

泾洛河流域元代干旱灾害初步研究

顾 静^{1,2}, 赵景波^{3,1}, 周 杰¹, 张佑印³

(1 中国科学院地球环境研究所 黄土与第四纪地质国家重点实验室, 西安 710075;

2 中国科学院研究生院, 北京 100039; 3 陕西师范大学旅游与环境学院, 西安 710062)

摘要: 通过对泾洛河流域元代历史资料的搜集、整理和分析, 对该时期泾洛河流域干旱灾害等级、干旱灾害事件在时间上的变化及其成因进行了研究。结果表明: 泾洛河流域从元代早期 (公元 1266 年) ~ 元代晚期 (公元 1359 年) 的 94 年中, 共发生干旱灾害 29 次, 平均每 3.2 年发生一次; 泾洛河流域元代的干旱灾害主要以轻度旱灾为主, 占旱灾总数的 44.8%, 其次是中度旱灾, 占旱灾总数的 37.9%, 特大旱灾的发生频率也较高, 占旱灾总数的 13.8%, 大旱灾发生频率最低, 占旱灾总数的 3.5%。泾洛河流域旱灾在元代早、中、晚期分布不均匀, 从早期到中期再到晚期, 干旱灾害呈现出由少变多又变少的趋势。该区旱灾以夏旱最多, 春旱次之, 春夏连旱与春夏秋冬四季连旱的发生频次也较高, 仅次于春旱。降水量的年内分布不均匀是该区在元代发生轻度和中度干旱灾害的主要原因, 而气候的异常明显干旱是该区在元代中期干旱灾害加剧和大旱灾频繁发生的主要原因。初步认为泾洛河流域元代发生了 1 次干旱气候事件, 时间在 1326~1332 年。

关键词: 干旱灾害; 时间变化; 灾害成因; 泾洛河流域; 元代

文章编号: 1000-0585(2009)03-0663-10

1 引言

泾洛河流域居黄河中游, 历史上是我国人口繁衍生息的主要地区之一。特别是洛河下游的关中, 光热充足, 雨热同期, 很早以来就是我国古代发达的农业区, 历来备受统治者的重视。泾洛河上游的陇东和陕北历史上是半农半牧的地区所在^[1]。但这一流域深居内陆, 受季风气候控制, 降水量较少, 降水季节分配不均, 干旱灾害的发生较为频繁。干旱灾害是泾洛河流域最严重的自然灾害之一^[2~5]。它不仅造成了巨大的经济损失, 而且对自然环境也造成了破坏, 有时还造成人员的伤亡。干旱灾害的研究对认识干旱灾害发生规律具有重要科学意义, 对干旱灾害的防治具有重要实际意义。关于西北地区和泾洛河流域现代和近十年来的干旱灾害学者曾进行了研究^[6~8], 取得了一些重要成果。现已认识到该区干旱灾害与降水量减少和降水量分配不均有直接关系^[9,10], 普遍认为, 采取节水灌溉技术和发展耐旱作物是减少旱灾损失的重要措施。然而, 泾洛河流域元代干旱灾害时空变化和不同等级干旱灾害的发生频次及产生原因缺少深入研究。考之于文献记载, 泾洛河流域元代的自然环境变化明显, 干旱灾害的不断发生便是其中的一个重要方面。为此, 本文试图

收稿日期: 2008-04-10; 修订日期: 2008-09-20

基金项目: 中国科学院黄土与第四纪地质国家重点实验室项目 (SKLLQGOB14); 黄土与第四纪地质国家重点实验室自主部署项目 (LQ0705); 国家自然科学基金项目 (40672108)

作者简介: 顾静 (1981-), 女, 西安市人, 博士研究生。主要从事自然地理与第四纪研究。

E-mail: gj@stu.snnu.edu.cn

探讨泾洛河流域元代干旱灾害发生的趋势、特点和划分旱灾等级、揭示干旱事件、查明不同等级干旱灾害的发生频次与原因，为该区干旱灾害的预测和旱灾防治提供科学依据。

2 地区概述

泾河是渭河的较大支流，即黄河的二级支流。发源于宁夏六盘山东麓，南源出于泾源县老龙潭，北源出于固原大湾镇，至平凉八里桥汇合，东流经平凉、泾川于杨家坪进入陕西长武县，再经政平、亭口、彬县、泾阳等，于高陵县陈家滩注入渭河，全长455.1km^[11,12]。流经宁、甘、陕三省，在陕西省汇入渭河(图1)，是一条以降水为主要补给的河流。泾河流域面积45421km²，包括宁夏东南部、甘肃陇东、陕西关中西北部等35个县市。泾河流域属大陆性气候，雨量和气温由东南向西北逐渐递减，平均年降水量511.5mm，降水季节分配不均。流域内地貌有山区、丘陵、高原、平原四种类型。山区占4.31%，以六盘山、关山为代表。高塬沟壑区占41.72%，以甘肃西峰市董志塬、陕西长武县长武塬和彬县北极塬为代表。黄土丘陵沟壑区占48.81%，以北部环县洪德和南部麟游县天堂为代表。冲积平原区占5.16%，以秦川的泾阳、三原、高陵三县为代表。高原和丘陵区沟壑纵横，沟壑面积占50%以上。

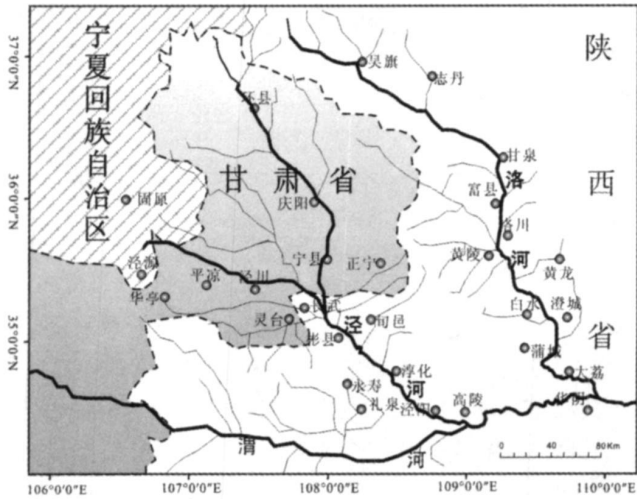


图1 泾洛河流域的范围

Fig 1 Range of Jinghe and Luohe drainage areas

北洛河和泾河一样，也是黄河的二级支流。干流发源于定边县白于山南麓的郝庄梁，在大荔县三河口注入渭河(图1)。干流全长680km，流域面积26905km²，集水面积为25200km²，占流域面积的93.5%，流经榆林、延安、铜川、渭南4个地(市)的16个县(区)，约占全省面积的1/8^[13,14]。该流域海拔高度多在1000m左右，属半干旱和半湿润大陆性季风气候，年降雨量为375.4~709.3mm。由南向北，自东向西递减，雨量分配不均，多集中在7~9月。按侵蚀情况及自然特点，北洛河流域有四种地貌类型：(1)黄土丘陵林区，分布在西岸支流、沮水的中上游子午岭及东部黄龙山一带，面积8340km²，占流域面积的31%，林草茂密，水土流失轻微。(2)黄土丘陵沟壑区，分布于上游及中游黄土高原沟壑区与林区的过渡地带，面积10762km²，占流域面积的40%，沟壑纵横，地形破碎，植被极差，水土流失严重，是本流域泥沙的主要来源区。(3)黄土高原沟壑

区,分布在中游两岸,面积 3498km²,占流域面积的 13%,塬面平坦,耕地较多,因水源缺乏,多为旱作农业。(4)黄土阶地区,分布在下流,属关中范围,面积 4305 km²,占流域面积的 16%,地面平缓,土地肥沃,水利化程度高,农业生产发达。

3 泾洛河流域元代干旱灾害等级划分

一般来说,干旱灾害是与农业生产联系在一起的。从农业生产的角度来讲,在一定时期内,农作物吸收的水分不能满足其正常的需要,危害了农作物的正常发育,甚至使之凋萎、枯死,造成农作物减产以至绝收,即构成了干旱灾害^[4]。本文根据干旱灾害持续时间、强度、受灾区域范围大小以及受影响程度的大小等,并且以袁林先生的论著《西北灾荒史》^[4]和《中国三千年气象记录总集》^[15]中对泾洛河流域元代干旱灾害的描述为依据,将此区的干旱灾害划分出以下四个等级。

第一级为轻度旱灾。文献中只记载了局部地区或个别地区发生旱灾,而未提及旱灾对农业及当地人民的影响,本文将这一类旱灾归于轻度旱灾。如公元 1272 年,元世祖至元九年,“高陵旱”;公元 1288 年,元世祖至元二十五年,“五月,安西路旱”^[4, 15]。

第二级为中度旱灾。文献中有记载免赋税,缓征额赋或粮食歉收的将其归于中度旱灾。如公元 1303 年,元成宗大德七年,“八月,以灾异故,免安西等路被灾人户差税二年”;公元 1327 年,元泰定帝泰定四年,“春,不雨,二麦俱枯,百谷失播”^[4, 15]。

第三级为大旱灾。文献中描述了较大的区域大旱,赤地千里,粮食严重歉收,村民无以食,粮食价格飞涨等这样的旱灾归于大旱灾之中。如公元 1332 年,元宁宗至顺三年,“关陕旱饥,民多流亡”^[4, 15]。

第四级为特大旱灾。文献中有河流断流,人口大面积死亡,人口发生迁移,人民生命财产受到重大损失,都归于特大旱灾中。如公元 1328 年,元文宗天历元年“陕西自泰定二年至天历元年不雨,大饥,民相食”;公元 1329 年,元文宗天历二年,“四月,陕西久旱。七月,监察御史言:陕西等处饥谨荐臻,饿殍枕籍,加以冬春之交,雨习愆期,麦苗枯死,秋田未种,民遮惶惶,流移者众”^[4, 15]。

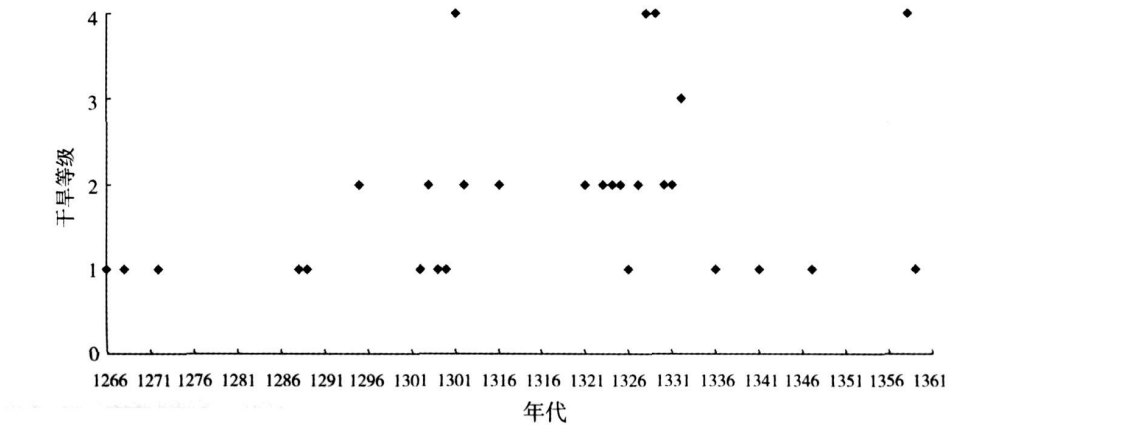


图 2 泾洛河流域元代旱灾等级序列

Fig 2 The series of the drought disaster ranks from in Yuan Dynasty in Jinghe and Luohe drainage areas

按以上等级划分标准, 泾洛河流域元代发生轻度旱灾 13 次 (图 2), 占灾害总数的 44.8%; 中度旱灾发生 11 次 (图 2), 占旱灾总次数的 37.9%; 大旱灾发生 1 次 (图 2), 占旱灾总次数的 3.5%; 特大旱灾发生 4 次 (图 2), 占旱灾总数的 13.8%^[4,15]。

为了具体说明泾洛河流域元代干旱灾害的等级变化, 本文对其进行了逐年统计。从图 3 可以看出, 泾洛河流域元代不同等级旱灾发生频次最高的是公元 1326~1330 年, 高达 5 次, 其中有 1 次轻度旱灾, 2 次中度旱灾, 2 次特大旱灾。大旱灾与特大旱灾主要发生在元代中期, 早期与晚期很少。

4 泾洛河流域元代干旱灾害的时间变化

4.1 泾洛河流域元代干旱灾害的年度变化

为了具体说明泾洛河流域元代干旱灾害在时间上的变化, 我们以 5 年为单位, 来统计泾洛河流域元代干旱灾害发生的频次。由统计结果 (图 3) 可知, 在元朝统治中国的 94 年中, 泾洛河流域有记载的干旱灾害发生次数总计 29 次, 平均每 3.2 年发生一次。根据泾洛河流域元代干旱灾害的频次变化, 可把元代 94 年分为以下三个阶段: 即早期 31 年 (公元 1266~1296 年), 中期 36 年 (公元 1297~1332 年), 晚期 27 年 (公元 1333~1359 年)。在早期 31 年发生干旱灾害 6 次, 平均 5.2 年发生一次, 占干旱灾害次数的 20.7%; 在中期 36 年内发生干旱灾害 18 次, 平均 2 年发生一次, 占干旱灾害次数的 62.1%; 在晚期 27 年中发生干旱灾害 5 次, 平均 5.4 年发生一次, 占干旱灾害次数的 17.2%。由此可以看出, 泾河流域元代干旱灾害从元代早期到中期再到晚期呈现由少变多又变少的特点。

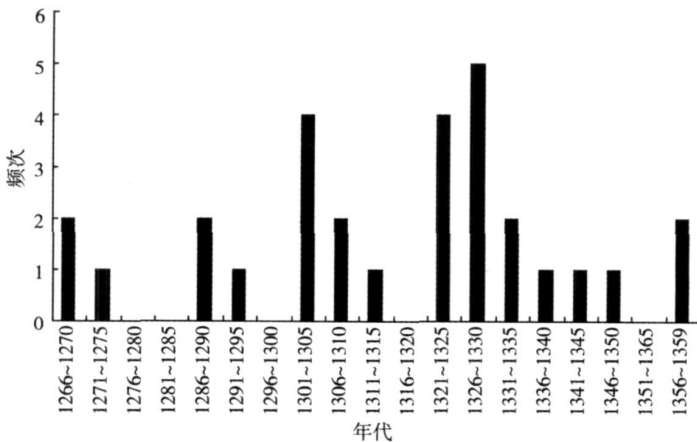


图 3 泾洛河流域元代干旱灾害 5 年间隔发生频次年代统计

Fig 3 The drought disaster frequency of every 5 years in Yuan Dynasty
in Jinghe and Luohe drainage areas

图 3 还表明, 泾洛河流域元代干旱灾害发生频次最高的是公元 1326~1330 年, 发生频次最低的是公元 1271~1275 年、公元 1291~1295 年、公元 1311~1315、公元 1336~1340 年、1341~1345 年、1346~1350 年, 没有干旱灾害发生的是公元 1276~1280 年、公元 1281~1285 年、公元 1296~1300 年、公元 1316~1320 年、公元 1351~1355 年。为进一步揭示干旱灾害变化特点, 本文计算并作出了泾洛河流域元代以 5 年为间隔的旱灾发生频次距平图 (图 4)。由距平图可知, 在元代中期的公元 1297~1332 年间, 干旱灾害距

平值以正值为主，而在元代早期的公元 1266~ 1296 年和晚期的公元 1333~ 1359 年间距平值以负值为主，而且中期的正距平值与早期和晚期的负距平值相差较大，表明元代中期干旱灾害发生频次显著高于平均值，早期和晚期干旱灾害发生频次一般低于平均值。这揭示元代中期是干旱灾害多发期，元代早期和晚期是干旱灾害较少发生期。

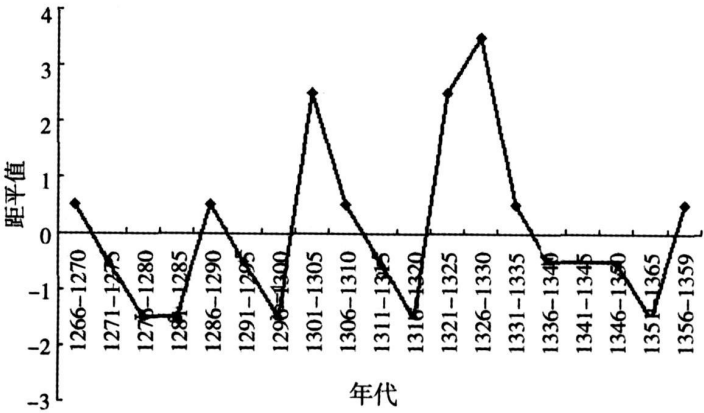


图 4 泾洛河流域元代每 5 年旱灾频次距平值变化

Fig 4 Variation of the anomalies of the five years occurring frequencies of the drought disasters in Yuan Dynasty in Jinghe and Luohe drainage areas

4 2 利用最小二乘法对泾洛河流域元代干旱灾害发生频次的拟合

经典的最小二乘法在气象统计中有着极为广泛的应用，在本文中统计了泾河流域元代 94 年的旱灾资料，以每 5 年为一年次建立样本观测值进行拟合（数学推导过程略）。应用了在最小二乘法意义下多项式的拟合，能够直观的显示了泾洛河流域元代干旱灾害频次在 5 年尺度下的变化情况，具有更清楚反映旱灾变化阶段性的优点（图 5）。拟合曲线的表达

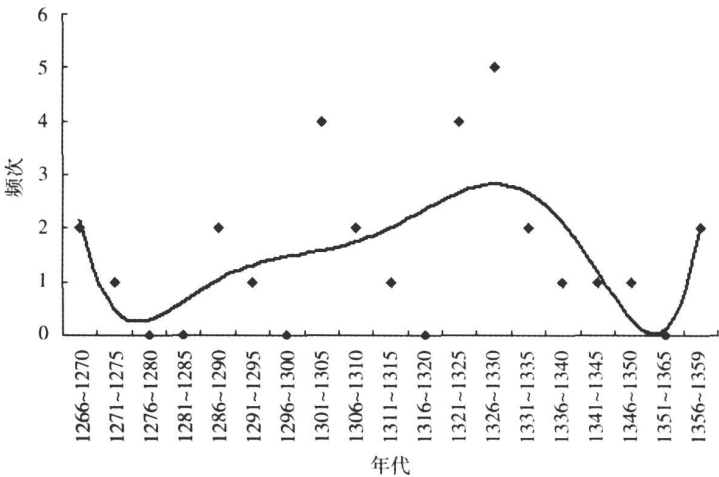


图 5 经 4 次多项式拟合后的泾洛河流域元代干旱灾害变化曲线

Fig 5 The drought disaster changable curve after 4 times polynomial fit in Yuan Dynasty in Jinghe and Luohe drainage areas

式为 $y = 0.00003x^6 - 0.0019x^5 + 0.0429x^4 - 0.4722x^3 + 2.6631x^2 - 6.9481x + 6.8767$, 相关系数 R^2 为 0.3515, 显著性水平为 0.05, 能够通过检验。该图表明, 从元代早期到晚期关中地区干旱灾害变化可分为 3 个主要阶段, 早期干旱灾害较少, 中期干旱灾害最频繁, 晚期干旱灾害也较少。

泾洛河流域旱灾变化的 3 个阶段能否真实反映当时的灾害变化, 这取决于历史文献记录的完整性。如果历史文献记录有较多的遗漏, 那么这种记录就不能真实反映当时的旱灾变化。为了得出较为可信的认识, 我们对关中平原元代旱灾频次进行了统计, 结果表明该区元代旱灾同样分为三个阶段, 而且也是早、晚期旱灾频次少, 等级低, 中期旱灾频次多, 等级高 (图 6 和图 7); 在 1326~1332 年之间同样旱灾最集中, 最严重。由于关中平原重镇较多, 政府管理机构较健全, 所以关中平原的旱灾记录应当是较为全面的。关中平原元代旱灾频次与等级特点证明泾河流域历史文献记录的元代旱灾频次变化的三个阶段的旱灾划分是基本可信的。而且从泾洛河流域元代早、晚期也有一定的旱灾记录分析, 当时对于旱灾的记录基本没有间断。

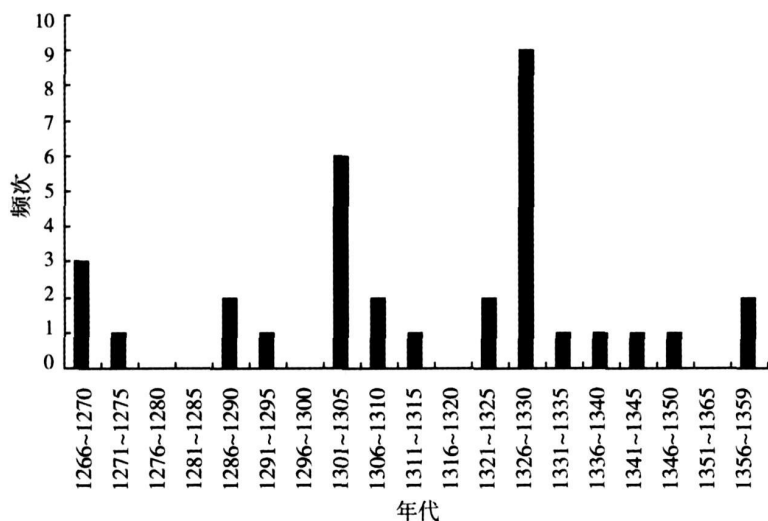


图 6 关中平原元代干旱灾害 5 年间隔频次变化

Fig. 6 The drought disaster frequency of every 5 years in Yuan Dynasty in Guanzhong plain

4.3 泾洛河流域元代干旱灾害的季节变化

由于泾洛河流域总降水较少, 且季节分布不均, 冬春少, 夏秋多, 再加上年、季、月降水变率大, 使得该区干旱灾害具有明显的季节性特征^[16, 17]。各季旱灾差异明显, 春旱常发生于 4、5 月间, 此时太阳辐射迅速增加, 温度迅速上升, 土壤透气性强, 水分扩散迅速, 表层土壤极易干化, 从而易形成旱灾。据统计, 该时期共发生春旱 6 次, 仅次于夏旱。夏旱常发生于 6 月上中旬、7 月下旬至 8 月上旬。以地处泾洛河流域下游的西安为例, 在这个时段降水是全年最多的, 但由于关中地区农作物此时正处于抽穗、扬花的旺盛生长期, 需水量大, 加上此时气温处于全年最高值 (图 7), 天气炎热, 蒸发量大, 降水往往不能满足农作物生长的需要, 所以极易发生干旱灾害。据统计该时期共发生夏旱 9 次。秋旱, 对农业生产影响较小, 主要是影响秋播和次年夏田收成。冬旱对农业影响小, 发生频次不高。当然, 泾洛河流域该时期也有春夏连旱、秋冬连旱以及春夏秋冬四季连旱

等旱灾发生，且春夏连旱与春夏秋冬四季连旱的发生频次也较高，仅次于春旱，分别达到5次和4次（图8）。

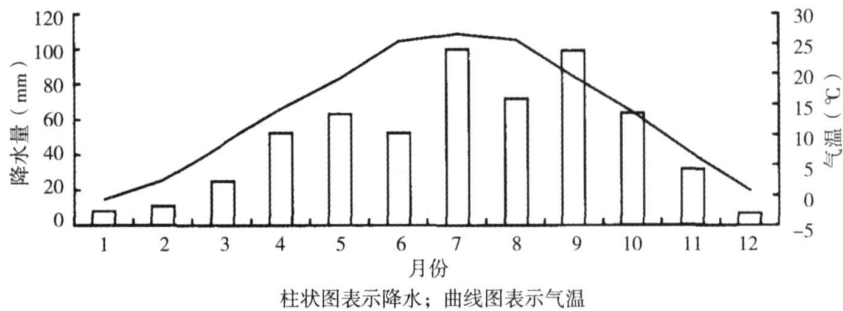


图 7 西安市月平均气温与降水量分布

Fig. 7 Distribution of mean monthly temperature and precipitation in Xi'an city

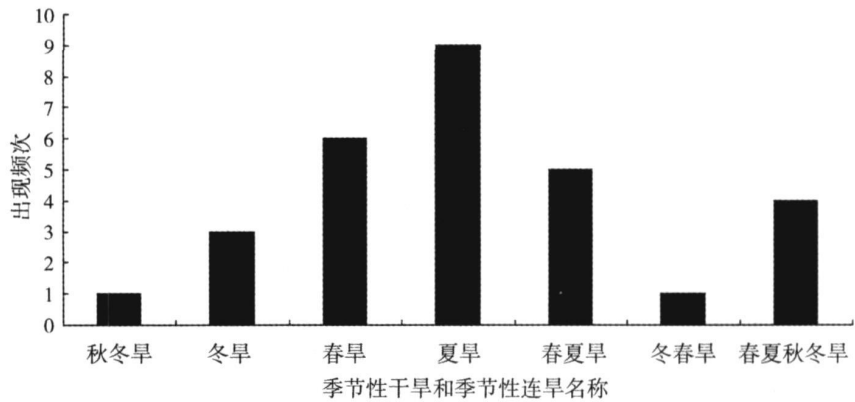


图 8 泾洛河流域元代旱灾季节分布

Fig. 8 Seasonal distribution of drought disaster in Yuan Dynasty in Jinghe and Luohe drainage areas

5 干旱灾害的成因与气候变化

干旱灾害发生的原因有多种，有气候变化、降水分配不均等自然因素的影响，也有人类活动等人为因素的影响，下面主要讨论对干旱灾害发生起主导作用的气候因素。

根据本文对现代干旱灾害的成因分析可知，干旱灾害发生的原因主要有两种，一是气候变干，年降水量显著减少；二是年降水量基本没有变化，但降水量分布过于集中。一般说来，持续长的大旱灾一般是降水量明显减少造成的，持续短的规模较小的旱灾是降水量集中造成的。元代早期是历史上的温暖期^[5]。在这期间泾洛河流域共发生6次旱灾，其中有5次轻度旱灾和1次中度旱灾。这一时期是泾洛河流域元代旱灾较少的阶段，不仅旱灾频次较低，而且强度较小，表明元代早期的中度和轻度旱灾是由于降水量分布过于集中造成的。由于该区总体属于半湿润气候，降水不太丰富，发生几次轻度旱灾是很自然的。泾河流域主要作物的生长期是4~9月，作物生长期需水多，往往对水分变化非常敏感，是关键的需求期。作物需水期降水少，土壤水不能满足作物的需水量，就会出现干旱灾害^[18]。泾河流域地处内陆，远离海洋，呈现明显的大陆性季风气候特点，泾河流域河川径流主要由降水补给，对降水依赖性强，使得它们在干旱期对农业的补给受到很大的限

制^[19,20], 易发生轻度和中度旱灾。史书上也曾记载到, 元朝初期, 关中和河南一带重新种竹子, 这些地方都有官方设立的竹子管理机构“司竹监”^[21], 证明当时气候温暖。

元代中期, 气候发生了一定变化, 由早期的温暖期转为寒冷期^[5]。元代中期共发生了 18 次旱灾, 其中 4 次轻度旱灾, 10 次中度旱灾, 1 次大旱灾, 3 次特大旱灾。由以上分析可以看出, 在元代中期不同等级的干旱灾害数量增加, 尤其是早期没有发生的大旱灾和特大旱灾发生次数相当频繁。说明这个时期气候环境急剧恶化, 干旱化加重。这种大旱灾和特大旱灾的发生, 主要是由于气候波动造成的, 其他的影响因素处于次要地位。因为该区的年降水量 75% 以上集中在夏季和秋季, 所以持续时间长的四季连旱和夏秋连旱等一般是降水量明显减少造成的, 而短暂的干旱或轻度干旱一般是降水量集中造成的。如 1995 年和 1997 年陕西发生了四季连旱的大旱灾^[10], 这两年泾河流域的长武地区年降水量都减少了 220 余 mm。根据陕西长武和甘肃平凉降水量变化可知, 在大旱的 1995 年这两地的年降水量分别减少了 220 余 mm 和 150 余 mm, 1997 年两地的年降水量都减少了 220 余 mm。渭南市在大旱的 1995、1997 年降水量也都减少了 200 余 mm。根据资料, 陕西省在 1995 年和 1997 都发生了大旱灾, 且四季连旱^[10], 农业损失非常严重。如 1995 年春夏合计受旱 20100 万 hm^2 , 其中特大旱灾 18700 万 hm^2 , 绝收 6700 万 hm^2 , 比 1993 年减产 302 万 t^[22]。华北 1972 年发生大旱灾, 该年河北省年降水量减少了约 250mm, 山西省减少了 200 余 mm。西北地区 1928、1929 年发生大旱灾, 陕西泾阳等年降水量减少了 250 余 mm^[23]。由此可见, 泾河流域元代中期的大旱灾与特大旱灾主要是年降水量显著减少造成的。

6 泾河流域元代干旱事件分析

元代泾河流域干旱灾害发生频率最高的时期主要是在元代中期的公元 1326~ 1332 年。在这 7 年间共发生了 7 次不同等级的旱灾, 其中 1 次大旱灾、2 次特大旱灾、4 次中度旱灾、1 次轻度旱灾。根据资料记载^[4], 对这个时期的洪水灾害分析发现, 在公元 1326~ 1332 年间泾河流域无洪水灾害发生。史料中对公元 1328 年和公元 1329 年的特大旱灾记载到, 公元 1328 年, “陕西自泰定二年至天历元年不雨, 大饥, 民相食。八月, 陕西大旱, 人相食”^[4], 公元 1329 年, “四月, 陕西久旱。七月, 监察御史言: 陕西等处饥谨荐臻, 饿殍枕藉”^[4], 由此可见其旱灾的严重性。在 7 年内发生 2 次特大旱灾和 1 次大旱灾, 这确实是罕见的干旱阶段, 因此, 本文初步将泾河流域元代公元 1326~ 1332 年间发生的旱灾作为一次干旱气候事件。这一干旱气候事件在关中平原地区同样存在, 该区在这 7 年里发生特大旱灾 2 次、大旱灾 1 次, 中度旱灾 1 次、轻度旱灾 3 次。

7 结论

综上所述, 本文对泾河流域元代的干旱灾害得出以下几点初步认识:

(1) 泾河流域元代的干旱灾害主要以轻度旱灾为主, 占旱灾总数的 44.8%, 其次是中度旱灾, 占旱灾总数的 37.9%, 特大旱灾的发生频率也较高, 占旱灾总数的 13.8%, 大旱灾发生频率最低, 占旱灾总数的 3.5%。

(2) 从时间分布上看, 泾河流域元代干旱灾害从元代早期到中期再到晚期, 呈现由少变多又变少的特点。中期是旱灾多发期, 早期和晚期是旱灾少发期。泾河流域以夏旱最多, 春旱次之, 春夏连旱与春夏秋冬四季连旱的发生频次也较高, 仅次于春旱。

(3) 元代中期, 泾洛河流域气候明显变干, 降雨量显著减少, 这是不同等级的干旱灾害特别是大旱灾和特大旱灾显著增加的原因。

(4) 根据资料确定, 初步认为泾洛河流域元代发生了 1 次干旱气候事件, 时间是在元代中期的 1326~ 1332 年。

参考文献:

- [1] 王元林. 泾洛河流域自然环境变迁研究. 北京: 中华书局, 2005
- [2] 赵景波, 郁耀闯, 王长燕. 1850- 1949 年关中地区干旱灾害研究. 陕西师大学报(自然科学版), 2006, 34(4): 99~ 103
- [3] 谭徐明. 近 500 年我国特大旱灾的研究. 防灾减灾工程学报, 2003, 23(2): 77~ 83
- [4] 袁林. 西北灾荒史. 兰州: 甘肃人民出版社, 1994 381~ 387, 646~ 650
- [5] 竺可桢. 中国近五千年来气候变迁的初步研究. 考古学报, 1972, (1): 15~ 38
- [6] Wang Jing'ai, SuYun. Vulnerability identification and assessment of agriculture drought disaster in China. Advances in Earth Science, 2006, 21(2): 161~ 168
- [7] Thorndyraft V R, Benito G. Late Holocene fluvial Chronology in Spain: The Role of Climatic Variability and Human Impact. Catena, 2006, 66: 34~ 41
- [8] 李兆元, 杨文峰, 徐小红. 西北干旱气候成因综述. 陕西气象, 1999, (5): 15~ 17
- [9] 李惠茹. 陕西水旱灾害探讨. 水资源与水工程学报, 2004, 15(3): 65~ 67
- [10] 同海丽. 陕西省干旱特征与抗旱对策及应急供水. 地下水, 2005, 27(4): 232~ 233
- [11] 张艳玲. 陕西省渭河流域水文特性分析. 西北水资源与水工程, 2002, 13(2): 62~ 64
- [12] 陕西省地方志编纂委员会. 陕西省地理志. 西安: 陕西人民出版社, 2000, 65~ 466
- [13] 刘斌, 冉大川, 罗全华, 等. 人类活动对陕西洛河流域水土流失治理的影响. 人民黄河, 2001, 23(2): 15~ 18
- [14] 陕西省陕西洛河流域水土保持综合治理考察报告. 水土保持科技情报, 1997, (1): 16~ 20
- [15] 张德二. 中国三千年气象记录总集. 南京: 江苏教育出版社, 2000
- [16] 张玉芳, 邢大韦, 刘明云, 等. 关中地区历史特大干旱灾探讨. 西北水资源与水工程, 2002, 13(3): 15~ 22
- [17] 刘晓琼, 赵景波. 关中地区旱涝灾害研究. 陕西师范大学学报(自然科学版), 2002, 30(4): 102~ 106
- [18] 刘引鸽, 缪启龙. 西北地区农业旱灾与预测研究. 干旱区地理, 2004, 27(4): 564~ 569
- [19] 梁旭, 尚永生, 张智, 等. 我国西北五省旱灾历史变化规律分析. 干旱区资源与环境, 1999, 13(1): 28~ 33
- [20] 任朝霞, 杨达源. 西北干旱区近 50 旱涝时空变化及其防御措施研究. 干旱区资源与环境, 2006, 20(6): 118~ 121
- [21] 关传友. 历史时期气候变化对西北地区竹林分布的影响. 世界竹藤通讯, 2003, 1(3): 21~ 24
- [22] 杨新. 陕西旱灾特征. 灾害学, 1998, 13(2): 80~ 84
- [23] 国家防汛抗旱总指挥部办公室、南京水文资源研究所. 中国水旱灾害. 北京: 水利水电出版社, 1977, 292~ 296

An initial study on drought disasters and climate change in the Yuan Dynasty in the Jinghe and Luohe drainage basins

GU Jing^{1,2}, ZHAO Jing-bo^{3,1}, ZHOU Jie¹, ZHANG you-yin³

(1 State Key Laboratory of Loess and Quaternary Geology, Institute of Earth Environment, CAS, Xi'an 710075, China; 2 Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China;

3 Geographical Department of Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China)

Abstract: Based on the historical materials in the Yuan Dynasty in Jinghe and Luohe drain-

age basins, this paper analyzed the sequence, temporal change and the cause of drought disasters. The results indicated that the Jinghe and Luohe drainage basins suffered from 29 drought disaster events in total, averaged one occurrence every 3.2 years during the 94 years from the early to late Yuan Dynasty (1266AD-1359AD). The drought disasters in the Yuan Dynasty in the Jinghe and Luohe drainage basins were mainly slight ones, which accounted for 44.8% of the total, followed by moderate drought disasters accounting for 37.9% of the total. The occurrence of the severest ones was also higher, being 13.8%, and that of heavy drought disasters were the lowest, or 3.5%. There were diverse changes in the occurrences of drought disasters during the early, middle and late Yuan Dynasty in the Jinghe and Luohe drainage basins. Summer droughts were the main type, followed by spring drought. The successive occurrences of spring and summer droughts as well as four seasons were also higher, only next to spring droughts. The intra-annual variations in the temperature and precipitation were the main cause of the slight and moderate drought disasters. The climatic trend toward drought resulted in the heavy and severest ones during the middle Yuan Dynasty in the two basins. Thus we infer that there was one drought event in the Yuan Dynasty in the Jinghe and Luohe drainage basins, occurring between 1326~1332. Initially, we determined that yearly average precipitation of heavy drought disasters was about 400mm and yearly average precipitation of the severest drought disaster was about 350mm in the main drought disaster areas.

Key words: drought disaster; temporal change; cause of drought disasters; Jinghe and Luohe drainage basins; Yuan Dynasty