

天气气候分析

# 2002 年夏季山东干旱成因分析

顾润源 汤子东

(山东省气象台, 济南 250031)

## 提 要

分析了山东省 2002 年夏季降水、气温特点和干旱情况, 并从大气环流、北太平洋 SST、气候背景等方面对少雨干旱气候的影响进行了分析, 指出冬季大气环流、北太平洋 SST 对山东夏季旱涝趋势的预测具有重要的指示意义。

**关键词:** 干旱 成因 旱涝趋势 预测

## 引 言

2002 年夏季(6~8 月)山东省遭受了自 1951 年以来最严重的干旱。入夏以后, 由于降水少, 气温高, 蒸发量大, 加之抗旱用水量, 致使全省地表蓄水严重不足, 截止到 11 月 1 日, 全省大中型水库蓄水量仅为  $21.6 \times 10^8 \text{ m}^3$ , 较常年同期偏少  $10.2 \times 10^8 \text{ m}^3$ , 南四湖蓄水量  $0.55 \times 10^8 \text{ m}^3$ , 比常年同期偏少  $14.1 \times 10^8 \text{ m}^3$ , 加上小型水库、平原水库、东平湖、河道拦河闸坝等所有工程蓄水量, 全省水利工程蓄水量也只有  $34.5 \times 10^8 \text{ m}^3$ , 较常年同期偏少 60%。到 8 月份, 全省约 2300

万人受灾, 有 192 万人、90 万头大牲畜出现吃水困难。据 2002 年 9 月 9 日的墒情统计, 山东省受旱面积为 371 万公顷, 其中重旱面积为 123 万公顷, 绝收面积 30 万公顷。受旱地区主要集中在鲁中山区和鲁西北、鲁西南沿黄地区以及黄河故道区, 其中南四湖的水产养殖业遭受重大损失, 其生态环境遭受严重破坏, 7 月 9 日京杭运河济宁段宣布断航, 全省旱灾造成直接经济损失达 100 亿元以上。

重大的经济损失引起全省各方面的关注, 本文将对此次干旱事件的气候形势特征,

从大气环流、SST 场等方面进行分析,初步探究造成这次干旱的成因,以期对山东夏季旱涝预测起到一定的指导作用。

## 1 2002 年夏季气候特点

2002 年夏季山东省降水异常偏少,气温明显偏高。

### 1.1 降水

2002 年夏季山东省平均降水量为 183.0mm,较常年同期偏少 56.7%,创造了自 1951 年以来夏季降水的最少纪录(见图 1);历史次少值为 235.1mm,出现在 1968 年。其中 6 月份降水量为 65.5mm,较常年同期偏少 14.5%;7 月份降水量为 71.6mm,较常年同期偏少 63.5%,是历史次少值;历史最少值为 67.6mm,出现在 1997 年;8 月份降水量为 45.8mm,较常年同期偏少 69.3%,是历史最少值;历史次少值为 53.0mm,出现在 1989 年。

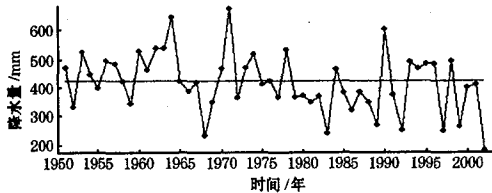


图 1 山东省夏季历年降水量变化图(图中直线是 1971~2000 年平均值)

### 1.2 气温

2002 年夏季山东省平均气温为 26.1℃,较常年同期偏高 0.8℃,其中 6、7、8 月份分别较常年同期偏高 0.4℃、1.3℃、0.6℃。

表 1 列出了 2002 年夏季山东 17 个地级市高温日数(日最高气温大于 35℃ 的总天数)、极端最高气温及日最高气温  $\geq 35^\circ\text{C}$  的最长持续天数。从表 1 可知,济宁、日照的高温日数超过历史极值,其它各市除威海外均多于 30 年(1971 年~2000 年)平均值,高温持续日数均大于 3 天,济宁和泰安两市最长持续日数达 10 天;而极端最高气温有 9 个市超过历史极值,有两市接近历史极值,说明 2002 年夏季高温天气明显。

表 1 2002 年夏季高温日数及极端最高气温与历史值对比

|    | 日最高气温 $\geq 35^\circ\text{C}$ 的日数 |      |      |        | 极端最高气温 |      |      | 日最高气温 $\geq 35^\circ\text{C}$ 的最长持续天数 |
|----|-----------------------------------|------|------|--------|--------|------|------|---------------------------------------|
|    | 2002 年                            | 历史极值 | 出现年份 | 30 年平均 | 2002 年 | 历史极值 | 出现年份 |                                       |
| 济南 | 24                                | 32   | 1968 | 11     | 42.0   | 40.5 | 1997 | 7                                     |
| 青岛 | 1                                 | 1    | 1966 | 1      | 38.9   | 37.4 | 1997 | 1                                     |
| 淄博 | 24                                | 31   | 1997 | 11     | 40.4   | 40.7 | 1972 | 6                                     |
| 枣庄 | 13                                | 28   | 1967 | 7      | 40.9   | 39.9 | 1988 | 7                                     |
| 东营 | 14                                | 19   | 1997 | 7      | 38.3   | 40.3 | 1992 | 6                                     |
| 烟台 | 4                                 | 13   | 1997 | 2      | 35.5   | 39.2 | 1997 | 3                                     |
| 潍坊 | 11                                | 21   | 1997 | 7      | 38.8   | 40.3 | 1968 | 6                                     |
| 济宁 | 29                                | 22   | 1968 | 8      | 40.8   | 40.6 | 1972 | 10                                    |
| 泰安 | 18                                | 24   | 1968 | 6      | 42.1   | 40   | 1966 | 11                                    |
| 威海 | 0                                 | 3    | 1966 | 2      | 34.4   | 38.4 | 1972 | 0                                     |
| 日照 | 3                                 | 2    | 1964 | 1      | 41.4   | 38.3 | 1977 | 1                                     |
| 莱芜 | 12                                | 19   | 1968 | 5      | 39.9   | 39.2 | 1967 | 5                                     |
| 临沂 | 10                                | 16   | 1966 | 6      | 41.6   | 39   | 1966 | 7                                     |
| 德州 | 25                                | 36   | 1968 | 10     | 42.6   | 41.3 | 1968 | 6                                     |
| 聊城 | 23                                | 24   | 1968 | 10     | 40.7   | 40.8 | 1966 | 6                                     |
| 滨州 | 14                                | 25   | 1997 | 8      | 39.2   | 40.9 | 1968 | 5                                     |
| 菏泽 | 26                                | 31   | 1966 | 11     | 40.8   | 42   | 1967 | 6                                     |

## 2 干旱成因的初步分析

### 2.1 降水异常偏少气温明显偏高是发生干旱的主要原因

干旱是一种累积效应,1999 年以来,山东省降水持续偏少,气温明显偏高,特别是 2002 年夏季降水出现了近 50 多年来历史同期的最少值,加上 6 月上旬、7 月上旬后期至中旬、7 月末至 8 月初先后出现 3 次持续时间较长的酷热天气,导致蒸发加大,农田失墒快,致使旱情更加严重。

### 2.2 大气环流的演变利于山东干旱的发生

#### 2.2.1 东亚阻高长期维持和西太平洋副热带高压位置偏南偏东是干旱发生的环流背景

2002 年盛夏,东亚阻塞高压长期维持,导致北方冷空气活动明显减弱,加之西太平洋副热带高压 7 月份位置显著偏南,主体明显偏东,南方的暖湿气流向北输送的条件不充分,冷暖气流配合不好,可能是北方干旱发生发展的最直接的大气环流背景<sup>[1]</sup>。有关研究<sup>[2]</sup>指出夏季西太平洋副热带高压位置偏南、偏东是造成山东夏季少雨干旱重要原因。

#### 2.2.2 冬季环流形势对山东夏季少雨干旱的影响

按山东省夏季平均降水量距平百分率来

划分,定义降水距平百分率大于25%(降水量大于527.8mm)的年份为涝年,定义降水距平百分率小于-25%(降水量小于316.7mm)的年份为旱年。按上述标准来划分,自1951年~2001年全省共有6个旱年和6个涝年(见表2)。

表2 山东省旱年、涝年的降水量和降水距平百分率

| 旱年   | 降水量<br>/mm | 距平百<br>分率/% | 涝年   | 降水量<br>/mm | 距平百<br>分率/% |
|------|------------|-------------|------|------------|-------------|
| 1968 | 235.1      | -44.3       | 1962 | 536.3      | 27.0        |
| 1983 | 241.1      | -42.9       | 1963 | 534.1      | 26.5        |
| 1989 | 268.9      | -36.3       | 1964 | 643.7      | 52.5        |
| 1992 | 252.6      | -40.2       | 1971 | 673.1      | 59.4        |
| 1997 | 248.1      | -41.2       | 1978 | 529.5      | 25.4        |
| 1999 | 264.9      | -37.3       | 1990 | 601.5      | 42.5        |
| 2002 | 183.0      | -56.7       |      |            |             |

据统计,山东省夏季降水与上一年冬季500hPa高度场有较好的相关关系。按旱、涝年分别求出上一年冬季500hPa高度距平场合成值(见图2)。由图2可知,山东省涝年上一年冬季500hPa高度距平场的特点为:北极上空是一正一负两个距平区,冰岛上空为正距平区,整个欧亚大陆基本上是正距平区,亚速尔高压、冰岛低压都较弱;山东省旱年上一年冬季500hPa高度距平场的特点为:一个巨大的负距平区横贯欧洲、北极和北美部分地区,冰岛上空为负距平区,我国上空是正距平区,亚速尔高压、冰岛低压都较强。

## 2.3 北太平洋 SST 的变化厄尔尼诺事件对山东夏季干旱的影响

### 2.3.1 北太平洋 SST 距平场与对山东夏季旱涝的关系

从旱、涝年夏季北太平洋 SST 距平场合成图上可以看到(图略),涝年在35~45°N、170°E~155°W是一个强的正距平区,距平值大都在0.4℃以上,最大值为1.3℃;在中部

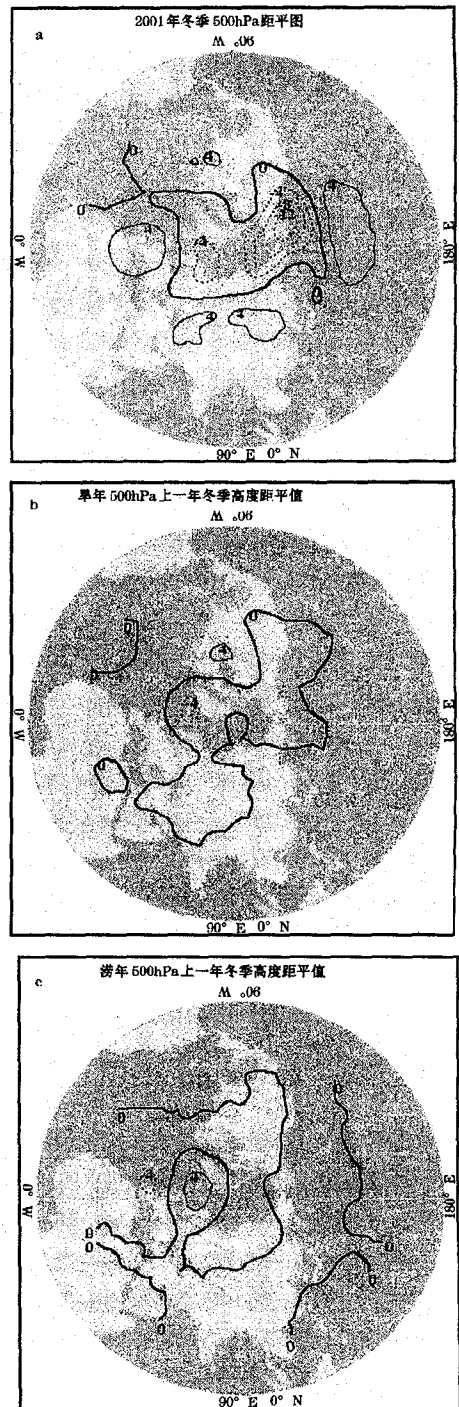


图2 2001年冬季(a)和旱年(b)、涝年(c)的上一年冬季500hPa高度距平场  
等值线间隔40gpm

基本上是一片广大的弱负距平区;在 NINO4 区是一个弱的负距平区,在 NINO3 区是一个强的负距平区,距平最小值为  $-0.9^{\circ}\text{C}$ 。

旱年在  $35^{\circ}\sim 45^{\circ}\text{N}$ 、 $170^{\circ}\text{E}\sim 155^{\circ}\text{W}$  是一个强的负距平区,距平值大都小于  $-0.4^{\circ}\text{C}$ ,最小值为  $-1.1^{\circ}\text{C}$ ;在中部基本上是一片广大的弱正距平区;在 NINO4 和 NINO3 区是一个强的正距平区,距平值最大值为  $1.6^{\circ}\text{C}$ 。

可见旱、涝年夏季北太平洋中纬度 SST 距平场基本上呈反位相分布。

2002 年夏季北太平洋 SST 距平场,在  $40^{\circ}\sim 50^{\circ}\text{N}$ 、 $165^{\circ}\text{E}\sim 160^{\circ}\text{W}$  和  $15^{\circ}\sim 50^{\circ}\text{N}$ 、 $155^{\circ}\text{W}\sim 115^{\circ}\text{W}$  均为强的负距平区,距平最小值分别为  $-1.2^{\circ}\text{C}$  和  $-1.6^{\circ}\text{C}$ ;在 NINO4 和 NINO3 区是一个强的正距平区。其分布特征与早年的 SST 距平场分布特征基本相似。

### 2.3.2 上一年冬季北太平洋中纬度 SST 对山东旱涝的影响

通过相关普查发现,山东省夏季降水与上一年冬季北太平洋 SST 有较好的相关关系,其中在  $30^{\circ}\text{N}$ 、 $140^{\circ}\sim 160^{\circ}\text{E}$  和  $25^{\circ}\text{N}$ 、 $145^{\circ}\sim 150^{\circ}\text{E}$ ,其相关系数在  $0.3\sim 0.47$  之间,信度是  $0.05$ ,相关性最好(样本长度为 35 年)。

图 3 是旱、涝年上一年冬季关键区 SST 距平直方图,可见旱年除了一年,其它几年都

是正距平;涝年正好相反,除了一年,其它几年都是负距平。

2001 年冬季关键区的距平值全部为正的,距平值在  $0.1\sim 0.7^{\circ}\text{C}$  之间,与旱年上一年冬季关键区的距平趋势一致。可见,冬季中纬度 SST 偏暖对 2002 年夏季干旱有重要影响。

### 2.3.3 5 月发生的厄尔尼诺事件是山东发生干旱的海洋背景

涝年的上一年冬季, NINO4 区 SST 是一个弱的正距平区, NINO3 区是一个弱的负距平区;在涝年夏季, NINO4 区是一个弱的负距平区, NINO3 区是一个强的负距平区。可见涝年 NINO4 和 NINO3 区的 SST 从上一年冬季的弱暖水位相、弱冷水位相变为当年夏季的弱冷水位相、强冷水位相。

旱年的上一年冬季, NINO4 和 NINO3 区 SST 是一个弱的正距平区;在旱年夏季, NINO4 区变化不大,还是弱的正距平区, NINO3 区是一个强的正距平区。可见旱年 NINO4 和 NINO3 区的 SST 从上一年冬季到夏季由弱暖水位相变为当年夏季的强暖水位相,也就是处在 ENSO 循环的上升阶段。

2001 年冬季, NINO4 区 SST 是一个弱的正距平区, NINO3 区是一个弱的负距平区;在 2002 年夏季, NINO4 是一个强的正距平区, NINO3 是一个弱的正距平区,可见, 2002 年春季开始的一次厄尔尼诺事件对山东的少雨干旱起重要作用。

### 2.4 山东省处在旱涝交替以旱为主的气候阶段是干旱发生的气候背景

由图 1 可以看出,山东省夏季降水量有明显的阶段性, 1951~1964 年为降水量偏多阶段, 1965~1978 年为正常阶段, 1979~1989 年为降水量偏少阶段, 1990 年以后降水比 80 年代增多,但仍处在旱涝交替以旱为主的气候阶段,目前仍处在这一气候时期,这是山东省近几年降水以少为主,干旱频发的气候背景<sup>[3]</sup>。

## 3 结 语

(1)降水持续偏少和高温是山东省 2002

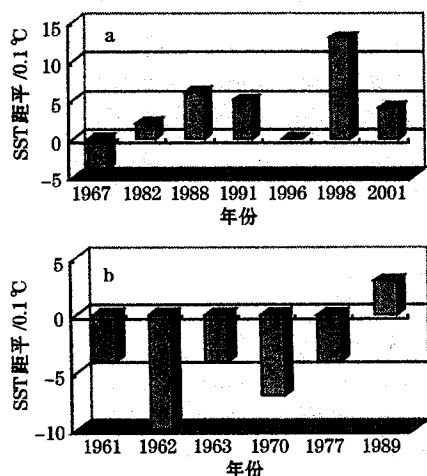


图 3 旱年(a)、涝年(b)上一年冬季关键区 SST 距平值(单位  $0.1^{\circ}\text{C}$ )

年夏季干旱发生的直接原因,并与这几年山东省处在少雨干旱的气候背景有关。

(2)前期冬季的北大西洋涛动偏强,夏季东亚阻高长期维持和西太平洋副热带高压位置偏南、偏东是干旱发生的环流背景。

(3)前期冬季北太平洋中纬度关键区 SST 偏暖和 2002 年春季开始的厄尔尼诺事件对山东的少雨干旱有重要影响。

从以上分析可知,冬季的大气环流、SST 场在旱涝年的分布特征有明显的差异,这些

因素对山东省夏季的旱涝趋势预测有重要指导意义。

### 参考文献

- 1 王永光. 2002 年全国短期气候预测业务技术交流会技术小结. 全国短期气候业务技术研讨会文集, 2002 年 11 月.
- 2 奚秀芬, 郑世芳, 汤子东. 2002 年山东半岛春夏干旱分析及对策. 山东气象, 2001, 21(2): 10.
- 3 奚秀芬, 汤子东, 郑世芳. 水资源与水旱灾害研究. 北京: 地震出版社, 1999: 104~105.

## Analysis of the Cause of Drought in Shandong in the Summer 2002

Gu Runyuan Tang Zidong

(Shandong Meteorological Observatory, Jinan 250031)

### Abstract

The characteristics of precipitation, the surface air temperature, and drought damage in the summer, 2002 are analyzed, and then the factors related with the climate characteristics of drought, such as the variation of atmospheric circulation, sea-surface temperature field, are investigated, respectively. It shows that the variation of both atmospheric circulation and sea-surface temperature field in winter would be important for predicting trends of drought/flood in next summer.

**Key Words:** drought trends of drought/flood prediction