

# 渤海湾的海雾特征分析

何 乃 光

(天津市气象台)

海雾是海上的重要天气现象之一。它主要是影响海上能见度。对于航海、军事活动及海洋资源开发，都有不同程度的影响。因此，对于形成海雾的天气气候概况进行分析，进而为预报提供依据，也是海洋气象研究的重要课题。本文对渤海湾的海雾特征作了分析。

## 一、选用资料及有关规定

选用 1975 年 1 月至 1979 年 4 月渤海上的测站 ( $38^{\circ}33'N$ 、 $117^{\circ}49'E$ ) 雾日的 08、14、20 时 3 次定时海水表层水温、海平面气温、相对湿度；逐时风向、风速（自记资料）；每个雾程的起止时间。选取渤海测站雾日当天的天津市台 07 时探空温度资料。普查渤海雾日 850 毫巴及地而天气图。

规定：一日内任何时间出现能见度  $< 1$  公里的雾，不论持续时间长短均视为一个雾日。1975 年 1 月—1979 年 4 月，渤海湾内共出现 42 个雾日。所谓雾程，是指从雾发生到雾终止的整个过程。1975 年 1 月—1979 年 4 月共出现 34 个雾程。因雾程不受日界限制，有时一个雾程可包括两个雾日。

## 二、海雾的特征

### 1. 海雾的年际变化

由于海上资料年代短，目前还无法找出其变化规律，仅从 1975—1979 年来看，各年雾日分布不均，如 1979 年\*雾日最多，有 15 个；而 1976 和 1977 年只有 6 个雾日。

### 2. 海雾的季节变化

为了揭露其变化规律，我们做雾日逐月频率图

（图 1）。从图中可见，雾日集中出现在 11 月至次年 4 月里，并以 1 月份出现机率最高。5—10 月渤海湾没有海雾出现。

### 3. 海雾的日变化

对海雾的日变化，本文从两方面进行分析。首先对逐时海雾次数（海上 20 时到 08 时无记录，视为夜间）进行统计，结果见图 2。从图上可明显地看出，

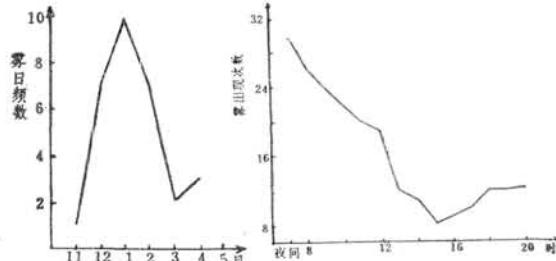


图 1 逐月雾日频数

图 2 海雾的日变化

海雾在夜间出现次数最多，并随时间的推移逐渐减少，15 时为一日中雾出现最少的时刻，16 时后又逐渐增多。我们又对每个雾程的起止时间进行统计分析，并将一日划分为三个时段，按每一时段的时间界限把 34 个雾程的起止时间进行统计（见附表）。从表中可以看

\* 只在年变化统计中，用了 1975 年 1 月—1979 年 12 月整 5 年的海雾日数资料。

出，雾主要是生成在夜间，其次是下午，而在下午生成的雾中，又有78%是在16时以后生成的。消散则以上午最多，其次是下午，而其中有44%是在15时前消散的。因此，可以看出，海雾的日变化是很明显的。关于海雾的浓度变化虽无详细记载，但根据实际观测的粗略情况来看，也以夜间最浓。综上所述可知，渤海湾的海雾，有着明显的季节变化和日变化规律。

### 三、海雾生成时的海洋水文气象条件

海雾发生除与当天的天气形势有关外，还和在该形势下出现的气团、海洋状况有密切的关系，特别是与风场有关。

附表 各时段雾生成（或消散）的频数  
占总雾程数的百分比

时间	雾生成	雾消散
夜间（20—08时）	61.8	14.7
上午（08—12时）	11.8	58.6
下午（12—20时）	26.4	26.4

#### 1. 海雾发生时的风向

资料分析表明，任何风向都有海雾发生。为了寻找海雾发生的最适宜风向，我们按地面气流的特征，把16个方位分成如下三种型：I偏北型（WNW—N）；II西南型（S—W）；III偏东型（SSE—NNE）。并根据海雾发生时的风场，将海雾称为I、II、III型雾。从天气形势来看，第I、II型风场，主要是在地面冷高压前沿的弱冷空气向暖湿气团渗透及冷锋向暖湿气团逼近的时候出现的。就渤海湾的地理位置而言，I型风是由大陆吹向海洋。在海雾出现的季节里，其性质是干燥而寒冷。在本文分析的42个雾日中，有10个属I型，占总雾日的23.8%。此型雾日主要集中在冬季（11月—2月），以1月份最多（见图3）。II型中，风是由低纬度的大陆吹向海洋，气温较高、湿度也大

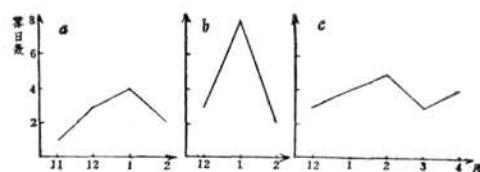


图3 各型各月海雾出现次数  
a. I型 b. II型 c. III型

些。在42个雾日中，13个属此型，约占总雾日的31%，集中出现在12—2月，也以1月份最多。第III型风场，主要是因渤海湾处于东移入海的气旋、倒槽等地面系统的东部及入海高压后部的回流形势下出现的。此型风是从海洋吹向大陆，湿度大是该型的主要特点。42个雾日中有19个属此型，占总雾日的45.2%。它主要集中在12—4月，以2月份最多。

综上所述，海雾发生时，以III型风最多（偏东风），其次是II型风（西南风）。

#### 2. 海雾发生时的风速

对42个雾日发雾时的逐时风速统计表明，有68%的雾日在发雾时平均风速为2.5—5.5米/秒，即2—3级风；24%为3—4级风；只有3次为5级左右的风。由此可见，最适宜发生海雾的风场是偏东风2—3级。

#### 3. 海水表层温度

我们对出现海雾时的08、14、20时定时水温观测量进行统计，发现有雾时，渤海湾海表水温在-1.6—12.0°C之间。

#### 4. 水温气温差

渤海湾的水温气温差的变化，是受水文气象及地理环境等诸因子影响的，特别是受风场的影响较大。所以有必要对不同型的海雾分别进行分析，从而找出各型海雾发生时的水温气温差的变化范围，进一步研

此外，前一年10月在北欧—西伯利亚（60—70°N, 10—100°E）一带的纬向环流指数与次年广州2月气温的相关系数高达-0.63，它们的分级情况表略。前一年11月黑龙江流域至朝鲜半岛一带的经向环流指数与次年广东春季气温的相关系数为-0.46（表略）。

综上所述，华南春季的异常冷暖，其前期环流特征的差异也是明显的。春季冷暖不仅与前一年夏季南亚地区的100毫巴等压面的高度有密切关系，还与该区等压面下降速度有关。一般前期持续偏强，则春季也偏强，华南偏暖；前期持续偏弱，则春季也偏弱，华南偏冷，它们的综合关系见图5。再结合其它几个特征量的演变，不难作出判断。

#### 参考资料

[1] J. K. Angell and J. Korshover, Variation in size and location of the 300mb north circumpolar vortex between 1963 and 1975, Mon. Wea. Rev., 105, 19—25.

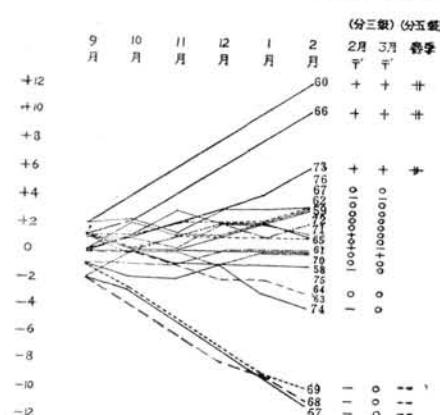


图5 前期南亚高度距平累积与春季气温的关系

W—10°E）的厚度。它与广州春季温度的相关系数是0.52（表略）。

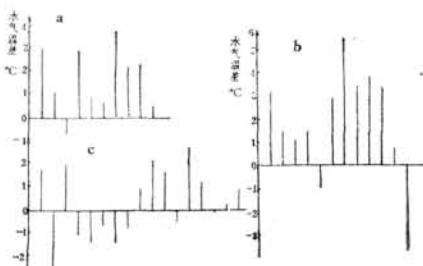


图4 各型雾日的水气温差  
a. I型 b. II型 c. III型

究其对海雾生成的作用。本文统计的是出现海雾时观测到的平均值(08、14、20时3次平均)。由图4可见,在10个I型雾日里,有9个雾日水气温差为正值,即水温高于气温,只1个雾日为负值;水气温差在-1.0—4.0°C之间。13个II型雾日中,有10个雾日水气温差为正值,2个雾日为负值(一次气温缺测未统计);水气温差在-3.6—6.0°C之间。19个III型雾日中,有9个雾日水气温差为正,8个雾日水气温差为负(二次水温缺测未统计);水气温差在-2.9—2.7°C之间。

由上述可见,I、II型海雾出现时,水温一般高于气温,而III型海雾时,水气温差正负次数相当。这说明在不同类型的风场里出现的海雾,水气温差是不同的,这是有重要意义的。我们知道,当大气和海洋之间存在着一定的水气温差时,就会发生热湿交换,出现海水的蒸发和大气冷却的物理过程。所以对形成不同类型海雾时对水气温差的不同要求的研究越显得重要。下面我们用道尔顿氏蒸发方程式

$$\frac{dE}{dt} = A \frac{P_m}{P} (1 + av) (e_m' - e)$$

定性地讨论一下,因不同水气温差而引起的蒸发过程对渤海湾成雾所起的作用。上式中,  $\frac{dE}{dt}$  为蒸发增量,A为比例系数, $P_m=760$  毫米水银柱高,P为大气压,a为一恒量,v是风速, $e_m'$  为蒸发面的饱和水汽压,e为实际水汽压。从公式可知, $\frac{dE}{dt}$  与  $e_m'$ 、e 有关。而  $e_m'$ 、e 又是和水气温差有关的物理量。

首先讨论水气温差为正时对蒸发的影响。设  $T_w$ 、T、E 分别代表水温、气温、空气的饱和水汽压。

(1) 当  $T_w > T$  时, 则有  $E < e_m'$ , 当  $e_m' = e$  时, 则有  $e > E$  成立。这说明空气虽未达到饱和,但是当空气饱和水汽压还没有大于水面饱和水汽压之前(即未达到  $E > e_m'$  之前), 蒸发依然存在。水面蒸发作用可以不断地供给空气水汽使其发生凝结。通过上述公式分析不难看出,绝大多数I、II型海雾是在随天气系统进入渤海时,由于海水的蒸发作用,而使其浓度及其它属性发生了变化。III型雾中也有9个雾日是属于因蒸发作用而加强雾的浓度的。这也是雾从陆上移到海洋上时浓度往往加大,而消散往往推迟的缘故。通过分析看出,当  $T_w > T$  时而引起的蒸发作用对海雾发生的贡献是很大的。但是水温高得太多,会使

空气的湍流加大,也不利于成雾。

(2) 当  $T_w < T$  时, 则有  $E > e_m'$ 。当  $e_m' = e$  时, 从方程可知  $\frac{dE}{dt} = 0$ , 蒸发停止。因为  $E > e$  也就是说,

空气未饱和前,蒸发已停止,所以,蒸发作用不可能促使空气中水汽凝结。III型雾中有8个雾日是在这种情况下出现的,I、II型中也有个别的出现在这种情况下。

在  $T_w < T$  条件下,蒸发对于雾的形成起不到作用了。可是海气间的热量交换还是在进行,只不过形成大气向海洋传递,出现大气冷却降温的物理过程。我们知道,轻度的冷却,就会引起空气相对湿度的很大变化。因此,在  $T_w < T$  的情况下,主要表现为空气降温,相对湿度增加,有利于海雾的生成及加浓。虽然水温比气温低得越多,越有利于空气的降温,但由于海水有着巨大的热容量,使  $T_w$  值不会很低,若水温与气温的差值大,气温比水温高得多,空气的饱和水汽压增大,难以达到饱和,不利于海雾的生成和加浓。

#### 5. 湿度

计算结果表明,相对湿度80%以上便有海雾发生。这个数值比在陆地上要小。主要原因可能是,海湾上空不但存有大量盐粒,而且有从大陆飘移来的大量干性吸水极强的尘粒。这些都是极好的凝结核。丰富的凝结核可能是在相对湿度不太高的情况下发生雾的原因。

#### 5. 层结状况

因为渤海内没有探空资料,因此借用距海岸50公里的天津台07时探空资料。通过普查看出,当渤海湾出现海雾时,探空曲线上几乎都有低层逆温存在(图略)。

普查雾日的850毫巴天气图,可见渤海湾一带上空几乎都有暖平流存在,但在冷高压前部降水后产生的雾,没有平流逆温存在。

#### 四、讨论

##### 1. 渤海湾海雾季节变化明显的主要原因可能是:

(1) 冬春季节里,气温偏低,空气含水能力较差,在有利的天气形势下,易产生雾。主要生成的是因冷空气对暖空气的激发而成的I、II型雾。(2) 冬半年渤海海温场配置也利于海雾的生成,尤其是对一部分III型雾的生成有利。冬半年,渤海等水温线和海岸及等水深线平行,呈东高西低型,并具有较大的水平梯度。当暖湿的偏东气流从高水温区向低水温区运动时会造成海气间充分地热湿交换,其结果极易形成III型海雾。可是随着冬半年向夏半年过渡,海温场也发生了变化。渤海湾一带变成了整个渤海水温最高区,不利于海雾的生成,因此,由春入夏后渤海湾没有海雾出现。

2. 海雾的日变化主要是由气温的日变化引起的。众所周知,各种类型的雾不管成因如何,只要受热就趋于消散。海面气温常常在15时左右出现日最高值,而这正是海雾出现最少的时间。渤海湾气温日变化主要原因除太阳短波辐射日变化外,还因为渤海湾是一个三面被大陆环抱的半封闭海湾。海陆间的空气通过侧混合、海陆环流等作用,使海洋上的气温也同样具有和陆上一样的气温日变化,从而导致了渤海上空海雾的日变化。