

内蒙古“金三角”地区近 500 年来降水与温度变化的研究*

史培军 方修琦 赵焯 金争平**

提要: 本文根据研究区树木年轮指数,建立了 500 年来降水与温度的变化序列,分析了降水与温度的关系,水热环境变化对区域经济开发的影响。

前言

内蒙古呼和浩特市、包头市、伊克昭盟准格尔旗三点所围成的地区,被称之为内蒙古的“金三角”地区(图 1)。这里不仅是内蒙古两个最大的城市所在地,而且也是陕晋蒙能源基地的重要组成部分——准格尔东胜煤田。煤炭资源的开发、交通建设已经使本区已严重的水土流失、风蚀沙化得以加强,气候的干湿变化使这些环境问题更为复杂。因此,研究本区水热环境的变化规律,不仅对分析这些环境问题的形成发展提供科学依据,而且对制定本区自然资源的开发、工矿企业的建设规划都有重要意义。近 30 年的温度和降水资料分析表明,水热环境的变化在时空两个方向均具有一致性的规律^{[1][2]}。因此,选择本区南部一组树木年轮资料,所建立起来的近 500 年水、热环境变化序列能够反映本区的情况。

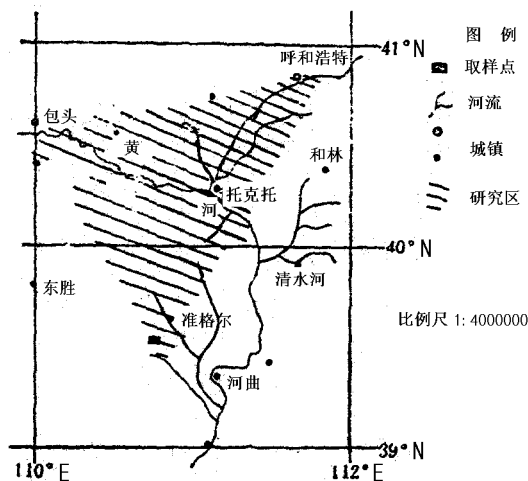


图 1 研究区位置及取样点位图

1. 树木年轮资料的采集、处理与水热变化信息的提取

1.1 样品采集与处理

我们用生长锥在研究区准格尔旗羊市塔乡松树堰取得油松 (*Pinus tabulaeformi* Carr.) (当地称油松王) 和侧柏 (*Platycladus orientalis* (L.) Franco) 的年轮样品, 又在其邻近的瓦贵庙自然保护区取得 9 棵油松的年轮样品, 共得到 22 根树芯。在中国科学院地理研究所年轮实验室, 根据“三步交叉定年”的方法^[1], 进行了样品定年、年轮宽度测量、生长量订正, 得到所有样品的年轮指数序列。

松树堰的油松和侧柏生长在海拔 1300 米的披砂丘陵顶部, 相距 25 米。附近覆沙地风蚀严重, 中全新世古土壤暴露地表, 流沙呈斑点状分布。瓦贵庙的油松生长在披砂丘陵的

* 国家自然科学基金资助项目。张兰生教授、吴祥定副研究员给予指导, 特此致谢。

** 金争平: 内蒙古自治区水利科学研究所

坡梁地上, 取样点海拔高度 1180—1240 米, 附近也有零星裸露流沙, 取样点坡度在 20—30° 之间。上述两地树木生长的立地条件及气候条件相差无几。所取样品敏感度均很高, 在 0.24~0.53 之间。树木年轮指数序列与呼和浩特 1951—1985 年逐年降水量 (P) 温度 (T) 相关显著, 并通过 0.05 的显著性检验。因此, 这组年轮序列能够反映本区水热环境的变化。

1. 2 水热变化信息的提取

在所取样本中, 除“油松王”车轮为 473 年外, 其余均在 100—160 年之间, 为了能够充分利用最长的年轮信息, 我们做了以下个相关转换。

①在油松样本中, 选序列长度大于 110 年的 4 棵树 6 个芯的样品 (这些样品各序列相关可通过 0.0001 显著性检验), 将它们合成为一个序列, 作为本区油松的基本年轮年表。

②根据“油松王”序列与油松基本年轮年表之间的显著相关关系 (可通过 0.001 显著性检验), 利用线性拟合方程, 把“油松王”序列转换为本区 473 年的油松年轮年表。

③以 114 年的侧柏序列为基本侧柏年轮年表根据该序列与油松年轮年表的反相关关系 (可通过 0.001 显著性检验), 用线性拟合方程得到本区 483 年的侧柏年轮年表。

根据以上四个树木年轮年表, 利用线性方程拟合, 分别得到由油松年轮年表拟合的 110 年、473 年降水序列; 由侧柏年轮年表拟合的 114 年、473 年温度序列 (图 2、图 3、图 4、图 5)。这四条曲线记录了本区水热变化的过程。

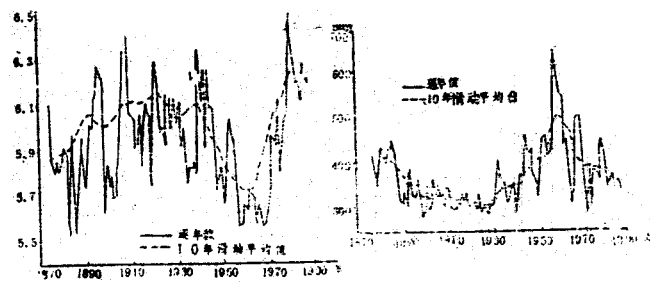


图2 研究区110年降水序列

图3 研究区114年温度序列

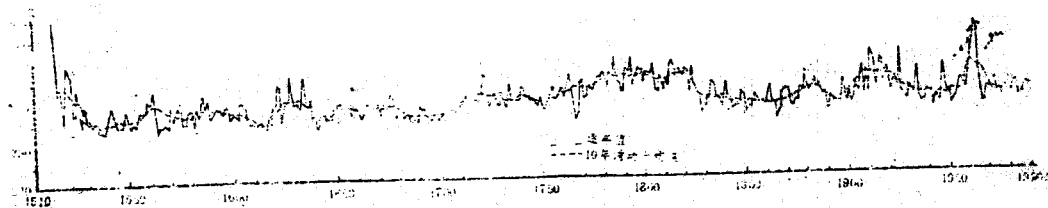


图4 研究区473年降水序列



图5 研究区473年温度序列

2. 结果分析

2. 1 近 115 年来降水和温度的变化

从由油松年轮计算的逐年降水值来看, 波动明显、波幅较大, 显示出东亚季风气候边缘区的特色。逐年最小值(292.0mm)与最大值(676.9mm)之差所达 2.3 倍。若以本区 1951—1980 年的平均值 417.5mm 来看, 最小值与最大值分别比平均值低 30.06%和高 62.13%。从十年滑动平均值来看, 本区 100 多年来最小值(374.2mm)与最大值(466.6mm)分别比本区 1951—1980 年的十年滑动平均值低 9.93%和高 11.7%。

从由侧柏年轮计算的逐年温度值来看, 虽然波动明显, 但其波幅远不及降水大。逐年最小值(5.5℃)与最大值(6.5℃)之差为 1℃。若以本区 1951—1980 年的平均值 5.8℃来看, 最小值与最大值分别比平均值低 5.17%和高 12.07%。从十年滑动平均值来看, 本区 100 多年来最小值(5.7℃)与最大(6.3℃)值分别比本区 1951—1980 年的十年滑动平均值低 3.39%和高 6.78%。

由以上分析可以看出, 正是降水量的波动使本区易出现旱涝灾害, 且主要是干旱的危害。

2. 2 近 500 年来降水和温度的变化

近 500 年来降水和温度的曲线, 都是由原油松序列经相关转换得到的, 因此, 使逐年信息损失很多。所以, 逐年值的波动幅度已不能说明实际情况。从十年滑动平均值来看, 降水量最小值与最大值分别比 1951—1980 年的十年滑动平均值低 21.07%和高 9.56%, 这表明近 500 年来曾经出现过比 100 多年来更极端干旱的情况, 降水量变幅较 100 多年要更大一些。温度变化幅度不及降水, 但也显示出明显的冷暖变化阶段, 变化幅度与近 115 年的情况相当。

2. 3 本区降水和温度的相关关系

本区油松、侧柏树木年轮指数的同步反相关配置, 证实了存在着少雨高温、多雨低温的情况。这与本区 30 多年来超过 1 倍方差以上的年降木量与年平均温度的反相关配置完全一致。由于树木年轮生长量主要反映生长季的水热状况, 因此, 这种反相关主要反映的是夏季降水与温室的反相关。这种时间上的反相关配置与本区空间上的反相关配置完全相吻合。另外, 本区处在东亚季风尾闾区, 夏季降水占到年降水量的 70%以上, 因此, 降水在夏季的增多对夏季温度的调节是很明显的, 这样较剧烈的湿度波动必然使温度的变化表现出来, 这正是这种反相关配置的根本原因。假设这种反相关关系在 500 年内仍成立, 则本文中用油松年轮序列转换的 500 年来的温度序列应是可信的。

2. 4 降水和温度变化趋势

从 100 多年来降水和温度的变化趋势来看, 年平均温度在本世纪 20 年代以前, 显示出逐渐增加的趋势。此后, 到 60 年代中期, 逐渐下降。60 年代中期以后, 到 80 年代初期。则又表现出逐渐增加的趋势。降水与温度的变化相反, 在本世纪 20—30 年代以前, 降水逐渐减少。此后, 到 60 年代中期逐渐升高, 以后则逐渐下降。20—30 年代的相对干燥期, 正是本区 100 多年来湖泊水量最少的时期, 这在北方半干旱地区的湖泊都有反映, 诸如呼伦湖, 红碱淖、岱海等都出现明显的低湖面时期。这个时期也正值我国北方、特别是内蒙古地区流沙相对扩展的时期^[4]。50—60 年代的相对湿润期, 则是本世纪 50—60 年代农垦高潮时期。60 年代以来到规年代初期的相对干燥时期, 则正值此期间风蚀沙化面积的扩展。

因此, 人为因素只是本区沙化(流沙扩展、古沙翻新、沙丘活化)短周期过程的一个诱导因素或加强因素, 而相对干燥的气候背景则是其流沙扩展的主要原因。

从近 500 年来降水和温度的变化趋势来看, 以 1951—1980 年的 10 年滑动平均值为标准, 可把图 4、图 5 中的降水与温度 10 年滑动值划分出以下几个水热组合段:

- ①1517—1523 年, 凉湿, 持续 6 年
- ②1523—1775 年, 温干, 持续 52 年
- ③1775—1824 年, 凉湿, 持续 49 年
- ④1824—1903 年, 温干, 持续 79 年
- ⑤1903—1922 年, 凉湿, 持续 22 年
- ⑥1922—1955 年, 温干, 持续 33 年
- ⑦1955—1967 年, 凉湿, 持续 12 年
- ⑧1967—1982 年, 温干, 持续 15 年

从中可以看出, 温干与凉湿段持续时间逐渐变短, 显示出波动频繁, 气候的稳定性程度变低, 这可以看作是本区气候变化的涨落时期, 因此, 气候灾害增多。此外, 从 50 年滑动平均值来看, 以 1800 年为界, 此前呈现凉湿趋势, 此后呈现温干趋势。这些特征说明, 在百年尺度上, 研究区存在着旱化趋势。

2. 5 降水和温度变化的准周期

应用功率谱的方法, 对所得到的降水、温度的估算值进行分析, 发现本区水热存在着明显的准 22 年、准 36 年、准 83 年、准 102 年、准 400 年变化周期。据此推断, 到 2000 年前后, 本区处在相对于暖时期、2020 年前后是一个相对温湿的时期。

2. 6 众热环境变化与自然灾害

本文的工作发现, 研究区 500 年旱涝等级序列与油松年轮序列的对应关系很差。我们认为这主要发生在对旱涝等级的气候意义的理解, 以及旱涝等级序列的精度上。现作如下分析: ①不同地区的旱涝等级资料具有不同的气候意义。首先一般史料中的旱、涝概念, 是与当地农牧业生产丰欠水平有关的灾情量度, 它既不是由于水分多寡集中程度而造成的灾害量度, 也不是反映降水量多少的等价信息。因此, 旱涝等级序列不等同于降水序列。只有把旱涝等级序列理解为灾情等级序列, 再在不同的区域条件约束下, 将其转变成灾害等级序列, 然后, 才有可能由灾害等级序列转变成水分多寡的降水序列。在由灾情等级转变成灾害等级过程中, 干旱半干旱地区反映干旱灾情的等级与干旱灾害密切相关, 二者之间具有等价性。进一步可将干旱灾害与降水量偏少建立起相关关系来。但对于洪涝灾情, 就较难于降水量大面积较多建立——对应关系。因为洪涝往往是由于一次性降水强度大而引起的局部性灾害, 而其造成的洪涝灾情, 则更与所处的地貌条件、防洪设备、经济基础等社会性因素有关。②在对旱涝等级信息的提取与分析中, 一是所使用的原始信息的不均一性, 一般来讲, 随时间的推移, 愈近现代资料愈丰富; 反之, 资料愈少。这样在进行邻区有关资料的内插时, 就容易增加人的主观性。另外就是在提取旱涝灾情信息时, 本身就滤掉了趋势值的影响, 这样就与降水序列从本质上有了差别。对于干旱半干旱地区, 当在水分条件变化具有一致性的地区, 进行旱灾等级内插时, 其可信度增高; 而对洪涝灾情内插时, 存在的问题就更多, 在某种程度上, 是不能够进行内插的, 这是因为干旱所涉及的范围远较洪涝为广。基于上述, 尽管在湿润段洪涝年份多一些; 在干燥段干旱灾害多一些, 但不宜把旱涝等级简单地看作是降水序列。

本文利用从历史文献中整理出的自然灾害记载, 分析了水热环境组合与自然灾害的关系, 结果如下:

- 1) 旱灾在温于期出现率为 30 年 / 100 年, 在凉湿期为 16 年 / 100 年。
- 2) 冰雹灾在温干期比凉湿期多, 前者为 17.3 年 / 100 年, 后者为 5.75 年 / 100 年。

3) 雪灾与霜灾虽然在凉湿期比温干期偏多, 但相差值较小, 前者为 8.33 年 / 100 年, 后者为 8.00 年 / 100 年。可见本区温度变化幅度小, 在农牧业生产中, 影响不甚明显。

3. 几点认识

①近 500 年来, 本区的干湿波动幅度远较冷暖波动幅度大, 而且近 100 多年来, 这种波动的幅度明显增加。所以, 在本区交通能源的开发中, 必经考虑这一变化的影响。

②近 500 年来水热变化表现出明显的反相关关系, 这是在温度变幅不大的背景下, 降水调节作用的结果。

③近 500 年来, 本区水热环境变化可以划分出四个相对温干阶段和四个相对凉湿阶段, 其中温干与凉湿段持续时间愈来愈短, 显示出气候的波动性增加, 这是近期气候灾害增多的原因之一。自 1800 年以前, 水热环境变化的总趋势是凉湿, 此后, 总趋势为温干。

④近 500 年来的干湿波动与本区流沙的扩展呈现出明显的对应关系。这表明持续时间在 10 年以上的沙(漠)化扩展是在温干段气候背景下进行的, 人为因素只是一个诱导性或加强性因素, 而且还表现出在偏凉湿段的高度开发利用所造成的后滞效应。

⑤本区温干与凉湿的波动具有明显的准 22 年、准 33 年、准 83 年、准 102 年、准 400 年的周期, 本世纪末期将是温干气候环境。

⑥由历史资料所得到的旱涝等级资料不宜作为同时期的干湿变化资料。旱涝只是区域灾情程度的记录, 灾情与灾害有本质的区别, 前者是突发性自然现象对人类影响的社会学量度值, 而灾害则是其现象的自然量度值。本文分析表明, 本区温干时期, 旱、雹、疫、虫灾较凉湿时期多, 而雪灾和霜灾相反, 主要出现在凉湿阶段。在水热组合温干与凉湿的转变期间, 各种灾害增多。这表明气候的波动幅度增大与温干、凉湿交替频率增多是灾害形成的多发时期。因此, 加强对一定时期内, 不稳定段气候出现的趋势预测, 可以提高区域气候灾害预测的精度。

参考文献

- [1]方修琦, 1987, 北京师范大学学报(自然科学版) 2, 90—95。
- [2]史塔军, 1989, 地理环境演变研究的理论与实践, 科学出版社(待出版)。
- [3]吴祥定, 1988, 科学通报, 6。
- [4]保睦柳美(日), 1941, 东亚研究所报, 8。