

伊犁河流域气候资源特点及其时空分布规律研究

张军民^{1,2}

(1. 新疆石河子大学师范学院地理系, 新疆 石河子 832003;
2. 兰州大学资源与环境学院, 甘肃 兰州 730000)

摘要:三面环山向西开敞的地形使伊犁河流域冬季虽受蒙古高压控制,但少有寒流侵袭;夏季虽受副热带低压笼罩,但干热气流难以深入,形成了温和湿润的气候基调。伊犁河流域光热资源充分,尤以降水充沛而成为新疆及亚洲中部干旱区的“湿岛”。由西向东,从河谷盆地到丘陵山地,伊犁河流域气候类型及组合呈现出明显的地域性分布规律,以草原、荒漠草原为主的河谷气候和以森林、森林草原为主的山地气候孕育了伊犁河流域优良的气候特点和多样的气候资源。

关键词:气候资源;光热资源;降水资源;时空分布;伊犁河流域

中图分类号:P463.1

文献标识码:A

伊犁河流域(新疆境内,下同)地处欧亚大陆腹地,虽深居内陆,三面环山,远离海洋,属大陆性中温带干旱气候,但其独特的地形地貌和山体走向,使来自大西洋及地中海、黑海的西风气流可以沿谷而上并形成降水,而位于盆地南、北两侧的天山支脉又将古尔班通古特沙漠、塔克拉玛干沙漠的干热气流和西伯利亚的干冷寒流阻隔于河谷之外,形成了伊犁河流域温和湿润的气候基调,使其成为天山(中国境内,下同)及亚洲中部的降水中心,孕育了干旱区的一块“湿岛”和气候资源宝库。

1 伊犁河流域气候的基本特点

伊犁河流域地跨中温带大陆性气候和高山气候类型,气候温和湿润,昼夜温差大,夏热少,酷暑日短,冬冷少,严寒日长,春温回升迅速但不稳定,秋温下降快,气温变化大,阳光充足,降水变化大,山区多雷雨,无霜期较短,浅山地带冬季有明显逆温层,气候垂直变化明显,河谷平原四季分明,冬春略长,河谷近山中山区春长夏短,昭苏盆地冬长无夏,春秋相连,南湿凉,西、北干热,山地多雨湿凉,平原(谷盆)少雨干热。

2 热量资源及其地域差异

2.1 气候发育的基础——太阳辐射及其分布

伊犁河流域位于我国中温带干旱区,空气干燥,光照充分,光能资源较为丰富。从M. N. 布德科热量平衡图上(1960)可得出,伊犁河谷平原区太阳辐射虽比中亚及地中海区小 $400 \sim 700 \text{ MJ/m}^2$,但比中国东部沿海区平均偏大 $400 \sim 1200 \text{ MJ/m}^2$ 。流域年均辐射通量为 919.32 MJ/m^2 ,夏半年约占70%,冬半年不足30%,各地4~9月辐射通量达 6280 MJ/m^2 ,能被植物利用的生理辐射通量一般在 4525.7 MJ/m^2 ,约占总辐射量的48%。同时,受地形和下垫面的影响,伊犁河谷太阳总辐射具有水平变化及复杂的垂直变化,南坡大于北坡,西部大于东部,谷地大于山地,荒漠多于草原,森林多于冰川,海拔高度每上升100 m,总辐射平均递减 0.062 MJ/m^2 ,在山区最大降水带附近(2000~2500 m,冷季下移1000 m左右),总辐射值变小^[1]。

伊犁河流域年日照时数平均为2781 h,日照百分率平均为65%,其中伊宁市分别为2802 h、67%,昭苏、新源为2700 h、61%。

收稿日期 2005-10-01 改回日期 2006-04-24

基金项目 科技部软科学项目(2004DGS3D032),国家社科基金(05BJL035)共同赞助

作者简介 张军民(1964-),男,教授,博士,主要研究干旱区资源综合开发与可持续利用。E-mail: zjm-tea@shzu.edu.cn

2.2 冬、夏季气压场的分布

冬季,亚洲大陆为蒙古高压所控制,整个伊犁河流域受蒙古高压 1 035 ~ 1 020 hPa 平均等值线的控制,地面盛行风以 E 和 NE 风为主,天气严寒、晴朗,无风或微风,在 1 500 m 高度上,强劲而暖湿的西风北支气流沿 SW—NE 方向从巴尔喀什湖南部进入伊犁盆地,给流域带来阴雾、降雪天气,是伊犁河谷冬季的主要降水来源。夏季,天山以南受南亚副热带低压控制,伊犁河流域在印度副热带低压 1 002 ~ 1 000 hPa 平均等值线的控制范围,地面盛行风以 W 和 SW 风为主,天气高温干热,在 1 500 m 高度上,来自西风槽前端的西北气流沿东南方向南下,在 75°E 附近以反气旋冷湿气流形式进入伊犁河流域,可形成较大的降雨过程^[2]。

2.3 热量资源丰富但地域差异大

伊犁河流域热量资源较丰富,但受山地格局及地形、地势、下垫面等影响,气温具有明显的水平地带性和垂直地带性,垂直方向变化更复杂。

流域年平均气温 2.9 ~ 9.1 °C,极端最高气温 40.2 °C (1979 年 8 月 3 日,霍城县和霍尔果斯气象

站记录),极端最低气温 -43.2 °C (1969 年 1 月 28 日,昭苏),平均地势每升高 100 m,气温下降 0.2 ~ 4.0 °C,春季升温快但不稳定,秋季降温迅速伴有冷空气入侵,夏季短促但有炎热(≥ 30 °C)和酷暑(≥ 35 °C)天气,冬季寒冷漫长偶有寒潮入境,一般为 110 ~ 170 d,山区可达 200 d 以上。积温由南向北、从谷地到山地减少,农区 ≥ 0 °C 的积温 3 000 ~ 4 000 °C, ≥ 10 °C 的积温 2 500 ~ 3 500 °C,牧区 ≥ 0 °C 的积温 2 500 °C 左右, ≥ 10 °C 的积温 1 500 ~ 2 000 °C。伊犁河流域自西向东,从平原到山区,气候要素变化范围为:日照时数 3 000 ~ 2 000 h/a,日照率 67% ~ 61%,太阳辐射强度 140 ~ 130 kJ/cm² · a,生理辐射量 66 ~ 64 kJ/cm² · a,年平均降水量 200 ~ 1 000 mm,年平均蒸发量 1 800 ~ 1 250 mm,年平均温度 9.2 ~ 2.8 °C,绝对湿度 9 ~ 8 hPa,年平均无霜期 180 ~ 90 d,积雪日数 80 ~ 150 d,积雪深度 10 ~ 40 cm 以上,气温日较差谷地平均为 14.0 ~ 15.0 °C,山地为 9.0 ~ 10.0 °C;气温年较差谷地平均为 5 ~ 8 °C,山地平均为 2 ~ 5 °C^[3]。

表 1 伊犁河流域气温最高、最低、极值及无霜期表^[3]
Tab. 1 The highest and lowest air temperature and their extremum as well as frost-free season in Yili river basin

站名	极端最高 气温/°C	极端最低 气温/°C	最高气温/°C			最低气温/°C			日平均气温/°C			无霜期 ≥ 0 °C 日数
			≥ 30 °C 日数	≥ 35 °C 日数	≥ 40 °C 日数	≤ -10 °C 日数	≤ -20 °C 日数	≤ -30 °C 日数	≥ 0 °C 积温	≥ 10 °C 日数	≥ 10 °C 积温	
霍城县	40.2	-36.6	67.7	10.7	0.1	57.3	14.8	0.7	4 055	180	3534	189
伊宁市	37.9	-40.4	50.6	3.9		66.2	19.5	1.6	3 861	174	3311	177
察县	39.5	-43.2	63.9	7.1		72.1	27.9	4.3	3 859	178	3389	169
伊宁县	38.9	-34.3	46.0	3.6		47.8	5.5	0.1	3 949	178	3413	191
尼勒克	37.9	-39.9	20.0	0.9		81.0	25.0	1.5	3 050	143	2369	136
巩留	37.4	-37.6	39.7	1.9		71.0	24.6	1.1	3 585	171	3055	169
新源	39.8	-34.7	37.8	3.6		53.1	7.2	0.4	3 591	163	2952	184
特克斯	36.7	-33.4	15.4	0.4		86.2	20.7	0.3	2 970	141	2292	152
昭苏	33.5	-40.1	1.3			97.9	21.0	1.4	2 211	94	1317	118

2.4 河谷丘陵及平原区热量资源较充足

伊犁河谷平原区平均海拔 530 ~ 1 000 m,包括伊宁县、伊宁市、霍城、察布查尔、巩留县(西部)等地,3 ~ 10 月日照时数为 2 100 多 h,日照百分率 66%,太阳辐射能为 445.3 kJ/cm² · a,年平均气温 7.5 ~ 9.7 °C,平均最高气温 37.4 ~ 40.2 °C,平均最低气温 -37.6 ~ -43.2 °C,无霜期 160 ~ 170 d。

特克斯河谷、巩乃斯河谷和喀什河谷丘陵区,包

括特克斯、新源、尼勒克县,海拔 800 ~ 1 600 m,3 ~ 10 月日照时数在 2 000 h 左右,日照百分率 62%,太阳辐射能为 466.2 kJ/cm² · a,年平均气温 5.3 ~ 7.6 °C,最高气温 39.8 °C,平均最低气温 -41.6 ~ -45.4 °C,无霜期 104 ~ 161 d。

昭苏盆地海拔 1 600 ~ 1 900 m,属干旱半湿润冷凉气候。年平均气温 0.7 ~ 2.9 °C,最热 7 月平均气温 14.6 °C,最冷 1 月,平均气温 -11.7 °C,极端最低

气温 $-40.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。终年无夏,冬季严寒,气候温凉湿润,冷季长达 205 d。平均气温稳定通过 $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的天数只有 94 d,积温 $1\ 328\text{ }^{\circ}\text{C}$ (6 月 9 日至 9 月 10 日)^[4]。

2.5 逆温带广泛发育

逆温层(带)是伊犁河谷重要的气候资源。伊犁河谷北有天山作屏障,冷空气不易入侵,冬季平均气温只有 $-10.0\sim 12.5\text{ }^{\circ}\text{C}$,加之盆地、谷地的“冷湖”效益,使冬季在谷地浅山和丘陵区边缘等坡地上,形成有不同厚度的逆温层,即坡面气温高于谷底的现象。在逆温带内,大约海拔高度每升高 100 m,气温随之升高 $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$,某些高度中,可增加 $1.0\sim 2.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。伊犁河谷和巩乃斯河谷地区的逆温带在海拔 800~1 200 m 之间,最佳地带为 900~1 000 m,昭苏盆地在 1 800~2 300 m 左右,冷季盆地边缘较盆地中部气温平均高 $6\sim 8\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。逆温带由于不受寒流和暴风雪袭击,为果树和牲畜越冬提供了生存条件,是一项对农林牧业发展极为有利的气候资源。伊犁河流域约 $13.4\text{ } \text{万}\text{ } \text{hm}^2$ 逆温带存留着世界罕见的野苹果、樱桃李、黑穗醋栗(黑加仑)等 17 种野果林,是野生植物种质基因库,也是发展野果制品产业的宝贵原料基地^[5]。

3 伊犁河流域降水丰沛,但时空分布差异较大

3.1 中亚干旱区的“湿岛”和降水中心

伊犁河流域位于中纬度大陆中部,盛行西风环流,水汽主要来自大西洋。西风气流入境虽路途遥远,但沿途有地中海、里海、黑海和巴尔喀什湖等水域水汽的补充,空中水汽含量仍较大。同时流域地形呈喇叭状向西敞开,西来较湿气流容易进入盆地,同时受东南部高山拦截,在山区形成地形降水,使伊犁河谷成为天山山系最大的降水中心和新疆降水量最多的地区,河谷区年平均降水量为 200~300 mm,1 800 m 以下降水量垂直递增率约为 $40\sim 60\text{ mm}/100\text{ m}$,谷地周边 1 500~2 500 m 高度上,年降水量 $> 800\text{ mm}$,巩乃斯河 1 500~1 800 m 的迎风坡曾观测到 $1\ 139.7\text{ mm}$ 的降水量(胡汝骥,1978 年)。根据实测和 1/30 万降水量等值级图量算,流域平均降水深度为 553.4 mm ,为全国平均值 648 mm 的 85%,为新疆平均值 147 mm 的 3.76 倍,其中山区平均降水深度为 644.5 mm ,平原平均降水深度 345.4 mm ,年平均降水补给 $238.62\text{ 亿}\text{ } \text{m}^3$ ^[6](表 2)。

表 2 伊犁河谷年平均降水量与同纬度其他地方比较(单位: mm)^[6]
Tab. 2 Annual average rainfall in Yili river basin and the same latitude regions

站名	伊宁	新源	博乐	乌苏	石河子	乌鲁木齐市	奇台	大垒	阿拉木图
纬度	43°57′	43°27′	44°54′	44°22′	44°19′	43°47′	44°01′	43°51′	43°16′
海拔/m	662.5	928.2	531.9	478.7	443.7	917.9	793.6	1272	829.0
降水/mm	257.5	479.7	180.7	158.4	199.1	277.6	175.8	292.6	577.0

3.2 降水的时空分布差异较大

空间地域分布上,伊犁河流域降水东部多于西部,山地多于平原、迎风坡大于背风坡。平原区降水量一般为 200~500 mm,随海拔升高,降水量随之递增。伊犁河谷海拔 550~800 m 范围内,降水量 200~350 mm,巩乃斯—喀什河谷海拔 800~1 000 m 范围内,降水量 350~400 mm,特克斯—昭苏盆地海拔 1 000 m 以上区降水量 $> 400\text{ mm}$,当海拔增至 1 600~2 200 m 时(森林带)降水量增至 600~800 mm,甚至更多,但 $> 2\ 000\text{ m}$ 后,降水又迅速减小(表 3)。

季节分配上也较新疆其他地区均匀,春季降水量平均占年降水量的 30%~35%,夏季降水量占全年的 25%~40%,秋季降水量占全年的 22%,冬季占 10%,年变化较稳定。

表 3 伊犁河流域年平均降水量随海拔高度变化^[7]
Tab. 3 Annual average rainfall change with the altitude height in Yili river basin

站名	海拔/m	年降水量/mm	递增率/(mm/100 m)
伊宁	663	249.3	31.9
雅马渡	706	263.0	71.8
托海	820	344.9	30.8
乌拉斯台	1 420	529.5	83.5
科学院天山积雪雪崩站	1 776	826.0	90.1

3.3 水资源开发潜力巨大

伊犁河流域是新疆及天山气候最湿润、降水最丰沛、植被土壤发育最良好的地区,堪称干旱区的“湿岛”和自然资源宝库。本区流域面积仅占新疆的 3.5%,水域面积却占全疆的 24%,大小产流径流

120 多条,占新疆 21.05%,河网密度高达 0.6 km/km²(新疆平均为 0.3 km/km²以下,天山山区平均为 0.3~0.5 km/km²),径流系数在 0.39~0.82 之间,平均 0.5,是新疆平均数的 3~5 倍;流域总径流量 169.57 亿 m³,占新疆的 20.16%,地表水资源总量约 228.4 × 10⁸ m³,占全疆的 32.62%,占北疆地表水资源量的 40%,但目前引水率仅有 30%,实际耗水率才有 25%,尚有 115.56 亿 m³ 的水白白流出国外。地下水资源总量 102.5070 亿 m³/a,占全疆的 14%,目前利用量只有 11%左右;水能蕴藏量 7.0 × 10⁶ kW,占新疆的 21%,目前仅开发了 1.25%;装机容量总容量 263.82 × 10⁴ kW,占新疆可开发装机容量的 30.9%,目前水能发电量仅占可开发水力资源的 0.3%,水资源综合开发仍处于初级阶段。

4 结 论

三面环山向西开敞的地形结构不但使西风气流长驱直入并沿山坡形成降水,而且使塔里木盆地、准噶尔盆地的干热气流和西伯利亚的寒潮大风难以入侵本区,形成了温和湿润的气候基调,优越的气候条件,使流域内呈现出一派森林茂密、植被发育、草原辽阔的自然景观。水平、垂直方向的地域变化形成了多样的气候类型,水热匹配的气候要素组合孕育

了优质多样的气候资源。以草原、荒漠草原为主的河谷气候适宜发展种养结合的现代大农业;以森林、草原为主的山地气候适宜发展林牧一体化生态农业,为实现把伊犁河流域建设成全国畜牧业和畜产品基地、造纸业基地,自治区粮食、油料、甜菜、果品等基地的规划目标(2010 年)提供了可靠的资源保证。

参考文献:

- [1] 康兴成,沃罗申娜,谢自楚. 天山山区的气候[M]. 北京:科学出版社,2000. 45-60.
- [2] 魏文寿,胡汝骥. 中国天山的降水与气候效应[J]. 干旱区地理,1990,13(1):29-36.
- [3] 李江风主编. 塔克拉玛干沙漠及其周边天气气候[M]. 北京:科学出版社,2003. 85.
- [4] 徐贵青,魏文寿. 新疆气候变化及其对生态环境的影响[J]. 干旱区地理,2004,27(1):14-18.
- [5] 白玲,阎国荣,许正. 伊犁野果林植物多样性及其保护[J]. 干旱区研究,1998,15(3):10-13.
- [6] 胡汝骥主编. 中国天山自然地理[M]. 北京:中国环境科学出版社,2004. 69-82.
- [7] 新疆荒地资源综合考察队. 新疆重点地区荒地资源合理利用[M]. 乌鲁木齐:新疆人民出版社,1986. 209-216.
- [8] 张家宝,史玉光. 新疆气候变化及短期气候预测[M]. 北京:气象出版社,2002. 266-275.

Study on Temporal and Spatial Distribution of Climate Resource in Yili River Basin

ZHANG Jun-ming^{1,2}

- (1. Department of Geography, Normal College, Shihezi University, Shihezi 832003, China;
2. College of Resource and Environmental Science, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China)

Abstract: Although the Yili river basin is kept by the Mongolia high pressure in winter and the sub-tropic low-pressure in summer, it's rarely invaded by cold wave in winter and hanged by the xerothermic airflow in summer because of its special terrain surrounded by the mountain in three sides and opening westward, so the mild and humid climate formed there. The sunshine and heat resources are very abundant in Yili river basin, especially because of its flush precipitation it becomes the damp island in arid region of middle Asia. From west to east, and valley-basin to hill-mountain, climate types and its combination in Yili river basin clearly present the regionally distributing rule. The valley climate mainly in the grassland and hungeriness as well as the mountain climate in the forest and the forest-grassland jointly gestate the fine climate characteristics and more climate resources in Yili river basin.

Key words: climate resources; sunshine and heat resources; precipitation resources; temporal-special distribution; Yili river basin