

高寒草甸融雪斑块对植物刈割强度和高原鼠兔密度的响应

宋梓涵¹, 李希来¹, 李杰霞¹, 卡着才让², 马戈亮²

(1. 青海大学 农牧学院, 青海 西宁 810000; 2. 青海省河南蒙古族自治县
草原综合专业队, 青海 河南县 811500)

摘要:使用无人机拍摄不同植被刈割强度和高原鼠兔密度下的高寒草甸的融雪图像, 解译融雪斑块的分布特征, 从地理信息系统中获得每个斑块的面积。根据融雪斑块覆盖率研究刈割强度和鼠兔密度对融雪的影响以及融雪斑块面积与植物群落平均高度、单株植物盖度之间的关系。结果表明: 无刈割处理的试验小区融雪斑块覆盖率显著高于其他处理; 融雪斑块覆盖率与植物群落平均高度呈显著正相关 ($P < 0.01$); 融雪斑块可被分为单个融雪斑块和连通融雪斑块两种类型; 单株高大植物覆盖面积与单个融雪斑块平均面积呈显著正相关 ($P < 0.01$); 当高大植物盖度达到 14.5% 时, 可以完全防止积雪对冬季牧场造成的影响。

关键词:黄河源; 高寒草甸; 融雪; 冬季牧场; 无人机; 积雪; 斑块

中图分类号: S812 **文献标志码:** A **文章编号:** 1009-5500(2020)05-00015-08

DOI: 10.13817/j.cnki.cyycp.2020.05.003

嵩草属植物是黄河源区高寒草甸优势种植物, 但冬季积雪覆盖会影响高寒草甸的放牧利用, 对冬季畜牧业生产造成严重威胁^[1]。高寒草甸积雪厚度的增加不仅延缓积雪融化的速度, 而且会造成家畜觅食困难, 形成雪灾^[2]。过度放牧和高原鼠兔种群暴发往往引起高寒草甸的严重退化, 造成植物高度显著降低, 积雪较厚时更容易造成雪灾^[3-4]。对积雪厚度和温度变化的相关性研究表明, 温度是影响陆地生态系统融雪过程的最主要的因素^[5-6]。而积雪具有高反射率、不良热传导等特性, 显著降低地表和大气的温度^[7]。当前关于草地积雪融化过程的研究主要集中于融雪过程与温

度等环境因子的关系, 对积雪下垫面的研究不足, 没有在植物群落尺度上说明植物对融雪过程的影响^[8]。露出积雪表面的植物茎叶反射率小于积雪, 且能将热量传导到地表, 增加局部的地表温度, 可促进融雪。为了确保高寒草甸在降雪条件下能够被放牧利用, 需要深入研究退化高寒草甸的冬季融雪过程以及融雪斑块的形成机理。本研究在退化的高寒草甸上按照不同的植被刈割强度和高原鼠兔种群密度建立 27 个试验小区, 在降雪结束的第 3 d 使用无人机航拍草地融雪状况, 通过解译高寒草甸上出现的融雪斑块, 研究放牧和鼠兔活动对草地融雪斑块的影响及融雪斑块面积与植物群落平均高度、单株植物盖度之间的关系, 以期对冬季高寒草甸的合理放牧利用提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 研究区概况

研究地点位于青海省黄南藏族自治州河南蒙古族自治县克其合滩。克其合滩是扇形冲击河滩, 地势较低, 距离县城 15 km, 适合作为冬季牧场。试验地点坐标为 N 34°41'7", E 101°46'2", 海拔 3 743 m, 阳坡滩地, 坡度 3°。草地类型为高寒草甸。高寒草甸群落的

收稿日期: 2020-01-07; **修回日期:** 2020-03-18

基金项目: 国家自然科学基金面上项目 (31872999); 青海省科学技术厅项目 (2018-ZJ-781, 2017HZ-802); 高等学校学科创新引智计划项目 (D18013); 教育部长江学者和创新团队发展计划项目 (IRT_17R62)

作者简介: 宋梓涵 (1994-), 男, 青海西宁人, 硕士研究生。

E-mail: 2521980537@qq.com

李希来为通讯作者。E-mail: xilai-li@163.com

建群种为矮生嵩草(*Kobresia humilis*),试验地附近有人工补播草地,主要的禾本科植物为垂穗披碱草(*Elymus nutans*)和草地早熟禾(*Poa pratensis*),这些物种也分布在试验地内的高寒草甸中。

1.2 样地设置

试验布置按照3个高原鼠兔繁殖后密度(0、93.3和186.7只/hm²)^[9]和3个人工刈割强度(0、50%、100%),设置9种处理,用字母A、B、C、D、E、F、G、H、I表示,每个处理3次重复,共27个试验小区。在不影响高原鼠兔正常活动的情况下^[10],每个试验小区面积为750 m² (25 m×30 m),各试验小区之间间隔5 m (图1)。各试验小区间的坡度、坡向没有显著差异。由于10 000 m² (1 hm²)/750 m²的值为13.33,高原鼠兔密度处理分别为0、7和14只/小区。通过地面下网捕抓先清除各试验小区内的高原鼠兔,再根据试验处理要求,按照公母比例放入各试验小区中。人工刈割强度0表示未经过刈割处理,刈割强度50%是指刈割高度为草地植被高度的一半,刈割强度100%是指刈割高度为草地植被的全部。高原鼠兔密度控制区采用定制的钢丝围栏材料围建^[11],为防止高原鼠兔及其他食草动物进出围栏,地面以下0.5 m安装防鼠钢纱网(网孔0.8 cm),地面以上0.6 m安装防鼠镀锌铁皮(型号:35),钢纱网和镀锌铁皮各留0.1 m用铆钉连接,铆钉密度需保证老鼠不能从钢纱网和镀锌铁皮的缝隙中穿过。长1.4 m角铁用于固定围栏,间距2 m一个。试验样地在2018年8月初建成,高原鼠兔密度处理和刈割处理在2018年8月中旬完成。

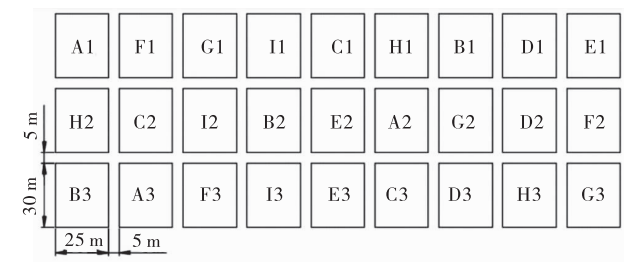


图1 试验小区分布

Fig. 1 Layout of experimental plots

注:试验各处理 A:无刈割无鼠兔;B:无刈割,7只鼠兔;C:无刈割,14只鼠兔;D:中等刈割无鼠兔;E:中等刈割,7只鼠兔;F:中等刈割,14只鼠兔;G:重度刈割无鼠兔;H:重度刈割,7只鼠兔;I:重度刈割,14只鼠兔

1.3 试验小区植物群落调查

2018年8月25至30日,调查试验小区的植物群

落。每个小区做8个1 m×1 m样方。使用计数法测量样方内每种植物的多度;使用目视法测量每种植物的盖度;每种植物的高度测量10株,不足10株的物种测量样方内全部植物的高度。

1.4 航拍数据采集

2019年2月27至28日,河南县连续两天降雪。2019年3月3日,在降雪结束3 d后进行无人机航拍。在试验地附近用雪尺测量地面积雪深度,测得积雪厚度为13 cm。将大疆PHANTOM4型无人机悬停于每个试验小区中心,无人机上搭载的传感器为大疆FC6310型照相机,其分辨率能够清晰地显示融雪斑块的形状特征。飞行高度为39 m,确保可将整个小区放置于一张图像后正射拍照,每个试验小区拍摄一张图片,空间分辨率为0.01 m。无人机沿着B3至G3、H2至F2、A1至E1的航线(图1)飞行,依次拍摄各试验小区,依据拍摄先后顺序自动记录图片编号。根据试验小区分布图和无人机图片编号确定对应的试验小区编号。

1.5 图像解译分析

使用ArcGIS软件处理图像,将解译目标标记出来。图像的解译采用人工目视解译的方法进行,主要解译融雪斑块。融雪斑块是积雪融化后形成的斑块,颜色是露出的枯草的黄色和土壤的褐色,与积雪的白色形成明显的对比,因此融雪斑块与积雪有明显的边界。由于防鼠围栏的铁皮反射光线会促进积雪融化,影响对融雪过程的分析,没有将防鼠围栏旁边的融雪进行解译。

小型融雪斑块和面积较大的融雪斑块在形状上有很大差异。小型融雪斑块以露出雪面的单株植物茎叶为中心向周围扩大,其形状近似圆形,将这种斑块称为单个融雪斑块(图2)。由于雪是不良热导体,受单株植物茎叶影响而温度提高的地表面积十分有限,仅包括茎叶周围的缓冲区。面积较大的斑块是由多个小型融雪斑块连通而形成,因此将这类斑块称为连接斑块。在连接斑块上能看到斑块连通过程中形成的夹角,这是两个距离相近的小型融雪斑块的融雪范围重叠而形成的。面积较大的斑块都是连接斑块,表明单株植物形成的融雪斑块面积有上限。单个斑块和连接斑块在空间上交错分布,根据形状区分误差过大,只能根据面积分布特征区分两种斑块。

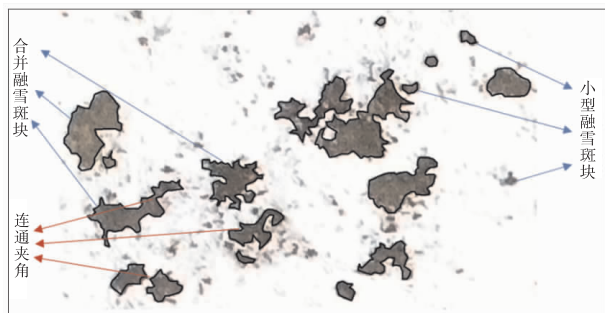


图 2 融雪斑块形状

Fig. 2 Shape of snow-melt patch

1.6 数据处理

从 ArcGIS 地理信息数据中提取出地理要素的数据,包括融雪斑块面积及数量等,根据融雪斑块在试验小区中所占的面积百分比确定融雪程度。融雪斑块覆盖率计算公式如下:

$$C = \frac{\sum A_i}{A_{\text{总}}} \times 100\%$$

式中: C 为融雪斑块覆盖率, A_i 为第 i 个融雪斑块的面积, $A_{\text{总}}$ 为一个小区的总面积。

在 ArcGIS 中的融雪斑块和小区的面积都是以像素栅格为单位,一个像素格单位为 1,代表 1 cm^2 的实际面积。每个小区的真实面积都是固定的 $30 \text{ m} \times 25 \text{ m}$,故融雪斑块的面积也能计算出来。

一个样方的植物群落平均高度是样方内每种植物高度的加权平均数,其中加权值是每种植物的盖度。一个试验小区的植物群落平均高度是样方植物群落平均高度的平均数。植物群落平均高度计算公式如下:

$$h_{\text{样方}} = \frac{\sum (h_i \times c_i)}{\sum c_i}$$

式中: $h_{\text{样方}}$ 为样方植物群落平均高度, h_i 为第 i 种植物的平均高度, c_i 为第 i 种植物的盖度。

以植物平均高度大于积雪厚度为标准选出能露出积雪表面的植物物种,计算各试验小区物种的单株植物平均覆盖面积,计算公式如下^[12]:

$$A_m = \frac{A_{\text{样方}} \times c}{N}$$

式中: A_m 为单株植物所占平均面积, $A_{\text{样方}}$ 为样方的面积, c 为样方内选中物种的盖度, N 为样方内选中植物物种的个体数。

被选中物种的单株植物覆盖面积的平均值是一个试验小区内露出积雪表面的植物单株覆盖面积。

本研究使用 Origin 2018 软件对所测数据进行统

计分析。运用双因素方差分析研究刈割强度和鼠兔密度对融雪斑块总面积的影响,在研究结果中将融雪斑块总面积转换为融雪斑块覆盖率。运用双因素方差分析研究试验小区区组和试验小区处理对融雪斑块总面积的影响。融雪斑块面积数值差异巨大,为了将一个试验小区的所有融雪斑块面积统计在一张图上,对面积数值做了自然对数转换处理,按大小升序排列融雪斑块面积对数,并进行线性拟合。对线性拟合的常规残差值进行三次多项式拟合分析,根据多项式的拐点将融雪斑块分为单个斑块与连接斑块两部分。对单个斑块的面积分布做正态性检验。对单个斑块平均面积和单株植物平均覆盖面积做相关性分析。

2 结果与分析

2.1 不同鼠兔密度和刈割强度处理对融雪覆盖率的影响

无刈割处理的试验小区融雪斑块覆盖率显著高于其他处理($P < 0.05$)。半刈割处理与全刈割处理间没有显著差异($P > 0.05$)。无刈割处理下随着高原鼠兔数量的增加,对融雪斑块覆盖率没有明显的影响,说明鼠兔密度处理对融雪斑块覆盖率没有显著影响,而刈割处理对融雪斑块覆盖率影响显著($P < 0.05$)。鼠兔密度与刈割强度没有显著相关性($P > 0.05$)。试验小区区组对融雪斑块总面积没有显著影响($P > 0.05$)(图 3)。

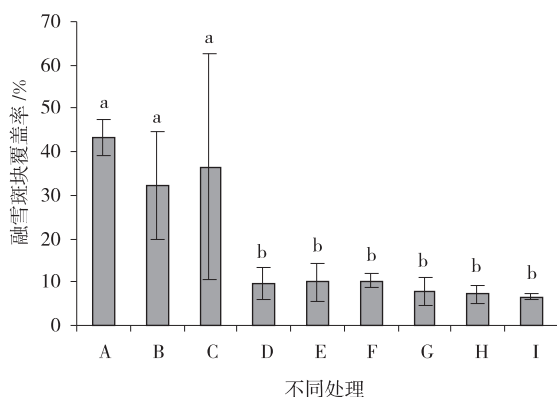


图 3 不同处理的融雪斑块覆盖率

Fig. 3 Coverage of snow-melt patches under different treatments

2.2 植物群落平均高度对融雪斑块覆盖率的影响

融雪斑块覆盖率与植物群落平均高度显著正相关($P < 0.01$)(图 4)。根据试验设计,2/3 的试验小区经过了刈割处理,因此大部分试验小区的植物群落平均高度小于积雪厚度。

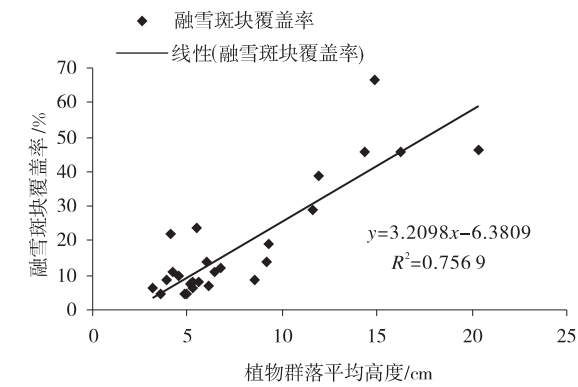


图 4 融雪斑块覆盖率随植物群落平均高度的变化

Fig. 4 Variation of snowmelt patch coverage along with average community height

2.3 融雪斑块面积的分布特征

由于 27 个小区的面积对数分布都有相同的规律，因此随机选取 4 个小区展示面积对数的分布规律(图 5)。融雪斑块面积总体上按升序排列并呈指数增长，4 个线性拟合的 R^2 值都大于 0.9。融雪斑块分布曲线可分成两部分。面积较小的单个融雪斑块分布曲线是凹函数，面积较大的连接融雪斑块分布曲线是凸函数。图 5 的分布曲线是连续的，中间没有间断点，无法通过

面积数值将两类斑块分开，只能通过分布曲线的函数特征将两类融雪斑块分开。

为了更明显地体现分布曲线的函数特征，更精确地将单个融雪斑块与连接融雪斑块区分开，提取线性拟合的常规残差，并对常规残差做多项式拟合。图 6 是对常规残差的多项式拟合图，4 个线性拟合常规残差都是三次多项式拟合。三次多项式函数的拐点将其分为一个凸函数和一个凹函数。这个拐点决定了两个不同性质的融雪斑块在面积对数分布曲线上的界限。

对融雪斑块面积对数线性拟合常规残差的多项式拟合函数取二阶导数，获得拐点，其公式如下：

$$\ddot{f}=6B_3x_{拐}+2B_2=0$$

式中： $\ddot{f}$ 是多项式拟合函数的二阶导数， B_3 是三次常数， B_2 是二次常数， $x_{拐}$ 是拟合函数拐点。

计算 27 个小区的融雪斑块面积对数线性拟合常规残差的多项式拟合函数拐点，将融雪斑块从拐点处分成单个融雪斑块和连接融雪斑块。

对每个试验小区的全体单个融雪斑块做正态分布检验，27 个试验小区的单个融雪斑块都不符合正态分

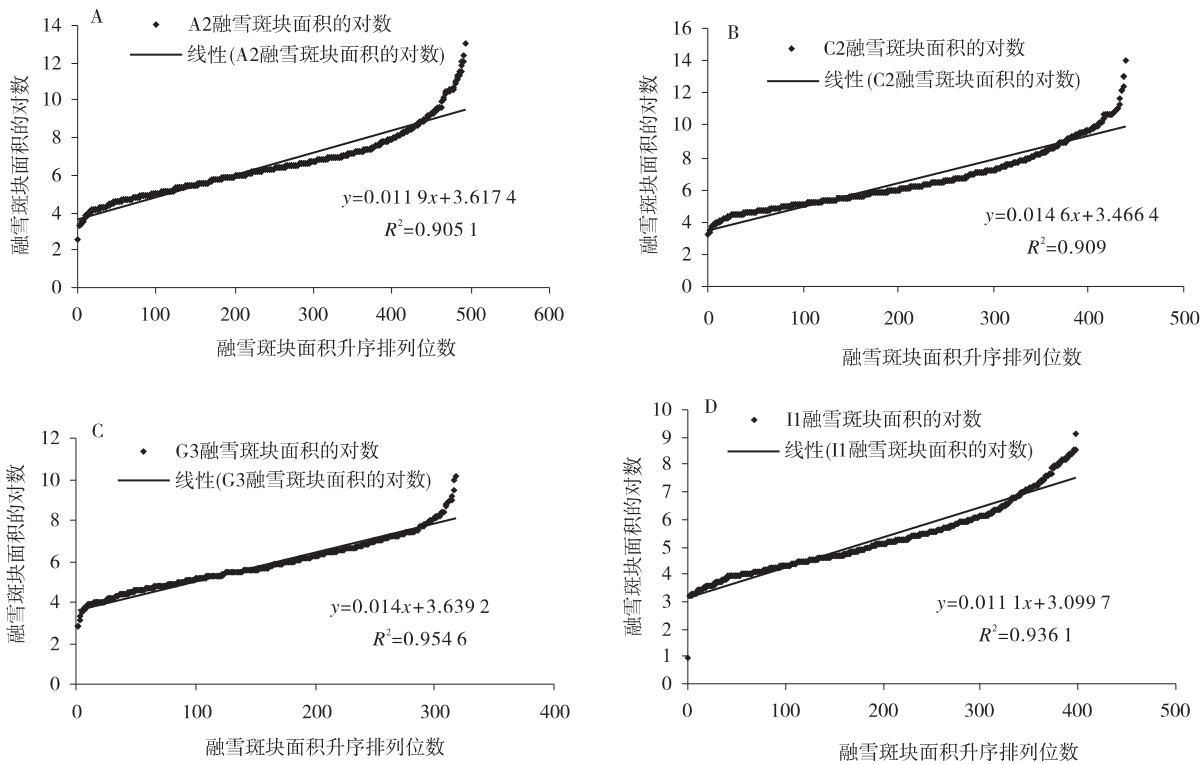


图 5 融雪斑块面积对数升序排列的线性拟合

Fig. 5 Linear fitting of snow-melt patch area in ascending order

注：A2 为无刈割无鼠兔处理组合；C2 为无刈割 7 只鼠兔处理组合；G3 为重度刈割无鼠兔组合；I1 为重度刈割 14 只鼠兔组合；数字是重复编号；下同

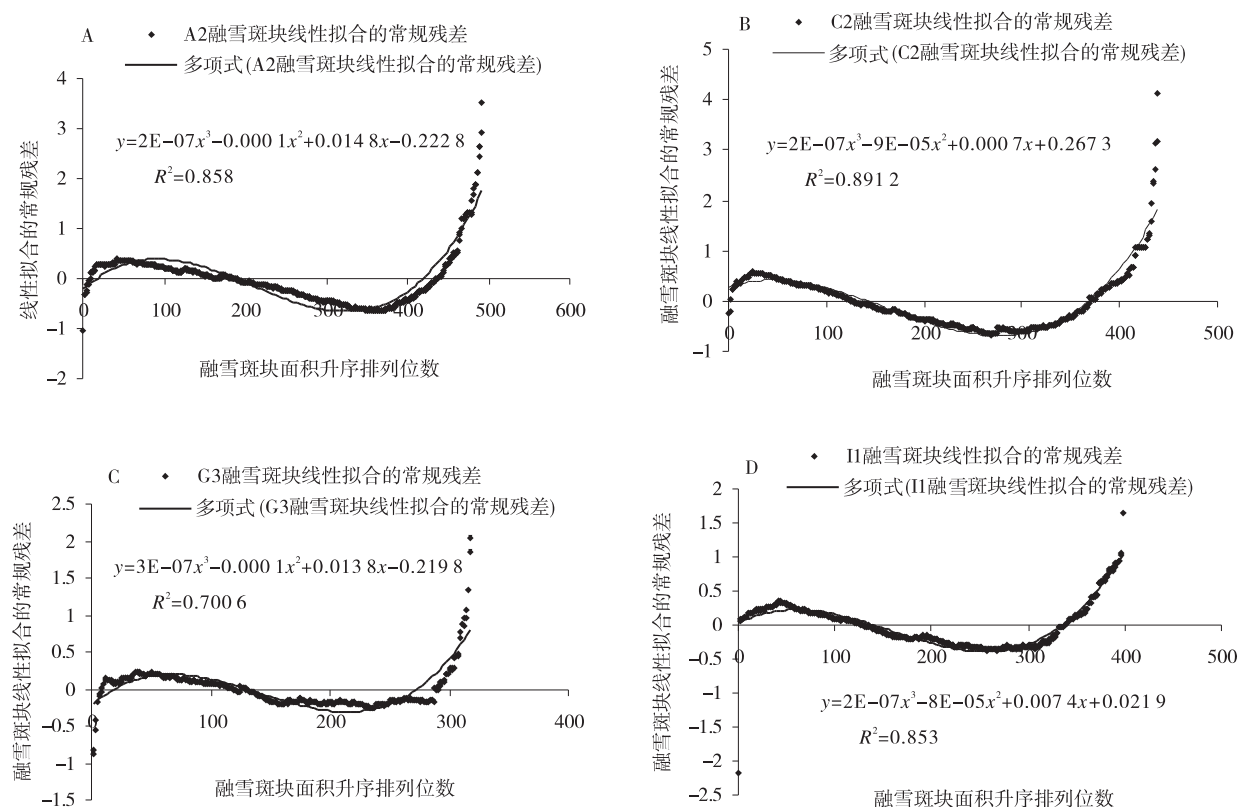


图 6 融雪斑块面积对数线性拟合常规残差的多项式拟合

Fig. 6 Polynomial fitting of conventional residual of linear fitting of snow-melt patch area logarithm

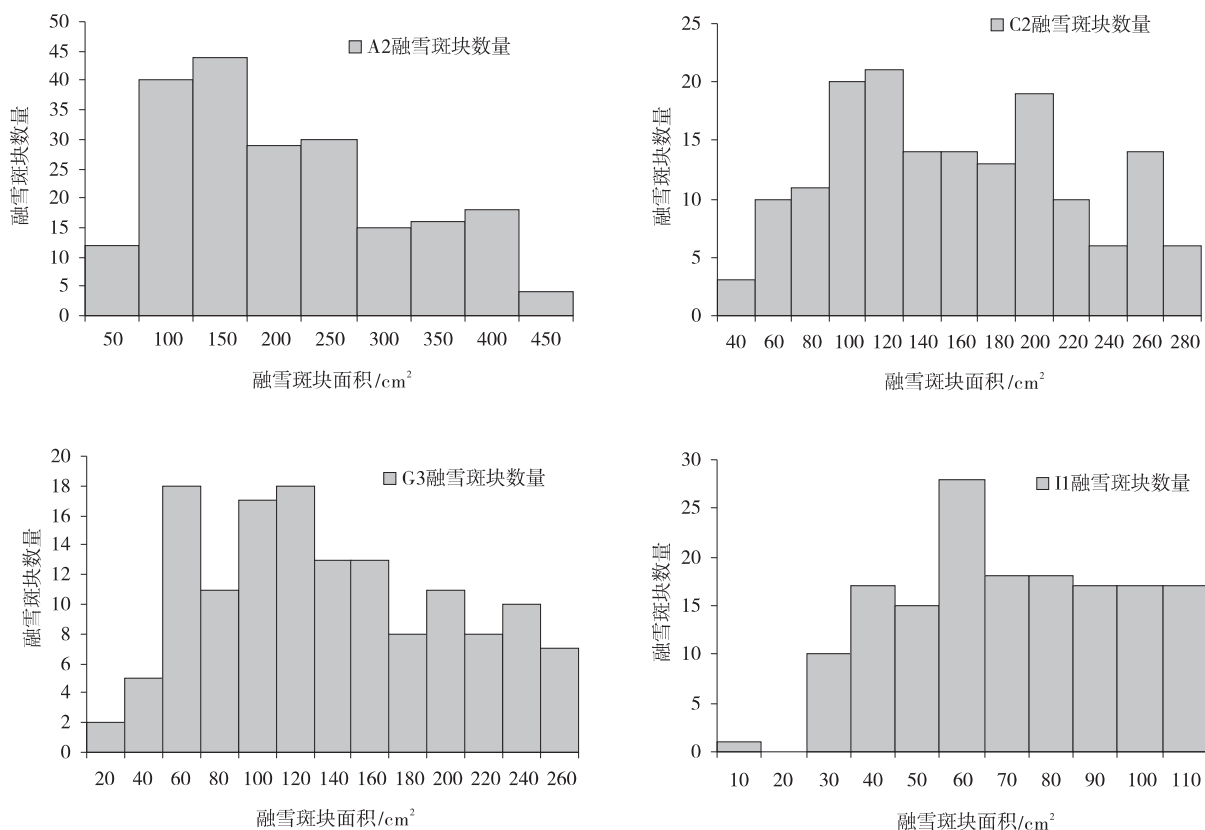


图 7 单个融雪斑块的面积频数分布

Fig. 7 Frequency distribution of single snowmelt patch area

布($P<0.001$)。图 7 是 4 个试验小区的单个融雪斑块面积频数分布图。4 个频数分布图都呈多峰分布,这表明至少有 3 种高大植物对融雪斑块的形成产生影响。研究植物对融雪斑块的影响,需要考虑多个物种的综合情况。

2.4 单株植物平均面积对单个融雪斑块面积的影响

由于经过刈割处理的试验小区群落平均高度小于积雪面积,少数较高的植物无法被统计到样方数据中,因此高度大于积雪厚度的物种是从未刈割的试验小区中选出的。从 9 个未刈割的试验小区样方数据中选出物种如下:黄帚橐吾(*Ligularia virgaurea*)、甘肃马先蒿(*Pedicularis kansuensis*)、喜马拉雅棱子芹(*Pleurospermum hookeri*)、乳白香青(*Anaphalis lactea*)、异针茅(*Stipa aliena*)、恰草(*Koeleria cristata*)、草地早熟禾、垂穗披碱草。

计算每个试验小区单个融雪斑块的平均面积,并做其与单株植物平均面积的线性回归(图 8)。单个融雪斑块平均面积与单株植物覆盖面积呈显著的正相关($P<0.01$)。融雪斑块面积是单株植物面积的 6.89 倍。高于积雪厚度的植物可分为具有分蘖能力的禾本科植物和根颈型阔叶植物。禾本科植物的单株面积大于根颈型阔叶植物。

假设高于积雪厚度的植物均匀分布在高寒草甸中,则这类植物在盖度达到 14.5%时,开始具有防止积雪对冬季放牧造成威胁的能力。

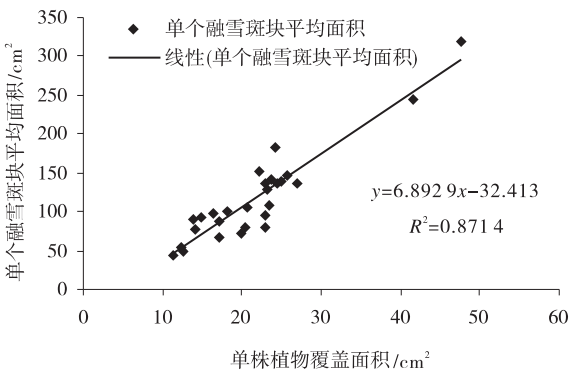


图 8 单个融雪斑块平均面积随单株植物覆盖面积的变化

Fig. 8 Variation of average single snow-melt patch area along with single plant coverage

3 讨论

3.1 鼠兔活动和刈割处理对融雪过程的影响

过度放牧和高原鼠兔种群暴发是高寒草甸退化的

主要因素^[4,13],很多原本优良的高寒草甸由于退化而无法作为冬季牧场使用^[14]。由于露出积雪表面的植物才有促进融雪的能力,鼠兔活动和刈割处理对融雪过程的影响主要体现在降低植物高度。为了获得更开阔的视野,高原鼠兔常将领地内较高的植物割倒^[15],但是这种活动对于高寒草甸的整体植物高度没有显著影响。试验结果表明,半刈割处理与全刈割处理的融雪斑块覆盖率均显著小于未刈割处理。尽管植物在刈割后有补偿性增长,但是其高度仍低于积雪厚度^[16]。刈割和放牧处理对禾本科植物的地上生物量影响最大,而对莎草科植物和阔叶类杂草的影响较小,因此高寒草甸退化的第一个阶段表现为禾本科植物的减少^[17]。当植物群落以矮生蒿草为建群种时,放牧不会影响群落高度,但是这种群落无法满足冬季放牧的需求^[18]。

3.2 高寒草甸的融雪斑块分布规律

根据前人的研究,在典型的高寒草甸融雪敏感期气温阈值为 $-4\sim-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ ^[2,19],这表明高寒草甸融化积雪的能量来源不是空气,而是土壤吸收的太阳辐射能^[20]。因此植物茎叶的主要作用是将太阳的辐射能传递到土壤中,从而促进积雪融化。

从试验小区融雪斑块面积对数分布可知,融雪斑块的类型分成两类。第一类是以露出积雪表面的单株植物茎叶为中心融化而形成的单个融雪斑块。高大的根颈类植物及禾本科植物都可以影响积雪融化。禾本科植物以分蘖的方式进行营养繁殖^[21],其单株植物覆盖面积通常高于根颈类植物。尽管分蘖可以增加单株植物的覆盖面积,但禾本科植物的构件数量限制在固定的范围内^[22],因此单个融雪斑块的面积是有上限的,冬季牧场无法依靠稀少的高大植物避免积雪造成的威胁。

第二类融雪斑块是由许多单个斑块组成的连接斑块。连接斑块在试验小区内按升序排列呈指数增长,这是由于融雪斑块的连接造成裸露的土壤和枯草的面积增加,地表可以吸收更多的能量,从而提高裸露地表的局部土壤温度^[5]。温度较高的裸露土壤向周围的积雪传导热量,从而加速积雪的融化,因此形成融雪过程的正反馈效应^[23]。由于连接斑块所包含的小型斑块数量不同,正反馈过程在各连接斑块中处于不同的阶段,导致连接斑块面积在试验小区内呈指数分布。

融雪斑块面积的自然对数分布曲线的末端偏离了

线性分布,说明大型融雪斑块可以吸收大量太阳辐射能,在 SRM 模型上已经处于主要的径流产生阶段^[24]。如果高大植物密度足够高,在积雪形成初期就能组成大型连接融雪斑块,冬季牧场的积雪期会显著缩短。

4 结论

刈割处理的试验小区融雪斑块覆盖率显著低于未刈割处理小区,说明较高的高寒草甸植物群落平均高度可以明显加快积雪融化,高原鼠兔密度对融雪斑块覆盖率没有影响;单个融雪斑块平均面积与单株植物覆盖面积呈显著的正相关($P < 0.01$);高寒草甸植物群落中高大植物盖度达到 14.5% 时,单个融雪斑块会连通形成较大的融雪斑块,有利于冬季高寒草甸积雪的融化,降低冬季雪灾的风险。高寒草甸冬季的过度放牧极易引起雪灾的发生,因此应加强冬季高寒草甸的放牧利用管理,降低放牧强度。

参考文献:

- [1] 王长庭,龙瑞军,王启基,等. 高寒草甸不同草地群落物种多样性与生产力关系研究[J]. 生态学杂志,2005,15(3): 18—22.
- [2] 张娟,徐维新,王力,等. 三江源腹地玉树地区动态融雪过程及其与气温关系分析[J]. 高原气象,2018,37(4):936—945.
- [3] 董全民,马玉寿,李青云,等. 牦牛放牧率对小嵩草高寒草甸暖季草场植物群落组成和植物多样性的影响[J]. 西北植物学报,2005,33(5):99—107.
- [4] 刘伟,王启基,王溪,等. 高寒草甸“黑土型”退化草地的成因及生态过程[J]. 草地学报,1999,13(2):300—307.
- [5] 杨绍富,刘志辉,闫彦,等. 融雪期土壤湿度与土壤温度、气温的关系[J]. 干旱区研究,2008,25(5):642—646.
- [6] 古力米热·哈那提,海米旦·贺力力,刘迁迁,等. 西天山小流域动态融雪过程及其与气温的关系[J]. 干旱区研究,2019,36(4):801—808.
- [7] 刘俊峰,杨建平,陈仁升,等. SRM 融雪径流模型在长江源区冬克玛底河流域的应用[J]. 地理学报,2006,61(11): 1149—1159.
- [8] 张伟,沈永平,贺建桥. 阿尔泰山融雪期不同下垫面积雪特性观测与分析研究[J]. 冰川冻土,2014,36(3):491—499.
- [9] 刘伟,王溪,周立,等. 高原鼠兔对小嵩草草甸的破坏及其防治[J]. 兽类学报,2003,23(3):214—219.

- [10] 曲家鹏,李克欣,杨敏,等. 高原鼠兔家群空间领域的季节性动态格局[J]. 兽类学报,2007,23(3):215—220.
- [11] Maron J L, Prarson D E. Vertebrate predators have minimal cascading effects on plant production or seed predation in an intact grassland ecosystem[J]. Ecology Letters, 2011,14(7):661—668.
- [12] 张金屯. 数量生态学[M]. 北京:科学出版社,2011.
- [13] 董全民,马玉寿,李青云,等. 牦牛放牧率对小嵩草高寒草甸暖季草场植物群落组成和植物多样性的影响[J]. 西北植物学报,2005,33(5):99—107.
- [14] Xilai Li, Jay Gao, Jing Zhang, *et al.* Natural and anthropogenic influences on the spatiotemporal change of degraded meadows in southern Qinghai Province, West China: 1976—2015[J]. Applied Geography, 2018, 97: 176—183.
- [15] 金少红,刘彤,庞晓攀,等. 高原鼠兔干扰对青海湖流域高山嵩草草甸植物多样性及地上生物量的影响[J]. 草业学报,2017,25(4):32—42.
- [16] 温方,孙启忠,陶雅. 影响牧草再生性的因素分析[J]. 草原与草坪,2007,27(1):73—77.
- [17] 曹广民,杜岩功,梁东营,等. 高寒嵩草草甸的被动与主动退化分异特征及其发生机理[J]. 山地学报,2007,16(1):5—12.
- [18] 牛钰杰,杨思维,王贵珍,等. 放牧作用下高寒草甸群落物种分布与土壤因子的关系[J]. 应用生态学报,2017,31(1):80—87.
- [19] 周扬,徐维新,白爱娟,等. 青藏高原沱沱河地区动态融雪过程及其与气温关系分析[J]. 高原气象,2017,36(1): 24—32.
- [20] 高黎明,张耀南,沈永平,等. 基于能量平衡对额尔齐斯河流域融雪过程的研究[J]. 冰川冻土,2016,38(2):323—331.
- [21] 杨允菲,刘庚长,张宝田. 羊草种群年龄结构及无性繁殖对策的分析[J]. 植物学报,1995,13(1):68—74.
- [22] 张春华,丁原春. 松嫩平原东北部草地早熟禾种群生殖分蘖构件数量特征的研究[J]. 草原与草坪,2005,35(1): 63—65.
- [23] 秦艳,刘志辉,乔鹏. 基于能量平衡的融雪期雪层水热过程研究[J]. 沙漠与绿洲气象,2010,4(5):11—15.
- [24] 李弘毅,王建. SRM 融雪径流模型在黑河流域上游的模拟研究[J]. 冰川冻土,2008,30(5):769—775.

Response of snowmelt patches on alpine meadow to grassland mowing and pika density

SONG Zi-han¹, LI Xi-lai¹, LI Jie-xia¹, Khadol Tserang², MA Ge-liang²

(1. College of Agriculture and Animal Husbandry, Qinghai University, Xining 810000, China; 2. Henan Mongolian Autonomous County of Qinghai Province, Henan 811500, China)

Abstract: The drone was used to capture snowmelt images of alpine meadow with different mowing intensities and pika densities. The distribution characteristics of snowmelt patches were interpreted, and the area of each patch was obtained from the geographic information system. The effects of mowing and pika densities on the snow melting process were determined according to the snowmelt patch coverage. The relationship between the area of snowmelt patches and the average height of plant communities and the coverage of individual plants was studied. The results showed that the coverage of snowmelt patches in plots without moving was significantly higher than other treatments. The coverage of snowmelt patches had a significant positive correlation with the average height of plant communities ($P<0.01$). Snowmelt patches were classified into single snowmelt patches and combined snowmelt patches. The coverage area of a single tall plant had a significant positive correlation with the average area of single snowmelt patches ($P<0.01$). When the tall plant coverage reached 14.5%, the utilization of winter pasture was not affected by snow.

Key words: source of Yellow River; alpine meadow; snowmelt; winter pasture; drone; snow; patch

欢迎投稿 欢迎订阅

《草原与草坪》是中国草学会、甘肃农业大学主办的草学学术期刊。

本刊创刊于 1981 年,被遴选为“CSCD 来源期刊”“中国科技核心期刊”“RCCSE 中国核心学术期刊”。本刊被评为“全国优秀农业期刊”“全国高校优秀科技期刊”“首届中国高校特色科技期刊”“第三届中国高校特色科技期刊”“中国畜牧兽医期刊学术类优秀期刊”,荣获“全国高校科技期刊优秀编辑质量”奖。

主要刊登草业科学、草坪科学、资源与环境科学、城市绿地建设、高尔夫球场草坪建植及绿化、园林花卉及相关学科的基础研究与应用研究方面的学术论文、研究报告、文献综述等。本刊适合从事草原、草坪、园林花卉、资源与环境、农业经济等领域的大专院校师生,科研工作者及企业技术人员等阅读参考。

本刊逢双月月末出版,国内外公开发行。

ISSN 1009-5500
CN 62-1156/S 邮发代号: 54-13

地址: 甘肃省兰州市安宁区营门村 1 号 甘肃农业大学《草原与草坪》编辑部

电话/传真: 0931-7631885 邮编: 730070 E-mail: cyycp@gsau.edu.cn(投稿)