

我国东部 (30°N) 从海岛到陆地巨盐核观测

何珍珍 黄美元 陈炎涓 金安简 沈志来*

(中国科学院大气物理研究所)

周文贤 陈金荣 吴可军 李跃风 毛玉华

(南京气象学院)

提 要

1983年5月和8月在普陀(海岛)、宁波(沿海)和建德(内陆)三地同时进行了巨盐核的定时观测,取到样品1420份。三测站都位于纬度 30°N 左右,普陀到建德相距约300公里。观测结果表明:巨盐核主要来自海上;巨盐核浓度与天气背景、风向风速和潮汐现象等有关。并且还讨论了巨盐核浓度的大小分布、日变化规律以及巨盐核的水平输送等问题。

一、概 况

巨盐核(直径 ≥ 2 微米)对暖云降水过程有着重要的作用,为了进一步探讨我国南方近地面巨盐核的主要源地、其随气流的输送情况以及其分布变化等规律,我们选择了从海上到陆地大致在同一纬度上的三个观测点,同时进行巨盐核的定时观测。

海上、沿海和陆地三个观测点分别设在普陀(30.0°N , 122.3°E)、宁波(29.9°N , 121.5°E)和建德(29.5°N , 119.2°E),纬度基本上都处于 30°N 左右。从普陀到宁波和建德的直线距离分别为75公里和300公里。普陀为沿海的岛屿(地处舟山群岛),宁波近海岸,建德相对来讲位于内陆。

巨盐核观测工作在1983年春季的5月份和夏季的8月份进行。每天从06时到20时每隔两小时三个测站同时进行整点观测,13时和雨后进行加测,共取到样品1420份。取样仪器为电动三用滴谱仪^[1],测量盐核的方法用李塞根环法^[2],除进行放大倍数订正外,并按观测时的抽气速度和相对湿度对资料进行捕获系数订正。取样的同时还进行了云、风、温度、湿度和天气现象等宏观观测。

二、资 料 分 析

1. 巨盐核的浓度、谱分布和日变化规律

巨盐核的平均浓度(表1)以东海舟山群岛中普陀的巨盐核浓度最大,为沿海宁波巨

1984年1月29日收到,1984年3月30日收到修改稿。

* 大气物理所郑爱英、杨蕴玉、宁天山、包海燕、肖辉、吉武胜、石立庆等同志以及南京气象学院翁文松、宗长才、朱凌云、陈玉欣、邹光源、王健、刘广忠等同志参加了观测和部分资料整理工作。

盐核浓度的 2.3 倍; 宁波的巨盐核浓度又要比离海较远的建德的巨盐核浓度数多将近一倍。另外, 巨盐核的日平均最大值、最小值以及绝对最大值等也都以普陀的为最大, 建德的为最小。

表 1 巨盐核的浓度分布(单位个/升)

站 名	观测次数	平均浓度	日平均最大值	日平均最小值	绝对最大值	绝对最小值
普 陀	453	591	4099	0.7	7626	0
宁 波	456	252	1744	0.3	5013	0
建 德	511	138	1001	0	3996	0

表 2 不同大小巨盐核浓度分布

站名	月 份	观测 次数	直 径 =2 微米		直径 ≥3 微米平均 浓度个/升	干盐核质量 m				
			平均浓度 个/升	占总浓度 百分数%		$m \geq 10^{-14}$ 克 浓度个/升	$m \geq 10^{-13}$ 克 浓度个/升	$m \geq 10^{-12}$ 克 浓度个/升	$m \geq 10^{-11}$ 克 浓度个/升	$m \geq 10^{-10}$ 克 浓度个/升
普 陀	5	215	707	96.5	26	733	733	451	4.47	0.14
	8	238	449	97.2	13	462	462	427	2.39	0.09
	平均	453	572	96.8	19	591	591	439	3.41	0.11
宁 波	5	224	194	97.0	6.0	200	200	168	1.55	0.10
	8	232	297	98.3	5.7	302	302	265	1.05	0.03
	平均	456	246	97.2	6.3	252	252	217	1.30	0.07
建 德	5	248	96.1	97.5	2.5	98.6	97.5	19.9	0.12	0.062
	8	263	171	97.7	4.0	175	175	135	0.61	0.007
	平均	511	134	97.1	3.2	138	137.4	79.0	0.41	0.005

在盐核观测中, 无论在海上或陆地所观测到的巨盐核中绝大多数为直径 2 微米大小

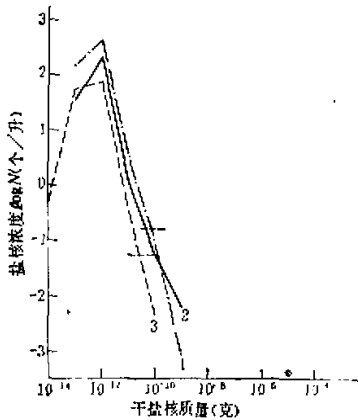


图 1 盐核平均谱分布

1-普陀, 2-宁波, 3-建德, 虚线为分辨率。

数要比 5 月份多, 主要是受台风影响的缘故。8 月份扣除了台风天气的观测值后, 宁波和建德两地的盐核平均浓度(质量 $\geq 10^{-14}$ 克)分别为 170 个/升和 109 个/升, 与 5 月份的观

测到的巨盐核中绝大多数为直径 2 微米大小
的盐核(表 2), 其数量占总浓度的 97% 左
右, 浓度量级为 10^3 个/升。直径 ≥ 3 微米
的盐核数很少, 还不到总浓度的 4%。春
夏两个季节观测到的盐核浓度是有差别
的, 例如普陀 5 月份巨盐核平均浓度为
733 个/升, 8 月份浓度为 462 个/升, 两者
相差很多, 但我们从表 2 可看到两个月份
的浓度差别主要是由于 5 月份时, 普陀观
测到干盐核质量为 10^{-13} 克的较小盐核浓
度数较多(282 个/升), 而 8 月份时这类小
盐核要比 5 月份少一个量级(只有 35 个/
升)。对于干盐核质量 $\geq 10^{-12}$ 克的盐核浓
度, 在春夏两个月份中所观测到的数值较
接近。宁波和建德 8 月份观测到的巨盐核

测值差不多。

图1为三个测站盐核平均谱分布,由图可见无论海上或陆地,盐核平均谱的峰值都出现在质量为 10^{-12} 克处,从质量为 10^{-12} 克起,各组大小的盐核浓度都以海上的普陀最多,陆地建德最少,从沿海到内陆依次减少。普陀和宁波的谱型较宽,建德谱型较窄。近地面空中的含盐量:普陀、宁波和建德分别为22.5微克/米³,1.2微克/米³,和0.45微克/米³。这表明海上含盐量最多,约为 10^1 微克/米³,到海岸上空含盐量就减少一个量级,为 10^0 微克/米³,而离海边约200公里的内陆上空含盐量就要比海上少两个量级,只有 10^{-1} 微克/米³。

由于盐核结构存在空间、时间分布的不均匀性,所以我们在普陀5月份观测中曾进行过几次盐核浓度的起伏观测,观测的时间间隔为3分钟。结果表明:巨盐核浓度的起伏存在一些周期性的变化;盐核浓度起伏强度和平均浓度似有一定关系(表3),平均浓度越大,浓度起伏强度就越大;盐核浓度起伏强度与平均风速也有一定的关系,平均风速越大,盐核浓度起伏强度越小,呈反相关。

表3 巨盐核浓度起伏情况(1983年5月21日,普陀)

时 间	观测次数	平均浓度 $\bar{N}$ (个/升)	起伏大小 σ_N (个/升)	浓度起伏强度 $\delta_N = \frac{\sigma_N}{\bar{N}}$ (%)	风 向	平均风速 $\bar{v}$ (米/秒)	风速起伏强度 k_v (%)
7:51—8:09	7	723	394	55	SE	0.34	119
13:00—13:30	11	266	64.8	24	SE	2.76	19
16:00—16:30	11	355	164	46	ESE	2.23	27

图2为春夏季盐核浓度日变化,图中表明大小巨盐核浓度的日变化规律是相类似的。

由于上午大气层结相对来讲比较稳定,垂直气流弱,所以上午盐核要比下午多,上午出现浓度极大值后浓度逐渐减少,对普陀和建德来讲,这种趋势更为明显。普陀和宁波两地靠近海上盐核源地,盐核浓度的日变化小,各观测时刻盐核浓度的相对变化较小,变异系数 k 值小于0.30($k = \frac{\sigma}{\bar{x}}$, σ 为标准差, $\bar{x}$ 为日平均浓度),盐核浓度在一天中的最大和最小值仅差两倍以上。除06时在宁波、10时在普陀各出现浓度的峰值外,在中午又出现第二峰值,它们的日变化与海洋岛和大连的观测结果较相似^[1]。建德盐核浓度的日变化规律与海上的很不相同,一天中浓度的相对变化较大,可相差一个量级, k 值为0.93。早晨大气层结较稳定,08时出现浓度峰值,达534个/升,08时后随着白天垂直气流的逐渐增强使

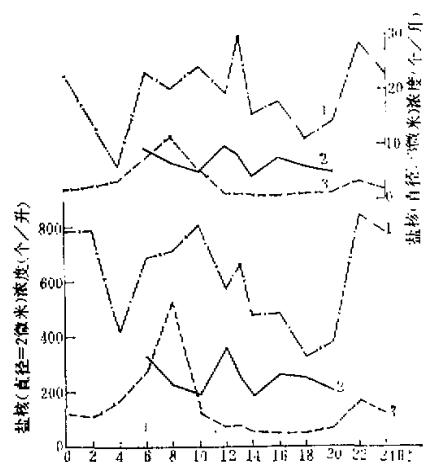


图2 盐核浓度日变化(1983年5,8月份)

1-普陀, 2-宁波, 3-建德。

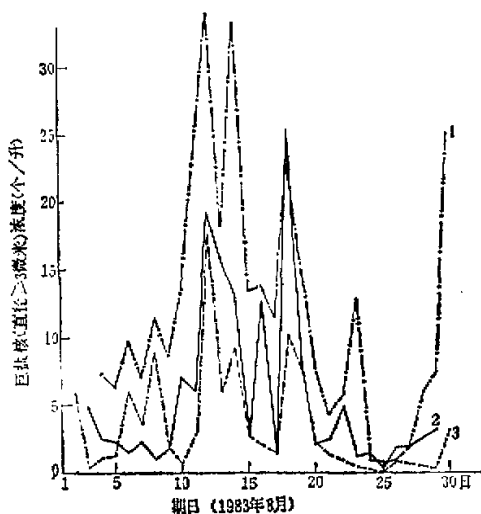


图3 巨盐核(直径 ≥ 3 微米)浓度的日际演变
1-普陀, 2-宁波, 3-建德。

盐核浓度逐渐减少,到下午 16 时浓度最低,只有 44 个/升,最大和最小值相差 12 倍,它与屯溪所观测到的盐核浓度日变化相似^[4]。

8 月份中有 4 天在普陀和建德分别进行了 24 小时的盐核观测,从图 2 可看出无论在海上或陆地,晚上盐核浓度都比较多,且都在晚上 22 时出现盐核浓度峰值,这可能由于晚上大气层结较稳定,对流较弱,使近地面的盐核又重新增多。

2. 巨盐核浓度和天气背景以及海水潮汐的关系

在观测中得到三个测站盐核浓度日际变化的趋势是很相似的。为了说明这一点,我们列举 8 月份日际变化的例子,从图 3 可看到:由于三个测站的纬度基本相同,相距范围仅 300 公里,经常处于相同的天气影响下,所以三者盐核浓度的日际变化往往同时出现峰值或谷值。大多数情况下,受低压锋面和台风天气影响时,浓度增多,出现峰值,受晴天高压控制时浓度较少,出现谷值。因此,看来盐核浓度的日际变化不论在海上或陆地都与天气背景有密切的关系。

春夏季的天气情况,五月份以层状云锋面天气居多数,多连阴雨天气;八月份除受台风影响外,大多数为副高控制的晴天,下雨多属对流云降水。我们将观测期间的天气分成低压锋面影响、台风影响、高压脊影响和雨后四种天气背景。从表 4 可看到三个测站在受台风影响时,由于风力增强,海浪增大,波浪破碎溅沫增多使盐核浓度最大,这些大量的盐核能通过湍流和对流而上升,并由风输送到较远的地方。普陀海岛位于近海,所以受台风影响时它与宁波的盐核浓度值差不多,为 700 个/升左右,质量 $\geq 10^{-12}$ 克的浓度也有 650 个/升以上。建德离海较远,盐核数要少些,但浓度仍有 418 个/升,质量 $\geq 10^{-12}$ 克的盐核浓度也有 337 个/升,并且三个测站质量 $\geq 10^{-12}$ 克的盐核数均占总浓度的 80% 以上。受低压锋面天气影响时,上升气流的输送使盐核浓度无论在海上或陆上都要比受高

表4 各种天气背景下的盐核浓度(单位个/升)

测站	台风影响天气		低压锋面天气		高压控制天气		雨 后	
	$m \geq 10^{-14}$ 克	$m \geq 10^{-12}$ 克	$m \geq 10^{-14}$ 克	$m \geq 10^{-12}$ 克	$m \geq 10^{-14}$ 克	$m \geq 10^{-12}$ 克	$m \geq 10^{-14}$ 克	$m \geq 10^{-12}$ 克
普陀	691	654	703	453	506	400	190	58
宁波	783	691	280	250	122	100	72	20
建德	418	337	162	54	63	47	19	2

* m 为干盐核质量。

压控制天气时的盐核浓度多,但普陀四周为海,处于盐核源地,总有盐核不断地由海上供应,因而其受天气的影响就不如宁波和建德显著。内陆的建德,离海较远,所以盐核浓度受天气影响就最明显,看来春夏季盐核浓度值的差别主要是与受当时的天气影响有关。雨后观测到盐核浓度减少,这是因为大雨对盐核的冲刷作用较明显的缘故。但毛毛雨和小雨不能对盐核起冲刷作用,因而在毛毛雨或小雨后往往仍能观测到不少盐核。普陀五月份阴雨天气时观测到毛毛雨或小雨后盐核浓度可达每升数百个,但雨后测到的盐核绝大多数(70%以上)是属于质量为 10^{-14} - 10^{-13} 克的较小盐核。

盐核浓度日变化规律也与天气背景有关,在各种天气背景下较小的(直径 = 2 微米)和较大的(直径 ≥ 3 微米)盐核浓度日变化规律也较为相似(图4)。三个测站比较,普陀由于四周是海,不断有盐核供应,所以在三种天气背景下的盐核浓度日变化差别不显著,以台风影响和低压天气时的盐核浓度要多些,日变化的起伏稍大些,浓度极大值出现在上午的频数达 70% 左右。高压控制天气时,盐核从早晨开始逐渐增加,到中午 13 时达最大值,这可能是由于中午湍流较强的缘故。宁波只是东边临海,其盐核浓度日变化规律受天气影响的差别就比普陀明显,直径 2 微米的盐核浓度在台风天气时显著增多,高压控制天气浓度最少。日变化起伏以台风天气时较大,各种天气背景下都在中午 12 时出现浓度峰值,低压和高压控制下的天气极大值都出现在早晨 06 时。地处内陆的建德,盐核浓度日变化规律与天气背景的关系更为密切,无论大小巨盐核的浓度都以台风天气时最多,高压晴天时最少。日变化要比海上大,尤以台风和低压天气影响时的日变化更大些,其上午的盐核平均浓度要比下午大一个量级。高压控制的晴天清晨常有逆温存在,早晨 06 时盐核数最大,然后随着日出后地面的增温,逆温层被破坏,对流活动逐渐加强,使近地面盐核数逐渐减少,成单调下降趋势,但总的说变化不大。台风和低压天气时,清晨没有逆温存在,盐核浓度极大值出现在 08 时的频数达 90% 以上,08 时后盐核数逐渐减少。

海洋的潮汐现象即涨潮和落潮能影响海水的含盐量,根据胶州湾东洋咀八月下旬每天高潮、低潮取水样分析,其平均值分别为 26.5‰ 和 16.6‰^[2]。如取 1 公斤海水,高潮时比低潮时多 10 克盐,也就是说高潮时海水含盐量要多于低潮时。8 月份我们在普陀观测盐核的同时还观测了潮水的涨落,发现在 26 天中有半数以上的天数,涨潮时的盐核数要比落潮时多,实际上也就是在涨潮时海面上空的含盐量要大些。而且在高压晴天时大部分(77%)出现涨潮时盐核数增多,落潮时盐核数减少的现象。

3. 盐核浓度与风向风速的关系

气象要素中以风向风速与盐核浓度的关系最密切,按各风向的盐核浓度来讲(图5),均以普陀的浓度最大,宁波次之,建德最小,也就是说海上盐核数最多。普陀为海岛,其四

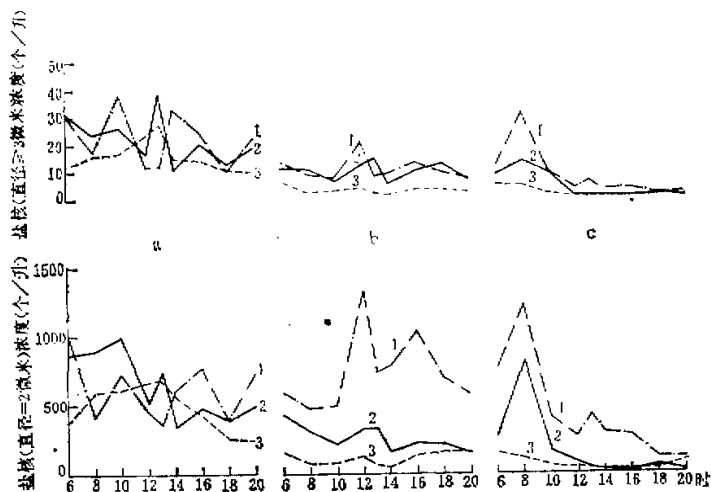


图 4 各种天气背景下盐核浓度日变化

(a) 普陀, (b) 宁波, (c) 建德

1-台风天气影响, 2-低压锋面天气, 3-高压控制天气。

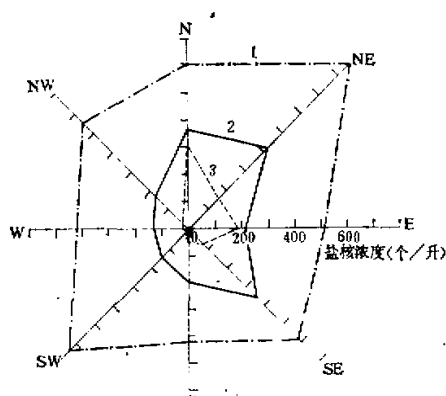


图 5 巨盐核浓度与风向关系

1-普陀, 2-宁波, 3-建德。

周海上都有盐核来源, 所以其各风向观测到的盐核数均相差不多, 浓度与风向关系不太明显, 受地形影响, 东北和西南风时稍多些。而宁波和建德则与普陀不同, 盐核随风向的分布曲线以东半边(从海上吹来的 E, NE, SE 风)的盐核浓度要比西半边(从陆地吹来的 W, SW, NW 风)大, 这对建德来讲更明显, 也即测站盐核浓度与风向的关系随着与海的距离增远而增强。因此, 从盐核浓度与风向关系图中可看出三个测站盐核的主要来源是来自海上。

表 5 为盐核浓度与风速的关系, 可看到在不同风向时各测站盐核浓度关系是不同的。

表 5 巨盐核浓度与风向、风速的关系(浓度单位个/升)

测 站	月 份	偏东风 (NE, E, SE)		偏西风 (SW, W, NW)	
		风速 0—2 米/秒 平均浓度	风速 >2 米/秒 平均浓度	风速 0—2 米/秒 平均浓度	风速 >2 米/秒 平均浓度
普 陀	5	444	1394	404	795
	8	440	467	465	548
	平均	443	867	429	643
宁 波	5	219	647	73	61
	8	319	579	242	201
	平均	257	613	158	149
建 德	5	68	10	36	5.3
	8	200	274	33	3.9
	平均	150	178	35	4.6

对普陀来讲,风大时浪也大,洋面上产生的盐核数多,因此其盐核浓度随风速增大而增多,与风向关系不大.建德站 5 月份时随着风速的增大乱流也增强,盐核向上扩散输送而使地面盐核浓度减少.但 8 月份偏东风时由于受台风影响,风速增大,海上产生的盐核数也增多,因此输送来的盐核浓度就比风小时多,偏东风时盐核数与风速的关系与 5 月份相反,即风速增大,盐核数也增大;但偏西风时仍随风速增大而浓度减少.偏西风时 5 月和 8 月份的浓度值很接近,而偏东风时由于 8 月份有台风天气影响,所以 8 月份盐核数要比 5 月份大得多.宁波处于沿海,偏东风时从海上吹来的风与海岛普陀相似,随着风速增大盐核浓度增多;偏西风时从陆地吹来的风与内陆建德相似,随风速增大而盐核数减少.并观测到 8 月份偏西风的盐核数为 5 月份的三倍多,偏西方向输送来的盐核不是从东海上来的,看来宁波 8 月份时盐核除了主要来源于海上外,还有一部分可能是从其西北方向杭州湾上空输送来的.8 月份杭州湾正处于大潮季节,再加上台风影响,因而使盐核数比 5 月份有显著增多,实际上杭州湾上空输送来的盐核也是来自海上,这些还有待于今后进一步探讨.

4. 巨盐核水平方向的输送

偏东风时盐核从海上随气流输送到陆地的过程中,由于受粒子本身重力沉降作用以及湍流扩散作用等的影响,盐核不可能全部输送到陆地.我们假定偏东风时盐核是由普陀随风水平输送到宁波和建德,按各测站的平均浓度(由于台风天气时宁波的盐核数与普陀的相当,故不计台风天气部分)来粗略地计算盐核从源地随风输送到各地的输送率 A , $A(\%) = \frac{N_D}{N_0} \times 100\%$ (式中 N_0 为源地(普陀)盐核浓度数, N_D 为输送到距离 D 处(宁波或建德)的盐核数),得到表 6.

从表 6 可定性地看出:盐核从源地输送过程中,开始由于沉降和扩散等的联合作用递减较快.因此盐核从普陀输送到宁波时,浓度数已不到普陀的一半,较大粒子(直径 ≥ 3 微米)容易沉降,减少得更快些.但当风速大于 2 米/秒时,由于风大海浪大在海上输送过程中又会不断地有较大盐核上升补充,综合结果使盐核减少得不多,到宁波时的输送率为 64%.离源地较远后,由于能沉降的粒子已大部分沉降,且陆地上盐核来源也极少,所以盐核从宁波到建德的输送过程中,浓度的减少主要由于扩散作用,因而输送率与粒子大

表 6 巨盐核水平输送情况

	盐核浓度输送率 $A(\%) = \frac{N_D}{N_0} \times 100\%$			
	直径=2 微米		直径 ≥ 3 微米	
	风速 0—2 米/秒	风速 >2 米/秒	风速 0—2 米/秒	风速 >2 米/秒
普 陀	100	100	100	100
宁 波	48	47	32	64
建 德	25	5.4	16	4.7

小关系不大,而与风速有关。风大(>2 米/秒)时,由于扩散作用增大,形成单位体积浓度数减少,相对小风来讲减少得较快,到建德时盐核数只为普陀的5%左右了。

三、几点看法

1. 从纬度基本相同的三个测站同时观测的结果,我们可以得到海洋型(例如普陀)和陆地型(例如建德)巨盐核的特点如下:

(1) 海洋型的盐核平均浓度大于陆地型的盐核平均浓度。平均谱分布方面海洋型较宽,陆地型较窄,但两者的峰值相同,均以直径2微米的盐核数最多,占总数的95%以上;质量谱分布方面,都以质量为 10^{-12} 克的盐核数占大多数。

(2) 巨盐核浓度的日变化在相当程度上受地理条件、大气层结稳定度、湍流交换和垂直气流等的影响。海洋型处于盐核源地,日变化小;陆地型受湍流和热对流的日变化影响,日变化大,一天中盐核浓度可相差一、二个量级。但无论海洋型或陆地型的日变化都有两个极大值(上午6—10时,晚上22时左右)和两个极小值(黎明前02—04时和傍晚16—18时)。海洋型除了台风影响天气外,在一般情况下,中午前后还出现盐核浓度峰值,而陆地型不存在这种现象。

(3) 盐核浓度与风的关系表明:海洋型盐核浓度与风向关系不大,浓度随风速增大而增多;陆地型的盐核浓度与风向关系密切,从盐核主要源地海洋方向吹来的风会随着带来大量的盐核,但除台风天气外,一般其浓度随风速的增大而减少。

(4) 盐核浓度与天气背景的关系表明:陆地型的盐核浓度和其日变化受天气影响要比海洋型明显得多。陆地上受台风影响天气时日变化大,盐核浓度最多;高压控制天气时盐核浓度最少,两者浓度可相差一个量级。而海洋型的盐核浓度在不同天气时的差别不太明显。

(5) 沿海的宁波其盐核浓度变化规律介于海洋型和陆地型之间。因靠近海洋,其平均浓度、日变化等接近海洋型的特点,但浓度、日变化与天气的关系又接近陆地型的特点。浓度与风的关系在相当大的程度上受地形的影响,遇海上来的偏东风时具有海洋型的特点;遇陆地来的偏西风时具有陆地型的特点。

2. 盐核浓度和天气背景有密切的关系。例如台风天气时海浪增强,海水溅沫增多形成盐核浓度数最多;低压系统影响时盐核数也多。天气系统的影响在各个季节中是不同的,春季我国东南沿海多锋面阴雨天气,夏季除受台风影响外,常常处于副热带高压控制

下天气晴朗炎热。从三个测站春夏季的观测中,可看到盐核浓度是有季节性变化的,但按天气分型后,各种天气影响下的浓度值 5 月份与 8 月份就差别不大。因此看来盐核浓度的季节性变化主要与各季节所处的天气情况有密切的关系,也就是说多低压阴雨天气的月份盐核浓度就多;多台风季节时盐核数也多;高压晴天的季节盐核就少些。

3. 巨盐核从海上向陆地水平输送过程中,盐核随距离的递减不是常数。在离源地较近时(海上)盐核浓度随距离的减少是由于沉降和扩散等的联合作用,但风大时,较大的巨盐核在海上输送过程中还会不断有较多海浪溅沫形成的大粒子来补充,使浓度减少得较慢。到离源地较远时(陆上),盐核浓度的减少可能主要归因于扩散作用,因此盐核浓度的减少与风速有关。

4. 从三个测站的盐核浓度比较,盐核浓度与风的关系、与天气背景的关系以及盐核的水平输送等表明:无论海上或近海地区的盐核主要均来自海洋。另外,海洋的潮汐现象也会影响海洋和沿海的盐核浓度,一般无天气系统影响的情况下,涨潮时的盐核浓度数要比落潮时大,但这还有待于今后作进一步的观测研究。

参 考 文 献

- [1] 张佑年等著,云雾观测的仪器和方法问题,科学出版社,1963年。
- [2] Podzimek J., Measurement of the concentration of large and giant chloride condensation nuclei during flight, *Studia. Geogr. et Geod.*, 3, 256—280, 1959.
- [3] 沈志来等,我国近海和陆地巨型盐核的分布特点和变化规律,气象学报,39卷2期,1981年。
- [4] 何珍珍等,屯溪地区巨盐核浓度分布特点,大气科学,8卷2期,211—218,1984。
- [5] 陈宗儒编著,潮汐学,科学出版社,1980年。

MEASUREMENTS OF THE GIANT SALT NUCLEI FROM ISLAND TO INLAND AT 30°N IN EAST CHINA

He Zhenzhen Huang Meiyuan Chen Yanjuan

Jing Anjian Shen Zhilai

(Institute of atmospheric Physics, Academia Sinica)

Zhou Wenxian Chen Jingrong Wu Kejun

Li Yaofeng Mao Yuhua

(Nanjing Institute of Meteorology)

Abstract

During the period of May-August, 1983, the distributions of giant salt nuclei were simultaneously observed, and 1420 samples were taken, at three sites Putuo (island), Ningbo (coast) and Jiande (inland), which are nearly located at 30°N . The distance from Putuo to Jiande is about 300 km. These observations indicate that the main giant salt nuclei originate from the sea surface, and their concentration are related to the wind, tide and weather situation. In this paper, the size distributions, diurnal variations in the concentrations of giant salt nuclei and the transport of salt nuclei are also discussed.