

研究报告: N°8207

广东南昆山不同森林群落下枯落物、 腐殖质和土壤性质的调查研究

谢吟秋 罗云裳 刘有英 高茂成

华南农学院森林经理研究室

华南农学院林学系资料室

广东南昆山不同森林群落下枯落物、腐殖质和土壤性质的调查研究

谢吟秋 罗云裳 刘有美 高茂成

森林枯落物、腐殖质和土壤三者的状况，既是一定地区森林生活的产物、也是该地区森林生长的条件。因此，研究不同森林群落下枯落物的分解、积累和组成，研究不同森林群落下腐殖质的特性和积累以及不同森林群落下的土壤性质，这对于认识森林的下部环境，了解森林对土壤发育的影响等都有重要的意义，从而为掌握森林的演替动态和更新方向提供有益的理论依据。

M、M, KOHOBOBA 1951年发表的《土壤腐殖质问题及其现代的研究方法》一书以及该书1963年修订本（“土壤有机质”——它的性质、特性及其研究方法），对土壤有机质的形成、性质和研究方法的阐述至今仍享有最高的世界声誉，我们正是应用该书提供的许多原理研究前述问题；郁梦德等（1962）从比较广的角度对两广地区不同植被类型的枯落物和腐殖质的组成以及土壤化学性质作过广泛的调查分析，阐述了它们之间的一些差异，我们这次的研究则着重一个点的垂直规律的研究；许广山等（1980）从土类方面对长白山北坡主要森林群落下的土壤腐殖质特性也作了调查分析与比较。我们的工作也反映出南亚热带九个森林群落下的更全面的性状，其特点是能够与森林群落结合起来。总之，这次的调查研究是涉及森林下部各个方面性质的综合性研究，并希望研究结果对于演替和更新研究有所帮助。

一、南昆山的森林群落与土壤类型

南昆山位于北纬 $23^{\circ}37'$ ，在南亚热带与中亚热带的交界线上，森林群落在海拔600米以下具亚热带季雨林特点，600米以上（最高1208米）具亚热带常绿阔叶林特点。自上而下的森林分布有天然林：亚高山草甸，亚高山矮林竹林，亚热带常绿阔叶林，亚热带季雨林；半天然林：松林，松桉疏林灌丛，亚热带草坡；人工林：杉木林，毛竹林。相应的土壤类型自上而下有：亚高山草甸土，山地黄壤，山地赤红壤和赤红壤。植被土壤的分布关系及海拔地形条件和森林的群系组成见表1。

二、不同森林群落下的残落物性质

不同的森林群落，由于所在位置的海拔、地形有差异，植物组成不同，因而林下枯

枝落叶的数量,分解特性和灰分组成也不相同,九个群枯落的落物性质分析结果如表2。

由表2可以看出:林下枯落物的积累量与枯枝落叶的分解特性关系极大,分解率($A_0/A_{00} + A_0$)小的积累量大,反之也然,亚热带季雨林(V),杉木林(IV)和亚热带草坡(IX);分别由于落叶量大,或落叶难分解或地面干燥不利于微生物活动等原因,分解率只有0.38、0.44和0.36,积累量则达到8.61,7.07和7.21(吨/公顷)。枯落物粗灰分含量和灰分的元素组成也有差异,毛竹林(VI)、季雨林和亚高山草甸(I)的枯落物灰分含量最多,分别达到20.05%,10.65%和9.73%;矮林(II)和松林(VII)最少,只有5.71%和5.39%。其中,亚高山草甸和矮林植物的灰分以含Si、K为主(与历史上的烧山有关),毛竹林亚热带草坡的灰分以含Si、Al为主(与林下植物以芒箕为主有关),季雨林的灰分各类元素含量普遍都高(阔叶林组成有关)。

表1 不同森林群落的环境条件和植物组成

群落代号	类型	海拔高 (米)	土壤类型	地形	母岩	群系名称或 主要植物组成
天然林	I 亚高山草甸	1100—1210	亚高山草甸土	山顶	砂岩	五节芒纤毛鸭咀草群系
	II 亚高山矮林竹林	1050—1180	山地黄壤	上部坡地	砂岩	杜鹃、短序楠甜椎群系
	III 亚热带常绿阔叶林	650—1050	山地黄壤	上部坡地和中部谷地	花岗岩砂岩	红花荷、广东黄杞、罗浮椎群系
	V 亚热带季雨林	200—700	山地赤红壤和赤红壤	中部坡地和上部谷地	花岗岩	小叶胭脂、光叶红豆、狗牙椎群系
半天然林	VII 松林	350—700	山地赤红壤和赤红壤	中部坡地	花岗岩	马尾松、芒箕、桃金娘
	VIII 松桉疏林	200—400	赤红壤	下部坡地	花岗岩	马尾松、桉树、芒箕、桃金娘、岗松
	IX 亚热带草坡	250以下	赤红壤	山脚山麓	花岗岩	桃金娘、芒箕、岗松、鹧鸪草
人工林	IV 杉木林	200—700	山地赤红壤	中部坡地和下部坡地	花岗岩	杉木、芒箕、莎草、五节芒
	VI 毛竹林	400—700	山地赤红壤	中部坡地	花岗岩	毛竹、芒箕、纤毛鸭咀草

表2

不同森林群落下的枯落物性状

森林 落群	积 量 (吨/公 顷)	分放率 [A ₀ /(A ₀ + A ₀₀)]	粗灰分 (%)	元 素 组 成 (PPM)							样本数 (n)
				K	Na	Ca	Mg	Fe	Al	Si (%)	
I	2.30	49.08	9.23	864.98	157.78	1.6	0.46	0.64	1.47	2.58	2
II	2.30	50.21	5.71	800.91	157.63	5.27	2.27	0.64	3.62	2.16	3
III	4.86	60.64	8.51	760.16	223.94	3.95	0.92	0.48	4.17	2.58	4
V	8.61	37.99	10.65	571.51	177.24	3.51	0.98	2.36	5.94	2.60	4
VII	5.65	51.05	5.39	699.45	245.12	3.72	0.78	1.48	3.81	1.28	6
VIII	4.35	47.23	7.92	618.16	248.51	3.47	0.52	1.88	5.99	2.37	4
IX	7.21	36.37	8.29	618.08	243.90	2.67	0.34	1.79	6.37	2.27	6
IV	7.07	43.94	6.59	480.23	197.58	6.81	1.31	0.54	1.41	0.22	6
VI	4.02	49.20	20.05	625.94	165.81	3.47	0.58	2.65	7.89	7.62	3

表3

不同森林群落的土壤腐殖质特性

森 林 群 落	有 机 质 层 (cm)	有机质 (%)	保存量 (吨/公 顷)	腐殖酸成分 (占干重%)				胡敏酸 富里酸	光学性质 (E ₄ /E ₆)		样 本 数 (n)
				总碳	胡敏酸	富里酸	胡敏素		胡敏酸	富里酸	
I	0-25.5	5.2779	144.10	3.0625	0.5092	0.5778	1.9755	0.88	7.28	4.44	2
II	0-29.3	5.8536	134.92	3.3954	0.5049	0.7521	2.1384	0.67	13.1	4.48	3
III	0-25.8	4.1801	106.04	2.4247	0.3775	0.7435	1.3037	0.51	5.81	6.36	4
V	0-24.5	4.2093	108.97	2.4416	0.3053	0.6288	1.5075	0.48	11.7	5.14	4
VII	0-12.0	4.4941	57.94	2.6068	0.3053	0.8497	1.4518	0.36	11.0	5.60	6
VIII	0-9.2	3.9232	35.75	2.2756	0.3222	0.5779	1.3755	0.56	17.40	8.22	4
IX	0-9.0	2.2801	24.10	1.3226	0.3391	0.1446	0.8389	2.34	15.2	6.05	6
IV	0-12.7	6.8547	77.06	3.9760	0.4412	0.8328	2.7020	0.53	12.0	6.73	6
VI	0-36.0	4.1248	151.22	2.3926	0.2923	0.5566	1.5435	0.53	14.5	5.27	3

三、不同森林群落下的腐殖质

森林土壤中腐殖质的形成、分解和性质，同样与植被和气候条件有密切关系，在本

次调查中我们研究了森林土壤有机质三个方面的性质:

- (1) 有机质的厚度、含量和保存量;
- (2) 腐殖酸的组成;
- (3) 腐殖酸的光学性质。结果如表 3。

由表 3 和表 1 可见,有机质层的厚度与地形、母岩和根系特性有关。亚高山草甸和矮林下有较厚的有机质层(26~30cm),含量达 5.3~5.9%,单位林地面积有机质保存量达到 135—145 吨/公顷,腐殖酸组成中胡敏酸较多, H/F (胡敏酸/富里酸)=0.67~0.88,胡敏素占 2% 左右;低海拔的疏林和草坡,有机质层较薄(9cm 左右),含量为 2~4%,保存量仅 25~35 吨/公顷,腐殖酸组成明显以富里酸为主, $H/F=0.5$ 左右。胡敏素含量也较少,仅 0.8%。说明南昆山的森林土壤有机质是以富里酸和小分子胡敏酸为主,尤以针叶林(松杉)下的土壤为甚,高海拔林下由于湿度大和温度低,形成较多的胡敏酸和胡敏素。

腐殖酸的光学性质也表现出一定的规律,Scheffer (1954) 和 Welte (1955) 均曾指出:波长 465 和 665 毫微米的消光系数(E)的比值,(即所谓 E_4 与 E_6 比值),不仅不随溶液的含碳量而异,并且能反映分光光度测定曲线的陡度,可代表一定土壤类型的胡敏酸特征。〔1〕南昆山森林土壤胡敏酸的 E_4/E_6 值,亚高山草甸土为 7 左右,山地黄壤 11—13,赤红壤 14.5~17.5;富里酸的 E_4/E_6 值,亚高山草甸土为 4.5 左右,山地黄壤 5~6,赤红壤 6~8。说明由赤红壤至亚高山草甸土,腐殖酸中芳香碳原子网的缩合度逐渐增大,分子量更加庞大,而分子中的脂肪族侧链同时减少,亲水性减弱,这与 H/E 值的变化是相一致的。

四、不同森林群落下的土壤性质

不同森林群落下的土壤特性分析结果见表 4,表 4 说明:亚高山矮林、季雨林和杉木林下的土壤结构性良好,容重值都 < 1 克/厘米³,持水能力强,最大毛管持水量达 3⁸~48%,这与该森林群落下有机质含量高(4.7~6.0%)和有机质层较厚有关;阳离子代换量在南昆山是针叶林(松、杉)下最高,达到 17~19 m.e/100g 土,但其中代换铝的含量也很高,达到 6.4~7.4 m.e/100g 土;草甸、矮林下土壤的阳离子代换量也较高,达 16.4~17.0 m.e/100g 土,代换铝也突出,达 4.7~5.2 m.e/100g 土。然而阔叶林(常绿阔叶林和季雨林)下土壤的阳离子代换量却不高,只有 6.7 m.e/100g 土,其中代换铝达 4.4~5.0 m.e/100g 土,这一现象对正确理解南亚热带山地土壤与森林群落的关系有一定意义,即松杉林下由于透光,林下灌草生长繁茂,常绿阔叶林下由于不透光和少落叶,林下灌草较少,因此,松杉林下的土壤发育由于有灌草的良好作用,土壤性质并不是人们印象中那么差。从土壤酸度与养分含量的比较也可看出这一点,松杉林下土壤的 PH 值与阔叶林下的相差无几,但含钾量和含磷量则显著增高,杉木林下土壤含钾量达到 78 ppm,磷 0.72 ppm,松林下的磷含量也达 0.60 ppm,比其他林地高出几倍。当然这与松杉林立地的地形条件较阔叶林立地的地形低平也有一定的关系。

表 4

不同森林群落下土壤性状

*单位: m.e/100g土

森林群落	土壤层次 (cm)	容重 g cm ³	持水量 (%)	颗粒 <0.01 (mm)	有机质全 (%)	C/N	PH		阳离子 交换总量	活性 H	活性 Al	盐基 饱和度 (%)	有效养分 (PPM)		样本数 (n)
							H ₂ O	KCl					P	K	
I	0-25.5	1.07	31.38	18.8	4.76	0.249	4.88	3.66	16.43	0.25	4.71	69.8	0.71	5.43	2
	25.5-65	1.38		21.7	1.23	0.093	4.98	4.10	14.56	0.18	2.31	82.9	0.22	28.86	1
II	0-29.3	0.83	48.31	3.60	5.70	0.283	4.76	3.90	16.83	0.22	5.15	68.1	0.19	38.52	3
	29.3-74	1.11		24.0	2.47	0.173	4.91	4.03	14.64	0.22	2.35	82.4	0.03	123.17	1
III	0-25.8	0.99	32.14	24.5	4.70	0.177	4.95	3.89	6.69	0.15	5.03	22.6	0.15	24.32	4
	25.8-59	1.25		34.2	0.92	0.123	5.27	3.97	15.69	0.12	3.37	77.8	0.39	40.25	1
V	59-90			21.2	0.53	0.080	5.25	3.85	5.66	0.08	4.14	25.4	0.11	17.01	1
	0-24.5		38.69	34.6	4.37	0.175	5.25	3.90	6.67	0.21	4.43	30.4	0.14	42.81	4
VI	24.5-100			38.6	0.80	0.095	5.40	3.91	5.22	0.10	3.22	36.4	0.18	33.08	1
	0-12.0	1.15	28.36	41.8	3.97	0.185	5.07	3.81	18.04	0.23	0.39	59.5	0.59	25.67	6
VII	12-52	1.38		46.5	1.24	0.039	5.45	3.95	16.65	0.15	4.17	74.1	0.44	42.82	1
	52-100			43.0	0.81	0.055	5.63	3.92	17.42	0.10	3.66	78.4	0.09	35.68	1
VIII	0-9.2	1.07	28.31	32.8	3.79	0.135	5.17	3.93	15.38	0.09	3.86	74.3	0.38	45.58	4
	9.2-35	1.26		35.2	0.59	0.059	5.75	3.97	14.42	0.09	2.43	82.5	0.20	53.44	1
IX	35-100			32.7	0.39	0.068	5.90	4.11	5.64	0.03	3.57	36.2	0.14	10.53	1
	0-9.0	1.31	24.96	38.8	2.54	0.154	5.38	4.00	15.25	0.16	3.44	76.4	0.36	33.92	6
IV	9-24	1.38		43.3	1.04	0.048	4.75	4.95	15.50	0.13	4.37	71.0	0.19	8.24	1
	24-100			37.9	0.69	0.079	5.30	3.89	6.50	0.12	4.55	28.2	0.13	18.89	1
IV	0-12.7	0.82	41.37	31.8	5.99	0.245	4.94	3.60	19.20	0.28	7.37	60.2	0.72	78.41	6
	12.7-55	1.25		41.1	2.00	0.124	4.86	3.83	17.48	0.18	5.13	69.6	0.51	19.42	1
VI	55-100			45.8	1.18	0.091	5.61	4.00	17.86	0.13	4.64	73.3	痕迹	49.74	1
	0-36.0		32.71	37.7	4.02	0.211	5.25	3.89	8.71	0.22	5.11	34.2	0.12	63.81	3
VI	36-100			45.6	1.43	0.108	5.30	3.95	7.34	0.15	4.35	38.7	0.15	76.77	1

五、结论与讨论

1. 广东南昆山自上而下可以分出九个森林群落和四种土壤类型, 它们是亚高山草甸, 亚高山矮林竹林, 亚热带常绿阔叶林, 亚热带季雨林, 马尾松林, 松栎疏林灌丛, 亚热带草坡和人工杉木林, 毛竹林; 土壤有亚高山草甸土(1100米以上)、山地黄壤(700~1100米)、山地赤红壤(350~700米)和赤红壤(350米以下)。

2. 综合分析的结果可以看出, 南昆山森林群落对土壤的影响, 主要表现在两个方面的差别, 一是高海拔群落(亚高山草甸和矮林)与低海拔群落(松栎疏林灌丛和亚热带草坡)的差异, 二是阔叶树种组成的群落(亚热带常绿阔叶林与季雨林)与针叶树种组成的群落(松、杉)的差异。前者主要表现为海拔造成的气候差异与人为干扰的差异, 高海拔群落下的土壤, 有机质的物质来源主要是草甸植物的根, 地面枯落物不多, 有机质的矿质化过程迟缓, 故土壤中的保存量极高, 达135吨/公顷以上, 由于土壤有机胶体多, 土壤的阳离子吸收量较大, 达 $16.5\text{m}\cdot\text{e}/100\text{g}\text{土}$ 以上, 低海拔群落乔木层受人为破坏大; 以灌木为主, 气温虽高, 但地面干燥, 枯落物分解缓慢, 地面枯落物积累量较大,

(5~7吨/公顷)但由于有机质的矿质化过程较快, 故土壤有机质保存量相对较少(24~25吨/公顷), 还由于地形条件较低平和气温高, 矿物分解彻底, 无机胶体含量高, 使土壤的阳离子吸收量较大, 达 $15\sim 18\text{me}/100\text{g}\text{土}$ 。后者表现为树种生物学特性造成的差异, 阔叶树种组成的群落下, 枯落物多(4.8~8.6吨/公顷)枯落物的灰分含量也多(8.5~10.5%), 且灰分组成比较全面, 有机质保存量也高(106~108吨/公顷), 但由于分布的地形条件比较陡峭, 质地较粗, 故土壤的阳离子吸收量并不高; 针叶树组成的群落下, 由于郁闭度不高, 灌木繁茂, 使枯落物的积累量也较多(5.6~7.1吨/公顷), 但由于有机质分解较快, 矿质化迅速, 土壤中保存量不高, 只有57~77吨/公顷, 枯落物的灰分含量也不高(5.4~6.6%), 但吸收容量较大, $18\sim 19\text{m}\cdot\text{e}/100\text{g}\text{土}$ 。

3. 垂直的地带性土壤中的腐殖质组成, 自下而上(赤红壤—山地赤红壤—山地黄壤—亚高山草甸上), H/F值逐渐增大, 即胡敏酸的含量增加, 富里酸的含量逐渐减少, 反之亦然; E_4/E_6 值则逐渐减少, 由17至7, 说明高海拔土壤类型中的腐殖酸结构渐趋复杂, 芳香碳原子网的缩合越发加强, 这与科诺诺娃所阐明的规律是一致的。

4. 所阐明的森林群落下的枯落物特性、腐殖质特性和土壤性质, 可作为森林演替调查和更新调查时的参考。

参 考 文 献

(一) M、M科诺诺娃, 1966, 土壤有机质——它的性质, 特征和研究方法, 131—228。

(二) 郁梦德等, 1962, 两广地区不同植被类型与土壤性质的关系, 《土壤学报》10(1) 29~44。

(三) 许广山等, 1980, 长白山北坡主要森林土壤有机质及其特征的初步研究, 《森林生态系研究》1980(I), 215~220。