

大兴安岭特大森林火灾气象成因的分析

王茂新 叶一舫 张青山

(国家气象局气象科学研究院) (国家气象局卫星气象中心)

提 要

本文分析了1987年5月大兴安岭特大森林火灾的气象成因。前期干旱、少雨及5月上旬气温的显著偏高,是发生特大火灾的气候背景。大兴安岭位于我国最北部,属于寒温带,年平均气温只有 $-3\sim-6^{\circ}\text{C}$,有机物分解缓慢,使林内可燃物越积越多,是发生火灾的物质基础。在已有大量火源存在的情况下,正逢有强干冷锋过境,平均风速达 $8\sim 12\text{m/s}$,最大 17.0m/s ,使火势急速蔓延,是造成特大森林火灾的最关键因素。地形与气温、积雪有密切关系,也对火场的蔓延有一定的影响。

一、引 言

大兴安岭特大森林火灾,起火于1987年5月6日,在5月7日夜间急速蔓延成灾,至6月2日基本扑灭。火场总面积约120公顷,为建国以来最严重的一次。气象科学研究院在灾后派科技人员赴现场进行科学考察,现试对这次特大森林火灾的气象成因进行分析。

二、火灾成因

要产生森林火灾,尤其是特大火灾,必须具备3个条件。即一定数量、并达到相当强度的火源;大量干燥的可燃物;有巨大的动力推动火场蔓延,并有足够的氧气补给。这些条件当时均已具备,其中,既有自然原因,也有人为原因。本文只探讨其气象成因。

1. 前期干旱,气温偏高,森林易燃

这次火灾共有5个主要火源,发生的时间和地点为5月6日10时许(北京夏令时,下同),位于 $53^{\circ}11'\text{N}$ 、 $122^{\circ}21'\text{E}$ 的漠河西林吉林业局河湾林场,同日12时, $52^{\circ}45'\text{N}$ 、 $123^{\circ}44'\text{E}$ 的塔河林业局盘古林场,同日14时许, $53^{\circ}05'\text{N}$ 、 $123^{\circ}15'\text{E}$ 的阿木尔林业局依西林场,同日16时许, $52^{\circ}56'\text{N}$ 、 $122^{\circ}22'\text{E}$ 的西林吉林业局古莲林场,7日9时许, $53^{\circ}23'\text{N}$ 、 $123^{\circ}48'\text{E}$ 的阿木尔林业局的兴安林场。上述火源的发生与从NOAA气象卫星AVHRR影像上所发现的情况相一致(图略)。

尽管这次火灾的火源基本上都是人为火源(只有盘古火源的火因不清),但与前期干旱、少雨的气候条件也不无关系。

在1986年1月至1987年4月的16个月中,此区域降水显著偏少。例如,处在火灾中心的阿木尔一带,常年同期降水量为446.6mm,而1986年1月以来却偏少209mm,即偏少47%。漠河、塔河气象站也分别比常年同期偏少116与149mm。这种长期干旱少雨,与历史上春季发生过的25起森林大火很相似,只是1987年的情况更为突出而已。

通过对历史上大量森林火灾的分析可以看出,火灾的发生不仅与长期的气候背景有关,而且更取决于灾前较短一段时间内的气象条件。

苏联的聂斯切洛夫法(综合指标法)^[1]就是根据前段时间的温度、湿度、降水等来预报森林的可燃性,在我国的东北也试用过。

$$\Gamma = \sum_1^n (td) \quad (1)$$

式中, Γ 为森林燃烧性的综合指标(表1),若某日的降水量超过2mm,则重新进行积累,降水量大于50mm时,则降水后5天内的综合指标在积累时减去 $\frac{1}{4}n$ 。 n 为降水后的天数, t 采用14时的气温($^{\circ}\text{C}$), d 为14时饱和差(hPa)。

表1 综合指标与森林燃烧性

燃烧级	干枯地被物含水率变化	燃烧特性	综合指标	火源及经常引火的地被物
I	大于25%	不燃烧	<150	没有燃烧性
II	24—17%	难燃烧	151—300	篝火、烧荒火、迷信烧纸等火源可以引起草原火
III	16—10%	可以引火 燃烧较慢	301—500	吸烟、火枪打猎、有火星的灰烬、儿童玩火、强烈的落雷都能引起杂草着火
IV	9—5%	引火快 火势强	501—1000	火车头和拖拉机喷火、烟囱出火、落雷等也能引起火灾
V	小于5%	特别容易引火, 燃烧强烈	>1000	林内的枯立木、倒木、采伐残物随时可以着火

位于火灾中心的阿木尔,自4月26日降水近2mm以来,直到5月7日只降水0.1mm,从表1和表2可以看出,在5月6日综合指标已超过1000,森林已处于特别容易引火的状态,而这主要是由当天的干旱、高温造成的。5月7日温度进一步升高,到处随时可以着火。正是在这种情况下,才先后出现了5个严重火源。

表2 火区中心处的森林燃烧性综合指标

日期	4月27日	28	29	30	5月1日	2	3	4	5	6	7
$t(^{\circ}\text{C})$	8.5	13.1	10.7	7.0	4.2	4.0	2.5	5.1	13.7	19.6	22.7
$d(\text{hPa})$	9.2	11.1	7.6	7.1	6.6	5.4	5.1	7.9	12.1	21.7	26.1
$\sum td$	78.2	223.6	304.9	354.6	382.3	403.9	416.7	457.0	622.8	1048.1	1640.6

由于5月6日、7日大兴安岭北部正处于暖脊控制下,漠河、阿木尔、塔河这3个灾区中的气象站连续2天最高气温在 20°C 以上,比常年同期偏高 8°C (图1),这是有记录以来很少有过的。大兴安岭地区气象局在春季防火期,就是根据过去3天内的天气实况和未

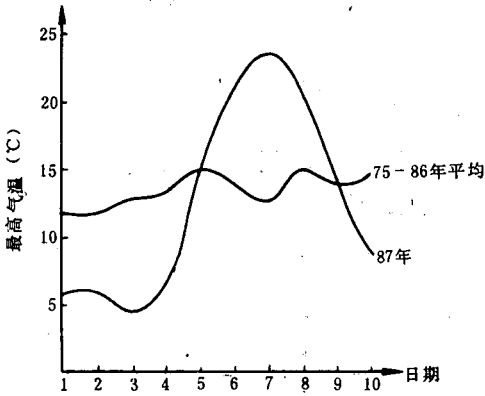


图1 5月上旬漠河、阿木尔、塔河3站平均逐日最高气温

测,有的落叶层厚达20—30cm,呈海绵状,烘干重约 $7.2\text{kg}/\text{m}^2$,在中幼林内,抚育间伐而堆成的枝桠堆每公顷63吨,即 $6.3\text{kg}/\text{m}^2$,大量的死地被物是这次特大火灾的物质基础。

在计算火灾强度时,通常只考虑地表层可燃物的量,有的是在此基础上再乘以一个适当的订正系数。

火强度可按式计算^[2]:

$$I = h w v \quad (2)$$

式中, I 为火强度(kW/m), h 为可燃物的发热量(kJ/kg), w 为林内各层的有效可燃物总量(kg/m), v 为火的蔓延速度(m/s)。 h 因可燃物的种类及其含水量的多少而略有差异,在大兴安岭春季防火戒严期通常取 $h = 16720\text{kJ}/\text{kg}$,假设地表层有效可燃物 w_0 占 w 的绝大部分,根据考察取 $w_0 = 6.5\text{kg}/\text{m}^2$,则

$$I = 16720 w v \approx 16720 w_0 v = 108680 v \quad (3)$$

根据西部火场各地的过火时间及其所在的经纬度坐标,首先用公式

$$S = \frac{\pi R}{180} \sqrt{(\Delta\varphi)^2 + \cos\varphi(\Delta\psi)^2} \quad (4)$$

求出两地点间的距离 $S(\text{m})$, R 为地球半径(m), φ 为纬度, $\Delta\varphi$ 、 $\Delta\psi$ 分别为两地点的纬度差与经度差。然后再求出火的蔓延速度 v 。计算结果为西林吉至育英的火蔓延速度为 $1.9\text{m}/\text{s}$,育英至图强 $4.2\text{m}/\text{s}$,图强至阿木尔 $3.5\text{m}/\text{s}$ 。西林吉至阿木尔平均为 $3.2\text{m}/\text{s}$,将 $v = 3.2\text{m}/\text{s}$ 代入式(3),可以求出5月7日夜间的林火强度约为 $35\text{万kW}/\text{m}$ 。当强度大于 $1\text{万kW}/\text{m}$ 时,即属于人力和机械难以控制的大火灾,5月7日夜间当属于特强火灾。

3. 强冷锋过境,火场失控

自5月6日先后出现较大火源以来,由于风速平均只有 $2\text{m}/\text{s}$,直到7日下午火场变化不大。根据7日15:32的NOAA卫星AVHRR影像图,虽然河湾、盘古火场仍在燃烧,但扩展速度不快,并已看不到古莲、依西及兴安火场。可是7日夜间至8日凌晨强冷锋带着 $8—12\text{m}/\text{s}$

来24小时的天气预报,用多因子综合指标法逐日发布森林火险等级预报。并在5月6日发布从5月7日起已进入高火险期,其危险程度为“各种火源均易酿成大火灾和特大火灾”。另外,大兴安岭在5月6日处于易燃烧级(R 实效湿度为 37%)时产生大量火源,7日强燃级(R 为 29%)时酿成特大火灾。

2. 地处寒温带,林内可燃物越积越多

大兴安岭的主要树种为兴安落叶松,每年都有大量的枯枝落叶。因这里属于寒温带,年平均气温很低,为 $-3—-6^\circ\text{C}$,冬季积雪期长达6个月,有机物分解相当缓慢,枯枝落叶年复一年越积越多。考察时到林内进行了实

的西北风(最大17.0m/s)掠过火场,使古莲火场死灰复燃,并与河湾及盘古火场一起急速蔓延,浓烟长达500km以上,瞬间失去控制。5月7日夜间的强冷锋过境,是外界条件中的最关键因素。

风首先是推动火场迅速蔓延的强大动力。火蔓延速度可用下式估计:

$$v = K_s K_f K_w v_0 \quad (5)$$

式中, v 为火场蔓延速度(m/s), K_s 为根据可燃物的空隙度和配置状况而决定的订正系数, K_f 为地形坡度的订正系数, K_w 为风速订正系数, v_0 为无风时的蔓延速度。对于同一片森林来说, K_s 相对稳定,若 v_0 大体相同,且暂不考虑地形起伏对 K_f 的影响,则 v 主要取决于 K_w 随风速的变化。 K_w 常用的经验公式为

$$K_w = e^{0.1783V} \quad (6)$$

式中, V 为风速(m/s),与 K_w 的对应关系如表3。

表3 风速与风速订正系数 K_w

V (m/s)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
K_w	1.0	1.2	1.4	1.7	2.0	2.4	2.9	3.5	4.2	5.0	5.9	7.1	8.5	10.2	12.1	14.5	17.3	20.7

由于冷锋过境前风速约为2m/s,过境时平均约为10m/s,最大达17.0m/s,由式(5)和表(3)可以算出,若不考虑 K_s 、 K_f 的影响,并假设 v_0 不变,则冷锋过境时的平均蔓延速度为过境前的4.2倍,最大风速时蔓延速度约为过境前的15倍。如前所述,5月7日夜间接锋过境时的平均蔓延速度为3.2m/s,即11.5km/h,说明7日夜间接锋平均风速是火场蔓延速度的3倍。又可推算出最大风速时的蔓延速度约为40km/h,这与考察的结果及各种报道是一致的。这场森林大火蔓延速度极快是其最突出的特点。3个林业局所在地都焚于5月7日夜间的4小时之内,古莲、育英、盘中、马林等林场也是在此时烧毁殆尽的。这都是由于5月7日夜间接锋过境、风速急速增大而造成的。

由式(3)可知,火强度与蔓延速度成正比。因此,强冷锋过境使蔓延速度提高数倍,是导致大面积森林遭受毁灭性灾害的重要原因。在延续长达27天的大火中,严重烧毁的森林近40万公顷,但仅在7日夜至8日晨,严重毁林面积就多达30多万公顷。

4. 积雪融化过早,有利于火场蔓延

图2为根据5月2日和6日的NOAA卫星AVHRR影像解译出的积雪分布图。可以看出,在常年5月上旬仍然到处是冰天雪地的大兴安岭,由于87年5月初的高温天气,已使52°30'N以北至黑龙江畔基本无积雪,这次特大火灾也大体处在这个范围内。此时在52°30'N以北仅在樟岭和蒙克山尚有残雪,而这里恰是周围均已起火而幸免劫难之处。其原因就在于这里地势较高,正如其地名本身所指出的,是处在“山”、“岭”之处。考察时了解到,直到5月10日樟岭顶还有30cm厚的积雪,而周围其它地方早就融化了。52°30'N以南由于地势较高,积雪面积仍很大,火灾也未殃及此处。可见积雪确系抑制森林火灾的重要因子,但由于前期气温显著偏高等原因,这个因子在灾前早已不复存在了。

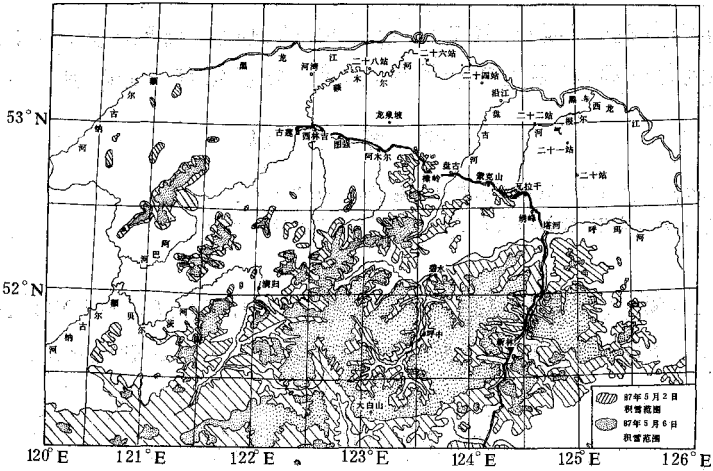


图2 大兴安岭地区1987年5月初积雪分布图

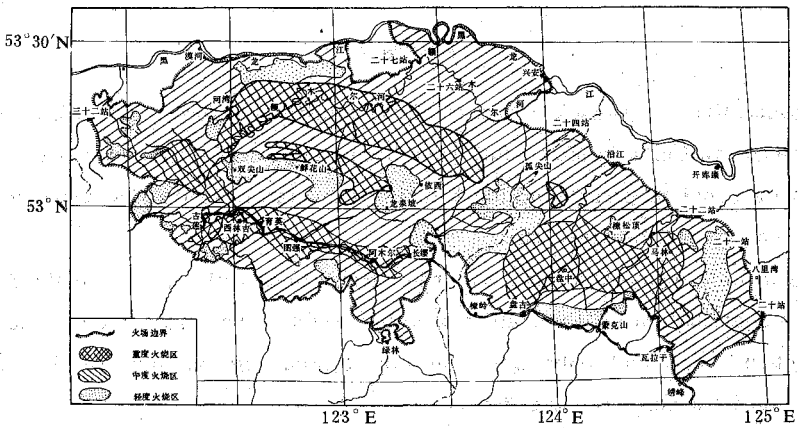


图3 大兴安岭特大火灾的灾区分布图

图3是根据LANDSAT卫星的TM影像和NOAA卫星的AVHRR影像绘出的灾区分布区。西部火场分为南、北两支。南支是沿着额木尔河上游的古莲、西林吉、育英、图强、阿木尔一带,北支的河湾等处则位于额木尔河的中游两侧。夹在南、北两支中间的双尖山、鲜花山及龙泉坡,由于地势高受害较轻。东部火场受灾最重的是马林及盘中林场,均离河谷不远,而地势偏高的樟松岭受灾较轻。位于东、西火场分界处的樟岭及其北部正是漠河、塔河两县的分水岭,火灾不易超过分水岭是林业部门所熟知的。

三、结 语

引起大兴安岭特大森林火灾的原因是多方面的,本文只分析了气象方面的成因,文中的计算也只是为了探明气象成因而进行的粗略估算。前期的干旱、少雨及5月上旬气温的显著偏高,是发生火灾的气候背景。大兴安岭位于寒温带,有机物分解缓慢,林内可燃物

多,是火灾的物质基础。伴随5月7日夜强冷锋过境而出现的大风,是使火场蔓延的关键因素。地形因与气温、积雪有密切关系,也对火场蔓延有一定影响。

参 考 文 献

- [1] 王正非等,森林气象学,378—383,中国林业出版社,1985年。
 [2] 林业部护林防火办公室编,森林防火,7—13,中国林业出版社,1984年。

THE ANALYSIS OF THE METEOROLOGICAL CAUSE OF FORMATION OF FOREST FIRE IN DA HINGGAN LING REGION

Wang Maoxin Ye Yifang

(Academy of Meteorological Science, SMA)

Zhang Qingshan

(Satellite Meteorological Center, SMA)

Abstract

In this paper, the meteorological factors of the catastrophic forest fire in Da Hinggan Ling region of northeastern China in May, 1987 have been analysed. It is found that the drought and less rainfall in the previous period, and much higher temperature in the first ten-day of May are the climatic conditions of the forest fire.

Da Hinggan Ling region is located in northeastern China, which is part of the frigid-temperate zone and the annual mean temperature is -3 to -6°C . Therefore, the organic matters are decomposed rather slowly and make more and more combustibles accumulated in the forest. It provides the material condition of the fire.

A very strong dry cold front with the average wind speed $8-12\text{m/s}$, and the extreme speed 17.0m/s , just passed away when a large number of fire points were in existence, which spreaded the fire over wide areas rapidly. This is the key factor of the fire. In addition, the topographic factor which related to the temperature and the snow cover also affected the extension of the fire.