

短论

云南八月低温冷害的数值分区与 区域长期预报的初步探讨

刘 恭 德

(云南省气象局)

作好八月低温冷害的区域长期预报,是我省广大气象员十分关注的一个问题。本文在学习和总结近几年我省台站预报八月低温冷害经验教训的基础上,概括出CDDD这样一种综合表述低温冷害的指标,运用聚类分析(cluster analysis)的方法,划分我省八月低温冷害的定量数值分区,然后通过正交多项式回归,建立区域长期预报方程进行试报。这种方法,不依赖于天气图,直接使用气候资料,能客观地作出区域长期预报,计算简单,使用方便,有一定推广价值。

一、资料及其处理

八月,正值我省广大商品粮产区水稻的小孢子形成期,对低温最为敏感。此时,若遇日平均气温低于 18°C 的低温阴雨天气,就会影响水稻稔实,造成空秕减产。这种现象,我们称为八月低温冷害。

二十世纪六十年代以来,由于气候变化,我省八月低温冷害的频次增多,损失加重,矛盾日益突出。事实表明,造成水稻低温冷害的气象原因,在于关键生育期遇到了低温阴雨。农谚说:“七月(农历)秋风渐渐凉”。在关键的八月份,若有冷空气南下影响我省,造成日平均气温低于 18°C 的低温阴雨天气越早,降温的强度越大,持续的时间越长,则水稻的受害也就越重。在这里,考虑到水稻的低温冷害取决于低温的强度和持续时间的长短,应当找一个综合这两者的指标来表述。我们命某地八月内日平均气温低于 18°C 日中低于 18°C 的累积和为该地的冷害度日(Cool damages degree—day)简记作CDDD,并用数学公式表述如下:

$$\text{CDDD} = \sum_{i=1}^{n=31} (18 - t_i) \quad (1)$$

具体分析时,我们选用图(1)均匀分布的十六个站作为样本,对1953—1976年间各

1979年7月22日收到修改稿。

站的 CDDD 进行了统计。统计发现,各站 CDDD 的量纲和数量大小相差颇大。如直接对这种原始数据进行运算,势必突出绝对值大的站的作用,压低绝对值小的站的作用。为了给各站的 CDDD 以同一量度,以便对比,在聚类分析前,有必要对数值施加一次规格化的处理。方法是极差变换,即挑出数据中最大的一个变量值 $T_{\max}$ 和最小的一个变量值 $T_{\min}$,使变换后的数据满足下式:

$$T'_{ij} = \frac{T_{ij} - T_{i\min}}{T_{i\max} - T_{i\min}} \quad (2)$$

式中

$$i = 1, 2, 3, \dots, N \text{ (样本数)}$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, r \text{ (变量数)}$$

这样,我们得到的最大值为 1,指该地解放以来冷害最重年的 CDDD;最小值是 0,表示该地解放以来冷害最轻年的 CDDD。举昆明为例,规格化后,冷害最重年为 1974 年,其值为 1,其时 CDDD = 22.9℃,当年水稻的空秕率高达 48.4%。最轻年,如 1953、1956 年,该年八月份的日平均气温均大于 18℃,其 CDDD = 0,水稻空秕率一般小于 10%,多在 5% 左右。然后内插等分,以 0.00—0.30、0.31—0.70、0.71—1.00 作为标准,分为轻、中、重三个等级。

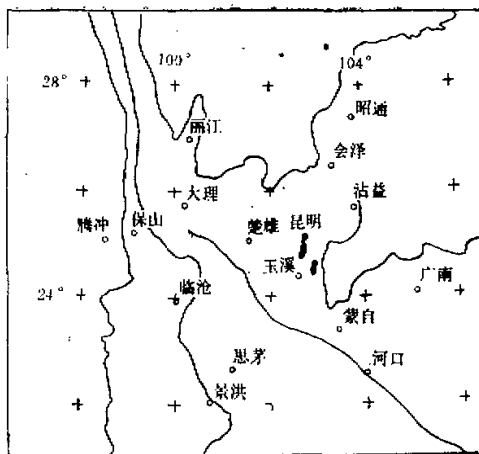


图 1 台站分布图

二、聚类分析与数值分区

聚类分析,又称群分析,是数理统计中研讨“物以类聚”的一种方法。它能反映样本间的内在组合关系。这种分析要求给出一个能反映样本间相似程度的数学指标,即量度相似关系的统计量。数学工作者设计了各种相似性统计量,大体可分两大类:(1)距离系数 d ; (2)相似系数如 $\cos\theta$ 等。本文考虑分析对象的特点,决定采用距离系数 d ,即把各个样本视为多维空间的点,用点间距离来表示研讨对象的亲疏关系,其距离越小,表示的关系越加密切;距离越大,关系越是疏远。当样本测定的变量为 v 时,第 i 个样本与第

K 个样本在 v 维空间中的距离定义于下式:

$$d_{iK} = \sqrt{\frac{\sum_{l=1}^v (T_{il} - T_{Kl})^2}{v}} \quad (3)$$

$i, K = 1, 2, 3, \dots, N$
 $i \neq K$

式中 T_{il} 为第 i 个样本第 l 个变量观测值; N 为样本的数目; v 为变量的数目, 式中除以 v , 为的是扣除变量数的影响。

把经 (1)、(2) 式处理后的资料, 代入 (3) 式计算, 得云南十六站的 CDDD 距离系数值如表 1 所示。

看表 1, 各样本间的关系并不十分复杂。决定用紧邻联接法进行分类。这个方法, 首先把各样本间的距离看作等价的, 即各样本自成一类, 在这儿是 16 类。然后, 将距离最近的两类合并, 重新计算新类与其它各类的关系, 再按最小距离归类, 如此下去, 每次缩小一类, 直到所有 16 类都成为一个大类为止。最后, 把计算的结果, 表示为枝状图 2。若用距

表 1 云南十六站 CDDD 距离系数值

	会泽	沾益	昆明	玉溪	广南	蒙自	河口	楚雄	丽江	大理	保山	腾冲	临沧	思茅	景洪
昭通	0.0055	0.0211	0.0260	0.0596	0.0723	0.0719	0.1170	0.0454	0.1489	0.0689	0.1328	0.0909	0.1288	0.1270	0.1170
会泽		0.0744	0.0332	0.0604	0.0743	0.0719	0.1081	0.0480	0.1379	0.0643	0.1194	0.0845	0.1297	0.1205	0.1081
沾益			0.0077	0.0225	0.0395	0.0348	0.0864	0.0221	0.1777	0.0828	0.0980	0.0962	0.0891	0.0973	0.0864
昆明				0.0253	0.0589	0.0518	0.1069	0.0141	0.1793	0.0903	0.1121	0.1071	0.0918	0.1052	0.1069
玉溪					0.0261	0.0159	0.0756	0.0194	0.2627	0.1308	0.0487	0.1631	0.0610	0.0814	0.0756
广南						0.0040	0.0426	0.0391	0.3370	0.1104	0.1058	0.1514	0.0959	0.0823	0.0426
蒙自							0.0505	0.0390	0.3205	0.1629	0.0878	0.1656	0.0857	0.0921	0.0505
河口								0.0837	0.3886	0.2092	0.0757	0.1721	0.0621	0.0417	0.0000
楚雄									0.2297	0.0910	0.1239	0.1612	0.0627	0.0604	0.0837
丽江										0.0900	0.3198	0.1303	0.3259	0.3603	0.3886
大理											0.1492	0.1278	0.1729	0.1867	0.2092
保山												0.1783	0.0794	0.1173	0.0757
腾冲													0.2042	0.2071	0.1721
临沧														0.0204	0.0621
思茅															0.0417

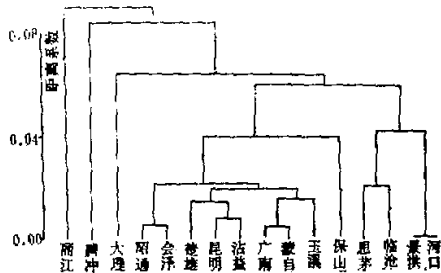


图 2 云南十六站 CDDD 聚类分析结果

离系数 $d \leq 0.06$ 作标准, 可把云南全省划分为三个低温冷害类区。

I 类, 以河口、思茅为代表, 包括南部陇川、景东、禄春到富宁一线以南和北部金沙江沿岸地区。这里没有或很少有八月低温冷害危害。本类还可以 $d \leq 0.04$ 作标准, 再细分为两个亚类: 第一亚类以河口、景洪为代表, 解放以来从没发生过低温冷害。第二亚类以思茅、临沧为代表, 位居第一亚类的北部和金沙江沿岸地区, 仅在八月低温十分严重的年份, 才受到某些影响。

II 类, 以昭通、昆明、广南和保山为代表, 包括昭通、曲靖、昆明、楚雄州和玉溪、文山、红河等地州的部分地区以及位在滇西的保山等地。样本关系从昭通向南、向西逐渐减弱。这种变化的趋势, 是由滇东北南下的冷空气与地形相结合, 向下游传播的表征。若以 $d \leq 0.04$ 作为标准, 本类可以分为两个亚类。东边的亚类连成一片, 并在 $d \leq 0.02$ 的标准下, 再细分为三个小类: 即 (1) 昭通、会泽小类, 解放以来, 八月低温的轻、中、重三等灾害的百分比分别为 64%、32% 和 4%。(2) 昆明、楚雄小类, 上述三等灾害的百分比分别为 85%、10% 和 5%。(3) 玉溪、广南小类, 其三等灾害的百分比分别为 92%、3% 与 5%。第二个亚类位在滇西。虽居大理以西, 却比大理更密切于东边。这一点在《滇中湿季开始期长期预报初探》^[6] 一文的“云南五月降水相关场 r 图”中亦有类似反映, 看来不是偶然的。它的八月低温轻、中、重三等灾害的百分比分别是 92%、0% 和 8%。

III 类, 以丽江、大理、腾冲为代表, 包括丽江、大理地区和保山的一部分。由于夏季沿青藏高原东侧南下的冷空气比滇东北路弱, 加之横断山的阻挡, 基本上是隔山为类, 彼此间关系疏远。北部亚类以丽江为代表, 八月低温的轻、中、重三等灾害的百分比分别为 16%、56% 和 28%。由于海拔高, 气温低, 多不宜种植水稻, 就在丽江本地坝区, 也仅能种植十分耐寒的黑谷等。大理亚类居中, 上述三等灾害中, 轻等占 62%, 中、重两等均占 19%。腾冲亚类在南, 其三等灾害的百分比分别是 66%、23% 和 11%。

三、区域长期预报及其检验

考虑我省水稻的种植和商品粮情况, 根据上述数值分区, 我们运用正交多项式回归方法, 重点讨论昭通、昆明、玉溪、大理、腾冲和保山六个地区的长期预报问题。

具体计算时, 先把各样本点 1951—1977 年的 CDDD 值按先后顺次排好, 施加十年滑动平均处理后, 滤去了小的波动, 突出了大势, 得 18 序时间序列。令序数为 x , 查 $n = 18$ 正交多项式表, 玉溪取一、二次两项, 保山取一、二、三次项, 其余各点仅取一次项, 即在总方差贡献大于 90% 的条件下, 建立了回归方程, 然后代入正交变换式, 得下列六个预报方程式:

$$\left. \begin{aligned} y_{(E)} &= 0.2201 + 0.0042x \dots\dots\dots \\ y_{(R)} &= 0.1190 + 0.008x \dots\dots\dots \\ y_{(X)} &= -0.054 - 0.0015x + 0.0005x^2 \dots\dots \\ y_{(M)} &= 0.288 - 0.0036x \dots\dots\dots \\ y_{(L)} &= 0.295 + 0.0047x \dots\dots\dots \\ y_{(T)} &= -0.224 + 0.069x - 0.008x^2 + 0.0003x^3 \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

预报方程组(4)得到了,能不能用呢? 还需作检验. 方法有二: (1) 历史拟合, 这一点我们用方差总贡献大于 90% 来保证, 不必多述; (2) 试报检验, 实践表明, 有时历史拟合好, 但预报并不佳, 可见此法更为重要. 为此, 我们抽出 1977 年的资料, 重复上述各种运算, 试作 1977 年的八月低温冷害预报. 在方差总贡献大于 87% 的条件下, 于表(2)所示, 预报值与实测值之差介于 0.01—0.06 间, 精度是大的, 预报是可信的.

表 2 一九七七年八月低温试报检验表

地 区	预 报 式	方差贡献	预 报 值	实 测 值	误差
昭 通	$y = 0.007x + 0.197$	99.5%	0.32	0.34	0.02
昆 明	$y = 0.0165x + 0.0415$	98.4%	0.34	0.30	0.04
大 理	$y = 0.0082x + 0.2582$	98.9%	0.41	0.46	0.05
玉 溪	$y = 0.007x^2 + 0.029x - 0.094$	95.0%	0.20	0.22	0.02
保 山	$y = 0.0002x^3 - 0.0046x^2 + 0.02526x + 0.0771$	87.0%	0.21	0.20	0.01
腾 冲	$y = -0.0083x + 0.3297$	97.3%	0.18	0.24	0.06

预报如何呢? 我们取 $x = 19$, 代入预报方程组(4), 分别算得昭通、昆明、玉溪、大理、腾冲和保山的预报值为 0.30、0.13、0.10、0.38、0.22 和 0.04. 经十年滑动平均还原, 仅昭通一地的 CDDD = 0.15, 有不重的八月低温冷害外, 其余各地均无明显低温危害之兆. 这就是说, 1978 年 8 月份, 有一次冷空气活动影响滇北各地, 但八月低温不明显, 仅在丽江、昭通有轻灾. 实况是“八月十七日夜有一股冷空气迅速影响我省, 造成一次普遍的降水过程. 接着青藏高原有部分干冷空气南下控制我省, 天气晴好, 加上夜间辐射冷却, 造成了部分地区降温显著, 个别地区受到冷害”. 日平均气温降到 18℃ 以下的, 丽江有三天, 昭通仅一天(日平均气温是 17.6℃) 预报与实况相当一致.

参 考 文 献

- [1] 坪井八十二:《新编農業気象ハンデブック》1974 年東京株式会社養賢堂発行, p389, 539~554.
- [2] 《农业气象》, Vol. 31, No. 4, 203~208, 1976.
- [3] 中央气象台农业气象研究室,《农业气象服务手册》, 1959. 10.
- [4] 《数学的实践与认识》1978 年 No. 1 66—80, No. 2 54—62.
- [5] 《水稻寒露风科研服务经验交流会议资料选编》1975 年 8 月, 5—9, 41—50, 192—194.
- [6] 云南省气象局:《高原会议材料》1976 年 5 月, 31—50 (油印稿)