3 生活型多样性

生活型是植物通过环境条件适应后在其生理、结构，尤其是外部形态上的一种具体反映，相同的植物生活型反映了植物对环境具有相同或相似的要求或适应能力^[13]。而植物群落生活型谱的地带性规律可以说是植物群落随着经度、纬度或海拔高度的变化，各生活型在生活型谱中所占的比例会发生相应变化的规律。低纬度水热组合较好的地区，高位芽植物较发达，占有优势；而到干旱地区，多为一年生植物；到高海拔的酷寒地区，多为地面芽；而冷湿地区多地下芽。地下芽和中高位芽对温度梯度反应灵敏，其次是小高位芽和一

表 1 各物种种类组成

科	属	种
藜科	蛛丝蓬属	蛛丝蓬
	猪毛菜属	猪毛菜
	盐爪爪属	盐爪爪
	虫实属	蒙古虫实
	雾冰藜属	雾冰藜
蔷薇科	碱蓬属	茄叶碱蓬
	绵刺属	绵刺
豆科	扁核木属	蒙古扁桃
	沙冬青属	沙冬青
	锦鸡儿属	狭叶锦鸡儿
	棘豆属	砂珍棘豆
蒺藜科	棘豆属	鬼见愁
	白刺属	唐古特白刺
	骆驼蓬属	骆驼蓬
	四合木属	四合木
	蒺藜属	蒺藜
	霸王属	草霸王
	霸王属	霸王
大戟科	大戟属	地锦
柽柳科	红沙属	红沙
旋花科	旋花属	木旋花
车前科	车前属	细叶车前
菊科	蒿属	早蒿
	蒿属	油蒿
	蒿属	黄花蒿
	蒿属	米蒿
	革包菊属	革包菊
	苦苣菜属	苦菜
	苍耳属	苍耳
	菊属	大菊
	久苓菊属	蒙新久苓菊
禾本科	三芒草属	三芒草
	虎尾草属	虎尾草
	狗尾草属	狗尾草
	画眉草属	画眉草
	芨芨草属	芨芨草
	碱茅属	碱茅
	隐子草属	糙隐子草
百合科	葱属	蒙古葱
	天门冬属	戈壁天门冬
白花丹科	补血草属	黄花补血草
伞形科	阿魏属	沙茴香
鸢尾科	鸢尾属	细叶鸢尾
蓼科	沙拐枣属	沙拐枣

年生植物；地上芽和矮高位芽植物对水分梯度反应强烈^[14]。对一个地区植物生活型研究不仅可以了解这个区域的生物气候特征，而且还可以为群落分类，群落结构特征的研究提供依据。由于环境的千差万别，植物的生活型也极其多样化。本区根据丹麦学者 Ravnkiaer 的划分方法^[15]，将该区的植物生活型划分为地上芽植物、地面芽植物、地下芽植物和一年生草本，见图 4。我们从统计数据中可以看出该区以地上芽植物和一年生植物占绝对优势，其次是地下芽植物，多年生草本的地面芽植物，占的比例较小。这点符合植物群落生活型谱的地带性规律，同时也说明该区分布的植物物种的

生态特性与其所处的自然地理位置(干旱荒漠区)密切相关。

3.4 物种多样性分析

各个地方的生物多样性,由于受微环境、群落自身等诸多因素的影响,使得各个地区的生物多样性各具特点,面积相同的样方物种数目和物种丰富度不相同,运用 BioDiversity Pro 软件进行分析,可以看出绝大多数样方的 Margalef 指数、均匀性指数 J 、Shannon-Wiener 指数和 Simpson 指数等的数值不一致,因为即使各样方具有相同的物种数目,每个样方的物种组成以及各物种的多度和盖度都有所差异,从而影响各样方的多样性指数。不同地点样方的物种丰富度和多样性指数不同,即使同一地方由于微环境的差异而造成多样性的较大差异,物种丰富度和多样性指数都呈现一定程度的异质性分布特性(图 5~7)。物种丰富度最大为样方 9,物种丰富度为 23.606;物种丰富度最小的是样方 2,物种丰富度为 11.036,两个地方的物种丰富度相差 2 倍之多,这是因为样方 9 位于火车道东约 700~800 m,东边和南边不远处均有高山坡,说明该地区有微地形变化,使得该地区的物种多样性升高。

Shannon-Wiener 指数样方 13 最大,为 0.959;12 次之,为 0.845;样方 8 最小,为 0.418。Simpson 指数最大值是样方 8,为 0.515;样方 12 最小,为 0.171。Shannon-Wiener 指

数越大,表明样方的物种多样性程度越高,而 Simpson 指数与 Shannon-Wiener 指数正相反,Simpson 指数越小,表明样方的物种多样性程度越高。由图 6 和图 7 可以看出 Shannon-wiener 指数与 Simpson 指数变化趋势基本相同,说明这两种指数反映样方物种多样性相一致,物种多样性最低的是样方 8,邻近黄河、轻度的放牧造就样方 12 较高的物种多样性,而过度的放牧造就样方 8 较低的均匀度指数、Shannon-Wiener 指数和 Margalef 丰富度指数。从图 5~7 中也可以看出:物种丰富度最高的样方,其多样性指数不一定最高。例如样方 9 与样方 13 相比,具有最高的 Margalef 丰富度指数,但它的 Shannon-Wiener 指数不是最高的,因为各种多样性指数不仅是物种丰富度的函数,而且是各个物种多度或盖度的函数。

均匀度是指群落中各个种的多度的均匀程度,图 8 显示了各个样方的均匀度的变化情况,且由于不同地区的海拔都不是完全相同的,所以导致该地区不同的地点均匀度均有差异,但均匀度的变化规律不明显;样方 9 地区的均匀度最大,样方 8 地区的均匀度最小,因为样方 8 地区人类干扰过度,有的物种数目很多,较适应过度的放牧,而有的物种对于干扰敏感,数量变得很少。

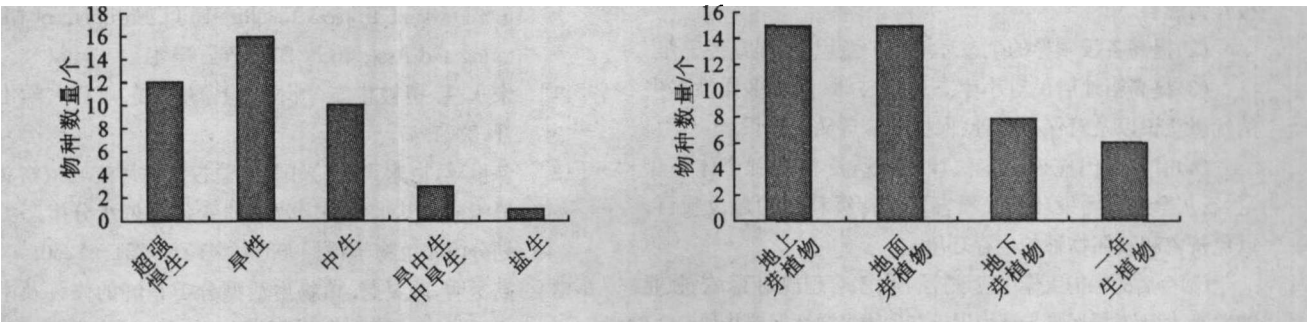


图 3 物种生态类型图

▲ 样方1 ■ 样方2 ▼ 样方3 ◆ 样方4 ▲ 样方5 □ 样方6 ▼ 样方7 ◇ 样方8 ▲ 样方9
■ 样方10 ▼ 样方11 ◆ 样方12 ▲ 样方13 □ 样方14 ▼ 样方15 ◇ 样方16 ▲ 样方17 ■ 样方18

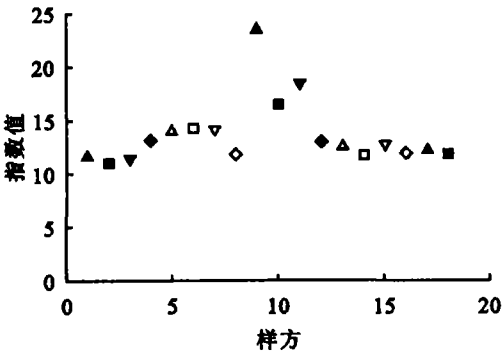


图 5 Margaleff 指数变化图

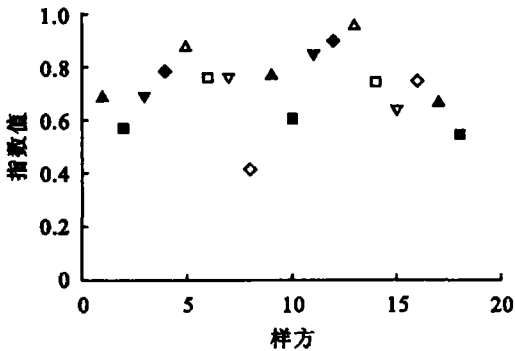


图 6 Shannon-Wiener 指数变化图

4 保护措施

由于西鄂尔多斯地区地下煤源、矿藏十分丰富、加之近几十年人口数量不断增加,经济快速发展,兴建大的厂矿,修建铁路、公路挤占了物种大面积的生存地,且该区便利的水利和低廉的地价吸引着越来越多的企业进驻,大片植被连同

它生长的地皮被铲平,取而代之的是一座座厂房,将该区的植被成为几个独立的小块,造成了它们的生境趋于破碎化,种群被分割;此外,由于管理不善,个体小煤窑、炼焦厂、石灰窑等相继建成,造成大量植被被毁,生境破坏严重,使沙尘暴、空气污染日益加剧,加速了物种的消亡。现针对以上提出几点保护对策:

▲样方1 ■样方2 ▼样方3 ◆样方4 ▲样方5 □样方6
▼样方7 ◇样方8 ▲样方9 ■样方10 ▼样方11 ◆样方12
▲样方13 □样方14 ▼样方15 ◇样方16 ▲样方17 ■样方18

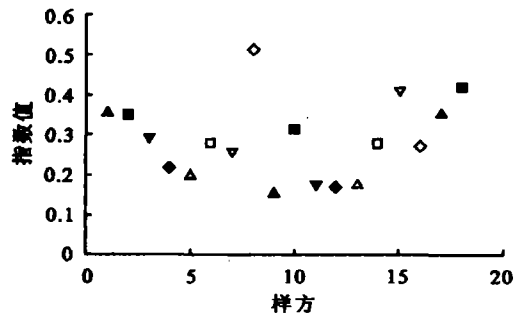


图7 Simpson's 指数变化图

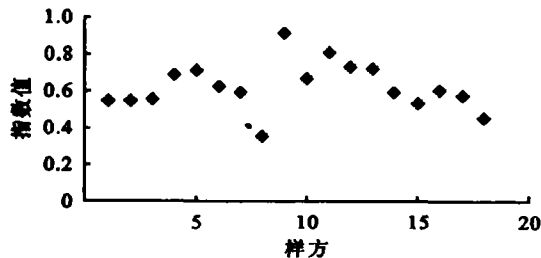


图8 均匀度指数变化图

(1)减少人为活动,禁止在该区放牧,禁止砍伐该区的植被作为燃料。

(2)提高各级领导的生态环境保护意识,加强宣传工作。

(3)提高当地居民对小生态环境破坏、生物多样性丧失的忧患意识以及对保护物种、保护环境意义的认识。

(4)有关部门应该制定法律、法规,严格限制个体小煤窑、石灰窑等既污染环境又损害资源持续利用的建设项目,以免挤占和破坏物种的生存环境。

(5)今后的保护工作中应该控制采挖,合理规划工、农、牧业的发展,做到发展经济与环境保护和生物多样性保护并举。

参考文献:

- [1] Andrew S Pullin. 保护生物学[M]. 贾竞波译. 北京:高等教育出版社,2005.
- [2] 田兴军. 生物多样性及其保护生物学[M]. 北京:化学工业出版社,2005. 1-4.
- [3] 陈炳浩. 世界生物多样性面临危机及其保护的重要性

[J]. 世界林业研究,1993,6(4):1-6.

- [4] 陈永昌. 植物大熊猫—四合木[J]. 内蒙古林业,2003, (1):41.
- [5] 汪松,解焱. 中国物种红色名录(第一卷)[M]. 北京:高等教育出版社,2004. 346.
- [6] 康玲玲,李进敏,王云璋,等. 伊克昭盟项目区水土保持的生态效益[J]. 生态学杂志,2003,22(5):142-145.
- [7] James C, Francisco D, Shahroukh M. Draft Vegetation Sampling Protocols for the Selva Maya[Z]. Smithsonian Institution Monitoring and Assessment of Biodiversity Program. 2000. 1-7.
- [8] Thomas J, Stohlgren K, Bull Y O. Comparison of rangeland vegetation sampling techniques in the Center Grasslands[J]. Journal of Range Management, 1998, 51 (2):164-172.
- [9] Michael B, Thomas J. Stohlgren Y O, et al. Soil characteristics and plant exotic species invasions in the Grand Staircase-Escalante National Monument Utah USA [J]. Applied Soil Ecology, 2003, 22: 67-77.
- [10] Patrick C, James C, Alfonso A, et al. Modified Whitaker Plots as an Assessment and Monitoring Tool for Vegetation in a Lowland Tropical Rainforest [J]. Environment Monitoring and Assessment, 2002, 76: 19-41.
- [11] 宋永昌. 植被生态学[M]. 上海:华东师范大学出版社,2001. 47-51.
- [12] 陈世苹,白永飞,韩兴国. 内蒙古锡林河流域植物功能群组成及其水分利用效率的变化—依水分生态类群划分[J]. 植物学报,2003,45(10):1251-1260.
- [13] 高贤明,陈灵芝. 植物生活型分类系统的修订及中国暖温带森林植物生活型谱分析[J]. 植物学报,1998, 40(6):553-559.
- [14] 刘守江,苏智先,张瑞霞,等. 陆地植物群落生活型研究进展[J]. 四川师范学院学报(自然科学版),2003, 24(2):155-159.
- [15] 宋永昌. 植被生态学[M]. 北京:华东师范大学出版社,2001. 99-101.

(上接第45页)

- [10] 赵先贵,肖玲,兰叶霞,等. 陕西省生态足迹和生态承载力动态研究[J]. 中国农业科学,2005,38(4):746-753.
- [11] 徐长春,熊黑钢,等. 新疆近10年生态足迹及其分析[J]. 新疆大学学报(自然科学版),2004,21(2):181-185.
- [12] 岳东霞,李自珍,惠苍. 甘肃省生态足迹和生态承载力发展趋势研究[J]. 西北植物学报,2004,24(3):454-463.
- [13] 蔺海明,颀鹏. 甘肃省河西绿洲农业生态足迹动态分析[J]. 应用生态学报,2004,15(5):827-832.
- [14] 谢自奋,凌耀初. 中国县域经济发展理论与实践[M]. 上海:上海社会科学出版社,1996.
- [15] 闫天池. 中国贫困地区县域经济发展研究[M]. 大连:

东北财经大学出版社,2004.

- [16] WWF. Living planet report [EB/OL]. http://www.panda.org/news_facts/publications/general/livingplanet/index.cfm
- [17] 西吉五十年编辑部. 西吉50年1949-1999[Z].
- [18] 西吉县统计局. 西吉统计年鉴(2000-2004)[Z].
- [19] Wackernagel M, Onisto L, Bello P, et al. National natural capital accounting with ecological footprint concept [J]. Ecological Economics, 1999, 29: 375-390.
- [20] 邱大雄. 能源规划与系统分析[M]. 北京:清华大学出版社,1995. 48.