



# 山东冠县参考作物蒸散量与蒸发皿蒸发量特征分析

闫景东<sup>1</sup>, 李楠<sup>2</sup>, 席晓彤<sup>2</sup>, 苑晓磊<sup>2</sup>

(1. 冠县气象局, 山东冠县 252500; 2. 聊城市气象局, 山东聊城 252000)

**摘要:**为指导冠县农业生产及合理利用水资源, 利用 1961-2017 年冠县气象局逐日蒸发皿蒸发量、平均气温、最高气温、最低气温、平均相对湿度、日照时数和平均风速等气象要素, 采用气候倾向率和相关性方法分析冠县蒸发皿蒸发量与参考蒸散量的变化特征。结果表明: 参考蒸散量日均值为 3 mm, 蒸发量日均值为 5 mm, 蒸发量大于蒸散量的值; 月蒸散量平均值为 93 mm, 月蒸发量平均值为 156 mm, 均表现为下降趋势。蒸散量春夏秋冬值分别为 340、440、238、1034 mm; 蒸发量春夏秋冬值分别为 609、659、354、169 mm; 蒸散量年平均值为 1 110 mm, 蒸发量年平均值为 1 893 mm, 两者均表现为明显的下降趋势; 冠县处于鲁西平原地区, 受地形的影响较小, 蒸散量与蒸发量两者表现为显著相关。

**关键词:** 蒸散量; 蒸发量; 冠县; 气象要素

参考作物蒸散量与蒸发皿蒸发量是水平衡的重要组成部分, 也是大气蒸发能力的综合体现<sup>[1-3]</sup>。参考作物蒸散量作为一个非常重要的变量已被广泛应用在需水计算和水文气象中<sup>[4]</sup>。目前越来越多的干旱指标开始考虑蒸散发在干旱中的影响, 而蒸散发的变化趋势及变化原因一直存在争议并引起了广泛的关注<sup>[5]</sup>。本文以冠县气象站为例, 探讨该地区不同方法计算获取的蒸散发变化趋势及原因, 为该地区的农业生产及水资源利用提供参考<sup>[6]</sup>。

## 1 材料与方法

### 1.1 数据来源

冠县地处 N36°22'~36°42', E115°16'~115°47', 属于温带季风性气候区, 具有显著的季节变化和季风气候特征<sup>[7]</sup>。选取山东冠县气象观测站 1961-2017 年逐日地面气象要素资料(包括平均气温、最高气温、最低气温、平均相对湿度、日照时数、平均风速、蒸发皿蒸发量)进行分析。

### 1.2 方法

采用 1998 年推荐修订的 Penman-Monteith 模型为基础的参考作物蒸散量计算方法, 具体公式<sup>[8-9]</sup>如下:

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34U_2)} \quad (1)$$

式中,  $ET_0$  为参考作物蒸散量 ( $\text{mm} \cdot \text{d}^{-1}$ ),  $\Delta$  为饱和水汽压温度曲线斜率,  $G$  为土壤热通量,  $R_n$  为冠层表面净辐射,  $\gamma$  为干湿球常数;  $e_s$  为实际水汽压;  $e_a$  为饱和水汽压,  $U_2$  为 2 m 高处的风速(公式中将 Z 米处的风速换算成 10 m 处的风速, 常规地面气象观测站的风场观测高度为 10 m)。

资料处理完毕后, 采用线性回归分析, 及相关分析探究蒸散量与蒸发量的周期变化特征。

## 2 结果与分析

### 2.1 参考作物蒸散量与蒸发量日变化特征

1961-2017 年参考蒸散量日均值为 3 mm, 1961-2013 年蒸发量日均值为 5 mm, 图 1 为蒸散量与蒸发量的变换特征, 整体趋势较为一致, 都经历了单峰型周期变化。

### 2.2 蒸散量与蒸发量月时间尺度的变化特征

蒸发量与蒸散量月值趋势基本一致, 最大值都出现在 6 月, 最小值出现在 1 月。1961-2017 年月蒸散量平均值为 93 mm, 最大值为 165 mm 出现在 6 月; 最小值为 30 mm 出现在 1 月; 月蒸散量整体呈现下降的趋势, 倾向率为  $-3.917 \cdot 10^{-1}$ 。1961-2013 年月蒸发量平均值为 156 mm, 月蒸发量整体呈现下降趋势, 倾向率为  $-18.66 \cdot 10^{-1}$ , 最大值出现在 6 月平均值为 309 mm; 最小值出现在 1 月平均值为 47 mm。

收稿日期: 2018-07-17

基金项目: 山东省气象局青年科研基金资助项目(2017 SDQN20)。

第一作者简介: 闫景东(1983-), 男, 硕士, 工程师, 从事气象服务研究。E-mail: 569386124@qq.com。

2.3 蒸散量与蒸发量的季节变化特征

蒸散量春夏秋冬值分别为:340、440、238、104 mm;蒸发量春夏秋冬分别为609、659、354、169 mm。蒸散量与蒸发量在季节变化中均为不

同程度的下降趋势(表 1),其中蒸散量在夏季下降的最为明显,其次为春季;蒸发量同样在夏季和春季下降趋势较为明显,冬季下降速率较为缓和;整体的蒸发量下降速度高于蒸散量。

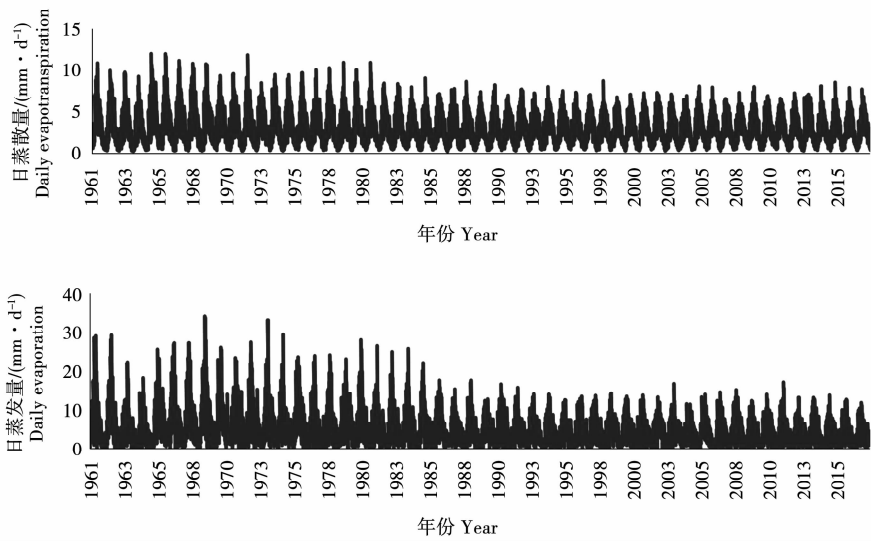


图 1 日蒸散量与蒸发量变化特征

Fig.1 Variation characteristics of daily evapotranspiration and evaporation

表 1 蒸散量与蒸发量下降趋势  
Table 1 Decreasing trend of evapotranspiration and evaporation

项目 Items	春 Spring	夏 Summer	秋 Autumn	冬 Winter
蒸散量/(mm·a <sup>-1</sup> ) Evapotranspiration	-1.76	-2.41	-0.69	-0.42
蒸发量/(mm·a <sup>-1</sup> ) Evaporation	-5.21	-6.27	-1.12	-0.64

2.4 蒸散量与蒸发量年变化特征

统计表明 57 年蒸散量的平均值为1 110 mm,最大值为 1 378 mm,出现在 1965 年,最小值为 914 mm,出现在 2003 年,年蒸散倾向率为-46.37·10 a<sup>-1</sup>。蒸发量 51 年平均值为 1 893 mm,最大值为 2 905 mm,出现在 1968 年,最小值 1 317 mm,出现在 1965 年,年蒸发量气候倾向率为-240.97·10 a<sup>-1</sup>;图 2 为蒸散量与蒸发量的变化特征,蒸散量与蒸发量均表现为明显的下降趋势。蒸发量的下降趋势比蒸散量更为明显。

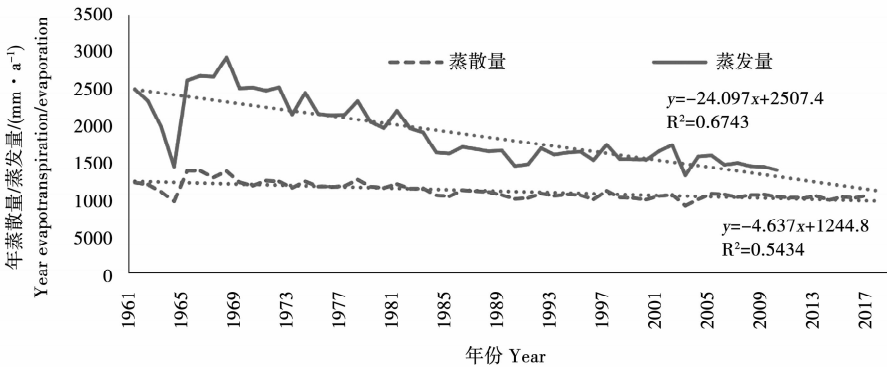


图 2 蒸发量与蒸散量的年变化特征

Fig.2 Year variation characteristics of evapotranspiration and evaporation

2.4 蒸发量与蒸散量的相关关系分析

按照年变化和四季变化的状况,将蒸发量与蒸散量进行分析表 2,结果显示无论在年还是季节上两者的相关性均为显著相关,其中年蒸发量和蒸散量的相关性最高值为 0.945。

表 2 蒸发量与蒸散量不同时间尺度的相关性  
Table 2 Correlation between evapotranspiration and evaporation at different time scales

时间尺度 Time scales	相关系数 Coefficient of association
春 Spring	0.928 *
夏 Summer	0.885 *
秋 Autumn	0.853 *
冬 Winter	0.920 *
年 Year	0.945 *

\* 表示差异显著( $P\leq 0.05$ )。  
\* indicate significant difference at 0.05 level.

3 结论

参考蒸散量日均值为 3 mm,蒸发量日均值为 5 mm,蒸散量与蒸发量整体趋势较为一致,都经历了单峰型周期变化。蒸发皿蒸发量是开放的小尺度水面的蒸发状况,而参考蒸散量是充分灌溉的植被水分蒸散的状况,所以蒸发量大于蒸散量的值。

蒸发量与蒸散量月均值趋势基本一致,月蒸散量平均值为 93 mm,月蒸发量平均值为 156 mm,均表现为下降趋势。

蒸散量春夏秋冬值分别为:340、440、238、104 mm;蒸发量春夏秋冬分别为 609、659、354、169 mm;不同季节的蒸发量与蒸散量均表现为下降趋势。

57 年蒸散量的平均值为 1 110 mm,年蒸散倾向率为  $-46.37\cdot 10\text{ a}^{-1}$ ;蒸发量年平均值为 1 893 mm,气候倾向率为  $-240.97\cdot 10\text{ a}^{-1}$ 。

冠县处于鲁西平原地区,受地形的影响较小,蒸散量与蒸发量两者拟合关系呈现显著的相关性。

参考文献:

[1] 张巧凤,锡林郭勒草原干旱灾害监测与风险评估研究[D].北京:中国农业科学院,2016.  
[2] 乌兰,王海梅,刘昊.内蒙古牧区干旱灾害风险分布特征及区划[J].干旱气象,2017,35(6):1070-1076.  
[3] 牛建龙,葛广华,王家强,等.1961-2010 年塔里木灌区蒸发皿蒸发量变化特征及影响因素分析[J].气象与环境学报,2016,32(3):71-76.  
[4] 张巧凤,锡林郭勒草原干旱灾害监测与风险评估研究[D].北京:中国农业科学院,2016.  
[5] 李战超.干旱区膜下滴灌棉田蒸散量研究[D].北京:新疆师范大学,2013.  
[6] 刘蓉,文军,王欣.黄河源区蒸散发量时空变化趋势及突变分析[J].气候与环境研究,2016,21(5):503-511.  
[7] 李楠,李慧,李强,等.基于标准化降水指数的鲁西地区干旱时空特征分析[J].山东农业科学,2017,49(7):131-138.  
[8] 王永东,李生字,金小军,等.塔克拉玛干沙漠腹地参考作物蒸散量与蒸发皿蒸发量的对比分析[J].干旱区资源与环境,2013,27(2):114-117.  
[9] 王鹏涛,延军平,蒋冲,等.华北平原参考作物蒸散量时空变化及其影响因素分析[J].生态学报,2014,34(19):5589-5599.

Analysis on Characteristics of Evapotranspiration of Evaporation Dish and Evaporation of Reference Crops in Guan County, Shandong Province

YAN Jing-dong<sup>1</sup>, LI Nan<sup>2</sup>, XI Xiao-tong<sup>2</sup>, YUAN Xiao-lei<sup>2</sup>

(1. Meteorological Bureau of Guan County, Guan County 252500, China; 2. Meteorological Bureau of Liaocheng City, Liaocheng 252000, China)

**Abstract:** In order to guide agricultural production of Guan county and rational use of water resources, using meteorological elements such as evaporation of evaporating dish, average temperature, maximum temperature, minimum temperature, average relative humidity, sunshine hours and average wind speed from 1961 to 2017, Guan county Meteorological Bureau used climate tendency rate and correlation method to analyze characteristics of evapotranspiration of evaporation dish and evaporation of reference crops in Guan county. The variation of the evaporation amount of the evaporation dish and the reference evapotranspiration showed that the daily average value of the reference evapotranspiration was 3 mm, the daily average value of evaporation was 5 mm, and the evaporation amount was greater than the value of evapotranspiration. The average monthly