

东海近海海雾日变化特征及生成的水文气象条件分析

马静¹, 于芸², 魏立新¹

(1.国家海洋环境预报中心,北京 100081; 2.国家海洋局东海预报中心,上海 200081)

摘 要: 统计分析了东海沿海5个海洋站点的水文气象历史数据,对该区域雾生的日变化特征及海雾维持的气象条件包括气-水温差、风向风速等做出了初步评价。结果显示,除南麂站外各站点上午有雾的情况最多,下午次之,夜间有雾的情况偏少。出雾时气-水温差的阈值大于平流雾形成所要求的气-水温差范围,说明东海沿岸也受非平流雾的影响。另外,多岛区域与开阔水域相比,近岸岛与远离大陆的岛屿相比,雾的日变化规律有着较为明显的差别。

关键词: 东海海雾; 日变化特征; 气象条件

中图分类号: P732 **文献标志码:** A **文章编号:** 1003-0239(2012)06-0058-08

1 引言

大雾是一种局地性很强的灾害性天气现象^[1],发生在沿海的海雾往往会严重阻碍海上作业、航运和渔业生产,并屡屡导致海难。由于缺乏足够的观测资料,对沿海海雾的预报往往显得困难重重,尤其是雾的生消时间。对一个特定的海域来说,在监测手段尚未能有效改善之前,对海雾的形成、维持和消散的环流条件、海气状况进行必要的分析和归纳,不失为改善预报能力的一种手段。研究人员对中国沿海大部分海域雾的气候特征和天气形势等进行过分析^[2],尤其对黄海水域有过较为全面系统的分析研究^[3-4],而对东海沿海海雾的研究分析却相对较少。

曾有研究显示^[5],东海海域在1964—2000年期间雾日数呈明显下降趋势。东海海域每年雾季由南到北从3月开始依次后推,终于7月中旬,雾期为4—5个月;另有研究发现浙江沿海海雾主要出现在入海变性冷高压西部、气旋和低压槽东部、副热带高压西部、静止锋或冷锋前部^[6]。由于

东海春季气温回升,海面的蒸发量增大,沿海空气湿度随之增大,当有冷空气随西风系统东移时,冷空气与暖湿空气相遇易在沿海形成平流雾。黄克慧^[7]认为在东海区域,西南暖湿气流的输送是海雾生成的必备环流背景;冷高压(冷空气)的东移南下、风力的增强和层结不稳定是浙南海雾消散的主要条件。张苏平^[8]总结认为,海雾出现且维持时段的具体风向风速,因海区 and 地形的不同存在着差异。本文将针对东海近海区域,选取地形环境、经纬度均有所不同的站点,对其雾生的日变化特征和雾生及维持时气水温差、风速风向进行分别讨论。

2 资料与方法

选取大戢山、嵎山、镇海、南麂、平潭5个历史数据相对较为齐全的东海区域海洋站点。如图1所示,其中大戢山、嵎山、镇海位于东海北部区域,南麂位于东海中部,平潭位于东海南部的台湾海峡西侧。各站点资料的起止年份长短不一,水温资料偶有少许缺失。5个站点数据均为雾日相

收稿日期: 2012-05-18

基金项目: 国家“908”专项(908-02-03-10)

作者简介: 马静(1982-),女,工程师,主要从事海洋气象工作。E-mail: jingma@nmefc.gov.cn

关气象水文数据,包括雾时、水温、气温、风速、风向能见度资料。

大戢山海洋站: 1997—2007 年
嵎山海洋站: 1997—2008 年
镇海海洋站: 1991—2002 年
南麂海洋站: 1997—2002 年
平潭海洋站: 1997—2002 年

由于雾日数据只有整点的气象数据和当天的雾时,难以捕捉气象条件对于雾的日变化的影响,所以利用雾生雾消时间的记录,排查无雾状态下的整点数据,可以得到一系列出雾状况下的气象数据资料。另外,海洋台站资料水文资料的补充,有利于分析雾生雾消的水-气要素。然后对整理的数据进行早、中、晚3个时段的归类,据此通过累计统计、多种概率分布方法等对东海沿海区域的海雾日变化特征进行探索与总结。

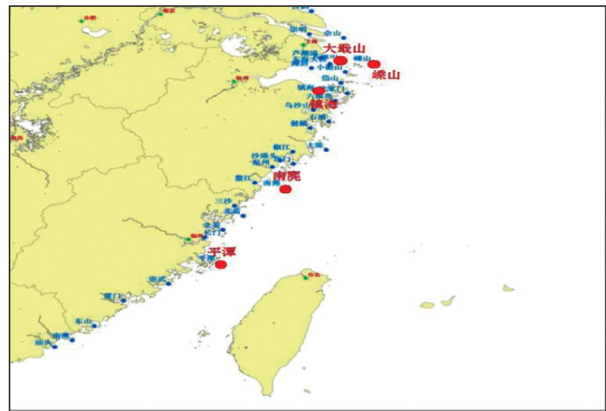


图1 5个东海区域海洋站点的分布地图

2 东海海雾的日变化特征

图2为5个站点分别在08时、14时和20时出雾的频次柱状图。可以看到东海沿海海雾的生消具有明显的日变化。由于各站点历史数据的时段不尽相同,所以各站雾生的历年总频次的差异不能从图中得到结论。但是对于同一个站点其日变化规律及特征是可以分析得到的。除南麂外,其他站点上午08时、下午14时、夜间20时3个时段内,08时有雾的情况最多,下午14点次之,夜间有雾的情况更少。值得注意的是更为靠近大陆的镇海站下午和夜间出雾的频次都很少,另外位于东海中部的南麂下午有雾出现的频次多于上午和夜间;即使相隔很近的大戢山和嵎山,雾的日变化特征也有较大差异。可见,东海整个沿海近岸地区雾生的规律较为复杂,地理位置和地形条件可能都对雾生有着重要影响。

3 气象条件与雾生成的关系

3.1 出雾时段的气-水温差分析

王彬华^[9]总结出,中国近海平流冷却雾成雾的气-水温差范围为 $0.5\text{ }^{\circ}\text{C} \leq (t_a - t_w) \leq 3\text{ }^{\circ}\text{C}$, (t_a)为气温,若 $(t_a - t_w) > 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 或 $(t_a - t_w) < -0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,一般不能形成雾。当气-水温差为正值时,暖空气从冷海面上流过,热量恒从空气向海面输送。空气冷却达到饱和或过饱和状态,凝结成雾;另外当气-水

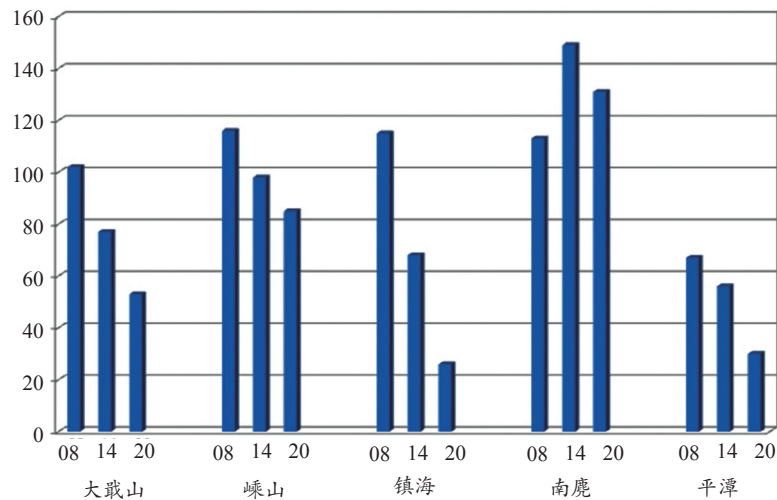


图2 各站点08、14、20时出雾频次

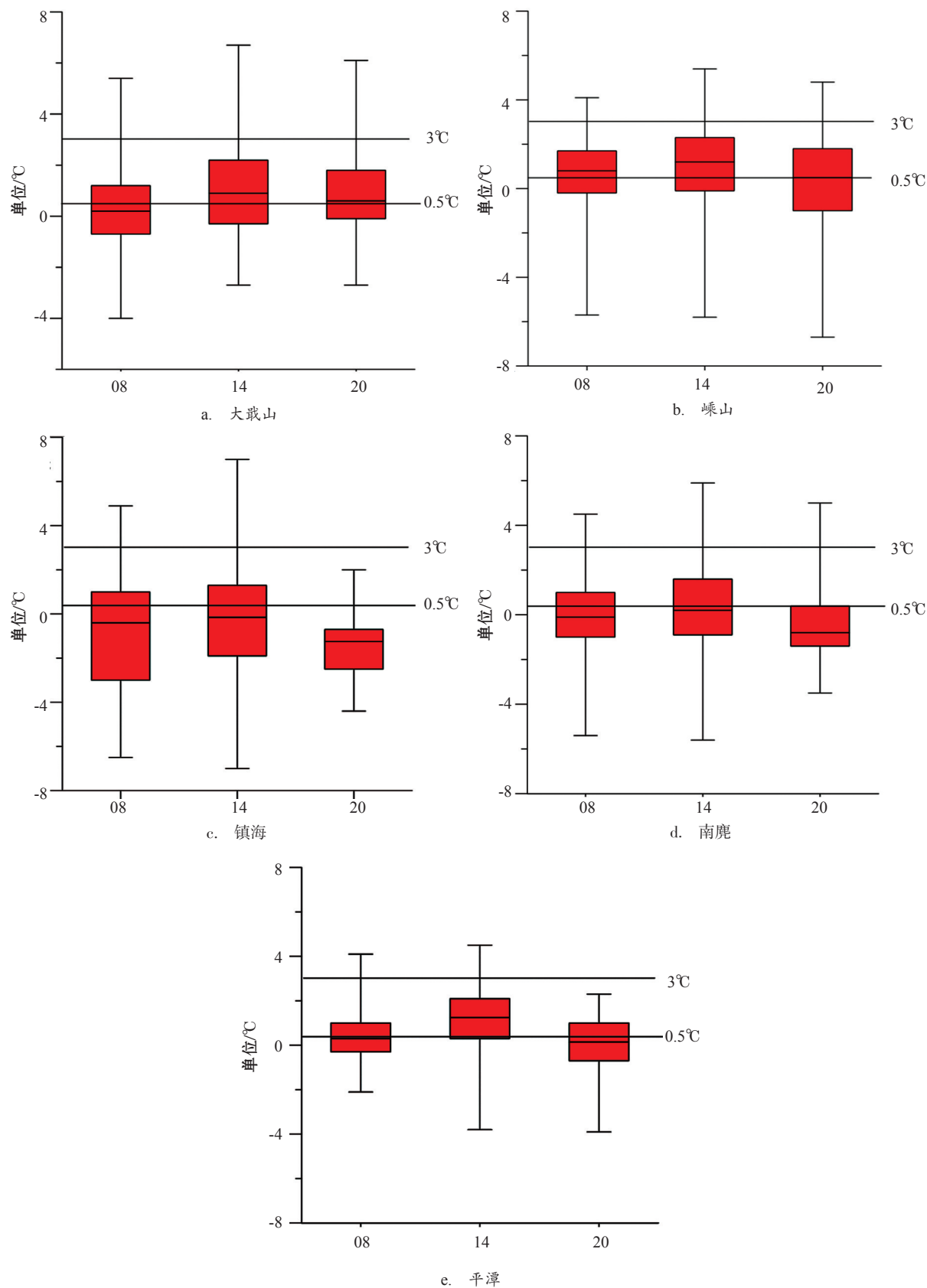


图3 5站点雾生时段08、14、20时气-水温差分布盒须图

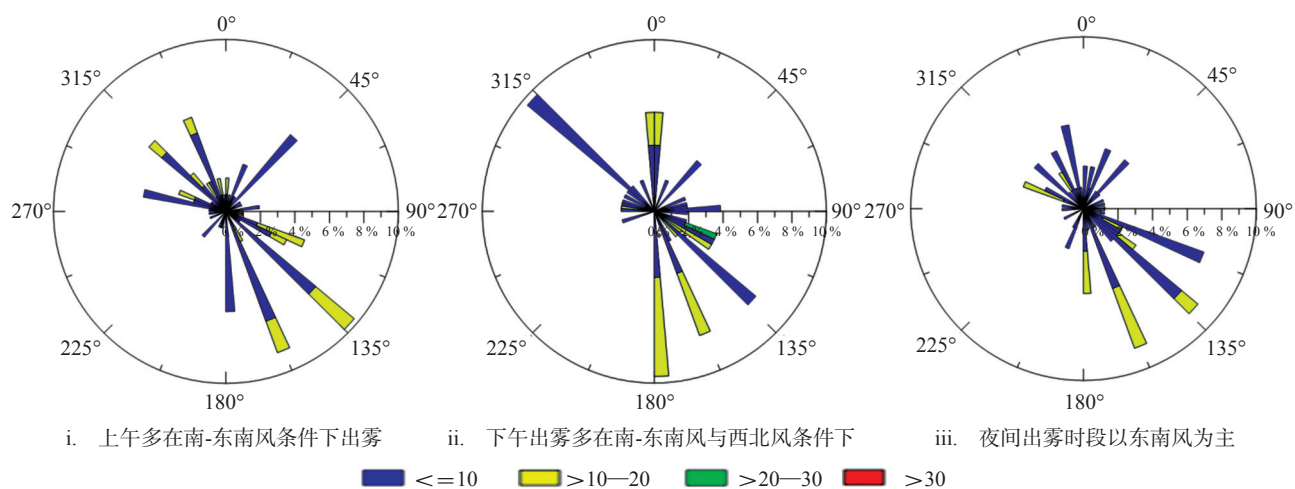


图4a 大戟山站点上午、下午和夜间出雾时段的整点风向风速玫瑰图

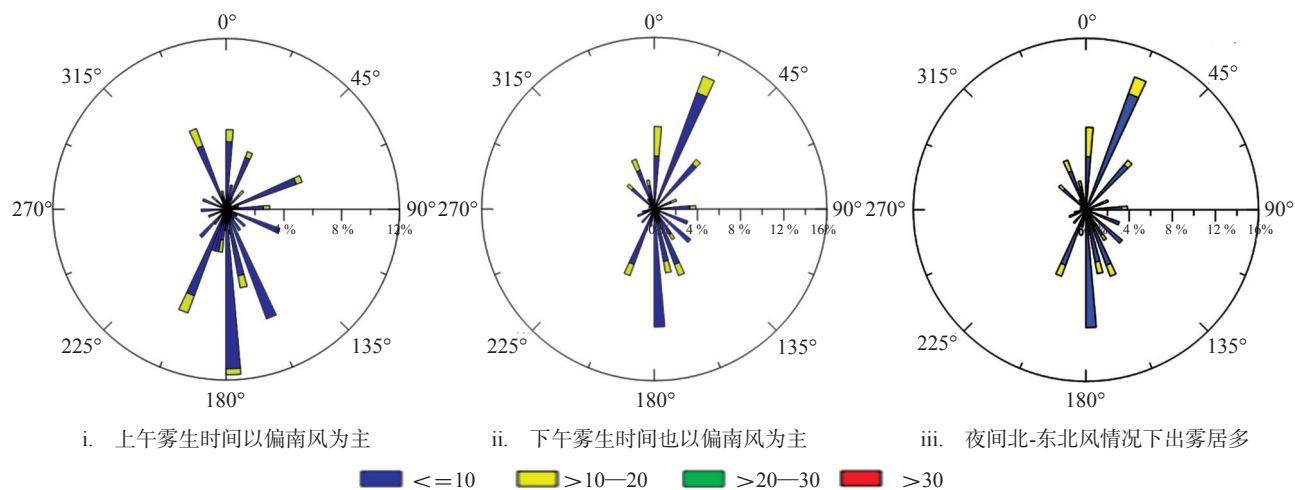


图4b 嵎山站上午、下午和夜间出雾时段的整点风向风速玫瑰图

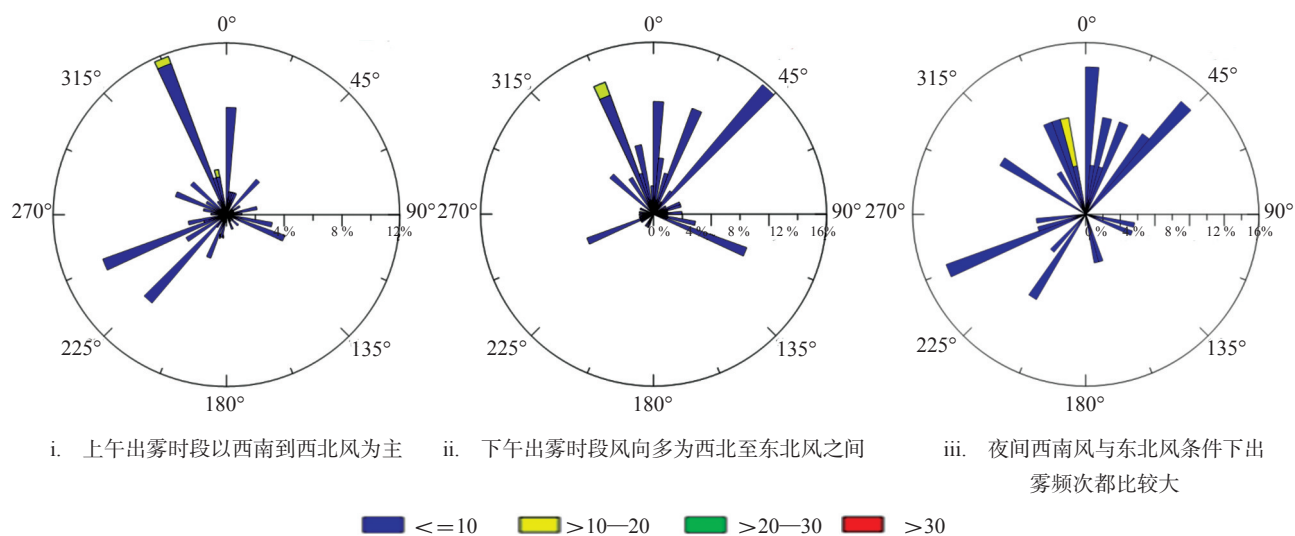


图4c 镇海站上午、下午和夜间出雾时段的整点风向风速玫瑰图

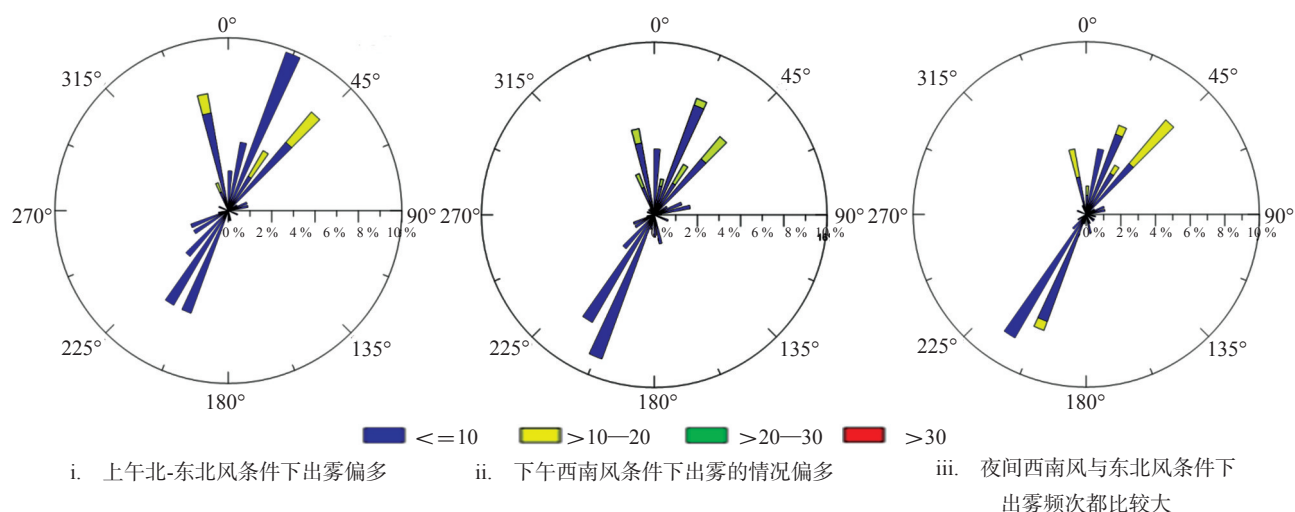


图4d 南麂站上午、下午和夜间出雾时段的整点风向风速玫瑰图

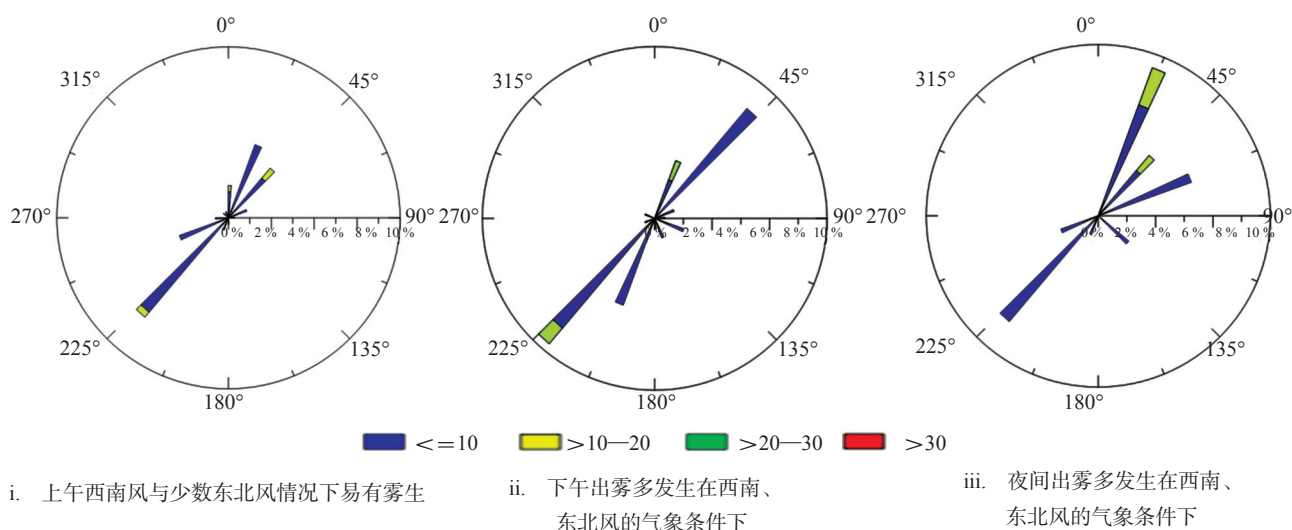


图4e 平潭站上午、下午和夜间出雾时段的整点风向风速玫瑰图

温差为负值时,在近海面层空气温度直减率小于干绝热直减率(未饱和状态)或小于湿绝热直减率(饱和状态)的条件下,只要二者温差不太大,仍然可以形成平流冷却雾。

图3a-e给出了出雾时段各站点整点时刻的气-水温差分布,大多数雾生时段的气水温差范围都在上文给出的范围内,但在夜间与上午的最小值阈延展至 -0.1°C 以下的情况并不少见。这说明一方面尽管中国近海以平流冷却雾为主,但是其他类型的雾如平流蒸发雾等也影响着东海近岸区域。

3.2 风向与雾生成维持的关系

东海位于北太平洋中西部,属于亚热带季风气候带。该海域冬季北风和西北风较强的时候且

频率很大^[10],空气属性很不稳定,因此成雾率相对较少。春夏季节由于水气温较差反向变化,气温高于水温,出现正的差值,为平流冷却雾的生成提供了有利条件。虽然这个季节南向风很强,但是大气层结稳定,成雾的条件较为充分。

图4a-e分别为5个站点上午、下午和夜间出雾时段的整点风向风速玫瑰图,其中蓝色区域代表风速 $<10\text{ m/s}$,黄色区域代表风速在 $10\text{--}20\text{ m/s}$ 之间,绿色区域代表风速 $20\text{--}30\text{ m/s}$ 之间。各站点雾生时段的风速风向情况总结(见图4)。

一般来说,适宜的风向风速有利于暖湿气流的输送,有利于雾的生成和维持。尤其是在偏南风条件下有利于雾的生成。然而从观测事实来看,任何风向下都有可能生成雾。从上面各站点

出雾时段风速风向玫瑰图可以看到,雾生时段盛行的不一定是南向风,有些站点在偏北风或东北风风速不大的情况下更容易有雾生成。通过天气学背景场分析,认为这些出雾时段里的北风往往发生在地面有高压入海和低层西南偏南气流的背景下,维持时间有限。另一方面由于春夏季东海海域西南偏南气流为主导,暖湿气流输送旺盛,所以即使吹偏北风,也不影响雾的生成和维持。

3.3 风速与雾生成维持的关系

图4使用风玫瑰图主要用来阐释雾生成且维持时风向的概率分布。为了更清楚地研究雾生情况下具体风速的阈值,我们将出雾时的风速划分为3个区间,分别为10 m/s以下,10—12 m/s, 12 m/s以上。表1—3给出了3个时次各站点有雾且维持情况下三个区间风速所占的百分比。可以看到上午08时雾生成时,风速一般均在10 m/s以下,大戢山和嵎山风速达到10—12 m/s雾仍能维持的情况分别占到8.49 %和6.83 %,值得注意的是大戢山风速12 m/s以上雾仍未消散的情况接近9.5 %。南麂和平潭上午出雾时,风速大于12 m/s的情况多于10—12 m/s的情况。下午14时出雾风速大部分集中在10 m/s以下,但风速10—12 m/s有雾维持的情况较上午有所增加,12 m/s以上风速成雾且维持的情况有所减少。夜间20时出雾风速小于10 m/s的比例较上午、下午均有所下降,风速大于12 m/s仍有雾维持不能消散的情况显著增加,大戢山达到15.38 %,南麂达到7.63 %。此外无论早中晚时刻,5个站点中镇海有雾时风速基本都在10 m/s以下,且12 m/s以上的风速条件下不能形成雾。

表1 各站点08时雾生成及维持3个范围的风速比例统计

站点	≤10 m/s 所占百分比	10—12 m/s 所占百分比	≥12 m/s 所占百分比
大戢山	82.07	8.49	9.43
嵎山	90.59	6.83	2.56
镇海	98.96	1.03	0
南麂	92.03	2.65	5.30
平潭	94.02	1.49	4.47

表2 各站点14时雾生成及维持3个范围的风速比例统计

站点	≤10 m/s 所占百分比	10—12 m/s 所占百分比	≥12 m/s 所占百分比
大戢山	91.35	6.17	2.46
嵎山	91.00	7.0	2.0
镇海	98.14	1.85	0
南麂	89.26	6.04	4.69
平潭	91.07	7.14	1.78

表3 各站点20时雾生成及维持3个范围的风速比例统计

站点	≤10 m/s 所占百分比	10—12 m/s 所占百分比	≥12 m/s 所占百分比
大戢山	80.76	3.84	15.38
嵎山	85.79	8.19	6.01
镇海	97.4	2.56	0
南麂	81.67	10.68	7.63
平潭	93.33	3.33	3.33

风速对海雾的形成和消散至关重要,普遍认为当平均风速大于10 m/s时容易导致雾的消散。然而依上文所述,风速即使大于10 m/s仍然可以生成雾。普查这种情况下的雾,一般持续时间不长,可能和低层冷空快速入侵,沿海区域周边开阔,下垫面光滑,引起北风风力显著加大。但此时大气层结的逆温特性尚来不及改变,等到中高层冷空气主体到达尚需一段时间,因此海雾在这期间得以维持。

4 地理环境与雾生成的关系

东海沿海海雾的地理分布主要与东海近海海流的分布有密切关系。分布的近海海流主要有两支:一支是台湾暖流,另一支是东海沿岸流^[11]。台湾暖流来自台湾东部海域和台湾海峡的黑潮分支,夏强冬弱,沿闽、浙海域北上直至长江口外海;东海沿岸流主要由长江和钱塘江等入海径流组成,沿浙、闽沿岸流动,冬季时南下,夏季时流向东北。因此,在适宜的风场配合下,这两支海流为东海海雾的产生提供了必要的下垫面条件,在这两支海流交汇处的冷海域上常常形成

海雾。

东海沿海从南部海岛到北部海岛都有海雾出现。尤其在海雾盛行的春夏季节,沿海岛屿比其邻近的内陆雾总要多^[8],这是因为岛屿地形的斜升作用增加水汽凝结机会;同时春夏季节岛屿周围的表面海水温度总比其邻近内陆的岸滨气温(近地层气温)要低,因此同样空气属性,在岛屿附近便比内陆岸边的凝结机会多些,从而使得岛屿雾多于其邻近的内陆的雾。另一方面,岛屿比其所在的海区雾也要多。由于春、夏季节由于受热影响,岛屿面上的气温要比其周围海面上的气温要高,使其与围绕岛屿四周的近水面层气温发生差异,产生了从岛屿向外海逐渐递减的水平气压梯度,从而造成从海上吹向岛屿的风将四周空气带向岛屿。在接近岛屿时,底部受热,使大气稳定度减小,空气在岛屿内上升,有可能围绕岛屿形成雾带,甚至全部岛屿都是海雾,或者底部为雾,其上覆盖着层云。这样因岛屿受热影响所构成的小低压区域引起的空气沿岛屿斜升运动,增加了岛屿成雾机会。所以在东海近岸的多岛区域比起东海南部较为开阔的海岛,雾生雾消特征有着较为明显的差别。而在多岛区域的长江口,由于距离内陆的远近不同以及周围海区的水温的差异,造成长江口附近的三个站点海雾日变化特征亦有较大差别。

5 小结

东海沿海各站点的雾生雾消日变化一定自身规律,但也不能简单一概而论。形成海雾时的气象水文条件也不尽相同,该规律的共性取决于地理环境与地形条件。

(1) 各站点上午有雾的情况最多,下午次之,夜间有雾的情况偏少。南麂站除外,下午有雾出现的频次多于上午和夜间;

(2) 出雾时气-水温差的阈值大于平流雾形成所要求的气-水温差范围,说明东海沿岸也受非平流雾的影响;

(3) 多岛区域与开阔水域相比,近岸岛与远离大陆的岛屿相比,雾的日变化规律有着较为明显的差别。

参考文献:

- [1] 刘小宁,张洪政,李庆祥,等.我国大雾的气候特征及变化初步解释[J].应用气象学报,2005,16(2):220-230.
- [2] 赵绪孔,泮惠周,张玉俊等. ENSO与黄海北部海雾[J]. 黄渤海海洋,1990,8(3):16-20.
- [3] 张红岩,周发琇,张晓慧. 黄海春季海雾的年际变化研究[J]. 海洋与湖沼,2005,36(1):36-41.
- [4] 王鑫,黄菲,周发琇. 黄海沿海夏季海雾形成的气候特征[J]. 海洋学报,2006,28(1):26-34.
- [5] 白彬人,宋家喜. 中国近海沿岸海温多时间尺度变率及影响其变化的天气气候因素[J]. 海洋预报,2005,22(4):78-88.
- [6] 侯伟芬,王家宏. 浙江沿海海雾发生规律和成因浅析[J]. 东海海洋,2004,22(2):9-12.
- [7] 张苏平. 近十年中国海雾研究进展[J]. 中国海洋大学学报,2008,38(3):359-366.
- [8] 黄克慧,张意权,周功铤,吴贤笃. 浙南沿海海雾特征分析[J]. 浙江气象,2007,28(1),18-22.
- [9] 王彬华. 海雾[M]. 北京:海洋出版社,1983.
- [10] 王亚男,李永平. 冷空气影响下的黄东海海雾特征分析[J]. 热带气象学报,2009,25(2):216-221.
- [11] 冯士筌,李凤岐,李少菁. 海洋科学导论[M]. 北京:高等教育出版社,1999.260-266.

Analysis of the daily variation of sea fog in the East China Sea and the weather condition to the sea fog formation

MA Jing¹, YU Yun², WEI Li-xin¹

(1. National Marine Environment Forecasting Center, Beijing 10081 China; 2. State oceanic administration East Sea forecast center, Shanghai 200081 China)

Abstract: Using the hydrographical and meteorological observation of five stations in the East China Sea, the relationship of sea fog forming with the air-sea temperature difference, wind speed and direction is analyzed. The weather conditions under which sea fog probably happens in the area are also discussed by using statistics method. Main conclusions are as follows: for all stations except of Nanji, the frequency of fog occurs is higher in the morning than that in the afternoon and evening. Since the range of air-water temperature difference is wider than the conditions of advection fog forming, the East China Sea may be affected by other type of fog, such as radiation fog. Moreover, the daily variations of sea fog between the region surrounded by islands and the area in open water, the region close to mainland and the one far away to mainland, both have significant differences.

Key words: sea fog in the East China Sea; daily variation; weather condition