



莱州湾地区 500 年来旱涝灾害指数系列的建立¹⁾

李爱贞 张雪芹

(山东师范大学人口资源与环境学院, 济南 250014)

提 要

作者根据《山东省历代自然灾害志》的记载,应用 Foxpro 提供的软件,建立了莱州湾地区 500 年来旱涝灾害的汉字库,并通过一系列转换,将其转为数字库;将旱涝灾情的文字记载转换为区域旱涝指数,并与现代降水资料相对接,建立了 1470—1990 年共 521 年的历年逐季旱涝灾害指数序列,为分析该地区旱涝灾害发生规律和预测提供了依据。

关键词: 莱州湾地区 旱涝灾害 数据库 指数序列

引 言

我国有记载各历史时期旱涝灾情的丰富文献资料,充分利用它们,可以从中分析出气候变化的规律,并为未来气候预测提供长序列资料。但是,这些历史文献记载均系文字记载,需要将其转换为数字,才可以用于数学运算。因此,作者首先根据赵传集^[1]整理编著的《山东省历代自然灾害志》关于莱州湾沿岸各县、市历代逐年旱涝灾情的记载,建立了莱州湾地区 500 年来旱涝灾害的汉字库,从而可实现快速查询和检索;继而再将该汉字库转化为数字库,并利用数字库计算出莱州湾地区的区域旱涝指数,且与该地区各县、市的现代降水观测资料相对接,建立了 1470—1990 年共 521 年历年逐季旱涝灾害指数序列。利用这一长序列资料,为分析该地区旱涝灾害的时间变化规律和旱涝趋势预测提供了基础。

1 旱涝灾害史料的处理

利用 Foxpro 关系数据库管理系统^[2]进行灾害信息的处理和转换。具体过程如下。

1.1 历史旱涝灾害信息数据库的建立

1.1.1 建立汉字库

结合史料特点及课题设计的技术要求,将任何一条记载分解为时间(包括年代及相应的公元年、季节)、地点(记载地名与河流)、灾情种类、灾害影响、记载来源等几个字段,建立汉字库,可实现检索、查询等功能。数据库结构见表 1。

表 1 历史旱涝灾害信息数据库结构

字段代码	字段名字	字段类型	字段宽度	实例
FR1	公元年	Numeric	4	1470
FR2	朝代年号	Character	16	明成化六年
FR3	记载地名	Character	4	章丘
FR4	记载河流	Character	6	
FR5	记载季节	Character	2	夏
FR6	灾情类别	Character	2	旱
FR7	灾情描述	Character	32	旱
FR8	社会冲击	Character	56	夏旱,大饥,发粟赈之
FR9	冲击范围	Character	10	政府
FR10	资料出处	Character	30	《济南府志》

1) 国家“八五”重点攻关课题 85-806-03-01。

1.1.2 将汉字库转换为数字库

将汉字库转换为数字库,其中包括年代、地名、季节、灾害信息的转换。

年代因其字段属性本身即是数字型,故无需再作处理。

地名则按各地地名的历史沿革,将古代地名转化为现在的行政区。行政区转换为二位数字的代码。

中国古代历法以阴历为主,故本文历史资料季节的划分为:春季(正月至三月)、夏季(四一六月)、秋季(七一九月)、冬季(十一十二月),分别以1、2、3、4作为其代码。

对于灾情描述的处理是:统计灾情描述出现频率较多的描述用语,分为1(大涝)、2(涝)、3(正常)、4(旱)、5(大旱)共5个旱涝级别(CLASS),用C1—C5表示。又将灾情划分为大气圈、水圈、生物圈(不包含人类)、人类、政府5个响应(EFFECT)层次,用e1—e5表示,称为冲击佐证度。C1—C5分别取值为0.9、0.8、0.7、0.6、0.4。当某一冲击层次未出现描述用语时,相应的e值取为0。这样每个描述语句都反映着旱涝级别和冲击范围两种旱涝程度衡量指标(见表2)。

表2 描述用语与旱涝级别、冲击范围对照

等级	大气圈响应 e1	水圈响应 e2	生物响应 e3	人类响应 e4	政府响应 e5
大涝	淫雨数尺	水深数尺	漂没禾稼一空,庐舍冲	人多相食	免出赋
1	大雨如注	平地行舟	没殆尽,漂溺者无数	卖儿鬻女	截漕赈济
	大雪盈尺	河水暴溢	无麦,无秋	大灾大饥	
涝	大雨水骤雨	河水泛滥	水伤禾稼	饿殍载道	
	霖雨,久雨	河决,河涨	蛙鸣树上	饥,盗起,民吃树皮野菜	钱粮缓征
2	大雪,大雪	水深尺许	麦稔,有麦,有秋,麦双歧,大熟	流民四野	免本年田赋
正常	数寸	水灾,涝	不成灾		十之一二
	瑞雪,雨无愆期,雪	洼地积水水清			
3					
旱	旱,不雨,无雨	河浅,河清	禾麦迟播	饥,盗起,民	钱粮缓征
4			禾麦欠收	艰于食,吃	免本年田赋
			被旱,蝗起	树皮野菜	十之一二
大旱	大旱,苦旱	井泉枯竭	禾尽枯槁	大灾大饥	免田赋
5	赤地千里	河涸	麦不登,颗粒不收	人多相食	截漕赈济
	荒旱,亢旱			饿殍载道	
				人多渴死	

1.2 历史旱涝灾害指数序列的建立

1.2.1 单条记载转化为旱涝灾害指数 idj

(1) 旱涝灾害指数

根据一条记载得到的旱涝等级值(即数字库中字段 ec1—ec5 的内容),它们各自在真正的降水异常值附近摆动。林振杰、郑斯中等^[3]曾以冲击佐证度为加权因子对各个旱涝等级值加权平均,得到单条记载的旱涝指数,其表达式为:

$$id = \frac{\sum_{m=1}^5 c_m e_m}{\sum_{m=1}^5 e_m} \quad (1)$$

式中, c_m 为旱涝级别, e_m 为冲击佐证度, id 为林、郑指出的旱涝指数。该式的物理意义是:每条记录记载的旱涝灾情越重,旱涝等级值越接近于大旱(5)或大涝(1);灾害冲击的层次越高,其佐证度越低,即认为文字记载的可

信度越小。从整体上看,林、郑的上述指数可成功地将灾情的文字记载转换成数字化的旱涝指数,表达也是基本合理的。但是,指数 id 尚未充分考虑到冲击层次的影响,例如有两条记录,其一为“大旱”,其二为“大旱、河涸、民艰于食”。根据灾情分析,第二条记录的冲击最高层次已到“人类响应”,但第一条的冲击层次只限于“大气圈响应”,也即说比第二条记录描述的灾情要轻。如果按式(1)计算,则第一条记录 $id=5$,而第二条记录 $id=4.7$,这显然与灾情实际分析结果不相吻合。鉴于上述情况,我们在保留林、郑指数合理内核的前提下,考虑冲击层次的高低与文字记录所表达的实际灾情的一致性,构建了下述旱涝灾害指数 id_j ,从而弥补了上述不足。

$$id_j = id + f(j) \quad (2)$$

式中, $f(j)$ 为冲击最高层次的修正系数, j 为 ≤ 5 的整数, 为冲击的最高层次。

$$f(j) = \begin{cases} -(j-1)/10 & c < 3 \\ 0 & c = 3 \\ (j-1)/10 & c > 3 \end{cases} \quad (3)$$

id_1 既能反映一条记载所记录的受灾程度, 也能反映其冲击层次。即受灾程度越重, 越接近于大旱或大涝, 而冲击层次越高, 也说明受灾越重, 也更接近于大旱、大涝的等级值。

(2) 表达合理性指数

历史记载的可靠性关系到旱涝灾害序列的可靠性程度。一般来说, 记载的实时性、邻域性及表达合理性是检验史料的最重要准则。本文引用的史料主要是莱州湾地区历代县志及府志等, 资料的实时性, 邻域性大致相似。故本文仅用表达合理性指数 r 作为史料的可靠性指数。

$$r = 2 \times [I - \prod_{i=1}^5 (I - e_i/2)] \quad (4)$$

$(0 \leq r \leq 2)$

其中, Π 为连乘号。

(3) 排除客水过境的影响

主要考虑与降水有关的涝灾, 需排除客水过境泛滥引起的涝灾。根据灾情描述及灾害发生地的地貌、水文特点来衡量当地降水过多所致的可能性, 即当地降水可信度, 用 p 表示。

黄河以平阴为界, 以西 $p=0$, 以东(含平阴) $p=0.2$; 大清河、小清河等 $p=0.9$; 潍河、淄河、汶河、弥河、大沽河等 $p=0.7$ 。

1.2.2 区域分季旱涝指数 ID_a

将莱州湾沿岸各县、市作为一个区域, 建立该地区的旱涝指数。在建立区域旱涝指数时, 考虑到: ①区域受灾面积越大, 该区域的灾情越重。反映在旱涝史料记载上, 出现灾害记载的县数越多, 区域灾情就越重; ②通常旱灾的面积比涝灾的要大得多; ③区域旱涝等级一般比单条记录的等级提高不超过一级; ④为了滤掉客水的影响, 选择满足条件(表达合理性指数 $r > 0.6$ 、当地降水可信度 $p > 0.4$) 的单条记录。构造区域旱涝灾害指数

ID_a :

$$ID_a = ID \times f(N) \quad (5)$$

其中,

$$ID = \frac{\sum_{m=1}^N e_i(m) \times id_j(m)}{\sum_{m=1}^N e_i(m)} \quad (6)$$

$$f(N) = \begin{cases} 1/\lg(9+N) & ID \leq 2.5 \\ 1 & 2.5 < ID < 3.5 \\ \lg(9+N/2) & ID \geq 3.5 \end{cases} \quad (7)$$

式中, N 为有记载旱、涝灾情的县数, 其它符号同前说明。史料记载是“记变不记常”, 故将没有旱、涝灾情记载的年份视为降水正常的年份。这样, 就可得到历年旱涝指数序列。

2 现代降水观测资料的处理

现代降水观测资料是以仪器观测为基础, 处理过程中, 公历 3—5 月、6—8 月、9—11 月、12—次年 2 月, 分别作为春、夏、秋、冬。为了与旱涝史料的指数序列对接, 我们将降水量记录也转换为旱涝等级值。转换方法如下。

2.1 单站逐季旱涝等级的确定

参照中国气象局关于旱涝等级的划分方法, 采用降水标准差确定各站旱涝等级。该地区春季降水量少, 即使降水量大于累年平均降水量的情况, 通常也不会形成涝灾, 更难以形成特大涝灾; 而历史旱涝记载则主要以农作物受旱涝灾害的状况和收成丰歉来描述灾情的。为了使二者有可比性, 我们将春季偏涝和正常等级的降水量标准值提高。至于夏、秋季是全年降水的主要季节, 其旱涝等级仍采用中国气象局划分旱涝的标准。由于不同的季节都是以实际降水量作为划分旱涝等级的基本条件, 因此分季划分的方法不会影响数据的一致性, 且与历史文字记载的旱涝灾情更为接近。其具体的旱涝等级标准如下。

夏、秋季:

- 1 级 大涝 $x_i > (X + 1.17\sigma)$
- 2 级 涝 $(X + 0.33\sigma) < x_i \leq (X + 1.17\sigma)$
- 3 级 正常 $(X - 0.33\sigma) < x_i \leq (X + 0.33\sigma)$
- 4 级 旱 $(X - 1.17\sigma) < x_i \leq (X - 0.33\sigma)$
- 5 级 大旱 $x_i \leq (X - 1.17\sigma)$

式中, X 为累年平均降水量, x_i 为 i 年降水量, σ 为标准差。

春季:

- 1级 大涝 $x_i > (X + 2.34\sigma)$
- 2级 涝 $(X - 0.66\sigma) < x_i \leq (X - 2.34\sigma)$
- 3级 正常 $(X - 0.33\sigma) < x_i \leq (X + 0.66\sigma)$
- 4级 旱 $(X - 1.17\sigma) < x_i \leq (X - 0.33\sigma)$
- 5级 大旱 $x_i \leq (X - 1.17\sigma)$

式中各符号的意义同前。

2.2 区域旱涝指数

区域的旱涝, 既与各县(站)的旱涝等级有关, 亦与受灾面积有直接联系, 综合考虑以上两要素, 构造区域旱涝指数 ID_a 。

$$ID_a = \frac{N_1 + 2N_2 + 3N_3 + 4N_4 + 5N_5}{N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + N_5}$$

式中, ID_a 为区域旱涝指数, N_1, N_2, N_3, N_4, N_5 分别是旱涝等级为 1、2、3、4、5 的县(站)数。

上式的物理意义为: 单个县(站), 受灾程度越重(大旱或大涝), 对区域旱涝指数的贡献越大, 受灾面积越大, 区域旱涝指数也越大。

2.3 区域旱涝等级的划分

根据区域旱涝指数 ID_a , 将区域旱涝灾情分为 5 个等级:

- 1级 大涝 $ID_a \leq 1.5$
- 2级 涝 $1.5 < ID_a \leq 2.5$
- 3级 正常 $2.5 < ID_a < 3.5$

4级 旱 $3.5 \leq ID_a \leq 4.4$

5级 大旱 $ID_a \geq 4.5$

3 1470—1990 年莱州湾地区逐季旱涝时间序列

将处理后的 1951—1990 年旱涝序列与历史旱涝序列对接, 即得到该地区春、夏、秋季 1470—1990 年的旱涝序列。因冬季的记录少, 其降水量在全年降水量所占比例很小, 从历史上看, 冬季降水量多寡对农业收成影响较小。因此, 未建立冬季旱涝序列。

4 结语

对于卷帙浩繁、数据量庞大的历史记载, 作者在具体工作中利用了先进的计算机技术与数据库技术进行灾害信息的处理与转换, 建立了莱州湾地区近 500 年旱涝史料的汉字库、数字库, 实现了灾害信息的录入、检索、更新和定量化分析, 并对郑斯中、林振杰等的旱涝灾害指数作了修正, 建立了 1470—1990 年共 521 年的历年逐季旱涝灾害指数序列, 从而为分析该地区旱、涝规律, 预测旱涝趋势打下了良好基础。

参考文献

- 1 赵传集. 山东省历代自然灾害志. 济南: 山东科技出版社, 1991 年.
- 2 黄云冰, 苏辉等. Foxpro 2.5 使用指南. 北京: 清华大学出版社, 1995.
- 3 林振杰, 郑斯中. 山东省各地区近 500 年分季旱涝指数. 黄河流域环境演变与水沙运行规律的研究文集. 北京: 地质出版社, 1981: 64—72.

Establishing the Index Sequence of the Drought-flood Disaster in the Laizhou Bay from 1470 to 1990

Li Aizhen Zhang Xueqin

(Geography Department, Shandong Teachers' University, Jinan 250014)

Abstract

Sequence about disastrous index, and numerical data bases of drought and flood were established for Laizhou Bay from 1470 to 1990, based on the analysis of historical documents and modern precipitation observational records by the advanced data base technology of Foxpro 2.5. The sequence provides bases for analysising laws of occurrence and forecasting of drought and flood in the region.

Key Words: the region of Laizhou Bay drought-flood disaster index sequence