

ISSN 1000-0933  
CN 11-2031/Q

# 生态学报

## Acta Ecologica Sinica



第32卷 第4期 Vol.32 No.4 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 (SHENTAI XUEBAO)

第32卷 第4期 2012年2月 (半月刊)

## 目 次

围垦对南江东滩湿地大型底栖动物的影响.....	马长安,徐霖林,田伟,等 (1007)
基于 ArcView-WOE 的下辽河平原地下水生态系统健康评价 .....	孙才志,杨磊 (1016)
京郊典型集约化“农田-畜牧”生产系统氮素流动特征 .....	侯勇,高志岭,马文奇,等 (1028)
不同辐射条件下苹果叶片净光合速率模拟.....	高照全,冯社章,张显川,等 (1037)
藏北高原典型植被样区物候变化及其对气候变化的响应.....	宋春桥,游松财,柯灵红,等 (1045)
祁连山中段林草交错带土壤水热特征及其对气象要素的响应 .....	唐振兴,何志斌,刘鹤 (1056)
祁连山青海云杉林冠生态水文效应及其影响因素.....	田风霞,赵传燕,冯兆东,等 (1066)
呼伦贝尔沙地樟子松年轮生长对气候变化的响应.....	尚建勋,时忠杰,高吉喜,等 (1077)
结合激光雷达分析上海地区一次连续浮尘天气过程.....	马井会,顾松强,陈敏,等 (1085)
福建中部近海浮游动物数量分布与水团变化的关系 .....	田丰歌,徐兆礼 (1097)
香港巨牡蛎和长牡蛎幼虫及稚贝的表型性状.....	张跃环,王昭萍,闫喜武,等 (1105)
东海原甲藻与中肋骨条藻的种间竞争特征.....	李慧,王江涛 (1115)
起始生物量比对3种海洋微藻种间竞争的影响.....	魏杰,赵文,杨为东,等 (1124)
不同磷条件下塔玛亚历山大藻氮的生态幅.....	文世勇,宋璐璐,龙华,等 (1133)
秦岭天然次生油松林冠层降雨再分配特征及延滞效应.....	陈书军,陈存根,邹伯才,等 (1142)
伊犁河谷北坡垂直分布格局及其与环境的关系——一种特殊的双峰分布格局.....	田中平,庄丽,李建贵 (1151)
濒危种四合木与其近缘种霸王水分关系参数和光合特性的比较.....	石松利,王迎春,周红兵,等 (1163)
干旱胁迫下黄土高原4种乡土禾草抗氧化特性 .....	单长卷,韩蕊莲,梁宗锁 (1174)
施加角担子菌B6对连作西瓜土壤微环境和西瓜生长的影响 .....	肖逸,王兴祥,王宏伟,等 (1185)
内蒙古典型草原区芨芨草群落适生生境.....	张翼飞,王炜,梁存柱,等 (1193)
盐渍化灌区土壤盐分的时空变异特征及其与地下水埋深的关系.....	管孝艳,王少丽,高占义,等 (1202)
黄土高原水蚀风蚀交错区坡地土壤剖面饱和导水率空间异质性.....	刘春利,胡伟,贾宏福,等 (1211)
松嫩平原玉米带农田土壤氮密度时空格局.....	张春华,王宗明,居为民,等 (1220)
小麦冬性强弱评价体系的建立.....	王鹏,张春庆,陈化榜,等 (1230)
唐家河自然保护区高山姬鼠和中华姬鼠夏季生境选择的比较.....	黎运喜,张泽钧,孙宜然,等 (1241)
西花蓟马在6种蔬菜寄主上的实验种群生命表 .....	曹宇,郅军锐,孔译贤 (1249)
同位素富集-稀释法研究食性转变对鱼类不同组织N同位素转化率的影响 .....	曾庆飞,谷孝鸿,毛志刚,等 (1257)
基于生态网络分析的南京主城区重要生态斑块识别.....	许文雯,孙翔,朱晓东,等 (1264)
珠三角城市绿地CO <sub>2</sub> 通量的季节特征 .....	孙春健,王春林,申双和,等 (1273)
污染场地地下水渗流场模拟与评价——以柘城县为例 .....	吴以中,朱沁园,刘宁,等 (1283)
<b>专论与综述</b>	
湿地退化研究进展 .....	韩大勇,杨永兴,杨杨,等 (1293)
绿洲农田氮素积累与淋溶研究述评 .....	杨荣,苏永中,王雪峰 (1308)
<b>问题讨论</b>	
抗辐射菌 <i>Deinococcus radiodurans</i> 的多样性 .....	屠振力,方俐晶,王家刚 (1318)
平茬措施对柠条生理特征及土壤水分的影响 .....	杨永胜,卜崇峰,高国雄 (1327)
<b>研究简报</b>	
祁连山典型灌丛降雨截留特征.....	刘章文,陈仁升,宋耀选,等 (1337)
野生鸭儿芹种子休眠特性及破除方法 .....	喻梅,周守标,吴晓艳,等 (1347)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q \* 1981 \* m \* 16 \* 348 \* zh \* P \* ¥ 70.00 \* 1510 \* 36 \* 2012-02



封面图说: 遗鸥群飞来——遗鸥意即“遗落之鸥”(几乎是最后才被发现的新鸥种,因此得名)。1931年,瑞典动物学家隆伯格撰文记述在中国额济纳采到了标本。1987年,中国的鸟类学家在鄂尔多斯的桃力庙获得了一对遗鸥的标本。1990年春夏之交,发现了湖心各岛上大量的遗鸥种群。近年来的每年夏季,大约全球90%以上的遗鸥都会到陕西省神木县境内的沙漠淡水湖-红碱淖上聚集。遗鸥——国家一级重点保护、CITES附录一物种。

彩图提供: 陈建伟教授 国家林业局 E-mail: cites.chenjw@163.com

DOI: 10.5846/stxb201012301871

张翼飞,王炜,梁存柱,王立新,裴浩,王成燕,王伟峰.内蒙古典型草原区芨芨草群落适生生境.生态学报,2012,32(4):1193-1201.  
Zhang Y F, Wang W, Liang C Z, Wang L X, Pei H, Wang C Y, Wang W F. Suitable habitat for the *Achnatherum splendens* community in typical steppe region of Inner Mongolia. Acta Ecologica Sinica, 2012, 32(4): 1193-1201.

## 内蒙古典型草原区芨芨草群落适生生境

张翼飞<sup>1,\*</sup>, 王 炜<sup>1,\*</sup>, 梁存柱<sup>1</sup>, 王立新<sup>2</sup>, 裴 浩<sup>3</sup>, 王成燕<sup>2</sup>, 王伟峰<sup>4</sup>

(1. 内蒙古大学生命科学学院,中美生态、能源及可持续性科学内蒙古研究中心,呼和浩特 010021;  
2. 内蒙古大学环境与资源学院,呼和浩特 010021;3. 内蒙古自治区气象局,呼和浩特 010051;  
4. 江西农业大学园林与艺术学院,南昌 330045)

**摘要:**芨芨草群落是干旱与半干旱地区重要的植被资源,内蒙古典型草原区常在地形稍低的部位镶嵌有芨芨草群落,且芨芨草群落常与低洼湿草甸群落相连。为了探究芨芨草群落的适生生境,在锡林郭勒盟典型草原区选取了4个代表性调查区,从芨芨草群落及其相邻群落分布的地形特征、调查区的地下水埋深、1 m深土层的土壤电导率、土壤pH值和土壤质地等指标上对芨芨草适生生境进行探究,结果表明,芨芨草群落在内蒙古典型草原区常分布在河漫滩和丘间蝶形洼地地区,呈现出由高程梯度导致的与地带性针茅群落、湿草甸群落带状分布的特点,导致这种成带分布的原因与地下水埋深及地表径流有关,芨芨草群落生境的地下水埋深一般在1—3 m且有地表径流的补充;芨芨草群落耐盐碱性强,其生境也与反映土壤盐分含量的土壤电导率和土壤pH值有关;但芨芨草群落生境的形成不是由土壤机械组成所致。

**关键词:**芨芨草;生境;土壤电导率;土壤pH值;地下潜水

## Suitable habitat for the *Achnatherum splendens* community in typical steppe region of Inner Mongolia

ZHANG Yifei<sup>1</sup>, WANG Wei<sup>1,\*</sup>, LIANG Cunzhu<sup>1</sup>, WANG Lixin<sup>2</sup>, PEI Hao<sup>3</sup>, WANG Chengyan<sup>2</sup>,  
WANG Weifeng<sup>4</sup>

1 College of Life Sciences, Inner Mongolia University; Sino-US Center for Conservation, Energy and Sustainability Science in Inner Mongolia (SUCCESS), Hohhot 010021, China

2 College of Environment & Resources, Inner Mongolia University, Hohhot 010021, China

3 Inner Mongolia Meteorological Bureau, Hohhot 010051, China

4 College of Landscape and Art, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China

**Abstract:** The *Achnatherum splendens* community is an important vegetation resource in arid and semi-arid regions. A mosaic *A. splendens* community often exists in the slightly lower topographical parts of typical steppe regions in Inner Mongolia, and often adjoins the low-lying wetlands. At present, little research has been done on suitable habitat for the *A. splendens* community. Four representative study areas of typical steppe in the Xilinguole Grassland were selected to study the suitable habitat for this community in the steppe region of Inner Mongolia: 1 and 2) Huahushuo and Borenaobao of Baiyinxile Ranch, 3) Laomaodeng hamlet of Maodeng Ranch, and 4) Xinlinhaote's penal farm. We selected an area in each plot to measure the local topography by using an optical theodolite (TDJ6E), including the length, width, and height of each plot. Also we surveyed the vegetation of the *A. splendens* community and its adjacent communities, which were zonal *Stipa* communities and wet meadow communities. When possible, we measured the underground water level in wells in

基金项目:国家自然科学基金地区科学基金项目(31060076,40861002);国家科技部“十二五”科技支撑项目(2011BAC02B03,2008BAD95B03)

收稿日期:2010-12-30; 修订日期:2011-06-13

\* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: weiwang686@sina.com

the plots using the optical theodolite (TDJ6E) at the topographic control point; a soil sample 1 meter in depth was collected, and divided into 10 equal layers. Soil conductivity was tested using a Multi-340i multi-parameter measuring instrument. The soil pH value was tested with a DELTA320-type pH meter produced by the Mettler Toledo Company. Soil texture feature was assessed by testing soil grain size with a Microtrac S3500 Particle Size Analyzer. By comparing the above indices with the other adjacent communities, some conclusions can be made. The *A. splendens* community of typical steppe in Inner Mongolia is a result of an elevation gradient. It has a kind of zonal distribution among the communities of *A. splendens*, zonal *Stipa* communities, and wet meadow communities. First, it is clear the *A. splendens* community occurs in areas with groundwater at 1—3 m below the surface, in addition to surface runoff. The deep root system of *A. splendens* reaches the groundwater directly. Secondly, it is also relevant to the soil pH value and the soil conductivity tests reflect the soil salt content. The salt tolerance of *A. splendens* community is well known to be very high. Soil salinity, low at the soil surface, was relatively higher as depth increased. The soil pH is significantly higher in this community than in the adjacent wet meadow community and zonal *Stipa* community. However, it can be concluded that the formation of the *A. splendens* community suitable habitat is unrelated to soil texture.

**Key Words:** *Achnatherum splendens*; suitable habitat; soil conductivity; soil pH value; underground water

芨芨草(*Achnatherum splendens*)群落广泛分布于我国内蒙古高原、黄土高原、新疆及青藏高原等地<sup>[1-3]</sup>,是干旱与半干旱地区重要的植被资源<sup>[2]</sup>,并具有保持水土等重要的生态功能<sup>[4]</sup>。在内蒙古典型草原区,芨芨草常作为天然放牧场,尤其是作为冬营地,在寒冷的严冬和干旱时期牧草缺乏时,芨芨草因能残存,植株高大,可以避风避雪,饲用意义极大<sup>[1-2]</sup>。以往对于芨芨草的研究主要在芨芨草对水分的利用<sup>[5-6]</sup>,芨芨草对土壤养分的影响<sup>[7-8]</sup>,青海地区芨芨草分布及群落特征<sup>[9-12]</sup>,与盐分有关的芨芨草种子萌发研究<sup>[13-14]</sup>,芨芨草的蒸腾强度<sup>[15]</sup>等方面的研究,但对芨芨草的生境研究则较少,一些文献认为,芨芨草群落在内蒙古草原区通常发育于轻度盐化的河、湖边缘、低洼地等隐域性生境,常称芨芨草盐化草甸,其生境往往有地下水的补给,或接受地表径流的补充<sup>[2]</sup>。而其他一些文献认为芨芨草群落在青藏高原东部的环青海湖盆地、共和盆地则发育于地势平坦的生境,通常面积较大,常称为芨芨草草原<sup>[16-17]</sup>,张雅琼等通过从内蒙古到青海的大尺度研究认为,芨芨草群落为非地带性植被,与特异性生境有关<sup>[18]</sup>。由此可见,芨芨草群落的生境问题存在较大的争议。本文对内蒙古典型草原区芨芨草群落分布的地形部位、土壤水分特征、土壤理化性质及芨芨草群落与相邻地带性植被之间的生境关系进行了分析,以此揭示芨芨草群落生境特征及其形成机理。

## 1 研究区的自然概况与研究方法

### 1.1 研究区的自然概况和样地特征

本文选取的4个调查区均位于内蒙古自治区锡林浩特市境内(表1),属温带大陆性半干旱气候,冬季寒冷干燥,夏季温暖湿润。年平均气温0.18℃,年平均降水量349.6 mm,年均净水面蒸发量1641.5 mm。年均日照时数2533 h。 $\geq 10$ ℃的平均积温为2428.7℃,具有冬寒夏温的中温带气候特征。土壤为栗钙土。

表1 研究区样地位置与特征

Table 1 Plots position and characters of the study area

样地 Plot	位置 Position	地理坐标 Geographic coordinate		地貌 Landform	海拔 Elevation/m	面积 Area
调查区1 Plot 1	白音锡勒牧场花胡硕	N43°38'	E116°42'	河漫滩阶地	1187	240m×40m
调查区2 Plot 2	白音锡勒牧场博仁敖包	N43°45'	E116°34'	丘间碟形洼地	1164	90m×40m
调查区3 Plot 3	毛登牧场老毛登嘎查	N44°13'	E116°32'	丘间碟形洼地	1142	102m×40m
调查区4 Plot 4	市区东劳改牧场	N44°07'	E116°24'	丘间碟形洼地	1087	120m×40m

## 1.2 测定方法与样本采集

### 1.2.1 地形测定

用光学经纬仪(TDJ6E)对整个调查区进行高程测量,控制点高程用GPS确定。用Surfer 8.0软件生成地形图。

### 1.2.2 地下水测定

用卷尺测定调查区附近的饮水井水位与地面的距离,然后利用经纬仪测定调查区控制点与水井之间的高程差,换算出调查区内地下水埋深。

### 1.2.3 群落调查

2009年7—9月在每个调查区不同群落设置样方,分种测定植物株高与株丛数,3次重复。其中A区(调查区1中A1、A2区)地带性针茅群落样方面积为1 m×1 m;B区(调查区1中B1、B2区)芨芨草群落设置5 m×5 m的样方测定芨芨草,其内部再设置1 m×1 m的样方测定芨芨草群落的伴生种;C区做草甸样方,面积为0.25 m×0.25 m。

### 1.2.4 土壤采集与分析

在每个调查区的每个群落中分别用土钻取土,按0—10 cm,10—20 cm,20—30 cm,30—40 cm,40—50 cm,50—60 cm,60—70 cm,70—80 cm,80—90 cm,90—100 cm的10个土层取样,3个重复。风干后带回实验室。

土壤pH值用METTLER TOLEDO生产的DELTA320型pH计进行测定;土壤电导率用Multi-340i多参数测量仪进行测定;土壤粒径用Microtrac S3500粒度分析仪测定。

### 1.2.5 数据分析

数据分析由Microsoft Excel 2003和SPSS 16.0软件完成。

## 2 结果与分析

### 2.1 芨芨草及其相邻群落的空间分布

各调查区芨芨草群落与相邻群落空间分布格局如图1所示。

各调查区群落分布及组成见表2。

综合分析,芨芨草群落位于由高程变化导致的地带性针茅群落和湿草甸群落之间,这种植被空间分布的成带现象表现出相对的稳定性:无论河岸陡缓,都会形成明显的植被序列。

由于高程差异,地带性针茅群落地下水水位最深,芨芨草居中,湿草甸最浅。

### 2.2 不同群落土壤电导率

4个调查区中地带性针茅群落土壤电导率随着土层的加深而增大(图2),但整体趋于平缓且低于芨芨草群落和湿草甸群落;芨芨草群落整体土壤电导率最高,但其表层土壤电导率低,低于湿草甸群落,但在30—100 cm区间内其土壤电导率是3个群落中最高的,整体趋势是先上升后下降;湿草甸群落土壤电导率表层较高,在0—30 cm处往往高于芨芨草群落,呈现表层最高,随土层加深逐渐减小的趋势。

整体分析,芨芨草群落位于土壤电导率平均水平最大的土壤中,而位于高程梯度两端的群落所处的生境中土壤盐分含量相对要低。地带性针茅群落和湿草甸群落的土壤电导率在土壤垂直深度上呈现出来的是先降低后升高的趋势,而芨芨草群落则正好相反,所呈现的是表层最低,先升高后降低的趋势。

### 2.3 不同群落土壤pH值

4个调查区各群落间土壤pH值如图3所示。地带性针茅群落土壤pH值由表层向下有增大趋势;调查区1、3芨芨草群落土壤pH值是随着土层深度先升高后降低的趋势;调查区2、4与地带性针茅群落趋势一致;湿草甸群落的土壤pH值变化平缓。调查区1、2、3反映群落间的土壤pH值差异显著,调查区4中0—50 cm 3个群落的土壤pH值没有显著差异。总体上看,地带性针茅群落的土壤pH值最低,芨芨草群落的土壤pH值最高,湿草甸群落居中且适应的土壤pH值范围最小。

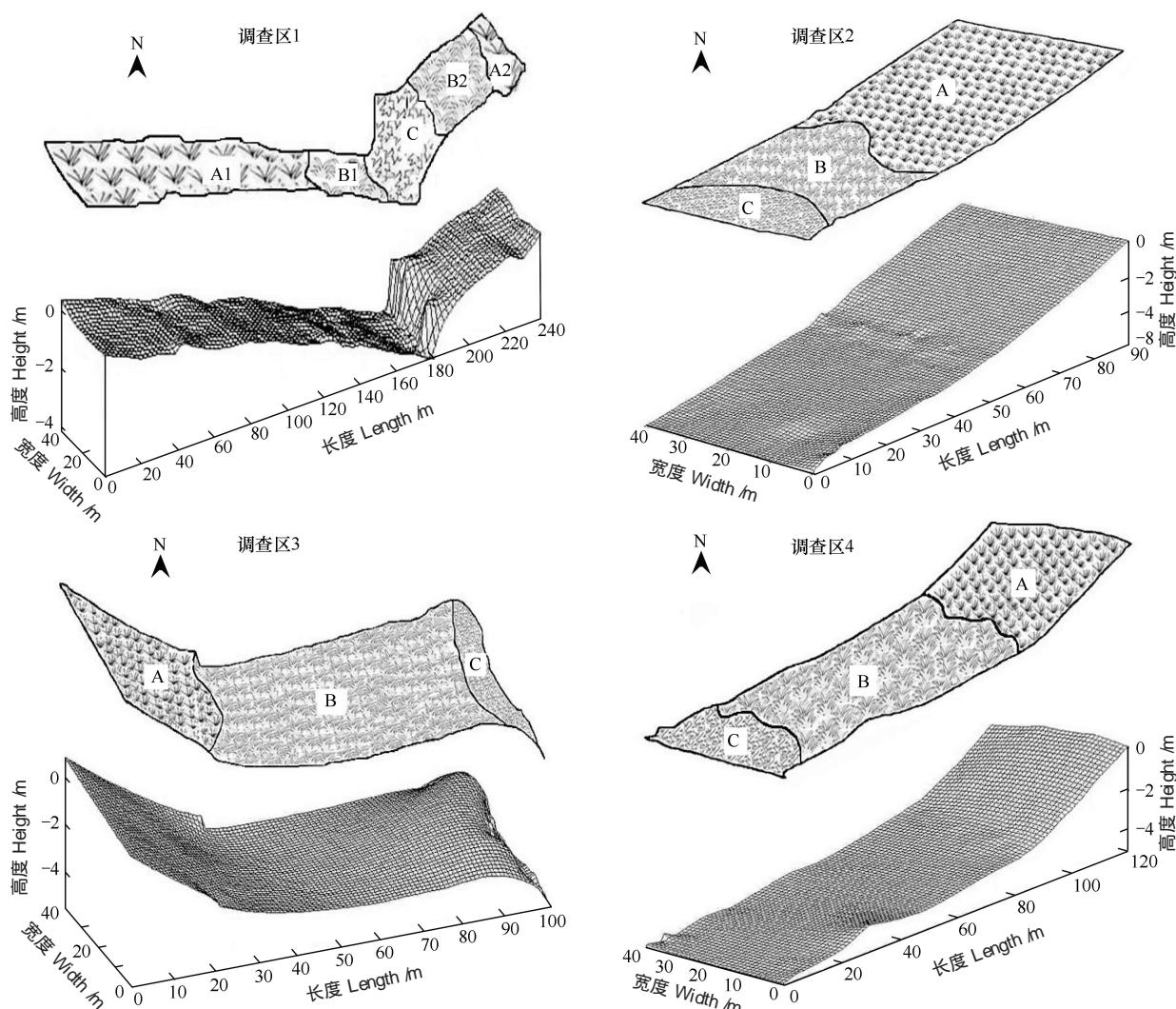


图1 各调查区局部地形及群落分布图

Fig. 1 local topography and the communities distributed of every plot

A区(包括A1、A2)为地带性针茅群落,B区(包括B1、B2)为芨芨草群落,C区为湿草甸群落

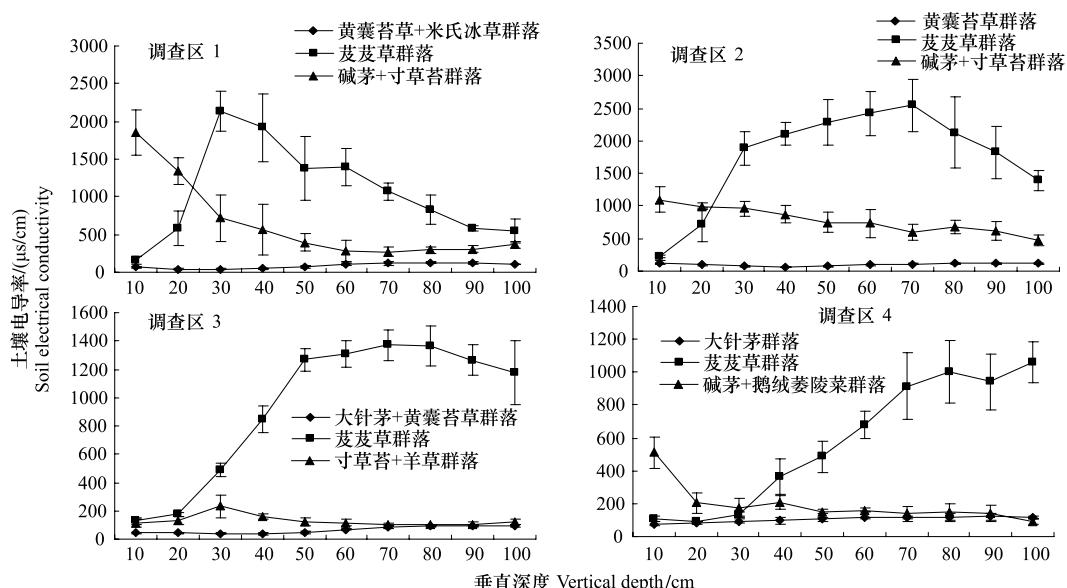


图2 各调查区中不同群落土壤电导率

Fig. 2 Soil electrical conductivity in different community in every plot

表 2 各调查区各区域群落分布及组成  
Table 2 Communities distribution and composition of every area in plots

调查区 Plot	区域 Area	群落名称 Community	主要伴生种 Main companion species	位置 Position	平均海拔 elevation/m	地下水水位 level/m	地形控制点 Topographic control point
调查区 1 Plot 1	A	黄囊苔草 <i>Carex korshinskyi</i> +米氏 冰草 <i>Agropyron michnoi</i>	糙隐子草 <i>Cleistogenes squarrosa</i> 、冷蒿 <i>Artemisia frigida</i> 、羊草 <i>Aneurolepidium chinensis</i> 、大针茅 <i>Stipa grandis</i> 、双齿葱 <i>Allium bidentatum</i> 、瓣蕊唐松草 <i>Thalictrum petaloideum</i> 、木地肤 <i>Kochia prostrata</i> 、二裂委陵菜 <i>Potentilla bifura</i> 、达乌里芯芭 <i>Cymbalaria dahuricola</i>	0—120 229—240	1185.92 (A1) 1185.69 (A2)	2.92(A1) 2.69(A2)	西北角
		芨芨草 <i>Achnatherum splendens</i>	黄囊苔草、糙隐子草、米氏冰草、冷蒿、二裂委陵菜、鹅绒藜陵菜 <i>Potentilla anserina</i> 、野韭 <i>Allium ramosum</i> 、马蔺 <i>Iris lactea</i> 、平车前 <i>Plantago depressa</i>	120—170 196—229	1183.93 (B1) 1185.22 (B2)	0.93(B1) 2.22(B2)	
调查区 2 Plot 2	C	碱茅 <i>Puccinellia distans</i> +寸草苔 <i>Carex duriuscula</i>	鹅绒委陵菜、中间型针蔺 <i>Eleocharis interstincta</i> 、平车前、羊草和蒲公英 <i>Taraxacum mongolicum</i>	170—196	1183.47	0.47	
		黄囊苔草	羊草、糙隐子草、米氏冰草、大针茅	40—90	1162.18	5.18	东北角
调查区 3 Plot 3	B	芨芨草	羊草、大针茅、米氏冰草、黄囊苔草、糙隐子草、伏毛山梅草 <i>Sibyllaria adpressa</i> 、马蔺、翼茎凤毛菊 <i>Saussuria japonica</i> 、野韭、鹅绒委陵菜 <i>Polygonum aciculare</i>	4—40	1159.21	2.21	
		碱茅+寸草苔	羊草、黄囊苔草、鹅绒委陵菜、平车前、蒲公英、扁蓄 <i>Polygonum aviculare</i>	0—4	1158.24	1.24	
调查区 4 Plot 4	A	大针茅 + 黄囊苔草	糙隐子草、野韭、二裂委陵菜、羊草、蒙古葱 <i>Allium mongolicum</i> 、冷蒿	80—102	1141.22	5.22	西北角
		芨芨草	羊草、大针茅、黄囊苔草、二裂委陵菜、野韭	2—80	1138.32	2.32	
	C	寸草苔+羊草	鹅绒藜陵菜、蒲公英	0—2	1136.98	0.98	
		大针茅	羊草、糙隐子草、冷蒿、米氏冰草、双齿葱	92—120	1086.19	5.19	东北角
	B	芨芨草	大针茅、羊草、糙隐子草、米氏冰草、黄囊苔草、野韭	5—92	1083.39	2.39	
		碱茅+鹅绒藜陵菜	羊草、黄囊苔草、蒲公英、平车前、扁蓄	0—5	1082.54	1.54	

调查区 1 中的黄囊苔草+米氏冰草群落和调查区 2 中的黄囊苔草群落均属不同退化阶段的针茅群落,文中称地带性针茅群落。

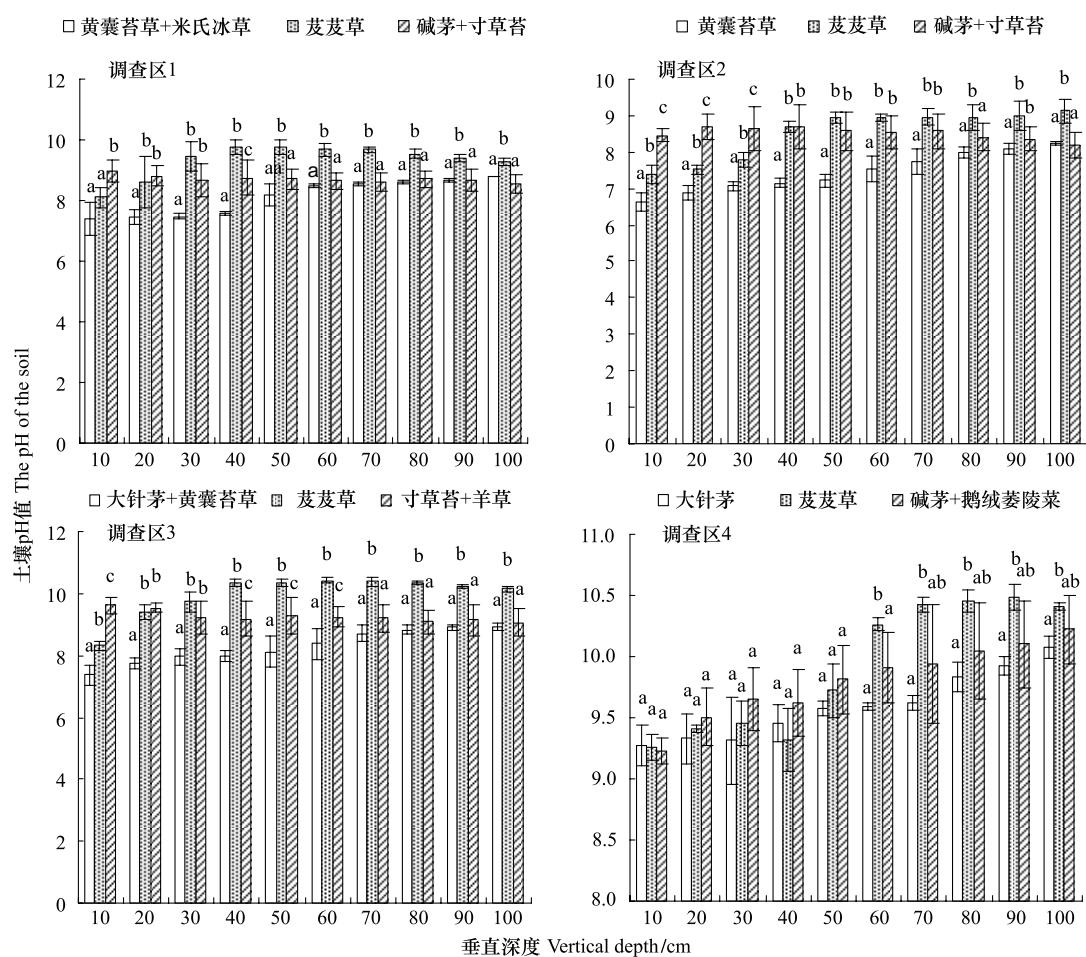


图3 各调查区中不同群落土壤pH值

Fig.3 The pH value of the soil in different community in every plot

a,b,c:同一土层差异显著( $P<0.05$ )

## 2.4 不同群落的土壤质地

从表3中看出调查区2和调查区4中各区域土壤粒径不存在显著差异；调查区1中只有B2区与其他区域差异显著；调查区3中各区域土壤粒径差异显著。综合分析，可知土壤质地不是导致植被成带分布的原因。

表3 各调查区不同区域土壤质地差异

Table 3 Soil texture significant difference in different areas of every plot

调查区 Plot	区域 Area	土壤粒径 Soil grain size/%		
		砂粒 Sand grain 1—0.05 mm	粉粒 Silt grain 0.05—0.002 mm	黏粒 Cosmid 0.002—0.001 mm
调查区1 Plot 1	A1	93.67±5.85a	6.33±5.84a	0.00±0.01a
	B1	89.64±10.40ab	10.33±10.32ac	0.05±0.13a
	C	93.95±9.17a	5.92±9.14a	0.04±0.12a
	B2	74.53±10.83c	25.19±10.80b	0.28±0.32b
	A2	82.16±4.04bc	17.69±3.88bc	0.15±0.19ab
调查区2 Plot 2	A	72.29±6.46a	27.11±6.28a	0.50±0.30a
	B	63.04±7.19a	36.27±6.81a	0.69±0.63a
	C	67.31±19.73a	31.71±19.82a	0.54±0.67a
调查区3 Plot 3	A	80.89±9.75a	18.35±9.78a	0.31±0.39a
	B	56.48±6.83b	41.01±6.79b	2.50±1.09b

续表

调查区 Plot	区域 Area	土壤粒径 Soil grain size/%		
		砂粒 Sand grain 1—0.05mm	粉粒 Silt grain 0.05—0.002mm	黏粒 Cosmid 0.002—0.001mm
调查区 4 Plot 4	C	95.62±4.10c	2.57±3.84c	0.00±0.00a
	A	80.15±6.14a	19.59±5.76a	0.25±0.46a
	B	85.49±7.46a	14.26±7.17a	0.24±0.42a
	C	85.83±13.67a	13.58±12.32a	0.46±1.47a

在  $P < 0.05$  水平上同一调查区同列差异显著的用 a、b、c 不同字母标出

### 3 讨论

#### 3.1 典型草原区芨芨草群落生境的地形特征

内蒙古草原区芨芨草群落通常分布于地带性针茅群落与湿草甸群落之间,位于河漫滩,丘间洼地,芨芨草群落的平均海拔高度总是低于地带性针茅群落而高于湿草甸群落。处于坡地中间地带,可知其生境与地形所导致的地表径流有较强关联性,从图 1 中可以看出,因海拔差异地表径流会流经芨芨草群落且被其截获一部分、其生长受到地表径流的补充<sup>[1]</sup>且不至于被淹,与地表径流量及径流流经时间密切相关,是由地面微起伏导致地表径流的不同分配程度而形成的群落水平结构上的镶嵌性分布。即隐域性芨芨草群落与湿草甸群落和地带性针茅群落在高程梯度上所导致的水分梯度呈带状分布。

#### 3.2 与地下水的关系

4 个调查区中,地带性针茅群落地下水水位在 2.69—5.22 m 之间(表 2);湿草甸群落地下水水位在 0.47—1.54 m 之间;芨芨草群落地下水水位在调查区 1 中 B1 区为 0.93 m,B2 区为 2.22 m,调查区 2 中为 2.21 m,调查区 3 中为 2.32 m,调查区 4 中为 2.39 m,可以看出由于地形因素导致各群落间地下水水位在由高到低的高程梯度上呈一个递减的趋势,3 个群落各占一个区间。虽然在调查区 1 中同为芨芨草群落的 B1 区和 B2 区地下水水位不同,但与吴征镒等的地下水水位 1—3 m<sup>[1]</sup>及内蒙古植被中地下水埋藏不深,一般为 1—4(5) m<sup>[2]</sup>的表述一致,也与新疆植被及其利用中地下水位 1—2.5(3) m<sup>[3]</sup>及张妙弟在准噶尔盆地南缘证实的决定芨芨草存在的基本因素是浅的潜水位:2(1)—4(5) m,但各地情况有所不同<sup>[19]</sup>相吻合,所以并不矛盾。芨芨草地下须根系十分发达,深度常超过 3 m,可以和地下潜水相接触<sup>[2]</sup>,可以说明地下水水位是芨芨草适生生境的一个十分重要的因子,内蒙古典型草原区芨芨草群落分布区地下水埋深在 1—3 m。

#### 3.3 芨芨草群落的分布与土壤盐碱度的相关性

研究结果表明,在同一区域(图 2),芨芨草群落土壤电导率在表层中很低,其峰值通常出现在 30 cm 以下,地带性针茅群落土壤电导率整体均小于芨芨草群落,所以芨芨草群落通常比地带性针茅群落更耐盐,这与张雅琼等<sup>[18]</sup>的研究结果一致,湿草甸群落土壤电导率在 0—30 cm 处较高,之后则急剧下降,盐分主要集中在表层。结合图 3 各群落土壤 pH 值,间接表明湿草甸部分盐( $K^+$ 、 $Na^+$ )的含量可能较高,地带性针茅群落简单地就是  $Ca^{++}$ 在起作用(栗钙土中存在碳酸钙淀积层),而芨芨草群落当由盐碱都在起作用。

以上情况表明:因芨芨草群落具有较另外两个群落更高的盖度,可以有效降低土壤水分蒸发,从而使盐分在较深的土壤层次中富集。而位于更低处的湿草甸群落则因植被盖度低而使盐分向地表集中。这种现象间接表明表层富集的盐分易于被地表径流冲刷掉,而集中在较深层次中的盐分则难以被冲刷掉,从而导致剖面通体盐分含量较高。芨芨草群落土壤电导率在 30 cm 以下较高,可以有效遏制根系较深但延伸不到地下潜水的灌木类生长,从而为芨芨草的生长提供有利条件。

#### 3.4 芨芨草群落的分布与土壤质地

芨芨草群落广泛分布于草原区及荒漠区<sup>[1]</sup>,其对土壤质地要求不高,结合表 3 可知相邻群落间土壤质地差异不显著,与王静的研究结果<sup>[20]</sup>一致。所以说土壤质地不是导致地带性针茅群落、芨芨草群落和湿草甸群落成带分布的原因。换言之,芨芨草群落生境的形成不是由土壤机械组成所致。

综上所述,在内蒙古典型草原区的河漫滩和丘间蝶形洼地地区,由高程的变化导致地下水埋深、地表径流量、土壤盐分含量产生渐变,从而构成水分、盐分梯度。在此梯度上,地带性针茅群落占据着较干旱的区间,但受盐分的抑制,难以向更低湿的生境扩展;而芨芨草以其耐盐碱能力而占据居间生境,但在耐淹水能力上远不如湿草甸群落;湿草甸群落占据着最湿润的区间,这个区间上的植被退化后总表现为严重的盐化特征,从而形成重度的盐化草甸。

#### 4 结论

- 1) 内蒙古典型草原区芨芨草群落常分布在河漫滩,丘间蝶形洼地地区,呈现由高程梯度导致的与地带性针茅群落和湿草甸群落带状分布的特点。
- 2) 内蒙古典型草原区芨芨草群落的分布与地下水水位和地表径流密切相关,通常其生境地下水水位在1—3 m且有地表径流的补充。
- 3) 芴芨草群落耐盐碱性强,其生境与反映土壤盐分的土壤电导率和土壤pH值相关。
- 4) 土壤质地不是芨芨草群落与地带性针茅群落和湿草甸群落成带分布的原因,即芨芨草群落生境的形成不是土壤机械组成所致。

#### References:

- [1] Wu Z Y. Vegetation of China. Beijing: Science Press, 1980.
- [2] Inner Mongolia and Ningxia Comprehensive Survey Team of Chinese Academy of Sciences. Vegetation of Inner Mongolia. Beijing: Science Press, 1985.
- [3] Xinjiang Comprehensive Survey Team of Chinese Academy of Sciences, Institute of Botany. Vegetation and Its Utilization in Xinjiang. Beijing: Science Press, 1978.
- [4] Wang K. Study of *Achnatherum splendens* grass on the function of soil and water conservation. Research of Soil and Water Conservation, 2001, 8(2): 157-159.
- [5] Wang J, Cheng J M, Wan H E, Fang F, Bu D H. Initial study on the leaf photosynthesis and transpiration of *Achnatherum splendens* on the Loess Plateau. Acta Prataculturae Sinica, 2003, 12(6): 47-52.
- [6] Wang J, Cheng J M, Wan H E, Fang F. Study on soil moisture characteristics and water use efficiency of *Achnatherum splendens* grassland in Loess Plateau. Arid Meteorology, 2004, 22(4): 51-55.
- [7] Wang K, Xu L Y, Yu T F. Effect of *Achnatherum splendens* (Trin.) nevski, a soil and water conservation plant, on soil nutrients. Soils, 2002, 34(3): 170-172.
- [8] Yu T F, Yang H X, Yang R M, Wang K. Plant conserving water and soil — the research into Ji Ji grass' Influence on soil nutrient. Agricultural Research in the Arid Areas, 2002, 20(3): 38-40.
- [9] Chen G C, Peng M. Community characteristics and distribution laws of *Achnatherum* steppe in Qinghai province. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 1993, 13(2): 154-162.
- [10] Zhou G Y, Chen G C, Zhao Y L, Wang S Z, Li W, Sun J, Peng M. Study on *Achnatherum splendens* community characteristics and species diversity around Qinghai Lake. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 2003, 23(11): 1956-1962.
- [11] Zhou G Y, Chen G C, Wei G L, Han Y J, Zhu C G. Distribution patterns of major populations in *Achnatherum splendens* communities of Qinghai Lake Area. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 2006, 26(3): 579-584.
- [12] Huai H Y, Wei W H, Zhang Y L. The characteristics of *Achnatherum splendens* community along the Qinghai-Tibet railway. Acta Ecologica Sinica, 2007, 27(2): 497-503.
- [13] Tao J, Wang G P, Chen H F, Yan P, Zhang Y X, Kang X L. Changes of organic matters and enzyme activities of *Achantherum Splendens* seeds under salt stress. Journal of Shihezi University: Natural Science, 2004, 22(6): 504-506.
- [14] Wang G P, Kang X L, Tao J, Chen H F, Yan P. Effects of salt concentration on physiological characteristics of *Achantherum splendens* seeds during germination process. Agricultural Research in the Arid Areas, 2006, 24(2): 139-142.
- [15] Lang B N, Che D R, Han Z L, Lu J B. Study of *Achantherum splendens* communities in transpiration rate and water consumption. Chinese Journal of Grassland, 1983, (2): 18-23.
- [16] Zhou X M, Wang Z B, Du Q. Vegetation of Qinghai. Xining: Qinghai People's Press, 1987.
- [17] Zhou L H, Sun S Z. Vegetation Map of Qinghai (1:1000000). Beijing: China Science and Technology Press, 1990.

- [18] Zhang Y Q, Liang C Z, Wang W, Wang L X, Peng J T, Yan J C, Jia C L. Soil salinity and *Achnatherum splendens* distribution. Chinese Journal of Ecology, 2010, 29(12): 1-6.
- [19] Zhang M D. *Achnatherum splendens* community in the southern edge of Junggar Basin and its instruction significance. Arid Zone Research, 1985, (4): 46-55.
- [20] Wang J. Ecophysiological Characteristics of *Achnatherum splendens* in the Loess Plateau [D]. Xianyang: Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, 2003.

#### 参考文献:

- [1] 吴征镒. 中国植被. 北京: 科学出版社, 1980.
- [2] 中国科学院内蒙古宁夏综合考察队. 内蒙古植被. 北京: 科学出版社, 1985.
- [3] 中国科学院新疆综合考察队, 植物研究所. 新疆植被及其利用. 北京: 科学出版社, 1978.
- [4] 王库. 茱芨草水土保持功能的初步研究. 水土保持研究, 2001, 8(2): 157-159.
- [5] 王静, 程积民, 万惠娥, 方锋, 布都会. 黄土高原芨芨草光合与蒸腾作用的初步研究. 草业学报, 2003, 12(6): 47-52.
- [6] 王静, 程积民, 万惠娥, 方锋. 黄土高原芨芨草土壤水分特征及水分利用效率研究. 干旱气象, 2004, 22(4): 51-55.
- [7] 王库, 徐礼煜, 于天富. 水土保持植物——芨芨草对土壤养分的影响. 土壤, 2002, 3: 170-172.
- [8] 于天富, 杨红霞, 杨蕊梅, 王库. 水土保持植物——芨芨草对土壤养分影响的研究. 干旱地区农业研究, 2002, 20(3): 38-40.
- [9] 陈桂琛, 彭敏. 青海省芨芨草草原的群落特征及其分布规律. 西北植物学报, 1993, 13(2): 154-162.
- [10] 周国英, 陈桂琛, 赵以莲, 王顺忠, 李伟, 孙菁, 彭敏. 青海湖地区芨芨草群落特征及其物种多样性研究. 西北植物学报, 2003, 23(11): 1956-1962.
- [11] 周国英, 陈桂琛, 魏国良, 韩友吉, 祝存冠. 青海湖地区芨芨草群落主要种群分布格局研究. 西北植物学报, 2006, 26(3): 0579-0584.
- [12] 淮虎银, 魏万红, 张德锂. 青藏铁路沿线温性草原区芨芨草(*Achnatherum splendens*)群落特征. 生态学报, 2007, 27(2): 497-503.
- [13] 陶锦, 王果平, 陈韩飞, 阎平, 张煜星, 康喜亮. 盐胁迫下芨芨草种子萌发中有机物及酶活性的变化. 石河子大学学报: 自然科学版, 2004, 22(6): 504-506.
- [14] 王果平, 康喜亮, 陶锦, 陈韩飞, 阎平. 不同盐浓度对芨芨草种子萌发过程中几种生理指标的影响. 干旱地区农业研究, 2006, 24(2): 139-142.
- [15] 郎百宁, 车敦仁, 韩志林, 陆家宝. 茱芨草群落蒸腾强度及耗水量的研究. 中国草地学报, 1983, (2): 18-23.
- [16] 周兴民, 王质彬, 杜庆. 青海植被. 西宁: 青海人民出版社, 1987.
- [17] 周立华, 孙世洲. 青海省植被图(1:1000000). 北京: 中国科学技术出版社, 1990.
- [18] 张雅琼, 梁存柱, 王炜, 王立新, 彭江涛, 闫建成, 贾成朕. 茱芨草群落土壤盐分特征. 生态学杂志, 2010, 29(12): 1-6.
- [19] 张妙弟. 准噶尔盆地南缘的芨芨草群落及其指示意义. 干旱区研究, 1985, (4): 46-55.
- [20] 王静. 黄土高原芨芨草生理生态特性研究 [D]. 咸阳: 西北农林科技大学, 2003.

# ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 32, No. 4 February, 2012 (Semimonthly)

## CONTENTS

The influence of a reclamation project on the macrobenthos of an East Nanhui tidal flat .....	MA Chang'an, XU Linlin, TIAN Wei, et al (1007)
Ecological health assessment of groundwater in the lower Liaohe River Plain using an ArcView-WOE technique .....	SUN Caizhi, YANG Lei (1016)
Nitrogen flows in intensive “crop-livestock” production systems typically for the peri-urban area of Beijing .....	HOU Yong, GAO Zhiling, MA Wenqi, et al (1028)
The simulation of leaf net photosynthetic rates in different radiation in apple canopy .....	GAO Zhaoquan, FENG Shezhang, ZHANG Xianchuan, et al (1037)
Phenological variation of typical vegetation types in northern Tibet and its response to climate changes .....	SONG Chunqiao, YOU Songcai, KE Linghong, et al (1045)
Soil moisture and temperature characteristics of forest-grassland ecotone in middle Qilian Mountains and the responses to meteorological factors .....	TANG Zhenxing, HE Zhibin, LIU Hu (1056)
Eco-hydrological effects of Qinghai spruce ( <i>Picea crassifolia</i> ) canopy and its influence factors in the Qilian Mountains .....	TIAN Fengxia, ZHAO Chuanyan, FENG Zhaodong, et al (1066)
Response of tree-ring width of <i>Pinus sylvestris</i> var. <i>mongolica</i> to climate change in Hulunbuir sand land, China .....	SHANG Jianxun, SHI Zhongjie, GAO Jixi, et al (1077)
Analysis of a dust case using lidar in Shanghai .....	MA Jinghui, GU Songqiang, CHEN Min, et al (1085)
Relating the distribution of zooplankton abundance in the coastal waters of central Fujian Province to the seasonal variation of water masses .....	TIAN Fengge, XU Zhaoli (1097)
Phenotypic traits of both larvae and juvenile <i>Crasstrea hongkongensis</i> and <i>C. gigas</i> .....	ZHANG Yuehuan, WANG Zhaoping, YAN Xiwu, et al (1105)
Inter-specific competition between <i>Prorocentrum donghaiense</i> and <i>Skeletonema costatum</i> .....	LI Hui, WANG Jiangtao (1115)
Effects of initial biomass ratio on the interspecific competition outcome between three marine microalgae species .....	WEI Jie, ZHAO Wen, YANG Weidong, et al (1124)
On the ecological amplitude of nitrate of <i>Alexandrium tamarensis</i> at different initial phosphate concentrations in laboratory cultures .....	WEN Shiyong, SONG Lili, LONG Hua, et al (1133)
Time lag effects and rainfall redistribution traits of the canopy of natural secondary <i>Pinus tabulaeformis</i> on precipitation in the Qinling Mountains, China .....	CHEN Shujun, CHEN Cungen, ZOU Bocai, et al (1142)
The vertical distribution of vegetation patterns and its relationship with environment factors at the northern slope of Ili River Valley: a bimodal distribution pattern .....	TIAN Zhongping, ZHUANG Li, LI Jiangui (1151)
Comparative analysis of water related parameters and photosynthetic characteristics in the endangered plant <i>Tetraena mongolica</i> Maxim. and the closely related <i>Zygophyllum xanthoxylon</i> (Bunge) Maxim. ....	SHI Songli, WANG Yingchun, ZHOU Hongbing, et al (1163)
Antioxidant properties of four native grasses in Loess Plateau under drought stress .....	SHAN Changjuan, HAN Ruilan, LIANG Zongsuo (1174)
The effects of the addition of <i>Ceratobasidium stevensii</i> B6 and its growth on the soil microflora at a continuously cropped water-melon ( <i>Citrullus lanatus</i> ) site in China .....	XIAO Yi, WANG Xingxiang, WANG Hongwei, et al (1185)
Suitable habitat for the <i>Achnatherum splendens</i> community in typical steppe region of Inner Mongolia .....	ZHANG Yifei, WANG Wei, LIANG Cunzhu, et al (1193)
Spatio-temporal variability of soil salinity and its relationship with the depth to groundwater in salinization irrigation district .....	GUAN Xiaoyan, WANG Shaoli, GAO Zhanyi, et al (1202)
Spatial heterogeneity of soil saturated hydraulic conductivity on a slope of the wind-water erosion crisscross region on the Loess Plateau .....	LIU Chunli, HU Wei, JIA Hongfu, et al (1211)
Spatial and temporal variations of total nitrogen density in agricultural soils of the Songnen Plain Maize Belt .....	ZHANG Chunhua, WANG Zongming, JU Weimin, et al (1220)
The evaluation system of strength of winterness in wheat .....	WANG Peng, ZHANG Chunqing, CHEN Huabang, et al (1230)
A comparison of summer habitats selected by sympatric <i>Apodemus chevrieri</i> and <i>Apodemus draco</i> in Tiangjiahe Nature Reserve, China .....	LI Yunxi, ZHANG Zejun, SUN Yiran, et al (1241)
Life tables for experimental populations of <i>Frankliniella occidentalis</i> on 6 vegetable host plants .....	CAO Yu, ZHI Junrui, KONG Yixian (1249)
Effect of diet switch on turnover rates of tissue nitrogen stable isotopes in fish based on the enrichment-dilution approach .....	ZENG Qingfei, GU Xiaohong, MAO Zhigang, et al (1257)
Recognition of important ecological nodes based on ecological networks analysis: A case study of urban district of Nanjing .....	XU Wenwen, SUN Xiang, ZHU Xiaodong, et al (1264)
Seasonal characteristics of CO <sub>2</sub> fluxes above urban green space in the Pearl River Delta, China .....	SUN Chunjian, WANG Chunlin, SHEN Shuanghe, et al (1273)
Simulation and evaluation of groundwater seepage in contaminated sites: case study of Tuocheng County .....	WU Yizhong, ZHU Qinyuan, LIU Ning, LU Genfa, DAI Mingzhoet al (1283)
<b>Review and Monograph</b>	
Recent advances in wetland degradation research .....	HAN Dayong, YANG Yongxing, YANG Yang, LI Ke (1293)
A review concerning nitrogen accumulation and leaching in agro-ecosystems of oasis .....	YANG Rong, SU Yongzhong, WANG Xuefeng (1308)
<b>Discussion</b>	
The diversity of the radio-resistant bacteria <i>Deinococcus radiodurans</i> .....	TU Zhenli, FANG Lijing, WANG Jiagang (1318)
Effect of pruning measure on physiology character and soil waters of <i>Caragana korshinskii</i> .....	YANG Yongsheng, BU Chongfeng, GAO Guoxiong (1327)
<b>Scientific Note</b>	
Characteristics of rainfall interception for four typical shrubs in Qilian Mountain .....	LIU Zhangwen, CHEN Rensheng, SONG Yaoxuan, et al (1337)
Dormancy break approaches and property of dormant seeds of wild <i>Cryptotaenia japonica</i> .....	YU Mei, ZHOU Shoubiao, WU Xiaoyan, et al (1347)

# 《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 4 期 (2012 年 2 月)

## ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 32 No. 4 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

主 编 冯宗炜  
主 管 中国科学技术协会  
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

出 版 科 学 出 版 社  
地址:北京东黄城根北街 16 号  
邮政编码:1000717

印 刷 北京北林印刷厂  
行 销 科 学 出 版 社  
地址:东黄城根北街 16 号  
邮政编码:100717  
电话:(010)64034563

订 购 国外发行  
E-mail:journal@cspg.net  
全国各地邮局  
中国国际图书贸易总公司  
地址:北京 399 信箱  
邮政编码:100044

广告经营  
许 可 证  
京海工商广字第 8013 号

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

Editor-in-chief FENG Zong-Wei  
Supervised by China Association for Science and Technology  
Sponsored by Ecological Society of China  
Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS  
Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China

Published by Science Press  
Add:16 Donghuangchenggen North Street,  
Beijing 100717, China

Printed by Beijing Bei Lin Printing House,  
Beijing 100083, China

Distributed by Science Press  
Add:16 Donghuangchenggen North  
Street, Beijing 100717, China  
Tel:(010)64034563

Domestic All Local Post Offices in China  
Foreign China International Book Trading  
Corporation  
Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China

ISSN 1000-0933  
9 771000093125  
0 4 >