

灰土的特性分类及利用

——第5届国际土壤分类会议论文综述

赵其国

(中国科学院南京土壤研究所)

摘 要

作者于1988年10月去美国和加拿大参加第5届国际土壤分类工作会议。根据会议有关资料对国际上有关灰土的分布、类型、特性、分类和利用的研究现状进行了综述。

1988年10月1日至14日,我应邀参加在美国及加拿大地区召开的第5届国际土壤分类工作会议。会议由美国农业部水保局等单位主持,主要是讨论关于世界灰土的特性、分类及利用问题。这次会议共有12个国家的73位代表参加,这些国家是美国、加拿大、中国、日本、西德、新西兰、荷兰、丹麦、比利时、英国、意大利及法国。会议共收到论文48篇,其中大会报告45篇,墙报3篇。会议将论文报告与野外考察交叉进行,其中大会报告与讨论6天,野外考察8天。野外考察范围包括美国东北部新英格兰地区的五个州及加拿大的新布温什维克州、面积约10万平方公里。共观察了21个灰土土壤剖面。

灰土过去称为灰化土,主要分布于寒温带及寒带,是该地带发展林牧生产的重要土壤资源。过去国际上对于灰土的发生、性质与分类等问题,一直存在着分歧。在这次国际灰土会议上,来自各国的土壤学者们,就这些问题进行了交流与讨论,并在灰土的性质与分类问题上取得较为一致的意见。本文仅就会议提供的有关资料,对目前国际上有关灰土的分布、特性、分类及利用等问题的研究情况作一综述。

一、灰土的分布与类型

灰土在全世界分布的总面积为1400万平方公里,占世界陆地总面积9%,主要分布在亚欧大陆北部、北美洲和新西兰等地,大致位于北极与 50°N 之间。欧亚大陆的灰土,集中分布在瑞典、芬兰、挪威、苏格兰及苏联北部。苏联境内灰土面积最大,占世界灰土总面积1/2以上。在北美主要分布在加拿大和美国东北部。此外,世界各地高山地区的灰土约有900万平方公里,占世界陆地总面积6%。

美国灰土面积达19万平方公里,阿拉斯加、新英格兰州及夏威夷北部两岛均有广泛分布,其中,弱发育正常灰土及弱发育潮湿灰土,占整个灰土的85%。加拿大灰土占全国面积16%,约15.9万平方公里,分布在寒冷至冷冻湿润的气候区,母质为砂质冰碛物,植被为针叶林和针阔混交林。西德的灰土位于西德平原北部的砂岩地区,在地下水位较高处形成弱发育的腐殖质灰土,深层地下水位处,分布着弱发育正常灰土,在冷湿森林覆盖的砂岩之上,灰土常出现薄铁盘层,对水分渗透与森林生长有明显影响。丹麦的灰土主要分布在西部日德兰一带,

母质为冰碛物及砂岩。该地区年平均气温为7.5—8℃，属中温性和冷性，年降雨量为400—800mm。石楠是灰土的主要植被，其次为云杉及栎树林。研究表明，灰土生长石楠树60年，能促使灰土向始成土方向转化；反之，灰土生长云杉林能加剧灰土化作用的发展。比利时的灰土主要分布在北部及西部，其类型是据根四种不同的灰土淀积层的特性而区分的，其中以松碎结持灰化淀积层的灰土占主要优势，其次为具有薄层铁磐层的灰土。法国的灰土按地理位置、形态或发生条件可分为三类，即发育在砂性沉积物上的灰土，发育在酸性结晶上的灰土及高山带灰土，我国台湾省的灰土大多分布在中部山区，包括阿里山、青平山、幕考山和白卡泰山，气候冷凉（年均温8—16℃），湿润（年降雨量2500—4000mm），植被为针叶林或针阔混交林，母质为砂岩及页岩，这些灰土深受地形、生物及气候影响。除上述寒温带及寒带地区灰土外，据不少土壤学家研究，世界热带地区，也广泛分布有正常灰土和潮湿灰土。在景观上，这些灰土与砂质新成土相似，它们被公认为是湿润热带地区最贫瘠的土壤。此外，在灰土中还出现各种过渡的土壤类型，如美国西北部的灰土，属灰土向始成土的过渡类型。爱尔兰和挪威的一些灰土，是灰土向新成土的过渡。日本灰土大多是火山灰土向灰土的过渡类型。所有这些过渡型灰土尚有待深入研究。

二、灰土的基本特性

这次会议讨论的灰土性质，包括腐殖质、颜色、矿物学、显微学特性等。灰土的腐殖质特性，通常以灰化淀积层中所提取的富里酸与胡敏酸的含量及其比值作为指标。一般讲来，灰土腐殖质组成中以富里酸含量为主，胡敏酸与富里酸之比在0.5—0.8之间。中国熊国炎等的研究表明，灰土胡敏酸光密度 E_d/E_e （即在465nm及665nm波长上分别测定的消光系数比值）接近5，说明灰土腐殖质的螯合淋淀作用。美国的R.L.Malcolm认为，运用 ^{13}C -NMR光谱，对灰土腐殖质特性进行研究，可获得较好效果。灰土的颜色可反映其基本性质。根据美国S.R.Base的研究，灰土灰化淀积层(B层)的颜色是区分灰土的标志。一般认为7.5YR或更红，色值和彩度为4或更低；另外也可能色调为10YR，而色值和彩度为2或更低，或为10YR3/1。据研究，正常灰土比腐殖质灰土具有较高的彩度，而热性土壤较冷性的其彩度为低。灰土的矿物学特性，主要反映在灰化层(E层)与灰化淀积层(B层)的粘粒矿物组成中。根据加拿大G.T.Ross及C.Wang等人研究，灰土E层中的粘粒矿物主要为蒙脱石和蛭石。这类矿物大多与云母有关，它对钾具有明显的选择性。在灰土B层中，主要以无定形和半结晶的氢氧化合物为主，包括氢氧化铁、原生伊毛镒石、水铝英石和铁铝的有机无机复合体系等。灰土E层中的蒙脱石和蛭石均由云母演替形成，这正说明E层中粘粒矿物膨胀作用对钾的破坏性。研究表明，灰土中云母向蛭石的演变过程和灰土形成的时间与气候相关。此外，借助扫描电镜、透射电镜及电子探针等显微镜技术对灰土性质研究也有一定进展。比利时的Kevin等人研究发现，灰土裂隙胶膜的形成，与有序性的铝硅酸盐矿物的性质与分布有关。同时证明，灰土有多种形式的裂隙胶膜，其团聚体的排列与颗粒大小也与过去用一般微形态鉴定法的结果不完全相同。特别是通过显微技术可得出关于灰土微结构方面的定量数据，便于对灰土分类指标定量化。

三、灰土的分类

灰土的分类问题在国际上一直存在着分歧。这次会议的主要目的是交流各国灰土分类现

状(主要是与美国、加拿大和联合国三方面的分类系统对比),并对美国现行的灰土系统分类指标与定义进行修订。现将最后修订意见概述如下。

(一)关于灰土中灰化淀积层区分特征的修改意见

灰化淀积层通常是指发育在O、A、Ap或灰化(E)层之下的淀积B层,在未搅动地区,通常出现在淋溶层以下,可能具有暗色表层性质。在灰化淀积物被碎屑物埋藏的情况下,E层或其残留物必须覆盖于灰化淀积物之上。典型的灰化淀积层,具有比7.5YR更红的色调,湿色值和彩度小于或等于4;或色调为10YR,色值和彩度小于或等于2;或者颜色为10YR3/1。此外,在自然条件下,至少具有E层(灰化层)的残留物。

(二)关于灰化淀积物质的区分标准

灰化淀积物必需满足下列条件之一:

1. 土体50%以上的厚度 $>2.5\text{cm}$,其被Fe、Al或铁磐或铁铝与有机质胶结,或:
2. $\text{Al}_0 + \text{Fe}_0 \geq 1.0$ 和草酸盐提取的光密度(ODOE)值 ≥ 0.25 ,或:
3. $\text{Al}_0 + \text{Fe}_0/2 \leq 0.2$ 和ODOE ≥ 0.25 。

(三)关于灰化淀积层的区分指标

1. 具有5到10cm厚,并符合灰化淀积物指标或 $>10\text{cm}$ 厚而符合下列指标之一的土层:
 - (1) $\text{Al}_0 + \text{Fe}_0/2 > 0.2$,如 <1.0 则草酸盐提取的光密度应 <0.25 ,或:
 - (2) $\text{Al}_0 + \text{Fe}_0/2 > 1.0$ 和草酸盐提取的光密度 <0.25 ,或:
 - (3) $\text{Al}_0 + \text{Fe}_0/2 > 0.2$,如 <1.0 ,则草酸盐提取的光密度应 >0.25 。

(四)关于灰土系统分类的土纲检索

土纲检索

1. 土壤……有机土纲。
2. 在土壤上部75cm内,33KPa水分状况下容重 $<1.0\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 的累积厚度 $<18\text{cm}$ 的矿质土壤中,表层60cm内所有亚层无论埋藏与否,约缺乏火山灰喷出物和火山灰土壤性质,具有累积厚度大于35cm,满足 $\text{Al}_0 + \text{Fe}_0/2 > 1.0$ 和下列性质之一的其它土壤:
 - (1) 土体的50%被有机质与Fe、Al(铁磐),或Fe,或Al结合而胶结厚度 $>2.5\text{cm}$ 。或:
 - (2) 具有下列特征的组合:
 - a、混合后,上部18cm以内到18cm或更深具有灰化淀积物质,或在表层18cm内具有10cm或更厚的层次具有灰化淀积物质,和
 - b、在Ap层下,或者在无Ap层时混合的18cm的深度下7cm厚的土层具有满足雏形层或灰化淀积物质之一的所有指标的层次……灰土纲

四、灰土的利用

灰土是世界主要的林木生产基地,大多以生长针叶林及针阔混交林为主,此外还可发展牧草、干草地和种植农作物。美国中北部的灰土,可种植饲料玉米、燕麦、黑麦、马铃薯及红三叶等。砂灰土分布地区,通过引种早熟品种,施用石灰、有机肥及其他矿质肥料,均可获得一定产量。例如瑞典冬小麦平均单产可达 $4.80\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$,波兰为 $2.86\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ 。瑞士的高山草地稍施厩肥即可获得较高的干草产量。灰土地区种植作物,主要的问题是防治水土流失。据加拿大T.L.Chow等在新布温什维克州定位研究的结果,从1983至1985年,在坡度为 11° 的坡地上顺坡种植马铃薯,其土壤流失为73t,等高种植的3.6为t,相差达20倍。此外,在3年连续

种植的情况下,土壤有机质由1.3%降至0.9%,容重由 $1.32\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 增至 $1.47\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$,导水率由 $12.2\text{cm}\cdot\text{h}^{-1}$,下降至 $1.5\text{cm}\cdot\text{h}^{-1}$,说明顺坡种植不仅加速土壤流失,而且使土壤的肥力严重退化。马铃薯产量也明显下降(每年下降 $3-4\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$)。据统计,仅在新布温什维克州的2万公顷马铃薯种植带中,每年由于土壤侵蚀,大约耗费1200万美元。这是灰土地区种植农作物,值得引起注意的问题。

五、中国的灰土

中国灰土分布的面积甚小,除前面提到的台湾省有部分分布外,主要位于大兴安岭北部及青藏高原的垂直地带。这类土壤是在寒温带针叶林生物气候及砂性母质等条件下形成的,主要成土过程是有机酸的螯合淋淀作用,其中包括腐殖酸的螯合与淋淀; SiO_2 的富集;强酸性反应;铁与铝的淋淀;粘粒矿物的蚀变;灰化层的粉砂微结构等。按中国现行分类,在灰土土纲下,可划分有灰化暗棕壤及淋溶灰化土两个类型。但按美国系统分类标准,这两类土壤均不属灰土,而应列入淋溶土纲,并分别定名为石质冷冻性冷凉淋溶土及舌状冷冻性冷凉淋溶土。灰土是中国针叶林及针阔混交林的重要生长基地,森林面积约1300万公顷,森林蓄积量近10亿立方米,分别占全国总数的12%及15%。因此,应十分重视对灰土地区森林的保护与合理利用。

这次国际灰土会议对于灰土分类问题已初步取得一些结论性意见。美国的土壤系统分类(Soil Taxonomy)自60年代初期制定以来,在国际上已有近30个国家采用。这一分类制的优点是土壤分类的定量化与指标化,并将诊断土层与诊断特性作为区分土壤的标准,使土壤分类趋向客观与统一。存在的缺点是,土壤发生的观点不明确,定量指标与环境,特别是与生产的联系不够密切,它不能全面反映不同土壤的基本成土过程。例如,在灰土的分类中,虽然有一系列定量化指标作为依据,但大多数是属于纯化学指标,很少与成土环境与肥力相联系。仅凭这些指标并不能全面反映灰土的形成实质,同时对灰土的过渡类型,耕种灰土及潜育性灰土等也难以正确区分。当前,美国的灰土分类与加拿大、联合国、苏联及中国等国的分类有较大的差异。例如,中国的灰化土,如按美国的系统分类标准,只能列入淋溶土纲。所有这些问题表明,关于灰土的分类仍然有不少问题需要国际上,特别是中国的土壤学家进一步深入研究。