

高速公路边坡不同地形部位沙打旺种群的生态适应对策研究

丁宁¹, 魏俊奇², 孙峻谕³, 景卫清²

(1. 榆林市地方公路管理处, 陕西 榆林 719000; 2. 陕西省交通建设集团公司 榆站分公司, 陕西 榆林 719000;

3. 榆林市公路局, 陕西 榆林 719000)

摘要:以高速公路边坡不同地形部位的沙打旺种群为对象, 通过样地调查, 分析了不同土壤水分和养分条件下沙打旺种群生长和生态适应对策。结果表明: 随着土壤水分和养分储量的增大, 茎、花、果的生物量比例增大, 根系和叶片的生物量比例下降。在土壤水分和养分储量较大时, 种群将更多的生物量分配于茎、花、果, 丛内分枝数量多且个体高大, 有利于种群对已占据生境的巩固和利用, 提高了种群的适合度; 在土壤水分和养分储量较小时, 种群将更多的生物量分配于根系和叶片, 丛内分枝数量少且个体矮小, 降低了种内竞争, 扩大了种群对环境资源的获取和利用范围。

关键词:沙打旺; 地形部位; 生长特征; 生物量分配; 生态适应对策

中图分类号:S728.4

文献标识码:A

文章编号:1001-7461(2008)03-0021-04

Study on the Adaptive Strategy of *Astragalus adsurgens* Population at Different Topographical Location of Expressway High-margin-slope

DING Ning¹, WEI Jun-qi², SUN Xiao-yu³, JING Wei-qing²

(1. Local Highway Administration of Yulin Municipality, Yulin, Shaanxi 719000, China;

2. Yujing Branch of Communication Construction Groups of Shaanxi Province, Yulin, Shaanxi 719000, China;

3. Highway Administration of Yulin Municipality, Yulin, Shaanxi 719000, China)

Abstract: Adaptive strategy and growth of *Astragalus adsurgens* population at different topographical free way slopes with different water and nutrient conditions were studied. The results showed that with the increase of soil moisture and nutrients, the biomass allocation of the plant population to stem, flower and fruit increased, and decreased to the root system and leaves to consolidate and efficiently use their habitats that they had occupied, and to promote their adaptability, featuring as producing more tiller and larger individual. Under the lower levels of soil moisture and nutrient reserves, the population allocates more biomass to root and leaves and produce fewer tiller and smaller individual, to be beneficial to the population to reduce intra-specific competition and enlarging the scope of resources obtaining.

Key words: *Astragalus adsurgens*; topographical location; growth characteristic; biomass allocation; adaptive strategy

在区域至全球尺度上, 地带性气候是决定植物种、生活型以及植被类型的主导因素, 而在景观及更小的尺度上, 非地带性环境因子主导着植被的格局^[1]。地形是重要的非地带性因子之一, 由于它影响了太阳辐射和降水的空间分配, 因此能较好地指示局部生境的小气候条件, 反映土壤厚度和养分的空间差异, 从而对生物产生间接作用, 具有明显的生态指示意义^[2-5]。研究表明, 坡度、坡位、坡向、海拔等地形因子的差异均可显著影响植被分布与格局、

生物多样性、土壤理化性状、植物及其种群的生长等^[6-12], 这些研究多涉及较大尺度或纯自然因素引起的地形变化, 对高速公路路基边坡绿化带小尺度人造景观中地形差异与植物种群关系的探讨极少报道。绿化作为高速公路建设的主要内容之一, 不但具有稳固路基、保护路面、降低噪音、诱导视线、防风、防雪、防沙、防眩、防止水土流失等功能, 保证行车安全, 还能美化路容、降低旅途疲劳, 给人以“人在车中坐, 车在画中行”的美感^[13-16]。然而, 由于高速

公路本身的非自然性,使其边坡及其附近绿化带形成了诸多人造景观,这些景观在小尺度上形成复杂多变的地形,进而影响或控制局部水分、热量及土壤肥力状况。因此,高速公路边坡绿化带的地形差异将导致绿化植物及其种群生长的差异,植物种群也必然通过某些行为调节,以适应不同的环境条件。通过研究高速公路边坡不同地形部位沙打旺生长量、生物量及其分配格局,揭示地形差异对绿化造林效果的影响以及植物种群对不同地形部位环境条件的生态适应对策。

1 材料与方法

1.1 自然概况

研究区设在靖王高速公路沿线,该公路东起陕西靖边县新农村,西至陕宁交界的定边县王圈梁,全长 132.3 km,设计绿化面积 457 万 m^2 ,其中路基边坡 106 万 m^2 ,占绿化总面积的 23.2%,植物以沙打旺(*Astragalus adsurgens*)、中国沙棘(*Hippophae rhamnoides* subsp. *sinensis*)、柠条(*Caragana korshinskii*)和紫穗槐(*Amorpha puticosa*)为主。样地设在靖王高速公路定边段,位于毛乌素沙地南缘,属中温带干旱、半干旱大陆性季风气候,四季分明,光照充足,气候干旱,春秋季节多风沙。年平均气温 7.9°C ,年平均降水量 316 mm,且集中在 7—9 月,年蒸发量 2 490 mm。地貌特征是沙丘起伏、沙带连绵,海拔 1 303~1 418 m。土壤以风沙土和盐碱土

为主。地带性植被为半荒漠草原,其植物区系兼具沙生、旱生和盐碱植物以及中生草甸植物的成分。

1.2 材料

试验区内,沙打旺于 2004 年春季播种,初植密度为 $11 \text{ 穴} \cdot \text{m}^{-2}$,每穴播种 6~10 粒种子。2006 年 9 月进行测定,土壤为质地均一的风沙土。

1.3 方法

调查地段是经人为挖掘、堆积和覆土后形成的路基高边坡,根据地形部位、坡度以及土层厚度,将其分为 3 种立地类型。第 1 种类型:位于边坡中部,坡度大且上层薄(样地 1);第 2 种类型:位于边坡上部,坡度较小且土层较厚(样地 2);第 3 种类型:位于边坡下部,地势平坦且土层深厚(样地 3)。由于地形要素(坡向、海拔和土壤组成等)一致,因此这 3 种类型形成了土壤水分和土壤养分梯度,即土壤水分和养分储量依次递增(表 1)。调查时,根据代表性和典型性原则,首先在 3 种类型的适宜地段设置面积 $1 \text{ m} \times 10 \text{ m}$ 样带,并将样带划分为面积 $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ 格子样方,在样方内进行每丛检尺,测定其高度、地径和冠幅,并根据每丛检尺结果选择标准丛进行生物量测定。

种群密度根据样地内成活的丛(穴)数推算,种群生物量、各部分生物量及其分配比例根据标准丛生物量和密度推算。土壤含水量采用烘干法测定,取样深度为 30~50 cm,每个样地重复取样 3 次,样品带回实验室烘至恒重,求其土壤含水量(表 1)。

表 1 沙打旺种群样地概况

Table 1 Plot outline of *A. adsurgens* population

样地编号	地形部位	地形特征	坡度/ $^{\circ}$	上层厚度/cm	土壤含水量/%	土壤水肥储量
1	中部	斜坡地带	26~35	<50.0	5.46	低
2	上部	丘顶缓坡	<5	50.0~100.0	5.75	中
3	下部	平整地带	<5	>100.0	6.21	高

2 结果与分析

2.1 种群生长特征

由表 2 知,不同地形部位沙打旺种群平均分枝数量、丛内平均死枝数量、种群盖度和种群基盖度均

存在显著差异($P < 0.05$),从小到大依次为 1 号、2 号和 3 号样地。由此表明,随着土壤水分和养分储量的增大,种群生长不断加速。但是,丛内死枝数量随着丛内分枝数量的增大而增多,3 块样地的丛内平均分枝死亡率无显著差异。

表 2 沙打旺种群特征

Table 2 Parameters of *A. adsurgens* population

样地编号	丛内分枝数量	丛内死枝数量	丛内分枝死亡率/%	种群盖度/%	种群基盖度/ $(\text{m}^2 \cdot \text{hm}^{-2})$
1	9.63 a	6.76 a	70.30 a	45 a	5.68 a
2	17.06 b	10.26 b	60.14 a	75 b	37.02 b
3	22.54 c	13.32 c	59.09 a	98 c	65.82 c

2.2 个体生长特征

由图 1 可见,不同地形部位沙打旺种群高度、地径、冠幅都存在显著差异($P<0.05$),从小到大依次

为 1 号、2 号和 3 号样地。由此表明,随着土壤水分和养分储量的增大,种群个体平均生长量提高,即个体增大。

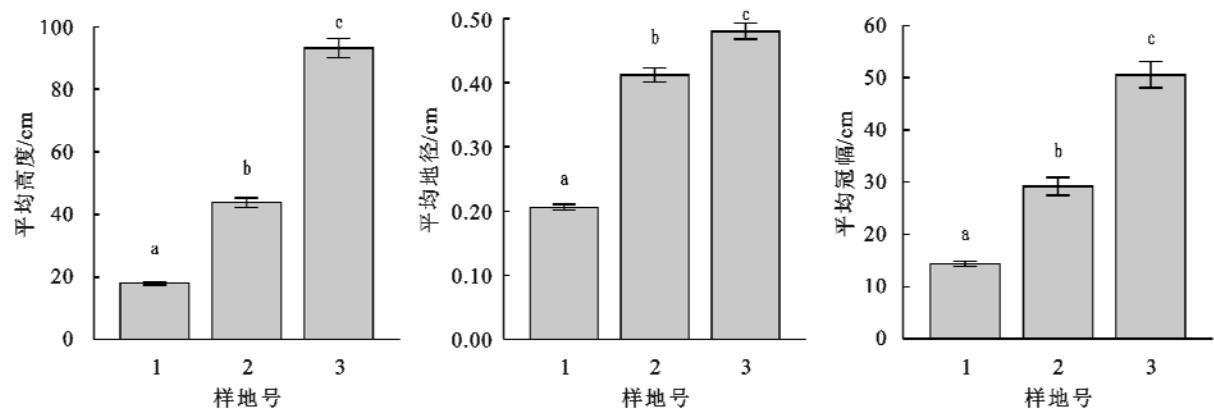


图 1 沙打旺种群个体生长特征

Fig. 1 The individual growth characters of *A. adsurgens* population

2.3 种群及其各部分生物量

不同地形部位的沙打旺种群生物量及个体平均重量表现出明显差异(表 3),从小到大依次为 1 号、2 号和 3 号样地。表明随着土壤水分和养分储量的增大,种群生物量及个体平均重量不断提高。地上

部分生物量中,茎、叶片以及花果生物量表现出与种群总生物量一致的变化趋势,即随着土壤水分和养分储量的增大而提高;地下部分(根系)生物量中,2 号样地最低,1 号样地居中,3 号样地最高,其变化与土壤水分和养分储量没有明显的一致性。

表 3 沙打旺种群生物量

Table 3 Biomass of *A. adsurgens* population

样地编号	株均重 /(kg·株 ⁻¹)	种群生物量 /(kg·hm ⁻²)	生物量/(kg·hm ⁻²)				
			地上	茎	叶片	花果	根系
1	0.038 7	6 723.36	3 782.76	2 686.56	1 077.06	19.14	2 940.60
2	0.073 9	12 274.00	10 202.40	5 715.38	3 997.28	489.70	2 071.68
3	0.273 8	44 901.60	36 242.40	25 388.84	9 190.56	1 662.96	8 659.20

2.4 各部分生物量

由表 4 知,在不同地形部位,沙打旺种群的生物量分配比例表现出明显的差异。随着土壤水分和养分储量的增大,地上生物量不断提高,由小到大依次为 1 号、2 号和 3 号样地;随着土壤水分和养分储量的增大,地下(根系)生物量不断减小,由小到大依次为 3 号、2 号和 1 号。在地上生物量的再分配中,茎和花果的生物量分配比例变化规律与地上生物量分配比例变化一致,而叶片生物量分配比例与根系生物量分配比例变化一致。

表 4 沙打旺种群生物量分配

Table 4 Population biomass allocation of *A. adsurgens* population

样地编号	%				
	地上	茎	叶片	花果	根系
1	67.59	33.45	33.93	0.21	32.41
2	83.12	46.58	32.56	3.98	16.88
3	86.81	60.80	22.02	3.99	13.19

3 结论与讨论

任何景观格局的形成、分布、变化都与环境密切相关,它是在一定的气候、地形和土壤基质以及人类活动、自然干扰的综合作用下,在生存、竞争及适应过程中发展的结果。在众多的环境因子中,地形因子尤为重要,它直接影响了光、热、水、土的分布^[17]。在本研究中,地形部位变化主要反映了土壤含水量和土层厚度的差异,这些差异最终导致土壤水分和养分储量发生改变。研究表明,随着土壤水分和养分储量的增大,沙打旺个体平均生长量、种群生长特征及种群生物量提高,这一现象反映了环境条件对植物生长的制约作用。由此表明,高速公路边坡的地形部位变化最终导致绿化植物及其种群的生长差异。

由于植物不同部位具有不同的功能,因此,各部分生物量分配蕴涵着重要的生长调节和物质分配策略^[18]。随着土壤水分和养分储量的增大,沙打旺种

群地上生物量的比例加大,地下生物量的比例减小。但在地上生物量的再分配中,茎和花果的生物量随着土壤水分和养分储量的增大而上升,叶片的生物量随着土壤水分和养分储量的增大而下降。在土壤水分和养分储量较大时,种群将更多的生物量分配于支撑部分(茎)和繁殖部分(花果),使种群形成较多的分枝,同时产生高大的个体以便支撑繁茂的地上部分,这样不仅有利于对已占据空间和资源的利用,而且可以提高排斥其他植物入侵的能力^[19-20];对于花果的高分配比例有利于产生更多的后代,可以提高种群的适合度^[21],这是种群在生长和生殖之间做出的权衡。在土壤水分和养分储量较小时,种群将更多的生物量分配于资源获取部分,从而使种群通过较大范围的觅养以适应较差的立地条件^[22];对茎的低分配促使种群减少分枝数量,同时产生较小的个体,降低了种内竞争;对叶片的高分配比例有利于扩大叶面积,提高种群对光能的截获和利用效率;对根系的高分配有利于形成发达的地下组织,扩大种群对水分和养分的获取及利用范围,这是种群在生长和生存之间做出的权衡。

综上所述,高速公路边坡的地形部位变化最终导致绿化植物及其种群的生长差异,植物种群也通过生物量分配调节对资源供应水平差异做出响应以适应不同的环境条件。随着土壤水分和养分储量的增大,个体生长、种群发育和生物量积累随之加快,种群对繁殖部分的投资提高而对资源获取部分的投资降低。但在种群发育过程中,丛内死枝数量随着丛内分枝数量的增大而提高,其死亡率没有显著差异,说明沙打旺种群密度制约的死亡调节在不同立地条件下具有相同的机理。根据这一规律,在较好的立地条件下,种植时可采用较小密度,同时减少水肥投入;在较差的立地条件下,种植时可采用较大密度,同时加大水肥投入。这样,不仅可以节约投资,而且可以尽快发挥群体的生态功能和经济功能。

参考文献:

- [1] WOODWARD F I, MCKOO I F. Vegetation and climate[J]. Environment International, 1991, 17: 535-546.
- [2] PARKER A J. The topographic relative moisture index: an approach to soil moisture assessment in mountain terrain[J]. Physical Geography, 1982(3): 160-168.
- [3] CHEN Z S, HSIEH C F, JIANG F Y, et al. Relations of soil properties to topography and vegetation in a subtropical rain forest in southern Taiwan[J]. Plant Ecology, 1997, 132: 229-241.
- [4] TAMURA T. Landform-soil features of the humid temperate hills[J]. Pedologist, 1987, 31: 135-146.
- [5] MCDONALD D J, COWLING R M, BOUCHER C. Vegetation-environment relationships on a species-rich coastal mountain range in the fynbos biome(South Africa)[J]. Vegetatio, 1996, 123: 165-182.
- [6] TAMURA T. Multi-scale landform classification study in the hills of Japan. Part I. Device of multi-scale landform classification system[J]. Science Report Tokyo University, 7th Series (Geography), 1981, 30(1): 1-19.
- [7] 沈泽昊, 张新时, 金义兴. 地形对亚热带山地景观尺度植被格局影响的梯度分析[J]. 植物生态学报, 2000, 24(4): 430-435.
- [8] 雷波, 包维楷, 贾渝, 等. 不同坡向人工油松幼林下地表苔藓植物层片的物种多样性与结构特征[J]. 生物多样性, 2004, 12(4): 410-418.
- [9] 毕如田, 李华. 不同地形部位耕地微量元素空间变异性研究——以永济市为例[J]. 土壤, 2005, 37(3): 290-294.
- [10] 柳云龙, 胡宏涛. 红壤地区地形位置和利用方式对土壤物理性质的影响[J]. 水土保持学报, 2004, 18(1): 22-26.
- [11] 卢志军, 马克平. 地形因素对外来入侵种紫茎泽兰的影响[J]. 植物生态学报, 2004, 28(6): 761-767.
- [12] 唐永金, 许元平, 厉含云, 等. 北川山区海拔和坡向对杂交玉米的影响[J]. 应用与环境生物学报, 2000, 6(5): 428-431.
- [13] 邓静, 赵春爱, 周存秀. 平西高速公路的绿化材料选择及景观设计[J]. 交通环保, 2003, 24(2): 13-15.
- [14] 卢振启, 梁军伟, 刘梅巧. 高速公路绿化工程施工管理[J]. 河北林果研究, 2000, 15(增): 82-85.
- [15] 禹忠耀, 郭俊杰. 高速公路绿化管理初探[J]. 广东公路交通, 1997, 51(增): 130-133.
- [16] 曹家仁. 高速公路绿化设计及养护管理初探[J]. 辽宁林业科技, 2000(1): 41-42.
- [17] 孔繁花, 李秀珍, 尹海伟, 等. 地形对大兴安岭北坡林火迹地森林景观格局影响的梯度分析[J]. 生态学报, 2004, 24(9): 1863-1870.
- [18] 杨允菲, 李建东. 松嫩平原不同生境芦苇种群分株的生物量分配与生长分析[J]. 应用生态学报, 2003, 14(1): 30-34.
- [19] SLADE A J, HUTCHINGS M J. The effects of nutrient availability on foraging in the clonal herb *Glechoma hederacea* [J]. Journal of Ecology, 1987, 75: 95-112.
- [20] LOVETT D L. Population dynamics and specialization in a clonal perennial (*Ranunculus repens*) L. The dynamics of ramets in Contrasting habitats [J]. Journal of Ecology, 1981, 69: 743-755.
- [21] 张大勇. 植物生活史进化与繁殖生态学[M]. 北京: 科学出版社, 2004: 61-68.
- [22] DE KROON H, SCHIEVING F. Resource allocation pattern as a function of clonal morphology: a general model applied to foraging clonal plant[J]. Journal of Ecology, 1991, 79: 519-530.