

大别山南坡土壤粘土矿物的垂直分布*

刘自清

龙成凤

(华中农业大学)

(湖北黄冈地区土肥站)

摘 要

研究了大别山南坡土壤的粘土矿物的垂直分布。结果表明,随海拔高度的增加,由山麓至山顶,土壤粘土矿物从以高岭石、绿泥石为主转变为以高岭石、三水铝石为主,直至完全以三水铝石为主。

大别山位于东经 $114^{\circ}-117^{\circ}23'$,北纬 $30^{\circ}02'-32^{\circ}23'$,地跨安徽、河南、湖北三省。是长江中游北岸较高的山地,最高峰海拔1774米。本文研究的是大别山高峰之一的天堂寨南坡的粘土矿物的垂直分布。它位于湖北省境内,海拔1729米。其山麓气候属于亚热带北缘,冬夏温差很大,年平均温度为 16.4°C ,降雨分布不均,年平均降雨量为1388mm;随着海拔升高,气温下降,降雨量增大,蒸发量减小,云雾增多,空气相对湿度增大(表1)。自然植被繁茂,覆盖度大。有乔木、灌木、草本植物等垂直分异分布。在植被已砍伐地段,冲蚀颇为严重。成土母质为花岗岩、片麻岩,组合比较单一。基带土壤为黄棕壤(颜色黄棕色,pH5.62,盐基饱和度63.7%,粘粒矿物以高岭石和绿泥石为主,硅铁铝率为1.96)。

表1 大别山天堂寨南坡气候垂直变化

| 高度(m) | 年平均温度(°C) | 年活动积温(>0°C) | 年平均降雨量(mm) | 蒸发系数 |
|--------|-----------|-------------|------------|---------------|
| 山麓124 | 16.4 | 6006 | 1389 | 0.79 |
| 山顶1729 | 7.6 | 3139 | 1900 | $\leq 0.33^*$ |

* 海拔750m以上

土壤粘土矿物是风化成土过程的产物,反过来,粘土矿物的类型和含量又指示土壤风化过程的特征。它是相对稳定的,但又是土壤无机固相中最活跃的部分。它决定了土壤许多重要的理化性质,如表面吸附性能、结构的形成等。粘土矿物组合和硅铁铝率是土壤分类的重要依据。因而研究山地土壤粘土矿物对划分山地土壤的垂直带谱起着重要的作用,对开发利用大别山土地资源提供一定的理论依据。

一、材料和方法

选择了大别山天堂寨南坡不同海拔高度下,植物覆盖度好、坡度缓、冲蚀小、未见坡积

*参加本项研究的还有李少安、管善远、蔡成霖、刘敦厚、万君华、江珠廷、俸桂珍、张济国和袁有明等同志,在此一并致谢。

表 2

供试土样的主要性状

| 剖面地点 | 海拔高度 (m) | 母 质 | 植 被 | 土样号 | 发生层和深度 (cm) | 颜色 | 质地 (卡斯基制) | pH值 (H ₂ O) | 有机质 (%) |
|--------|----------|-----|------------------------------------|-----|---------------------|--------------|-----------|------------------------|---------|
| 张家嘴水库 | 340 | 花岗岩 | 马尾松(<i>Pinus massoniana</i>) | 1-1 | A 0-25 | 7.5 YR5/2 棕 | 轻 壤 | 5.62 | 1.92 |
| | | | 映山红(<i>Rhododendron simsii</i>) | 1-2 | B 25-64 | 10 YR7/6 黄 | 轻 壤 | 5.62 | 0.84 |
| | | 残积物 | 栎(<i>Quercus acutissima</i>) | 1-3 | C 64-150 | 7.5 YR7/8 黄橙 | 砂 壤 | 5.71 | 0.16 |
| | | | 白茅(<i>Imperata cylindrica</i>) | | | | | | |
| 天堂寨吴家山 | 960 | 花岗岩 | 黄山松(<i>Pinus taiwanensis</i>) | 2-1 | A ₀ 0-7 | 5 YR5/1 灰 | 轻 壤 | 5.49 | 5.16 |
| | | | 映山红(<i>Rhododendron simsii</i>) | 2-2 | A 7-33 | 7.5 YR5/2 棕 | 中 壤 | 5.50 | 1.45 |
| | | 残积物 | 栎(<i>Quercus acutissima</i>) | 2-3 | B 37-50 | 7.5 YR8/6 黄橙 | 中 壤 | 5.30 | 0.52 |
| | | | | 2-4 | C 120-140 | 7.5 YR8/2 | 轻 壤 | 5.48 | 0.13 |
| 天堂寨 | 1180 | 花岗岩 | 黄山松(<i>Pinus taiwanensis</i>) | 3-1 | A 0-15 | 7.5 YR4/2 暗棕 | 中 壤 | 5.65 | 6.47 |
| | | | 栎(<i>Quercus acutissima</i>) | 3-2 | B 15-64 | 7.5 YR5/6 淡棕 | 中 壤 | 5.30 | 0.39 |
| | | 残积物 | 胡枝子(<i>Lespedeza bicolor</i>) | 3-3 | C 64以下 | 7.5 YR7/6 黄橙 | 中 壤 | 5.60 | 0.31 |
| 天堂寨 | 1585 | 花岗岩 | 莠茅(<i>Miscanthus sinensis</i>) | 4-1 | A ₀ 0-17 | 7.5 YR2/2 黑棕 | 砂 壤 | 6.18 | 5.71 |
| | | | 棕竹(<i>Rhapis excelsa</i>) | 4-2 | A 17-26 | 7.5 YR3/4 暗棕 | 轻 壤 | 5.55 | 3.35 |
| | | 残积物 | 黄花(<i>Hemerocallis citrina</i>) | 4-3 | B 26-48 | 7.5 YR5/6 淡棕 | 轻 壤 | 5.60 | 0.70 |
| | | | 野菊(<i>Dendranthema indicum</i>) | 4-4 | C 48-100 | 2.5 Y7/4 淡黄 | 砂 壤 | 58.5 | 0.15 |
| | | | 稀疏的黄山松(<i>Pinus taiwanensis</i>) | | | | | | |

注：颜色按门察尔卡比色；质地用吸管法测定；pH为水浸法(土水比为1:5)；有机质按重铬酸钾法测定。

物、母质均一的4个有代表性的自然剖面土样(表2)，进行了硅铝率、硅铁铝及粘土矿物组合的研究，找出它们垂直变化规律及其相互关系。

(一) 粘粒的分离与提取 将已去根并通过1mm筛的土样，用双氧水除去有机质，用氢氧化钠和超声波分散，沉降法分离出小于2微米的粘粒。用稀盐酸凝聚后，在红外灯下烘干，用玛瑙研钵研细，过140目筛。

(二) 粘粒SiO₂、Fe₂O₃、Al₂O₃的测定 粘粒以碳酸钠融熔。SiO₂用重量法测定；Fe₂O₃用磺基水扬酸比色法测定；Al₂O₃用氟化钾取代EDTA容量法测定。

(三) X-射线衍射分析

1. 薄片的制备：将小于2微米的粘粒去除游离氧化铁，制备成镁饱和和甘油定向薄片和氯化钾饱和并加热至300℃的薄片。

2. 测试条件：用日本Rigaku 3015仪，辐射CuKα；电压35千伏；电流强度20毫安；扫描速度为20度/分。

3. 绿泥石和蛭石的鉴别：用镁饱和甘油扩张定向薄片测出各主要粘土矿物。在14Å附近的粘土矿物，可能是绿泥石也可能是蛭石，用KCl饱和并加热至300℃的薄片衍射图谱把它们加以区别：在14Å仍出现峰的为绿泥石；在10Å附近峰值增强的为蛭石(蛭石的峰从14Å收缩至10Å)。

二、结果与讨论

提取出的粘粒测得硅、铁、铝全量和矿物组成。4个B层粘粒样的 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 含量和 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ 的计算值列于表3。4个B层粘粒样的X射线衍射图谱的判别结果列于表4。

表5表明,在天堂寨的山麓(海拔340米处),土壤(1—2号样)的 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 为2.21; $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ 为1.96,占优势的粘土矿物为高岭石和绿泥石,未见有三水铝石存在,该处土壤应属于典型黄棕壤。但上升至海拔960米处,土壤(2—3号样)的 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 为1.67; $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ 是1.51,占优势的粘土矿物为高岭石,同时还测出少量三水铝石。当海拔升至1180米处,土壤(3—2号样)的 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 为1.55; $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ 是1.36,占优势的粘土矿物除高岭石外,还有相当数量的三水铝石。到了天堂寨的最高点,即海拔1585米处,土壤(4—3号样)的 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 为1.19; $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ 仅1.02(比砖红壤的K_i值还低得多),三水铝石则成了唯一占优势的粘土矿物了。

可见,由山麓至山顶,随着海拔高度的增加,硅铝率及硅铁铝率均有所下降,而粘土矿物从以高岭石、绿泥石为主至变为以高岭石、三水铝石为主,直至完全以正电胶体三水铝石为主。

我们还有趣地发现:随着海拔高度的增加,和土壤硅铁铝及硅铁铝率的减小,土壤的主

表3 供试土壤粘粒 (<2 μm) 的Si、Fe、Al分析值

| 海拔高度 (m) | 土样号 | SiO_2 (%) | Al_2O_3 (%) | Fe_2O_3 (%) | $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ | $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ |
|-------------|-----|-----------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| 340 | 1—2 | 40.7 | 31.3 | 6.15 | 2.21 | 1.96 |
| 960 | 2—3 | 33.9 | 34.4 | 6.00 | 1.67 | 1.51 |
| 1180 | 3—2 | 30.8 | 33.7 | 7.62 | 1.55 | 1.36 |
| 1585 | 4—3 | 21.6 | 37.2 | 4.91 | 1.19 | 1.08 |
| 母岩 | | 72.8 | 13.8 | 2.31 | 89.4 | 8.07 |

表4 供试土样测出的粘土矿物组成

| 海拔高度 (m) | 土样号 | 供试土样的粘土矿物组合 |
|-------------|-----|----------------------------------|
| 340 | 1—2 | 高岭石、绿泥石为主,微量石英、水云母、蛭石 |
| 960 | 2—3 | 高岭石为主,少量绿泥石、三水铝石,微量石英、水云母 |
| 1180 | 3—2 | 高岭石、三水铝石为主,大量绿泥石,微量水云母、石英、埃洛石、蛭石 |
| 1585 | 4—3 | 三水铝石为主,大量高岭石,少量绿泥石(蛭石)、水云母 |

表5 大别山天堂寨南坡海拔高度与粘土矿物的关系

| 海拔高度 (m) | 土样号 | $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ | $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ | 占优势的粘土矿物 | 三水铝石在粘土矿物中占的比重 |
|-------------|-----|--------------------------------------|-------------------------------------|----------|----------------|
| 340 | 1—2 | 2.21 | 1.96 | 高岭石、绿泥石 | 无 |
| 960 | 2—3 | 1.67 | 1.51 | 高岭石 | 少 |
| 1180 | 3—2 | 1.55 | 1.36 | 高岭石、三水铝石 | 多 |
| 1585 | 4—3 | 1.19 | 1.08 | 三水铝石 | 为主 |

要次生粘土矿物的构型也变得简单，三水铝石在粘土矿物中所占的比重明显地增加。由此可以看出，海拔愈高，淋溶作用愈强烈，脱硅富铝化作用愈强烈。对天堂寨西部罗田县土壤的粘土矿物垂直带研究，也得到了相似的结论。大别山南坡土壤呈现明显有规律的垂直带分布。根据以上分析结果，在大别山基带黄棕壤之上的土壤，显然不能划为棕壤、山地棕壤。

土壤粘土矿物随山体高度的升高，呈有规律的带状分布，被认为是随海拔高度上升，气候（包括生物气候条件）渐变的结果。南坡高处温度虽然较山麓低得多，但对于脱硅富铝化作用还未成为限制因子；植物生长茂盛，在海拔1585米处的天堂寨，植物覆盖度大于70%；土壤风化作用仍能深刻地进行。这里气候起主导作用的是雨量。因为随海拔升高，雨量将增多，蒸发量将减少。从而使土壤湿度增加，土壤维持湿润状态的时间延长。水分是土壤进行化学风化的必需的、直接的条件，是分解淋溶作用的重要因素，它有利于原生矿物的破坏和硅酸的淋失。

迄今，仍有些土壤学家认为，在土壤垂直带谱中，愈往上温度愈低、风化愈弱。因而提出“从基带土壤向上，相当于水平带向高纬度的方向移动”的论点，把黄棕壤之上的土壤划为棕壤、山地棕壤。我们基于“山地土壤中粘土矿物组成的变化可以用来说明它的垂直带谱”〔1〕的观点，认为就脱硅富铝化作用而言，随着山体升高，相似于水平带由高纬度向低纬度的方向增强。基带土壤黄棕壤之上的土壤，显然不应划为棕壤、山地棕壤。在北半球，水平带愈向北，温度愈低，降雨愈少；垂直带中，愈向上，温度亦愈低，但降雨愈多。显然具有不同于水平带的特色，由粘土矿物垂直带的气候变化状况与水平带不一样。山地土壤因其所处生物气候条件的影响，粘土矿物所支配的土壤其它理化性质也必定有它独特之处。有关各山地土壤垂直带分布规律，有待于进一步探讨和研究。根据山地土壤具有的生物气候条件、土壤粘土矿物的组合、硅铝率及土壤其它理化性质，解决山地土壤的归类命名问题，是我们面临的新课题。

参 考 文 献

〔1〕中国科学院南京土壤研究所主编，中国土壤，第291页，科学出版社，1978。

（上接第144页）

2. 要解决红壤这块独特的土地问题，需要几代人的努力，这也是国家研究的中心课题，在国际上，也要争取到前列。你们有聪明才智、又努力，同时又生活在这块土地上，完全有理由做出卓越的工作，祝你们在土壤科学研究上取得世界水平的成绩。

这个基地的建设如果没有场、县、市、省的支持是办不成的，对省、市、县、场，领导的支持表示感谢。中年科技人员要注意身体健康。希望自己注意，也希望各级组织的支持和帮助。

（俞金洲、唐永良）