

659-663

第 19 卷第 5 期
1999 年 9 月生态学报
ACTA ECOLOGICA SINICAVol. 19, No. 5
Sept., 1999

长白山红松阔叶林林隙动态变化对早春草本植物的影响

S791.247

吴刚¹, 尹若波², 周永斌³, 郝占庆³, 梁秀英¹

(1. 中国科学院生态环境研究中心 系统生态开放研究室, 北京 100085; 2. 山东省林业厅, 济南 250014; 3. 中国科学院沈阳应用生态研究所, 沈阳 110015)

摘要:采用生态学的方法,系统分析了长白山红松阔叶林林冠空隙的动态变化对早春草本层植物的分布密度和生物量的影响以及早春草本层植物对林冠空隙的反应,进而探讨了早春草本层植物在红松阔叶林森林生态系统中所起的生态作用。本研究为全面系统地揭示红松阔叶林森林生态系统的结构与功能及更深入地研究森林循环理论提供科学依据。

关键词:早春草本层植物;林冠空隙;红松阔叶林;长白山

The influence of Gap regeneration dynamics to early-spring herb in the Korean pine broad-leaved forests in Changbai Mountain

WU Gang¹, Yin Ruo-Bo², ZHOU Yong-Bin³, HAO Zhan-Qing³, LANG Xiu-Ying¹ (1. Department of Systems Ecology, Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China; 2. Department of Forestry, Shandong Province, Ji'nan 250014; 3. Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110015, China)

Abstract: The influence of Gap regeneration dynamics to density and biomass of herb in early spring in the Korean pine broad-leaved forests in Changbai Mountain was systematically analyzed. It is an essential prerequisite in studying material and energy flows in forest ecosystem. The regeneration response and the ecological action of herb to gaps were studied. The density and biomass in the gaps are 50% and 100% more in comparison with there under canopy. There are ten more species in the gaps. This research provides a scientific basis for studying the structure and function of forest ecosystem, and cycling of forest.

Key words: herb in early-spring Gap; Korean pine broad-leaved forest; Changbai Mountain

文章编号:1000-0933(1999)05-0659-05 中图分类号:S718.55 文献标识码:A

林冠空隙(Gap)形成后,Gap内的环境条件发生了很大程度的变化,不同的植物对此做出不同的反应,早春植物在生长和群落特性上也发生了很大程度的变化,土壤种子库之中的种子或新侵入植物的种子逐渐占据Gap,萌发生长^[1]。随着Gap的动态变化,不同植物的不同个体在对Gap资源的利用和竞争中形成了各自生态位的分化,植物种的特征也会在生存竞争中随Gap的变化而改变^[2]。由于温带红松阔叶林的乔木层和灌木层存在着明显的季节变化,因而林下草本植物也同样随季节而变化,可以将其分为3种类型:①在乔灌木种处于休眠状态的早春时期已经开始生长,在林分郁闭前已经完成开花、结果等各个生活阶段,林分郁闭后,这些植物生长结束,进入休眠期。这类植物称为早春生长期植物;②生长、开花、结果在早春,但林分郁闭后继续生长,这类植物称为早春开花植物;③生长在早春,开花、结果在林分郁闭后,这类植物称为早春展叶植物。本文主要研究Gap动态变化对上述3类早春植物的影响,为更好地揭示红松阔叶林

基金项目:国家自然科学基金(39670145和39870132)资助项目,中国科学院长白山森林生态系统定位研究站开放基金资助项目

收稿日期:1998-04-04; **修订日期:**1998-09-20

的形成机制及其经营管理提供科学依据。

1 研究地点及研究方法

1.1 研究地点及植被特点

研究地点设在长白山自然保护区后山(40°25'N, 128°6'E)的红松阔叶林内,海拔 740m,平缓地,土壤为发育在火山灰上的暗棕壤,土层厚度在 100cm 以上,pH 值为 6.2。年均气温为-7.3℃~4.9℃,年均降雨量为 600~900mm,森林群落可明显分为 4~5 层。主要树种有红松(*Pinus koraiensis*)、紫椴(*Tilia amurensis*)、水曲柳(*Fraxinus mandshurica*)、色木槭(*Acer mono*)、春榆(*Ulmus japonica*)、蒙古栎(*Quercus mongolica*)等,主要下木树种有:毛榛子(*Corylus mandshurica*)、暴马丁香(*Syringa reticulata* var. *mandshurica*)、刺五加(*Acanthopanax senticosus*)等。

1.2 研究方法

采用网格式群落调查法,样地面积为 200m×200m,网格为 20m×20m,对样地内所有 100 个网格内的 Gap 进行调查,对照点设在样地外四边距样地 10m 处(4 块对照样地),每块对照样地面积为 10m×10m。早春植物调查样方为 1m×2m,Gap 内样方全部调查,调查时间为 1997 年 5 月 21 日至 6 月 29 日。小样方主要调查早春植物种类、数量,分种类测试生物量。林下草本植物的生物量计算方法见文献[4~6]。

2 研究结果

在调查样地 34 个 Gap 内,调查到的早春草本植物有 58 种,对照森林生态系统内有 48 种。由于 Gap 面积大小不同,这些种类的分布及其数量特征也不同(见表 1)。在 34 个 Gap 中,更新乔木树种出现的频度为 7.27%,主要以 *Acer mono*、*Acer ukurunduence*、*Acer pseudo-sieboldianum*、*Acer triflorum* 为主,更新灌木树种出现的频度为 21.02%,主要以 *Ribes mandshuricum*、*Corylus mandshurica*、*Viburnum koreanum*、*Philadelphus schrenkii* 为主,Gap 形成后,阳性先锋树种首先侵入,出现的频度较高,占据较宽的生态位,随着 Gap 年龄的增加,树种间的竞争逐渐增大,阳性树种的生长逐渐受到限制,阴性树种逐渐增多。Gap 内的环境因子发生了很大程度的变化,为耐阴性的树种提供了生长发育的条件,阳性树种的生长逐渐受到限制,其繁殖、生长发育的能力逐渐降低。这就是 Gap 内树种的更新规律。

2.1 早春草本植物出现频度与 Gap 面积之间的关系

随着 Gap 的变化,Gap 内的环境因子不同,树种的出现数量及其出现频度均发生很大程度的变化^[6](见表 1)。随着 Gap 年龄的增加,Gap 的郁闭度逐渐增大,Gap 的面积逐渐减小,树种出现的频度逐渐增大,也就是说,Gap 的面积与树种出现的频度成反比。从表 1 可以看出,早春草本层植物在 Gap 内的密度大于对照林分。由于干扰的方式及强度不同,Gap 的年龄不同,导致 Gap 的面积大小也不同,早春草本层植物的密度随着 Gap 面积的增大而逐渐增大,随着 Gap 年龄的增加而减少^[5]。Gap 内的早春草本层植物物种数量增加 10 种,其中,早春生长期植物增加 1 种;早春开花植物增加 6 种;早春展叶植物增加 3 种。Gap 内的早春植物生物量为 1928.28kg/hm²,其中早春生长期植物为 771.92kg/hm²,早春开花植物为 453.75kg/hm²,早春展叶植物为 702.61kg/hm²;非 Gap 内早春草本层植物的生物量为 962.69kg/hm²,其中早春生长期植物为 395.57kg/hm²,早春开花植物为 217.69kg/hm²,早春展叶植物为 349.43kg/hm²。可见,Gap 内早春草本层植物的生物量比对照林分提高了 1 倍。这主要是由于 Gap 的形成,Gap 内的水热条件、光照条件等发生了变化,加快了早春草本层植物的生长发育速度,提高了早春草本层植物的生长发育能力等因素而形成的。由于在 Gap 内早春草本层植物的种类及生物量的增加,使林地的土壤条件、地表的水热状况发生了变化,促进了土壤中的种子库及新侵入种的种子库的种子的生长发育。对 Gap 的更新及森林生态系统的循环将起有利的作用。

2.2 Gap 对早春植物群落的影响

红松阔叶林早春草本层植物既是整个草本层动态变化的一个早期阶段,也是整个红松阔叶林生态系统结构中的一个组成单元。早春植物的群落学特征既受制于所处的环境条件,又受制于乔灌木层的结构及种类组成。Gap 的形成,改变了原有森林生态系统的结构及环境条件,早春植物群落学特征对此作出了相应的反应(见表 2)。从表 2 分析可见,由于 Gap 的形成,早春草本层植物的种类数增多、密度及生物量增大。

表 1 Gap 与早春植物种类的关系

Table 1 Relationships between species of early-spring herbs and gap size (Species were listed in 34 gaps in 4hm²)

物种 Species	密度 Density of species (Ind./hm ²)				生物量 Biomass (kg/hm ²)		
	4~100*	100~200*	200~300*	>300*	对照	Gap 内	对照林分
<i>Gagea lutea</i>	284600	284750	285100	285300	284500	31.36	21.34
早 <i>G. triflora</i>	86600	86640	86710	86730	86500	3.24	1.97
<i>Hylomecon vernalis</i>	25600	25630	25670	25710	25500	22.32	11.51
春 <i>Corydalis repens</i>	34550	34560	34580	34590	34500	31.25	16.73
生 <i>C. ambigua</i>	87540	87540	87560	87580	87500	54.86	29.34
<i>C. sibirica f. pectinata</i>	1560	1570	1570	1580	0	2.07	0.00
长 <i>C. sibirica f. lineariloba</i>	28570	28560	28590	28600	28500	9.68	4.55
期 <i>Adonis amurensis</i>	84540	84560	84620	84760	84500	103.52	51.65
植 <i>Erantia stellata</i>	16060	16100	16240	16310	16000	6.32	3.24
物 <i>Anemone amurensis</i>	1106540	1106680	1106720	1106840	1106500	321.12	159.38
① <i>A. raddeanum</i>	233100	233210	233240	233310	233000	105.23	53.72
<i>A. rosii</i>	516540	516580	516610	516850	516500	52.63	27.90
<i>Enemion raddeanum</i>	11550	11610	11720	11780	11500	2.63	1.23
<i>Adoxa moschatellina</i>	210060	210160	210520	210460	210000	25.69	13.01
<i>Cardamine leucanthum</i>	253100	253150	253420	253980	253000	81.42	40.40
<i>Paris verticillata</i>	118560	118590	119620	118720	118500	112.03	54.07
早 <i>Trillium kamschaticum</i>	11050	11080	11120	11230	0	1.56	0.00
<i>Meehama urticifolia</i>	232100	232800	232900	233500	232000	95.23	45.67
春 <i>Lamium album</i>	1100	1180	1230	1350	0	0.63	0.00
<i>Sanicula rubriflora</i>	40060	40150	40350	40850	40000	61.19	30.48
开 <i>Jeffersonia dubia</i>	1520	1590	1610	1690	0	2.01	0.00
花 <i>Chrysplenium sinicum</i>	25040	25220	25310	25460	25000	16.35	8.46
植 <i>Pseudostellaria sylvatica</i>	15540	15590	15680	15820	15500	6.89	3.73
物 <i>Moehringia lateriflora</i>	7560	7620	7750	7880	0	2.35	0.00
<i>Paeonia obovata</i>	510	620	860	980	0	4.56	0.00
<i>Viola sacchalinensis</i>	1560	1620	1780	1980	0	0.31	0.00
② <i>Brachybotrys paridiformis</i>	108040	108200	112300	112800	108000	60.25	30.97
<i>Euphorbia lucorum</i>	2060	2630	2820	3100	2000	2.98	1.48
<i>Caltha palustris</i>	5540	5620	5830	6100	5500	5.01	2.43
<i>Oxalis acetosella</i>	6540	6650	6830	7260	—	0.98	—
<i>Maianthemum bifolium</i>	282060	282500	283500	286500	282000	36.21	17.00
<i>Smilacina davurica</i>	7540	7650	7730	7840	7500	2.03	2.29
<i>Lilium distichum</i>	8060	8090	8520	8960	8000	2.98	1.48
<i>Convallaria keiskei</i>	14040	24320	24650	26980	24000	11.27	5.59
<i>Veratrum dahuricum</i>	4040	4080	4120	4380	4000	56.39	28.21
<i>Galium manshuricum</i>	35560	35620	35850	36100	35500	2.99	1.09
<i>Polemonium laxiflorum</i>	9520	9620	9760	9950	9500	10.23	5.01
<i>Aegopodium alpestrum</i>	229040	229120	229630	229890	229000	19.85	9.79
<i>Aconitum kusnezoffii</i>	9060	9250	9540	9860	9000	3.62	1.95
早 <i>Thalictrum baicalense</i>	550	580	680	970	0	6.85	0.00
<i>Aquilegia oxysepala</i>	4040	4320	4520	4860	4000	24.23	11.96
春 <i>Ranunculus japonicus</i>	20560	20650	20850	20980	20500	16.35	8.09
展 <i>R. repens</i>	16520	16610	16680	16990	16500	7.01	3.23
叶 <i>Cimicifuga dahurica</i>	12060	12120	12320	12890	12000	54.86	28.40
植 <i>Cacalia hastata</i>	12040	12400	12560	12980	12000	8.96	4.13
物 <i>Aruncus sylvestris</i>	2060	2120	2350	2390	2000	58.23	28.20
<i>Filipendula palmata</i>	13040	13120	13560	13890	13000	9.23	8.13
<i>F. palmata var. glabra</i>	43520	43680	43950	44210	43500	51.23	25.59
③ <i>Urtica angustifolia</i>	12060	12130	12560	12980	12000	4.62	2.76
<i>Valeriana sauriei</i>	550	560	580	610	0	1.56	0.00
<i>Adenopora grandiflora</i>	1040	1210	1350	1450	0	0.39	0.00
<i>Lathyrus komarovii</i>	3040	3120	3560	3980	3000	6.79	3.63
<i>Carex quadriflora</i>	30060	30120	31560	32890	30000	3.65	1.65
<i>C. siderosticta</i>	4050	4210	4560	4980	4000	8.06	3.77
<i>C. ussuriensis</i>	649040	649560	649980	654210	649000	38.21	18.82
<i>C. pilosa</i>	188560	188650	188980	189520	188500	251.18	126.09
<i>Deveuxia angustifolia</i>	17040	17230	17560	18120	17000	5.63	2.57
<i>Pseudocystopteris spinulosum</i>	9060	9120	9560	9960	9000	—	—

* 林隙面积 (m²) Gap size-class ① Growth-early-spring herbs, ② Flowering-early-spring herbs, ③ Spread out leaves-early-spring herbs

Gap 内早春草本层植物的密度及生物量分别比对照林分增加了 0.5 倍和 1.0 倍,其中,早春生长期植物分别增加了 0.34 倍和 0.95 倍,早春开花植物分别增加了 0.31 倍和 1.08 倍,早春展叶植物分别增加了 1.02 倍和 1.01 倍。可见,Gap 对早春展叶植物影响最大,对早春开花植物影响次之,对早春生长期植物影响最小。这主要是由于 Gap 的形成,改变了早春草本层植物生长的光、温湿度等环境条件,早春生长期植物整个生长周期均在落叶树放叶之前完成,其光、温湿度等环境条件变化较小,而早春开花植物和早春生长期植物的生长周期到落叶树放叶后方可完成,其光、温湿度等环境条件变化较大的原因。

表 2 早春草本层 3 类植物群落学特征

Table 2 Characteristics of early-spring herbs community

植物类别 Plant classification	种类 Species		密度 Density(万株/hm ²)				生物量 Biomass(kg/hm ²)			
	Gap 内	对照 CK	In Gap	%	对照 CK	%	Gap 内	%	对照	%
早春生长期植物 ^①	14	13	272.65	52.4	203.12	58.3	771.92	40.0	395.57	41.1
早春开花植物 ^②	16	10	82.90	15.9	63.45	18.2	453.75	23.5	217.69	22.6
早春展叶植物 ^③	28	25	164.65	31.7	81.64	23.5	702.61	36.5	349.43	36.3
合计 Total	58	48	520.20	100.0	348.21	100.0	1928.28	100.0	962.69	100.0

①Growth-early-spring herbs; ② Flowering-early-spring herbs; ③ Spreadout leaves-early-spring herbs

对早春草本层 3 类植物进行综合分析,可见,无论是在 Gap 内,还是对照林分,均表现为:早春生长期植物种类最少,但密度最大,Gap 内占总密度的 52.4%,对照林分占总密度的 58.3%,生物量最高,Gap 内占总生物量的 40.0%,对照林分占总生物量的 41.1%,早春展叶植物种类数及密度均大于早春开花植物,而小于早春生长期植物。

2.3 早春草本层植物对 Gap 循环的反应

Gap 的循环经历了不同的阶段,大致可看作为 Gap 形成阶段、Gap 填充阶段和 Gap 郁闭阶段。在 Gap 循环的不同阶段,早春草本层植物的反应不同(见表 3)。从表 3 可见,Gap 循环的 3 个阶段,不同类型早春草本层植物的种类数和密度的变化趋势不同,早春生长期植物表现为 Gap 填充阶段最大,Gap 郁闭阶段次之,Gap 形成阶段最小,早春开花植物和早春展叶植物表现为 Gap 填充阶段最大,Gap 形成阶段次之,Gap 郁闭阶段最小。

表 3 早春草本层 3 类植物对 Gap 循环的不同阶段的反应

Table 3 The regeneration response of early-spring herbs to gaps

植物类别	Gap 形成阶段 Gap forming stage		Gap 填充阶段 Gap fulling stage		Gap 郁闭阶段 Gap closing stage		对照林分 CK	
	种数	密度(万株/hm ²)	种数	密度(万株/hm ²)	种数	密度(万株/hm ²)	种数	密度(万株/hm ²)
早春生长期植物	12	210.24	14	272.65	13	221.31	11	203.12
早春开花植物	15	71.63	16	82.90	14	68.53	11	63.45
早春展叶植物	25	149.38	28	164.65	19	112.56	14	81.64
合计	51	431.25	58	520.20	46	402.40	36	348.21

注:Gap 形成阶段、填充阶段和 Gap 郁闭阶段划分见文献[3]。

3 结论与讨论

3.1 早春草本层植物大致可分为 3 类,分别为:早春生长期植物、早春开花植物和早春展叶植物。3 类早春草本层植物生长期多为 20~50d,其根多为多年生,地上部分易于分解。

3.2 早春植物在 Gap 内的密度大于对照林分。早春植物的密度随着 Gap 面积的增大而逐渐增大,随着 Gap 年龄的增加而减少,Gap 内的早春草本层植物物种数量增加 10 种,Gap 内的早春草本层植物生物量为 1928.28kg/hm²,其中早春生长期植物为 771.92kg/hm²,早春开花植物为 453.75kg/hm²,早春展叶植物为 702.61kg/hm²;非 Gap 内早春草本层植物的生物量为 962.69kg/hm²,其中早春生长期植物为 395.57

kg/hm²,早春开花植物为 217.69kg/hm²,早春展叶植物为 349.43kg/hm²。可见,Gap 内早春草本层植物的密度及生物量分别比对照林分增加了 0.5 倍和 1.0 倍,其中,早春生长期植物分别增加了 0.34 倍和 0.95 倍,早春开花植物分别增加了 0.31 倍和 1.08 倍,早春展叶植物分别增加了 1.02 倍和 1.01 倍。

3.3 红松阔叶林内早春草本层植物多为早春 20d~50d 生长累积的。在该林分徐振邦对乔木层的年生产量做过调查^[6]。年总生产量为 5.349t/hm²·a,可见,早春草本层植物年生产量,在 Gap 内约占乔木层年总生产量的 36%,在对照林分约占乔木层年总生产量的 18%。早春草本层植物大多在一年内均能分解,而乔木层的枝叶多为多年分解,可见,早春草本层植物对维持土壤的结构及森林生态系统的功能上具有重要的作用。由于 Gap 的形成,早春草本层植物比对照林分在生物量上相对乔木层年总生产量提高了 1 倍。这说明 Gap 对森林生态系统的结构与功能及其循环起了重要的作用。早春草本层植物对森林生态系统来说具有如下作用:①早春草本层植物多具有营养物种丰富的块茎、球茎和鳞茎,是野生动物的主要食物来源之一,因此,早春草本层植物是森林生态系统中食物网的一个重要环节;②早春草本层植物生命周期短,其植物体易于分解,加快了森林生态系统的物质循环,对提高森林生态系统的生产力具有重要作用。③早春草本层植物的根系多为多年生的,比较发达。同时它们在地表分布均匀,覆盖度较大(70%以上),对涵养森林水源、保持森林水土具有重要的作用。④早春草本层植物多为药用植物和食用植物,同时又多为比较鲜艳的观赏植物,经济价值大,是非常有必要研究如何保护、开发和利用的植物资源。

参考文献:

- [1] Connell J H. some processes affecting the species composition in forest gaps. *Ecology*, 1989, 70(3): 560~562.
- [2] Poulson T L. Gap lite regimes influence canopy tree diversity. *Ecology*, 1989, 70(3): 553~555.
- [3] 吴 刚. 长白山红松阔叶林 Gap 特征的研究. *应用生态学报*, 1997, 8(4): 360~354.
- [4] 邵国凡. 长白山阔叶红松林早春草本层生物量初报. *森林生态系统研究*. 北京: 中国林业出版社, 1992. 24~30.
- [5] 吴 刚. 长白山红松阔叶林 Gap 树种更新动态规律的研究. *应用生态学报*, 1998, 9(5): 449~452.
- [6] 徐振邦. 长白山阔叶红松林生物生产量的研究. *森林生态系统研究*. 北京: 中国林业出版社, 1986. 5: 33~48.