

我国及广西的酸雨

陈 锐 章

(广西植物研究所)

摘 要

我国从60年代起就开展了对部分地区降雨水质的测定。1982年进行全国普查的结果,我国的酸雨分布是南方和沿海地区比较严重。到目前为止,见诸报道的一次降雨pH值最低为2.1。广西从1981年开始监测酸雨,酸雨最严重的是柳州市,1986年柳州市的酸雨频率为95.1%,pH最低值为3.06。

我国酸雨主要是局地性硫污染所造成的。已有对金属材料、建筑物、文物古迹和农林植物造成损害的报道。大气污染(包括酸雨)引起的经济损失据估算1980年全国为40.6—53.4亿元,1985年广西为3千万元,1986年柳州市和合山市各为1千万元。

酸雨对植物的直接损害阈值为pH3.0。叶菜类比其他植物敏感。酸雨后两小时内喷水淋洗可减轻甚至完全消除酸雨的损害。

加强对我国酸雨现状的调查研究及其发展趋势的预测,寻求防治对策,将是一件必要而又繁重的任务。

一、监测和研究工作概况

我国从60年代起就开展了对降雨水质的测定。随着国际上对酸雨问题的关注和焦虑,1979年以来,北京、上海、南京、重庆、贵阳等城市相继开展了对降水酸度的监测工作。1981年12月全国环保科技情报网和中国科学院环境科学情报网在北京召开了《全国降水污染和酸雨问题讨论会》,1982年3月起在全国23个省、市、自治区的121个地市级以上监测站开展了酸雨普查工作,到10月得到2400多个数据表明:23个省、市、自治区中的20个都有酸雨。酸雨占总降雨次数一半以上的城市有青岛、长沙、南宁、苏州、重庆、桂林、常州、宜宾、福州、杭州、贵阳、广州、南昌和都匀。其中除青岛以外,全部都在长江以南^[1、2、3]。此后,在全国广泛地开展了对酸雨的监测研究工作。根据1981年~1983年的观测资料,我国酸雨分布的趋势是南方及沿海地区的酸雨比较严重,降水PH值多在5.6以下^[7]。降雨PH值最低为2.1^[8]。

广西对酸雨的监测研究工作,南宁市始于1981年,1982年桂林、柳州、梧州等市也相继进行监测,1983年在8个专区各选一个县进行监测,广西植物研究所从1982年5月起在桂林雁山镇进行监测。结果表明,南宁、桂林、柳州、梧州、百色的酸雨都很严重,柳州市1986年酸雨频率为95.1%,PH最低值为3.06。现将收集到的部份数据列于表1~3^[9、10、11]。

二、酸雨的来源

根据各地实测的大气 SO_2 和雨水中 SO_4^{2-} 的分布,多是城区高,郊区低;雨水酸度也是城区强,郊区弱。但上海却曾出现过城区酸度弱而郊区酸度强的情况。不过郊区的酸雨明显是来源于附近城区排放的 SO_2 ^[3]。下面列举一些各地的监测资料:

1. 四川、贵州两省1982年酸雨的分布,分别以重庆市和贵阳市为中心。这两个市降水的酸度已接近美国东北部酸雨的水平(重庆酸雨频率为95.2%, pH最低值为4.15;贵阳分别为89%和3.6)。离该两中心越远,降水酸度越弱。两市酸雨主要是硫污染所造成。两市降水中, SO_4^{2-} 是阴离子的主要成份(占80%以上); Ca^{2+} 、 NH_4^+ 、 H^+ 是阳离子的主要成份。城区阳离子的和、阴离子的和皆大于郊区,特别以 SO_4^{2-} 和 H^+ 更为突出。城区的 SO_4^{2-} 以酸存在的比值大,郊区以盐存在的比值大^[12]。重庆市1981~1983年酸雨发展的趋势是:酸雨频率逐年增高(分别为79.3、93.14和94.8), pH最低值和平均值逐年增强(最低pH值分别为3.63、3.6和3.43,平均pH值分别为4.27、4.18和4.12^[14])。四川峨嵋山海拔3074米的主峰金顶也检出了酸性降水,1983~1985年频率几乎都在70%以上,降水PH最低值为3.2^[15]。

2. 青岛市1982年4月至1983年8月酸雨频率为87%,排放的污染物在不利的天气条件下常常形成酸雨^[16]。

3. 河北省的承德、唐山、秦皇岛、石家庄和峰峰等五市1982年的监测结果,以承德市出现的酸雨次数最多,大气中 SO_2 和 NO_x 的浓度也比其他城市高^[17]。根据石家庄市1980年~1984年春的监测资料,该市酸雨有增强的趋势, pH最低值为3.92,酸的主要成份是 SO_2 转化而成的硫酸^[18]。

4. 安徽省1982年3月到1983年8月的监测资料,酸雨多发生在工业集中大气污染严重的城市,郊区较少,说明酸雨基本上是局地污染源造成的。黄山光明顶气象站是安徽省降水清洁区对照点,1980年9月~1983年8月降水pH值范围均在5.6~7.5之间,可是1983年8月27日却下了一场PH值为5.37的酸性冰雹雨,表明酸性物质有中远距离迁移输送的现象^[16]。

5. 西安市1981年8月~1984年7月的监测资料, pH平均值为4.68~5.97,最低值为3.96。低值的出现是污染物的扩散受阻和远距离污染物输送综合作用的结果^[20]。

表1 广西四市的酸雨(1986年)

地点	酸雨频率(%)	PH最低值
南宁	79	3.38
柳州	95.1	3.06
桂林	49.7	4.20
梧州(1985年)	56.0	

表2 桂林市的酸雨

时间	酸雨频率(%)	PH最低值
1983年	49.0	3.3
1984年	55.3	3.76
1985年	39.2	4.21
1986年	49.7	4.20

表3 桂林雁山镇的酸雨

时间	酸雨频率(%)	PH最低值
1982年	33.8	3.8
1983年	34.5	4.2
1984年	61.9	4.0
1985年	63.5	4.3
1986年	48.6	3.6

6. 江西省吉安市郊下垫面红壤是酸雨形成的重要原因^[21]。

7. 据报道, 大气颗粒物是降水中 SO_4^{2-} 、 Ca^{2+} 、 NH_4^+ 的主要来源^[5]。 SO_2 在雨水中的氧化反应, 在 20°C 条件下, 与雨水中的Mn浓度有关^[6]。

以上资料表明, 我国的酸雨主要是硫酸型的, 局地源的, 降雨酸度主要来自云下洗脱, 大气颗粒物和缓冲能力(包括氨和其他金属离子以及当地土壤性质特别是土壤PH值)在很大程度上是我国酸雨地理分布, 即南重北轻的主要原因^[3、4]。

三、酸雨对环境的影响

酸雨是大气酸污染的湿沉降, 在自然环境条件下, 要把它与大气酸污染的干沉降对环境的影响区别开来是困难的。因此, 在实地调查到的酸雨对环境所造成的危害, 都是酸雨与大气污染物以及气象因素综合作用造成的后果。国内外对此都进行过多方面的调查研究, 并不断有人进行综述^[14、22~26]。

(一) 国内各地的实地调查资料

1. 酸雨对金属材料的危害: 1966年建成的重庆嘉陵江大桥的钢梁年年都要进行除锈、涂漆, 1978年大修时, 发现钢梁有些部位严重锈蚀达 $2\sim 3$ 毫米, 锈蚀进度相当 160 微米/年。重庆市的电线, 平均每10年就要更换一次。1970年建成的重庆电视塔, 3年后就生锈。重庆市客车的铁壳(厚一毫米)无论怎样保护, 一年就锈穿。重庆市露天作业的建筑机械, 基本上一年得维修(除锈)一次。与酸雨和大气污染较轻的南京相比, 维修、保养周期为南京市的 $1/3$ 至 $1/2$ ^[13]。江南某市郊区1960年建成的两组八塔中波桅杆, 材质为t-3钢, 1970年以后发现有鼓泡锈蚀, 1980年便相当严重了; 现已濒于报废, 该地1984年酸雨频率为 58.8% , PH最低值为 3.31 ^[34]。1983年6月10日10时~1984年6月10日10时, 在酸雨污染严重的重庆市、贵阳市, 酸雨较轻的南京市、上海市、广州市, 无酸雨污染的北京市, 同时进行了连续 $g760$ 个小时的金属挂片试验, 结果表明: ①碳钢试片(雨淋组)腐蚀率, 重庆为 152 ($\mu\text{m}/\text{年}$), 贵阳 67.3 , 南京 46.0 , 上海 31.0 , 广州 20.0 , 北京 0.5 。②同一城市碳钢试片雨淋组大于非雨淋组。③碳钢的大气腐蚀率与降雨酸度、大气 SO_2 浓度、气象因素有较好的相关性。④不同品种的金属抗酸性降水的腐蚀性能有较大的差异, 腐蚀率由大到小的顺序为碳钢>镀锌>工业紫铜>镀锌。⑤酸雨对油漆涂膜材料有不同程度的加速老化作用, 酚醛磁漆及醇酸磁漆试片的老化速度(变色、失去光泽、涂膜脱落)是: 重庆、贵阳(约两个月)>南京、广州、上海(8~10个月)>北京(挂片一年变化很小)^[35]。

2. 酸雨对建筑物的影响: 1954年建成的重庆市人民大礼堂, 不到30年的时间里其维护费就达到 300 万元。1957年树立的重庆市区两扬公路上的水泥电杆, 迎雨面浸蚀约 0.5 厘米左右, 石子已外露。重庆市内建筑物的外装修材料, 如方解石半年就变了色调, 大理石1~2年光泽迅减^[13、36]。

3. 对文物古迹的影响: 重庆罗汉寺的宋代石刻罗汉和南岸大佛寺下的元代石刻罗汉, 因60年代中期防雨棚被拆掉, 现在已面目全非。重庆市博物馆门前的关羽铜像也在那个时期被移到室外, 经日晒雨淋, 目下已百孔千疮, 许多凹缝已锈穿。贵州省安顺市文庙的室外石雕(白云质石灰岩)受到腐蚀出现斑点, 贵州省都匀文峰塔碑文上部有遮挡处字迹仍清楚, 下部受雨淋已模糊不清^[36]。

4.对农林作物的危害:1982年5月14日、31日、6月18日、7月14日,重庆曾降pH值为3.6~4.6的酸雨,雨后观察到水稻、豆类、芋头、革命草、大叶桉、小叶桉、泡桐等农林作物叶片出现叶枯斑甚至整片叶枯死的现象^[13]。1982年5月13日苏州降了一场pH值为4.7的酸雨,使西瓜藤烂死而失收^[1]。据1984年11月间进行的调查,四川奉节地区97万亩华山松,由于受大气SO₂污染和酸雨(雾)影响,导致落针病和天牛、线虫等害虫大量发生,使50万亩受到不同程度的损害,其中22万亩已经枯死。重庆近郊长江南岸风景区南山,27000多亩森林(主要是马尾松),60年代以来普遍生长不良。1982年起开始成片死亡。现已有一半数枯死,其余亦面临覆灭的危险,据有关部门调研,这一带的植物种类已由以前上千种减少到目前只有260余种,并且病虫害猖獗^[37]。用数量化理论I方法分析重庆地区酸雨对马尾松林生产力的影响,结果表明酸雨危害首先表现在同化器官——针叶上。降水pH值在4.5以上与4.5以下的地区相比,叶绿素含量、树龄20年左右的净生长量,前者为后者的3~4倍;同龄林分生产力,后者损失约50%。根据树干解析资料,降雨pH 4.5以下地区12—16年前就有影响^[38]。

(二) 广西的酸雨危害事例

近几年来,在广西范围内因大气污染(包括酸雨)对环境造成危害的事件时有发生。例如南宁郊区的化工厂周围2万多亩水稻受到不同程度的损害,周围的路树,先后多次栽植10多个树种都不能存活,最后种上小叶榕才能生长。南宁市区行道树芒果和扁桃,不能开花结实。柳州市郊西峨乡红旗砖厂周围的稻田连年受害。与柳州钢铁厂、柳州化肥厂紧邻的红星园艺场的柑桔果实品质下降。东风化工厂旁的荒地已不能种植。柳州东郊前的路树,8年更换3个树种。此外,百色田阳电厂、合山煤矿及电厂、宜山维尼纶厂、河池氮肥厂、灵川钢铁厂、凤山杭东硫磺厂、原桂林氮肥厂周围的山林农田菜地都有受害的报道。来宾一带的杉木,合山市郊的柳花岭林场、南宁市郊的高峰林场、七坡林场、柳州市郊的马厂林场、沙塘(广西林校)林场,桂林市郊区雁山镇周围以及河池、博白、钦州、马山、武鸣、巴马、都安、全州等县部分林地的马尾松,宁明县的八角都有生长不良、病虫害严重的现象^[9]。

(三) 酸雨引起的经济损失估算

由于大气污染引起的经济损失,目前尚未看到完整的统计资料。据估算1980年全国大气污染损失为40.6~53.4亿元^[39]。广西1985年煤消费量约600万吨^[38],如按照综合估算法($S_{\text{气损}} = W_{\text{燃}} \times X_{\text{气损}}$ 的公式,并假定每吨煤为5元)^[39],那么因大气污染造成的经济损失将为3千万元。1986年柳州市和合山市煤消费量均接近200万吨^[40],因大气污染造成的经济损失估计将均达1千万元。广西的来宾合山电厂和柳州水泥厂近几年来每年付赔偿费各达10万元,凤山县杭东硫磺厂用土法生产,年产硫磺800吨,污染的农田山林涉及5个大队15个生产队每年赔款9千多元。大气及酸雨污染严重地区的森林生态环境已受到影响,据调查,南宁郊区的七坡林场和柳州郊区的沙塘林场个别林地表土(0~20厘米)的PH值已分别达到4.5和3.6^[40]。凤山杭东硫磺厂周围的山头寸草不生,因水土流失导致基岩裸露。

四、酸雨影响植物研究工作的进展

酸雨对植物的影响,是酸雨对人类生态环境影响的重要部分。近几年来国内对模拟酸雨

直接损害植物的试验做了大量的工作,受试植物已达100多种,并着手利用对酸雨敏感的植物评价酸雨对环境的影响(27~29、31~33、42~52)。比较一致的结论是:酸雨直接影响植物花粉和种子的萌发、幼苗干物重、茎、叶、花、果实和种子等器官的正常生长,叶绿素和根细胞内pH变化等的阈值均为pH3.0左右。植物叶片直接接触pH3.0以下的酸雨时出现的伤斑,使以叶片作为经济产量的叶菜类蔬菜生产受到损害。对于这种损害,在有喷淋设施的蔬菜基地可在酸雨后两小时内喷水淋洗,有可能减轻甚至消除酸雨对植物叶片的损害(30)。其他以根、茎、花、果实或种子等作为经济产量的植物,虽然叶片出现伤斑,但并不一定影响这些植物的经济产量。

酸雨通过对土壤的淋洗和对病虫害的影响,进而使植物受到的损害称为酸雨对植物的间接损害,其中酸雨对森林土壤的淋洗,是在酸度远远低于直接损害的酸度阈值的情况下,经过长期的淋洗作用,逐渐累积到突然暴发人们难以挽回的森林成片地死亡事件,这种事件国外已屡见不鲜,国内也略见端倪,因此,加强对我国酸雨现状的调查研究及其发展趋势的预测,查明其伤害机理,寻找防治对策,将是十分必要而又相当繁重的任务。

参 考 文 献

- [1] 纪斌、程振华:我国的酸雨污染,环境保护1982, No.12。
- [2] 刘秀茹、程振华:酸雨监测,酸雨1983, No.1。
- [3] 赵殿五:从能源和降水化学看我国的酸雨,酸雨1983, No.1。
- [4] 赵殿五等:我国西南地区酸雨形成探索,大气环境和酸雨1986, No.1。
- [5] 赵殿五等:大气颗粒物在酸雨形成中的作用,中国环境科学1987, No.2。
- [6] 陈宗良、吴景学:北京、天津地区大气污染物化学的研究,亚洲地区大气污染研究中心第二次讨论会论文汇编1986,(日本)。
- [7] 李洪珍:我国一些地区降水酸度的分析,大气环境和酸雨1986, No.2。
- [8] 冷裕先:沙市西区降落PH值2.10的酸雨,酸雨1985, No.1。
- [9] 1987年2月广西科协召开的酸雨座谈会及现场考察笔记。
- [10] 桂林市环境质量报告书。
- [11] 广西植物研究所环保组酸雨监测资料。
- [12] 《西南地区酸雨污染问题的研究》课题组:重庆、贵阳地区酸雨状况及分析,酸雨1984, No.1。
- [13] 重庆市环境科研监测所、中国科学院环化所:重庆市酸雨危害的初步调查,酸雨1984, No.2。
- [14] 重庆市环境科研监测所:重庆酸雨及其环境影响,酸雨1985, No.3。
- [15] 四川省环科所《酸雨课题组》:四川省大气污染及酸性降水时空分布规律,大气环境和酸雨1986, No.4。
- [16] 吴裕坤:青岛市区酸雨气象条件的初步探讨,酸雨1984, No.1。
- [17] 韩志成:承德市降水酸度的分析,酸雨1984, No.1。
- [18] 杨绪新等:石家庄降水酸度的分析,酸雨1984, No.4。
- [19] 罗彩芳:安徽省酸雨监测,酸雨1984, No.2。
- [20] 李葆华第:西安市降水酸度的观测分析结果,酸雨1985, No.3。
- [21] 《红壤地区酸雨形成机制研究》课题组:下垫面红壤对吉安市郊酸雨形成的影响,大气环境和酸雨1986, No.2。
- [22] J.A.Garland: Atmo.Envi.Vol.12, No.1~3(1978)。
- [23] Frank A.Record et al: Acid Rain Information Book, U.S.A.(1982)。
- [24] 余锡荪:国外酸雨研究动向,上海市环保所(1982)。

- [25] N.R.Glass et al: *Envi.Sci.Tech.* Vol.16, No.3 March (1982).
- [26] 陈锐章: 酸雨影响植物的研究, 桂林市环境科学学会论文集(1985)。
- [27] 陈锐章等: 模拟酸雨对水稻的影响, 内部资料(1985)。
- [28] 陈锐章、黄福祥等: 模拟酸雨对小麦的影响, 环境科学(即将刊出)。
- [29] 陈锐章、彭桂英: 酸雨问题探索, 第二次全国降水污染和酸雨问题讨论会资料1983年3月。
- [30] 陈锐章、彭桂英等: 酸雨损害农作物的对策研究喷水消除酸雨损害农作物的损害, 环境科学学报1987年第3期。
- [31] 彭桂英: 模拟酸雨对植物种子的生理效应, 环境科学简讯1983, No.5。
- [32] 彭桂英、陈锐章: 几种植物对酸雨的反应, 农业环境保护1986, No.6。
- [33] 彭桂英、陈锐章: 植物耐铝试验, 中国植物生理学会第四次全国会议交流论文摘要, 农业环境保护(即将刊出)。
- [34] 曾晓庄: 大气污染及酸雨对广播桅杆危害的初步调查, 酸雨1985, No.3。
- [35] 陈思龙等: 酸性降水对金属材料大气腐蚀速率影响的研究, 大气环境和酸雨1986, No.4。
- [36] 徐渝等: 大气污染和酸雨腐蚀物质材料, 大气环境和酸雨1986, No.3。
- [37] 余叔文等: 抢救森林——四川大片松林死亡的调查报告, 第五次全国植物与环境保护学术讨论会论文摘要, 1985年11月。
- [38] 冯宗炜等: 重庆地区酸雨对马尾松林生产力的影响, 大气环境和酸雨1986, No.3。
- [39] 徐寿波: 谈谈我国大气污染损失问题, 大气环境和酸雨1986, No.3。
- [40] 1987年3月柳州市科协召开的酸雨座谈会及现场考察笔记。
- [41] 广西经济年鉴编辑部: 广西经济年鉴1986年。
- [42] 谢田等: 模拟酸雨对苜蓿、白藜细胞透性影响的研究, 中国环境科学1986, No.4。
- [43] 谢田等: 模拟酸雨对萝卜生长、产霉等的影响, 大气环境和酸雨1986, No.4。
- [44] 四川省环科所《酸雨课题组》: 模拟酸雨对甘蔗影响的田间试验, 大气环境和酸雨1986, No.4。
- [45] 张延毅、郭德惠: 模拟酸雨对青菜和莴苣生长的影响, 中国环境科学1986, No.1。
- [46] 章志兰: 利用苔藓、地衣及英国梧桐对贵阳市大气SO₂和酸雨的影响的评价与研究, 大气环境和酸雨1986, No.3。
- [47] 李正方等: 人工酸水喷雾对番茄等作物早期生长的影响, 中国环境科学1983, No.6。
- [48] 蒋美珍: 园林植物对酸雨的反应, 第五次全国植物与环境保护学术讨论会论文摘要, 1985年4月。
- [49] 赵远弛等: 模拟酸雨对小麦生长影响的试验研究, 同上刊。
- [50] 高绪评等: 模拟酸雨对农作物种子发芽的影响, 环境污染与防治1983, No.2。
- [51] 高绪评等: 105种植物对模拟酸雨的反应, 中国环境科学1987, No.2。
- [52] 曹洪法等: 大豆对模拟酸雨的反应, 中国环境科学1986, No.4。

THE ACID RAIN IN CHINA AS WELL AS IN GUANGXI

Chen Ruizhang

(*Guangxi Institute of Botany*)

ABSTRACT

As early as in 1980s, our country began to measure the water quality of rain in some areas of the country. According to the results of the general investigation of the whole country in 1982, the acid rain is more severe in the south and coastal areas. It has been reported that the lowest PH value of acid rain was 2.1. In Guangxi monitoring rain acidity was began to carry out from 1981. The most severe area is Liuzhou. In 1986 its frequency and the lowest PH value of acid rain were 95.1% and 3.06 respectively.

The acid rain in china is due to the local pollution of sulfur. It has been reported that the acid rain damages the metal materials, buildings, historical relics and plants. The economical lose of the whole country induced by the air pollution (including acid rain) ranges from 40.6 to 53.4 hundred million yuan in 1985, and Liuzhou and Heshan were 10 million yuan in 1986 respectively.

The threshold of direct damage of acid rain on plants is PH 3.0. Vegetables are more sensitive than the other plants. Spaying plants with water within 2 hours after the plants exposed to acid rain may eliminate the damage significantly.

It is a necessary and heavy task to strengthen the investigation of acid-rain's current situation and its forecast of developmental tendency.