

秋冬季黄东海海雾特性初步分析*

赵永平 李丽云

(中国科学院海洋研究所)

海雾是海洋与大气之间热量和水汽相互交换在低层大气中的直接产物。它是一种海上的灾害性天气,对渔业生产、舰船活动都有很大的影响。鉴于海雾的重要性,国内外对海雾的发生、发展及其演变规律,都曾进行过大量的观测和研究,积累了丰富的资料。根据近年来气象资料的统计分析,我国黄、东海区的海雾主要发生在春夏两季,秋冬季是本海区的少雾季节。但观测表明,在沿岸及近海秋冬季有时也能出现数日不散的浓雾天气。据电业部门反映,沿海地区高压电网在每年冬季因经常发生“污闪”(由污秽及其他物质与水化合而形成的一种导电现象)停电事故,给工农业生产带来严重的损失。另外,从秋冬季形成的天气条件及其成因来看,它与春夏季节形成的雾也有所不同。本文根据1970—1979年9月至翌年2月间黄东海海雾的观测资料,分析了该海区秋冬季产生海雾的天气条件、生成原因及与海洋状况的关系,为了解本海区的海雾特性及为秋冬季雾的预报提供参考。

一、黄东海区秋冬季海雾分布概况

由于海上资料少,这里主要通过沿岸台站资料的统计分析并与卫星云图分析相结合的方法来概述整个海区的海雾分布。本文还参考了胡基福¹⁾对南黄海海雾的客观分析结果,在同类雾区中选取代表站。各代表站9月—翌年2月间的雾日统计结果如表1所示。

由表1可见,就整个黄、东海而言,中秋前后雾日最少,11月后雾日逐渐增多,2月雾日达秋冬季节的最大值。这种分配趋势在南北海区都是一致的。据18年的总计数,各海区代

表1 1960—1977年秋冬季雾日统计

站	9	10	11	12	1	2	合计
小长山	0	2	3	9	20	24	58
成山头	6	3	5	10	10	26	60
千里岩	4	1	5	8	11	31	60
连云港	0	1	6	9	17	27	60
吕泗	(3)	(4)	(3)	(12)	(10)	(21)	(53)
嵎山	1	3	6	8	16	22	56
合计*	11	10	25	44	74	130	294

* 吕泗因资料不足,18年未记入。

表站9月至翌年2月的雾日总数,除连云港稍多外,其余各站均较接近,约60天,每月平均为0.5天;但在3—8月以上各站雾日每月平均为3—6天。秋冬季沿海海雾较为少见。

为讨论秋冬季沿岸各站的雾与海况的关系,以弄清海雾生成前后的水文气象条件,本文统计了1970—1979年间的秋冬季沿岸代表站雾日前一天和当天的水文气象要素的特性,结果如表2所示。

平均来讲,秋冬季水温比气温高,但就某一过程,特别是海雾形成过程来说,情况却非如此。表2中指出雾日前一天或当日平均气温高于平均水温约占总数的70%,而前一天或当天有一测时(每天四次观测)气温高于水温的情况达95%以上。这一事实表明,秋冬季沿岸海雾须有暖空气的输送。显然,这一特性类同春夏季平流雾的情况。

* 甘子钧、张必成等同志对本文曾提出了宝贵的意见,图件由杜湄山同志清绘,在此一并致谢。

中国科学院海洋研究所调查报告第848号。

1) 胡基福,1979.我国南黄海沿岸雾区的客观划分。海洋湖沼通报2:22—28。

表2 秋冬季海雾形成的水文气象条件

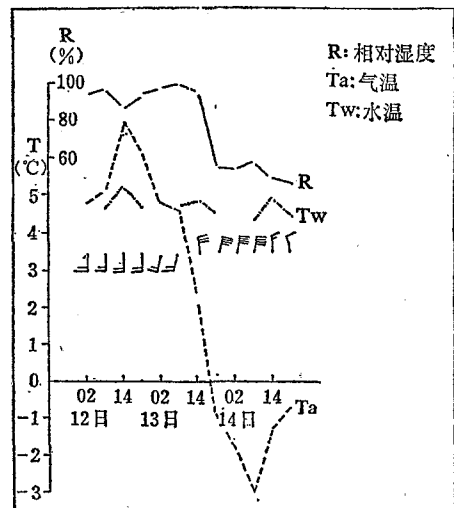
要素	雾日前一天或当天日平均气温温差		雾日前一天或当天至少一测时气温温差		雾日前一天风场				当天风场				成雾时间(时)			持续时间(天)		
	>0	<0	>0	<0	NW	NE	SE	SW	NW	NE	SE	SW	02-08 (A)(B)	14-20	1	2	≥3	
	出现次数	95	52	132	15	8	13	92	34	35	60	41	11	88	21	31	72	29

A为成雾时间与当天最低温度一致，B为成雾时间与当天最低温度不一致。

海雾形成前一天的风场统计结果表明，SE风时发生海雾占63%，SW风时占23%，北方向风场仅占14%。可见海雾发生之前，偏南风是主要的流场。就多数代表站的地理位置来看，偏南流场恰好给本站带来海上的空气。相对陆地来说，海上水温高、湿度大，因此偏南风不仅是前述的暖空气输送者，也是水汽的输送者，这与海雾发生时气温高于水温的现象是相互统一的。基于上述两点，我们可以认为，秋冬季沿岸台站的雾多数是由来自海上的暖湿空气的输入所致。在表2中，“当天风场”是指有雾日当天的主要风场。表中数字表明，海雾形成当日的风场以东北风为多，约占41%；其次为东南风，约占28%；再次为西北风，占24%；西南风最少，占7%。对偏北流场条件具体分析发现，东北风时，大多同时或当天有降水；西北风时，大多前一日已有降水；雾日前一天风向偏北者，大多数雾日短暂，当时即结束；而风向偏南者，雾日持续时间2日以上居多。雾日前一天和当日风场的风速大小不均，平均约6—8米/秒。风速小者有静风；大者有6—7级大风，常伴随雾雨交加的恶劣天气；如1977年9月10—11日，吕泗连续两天的雾雨大风天气就是一例。但这类情况较少见。表2中给出成雾时间统计结果表明，成雾的时间以下半夜到上午占多数，这恰与日气温最低值出现时刻一致。另外，还有约20%是在下午和上半夜形成的。分析表明，这些成雾的例子多数是与降水降温过程相联系的。表2还给出的雾日持续时间，表明秋冬季的各次海雾持续时间在一天之内约占2/3。由于本文统计

是以观测到一次有雾即计一雾日，而实际上多数的雾仅存在几分钟到几小时；但也有相当一部分（约占1/3）的雾可以存在1—2天以上。持续3天以上者多数发生在2月中下旬。

从天气学分析表明，各次雾消散的风场和温度场基本上都是一致的。一般来说，当温度显著下降，风向转北，风速加大后，雾即消散。图1为1979年2月13日千里岩的风-温-湿的演变图。由图1可见，12日为偏南风，8米/秒左右；13日02时26分有雾出现，此时相对湿度为97%，并伴有毛毛雨；14时风向转为偏北，风速12米/秒，气温显著下降，雾日已消失。



13日 == 02²⁶ - 03¹⁷ - 09²⁵ - 10¹³
 == 10⁴³ - 11⁴⁰ - 05⁰⁰ - 09³⁶ - 10¹⁶ - 10³¹
 图1 千里岩的风、温、湿演变

关于海雾发生时的低空特性，我们通过分析千里岩及青岛有雾时的15个例子，发现雾日

前一天07时的探空曲线，并无一定的规律性，有呈现不稳定层结的，也有呈现弱稳定层结的。但雾日当天07时的探空曲线却无一例外地出现较强的逆温分布。与前一天相比较，850毫巴以下的低空温度和湿度都显著加大；近地面因辐射冷却而明显降温。逆温层顶高度不一，多数在950毫巴附近。图2是青岛1976年12月1—3日的探空曲线，2—3日千里岩有雾，逆温层顶在940毫巴，该处气温较前一天升高 3.5°C 以上，地面气温较前一天降低 4.8°C 。

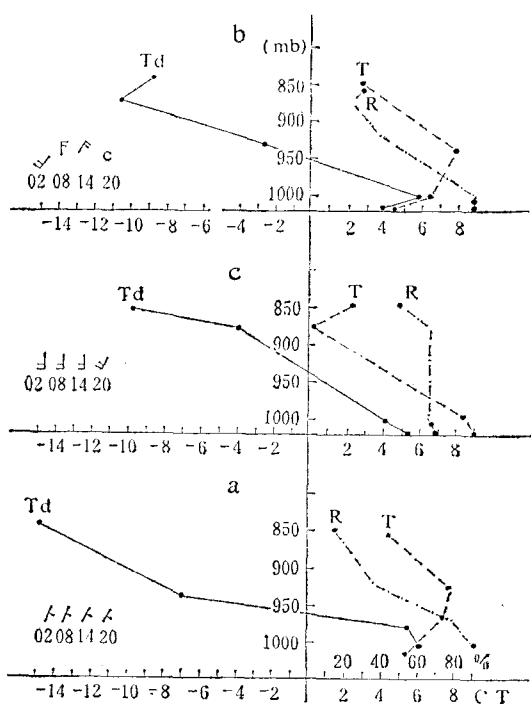


图2 青岛站探空曲线(1976年12月1—3日)
(a: 76年12月1日0700; b: 76年12月2日0700; c: 76年12月3日0700; R: 相对湿度; T: 气温; Td: 露点温度。)

二、秋冬季海雾形成的天气型及其成因分析

(一) 形成秋冬季海雾的天气形势

统计1970—1979年9月至翌年2月各次发生海雾的天气形势，发现形成海雾的天气型主要有以下三种。

1. 西南倒槽型。图3是1976年12月22日西南倒槽引起海雾的例子。由于低槽伸展范围较大，倒槽前部的西南或东南风不断地从海上将暖湿空气输向北方的海区及沿岸，因晴空夜间地面辐射失热，近地面空气降温饱和和成雾。另外在发展深厚的倒槽中，往往生成锋面气旋并伴有降水，这更增加了海上空气的湿度。统计结果指出，在这种天气形势下，一般至少有两个代表站同时有海雾产生，有时甚至整个海区均有雾产生。成山头、千里岩、吕泗三代表站都有雾出现。

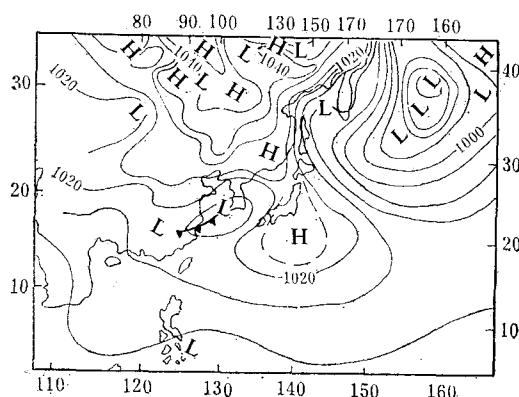


图3 1976年12月22日08时地面天气

2. 近海低压型。根据低压产生的地理位置，又可分为东海低压、黄海低压及渤海低压三种。它们大多是源于陆地的弱低压入海后加深而成的。由于影响范围相对地小，由这些系统产生的雾区一般不超过两个代表站。

图4为1974年10月18日东海气旋的例子，它造成了嵎山、吕泗两代表站同时有雾出现。

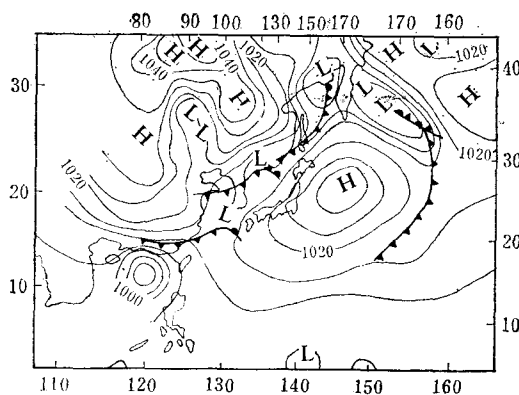


图4 1974年10月18日08时地面天气

以上两种成雾天气型, 秋冬均可产生海雾, 但以冬季为多, 并多数伴有降水。

3. 入海变性高压后部型。该型海雾的雾区范围可遍及整个黄东海区, 这类天气型产生的雾几乎都出现在2月中下旬, 具有平流雾的特性。这类入海变性往往移速缓慢, 厚度较大, 在海上停留达3天以上。有时, 在变性高压后部往往还有低压的配合, 这更加剧了偏南流场的水汽北输过程。在这种情况下产生的海雾无论其范围或持续时间都是秋冬季最大最长的。图5为1976年2月12—14日入海变性高压并有大陆东移低压相结合所产生平流雾的例子。

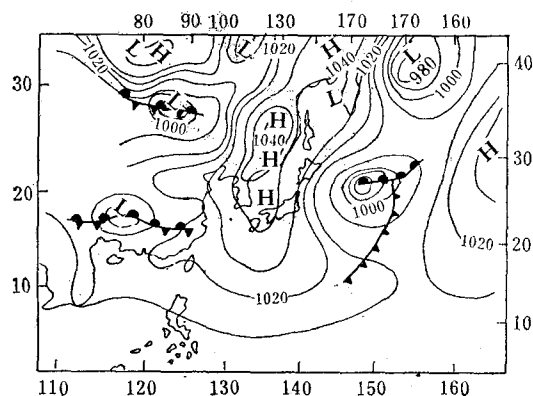


图5 1976年12月12日08时地面天气

我们还计算了147站次中成片海雾(指2个以上代表站同时出现浓雾)出现与单站海雾出现的频率。结果是: 成片出现共33次89站例, 单独出现58次。可见秋冬季海雾多数是由以上三种成雾天气型系统导致的; 而单独出现的雾例, 除去部分由近海低压天气型造成外, 在静止锋及高压中心形成的次数是不多的。

(二) 秋冬季海洋状况对海雾形成的影响

根据黄、东海海上月平均水温、气温及空气湿度分布^[1], 9月至翌年1月整个海区水温高于气温, 大气低层经常处于不稳定状态, 空气湿度相对应的露点温度也远低于水温。这一情况不利于水汽在大气低层凝结, 不利于平流雾在近海面形成。根据日本狩生義明^[2]的研究, 仅当水温气温差在9℃以上, 湿度在89%以上时, 蒸汽雾才能形成。对本海区来说, 除去在

严冬季节黑潮主流区外, 陆架海区的水温气温差仅在5℃左右。因此, 秋冬季节本海区蒸汽雾也是极少见的。与陆地相比, 海上温度高、湿度大, 当有偏南流场将海上比较温暖而潮湿的空气向北输送到下游的陆地台站时, 仅靠平流冷却作用是不能使该空气冷却成雾的, 但在陆地台站及近海, 由于晴空夜间地面辐射失热的作用, 往往有可能使暖湿空气降温达到其露点而形成海雾。这种雾一般都比较厚, 水汽也比较多, 往往比一般陆地上形成的辐射雾浓度大且时间长, 9月至翌年1月沿岸及近海的雾多数是在这种条件下生成的。

从2月月平均水温与气温的分布来看, 黄海大部分海区已出现气温高于水温的情况。这是因为2月气温已经回升, 但由于水体的热惯性, 水温正处于最低值, 同时空气湿度也相应有所增大。对某一具体过程来说, 若有足够长时间的偏南风场将南方的暖湿空气往北输送, 加上近海面的稳定层结和较多的水汽, 平流冷却作用极有可能使近海面空气达到饱和而在海上形成海雾。2月中下旬的雾多数是在此条件下生成的。

(三) 秋冬季沿海海雾的种类

通过综合分析, 我们可按海雾形成的原因, 将本海区秋冬季的海雾分为四种主要类型。

1. 平流辐射雾。其多在沿岸台站及近海。当有近一天偏南风, 本站日平均气温高于水温或至少有一测时的气温高于水温, 低空温度和湿度又有明显增加; 若遇夜晚晴空, 近地面空气温度因辐射失热而达到露点时, 即有雾产生。这里需说明的是, 这类雾中包括部分陆地辐射雾。事实上对不少台站遇西南风及偏北风时, 也可能有雾出现。

2. 锋面雾。其多与锋面活动相联系。这类雾也可以与平流辐射雾同时或先后发生, 一旦较强冷空气南下, 雾雨相继消失, 天气转晴。

3. 平流雾。其生成的主要原因是平流冷却作用。

4. 蒸汽雾。根据狩生義明研究^[2], 严冬黑潮暖流上空, 还有可能出现厚约30—50米的蒸

汽雾。它是大陆冷空气移到水气温差很大的暖水域上,由水面蒸发而成。

综上所述,平流辐射雾主要出现在沿海的陆地及岛屿台站,锋面雾主要发生在低压锋面附近的海上及沿岸。2月中下旬的平流雾主要在近海及沿岸,蒸汽雾则仅见于水温较高的黑潮水域。关于各种雾出现的比率,因无每一过程详细的天气纪录,我们在这里仅能作出粗略估计。由于2月海上已出现大片气温高于水温的域区,故有理由认为,2月中下旬的雾基本上已属于平流雾。实际分析表明,2月中下旬的海雾多是在变高后部或配合大陆东部低压的条件下发生的。据初步统计,它约占总数的20%。另一方面由于偏南流场是平流辐射雾的必要条件,故可认为,9月至翌年2月上旬,凡属雾日前一天偏南流场都应属平流辐射雾,它约占总数的60%,剩余20%则为雾日前一天及当日风场为偏北流场的锋面雾。

三、结 语

本海区秋冬季的海雾有与春夏季期间海雾的不同特色,其中主要表现为:

1. 秋冬季海雾发生频率很小,平均每月仅

0.5次,生成后维持时间短促,多数在一天之内(几分钟到几小时),但也有少数数日不散的浓雾天气。

2. 秋冬季海雾主要是平流辐射雾,约占总数的60%以上,雾日前偏南流场不断输送海上暖湿空气是形成海雾的必要条件之一。近地面空气的夜间晴空辐射冷却则是平流辐射雾形成的主要原因。雨雾多数与锋面降水有关。平流雾主要发生在2月中下旬。后两种雾在秋冬季均不常见,约占总数的20%左右。

3. 秋冬季发生海雾的天气型大多与低压系统相联系。西南倒槽低压影响生成的雾区范围较大,持续时间也相对地长。近海低压影响生成的海雾范围较小。2月中下旬在入海变性高压后部所生成的雾属于平流雾,就一次过程的影响范围和持续时间来说,它是秋冬季中最大且最长的海雾。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院海洋研究所、地理研究所, 1977. 渤黄东海海面热量平衡图集. 科学出版社。
- [2] 狩生义明, 1972. 东シナ海の雾. 海の气象18(5-6): 52-70。

PRELIMINARY ANALYSIS OF THE SEA FOG DURING AUTUMN AND WINTER IN THE EAST CHINA SEA AND HUANGHAI (YELLOW) SEA

Zhao Yongping and Li Liyun

(Institute of Oceanology, Academia Sinica)

Abstract

This work was carried out in 1970—1979. The occurrence of the sea fog during the autumn and the winter in general, is very scarce. It often took place in coastal region and its neighbourhood.

The duration and density of the sea fog decrease with the increase of distance from the coast. We consider that the advective and radiative fogs are most common in these regions.

The paper also describes the weather types forming these sea fogs.