

西藏吉隆盆地上新世沉积相、 粘土矿物特征及古气候

陈万勇 范贵忠 于浅黎

(中国科学院古脊椎动物与古人类研究所)

前 言

雄伟的喜马拉雅山和辽阔的青藏高原素有世界屋脊之称。其所处的自然地理环境和独特的地质发展历史,早就引起了科学家们的注意。但以往的一些外国学者主要限于冰川、地貌、地质等方面的观察,对于古气候、古地理方面的工作是很有限的。自中华人民共和国成立以来,党和政府非常重视西藏的科学考察。曾在一九七三年和一九七四年先后两次对青藏高原进行多学科考察。一九七五年中国科学院又组织多学科的综合考察,在这次考察中从事古脊椎动物与古人类考察的科学工作者,同当地干部和群众结合,第一次在喜马拉雅山中段、希夏邦马峰北坡的吉隆盆地发现了丰富的三趾马动物群化石,并且找到了含化石的地层层位。对那里相当发育的新生代地层和以湖相为主,厚度较大的沉积物,进行较详细的野外观察。在室内对采集的沉积岩样品进行电子显微镜、差热分析、X射线衍射、pH、EH值测定和化学等项目分析,来研究沉积岩相和粘土矿物的成份和成因类型。通过野外和室内研究来恢复三趾马动物群生活时期自然地理环境和古气候类型。这一研究工作,不仅有助于地层的划分和了解青藏高原隆起前后的古气候,古地理的变迁而且对深入研究三趾马动物群生态环境和古脊椎动物的演化历史都具有一定意义。

一、地层初步划分和沉积岩相概述

吉隆盆地,位于喜马拉雅新生代褶皱带的希夏邦马峰北坡,沿中新世南北向断裂构造带形成的南宽、北窄的山间盆地(图版I,照片1)。盆地内沉积了以湖相为主的河湖相上新世地层、地层的总厚度为350米。现将吉隆盆地地层与沉积岩相分述如下:

(一) 地层初步划分

根据三趾马动物群化石,将吉隆盆地上新统卧马组分为上、中、下三部分。在上新统顶部覆盖一套厚度近百米的砾岩层,可能为更新统早期(?)的沉积物。上新统不整合于侏罗纪地层之上。现从新至老分述之。

更新统早期(?)

顶盖砾岩,为黄灰色、砾石成分为石英岩、花岗岩、黑色板岩和灰岩、砾石磨圆度较好、黑色板岩和灰岩多呈扁平状,其他砾石为椭圆形。砾岩具有明显的粗糙水平层理和斜交层理,产状倾向南东 150° 、倾角为 5°

~~~~~ 不 整 合 ~~~~~

上新统卧马组上段:

黄色和浅紫色泥岩夹有泥质粉砂岩组成,厚30—150米。产有:鸥螺型恒河螺(广义种) *Gangetia* ex gr. *rissoides* Odhner.*

上新统卧马组中段:

灰色砾岩、黄色砂岩和灰色砂岩相间出现,其中夹有薄层砾岩和深灰色薄层状砂质泥岩。厚110—250米。

~~~~~ 不 整 合 ~~~~~

上新统卧马组下段:

灰色、黄色粉砂岩为主含有褐黄色铁质层和铁质结核,夹有深灰色薄层泥岩。含有20公分厚的褐煤层。产有三趾马动物群的化石:

吉隆三趾马 *Hipparion chilongensis*

大唇犀 *Chilotherium* sp.

小古长颈鹿 *Palaeotragus microdon* Koken

葛氏羚羊 *Gazella* cf. *gaudryi* Schlosser

麂 *Metacerulus capreolinus* Teilh. et Tr.

羚羊 *Gazella* sp.

在化石层下部有灰色粉砂岩夹有灰色泥岩、泥灰岩含有植物化石碎屑。最底部为底砾岩层,砾岩中夹有砂岩透镜体,厚度变化较大,从数米到数十米。下段厚15—180米。

~~~~~ 不 整 合 ~~~~~

侏罗系灰岩和板岩。

(二) 沉积岩相划分及特征

Л. Б. 鲁欣指出:“沉积的岩石成分及其生成的自然地理环境是统一整体中不同的、但却是密切联系的两个方面。所以必须把相理解为沉积物的成因类型,或者把它理解为能表明沉积条件的沉积物岩性特征和古生物特征的综合”。

我们基本上根据沉积物特征和古脊椎动物群的生态特征,作为研究沉积岩相和古地理、古气候的基础,将吉隆盆地沉积物划分为两套河湖相沉积。第一套河湖相由河流相,湖泊沼泽相组成;第二套河湖相由河湖相,深湖相组成。从下而上分述之。

第一套河湖沉积相:

(1) 河流相

分布于盆地的南部和卧马与仲喀之间的峡谷一带。由于地壳抬升,吉隆河不断下切而出露。为湖盆的底砾岩层,其特征是在湖泊没有形成之前,沿中新世南北向断裂带形成的山间河流,沉积一套泥砂质胶结的砾岩。在砾岩层中夹有砂岩和砂砾岩透镜体。砾岩成分与周围母岩成分相同,主要为灰岩约80%,还有少量石英岩、花岗岩等。砾石磨圆度中等,为不规则的椭圆形,有的尚留有稜角,砾径一般为4—6公分,最大可达15—20公分,胶结物为砂质、钙质和小砾石。砾石排列方向平行于山坡方向,分布面积不广,常成不规则的带状。向盆地中部峡谷地区变为狭小的透镜体,向盆地北部边缘逐渐尖灭(图1)。

* 中国地质科学院李子舜鉴定。

(2) 湖泊—沼泽相

从地层产状来看,多数倾向于北东方向,沉积物的粒度是盆地南部粗大而北部细小,含有印度和尼泊尔水系中的鸥螺型恒河螺(*Gangetia ex gr. rissoides* Odhner),以上特征均证明当时河流由南向北流入盆地,由于盆地北部马拉山所阻无有通流,构成封闭盆地,河水在此有利的空间积存,水量逐渐增大形成湖泊。这一时期的湖泊沉积物在吉隆盆地,从南到北均有分布,在盆地南部沉积厚度较大,粒度较粗,厚约 170 米左右。湖泊中部三趾马动物群化石点剖面厚度变成 50 米。峡谷地区(E 剖面)厚度变成 10 米左右(受古地形所影响)(图 1)。这一岩相带为一套灰色粉砂岩,灰色细砂岩夹有灰色泥岩和泥灰岩所组成。具有规则的细窄水平状层理,有时可见明显的季节性层理(图版 I, 照片 4)。含有淡水鸥螺型恒河螺(广义种) *Gangetia ex gr. rissoides* Odhner, 为湖水较深,又很平静的环境中生存。由于湖水水量增减变化不大,气候温热湿润在湖泊岸边出现沼泽地带,植物生长繁茂至今还可以见到植物化石的碎屑。在含有三趾马动物群化石点的上部见到 20 公分厚的褐煤层,是湖泊—沼泽相可靠的证据,说明此一时期为湿热的气候环境。

第二套河湖相沉积:

由于盆地一度上升湖水消失,湖泊沼泽相暴露地表,经风化作用形成不平整的铁质风化壳。盆地再度下降,更大一次洪水流入盆地,改变了原来湖泊—沼泽的历史面貌,形成第二套河湖相沉积。

(1) 河湖砂岩相

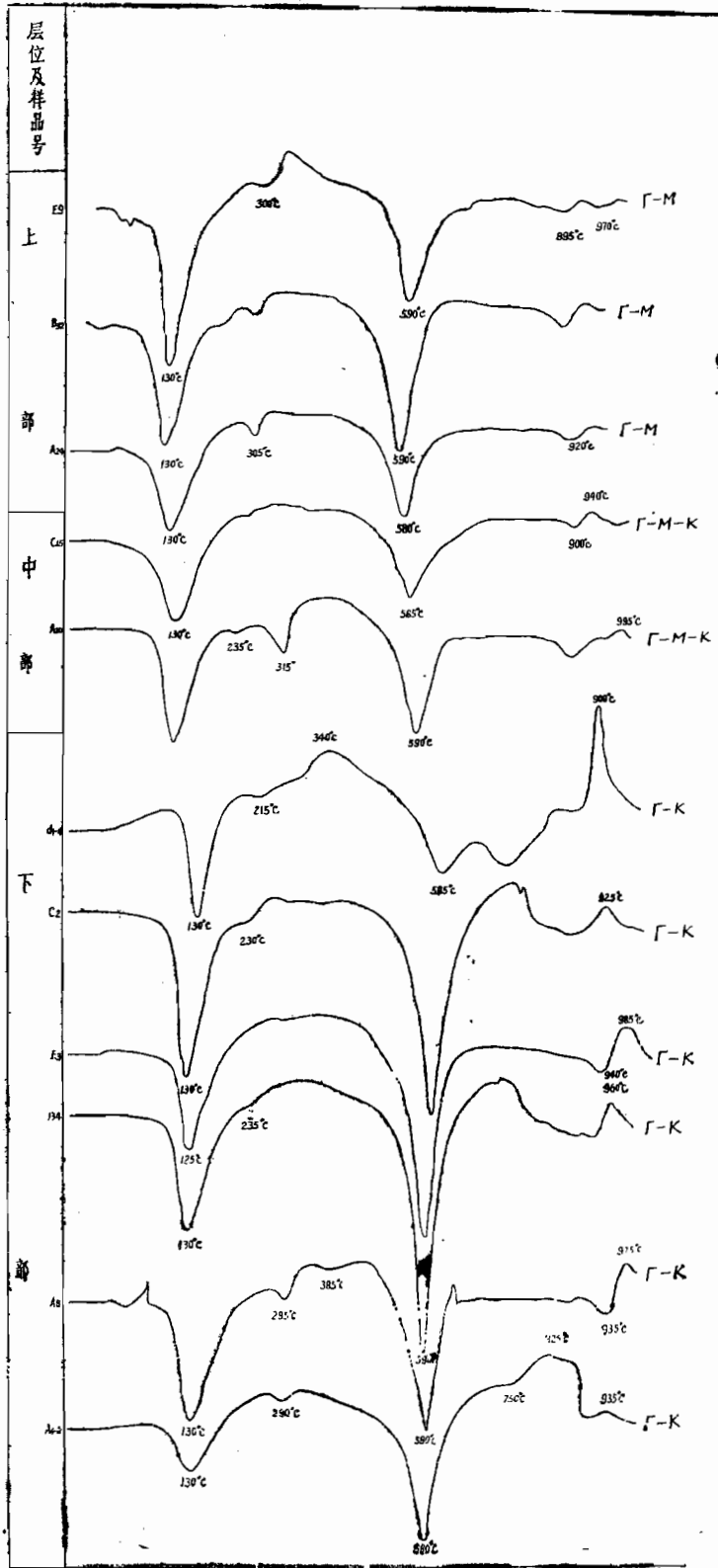
由于较大的洪水流入盆地,并带来大量的粗大物质,形成第二套的河湖沉积。例如:在吉隆盆地普遍见到 8—10 米厚的砾岩层(图版 I, 照片 3)。以后又有多次较大洪水进入湖盆之中,因而形成几套由砂岩到砾岩的沉积韵律,构成明显的水平层理。在吉隆盆地广泛分布的黄色砂岩、灰色砂岩,深灰色泥岩薄层和砾岩组成了河湖相沉积,厚度 80—240 米。在此岩相带中也见到少量铁质结核和铁质板状薄层。在盆地边缘地带见到小砾岩层,砾石多为扁圆状是典型湖泊沉积标志(图版 I, 照片 2)。在盆地边缘地带也见到斜交层理是小的流水作用结果,为湖滨相特征(图版 II, 照片 4)。

(2) 深湖泥岩相

湖水动荡之后趋于稳定,细粒粘土物质呈悬浮状态被搬运到湖泊中心和盆地北部边缘。这一时期沉积物除盆地南部由于不断有小的流水作用带入一些较粗粒物质外,其他地区均沉积为厚层状的淡黄色泥岩、灰紫色泥岩、泥质粉砂岩等,具有明显的水平层理和清楚的贝壳状断口,板状节理。由于沉积物向湖中搬运有周期性,因而形成黄灰相间的季节性韵律状细层理(图版 II, 照片 3)。在沉积岩层中没有见到植物化石,只见到淡水鸥螺型恒河螺(广义种) *Gangetia ex gr. rissoides* Odhner (图版 II, 照片 1、2)。反映当时湖水较深而平静。

二、沉积物中粘土矿物组合特征及古气候

粘土矿物同其他矿物一样,一般都具有一定的结晶形态。在一定的条件之下,每一种粘土矿物都有自己的固有晶体形态。例如:自生的高岭石在电子显微镜下就呈现出清晰的三角形薄片。自生的水云母为棱角清楚的各种锐角形或不规则的薄片。多水高岭石常



泥岩、泥质粉砂岩的差热曲线样品均经处理提纯 dc 0.01mm 实验条件：中性体，将三氧化二铝、热电偶导线将铂铑丝升温速度 10%

图 2 吉隆盆地差热分析曲线图

常是细管状或针状。但他生的粘土矿物因搬运过程中受到了不同程度的磨损和溶蚀，所以电子显微镜下都呈不同程度的浑圆状。因此，对于他生的粘土矿物单凭电子显微镜研究是有困难的。为此，我们对所采的样品进行了差热分析，X射线衍射分析，pH、EH 值测定、化学分析等综合分析与研究。我们把吉隆盆地上新统沉积物中在同一条件下形成的粘土矿物组合，同盆地的沉积岩相结合起来。从下而上划分为三组（见图 2、3）。现依次分述之。

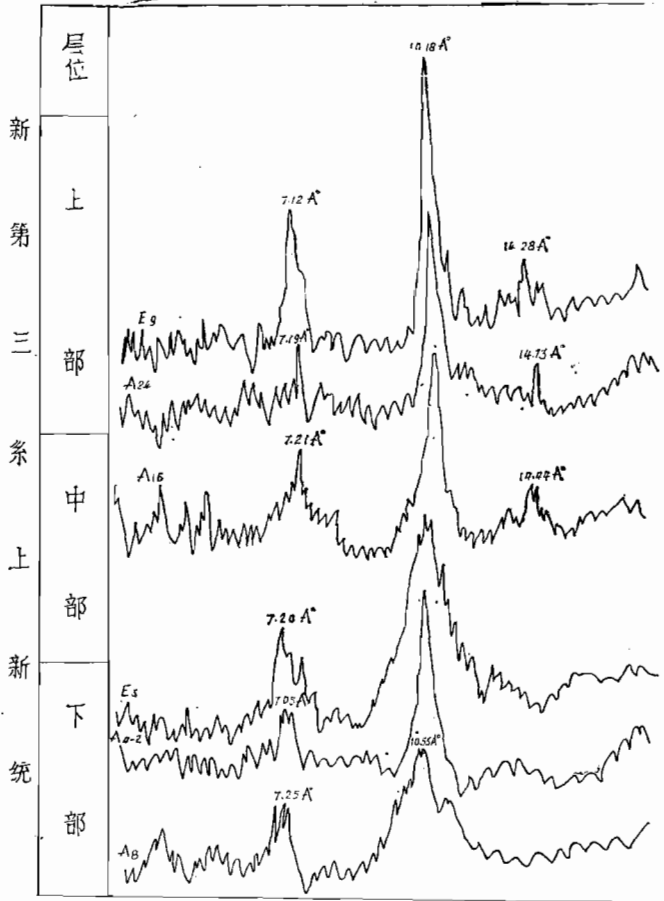


图3 吉隆盆地X射线衍射图谱

(一) 高岭石—水云母组合

本组粘土矿物分布于盆地的下部，第一套河湖沉积的湖泊—沼泽相之中。在这一岩相地段的粘土矿物组中，主要是水云母和高岭石矿物。在湖泊沼泽相中理应形成大量的高岭石矿物，但由于周围岩层多系侏罗系灰岩和轻变质岩风化后形成碱性介质不利于高岭石生成。虽然处于此种不利的条件。我们仍然从电子显微镜图象中（图版 III、照片 1、2）。看到模糊的六边形高岭石矿物的特征。在差热分析曲线图中更为明显的六边形高岭石矿物的放热峰（图 2、A₄₋₂、A₈、B₄、E₃、C₂、d₁₋₄）。从 X 射线衍射图谱（图 3、E₃、A₄₋₂、A₈）中除在 10.53 Å 附近有明显的水云母衍射峰外，均在 7.20 Å 左右呈现出高岭石衍射峰。

从化学分析中 Fe_2O_3 、 CaO 含量比盆地中部、上部皆低而含 C 量比中、上部都高(表 1)。从图 4 可见这一岩相地段又处于还原条件之中。以上所述均说明这一地段古地理和古气候环境是一个潮湿炎热的湖泊—沼泽地区、地表植被繁茂,有利于三趾马动物群生存。

(二) 蒙脱石—高岭石—水云母组合

分布在盆地中部为第二套河湖沉积的河湖砂岩相地段。在这一地段沉积物中粘土矿

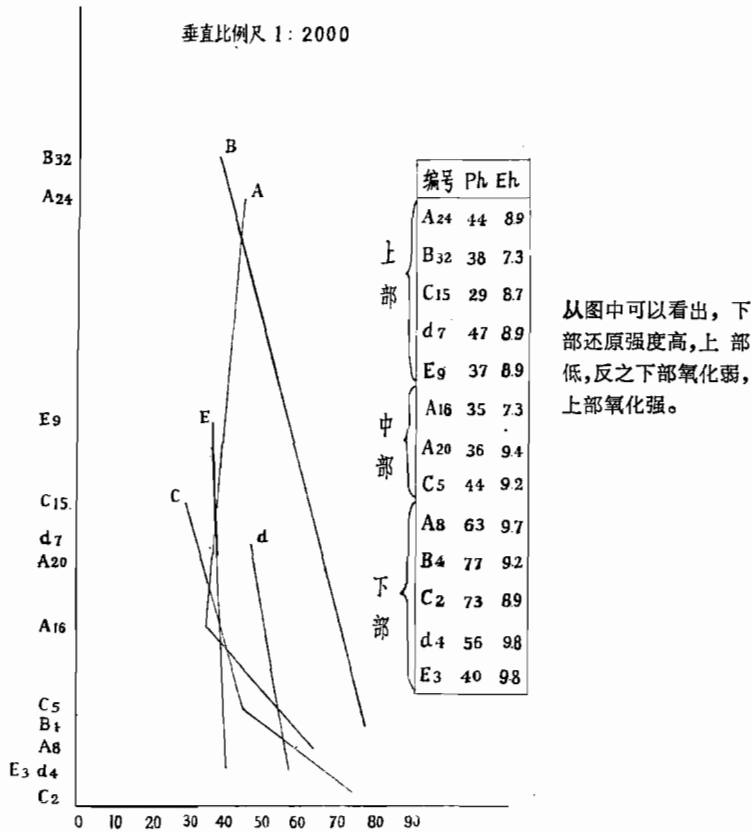


图 4 EH 的变化曲线图

表 1 吉隆盆地上新统化学分析表 含量(%)

时 代	标本编号	Fe_2O_3	CaO	K_2O	Na_2O	C
上 段	A ₂₄	2.94	19.68	2.33	0.55	0.20
	C ₁₅	4.38	22.44	2.60	0.50	0.19
	E ₉	3.12	19.78	2.20	0.60	0.27
	B ₃₂	4.53	10.04	2.33	0.85	0.25
	d ₇	4.68	23.91	1.55	0.63	0.44
中 段	A ₁₆	2.67	9.54	2.75	1.17	0.55
	A ₂₀	5.73	13.08	2.20	1.13	0.25
下 段	C ₂	1.92	7.28	2.25	1.23	0.43
	B ₄	1.23	7.97	2.00	1.40	0.55
	d ₄	3.30	9.43	2.00	0.45	0.47

物组分为蒙脱石、高岭石、水云母所组成。在电子显微镜图象中不仅见到呈浑圆状或半浑圆状的等轴鳞片的水云母和模糊的团片状蒙脱石,也见到不规则的六边形的高岭石(图版 III、照片 3、4)。在差热曲线图中也看到三种矿物不同的吸热谷和放热峰(图 2、C₁₅、A₂₀)。在 X 射线衍射图谱中分别在 7.21 Å、14.44 Å 处见到高岭石和蒙脱石的衍射峰(图 3A₁₆)。在这一组粘土矿物中出现了蒙脱石,这种变化关系,反映了古地理环境和古气候类型的变化。即从有利于生成高岭石的潮湿炎热气候,逐渐向有利生成蒙脱石的比较干燥炎热气候类型过渡。从化学分析(表 1)中可以看到 Fe₂O₃、CaO 也较盆地下部为高,含 C 量比盆地下部变低, EH 的变化也反映出较下部趋于氧化环境。说明这一时期气候较盆地下部干燥,地表植被也不如盆地下部茂盛。

(三) 蒙脱石—水云母组合

本组粘土矿物分布在盆地上部深水泥岩相中(图 1)。粘土矿物组分主要是水云母,其次是蒙脱石、少量高岭石。在电子显微镜图象中可以见到蒙脱石呈现出模糊的团片状、较多的水云母为浑圆状或半浑圆状的等轴鳞片(图版 III、照片 5、6)。差热分析结果(图 2A₂₄、B₃₂、E₉)。从中可以看出差热曲线中除反映有大量的水云母外,都显示出这些样品中含有一定数量的蒙脱石、在 X 射线衍射图谱上(图 3 A₂₄、E₉)也可以看出水云母在 10.18 Å 处有强烈的衍射峰外,在 14.28 Å 和 7.12 Å 附近都分别有明显的衍射峰,表示样品中都含有一定数量的蒙脱石和少量高岭石。

由于水云母可以在各种气候条件和各种浓度的碱性介质中生成。因此,就难以做为气候的标志。具有气候标志的蒙脱石矿物,只能在碱性介质环境,又是半干燥或干燥的气候条件下才能形成。从化学分析(表 1)和 EH 值分析(图 4 A₂₄、B₃₂、d₇、E₉)可以看出 Fe₂O₃、CaO 含量比盆地中,下部均高,是氧化和蒸发作用加强的表示,是一种干燥气候条件下的产物。从含 C 量来看比盆地中、下部为低,也反映出地表植被不茂盛的象征。虽然出现少量的高岭石的衍射峰,可能局部地方有些湿润,但总的趋势可以认为这一岩相地段古地理环境是有利于蒙脱石生成,是代表一种比较干燥炎热的气候环境。

三、几点初步认识

综上所述,我们对西藏吉隆盆地上新世沉积岩相和粘土矿物的电子显微镜、差热分析、X 射线衍射以及化学分析等研究,提出以下几点粗浅的认识。

(一) 根据研究结果,我们认为吉隆盆地沉积物中粘土矿物组合,由于受周围物质来源和盆地的水介质条件所影响,形成的气候标志矿物高岭石和蒙脱石含量不多。而不受任何气候条件和各种介质环境所影响的水云母矿物数量最多。我们选择具有气候标志的高岭石和蒙脱石矿物,又结合沉积岩相划分了粘土矿物组合。确定了吉隆盆地的气候类型。

(二) 根据吉隆盆地上新世沉积岩相,粘土矿物组合和 Fe₂O₃、CaO、C 的含量以及 EH 值的演变。可以反映出吉隆盆地在上新世时期的古地理环境和古气候类型的变化过程。即从下部的河流相和湖泊沼泽相时期,为潮湿炎热的热带气候,向盆地中部第二套河湖相时期逐渐变为干、湿相间的过渡类型气候。到盆地上部基本上趋于干燥气候,局部时期也

较湿润。从 CaO 、 Fe_2O_3 含量也是从下部向上部逐渐增高,含 C 量则从下部向上部逐渐变低。这些变化趋势都说明本地区气候演变特点同粘土矿物组合特征的变化相一致的。

(三) 吉隆盆地湖泊沼泽相地段中产有三趾马动物群化石。从三趾马动物群生态环境而言: 如吉隆三趾马 *Hipparion chilongensis*、大唇犀 *Chilotherium* sp.、小古长颈鹿 *Palaeotragus microdon* Koken 等森林草原型的喜热动物,也与这一时期潮湿炎热气候环境相适应。

(四) 从吉隆盆地上新世地层剖面的孢子花粉研究来看,在相当下部湖泊沼泽相的粘土矿物组合地段,含有柚木、棕榈、栎、藜科、雪松等。也属于亚热带型植物,同盆地下部粘土矿物组合所反映的气候类型相吻合。

(五) 本区气候的变迁与喜马拉雅山的隆起是密切相关的。在上新世喜马拉雅山高度平均 2000 米左右,吉隆盆地高度在 1000 米左右。当时气候屏障作用不显,南北坡都受到印度洋暖湿季风的滋润为亚热带气候。联系到我国北方上新世广泛分布的三趾马红土地层,也说明本区当时的气候同我国东部地区较为相似,属于温热的亚热带气候。当时平均温度达 10°C 左右、降水量为 1700—2200 毫米,生长着茂盛的常绿阔叶林。

上新世之后喜马拉雅山不断上升,使现今吉隆盆地上新世地层分布高度可达 4100—4600 米之多。由于喜马拉雅山大幅度的升起形成气候的屏障作用,阻挡了印度洋暖湿季风的滋润。因此,对本区气候和自然环境以巨大的影响,使现今的吉隆盆地变为干、冷严寒的大陆性气候。联系到我国云南西双版纳地区现代犀牛可以生活在高达 1500 米的山区、亚热带气候环境之中,西双版纳地区现今的自然环境与上新世时期西藏吉隆盆地的气候环境相类似。从中对比,可以认为喜马拉雅山和青藏高原从上新世之后,至少上升 3000 米以上,每年平均上升高度为 0.025 厘米左右。

(六) 吉隆盆地上新世下部为湿热的亚热带气候,在湖泊沼泽相沉积层中见到 20 公分厚的褐煤层。这一发现不仅对研究古地理和古气候提供了有力的科学依据而且有现实意义。尤其是对西藏地区燃料极缺乏的情况下,为今后在喜马拉雅山北麓新生代盆地中、上新世下部,寻找褐煤提供了方向。

(七) 关于地层的划分,本文主要是依据古脊椎动物群化石来划分的。我们通过岩相和粘土矿物组合的分析提出进一步划分的意见。我们认为吉隆盆地上新世应分下部为卧马组,含有三趾马动物群(第一套河湖相)。上部为仲喀组(第二套河湖相沉积)。划分的依据是:

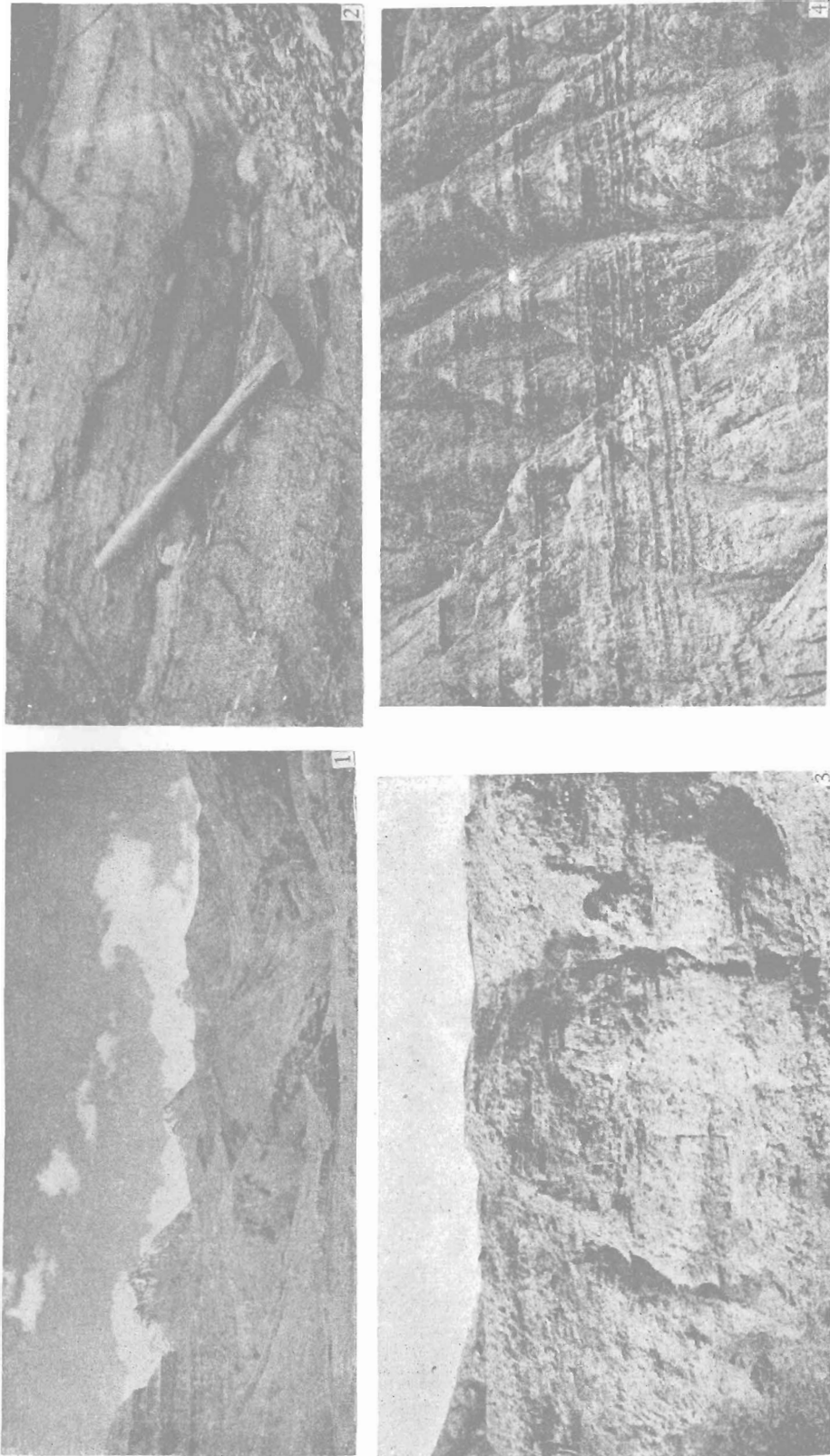
(1) 两者之间为两套不同的河湖相沉积,中间有一个小的间断,有较明显的风化面。

(2) 从岩相和粘土矿物组合上也不相同,下部为湖泊—沼泽相为主,沉积物颗粒较细,含有植物化石和三趾马动物群化石。粘土矿物组合为水云母—高岭石代表湿热的气候环境。上部沉积物颗粒粗大一些,不含有古脊椎动物化石和植物化石。粘土矿物组合为水云母—蒙脱石,含有少量高岭石,代表干燥炎热气候环境。因此,我们认为吉隆盆地上新世分为上部仲喀组;下部为卧马组为宜。

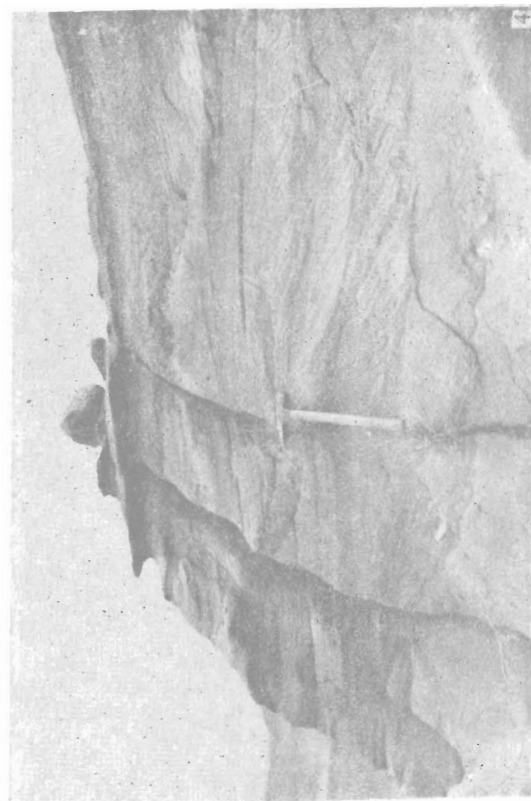
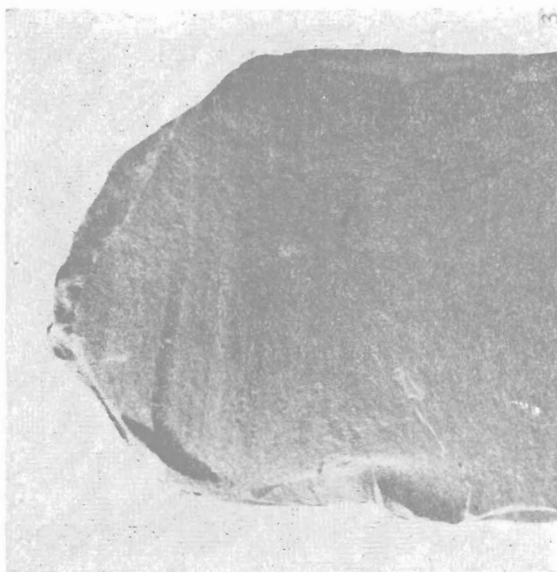
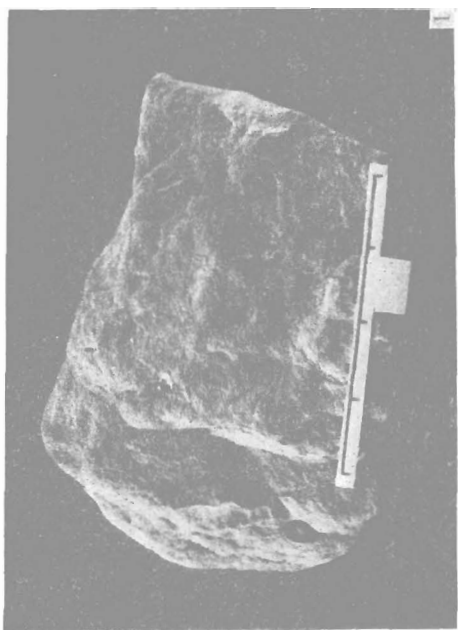
本文所用化学分析由中国科学院综考组完成。在粘土提纯、差热分析, X 射线衍射、pH、EH 值测定等方面受到中国科学院地质所田兴有、黄栢林、李莉、张乃贤诸同志大力协助完成。电子显微镜方面由中国地质科学院张家云同志完成。

参 考 文 献

- 熊毅, 1952年: 由更新统沉积物的胶体矿物分析试论第四纪气候。地质学报, 32卷, 1。
施雅风、刘东生, 1964年: 希夏邦马峰地区科学考察初步报告。科学通报, 10。
杨怀仁, 1956年: 第四纪的冰期和气候变迁、地理知识 7、5。
郭旭东, 1974年: 中国西藏南部珠穆朗玛峰地区第四纪气候的变迁。地质科学, 1。
闵育顺, 1975年: 河北平原东部钻孔岩心中粘土矿物的电子显微镜研究。地球化学, 4。
孔昭宸, 1976年: 北京一亿多年来植物群的发展和古气候的变迁。植物分类学报, 1。
A. Л. 列兹尼科夫, 1961年: 沉积岩相与建造。

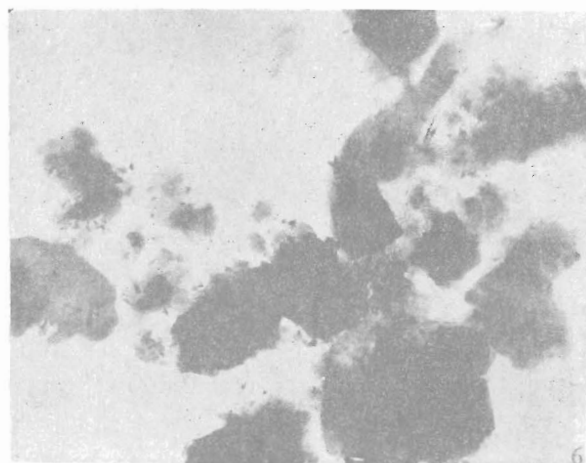
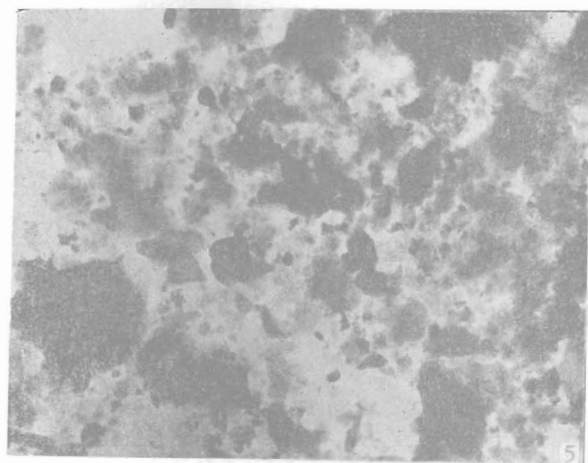
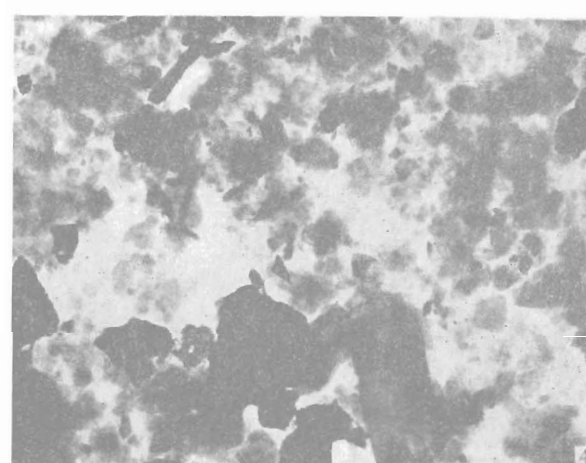
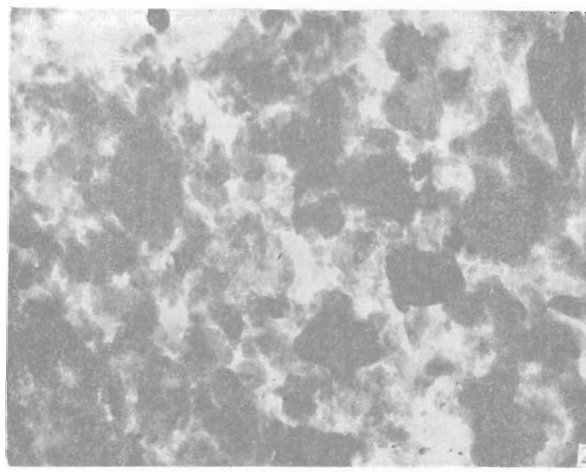
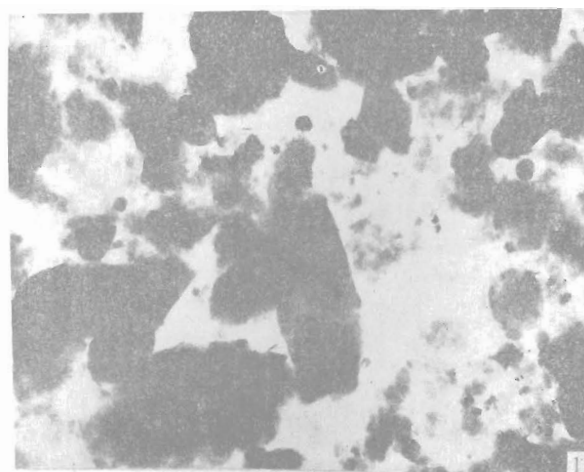


1. 希夏邦马峰北坡吉隆盆地上新世河湖相沉积。 2. 河湖相边缘地带砂岩与小砾岩互层。
3. 湖泊沼泽相上部, 第二套河湖相沉积的 8~10 米厚砾岩层。 4. 湖泊沼泽相含三趾马动物群化石层的水平层理。



1. 湖泊泥岩相含鸥螺型恒河螺(广义种)。
3. 湖泊泥岩相中细层理和季节性韵律。

2. 湖泊泥岩相中鸥螺型恒河螺(广义种)。
4. 河曲相盆地边缘地带小的山间河流作用形成的交错层理。



1—2. 水云母和结晶不好的高岭石。×12600。
3—4. 水云母、蒙脱石和少量高岭石。×12600。
5—6. 水云母、蒙脱石。×12600。