

# 黄土高原不同林型对土壤腐殖质组成及胡敏酸性质影响的研究\*

李香兰 张成娥 程积民

(中国科学院西北水土保持所, 712100)  
中国水利部

## 摘要

不同林型下土壤腐殖质研究表明:(1)当年枯枝落叶及表层土壤C/N值均以油松林地最大,沙棘林地最低;表层土壤C/N值与林龄、枯枝落叶C/N呈正相关,与枯枝落叶灰分含量呈负相关。(2)剖面中腐殖酸、胡敏酸、富里酸各平均值为白桦林地>辽东栎林地>辽东栎×山杨林地>山杨林地>沙棘林地>油松林地,即阔叶乔木林地>灌木林地>针叶林地;胡敏素平均值大小顺序与此完全相反。(3)表层土壤胡敏酸芳构化程度在子午岭的为:白桦林地>辽东栎林地>辽东栎×山杨林地>山杨林地>油松林地>沙棘林地;六盘山为:山杨林地>辽东栎林地。剖面芳构化程度为:三层>二层>一层。

关键词 林型,土壤腐殖质组成,胡敏酸性质

自然界的动植物都是通过直接和间接利用太阳能而生存,其残体最终在土壤中经分解转化为腐殖质。因此,可以说土壤腐殖质是太阳能的巨大储存库。不同林型利用的太阳能不同,其枯枝落叶量及其性质不同,形成腐殖质的量与质有很大差异。黄土高原地区,尽管造林立地条件和栽培技术颇多,但造林成活率和保存率低,小老树分布较广,生态效益较差,其主要原因之一,就是缺乏林型-系统中物质能量交换的理论依据。本文研究不同林型下不同腐殖质组成、性质,为探讨由此引起的土壤物理、化学性质与肥力的改变(均有专述),其好坏又反馈给林型生长,同时为寻求不同林型能量循环(即自肥土壤能力),求出黄土高原地区植树造林,改良土壤,保持水土的最佳林型。

## 一、材料与方 法

本研究从1987年1月至1989年12月止,共三年。子午岭与六盘山两林区的林型与土壤,具有南北和东西过渡性的特征,对黄土高原有一定的代表性。在两林区共选8块林地,林地面积最小20公顷,最大333.3公顷,主林占80%以上,乔、灌、草与枯枝落叶层均作了调查与测定。枯枝落叶量用收集箱(长2.0米,宽1.0米,高0.5米)收集。各林型均在1987年5月筑收集箱,阔叶乔木林与灌木林在本年12月收集,油松林则在1988年5月收集(均量其厚度与称重),均重复两次。收集后抖去其泥土,在60℃鼓风烘箱中烘干4—8小时,研细,过35号筛。枯枝落叶碳用重铬酸钾法,氮用重铬酸钾-硫酸消化法,灰分用灼烧法测定。土样按野外观察划分自然发生层采土。土壤腐殖质组成(用焦磷酸钠-氢氧化

\* 国家自然科学基金资助项目部分内容。参加工作的还有王淑芝同志。

钠混合液提取), 胡敏酸提取, 胡敏酸光密度及絮凝极限均用 Кононова 法<sup>[4]</sup>; 胡敏酸热值(能态)用美国哥林卡氧弹自动绝热量计(CB-1006 型)测定, 碳酸钙用气量法。林地基本情况见表 1。

## 二、结果与讨论

不同林型的凋落物性质不同, 其分解转化过程有明显差异, 加之土壤中同时有各种生化反应在连续进行, 所以腐殖质的形成、含量, 在剖面中的分布及胡敏酸性质也不相同。

### (一) 腐殖质含量

子午岭林区不同林地当年枯枝落叶 C/N 值高低差别悬殊(表 1): 油松林(91.6) > 山杨林(60.4) > 辽东栎×山杨林(55.3) > 白桦林(52.0) > 辽东栎(45.1) > 沙棘林(30.2)。表明油松林枯枝落叶最难分解<sup>[2]</sup>, 沙棘林的最易分解, 其它林型居中。表层土壤 C/N 值顺序(表 2): 油松林地(12.0) > 白桦林地(10.0) > 辽东栎林地(8.8) > 山杨林地(8.7) > 辽东栎×山杨林(8.4) > 沙棘林地(7.2)。枯枝落叶 C/N 与表层土壤 C/N 值均以油松林地最高, 沙棘林地最低, 其他林地居中。相关分析证明: 表层土壤 C/N 值分别与林龄及枯枝落叶 C/N 值呈显著正相关( $r = 0.900 > r_{0.05}$  与  $r = 0.890 > r_{0.05}$ ), 与枯枝落叶灰分含量呈负相关( $r = -0.887 > r_{0.05}$ )。各林地表层土壤 C/N 值, 均远低于当年枯枝落叶 C/N 值, 说明表层土壤有较多微生物新生产物。农地 C/N 值为 8.6, 较一些林地小, 这可能是由于农地留下的植物残体的 C/N 值较一些小。

六盘山林区山杨林地枯枝落叶 C/N 值较子午岭林区同林型同林龄林地低 77.1%, 其表层土壤 C/N 值低 4.0%; 辽东栎林地较子午岭林区同林型同林龄高 6.2%, 其表层土壤 C/N 值高 1.0%。这表明不同立地条件对同一林型影响不同, 故其对土壤性质影响亦不同。

由表 2 看出, 子午岭林区表层土壤腐殖质含量顺序为: 辽东栎林地(29.1 g kg<sup>-1</sup>) > 油松林地(28.4 g kg<sup>-1</sup>) > 山杨林地(21.6 g kg<sup>-1</sup>) > 辽东栎×山杨林地(20.9 g kg<sup>-1</sup>) > 白桦林地(14.8 g kg<sup>-1</sup>) > 沙棘林地(13.4 g kg<sup>-1</sup>) > 农地(6.4 g kg<sup>-1</sup>)。即乔木林地比灌木林地高 10.5—117.2%, 灌木林地比农地高 109.4%。这是由于前者枯枝落叶量及其厚度分别较后者多, 腐烂分解能形成较多的腐殖质<sup>[8]</sup>。

六盘山林区山杨与辽东栎林地表层土壤腐殖质含量分别较子午岭同林型同林龄高 51.1% 与 34.1%, 这可能是由于前者立地条件较好, 能生成较多的腐殖质。

子午岭林区剖面中腐殖酸平均值为: 白桦林地(699.6 g kg<sup>-1</sup>) > 辽东栎地(458.4 g kg<sup>-1</sup>) > 辽东栎×山杨林地(447.2 g kg<sup>-1</sup>) > 山杨林地(434.9 g kg<sup>-1</sup>) > 沙棘林地(330.5 g kg<sup>-1</sup>) > 油松林地(322.7 g kg<sup>-1</sup>) > 农地(232.5 g kg<sup>-1</sup>); 胡敏酸平均值为: 白桦林地(319.3 g kg<sup>-1</sup>) > 辽东栎林地(224.8 g kg<sup>-1</sup>) > 山杨林地(184.9 g kg<sup>-1</sup>) > 辽东栎×山杨林地(161.3 g kg<sup>-1</sup>) > 沙棘林地(113.7 g kg<sup>-1</sup>) > 油松林地(112.7 g kg<sup>-1</sup>) > 农地(70.8 g kg<sup>-1</sup>); 富里酸平均值为: 白桦林地(380.3 g kg<sup>-1</sup>) > 辽东栎×山杨林地(285.9 g kg<sup>-1</sup>) > 山杨林地(250.0 g kg<sup>-1</sup>) > 辽东栎林地(233.6 g kg<sup>-1</sup>) > 沙棘林地(216.8 g kg<sup>-1</sup>) > 农地

表 1 不同林型立地

Table 1 The stand land conditions of

编号 No.	地点 Locality	年降雨量 (mm) Annual rainfall	年蒸发量 (mm) Annual evaporation	年均温度(°C) Mean annual temperature	极端最高温度(°C) The highest temperature	极端最低温度(°C) The lowest temperature	≥10°C积温(°C) Accumulated temperature	林型(年) Forest type (year)	郁闭度(%) Shade density	海拔(m) Height above sea level
002	子午岭(富县)	676.7	1375.6	8.1—9.0	38.7	-25.6	3240.9	油松—二色 胡枝子—大 苔草(50)	75.0	1350
003								白桦—胡 秃子—苔 草(30)	71.7	1210
004	子午岭(合水)	611.2	1618.9	9.1	34.5	-18.5	292.9	山杨—二色 胡枝子— 苔草	61.7	1410
005								辽东栎—胡 枝子—苔草	61.7	1400
006								沙棘— 苔草	65.0	1370
007								辽东栎×山 杨—二色 胡枝子—苔草	63.3	1310
014	六盘山(泾源)	650.9	1426.5	5.7	31.6	-26.3	1925.0	山杨—胡 棘子—杂 类草	77.5	2100
015								辽东栎— 胡棘子— 杂类草	70.0	2080

情况(1987—1988年)

different forest types

母质 Parent material	土壤 Soil	深度 (cm) Depth	碳酸钙 CaCO <sub>3</sub> (g/kg)	坡度 Slope gradient	坡位 Slope part	坡向 Slope direction	枯枝落叶量 Litter weight (g/kg)	枯枝落叶厚度 Litter thickness (cm)	灰枝落叶灰分 litter ash (g/kg)	当年枯枝落叶 Current year litter C/N
黄土	灰	8—33	108.5	29°	中部	北坡	4099.10	1.3	103.0	91.6
		33—46	157.0							
		46—100	161.1							
黄土	褐	7—27	41.0	15°	下部	北偏西 40°	6781.13	1.8	83.8	52.0
		27—40	44.9							
		40—100	47.7							
黄土	土	13—34	95.4	38°	上部	北偏东 38°	3619.41	1.3	98.0	60.4
		34—100	103.9							
黄土	土	8—56	82.5	50°	上部	东坡	3627.55	1.8	103.7	45.1
		56—100	104.6							
黄土	土	3—15	117.3	平地	中上部	—	2759.90	0.8	122.0	30.2
		15—31	131.7							
		31—100	139.5							
黄土	土	8—26	104.3	15°	中部	北偏西 15°	5192.21	1.3	95.8	55.3
		26—42	125.8							
		42—100	130.4							
黄土基岩	土	3—26	3.3	27°	中部	北偏西 11°	2605.33	2.8	104.9	34.1
		26—45	3.9							
		45—100	7.1							
黄土基岩	土	0—18	2.6	15°	中下部	北偏西 15°	2777.44	1.8	80.4	47.9
		18—85	5.1							
		85—100	5.1							

表2 不同林型下土壤腐殖质组成

Table 2 Humus composition of soil under different forest types

编号 No.	林型 Forest type	地点 Locality	土壤 Soil	深度 (cm) Depth	腐殖质 (g/kg) Humus	N (g/kg)	C/N	占总C量 In total C (g/kg)					
								胡敏酸 (g/kg) HA-C	富里酸 (g/kg) FA-C	胡敏素 (g/kg) Humic C	活性胡敏酸 (g/kg) Active HA-C	活性富里酸 (g/kg) Active FA-C	活性富里酸/胡敏酸 HA/FA
002	油松一二色胡 枝子一大苔草	子午岭 (富县)		3-33	28.4	1.378	12.0	169.7	175.7	654.6	13.1	41.3	1.0
				33-46	9.3	0.480	11.3	92.6	148.1	0.00	32.0	0.6	
				46-100	7.2	0.361	11.6	95.2	142.9	0.00	33.6	0.7	
003	白桦 胡秃子 一苔草			7-27	14.8	0.857	10.0	337.2	397.1	265.7	10.6	34.1	0.9
				27-40	10.5	0.590	10.3	320.7	360.6	0.00	24.3	0.9	
				40-100	10.2	0.577	10.2	300.0	383.3	0.00	28.9	0.8	
004	山杨一二色 胡枝子一苔草		灰	13-34	21.6	1.442	8.7	192.0	300.0	504.0	27.2	57.0	0.6
				34-100	15.5	1.146	7.9	177.8	200.0	622.2	15.6	41.7	0.9
005	辽东栎一胡 枝子一苔草			8-56	29.1	1.912	8.8	230.8	248.5	520.7	31.2	57.8	0.9
				56-100	16.6	1.270	7.6	218.8	218.7	562.5	28.1	43.5	1.0
006	沙棘一苔草		褐	3-15	13.4	0.087	7.2	126.9	269.3	653.8	24.1	67.9	0.5
				15-31	7.2	0.591	7.1	119.0	142.9	0.00	55.5	0.8	
				31-100	3.6	0.348	6.0	95.2	238.1	666.7	0.00	52.9	0.4
007	辽东栎×山杨二 色胡枝子一苔草		土	8-26	20.9	1.446	8.4	181.8	214.9	603.3	26.1	77.3	0.9
				26-42	7.6	0.597	7.4	159.1	250.0	590.9	21.1	62.5	0.6
				42-100	4.8	0.401	7.0	142.9	392.8	464.3	13.9	33.3	0.4
014	山杨一胡枝 子一杂类草	六盘山 (泾源)		3-26	45.3	3.147	8.4	133.1	300.4	566.5	108.5	136.8	0.4
				26-45	35.5	2.561	8.0	203.9	286.4	509.7	90.6	131.3	0.7
				45-100	16.4	1.263	7.5	200.0	305.3	494.7	45.5	121.4	0.7
015	辽东栎一胡 枝子一杂类草			0-18	43.6	2.833	8.9	193.7	249.0	557.3	93.8	123.4	0.8
				18-85	20.3	1.555	7.6	161.0	279.7	559.3	76.1	112.4	0.6
				85-100	11.7	0.915	7.4	264.7	352.9	382.4	68.5	148.8	0.8
024	小麦一胡麻	西峰	黄绵土	0-8	6.4	0.431	8.6	54.1	135.1	810.8	28.9	28.9	0.4
				8-30	5.2	0.367	8.2	33.3	100.0	868.7	0.00	41.0	0.3
				30-100	4.1	0.298	8.1	125.0	250.0	625.0	0.00	39.6	0.5

( $161.7 \text{ g kg}^{-1}$ ) > 油松林地 ( $155.6 \text{ g kg}^{-1}$ )。可以看出,均是阔叶乔木林地 > 灌木林地 > 针叶林地(油松林地)。农地富里酸含量大于针叶林地,而腐殖酸、胡敏酸则小于林地。因阔叶乔木林地枯枝落叶量明显高于灌木林地(表 1),腐烂分解后能形成较多的腐殖酸,腐殖酸愈多,胡敏酸与富里酸亦愈多。相关分析证明:腐殖酸分别与胡敏酸及富里酸呈显著正相关( $r=0.912 > r_{0.05}$ 与 $r=0.891 > r_{0.05}$ )。虽然油松林地枯枝落叶也多,但其 C/N 值最高,较阔叶乔木林地的高 34.1—50.8%,表明其最难分解,不利于腐殖质化,致使该林地腐殖酸、胡敏酸与富里酸含量较其他林地低。白桦林地枯枝落叶量最大(收集箱收集),况且又位于岭的下部,常年累月风将岭的上部与中部枯枝落叶吹集在这里,定会高过收集箱中量,加之 C/N 值较低,利于腐殖质化,故其腐殖酸、胡敏酸、富里酸含量最高。由于农地黄绵土是在耕作熟化与较强水土流失共同作用下形成的土壤,该土壤在耕作熟化时形成的腐殖酸还没来得及及缩合就被水土流失掉,所以腐殖酸多处于缩合度较小的富里酸状态,故富里酸含量较高。

六盘山林区腐殖酸、胡敏酸剖面平均含量为辽东栎林地 > 山杨林地;富里酸含量为山杨林地 > 辽东栎林地,与子午岭林区同林型同林龄情况相同。但腐殖酸与富里酸含量分别较子午岭林区同林型同林龄的山杨与辽东栎林高 9.4% 与 19.0% 及 9.2% 与 25.8%,而胡敏酸则分别低 3.3% 与 8.9%,表明立地条件影响林型生长发育状况,林型又影响着土壤性质。

子午岭林区胡敏素剖面平均值与腐殖酸剖面平均值含量相反:油松林地 ( $725.3 \text{ g kg}^{-1}$ ) > 沙棘林地 ( $686.2 \text{ g kg}^{-1}$ ) > 山杨林地 ( $563.1 \text{ g kg}^{-1}$ ) > 辽东栎 × 山杨林地 ( $552.8 \text{ g kg}^{-1}$ ) > 辽东栎林地 ( $541.6 \text{ g kg}^{-1}$ ) > 白桦林地 ( $287.0 \text{ g kg}^{-1}$ )。这是由于不同林型枯枝落叶化学组成成分、含量、性质不同,形成腐殖质的量与质也不同,故和土壤矿物结合能力有差异,结合能力愈强,胡敏素愈多,反则少。

六盘山林区土壤剖面胡敏素平均值:山杨林地 ( $523.6 \text{ g kg}^{-1}$ ) > 辽东栎林地 ( $499.7 \text{ g kg}^{-1}$ ),分别较子午岭林区同林型同林龄的土壤低 7.5% 及 8.4%。科诺诺娃认为:胡敏素与其说是由于胡敏酸性质的改变,不如说是因为它与土壤矿物部分的结合的牢固性,胡敏酸与蒙脱类粘土矿物的结合更为牢固<sup>[4]</sup>。由表 1 看出,六盘山降雨量较子午岭高 6.1%,蒸发量低 11.9%,表明前者较后者气候湿润、极端最高温度、极端最低温度、年均温度、 $\geq 10^\circ\text{C}$  积温分别较子午岭低 8.4%、29.7%、34.7%、34.3%,表明前者较后者寒冷。在半干旱气候条件下,雨量较少,盐基淋溶不强,有利于蒙脱石和伊利石的形成,气候湿润而又是寒冷地带,蒙脱石和伊利石反而减少<sup>[4]</sup>。看来,六盘山林区气候不利于蒙脱石和伊利石的形成,子午岭的则有利于其形成。相对胡敏酸与蒙脱石和伊利石结合的机会是六盘山林区低于子午岭林区,胡敏素含量前者低于后者。

两林区各林地活性胡敏酸、活性富里酸含量,除六盘山辽东栎林地外,均是表层土壤含量高,并且随剖面加深含量降低。这可能是由于土壤碳酸钙含量基本恒定,林型年复一年的大量枯枝落叶归到地面,腐烂分解后形成腐殖酸,日积月累地逐渐与钙结合,这样表层土壤腐殖酸逐年增加,钙逐年减少,腐殖酸就渐渐减少了与钙结合的机会,以致失去结合的机会。随着土层加深,结合的机会又增加,故使活性胡敏酸与活性富里酸在表层含量高,下层含量低。并且同林型同林龄的山杨与辽东栎林地,在六盘山的明显高于子午岭

的,这可能是由于前者土壤中碳酸钙含量极少。

两林区各林地胡敏酸/富里酸值,除子午岭辽东栎林地外,均小于 1<sup>[6]</sup>。这是因为林冠能阻挡阳光直射地面,又能涵养水源,故林地温度较低,湿度较大,不利于腐殖酸进一步缩合,多以小分子的富里酸为主要形式。

## (二) 腐殖质在剖面中的分布

两林区各林地腐殖质在剖面中的分布均是表层土壤含量高,随剖面加深,含量降低。其中油松林地降低最多,白桦林地降低最少。其原因是林型每年有大量枯枝落叶归到地表,经微生物作用,同时进行着腐殖化与矿质化两个对立过程,由于黄土母质富含钙质,加上林地水分较大,利于腐殖化过程<sup>[7]</sup>。西北黄土高原雨量较少,淋溶作用较弱,故形成的腐殖质大部分聚集地表,下层较少。油松林枯枝落叶在地表聚集的紧密度相应地较阔叶林大,淋溶作用相应较差,好气性分解较差,更利于表层腐殖质化过程,所以腐殖质在油松林地降低最多。白桦林地除具有其它阔叶林地条件外,还因其位于岭的下部,除承纳降雨外,还承纳由岭顶、岭中部流下的雨水,表层腐殖质淋溶作用较大,故其在剖面分布由上而下降低最少。

子午岭林区胡敏酸的相对含量均是表层土壤高,随剖面加深,含量降低。六盘山林区则看不出规律。

两林区除子午岭辽东栎×山杨林地及六盘山林区辽东栎林地外,富里酸的相对含量均是表层高,紧接着的土层含量降低。

两林区土壤剖面中胡敏酸/富里酸值为:除子午岭林区油松林及辽东栎×山杨林地、六盘山辽东栎地表层高于第二层外,其他林地均低于第二层。

子午岭林区胡敏素在剖面中的分布,除辽东栎×山杨林地外,均是表层含量低,紧接着的土层含量增高,土层再加深,大部分含量仍增高。六盘山林区则相反,随剖面加深,其含量有降低趋势。

## (三) 胡敏酸的分子特性

由表 3 看出,子午岭林区表层土壤胡敏酸絮凝极限值,白桦林地加  $0.25\text{cmol kg}^{-1}\text{CaCl}_2$ ,在 24 小时后产生絮凝,溶液无色,沙棘林地要加  $0.85\text{cmol kg}^{-1}\text{CaCl}_2$ ,24 小时后才产生絮凝,其他林地加  $\text{CaCl}_2$  的量,依次居中。这表明胡敏酸芳构化的缩合度为:白桦林地>辽东栎地>辽东栎×山杨林地>山杨林地>油松林地>沙棘林地。即分子结构由复杂到简单顺序。 $E_4/E_6$  值亦证实此规律<sup>[8]</sup>。从地燃烧热值(能态)来看,沙棘林地最高(16926 焦耳),白桦林地最低(14028 焦耳),其它林地依次居中。热值分别与絮凝极限值、 $E_4/E_6$  值呈正相关。看来,热值愈高,芳构化程度愈低,热值愈低,芳构化程度愈高。因芳构化程度愈高,分子中芳香碳网愈多,燃烧时能量消耗在打破芳香碳网上的愈多,热值显示愈低;芳构化程度愈低,分子中芳香碳网愈少,燃烧时能量用在打破芳香碳网上的愈少,热值显示就愈高。同理,六盘山林区表层土壤胡敏酸芳构化程度为辽东栎林地>山杨林地。且较子午岭同林型同龄地胡敏酸芳构化程度低。

由表 3 看出,土壤剖面胡敏酸絮凝极限值、 $E_4/E_6$  值均为:一层>二层>三层,表明其芳构化程度为三层>二层>一层。因林地表层有枯枝落叶层,能减少降雨径流,使雨水缓慢渗入土中,形成剖面含水量为:一层>二层>三层,腐殖物质在缩合过程中要失去一

表 3 胡敏酸絮凝极限、 $E_s$ 、 $E_s/E_0$ 及热值Table 3 Flocculation limits,  $E_s$ ,  $E_s/E_0$  and heat value of humic acid

编号 No.	林 型 Forest type	土壤 Soil	深度 (cm) Depth	加 $\text{CaCl}_2$ ( $\text{c mol kg}^{-1}$ ) $\text{CaCl}_2$ added	$E_s$	$E_s/E_0$	热值(焦耳) (Joule) Heat value
002	油松—二色胡 胡枝子—大苔草	灰  褐  土	8—33	0.70	1.20	6.00	16254
			33—46	0.30	1.29	5.86	
			46—78	0.10	1.80	4.74	
003	白桦—胡秃子—苔草		7—27	0.25	1.90	4.88	14028
			27—40	0.20	2.00	4.55	
			40—80	0.20	2.00	4.20	
004	山杨—二色胡 胡枝子—苔草		13—34	0.60	1.63	5.82	15204
			34—100	0.40	1.75	5.65	
			100—187		1.84	5.41	
005	辽东栎—胡枝子—苔草		8—56	0.50	1.21	5.76	15036
			56—86	0.40	1.90	5.59	
			86—157		2.00	5.56	
006	沙棘—苔草		3—15	0.85	1.32	6.29	16926
			15—31	0.45	1.70	5.67	
			31—75	0.15	2.00	4.55	
007	辽东栎×山杨—二 色胡枝子—苔草	8—26	0.55	1.51	5.81	15078	
		26—42	0.35	1.57	5.61		
		42—100	0.20	1.80	4.74		
014	山杨—胡榛子—杂类草	3—26	0.95	1.20	6.00	15372	
		26—45	0.55	1.60	5.71		
		45—66	0.45	1.95	5.57		
015	辽东栎—胡榛子—杂类草	0—18	0.75	1.04	5.78	15162	
		18—85	0.70	1.85	5.61		
		85—93	0.50	1.99	5.53		
024	小麦—胡藤	黄绵土	0—8	0.40	1.90	5.0	8442
		8—30	0.20	2.00	4.76		
		30—72	0.30	1.93	4.95		

注: 加  $\text{CaCl}_2$  作用 24 小时后, 均为絮状物沉淀, 溶液无色。



分子水,故利于腐殖物质缩合的是: 三层>二层>一层。

### 参 考 文 献

- [1] 罗贤安,李香兰,1979: 太白山山地土壤的腐殖质研究。土壤学报,第16卷4期,339—351页。
- [2] 李香兰,1987: 关山不同植被下山地普通棕壤腐殖质研究。土壤学报,第24卷1期,27—34页。
- [3] 李香兰,刘玉民,1989: 西北黄土地区土壤腐殖质的研究。土壤学报,第16卷3期,298—304页。
- 4) M.M. 科诺诺娃,1966: 土壤有机质,科学出版社。
- [5] 都梦德,白锦泉,1962: 两广地区不同植被类型与土壤化学性质的关系。土壤学报,第10卷1期,29—42页。
- [6] 张万儒,1962: 青藏高原东南部边缘地区的森林土壤。土壤学报,第10卷2期,107—144页。
- [7] 黄瑞采,1958: 土壤学。科学卫生出版社。
- [8] Kilham, O. W., et al., 1984: A basis for organic matter accumulation in soil under anaerobiosis. Soil Sci., 137:(6), 419—428.
- [9] Gerasimov I. P., 1982: Soil of mountain areas, managing soil resources (12th soil Conf.) 106—112. S15—53/ZCS.

## EFFECT OF DIFFERENT FOREST TYPES ON HUMUS COMPOSITION AND HUMIC ACID PROPERTIES OF SOIL ON THE LOESS PLATEAU

Li Xianglan Zhang Chengge and Chen Jimin

(Northwestern Institute of Soil and Water Conservation, Academia Sinica, 712100)

### Summary

Investigation on the soil humus under different forest types indicated that: (1) In those years both litter and C/N ratio of surface soil were the highest in the *Pinus tabulaeformis* forest lands, but the lowest in the *Hippophae rhamnoides* lands. The C/N ratio of surface soil was positively correlated with the age of forest and the C/N ratio of litter, but negatively correlated with the ash content of litter. (2) The average contents of humic acid, humin, fulvic acid in the soil profiles decreased in the following sequence: *Betula platyphalla* forest land > *Quercus Liaotungensis* land > *Quercus Liaotungensis* + *Populus davidiana* forest land > *Populus davidiana* forest land > *Hippophae rhamnoides* forest land > *Pinus tabulaeformis* forest land, i.e. broad-leaved arbon forest land > shrub forest land > coniferous forest land; but the average content of humin was in an opposite order. (3) The aromaticity of surface soil of the Ziwu Mountains declined in the following order: *Betula platyphalla* forest land > *Quercus Liaotungensis* forest land > *Quercus Liaotungensis* + *Populus davidiana* forest land > *populus davidiana* forest land > *Pinus tabulaeformis* forest land > *Hippophae rhamnoides* forest land; whereas that of the Liupan Mountain was in the order of *Populus davidiana* forest land > *Quercus Liaotungensis* forest land. The profile humic acid aromaticity of the Ziwu Mountains and the Liupan Mountain decreased in the following sequence: three layer > two layer > one layer.

**Key words** Forest type, Soil humus composition, Humic acid properties