

杭州市大气氟污染对树木监测和评价的初步研究

陈冬基 卢 敏* 张 钢* 何云芳*

(浙江林学院生态教研组)

氟不是植物体内的必需元素,但大多数植物都含有微量氟,其正常含量因种类而异,一般在 0.5—25ppm 之间。大气中气态氟化物主要从叶片气孔进入体内,但不常损伤气孔附近的细胞,而是顺着输导组织向叶尖和叶缘移动并在这些地方逐渐积累起来,有的则与叶肉组织内钙质反应,生成难溶的氟化钙沉淀。植物从大气中吸收的氟一般主要积累在叶中而不易转移到其他部分,而根从土壤中吸收的氟也很少向叶片转移。因此,叶片中有较高的氟含量就表明空气中存在氟化物。这为利用叶片中含氟量以监测和评价大气氟污染提供了依据。

1982 年 4—5 月,我们在杭州市选择了普遍分布的三种绿化树种:女贞 (*Ligustrum lucidum*)、香樟 (*Cinnamomum comphora*)、悬铃木 (*Platanus acerifolia*) 进行了叶片含氟量与大气氟污染程度相关关系的研究,试图根据树木叶片含氟量对杭州市大气氟污染程度进行监测和评价。

一、研究方法

(一) 采样点的设置

采样点包括大气采样点和树木叶片采样点,两者采样紧密结合进行。本试验采用功能分区布点原则,分为工业区、居民稠密区、交通频繁区、公园游览区(相对清洁区)4 个分区,每分区布设 2 个以上采样点,共设置 10 个点如图 1 所示。

(二) 监测树种的确定

选定对氟具有一定抗性的女贞、香樟、悬

铃木作为监测树种。每个样点各选取三株,要求树龄、树高、胸径基本相近,而周围没有高大建筑物。为了能反映较大范围内的污染情况,树高都在 7 米以上,采样部位在 5 米左右。

(三) 采样方法

1. 大气采样采用大气氟化物月积累量碱性滤纸法。据日本宫崎的研究,该法不仅采样简便,而且能在同一期间掌握大范围的污染状况。碱性滤纸法对大气中游离的气态氟化物比较敏感,而植物体内氟化物的积累也正好与这一部分氟化物的关系最为密切。因此,碱性滤纸法用来评价大气氟污染对植物的影响比较合适。

碱性滤纸的配制:取直径 9 厘米的定量滤纸,每张吸 1 毫升的 0.1 N NaOH 溶液,在 40℃ 条件下烘干,置于塑料袋内保存待用。测定时将一张滤纸挂在自制的通风防雨的塑料袋中,然后将塑料袋悬挂在树冠外围的枝条上,高度为 5 米,每株树在不同方向悬挂 3 张。大气采样在 4 月 2 日至 5 月 2 日进行,样树吸收大气氟化物也在此期间,正值树木萌发新叶,新叶同外界气体开始进行交换。挂袋一个月后,收回滤纸,测定其含氟量。

2. 树木样品的采集和处理

在大气采样的同时采集树木样品。采样部位在树冠 5 米高处的中部外围采集当年生新叶 300—400 克,于 80℃ 条件下烘干,磨碎过 60 目筛,贮于清洁干燥的塑料瓶中待用。

* 本院 1978 届毕业生。

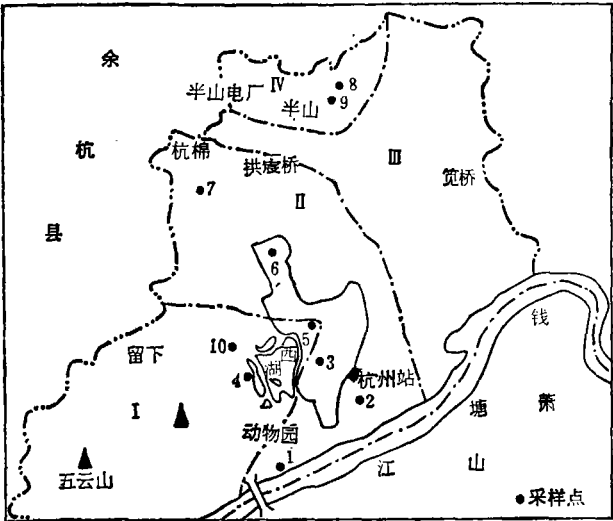


图 1 采样点位置和大气氟污染划区示意图

1. 闸口 2. 杭州车辆段 3. 官巷口 4. 西湖法院 5. 延安新村 6. 米市巷 7. 热水瓶厂
8. 钢铁厂 9. 玻璃厂 10. 植物园

表 1 树木叶片含氟量与大气中氟浓度

单位: 叶氟 $\mu\text{g/g}$ 干叶
大气氟 $\mu\text{g}/\text{dm}^2\cdot\text{月}$

项目 样点	香 樟		女 贞		悬 铃 木	
	叶片含氟量	大气氟浓度	叶片含氟量	大气氟浓度	叶片含氟量	大气氟浓度
杭州植物园	12.4	6.2	19.7	7.7	8.5	7.6
西湖法院	18.4	7.1	18.4	6.3	17.7	8.9
延安新村	39.7	17.3	37.6	24.2	41.7	28.4
杭州车辆段	32.5	15.6	40.7	35.2	41.8	32.0
米市巷	41.8	30.6	48.1	38.0	37.0	27.0
官巷口	49.0	40.6	46.2	36.5	42.6	34.3
闸口	42.5	38.4	22.8	19.6	43.9	40.0
热水瓶厂	—	—	51.0	41.8	49.0	42.4
玻璃厂	96.9	61.0	108.4	91.4	174.2	104.3
钢铁厂	—	—	152.6	111.8	137.8	92.9

注: 叶片含氟量为各该点同一树种三株树木叶片含氟量的平均值; 大气氟浓度为各该点同一树种三株个体上悬挂的 9 张碱性滤纸含氟量的平均值。

(四) 样品的分析

树木样品和碱性滤纸含氟量的分析均采用高氯酸浸提-氟离子选择性电极法测定。我们测试, 该法的回收率为 92.6—106.6%, 变异系数为 2.34%。

分析方法要点: 准确称取约 1.0 克样品置于 100 毫升烧杯中, 加入 25 毫升 0.1N 高氯酸, 电磁搅拌 20 分钟, 再加入 25 毫升 0.1N

高氯酸, 继续搅拌, 插入氟电极和参比电极, 等到稳定时读取 E_1 , 加入 0.2 毫升氟化物标准液 (2000 毫克/升), 等到稳定时读取 E_2 , 应用方程式

$$C_F = \frac{\Delta C}{m \left(\log^{-1} \frac{\Delta E}{S} - 1 \right)}$$

计算样品中氟化物的浓度。测定应在恒温下

进行。式中, ΔC 为添加氟化物的量; ΔE 为添加前后的电位差值 ($E_2 - E_1$); S 为能斯特因子, 即电极响应斜率; m 为植物干样品量 (克); C_F 为总氟化物浓度 (微克/克)。

二、试验结果

(一) 树木叶片含氟量与大气氟污染浓度

分析结果见表 1。

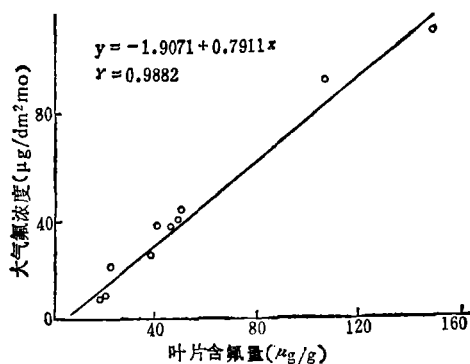


图 2 女贞叶片含氟量与大气氟浓度

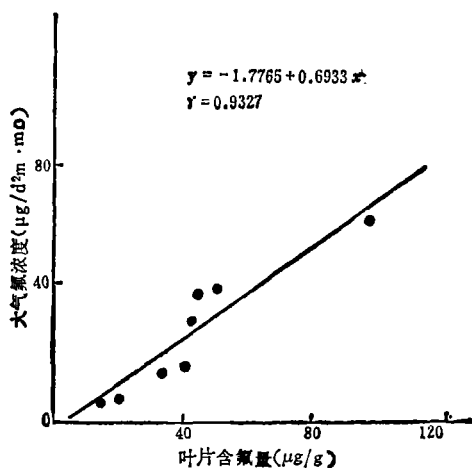


图 3 香樟叶片含氟量与大气氟浓度

表 1 表明, 树木叶片含氟量与大气氟浓度变化较为一致。为了确定这些数据之间的关系, 我们计算了这三种树叶含氟量与大气氟浓度的三组回归方程, 并绘制了相应的回归曲线图 (见图 2、图 3、图 4)。

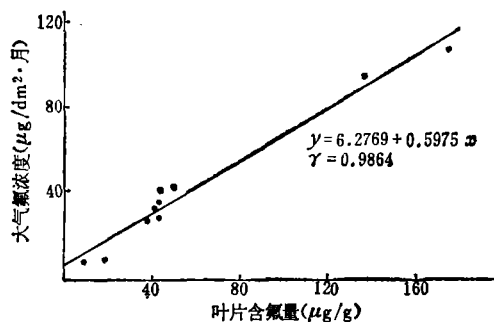


图 4 悬铃木叶片含氟量与大气氟浓度

表 2 杭州市各测点大气氟浓度平均值

项目 采样点	大气氟浓度 ($\mu\text{g}/\text{dm}^2 \cdot \text{月}$)	相对污染度 (%)	污染等级
杭州植物园	7.2	7	I
西湖法院	7.4	7	I
延安新村	23.3	23	I
米市巷	31.9	31	II
杭州车辆段	33.6	33	II
官巷口	37.1	36	II
闸口	39.2	38	II
热水瓶厂	45.8	45	II
玻璃厂	85.6	83	IV
钢铁厂	102.6	100	IV

从以上三个相关关系来看, 树木叶片含氟量完全可以反映大气中氟污染浓度, 因此利用叶片含氟量可以监测大气中氟污染浓度。

(二) 杭州市大气氟污染浓度的评价

我们进一步就如何应用叶片含氟量评价大气氟污染程度, 并就这种评价方法与碱性滤纸法测定结果相符合的程度等问题进行探讨。

1. 杭州市大气氟污染程度的划分和评价

为了研究杭州市大气氟污染的情况, 我们首先对 10 个采样点的碱性滤纸测定值进行了分析, 考虑到同一测点由于树种位置的差异对大气氟浓度测值的影响, 我们将每个点上三个树种的 27 张滤纸含氟量测定值进行平均, 作为该点大气氟污染浓度值, 以含量最高的杭州钢铁厂为 100%, 转换为大气氟污染程度的相对值 (见表 2)。

表 3 杭州市大气氟污染等级

浓度标准 污染度等级	大气氟浓度 ($\mu\text{g}/\text{dm}^2 \cdot \text{月}$)	相对污染度 (%)	所 属 采 样 点
相对清洁区 I	<30	0—25	杭州植物园 西湖法院 延安新村
轻污染区 II	30—60	25—50	杭州车辆段、米市巷、闸口、 热水瓶厂、官巷口
中污染区 III	60—90	50—75	未设测点
重污染区 IV	>90	75—100	玻璃厂、钢铁厂

利用碱性滤纸测定大气氟污染浓度已在我国某些城市采用,但用其测值评价环境质量、划分污染等级,还没有统一的标准。据国外资料,美国蒙大那州规定清洁区的大气氟标准为 30 微克/分米²·月以下。我们参照有关资料将杭州市大气氟污染程度划分为 4 个等级(见表 3 和图 1)。

从表 3 和图 1 可以看出,污染源主要来自北郊的钢铁厂、玻璃厂和热水瓶厂等,从北向南到市区污染程度逐渐降低。中间有个过渡地带,主要是市郊的农田,本次未设测点,但从污染分布图来看,应属于中污染区,氟浓度大致在 60—90 微克/分米²·月,而西湖以西及西南广大郊区均在 30 微克/分米²·月以下,属于相对清洁区。从氟污染浓度分布来看,用碱性滤纸法测定大气氟浓度的数据,定量地说明杭州市各分区氟污染情况同实际情况是比较符合的。

2. 利用树木叶片含氟量对大气氟污染的评价

从上述三个树种叶片含氟量与大气氟浓度的相关关系来看,利用叶片含氟量可以说明大气中氟污染程度的。为了消除各树种实际存在的吸氟能力的差异和树种个体所在局部环境条件对测值的影响,我们首先将每个树种叶片含氟量以该树种最大含氟量为 100%,转化为相对污染程度,然后求出相同测点的三个树种叶片含氟量相对污染程度的平均值(见表 4)。

为了和大气氟污染程度划分的结果相比较,我们用树木叶片含氟量相对值对杭州市

各测点划分为 4 等级。两种划分的结果非常近似,只有延安新村略有出入。按大气氟浓度评价属于相对清洁区(污染度为 23%),而按叶片含氟量相对值评价则属于轻污染区(叶片含氟量相对值为 30%)。从该点位置推测,应属于轻污染区和相对清洁区的过渡

表 4 各测点叶片含氟量相对平均值

项目 样点	树木叶片含氟量 相对值 (%)	污染度等级
杭州植物园	10	I
西湖法院	14	I
延安新村	30	II
米市巷	32	II
杭州车辆段	30	II
官巷口	36	II
闸口	35	II
杭州热水瓶厂	45	II
杭州玻璃厂	93	IV
杭州钢铁厂	86	IV

地段。因此,我们认为利用树木叶片含氟量来评价和划分城市中氟污染等级是可行的。

本试验只研究植物生长初期的吸氟情况,得出的经验公式有一定局限性。这只是初步的尝试,利用树木监测和评价环境质量,还有许多问题有待进一步研究。

主要参考文献

- [1] 武夏萍,环境科学,2(1),49(1981).
- [2] 李正方,环境保护,3,22(1981).
- [3] Benedict, H. M., 植物生态学译丛,第二集,1975 年。