

A high-altitude mountain landscape with a line of hikers in the foreground. The terrain is rugged and rocky, with patches of snow or ice. The sky is overcast. The hikers are silhouetted against the lighter background of the mountain. The text is overlaid on the image in a stylized, calligraphic font.

珠穆朗瑪峰地區

科考考察隊

1968—1969

第四紀

# 珠穆朗玛峰地区 科学考察报告

1966—1968

## 第四纪地质

中国科学院西藏科学考察队

科学出版社

1976

## 内 容 简 介

《珠穆朗玛峰地区科学考察报告》是中国科学院组织的西藏科学考察队于1966—1968年间在我国西藏自治区珠穆朗玛峰地区进行的综合考察工作总结，是无产阶级文化大革命期间的科研成果。《报告》按地质、古生物（一、二、三册）、第四纪地质（包括新构造）、自然地理、现代冰川与地貌、生物与高山生理、气象与太阳辐射等专题分册出版。

本书为第四纪地质专册共汇集了七篇文章，主要通过对珠峰地区的冰期和间冰期沉积物的研究，充分利用在珠峰北坡收集到的自晚第三纪以来比较完整的、不同时代地层中丰富的孢子花粉材料用植物学比较方法，分析了冰期和间冰期的古地理环境，论述了这里地壳运动的性质和幅度，同时对本区发现的细石器 and 旧石器进行了考察，证明早在原始社会后期西藏已有人类存在。

### 珠穆朗玛峰地区科学考察报告

(1966—1968)

#### 第 四 纪 地 质

中国科学院西藏科学考察队

\*

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街137号

中 国 科 学 院 印 刷 厂 印 刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

\*

1976年3月第 一 版 开本：787×1092 1/16

1976年3月第一次印刷 印张：7 1/8

印数： 册 3,950 插页：精 17 平 16

册 平 2,150 字数：162,000

统一书号：13031·352

本社书号：537·13—18

定 价： 精 装 本 2.45 元  
平 装 本 1.65 元

# 前 言

中华人民共和国成立以来,在伟大领袖毛主席的关怀和领导下,为建设西藏,发展西藏的工农业生产,曾多次组织科学考察。在我国无产阶级文化大革命期间,中国科学院组织了西藏科学考察队,于1966—1968年在我国珠穆朗玛峰地区对珠穆朗玛峰的上升及其对自然界和人类活动的影响进行了多学科的综合考察。本书是《珠穆朗玛峰地区科学考察报告(1966—1968)》的第四纪地质分册。

第四纪地质研究注意了下列三方面问题:

1. 第四纪冰川的发展过程如何,
2. 第四纪新构造运动的性质如何,
3. 第四纪人类活动的历史如何。

这次考察充分利用珠穆朗玛峰地区冰期和间冰期沉积物都发育良好的有利条件,除对冰期遗迹进行研究外(珠穆朗玛峰地区第四纪冰期探讨),着重对间冰期沉积物进行了研究(珠穆朗玛峰地区第四纪间冰期和古气候)。由于注意了间冰期的(和冰期的)沉积层序、物质成分和孢子花粉分析,对冰期、间冰期的古气候条件以及地壳的上升都做了分析。在可靠的依据下,比较清楚地建立了珠穆朗玛峰地区第四纪冰期和间冰期的发展序列(珠穆朗玛峰地区第四纪地层)的基础。

举世瞩目的喜马拉雅山构造问题,研究者虽多,亲临调查者甚少。这次第四纪地质组从珠穆朗玛峰地区的实际调查材料,分析了新构造运动的地貌显示、地层结构和构造形式<sup>1)</sup>。同时利用珠穆朗玛峰北坡自晚第三纪以来比较完整的、不同时代地层中,丰富的孢子花粉材料和珠穆朗玛峰地区喜马拉雅山南侧我国境内的现代比较完整的、不同高度的植被带谱的特有条件,用比较植被学的方法,分析了冰期、间冰期的古地理环境,论述了这里地壳运动的性质和幅度(珠穆朗玛峰地区第四纪古植物的研究及其他各篇)。并研究了各不同地点,不同间冰期时期的地壳上升和古地理环境(根据孢粉分析的资料探讨珠穆朗玛峰地区第四纪古地理的一些问题)。这些工作的意义远不止于使人们了解到珠穆朗玛峰地区从上新世晚期至今上升达3,000余米。它还提供了研究造山带新构造运动的一些基本情况。如1)第四纪以来新构造运动与造山运动(喜马拉雅运动)的相关性,从时间上看它们是连续的。2)第四纪以来的不断隆起,说明从空间上这里运动的方向是大幅度的持续上升。3)大面积、大幅度的翘起上升从力学性质看,来源于水平运动而不是垂直运动。对地球上最年轻的造山带的新构造运动特点的揭露,地质力学机制的探讨,可能在某些方面对研究其它地区的、不同时代的造山带的新构造运动是有参考意义的。

近年来我国和非洲各地许多人类化石的发现,有力地冲击着古人类研究领域中的传统旧观念。许多过去认为是空白的地区,现在发现了丰富的人类遗迹,说明过去所谓的空白地区是研究程度不足,而不是实际上的没有。最近人类化石的发现在地理分布上,在非

1) 杨理华、刘东生: 珠穆朗玛峰地区的新构造运动。

洲,由非洲南部、东部而北部,逐渐由南而北;在我国则由华北、中南而西南,逐渐由北而南。新的人类化石地点的出现,冲破了把人类起源局限于某一地区的说法。种种迹象说明介乎欧亚大陆和印非大陆之间的西藏高原是发现人类化石的十分重要的枢纽地带。这次考察虽未找到人类化石,但许多材料说明这一地区适于人类活动,而在这里中石器时代的细石器(西藏聂拉木县发现的石器)和旧石器的发现(西藏定日新发现的旧石器)更直接证明古人类的存在。这为今后在珠穆朗玛峰地区开展人类化石的研究展示了极为有利的前景。

这次考察东起亚东、西至吉隆、北自雅鲁藏布江、南达国境,面积达五万平方公里。在这样辽阔的地区里,三个年度的野外工作,自然仍属路线调查性质。各项研究也因材料的多寡,深入的程度不尽一致。除对工作中曾给予支持、鼓励、帮助的同志们表示衷心的感谢外,论述中的错误和不足之处有待今后工作的修改和补充。请读者提出批评和指正。

# 目 录

## 前言

珠穆朗玛峰地区第四纪地层·····	( 1 )
珠穆朗玛峰地区第四纪冰期探讨·····	( 29 )
珠穆朗玛峰地区第四纪间冰期和古气候·····	( 63 )
根据孢粉分析的资料探讨珠穆朗玛峰地区第四纪古地理的一些问题·····	( 79 )
珠穆朗玛峰地区第四纪古植物学的研究·····	( 93 )
西藏定日新发现的旧石器·····	(105)
西藏聂拉木县发现的石器·····	(110)

# 珠穆朗玛峰地区第四纪地层\*

赵希涛 郭旭东 高福清

(中国科学院地质研究所) (中国科学院贵阳地球化学研究所)

喜马拉雅山脉是地球上最雄伟高大的、年轻的褶皱山系。始新世以前,喜马拉雅地区处于长期下沉的浅海环境,在极其强烈的喜马拉雅运动的作用下,喜马拉雅山脉才从沧海中升起。至第三纪末,它已上升到平均高度3,000米以上的高山。因此,在全球性气候变化的影响下,珠穆朗玛峰地区经历了几次大的更新世冰川作用,从而遗留下来各种与冰川作用有关的沉积物及间冰期沉积。1960年中国珠穆朗玛峰登山队科学考察队<sup>1)</sup>和1964年中国希夏邦马峰登山队科学考察队<sup>2)</sup>,曾对这两个高峰及其邻近地区的冰川和其他第四纪沉积物进行过较详细的考察。在这次为期三年的珠穆朗玛峰地区的科学考察中,我们在前人工作的基础上进一步考察了作为本区特色的第四纪冰川沉积,而且加强了对间冰期与冰后期各种沉积的研究,从而发现了若干较完整、较典型的第四纪地层剖面,为深入探讨本区第四纪冰期、古气候和喜马拉雅山脉的上升等问题打下了基础。因此,本文除概略地介绍第四纪沉积物的空间分布特点外,将着重记述几个主要的第四纪地层剖面,并初步建立本区第四纪地层的顺序和讨论地层的时代。

## 一、第四纪沉积物的空间分布

喜马拉雅山脉与青藏高原以其巨大的高度和特殊的自然条件而著称于世界。它是现今地球表面上最大的地貌单元之一。由于第四纪时期气候的剧烈变化和喜马拉雅山脉的强烈上升,因此,珠穆朗玛峰地区第四纪沉积物复杂多样,并有其独特的空间分布规律。

本区的第四纪沉积物,包括冰川沉积、冰水沉积、冰缘沉积、河流沉积、湖泊沉积、风成沉积、泉华沉积、风化壳……等等,还有各种过渡类型或混合成因的沉积物。本区主要成因类型的第四纪沉积物的空间分布如图1所示。

由图可见,本区各类型第四纪沉积的空间分布与区域地貌特征关系十分密切。现将本区主要成因类型第四纪沉积的空间分布特征略述如下:

---

\* 参加第四纪地层的野外调查和部分室内总结的还有:中国科学院贵阳地球化学研究所刘东生(1966—1967年)、原中国科学院地质研究所杨理华(1966年)、中国科学院兰州冰川冻土沙漠研究所郑本兴(1966—1967年)和张祥松(1966年)、中国科学院古脊椎动物与古人类研究所邱占祥(1966,1968年)等同志。

本文之植物化石鉴定与孢粉分析分别由中国科学院植物研究所和地质研究所有关同志完成,哺乳动物化石系由古脊椎动物与古人类研究所邱占祥同志鉴定,碎屑矿物由北京大学张淑媛和地质研究所裴静娴同志协助鉴定。

1) 中国珠穆朗玛峰登山队科学考察队:珠穆朗玛峰地区科学考察报告,1962。

2) 施雅风、刘东生:希夏邦马峰地区科学考察初步报告,科学通报,10月号,1964。

## (一) 冰 碛

横亘本区南部近东西走向的喜马拉雅山主脉,其平均海拔在6,100米以上。全球十四座海拔8,000米以上的高峰中,就有六座汇集于本区与南部的邻近地区,如珠穆朗玛峰(8,882米)、干城章嘉峰(8,585米)、洛子峰(8,501米)、马卡鲁峰(8,470米)、卓奥友峰(8,153米)和希夏邦马峰(8,012米)。海拔7,000米以上的高峰多达四十余座,海拔6,000米以上的山峰则更多。因此,在全球性气候变化的影响下,喜马拉雅山区多次发生了规模巨大的更新世冰川作用,迄今仍有规模较大的山岳冰川发育,如珠穆朗玛峰南北坡,大小冰川达548条<sup>1)</sup>。由此可见,这数十座高峰是古冰川和现代冰川的作用中心,特别是寒冷的冰期时期,从这些高峰向四周流溢出成千成万条冰川,这些冰川刨蚀基岩,并将大量岩屑物质搬运到冰川槽谷和山麓等不同的地貌部位,形成各种第四纪冰川沉积。

如在希夏邦马峰北坡,第四纪各时期的冰碛分别保存在那克多拉河上游两岸海拔6,200—5,700米、6,100—5,200米和5,000米左右的平台、槽谷和山麓。在希夏邦马峰南坡,沿波曲河向南东延伸的一条主冰川和其支冰川所遗留下来的第四纪不同时期的冰碛,其下限在聂拉木附近达3,700—3,800米。此外,在波曲河两岸的扎西岗、庄东、大吉岭附近,也分布有源自希夏邦马峰和通泽峰一带的冰碛。在吉隆河上游各支流谷地或源头地区分布有不同高程的冰碛,其末端往往和佩库康里山西坡的现代冰川相连,海拔达5,000米左右。

在卓奥友峰北坡和通泽峰北坡,第四纪不同时期的冰碛分别见于热久藏布河和错龙康曲河谷地,冰碛物的下限,已伸入定日盆地的南缘,海拔为4,500—4,600米。

在珠穆朗玛峰北坡,为数众多的现代冰川末端,古冰碛的分布普遍可见,特别是东、西、中绒布冰川的汇合口附近,保存有大量不同高程的古侧碛垄。在绒布寺与绒布德寺附近,也有不同时期的终碛和侧碛分布。在珠穆朗玛峰东坡卡达河谷地亦有不同时期的冰川沉积存在。

在考察区东部帕里东北的绰莫拉利峰西坡和帕里西北的泡汗里峰东坡,第四纪不同时期的冰碛分布十分广泛,古冰碛在帕里盆地汇合,使帕里盆地与其北的多钦湖盆地分开。古冰碛末端在帕里盆地北部为海拔4,400米。而源于阿马美塘山东坡的冰川堆积,可达萨尔附近。

在雅鲁藏布江与朋曲河的分水岭——藏南低分水岭地区,冰川沉积远不如喜马拉雅山主脉发育,但在若干海拔6,000米以上的较高山峰周围,仍有现代冰川与古冰碛分布,如特散赫纳峰及其以东和古错以北地段,古冰碛被保存在U形谷的底部,海拔约在5,000米以下。在甲错拉山口西南拉古龙谷,可以在朗不杰附近看到源自拉古千里峰(6,481米)西坡的冰碛。

1) 谢自楚, 1972, 珠峰地区冰川的发育条件、数量及分布。

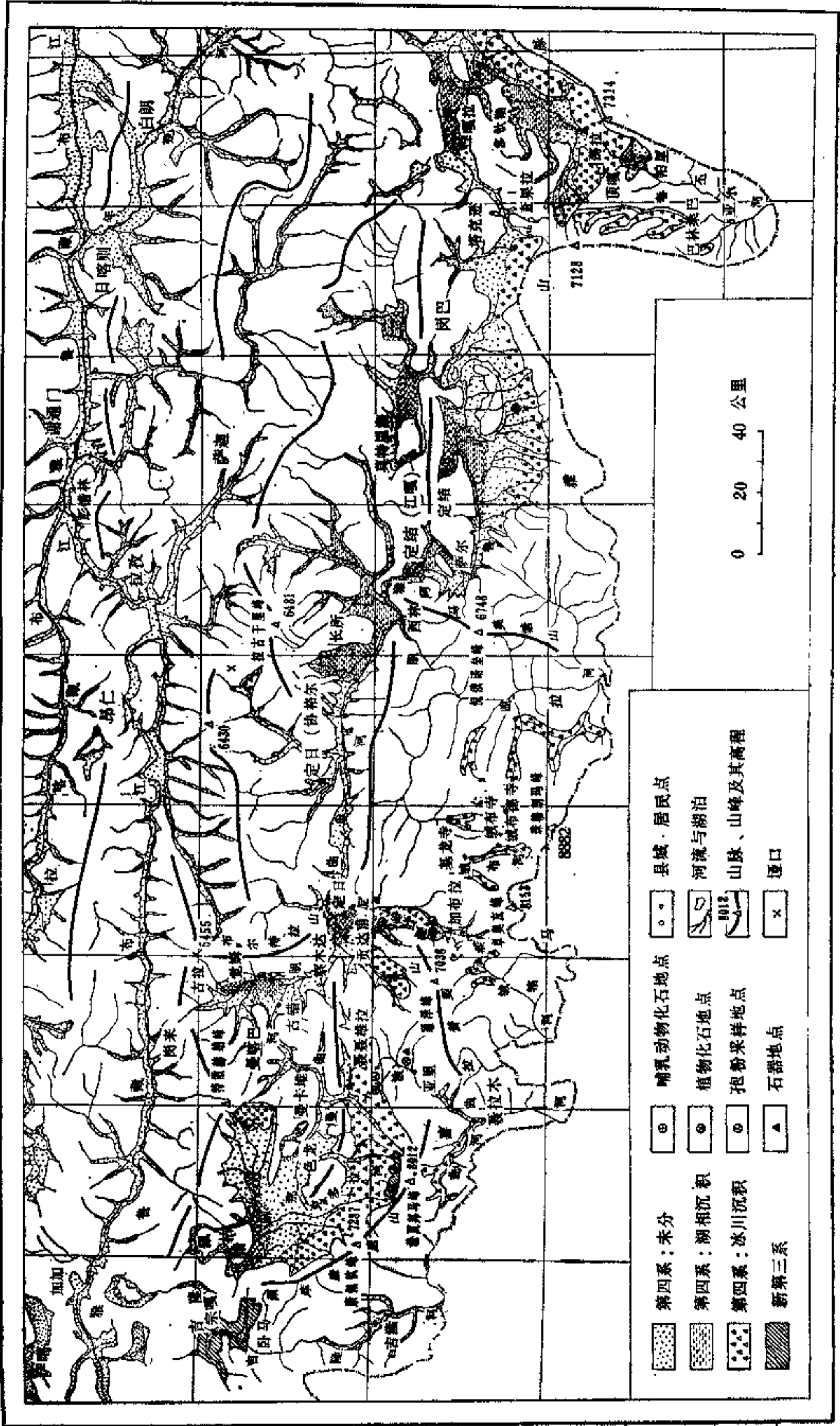


图1 珠穆朗玛峰地区第四纪沉积分布略图

## (二) 冰水沉积

冰水沉积广泛分布于喜马拉雅山两麓,与冰碛物的分布密切相关。它构成本区为数众多的冰水阶地、冰水扇形地和冰水平原等。

在希夏邦马峰北坡,冰水沉积在港井以外构成宽广的倾斜平原,其末端与佩枯错一带辽阔的草原地区相连接。而切穿平原的河谷两侧,又有许多较新的冰水阶地分布。

卓奥友峰北坡第四纪早期的冰水沉积(贡巴砂砾岩),分布于定日盆地中之贡达甫村旁和加布拉附近的山脊之上。这些半固结的砂砾岩还见于珠穆朗玛峰北坡曲布附近,希夏邦马峰北东东方向的聂聂雄拉平台,本区东部的帕里盆地和萨尔等地,该冰水砂砾岩由于时代老而保存零星,而时代较晚的冰水沉积的分布则要广泛得多,如卓奥友峰北坡,冰水沉积构成了龙江以南冰碛以下的冰水扇、冰水阶地与冰水平原。

冰水扇形地在本区分布十分广泛,有些呈“扇中扇”排列,如波曲河谷的扎西岗、庄东、大吉岭一带相当发育;有的则为平行的冰水扇群,如古错、长所等地朋曲河的北岸最为典型。

## (三) 冰缘沉积

在喜马拉雅山现代冰川与古冰川的外围地区,广泛分布着不同时代和成因的冰缘现象与冰缘沉积。如聂聂雄拉、朋曲桥、佩枯错和日喀则等地的古湖相沉积中,往往有因融冻作用而产生的弯曲变形现象(或称“冰卷泥”)。而现代冰缘现象的分布则更为广泛,成因亦更为多样。如寒冻风化与重力作用为主的有石海(朗弄山北坡和希夏邦马峰北坡)、岩屑裙(亚里北、百巴乡鲁鲁河西岸、察加、甲错拉山西南)、石柱(希夏邦马峰北坡)等;融冻作用为主的有泥石流舌(那克多拉河两岸)、泥流阶地(聂拉木、港门穷山、定日、察加)、融冻滑塌(聂拉木南);冻裂作用为主的有冻裂缝、多边形土(那克多拉河),……等等。

## (四) 河流沉积

本区河流受近东西向与近南北向构造的控制,因而具有格状水系的特征,河流沉积物的空间分布,亦具有同样的格式。

本区近东西向的主要河流,为雅鲁藏布江与朋曲河。在雅鲁藏布江谷地,河流沉积较为发育,如岗来附近,保存有7—8级由冲积砂砾石组成的河流阶地。

朋曲河发源于希夏邦马峰北坡的野博康加勒冰川末端,自西向东,在喜马拉雅山脉北坡的崇山峻岭中流动,在西林附近,与其东部主要支流雅鲁曲河汇合,并折而向南,切穿雄伟高大的喜马拉雅山脉。在朋曲河所流经的不同地段,河谷地貌与河流沉积不尽相同。在峡谷地段,如朋曲河上游曼曲河段的曼卡堆附近,可以见到三级由较粗大的砂砾石组成的基座阶地。在定日至聂拉木公路七道班附近,在曼曲西岸,还见到相对高度100—185米的一条由厚近30米的冲积砾石层组成的古河道。然而,朋曲河在流经定日盆地、长所盆地等

地段时,河流阶地逐渐减少或消失,仅见一级由颗粒较细的泥砂物质组成的低阶地,高阶地则是由湖相沉积组成的,而河流沉积则主要埋藏于广阔的河床之下。上述情况表明,朋曲河形成时代较晚,而在朋曲河形成之前,则有许多古湖分布于断陷盆地之中,自然也有一些古河道注入这些湖泊。朋曲河东部的的主要支流雅鲁曲河的情况也是这样。

本区近南北向河流包括吉隆河、波曲、春丕河及朋曲河的若干支流,如热久藏布河等。由于喜马拉雅山南北两坡的不对称,因而这些河流的不同地段,沉积物的成分、结构和分布是不相同的。大体上,山脉北坡的河流,其上游比降较大,河床狭窄,而下游则往往流入断陷盆地、其比降小、河床十分开阔。因此,冲积物自南而北由粗变细的自然分异现象十分明显,并且在河流的源头与上游,往往可以见到冰碛、冰水沉积与河流沉积的过渡关系,如卓奥友峰北坡朋曲河支流热久藏布河所见。喜马拉雅山南坡的情况与北坡不同,其上游与源头段比降较小,河床较为开阔,冲积物颗粒较细;中下游段比降很大,切割很深,冲积物很不发育,主要是些粗大的砾块。例如波曲河自上至下,在亚里至土隆段,河谷较为平缓开阔,发育一级由砂砾石组成的堆积阶地;其下的大吉岭至扎西岗段,河床逐渐变窄,阶地增至2—3级,冲积物颗粒变粗;而更下游的聂拉木至樟木段,河流比降极大,具有相对高度达数百米至一千余米的典型的“谷中谷”地形,只有极少量粗大的砾块保存在谷肩上。在亚东、嘎林岗等地的春丕河谷中,往往可以见到三级由砂砾石组成的河流阶地,其相对高度在嘎林岗分别为15米、25—45米和115米,但在纵向上变化较大。

### (五) 湖泊沉积

珠穆朗玛峰地区的第四纪湖泊沉积十分发育,不仅见于现代湖泊的沿岸,而且分布在现已消失的古湖盆中。

本区的现代湖泊与古湖泊,按其成因大致分为两类:一类是分布于断陷盆地的构造湖,一类是与冰川作用有关的冰川湖(如冰斗湖,冰川阻塞湖等)。前者包括多钦湖、嘎拉湖、莫特里湖、丁木错、嘎罗维金玛湖、佩枯错、戮错龙湖等现代湖泊及帕里湖(曾与多钦湖相通)、定结湖、长所湖、定日湖等古代湖泊;后者包括大吉湖、金木则湖及古代的聂聂雄拉湖、加布拉湖等。

多钦湖与嘎拉湖相通,后者有两级由湖相砂与粘土组成的湖岸阶地。在长所、定结等地,普遍存在4—5级相对高度数十米至百余米之由湖相沉积组成的古湖岸阶地。在东起朋曲桥、西至古错的定日盆地,朋曲河两岸普遍保存4—5级古湖岸阶地,以朋曲桥北为最典型。定日盆地贡达甫村旁的由贡巴砂砾岩组成的岛山及古错附近若干相对高度80—90米的岛山上,亦有古湖相沉积保存。在佩枯错,可以见到由湖相砂砾石与粘土组成的四级湖岸阶地,其相对高度分别为20米、40米、60米和75米。在戮错龙盆地,古湖岸阶地高出湖水面100—150米,古湖线多达20余道,其显著者为5—6道。在宗嘎盆地,亦见三级由湖相沉积组成的古湖岸阶地,其相对高度为30米、50米和70米。更有意义的是,帕里、加布拉和聂聂雄拉等地的古湖相沉积与古冰碛直接接触,并且在湖相沉积中发现若干木本植物的化石和森林植被的孢粉组合,从而为讨论本区地层的划分与时代,提供了有力的依据。

## (六) 风成沉积

风成沉积包括砂丘、砂垄和黄土状沉积两类。前者见于希夏邦马峰北坡草原、佩枯错与嘎罗维金玛湖滨及西林附近朋曲河拐弯处,这是干燥寒冷气候下强劲的风力搬运湖滨与河岸砂沉积的结果。后者则见于雅鲁藏布江、朋曲河及其支流(如古错附近)的斜坡之上。

## (七) 泉华沉积

在朋曲河、波曲等河谷中,沿近东西向与近南北向断裂带,有若干泉水与温泉溢出,并沉积了各种泉华沉积。按泉华的主要物质成分,可以分为石灰华与铁华两类。前者见于波曲上游的亚里,朋曲河上游曼曲河之休莫,定日附近的察木达及百巴乡附近鲁鲁河谷等地。后者见于波曲河谷之曲乡。在泉华中往往含有植物化石与石器,为推断其形成的时代提供了依据。

## (八) 风化壳

风化壳是气候的产物。由于本区地形高差悬殊,气候的垂直分带极为明显,因而不同高度上的风化壳的类型是不相同的。在喜马拉雅山南坡海拔较低处的亚热带气候下,发育着硅铝型或铁铝型风化壳。在雪线附近的寒冷气候下,发育着寒冻碎屑型风化壳。在山脉北坡寒冷干旱的冰缘气候下,发育着黄上质风化壳,成为本区黄土与黄上状土的原生细土物质的重要来源。这为研究黄土的成因提供了一定的线索。

应当着重指出的是,在海拔近 5,000 米的聂聂雄拉与岗来等现代冰缘区,发现了古代红色风化壳,这是一个十分重要和非常有趣的现象。

此外,本区还有重力堆积、坡积等成因类型的沉积物,以及重力-冰缘堆积、冰水-河流沉积、河流-湖泊沉积、冰川泥石流堆积等过渡或混合成因类型的沉积物,在此不一一列举。

从上述主要成因类型的第四纪沉积物的空间分布概况,可以看出如下的规律:

1. 本区第四纪沉积物受构造与地形的影响而呈近东西向展布,在南北方向上,不同成因类型的沉积物呈带状分布:

在喜马拉雅山主脉,特别是海拔七、八千米的主要高峰周围,广泛分布着第四纪历次冰期所遗留下来的冰碛物。古冰川沉积还远远地伸入到喜马拉雅山北麓以至若干断陷盆地的边缘。而在山脉南坡,因受陡峻地形的限制,冰碛物仅限于海拔 3,000 米以上的冰川谷中,其规模与数量均比北坡为小。

在冰川谷下游与喜马拉雅山北麓,广泛分布着冰水沉积。而冰水沉积的外围,则为河流与湖泊沉积。因此,从喜马拉雅山主脉向南北两侧特别是北侧,可以看到冰碛——冰水沉积——河流与湖泊沉积的带状分布。而冰缘沉积除与冰水沉积、河湖相沉积的分布区

相一致外,还广泛分布于冰川区外围的广大地区。

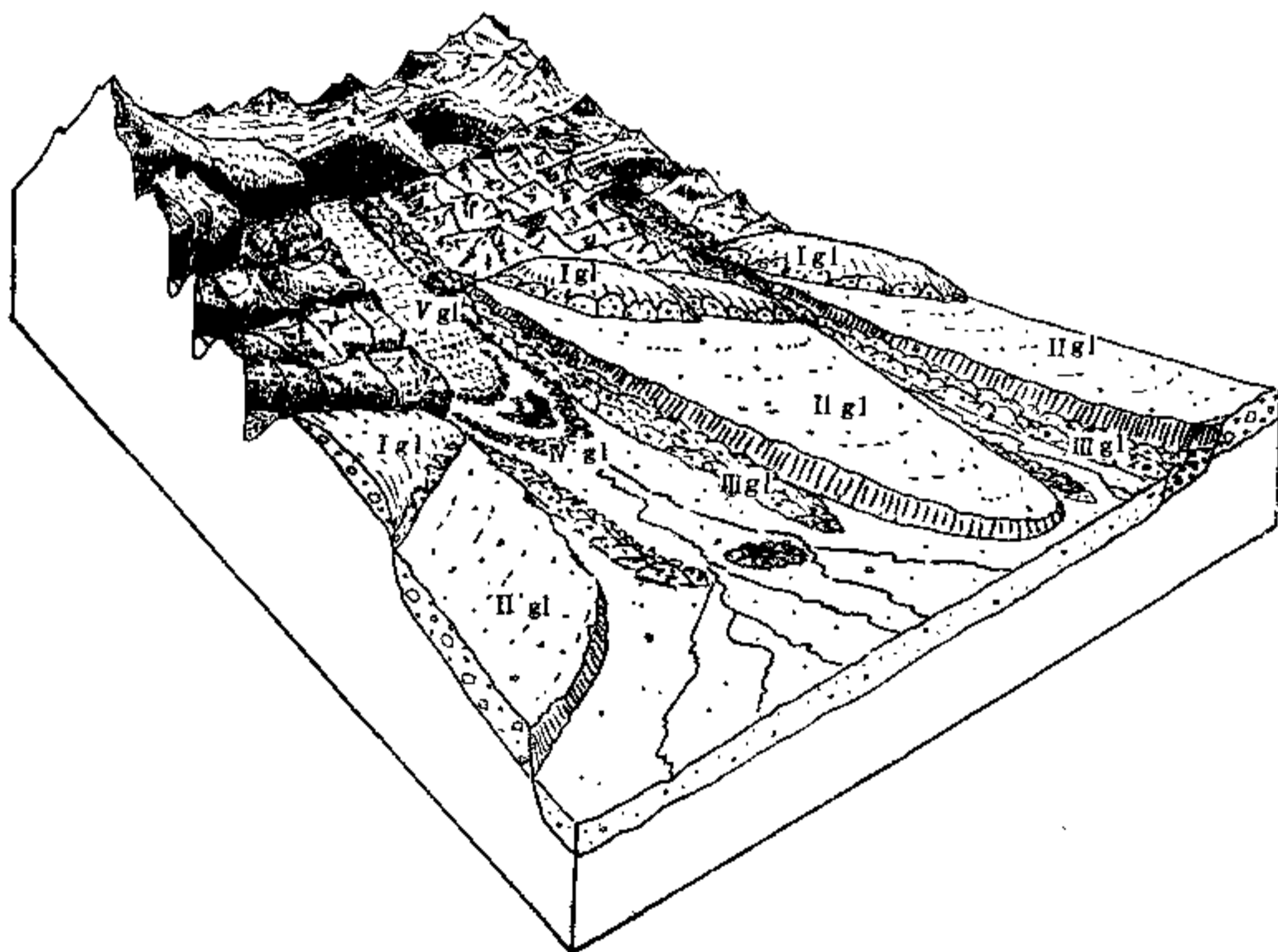
2. 本区河流明显地受构造控制,它们大都沿近东西向与近南北向发育,具有格状水系的特征。这种水系格式决定着河流沉积与泉华沉积也呈格状分布。

3. 本区第四纪沉积物的分布有许多异乎寻常的现象:如古红色风化壳分布于海拔近5,000米的现代冰缘区;古冰碛物被保存在现代雪线之上;含有木本植物化石与森林植被的孢粉组合的古湖相沉积与石灰华位于现代森林线之上,等等。这些现象为探讨本区第四纪气候变化与喜马拉雅山脉的上升,提供了宝贵的依据。

## 二、第四纪地层划分的依据

在上面一节,我们概述了珠穆朗玛峰地区各种成因类型的第四纪沉积物的空间分布。从上述描述可以看出,本区第四纪沉积物的一个最显著的特征是,代表寒冷时期的各种冰川沉积和代表温暖时期的各种间冰期沉积的交替出现,这为本区第四纪地层的划分和对比创造了有利的条件。

根据三年的野外考察,我们发现,在喜马拉雅山脉中段北坡考察区范围内,西起希夏邦马峰、向东经卓奥友峰、珠穆朗玛峰,直至东部的绰莫拉利峰,可以见到三套明显区别而又紧密联系的更新世冰川沉积(图2):最老的一套冰碛紧靠高峰分布,由于山脉长期抬升



Igl, 希夏邦马冰期冰碛; IIgl, 聂聂雄拉冰期冰碛; IIIgl, 珠穆朗玛冰期冰碛; IVgl, 绒布德小冰期冰碛; Vgl, 现代冰川。

图2 喜马拉雅山中段北坡第四纪冰川沉积分布之示意块状图

和剥蚀,已成为残留的冰碛高平台或冰碛丘顶,星散地保存在高峰的周围。又因保存较少和工作条件的限制,这套冰碛仅见于希夏邦马峰北坡和西坡。较老的一套冰碛广布于喜马拉雅山北麓,来源于不同高峰的这套冰碛往往彼此相连,成为相当宽广的冰碛平台或倾斜平原。较新的一套冰碛则与现代冰川密切相关,它们大多分布在现代冰川所在的谷地之中,具有冰碛垄或冰碛丘陵的形态。

在喜马拉雅山南坡,最老一套冰碛已被后期的侵蚀破坏殆尽,仅见后两套冰碛分别保存在现代V形河谷以上的上、下U形谷中。

上述三套冰川沉积,不但分布的地貌部位不同,自身的堆积地形不同,而且由于受到区域地层分布,侵蚀剥蚀作用的过程及第四纪气候变迁等因素的影响,因而具有不同的岩石矿物特征。

本区的区域地层,明显地受近东西向的构造的控制。在喜马拉雅山主脉,系由一套前寒武纪的结晶岩和变质岩——花岗岩、片麻岩和片岩以及可能为寒武-奥陶纪的浅变质岩——结晶灰岩、透辉石石英片岩、板岩与千枚岩所组成。而在山脉北坡,则有自奥陶纪至始新世的海相地层——灰岩、页岩、砂岩、石英岩等分布。由于从山顶和北坡向山脉深处地层时代由新到老,变质作用程度逐渐加深(白云母带→二云母带→铁铝榴石带→十字石带→蓝晶石带),而且第四纪时期的多次冰川作用也逐渐由山顶与北坡不断地向山脉深部深切,因此,不同时代的冰川沉积,其冰碛石的岩性成分,显示出规律的变化。如最老的一套冰碛,其碛石的岩性成分中,除变质岩外,尚有不少的沉积岩与浅变质岩,如灰岩、砂岩、石英岩、板岩等。与其相当的冰水堆积(贡巴砂砾岩),其砾石的岩性成分中,灰岩、砂岩等沉积岩也占很大的比例。而后两套冰碛,沉积岩成分大大减少,变质带较深的变质岩成分则相应地增加。

这一特点,在冰碛石细碎屑部分的重矿物组合上反映也很明显。如最老一套冰碛中,重矿物以黑云母、绿帘石、榍石、矽线石、透辉石为主,有些绿帘石、榍石及锆英石呈圆形,表明来源区岩性复杂,除变质岩外,尚有不少沉积岩。而较老一套冰碛中,重矿物以绿帘石、褐铁矿、黑云母、榍石为主,有的冰碛中也有少量滚圆的锆英石和绿帘石,说明变质岩矿物所占比重增加和沉积岩成分的相应减少。较新一套冰碛中,重矿物以黑云母、电气石、褐铁矿、矽线石、绿帘石、榍石、石榴子石为主,数量较多的矽线石与石榴子石的出现,说明冰川来源区已达山脉深处变质带较深之变质岩。

此外,不同时代的冰碛物的粒径、风化程度及次生矿物含量也不相同。如前两套冰碛形成时期地面起伏较小,冰川亦为山麓冰川类型,故其碛石粒径远小于后一套冰碛,后者系山谷冰川性质,故其搬运能力远较前者为大。另外,较老的一套冰碛曾经历过最后一次间冰期湿热气候的影响,其碛石往往风化较深,具有很厚的风化环,其细碎屑部分的重矿物中,次生的褐铁矿含量很高,如聂聂雄拉这一冰碛中可达23.97%。而较新一套冰碛的碛石则相当新鲜,其次生褐铁矿含量较低,在珠穆朗玛峰北坡为12.3%。例外的是,最老一套冰碛的褐铁矿含量仅4%(在希夏邦马峰北坡),可能是分布的位置太高(海拔6,000米左右的雪线附近),化学风化很弱的缘故。

更为重要的地层划分依据是,上述三套冰川沉积往往被含有不同动、植物化石和孢粉组合的间冰期沉积,其中主要是湖相沉积所分开。在上新世与冰后期沉积中,也发现了一

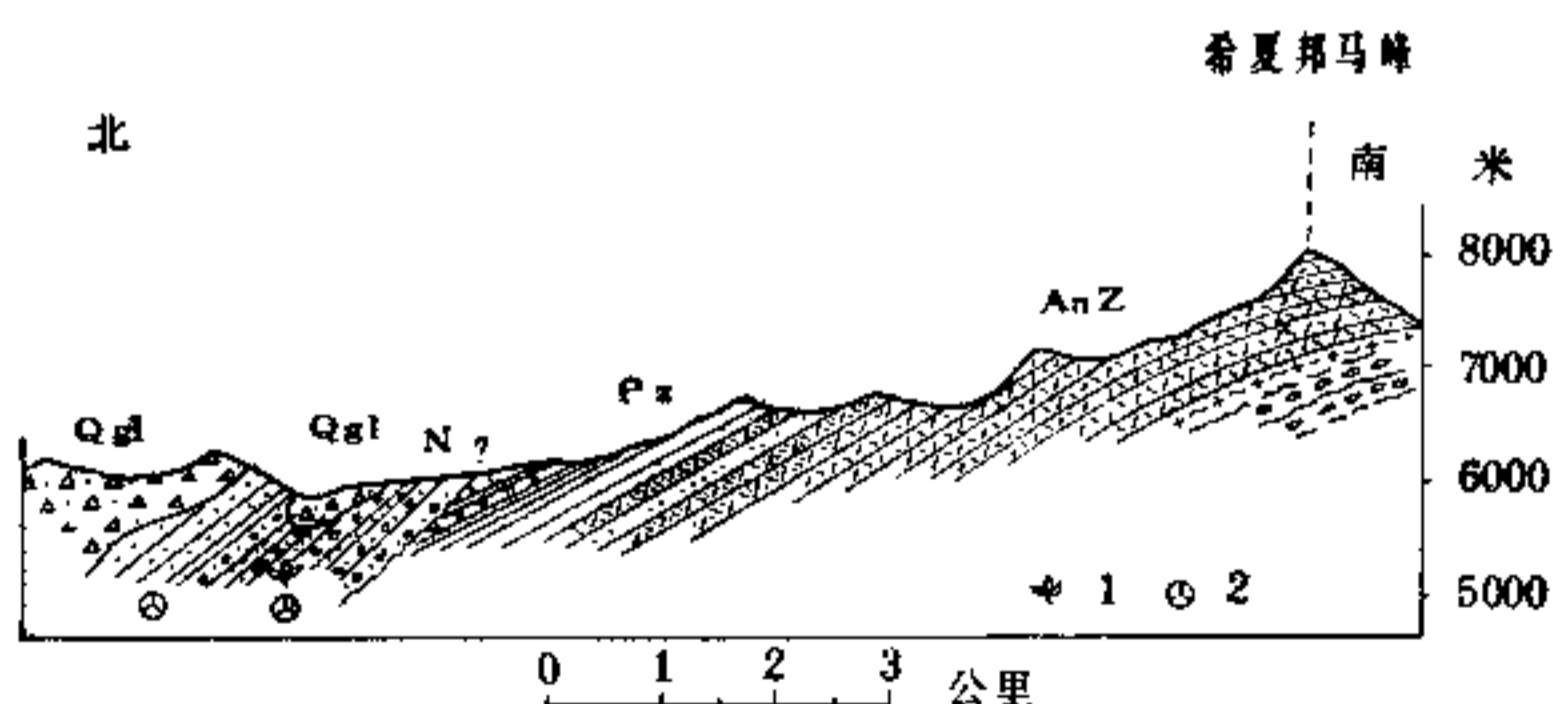
些动、植物化石。如在希夏邦马峰北坡,最老一套冰碛不整合于含高山栎等植物化石的上新世野博康加勒层砂砾岩之上。较老一套冰碛有时直接复于最老一套冰水沉积(贡巴砂砾岩)之上(如聂聂雄拉),有时则被含针阔混交林孢粉组合的间冰期湖相沉积所分开(如帕里)。而较新一套冰碛与较老一套冰碛之间,往往可以见到间冰期的湖相、湖滨相沉积以至红色风化壳分布(如加布拉、聂聂雄拉),在这些间冰期沉积中,曾发现鹿、野驴等动物化石,西藏云杉,曲枝柏等植物化石以及针叶林、针阔混交林以至常绿阔叶林等孢粉组合。上述动、植物化石与孢粉,为本区第四纪地层的划分提供了重要的依据,然而可惜的是其中缺乏具有地层意义的标准化石,从而为讨论第四纪地层的时代带来一定的困难。

根据对上述第四纪沉积物的野外地质与地貌考察,室内对沉积物岩石矿物成分及其所含的动、植物化石和孢粉以及石器等的分析鉴定,并结合对本区第四纪冰期的研究(见本书“珠穆朗玛峰地区第四纪冰期探讨”一文),可以初步区分出三次冰期与两次间冰期及冰后期的不同阶段,按其得名的标准地点,自老至新分别命名为:“希夏邦马冰期”、“帕里间冰期”、“聂聂雄拉冰期”、“加布拉间冰期”、“珠穆朗玛冰期”及冰后期之“亚里期”、“绒布德小冰期”和现代三个阶段。

### 三、若干第四纪地层剖面的记述<sup>1)</sup>

#### (一) 野博康加勒剖面

剖面位于希夏邦马峰北坡朋曲河上源那克多拉河源头野博康加勒冰川东侧。该剖面由希夏邦马冰期冰碛和上新世中晚期之野博康加勒层砂砾岩所组成,二者呈不整合接触(图3),自老至新为:



Qgl, 第四纪希夏邦马冰期冰碛; N, 晚第三纪野博康加勒层砂砾岩; Pz, 古生界灰岩、板岩、大理岩; AnZ, 前寒武纪珠穆朗玛群眼球状片麻岩、花岗片麻岩、变粒岩; 1. 叶化石层; 2. 孢粉化石层。

图3 希夏邦马峰北坡野博康加勒剖面(据王新平略有修改)

1) 根据上节所述之第四纪地层划分的依据,本节着重记述本区几个主要的地质剖面。除野博康加勒剖面系1964年希夏邦马峰登山队王新平同志观察外,其余剖面均经作者直接观察,其中大部分剖面与第四纪组其他同志共同观察,贡达甫与朋曲桥两剖面系刘东生同志所记述。

**野博康加勒层砂砾岩**

&gt; 1,000 米

上部：灰黄色砂岩，岩性松散，胶结很差。

中部：被冰碛物掩盖。

下部：由含砾砂岩及浅灰色砂岩组成。含砾砂岩厚度中等到厚，与砂岩互层，所含砾石粒径一般在2—4厘米左右，少部分为5—10厘米，最大可达20厘米，其外形浑圆，少现稜角。砾石大部来自古生界之石灰岩，少部为珠穆朗玛群变质岩。砂岩的厚度变化较大，砂粒大小不均匀，分选性很差，钙质胶结，质硬。本层中部海拔5,900米处的黄色砂岩中，保存有栎树叶和莎草叶的印痕化石。植物化石经徐仁<sup>1)</sup>鉴定，计有高山栎 (*Quercus semicarpifolia*)、似黄背栎 (*Q. cf. pannosa*)、似灰背栎 (*Q. cf. senescens*) 和莎草科 (*Cyperaceae*)。对该沉积层的上部和下部(化石层)，都采了样品进行分析，分析结果为：雪松属 (*Cedrus*)、冷杉属 (*Abies*)、云杉属 (*Picea*)、松属 (*Pinus*)、铁杉属 (*Tsuga*) 等。上述植被代表一种具有大量常绿栎林和雪松林为其植物区系的特征。其时代为上新世中晚期。

从砾石的滚圆度和含砾砂岩的堆积情况去看，这套沉积好象是河流和湖泊沉积，其中混杂着山麓堆积。

由于后期的地壳运动，野博康加勒层砂砾岩已经受了显著的构造变动，其岩层产状为：倾向北30—40°西，倾角40—50°。

~~~~~ 不 整 合 ~~~~~

**希夏邦马冰期冰碛**

约 400 米

砾石粒径一般小于10—20厘米，冰碛上部有少数大1—2米的花岗片麻岩巨砾。砾石岩性成分主要为花岗岩、花岗片麻岩、角闪石片麻岩及少量的灰岩和石英砂岩，一般为稜角状，亦有少数磨圆的砾石。该冰碛细粒部分的重矿物组合以黑云母、绿帘石、矽线石、蓝绿闪石、透辉石等为主，绿帘石矿物有很多极圆颗粒，并有圆形颗粒的锆英石、榍石。

该冰碛构成那克多拉河两侧高出河床600—800米的冰碛高平台或冰碛丘顶，其海拔高从5,700米延伸到6,200米。

**(二) 贡达甫剖面**

剖面位于定日以南5公里，海拔4,400米的贡达甫村西侧。该剖面系由一套半胶结的砂砾岩——1960年中国珠穆朗玛峰登山队科学考察队称之为“贡巴砂砾岩”，并认为是更新世早期的冲积相砾石所组成(图4，照片1)。剖面共厚210.7米。

**贡巴砂砾岩**

总 210.7 米

11. 黄色砾岩，岩性以花岗岩、长英岩、花岗片麻岩为主，分选与磨圆较好，泥沙质胶结，结构较疏松。 22.7 米

10. 黄色粗砾岩，砾石磨圆较好，岩性成分以花岗片麻岩为主，砂质胶结，较致密坚硬。 9 米

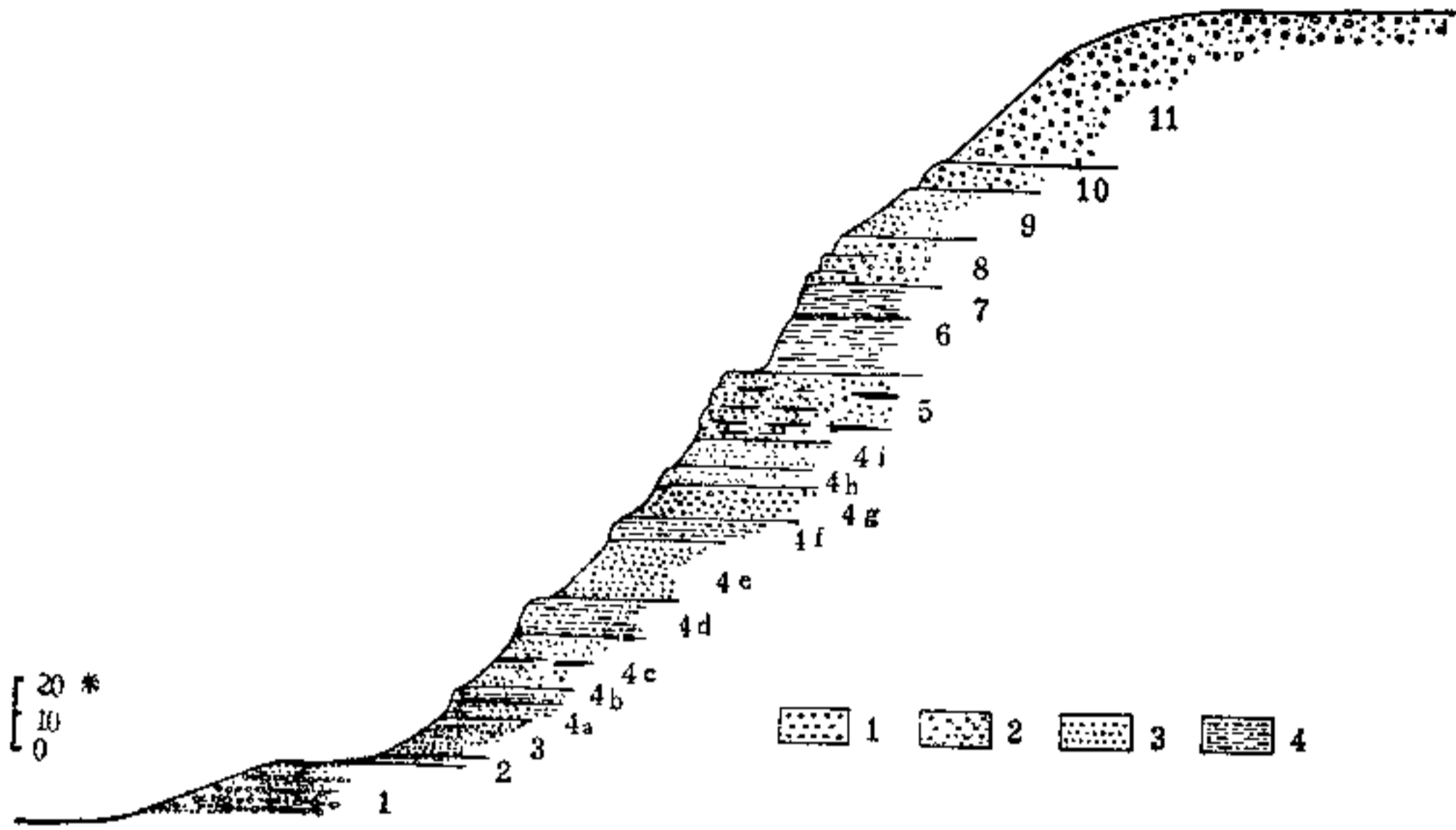
9. 黄色中细砂岩与细砾岩互层，层理清晰，在砂与砾石表面有较多的铁质锈斑，砾石

1) 徐仁, 1965, 希夏邦马峰高山栎化石层的发现和其在第四纪研究上的意义。

2) 中国珠穆朗玛峰登山队科学考察队, 珠穆朗玛峰地区科学考察报告, 1962。

南 20° 东

北 20° 西



1 砾岩 2 砂砾岩 3 砂岩 4 砂质粘土岩

图 4 贡达甫贡巴砂砾岩剖面

分选较好,成分以花岗岩为主。

- |                                                                                   |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 8. 灰黄色砾岩,胶结较好,夹数层薄砂层。                                                             | 13.5 米 |
| 7. 黄色砾岩,夹砂质透镜体,胶结较差,风化面疏松易落。                                                      | 15 米   |
| 6. 灰色粉砂岩,砂层中含有砾石,其岩性主要为花岗片麻岩,有的砾石表面有冰川擦痕。                                         | 6 米    |
| 5. 黄色粗砾岩,砾石一般在 5 厘米左右,中夹数层薄层灰白色砂岩。                                                | 9 米    |
| 4. 黄色细砾岩与灰黄色中细砂岩互层                                                                | 22.5 米 |
| i. 黄色细砾岩。                                                                         | 6.5 米  |
| h. 灰色砂岩。                                                                          | 2.5 米  |
| g. 黄色砾岩。                                                                          | 13.5 米 |
| f. 灰白色粉砂与细砾岩,有的砾石表面有冰川擦痕。                                                         | 9 米    |
| e. 黄色砾岩,夹灰白色透镜状砂岩。                                                                | 23 米   |
| d. 灰黄色与灰色砂岩。                                                                      | 5 米    |
| c. 黄色细砾岩,夹砂岩透镜体。                                                                  | 4 米    |
| b. 灰色粉砂岩,夹小砾石。                                                                    | 3 米    |
| a. 黄色细砾岩,夹 2—3 层薄层状粗砂岩。                                                           | 3.5 米  |
| 3. 黄色与棕色粉砂和细砂岩,夹细砾层。                                                              | 5 米    |
| 2. 黄色砂岩,粗砂、中砂、细砂与粉砂呈薄层状重迭。                                                        | 30 米   |
| 1. 黄色砾岩,为较粗的砾岩(砾石一般为 10—20 厘米)和较细的砾岩(砾石一般小于 5 厘米)互层,胶结较好,许多砾石表面有冰川擦痕(照片 2),含铁质结核。 | > 10 米 |
- 贡巴砂砾岩构成定日盆地中的一个岛山状台地(定日盆地中还有 5 个由三迭纪和侏