

准噶尔盆地东部卡拉麦里山有蹄类自然保护区主要植物群落及其特征

徐文轩 杨维康* 张 弛 汪沐阳

中国科学院新疆生态与地理研究所干旱区生物地理与生物资源重点实验室, 乌鲁木齐 830011

摘 要 该文调查了准噶尔盆地东部卡拉麦里山自然保护区的主要植被类型, 通过对54个样地的样方数据分析, 量化描述了这一保护区的主要植物群落特征。结果表明, 这一地区植被主要分为梭梭群系(Form. *Haloxylon ammodendron*)、驼绒藜群系(Form. *Krascheninnikovia ceratoides*)、刺木蓼群系(Form. *Atraphaxis spinosa*)、红砂群系(Form. *Reaumuria songarica*)、准噶尔沙蒿群系(Form. *Artemisia songarica*)、刺旋花群系(Form. *Convolvulus tragacanthoides*)、盐生假木贼群系(Form. *Anabasis salsa*)、沙生针茅群系(Form. *Stipa glareosa*)和白茎绢蒿群系(Form. *Seriphidium terrae-albae*)等9个主要群系, 并进一步划分出16个群丛。

关键词 准噶尔盆地; 植被类型; 植物群落; 自然保护区

引用格式: 徐文轩, 杨维康, 张弛, 汪沐阳 (2016). 准噶尔盆地东部卡拉麦里山有蹄类自然保护区主要植物群落及其特征. 植物生态学报, 40, 502–507. doi: 10.17521/cjpe.2015.0317

Main plant communities and characteristics of Kalamaili Ungulate Nature Reserve in east Junggar Basin

XU Wen-Xuan, YANG Wei-Kang*, ZHANG Chi, and WANG Mu-Yang

Key Laboratory of Biogeography and Bioresources in Arid Land, Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Ürümqi 830011, China

Abstract

The main vegetation types of Kalamaili Nature Reserve in east Junggar Basin were investigated in this paper, and based on the data from 54 plot samples, the characteristics of the main desert plant communities from the main vegetation types were quantitatively described. And the results showed that, the vegetation in this reserve can be divided in to 9 major desert plant community types were recognized: Form. *Haloxylon ammodendron*, Form. *Krascheninnikovia ceratoides*, Form. *Atraphaxis spinosa*, Form. *Reaumuria songarica*, Form. *Artemisia songarica*, Form. *Convolvulus tragacanthoides*, Form. *Anabasis salsa*, Form. *Stipa glareosa* and Form. *Seriphidium terrae-albae*, and then, 16 associations were divided from these 9 major community types.

Key words Junggar Basin; vegetation type; plant community; nature reserve

Citation: Xu WX, Yang WK, Zhang C, Wang MY (2016). Main plant communities and characteristics of Kalamaili Ungulate Nature Reserve in east Junggar Basin. *Chinese Journal of Plant Ecology*, 40, 502–507. doi: 10.17521/cjpe.2015.0317

位于新疆准噶尔盆地东部的卡拉麦里山有蹄类野生动物自然保护区(简称卡山保护区), 自然条件及生物组合为干旱、半干旱荒漠区特性。蒙古野驴(*Equus hemionus*)、鹅喉羚(*Gazella subgutturosa*)、盘羊(*Ovis ammon*)等国家I、II级野生有蹄类动物及其生境是其主要保护对象, 自2001年以来, 普氏野马(*Equus przewalskii*)也在这一地区被野外放养。该区植物以旱生或超旱生型为主, 但在外部形态、内部

结构、繁殖和种间关系等方面, 不同程度地有别于其他荒漠类型中的植物, 从而构成这一地区独具特色的植物多样性的基础(张立运和陈昌笃, 2002)。充分认识植物群落的重要性和价值是开发、利用和保护生物资源的前提, 也是生态学、环境科学和地理学等相关学科发展的需要(方精云等, 2009)。

作为2012年《新疆维吾尔自治区主体功能区规划》(新疆维吾尔自治区发展和改革委员会, 2012,

<http://www.sdpc.gov.cn/fzgggz/fzgh/ghwb/ztgngh/201303/P020130301398395945473.pdf>)划定的准噶尔东部荒漠草原生态功能区的典型代表, 由于煤矿资源的大规模开发, 位于这一地区的卡山保护区范围屡次被调整(王玮荔等, 2014)。作为生长在这一区域内所有植物的集合, 该地区植物群落形成了对干旱和风沙等多种环境胁迫的适应机制, 人类经济活动将不可避免地对荒漠植被群落造成影响。关于这一区域植物群落的研究工作, 目前仅有刘建军等(1992)研究了这一地区荒漠植物群落的区系组成, 分析了群落与环境因素的相关程度。然而, 这一研究工作缺乏翔实的样方数据, 这会限制相关研究成果在植被专著编研和群落动态研究中的应用(张维康等, 2013)。本研究采用统一规范的样方调查方法, 对这一地区的植物群落进行了较全面、系统的调查与总结, 为更深入地研究荒漠植物群落类型、特征、生物多样性保护、土地利用状况的监测、生态系统管理和区域发展规划等提供基础资料(方精云等, 2009; 张维康等, 2013)。

1 材料和方法

1.1 研究区概况

调查区域位于新疆准噶尔盆地东部的卡拉麦里山有蹄类自然保护区, 地理坐标为44.63°–46.00° N, 88.50°–90.05° E, 设立于1982年, 占地18 000 km²(初红军等, 2009)。自2005年底以来, 新疆连续5次调减卡山自然保护区面积, 目前保护区面积为12 800 km²。该地区为典型的温带大陆性干旱气候, 冬季漫长寒冷(10月至翌年4月), 夏季炎热短暂(6–9月), 年平均气温为1.99 °C, 最热月平均气温为20.5 °C, 极端最高气温可达50 °C, 最冷月平均气温在–20 °C以下, 极端最低气温可达–39 °C以下, ≥10 °C年积温为2 617.1 °C, 无霜期为117天。受西风环流影响, 降水主要集中在冬季和春季, 年降水量为159.1 mm, 而年潜在蒸发量可达2 090 mm(葛炎等, 2003; 初红军等, 2009)。保护区内无稳定的地表径流。一些地下水位较高的地段有含盐的地下水溢出, 形成盐泉; 春季积雪融化以及夏季阵雨过后, 在低洼地形成临时性水源。卡山保护区为低山温带干旱、半干旱荒漠棕钙土区, 土壤以棕钙土和灰棕漠土为主。

保护区内植被稀疏, 由超旱生、旱生灌木、小半灌木及旱生一年生和多年生草本植物组成。植物

种类以藜科、菊科、豆科、蓼科、莎草科、禾本科、柽柳科、麻黄科等为主。能够形成大片群落的优势种有梭梭(*Haloxylon ammodendron*)、驼绒藜(*Krascheninnikovia ceratoides*)、盐生假木贼(*Anabasis salsa*)、白茎绢蒿(*Seriphidium terrae-albae*)、沙生针茅(*Stipa glareosa*)、红砂(*Reaumuria songarica*)等。保护区为当地牧民传统的季节性放牧草场, 以游牧业为主的哈萨克族牧民在秋季晚期、冬季和春季进入保护区进行放牧, 有20多万头(只)家畜在此越冬度春。

1.2 样方调查

2007年7月至2008年7月, 在对卡山保护区野生动物考察的基础上, 沿保护区工作人员巡视便道进行植被样地调查。采用样方法(方精云等, 2009)进行野外调查, 布设5 m × 5 m的典型样方54个, 每个群丛最低2个重复。采用5点取样法在每个样地梅花状设置5个1 m × 1 m的小样方调查草本植物。调查记录内容主要包括: 1)在5 m × 5 m的样方中记录灌木种的株数、高度和冠幅; 2)在1 m × 1 m的小样方中记录草本植物的株丛数、盖度和高度。其中, 多度以该物种出现在样方内的株丛数计算, 盖度以植物投影盖度表示, 高度用样方内该种植物3株平均绝对高度表示。同时记录样方所在地的海拔、坡度、坡向、地形及人类活动强度等环境因素。

1.3 数据统计分析

以个体数测度物种多样性指数往往会导致误差, 重要值则考虑了频度、盖度等参数, 所以许多学者建议采用重要值测度多样性指数(马克平等, 1995; 贺金生等, 1998)。在统计各样地每种植物数量、盖度及高度的基础上, 计算样方内各物种的重要值。灌木和草本植物重要值= (相对密度+相对盖度+相对高度) / 3 × 100%。

2 结果和分析

《中国植被》一书确立了中国植被分类系统中的3个主要等级, 即: 植被型、群系和群丛(中国科学院中国植被编辑委员会, 1980)。群丛: 为植被分类的基本单位, 是层片结构相同、生态特性一致, 各层片的建群种和优势种相同的所有植物群落联合; 群系: 为分类系统中最重要的高级分类单位, 它是建群种(或共建种)相同、生境一致的所有植物群丛组的联合。研究区植被类型以荒漠为主, 也含少量荒

漠草原, 54个样地可分为9个群系、16个群丛(表1)。9个群系特征分别描述如下:

2.1 梭梭群系(Form. *Haloxylon ammodendron*)

梭梭群系为亚洲荒漠区中分布最广泛的荒漠植被(刘建军等, 1992), 呈地带性分布。在卡山保护区中南部极端干旱的砾石戈壁上, 稀疏低矮的梭梭群落是主要植被类型, 高度在57–148 cm, 分层明显, 群落物种丰富度为5–12种(附录Tab.1.Ha-St, Tab.1.Ha-Sg)。根据群落重要值数据, 灌木与半灌木层物种丰富度为2–4种, 除建群种梭梭外, 主要有驼绒藜(半灌木)、盐生假木贼(半灌木)、红砂和木本猪毛菜等。草本层物种丰富度为3–8种, 优势植物为白茎绢蒿(*Seriphidium terrae-albae*)和沙生针茅(*Stipa glareosa*), 其余有刺沙蓬(*Salsola ruthenica*)、角果藜(*Ceratocarpus arenarius*)、碱韭(*Allium polyrhizum*)等, 与灌木层一起分别构成梭梭-白茎绢蒿群丛和梭梭-沙生针茅群丛。梭梭-白茎绢蒿群丛灌木层盖度为9%–11%, 草本层盖度为13%–20%, 主要分布在保护区中南部的砾石戈壁上; 梭梭-沙生针茅群丛灌木层盖度为2%–4%, 明显低于梭梭-白茎绢蒿群落, 草本层盖度为10%–15%, 主要分布于

保护区中西部靠近沙丘地带的砾石戈壁。刘建军等(1992)研究发现, 这一地区梭梭群系的高度为0.6–1.5 m, 盖度≤10%, 物种丰富度仅为3–5种。在本研究中, 除群落的高度没有变化以外, 梭梭群系盖度和物种丰富度明显高于刘建军等1992年的研究结果。

2.2 刺木蓼群系(Form. *Atraphaxis spinosa*)

刺木蓼群系隐域性分布, 主要见于保护区中北部局部地区因洪水冲刷形成的沟谷附近, 高度在36–46 cm之间, 群落物种丰富度为5–8种, 有分层(附录Tab.2.As-Sg)。灌木与半灌木层物种丰富度为2–5种, 盖度为11%–23%, 除刺木蓼外, 主要为盐生假木贼、准噶尔沙蒿、驼绒藜等半灌木。草本层物种丰富度较低, 有3种, 盖度为13%–20%, 优势植物为沙生针茅, 其余为白茎绢蒿、碱韭等。

2.3 红砂群系(Form. *Reaumuria songarica*)

红砂群系在保护区中北部的砾石戈壁和黏土荒漠上呈地带性分布, 高度在23–37 cm之间, 有分层, 群落物种丰富度为5–9种(附录Tab.3.Rs-St, Tab.3.Rs-Zr, Tab.3.Rs-Sg)。灌木与半灌木层物种丰富度相对较低, 为2–3种, 红砂为优势种, 但高度不占优势, 其

表1 卡拉麦里山有蹄类自然保护区植被分类
Table 1 The vegetation classification in Kalamaili Ungulate Nature Reserve

群系 Formation	群丛 Association	盖度 Cover
1 梭梭群系 Form. <i>Haloxylon ammodendron</i>	1.1 梭梭-白茎绢蒿群丛 Ass. <i>Haloxylon ammodendron-Seriphidium terrae-albae</i>	22%–30%
	1.2 梭梭-沙生针茅群丛 Ass. <i>Haloxylon ammodendron-Stipa glareosa</i>	13%–17%
2 刺木蓼群系 Form. <i>Atraphaxis spinosa</i>	2.1 刺木蓼-沙生针茅群丛 Ass. <i>Atraphaxis spinosa-Stipa glareosa</i>	31%–36%
3 红砂群系 Form. <i>Reaumuria songarica</i>	3.1 红砂-白茎绢蒿群丛 Ass. <i>Reaumuria songarica-Seriphidium terrae-albae</i>	19%–25%
	3.2 红砂-石生霸王群丛 Ass. <i>Reaumuria songarica-Zygophyllum rosowii</i>	4%–5%
	3.3 红砂-沙生针茅群丛 Ass. <i>Reaumuria songarica-Stipa glareosa</i>	11%–12%
4 准噶尔沙蒿群系 Form. <i>Artemisia songarica</i>	4.1 准噶尔沙蒿-沙生针茅 Ass. <i>Artemisia songarica-Stipa glareosa</i>	18%–24%
	4.2 准噶尔沙蒿-藁草 Ass. <i>Artemisia songarica-Carex</i> sp.	11%–40%
5 驼绒藜群系 Form. <i>Krascheninnikovia ceratoides</i>	5.1 驼绒藜-沙生针茅群丛 Ass. <i>Krascheninnikovia ceratoides-Stipa glareosa</i>	16%–36%
	5.2 驼绒藜-藁草群丛 Ass. <i>Krascheninnikovia ceratoides-Carex</i> sp.	15%–23%
6 刺旋花群系 Form. <i>Convolvulus tragacanthoides</i>	6.1 刺旋花-沙生针茅群丛 Ass. <i>Convolvulus tragacanthoides-Stipa glareosa</i>	7%
7 盐生假木贼群系 Form. <i>Anabasis salsa</i>	7.1 盐生假木贼群丛 Ass. <i>Anabasis salsa</i>	2%–5%
	7.2 盐生假木贼-白茎绢蒿群丛 Ass. <i>Anabasis salsa-Seriphidium terrae-albae</i>	3%–6%
	7.3 盐生假木贼-沙生针茅群丛 Ass. <i>Anabasis salsa-Stipa glareosa</i>	6%–11%
8 沙生针茅群系 Form. <i>Stipa glareosa</i>	8.1 沙生针茅群丛 Ass. <i>Stipa glareosa</i>	10%–16%
9 白茎绢蒿群系 Form. <i>Seriphidium terrae-albae</i>	9.1 白茎绢蒿群丛 Ass. <i>Seriphidium terrae-albae</i>	11%

他物种主要有梭梭、刺木蓼、盐生假木贼(半灌木)等。草本层物种丰富度为3–6种, 优势植物分别为白茎绢蒿、石生霸王(*Zygophyllum rosovii*)和沙生针茅, 其余有碱韭、驼舌草(*Goniolimon speciosum*)、盐生草(*Halogeton glomeratus*)等, 与灌木层一起构成红砂-白茎绢蒿群丛、红砂-石生霸王群丛和红砂-沙生针茅群丛3种。其中红砂-白茎绢蒿群丛最为常见, 灌木层盖度为10%–19%, 草本层盖度为6%–13%; 红砂-沙生针茅群丛也较常见, 但灌木层盖度明显低于红砂-白茎绢蒿群丛, 仅为3%, 草本层盖度为8%; 而红砂-石生霸王群丛较少见, 灌木层和草本层盖度在3种群丛类型中最低, 为1%–2%和3%。刘建军等(1992)发现, 准噶尔盆地东部红砂群系高度为20–40 cm, 盖度为10%左右, 多数情况下只有灌木层, 草本层发育不明显。在本研究中, 红砂群系的高度与盖度无明显变化, 但草本层有明显的发育。

2.4 准噶尔沙蒿群系(Form. *Artemisia songarica*)

准噶尔沙蒿群系地带性分布于保护区中西部靠近沙丘的沙质荒漠地区, 面积很小, 高度为31–73 cm, 分层明显, 群落物种丰富度4–8种(附录Tab.4.As-Sg, Tab.4.As-Ca)。灌木与半灌木层物种丰富度较低, 为1–3种, 除准噶尔沙蒿(半灌木)外, 其他植物为刺旋花(*Convolvulus tragacanthoides*) (半灌木)和沙拐枣(*Calligonum mongolicum*)。草本层物种丰富度2–5种, 优势植物为沙生针茅和藁草(*Carex* sp.), 与灌木层一起分别构成准噶尔沙蒿-沙生针茅群丛和准噶尔沙蒿-藁草群丛(附录Tab.4.As-Sg, Tab.4.As-Ca)。准噶尔沙蒿-沙生针茅群丛分布在砂质平原地区, 灌木层盖度为13%–15%, 草本层盖度为4%–11%; 准噶尔沙蒿-藁草群丛灌木层盖度主要分布在靠近沙丘的区域, 群系盖度较高, 为10%–38%, 草本层盖度极低, 约为1%。

2.5 驼绒藜群系(Form. *Krascheninnikovia ceratoides*)

驼绒藜为半灌木, 高度在26–38 cm之间, 该群系地带性分布于卡山保护区中北部卡姆斯特以西的平原地区, 面积相对较小, 群落物种丰富度为5–12种(附录Tab.5.Kc-Sg, Tab.5.Kc-Ca)。灌木层物种丰富度为2–5种, 除建群种驼绒藜外, 其余为准噶尔沙蒿、盐生假木贼等半灌木, 以及木本猪毛菜、膜果麻黄(*Ephedra przewalskii*)等灌木。草本层物种丰富度为3–8种, 优势植物为沙生针茅和藁草, 其余有白茎绢蒿、角果藜、盐生草等, 与灌木层一起分别构

成驼绒藜-沙生针茅群丛和驼绒藜-藁草群丛。驼绒藜-沙生针茅群丛灌木层盖度为8%–21%, 草本层盖度为7%–15%, 主要分布在保护区中北部216国道以西的黏土荒漠; 驼绒藜-藁草群丛灌木层盖度为10%–14%, 草本层盖度明显低于驼绒藜-沙生针茅群丛, 为3%–9%, 主要分布于保护区中北部216国道以西的靠近沙丘的沙质荒漠。

2.6 刺旋花群系(Form. *Convolvulus tragacanthoides*)

刺旋花群系主要分布在保护区西南部靠近沙丘的丘陵地带, 面积很小。与准噶尔沙蒿(半灌木)和刺木蓼(灌木)一起构成群落的灌木层, 盖度为4%–5%。刺旋花个体数量与盖度在灌木层中占绝对地位, 但高度较低, 与草本层高度相近, 为18 cm左右, 准噶尔沙蒿与刺木蓼的高度则显著高于草本层(附录Tab.6.Ct-Sg)。草本层物种丰富度为4种, 沙生针茅为优势种, 构成刺旋花-沙生针茅群丛, 其余为碱韭、黄耆(*Astragalus* sp.)和细叶鸢尾(*Iris tenuifolia*), 盖度约为3%。

2.7 盐生假木贼群系(Form. *Anabasis salsa*)

盐生假木贼群系分布面积较广, 主要在保护区中部、北部的平原和丘陵地带。盐生假木贼(半灌木)在灌木与半灌木层占绝对优势地位, 但高度与草本层高度相近, 为12–32 cm, 无分层现象。盐生假木贼群系在保护区可以分为3种群丛类型: 盐生假木贼群丛、盐生假木贼-沙生针茅群丛和盐生假木贼-白茎绢蒿群丛(附录Tab.7.An, Tab.7.An-St, Tab.7.An-Sg)。假木贼群丛盖度为2%–5%, 物种丰富度为1–3种, 其中假木贼占绝对优势地位, 其余植物在群落中为偶见种, 数量极低。由于假木贼高度较低, 盐生假木贼-沙生针茅群丛和盐生假木贼-白茎绢蒿群丛的灌木层与草本层分化不明显。灌木层物种丰富度为1–3种, 盖度为1%–5%; 除优势种沙生针茅和白茎绢蒿以外, 草本层其余植物有碱韭、黄耆、角果藜等。盐生假木贼-沙生针茅群丛的草本层物种丰富度为2–5种, 盖度分别为3%–9%, 均显著高于盐生假木贼-白茎绢蒿群丛。

2.8 沙生针茅群系(Form. *Stipa glareosa*)

沙生针茅群系主要分布在保护区中部偏西的砂质平原地区, 面积相对较小。灌木与半灌木层在群落中的盖度极低, 为1%左右, 分层不明显, 物种丰富度为1–5种, 主要为准噶尔沙蒿、盐生假木贼和驼绒藜等半灌木(附录Tab.8.Sg)。草本层物种丰富度为

3–5种, 盖度在群落中占绝对优势, 为9%–15%, 沙生针茅为群落的建群种, 其余草本植物有白茎绢蒿、碱韭、黄耆等。

2.9 白茎绢蒿群系(*Form. Seriphidium terrae-albae*)

白茎绢蒿群系(附录Tab.9.St)主要分布在保护区中部、北部的壤质平原地区, 分布面积较广, 与盐生假木贼群落相间分布。灌木与半灌木层与草本层分层不明显, 在群落中盖度仅为1%左右, 物种丰富度为1–3种, 主要为占优势地位的盐生假木贼(半灌木)和少量的红砂(灌木)与膜果麻黄(灌木)。草本层物种丰富度为4–6种, 盖度在群落中占绝对优势, 为10%–11%。白茎绢蒿为群落的建群种, 其余草本植物有沙生针茅、碱韭、盐生草等。

3 讨论

准噶尔盆地东部地区尽管气候条件严酷, 但仍有一定数量的荒漠植物类群。该地区种子植物区系由23科73属107种植物组成(刘建军等, 1992)。刘建军等(1992)在南起大黄山、北至北屯镇的广大区域上设置了30个样地, 共记录到梭梭、白梭梭(*H. persicum*)、淡枝沙拐枣(*C. leucocladium*)、红砂、驼绒藜、小蓬(*Nanophyton erinaceum*)、盐生假木贼、囊果碱蓬(*Suaeda physophora*)、沙漠绢蒿(*S. santolinum*)和白茎绢蒿等10个群系类型。小蓬群系和囊果碱蓬群系在保护区内没有分布, 白梭梭群系、淡枝沙拐枣群系和沙漠绢蒿群系仅分布于沙丘地带, 卡山保护区的广大荒漠区仅划分出5种群系类型。本文在多年调查的基础上, 将这一地区群系类型进一步划分为9种, 并进一步细分为16种群丛。

研究表明, 卡山保护区植被的优势群系主要有梭梭群系、红砂群系、驼绒藜群系、盐生假木贼群系和白茎绢蒿群系, 也即刘建军等(1992)的报道中分布于保护区内的群系。与刘建军等(1992)的研究相比, 本次研究发现梭梭群系、红砂群系和驼绒藜群系的高度并无显著变化, 但群系的盖度和物种丰富度(主要是草本层和一年生草本植物)有显著提高, 这可能与近年来北疆地区降水量增多有关(张锐等, 2012)。盐生假木贼群系和白茎绢蒿群系高度变化不大, 但盖度明显低于刘建军等(1992)的报道, 这可能与这一地区冬春季高强度的放牧采食有关, 导致白茎绢蒿、沙生针茅等多年生草本植物盖度大幅降低。

作为典型的干旱地区, 准噶尔盆地东部是环境变化的敏感地带和生态脆弱区, 在人类经济活动的干扰下, 极易引发生态退化, 退化一旦形成, 在严酷的自然条件影响下很难恢复。对准噶尔盆地东部地区荒漠植物群落特征进行全面研究, 还需更深入的调查以及多方面的分析。本研究并未深入探讨这一地区的荒漠植物群落与相应环境因子的关系, 这将是今后要进一步开展的工作。

基金项目 国家重点基础研究发展计划(973计划)(2014CB954204)、中国科学院西部之光西部博士项目(XBBS- 201309)、国家自然科学基金(31300390)和中国科学院百人计划项目(张弛)。

参考文献

- Chu HJ, Jiang ZG, Ge Y, Jiang F, Tao YS, Wang C (2009). Population densities and number of khulan and goitred gazelle in Mt. Kalamaili Ungulate Nature Reserve. *Biodiversity Science*, 17, 414–422. (in Chinese with English abstract) [初红军, 蒋志刚, 葛炎, 蒋峰, 陶永善, 王臣 (2009). 卡拉麦里山有蹄类自然保护区蒙古野驴和鹅喉羚种群密度和数量. 生物多样性, 17, 414–422.]
- Fang JY, Wang XP, Shen ZH, Tang ZY, He JS, Yu D, Jiang Y, Wang ZH, Zheng CY, Zhu JL, Guo ZD (2009). Methods and protocols for plant community inventory. *Biodiversity Science*, 17, 533–548. (in Chinese with English abstract) [方精云, 王襄平, 沈泽昊, 唐志尧, 贺金生, 于丹, 江源, 王志恒, 郑成洋, 朱江玲, 郭兆迪 (2009). 植物群落清查的主要内容、方法和技术规范. 生物多样性, 17, 533–548.]
- Ge Y, Liu CG, Chu HJ, Tao YS (2003). Present Situation of the *Equus hemionus* resources in the Karamori Mountain Nature Reserve, Xinjiang. *Arid Zone Research*, 20, 32–34. (in Chinese with English abstract) [葛炎, 刘楚光, 初红军, 陶永善 (2003). 新疆卡拉麦里山自然保护区蒙古野驴的资源现状. 干旱区研究, 20, 32–34.]
- He JS, Chen WL, Li LH (1998). Community diversity of the main types of the evergreen broad-leaved forest in the eastern part of the Middle Subtropical China. *Acta Phytocologica Sinica*, 22, 303–311. (in Chinese with English abstract) [贺金生, 陈伟烈, 李凌浩 (1998). 中国中亚热带东部常绿阔叶林主要类型的群落多样性特征. 植物生态学报, 22, 303–311.]
- Liu JJ, Li XH, Shen Z (1992). The composition and quantitative features of the desert plant communities in the east of the Junggar Basin. *Arid Zone Research*, 9, 39–48. (in Chinese with English abstract) [刘建军, 李新华, 沈志 (1992). 准噶尔东部荒漠植物群落的结构及数量特征. 干旱区研究, 9, 39–48.]

- Ma KP, Huang JH, Yu SL, Chen LZ (1995). Plant community diversity in Dongling Mountain, Beijing, China: II. Species richness, evenness and species diversities. *Acta Ecologica Sinica*, 15, 268–277. (in Chinese with English abstract) [马克平, 黄建辉, 于顺利, 陈灵芝 (1995). 北京东灵山地区植物群落多样性的研究: II. 丰富度、均匀度和物种多样性指数. 生态学报, 15, 268–277.]
- The Editorial Committee of Vegetation of China, Chinese Academy of Sciences (1980). *Vegetation of China*. Science Press, Beijing. (in Chinese) [中国科学院中国植被编辑委员会 (1980). 中国植被. 科学出版社, 北京.]
- Wang WL, Zhao F, Yang CQ (2014). Look at the implementation of the main functional region planning of our country from the Xinjiang coal industry layout. *Environment and Sustainable Development*, 39, 139–142. (in Chinese with English abstract) [王玮荔, 赵芳, 杨常青 (2014). 从新疆煤炭产业布局看我国主体功能区规划实施. 环境与可持续发展, 39, 139–142.]
- Zhang LY, Chen CD (2002). On the general characteristics of plant diversity of Gurbantungut sand desert. *Acta Ecologica Sinica*, 22, 1923–1932. (in Chinese with English abstract) [张立运, 陈昌笃 (2002). 论古尔班通古特沙漠植物多样性的一般特点. 生态学报, 22, 1923–1932.]
- Zhang R, Liu PX, Zhang KX (2012). Spatio-temporal characteristics of potential climate productivity of grassland and its responses to climate change in Xinjiang, China. *Journal of Desert Research*, 32, 181–187. (in Chinese with English abstract) [张锐, 刘普幸, 张克新 (2012). 新疆草地气候生产潜力变化特征及对气候响应的预测研究. 中国沙漠, 32, 181–187.]
- Zhang WK, Li H, Wang GH (2013). Community characteristics of main vegetation types along two altitudinal transects on mountains of northwestern Beijing, China. *Chinese Journal of Plant Ecology*, 37, 566–570. (in Chinese with English abstract) [张维康, 李贺, 王国宏 (2013). 北京西北部山地两个垂直样带内主要植被类型的群落特征. 植物生态学报, 37, 566–570.]

责任编辑: 王国宏 责任编辑: 谢 巍

附录 样方数据

Supplement Plot data

<http://www.plant-ecology.com/fileup/PDF/cjpe.2015.0317-D1.xls>



植物生态学报官网



微信订阅号

期刊及学科
相关信息发布



微信服务号

稿件状态查询
全文检索浏览