

中仑昆山北坡黄土特征及其环境*

高 存 海

(中国科学院新疆地理研究所)

张 青 松

(中国科学院 国家计划委员会 地理研究所)

提 要: 根据野外调查和实验分析资料, 阐述和分析中仑昆山北坡黄土的形成时代、物质成分和结构及沉积条件, 认为黄土属晚第四纪风积物质, 现代黄土堆积持续进行, 物质主要来源于塔克拉玛沙漠。在干旱气候背景上, 7000—5000a.B.P.为明显相对湿润时期。

主题词: 黄土 晚第四纪 中仑昆山

昆仑山北坡黄土的研究历史较短。直到本世纪50年代末, 中国科学院新疆综合考察队初步揭示该区黄土的一般性状及其时空分布^[1-2]。调查结果表明: 该区黄土与黄土高原的黄土不同, 组分较粗, 属于砂黄土; 黄土物质主要来自塔克拉玛干沙漠, 属于风成堆积; 黄土形成于干旱环境, 起始时代可追溯到早更新世^[1]。

近年来, 中国学者对我国西部和昆仑山北坡的黄土又作了较深入的研究^[3-4]。结果进一步证实, 昆仑山北坡的黄土是风成的。它同塔克拉玛干沙漠南缘的沙丘是逐渐过渡的相变关系, 两者是同时异相的孪生地质体。黄土中古土壤不发育, 表明黄土堆积时期的气候波动较小, 是持续干旱环境下的产物。该地黄土底部的热释光年龄约为70ka.B.P., 表明其开始堆积的时代不晚于末次冰期^[4]。

1987—89年, 作者参加中国科学院青藏高原综合科学考察队在昆仑山—喀喇昆仑山考察过程中, 曾对新疆叶城—若羌以南昆仑山北坡的黄土作了系统的调查, 并在若干地点的黄土剖面进行观测和采样, 获得一些新资料。现将初步结果报道如下。

一、黄土地层的分布及形成时代

青藏高原北缘的昆仑山构成塔里木盆地和柴达木盆地南侧的天然屏障。中、西昆仑山的平

本文1990年12月20日收到, 1991年8月8日收到修改稿。

* 国家自然科学基金资助课题。

均海拔高度在4500m左右。山地与两盆地的相对高差达3000m以上。昆仑山北坡的垂直谱带明显。自上而下分别出现高寒荒漠带(>4200m)、山地草原带(4200—3000m)和荒漠带(<3000m)^[6]。该区黄土地层主要分布在4200—2800m的高度,与现代山地草原带的范围大体一致。其中分布在海拔3400—3700m的黄土厚度很大,为12—15m,由此高度向上依次减薄至2m左右。海拔3400m以下的黄土厚度变化较大,在有些地段厚度可超过20m。谷地中所见的黄土地层内,常含有砂砾层或砂层。海拔2800m以下,则以粗粒风砂堆积取代黄土沉积。海拔4200m以下的高山区,也有少量黄土分布。如地处西昆仑山腹地的阿什库勒盆地(海拔4700m)以及该盆地北侧的双羊达板(海拔5000m)均有黄土分布。但这些黄土是本地风化物质经过风力搬运就地堆积而成的^[6]。其性状和物质来源与昆仑山北坡的黄土完全不同。

昆仑山北坡黄土成带分布,宽度和厚度在地域上也各有差异(图1)。据调查,黄土带以和田地区最宽,可达50—60km,黄土层也最厚,一般可达20m。由此向西和向东,黄土带较窄(<30km),黄土最大厚度一般小于15m。这种地域差异可能同地形和低空气流的形势有关。新疆境内的昆仑山呈向南凸出的弧形,和田—于田恰好位于弧顶的内侧。西风气流进入塔里木盆地后,从西北和东北两个方向吹向昆仑山,和田地区便成为这股气流的汇流中心^[7]。该地区的年浮尘日数可达150—200天^[7]。据访问,该地的风尘天气主要出现在春、秋季。每年3月初至5月中旬以及9月—10月,几乎每天都有风尘天气。即使在7—8月间,笔者在考察时,也常遇风砂和尘暴天气,在露营的帐篷上积起厚厚的粉尘。

在宏观上,昆仑山北坡黄土与黄土高原黄土的区别是:除埋藏黄土外,土质比较疏松,垂直节理不甚发

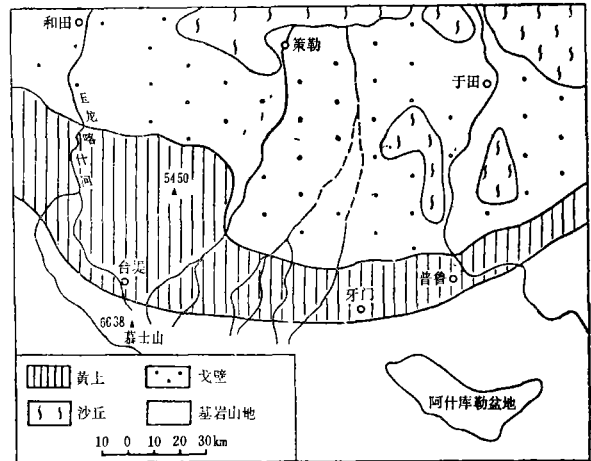


图1 和田至于田一带中昆仑山北坡的黄土分布
Distribution of loess on northern slope of Mid-Kunlun Mts. in the district between Hotian and Yutian

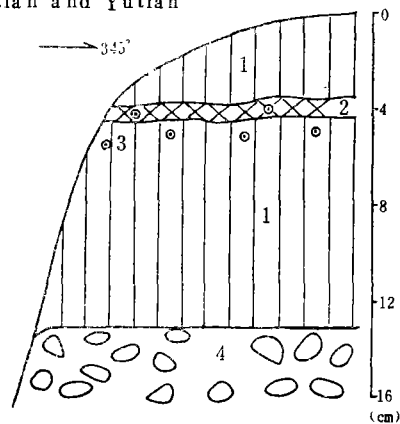


图3 策勒牙门古冰碛土覆黄土剖面(海拔3700m)
Loess section (3700m a.s.l.) on old morainic sediment at Yamen, Cele. County
1. loess 2. paleosol 3. fossil snail 4. moraine

育,直立性较差。厚度较大的黄土层(海拔3500—3700m),色调单一,呈浅灰黄色;而厚度较小的黄土层(3800m以上)则呈暗灰黄色和浅棕黄色。黄土中一般不具有明显的古土壤层,但在海拔3400—3900m的较厚黄土的中上部含有发育不良的薄层古土壤。古土壤呈深灰色或棕色,厚度一般只有0.5—1.0cm,有的可达5cm。在古土壤层内及其上下层位中,含有较多的蜗牛化石(图2)。黄土中无明显的 CaCO_3 淀积层。黄土组分从低海拔到高海拔有明显的差异,但总的来说,该地黄土颗粒较粗,故前人称之为砂黄土,以资区别于一般黄土。

关于该地黄土的形成时代,目前国内学者认识不一。周廷儒根据地层对比认为黄土最早形成于早更新世^[1],但缺乏测年资料。刘东生等^[8]根据天山托木尔峰地区的黄土资料,推测昆仑山北坡的原生风成黄土可能主要是晚更新世至全新世形成的。近年李保生等^[4]根据若干热释光测年数据以及地层对比,认为新疆于田县普鲁村以南黄土的形成时代不晚于末次冰期(距今7万年)。

新近获得的以下3个方面的证据支持刘东生和李保生等的见解。

1. ^{14}C 测年数据¹⁾

作者在和田县台提村和策勒县牙门村厚层黄土(图2)中分层采得古土壤和蜗牛化石样品,经对比测定,它们的 ^{14}C 年龄分别为:

- a. 距地表5—4m处的下层古土壤, $5338 \pm 132 \text{ a.B.P.}$
- b. 距地表1.5m左右处的上层古土壤, $2486 \pm 75 \text{ a.B.P.}$
- c. 下层古土壤附近的蜗牛化石, $7080 \pm 73 \text{ a.B.P.}$ 和 $6610 \pm 74 \text{ a.B.P.}$

尽管蜗牛化石和古土壤的 ^{14}C 年龄之间存在一些差异,但总的来说,可以认为该地区剖面上部厚5—4m的黄土是最近5000—7000年堆积的,沉积速率大约变化在 $0.6\text{--}0.8\text{mm a}^{-1}$ 之间。若按此速率外推,那么,研究剖面所在高度(3400—3700m)上厚度为12—15m的黄土地层的形成时间大约为2万年。

2. 古地磁测量

我们在策勒县牙门村覆于古冰碛之上的一黄土剖面(海拔约3700m)进行了古地磁加密采样。黄土厚度为13m(见图2),采样79块,样距为0.15m左右。古地磁测试结果表明²⁾所有样品均为正极性,没有出现距今2—3万年的拉尚极性漂移事件。由此说明,该地厚为13m左右的黄土形成年代不超过2万年。

3. 热释光测年

于田县普鲁村以南约为15km的克里亚河西岸第5级阶地砾石层中有两层玄武岩夹层。周廷儒在50年代调查时,根据地层对比,将该阶地砾石层的时代定为中更新世^[1]。最近刘嘉麒用k-Ar法测得该玄武岩的年龄为123万年^[8]。由于在该阶地上覆盖厚层砂黄土,玄武岩的年代对确定黄土时代的下限有重要意义。为此,作者分别在上、下两层玄武岩的底部采

1) ^{14}C 年龄由中国科学院地理所、新疆地理所 ^{14}C 实验室测定。

2) 由中国科学院地球物理研究所朱湘元完成。

表 1 中昆仑山北坡黄土机械分析
Mechanical analysis of loess on northern slope of Mid-Kunlun Mts.

样 号	海拔 (m)	粒 度 成 分 (%)							平均值 mm	分选 系数
		>0.25 mm	0.25-0.1 mm	0.1-0.05 mm	0.05-0.01 mm	0.01-0.005 mm	0.005-0.001 mm	>0.001 mm		
KL7003	3700		1.739	28.181	52.434	6.427	4.527	6.692	0.027	2.08
KL7005	3700		0.948	28.690	51.979	6.025	6.456	5.902	0.026	2.25
KL7006	3700		0.614	30.922	52.701	5.675	3.434	6.654	0.030	2.07
KL7007	3700		2.060	33.650	49.296	5.103	3.322	6.569	0.032	2.12
KL7009	3700		0.984	30.420	50.755	6.037	5.056	6.748	0.028	2.11
KL7029	3400		1.773	36.375	45.103	5.675	4.779	6.295	0.033	2.18
KL7030	3400		0.612	32.214	48.725	6.636	5.645	6.168	0.028	2.17
KL6002	4100	0.804	1.481	22.326	56.458	6.665	5.827	6.439	0.024	2.04
KL6006	3900		0.520	25.244	56.275	5.980	5.545	6.436	0.025	2.04
KL6008	3900		1.196	29.296	51.584	5.918	3.748	8.258	0.027	2.30
KL6010	3900		6.057	31.725	49.689	3.912	2.752	5.865	0.033	2.10
KL6013	3900		0.960	30.025	51.112	4.717	5.404	7.752	0.0275	2.14
KL6016	3300		2.133	54.840	35.044	1.990	0.728	5.265	0.054	1.85
KL6017	3300		4.425	74.294	15.589	0.533	1.065	4.094	0.066	1.25
KL6018	3300		0.520	22.994	58.023	6.414	5.762	6.287	0.024	2.00
KL6020	3300		0.691	31.305	49.775	5.836	4.788	7.605	0.028	2.15
KL6023	3030	5.656	4.666	52.505	27.257	1.880	2.523	5.513	0.059	1.83
KL6025	1800		2.635	37.248	34.220	6.367	12.985	6.545	0.031	2.35
KS7001	大气 降尘		0.802	19.920	62.382	5.556	4.091	7.249	0.026	2.04

集烘烤砂样，两次用热释光方法测定¹⁾，获得上、下烘烤层的年代分别为 $200 \pm 14 \text{ ka}$ 和 $575 \pm 42 \text{ ka, B.P.}$ 。这一结果与该地区第四纪地层资料一致。因此，作者相信，昆仑山北坡黄土的起始堆积年代应晚于距今20万年。而大面积黄土堆积的时代主要在最近2万年。

文启忠等最近也对昆仑山北坡的黄土作了测年工作^[9]。结果表明，绝大多数样品的热

1) 由中国科学院西安黄土与第四纪地质研究室张景昭测试。

表 2 中昆仑山北坡黄土重矿物组成分析 (%)

Heavy mineral analysis of loess on northern slope of Mid-kunlun Mts. (%)

样 号	海拔	不稳定矿物	较稳定矿物	稳定矿物	极稳定矿物	岩屑及其他	合 计
KL7003	3700	51.00	29.66	10.56	3.26	5.53	100.01
KL7005	3700	56.59	22.76	9.88	3.60	7.19	100.02
KL7006	3700	51.28	28.60	10.56	3.61	5.92	99.97
KL7007	3700	57.06	22.21	10.09	3.46	7.21	100.03
KL7009	3700	48.99	33.66	8.90	2.72	5.70	99.97
KL7029	3400	50.65	30.54	9.12	2.60	6.85	99.76
KL7030	3400	56.86	22.57	10.00	4.09	6.29	100.01
KL6002	4100	50.27	27.28	13.24	2.97	6.21	99.97
KL6006	3900	52.67	27.02	9.35	3.75	7.22	100.01
KL6008	3900	52.83	24.60	10.04	4.64	7.31	100.02
KL6010	3900	56.24	22.91	9.28	5.22	6.38	100.03
KL6013	3900	54.34	22.03	12.11	3.72	7.76	99.96
KL6016	3300	47.25	31.99	9.51	3.76	7.49	100.00
KL6018	3300	54.89	29.75	8.54	3.02	3.85	99.96
KL6020	3300	53.19	25.39	11.49	2.66	6.41	99.98
KL6025	1800	45.08	29.86	10.14	6.28	8.66	100.02
KS7001	*	56.39	22.13	9.84	4.30	7.38	99.95

* 大气降尘, 采自昆仑山北坡海拔3400m处。

不稳定矿物包括紫苏辉石、顽火辉石、普通辉石、普通角闪石、钠闪石、兰闪石、黑云母。

较稳定矿物有透辉石、阳起石、透闪石、绿帘石、黝帘石、斜黝帘石、帘帘石、绿泥石、硅灰石、矽线石、磷灰石、石榴石、白云母。

稳定矿物包括不透明矿物、榍石、兰晶石。

极稳定矿物有斜锆石、锆石、金红石、电气石、锐钛矿、红柱石、板钛矿、独居石、十字石等。

释光年龄集中在18ka—8kaB.P.。刘东生等认为柴达木盆地周边山地的黄土主要是末次冰期以来形成的, 它与该区的成盐阶段(21—13ka)相一致, 同是干旱气候的产物^[8]。

二、黄土组分与结构

粒度 40余个样品的粒度分析(表1)表明: 该区黄土主要由粗粉砂(0.05—0.01mm)

和极细砂 (0.1—0.05mm) 组成, 含量分别占40—57%和20—50%。粒径小于0.005mm的粘粒的含量变化在6.5—14.5%之间。部分地点由于存在水介质作用或基岩风化物的混入, 某些样品含较多的细砂, 如表1中采自阶地的KL6016和KL6017及基岩丘陵上的KL6023样品。与黄土高原的黄土相比^[10], 昆仑山北坡黄土的粒度较粗, 称为粗黄土。

碎屑矿物 近40个样品的分析结果表明: 0.25—0.01mm粒级的碎屑矿物约有40种, 其中以石英、长石和碳酸盐占优势。比重大于2.90的重矿物计有30余种, 以黑云母(22.99—32.67%)、普通角闪石(13.87—27.75%), 不明透矿物(7.59—12.70%)和绿帘石(4.68—11.39%)为主(表2)。重矿物中不稳定矿物含量达45.08—57.71%, 较稳定矿物为20.39—33.66%, 稳定和极稳定矿物分别为8.38—13.24%和2.60—6.28%, 同其它地区黄土的差别比较显著^[8, 4-10], 这反映了黄土沉积时期不同的气候环境。

粘土矿物 x光粉晶衍射及透射电镜对若干黄土样品的观察表明, 小于0.002mm粘粒以水云母为主, 并有较少的绿泥石及少量蒙脱石和高岭石矿物。

化学成分 黄土化学成分相似, 以SiO₂(51.09—59.54%)、Al₂O₃(10.21—13.39%)、CaO(10.54—14.74%)为主(表3), 与洛川黄土相比^[8, 10], 本区黄土中的CaO含量较高。

表3 中昆仑山北坡黄土的主要化学成分(%)

Main chemical composition of loess on northern slope of Mid-Kunlun Mts. (%)

样号	海拔 (m)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO
KL6002	4100	55.83	10.83	10.54	4.10	2.94	2.37	1.85	1.39	0.49	0.20
KL6006	3900	56.88	10.40	11.11	3.98	2.97	2.68	1.80	1.38	0.52	0.19
KL6008	3900	57.27	10.84	11.20	4.25	3.14	2.33	1.81	1.12	0.55	0.20
KL6010	3900	57.11	11.59	12.72	4.38	3.33	2.48	2.02	1.52	0.61	0.22
KL6013	3900	55.49	10.85	11.63	4.18	3.18	2.47	2.51	1.38	0.57	0.20
KL6018	3300	55.50	11.53	12.94	4.24	3.38	2.85	3.72	1.48	0.59	0.21
KL6020	3300	51.09	11.18	12.26	4.28	3.35	2.45	1.96	1.46	0.64	0.21
KL6025	1800	51.10	9.83	14.74	3.94	3.44	2.17	2.45	1.13	0.67	0.21
KL7003	3700	58.18	10.70	10.56	4.00	3.00	2.32	1.88	1.47	0.54	0.20
KL7005	3700	59.54	12.37	10.58	4.57	3.32	2.68	2.15	1.68	0.62	0.23
KL7006	3700	59.04	11.66	10.54	4.09	3.05	2.40	1.97	1.50	0.57	0.21
KL7007	3700	59.02	11.61	10.60	4.29	3.18	2.51	2.06	1.56	0.62	0.22
KL7009	3700	58.28	10.74	10.54	3.96	3.01	2.31	1.88	1.45	0.57	0.20
KL7029	3400	57.92	13.39	14.47	4.85	3.78	2.51	2.10	1.76	0.71	0.24
KL7030	3400	57.16	10.21	10.89	3.74	2.87	2.24	0.80	1.37	0.55	0.19

碳酸盐及pH值 黄土中 CaCO_3 含量为16.28—21.00%，但黄土古土壤的 CaCO_3 含量略低，为15.77—19.93%，说明在古土壤生成期间出现弱淋溶作用。pH值变化范围为8.6—9.2，高于其它地区的马兰黄土及全新世黄土^[8, 10]，表明昆仑山北坡黄土是在更干旱的气候环境下形成的。

微结构 薄片观察表明，黄土骨架颗粒以次棱角状为主，含丰富碳酸盐颗粒，许多是有一定磨圆的原生碳酸盐。孔隙中常见石膏和次生方解石。古土壤中有条带状褐色有机质，植物残体结构仍清晰可见。扫描电镜下石英颗粒以不规则状为主，具有贝壳状、阶状断口及 SiO_2 次生淀积、溶蚀等结构。胶结物以 CaCO_3 为主，呈分散状及凝聚体，未见明显移动的光性方位粘土^[6]，胶结方式以点状胶结为主，含丰富粒间孔隙和大孔隙，微结构主要为支架大孔结构。

三、黄土沉积环境

已有的研究结果和本文提供的资料均说明，黄土是干寒环境的产物^[1, 8, 4, 6, 10]。昆仑山北坡黄土形成时期的气候甚至比陕西洛川更干旱^[11]。然而，在目前气候并不十分寒冷但极端干旱的昆仑山北坡的草原带，黄土沉积作用依然十分强烈。1988年6月，作者在和田、策勒考察期间，曾在牙门村露营的帐篷上（海拔3400m）采集了大气降尘样品。经分析，大气降尘主要是粗粉砂和极细砂（表1）。重矿物以黑云母、普通角闪石、不透明矿物和绿帘石占优势（表2），与该地黄土的矿物组成非常相似。塔里木盆地南缘沙丘砂的重矿物组分也显示了这种相似性（表4）。由此表明，昆仑山北坡的黄土物质主要来源于塔克拉玛干沙漠。如前所述，由于受地形和气流的影响，和田、策勒地区的年浮尘日数可超过100天。粉尘物质在上升气流的作用下可被搬运到海拔4000m以上的高空，并且在昆仑山北坡受阻而大量沉积，形成现代黄土。由于该地黄土的沉积速率比较高，使土壤在弱淋溶过程中产生较强的补偿作用，因而在土壤层中缺乏明显的 CaCO_3 淀积层。这种现象不仅存在于黄土古土壤中，而且也反映在黄土为母质的现代草原土壤中（表5）。

昆仑山北坡黄土中的孢粉以灌木和草本植物为主¹⁾，其中麻黄、藜科、蒿及禾本科植物约占孢粉总量的70—80%。这一孢粉组合代表典型的干旱草原植被。位于山地草原带内黄土表土的孢粉组合同样以麻黄、藜科、蒿及禾本科植物为主，说明该地黄土的沉积环境同现代生物气候条件相似。黄土的碳酸盐含量、pH值、重矿物和粘土矿物的组合特征均反映出该地黄土是在弱成土环境下形成的。黄土中原生碳酸盐颗粒较多则表明堆积区与物源区均非常干旱。因此，我们赞同该地黄土是塔里木盆地南缘沙丘的同期异地相地质体的意见^[4]，并且认为，黄土的形成与青藏高原的隆起过程和塔克拉玛干沙漠的扩张密切相关。

过去的研究结果说明，青藏高原的强烈上升始于上新世末—更新世初，并且诱发了西南季风^[11]。直到更新世早、中期，喜马拉雅山和青藏高原尚未严重阻挡西南季风气流的北

1) 中国科学院新疆地理所孢粉实验室许英勤、阎顺分析。

表 4 喀什、和田绿洲沙丘砂重矿分析 (%)

Heavy mineral analysis of sands of sand dunes in oases from kashgar to Hotian

样号		86-1	86-8	86-16	86-17	86-18	86-19	86-20	84-40	84-42	84-48	84-50	84-52
不稳定矿物	普通辉石	1.0	0.13					0.34					
	普通角闪石	25.46	35.49	33.77	38.05	38.74	32.17	30.70	31.31	36.12	32.37	25.09	31.09
	黑 云 母	25.32	31.68	23.93	26.77	18.43	28.53	8.05	18.91	9.90	20.92	42.57	12.99
	小 计	51.78	67.3	57.7	64.82	57.27	60.7	39.09	50.22	46.02	53.29	67.66	44.08
较稳定矿物	绿 帘 石	21.60	14.89	18.18	12.93	17.11	11.71	27.18	16.25	23.14	20.15	9.86	22.91
	斜 黝 帘 石	3.86	3.94	5.94	4.51	5.61	1.13	6.88	9.01	7.97	7.63	5.12	11.97
	透 闪 石	1.14	1.91	1.86	3.01	2.20	1.35	1.27	3.55	3.34	3.21	2.50	5.84
	磷 灰 石	1.0	0.51	1.11	0.6	1.26	0.40	0.5	1.03	0.26	0.46	0.75	1.02
	矽 石	0.29	0.51	0.93	微	0.31	2.83	0.34	0.59	1.16	0.46	0.50	0.44
	白 云 母	1.29	0.38		2.41								
	小 计	29.18	22.14	28.02	23.46	26.49	23.42	36.17	30.43	35.87	31.91	18.73	42.18
稳定矿物	石 榴 石	11.59	1.53	2.23	1.95	3.78	5.25	6.88	6.65	8.87	4.58	2.75	1.16
	十 字 石	微					0.54		0.15			0.25	
	磁 铁 矿	1.12	0.51	1.11					0.15		0.76		1.61
	小 计	12.71	2.04	3.34	1.95	3.78	5.79	6.88	6.95	8.87	5.34	3.00	1.61
极稳定矿物	金 红 石	0.29	0.25	微		0.16				微	微	微	
	锆 石	0.43	0.25	微	0.15	微	微		0.15	微	0.15		0.15
	电 气 石	0.43	0.64	0.56	0.60	0.31	0.13	1.01	0.74	0.64	0.16	1.12	0.73
	褐 铁 矿	1.14	1.65	2.04	0.15	1.89	1.35	3.19	1.48	1.54	1.98	0.5	1.02
	小 计	2.29	2.79	2.6	0.9	2.36	1.48	4.20	2.37	2.18	2.29	1.62	1.9
岩屑及其它		5.43	5.73	8.35	8.81	10.08	8.61	13.76	10.24	7.01	6.56	8.99	10.22
合 计		101.93	100.0	100.0	99.94	99.98	100.00	100.01	100.21	99.95	99.39	100.00	99.99

表 5 昆仑山北坡几种不同土壤的 CaCO_3 含量 (%)^{*}Content of CaCO_3 within some different soils at northern slope of Kunlun Mts. (%)

土壤	深度 (cm)	CaCO_3	土壤	深度 (cm)	CaCO_3	土壤	深度 (cm)	CaCO_3
山地 栗钙 土	0—6	14.80	山地 棕钙 土	0—9	16.50	山地 柠漠 土	0—5	17.32
	6—21	16.56		9—21	14.33		5—12	15.56
	21—40	15.24		21—50	15.38		12—30	15.73
	40—70	16.83		50—70	14.50		30—50	16.44
	70—100	15.68		70—100	16.17		50—80	19.90

^{*} 据顾国安等：喀喇昆仑山—昆仑山西北部地区土壤概述，1988，油印稿。

侵^[11]，因而高原内部及昆仑山地区的气候是比较湿润的^[10-15]。大约从晚更新世开始，青藏高原的平均高度超过了4000m^[16]，季风气流被喜马拉雅山脉阻隔，高原内部及昆仑山区的气候便急剧向寒冷、干旱方向发展^[11, 18-19]，并且逐渐形成与现代相似的自然环境。本文提供的资料说明，昆仑山北坡的黄土正是在晚更新世青藏高原上升到一定高度以后所产生的一种环境效应。黄土是在草原环境中堆积的。目前分布在昆仑山北坡不同高度的黄土可能反映了晚更新世以来随气候波动而迁移的草原带的位置。尽管现代黄土仍在堆积，但已有资料表明，该地黄土可能主要是末次冰期^[9]，特别是近2万年以来形成的。

末次冰期以来，青藏高原和塔里木盆地的气候环境是向干旱方向发展的。但在全新世中期(7000—5000a.B.P.)的气候最宜期，气候条件也出现明显的改善^[16, 17]。这种变化也反映在昆仑山北坡的黄土地层中。如古土壤的形成以及黄土剖面中蜗牛化石(*Succinea pfeiferi*)的大量出现(见图2)。作者在野外调查中注意到这种蜗牛目前在该地阴坡海拔3500—3700m的局部水分条件较好的草甸中仍能偶尔见到，但大部分地区的生态环境已不适用于它们的生存，即使在山地草原带内也极少见到它们的踪迹。据调查，蜗牛化石在海拔3300—4000m的黄土层中上部分布较普遍，由此推测那时草甸的分布高度可能比现在低100—200m。按一般山地草原同草甸的降水量之差粗略估计，那时年降水量较现代多50—100mm左右。毗邻地区的研究结果表明，昆仑山阿什库勒盆地及库木库里盆地中的许多湖泊在6500—6000a.B.P.曾出现高湖水面^[1]。在7000—4000a.B.P.期间，塔里木盆地南缘的人类活动比较兴盛^[16]。这些现象的出现可能同全新世气候最宜期降水量的增加有关。青海高原东部及西藏地区全新世中期气候同样得到迅速改善，普遍出现高湖面^[17, 18]。

综上所述，中昆仑山北坡黄土主要来源于塔克拉玛干沙漠，属第四纪晚期及现代沉积。黄土物质成分具有显著一致性，质地较粗，基本属砂黄土。同我国东部地区相比，黄土的不稳定重矿、碳酸盐、CaO含量和pH值等较高，是在更干旱的环境下堆积形成的。孢粉组合以小灌木及草本为主，代表干旱的山地草原环境、第四纪后期现代地貌格局和气候条件的形成是中昆仑山北坡黄土持续堆积和形成的环境基础。末次冰期冰盛期干冷的气候条件可能更有

利于黄土的大规模堆积和形成。在干旱气候背景下，黄土沉积过程中出现过不同程度的湿润时期。7000—5000a.B.P.气候出现较大改善，黄土中发育了厚层古土壤，喜潮湿的蜗牛繁衍。

致谢：吴绍祖帮助鉴定蜗牛，新疆地理所、南京土壤所等单位进行了矿物、粒度及地球化学等有关项目的测试和分析，文中插图由王淑萍清绘，谨此致谢。

参 考 文 献

- 〔1〕 周延儒.新疆第四纪陆相沉积的主要类型及其和地貌气候发展的关系.地理学报, 1963, 29(2): 109—125.
- 〔2〕 中国科学院新疆综合考察队.新疆地貌.北京: 科学出版社, 1978, 145—146.
- 〔3〕 刘东生等.黄土与环境.北京: 科学出版社, 1985.
- 〔4〕 李保生等.新疆普鲁以南昆仑山北坡黄土的初步观察与研究.地质论评, 1989, 35(5): 423—428.
- 〔5〕 郑度等.青藏高原自然环境的演化与分异.地理研究, 1990, 9(2): 1—9.
- 〔6〕 李栓科.阿什库勒盆地地貌与第四纪地质.地理学报, 1990, 45(4):
- 〔7〕 张德二.我国历史时期以来降尘的天气气候学初步分析.中国科学, (1984) 3: 278—288.
- 〔8〕 刘嘉麒.普鲁火山岩的时代问题, 岩石学报, (1989) 2: 95—97.
- 〔9〕 文启忠等.新疆晚更新世以来气候环境变迁及其对现代自然生态环境的意义.新疆生态研究.北京: 科学出版社, 1989.
- 〔10〕 刘东生等.中国的黄土堆积.北京: 科学出版社, 1965.
- 〔11〕 李吉均等.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.
- 〔12〕 张青松等.中昆仑山晚新生代植物化石的发现, 科学通报, 1990, 35(1): 51—53.
- 〔13〕 张青松等.喀喇昆仑山—昆仑山地区晚新生代隆起过程及自然环境变迁初探, 自然资源学报, 1988, 4(3): 234—240.
- 〔14〕 高以信等.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.北京: 科学出版社, 1981, 90—101.
- 〔15〕 陈克造等.柴达木盆地晚第三纪以来的演化及沉积拗陷转化特征—浅谈昆仑山隆升问题. (同上), 148—153.
- 〔16〕 黄慰文等.塔里木南缘新发现的石器, 人类学报, 1988, 7(4).
- 〔17〕 李炳元等.试论西藏全新世古地理演变, 地理研究, 1982, 1(4).
- 〔18〕 潘保田等.青海高原东部晚第四纪环境演化探讨, 科学通报, 1989, 34(7).

PRITLIMINARY STUDY ON LOESS AND ITS SEDIMENTARY CONDITIONS ON NORTHERN SLOPE OF MIDKUNLUN MTS.

Gao Cunhai

(Geography Institute of Xinjiang, Academia Sinica)

Zhang Qingsong

(Institute of Geography, Chinese Academy of Sciences and State
Planning Commission of the People's Republic of China)

Subject terms: loess, latest Quaternary, arid environment, Mid
kunlun Mts.

Abstract

Through field investigations and various laboratory dating and analysing it is assumed that the loess mostly originated from the huge Taklimakam deserts and accumulated mainly during the latest Quaternary period from the last glaciation maximum through Holocene. The loess is of good uniformity in its material composition and regarded as "sand loess" because of its coarser-grained matter. The unstable heavy minerals, carbonate and CaO and the pH-value in the loess are higher in this district compared with the north central china, meaning that that the loess was deposited under drier arid climate environment. The spore-pollen assemblage is dominated by small scrubs and herbaceous plants, representing arid steppe environment. Quite different from the continental Europe. The formation of the modern morphological pattern and the climate condition is the environmental base for the loess accumulation, which causes large continuation of the loess deposition on the northern slope of Mid-kunlun Mts. The dry and cold climate might be more favourable for the loess formation to be processed in large scale in the last glaciation maximum. On arid background there was existed some humid oscillations associated with the loess. From 7,000 to 5,000 a.B.P. the climate was considerably improved when relatively thick soil developed and lots of snail, *Succinea Pfeifferi*, lived.