

鼎湖山赤红壤的粘粒矿物特点*

骆伯胜 张秉刚

(广东省土壤研究所)

摘 要

鼎湖山地处南亚热带季风气候区,其独特的生态环境直接影响土壤母质的风化、分解和转移。土壤的粘粒矿物组成特性与气候等条件有密切关系。

分析结果表明:本区赤红壤的主要粘粒矿物为伊利石、高岭石和蛭石。伊利石含量明显高于高岭石,达50%以上、高岭石仅居为次(占20%左右),粘粒矿物以伊利石为主;三种不同林型下赤红壤的粘粒矿物组成含量也不同。本文论述了鼎湖山赤红壤的粘粒组成特性,以及其与气候等生态条件的相互制约,指明粘粒的形成和转移是在一个动态过程中,并受很多因素的综合影响;同时对粘粒矿物与地质、气候等条件的关系作了初步的分析和探讨。

关键词: 赤红壤; 粘粒矿物; 风化; 次生矿物; 衍射图谱

鼎湖山自然保护区地处北回归线附近,属南亚热带季风气候区,至今仍保存着典型的地带性植被。因此,研究季风常绿林下土壤粘粒矿物的特点,对了解赤红壤的发生、分类及土壤肥力特性,都有重要意义。

一、成土因素的特点

鼎湖山山体的地质基础是泥盆纪的厚层砂岩、砂页岩、页岩和石英砂岩^[2],可简称为砂岩夹页岩结构。岩石坚硬,层理性差,硅化作用较强,而使岩石在风化剥蚀中形成陡峭的山体,地势险峻。地质构造的变动又使其构造发生复杂的变化,未风化的岩体出露,产生新的风化体,新老风化体的混合与分离,有利于土壤形成发育过程所发生的明显分异。

鼎湖山季风常绿林植被覆盖率因林型而异,阔叶林覆盖率超过80%,针叶林虽然结构单纯,但其林下仍有茂密的草本植物。处于南亚热带的常绿林,不仅受季风气候作用,而且不同林型下的小气候条件,在不同程度上缓冲以及改变地带性的气候影响,例如对

* 国家自然科学基金课题增加内容之二。

本文图表的分析,检测由李美玲等提胶制样后,由华南农业大学中心实验室等负责进行。

降水的截留,对阳光的遮蔽与折射等。这些对林下的水分,热量的循环与平衡起了明显的作用。从连续五年的观测资料看,针叶林的林冠降水量为1397mm,年均温 24°C ,年积温 8688°C ,地表温 24.57°C ,15cm土温 23.04°C ;而阔叶林则分别为1472.4mm、 21.58°C 、 7456°C 、 20.56°C 、 19.92°C ,相比之下针叶林林冠降水低,温度高,阔叶林林冠降水量大,温度低。观测结果还表明:针叶林下土壤湿度低,温度高而且“易变”,阔叶林下土壤水分高,温度低,而且稳定性强。不同林型及其小气候因素的差异,是形成赤红壤粘粒矿物特点的重要基础。

二、鼎湖山赤红壤粘粒矿物的组成特性

(一)粘粒矿物形成特点

土壤在发育过程中,土壤母质不断的风化作用,使矿物颗粒由大变小,产生的次生矿物,构成土壤的粘粒部分。土壤中粘粒矿物的类型,综合地反映了土壤的风化和成土条件。根据土壤粘粒矿物的风化沉淀学说(也即自然合成学说),我国亚热带气候高温多雨,风化强烈,土壤的淋溶作用强,盐基离子大都被淋失,所形成的粘粒矿物均以高岭石为主;而气候干燥地区则由于淋溶较弱,盐基离子较多,土壤粘粒矿物以伊利石和蒙脱石为主。但在鼎湖山季风常绿林下形成的赤红壤,在其独特的成土因素综合作用下,土壤的粘粒矿物则有异于地带性土壤。

(二)粘粒矿物组成特性

鼎湖山独特的气候生态环境与成土因素,导致土壤在形成发育过程中发生复杂的变化。从下列的图表中可以看出,针叶林下赤红壤、针阔叶混交林下赤红壤及阔叶林下水化赤红壤,其粘粒矿物的X射线衍射图、差热曲线图及粘粒矿物组成,均有不同的分析结果。

三种不同林型下土壤粘粒矿物的分析结果表明:鼎湖山之赤红壤的粘粒矿物,不论何种林型下的赤红壤,其粘粒矿物均以伊利石含量为最多,其含量达50%以上,其次为高岭石,蛭石和蒙脱石略少,含量很少的粘粒矿物有针铁矿,多水高岭石、三水铝矿、 14\AA 过渡矿物,伊利石/蒙脱石、伊利石/蛭石,等等。同一土体中,上下层土壤的粘粒矿物的组成均基本一致,没有明显的分异。不同林型土壤的粘粒矿物组成在含量上不同,但其组成特性是一样的。在土壤粘粒($<1\mu\text{m}$)的X射线衍射图谱中,主要粘粒矿物(伊利石、高岭石等)的衍射峰是以阔叶林和混交林下土壤为强,而针叶林较弱。对三种不同林型赤红壤进行的差热分析结果表明, 80°C 吸热谷所反映的是 105°C 的吸湿水。而吸湿水的量与蒙脱石、蛭石等胀缩性矿物含量成正相关关系。从结果可知:胀缩性矿物(蒙脱石、蛭石等)的含量以针叶林赤红壤最多,其次为阔叶林水化赤红壤,最少为针阔叶混交林赤红壤。这与X射线衍射分析所得的结果相一致。在X射线衍射图和差热曲线图中,三种不同林型下赤红壤的粘粒矿物的组成是一致的,所反映的矿物也具有规律性。针叶林土壤明显反映出含K矿物——K长石,而阔叶林和混交林土壤却表现不明显。从图谱可看出针叶林下土壤的K含量高于混交林和阔叶林。

表1直观地反映出土壤粘粒($<1\mu\text{m}$)的X射线衍射图和差热曲线图的结果,三种

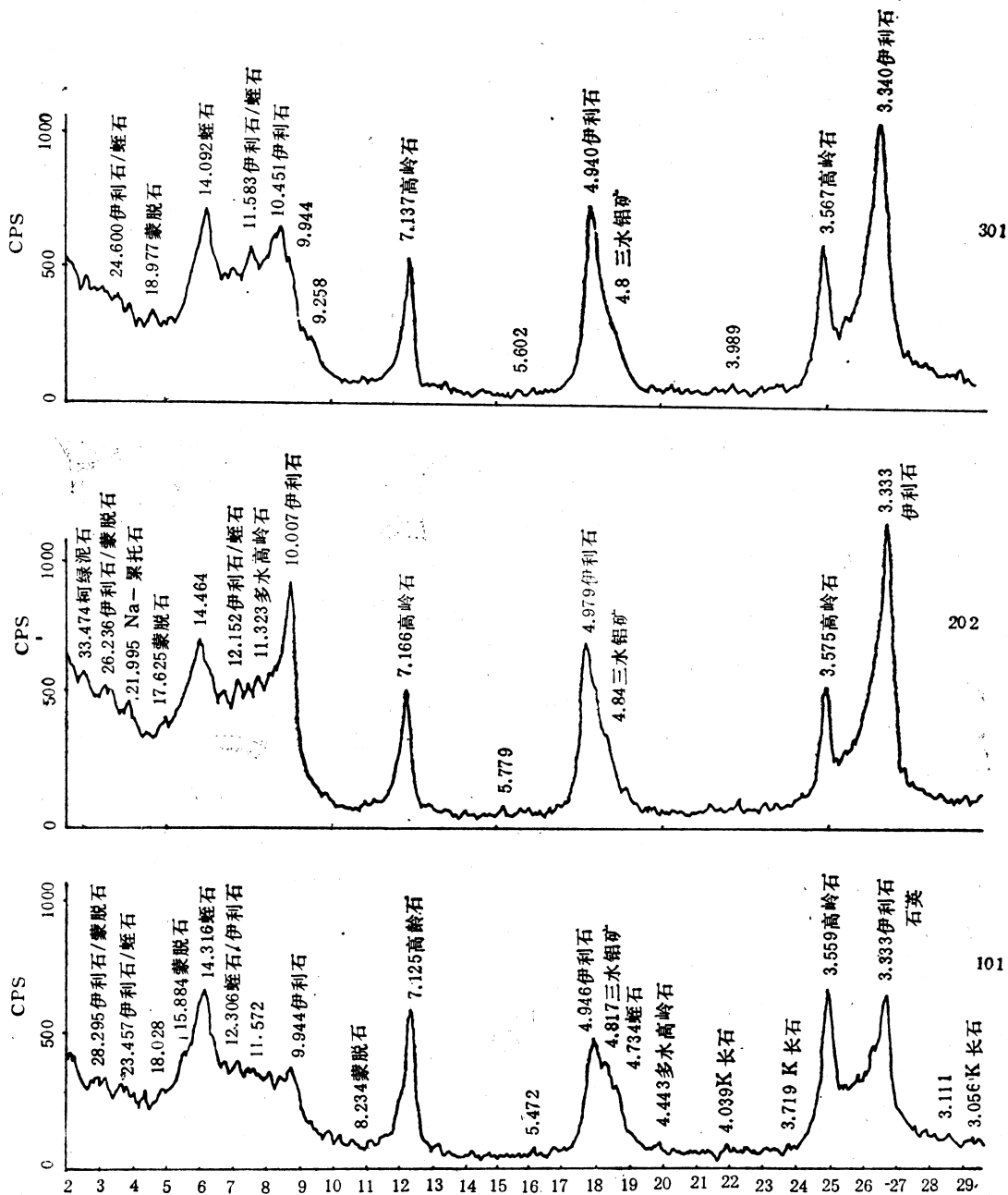


图1 土壤粘粒 (<1μm) 的X射线衍射谱

Fig.1 X-ray diffraction patterns of the clays (<1μm) in soils

101: 针叶林赤红壤(Lateritic red earth under coniferous forest)

202: 混交林赤红壤(Lateritic red earth under mixed forest)

301: 阔叶林水化赤红壤(Hydrous lateritic red earth under broad leaf forest)

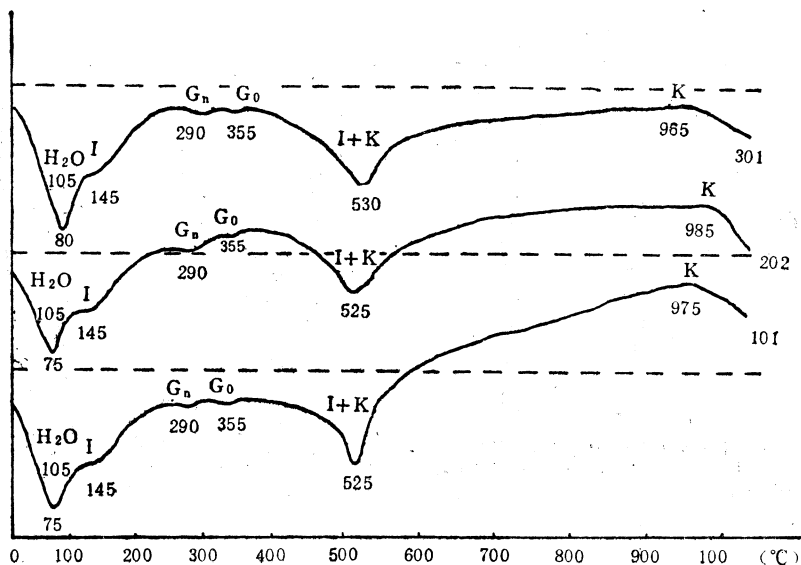


图2 土壤粘粒 (<1 μ m) 的差热曲线

Fig.2 Different thermal curves of the clays (<1 μ m) in soils

101: 针叶林赤红壤(Lateritic red earth under coniferous forest)

202: 混交林赤红壤(Lateritic red earth under mixed forest)

301: 阔叶林水化赤红壤(Hydrous lateritic red earth under broad leaf forest)

表1 不同林型下赤红壤之几种主要粘粒矿物组成 (%)

Table 1 Several main compositions of clay minerals of lateritic red earth under different forest types

| 林型 Vegetation type | 深度 (cm) Depth | 粘粒(%) <0.001mm Clay | 伊利石 Illite | 高岭石 Kaolinite | 蛭石 Vermiculite | 蒙脱石 Smectite | 105°C下吸湿水比 Hygroscopic moisture (105°C) |
|-----------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------|---------------|------------------|-------------------|-----------------|-----------------------------------------------|
| 针叶林赤红壤 Lateritic red earth under coniferous forest | 3—15 | 20.32 | | | | | 多 |
| | 15—30 | 24.28 | 52.0 | 26.1 | 12.9 | 8.8 | |
| | 30—50 | 29.26 | | | | | |
| 混交林赤红壤 Lateritic red earth under mixed forest | 8—15 | 23.30 | | | | | 少 |
| | 15—30 | 25.79 | 69.6 | 19.1 | 8.2 | 3.1 | |
| | 30—50 | 21.33 | | | | | |
| 阔叶林水化赤红壤 Hydrous lateritic red earth under broad leaf forest | 5—15 | 25.41 | | | | | 中 |
| | 15—30 | 34.68 | 65.6 | 20.7 | 10.6 | 3.1 | |
| | 30—50 | 35.33 | | | | | |

不同林型下赤红壤的粘粒矿物含量不相同, 但反映出其矿物组成的一致性。

三、讨论与小结

一般在温湿地区, 土体的风化和淋失作用异常强烈, 导致进行脱硅富铁铝化过程,

而形成红壤类土壤，其粘粒矿物主要是高岭石，其次为各种氧化铁、铝矿物。然而在鼎湖山高湿高热气候条件下发育而成的赤红壤，其粘粒矿物却有不同的特点，含量最高的不是高岭石，而是伊利石，含量高达 50% 以上，而高岭石的含量只占 20% 左右，这与一般湿热地区发育的土壤大不一样。李庆远对我国各种土壤的分析结果表明，我国华南地区不同类型的红壤，都以高岭石为主要粘粒矿物。反之，在北方由于气候干燥，淋溶较弱，盐基离子较多，故土壤粘粒矿物以伊利石及蒙脱石为主。鼎湖山之粘粒矿物的组成既不同于温湿地区，又有异于干旱地区，而趋近于干旱地区发育的土壤。从其粘粒矿物的组成含量来看，明显反映出该地区土体风化发育的不彻底性，这与其独特的地质生态气候环境不无关系。除伊利石和高岭石之外，含量排在第三位的是蛭石（约 10% 左右），也是鼎湖山赤红壤的主要粘粒矿物之一。因无论什么土壤中都有蛭石，但它主要分布于温带和亚热带地区排水良好的土壤中^[3]。鼎湖山地势陡峭，土质疏松，排水条件好，土质地形对粘粒矿物的影响由此可见一斑。

矿物颗粒的风化，在微小的土壤亚系统中（常常是微观系统）进行的，这个过程受本地的状态因子集所制约。基于这些都是大生态系统因子的函数，因而粘粒是与大气候相关的^[4]。由此可见，鼎湖山高湿高热气候对其土壤粘粒矿物的形成和组成，更具有独特的作用。

土壤的粘粒矿物是土壤矿物分解与合成的结果，一个土层中的矿物组，并不一定就是粘粒发生的映象。在多雨地区，某些矿物的缺乏，可能反映出它们的淋移，但不一定表示没有形成。鼎湖山赤红壤的粘粒矿物中，伊利石远高于高岭石，只能说明高岭石的形成较少，土体基质有利于伊利石的形成，而不利于其分解转化，形成后的伊利石也就相对较稳定地存在于土体中，这些都是土体中化学基质作用的结果。土壤在风化过程中经过水解阶段，进行阳离子交换作用，称为“矿物的水解作用”，对于此时的矿物分解转移，溶液中 K 的浓度是关键，只要有少量 K 的加入，就明显影响矿物的水解，延缓风化作用^[4]。当无论是母质，还是风化矿物周围的土壤溶液含有高量的钾时，往往易于形成伊利石和有关矿物。所形成的特定矿物在很大程度上取决于母质和土壤—水分状况^[5]。而鼎湖山赤红壤的含 K 量较高（全钾 K_2O 达 2.5—5.0%），阳离子交换量达 20.0 m.l / 100 g soil 以上^[1]。这可能就是影响鼎湖山赤红壤粘粒矿物的原因所在，至于是什么原因引起鼎湖山之全钾含量较高，阳离子交换量大，将有待于进一步的研究和探讨。

从“生物导致的风化过程”来分析，不同的植被将影响矿物晶格的转化，导致产生不同的矿物种类。矿物晶格变化转移的结果，会使同一地区因植被种类的不同，而产生的粘粒矿物的组成亦会有所不同。如黑云母的晶格被麦类作物转化为蛭石，而被雪松、铁杉和其他树种直接转化为高岭石^[4]。从分析测定结果可知，鼎湖山三种不同林型土壤的粘粒矿物的含量不同，这是否能从侧面说明植被对粘粒矿物的影响？只能在进一步的研究中方能作出明确的结论。

岩石的风化，土体的发育，是一个非常复杂的过程，地质条件的变化、季风气候及常绿林下的小气候等条件对土壤的形成发育有着明显的作用，根据 H. 詹尼提出的设想：假如从土壤来研究分析过去的气候，那么研究土壤粘粒矿物的形态特征，将有特别重要的价值。

一个世纪前，Hilgard 就发现了矿质土壤所带有的气候烙印，并且被多次证实。但

并非所有土壤性质对气候的反应程度都是相同的。也就是说，我们在研究土壤粘粒矿物的时候，应该与气候以及其他诸因素进行全面的考虑。鼎湖山赤红壤的粘粒矿物正是由于各种成土因素综合作用的结果，高湿高热气候与森林植被的共同作用，直接影响土体的风化强度，调节和控制粘粒矿物的形成与转化，从而使鼎湖山赤红壤粘粒矿物具有独特的组成。

参 考 文 献

- [1] 何金海等, 1982: 鼎湖山自然保护区之土壤. 热带亚热带森林生态系统研究, 第 1 集, 25—38 页.
- [2] 何宜庚, 1983: 广东省鼎湖山自然保护区的土壤. 华南师范大学学报(自然科学版), 1: 87—96页.
- [3] 熊 毅等, 1985: 土壤胶体. 第一册, 科学出版社, 1—131 页.
- [4] [美]H. 詹尼, 1988: 土壤资源——起源与性状. 科学出版社, 123—146, 443—454 页.
- [5] [美]N. C. 布雷迪, 1982: 土壤的本质与性状. 科学出版社, 44—67, 168—192 页.

CLAY MINERAL OF LATERITIC RED EARTH CHARACTERISTICS IN DINGHU SHAN

Luo Bosheng and Zhang Binggang
(*Institute of Soil Science of Guangdong Province*)

Abstract

Dinghu Shan is situated at south subtropical monsoonal climate region with a unique ecological environment of climate, which directly effects on the weathering, decomposition and transportation of soil-forming materials. There is a close relationship between the composition characteristic of soil clay mineral and climatic condition.

The analytical results show; the main clay minerals of lateritic red earth in Dinghu Shan are illite, kaolinite and vermiculite. Among which illite is the main, it's content is above 50% and kaolinite is about 20%. Therefore illite content is more than kaolinite clearly. The composition of clay mineral of lateritic red earth is different under three forest types. In the paper, we discussed the interaction between the characteristic of clay composition and climatic ecological condition. The formation and transformation of clay is a dynamic process affected by many factors. We also researched and analysed relationships between clay mineral and climatic condition.

Key words: Lateritic red earth; Clay mineral; Weathering; Secondary mineral; Diffraction pattern