

文章编号: 1000-4025(2002)01-0009-09

鹅绒委陵菜(*Potentilla anserina*) 生长特征*

周华坤, 周兴民, 周立, 沈振西, 李英年

(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高草草甸内鹅绒委陵菜无性生长特征, 研究结果表明: 匍匐茎只有 1 条的鹅绒委陵菜最多, 占 52.86%, 匍匐茎有 4 条的鹅绒委陵菜只占 4.29%。同一鹅绒委陵菜无性系中, 随着匍匐茎数目的增多, 分株数、间隔子数、茎总长和匍匐茎比节间重变小。分株一般在第二级或第三级最高, 末级较高; 间隔子一般以第二、第三或第四级为最长, 最末一级较长, 第一级最短。随鹅绒委陵菜匍匐茎数目的增多, 用于繁殖的匍匐茎和分株的干重比例逐渐增加。

关键词: 鹅绒委陵菜; 无性系; 生长特征; 形态特征; 干重分配

中图分类号: Q 948.15⁺ 8 文献标识码: A

The clonal growing characteristic in the stoloniferous herb, *Potentilla anserina*

ZHOU Hua-kun, ZHOU Xing-min, ZHOU Li, SHEN Zhen-xi, LI Ying-nian

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

Abstract: The characteristic of clonal plant, *Potentilla anserina* were studied in alpine *Kobresia humilis* meadow by investigation and statistics in this paper. The results are as followed. *P. anserina* with one stolon is the most and its proportion is 52.86%. The proportion of *P. anserina* with four stolons is only 4.29%. The ramet number, spacer number, total stolon length and specific stolon internode weight are decreased with the increase of stolon number in *P. anserina* clone. The second or third ramet are always the highest and the end ramet is higher. The second, third or fourth spacer are the longest and the end spacer is longer while the first one is always the shortest. The total dry

* 收稿日期: 2000-09-06; 修改稿收到日期: 2001-01-02

基金项目: 中国科学院“九五”重大及特别支持项目(KZ951-A 1-204, KZ951-A 1-301, KZ95T-04, KT95T06); 国家基础研究规划项目(1998040800)和中国科学院海北高寒草甸生态系统开放站基金资助项目

作者简介: 周华坤(1974-), 男(汉族), 博士研究生, 主要从事生态学研究。

weight of the clone is increased slowly while the dry weight proportion of stolons and ramets for reproduction are increased with the increase of stolon number in *P. anserina* clone.

Key words: *Potentilla anserina*; clone; growing characteristic; morphology characteristic; dry weight allocation

无性系(clone)是指产生于同一亲本(基株)的营养繁殖子代或无性系小株的集合^[1]。对无性系植物种群的研究引起了许多种群生物学家的极大兴趣^[2-4],它已成为当前植物种群生态学研究的热點之一^[5]。

高寒草甸(alpine meadow)是广布于青藏高原上的主要植被类型,区域降水相对丰富,温度较低,气候多呈湿润或半湿润状况,植物具有较强的抗寒性和无性繁殖特性^[6]。多年来,对无性系植物种群的研究报道较为零星^[7-9],其研究范围也只涉及一些根茎类无性系材料,大规模的深入研究尚未展开,尤其对一些典型的匍匐茎类无性系植物研究甚少。为此,以矮嵩草草甸分布区的多年生植物——鹅绒委陵菜(*Potentilla anserina*)为材料,调查研究了鹅绒委陵菜的无性生长特征,以期对高寒条件下克隆植物生长可塑性反应(plastic growth response)、觅食行为(foraging behavior)、生理整合(physiological integration)等的深入研究奠定一定的基础。

1 材料与方法

1.1 研究地点

研究于1999年9月在中国科学院海北高寒草甸生态系统定位研究站(海北站)综合实验场矮嵩草草甸样地内进行。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。该地区气候属典型的高原大陆性气候特点,无四季之分,仅有冷暖二季之别,冷季漫长、干燥而寒冷,暖季短暂、湿润而凉爽。温度年差较小而日差较悬殊,太阳辐射强烈。植被类型主要有高寒灌丛(alpine shrub)、高寒草甸(alpine meadow)和沼泽化草甸(swamping meadow)。其中矮嵩草草甸在高寒草甸中分布较广,为最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^[6]。研究地点的有关其它自然概况和植被概况参阅文献[10, 11]。

1.2 植物材料

鹅绒委陵菜(*Potentilla anserina*)为蔷薇科多年生草本植物,是一种典型的匍匐茎型莲座状植物^[12]。多分布于海拔1700~4300m的草甸、河漫滩和畜圈附近。在我国的青海、西藏、甘肃、宁夏、陕西、河北、内蒙古、新疆、黑龙江、吉林、辽宁等省均有分布^[13],国外也有分布^[14]。鹅绒委陵菜是矮嵩草草甸的常见伴生种,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侧向生长1个或数个匍匐茎(本研究观察到的匍匐茎最多为4条,未发现4条以上匍匐茎的现象),茎节上产生新的幼苗和不定根,成为无性系分株。在自然生境中,生长季节内常常可观察到该植物单轴分支^[5]的地面匍匐茎网络系统。图1显示了鹅绒委陵菜的无性系结构和营养扩散过程。

由于本研究旨在研究鹅绒委陵菜的无性生长特征, 故调查样本中不包括当年只进行营养生长的鹅绒委陵菜, 仅限于能产生匍匐茎并有无性分株的样本材料。

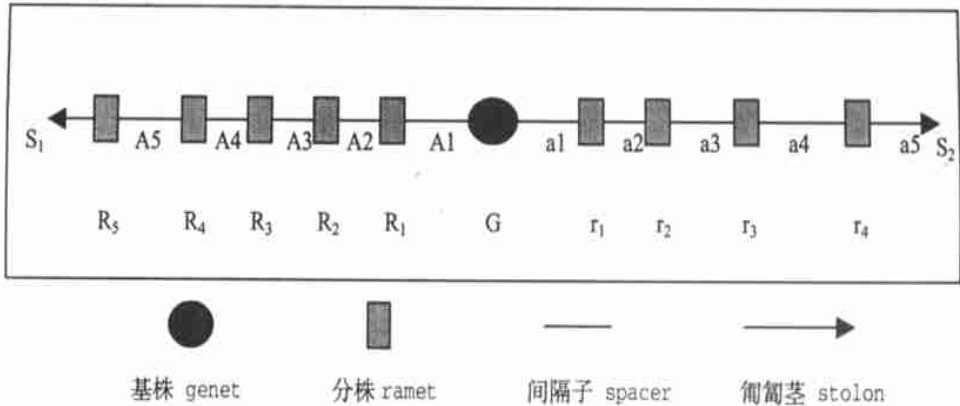


图 1 鹅绒委陵菜的无性系结构和匍匐茎扩散图解

G 基株或母株; $R_1 \sim R_5$, $r_1 \sim r_4$ 第 1、2 条匍匐茎的各个无性分株;

$A_1 \sim A_5$, $a_1 \sim a_5$ 第 1、2 条匍匐茎的间隔子; S_1 、 S_2 第 1、2 条匍匐茎

Fig 1 Diagrammatic clonal architecture and stolon spread in *Potentilla anserina*

G Indicate genet; $R_1 \sim R_5$, $r_1 \sim r_4$ Indicate ramets in the first or second stolon, respectively;

$A_1 \sim A_5$, $a_1 \sim a_5$ Indicate spacers in the first or second stolon, respectively; S_1 , S_2 Indicate the first and second stolon

1.3 数据采集与整理分析

调查工作选择在 30 m × 30 m 的矮嵩草草甸样地内进行, 在高寒草甸植物生长期结束, 并即将进入枯黄的 9 月中旬随机抽查统计 70 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、基株(genet)高度、分株(ramet)数目与高度、间隔子(spacer)长度与数目等, 对所收集的样本在烘箱内将匍匐茎、基株和分株的地上与地下部分, 在 85 的恒温箱连续烘 24 h 后, 称其干重, 并进行有关分析处理。

2 结果与分析

2.1 无性系生长特征

无性系生长特征是指无性系植物的克隆生长特征, 包括匍匐茎数量、分株数和间隔子数目等。鹅绒委陵菜匍匐茎次序划分一般以其粗度和长度为准, 最长最粗者为第 1 条, 依次类推可划分为第 2、第 3 条等。在抽查统计的 70 个个体无性生长样本中, 只有 1 条匍匐茎的为最多, 共 37 个样本, 占 52.86%, 随匍匐茎条数的增加, 所占总样本数的比例明显减少, 如有 4 条匍匐茎的仅为 3 个样本, 占总样本数的 4.29% (表 1)。统计分析表明, 在矮嵩草草甸分布区, 鹅绒委陵菜无性系的匍匐茎数目与其样本数呈显著的负相关关系 ($r = -0.9761, P < 0.01$)。

表1 鹅绒委陵菜的个体数及所占比例

Table 1 The number and its proportion of *Potentilla anserina*

| | 个体数 Number | 比例 Proportion (%) |
|----------------------------------------------------|------------|-------------------|
| 有1条匍匐茎的鹅绒委陵菜 <i>P. anserina</i> with one stolon | 37 | 52.86 |
| 有2条匍匐茎的鹅绒委陵菜 <i>P. anserina</i> with two stolons | 19 | 27.14 |
| 有3条匍匐茎的鹅绒委陵菜 <i>P. anserina</i> with three stolons | 11 | 15.71 |
| 有4条匍匐茎的鹅绒委陵菜 <i>P. anserina</i> with four stolons | 3 | 4.29 |
| 总计 Total number | 70 | 100 |

分株是指产生于同一基株的无性系小株的集合, 鹅绒委陵菜的匍匐茎在生长过程中, 其节间向下产生不定根, 而向上产生不定芽, 进而形成新株。在新分株生长初期, 依然依附于匍匐茎上以拓展空间, 只有匍匐茎断裂后才形成新的个体。本研究将依附在匍匐茎之上的幼苗称其分株。表2显示了具有不同条匍匐茎的鹅绒委陵菜分株数和间隔子数目。一般情况下, 鹅绒委陵菜第1条匍匐茎上分株数较多, 第2、第3条匍匐茎上逐渐减少。整体来看, 鹅绒委陵菜无性系中的匍匐茎越多, 其上的分株总数就越多。

间隔子即连接相邻两克隆分株的横生结构, 如匍匐茎或根茎等。不同匍匐茎上间隔子数目的变化情况与其分株数变化情况一致(表2), 第1条匍匐茎上间隔子数较多, 第2、第3条匍匐茎上逐渐减少。总的来看, 鹅绒委陵菜无性系中的匍匐茎越多, 其上的间隔子总数也就越多。

表2 鹅绒委陵菜的分株数目和间隔子数目

Table 2 The ramet and spacer numbers of *Potentilla anserina*

| | 匍匐茎 Stolon | 分株数 Ramet number | 间隔子数目 Spacer number | 个体数 Number |
|-------------------------------------------------------|----------------|---------------------|------------------------|---------------|
| 有1条匍匐茎的鹅绒委陵菜 <i>P. anserina</i> with one stolon | 第1条 First one | 4.51 ± 1.73 | 5.86 ± 1.58 | 37 |
| 有2条匍匐茎的鹅绒委陵菜 <i>P. anserina</i> with two stolons | 第1条 First one | 5.11 ± 1.56 | 6.31 ± 1.16 | 19 |
| | 第2条 Second one | 2.53 ± 1.50 | 3.89 ± 0.94 | |
| 有3条匍匐茎的鹅绒委陵菜 <i>P. anserina</i> with three stolons | 第1条 First one | 4.27 ± 1.35 | 6.00 ± 1.73 | 11 |
| | 第2条 Second one | 3.09 ± 1.76 | 4.73 ± 1.27 | |
| | 第3条 Third one | 2.45 ± 1.37 | 3.73 ± 1.27 | |

注: 以上数据除样本数外, 均表示为平均值 ± 标准差。

Note: The data in the table are average value ± standard division except sample number.

2.2 无性系形态特征

无性系形态特征指无性系植物的克隆形态特征, 包括基株高度、匍匐茎总长、匍匐茎比节间重(单位长度匍匐茎重量)、分株高度和各级间隔子长度等。

具有不同匍匐茎的鹅绒委陵菜基株高度变化无规律可循(表3)。

由表3看出, 第1条匍匐茎较长, 第2、第3条匍匐茎逐渐变短。只有1条匍匐茎的鹅绒委陵菜其匍匐茎最长, 达27.10 cm; 有3条匍匐茎的鹅绒委陵菜其匍匐茎有长有短, 其中, 第1条长22.93 cm, 第3条最短, 只有12.73 cm。

第1条匍匐茎的匍匐茎比节间重较大, 第2、第3条匍匐茎上逐渐变小(表3)。匍匐茎

比节间重与匍匐茎长度变化间相关性不显著($r=0.6464, P>0.05$), 具 3 条匍匐茎的鹅绒委陵菜其匍匐茎比节间重与匍匐茎长度变化间相关显著($r=0.9731, P<0.05$)。

各条匍匐茎上, 一般以第 2 级或第 3 级无性分株为最高, 且部分无性分株高度变化的标准差较大, 甚至大于其平均高度(表 4), 这可能与生长季末期部分无性分株地上部分枯黄甚至枯死有关。一般情况下, 各条匍匐茎上末级无性分株的高度较大, 均超过 1 cm (表 4)。

表 3 鹅绒委陵菜的基株高度、匍匐茎总长和匍匐茎比节间重

Table 3 The genet height, total stolon length and specific stolon internode weight of *Potentilla anserina*

| | 匍匐茎 Stolon | 基株高度 (cm) Genet height | 匍匐茎总长 (cm) Total stolon length | 匍匐茎比节间重 (mg · cm ⁻¹) Specific stolon internode weight | 样本数 Sample number |
|------------------------------------------------------|------------------|---------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 有 1 条匍匐茎的鹅绒委陵菜 <i>P. anserina</i> with one stolon | 第 1 条 First one | 4.13 ± 1.43 | 27.90 ± 9.67 | 1.99 ± 0.69 | 37 |
| 有 2 条匍匐茎的鹅绒委陵菜 <i>P. anserina</i> with two stolons | 第 1 条 First one | 3.51 ± 1.22 | 26.96 ± 6.22 | 2.10 ± 0.85 | 19 |
| | 第 2 条 Second one | | 13.53 ± 5.69 | 1.99 ± 0.67 | |
| 有 3 条匍匐茎的鹅绒委陵菜 <i>P. anserina</i> with three stolons | 第 1 条 First one | 4.16 ± 0.95 | 22.93 ± 6.70 | 2.15 ± 0.79 | 11 |
| | 第 2 条 Second one | | 18.95 ± 6.93 | 1.99 ± 0.56 | |
| | 第 3 条 Third one | | 12.73 ± 5.03 | 1.88 ± 0.64 | |

注: 以上数据除个体数外, 均表示为平均值 ± 标准差。

Note: The data in the table are average value ± standard division except number

表 4 鹅绒委陵菜无性分株的高度(cm)

Table 4 The clonal ramet height (cm) of *Potentilla anserina*

| 无性分株顺序 Ramet ordination | 有 1 条匍匐茎的 鹅绒委陵菜 (n=37) <i>P. anserina</i> with one stolon | 有 2 条匍匐茎的 鹅绒委陵菜 (n=19) <i>P. anserina</i> with two stolons | | 有 3 条匍匐茎的鹅绒委陵菜 (n=11) <i>P. anserina</i> with three stolons | | |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------|
| | 第 1 条匍匐茎 First stolon | 第 1 条匍匐茎 First stolon | 第 2 条匍匐茎 Second stolon | 第 1 条匍匐茎 First stolon | 第 2 条匍匐茎 Second stolon | 第 3 条匍匐茎 Third stolon |
| 1 级 First | 1.14 ± 1.10 | 0.97 ± 0.77 | 0.56 ± 0.73 | 1.05 ± 1.47 | 1.10 ± 1.55 | 0.61 ± 0.73 |
| 2 级 Second | 1.26 ± 1.15 | 1.59 ± 1.10 | 0.89 ± 0.93 | 1.25 ± 0.96 | 1.22 ± 1.20 | 1.03 ± 1.18 |
| 3 级 Third | 1.46 ± 1.17 | 1.52 ± 0.54 | 0.84 ± 0.83 | 0.78 ± 0.81 | 1.17 ± 0.85 | / |
| 4 级 Fourth | 1.08 ± 0.94 | 1.27 ± 0.86 | 0.63 ± 0.88 | 0.93 ± 1.00 | / | / |
| 5 级 Fifth | 0.84 ± 0.90 | 0.98 ± 0.94 | / | / | / | / |
| 末级 End | 1.06 ± 0.60 | 1.13 ± 0.64 | 1.19 ± 0.91 | 1.18 ± 0.80 | 1.25 ± 0.85 | 1.14 ± 1.19 |

注: 以上数据除个体数外, 均表示为平均值 ± 标准差。

Note: The data in the table are average value ± standard division except number

匍匐茎各级间隔子的长度变化趋势均为小—大—小, 一般以第 2、第 3 或第 4 级间隔子为最长, 最末一级间隔子较长, 第 1 级间隔子最短(表 5)。

表5 鹅绒委陵菜间隔子的长度(cm)

Table 5 The spacer length (cm) of *Potentilla anserina*

| 间隔子顺序 Spacer ordination | 有1条匍匐茎的 鹅绒委陵菜 (n= 37) <i>P. anserina</i> with one stolon | 有2条匍匐茎的 鹅绒委陵菜 (n= 19) <i>P. anserina</i> with two stolons | | 有3条匍匐茎的 鹅绒委陵菜 (n= 11) <i>P. anserina</i> with three stolons | | |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------|
| | 第1条匍匐茎 First stolon | 第1条匍匐茎 First stolon | 第2条匍匐茎 Second stolon | 第1条匍匐茎 First stolon | 第2条匍匐茎 Second stolon | 第3条匍匐茎 Third stolon |
| 1级 First | 3.35 ± 1.68 | 2.80 ± 1.45 | 2.46 ± 1.40 | 3.21 ± 1.35 | 2.87 ± 1.63 | 2.21 ± 0.81 |
| 2级 Second | 4.31 ± 1.35 | 3.99 ± 0.97 | 4.02 ± 1.23 | 4.15 ± 0.99 | 4.20 ± 0.95 | 3.91 ± 1.21 |
| 3级 Third | 4.63 ± 1.06 | 3.84 ± 1.03 | 3.79 ± 1.24 | 4.39 ± 1.24 | 4.59 ± 1.32 | 4.02 ± 0.74 |
| 4级 Fourth | 4.84 ± 1.17 | 4.76 ± 0.97 | 3.29 ± 1.39 | 3.88 ± 1.18 | 4.71 ± 1.17 | 3.43 ± 1.30 |
| 5级 Fifth | 4.58 ± 1.18 | 4.23 ± 1.10 | / | 4.21 ± 1.44 | 3.55 ± 1.45 | / |
| 6级 Sixth | 4.35 ± 0.83 | 3.84 ± 1.15 | / | 4.22 ± 1.33 | / | / |
| 末级 End | 4.28 ± 1.10 | 3.69 ± 1.04 | 2.87 ± 0.99 | 3.65 ± 1.14 | 4.02 ± 1.54 | 4.05 ± 1.21 |

注: 以上数据除个体数外, 均表示为平均值 ± 标准差。

Note: The data in the table are average value ± standard division except number

2.3 无性系的能量投资格局

任何生物的能量均有其合理分配, 并通过这种能量使用的协调来促进自身的有效生存与繁殖。大多数学者用干重来度量生物的能量分配格局, 也有用热量来度量的。表6反映了鹅绒委陵菜不同构件部分的干重分配情况。

表6 鹅绒委陵菜不同构件的干重(g)分配

Table 6 The dry mass(g) allocation to different modules of *Potentilla anserina*

| | 有1条匍匐茎的 鹅绒委陵菜 (n= 37) <i>P. anserina</i> with one stolon | 有2条匍匐茎的 鹅绒委陵菜 (n= 19) <i>P. anserina</i> with two stolons | | 有3条匍匐茎的 鹅绒委陵菜 (n= 11) <i>P. anserina</i> with three stolons | | |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| | 第1条匍匐茎 First stolon | 第1条匍匐茎 First stolon | 第2条匍匐茎 Second stolon | 第1条匍匐茎 First stolon | 第2条匍匐茎 Second stolon | 第3条匍匐茎 Third stolon |
| 基株地上干重 Genet above- ground dry mass | 0.1469 ± 0.0670 (37.11 ± 13.06) | 0.1477 ± 0.0784 (29.69 ± 12.03) | | 0.1495 ± 0.1091 (23.98 ± 10.67) | | |
| 基株地下干重 Genet below- ground dry mass | 0.0808 ± 0.0410 (20.50 ± 8.34) | 0.0927 ± 0.0413 (19.91 ± 8.84) | | 0.1063 ± 0.0631 (17.74 ± 5.59) | | |
| 基株干重 Genet dry mass | 0.2277 ± 0.0980 (57.61 ± 17.15) | 0.2404 ± 0.1075 (49.60 ± 17.73) | | 0.2588 ± 0.1672 (41.72 ± 14.21) | | |
| 分株地上干重 Ramet above- ground dry mass | 0.0517 ± 0.0306 (13.61 ± 7.94) | 0.0699 ± 0.0720 (13.46 ± 8.87) | 0.0308 ± 0.0384 (5.78 ± 4.84) | 0.0536 ± 0.0655 (7.37 ± 5.31) | 0.0497 ± 0.0421 (8.23 ± 4.88) | 0.0217 ± 0.0189 (3.24 ± 1.73) |
| 分株地下干重 Ramet below- ground dry mass | 0.0598 ± 0.0489 (17.42 ± 8.37) | 0.0487 ± 0.0632 (8.87 ± 8.07) | 0.0208 ± 0.0161 (4.45 ± 3.63) | 0.0609 ± 0.0564 (10.51 ± 6.69) | 0.0506 ± 0.0525 (8.26 ± 7.69) | 0.0229 ± 0.0151 (4.19 ± 3.99) |
| 分株干重 Ramet dry mass | 0.1115 ± 0.0677 (31.03 ± 13.07) | 0.1186 ± 0.1317 (22.33 ± 15.54) | 0.0516 ± 0.0495 (10.23 ± 7.43) | 0.1143 ± 0.1148 (17.88 ± 9.26) | 0.1003 ± 0.0781 (16.48 ± 9.31) | 0.0446 ± 0.0290 (7.43 ± 4.38) |
| 匍匐茎干重 Stolon dry mass | 0.0540 ± 0.0220 (11.36 ± 7.51) | 0.0572 ± 0.0256 (12.02 ± 4.48) | 0.0264 ± 0.0126 (5.83 ± 3.88) | 0.0497 ± 0.0238 (9.20 ± 4.19) | 0.0399 ± 0.0225 (7.16 ± 3.24) | 0.0244 ± 0.0153 (4.31 ± 2.08) |
| 无性系干重 Clone dry mass | 0.3920 ± 0.1220 | 0.4943 ± 0.1677 | | 0.6100 ± 0.3200 | | |

注: 表中数据均表示为平均值 ± 标准差, ()内的数据为占无性系总生物量的比例, 单位为%。

Notes: The data in the table indicate average value ± standard division. The data in the “()” are the proportions of different modules to clone total dry weight.

由表6可以看出, 随鹅绒委陵菜匍匐茎数目的增多, 基株地上、地下部分的干重缓慢

增加, 占无性系总干重的比例逐渐下降; 整个无性系分株地上、地下部分的干重变化与基株一致, 逐渐增加, 所占比例也随之增加。尽管每条匍匐茎所占干重及其比例有下降趋势, 但在整个鹅绒委陵菜无性系中匍匐茎的总干重及其比例反而逐步增加。鹅绒委陵菜的匍匐茎数目增多, 其无性系的总干重有增大的趋势。

3 讨 论

鹅绒委陵菜无性系通过克隆生长(clonal growth)实现了其形态学和生理学个体(即分株)数目的增加, 进而与它的遗传学个体(即基株)能有效地占据相当大的生境面积。鹅绒委陵菜的分株在生理等方面完全独立以前, 通过其典型的克隆器官——匍匐茎, 相互连接在一起成一网络系统, 呈现出典型的游击式克隆生长格局(guerilla pattern of clonal growth)^[15]。其克隆生长一方面使基株死亡风险降低, 另一方面使整个鹅绒委陵菜无性系占据大面积生境成为可能, 有利于对资源的摄取和利用。鹅绒委陵菜无性系因克隆生长而具有的这种拓展性, 使其在植物群落中的竞争力很强^[12], 同时也可以躲避环境中更强大的竞争者。因此, 鹅绒委陵菜无性系表现出的克隆生长特征本身就可能具有重要的生态适应意义。

鹅绒委陵菜无性系的间隔子长度在各个匍匐茎上均有所不同, 这反映了间隔子作为典型的克隆器官, 能把各“供养点(feed site)”, 即获取主要资源的分株^[16]安置在微生境(microhabitat)中适当的微斑块(micropatch)上, 以利于无性系内各分株对资源(如光照、水分和土壤养分等)的获取, 具有确定分株和资源获取结构的空間位置的功能。基于上述原因, 鹅绒委陵菜无性系分株的高度和分株干重有所不同是分株被安置的环境有差异所致, 这也表明环境异质性(heterogeneity)下, 鹅绒委陵菜有表现出一定的克隆生长可塑性反应的潜力和可能, 在其它匍匐茎委陵菜植物(如*Potentilla anglica*和*P. reptans*)中已得到证实^[17]。

鹅绒委陵菜匍匐茎的长度及数目、各级间隔子长度、匍匐茎分支方向、分株数目和匍匐茎比节间重等克隆生长、形态特征的不同均是对微生境资源差异的反应, 最终的结果是它对资源利用达到一种最合理状态, 最有利于其后代繁殖、存活, 减少死亡风险, 这亦是一种选择适应的结果, 是无性系有效地逃避较为恶劣的生境, 同时获取资源的一种生态对策^[18, 19], 并对资源表现出的一种觅养行为, 这也是游击式克隆植物生长格局的一些显著特征^[15]。

鹅绒委陵菜匍匐茎干重在整個无性系中占 11.36% ~ 20.67% (表 6), 表明匍匐茎除作为克隆整合过程中营养物质、资源等输送的通道外, 做为一种克隆器官是具有储藏功能的^[20], 它的储藏功能在帮助植物克服环境的时间异质性方面具有一定作用。

在自然条件恶劣的青藏高原, 无性系的死亡风险将会更大。按照克隆植物基株的风险

分摊原理^[21,22],基株将风险分摊给更多的无性分株,方可降低死亡概率,提高适合度,在进化与适应上有产生更多、更大的子代分株的趋势。随着鹅绒委陵菜无性系的匍匐茎数目增多,其上的分株数、间隔子数目都增多(表2),这就使无性系的死亡风险降低。这一情况也在表6中无性系各构件的能量投资格局中得到证实。随着无性系的匍匐茎数目增多,通过有效的克隆整合,基株干重比例降低,用于繁殖的匍匐茎和分株的干重比例却在增加,这将促进整个无性系的有效生存和繁殖扩展。

具不同匍匐茎的鹅绒委陵菜无性系地下生物量比例达32.23%~40.80%,高于低海拔的海岸草甸(sea shore meadow)鹅绒委陵菜的地下生物量^[14],这主要是因为高原上昼夜温差大、光照强烈,光合积累干物质多,夜间呼吸消耗少造成地下干物质积累量较大,同时也与生长季节末,鹅绒委陵菜营养物质从植物地上部分大量向地下转移,进行同化物质再分配,为越冬做准备有关。广布于青藏高原各地的鹅绒委陵菜其地下储藏块根特别肥厚,含淀粉丰富,味香甜,有滋补作用,可供食用和酿酒^[13],在青海俗称人参果。青南和青北地区的鹅绒委陵菜块根肥大,产量高,品质好。鹅绒委陵菜在青海湿润寒冷地区生活力极强,常形成大面积种群,分布面积可达340.57 km²,资源量约为8514.15 t^[23]。可见,通过对鹅绒委陵菜能量物质有效分配的研究,适时、适地地对地下储藏物质有效获取,有一定的经济与社会意义。

致谢:感谢刘建全博士审阅全文并提出宝贵意见。

参考文献

- [1] SILVERTOWN J W. 植物种群生态学导论[M]. 祝宁译. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 1987: 134-140
- [2] 董 鸣, 张淑敏, 陈玉福. 匍匐茎草本蛇莓对基质养分条件的克隆可塑性[J]. 植物学报, 2000, 42(5): 518-522
- [3] STUFER 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
- [4] ALPERT P. Nitrogen sharing among ramets increases clonal growth in *Fragaria chiloensis*[J]. *Ecology*, 1991, 72: 69-80
- [5] 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
- [6] 周兴民, 王质彬, 杜 庆. 青海植被[M]. 西宁: 青海人民出版社, 1987.
- [7] 单保庆, 杜国祯, 刘振恒. 不同养分条件下和不同生境类型中根茎草本黄帚橐吾的克隆生长[J]. 植物生态学报, 2000, 24(1): 46-51.
- [8] 邓自发, 周兴民. 高寒草甸三种嵩草繁殖对策的研究[A]. 见: 青藏高原项目专家委员会. 青藏高原形成演化、环境变迁与生态系统研究[C]. 北京: 科学出版社, 1996: 306-310
- [9] 朱志红, 王 刚, 赵松林. 不同放牧强度下矮嵩草无性系分株种群的动态与调节[J]. 生态学报, 1994, 14(1): 40-45

- [10] 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
- [11] 杨福囤. 高寒草甸生态系统定位站自然概况[A]. 见: 高寒草甸生态系统[C]. 第1集. 兰州: 甘肃人民出版社, 1982: 1-8
- [12] ER IKSSON O. Mobility and space capture in the stoloniferous plant *Potentilla anserina*[J]. *Oikos*, 1986, 46: 82-87.
- [13] 郭本兆. 青海经济植物志[M]. 西宁: 青海人民出版社, 1987: 270-271.
- [14] 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
- [15] 胡宝忠, 刘 娣. 无性系植物种群的研究进展[J]. 草业科学, 1999, 16(3): 62-67.
- [16] 王昱生, 盖晓春. 羊草无性系种群觅养生长格局与资源分配的研究[J]. 植物生态学报, 1995, 19(4): 293-301.
- [17] 张淑敏, 陈玉福, 董 鸣. 匍匐茎草本绢毛匍匐委陵菜对局部遮荫的克隆可塑性[J]. 植物学报, 2000, 42(1): 89-94
- [18] 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
- [19] 钟章成. 植物种群的繁殖对策[J]. 生态学杂志, 1995, 14(1): 37-42
- [20] DONG M, KROON H. Plasticities in morphology and biomass allocation in *Cyndon dactylon*, a grass species forming stolons and rhizomes[J]. *Oikos*, 1994, 70: 99-106
- [21] COOK R E. Growth and development in clonal plant population[A]. In: JACK J B, BUSSL W, COOK R E, eds. Population biology and evolution of clonal organisms[C]. New Haven: Yale University Press, 1985: 259-296
- [22] 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
- [23] 王恒生. 青海百科全书[M]. 北京: 中国大百科全书出版社, 1998: 369-370