

大气氟污染与油杉刺圆盾蚧的发生*

周章义 陈学英

(北京林学院)

大气污染引起植物某些虫害的发生,国外早有报道。据在美国和欧洲的田间和实验室观察表明,在受氟化氢污染的地区,蜂群与昆虫种群的数量减少,而某些害虫却从这类污染物得到好处。如来源于砖瓦厂的氟化氢严重地伤害了云杉,在这种树上生长的黄球蚜(*Sacciphantes abietis* Linne)虫瘿(云杉虫瘿蚜)的数目,比起未遭氟化氢伤害的云杉,总计每棵树要多出500至2,000只(Ten Houten, 1972)。又如,受到了氧化烟雾不断危害的美国黄松,在生物化学成份上发生了一系列变化:树脂的分泌速度和分泌量减少,而且变得容易形成结晶状态,树皮的含水量降低;树皮内的含糖量减少等等。这些变化为松小蠹(*Dendroctonus brevicornis* Lec.)和山地松小蠹(*D. ponderosae* Hopk.)的寄生创造了有利条件。据调查,这两种甲虫的同时寄生率,在受氧化烟雾危害严重的松林内比在健壮的松林内高出42.6%(《公害与农业》编译组, 1975)。但是,关于这些污染物对昆虫的效应,研究得还很不不够,尚没作出一般性的结论(Ten Houten, 1972)。

我们于1978年初开始,对来自磷肥厂氟化氢的严重污染,引起油杉刺圆盾蚧的猖獗,从盾蚧的生长发育、数量变动与氟污染程度、氟污染引起树木理化的变化、天敌数量的变动等方面的关系,进行了近三年的研究,初步探索到氟污染引起虫害发生的机制。

一、油杉刺圆盾蚧与氟污染的关系

1. 盾蚧分布与距污染源远近的关系

油杉刺圆盾蚧 *Metaspidiotus yunnanensis* Tang, 普遍寄生在云南油杉 *Keteleeria evelyniana* 的针叶背面,一般虫口稀少。但在昆明一磷肥厂后山坡上的油杉林内,却猖獗成灾。为探明盾蚧与空气污染的关系,连续两年对厂区及其附近数公里的油杉林,进行了调查。

调查方法 以磷肥厂的污染源——烟囱为基点,在相同的坡向,每隔一定的距离,进行东南走向行调查(图1)。每行用手持罗盘定向,均匀抽取10棵树,每树分别从东南、西北的下层主枝上,随意剪5大枝,每大枝再随意抽3小枝(其中有1顶梢与2侧梢小枝),进行分级统计。

分级标准

- 0级 无虫;
- 1级 10%以下的针叶有稀疏的虫体;
- 2级 60%以下的针叶有稀疏的虫体,或10%以下的针叶有密集的虫体;
- 3级 60%以下的针叶有密集的虫体,或60%以上的针叶有稀疏的虫体;
- 4级 60%以上的针叶有密集的虫体。

* 工作期间,蒙中国科学院动物研究所马世骏教授的亲切关怀、鼓励和审阅文稿;蒙张执中、黄竞芳、王沙生等副教授指导和修改文稿;盾蚧学名承山西农学院汤祚德先生鉴定;承柴慧英、房耀仁两同志合作进行化学分析;孟广周同志参加了部分工作,特此一并致谢。

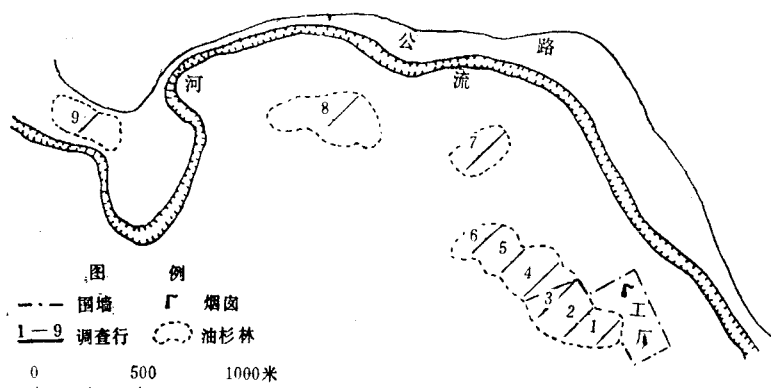


图 1 调查行示意图

结果 表1—3表明：(1)油杉刺圆盾蚧的种群分布与距污染源远近有密切关系。如图 2

表 1 油杉刺圆盾蚧发生情况调查 1979.3

调 查 行	离厂烟囱距离 (米)	有虫株率	盾 蚧 发 生 指 数 (%)		
			总 指 数	东南向指数	西北向指数
1	东南 245	100	76.6	74.7	78.5
2	西 100	100	89.4	90.3	88.5
3	西北 275	100	90.4	88.7	92.2
4	西北 350	100	50.7	46.7	54.7
5	西北 475	100	66.7	63.5	69.3
6	西北 650	100	18.2	18.8	17.5
7	西北 1,000	70	1.6	1.0	2.2
8	西北 1,600	50	0.9	1.0	0.8
9	西北 2,750	70	1.5	1.3	1.7

注：1—3行在厂区内

表 2 油杉刺圆盾蚧普查表 1979.12.

调 查 地 点	离厂烟囱距离 (公里)	有虫株率	盾 蚧 发 生 指 数 (%)		
			总 指 数	东南向指数	西北向指数
栗 子 园	西北 3	100	6.2	4.8	7.5
龙 窝 洞	西北 4	90	1.5	1.8	1.2
小 贵 甸	西北 6.3	80	3.3	2.5	4.2
潮 水 龙	西北 4.6	70	1.3	1.3	1.2
新 房 子	西北 5	80	3.1	2.2	4.0
楸 木 园	西北 6	70	1.3	1.0	1.5

注：栗子园在公路边

$$\text{发生指数 (\%)} = \frac{4 \text{ 级枝数} \times 4 + 3 \text{ 级枝数} \times 3 + 2 \text{ 级枝数} \times 2 + 1 \text{ 级枝数}}{\text{总枝数} \times 4} \times 100$$

表 3 盾蚧与树冠层次关系调查

样 株	样株所在行	总发生指数	分 层 发 生 指 数		
			上 层	中 层	下 层
1	2	96.4	89.2	100.0	100.0
2	2	93.9	88.3	95.8	97.5
3	2	95.6	81.7	98.3	98.3
4	5	48.0	31.7	57.2	56.5
5	5	83.1	56.7	98.3	94.2
6	5	91.3	87.5	92.5	94.2
7	7	1.9	0.0	2.5	3.3
8	7	1.5	0.0	1.1	2.0
9	9	3.3	1.7	2.5	5.8
10	9	6.1	2.5	3.3	12.5

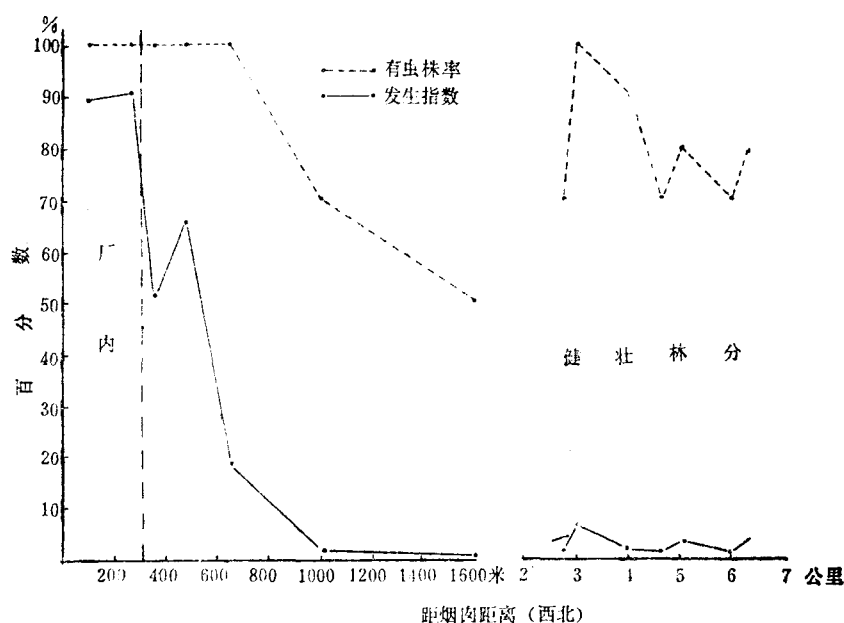


图 2 盾蚧与污染源距离的关系分布图

所示, 盾蚧密度发生指数, 在厂区内达90%左右, 厂区外有所减少, 远离厂区的健壮林分内, 虫口密度均保持在非常低的水平, 一般在2%左右。盾蚧的有虫株率, 在厂区及厂区附近的林分内均达100%, 远离厂区的健壮林分, 有虫株率虽有下降, 但仍然较高, 一般均在70%以上。材料说明, 油杉刺圆盾蚧广布于油杉林中, 但在健壮的林分内受到了抑制, 只是在磷肥厂有害气体污染的环境条件下, 才猖獗起来。(2) 分布与树冠层次有关, 树冠中、下层发生指数比上层高。分布与树冠方位的关系, 无明显的规律性。

2. 盾蚧分布与树叶含氟量的关系

该厂1963年投产, 其气态污染物为 HF 和含 F 化合物的微粒。为探讨盾蚧分布与氟污染的关系, 进行了树叶与虫体含氟量的测定。

测定方法 分别在图 1 所示的 2、5、7、9 样行采样。每行 10 棵树，每树在东南、西北的下层主枝上各剪 1 小枝。样枝迅速用水冲洗掉叶面尘埃，擦干后再从每小枝上均匀抽 20 片头年生叶片。轻轻将叶背面虫体刮下而不伤及叶表皮，然后将虫体（包括 20 小枝上的全部虫体）与叶片烘干、磨碎 100 目过筛。采用扩散法——氟试剂比色法测定。叶粉直接扩散，虫粉经灰化后再扩散。

结果 表 4 表明：（1）距污染源越近，样株针叶的含氟量越高，盾蚧的分布密度与树

表 4 含氟量测定 (1979年4月)

样 行	样 品	含 氟 量 (ppm)		平均含氟量 (ppm)	虫体氟为叶 片氟的倍数	误差 (%)
		重 复 1	重 复 2			
2	干 叶 粉	624.4	667.7	646.1		6.7
2	干 虫 粉	23,750.0	23,250.0	23,500.0	36.4	2.1
5	干 叶 粉	240.0	234.4	237.2		2.3
5	干 虫 粉	8,416.7	8,978.3	8,697.5	36.6	6.5
7	干 叶 粉	150.6	152.9	151.8		1.5
9	干 叶 粉	32.5	32.4	32.5		0.3

叶含氟量为正相关；（2）油杉刺圆盾蚧能从树叶中富集氟化物，并具有相当强的耐氟能力。如虫体的含氟量竟为针叶含氟量的 36 倍，并随针叶含氟量的增减而按一定比例增减。

3. 盾蚧繁殖力与氟污染的关系

表 5—6 表明，油杉刺圆盾蚧的雌虫比与怀卵量，随油杉被污染的程度加重而提高，并且

表 5 雌雄性比调查表

样 行	调查时间	雌 虫 数	雄 虫 数	总 计	雌虫比 (%)
2	1979.2.7.	106	44	150	70.7
5	1979.2.7.	116	59	175	66.3
7	1979.2.7.	38	61	99	38.4
2	1980.1.4.	245	145	395	62.8
5	1980.1.4.	218	139	357	61.1
7	1980.1.4.	65	83	148	43.9
9	1980.1.4.	103	101	204	50.5

表 6 雌虫怀卵量调查表

样 行	老 叶			新 叶		
	雌虫数	总怀卵量	平均怀卵量	雌虫数	总怀卵量	平均怀卵量
2	30	2,462	82	30	1,668	56
5	30	1,970	66	30	1,393	46
7	18	782	43			

在相同条件下，寄生在老叶上的雌虫怀卵量又较寄生在新叶上的为高。

表 7 表明，油杉刺圆盾蚧的发育速率，也随污染的加重而加快。如样行 2 新叶上的已产

表 7 雌虫发育速率调查表 1979

样行	采样日期	老 叶			新 叶		
		已 产 卵 数	未 产 卵 数	产 卵 虫 百分率	已 产 卵 数	未 产 卵 数	产 卵 虫 百分率
2	7.12				29	59	32.9
2	7.14	93	16	85.3	36	78	31.6
2	7.15	106	22	82.8			
2	7.19				140	118	54.3
2	7.28				180	30	85.7
5	7.19	157	77	67.1	78	142	35.5

卵雌虫数, 于7月12日达32.9%, 而样行5的于7月19日才达35.5%, 其雌虫发育速率, 样行2的约快一星期。并且在相同条件下, 寄生在老叶上的雌虫发育速率, 又比寄生在新叶上的约快半个月。如样行2老叶上的已产卵雌虫数, 于7月14日达85.3%, 而同一样行的新叶上, 于7月28日才达85.7%。

据报道, 在相同条件下, 老叶氟积累的程度比新叶为高(云南林学院环境保护组, 1978)。因而, 寄生在新、老叶上盾蚧的怀卵量与发育速率的不同, 与污染程度有一定的关系。

二、油杉刺圆盾蚧与氟污染引起树木理化变化的关系

为进一步了解盾蚧的发生与氟污染的关系, 做了树干解析与树叶的含水量、含糖量、pH值、氨基酸含量等的测定¹⁾。

1. 研究方法

分别选定2、5、7、9等样行, 代表氟污染程度和油杉刺圆盾蚧分布密度的不同, 进行平行对比研究。

选林分中的平均木作树干解析。

含水量测定选在旱季, 大气湿度较为稳定的时间里进行。要求各样行同时、迅速地采完10棵树的样品放入密封的瓶内。

含糖量测定的采样与样品处理的方法, 基本上同含氟量测定, 只是用滤纸擦掉尘埃与虫体。采用常规蒽酮法, 72型分光光度计测定。

pH值测定的野外取样同含水量测定, 去尘后称10克鲜叶、剪碎研磨, 用Ps-1型pH计测定。

氨基酸测定的样品采集时间, 选在越冬代已全部进入成虫, 雌成虫即将产卵之前的重要营养期。本样品于1980年3月2日采集。采集与样品处理同糖的测定。然后分别作蛋白质水解氨基酸与游离氨基酸测定。游离氨基酸测定过程: 取200毫克干叶粉, 用80%乙醇浸提24小时, 过滤定容后再取15毫升减压蒸干, 加缓冲液稀释, 离心后取清液, 采用氨基酸自动分析仪835-50型测定。

2. 结 果

(1) 盾蚧分布与树势的关系

1) 昆明750厂化验室协助测定树叶含水量与pH值。承中国农科院畜牧所测定树叶氨基酸。

从表 8 可知, 生长在污染严重地区的油杉树势显较污染轻的地区衰弱。如 1 与 9 号同为 29 年生的解析木, 1 号位于样行 2 的坡中下部一块台阶地上, 土层深厚湿润, 地被丰富, 立

表 8 解析木高生长量比较表

单位: 米

解析木编号		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
解析木所在样行		2	2	3	5	5	5	7	7	7	9
立地条件	坡 向	北	北	东北	东北	东北	东北	东北	东北	东北	北
	坡 位	中下	中下	中下	中上	中上	中下	中	中下	中上	中上
	坡 度	台阶地	台阶地	15°		14°	28°		17°	20°	22°
	土 壤	土壤深厚、湿润, 地被丰富		土壤干燥、板结, 有流失		土壤深厚、湿润		土壤较薄、干燥, 有石头裸露		土深厚、湿润, 灌木多, 有地衣	
龄 阶	5	2.00	1.68	1.10	1.50	0.80	1.50	1.30	1.50	1.10	1.75
	10	3.25	2.73	2.00	2.35	1.75	2.35	2.30	2.85	2.50	3.00
	15	4.50	4.00	2.80	3.05	2.78	3.30	4.15	4.25	3.85	4.20
	20	5.25	5.50	3.65	3.85	3.50	4.07	5.85	6.16	5.25	5.25
	25	6.10	6.83	4.50	4.70	4.22	5.17	7.35	7.75	7.00	7.50
	30		8.25	5.20		5.25	6.47				9.75
		6.90 (29年)	8.57 (32年)	5.60(33年)	5.10 (27年)	5.90 (33年)		7.80 (28年)	8.46 (29年)	8.32 (29年)	10.03(32年)

地条件最好。9 号位于样行 7 的坡中上部, 坡度 20°, 土层较薄、干燥, 有石头裸露, 立地条件最差。就地立条件而言, 1 号长势应比 9 号为好。实际生长情况如图 3 所示: 15 年生以前, 1 号长势显较 9 号为好, 约高出 1 米左右, 但 15 年生以后, 即工厂投产(正当解析木 13 年生)以后, 1 号解析木长势逐渐衰弱下来, 最后竟低于 9 号解析木 1.40 米之多。

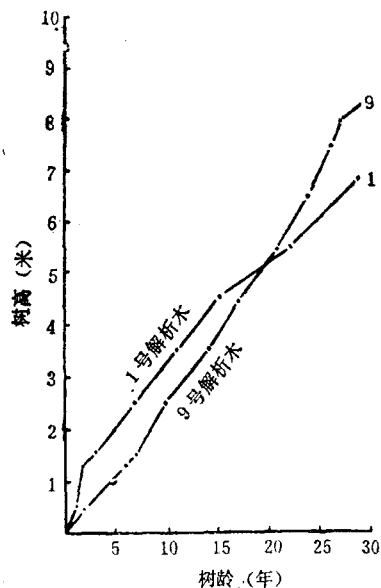


图 3 不同污染程度树势比较

又如图4所示的两个同龄圆盘，小的位于样行2，立地条件最好，大的位于样行9，立地条件也较好，只是在较陡的坡中上部。在前一半生长期中，两者幼年基本相似，当幼树已

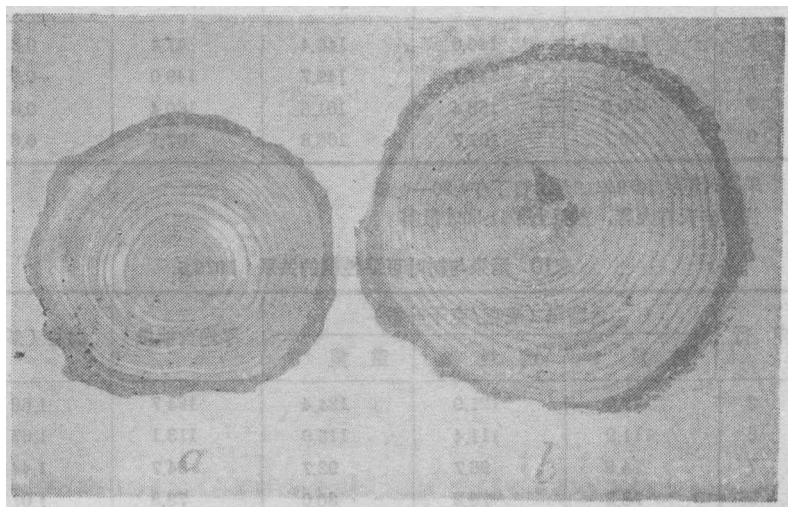


图4 a.小圆盘—2号解析木 b.大圆盘—10号解析木

存活，并与周围环境建立了密切关系之后，小圆盘的年轮显较稀疏，表示出其立地条件更为优越；在后一半生长期中，大圆盘的年轮逐渐稀疏起来（图5所示9号解析木的生长情况也相同），表示出在自然条件下，林木生长旺盛的壮年时期，但在此旺盛生长时期内，小圆盘的年轮反而密集，显示它的后半生处于不良的环境条件之下。

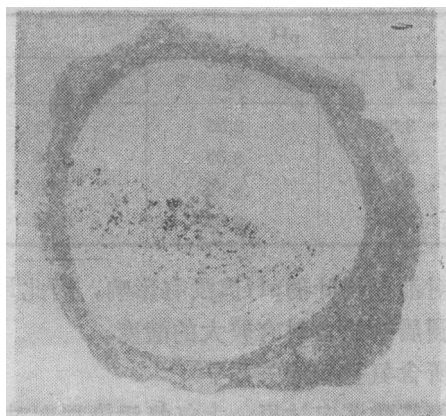


图5 9号解析木

上述材料表明：磷肥厂区内的林木，正当旺盛生长的壮年阶段，受到了大气污染的危害，迫使它的长势衰弱下来，从而为油杉刺圆盾蚧的大量繁殖，创造了良好的条件。

(2) 盾蚧分布与树叶含水、含糖量的关系

表9—10表明：油杉树叶的含水量与氟污染程度成负相关；油杉树叶的含糖量与氟污染程度成正相关。

表 9 污染与树叶含水量的关系

样 行	含水量 (含水量/干叶重)			平均含水量 (%)	误差 (%)
	重 复 1	重 复 2	重 复 3		
2	149.1	146.6	146.4	147.4	0.8
5	150.3	147.1	149.7	149.0	0.9
7	160.9	158.4	161.8	160.4	0.8
9	166.7	167.7	166.8	167.1	0.3

采样时间: 1979年12月7日下午4.30—4.45

注: 当天有大雾, 直至上午11.30才散雾

表10 污染与树叶可溶性糖的关系 1979.6.

样 行	含糖量 (毫克/克干叶粉)			平均含糖量	误差 (%)
	重 复 1	重 复 2	重 复 3		
2	127.9	121.9	124.4	124.7	1.68
5	111.9	111.4	115.9	113.1	1.67
7	94.8	96.7	92.7	94.7	1.44
9	78.2	78.2	80.0	78.8	1.01

结果表明: 寄生在氟污染严重林分的油杉刺圆盾蚧, 因树叶含水量的减少, 需更多地吸树液来满足自身水分的需求, 而树液含糖量的增高, 进而大大改善了盾蚧的营养条件, 从而促进了盾蚧的发育与繁殖。

(3) 盾蚧分布与pH值的关系

将表11的各平均值均取一位小数, 于是四个样行的pH值均是3.3。

表11 污染与树叶PH值的关系 1980.6.

样 行	pH 值			平均 pH 值
	重 复 1	重 复 2	重 复 3	
2	3.30	3.36	3.29	3.32
5	3.30	3.30	3.24	3.28
7	3.24	3.30	3.36	3.31
9	3.32	3.30	3.24	3.32

结果表明: 氟污染程度对油杉树叶的pH值没有影响, 因此PH值不是油杉刺圆盾蚧数量变动的因素。由此可知, 刺圆盾蚧的食料有较大的酸度。

(4) 盾蚧分布与树叶所含氨基酸的关系²⁾

据油杉叶蛋白质水解后氨基酸测定结果: 大气氟污染程度对氨基酸的总量没有影响, 各样行的氨基酸总量大致在 6 克/100克干重; 对氨基酸的种类与各类氨基酸的含量, 也没有显著的影响。材料说明, 大气氟污染只是影响树木生长 (即蛋白质增加) 速度, 并未影响到油杉的蛋白质组成。

据油杉叶游离氨基酸的测定结果: 大气氟污染程度对游离氨基酸的总量没有显著影响, 但对有些游离氨基酸的含量有显著的影响。在污染严重地区, 油杉叶明显降低的游离氨基酸

2) 氨基酸只测定过一次, 所得数据供分析问题及下一步工作的参考。

有: 天门冬氨酸、蛋氨酸、组氨酸及略有降低的半胱氨酸。这些氨基酸是植物生命活动中重要的氨基酸, 它们的降低, 标志树木代谢水平的下降 (表12)。

表12 污染严重区降低的游离氨基酸(克/1000克干物重)

氨基酸 \ 样行	2	5	7	9
天门冬氨酸	/	/	0.00296	0.00330
蛋氨酸	/	/	0.00054	0.00073
组氨酸	/	/	0.00053	0.00059
半胱氨酸	0.00155	0.00242	0.00243	0.00230

在污染严重地区, 油杉叶明显增加的游离氨基酸有苏氨酸, 略有增加的为谷氨酸, 以及仅在厂区增加的丝氨酸与脯氨酸 (表13)。

表13 污染严重区增加的游离氨基酸 (克/100克干物重)

氨基酸 \ 样行	2	5	7	9
苏氨酸	0.00709	0.00740	0.00258	0.00232
谷氨酸	0.00212	0.00173	0.00133	0.00075
丝氨酸	0.00742	0.00429	0.00531	0.00416
脯氨酸	0.00359	0.00212	0.00197	0.00263

上述初步结果表明: (1) 叶蛋白质中的氨基酸, 对于以树液为营养的刺吸类昆虫——油杉刺圆盾蚧的影响不大, 而叶中游离氨基酸的种类和含量与其关系密切。(2) 游离的苏氨酸可能对油杉刺圆盾蚧的生长发育有重要的影响, 为“必需的”氨基酸种类; 游离的天门冬氨酸、蛋氨酸与组氨酸可能对油杉刺圆盾蚧无影响, 为非必需的氨基酸种类。

三、天敌与氟污染的关系

在调查中发现, 一种油杉刺圆盾蚧的天敌——红点唇瓢虫 *Chilocorus kuwanae* Silvestri, 普遍存在于盾蚧发生较多的林分之中。如1978年8月在云南林学院大门前路边的调查, 油杉刺圆盾蚧的有虫株率100%, 发生指数20%, 红点唇瓢虫的有虫株率达77%。在一棵高1.9米, 平均冠幅1.25米的小油杉树上, 盾蚧的发生指数为65.8%, 在调查时, 树上有瓢虫 (包括幼虫、蛹与成虫) 61头。第二年3月再调查这个地方, 盾蚧的有虫株率下降到70%, 发生指数下降到1.8% (表14)。这说明瓢虫起到了抑制盾蚧的作用。

但是, 在磷肥厂区内的油杉林中, 瓢虫只是偶见。如表14所示, 厂区内瓢虫的有虫株率为0, 厂区外, 瓢虫的有虫株率大体上随盾蚧发生指数的增减而增减。厂区内, 瓢虫的食物极其丰富, 可是瓢虫反而不能定居、繁殖, 这说明了瓢虫不能忍受氟污染的毒害。

另发现, 在厂区内, 一些内寄生性天敌却较多, 如寄生在二龄若虫体内的单带巨角跳小蜂 *Comperiella unifasciata* Ishii (1979年7月2日采到) 等。据1979年1月21日统计: 未被寄生的盾蚧142头, 已被寄生的24头, 寄生率达14.5%。

表14 瓢虫与盾蚧发生株率调查表

调 查 地 点	调查时间	盾蚧发生 指数(%)	盾 蚧 有 虫 株 率	瓢 虫 有 虫 株 率	备 注
样 行 1	1978年 8 月	63.6	100	0	厂 区 内
样 行 2	1978年 8 月	92.5	100	0	厂 区 内
样 行 3	1978年 8 月	95.2	100	0	厂 区 内
样 行 4	1978年 8 月	40.6	100	10	厂 区 外
样 行 5	1978年 8 月	43.5	100	20	厂 区 外
样 行 6	1978年 8 月	21.7	70	10	厂 区 外
样 行 7	1978年 8 月	2.7	60	0	厂 区 外
样 行 8	1978年 8 月	0.6	20	0	厂 区 外
林 院 路 边	1978年 8 月	20.0	100	77	距厂西北6公里
林 院 路 边	1979年 3 月	1.8	70		
林院路南30米	1978年 8 月	4.0	63	10	
林院路南30米	1979年 3 月	1.3	70		
林院路北15米	1978年 8 月	16.7	73	20	
林院路北25米	1978年 8 月	7.7	67	7	

上述材料表明：捕食性天敌在氟污染严重的地区不能生存，而一些内寄生性天敌，受氟污染的影响不大。

四、讨 论

1. 氟对油杉刺圆盾蚧的直接效应如何？

氟是微量的生命元素之一，它为人体及动物体所必需，但当人与动物体内的氟含量过高时，便会造成危害。从现有资料看，还没发现氟象糖、蛋白质、氨基酸那样是昆虫大量所需的营养物质，它也可能是昆虫的一种微量营养元素，超过一定的含量，也会对昆虫产生毒害，以致死亡。

可是在厂区盾蚧的含氟量高达二万多 ppm，且能大量繁殖，又如何解释？有资料介绍，氟化物在生物体内，95%的量蓄积在硬组织（骨骼、外骨骼、牙齿）中，仅微量分布在软组织和体液里。油杉刺圆盾蚧是小型昆虫，它的介壳及一、二龄脱皮的份量，远比它的体液要多。我们测的是盾蚧整体（包括介壳及一、二龄脱皮）的含氟量，所得高浓度的含氟量，可能主要由于外骨骼含氟量高所致。盾蚧所以能耐高浓度的氟污染，可能由于绝大部分的氟化物，随着脱皮等生命活动而排泄于体外，起到了解毒作用的原故。

2. 为什么公路边林分的盾蚧发生指数高？

从表 2、表14可知，凡公路边林分或树木的盾蚧发生指数，均较远离公路的林分为高。如图 5 所示，盾蚧的发生指数与有虫株率，均随距离的向内延伸而数值递减。

其主要原因，可能由于公路上来往车辆多，氧化烟雾与尘埃污染较为严重（如林院路边的油杉，覆盖了一层尘埃，远看树冠灰黄色），因而引起树势衰弱，有利于盾蚧的生长发育而致。

3. 油杉刺圆盾蚧猖獗的主要因素是什么？

从调查得知，瓢虫对于盾蚧有一定的抑制作用，而严重污染区瓢虫仅偶见，天敌的种类

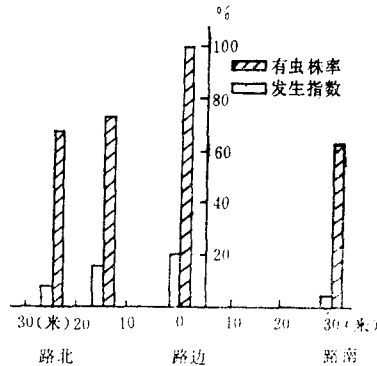


图 5 盾蚧分布与寄主和公路距离的关系

与数量显著减少，这对盾蚧的猖獗无疑是个有利因素。可是，天敌只能机械地控制害虫种群数量，而不能控制害虫种群的质量。随污染程度的加重，盾蚧的雌虫比增大、产卵量提高、发育速率加快等一系列猖獗的基本条件的改善，显示出种群质量的提高。这种昆虫内在因素的变化，决不是天敌能左右的。无数研究证明，昆虫种群质量的提高，取决于种群营养条件的优越。因此可以推论：引起污染严重区油杉刺圆盾蚧猖獗的主要因素，是由于林木组织内含糖量与某些游离氨基酸等营养物质的优越，而不是由于天敌数量的减少。

就氨基酸而言，种类很多，不同的种类对不同种的昆虫的影响既不相同而又复杂，往往有些看来并非必需的氨基酸补充到昆虫的饲料中，能得到最佳发育效果。如必需的氨基酸加了大量的谷氨酸或内氨酸后，对桃蚜生长良好，再补上丝氨酸，生长几乎是最佳的了(Dadd, 1973)。在温暖、干旱的春季，云杉中游离的脯氨酸占优势时，能促进云杉卷叶蛾幼虫强烈取食(Durzan, 1974)。因此，虫害的猖獗与氨基酸有密切的关系。在污染严重区的油杉叶内，明显占优势的游离氨基酸是苏氨酸，以及有不同程度增加的谷氨酸、丝氨酸与脯氨酸，它们对油杉刺圆盾蚧的生长发育是会有影响的，但影响到底如何？有待于进一步探讨。

参 考 文 献

- 《公害与农业》编译组 1975 公害与农业。石油化学工业出版社。44—46。
 Dadd, R. H. 1973 昆虫营养：当前的发展和代谢的含义。昆虫生理学研究进展：3—9 科学出版社。
 Ten Houten, J. C. (陈庆诚译) 1972 空气污染与植物健康。兰州大学生物系编译。1—10。
 Durzan, D. J. 1974 Nutrition and water relation of forest trees: A biochemical approach. in Third North American Forest Biology Workshop. p.46—48.

THE INFECTION OF EVELYNIA KETEELEERIA BY ARMORED SCALES IN RELATION TO FLUORIDE POLLUTION OF THE AIR IN YUNNAN PROVINCE

Zhou Zhangyi Chen Xueying
(Peking Forestry Institute)

Armored scale (*Metaspitiotus yunnansis* Tang) is a common leaf pest on needles of Evelynia Keteleeria (*Keteleeria evelyniana*). In ordinary stands, the percentage of trees infected by armored scales is about 70%, but the density index of insect occurrence is only about 2% and can hardly do any harm.

As our study shows the slow growth, weak vigour and disturbance of normal physiological processes of the tree caused by the serious impact of hydrogen fluoride from phosphate fertilizer plant are due to some biochemical changes, i. e., decrease in water content of needles, increase in contents of sugar and amino acids, which are favourable to armored scale.

Therefore, in stands seriously damaged by fluoride pollution, reproductive capacity of armored scale is greatly enhanced—higher female ratio and more egg depositions, and faster development of insects.

Besides, in stands seriously damaged by air pollution, predacious insects to armored scale are rarely seen. Armored scales can stand stronger fluoride and accumulate fluoride in their bodies, about 36 times higher than in the needles.

For this reason, in heavily damaged stands the percentage of trees infected by armored scales goes up to 100% and density index of insect occurrence, to about 90%, and the trees suffered much more infection than those of the stands not damaged by fluoride pollution.