

短期 OTC 处理对鹅绒委陵菜健康影响的研究初报

张宝成^{1,2}, 曹军骥^{1,3}

(1. 中国科学院地球环境研究所 黄土与第四纪地质国家重点实验室, 西安 710075;
2. 中国科学院研究生院, 北京 100049; 3. 西安交通大学 全球环境变化研究院, 西安 710049)

摘要: 利用开顶箱 (Open Top Chambers, OTC) 模拟增温的方法, 研究了短期变暖对鹅绒委陵菜健康的影响。结果表明, 短期变暖后降低了鹅绒委陵菜的萌蘖株死亡数、增加了单位长度匍匐茎的萌蘖株数目和其死亡率, 同时叶片数目、高度和健康率比对照增加, 匍匐茎长度和匍匐茎上萌蘖株数目比对照减少, 同时所有表征指标中只有萌蘖死亡率和叶片高度比对照有显著变化 ($p < 0.05$)。

关键词: 开顶箱; 健康; 鹅绒委陵菜; 增温

中图分类号: P435 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-9901(2010)03-0226-04

Effects of short term warming on health of *Potentilla anserina* L.

ZHANG Bao-cheng^{1,2}, CAO Jun-Ji^{1,3}

(1. State Key Laboratory of Loess and Quaternary Geology, Institute of Earth Environment, Chinese Academy of Sciences, Xi'an 710075, China; 2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 3. Institute of Global Environmental Change, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China)

Abstract: The research was carried out to investigate health of the response of *Potentilla anserina* L. individual to simulated warming by the method of open top chamber (OTC). The mortality rate of ramet and height of leaf were significantly reduced ($p < 0.05$), due to simulated warming. The number of ramet and its mortality rate of per length of creeping stem showed increased trend. Height, health rate and amount of leaf were improved by OTC. The length of creeping stem and number of ramet were lower than that of control as well.

Key words: Open Top Chambers; health; *Potentilla anserina* L.; warming

鹅绒委陵菜 (*Potentilla anserina* L.) 属蔷薇科、委陵菜属的多年生草本植物, 是一种典型的匍匐茎莲座状植物, 主要分布在青海、西藏、甘肃、宁夏、陕西、河北、内蒙古、新疆、辽宁等省的草甸、河漫滩 (陆建英等, 2008)。鹅绒委陵菜具有很强的无性繁殖能力, 幼苗生长到一定时期后, 从其直立茎基部节上产生匍匐茎, 茎节上产生新的幼苗和不定根, 成为无性系分株 (周华坤等, 2002)。通过这种典型的克隆器官——匍匐茎相互连接在一起形成一个网络系统, 可以降低基株死亡风险, 同时使整个鹅绒委陵菜无性系占据大面积生境成为可

能, 有利于资源的摄取和利用 (康晓燕和孙海群, 2007)。同时, 匍匐茎以及庞大的须根系可以改善土壤的渗透能力、增加土壤的储水能力。鹅绒委陵菜因克隆生长使其在植物群落中的竞争力很强, 在较适宜条件下, 根系和匍匐茎迅速生长, 形成覆盖面大、根系发达的植被, 所以对固定沙土、防止水土流失具有很大作用, 同时具有一定的抗旱能力, 耐瘠薄, 耐寒冷, 抗盐碱, 根系发达, 蓄水保墒固沙能力强, 是生态恢复过程中一种先锋植物 (李军乔, 2004)。

青藏高原是全球变化敏感的区域, 该区域

收稿日期: 2010-11-15

基金项目: 国家科技支撑计划 (2007BAC30B01)

通讯作者: 曹军骥, E-mail: caojj@ieecas.cn

的研究多集中在:模拟变暖后植物物候的变化(Jarrad et al, 2008)、 N_2O 排放的影响(Hu et al, 2010)、优势物种的光合作用能力变化(Shen et al, 2009)、牧草营养变化(Klein et al, 2007)以及物种组成变化(Klein et al, 2004)。由于对气候变化影响植物健康的关注较少,目前仅Jentsch et al (2009)研究了极端气候事件下植物的健康变化,尤其生态恢复的先锋植物在变暖下的健康特性研究未见报道。因此,本文试图揭示其健康对气候变暖的初期响应规律。

1 研究材料与方法

1.1 研究区概况

研究区位于青海湖西北的鸟岛($N36^{\circ}58'37''$, $E99^{\circ}53'56''$)保护站,海拔约3200 m。该区域处于我国东部季风区、西北部干旱区和西南部高寒区的交汇地带,并有湖泊效应,因而干旱、少雨、多风,气温日较差大,属于高原干旱半干旱区。年均温为 $-1.0^{\circ}C \sim 1.0^{\circ}C$,最热月平均气温 $10.4 \sim 15.2^{\circ}C$ 。年降水量为300~400 mm,降水量集中在6—8月。年平均蒸发量在800~1100 mm,夏季蒸发量最大,每年6—9月的蒸发量占全年的60%。土层较薄,石砾含量高是由三叠或二叠纪的片麻岩滨湖沉积物分化形成。

1.2 研究方法

鹅绒委陵菜在4月初至4月底开始萌发,生长期为210天左右,5月底至10月中旬为旺盛生长期(李军乔, 2004)。试验样地设立在鸟岛,样地周围用铁丝围栏做保护,防止人类及动物的破坏用围以防止放牧动物进入。本试验包括两种处理,增温处理和对照各设6个重复。增温处理采用国际冻原计划(ITEEX)模拟增温法(Open Top Chambers, OTC)进行设置。OTC是有机玻璃纤维制成的圆台增温小室,每个增温小室高0.40 m,基面积为 $2.05 m^2$ 、顶面积为 $1.07 m^2$ 。2010年6月,完成开顶式增温小室(OTCs)的安装,同时每个增温小室旁边设

置相同面积的对照处理。研究区主要植物有鹅绒委陵菜(*Potentilla anserina* L.)、大籽蒿(*Artemisia sieversiana*)、阿尔泰狗娃花(*Heteropappus altaicus* (Willd.) Novopokr.)、早熟禾(*Poa annua*)、斜茎黄芪(*Astragalus adsurgens* Pall.)、赖草(*Leymus secalinus* (Georgi) Tzvel.)和拂子茅(*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth)等。

1.3 数据采集与整理分析

调查工作同时在OTC处理的样地与对照样地进行,9月中旬分别对每个处理样地,随机抽查统计6个鹅绒委陵菜个体的无性生长样本的有关参数,包括匍匐茎数目、萌蘖分株数目、萌蘖株死亡数目、叶片死亡枯黄与高度等,然后分别计算出萌蘖株死亡率、单位长度匍匐茎的萌蘖株数目等。用SPSS11.5软件对其进行配对t检验,变化率由以下公式计算得出:

$$\text{变化率}(\%) = \left(\frac{\text{测定指标}_{\text{OTC}} - \text{测定指标}_{\text{对照}}}{\text{测定指标}_{\text{对照}}} \right) \times 100\%$$

$$\left(\frac{\text{测定指标}_{\text{OTC}} - \text{OTC处理样地测定指标}}{\text{测定指标}_{\text{对照}}} \right) \times 100\%$$

2 结果与分析

OTC模拟变暖后,鹅绒委陵菜萌蘖数目死亡率变化率比对照样地降低了45.51%;茎萌蘖数目的变化率增加10.45%,单位匍匐茎长度上死亡个数变化率增加52.73%;株高变化率增加80.93%;匍匐茎长度变化率减少14.62%;株萌蘖数目变化率降低18.98%;复叶数目变化率增加0.99%(表1)。

OTC变暖后,鹅绒委陵菜死亡、萌蘖数目、匍匐茎长度、单位长度匍匐茎萌蘖数、单位长度匍匐茎萌蘖死亡数目、株高和叶片健康百分数见图1、图2。

OTC模拟变暖后,鹅绒委陵菜匍匐茎长度比对照样地短,但是未达到显著水平($p > 0.05$);萌蘖数目的变化趋势与匍匐茎类似。匍匐茎对温度(通过海拔梯度)的响应与张彦芬的研究一致(张彦芬,

表1 变暖后鹅绒委陵菜不同指标变化率
Table 1 Variation ratio of different indexes by warming

变化(%)	死亡率降低	茎萌蘖(个/cm)	死亡萌蘖(个/cm)	距地高度(cm)	匍匐茎长度(cm)	萌蘖个数	叶片数
差值	35.54	0.99	6.47	2.27	-8.21	-1.12	0.05
变化率%	45.51	10.45	52.73	80.93	-14.62	-18.98	0.99

(差值=OTC处理-对照)

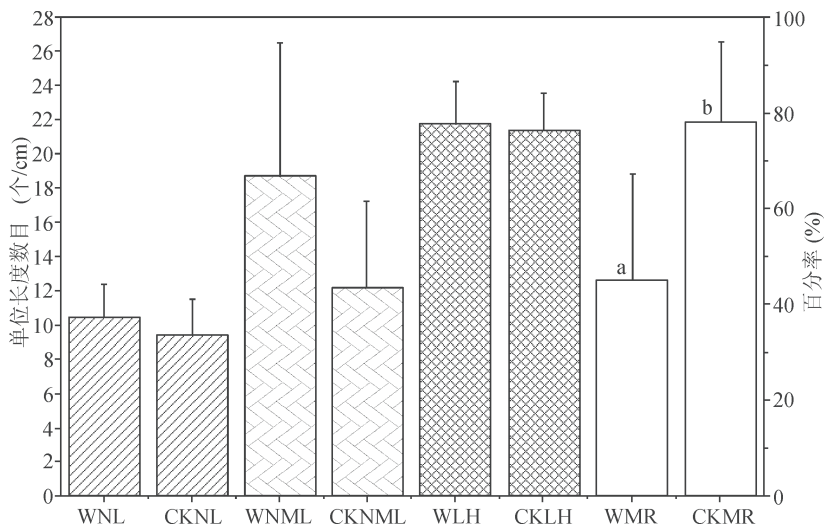


图 1 叶片健康、匍匐茎长度和萌蘖数及其死亡变化

Fig.1 Leaf health rate, length of creeping, ramet number and its mortality rate

(WNL: OTC 单位长度匍匐茎萌蘖数; CKNL: 对照萌蘖单位长度匍匐茎萌蘖数; WNML: OTC 单位长度匍匐茎萌蘖死亡数; CKNML: 对照萌蘖单位长度匍匐茎萌蘖; WLH: OTC 叶片健康百分率; CKLH: 对照叶片健康百分率; WMR: OTC 萌蘖死亡率; CKMR: 对照萌蘖死亡率; a、b 表示两者之间差异显著 ($p<0.05$), 未标注为差异不显著)

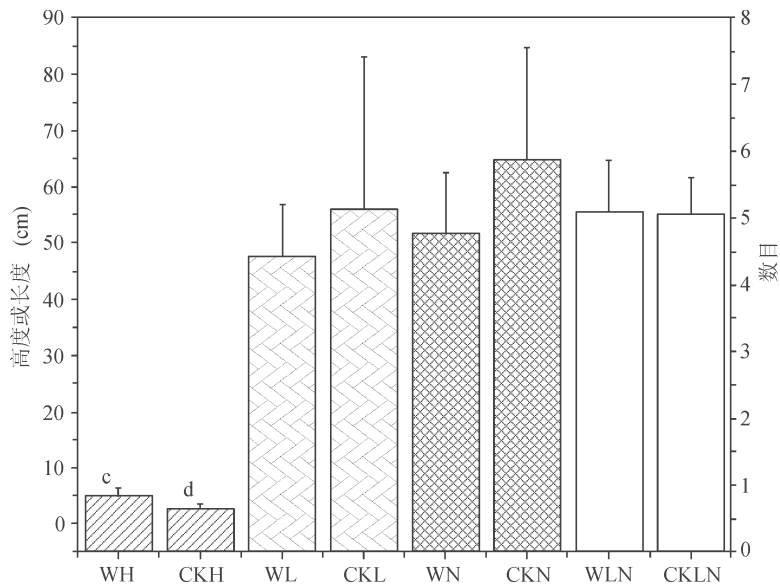


图 2 叶片数、距地面高度、萌蘖数和匍匐茎长度变化差异

Fig.2 The difference creeping length, numbers of ramets and leaf and its height

(WL: OTC 匍匐茎长度; CKL: 对照匍匐茎长度; WN: OTC 萌蘖数; CKN: 对照萌蘖数; WLN: OTC 叶片数; CKLN: 对照叶片数; WH: OTC 叶片距地高度; CKH: 对照叶片数距地高度; c、d 表示两者差异极显著)

2010)。匍匐茎的长度变化是无性系植物对环境条件的一种高度适应,在同一个体上,无性系植物通过调节匍匐茎的长度而将分株“安排”在适宜的生境中(许庆民等,2007)。这有可能是由于鹅绒委陵菜的可塑性非常强的缘故,能很快响应外界环境

的变化。如周华坤等(2006)研究放牧强度增大鹅绒委陵菜无性繁殖能力增强呈现出典型的生态适应策略。

OTC 模拟变暖后叶片距地高度比对照明显增加 ($p<0.05$); 叶片数目有增加趋势,但是未到达显

著水平 ($p>0.05$)。本研究与许庆民等(2007)的研究OTC模拟变暖使短穗兔耳草叶片数、叶片高度逐渐增加一致。鹅绒委陵菜分株的高度和叶面积对局部光照环境产生强烈的可塑性反应(李元恒等, 2008)。由于植物的高度优势对其在植物种群或群落竞争中起着重要的作用, 可以获取更多的资源, 如冠层较高的植物可以获取较多的光热资源增强光合作用, 提高竞争能力。并在资源丰富充足条件下, 新叶数量都明显高于对照组(谭淑娟, 2009)。

叶片健康百分数在OTC模拟变暖后, 明显增加。即变暖后有更加健康的绿色叶片数目, 即温度升高改变了其生理活性(Xu et al, 2009), 延长了植物的生育期(Schleip et al, 2009)。

OTC处理后萌蘖株死亡数目显著降低($p<0.05$); 但是单位长度匍匐茎萌蘖死亡百分数又比对照样地高($p>0.05$)。原因可能是该区域无绝对无霜期, 由于该区域温度较低, 温度升高减少了极端温度的伤害。也可能是萌蘖总株死亡数目降低后, 同一匍匐茎上萌蘖株之间激烈的竞争营养、水分和光照等资源, 造成单位长度上萌蘖死亡百分数又比对照样地高。

3 结论

OTC处理后增加了鹅绒委陵菜株叶片数目和株叶片健康百分率, 提高了萌蘖成活率, 更加有利于进行光合作用和碳的吸收。OTC处理增加了鹅绒委陵菜的株高、单位长度匍匐茎萌蘖数目, 同时减少萌蘖数目与匍匐茎长度。这也说明鹅绒委陵菜, 对环境变化有很高的可塑性适应环境的变化。但是, 本研究时间较短, 需要以后长期深入的研究它对环境响应的策略及其机制, 为荒漠贫瘠寒冷区域生态恢复提高科学依据。

致谢: 感谢刘德梅博士对植物标本进行鉴定。

参考文献

- 康晓燕, 孙海群. 2007. 切除匍匐茎对鹅绒委陵菜克隆生长的影响[J]. 青海大学学报, 125: 17-19.
- 李元恒, 王正文, 马晖玲. 2008. 生境斑块对比度对鹅绒委陵菜克隆内分工的影响[J]. 植物生态学报, 32: 1166-1174.
- 李军乔. 2004. 野生资源植物—蕨麻(*Potentilla anserina* L.)的生物学特性及应用研究[D]. 陕西: 西北农林科技大学.
- 陆建英, 杨晓明, 马瑞君. 2008. 青藏高原东缘鹅绒委陵菜种

- 群克隆结构的研究[J]. 草业学报, 17: 68-74.
- 谭淑娟. 2009. 施肥对鹅绒委陵菜克隆生长的影响[D]. 吉林: 吉林大学.
- 许庆民, 赵建中, 刘伟. 2007. 模拟增温对短穗兔耳草生长特征的影响[J]. 安徽农业科学, 35: 11826-11828.
- 张彦芬. 2010. 鹅绒委陵菜无性系生长特征与环境因子的相关性研究[J]. 青海师范大学民族师范学院学报, 21: 75-77.
- 周华坤, 周兴民, 周立, 等. 2002. 鹅绒委陵菜(*Potentilla anserina*)生长特征[J]. 西北植物学报, 22: 9-17.
- 周华坤, 赵新全, 周立, 等. 2006. 不同放牧强度对鹅绒委陵菜克隆生长特征的影响[J]. 西北植物学报, 26: 1021-1029.
- Hu Y G, Chang X F, Lin X W, et al. 2010. Effects of warming and grazing on N_2O fluxes in an alpine meadow ecosystem on the Tibetan Plateau[J]. *Soil Biology & Biochemistry*, 42: 944-952.
- Jarrad F C, Wahren C H, Williams R J, et al. 2008. Impacts of experimental warming and fire on phenology of subalpine open-heath species[J]. *Aust J Bot*, 56: 617-629.
- Jentsch A, Kreyling J, Boettcher-Treschkow J, et al. 2009. Beyond gradual warming: extreme weather events alter flower phenology of European grassland and heath species[J]. *Glob Change Biol*, 15: 837-849.
- Klein J A, Harte J, Zhao X Q. 2004. Experimental warming causes large and rapid species loss, dampened by simulated grazing, on the Tibetan Plateau[J]. *Ecology Letters*, 7: 1170-1179.
- Klein J A, Harte J, Zhao X Q. 2007. Experimental warming, not grazing, decreases rangeland quality on the Tibetan Plateau[J]. *Ecol Appl*, 17: 541-557.
- Schleip C, Rais A, Menzel A. 2009. Bayesian analysis of temperature sensitivity of plant phenology in Germany[J]. *Agric For Meteorol*, 149: 1699-1708.
- Shen H, Klein J A, Zhao X, et al. 2009. Leaf photosynthesis and simulated carbon budget of *Gentiana straminea* from a decade-long warming experiment[J]. *Journal of Plant Ecology-UK*, 2: 207-216.
- Xu Z F, Hu T X, Wang K Y, et al. 2009. Short-term responses of phenology, shoot growth and leaf traits of four alpine shrubs in a timberline ecotone to simulated global warming, Eastern Tibetan Plateau, China[J]. *Plant Species Biology*, 24: 27-34.