

# “北京人”遗址的底砾石层和附近上、下砾石层、象化石层位形成时期的自然环境

陈万勇

(中国科学院古脊椎动物与古人类研究所)

## 前 言

关于“北京人”遗址的底砾石层(现为猿人洞14层)、上、下砾石层的成因及时代等问题,多年来前人曾做过大量工作,并提出不同的看法。如过去有人认为底砾石层和下砾石层为冰川作用形成的冰碛泥砾。关于不同砾石层形成的气候条件和自然环境,过去多从宏观的观察或从古生物生态特征来进行分析与研究。本文重点是通过电子显微镜、扫描电子显微镜、化学分析、有机质和全氮分析、pH值测定和矿物组合等方面,进行综合分析与研究。并结合古脊椎动物、孢子花粉及与其他相关地区对比,探讨当时的自然环境。

## 上、下底砾石层和象化石点沉积特征

### 上砾石层沉积特征

根据沉积物结构和岩相特征,将上砾石层划分为上、中、下三部分。上部为灰色坚硬钙质胶结的粗砂岩,呈层状产出,厚20—100厘米,变化大,很不稳定,局部地带颗粒变的很细,中间夹有2—3厘米的黄色粘土层,倾向 $NW300^\circ < 5^\circ$ 左右。中部为半胶结的砾石层,风化面为黄白色,砾石成分以灰色砂岩为主,次之为石英岩和极少量的灰岩。胶结物为棕红色砂质粘土,砂粒等。砾石最大砾径约20—35厘米,一般为7—15厘米,小者为1—5厘米。砾石磨圆度较好,多为椭圆形,扁圆形,极少量带有稜角。砾石倾向 $SW190-240^\circ < 5-30^\circ$ ,砾石略呈定向排列,分选性一般。上部覆盖为灰色粗砂岩、两者接触面有薄层状黄色粘土。下部为黄色细砂岩和黄色砂质粘土,为沿石灰岩裂隙低洼部位沉积。由于当时古地形很不规则,影响了沉积物产状。这一套细的碎屑岩由黄色细砂、粉砂和黄色砂质粘土相互组成,构成了明显的细层理构造,其厚度可达2.3—3米。

综上所述,可以认为在上新世时期,龙骨山山势平缓,地形高低不平,初期有比较缓慢的流水作用,形成了层次分明的细层理构造。在中期有较大的洪水作用,携带一些粗大的物质形成了中部的砾石层堆积。到后期不仅流水作用减缓,沉积一些粗砂,而且气候也有些干燥,钙质增多,胶结成很坚硬的砂层。

根据脊椎动物化石蝙蝠、灵猫科、原鼯鼠、竹鼠、猪、鹿以及一些奇蹄类和岩性特征同鱼化石产地第14地点相比,其时代定为上新世。

### 下砾石层沉积特征

本砾石层位于“北京人”遗址东北约300米处铁路的西边,高出周口河床约12米。依

据组成的岩性和形成条件,自下而上分为四层。第一层由较大的砾石组成砾石层的下部,砾石成分以黄灰色中粗粒砂岩为主,次之为黑色页岩和基性火成岩。胶结物为砂和红色粘土。砾石的砾径最大者 15—20 厘米,多数为 5—10 厘米。砾石有一定的排列方向,一定的分选性,略显粗糙层理。砾石磨圆度较好,多为椭圆形和扁圆形,占 80% 以上,有棱角的砾石较少。砾石风化很强烈,有明显的风化圈。第二层为砾石层的上部,砾石成分同砾石层下部相似。砾石较下部小,磨圆度好,多为椭圆形和扁平状,极少见到棱角。砾石倾向 NW340—NE20, 倾角为 5—25°, 砾石分选性好,下部砾径多为 10—20 厘米,中部均在 10 厘米以下,上部砾径又变大于 10 厘米。砾石有明显的定向排列,粗细相间构成粗糙层理。第三层在砾石层的上部,为红色粘土层,其中含有少量的黑色页岩小砾石层,厚 1.5 米。第四层为红色粘土含有大量的黑色页岩的角砾石,呈水平状略显层理为坡积物。

### 底砾石层(现为猿人洞 14 层)

1978 年 5—6 月进行综合研究工作,挖一探井,井深 5 米,宽 1.4 米,长 2 米。砾石层由上、下两部分组成:下部为大砾石层,厚 0.65 米(未见底)。砾石成分为黄绿色砂岩,青灰色砂岩,黑色千枚岩、石灰岩所组成。胶结物为砂子,粘土。砾石磨圆度好,多为椭圆形和扁圆形,略成定向排列,倾向 NW350—NE20° < 10 左右。底砾石层上部为砂砾石层,厚 0.7 米,由小砾石和粗砂组成。砾石成分同底砾石层下部相同与下部界限分明,表现出两次不同的流水作用堆积物。

### 牯牛河象化石点沉积特征

从岩性和沉积特征来看,自下而上可划分为六层(图 1),现分述如下:

1. 灰黑色砾石层:砾石成分几乎均为灰岩,有少量石英岩和灰绿色砂岩。砾石的砾径大者为 10 厘米,一般为 2—5 厘米,小者为 0.5—1 厘米。砾石磨圆度好,为椭圆形,扁圆形。分选好,具有明显的定向排列,层理清楚。砾石倾向 NW300—290° < 15—30°,胶结物为砂,粘土等。厚 30 公分(未见底)。

2. 黄色砂质粘土层:呈透镜体,其中夹有黑色细砂层小透镜体 10—15 厘米。含有诺氏古菱齿象化石。厚 0.5 米。

3. 黑灰色砂层:呈透镜状,结构均匀分选性好,由下而上粒度变细,倾向 SE170°,厚 0.7—1 米。

4. 黄色砂质粘土层:呈不规则的透镜体,变化很大,长几米—10 米,厚 0.5—0.3 米,中间夹有砂砾石层。

5. 灰白色小砾石层:砾石成分以灰岩为主,也有少量黑色页岩,砾径一般 0.5—1 厘米,磨圆度较好,有的呈椭圆形,扁平状,厚约 0.4 米。

6. 大砾石层:砾石成分以灰岩为主,有少量黑色千枚岩、页岩。砾石的砾径最大者 15—20 厘米。砾石磨圆度好,多为椭圆和扁平状,具有定向排列,略显水平层理。砾石倾向 NW280—300° < 5—10°。

上述特征说明当时河流水量大小,流速急缓,多多变化,当时河道摆动较大,多形成透镜体和岛状的细粒沉积物。

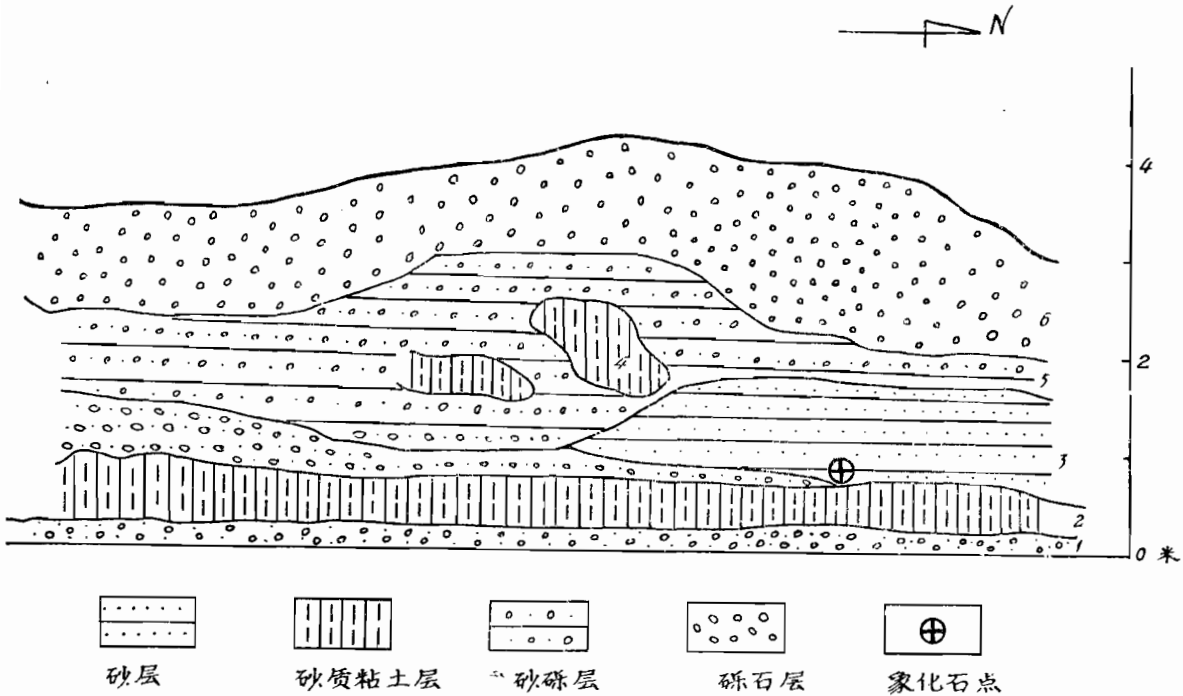


图1 周口店东南牦牛河象化石点剖面图

### 矿物组合特征及古气候

矿物在形成和风化过程中,常常受气候因素的影响,特别是重矿物与轻矿物组合的系统分析,来了解物源区母岩性质,物质来源的方向和气候特征。依据矿物组合特征和矿物的成熟度高低(稳定性),来研究气候变化,重建古地理,进行地层对比等,具有实际意义。现将“北京人”遗址的底砾石层、上、下砾石层和象化石点的矿物组合特征概述如下:

#### 上砾石层矿物组合

在本层出现的重矿物组合:由磁铁矿、褐铁矿、白钛矿、锆石、金红石、十字石、绿帘石、斜黝帘石等组成(表1)。这一矿物组合同14地点上新世地层中重矿物组很相似,是以稳定矿物和极稳定矿物为主,不稳定矿物很少出现。这一组重矿物组合中突出的是出现了大量的褐铁矿,多为黄铁矿化的褐铁矿。褐铁矿为褐色,棕褐色、大部分呈不规则粒状,可见到黄铁矿的假晶体(立方体、五角十二面体),还可见到连晶。说明当时气温较高,是处在氧化环境中,使大量的黄铁矿在发生化学作用。黄铁矿氧化后形成的 $Fe(SO_4)_2$ 是一种很强的氧化剂,极不稳定,进一步氧化和发生水解作用,使一切含铁矿物的 $Fe^{2+}$ ,在溶液碱度降低后,迅速氧化和水解为 $Fe^{3+}(OH)_3$ ,最后都生成风化作用中最稳定的褐铁矿。在轻矿物组合中稳定矿物石英含量高达70—80%,而不稳定易风化的长石含量仅占10%左右(表2)。反映当时气温热,化学风化作用和水解作用都很强烈,大量的不稳定矿物被风化而淋失,使稳定和极稳定矿物保留下来。

表 1 北京人遗址上、下砾石层、十四地点和牦牛河象化石点矿物含量表

地 点	时 代	样 品 编 号	重 矿 物 (γ > 2.9) (0.1—0.5 毫米粒级)												轻 矿 物 γ < 2.9						
			不稳定矿物			较稳定矿物			稳定矿物			极稳定矿物			其 它	总 计	石 英	长 石	白 云 母	本 类 矿 物 总 计	
			角闪石	黑云母	本类矿物总计	磷灰石	绿帘石	斜长石	石榴石	褐铁矿	白钛矿	十字石	本类矿物总计	锆石							金红石
牦牛河象化石点	更新世晚期	牛-3	20		20	1	1	17	40	7	8	2	少	57	3	1	4	55	15		70
周口店下砾石层	更新世中期	下-1	8	2	10	1	3	4.5	40	13	少	少	少	53	25	少	25	65	10	5	80
周口店上砾石层	上新世	上-1	0	0	0	少	10	25	20	少	45	1	少	66	7	少	7	75	5	5	85
十四地点	上新世	14-1	0	0	0	1	少	21	5	少	60	8		73	3	1	4	75	10	5	90
		14-3	0	0	0	0	15	10	15	10	少	60	10		80	少	0	0	80	5	10

表 2 北京人遗址的底、下、上砾石层、14 地点、象化石点与天山、青藏高原等地区冰碛物中长石、石英含量 % 对比

地 点	西藏东南部贡嘎地区		念青唐古拉山地区		天山中段		阿里喀拉昆仑山		牦牛河象化石点	周口店砾石层		周口店砾石层		周口店上砾石层	周口店下砾石层	周口店十四地点	
	Q <sub>4</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>4</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>4</sub>	Q <sub>3</sub>		Q <sub>2</sub>	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>1</sub>				
时 代	若果 4	若果 1	念 I	念 V	冬 1	喀 3	喀 2	喀 3	牛 3	底 1	底 2	上 1	下 1	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>		
样品编号	若果 2	若果 2	念 I	念 V	冬 1	喀 3	喀 2	喀 3	牛 3	底 1	底 2	上 1	下 1	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>		
石 英	16.5	31.60	35.50	32.75	21.75	34.80	39.20	34.80	55	65	60	75	65	75	80	80	
长 石	80.75	64.60	63.25	65.00	74.50	56.80	58.80	56.80	15	10	10	5	10	5	10	5	
比 值 (石英/长石)	5	2.09	2	2.26	3.4	1.63	1.50	1.63	0.13	0.15	0.14	0.062	0.15	0.062	0.06	0.06	
周围岩性	花 岗 岩		片麻状花岗岩, 花岗岩, 角闪片岩		花岗岩, 角闪片岩	花岗岩, 片麻岩	花岗岩, 片麻岩	花岗岩, 片麻岩									石灰岩, 千枚岩, 板岩, 黑色页岩, 花岗岩

本砾石层粘土矿物组合自下部向上部变化的特征是由蒙脱石—伊利石；高岭石—伊利石；蒙脱石—伊利石等组成的粒土矿物组合。在电子显微镜图象中可以见到本层上—1 样品中呈现出模糊的团片状蒙脱石和较多的浑圆状或半浑圆状的等轴鳞片的伊利石矿物。在差热曲线图中可以看出蒙脱石三个吸热谷，最典型蒙脱石的第三个吸热谷大致在  $880^{\circ}(\text{M})$ 。伊利石在差热曲线中出现三个比较平缓的吸热谷，在差热曲线图中还可以看到在  $920^{\circ}$  处出现极不明显的高岭石的放热效应，说明含量极少。在 X 射线衍射图谱中分别在  $14.25\text{A}^{\circ}$  见到蒙脱石的衍射峰和在  $7.25\text{A}^{\circ}$  见到不明显的高岭石的衍射峰。均反映出上砾石层下部比较干热。在本层中部粘土矿物组合为高岭石—伊利石。在电镜下看到高岭石为大小不等的片状颗粒和不清楚的假六边形的外貌。伊利石的晶体呈大的片状。反映出这一时期气候为潮湿炎热的气候环境。本砾石层上部则为蒙脱石—伊利石组合，反映出气候向干热方向发展。

### 下砾石层矿物组合特征

在本层出现的重矿物组合，为磁铁矿、榍石、锆石、绿帘石、斜黧帘石、角闪石、黑云母等(表 1)。这一重矿物组合特征比起上砾石层最大差别是出现了不稳定矿物角闪石、黑云母、含量在 8—10% 左右。轻矿物中石英含量也较上砾石层为少(表 2)。反映出下砾石层形成时期气候温和凉爽，风化作用和水解作用较上砾石层时期有所减弱。

在粘土矿物组合方面，自下部向上部的变化是伊利石—高岭石；伊利石—高岭石—蒙脱石，伊利石—高岭石；伊利石—高岭石—极少量的埃洛石；伊利石—高岭石。

在电子显微镜中可以看到下—1 标本中鳞片状厚薄不等伊利石。高岭石呈现出不规则的六边形晶体或小的粒状集合体(图版 I, 1)。在差热曲线(图 2)中除见到伊利石有三个发育规模大致相同的吸热谷。蒙脱石在  $870^{\circ}\text{C}$  有一个吸热谷。在  $915^{\circ}\text{C}$  处有一个尖锐顶峰的高岭石放热效应。在 X 射线衍射图谱(图 3)中在  $7\text{A}^{\circ}$  附近有高岭石衍射峰和在  $10\text{A}^{\circ}$  附近有明显的伊利石衍射峰。在  $14.25\text{A}^{\circ}$  左右有不明显的蒙脱石矿物的衍射峰。反映砾石层的下部气候环境同重矿物组合相一致，是处于温和、比较湿润的气候环境之中。在砾石层上部(下—2)样品中在电镜下观察，可以看到明显的鳞片状伊利石和一些细小颗粒(0.4 微米)轮廓比较圆滑的薄片状晶体。还可以见到模糊的团片状蒙脱石。少量蒙脱石出现(图版 I, 2)，说明气候有小的波动，有些干旱的现象。向上部黄棕色粘土和红棕色粘土层(下—3、下—4、下—5)中在电子显微镜下观察(图版 I, 3、4、5)，除普遍见到伊利石为轮廓清晰的薄厚不等的片状颗粒、颗粒较大一般皆大于 2 微米，也都明显的出现高岭石为大小不等的片状颗粒，尚能隐约见到其假六边形外貌。值得注意的是在下—4 样品中还见到极少量的埃洛石(0.5 微米的管状)，说明当黄棕色粘土和红色粘土形成时气候更偏于温暖而湿润的亚热带气候。

### 底砾石层(现为猿人洞 14 层)矿物组合特征

这一层重矿物组合同下砾石层大体相同，轻矿物中石英含量也极为相似，含量在 60% 左右。从粘土矿物组合特征来看，下部底—1 样品中为蒙脱石—伊利石—极少量高岭石。在电子显微镜下观察砾石层下部的粘土的细粒级中显示出蒙脱石大小不等，厚薄不

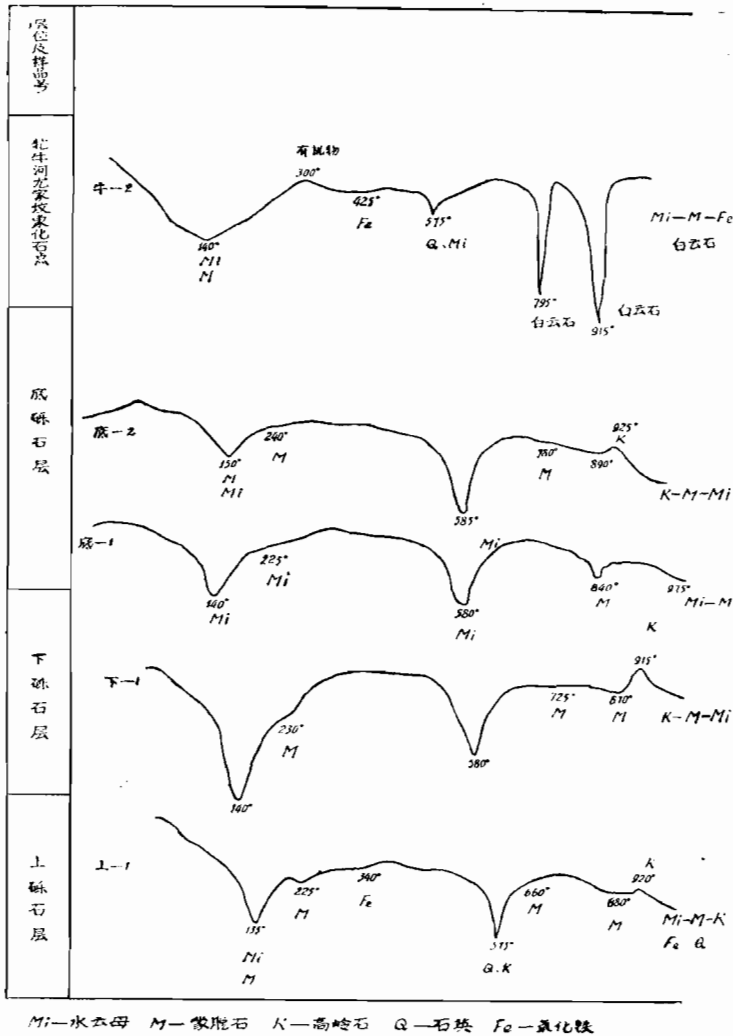


图2 北京人遗址的底、下、上砾石层和牦牛河象化石点差热分析曲线图

同的团块状集合体,具有涡旋状边缘和絮状外貌。伊利石为不规则的薄片状。极少量的高岭石晶形不够完整,略显出假六边外形(图版 I, 6)。在差热曲线(图 2)中看到伊利石在 140°C、580°C 处有二个不大的吸热谷。在 840°C 看到典型的蒙脱石的吸热谷出现。在 975°C 处出现极不明显的高岭石的放热效应,说明样品中高岭石含量极少。在 X 射线衍射图谱中(图 3) 10A° 附近出现极明显的伊利石峰,在 14.25A° 处出现蒙脱石峰。在 7.05A° 出现极不明显的高岭石峰。反映出气候环境同下砾石层上部相同。

在底砾石层上部重矿物组合同下部基本相似。粘土矿物组合为蒙脱石—高岭石—伊利石。在电子显微镜下观察,看到较多的不规则的鳞片状厚薄不同的伊利石和一定数量模糊不清的蒙脱石矿物。也有少量晶形不好的高岭石(图版 II, 1)。

在 X 射线衍射图谱中(图 3)10A° 附近看到极为明显的伊利石衍射峰。在 7.25A° 处高岭石峰也很清楚。而蒙脱石的衍射峰在 14.25A° 处略有显示。在差热曲线(图 2)中,伊

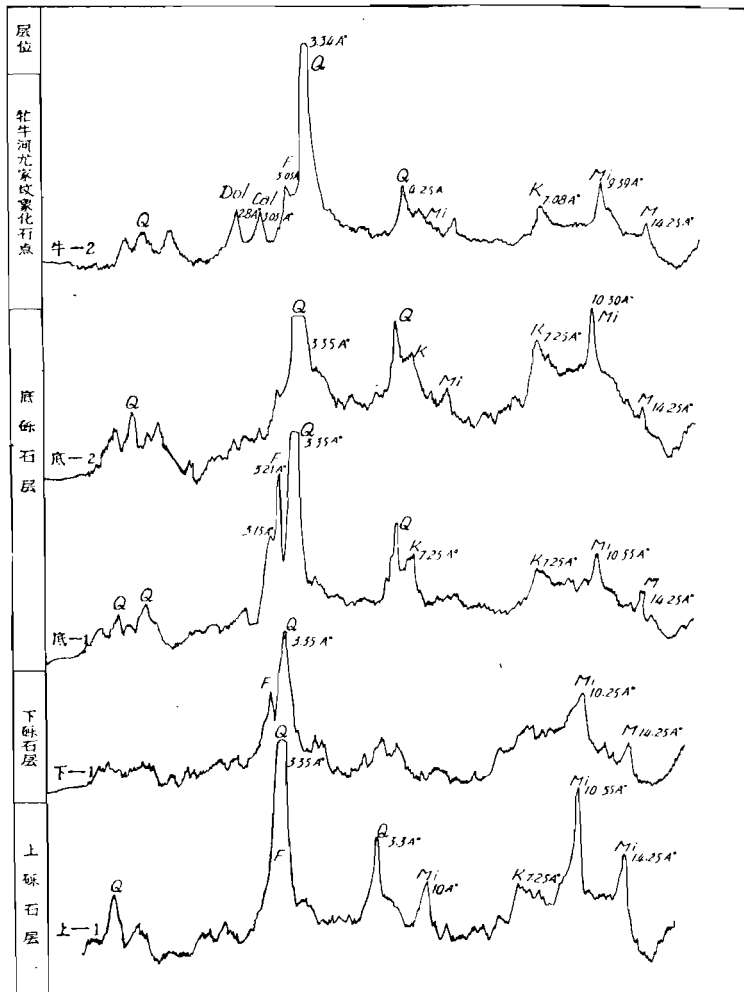


图 3 北京人遗址的底、下、上砾石层和牦牛河象化石点X射线图

利石分别在 150°C、240°C、780°C 处有三个不大的吸热谷。在 890°C 处出现不太明显的蒙脱石吸热谷,在 925°C 处出现较为明显的放热效应。

综上所述,可以看出底砾石层气候同下砾石层下部相似,有向更温暖而湿润气候环境转变的趋势。

### 牦牛河象化石点矿物组合特征

象化石点的重矿物组合,除含有磁铁矿、褐铁矿、榴石、锆石、金红石等稳定和极稳定矿物组合外,出现了含量比较高的较稳定和不稳定矿物角闪石(表 1)。在轻矿物方面石英含量比下砾石层为低,不稳定矿物长石相应比较高(表 2)。反映出当时气候比下砾石层时期还要凉爽一些。

从粘土矿物组合来看,由下而上的变化是以伊利石为主,逐渐出现蒙脱石和高岭石,到上部转变为伊利石和少量的蒙脱石。在电子显微镜下观察,牛-1 样品中呈现出片状的

伊利石。在中部牛-2 样品中出现较大的鳞片状伊利石、模糊状的蒙脱石和不规则的六边形极少量的高岭石。上部牛-4 样品中伊利石为不规则的薄片状和蒙脱石为大小不等,厚薄不一的团块状集合体,具有涡旋状边缘和絮状外貌(图版 II, 2、3、4)。

从差热曲线(图 2)中看出伊利石在 140°C, 575°C 处出现二个比较平缓的吸热谷。蒙脱石和高岭石峰不明显。从牛-2 样品的 X 射线衍射图谱(图 3)中,在 7.08Å° 见到高岭石的衍射峰。在 14.25Å° 处见到蒙脱石的衍射峰。总之,象化石点矿物组合特点,反映出气候特征是温和而且比较干燥。

### 关于自然环境的初步探讨

在沉积特征、矿物组合及古气候条件论证的基础上,再结合化学分析、有机物、全氮、pH 值、石英颗粒扫描电镜下表面微结构的研究和孢子花粉,古脊椎动物等资料,进行综合分析。并与相类似的现代自然环境来比较,从中来探讨当时的自然环境。

#### 上砾石层时期的自然环境

从矿物组合特征来看,反映出当时是处在炎热的气候条件之中。从沉积物具有明显的层理构造和分选性来看都有明显的流水作用痕迹。从扫描电子显微镜对 15—20 个石英颗粒的表面微结构研究结果表明,颗粒外形浑圆,有平整的解理面和化学溶蚀作用形成明显的成树枝状沟槽,沟槽中有 SiO<sub>2</sub> 沉淀物,这些特征同古河道石英沙形态相同。

从化学分析方面来看(表 4),同我国亚热带长江下游一些低山丘陵地区相似。从孢子花粉组合来看(表 5),可以认为当时在周口店远处较高山上生长着大片的松、铁杉、落叶松等针叶林带。在低山丘陵地区生长着胡桃、山核桃、栎、榆、椴、漆等常绿阔叶林。在东南方广阔的平原上生长着茂盛的草本植物凤尾蕨、水龙骨、金粉蕨、粉背蕨、立碗蕨等,具有亚热带植被特征,反映近似于北亚热带的森林草原景观。

从古脊椎动物有蝙蝠、灵猫科、原鼯鼠、竹鼠、猪、鹿及一些奇蹄类等生态环境而言,也应属于亚热带森林草原的自然环境。

#### 下砾石层和底砾石层(14 层)的自然环境

从沉积物特征来看,在形成下砾石层初期周口河出现过一次大的洪水期,当时来自山间的周口河是水大而流急。因此,可将砾径为 15—20 厘米长、10 厘米宽、5 厘米厚的砾石从上游搬运而来。当周口河自出口流到周口镇附近,由于地形突然变的平缓,流速迅速减慢,粗大的砾石很快的沉积下来,形成下砾石层,有的被带入“猿人洞”中形成所谓的底砾石层(14 层)。这一时期气候温和而凉爽。大的洪峰过后,水流变的缓慢,有时几乎很平静。因此,在底砾石层上部沉积一些细砂砾,在下砾石层中使一些红色粘土块和悬浮状态的粘土颗粒缓慢的沉积下来,保存在水底。在偏光镜下可以看到粘粒具有定向排列现象(据唐克丽),表现出静水条件下形成的沉积岩特征。

从扫描电子显微镜对下砾石层和底砾石层(14 层)中 40 个石英颗粒微形态观察,发现整体的颗粒之间的机械磨蚀作用明显,石英沙粒的棱脊大多磨得圆化(图版 II, 6、7; 图版 III, 3)。局部放大 3000 倍,可以看到解理边缘的溶蚀沟槽和槽内的 SiO<sub>2</sub> 沉溶物。沟



槽规模不一,成树枝状等各种溶蚀和晶体再生现象(图版 IV, 1、2、3、4、5)。表现出在温暖又湿润的环境中,富含氧化铝与腐蚀酸化合物,化学风化很激烈,使石英颗粒广泛的表面分解。这些特征同西藏昆仑山和天山古冰川沙扫描电镜下的特征是截然不同的(图版 II, 5; 图版 III, 1、2)。目前在下砾石层和底砾石层尚未发现冰川作用的痕迹。

从北京人遗址上、下、底(14层)砾石层和牦牛河象化石点与青藏高原地区不同时代冰碛物中重矿物稳定度的对比上(表3),可以看出明显的不同。无论是在喜马拉雅山珠峰北坡的冰碛物中,还是阿里喀拉昆仑山和西藏东南贡地区冰碛物中,重矿物的不稳定和较稳定矿物含量百分比,都远超过周口店地区上砾石层和下砾石层中不稳定和较稳定矿物的含量百分比,高者将超出六倍之多。相反:周口店上、下砾石层中重矿物之中稳定和极稳定矿物都大大的超过青藏高原地区不同时代冰碛物中同类重矿物组合的百分比。

从轻矿物石英和长石含量及其比值来看,周口店地区下砾石层和底砾石层中石英含量百分比,都远远大于青藏高原与天山地区各时代冰碛物中石英含量的百分比。相反,不稳定矿物长石的百分含量,两者的差异颇大,青藏高原与天山地区寒冷的冰川气候环境中使冰碛物中的不稳定矿物大量地保存下来(表2)。

从化学、有机质、全氮、pH值等分析数据来看(表4、5),周口店北京人遗址下砾石层

表3 北京人遗址底、下、上砾石层和牦牛河象化石点与青藏高原地区不同时代冰碛物之重矿物稳定度对比

地 区	时代	样品编号	不稳定矿物(%)	较稳定矿物(%)	合 计 (%)	稳定矿物 (%)	极稳定矿物(%)	合 计 (%)
珠峰北坡绒布河谷	Q <sub>4</sub>	g1-003	65.50	17.50	83.00	4.50	12.50	17.00
	Q <sub>3</sub>	g1-43	16.20	49.75	65.75	8.20	26.25	34.25
阿里喀拉昆仑山	Q <sub>4</sub>	喀1-2	50.05	22.15	72.70	8.95	18.85	27.80
	Q <sub>3</sub>	喀3-4	41.33	24.87	66.20	9.30	24.50	33.80
	Q <sub>2</sub>	喀5	31.75	26.25	58.00	21.50	20.50	42.00
西藏东南易贡地区	Q <sub>4</sub>	若果3-5	41.88	40.65	82.53	11.45	6.02	17.47
	Q <sub>3</sub>	若果2	32.50	36.50	69.00	9.00	22.00	31.00
	Q <sub>2</sub>	易1	23.00	34.70	57.70	15.70	26.10	41.30
周口店地区下砾石层	Q <sub>2</sub>	下-1	10	4.5	14.5	53	25	78
周口店地区上砾石层	N <sub>2</sub>	上-1	0	25	25	66	7	73
周口店东南牦牛河象化石点	Q <sub>3</sub>	牛-3	20	35	56	57	4	61

和底砾石层(14层)的情况,既不同于北京地区现代土壤分析数据,也不同于长江中下游地区和华中红壤地区的分析数据。而同我国黄淮海地区相似。在下砾石层上部黄棕色粘土层更近于淮河流域大别山地区黄棕壤特征。

从下砾石层和底砾石层孢子花粉组合来看(据孔昭宸、罗宝信),可以认为当时在周口店北部和西部较高的山上,生长着成片的松、落叶松等针叶林。在近处低山丘陵地区生长

表 4 北京人遗址底、下、上砾石层与北京西郊、大别山、小兴安岭土壤化学分析对比表

地点	土壤类型	深度(厘米)	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	灼减
周口店底砾石层	红色粘土胶结物		63.46	17.75	3.62	1.39	0.73	0.94	1.88	3.58	0.76	0.09	0.25	5.12
周口店下砾石层	红色粘土胶结物	20	66.90	15.91	3.91	0.60	0.54	0.69	1.18	4.34	1.31	0.06	0.20	3.76
周口店上砾石层	胶结物	20	63.16	14.33	4.77	0.34	0.65	4.34	1.28	2.47	0.27	0.05	0.21	7.74
北京西郊	草甸土	2—12 65—80	49.60 48.49	23.60 23.12	12.54 12.28					1.86 1.66		0.079 0.126		
安徽大别山	黄棕壤	0—12 12—30	68.42 69.92	15.69 14.78	3.49 1.62					3.12 4.07				
东北小兴安岭	暗棕壤		16.23	4.38	3.11			42.81	8.11	10.83	0.33		2.36	

着栎、榆、榛、椴等阔叶林。草本植物以藜、蒿、禾本科等占优势，砾石层上部样品中凤尾蕨、卷柏等也增多。睡莲、香蒲等是平静而温暖的水域中水生植物。从上述特征，反映以暖温带为主的植物群落，但也有反映亚热带植被特征的凤尾蕨等。

从对“北京人”遗址洞穴堆积物古地磁研究(据刘椿)，认为北京人当时所居住的周口店地区比今天要靠南些，约为北纬 35°21′ 属于北半球中纬度的气候特征。从总的气候趋势看来，比今天的周口店要暖和些。

从地貌部位、水文地质特征、孢子花粉和土壤特征等来看，下砾石层上部棕壤—黄棕壤层位与“猿人洞”7—9层相似。因此，可以利用“猿人洞”7—9层中动物群来分析当时的自然环境。“猿人洞”7—9层动物群的生态特征是比较复杂的，即有栖息于森林中的硕猕猴、豪猪、小林姬鼠、水牛、野猪、斑鹿、麝等。也有栖息丛林草原中的猎豹，习惯于河湖沼泽地区的有居氏大河狸、水獭、水牛、中国貉、肿骨鹿等。还有习惯栖息于草原或干燥地区的鬣狗、旱獭、羚羊等。据李炎贤、计宏祥统计，第8—9层共40个种类，森林动物占优势，肉食类较多而草原啮齿类未见。第7层发现有17个种类，林栖动物多于草原动物，喜水或近水的种类占相当的比例。这些动物群生态特征反映当时自然环境是温暖而湿润。

综上所述，可认为当时周口店的自然环境从纬度而言是处在暖温带向亚热带过渡地区。因此，出现了冷暖混杂不同习性的动物群，具古北界向东洋界过渡的特征(表6)。

从表6中古今对比，可以看出北京人生活时期(7—9层)的自然环境，既不同于现在的北京，也不同于长江流域。从动物群的性质和自然环境来看，很相似于秦岭和安徽大别山地区。其次是从地形和植被垂直分带特征来看，北京人生活时期西有太行山，北有燕山山脉，也有低缓起伏的丘陵山地，还有广阔的冲积平原和大小不等的湖泊沼泽、河流等。随着地形的高低不同，也就形成不同的植被类型，构成从平原到山区不同的植被带，这也为不同类型的动物群提供生活场所，也促成不同性质的动物群生活在一个广阔地区。北京人遗址的发掘和研究表明，“北京人”已经从事狩猎活动，他们在不同季节动物群南北往返迁移的过程中，猎取到不同习性的动物。以上所述，就是为什么在猿人洞中同一层位发现不同习性动物化石的原因。

表 5 北京人遗址底、下、上砾石层、牯牛河象化石点有机质、全氮、pH 值、气候、植被与相关地区对比表

地区	时代	层位及样品号	有机质(%)	全氮	pH 值	海拔高程 (M)	年平均温度 (°C)	年降雨量 mm	植 被 特 征	气候特征
周口店地区	上新世	上砾石层上-1	0.09	0.028	8.05	145—150	15—18 (推测)	750—1000 (推测)	亚热带常绿阔叶林和松、落叶松等针叶林。胡桃、山核桃、铁杉、漆树、樟。草本植物：青薇、五加科、蓼科、水龙骨科、凤尾蕨。	湿热—干燥的气候。
		上砾石层上-2	0.09	0.021	8.60					
		上砾石层上-3	0.17	0.036	8.55					
	更新世中期	下砾石层下-1	0.11	0.020	8.10	78—80	7.3—16.3 (推测)	600—800 (推测)	暖温带南部的针、阔混交林：松、桦、槲、落叶松、藜、蒿、凤尾蕨、香蒲、水龙骨、桑、椴李等。	湿润，半湿润或半干燥的暖温带气候。
		下砾石层下-2	0.21	0.028	8.00					
		下砾石层下-3	0.28	0.57	7.90					
		下砾石层下-4	0.07	0.030	7.70					
		下砾石层下-5	0.19	0.042	7.40					
黄淮海地区	更新世中期	底砾石层底-1	0.08	0.028	8.60	70—80	7.3—16.3 (推测)	600—800 (推测)	据孢粉分析植被特征与下砾石层相似。	湿润和半湿润的暖温带。
		底砾石层底-2	0.10	0.027	8.75					
	更新世晚期	牯牛河化石点牛-2	0.17	0.025	8.80	60	7.3—10 (推测)	600—700 (推测)	暖温带：森林草原型植被有柳、胡桃、桦、槲、鹅耳枥、鼠李、豆科。草本植物中以藜科、蒿、禾本科等。	温和凉爽而干燥。
		牯牛河化石点牛-3	0.17	0.020	9.10					
		牯牛河化石点牛-4	0.17	0.034	8.85					
		牯牛河化石点牛-5	0.22	0.028	8.70					
	现代	旱地水田	0.40—1.29 0.94—1.40	0.03—0.099 0.04—0.094	7.5—8.5	以平原为主	由北向南 7.3—16.3	600—800	暖温带落叶阔叶和针叶林：辽东栎、榆科、日本榆、小叶朴、槭树科、桦科的白腊树、桦科、刺柏林、酸枣、荆条。	湿润和半湿润的暖温带。
长江中下游地区	现代	旱地水田	0.90—1.76 1.20—3.48	0.051—0.115 0.08—0.188	长江北岸 6—7	100—500 低山丘陵	15—18	750—1000	亚热带常绿阔叶林带、杉木、马尾松、松、柏、棕榈、白栎、枫香等。	湿热的亚热带季风气候
	现代	旱地水田	0.83—1.98 1.04—2.97	0.060—0.119 0.07—0.179	4.6—5.20	低山丘陵	15—	1000—2000	东亚亚热带常绿阔叶林、青刚栎、苦槠、香樟、木荷、毛竹、白栎、棕榈。	同上。
小兴安岭和东北东部山地	现代	旱地水田	2.53—7.47 3.19—6.91	0.150—0.348 0.150—0.350	5.1—6	500—1000	0.4—5.6	700—1000	温带的针叶阔叶混交林：红松、槭树科、椴树科、桦树科、鱼鳞云杉、紫杉、毛榉等。	半湿润的森林草原。

表 6 我国暖温带与亚热带过渡地区现代动物群特征同北京人遗址动物群对比

地区 种类	北京地区 郝天和等	山西 王福麟	安徽王岐山等	湖北神农架 江庭安等	秦岭大巴山地区 陈服官等	北京猿人洞 (7—9 层)化石 贾兰坡
东洋界			大灵猫、金钱豹、小灵猫、豹猫、石獾、小麝、果子狸、江豚等 占总数 45%	菊头蝠、短尾猴、长吻松鼠、小熊猫、华南虎、毛冠鹿、苏门羚等。	笔猫、毕氏菊蝠、原猫、云豹、小麝、毛冠鹿等 占总数 40%	竹鼠、硕鼠、德氏水牛豪猪、肿骨鹿、鸵鸟、居氏大河狸、中国鬣狗、大熊猫等。
古北界	獾、狐、麝、豹等	狐、麝、豺、扫雪、水獭、原麝鼠	家蝠、大林姬鼠、长尾仓鼠、水獭等。 占总数 43%	普通刺猬、蒙古兔、狐、貉、麝。	刺猬、狐、狼、青鼬、麝藏鼠兔 占总数 24.30%	蒙古旱獭、水獭、洞熊、狼獾、狐等。
	具有华北区系特点兽类尚未发现东洋界	以古北界为主向东洋界过渡不明显	东洋界与古北界两省过渡性质明显，并有向亚热带地区延伸的现象。	本区汇集南北方类型的动物群，具有明显的过渡现象。而以南方种类占优势。	在动物分布上，秦岭为古北界与东洋界在中国的分界线。从动物群两者混合生存的特征来看，是一个由东洋界向古北界逐渐过渡地带。	从猿人洞 7—9 层化石来看，东洋界与古北界混杂而生，具有由古北界向东洋界过渡的特征。

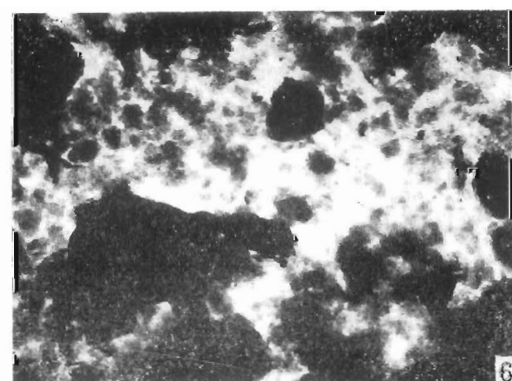
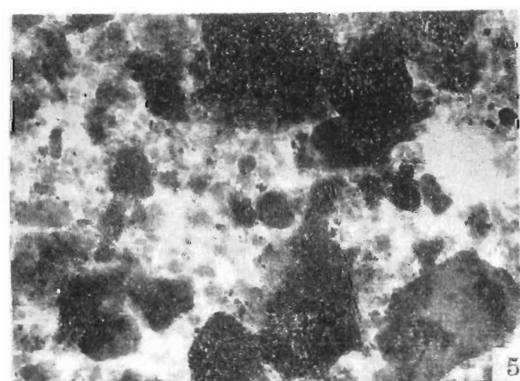
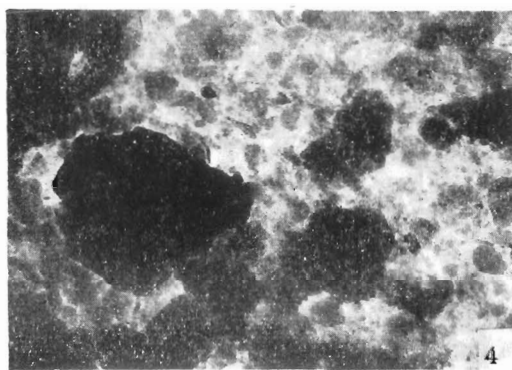
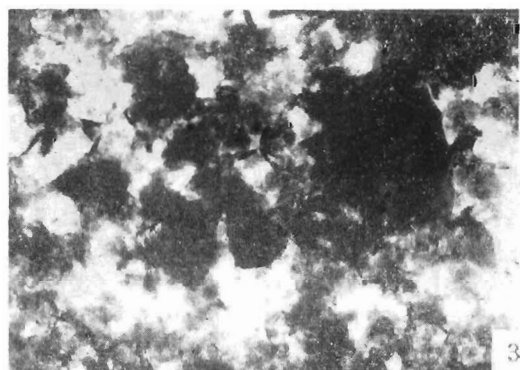
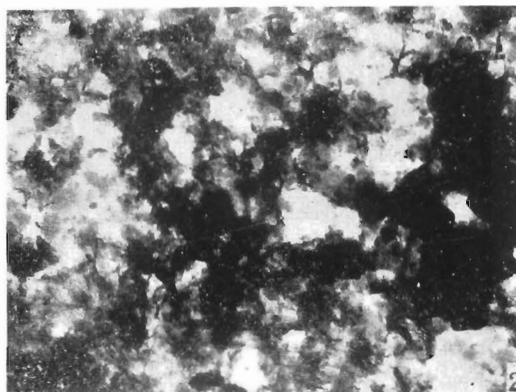
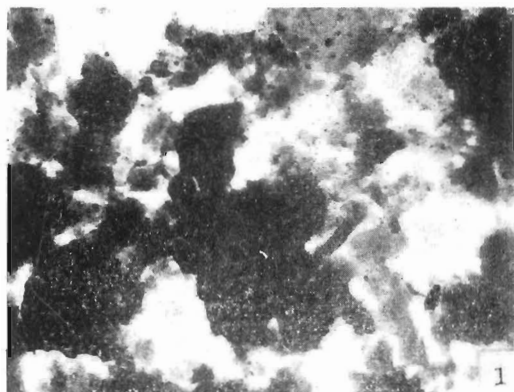
### 牯牛河象化石点自然环境

诺氏古菱齿象(据胡长康)化石点,位于周口店东南部的牯牛河古河道中,当时河流水量大小,流速急缓多有变化,河流摆动较大,为一辫状河流,由西北向东南流入周口店东南部的广阔平原。诺氏古菱齿象死后被河水搬运不远的河道中埋藏下来。从重矿物组合特征(表 1)中,看到不稳定矿物角闪石含量比起下砾石层中角闪石含量高 2—3 倍。反映出当时气温低、风化和水解作用微弱,使角闪石大量的保存下来。从粘土矿物组合特征来看,也偏于凉爽,而后期更趋于干燥。从孢子花粉(据任振纪)来看,为栎、桦、松,其次有柳、榛、鼠李、草本植物以旱生植物藜科、蒿、莎草科为主的植被类型。反映当时自然环境为温和凉爽而偏于干燥。从诺氏古菱齿象的生态环境来看,此种象化石在我国的分布基本限于华北更新世晚期,是生活在温带森林草原的自然环境。

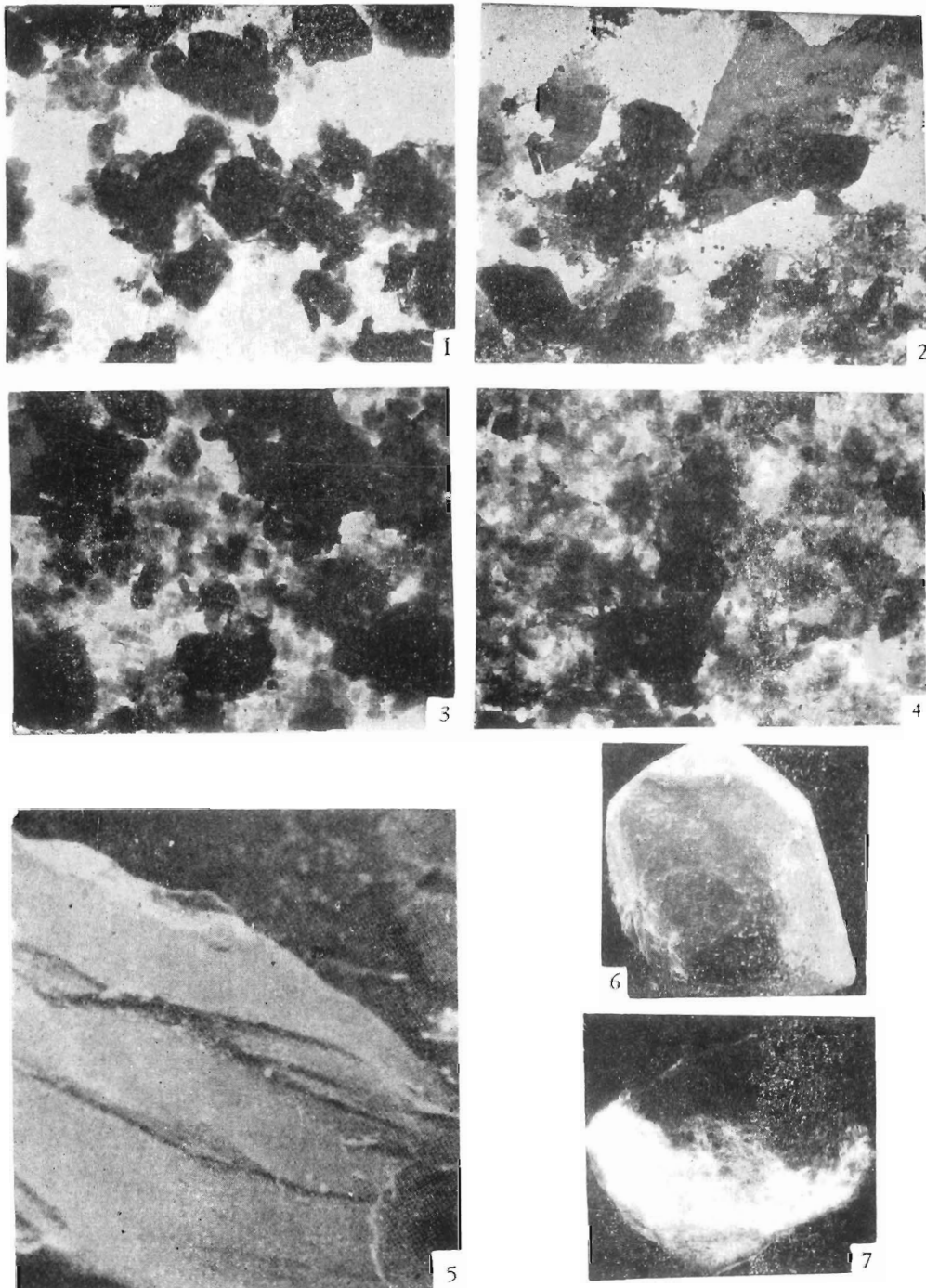
(1979 年 12 月 30 日收稿)

### 参 考 文 献

- 贾兰坡, 1978 年: 北京人时代周口店附近一带的气候, 地层学杂志, 2(1)。  
 黄万波, 1960 年: 关于中国猿人化石产地的底砾石层和附近的上、下砾石层的形成及其时代问题的探讨。古脊椎动物与古人类, 2(1)。  
 陈万勇等, 1977 年: 西藏吉隆盆地上新世沉积相, 粘土矿物特征及古气候, 古脊椎动物与古人类, 15(4)。  
 周明镇、张玉萍, 1974 年: 中国的象化石, 科学出版社。  
 中国土壤, 1978 年: 中国科学院南京土壤所, 科学出版社。  
 侯学煜, 1960 年: 中国的植被, 人民教育出版社。  
 马正海, 1978 年: 我国西部第四纪冰川沉积物岩矿特征, 内部资料。



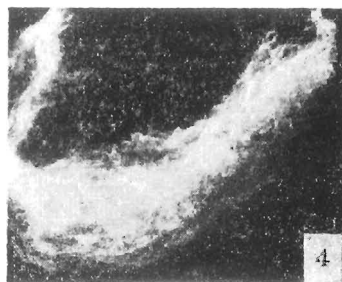
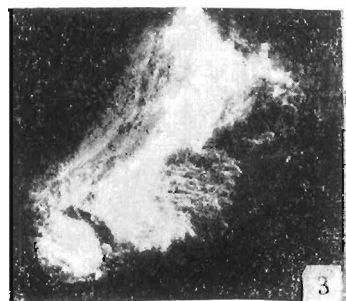
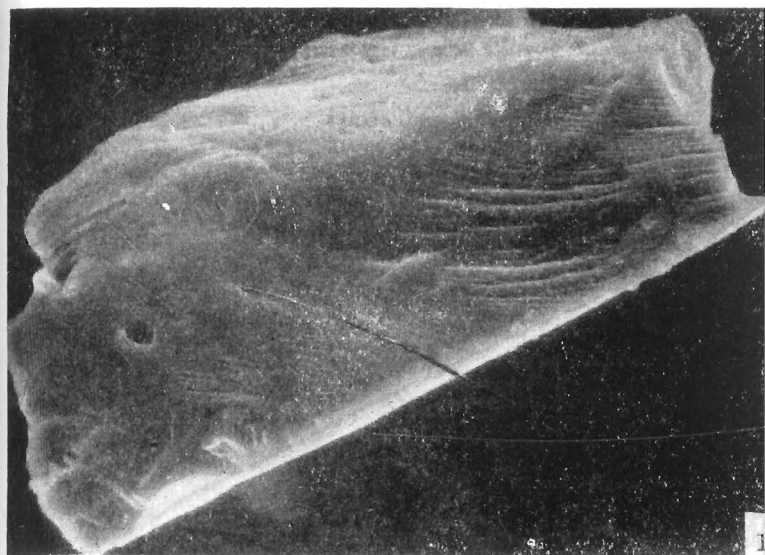
1. 伊利石和一定量的蒙脱石少量晶形不好的高岭石。×12900 2. 伊利石和细粒高岭石,少量蒙脱石×12900 3. 伊利石和少量高岭石。×12900 4. 伊利石和细粒及隐约假六方形高岭石,少量管状埃洛石。×12900 5. 伊利石和颗粒大的高岭石。×12900 6. 蒙脱石和少量蒙脱石、高岭石。×12900



1. 伊利石、一定量的蒙脱石和少量高岭石。×12900 2. 伊利石×12900 3. 伊利石、蒙脱石和少量高岭石。×12900 4. 伊利石和少量蒙脱石。×12900 5. 西藏昆仑山古冰川沙，非常平整的、呈阶梯状分布的平行阶面。边缘有贝壳断口。颗粒表面无溶蚀痕迹。×150 6-7. 北京猿人洞 14 层(原底砾石层)的石英沙机械磨蚀和化学溶蚀的圆化外形、定向排列的小溶蚀洞。×150

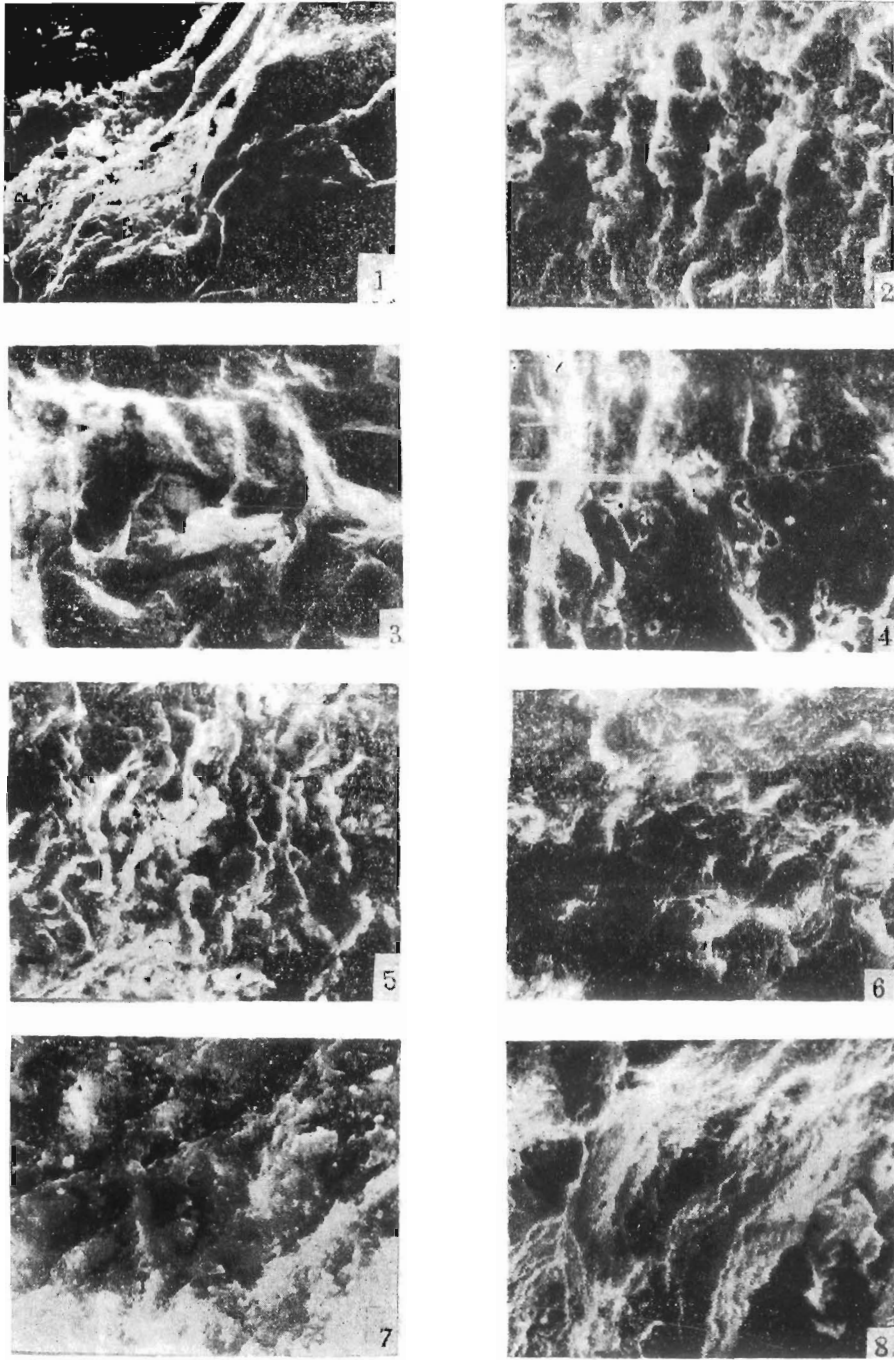
陈万勇：“北京人”遗址的底砾石层和附近上、下砾石层、象化石层位形成时期的自然环境

图版 III



1. 天山古冰川沙,具有尖锐的棱脊和擦痕。 $\times 150$  2. 天山古冰川沙,贝壳断口和尖锐的棱脊。表面无溶蚀痕迹。 $\times 200$  3. 下砾石层中石英沙机械磨蚀和化学溶蚀的圆化外形。 $\times 150$  4—6. 牦牛河古河道中石英沙机械磨蚀和化学溶蚀的圆化外形。 $\times 150$





1. 下砾石层中石英沙, 解理边缘的溶蚀沟槽和槽内的  $\text{SiO}_2$  沉淀物。沟槽规模不一成树枝状。 $\times 3000$  2. 下砾石层中石英沙。有定向排列的溶蚀沟槽与翻卷薄片。 $\times 3000$  3. 14层中石英沙。局部地方见到晶体再生现象。 $\times 3000$  4. 14层中石英沙。溶蚀孔洞现象。 $\times 3000$  5. 14层中石英沙。在翻卷薄片上已经形成类似晶面现象。 $\times 3000$  6. 牦牛河古河道中石英沙, 溶蚀的翻卷薄片。 $\times 3000$  7. 牦牛河古河道中石英沙, 解理面的溶蚀—沉积作用, 有粘附的碎片。 $\times 3000$  8. 牦牛河古河道中石英沙, 具有定向溶蚀沟槽内的  $\text{SiO}_2$  沉淀物。