

中國工程院院士文集
ZHONGGUOGONGCHENGYUANYUANSIWIENJI

土壤卷

SHIYUANCHUNWENJI

石元春文集

石元春◎著



中國農業大學出版社
CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY PRESS

中國工程院院士文集

ZHONGGUOGONGCHENGYUANYUANSHIWENJI

土壤卷

石元春文集

SHIYUANCHUNWENJI

石元春◎著



中國農業大學出版社

CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY PRESS

• 北京 •

内 容 简 介

《石元春文集·土壤卷》选入了包括作者 58 年前的研究生论文在内的 42 篇文章,按内容分《土壤学篇》、《盐渍土及改良篇》和《水土资源与环境篇》。卷内有作者在《地学综合体》、《半湿润季风气候区水盐运动》、《现代资源环境观》等方面的心得。

图书在版编目(CIP)数据

石元春文集·土壤卷/石元春著. —北京:中国农业大学出版社,2014.5

ISBN 978-7-5655-0961-2

I. ①石… II. ①石… III. ①自然科学-文集②土壤学-文集 IV. ①N53②S15-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 086877 号

书 名 石元春文集·土壤卷

作 者 石元春 著

责任编辑	洪重光	责任校对	王晓凤 陈 莹
封面设计	郑 川		
出版发行	中国农业大学出版社		
社 址	北京市海淀区圆明园西路 2 号	邮政编码	100193
电 话	发行部 010-62818525,8625	读者服务部	010-62732336
	编辑部 010-62732617,2618	出 版 部	010-62733440
网 址	http://www.cau.edu.cn/caup	e-mail	cbsszs @ cau.edu.cn
经 销	新华书店		
印 刷	涿州市星河印刷有限公司		
版 次	2014 年 5 月第 1 版	2014 年 5 月第 1 次印刷	
规 格	787×1 092	16 开本	33.25 印张 700 千字
定 价	88.00 元		

图书如有质量问题本社发行部负责调换

《中国工程院院士文集》总序

2012年暮秋，中国工程院开始组织并陆续出版《中国工程院院士文集》系列丛书。《中国工程院院士文集》收录了院士的传略、学术论著、中外论文及其目录、讲话文稿与科普作品等。其中，既有早年初涉工程科技领域的学术论文，亦有成为学科领军人物后，学术观点日趋成熟的思想硕果。卷卷《文集》在手，众多院士数十载辛勤耕耘的学术人生跃然纸上，透过严谨的工程科技论文，院士笑谈宏论的生动形象历历在目。

中国工程院是中国工程科学技术界的最高荣誉性、咨询性学术机构，由院士组成，致力于促进工程科学技术事业的发展。作为工程科学技术方面的领军人物，院士们在各自的研究领域具有极高的学术造诣，为我国工程科技事业发展做出了重大的、创造性的成就和贡献。《中国工程院院士文集》既是院士们一生事业成果的凝练，也是他们高尚人格情操的写照。工程院出版史上能够留下这样丰富深刻的一笔，余有荣焉。

我向来以为，为中国工程院院士们组织出版《院士文集》之意义，贵在“真善美”三字。他们脚踏实地，放眼未来，自朴实的工程技术升华至引领学术前沿的至高境界，此谓其“真”；他们热爱祖国，提携后进，具有坚定的理想信念和高尚的人格魅力，此谓其“善”；他们治学严谨，著作等身，求真务实，科学创新，此谓其“美”。《院士文集》集真善美于一体，辩而不华，质而不俚，既有“居高声自远”之澹泊意蕴，又有“大济于苍生”之战略胸怀，斯人斯事，斯情斯志，令人阅后难忘。

读一本文集，犹如阅读一段院士的“攀登”高峰的人生。让我们翻开《中国工程院院士文集》，进入院士们的学术世界。愿后之览者，亦有感于斯文，体味院士们的学术历程。

徐匡迪
二〇一二年

《文集》* 序

——花甲回眸

自1953年大学毕业,从事教学科研工作整60年,科龄60了。

这60年,都是在新中国成立后度过的。经历过反右、大跃进和“文化大革命”;也经历过向科学进军和改革开放。时代的安排是无人可以回避的,我是这时代中比较幸运的一个。

科教生涯前40年的研究生期间参加中国科学院黄河中游水土保持综合考察;研究生毕业后参加中国科学院新疆综合考察,共5年;从事土壤地理教学6年;后又参加黄淮海平原旱涝盐碱综合治理20年之久。前40年的大部分时间都在从事我的专业——土壤地理和盐渍土改良工作。

学术生涯的第5个10年,参加了国家高技术“S-863”计划、国家基础科学“973”计划,以及国家中长期科技发展规划的三次科技发展的战略研究,10年中环环相接,工作相当饱满。学术生涯的第6个10年,则是满怀激情和全身心地投入到一个新的领域——物质科技与产业化,至今未辍。

60年间,还担任了2年副校长和8年校长(1985—1995年)。

60年科海生涯清晰呈现40+10+10的三个阶段,这给《文集》编纂提供了方便。

我一生笔头不懒,爱写些东西,特别是1997年学会使用电脑以后,更是方便于写作与存储。抖落一下这60年的陈年旧纸,虽质量不高,但也能装上一大箩筐。

“文革”前的科技人员和老师,是不时兴写文章的。一则政治风险大,容易被扣上“名利思想”、“个人主义”、“资产阶级学术思想”之类的大帽子;再则职称、工资、分房等都是领导说了算,与文章无关。从大学毕业到1973年的20年间,即从20多岁到40出头,正是科学工作的黄金年龄,因运动频频和大环境所限,才写了5篇文章。

自1973年进入曲周试验区和参加黄淮海平原旱涝盐碱综合治理工作,形势变了,报告、文章和著作源源而出。仅20世纪80年代的10年里,我和我们团队就出版了学术著作《黄淮海平原的水盐运动和旱涝盐碱综合治理》(1983)、《盐碱土改良——诊断、管理和改良》(1986)、《盐渍土的水盐运动》(1986)、《黄淮海平原农业图集》(1989)、《区域水盐运动监测预报》(1991)5部和不少的文章与报告。

进入科学生涯的第5个10年和第6个10年,已是不惑科龄,且离开校长岗位,社会大环境又好,成为文章的又一个多产期。这段时间里,无任务之樊笼,无压力之桎梏,工作由

* 本文中《石元春文集》简称《文集》。

我选,思想任驰骋,笔头走龙蛇,指点天下事,颇是自在悠然。

根据以上三个阶段和时期,将《文集》分为《土壤卷》、《农业卷》、《生物质卷》、《教育卷》和《杂文卷》共5卷。

《土壤卷》选文42篇,分为《土壤学篇》、《盐渍土与改良篇》和《水土资源与环境篇》;《农业卷》以第5个10年文章为主体,由38篇文章构成,含《论农业篇》、《农业科技篇》、《高科技与农业篇》和《农业科技发展战略研究篇》;《生物质卷》以第6个10年文章为主体,由36篇文章构成,含《启蒙篇》、《遇冷篇》和《迎春篇》。《教育卷》是“校长10年”的作品;《杂文卷》则是从电脑存档里搜罗出来的,包括1998年至今的数十篇(件)建议、讲话、信函、短文、诗词等。

《文集》5卷是系列的,又是相对独立的,可以各自单独成册。

《文集》里有对“地学综合体”的心得;有对半湿润季风气候区水盐运动规律的求索;有对黄淮海平原旱涝盐碱综合治理的方略;有对农业正处在一次新的科技革命时期的感悟;有对21世纪现代农业的思考;有对生物质经济的科学前瞻;有对农业高等教育的认识与实践。

搜寻过去60年间的零散文章并转换成电子版实非易事,且时间短促。《土壤卷》的全部编纂工作是由李保国教授主持完成的;其他诸卷编纂中,李韵珠教授和王崧老师做了大量和细致的工作;中国农业大学出版社的汪春林社长、丛晓红副总编等为出版此《文集》付出了很大努力,在此对他们一并表示由衷的感谢。本《文集》是在中国工程院鼓励和资助下完成的,谨致谢忱。

此《文集》大体能反映本人60年的科海耕耘。做完这件事,也算对自己60年辛劳的一份交代和慰藉。历史的一页总是要翻将过去,还是寄希望于后来者吧!

科学是一条长河,科技工作者是一滴水;科学是一座大山,科技工作者是一粒沙。做好滴水粒沙工作,如此而已。

石元春

2014年春于海南

土壤卷序

20 世纪 50 年代,师从著名土壤地理学家李连捷院士,研究生论文研究是“晋西黄土中埋藏古土壤”,以后参加中国科学院新疆综合考察和土壤地理学教学工作。70 年代初到 90 年代初从事长达 20 年的黄淮海平原旱涝盐碱综合治理研究与实践,90 年代中期主持国家自然科学基金重大项目“华北平原节水农业应用基础研究”,乃黄淮海平原综合治理项目的一个后续专项研究。21 世纪之初开始关注我国西北地区的水土资源与生态环境问题。

发表的文章也大体集中于“土壤学”、“盐渍土及改良”和“水土资源与环境”三个方面,构成了本《土壤卷》中的三篇,共选入 42 篇文章。

早期研究中,提出了黄土中古土壤的分类系统及第四纪期间的棕褐土—典型褐土—灰褐土—碳酸盐灰褐土的古土壤演替序列;提出了塔里木盆地北部盐分的积聚规律和盐渍土的利用与改良。70 年代和 80 年代的国家重大科技攻关项目中,提出了黄淮海平原水盐运动规律和水盐平衡、区域水盐监测预报体系和水盐调节、地学研究和综合治理区划,以及半湿润季风气候区水盐运动理论和旱涝盐碱综合治理的技术体系等。并在多年地学研究基础上提出了“地学综合体”概念。

90 年代,主持“节水农业应用基础研究”项目,该项目研究提出了农田水循环(FWC)和土壤-植物-大气水循环(SPAC)相结合及其水调节的应用基础理论;近十多年,相继提出“土壤学的数字化和信息化革命”、“土壤的一个新的功能”、“现代资源环境观”、“绿色文明观”,以及农业节水中的盲区与亮点、走出治沙与退耕中的误区、西北呼唤草业等观点。

曾著有《黄淮海平原的水盐运动和旱涝盐碱综合治理》(1983 年)、《盐渍土的水盐运动》(1986 年)、《区域水盐运动监测预报》(1991)等 5 部著作,此《土壤卷》又收集了 42 篇文章、基本反映了长达 60 年在土壤学领域的工作。

将 60 年土壤科学领域的研究心得汇集于此,是对自己的一份交代,也是对业内同仁的一种交流与求教。篇中各文均有“写作背景”和相关图像,以助读者对该文的了解。卷中诸文内容皆一家之言,难免偏颇,恳请读者赐教与指正。

石元春

2014 年春节于海南

在自然界,在不同气候带的影响下,第四纪沉积物、地貌、水文与水文地质、土壤、植被等五个地学要素不是各不相干和随机叠置,而是有规律和相互协调的一个统一的地学系统。第四纪沉积物是地学综合体的基础,决定了地貌的基本骨架及其构成物质的岩性和年代、土壤母质以及水文和水文地质特征;地貌是水、风、重力等外营力作用于第四纪沉积物的一种外在表现;土壤和植被则是在一定的沉积物(母质)、地貌、水文和水文地质条件下发育生成的。把握了第四纪沉积物、地貌特征及水文与水文地质状况,土壤与植被的类型及分布规律就一目了然了。地学五要素及其综合体形形色色,繁复多样,但在空间分布上与地貌类型的相关性和一致性最高。这就是我的“地学综合体”观。

——石元春,引自《20世纪中国著名科学家成就概览》,2011

目录

I. 土壤学篇

1 晋西黄土中古土壤的初步研究	3
2 晋西地区的黄土及其形成过程(摘要)	15
3 1956 年新疆土壤考察报告	17
4 北京土壤口性的研究	65
5 正确认识土壤的矛盾运动,能动地利用改造土壤	74
6 中国黄土中古土壤的发生学研究	86
7 我国北方旱区土壤	98
8 土壤科学发展展望	109
9 土壤学的数字化和信息化革命	111
10 土壤学(Pedology)	119
11 土壤:一个新的功能	128

II. 盐渍土及改良篇

12 塔里木盆地北部盐分的积聚规律和盐渍土的利用改良问题	141
13 运用浅井深沟体系,综合治理旱涝碱咸	164
14 掌握水盐运动规律 综合治理旱涝碱咸	182
15 旱涝盐咸综合治理的研究 ——曲周试验区四年工作总结(1974—1977 年)	188
16 季风气候下盐渍土水盐动态及其调控	192
17 The Characteristics of Water and Salt Movement and the Regulation of Salt-affected Soils in Semi-humid Monsoon Climate Regions	209
18 黄淮海平原的水均衡分析	229
19 黄淮海平原的水盐平衡	240
20 《区域水盐运动监测预报》绪论章	281
21 黄淮海平原水盐运动的地学研究 with 理论体系的形成	289
22 盐碱地的综合治理	312
23 China's Salt-Affected Soils and Their Reclamation	317
24 Remote Sensing for Surveying and Mapping of Salt-Affected Soils	320

25	盐渍土改良和利用	329
26	开发盐渍土区 促进粮食生产	336
27	Comprehensive Reclamation of Salt-Affected Soils in China's Huang-Huai-Hai Plain	346

III. 水土资源与环境篇

28	我国的耕地问题和对策	365
29	黄淮海平原旱涝盐碱综合治理区划	379
30	搞好专题区划,为综合治理黄淮海平原旱涝盐碱提供科学依据	395
31	中国黄淮海平原的综合治理和农业开发(俄文)	401
32	以黄淮海平原为例谈区域资源开发和持续利用	413
33	Comprehensive Harness and Agricultural Development of Huang Huai Hai Plain in China	421
34	华北平原节水农业应用基础研究(汇报用 PPT)	433
35	开拓中的蹊径:生物性节水	453
36	高效节水和现代农业	459
37	农业节水中的盲区和亮点	463
38	走出治沙与退耕中的误区	466
39	西北呼唤草业	473
40	现代资源环境发展观 ——为纪念中国农业大学资源与环境学院成立 20 周年而作	478
41	绿色文明 说易行难	495
42	至美的绿色文明	501

I. 土壤学篇

本篇以 58 年前的研究生论文报告开篇,有晋西黄土的形成和我国黄土古土壤地理学研究等 3 篇第四纪古土壤地理方面研究论文;有新疆土壤和我国北方旱区土壤论文各 1 文;有 20 世纪 50 年代末“学术大批判”中关于“农业土壤”方面 2 文,土壤学词条 1 篇,以及以后对土壤科学发展展望的 3 篇文章,以 2008 年发表的《土壤:一个新的功能》文结篇。全篇共收入文章 11 篇。



土壤学篇目录

1	晋西黄土中古土壤的初步研究	3
2	晋西地区的黄土及其形成过程(摘要)	15
3	1956 年新疆土壤考察报告	17
4	北京土壤口性的研究	65
5	正确认识土壤的矛盾运动,能动地利用改造土壤	74
6	中国黄土中古土壤的发生学研究	86
7	我国北方旱区土壤	98
8	土壤科学发展展望	109
9	土壤学的数字化和信息化革命	111
10	土壤学(Pedology)	119
11	土壤:一个新的功能	128

1 晋西黄土中古土壤的初步研究

【本文写作背景】《文集》作者的研究生论文研究工作是在参加中国科学院黄河中游水土保持综合考察队第四纪地质组,在刘东生先生协助指导下进行的。北京农业大学1956年秋季学术报告会上作了报告。本文是根据该报告整理的文字稿,手刻油印,保存至今,58年后被收入本《文集》,实乃幸事。此文是作者进入土壤学领域的处女作。



第四纪期间,地球上已有明显的生物气候带分异,黄土也正是在一定的生物气候带里才能被堆积和保存下来。如果我们注意了黄土在地球上分布的特点,那么就可以看到它主要是分布在中纬度一带的事实。反之,在第四纪期间我国华南一带生物气候条件下的任何堆积物均不可能具有黄土的那些性状,而是富铁铝型的红色风化壳。此外,由于黄土堆积地区地域辽阔,以及自然地理条件上的差异而使得各地方的黄土具有不尽相同的性状,相同年代的南京下蜀黄土与西北黄土在性状上的显著差异即为证明。在不同时期里,黄土沉积条件的改变亦引起同一地区黄土层不同层位的黄土具有不同的性状。以上均说明黄土为一地理体,是第四纪时期里古地理景观中不可分割的组成部分。因此,我们不仅要用地质的方法,也要用地理学的和土壤学的方法来研究黄土。

黄土在堆积过程中(无论是何种地质营力),只要它被裸露在地表,它就会受到各种自然因素的综合影响而形成各种类型的土壤。当沉积速度较快,成土作用不强时,沉积物主要表现出地质营力留下的特征,土壤过程的影响不明显。在沉积间断和减缓,土壤过程强烈进行的情况下,沉积物中往往留下了明显的被埋藏的古土壤层。因此,在研究黄土的土壤学性质,尤其是其中埋藏的古土壤层不仅有助于了解黄土沉积过程中生物气候条件演变的特点,并对黄土成因问题的讨论提供重要线索。

在李希霍芬和奥勃鲁切夫来中国研究黄土的时期即已提出黄土是在草原条件下沉积,并受到过程的影响。奥勃鲁切夫在最近发表的文章里更明确地提出“……黄土是在比较干旱气候条件下形成的另一种类型的土壤”^[1,2]。但是不得不承认,在过去的文献中,对

我国北方黄土的土壤学研究是极为缺乏的。

本文不拟对黄土作一般的土壤学说明,只是根据在晋西观察所得,对黄土中古土壤层作一些尝试性探讨。

1.1 红色黄土中的古土壤层

自从洛奇和奥勃鲁切夫将黄色黄土和红色黄土区分开来以后,德日进、杨钟建二氏在山陕一带对红色黄土曾作了专门考察。他们注意到了夹在红色黄土中的红棕色层次,并作了详细描述,认为是黄土中地下水流造成,或为流水的沉积层次。直到最近几年来才提出红色黄土中夹有数层土壤层的说法。这种说法虽然很快得到多数研究者的赞同,但是这方面的研究资料几乎完全缺乏。因此红色黄土中的“红层”是埋藏的古代土壤层呢?还是沉积层次的问题仍然是目前讨论的中心。自然,只有对“红层”本身进行详细研究,才能得到更确切的回答。

红色黄土在晋西的中部和南部尤为发育,可厚达百余公尺。它的最主要特征是其中夹自多达 18 层以上的“红层”,所以在天然露头上可以看到红黄相间的条带成水平排列,在人工修理过的窑洞的壁上看得更加清楚。由于雨水淋洗和表面的风化作用,使整个层次呈现浅红颜色,故有“红色土”和“红色黄土”之名,实则为红黄相同的条带所组成(见附图 1)。根据在晋西各地,尤其是离石县王家沟中一含有 18 层“黄层”的剖面的观察和对其具有代表性的两层进行理化性质及孢粉分析的结果,证明了该“红层”,确系被埋藏的古土壤层而非流水沉积层次。

古土壤层发育在浅棕黄色的轻壤质的黄土物质之上,无论在形态上,或是理化性质和古生物学性质上均保存着土壤过程留下的明显痕迹,主要特征如下(参见附图 2、附图 3、附表 1、附表 2):

(1)剖面中具有明显的淋溶,淀积和母质的发生学层次。

(2)土色自上而下渐浅,A 及 AB 层为暗红棕色,B 层为红棕色,钙积层则由黄棕而逐渐变为浅灰黄色。

(3)表层及亚表层常有核状及核块状结构,有时尚有小的裂隙和附着在结构面上的暗色锰质胶膜。在下部和古土壤层中很少见到结构及裂隙,可能由于存在时间较长,而受压力较大之故。土层中经常可以见到虫穴,鼠洞和动物粪便等遗迹,并偶有田螺化石出现。

(4)表层有明显的黏化现象,物理性黏粒可达 58% 左右,B 层较母质层黏重(见附图 3 的 A 层),值得提出的是黏化现象是逐渐地向下减轻,从未见到层理。

(5)腐殖质层较厚(60~80 cm),但绝对含量很低(表层仅 0.4%~0.7%),这与久经埋藏后所遭到的进一步矿质化有关(见图 3 的 B 层)。

(6) 土体中移动最大的是碳酸盐,往往在一公尺以下沉积成层,含量可达 10%~17%,为碱性反应($\text{pH}=8.1$),有时碳酸钙聚积成头状或柱状的结核。表层为中性和微碱性,且碳酸钙较多,为复钙作用所致,以下即为碳酸钙淋溶层(参见附图 3 的 C 层和 D 层)。

(7) 无论在颜色,质地,结构及化学元素的淋溶和淀积方面均为逐渐过渡,BC 层一般都是舌状或波状的土壤型过渡方式,未见有流水沉积的层面。

(8) 胶体部分的硅铁铝率为 2.7~3.0,硅铝率为 3.6~4.0 左右,三氧化物(尤以三氧化二铝)在土层中显然较底土为多, Al_2O_3 稍向下移现象。

由上所叙,红色黄土中古土壤层的最主要性状是:全剖面均有显著的黏化现象,尤以上层为最;坚实而有明显的核状一块状结构;风化程度很深,为低硅铝型,三氧化物稍有移动;该土壤处于碳酸盐淋溶,一般均在腐殖层(很厚)以下淀积成层,表层为微碱性反应。从剖面形态及理化性质看来,它不同于山地的森林土壤(如灰色森林土或棕色森林土),也不同于一般的草原土壤,而接近于在温暖,干湿交替的气候和旱生森林下发育的褐色土型土壤(淋浴的和典型的)。

根据孢粉分析的资料,证明当时植被亦为旱生森林型,其中有欧洲赤松(*Pinus silvestris* sp.),桦树(*Betula* sp.),桤木(*Alnus*)等木本植物(见表 3)。在动物化石化方面,也证明当时为森林和森林草原景观,除田螺外,其中尚有马、小牛、鹿和穴生的啮齿类哺乳动物,古生物学的研究资料也同样符合于古土壤研究的结果。

由以上对“红层”的描述中可以看到其碳酸钙极少而逐渐在下面淀积成层,显然这是在比黄土快速堆积期更为潮湿的气候下,土层中的下行水流所造成。如为地下水流所致,则钙质结核层必在红层以上出现。其次,在经过矿化后的腐殖质剖面中,仍可看出表层的含量大于底土的 3 倍,这与孢粉分析结果是相吻合的。颜色、质地及结构的逐渐过渡而未见有层理也有力地说明了这是成土过程的结果而不是沉积物的特征。此外,红层并非被限制在基岩谷地和凹地的底部,相反地,它却随着基岩面而起伏,并可一直延伸到河流的分水岭地段,显然,它是古地面(古土壤)而不是河流冲积层。

该古土壤层由于被埋藏的时期较短,上面的覆盖层不厚(20~80 公尺),没有内应力所加于的剧烈影响(高温高压),并且一直在比较干旱的条件下保存,故成岩作用对古土壤的形态特征破坏不大,不仅再结晶作用不明显,即使是质点的直接靠近作用也只是在下部的土层有着比较明显的影响。

古土壤层间的“黄层”纯净均一,少有杂质,除了比较坚硬和颗粒稍细以外,均同于红色黄土上面的风积黄色黄土。但在与红层接触处往往有坡积的痕迹。“黄层”的结构、孔隙和团聚度等性质说明了成土作用的影响,但是矿物分析的结果和缺乏古生物化石的事实也说明了当时的风化及成土作用对沉积物的影响是十分微弱的。

根据朱显谟先生的考察^[8],在晋、甘、陕三省境内的红色黄土中普遍含有该古土壤层,在兰州、县宁、定西一带所见较之今晋西则表现出更加微弱的淋溶作用,剖面中有泡沫反应,钙积层中仅有白色假菌丝的新生体而少见砂姜,黏化层的红色也较浅。这更能说明下

更新统和中更新统期间,越靠近中亚荒漠地区的气候越加干旱。

1.2 黄色黄土中的古土壤层

中更新统和上更新统期间,风积的黄色黄土覆盖在红色黄土构成的丘陵沟壑地形的分水岭和谷坡之上。在谷底里的黄色黄土底砾层之上的黄色黄土却带有淤积性质,他们将河谷沟道填成宽平的“台地”,在各河上游保持得尤其完整,越往下游越是割切破碎,构成最高的一级阶地。在这种淤积性黄色黄土中往往有2~3层被埋藏的古土壤层,虽然它仅限于河谷之内,但是它仍然反映了黄色黄土沉积初期的生物气候条件和地理景观特点。

整个土层以黑色和深灰色为主,但在表层以下棕的色彩逐渐加重,故当地老乡称之为“黑垆土”。腐殖层很厚,一般在1公尺左右,表层腐殖质较多(1.2%),往下很快渐少。显然,它的腐殖质不如红色黄土中的褐土型古土壤那样深度的矿化。土层中明显的黏化也是它的重要特征,但是物理性黏粒的含量较褐土型古土壤为低,坚实而没有明显结构。碳酸钙在下层淀积,往往随根孔成假菌丝状和斑点状,其下为钙积层,但缺乏定型的石灰结核。上叙性状均与褐土型古土壤层不同,但酸度及胶体部分的分子比则比较近似(以上均见附表4,附表5)。

根据孢粉分析的结果,证明其中以蒿属和藜科植物为最多,此外有少数禾本科及其他草本植物。

从以上观察和分析的结果,黄色黄土中的古土壤层不同于红色黄土中褐土型古土壤,而属于干旱温暖的半荒漠条件下发育的灰褐土型土壤。由以下特征可进一步确定为草甸型的灰褐土:①腐殖质深厚,且含量较高;②在剖面较深的部位才出现碳酸盐反应;③BC层及C层有少量铁锈斑出现;④含有极少数的水藓和羊齿植物的孢粉。

马溶之先生曾在山西及河南西北部的黄色黄土中发现1~3层被埋藏的古土壤层,并定名为栗钙土^[6,7],因无具体剖面描述及分析资料,故无法比对。

1.3 由黄土中古土壤层看第四纪气候

无论对黄土成因问题的见解是多么分歧,但是对黄土堆积(或残积)时的气候条件的看法却较为一致。B·B·波波夫认为“……沙漠成岩作用是形成黄土的主导作用,所以黄土是气候干燥,经常寒冷的极好标志。”他还描写道:“在此干燥的草原地区,有河流流过,虽然这里的降水量并不大,但已足够草木的需要。在这样的地区,人、犀牛、毛象和牦牛等动物,以及许多陆上的软体动物皆可生存^[11]。对我国陕西^[5]及甘肃省^[9]的黄

色黄土的矿物及胶体矿物的研究有力地证实了黄土中风化和成土作用是十分微弱的,熊毅先生确切地指出“从长石没有充分风化来说,黄土(风极)时期,气候应属干冷,是无疑问的”。

但是,值得我们注意的是,过去我国黄土的研究多偏重在纯净均一的马兰黄土(即黄色黄土),相反地,分布极广,厚度很大的红色黄土却未得到应有的重视。因此,当我们证实了黄土,尤其是红色黄土存在着一系列古土壤的事实以后,不得不使我们进一步考虑和更加细致地探讨黄土沉积过程中生物气候条件演变的特点及黄土的生成问题。

红色黄土中十数层古土壤层的存在说明了下更新统和中更新统期间,黄土的堆积并非始终如一的,而是有着周期性的间歇。因此,奥勃鲁切夫认为上新统-更新统期间,中国北方由于气候的变动而三次侵蚀期被三次黄土堆积期所替代的说法^[1]不得不重新加以考虑。因为即使在潮湿气候时期(侵蚀期)之间的黄土堆积期里的气候也有着数十次的周期性变动。只是在此期间,有关地壳的相对稳定而未引起周期性的侵蚀和下切而已(可能降水量亦较侵蚀期为小)。

在堆积黄土的时候,气候干燥,寒冷,仅有稀疏的荒漠草原型的植被和少数能忍受这种严酷气候环境的动物群,土壤及风化过程十分微弱,这些已如上叙。当气候转变得比较温暖和潮湿的时候,黄土物质的来源减少以至间歇下来。原来生长在海拔较高的山区的旱生森林逐渐向下推移,随着成土及风化作用的增强而在原来堆积的黄土物质上留下了褐土型的土壤层。钙质的移动和在底土的沉积说明当时的气候仍然比较干旱(但较黄土堆积时潮湿得多),而土层的黏化现象又往往与季节性的干湿交替有关。此时地表流水也开始活动,其主要水系和现代大致相符^[10,13],但集中下切不明显。以后,当气候又趋干冷,生物大量死亡,黄土又开始了快速堆积。在整个红色黄土堆积的时期里,随着气候周期性的变动,极为干旱寒冷的荒漠草原景观和比较温暖湿润的旱生森林景观也多次和往复地更替着,形成了厚达百余公尺,夹有十数层古土壤层的红色黄土,将原来的石质丘陵(包括三趾马红土)填平成为高原地形。

中更新统期间,红色黄土遭到强烈分割,红色黄土也就不是整合地覆盖在此丘陵地形之上。但厚度却小得很多,因气候周期性变动的次数大为减少,幅度也变窄,旱生森林景观已不复出现。

因此,认为我国北方在周口店时期和三门期间气候干热,马兰期气候干冷的看法是不够全面的。同样地,认为“三趾马红土沉积时期的干旱不很明显,且较温和;三门层比较很快地变冷,而黄土层则急剧变冷”^[1]的说法也不尽妥当。显然过去的这些看法是与把红色黄土误认为介于红土和黄土之间的浅红色土状物质有关的。

黄土层中埋藏的古土壤层说明了目前地面上的褐色土早在第四纪期间即有发育,目前吕梁山西坡土壤垂直带的结构正是第四纪期间周期性变更的延续。因为,我们有可能将目前垂直带的结构与第四纪期间变动的规律性结合起来,更清楚地了解目前自然景观带的演变由来与特征。