

磁化率—沉积、成土作用环境的指示剂^①

刘良梧 茅昂江 胡雪峰

(中国科学院南京土壤研究所 南京 210008)

摘 要 本文阐述了半干旱农牧交错带玄武岩和沙质沉积物上发育的栗钙土的剖面磁化率特征。从它与母质、土壤剖面深度、土壤容重、全铁含量, 以及与砂粒含量之间的关系表明磁化率是沉积、成土作用环境和土壤发育的良好指示剂。

关键词 栗钙土; 磁化率特征; 指示剂

土壤磁学性质的研究早在 20 世纪 50 年代就有报道, 但它在土壤学中的应用却一度受到测试技术的限制。随着测量技术和科学技术的发展, 在 80、90 年代, 它再一次引起土壤和第四纪科学工作者的浓厚兴趣, 并且着重于土壤磁学发生机理和影响因素的研究, 以及磁化率在环境中的应用^[1~6]。笔者在近年研究“半干旱农牧交错带栗钙土的历史发生、退化和环境变化”中应用了磁化率这个手段。研究表明, 磁化率是栗钙土沉积、成土作用环境和土壤发育的一个良好指示剂。

1 样品与方法

迄今为止, 我国北方半干旱农牧交错带的典型草原土壤——栗钙土的磁化率特征尚未见有报道。为此, 笔者选择内蒙古锡林浩特地区草地植被下玄武岩上发育的 2 个栗钙土剖面(B1 和 B2), 以及多伦地区发育在沙质沉积物母质上, 放牧草地(S1)、放牧疏林草地(S6)、风沙覆盖劣质草地(S5)和耕地(S3, 具有 20 年耕种历史)等不同土地利用方式下的 4 个栗钙土剖面为研究对象。并根据土壤发生层采集相应样品, 进行有关土壤磁化率特征的探讨。

磁化率是运用英国 Bartington 公司生产的 MS2 型磁化率仪测定。

2 结果与讨论

笔者将从土壤磁化率与母质、土壤容重、剖面深度、全铁含量和砂粒含量之间的关系等方面阐明栗钙土的剖面磁化率特征。

2.1 母质与土壤磁化率

图 1 表明, 栗钙土剖面的磁化率依其母质的不同而清楚地划分为两个区间。鉴于玄武岩是一个强磁性岩石, 故而玄武岩所发育的栗钙土自然亦是强磁性土壤。两个剖面的土体磁化率变幅在 $84 \sim 218 \times 10^{-5} \text{SI}$ 之间, 为高磁化率区间。其中 B2 剖面玄武岩半风化体的磁化率高达 $1705 \times 10^{-5} \text{SI}$, 比土体的磁化率高出 7~20 倍之多。为了更好显示出其它诸剖面的磁化率特征, 图中 B2 剖面的数值相应缩小了 5 倍。相比之下, 沙质沉积物发育的栗钙土,

① 国家自然科学基金资助项目(编号: 49671037)研究之三

其磁化率就小得多, 大约在 54 个单位以下。放牧草地、放牧疏林草地和耕地利用下的栗钙土, 以及风沙覆盖劣质草地下的栗钙土的剖面磁化率基本上可归于同一个范围。显然, 它们属于低磁化率区间。其中又以后者的磁化率值更小, 低于 $24 \times 10^{-5} \text{SI}$ 。

需指出, 土壤与母质磁化率之间呈现出这样一种关系, 亦即, 玄武岩母质的磁化率高于它所发育的土壤, 而沙质沉积物的磁化率却低于它所发育的土壤。这与强磁性玄武岩在风化、成土过程中, 一部分强磁性的磁铁矿物转变为弱磁性的针铁矿和褐铁矿有关。反之, 弱磁性的沙质沉积物可能在成土过程中因氧化还原和有机质的作用使得部分弱磁性矿物变为磁铁矿和磁赤铁矿, 以及成土过程中形成新的自生磁颗粒主要集中在粘粒部分的缘故^[1]。

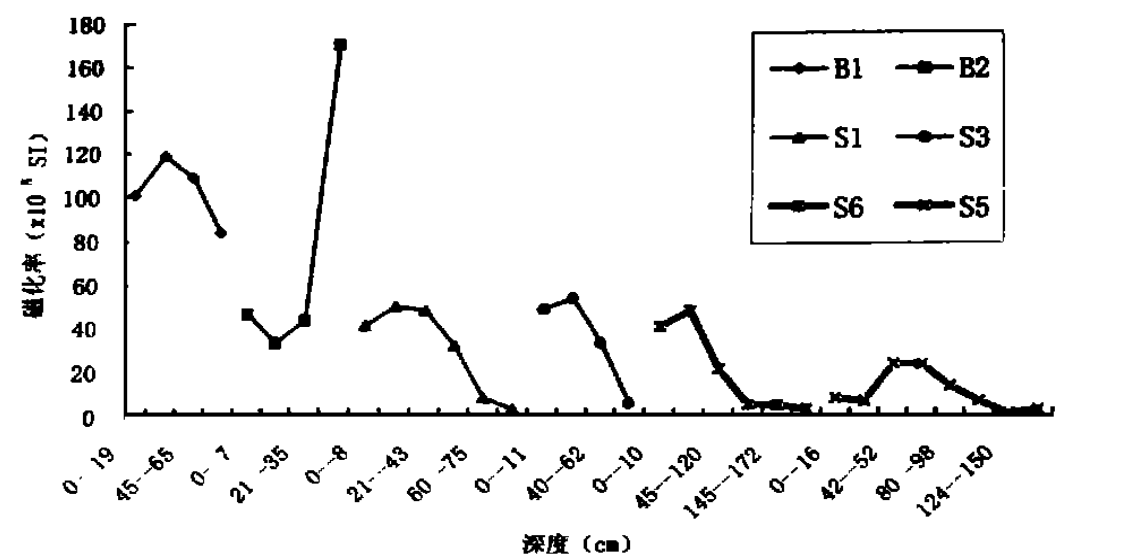


图 1 栗钙土剖面磁化率曲线

2.2 土壤容重与磁化率

在玄武岩和沙质沉积物发育的 6 个栗钙土剖面中, 有 4 个亚表层的磁化率大于表土层 (图 1)。从容重测定数值可以看出它与土壤磁化率之间存在着某种程度关系。在沙质沉积物发育的栗钙土剖面(SI)中, 随着草地表层容重由 1.26g/cm^3 增加到亚表层 1.31g/cm^3 时, 磁化率由 70.3 增至 73.7 个单位。同样地, 在耕地利用条件下, 当剖面(S3)容重由 1.26 增加到 1.39g/cm^3 时, 磁化率则相应地从 72.4 增到 $79.9 \times 10^{-5} \text{SI}$ 。很明显, 在这些土壤剖面中, 磁化率随着单位体积容重的增加而使土壤磁颗粒有所增加。就风沙覆盖的劣质草地剖面(S5)和玄武岩草地剖面(B2)的特殊情况将在有关部分予以说明。

2.3 剖面深度与磁化率

栗钙土剖面磁化率随着剖面深度的增加有明显减少的趋势。上面已谈到, 亚表层因容重之故, 磁化率高于表层。所以这里的深度, 严格说来应以亚表层为准。至于风沙覆盖的栗钙土剖面, 则从覆盖层(0~42cm)以下算起。土壤磁化率从剖面上部到母质层呈减少的趋势亦有特例。如在 B2 剖面中, 玄武岩半风化体层(50~75cm)磁化率高达 $1705 \times 10^{-5} \text{SI}$ 就是一例。它的磁化率远远高于上面的腐殖质层和钙积层。

2.4 全铁含量与磁化率

在沙质沉积物发育的 4 个栗钙土剖面中,全铁含量介于 5.3 ~ 19.3g/kg 之间。除了上面叙述的亚表层较紧实和风沙覆盖层的沉积作用影响之外,所有剖面的全铁含量均随着深度的增加而减少,且与磁化率的减少极为一致(图 2)。换言之,栗钙土剖面全铁含量与磁化率呈正相关。至于玄武岩上所发育的栗钙土,剖面全铁含量虽未呈现出上述随深度而减少的相关现象,但磁化率却随着全铁含量的变化而变化。当 B2 剖面全铁含量由表层 32.9g/kg 减少到亚表层 24.6g/kg 时,土壤磁化率则由 233 个单位下降到 166 个单位。这里全铁含量成为影响磁化率的主要因素,而容重的影响看来则变为次要的了。随着该剖面半化体全铁含量增至 147.2g/kg,磁化率则迅速增长到 $1705 \times 10^{-5} \text{SI}$ 。BI 剖面中,全铁含量与磁化率之间的关系同样呈现出正相关性。

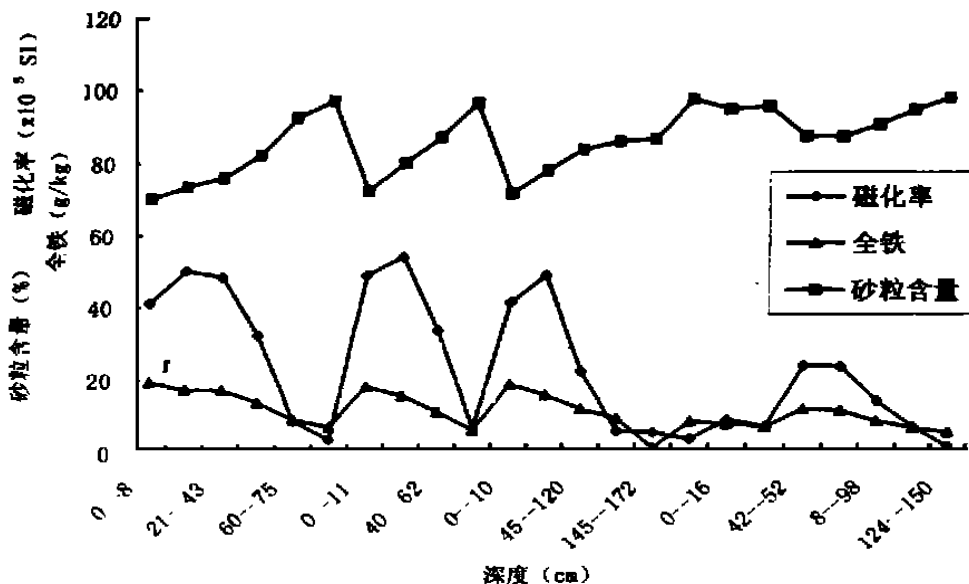


图 2 栗钙土剖面磁化率与全铁、砂粒含量关系曲线

2.5 砂粒含量与磁化率

无论是玄武岩,还是沙质沉积物发育的栗钙土,其土壤质地均较轻,通常在砂壤土到砂土范围内。砂粒含量($2 \sim 0.005 \text{mm}$)前者可占到土壤颗粒重量的 45 ~ 85%,而后者可高达 70 ~ 90%。甚至 90% 以上^[7]。可见,栗钙土剖面中的粘粒含量相对要小得多。为此,我们从砂粒含量的角度来看它与磁化率之间的关系。

在沙质沉积物发育的 4 个栗钙土剖面中,除了上面叙述的亚表层和风沙覆盖层的影响之外,磁化率随着砂粒含量的增加而减少(见图 2)。当土体中的砂粒含量介于 70 ~ 85% 时,磁化率在 20—54 个单位之间;一旦砂粒含量达到 85% 以上,土壤磁化率则迅速降低到 20 个单位以下。母质中的砂粒含量一般可达到 92—98%,这时磁化率则又降至 $9 \sim 3 \times 10^{-5} \text{SI}$ 。不过,沙质沉积物母质的磁化率大小与风沙覆盖层的数值相当。沙质沉积物及其所发育的栗钙土中高砂粒含量为何磁化率这样低,则是因为成土过程中形成新的自生磁颗粒主要集中在粘粒部分,从而使得土壤磁性与砂粒含量呈现负相关。

3 结 语

半个旱农牧交错带典型草原土壤—栗钙土 6 个剖面的磁化率振荡说明, 高磁化率的玄武岩在风化过程中, 磁化率值有所减少。但就其成土作用本身而言, 磁化率值则随着土壤的发育和人为活动影响程度的增加而增加。至于沙质沉积发育的栗钙土, 低磁化率区间的波动则充分说明成土作用环境条件下磁化率值($14 \sim 54 \times 10^{-5} \text{SI}$)远远高于沉积作用环境下的磁化率数值($< 9 \times 10^{-5} \text{SI}$)。其中上覆风沙覆盖层的栗钙土磁化率振荡亦同样证明了这一点。风沙覆盖层的磁化率($< 9 \times 10^{-5} \text{SI}$)小于下伏土壤层($14 \sim 24 \times 10^{-5} \text{SI}$), 且与沙质沉积母质的数值处于同一水平。综上所述, 磁化率是反映沉积、成土作用环境和土壤发育程度的一个良好指示剂。它在土壤环境研究中有其一定的应用前景。

参 考 文 献

1 俞劲炎, 詹硕仁. 我国主要土类磁化率的初步研究. 土壤通报, 1981, (1): 35 ~ 38
2 俞劲炎, 赵渭生, 詹硕仁. 太湖流域水稻土的磁化剖面. 土壤学报, 1981, 18(4): 376 ~ 384
3 俞劲炎, 詹硕仁, 吴芳生等. 亚热带和热带土壤的磁化率. 土壤学报, 1986, 23(1): 50 ~ 55
4 杨浩, 夏应菲, 赵其国等. 红土系列剖面的磁化率特征与古气候冷暖变换. 土壤学报, 1995, 32(增刊 2): 195 ~ 200
5 卢升高, 张子玉, 俞劲炎等. 玄武岩发育土壤的磁化率及其机理解析. 土壤学报, 1999, 36(4): 544 ~ 550
6 胡雪峰, 龚子同. 土壤磁化率—作为一种气候指标的局限性. 土壤, 1999, 39(1): 39 ~ 42
7 刘良梧, 周健民, 刘多森等. 农牧交错带不同利用方式下草原土壤的变化. 土壤, 1998, 30(5): 225 ~ 229



(上接第 76 页)

参 考 文 献

1 金继运. 我国北方土壤缺钾和钾肥应用的发展趋势. 见: 中国农业科学院土壤肥料研究所等编. 北方土壤钾素和钾肥效益. 北京: 中国农业科技出版社, 1994, 1 ~ 5
2 甘肃省土壤普查办公室编著. 甘肃土壤. 北京: 农业出版社, 1991, 439 ~ 443
3 苏永中. 甘肃省土壤钾素状况及钾肥肥效. 植物营养与肥料学报. 1996(1): 96
4 金绍龄. 甘肃土壤钾素状况及钾肥应用问题. 甘肃农业科技, 1992, (5)
5 田蕴德, 张仁陟. 甘肃省主要耕作土壤钾素状况、钾肥肥效与需钾前景的探讨. 见: 谢建昌等编译. 北方土壤钾素肥力及其管理. 北京: 中国农业科技出版社, 1995, 59 ~ 65
6 陈应志. 陕、甘、川地区钾肥应用效果研究. 见: 谢建昌等编译. 北方土壤钾素肥力及其管理. 北京: 中国农业科技出版社, 1995, 175 ~ 180
7 韦瑛. 玉米施用以色列白色钾肥试验研究简结. 甘肃农业科技, 1994(10): 28