

基于 GIS 的区域气候综合评价——以山东省为例

刘祥梅^{1,2}, 郭志华^{*}, 王建立¹

(1. 中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所, 北京 100091; 2. 西南大学地理科学学院, 重庆 400715)

摘要 基于山东省及周边地区 1973~2002 年 42 个气象站点的基本气象数据, 计算出各气象站的多年平均气温、大于 10℃ 积温、干燥度、年降水量和年降水变率等。对气候指标利用“回归分析+残差修正”的方法进行插值, 生成 1 km × 1 km 的栅格数据, 然后利用层次分析法(AHP)建立气候综合评价模型, 对山东省气候进行综合评价。

关键词 GIS; 气候; 综合评价; 山东

中图分类号 S127 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)10-03118-02

Integrated Assessment of Regional Climate Based on GIS Taking Shandong as a Case

LIU Xiang-mei et al (Institute of Forest Environment and Protection, Chinese Academy of Forest Science, Beijing 100091)

Abstract Based on the meteorological data of 42 meteorological stations during 1973~2002 in Shandong province, the annual mean temperature, accumulated temperature > 10℃, aridity index, precipitation and precipitation variability were computed up. The method of "Multiple regression analysis + Inverse Distance Weighting (IDW) residuals" was used to interpolate the meteorological indexes and climate thematic maps with a spatial resolution of 1 km were produced. With the method of Analysis Hierarchy Process (AHP), the integrated assessment model of climate was established to evaluate the climate of Shandong province.

Key words GIS; Climate; Integrated assessment; Shandong province

生态环境受地形、气候、土壤、植被和人类活动等诸多因素的影响。目前, 生态环境及其变化特点的研究越来越受到关注, 生态环境的调查、监测、评价等方面的工作也迅速开展。气候是生态环境的一个重要因子。气候评价结果不仅可用于资源与环境的评价、生态系统的变化和管理、生态系统模型建立、植被生产力计算和生态区划等方面的研究, 而且可为生态学、地学、资源与环境等学科的发展提供重要的基础数据^[1]。

气候综合评价的方法很多, 有综合模式法、层次分析法、主导因子法、加权评价模型法等。层次分析法是一种将定量和半定量指标结合起来分析的多目标评价方法^[2]。层次分析法在多目标决策中应用相当广泛。该文亦利用该法对山东省气候进行评价。过去, 气候评价以单个气象站点的观测数据和定性描述为主, 数据以定点观测数据为主, 而定量分析也只注重单一要素, 区域气候特征的定量表达和多要素的综合评价还不多见。高空间分辨率、栅格化的气象数据能更好地表达其连续分布的空间特征, 利于区域空间特征的定量分析, 与其他空间数据叠加可以实现空间多要素的综合分析和整体评价。

1 材料与方

1.1 数据来源 气候数据来自国家气象中心气候资料室, 包括山东省及其周边 42 个基本气象站点 1973~2002 年的数据。由基本气候数据得到各站点 30 年的年平均气温(\bar{T})、大于 10℃ 积温($AT > 10$)、干燥度(A)、年降水量(\bar{P})和年降水变率(PV)等数据。数字高程(DEM)数据的精度为 1 km。

1.2 方法

1.2.1 干燥度和年降水变率的计算方法。干燥度采用 L.R. Holdridge 计算方法^[3], 公式为:

$$AI = \frac{PE}{P} \quad (1)$$

$$PE = 58.93 \times ABT \quad (2)$$

$$ABT = \frac{1}{12} \sum t_i \quad (3)$$

式中, AI 为干燥度; PE 为潜在蒸发散; P 为降水量; ABT 为年生物温度(°C); t_i 为第 i 个月的生物温度。

年降水变率采用相对降水变率, 计算公式为:

$$PV = \frac{(\sum_{i=1}^n |P_i - P|) / n}{P} \times 100\% \quad (4)$$

式中, PV 为降水变率; P_i 为一站点第 i 年的年降水量; P 是一站点 n 年的平均降水量。

1.2.2 插值。在每个分区, 对气候指标(C)和经度(Lon)、纬度(Lat)、海拔高度(H)进行回归分析, 建立回归模型:

$$C = f(Lon, Lat, H) \quad (5)$$

根据上述模型估算气候值, 并且进行残差修正。首先, 用 Kriging 法对残差进行插值, 然后将插值后的气候残差分布图修正到通过回归模型建立的气候分区图上, 从而得到修正后气候分布图^[4]。

1.2.3 气候评价模型。

1.2.3.1 单因子评价模型。根据农业构成特点、耕作习惯及山东省气候特点等, 将气候指标分为不同等级(表 1)^[5]。

1.2.3.2 综合评价模型。

(1) 建立评价指标, 选取 \bar{T} 、 $AT > 10$ 、 A 、 \bar{P} 和 PV 5 个指标。

(2) 对指标数据进行标准化, 标准化公式^[6]为:

$$Q_i = \frac{X_i - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \times 10 \quad (6)$$

式中, Q_i 为某一参评因子的第 i 级的分级标准化值; X_i 为该参评因子的第 i 级编码值; X_{min} 为该参评因子的最小编码值; X_{max} 为最大编码值。

(3) 各因子权重的确定。采用 AHP 法^[7], 包括 3 个层次、3 类约束因素、5 个评价指标。根据山东省气候特点, 对比各因子的相对重要性, 建立各个层次的判断矩阵, 计算各矩阵的最大特征值对应的归一化特征向量, 得到年平均气温、大于 10℃ 积温、干燥度、年降水量和年降水变率的权重分别为

基金项目 国家自然科学基金项目(30590383)。

作者简介 刘祥梅(1980-), 女, 山东日照人, 硕士研究生, 研究方向: 区域环境综合评价。* 通讯作者。

收稿日期 2006-12-15

0.179 9、0.359 7、0.163 4、0.099 0 和0.198 0。

(4) 采用加权求和的方法,求得综合评价结果,公式为:

$$E = \sum_{i=1}^5 P_i \times W_i \quad (7)$$

表1 气候因子及综合评价价值

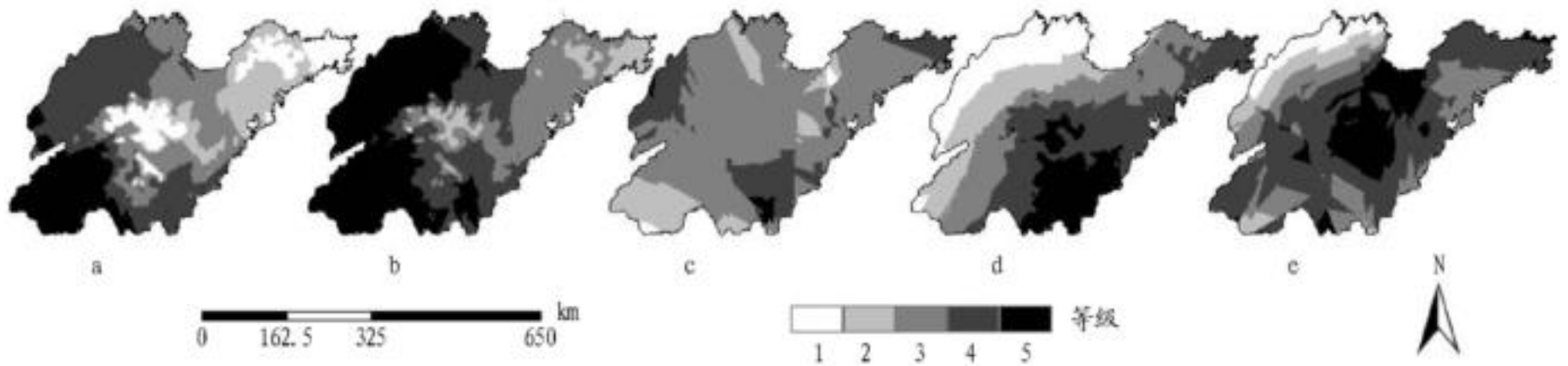
	年均温		大于10 积温		干燥度		年降水量		年降水变率		综合 评价价值
	数值	比例 %	数值	比例 %	数值	比例 %	数值 mm	比例 %	数值 %	比例 %	
1	12	12.01	3 500	0.04	>2.5	0.76	550	15.40	>24	6.48	1.06
2	12 ~12.5	16.58	3 500 ~4 000	6.98	2.5 ~2.0	13.01	550 ~600	16.04	24 ~23	8.19	23.38
3	12.5 ~13	23.55	4 000 ~4 300	24.21	2.0 ~1.5	67.56	600 ~650	23.81	23 ~22	21.51	29.62
4	13 ~13.5	31.36	4 300 ~4 500	24.63	1.5 ~1.0	17.48	650 ~750	29.71	22 ~21	46.22	37.35
5	>13.5	16.50	>4 500	44.14	1.0	1.19	>750	15.04	21	17.60	8.59

2 结果与分析

2.1 单因子评价

2.1.1 年平均气温。由表1、图1可知,山东省年平均气温主要在10~14 之间,平均为12.85 。西部年平均温度高于

东部,南部高于北部,内陆高于沿海,平原高于山区。受地形的影响,鲁中山区和半岛东部地区年平均气温最低,小于12 ;鲁西南地区年均温最高,达13.5 以上;鲁西北地区和鲁南南部气温较高,在13~13.5 之间。



注:a、b、c、d、e 分别表示年平均气温、大于10 积温、干燥度、年降水量、年降水变率分布情况。

图1 山东省各气候因子评价

2.1.2 大于10 积温。由表1、图1可知,山东省热量资源丰富,大于10 积温主要在3 500~4 800 之间。积温空间分布与年平均气温相似,西部大于东部,高原大于山区。鲁中和半岛地区大于10 积温偏低,主要在4 300 以下;鲁西地区大于10 积温偏高,在4 500 以上。

2.1.3 干燥度。由表1、图1可知,山东省半岛东部和鲁南部分地区干燥度小于1.0,属于湿润地区;鲁南、鲁西北和半岛东部一带干燥度在1.5~2.0 之间,属半湿润地区;其他大部分地区干燥度在2.0 以上,属于半干旱地区。

2.1.4 年降水量。由表1、图1可知,山东省30 年平均降水量为644.83 mm,各地平均降水量主要在500~850 mm 之间。降水量由东南沿海向西北内陆逐渐减少。鲁中山区、鲁南和南部沿海一带降水量在750 mm 以上,鲁西北地区降水量小于550 mm,其他地区降水量在550~750 mm 之间。

2.1.5 年降水变率。由表1、图1可知,年降水变率较大,主要在20~23% 之间,且变率从东南向西北逐渐增大。鲁中地区降水变率最小,小于21%;鲁西北和鲁西南部分区域变率较大,在23% 以上;其他地区变率大都在21~23% 之间。

2.2 综合评价 山东省气候综合评价等级共分为5 级,等级越高,气候综合条件越好。由表1、图2可知,山东省气候评价等级平均值为3.29,等级主要集中在2~4 级之间,占全省总面积的90.35%,1 级区和5 级区分别仅占1.06% 和8.59%。鲁中山区、鲁东和鲁北地区的北部气候综合评价值较低,等级主要在1~2 级。鲁中山区和鲁东地区气温和大

于10 积温较低,年均温小于12 ,大于10 积温在4 300 以下;干燥度较大,在1.5~2.0 之间;降水丰富,年降水量大于650 mm;降水变率相对较小,在22% 以下。鲁西北、鲁中部分地区和半岛南部地区等级在3~4 级之间,气候综合条件较好。鲁西北地区气温和大于10 积温较高,分别在13 和4 500 以上,干燥度在1.5~2.0 之间,但降水量较少,降水变率较大。鲁中部分地区和半岛南部地区气温较鲁西北地区低,但降水量大,降水变率小。鲁西南和鲁南地区综合平均等级最高,在4 级以上。该地区热量资源丰富,气温大于13 ,大于10 积温在4 300 以上;干燥度主要在1.0~2.5 之间;降水丰富,大部分地区降水量大于600 mm,降水变

(下转第3128 页)

(上接第3119页)

率小于23%。该地区是水热条件最好的区域。

3 讨论

山东省地处中纬度,属暖温带大陆性季风气候,四季分明,水热条件好,且雨热同期。但由于地处复杂的季风气候区,大气环流系统复杂,已成为气象灾害多发、易发地区,如春旱夏涝、干热风、冰雹、霜冻等。了解当地气候特征,对气候指标进行综合评价是防治气象灾害发生的基础,同时也可以为资源与环境的评价、生态系统的变化和管理、生态系统模型的建立、植被生产力的计算和生态区划等方面提供依据。

插值采用回归分析加残差修正的方法。回归分析考虑到经纬度和海拔高度对气候指标值的影响,残差可以看作是除经纬度和海拔高度以外的其他因素对气候指标值影响的总和。将插值后的残差分布图修正到通过回归模型建立的气候分布图上,得到修正后的气候分布图。这样的气候插值考虑到更多的影响因素,精度更高。由于在回归建模中使用了DEM数据,所以DEM数据的精度会影响插值的精度。同时,气象观测站点的数量和空间分布,也会影响到插值精度。

采用回归分析与空间插值相结合的方法,对气候数据进行空间化,生成山东省1 km×1 km 栅格气候图,实现了区域空间数据的定量化表达。每个栅格保留了气候指标的特征信息,并有各个数据的空间位置信息,能够方便地对比分析气候的空间分布和特征差异。通过加权求和的方法进行栅格叠加,得到气候的综合评价图。同时,气候数据也可以与土壤、植被等其他空间数据叠加,实现多要素的综合分析和整体评价。

参考文献

- [1] 刘新安,于贵瑞,范辽生,等.中国陆地生态信息空间化技术研究()——温度、降水等气候要素[J].自然资源学报,2004,19(6):818-825.
- [2] MANOQUE M, KELLY M. Evolving methods of assessment [J]. Dental Education, 2002, 6(3):53-66.
- [3] 孟猛,倪健,张治国.地理生态学的干燥度指数及其应用评述[J].植物生态学报,2004,28(6):853-861.
- [4] VICENTE S S M, SAZS NCHEZ MA, CUADRAT J M. Comparative analysis of interpolation methods in the middle Ebro Valley (Spain): application to annual precipitation and temperature [J]. Ci m Res, 2003, 24:161-180.
- [5] 邓先瑞.气候资源概论[J].上海:华中师范大学出版社,1995.
- [6] 张增祥,彭旭龙,陈小峰,等.生态环境综合评价与动态监测的空间信息定量分析及应用[J].环境科学,1999,20(1):68-72.
- [7] 周彬,郑小贤,钟艳,等.林分物种多样性指标体系的研究[J].北京林业大学学报,2002,24(2):22-26.