

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第 33 卷 第 17 期 Vol.33 No.17 **2013**

中国生态学会
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 33 卷 第 17 期 2013 年 9 月 (半月刊)

目次

前沿理论与学科综述

- 植物角质层蜡质的化学组成研究综述 曾 琼, 刘德春, 刘 勇 (5133)
- 中国滨海盐沼湿地碳收支与碳循环过程研究进展 曹 磊, 宋金明, 李学刚, 等 (5141)

个体与基础生态

- 秸秆隔层对盐碱土水盐运移及食葵光合特性的影响 赵永敢, 逢焕成, 李玉义, 等 (5153)
- 盐地碱蓬二型性种子及其幼苗对盐渍环境的适应性 刘 艳, 周家超, 张晓东, 等 (5162)
- 不同抗旱性花生品种的根系形态发育及其对干旱胁迫的响应 丁 红, 张智猛, 戴良香, 等 (5169)
- 夏季苹果新梢生理指标与抗苹果绵蚜的关系 王西存, 周洪旭, 于 毅, 等 (5177)
- 花期海蓬子对盐胁迫的生理响应 刘伟成, 郑春芳, 陈 琛, 等 (5184)
- 白蜡多年卧孔菌生物学特性及驯化栽培 鲁 铁, 图力古尔 (5194)
- 重度火烧迹地微地形对土壤微生物特性的影响——以坡度和坡向为例
..... 白爱芹, 傅伯杰, 曲来叶, 等 (5201)
- 秸秆还田与施肥对稻田土壤微生物生物量及固氮菌群落结构的影响 刘骁蓓, 涂仕华, 孙锡发, 等 (5210)
- 大穗型小麦叶片性状、养分含量及氮素分配特征 王丽芳, 王德轩, 上官周平 (5219)
- 复合不育剂 EP-1 对小鼠空间记忆与焦虑行为的影响 王晓佳, 秦婷婷, 胡 霞, 等 (5228)

种群、群落和生态系统

- 小兴安岭阔叶红松混交林林隙特征 刘少冲, 王敬华, 段文标, 等 (5234)
- 高寒矮嵩草群落退化演替系列氮、磷生态化学计量学特征 林 丽, 李以康, 张法伟, 等 (5245)
- 中亚热带人工针叶林生态系统碳通量拆分差异分析 黄 昆, 王绍强, 王辉民, 等 (5252)
- 高寒山区一年生混播牧草生态位对密度的响应 赵成章, 张 静, 盛亚萍 (5266)
- 乳山近海大型底栖动物功能摄食类群 彭松耀, 李新正 (5274)

景观、区域和全球生态

- 采伐干扰对大兴安岭落叶松-苔草沼泽植被碳储量的影响 牟长城, 卢慧翠, 包 旭, 等 (5286)
- 西南喀斯特地区轮作旱地土壤 CO₂ 通量 房 彬, 李心清, 程建中, 等 (5299)
- 干湿季节下基于遥感和电磁感应技术的塔里木盆地北缘绿洲土壤盐分的空间变异性
..... 姚 远, 丁建丽, 雷 磊, 等 (5308)
- 东北温带次生林和落叶松人工林土壤 CH₄ 吸收和 N₂O 排放通量 孙海龙, 张彦东, 吴世义 (5320)
- 新疆东部天山蝶类多样性及其垂直分布 张 鑫, 胡红英, 吕昭智 (5329)
- 玉米农田空气动力学参数动态及其与影响因子的关系 蔡 福, 周广胜, 明惠青, 等 (5339)

天山北坡家庭牧场复合系统对极端气候的响应过程..... 李西良,侯向阳,丁 勇,等 (5353)

大城市边缘区景观破碎化空间异质性——以北京市顺义区为例..... 李 灿,张凤荣,朱泰峰,等 (5363)

资源与产业生态

基于 GLBM 模型的中国大陆阿根廷滑柔鱼鱿钓渔业 CPUE 标准化 陆化杰,陈新军,曹 杰 (5375)

三峡库区古夫河水质时空分异特征..... 冉桂花,葛继稳,苗文杰,等 (5385)

城乡与社会生态

汉、藏、回族地区农户的环境影响——以甘肃省张掖市、甘南藏族自治州、临夏回族自治州为例.....

..... 赵雪雁,毛笑文 (5397)

研究简报

中国近海浮游动物群落结构及季节变化..... 杜明敏,刘镇盛,王春生,等 (5407)

海洋污染物对菲律宾蛤仔的免疫毒性..... 丁鉴锋,闫喜武,赵力强,等 (5419)

衰亡期沉水植物对水和沉积物磷迁移的影响..... 王立志,王国祥 (5426)

伊洛河流域外来草本植物分布格局..... 郭屹立,丁圣彦,苏 思,等 (5438)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 316 * zh * P * ¥90.00 * 1510 * 32 * 2013-09



封面图说: 帽儿山次生林林相——帽儿山属于长白山山脉的张广才岭西坡,松花江南岸支流阿什河的上游,最高海拔 805m,由侏罗纪中酸性火山岩构成,是哈尔滨市附近的最高峰,因其貌似冠状而得名。东北林业大学于 1958 年在此建立了实验林场。山上生长着松树、榆树、杨树及各种灌木等,栖息着山鸡、野兔等野生动物,在茂密的草地上还生长有各种蘑菇。其地带性植被为温带针阔混交林,目前状况为天然次生林。部分地方次生林转变为落叶松人工林后,落叶松林地的凋落物层影响了林地土壤水分的格局。

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

DOI: 10.5846/stxb201206210884

郭屹立, 丁圣彦, 苏思, 卢训令, 苑晓雯, 郭静静, 李乾玺. 伊洛河流域外来草本植物分布格局. 生态学报, 2013, 33(17): 5438-5447.

Guo Y L, Ding S Y, Su S, Lu X L, Yuan X W, Guo J J, Li Q X. Distribution patterns of alien herbs in the Yiluo River basin. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(17): 5438-5447.

伊洛河流域外来草本植物分布格局

郭屹立^{1,2}, 丁圣彦^{1,*}, 苏 思², 卢训令^{1,2}, 苑晓雯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:外来生物入侵及其防治已经成为生态学关注的重点和热点问题。目前的研究主要集中在外来入侵种上,然而入侵种仅占外来种中很少一部分,因此,研究外来种现有分布格局对研究生物入侵及其防治有重要意义。以伊洛河流域草本植物群落中的外来种为对象,沿河从河源地到入黄河口选取典型样地,在调查流域内草本植物群落中物种组成的基础上选取外来种,并对外来种种类组成及其分布格局进行研究。结果表明:流域内有外来草本植物 27 种,分属于 15 科,种类较多的科为菊科、苋科和豆科;引入方式以有意引种为主。流域横向不同生境间,河滩地在水流的养分富集、季节性洪水物理干扰及人为活动扰动作用下,呈现出受外来种分布较多,而受人类活动扰动最强且营养丰富的农田分布较小的分布格局;纵向环境梯度下,上游河源山地属于自然植被区,人为干扰较轻,且受外来种影响较小;中游丘陵区从自然生态系统向农业生态系统的过渡区域,人类活动的扰动有所加强;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,群落物种组成简单但受外来种影响最大,受自然环境和人类活动的双重影响。不同物种在不同生境间差异明显,其中,小蓬草、钻叶紫菀和反枝苋广泛分布于 3 种生境中。总体上,伊洛河外来草本植物分布格局在自然因素的基础上强烈受人为主观因素的影响,呈现出从上游到下游逐渐增多的趋势。

关键词:外来草本植物,分布格局,生境,人类活动,伊洛河流域

Distribution patterns of alien herbs in the Yiluo River basin

GUO Yili^{1,2}, DING Shengyan^{1,*}, SU Si², LU Xunling^{1,2}, YUAN Xiaowen², 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: With China's opening up constantly deepens, the threats of invasive alien species unintentionally introduced into China are steadily on the increase to agriculture and forestry production. Eco-safety are further enlarged, however, few studies have examined the distribution patterns and trends of newly detected invasive alien species with respect to taxonomic categorization and origin in this country. Invasive species can impose serious damages to natural ecosystems and pose risks to regional economies and public health. Drainage basin ecosystems are more susceptible to biological invasions than other ecosystems because they are subjected to more frequent human disturbances. Only a small fraction of the alien species current research focuses is invasive species. Therefore, it is crucial to study the alien species in order to comprehend the mechanisms and control of biological invasion. This study was conducted in the Yiluo river basin, straddling Henan and Shaanxi Province (109°43'—113°10'E, 33°39'—34°54'N), ranging from 101 m to 1227 m. The Yiluo River is a major tributary of Yellow River in the south side of the middle reaches. The vegetation in the drainage basin ecosystem of Yiluo River has been heavily impacted by anthropogenic activities. 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 Yiluo River. A field investigation was conducted in August and September of 2009, to acquire the alien species

基金项目:国家自然科学基金资助项目(41071118)

收稿日期:2012-06-21; 修订日期:2012-12-12

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

composition and distribution characteristics in different habitats, from three aspects, longitudinal gradient, transverse gradient and the different alien species among different three types of habitat distribution pattern of the herb species. Using community ecology techniques, 107 plots (20 m×20 m) were sampled. Each plot contains five 1 m×1 m quadrats located at the four corners and the center of the plot. We recorded all the herb species present in the quadrats including the alien species, as well as ecological conditions of the sampling sites. The results of this study show that: there were 27 alien herbaceous species belonging to 15 families in the Yiluo River basin. Compositae, Amaranthaceae and Leguminosae were the three main families, most of which were introduced by human intentionally. The distribution patterns of alien species individuals of occurrence of the alien species in distribution patterns differed significantly among the different habitats, the riparian habitat had the most alien species, while the woodland the farmland habitat had the least. Some of the alien species were widely distributed in all the three habitats, such as *Conyza Canadensis*, *Aster subulatus* and *Amaranthus retroflexus*. We used binomial regression to analysis the distribution patterns of the alien species along the longitudinal environmental gradient. The pattern showed slightly declining curve shaped, the least in the montanic regions in upper reaches of the river, then the hilly regions in middle reaches, and the most in the plains in the lower reaches. The upper reaches were largely covered with natural vegetation of light anthropogenic disturbance and relatively less alien species; therefore the distribution of a species was mainly constrained by its competence and dispersal ability, as well as habitat conditions. The intensively farmed lower reaches were dominated by agricultural ecosystems; species compositions were simple but involved the most alien species as a consequence of intense anthropogenic impact. The hilly transition zone of the middle reaches was under moderate anthropogenic disturbance, covered with mixed communities of natural and artificial plant species, with a relative high species diversity and more alien species. To sum up, the distribution patterns of herb alien species in the Yiluo river basin was strongly influenced by both anthropogenic activities and physical environment.

Key Words: habitat; human activity; distribution patterns; alien herbaceous species; Yiluo River basin

外来种指由于人类有意或无意的活动被带到其自然演化区域以外的物种^[1]。在人类频繁的经济活动推动下,许多外来种在新的分布区建立种群,并给当地生态系统、人类健康及农林业生产等造成了巨大影响,进而成为入侵种^[2-3]。生物入侵不仅可以降低生物多样性,同时还威胁着全球的生态环境和经济发展^[4-5]。

构建一个国家或地区的涵盖基本生物学和生态学信息的外来物种数据库对于研究生物入侵至关重要^[6-7]。这不仅有助于人们认识生物入侵的分布格局,研究影响生物入侵的重要因素^[8],同时也是制定外来入侵生物管理政策、建立环境风险评估系统的早期工作的重要一步^[9]。全球范围内约有 395 种入侵植物获得了详细研究,占入侵物种数目的 44%^[10]。目前研究者的目光主要聚焦在入侵种上,然而,形成入侵并造成危害的入侵种仅占外来种的很小一部分^[11]。因此构建一个比较健全的外来种数据库是当前急需填补的一个空白^[12]。

伊洛河流域地处半湿润、半湿润偏旱地区,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^[13]。该区地处黄河流域的中下游,是我国原始农业发展最早地区之一,是中华民族的发祥地之一,有着悠久的历史 and 灿烂的文明。而物种的入侵规模与区域经济、人口密度、交通流量等呈正相关^[14-15]。随着当地农业、经济、旅游业的发展和人口的膨胀,其与外界的交流也日益频繁,一些外来种也逐渐扩散,甚至一些恶性入侵种(如空心莲子草)开始肆虐扩张,危害着当地农业等生态系统^[13, 16]。

目前,国内学者就伊洛河流域的水文^[17]、地貌^[18]、景观格局动态变化^[19-20]、流域内草本植物物种多样性^[13, 21]和功能群划分^[16]等方面做了大量的研究工作。良好的水热条件再加上人为干扰及洪水等引起的自然干扰,使河流湿地成为可入侵性较强的生态系统。然而,有关该流域内外来种的组成、引入方式、分布格局及对当地生态环境的影响情况尚未见报道。基于前人研究及《河南植物志》等信息的收集整理,以伊洛河流域洛河段为研究区域,沿流域自上到下分别选取 3 种具有代表性的生境类型:河滩地、农田、林地。运用群落

生态学中的样方法对流域内典型生境类型中的外来草本植物进行调查,探讨流域内外来草本植物种类组成、重要特征和引入方式等,及其在不同生境类型中的分布差异和流域纵向梯度上的分布格局,进而构建一个比较健全的该流域内外来物种数据库。以期为流域内外来种的入侵风险评价和扩散监测奠定基础,并为制定合理的生态系统保护策略、控制外来种危害和防止其进一步蔓延扩散提供依据。

1 研究区域概况

伊洛河是黄河中游南岸的一条重要水系(图1),它位于 $109^{\circ}43'-113^{\circ}10'E$, $33^{\circ}39'-34^{\circ}54'N$ 之间。年均气温 $7.8-13.9^{\circ}C$,最低气温 $-21.6-11.8^{\circ}C$,最高气温 $37-40.8^{\circ}C$ 。年均降水量 $710-930\text{ mm}$ 。

本研究以流域内洛河干流及伊河和洛河合流后的伊洛河为研究区域。洛河源出于陕西省洛南县洛源乡木岔沟,向东流入河南境内,经卢氏县、洛宁县、宜阳县、洛阳市,在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 。长水以上为上游,洛河与伊河合流后为下游。该流域地处北亚热带向暖温带过渡带,景观类型上从山地经丘陵向平原延伸。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 coggygria*)、山胡椒(*Lindera glauca*)、牛鼻栓(*Fortunearia sinensis*)、美丽胡枝子(*Lespedeza formosa*)等^[20]。

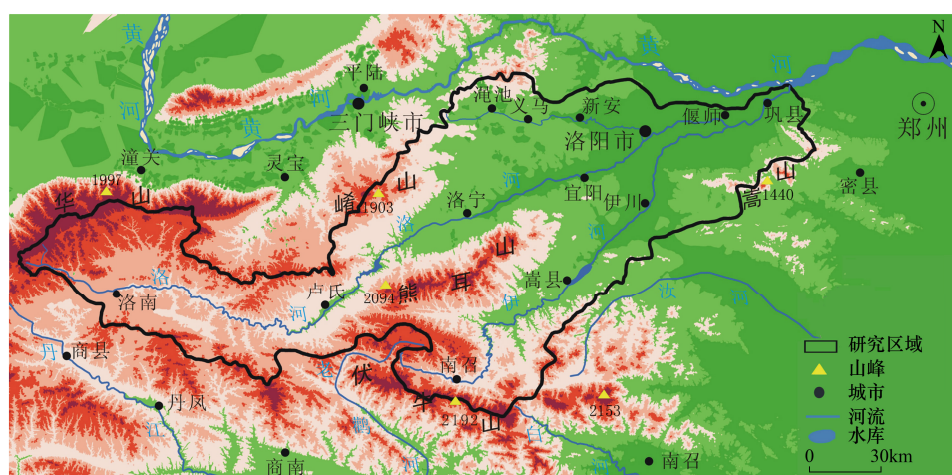


图1 伊洛河流域地形图

Fig.1 A topographic map of the Yiluo River basin

2 研究方法

2.1 样地设置

在2008年前期实地踏查的基础上,于2009年8—9月,在整个伊洛河流域洛河段内沿主河道,参考海拔高度并结合行政区选取典型样地。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 m 至 101 m),结合行政区域,沿主河道每间隔约 10 km 设置一个样地。共计39个样地(表1)。每个样地内选取3种生境类型,分别为河滩地、农田和林地,其中河滩地距河道较近,受河流影响最大,农田与林地次之。农田为夏秋季节最常见的玉米地,选定作物生长期保持在果穗形成但尚未成熟期;林地选取人工杨树林,树龄及种植密度具有代表性林地;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 $20\text{ m} \times 20\text{ m}$ 的样方,在样方的四角及中央分别设置1个 $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ 的草本样方进行调查观测。最终共设置小样方530个,河滩地和农田均为195个,林地140个。调查样地内的外来物种种类、出现个体数,盖度,株高等(文中海拔、经纬度均以河滩地为准)。

2.2 外来草本植物调查及选取

在2008年沿线踏查的基础上于2009年8—9月,调查伊洛河流域内的外来草本物种,并采集标本带回鉴

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	取样类型 Sampling type		
1	下游	巩义入黄口	101	E113°03'30.3"	N34°50'04.4"	河滩地	农田	林地
2		古桥	104	E113°00'21.2"	N34°47'40.2"	河滩地	农田	林地
3		东黑石关	106	E112°56'35.7"	N34°44'02.4"	河滩地	农田	林地
4		偃师石家庄	108	E112°55'43.8"	N34°43'09.9"	河滩地	农田	林地
5		山化	109	E112°51'55.2"	N34°42'33.2"	河滩地	农田	林地
6		岳滩	110	E112°47'24.6"	N34°42'18.5"	河滩地	农田	林地
7		塔庄	111	E112°45'11.6"	N34°42'38.4"	河滩地	农田	林地
8		古城	113	E112°41'35.3"	N34°42'27.8"	河滩地	农田	林地
9		龙虎滩	118	E112°37'48.9"	N34°42'26.9"	河滩地	农田	林地
10	中游	宜阳寻村	188	E112°13'11.2"	N34°32'20.6"	河滩地	农田	林地
11		龙王庙	210	E112°07'49.5"	N34°31'24.3"	河滩地	农田	林地
12		柳泉	225	E112°04'35.7"	N34°35'21.3"	河滩地	农田	林地
13		韩城	249	E111°55'44.9"	N34°28'34.4"	河滩地	农田	林地
14		三乡	269	E111°47'34.2"	N34°25'40.2"	河滩地	农田	林地
15		洛宁涧口	293	E112°42'36.2"	N34°22'22.8"	河滩地	农田	林地
16		王范	310	E111°38'25.6"	N34°22'22.3"	河滩地	农田	林地
17		马店	345	E111°32'38.0"	N34°21'19.2"	河滩地	农田	林地
18		刘营	375	E111°26'26.2"	N34°19'31.1"	河滩地	农田	林地
19	上游	卢氏东沟	528	E111°07'24.8"	N34°05'45.0"	河滩地	农田	林地
20		涧西	547	E111°05'12.1"	N34°04'04.2"	河滩地	农田	林地
21		河西	560	E111°01'33.8"	N34°01'34.3"	河滩地	农田	林地
22		涧北	570	E110°59'26.9"	N34°00'08.0"	河滩地	农田	林地
23		龙驹	590	E110°55'58.0"	N33°57'45.9"	河滩地	农田	林地
24		磨口	602	E110°52'55.3"	N33°57'25.6"	河滩地	农田	林地
25		丰太	630	E110°48'09.5"	N33°59'39.5"	河滩地	农田	林地
26		徐家湾	650	E110°45'30.3"	N33°59'51.2"	河滩地	农田	林地
27		良木	695	E110°41'23.3"	N34°00'10.5"	河滩地	农田	林地
28		松木西	710	E110°38'25.5"	N34°00'54.0"	河滩地	农田	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	

定。参考《中国植物志》、《中国杂草志》、《河南植物志》、《中国外来入侵种》等书籍,结合中国数字植物标本馆(<http://www.cvh.org.cn/cms/>)鉴定流域内的外来草本植物种类。选取鉴定出的 27 种外来草本植物(表 2)为研究对象。

2.3 数据分析

采用重要值作为多样性指数的计算依据,其计算公式如下:

重要值(IV) = (相对密度+相对盖度+相对频度) / 3

生境间所有外来物种重要值的和不具有方差齐次性,故使用非参数检验。流域横向梯度(不同生境间)总体差异性用 Kruskal-Wallis 秩和检验,两两间差异性用 Wilcoxon 秩检验。纵向梯度(沿流域自下而上)分布的 39 个样地代表不同的环境因子(如海拔、水热条件、人类扰动等)形成的环境梯度的综合。文中编号大小仅表示不同环境因子的综合,代表流域纵向梯度下的环境梯度。比如上游地区海拔差异明显,且人为干扰较小。而下游地区海拔差异很小,但人为干扰强烈。本文依据外来种重要值的大小在流域尺度内横向和纵向梯度的比较,以及不同外来种在不同生境间的分布差异,进而确定流域内外来草本植物的分布格局。

表 2 伊洛河流域外来草本植物名录

Table 2 List of alien invasive plants in the watershed of the Yiluo River

科别 Family name	物种编号及名称 Species No. and species	原产地 Origin	引入原因 Reasons of introduction
藜科 Chenopodiaceae	1 土荆芥 <i>Chenopodium ambrosioides</i>	美洲热带	无意引入
苋科 Amaranthaceae	2 空心莲子草 <i>Alternanthera philoxeroides</i>	巴西	引种作饲料
	3 反枝苋 <i>Amaranthus retroflexus</i>	美洲	引种作蔬菜
	4 凹头苋 <i>Amaranthus viridis</i>	美洲热带	无意引入
	5 刺苋 <i>Amaranthus spinosus</i>	美洲热带	无意引入
商陆科 Phytolaccaceae	6 美洲商陆 <i>Phytolacca americana</i>	北美洲	引种作药用
十字花科 Cruciferae	7 北美独行菜 <i>Leoidium virginicum</i>	北美洲	无意引入
豆科 Leguminosae	8 紫苜蓿 <i>Medicago sativa</i>	西亚	引种作饲料
	9 南苜蓿 <i>Medicago polymopha</i>	伊朗、印度	引种做牧草
	10 白花草木樨 <i>Melilotus albus</i>	欧洲、西亚	引种作饲料
大戟科 Euphorbiaceae	11 蓖麻 <i>Ricinus communis</i>	非洲	引种做油料
柳叶菜科 Onagraceae	12 小花山桃草 <i>Gaura parifloa</i>	北美洲	引种
锦葵科 Malvaceae	13 野西瓜苗 <i>Hibiscus trionum</i>	非洲	无意引入
	14 苘麻 <i>Abutilon theophrasti</i>	北美洲	引种作纤维
酢浆草科 Oxalidaceae	15 红花酢浆草 <i>Oxalis corymbosa</i>	热带美洲	引种作观赏
伞形科 Umbelliferae	16 野胡萝卜 <i>Daucus carota</i>	欧洲	引种或无意引入
旋花科 Convolvulaceae	17 裂叶牵牛 <i>Ipomoea hederacea</i>	美洲热带	引种作观赏
	18 圆叶牵牛 <i>Ipomoea purpurea</i>	美洲热带	引种作观赏
茄科 Solanaceae	19 曼陀罗 <i>Datura stramonium</i>	墨西哥	引种作药用
玄参科 Scrophulariaceae	20 婆婆纳 <i>Veronica polita</i>	西亚	不详
菊科 Compositae	21 小蓬草 <i>Conyza canadensis</i>	北美洲	无意引入或自然扩散传入
	22 香丝草 <i>Conyza bonariensis</i>	南美洲	无意引入
	23 一年蓬 <i>Erigeron annuus</i>	墨西哥	无意引入
	24 钻叶紫菀 <i>Aster subulatus</i>	北美洲	无意引入
	25 三叶鬼针草 <i>Bidens pilosa</i>	热带美洲	无意引入或自然扩散传入
禾本科 Gramineae	26 野燕麦 <i>Avena fatua</i>	南欧地中海地区	引种作饲料
	27 节节麦 <i>Aegilops squarrosa</i>	西亚	无意引入

3 结果

3.1 流域内外来种概况

通过 2008、2009 年夏秋季对伊洛河流域实地调查和对相关文献的查阅,初步确定伊洛河流域有外来草本植物 15 科 27 种。以菊科、苋科和豆科分布最多,分别有 5 种、4 种和 3 种。其中 18 种来自美洲,占有物种的 67%,其余外来草本植物来自于欧洲、西亚等地。引入方式以有意引种和无意引入为主,自然扩散进入只有两种(表 2)。

3.2 伊洛河外来草本植物横向分布格局

运用所有外来种在样方中的重要值作为指标,生境间外来种差异不显著(Kruskal-Wallis test, $\chi^2 = 2.2449$, $df = 2$, $P = 0.3255$),且各生境间差异不显著(Wilcoxon test, $P > 0.05$)(图2)。各生境重要值的平均值可以看出,河滩地外来种分布最多,且样方间变化最大;农田分布最少。

不同外来种横向分布(不同生境间)存在明显差异(表3)。如苘麻主要分布于农田中,依赖人畜活动进行传播、扩散;小花山桃草、钻叶紫菀和空心莲子草则主要分布于河滩地生境类型,依赖水路进行传播;红花酢浆草、圆叶牵牛、牵牛和紫苜蓿主要分布于林地。由于选样地皆为人工杨树林地,且绝大部分沿河道两旁和公路旁分布,认为此类外来种是依靠道路进行扩散;相思草、小蓬草和一年蓬等较均匀地分布在河滩地与林地中。空心莲子草仅分布于下游平原地区,在河滩地大面积分布,但在部分农田和林地均发现有一定分布。

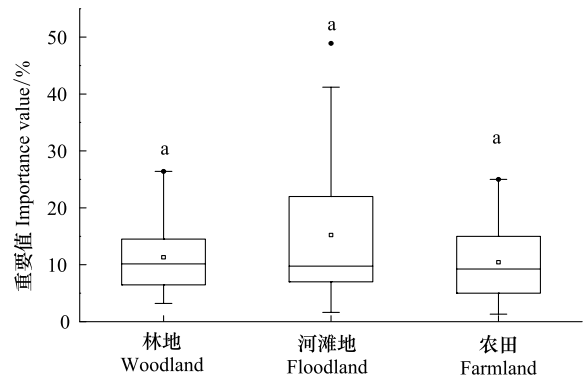


图2 外来草本植物沿伊洛河流域横向分布格局差异性分析

Fig.2 Difference analysis of distribution patterns of alien herbs transverse direction of the Yiluo River watershed

图中灰框中上下边界为四分位数,中间横线为中位数,中间小方块为平均值,上下须分别为最大值、最小值,黑点为异常值,上标不同字母表示差异显著($P < 0.05$),相同字母表示差异不显著

表3 伊洛河流域外来草本植物不同生境间分布比较

Table 3 Comparison of alien invasive herbs distribution pattern in different habitats of the Yiluo river watershed

	农田 Farmland	河滩地 Floodland	林地 Woodland
上游 Upper reaches	反枝苋	钻叶紫菀,小蓬草,一年蓬	苜蓿,一年蓬
中游 Middle reaches	反枝苋	一年蓬,钻叶紫菀,小二仙桃草	一年蓬,小蓬草,红花酢浆草
下游 Lower reaches	空心莲子草,反枝苋	空心莲子草,钻叶紫菀,小蓬草	小蓬草,反枝苋,圆叶牵牛,红花酢浆草

3.3 伊洛河外来草本植物纵向分布格局

流域内不同生境下外来种沿纵向梯度(河流走向)变化趋势如图3。

(1)河滩地生境 二次拟合曲线模型显示从入黄河口往上,外来种出现个体数呈逐渐下降趋势。其中,入侵种空心莲子草仅在下游地区沿河道成片分布;钻叶紫菀广泛分布整个流域河滩地生境内(表3)。

(2)林地生境 从入黄河口向上,外来种出现个体数呈下降趋势并在中上游交汇处达到最小值。自样地28之后,地处流域的上游山区,未发现有人工林地成片分布。山体多由栎类和油松(*Pinus tabulaeformis*)所组成的天然次生林所覆盖,这些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,林地内很少发现有外来种分布。

(3)农田生境 整体变化趋势与河滩地相同,即在下游地区最多,上游最少的分布格局。其中,样地1和样地2中有大量空心莲子草分布。

3.4 其他分布格局

研究未能对流域内进行更多生境类型及更加精细划分的外来种调查,仅对3种常见生境中可观察到的外来种进行记录。表3仅列出了流域中出现次数较多且重要值较大的物种,而个别出现较少的稀有种,如苘麻分布在中上游区域少数荒地(包括农田荒地、河滩与农田边交错带及小路边);美洲商陆则多分布在林地边缘地带、村落附近与路边;曼陀罗多分布在农田荒地、林地与河滩地交错带挖沙残余沙石地及小路边。

4 结论与讨论

4.1 种类组成

伊洛河外来草本植物有27种,15科,以菊科、苋科、豆科等被子植物中的大科为主。分析其原因可能是

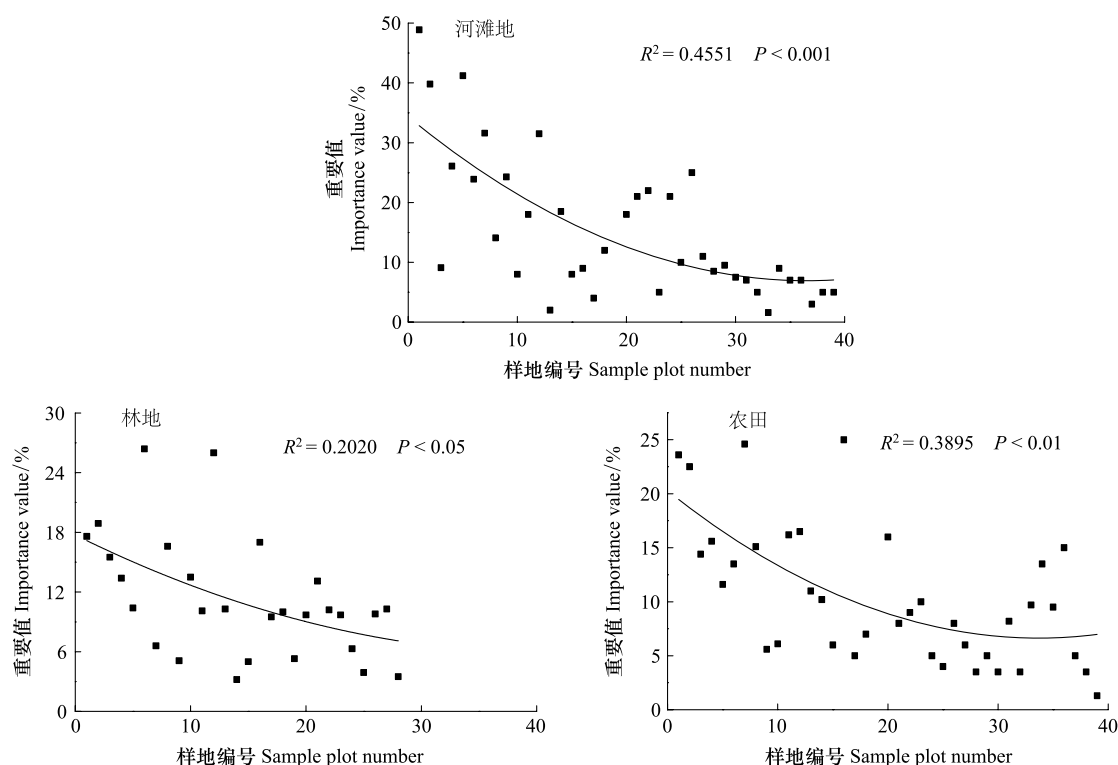


图3 外来草本植物沿伊洛河流域纵向梯度分布格局

Fig.3 Variation of distribution patterns of alien herbs along the Yiluo River watershed

因为:在全球占主导地位的植物更可能成功迁移到新环境中^[22-23]。如,菊科是维管植物中种类最多的一个科,也是最为进化的科之一。其自身具有一些有利于扩散的特征,如高繁殖率、多样的繁殖方式、种子风媒传播等先进特殊机制^[22]。苋科植物具有种子小、繁殖率高的特点,且全科大部分具有药用、食用和观赏价值,因此易被有意引入;豆科植物具有独特的固氮能力,通过营养的自我累积而获得资源上的优势。外来种向未分布地区迁移的过程中,有意或无意引入和引入后传播扩散是重要的两步。

4.2 伊洛河外来草本植物分布格局

伊洛河流域地处半湿润、半湿润偏旱区域,位于黄河流域的中心位置,是我国原始农业发展最早地区之一,有着悠久的历史 and 灿烂的文明。随着当地农业、经济、旅游业的发展和人口的膨胀,其与外界的交流也日益频繁,一些外来种被引入并逐渐扩散开来。外来草本植物主要分布在资源丰富、受扰动大的地区。同时,经济发达、交通便利以及人类频繁的活动也极大地促进了物种在这些地区的扩散和传播^[24]。外来种相对于本地种的生存状态可能取决于外界的环境胁迫^[25]。一方面,人类活动导致土地利用方式的改变可能会增加外来种迁入并定居的机会^[26-27],促进外来种的扩散和传播^[28];另一方面,可获取资源的丰富程度与群落对入侵的易感性具有正相关性^[29],群落有效性养分的增加可能会提高外来物种相对于本地种的适合度^[30-31]。同时,养分富集和物理干扰也是人类活动影响下外来种入侵的重要特征。

流域横向梯度下各生境间外来种重要值差异并不显著,重要值平均值大体呈现河滩地>林地>农田的分布格局。Burke 和 Grime^[32]根据生境资源的丰富程度以及人类活动干扰的强弱将各种生境类型归纳为:高养分高干扰(包括农业用地、房前屋后废弃地、水岸、沟渠边、公园等)、低养分高干扰(包括草坪、草场、人工林、天然林的间隙或边缘等)、高养分低干扰(包括森林等),未在以上几类的归为其他类型。农田生境类型中植物群落结构较为简单,稳定性较低,易受病虫害的影响^[33]。由于生物入侵主要由人为活动导致^[34],因此,受人类影响最频繁和最直接的农田生境类型,也最容易遭受外来生物入侵。研究发现,农田生境类型中外来种出现个体数略低于另外两种生境类型。这一结果与 Weber 等^[14]在对 270 种中国外来入侵植物研究时得

出:受扰动最强但营养丰富的农田是中国入侵植物分布最多的生境的结论不同。这一原因可能是因为在干扰还没有达到物种最大耐受限度的情况下,外来种趋于分布在有干扰的环境中,但当干扰超出物种最大耐受限度时,外来种的分布种类数和个体数量则呈下降趋势。河滩地在水流带来的养分富集和季节性洪水物理干扰作用下,呈现出外来种个体数最多的分布格局。

本研究中,在伊洛河流域尺度下,沿着纵向环境梯度(海拔、水热条件以及人类活动等)上的变化,不同生境间外来草本植物重要值变化十分明显。总体上,各生境类型均呈现出:外来种在下游地区影响最为严重,上游影响较轻。形成这种格局的可能原因是:比如河滩地生境下,下游平原地区外来入侵种空心莲子草入侵严重,常沿河道大面积分布,故外来种在下游地区影响最为严重;而上游山区受地形等自然因素(如河道狭窄且密布鹅卵石等)及交通、经济等人类活动干扰较小,故外来种出现较少。林地生境类型下,外来种分布可能与林地的种植时间及种植密度有关,下游平原地区人工林地分布较少,且林龄较小,群落结构简单,但群落总盖度较高,外来种小蓬草、一年蓬分布较多;中上游地区人工林分布较多,且林龄相对较大,群落物种组成复杂,但群落总盖度较小,外来种小蓬草、一年蓬分布较少,间杂分布有红花酢浆草、圆叶牵牛、牵牛和紫苜蓿等。

伊洛河流域作为由山地、丘陵、平原等组成的相互依存、相互制约的等级自然体系,其上游山区受自然因素作用较大;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^[13]。3种生境类型下,外来种均呈现在下游平原地区分布最多,上游山区分布最少的分布格局。这表明在受人类活动干扰较为强烈的地区外来种分布愈多,而在人为干扰较小地区外来种分布较少。林地中,随着人为干扰的减弱及草本层植被的自然演替,外来种呈逐渐减少趋势。流域内唯一恶性入侵种空心莲子草多出现在下游河滩地中且沿主河道成片分布,甚至在部分农田中也有发现。这可能与空心莲子草的水生和陆生的生活习性以及无性快速增殖方式有关。

不同外来种在各生境间分布差异明显。其中,小蓬草、钻叶紫菀和反枝苋广泛分布于3种类型中;稀见种有土荆芥、南苜蓿、白花草木樨、蓖麻、曼陀罗、野燕麦和节节麦等,只见于个别生境中且个体数量较少。所谓的稀见种并不是在流域中稀有,而是由于调查生境局限性造成的。如蓖麻,多分布在中上游区域少数荒地(包括农田荒地、河滩与农田边交错带及小路边);美洲商陆多分布在林地边缘地带、村落附近与路边;曼陀罗多分布在农田荒地、林地与河滩地交错带挖沙残余沙石地及小路边。虽然空心莲子草在整个流域中出现频次(出现样方数)相对较低,但在下游平原地区几乎出现在所有河滩及部分农田中,且危害较大,往往形成单优势种群,从而严重降低了当地的物种多样性。本研究仅选取了3种生境,未能涵盖所有类型。人类及其经济和非经济活动是外来种入侵的主要动因^[35],裸地是外来杂草定居的主要生境,很多外来杂草,如一年蓬和小蓬草,均沿交通沿线分布^[36]。调查中发现,一些人为干扰明显且地表裸露较大的道路旁、弃荒地、闲置地和暂时性裸地受外来种影响最大。

Ribeiro 等在对西班牙 Catalonia 地区的研究中发现,土地的开发活动是影响区域尺度生物多样性变化的一个最主要因素,其中农业开发带来的威胁最大^[37]。外来种成功入侵的机制可以简单地归结为外来种的入侵性特征、入侵地的生态系统特征以及人类活动等相互作用的结果,然而这又是一个悬而未决的问题^[38]。分析认为,人类通过对土地开发利用等干扰活动直接改变了陆地生态系统的结构与组成,进而导致生物栖息地环境的改变是造成这种变化格局的直接原因。虽然,自然季节性洪水干扰在一定程度上干扰了群落结构的稳定型,为外来种侵入提供了机遇。但是,沿河道挖沙取石、改变土地利用方式、提取河水灌溉等强烈人为干扰使得原有物种自然分布格局被打破,导致了外来物种进入并扩散。

References:

- [1] Richardson D M, Pyšek P, Rejmánek M, Barbour M G, Panetta F D, West C J. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions*, 2000, 6(2): 93-107.
- [2] Pimentel D, McNair S, Janecka J, Wightman J, Simmonds C, O'Connell C, Wong E, Russel L, Zern J, Aquino T, Tsomondo T. Economic and environmental threats of alien plant, animal, and microbe invasions. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2001, 84(1): 1-20.

- [3] Perrings C, Dehnen-Schmutz K, Touza J, Williamson M. How to manage biological invasions under globalization. *Trends in Ecology and Evolution*, 2005, 20(5): 212-215.
- [4] Pimentel D, Zuniga R, Morrison D. Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. *Ecological Economics*, 2005, 52(3): 273-288.
- [5] Rudgers J A, Orr S. Non-native grass alters growth of native tree species via leaf and soil microbes. *Journal of Ecology*, 2009, 97(2): 247-255.
- [6] Khuroo A A, Dar G H, Khan Z S, Malik A H. Exploring an inherent interface between taxonomy and biodiversity: current problems and future challenges. *Journal for Nature Conservation*, 2007, 15(4): 256-261.
- [7] Lake JC, Leishman MR. Invasion success of exotic plants in natural ecosystems: the role of disturbance, plant attributes and freedom from herbivores. *Biological Conservation*, 2004, 117(2): 215-226.
- [8] Yang B, Zhuoga Y J, Pan X Y, Xu H G, Li B. Alien terrestrial herbs in China: diversity and ecological insights. *Biodiversity Science*, 2010, 18(6): 660-666.
- [9] DAISIE. Handbook of alien species in Europe. Dordrecht, Netherlands: Springer, 2009.
- [10] Mack R N, Simberloff D, Mark Lonsdale W, Evans H, Clout M, Bazzaz F A. Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. *Ecological Applications*, 2000, 10(5): 689-710.
- [11] Rozefelds A C, Cave F L, Morris D I, Buchanan A M. The weed invasion in Tasmania since 1970. *Australian Journal of Botany*, 1999, 47(1): 23-48.
- [12] Pyšek P, Richardson D M, Rejmánek M, Webster G, Williamson M, Kirschner J, Pysek P, Rejmanek M. Alien plants in checklists and floras: towards better communication between taxonomists and ecologists. *Taxon*, 2004, 53(1): 131-143.
- [13] 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.
- [14] Weber E, Li B. Plant invasions in China: what is to be expected in the wake of economic development? *BioScience*, 2008, 58(5): 437-444.
- [15] Wan F H, Guo J Y, Zhang F. Research on Biological Invasions in China. Beijing: Science Press, 2009.
- [16] Guo Y L, Lu X L, Ding S Y. The classification of plant functional types based on the dominant herbaceous species in the riparian zone ecosystems in the Yiluo River. *Acta Ecologica Sinica*, 32(14): 4434-4442.
- [17] Ma Z Y. The analysis of hydrology characteristic in Yiluo River. *Hydrology*, 1998, 2: 57-58.
- [18] Feng D K. Analysis of the modern geomorphological processes in the Yiluo River basin. *Henan Science*, 1992, 10(3): 308-312.
- [19] Ding S Y, Qian L X, Cao X X, Li S, Li H M. Forest landscape patterns dynamics of Yihe-Louhe River basin. *Acta Geographica Sinica*, 2003, 58(3): 354-362.
- [20] Ding S Y, Liang G F. Geographic environmental factors on forest landscape dynamics of Yiluo River basin. *Geographical Research*, 2007, 26(5): 906-915.
- [21] 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.
- [22] Heywood V H. Patterns, extents and modes of invasion by terrestrial plants // Drake J A. *Biological Invasions: A Global Perspective*. Chichester: Wiley, 1989.
- [23] Pyšek P, Richardson D M, Pergl J, Jarosik V, Sixtova Z, Weber E. Geographical and taxonomic biases in invasion ecology. *Trends in Ecology and Evolution*, 2008, 23(5): 237-244.
- [24] Ding J Q, Mack R N, Lu P, Ren M X, Huang H W. China's booming economy is sparking and accelerating biological invasions. *BioScience*, 2008, 58(4): 317-324.
- [25] Alpert P, Maron J L. Carbon addition as a countermeasure against biological invasion by plants. *Biological Invasions*, 2000, 2(1): 33-40.
- [26] Lonsdale W M, Lane A M. Tourist vehicles as vectors of weed seeds in Kakadu National Park, Northern Australia. *Biological Conservation*, 1994, 69(3): 277-283.
- [27] Smith M D, Knapp A K. Alien plant species in a C₄-dominated grassland: invisibility, disturbance and community structure. *Oecologia*, 1999, 120(4): 605-612.
- [28] Hellmann J J, Byers B E, Bierwagen B G, Dukes J S. Five potential consequences of climate change for invasive species. *Conservation Biology*, 2008, 22(3): 534-543.
- [29] Davis M A, Grime J P, Thompson K. Fluctuating resources in plant communities: a general theory of invasibility. *Journal of Ecology*, 2000, 88(3): 528-534.
- [30] Green E K, Galatowitsch S M. Effects of *Phalaris arundinacea* and nitrate-N addition on the establishment of wetland plant communities. *Journal of Applied Ecology*, 2002, 39(1): 134-144.

- [31] Minchinton T E, Bertness M D. Disturbance-mediated competition and the spread of *Phragmites australis* in a coastal marsh. *Ecological Applications*, 2003, 13(5): 1400-1416.
- [32] Burke M J W, Grime J P. An experimental study of plant community invasibility. *Ecology*, 1996, 77(3): 776-790.
- [33] Qiang S, Chen G Q, Li B P, Meng L. Invasive alien species in Chinese agricultural ecosystems and their management. *Biodiversity Science*, 2010, 18(6): 647-659.
- [34] Winter M, Kuhn I, La Sorte F A, Schweiger O, Nentwig W, Klotz S. The role of non-native plants and vertebrates in defining patterns of compositional dissimilarity within and across continents. *Global Ecology and Biogeography*, 2010, 19(3): 332-342.
- [35] Mack R N, Lonsdale W M. Humans as global plant dispersers: getting more than we bargained for. *Bioscience*, 2001, 51(2): 95-102.
- [36] Auld B A, Martin P M. The autoecology of *Eupatorium adenophorum* Spreng in Australia. *Weed Research*, 1975, 15(1): 27-31.
- [37] Ribeiro R, Santos X, Sillero N, Carretero M A, Llorente G A. Biodiversity and Land uses at a regional scale: Is agriculture the biggest threat for reptile assemblages? *Acta Oecologica*, 2009, 35(2): 327-334.
- [38] Li B, Ma K P. Biological invasions: opportunities and challenges facing Chinese ecologists in the era of translational ecology. *Biodiversity Science*, 2010, 18(6): 529-532.

参考文献:

- [8] 杨博, 央金卓嘎, 潘晓云, 徐海根, 李博. 中国外来陆生草本植物: 多样性和生态学特性. *生物多样性*, 2010, 18(6): 660-666.
- [13] 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研究. *生态学报*, 2012, 32(10): 3021-3030.
- [16] 郭屹立, 卢训令, 丁圣彦. 伊洛河河岸带生态系统草本植物功能群划分. *生态学报*, 2012, 32(14): 4434-4442.
- [17] 马志有. 伊洛河水系水文特性浅析. *水文*, 1998, 2: 57-58.
- [18] 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.
- [19] 丁圣彦, 钱乐祥, 曹新向, 李爽, 李昊民. 伊洛河流域典型地区森林景观格局动态. *地理学报*, 2003, 58(3): 354-362.
- [20] 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.
- [21] 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.
- [33] 强胜, 陈国奇, 李保平, 孟玲. 中国农业生态系统外来种入侵及其管理现状. *生物多样性*, 2010, 18(6): 647-659.
- [38] 李博, 马克平. 生物入侵: 中国学者面临的转化生态学机遇与挑战. *生物多样性*, 2010, 18(6): 529-532.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 33, No. 17 Sep. ,2013 (Semimonthly)

CONTENTS

Frontiers and Comprehensive Review

- The overview and prospect of chemical composition of plant cuticular wax ZENG Qiong, LIU Dechun, LIU Yong (5133)
- Research progresses in carbon budget and carbon cycle of the coastal salt marshes in China
..... CAO Lei, SONG Jinming, LI Xuegang, et al (5141)

Autecology & Fundamentals

- Effects of straw interlayer on soil water and salt movement and sunflower photosynthetic characteristics in saline-alkali soils
..... ZHAO Yonggan, PANG Huancheng, LI Yuyi, et al (5153)
- Adaptations of dimorphic seeds and seedlings of *Suaeda salsa* to saline environments
..... LIU Yan, ZHOU Jiachao, ZHANG Xiaodong, et al (5162)
- Responses of root morphology of peanut varieties differing in drought tolerance to water-deficient stress
..... DING Hong, ZHANG Zhimeng, DAI Liangxiang, et al (5169)
- The relationship between physiological indexes of apple cultivars and resistance to *Eriosoma lanigerum* in summer
..... WANG Xicun, ZHOU Hongxu, YU Yi, et al (5177)
- Physiological responses of *Salicornia bigelovii* to salt stress during the flowering stage
..... LIU Weicheng, ZHENG Chunfang, CHEN Chen, et al (5184)
- Biological characteristics and cultivation of fruit body of wild medicinal mushroom *Perenniporia fraxinea*
..... LU Tie, BAU Tolgor (5194)
- The study of characteristics of soil microbial communities at high severity burned forest sites for the Great Xingan Mountains: an
example of slope and aspect BAI Aiqin, FU Bojie, QU Laiye, et al (5201)
- Effect of different fertilizer combinations and straw return on microbial biomass and nitrogen-fixing bacteria community in a paddy
soil LIU Xiaoqian, TU Shihua, SUN Xifa, et al (5210)
- Structural characters and nutrient contents of leaves as well as nitrogen distribution among different organs of big-headed wheat
..... WANG Lifang, WANG Dexuan, SHANGGUAN Zhouping (5219)
- Effects of EP-1 on spatial memory and anxiety in *Mus musculus* WANG Xiaojia, QIN Tingting, HU Xia, et al (5228)

Population, Community and Ecosystem

- Gap characteristics in the mixed broad-leaved Korean pine forest in Xiaoxing'an Mountains
..... LIU Shaochong, WANG Jinghua, DUAN Wenbiao, et al (5234)
- Soil nitrogen and phosphorus stoichiometry in a degradation series of *Kobresia humilis* meadows in the Tibetan Plateau
..... LIN Li, LI Yikang, ZHANG Fawei, DU Yangong, et al (5245)
- An analysis of carbon flux partition differences of a mid-subtropical planted coniferous forest in southeastern China
..... HUANG Kun, WANG Shaoqiang, WANG Huimin, et al (5252)
- The niche of annual mixed-seeding meadow in response to density in alpine region of the Qilian Mountain, China
..... ZHAO Chengzhang, ZHANG Jing, SHENG Yaping (5266)
- Functional feeding groups of macrozoobenthos from coastal water off Rushan PENG Songyao, LI Xinzhen (5274)

Landscape, Regional and Global Ecology

- Effects of selective cutting on vegetation carbon storage of boreal *Larix gmelinii*-*Carex schmidtii* forested wetlands in Daxing'anling,
China MU Changcheng, LU Huicui, BAO Xu, et al (5286)
- CO₂ flux in the upland field with corn-rape seed rotation in the karst area of southwest China
..... FANG Bin, LI Xinqing, CHENG Jianzhong, et al (5299)
- Monitoring spatial variability of soil salinity in dry and wet seasons in the North Tarim Basin using remote sensing and electromagn-
etic induction instruments YAO Yuan, DING Jianli, LEI Lei, et al (5308)
- Methane and nitrous oxide fluxes in temperate secondary forest and larch plantation in Northeastern China
..... SUN Hailong, ZHANG Yandong, WU Shiyi (5320)
- Butterfly diversity and vertical distribution in eastern Tianshan Mountain in Xinjiang
..... ZHANG Xin, HU Hongying, LÜ Zhaozhi (5329)

- Dynamics of aerodynamic parameters over a rainfed maize agroecosystem and their relationships with controlling factors CAI Fu, ZHOU Guangsheng, MING Huiqing, et al (5339)
- The response process to extreme climate events of the household compound system in the northern slope of Tianshan Mountain LI Xiliang, HOU Xiangyang, DING Yong, et al (5353)
- Analysis on spatial-temporal heterogeneities of landscape fragmentation in urban fringe area; a case study in Shunyi district of Beijing LI Can, ZHANG Fengrong, ZHU Taifeng, et al (5363)
- Resource and Industrial Ecology**
- CPUE Standardization of *Illex argentinus* for Chinese Mainland squid-jigging fishery based on generalized linear Bayesian models LU Huajie, CHEN Xinjun, CAO Jie (5375)
- Spatial-temporal differentiation of water quality in Gufu River of Three Gorges Reservoir RAN Guihua, GE Jiwen, MIAO Wenjie, et al (5385)
- Urban, Rural and Social Ecology**
- Comparison environmental impact of the peasant household in han, zang and hui nationality region; case of zhangye, Gannan and Linxia in Gansu Province ZHAO Xueyan, MAO Xiaowen (5397)
- Research Notes**
- The seasonal variation and community structure of zooplankton in China sea DU Mingmin, LIU Zhensheng, WANG Chunsheng, et al (5407)
- Immunotoxicity of marine pollutants on the clam *Ruditapes philippinarum* DING Jianfeng, YAN Xiwu, ZHAO Liqiang, et al (5419)
- Influence of submerged macrophytes on phosphorus transference between sediment and overlying water in decomposition period WANG Lizhi, WANG Guoxiang (5426)
- Distribution patterns of alien herbs in the Yiluo River basin GUO Yili, DING Shengyan, SU Si, et al (5438)

《生态学报》2013 年征订启事

《生态学报》是由中国科学技术协会主管,中国生态学学会、中国科学院生态环境研究中心主办的生态学高级专业学术期刊,创刊于 1981 年,报道生态学领域前沿理论和原始创新性研究成果。坚持“百花齐放,百家争鸣”的方针,依靠和团结广大生态学科工作者,探索生态学奥秘,为生态学基础理论研究搭建交流平台,促进生态学研究深入发展,为我国培养和造就生态学科人才和知识创新服务、为国民经济建设和发展服务。

《生态学报》主要报道生态学及各分支学科的重要基础理论和应用研究的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;新书评价和学术、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,300 页,国内定价 90 元/册,全年定价 2160 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

本期责任副主编 张利权

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 33 卷 第 17 期 (2013 年 9 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 33 No. 17 (September, 2013)

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	王如松	Editor-in-chief	WANG Rusong
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:100717	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@cspg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.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 90.00 元