

山地森林土壤枯枝落叶层结构 和功能的研究

张万儒 许本彤 杨承栋 李彬 屠星南

(中国林业科学研究院林业研究所森林土壤研究室)

摘 要

本试验设置在卧龙自然保护区 1200—4300m 海拔高度不同生物气候带的森林类型下。五处试验林地是：1.常绿阔叶林下的山地黄壤；2.次生落叶阔叶林下的山地棕壤；3.针阔混交林下的山地暗棕壤；4.暗针叶林下的山地棕色暗针叶林土；5.高山草甸植被下的高山草甸土。通过 1981—1984 年进行定位观测和试验研究，其结果阐明了该林区森林枯枝落叶层的构型、贮量及其化学、物理性质和灰分元素组成等；并探讨了森林枯枝落叶层在森林土壤生态系统中对水源涵养、养分供应、促进生物活动强度和土壤发育等方面的功能。

卧龙自然保护区位于青藏高原东部边缘末端向四川盆地倾斜的大斜面上，为川西林区主要的组成部分，山高坡陡，森林资源丰富，垂直分布规律明显，是我国在世界上所特有的高山生态系统类型，且位于长江上游地区，具有重要的防护作用。本研究工作的目的在于阐明森林枯枝落叶层(L, F, H 层)在森林土壤生态系统中对水源涵养、物质循环及成土过程等方面的作用。

一、研究地区与方法

(一) 研究地区 研究工作在卧龙自然保护区(北纬 $30^{\circ}45'$ — $31^{\circ}25'$ ，东经 $102^{\circ}52'$ — $103^{\circ}24'$)、海拔 1200—4300m 的五块垂直植被带试验林地上进行。即：1.中亚热带常绿阔叶林下山地黄壤(海拔 1200m)；2.具有暖温带气候特征的次生落叶阔叶林下山地棕壤(海拔 2000m)；3.具有温带气候特征的针阔混交林下的山地暗棕壤(海拔 2500m)；4.具有寒温带气候特征的暗针叶林下山地棕色暗针叶林土(海拔 3300m)；5.具有亚寒带气候特征的高山草甸植被下高山草甸土(海拔 4300m)^[1]。

(二) 研究方法^[1] 1. 1981—1984 年在定位试验林地上每年测定一次森林枯枝落叶层贮量，并采枯枝落叶层样品及主要植物叶片样品进行化学分析。2. 1981—1984 年，每年生长季节定期测定枯枝落叶层的水分物理性质(环刀法)、土壤呼吸(氢氧化钡吸收-容量法)、枯枝落叶层渗滤水(排水采集器法)等。

参加外业工作的还有：庞鸿宾、李炳伟、杨玲、张小玲、初月清、雷树生、潘德乾、安长生(中国林业科学研究院)、肖敦俊、陈真友、沈仲民、杨忠秀、赵灿南(卧龙自然保护区)。

二、结果与讨论

(一) 山地森林土壤枯枝落叶层的结构

表 1 森林枯枝落叶层的构型和贮量

Table 1 Structural type and dry material amount of forest floor

土壤、植被类型和海拔高度 Soil vegetation type and altitude	构型 Structural type	森林枯枝落叶层 Forest floor				郁闭度(%) Canopy density
		层次厚度(cm) Horizon and depth		贮量 (t/ha) Amount of dry material		
		分层厚度 Layer	总厚度 Total	分层量 Layers	总量 Total	
山地黄壤 Mountain yellow soil (常绿阔叶林, 海拔 1200 m)	L-F 型	L 0-3 F 3-7	0-7	L 5.28 F 5.96	11.24	80
山地棕壤 Mountain brown forest soil (次生落叶阔叶林, 海拔 2000m)	L-F、H 型	L 0-4 FH 4-11	0-11	L 3.75 FH 11.79	15.54	80
山地暗棕壤 Mountain dark brown forest soil (针阔混交林, 海拔 2500m)	L-F-H 型	L 0-5 F 5-10 H 10-20	0-20	L 6.10 F 5.03 H 46.37	57.50	90
山地棕色暗针叶林土 Mountain brown dark coniferous forest soil(暗针叶林, 海拔 3300m)	L-F-H 型	L 0-5 F 5-12 H 12-26	0-26	L 15.24 F 36.56 H 62.14	113.94	70
高山草甸土 Alpine meadow soil (高山草甸植被, 海拔 4300m)	L、F-H 型		0-15			

* 表中数字为 1981-1983 年测得的平均值。

表 2 森林枯枝落叶层的腐

Table 2 Humus components, pH value

土壤植被类型和海拔高度 Soil vegetation type and altitude	层次 Layers	全氮(%) Total nitrogen	全碳(%) Total C	C/N
山地黄壤 (常绿阔叶林, 海拔 1200m)	L	1.07	50.31	47.06
	F	1.49	47.42	31.78
山地棕壤 (次生落叶阔叶林, 海拔 2000m)	L	1.05	46.37	44.33
	F	1.48	41.12	27.80
	H	1.71	33.98	19.93
山地暗棕壤 (针阔混交林, 海拔 2500m)	L	0.85	54.44	63.82
	F	1.28	49.75	38.75
	H	1.53	43.93	28.77
山地棕色暗针叶林土 (暗针叶林, 海拔 3300m)	L	0.89	59.44	66.64
	F	1.56	52.54	33.59
	H	1.80	47.28	26.27
高山草甸土 (高山草甸植被, 海拔 4300m)	L、F	1.45	40.37	27.80
	H	1.44	24.68	17.17

森林枯枝落叶层是由覆盖在矿质土壤表面的未分解(L)、半分解(F)和已分解(H)的有机物质层组成,是森林土壤最明显的特征,它在森林土壤生态系统中具有非常重要的作用^[4]。

1. 构型与贮量 森林枯枝落叶层的构型与贮量^[6]由两个因子决定:(1)森林的特性:组成、年龄、密度、林况;(2)环境的特性:温度、湿度、通气等。这些因子影响到森林枯枝落叶层的质与量,同时也影响到森林枯枝落叶层形成与分解的环境。卧龙自然保护区山地森林土壤枯枝落叶层的构型及贮量与其位于一定生物气候带的土壤、植被类型密切相关(见表1),枯枝落叶层的贮量随山体高度而增加。

2. 化学、物理性质 卧龙自然保护区山地森林枯枝落叶层的容重在0.18—0.21 g/cm³之间;暗针叶林下森林枯枝落叶层呈酸性,而常绿阔叶林、落叶阔叶林、针阔混交林、高山草甸植被下的森林枯枝落叶层呈弱酸性(见表2)。森林枯枝落叶层各亚层的全氮含量及C/N比为:L层全N 0.8—1.0%、C/N 44—66,F层全N 1.3—1.5%、C/N 27—38,H层全N 1.5—1.8%、C/N 17—28;全氮含量从L层→F层→H层逐渐增大,而C/N比从L层→F层→H层逐渐减小;HA/FA在0.3—0.7之间;试验数据说明了枯枝落叶层分解程度的规律性(见表2)。

3. 灰分元素含量 山地森林土壤上主要植物种类叶内有机物质和灰分元素的组成与含量,直接影响着森林枯枝落叶层的质量及分解速度。试验结果表明:针叶树叶的pH值小于阔叶树,蛋白质含量以红桦及多毛椴叶为最高(23—24%)(见表3);灰分含量也是针叶树叶小于阔叶树叶,下木、草本、藓类更高,箭竹叶内灰分元素含量高达14.2%;N、P、K含量也是红桦、多毛椴为最高,Si含量以箭竹叶为最高(5.3%)(见表4)。

森林枯枝落叶层的灰分元素含量(见表5),L层→F层→H层逐渐增高;N、P、K、Si、Fe、Al、Mn元素的含量从L层→F层→H层逐渐增多;Ca的含量以常绿阔叶林、次生落叶阔叶林下枯枝落叶层中最多。大量的养分储存在森林枯枝落叶层中,是森林土壤天然

and bulk density of forest floors

胡敏酸碳 (%) Humic acid C	富里酸碳 (%) Fulvic acid C	胡敏酸/ 富里酸 HA/FA	胡敏素碳 (%) Humin C	pH		容重 (g/cm ³) Bulk density
				H ₂ O	KCl	
1.60	1.59	1.01	47.12	5.8—6.1	5.2—5.7	0.21
2.47	5.94	0.42	39.01			
3.75	6.58	0.57	36.04	6.1—6.5	5.4—6.1	0.22
2.41	5.53	0.44	33.18			
1.70	3.73	0.29	28.91			
3.10	4.96	0.69	46.08	5.5—6.1	5.2—5.6	0.18
1.61	5.74	0.28	41.86			
2.32	4.49	0.52	37.12			
2.44	5.03	0.49	51.97	4.7—5.5	4.1—4.8	0.21
1.41	6.48	0.22	44.65			
1.96	5.34	0.37	39.98			
3.07	5.16	0.60	32.14	6.0—6.4	5.5—5.7	0.67
2.67	4.22	0.63	17.79			

表3 主要植物种类的叶内有机物质组成

Table 3 Organic matter composition of leaf of main plant species

主要植物种类 Species	pH		蛋白质 (%) Protien	粗脂肪 (%) Crude fat	水溶性有机质(%) Water soluble O.M.	粗纤维(%) Crude fiber	木质素 (%) Ligdin
	H ₂ O	KCl					
常绿阔叶林							
青冈栎叶	5.25	4.80	8.56	3.15	12.59	26.61	24.51
杉木叶	4.85	4.55	7.77	2.73	14.42	31.19	19.78
次生落叶阔叶林							
五裂槭叶	5.30	4.85	14.33	1.52	13.15	23.57	28.76
多毛槭叶	6.20	5.90	22.99	3.58	9.58	18.21	20.11
针阔混交林							
铁杉叶	3.80	3.60	7.23	4.09	—	—	—
红桦叶	6.57	6.10	23.82	3.70	12.09	20.91	22.74
麦吊杉叶	3.70	3.55	11.21	5.11	22.77	24.35	20.86
云杉叶	3.95	3.80	8.96	6.30	19.63	28.28	16.85
暗针叶林							
岷江冷杉林	4.75	4.35	8.49	7.27	16.20	20.77	32.73

* 粗脂肪用乙醚提取物测定。

肥料的来源,不仅可以源源供给森林植物养分的需要,同时对土壤发育的影响也是一个重要因素。

(二) 山地森林土壤枯枝落叶层的功能

森林枯枝落叶层在森林土壤生态系统中对水源涵养能力、养分供应能力、促进土壤生物活动强度、保护森林土壤等方面具有重要的作用。

1. 枯枝落叶层的水源涵养能力 森林枯枝落叶层是森林土壤独立的发生层次,它不仅是森林土壤有机养分的主要来源,而且具有很高的蓄水能力(见表6)。据 Harrold 等(1974)的材料,只要1cm以上的林地枯枝落叶层就能高度发挥森林土壤的透水和蓄水性能,把地表径流减到裸地的十分之一以下。卧龙自然保护区林地枯枝落叶层厚度在7—26cm之间,可见其水源涵养能力是巨大的。另外,枯枝落叶层除本身具有很大的吸水能力外,还能起到减小雨滴动能,增强渗透能力,提高地表粗糙度,降低地表径流流速,保护土壤资源的作用,这是其他非林地土壤无法比拟的^[3]。

森林土壤水源涵养能力,是指水的保持和蓄积两个方面,森林土壤蓄水量与非毛管孔隙和土层厚度有关,有一定郁闭度的森林加上深厚的枯枝落叶层及土层厚度,才能起到森林土壤的水源涵养作用。试验结果见表6和表7。卧龙自然保护区有20万公顷林地,平均每公顷林地蓄水量为1341.97吨,20万公顷林地蓄水量可达到26839.4万吨,相当于100万方容量的小水库268个,因此如遇持续性的大暴雨后,大量的降水可被保蓄在枯枝落叶层和土层中,大大地减少了洪峰的压力,发挥了水源涵养功能。

2. 枯枝落叶层的养分供应能力 森林枯枝落叶层作为森林土壤生态系统物质循环过程中的一个“有机物质库”,储存着各种矿质元素,并通过土壤原生动物及微生物的分解,释放大量养分,随着枯枝落叶层渗滤水淋洗到土壤中,供给森林植物生长的需要^[4]。

表 4 主要植物种类的灰分元素含量
Table 4 Elemental content of main plant species

主要植物种类 Species	灰分 (%) Ash	N	P	K	Na	Ca	Mg	Si	Fe	Al	Mn	S	Cl	B	Zn	Cu	
																	Percent (on oven-dry basis)
(%占烘干土重)																	
常绿阔叶林																	
青冈栎叶 (<i>Cyclobalanopsis glauca</i>)	9.68	1.37	0.03	0.35	0.02	1.89	0.31	2.36	0.07	0.07	0.05	0.11	0.07	1.82	103.2	44.5	
杉木叶 (<i>Cunninghamsia lanceolata</i>)	5.94	1.21	0.10	0.47	0.02	2.18	0.14	0.16	0.03	0.03	0.03	0.07	0.11	0.62	17.11	14.93	
山桐子叶 (<i>Phoebe chinensis</i>)	4.26	1.40	0.09	0.86	0.01	1.04	0.21	0.34	0.04	0.03	0.22	0.10	0.00	1.42	103.4	39.4	
蕹豆叶 (<i>Elaeocarpus japonicus</i>)	6.92	1.80	0.08	0.72	0.01	1.47	0.37	0.30	0.06	0.33	0.23	0.18	0.09	3.09	117.7	34.7	
栓木叶 (<i>Eurya sp.</i>)	9.99	1.46	0.06	0.65	0.02	2.24	0.50	0.24	0.04	1.21	0.10	0.19	0.60	6.76	9.75	6.94	
次生落叶阔叶林																	
互裂槭叶 (<i>Acer oliverianum</i>)	6.14	2.29	0.14	0.88	0.02	1.32	0.30	0.84	0.02	0.02	0.02	0.17	0.04	2.64	13.22	7.05	
多毛槭叶 (<i>Tilia intonsa</i>)	8.09	3.68	0.35	2.21	0.04	1.33	0.39	0.24	0.03	0.02	0.01	0.67	0.20	21.10	144.10	13.32	
三翅乌药叶 (<i>Lindera obtusiloba</i>)	8.86	2.35	0.13	1.97	0.04	0.85	0.24	1.29	0.04	0.06	0.04	0.12	0.03	1.29	12.98	1.73	
猕猴桃叶 (<i>Actinidia spp.</i>)	11.00	2.52	0.18	2.25	0.12	2.67	0.47	0.15	0.02	0.03	0.01	0.15	0.05	18.7	7.43	4.96	
针阔混交林																	
铁杉叶 (<i>Tsuga chinensis</i>)	4.09	1.16	0.08	0.40	0.01	1.00	0.76	0.25	0.05	0.03	0.01	0.07	0.001	0.59	17.91	3.98	
红桦叶 (<i>Betula albo-sinensis</i>)	9.18	3.81	0.35	2.72	0.02	1.33	0.46	0.36	0.05	0.03	0.02	0.16	0.02	5.14	41.92	5.15	
麦吊杉叶 (<i>Picea brachystyla</i>)	3.30	1.79	0.19	0.55	0.01	0.05	0.16	0.44	0.01	0.01	0.003	0.13	0.05	7.09	61.03	8.67	
云杉叶 (<i>Picea asperata</i>)	2.85	1.43	0.18	0.52	0.02	0.53	0.12	0.23	0.01	0.01	0.003	0.15	0.03	7.62	29.39	8.73	
宝兴栒子木 (<i>Cotoneaster mongpinensis</i>)	9.70	2.79	0.37	2.79	0.03	0.45	1.18	0.16	0.04	0.03	0.004	0.19	0.05	4.48	28.01	8.79	
阔叶林																	
岷江冷杉叶 (<i>Abies faxoniana</i>)	4.52	1.36	0.15	0.82	0.004	0.66	0.15	0.56	0.04	0.12	0.03	0.08	0.05	0.63	47.54	15.21	
大叶金顶杜鹃叶 (<i>Rhododendron faberi</i>)	3.44	1.46	0.11	0.61	0.03	0.63	0.31	0.22	0.03	0.03	0.02	0.09	0.08	1.52	23.97	8.52	
箭竹叶 (<i>Sinarundinaria spp.</i>)	14.20	1.68	0.11	0.83	0.01	0.43	0.17	5.27	0.01	0.03	0.02	0.14	0.08	0.00	42.90	21.45	
蕨类 (<i>Brachythecium plumosum etc.</i>)	9.79	1.50	0.20	1.01	0.07	0.85	0.29	1.84	0.29	0.26	0.03	0.14	0.13	5.81	39.35	9.84	
高山草甸植被																	
日本羊茅 (<i>Festuca japonica</i>)	8.77	2.42	0.38	3.03	0.04	0.40	0.19	1.19	0.09	0.05	0.02	0.30	0.42	0.39	92.74	13.25	

表 5 森林枯枝落叶的灰分元素含量

Table 5 Elemental content of forest floors

土壤、植被类型和海拔高度 Soil vegetation type and altitude	层次 Layer	灰分 (%) Ash	Percent (on over-dry basis)													(ppm)			
			N	P	K	Na	Cs	Mg	Si	Fe	Al	Mn	S	Cl	B	Zn	Cu		
山地黄壤 (常绿阔叶林, 海拔 1200m)	L	10.53	1.07	0.05	0.12	0.18	3.13	0.38	1.10	0.10	0.26	0.04	0.08	0.02	15.75	14.44	28.89		
	F	20.63	1.49	0.08	0.16	0.08	2.57	0.26	5.32	0.65	0.80	0.08	0.14	0.03	28.97	37.49	14.06		
山地棕壤 (次生落叶阔叶林, 海拔 2000m)	L	17.76	1.05	0.09	0.31	0.24	3.90	0.23	3.25	0.22	0.37	0.03	0.07	0.04	2.68	70.73	14.74		
	F	22.17	1.48	0.12	0.24	0.20	3.58	0.42	5.07	0.42	0.41	0.04	0.08	0.03	18.12	68.33	17.08		
山地暗棕壤 (针阔混交林, 海拔 2500m)	H	43.07	1.71	0.10	0.48	0.13	2.55	0.62	12.13	1.46	1.32	0.07	0.11	0.03	21.81	39.99	29.99		
	L	6.13	0.85	0.06	0.17	0.10	1.44	0.18	0.77	0.11	0.16	0.04	0.07	0.03	67.68	19.73	7.89		
山地棕色暗针叶林土 (暗针叶林, 海拔 3300m)	F	12.64	1.28	0.09	0.37	0.09	1.41	0.31	2.93	0.43	0.46	0.05	0.07	0.03	5.54	29.24	17.06		
	H	21.54	1.53	0.10	0.43	0.07	1.42	0.40	6.03	0.89	0.89	0.05	0.17	0.05	31.93	40.73	22.91		
高山草甸土 (高山草甸植被, 海拔 4300m)	L	6.18	0.89	0.06	0.18	0.10	0.67	0.11	1.81	0.13	0.19	0.05	0.07	0.02	3.84	13.66	7.45		
	F	14.00	1.56	0.11	0.22	0.11	1.62	0.23	3.47	0.54	0.46	0.05	0.09	0.04	0	17.00	14.17		
	H	21.72	1.80	0.12	0.31	0.13	1.95	0.33	6.13	0.85	0.79	0.06	0.11	0.05	11.09	29.27	14.64		
	L、F	37.20	1.45	0.15	0.91	0.10	1.17	0.39	12.67	1.41	1.54	0.04	0.11	0.04	15.94	46.14	16.15		
	H	58.66	1.44	0.18	1.24	0.12	1.06	0.53	12.64	2.05	2.45	0.06	0.13	0.03	28.15	45.04	16.89		

表 6 森林枯枝落叶层的最大持水量

Table 6 Maximum water holding capacity of forest floor

土壤植被类型和海拔高度 Soil vegetation type and altitude	最大持水量 Maximum water holding capacity			
	(%)	(t/ha)	Σ (t/ha)	Σ (mm)
山地黄壤 (常绿阔叶林, 海拔 1200m)	L 265.9	14.78	36.46	3.65
	F 271.3	21.68		
山地棕壤 (次生落叶阔叶林, 海拔 2000m)	L 403.0	15.49	42.15	4.22
	F.H 249.8	26.66		
山地暗棕壤 (针阔混交林, 海拔 2500m)	L 298.1	19.97	313.09	31.31
	F 552.5	44.22		
	H 435.9	248.90		
山地棕色暗针叶林土 (暗针叶林, 海拔 3300m)	活藓 591.2	75.27	271.88	27.19
	L 201.5	55.47		
	F 489.6	196.30		
	H 469.8	210.10		

表 7 森林土壤的蓄水量

Table 7 Water storage capacity of forest soil

土壤、植被类型和海拔高度 Soil vegetation type and altitude	层次深度 (cm) Horizon	非毛管孔隙(V%) Non capillary pore	蓄水量(t/ha) Water storage capacity	Σ (t/ha)	Σ (mm)
山地黄壤 (常绿阔叶林, 海拔 1200m)	A 9	16	144.0	1227.4	122.7
	B 45	11.0	495.0		
	C 40	14.7	588.4		
山地棕壤 (次生落叶阔叶林, 海拔 2000m)	A 18	9.06	163.1	611.3	61.1
	B 25	11.52	288.0		
	C 40	4.01	160.4		
山地暗棕壤 (针阔混交林, 海拔 2500m)	A 25	20.05	501.3	2234.4	223.4
	B 35	22.01	771.1		
	C 40	24.05	962.0		
山地棕色暗针叶林土 (暗针叶林, 海拔 3300m)	A 30	9.40	282.0	715.7	71.6
	B 25	6.98	174.5		
	C 20	13.96	259.2		
高山草甸土 (高山草甸植被, 海拔 4300m)	A 13	8.00	104.0	1179.2	117.9
	B 47	11.95	561.7		
	C 65	7.90	513.5		

卧龙自然保护区山地黄壤的森林枯枝落叶层贮量为 11.24 吨/公顷, 其中灰分含量 1.75 吨, N 0.14 吨, P 0.008 吨, K 0.015 吨, Ca 0.32 吨, Mg 0.036 吨; 山地棕壤森林枯枝落叶层贮量为 15.54 吨/公顷, 其中灰分 4.30 吨, N 0.22 吨, P 0.016 吨, K 0.053 吨, Ca 0.52 吨, Mg 0.066 吨; 山地暗棕壤森林枯枝落叶层贮量为 57.50 吨/公顷, 其中灰分 7.73 吨, N 0.70 吨, P 0.048 吨, K 0.186 吨, Ca 0.82 吨, Mg 0.17 吨; 山地棕色暗针叶林土森林枯枝落叶层贮量为 113.94 吨/公顷, 其中灰分 15.9 吨, N 1.62 吨, P 0.108 吨, K 0.264 吨, Ca 1.61 吨,

表 8 通过森林枯枝落叶层

Table 8 Elemental content of lysimetric

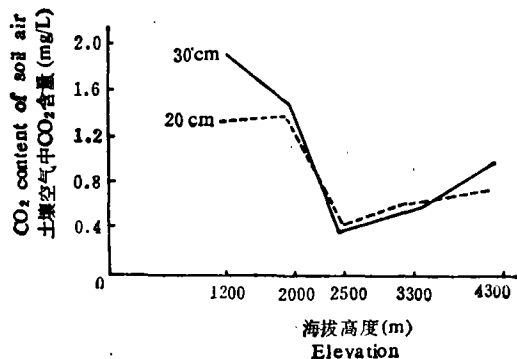
土壤、植被类型和海拔高度 Soil vegetation covers and altitude	干残渣 (g/L) Dry residue	pH (H ₂ O)			
			C	N	P
山地黄壤 (常绿阔叶林, 海拔 1200m)	0.22	5.91	163.36	2.07	1.07
山地棕壤 (次生落叶阔叶林, 海拔 2000m)	0.24	5.97	180.39	2.10	0.24
山地暗棕壤 (针阔混交林, 海拔 2500m)	0.23	6.35	103.40	2.17	0.22
山地棕色暗针叶林土 (暗针叶林, 海拔 3300m)	0.18	5.08	273.97	5.23	1.69
高山草甸土 (高山草甸植被, 海拔 4300m)	0.13	5.90	66.53	1.57	0.04

* 表中数字为 1981—1984 年测得平均值。

表 9 森林枯枝落叶层的土壤呼吸强度

Table 9 Soil respiratory intensity of forest floor

土壤、植被类型及海拔高度 Soil vegetation type and altitude		山地黄壤 (常绿阔叶林, 海拔 1200m)	山地棕壤 (次生落叶阔叶林, 海拔 2000m)	山地暗棕壤 (针阔混交林, 海拔 2500m)	山地棕色暗针叶林土 (暗针叶林, 海拔 3300m)	高山草甸土 (高山草甸植被, 海拔 4300m)
CO ₂ 含量 CO ₂ (kg/ha·h)	1981 年	3.52	3.02	0.88	1.52	0.62
	1982 年	3.06	2.65	1.78	1.15	0.88
	1983 年	2.15	1.00	1.75	1.64	1.65
	1984 年	1.34	1.54	1.59	3.13	1.53
平均值		2.52	2.05	1.50	1.86	1.17

图 1 不同海拔高度、不同土层土壤空气中 CO₂ 含量Fig. 1 CO₂ content in forest soil different altitude and different layer

Mg 0.252 吨。这些养分每年通过枯枝落叶层渗滤水流入土壤中, 其中一部分为森林植物根系吸收, 另一部分随着土壤水向下移动, 参加现代成土过程。从淋溶元素的数量来看, 其顺

渗滤水的元素含量

water through the forest floor

元素含量 (mg/L) Elemental content									
K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Si ⁴⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Al ³⁺	Cl ⁻	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻
0.90	29.26	8.99	3.13	0.17	0.01	0.44	22.04	0	73.69
7.17	13.08	2.19	3.14	0.76	0.06	0.16	18.97	0	43.82
7.75	19.85	11.66	1.58	0.06	0.06	0.21	15.44	0	86.46
11.13	14.87	8.63	0.74	0.36	0.07	0.33	17.60	0	60.17
1.95	11.72	1.55	0.19	0.38	0.12	0.09	6.91	0	31.76

序为: C>HCO₃⁻>Ca>Cl>Mg>K>N>Si>P>Fe²⁺>Al>Fe³⁺>CO₃ (表 8)。

3. 枯枝落叶层的生物活动强度 森林枯枝落叶层是产生 CO₂ 的主要来源。土壤中有机的分解、植物根的呼吸、土壤中动物及微生物活动等都与土壤空气中 CO₂ 含量有关。因此土壤表层分放的 CO₂ 含量(土壤呼吸)及不同深度层次土壤空气中 CO₂ 含量的多寡,可以作为生物活动强度的指标(见表 9 和图 1)。

表 10 森林枯枝落叶层下 A 层的微生物数量分布

Table 10 Population of microorganisms of A horizon under forest floor

土壤植被类型和海拔高度 Soil vegetation coveys and altitude	层 次 Horizon	主要微生物数量(×10 ⁶) (Cells/g der soil, Population of main microorganisms)			微生物总数 (×10 ⁶) Total population microorganisms	有机质(%) Organic matter
		细菌 Bacteria	放线菌 Actinomy- cetes	真菌 Fungi		
山地黄壤(常绿阔叶林, 海拔 1200m)	A	2.1	0.92	2.76	5.78	3.09
山地棕壤(次生落叶阔叶林, 海拔 2000m)	A	8.7	5.10	4.30	18.10	5.48
山地暗棕壤(针阔混交林, 海拔 2500m)	A	72.3	0.02	0.04	72.36	6.38
山地棕色暗针叶林上(暗针 叶林,海拔 3300m)	A	5.0	0.66	1.00	6.66	20.32
高山草甸土(高山草甸植被, 海拔 4300m)	A	43.5	40.57	0.06	84.13	24.04

森林枯枝落叶层下 A 层的微生物数量分布与不同生物气候带的土壤、植被类型下的森林枯枝落叶层厚度及 A 层有机质含量有关(见表 10)。

三、结 论

1. 森林枯枝落叶层是由覆盖在矿质土壤表面的未分解(L)、半分解(F)和已分解(H)组成: 其构型与贮量是: 常绿阔叶林下的枯枝落叶层是 L-F 型, 贮量 11.24 吨/公顷, 次生落叶阔叶林下的枯枝落叶层是 L-F、H 型, 贮量 15.54 吨/公顷, 针阔混交林和暗针叶林下枯枝落叶构型是 L-F-H, 贮量分别是 57.5 吨/公顷和 113.9 吨/公顷。

2. 森林枯枝落叶层的物理化学性质: 森林枯枝落叶层容量为 $0.18-0.21 \text{ g/cm}^3$ 。暗针叶林下枯枝落叶层呈酸性, 而针阔混交林、落叶阔叶林下枯枝落叶层呈弱酸性; 枯枝落叶层的全氮含量从 L 层→F 层→H 层逐渐增大, 全碳含量从 L 层→F 层→H 层逐渐减少, C/N 值 L 层 44—66, F 层 27—38, H 层 17—28。

3. 森林植物灰分元素组成中, 针叶树叶的灰分含量为 3.0—6.0%, 阔叶树叶为 6.0—9.0%, 下木、草本、藓类为 9.0—14.0%, 其中箭竹树叶灰分元素含量最高, Si 含量以箭竹叶为最高 (5.3%)。

4. 森林枯枝落叶层灰分元素组成中, L 层灰分含量 6.0—17.0%, F 层 12—22%、H 层 20—43%; N、P、K、Si、Fe、Al、Mn 元素含量从 L 层→F 层→H 层逐渐增多, Ca 的含量从 L 层→F 层→H 层逐渐减少。Ca 含量在阔叶林的枯枝落叶层中最多。

5. 森林枯枝落叶层在森林土壤生态系统中对水源涵养能力、养分供应能力、促进生物活动强度、保护森林土壤资源, 提高森林土壤生产力、能量转化、物质循环和水量平衡等方面具有重要的作用。森林枯枝落叶层由于它独特的构型、性质和功能, 能促进生物活动强度, 并对土壤发育的成土过程产生一定的影响, 因此也影响森林土壤生态系统的发展和演替方向。

参 考 文 献

- [1] 张万儒等, 1986: 森林土壤定位研究方法。中国林业出版社。
- [2] 张万儒, 1983: 卧龙自然保护区的森林土壤及其垂直分布规律。林业科学, 第 19 卷 3 期, 254—268。
- [3] 张万儒等, 1979: 四川西部米亚罗林区冷杉林下森林土壤动态的研究。林业科学, 第 15 卷 3 期, 178—193 页。
- [4] William L. Pritchett, 1979: Properties and management of forest soils. John Wiley and Sons, Inc.
- [5] B. Berg, 1986: The influence of experimental acidification on nutrient release and decomposition rate of needle and root litter in the forest floor. Forest Ecology and Management, Vol. 15 No. 3, 195—213.
- [6] Anurag Raizada etc, 1986: Litter production in a populus deltoides Marsh. plantation. Forest Ecology and Management, Vol. 15 No. 3, 215—218.

STUDIES ON STRUCTURE AND FUNCTION OF FOREST FLOORS OF MOUNTAIN FOREST SOILS

Zhang Wanru, Xu Bentong, Yang Chendong, Li Bin and Tu Xingnan

(Forest Research Institute, Chinese Academy of Forestry Science)

Summary

Permanent sample plots were laid under forests in the area of 30° 45'—31°25' N. lat. and 102°52'—103°24' E long. with the altitude of 1200—4300 m above sea level in the Wolong Natural Reserve.

Sample plots were set up on 5 mountain forest soils, i.e. mountain yellow soils under the evergreen forest, mountain brown forest soils under the deciduous and broad-leaved forest, mountain dark brown forest soils under the coniferous deciduous and broadleaved mixed forest, mountain brown dark coniferous forest soils under the pue fir forest, and alpine meadow soils under the alpine meadow.

Observation began in 1981 and ended in 1984. Structural patterns, total biomass (11.24—113.94 t/ha), chemical and physical properties, elemental content of the forest floor were studied. Finally, the function of forest floor on water conservation, nutrient supply, promoting biological respiratory intensity and soil development are discussed.