

doi:10.11733/j.issn.1007-0435.2013.06.005

青海海北不同类型高寒草地的克隆植物及其重要性

付京晶^{1,2}, 周华坤¹, 赵新全¹, 姚步青¹, 陈哲^{1,2}, 金艳霞^{1,2}, 温军³

(1. 中国科学院西北高原生物研究所, 青海 西宁 810008; 2. 中国科学院大学, 北京 100049;
3. 青海省水利水电科学研究所, 青海 西宁 810006)

摘要:选择中科院海北站矮嵩草(*Kobresia humilis*)草甸、藏嵩草(*K. tibetica*)草甸等 6 类典型草地为研究对象,采用样方调查法分析其群落中克隆植物的分布及在群落中的重要性,并结合多元相关分析法,揭示克隆植物对土壤湿度的响应趋势。结果表明:海北站取样区域内,克隆植物占植物种数(*C/Pt*)的 52.5%;克隆植物的生活型以多年生、密集型为主;高寒草甸地区禾本科和莎草科植物全为克隆植物,其种数分别位于全部植物科的前 2 位;克隆植物以根茎型最多,共 23 种,占克隆植物种数的 54.76%,其次是分蘖型为 11 种,占 26.19%。在群落水平上,*C/Pt*的大小依次是:藏嵩草草甸群落(0.67) > 沼泽化帕米尔藁草(*Carex pamirensis*)草甸群落(0.63) > 矮嵩草草甸群落(0.58) > 金露梅(*Potentilla fruticosa*)灌丛(0.49) > 鼯鼠(*Myospalax fontanieri*)土丘次生演替群落(0.44) > 小嵩草(*K. pygmaea*)草甸群落(0.42);克隆植物的相对重要值(*IV*)在沼泽化帕米尔藁草草甸最大为 99.09%,其次为藏嵩草草甸,均显著大于其他群落($P < 0.05$),鼯鼠土丘次生演替群落的最小。*C/Pt*与土壤含水量成正相关($P < 0.05$),克隆植物地上生物量、相对重要性与土壤含水量成极显著正相关($P < 0.001$);非克隆植物地上生物量、相对重要性与土壤含水量成显著($P < 0.05$)或极显著($P < 0.001$)负相关。表明土壤水分显著影响着高寒草地克隆植物与非克隆植物的分配与重要性,即高寒草地上,克隆植物在土壤水分较高的生境中出现频率较多。

关键词:克隆植物;克隆植物重要性;生长型;生活型;土壤含水量

中图分类号:Q945.5

文献标识码:A

文章编号:1007-0435(2013)06-1065-08

Clonal Plants and Their Importance of Different Alpine Grasslands in Haibei Region, Qinghai Province

FU Jing-jing^{1,2}, ZHOU Hua-kun¹, ZHAO Xin-quan¹, YAO Bu-qing¹,
CHEN Zhe^{1,2}, JIN Yan-xia^{1,2}, WEN Jun³

(1. Northwest Plateau Institute of Biology, Chinese Academy of Science, Xining, Qinghai Province 810008, China;
2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China;
3. Water Resources and Hydropower Institute of Qinghai Province, Xining, Qinghai Province 810008, China)

Abstract: Six typical grasslands in the Haibei Station of Qinghai province were selected to study the distribution and role of clonal plants in the alpine grassland community with quadrates investigation and multiple correlation analysis method. Results showed that 42 out of 80 plant species were clonal plant species belonging to 14 families and 32 genus, respectively. The main life form of clonal plants in tested area was perennial and tufted. All Gramineous plants and Cyperaceae plants in alpine meadow were clonal plants. Plant species with different clonal growth forms were unevenly and non-randomly distributed. Rhizomatous clonal plants were abundant. On the community levels, the species relative frequencies of clonal plants (*C/Pt*) were ordered as *Kbresia tibetica* meadow community (0.67) > swampy *Carex pamirensis* meadow community (0.63) > *K. humilis* meadow community (0.58) > *Potentilla fruticosa* shrub (0.49) > Bailey mounds (0.44) > *K. pygmaea* meadows community (0.42). The relative importance value of clonal plants (*IV*) in swampy *C. pamirensis* meadow was the highest. Clonal plants played a more important role in *K. tibetica* meadow and swampy *C. pamirensis* meadow than that in other communities. However, they played a least important role in bailey mounds. In Haibei Station, The *C/Pt* was positive corre-

收稿日期:2013-04-09;修回日期:2013-09-01

基金项目:国家自然科学基金项目(41030105)(31172247)(31201836);国家科技支撑课题专题(2011BAC09B06-02);中科院战略性先导科技专项子课题(XDA05070202);青海省重点实验室发展专项资金计划(2012-Z-Y03)资助

作者简介:付京晶(1988-),女,湖北孝感人,硕士研究生,主要从事高寒草地克隆植物生态学研究,E-mail:137794561@qq.com

lated with soil moisture significantly ($P < 0.05$). The aboveground biomass of clonal plants had highly significant positive correlation with soil moisture ($P < 0.001$), while the aboveground biomass of non-clonal plants had significant negative one ($P < 0.05$). The IV of clonal plants also had highly significant positive correlation with soil moisture, whereas that of non-clonal plants had significant negative correlation ($P < 0.001$). Therefore, it was found that soil moisture affected significantly the distribution and role of clonal plants and non-clonal plants in alpine grassland. Clonal plants were abundant and played a prominent role in the relatively humid habitats.

Key words: Clonal plant; Importance of clonal plants; Growth form; Life form; Soil water content

克隆植物是指自然生境条件下,能通过营养繁殖产生与其“母性”个体在基因上完全一致的新个体的植物^[1]。根据克隆植物克隆器官起源的不同,将克隆植物分成具有根起源克隆生长器官的植物和具有枝起源克隆生长器官的植物^[2]。克隆植物在植物界是广泛存在的,高等植物中几乎所有的苔藓植物、绝大部分蕨类植物和许多被子植物都是克隆植物^[3]。大部分的克隆植物既可进行有性生殖又可进行无性繁殖(即克隆繁殖),因此,在环境资源不同的生境,克隆植物对自身繁殖类型存在一种权衡。无论其生境受到何种扰动,这种权衡都能使克隆植物做出较优化的选择,在植被演替过程中发挥着重要的作用^[1,4]。

不同生态系统中克隆植物的丰度和重要性不同,揭示克隆植物在不同类型生态系统中的重要性及其与环境因子间的关系是克隆植物生态学研究的重要内容^[4]。据宋明华等^[5]的研究报道,在不同类型草地中克隆植物的优势度分别为典型草原区(73.9%) > 荒漠草甸区(71.5%) > 农作物区(48.3%) > 草甸草原区(41.0%)。相较于非克隆植物,克隆植物偏好遮荫生境,在低氮土壤中出现频率较高,入侵能力非常强,在高海拔地区占主导地位^[2]。高寒草甸、高寒灌丛和高寒湿地草甸是广布于青藏高原的主要植被类型^[6-7],该地区水分相对充足,年均温低,多年生植物占优势,植物克隆繁殖的适合度高,具有进化上的优势。多年来,对青藏高原高寒草地植物种群克隆繁殖特性的研究报道较少^[8-9],其研究范围也只涉及一些根茎类和匍匐茎类无性系材料,大规模的深入研究尚未展开,尤其是对不同草地类型中克隆植物的重要性与群落各个环境因子的关系研究还甚少。不同生物群落的地理气候状况、土壤养分有效性的差异,必将对不同克隆植物种的生态适应策略产生影响。但此类研究侧重对植物群落结构和功能等方面的研究^[10-12],对群落中克隆植物种群繁殖特性的影响研究相对较少,特别是在高寒草地。本研究以中科院海北高寒草甸生态系

统研究站各种类型的草地和干扰迹地为对象,探讨克隆植物在不同草地群落类型和不同分类单元的分布和配置,说明克隆植物在不同草地类型中的重要性,讨论与海拔、降水量、均温和土壤水分等因子之间的关系,为高寒草地生物多样性保护和稳定性维持策略的制定提供科学依据。

1 研究地概况与研究方法

1.1 研究地概况

本研究在中国科学院海北高寒草甸生态系统开放实验站(简称海北站)执行。地处 N 37°36′12.7″ ~ 37°36′39.6″, E 101°16′ ~ 101°19′, 海拔高度在 3190~3266 m。年平均气温 -1.7℃, 10 月平均气温 -0.9℃ 左右^[13]。年平均降水量 600 mm, 降水量主要集中在 5—9 月的暖季, 约占年降水量的 80%, 蒸发量 1160.3 mm^[14]。主要植被类型有高寒草甸(alpine meadow)、高寒灌丛(alpine shrub)和沼泽化草甸(swampy meadow), 干扰迹地主要有鼢鼠土丘次生演替群落、高原鼠兔(*Ochotona curzoniae*)破坏地、蚁塔等。土壤为高山草甸土、高山灌丛草甸土和沼泽土。

1.2 数据调查与分析

选取海北站最具代表性的 6 个群落类型:矮嵩草(*Kobresia humili*)草甸、沼泽化帕米尔藎草(*Carex pamirensis*)草甸、藏嵩草(*K. tibetica*)草甸、小嵩草(*K. pygmaea*)草甸、二年生鼢鼠土丘次生演替群落、金露梅(*Potentilla fruticosa*)灌丛。取样地的群落特征如表 1 所示。

用 GPS 确定 6 个群落的经纬度和海拔。植物生长盛期(8 月下旬)进行常规群落调查和分析,每个样地设置 6 个采样样方(50 cm × 50 cm)进行植物群落调查,调查参数包括样方内植物群落的高度和盖度,然后齐地面分种剪草,烘干称重。2003 年 8 月下旬在各样地内采集 0~20 cm 表层土壤,4 次重

复,取混合样,土壤容重用 HY-1000 土壤容重仪测定,土壤含水量的测定用 AZS-2 土壤水分探测仪,每个样地内重复测定 6 次。通过观察植物是否能在自然条件下实现无性繁殖的营养生长,即克隆生长,如通过形成根状茎、匍匐茎、珠芽、块状茎等营养器官形成新个体^[5],来判断是否为克隆植物。而只能通过种子繁殖产生新个体的植物即是非克隆植物。根据《中国高等植物图鉴》、《青海植物志》及相关文献^[15-17],确定所调查到植物的生长型和克隆生长类型。本研究将群落中每种植物的地上生物量占群落地上总生物量的百分数表示为植物的相对重要值,

可用下式表示:

$$IVc = m/M \times 100\%$$

式中, IVc 为克隆植物相对重要值, m 是取样方克隆植物的地上干重生物量, M 是取样方群落的地上总干重生物量^[18]。

用方差分析(ANOVA)的方法比较了克隆植物和非克隆植物的物种丰富度、相对物种丰富度,用 Duncan 法进行数据间的多重比较。运用多元相关性方法分析克隆植物在海北站的分布及其重要性与环境变化的关系。数据处理采用 SAS 9.2 软件进行。

表 1 取样地点的主要特征
Table 1 Main features of sampling sites

草地类型 Grassland types	纬度 Latitude	经度 Longitude	海拔 Altitude/m	土壤类型 Soil types	土壤与植被状况 Soil and vegetation conditions
矮嵩草草甸 <i>K. humilis</i> meadow	N37°36'39.6"	E101°16'42.3"	3266	高山草甸土 Alpine meadow soil	分布在平缓的滩地,土壤较疏松,草皮层发育较弱,全年平均土壤湿度在 30%~55%间,土壤表层有机质含量丰富;以矮嵩草(<i>K. bumili</i>)为建群种,主要优势种为异针茅(<i>Stipa aliena</i>)等 ^[19] 。群落总盖度 100%。
藏嵩草草甸 <i>K. tibetica</i> meadow	N37°36'29.3"	E101°19'1.6"	3190	沼泽化土壤 Swamp soil	主要分布在土壤通透性差的河畔、湖滨、盆地,以及坡麓潜水溢出和高山冰雪下缘等地带 ^[19] ,全年平均土壤湿度为 50%~80%。群落是以湿生植物为建群种的植被类型。总盖度约 97%。藏嵩草(<i>K. tibetica</i>)为优势种。
沼泽化帕米尔嵩草草甸 Swampy <i>Carex pamirensis</i> meadow	N37°36'30.2"	E101°19'21.3"	3195	沼泽化土壤 Swamp soil	俗称“乱海子”,是一个山间凹地,地下水露头汇集于中央,上游 2 km 处为一面积约为 3 km ² 的湖泊,常年有地表径流水的补给。其植物群落的组成较单一,结构简单,总盖度可达 90%左右。其中央地带植物群落更为单一、简单,主要植物优势种与边缘地带不同,中央地带以帕米尔嵩草(<i>C. pamirensis</i>)为主要植物建群种,而边缘地带以藏嵩草为主要建群种 ^[19] 。
金露梅灌丛草甸 <i>P. fruticosa</i> shrub	N37°36'12.7"	E101°19'0.3"	3234	高山灌丛 草甸土 Alpine shrub meadow soil	属于高寒灌丛,分布在山地阴坡(北坡)地带。土壤湿度很高;群落层次较为明显,上层为金露梅(<i>P. fruticosa</i>)灌丛,其多年生殖条高达 40~55 cm,下层为线叶嵩草(<i>K. capilli folia</i>)、苔草(<i>Carex</i> sp.)及其他草本植物层,高度在 20 cm 左右。群落总覆盖度达 50%~90%。
小嵩草草甸 <i>K. pygmaea</i> meadow	N37°36'35.7"	E101°19'8.2"	3223	高山草甸土 Alpine meadow soil	群落以小嵩草为建群种,总盖度约 97%,伴生种主要有乳白香青(<i>Anaphalis lacteal</i>)、摩苓草(<i>Morina coulteri-ana</i>)、垂穗披碱草(<i>Elymus nutans</i>)、羊茅(<i>Festuca ovina</i>)、针茅(<i>Stipa capillata</i>)等。
鼯鼠土丘次生演替群落 Secondary succession community of Bailey mounds	N37°36'34.6"	E101°18'22.2"	3192	高山草甸土 Alpine meadow soil	鼯鼠土丘次生演替群落是由于鼯鼠的摄食、挖掘土体等一系列活动使得该地形形成含有许多鼠洞的土丘这一特殊群落。盖度 20%~40%。杂类草花苜蓿(<i>Medicago ruthenica</i>)、兰石草(<i>Lancea tibetica</i>)、鹅绒委陵菜(<i>Potentilla anserina</i>)、老鹳草(<i>Geranium sibiricum</i>)、异叶米口袋(<i>Gueldenstaedtis diversifolia</i>)是主要优势种。

2 结果与分析

2.1 海北站地区克隆植物的类群、生活型和克隆生长型

海北站取样区域内共有 80 种植物, 分别属于 22 科 57 属。其中克隆植物为 42 种分别属于 14 科, 32 属, 分别占有所有植物种的 52.5%, 科的 60.87%, 属的 55.17%。非克隆植物为 38 种分别属于 14 科, 28 属, 分别占有所有植物种的 47.5%, 科的 60.87%, 属的 48.28%。

海北站取样区域内的 80 种植物中, 有克隆植物 42 种, 非克隆植物 38 种。克隆植物的生活型以多年生、丛生型为主, 多年生草本中克隆植物占 95.24%; 而只有婆婆纳(*Veronica polita*) 是 1 年生草本克隆植物。克隆植物中, 根茎型植物最多为 23 种, 其次是分蘖型植物 11 种, 匍匐茎型植物居第 3 位, 珠芽型与球茎型植物最少, 苔藓植物 1 种, 也将其归为一类(图 1)。高寒草甸地区的禾本科和莎草科植物全为克隆植物, 分别占克隆植物总数的 30.95% 和 23.81%, 分别位于全部植物科第 1 位和第 2 位(表 2)。

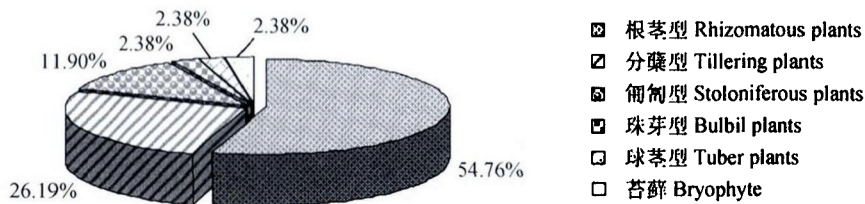


图 1 海北站克隆植物不同克隆生长型的比例分配图

Fig. 1 Proportion of different types in clonal growth forms of clonal plants in Haibei Station

表 2 海北站克隆植物及不同克隆生长类型的克隆植物在各科中的分布比例

Table 2 Proportions of clonal plants and clonal plants with different clonal growth forms in individual families at Haibei Station

科 Family	Pt/种	C/Pt/%	R/%	T/%	S/%	B+T/%
禾本科 Poaceae	13	100.00	15.38	76.92	7.69	0.00
莎草科 Cyperaceae	10	100.00	90.00	10.00	0.00	0.00
豆科 Leguminosae	4	25.00	25.00	0.00	0.00	0.00
菊科 Asteraceae	9	44.44	44.44	0.00	0.00	0.00
蔷薇科 Rosaceae	4	25.00	0.00	0.00	25.00	0.00
玄参科 Scrophulariaceae	5	40.00	40.00	0.00	0.00	0.00
罂粟科 Papaveraceae	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
龙胆科 Gentianaceae	6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
毛茛科 Ranunculaceae	7	42.86	0.00	0.00	42.86	0.00
蓼科 Polygonaceae	2	10.00	50.00	0.00	0.00	50.00
茜草科 Rubiaceae	2	50.00	50.00	0.00	0.00	0.00
报春花科 Primulaceae	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
石竹科 Caryophyllaceae	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
虎耳草科 Saxifragaceae	1	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
百合科 Liliaceae	1	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
十字花科 Cruciferae	4	25.00	0.00	0.00	0.00	25.00
忍冬科 Caprifoliaceae	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
伞形科 Umbelliferae	1	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00
唇形科 Labiatae	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
刺参科 Morinaceae	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
苔藓 Bryophyta	1	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00

注: Pt: 植物总数; C/Pt: 克隆植物占植物总数百分比; R: 根茎型占植物总数百分比; T: 分蘖型占植物总数百分比; B+T: 珠芽和球茎型占植物总数百分比; S: 匍匐茎型占植物总数百分比

Note: Pt: Number of plants; C/Pt: Percentage of clonal plants; R: Percentage of rhizomatous plants; T: Percentage of earth tillering plants; B+T: Percentage of tuber and bulbil plants; S: Percentage of stoloniferous plants

2.2 不同群落的环境因子、克隆植物及其重要性间的关系

6 个群落的土壤、植被、气候等一系列环境条件如表 1 所示,这 6 个群落地处海北站试验站,在局部区域,假设气温、土壤养分等因子无差异,水分因为地理地形差异而有区别。

群落中出现植物物种总数最多的是金露梅灌丛,为 43 种,藏嵩草草甸和沼泽化帕米尔蒿草草甸

最小,都为 24 种;群落中克隆植物种类数在矮嵩草草甸达到最大,为 22 种,小嵩草草甸中克隆植物种类数相对较其他群落少,为 14 种。克隆植物种数占植物种数的比例从大到小依次是:藏嵩草草甸群落(0.67)>沼泽化帕米尔蒿草草甸群落(0.63)>矮嵩草草甸群落(0.58)>金露梅灌丛(0.49)>鼢鼠土丘次生演替群落(0.44)>小嵩草草甸群落(0.42)(表 3)。

表 3 海北站不同群落类型克隆植物特征

Table 3 Characteristics of clonal plants in different communities at Haibei Station

群落名称 Community types	C	Pt	C/Pt	CIV	NCIV
矮嵩草草甸 <i>K. humilis</i> meadow	22	38	0.58	86.22%	13.78%
藏嵩草草甸 <i>K. tibetica</i> meadow	16	24	0.67	97.36%	2.64%
沼泽化帕米尔蒿草草甸 Swampy <i>C. pamirensis</i> meadow	15	24	0.63	99.09%	0.91%
金露梅灌丛草甸 <i>P. fruticosa</i> shrub	21	43	0.49	49.88%	50.12%
小嵩草草甸 <i>K. pygmaea</i> meadow	14	33	0.42	83.67%	16.33%
鼢鼠土丘次生演替群落 Secondary succession community of Bailey mounds	15	34	0.44	49.71%	50.29%

注:C:克隆植物种数;Pt:植物总数;C/Pt:克隆植物占植物总数百分比;CIV:克隆植物相对重要值;NCIV:非克隆植物相对重要值

Note: C: Number of clonal plants; Pt: Number of plants; C/Pt: Percentage of clonal plants; CIV: Relative importance value of clonal plants; NCIV: Relative importance value of unclonal plants

克隆植物的克隆生长型包括根茎型(Rhizomatous)、分蘖型(Tillering)、匍匐茎型(Stoloniferous)、珠芽和球茎型(Bulbilous & Tuber)等,克隆植物在高寒草甸各个群落中均有分布。高寒草甸中,克隆植物全都是枝源型克隆植物,即生长型为茎

起源生长型。这与宋明华等^[5]的论述相一致。根茎型克隆植物除了在藏嵩草草甸出现频率次于分蘖型克隆植物,在其他群落出现频率都是最高的(表 4)。但分蘖型克隆植物广泛存在于禾本科植物中。莎草科植物大多以根茎生长(表 3)。

表 4 海北站不同群落中克隆植物克隆生长型的分布

Table 4 Clonal plants with different clonal growth forms in different communities at Haibei Station

克隆生长型 Clonal growth forms	根茎型 Rhizomatous plant/种	分蘖型 Tillering plant/种	匍匐茎型 Stoloniferous plant/种	珠芽型 Bulbil plant/种	球茎型 Tuber plant/种	苔藓植物 Bryophyte /种
矮嵩草草甸 <i>K. humilis</i> meadow	9	8	4	0	0	1
藏嵩草草甸 <i>K. tibetica</i> meadow	6	8	2	0	0	0
沼泽化帕米尔蒿草草甸 Swampy <i>C. pamirensis</i> meadow	8	2	3	1	0	1
金露梅灌丛草甸 <i>P. fruticosa</i> shrub	10	7	2	1	0	1
小嵩草草甸 <i>K. pygmaea</i> meadow	9	3	1	1	0	0
鼢鼠土丘次生演替群落 Secondary succession community of Bailey mounds	9	3	2	0	1	0

6个典型草地中克隆植物的相对重要值存在显著差异($P < 0.05$) (表5和图2)。由表5可知,克隆植物地上生物量最大的群落是沼泽化帕米尔藁草草甸,每50 cm×50 cm样方内达到96.61 g,克隆植物地上生物量最小的是鼯鼠土丘次生演替群落。克隆植物的相对重要值在沼泽化帕米尔藁草草甸,最大为99.09%,其次是藏嵩草草甸群落,藏嵩草草甸和沼泽化帕米尔藁草群落的克隆植物相对重要值显著大于其他群落($P < 0.05$),克隆植物的相对重要值最小的是鼯鼠土丘次生演替群落(表5)。而非克隆植物地上生物量最大的群落是金露梅灌丛,沼泽化帕米尔藁草群落非克隆植物地上生物量最小。非克隆植物相对重要值最大的是鼯鼠土丘次生演替群落,而非克隆植物相对重要值最小的是沼泽化帕米尔藁草群落。

这6个群落的克隆植物地上生物量、克隆植物的相对重要性以及非克隆植物地上生物量和非克隆

植物的相对重要值在0.05水平上都具有显著性差异(表5)。沼泽化帕米尔藁草群落与藏嵩草草甸群落的上述4个指标都无显著性差异,矮嵩草草甸群落的克隆植物相对重要值与小嵩草草甸群落的克隆植物相对重要值无显著性差异,金露梅灌丛群落和鼯鼠土丘次生演替群落的克隆植物相对重要值无显著性差异。就非克隆植物相对重要值而言,鼯鼠土丘次生演替群落与金露梅灌丛群落无显著性差异,而这2个群落显著大于矮嵩草草甸、藏嵩草草甸、沼泽化帕米尔藁草草甸、小嵩草草甸4个群落($P < 0.05$)。金露梅灌丛和鼯鼠土丘次生演替群落中克隆植物的相对重要值与非克隆植物的相对重要值间无显著差异,其他4个群落的克隆植物的相对重要值都极显著大于非克隆植物相对重要值($P < 0.001$)。本研究中,克隆植物相对重要值在6个群落中的变化趋势与克隆植物种数占植物总种数的比例的变化趋势基本一致,除了小嵩草群落有些不同。

表5 不同群落土壤含水量、克隆植物与非克隆植物地上生物量与相对重要值之间的多重比较

Table 5 Multiple comparisons among soil moisture, aboveground biomass and the relative importance values of clonal plants and non-clonal plants in different communities

群落名称 Community names	土壤含水量 Soil moisture content/%	克隆植物地上生物量 Aboveground biomass of clonal plant/g · (50 cm×50 cm) ¹	CIV/%	非克隆繁殖植物地上生物量 Aboveground biomass of unclonal plant /g · (50 cm×50 cm) ¹	NCIV/%
矮嵩草草甸 <i>K. humilis</i> meadow	82.53±7.72 ^c	69.84±4.39 ^{bc}	86.22±5.14 ^b	11.65±2.56 ^b	13.78±4.71 ^b
藏嵩草草甸 <i>K. tibetica</i> meadow	213.65±5.53 ^b	85.81±9.26 ^{ab}	97.36±6.30 ^a	2.17±1.65 ^b	2.64±4.41 ^b
沼泽化帕米尔藁草草甸 Swampy <i>Carex pamirensis</i> meadow	293.97±26.72 ^a	96.61±7.95 ^a	99.09±4.35 ^a	0.86±0.40 ^b	0.91±0.87 ^b
金露梅灌丛草甸 <i>P. fruticosa</i> shrub	99.86±4.89 ^c	49.05±10.02 ^c	49.88±18.60 ^c	46.40±6.66 ^a	50.12±4.41 ^a
小嵩草草甸 <i>K. pygmaea</i> meadow	69.04±3.87 ^c	57.71±4.76 ^c	84.67±7.19 ^b	11.95±3.78 ^b	16.33±10.72 ^b
鼯鼠土丘次生演替群落 Secondary succession community of Bailey mounds	31.84±0.76 ^d	9.86±1.08 ^d	49.71±10.34 ^c	10.32±1.59 ^b	50.29±9.45 ^a

注:数值为平均值±标准误;同列不同字母表示在0.05水平上差异显著

Note: Data=average±standard error, different letters in the same column indicate significant difference ($P < 0.05$)

由表6可知,克隆植物占植物总数的百分比、非克隆植物地上生物量都与土壤含水量显著相关($P < 0.05$),克隆植物地上生物量、相对重要性以及非

克隆植物的相对重要性都与土壤含水量成极显著相关($P < 0.001$),植物的地上生物量均与其相对重要值成极显著相关($P < 0.001$)。

表 6 克隆特性及其与环境因子之间的相关性

Table 6 Correlation analysis between the clonal characteristics and environmental factors

	海拔 Altitude	土壤含水量 Soil moisture content	克隆植物占植物 总数的百分比 Percentage of clonal plant	克隆植物相对重要性 Relative importance value of clonal plant	非克隆植物相对重要性 Relative importance value of non-clonal plant	克隆植物地上生物量 Aboveground biomass of clonal plant
非克隆植物 地上生物量 Aboveground biomass of non-clonal plant	0.482	-0.353*	-0.485	-0.680***	0.680***	-0.271
克隆植物地上生物量 Aboveground biomass of clonal plant	0.043	0.755***	0.839	0.791***	-0.791***	
非克隆植物重要性 NCIV	0.095	-0.658***	-0.762	-1.000***		
克隆植物重要性 CIV	-0.095	0.658***	0.762			
克隆植物占 植物总数的百分比 C/Pt	-0.198	0.817*				
土壤含水量 Soil moisture content	-0.436					

注: * 表示 $P < 0.05$, ** 表示 $P < 0.01$, *** 表示 $P < 0.001$

Note: * represents $P < 0.05$, ** represents $P < 0.01$, *** represents $P < 0.001$

3 讨论与结论

3.1 高寒草地中克隆植物的分布规律及其重要性

高寒草地中,克隆植物种数占总植物种数的 53.09%,高于非克隆植物。这说明高寒草地生态系统,同许多其他生态系统(如冻原、湿地、水域)一样^[20],克隆植物在其中占据优势地位,发挥着举足轻重的作用。

藏嵩草草甸和沼泽化帕米尔蒿草草甸这 2 种湿地类型的群落中,克隆植物占植物种类数的 67% 和 63%,与宋明华等^[21]对中国湿地中克隆植物的研究中克隆植物占 66.79% 相吻合。除金露梅灌丛和鼢鼠土丘次生演替群落中克隆植物与非克隆植物的相对重要值差异不显著外,高寒草地克隆植物的相对重要值都显著高于非克隆植物相对重要值。这与东北样带上草甸草原区克隆植物相对重要值显著低于非克隆植物相对重要值研究相反^[22],可能原因是在高寒草地中,海拔高,年均温较低,导致克隆植物占优势,这与在东北样带上典型草原和荒漠草原海拔高、降水少等原因是一致的,导致了克隆植物相对重要值高于非克隆植物相对重要值。

3.2 克隆植物与环境因子的关系

克隆植物的相对重要值及克隆植物占总植物种数的百分比与土壤含水量显著相关性表明(表 6),本试验在海北站所选取的 6 个群落的土壤含水量是影响克隆植物分布和生长的主要因子之一。对于藏嵩草草甸和沼泽化帕米尔蒿草草甸这 2 种湿地类型的群落,其土壤含水量显著高于其他 4 个群落,而其克隆植物重要性和克隆植物占植物总数的百分比也显著高于其他群落克隆植物的重要性,这进一步反映了土壤水分对克隆植物生长的作用。

鼢鼠土丘次生演替群落、金露梅灌丛群落中的克隆植物与非克隆植物的相对重要值无显著差异,并且二者的非克隆植物相对重要值显著高于其他 4 个群落。对鼢鼠土丘次生演替群落而言,非克隆植物的相对克隆值较高,主要原因有 3 点:一是由于该群落是海北站上普遍存在的鼢鼠过度干扰后典型的 2 龄演替土丘,处在演替初级阶段,仍是植物还未完全入侵的新土丘;二是因为鼢鼠土丘次生演替群落的土壤含水量较其他群落低,鼠害造成该群落的水分和养分等环境因子对植物的供给相对不足^[23-24];三是因为该群落土质疏松,孔隙度大,适合于种子植

物在此生境下繁衍拓展^[25]。因此,鼢鼠土丘次生演替群落不利于克隆植物的分布与生长。但是随着演替的进行,当自然演替到一定阶段,即环境、资源等一系列植物生长发育所需条件得到满足之后,鼢鼠土丘演替顶级群落克隆植物的数量和相对重要值也许会较次生演替群落大大增加;人为增加鼢鼠土丘克隆植物数量的措施,目前还没有相关研究,鼠害治理和防治工作需从恢复生态学的理论角度出发,再做进一步的研究调查。

表5所示金露梅灌丛、矮嵩草草甸以及小嵩草草甸中,这3个群落的土壤含水量无显著差异,但金露梅灌丛中克隆植物的相对重要值显著小于另外2个群落,且金露梅灌丛中克隆植物与非克隆植物的重要性没有显著差异。这主要是由于位于阴坡的金露梅灌丛,郁闭度高,光照不强,这种空间序列上的变化,反映光照影响了克隆植物与非克隆植物的分配比和克隆植物的重要值。根据宋明华等^[21]的研究综述认为,遮荫会促进克隆植物的生长,但是本试验结果与之相反,其原因有待于用控制试验进行探究。

本研究结果显示,海拔与克隆植物的相对重要值和占植物种数百分比无显著相关性,这主要是因为局部区域,海拔对于克隆植物的分布与生长无显著影响。要说明海拔梯度对克隆植物分布与生长的影响还需在更大尺度范围内选取不同海拔梯度的植物群落进行研究。

参考文献

- [1] 董鸣. 资源异质性环境中的植物克隆生长;觅食行为[J]. 植物学报, 1996, 38(10): 828-835
- [2] Leos K, Jitka K, Rob H, *et al.* Clonal plant architecture: A comparative analysis of form and function[M]// deKroon H, Jan Van Groenendaal, eds. The ecology and evolution of clonal plants. Leiden; Backbuys Published, The Netherlands. 1997; 1-29
- [3] 董鸣. 克隆植物及其过渡带环境治理的资源价值[M]. 北京: 中国科技出版社, 1998: 289
- [4] 宋明华, 董鸣, 蒋高明, 等. 东北样带上的克隆植物及其重要性与环境的关系[J]. 生态学报, 2001, 21(7): 1095-1103
- [5] 宋明华. 克隆植物的分布及其与环境物种多样性的关系[D]. 北京: 中国科学院研究生院, 2002: 10-93
- [6] 周兴民, 王启基, 张堰青, 等. 不同放牧强度下高寒草甸植被演替规律的数量分析[J]. 植物生态学报, 1987, 11(4): 276-285
- [7] 李东, 曹广民, 吴琴, 等. 高寒灌丛草甸生态系统 CO₂ 释放的初步研究[J]. 草地学报, 2005, 13(2): 144-148
- [8] 朱志红, 王刚, 赵松岭. 不同放牧强度下矮嵩草克隆分株种群的动态与调节[J]. 生态学报, 1994, 14(1): 40-45
- [9] 元武, 李希来. 矮嵩草克隆生长与繁殖的初步研究[J]. 青海大学学报, 2008, 26(1): 31-34
- [10] 王启基, 周兴民, 张堰青, 等. 高寒小嵩草草原化草甸植物群落结构特征及其生物量[J]. 植物生态学报, 1995, 19(3): 225-235
- [11] 王仁忠, 李建东, 高琼. 松嫩平原碱化草地角碱蓬群落水分生态的研究[J]. 植物生态学报, 1996, 20(5): 445-450
- [12] 江小雷, 张卫国, 王刚. 不同干扰类型对高寒草甸群落结构和植物多样性的影响[J]. 西北植物学报, 2003, 23(9): 1479-1485
- [13] 李英年, 赵新全, 曹广民, 等. 海北高寒草甸生态系统定位站气候、植被生产力背景的分析[J]. 高原气象, 2004, 23(4): 558-567
- [14] 王长庭, 龙瑞军, 王根绪, 等. 高寒草甸群落地表植被特征与土壤理化性状、土壤微生物之间的相关性研究[J]. 草业学报, 2010, 19(6): 25-34
- [15] 中国科学院植物研究所. 中国高等植物图鉴[M]. 北京: 科学出版社, 1994: 1-651
- [16] 中国科学院西北高原生物研究所. 青海植物志[M]. 西宁: 青海人民出版社, 1997: 17-284
- [17] 董鸣. 中国生态系统研究网络观测与分析标准方法-陆地生物群落调查观测与分析[S]. 北京: 中国标准出版社, 1997: 15-17
- [18] 周华坤, 韩发, 周立, 等. 高寒草甸退化对短穗兔耳草克隆生长特征的影响[J]. 生态学杂志, 2006, 25(8): 873-879
- [19] 杨时海, 李英年, 蒲继延, 等. 三种高寒草甸植被类型植物群落结构及其土壤环境因子研究[J]. 草地学报, 2006, 14(1): 77-83
- [20] Jonsdottir I S, Watson M. Extensive physiological integration: An adaptive trait in resource-poor environments? [M]// H deKroon, Jan Van Groenendaal, eds. The ecology and evolution of clonal plants. Backbuys Publishers, Leiden, 1997: 109-136
- [21] 宋明华, 董鸣. 群落中克隆植物的重要性[J]. 生态学报, 2002, 22(11): 1960-1967
- [22] 宋明华, 董鸣, 蒋高明, 等. 东北样带上的克隆植物及其重要性与环境的关系[J]. 生态学报, 2001, 21(7): 1095-1103
- [23] 张堰铭. 高原鼢鼠对高寒草甸群落特征及演替的影响[J]. 动物学研究, 1999, 20(6): 435-440
- [24] 孙飞达, 龙瑞军, 郭正刚, 等. 鼠类活动对高寒草甸植物群落及土壤环境的影响[J]. 草业科学, 2011, 28(1): 146-151
- [25] 王权业, 边疆晖, 施银柱, 等. 高原鼢鼠土丘对矮嵩草草甸植被演替及土壤营养元素的作用[J]. 兽类学报, 1993, 13(1): 31-37

(责任编辑 刘云霞)