

亚洲变动带

学

海洋地质调查局

亚洲变动带

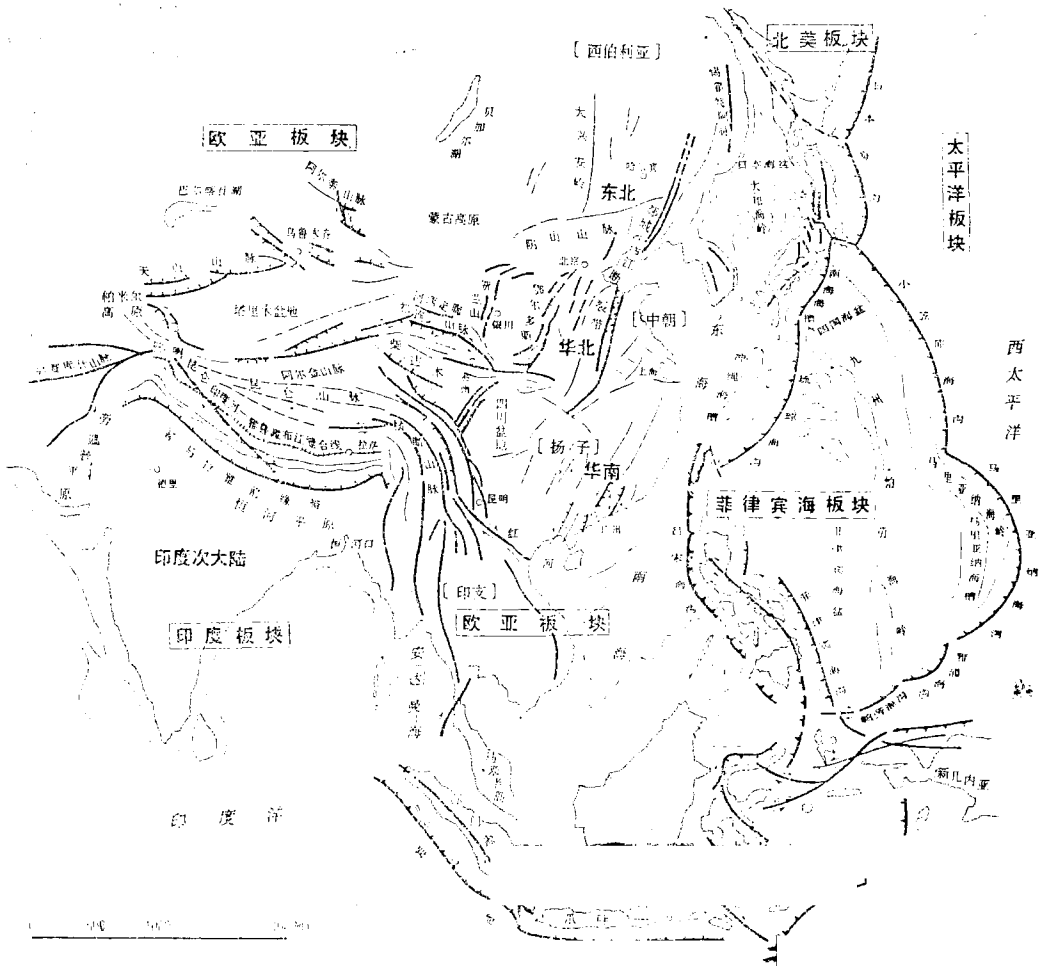
(日) 藤田和夫

主 编

张维德 方孝悌 王云蕾

沈跃龙 李士范 译

张维德 方孝悌 校



海洋地质调查局

一九八七·十一·

亚 洲 变 动 带

(上海市出版局1987年5月 (87)第58号文批准内部发行)

(日) 藤田和夫 主 编

张维德 方孝悌 王云雷 译

沈跃龙 李士范

张维德 方孝悌 校

编辑出版 海洋地质调查局

发 行 海洋地质综合研究大队 情报资料室

责任编辑 方孝悌

印 刷 浙江省上虞县汤浦印刷厂

出版日期 一九八七年十一月

印 数 2000 册

致 读 者

一、我们浏览了1986年9月刚收到所订的原版书后,发现该书的最大特点:前半部分(区域篇,第2章—第14章)系统地归纳了1984年以前有关亚洲大陆东缘各海域(包括岛屿)已公开发表的资料,并进一步指出了研究应解决的问题等。后半部分(第15章—第19章)侧重介绍了基本研究方法和方法论等。尤其最后一章着重介绍了有关目前对人类危害最大的自然灾害—滑坡等内容。读者可以从本书目录中探知其梗概。该书是由各方面的专家分别执笔撰写的,具有资料齐全、概括性强、脉络清晰,由浅入深等特点。对从事海、陆连接研究、新构造运动及了解日本—印尼一带的地质构造等有关人员,不失为一良好的参考书,为此建议翻译、印行,以飨读者。

二、经上级同意,室领导组织张维德、方孝悌、王云蕾、沈耀龙、李士范等同志参加《亚洲变动带》一书的翻译工作。其中第1、5、8、9、10、11、14、19章由张维德译;第2、3、4、16、17章由方孝悌译;第6、7、15章由王云蕾译;第12、13章由沈耀龙译;第18章由李士范译,全书由方孝悌审校。

三、由于我们参考资料较少,专业知识面不广,再加上时间仓促,故译文中难免会出现不妥之处,欢迎读者来函指正。

四、本书得以顺利出版,除得到地矿部海洋地质综合研究大队的鼎力相助外,还承蒙地矿部《中国海区及邻域地质—地球物理系列图》项目办公室的大力支持。但愿该书亦能为《中国海区及邻域地质—地球物理系列图》的编图工作有些帮助。另外,傅妮莉同志对开展本书翻译等工作给予了很大的帮助,借此机会,我们一并致谢。

译者谨识

1987.12.

目 次

致读者	
第一章	在喜马拉雅与日本海沟之间——代序(1)
第二章	喜马拉雅前缘带.....(3)
	喜马拉雅活断层
	著名的喜马拉雅前缘带(3) 喜马拉雅山脉前缘带的变动地形(4)
	横移断层特别发育的喜马拉雅山脉腹地(11) 喜马拉雅山地内最近地质时期的地壳变动及有关问题(13) 喜马拉雅的新构造运动(14)
第三章	中国复活变动带.....(17)
	中国新构造运动的特征
	前言(17) 构造背景(17) 中国新构造运动分区及其主要特征(20)
	中国构造应力场的演变及其动力学(33)
第四章	西南日本次大陆.....(40)
	亚洲大陆东缘——西南日本与朝鲜
	西南日本的新构造运动(40) 来自巨大地形的信息(41) 来自地层的信息(42) 从准平原面所获得的信息(44) 来自沿海海底的信息(45) 近畿三角地带与大地堑带(48) 西南日本与朝鲜半岛(51)
第五章	东亚的地震活动.....(53)
	遍及中国大陆、朝鲜半岛和日本列岛的地震活动
	前言(53) 地震资料(54) 从历史资料来回顾地震活动(56) 20世纪的地震活动(58) 无震地区(60) 引起地震的应力场(62) 国际共同观测计划(63)
第六章	太平洋岛弧系.....(65)
	有关太平洋板块俯冲和岛弧变动的力学问题
	前言(65) 深源地震面(67) 大洋板块的拖曳(68) 剩余隆起和逆倾斜(70) 太平洋海岸的沉降(71) 岛弧的无地震带(72) 结束语(73)
第七章	大地堑带.....(75)
	南部大地堑带
	前言(75) Naumann的大地堑带和原田的弧束说 (76) 本州中部的弯曲构造(77) 天守山脉和御坂山脉的地层(78) 从天守地区眺望关东山地的方向 (80) 天守山脉的形成和赤石山地的隆起 (82)

	东西向地质构造和南北向地质构造(82) 第四纪的强烈距离缩短构造(84) 结束语——南部大地构造带的发展简史(85)	
第八章	菲律宾海岛弧系 I (87)	
	九州、琉球群岛、台湾之活构造	
	前言(87) 琉球岛弧、海沟系和周围区域的特征(87) 九州的变动地形和活构造(89) 琉球群岛的变动地形和活构造(93) 台湾的变动地形和活构造(97) 活构造的区域特征及其解释(102)	
第九章	菲律宾海岛弧系 II (107)	
	西南日本、琉球弧与菲律宾海板块	
	前言(107) 西南日本弧(107) 琉球弧 (108) 菲律宾群岛周围的岛弧(111) 岛弧的性质和大洋板块的年龄(111) 菲律宾海岛弧系的和达—贝尼奥夫面的区域性展布 (113) 再论西南日本弧 (113)	
第十章	日本列岛沿海海底 (116)	
	日本列岛沿海海底	
	海底地形和活构造的分布概观(116) 日本海沟及其周围海域(117) 南海海槽及其周围海域(119) 日本海东岸海域(122) 日本海南岸海域(124) 日本列岛及其周围的活构造系(124)	
第十一章	印度洋岛弧系 (127)	
	东南亚	
	前言(127) 苏门答腊(128) 巽他海峡(131) 从爪哇岛至巽他岛 (132) 松巴哇岛与弗洛勒斯岛之间的物理地质学不连续 (133) 弗洛勒斯以东的班达弧(133) 苏拉威西岛北翼(133)	
第十二章	东亚基底构造的发展 I (136)	
	中国东部和日本列岛基底构造的发展	
	前言(136) 东亚的构成(136) 印支运动的意义 (139) 日本和锡霍特阿林等(141) 东亚发展的概况(144)	
第十三章	东亚基底构造的发展 II (146)	
	从古地磁资料来阐述东亚大陆成长的理论	
	前言(146) 据古地磁资料作剖析地体构造的手段(146) 中国大陆也曾漂移(148) 东南亚的古地磁结构(151) 西南日本的中生、古生代地磁 (152) 形成西南日本的理想并合模式 (153) 结束语 (156)	
第十四章	西南日本基底构造之发展 (157)	
	西南日本的白垩纪——第三纪变动	
	前言(157) 俯冲构造的证实(157) 陆弧型变动 (160) 形成边缘海变动(166) 岛弧型变动(167) 结束语(168)	

第十五章	海平面变化·····	(169)
	绳文海进	
	前言(169) 在《绳文海进》名称未出现前(169) 关于确定海相层上界的问题(170) 着手海外学术调查(174) 对《亚洲变动带》的意义(177)	
第十六章	古应力场 I ·····	(178)
	古应力场——主要介绍岩脉法	
	前言(178) 研究应力场变迁史的起点(178) 应力与应力场(179) 主应力方位与主应力值(179) 地壳应力场的类型与断层系(180) 岩脉与应力场(181) 古应力场的复原(182) 东北日本弧(184) 西南日本弧(188) 结束语(189)	
第十七章	古应力场 II ·····	(190)
	古应力场——主要对断裂系的分析	
	前言(190) 断层系的分析(191) 第四纪活断层与区域应力场(193) 沉积岩中的小断层(194) 深成岩体中的构造节理(194) 结束语(197)	
第十八章	地壳和构造应力·····	(198)
	地壳的物理性质	
	流动概念(198) 材料试验和蠕变试验(199) 屈服应力和自行扩散(200) 岩石屈服应力(202) 扩容和三次蠕变(202) 岩石和地壳流变模式(203) 岩石和地壳粘性系数(204) 结束语(206)	
第十九章	山地灾害和第四纪地壳变动·····	(207)
	斜坡变动	
	前言(207) 斜坡变动(207) 发生斜坡变动的原因(208) 斜坡变动物质之形成(209) 岩屑崩塌土层的形成年代(213) 第四纪构造发育史与斜坡变动(215)	
参考文献目录	·····	(217)

第一章 在喜马拉雅与日本海沟之间

一代 序一

藤田和夫

众所周知,地球上的最高点是喜马拉雅山脉中的珠穆朗玛峰(8848米),而最低点则是(目前是日本海沟延伸部的)马里亚纳海沟中的“勇士一号”海渊(-11034米)。

在46亿年的漫长地史中,现代地球的地表显示了起伏最大的地形形态,这种认识已逐渐为大家所接受。然而,我们必需再度意识到,地球上地表起伏的最高点和最低点均位于东亚。喜马拉雅和日本海沟之间的地区,呈现了地球上最复杂的地形。且其大部分属于构造地形,由于有火山活动的参与,更增加了其复杂性。

很早以来,就有环太平洋造山带之说。该造山带通常是指从环太平洋地区,经巽他群岛而延伸至喜马拉雅山脉。在以日本列岛为中心的太平洋西岸区域,它们构成了大洋底和大陆间的前缘地区的岛弧带,板块构造问世以来,该带又被视为大洋板块俯冲带。对此,学者们发表了许多研究成果。这些均为关于大陆板块和大洋板块之间的板内构造。

然而,以1966年中国河北邢台地震为开端,1975年又传来了对辽宁省海城地震预报准确无误的消息,由于当时对中国国内情况了解甚少等因素,使得这一消息更具爆炸性,并迅速传遍全世界。这说明专家们亦须重新评价中国在地震活动研究方面的实际水平。随着“地震活动是地壳变动的现代表现形式之一”这一认识的阐明,认为,除环太平洋地区外,还须注意包括中国大陆在内,直至喜马拉雅的亚洲变动带。这就牵涉到许多板内构造的问题。

由于日本列岛东临太平洋,故常常论述有关大洋底的各种问题。视其西侧,西南日本与朝鲜半岛的关系比其与东北日本更为密切,通过朝鲜半岛向西与中国相连。地形起伏多变的中国变动带从中亚向喜马拉雅延伸,而收敛于帕米尔。且其南面的海洋一侧,由连绵的岛弧带构成了其西缘。综上所述,笔者认为重新认识亚洲变动带的时期已经来临。

1955年,笔者作为京都大学喇喀昆仑—兴都库什山脉学术探险队之成员,在赴喇喀昆仑时,从旁遮普平原起飞,在机上首次俯视冰雪覆盖的大喜马拉雅山脉山峰群连绵不断,好似置身于飘浮的云朵间,这对于看惯日本山脉的笔者来说,这些高达7000米级的山峰确实令人吃惊。然而,若站在地球上面积最大的5000米级大洋底向四周眺望的话,日本列岛亦成为6000—8000米级的大山脉,可与喜马拉雅平驾齐驱,如从日本海沟底看飞弹、赤石山地,则它们亦高达10000米以上,可成为地球上最伟大的构造起伏地形。

1960年末,板块构造理论开始形成后,日本列岛便作为位于太平洋板块向欧亚板块俯冲的典型岛弧,而逐渐引起注意。而作为“阿尔卑斯造山带”延伸部分的典型造山带,通过卫星照片揭示了人类难以涉足的喜马拉雅山和其背侧的西藏高原到天山山脉的中西地区的全貌;同时,随着中国实行了“开放”政策,该地区也开始允许外国人进行野外调查。该区还作为印度板块和欧亚板块的碰撞带而开始受到全世界地球科学家们的热切关注。

然而,从构造起伏来看,认为喜马拉雅山脉和日本列岛甚相似。如果说大洋底是由玄武

岩质岩层构成的话,那么印度次大陆的德干高原是由巨厚的玄武岩层加积所形成的,且与大洋板块一样,几乎没有地震活动。简单地将它划为碰撞或俯冲类型,是否合适,尚待商榷。

夹在喜马拉雅山脉和日本山脉之间的中国大陆之新构造亦大致如此。这是在积累了以往构造地质学研究成果的基础上,由致力于地震预测的中国地震学获得惊人发展的结果。若将其成果运用于两大山脉之间,即可直观地看到其间的大陆与其它大陆的不同。在该地区,经常发生浅源地震,且该地震带的展布与山脉和断层带呈极好的一致性,如实地反映了中国大陆的地形格架是基于新地壳变动而形成的构造地形。这与位于喜马拉雅以西、连接阿尔卑斯的“阿尔卑斯—喜马拉雅造山带”之北侧、起伏极少的“稳定大陆”形成明显对照。

该变动图是由夹峙在太平洋板块和印度板块间的喜马拉雅和日本之间的地体受到挤压而发生地壳变动的产物,该图的现行面貌往往将人们引向“发生着地震”这一简短的观点中去。但随着资料的积累,疑问也随之产生。如在近期经常发生大地震的中国华北地区,若简单地分析,可以认为是受到太平洋板块的影响,但事实上其间还隔着称为无震带的朝鲜半岛和既非岛弧又非大陆的西南日本。1977年,我访问了从中国的华北到云南的地区,1981年又访问了南朝鲜和中国的黄河上游至天山地区,遂产生了上述想法。

再者,在喜马拉雅东端形成了弧束构造并折而向南,巽他群岛构成了印度板块的边缘岛弧系。此外,从西南日本向南延伸的琉球弧,朝台湾岛和菲律宾群岛延伸,形成了围绕菲律宾海板块的边缘岛弧。1967年,笔者访问婆罗洲岛时,在其东北部的吉诺巴山尔(4101米)花岗岩山峰上,发现了与屋久岛新生代花岗岩相似的岩体。接着,又在该岛的东岸,在相当于菲律宾的棉兰老岛向西南延伸而与苏尔岛等岛屿汇合点的达弗尔湾,采集到了与濑户内火山系相类似的安山岩。继而,在该岛西部的古晋,感到该带与九州北部甚相似,由大陆构成的成分有所增加,随着从马来半岛向北至泰国,感到大陆性质越来越明显。在其北侧,越过自从云南向东南延伸的横移断层带,为地震甚少的华南稳定地块。即连结巽他群岛和菲律宾等岛屿的复杂岛弧发育,并向新几内亚延伸,形成了环绕欧亚大陆边缘的形态。

本书以上述观点为基础,总结了从喜马拉雅往东、至中国大陆、西南日本和朝鲜半岛的地震活动。并按与太平洋板块、菲律宾海板块和印度板块运动的关系,划分了不同的岛弧系,力图提供新的信息。并且特别注意到了太平洋岛弧系、菲律宾海岛弧系和欧亚大陆边缘,这三者相交的三联点地带——横切日本中部的大地铗带。

本书着重点置于上述地区的新构造方面。“新构造”一词的原意是指新生代中新世以后的地壳变动,中国对该词解释亦相同。然而请特别注意到:虽说整个东亚(包括中国大陆)的现代构造骨架是在中新世以后逐渐形成的,但不如说进入第四纪后地壳变动激烈,由该时期的变动奠定了现代地形的雏形。

另一方面,正如我们将中国的变动带称为复活变动带那样,应该理解新构造运动强烈受到古代基底构造的制约。然而,关于基底构造的建立,近几年前开始出现了全盘否定“大陆核从地槽造山带扩张”这一传统造山论的戏剧性变革。本书汇总了现阶段的各种观点,将其作为本书的第I部分——区域篇。

此外,为了研究如此辽阔的区域,本书将必要的常用方法论及对各种问题的认识等事项,作为等II部分——基础篇。对本编的内容以解释的形式作了阐述。

请注意,各章之前的短文并非都是该章的内容提要:其中有的是该文作者本人的序言,有的则是作者应本书编著者的意向的请求而撰写的。

第二章 喜马拉雅前缘带

号称世界屋脊的大喜马拉雅山脉,东西延续长达 2500 千米,呈向南凸出的弧形,其中囊括了地球上 8000 米以上的最高点。近年来,在积累的资料急增的基础上,认为喜马拉雅山脉、包括其背侧的西藏高原是进入第四纪以后急剧隆升的人增多了。但不认为这种巨大岩体是同时隆起的。喜马拉雅的新变动在其前缘带比山地内部更为显著,但该部分不属于以往喜马拉雅研究的范围。本文以通过艰难的野外工作所查明的喜马拉雅前缘带活断层实况为核心,结合山地内部的活断层,介绍喜马拉雅在新地质时期中的地壳变动。

喜马拉雅活断层

中田 高

一、著名的喜马拉雅前缘带

人们重新研究喜马拉雅山之后,改变了以往认为是所谓的阿尔卑斯——喜马拉雅造山带的见解,而主张是欧亚板块与印度板块碰撞而形成的山脉⁽⁴⁾⁽⁵⁾。而且大多数人都认为喜马拉雅山脉是在第四纪开始才急剧上升隆起,并构成“世界屋脊”的,但实际上仍然是一个模糊不清的问题。由于对喜马拉雅山脉的新构造运动情况了解不够,若提出喜马拉雅山脉具体是怎样隆起的问题时,不可能得到满意的回答。尽管如此,在地质构造解释方面,大多数学者提出是在第三纪以后上升的过程。然而,喜马拉雅山南麓的前缘带,虽可称为板块碰撞现场的重要区域,但迄今仍未受到人们的关注。

喜马拉雅山脉大致划分为: i) 包括 8000 米级高峰在内的、平均高度 6000 米以上的“大喜马拉雅山”; ii) 高度在 3000—4000 米级的“小喜马拉雅山”; iii) 高度在 900—1300 米级、被称为“外喜马拉雅山”的西瓦里克山地等三条弧形山地系列(图 2-1)。

大喜马拉雅山由前寒武纪的喜马拉雅片麻岩与上覆的巨厚特提斯沉积岩(古生代——老第三纪)组成,北缘以印度河——雅鲁藏布缝合带为界。在大喜马拉雅山与小喜马拉雅山之间为主要中央上冲断层(简称 MCT) 所分隔,喜马拉雅片麻岩以极低缓的角度上冲于以构成小喜马拉雅的前寒武纪为核心的沉积变质岩(浅—未变质岩)之上。小喜马拉雅与外喜马拉雅山之间以主要边界断层(简称 MBF) 为其分界线,小喜马拉雅山的变质岩大致覆于外喜马拉雅山的第三纪岩层之上,呈逆断层接触关系。

构成外喜马拉雅主体的西瓦里克群是随着中中新世以来喜马拉雅山的隆起,而于前缘带堆积的陆相地层,它类似于欧洲阿尔卑斯山的磨拉石,由于二个板块收敛运动的结果而生成,自开始堆积以后,呈向 MBF 聚集的加积体状态。认为西瓦里克(山地)的南缘是侵蚀成因的,但多数情况下以活断层作为其分界,从本质上而言,可认为是构造性的地质体,故笔者将这种活断层称为喜马拉雅前缘断层(简称 HFF)。

迄今,关于喜马拉雅山脉是怎样隆起的尚无具体的论述、争议,其原因之一,是大多数的研究均为按地质学的方法,集中探究喜马拉雅山脉的内部构造。为了查明自第四纪至现代

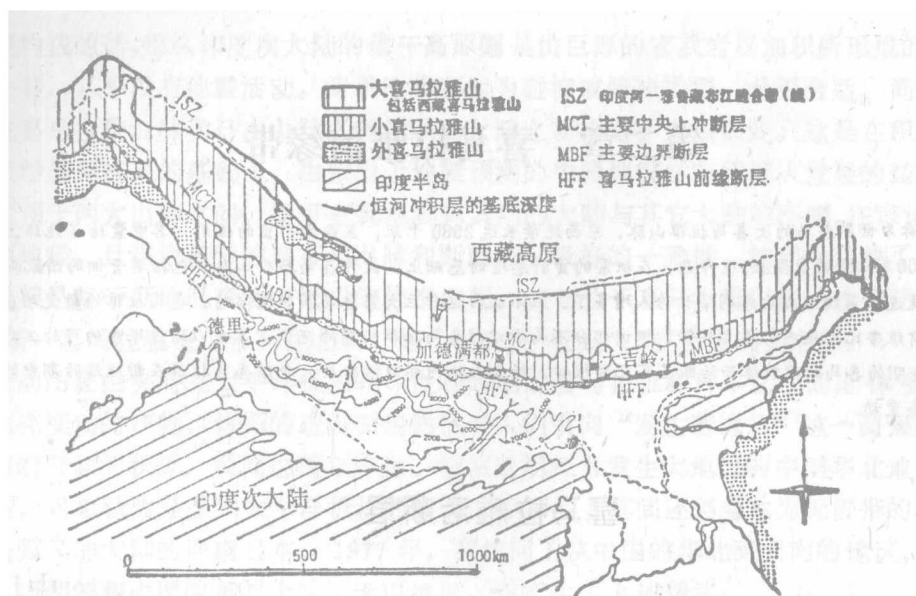


图 2-1 喜马拉雅山地形分区和主要地质构造线

的新地质时代地壳变动，用地形学的方法——该时期所形成地壳表面的变形为基础的论证方法是最有效的手段。

喜马拉雅山脉前缘带的地表广泛分布着冲、洪积扇、河流阶地等，这些地表形态是对应于第四纪气候变化所生成的，因受到断层作用的影响，大多发生了重大的变形、位移^[2]。本文以笔者于野外工作中所收集的资料为基础，以前缘带的活断层为核心，试总结喜马拉雅山脉第四纪构造的特征。

二、喜马拉雅山脉前缘带的变动地形

(一) 大吉岭 喜马拉雅山脉的断层位移地形

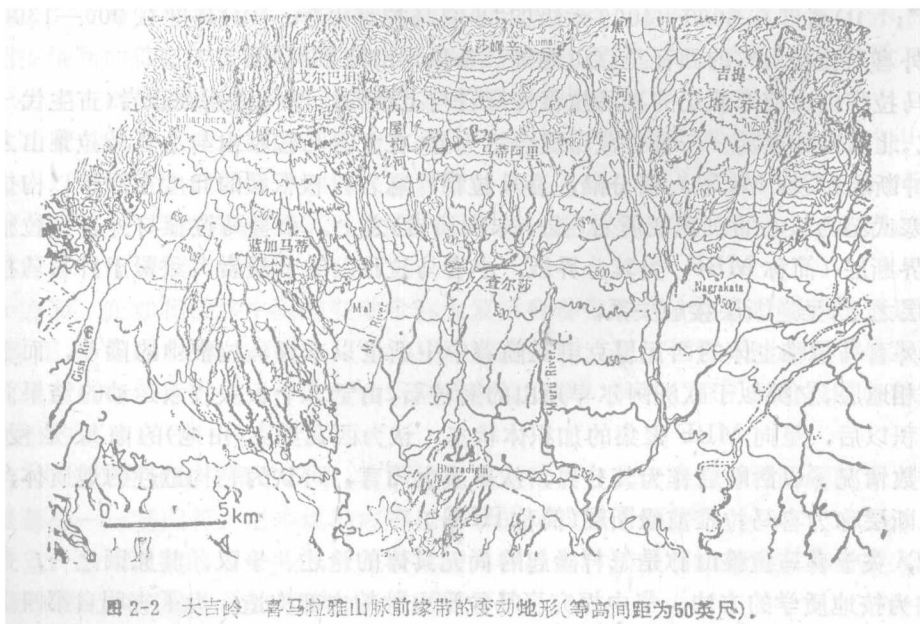


图 2-2 大吉岭 喜马拉雅山脉前缘带的变动地形(等高间距为50英尺)。

在大吉岭，喜马拉雅山脉中的蒂斯塔河左侧山麓是新地质时期喜马拉雅隆起的典型例子²⁴⁾。由于发源于喜马拉雅山的河流携来大量的砂砾，大多在山麓(带)沉积形成大规模的冲洪积扇地貌，且范围甚广。这些冲洪积扇在地形图中，其等高线一般以河流流出山谷处为顶点，朝下游呈完整的同心圆状分布，在该处，冲洪积扇被几条与河流流向垂直的、呈东西向延伸的陡峭崖岸所切截、扰乱。这些陡崖是断层运动的结果而生成的，从地形图上可以清晰而容易地判断出断层崖、挠曲崖与地表穹形隆起、倾斜、凹陷等地表变形的面貌(图2-2)。

图2-3表示了按形成时代分类的地表变形及活断层的展布。由MBF与HFF活动而生成的一些活断层，大致呈现向北移动的垂直位移，如实地反映了喜马拉雅山脉在前缘带的隆起。

属于MBF断层系的戈尔巴坦断层、吉蒂断层，沿着小喜马拉雅山脉南缘陡面基部弯曲而大致呈东西向延伸。另外在马蒂阿里周围，见到从这些主断层朝南所分枝的次级断层所形成

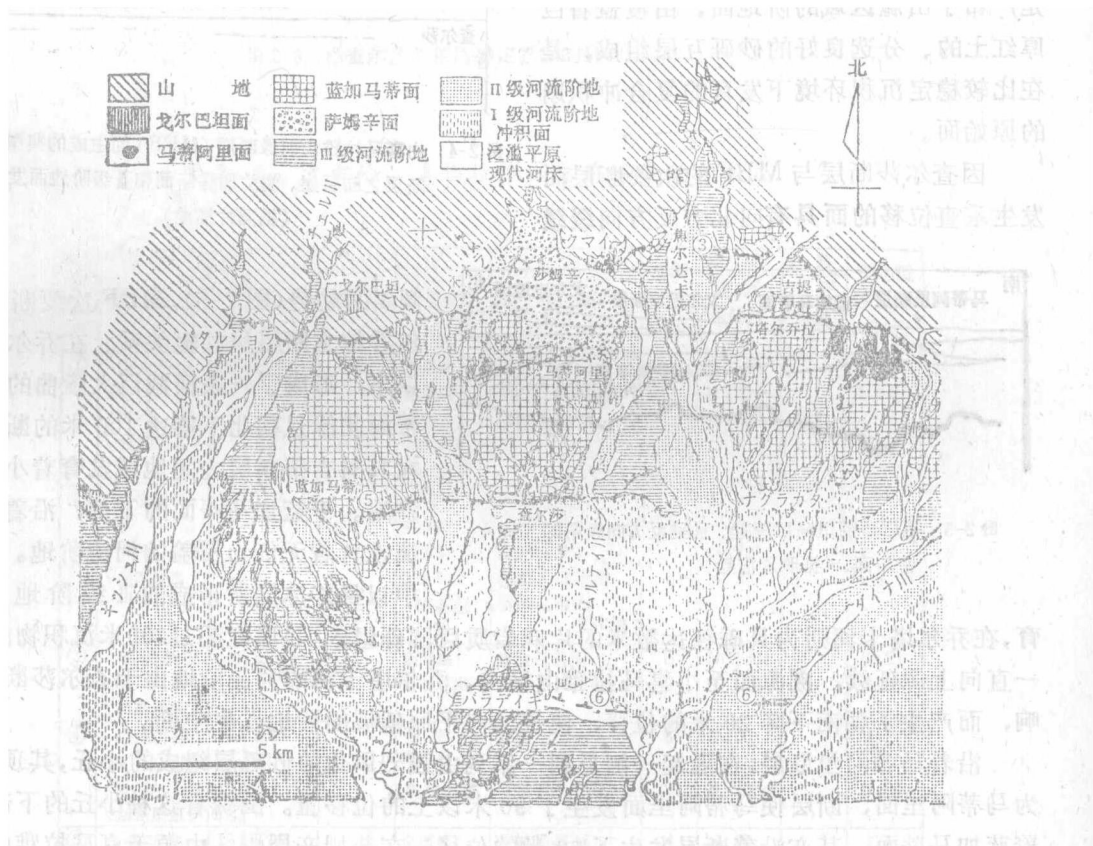


图2-3 大吉岭—喜马拉雅山脉前缘带的地貌和活断层

MBF 断层系 ① 戈尔巴坦断层 ② 马蒂阿里断层 ③ 吉蒂断层 ④ 塔尔乔拉断层
HFF 断层系 ⑤ 查尔莎断层 ⑥ 巴拉提吉断层

的弧形断层崖。在内握拉河左岸见到的主断层露头，其破碎的古生代千枚岩以约 40° 的角度逆掩于阶地砾岩之上，表明 MBF 断层系如设想的那样，以逆断层形式出现。在巴塔尔乔拉附近的露头所见到的情况也是如此，但隆起的小喜马拉雅的破碎岩体在地表附近，因自重而向下坠落，断层面呈近水平的低角度面貌。由于这种低角度化状态，非常容易给人这样一个

强烈的印象,认为 MBF 是个明显的低角逆掩断层。

在靠近 MBF 的小喜马拉雅山脉的标高 700 米处,耸立着残存的戈尔巴坦面,尽管它位于隆起的山地内,却以厚 90 米的巨圆砾层组成了切尔河的埋积河床面,戈尔巴坦面呈阶地状山脊与微起伏面,可在河流上游的小喜马拉雅山脉内找到其踪迹。由于受到 MBF 的主要断层之一的戈尔巴坦断层的影响,该面发生了垂直断距约 350 米以上的位移。说明了由于断层运动而使小喜马拉雅山脉在最近的地质时期中发生了急剧的隆升。

发育于小喜马拉雅山麓以南约 10 千米处查尔莎附近的断层崖,是表示喜马拉雅隆升运动的地形之一(图 2-4)。其断距最大高差达 90 米的断层崖,其两侧逐渐向挠曲崖过渡,推测受到褶曲的哈穆和甘莎简单阶地是该挠曲崖的一部分。从该断层崖向西延伸与西瓦里克山,地的前缘带相一致的情况而言,可理解为由于 HFF 的活动形成之产物。兰加马蒂面是广布于山麓区域的阶地面,由覆盖着巨厚红土的、分选良好的砂砾互层组成,是在比较稳定沉积环境下发育的复合冲积扇的原始面。

因查尔莎断层与 MBF 的次要断层而发生垂直位移的面具有向北方反方向缓缓

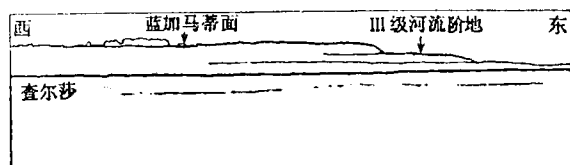


图 2-4 由喜马拉雅山前缘断层(HFF)而生成的典型的查尔莎断层之断层崖。使兰加马蒂面和Ⅲ级阶地面发生位移。
(据照片描绘)



图 2-5 沿马蒂阿里断层隆起,且呈反方向倾斜的兰加马蒂面。(据照片描绘)

倾斜的趋势(图 2-5)。MBF 次要断层与塔尔乔拉主断层呈共轭关系。在乔尔达加河以东,形成了一条横截巨大隆曲的蓝加马蒂面北缘且朝北下落达 100 米的断层崖,在其与吉蒂断层之间地域发育着小型断陷盆地。于蓝加马蒂面的下部,沿着河流主流发育着无红土覆盖的河流阶地。推断其中以最终冰期所形成的Ⅲ级阶地最为发育,

在乔尔塔卡河则为具砾径达数米的片麻岩质巨圆砾组成,且厚度超过 100 米沉积物的阶地,一直向上源延续,溯源而至小喜马拉雅山区内。乔尔塔卡河的河流阶地由于查尔莎断层的影响,而产生了朝南下降 20 米的位移,使连续向平原延展的阶地发生中断。

沿着马蒂阿里断层,在隆起一侧见到一系列由强烈风化的砂砾层组成的小丘,其顶面即称为马蒂阿里面,断层使马蒂阿里面发生了 90 米以上的位移量。围绕着这种小丘的下部发育着蓝加马蒂面,其亦沿着断层发生了 70 米的位移。在莎姆辛周围,由源于喜马拉雅山崩塌处而形成的暂时性物源供应处所供给的片麻岩巨砾组成的泥石流沉积物十分发育,局部覆盖在蓝加马蒂面之上,该面亦发生了朝南下降 40 米的位移,同样内屋拉河的Ⅲ级阶地面亦发生了 25 米的位移。

由于这种同类型的断层运动,越是古地形面越发生大规模的位移,据此可确定断层运动的累积性。内屋拉河右岸的河流阶地也呈现出与蓝加马蒂面对应的变形(图 2-6)。

关于除此以外的断层也可以从地形面的位移量而获知它们的位移累积性(表 2-1)。

为此,推断在本区发育的活断层为东西走向的逆断层(图 2-7),局部显现为使北部落

的位移的部分，则累积了使南部下落的断层位移。已查明在新地质时期内，在作为整体前缘带是使山体逐步不断升高的断层运动。

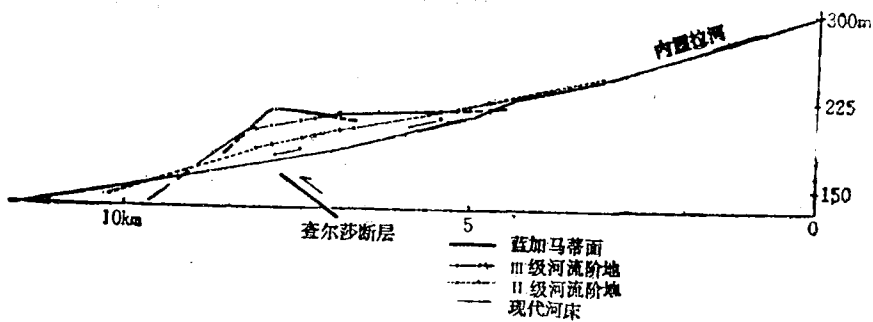


图 2-8 沿查尔莎断层所确定累积的挠曲运动

表 2-1 大吉岭 喜马拉雅山脉前缘带的活断层

断层编号	断 层 名 称	长 度 km	走 向	倾 向	断层形态	位 移 基 准	推断 年龄 $\times 10^4$ y	断 层 位 移 垂直 (隆起/陷) m	水 平 (方向) m	平均位 移速度 $m/10^4 y$
①	戈尔巴坦 断 层 (M b F) (活断层系)	20	EW— NE	N	断层崖 断层崖 断层崖 断层露头 断层露头	戈尔巴坦面 戈尔巴坦面 萨姆辛面	14 14	N 350+ N 170+ N 40+	左 ?	2.5+ 1.2+
②	马蒂阿里 断 层 (M B F) (活断层系)	12	EW— NE		断层崖 断层崖 断层崖 低断层崖 断层层 挠曲	马蒂阿里面 蓝加马蒂面 萨姆辛面 III级河床阶地 蓝加马蒂面 沉积物	8 2	N 90+ N 70 N 40 N 25		0.8 1.2
③	吉提断层 (M B F) (活断层系)	10	EW— NW		断层崖 低断层崖	蓝加马蒂面 III级河流阶地	8 2	N (180) N (20)		(2.2) (1.0)
④	培尔乔拉 断 层 (M B F) (活断层系)	10	EW		反 方 向 断层崖 高度相差	蓝加马蒂面 III级河流阶地	8 2	S 100 S (20+)		1.2 (1.0)
⑤	查尔莎 断 层 (H F F) (活断层系)	15 2	EW NE		断层崖 低断层崖 反 方 向 低断层崖	蓝加马蒂面 III级河流阶地 III级河流阶地	8 2 2	N 90 N 20 S 5		1.1 1.0 0.4
⑥	帕拉迭宜 断 层 (H F F) (活断层系)	12	EW		反 方 向 低断层崖 反 方 向 低断层崖	III级河流阶地 II级河流阶地	2	S 10 S		0.5

(断层编号图 2-3 相对应)

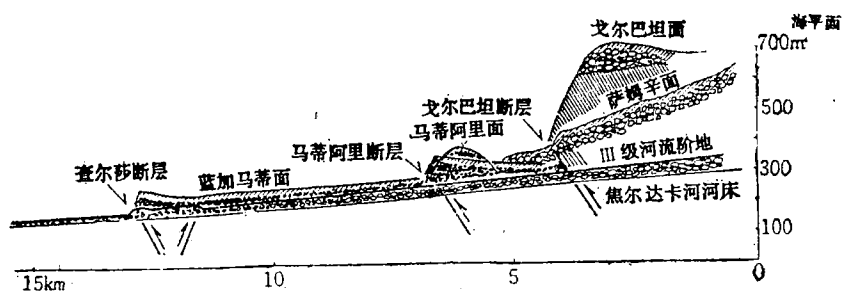


图 2-7 大吉岭 喜马拉雅前缘带的活断层位移略图(系各地形两投影于焦尔达卡河床纵剖面上)

(二) 不丹 喜马拉雅山前缘带的 HFF:

前缘带的活断层是否在所有的区域都表现为有助于喜马拉雅山隆升的位移模式呢? 倒也未必。在不丹, 喜马拉雅山脉中部的前缘带, 于缺失西瓦里克群之处, 则山麓线朝北弯曲, 在所形成的弯入地区发育着大型冲积扇。河水于冲积扇中央部分潜流, 但在西瓦里克山地南缘的延长线上发生了异常水系, 从而形成了为数众多的沼泽地(图 2-8)。这是由于 HFF 的活动而使河流下游侧隆升, 形成“倒淌河”的地名。由于该断层使覆有巨厚红(色)土的古冲积扇面发生了断距达 55 米的位移, 形成了朝北下降的断层崖。断崖横切了隆起地块从而成为几条先行(性)水流的通道, 但沿着 HFF 断层, 这些河流的小型阶地也经受同样方向的位移, 呈现了这种断层运动的累积性。该区属于印度板块地壳范畴, 而出露于从前缘带起往南仅相距 30 千米的普拉马普特拉河北岸的位置上, 这样的特殊性也许与某种构造(运动)有关。

(三) 尼泊尔 喜马拉雅山脉前缘带的活断层

笔者数年前参加了“尼泊尔喜马拉雅山脉的地壳变动”的调查(主持人: 木崎甲子郎), 对尼泊尔喜马拉雅山脉在新地质时期的地壳变动进行了实地考察。

在尼泊尔东南部的前缘带, 于局部地区发育着北西——南东向的 MBF 断层, 与东西向的 HFF 断层相交叉处, 再往南可追索到活断层。按复杂的断层运动的位移而推断, 沿着 MBF 断层发生了朝北下落的位移, 同时具有右移位移性质, 而沿着 HFF 断层则发生南侧下降位移的明显位移(图 2-9)。

据这些活断层而知, 由最终冰期形成的河流阶地发生的垂直位移量最大达 40 米。此外, 沿着 HFF, 除了垂直位移明显的东西向活断层外, 在西瓦里克山地与平原部分, 断续地展布着小型而明显横移的北西——南东与北东——南西的共轭活断层。这样的地壳变动是由于小喜马拉雅山脉与印度板块在地下浅处发生碰撞所引起, 认为是复杂的基底变形, 透过前缘带的薄层沉积物直接于地表的显示。

另外, 自柯西河以西的尼泊尔喜马拉雅山至库马翁喜马拉雅的前缘带, 于辽阔的西瓦里克山地发育着称为“墩”(Dun)的构造盆地。认为该区是印度板块的地壳深深地挤入于恒河平原之下的地点, 所谓“恒河冲积层”厚达 8000 米以上, 以及与前述山麓型山麓的前缘带处厚度不足 2000 米, 两者形成了明显地对比(图 2-1)。

在该区, 从宏观上来看, MBF 呈具一定弧度弯曲的轨迹, 但局部来看, 则为极平直的线(型)状, 沿着断层发育的区间, 多发育着由破碎的小喜马拉雅岩石所组成的“挤压脊”, 呈

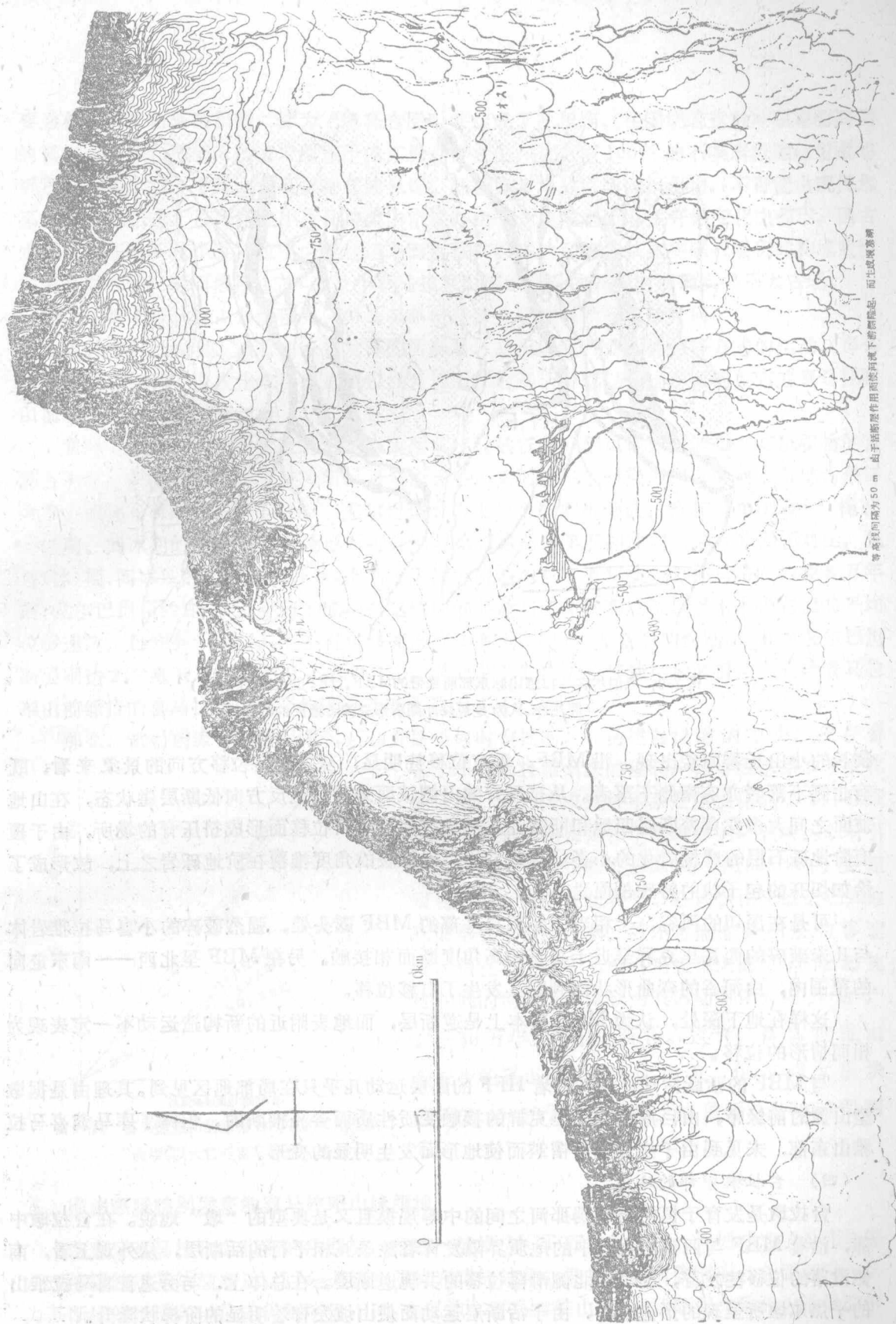


图 2-8 不丹 喜马拉雅山脉前缘带的变动,等高线间距为 50 英尺,由于活断层使河流下游侧升而生成堰塞湖。

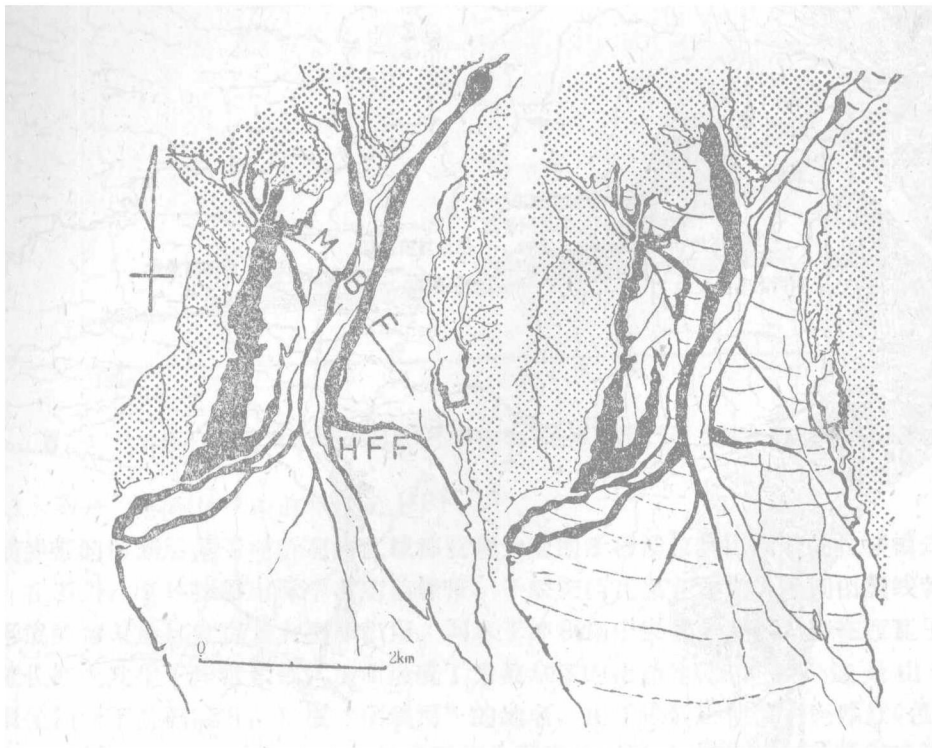


图 2-9 尼泊尔喜马拉雅山脉东部前缘带的MBF、HFF的位移(立体图)

要注意,认为是最终冰期所形成的阶地地面的位移。

狭长的小山丘群面貌出现。沿 MBF, 垂直位移甚明显, 从阶地面位移方向的景象来看, 既有北侧下落者亦有南侧下落者。从挤压脊的山侧坡面来看, 呈反方向低断层崖状态, 在山地坡面之间大多发育着断层凹地和断层池。另外在使阶地面位移而形成挤压脊的场所, 由于覆有阶地砾石层的糜棱岩化的小喜马拉雅岩体, 以低缓的角度推覆在阶地砾岩之上, 故形成了恰如切开的包子状的特殊剖面之小丘。

可是在深切的河谷, 于相当于挤压脊基部的 MBF 露头处, 强烈破碎的小喜马拉雅岩体与几未破碎的西瓦里克群呈近于垂直的高角度断面相接触。另在 MBF 呈北西——南东走向的范围内, 由河谷的弯曲形状而判断其发生了右移位移。

这样在地下深处, 认为 MBF 基本上是逆断层, 而地表附近的新构造运动不一定表现为相同情形的位移。

与 MBF 的活跃活动相反, 沿着 HFF 的断层运动几乎只在局部地区见到。其理由是据墩型山麓的前缘带, 由巨厚的西瓦里克群的接触变质性质而容易推断的, 但除了库马翁喜马拉雅山东部, 未见由于挠曲和活褶皱而使地形面发生明显的变形。

(四) 台拉墩中部的地形

台拉墩是发育于恒河与牙姆那河之间的中等规模且又是典型的“墩”地貌。在台拉墩中部, 沿着 MBF 与西瓦里克群中的地质界限发育着数条互相平行的活断层, 从外观上看, 南侧滑落的位移甚发育, 但也有北侧滑落位移的共轭逆断层。在总体上, 与旁遮普喜马拉雅山的平焦尔墩所呈现的形态一样, 由于活断层运动而使山坡发育着明显的阶梯状隆升。

在台拉墩中央堆积着比高达 1500 米、且由小喜马拉雅山南缘的陡崖为物源所供给的主