

也談我国西南林区冷杉林下的土壤形成問題

刘寿坡 李德融
(林业部綜合队) (四川林学院)

1955年—1961年我們先后在青藏高原东部的云岭、沙魯里山、大雪山、邛崃山和大小凉山等地进行了森林土壤的調查研究，累积了一些資料。这些山体的上部均有冷杉林分布。由于生态环境上的差异，不同种类的冷杉在空間分布上有一定的規律性。因此，在論述西南林区冷杉林下的土壤形成問題时，必須分別对待，不能一概而論。只据一两个点的調查資料或几个土壤分析結果，企图全面的概括西南林区冷杉林下极其复杂的土壤形成过程問題，无疑是够确切的。

关于我国西南林区冷杉林下的土壤形成問題，近二十年來虽已累积了一些研究資料，但仔細推敲一下則就不难发现，到目前為止，在認識上还存在很大分歧。宋达泉^[1]1938年及1946年曾指出，滇西点仓山海拔3,250—3,600米分布有灰壤；1955年林业部綜合队的調查报告中也指出，横断山系中段海拔3,500—4,000米分布有山地灰化土；1958年馬溶之、И. П. 格拉西莫夫^[2]均认为滇西高山地区在海拔3,500—4,000米属山地灰化土，3,860米以上为山地泥炭灰化土；1959年出版的中國土壤区划(草案)^[3]也反映了上述看法；1958年C. B. 佐恩在川西邛崃山考察后把分布在該区海拔3,600—3,800米的土壤称做假灰化土；1962年张万儒指出，过去认为分布在該区海拔3,600—4,000米的山地灰化土实为森林潛育土。

由于我国西南林区冷杉种类很多，生态环境也很不相同，把冷杉林下的土壤一概称为山地灰化土固然不够确切，然而否定灰化土的存在無疑也是主觀的。

根据調查研究和对已有資料分析之后，我們认为在我国西南长苞冷杉和柔毛冷杉林区，海拔3,600—4,000米的杜鵑冷杉林下，确实发育着山地灰化土。而不是泥炭質潛育化假灰化土、假灰壤^[4]或森林潛育土^[5]。下面我們拟就几个方面來說明我們的观点，但論述范围仅限于杜鵑冷杉

林下的山地灰化土，至于其它冷杉林下的各种土壤，这里不做討論。

一、杜鵑冷杉林山地灰化土的地理分布

在我国西南林区，杜鵑冷杉林下山地灰化土的地理分布規律性是很明显的。就其水平位置来看，大致处于横断山系的东緣，受东南和西南湿润季风所影响的崇岭区域，即南起滇西北之云岭，往东北行經中甸、木里、金川、黑水北至岷山南麓，呈一窄带状；而在垂直分布上，則构成垂直結構的一个环节，位近森林带的上限，界于海拔3,600—4,000米。在此必須指出，在上述地区內并非全为杜鵑冷杉林山地灰化土。山地灰化土往往和山地棕色灰化土組成复区，这与地形对水热条件的影响有关。

二、杜鵑冷杉林山地灰化土的成土条件

在杜鵑冷杉林下山地灰化土的分布范围內，到目前為止还没有实测的气象記錄，据邻近地区的气象資料推算，年平均温度当在4℃以下，年較差(15—20℃)小，日变幅(20—30℃)大。年降水量約700—1,000毫米，50%以上集中在夏季，夏、秋經常云雾弥漫，大气湿度达80%以上；冬季降雪虽少，但积雪很厚，通常可达1米。土壤冻结不深，一般只有50—80厘米，冻结持續時間約有五个月，每年四、五月間季节性冻层即行融解，无永冻层存在。当季节性冻层融解后，土壤中的重力水便可下渗或側向流动。

杜鵑冷杉林的特点是：林冠郁閉，透光极弱，林內阴冷潮湿。亚乔木状的杜鵑构成第二林层，地表面密复苔蘚及半分解的植物残体，在植物残体中有大量真菌。值得注意的是，苔蘚植物的灰分含量高，一般可达15.04%，其中Al₂O₃的含量占到3.01%，比草本植物和其它乔灌木树叶中

Al_2O_3 的含量高 10 倍至数十倍^[4]。铝的这种生物性累积和循环,无疑是土壤中含铝量较高的原因之一。

杜鹃冷杉林山地灰化土通常分布在分水岭的上部,以阴向山坡居多,在经常云雾弥漫的迎风坡面虽然阳向山坡亦有分布,坡度约 15—30 度。母质系各种岩石的坡积物与残积物,其中以酸性砂岩风化物为主。岩石的风化特点,是以物理风化为主,风化壳虽然比较厚(通常有 80—100 厘米),但土体中含有多量的岩屑碎石,特别是在 50—60 厘米以下,几乎达 70—80% 以上,所以剖面的透水性良好。此层以下一般为坚硬的或半风化的基岩层,这一层虽是不透水层,但土壤水分在此也很难停滞,在重力作用下,可沿岩层倾斜面排除。因此,在整个剖面中无滴水现象。

仔细分析和研究了上述成土条件之后则不难相信,无论从生物气候因素或地形、母质条件均难造成常年进行潜育作用的环境;反之,上述条件正是进行灰化作用的有利外因。从杜鹃冷杉林下山地灰化土的地理分布规律看,也足以说明,这种土壤并不是什么森林潜育土,而是正常的显域性土壤类型。众所周知,潜育土是隐域性土壤,没有严格的地理分布规律。在我国西南林区冷杉林下,根本不存在常年进行潜育作用的外在条件,那么,森林潜育土如何生成?在地表与土体内排水良好的陡坡上,仅仅由于苔藓植被层吸湿水的作用就能形成森林潜育土吗?

三、杜鹃冷杉林山地灰化土的形成过程

土壤的形成发育与其环境条件关系极为密切。杜鹃冷杉林下山地灰化土的形成也是与地形、母质因素、冷湿的水热条件和由真菌-杜鹃-冷杉组成的植物群落不可分割的;也就是说,只有在上述自然因素相互作用下,才形成了山地灰化土。如果认为在这种土壤的发育过程中,有潜育作用的话,但潜育作用也只能出现在春季土壤解冻以前的一个短暂时期,或者出现在地形平缓、地表排水不良的局部地段,所以潜育作用在此没有普遍的意义,只能认为是次要的附加过程。因此,在某些地形比较平缓的地区,出现带有潜育化特征的灰化土剖面是自然的。

我们认为杜鹃冷杉林下山地灰化土的基本成土过程是灰化作用,而不是潜育作用。其根据除

具有特定的生物气候条件和明显的地理分布规律外,还有以下几点:

1. 剖面构造 杜鹃冷杉林下山地灰化土的剖面特征是,层次分化非常明显,地表有 10—15 厘米厚的苔藓及凋落物层。此层又可根据有机质的分解程度和性质再分为两个亚层:上部 2—5 厘米为活苔藓及新鲜的凋落物;而下部 10 厘米左右则为半分解及接近分解的棕褐色粗腐殖质层,其底部并混有少量土体。该层松软,吸水性很强,但并不妨碍通气透水,因此,在下部亚层中植物根系分布最多,并有大量菌根和真菌活动。在苔藓及凋落物层之下即是灰白色的灰化层,厚约 15—25 厘米,呈明显的片状及核块状结构,质地粗而松,含砾石约 10%,活性酸度最高,木本根系较多。此层之下通常有一厚约 6—13 厘米的暗棕褐色腐殖质铁锰淀积层,紧实(有时疏松),呈块状结构,含岩屑约 20—30%,根系很少。再下即为棕色至黄棕色淀积层,紧实,大块状结构,有 30—50% 的岩屑混入。50—60 厘米以下为母质层,无结构,岩屑砾石含量高达 70—80% 以上。

从上述剖面构造来看,正是灰化土的典型形态特征,如果土壤中是以潜育作用为主的话,其剖面构造与层次分化便不会如此明显清晰。众所周知,潜育土的剖面虽亦有浅灰色的淋溶层,但在淋溶层之下常常是带有锈黄色和蓝绿色斑点或条纹的无结构粘重土层,而根本不可能出现暗棕褐色腐殖质铁锰淀积层。如果把这一显然是由灰化作用而产生的发生层次解释为埋藏泥炭层的话,那就更难理解了。

2. 理化性质 从杜鹃冷杉林下山地灰化土的某些比较稳定的理化性质来看,也足以证明土壤中主要进行着灰化作用,而不是潜育作用。

(1) 全剖面呈稳定的强酸性反应, $pH3.4—4.6$,灰化层活性酸度最高, $pH3.4—4.0$ 。

(2) 在代换性酸度中以代换性铝为主,但代换性铝在整个剖面上的分配并不是均一的,其量的多寡可因各个发生层次中有机无机胶体的含量不同而异,通常是灰化层和母质层中较少,约 1—3 毫克当量/100 克土,而在腐殖质铁锰淀积层和棕色淀积层中较多,一般可提高到 5—9 毫克当量/100 克土。

(3) 水解酸度特高,但全剖面各层差异很大,灰化层和母质层为 10—20 毫克当量/100 克土,而位于中部的两个淀积层因腐殖质质量较高,可增高

到 30—60 毫克当量/100 克土。

(4) 全剖面之所以能够保持着稳定的酸性反应是因为：第一，有氢离子（在地表有机质层中由真菌分解植物残体而产生的活性腐殖质及其它有机酸类）的源源供应；第二，土体中的游离碳酸盐和代换性盐基已被淋溶（代换性盐基总量在整个矿质土层中均小于 1 毫克当量/100 克土）。

(5) 矿物遭到了强烈的破坏，其分解产物在剖面中出现明显的再分配现象。例如灰化层中的 SiO_2 含量，因其相对累积而增多，一般可占全量化学组成的 87—93%，但三氧化物却都遭到强烈淋溶， Fe_2O_3 只占 3—6%，而 Al_2O_3 也不超过 2—7%。

(6) 粘粒含量很少，并有显著下移现象。在 50 厘米以上的土层中，粘粒（ <0.001 毫米）只有 3—6%，母质层可提高到 7—12%。灰化层中的粘粒含量虽不比淀积层为少，但中粉砂（0.01—0.005 毫米）和细粉砂（0.005—0.001 毫米）粒级含量却较任何土层高，一般可达 23% 左右。

(7) 灰化层由于失去了大量胶体，吸收性能显著降低，代换量一般只有 3—7 毫克当量/100 克土。

(8) 盐基高度不饱和，全剖面的盐基饱和度均在 10% 以下。

(9) 至于腐殖质的淋溶和淀积现象虽与苏联泰加林灰化土不同，但这无疑也是灰化作用的结果。富里酸与土体中三氧化物作用生成络合物，淀积于灰化层之下，因此在这一层中不仅腐殖质含量突然增多，同时全量化学组成中的铁铝氧化物亦均较其上下各层显著提高。而铁铝氧化物的淀积与腐殖质淀积的伴生现象，正好说明铁铝氧化物在土体中都是以富里酸铁、富里酸铝的形式移动和存在。如果忽视这一重要特征而硬说粘粒没有遭到破坏，或者只认为有铁的移动而铝是处于稳定状态，看来是不符合实际情况的。假如再把上述腐殖质铁铝淀积现象说成是泥炭的埋藏，那就未免更牵强附会了。

3. 生物小循环及腐殖质组成 杜鵑冷杉林下山地灰化土在地表苔藓及凋落物层中，生物的生命活动非常旺盛，其下部不仅有大量植物根系，同时还有大量白色和黄色真菌菌丝体，这就表明这一层中的水分含量并不过剩，尽管此层吸水很多（吸水力强是有机质的特性），但由于苔藓的生长、

凋落物的疏松堆积以及下部土层透水性良好，就保证了空气流通，并形成好气环境，从而使真菌得以进行旺盛的生命活动。真菌在分解植物残体的同时，便产生了某些活性有机酸类，使该层和整个剖面均呈强度酸性反应，并释放出多量的磷钾和活性铝，故在这一层中速效性磷通常为 18—34 毫克/100 克土，而速效性钾一般可高达 30—80 毫克/100 克土。

根据 C. B. 佐恩的分析资料^[4]，在腐殖质组成中以富里酸占优势，其含量可高达 28.6—45.4%，胡敏酸碳与富里酸碳的比值界于 0.19—0.89。而这种在真菌生命活动下源源不断产生的活性很大的富里酸，再加上有常年下渗水流的配合，就构成了灰化作用的动力因素。富里酸与土体中铁铝氧化物或铁铝硅酸盐矿物相作用，结果便生成了比较稳定的富里酸铁铝络合物。此种物质呈暗棕褐色，除常在淀积层中聚积外，还能部分的下移，致使母质层中亦含有较多量的腐殖质（通常为 1—2%）。由于地表有机质层中生物小循环较快，故在位于其下的灰化层中亦常含有较多量的腐殖质，一般为 1—3%，多者可达 6—7%。

4. 粘土矿物组成 根据张万儒的分析资料^[5]，在杜鵑冷杉林下山地灰化土的灰化层（原文为潜育层）中主要聚积着某些数量的“拜来石”，H. N. 高尔布诺夫^[6]曾经指出：“灰化土和冰沼土中都以拜来石和非晶物质的混合物为主”。由此可见，拜来石在这种土壤中的出现也可以认为与灰化作用有直接关系。

参 考 文 献

- [1] 宋达泉：滇西边地土壤概况。土壤季刊，5 卷 2 期，79—90 页，1946。
- [2] 马溶之、И. П. 格拉西莫夫：中国土壤发生类型及其地理分布。土壤学报，第 32 号，1—52 页，1958。
- [3] 中国科学院自然区划工作委员会：中国土壤区划（草案）。科学出版社，1959。
- [4] C. B. Зонн：康藏高原东部的土壤及其分布规律。土壤学报，7 卷 1—2 期，9—22 页，1959。
- [5] 张万儒：青藏高原东南部边缘地区的森林土壤。土壤学报，10 卷 2 期，107—144 页，1960。
- [6] H. N. 高尔布诺夫：苏联土壤中的粘土矿物。51—67 页，科学出版社，1956。