

亞硫酸가스가 造景樹木의 生育에 미치는 影響

金 泰 旭

Influences of Sulfur Dioxide on the Growth of Ornamental Trees

Tae Wook Kim

Abstract

This study was to investigate ornamental trees injuries at the Tobong ornamental tree farm, which is located in Uichongpu City, Kyonggido. The injury was caused by SO₂ gas from the smoke of the vicinal factories. The results obtained are as follows:

1. The total concentration of sulfur in leaves was increased with increased degree of injury. The most severe injuries were found at the distance between 70-120m from the western boundary of the Tobong ornamental tree farm with a highest concentration of total sulfur at 0.5-0.6%. This means the injuries caused by the acute injury and the temperature changes.
2. Significant differences were found between normal and injured portion of the same trees in *Juniperus chinensis*.
3. Anatomical study of the leaf tissues, showed the plasmolysis occurred both in spongy and epidermal cells, leading to shrinkage and destruction. An intercellular space and stomatal periphery became wider.

I. 緒 論

産業의 發達로 各種燃料의 消費增加에 따라 大氣汚染源으로서 가장 問題가 되는 成分은 SO₂ gas 이다. 이것은 樹木에 被害를 많이 誘發시키는 gas 로 많은 研究가 되어있는 化合物이다.

本研究에서는 京畿道 議政府市 長岩洞에 位置하고 있는 道峰農場의 樹木이 1981年 3月以後 極甚한 枯死現象을 나타내, 農場內에 生育하고 있는 主要樹種의 葉內全硫黃量의 測定 및 葉組織의 解剖學的 分析을 調査觀察하였다.

II. 材料 및 方法

1. 材 料

試料採取는 1981年 5月 2日에 주록(Tc: *Taxus cuspidata*), 향나무(Jc: *Juniperus chinensis*), 반송(Pdm; *Pinus densiflora* for *multicaulis*), 옥향(Jcg; *Juniperus chinensis* var. *globosa*), 가이쓰가향나무(Jck; *Juniperus chinensis* var. *kaizuka*), 스트로브잣나무(Ps; *Pinus strobus*), 회양목(Bm; *Buxus microphylla* var. *koreana*) 등을 擇하여 樹冠上, 中下部에서 無作爲로 實際分析量의 10-20倍程度의 잎을 採取 sampling에 따른 誤差를 最少로 줄이려 힘썼다.

특히 被害程度(I 급~V 급)에 따른 全硫黃의 含量을

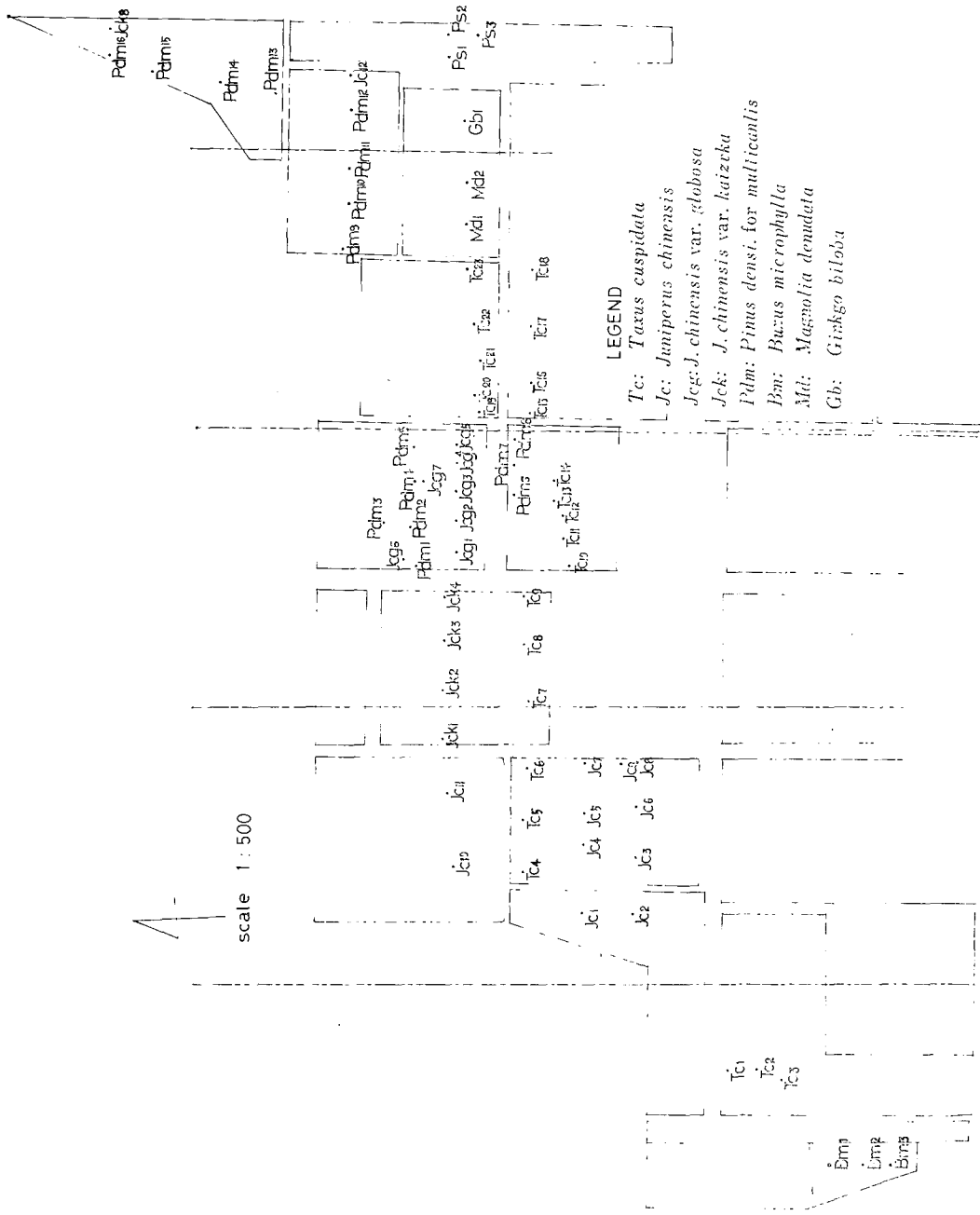


Fig. 1. Location of the sample trees

알기 위하여, 주목, 향나무, 반송은 被害程度에 따라 試料를 採取하였다. 또한 樹冠의 半半 被害를 입은 향나무는 健全部位와 被害部位에서 各各 試料를 採取하였다.

2. 分析方法

(1) 葉內 全硫黃의 分析

採取葉을 polyethylene 봉지에 넣어 實驗室로 運搬後 그날 中으로 葉表面을 2~3次 洗滌한 다음 人工乾燥器에 넣어 65°C에서 48時間以上 乾燥하였다. 이 試料를 mortar에서 100 mesh 程度의 粉末이 되게 곱게 잘아서 分析試料로 하였다.

粉末로 調製한 試料 2g를 正確히 取해 A.O.A.C. (1980)¹⁾에 提示한 方法中에서 magnesium nitrate method로 試料를 分解한 다음 BaCl₂ 溶液에 의해 沈澱物인 BaSO₄로 硫黃成分을 回收해서 定量하였다.

(2) 葉組織의 解剖學的 調査

採取葉을 FAA 液에 固定하고 葉組織을 Sass⁵⁾ 方法에 따라 處理하였다. isopropyl alcohol과 xylene으로 脫水過程을 거쳐 파라핀에 埋沒한 다음 회전식 마이크로톰으로 두께 10~15μ의 切片을 만들었다.

切片은 Safranin-Fast Green으로 二重染色하고 永久組織標本을 만들어 檢鏡하였다.

III. 結果 및 考察

1. 葉內 硫黃分析

그림 1은 試料採取樹木의 位置를 나타낸다. 本農場의 서쪽 境界線은 라전모방의 굴뚝에서 150m에 位置하고 있다. 農場의 東西거리는 230m, 南北거리는 150m이며, 라전모방의 굴뚝의 높이는 30m이고, 農場은 굴뚝의 南東쪽에 位置한다. 本農場內의 樹木中 外形的으로 被害가 甚한 곳은 서쪽 境界線에서 100~150m 地點이고, 150m以後는 점차 被害가 減少되고 있다.

試料의 全硫黃含量이 表1에 보인다. 주목에서 Tc1~Tc3는 農場內의 健전한 個體(被害度 I以下)이고, natural 1,2는 農場이 位置하고 있는 마을의 健전한 個體이며 control 1,2는 서울大學校 農科大學 부속연습림의 七寶山에서 採取한 것이다.

그림 2는 주목(Tc)의 全硫黃含量의 分布曲線으로 被害度에 따라 全硫黃含量이 增加된다. 特別 個體 11~15는 被害度 V로 全硫黃含量이 最大值를 보인다. 14번 個體의 全硫黃含量은 0.5430%인데, 이 정도의 含量으로 枯死된 것은 平常적인 被害보다 急性的인 SO₂ gas 被害에 起因된다고 생각된다. 또한 1980~1981年의 氣象 關係의 特性上 昨 가을늦게까지의 高溫으로 계속 生理作用을 旺盛하게 하던 細胞가 갑자기 낮아진 氣溫으로

Table. 1. The concentration of total sulfur in the leaves of trees

Species	Sample No.	Concentration of total sulfur (%)	Degrees of visible injury
<i>Taxus cuspidata</i>	1	0.1290	I
	2	0.1445	I
	3	0.1675	I
	4	0.1500	I
	5	0.1600	II
	6	0.2450	III
	7	0.3215	III
	8	0.2590	IV
	9	0.3325	V
	10	0.2940	IV
	11	0.3310	V
	12	0.3585	V
	13	0.3805	V
	14	0.5340	V
	15	0.4025	V
	16	0.2240	IV
	17	0.3070	V
	18	0.1250	III
	19	0.2050	IV
	20	0.2135	III
	21	0.1730	III
	22	0.0675	I
	23	0.0955	I
control	1	0.0680	
	2	0.0740	
natural	1	0.0595	
	2	0.0525	
<i>Pinus densata</i> for <i>multicaulis</i>	1	0.1615	IV
	2	0.2815	IV
	3	0.1290	II
	4	0.2115	V
	5	0.2390	V
	6	0.6430	V
	7	0.5335	V
	8	0.6100	V
	9	0.2065	IV
	10	0.2330	IV
	11	0.1510	IV
	12	0.1840	III

	13	0.1965	IV
	14	0.1895	III
	15	0.3770	IV
	16	0.1895	II
	control	0.1565	
<i>Pinus strobus</i>	1	0.2440	III
	2	0.4840	IV
	3	0.4525	IV
	control		
	1	0.0785	
	2	0.0805	
	natural	0.0960	
<i>Juniperus chinensis</i>	1	0.3800	IV
	2	0.2320	I
	3	0.2342	II
	4	0.3155	III
	5	0.4800	IV
	6-1	0.5180	V
	6-2	0.2455	I
	7	0.4605	V
	8-1	0.5839	V
	8-2	0.2375	I
	9-1	0.4460	V
	9-2	0.2570	I
	10	0.2170	I
	11	0.3290	II
	12	0.1498	I
	control		
	1	0.0465	
	2	0.0865	
	natural		
	1	0.1960	
	2	0.1385	
<i>J. chinensis</i> var. <i>kaizuka</i>	1	0.2035	III
	2	0.2445	IV
	3	0.1585	IV
	4	0.3190	IV
	5	0.0865	I
	natural		
	1	0.1530	
	2	0.1475	
<i>Pinus densiflora</i>	natural		
	1	0.1140	
	2	0.1120	
<i>Pinus rigida</i>	natural	0.1840	
<i>J. chinensis</i>	1	0.3190	

var. <i>globosa</i>	2	0.3625
	3	0.3240
	4	0.3245
	5	0.3615
	6	0.1765
	7	0.1835
<i>Buxus micro- phylla</i>	1	0.2260
	2	0.3595
control		0.1290

이하에 SO₂ gas의被害가 더 크게 나타난 것으로 생각된다.



Fig. 2. Distribution curve of the total sulfur in *Taxus cuspidata*.

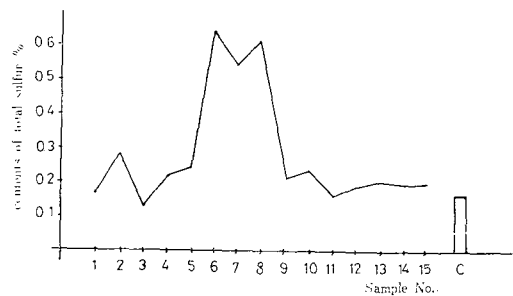


Fig. 3. Distribution curve of the total sulfur in *Pinus densiflora* for. *multicaulis*

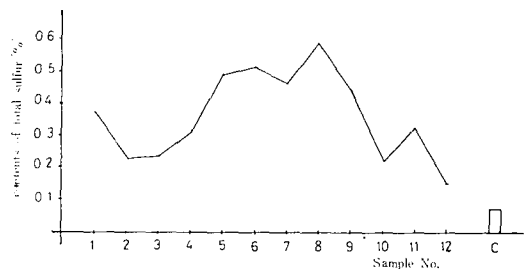


Fig. 4. Distribution curve of the total sulfur in *Juniperus chinensis*.

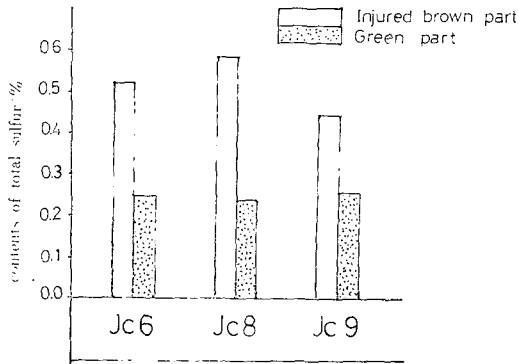


Fig. 5. Comparison of the total sulfur contents between injured brown part and green part in *Juniperus chinensis*

그림 3은 반송(Pdm)의 全硫黃含量的 分布曲線으로 個體 6, 7, 8은 被害度가 V로 集中的인 被害를 받은 것으로서 全硫黃含量이 매우 높게 보이고 있다. 또한 반송은 SO₂ gas 被害에 강한 樹種으로서 被害度 II~IV인 個體와 대조 個體와는 全硫黃含量의 別다른 差異를 보이지 않는다.

그림 5는 향나무(Jc)의 全硫黃含量的 分布曲線으로서 個體 1~9까지는 50m 범위 內에 位置하나, 個體 2, 3은 被害범위 內에서 약간 떨어진 곳에 個體 7~9는 被害범위의 中央에 位置하고 있기 때문에 全硫黃含量의 差異가 크게 나타났다. 향나무는 SO₂ gas에 抵抗性이 강한 樹種으로 全硫黃含量의 本調査水準으로는 急性的인 피해인 것 같으며, 아울러 1980年 겨울의 심한 低溫의 영향을 받은 것 같다.

그림 5는 향나무(Jc)의 同一個體內에서의 被害部位와 健全部位의 全硫黃含量의 比較를 나타낸 것이다. 個體 6, 8, 9에서 被害部位는 굴뚝의 反對方向이고 健全部位는 굴뚝이 있는 方向으로서 全硫黃含量의 差異가 뚜렷하다. 이는 健全部位는 大體로 北向으로서 被害期間 동안 기공의 閉塞作用이 活潑하지 않아 SO₂ gas의 흡수가 적었고, 被害部位는 기공의 閉塞作用이 活潑하여 SO₂ gas 흡수가 많았다고 생각된다. 被害部位의 全硫黃含量은 健全部位의 그것보다 2倍以上의 差를 보였다.

기타 樹種의 全硫黃含量은 表1에서 보이듯이 크지는 않으나 被害가 나타난 것으로 보아 急性被害로 생각된다.

2. 葉組織의 解剖學的 調査

여기에서는 被害가 甚하게 나타난 주목, 향나무, 반송, 회양목의 葉組織을 調査하였다.

具體적인 관찰내용은 表2에 보이고 있다. 表에서

나타나듯이 被害가 甚한 잎은 갯솜조직세포의 原形質分離가 일어나 일부가 파괴되었으며, 表皮細胞는 原形質分離가 일어나 收縮이 되었고, 細胞間隙과 氣孔 주변이 넓어진 것이 共通現象이다. 이러한 結果는 Costonis (1970), Evans 등 (1972), Linzon (1972), Solberg 등 (1956)의 報告와 一致한다.

IV. 摘 要

京畿道 議政府市에 位置하고 있는 道峰農場內에서 生育하고 있는 造景樹木이 인근 工場의 燃料燃燒時 發生되는 SO₂ gas에 의해 被害를 입어 枯死된 것을 調査한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 被害樹種別 葉內硫黃含量을 分析한 結果 被害가 甚할수록 全硫黃含量이 增加하는 現象이 各樹種에서 나타났다. 農場西쪽 境界線에서 70~120m 거리가 被害가 가장 심하였고, 여기서 全硫黃含量이 가장 높았다. 또한 全硫黃含量의 最大值가 0.5~0.6%인데, 이러한 被害가 發生된 것은 急性的인 被害와 氣溫의 差異가 큰것에 起因된다.

2. 향나무에서 同一個體內의 健全部位와 被害部位의 全硫黃含量은 有意的인 差異를 보였다.

3. 葉組織의 解剖學的 調査에서 被害葉은 共通的으로 갯솜조직과 表皮細胞의 原形質分離가 일어나 收縮 파괴가 일어났고, 또한 細胞間隙과 氣孔 주변이 넓어진다

V. 引用 文 獻

1. A.O.A.C. 1980. Methods of analysis of A.O.A.C. 13ed.
2. Costonis, A.C. 1970. Acute injury of eastern white pine induced by sulfur dioxide & ozone. Phytopath. 60 : 994~996.
3. Evans, L.S. and P.R. Miller. 1972. Ozone damage to ponderosa pine. A histological and histochemical appraisal. Amer. J. Bot. 59(3) : 297~304.
4. Linzon, S.N. 1972. Effects of sulfur oxides on vegetation. Forestry chronicle 48(4) : 1~5.
5. Sass, J.E. 1958. Botanical microtechnique. Iowa State Univ. Press.
6. Solberg, R.A. and D.F. Adams. 1956. Histological responses of some plant leaves to hydrogen fluoride and sulfur dioxide. Amer. J. Bot. 43 : 755~760.
7. 金泰旭, 1976. 大氣汚染이 造景樹木의 生育에 미치는 影響. 韓林誌 29號 : 20~53.

Table 2. The observation of leaf tissue in main species

division	species	Taxus cuspidata	Juniperus chinensis	Pinus densiflora for multicaulis	Buxus microphylla
control (uninjured leaf)		1) spongy cell:normal	1) spongy cell:normal	1) spongy cell:normal	1) spongy cell:normal
		2) epidermal cell:normal	2) epidermal cell:normal	2) epidermal cell:normal	2) epidermal cell:normal
		3) intercellular space:normal	3) intercellular space:normal	3) intercellular spaces:normal	3) intercellular spaces:normal
invisibly injured leaf		1) spongy cell:plasmolysis was happened a little.	1) spongy cell:plasmolysis was happened a little & some cells were collapsed.	1) spongy cell:plasmolysis was happened a little.	1) spongy cell:plasmolysis was happened a little.
		2) epidermal cell:normal	2) epidermal cell:normal	2) epidermal cell:plasmolysis was happened a little.	2) epidermal cell:plasmolysis was happened a little.
		3) intercellular spaces were expanded abnormally	3) intercellular spaces & stomatal cavity were exp- anded abnormally	3) intercellular spaces & stomatal cavity were exp- anded abnormally	3) intercellular space & stomatal cavity were exp- anded a little.
visibly (injured leaf)		1) spongy cell:plasmolysis was happened severely and some cells was colla- psed.	1) spongy cell:plasmolysis was happened severely & most of cells were collapsed.	1) spongy cell:plasmolysis was happened severely & most cells were collapsed	1) spongy cell:plasmolysis was happened severely & some cells were collapsed.
		2) epidermal cell:plasmolysis was happened a little & some cell was collapsed.	2) epidermal cell:plasmolysis was happened a little.	2) epidermal cell:plasmolysis was happened was hap- pened severely & some cells were collapsed.	2) epidermal cell:plasmolysis was happened.
		3) intercellular spaces & stomatal cavity were expanded abnormally.	3) intercellular spaces & stomatal cavity were exp- anded abnormally & some of palisade cells were col- lapsed.	3) intercellular spaces were expanded abnormally some of palisade cells were col- lapsed.	3) intercellular spaces & stomatal cavity were exp- anded abnormally.