

陕西五种土壤红外光谱特征的初步研究*

甘化民 张一平

(西北农业大学, 712100)

PRELIMINARY STUDY ON THE CHARACTERISTICS OF INFRARED SPECTRUM OF FIVE SOILS IN SHAANXI

Gan Huamin and Zhang Yiping

(Northwestern Agricultural University, 712100)

红外光谱这一近代的物理研究方法,近20年来在土壤有机质研究、土壤矿物鉴定等方面已得到广泛应用。此外近年来,我国主要土壤的粘粒部分和土壤中新生物等已获得了一些红外鉴定资料^[1]。为应用红外光谱进行土壤发育和特性的研究起了促进作用。

土壤是由粘土矿物、有机质等组分构成的复杂体系,除对土壤有机质、粘粒等组分进行红外光谱研究外,能否用土壤原样直接进行红外光谱测试,借以从总体上表征土壤的特性,这方面还未见专文报道,本研究对此进行了初步探讨。

一、材料和方法

供试土壤为陕西的黄绵土、黑垆土、塋土、黄褐土和山地黄棕壤。土壤基本性质如表1,其中各土壤的粘粒矿物组成主要有伊利石、蒙脱石、高岭石、混层矿物(绿泥石为主)等^[1]。采样深度除黄棕壤为

表1 供试土样的基本性质

土壤 (地点)	母质	pH (H ₂ O)	有机质 (g kg ⁻¹)	全氮 (g kg ⁻¹)	全磷 (g kg ⁻¹)	CaCO ₃ (g kg ⁻¹)	颗粒含量(%)(粒径: mm)		
							0.25—0.02	0.02—0.002	<0.002
黄绵土 (延安)	黄土	8.21	6.60	0.50	1.43	114.60	59.54	26.8	13.66
黑垆土 (洛川)	黄土	8.08	13.10	0.87	1.63	45.40	40.37	37.37	22.25
塋土 (杨陵)	黄土	7.97	15.60	1.13	1.64	97.40	22.71	45.71	31.59
黄褐土 (汉中)	红色 粘土	6.98	8.70	0.80	0.96	无	27.23	32.23	41.56
黄棕壤 (留坝)	花岗片 麻岩	5.96	5.70	0.41	0.37	无	77.35	12.56	6.99

* 本工作是作者在访问美国 Purdue 大学期间所作。感谢 P.F. Low 教授提供仪器设备。供试土样及基本性质资料由徐明岗同志提供,特表谢意。

30—50cm(黄化层)外,其他土壤均为0—20cm。并采用美国 Crook Co. Wyoming 的蒙脱石矿样作为对照。

供红外光谱测定的样品制备: 用过 0.25 mm 筛孔的风干土样及蒙脱石, 称取 2 mg 加 300 mg 的 KBr 晶体, 混合后研磨、压片^[2,3,6]。用付立叶红外光谱仪 (Berkin Elmer FT-IR Model 1600) 进行测定。

二、结果和讨论

(一) 供试土壤红外光谱的共性

五种土壤及蒙脱石的红外光谱如图1。从图可见, 尽管供试土壤从陕北延安到陕南汉

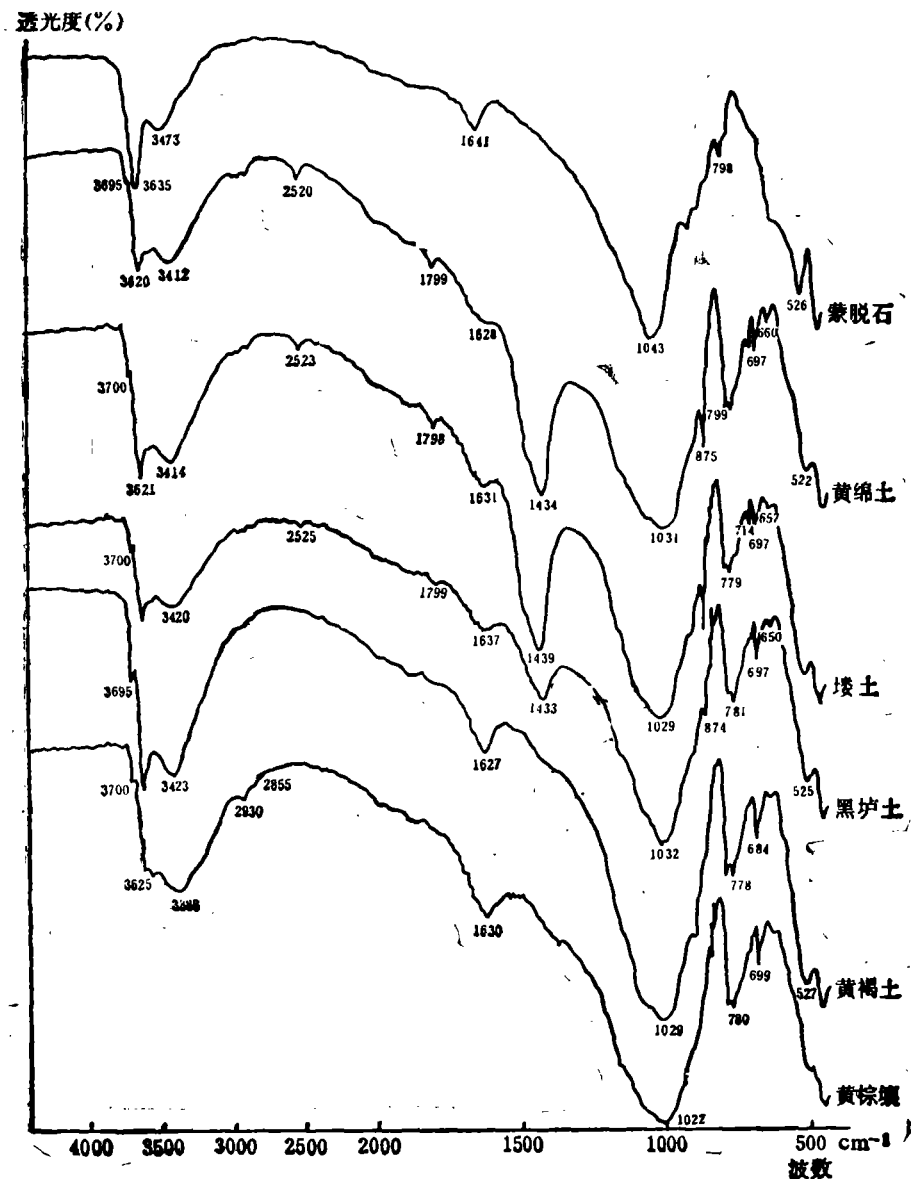


图1 不同土壤及蒙脱石的红外光谱

中;地跨干旱、半干旱、湿润地带,土壤母质也由陕北、关中的黄土母质到陕南黄褐土的红色粘土母质,土壤地域性相差较大,从而导致土壤的组成、性状也有很大不同,但各土壤的红外光谱却有共同之处。这表现在各土壤红外光谱图总的构型,除 800—600 cm^{-1} 指纹区有所不同外,大致均与蒙脱石图谱相似。

此外,各土壤红外光谱具有共同特征的吸收带。在 1022—1032 cm^{-1} 指纹区有一吸收强宽带,这是 Si—O—Si 的伸缩振动 (1040—1020 cm^{-1})^[1]。在 3620—3621 cm^{-1} 有一相当窄的锐峰,3412—3423 cm^{-1} 有一相对较宽谱带,而在 1627—1637 cm^{-1} 有显著程度不同的吸收峰。这三个吸收峰的出现,正如 Farmer^[4] 指出,在蒙脱石中水吸收的典型曲线,显示两个极大值,一个为 3620 cm^{-1} 相当窄的谱带和一个极大值在 3400 cm^{-1} 附近的宽谱带,前者为层间水和蒙脱石表面氧之间的 OH 伸缩振动,后者为水—水氢键内的羟基产生吸收。而 1630 cm^{-1} 附近则为水的弯曲振动的显示。在 3695—3700 cm^{-1} 有一小的锐峰显示各供试土壤有高岭石存在^[1]。

500—1000 cm^{-1} 的指纹区,各土壤红外光谱也有共同处,均有 522—527 cm^{-1} 、643—660 cm^{-1} 、694—699 cm^{-1} 吸收峰,以及 778—781 cm^{-1} 和 797—800 cm^{-1} 双峰。其中双峰是石英特征频率 (778、798 cm^{-1})^[1] 的显示。522—527 cm^{-1} 为 Si—O—Al、Si—O—Mg 键弯曲振动 (522 cm^{-1}) 的反映^[1]。而 643—660 cm^{-1} 、694—699 cm^{-1} 吸收峰可能与羟基弯曲变形振动 (600—950 cm^{-1})^[1] 有关。

(二) 不同土壤红外光谱的差异

供试五种土壤红外光谱不仅有共性,而且也显示相应的差异。首先由黄土母质发育的黄绵土、黑垆土、塬土均有 2520—2525 cm^{-1} 、1798—1799 cm^{-1} 、1433—1439 cm^{-1} 、874—875 cm^{-1} 及 713—714 cm^{-1} 吸收峰,这是方解石 (CaCO_3) 特征频率 (2520、1795、1435、873、712 cm^{-1})^[4,6] 的显示。相反黄褐土、黄棕壤没有显示这些吸收峰,这与土样的 CaCO_3 分析结果(表 1)是一致的。同时三种石灰性土壤中,黑垆土 CaCO_3 含量最少(4.54%)相应其特征峰均较弱,而黄绵土、塬土 CaCO_3 含量较高且接近,其特征吸收峰均较强也接近,呈现对应关系,说明以方解石特征频率作为石灰性土壤特征鉴定频率是很有效的。

其次 1627—1637 cm^{-1} 吸收峰在室温下由陕北黄绵土到陕南黄褐土、黄棕壤逐渐增强,陕南两土壤此吸收峰已很显著,看来黄褐土等土壤由于吸湿水的不同而导致此吸收峰的差异,也可能是反映不同土壤的特征之一。

黄棕壤红外光谱更具特异性,除 3000—4000 cm^{-1} 谱带特征吸收峰与其他土壤有所不同外,还出现了 3565 cm^{-1} 吸收峰,此峰是绿泥石的反映^[1]。经 X 射线¹⁾分析(图 2)表明,黄棕壤具有 4.845、 7.209×10^{-10} m 衍射峰,证明其确有绿泥石存在,而黄绵土、黑垆土的 X 衍射谱虽也显示他们有绿泥石的存在,但红外光谱中没有反映。因此,在土壤原样条件下,黄棕壤红外光谱的 3565 cm^{-1} 吸收峰可作为该土壤黄化层发育特征的重要标志,黄褐土未显示此吸收峰,可能是由于水分淹蔽所致。

(三) 土壤原样红外光谱的适用性

供试土壤原样是晶质和非晶质的粘土矿物、原生矿物以及各种形态有机化合物等组

1) X 射线分析由西安地质矿产研究所代作。

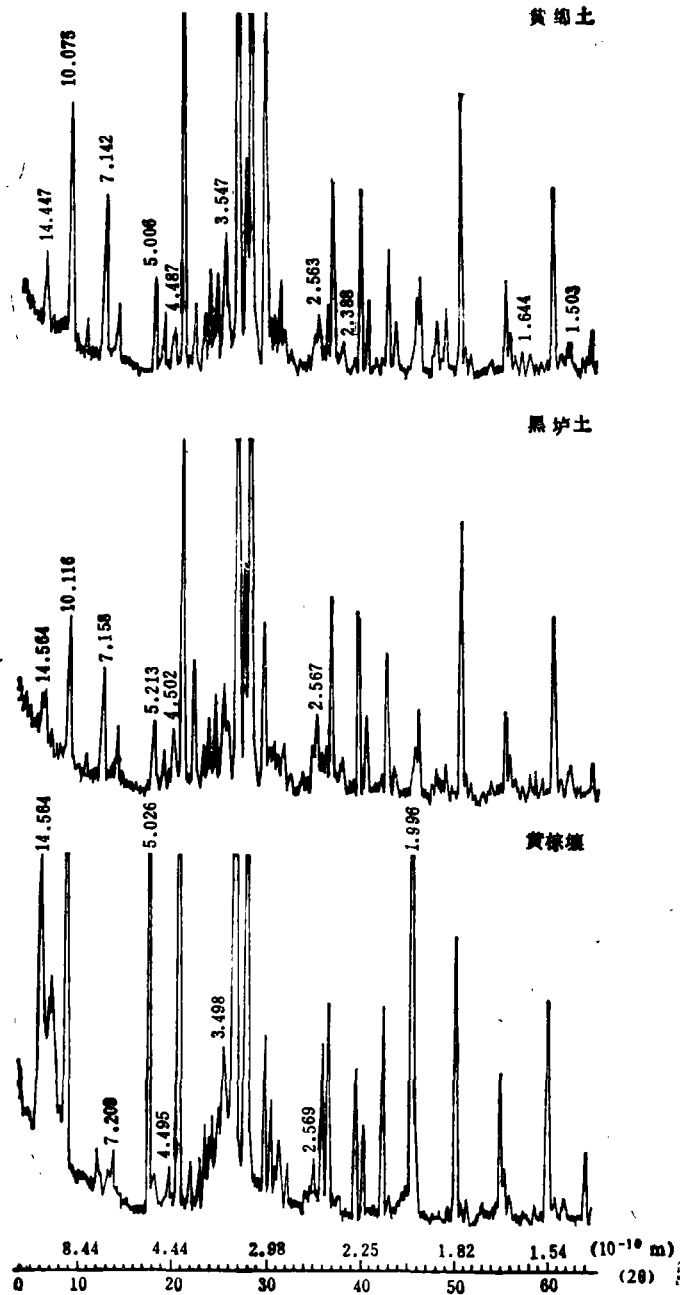


图 2 三种土壤原样的 X 射线衍射谱 $\text{CuK}\alpha$ 。

成的复杂混合物。红外光谱既受各组成物质影响,也受其含量影响,并且主要成分的吸收谱带往往会掩蔽其次要组分的谱带显示。因而土壤原样的红外光谱显然是复杂混合物的总体表现。

尽管如此,从前述结果可见,供试土样红外光谱具有共性,不仅可反映蒙脱石型图谱

的总特征,而且石英组分等特征谱带也均有显示,因而原样土壤红外光谱在一定程度上可反映土壤的地域特性。此外从各土壤红外光谱的差异看,虽然原样土壤由多种复杂组分构成,各组分的红外光谱吸收谱带又互有干扰,但反映土壤发育特征的一些关键谱带仍可显示,如反映石灰性土壤的 1435 cm^{-1} , 873 cm^{-1} 均呈现很明显的特征谱带,而且与土壤中 CaCO_3 含量相对应;此外反映黄棕壤发育特征的绿泥石,也有相应谱带显示,这些都较好地反映了土壤发育及特征方面的个性。因此,初步研究表明,土壤原样的红外光谱在反映土壤区域性和个性的特点上是个较好的方法。可以作为反映土壤发育和特征的一种方式。同时由于红外光谱具有非破坏性,微量及快速等特点,因而利用这一近代物理的研究方法,会显示更多的优越性。

参 考 文 献

- [1] 陆长青,1986: 土壤粘粒的红外谱。土壤,第18卷,2期,94—100页。
- [2] 陆长青,1988: 用红外光谱法研究土壤粘土矿物时的样品制备方法。土壤,第20卷6期,329—332页。
- [3] 徐明岗,安战士,1989: 陕西土壤的矿物组成与阳离子交换量关系的研究。西北农业大学学报,第17卷2期,87—92页。
- [4] 法默[英](应青浦等译),1982: 矿物的红外光谱。279—280页,科学出版社。
- [5] 北京农业大学主编,1987: 仪器分析。72—74页,农业出版社。
- [6] Zussman J. et al., 1967; *Physical methods in determinative mineralogy* Academic Press, London and New York, pp 371—399.

更 正

本刊1991年第4期429页表3应与443页表3和表4对换。特此更正,并向作者和读者表示歉意。