

戴云山土壤腐殖质的初步研究*

郭成达

(福建师范大学地理系)

土壤腐殖质的含量和性质是反映土壤发生学的重要特征之一。前人工作表明,土壤腐殖质的性状具有明显的地带性变异规律,随着土壤类型的水平或垂直地带的依次更迭,其腐殖质的组成和特性也发生相应的、有规律的变化^[1-3]。福建戴云山土壤腐殖质组成和特性也具有垂直地带变异的特点,现将初步研究结果整理如后,为进一步研究中亚热带山地土壤的性质及其发生和分类提供参考资料。

一、自然条件和土壤的垂直分布

戴云山位于福建省中部,是戴云山脉的最高峰,海拔1849米。

地形因素引起山地物质和能量的明显分异,山麓(约500米)属中亚热带海洋性季风气候,年均温18℃,≥10℃积温为5642℃,年降水量1739毫米,相对湿度81%。至1650米,气温下降为12℃,与山麓相差6℃,≥10℃积温为3283℃,相对湿度87%。降水量也在一定高度范围内随高度的增加而增加,至1000米左右为1896.9毫米,继续升高至1650米,则下降为1699.8毫米,但因常年云雾弥漫,相对湿度较高。

植被也呈明显垂直分布,大致是:

500—1000米左右,次生稀疏马尾松(*Pinus massoniana*)、灌丛(黄端木 *Adinandra millettii*、榿木 *Loropetalum chinense*、杜鹃 *Rhododendron mariesi*等)和芒萁(*Dicranopteris dichotoma*)等植物群落。局部地区残存有亚热带常绿阔叶林,代表树种有甜槠(*Castanopsis eyrei*)、米槠(*C. carlesii*)、罗浮栲(*C. fabri*)、天竺桂(*Cinnamomum japonicum*)等。

1000—1250米左右,常绿、落叶阔叶混交林。代表树种有黄山栎(*Tilia lapotocarpa*)、戴云栎(*Guereustaiy mugensis*)、石灰树(*Sorbus sp.*)、玉山竹(*Yushania mutakyeusis*)、冬古(*Llex sp.*)等。

1250—1350米左右,黄山松林(*Pinus taiwanensis hayata*)

1350—1650米左右,禾本科草类植物,散生稀疏黄山松和灌丛。主要草类植物为龙须草(*Eulaliopsis*

binata)、野古草(*Arudinella hirta*)等。

1650米以上,草甸植物群落。以龙须草、野古草、箭竹(*Sinarudinaria nitida*)等禾本科植物为主,杂有灌丛和各种杜鹃。

戴云山由侏罗纪火山岩地层所构成,其成土母质也因地形和水热条件而异,随高度下降,质地逐渐变细,山麓表土粘粒(<0.002毫米)含量为45.4%,约为山顶的二倍,而砂粒(2—0.02毫米)含量24.6%,约为山顶的五分之二。

随着生物气候条件的变异,土壤也呈明显垂直分布,从山麓至山顶,依次为:普通红壤、山地红壤(包括山地红壤、山地暗红壤、山地黄红壤等亚类)、山地黄壤(包括山地生草黄壤,山地暗黄壤等亚类)和山地草甸土。

植物、气候、土壤垂直分布如图1。

二、土壤腐殖质的组成和特性

(一)腐殖质组成和特性

各类土壤腐殖质测定结果列于表1和表2。从表1可见,戴云山各类土壤腐殖质的组成均以富里酸占显著优势,其含碳量占有有机碳总量13—38%,而胡敏酸碳量仅占4—20%。H/F比值除山地草甸土A₀层略大于1.0外,其余均小于1.0,其中多数小于0.5,并随土层的加深而减小。因此,从戴云山各类土壤整个腐殖物质的组成体系来看,其复杂度是低的。

前人研究认为,腐殖酸的光密度和絮凝极限值可以综合反映其芳构化度和分子的大小^[1,2]。本山地各类土壤胡敏酸的E₄值大多低于1.0, E₄:E₆值大多在4.5—5.5之间,最高可达8—9。絮凝极限值也多在16毫克当量(CaCl₂)以上(表2)。这些数值表明,由于胡敏酸分子的缩合度低,聚合成环状的碳较少,而脂肪族侧链较多,从而削弱了对可见光的吸收性能和增

* 本文蒙徐琪先生提供宝贵意见。文中部分数据由本系土壤教研组提供,谭炳华、董桂华同志参加分析工作。章宪同志协助绘图。特此一并致谢。

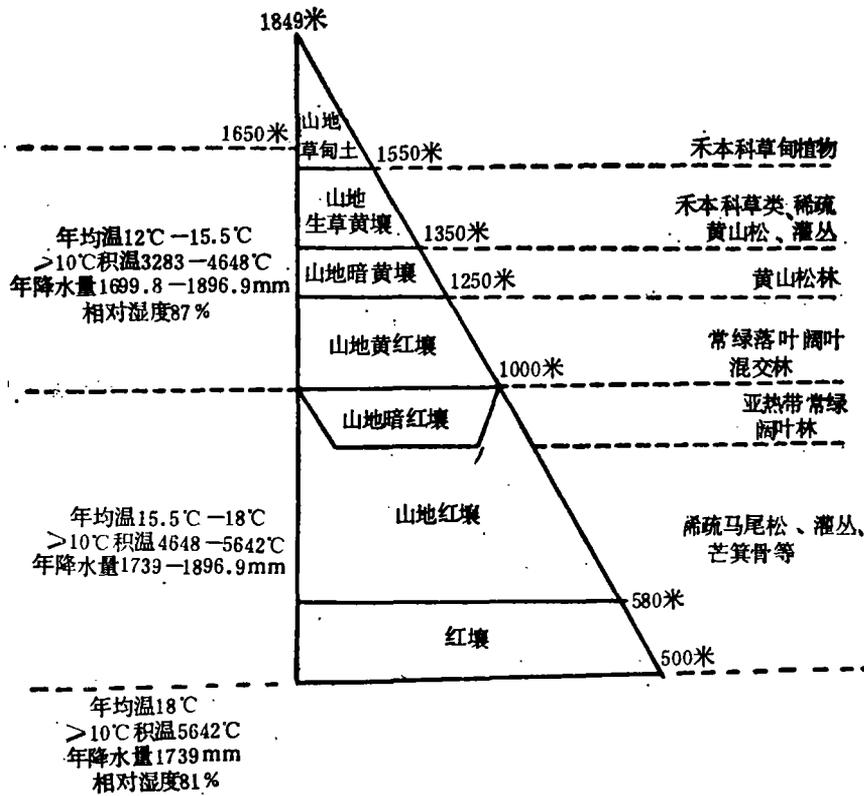


图 1 戴云山土壤、植物、气候垂直分布示意图

表 1 戴云山土壤表层腐殖质的含量、组成和特性

土 壤	采 样 深 度 (厘米)	发 生 层 次	pH (H ₂ O)	有 机 碳 (%)	胡 敏 酸 碳 (H) (占有机碳总 量%)	富 里 酸 碳 (F) (占有机碳总 量%)	胡 敏 酸 碳		游 离 或 与 R ₂ O ₃ 结 合 的 胡 敏 酸 (占胡敏酸%)	胡 敏 酸 光 密 度	
							富 里 酸 碳 (H/F)			E ₄	E ₄ :E ₆
山 地 草 甸 土	0 - 5	A ₀	5.0	10.33	17.20	12.70	1.36	100	1.00	4.76	
	5 - 25	A ₁	6.0	6.93	17.20	23.80	0.70	100	—	—	
	25 - 42	A ₂	5.5	5.44	25.70	27.90	0.93	100	1.25	4.31	
山 地 生 草 黄 壤	0 - 17	A ₁	4.5	3.60	15.30	37.50	0.41	100	0.95	4.75	
	17 - 37	A ₂	5.5	2.18	16.60	36.20	0.46	100	0.89	4.45	
山 地 暗 黄 壤	2 - 24	A ₁	4.5	6.18	20.10	23.60	0.85	100	0.78	4.59	
	24 - 54	A ₂	4.5	2.42	11.60	25.10	0.33	100	0.92	4.84	
山 地 黄 红 壤	0 - 15	A	4.5	2.82	10.80	28.80	0.37	100	0.82	5.47	
山 地 暗 红 壤	2 - 5	A ₁	4.5	5.01	17.10	23.70	0.72	96.5	0.64	8.00	
	5 - 9	A ₂	5.5	3.02	8.20	26.57	0.31	100	1.00	8.33	
山 地 红 壤	-	A	5.3	1.90	7.50	37.10	0.20	100	0.82	6.38	
红 壤	0 - 3.5	A	5.5	1.62	4.30	37.50	0.11	100	0.64	9.14	

注：(1) 腐殖质组成录自本系土壤教研组分析资料。

(2) 光密度按M.M.科诺诺娃《土壤有机质》(1962)一书介绍方法测定。

(3) E₄ 为 E_{0.136克碳/升}
1厘米465mμ E₆ 为 E_{0.136克碳/升}
1厘米645mμ

表 2

戴云山土壤胡敏酸钠溶液的絮凝极限值

土 壤	深 度 (厘米)	发 生 层 次	加 入 CaCl ₂ 当 量 数	2 小时 后 现 象 观 察
山地草甸土	0 - 5	A ₀	16	絮状物沉淀, 溶液透明无色
	5 - 25	A ₁	—	
	25 - 42	A ₂	14	
山地生草黄壤	0 - 17	A ₁	16	絮状物沉淀, 溶液透明无色
	17 - 37	A ₂	14	
山地暗黄壤	2 - 24	A ₁	≈ 20	絮状物沉淀, 溶液微黄色
	24 - 54	A ₂	≈ 20	
山地黄红壤	0 - 15	A	> 20	絮状物沉淀, 溶液淡黄色
山地暗红壤	2 - 5	A ₁	> 20	絮状物沉淀, 溶液淡黄色
	5 - 9	A ₂	> 20	
山地红壤	—	A	> 20	絮状物沉淀, 溶液淡黄色
红 壤	0 - 3.5	A	> 20	絮状物沉淀, 溶液淡黄色且较浑浊

注: 按M.M.科诺娃《土壤有机质》(1962)一书方法测定

强了对电解质的稳定性。

各类土壤活性胡敏酸含量可占胡敏酸总量的96.5—100%, 同样说明了, 由于胡敏酸的芳构化度低而具有与富里酸相似的性质, 其胶体的亲水性强和对铁铝等多价阳离子能产生络合作用, 使其几乎全以游离的或与R₂O₃结合的形态存在于土壤之中。

上述腐殖物质组成与特性的共同特点说明了, 由于戴云山地处中亚热带, 属中山地貌, 山地各垂直带均受亚热带的生物、气候条件所制约, 因而土壤腐殖质的组成和特性均表现一定的地带性特点。如山地红壤和山地黄壤, 其H/F比值多在0.2—0.85之间, (表1), 此值介于江苏南京山地黄棕壤(H/F比值0.46—0.98)[4]和广东梅县的山地砖红壤性红壤(H/F 0.22)[5]或广东徐闻、云南昆明等地的砖红壤(H/F分别为0.19和0.26)[6]之间。胡敏酸的光密度也低于南京的黄棕壤(E_{41.24})[2]。

(二) 土壤腐殖质的垂直地带变异

戴云山各类土壤腐殖质的组成和特性既有共同之处, 又有一定的差异性, 并表现明显的垂直地带变异规律。从山麓普通红壤经山地红壤、山地黄壤到山地草甸土, 除山地暗红壤和山地暗黄壤外, 其余土壤表层有机质含量逐渐增加, 胡敏酸在腐殖质中的含量也随有机质的增加而增加。富里酸在腐殖质中的含量, 除个别土壤外, 总的趋势与胡敏酸正相反。因此, 表征土壤腐殖质组成的H/F比值也随之逐渐增大(图2)。

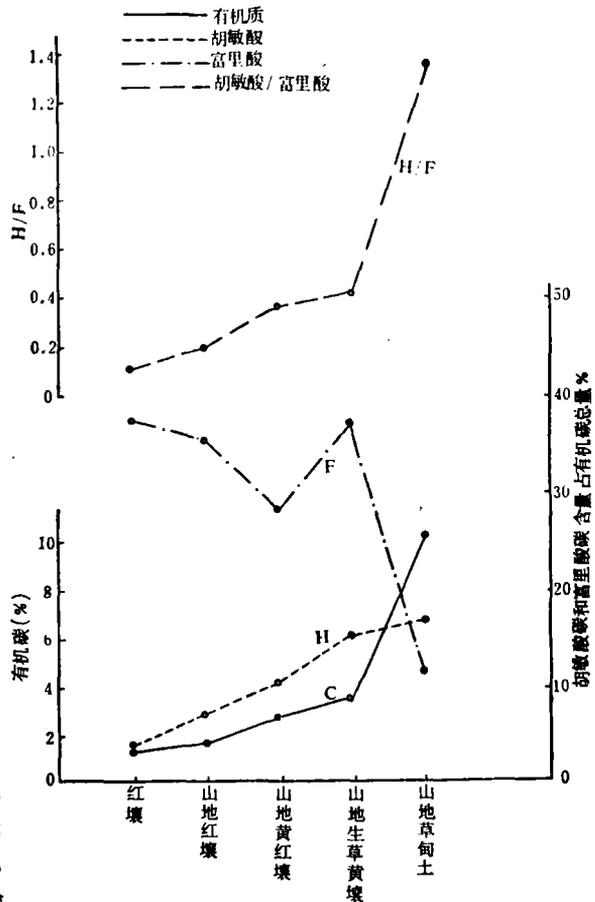


图 2 戴云山各类土壤有机质、胡敏酸、富里酸和胡敏酸/富里酸比值等的相互关系

各土类之间,其胡敏酸的芳构化度一般与 H/F 比值的大小呈正相关,即随 H/F 比值的增大,其芳构化度也相应提高(图 3)。但同一土类的不同亚类则不然,如山地暗红壤和山地暗黄壤,它们的 H/F 比值均分别比山地红壤和山地生草黄壤大(表 1),但胡敏酸的芳构化度均较低。尽管如此,但山地暗黄壤的 H/F 比值和胡敏酸的芳构化度均比山地暗红壤高,仍符合于上述腐殖质的垂直地带变异规律(图 4)。

不同土类其富里酸的芳构化度均较低,它们之间的相对差异也较小,但其垂直地带变异规律与胡敏酸基本一致(图 3, 图 4),说明富里酸只是作为腐殖质高聚物中分子较小、芳构化度较低的一组物质,可能是形成胡敏酸的初始形态物质。

(三)影响腐殖质组成和特性的因素

上述腐殖质的垂直地带变异是受各垂直带的不同成土条件的综合影响所致。从山麓至山顶,随水热条件的变化和自然植被逐渐从森林或其次生的疏林灌丛草类植被向禾本科草类、草甸植被演变,以及成土作用逐渐向生草、草甸化过程发展,其腐殖质的组成和

结构逐渐趋于复杂。相同土类的不同亚类,植被对腐殖质的组成和特性也有明显的影响。发育于常绿阔叶林下的山地暗红壤,其腐殖质主要来自于地表枯枝落叶,经腐殖化作用形成的腐殖质随水淋洗而进入土壤。由于森林植被提供了大量的新鲜的有机残体,在湿热气候和较强的微生物活动的条件下,使物质的生物循环较快,并在数量上能维持在较高的水平上,因此形成了较多的腐殖质和胡敏酸,但多属于初始形态,加之表层土壤湿度较大,酸性强,这些因素也都将阻碍腐殖质高聚物的进一步缩合。因此其 H/F 比值虽较山地红壤高,但其胡敏酸的芳构化度则较低。发育在黄山松林下的山地暗黄壤,其 H/F 比值较山地生草黄壤大,但胡敏酸的芳构化度却较低,同样说明了植被的重要影响,同时也反映了禾本科草类植被比森林植被更有利腐殖质本性的改善。

土壤粘土矿物组成对腐殖质的性质也有一定的影响。戴云山各类土壤,酸性强,粘土矿物多以高岭石和三水铝石为主,因而不利于胡敏酸的形成〔2〕。这可能也是造成其腐殖质复杂度普遍较低的原因之一。但

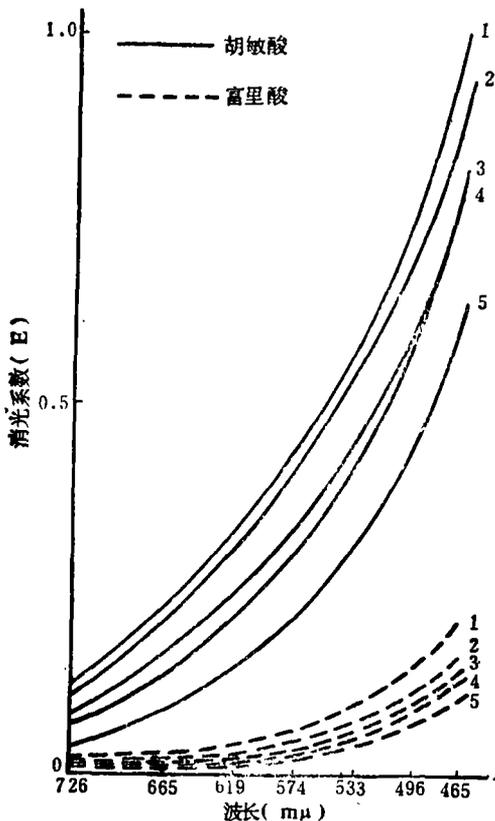


图 3 戴云山各类土壤腐殖物质的光密度曲线

1. 山地草甸土
2. 山地生草黄壤
3. 山地黄红壤
4. 山地红壤
5. 红壤

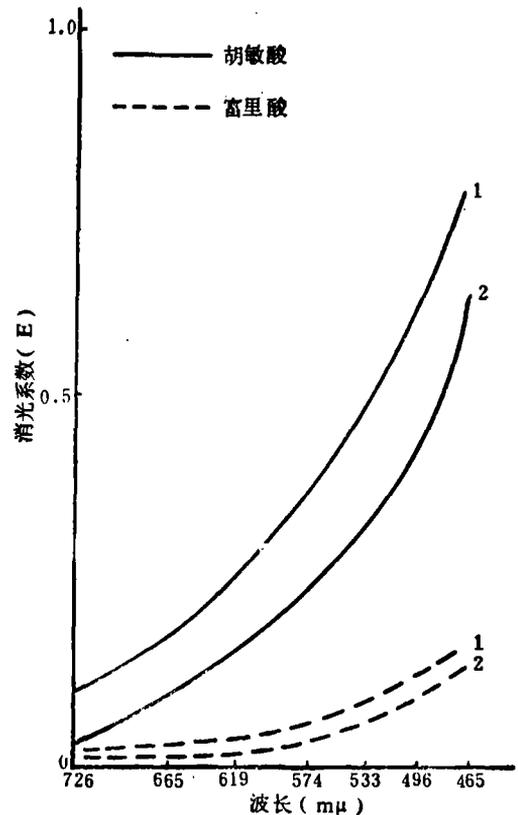


图 4 戴云山山地暗黄壤和山地暗红壤腐殖物质光密度的比较

1. 山地暗黄壤
2. 山地暗红壤

表 3

戴云山土壤粘土矿物组成

土 壤	采 样 深 度 (厘 米)	发 生 层 次	粘 土 矿 物 组 成
山地草甸土			未 测
山地生草黄壤	0-17	A ₁	伊利水云母、三水铝石、绿泥石
	17-37	A ₂	水云母、三水铝石
山地暗黄壤	2-24	A ₁	高岭石、三水铝石
	24-54	A ₂	水云母、高岭石、三水铝石
山地黄红壤	0-15	A	高岭石、水云母、三水铝石
	15-35	B	水云母、三水铝石、高岭石
山地暗红壤	2-5	A ₁	多水高岭石、三水铝石
	5-9	A ₂	高岭石、三水铝石
山地红壤	—	A	高岭石、三水铝石 (一些样品尚伴有水云母)
	—	B	高岭石、三水铝石 (一些样品尚伴有水云母)
红 壤	0-3.5	A	高岭石、三水铝石
	3.5-17	B	高岭石

注：来自本系土壤教研组分析资料(差热分析法)。

从表 3 仍可以看出不同土类之间，其主要粘土矿物随着高度的下降，2:1 型的水云母类矿物有逐渐蚀变为 1:1 型高岭石类的趋势，这对腐殖质的垂直地带变异可能也会有一定的影响。

上述表明，由于腐殖质的组成和特性是受气候、生物(植物和微生物)、矿物质等条件的综合影响，并体现了生物的主导作用而成为表征土壤发生学的重要特征之一，因此可以作为土壤发生分类的一个重要依据。戴云山垂直带各土类、亚类的分布与植被类型表现明显的一致性，这实质上是反映了由于植被性质不同，在气候、微生物等的共同作用下，使其成土过程的有机质积累强度和性质不同，以及由于腐殖质的组成和特性不同，对土壤矿物部分的相互作用性质也不同，从而形成了具有性质上不同的土壤类型。

三、小结

戴云山垂直土壤带的普通红壤、山地红壤、山地黄壤和山地草甸土腐殖质的初步研究结果表明：腐殖质组成以富里酸占显著优势，H/F 比值一般小于 1.0，多数小于 0.5；胡敏酸的芳构化度低，E₄ 值多小于 1.0，E₄:E₆ 值多在 4.5—5.5 之间，絮凝极限值大多大于 16 毫克当量(CaCl₂)；活性胡敏酸含量为 96.5—

100%。这些都具有明显的地带性特点。

本山地土壤腐殖质的组成和特性具有较明显的垂直地带变异规律；从普通红壤经山地红壤、山地黄壤到山地草甸土，H/F 比值逐渐增加，腐殖酸(包括胡敏酸和富里酸)的芳构化度逐渐提高。

由于腐殖质的组成和特性能综合反映各成土条件在土壤形成过程中的作用，并体现了生物的主导作用，因此它可以作为山地土壤发生分类的重要依据之一。

参 考 文 献

- (1) M.M. 科诺诺娃：土壤有机质，科学出版社，1962。
- (2) 中国科学院土壤研究所主编：中国土壤，299—310 页，科学出版社，1978。
- (3) 罗资安等：太白山山地土壤腐殖质研究。土壤学报，第 6 卷 4 期，339—356 页，1979。
- (4) 吴志华：南京紫金山林地与耕地土壤腐殖质组成的研究。土壤学报，第 12 卷 3 期，338—345 页，1964。
- (5) 郁梦德等：两广地区不同植被类型与土壤性质的关系。土壤学报，第 10 卷 1 期，29—43 页，1962。
- (6) 彭福泉等：水稻土腐殖质组成。土壤学报，第 13 卷 2 期，208—215 页，1965。