

上海地区雨水酸度与天气背景的关系

邵德民 张 维 沈爱华

(上海市气象科学研究所)

何 珍 珍

(中国科学院大气物理研究所)

提 要

1981—1983 年在上海地区 11 个观测站进行了雨水 pH 值观测, 取到资料 2448 份。从资料分析得到: (1) 雨水 pH 值与天气背景有关, 静止锋天气影响时, 酸雨出现几率达 44.5%, 雨水较酸; 暖锋天气时, 酸雨出现几率仅 9%。(2) 台风、高压边缘天气影响下, 酸雨的形成主要是受局地污染源的影响; 但静止锋、冷锋、低压系统天气时, 酸雨的形成不仅受局地污染源的影响, 而且还可能受随气流输送来的外来污染物的影响。

一、引 言

近些年来大气科学研究表明: 酸雨不但使土壤酸化, 对植物生长产生不好的影响, 而且受酸雨影响的湖泊也会逐渐变成没有水生生物的死湖^[1]。另外, 酸雨还能腐蚀城市建筑物, 它给人们带来直接和间接的危害。因此, 酸雨已成为当前世界上一个重大的环境问题。

目前国内各省市都开展了不少测量雨水 pH 值、降水化学分析等方面的研究工作, 但对酸雨究竟是怎样形成的? 为什么同一个地方有时落下的雨是酸的, 而有时落下的雨却是不酸的, 也即对酸雨的成因等问题还不清楚。这主要是由于酸雨的成因比较复杂, 它不仅与大气污染有关, 而且与天气背景、气象因子等也有一定的关系。本文主要就雨水 pH 值与天气背景的关系方面来初步探讨上海地区酸雨的成因。

二、概 况

资料来源于上海地区 11 个观测站, 观测站设在气象站内, 各站都从 1981 年起按照相同的方法观测, 取样器采用 50 毫米直径的塑料漏斗, 下接塑料桶组成, 测站在有降雨时就进行观测, 每天早晨 08 时取样, 取样后立即用 pHS-2 型酸度计测量雨水样品的 pH 值。降雨量资料按与雨水 pH 值相同的观测时段从相应测站的雨量自记计上求得。从 1981 年

1 月到 1983 年 12 月,三年中共取资料 2448 份。

三、资 料 分 析

1. 一般情况

上海地区从 1981 年到 1983 年的三年中,雨水 pH 年平均值*是逐年减小的(见表 1)。1981 年平均值为 5.77,不属于酸雨,到 1982 年时年平均 pH 值为 5.29,已属酸雨性质,1982 年平均雨水酸度要比 1981 年增加两倍。1983 年 pH 年平均值为 5.12,比 1981 年雨水酸度增加 3.5 倍。另一方面,从酸雨($\text{pH} < 5.6$)的观测次数频率($\text{pH} < 5.6$ 的观测次数与总观测次数之比)和酸雨占降雨量的百分数来分析,也是逐年增加的。1981 年时全年酸雨只占降雨量的 14% 左右,到 1983 年时酸雨量已达全年降雨量的一半以上。因此,从雨水酸度和酸雨出现频率的年变化来看,酸雨在三年中似有逐年增加的趋势,但平均日降雨量三年中差别并不明显。

表 1 上海地区雨水 pH 值年平均情况

	1981 年	1982 年	1983 年	1981—1983 年
雨水 $\overline{\text{pH}}$ 值*	5.77	5.29	5.12	5.27
$\text{pH} < 5.6$ 观测次数频率(%)	14.2	32.0	43.4	31.7
$\text{pH} < 5.6$ 雨水占降雨量百分数(%)	13.8	36.5	54.9	39.1
平均日降雨量(毫米)	12.2	12.1	14.8	13.2
观测次数	661	810	977	2448

$$* \overline{\text{pH}} = -\log_{10} \frac{\sum_i H_i^+ \cdot mm_i}{\sum_i mm_i}, \quad \text{式中 } H_i^+ \text{ 为每次观测的 } H^+ \text{ 浓度, } mm_i \text{ 为相应的降雨量,单位毫米。}$$

从 1981—1983 年雨水 $\overline{\text{pH}}$ 分布图(见图 1)上看到:上海地区除宝山和金山站外,其余各站的 $\overline{\text{pH}}$ 值均小于 5.6,酸雨强中心分布在松江、青浦、上海和奉贤等站,这 4 个站的雨水 $\overline{\text{pH}}$ 值均小于 5.15,其中以松江的雨水酸度最大,1981—1983 年 $\overline{\text{pH}}$ 值为 4.97,松江历年的雨水年平均 pH 值分别为 5.24(1981 年),4.98(1982 年),和 4.85(1983 年),三年中雨水酸度也是逐年增加的。

上海地区雨水 pH 月平均值(图 2),除 1,2,11 月份平均 pH 值大于 5.6 外,其余各月份的月平均 pH 值均小于 5.6,其中以 9 月份的月平均 pH 值最低,为 5.05,2 月份 $\overline{\text{pH}}$ 值最大,为 6.22,两者雨水酸度相差 15 倍。从 4 月到 10 月,出现酸雨的次数都占降雨次数的三分之一以上。9,10 月份的降雨中,有半数左右为酸雨,酸雨量也占降雨量的一半以上。总的来讲,除冬季外,其余各季度都易出现酸雨。以各月份的天气背景来分析:2 月份降水天气中,高压边缘影响天气占 40%,雨水 pH 值较大,4,5 月份冷锋和低压天气占了 72%,6,7,9,10 月份降雨,半数左右受静止锋影响,pH 值小。因此,看来上海地区雨水 pH 值月变化可能与天气背景有关。

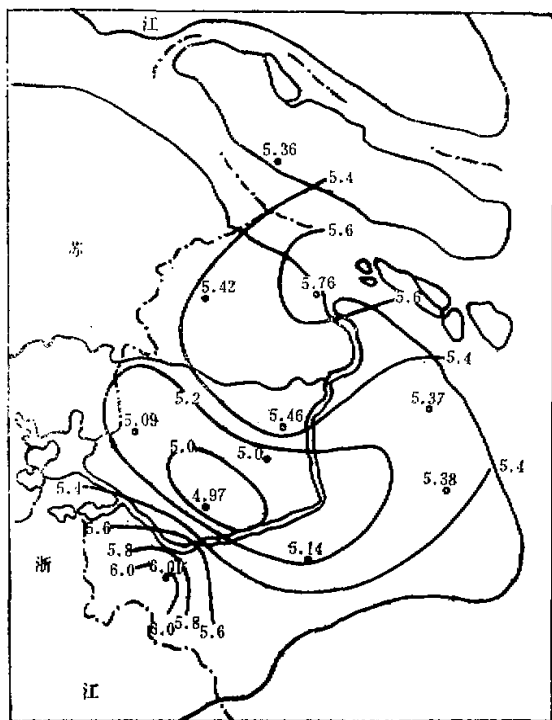


图1 上海地区雨水 pH 分布图
(1981—1983 年)

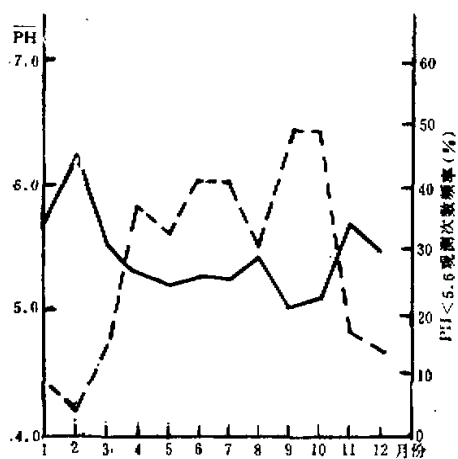


图2 雨水 pH 值月变化图
图中实线为雨水 pH 值，虚线为 pH < 5.6 观测次数频率
(1981—1983 年，上海地区)

2. 雨水 pH 值与天气背景的关系

(1) 三年总的平均情况 (1981—1983 年) 我们将影响降水的天气成分: 台风边缘影响天气、高压边缘影响天气、暖锋天气、静止锋天气、冷锋天气和低压系统天气六类(见表 2), 从降雨情况分析, 由于静止锋、冷锋、低压系统天气变化比较剧烈, 所以这三类天气系统影响下的降雨情况都要比其他三类天气影响下的降雨强些, 表现在平均日降雨量、最大日降雨量和最大日平均雨强等方面都是以静止锋、冷锋和低压天气时大些。各类天气背景下雨水 pH 值也有明显的差别, 静止锋、冷锋和低压天气时的雨水 pH 平均值分别为 5.16、5.26 和 5.34, 都属于酸雨性质, 而台风边缘、高压边缘和暖锋天气时, 雨水 pH 平均值都大于 5.60, 不属于酸雨。从出现雨水 pH 最小值来分析, 虽然无论哪种天气影响下都出现过 pH 值小于 4.60 的较酸的雨, 但仍以静止锋、冷锋和低压系统天气出现的 pH 最小值要小得多, 它们的最小 pH 值不超过 4.05, 看来雨水 pH 值可能与影响降雨的天气背景有关。三年中, 上海地区雨水 pH 值最小为 3.92, 各种天气影响下 pH 值的变化范围差别不大, 一般 pH 值在 4~8 之间变化, 其低值和高值可相差三、四个量级。

表 2 各类天气背景下的降雨情况 (1981—1983 年, 上海地区)

天气背景	台风边缘 天气	高压边缘 天气	暖锋 天气	静止锋 天气	冷锋 天气	低压系统 天气
雨水 pH 值	5.68	5.63	5.90	5.16	5.26	5.34
出现最小雨水 pH 值	4.51	4.11	4.12	4.02	4.05	3.92
pH 值变化范围	4.51~7.57	4.11~7.53	4.12~7.84	4.02~8.00	4.05~8.03	3.92~8.24
平均日降雨量(毫米)	9.5	6.9	10.0	16.5	11.8	13.4
最大日降雨量(毫米)	74.1	79.3	73.4	167.6	92.2	117.6
最大日平均雨强(毫米/小时)	11.9	9.9	9.2	15.3	25.9	13.8
观测次数	116	216	118	780	443	775

各类天气背景下雨水 pH 值的频率分布是有差别的(见表 3), 三年中 $\text{pH} \leq 5$ 的酸雨出现次数频率, 静止锋、冷锋和低压系统天气达到 10% 以上, 其中静止锋天气对 $\text{pH} \leq 5$ 的次数频率达到 22.7%; 而台风边缘、高压边缘和暖锋等天气对 $\text{pH} \leq 5$ 的酸雨出现次数频率 $< 8\%$, 暖锋天气时只有 4.2%。静止锋天气时的降水有将近半数属酸性降水; 冷锋和低压系统天气时酸雨的几率也有三分之一左右。而高压边缘和暖锋天气影响时酸雨次数频率分别只有 15.2% 和 9.3%。台风天气时的降水虽则出现酸雨的次数频率也有 22.4%, 但其中三分之二是属于 pH 值在大于 5 和小于 5.6 之间。如以降雨量来分析, 静止锋天气时, 酸雨量占了降雨量的半数; 冷锋、低压天气时酸雨量也超过了三分之一以上。而其他台风边缘等三类天气的酸雨量都不到降雨量的 20%, 尤其是 $\text{pH} \leq 5$ 的较酸雨量, 只为降雨量的 5% 左右, 暖锋天气时 90% 以上的雨都不是酸雨。因此, 看来静止锋、冷锋和低压系统天气的酸雨频率分布情况与台风边缘、高压边缘及暖锋天气的酸雨频率分布有较显著的差别。

(2) 各年平均情况 我们再从各年的平均情况来分析, 从表 4 中可看出静止锋、冷

表 3 各类天气背景下雨水 pH 值频率分布(%) (1981—1983 年, 上海地区)

雨水 pH 值	台风边缘		高压边缘		暖 锋		静 止 锋		冷 锋		低压系统		全 部	
	次数 %	降雨量 %	次数 %	降雨量 %	次数 %	降雨量 %	次数 %	降雨量 %	次数 %	降雨量 %	次数 %	降雨量 %	次数 %	降雨量 %
<4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0.04	0
4—5	7.8	4.7	6.9	6.5	4.2	2.0	22.7	23.8	16.9	20.6	11.9	14.8	15.3	18.2
>5—5.59	14.6	13.6	8.3	7.4	5.1	4.6	21.8	26.0	15.1	19.4	16.1	20.0	16.5	20.9
5.6—6	19.0	21.4	10.2	16.3	12.7	11.1	14.4	15.6	15.3	13.1	16.9	19.2	15.1	16.4
>6—7	54.3	55.0	62.5	58.7	63.6	64.3	36.6	31.9	44.1	41.2	48.9	42.2	46.2	39.9
>7	4.3	5.3	12.1	11.1	14.4	18.0	4.5	2.7	8.6	5.7	6.2	3.8	6.9	4.6
合计	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
pH<5.6	22.4	18.3	15.2	13.9	9.3	6.6	44.5	49.8	32.0	40.0	28.1	34.8	31.8	39.1

表 4 各种天气背景下, pH 年平均值和雨水出现 pH<5.6 的频率(%)

天 气	pH 年平均值			pH<5.60					
				次数频率(%)			酸雨量百分数(%)		
	1981年	1982年	1983年	1981年	1982年	1983年	1981年	1982年	1983年
台风边缘	5.86	5.53	5.88	12.5	38.1	15.4	8.9	27.1	15.3
高压边缘	5.50	5.64	5.72	15.0	11.8	17.1	14.3	12.8	14.0
暖 锋	5.87	6.06	—	9.3	9.4	—	5.5	11.2	—
静 止 锋	5.70	5.20	5.01	18.9	42.3	64.7	18.9	40.2	70.7
冷 锋	6.14	5.26	5.05	7.8	32.8	45.4	6.0	45.5	53.9
低 压	5.79	5.39	5.23	14.0	27.2	34.3	14.6	29.2	44.6

锋和低压天气时雨水 pH 值的年变化都是逐年有较明显的减小,相应地在酸雨出现次数和酸雨量出现的百分数方面,在三年中逐年也有较明显的增加。例如:静止锋天气影响下的降雨,1981 年 pH 年平均值为 5.70,酸雨出现几率不到 20%,到 1983 年时,年平均 pH 值为 5.01,平均雨水酸度增加了将近 5 倍,酸雨出现几率(无论次数或雨量)已超过半数,达到三分之二左右,而其他三类天气总的来讲年变化不明显,高压边缘和暖锋天气时,雨水 pH 年平均值逐年是增大的,台风边缘影响天气的 pH 年平均值有增有减;相应地在酸雨出现几率方面,台风边缘等三类天气在三年中的变化也不大,有增有减,1983 年与 1981 年比较差别不大。因此,静止锋、冷锋和低压系统天气影响下的雨水 pH 值及酸雨出现几率等的年变化趋势与台风边缘、高压边缘和暖锋三类天气的年变化趋势是不相同的。

再按各年各种天气背景下的雨水 pH 值情况分析,从表 4 中可看到各类天气的 1981 年 pH 年平均值差别不明显,基本上都不属于酸雨性质,其中虽然高压边缘天气的年平均 pH 值稍低于 5.60,但从酸雨出现次数频率和酸雨量占降雨量的百分比方面比较,都以静止

锋天气时酸雨的频率数最大,为 18.9%。1982 和 1983 年 pH 年平均值及酸雨出现几率方面,反映在各类天气影响下的差别就较为显著,静止锋、冷锋和低压天气的年平均值都小于 5.40,属酸性性质;而其他三类天气的年平均值基本上大于 5.6 或接近 5.6,因此从历年平均情况分析,台风边缘、高压边缘和暖锋天气的年平均 pH 值基本上都不属于酸性性质,且酸雨出现的几率一般都不超过 20%;而静止锋等三类天气除 1981 年外,酸雨出现几率一般均达 30%—70% 左右。看来前三类天气影响下的酸雨成因可能与后三类天气的酸雨成因会有所不同。

(3) 各测站的平均情况 从各测站的雨水 pH 值按上述六类天气分类,计算出各类天气影响下的雨水 $\overline{\text{pH}}$ 值和酸雨出现次数频率。从表 5 中看出:(1) 静止锋、冷锋和低压天气时,除宝山和金山外,其余各测站的 $\overline{\text{pH}}$ 值均小于 5.6,这似乎表明这三类天气时,酸雨出现是大范围的。(2) 台风边缘、高压边缘和暖锋天气时,只有松江和上海站的 $\overline{\text{pH}}$ 值小于 5.6,其他各测站的 $\overline{\text{pH}}$ 值基本上都大于 5.6,表明这三类天气时不易出现酸雨,即使有酸雨其范围较小,属于局地性的。(3) 从各测站各种天气时的 $\overline{\text{pH}}$ 值比较,存在着静止锋等三类天气的 $\overline{\text{pH}}$ 值普遍要比台风边缘等三类天气的 pH 值低。(4) 宝山和金山为工业区,但酸雨并不严重,在各种天气情况下, $\overline{\text{pH}}$ 值基本上大于 5.6,不属酸性性质;而松江、上海县等站处于工业区的下游,在各种天气情况下, $\overline{\text{pH}}$ 值都小于 5.6,酸雨较严重,似乎表明工业区的下游受工业区污染源的影响较大些。

表 5 不同天气背景下各测站平均 pH 值 (1981—1983 年)

天气	龙华	宝山	加定	松江	青浦	上海	奉贤	川沙	南汇	金山	崇明
台风边缘	5.67	6.02	5.73	5.13	5.58	5.25	5.66	5.78	6.28	6.39	5.61
高压边缘	6.03	6.11	5.86	5.08	5.65	5.31	5.81	5.57	5.85	6.42	6.03
暖锋	6.78	6.02	6.63	5.43	5.95	5.49	6.25	6.20	6.48	6.63	—
静止锋	5.39	5.53	5.33	4.79	4.94	5.07	5.01	5.29	5.33	5.88	5.29
冷锋	5.85	5.94	5.24	5.04	5.03	5.16	5.08	5.16	5.52	6.32	5.19
低压	5.36	5.98	5.60	5.20	5.30	4.97	5.19	5.51	5.34	5.97	5.59

各测站出现酸雨的次数频率也以静止锋天气时酸雨出现几率最大,除宝山和金山站外,其余各站出现酸雨次数频率都在 30% 以上,半数以上的测站达到 50% 左右,即意味着,静止锋天气降雨时,有 50% 左右的可能性会出现范围较广的酸雨。冷锋和低压天气除个别站外,酸雨次数频率一般也在 30% 以上。而高压边缘等三类天气时酸雨次数频率多数在 10—20% 左右,说明在降水过程中,大范围出现酸雨的情况不多,酸雨大多数属于局地性的。

3. 雨水 pH 值与降水性质的关系

由于各种天气表现的强弱程度和影响范围有所不同,所以降水的性质在各种天气背景下也有所不同。静止锋天气时暖湿空气输送,多持续性阴雨天气,常出现连续性的降水过程,当本地处于锋区时,锋区附近的层状、积状混合云系,往往使天气变化比较强烈,会形成暴雨;冷锋和低压系统天气时,天气系统也比较强烈,常常也有连续性降雨或暴雨产

生;暖锋天气时系统比较弱,雨量一般不大;台风边缘影响下的雨多系来自海上;高压边缘影响时,由于气团内部不稳定天气形成局地性的阵雨或雷雨天气。因此,有必要再从降雨性质方面来进一步分析与雨水 pH 值的关系。

三年中暴雨天气共有 62 天,出现酸雨天气有 52 天,占 84%,说明在暴雨中是容易产生酸雨的(见表 6)。按天气分类以静止锋、冷锋和低压天气时出现暴雨的天数最多,占总数的 92%,而且在这三类天气的暴雨中出现酸雨几率也相当大,静止锋天气的暴雨中有 93% 会出现酸雨。而台风边缘、高压边缘和暖锋天气时很少出现暴雨,暖锋天气在三年中只有过一天暴雨,雨水也不酸。暴雨时雨量大,所以暴雨中出现的酸雨看来不仅仅是由于冲刷大气中的污染物引起的,可能在云中已经形成酸性雨滴了。

表 6 各种天气情况下,暴雨天气中产生酸雨 ($\text{pH} < 5.6$) 天气的频数

天气	台风边缘	高压边缘	暖锋	静止锋	冷锋	低压	全部
暴雨天气(天)	2	2	1	29	12	16	62
有酸雨天气(天)	1	1	0	27	9	14	52
出现大范围酸雨天气(天)*	0	0	0	17	6	9	32
酸雨天气出现频率(%)	50	50	0	93	75	88	84

* 出现大范围酸雨系指半数以上测站同时观测到有酸雨。

表 7 各种天气情况下,连续降水过程中产生的酸雨情况

天气	台风边缘	高压边缘	暖锋	静止锋	冷锋	低压	全部
连续降水过程(次)	7	10	6	31	20	32	106
有酸雨出现频率(%)	57	70	50	90	85	91	82
出现大范围酸雨频率(%)	0	30	0	65	55	31	41

另外,三年中共有 106 次连续性降水过程(连续降雨两天以上),其中静止锋和低压天气各占了三分之一左右(见表 7),而且这两类天气影响下的连续降水过程中有 90% 以上会出现酸雨;冷锋天气的连续降水过程中也有 85% 出现酸雨。且出现酸雨时,酸雨分布的范围也较广,静止锋和冷锋天气在连续性降水过程中,出现大范围酸雨过程分别各占酸雨出现过程的 65% 和 55%,也即这两种天气背景下,出现酸雨时有三分之二的情况是出现大范围酸雨。从天气图上也分析到:静止锋天气时,如果雨区范围很大,沿锋面上在长江流域有一长条较宽的雨带时,上海地区的雨量较大,雨水酸度也较大,且酸雨分布范围也很广。如果静止锋系统不太强时,锋面雨区较零星分散不连成片时,上海地区的降雨就不易出现酸雨,即使出现酸雨也多半属局地性的。冷锋、低压天气时也有相类似的趋势。因此,这三类天气产生的酸雨,不像单是由于雨从云底降落到地面过程中,通过大气中受局地污染物的影响而形成酸雨的,更可能的是在锋面上大范围云层形成过程中,云中的云滴已属酸性了。这样看来,这三类天气产生的酸雨可能主要受随气物流输送来的气团中酸性污染物的影响,但像松江、上海县等测站处于工业区污染源的下游,又同时会受到局地污染源的影响,使雨水酸度变得更大,出现酸雨的几率也更大些。

台风边缘和暖锋天气的连续性降水过程中,虽然也会有半数出现酸雨,但却属局地性的,没有出现过一次大范围的酸雨,这可能由于台风边缘影响下的降雨天气,从海洋上空输送来的气团中酸性污染物少,海上又多盐粒的气溶胶粒子,因此酸雨的出现主要是受局地污染源的影响,多系局地性的。高压边缘影响时,连续性降水过程多发生在6—10月份,多半由于气团内部不稳定天气形成连续二、三天的雷阵雨天气,雷阵雨时容易出现酸雨,这可能由于不稳定的上升运动,将近地层的酸性气溶胶粒子和污染气体带入云内,形成酸性云滴生长成雨滴,下落时又可能在大气中对酸性污染物起冲刷作用。雷雨云通常就在本地生成发展的,所以产生酸雨的话,应该与局地污染源有关联,有时也会几个测站同时出现雷阵雨天气。

四、几点看法

1. 雨水 pH 值与天气背景有一定的关系,虽然各种天气背景下都可能有酸雨出现,但以静止锋、冷锋、低压天气时容易出现酸雨,其中以静止锋天气时酸雨出现的几率最大,为 44.5%,酸雨量也占降雨量的 49.8%,雨水酸度也最大, $\overline{\text{pH}} = 5.16$; 暖锋天气时的酸雨出现几率最小,只有 9.3%, $\overline{\text{pH}} = 5.90$, 不属于酸雨。

2. 雨水 pH 值存在的月变化和季节变化,实际上也与天气背景有关。例如:夏秋季静止锋天气多,因此雨水较酸,酸雨出现几率大。但以秋季雨水 pH 值最小,为 5.17,出现酸雨几率达 41%;而夏季 $\overline{\text{pH}} = 5.30$,酸雨几率为 38%。夏季 6、7 月份梅雨季节时虽然雨日绝大部分为静止锋天气,但夏季(6—8 月份)台风边缘影响和暖锋天气占了雨日的 20%,这两类天气出现酸雨的几率很小;而秋季降雨天气中,静止锋天气所占比例与整个夏季差不多,为 40%,但冷锋和低压天气要比夏季频繁,占降雨天气的一半左右,这两类天气的降雨中都易出现酸雨。所以相对来讲,秋季的雨水酸度和出现酸雨几率都要比夏季的大些。

3. 静止锋、冷锋和低压等三类天气与台风边缘、高压边缘和暖锋等三类天气对雨水 pH 值、酸雨出现几率、降雨性质等都有较显著的差别。前三类天气 $\overline{\text{pH}}$ 值 < 5.6 , 后三类天气 $\overline{\text{pH}} > 5.6$; 前三类天气 pH 年平均值是逐年减小,酸雨出现频率逐年增大,年变化明显;而后三类天气在这方面三年中差别不大,年变化不明显。因此静止锋等三类天气的酸雨成因可能与台风边缘等三类天气的酸雨成因有所不同。台风边缘等三类天气时,多数测站酸雨出现频率小,基本上不出现或很少出现大范围的酸雨,出现酸雨是局地性的,因此酸雨的形成似主要与局地污染源有关。而静止锋等三类天气时,在天气图上常有一大片范围较大的雨区,雨区影响上海时,易出现连续性降水过程,有时会产生暴雨,且易出现大范围的酸雨。这种大范围的酸雨可能与天气系统影响时随气流输送来的气团中污染物有关。因此,静止锋、冷锋和低压天气影响时形成的酸雨,不仅受局地污染源的影响,而且还受外来输送源的影响。

4. 上海地区三年中 pH 年平均值减小,酸雨出现频率增加,分析其原因:因为台风边缘等三类天气在三年中雨水酸度等年变化不大,所以完全是由于静止锋等三类天气雨水酸度等的年变化所引起的。如果考虑静止锋等三类天气的酸雨成因为局地污染源和外

来输送源两方面影响的话,则这三年上海地区酸雨逐年增加的趋势可能主要是由于静止锋、冷锋和低压天气时随气流输送来的外来污染物的影响有逐年增加的趋势。另外静止锋、冷锋天气系统影响时,锋面上影响几个省的大片雨区范围中,如果上海地区出现大范围的酸雨时,有可能雨区范围内的其他地方也会有酸雨产生,因为受输送污染物的影响,可能在成云过程中已形成酸性云滴了。当然对这些仅仅是一些探讨性的看法,还有待于今后进一步观测研究。

致谢: 上海市环境保护科学研究所五室提供了本文分析所用的全部降雨 pH 值监测数据;马勤方同志帮助统计了部分资料,在此表示感谢。

参 考 文 献

- [1] 曹洪法, 1984, 酸雨对生态的影响, 中国环境科学, 4 卷 3 期。

RELATIONSHIP BETWEEN THE ACIDITY OF PRECIPITATION AND THE SYNOPTIC SITUATION IN SHANGHAI

Shao Demin Zhang Wei Shen Aihua

(Shanghai Meteorological Institute)

He Zhenzhen

(Institute of Atmospheric Physics, Academia Sinica)

Abstract

During the period of 1981 to 1983, the acid content of precipitation was measured in Shanghai. There were 2448 samples being acquired at 11 stations. It was found that: 1) The acidity of precipitation was related to synoptic situations. During rainy weather affected by stationary front 44.5% of samples were observed with acid rain ($\text{PH} < 5.6$), but that by warm front only 9%. Precipitation affected by stationary front had more acidity than other precipitations. 2) During rainy weather affected by typhoon or rainfall within air mass, acid rain was caused mainly by local air pollutants. But during precipitations affected by stationary front, cold front or low pressure system, acid rain might be caused not only by local sources, but also by distant air pollutants, which can be carried by air stream.