

中国科学院高山冰雪利用研究队

(專刊第一号)

祁连山現代冰川攷察报告



科学出版社

中国科学院高山冰雪利用研究隊

(专刊第一号)

祁连山現代冰川攷察报告

科学出版社

1958

內 容 提 要

本报告系中国科学院高山冰雪利用研究队 1958 年分七队考察祁連山現代冰川的主要成果,包括論文七篇。綜合地(第一篇)与分区地(第二至第七篇)論述祁連山現代冰川的分布、类型、儲水量、积累与消融特征、结构与运动、人工黑化冰雪促进消融实验的主要結果、羣众融冰化雪經驗与各冰川区的利用价值等,是我国第一册有关現代冰川及其开发利用的文献。

祁連山現代冰川考察报告

(專刊第一號)

編 者	中 国 科 学 院 高 山 冰 雪 利 用 研 究 队
出版者	科 学 出 版 社 北京朝陽門大街 117 號 北京市書刊出版業營業許可證出字第 061 號
印刷者	中 国 科 学 院 印 刷 厂
总經售	新 华 书 店

1958 年 12 月第 一 版	書號: 1655 字數: 434,000
1958 年 12 月第一次印刷	開本: 787×1092 1/16
(京) 1—750	印張: 15 插頁: 40

定价: (10) 4.30 元

本報告系中國科學院地理研究所、地球物理研究所、地質研究所，蘭州大學、西北大學、南京大學、北京大學、甘肅師範大學等校地理系，甘肅省水利廳、氣象局、農墾局、城市設計局、張掖專署、青海省水利廳、氣象局，黃河水利委員會蘭州水文總站、鐵道部蘭州設計院、水利電力部蘭州設計院、中央體育運動委員會登山營、甘肅省郵電管理局、河西堡運輸公司等單位派出的工作人員，在中共甘肅省委與中國科學院的正確領導下、蘇聯專家 Л. Д. 道爾古辛熱心指導、各有關部門協作支持下的 1958 年度集體勞動成果。

目 录

一、祁連山現代冰川分布、儲量、发育及利用問題·····	总队 (1)
二、北大河上游現代冰川考察报告·····	第一分队 (26)
附件 1. “七一”冰川·····	(52)
附件 2. 双支冰川·····	(57)
附件 3. 烏兰达吾冰川·····	(60)
附件 4. 瓦奥寺冰川·····	(65)
附件 5. 北大河上游托賴川流域地貌概況·····	(67)
三、野馬山及党河南山現代冰川考察报告·····	第二分队 (71)
附件 6. 野馬山及党河南山主要冰川的特征与地貌类型·····	(92)
四、冷龙岭区現代冰川考察报告·····	第三分队 (103)
附件 7. 臺源附近大通河谷地地貌概況·····	(134)
五、黑河流域現代冰川考察报告·····	第四分队 (142)
附件 8. 黑河上游地貌·····	(155)
附件 9A. 黑河上游气候特点·····	(161)
附件 9B. 关于冰雪消融的条件·····	(163)
附件10. 黑河上游水文一般情况及冰川融水对河流的补給·····	(167)
附件11. 黑河上游小沙龙(八一)冰川·····	(173)
附件12. 黑河上游大南沟冰川·····	(178)
附件13. 黑河上游牙石沟冰川·····	(181)
附件14. 黑河上游伊格里格冰川·····	(186)
附件15. 酥油口沟冰川·····	(189)
六、祁連山西南区現代冰川考察报告·····	第五分队 (192)
附件16. 祁連山西南区重点工作区冰川的特点与地貌类型·····	(215)
七、疏勒南山西段北坡現代冰川考察报告·····	第七分队 (223)
附件17. 疏勒南山大黑刺沟冰川·····	(241)
附件18. 疏勒南山大西沟西2号冰川·····	(247)
附 表	
附 图 (另装封袋随书发行)	

祁連山現代冰川分布、儲量、发育及利用問題

(中国科学院高山冰雪利用研究队

1958 年度初步綜合报告)

对于河西走廊与柴达木等干旱的逕流消失区來說,祁連山是比較潮湿的逕流形成区,估計每年从祁連山地輸送給甘肃河西走廊与內蒙古阿拉善平原的水流約达79.3亿公方¹⁾,平均流量 279.69 公方/秒。流入柴达木的年逕流量約 14.6 亿公方,平均流量 46.1 公方/秒,流入黄河与青海湖的年逕流量約 54.2 亿公方,平均流量 170.8 公方/秒。从祁連山流出的河川水源,部分依賴高山冰川融水補給,大河河源都与冰川沟通。因此,充分的利用高山冰雪資源,人工調节祁連山冰雪融化時間与速度,在改造河西与柴达木干旱面貌上,有重大意义。中国科学院高山冰雪利用研究队 1958 年的任务就在于初步查明祁連山冰雪資源的分布、儲藏情况,冰雪消融对河流的補給关系,并进行小規模試驗,探討人工調节冰雪融化的可能性,以决定今后研究利用高山冰雪的方針。

冰雪队分七个分队进行考察工作(其中第六分队为定点觀測試驗队),各队于七月初进山,九月中、下旬 1—5 分队与 7 分队陸續回兰州总结。全队資料的分析整理尚需相当時間,現在提出一个初步綜合报告,供领导与各有关部门参考需要,錯誤不当之处,請批評指正。

一、祁連山的自然与經濟一般情况

祁連山由一系列北西走向的高山与谷地組成,山系长 800 公里,寬 200—400 公里,自北而南,各段主要山脉与谷地如下表。

山区水系呈放射-格子状,以疏勒南山至托賴掌的最高隆起区(最高峯 6,300 米)为中心,向四周放射,受北西走向山脉与构造的控制,纵向河谷多长大而寬展,下表所列山間

西段(安西至大柴旦)	中段(酒泉至德令哈)	东段(武威至貴德)
1.	走廊南山(李希霍芬山)(5,000米左右)	冷龙岭(4,800米左右)
2. 鷹咀山(3,500米左右)	朱龙关河-黑河谷地(3,500米左右)	大通河谷地(3,000米左右)
石包城-昌馬山間盆地(2,300米左右)	托賴山(4,600米左右)	
3. 野馬山(5,200米左右)	北大河(托賴川)谷地(3,500米左右)	
野馬河谷地(3,700米左右)	托賴南山(亚历山大山)(5,000米左右)	达板山(4,000米左右)
4. 野馬南山(4,100米左右)	疏勒河谷地(3,700米左右)	
党河谷地(薩拉果勒)(3,000米左右)	疏勒南山(修土山)(6,000米左右)	
5. 党河南山(洪保德山)(5,000米左右)	哈拉湖-布哈河谷地(4,100米左右)	湟水谷地(2,300米左右)
哈尔騰河谷地(3,200米左右)	青海南山(3,700米左右)	拉脊山(3,500米左右)

1) 流入河西的水量根据中国科学院青甘綜合考察队水利水源分队編,甘肃河西的水資源,1958 年 10 月。其余二个数据系本队估算。

西段 (安西至大柴旦)	中段 (酒泉至德令哈)	东段 (武威至貴德)
6. 察汗鄂博图岭(李戴尔山) (5,000米左右) 小哈尔騰河-土耳其根河谷地(4,200米)	巴音河-塔塔稜河谷地(4,000米左右)	
7. 土耳其根大坂山(5,200米左右) 魚卡河谷地(4,000米左右)		
8. 柴达木山(5,700米左右) 大小柴旦盆地(3,000米左右)	中吾农山(4,700米左右) 德令哈洼地(2,900米左右)	

谷地的寬度多在 10 公里以上;而橫向河谷,斬切山脉,形成了許多峡谷。北部流入河西走廊的党河、疏勒河、北大河、黑河与东部流入黄河的大通河、湟水等,上下游高差在 3,000 米以上,源远流长而多水,西南部流入柴达木的巴音河、塔塔稜河、魚卡河、哈尔騰河等,上下游相差 2,000 米左右,比較短促而少水(图 1、图 3)。

在气候上,祁連山远比四周湿润,在山区内部东段比西段湿润,高山比谷地湿润,根据少数测站与自然景象,年降水分布情况大体如下表(图 2)。

山 名	西 段	中 段	东 段
祁連山外围地区	50毫米	100毫米	200—300毫米
山間谷地	100毫米	200—300毫米	300—500毫米
高山带	300—400毫米	500毫米	700毫米

每年降水主要在夏季 5—9 月,約占全年 65—80%,祁連山西段、中段常年西风盛行,以西北风降水为主,高山北坡比南坡潮湿,祁連山东段显著地受海洋季风影响,高山南北坡干湿差别不强烈。

适应着山地气候与地形特点,祁連山在自然景观上,东段草原优美,牧业繁盛,3,000 米以下的大通河谷地与湟水谷地是青海省最重要的农业区。肃南、祁連县一带走廊南山北坡 2,700—3,000 米間还有残余森林(云杉),3,700 米以上为高山石头冻荒漠;中段由河西走廊入山,大体半荒漠上限在 2,500 米左右,山地干草原上限在 3,600 米左右,以上又轉为半荒漠,3,900 米以上則全为高山冻荒漠,大通河、黑河、北大河、党河等河源地区沼泽发育;西段全部高山与谷地都呈荒漠与半荒漠景象,植物生长上限在 4,300 米左右,柴达木山与疏勒南山 4,700 米处尚有植物。野生动物有黄羊、青羊、野驢(俗称野馬)、野牛、鹿、野兔、地鼠、雪猪等。后三者数量多,穴居、对草原有破坏作用。牧民役畜,中段东段以毛牛为主,西段以駱駝为主。

生活在祁連山区的民族,东段农业区以汉族为主,中段、东段牧业区以藏族为主(建有海北、海南二个自治州与海西蒙藏哈薩克族自治州天祝藏族自治县),另有少数回族(建有疊源回族自治县)、土族(建有互助土族自治县)与裕固族(建有肃南裕固族自治县);西段全为牧区,以蒙古族(建有肃北蒙古族自治县)与哈薩克族(建有阿克塞哈薩克族自治县等)为主。解放以后,少数民族获得了自治权利,生活安定,畜牧經濟有相当发展。1958 年在党的建設社会主义总路綫照耀下,羣众政治觉悟大为提高,同时进行了民主改革与社会主义改造,解放思想,破除迷信,从封建部落制度束縛下,一步登天、全部組成了人民公社,游牧改为定居,精神面貌与生产情况有了巨大的轉变。近年来,祁連山和它周围地区不断发现儲藏丰富的鉄(鏡鉄山)、銅(疊源)、鉛、鋅(錫鉄山)、煤(木里)、石油(冷湖、馬海、玉門)、盐(柴达木、茶卡)等矿藏,新建工业有急剧的发展,人口迅速增加;因而对于扩大水源的需

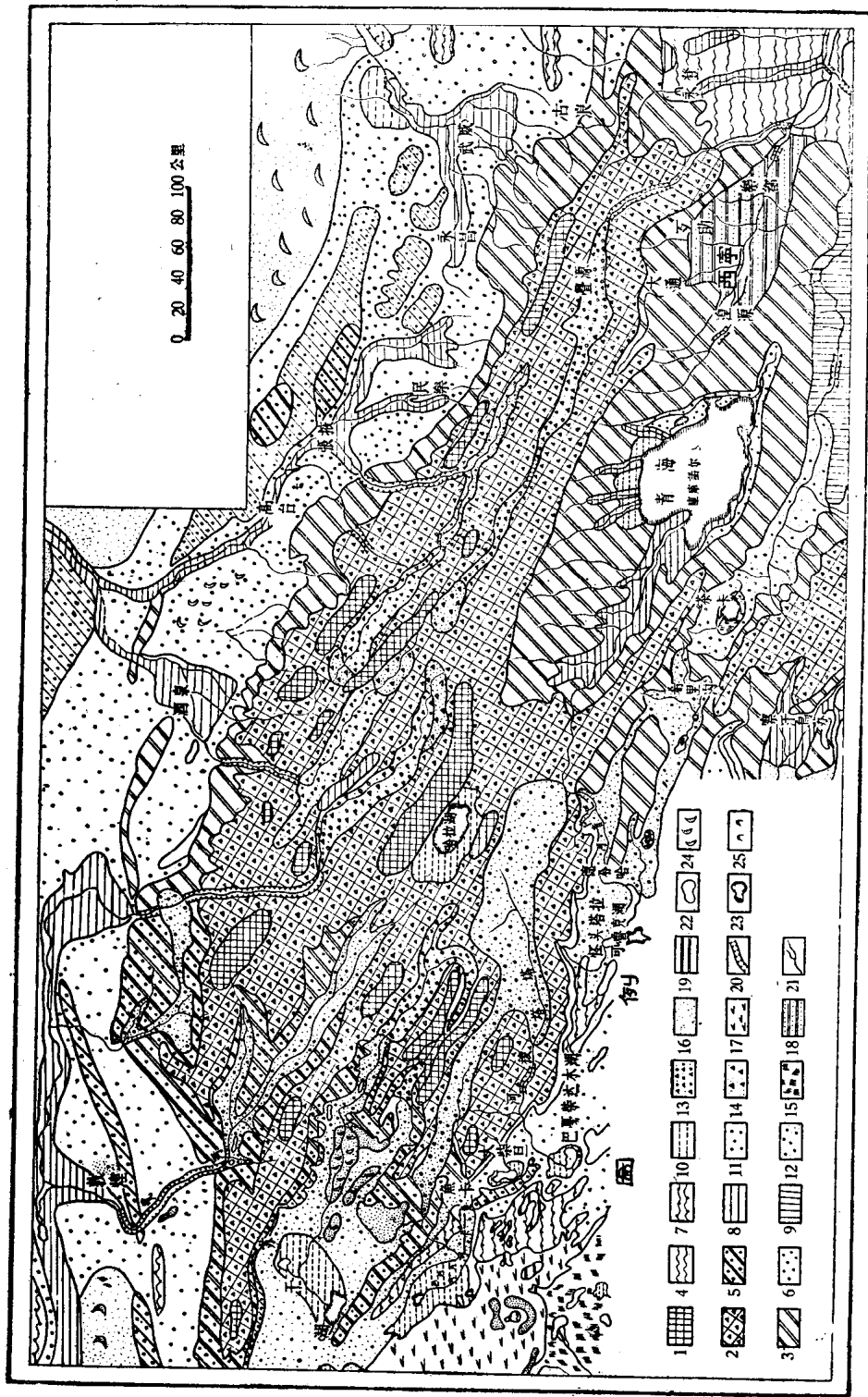
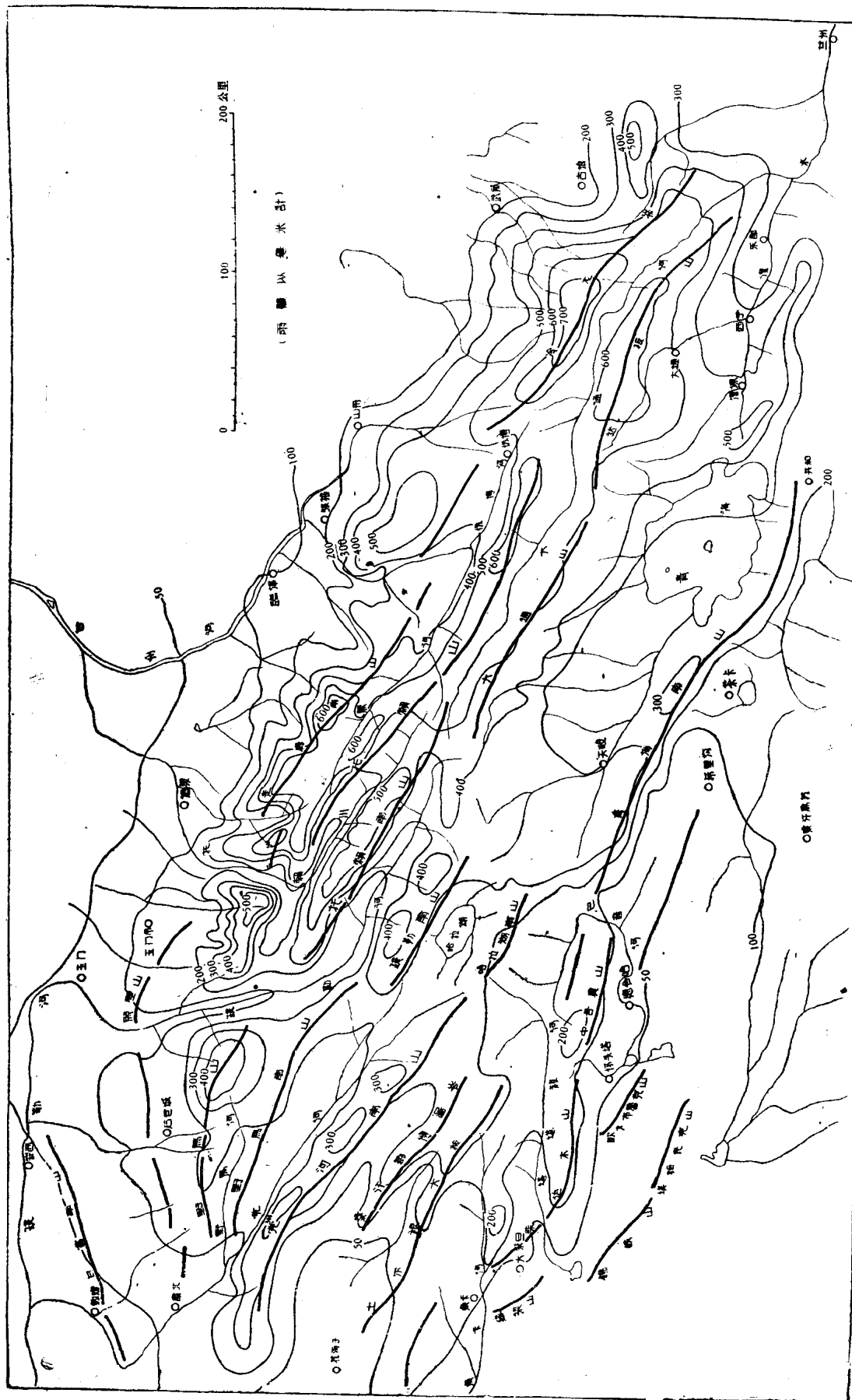


圖 1 祁連山區地貌略圖

- | | | |
|---------------------|-----------------|----------|
| 1. 現代冰川、雪蝕及泥流作用的高山 | 16. 風積砂積平原 | 21. 河流 |
| 2. 古代冰雪作用的現代剝蝕侵蝕的高山 | 17. 具有雅丹地形的剝蝕平原 | 22. 淡水湖 |
| 3. 侵蝕作用的中山 | 18. 侵蝕的黃土塬 | 23. 咸水湖 |
| 4. 侵蝕作用的黃土丘陵 | 19. 干燥剝蝕的高平原 | 24. 活動砂丘 |
| 5. 干燥作用的中山 | 20. 峽谷 | 25. 固定砂丘 |
| 6. 干燥作用的低山 | 11. 洪積平原 | |
| 7. 干燥作用的丘陵 | 12. 沖積洪積平原 | |
| 8. 沖積平原 | 13. 冰水沖積洪積平原 | |
| 9. 受侵蝕的沖積平原 | 14. 冰碛洪積平原 | |
| 10. 湖積沖積平原 | 15. 湖積鹽土平原 | |



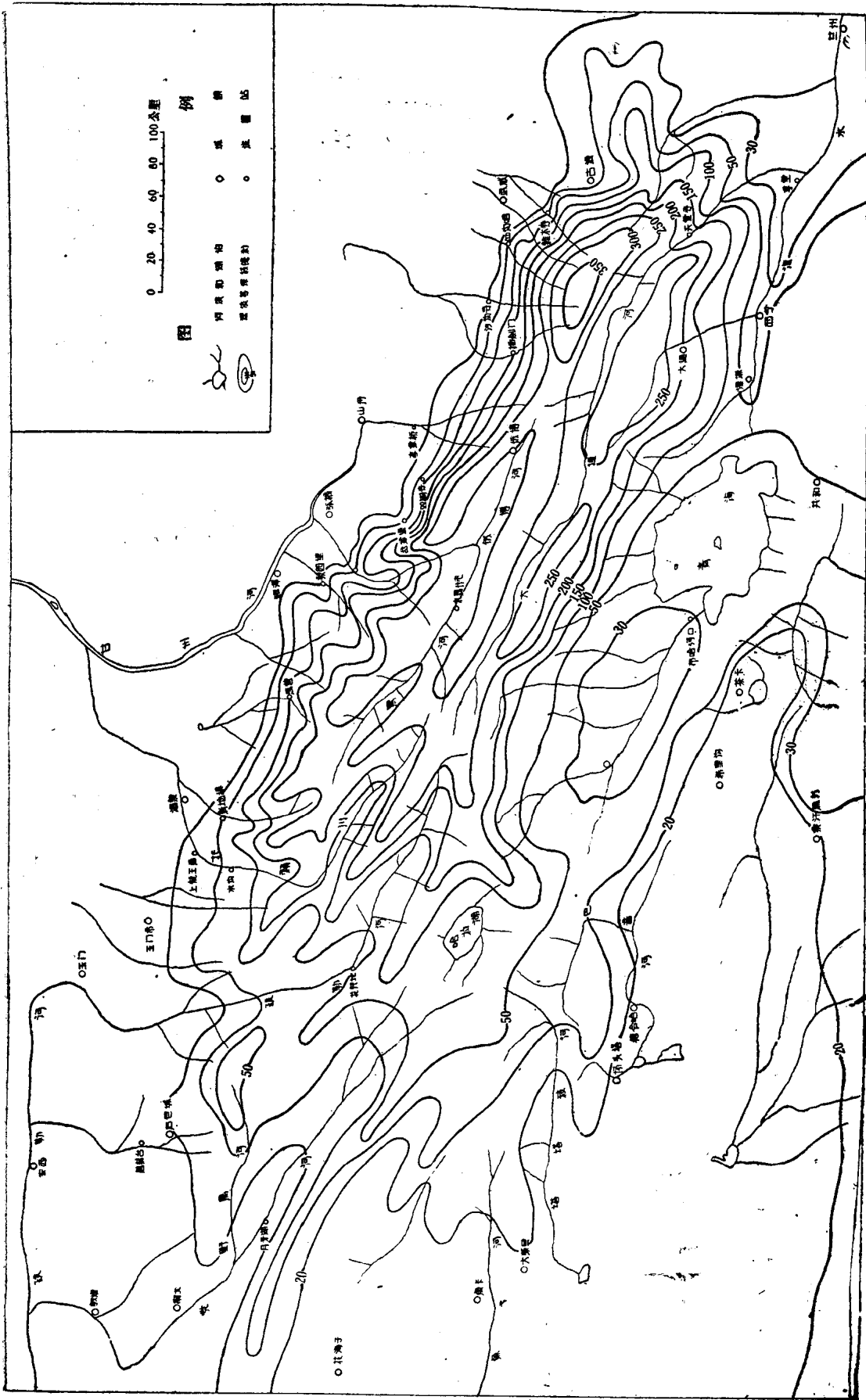


圖3 祁連山區經流深度等值線圖

要,更为殷切。

二、考察工作的組織、方法与区域路綫

中国科学院高山冰雪利用研究队于6月中旬在中共甘肃省委大力支持、兰州分院的具体领导和苏联冰川学家 Л. Д. 道尔古辛指导下組織起来。工作人員分別来自中国科学院地球物理所、地理所、兰州大学、西北大学、南京大学、北京大学、西北师范学院等校地理系、中央与甘青两省气象局、甘青两省水利厅、黄河水利委员会兰州水文总站、铁道部設計总局第一設計院、水利电力部兰州勘测設計院、甘肃农垦局与城市建设局城市設計院的測量队;此外,由张掖专署調配行政干部,甘肃省交通厅借用汽車,邮电局租給电台;編为六个分队,1—5分队为普查队,每队配备行政1人,地貌3—5人,水文2人,气候1—2人,測量3人(2分队缺),6分队为定点觀測試驗队,以气象人員为主,各队均配有汽車、电台与炊事人員。7月底得到国家体委登山营支援,另組7分队,也配备有地貌、水文、气象、測量各方面的业务人員。全队人員共120人左右,筹备工作中,承国家測繪总局与甘肃地质局、祁連山地质队供应与借給航摄影照片,西安师范学院借給考察仪器,中央体委登山营借給部分登山装备并指导爬山技术;在进入祁連山后的工作过程中,得到张掖专区有关县、市、青海海北与柴达木等地区党政领导与藏、蒙、回等兄弟民族的帮助得以在高山无人地区坚持工作,完成任务,深表感謝。

工作进程大体如下:

第一阶段:6月16—25日拟定計劃,突击組队,調集人員,购借考察装备,完成初步准备工作;6月26—30日全队人員离兰州經酒泉进入祁連山。

第二阶段:7月1—18日,1—5分队人員在鏡鉄山西南30公里,海拔4,100—5,000米的“七一”冰川練兵。在苏联专家 Л. Д. 道尔古辛指导下,初步掌握了考察現代冰川方法,包括冰川形态分类、儲量估算、冰川結構与运动、冰川融水变化、高山地貌图編制等;拟訂了工作指南;鍛鍊适应了高山生活,增进了来自各方人員之間的互相了解;补充了必要的装备。6分队在鏡鉄山东南90公里的朱龙关分水梁3,700米处建立气象觀測站,并在4,400米左右开始小規模黑化冰雪实验。

第三阶段:7月19日至9月中下旬,1—5分队从“七一”冰川营地出发,分別到达各队工作区域:1分队至托賴南山(北大河);2分队至野馬山(疏勒河中游)与党河南山;3分队至冷龙岭;4分队至托賴山与走廊南山中段(黑河上游);5分队至柴达木山与哈尔騰河上游山地;8月中又有7分队到疏勒南山(疏勒河上游)等冰川区考察。共登冰川60条,除汽車行程不計外,步行2,500公里左右,全队人員克服了高山气压低、风、雨、雪、雹寒冷天气的阻碍,冰面陡滑,冰裂隙陷人,攀登悬崖,涉渡洪水等危险;牦牛、駱駝运输的不便,装备、食物不足,燃料缺乏等困难,于9月12—28日胜利地完成考察任务,陸續回到兰州。

第四阶段:各队回到兰州后,进行业务总结与思想总结,同时抽調一部分力量进行野馬山綜合性觀測实验站的建立与了解河西羣众土法促进高山冰川消融,人造冰坝防止渗漏經驗,征求河西与柴达木地方领导利用冰川意見。

另外,北京水利科学研究所、化工冶金所、动力研究室,会同水利厅派人踏勘了野馬山老虎沟冰川下引水渠道选綫。

祁連山区沒有正确的地形图,但三分之二地区有航摄影照片。我們就根据航摄影照片选

择考察对象与路线,量算冰川面积,并根据少数冰川实测资料,概略的纠正航摄照片上的误差。三分之一地区没有航摄照片(主要在疏勒河上游,党河与哈尔腾河流域)则用罗盘测制简单的路线图,目测估计冰川位置与范围,在每个冰川区选择几条较大冰川作为重点考察,每个重点工作3—15天,并设立临时的水文气象观测哨,观测冰川融水与天气变化。其余冰川则沿考察路线作普查。

各队考察区域路线与重点考察冰川,如考察路线图所示(附图2)。

三、祁連山現代的分布、类型和儲量的初步估算

1. 雪綫高度与冰川类型 祁連山現代冰川广泛分布于海拔4,500米以上的高山区,大部分在西段和中段,疏勒河中游西侧的野馬山、上游南侧的疏勒南山、酒泉南的洪水坝河上游走廊南山冰川規模最大;至祁連山东段,冰川稀少,只臺源武威間的冷龙岭有較大的冰川羣。

冰川的发育程度大体决定于雪綫以上常年积雪区的面积大小和降雪量的多寡,雪綫高低則依賴于大气降水量和气温的关系,坡向与地形条件。祁連山区地势西高东低,气候西干东湿,因此雪綫很明显的由东向西逐渐上升。同是北坡,东段冷龙岭雪綫高4,200米;中段走廊南山、托賴山、托賴南山、疏勒南山,雪綫升至4,400—4,600米;西段野馬山和党河南山,更升至4,700米左右;祁連山的西南部分最为干旱,雪綫最高,大柴旦北的柴达木山,雪綫高至5,200米左右。高山南北坡比較,南坡雪綫高于北坡,冷龙岭南坡雪綫高出北坡200米左右,中段托賴山、托賴南山,西段的党河南山山頂高至4,700—5,000米,南坡几乎没有冰川,积雪也很少,西南部高达5,700余米的柴达木山,南坡也很少冰川发育,祁連山中西段南北坡雪綫如此巨大的差异,不但由于阳坡与阴坡接受日射強度的不同,还由于北坡迎盛行风向(西北风),降水較多的緣故。

上面所說的雪綫大体以冰川上粒雪区下界为准。雪綫以上,每年降雪积累大于消融,新鮮雪盖逐渐变成顆粒状的雪——粒雪(由0.5—5毫米大小的无定形雪粒組成),粒雪冻结受压逐渐变成致密的冰层,冰层堆积至临界厚度就向下运动,流出雪綫以下成为伸向山谷的冰舌(有些人把冰舌的末端当作雪綫是錯誤的)。冰舌部分消融大于积累,表面积雪很薄(以新鮮雪为主)以至沒有,根据粒雪区和冰舌的关系、冰川所在的地形,冰川在形态上可分成若干类型,祁連山区的冰川类型主要有六种:

- (1) 山谷冰川(长大的冰舌伸入谷地)。
- (2) 冰斗-山谷冰川(过渡型)。
- (3) 冰斗冰川(限于山坡凹处冰斗中,冰舌短小以至不显著)。
- (4) 冰斗-悬冰川(过渡型)。
- (5) 悬冰川(斜貼在陡峭的山坡上)。
- (6) 平頂冰川(发育于准平原化的平頂山上)。

山谷冰川分布于疏勒南山、野馬山、走廊南山(特别是冷龙岭与洪水坝河上游)等地区,数量不多,但体积大,坡度平緩,儲量丰富,利用价值最大,例如野馬山老虎沟20号冰川,是二股汇流的复合山谷冰川,长10.8公里,面积27.4方公里,儲冰量12.31亿公方,冰舌末端伸至4,100米,粒雪区后侧高达5,200米,是目前已知冰川中最大的一个冰川;其次可能是疏勒南山北坡的大黑刺沟冰川,长6.15公里,面积8.66方公里,儲冰量5.1亿公方。

冰斗-山谷冰川在各冰川区都有分布,数量上远超过山谷冰川,但每个冰川面积、储量不及山谷冰川,典型的例子是鏡鉄山西南的“七一”冰川,冰川最高点为 4,950 米,冰舌末端为 4,200 米,长 3.5 公里(冰舌长 1.5 公里),面积 3.6 方公里,儲冰量 1.9 亿公方左右,这类冰川的利用价值也是比较高的。

冰斗冰川广泛分布于各个冰川区,是祁連山区占优势类型的冰川,大的冰斗冰川如柴达山北坡紅旗 1 号冰川,位于 4,880—5,773 米高度間,面积 4.68 方公里,儲冰量 2.11 亿公方,超过一些小的冰斗-山谷冰川,但多数冰斗冰川小于冰斗-山谷冰川,如托賴南山西段的一个冰斗冰川,面积 1 方公里,儲冰量 0.42 亿公方。

悬冰川数量最多,分布最广,每个冰川的体积很小,面积都不到 1 方公里,儲冰量只数百万公方,由于分散与陡峻,利用上比较困难。

冰斗-悬冰川是个过渡性类型,数量上比较少,党河南山的白金沟 9 号冰斗-悬冰川面积 1 方公里,儲冰量 0.25 亿公方。

平顶冰川是一个特殊类型,数量最少,只见于走廊南山中段与柴达木山,鋪盖在平缓的可能经过准平原化的山顶上。走廊南山中段的一个平顶冰川高度界于 4,300—4,600 米間,面积 2.61 方公里,儲冰量 1.9 亿方;柴达木山的一个平顶冰斗,高度界于 4,880—5,200 米間,面积 4.98 方公里,儲冰量約 1 亿方。

除开平顶冰川由特殊地形形成外,其余各类冰川在发育上相互联系。第四紀末一次冰期至今,世界各地冰川普遍退縮,祁連山也不例外。根据古冰川的遺迹,不少冰斗冰川是古代的冰斗-山谷冰川以至山谷冰川退縮的殘余,不少現代悬冰川只占有古代冰斗的部分側壁。

2. 冰川儲量估算方法与儲量估算 在确定了冰川类型以后,就可从各类冰川的特征来估算冰川儲水量。冰川儲量决定于面积、厚度与密度三个要素,冰川面积量算主要根据航摄照片,选择照片中心部分(誤差較少)并根据实测的縱横剖面,大体糾正航摄照片上的誤差(照片上註的比例尺与实测結果有时相差至 $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$)。至于沒有航空照片的地区,除个别经过实地考察的冰川,可以比較正确的測量长度宽度外,一般根据照片与目测估算,誤差較大。

計算冰川的厚度比較困难,我們沒有鉆机或地震法电法測深工具,只能利用地貌形态法作粗略的估算,方法如下:从冰川边缘暴露部分的冰层厚度、冰面裂隙深度,直接取得一些最低限度厚度的数据。測量冰川表面的縱横剖面,确定冰面形态,根据沒有冰的古冰川槽谷、冰斗底部剖面,推测現代冰川的底部形态,和冰川表面形态比較,这样来大体估算厚度。山谷冰川与冰斗-山谷冰川的厚度一般在冰舌末端較薄,后部較厚,粒雪盆中央最厚,粒雪盆边缘最薄,冰斗-悬冰川或悬冰川的厚度則以冰舌末端最厚,上部較薄。祁連山各类冰川厚度,大体薄的在 20 米左右,厚的超过 100 米。有航空照片而沒有实地考察的冰川,利用立体鏡来判讀它的类型与厚度。

新鮮雪的密度一般在 0.2 左右,粒雪在 0.25—0.45 左右,冰层在 0.8—0.9。由于冰面雪层厚度一般只二、三十厘米,最厚不超过一米,对于数十米厚的冰层来說,雪量是否計算,影响不大,可略去不計。冰层密度則根据各冰川区冰层标样分別規定为 0.8、0.85 与 0.9。

考虑到上述方法不够精确,只是大体的估算,有相当大的誤差。为着不使錯誤向夸大的方向发展,我們采取审慎态度,上述計算到的儲量是可以保証的儲量。

各冰川区域的分布、主要类型与储量估算,如下表:

祁連山現代冰川區域的分布、主要類型與儲量估算表*
(疏勒南山東段,哈拉湖周圍地區冰川均缺)

冰 川 区	冰川群及所属流域	冰川 組数	冰川 条数	主 要 类 型	面 积 (方公里)	厚 度 (米)	密度 (計算 标准)	儲水量 (亿公方)	备註
柴达木山	大柴旦河源	1	3	悬冰川	0.99	20	0.9	0.16	
	鱼卡河南源	5	22	冰斗冰川	48.34	20—70	0.9	11.59	
土尔根大坂	鱼卡河北源	3	28	冰斗-悬冰川	37.61	21	0.9	9.86	
	土尔根河源	3	19	冰斗冰川	69.70	30	0.9	18.73	
	小哈尔腾河南源	6	55	冰斗冰川	68.24	20—30	0.9	16.88	
察汗鄂博图岭 (李戴尔山)	小哈尔腾河北源	1	9	冰斗冰川	6.72	25	0.9	1.50	
	大哈尔腾河南源	6	33	冰斗-悬冰川	56.73	20—25	0.9	10.72	
党河南山 (洪保德山)	大哈尔腾河北源(喀拉大坂与烏兰大坂)	5	10	平頂冰川 悬冰川	21.11	20—30	0.9	3.76	
	清水沟脑(党河)	1	5	悬冰川	2.83	20—25	0.9	0.59	
	盐池湾西段	3	24	冰斗-山谷冰川与 悬冰川	9.90	20—70	0.8	1.92	
	盐池湾东段	2	30		12.00			2.00	估計数
	党河上游	2	30		30.00			6.40	估計数
野馬山	小昌馬河与踏实河 (北坡)	4	71	山谷冰川 冰斗-山谷冰川 悬冰川	103.55	20—100	0.8	24.56	
	野馬河源(南坡)	1	22	山谷冰川 冰斗-山谷冰川	36.84	20—70	0.8	10.13	
	察罕布尔庫斯河 (东坡)	1	14	冰斗-山谷冰川 悬冰川	21.31	20—40	0.8	4.68	
疏勒南山 (修土山)	疏勒南山西段北坡 (疏勒河)	8	山谷冰川14个 余未計	山谷冰川 冰斗冰川 悬冰川	80.26	山谷冰川 厚 120 米	不詳	55.08	
托賴南山 (亚历山大山)	托賴南山西段 (疏勒河)	11	27	冰斗-山谷冰川 冰斗冰川	17.41	5—100	0.9	5.00	
	烏兰大吾(北大河)	11	45	冰斗冰川	32.12	5—85	0.9	4.90	
	瓦裏寺(北大河)	2	13	冰斗冰川 悬冰川	21.02	5—60	0.9	4.12	
托賴山	七一(北大河)	4	21	冰斗-山谷冰川 冰斗冰川 悬冰川	16.55	5—100	0.85	5.55	
	大南沟-玉石沟 (黑河)	2	36	冰斗冰川 悬冰川	15.56	5—25	0.9	2.11	
	伊格里格(黑河)	3	22	冰斗冰川	13.97	5—45	0.9	2.47	
走廊南山 (李希霍芬山)	拉洞沟-清羊沟 (黑河)	3	26	冰斗冰川	11.32	5—20		1.66	
	朱龙关(北大河)	7	56	山谷冰川	66.19		0.9	21.20	
	无出口的山間盆地 (流入山間小盆地, 无出口)		2		1.78		0.9	0.68	
	洪水坝河(酒泉)	7	64	山谷冰川、冰斗-山 谷冰川,冰斗冰川	134.79		0.9	52.80	
	紅山河		8	同上	10.54		0.9	1.97	
	丰乐川	2	13	同上	13.06		0.9	5.49	
	馬营河-黎园河	5	63	冰斗-山谷冰川、 冰斗冰川,冰斗悬 冰川	45.34	5—70	0.9	10.45	
	洪水河(民乐)	4	39	同上	18.07	5—26	0.9	2.64	
									此五 羣未 曾考 察,全 据航 測片 估算

冰 川 区	冰川羣及所属流域	冰川 組数	冰川 条数	主 要 类 型	面 积 (方公里)	厚 度 (米)	密度 (計算 标准)	儲水量 (亿公方)	备註
冷 龙 岭	大通河(南坡)	4	43	冰斗-冰川 冰斗-山谷冰川	48.47	4—70	0.85	13.97	
	永昌河、凉州河源 (北坡)	8	73	冰斗-冰川 冰斗-山谷冰川	69.97	8—100	0.85	18.85	
共 計	33 羣	125 (不全)	940 (不全)	山谷冰川,冰斗- 山谷冰川,冰斗-冰川 悬冰川,平頂冰川	1207.76		0.8— 0.9	332.22	

* 疏勒南山东段、哈拉湖周围地区冰川均缺。

对于冰川分布,我們作了区、羣、組、条的划分。共同属于一条山脉,位置上比較接近的冰川称为区。如野馬山冰川区、柴达木山冰川区。一条山脉上的冰川分流入不同水系,或相隔較远的称为羣。如野馬山冰川区因流向不同,分划为小昌馬河与踏实河(北坡)、野馬河(南坡)、察汗布尔庫斯河(东坡)三个冰川羣。托賴南山北坡冰川分划为托賴南山西段(注疏勒河)、烏兰达吾(注北大河)、瓦奥寺(注北大河)3个冰川羣。在各冰川羣中按照共同汇注的小支流,分为冰川組,一个冰川組包括几条相邻的占据着同一沟脑的冰川。

表中除开統計了考察区的冰川外,另外还根据航摄照片統計了洪水坝河流域的冰川,大体估算了党河河源地区的冰川。这样統計的結果:10个冰川区、33个冰川羣、125个冰川組、940条(不全)冰川总面积为1207.76方公里,儲水量332.22亿公方。

这个表上还缺失疏勒南山东段与哈拉湖附近的冰川,把这些缺失区冰川估計进去,祁連山冰川总面积可能达到1,300方公里左右,儲水量可能达到400亿公方左右。

四、現代冰川的积累、消融与构造

1. 积累与消融特征 祁連山現代冰川的积累适应降水的季节分配,显明以夏季为主(山区5—9月降水占全年65—80%),而夏季又是消融最强烈的季节。因此,积累与消融相間,是祁連山冰川的重要特征,夏季每次降雪以后,天气轉晴,强烈的日射与升温,使积雪消融,而夜晚低温,使消融剩余的雪再行冻结。因此,粒雪盆中积雪(包括新鮮雪和粒雪)一般都很薄,极少超过一米,而冰舌部分,很多冰层直接暴露,这种情况与欧洲两极地区的冰川以冬季降水积累为主要的情况,有很大差别。据Л. Д. 道尔古辛专家談,南极地区雪深80—100米以下,才見冰层。祁連山冬季(10—4月)消融基本停止,冰面完全冻结,少量的降雪增加了冰川积累。

在考察期間(7月8日与9月上旬)冰川面上的降水形式,祁連山中段、西段冰川主要以降雪为主,次为降雹;东段冷龙岭冰川区,雪雹以外,尚降雨,“七一”冰川在7月上半月,降雪三次,累积厚20厘米(冰舌部分)至30厘米(粒雪盆),折合降水40—60毫米;冷龙岭南坡冰川尾端4,000米处,8月6日至15日間降水64毫米。张掖南的走廊南山北坡冰川上,最大一次降雪深度曾达60厘米左右(9月11—13日),其中9月11日下午4点至12日早8点16小时即降雪28厘米;疏勒南山黑刺沟冰川8月28日下午3点至次晨10点降雪50厘米。高山降雹,特别是在祁連山东段,非常頻繁,雹的直径大的达2.5厘米(走廊南山小沙龙沟8月5日晚10—11点),冷龙岭一次降雹(8月6日18时)連續20分钟,积厚至4厘米。

每年冰川上降水究有多少?在祁連山东段高山谷地观测資料,如疊源已达到 580 毫米,高山冰川上降水可能超过 700 毫米,甚或可能达 800 毫米左右,折合降雪,可达 300—400 厘米,这是为什么最高峯不超过 4,800 米的冷龙岭出现了 148 方公里冰川羣的主要原因。在祁連山中段,托賴山西段的“七一”冰川 4,900 米高处观测到 6 个年层的冰层,平均每年层厚 433 毫米,折合水层 370 毫米,加上在这个高度上,虽然量少,但一定还有的消融损失,估計年降水量超过 540 毫米。在祁連山西段,野馬山老虎沟冰川 8 个年层平均每年层厚 350 毫米,折合水层 286 毫米,加上消融損耗,估計年降水 400 毫米以上。

关于消融情况,根据若干晴天(7 月 30 日在托賴南山西段双支冰川 8 月 8—13 日在烏兰达吾冰川,8 月 21 日在瓦奧寺冰川,9 月 4—6 日在冷龙岭北坡),在冰舌上观测的資料,平均每日消融 1.5 厘米左右。按粒雪密度折合水层 6 毫米,消融最强烈的每天达 3.2 厘米,折合水层 12.8 毫米(8 月 12 日烏兰达屋冰川);消融最弱的每天仅 0.7 厘米。

冰川阳坡与阴坡的比較 阴坡消融速度远逊于阳坡,如 8 月 2 日在老虎沟 20 号冰川观测,当日大气晴曇,各不同坡向消融深度如下:

坡 向	北 东 东	南 西 西	南 南 东	北 北 西	平 均
消融深度(厘米)	2.22	3.19	2.91	2.73	2.76

9 月 12—15 日在疏勒南山大西沟 2 号冰川观测,平均每日阳坡消融 1.7 厘米,阴坡則仅 0.9 厘米。在降雪日期,冰面停止消融,但降雨会促使消融。

分析考察期間冰川消融的天气条件,有五种类型:

(1) 高空为强高气压所占,天气晴朗,下沉气流又强,冰雪消融最强烈,但这类的天气出现的机会不多。

(2) 虽然是阴天,但当暖平流(大范围的暖气流)经过,空气供給的热量多,一天里雪面在 0°C 以上的時間长,消融次强烈,这类天气約占 5 分之 1。

(3) 虽然是晴天,但当冷平流经过,空气能供給的热量少,一当日落融雪馬上停止,消融時間短,融化量不及第二类天气,这类天气占总数的 7 分之 1。

(4) 地方性空气,約占 2 分之 1 的日数。热量的主要来源还是太阳輻射,每天中午随着地方性强烈对流的发展,天空云量增加,融化速度减低,到 16 点左右,云散天晴,消融再盛,每天有两个高峯。

(5) 阴雪天气,冰面純粹积累而不消融。

2. 天然黑化对消融的影响 祁連山冰川不少已經污化,冰川面上盖了岩石碎块、黄土等物质,并有相当部分的冰掩埋在冰碛中,粗看以为尽是岩石,刨开表面岩石則出现了巨厚的冰层。在冷龙岭北坡,冰碛丘比冰川面高出至 100 余米。在冰面污化了的地区,我們有机会观察不同条件的污化对冰川消融的影响。一般的說,冰面具有薄层岩石碎屑、松散細沙和小石块。由于比周围的冰面受热强烈,能加速这些物质下面的冰融化,在冰面造成凹地形(小圓洞、坑洼),經常比周围未經污化的冰面低 5—20 厘米左右,但是污化对消融的影响随着天气条件、污化物质的顏色和厚度等而起不同的作用。根据 8 月 8 日、9 日在托賴南山烏兰达吾冰川面上的观测:

日期	天气条件	白雪面上融化深度(厘米)	$\frac{1}{2}$ 雪面为黄土污化的消融深度(厘米)	全部雪面为黄土污化的消融深度(厘米)
8/8	晴,高低云量 1	1.07	3.40	4.10
9/8	阴,高云量 10 低云量 4	2.23	1.58	0.60

9月1日在察汗鄂博图岭胜利冰川上4,783米高处10点半到13点半利用黑灰与黄沙土进行試驗。在雪面温度为 -3.2° 至 1°C 的条件下:

污化情况	白雪面	黄沙土面	黑灰面
消融深度	0.23厘米	0.64厘米	1.36厘米

由上例可知,在天气晴朗少云时期,冰雪消融主要靠太阳辐射。黄土污化的雪面,吸收辐射热分,消融深度几乎2—3倍于白雪面;而在阴天,冰雪消融主要靠空气传导热。被黄土污化的雪面消融深度只有未被污化的雪面 $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ 强。

雪面污化物质到一定厚度,不但不能促进消融,反而阻碍消融。在托賴南山西段双支冰川上,观测到5厘米厚的碎岩屑鋪盖冰面,就形成隆起5米左右高度的冰磧堤。在烏兰达吾冰川上,还观测到1厘米厚的黄土細沙复盖,形成隆起小地形。复盖在冰面的岩屑或黄土愈厚,隆起亦愈显著,冰面小丘、冰桌等均由此形成。

3. 冰川的运动与构造 冰舌区强烈的消融所损失的冰量,主要依靠从粒雪盆地流下的冰层补給。在“七一”冰川、疏勒南山与冷龙岭冰川区所观测到冰舌中部运动速度,大致每天为2—6厘米。冷龙岭冰川补給多,消融快,最大运动量达每天6.3厘米;其次为疏勒南山的山谷冰川,每天运动4—5厘米;“七一”冰川最小每天仅2厘米。

当冰川由粒雪区下流时,新冰层推挤着老冰层前进,因此在冰舌末端所看到的冰层最为古老,冰結晶体粗大,一般达到1.5—5.0厘米。托賴南山段的一个冰川上,曾看到长径达8厘米左右的結晶。新的冰层一般結晶較細,含气泡較多。

在冰层中,有时可以看到互相間隔的白色干淨冰层与含泥沙砾石多的污冰层,反映着积累旺盛或消融旺盛的历史变迁。各个冰层中还可划分数厘米至十厘米厚,可能代表年层的薄层,染污层中的泥沙石块,表面看来数量不少,但在“七一”冰川采样称量,即使含冰磧最多的冰层,泥沙石块重量也不超过冰重的 $\frac{1}{10}$ 。

冰川构造在纵剖面上,可以看到褶皱、断裂与逆掩形态。特别是冰舌末端,老冰层已停滞萎縮,新冰层后来挤压,形成一系列的逆掩构造。各种流体褶皱,堰臥的、袋形的、形形色色,花样繁多。

冰川构造在横剖面上可以看到向斜与背斜形态,特别是在冰斗—山谷冰川与山谷冰川的冰舌下端,褶皱紧密。这可能由于从上面寬展的粒雪盆流下的冰体,进入狹隘的槽谷,挤压而成紧密褶皱的冰层。到了强烈消融地区,就成为脊状丘崗与槽状谷洼相間的冰面丘陵地形。冰面河道大多发育在冰层背斜的軸部,这在野馬山老虎沟20号冰川与疏勒南山黑刺沟冰川都是如此。

适应着运动情况,冰川表面有規則地产生了許多裂縫,裂縫寬的达数米,深至七、八十米。在冰川流向轉弯处与冰流坡坎上,裂縫更成羣发育。

4. 冰川退縮問題和历史发展 从古冰川遺跡来看,祁連山現代冰川較之第四紀冰川盛行时期,已經大为縮小。現代冰舌末端冰磧,一般都在4,000米以上,但古代冰磧,如冷龙岭南坡崗石朶白水河古冰川終磧达到3,250米左右,很多目前退縮至沟脑的冰斗冰川或冰斗—山谷冰川,在古代是长大的伸达山麓的山谷冰川。祁連山西南部察汗鄂博图岭、土尔根大坂山的平頂冰川,可能是古代大面积冰盖的殘余。鏡鉄山附近北大河西岸在海拔