

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

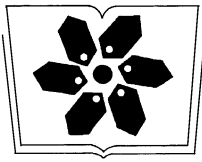
Acta Ecologica Sinica



第 32 卷 第 10 期 Vol.32 No.10 **2012**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 32 卷 第 10 期

2012 年 5 月 (半月刊)

目 次

基于系统动力学的城市住区形态变迁对城市代谢效率的影响.....	李旋旗,花利忠 (2965)
居住-就业距离对交通碳排放的影响	童抗抗,马克明 (2975)
经济学视角下的流域生态补偿制度——基于一个污染赔偿的算例	刘 涛,吴 钢,付 晓 (2985)
旅游开发对上海滨海湿地植被的影响.....	刘世栋,高 峻 (2992)
汶川地震对大熊猫主食竹——拐棍竹竹笋生长发育的影响.....	廖丽欢,徐 雨,冉江洪,等 (3001)
江西省森林碳蓄积过程及碳源/汇的时空格局.....	黄 麟,邵全琴,刘纪远 (3010)
伊洛河流域草本植物群落物种多样性.....	陈 杰,郭屹立,卢训令,等 (3021)
新疆绿洲农田不同连作年限棉花根际土壤微生物群落多样性.....	顾美英,徐万里,茆 军,等 (3031)
荒漠柠条锦鸡儿 AM 真菌多样性.....	贺学礼,陈 杰,郭辉娟,等 (3041)
彰武松、樟子松光合生产与蒸腾耗水特性	孟 鹏,李玉灵,尤国春,等 (3050)
中亚热带常绿阔叶林粗木质残体呼吸季节动态及影响因素.....	刘 强,杨智杰,贺旭东,等 (3061)
盐土和沙土对新疆常见一年生盐生植物生长和体内矿质组成的影响	张 科,田长彦,李春俭 (3069)
长白山北坡林线灌木草本植物与岳桦的动态关系.....	王晓东,刘惠清 (3077)
不同生态条件对烤烟形态及相关生理指标的影响.....	颜 侃,陈宗瑜 (3087)
基于因子分析的首蓿叶片叶绿素高光谱反演研究	肖艳芳,官辉力,周德民 (3098)
三峡库区消落带水淹初期土壤种子库月份动态.....	王晓荣,程瑞梅,唐万鹏,等 (3107)
三种利用方式对羊草草原土壤氨氧化细菌群落结构的影响.....	邹雨坤,张静妮,陈秀蓉,等 (3118)
西洋参根残体对自身生长的双重作用	焦晓林,杜 静,高微微 (3128)
不同程度南方菟丝子寄生对入侵植物三叶鬼针草生长的影响	张 静,闫 明,李钧敏 (3136)
山东省部分水岸带土壤重金属含量及污染评价.....	张 菊,陈诗越,邓焕广,等 (3144)
太湖蓝藻死亡腐烂产物对狐尾藻和水质的影响.....	刘丽贞,秦伯强,朱广伟,等 (3154)
不同生态恢复阶段无瓣海桑人工林湿地中大型底栖动物群落的演替.....	唐以杰,方展强,钟燕婷,等 (3160)
江西鄱阳湖流域中华秋沙鸭越冬期间的集群特征.....	邵明勤,曾宾宾,尚小龙,等 (3170)
秦岭森林鼠类对华山松种子捕食及其扩散的影响	常 罡,王开锋,王 智 (3177)
内蒙古草原小毛足鼠的活动性、代谢特征和体温的似昼夜节律	王鲁平,周 顺,孙国强 (3182)
温度和紫外辐射胁迫对西藏飞蝗抗氧化系统的影响.....	李 庆,吴 蕾,杨 刚,等 (3189)
“双季稻-鸭”共生生态系统 C 循环	张 帆,高旺盛,隋 鹏,等 (3198)
水稻籽粒灌浆过程中蛋白质表达特性及其对氮肥运筹的响应.....	张志兴,陈 军,李 忠,等 (3209)
专论与综述	
海水富营养化对海洋细菌影响的研究进展	张瑜斌,章洁香,孙省利 (3225)
海洋酸化效应对海水鱼类的综合影响评述.....	刘洪军,张振东,官曙光,等 (3233)
入侵种薇甘菊防治措施及策略评估.....	李鸣光,鲁尔贝,郭 强,等 (3240)
研究简报	
渭干河-库车河三角洲绿洲土地利用/覆被时空变化遥感研究	孙 倩,塔西甫拉提·特依拜,张 飞,等 (3252)
2009 年冬季东海浮游植物群集	郭术津,孙 军,戴民汉,等 (3266)
新疆野生多伞阿魏生境土壤理化性质和土壤微生物.....	付 勇,庄 丽,王仲科,等 (3279)
塔里木盆地塔里木沙拐枣群落特征	古丽努尔·沙比尔哈孜,潘伯荣,段士民 (3288)
矿区生态产业共生系统的稳定性.....	孙 博,王广成 (3296)
期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 338 * zh * P * ¥70.00 * 1510 * 36 * 2012-05	



封面图说: 哈巴雪山和金沙江——“三江并流”自然景观位于青藏高原南延部分的横断山脉纵谷地区,由怒江、澜沧江、金沙江及其流域内的山脉组成。它地处东亚、南亚和青藏高原三大地理区域的交汇处,是世界上罕见的高山地貌及其演化的代表地区,也是世界上生物物种最丰富的地区之一。哈巴雪山在金沙江左岸,与玉龙雪山隔江相望。图片反映的是金沙江的云南香格里拉段,远处为哈巴雪山。哈巴雪山主峰海拔 5396 m,而最低江面海拔仅为 1550 m,山脚与山顶的气温差达 22.8℃,巨大的海拔差异形成了明显的高山垂直性气候。

彩图提供: 陈建伟教授 北京林业大学 E-mail: cites.chenjw@163.com

DOI: 10.5846/stxb201104270556

陈杰, 郭屹立, 卢训令, 丁圣彦, 苏思, 郭静静, 李乾玺. 伊洛河流域草本植物群落物种多样性. 生态学报, 2012, 32(10): 3021-3030.

Chen J, Guo Y L, Lu X L, Ding S Y, Su S, Guo J J, Li Q X. Species diversity of herbaceous communities in the Yiluo River Basin. Acta Ecologica Sinica, 2012, 32(10): 3021-3030.

伊洛河流域草本植物群落物种多样性

陈 杰¹, 郭屹立^{1,2}, 卢训令^{1,2}, 丁圣彦^{1,*}, 苏 思², 郭静静², 李乾玺²

(1. 河南大学环境与规划学院, 开封 475004; 2. 河南大学生命科学学院, 开封 475004;)

摘要:生物多样性沿环境梯度的变化是生物多样性研究的重要内容, 环境梯度包含了多种环境因子(海拔高度、水热条件、人类扰动等)的综合。以伊洛河流域草本植物群落为对象, 沿河从入黄河口到河源地选取典型样地调查研究伊洛河流域草本植物群落物种多样性及其分布格局。结果表明:物种丰富度和 Shannon-Wiener 多样性指数沿河均稍呈“S”型曲线变化, 不同群落类型中分布格局差别不大, 各群落类型中的物种丰富度和多样性均呈现出中游丘陵山地交界区最高, 上游河源区次之, 下游平原地区最低的趋势; β 多样性指数的变化趋势与 α 多样性较一致, 总体上呈现出中游丘陵山地区物种更替速率较快, 平原区更替较慢;在流域内上游河源地属于自然植被区, 人为干扰较轻, 具有较高的物种多样性, 物种替代主要受物种的竞争扩散能力和生境条件的制约;在下游平原农业区, 人类活动强烈, 区域内以人工生态系统为主, 物种组成简单, 物种替代具有跳跃性的特征, 主要受人类活动的制约;在中游从自然生态系统向农业生态系统的过渡区域, 人类活动的扰动有一定的强度, 导致该区域内自然分布种和伴人种混合生长, 具有较高的物种多样性和较快的物种替代速率。总体上伊洛河流域草本植物群落物种多样性分布格局强烈的受到人类活动的影响, 物种替代速率较高。

关键词: α 多样性; β 多样性; 草本植物; 环境梯度; 伊洛河流域

Species diversity of herbaceous communities in the Yiluo River Basin

CHEN Jie¹, GUO Yili^{1,2}, LU Xunling^{1,2}, DING Shengyan^{1,*}, SU Si², GUO Jingjing², LI Qianxi²

1 College of Environment and Planning, Henan University, Kaifeng 475004, China

2 College of life science, Henan University, Kaifeng 475004, China

Abstract: Pattern of biodiversity along environmental gradients is one of the basic issues in the biodiversity studies. The environmental gradients include several factors, such as elevation, water and thermal conditions, anthropogenic impacts, and so on. Especially the altitudinal gradient incorporates multiple resource gradients which vary continuously differently. This study was conducted in the Yiluo river basin, straddling Henan and Shanxi Province (109°43'—113°10'E, 33°39'—34°54'N), ranging from 101 m to 1227 m. The Yiluo River is an important tributary of Yellow River in the south side of the middle reaches. The vegetation in drainage basin ecosystem of Yiluo River has been heavily impacted by human. In this research, we focused on the herb communities in different habitats formed by different disturbance types and intensity along different environmental gradients in the drainage area of the Yiluo River. A field investigation was conducted in August and September of 2009, to describe the distribution patterns and the abundance features of the species in different habitats, from two aspects, alpha diversity and beta diversity, the altitudinal gradient distribution pattern of the herb biodiversity and its environmental explanation. This study explored the influence of human and natural disturbance on the distribution patterns of species within the drainage area, with purposes of offering a scientific guidance to the restoration of the biodiversity in the herbs communities, the management of the watershed and the evaluation of its ecological environment, so as to promote the

基金项目:国家自然科学基金资助(41071118, 40671175)

收稿日期:2011-04-27; 修订日期:2011-08-01

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: syding@henu.edu.cn

sustainable use and harmonious development of the watershed eco-system. Using community ecology techniques, we sampled 134 20 m×20 m plots. Each plot consisted of five 1 m×1 m quadrats (the four corners and the center). We recorded the frequency, density, coverage, height and phenophase of plant species present in the quadrats, as well as ecological conditions of the sampling sites. The results of this study show that: both Patrick richness index and Shannon-Wiener diversity index were slightly S-shaped curve shaped; plant community types did not differ markedly in the distribution pattern of alpha diversity; the species abundance and species diversity were higher in the hilly regions of the river's middle reaches, and lower in the plains of the river's lower reaches; the beta diversity had a similar distribution pattern to alpha diversity; species replacement rates were higher in the hilly regions and lower in the plains. The upper reaches were largely covered by natural vegetation; with light anthropogenic disturbance, relatively high species diversity, and stable species replacement rate; the distribution of a species was mainly constrained by its competitiveness and dispersal ability, as well as habitat conditions. The intensively farmed lower reaches were dominated by agricultural ecosystems; species compositions were simple, while species replacement rates could be abrupt, and species distributions were mainly influenced by human activities. The hilly transition zone of the middle reaches was under moderately intense anthropogenic disturbance, natural and accessory plant species grew together in the mixed communities, with relatively high species diversity and replacement rate. To sum up, the pattern of herbaceous species diversity in the Yiluo river basin was strongly influenced by human activities, with high species replacement rate.

Key Words: α -diversity; β -diversity; herbaceous community; environmental gradient; Yiluo river basin

生物多样性是现代生态研究的热点之一^[1-3],很多研究者认为,物种多样性可以和许多环境梯度结合起来^[4]。这些环境梯度包含了海拔梯度、温度梯度、降水梯度、扰动梯度等等。环境梯度是影响物种多样性分布格局的决定性因素之一,并成为生物多样性及其分布格局研究的重要方面^[5-8]。

流域是指某个水系及其集水区域,它通常由水域生态系统和陆地生态系统组成,属于典型的水陆交错带,是生物分布和活动频繁的地区^[9]。然而,随着流域人口剧增和经济快速发展,流域自然生态系统遭到史无前例的破坏,与之相随的是自然生态系统的急剧退化、植被破坏、生物多样性丧失等^[10]。常兆丰等^[11]分析了影响石羊河流域下游生态环境退化的因素认为其特殊的自然地理环境造成了系统本身的脆弱性,但人为因素在生态系统退化过程中也起着重要的推动作用。其他流域内相关研究均认为人为干扰是植被退化及物种多样性降低的主要原因^[12-15]。

伊洛河流域地处半湿润区域,是黄土边缘地带和山地平原交接地带,具有典型的生态过渡带特征。该流域地处山地、丘陵和平原的过渡带,景观类型丰富,地形变化对水热条件具有明显的空间再分配作用,使得立地环境条件多变,且该区物种繁多,利于物种与环境梯度间的关系研究。目前,国内学者就伊洛河流域的地貌^[16]、区域开发战略^[17]、经济空间分异^[18]、景观格局动态变化^[19-23]、河漫滩物种多样性^[24]等做了大量的研究工作,积累了大量的有关水文、地貌、景观动态等方面的本底资料,为本研究奠定了坚实的工作基础。然而,有关该流域的植物群落物种组成、结构及多样性、流域内环境梯度下物种空间分布格局特征还未见报道。

本研究以伊洛河流域洛河段为研究区域,沿流域从上到下选取四种生境类型:河滩地、农田、撂荒地、林地,通过群落调查研究区内草本植物群落物种多样性的组成与替代格局,并进一步探讨沿河的环境梯度对它的作用,试图找出决定区内物种多样性空间分布格局的主导生态因子,为区内生物多样性的保护和物种流的研究打下基础。

1 研究区域概况

伊洛河是黄河中游南侧的一条重要水系(图1),它位于东经 109°43'—113°10',北纬 33°39'—34°54'之间。年均气温 7.8—13.9℃,最高 37—40.8℃,最低 -11.8—21.6℃。年均降水量 710—930 mm。

本研究以洛河为研究对象。洛河源出陕西省洛南县洛源乡的木岔沟,向东流入河南境内,经卢氏县、洛宁

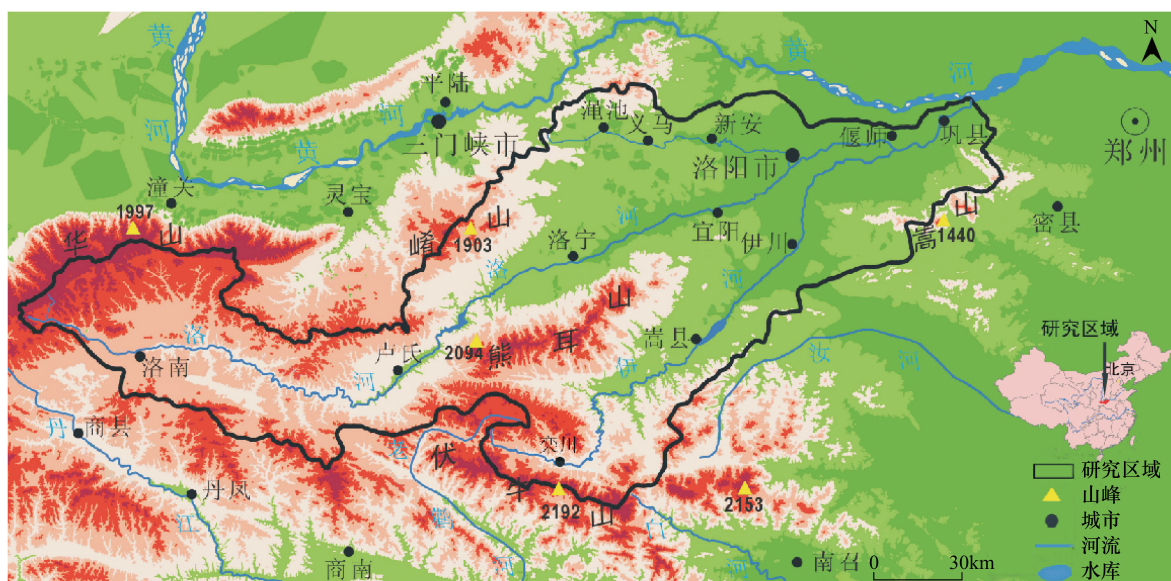


图1 伊洛河流域地形图

Fig. 1 A topographic map of the Yiluo River basin

县、宜阳县、洛阳市,到偃师市杨村附近与伊河合流后称伊洛河,在巩义市洛口北汇入黄河,全长 453 km。长水以上为洛河上游,伊河与洛河汇合后为下游,该流域地处山地、丘陵和平原的过渡带,自然植被以暖温带落叶阔叶林为主,间有亚热带区系的植物成分,如黄连木(*Pistacia chinensis*)、黄栌(*Cotinus coggygia*)、山胡椒(*Lindera glauca*)、牛鼻栓(*Fortunearia sinensis*)、美丽胡枝子(*Lespedeza formosa*)等^[23]。

2 研究方法

2.1 样地调查

在 2008 年沿线踏查的基础上于 2009 年 8—9 月,在整个伊洛河流域内沿河道参考海拔高度选取典型样地(表 1)。在上游山地的洛南县和卢氏县,自海拔 1227 m 至 528 m 的河道上,选择具有代表性的地段,每隔海拔 50 m 确定一个样地;中游丘陵地区的洛宁县和宜阳县,自海拔 375 m 至 188 m 的河道上,每隔海拔 20 m 确定一个样地;下游平原地区的偃师市和巩义市(海拔 118—101 m),结合行政区域,在主河道间隔约 10 km 设置一个样地,整个流域共选取 39 个样地。每个样点内选取 4 种生境类型,分别为农田、撂荒地、林地和河滩地,其中河滩地距河道较近,受河流影响较大,农田与林地次之。农田样地为流域内夏秋季节最常见的玉米田,选定作物生长期保持在果穗形成但尚未成熟之前的玉米田;林地选取人工林或次生天然林,树龄约 5—10 a;河滩地选取河流沿岸不受挖沙等强烈人为干扰的地段。每种生境分别设置一个 20 m×20 m 的样方,在样方的四角及中央分别设置 1 个 1 m×1 m 的草本样方进行调查观测。调查样地内的植物种类,记录各种植物的名称、植物个体数、盖度、株高。

2.2 指数计算

2.2.1 α 多样性

本文采用重要值作为多样性指数的计算依据,其计算公式如下:

$$\text{重要值(IV)} = (\text{相对密度} + \text{相对盖度} + \text{相对频度}) / 3$$

$$\text{Patrick 丰富度指数}(R) \quad R = S$$

$$\text{Shannon-Wiener 多样性指数}(H) \quad H = - \sum N_i \ln N_i$$

式中, N_i 为种 i 的相对重要值, S 为群落物种数。

2.2.2 β 多样性

本研究选取 Cody 相异性指数来反映 β 多样性,公式如下:

Cody 相异性指数

$$\beta_c = \frac{g(H) + l(H)}{2} = \frac{a + b - 2j}{2}$$

式中, j 为两个群落共有物种数; a 和 b 分别为群落 A 和群落 B 的物种数; $g(H)$ 为沿环境梯度 H 增加的物种数, $l(H)$ 为沿环境梯度 H 失去的物种数。

表 1 样地概况

Table 1 Geographical conditions of the sampling plots

编号 No.	区域划分 Zoning	地点 Site	海拔/m Altitude	经度 Longitude	纬度 Latitude	样地类型 Sampling type			
1	下游	巩义入黄口	101	E113°03'30.3"	N34°50'04.4"	河滩地	农田	撂荒地	林地
2		古桥	104	E113°00'21.2"	N34°47'40.2"	河滩地	农田	撂荒地	林地
3		东黑石关	106	E112°56'35.7"	N34°44'02.4"	河滩地	农田	撂荒地	林地
4		偃师石家庄	108	E112°55'43.8"	N34°43'09.9"	河滩地	农田	撂荒地	林地
5		山化	109	E112°51'55.2"	N34°42'33.2"	河滩地	农田	撂荒地	林地
6		岳滩	110	E112°47'24.6"	N34°42'18.5"	河滩地	农田	撂荒地	林地
7		塔庄	111	E112°45'11.6"	N34°42'38.4"	河滩地	农田	撂荒地	林地
8		古城	113	E112°41'35.3"	N34°42'27.8"	河滩地	农田	撂荒地	林地
9		龙虎滩	118	E112°37'48.9"	N34°42'26.9"	河滩地	农田	撂荒地	林地
10	中游	宜阳寻村	188	E112°13'11.2"	N34°32'20.6"	河滩地	农田	撂荒地	林地
11		龙王庙	210	E112°07'49.5"	N34°31'24.3"	河滩地	农田	撂荒地	林地
12		柳泉	225	E112°04'35.7"	N34°35'21.3"	河滩地	农田	撂荒地	林地
13		韩城	249	E111°55'44.9"	N34°28'34.4"	河滩地	农田	撂荒地	林地
14		三乡	269	E111°47'34.2"	N34°25'40.2"	河滩地	农田	撂荒地	林地
15		洛宁涧口	293	E112°42'36.2"	N34°22'22.8"	河滩地	农田	撂荒地	林地
16		王范	310	E111°38'25.6"	N34°22'22.3"	河滩地	农田	撂荒地	林地
17		马店	345	E111°32'38.0"	N34°21'19.2"	河滩地	农田	撂荒地	林地
18		刘营	375	E111°26'26.2"	N34°19'31.1"	河滩地	农田	撂荒地	林地
19	上游	卢氏东沟	528	E111°07'24.8"	N34°05'45.0"	河滩地	农田	撂荒地	林地
20		涧西	547	E111°05'12.1"	N34°04'04.2"	河滩地	农田	撂荒地	林地
21		河西	560	E111°01'33.8"	N34°01'34.3"	河滩地	农田	撂荒地	林地
22		涧北	570	E110°59'26.9"	N34°00'08.0"	河滩地	农田	撂荒地	林地
23		龙驹	590	E110°55'58.0"	N33°57'45.9"	河滩地	农田	撂荒地	林地
24		磨口	602	E110°52'55.3"	N33°57'25.6"	河滩地	农田	撂荒地	林地
25		丰太	630	E110°48'09.5"	N33°59'39.5"	河滩地	农田	撂荒地	林地
26		徐家湾	650	E110°45'30.3"	N33°59'51.2"	河滩地	农田	撂荒地	林地
27		良木	695	E110°41'23.3"	N34°00'10.5"	河滩地	农田	撂荒地	林地
28		松木西	710	E110°38'25.5"	N34°00'54.0"	河滩地	农田	撂荒地	林地
29		洛南李家院	741	E110°31'38.6"	N34°04'48.6"	河滩地	农田		
30		灵口	765	E110°29'02.1"	N34°05'06.8"	河滩地	农田		
31		黄萍	799	E110°29'48.9"	N34°07'22.2"	河滩地	农田		
32		柏峪寺	826	E110°19'40.1"	N34°06'57.1"	河滩地	农田		
33		陶岭	881	E110°12'07.2"	N34°07'20.1"	河滩地	农田		
34		王村	968	E110°03'09.1"	N34°06'05.4"	河滩地	农田		
35		眉底	1013	E109°59'52.4"	N34°08'37.8"	河滩地	农田		
36		保安	1055	E109°56'55.9"	N34°09'04.0"	河滩地	农田		
37		岩石	1107	E109°54'44.9"	N34°10'43.1"	河滩地	农田		
38		吊棚	1165	E109°52'07.0"	N34°11'18.7"	河滩地	农田		
39		洛源	1227	E109°19'11.7"	N34°11'56.3"	河滩地	农田		

3 结果分析

3.1 物种组成和群落特征

经调查统计,发现伊洛河流域 4 种生境类型中草本植物共有禾本科(Gramineae)、菊科(Compositae)、蓼科(Polygonaceae)、豆科(Leguminosae)、莎草科(cyperaceae)、唇形科(Labiatae)等 46 科,173 属,366 种。其中,蕨类植物 2 科 2 属 3 种;种子植物 44 科 171 属 363 种。种子植物中单子叶植物 8 科 30 属 66 种,双子叶植物 36 科 141 属 297 种。数量最多的为禾本科 32 属 51 种,其次是菊科 27 属 40 种,豆科 18 属 29 种,莎草科 10 属 23 种,这 4 科占总种数的 39.07% (表 2)。

表 2 伊洛河流域草本植物主要物种科属组成

Table 2 Family and genus compositions of the main herbaceous species in the Yiluo river basin

科属组成	种数 No. of species	属数 No. of genus	占总种数的% Percentage of total species	占总属数的% Percentage of total genus
禾本科 Gramineae	51	32	13.93	18.5
菊科 Compositae	40	27	10.93	15.61
豆科 Leguminosae	29	18	7.92	10.4
莎草科 cyperaceae	23	10	6.28	5.78
其它 Others	119	65	60.93	49.71
总计 Total	366	173	100	100

3.2 α 多样性变化

区内 α 多样性沿环境梯度变化如图 2。

物种丰富度:在伊洛河流域,沿着环境梯度的变化,不同生境下各样地间物种丰富度变化十分明显。从下游到上游,各生境中的物种丰富度均呈近“S”型,中游山地丘陵过渡区最高,其次是上游山区,下游平原区最低。不同的生境类型中有一定的差异。

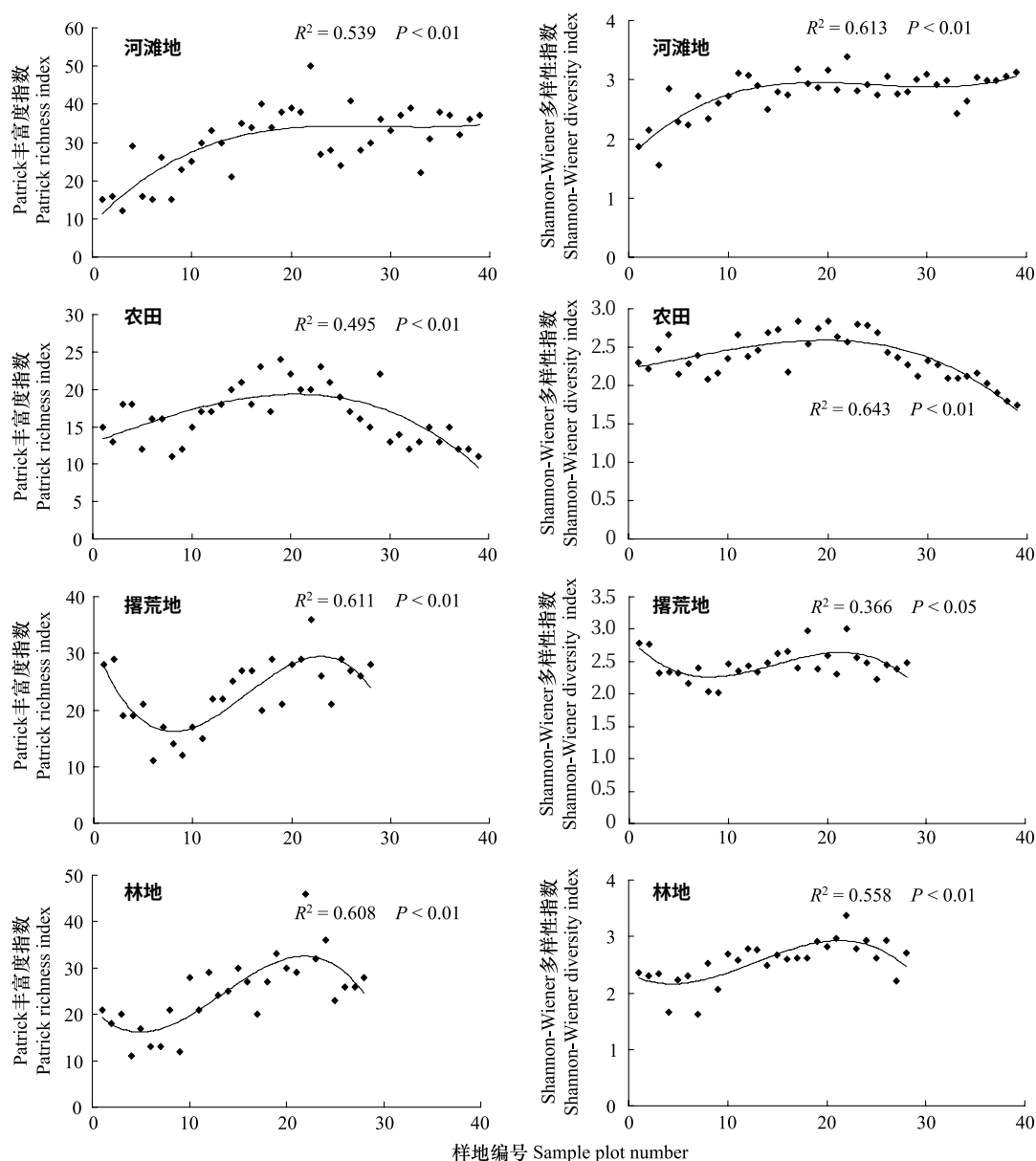
(1)河滩地生境 从入黄口往上,物种丰富度逐渐升高,下游最低,中游和上游地区相对较高且差异不大,在上游卢氏县和洛南县交界处达到峰值(海拔 700—870 m),在上游源头地区略呈降趋势。

(2)农田生境 从入黄口向上,物种丰富度逐步增加并在上游和中游交界地区较高(海拔 293—602 m),包括上游卢氏县大部分地区和中游的洛宁县整个地区,随后呈下降趋势。根据拟合曲线模型可以发现,物种丰富度在上游的卢氏县东沟村达到最大值(海拔 528 m),此样地地处上游与中游交界地,东沟村附近采样点上游有一条支流且下游紧靠故县水库,季节性过水等可能改良了该地区的土壤理化性质,另一方面影响到农田的耕种方式,降低了人类活动的影响;进入下游平原后,由于土地利用率和集约度增高,农田实施精耕细作,并加大了灭草剂、农药、化肥的使用量,从而导致物种丰富度降低;上游地区农田物种丰富度较低的原因可能是因为山地中适宜耕作土地较少,主要沿河岸呈带状分布,土地的紧缺导致土地单位面积劳动力投入加大,也可能是农民有更多的时间和精力投入到农田劳动中去。

(3)撂荒地生境 从入黄口向上,物种丰富度呈逐渐上升,并在上游卢氏县磨口附近(海拔 570—695 m)较高。这种波动可能是由于调查样地的撂荒时间不同,群落演替的阶段不同而造成的丰富度的不同。农田弃耕后,先前农田中耐受性高的“伴人型”物种生长迅速,随后更多的一年生草本植物如小蓬草、藜(*Chenopodium album*)、小藜(*Chenopodium serotinum*)等侵入并占优势,接着是蒿属(*Artemisia* spp)植物侵入。

(4)林地生境 拟合曲线模型显示从入黄口向上,物种丰富度呈上升趋势并在上游卢氏地区达到最大值(海拔 570 m)。其中,样地 24—28(海拔 602—710 m)为沿山体分布的栎类和油松(*Pinus tabulaeformis*)所组成的天然次生林,它是在原有自然林被砍伐的基础上自然恢复生长的次生林地,水土流失较严重,群落处于恢复初期,故物种丰富度较低。

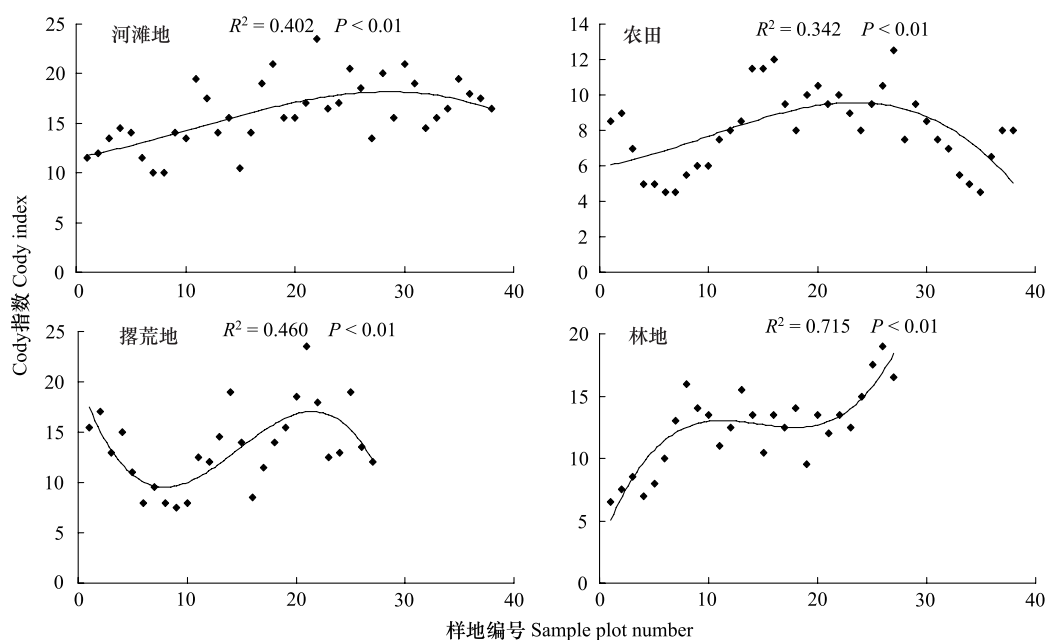
Shannon-Wiener 多样性指数与物种丰富度间有一定的相关关系,受计算方式的影响物种丰富度的离散性稍高,但二者变化趋势基本一致。

图2 不同生境下 α 多样性沿环境梯度的变化Fig. 2 Variation of α diversity along the environmental gradient of different habitats

3.3 β 多样性变化

β 多样性指沿着环境梯度不同生境群落之间物种组成的相异性或物种沿着环境梯度的更替速率,反映了生境间的多样性,控制 β 多样性的主要生态因子有水分、土壤、地貌及干扰等^[25],它可以反映较大距离上群落组成的差异^[3,26-27],也可以是小范围内环境梯度快速变化下物种组成的更替^[28-29]。

伊洛河流域洛河段 β 多样性随环境梯度其变化趋势如图3所示。其中,河滩地和农田玉米地生境下, β 多样性从入黄口向上,物种替代速率逐步增加,随后是一个轻微下降的过程,稍呈单峰曲线;撂荒地和人工林地或自然次生林地生境下, β 多样性从入黄口向上,物种替代速率逐步增加,并在上游地区卢氏段达到峰值。由于28号样地以上缺少撂荒地和人工林生境,其上区域的变化趋势无法认识。总之,伊洛河流域洛河段不同生境下 β 多样性在下游平原地区最低,在中上游丘陵山地过渡带达到峰值;河滩地和农田玉米地在上游洛南县有一明显的下降趋势。

图3 不同生境下 β 多样性沿环境梯度的变化Fig. 3 Variation of β diversity along the environmental gradient of different habitats

4 结论与讨论

由于植物群落中各生活型物种的多样性对环境响应不尽一致,不同生活型的植物种类沿海拔梯度呈现不同的多样性格局^[30]。伊洛河流域生态系统作为一个协同适应与进化的实体,草本植物多属于逆境耐受型,尤其是流域内广泛分布的1年生草本植物,它们主要靠种子繁殖,其鲜明特点是生活史短、繁殖力强,最能适应持久和强烈干扰^[31]。从这个意义上讲,草本植物具有更广泛的适应性。对整个生态系统而言,它起到一种基础保障作用。另外,草本植物是生态系统的先锋植被,也是退化生态系统的保留植被,它适应力强,有较宽的生态位。由于其生活史短暂,且能及时调整以应对不同时期生活环境的变化,因而群落物种组成具有不稳定性与多变性。因此,草本植物沿着环境梯度的空间变化格局就更加具有不确定性。

目前研究认为 α 多样性具有多种环境梯度(海拔梯度、纬度梯度等)格局,其中海拔梯度是环境梯度中的主导梯度之一^[32-35]。不同的学者在对不同地区草本植物随海拔变化进行研究时也得出不同的结论:草本物种多样性与海拔呈正相关关系^[35];随海拔升高而减少的分布格局^[36]及单峰分布格局^[37]。

在本研究中,在伊洛河流域尺度下,沿着环境梯度(海拔、水热条件、人类活动等)的变化,不同生境下各样地间草本植物物种 α 多样性变化十分明显。从入黄口向上,物种丰富度和多样性均稍呈“S”型曲线变化,在不同的生境类型下有一定的差异。河滩地生境类型下,物种丰富度和多样性在流域的上游地区达到最大值,但变化不大,下游最低。形成这种格局的原因可能是:在中游和上游地区,受地形等自然环境影响,人口较少,人为活动干扰较小,故丰富度指数较高;而下游地区,河道进入平原,河道变窄,人为活动加剧,土地利用率和集约度最高,人地矛盾更加突出,出现了“人与河道争地”的现象。另外,外来物种入侵也是造成物种丰富度低的一个主要原因。其它3种生境类型下,其丰富度和多样性均在流域的中上游交界地区(山地丘陵过渡带)达到最大值。其中,撂荒地群落结构复杂程度和丰富度与撂荒时间有直接关系,撂荒时间越长群落结构愈复杂。这是因为群落演替初期,裸地一般被一些一年生草本植物(先锋物种)占据,随着时间的推移和演替的进行,植物种类数量逐渐增加,群落结构也趋于复杂化,物种多样性发生明显的变化。结合实地调查所见,认为这4种生境类型的物种变化格局应归因于研究区内受水热组合主导的地带性植被更替与人类活动的共同影响。其中,人类活动强烈影响是形成下游平原地区草本植物物种多样性最低的重要原因。

在对 β 多样性随海拔梯度变化格局的研究中,不同学者也得出了不同结论。大致可分为3种:(1) β 多样

性沿海拔梯度的无规律变化, β 多样性的高值一般出现在群落的交错带^[36]; (2) 植物的 β 多样性随海拔升高而单调下降^[36], 该学者认为 β 多样性在低海拔地区较高的原因主要与干扰及物种之间的相互竞争有关: 中度干扰在增加 α 多样性的同时, 也导致了生境的异质性, 从而增加了 β 多样性; (3) 在低海拔变化不大, 而在高海拔地区随着海拔升高急剧上升^[38]。

通过本研究发现, 流域尺度下, 不同生境类型下草本植物 β 多样性沿着环境梯度变化稍呈“S”型格局, 在流域的中上游丘陵山地过渡区具有最高的 β 多样性。该区地处河南陕西交界处, 为山地丘陵交界带, 土地利用方式多样, 生境类型多样, 且相互镶嵌分布, 不同生境间的物种和能量流动较强, 物种替代速率最快; 撂荒地和林地生境虽然因取样的原因缺少 28 号样地以上的数据, 但可以推测在河源地其 β 多样性应该较底, 这可能是因为河源地属于自然植被区, 人为干扰较轻, 具有较稳定的群落组成和结构, 物种替代速率较低, 主要受物种的竞争扩散能力和生境条件异质性的制约。

伊洛河流域由山地、丘陵、平原等组成了相互依存、相互制约的等级自然体系。上游山区受自然因素作用较大, 其中, 海拔梯度、水热条件等对植物空间分布格局具有重要影响; 下游平原地区作为人类社会经济活动中心, 人为干扰强烈; 而中游丘陵地区受自然因素和人为因素的双重影响景观生态系统更具有复杂性。植物群落空间分布格局的复杂性与多变性是由光照、热量、水分、土壤、生物等多个自然环境因子综合作用的结果^[39]。同时, 干扰对物种的空间分布格局也有重要影响。人为干扰的时空差异性反映出人为干扰的现状及其对植被的破坏强度差异; 不同性质的干扰对植被的影响作用具有协同性, 同一干扰长期持续对植被的影响具累加并放大的作用, 并最终影响物种分布格局。流域生态系统是尺度较大且更为综合的生态系统类型, 具有由自然、社会与经济多组分耦合的复杂性, 同时又因其特殊的发育条件与演化进程, 受到人为强烈而长期的干扰^[10]。

干扰改变了伊洛河流域草本植物物种分布格局, 尤其是人为干扰使得物种自然分布格局更加具有不规则性。伊洛河流域生态系统作为一个开放的自然-经济-社会复合体, 物种多样性分布格局由自然因素和人为因素所主导。河流是物种通过河岸廊道向下游陆地生态系统扩散的临时或永久的媒介, 水流的汇聚作用为河滩地及下游地区带来了丰富的能量、种子或其他繁殖体, 使得流域范围内植物群落类型、群落结构和物种组成等存在着直接或间接的联系。自然季节性洪水干扰在一定程度上干扰了群落的结构稳定性, 改变了流域内物种分布格局。然而, 建坝、沿河道挖沙取石、改变土地利用方式等强烈人为干扰使得物种自然分布格局具有不确定性和多变性, 且人为因素对物种的分布格局影响日渐大于自然因素对物种分布格局的影响。

References:

- [1] Tilman D, Reich P B, Knops J M H. Biodiversity and ecosystem stability in a decade-long grassland experiment. *Nature*, 2006, 441(7093): 629-632.
- [2] Ives A R, Carpenter S R. Stability and diversity of ecosystems. *Science*, 2007, 317(5834): 58-62.
- [3] Condit R, Pitman N, Leigh E G Jr, Chave J, Terborgh J, Foster R B, Núñez P V, Aguilar S, Valencia R, Villa G, Muller-Landau H C, Losos E, Hubbell S P. Beta-diversity in tropical forest trees. *Science*, 2002, 295(5555): 666-669.
- [4] Wang G H, Zhou G H, Yang L M, Li Z Q. Distribution, species diversity and life-form spectra of plant communities along an altitudinal gradient in the northern slopes of Qilianshan Mountains, Gansu, China. *Plant Ecology*, 2002, 165(2): 169-181.
- [5] Stevens G C. The elevational gradient in altitudinal range: an extension of Rapoport's latitudinal rule to altitude. *The American Naturalist*, 1992, 140(6): 893-911.
- [6] Lieberman D, Lieberman M, Peralta R, Hartshorn G. Tropical forest structure and composition on a large-scale altitudinal gradient in Costa Rica. *Journal of Ecology*, 1996, 84(2): 137-152.
- [7] Lomolino M V. Elevation gradients of species-density: historical and prospective views. *Global Ecology and Biogeography*, 2001, 10(1): 3-13.
- [8] Gaston K J. Global patterns in biodiversity. *Nature*, 2000, 405(6783): 220-227.
- [9] Chen Q W, Ouyang Z Y. Watershed ecology and modeling system. *Acta Ecologica Sinica*, 2005, 25(5): 1184-1190.
- [10] Li C Y, Deng Y L. Degradation of watershed ecosystems in China: a review. *Chinese Journal of Ecology*, 2009, 28(3): 535-541.
- [11] Chang Z F, Han F G, Zhong N S, Zhao M, Liang T. Natural and artificial factors and their transfer on sandy desertification of lower reaches of

- Shiyang River Basin. *Arid Land Geography*, 2005, 28(2): 150-155.
- [12] Qi S Z, Wang T, Luo F, Luo W Y, Guo J. A case study on characteristics and countermeasures of environmental degradation in the Heihe River Basin, Northwestern China. *Progress in Geography*, 2004, 23(1): 30-37.
- [13] Zhao Z Y, Wang R H, Zhang H Z, Sun H B. Degradation mechanism of desert ecosystem in lower reaches of Tarim River. *Journal of Desert Research*, 2006, 26(2): 220-225.
- [14] Du Z Q, Wang J, Chen Z H, Shen Y Z. Variation and ecological function loss of grassland vegetations in typical regions in the upper reaches of Heihe River-a case of Shandan County in the upper-middle reaches of Heihe Basin. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 2006, 26(4): 798-804.
- [15] Yu W Z, Chang Q R, Yue Q L, Tang Z. The research about the variation of meadow types and the conversion of meadow structure around Qinghai Lake drainage area. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2005, 21(4): 306-310.
- [16] Feng D K. Analysis of the modern geomorphological processes in the Yiluo River Basin. *Henan Science*, 1992, 10(3): 308-312.
- [17] Wang B, Zang L. A study on the development strategy of Yiluo River Basin. *Areal Research and Development*, 2007, 26(6): 53-57.
- [18] Wang B, Zang L, Miao C H. A study on the economic spatial differences in Yiluo River Basin. *Economic Geography*, 2006, 26(Z1): 64-67.
- [19] Qian L X, Ding S Y, Qin F. Land cover and landscape dynamics of Yiluo River Basin. *Journal of Mountain Science*, 2003, 21(5): 552-558.
- [20] Qian L X, Ding S Y, Xu S M. Landscape spatial structure of various landform type areas in Yiluo River Basin: a case study of Luoning County. *Scientia Geographica Sinica*, 2003, 23(5): 604-611.
- [21] Qian L X, Li S, Li H W, Ding S Y. Characteristic analysis on the patch sizes of forest landscape in the Yiluo river catchment: a case study from Luoning County. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2003, 11(3): 22-24.
- [22] Qian L X, Li S, Zhang X W. Changes on vegetation landscape pattern in the typical district of Yiluo River Valley: a case study from Luoning County, Henan Province. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2005, 13(1): 49-52.
- [23] Ding S Y, Liang G F. Analysis of geographic environmental factors on forest landscape dynamics of Yiluo River Basin. *Geographical Research*, 2007, 26(5): 906-915.
- [24] Guo Y L, Su S, Ding S Y, Liang G F. Species diversity of riparian herbaceous community in the upper Luo River riparian zones. *Journal of Henan University: Natural Science*, 2011, 41(1): 67-71.
- [25] Cui B S, Zhao X S, Yang Z F, Tang N, Tan X J. The response of reed community to the environment gradient of water depth in the Yellow River Delta. *Acta Ecologica Sinica*, 2006, 26(5): 1533-1541.
- [26] Normand S, Vormisto J, Svenning J C, Grández C, Balslev H. Geographical and environmental controls of palm beta diversity in paleo-riverine terrace forests in Amazonian Peru. *Plant Ecology*, 2006, 186(2): 161-176.
- [27] Bridgewater S, Ratter J A, Ribeiro J F. Biogeographic patterns, β -diversity and dominance in the Cerrado biome of Brazil. *Biodiversity and conservation*, 2004, 13(12): 2295-2318.
- [28] Hao Z Q, Yu D Y, Wu G, Deng H B, Jiang P, Wang Q L. Analysis on β diversity of plant communities on northern slope of Changbai Mountain. *Acta Ecologica Sinica*, 2001, 21(12): 2018-2022.
- [29] Liu Z L, Zheng C Y, Fang J Y. Changes in plant species diversity along an elevation gradient on Mt. Xiaowutai, Hebei, China. *Biodiversity Science*, 2004, 12(1): 137-145.
- [30] Ojeda F, Maranon T, Arroyo J. Plant diversity patterns in the Aljibe Mountains (S. Spain): a comprehensive account. *Biodiversity and Conservation*, 2000, 9(9): 1323-1343.
- [31] Grime J P. *Plant Strategies, Vegetation Processes, and Ecosystem Properties*. 2nd ed. Chichester: John Wiley and Sons Ltd, 2001.
- [32] Rahbek C. The role of spatial scale and the perception of large-scale species-richness patterns. *Ecology Letters*, 2005, 8(2): 224-239.
- [33] Tang Z Y, Fang J Y. A review on the elevational patterns of plant species diversity. *Biodiversity Science*, 2004, 12(1): 20-28.
- [34] Hao Z Q, Yu D Y, Yang X M, Ding Z H. α diversity of communities and their variety along altitude gradient on northern slope of Changbai Mountain. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2002, 13(7): 786-789.
- [35] Doležal J, Šrutek M. Altitudinal changes in composition and structure of mountain-temperate vegetation: a case study from the Western Carpathians. *Plant Ecology*, 2002, 158(2): 202-221.
- [36] Vázquez G J A, Givnish T J. Altitudinal gradients in tropical forest composition, structure, and diversity in the Sierra de Manantlán. *Journal of Ecology*, 1998, 86(6): 999-1020.
- [37] Wang G H, Zhou G S, Yang L M, Li Z Q. Distribution, species diversity and life-form spectra of plant communities along an altitudinal gradient in the northern slopes of Qilianshan Mountains, Gansu, China. *Plant Ecology*, 2002, 165(2): 169-181.
- [38] Odland A, Birks H J B. The altitudinal gradient of vascular plant richness in Aurland, western Norway. *Ecography*, 1999, 22(5): 548-566.
- [39] Zhao C J, Kang M Y, Lei J Q. Relationships between plant community characteristics and environmental factors in the typical profiles from

Dzungaria Basin. *Acta Ecologica Sinica*, 2011, 31(10): 2669-2677.

参考文献:

- [9] 陈求稳, 欧阳志云. 流域生态学及模型系统. *生态学报*, 2005, 25(5): 1184-1190.
- [10] 李春艳, 邓玉林. 我国流域生态系统退化研究进展. *生态学杂志*, 2009, 28(3): 535-541.
- [11] 常兆丰, 韩福贵, 仲年生, 赵明, 梁泰. 石羊河下游沙漠化的自然因素和人为因素及其位移. *干旱区地理*, 2005, 28(2): 150-155.
- [12] 齐善忠, 王涛, 罗芳, 罗万银, 郭坚. 黑河流域环境退化特征分析及防治研究. *地理科学进展*, 2004, 23(1): 30-37.
- [13] 赵振勇, 王让会, 张慧芝, 孙洪波. 塔里木河下游荒漠生态系统退化机制分析. *中国沙漠*, 2006, 26(2): 220-225.
- [14] 杜自强, 王建, 陈正华, 沈宇丹. 黑河中上游典型地区草地植被变化及其生态功能损失分析——以山丹县为例. *西北植物学报*, 2006, 26(4): 798-804.
- [15] 俞文政, 常庆瑞, 岳庆玲, 唐臻. 青海湖流域草地类型变化及其结构演替研究. *中国农学通报*, 2005, 21(4): 306-310.
- [16] 冯大奎. 伊洛河流域现代地貌过程分析. *河南科学*, 1992, 10(3): 308-312.
- [17] 王兵, 臧玲. 伊洛河流域开发战略研究. *地域研究与开发*, 2007, 26(6): 53-56, 74.
- [18] 王兵, 臧玲, 苗长虹. 伊洛河流域经济空间分异研究. *经济地理*, 2006, 26(Z1): 64-67.
- [19] 钱乐祥, 丁圣彦, 秦奋. 伊洛河流域的土地覆盖与景观动态分析. *山地学报*, 2003, 21(5): 552-558.
- [20] 钱乐祥, 丁圣彦, 许叔明. 伊洛河流域不同地貌类型区的景观空间结构对比分析——以洛宁县为例. *地理科学*, 2003, 23(5): 604-611.
- [21] 钱乐祥, 李爽, 李红伟, 丁圣彦. 伊洛河流域典型地区森林景观格局动态. *中国生态农业学报*, 2003, 11(3): 22-24.
- [22] 钱乐祥, 李爽, 张晓伟. 伊洛河流域典型地段植被景观格局变化研究——以河南省洛宁县为例. *中国生态农业学报*, 2005, 13(1): 49-52.
- [23] 丁圣彦, 梁国付. 地理环境因素对伊洛河流域森林景观的影响. *地理研究*, 2007, 26(5): 906-915.
- [24] 郭屹立, 苏思, 丁圣彦, 梁国付. 洛河上游河漫滩草本植物群落物种多样性研究. *河南大学学报: 自然科学版*, 2011, 41(1): 67-71.
- [25] 崔保山, 赵欣胜, 杨志峰, 唐娜, 谭学界. 黄河三角洲芦苇种群特征对水深环境梯度的响应. *生态学报*, 2006, 26(5): 1533-1541.
- [28] 郝占庆, 于德永, 吴钢, 邓红兵, 姜萍, 王庆礼. 长白山北坡植物群落 β 多样性分析. *生态学报*, 2001, 21(12): 2018-2022.
- [29] 刘增力, 郑成洋, 方精云. 河北小五台山北坡植物物种多样性的垂直梯度变化. *生物多样性*, 2004, 12(1): 137-145.
- [33] 唐志尧, 方精云. 植物物种多样性的垂直分布格局. *生物多样性*, 2004, 12(1): 20-28.
- [34] 郝占庆, 于德永, 杨晓明, 丁之慧. 长白山北坡植物群落 α 多样性及其随海拔梯度的变化. *应用生态学报*, 2002, 13(7): 785-789.
- [39] 赵从举, 康慕谊, 雷加强. 准噶尔盆地典型地段植物群落及其与环境因子的关系. *生态学报*, 2011, 31(10): 2669-2677.

CONTENTS

Landscape aesthetic assessment based on experiential paradigm assessment technology	LI Xuanqi, HUA Lizhong (2965)
Significant impact of job-housing distance on carbon emissions from transport: a scenario analysis	TONG Kangkang, MA Keming (2975)
The watershed eco-compensation system from the perspective of economics: the cases of pollution compensation	LIU Tao, WU Gang, FU Xiao (2985)
The tourism development impact on Shanghai coastal wetland vegetation	LIU Shidong, GAO Jun (2992)
Effects of the Wenchuan Earthquake on shoot growth and development of the umbrella bamboo (<i>Fargesia robusta</i>), one of the giant panda's staple bamboos	LIAO Lihuan, XU Yu, RAN Jianghong, et al (3001)
Forest carbon sequestration and carbon sink/source in Jiangxi Province	HUANG Lin, SHAO Quanqin, LIU Jiyuan (3010)
Species diversity of herbaceous communities in the Yiluo River Basin	CHEN Jie, GUO Yili, LU Xunling, et al (3021)
Microbial community diversity of rhizosphere soil in continuous cotton cropping system in Xinjiang	GU Meiying, XU Wanli, MAO Jun, et al (3031)
Diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in the rhizosphere of <i>Caragana korshinskii</i> Kom. in desert zone	HE Xueli, CHEN Zheng, GUO Huijuan, et al (3041)
Characteristics of photosynthetic productivity and water-consumption for transpiration in <i>Pinus densiflora</i> var. <i>zhangwuensis</i> and <i>Pinus sylvestris</i> var. <i>mongolica</i>	MENG Peng, LI Yuling, YOU Guochun, et al (3050)
Seasonal dynamic and influencing factors of coarse woody debris respiration in mid-subtropical evergreen broad-leaved forest	LIU Qiang, YANG Zhijie, HE Xudong, et al (3061)
Influence of saline soil and sandy soil on growth and mineral constituents of common annual halophytes in Xinjiang	ZHANG Ke, TIAN Changyan, LI Chunjian (3069)
Dynamics change of <i>Betula ermanii</i> population related to shrub and grass on treeline of northern slope of Changbai Mountains	WANG Xiaodong, LIU Huiqing (3077)
Effects of ecological conditions on morphological and physiological characters of tobacco	YAN Kan, CHEN Zongyu (3087)
A study on the hyperspectral inversion for estimating leaf chlorophyll content of clover based on factor analysis	XIAO Yanfang, GONG Huili, ZHOU Demin (3098)
Monthly dynamic variation of soil seed bank in water-level-fluctuating zone of Three Gorges Reservoir at the beginning after charging water	WANG Xiaorong, CHENG Ruimei, TANG Wanpeng, et al (3107)
Effects of three land use patterns on diversity and community structure of soil ammonia-oxidizing bacteria in <i>Leymus chinensis</i> steppe	ZOU Yukun, ZHANG Jingni, CHEN Xiurong, et al (3118)
Autotoxicity and promoting: dual effects of root litter on American ginseng growth	JIAO Xiaolin, DU Jing, GAO Weiwei (3128)
Effect of differing levels parasitism from native <i>Cuscuta australis</i> on invasive <i>Bidens pilosa</i> growth	ZHANG Jing, YAN Ming, LI Junmin (3136)
Heavy metal concentrations and pollution assessment of riparian soils in Shandong Province	ZHANG Ju, CHEN Shiyue, DENG Huanguang, et al (3144)
Effect of decomposition products of cyanobacteria on <i>Myriophyllum spicatum</i> and water quality in Lake Taihu, China	LIU Lizhen, QIN Boqiang, ZHU Guangwei, et al (3154)
Succession of macrofauna communities in wetlands of <i>Sonneratia apetala</i> artificial mangroves during different ecological restoration stages	TANG Yijie, FANG Zhanqiang, ZHONG Yanting, et al (3160)
Group characteristics of Chinese Merganser (<i>Mergus squamatus</i>) during the wintering period in Poyang Lake watershed, Jiangxi Province	SHAO Mingqin, ZENG Binbin, SHANG Xiaolong, et al (3170)
Effect of forest rodents on predation and dispersal of <i>Pinus armandii</i> seeds in Qinling Mountains	CHANG Gang, WANG Kaifeng, WANG Zhi (3177)
Circadian rhythms of activity, metabolic rate and body temperature in desert hamsters (<i>Phodopus roborovskii</i>)	WANG Luping, ZHOU Shun, SUN Guoqiang (3182)
Effects of temperature stress and ultraviolet radiation stress on antioxidant systems of <i>Locusta migratoria tibetensis</i> Chen	LI Qing, WU Lei, YANG Gang, et al (3189)
Carbon cycling from rice-duck mutual ecosystem during double cropping rice growth season	ZHANG Fan, GAO Wangsheng, SUI Peng, et al (3198)
Protein expression characteristics and their response to nitrogen application during grain-filling stage of rice (<i>Oryza Sativa</i> L.)	ZHANG Zhixing, CHENG Jun, LI Zhong, et al (3209)
Review and Monograph	
Advances in influence of seawater eutrophication on marine bacteria	ZHANG Yubin, ZHANG Jiexiang, SUN Xingli (3225)
A review of comprehensive effect of ocean acidification on marine fishes	LIU Hongjun, ZHANG Zhendong, GUAN Shuguang, et al (3233)
Evaluation of the controlling methods and strategies for <i>Mikania micrantha</i> H. B. K.	LI Mingguang, LU Erbei, GUO Qiang, et al (3240)
Scientific Note	
Dynamics of land use/cover changes in the Weigan and Kuqa rivers delta oasis based on Remote Sensing	SUN Qian, TASHPOLAT. Tiyp, ZHANG Fei, et al (3252)
Phytoplankton assemblages in East China Sea in winter 2009	GUO Shujin, SUN Jun, DAI Minhan, et al (3266)
On the physical chemical and soil microbial properties of soils in the habitat of wild Ferula in Xinjiang	FU Yong, ZHUANG Li, WANG Zhongke, et al (3279)
The community characteristics of <i>Calligonum roborowskii</i> A. Los in Tarim Basin	Gulnur Sabirhazi, PAN Borong, DAUN Shimin (3288)
Stability analysis of mine ecological industrial symbiotic system	SUN Bo, WANG Guangcheng (3296)

《生态学报》2012 年征订启事

《生态学报》是中国生态学学会主办的自然科学高级学术期刊,创刊于 1981 年。主要报道生态学研究原始创新性科研成果,特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评介和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,280 页,国内定价 70 元/册,全年定价 1680 元。

国内邮发代号:82-7 国外邮发代号:M670 标准刊号:ISSN 1000-0933 CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路 18 号 电 话:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@rcees.ac.cn 网 址: www.ecologica.cn

编辑部主任 孔红梅 执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报

(SHENGTAI XUEBAO)

(半月刊 1981 年 3 月创刊)

第 32 卷 第 10 期 (2012 年 5 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 32 No. 10 (May, 2012)

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel: (010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100071	Published by	Science Press Add: 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail: journal@csbg.net	Distributed by	Science Press Add: 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel: (010)64034563 E-mail: journal@csbg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add: P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元