

# 冀西土壤中黑云母-蛭石夹层矿物的研究\*

唐 誦 六

(中国科学院土壤研究所)

在研究华北平原由河流沉积物所发育的土壤时,曾发现在海河水系的磁河沉积物中含有大量金黄色的云母状矿物<sup>[1]</sup>。这种矿物来自磁河上游的太行山花岗片麻岩山区。在发源于太行山区的海河水系的其它支流如漳河、滹沱河和沙河等的沉积物中,也有类似的矿物存在,但含量不如磁河沉积物集中。本文曾对这种矿物进行了一些研究,证明属于黑云母-蛭石夹层矿物,并有着向黑云母或向蛭石转变的可能。有关土壤中存在这种夹层矿物的报道为数不多,现将研究结果报道于后,以供参考。

## 一、黑云母-蛭石规则夹层矿物的性质及其鉴定

从发育于花岗片麻岩的土壤中,取出金色云母状矿物。显微镜下观察呈黄棕色,无多色性吸收性,多数无解理,正交偏光间平行(001)面的干涉色为一级灰色,有解理者达二级蓝的干涉色,二轴晶(一),光轴角约 8 度至 5 度,  $n = 1.6316-1.6338$ ,测定时大多数切面是平行(001)面,似属黑云母类。在以不同比例的三溴甲烷和酒精配成的比重每级相差 0.05 的一系列重液中,测得这种矿物的比重为 2.50。将土壤置于过氧化氢稀溶液中缓缓加热,此矿物即迅速作手风琴状膨大并浮出水面,表现似蛭石。但经 X 射线鉴定既没有典型的云母的  $10 \text{ \AA}$  反射,亦没有蛭石的  $14 \text{ \AA}$  反射。图 1a 是这种矿物的(001)衍射图,第一个反射相当于  $25 \text{ \AA}$ ,最强的反射出现在  $12.5 \text{ \AA}$ ,并有  $8.5 \text{ \AA}$ 、 $5.0 \text{ \AA}$ 、 $3.5 \text{ \AA}$  及  $3.1 \text{ \AA}$  等衍射,这是  $25 \text{ \AA}$  晶面的第二、三、五、七及八等诸级反射。可见这种矿物是黑云母层与蛭石层交互置置的规则夹层矿物,  $25 \text{ \AA}$  相当于黑云母与蛭石晶层之和,而  $12.5 \text{ \AA}$  居于黑云母和蛭石晶层大小的中间。这与 Bassett<sup>[2]</sup> 和 Coleman 等<sup>[3]</sup>所报道的水化黑云母当属同一类型,似为黑云母的风化产物。

将这种矿物制备成钠质的、镁质的以及甘油化的样品后,得出同样的 X 射线图,但经加热处理后即转移至  $10 \text{ \AA}$ 。可见这种矿物不含蒙脱类膨胀矿物成分,也不是黑云母和绿泥石的夹层。

为了测定这种夹层矿物的其它性质,曾用 Drosdoff 等<sup>[4]</sup>的方法将这种矿物从土壤中分离出来,洗净研磨后提取其  $< 20$  微米部分。发现其中有少数蛭石出现(图 1b)。这可能是在研磨过程中有部分黑云母层的钾被释放出来而扩展其晶层。

这种夹层矿物的全钾量为 3.64%,远大于蛭石的含钾量。其阳离子交换量为每百克 59.08 毫克当量,远大于黑云母的交换量而接近于蛭石交换量的半数。可能是在黑云母风化时有半数晶层脱去了钾离子,同时增加了有效负电荷。

\* 熊毅教授概允引用其未发表材料,罗家贤同志进行偏光显微镜鉴定,谨志谢意。

## 二、黑云母-蛭石夹层矿物转变为黑云母

Barshad<sup>[5]</sup> 曾发现蛭石用钾离子饱和后其性质与正常的黑云母相同。将本文所研究的黑云母-蛭石夹层矿物设法转变为黑云母后其性质亦变得与黑云母相同。图 1c 是夹层矿物在 550°C 高温下加热 1 小时后的(001) X 射线图, 夹层矿物原有的 25 Å、12.5 Å 线条及其一系列高次级反射全部消失, 而代之以强的 10 Å 反射。这表示夹层矿物由于蛭石层的失水收缩而转变为云母构造。另外, 用 *N* KCl 溶液在室温下处理夹层矿物, 气干样品的 X 射线图与经 550°C 加热处理的一样。表明这种矿物经复钾作用极易转变为黑云母。

夹层矿物经钾处理转变为黑云母后, 其性质亦相应改变。测得比重由原来的 2.50 增加为 2.60—2.65。显微镜下观察呈黄棕色, 无多色性, 正交下暗黑色也有黄棕色, 二轴晶, 负光性, 光轴角比夹层矿物小,  $n = 1.6497-1.6528$ , 比夹层矿物增大而落于黑云母的范围內。夹层矿物经钾处理转变为黑云母后, 其含钾量由原来的 3.64% 增高至 5.15% (钾质样品用酒精及 *N* 醋酸铵洗过), 即固定了 1.51% 钾 (或每百克矿物固

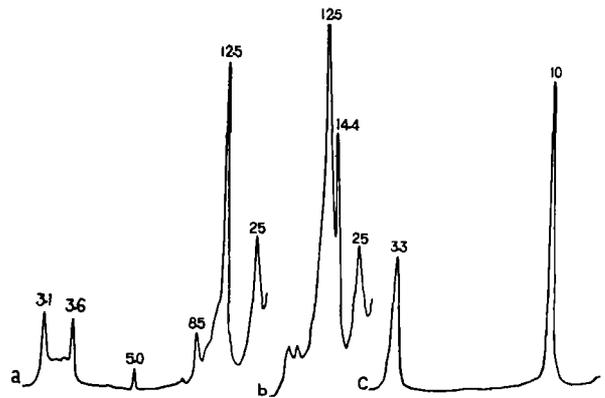


图 1 黑云母-蛭石夹层矿物的 X 射线图

a. 未处理, b. 磨细至 <20 微米, c. 550°C 加热 1 小时。

定 38.70 毫克当量钾)。说明夹层矿物之转变为云母构造, 系其中蛭石晶层固定钾离子的结果。同时, 夹层矿物转变为黑云母后, 阳离子交换量由每百克 59.08 毫克当量下降为 19.83 毫克当量, 表示蛭石层间交换位置上交换能力的损失达 39.25 毫克当量。如将夹层矿物转变前后的全钾量和阳离子交换量的改变作一比较便可看出, 转变过程中钾素固定的毫克当量数与阳离子交换量损失的毫克当量数大致相等。这是可以预料的, 因为阳离子交换能力的损失正是由钾的固定为不可交换形式而引起的。

## 三、黑云母-蛭石夹层矿物转变为蛭石

Barshad<sup>[5]</sup> 用 70°C 的 *N* MgCl<sub>2</sub> 溶液淋洗正常的黑云母和水化黑云母, 曾使之转变为蛭石。Bassett<sup>[2]</sup> 曾用各种浓度的 MgCl<sub>2</sub> 在室温下及 100°C 下处理黑云母, 将正常的黑云母转变为蛭石。我们曾把本文所研究的夹层矿物在室温下用 *N* MgCl<sub>2</sub> 浸润, 并且不时更新溶液, 经过较长时间(100 天)处理后并未见任何变化。继改在 100°C 温度下用 *N* MgCl<sub>2</sub> 溶液处理(每 8 小时更换溶液一次), 随着处理时间的增加, 夹层矿物逐渐转变为蛭石(图 2)。处理 36 小时后, 夹层矿物大部变为蛭石。处理 72 小时后夹层矿物仅留痕迹。而经 108 小时处理后夹层矿物几全部转变为蛭石。此时在 X 射线图上便出现了典型的蛭石的各级衍射, 表示夹层矿物中黑云母层间的钾已被置换, 因而扩展其晶层成为蛭石构造。

在常温下, 夹层矿物的黑云母层间的钾未能被镁所置换, 说明这种黑云母层中钾的结持力较 Bassett 所研究的黑云母中钾的结持力为强。

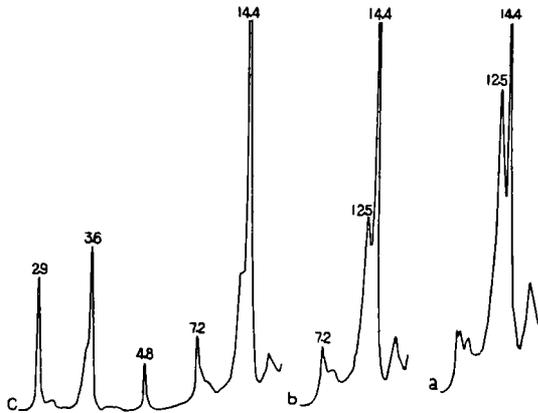


图2 黑云母-蛭石夹层矿物经 100°C  $N MgCl_2$  溶液处理后的 X 射线图  
a. 处理 36 小时, b. 处理 72 小时, c. 处理 108 小时。

#### 四、黑云母-蛭石夹层矿物的成因讨论

为什么矿物在土壤中能以黑云母-蛭石规则夹层的形式存在着而不继续风化为蛭石呢? 根据熊毅的未发表材料, 在二八面体云母中有易交换性钾和难交换性钾交互成层地存在于晶层之间, 因此在云母风化过程中, 当易交换层的钾被取代而扩展其晶层后, 难交换层仍能保持不变, 这样便形成了 10 Å 与 14 Å 晶层的规则夹层矿物。Bassett 提出的假说认为, 黑云母在自然条件下经过极稀的镁溶液的长时期作用, 如有一层黑云母的钾被钙

或镁离子交换, 则阳离子在晶层间的结持力变弱而相邻层的钾便结合得更牢固些, 下一个脱钾风化便不发生在相邻层而在更远的一个晶层, 这样便形成了规则夹层矿物。假使 Bassett 的假说是正确的, 那末, 如将钾离子加回到夹层矿物的蛭石晶层中去使之回复为黑云母, 相邻的原黑云母层中钾的结持力便会变回原状。这时, 若在实验条件下用浓的  $MgCl_2$  溶液处理矿物, 应直接转变为蛭石而不必经过黑云母-蛭石夹层阶段。但是, 在本文的研究中, 当我们先用  $N KCl$  处理夹层矿物并加热使回复成云母构造 (10 Å), 然后用 100°C  $N MgCl_2$  溶液处理 14 小时后, 云母含量大大降低而重又出现 12.5 Å 夹层矿物(图 3)。这说明夹层矿物中黑云母层对钾离子的结合力仍大于蛭石层对实验加入的钾离子的结合力。可见在冀西土壤中黑云母风化产物稳定为规则夹层矿物的原因不同于 Bassett 的假说, 可能是在黑云母构造中本来就存在着易交换性钾和难交换性钾的交互成层。

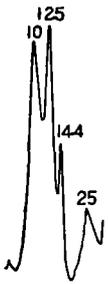


图3 黑云母-蛭石夹层矿物经转变为黑云母后再经 100°C  $N MgCl_2$  溶液处理 14 小时的 X 射线图

#### 五、摘要

冀西土壤中的金色云母状矿物, 经鉴定系属黑云母-蛭石规则夹层矿物。这种夹层矿物极易由蛭石层的复钾作用而转变为黑云母, 但是要使夹层矿物转变为蛭石却需用氯化镁溶液在 100°C 温度下作较长时间的处理。在夹层矿物转变为黑云母的过程中, 每百克

矿物固定了 38.70 毫克当量的钾,同时损失了相当数量(39.25 毫克当量)的阳离子交换能力。作者认为这种夹层矿物系由黑云母风化而来,可能是在该黑云母中有着难交换钾和易交换钾的交互成层。

### 参 考 文 献

- [1] 熊毅、席承藩: 华北平原第四纪沉积物的性质及其演变。中国第四纪研究, 1 卷 1 期, 61—69 页, 1958。
- [2] Bassett, W. A.: The origin of the vermiculite deposit at Libby, Montana. Amer. Mineral., 44:282—299, 1959.
- [3] Coleman, N. T.; LeRoux, F. H.; Cady, J. G.: Biotite-Hydrobiotite-Vermiculite in soils. Nature, 198: 409—410, 1963.
- [4] Drosdoff, M.; Miles, E. F.: Action of hydrogen peroxide on weathered mica. Soil Sci., 46:391—393, 1938.
- [5] Barshad, I.: Vermiculite and its relation to biotite as revealed by base exchange reactions, x-ray analyses, differential thermal curves and water content. Amer. Mineral., 33:655—678, 1948.

## STUDY ON THE BIOTITE-VERMICULITE INTERSTRATIFIED MINERAL IN THE SOIL OF WESTERN HOPEI

TANG SUNG-LIU

(*Institute of Soil Science, Academia Sinica*)

### Summary

A mica-like mineral with 12.5 Å basal spacing found in the soils of western Hopei was identified as biotite-vermiculite interstratified mineral. Treatment with  $N$  KCl at room temperature changed this mineral into 10 Å biotite readily, while the  $N$  MgCl<sub>2</sub> treatment at 100°C gradually converted it into 14 Å vermiculite. 39 milli-equivalents of potassium per 100 grams of sample were fixed during the KCl treatment, and consequently the cation exchange capacity of the mineral was reduced in about the same amount. This interstratified mineral seems to be a weathering product of biotite.