

用地理因子模拟年度极端最低气温模式的探讨

蔡文华 李文

(福建省气象科学研究所,福州 350001)

提 要

利用福建省 66 个台站所处的纬度、海拔高度、离海距和观测站与周围的相对高度差等地理因子建立推算年度极端最低气温平均值的模式。

关键词: 最低气温 地理因子 推算模式

引 言

低温是热带、亚热带植物生存的关键限制因子。年度极端最低气温可表征年度的低温强度,在区划中常被用作区划因子。在第二次农业气候区划中,各地对热量资源推算已做了不少工作。最为成熟的当属月、年平均气温及积温的推算^[1,2],对最低气温亦作了一些尝试^[1]。有的用纬度、海拔高度、经度等因子建立回归方程^[3];有的用 1 月份平均气温推算年度极端最低气温^[4];在区划中有的还参考指标作物进行补充订正^[1]。而水体增温、坡地逆温这些人们早已达成共识的现象,尚未见相关的因子被引进表达式中。本文试用纬度(Φ)、海拔高度(H)、相对高度差(Δh) (表征坡地辐射逆温的影响)及离海距(S) (表征大水体的影响) 4 个地理因子来模拟年度极端最低气温多年平均值(T_D)。

1 资料来源与计算方法

从整编资料和报表上整理出 66 个台站历年极端最低气温,利用相关插补订正,把全省各站资料年代统一整理为 1950/1951~1999/2000,再求平均; Φ 和 H 取自整编资料; S 除沿海的一些站是直接读自总参谋部测绘局编绘的 1:50000 地形图外,其他站是从福建省农业地图集编纂委员会编制的《福建省农业地图集》中的《福建省交通图》上读取的。大陆 $S \geq 0\text{km}$,内岛(如厦门) S 取 -0.1km ,外岛(如东山、平潭) S 取 -0.2km ; Δh 读自上述的 1:50000 地形图。

先通过相关分析,建立回归方程,之后利用残差再进行相关逼近,建立回归方程。

2 分析与结果

2.1 T_D 与 Φ 、 H 的相关分析

福建省地处北回归线以北, T_D 随 Φ 的增大而降低。从 T_D 与 Φ 的点聚图(图略)分布可见,它们呈线性相关, $r(T_D, \Phi) = -0.79$, $\alpha = 0.001$, $N - 2 = 64$, $r_d = 0.40$, $|r(T_D, \Phi)| > r_d$, 相关显著。其回归方程为:

$$T_D(\Phi) = 588.77 - 23.23\Phi \quad (1)$$

T_D 与 H 的分布呈对数模式,从 T_D 与 $\ln(H + 30)$ 的点聚图(图略)分布可见,它们亦呈线性相关, $r(T_D, H) = -0.82$, $|r(T_D, H)| > r_d = 0.40$, 相关显著。其回归方程为:

$$T_D(H) = 130.04 - 28.79\ln(H + 30) \quad (2)$$

T 与 Φ 、 $\ln(H + 30)$ 的复相关系数 $R(T_D, \Phi, H) = 0.93$, $F = 210.88$, $f_1 = 2$, $f_2 = 63$, $F_{0.01} = 4.97$, $F \gg F_{0.01}$, 回归效果好。有关的数据见表 1。 T_D 与 Φ 、 $\ln(H + 30)$ 的二元回归方程为:

$$T_D(\Phi, H) = 477.88 - 15.12\Phi - 19.91 \ln(H + 30) \quad (3)$$

2.2 二元回归的残差 ΔT_D 与 Δh 、 S 的相关分析

T_D 与 $T_D(\Phi, H)$ 的差值用 ΔT_D 表示,即

$\Delta T_D = T_D - T_D(\Phi, H)$ 。 ΔT_D 有几个显著特征:海岛站实际值比推算值偏高约2~3℃;地处平地、旷野台站实际值比推算值偏低,大部分站址为平地的内陆站偏低约1℃多,而

站址为平地的近海站偏低在0.6℃以内(见表2); $\Delta T_D > 0.5^\circ\text{C}$ 的站址大部分是位于与四周平地有一定高差的小山头上。

表1 T_D 与 Φ 、 $\ln(H+30)$ 、 $\ln(\Delta h+1)$ 、 $2/(S+1)$ 相关分析

因子	R	U	Q	(S _r) ²	B ₀	B ₁	B ₂	F	F _{0.01}
T_D	Φ	-0.79	41511.38	24697.28	19.64 ²	588.77	-23.23		
	$\ln(H+30)$	-0.82	44209.67	21998.28	18.54 ²	130.04	-28.79		
	$\Phi, \ln(H+30)$	0.93	57603.94	8604.72	11.69 ²	477.88	-15.12	-19.91	210.88 4.97
ΔT_D	$\ln(\Delta h+1)$	0.43	1586.34	6993.76	10.45 ²	-8.26	3.24		
	$2/(S+1)$	0.56	2650.61	5929.49	9.63 ²	-2.59	12.21		
	$\ln(\Delta h+1), 2/(S+1)$	0.72	4487.57	4092.54	8.06 ²	-11.62	3.50	12.80	34.54 4.97

表2 ΔT_D 与站址的地形特征

地形	海岛小山顶			海边			平地、旷野								
站名	东山	平潭	厦门	崇武	龙海	平和	南靖	永定	武平	长汀	尤溪	闽侯	同安	霞浦	长乐
$\Delta T_D/^\circ\text{C}$	3.2	3.0	1.8	1.9	-1.1	-2.0	-1.9	-1.7	-1.0	-1.0	-1.5	-0.9	-0.6	-0.2	0.0

从年度极端最低气温出现日的天气状况分析,年度极端最低气温常由平流降温后的晴夜辐射降温(用A型表示)引起的,也有仅为平流型降温(用B型表示)产生的。海岛站(以东山为例)B型低温约占43%(21/49),A型低温约占57%(28/49);沿海站(以长乐为例)B型低温约占11%(6/53),A型低温约占89%(47/53);内陆站(以长汀为例)B型低温约占4%(2/46),A型低温约占96%(44/46)。可见福建省年度极端最低气温绝大多数是在平流降温后的晴夜辐射降温引起的。辐射型低温,由于地面辐射冷却,冷空气密度大下沉的结果,常形成逆温,故产生旷野、平地最低气温比山顶、山坡低的现象。

年度极端最低气温出现日当晚20时至早晨8时的平均风速东山为 $11.0\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,长乐为 $2.8\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,长汀为 $0.7\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,可见海岛除了上述平流型低温比例比沿海、内陆明显偏多外,年度极端最低气温出现日当晚20时至早晨8时的平均风速海岛远比沿海、内陆大。年度极端最低气温出现日当晚20时至早晨8时内陆绝大多数为静风或微风,这利于辐射降温,当晚20时的气温与次日凌晨的最低气温的差值大。年度极端最低气温出现日当晚20时至早晨8时海岛风大,这不利于辐射降温,当晚20时的气温与次日凌晨的最低气温的差值小。冬季的夜晚,海水温度往

往比气温高,海岛风大,湍流交换激烈,在平流降温后的晴夜,风大不但破坏了内陆常见的辐射降温,且把海洋上空的热量不断输送到岛上,减缓岛上夜间的降温幅度,故海岛的年度极端最低气温消除了 Φ, H 影响之后的温度比沿海及内陆高。

用 $\Delta h, S$ 与 ΔT_D 进行相关分析, ΔT_D 与 $\ln(\Delta h+1)$ 呈线性相关, $r(\Delta T_D, \Delta h) = 0.43, r(\Delta T_D, \Delta h) > r_d = 0.40$,相关显著。 ΔT_D 与 $2/(S+1)$ 亦呈线性相关, $r(\Delta T_D, S) = 0.56, r(\Delta T_D, S) > r_d = 0.40$,相关显著。 ΔT_D 与 $\ln(\Delta h+1), 2/(S+1)$ 的复相关系数 $R(\Delta T_D, \Delta h, S) = 0.72, F = 34.54, F > F_{0.01} = 4.97$,回归效果好(有关的数据见表1)。 ΔT_D 与 $\Delta h, S$ 的回归方程为:

$$\Delta T_D(\Delta h, S) = -11.62 + 3.50 \ln(\Delta h + 1) + 12.80(2/(S + 1)) \quad (4)$$

ΔT_D 与 $\Delta T_D(\Delta h, S)$ 计算值的差值用 ΔY 表示。

$$\begin{aligned} \Delta Y &= \Delta T_D - \Delta T_D(\Delta h, S) \\ &= T_D - T_D(\Phi, H) - \Delta T_D(\Delta h, S) \\ T_D &= T_D(\Phi, H) + \Delta T_D(\Delta h, S) + \Delta Y \\ &= T_D(\Phi, H, \Delta h, S) + \Delta Y \end{aligned}$$

用 $\Phi, H, \Delta h, S$ 四个因子模拟推算 T_D 的模式如下:

$$T_D(\Phi, H, \Delta h, S) = 466.26 - 15.12\Phi - 19.91 \ln(H + 30) + 3.50 \ln(\Delta h + 1) + 12.80(2/(S + 1)) \quad (5)$$

2.3 模式可行性验证

推算值与实际值的差值平方和(残差平方和)用 Q 表示。用上述公式(1)、(2)、(3)、(5)推算的值与实际值的残差平方和如表 1 所示。用式(1)推算的残差平方和最大,用二元回归方程(即式(3))推算的残差平方和比用一元回归推算的残差平方和小,即用二元回归方程比用一元回归方程推算的效果好。 $(T_D - T_D(\Phi, H, \Delta h, S))^2 = 4092.54$, $(T_D - T_D(\Phi, H))^2 = 8604.72$,可见采用 $\Phi, H, \Delta h, S$ 四个地理因子推算(即式(5))的残差

平方和最小,效果最好。

应用省内一些较正规但资料年代较短的台站和外省邻近福建省的一些台站资料,先选用与它们相距较近的本省台站资料对它们资料年代逐一进行订正,求得各地 1950/1951~1999/2000 的 T_D ,之后根据验证站的 4 个地理因子用公式(5)求得 T'_D ,再求它们之间差值 $T_D - T'_D$ (即 ΔY),详见表 3。从表 3 可知,本省验证的 4 个站, $|\Delta Y|$ 在 1.1℃ 以内,江西省、浙江省、广东省邻近福建省的 8 个验证站中,除了广东南澳(其与诏安相关系数仅通过信度为 0.05 的检验) ΔY 为 -2.1℃ 外,其他 $|\Delta Y|$ 都在 1.0℃ 以内。

表 3 验证情况一览表

类型	站名	相关站	R	N	r_d	T_D /℃	Φ	H /m	Δh /m	S /km	T'_D /℃	$T_D - T'_D$ /℃
岛屿	福建台山	霞浦	0.62	17	0.61**	8.9	27°00'	106.6	106.6	-0.2	8.5	0.4
	浙江舟山	福鼎	0.62	26	0.61***	-35.1	30°02'	35.7	35.7	-0.2	-26.6	-8.5
	广东南澳	诏安	0.51	18	0.47*	58.2	23°26'	7.2	7.2	-0.2	79.30	-21.1
沿海	福建秀屿	莆田	0.86	12	0.82***	28.3	25°14'	23.1	23.1	0.3	39.7	-11.4
	福建泉州	晋江	0.95	21	0.67***	32.0	24°54'	23.0	23.0	5.0	26.1	5.9
	福建前沁	莆田	0.66	19	0.58**	27.8	25°17'	29.1	29.1	3.6	20.2	7.6
	浙江平阳	福鼎	0.82	23	0.64***	-23.3	27°41'	5.3	0	9.0	-20.7	-2.6
	广东饶平	诏安	0.81	24	0.63***	34.5	23°41'	4.8	0	7.5	40.5	-6.0
内陆	浙江江山	浦城	0.54	25	0.51**	-57.1	28°45'	95.3	0	228.0	-64.5	7.4
	江西石城	宁化	0.94	22	0.65***	-37.5	26°21'	229.4	0	300.0	-42.7	5.2
	江西会昌	长汀	0.96	24	0.63***	-32.4	25°36'	167.4	0	264.0	-25.9	6.5
	江西瑞金	长汀	0.93	23	0.64***	-33.6	25°47'	192.7	0	261.0	-31.1	-2.5

注: * 信度为 0.05, ** 信度为 0.01, *** 信度为 0.001

3 问题与讨论

(1)用 $\Phi, H, \Delta h, S$ 四个地理因子模拟年度极端最低气温多年平均值的模式计算的值与实际值偏差比用单因子或两因子推算的偏差小,效果最好。

(2)据研究当水域为带状时,水域对两岸影响范围一般不超过 1000m,个别情况下可以缩小到 100~150m^①。其影响情况视带状河流的宽度和深度,离水域的方位及离河距而定。福建省有些县站址可能处于带状河流或水库等水体的影响范围之内,但本模式中未考虑带状河流或水库等水体对 T_D 的影

响。

参考文献

- 1 山地气候文集编委会编. 山地气候文集. 北京: 气象出版社, 1984: 23~45.
- 2 中国农业气象研究会农业小气候专业委员会编. 中国农业小气候研究进展. 北京: 气象出版社, 1993: 254~257.
- 3 福建省气象局, 福建省农业区划委员会办公室编. 福建农业气候资源与区划. 福州: 福建科学技术出版社, 1990: 43~44.
- 4 蔡文华. 利用 1 月份平均气温求算极端最低气温. 江西气象科技, 1983, (6): 6~10.

① 南京大学气象系气候教研室. 小气候学(下册)(油印本). 1976: 86~88.

Using Geographic Elements Simulating Annual Minimum Temperature

Cai Wenhua Li Wen

(Meteorological Institute of Fujian, Fuzhou 350001)

Abstract

Based on the geographic location data of 66 meteorological stations in Fujian Province, including latitude(Φ), elevation(H), distances(S) from seaside to station, and relative altitude(Δh), an estimation model of annual minimum temperature is developed.

Key Words: minimum temperature geographical elements estimation model