

648-644

7568(12)

第16卷第6期

生态学报

Vol. 16, No. 6

1996年12月

ACTA ECOLOGICA SINICA

Dec., 1996

酸沉降对柳州主要乔灌木影响的研究

唐鸿寿

(中国科学院生态环境研究中心, 北京, 100085)

Q949.408

A

摘要 通过对既是典型的酸沉降污染区又是典型石灰岩地区的柳州进行的2次野外植物伤害考察发现, 在被调查的436种植物中, 84种受到酸沉降污染轻度伤害, 30种受到重度伤害。经分析表明, 石灰岩植物比非石灰岩植物对酸沉降敏感; 落叶植物比常绿植物对酸沉降敏感。市区内近地大气中 SO_2 含量高于远郊区是市区内行道树严重受害的主要原因之一。

关键词: 酸沉降, 石灰岩, 伤害。

植物, 乔木

EFFECTS OF ACID DEPOSITION ON TREES AND SHRUBS IN LIUZHOU

Tang Hongshou

(Research Center for Eco-Environmental Sciences, the Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100085, China)

Abstract Field investigations on plants damaged by acid deposition were carried out for 2 times in Liuzhou, both a typical acid deposition area and a typical limestone area. The results of investigation are as follows, among the 436 species of plants investigated, 84 species are damaged triflingly and 30 species are damaged seriously by acid deposition. The limestone plants are more sensitive than nonlimestone plants, and the deciduous plants are more sensitive than the evergreen plants. One of the main reasons cause the road tree damaged is that the SO_2 concentration at down town is higher than it at suburb.

Key words: acid deposition, limestone, damage.

广西是我国植物资源最丰富的地区之一, 也是我国珍稀濒危植物主要分布区之一, 现有植物8000余种^[1], 多集中在该省的中部和西部石灰岩地区。广西也是我国主要酸沉降污染区之一, 酸沉降泛指酸雨、酸雾、大气中 SO_2 、 NO_x 等, 在南宁、柳州、桂林等地都存在程度不同的酸沉降^[2,3], 直接威胁着当地的植物生长。因此, 有必要在酸沉降污染严重的典型石灰岩地区对植物生长情况进行全面的调查, 以便充分了解酸沉降对石灰岩地区植物的伤害程度, 制定出保护对策。

• 此项研究为世界野生生物基金会(WWF)资助项目。

收稿日期: 1995-09-27, 修改稿收到日期: 1996-03-13。

1 研究方法

根据环保部门的大气监测数据,选择一酸沉降严重的石灰岩地区和基本无酸沉降的石灰岩地区植物保护区,对植被生长状况进行较全面的对比考察,目的在于鉴别和区分同一植物种在同一季节、相似土壤、气候条件,不同的大气环境状况下所表现出的差异。大气污染状况主要以当地环保部门的监测数据为依据。本调查只对重点地区进行短期大气环境监测。大气中 SO_2 测定从 6:00~21:00 连续取样,用中和法测定,每 60 min 作为一个测定计时单元,平均值为 15 h 的测定均值。监测仪器为中国科学院环境化学研究所 EC-1 型二氧化硫(SO_2)测定仪和日本 HORIBA 公司 C-1 型便携式 pH 计。

植物伤害调查根据植物总体受伤害程度,分为 4 级:

1 级——生长完全正常,树形、叶色、叶片完全无受害症状;

2 级——有少量叶片脱落,叶片稍有褪绿或有少量分散点状伤斑,伤斑直径小于 0.5 mm,伤斑面积小于单叶面积的 5%,可认为基本未受害;

3 级——叶片稍稀疏,脱落叶片数少于全株的 10%,有弥漫全叶的点状或片状伤斑,伤斑面积占单叶面积的 6%—50%,可认为轻度受害;

4 级——叶片脱落严重,超过全株叶数的 10%,有严重枯枝现象,叶片有穿孔或有明显成片的伤斑,伤斑为褐色、暗紫色、黑色、或白色。叶片受伤害面积占单叶面积的 50%以上,受伤害叶片占全株的 50%以上,认为重度受害。

2 结果与讨论

2.1 考察地区的选择与确定

从 1989~1990 年广西部分地区大气监测结果(见表 1)可以看出,南宁、柳州、桂林等地均存在程度不等的酸沉降,其中柳州、桂林为典型的石灰岩地区,从酸沉降的各项指标来看,尤其是植物最敏感,危害最大的酸雨频率和最低降水 pH 值,柳州的酸沉降均比桂林严重。因此,选择柳州作为酸沉降严重的典型的石灰岩地区进行植物伤害调查,调查时间分别为 1990 年 10 月和 1991 年 6 月,共进行 2 次考察。考察地点分别为柳州市的大兴山地区(大范围石山区,柳州市东南 12~15 km)、龙潭(石山,柳州市西南 3 km)、螃蟹岭(柳州市西 2 km)、鱼峰山(石山,市中心)、古木勘林场(柳州市北 25 km)、广西林校树木园(柳州市北 23 km)、柳州市锌品厂外马尾松(*Pinus massoniana* Lamb.)林地(柳州市北 18 km)、沙塘(柳州市北 22 km)和市内多处园林及主要行道树;在对上述地区进行考察的同时,于 1990 年 10 月在隆林(石灰岩地区),1991 年 6 月在靖西(石灰岩地区)也进行了植被生长状况的调查。隆林和靖西是广西大气污染相对清洁区。虽然偶尔也可监测到弱酸性降水,但其最低降水 pH 也在 5.0 以上,大气中 SO_2 和 NO_x 含量极低(见表 1)。根据以往大量的植物实验证明,当酸雨 $\text{pH} > 4.5$ 时,对 95% 以上的植物没有伤害, $\text{pH} > 5.0$ 时的酸性降水则对植物无害^[4~6]。因此以上两地可以作为植物伤害调查的对照区。

2.2 植物受伤害原因分析

在考察中发现,同一植物种生长在柳州市区和生长在远郊区,受伤害程度差异较大,如市内的苦楝(*Melia azedarach* L.)、榔榆(*Ulmus parvifolia* Jacq.)、阴香(*Cinnamomum burmannii* (C. C. and Th. Ness) Bl.)、黄连木(*Pistacia chinensis* Bunge)、栲树(*Koelreuteria paniculata* Laxm.)受害极为严重,落叶秃枝普遍,作为行道树的阴香严重受害率(严重秃枝)占植株总数的 20% 以上,而在大兴山区上述植物则受害较轻,只可观察到伤斑而未见

表 1 广西部分地区大气监测结果^[2,3]

Table 1 Determine result of atomsphere of some area in Guangxi

地点 Area	年份 Year	年均日 SO ₂ (mg/m ³) Annual mean concentration of SO ₂	年均日 NO _x (mg/m ³) Annual mean concentration of NO _x	酸雨频率 (%) Rate of acid rain	年均降水 pH Annual mean pH of rain	降水最低 pH Lowest pH of rain
南宁	1989	0.062	0.013	68.3	5.08	3.85
	1990	0.056	0.012	73.5	5.15	3.12
柳州	1989	0.211	0.035	83.3	4.34	3.22
	1990	0.204	0.046	89.0	4.38	3.45
桂林	1989	0.144	0.024	79.6	5.08	3.90
	1990	0.107	0.027	68.1	5.01	3.57
隆林	1989	0.008	0.002	12.0	5.67	5.46
	1990	0.009	0.002	15.2	5.62	5.38
靖西	1989	0.010	0.004	8.5	5.62	5.40
	1990	0.007	0.003	10.2	5.71	5.35

落叶。为此,于 1990 年 10 月 27、28 日和 1991 年 6 月 15、16 日对两地进行了大气 SO₂ 浓度和降水 pH 测定,从监测结果(表 2)可以看出,尽管两地相距 12 km 左右,但降水酸度相差不大,因而可以认为,酸雨对柳州市区和郊区植物的伤害强度差异不大。从表 2 中还可看出,市内和郊区近地大气中 SO₂ 含量差异较大,市区 SO₂ 为 0.183~0.242 mg/m³,最高值为 0.387 mg/m³,大兴山 SO₂ 为 0.008~0.014 mg/m³,最高值仅为 0.021 mg/m³,市区 SO₂ 浓度比郊区高 10 倍以上。大量的植物实验证明^[2],SO₂ 气体可以对某些植物造成伤害,而且植物受伤害程度与 SO₂ 气体剂量成正比,市内 SO₂ 污染严重,郊区 SO₂ 污染较轻,这正是同一种植物生长在大兴山比生长在市内受酸沉降伤害较轻的主要原因之一。因而可以认为柳州地区植物受害的原因是酸雨、SO₂ 和其它大气污染物协同作用的结果,而柳州市区植物比远郊区同种植种受害严重的主要原因之一是市内近地大气中 SO₂ 含量高于远郊区造成的。

表 2 市区与郊区大气 SO₂ 浓度和降水 pH 测定结果Table 2 Determine result of SO₂ concentration in atmosphere and precipitation pH at down town and suburb

时间 Time	大气 SO ₂ 浓度 (mg/m ³) Concentration of SO ₂ in atmosphere				降水 pH pH of precipitation	
	郊区 Suburb		市内 Down town		郊区 Suburb	市内 Down town
	日平均值 Mean	最高值 Highest	日平均值 Mean	最高值 Highest		
1990-10-27	0.014	0.021	0.183	0.263		
1990-10-28	0.013	0.019	0.192	0.283	4.02	4.00
1991-06-15	0.010	0.018	0.219	0.324	3.96	3.95
1991-06-16	0.008	0.015	0.242	0.387	4.20	4.20

注: 1. 测定时间从 6:00~21:00 时,郊区为大兴山,市区为鱼峰山; 2. 1990 年 10 月 28 日,小雨,降水量 3.7 mm,风向:南; 3. 1991 年 6 月 15 日,雷阵雨,降水量 26.2 mm,风向:西南; 4. 1991 年 6 月 16 日,雷阵雨,降水量 32.4 mm,风向:西南。

2.3 植物受伤害类别分析

在柳州市共调查植物 521 种,在隆林、靖西共调查植物 1163 种,在柳州市和在隆林、靖西均有发现的植物种为 436 种,其中落叶植物 94 种,常绿植物 342 种,石灰岩植物(指石灰岩特有种和石灰岩适生种)243 种^{*}。重度受伤害(4 级)植物共 30 种,伤害较典型的主要为:马尾松、破布木(*Microcos paniculata* L.)、九节木(*Psychotria rubra*(Lour.)Poir.)、川朴(*Celtis vanderweretiana* Schneid.)、两广梭罗树(*Reevesia thyrsoidea* Lindl.)、榔榆、酒饼叶(*Glycosmis pentaphylla* DC.)、毛麻楝(*Chukrasia tabularis* A. Juss var. *velutina*(Wall) King)、谷木(*Memecylon ligustrifolium* Champ.)、黄连木、栲树、阴香、苦楝等。

表 3 植物类型与受酸沉降伤害程度的关系

Table 3 Relations between plant type and damage level by acid deposition

受伤害 等 级	种数	常绿植物 Evergreen plant		落叶植物 Deciduous plant		石灰岩植物 Limestone plant	
		种数	占该等级 百分比 %	种数	占该等级 百分比 %	种数	占该等级 百分比 %
Damage class	Amount of species	Amount of species	Percent of its class	Amount of species	Percent of its class	Amount of species	Percent of its class
1 级 1st class	183	163	89	20	11	92	50
2 级 2nd class	139	104	75	35	25	73	53
3 级 3rd class	84	57	68	27	32	57	68
4 级 4th class	30	18	60	12	40	21	70

通过对 436 种植物对比调查发现,植物对酸沉降的抗性与分类学上的科属,常绿或落叶,叶片形态结构和适生土壤类型均有一定关系。

从植物分类的角度来看,夹竹桃科、桑科的榕属、茶科、苏木科、桃金娘科、芸香科、菊科、木兰科、茜草科、含羞草科、大戟科、蝶形花科、金缕梅科的部分种具有较强的抗性。

从表 3 可见,常绿植物在抗性强的种类中所占比例较大,并且随着受伤害程度增加,常绿种所占比例逐渐减少,而落叶植物的表现恰恰相反,在 1 级和 2 级中仅分别占该等级的 11% 和 25%,随着受酸沉降伤害的加重,落叶植物在 3 级和 4 级中已分别达到 32% 和 40%。在实地调查中也发现了这种现象,例如在鱼峰山上及附近,酸沉降污染十分严重的情况下,落叶植物榔榆和苦楝出现严重落叶,甚至秃枝现象,而与其相邻的笔管榕(*Ficus wightiana* Wall.)、斜叶榕(*Ficus gibbosa* Bl.)、红花夹竹桃(*Nerium indicum* Mill)等却能表现出很强的抗性,至少在叶片上未见受到伤害。因此认为,常绿植物比落叶植物对酸沉降的抗性强。

在表 3 中还可看到,与非石灰岩植物相比,石灰岩植物(特有种和适生种)^[8]对酸沉降的抗性较差。在受伤害的第 3 级中,石灰岩植物占该等级受害植物总数的 68%;在受害最重的第 4 级中,30 种植物里就有 21 种为石灰岩植物,占该级总数的 70%,这说明酸沉降会严重影响石灰岩植物的生长,同时也表明,不仅石灰岩植物的根系对土壤的酸碱度有较严格的适应范围,其枝叶对大气沉降物的酸碱度也有较高的敏感性。

* 唐鸿寿,调查报告、未发表。

从形态解剖方面来看,具有旱生特点的种类,如叶片革质、蜡质、气孔下陷和肉质植物,多表现出很强的抗性,如海桐花(*Pittosporum tobira* (Thb.) Ait.)、印度橡树(*Ficus elastica* Roxb.)、黄化夹竹桃(*Thevetia peruviana* (Pers.) K Schum.)、阔叶十大功劳(*Mahonia bealei* Carr.)等。在多次重复调查中上述种类植物均未发现受到酸沉降和伤害。

从株数来统计,受酸沉降危害的树木株数约占总株数的 8%~10%左右。从种的数量来看,受伤害种为 114 种,占总数的 26%,其中重度伤害种 30 种,约占总数的 6.9%,可以认为,酸沉降给当地植被带来的伤害已十分严重,尤其对石灰岩植物的生长是一种严重的胁迫。

2.4 对策与建议 治理环境污染,提高能源利用效率,减少大气污染物排放量是改善环境的根本办法,但据资料显示^[2,3],该地区污染状况在近期内不仅没有改善,而且还表现出逐渐加剧的趋势,因此,必须选择一些抗污染树种来更新市区的行道树,选择的原则首先应是常绿、阔叶、叶片革质、蜡质植物,如斜叶榕、笔管榕等,其次,也可选择当地对酸沉降有抗性的实生树种,如黄槐(*Cassia surattensis* Burm f.)、红花羊蹄甲(*Bauhinia blakeana* Dunn)等。由于广西是我国珍稀濒危植物主要分布区之一^[4],今后应多投入酸沉降对珍稀濒危植物影响的研究。在目前情况下,可对某些珍稀濒危植物进行迁地保护。

3 结语

石灰岩植物比非石灰岩植物对酸沉降敏感;落叶植物比常绿植物对酸沉降敏感;酸沉降不仅能影响石灰岩植物的生长,对非石灰岩植物也能造成不同程度的危害;柳州地区植物受害的原因是多种大气污染物协同作用的结果,市区内近地大气中 SO_2 含量高于远郊区是市区内行道树严重受害的主要原因之一。

参 考 文 献

- 1 王才明等. 广西国家级珍稀濒危植物种质资源调查研究. 广西植物, 1994, 14(3): 277~288
- 2 国家环保局. 1990 年中国环境年鉴. 北京: 中国环境出版社, 1991. 347~350
- 3 国家环保局. 1991 年中国环境年鉴. 北京: 中国环境出版社, 1992. 302~304
- 4 张福珠, 唐鸿寿. 西南地区主要农作物对酸雨的敏感性和危害状况研究. 大气污染防治技术研究. 北京: 科学出版社, 1993. 827~834
- 5 Lee J J. Effects of simulated sulfure acid rain on yield, growth and foliar injury of several crops. *Environmental and Experimental Botany*, 1981, 21(2): 171~185
- 6 Evans L S. Growth, development and yield responses of pinto beans and soybeans to hydrogen ion concentrations of simulated acidic rain. *Environmental and Experimental Botany*, 1981, 21(1): 103~114
- 7 曹洪运. 我国大气污染及其对植物的影响. 生态学报, 1990, 10(1): 7~12
- 8 钟济新. 广西石灰岩石山植物图谱. 南宁: 广西人民出版社, 1981