•方法•

草原模式植物群落监测方法应用样例

高趁光^{1,2} 郭 柯^{1,2*} 乔鲜果^{1,2} 陆帅志^{1,2}
刘长成¹ 侯东杰^{1,2} 王 孜^{1,2}

1 (中国科学院植物研究所植被与环境变化国家重点实验室, 北京 100093)

2 (中国科学院大学, 北京 100049)

摘要: 模式植物群落是指能够反映某种植被分类单元基本特征, 并可作为准确描述该植被类型“标准”的典型植物群落。草原模式植物群落监测是中国生物多样性监测与研究网络——草原/荒漠植物多样性监测网的核心内容, 已初步确定了一套监测方法。本文应用这套方法分别建立了克氏针茅(*Stipa krylovii*)群系和百里香(*Thymus mongolicus*)群系模式植物群落监测固定样地, 作为中国生物多样性监测与研究网络——草原/荒漠植物多样性监测网的样例。介绍了这两个模式植物群落监测样地选取与设置的过程、群落调查方法和数据分析结果。通过实际观测和案例分析, 验证了“中国草原/荒漠植物多样性监测网模式植物群落监测方案”中监测方法的可行性, 同时根据监测中出现的问题, 提出了模式植物群落样地、监测频率和监测日期的选择原则, 以及监测过程中的操作规范等, 完善了模式植物群落监测内容、方法和指标体系的建议, 为开展草原模式植物群落监测提供了可借鉴的实例与技术储备。

关键词: 模式植物群落; 克氏针茅草原; 百里香草原; 监测方法

Methods of observing typical steppe plant communities: Applications to two typical formations

Chenguang Gao^{1,2}, Ke Guo^{1,2*}, Xianguo Qiao^{1,2}, Shuaizhi Lu^{1,2}, Changcheng Liu¹, Dongjie Hou^{1,2}, Zi Wang^{1,2}

1 State Key Laboratory of Vegetation and Environmental Change, Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093

2 University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049

Abstract: A typical plant community, which reflects the basic community characteristics of a vegetation classification unit, can be designated as a standard unit for describing a distinct vegetation type. Providing observations of typical plant communities in the steppe is the main function of the Steppe and Desert Biodiversity Observation Network and Sino Biodiversity Observation Network (Sino BON). Methods of observing typical plant communities have been published. We set up permanent observation plots of Form. *Stipa krylovii* and Form. *Thymus mongolicus* as examples during the summer of 2017. Observation methods were applied and validated, and included stand selection and plot design, vegetation surveys, and data analysis. Based on practical observations and analysis, we demonstrated the applicability of the observation methods presented in the previously published paper “Methods of observing typical plant communities in the Steppe and Desert Biodiversity Observation Network, Sino BON”. Suggestions for the improvement of the content, methods, and indices of observation were presented with respect to problem areas. We aim to provide a case demonstrating the applicability of the standard methods for future observations.

Key words: typical plant community; Form. *Stipa krylovii*; Form. *Thymus mongolicus*; observation methods

生物多样性因人类活动干扰的不断加剧和全球变化的影响正面临快速丧失的威胁(Hooper et al,

2005)。保护生物多样性已成为全人类的共识, 联合国和各国政府也都给予高度重视, 并在达成《生物

收稿日期: 2017-12-15; 接受日期: 2018-03-18

基金项目: 国家重点基础研究发展计划(973 计划) (2014CB-138800)和科技基础性工作专项(2015FY210200)

* 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: guoke@ibcas.ac.cn

多样性公约》的基础上不断推进一系列新的保护计划和行动(Tittensor et al, 2014)。我国政府自1992年签订《生物多样性公约》以来,制定了一系列生物多样性保护法律法规和行动规划,学术界开展了大量生物多样性调查、物种编目、物种生存状况评估、濒危物种保护等基础性工作,为履约做出了巨大贡献。

2010年9月15日,国务院第126次常务会议审议通过并发布实施《中国生物多样性保护战略与行动计划》,将“开展生物多样性调查、评估与监测”作为优先领域,同时“生物多样性监测网络建设与示范工程”也被列为亟需实施的项目之一(薛达元, 2011)。与此同时,《生物多样性公约》缔约方召开了第十次大会,为未来十年全球生物多样性保护确立了“立即采取有效措施,遏制生物多样性丧失”的目标(马克平, 2011)。中国科学院于“十二五”期间组建了中国生物多样性监测与研究网络(Sino Biodiversity Observation Network, Sino BON) (马克平, 2015),随后又在“十三五”期间加大投入力度,购置网络监测的硬件设备,完善管理体系和专业技术力量,以提高生物多样性监测与研究能力。

中国草原/荒漠植物多样性监测网(Steppe & Desert Biodiversity Observation Network of Sino BON)作为其中的一个专项网,旨在从生态系统的角度出发,以植被群系为监测的基本单元,在以草原/荒漠植被为主要群系的典型地段上建立模式植物群落监测固定样地,应用统一的方法和规范,长期监测其植物多样性的变化(马克平, 2015)。其中,模式植物群落是指能够反映某种植被分类单元基本特征,并可作为准确描述该植被类型的典型植物群落。模式植物群落监测是中国草原/荒漠植物多样性监测网的一项重要内容(郭柯等, 2016)。

克氏针茅(*Stipa krylovii*)是禾本科针茅属植物(Nobis et al, 2016)。克氏针茅草原是欧亚草原区东部草原亚区分布最广的丛生禾草典型草原群系之一,在蒙古高原草原地带,尤其在在我国呼伦贝尔草原和锡林郭勒草原有大面积的连续分布。百里香(*Thymus mongolicus*)是唇形科百里香属植物。百里香草原是小半灌木典型草原中的主要群系之一,亦在欧亚草原区东部草原亚区以及向森林地带毗邻的过渡区域广泛分布,在西辽河上游的黄土丘陵地区、鄂尔多斯高原东部及晋陕宁甘黄土高原草原地

带尤为常见,是表土侵蚀严重的草原上具有很强代表性的次生群落类型(吴征镒, 1980; 中国科学院内蒙古宁夏综合考察队, 1985; 陈灵芝等, 2014)。

本文根据“中国草原/荒漠植物多样性监测网模式植物群落监测方案”(郭柯等, 2016)中的主要监测内容、方法和指标,选择克氏针茅草原和百里香草原模式植物群落为监测样例,开展了首期实地调查,并对所得数据进行了初步的分析和报道。目的在于:(1)验证“中国草原/荒漠植物多样性监测网模式植物群落监测方案”中监测方法的可行性;(2)探索完善模式植物群落监测的内容、方法和指标体系的具体途径;(3)为开展草原模式植物群落监测提供可借鉴的实例与技术方法。

1 克氏针茅群系模式植物群落监测

1.1 样地选择

参考《中国植被》(吴征镒, 1980)、《内蒙古植被》(中国科学院内蒙古宁夏综合考察队, 1985)和《中华人民共和国植被图》(中国科学院中国植被图编辑委员会, 2007)等相关资料,并根据“中国草原/荒漠植物多样性监测网模式植物群落监测方案”(郭柯等, 2016)中的样地设置原则选择监测样地。主要考虑的因素有:(1)地形特点,具体的地形主要选择地势相对平缓、开阔的地带,应保证地形一致性高,避免较大起伏;(2)土地利用与人为干扰状况,主要依据植物群落退化程度、样地所在区域牲畜粪便密集程度和人为活动痕迹密度等因素来确定;(3)植被变迁历史,主要通过走访询问样地附近牧民来获取样地利用历史,作为判断植被变迁历史的主要依据。2017年6月,经过实地调查和反复对比,确认中国农业科学院太仆寺旗草地资源生态监测与评价野外科学观测试验站西小山丘中上部的克氏针茅草原具有典型性(即群落建群种克氏针茅重要值占据显著优势),在此设置了主、副两个模式植物群落监测样地。

1.2 样地设置与信息收集

克氏针茅群系模式植物群落主样地中心点地理坐标为115°14'17.76" E, 41°49'49.02" N, 海拔1,463 m; 副样地中心点地理坐标为115°14'49.56" E, 41°49'49.56" N, 海拔1,484 m。主、副样地分别位于丘坡中部和近顶部,相距约400 m,高差21 m。

根据Ni等(2000)插值气象数据,样地年均气温

2.78℃, 最热月平均气温18.30℃, 最冷月平均气温-17.40℃; 年均降水量383.52 mm, 主要集中在夏秋季, 冬春季降水稀少, 其中最热月降水量97.65 mm, 占全年降水量的25.46%。样地具沙壤质栗钙土。样地附近的草原目前主要作为草地观光旅游活动场地, 有轻度放牧, 根据家畜粪迹判定为羊马混牧, 主样地20 m × 20 m面积内有鼠洞4个。

首先, 确定样地中心点O, 记录其地理坐标; 其次, 以此为参照点, 用罗盘和卷尺找出东西南北4个方向距中心点5 m和10 m处位置, 再确定通过这些点的10 m × 10 m正方形样地核心区, 和20 m × 20 m的外围10 m宽样地缓冲区边界; 再次, 在样地核心区, 在样地核心区四角置入长度30 cm的钢筋界桩, 至露出地表0.5 cm左右, 并记录地理坐标参数, 保证样地的精确定位和今后复查参考; 最后, 拍摄样地及植物群落外貌的宏观照片(附录1)。

调查样方设置, 在样地中心点及该点正北、正东、正南、正西分别设置5个1 m × 1 m的样方, 并标记为Q1、Q2、Q3、Q4和Q5, 后4个样方距中心点和核心区的边界为2 m, 这5个样方作为长期群落学监测的固定样方; 随后在缓冲区距离核心区边界1 m处选择3个1 m × 1 m的样方, 分别标记为Q6、Q7和Q8, 除进行同样的群落学调查外, 还通过齐地面刈割法收集地上生物量(图1)。

1.3 群落特征调查与数据处理

在设置好的样地内开展物种踏查, 记录出现的所有物种。标本采集原则上在样地缓冲区外进行, 采集样地中每个物种的标本并注明采集日期和标本号。由于样地调查时间较早, 部分植物尚未开花结果, 可采集往年枯枝等作为补充。用相机记录每个物种的生境照片。标本带回实验室后认真对比鉴定, 确保鉴定正确。采集到的样地植物标本作为模式植物群落监测样地物种组成的凭证永久保存。

模式植物群落样地的土壤特征调查选择在样地缓冲区内进行, 挖取50 cm深土壤剖面(副样地下伏岩石, 剖面深度为30 cm), 观察并拍照记录土壤剖面及根系分布特征。两个样地都显示, 植物根系主要集中在0-10 cm的表土层, 各层土壤结构较均匀, 主样地的土壤较副样地更为疏松。然后在土壤剖面上按照从下到上的顺序分层取样, 土样带回实验室风干, 测定pH、有机碳、全氮、全磷、有效氮和有效磷等(表1)。详细的土壤剖面特征见附录2。

图1 克氏针茅群系模式植物群落样地设置。Q: 样方, 1 m × 1 m; O: 样地中心点。

Fig. 1 Plot design of typical plant community of Form. *Stipa krylovii*. Q, Quadrats, 1 m × 1 m; O, Central point of the plot.

模式植物群落样地内的样方调查项目包括各物种的个体数量、营养枝高度及生殖枝高度、物种盖度及群落的总盖度。此外, 缓冲区内的3个样方选择齐地面刈割法分物种收获地上生物量, 并带回实验室65℃烘干至恒重, 用电子天平(精度0.01 g)称取干重, 最后基于各物种生物量数据计算出群落生物量。

1.4 群落特征

1.4.1 物种组成

根据获得的数据, 计算群落的Shannon-Wiener多样性指数(H')和Pielou均匀度指数(J), 公式如下:

$$H' = -\sum P_i \ln P_i \quad (1)$$

$$H'_{\max} = \ln S \quad (2)$$

$$J = H' / H'_{\max} \quad (3)$$

式中, S 是群落总物种数, $H'_{\max}$ 是最大均匀条件下的Shannon-Wiener多样性指数, P_i 为物种 i 占全部物种重要值的比例。

物种的重要值采用公式“ $IV = (\text{相对盖度} + \text{相对高度} + \text{相对生物量} + \text{相对多度})/4$ ”计算, 在生物量缺失的样方中, 采用公式“ $IV = (\text{相对盖度} + \text{相对高度} + \text{相对多度})/3$ ”计算。

克氏针茅群系模式植物群落两个样地的物种平均丰富度为17.5种/m², Shannon-Wiener指数为2.78, Pielou均匀度指数为0.69。

克氏针茅群系模式植物群落两个样地共记录到植物57种, 隶属于22科45属。其中, 主样地记录40种, 隶属于19科33属, 物种较多的科依次是菊科

表1 克氏针茅群系模式植物群落土壤理化性状
Table 1 Basic properties of typical plant community of Form. *Stipa krylovii*

	主样地 Main plot					副样地 Auxiliary plot		
	0–10 cm	10–20 cm	20–30 cm	30–40 cm	40–50 cm	0–10 cm	10–20 cm	20–30 cm
pH	7.84	8.23	8.35	8.88	8.82	8.05	8.11	8.38
有机碳 Organic carbon (g/kg)	25.14	17.13	10.25	10.67	6.52	26.87	42.64	42.92
全氮 Total N (g/kg)	2.46	1.66	1.00	1.14	0.68	2.60	4.03	3.92
全磷 Total P (g/kg)	25.14	17.13	10.25	0.29	0.23	0.46	0.47	0.42
有效氮 Available N (mg/kg)	190.25	112.25	72.29	13.25	8.97	262.54	177.88	89.42
有效磷 Available P (mg/kg)	6.30	3.40	3.40	2.20	2.20	5.00	6.10	4.00

(7属8种)、禾本科(7属7种)、豆科(3属4种)、蔷薇科(1属3种)、报春花科(1属2种)、龙胆科(1属2种)和鸢尾科(1属2种), 其余的车前科、唇形科、景天科、藜科、毛茛科、瑞香科、伞形科、莎草科、石竹科、远志科、芸香科和紫草科等12科各含1个物种。副样地共记录到植物31种, 隶属于15科27属, 物种较多的科有蔷薇科(3属6种)、禾本科(5属5种)、菊科(4属5种)、豆科(2属2种)、十字花科(2属2种)、石竹科(2属2种), 剩下的百合科、报春花科、唇形科、龙胆科、伞形科、莎草科、玄参科、芸香科和紫草科等9科各含1个物种。两个样地共有种有克氏针茅、糙隐子草(*Cleistogenes squarrosa*)、硬质早熟禾(*Poa sphondylodes*)、冷蒿(*Artemisia frigida*)等14个物种。

根据《中国植被》中的生活型分类法, 克氏针茅群系模式群落中的57种植物可划分为半灌木和小半灌木、多年生禾草和藁草、多年生杂类草和一、二年生草本植物4类生活型。其中, 多年生杂类草最多, 占总数的63.16%; 其次是一、二年生草本植物, 占总数的15.79%; 多年生禾草和藁草占总数的14.03%; 半灌木和小半灌木占总数的7.02% (图2)。

通过查阅相关资料(中国科学院中国植物志编辑委员会, 2004; 赵一之, 2012), 并根据植物对水分因子的适应性特征, 57种植物可以划分为典型旱生植物、中旱生植物、广旱生植物、旱中生植物和典型中生植物5种水分类型。典型旱生植物种类最多, 占45.62%; 其次是中旱生植物和典型中生植物, 分别占21.05%; 旱中生植物占7.02%; 广旱生植物占5.26% (图3)。水分生态类型谱反映了克氏针茅群系模式植物群落的旱生性特点。

依据相关的资料以及对物种分布区的分析(中国科学院中国植物志编辑委员会, 2004; 赵一之, 2012), 可将克氏针茅群系模式植物群落的植物区

系地理成分归纳为6类(图4)。其中, 东古北极成分最多, 占47.37%; 其次是东亚成分, 占22.81%; 泛北极成分占10.52%; 中亚–亚洲中部成分占8.77%; 亚洲中部成分占7.02%; 古北极成分占3.51%。

图2 克氏针茅群系模式植物群落物种的生活型谱。I: 半灌木和小半灌木; II: 多年生禾草和藁草; III: 多年生杂类草; IV: 一、二年生草本植物。
Fig. 2 Life form spectrum of the species in typical plant community of Form. *Stipa krylovii*. I, Semi-shrub and dwarf semi-shrub; II, Perennial grasses and sedges; III, Perennial forbs; IV, Annuals and biennials.

图3 克氏针茅群系模式植物群落物种的水分生态类型谱。TX: 典型旱生植物; MX: 中旱生植物; WX: 广旱生植物; XM: 旱中生植物; TM: 典型中生植物。
Fig. 3 Ecological type of water of the species in typical plant community of Form. *Stipa krylovii*. TX, Typical xerophytes; MX, Meso-xerophytes; WX, Wide xerophytes; XM, Xero-mesophytes; TM, Typical mesophytes.

图4 克氏针茅群系模式植物群落物种区系地理成分组成。
MA: 亚洲中部成分; EA: 东亚成分; EPA: 东古北极成分;
CA-MA: 中亚-亚洲中部成分; PA: 古北极成分; HA: 泛北极成分。

Fig. 4 Floristic geographic distribution of the species in typical plant community of Form. *Stipa krylovii*. MA, Middle Asia element; EA, East Asia element; EPA, East Palaearctic element; CA-MA, Central Asia-Middle Asia element; PA, Palaearctic element; HA, Holarctic element.

图5 克氏针茅群系模式植物群落物种的Domin盖度等级分布。
a: 1级盖度(0.1%); b: 2级盖度(0.1–1%); c: 3级盖度(1–4%);
d: 4级盖度(5–10%); e: 5级盖度(11–25%)。

Fig. 5 Domin's cover class distribution of the species in typical plant community of Form. *Stipa krylovii*. a, Cover class 1 (0.1%); b, Cover class 2 (0.1–1%); c, Cover class 3 (1–4%); d, Cover class 4 (5–10%); e, Cover class 5 (11–25%).

1.4.2 盖度

根据调查样方的记录,克氏针茅群系模式植物群落的平均盖度为26.29%,最小17.10%,最大34.80%。将克氏针茅主、副两个样地内各物种分盖度分别按照Domin盖度等级(张金屯, 2011)划分为5个等级(图5),可以看到以1、2级盖度为主,多为偶见种或伴生种;两个样地的5级盖度植物都只有克氏针茅一种,平均盖度为11.40%,在群落中占绝对优势。

1.4.3 生物量和群落结构

克氏针茅群系模式植物群落样地的地上生物量平均为159.34 g/m²,最小137.21 g/m²,最大为181.38 g/m²。

植物群落垂直结构大致可以分为三层: 第一层

高度在20–30 cm之间,主要是建群种克氏针茅和一些高大杂类草;第二层为糙隐子草和大多数的杂类草,高度为5–20 cm;最下层为小半灌木冷蒿和一些匍匐、垫状的植物。由于调查时间在生长季早期,大部分植物高度在生长季中后期还会有一定变化。

1.5 模式植物群落信息档案建立

将以上获得的环境、群落调查数据和影像资料统一汇总备份,建立克氏针茅群系模式植物群落信息档案。信息档案主要分为两大项,包括物种资料信息(标本实物和标本照片)和群落信息(群落地理位置、环境信息、群落照片、群落季相特点、群落结构)。建成的信息档案明确标注档案建立人、建立日期等详细内容,以便于后期分析利用。

2 百里香群系模式植物群落监测

2.1 群落样地选择

百里香草原是以唇形科小半灌木百里香为建群种的典型草原,对风蚀和表土侵蚀有很强的适应性。参考《中国植被》(吴征镒, 1980)、《内蒙古植被》(中国科学院内蒙古宁夏综合考察队, 1985)和《中华人民共和国植被图》(中国科学院中国植被图编辑委员会, 2007)等相关资料,采用类似克氏针茅草原模式植物群落监测样地的选择方法,于2017年6月15日选定康保县满堂红乡变电站东山丘坡顶的百里香草原作为百里香群系模式植物群落监测主样地(114°28'36.04" E, 41°50'37.23" N, 海拔1,546 m)(附录1)。根据Ni等(2000)插值气象数据,样地年均气温3.02℃,最热月平均气温18.60℃,最冷月平均气温–17.00℃;年均降水量353.06 mm,主要集中在夏秋季,冬春季降水稀少,其中最热月降水量95.02 mm,占全年降水量的26.91%。样地所在草原有放牧活动,地表有大量碎石,土壤为砂壤质,挖取的土壤剖面深度为40 cm,各层土壤中均含有大量碎石,植物根系主要集中在0–20 cm的土层。

百里香群系模式植物群落副样地位于内蒙古自治区多伦县淖尔镇水泉村(116°24'43.79" E, 42°12'03.26" N, 海拔1,314 m)。根据Ni等(2000)插值气象数据,样地的年均气温1.65℃,最热月平均气温18.69℃,最冷月平均气温–18.12℃;年均降水量390.08 mm,降水主要集中在夏秋季,冬春季降水稀少,其中最热月降水量99.60 mm,占全年降水量25.53%。样地位于山坡中上部,山坡一侧有人工种

表2 百里香群系模式植物群落样地土壤理化性状
Table 2 Basic properties of typical plant community of Form. *Thymus mongolicus*

	主样地 Main plot				副样地 Auxiliary plot		
	0–10 cm	10–20 cm	20–30 cm	30–40 cm	0–10 cm	10–20 cm	20–30 cm
pH	7.13	7.21	7.59	8.75	8.06	7.99	7.87
有机碳 Organic carbon (g/kg)	32.12	33.93	29.11	5.20	12.95	2.62	1.14
全氮 Total N (g/kg)	3.09	2.02	2.59	0.46	1.12	0.29	0.11
全磷 Total P (g/kg)	0.46	0.43	0.39	0.22	0.17	0.04	0.03
有效氮 Available N (mg/kg)	176.93	126.51	70.39	8.34	57.07	12.37	9.99
有效磷 Available P (mg/kg)	8.40	8.30	7.70	0.80	3.80	4.60	5.30

植的樟子松(*Pinus sylvestris* var. *mongolica*)。副样地土壤质地为砂砾质, 地表可见大量碎砾石块, 植物根系主要集中在10–20 cm土层, 详细的土壤剖面特征见附录2。

百里香群系模式植物群落样地建设步骤、调查与数据处理方法及指标、信息档案的建立同克氏针茅群系模式植物群落一致。

2.2 群落特征

2.2.1 物种组成

百里香群系模式植物群落样地的物种平均丰富度为20.9种/m², Shannon-Wiener指数为2.94, Pielou均匀度指数为0.72。

百里香群系模式植物群落的两个样地内共记录到59种植物, 隶属23科52属。其中主样地记录到植物34种, 隶属于19科30属。物种较多的科有菊科(5属6种)、禾本科(4属4种)、豆科(2属3种)、石竹科(3属3种)。副样地共记录到植物46种, 隶属于19科42属, 物种较多的科有菊科(10属11种)、禾本科(7属7种)、蔷薇科(3属5种)、豆科(3属3种)。两个样地共有种有克氏针茅、冰草(*Agropyron cristatum*)、糙隐子草、阿尔泰狗娃花(*Heteropappus altaicus*)、冷蒿等21个物种。

植物生活型组成以多年生杂类草种类最为丰富, 占总数的62.71%; 其次是多年生禾草和藁草, 占15.26%; 一、二年生草本植物占15.25%; 半灌木和小半灌木占6.78% (图6)。

样地中59种植物以典型旱生种类最多, 占47.46%, 表明百里香草原的旱生性强; 其次是中旱生植物和典型中生植物, 分别占25.42%和20.34% (图7)。

植物区系地理成分组成中, 东古北极成分占49.15%, 东亚成分占22.03%, 泛北极成分占13.56%,

图6 百里香群系模式植物群落物种的生活型谱。I: 半灌木和小半灌木; II: 多年生禾草和藁草; III: 多年生杂类草; IV: 一、二年生草本植物。
Fig. 6 Life form spectrum of the species in typical plant community of Form. *Thymus mongolicus*. I, Semi-shrub and dwarf semi-shrub; II, Perennial grass and sedge; III, Perennial forbs; IV, Annuals and biennials.

图7 百里香群系模式植物群落物种的水分生态类型谱。TX: 典型旱生植物; MX: 中旱生植物; WX: 广旱生植物; XM: 旱中生植物; TM: 典型中生植物。
Fig. 7 Ecological type of water of the species in typical plant community of Form. *Thymus mongolicus*. TX, Typical xerophytes; MX, Meso-xerophytes; WX, Wide xerophytes; XM, Xero-mesophytes; TM, Typical mesophytes.

中亚–亚洲中部成分占8.48%, 亚洲中部成分和古北极成分各占3.39% (图8)。

2.2.2 盖度

根据调查样方的记录, 百里香群系模式植物群落平均盖度为28.14%, 最小22.00%, 最大40.20%

(图9)。两个样地只有百里香一种分盖度较高,在群落中占据绝对优势,其他物种分盖度都较低,尤其是群落偶见种。

2.2.3 生物量和群落结构

在6月13日和15日样地调查时,百里香群系模式植物群落2个样地6个生物量测定样方的地上生物量平均为102.07 g/m²,最小85.12 g/m²,最大为140.54 g/m²。群落水平结构呈现明显的镶嵌性,斑块状的百里香种群和克氏针茅等植物相间分布。群落垂直结构与生境有很大关系。主样地石质化程度略强,相对干旱,群落较为低矮,可分为两层:第一层由多年生丛生禾草和高大的杂类草构成,植丛

图8 百里香群系模式植物群落物种区系地理成分组成。MA: 亚洲中部成分; EA: 东亚成分; EPA: 东古北极成分; CA-MA: 中亚-亚洲中部成分; PA: 古北极成分; HA: 泛北极成分。

Fig. 8 Floristic geographic distribution of the species in typical plant community of Form. *Thymus mongolicus*. MA, Middle Asia element; EA, East Asia element; EPA, East Palaearctic element; CA-MA, Central Asia-Middle Asia element; PA, Palaearctic element; HA, Holarctic element.

图9 百里香群系模式植物群落物种的Domin盖度等级分布。a: 1级盖度(0.1%); b: 2级盖度(0.1–1%); c: 3级盖度(1–4%); d: 4级盖度(5–10%); e: 5级盖度(11–25%)。

Fig. 9 Domin's cover class distribution of the species in typical plant community of Form. *Thymus mongolicus*. a, Cover class 1 (0.1%); b, Cover class 2 (0.1–1%); c, Cover class 3 (1–4%); d, Cover class 4 (5–10%); e, Cover class 5 (11–25%).

稀疏;第二层由小半灌木百里香、冷蒿和多年生丛生小禾草构成。副样地相对湿润,土壤条件略好,群落高度较高,其垂直结构可分为三层:第一层由克氏针茅和高大的杂类草等构成;第二层主要由较矮的杂类草和多年生丛生禾草与藁草构成;底层主要由百里香等物种构成。

3 讨论

依据“中国草原/荒漠植物多样性监测网模式植物群落监测方案”的监测方法和指标,我们开展了首期模式植物群落的建设,并获得了第一批数据。实践表明,该监测方案具有很强的可操作性,但在具体实践过程中,仍存在一些问題。我们建议模式植物群落监测应改善以下几方面的工作:

(1)模式植物群落样地的选择。所选样地位于草原区,放牧、开垦等人为干扰导致的草地退化相当严重,这给寻找合适的模式植物群落样地带来了很大困难,因此,今后的草原模式植物群落样地建设应尽量优先设置在人为活动强度较低的区域,如自然保护区内或远离放牧点的地方。

(2)监测频率和监测日期的选择。一年一次的监测频度难以全面揭示模式植物群落的基本情况,特别是群落物种组成与季相存在周期性的年度变化,各物种的生长发育和物候变化也不完全相同,生物量有明显的季节变化,如本次监测到的群落地上生物量只能反映6月中旬前后的情况,与8月初群落生物量最高峰时期会存在一定的差异。因此,在以后的监测中,应根据不同模式植物群落的特征和监测目标,设置相应的监测时间和频率,一年一次的监测也最好考虑把监测时间选择在7月底8月初。

(3)缓冲区调查样方的设置。考虑到监测样地正方形的形状,以后模式植物群落缓冲区内获取生物量的监测样方应在4个方向各设置1个,以更加全面记录缓冲区内群落特征并方便后期的复查。

(4)样方内物种数目的记录。在模式植物群落样方调查中,植物个体计数因植物种类不同而有所区别,不同的植物应根据具体特征区别对待(王炜等,2000)。冷蒿、百里香等以匍匐枝相连的个体作为一个个体;克氏针茅、糙隐子草等丛生禾草均以植丛为单位;星毛委陵菜(*Potentilla acaulis*)等斑块状聚集的物种以株为单位;羊草(*Leymus chinensis*)等根茎型禾草以地上枝为单位。

参考文献

- Chen LZ, Sun H, Guo K (2014) Floristic and Vegetation Geography of China. Science Press, Beijing. (in Chinese) [陈灵芝, 孙航, 郭柯 (2014) 中国植物区系与植被地理. 科学出版社, 北京.]
- Editorial Board of the Vegetation Atlas of China, Chinese Academy of Sciences (2007) 1:1000000 Vegetation Atlas of China. Geology Publishing House, Beijing. (in Chinese) [中国科学院中国植被图编辑委员会 (2007) 中华人民共和国植被图(1:1000000). 地质出版社, 北京.]
- Editorial Committee of Flora Reipublicae Popularis Sinicae (1959–2004) Flora Republicae Popularis Sinicae. Science Press, Beijing. (in Chinese) [中国科学院中国植物志编辑委员会 (1959–2004) 中国植物志. 科学出版社, 北京.]
- Guo K, Liu CC, Pan QM (2016) Methods of observing typical plant communities in the Steppe and Desert Biodiversity Observation Network, Sino BON. Biodiversity Science, 24, 1220–1226. (in Chinese with English abstract) [郭柯, 刘长成, 潘庆民 (2016) 中国草原/荒漠植物多样性监测网模式植物群落监测方案. 生物多样性, 24, 1220–1226.]
- Hooper DU, Chapin FS III, Ewel JJ, Hector A, Inchausti P, Lavorel S, Lawton JH, Lodge DM, Loreau M, Naeem S (2005) Effects of biodiversity on ecosystem functioning: A consensus of current knowledge. Ecological Monographs, 75, 3–35.
- Inner Mongolia and Ningxia Scientific Expedition Group, Chinese Academy of Sciences (1985) Vegetation of Inner Mongolia. Science Press, Beijing. (in Chinese) [中国科学院内蒙古宁夏综合考察队 (1985) 内蒙古植被. 科学出版社, 北京.]
- Ma KP (2011) Strategic targets for biodiversity conservation in 2011–2020. Biodiversity Science, 19, 1–2. (in Chinese) [马克平 (2011) 未来十年的生物多样性保护目标. 生物多样性, 19, 1–2.]
- Ma KP (2015) Biodiversity monitoring in China: From CForBio to Sino BON. Biodiversity Science, 23, 1–2. (in Chinese) [马克平 (2015) 中国生物多样性监测网络建设: 从CForBio到Sino BON. 生物多样性, 23, 1–2.]
- Ni J, Sykes MT, Prentice IC, Cramer W (2000) Modeling the vegetation of China using the process-based equilibrium terrestrial biosphere model BIOME3. Global Ecology and Biogeography, 9, 463–479.
- Nobis M, Nowak A, Piwowarczyk R, Ebel AL, Király G, Kushunina M, Sukhorukov AP, Chernova OD, Kipriyanova LM, Paszko B, Seregin AP, Zalewska-Gałosz J, Denysenko M, Nejfeld P, Stebel A, Gudkova PD (2016) Contribution to the flora of Asian and European countries: New national and regional vascular plant records, 5. Botany Letters, 163, 159–174.
- Tittensor Derek P, Walpole Matt, Hill Samantha LL, Boyce Daniel G, Britten Gregory L, Burgess Neil D, Butchart Stuart HM, Leadley Paul W, Regan Eugenie C, Alkemade Rob (2014) A mid-term analysis of progress toward international biodiversity targets. Science, 346, 241–244.
- Wang W, Liang CZ, Liu ZL, Hao DY (2000) Analysis of the plant individual behavior during the degradation and restoring succession in steppe community. Acta Phytoecologica Sinica, 24, 268–274. (in Chinese with English abstract) [王伟, 梁存柱, 刘钟龄, 郝敦元 (2000) 草原群落退化与恢复演替中的植物个体行为分析. 植物生态学报, 24, 268–274.]
- Wu ZY (1980) Vegetation of China. Science Press, Beijing. (in Chinese) [吴征镒 (1980) 中国植被. 科学出版社, 北京.]
- Xue DY (2011) The main content and implementation strategy for China Biodiversity Conservation Strategy and Action Plan. Biodiversity Science, 19, 387–388. (in Chinese) [薛达元 (2011) 《中国生物多样性保护战略与行动计划》的核心内容与实施战略. 生物多样性, 19, 387–388.]
- Zhang JT (2011) Quantitative Ecology. Science Press, Beijing. (in Chinese) [张金屯 (2011) 数量生态学. 科学出版社, 北京.]
- Zhao YZ (2012) Classification and Its Floristic Ecological Geographic Distributions of Vascular Plants in Inner Mongolia. Inner Mongolia University Press, Hohhot. (in Chinese) [赵一之 (2012) 内蒙古维管植物分类及其区系生态地理分布. 内蒙古大学出版社, 呼和浩特.]

(责任编辑: 张元明 责任编辑: 黄祥忠)

附录 Supplementary Material

附录1 克氏针茅和百里香群系模式植物群落主样地影像

Appendix 1 Photos of main plot of typical plant community of Form. *Stipa krylovii* and Form. *Thymus mongolicus*
<http://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/2017330-1.pdf>

附录2 模式植物群落环境信息、物种及样地数据

Appendix 2 Environmental information, species and quadrat data of the typical plant communities
<http://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/2017330-2.xls>

高趁光, 郭柯, 乔鲜果, 陆帅志, 刘长成, 侯东杰, 王孜. 草原模式植物群落监测方法应用样例. 生物多样性, 2018, 26 (3): 266–273.
<http://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2017330>

附录1 克氏针茅和百里香群系模式植物群落主样地影像

Appendix 1 Photos of main plot of typical plant community of Form. *Stipa krylovii* and Form. *Thymus mongolicus*

克氏针茅群系模式植物群落主样地影像

百里香群系模式植物群落主样地影像