从苏北变性土钙积层铁锰氧化物性质看当地晚第四纪环境的变化

潘 根 兴

(南京农业大学土壤农业化学系,南京 210014)

关键词 变性土、铁锰氧化物、晚第四纪环境

苏北岗地的岗间洼地，广泛分布着砂姜黑土，根据美国农业部和我国的最新土壤系统分类,分别属暗色湿润变性土和浊粘土[1]，其上段是厚可达 40—80cm 的暗色粘性层，堆积于草甸-沼泽环境，^{14}C 年代在 2 500—7 000 年 B.P.；下段是棕黄色亚粘土层，其中有一厚约 40cm 的钙积层,该层含有占容积 10—15% 的 3—4cm 直径的浑圆形钙质结核.根据 $CaCO_3$ 的 ^{14}C 测年，其年龄在 13000—45000 年 B.P.[2]. 目前土壤本体已无游离 $CaCO_3$. 本文从钙积层土壤和钙质结核的铁锰氧化物性质的分析和观察探讨其与晚第四纪环境变化的关系.

一、样品和方法

样品采自江苏省赣榆县欢墩镇北 1km 的岗间谷地(旱地),海拔 22m,地下水位 120cm(湿季). 土壤发生层样品风干后磨碎过塑料筛. 土壤的全铁量(Fet)和全锰量(Mnt)、游离铁量(Fed)和游离锰量(Mnd)以及无定形铁量(Feo)和无定形锰量(Mno)分别采用 Na_2CO_3 碱熔法、DCB 试剂浸提和 Tamm 试剂浸提，原子吸收光谱法测定. 野外采集到的原状土块用不饱和树脂灌渍，制备成厚 30μm 的土壤薄片，在 Leitz Orthlux Pol II BK 偏光显微镜下观察鉴定.

二、土壤本体的铁锰氧化物性质

全剖面的土壤铁锰氧化物性质列于表 1. 可见，钙积层土壤的各组铁锰含量均大于上部各土层. 铁游离度(Fed/Fet)是指示土壤风化与淋溶强度的良好指标,钙积层土壤的 Fed/Fet 和 Mnd/Mnt 均达到 0.7,相当于现代中亚热带北缘的土壤[3]. 胶体化学组成及 Sa 值的变化也佐证了这一点. 虽然全剖面各层土壤本体的 Mnt/Fet 变化不明显,但以铁锰结核来说，钙积层中 Mnt/Fet 达 0.33,这显著高于上段各层. 根据中性条件下 Mn^{2+} 淀积为 MnO_2 的物理化学条件,当时的土壤 E_h 大约是 400mV,其土壤本体形成于湿润、温暖的气候环境和干湿交替的渗滤、淋溶型土壤水分条件. 薄片观察表明钙积层存在残遗的铁质淀积粘粒胶膜以及存在锰质孔洞胶膜,也佐证了这一点(图 1a)

1991-08-06 收稿,1992-01-24 收修改稿

表1　土壤铁锰氧化物及相关性质（%）

层次深度 (cm)		A 0—24	B_1 24—42	B_2 42—120	B_{Ca} 120—180	C 180+
土壤本体	Fet	2.18	3.67	3.17	4.15	3.87
	Fed	2.07	1.42	1.37	3.21	1.97
	Feo	0.76	0.44	0.33	0.50	0.35
	Mnt	0.11	0.15	0.17	0.21	0.18
	Mnd	0.11	0.14	0.11	0.15	0.18
	Mno	0.052	0.032	0.060	0.146	0.114
	Fed/Fet	0.95[a)]	0.38	0.43	0.77	0.51
土壤胶体	Si	22.99	23.20	21.43	20.73	23.01
	Al	12.79	12.95	11.77	13.80	12.71
	Fe	6.82	6.97	6.87	10.16	7.62
	Sa[b)]	3.45	3.44	3.50	2.89	3.48
铁锰结核	Si	—	20.31	25.08	20.94	—
	Al	—	5.90	6.44	4.64	—
	Fe	—	18.17	12.23	14.90	—
	Mn	—	2.72	2.21	4.92	—
	Mn/Fe	—	0.15	0.18	0.33	—

a）该层属还原堆积，　b）为 SiO_2/Al_2O_3 分子率

三、钙质结核中铁锰氧化物的微观形态

钙质结核分散地嵌埋于钙积层土壤，它们已经硬化，与土壤基质边界清晰。剖开后，在双目体视镜下可见壳状或脉状的方解石晶体集聚，并且夹杂有暗棕色、褐色的斑纹或微小结核。经分析，钙质结核含 $CaCO_3$ 约 25—28%，小铁锰结核含 Fe 量约 4%。薄片观察表明，方解石晶体主要以填充物形式存在于粒子间隙缝、孔隙、孔道中。钙质结核中不但含有与土体中相似的

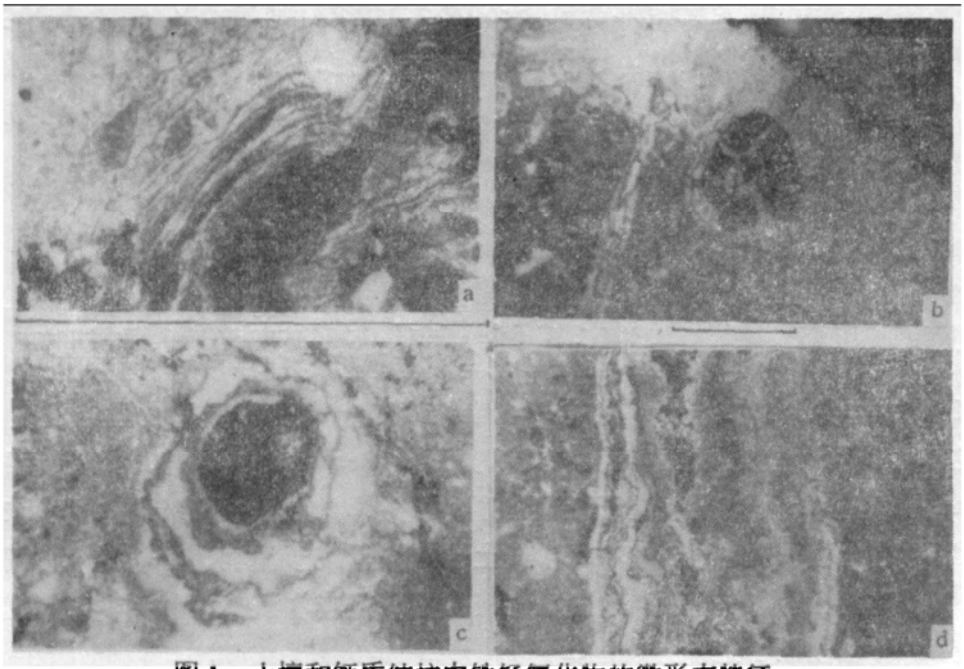

图 1　土壤和钙质结核中铁锰氧化物的微形态特征

a. 土壤本体中，正交偏光，　b—d. 钙质结核中，正交偏光.

图 1a—b 标线长度等于实际 1mm

直径数毫米的铁锰结核，多半已开裂并被方解石填充和包围（图 1b），而且以浸染状斑纹覆盖在方解石聚集体上（图 1c 和 d）。它们表明，在钙质结核形成过程中，有过 2—3 次铁锰活化、移动的过程，即有过毛管水浸润的间断历史。

在非碳酸盐母质上积聚大量的碳酸盐并形成结核是与干旱条件下盐基的有限淋溶相联系的[4]。其时，土壤地下水位相当深。但上述结果揭示出：(1)在钙质结核开始形成前的晚更新世中期或更早些，苏北岗地区曾经是比目前更温润的气候条件，土壤处于氧化性淋溶型地球化学环境；(2)在晚更新世末期，气候变为干燥，但有过间断的湿润事件，土壤发生过地下水位上升的情况。可以认为，苏北岗地区晚第四纪以来气候的变化是：晚更新世中期前的暖热湿润→晚更新世末期的温暖干旱（间或湿润）→全新世的温凉温润。这可以与古地理研究[5-7]相比较。

致谢　感谢美国田纳西州大学土壤与作物科学系 J. Foss 教授对本文的良好建议。

参　考　文　献

[1] 中国科学院土壤研究所土壤系统分类课题组、中国土壤系统分类课题研究协作组，中国土壤系统分类（首次方案），科学出版社，1991.
[2] 刘良梧、茅昂江，砂姜黑土综合治理论文集，安徽科学技术出版社，1988.
[3] 李庆逵（主编），中国红壤，科学出版社，1985.
[4] Nettleton, W.P., Peterson, F. F., Aridisols, in *Pedogenesis and Soil Taxonomy. II. The Soil Orders* (Eds. Wilding, L.P. et al.), Elsevier Science Publishers, B.V., 1983, 165—211.
[5] 周廷儒，古地理学，北京师范大学出版社，1982.
[6] 杨怀仁、徐馨，南京大学学报（自然科学版），19(1980)，1：121—129.
[7] 杨怀仁、谢志仁，海洋与湖沼，15(1984)，1：1—13.