土壤温度与气温及纬度和海拔关系的研究*

冯学民　蔡德利
(黑龙江八一农垦大学植物科技学院, 黑龙江大庆　163319)

SOIL TEMPERATURE IN RELATION TO AIR TEMPERATURE, ALTITUDE AND LATITUDE

Feng Xuemin　Cai Deli
(Heilongjiang August First Land Reclamation University, College of Plant Science and Technology, Daqing, Heilongjiang　163319, China)

关键词　土壤系统分类; 土壤温度状况; 分异特性
中图分类号　S152.8　　文献标识码　A

土壤温度影响植物根系的生长和分布, 影响土壤化学过程的速度和成土母质中原生矿物的风化, 所以在美国土壤系统分类中, 把在土表下 50 cm 深度处的年均土壤温度作为分异特性, 用于不同分类级别的区分[1], 在我国的土壤系统分类中也采用了此办法, 把土壤温度状况作为土壤分类的重要依据之一[2]。然而如何取得土表下 50 cm 处年平均土壤温度是个难题, 若在每个要测验的单个土体处建立土壤温度观测点当然可靠, 但需要大量人力、物力和时间[3], 很难做到。有的是用大气温度来推算, 例如在美国大部分地区土壤温度比气温高 2°F(1.1℃), 以此来推算土壤温度[4], 但仅用大气温度来推算土壤温度有局限性。国内也有根据各省市部分气象站点的土壤温度, 归类出这些地方土壤温度状况类型[5], 但所用资料以外的其它地方仍无法顾及。本文通过研究我国大陆年均土壤温度与气温; 尤其是年均土壤温度与纬度和海拔的关系, 据此, 无论在任何地点, 只要知道其气温或纬度和海拔高度, 就可以通过建立的回归方程, 推算出相应 50 cm 深处的年均土壤温度。

1　材料与方法

1.1　基础数据

首先根据 1951~ 1980 年间中国地面气候资料中 30 个省(市、自治区), 150 个观测点的年均 40 cm 和 80 cm 土壤温度, 用中国土壤系统分类课题组推荐的方法(1), 下式计算出 50 cm 深处年均土壤温度:

年均土壤温度(50 cm) = 年均土壤温度(40 cm) + [年均土壤温度(80 cm) − 年均土壤温度(40 cm)]/4

此计算是建立在 40 cm 以下的土壤温度的变化呈直线关系的基础上, 实际上 40 cm 以下土壤温度几乎没有变化, 因此计算值与实测值相差甚微。同时查出这 150 个观测点的年均气温及纬度和海拔高度。

1.2　计算方法

建立直线回归方程为 $\hat{y} = a + bx$, , 对上述 150 个站点的年均气温(x)与年均土壤温度(y)进行回归分析, 用公式 $r = \frac{SP}{\sqrt{SS_x \cdot SS_y}}$ 计算其相关系数 r; 建

---

* 国家自然科学基金项目(49831004)资助
作者简介: 冯学民(1949~), 男, 副教授, 现主要从事生物统计教学与科研工作
(1) 中国科学院南京土壤研究所土壤系统分类课题组. 土壤野外描述、水热动态预测方法及土壤信息系统. 1991. 38~ 39. Chinese Soil Taxonomy Research Group, Institute of Soil Science, Academia Sinica. Soil Description and Measurement Method of Hydrothermal Regime as well as Soil Information System (In Chinese). 1991. 38~ 39
收稿日期: 2003- 03- 24; 收到修改稿日期: 2003- 06- 19

立多元回归方程 $\hat{y} = a + b_1x_1 + b_2x_2$, 对这些站点的纬度($x_1$)、海拔高度($x_2$)与 50 cm 年均土温($y$)进行多元回归分析, 用公式 $R_{y\cdot 12\cdots m} = \sqrt{\frac{U_{y/12\cdots m}}{SS_y}}$ 计算其多元相关系数 R。

2 结果与分析

2.1 土壤温度与气温的关系

计算的 150 个点年均土壤温度(50 cm) 为13.22±6.02℃, 比年均气温高 2.37 ±0.94℃。对年均气温(x)与年均土壤温度(y)进行回归分析, 其相关系数 $r = 0.988\ 9$, 相关极显著, 回归方程为 $\hat{y} = 2.900\ 1 + 0.951\ 3x$(图 1)。应用此方程计算各观测点的土壤温度与实际值吻合相差在 ±1 以内的 118 个点, 占 78.1%, 相差较大的地区出现在干旱地区和高寒地区, 例如新疆的阿勒泰(-2.11), 黑龙江省的齐齐哈尔(1.73), 内蒙古的赤峰(1.65)等。由上可知, 对大部分地区来说, 根据年均气温就可以利用上述方程计算出 50 cm 深处的年均土壤温度。但需要指出, 能测得气温的气象站点位置, 并不全可代表被分类土壤某单个土体的实际位置, 我国一般是一个县有一个气象站, 用这一个点的气温数据代表全县也不是都适当。

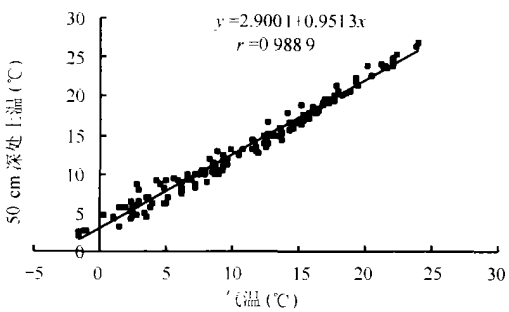

图 1 土壤温度(50 cm)和气温相关关系

2.2 土壤温度与纬度和海拔的关系

由于气温与土壤温度相关极显著, 而对气温影响最大的是纬度和海拔, 且任一个土壤点的纬度和海拔都较易得到, 研究纬度和海拔与土壤温度的关系更有实用意义, 因此, 我们对上述 150 个站点的纬度(x_1)、海拔高度(x_2)与 50 cm 年均土壤温度(y)建立多元回归方程 $\hat{y} = 40.249\ 5 - 0.716\ 6x_1 - 0.002\ 4x_2$, 其多元相关系数 $R = 0.951\ 5$, 相关极显著(图 2)。

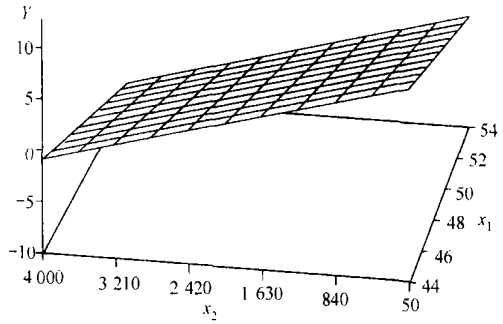

图 2 土壤温度与纬度和海拔的相关关系(不分海拔)

在应用以上多元回归方程计算各观测点的土壤温度 $\hat{y}$ 时, 发现 $\hat{y}$ 与实际观测值 y 吻合相差在 ±1 以内的有 105 点, 占 70%, 吻合相差大于 ±3 的有 34 个点, 占 22.7%, 这 34 个点大部分位于海拔 1 000 m 以上。为此, 我们按海拔高于和低于 1 000 m 分别做回归分析, 以期能更符合实际。

海拔 1 000 m 以下的 102 个点, 50 cm 深处土壤温度(y)与纬度(x_1)和海拔(x_2)之间的回归分析, 回归方程为 $\hat{y} = 40.995\ 1 - 0.741\ 1x_1 - 0.000\ 7x_2$, 其多元相关系数 $R = 0.964\ 1$, 呈相关极显著(图 3)。海拔 1 000 m 以上的 48 个点, 土壤温度(50 cm)与纬度(x_1)和海拔(x_2)的回归方程为 $\hat{y} = 39.8565 - 0.6530x_1 - 0.0031x_2$, 多元相关系数 $R = 0.9197$, 虽较1 000 m以下的稍差, 但也达到了相关极显著水平(图 4)。应用回归方程计算各观测点的土壤温度与实际值比较来看, 将海拔 1 000 m 以上和以下分别计算, 其吻合度有提高, 但个别地区相差仍达 1.5~2℃以上, 这些点多出现在干旱地区的新疆和内蒙古, 为此, 建议在这些地区另建方程。

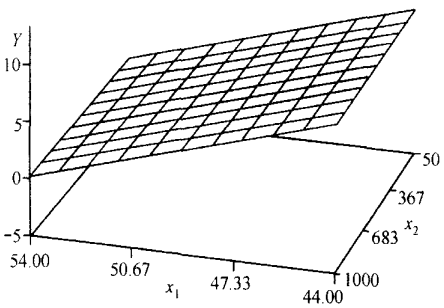

图 3 土温与纬度和海拔的相关关系(海拔 1 000 m 以下)

3 结论与讨论

根据所建立的方程, 对有关文献[2] 中的有纬度

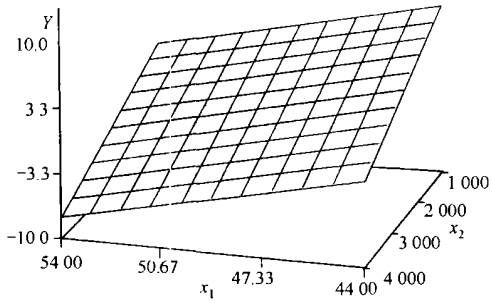

图 4　土温与纬度和海拔的相关关系(海拔 1 000 m 以上)

和海拔的 105 个单个土体进行实际计算验证, 大多数都是符合的。例如, 海南省东方县四更监场北滨海沙地的高热干润砂质新成土, 位于北纬 19°05′, 海拔 10 m, 代入 1 000 m 以下的方程得 26. 8 ℃, 属于高热土壤温度状况; 又如, 广西壮族自治区武鸣县大明山的漂白滞水湿雏形土剖面, 位于北纬 23°29′, 海拔 1 480 m, 代入 1 000 m 以上方程, 得年均土温 19. 9 ℃, 属于热性土壤温度状况。因此, 这种方法对我国大陆大部分地区都是适合的, 只有在干旱地区, 特别是新疆和内蒙古不完全适用。

参 考 文 献

[1]　Agronomy Department Cornell University. Keys to Soil Taxonomy. Soil Management Support Services, 1985. 38~ 40

[2]　龚子同, 等. 中国土壤系统分类——理论• 方法• 实践. 北京: 科学出版社, 1999. 75

[3]　南都国, 张之一, 赵良其. 三江平原潜育土土壤湿温度状况与气温相关关系的研究. 土壤学报, 1995, 32 增刊(1): 177~ 183

[4]　Guy D. Smith. Rationale For Concepts in Soil Taxonomy. SMSS Technique Monograph No. 11. 1986. 128~ 129

[5]　史学正, 邓西海. 我国土壤温度状况. 见: 龚子同主编. 中国土壤系统分类进展. 北京: 科学出版社, 1993. 353~ 360