

# 天山博格达山脉的自然地理特征及 冰川发育的气候条件

伍光和\* 上田 丰\*\* 仇家琪\*\*\*

( \*兰州大学, \*\*日本山口大学教育学部, \*\*\*中国科学院新疆地理研究所 )

中国天山的重要组成部分之一——博格达山脉，位于北纬 $43^{\circ}10'$ — $44^{\circ}5'$ 和东经 $87^{\circ}40'$ — $91^{\circ}35'$ 之间，南北两侧分别为吐鲁番盆地和准噶尔盆地，东西两端分别以一个狭长低陷带与巴尔库山和天格尔山交界。山脉长330公里，宽40—70公里，面积约20000平方公里（图1）。

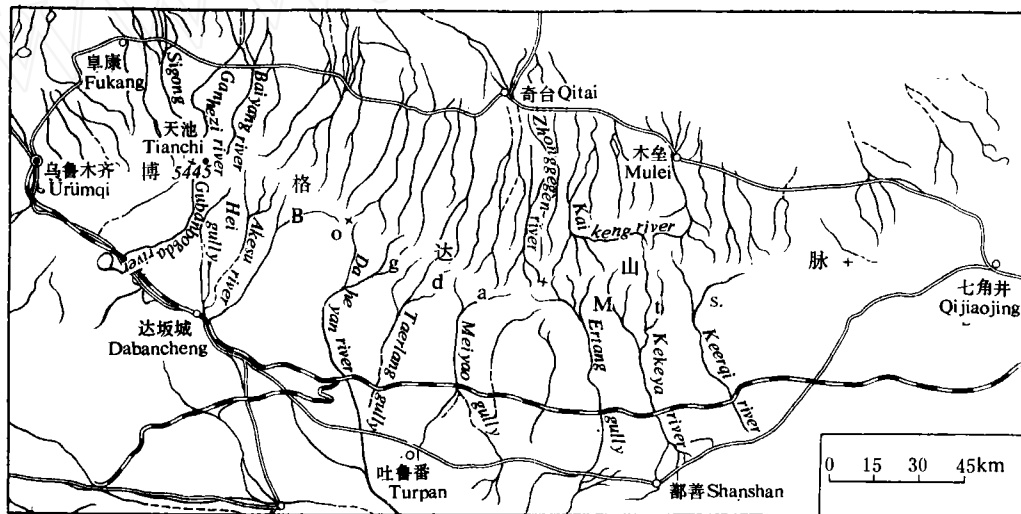


图1 博格达山脉概图

Fig.1. Scheme of Bogda Mts.

## 一、自然地理特征

博格达山具有褶皱-块断山性质。在构造系统中，它是天山地槽晚加里东或早期华力西褶皱带的一个复背斜，远在早古生代就结束了地槽发育历史，形成山地，但至中生代已被剥蚀成准平原。山脉的现有高度基本上是在喜马拉雅运动以后形成的。在古构造基础上发生的阶段性上升和断裂，构成了博格达山的高大山体，形成了分布于不同高度

的多级夷平面,并使山坡呈现明显的阶状结构特征。这一山脉的新构造运动十分强烈,至今仍表现出强烈隆升趋势〔1-4〕。

博格达山脉大致成东西走向,但西部以博格达峰为顶点,呈一向北突出的小弧形;中部又以科依提大坂为顶点,呈向南突出的弧形。海拔高度4000米以上的山脊和山峰基本上分布在这个弧形的西翼,表明北西西构造系统的影响占优势。

由土耳其帕拉提山和朱万铁列克山<sup>1)</sup>组成的山脉西段,有许多山峰海拔高度超过4500—4800米,博格达山脉的主峰——博格达峰也位于西段。博格达峰峰体主要由古生代辉长岩、辉绿岩体构成,三座山峰在2.5公里的距离内并列成笔架形,高耸于周围群峰之上,海拔高度分别为5445、5287和5213米,四壁皆极陡峭,布满雪崩槽。

山脉中段称为奇台南山,山脊线高度差异较小,主要山峰海拔高度可达4300—4400米。东经90°以东的山脉东段叫做高壁山和沙马尔套,海拔高度迅速降低到3000米以下,坡度和缓,古夷平面完好,呈中山外貌(图2)。

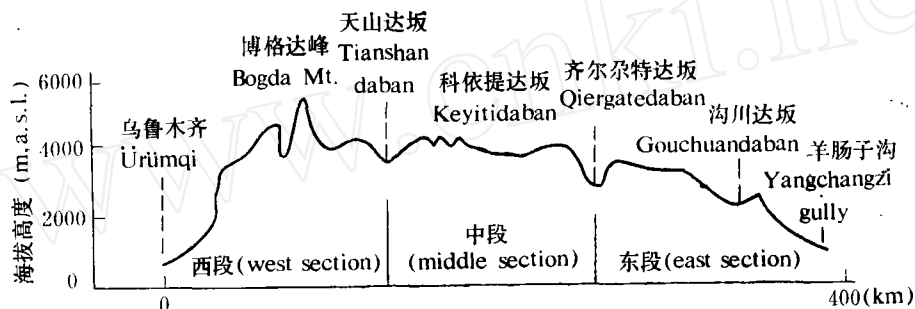


图2 博格达山脉山脊高度图

Fig. 2. Ridge altitude curve of Bogda Mts.

两侧盆地构造运动的差异,明显地影响着博格达山脉南北两坡的性质。准噶尔盆地东南缘自西向东逐渐升高,使博格达山北部山麓线也沿同一方向抬升。而吐鲁番盆地的最低部分位于山脉中段南麓,则使南坡山麓线呈现自两端向中部降低的特征。山麓高度不同,赋予博格达山脉两侧山坡显著的不对称性质(图3)。山坡不对称性与山脉弧

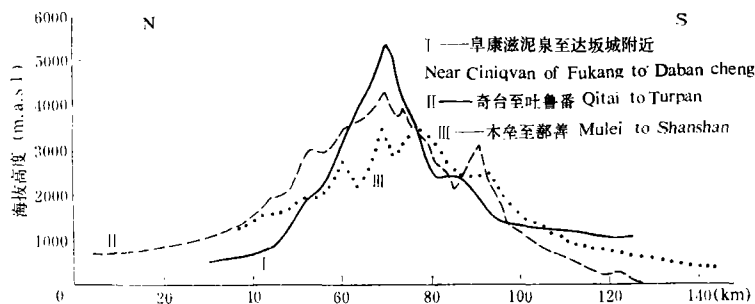


图3 博格达山地势横剖面(示南、北坡不对称性)

Fig. 3. Cross profile of Bogda Mts. (Showing asymmetry of the northern and southern slopes)

1) 早期文献曾把两山合称为麦兹巴赫山。

形特征相结合,使弧形外侧漫长的南坡遭受到最为严重的荒漠影响。

博格达山的河流总数约五十条。河流以山脊线为轴线呈羽状排列,流向基本上与山脉走向垂直,长度平均只有40—50公里,分别注入两侧盆地。北坡河流数量多,年径流总量近10亿立方米;南坡河流较少,年径流总量约7亿立方米。每年4—5月为春汛期,6—8月为夏汛期,9月水量渐减,10月至次年3月为枯水期。

南北坡径流量相差并不太大,最大河流不在山体高、冰川多的山脉西段,而在中段北坡,这是博格达山脉重要的水文地理特征。这主要是由于:(1)南坡高山区流水作用远比气温和雪线低的北坡活跃,若干河流通过溯源侵蚀切穿主山脊,迫使分水岭北移,北坡高山区部分降水和冰川融水转而补给南坡河流;(2)山脉中段开垦河、木垒河等河流上游发育了长度不等的纵谷,正好在降水最丰富的高度内拓宽了河流集水面积,使径流量相应增加。

博格达山脉现代植被和土被主要是在晚更新世晚期冰川向高山退缩的过程中逐步发育起来的,所以,其形成年代比相邻盆地植被土被迟,山地不同高度和地貌部位间热量水分条件的差异,又使其类型较相邻盆地更复杂多样。垫状植被和粗骨土、山地草甸和草甸土是冰川退缩后最早的产物,接着形成了山地森林和山地灰褐色森林土。冰川继续退缩,上述植被土被分别上升到高山和中山带,同时在低山带形成了山地草原和黑钙土、栗钙土。最后,荒漠向山地侵入,在北坡逼近山麓,在南坡则占据低山带从而加入了山地垂直带,使之更具备亚洲中部山地景观特征〔5—6〕。

博格达山脉南北坡的自然景观垂直带具有不同的带谱结构。北坡主要有以下各带:

1.高山冰雪带 分布在东经90°以西,海拔高度3500米以上地区。在博格达峰附近,本带跨越高度近2000米,其它地段则不足1000米。地表多被冰雪覆盖,冰川蚀积作用强烈,雪崩频繁,刃脊、角峰等冰川地貌广泛发育,年平均气温低于-6℃,雪线以上低于-9℃,年降水量600—700毫米。即使裸露地面也极少生长植物,土壤发育处于原始阶段。

2.高山亚冰雪带 主体分布于海拔高度3500—3200米间,但上限常与冰雪带相交错,地表为裸露基岩、风化岩屑、古冰碛和冰水沉积物。寒冻风化强烈,冰缘地貌类型众多,年平均温度-5℃左右,年降水量超过600毫米,只生长垫状植被及少量低矮草类,如四蕊梅(*Sibbaldia tetradra*)、丛生囊肿草(*Potentilla biflora*)等,土壤为高山粗骨土。

3.高山草甸草原带 分布于海拔高度3200—2700米间。U形谷分布广泛,古冰川遗迹十分丰富。年平均气温-3—-5℃,年降水量600毫米。夏季流水作用活跃。植被为高山芜原及苔草-杂类草草甸。前者以线叶嵩草(*Cobrecia capilliformis*)群系占优势,后者仅限于U形谷中和平缓谷坡上,以狭果苔(*Carex stenocarpa*)、珠芽蓼(*Polygonum viviparum*)、高山火绒草(*Leontopodium alpinum*)等为主。土壤为高山草甸土。

4.山地森林带 分布在东经90°以西的海拔高度2800—1500米间,地形切割深、起伏大,谷地中有多级阶地。年平均气温2—3℃,冬季处于逆温层内。年降水量500—600毫米。中部为雪岭云杉(*Picea schrenkiana*)纯林,上下部分别与高山草甸草原和

山地草原相交错。土壤为山地灰褐色森林土。

5. 山地草原带 分布于海拔高度1500—1200米间的狭窄条带内,但在东段其上限海拔高度可达2000米。地表覆盖黄土,最厚达20米,地势和缓,年平均气温2—4℃,年降水量300—500毫米,植被主要为中生杂类草,土壤为山地栗钙土。

6. 荒漠带 为北坡基带,地表覆盖黄土,主要地貌类型为低山及洪积扇,气温及降水量近似准噶尔盆地南缘,植被类型是以蒿(*Artemisia borotalensis*, *A. Kaschgarica*)为主的荒漠,土壤为荒漠灰钙土。

山脉南坡高山冰雪带和高山亚冰雪带之下,有宽广的高山草甸草原带(3200—2400米)和山地草原带(2400—2000米);森林只有零星分布;山地荒漠可上升至海拔高度1800米。以上三点乃是南坡垂直带谱结构的显著特征(图4)。

博格达山脉是一个统一的自然地理区域,同时又是分隔新疆南北两部分的自然地理界线的组成部分。半个多世纪以来,许多学者先后指出过它作为自然界线的重要性[7]。塔里木和准噶尔两大盆地的地理纬度、海拔高度、地形封闭程度和气温降水条件的不同,造成了两者自然特征的差异。而包括博格达山脉在内的天山山系的间隔作用,无疑强化了这种差异。

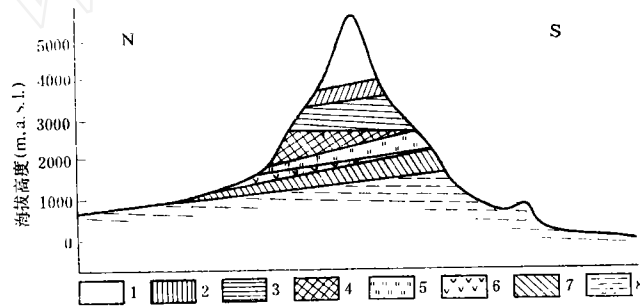


图4 博格达山的景观垂直带

Fig. 4. Vertical landscape zone of Bogda Mts.

1. 冰川和多年积雪带 Glacial and permanent snow zone;
2. 高山亚冰雪带 Alpine subglacial zone;
3. 高山草甸草原带 Alpine meadow steppe zone;
4. 山地云杉林带 Mountain forest zone;
5. 山地草原带 Mountain steppe zone;
6. 山地荒漠草原带 Mountain desert-steppe zone;
7. 山地荒漠带 Mountain desert zone;
8. 荒漠带(基带) Desert zone (Basic zone)

## 二、冰川发育的气候条件

博格达山脉两侧盆地冬季受强大的蒙古冷高压控制,寒冷而干燥。夏季高空盛行西风环流,具有典型的中纬西风带大陆性气候特征。气温年较差、日较差大,降水量少而

变率大，且集中分布在夏季。风沙地貌发育，河网稀疏，地表径流贫乏，植被类型及植物种属不多，呈现荒漠景观特征。南侧的吐鲁番盆地是中国最炎热最干燥的地区；北侧的准噶尔盆地虽略为温凉，降水量也大得多，但仍为著名干燥区之一（图 5）。横亘在两个盆地之间、尤其是紧邻吐鲁番盆地的博格达山脉，广布森林、草原，高处发育了数百条冰川，自然景观与盆地形成极为鲜明的对照，其气候条件显然与盆地有重大差别。

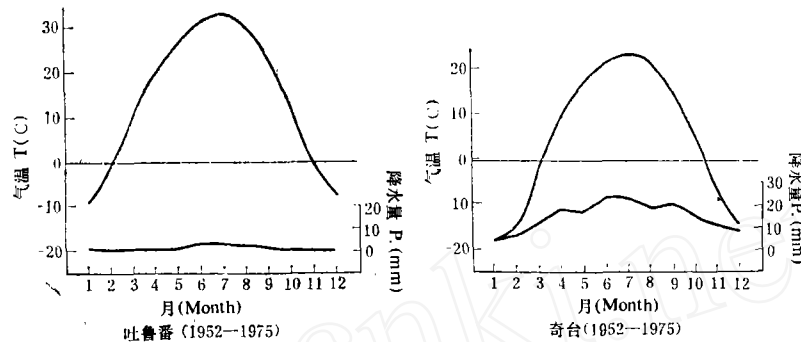


图 5 博格达山南北两麓的气温降水

Fig. 5. Temperature and precipitation of the northern and southern slopes of Bogda Mts.

#### (一) 气温垂直递减率、冬季逆温层、年平均 0℃ 等温线高度及南北坡气温差异

经常性的负温是冰川发育的必要条件之一。山地由于气温垂直递减规律的作用而获致低温。当山地海拔超过年平均气温及夏季气温 0℃ 线所在高度时，就经常甚至终年处于负温中。人们知道，自由大气的平均气温垂直递减率为 0.65℃/100 米。但是，博格达山脉北坡海拔 800 米以上地区气温垂直递减率普遍显著偏小（表 1）。图 6 表明，这是一定高度内冬季气温递增的结果。博格达山北麓海拔 800 米以下，冬季大气温度层结正常，800 米以上出现逆温层。其中以低山带逆温强度最大，持续时间也最长。到中山带，逆温期约为 3—4 个月。气温变化相关很好的天池和天山站间，气温垂直递减率仍偏小，则表明逆温层已接近高山带。一些研究者曾指出这个逆温层厚达 2000 米<sup>1)</sup>，据此估算，其上限当在 2800 米高度，与森林上限大致相符。

表 1 博格达山北坡气温垂直梯度变化 (℃/100m)

Table 1. Vertical temperature lapse-rate of northern slope of Bogda Mts.

| 月 份    | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 年平均   |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 山 麓    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 卓康—奇台  | -0.73 | -0.53 | -1.34 | -0.85 | -0.98 | -0.77 | -0.81 | -0.69 | -0.57 | -0.73 | -0.90 | -0.61 | -0.77 |
| 奇台—木垒  | +1.38 | +1.02 | +0.19 | -0.40 | -0.50 | -0.56 | -0.63 | -0.77 | -0.44 | -0.08 | +0.09 | +0.88 | +0.02 |
| 中 山    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 卓康—天池  | +0.37 | +0.22 | +0.37 | -0.65 | -0.75 | -0.75 | -0.70 | -0.62 | -0.53 | -0.37 | -0.09 | +0.27 | -0.33 |
| 高 山    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 天池—天山站 | -0.27 | -0.24 | -0.29 | -0.43 | -0.55 | -0.64 | -0.70 | -0.66 | -0.57 | -0.46 | -0.42 | -0.26 | -0.46 |

注：天山站系借作对比。

1) 陈汉耀等，1962，试论新疆气候的基本特征及其形成过程与新疆农业气候区划的初步意见，新疆气象论文选。

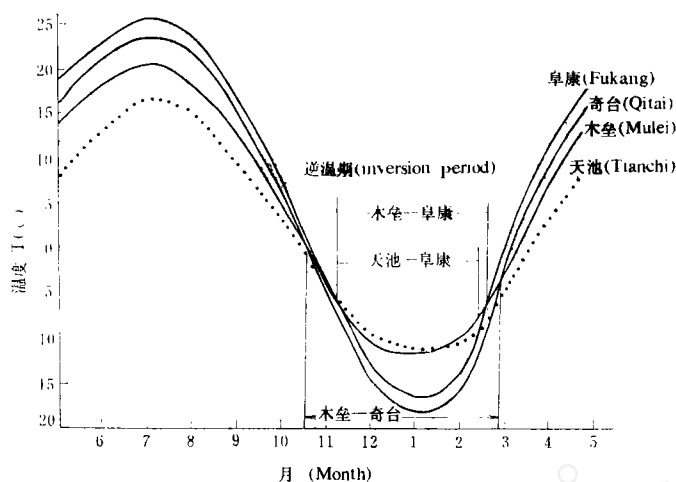


图6 博格达山北麓的逆温现象

Fig.6. Temperature inversion of the northern slope of Bogda Mts.

冬季逆温层对博格达山北坡的气温状况有着重要的影响。按山麓带气温推算,北坡年平均 $0^{\circ}\text{C}$ 等温线本应在海拔1600—1800米间通过。逆温层的存在使该等温线抬升了800米左右,从而缩小了高山负温区占据的范围。

从表2可知,博格达山脉高山区气温比天格尔山同高度处略偏低。天山站年平均气温为 $-5.3^{\circ}\text{C}$ (1959—1975年)。据此推算博格达山北坡 $-6^{\circ}\text{C}$ 等温线约通过3600米高度,

表2 博格达山北坡与天格尔山北坡天山站气温之比较

Table 2. Temperature comparison between northern slope of Bogda Mts. and Tianshan station

| 时 间            | 地 点                               | 海拔高度(m)<br>(h) | 气 温( $^{\circ}\text{C}$ )<br>(T) |
|----------------|-----------------------------------|----------------|----------------------------------|
| 1961.7         | 四工河源<br>Head of Sigong River      | 3510           | 3.8                              |
|                | 天 山 站<br>Tianshan glacial station | 3539           | 4.7                              |
| 1963.6—8       | 沙尔勒克<br>Sallek                    | 3200           | 6.1                              |
|                | 天 山 站<br>Tianshan glacial station | 3539           | 4.0                              |
| 1981.7.25—8.15 | 四工河源<br>Hhad of Sigong River      | 3650           | 3.0                              |
|                | 天 山 站<br>Tianshan glacial station | 3539           | 4.3                              |

- 9℃线通过3900—4000米高度。两者分别和目前的冰舌末端及雪线高度相当。

山脉南坡不存在冬季逆温层。但吐鲁番盆地异常的高温也使南坡温度状况受到影响。年平均0℃等温线通过2700米高度，-6℃及-9℃线分别通过3800米和4100米高度。

综上所述，尽管由于不同因素的影响，博格达山地气温偏高，但终因山脉具有巨大高度，其海拔高度4000米以上地区仍常年处于负温中。而负温，尤其是夏季低温，使降水保持固态和促进冰川发育，有着极为重要的意义。

## (二) 降水梯度、夏季“逆湿层”、高山带的降水形式及数量

新疆北部全年受极地大陆气团影响，冬夏两季还分别受北冰洋气团和西风环流影响。水汽的合成输送方向为西北或偏西方向<sup>[8]</sup>。人们早就注意到，新疆的水汽含量与黄河流域相近，而降水量只占空中输水量的20%。显然，盆地降水量少并非由于水汽含量低，而主要是由于它常常不具备导致水汽上升、凝结和以雨雪形式降落的条件。包括博格达山脉在内的天山山地则具有这些条件，因此成为干旱盆地之间的一个“带状多雨区”，平均降水量比盆地高数倍。

夏季新疆上空对流层中部有一个相对湿度最大的层次，即所谓“逆湿层”。在天山山地，其顶部海拔高度约4000—5000米<sup>1、2)</sup>，大致与山脊高度相当，在此高度以下，相对湿度随海拔增高而增加。夏季逆湿层是有利于增加山地降水量的因素之一。

博格达山北麓阜康、奇台、吉木萨尔等地，年降水量均不足200毫米。随着高度增加，降水量也开始增多。从山麓至中山带，这种趋势表现得非常明显(图7)。但关于中山带至高山带间降水量是否随高度递增的问题，却长期有争论。

不少研究者以天格尔山北坡小渠子站(2160米)年降水量大于天山站(3539米)为例，

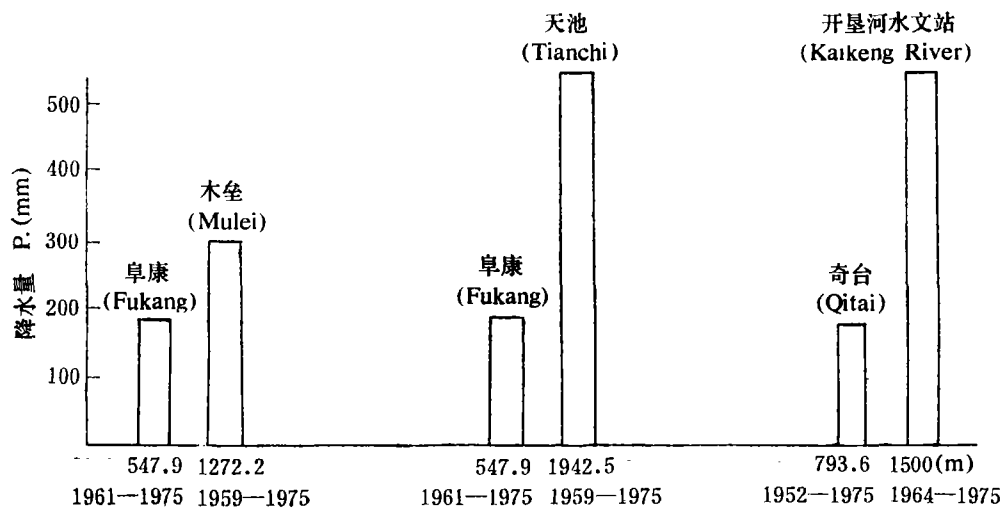


图7 博格达山北麓至中山带降水量的变化  
Fig.7 Precipitation changes from the foot to the middle of northern slope of Bogda Mts.

1) 张学文，新疆气象，1980年第5期。

2) 徐吉庆，新疆气象，1979年第8期。

推论整个天山北坡最大降水带分布于海拔高度2000—3000米间的中山带。图8列举的观测数据却表明，博格达山脉北坡高山带降水量大于中山带。短期资料固然难以当作导出一般规律的依据，但是，主要降水季节中的多次观测无一例外地表明同一事实，似乎也很难认为是偶然现象。深入地研究有可能证明小渠子只是一个局部多雨中心，而高山带

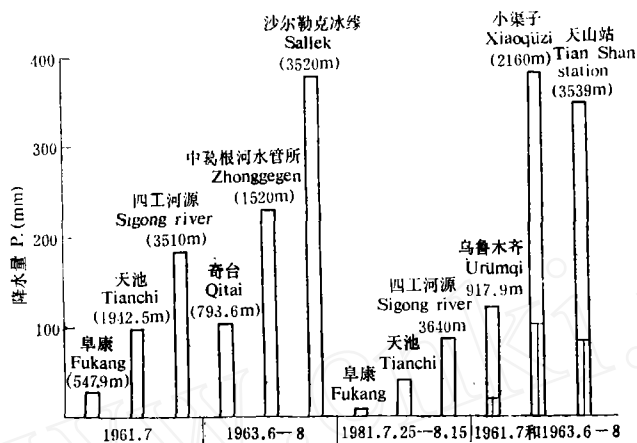


图8 博格达山北坡降水量垂直变化及与天格尔山的对比

Fig. 8. Vertical change of precipitation of northern slope of Bogda Mts. and its comparison with that of Tianger Mts.

降水量大于中山带则反映了天山降水分布的真实情况。

人们公认，夏季天山最大降水带位于海拔3000米以上。有关研究者在论及新疆降水的统计特征时又指出，夏季降水分布和年降水分布最为近似，前者可以代表后者。博格达山北坡降水量的季节分配，主要属于夏-春-秋-冬型，且海拔愈高夏季降水所占比例愈大（表3）。因此，我们认为，年最大降水带高度与夏季最大降水带应大致相当，两者都应位于高山带。

表3 博格达山北坡四季降水百分比

Table 3. Season precipitation percentage of northern slope of Bogda Mts.

| 站名 | 春(3—5月) | 夏(6—8月) | 秋(9—11月) | 冬(12—2月) | 季节分配类型  |
|----|---------|---------|----------|----------|---------|
| 天池 | 24.8    | 56.1    | 15.6     | 3.5      | 夏-春-秋-冬 |
| 木垒 | 32.0    | 38.2    | 24.3     | 5.5      | 夏-春-秋-冬 |
| 奇台 | 26.5    | 36.6    | 26.9     | 10.0     | 夏-秋-春-冬 |
| 阜康 | 34.5    | 34.5    | 24.2     | 6.8      | 夏-春-秋-冬 |

据阜康、奇台、天池和开垦河水文站的降水资料计算，博格达山脉北坡山麓至中山带的降水梯度可达26—30毫米/100米。而短期观测结果表明，中山带至高山带的降水梯度变动于2.5—9毫米/100米之间。后者若平均以6毫米/100米计，则海拔3600米高度年



降水量约为645毫米,4000米高度为670毫米。

固态降水在降水总量中所占的百分比也随高度而发生变化。高山冰雪带常年皆为固态降水,即使盛夏也无例外。固态降水在冰川积累区参与成冰作用,成为冰川的主要补给来源。在消融区则构成冰川季节性积累和抑制老冰消融的因素。

博格达山脉南北坡的降水量是有差别的。山脉的屏障作用使西北和偏西气流把主要水分降落在北坡,南坡则成为雨影区,所以南北两麓降水量差别最为悬殊。南麓降水量只及北麓的十分之一至六分之一,且降水梯度仅有4—5毫米/100米。至中山带,差别开始缩小。在主山脊线附近,尤其是博格达峰地区,由于山脉走向和西风急流方向大体一致,南北两侧均可致雨,差别缩小到最大限度,降水量已非常接近。

### (三)高山带水热组合特征及雪线高度

综上所述,博格达山脉高山带具有以低温和多降水为主要标志的气候特征。固态降水占绝对优势,海拔高度4000米以上年平均气温低于 $-9^{\circ}\text{C}$ ,年降水量达670毫米。这种水热状况对博格达山雪线位置起着决定性作用。博格达山脉呈东西走向,同时降水主要由西北和偏西气流形成,水热条件都使北坡雪线降低,造成南北坡雪线的高度差别。

G.麦兹巴赫1908年首次测得博格达峰北坡雪线海拔高度为3700米,并且指出此数字低于天山西部和南部雪线高度<sup>[9]</sup>。1959年以来的几次观测表明,雪线位置仅在3900米上下摆动。这主要是受地貌特征及冰川补给方式影响所致的雪线位置异常现象。博格达峰北坡海拔4000米有一级古夷平面,多数冰川在其上塑造出了典型的冰斗、粒雪盆和槽谷。坡度极陡的主峰以雪崩形式对冰川给予补给。G.麦兹巴赫注意到了这种“冰川流域过陡”的状况,并特别命名为“博格达型冰川”。但他并未探究由此引起的雪线位置异常。实际上,冰舌近主峰一侧的连续雪崩锥,使本属冰川消融区的冰面转变为积累区,雪线随之降低到雪崩锥或飞雪区下部边缘。在主峰以外地区,雪崩影响相对减弱,雪线较高,并接近正常值。

博格达峰高出雪线1500米以上,但目前雪线以下的冰川消融区所占据的高度区间只有300—400米。以巨大的冰川作用正差来维持小得多的负差,而同时雪线上年平均气温低至 $-9^{\circ}\text{C}$ ,年平均 $0^{\circ}\text{C}$ 等温线却低于冰舌末端1000米以上。这种情况可能表明:博格达山脉具有发育冰川的绰有余裕的低温条件,但冰川物质来源,即降水量却远不够丰富。

我们把博格达山冰川区的水热组合称为低温半湿润型,以区别于极地冰川的极低温干旱型、海洋性冰川的温和湿润型和大陆性冰川的低温半干旱型。同时以此强调它比祁连山西部、昆仑山中西部典型的大陆性冰川有较多的补给来源。

### 参 考 文 献

- [1] 中国科学院新疆综合考察队,1958,新疆吐鲁番地区综合考察初步报告,科学出版社。
- [2] В.М.,西尼村,1958,天山,地质集刊,4,科学出版社。
- [3] В.М.Синицын,1959,Центральная Азия гос.Изд, Геогра.Литер, Москва.
- [4] Д.Л.Арманд и др.,1956,Зарубежная азия гос.учебно-педагогическое изд.Москва.
- [5] 王义凤,1963,东天山山地草原的基本特征,植物生态学与地植物学丛刊,1—2期,科学出版社。
- [6] 中国科学院新疆综合考察队,1978,新疆植被及其利用,科学出版社。
- [7] М.П.Петров,1964,Восточный Тянь-шань как физико-географический рубеж, Восточный Ленингр.

адокого университета, Ио.6.

〔8〕 肖 铎, 1981, 试论大气中的水汽与我国现代高山冰川分布的关系, 冰川冻土, 3卷1期。

〔9〕 R.V.Kleiberg, 1949, Handbuch der Gletscherkunde und Glazialgeologie, Wein Springer-Verlag.

www.cnki.net

## Physical Geographic Features and Climatic Conditions of Glacial Development in Bogda Area, Tian Shan

Wu Guanghe

*(Department of Geology and Geography, Lanzhou University)*

Yutaka Ageta

*(Yamaguchi University, Japan)*

Qiu Jiaqi

*(Xinjiang Institute of Geography, Academia Sinica)*

### Abstract

Bogda is one of the important component parts of the Chinese Tian Shan, located between  $43^{\circ}10'-45^{\circ}5' N$  and  $87^{\circ}40'-91^{\circ}35' E$ , having a general strike from east to west with its middle section as an arc pointing southward. Tectonically it is an anticlinorium of the late Caledonian or Early Variscian foldbelt of the Tian Shan geosyncline with the property of a fold-block mountain. Difference in tectonic movements of the basins on both sides of the mountains makes the southern and northern slopes obviously asymmetric and terrace-structured. Its highest peak, Mt. Bogda, 5445 metres a. s. l., is located at the western end of the Bogda mountain range. Its altitude lowers continuously from west to east. In its eastern section, the mountain range is in medium size.

There are about 50 rivers in the Bogda area discharging asymmetrically on both sides of the ridge in dendritic shape. Rivers are all short and their gradient is steep with a total runoff of about 1700 million  $m^3$ . Some rivers on the southern slope dissect through the ridge and make the divide line move northward, thus decreasing the difference in runoff on two sides. Longitudinal valleys develop in the upper reaches of Kaikeng river, Mulei river and others, widening their drainage basins in the high altitudes with the richest precipitation. Therefore, the biggest river is not located in the vicinity of main peak but in the middle section on the northern slope.

Modern vegetation and soil of Bogda mountain range developed in the process of glacial retreat since the end of late Pleistocene. Northern slope of the mountain range shows vertical natural landscape zones as

follows: alpine ice and snow, alpine sub-glacial, alpine meadow-steppe, mountain forest, and mountain steppe, taking desert zone as their fundamental zone. Forest zone is absent on the southern slope of the mountain range where desert zone went up to about 1800 metres above sea level and became a part of the vertical zones.

The variation of latitudinal zonality in temperature gives the Bogda Area a more favorable low temperature condition necessary for glacial development than other mountains in west China except for the Altay. Therefore, the altitude of glacial distribution in the Bogda is lower than that in all the other mountains. But because of the effects of unusual heat in the Turpan Basin on its southern side and of inversion layer in the Junggar Basin in winter on its northern side, the rate of vertical decrease in temperature is rather small, and the annual average of  $0^{\circ}\text{C}$  isotherm being uplifted by 800 m. The snowlines are correspondingly higher as well. Therefore the "altitude span" of the high mountain glaciation has been reduced and the scale of glaciation also restricted.

The Bogda range is situated in the belt-shaped rainy area of central Xinjiang with a precipitation much more abundant than that in the dry basin on its both sides and increasing with altitude. The maximum rainy belt is situated in the high mountain area above 3500 m.

At above 3900 m on the northern slope and 4000 m on the southern slope, the average annual temperature is below  $-9^{\circ}\text{C}$  and the average monthly temperature from June to August is below zero. The annual precipitation is 670 mm, all in solid state. Such combination of heat and moisture in low temperature semi-humid pattern already satisfies glacial development, but far from optimum condition. The Bogda mountains with a strike from east to west and a precipitation source mainly from westerlies and north-westerlies obtain heat and moisture for glacial development favourable on the northern slope, but unfavourable on the southern slope, reflecting greatly the pattern of glaciation on the southern and northern slopes, both in number and in scale and well as in other respects. But in the region of Bogda peak, the relief condition offsets partly this difference.