

去除有机质对土壤光谱特性的影响

彭杰, 张杨珠, 周清, 刘香伶, 周卫军

(湖南农业大学资源环境学院, 长沙 410128)

摘要: 通过野外调查取样和室内理化分析, 研究了去除有机质对湖南省几种耕作土壤高光谱特性的影响。结果表明, 去除土壤有机质以后, 供试土壤的光谱反射曲线形态均有一定的变化, 土壤的光谱反射率不管在全波段还是在分波段都有明显的增加; 此外, 由于有机质是影响和干扰氧化铁光谱特性的一个重要因子, 去除土壤有机质以后, 几个研究波段的光谱反射率与游离氧化铁、全 Fe、无定形氧化铁的相关系数都有显著的提高。

关键词: 去除土壤有机质; 光谱特性; 光谱反射率; 土壤氧化铁

中图分类号: S153.6⁺21; O433

土壤颜色既是土壤的重要性质, 又是土壤光谱特性的主要影响因子^[1-3], 尤其在可见光区, 它不仅影响土壤总反射强度, 而且往往决定着其光谱反射曲线的形状和各遥感波段的亮度值。而土壤颜色与土壤有机质含量密切相关, 有机质含量高, 土壤颜色就暗, 反射率就低, 反之, 反射率就高^[4-12]。有研究表明, 有机质对土壤氧化铁的光谱特性有明显的干扰作用, 有机质含量高可掩盖或减弱土壤氧化铁的光谱特性^[13-14]。由此可见, 研究土壤的光谱特性与土壤有机质的关系可为利用土壤的光谱研究成果来定量土壤的有机质状况和评价土壤肥力水平提供重要的理论依据。本文在前人研究的基础上, 以湖南省两种主要成土母质发育的水田和旱地土壤为研究对象, 通过对用 H₂O₂ 将有机质去除后的土壤和未去除有机质的土壤的光谱特性进行比较, 探讨土壤有机质对土壤光谱反射率、光谱反射曲线特征以及氧化铁光谱特性的影响。

1 材料与方法

1.1 供试土壤

选择湖南省分别由板岩风化物 and 河流沉积物发育的两种旱地土壤耕型板岩红壤和耕型河潮土以及两种水田土壤黄泥土和河潮泥的 0~20、20~40、40~75 cm 的剖面分层土壤为供试土样, 其中河潮泥、黄泥土还包括其耕层混合土样。将上述土壤自

然风干后, 分别制成过 20、60、100 目筛的分析样供研究用。

1.2 土壤有机质的去除

称取通过 20 目筛的风干土 30 g 放在 400 ml 高型烧杯中, 加少量蒸馏水润湿样品, 放置片刻, 然后加入 30% H₂O₂ 溶液 50 ml, 用橡皮头玻璃棒搅动, 以加速氧化。当 H₂O₂ 强烈氧化有机质产生大量泡沫时, 应及时搅动消除。如有机质含量高 (>40 g/kg) 时, 必须用 H₂O₂ (每次约 20ml) 反复处理, 补加 H₂O₂ 前, 应适当加热, 一方面加速有机质氧化, 另一方面使样液适当浓缩, 稍冷后, 再补加 H₂O₂, 直到有机质全部氧化为止。然后, 将去除有机质后的土壤置于烘箱中于 50℃ 下烘干, 重新过 20 目筛。

1.3 土壤光谱特性的测定

将上述过 20 目筛的土壤于烘箱中 40℃ 烘 24 h 后, 用美国产 ASDFieldSpec-FRTM 型光谱仪, 在光源功率为 50 W 的标准直流钨丝石英卤素灯、探头视场角为 8° 的条件下测定其反射光谱。

1.4 土壤化学性质的测定方法

土壤有机质的测定: 重铬酸钾容量法-外加热法; 土壤全 Fe 的测定: 碳酸钠熔融, 邻啡罗啉比色法; 土壤游离氧化铁的测定: DCB 法浸提, 邻啡罗啉比色法; 土壤无定形 Fe 的测定: 酸性草酸铵浸提, 邻啡罗啉比色法; 土壤 pH 的测定: 蒸馏水浸提 (土比水为 1:1), 电位法^[15]。

表 1 供试土壤的某些化学特性

Table 1 Chemical properties of the studied soils

土样	剖面层次 (cm)	Fe (g/kg)	游离氧化铁 (g/kg)	无定形 Fe (g/kg)	有机质 (g/kg)	pH
耕型板岩红壤	0~20	42.65	27.10	2.97	13.66	4.72
	20~40	39.35	27.26	2.97	5.83	4.74
	40~75	40.13	26.90	3.17	4.71	4.70
黄泥土	耕层混合	41.97	22.45	3.94	36.27	4.73
	0~20	39.25	24.12	3.99	35.24	4.98
	20~40	39.74	24.33	4.16	17.45	5.35
耕型河潮土	40~75	40.52	21.79	4.20	17.73	5.34
	0~20	30.39	13.95	3.79	27.08	5.05
	20~40	34.73	16.92	3.21	12.87	5.40
河潮泥	40~75	39.35	22.61	2.15	5.32	5.74
	耕层混合	38.84	16.59	3.54	22.07	5.56
	0~20	36.54	15.76	3.59	20.72	5.86
	20~40	39.34	17.07	1.55	8.45	6.02
	40~75	41.36	21.53	2.07	7.79	6.12

2 结果与分析

2.1 去除有机质对土壤光谱反射曲线形态的影响

图 1 ~ 5 为供试土壤去除有机质前后的光谱反射曲线。由图 1 ~ 5 可以看出, 去除土壤有机质后, 所有土壤在 400 ~ 700 nm 波段的斜率都有一定的增

加, 其中以耕型板岩红壤最明显; 700 ~ 2400 nm 波段的斜率有所降低; 620 ~ 700 nm 波段的弓曲差也有很大的变化: 去除有机质后所有土壤在此波段的弓曲差都明显增加, 其中黄泥土与耕型板岩红壤表现最为明显, 河潮泥与耕型河潮土不如黄泥土与板岩红壤明显。

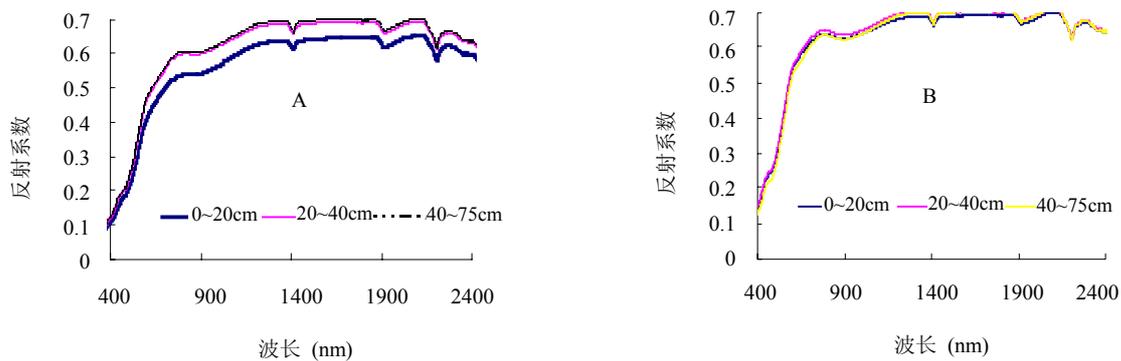


图 1 去有机质前 (A) 后 (B) 耕型板岩红壤光谱反射曲线比较

Fig. 1 Effect of removal of soil organic matter on spectral reflection curves of cultivated red soil derived from slate rock

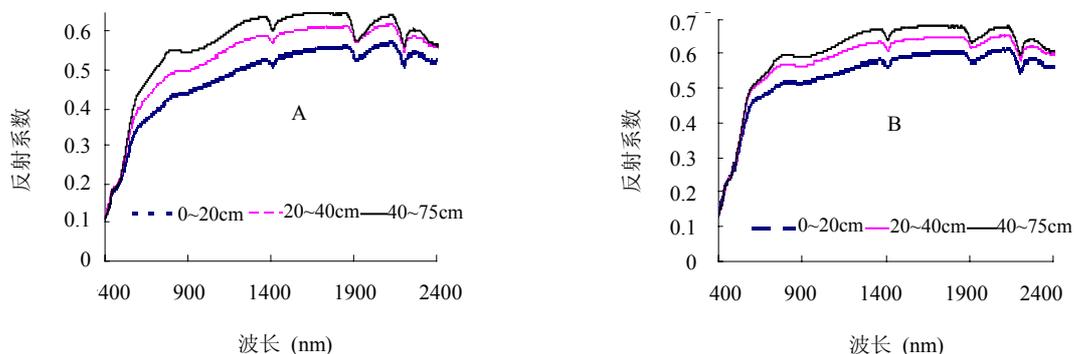


图 2 去有机质前 (A) 后 (B) 河潮泥光谱反射曲线比较

Fig. 2 Effect of removal of soil organic matter on spectral reflection curves of clayey paddy soil derived from river deposit

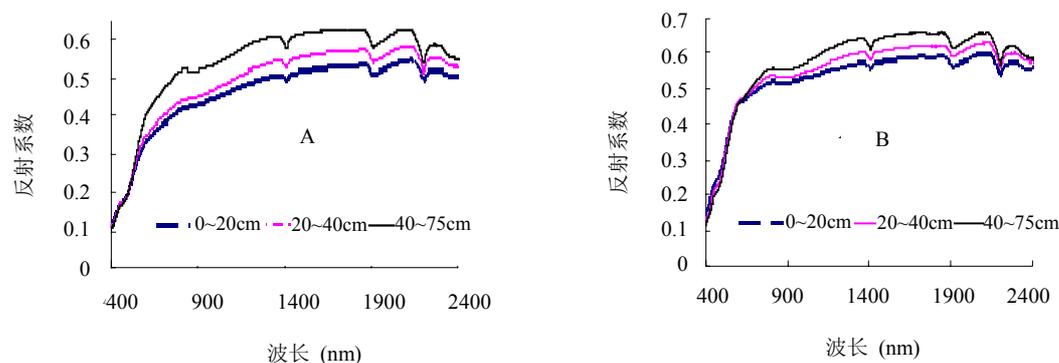


图 3 去有机质前 (A) 后 (B) 河潮土光谱反射曲线比较

Fig. 3 Effect of removal of soil organic matter on spectral reflection curves of cultivated sandy soil derived from river deposit

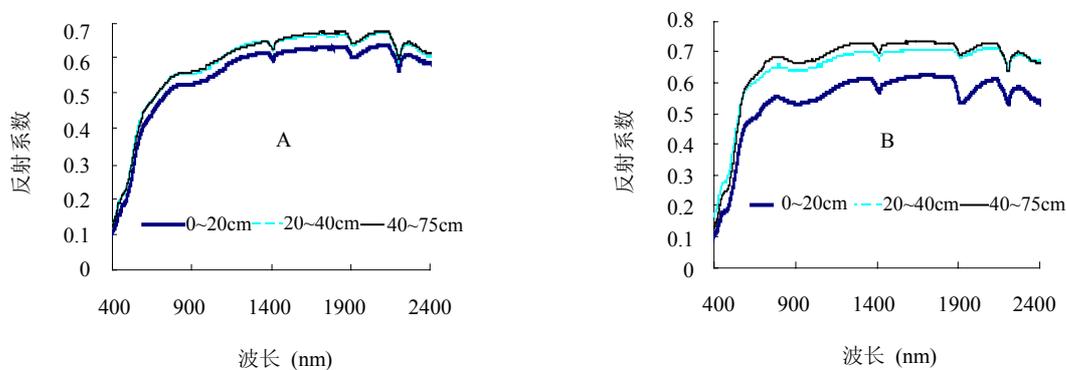


图 4 去有机质前 (A) 后 (B) 黄泥土光谱反射曲线比较

Fig. 4 Effect of removal of soil organic matter on spectral reflection curves of yellow clayey paddy soil derived from slate rock

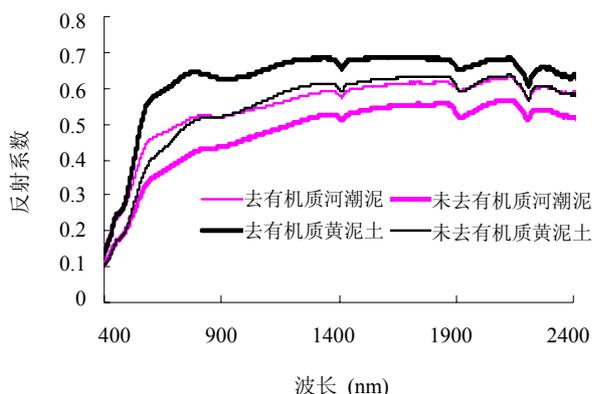


图 5 去有机质前、后的供试耕层混合土壤的光谱反射曲线比较

Fig. 5 Effect of removal of soil organic matter on spectral reflection curves of mixed soil from the plough layer

2.2 去除有机质对土壤光谱反射率的影响

有机质含量是土壤肥力的重要指标^[10], 对土壤颜色、结构、持水能力、阳离子交换量等有强烈影

响, 对土壤光谱特性也有较大的影响^[16]。已有的研究表明, 有机质含量与土壤光谱反射率呈负相关, 有机质含量高, 土壤反射率就低, 反之, 就高^[4-12]。由图 1~5 可知, 所有土壤去除有机质以后, 其光谱反射率都明显增加, 所有土壤剖面各土层反射率的差值明显减小, 变化幅度最大的为 0~20 cm 土层, 其原因是此层土壤有机质含量比其他土层要高。本文统计了 0~20 cm 土层去除土壤有机质后光谱反射率的变化情况 (表 2)。结果表明, 所有土壤去除有机质后, 在所研究的全波段 (400~2400 nm) 内其平均光谱反射率都有所增加, 尤其在 400~700 nm、620~660 nm、700~2400 nm 几个分波段增加明显; 其中以在 400~700 nm 波段的平均光谱反射率变化最大, 620~660 nm 波段次之, 700~2400 nm 波段不如前两者明显。供试的 4 种土壤中, 黄泥土在任何波段的平均光谱反射率变化幅度都最大, 可能是其有机质含量比其他 3 种土壤高的缘故。

表 2 去除土壤有机质后对供试土壤 0~20 cm 土层平均光谱反射率的影响

Table 2 Average spectral reflectances of the test soils as affected by removal of soil organic matter

土样	400~2400 nm	400~700 nm	620~660 nm	700~2400 nm
板岩红壤	+11.3%	+30.9%	+27.5%	+9.6%
黄泥土	+16.8%	+36.4%	+36.3%	+14.6%
河潮土	+15.3%	+34.1%	+33.8%	+13.7%
河潮泥	+12.1%	+34.5%	+33.6%	+10.8%

2.3 去除土壤有机质对土壤氧化铁光谱特性的影响

除有机质外, Fe 也是土壤中很重要的染色物质^[17]。在旱作土壤中, Fe 一般以呈高度氧化态的结晶质氧化铁形态存在, 随结晶质氧化铁的水化度增大, 其颜色也由鲜艳的红色变至黄色; 当土壤处于还原状态时, Fe 因还原为亚铁, 而使土壤呈蓝绿、灰蓝、蓝灰等色。由于 Fe 对土壤颜色有如此大的影响, 所以在研究土壤光谱反射特性时, 已受到较多的注意。已有的研究表明, 土壤中氧化铁含量增加, 导致土壤光谱反射率明显下降, 至少在可见光波段是如此^[12,18]。徐彬彬等人^[19-22]研究发现, 500~640 nm 波段的光谱反射率与土壤中氧化铁的含量成线性负相关。但在一些有机质含量高、氧化铁含量低的土壤

中, 由于有机质的干扰作用, 往往导致土壤光谱反射率与土壤中氧化铁含量的相关性不显著。为此, 本文分析研究了供试土壤去除有机质后几个波段的光谱反射率与土壤游离氧化铁、全 Fe、无定形氧化铁的相关性, 并与未去除有机质土壤的光谱反射率进行比较 (表 3)。结果表明, 不管在哪个波段, 土壤去除有机质后的光谱反射率与游离氧化铁、全 Fe、无定形氧化铁的相关性都有明显的提高。去有机质前, 土壤全 Fe、游离氧化铁、无定形氧化铁与其在 500~640 nm、480 nm、420 nm 任一波段处的光谱反射率的相关性均未达到显著性水平, 而去除有机质后, 除全 Fe 与 500~640 nm 波段的光谱反射率的相关性只达到显著水平外, 其余的均达到极显著水平。

表3 供试土壤研究波段反射率与游离氧化铁、全Fe、无定形氧化铁的相关系数

Table 3 Correlation coefficients of the spectral reflectance of the test soil at the studied wavebands with the content of total iron, free iron oxide and amorphous iron

Fe 形态	500 ~ 640 nm		480 nm		420 nm	
	未去有机质	去有机质	未去有机质	去有机质	未去有机质	去有机质
全 Fe	-0.18	-0.52*	-0.32	-0.65**	-0.28	-0.66**
游离氧化铁	-0.24	-0.75**	-0.56	-0.87**	-0.41	-0.83**
无定形氧化铁	-0.38	-0.67**	-0.42	-0.72**	-0.36	-0.68**

3 小结

(1) 土壤有机质是影响土壤光谱特性的一个重要因素, 土壤去有机质以后, 其光谱反射曲线形态有一定的变化, 土壤平均光谱反射率在所研究的全波段(400~2400 nm)都有所增加, 尤以在400~700 nm、620~660 nm、700~2400 nm这3个分波段内增加明显。

(2) 去除有机质以后, 供试土壤在420 nm、480 nm、500~640 nm这3个波段的光谱反射率与游离氧化铁、全Fe、无定形氧化铁的相关性都有显著的提高, 分别达到显著至极显著水平。

参考文献:

- [1] 汪周伟, 钱淑苹. 东北主要土壤的光谱反射特性. 土壤通报, 1984 (1): 209-211
- [2] 徐彬彬, 戴昌达. 土壤颜色的分光光度计算法. 土壤学报, 1979, 16 (4): 112-114
- [3] 周清, 周斌, 张杨珠, 王人潮. 成土母质对水稻土高光谱特性及其有机质含量光谱参数模型的初步研究. 土壤学报, 2004, 41 (6): 905-911
- [4] 徐彬彬, 戴昌达. 新疆土壤光谱反射特性与有机质含量的相关分析. 科学通报, 1980 (6): 282-284
- [5] 吴豪翔, 王人潮. 土壤光谱特征及其定量分析在土壤分类上的应用研究. 土壤学报, 1981, 18 (2): 178-185
- [6] 张文群, 蒋光润, 高铁兰, 朱大权. 定向遥感实验场土壤光谱特征分析的遥感技术与应用, 1992, 7 (2): 25-31
- [7] 甘化民, 张一平. 陕西五种土壤红外光谱特征的初步研究. 土壤学报, 1992, 29 (2): 232-236
- [8] 蒲瑞良, 宫鹏. 高光遥感及其应用. 北京: 高等教育出版社, 2000: 115-120
- [9] 彭玉魁, 张建新, 何绪生, 卢恩双. 土壤水分、有机质和总氮含量的近红外光谱分析研究. 土壤学报, 1998, 35 (4): 553-559
- [10] 黄应丰, 刘腾辉. 土壤光谱反射特征与土壤属性的关系—以南方主要土壤为列. 土壤通报, 1989, 20 (4): 158-160
- [11] 徐彬彬, 季耿善. 土壤光谱反射特性与理化性状的相关分析. 土壤专报, 1987, 41: 66-75
- [12] 孙毅, 王国良. 土壤光谱特性及光谱反射率与苏打盐渍土含盐量的相关. 吉林农业科学, 1992 (1): 53-56
- [13] 徐彬彬, 朱永豪. 中国陆地背景和土壤光谱反射特性的地理分区的初步研究. 环境遥感, 1991, 6 (2): 137-142
- [14] 朱永豪, 邓仁达, 卢亚非, 陈铭臻. 不同湿度条件黄棕壤光谱反射率的变化特征及其遥感意义. 土壤学报, 1984, 21 (4): 194-202
- [15] 黄应丰, 刘腾辉. 华南主要土壤类型的光谱特性与土壤分类. 土壤学报, 1995, 32 (1): 58-67
- [16] 鲍士旦. 土壤农化分析. 3版. 北京: 中国农业出版社, 2000
- [17] 徐彬彬, 季耿善. 土壤光谱反射率特征的初步研究. 土壤专报, 1987, 41: 59-64
- [18] 戴昌达. 遥感技术在土壤和水资源研究中的应用. 北京: 科学出版社, 1981: 72-83
- [19] 季耿善, 徐彬彬. 土壤主要黏土矿物的近红外反射特性. 土壤专报, 1987, 40: 59-65
- [20] 徐彬彬. 土壤剖面的反射光谱研究. 土壤, 2000, 32 (6): 281-287
- [21] 戴昌达. 中国主要土壤光谱反射特征性分类与数据处理的初步研究. 遥感文选, 1981: 315
- [22] 陈述彭, 童庆禧, 郭华东. 高光谱分辨率遥感信息机理地物识别. 北京: 科学出版社, 1998: 139-231

Spectral Characteristics of Soils in Hunan Province as Affected by Removal of Soil Organic Matter

PENG Jie, ZHANG Yang-zhu, ZHOU Qing, LIU Xiang-ling, ZHOU Wei-jun

(College of Resources and Environment, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China)

Abstract: Spectral characteristics of several arable soils in Hunan Province and their relationship with soil organic matter were studied through field sampling and lab analysis. Results showed that the spectral reflection curves of the tested soils changed in shape to a certain extent, with the spectrum reflectance increasing significantly either over all wavebands or at individual wavebands after the soils were cleared soil organic matter. Furthermore, the correlation coefficients of the spectrum reflectance at the studied wave bands with the content of total iron, free iron oxides, and amorphous iron oxides all increased significantly.

Key words: Removal of organic matter from soil, Spectral characteristics, Spectral reflectance, Iron oxides in soil

《环境土壤学》书评

李学垣

(华中农业大学资环学院, 武汉 430070)

陈怀满研究员主编、2005年由科学出版社出版的《环境土壤学》，在20多年来我国普通高校本科生和研究生该门课程的通用教材中，首次明确了环境土壤学是环境科学的重要组成部分，是现代土壤学的主要内容和标志。从内容和体系上体现了环境土壤学是一门新兴的土壤学与环境科学交叉融合的综合性学科。例如，从章节安排上，论述了土壤在环境中的作用与地位，土壤的C、N、S、P循环与环境质量；土壤-植物系统中Se、F、I的含量、形态、转化与人类健康；土壤重金属与稀土元素来源、形态及其行为与生态环境健康；土壤主要有机污染物的环境行为、生态效应与环境质量；土壤中的放射性物质与环境；土壤退化与环境质量；污染土壤的修复；土壤环境工程；环境土壤学的研究方法。在各章节的取材上，尽量地结合我国实际，注意了科学性、先进性以及概念和方法上的前瞻性，由浅入深，由单体到综合，循序渐进，并列出了进一步阅读的文献。

综合上述，在国内同类著作和教材中，本书是一本最能反映该学科当今发展水平和教学内容的优秀教科书。

建议再版时将中心内容与参考内容予以区别，在各章节内容上进一步精炼和突出重点，以利于不同需求的教学安排。