

# 中国古土壤与第四纪环境

龚子同 陈鸿昭 刘良梧

(中国科学院南京土壤研究所)

## 摘 要

中国古土壤现分为埋藏土和残余土两大类。青藏高原高寒区的埋藏土多保存在冰碛物中,具有结构紧密,颜色较为鲜艳,风化程度较深,其微形态呈不同形式铁染基质的特征;西北干旱、半干旱区由于黄土沉积深厚,在早更新统到晚更新统的黄土层中常见有多层埋藏土,另外该地区尚有残余土的出现;东部季风区的北部埋藏土较发育,而南部琼雷地区可见到不同时代红色风化壳发育的古土壤。这些古土壤在第四纪时期大尺度变化上是可以相互比较的。

古土壤是一个较稳定的地理环境因素。其特征和空间分布状况可阐明第四纪环境的变迁,用来推断古气候的演变,新构造运动的强度,地形的改变和植被的演替。

为了推动古土壤学研究,适应大系统环境科学研究的需要,必须采用综合研究方法,突出青藏高原、黄土高原和东部季风区古土壤的研究,加强与第四纪有关学科的相互渗透。

土壤是一个独立的历史自然体,也是整个自然环境的一个组成因素。第四纪期间自然界的每一重大变化,都在土壤特征及其分布上留下烙印。因此,古土壤早已成为第四纪研究中一项十分重要的内容。

## 一、中国古土壤研究

我国古土壤的研究开始于本世纪40年代。1948年马溶之就开始对华北、汉水流域、四川盆地、江西、湖南、长江下游和珠江下游等地的不同时代和类型的埋藏土进行过研究<sup>[2]</sup>。宋达泉、熊毅、朱显谟、席承藩等也分别研究了我国的下蜀黄土、黄土中的古土壤及红色风化壳,并从古土壤的形成和性质探讨与古气候、古地理的关系<sup>[4,17-19,22,24]</sup>。

新中国成立以来,随着我国大规模经济建设的开展,有力地推动了古土壤研究的发展。主要表现有三:一为研究范围不断扩大,涉及到黄土高原、新疆、青藏高原、黄淮海平原和华南等地区各种各样的古土壤,以及它们形成的古气候、古地理环境条件;二为研究方法随着科学技术的进步和学科之间的相互渗透,由主要依靠大形态学研究发展到多种方法的综合研究,包括化学、土壤地球化学、微形态学、粘土矿物学、孢粉、<sup>14</sup>C和TL(热发光)年龄测定方法;三为在上述工作的基础上出现了一批研究成果,如我国境内成土风化壳的地球化学类型,西藏高原古土壤与高原隆起的关系,钙质结核放射性碳断代的研究等论著的问世<sup>[6,8-10,17-19,21,23]</sup>。这些进展说明我国古土壤的研究正在进一步发展。

## 二、中国各地古土壤的类型和特征

古土壤有四大类型<sup>[7]</sup>。根据现有的研究资料,中国古土壤可分为埋藏土和残余土两大类。现分为三个区域加以概述。

### (一) 青藏高原高寒区

青藏高原是地球上最年轻、高大的高原。它自上新世末以来,上升的幅度达 3000—4000 米,在全球性气候变化影响下,经历过三、四次冰川作用<sup>[16]</sup>。但是,在地形比较平坦,现代侵蚀作用较少的古平台上仍可见到各种古土壤,形成独具特色的一个区域。在喜马拉雅山地区中更新世、晚更新世和全新世(亚里期)三套冰碛物中古土壤,具有结构紧密,颜色较鲜艳,风化程度较深,其微形态呈不同形式铁染基质的特征<sup>[23]</sup>。喜马拉雅山南侧海拔 3000 多米处的灰化土剖面从 B 层起就有不少三水铝矿和非晶质氧化铁,其硅铝率为 1.1—1.8<sup>[20]</sup>。这是过去富铝化作用的佐证。根据古土壤特征的差异(表 1),并参考植物化石和孢粉组合等资料,把广布于喜马拉雅山北坡宽广冰碛平台或倾斜平原中的埋藏土称为褐

表 1 青藏高原古土壤特征(喜马拉雅山北坡)

Table 1 Paleosol features in Tibet Plateau (north slope of Himalaya mountain range)

地质时期 Geological time	古土壤层 Paleosol horizon	基质颜色 Matrix colour		微形态特征 Micromor- phological features	pH 值和 CaCO <sub>3</sub> pH VS. CaCO <sub>3</sub>	粘土矿物组成 Composition of clay minerals	古土壤与相应 现代土壤的高 程差(米) Altitude difference between paleosol & cor- responding modern soil (m)
		透射光下 Under transmitting light	斜反射光下 Under reflex light				
全新世 (亚里期)	AB	浊黄棕 (10YR 5/3)	橙色 (7.5YR7/6)	腐殖质以胶膜 形态包膜于矿 物颗粒周围	6.7—6.9 不含 CaCO <sub>3</sub>	以水云母、夹 层水云母为 主,伴生结晶 完善的绿泥石	800 以上
晚更新世	B、BC-C、 AB	棕色 (7.5YR 5/5.5) 黄棕色 (10YR5/6、 2.5YR 5/4 10YR7/6)	橙色 (7.5YR7/6) (5YR 7/5)	有一定数量铁 质化矿物颗粒 碎屑	7.5—8.3 普遍含游离 CaCO <sub>3</sub>	以水云母、夹 层水云母为 主,高岭石少, 绿泥石结晶稍 差	1000 以上
中更新世	B、BC-C、 B-C、AB-B	棕色 (10YR5/6) 或淡红 棕色 (2.5 YR5/8)	橙色 (2.5YR6/8) 或红色 (10R4.5/8)	可看到铁质化 矿物颗粒、铁 质凝团、铁质 颗粒及粘粒淀 积胶膜	5.5—6.0 不含 CaCO <sub>3</sub>	以水云母和夹 层水云母为 主,但水云母 风化度较高, 并有细晶差的 高岭石存在, 粘粒硅铝率 2.5—3.1,个 别为 1.9	1200 以上

红壤型土壤;分布于现代冰川谷地冰碛丘陵上的埋藏土称为褐土型土壤;而全新世(亚里期)冰碛物中的埋藏土则称为棕毡型土壤<sup>[21]</sup>。

## (二) 西北干旱、半干旱区

该区气候干燥,以戈壁、沙漠和黄土分布最广。在某些地段由于地形抬升,侵蚀基准面下降,水文网改变等原因而形成残余盐土和残余沼泽土。我国黄土沉积深厚,分布面广,各个时期的黄土都保存得比较完整。在黄河中游各地从更新世早期到晚期,常可见到多层埋藏土<sup>[7]</sup>。例如,山西午城黄土中夹有 27 层红色条带<sup>[5]</sup>。其变化频率由老到新,并自下而上逐渐减少,碳酸钙移动不明显。山西离石黄土中埋藏土的发育程度和保存情况,下部较差,上部较好。下部夹有间距密集的 2 层棕红色的和 12 层稍显红色的埋藏土;上部有 7 层彼此间距较稀的、厚层的、微具倾斜的棕红色埋藏土。而在洛川地区离石黄土中第 5 层古土壤厚达 5 米。据热发光测定,这层古土壤形成于距今 212000—178000 年之间,是持续 3 万年之久的中更新世雨期的产物<sup>[11]</sup>。离石黄土中埋藏土的特点是,剖面分异较明显,一般可分出淋溶层、粘化层、钙积层和母质层。从其粘粒硅铝率、游离铁、锰含量、腐殖质组成以及动物化石和孢粉组合材料来看,应属于褐土型土壤<sup>[3,5]</sup>。马兰黄土中的埋藏土与离石黄土和午城黄土中的有所不同。在地下一、两米或几米内仅见到一层黑褐色埋藏土(若干山地内可有 2—3 层),即黑垆土型土壤<sup>[1,5],12</sup>(表 2)。

表 2 黄土中不同时代埋藏土壤的特点

Table 2 Features of buried soils of different ages in loess

古土壤名称 Paleosol name	地点 Site	土层 Horizon	厚度 (cm) Thickness	有机质 (%) Organic matter	碳酸钙 (%) CaCO <sub>3</sub>	<0.001 mm 粘粒 clay
黑垆土型土壤	甘肃陇东塬地	耕作层	12	1.21	7.40	14.8
		犁底层	16	0.70	6.19	15.0
		古耕作层	27	1.15	5.23	20.4
		黑垆土层	18	1.13	6.76	20.2
		过渡层	42	0.82	12.16	18.4
		淀积层	105	0.35	12.44	14.6
褐土型土壤	山西离石王家沟丘陵地自上而下第六层古土壤	A <sub>1</sub>	40	0.67	3.13	31.95
		AB <sub>2</sub>	50	0.99	0.37	31.46
		B-BC	>50	0.37	10.17	23.59
褐土型土壤	山西离石王家沟丘陵地自上而下第八层古土壤	AB <sub>1</sub>	30	0.43	0.42	29.04
		AB <sub>2</sub>	50	0.43	0.18	27.16
		B <sub>1</sub>	40	0.31	16.05	20.11
		B <sub>2</sub>	50	0.26	17.00	19.30
埋藏土	山西午城地区午城黄土中红色条带	B <sub>15</sub>	<100	0.12	9.10	—
		B <sub>16</sub>	<100	0.12	9.30	—
		B <sub>17</sub>	<100	0.13	12.30	—

1) 北京师范大学地理系编写, 1977: 中国自然地理(概论), 第十篇地理(上), 中国科学院中国自然地理编委会印。

## (三) 东部季风区

我国季风盛行的东部地区,南北自然环境和土壤有很大差别。淮阳丘陵以北埋藏土较发育。例如,淮北平原的涡阳、蒙城一带在潮土下面有发育良好的埋藏砂姜黑土。<sup>10</sup> C 断代结果表明,此种砂姜黑土被埋藏时间距今已有 1800 年,而它的钙质结核(砂姜)层形成年龄为 4000 年<sup>11)</sup>。我国第四纪红色风化壳南北均有分布,尤以华南地区发育最为典型。在雷州半岛和海南岛北部,可看到各种类型的红色风化壳,间歇性火山活动喷发的玄武岩及其发育的红色风化夹层。我们从地质钻孔岩芯中采集了与中更新世(Q<sub>2</sub>)北海组、晚更新世(Q<sub>3</sub>)陆丰组及全新世(Q<sub>4</sub>)礼乐组地层相当的玄武岩风化壳进行了研究(表 3)。结果表明,中更新世玄武岩风化壳上部形成的古土壤(至 92 米)粘土矿物以高

表 3 琼雷地区不同地质时期玄武岩上的红色风化壳和土壤的特点

Table 3 Features of the red weathering crust and soils on basalt of different ages in Qionglei region

地质时代 Geological time	地点及钻孔 Site and hole	深度(m) Depth	粘粒部分 Clay fraction				主要粘土矿物 Main clay minerals	相当的现代土壤 Corresponding modern soils		
			交换量 (m.e./ 100g土) CEC	SiO <sub>2</sub> / Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub> / R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	铁的游离度(%) Free degree of iron				
裸露于地 面的土壤	Q <sub>4</sub>	雷虎	0—0.6	29.9	1.73	1.28	79.4	水铝英石	火山灰土	
	Q <sub>3</sub>	湛江	0.25—0.75	10.9	1.91	1.38	85.3	高岭石、针铁矿	砖红壤性红壤	
	Q <sub>2</sub>	海康	0.2—1.45	7.7	1.62	1.21	92.4	高岭石、三水铝矿、赤铁矿、针铁矿	砖红壤性红壤	
	Q <sub>1</sub>	琼山	0.2—0.75	3.3	1.25	0.87	90.9	高岭石、三水铝矿、赤铁矿	砖红壤	
岩芯中的 风化壳	Q <sub>3</sub>	湛江715钻孔	55.8—60.85 上	11.7	1.90	1.47	73.6	高岭石、针铁矿	砖红壤性红壤	
		同上	55.8—60.8下	6.8	1.93	1.47	82.6	高岭石、赤铁矿、针铁矿	同上	
	(湖光岩段)	湛江716钻孔	50.8—82.3	9.4	1.90	1.44	78.5	同上	同上	
	同上	同上	82.3—86.4	15.1	2.15	1.52	73.8	多水高岭石、针铁矿、赤铁矿	同上	
	Q <sub>2</sub>	(石带岭段)	徐闻722钻孔	77.31—78.0	26.4	2.66	1.96	61.2	高岭石、水云母	棕红壤
				83.2—85.0	18.5	2.33	1.66	71.3	高岭石、针铁矿	红壤
85.0—92.1				25.0	2.75	1.91	62.1	高岭石	棕红壤	
95.3—95.8				62.7	4.66	3.06	54.5	蒙脱石	棕壤	
			141.6—144.0	48.0	3.85	2.47	34.4	蒙脱石	棕壤	

表 4 中国古土壤类型对比表  
Table 4 Comparison of Paleosols in three main regions of China

地质时期 Geological time	青藏高原高寒区 High-cold region of Tibet Plateau		西北干旱、半干旱区 Arid and semiarid region of Northwest China		东部季风区 East monsoon region	
	冰期和间冰期 <sup>(1)</sup> Glacial and interglacial periods <sup>(1)</sup>	古土壤(喜马拉雅山北坡) Paleosol (north slope of Ximalaya range)	雨期和间雨期 <sup>(2)</sup> Humid and arid period (12)	古土壤(黄河中游) Paleosol (the middle reach of the Yellow river)	沉积期和风化期 Depositional and weathering period	古土壤(雷南珠江地区) Paleosol (Qiongbai, Leinan)
全新世 (Q <sub>1</sub> )	冰后期				广海沉积期	
	现代 绿布纳 小冰期	棕黏土型土壤			桂洲沉积期	近期玄武岩发育的初育土
晚更新世 (Q <sub>2</sub> )	亚里期				新会风化期	
	皱布寺阶段 间冰期	褐土型土壤	湿润期(雨期) IV	乌兰黄土中的黑庐土型土壤	礼乐堆积期	
中更新世 (Q <sub>3</sub> )	基尤寺阶段		干燥期(间雨期) III		华南风化期	
		褐红壤型土壤	湿润期(雨期) III		陆丰沉积期	
	加布拉间冰期		干燥期(间雨期) II, II <sub>1</sub>	离石黄土上部有7层褐土型土壤	合流风化期	晚更新世玄武岩发育的 砖红壤性红壤型土壤
			湿润期(雨期) II, II <sub>1</sub>		北海沉积期	中更新世玄武岩发育的 土壤: 上部为红壤型或 棕红壤型土壤, 下部为棕 壤型土壤
早更新世 (Q <sub>4</sub> )	聂雄拉冰期		干燥期(间雨期) II <sub>1</sub>	离石黄土下部有2层褐土型土壤和12层埋藏土	砂壤沉积期	
			湿润期(雨期) II		海口风化期	
早更新世 (Q <sub>1</sub> )	帕里间冰期		干燥期(间雨期) I	午城黄土中有27层埋藏土	砾石沉积期	
	希夏邦马冰期		湿润期(雨期) I		石康风化期	
					湛江沉积期	
					涠洲风化期	

岭石为主,应属于红壤型、棕红型土壤;而中更新世下部的古土壤、粘土矿物以 2:1 型的蒙脱石为主,属于棕壤型土壤。从中更新世 722 钻孔(徐闻)有三个红顶和五层较厚的古红土推断,这一时期持续了相当长的时间。从表 3 可见,无论是 715 钻孔还是 716 钻孔,晚更新世的古风化壳,风化成土作用均较强,土壤交换量降低,硅铝率和硅铁铝率变小,铁的游离度增高,所形成的土壤已达到砖红壤性红壤阶段。715-1 钻孔的古红土厚达 5 米,且已高度风化。加之雷南西部晚更新世钻孔的玄武岩中也夹有二个红顶和五个红土层,说明这一时期也持续了相当长时间。

从出露的不同时期玄武岩风化物发育的土壤(表 3)来看,似乎随着时间的推移,风化作用愈强烈。琼山早更新世的玄武岩风化物已发育为热带的顶极土壤——砖红壤。中更新世玄武岩风化物上的风化作用比晚更新世玄武岩风化物较为强烈。前者含有三水铝矿,而后者不明显。晚更新世玄武岩风化物上发育的现代土壤已与晚更新世古风化壳接近<sup>1)</sup>。

中更新世 722 钻孔的玄武岩不整合于北海组之上,北海组底部雷公墨的年龄为 70 万年。722 钻孔中土壤和古红土的总厚度为 31.3 米。因此,粗略估算在雷州半岛气候条件下形成 1 米厚的红色风化壳约需 2 万年。这与 Mohr 的推断是很接近的<sup>[25]</sup>。

由上述可见,我国各地古土壤在地区上有很大的差别,但它们都是在第四纪时期全球性气候冷暖波动的总背景上进行的。因此,各地古土壤历史发育过程中交替变换的阶段和时代,在大尺度变化上是可以比较的,但各地古土壤成土周期的次数和时间长短不一定相同。据此我们根据现有材料,把三个区域代表性古土壤发育的顺序联系起来列于表 4,以反映我国古土壤的概貌。

### 三、古土壤在第四纪环境研究中的作用和展望

#### (一) 古土壤在第四纪环境研究中的作用

古土壤是一个较稳定的地理环境因素。它的特征和空间分布能够起着指示新构造运动、地形、气候、植被和排水状况等示相化石的作用;它的形成过程常标志着沉积的间断;它在时间和空间上能够填补因第四纪地层剖面出露不完全和生物化石贫乏而造成的“记录空白”。因此,利用古土壤可以说明第四纪环境的变迁,并作为解决其发展历史的基本标志和依据之一。

1. 古土壤与第四纪气候:从不同地区不同古土壤的性状出发,可以推测古气候的演变(表 5)。中更新世青藏高原高寒区具有山地亚热带的气候特征,年均温约比现在高 8℃,年降水量高出 500mm 左右。此后成土周期虽为数次冰期所中断,但随着地面的隆起,总的趋势是气温逐渐降低,年降水量减少,以致到晚更新世和全新世转变为山地暖温带与亚高山寒带气候;西北干旱、半干旱区在第四纪期间一直为暖温带气候,但早、中更新世的年均温分别高出现在 4℃与 2.5℃,年降水量高出 350mm 与 100mm、晚更新世以后趋近于现代气候;在东部季风区,就我们已知华南埋藏的古红色风化壳来看,似乎中更新世早期和

1) 史学正、龚子同、李庆远: 1986: 玄武岩发育土壤的地球化学特征。

表 5 中国古土壤形成的气候条件  
Table 5 Climatic conditions of paleosol formation in China

地质时代 Geological time	青藏高原高寒区 High-cold region of Tibet Plateau				西北干旱、半干旱区 Arid and semiarid region of Northwest China				东部季风区 East monsoon region							
	古土壤 Paleosol	古气候 Paleoclimate		古气候与现在的差 值 Difference between paleoclimate and recent climate	古土壤 Paleosol	古气候* Paleoclimate		古气候与现在的差 值 Difference between paleoclimate and recent climate	古土壤 Paleosol	古气候 Paleoclimate		古气候与现在的差 值 Difference between paleoclimate and recent climate				
		年均温 (°C) m.a.t.	年降水 (mm) a. p.			年均温 (°C) m.a.t.	年降水 (mm) a. p.			年均温 (°C) m.a.t.	年降水 (mm) a. p.		年均温 (°C) m.a.t.	年降水 (mm) a. p.		
全新世 (Q <sub>1</sub> )	棕褐土型 土壤	0—5	350—600	+6 +50— 300					初育土	23	1300— 1700	近似	年均温 (°C) m.a.t.	年降水 (mm) a. p.	近似	
晚更新世 (Q <sub>2</sub> )	褐土型 土壤	8—13	500	+5	乌兰黄土中的黑 垆土型土壤	8—10	300—500	近似		21	1500— 1700	近似	-2	-200		
中更新世 (Q <sub>3</sub> )	褐红壤 型土壤	11—14	900	+8	离石黄土上部褐土 型土壤，下部为褐 土型土壤和埋藏土	9.5—12 11—14	400—600 600—700	+2.5 +4		9—14	1000— 1700		-10	-100— 700		
早更新世 (Q <sub>4</sub> )					午城黄土中的埋藏 土	12—14	700—800	+4								

\* 参考刘东生等“黄土与环境”

晚期的气候相对较干燥、温凉,到晚更新世时气候转暖而近于现代气候。可以认为,华南地区从中更新以后处于热带北缘的气候环境,土壤红化作用迄今仍在继续进行。至于近代火山喷出物或现代沉积物上未能形成红壤或砖红壤,只是成土时间太短而已。

2. 古土壤与新构造运动和地形: 根据青藏高原古土壤类型与现代土壤分布的高程差,可推算出青藏高原在第四纪期间抬升的幅度达三、四千米。又如,利用华南沿海第四纪海相沉积物中埋藏土和玄武岩古风化壳的材料,可以说明从更新世早期到晚期至少有6次海侵和海退;4次火山喷发。

3. 古土壤与植被演替: 青藏高原亚高山草原土区某些埋藏土的薄片上可见到氧化铁浸染基质和水氧化铁浸染基质,由此推断此地在中更新世冰期暖温气候条件下有热带、亚热带森林植被存在。

## (二) 古土壤研究的展望

我国古土壤研究历史较短,但在古土壤性质、类型及其地理分布规律的研究上有一定成绩,在农、林业生产、第四纪地层划分和对比以及恢复第四纪地理环境上有所贡献。

为了发展古土壤研究,首先,必须采用综合的方法来研究古土壤,即不仅用土壤学中物理、化学的方法,还要用第四纪研究中地层、地貌、古生物、考古、和 TL<sup>14</sup>C 断代等方法,以求在方法上得到相互补充,成果上有所突破。其次,是加强青藏高原古土壤、西北黄土区埋藏土和东部季风区红色风化壳发育土壤的物质迁移规律的研究,并应用它们来解决农林业生产和普查找矿等问题,进行地理环境演变趋势的预测,将古土壤学从静态的研究进入动态的研究,从形态学定性的描述走到定量的规律性探讨。这样,才能正确地利用古土壤的发生来说明青藏高原隆起的时代和幅度,西北黄土区古气候的变化,华南红壤是否仍在进行。从这个意义上讲,对这三个区域古土壤的研究,是揭开我国古土壤研究新的一页的三把钥匙。第三,重视古土壤学与第四纪研究的相互渗透,以适应越来越复杂的大系统地理环境问题的研究。我们相信,在古土壤研究和第四纪研究密切合作、共同探讨的基础上,必将带来两个学科的新发展。

## 参 考 文 献

- [1] 马溶之,1944: 中国黄土之生成。地质评论,第9卷3—4期。
- [2] 马溶之,1948: 土壤剖面之研究及其地文意义。地质评论,第13卷3—4期。
- [3] 中国科学院南京土壤研究所主编,1978: 中国土壤。科学出版社。
- [4] 石元亮,1958: 晋西地区的黄土及其形成过程。中国第四纪研究,第1卷1期。
- [5] 刘东生、张宗佑,1962: 中国的黄土。地质学报,第42卷1期。
- [6] 刘东生等,1966: 黄土的物质成分和结构。科学出版社。
- [7] 刘良梧,1979: 古土壤研究进展及其分类。土壤分类及土壤地理论文集。浙江人民出版社。
- [8] 刘良梧、茅昂江,1986: 钙质结核放射性碳断代的研究。土壤学报,第23卷2期。
- [9] 刘良梧、茅昂江,1988: 淮北平原砂姜黑土年龄的研究。砂姜黑土综合治理研究论文集。安徽科学技术出版社。
- [10] 刘良梧、L. Zoller, 1988: 下蜀黄土形成年代的探讨。土壤,第20卷3期。
- [11] 安藏生、魏兰英,1980: 离石黄土中第五层土壤及其古气候的意义。土壤学报,第17卷1期。
- [12] 朱显谟,1948: 江西红壤之气候问题。中国土壤学会会志,第1卷1期。
- [13] 朱显谟,1958: 关于黄土层中红层问题的讨论。中国第四纪研究,第1卷1期。
- [14] 朱显谟,1965: 我国黄土性沉积物中的古土壤。中国第四纪研究,第4卷1期。
- [15] 宋达康,1950: 南京地区下蜀系古土壤学研究。中国土壤学会会志,第3—4期。
- [16] 郑本兴、牟昫智、李吉钧,1981: 青藏高原第四纪冰川演变与高原隆起问题。青藏高原隆起的时代、幅度和形式



- 问题。科学出版社。
- [17] 张荣祖, 1981: 青藏高原的隆起与古土壤特征的初步分析。青藏高原隆起的时代、幅度和形式问题。科学出版社。
- [18] 龚子同, 1980: 我国境内成土风化壳的地球化学类型。土壤专报, 第 37 期。
- [19] 龚子同, 1985: 红色风化壳的生物地球化学。中国红壤。科学出版社。
- [20] 高以信、陈鸿昭、费正文, 1975: 珠穆朗玛峰地区南侧的山地森林土壤。珠穆朗玛峰地区科学考察报告, 自然地理。科学出版社。
- [21] 高以信、陈鸿昭、吴志东, 1981: 西藏高原古土壤与高原隆起的关系。青藏高原隆起的时代、幅度和形式问题。科学出版社。
- [22] 席承藩, 1965: 关于中国红色风化壳的几个问题。中国第四纪研究。第 4 卷 2 期。
- [23] 曹升庚、高以信, 1981: 西藏高原土壤多元发生的微形态研究。土壤学报, 第 18 卷 1 期。
- [24] 熊毅, 1952: 由更新统沉积物的胶体矿物分析浅论第四纪气候。地质学报, 第 32 卷 1—2 期。
- [25] Mohr E. C J. et al., 1972: Tropical Soils. Mouton-Ichtion Baru-van Hoere.

## PALEOSOLS AND QUATERNARY ENVIRONMENT IN CHINA

Gong Zitong, Chen Hongzhao, Liu Liangwu

(Institute of Soil Science, Academia Sinica, Nanjing)

### Summary

Paleosols of China are divided into buried and relict soils. The buried soils in high-cold region of Tibet Plateau, which are characterized by compact structure, gaily colour, intensive weathering and iron-stained matrix as micromorphological feature, are mostly reserved in tills. In the arid and semi-arid regions of northwest China several layers of buried soils are found within aeolian loess sediments from early to late Pleistocene series due to deep deposition of the loess. In addition, relict soils also occur in the region. Buried soils are dominant in north part of east monsoon region, while in the south part (Qionglei region) can be found paleosols on red weathering crust. The greater changes among the paleosols in the three regions during Quaternary can be compared.

Because paleosols is a more stable factor for geographical setting, their characteristics and special distribution can explain the environmental change in Quaternary, such as inferring paleoclimatic and vegetative evaluation, intensity of neotectonic movement and relief change.

In order to promote paleological study and fit the development of systematic environmental science, it is necessary in future to adopt advanced and comprehensive means; to emphasize on the study of paleosols of the Tibet Plateau, Aeolian Loess Plateau and East Monsoon Region; and to pay attention to comprehensive study with paleopedology and the sciences concerning Quaternary period.