

# 江淮流域白浆化土壤的矿物组成 与化学特性的研究

夏立忠

傅 桦

瑞 兴

(中国科学院南京土壤研究所, 南京 210008) (首都师范大学) (南京农业大学, 南京 210095)

**摘 要** 对采自江淮流域的 7 个典型白浆化土壤剖面不同粒级的矿物特性与化学组成进行了研究。结果表明: 该区域白浆化土壤的质地为粉砂质壤土及粘壤土, 粉粒含量为 45% ~ 76%, 粘粒矿物以水云母为主, 含量为 60% ~ 80%, 继承了黄土母质的特性。土体硅铝率(Sa)与硅铁铝率(Saf)分别为 7.70~ 14.05 与 6.43~ 10.24, 而粘粒的分别为 3.53~ 4.22 和 2.40~ 3.35。各剖面土体 Sa 与 Saf 以表层较高或最高, 有明显富硅现象; 而粘粒的 Sa 和 Saf 及矿物组成、颗粒组成的层次差异则表现出母质层次上的不连续性。白土层与粘化层的显著分异是由于全新世黄土性沉积物, 经过冲淤沉积交替更迭, 加上后期淋溶淀积而成; 脱硅、脱盐基和富铝化及氧化还原淋溶淀积是其重要成土过程, 后一过程因不同的利用方式, 强度有所差别, 以水稻土较强。

**关键词** 白浆化土壤, 黄土沉积物, 冲淤更迭, 淋溶淀积

**中图分类号** S151+.3

我国江淮流域有大面积分散分布的白浆化土壤。该类土壤典型特征是土壤层次白土层和淀积粘化层的分异。从四十年代开始, 我国土壤学家对其发生与分类方面做了大量研究工作, 针对各自研究区域多种成土学说相继诞生<sup>[1]</sup>。本研究对位于江淮流域的安徽、河南、湖北三省的 7 个典型白浆化土壤的组成与特征, 进行矿物学和化学组成分析, 探讨该类土壤的成因和过程, 为其发生和分类研究提供依据。

## 1 材料与方法

分别选择位于江淮流域安徽、河南和湖北的 7 个典型的白浆化土壤, 对其气候条件、利用方式和土壤剖面形态进行野外调查, 并采集剖面土样进行室内分析。表 1 所示为 7 个白浆化土壤的剖面分布, 气候条件以及利用方式。室内分析中, 机械组成采用吸管法, 粘土矿物组成采用 X 衍射法, 全量采用石墨坩埚快速熔解法制待测液, SiO<sub>2</sub> 用重量法, TiO<sub>2</sub> 用变色酸法, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 用 KF-EDTA 法, K<sub>2</sub>O、Na<sub>2</sub>O 用火火焰光度法, CaO、MgO、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MnO 用原子吸收光谱法, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 用钼锑抗比色法。游离态铁锰氧化物用连二亚硫酸钠-柠檬酸钠-重碳酸钠浸提; 酸性草酸铵浸提活性铁。浸提液的铁采用原子吸收光谱法测定。

白浆化土壤分布于微度起伏的山前平原、平缓岗地和河流冲积平原的起伏地上, 该区域处暖温带及亚热带季风气候区, 降雨季节性集中, 高温与雨季、寒冷与干旱分别同季。成土母质为下蜀黄土与黄土

状沉积物。剖面均有白土层与粘淀层分布,地表易形成暂时性滞水。

表 1 剖面分布气候条件和土地利用方式

Table 1 Climate conditions and land use

| 剖面<br>Profile No. | 地点<br>Location | 年均温(°C)<br>Annual average temperature | 年降雨量(mm)<br>Annual rainfall | 利用方式<br>Land use |
|-------------------|----------------|---------------------------------------|-----------------------------|------------------|
| 1                 | 安徽省嘉山县十门山林场    | 15.0                                  | 939.9                       | 次生马尾松林           |
| 2                 | 河南省正阳县八里桥      | 14.9                                  | 940.9                       | 麦—玉米             |
| 3                 | 河南省罗山县龙山乡      | 15.1                                  | 1 023                       | 绿肥—水稻            |
| 4                 | 湖北省襄阳县黄渠河乡     | 15.5                                  | 950                         | 水稻—油菜            |
| 5                 | 湖北省荆门市十字铺乡     | 16.5                                  | 1 150                       | 水稻—油菜            |
| 6                 | 安徽省桐城县新店乡      | 16.3                                  | 1 300                       | 麦—稻—稻            |
| 7                 | 安徽省舒城县苍墩村      | 15.5                                  | 1 000                       | 水稻—油菜            |

## 2 结果与讨论

### 2.1 土壤颗粒组成

由表 2 可以看到,白浆化土壤颗粒组成的总体特征是以粉粒(0.05~0.002mm)占优势为 44.96%~75.86%;粘粒次之,为 10.16%~40.74%,与下蜀黄土相似,继承了黄土母质的特性;但是,粉粒与粘粒含量的变幅较大,明显有异于颗粒较为均一的黄土母质。各剖面粉粒含量以表层、次表层或白土层居高,淀积层最低,质地均为粉砂壤土或粉砂质粘壤土。粘粒含量以淀积层最高,有明显的粘化现象,各剖面均达到淀积粘化的标准,即淀积层与白土层粘粒含量比值  $\geq 1.2$ ,其中 No. 1、No. 7 大于 2,达粘磐化的标准<sup>[2]</sup>;从不同利用方式下剖面粘粒分异程度来看,森林土壤大于水旱轮作土壤,旱作条件下的白浆化土壤最弱。细粘粒含量分布各剖面没有明显的规律性,但细粘粒与粘粒含量的比值,各剖面均以表层或白土层向下呈降低的趋势,与有关淀积粘化拟定指标相悖,可以设想,淋溶淀积过程,正在进行或者说表层次生粘化、粘粒分散和淀积层细粘粒聚合过程快于粘粒向下垂直迁移。以粗颗粒( $> 0.002$  mm)为基础计算的粉粒在剖面的分布表明,各剖面上下层,粉粒的粒径分布是不一致的,一般以表层或白土层高于淀积粘化层。反映了母质层次间颗粒分布的非均一性。

### 2.2 矿物组成与特征

无机矿物是土壤的主要构成物质,土壤的原生矿物来源于黄土沉积母质,是较为稳定的矿物类型,反映了土壤的母质特征;而次生粘土矿物则是黄土沉积母质在一定的气候、植被、地形等因素作用下,经过一定时间的物理、化学及其生物化学的作用,组成矿物不稳定部分发生蚀变或重新自然化合而成,这与不同历史时期的成土环境条件极为相关。

用比重 2.9 的三溴甲烷,对土壤的原生矿物加以分离,比重大于 2.9 的为重矿物,小于 2.9 的为轻矿物。结果表明白浆化土壤重矿物的组成以不透明矿物、绿帘石和普通角闪石为主,不透明矿物含量为 200~485  $\text{gkg}^{-1}$ ,绿帘石通常在 200~550  $\text{gkg}^{-1}$ ,土壤轻矿物主要是石英、长石和云母占原生矿物的 96.0%~97.5%,继承了黄土沉积母质的特性。

表 2 白浆化土壤颗粒组成

Table 2 Particle distribution of albic soils (%)

| 剖面<br>Profile | 层次<br>Layer      | 深度<br>(cm)<br>Depth | 砂粒<br>Sandy grain(mm) |      |      | 粉粒(mm) | 粘粒(mm)  | 细粘粒(mm)   | 粉粒         | 淀积层粘粒(B) |      |
|---------------|------------------|---------------------|-----------------------|------|------|--------|---------|-----------|------------|----------|------|
|               |                  |                     |                       |      |      | Silt   | Clay    | Fine Clay | 粉粒+        | 白土层粘粒(E) |      |
|               |                  |                     | 2~                    | 0.5~ | 0.1~ | 0.05~  | < 0.002 | < 0.0002  | Silt/(Silt | Clay     |      |
|               |                  |                     | 0.25                  | 0.10 | 0.05 | 0.002  |         | + Sand)   | (B/E)      |          |      |
| 1             | Ae               | 0~ 10               | 3.9                   | 1.73 | 3.07 | 12.85  | 59.10   | 19.35     | 10.43      | 73.28    |      |
|               | Es               | 10~ 25              | 3.63                  | 1.29 | 2.61 | 9.12   | 62.97   | 20.38     | —          | 79.09    |      |
|               | Ebs              | 25~ 45              | 5.14                  | 2.34 | 6.13 | 8.27   | 51.20   | 26.92     | —          | 70.06    | 2.82 |
|               | Bs               | 45~ 72              | 1.75                  | 1.53 | 3.82 | 12.59  | 45.73   | 34.58     | 11.27      | 69.90    |      |
|               | Bsc              | 72~ 90              | 2.19                  | 1.87 | 4.22 | 15.52  | 45.10   | 31.10     | —          | 65.46    |      |
|               | C <sub>(R)</sub> | 90~ 110             | 1.72                  | 1.08 | 3.98 | 12.44  | 45.98   | 34.80     | 9.06       | 70.52    |      |
| 2             | Ap1              | 0~ 17               | 0.77                  | 0.31 | 0.87 | 13.09  | 74.80   | 10.16     | 5.94       | 83.26    |      |
|               | E                | 17~ 35              | 0.97                  | 0.41 | 1.64 | 9.59   | 71.43   | 15.96     | —          | 85.00    |      |
|               | Brl              | 35~ 45              | 0.83                  | 8.30 | 2.49 | 14.02  | 64.43   | 17.40     | —          | 78.00    | 1.74 |
|               | Br2              | 45~ 90              | 0.57                  | 1.31 | 5.39 | 15.09  | 58.71   | 18.93     | —          | 72.42    |      |
|               | Bc               | 90~ 150             | 0.57                  | 1.10 | 3.19 | 14.04  | 64.64   | 16.46     | 6.42       | 77.38    |      |
|               | Bcg              | 150~ 170            | 2.19                  | 2.40 | 8.42 | 5.44   | 61.76   | 19.79     | 4.98       | 77.0     |      |
| 3             | Ap1              | 0~ 20               | 0.26                  | 0.21 | —    | 6.59   | 71.74   | 24.00     | 8.24       | —        |      |
|               | E                | 20~ 33              | 0.41                  | 0.46 | 1.95 | 7.01   | 69.73   | 20.44     | —          | 87.64    |      |
|               | Bg               | 33~ 49              | 0.58                  | 0.47 | 3.71 | 3.07   | 54.35   | 37.82     | —          | 87.40    | 1.99 |
|               | Brl              | 49~ 64              | 1.30                  | 2.03 | 4.74 | 1.11   | 51.13   | 39.69     | —          | 84.78    |      |
|               | Br2              | 64~ 85              | 0.65                  | 1.79 | 6.22 | 1.68   | 48.92   | 40.74     | 7.14       | 82.55    |      |
|               | Br3              | 85~ 125             | 0.05                  | 0.53 | 2.61 | 16.46  | 38.96   | 41.39     | 6.95       | 66.47    |      |
| 4             | Ap1              | 0~ 17               | 0.41                  | 0.26 | 0.57 | 6.67   | 71.69   | 20.40     | 5.69       | 90.06    |      |
|               | E                | 17~ 30              | 0.21                  | 0.21 | 0.57 | 10.72  | 71.58   | 16.71     | —          | 85.94    |      |
|               | Brl              | 30~ 46              | 0.74                  | 0.42 | 1.27 | 13.35  | 58.08   | 26.14     | —          | 78.64    | 1.48 |
|               | Br2              | 46~ 88              | 0.42                  | 0.32 | 1.79 | 15.94  | 56.78   | 24.75     | 6.31       | 75.46    |      |
|               | Bc               | 88~ 150             | 0.11                  | 0.21 | 0.74 | 18.48  | 59.89   | 20.57     | 4.47       | 75.40    |      |
|               | C                | 150~ 180            | 0.32                  | 0.21 | 0.63 | 13.18  | 64.01   | 21.65     | 5.77       | 81.70    |      |
| 5             | Ap1              | 0~ 20               | 0.21                  | 0.31 | 1.24 | 10.91  | 68.43   | 18.90     | 9.84       | 84.38    |      |
|               | Er               | 20~ 45              | 0.36                  | 0.98 | 1.64 | 12.30  | 73.03   | 11.69     | —          | 82.70    |      |
|               | Brl              | 45~ 64              | 0.88                  | 0.57 | 2.33 | 12.99  | 63.68   | 19.55     | 6.68       | 79.15    | 1.74 |
|               | Br2              | 64~ 110             | 0.31                  | 0.42 | 0.73 | 6.48   | 61.18   | 30.88     | —          | 88.51    |      |
|               | Bc               | 110~ 130            | 1.78                  | 0.58 | 1.42 | 6.96   | 59.19   | 30.07     | 6.80       | 84.64    |      |
|               | Cg               | 130~ 150            | 1.69                  | 1.06 | 2.11 | 5.18   | 56.89   | 33.07     | 7.48       | 85.00    |      |
| 6             | Ap1              | 0~ 20               | 2.42                  | 1.55 | 2.73 | 7.73   | 53.23   | 32.34     | 7.96       | 78.67    |      |
|               | Ap2              | 20~ 30              | 1.39                  | 1.08 | 2.98 | 7.27   | 60.88   | 26.43     | —          | 82.75    |      |
|               | El               | 30~ 45              | 1.04                  | 0.72 | 2.85 | 6.18   | 65.02   | 24.19     | —          | 85.77    | 1.86 |

续表 2

| 剖面层次<br>Profile Layer | 深度<br>(cm)<br>Depth | 砂粒<br>Sandy grain (mm) |               |              | 粉粒 (mm)<br>Silt | 粘粒 (mm)<br>Clay | 细粘粒 (mm)<br>Fine Clay | 粉粒<br>粉粒+ 砂粒<br>Silt/ (Silt<br>+ Sand) | 淀积层粘粒 (B)<br>白土层粘粒 (E)<br>Clay<br>(B/E) |       |      |
|-----------------------|---------------------|------------------------|---------------|--------------|-----------------|-----------------|-----------------------|--|---|-------|------|
|                       |                     | 0.5~<br>0.25           | 0.25~<br>0.10 | 0.1~<br>0.05 | 0.05~<br>0.002  | < 0.002         | < 0.0002              |  |   |       |      |
| Er                    | 45~ 60              | 1.33                   | 1.59          | 2.46         | 6.35            | 67.77           | 20.48                 | 7.05                                   | 85.24                                   |       |      |
| Br1                   | 60~ 80              | 2.46                   | 1.33          | 2.46         | 7.27            | 62.00           | 24.48                 | 4.52                                   | 82.09                                   |       |      |
| Br2                   | 80~ 125             | 1.15                   | 0.63          | 2.09         | 2.62            | 55.35           | 38.16                 |  | 89.51                                   |       |      |
| 7                     | Ap1                 | 0~ 15                  | 0.36          | 0.21         | 0.72            | 11.59           | 75.86                 | 11.26                                  | 4.60                                    | 85.49 |      |
|                       | Ap2                 | 15~ 23                 | 1.49          | 0.72         | 2.06            | 9.87            | 67.89                 | 17.97                                  | —                                       | 81.69 |      |
|                       | Er                  | 23~ 46                 | 2.12          | 1.08         | 2.12            | 11.06           | 68.26                 | 15.36                                  | —                                       | 80.65 | 2.29 |
|                       | Br1                 | 46~ 70                 | 0.78          | 1.25         | 3.02            | 8.31            | 51.43                 | 35.21                                  | 8.70                                    | 79.38 |      |
|                       | Br2                 | 70~ 105                | 0.94          | 0.94         | 4.51            | 8.71            | 15.10                 | 59.08                                  | 25.82                                   | 79.64 |      |
|                       | Bc                  | 105~ 150               | 1.56          | 1.04         | 2.29            | 11.52           | 16.41                 | 56.46                                  | 27.13                                   | 77.48 |      |

从各剖面典型层次土壤粘粒 X 射线的衍射图谱分析可以看出, 所有粘粒矿物的衍射峰都出现在  $5^\circ$ ,  $8.8^\circ$ ,  $12.3^\circ$ ,  $17.8^\circ$ ,  $24.9^\circ$  和  $26.6^\circ$  ( $2\theta$ ), 其对应的  $\alpha$  值分别为 1.76 nm, 1.01 nm, 0.72 nm, 0.50 nm, 0.36 nm 和 0.33 nm, 其中 1.01 nm 和 0.50 nm 的衍射峰强度较大, 水云母含量较高, 根据峰值的相对强度计算出其相对含量为 60% ~ 80%; 高岭石 (0.72 nm, 0.36 nm) 次之, 为 10% ~ 35%; 蒙脱石 (1.76 nm) 为 1% ~ 18%, 绿泥石、蛭石 (1.44 nm) 少见 (见表 3)。所有剖面各层次, 粘粒矿物均以水云母最高, 高岭石次之; 白土层以水云母含量较低, 而高岭石较高; 粘化层相反。这反映了, 白土层与粘化层, 粘粒矿物组成上的相似性和差异性, 说明白土层与粘化层在形成上母质的同源性 (黄土沉积物) 与沉积时期及环境上的非均一性, 由于新构造运动和第四纪气候的影响, 该区域全新世沉积相主要为冲积—淤积相或淤积相, 冲积淤积交替, 淤积相偏粘, 而冲积相偏砂, 从而出现质地上的更迭<sup>[3]</sup>, 进而表现出沉积相所处气候条件差异引起的矿物组成的变化, 同时又表现出黄土母质特性上的一致性。与普通下蜀黄土相比, 白浆化土壤水云母、高岭石较高, 但蒙脱石较低。Jackson<sup>[4]</sup> 将粘土矿物的风化序列划为 13 个序列, 以水云母为主的白浆化土壤粘粒矿物, 处于相互成层矿物阶段, 脱盐基、脱硅富铝化, 为其主要成土过程。Hw:  $H/W$  ( $H$  表示 1.0 nm 峰高,  $W$  为 1.0 nm 峰宽) 可用来表示粘土矿物的结晶度<sup>[5]</sup>。各剖面白土层结晶度均较其它层次低, 说明在该区域的气候条件下, 上砂下粘的层次更迭, 微域地形起伏, 引起频繁强烈干湿交替, 这种条件下, 不利于次生粘粒矿物晶体的形成; 而变价元素的氧化还原、矿物蚀变、粘粒分散和机械迁移是重要原因。

### 2.3 化学组成与特征

表 4 与表 5 为土体和粘粒的化学组成。从总体来看, 各剖面粘粒与土体化学差别很大, 土体的元素组成序列为:  $\text{SiO}_2 > \text{Al}_2\text{O}_3 > \text{Fe}_2\text{O}_3 > \text{MgO} > \text{CaO} > \text{K}_2\text{O} > \text{Na}_2\text{O} > \text{TiO}_2 > \text{MnO} > \text{P}_2\text{O}_5$ , 粘粒中为:  $\text{SiO}_2 > \text{Al}_2\text{O}_3 > \text{Fe}_2\text{O}_3 > \text{K}_2\text{O} > \text{TiO}_2 > \text{MgO} > \text{CaO} > \text{Na}_2\text{O} > \text{MnO} > \text{P}_2\text{O}_5$ , 土体  $\text{SiO}_2$  全量为  $620 \text{ gkg}^{-1} \sim 720 \text{ gkg}^{-1}$ , 而粘粒中为  $470 \sim 550 \text{ gkg}^{-1}$ , 土体  $\text{Al}_2\text{O}_3$  和  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  全量分别为  $90 \sim 150 \text{ gkg}^{-1}$  和  $30 \sim 60 \text{ gkg}^{-1}$ , 而粘粒中为  $210 \sim 230 \text{ gkg}^{-1}$  和  $80 \sim$

表 3 白浆化土壤粘土矿物相对强度(%)

Table 3 Relative strength of clay in the albic soils

| 剖面<br>No. | 层次<br>Layer     | 深度(cm)<br>Depth | 水云母<br>Hydromica | 高岭石<br>Kaolinite | 蒙脱石<br>Montmorillonite | 蛭石<br>Vermiculite | 绿泥石<br>Chlorite | $H_w$<br>H/W |
|-----------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------------|-------------------|-----------------|--------------|
| 1         | A <sub>E</sub>  | 0~ 10           | 66.14            | 30.52            | —                      | 3.34              | —               | 4.3          |
|           | E <sub>S</sub>  | 10~ 25          | 65.56            | 30.43            | —                      | 4.00              | —               | 4.1          |
|           | B <sub>S1</sub> | 25~ 45          | 64.76            | 28.72            | 3.00                   | 3.49              | —               | 3.5          |
|           | B <sub>S2</sub> | 45~ 72          | 74.00            | 18.32            | 7.60                   | —                 | —               | 4.2          |
|           | B <sub>S3</sub> | 72~ 90          | 66.86            | 22.54            | 10.61                  | —                 | —               | 5.1          |
| 2         | A <sub>P</sub>  | 0~ 17           | 83.45            | 13.49            | 4.70                   | —                 | —               | 9.3          |
|           | E               | 17~ 35          | 67.87            | 23.96            | —                      | 8.17              | —               | 4.8          |
|           | B <sub>RI</sub> | 35~ 45          | 74.18            | 21.51            | —                      | —                 | —               | 6.5          |
|           | B <sub>C</sub>  | 90~ 150         | 83.30            | 10.42            | 1.74                   | 5.41              | —               | 9.5          |
| 3         | AP              | 0~ 20           | 65.01            | 24.62            | —                      | 10.36             | —               | 3.3          |
|           | E               | 20~ 33          | 68.12            | 25.01            | —                      | 6.87              | —               | 2.9          |
|           | B <sub>g</sub>  | 33~ 49          | 78.91            | 21.09            | —                      | —                 | —               | 4.3          |
|           | Br2             | 64~ 85          | 78.52            | 21.48            | —                      | —                 | —               | 6.2          |
|           | Br3             | 85~ 120         | 66.92            | 17.68            | —                      | 15.39             | —               | 4.5          |
| 4         | AP1             | 0~ 17           | 67.83            | 13.51            | 13.18                  | 5.48              | —               | 5.3          |
|           | AP2             | 17~ 30          | 59.12            | 17.11            | 13.84                  | 9.93              | —               | 8.9          |
|           | E               | 30~ 46          | 60.33            | 13.89            | 12.81                  | 5.90              | —               | 4.6          |
|           | Br1             | 46~ 88          | 74.73            | 14.57            | 6.07                   | 4.94              | —               | 6.2          |
|           | C               | 150~ 180        | 60.33            | 13.11            | 10.16                  | 6.10              | —               | 5.3          |
| 5         | Er              | 20~ 45          | 62.5             | 32.86            | 4.63                   | —                 | —               | 4.1          |
|           | Br1             | 45~ 64          | 66.56            | 24.70            | 5.60                   | 3.12              | —               | 6.2          |
|           | Br2             | 64~ 110         | 75.05            | 21.65            | 2.21                   | 1.09              | —               | 4.3          |
|           | C <sub>g</sub>  | 130~ 150        | 80.00            | 19.98            | —                      | —                 | —               | 5.9          |
| 6         | Ap1             | 0~ 20           | 86.69            | 17.79            | 18.52                  | —                 | —               | 3.3          |
|           | Ap2             | 20~ 30          | 58.30            | 34.41            | —                      | —                 | 7.29            | 3.7          |
|           | E1              | 30~ 45          | 60.74            | 33.41            | —                      | —                 | 3.59            | 3.0          |
|           | Er              | 45~ 60          | 71.24            | 19.41            | 9.35                   | —                 | —               | 4.7          |
|           | Br2             | 80~ 125         | 78.59            | 21.41            | —                      | —                 | —               | 4.5          |
| 7         | Ap2             | 15~ 23          | 76.43            | 14.93            | 8.64                   | —                 | —               | 8.8          |
|           | Er              | 23~ 46          | 64.97            | 25.66            | 4.18                   | —                 | 3.08            | 2.3          |
|           | Br2             | 70~ 105         | 77.78            | 15.07            | 4.09                   | —                 | 7.15            | 4.7          |
|           | BC              | 105~ 150        | 77.14            | 15.38            | —                      | —                 | 3.44            | 5.1          |

表 4 白浆化土壤土体化学组成

Table 4 Chemical composition of albic soils ( $\text{g kg}^{-1}$ )

| 剖面<br>No. | 层次<br>Layer       | 深度<br>Depth(cm) | $\text{SiO}_2$ | $\text{Al}_2\text{O}_3$ | $\text{Fe}_2\text{O}_3$ | $\text{TiO}_2$ | $\text{P}_2\text{O}_5$ | $\text{MnO}_2$ | $\text{CaO}$ | $\text{Na}_2\text{O}$ | $\text{K}_2\text{O}$ | $\text{MgO}$ | Sa   | Saf  |
|-----------|-------------------|-----------------|----------------|-------------------------|-------------------------|----------------|------------------------|----------------|--------------|-----------------------|----------------------|--------------|------|------|
| 1         | AE                | 0~ 10           | 704.70         | 110.74                  | 37.32                   | 7.06           | 1.23                   | 0.96           | 26.3         | 11.8                  | 15.0                 | 13.4         | 10.8 | 8.89 |
|           | Es                | 10~ 25          | 636.64         | 123.23                  | 40.63                   | 7.47           | 1.02                   | 1.08           | 17.4         | 15.1                  | 15.8                 | 15.3         | 8.77 | 7.24 |
|           | EBs               | 25~ 45          | 648.84         | 142.58                  | 67.19                   | 7.79           | 0.73                   | 2.32           | 16.3         | 9.4                   | 19.6                 | 22.6         | 7.70 | 5.94 |
|           | Bs                | 45~ 72          | 693.82         | 169.69                  | 61.48                   | 8.19           | 0.22                   | 1.41           | 9.8          | 6.4                   | 10.2                 | 20.6         | 6.94 | 5.63 |
|           | C <sub>(10)</sub> | 90~ 110         | 679.22         | 156.40                  | 79.55                   | 8.40           | 0.43                   | 2.28           | 21.3         | 18.9                  | 18.8                 | 23.5         | 7.37 | 5.56 |
| 2         | Ap1               | 0~ 17           | 626.55         | 93.76                   | 35.14                   | 7.66           | 0.41                   | 0.72           | 16.6         | 16.8                  | 19.2                 | 25.2         | 11.4 | 9.15 |
|           | E                 | 17~ 35          | 635.11         | 129.68                  | 34.90                   | 7.47           | 2.05                   | 1.08           | 84.5         | 15.6                  | 20.0                 | 29.1         | 8.31 | 7.09 |
|           | Br1               | 35~ 45          | 681.84         | 103.37                  | 37.14                   | 8.41           | 0.83                   | 1.09           | 18.1         | 5.9                   | 10.9                 | 12.5         | 10.8 | 8.82 |
|           | Br2               | 45~ 90          | 669.46         | 104.81                  | 34.73                   | 8.89           | 1.26                   | 0.74           | 28.2         | 15.7                  | 17.4                 | 40.1         | 10.8 | 8.95 |
|           | BC                | 90~ 150         | 653.08         | 129.05                  | 54.13                   | 8.46           | 0.42                   | 1.22           | 30.7         | 17.7                  | 26.1                 | 47.0         | 8.59 | 6.77 |
|           | BCg               | 150~            | 654.22         | 135.87                  | 52.97                   | 9.07           | 0.31                   | 0.86           | 20.1         | 20.1                  | 19.9                 | 28.8         | 8.17 | 7.86 |
| 3         | Ap                | 0~ 20           | 646.76         | 106.08                  | 35.12                   | 9.58           | 1.54                   | 0.96           | 14.5         | 18.1                  | 20.9                 | 26.3         | 10.4 | 8.54 |
|           | E                 | 20~ 33          | 662.44         | 134.80                  | 34.07                   | 8.29           | 0.41                   | 0.25           | 15.2         | 16.2                  | 24.2                 | 33.2         | 8.34 | 7.18 |
|           | Bg                | 49~ 64          | 651.56         | 143.85                  | 63.54                   | 9.58           | 0.73                   | 0.98           | 39.7         | 13.3                  | 23.5                 | 32.6         | 7.39 | 5.99 |
|           | Br                | 64~ 85          | 624.37         | 147.45                  | 62.50                   | 9.81           | 0.11                   | 0.49           | 28.7         | 17.0                  | 24.1                 | 31.0         | 7.18 | 5.65 |
|           | BC                | 85~             | 641.91         | 149.10                  | 47.00                   | 8.10           | 0.32                   | 0.88           | 43.0         | 15.4                  | 19.1                 | 33.4         | 7.31 | 6.08 |
| 4         | Ap                | 0~ 17           | 634.82         | 96.47                   | 40.78                   | 8.90           | 1.04                   | 0.61           | 44.8         | 15.2                  | 18.1                 | 25.6         | 11.2 | 8.79 |
|           | E                 | 17~ 30          | 621.54         | 98.64                   | 49.63                   | 8.36           | 1.03                   | 0.61           | 39.1         | 13.8                  | 20.6                 | 28.5         | 10.7 | 8.09 |
|           | B                 | 30~ 46          | 617.17         | 121.13                  | 51.27                   | 8.55           | 0.42                   | 0.99           | 56.6         | 24.1                  | 23.9                 | 42.4         | 8.65 | 6.38 |
|           | Br                | 46~ 88          | 638.34         | 113.06                  | 47.40                   | 8.66           | 0.63                   | 1.25           | 16.9         | 13.9                  | 20.8                 | 36.1         | 9.58 | 7.56 |
|           | BC                | 88~ 125         | 632.63         | 139.01                  | 43.90                   | 7.91           | 0.32                   | 0.87           | 45.1         | 13.4                  | 15.7                 | 13.8         | 7.72 | 6.43 |
| 5         | Ap                | 0~ 20           | 648.82         | 98.29                   | 22.79                   | 9.08           | 1.44                   | 0.48           | 12.8         | 9.3                   | 18.7                 | 11.3         | 11.2 | 9.76 |
|           | Er                | 20~ 45          | 651.09         | 96.95                   | 32.75                   | 7.35           | 1.03                   | 0.48           | 17.9         | 8.8                   | 18.6                 | 19.4         | 11.4 | 9.37 |
|           | Br1               | 45~ 64          | 682.32         | 112.51                  | 48.81                   | 8.38           | 0.62                   | 1.21           | 15.4         | 9.3                   | 20.1                 | 24.4         | 10.3 | 8.06 |
|           | Br2               | 64~ 110         | 644.75         | 114.49                  | 29.59                   | 8.96           | 0.21                   | 1.35           | 27.2         | 10.5                  | 18.2                 | 27.6         | 9.56 | 8.20 |
|           | BC                | 110~            | 658.57         | 143.46                  | 38.77                   | 7.92           | 0.74                   | 0.87           | 26.4         | 13.5                  | 19.7                 | 21.9         | 7.79 | 6.64 |
| 6         | Ap1               | 0~ 20           | 696.57         | 103.52                  | 45.16                   | 7.32           | 1.75                   | 0.48           | 25.0         | 12.6                  | 18.7                 | 25.5         | 11.4 | 8.93 |
|           | Ap2               | 20~ 30          | 703.91         | 105.68                  | 43.34                   | 5.75           | 0.41                   | 0.96           | 13.3         | 13.2                  | 17.7                 | 22.4         | 11.3 | 8.96 |
|           | E1                | 30~ 45          | 711.99         | 115.47                  | 38.32                   | 6.32           | 0.83                   | 1.22           | 21.6         | 13.3                  | 14.4                 | 17.4         | 10.5 | 8.63 |
|           | E2                | 45~ 60          | 719.63         | 93.39                   | 34.34                   | 8.00           | 0.31                   | 0.85           | 14.8         | 11.8                  | 18.6                 | 27.2         | 12.5 | 10.2 |
|           | Br                | 60~ 80          | 678.75         | 95.69                   | 51.235                  | 7.49           | 0.21                   | 1.33           | 24.2         | 13.1                  | 20.8                 | 40.3         | 12.0 | 8.97 |
|           | BC                | 80~             | 656.16         | 125.50                  | 55.47                   | 7.75           | 0.94                   | 0.74           | 12.8         | 13.1                  | 13.7                 | 45.1         | 8.87 | 6.92 |
| 7         | Ap1               | 0~ 15           | 714.71         | 92.38                   | 31.55                   | 9.07           | 2.06                   | 0.49           | 9.8          | 13.2                  | 13.5                 | 13.5         | 13.1 | 10.8 |
|           | Ap2               | 15~ 23          | 692.92         | 83.68                   | 35.26                   | 7.71           | 0.72                   | 2.18           | 53.8         | 12.1                  | 15.1                 | 18.3         | 14.1 | 11.0 |
|           | Er                | 23~ 46          | 694.17         | 112.55                  | 32.42                   | 8.36           | 0.31                   | 0.48           | 13.6         | 12.9                  | 16.7                 | 23.3         | 10.5 | 8.84 |
|           | Br                | 46~ 70          | 673.16         | 96.35                   | 45.73                   | 8.33           | 0.73                   | 0.61           | 16.4         | 15.0                  | 22.4                 | 36.7         | 11.9 | 9.10 |
|           | BC                | 70~             | 670.87         | 117.91                  | 46.82                   | 7.87           | 0.21                   | 0.61           | 15.5         | 8.3                   | 16.8                 | 25.9         | 9.65 | 7.70 |

表 5 白浆化土壤粘粒化学组成

Table 5 Chemical composition of clay in the albic soils ( $\text{g kg}^{-1}$ )

| 剖面<br>No. | 层次<br>Layer | 深度<br>Depth(cm) | $\text{SiO}_2$ | $\text{Al}_2\text{O}_3$ | $\text{Fe}_2\text{O}_3$ | $\text{TiO}_2$ | $\text{P}_2\text{O}_5$ | $\text{MnO}_2$ | $\text{CaO}$ | $\text{Na}_2\text{O}$ | $\text{K}_2\text{O}$ | $\text{MgO}$ | Sa   | Saf  |
|-----------|-------------|-----------------|----------------|-------------------------|-------------------------|----------------|------------------------|----------------|--------------|-----------------------|----------------------|--------------|------|------|
| 1         | AE          | 0~ 10           | 545.40         | 209.10                  | 100.43                  | 13.8           | 1.22                   | 1.95           | 4.55         | 2.27                  | 28.6                 | 9.16         | 4.42 | 3.38 |
|           | Es          | 10~ 25          | 523.00         | 259.77                  | 118.66                  | 11.0           | 0.94                   | 1.19           | 2.89         | 2.27                  | 34.3                 | 8.14         | 4.18 | 3.00 |
|           | EBs         | 25~ 45          | 489.20         | 243.08                  | 109.19                  | 12.3           | 0.78                   | 0.89           | 2.63         | 1.77                  | 30.1                 | 3.16         | 3.41 | 2.65 |
|           | Bs          | 45~ 72          | 459.10         | 248.20                  | 118.66                  | 8.1            | 0.44                   | 0.76           | 2.19         | 3.12                  | 28.6                 | 1.32         | 3.14 | 2.40 |
|           | C           | 90~ 110         | 487.40         | 237.29                  | 107.40                  | 9.79           | 1.28                   | 0.47           | 2.10         | 2.70                  | 35.7                 | 3.87         | 3.38 | 2.62 |
| 2         | Ap1         | 0~ 17           | 521.40         | 212.18                  | 112.94                  | 12.9           | 2.29                   | 0.47           | 1.84         | 2.27                  | 33.6                 | 2.85         | 4.17 | 3.11 |
|           | E           | 17~ 35          | 499.20         | 219.59                  | 97.39                   | 12.1           | 1.57                   | 0.60           | 3.33         | 3.12                  | 32.2                 | 9.16         | 3.86 | 3.01 |
|           | Br1         | 35~ 45          | 528.80         | 222.13                  | 81.67                   | 10.4           | 1.22                   | 0.50           | 3.94         | 3.12                  | 33.0                 | 8.96         | 4.04 | 3.27 |
|           | Br2         | 45~ 90          | 504.10         | 227.21                  | 112.95                  | 7.1            | 1.36                   | 1.14           | 3.85         | 2.86                  | 37.9                 | 11.6         | 3.76 | 2.98 |
|           | BC          | 90~ 150         | 471.40         | 228.13                  | 124.91                  | 8.3            | 1.50                   | 1.03           | 1.93         | 2.02                  | 37.9                 | 2.85         | 3.51 | 2.60 |
|           | BCg         | 150~            | 502.20         | 233.38                  | 124.91                  | 6.7            | 2.08                   | 1.19           | 2.45         | 0.93                  | 39.3                 | 1.73         | 3.65 | 2.72 |
| 3         | Ap          | 0~ 20           | 522.50         | 213.52                  | 101.14                  | 10.4           | 1.65                   | 0.55           | 3.06         | 3.54                  | 32.2                 | 9.36         | 4.15 | 3.19 |
|           | E           | 20~ 33          | 497.50         | 211.44                  | 94.89                   | 10.2           | 1.22                   | 0.68           | 3.85         | 3.12                  | 33.0                 | 9.87         | 3.99 | 3.10 |
|           | Bg          | 49~ 64          | 480.00         | 239.75                  | 92.92                   | 9.8            | 1.50                   | 0.34           | 2.45         | 3.79                  | 35.1                 | 4.99         | 3.39 | 2.72 |
|           | Br          | 64~ 85          | 501.10         | 228.96                  | 99.18                   | 9.0            | 1.93                   | 0.47           | 3.41         | 1.35                  | 34.3                 | 8.45         | 3.71 | 2.91 |
|           | BC          | 85~             | 515.30         | 237.82                  | 79.88                   | 12.3           | 1.22                   | 0.32           | 2.89         | 2.27                  | 33.0                 | 5.90         | 3.68 | 3.03 |
| 4         | Ap          | 0~ 17           | 496.40         | 205.14                  | 104.90                  | 10.8           | 1.65                   | 0.67           | 3.59         | 3.96                  | 35.1                 | 9.06         | 4.11 | 3.10 |
|           | E           | 17~ 30          | 497.30         | 214.36                  | 106.15                  | 11.0           | 1.36                   | 0.84           | 3.59         | 2.27                  | 30.7                 | 5.80         | 3.79 | 2.88 |
|           | B           | 30~ 46          | 552.70         | 218.01                  | 109.90                  | 9.2            | 0.79                   | 0.42           | 2.10         | 2.27                  | 30.7                 | 2.24         | 4.30 | 3.25 |
|           | Br          | 46~ 88          | 466.30         | 236.84                  | 106.68                  | 9.0            | 1.00                   | 0.52           | 4.04         | 1.77                  | 31.5                 | 7.84         | 3.34 | 2.59 |
|           | BC          | 88~             | 473.00         | 237.56                  | 111.69                  | 9.4            | 0.72                   | 0.79           | 4.64         | 3.12                  | 33.6                 | 11.7         | 3.38 | 2.60 |
| 5         | Ap          | 0~ 20           | 490.40         | 222.53                  | 110.44                  | 9.8            | 1.00                   | 0.81           | 4.04         | 2.70                  | 30.1                 | 8.45         | 3.74 | 2.84 |
|           | Er          | 20~ 45          | 464.70         | 232.37                  | 106.15                  | 9.8            | 2.50                   | 0.48           | 3.68         | 2.27                  | 27.8                 | 7.53         | 3.39 | 2.63 |
|           | Brl         | 45~ 64          | 492.10         | 229.58                  | 97.93                   | 14.2           | 2.00                   | 0.68           | 4.38         | 3.12                  | 30.7                 | 7.84         | 3.64 | 2.86 |
|           | Br2         | 64~ 110         | 527.20         | 224.72                  | 99.89                   | 10.2           | 0.93                   | 0.31           | 4.04         | 3.12                  | 31.5                 | 7.84         | 3.98 | 3.10 |
|           | BC          | 110~            | 503.10         | 221.88                  | 93.64                   | 10.8           | 0.72                   | 0.39           | 2.19         | 2.86                  | 32.2                 | 2.37         | 3.85 | 3.03 |
| 6         | Ap1         | 0~ 20           | 482.10         | 231.71                  | 83.63                   | 10.8           | 0.86                   | 0.63           | 4.38         | 3.54                  | 29.4                 | 7.84         | 3.53 | 2.87 |
|           | Ap2         | 20~ 30          | 491.30         | 219.24                  | 103.65                  | 11.9           | 1.22                   | 1.10           | 2.28         | 3.12                  | 29.4                 | 7.02         | 3.80 | 2.92 |
|           | E1          | 30~ 45          | 487.40         | 202.61                  | 98.64                   | 14.8           | 1.50                   | 0.50           | 5.60         | 3.37                  | 30.1                 | 3.77         | 4.08 | 3.11 |
|           | E2          | 45~ 60          | 504.70         | 241.94                  | 104.18                  | 10.2           | 1.65                   | 0.65           | 2.89         | 3.79                  | 28.6                 | 7.02         | 3.54 | 2.87 |
|           | Br          | 60~ 80          | 541.30         | 207.50                  | 81.67                   | 10.2           | 2.00                   | 0.37           | 4.11         | 1.35                  | 29.4                 | 3.97         | 4.43 | 3.54 |
|           | BC          | 80~             | 502.20         | 214.88                  | 94.17                   | 7.5            | 2.58                   | 0.44           | 3.94         | 2.27                  | 32.2                 | 6.01         | 3.97 | 3.10 |
| 7         | Ap1         | 0~ 15           | 526.20         | 226.66                  | 114.90                  | 11.0           | 2.22                   | 0.26           | 3.59         | 2.53                  | 30.1                 | 6.72         | 3.94 | 2.89 |
|           | Ap2         | 15~ 23          | 535.30         | 207.60                  | 96.14                   | 10.8           | 2.43                   | 0.81           | 3.68         | 2.44                  | 29.4                 | 7.23         | 4.38 | 3.38 |
|           | Er          | 23~ 46          | 528.70         | 201.12                  | 90.42                   | 12.5           | 1.50                   | 0.37           | 3.33         | 3.37                  | —                    | 6.62         | 4.46 | 3.47 |
|           | Br          | 46~ 70          | 520.80         | 237.29                  | 90.42                   | 9.8            | 1.57                   | 0.56           | 4.20         | 1.77                  | 32.2                 | 7.53         | 3.72 | 3.00 |
|           | BC          | 70~             | 492.10         | 230.84                  | 97.39                   | 8.3            | 1.29                   | 0.66           | 3.85         | 1.77                  | 34.3                 | 11.2         | 3.62 | 2.85 |

表 6 白浆化土壤铁的形态分布

Table 6 Forms of iron oxides of the albic soils

| 剖面<br>No. | 层次<br>Layer | 深度<br>Depth<br>(cm) | 全铁<br>Fet<br>(gkg <sup>-1</sup> ) | 游离铁<br>Fed<br>(gkg <sup>-1</sup> ) | 活性铁<br>Feo<br>(gkg <sup>-1</sup> ) | 游离度<br>Fed/ Fet<br>(%) | 活化度<br>Feo/ Fed<br>(%) |
|-----------|-------------|---------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------|------------------------|
| 1         | AE          | 0~ 10               | 37.32                             | 16.82                              | 5.03                               | 45.07                  | 30.90                  |
|           | Es          | 10~ 25              | 40.63                             | 18.69                              | 6.23                               | 46.00                  | 33.33                  |
|           | EBs         | 25~ 45              | 67.19                             | 31.55                              | 5.37                               | 47.00                  | 17.02                  |
|           | Bs          | 45~ 72              | 61.48                             | 38.61                              | 7.58                               | 62.81                  | 19.63                  |
|           | C           | 90~ 110             | 79.55                             | 32.20                              | 4.91                               | 40.48                  | 15.25                  |
| 2         | Ap1         | 0~ 17               | 35.14                             | 10.84                              | 2.57                               | 30.85                  | 23.71                  |
|           | E           | 17~ 35              | 34.90                             | 11.68                              | 3.14                               | 33.47                  | 26.88                  |
|           | Br1         | 35~ 45              | 37.14                             | 13.91                              | 6.50                               | 37.45                  | 46.73                  |
|           | Br2         | 45~ 90              | 34.73                             | 15.97                              | 6.68                               | 45.47                  | 42.31                  |
|           | BC          | 90~ 150             | 54.13                             | 30.92                              | 5.91                               | 57.12                  | 19.11                  |
|           | BCg         | 150~                | 52.97                             | 15.07                              | 11.75                              | 28.45                  | 77.97                  |
| 3         | Ap          | 0~ 20               | 35.12                             | 10.18                              | 5.48                               | 28.99                  | 50.69                  |
|           | E           | 20~ 33              | 34.07                             | 11.87                              | 4.43                               | 34.84                  | 37.32                  |
|           | Bg          | 49~ 64              | 48.86                             | 13.31                              | 7.52                               | 27.24                  | 54.47                  |
|           | Br          | 64~ 85              | 63.54                             | 23.57                              | 3.27                               | 37.09                  | 13.87                  |
|           | BC          | 85~ 125             | 62.50                             | 30.82                              | 1.55                               | 49.31                  | 5.03                   |
| 4         | Ap          | 0~ 17               | 40.78                             | 11.08                              | 6.75                               | 27.17                  | 60.92                  |
|           | E           | 17~ 30              | 49.63                             | 10.78                              | 5.37                               | 21.72                  | 49.18                  |
|           | B           | 30~ 46              | 51.27                             | 16.27                              | 3.81                               | 24.19                  | 23.43                  |
|           | Br          | 46~ 88              | 47.40                             | 20.79                              | 3.22                               | 43.86                  | 15.49                  |
|           | BC          | 88~ 125             | 43.90                             | 19.18                              | 2.69                               | 43.69                  | 19.24                  |
| 5         | Ap          | 0~ 20               | 22.79                             | 9.15                               | 6.48                               | 40.15                  | 70.82                  |
|           | Er          | 20~ 45              | 32.75                             | 11.57                              | 3.35                               | 35.33                  | 28.95                  |
|           | Br1         | 45~ 64              | 48.81                             | 21.65                              | 1.96                               | 44.36                  | 9.05                   |
|           | Br2         | 64~ 110             | 29.59                             | 25.51                              | 1.35                               | 86.21                  | 5.29                   |
|           | BC          | 110~                | 38.77                             | 21.34                              | 1.44                               | 55.04                  | 6.75                   |
| 6         | Ap1         | 0~ 20               | 45.16                             | 17.85                              | 16.19                              | 39.53                  | 90.70                  |
|           | Ap2         | 20~ 30              | 43.34                             | 19.05                              | 5.44                               | 43.95                  | 28.56                  |
|           | E1          | 30~ 45              | 38.32                             | 16.63                              | 8.23                               | 43.40                  | 49.49                  |
|           | E2          | 45~ 60              | 34.34                             | 12.41                              | 9.46                               | 36.14                  | 76.23                  |
|           | Br          | 60~ 80              | 51.23                             | 13.91                              | 9.09                               | 27.15                  | 65.35                  |
|           | BC          | 80~                 | 55.47                             | 22.55                              | 4.54                               | 40.65                  | 20.13                  |
| 7         | Ap1         | 0~ 15               | 31.55                             | 10.65                              | 10.62                              | 33.76                  | 99.70                  |
|           | Ap2         | 15~ 23              | 35.26                             | 12.96                              | 9.63                               | 36.76                  | 75.89                  |
|           | Er          | 23~ 46              | 32.42                             | 12.17                              | 5.08                               | 37.54                  | 41.74                  |
|           | Br          | 46~ 70              | 45.73                             | 18.15                              | 2.87                               | 39.69                  | 15.81                  |
|           | BC          | 70~                 | 46.82                             | 17.36                              | 3.36                               | 35.71                  | 19.35                  |



$115 \text{ g kg}^{-1}$ 。可见土壤的粘化是轻度脱盐基、脱硅富铝化过程的结果, 这一点从硅铝率(Sa)及硅铁铝率(Saf)得到进一步证实, 供试土壤的 Sa 和 Saf 分别为 7.70~14.05 和 6.43~10.24, 而粘粒的分别为 3.53~4.42 和 2.40~3.35。粘粒的盐基组分中,  $\text{K}_2\text{O}$  含量高于土体, 而  $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{MgO}$  大大低于土体; 惰性元素  $\text{TiO}_2$  也以粘粒中的含量高于土体; 可见粘粒的形成过程中, 盐基离子  $\text{Na}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  大量淋失, K 和 Ti 趋于向粘粒富集, K 离子的水化半径与水云母的孔穴相近, 被吸附固定于层间, Ti 为惰性元素, 难以在风化成土过程的作用发生迁移, 而以组成元素参与次生粘化过程。

各剖面层次间, 土体 Sa 与 Saf 有很大差异, 一般以表层较高或最高, 白土层比淀积层略高或相近。表层有明显硅富集, 这种富集可能是生物活动所致。而白土层与淀积层没有明显差异。白土层粘粒矿物的 Sa 与 Saf 与淀积层有一定的差异, 生物气候条件是造成这种差异的主要原因。这也进一步证明, 母质层次的非均一性。

铁是土壤主要组成元素之一, 也是土壤中最活跃的变价元素。氧化条件下, 属活性弱的元素; 而在还原条件下, 呈低价化合态, 容易流动。对铁的不同形态分析, 可以了解土壤中, 与氧化还原有关的主要成土因素与成土过程的状态。由表 6 可以看出, 所有剖面全铁含量均以白土层和表层及次表层为最低或较低, 淀积层较高。游离铁含量及铁的游离度也有同样的趋势。而活性铁含量表现出不一致性, 剖面 1 和剖面 2 最高量出现在第二淀积层, 其余各剖面均以表层或白土层最高, 淀积层则大为降低。游离铁及铁的游离度在很大程度上都与生物气候条件有关<sup>[6]</sup>, 其剖面不同层次的变化, 反映了不同层次间在沉积时期气候条件上的差异。活性铁的含量则直接与有机质含量的多少及较为近期的水热条件相关, 剖面 1 为人工森林条件下的土壤, 与水田土壤比较, 滞水时间较短, 还原条件也较弱, 表层或白土层还原态铁易被氧化, 故活性铁含量淀积层及其下层次较高。相比较而言, 淀积层较为滞后, 从而有利于活性铁的集聚。旱作条件下的剖面 2, 这种趋势更为显著。人工水田土壤由于长期滞水, 则以表层最高, 向下逐层降低或不连续降低, 白土层略高或接近淀积层。铁的活化度, 除旱作条件下的剖面 2 以外, 均以表层或次表层及白土层较高, 向下呈不连续性降低。由于表层或白土层有机质含量较高, 在滞水条件下, 二价铁易于形成, 并发生垂直或侧向迁移, 部分在迁移过程中, 随着氧化还原电位的提高, 而被氧化聚集形成铁锰结核, 部分则进入淀积层, 从而加大了铁元素在剖面层次间的分异。

### 3 结论

该区域白浆化土壤, 是从全新世以来, 在不同生物气候条件下形成的。冲积—淤积叠合的黄土性母质经过近代气候条件下脱硅、富铝化过程特别在近代干湿交替作用下, 氧化与还原的淋溶淀积作用的结果造成了这类土壤剖面中垂直分异与空间上的变化。

### 参 考 文 献

1. 律兆松, 徐琪. 中国白浆土研究: I. 白浆土机械组成特点及元素地球化学分异特征. 土壤学报, 1993, 30(3): 274~287
2. 中国科学院南京土壤所主编. 中国土壤系统分类(首次方案). 北京: 科学出版社, 1991

3. 方鸿琪. 长江中下游地区的第四纪沉积. 地质学报, 1961, 34: 354~ 366
4. Jackson M L, Sherman G D. Chemical weathering of minerals in soils. *Advan. Agron.*, 1953, 5: 219~ 318
5. Lamb A S. The slow hydrolysis of ferric chloride in dilute solution. *J. Am. Chem. Soc.*, 60: 1215~ 1225
6. 陈家坊. 土壤胶体中的氧化物. 土壤通报, 1981, (2): 44~ 49

## MINERAL COMPOSITION AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF ALBIC SOILS IN JIANGHUAI DRAINAGE BASIN

Xia Li-zhong

*(Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008)*

Fu Hua

*(Capital Normal College)*

Ding Rui-xing

*(Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095)*

### Summary

Mineralogical composition and chemical characteristics of albic soil in seven typical profiles all over the Jianghuai drainage basin were analyzed. The result showed that the albic soils in this region are silty loam or silty clay loam with a silt percentage of 45% ~ 76%. Having inherited the characteristics of the loess, the main constituent of the clay is Hydromica, accounting 60% ~ 80%. Sa and Saf of the soil are 7.70~ 14.65 and 6.43~ 10.24 respectively. But Sa and Saf of clay are 3.53~ 4.42 and 2.40~ 3.35 respectively. Compared with the other layers, Sa and Saf of the soil at the surface layer are higher or the highest, which manifests the phenomenon of surface silicon enrichment. Significant variations of Sa and Saf, together with that of clay composition and particle aistribution, show a parent material of the whitish layer not the same as that of the B horizon, which is due to the supposed alteration of alluviation and sedimentation of loessial deposit in Holocene followed by leaching and illuviation.

**Key words**      Albic soil, Loessial deposit, Alluviation and sedimention