

文章编号: 1000-4025(2002)06-1406-09

两种生境下鹅绒委陵菜无性系形态的比较*

周华坤, 周立, 刘伟, 严作良, 赵新全

(中国科学院西北高原生物研究所, 西宁 810001)

摘要: 以调查统计的方法研究了矮蒿草甸和金露梅灌丛两种生境下鹅绒委陵菜无性系的形态特征, 研究表明: 矮蒿草甸内的鹅绒委陵菜无性系绝大多数特征参数大于金露梅灌丛内, 形态可塑性较显著, 这与不同生境下的资源异质性特征密切相关。研究为生境适应假说提供了又一例证。

关键词: 鹅绒委陵菜; 形态特性; 生境; 资源异质性

中图分类号: Q 948.51 **文献标识码:** A

The comparison of morphological character of *Potentilla anserina* in two habitats

ZHOU Hua-kun, ZHOU Li, LIU Wei, YAN Zuo-liang, ZHAO Xin-quan

(Northwest Plateau Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences, Xining 810001, China)

Abstract: The morphological character of *Potentilla anserina* clone were studied by the method of investigation in *Kobresia humilis* meadow and *Potentilla fruticosa* shrub, respectively. Most parameters of *Potentilla anserina* clone in *Kobresia humilis* meadow were larger than those in *Potentilla fruticosa* shrub. The morphological plasticity of *Potentilla anserina* clone was significant in *Kobresia humilis* meadow, which was closely correlated with resource heterogeneity under different habitats. The study showed a new proof for habitat adaptability hypothesis.

Key words: *Potentilla anserina*; morphological character; habitat; resource heterogeneity

第六届克隆植物生态学国际会议指出克隆植物适应不同生境导致的克隆可塑性和形

* 收稿日期: 2002-01-04; 修改稿收到日期: 2002-04-27

基金项目: 国家“十五”科技攻关项目课题(2001BA606A-02); 中国科学院海北高寒草甸生态系统定位站基金(110201665); 国家重点基础研究专项经费(G1998040800)

作者简介: 周华坤(1974-), 男(汉族), 博士研究生。

态特化等是当前克隆植物生态研究的中心议题^[1]。研究不同生境下的克隆植物生长繁殖和形态特性,有助于理解克隆植物赖以生存的形态可塑性的多样性^[2]和深入研究克隆植物资源利用对策(即觅食行为)的有效途径。

金露梅(*Potentilla fruticosa*)灌丛和矮蒿草(*Kobresia humilis*)草甸是青藏高原2种最主要的高寒植被类型^[3],鹅绒委陵菜(*Potentilla anserina*)是这2类草场上的主要伴生杂草种,是草场退化演替中出现的先锋指示植物^[4,5],是以地上匍匐茎为其横生结构的典型的克隆繁殖植物^[6]。有关鹅绒委陵菜的介绍及其无性系结构见有关文献^[6]。目前国际上对鹅绒委陵菜无性系的研究较多^[7~10],但对青藏高原高寒地区不同生境下鹅绒委陵菜形态特性的比较研究尚未见报道。由于克隆生长本身就具有生态适应性^[11],而且地上匍匐茎植物呈现一定程度的形态可塑性^[12],所以本研究以金露梅灌丛和矮蒿草草甸内的鹅绒委陵菜为对象,对其无性系形态特性进行了对比研究,以验证克隆植物的生境适应假说^[13],探讨和解释导致形态特性差异的原因。

1 研究样地与研究方法

1.1 研究样地

研究于2000年7月下旬在中国科学院海北高寒草甸生态系统定位研究站(简称海北站)综合实验场内相邻近的矮蒿草草甸样地和金露梅灌丛样地内进行。海北站地处青藏高原东北隅,祁连山北支冷龙岭东段南麓的平缓滩地,地理位置为37°29′~37°45′N,101°12′~101°33′E,平均海拔3200m。有关该地区的地理、植被、气候概况已有专文报道^[14,15],不再赘述。

矮蒿草草甸是在高寒生境条件下形成的,以莎草科多年生密丛短根茎植物为主的植物群落^[3,16]。广布于青藏高原,是海北站地区主要植被类型。群落种类成分丰富,种的饱和度为20种/m²~30种/m²,以矮蒿草为优势种,总盖度80%~90%。群落地上部形成2层结构,上层以禾草为主,高20~40cm,下层以莎草科植物和杂类草为主,高2~10cm。草皮层厚且紧密,地表年平均温度为6.69℃,土壤湿度平均为36.0%,植物可以充分利用水热条件而有利于根系的生长发育。有机质含量达6%~12%,每100克土中拥有的速效N、P、K依次为2.40、0.39、38.64mg。

金露梅灌丛在高寒草场中分布较广,为主要的植被类型之一,是青藏高原隆起,形成高山冷湿气候的产物^[3,5],也是海北站地区主要植被类型之一。种的饱和度一般在15种/m²~30种/m²,以金露梅为优势种,总盖度50%~90%。群落地上部形成2层结构,上层25~45cm,以金露梅和高禾草为主;下层5~20cm,以莎草科植物和双子叶植物为主。草皮层疏松,地表年平均温度为3.97℃,土壤湿度平均为56.9%。有机质含量高达10%以上,每100克土中拥有的速效N、P、K依次为2.23、0.37、34.08mg。

1.2 数据采集与整理分析

调查统计工作选择在30m×30m矮蒿草草甸样地和金露梅灌丛样地内分别进行,为便于比较分析,在植物生长盛期的7月下旬进行测定。矮蒿草草甸内随机抽查统计30个鹅绒委陵菜无性系;金露梅灌丛内随机抽查统计31个鹅绒委陵菜无性系。测定参数包括基株和分株的株高、根长、复叶数、复叶长、复叶小叶数、花数、瘦果数、分株数目和匍匐

茎数目, 间隔子长度和粗度, 以及间隔子数目等, 对所收集的样本按匍匐茎、基株和分株的地上与地下部分、花果部分依次分开, 在 85 °C 的恒温箱连续烘 24 h 后, 称其干重, 采用 SPSS 统计软件进行数据分析处理。

2 结果与分析

2.1 鹅绒委陵菜无性系的匍匐茎数目

研究在金露梅灌丛中测定的具有匍匐茎鹅绒委陵菜无性系的样本数为 31, 在矮蒿草甸内测定的样本数为 30, 表 1 显示了两生境内具不同匍匐茎的鹅绒委陵菜无性系样本数及其比例。有 1 条匍匐茎的鹅绒委陵菜无性系所占比例最高, 均达 70% 以上, 且金露梅灌丛内出现的此类样本数高于矮蒿草甸。有 2 条匍匐茎的鹅绒委陵菜无性系所占比例次之, 为 20% 左右, 矮蒿草甸高于金露梅灌丛。有 3 条匍匐茎的鹅绒委陵菜无性系所占比例最低, 均为 3% 左右。两种生境下未出现有 4 条匍匐茎的鹅绒委陵菜无性系样本。

表 1 具不同匍匐茎的鹅绒委陵菜无性系样本数及其比例

Table 1 The sample number and its proportion of *Potentilla anserina* clone with different stolons

	金露梅灌丛 <i>Potentilla fruticosa</i> shrub		矮蒿草甸 <i>Kobresia humilis</i> meadow	
	样本数 Sample number	比例(%) Proportion	样本数 Sample number	比例(%) Proportion
有 1 条匍匐茎的鹅绒委陵菜 <i>Potentilla anserina</i> clone with one stolon	24	77.42	21	70.00
有 2 条匍匐茎的鹅绒委陵菜 <i>Potentilla anserina</i> clone with two stolons	6	19.35	8	26.67
有 3 条匍匐茎的鹅绒委陵菜 <i>Potentilla anserina</i> clone with three stolons	1	3.23	1	3.33

2.2 鹅绒委陵菜无性系基株、分株的高度与分株数目

无性系指产生于同一亲本(基株)的营养繁殖的子代或无性系小株的集合^[17, 18]。

表 2 基株、分株的高度(cm)与分株数目

Table 2 The height of genets and ramets, and ramet number

	基株高度 Genet height	分株高度 Ramet height				分株数目 Ramet number	
		一级 First	二级 Second	三级 Third	四级 Fourth		
金露梅灌丛 <i>Potentilla fruticosa</i> shrub	有 1 条匍匐茎的鹅绒委陵菜 (n= 24) <i>Potentilla anserina</i> clone with one stolon	6.12 ± 1.82	0.77 ± 0.53	0.66 ± 0.69	0.33 ± 0.22	0.25 ± 0.07	1.83 ± 1.03
	第 1 条匍匐茎 First stolon	5.80 ± 2.19	1.12 ± 0.67	0.90 ± 0.00	1.03 ± 0.21	0.30 ± 0.14	2.17 ± 1.33
	第 2 条匍匐茎 Second stolon	2.19	0.64 ± 0.17	/	/	/	1.00 ± 0.00
矮蒿草甸 <i>Kobresia humilis</i> meadow	有 1 条匍匐茎的鹅绒委陵菜 (n= 21) <i>Potentilla anserina</i> clone with one stolon	7.43 ± 1.69	1.75 ± 0.82	1.61 ± 1.69	0.89 ± 0.89	0.63 ± 0.35	2.14 ± 0.85
	第 1 条匍匐茎 First stolon	7.45 ± 1.97	1.96 ± 0.38	1.08 ± 0.40	1.10 ± 0.85	0.63 ± 0.43	2.13 ± 0.95
	第 2 条匍匐茎 Second stolon	1.97	1.19 ± 0.86	0.75 ± 0.49	0.40 ± 0.00	/	1.25 ± 0.89

矮蒿草甸内鹅绒委陵菜无性系的基株高度与分株高度、分株数目一样, 都大于金露

梅灌丛的鹅绒委陵菜无性系(表 2), 统计意义上差异不显著($P > 0.05$)。分株高度的变化趋势一致, 表现为随分株级数升高, 越远离基株, 高度越小。由于每个分株(即供养点)所处的小生境斑块具有异质性, 故分株高度的标准偏差在不同地点的鹅绒委陵菜无性系上变化较大。

2.3 鹅绒委陵菜无性系基株、分株的复叶特征

矮嵩草草甸内有 1 条匍匐茎的鹅绒委陵菜无性系除各级无性分株的复叶数小于金露梅灌丛内对应的鹅绒委陵菜无性系外, 其它各项复叶特征参数均大于后者(表 3), 经 t 检验, 统计学上表现为不显著水平($P > 0.05$)。矮嵩草草甸内具 2 条匍匐茎的鹅绒委陵菜无性系, 除了基株复叶数小于金露梅灌丛外, 其它均为前者大于后者。两种生境下, 分株复叶的特征参数随分株级数增加表现为减小趋势, 不过在草甸内不如在灌丛内明显而已。

表 3 基株、分株的复叶特征*

Table 3 Character of genets compound leaf and ramets compound leaf

		金露梅灌丛 <i>Potentilla fruticosa</i> shrub			矮嵩草草甸 <i>Kobresia humilis</i> meadow			
		有 1 条匍匐茎的 鹅绒委陵菜 ($n=24$) <i>Potentilla anserina</i> clone with one stolon	有 2 条匍匐茎的鹅绒委陵菜 ($n=6$) <i>Potentilla anserina</i> clone with two stolons		有 1 条匍匐茎的 鹅绒委陵菜 ($n=21$) <i>Potentilla anserina</i> clone with one stolon	有 2 条匍匐茎的鹅绒委陵菜 ($n=6$) <i>Potentilla anserina</i> clone with two stolons		
			第 1 条 匍匐茎 1st stolon	第 2 条 匍匐茎 2nd stolon		第 1 条 匍匐茎 1st stolon	第 2 条 匍匐茎 2nd stolon	
基株 Genet	A	3.08 ± 0.78	3.50 ± 0.55		3.19 ± 0.60	3.25 ± 0.71		
	B	5.64 ± 1.06	5.66 ± 1.10		7.72 ± 1.67	7.32 ± 1.75		
	C	17.71 ± 2.06	18.01 ± 2.23		18.66 ± 2.68	18.81 ± 2.65		
一级 1st	A	1.81 ± 0.29	1.07 ± 0.41	1.40 ± 0.55	1.13 ± 0.34	1.67 ± 0.41	1.29 ± 0.49	
	B	0.98 ± 0.52	1.62 ± 0.95	0.76 ± 0.43	1.92 ± 0.82	2.28 ± 0.72	1.73 ± 1.15	
	C	7.24 ± 1.25	8.17 ± 1.83	6.50 ± 0.71	8.44 ± 2.53	10.50 ± 0.76	9.38 ± 2.15	
分株 Ramet	二级 2nd	A	1.20 ± 0.42	1.00 ± 0.00	/	1.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	/
		B	0.76 ± 0.72	1.15 ± 0.07	/	2.27 ± 1.68	1.23 ± 0.75	/
		C	5.44 ± 0.39	6.50 ± 4.95	/	9.63 ± 3.42	8.00 ± 1.41	/
三级 3rd	A	A	1.17 ± 0.41	1.33 ± 0.58	/	1.11 ± 0.33	1.00 ± 0.00	/
		B	0.83 ± 0.82	1.27 ± 0.12	/	1.35 ± 1.13	1.30 ± 0.00	/
		C	5.17 ± 3.13	8.67 ± 0.57	/	7.60 ± 2.97	11.0 ± 0.00	/

注: A、B、C 分别代表复叶数、复叶长(cm)和复叶小叶数。Note: A、B、C means compound leaf number, compound leaf length (cm) and little leaf number of compound leaf, respectively.

2.4 鹅绒委陵菜无性系的间隔子特征参数

间隔子是连接 2 个无性分株的横生结构。2 种生境下的鹅绒委陵菜无性系, 无论第 1 条匍匐茎, 还是第 2 条匍匐茎, 各级间隔子长度变化趋势均为小—大—小, 一般以第二、第三、第四或第五级间隔子为最长, 最末一级间隔子较长, 第一级间隔子最短(表 4)。间隔子粗度变化趋势为大—小, 与间隔子级数呈高度负相关($P < 0.01, n=6$)。矮嵩草草甸内的鹅绒委陵菜无性系除了间隔子级数外, 其它特征参数, 如间隔子长度、粗度、总长、干重/总长都大于金露梅灌丛内的鹅绒委陵菜(表 4), 显示了 2 种不同生境对鹅绒委陵菜无性系匍匐茎特征参数的影响, 这是鹅绒委陵菜无性系对不同生境长期适应进化的结果。

表4 间隔子特征参数

Table 4 Spacer parameters

		金露梅灌丛 <i>Potentilla fruticosa</i> shrub		矮嵩草草甸 <i>Kobresia humilis</i> meadow			
		有1条匍匐茎的 鹅绒委陵菜 (n=24)	有2条匍匐茎的 鹅绒委陵菜 (n=6)	有1条匍匐茎的 鹅绒委陵菜 (n=21)	有2条匍匐茎的 鹅绒委陵菜 (n=8)		
		<i>Potentilla anserina</i> clone with one stolon	clone with two stolons	<i>Potentilla anserina</i> clone with one stolon	clone with two stolons		
			第1条 First stolon	第2条 Second stolon	<i>Potentilla anserina</i> clone with one stolon	第1条 First stolon	第2条 Second stolon
长度(cm) Length	一级 First	1.36 ± 0.84	1.28 ± 0.35	1.57 ± 0.39	1.41 ± 0.55	1.85 ± 0.88	1.91 ± 0.88
	二级 Second	2.48 ± 0.73	3.08 ± 0.75	2.45 ± 0.92	3.23 ± 1.20	3.74 ± 2.08	3.13 ± 0.92
	三级 Third	3.19 ± 1.11	2.95 ± 0.52	2.42 ± 0.33	3.69 ± 1.44	3.67 ± 1.20	3.56 ± 1.61
	四级 Fourth	2.75 ± 1.33	3.72 ± 0.56	2.20 ± 1.48	4.22 ± 1.85	3.70 ± 2.02	2.55 ± 3.04
	五级 Fifth	2.66 ± 2.21	3.23 ± 1.43	0.80 ± 0.71	3.93 ± 1.53	3.17 ± 1.86	/
	六级 Sixth	2.57 ± 2.20	2.80 ± 0.00	/	2.28 ± 1.10	/	/
	平均 Average	2.33 ± 0.75	2.77 ± 0.22	2.01 ± 0.38	2.89 ± 0.65	3.13 ± 0.85	2.66 ± 0.52
	末级 End	2.02 ± 1.21	3.22 ± 0.91	1.55 ± 1.01	2.89 ± 1.44	2.93 ± 1.59	2.83 ± 1.55
粗度(mm) Thickness	一级 First	1.10 ± 0.26	1.07 ± 0.05	1.05 ± 0.27	1.17 ± 0.31	1.23 ± 0.20	1.08 ± 0.12
	二级 Second	0.93 ± 0.18	0.97 ± 0.05	0.87 ± 0.18	0.95 ± 0.19	0.96 ± 0.11	0.91 ± 0.15
	三级 Third	0.86 ± 0.17	0.88 ± 0.18	0.76 ± 0.21	0.78 ± 0.17	0.92 ± 0.13	0.74 ± 0.28
	四级 Fourth	0.73 ± 0.20	0.84 ± 0.13	0.43 ± 0.21	0.75 ± 0.32	0.84 ± 0.24	0.55 ± 0.49
	五级 Fifth	0.70 ± 0.39	0.70 ± 0.10	0.45 ± 0.07	0.82 ± 0.20	0.93 ± 0.21	/
	六级 Sixth	0.50 ± 0.00	0.60 ± 0.00	/	0.73 ± 0.29	/	/
	平均 Average	0.87 ± 0.19	0.90 ± 0.08	0.77 ± 0.18	0.91 ± 0.18	0.99 ± 0.06	0.90 ± 0.18
	末级 End	0.65 ± 0.31	0.68 ± 0.13	0.57 ± 0.28	0.68 ± 0.22	0.79 ± 0.16	0.73 ± 0.30
级数 Level number	4.20 ± 1.14	4.33 ± 1.21	3.67 ± 1.21	3.86 ± 1.31	3.88 ± 1.46	3.13 ± 0.64	
总长 Total length	10.25 ± 4.68	12.5 ± 3.23	7.40 ± 2.09	11.56 ± 5.69	12.38 ± 6.40	8.79 ± 2.70	
干重/总长 Dry mass/total length	1.62 ± 0.65	1.79 ± 0.52	0.42 ± 0.41	1.90 ± 1.03	1.73 ± 0.24	1.53 ± 0.39	

2.5 鹅绒委陵菜无性系的根长

鹅绒委陵菜无性系分株上产生的不定根受环境因子,特别是受所处的土壤坚实度、土壤含水量、土壤温度影响较大,所以根长变化显示出无规律性(表5)。金露梅灌丛由于植被相对稀疏,单位面积内植株密度较小,有一定数量的裸露斑块,土壤表层相对疏松,鹅绒委陵菜根系不需要向下太多延伸即可获取必需的水分、矿质营养等资源。矮嵩草草甸是优良牧场,单位面积内植株密度大,几乎无裸露斑块,地下根系间竞争剧烈,鹅绒委陵菜无性系基株和分株的根系需较多延伸方可获取必需资源,所以矮嵩草草甸内鹅绒委陵菜的根比金露梅灌丛内鹅绒委陵菜的根长。矮嵩草草甸草皮层较厚,鹅绒委陵菜无性系分株上的不定根较难定植,所以统计到的无根分株数多于金露梅灌丛(表5)。

2.6 鹅绒委陵菜无性系的花、果

两种生境下,鹅绒委陵菜无性系的花、果主要出现在基株上,除一级分株上偶有花、果出现外,其它分株上基本无花、果出现(表6),说明鹅绒委陵菜无性系繁殖在2种生境下差异不大,同时也显示出在高寒环境下鹅绒委陵菜有性繁殖能力相对低下的特点。

2.7 鹅绒委陵菜无性系不同构件的干重分配

两种生境下,鹅绒委陵菜无性系不同构件的干重呈现出基株地上>基株地下>匍匐茎>花、果部分>分株地上部分>分株地下部分的规律。基株干重分配比例最大,均超过

75% (表 7)。有两条匍匐茎的鹅绒委陵菜无性系各构件干重分配比例大部分大于具 1 条匍匐茎的鹅绒委陵菜无性系。矮嵩草草甸内的鹅绒委陵菜无性系除了无性分株地下部分外, 其它构件绝对干重均大于金露梅灌丛中的鹅绒委陵菜无性系, 而干重百分比并非如此, 即两生境下各构件绝对干重变化较大, 相对比例变化却不大。

表 5 鹅绒委陵菜无性系的根长

Table 5 Root length of *Potentilla anserina* clone

		金露梅灌丛 <i>Potentilla fruticosa</i> shrub		矮嵩草草甸 <i>Kobresia humilis</i> meadow	
		有 1 条匍匐茎的 鹅绒委陵菜 (n= 24) <i>Potentilla anserina</i> clone with one stolon	有 2 条匍匐茎的鹅绒委陵菜 (n= 6) <i>Potentilla anserina</i> clone with two stolons	有 1 条匍匐茎的 鹅绒委陵菜 (n= 21) <i>Potentilla anserina</i> clone with one stolon	有 2 条匍匐茎的鹅绒委陵菜 (n= 8) <i>Potentilla anserina</i> clone with two stolons
			第 1 条 First stolon	第 2 条 Second stolon	第 2 条 First stolon
基株 Genet		3.60 ± 0.69	3.78 ± 0.84	4.20 ± 1.09	5.16 ± 0.81
分株 Ramet	一级 1st	0.43 ± 0.46	0.50 ± 0.42	2.00 ± 0.00	/
	二级 2nd	0.50 ± 0.32	0.60 ± 0.42	0.83 ± 0.82	1.95 ± 1.91
	三级 3rd	0.31 ± 0.23	0.63 ± 0.51	0.54 ± 0.28	/
	四级 4th	0.50 ± 0.14	0.70 ± 0.57	0.32 ± 0.19	1.50 ± 0.00
	平均 Average	0.44 ± 0.09	0.61 ± 0.08	0.92 ± 0.75	1.73 ± 0.32

表 6 鹅绒委陵菜无性系的花、果

Table 6 Flowers and fruits of *Potentilla anserina* clone

			金露梅灌丛 <i>Potentilla fruticosa</i> shrub		矮嵩草草甸 <i>Kobresia humilis</i> meadow	
			有 1 条匍匐茎的 鹅绒委陵菜 (n= 24) <i>Potentilla anserina</i> clone with one stolon	有 2 条匍匐茎的鹅绒委陵菜 (n= 6) <i>Potentilla anserina</i> clone with two stolons	有 1 条匍匐茎的 鹅绒委陵菜 (n= 21) <i>Potentilla anserina</i> clone with one stolon	有 2 条匍匐茎的鹅绒委陵菜 (n= 8) <i>Potentilla anserina</i> clone with two stolons
				第 1 条 First stolon	第 2 条 Second stolon	第 1 条 First stolon
基株 Genet	α	1.00	/	1.00	1.00	
	β	3.30	/	4.10	2.93	
	γ	4.00	/	7.00	2.00	
分株 Ramet	一级 1st	α	1.00	1.00	1.00	1.00
		β	2.20	3.10	3.43	2.00
		γ	4.20	4.00	6.00	/
	二级 2nd	α	/	/	/	/
		β	/	/	/	/
		γ	/	/	/	/
	三级 3rd	α	/	/	/	/
		β	/	/	/	/
		γ	/	/	/	/

注: α β γ 分别代表花数、花柄长 (cm) 和瘦果数。Note: α β γ means flower number, pedicel length (cm) and achene number, respectively.

矮嵩草草甸内的鹅绒委陵菜无性系总干重平均超过金露梅灌丛 117.77 mg, 统计意义上差异显著 ($P < 0.05$)。

表7 不同构件的干重(mg)分配

Table 7 The dry mass(mg) allocation to different modules

	金露梅灌丛 <i>Potentilla fruticosa</i> shrub				矮蒿草甸 <i>Kobresia humilis</i> meadow			
	有1条匍匐茎的 鹅绒委陵菜 (n=24) <i>Potentilla anserina</i> clone with one stolon		有2条匍匐茎的 鹅绒委陵菜 (n=6) <i>Potentilla anserina</i> clone with two stolons		有1条匍匐茎的 鹅绒委陵菜 (n=21) <i>Potentilla anserina</i> clone with one stolon		有2条匍匐茎的 鹅绒委陵菜 (n=8) <i>Potentilla anserina</i> clone with two stolons	
		第1条 First stolon	第2条 Second stolon		第1条 First stolon	第2条 Second stolon		
基株地上 Genet above-ground dry mass	98.75 ± 34.39 (47.23)	120.47 ± 32.68 (49.21)		162.93 ± 55.98 (47.46)	170.20 ± 45.17 (49.24)			
基株地下 Genet below-ground dry mass	60.87 ± 23.66 (29.18)	71.13 ± 34.67 (29.06)		105.21 ± 36.96 (30.65)	101.38 ± 42.54 (29.33)			
基株 Genet	159.62 ± 45.38 (76.51)	191.60 ± 56.44 (78.27)		268.15 ± 79.89 (78.11)	271.58 ± 78.91 (78.57)			
分株地上 Ramet above-ground dry mass	7.98 ± 4.46 (3.82)	6.28 ± 7.36 (2.57)	3.08 ± 4.40 (1.26)	8.86 ± 7.36 (2.58)	15.99 ± 4.74 (4.63)	4.91 ± 4.50 (1.42)		
分株地下 Ramet below-ground dry mass	1.00 ± 0.53 (0.48)	3.48 ± 3.46 (1.42)	/	2.24 ± 1.90 (0.65)	0.26 ± 0.00 (0.075)	/		
分株 Ramet	8.98 ± 4.57 (4.30)	9.76 ± 7.14 (3.99)	3.08 ± 4.40 (1.26)	12.10 ± 7.69 (3.52)	16.25 ± 4.95 (4.70)	4.91 ± 4.50 (1.42)		
花、果部分 Flowers and fruits	24.80 ± 12.48 (11.89)	9.70 ± 0.00 (3.96)	/	30.78 ± 28.25 (8.99)	7.95 ± 5.44 (2.30)	4.80 ± 0.00 (1.39)		
匍匐茎 stolon	16.23 ± 9.59 (7.78)	20.00 ± 9.87 (8.17)	10.66 ± 4.36 (4.35)	22.34 ± 18.50 (6.51)	34.16 ± 11.03 (9.88)	12.91 ± 3.66 (3.73)		
无性系 Clone	208.63 ± 50.09	244.80 ± 60.85		343.31 ± 92.83	345.66 ± 82.03			

注: ()内的数字为占整个无性系总干重的百分比,单位%。

Note: The data in the “ () ” are the proportions of different modules to clone total dry weight. The unit is “ % ”.

3 结论与讨论

植物分布丰度的变化决定个体的适合度变化,也即局部生存环境对植物生活史对策有着直接的影响。生境因素(如群落性质、种间竞争、微气候因素和土壤特征)影响着植物的生长、生存、适应策略和繁殖。

群落的种群组成、数量、盖度及其生境特征影响着鹅绒委陵菜无性系的克隆生长行为和无性系的形态特性。矮蒿草甸是由多年生草本植物组成,金露梅灌丛是由多年生草本植物和灌木组成,两种生境单位面积内种数多,密度大,物种间不论地上还是地下,竞争十分激烈。竞争是塑造植物形态、生活史的主要动力之一^[19],也是群落结构组建的主导因子^[20]。高竞争环境中鹅绒委陵菜无性系间隔子长度增加,粗度变大可以使基株迅速拓展到新的领域,避免不利的生存环境,或降低不利环境所带来的影响。另外,匍匐茎长距离延伸可以使鹅绒委陵菜无性系迅速扩散,增加分株独立后的生存机会,这对稳定群落中竞争能力相对弱的游击型克隆植物来说,可能是维持种群持续存在的机制之一。矮蒿草甸内种的饱和度、密度、总盖度等群落特征参数均高于金露梅灌丛,所以矮蒿草甸内鹅绒委陵菜无性系的间隔子长度、粗度、总长、干重/总长都高于金露梅灌丛内的鹅绒委陵菜无性系(表4)。

克隆分株种群特征(尤其是种群密度和分株间隔距离及其在不同生境中的变化)能反

映和指示植物的生态应对对策。克隆植物觅食行为的表征之一是在资源水平较高或较好的生境条件下克隆分株间的间隔物较短, 密度较大^[21]。矮蒿草草甸土壤中的速效养分含量高于金露梅灌丛, 鹅绒委陵菜无性系间隔子反而较长, 这与矮蒿草草甸群落内植物种间对土壤养分的强大竞争摄取作用及较厚的草皮层等环境因素有关。

同样, 鹅绒委陵菜无性系不同构件的能量分配受环境资源条件和群落性质的影响较大, 这在表 7 中已得到体现。鹅绒委陵菜无性系能量分配规律由其生物学特性决定, 因环境条件差异引起的可塑性变化会在干重分配绝对量上得到体现, 而在分配百分比上无太大体现(表 7)。

土壤养分、水分异质性及其光资源异质性等, 在矮蒿草草甸和金露梅灌丛两种生境下是存在的。鹅绒委陵菜无性系通过形态可塑性来实现对资源的有效觅食和摄取。实现克隆植物对异质性分布必需资源的有效获取要求资源吸收结构(克隆分株)放置格局与生境资源异质性之间的精细协调, 不仅包括决定资源吸收结构水平放置的间隔物长度和分支强度的可塑性, 而且也包括决定资源吸收结构垂直放置的分株本身的形态可塑性^[21]。这在分株地上和地下部分、间隔子等特征参数(表 2~ 表 5)在两生境中的差异上得到了体现。

矮蒿草草甸和金露梅灌丛两种生境的差异, 包括生物因素和非生物因素, 导致了鹅绒委陵菜无性系各构件在种群水平上的差异, 综合而言, 矮蒿草草甸内鹅绒委陵菜无性系的形态可塑性相对于金露梅灌丛内鹅绒委陵菜无性系较显著, 这种构件差异和形态可塑性变化是鹅绒委陵菜无性系各分株和基株适应生根的表现, 只有各分株和基株适应不同的生境并生根定植后, 才能有效降低无性系的死亡风险, 充分利用各自不同生境的资源, 最后在根、茎、叶、花和果等构件水平的形态特征和生长特征上得以体现。生境适应假说^[13, 22]认为, 克隆植物觅食行为赖以实现的克隆形态可塑性是与生境的资源状况相适应的。鹅绒委陵菜无性系通过不同生境下表现出的形态可塑性和构件差异来克服和缓解由必需资源分布异质性带来的摄取困难, 使其形态可塑性与两种生境的资源状况相适应, 进而维持和增加了在不同生境下的适合度。本研究结果为生境适应假说提供了又一例证。

参考文献

- [1] 董 鸣, 张称意. 第六届克隆植物生态学国际会议概况[J]. 植物学报, 2001, 43(4): 438- 439
- [2] 董 鸣. 异质性生境中的植物克隆生长: 风险分摊[J]. 植物生态学报, 1996, 20(6): 543- 548
- [3] 周兴民, 王质彬, 杜 庆. 青海植被[M]. 西宁: 青海人民出版社, 1987.
- [4] 张大勇, 王 刚, 赵松岭, 等. 鼯鼠土丘植物演替趋同的研究[J]. 兰州大学学报(自然科学版), 1990, 26(4): 102- 106
- [5] 王启基, 周兴民, 张堰青, 等. 青藏高原金露梅灌丛的结构特征及其生物量[J]. 西北植物学报, 1991, 11(4): 333- 340
- [6] 周华坤, 周兴民, 周 立, 等. 鹅绒委陵菜的生长特征[J]. 西北植物学报, 2002, 22(1): 9- 17.

- [7] STU EFER J F, HUBER H. Differential effects of light quantity and spectral light quality on growth, morphology and development of two stoloniferous *Potentilla* species[J]. **Oecologia**, 1998; 117: 1- 8
- [8] ER IKSSON O. Mobility and space capture in the stoloniferous plant *Potentilla anserina*[J]. **Oikos**, 1986; 46: 82- 87.
- [9] ER IKSSON O. Reproduction and clonal growth in *Potentilla anserina* L.: the relation between growth form and dry weight allocation[J]. **Oecologia**, 1985; 66: 378- 380
- [10] STU EFER J F, HUBER H. The role of stolen internodes for ramet survival after clone fragmentation in *Potentilla anserina*[J]. **Ecology Letters**, 1999, 2(3): 135- 139.
- [11] STU EFER J F, DUR NG H, de KROON H. High benefits of clonal integration in two stoloniferous species, in response to heterogeneous light environment[J]. **Journal of Ecology**, 1994, 82: 511- 518
- [12] DONG M, de KROON H. Plasticities in morphology and biomass allocation in *Cynodon dactylon*, a grass species forming stolons and rhizomes[J]. **Oikos**, 1994, 70: 90- 106
- [13] van de HOEVEN E C, de KROON H, DUR NG H J. Fine-scale spacial distribution of leaves and shoots of two chalk grass land perennials[J]. **Vegetatio**, 1990, 86: 151- 160
- [14] 周兴民, 李健华. 高寒草甸生态系统定位站的主要植被类型及其地理分布规律[A]. 见: 高寒草甸生态系统[C]. 第1集. 兰州: 甘肃人民出版社, 1982: 9- 18
- [15] 李英年. 中国科学院海北高寒草甸生态系统定位站气候概述[J]. 资源生态环境网络研究动态, 1998, 9(3): 30- 33
- [16] 杨福国, 陆国泉, 史顺海. 高寒矮高草甸结构特征及其生物量[J]. 高原生物学集刊, 1985, (4): 49- 56
- [17] 刘 庆, 钟章成. 无性系植物种群生态学研究进展及有关概念[J]. 生态学杂志, 1995, 14(3): 40- 45
- [18] SLV ERTOWN J W. 植物种群生态学导论[M]. 祝宁等译. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 1987: 134- 140
- [19] 李 博, 陈家宽, 沃金森 A R. 植物竞争研究进展[J]. 植物学通报, 1998, (4): 1- 11.
- [20] 王 刚, 张大勇. 生物竞争理论[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1996
- [21] 董 鸣. 资源异质环境中的植物克隆生长: 觅食行为[J]. 植物学报, 1996, 38(10): 828- 835
- [22] 李镇清. 克隆植物构型及其对资源异质性的响应[J]. 植物学报, 1999, 41(8): 893- 895