

萨拉乌苏地层研究新进展

苏志珠

董光荣

(山西大学黄土高原地理研究所, 太原 030006) (中国科学院兰州沙漠研究所, 兰州 730000)

提 要 从历史回顾、分歧焦点和新的进展三个方面, 评述和总结了我国北方重要的第四纪地质问题之一——萨拉乌苏地层研究所取得的成绩。

关键词 萨拉乌苏 第四纪 地层划分

自1923年法国人德日进、E. 桑志华建立萨拉乌苏组以来^[1~2], 萨拉乌苏河地区的第四纪地层研究至今已有半个多世纪了。在此期间, 围绕萨拉乌苏地层的划分、形成时代, 及其与马兰黄土的关系、与冰期气候对比等方面的重大问题, 学术界的争论一直很尖锐。近十余年来, 该区第四纪地层划分、考古、古人类、古生物和古气候等方面取得了令人可喜的成果和突破性进展^[3~7], 加之近年来第四纪地质研究的不断深入和第四纪沉积物测年技术的发展与应用, 该区地层的研究由以前岩性地层对比阶段进入有年代标尺的崭新阶段^{*}。本文将概述萨拉乌苏地层研究的历史及其主要进展。

1 历史回顾

萨拉乌苏地层研究可上溯到上世纪末。1892~1894年, 俄国著名地质地理学家 B. A. 奥勃鲁契夫对萨拉乌苏河两岸地层进行了考察和描述^[8]。从此揭开了萨拉乌苏地层研究的序幕。

1922~1923年, P. 德日进和 E. 桑志华等人在今内蒙古萨拉乌苏河地区考察时, 将盛产脊椎动物化石和石器的河湖相沉积命名为与马兰黄土同期的萨拉乌苏组(原称萨拉乌苏系, 1956年改成现名)。在我国1956年出版的《中国区域地层表》(草案)中被正式采纳。自此以后, 萨拉乌苏组便成为我国北方特别是华北地区晚更新世河湖相标准地层而盛名于国内外。

随着我国学者在萨拉乌苏河发现似乎具有更多现代人性质的河套人新材料^[9~10]及在广大黄土地区的马兰黄土之下发现许多与萨拉乌苏组相当的河湖相沉积^[11], 对早期研究者在萨拉乌苏地层划分与形成时代问题上感到有重新探讨之必要。从本世纪50年代中后期到现在, 国内外不少学者从不同角度对其进行了研究。从而使萨拉乌苏地层的研究进入了新的发展阶段。

* 苏志珠等, 萨拉乌苏地层年代学研究, 1993年。

2 分歧焦点

虽然大多数学者一致认为萨拉乌苏组地层是晚更新世的一套河湖相沉积。但迄今为止对萨拉乌苏组的形成时代、与马兰黄土的关系以及与冰期气候对比方面还存在着不同程度的意见分歧(表1)。现就目前萨拉乌苏地层研究中存在的分歧进行必要的讨论。

表1 萨拉乌苏河地区地层沉积相划分与时代对比

刘东生等 1962			袁宝印 1978			
黄土高原区	河谷地区	时代	地层	萨拉地区	黄土区	时代
全新世黄土或黑垆土	主要是次生黄土	Q ₄	大沟湾组	次生黄土湖沼相		Q ₄
马兰黄土	马兰黄土	Q ₃	萨拉乌苏组上部	河流相细砂为主	马兰黄土	Q ₃
			萨拉乌苏组下部	湖相粘土粉沙为主		
马兰-离石剥蚀面(湿润期)	萨拉乌苏组(马兰砾石层)				丁村组	Q ₃
离石黄土	离石黄土	Q ₂				Q ₂
董光荣等 1983			郑洪汉 1989			
地层	萨拉乌苏河流域	东南黄土丘陵区	时代	萨拉乌苏河地区	地层	
滴哨湾组	现代沙丘, 次生黄土 淡黑垆土	固定沙丘, 现代沙丘 或黄土黑垆土	Q ₃	现代风成沙 沼泽堆积	大沟湾组	
大沟湾组	湖沼相沉积	湖沼相或黑垆土	Q ₁₋₂			
城川组	上部细砂沉积(风成为主)	上马兰黄土及夹砂层	Q ₃₋₃	冲积		
	中部湖沼相沉积	剥蚀或古土壤	Q ₃₋₂	牛轭湖、沼泽		
	下部细砂相沉积(风成为主)	下马兰黄土及夹沙层	Q ₃₋₁	冲积 牛轭湖堆积冲积		
萨拉乌苏组	灰绿、灰黑黄棕色 粉砂、亚粘土与灰黄色 细砂、粉细砂互层组 成(河湖相为主)	剥蚀面或河湖 相沉积或褐色土 型古土壤S1	Q ₃	湖积 冲积		萨拉乌苏组
老黄土	以风成为主的 黄土及夹砂层为主偶见 冲坡积成分	黄土、风成沙、 褐色土型古土 壤互层	Q ₂			

2.1 沉积相成因类型的分歧

主要表现在对萨拉乌苏组地层(袁宝印称萨拉乌苏组下部)上覆的细砂层(董光荣等命名为城川组)存在风成沙相^[7]与河流相^[6,12]两种观点。城川组的粒度组成是以细砂(占66%~78.5%)和微砂(占13%~25%)为主*,中粗砂或粘粒含量少(10%左右)。平均粒径 M_z 为2.65~2.96 ϕ 中,标准偏差 δ_i 为0.49~0.8,偏态属近对称或正偏。与区内现代地表风成沙总含沙量(60.29%~97.73%)以及细砂(47.84%~90.60%)和微砂(6.38%~21.45%)含量极其相似,说明城川组砂质沉积是风成产物。在粒度概率曲线图上(图1),城川组沙质沉积物粒配曲线由推移和两次跳跃组分——三段式构成。跳跃组分落在2.3~4 ϕ 区间,含量高达90%以上,分异点为2~2.5 ϕ ,线段斜率陡直为75°~85°;推移组分含量在10%以下。这一曲线特征与现代风成沙的粒配曲线极其相似,显示出风选好的风成特征。两组跳跃组分的存在可能与双风向作用有关,即本区冬季西北风盛行,夏季则以东南风为主。

扫描电镜观察城川组石英砂表面微结构特征,表现为具有代表风成环境的碟形坑、麻坑

* 苏志珠硕士毕业论文,粒级和参数采用FOLK标准.1992。

以及由细砂的撞击作用、磨蚀作用形成的麻点和不规则凹坑,毛玻璃化状态。有的石英砂呈次棱角状到次圆状,且砂粒表面还具有贝壳状断口,反映风沙搬运距离较近,仍保留了前期

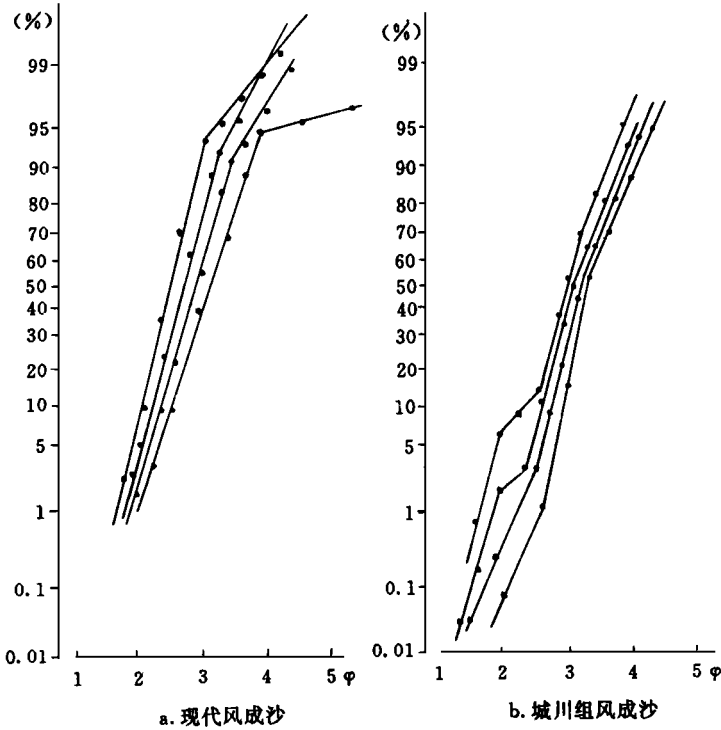


图1 城川组风成沙与现代地表风成沙粒度概率曲线图
Fig. 1 The probability curves of granularity of paleo-aeolian sand and modern aeolian sand in Chengchuan Formation

沉积的某些特征。化学作用的溶蚀坑、粒状和片状 SiO_2 沉淀等都很发育,反映出城川组石英砂颗粒表面具有高能风成环境的沙漠沙特征。

此外,对萨拉乌苏河沿岸马兰黄土、夹沙层和城川组沉积物用道格拉斯等人 Q_1 、 M_d 、 Q_3 指数图分析也表明^[7],城川组与马兰黄土是同期风力作用下的沙相和黄土相沉积。可见,城川组沙质沉积是风力作用的产物而不是冲积的河流相沉积。对盛产河套人化石和脊椎动物化石的萨拉乌苏组地层是一致公认的河湖相沉积。

2.2 萨拉乌苏组形成时代的分歧

关于萨拉乌苏组时代归属问题争议最大。李保生等^[7]对萨拉乌苏河流域的第四纪地层进行了反复剖视,依据岩石地层学及地质-气候单位的对比,将原来所谓的“萨拉乌苏组”上部单独划分出来,命名为城川组,而将真正的萨拉乌苏组仅限制在原来“萨拉乌苏组”下部地层范围内。推测萨拉乌苏组的形成时代为晚更新世前期,约0.10~0.07 Ma B. P.;上覆的城川组沙质沉积形成时代为晚更新世晚期,约0.07~0.01 Ma B. P.。

袁宝印^[6]依据大量地层调查和环境指标的对比分析,指出以湖相为主的萨拉乌苏组下部形成时代为晚更新世中期,以河相为主的萨拉乌苏组上部形成时代为晚更新世晚期。二者

与黄土区马兰黄土为同期异相关系, 而同马兰黄土底砾层相当的晚更新世早期沉积以“丁村组”为代表, 在本区尚未出露。与此同时, 原思训等^[3]对距河面以上10m处河套人与萨拉乌苏动物群的层位测得铀子系法(^{230}Th)年龄为 $(49500 \pm 2200) \text{ a B. P.}$, 据此认为萨拉乌苏组的形成时代不早于晚更新世中期。祁国琴^[6]和周昆叔等^[4]也分别从古脊椎动物化石和孢粉组合方面提出了类似看法。

黎兴国等^[5]对萨拉乌苏组中的河套人化石和旧石器文化遗物(包括炭屑、烧骨)测得 ^{14}C 年龄为 $(35340 \pm 1900) \text{ a B. P.}$, 认为萨拉乌苏组的形成时代为晚更新世晚期。另外, 郑洪汉^[2]在萨拉乌苏河距地面深44.8m的位置(萨拉乌苏组中下部)用热释光测得 $(0.173 \pm 0.014) \text{ Ma B. P.}$ 的年龄数据。但无论如何, 这一数据难以得到脊椎动物群时代的支持, 作者认为过于偏老。

经笔者于1990~1992年期间再次实地考察和层位取样, 并采用 ^{14}C 和TL进行了绝对年龄测定。基本结果是: 中更新统风成砂TL测年为 $(0.216 \pm 0.022) \text{ Ma B. P.}$ 。萨拉乌苏组偏下部(距河床约4m)TL测年为 $(124940 \pm 15840) \text{ a B. P.}$, 推测底界年龄还会更老, 萨拉乌苏组顶部TL测年为 $(70900 \pm 6200) \text{ a B. P.}$, 这一数据也可视为城川组风成沙堆积的起始年龄。城川组中部的湖沼相沉积, 经 ^{14}C 测年获得 $(27940 \pm 600) \text{ a B. P.}$ 、 $(28170 \pm 1080) \text{ a B. P.}$ 和 $(30240 \pm 1280) \text{ a B. P.}$ 三个相近数据。大沟湾组底部的 ^{14}C 和TL年龄分别为 $(9500 \pm 100) \text{ a B. P.}$ 、 $(9600 \pm 160) \text{ a B. P.}$ 和 $(9700 \pm 120) \text{ a B. P.}$, 几乎完全一致; 中部的两个 ^{14}C 年龄为 $(5070 \pm 75) \text{ a B. P.}$ 和 $(4700 \pm 100) \text{ a B. P.}$; 顶部的 ^{14}C 测年为 $(3800 \pm 100) \text{ a B. P.}$ 。滴哨沟湾组砂质古土壤的 ^{14}C 年龄为 $(2300 \pm 90) \text{ a B. P.}$ 。这样, 以滴哨沟湾剖面为代表的萨拉乌苏河湖相——风成砂序列基本记录了末次冰期旋回以来该区气候环境的变迁史。与深海沉积记录对比, 可将萨拉乌苏组放在氧同位素第5阶段, 而底部年龄为 $(0.216 \pm 0.022) \text{ Ma B. P.}$ 的风成砂堆积则是倒数第二次冰期干冷气候所致。至此, 长期争论不休的萨拉乌苏组地层形成时代问题得以解决。

2.3 马兰黄土与萨拉乌苏组关系的分歧

主要表现为对马兰黄土与萨拉乌苏组的关系一直感到“迷惑不解”^[6], 并存在“同期相变”^[6, 8, 12, 16]与“异期异相”^[7, 11]两种观点。造成这种分歧的主要原因是长期没有找到马兰黄土与萨拉乌苏组地层直接接触的剖面, 同时对不含马兰黄土的河湖沉积, 即传统的萨拉乌苏组地层未能确切划分。对该区地层进行全面考察和反复对比后, 按地层岩性岩相特征及其层位接触关系可分成两种类型: ①马兰黄土与萨拉乌苏组直接接触的地层; ②富含沙质沉积物的城川组与萨拉乌苏组直接接触的地层。这后一类地层组合就是传统上所称的萨拉乌苏组, 对其沉积相单元的进一步划分, 将袁宝印命名的萨拉乌苏组上部区分为与萨拉乌苏组下部河湖相沉积根本有别的一套风成沙堆积, 并更名为城川组^[7], 且视为与马兰黄土是同期产物, 把真正的萨拉乌苏组地层仅限于下部厚约40m不等的河湖相堆积。马兰黄土或城川组与萨拉乌苏组地层这种组合关系, 因所在地理位置和地貌部位不同可在横向上发生变化, 但上下叠覆关系始终保持不变。这样, 我们实质上已从地层上下接触关系和粒度分析、电镜扫描结果阐明了马兰黄土、城川组与萨拉乌苏组地层是上下叠覆关系。为深入揭示这种关系, 现以脊椎动物化石资料予以佐证。

比较本区脊椎动物在萨拉乌苏组和城川组中的变化时, 发现除生物种类和数量上的差异外, 已绝灭动物中喜暖湿的王氏水牛、诺氏象、河套大角鹿等只出现在萨拉乌苏组中, 城川组中已不复存在。同时, 萨拉乌苏组中动物群主要以栖息于暖湿的森林或森林草原环境的

虎、野猪、马鹿、肿骨鹿、诺氏象为主,而城川组中是以生活于干旱草原环境下的啮齿类和有蹄类以及近水域荒漠环境的各种鸟类为主^[7],与东南黄土丘陵区马兰黄土中动物群极其相似。这充分说明城川组、马兰黄土与萨拉乌苏组是上下叠覆关系,而非同期相变关系。结合测年资料,地层的这种上下关系更为明确了,同时把萨拉乌苏组放在深海氧同位素第5阶段是合理的,与丁村动物群相比,时代仍较晚些。

综上所述,马兰黄土、城川组与萨拉乌苏组地层是上下叠覆的异期异相关系;城川组沙质沉积与马兰黄土则是同期风力作用下的孪生沉积。

3 新的进展

近十余年来,围绕萨拉乌苏地层的形成时代及所反映的古气候、古环境方面取得了显著进展,主要表现在下列几个方面(表2)。

3.1 地层沉积相的划分和沉积序列的建立

依据沉积相特征和层位对比,将传统的萨拉乌苏组地层实质上划分为地质界线清楚、层位稳定、时代和成因类型不同的五组地层组合。在内蒙古乌审旗滴哨沟湾附近地层出露良好,自下而上依次为:①中更新统老黄土与风成沙(Q_2);②上更新统下部萨拉乌苏组(Q_3^1),由河湖相的灰黄、灰绿等色的粉沙质细砂、粘土质粉砂、亚粘土互层组成,盛产脊椎动物化石和旧石器;③上更新统上部城川组(Q_3^2),由棕黄色的风成细砂和中部夹1~2层湖沼相组成;④全新统中下部大沟湾组($Q_4^1 \sim Q_4^2$),由湖沼相的灰绿色至黄绿色粉砂、粘土和细砂组成;⑤全新统上部滴哨沟湾组(Q_4^3),由风成细砂、沙质黑垆土、冲积黄土和现代风成沙组成。并按地层的这种组合关系及所处地貌部位,将该区地层分布特征概述为:①纵向上风成沙、黄土、古土壤、河湖相或湖沼相沉积交互叠覆;②横向上风成沙与黄土、河湖相或湖沼相与古土壤处于同一层位,相互过渡,彼此对应。

3.2 萨拉乌苏地层年代序列的建立

在地层沉积相划分和层位对比基础上,采用绝对年代的控制,并结合近年来黄土-古土壤序列的研究,初步建立了可与黄土、深海沉积记录和冰期气候对比的萨拉乌苏地层年代序列。萨拉乌苏组约形成于0.14~0.07Ma B.P.的末次间冰期,大致与深海氧同位素第5阶段对应,与黄土高原古土壤S₁发育同期;城川组约形成于70000~10000 a B.P.的末次冰期,相当于深海氧同位素第2~4阶段,与马兰黄土对应;其间约在30000~28000 a B.P.前后气候转温湿发育了城川组中部1~2层湖沼相沉积,与马兰黄土中弱发育的古土壤对应。进入全新世气候转暖湿,发育了湖沼相或古土壤的大沟湾组,约形成于(9700±1200~3800±100) a B.P.间,和黄土区古土壤S₀发育同期。约距今3800±100a至现代,形成以次生黄土和风沙为主的滴哨沟湾组。至此,萨拉乌苏地层研究由以前岩性地层对比阶段进入有年代标尺的阶段。

3.3 萨拉乌苏组与马兰黄土的关系

对长期困扰中国地学界多年的这一悬案,早在本世纪60年代,我国著名地质学家刘东生等,根据我国黄土区的大量调查资料多次指出,黄土相与河湖相沉积不是‘同期相变’而是上下叠覆关系,其中尤以上更新统马兰黄土与萨拉乌苏组地层的关系更为明显^[11]。近年来根据层位对比和地层中环境指标的综合分析,特别是绝对年代的测定进一步证实了马兰黄土、城川组与萨拉乌苏组是上下叠覆关系,城川组与马兰黄土则是末次冰期风营力作用下的沙相和黄土相堆积,即同期异相沉积。

3.4 末次间冰期以来萨拉乌苏河地区的气候与环境变化过程

根据该区地层沉积相、粒度、孢粉、脊椎动物化石、地球化学元素、碳酸钙、粘土矿物、古冰缘现象等地质记录的对比分析^[6~7, 18~21], 复原了该区末次间冰期以来的气候与环境演化过程。河湖相堆积的萨拉乌苏组为暖湿的森林草原环境; 马兰黄土和城川组的上下部分别为干冷多风的干草原或荒漠草原环境; 马兰黄土中的剥蚀面、黑垆土型古土壤及与之对应的城川组中部的湖沼相沉积是以松、云杉、冷杉针叶林为主的森林草原环境, 是末次冰期间冰段温凉偏湿气候的反映, 这一事实也可从距今20 000~30 000 a 间中国北方河谷或平原区花粉分析资料中得到佐证^[22]。

冰盛期的马兰黄土或风成沙堆积结束以后, 基本上进入了全新世(约10 000 a B. P. 到现在), 即冰后期气候回暖期。这时发育的湖沼相沉积——大沟湾底部TL测年和¹⁴C测年分别为(9 700 ± 1 200) a B. P. 和(9 600 ± 160) a B. P.、(9 500 ± 100) a B. P., 就目前掌握的测年资料来看, 全新世底界从未超过10 000年。说明全球气候转入冰后期直到(9 700 ± 1 200) a B. P. 才对本区产生明显影响, 约比黄土高原11 000 a B. P. 前开始发育古土壤 S_0 ^[23]的时间晚1 000多年。该区的古土壤或湖沼相沉积主要发育于气候最佳期, 最晚结束于约(2 300 ± 90) a B. P. 左右, 而后气候渐趋干旱接近现代气候条件。

3.5 该区气候环境变迁的原因及其与全球气候变化的关系

末次冰期旋回以来该区气候与环境演化过程, 同我国和北半球末次间冰期以来的各个气候阶段以及由此引起的海水进退期基本同步^[24, 25], 表明本区的气候变化主要是由冰期气候波动引起的, 同时也与本区所处的大气环流位置有关。特别是与晚第三纪以来喜马拉雅山脉上升^[26]和青藏高原隆起^[27]导致的大气环流日益加剧有关, 使得该区气候变化愈加趋于干冷。并依据全球冰期气候波动理论和萨拉乌苏地层的气候环境代用指标所揭示的古气候变化规律, 认为萨拉乌苏河地区气候与环境变迁的主要原因是受全球冰期气候波动的影响, 通过冬夏季风强弱的变化所导致的水平生物气候带的南北摆动实现的。

参 考 文 献

- 1 Teilhard de Chardin P and Licent E. On the discovery of a palaeolithic in North China. Bull. Geol. Soc. China, 1924, 3(1): 45~50.
- 2 P. 德日进, 等. 陕西北部黄土地带与河套东南之理想剖面. 中国地质学会志, 1924, 3(1).
- 3 贾兰波. 河套人. 龙门联合书局, 1951. 18~27.
- 4 裴文中, 李有恒. 萨拉乌苏河系的初步探讨. 古脊椎动物与古人类, 1964, 8(2): 99~118.
- 5 祁国琴. 内蒙古萨拉乌苏河流域第四纪哺乳动物化石. 古脊椎动物与古人类, 1975, 13(4): 239~249.
- 6 袁宝印. 萨拉乌苏组的沉积环境及地层划分问题. 地质科学, 1978, (3): 220~224.
- 7 李何生, 董光荣, 高尚玉, 等. 鄂尔多斯萨拉乌苏河地区马兰黄土与萨拉乌苏组的关系及地质时代问题. 地质学报, 1987, 61(3): 218~230.
- 8 奥勃鲁契夫 B A. 华北黄土. 见: 砂与黄土问题. 乐铸, 刘东生译. 北京: 科学出版社, 1958. 205~251.
- 9 吴汝康. 河套人类顶骨和股骨化石. 古脊椎动物与古人类, 1958, 2(4): 208~212.
- 10 董光荣, 高尚玉, 李保生. 河套人化石的新发现. 科学通报, 1981, 26(19): 1192~1194.
- 11 刘东生, 王克鲁. 中国北方第四纪地层的某些问题. 见: 第四纪地质问题. 北京: 科学出版社, 1964. 65~76.
- 12 郑洪汉. 中国北方晚更新世河湖相地层与风积黄土. 地球化学, 1989, (4): 343~351.
- 13 原思训, 陈铁梅, 高世君. 用铀子系法测定河套人和萨拉乌苏文化的年代. 人类学学报, 1983, 2(1): 90~94.
- 14 周昆叔, 黎兴国, 邵亚军. 内蒙古萨拉乌苏河流域冰缘期划分及其意义. 见: 史前地震与第四纪地质文集. 西安: 陕西科学技术出版社, 1982. 149~153.
- 15 黎兴国, 刘光联, 许国英, 等. 河套人及萨拉乌苏文化的年代. 见: 第一次全国¹⁴C学术会议文集. 北京: 科学出版社,

1984. 141 ~ 143.

16 凯西 AC. 中国黄土的几个问题及其解决途径. 见: 干燥区与黄土区的地理问题. 北京: 科学出版社, 1958. 29 ~ 70.

17 谢俊义. 城川与柔远动物群——中国北方晚更新世后期近水沙相和近山黄土相动物群. 见: 中国西部第四纪冰川与环境. 北京: 科学出版社, 1991. 249 ~ 253.

18 邵亚军. 萨拉乌苏河地区晚更新世以来的孢粉组合及其反映的古植被与古气候. 中国沙漠, 1987, 7(2): 22 ~ 27.

19 高尚玉, 董光荣, 李保生, 等. 萨拉乌苏河第四纪地层中化学元素的迁移和聚集与古气候的关系. 地球化学, 1985, (3): 269 ~ 275.

20 卢小霞. 萨拉乌苏河地区粘土矿物组合分析与古气候的关系. 中国沙漠, 1985, 5(2): 27 ~ 35.

21 董光荣, 李保生, 高尚玉, 吴正. 鄂尔多斯高原晚更新世以来的古冰缘现象及其与风成沙和黄土的关系. 见: 中国科学院兰州沙漠所集刊. 北京: 科学出版社, 1986, (3): 63 ~ 81.

22 周昆叔. 华北区第四纪植被演替与气候变化. 地质科学, 1984, (2): 165 ~ 172.

23 刘东生, 等. 黄土与环境. 北京: 科学出版社, 1985. 81 ~ 99.

24 王靖泰, 汪品先. 中国东部晚更新世以来海平面升降与气候变化的关系. 地理学报, 1980, 35(4): 299 ~ 312.

25 耿秀山. 中国东部晚更新世以来的海水进退. 海洋学报, 1981, 3(1): 116 ~ 129.

26 赵希涛. 喜马拉雅山脉近期上升的探讨. 地质科学, 1975, (3): 241 ~ 252.

27 李吉钧, 文世宣, 张青松, 等. 青藏高原隆起的时代、幅度和形式的探讨. 中国科学, 1979, (6): 608 ~ 616.

RECENT PROGRESS IN THE STUDY ON SALAWUSU
STRATA IN NORTH CHINA

Su Zhizhu

(*Institute of Loess Plateau Geography, Shanxi University, Taiyuan 030006*)

Dong Guangrong

(*Institute of Desert Research, Academia Sinica, Lanzhou 730000*)

ABSTRACT

Salawusu River Area is one of the standard sections of Late Pleistocene Strata in north China. However, there are a lot of different views about the strata since the establishment of Salawusu Formation, especially in the aspects of sedimental facies, stratigraphic data and its climate significance. Here, the authors look back on the developing process of the study on Salawusu Strata, analyse the points in debate of some basic problems such as the sedimental facies, stratigraphic data, its climate significance and the formation causes of the climate environment, and discuss the achievements in the last decade in the studies on Quaternary geology and the recent progresses in the environmental evolution.

Key Words: Salawusu; Quaternary period; Stratigraphical division

(收稿日期: 1994- 09- 11, 改回日期: 1995- 05- 06)