

西藏色季拉山急尖长苞冷杉林枯枝落叶及苔藓层的生物量与持水性能^{*}

潘 刚^{1,3},任毅华¹,边巴多吉¹,赵佩艳²

(1. 西藏农牧学院 高原生态研究所,西藏 林芝 860000; 2. 西藏农牧学院 林学系,西藏 林芝 860000; 3. 东北林业大学,哈尔滨 150040)

摘 要:急尖长苞冷杉原始林作为藏东南森林群落的主体之一,具有重要的水源涵养和水土保持的作用。对西藏色季拉山东坡不同坡向的急尖长苞冷杉原始林下苔藓与枯枝落叶层贮量和持水量进行了试验研究。结果表明:阴坡的苔藓厚度大于阳坡,阴坡的厚度 12.1 ~ 15.3 cm,阳坡仅 4.5 ~ 8.3 cm,阴坡苔藓的厚度是阳坡的 1.5 ~ 3.4 倍,阴坡苔藓的贮量 $7.127 \times 10^4 \text{ kg/hm}^2$ 远大于阳坡的 $2.285 \times 10^4 \text{ kg/hm}^2$,阴坡是阳坡的 3.1 倍。而最大持水量以阴坡的枯枝落叶层为最大,为 1556.7 kg/hm^2 ,阳坡为 1177.3 kg/hm^2 。枯枝落叶层持水性能优于苔藓,说明枯枝落叶层在森林的水源涵养方面发挥了更为重要的作用。同时,人为活动少的原始天然林系统的功能是完整且巨大的,更进一步说明加强原始天然林的保护是保存原始生态系统的必需。

关键词:西藏色季拉山;冷杉林;坡向;苔藓;持水性能

中图分类号:S715.3

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2008)05-0081-03

The Water Holding Capacity of Moss and Litter Layers of Abies Georgei Forest of Mount Sejila in Tibet

PAN Gang^{1,3},REN Yi-hua¹,Bianbaduoji¹,ZHAO Pei-yan²

(1. Institute of Plateau Ecology, Tibet Agriculture and Animal Husbandry College, Linzhi, Tibet 860000, China; 2. Forestry Department, Tibet Agriculture and Animal Husbandry College, Linzhi, Tibet 860000, China; 3. Northeast Forestry University, Harbin 150040, China)

Abstract: As one of the major part of the forestry community in Southeast Tibet, *Abies georgei* forest plays an important part in conserving water resources and soil and water conservation. The authors studied the volume and water holding capacity of moss and litter layers under *Abies georgei* forest of different slope direction of the east slope of mount sejila in Tibet. The results showed that the thickness of moss in ubac is 12.1 ~ 15.3 cm and it is 4.5 ~ 8.3 cm in adret, which showed that the thickness of moss in ubac thicker than that in adret and about 1.5 ~ 3.4 times in adret. The volume of moss in ubac is $7.127 \times 10^4 \text{ kg/hm}^2$ and it is $2.285 \times 10^4 \text{ kg/hm}^2$ in adret, which showed that the volume of moss in ubac more than that in adret. The water holding capacity of litter superior to moss, which showed that litter layers play a much more important part in conserving water resource of forest. At the same time, the function of original natural forest which lack of anthropogenic activities is perfect and tremendous, which also showed that reinforcing the original natural forest protection is necessary for original ecosystem conservation.

Key words: Mount Sejila in Tibet; *Abies georgei* forest; slope direction; Bryophyte; water holding capacity

苔藓、枯枝落叶层处于森林植被层与土壤层之间,是森林生态系统的重要组成部分,是林地水汽交换的重要界面。该层主要由苔藓、枯死或新鲜的森林凋落物和半分解、已分解的凋落物组成,不仅影响林地土壤的发育、水热通气状况、营养元素的循环及林地生物种群的类型及数量,而且影响林下更新幼苗的成活、生长,苔藓作为一种疏松多孔物质依靠其强大的表面能及其类似于海绵性状的弹性特性,具有明显的截持降水、消减动能、阻延径流、防止土壤冻结及维系土壤

结构的作用,是保持和提高森林土壤肥力的重要因素之一。国外有关苔藓、枯落物层性能研究开展得较早,已从定性研究阶段进入定量阶段。国内近年来对不同森林群落枯落物的水文功能进行了大量研究^[1-5,8],但把苔藓、枯枝落叶作为一个复合层进行研究国内较少,仅见祁连山青海云杉林、川西亚高山人工针叶林苔藓枯落物水文特性研究^[6-7],而对西藏高原原始林苔藓枯落物进行研究,还未见报道。西藏亚高山暗针叶林作为西藏原始森林的主要组成群落,苔藓层和枯

* 收稿日期:2007-11-28

基金项目:国家林业局“西藏高山森林生态系统定位研究”项目(2001-11)

作者简介:潘刚(1968-),男,重庆人,副教授,从事西藏高原森林生态及环境生态教学及研究工作。E-mail: xzpg0704@21cn.com

枝落叶层发育良好,对西藏高海拔、大坡度的水源涵养和水土保持起着十分重要的作用。作为西藏高山森林生态系统定位研究的部分内容,对色季拉山主要群落类型急尖长苞冷杉林的不同坡向的苔藓、枯落物的分层与水文特性进行研究,旨在揭示该群落类型在涵养水源、保持水土、减少地表径流等机理研究方面提供理论依据。

1 研究区概况

试验地位于西藏高山森林生态系统定位站(色季拉山东南坡),29°38′ - 29°38′ N,92°42′ - 92°42′ E。海拔3 800 m,主要建群种为急尖长苞冷杉(*Abies georgei* var. *smithii*)原始林(海拔3 300~4 200 m),林下杜鹃繁茂,苔藓层发达,属典型的亚高山寒温带半湿润气候区。

土壤以酸性棕壤为主,土层较厚,腐殖质化过程明显,在较上段的冷杉林下有明显的灰化层。气候特点:冬温夏凉、干湿季分明。年平均气温-0.7℃,最高月(7月)平均气温9.2℃,最低月(1月)平均气温-13.9℃,极端最低气温-31.6℃(1999年1月),极端最高气温24.0℃(2001年7月)。年均日照时数1 150.6 h,日照百分率26.1%,日照时数最高月为12月,达151.7 h,日照百分率为40%。年均相对湿度78.83%。年均降水量1 134.1 mm,蒸发量544.0 mm,占年均降水量的48.0%,6-9月为雨季,雨季降水量占全年降水量的75%~82%,其中8月降水量最多,为294.2 mm,占全年降水量的30%。研究区林内主要乔木树种为急尖长苞冷杉,灌木种类主要有硬毛杜鹃(*Rhododendron hirtipes* Tagg.)、陇赛忍冬(*Lonicera tangutica* Maxim)、西南花楸(*Sorbus rehderiana* Koehne)等,草本主要为草莓(*Fragaria* sp.)、禾草(*Pooideae* spp.)及五裂蟹甲草(*Cacalin pentaloba* Hand. Mazz)等。

表 1 林分基本状况调查表

坡向	林型	海拔 / m	乔 木			灌 木			草 本			
			密度/ (株 · hm ⁻²)	郁闭度	平均高 / m	平均胸径 / cm	种 类	平均高 / m	总盖度 / %	种 类	平均高 / cm	总盖度 / %
阳坡	急尖长苞 冷杉林	3780	124	0.4	25.6	37.9	野櫻桃、杜鹃、忍冬、三棵针、枸子、绣线菊、野丁香、山杨等	1.8	50	龙胆、禾草、草莓、萎陵菜、蟹甲草、鞭打绣球等	3.0	40
阴坡	急尖长苞 冷杉林	3780	379	0.65	25.2	35.1	花楸、杜鹃、野丁香、忍冬等	4.2	15	蟹甲草	5.0	<5

3.2 苔藓层、枯枝落叶层贮量

3.2.1 苔藓层贮量

在西藏色季拉山东坡,苔藓、枯枝落叶层的厚度、贮量,由于坡向不同而具有显著的差异。

表2反映了不同坡向的急尖长苞冷杉原始林下的苔藓厚度与贮量的变化。可以看出,阴坡的苔藓厚度12.1~15.3 cm,阳坡仅4.5~8.3 cm,阴坡苔藓的厚度是阳坡的1.5~3.4倍;而苔藓的贮量阴坡为7.127×10⁴ kg/hm²,阳坡为2.285×10⁴ kg/hm²,阴坡是阳坡的3.1倍,其厚度与贮量成正比。这主要与急尖长苞冷杉的阴湿环境有关。在色季拉山东坡,阴坡阴冷潮湿,年相对湿度可达90%以上,而

2 研究方法

在海拔高度、坡度等环境条件基本一致的冷杉原始天然林,选择不同坡向的(阴坡、阳坡)原始天然林,设置面积为30 m×20 m的标准地,对标准地内的乔木进行每木检尺;并在标准地内按对角线设置5块2 m×2 m样方进行灌木调查,设置9块1 m×1 m样方进行草本调查,并随机设置4~5块面积2 m×2 m灌木样方和1 m×1 m草本样方进行补充调查。另在样地内随机5块面积0.25 m×0.4 m的枯落物样方和苔藓样方,按未分解层和分解层(包括半分解层和已分解层)采集枯落物,收集样方内苔藓,并测定自然状况下的重量,带回实验室备用,将野外采集的原状枯落物与苔藓试样分别装入尼龙袋,在清水中浸泡24 h,然后称重量;最后,65℃烘干至恒重,测定干重,分别以干重计算自然含水率和最大持水率。

3 结果与分析

3.1 不同坡向林分差异

西藏色季拉山东坡相同海拔高度的急尖长苞冷杉原始林,由于所处坡向不同,其林分组成有明显不同(表1)。

从急尖长苞冷杉林的生物学特性分析,急尖长苞冷杉属耐阴树种,主要分布于亚高山高海拔地段,在藏东南主要分布海拔在3 500~4 300 m,常形成以冷杉为主的云冷杉混交林、冷杉柏木混交林和冷杉纯林,是藏东南地区主要的建群种。而阴坡阴湿的环境对于该树种的发生、生长均提供有利条件。由表1可见处在阳坡的急尖长苞冷杉原始林的密度和郁闭度均低于阴坡,但其平均高和平均胸径却比阴坡高。组成林下的灌木、草本则由于阴坡环境阴湿而种类少且盖度低,阳坡灌木种类有9种,总盖度达50%,草本近10种,盖度达40%,而阴坡灌木种类4种,盖度仅15%,草本仅1种,盖度则小于5%。

年平均气温为-2.2℃,这种环境对苔藓的生长极为有利,苔藓厚度最高可达15.3 cm,平均有13.4 cm。加之人为活动少,其原始生境保存完好。而苔藓层的完整可以对林地起到很好的保护作用。

3.2.2 枯枝落叶层贮量

不同森林类型枯落物贮量的多少,除受气候因子与物候因子影响外,还与人为经营活动的强弱有关^[7]。分析表明(表2):枯枝落叶层单位面积贮量阳坡为4.958×10⁴ kg/hm²,阴坡为2.249×10⁵ kg/hm²,未分解枯落物与半分解、已分解枯落物贮量相比较,都以枯枝物的半分解层和已分解层的贮量为大。阴坡半分解层、已分解层的贮量占总贮量的

98.9 % ,阳坡占 99.1 % ,而阴坡枯落物的贮量是阳坡的 4.5 倍。阴坡的贮量明显高于 20 世纪 90 年代测得的川西王朗云冷杉林^[5]和卧龙岷江冷杉林^[8]枯落物贮量,而阳坡低于该两地的枯落物贮量。其原因是色季拉山东坡海拔 3 600 m 以上分布是急尖长苞冷杉的原始林分,阳坡的空气相对湿度为 79 % ,年均温度为 - 0.73 ,阴坡的空气年平均相对湿度达 90 % 以上,加之年平均温度 - 2.2 ,在阴坡这种冷湿环境里,土壤微生物活动相对弱,分解相对阳坡缓慢,所以贮量大。L 层无论阳坡还是阴坡其厚度和贮量都不大,但阳坡未分解层的厚度比阴坡厚,贮量却比阴坡少,这主要是阳坡的枯落物以冷杉的针叶为主,而阴坡的枯落物除针叶外有相当一部分是由于林分密度大,林木自然整枝而凋落的中小枝。

无论是苔藓层还是枯枝落叶层,阴坡的总贮量都大于阳坡,其主要原因是阴坡的环境阴冷潮湿,系统分解者的活动受到限制。而阴湿的环境对苔藓的生长极为有利。但这并不影响林地的养分输入,因为林分的土壤库养分贮量占了整个群落养分库的 99.8 % ,为 432 227.5 kg/hm²,而植物库和凋落物库的养分贮量仅占 1.2 % ,分别是为 4 646.6 kg/hm²和 12.4 kg/hm²^[10]。苔藓层和凋落物层的贮量可大量提供林分的后续养分,这也是系统自我调节的一种主要方式。所以保存天然的原始林是保存天然生态系统的必需。

表 2 苔藓、枯枝落叶层贮量

坡向	苔藓生物量		层 次	枯枝落叶生物量	
	厚度 /cm	积累量/ (kg·hm ⁻²)		厚度 /cm	积累量/ (kg·hm ⁻²)
阳坡	4.5~8.3	22850	L	0.8~1.2	2830
			F,H	3.2~4.3	46750
阴坡	12.1~15.3	71270	L	0.3~0.5	4630
			F,H	13.3~15.7	220270

L: 枯枝落叶未分解层; F,H: 枯枝落叶半分解层和已分解层,下同

3.3 苔藓层、枯枝落叶层持水量变化

3.3.1 苔藓层持水量变化

苔藓的最大持水量不但与林分、林下环境密切相关,与其组成成分和生长状况亦有直接联系。试验地苔藓的自然含水率阳坡为 1.3 % ,阴坡为 2.17 % ,阴坡苔藓干重的最大持水率为 1 085.6 % ,而阴坡只有 596.51 % ,这主要是因为阳坡蒸发较大导致其鲜重较小,因而能最大限度地吸收水分,所以其最大持水率很高。由于阴坡苔藓的厚度和贮量均高于阳坡,最大持水量自然也大,为 1 556.7 kg/hm²,而阳坡为 1 177.3 kg/hm²,明显高于川西原始暗针叶林的最大持水量^[5,8]。由此可以看出,以冷杉为主的原始暗针叶林,由于苔藓的存在可以很大程度地保存天然降水,更能减小林内的地表径流。整个急尖长苞冷杉林内地表径流量很少,只有 0.86 mm,占林外雨的 0.10 % ;壤中流量更少,只有 0.58 mm,占林外雨的 0.07 %^[9]。

3.3.2 枯枝落叶层的持水量变化

枯枝落叶的最大持水量通常在连续降雨后才会出现,一般情况下,枯枝落叶层含水率受气象因子制约,随季节变化而变化。在实验区,同样因为阳坡受较强阳光的照射,温度较高,空气相对湿度较低而使其未分解的枯落物的最大含水

率 231.53 % 高于阴坡的 225.26 % ,从其最大持水量看,半分解和已分解枯落物的最大持水量很大,阴坡为 3 478.4 kg/hm²,阳坡为 1 382.4 kg/hm²,分别占总枯落物层的 99.03 % 和 99.05 % 。这说明枯枝落叶的最大持水量决定了枯枝落叶物的厚度和贮量。这也证明了在急尖长苞冷杉原始林内壤中流少,是因为大量的降水被枯枝落叶层吸收之缘故。

苔藓层和枯枝落叶层的自然含水率和最大持水量均是阴坡大于阳坡,这主要与其厚度和贮量有直接关系。可以看出,藏东南亚高山暗针叶林的原始林分,在人为活动少的情况下,苔藓层和枯枝落叶层能贮备大量水分,减少了地表径流和壤中流,保证了土壤中的养分不被大量流失,也不至造成水土流失,系统水量平衡处于一种良性循环模式。所以,天然林的保护不仅可以保存完好的天然生态系统,而且可以减少林地养分流失和水土流失。

表 3 苔藓、枯枝落叶层的持水性能

坡向	苔藓层持水量			层 次	枯枝落叶层持水量		
	自然含 水率/ %	最大持水量/ % (kg·hm ⁻²)			自然含 水率/ %	最大持水量/ % (kg·hm ⁻²)	
阳坡	1.3	1085.6	1177.3	L	0.27	231.53	73.6
				F,H	0.18	249.44	1382.4
阴坡	2.17	596.51	1556.7	L	0.58	225.26	95.3
				F,H	2.74	489.86	3478.4

4 结 论

(1) 处在阳坡的急尖长苞冷杉原始林密度和郁闭度均低于阴坡,但其平均高和平均胸径却比阴坡高。组成林下的灌木、草本则由于阴坡环境阴湿而种类少且盖度低,阳坡灌木种类有 9 种,总盖度达 50 % ,草本近 10 种,盖度达 40 % ,而阴坡灌木种类 4 种,盖度仅 15 % ,草本仅 1 种,盖度小于 5 % ,阴坡苔藓层发达也是草本种类少的原因之一。

(2) 阴坡的苔藓厚度 12.1~15.3 cm,阳坡仅 4.5~8.3 cm,阴坡苔藓的厚度是阳坡的 1.5~3.4 倍;而苔藓的贮量阴坡为 7.127 ×10⁴ kg/hm²,阳坡为 2.285 ×10⁴ kg/hm²,阴坡是阳坡的 3.1 倍,其厚度和贮量是成正比例的。

(3) 枯枝落叶层单位面积贮量阳坡为 4.958 ×10⁴ kg/hm²,阴坡为 2.249 ×10⁵ kg/hm²,都以枯落物的半分解层和已分解层的贮量为大,阴坡半分解层、已分解层的贮量占总贮量的 98.9 % ,阳坡占 99.1 % ,而阴坡枯落物的贮量是阳坡的 4.5 倍。

(4) 苔藓的自然含水率阳坡为 1.3 % ,阴坡为 2.17 % ,阴坡苔藓干重的最大持水率为 1 085.6 % ,而阴坡只有 596.51 % ,这主要是因为阳坡蒸发较大导致其鲜重较小,因而能最大限度的吸收水分,所以其最大持水率很高。由于阴坡苔藓的厚度和贮量均高于阳坡,最大持水量自然也大,为 1 556.7 kg/hm²,而阳坡为 1 177.3 kg/hm²。

(5) 阳坡枯落物的最大含水率 231.53 % 高于阴坡的 225.26 % ,从其最大持水量看,半分解和已分解的最大持水量很大,阴坡为 3 478.4 kg/hm²,阳坡为 1 382.4 kg/hm²,分别占总枯落物层的 99.03 % 和 99.05 % 。

(下转第 87 页)

[J]. Ecological Engineering ,2001 ,18 (2) :147-156.

[2] Jukkrit M , Saburo I. Modelling of environmental phyto-remediation in Eutrophic river the case of water hyacinth harvest in Tha-chin Rive[J]. Thailand Ecological Modelling ,2001 ,142 (1/2) : 121-134.

[3] 王超,张文明,王沛芳. 黄花水龙对富营养化水体中氮磷去除效果的研究[J]. 环境科学,2007 ,28 (5) :975-981.

[4] 厉恩华,刘贵华,李伟,等. 洪湖三种水生植物的分解速率及氮、磷动态[J]. 中国环境科学,2006 ,26(6) :667-671.

[5] 李欲如,操家顺,徐峰,等. 水蕹菜对苏州重污染水体净化功能的研究[J]. 环境污染与防治,2006 ,28(1) :69-71.

[6] 戴全裕,将兴昌,张珩,等. 水蕹菜对啤酒及饮食废水净化与资源化研究[J]. 环境科学学报,1996 ,16 (2) :334-337.

[7] 程树培,丁树荣,胡忠明. 利用人工基质无土栽培水蕹菜净化镉丝废水的研究[J]. 环境科学,1991 ,12 (4) :47-51.

[8] 杨肖娥,孙羲. 不同水稻品种 NH_4^+ 和 NO_3^- 吸收的动力学[J]. 土壤通报,1991 ,22(5) :222-224.

[9] 刘秀珍,孙立艳. 黄瓜苗期吸收 NO_3^- 、 K^+ 的动力学研究[J]. 山西农业大学学报,1995 ,15 (3) :277-279.

[10] 赵越,马凤鸣,张多英. 甜菜对不同氮素吸收动力学的研究[J]. 东北农业大学学报,2006 ,37(3) :294-298.

[11] 孙敏,郭文善,朱新开,等. 不同氮效率小麦品种苗期根系的 NO_3^- 、 NH_4^+ 吸收动力学特征[J]. 麦类作物学报,2006 ,26(5) :84-87.

[12] 韩胜芳,李淑文,吴立强,等. 不同小麦品种氮效率与氮吸收对氮素供应的响应及生理机制[J]. 应用生态学报,2007 ,18 (4) :807-812.

[13] 沈根祥,姚芳,胡宏,等. 浮萍吸收不同形态氮的动力学特性研究[J]. 土壤通报,2006 ,37 (3) :505-508.

[14] 操家顺,李欲如,陈娟. 水蕹菜对重污染河道净化及克藻功能[J]. 水资源保护,2006 ,22(2) :36-41.

[15] Eisenthal P, Cornish-Bowder A. The direct linear plot, a new graphical procedure for estimating enzyme kinetic parameters[J]. Biochem J., 1974 ,139 :715-720.

[16] Wary J L, Kinghorn J R. Molecular and Genetic Aspects of Nitrate Assimilation[M]. New York:Oxford University Press,1989.

[17] 汪晓丽,封克,盛海君,等. 不同水稻基因型苗期 NO_3^- 吸收动力学特征及其受吸收液中 NH_4^+ 的影响[J]. 中国农业科学,2003 ,36(11) :1306-1311.

[18] Schubert S, Yan Y. Nitrate and ammonium nutrition of plants: Effects on acid/ base balance and adaptation of root cell plasmalemma H^+ ATPase[J]. Zeitschrift fur Pflanzenernahrung und Bodenkunde, 1996 ,160 :275-281.

[19] Crawford N M, Glass A D M. Molecular and physiological aspects of nitrate uptake in plants[J]. Trends in Plant Science,1998 ,3 :389-395.

[20] Colmer T D, Bloom A J. A comparison of NH_4^+ and NO_3^- net fluxes along roots of rice and maize[J]. Plant, Cell and Environment, 1998 ,21 :240-246.

[21] Kosegarten H, Grolig F, Esch A, et al. Effects of NH_4^+ , NO_3^- and HCO_3^- on apoplast pH in the outer cortex of root zones of maize, as measured by the fluorescence ratio of fluorescein boronic acid[J]. Planta, 1999 ,209 :444-452.

(上接第 83 页)

参考文献:

[1] 杨澄,刘建军,张万庆. 桥山主要森林类型枯落物持水性能及养分含量测定初报[J]. 西北林学院学报,1996 ,11 (4) :7-11.

[2] 白顺江,陆贵巧,谷建才,等. 雾灵山自然保护区不同森林类型枯落物水文作用研究 [J]. 河北农业大学学报,2006 ,29(3) :50-52.

[3] 高人,周广柱. 辽宁东部山区几种主要森林植被类型枯落物层持水性能研究[J]. 沈阳农业大学学报,2002 ,33 (2) :115-118.

[4] 姜海燕,赵雨森,陈祥伟,等. 大兴安岭岭南几种主要森林类型土壤水文功能研究[J]. 水土保持学报,2007 ,21 (3) :150-153.

[5] 马志贵,王金锡. 大熊猫栖息环境的森林凋落物动态研究[J]. 植物生态学报,1993 ,17(2) :155-163.

[6] 王顺利,王金叶. 祁连山青海云杉林苔藓枯落物分布与水文特征[J]. 水土保持研究,2006 ,13 (5) :156-159.

[7] 林波,刘庆,吴彦,等. 川西亚高山人工针叶林枯枝落叶及苔藓层的持水性能[J]. 应用与环境生物学报,2002 ,8 (3) :235.

[8] 张万儒,许本彤,杨承栋,等. 山地森林土壤枯枝落叶层结构和功能的研究[J]. 土壤学报,1990 ,27(2) :121-131.

[9] 王景升. 西藏色季拉山暗针叶林水量平衡[D]. 哈尔滨:东北林业大学,2002.

[10] 辛学兵. 西藏色季拉山冷杉林生态系统养分循环的研究[D]. 北京:北京林业大学,2003.