

刘志超,王勇,曹杰,等.黄土高原丘陵沟壑区春季山顶果园最低气温推算[J].陕西气象,2022(4):57-61.

文章编号:1006-4354(2022)04-0057-05

黄土高原丘陵沟壑区春季山顶果园最低气温推算

刘志超^{1,2},王勇³,曹杰¹,贺芬芬¹,杨爱琴¹,林隆超¹

(1. 延安市气象局,陕西延安 716000;

2. 陕西省秦岭和黄土高原生态环境气象重点实验室,西安 710016;

3. 渭南市气象局,陕西渭南 714000)

摘要:利用2020年4月24日延安159个气象站日最低气温数据,通过多元线性回归分析和投影寻踪回归方法,对处于丘陵沟壑区的延安山顶果园日最低气温进行推算。结果表明:投影寻踪回归方法比多元线性回归方法的拟合误差小,尤其对延安北部的拟合效果好,显著降低了苹果花期冻害等级,投影寻踪回归方法拟合的最低气温符合实际冻害灾情。

关键词:丘陵沟壑区;果园气温;推算

中图分类号:S161.24 **文献标识码:**A

黄土高原丘陵沟壑区,由于土层深厚,海拔高度800~1100 m,光照充足,昼夜温差大,有利果实积累糖分,是“世界苹果最佳优生区之一”。截止2020年底,延安苹果种植面积27万hm²,产量370万t,延安北部丘陵沟壑区苹果面积达到16万hm²,苹果产业是当地农民脱贫奔小康的支柱性产业。随着全球气候变化的影响,花期冻害给该区域苹果生产带来极大的损失,不利因素也呈上升趋势。据气象部门统计,2010—2020年期间延安共有7 a出现了苹果花期冻害天气过程,其中冻害严重年份为2010、2013、2018、2020年,花期冻害严重影响了该区域的果业生产和发展。近几年,气象部门在苹果花期冻害气象服务中得到当地政府的一致好评,但在监测评估方面也暴露出了一些问题。由于考虑生活、设备维护等因素,气象站普遍建在靠近县城、乡镇的河谷川道上,观测的日最低气温只能代表川道沟谷;而山地地形支离破碎,局地小气候明显,苹果大多种植在半山坡以上,山顶日最

低气温与沟谷日最低气温有明显差异^[1-4]。如何推算山顶果园最低气温是当前迫切需要解决的问题。本文通过对2020年4月24日花期冻害影响过程的日最低气温进行推算模拟,寻找较合适的推算方法,为今后气象服务和防灾减灾提供技术支撑。

1 研究区域概况、数据来源与方法

1.1 研究区域概况

以延安地区为研究区域,地理坐标为:35°21′~37°31′N,107°41′~110°31′E。延安处于黄土高原丘陵沟壑区,沟壑纵横、山岭相间,除洛川种植在黄土塬上外,其他各县区大多种植在半山坡或山顶上。由于气象站普遍建在靠近县城、乡镇的河谷川道上,形成了山顶气温与沟谷气温的明显差异。选取具有代表性的159个气象站(包括国家级气象站、乡镇气象站和果园气象站,见图1)气温资料推算模拟山顶果园气温分布,通过推算模拟果园日最低气温,以提高延安市的花期冻害评估准确性。

收稿日期:2021-09-14

作者简介:刘志超(1978—),男,河北唐山人,硕士,副研级高工,从事应用气象和气象灾害影响分析。

基金项目:陕西省科技计划项目(2022NY-221);延安市科技创新团队建设项目(2018CXTD-02);延安市科技计划项目(SL2019ZC SC-002);陕西省秦岭和黄土高原生态环境气象重点实验室开放基金课题(2021G-7)

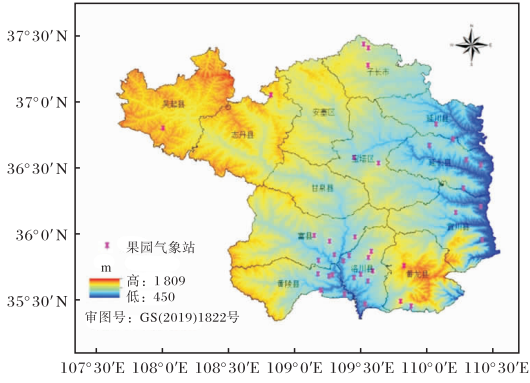


图1 延安市果园气象站分布图

1.2 数据来源

所用数据主要包括2020年4月24日全市159个气象站经度、纬度、海拔高度、日最低气温数据。乡镇气象站和果园气象站数据通过延安市自动站统一应用平台获取,国家级气象站数据通过陕西省气象数据共享网获得。

1.3 研究方法

利用DPS(data processing system)数据处理系统^[5]进行多元线性回归和投影寻踪回归计算,同时采用样条插值方法对气温进行插值^[6-7]。

1.3.1 多元线性回归 建立日最低气温与地理因子(经度、纬度、海拔高度)之间的关系模型^[8-13],拟合出全市山顶最低气温。

1.3.2 投影寻踪回归 投影寻踪回归是根据原始数据建立的非参数回归方程,在降水预测、气象灾害评估等方面得到应用^[14-15]。通过一维空间数据结构特征分析高维数据空间特征,建立非参数回归模型。在地理因子中,权重系数重要性为海拔高度>纬度>经度。

2 花期冻害的差异性分析

按照苹果冻害指标^[16],分别以苹果花期寒潮降温天气过程的最低气温(T_D), $T_D \leq -5^\circ\text{C}$ 、 $-3^\circ\text{C} \geq T_D > -5^\circ\text{C}$ 、 $0^\circ\text{C} \geq T_D > -3^\circ\text{C}$,将陕西苹果花期冻害划分为重度、中度、轻度3个等级。对延安159个气象监测站2020年4月24日的最低气温(图2),进行花期冻害分析,其中74站达到重度冻害,30站达到中度冻害,24站达到轻度冻害,31站未发生冻害。尤其志丹、吴起、富县、安塞、子长、延长、甘泉、黄龙等县(区、市)的气温大多在 -5°C 以下,持续时间较长,上述县区基本达到重度冻害。据延安市农业农村局冻害报告和实地调查,全市出现冻害较重的县为吴起、志丹,分别有约0.13万 hm^2 受冻,但冻害区域主要集中在地势低洼处,安塞、甘泉、宝塔等县区地势较低的果园出现冻害,洛川、黄陵、富县等南部塬区冻害呈点状分布,子长、延川、延长、宜川等县市基本无冻害。因此,实际冻害与气象评估冻害存在着差异性。从2020年4月24日最低气温空间分布看(图3),子长市果园站(109.5544°E 、 37.2669°N 、海拔高度1365m)最低气温为 2.0°C ,按照苹果冻害指标,则为无冻害。志丹县张渠村(108.8244°E 、 37.0397°N 、海拔高度1298m)实测最低气温为 -0.5°C ,也不会出现冻害。山顶果园气象站监测气温明显高于川道沟谷气象站监测气温,因此,利用延安现有气象站观测的最低气温数据来评价苹果花期冻害等级存在着严重的误差。

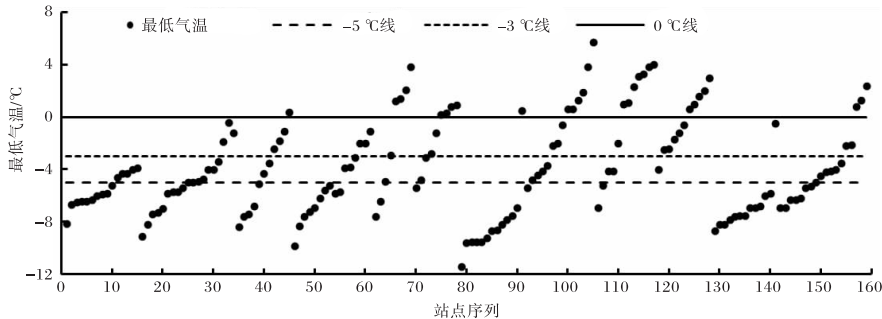


图2 延安市159个果园气象监测站2020-04-24最低气温散点图

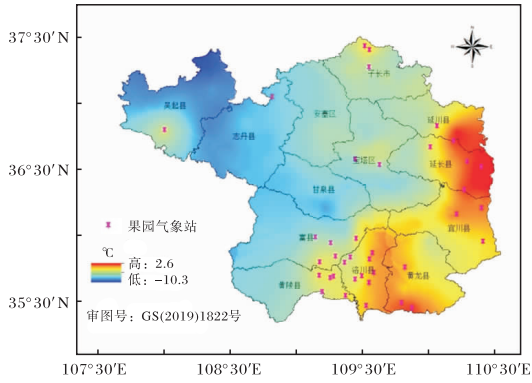


图3 延安市 2020-04-24 果园最低气温空间分布图

3 结果分析

3.1 多元线性回归

利用 2020 年 4 月 24 日 159 个气象站的日最低气温与对应站点的经度、纬度、海拔高度建立多元线性回归方程, $X_4 = -443.570 + 3.610X_1 + 1.130X_2 + 0.006X_3$, 式中 X_4 为日最低气温, X_1 为经度, X_2 为纬度, X_3 海拔高度。复相关系

数 $R=0.68$, 决定系数 $R^2=0.46$, 调整相关系数 $r=0.64$, 方程通过显著性检验。4 月 24 日日最低气温与经度、纬度、海拔高度的相关系数分别为 0.549 6、0.397 6、0.069 2, 温度主要受经纬度影响, 与海拔高度的关系较小。拟合相对误差为 88.1%, 均方误差 = 3.9 °C, 平均绝对误差为 1.5 °C, 最大误差为 4.4 °C。从多元线性回归插值与山顶果园气象站实测值对比分析图(见图 4)可看出, 拟合误差偏大的站主要为富县羊泉、北道德, 洛川县堡子头、杨舒, 延安气象站。误差较大的站点一是受局地小地形影响, 如受河谷影响的延安、洛川县堡子头等, 误差达到 4 °C; 二是对西北和黄河沿岸的站点拟合的误差也大, 如吴起县长官庙误差为 4.3 °C, 延川县梁家河误差为 2.5 °C。因此, 多元线性回归对气温相对高值与低值拟合效果较差, 气温为中间数值效果较好。

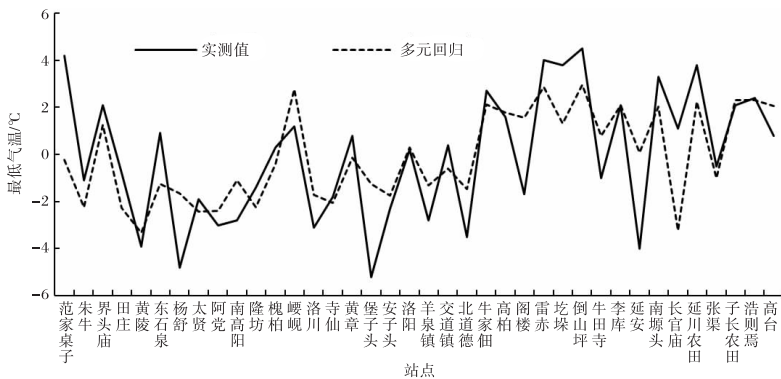


图4 2020-04-24 多元线性回归插值与山顶果园气象站实测值对比

对多元线性回归方程模拟的日最低气温数据进行样条插值得到图 5, 可以看出吴起县气温普遍在 -0 °C 以下, 局部气温在 -4 °C 以下, 花期冻害以中度冻害为主, 局部为重度冻害。志丹县气温在 -2~0 °C 之间, 以轻度冻害为主, 安塞区、宝塔区气温在 -1~2 °C 之间, 局部轻度冻害。

顶果园气象站实测值对比分析图(见图 6)可看出, 拟合误差偏大的站点主要是富县羊泉, 洛川县堡

3.2 投影寻踪回归

对 2020 年 4 月 24 日日最低气温与所在地经度、纬度、海拔高度进行投影寻踪回归分析。模拟结果的决定系数达到 0.82, 拟合样本相对误差 45.8%, 均方误差 1.5 °C, 残差标准差 1.2 °C, 平均绝对误差为 1.3 °C, 最大误差为 3.1 °C, 误差明显小于多元线性回归方程。从投影寻踪插值与山

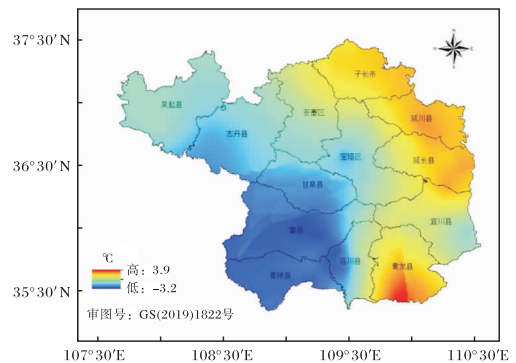


图5 利用多元线性回归方法插值的延安市 2020-04-24 果园最低气温分布图

子头、杨舒、槐阳和洛川气象站。对延安北部的拟合结果较为理想。如吴起县长官庙实测最低气温为 $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$,拟合结果为 $0.48\text{ }^{\circ}\text{C}$;志丹县张渠观测最低气温为 $-0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$,拟合结果为 $-0.48\text{ }^{\circ}\text{C}$;子长市果园观测最低气温为 $2.4\text{ }^{\circ}\text{C}$,拟合结果为 $1.9\text{ }^{\circ}\text{C}$;延安气象观测站最低气温为 $-3.9\text{ }^{\circ}\text{C}$,拟合结果为

$-3.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。拟合效果最差的是延川县梁家河,实测最低气温为 $3.8\text{ }^{\circ}\text{C}$,拟合结果为 $0.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。从拟合结果对比来看,在吴起县、志丹县、安塞区、宝塔区、甘泉县、子长市北部等地区效果好,在延川县和子长市南部效果较差。投影寻踪对低值气温拟合结果好,但对气温相对较高的数值拟合效果差。

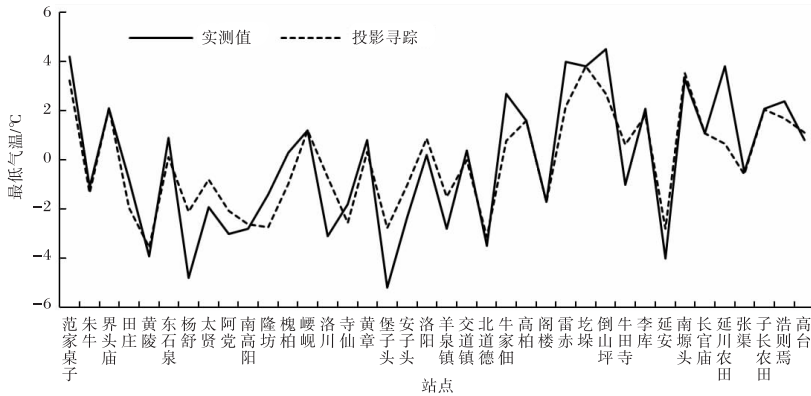


图6 延安市 2020-04-24 投影寻踪插值与山顶果园气象站实测值对比

对投影寻踪回归模拟的日最低气温数据进行样条插值得到图7,在子长市、安塞区、宝塔区形成一个最低气温在 $0\sim-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的相对偏低区域,北部其他地区最低气温在 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上。

方误差、残差标准差等数据可得出,投影寻踪回归明显优于线性回归;因此投影寻踪回归方法的拟合效果最好,显著降低了苹果花期冻害等级,最低气温符合实际冻害灾情。

本研究仅对2020年4月24日一次过程的资料进行研究,存在一定的局限性,今后应对历史上的花期冻害过程进行详细分析对比,加强开展神经网络、随机森林、支持向量机等深度学习方法的研究应用,建立完善的延安花期冻害评估方法,为今后气象服务和防灾减灾提供技术支撑。

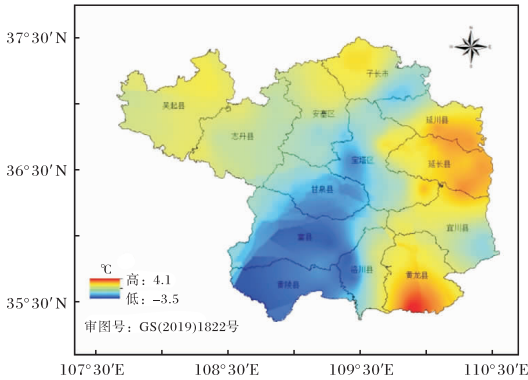


图7 利用投影寻踪回归插值的延安市 2020-04-24 果园日最低气温分布图

4 结论与讨论

利用2020年4月24日延安159个气象站温度数据,通过多元线性回归分析和投影寻踪回归方法,对处于丘陵沟壑区的延安北部山顶果园最低气温进行推算,两种方法均较好地推算出山顶果园气温,总体上与实际灾害评估分布是一致的。对比拟合方程的决定系数、拟合样本相对误差、均

参考文献:

[1] 雷延鹏,孙智辉,宗廷国,等.洛川苹果花期防冻试验效果分析[J].湖北农业科学,2019,58(1):81-83+132.

[2] 雷延鹏,孙智辉,曹雪梅,等.延安5次苹果花期冻害影响分析[J].中国农学通报,2018,34(32):102-107.

[3] 曲静,尹盟毅,孙智辉.黄土高原丘陵沟壑区山地与川地气温对比分析[J].陕西气象,2008(1):49-52.

[4] 韩芳琴,孙智辉,刘志超,等.黄土高原丘陵沟壑区气温垂直变化特征[J].延安大学学报(自然科学版),2011,30(2):69-74.

- [5] 唐启义. DPS 数据处理系统[M]. 北京:科学出版社, 2010.
- [6] 徐翔,许瑶,孙青青,等. 复杂山地环境下气候要素的空间插值方法比较研究[J]. 华中师范大学学报(自然科学版),2018,52(1):122-129.
- [7] 马秀霞,黄领梅,沈冰. 陕西省月平均气温空间插值方法研究[J]. 水资源与水工程学报,2017,28(5):100-105.
- [8] 朱浩楠,刘晓冉,李永华,等. 考虑地形的空间插值算法在复杂下垫面地区气温和降水精细化插值的评估[J]. 气象,2020,46(5):655-665.
- [9] 马诺,唐冶,常存,等. 基于 DEM 的气温空间插值方法比较[J]. 干旱气象,2020,38(3):465-471.
- [10] 徐军昶,高彦斌,李四虎. 基于 GIS 的陕西省极端气温及其重现期值的空间分布特征研究[J]. 陕西气象,2010(1):6-9.
- [11] 郭兆夏,符显,王军,等. 陕西苹果主产区日最低(最高)气温的空间插值[J]. 陕西气象,2008(5):24-26.
- [12] 吴浩,邱新法,王勇,等. 杭州市复杂地形下月平均气温分布式模拟[J]. 科技通报,2019,35(7):59-65.
- [13] 李威鹏,邱新法,曾燕,等. 福建省复杂地形下旬平均气温分布式模拟[J]. 热带地理,2019,39(2):229-236.
- [14] 李祚泳,徐源蔚,汪嘉杨,等. 基于投影寻踪回归的规范指标的气象灾情评估[J]. 应用气象学报,2016,27(4):480-487.
- [15] 张兴伟,陈超,田姗,等. 基于机器学习的苹果始花期预测[J]. 中国农业科技导报,2020,22(10):93-100.
- [16] 王景红,柏秦凤,梁轶,等. 2013 年陕西苹果花期冻害气象条件分析及受冻指标研究[J]. 果树学报,2015,32(1):100-107+174.