

中国科学院地理研究所
資料室

登記日期
編 号

全國地理學術會議論文

珠穆朗瑪地區第四紀冰川作用 及構造運動的初步觀察

(內部材料)

珠穆朗瑪科學考察隊 王富祿執筆

(一) 第四紀冰川作用

珠穆朗瑪峰位於喜馬拉雅地背斜的軸部，是新第三紀以來的強烈褶曲隆起地帶。在以珠峰（珠穆朗瑪峰以下簡稱珠峰）為中心的東西長約 100km^2 範圍內，聳立着世界第一、四、五、七四座高峯，因而地勢高峻，現代冰雪作用強烈，故有地球上第三極之稱。正因地勢高峻，所以古代冰川作用比之現代冰川更為強烈，這從本區古代冰磧廣泛發育這一點也可看出，因此對古冰磧進行研究就可能確定古代冰川作用的性質和次數（冰期）。下面我們就從這方面着手來討論本區的第四紀冰川作用。

在絨布寺氣象台（距絨布冰川的末端約10公里）下有一由冰川擠壓磧石和冰磧石組成的比較完整的剖面，擠壓磧石是由太古代結晶岩系——黑雲母片麻岩經冰川擠壓而成，因此擠壓磧石成份與基岩一致。在剖面中部分黑雲母片麻岩已擠壓成泥狀物質，且在這泥狀物質中產生了一系列的、與基岩構造無關的、並略有規律的小型褶曲和斷裂，褶曲面光滑發亮（由於黑雲母發生了定向排列的緣故）。本層風化程度不一，局部地區之磧石已風化成灰綠色（略帶黃）粘土。在擠壓磧石的上部復蓋一層厚約10米左右的水磧石（如下圖），本層中礫石以二雲母花崗片麻岩和黑雲母片麻岩為主，大小不一，大者長徑達1.2米（多為花崗片麻岩礫石），小者則成岩屑，渾圓度極差，但部分礫石和巨礫石已具磨圓現象，排列雜亂，由岩屑、砂粒和細泥膠結，質松散，風化程度不一，花崗片麻岩礫石一般已徹底風化，且其風化物為當地喇嘛蓋房的泥料來源，但黑雲母片麻岩風化則甚淺。總的來說，不論擠壓磧石和礫石的風化都是十分深的，而且根據本區現代氣候下的物質（岩石）風化性質（主要是機械風化）來看，形成這些巨礫徹底風化的溫度需比現今氣溫高的條件下方有可能，也就是說在該冰磧形成後，氣候上曾經有這一段比較溫暖的時期，即間冰期氣候。當然巨礫的徹底風化與其形成時代較早也有關係。

上述冰磧的分佈是十分另星，在調查區內僅見於絨布寺一處。根據其風化程度和分佈十分另星的特點來看，我們認為此系本區最老的冰磧物，同時將此與後期冰磧性質及更新世初期貢巴礫岩的比較，可知這冰磧為更新世早期的產物。

在珠峯地區各河谷兩側及盆地周圍常常可以看到一級高約5000—5200米的冰川侵蝕——堆積面，許多山峯和喜馬拉雅山各山口的高度都與此相近，同時該面略向北、東

傾斜。現將各地所見該面的發育情況概述如下：

卡尔达河兩岸該面海拔 4900—5000 米，相對高度 420 米，上復冰磧是由花崗片麻岩、大理岩和黑雲母片麻岩等礫石和泥土等混雜組成，成略有起伏的丘狀地形，且在小丘間有湖泊發育。在珠峯北坡的扎卡曲口左側山脊高約 5300 米处（相對高度 630 米）也為冰磧所復。打戛拉山口（高 5300 米）普遮山口（5400 米）和多雅山口（—）等都為平坦寬廣的分水嶺，如打戛拉山口寬約 1.5 公里，普遮山口與兩側山脊間無明顯的坡度轉折，更重要的是在這山口上復有冰磧石，打戛拉和多雅山口北坡的冰磧物上已生長着茂密的草叢，成為當地重要的牧場。雅魯藏布江和朋曲河的分水嶺——錯嘉拉山口（高 5250 米）南魯魯以北的河谷兩側和高原面上亦常有冰磧發育，由上可知，本區 5200 米左右的一級冰川侵蝕—堆積面是存在的，因而也就說明了本區曾有过一次規模巨大的冰川作用。同時根據該時期冰磧物分佈特點以及與以後冰磧間之關係來看，該冰川侵蝕—堆積面應形成於晚更新世以前，因為更新世晚期的冰川作用具有它本身的發育規律——山麓冰川或山谷冰川。

在絨布冰川前端和札卡曲上游分布着一級相對高度 300—320 米（絕對高度 5300—5800 米）的由冰川泥礫組成的古冰川側磧，在卡尔达河兩岸成階地形式出現。組成該側磧的冰川泥礫的岩性在絨布寺水文站對岸所見為礫石和巨礫，成份極其複雜，主要有石榴子石花崗岩片麻岩，石榴子石二雲母花崗片麻岩及二雲母花崗片麻岩，其次有黑雲片麻岩、黃褐色千枚狀大理岩、千枚狀綠泥片大理岩和石灰岩等等。礫石大小不一，但以礫徑 20—50 厘米者為多，個別巨礫可達 250 厘米以上，大多數礫石和巨礫的磨圓度較好，但排列雜亂，由粘土和砂粒膠結，質堅硬。本層風化甚深，因此在表層殘積物中含有多量石榴子石，但因花崗片麻岩呈鱗片狀剝蝕，所以礫石的風化壳不深，一般只有 5 毫米左右。比該冰磧稍晚的冰水沉積見於扎卡曲河口右側，為电气石花崗岩和二雲母花崗片麻岩巨礫和礫石（如下圖）。

在扎卡曲上游及絨布冰川的兩側，卡尔达河卡瑪河兩岸、三莫弯及曲拉山口兩側，定日盆地南緣打戛拉山口以北、加不拉以東和普遮山口以南的絨轄河及各支流上游均見廣泛的冰磧分佈，一般呈側磧堤、終磧、冰磧丘、冰磧壟崗（帶狀分佈的冰磧丘）、冰磧扇和階地等形式出現，所組成側磧堤的高度各地不一，在絨布冰川前端為 130—160 米。終磧一般已距現代冰川末端 3—10 公里。這一時期的冰磧岩石成份較上述側磧岩性為簡單，主要為花崗片麻岩、黑雲母片麻岩及少量大理岩，石灰岩組成，而且風化甚淺，常保存着原堆積時的形態，如加不拉古冰川，全長約 29.5 公里（自加不拉現代冰川末端起算），成一條巨壟崗自加不拉一直向北北東方向之定日盆地延伸，並穿過了盆地南緣直到龍江南 3 公里的山邊，成一條形態十分完整的“冰河”。另外當時通澤峯的古冰川也已伸入定日盆地，但到盆地後便成“寬尾冰川”，因此形成了冰磧扇地形。此處冰磧物下限可達 4450 米。在絨轄河右岸支流梅龍溝上游該時期的冰磧已被流水切割破碎，冰磧下限為 3500 米，此處河谷呈雙層 U 谷套 V 谷，顯示着曾經過兩次不同時期的冰川作用。這一時期的冰水沉積都以相對高度 35—45 米（定日盆地由 10—0 米）階地出現在河流兩岸，在絨布寺一帶見該沉積物上部有灰褐色沙土的沉積，根據此處現代氣候下的冰水沉積物來看（灰白色砂礫），這種灰褐色的沙土沉積（主要含有多量腐植質）顯然是在

一比較湿润的气候下形成的，也就是在上述冰碛形成后曾有过一次間冰期气候。

以上冰碛物根据其分佈广泛和發育特点来看，与現代冰碛有較大的区别（因为現代冰碛物都十分新鮮，上尙很少植物生長），所以这冰碛有可能形成于更新世末期。

現代冰碛的主要特点是風化淺，色灰白，与現代冰川有紧密联系，但常超复于上述冰水阶地（在卡尔达河兩岸）古冰碛物上（打戛拉山口北及普遮山口南），超复距离在打戛拉山所見达 2 公里，显示着現代冰川作用范围曾有过一度的擴張。現代冰川的終碛堤一般有三道，且常有相应的側碛存在，这說明了在現代冰川的退縮过程中曾有过三次的停頓作用，而且这种停頓作用似乎是整个西藏高原的普遍現象，如高原东部边缘的雀兒山北坡現代冰川前端也常發育三道終碛（均屬現代冰碛）。

以上簡單的叙述了这地区古冰碛和冰水沉积物的性質和分佈特点等，从这中間我們不难看出此区古冰川作用在時間和性質上是有它前后之别。絨布寺所見的已徹底風化的冰碛可能代表本区更新世最早的一次冰川作用，同时根据堆积物風化特点来看，在該冰川期后的間冰期也是存在的。但由于該冰碛形成時間較早，已被后来的冰川作用破坏殆尽，因此要討論当时冰川作用的性質实有困难。上述冰川侵蝕——堆积面主要是形成于更新世中期，而該面的存在則說明了本区第四紀中期曾有过一次大規模的冰川作用，当时的冰川可能复盖了整个山嶺和較高的河谷，成为“冰泛”型冰川。这次冰川作用並沒有能延至更新世晚期，因为更新世晚期的冰川具有它自身發育的特点——山麓和山谷冰川，但二者間的間冰期遺蹟尙未發現，因此后者也有可能是前者在退縮过程中的一次前进，但这次前进一定持續相当長的时间，而且規模十分巨大。近代冰川作用仅限于山谷和山峯頂部，成为山谷冰川和悬冰川等型式，但在初期曾有过一渡的擴張，随这以后是冰川的普遍后退，根据絨布寺一帶更新世末期形成的 45—35 米阶地上部阶地上部有灰褐色沙

喀什米尔、印度北部喜馬拉雅和珠穆朗瑪地区第四記冰期的比較表

	喀 什 米 尔 ^①	印度北部喜馬拉雅山 ^②	珠 穆 朗 瑪 地 区
全新世	現 代		現 代
	冰 川 期 后		冰 进 冰碛石
更新世	Ⅳ 冰 期 磧石黃土,砂土及礫石	冰 进	間冰期 灰褐色沙土沉积
	Ⅲ 間冰期 薄土层	間冰期 侵蝕	冰 期 冰碛石
	Ⅲ 冰 期 冰碛石	冰 期 普特瓦层沉积	
	Ⅱ 間冰期 河相、湖相沉积	間冰期 侵蝕	間冰期
	Ⅱ 冰 期 砂礫、冰碛石	冰 期 克拉瓦层沉积	冰 期 形成侵蝕—堆碛面
	Ⅰ 間冰期 湖相、沉积夾冲积层	間冰期 下克拉瓦层沉积	間冰期 風化壳
	Ⅰ 冰 期 冰碛石	冰 期 Tatrot 沉积	冰 期 冰碛石
			冲碛相砂礫岩

註 ①喀什米尔第四記第一次間冰期的孢子花粉分析 中国第四記研究 1958 年 1 卷 1 期

②南京大学地理系 第四記地質講稿

土沉积这一现象看来，似乎现代冰川与第四纪冰川間曾有間冰期气候的存在，也就是說现代冰川非第四纪冰川的繼續，但根据现代冰川發育特点（现代冰川与古冰川的堆积和侵蚀地形間有密切的联系）来看，现代冰川則应该是第四纪冰川的繼續，如在絨布冰川的横剖面上就可以看出这一点。

以上我們根据古冰碛的性質初步討論了本区第四纪冰川作用中的一些問題，其中对于間冰期的討論是十分少的，这是由于缺少这方面的材料。另一方面这里間冰期作用也确实不甚明显，也許与这地区高度过大，气候变化較小有关，但这需要作进一步研究。

(二)新構造运动

喜馬拉雅山是新第三紀以来地球上最年輕的一个隆起地区，从第三紀来上升了4500—6000米，仅仅自第四纪冰期后这些山脉又升高了1300—1500米；尼泊河区从第三紀来上升約900米左右。目前这地区仍在繼續隆起，这从喜馬拉雅山南坡各河流横剖面上看得最为清楚，如下圖卡瑪河出口处即为一高达100米的嶂谷，根据谷肩沉积物的分析，知此嶂谷形成于更新世晚期以来，而更新世早期迄今河流則下切了310米以上。这种嶂谷絨轄河上也到处可見，如曲阿尔寺上即是。同时絨轄河谷的复式結構比卡尔达河更为清楚，如下圖所示：河流的谷肩已高出河水面約640米，在谷肩以上是略向河谷中心傾斜的更新世中期的冰川侵蚀和堆积面，此面以下为三級由冰水及冰水——淤积相礫石層組成的阶地，相对高度各为4—5米，40米和210米，后者形成于更新世晚期前兩級阶地均形成于近代。由此可知此区地壳的近代隆起仍是十分强烈的（当然河流的下切深度并不能真正的代表地壳的上升量，它可以比地壳的上升量小，也可以是大）。

本区地壳的强烈上升不單表現在河谷的复式結構上，在地震、断裂和温泉及其它地貌的發育上也都有明显的表現，例如絨布寺一帶（珠峯北坡）的地震就很活躍，其中有記錄的共有四次，1932年（藏曆一月一日傍晚）的一次地震强度达8級以上，当时絨布寺掛鐘响动，絨布德寺屋頂倒塌，扎卡曲中塵土瀾漫，珠峯頂上出現云彩。与此同时，在尼帕尔境內發生山崩地裂。最近在1953年和1958年冬各發生过一次地震。地震强烈和頻繁的珠穆朗瑪峯地区正是近代强烈上升的地帶。沿着第三紀發生的南北向断裂帶（魯魯河和曼河）常有温泉分佈，如魯魯附近的温泉湧水量甚大，并在泉口形成了硫磺矿床。喜馬拉雅山南北坡古代冰斗和現代雪綫的高差相差悬殊，更新世晚期冰斗高差为400米左右，而現代冰川粒雪綫高差达1000米之多；同样更新世晚期冰碛下限南北高差約800米，但現代冰川作用的下限高差已近1000米，这說明了喜馬拉雅山南北坡在受印度洋气候影响的差別是愈来愈大了，而引起这差別的原因那是喜馬拉雅山的不断上升。在整个喜馬拉雅山脉上升的同时尚有局部地区产生了相对的下陷，如定日盆地和朋曲河谷等。定日盆地中的拉魯河河床不断加积和改道，在盆地的北部沼澤化現象十分普遍，这些都說明了此盆地近代仍在繼續相对下降，定日以下的朋曲河谷同样有这現象。

新構造运动的特征：近代構造运动常常受到老地質構造的影响或控制；如第三紀来的断層綫方向常与老断層綫方向一致，即是呈E-W和S-N向（有时呈NNE-SSW向）。拉魯河、魯魯河和曼河等都發育于南北向断層綫上，形成了比較窄的河谷。朋曲河則沿

着东西断層綫發育，同时河谷比較寬广。引起南北向河谷和东西河谷形态差別的原因可能是由于断層發生時間和活动性質上的差別的結果，也就是南北向断層可能为新近的（第三紀發生的）而且近代仍活动的断層。另外，喜馬拉雅地背斜軸部的上升量大于兩翼，这从冰川侵蝕——堆积面和冰水阶地的变形和定日盆地中更新世早期砂礫岩的傾斜方向中得到証明。第三，在大面积的上升运动中差異性运动表現也很明显，如珠峯与北峯間为一正断層所隔，断距达 1300 余米，因此珠峯本身可能为一断塊山。而定日盆地則为一地塹式的盆地，因为在盆地中堆积有約 120 米的更新世早期砂礫岩，同时盆地北和东緣均为断層所在，所以我們認為此系地塹盆地。現今珠峯与定日盆地間的高差达 4500 米。第四，整个区域在第三紀来并非直綫式的上升和相对下陷，而在上升和下陷过程中有相对的停頓时期，这就是此区堆积和侵蝕——堆积阶地形成的主要原因。第五，从第四紀沉积物厚度来看，更新世初期地壳的上升和相对下陷比起以后为大，例如上述更新世初期的貢巴砂礫岩（冲积相）厚度在 120 米以上，这說明当时盆地的下降量就十分巨大。

1959 年 12 月