

三江平原毛果苔草无性系种群根茎的年龄结构

邢军会^{1,2},倪红伟^{1,2},栗辉³

(¹东北师范大学草地科学研究所植被生态科学教育部重点实验室,长春 130024;

²黑龙江省科学院自然与生态研究所,哈尔滨 150040;

³东北林业大学,哈尔滨 150040)

摘要:为了揭示毛果苔草无性系种群营养繁殖中的某些策略,为湿地植物的保护和保育工作提供科学依据,笔者利用分蘖节营养繁殖世代数,对毛果苔草根茎龄级进行判断和划分,统计毛果苔草根茎长度和生物量的年龄结构,并分析各龄级根茎数量特征的变化规律。结果表明,毛果苔草无性系种群根茎的最大存活年龄为9龄;根茎的长度、生物量皆以2~6龄级为主,结构较稳定;生长季内,1、9龄级变化较大;1龄级根茎在果期开始出现,并迅速增加;9龄级根茎在生长季末迅速消失;单位长度根茎的干物质贮量以2~5龄级为主,在4龄级有最高值;生长季后期是毛果苔草根茎营养物质积累的重要时期。1龄根茎的快速生长有利于种群快速、充分地占据或扩展生长空间。

关键词:毛果苔草无性系种群;年龄结构;根茎;三江平原

中图分类号:Q948.1

文献标志码:A

论文编号:2011-1217

Age Structure Analysis of Rhizomes in a Clonal Population of *Carex lasiocarpa* on the Sanjiang Plain of China

Xing Junhui^{1,2}, Ni Hongwei^{1,2}, Li Hui³

(¹Key Laboratory of Vegetation Ecology, Ministry of Education, Institute of Grassland Sciences,

Northeast Normal University, Changchun 130024; ²Institute of Natural Resources and Ecology, HAS, Harbin 150040;

³Northeast Forestry University, Harbin 150040)

Abstract: In order to reveal some strategies in vegetative propagation of *Carex lasiocarpa* clonal population, and to provide the scientific basis for the protection and conservation of wetland plants, the rhizomes of *C. lasiocarpa* were classified into different age classes by propagation generation number of tillering node. The age structure of rhizomes was characterized in terms of length and biomass, and the pattern of quantitative change in rhizome numbers of different ages was analyzed. The results showed that rhizomes of *C. lasiocarpa* could live to 9 generations at most. As among the age classes, 2–6 years old were superior in the length and biomass of rhizomes. The rhizomes showed a stable age structure. During the growing season, larger changes taken place in 1 age class and 9 age class of rhizomes. 1 age class of rhizomes began to appear in the fruit and then increased rapidly. The 9 age class of rhizome was death in the late growing season. As among the age classes, 2–5 years old were superior in the dry matter storage per unit length, and 4 age class had the highest value of

基金项目:黑龙江省杰出青年基金“三江平原湿地植被复杂适应系统(CAS)的生态学基础”(JC03-09);黑龙江省财政厅基本科研业务费专项基金“三江平原毛果苔草无性系种群年龄结构的研究”(CJZ2008-01-05)。

第一作者简介:邢军会,1974年出生,河北无极人,助理研究员,博士研究生,主要从事植物生理生态和恢复生态学的研究。通信地址:150040 哈尔滨市香坊区哈平路103号 黑龙江省科学院自然与生态研究所, Tel: 0451-86656111, E-mail: hellenxjh@126.com。

通讯作者:倪红伟,男,1964年出生,黑龙江双城人,博士生导师,研究员,博士,主要从事湿地生态学、生物多样性科学、恢复生态学、植被生态学、生态保护与建设等领域的研究工作。主持、参加国家级、省部级等科研项目50余项,成果达到国际先进水平以上有10项,获国家科技进步二等奖等科技奖励10余项。出版专著8部,发表论文80余篇,发明专利3项。通信地址:150040 哈尔滨市香坊区哈平路103号 黑龙江省科学院自然与生态研究所, Tel: 0451-86664562, E-mail: nihongwei2000@163.com。

收稿日期:2011-04-26, **修回日期:**2011-06-30。

the dry matter storage per unit length. The final stage of the growing season was an important period for nutritional substances accumulation of *C. lasiocarpa* rhizome population. The rapid growth of 1 age class of rhizomes was advantageous to the population to rapidly, adequately occupy or expand to grow space.

Key words: clonal population of *Carex lasiocarpa*; age structure; rhizomes; Sanjiang plain

0 引言

毛果苔草(*Carex lasiocarpa*)是莎草科苔草属多年生根茎型植物,通常进行无性繁殖,是世界湿地植物的广布种^[1]。毛果苔草是三江平原沼泽湿地的典型植被之一。三江平原是中国沼泽湿地分布最广地区之一,因大面积开荒和气候变化的因素,致使该区毛果苔草群落急剧退化,分布面积大幅度减少^[2]。湿地的恢复和保护是社会关注的热点,湿地植物的保护是重中之重。自20世纪60年代始至今,国内外学者在无性系植物种群生态学领域做了大量的研究工作,对种群的繁殖机制、形态可塑性、觅食行为、整合作用以及更深层次的生态适应机理等的研究成为该领域内重要问题^[3-19]。根茎是植物营养物质的贮存场所,也是根茎型无性系种群进行营养繁殖的重要器官。对根茎的生态特性、数量特征以及年龄结构的研究是揭示种群适应机理的重要途径,因而日益受到重视^[5,13,18]。

关于毛果苔草无性系种群根茎的研究尚未见报道。因此,笔者根据世代繁殖方法判断根茎年龄,对三江平原湿地毛果苔草种群根茎的年龄结构以及各龄级根茎数量特征的变化进行了分析,以期恢复退化湿地植被管理提供理论依据,为无性系种群营养繁殖过程中适应机理的进化生态学研究提供新的素材。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验地点位于黑龙江省洪河国家级自然保护区实验站,毛果苔草在该区常形成大片优势群落。试验材料选自具有典型性和代表性的天然毛果苔草单优势种群落。

1.2 试验方法

分别于2008年5月(花期)、6月(果期)、7、8、9月

(果后营养期)的下旬,在研究地随机取样。取样面积50 cm×50 cm,3次重复。取样时,将样方内地上植株连同地下根茎一起挖出(约50 cm,以下几乎没有根茎分布),用清水冲洗干净。

从毛果苔草根茎鳞片的着生方向可以判断出根茎芽。将当年生长季萌生的根茎定为1龄,1龄根茎所着生的为2龄根茎,以此类推^[12]。按根茎的龄级分别进行单位累积长度和生物量的测定(80℃烘干),再换算出各龄级根茎1000 cm长度的干物质贮量。

1.3 统计分析

应用Excel软件将长度、生物量和干物质贮量指标换算为1 m²单位面积的数值,并进行统计分析,用SPSS13.0进行方差分析和多重比较。

2 结果与分析

2.1 根茎长度年龄结构

调查结果表明,毛果苔草种群的根茎年龄最高为9龄;在生长季初期主要由2~7龄级根茎组成,后期主要由1~6龄级根茎组成;1龄级根茎在果期(6月份)开始形成,在7月快速增长,8月份达到最大值。

5次取样测定的各龄级长度及年龄谱见表1。同一观测时期内,按累积长度统计的年龄谱表现为:2~6龄级根茎所占比例相近,共占66.3%~83.4%;从7龄始,8、9龄级根茎所占比例骤然减少,甚至不足1%。比较不同观测期同龄级根茎的年龄谱,发现各龄级变化趋势和程度不同:1龄级变化最大,由最初的0%增加到1.7%,再到末期的15.9%;2龄~8龄级,各龄级根茎所占比例都有波动,但变化不大;9龄级在1%~2%间波动,在生长季末期消失。虽然1龄级根茎长度所占比例一直在增加,但其最高值却在7月份的果后期,由果期的116.8 cm/m²增长为1998.7 cm/m²,增长率为

表1 毛果苔草无性系种群各龄级根茎长度及其年龄谱

项目	龄级/年									合计	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
5月	根茎长度/(cm/m ²)	0.0±0.0	1916.0±117.2	1427.2±269.7	1603.4±203.2	1062.1±62.2	1095.1±134.3	1221.0±124.2	412.0±85.3	162.0±15.3	8899.4abde
	年龄谱/%	0.0	21.5	16.0	18.0	11.9	12.3	13.7	4.6	1.8	100.0
6月	根茎长度/(cm/m ²)	116.8±29.9	1366.7±283.0	1126.8±166.6	1009.6±181.3	1154.2±142.0	1184.5±274.5	601.6±93.6	381.8±86.5	57.6±8.5	6999.6abe
	年龄谱/%	1.7	19.5	16.1	14.4	16.5	16.9	8.6	5.5	0.8	100.0

续表1

项目	龄级/年									合计	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
7月	根茎长度/(cm/m ²)	1998.7±401	1372.1±253.3	1947.5±149.9	1840.1±373.6	2653.4±273.4	2145.9±400.2	1294.4±272.5	545.6±175.9	147.2±60.0	13945.1c
	年龄谱/%	14.3	9.8	14.0	13.2	19.0	15.4	9.3	3.9	1.1	100.0
8月	根茎长度/(cm/m ²)	1450.9±344	1547.6±209.0	1553.2±185.8	760.0±216.0	1521.2±142.5	1952.4±192.1	936.0±158.6	600.0±143.6	236.0±117.9	10557.3ad
	年龄谱/%	13.7	14.7	14.7	7.2	14.4	18.5	8.9	5.7	2.2	100.0
9月	根茎长度/(cm/m ²)	1136.0±134	808.0±76.3	1212.2±182.5	816.0±136.3	784.0±113.7	1104.0±177.9	816.0±128.3	448.0±72.7	0.0	7124.2abe
	年龄谱/%	15.9	11.3	17.0	11.5	11.0	15.5	11.5	6.3	0.0	100.00

注:表内合计值后字母不同,表示取样月份间的差异显著($P < 0.05$),下同。

1611.2%。由累积根茎总长度合计值来看,以6月下旬测定的值最低,为6999.6 cm/m²;7月份值显著高于其他月份测定值,为13945.1 cm/m²。

2.2 根茎生物量年龄结构

根茎生物量年龄谱中(见表2),同一观测时期内的表现与其长度的相似:2~6龄级根茎所占比例相近,共占69.7%~83.9%;从7龄始(约10%),8、9龄级根茎所占比例骤然减少至不足5%。按不同观测日期,将同龄级根茎相比较,各龄级变化趋势和程度不同:1龄级变化最大,年龄谱由生长初期的0%增加到1.13%,而后迅速增加到7月份的10.30%,在8月份达最高14.50%;其生物量由最初的0增加到末期的21.76 g/m²,

在7、8、9月份内增长率分别为1658.59%、24.92%、-22.62%;其次是2龄级,由初期的25.02%降到13.92%;8、9龄级变化较小,分别保持在5%左右和低于2%;7龄级在10%左右波动(除初期为14.2%外);3~6龄级的最高值分别为18.8%、16.5%、20%、17.7%。从整个生长季来看,毛果苔草根茎生物量在6月份最低,仅113.48 g/m²,7月份时最高218.57 g/m²,显著高于前者,增长率为92.61%。

2龄级根茎生物量在7月份时最低,而此时1龄级根茎长度最大,表明1龄级根茎能够迅速生长,除地上部分向下运输养分供给外,很可能是2龄级根茎为此做出了很大贡献。

表2 毛果苔草无性系种群各龄级根茎生物量及其年龄谱

项目	龄级/年									合计	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
5月	根茎生物量/(g/m ²)	0.00±0.00	34.19±1.74	20.95±0.98	22.57±1.43	15.25±3.26	15.79±3.97	19.39±3.9	6.20±3.50	2.31±1.96	136.64abe
	年龄谱/%	0.00	25.02	15.33	16.53	11.17	11.55	14.19	4.54	1.68	100.00
6月	根茎生物量/(g/m ²)	1.28±0.59	25.46±3.22	17.47±2.39	16.51±2.11	17.28±2.89	18.45±1.72	9.71±1.54	6.15±1.17	1.18±0.94	113.48ab
	年龄谱/%	1.13	22.44	15.39	14.55	15.23	16.26	8.56	5.41	1.04	100.00
7月	根茎生物量/(g/m ²)	22.51±2.34	21.92±3.27	35.01±5.00	30.35±1.47	43.63±3.66	30.47±1.90	24.23±2.95	8.52±3.33	1.95±1.24	218.57cde
	年龄谱/%	10.30	10.03	16.02	13.88	19.96	13.94	11.08	3.90	0.89	100.0
8月	根茎生物量/(g/m ²)	28.12±2.80	29.44±3.51	27.04±2.58	16.08±3.03	28.20±4.02	34.40±3.97	16.40±2.20	9.48±1.23	4.76±1.08	193.92cde
	年龄谱/%	14.50	15.18	13.94	8.29	14.54	17.74	8.46	4.89	2.45	100.00
9月	根茎生物量/(g/m ²)	21.76±2.38	23.51±2.55	31.68±2.21	24.96±3.10	20.00±2.17	23.69±4.00	16.49±4.38	6.81±4.26	0.0±0.0	168.91be
	年龄谱/%	12.88	13.92	18.76	14.78	11.84	14.03	9.76	4.03	0	100.0

毛果苔草1龄级根茎长度在7月份时达到最大值,其生物量于8月份达最高值,说明毛果苔草根茎先进行长度生长,而后进行养分积累。虽然6月下旬时已有少量1龄根茎,但样方中存在部分腐死根茎,死亡部分未进行计测,因此导致总长度减少。另外,1龄级根茎长度值虽然在7月份后下降,但年龄谱值仍在增加,该现象是由于总值出现下降,并且降幅高于1龄级所造成。

2.3 根茎的干物质贮量

毛果苔草各龄级根茎干物质贮量动态变化见图1。随着生长期的推进,同龄级根茎的干物质贮量均呈现增长趋势。毛果苔草种群根茎的干物质贮量在不同生长时期有显著差异。其中,根茎干物质贮量在9月下旬的观测值显著($P < 0.05$)高于其他月份同龄级的观测值(1、8、9龄级除外),表明毛果苔草根茎干物质贮量的增长发生于果后营养期的末期(9月),而1龄级

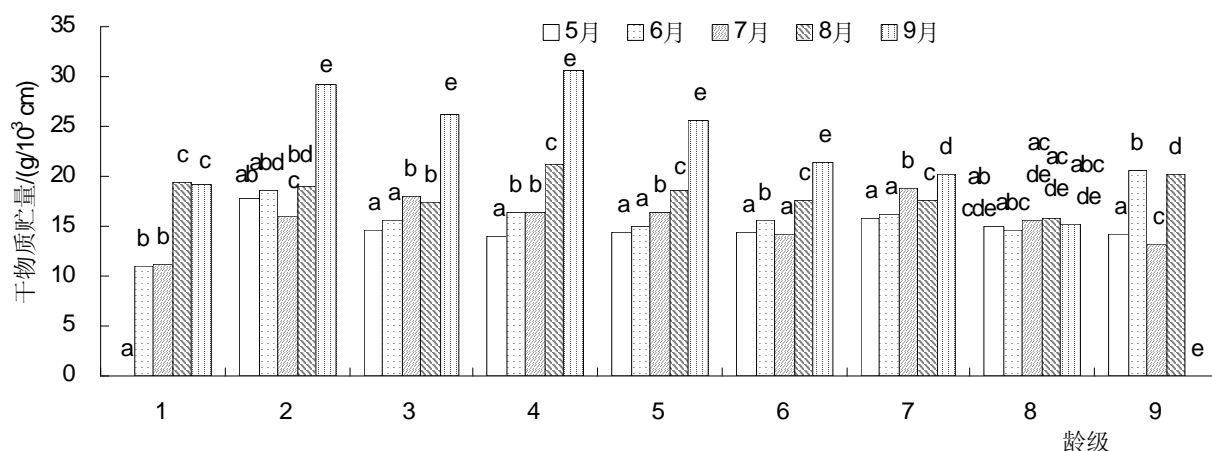


图1 毛果苔草各龄级根茎干物质贮量

根茎干物质贮量增长发生得较早,出现在8月份;1~7龄级根茎干物质贮量增长明显,8龄级根茎干物质贮量增长较缓慢,9龄级根茎在末期消失。

3 结论

三江平原湿地毛果苔草无性系种群的根茎年龄最高为9龄,主要由2~6龄级根茎组成,年龄结构较为稳定。毛果苔草1龄级根茎在果期(6月)时开始出现,先进行长度生长,之后是养分积累,两者均在7月份达到最高增长率。1龄根茎的快速生长对于种群快速、充分占据或扩展生长空间有重要意义。

在生长季末期,毛果苔草根茎的干物质贮存效率较高,且以幼龄龄级根茎的干物质贮存效率较高,而高龄级根茎则出现衰退甚至死亡。同龄级根茎在不同生长时期的营养物质积累差异显著。

4 讨论

根茎是养分的重要贮藏器官,根茎的长度蕴涵着生长和存活等信息,根茎的生物量蕴涵着营养物质的贮存状况^[18]。从种群营养繁殖构件年龄结构中,既可以了解其种群的现状和预测其未来,也有助于揭示植物寿命的长短,以及如何通过营养繁殖实现其长寿的机理^[2]。毛果苔草种群根茎年龄结构的研究对毛果苔草的保育以及三江平原天然湿地的恢复与保护也具有

重要意义。

毛果苔草无性系种群的根茎年龄最高为9龄。毛果苔草无性系种群根茎的长度、生物量皆以2~6龄级为主,结构较稳定。当年生根茎为1龄级,而1龄级根茎在果期开始形成并迅速增加,故初期1龄级根茎数量为0;9龄级根茎在生长季末期迅速消失,翌年时现在的1龄级根茎将成为2龄级根茎,8龄级根茎将成为9龄级根茎。已有研究^[3-4,17]表明,松嫩草原根茎型植物多维持在4个龄级,天然草原羊草1年仅繁殖1个世代^[2]。而毛果苔草1年可以繁殖分株3个世代,营养繁殖数可达9个世代,与沼泽高鞘苔草根茎龄级有8~12级的研究结果相近^[24]。这可能与其生境有关,后两者均为湿地生态环境。

调查中发现毛果苔草具有长、短2种根茎,长根茎有顶生芽,而短根茎则产生分蘖芽。1年生根茎皆为长根茎,其于果期出现后迅速伸长生长,这在一定程度上避免了子代分株间过分密集的激烈竞争,从而更有效的分配养分和资源,更充分地占据或扩展生长空间。毛果苔草根茎分蘖芽对种群的更新有重大意义,而长根茎(顶生芽)对种群空间生态位的扩展提供了物质基础和保障。毛果苔草的这种营养策略与其他同类研究结果相同^[12]。

随着生长期的推进,毛果苔草 1~8 龄级根茎的干物质贮量均呈现出增长趋势,且愈到后期趋势愈明显。到 9 月末,干物质贮量均值增加率为 55.48%,其中 1~5 龄级根茎的干物质贮量增加率高于总体均值增加率,6~8 龄级低于均值,9 龄级为负增长。即除了最老的 9 龄级外,其他龄级均得到了不同程度的贮藏,干物质贮量从 2 龄级始随着龄级的增加呈先增加后减少的趋势。这与对芦苇、羊草等种群根茎的研究结果不同^[5],与高鞘苔草根茎的情况相同^[19]。这可能是由于物种不同和生境条件的差异所导致的营养物质分配策略各异;也可能是根茎长、短寿性植物在物质贮量上表现的差异。对于如何解释物种间这种差异,尚需要进一步开展不同环境、不同种群的生存、发展策略及其生理生化调节机理等方面的研究。

从根茎总长度、生物量合计值来看,以 6 月下旬测定的值最低,7 月份值最高,而干物质贮量最高增长率出现在 9 月份。表明在生殖生长过程中,种群各龄根茎均要消耗较多的贮藏的干物质,而果期后种群又向各龄级根茎转移和贮藏了较多的干物质。该现象与植物本身固有的生物学特性相符,与同类研究结果相一致^[5,12,18]。

毛果苔草种群的根茎长度、生物量在不同生育时期及龄级间均存在显著差异,干物质贮量在生长期间有显著差异,与同类研究结果相同^[5]。在 7 月份,随着 1 龄级根茎数量的不断增加,2 龄级根茎却逐渐减少,说明克隆植株间存在增援新生根根茎、资源整合的现象。然而营养物质在无性系植物不同龄级根茎间的变化规律尚需进一步深入研究。

参考文献

- [1] Bedford B L, Rappaport N R, Bernard J M. A life history of *Carex lasiocarpa* Ehrh. Ramets[J]. Aquatic Botany, 1988, 30: 63-80.
- [2] 汲玉河,吕宪国,杨青,等.三江平原湿地毛果苔草群落的演替特征[J].湿地科学, 2004, 2(2): 139-144.
- [3] 杨允菲,李建东.松嫩平原几种根茎型禾草种群的营养繁殖特性及其持续更新分析[J].草业学报, 1996, 5(2): 43-48.
- [4] 杨允菲,张宝田,李建东.松嫩平原硬拂子茅无性系种群营养繁殖的数量特征[J].草业学报, 1998, 7(4): 7-12.
- [5] 杨允菲,张宝田,田尚衣.松嫩平原旱地生境芦苇种群不同龄级根茎的干物质贮藏及水溶糖含量[J].应用生态学报, 2008, 19(9): 1905-1910.
- [6] 陶建平,钟章成.匍匐茎草本活血丹在不同养分条件下的克隆形态[J].生态学报, 2000, 20(2): 207-211.
- [7] 杨允菲,李建东,郑慧莹.松嫩平原牛鞭草无性系种群的营养繁殖策略[J].草业学报, 1997, 6(2): 36-40.
- [8] 张称意,杨持,董鸣.根茎半灌木羊柴对光同化产物的克隆整合[J].生态学报, 2001, 21(12): 1986-1993.
- [9] 董鸣.资源异质性环境中的植物克隆生长——觅食行为[J].植物学报, 1996, 38(10): 828-835.
- [10] Caroco T, Kelly C K. On the adaptive value of physiological integration in clonal plants[J]. Ecology, 1991, 72(1): 81-93.
- [11] Slade A J, Hutchings M J. Clonal integration and plasticity in foraging behaviour in *Glechoma hederacea*[J]. Journal of Ecology, 1987, 75: 1027-1036.
- [12] 祝廷成主编.羊草生物生态学[M].长春.吉林科学技术出版社, 2004: 90-115.
- [13] 焦德志,魏明丽,陈玺,等.扎龙自然保护区不同生境羊草种群根茎的数量性状[J].安徽农业科学, 2008, 36(19): 8047-8049.
- [14] 周婵,杨允菲.松嫩平原两个生态型羊草种群生长机制[J].应用生态学报, 2006, 17(1): 51-54.
- [15] Pergl J, Perglová I, Pyšek P, et al. Population age structure and reproductive behavior of the monnarpic perennial *Heraclium mantegazzianum* (Apiaceae) in its native and invaded distribution ranges[J]. American Journal of Botany, 2006, 93(7): 1018-1028.
- [16] 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, 37(2): 147-153.
- [17] 杨允菲,郑慧莹.松嫩平原假拂子茅无性系种群的年龄结构[J].草业学报, 2000, 9(3): 8-13.
- [18] 邢福,杨允菲.松嫩平原野艾蒿无性系种群根茎的年龄结构分析[J].草业学报, 2004, 13(1): 21-25.
- [19] 卜兆君,杨允菲, Hakan, R., 等.贫营养泥炭沼泽高鞘苔草无性系种群更新机制[J].草业学报, 2005, 14(5): 124-129.