

## 亞黃酸가스 및 ABA 前處理가 針葉樹 幼苗의 生長被害와 生理的 感受性에 미치는 影響<sup>1</sup>

李壬均<sup>2</sup> · 金英彩<sup>2</sup>

### Effect of Sulfur Dioxide Gas and Abscisic Acid Pretreatment on Physiological Susceptibility and Growth Damages of Coniferous Seedlings<sup>1</sup>

Lee, Im Kyun<sup>2</sup> and Young Chai Kim<sup>2</sup>

#### 要 約

本 研究는 亞黃酸가스가 樹木의 生長에 미치는 影響과 亞黃酸가스 露出時 ABA前處理가 各 樹種의 感受性에 미치는 影響을 調査하기 위하여 遂行되었으며, 몇個 針葉樹 幼苗를 對象으로 7個 水準 : 0 ppm, 0.5ppm, 1ppm, 2ppm, 4ppm과 2ppm+ABA(26.4ppm), 2ppm+ABA(56.8ppm)의 亞黃酸가스 處理를 通하여 供試木의 葉中水分含量, 生體水分含量, 樹皮酸度, 葉中酸度, 葉中 水溶性 黃含量, 葉綠素含量 및 蒸散率變化를 測定하였던 바 다음과 같은 結果를 알 수 있었다.

1. 葉中水分含量과 生體水分含量은 亞黃酸가스의 濃도가 높아질수록 점차 減少하였으며, 전나무가 주목이나 잣나무에 비해 亞黃酸가스 濃度別 處理에 따른 葉中水分減少率과 生體水分減少率이 컸으므로 供試樹種間의 相對的 感受性이 큰 것으로 나타났다.

2. 樹皮酸도와 葉中酸도에 있어서는 亞黃酸가스 濃도가 높아질수록 점차 增加하였으며, 亞黃酸가스 濃度別 處理에 따른 樹皮酸度 增加率은 잣나무가, 葉中酸度 增加率은 전나무가 컸으므로 各各 相對的 感受性이 큰 것으로 나타났다.

3. 葉中 水溶性 硫黃含量은 亞黃酸가스 濃도가 높아질수록 점차 增加하였으며, 주목이 전나무나 잣나무에 비해 亞黃酸가스 濃度別 處理에 따른 葉中 水溶性 硫黃含量 增加率이 컸으므로 相對的 感受性이 큰 것으로 나타났다.

4. 葉綠素含量은 亞黃酸가스의 濃도가 높아질수록 점차 減少하였으며, 주목이 다른 供試樹種 보다 亞黃酸가스 濃度別 處理에 따른 總葉綠素含量 減少率이 컸으므로 相對的 感受性이 큰 것으로 나타났다.

5. 亞黃酸가스의 濃度別 處理에 따른 各 測定項目別間에는 모든 樹種에서 處理間에 高度의 有意性을 認定할 수 있었다.

6. 供試木의 ABA 處理에 대한 蒸散率變化는 주목과 전나무가 亞黃酸가스에 露出된 直後부터 蒸散率의 變化가 없었으므로 亞黃酸가스에 敏感하게 反應함을 알 수 있었으나, 잣나무는 가스露出 以後에도 약간씩 蒸散을 繼續하여 相對的으로 그 感受性 反應이 늦게 나타남을 알 수 있었다.

7. ABA를 濃度別로 前處理한 後 SO<sub>2</sub>가스 2ppm에 露出し킨 結果 6가지 測定項目 모두에서 그 結果를 確인할 수 있었으며, ABA가 氣孔의 閉度에 作用하여 亞黃酸가스에 대한 樹木의 感受性에 影響

<sup>1</sup> 接受 1994年 3月 7日 Received on March 7, 1994.

<sup>2</sup> 慶熙大學校 林學科 Department of Forestry, Kyunghee University, Suwon, Korea.

을 미치는 것을 알 수 있었다.

8. 供試樹種別 및 測定項目別에 있어서 亞黃酸가스에 대한 相對的 抵抗性은 잣나무가 큰 것으로 나타났으며, 전나무는 相對的으로 感受性이 큰 것으로 나타났다.

### ABSTRACT

This study was conducted to find out the effect of SO<sub>2</sub> gas on growth of tree species and the effect of pretreatment of ABA to *Pinus koraiensis*, *Abies holophylla* and *Taxus cuspidata* on the susceptibility for SO<sub>2</sub> gas damage.

The survey was carried out on the water contents of leaf and shoot, and the acidities of bark and leaf, and the chlorophyll and water soluble sulfur contents, and the changes of transpiration rates on selected seedlings exposed to SO<sub>2</sub> gas at seven levels : 0ppm, 0.5ppm, 1ppm, 2ppm, 4ppm, 26.4ppm ABA, 56.8ppm ABA.

The results obtained from this research are as follows :

1. The water contents of leaf and shoot of the three tree species decreased with increasing concentrations of SO<sub>2</sub> gas and the relative susceptibility of *Abies holophylla* was larger than those of *Taxus cuspidata* and *Pinus koraiensis* because moisture diminution rates were higher in leaves and shoots of *Abies holophylla* than those of other species.

2. The acidities of bark and leaf of the three tree species increased with increasing concentrations of SO<sub>2</sub> gas. The relative susceptibility of *Pinus koraiensis* in bark acidity was larger than those of *Abies holophylla* and *Taxus cuspidata*. *Abies holophylla* was more susceptible than *Pinus koraiensis* and *Taxus cuspidata*.

3. Water soluble sulfur contents of the three tree species increased with increasing concentration of SO<sub>2</sub> gas. The relative susceptibility of *Taxus cuspidata* in water soluble sulfur contents was larger than those of *Pinus koraiensis* and *Abies holophylla*.

4. Leaf chlorophyll contents of the three tree species decreased with increasing concentrations of SO<sub>2</sub> gas. The order of the relative susceptibility in leaf chlorophyll contents was *Taxus cuspidata*, *Abies holophylla* and *Pinus koraiensis*.

5. Correlation coefficients among the measurement were highly significant for SO<sub>2</sub> treatment in all three tree species.

6. The transpiration rates of *Abies holophylla* and *Taxus cuspidata* did not change until up to 220 minutes after initiation of SO<sub>2</sub> gas fumigation, and changed a little during the time between 220 minutes and 270 minutes. On the other hand, *Pinus koraiensis* continued to change in transpiration rates little by little from the start of SO<sub>2</sub> gas treatment up to 270 minutes, meaning that *Pinus koraiensis* is less sensitive to ABA.

7. When 2ppm of SO<sub>2</sub> was treated, ABA pretreatment effect was detected on the six measurement parameters. ABA affected the resistance of plants by inducing stomata closure.

8. The order of relative susceptibility of the three tree species to SO<sub>2</sub> gas fumigation was *Abies holophylla*, *Taxus cuspidata* and *Pinus koraiensis*. *Pinus koraiensis* was more resistant to SO<sub>2</sub> gas than *Abies holophylla* and *Taxus cuspidata*.

### 緒 論

大氣汚染物質中 代表的인 것으로는 黃酸化物(SO<sub>x</sub>), 窒素酸化物(NO<sub>x</sub>), 弗化水素(HF), 오존(O<sub>3</sub>), 炭化水素(HC), PAN(Peroxyacetyl nitrate), 粉塵 및 重金屬類 등이 있다.

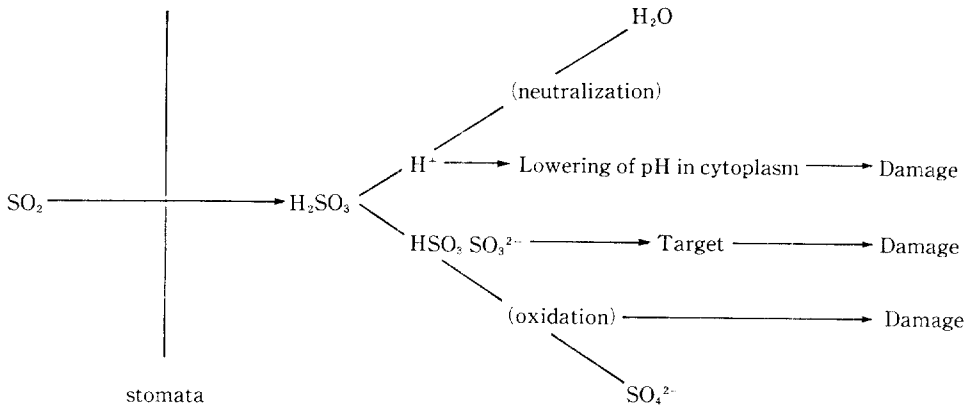
大氣汚染物質中 가장 큰 比重을 차지하며 最近

에도 급격히 그 汚染程度가 增加되고 있는 SO<sub>2</sub> 가스는 樹木에 여러形態의 被害를 일으키고 있으며 그 被害地域과 對象도 매우 廣範圍하여 이에 대한 研究<sup>5,20,24)</sup>가 활발히 進行되고 있다.

植物이 SO<sub>2</sub>에 接觸하면 앞 뒤 表皮下의 細胞가 被害를 입기 시작하고 繼續 接觸하게 되면 內部細胞로 害가 進行되어 앞 全體에 影響이 미치게 되어 결국 細胞가 죽게 되는데 이렇게 細胞가

Atmosphere

Leaves



죽은 部分은 시들고 脫色되어 黃褐色을 띠게 된다<sup>19,27)</sup>.

近藤<sup>3)</sup>과 Steward<sup>28)</sup>는 外部의 SO<sub>2</sub>가 植物體內에 吸收되게 되면 水分과 結合하여 H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>가 되고 이것은 또, H<sup>+</sup> 이온과 毒性을 띤 HSO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>로 分離되어 H<sup>+</sup>이온은 細胞液의 pH를 低下시키고, 毒性 HSO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>이온은 酸化되어 低毒性的 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>로 되고 이 酸化過程에서 植物體에 被害를 주게 된다고 하였는데, 이와 같은 機作은 樹木의 理化學的 研究에 있어 重要한 要素가 된다.

近藤과 管原<sup>3)</sup>은 樹木의 有害가스에 대한 抵抗性的의 決定要因으로 SO<sub>2</sub>가스의 吸收를 支配하는 氣孔의 開閉程度와 H<sup>+</sup>를 中和하는 細胞液의 緩衝能力, 그리고 HSO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>을 酸化시켜 低毒性 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>로 變化시키는 解毒機能을 들었다.

任 등<sup>17)</sup>은 造景樹木에 SO<sub>2</sub>가스를 接觸시켰을때 氣孔 孔邊細胞의 被害를 觀察했고 耐性個體 選拔可能性을 言及했으며, 管原<sup>1)</sup>은 植物體의 가스侵入의 容易性은 氣孔開閉度에 의해서 決定되고 感受性을 決定하는 第1要因이라고 하였으며, 植物 荷尔蒙中의 하나인 ABA (Abscisic Acid, C<sub>15</sub>H<sub>20</sub>O<sub>4</sub>=264.32)는 氣孔의 開閉를 支配하는 荷尔蒙이라 하였고, 氣孔開閉를 蒸散率의 變化로써 測定한 바 있다.

最近까지 汚染의 指標로서 使用된 方法으로는 葉中水分含量과 生體水分含量, 葉中酸도와 樹皮酸度 그리고 葉中 水溶性 硫黃含量과 葉綠素含量 등이 있다.

Grether<sup>23)</sup> 등은 樹木의 樹皮를 分析하여 이들

이 大氣中 SO<sub>2</sub>가스나 酸性物質의 濃度와 密接한 關係가 있는 것으로 報告하였으며, 水分含量에 관한 研究로는 金<sup>6)</sup>이 大都市의 街路邊에 많이 植栽되고 있는 一年生 草本植物들을 對象으로 배고 니아가 다른 草本植物들에 비해서 SO<sub>2</sub>가스에 대한 感受性이 뛰어나다는 結果를 報告한 바 있다.

松鳥<sup>12)</sup>는 밀감류에 1ppm 및 5ppm의 SO<sub>2</sub> 處理로 葉內의 硫黃含量이 對照區보다 많았다고 하여 植物에 의한 大氣中의 SO<sub>2</sub> 吸收를 밝혔다. 田中<sup>29)</sup>은 잎의 量, 新葉의 色, 新葉의 크기, 新梢 길이 등에 의한 樹勢指數와 大氣中 SO<sub>2</sub>濃度, 葉內硫黃含量을 調査하여 被害實態를 分類하는 方法을 使用한 바 있다.

SO<sub>2</sub>가스에 대하여 富谷<sup>2)</sup>은 樹木의 葉內 硫黃含量을 分析함으로써 그 被害程度를 逆으로 把握할 수 있다고 하였으며 金 등<sup>7)</sup>은 大豆에 SO<sub>2</sub>가스를 接觸시킨 後 被害率과 葉內 硫黃含量을 分析한 바 正의 相關이 있으며, 葉綠素 含量과는 負의 相關이 있다고 하였다.

井上<sup>14)</sup>과 山添<sup>16)</sup>은 소나무를 對象으로 黃의 蓄積量이 SO<sub>2</sub>가스의 影響程度를 認知하는 指標로 使用될 수 있다고 報告하였으며, 金 등<sup>8)</sup>은 草本植物 16種 17品種을 對象으로 SO<sub>2</sub> 및 O<sub>3</sub>에 의한 接觸實驗을 行한 結果, SO<sub>2</sub>가스 濃度의 增加에 따라 葉綠素의 量이 比例의으로 減少하므로 葉綠素含量을 汚染의 指標로 使用할 수 있다고 하였다.

따라서 本 研究에서는 몇個 針葉樹種의 苗木을 對象으로하여 亞黃酸가스의 濃度處理를 달리했을 때 各 水準에 의한 葉中水分含量과 生體水分

**Table 1.** Description of sample seedlings in this research.

Species	Mean height (cm)	Mean B.D. <sup>a</sup> (cm)	Age(yr)
<i>Pinus koraiensis</i> S. et Z.	29.48	0.90	3
<i>Abies holophylla</i> MAX.	32.71	0.93	3
<i>Taxus cuspidata</i> S. et Z.	31.91	1.15	4

量, 樹皮酸度 및 葉中酸度, 葉中 水溶性 硫黃含量 및 葉綠素含量 등을 各各 測定 比較하고 植物 葉의 氣孔開閉에 影響을 미치는 ABA를 葉面散布한 後 SO<sub>2</sub>에 露出시켰을때 各 樹種의 抵抗性에 어떠한 影響을 미치는가를 調査함으로써 궁극적으로 亞黃酸가스에 의한 樹木의 被害機作을 밝히고 植物에 의한 環境의 指標를 樹位한다는 研究目的下에서 이에 必要한 基礎資料를 얻고자 研究 遂行게 되었다.

**材料 및 方法**

**1. 供試木**

本 實驗에 使用된 供試 樹木은 京畿道 廣州郡 退村面에 所在한 慶熙大學校 演習林 苗圃場에서 育成한 전나무 (*Abies holophylla* Maxim), 잣나무 (*Pinus koraiensis* SIEB. et ZUCC.), 주목 (*Taxus cuspidata* SIEB. et ZUCC.) 등 3個 樹種의 苗木을 生育狀態가 비슷한 것으로 各 30個體씩 選拔하여 1993년 4월 初旬에 實驗圃地에 移植하였다.

選定된 供試木의 概況은 Table 1과 같다.

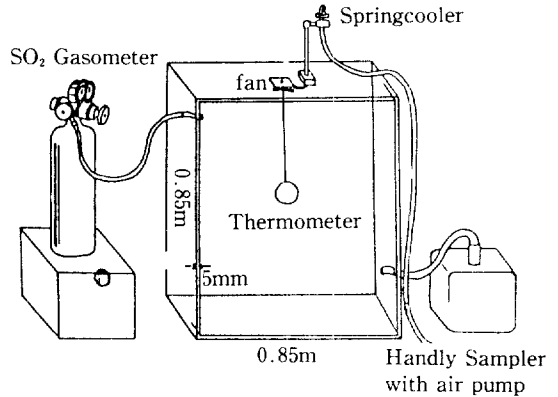
**2. 實驗條件**

1) 露出챔버(Exposure chamber)

露出챔버는 Fig. 1과 같이 아크릴로 製作하였으며, 實驗中 露出챔버(exposure chamber)內에서 pot의 濕한 表層土와 水分 蒸發에 의한 SO<sub>2</sub> 가스의 濃度 變化를 最少化시키기 위해 pot의 表土面을 vinyl wrap으로 덮어 띄었고, 直射光線에 의한 챔버內의 溫度 上昇에 따른 實驗의 誤差를 줄이고자 pot 表面을 은박지로 감았으며, chamber上部에 Spring cooler를 設置하여 實驗期間中 撒水處理 하였다.

2) SO<sub>2</sub>가스의 處理

本 實驗에 使用된 SO<sub>2</sub>가스는 濃度 10ppm의 10l들이 Gasometer(Gas壓力 100kg/cm<sup>2</sup>)를 韓國 標準科學研究所에 注文, 製作하였다.



**Fig. 1.** Schematic diagram of SO<sub>2</sub> exposure chamber

露出챔버內의 SO<sub>2</sub>濃度를 處理群別로 0, 0.5, 1, 2, 4ppm 및 2ppm + ABA26.4ppm(10<sup>-3</sup>M RS-ABA 葉面散布), 2ppm + ABA56.8ppm(10<sup>-3</sup>M RS-ABA, 葉面散布)의 7個 水準으로 維持하여 密閉시킨 狀態에서 4時間 동안 急性 露出시켰다<sup>2)</sup>.

**3. 觀察 및 分析 方法**

1) 葉中水分含量 및 生體水分含量

葉中水分含量은 各 濃度別 SO<sub>2</sub>가스 暴露 後, 每日 午後 4時에 同一한 種의 3個體에서 無作爲로 一定量의 잎을 採取하여 生重量을 測定한 後에 恒溫乾燥機(drying oven)에서 80℃로 5時間 동안 乾燥시킨 後, 乾重量을 測定하여 잎의 水分含量을 計算하였다<sup>1)</sup>. 그리고 生體水分含量은 各 濃度別 SO<sub>2</sub>가스 暴露 後, 各 供試木의 地上部(shoot)를 切取하여 生重量을 測定한 後에 恒溫乾燥機(drying oven)에서 80℃로 5日간 乾燥시켜 乾重量을 測定, 生體水分含量(%)을 計算하였다<sup>1)</sup>.

2) 葉中酸度 및 樹皮酸度

葉中酸度는 測定用 葉을 四方에서 高루 採取해서 우선 乾燥 後 磨碎하고 그 中 2g에 蒸溜水(10 ml)를 加하여 震湯器에서 24時間 震湯한 後, pH

meter로 pH를 測定하였다<sup>2)</sup>. 樹皮酸도는 樹皮를 乾燥後 四方에서 두께 1mm 程度의 薄片으로 뜬 後, Martin & Gray 法<sup>2)</sup>에 따라 磨碎한 樹皮 2g에 蒸溜水(10ml)를 加하여 震湯器에 24時間 震湯한 後 pH meter로 pH를 하였다.

3) 葉內 水溶性 硫黃含量 및 葉綠素含量

葉內 水溶性 硫黃含量은 重量法<sup>18)</sup>에 의하여 測定하였으며, 葉綠素 含有量은 Arnon<sup>22)</sup>과 Mackinney<sup>26)</sup> 方法에 準하여 測定하였다.

4) 蒸散率變化

蒸散量 測定은 容積法(Volumetric method)<sup>18)</sup>에 따라 供試木을 Tri-angle volumetric flask (500ml)에 넣고 물을 채운 後, 고무마개로 密封하여 眞空상태로 만들고 供試木이 吸收하는 물의 量을 flask에 連結된 pipet의 눈금을 通해 10分間隔으로 測定하였다. 다음의 Fig. 2는 蒸散量 測定裝置인 蒸散計(Potometer)의 構造를 나타낸 것이다.

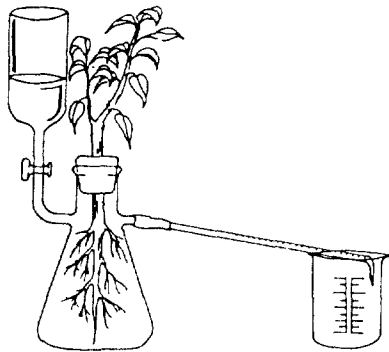


Fig. 2. Structure of the Potometer.

結果 및 考察

1. 葉中水分含量

Table 2는 3個 樹種의 葉中水分含量과 統計分析의 結果를 나타낸 것인데 3個 樹種 모두 SO<sub>2</sub> 가스의 濃度가 增加됨에 따라 水分의 含量이 有意의으로 減少되었으며 이때의 回歸式은 잣나무가  $y=62.450-1.500x$  ( $P>0.01, r=-0.961$ ), 전나무가  $y=60.220-1.608x$  ( $P>0.05, r=-0.942$ ) 이었고 주목은  $y=64.960-1.480x$  ( $P>0.01, r=-0.976$ ) 이었다.

그리고 전나무와 주목은 SO<sub>2</sub>가스 各 處理間의 統計的 有意差가 認定되지 않았으나 잣나무는 5% 水準의 有意성이 認定되었다. 또한 SO<sub>2</sub>가스 濃度別 處理에 따른 葉中水分含量 變化에 있어서는 3個 樹種中 전나무가 各 處理마다 水分減少率이 가장 컸으며, 4ppm 處理時에도 가장 적은 水分含量을 나타낸 것으로 볼 때 전나무가 다른 두 樹種에 비해 生體水分含量에 대한 相對的 感受성이 큰 것으로 判斷된다.

以上の 結果에서와 같이 SO<sub>2</sub>가스 處理에 의한 生體水分含量이 樹種間 조금씩 다른 傾向으로 나타난 것은 SO<sub>2</sub>가스에 대한 樹種間 反應差가 있음을 보여주는 것으로 判斷되며, 金<sup>9)</sup>이 6樹種의 草本類에 0ppm~12.4ppm의 SO<sub>2</sub>가스를 處理하여 葉中水分含量을 調査, 報告한 樹種間의 反應差와 비슷한 傾向이었다.

Table 2. Effects of SO<sub>2</sub> treated on leaf water content (%) in leaves of the three tree species.

Tree species	<i>Pinus</i> (15) + <i>koraiensis</i>	<i>Abies</i> (15) + <i>holophylla</i>	<i>Taxus</i> (15) + <i>cuspidata</i>
control (0 ppm)	62.8(100.0)	61.2(100.0)	65.6(100.0)
0.5 ppm	62.0( 98.7)	59.7( 97.5)	64.1( 97.7)
1 ppm	60.9( 97.0)	57.5( 94.0)	62.7( 95.6)
2 ppm	58.3( 92.8)	55.9( 91.3)	62.1( 94.7)
4 ppm	57.0( 90.8)	54.2( 88.6)	59.2( 90.2)
F-value	3.843*	1.774	1.960
LSD 0.05	3.819	NS	NS
Regression	$y=62.450-1.500x$	$y=60.220-1.680x$	$y=64.960-1.480x$
r	-0.961**	-0.942*	-0.976**

+ : number of sample trees  
 x : SO<sub>2</sub> concentration  
 y : leaf water content

\* : significant at 5% level  
 \*\* : significant at 1% level  
 NS : non-significant

**Table 3.** Effects of SO<sub>2</sub> treated on shoot water content(%) in leaves of the three tree species.

Tree species	<i>Pinus</i> (15) <sup>+</sup> <i>koraiensis</i>	<i>Abies</i> (15) <sup>+</sup> <i>holophylla</i>	<i>Taxus</i> (15) <sup>+</sup> <i>cuspidata</i>
control(0 ppm)	62.4(100.0)	61.1(100.0)	63.0(100.0)
0.5 ppm	60.9( 97.6)	59.2( 96.9)	61.6( 97.8)
1 ppm	60.1( 96.3)	57.3( 93.8)	59.8( 94.9)
2 ppm	59.3( 95.0)	56.4( 92.3)	59.0( 93.7)
4 ppm	58.4( 93.6)	53.7( 87.9)	55.7( 88.4)
F-value	3.182*	3.186*	1.896
LSD 0.05	2.303	2.349	NS
Regression	y=61.555-0.890x	y=60.098-1.705x	y=62.408-1.725x
r	-0.919*	-0.960**	-0.981**

+ : number of sample trees                   \* : significant at 5% level  
 x : SO<sub>2</sub> concentration                   \*\* : significant at 1% level  
 y : shoot water content                   NS : non-significant

**Table 4.** Effects of SO<sub>2</sub> treated on pH values of bark in leaves of the three tree species.

Tree species	<i>Pinus</i> (15) <sup>+</sup> <i>koraiensis</i>	<i>Abies</i> (15) <sup>+</sup> <i>holophylla</i>	<i>Taxus</i> (15) <sup>+</sup> <i>cuspidata</i>
control(0 ppm)	4.90(100.0)	5.29(100.0)	4.94(100.0)
0.5 ppm	4.63( 94.5)	4.96( 93.8)	4.66( 94.3)
1 ppm	4.55( 92.9)	5.03( 95.9)	4.61( 93.3)
2 ppm	4.36( 90.0)	4.47( 84.5)	4.36( 88.3)
4 ppm	3.97( 81.0)	4.36( 82.4)	4.20( 85.0)
F-value	2.470**	4.858**	3.729**
LSD 0.05	0.560	0.890	0.813
Regression	y=4.805-0.215x	y=5.163-0.228x	y=4.808-0.170x
r	-0.983**	-0.915*	-0.938*

+ : number of sample trees                   \* : significant at 5% level  
 x : SO<sub>2</sub> concentration                   \*\* : significant at 1% level  
 y : pH values of bark                   NS : non-significant

**2. 生體水分含量**

Table 3은 3個 樹種의 生體水分含量과 統計分析의 結果를 나타낸 것인데 3個 樹種 모두 SO<sub>2</sub> 가스의 濃度가 增加됨에 따라 水分의 含量이 有意的으로 減少되었으며, 이때의 回歸式은 갓나무가 y=61.555-0.890x(P>0.05, r=-0.919), 전나무가 y=60.098-1.705x(P>0.01, r=-0.960) 이었고 주목은 y=62.408-1.725x(P>0.01, r=-0.981) 이었다.

그리고 주목은 SO<sub>2</sub>가스 各 處理間의 統計的 有意差가 認定되지 않았으나 갓나무와 전나무는 5% 水準에서 有意差가 認定되었다. 또한 SO<sub>2</sub>濃度別 處理에 따른 生體水分含量 變化에 있어서는 전나무와 주목이 비슷한 傾向을 보였으나 전나무가 水分減少率이 약간 더 컸으며, 4ppm 處理時에도 가장 적은 水分含量을 나타낸 것으로 볼 때 전나무가 다른 두 樹種에 비해 生體水分含量에

대한 相對的 感受性이 큰 것으로 判斷된다.

以上の 結果에서와 같이 SO<sub>2</sub>가스 處理에 의한 生體水分含量이 樹種間 조금씩 다른 傾向으로 나타난 것은 前述한 바와 같이 樹種間에 SO<sub>2</sub>가스에 대한 反應差가 있음을 보여주는 것으로 判斷되며, 그것에 대한 傾向 역시 金<sup>6)</sup>의 結果와 一致하였다.

**3. 樹皮酸度(pH)**

Table 4는 3個 樹種의 各 濃度別 樹皮酸度(pH)와 統計分析의 結果를 나타낸 것인데 科學技術處의 發表資料<sup>2)</sup>에 비해 全體의으로 낮은 값을 나타내었다. 濃度別 樹皮酸度は 全體의으로 亞黃酸가스의 濃度가 높아질수록 pH는 낮아지는 傾向을 보였는데 이때의 回歸式은 갓나무가 y=4.805-0.215x(P>0.01, r=-0.983), 전나무가 y=5.163-0.228x(P>0.05, r=-0.915) 이었고

**Table 5.** Effects of SO<sub>2</sub> treated on pH values of leaf in leaves of the three tree species.

Tree species	<i>Pinus</i> (15) <sup>-</sup> <i>koraensis</i>	<i>Abies</i> (15) <sup>+</sup> <i>holophylla</i>	<i>Taxus</i> (15) <sup>+</sup> <i>cuspidata</i>
control(0 ppm)	4.83(100.0)	5.24(100.0)	5.13(100.0)
0.5 ppm	4.79( 99.2)	4.81( 91.8)	5.11( 99.6)
1 ppm	4.49( 93.0)	4.74( 90.5)	4.85( 94.5)
2 ppm	4.34( 89.9)	4.39( 83.8)	4.61( 89.9)
4 ppm	3.69( 76.4)	3.97( 75.8)	4.06( 79.1)
F-value	1.370*	2.796**	1.693*
LSD 0.05	0.841	0.747	0.782
Regression	y=4.861-0.289x	y=5.068-0.292x	y=5.168-0.278x
r	-0.990**	-0.968**	-0.994**

- : number of sample trees      \* : significant at 5% level  
x : SO<sub>2</sub> concentration          \*\* : significant at 1% level  
y : pH values of leaf            NS : non-significant

**Table 6.** Effects of SO<sub>2</sub> treated on water soluble sulfur content(%) in leaves of the three tree species.

Tree species	<i>Pinus</i> (15) <sup>-</sup> <i>koraensis</i>	<i>Abies</i> (15) <sup>+</sup> <i>holophylla</i>	<i>Taxus</i> (15) <sup>+</sup> <i>cuspidata</i>
control(0 ppm)	0.049(100.0)	0.047(100.0)	0.051(100.0)
0.5 ppm	0.057(116.3)	0.061(129.8)	0.060(117.6)
1 ppm	0.063(128.6)	0.069(146.8)	0.072(141.2)
2 ppm	0.078(159.2)	0.080(170.2)	0.092(180.4)
4 ppm	0.104(212.2)	0.099(210.6)	0.123(241.2)
F-value	1.977*	1.905*	1.750*
LSD 0.05	1.171	1.059	1.552
Regression	y=0.050+0.014x	y=0.053+0.012x	y=0.052+0.018x
r	0.919**	0.978**	0.997**

+ : number of sample trees      \* : significant at 5% level  
x : SO<sub>2</sub> concentration          \*\* : significant at 1% level  
y : water soluble sulfur content    NS : non-significant

주목은  $y=4.808-0.170x$ ( $P>0.05$ ,  $r=-0.938$ ) 이었다.

그리고 3個 樹種 모두 1% 水準에서 SO<sub>2</sub>가스 各 處理間의 統計的 有意差가 認定되었다. 또한 SO<sub>2</sub>가스 濃度別 處理에 따른 樹皮酸度 增加率 變化에 있어서는 전나무가 큰 폭의 增加率을 보였으나 4ppm 處理時 잣나무의 樹皮酸도가 가장 높았던 것으로 보아 잣나무가 다른 두 樹種에 비해 樹皮酸도에 대한 相對的 感受性이 큰 것으로 判斷된다.

Table 4에서 보는 바와 같이 잣나무, 전나무, 주목 모두 各其 다른 pH 數值를 보였는데 이는 樹種 固有의 特性으로 인한 樹皮酸도의 差異가 存在하는 것으로 思料된다. 이와 같이 3個 樹種의 樹皮 pH가 根本的으로 다르다는 것은 여러 樹種間에도 큰 差異가 存在할 것으로 생각되며 그 中 樹皮酸도가 낮은 樹種은 大氣汚染에 의하여 敏感

하게 pH가 變化하므로 指標植物로 使用될 수 있을 것으로 思料되어 이에 관한 研究의 必要性이 認定되어진다.

#### 4. 葉中酸度(pH)

Table 5는 3個 樹種의 各 濃度別 葉中酸度(pH)와 統計分析 結果를 나타낸 것인데, 濃度別 葉中酸도는 樹皮酸도와 마찬가지로 全體적으로 亞黃酸가스의 濃도가 높아질수록 葉中酸도는 높아지는 傾向을 보였는데 이때의 回歸式은 잣나무가  $y=4.861-0.289x$ ( $P>0.01$ ,  $r=-0.990$ ), 전나무가  $y=5.068-0.292x$ ( $P>0.01$ ,  $r=-0.968$ ) 이었고 주목은  $y=5.168-0.278x$ ( $P>0.01$ ,  $r=-0.994$ ) 이었다.

그리고 葉中酸도에 대한 有意性 檢定 結果 전나무는 1%, 잣나무와 주목은 5% 有意水準에서 SO<sub>2</sub>가스 各 處理間의 統計的 有意差가 認定되었

Table 7. Effects of SO<sub>2</sub> treated on chlorophyll content (mg/g) in leaves of the three tree species.

Tree species	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Chlorophyll a + b	
<i>Pinus koraiensis</i>	0 ppm	2.572(100.0)	1.694(100.0)	4.266(100.0)
	0.5 ppm	2.116( 84.2)	1.145( 67.6)	3.261( 76.4)
	1 ppm	1.688( 65.6)	1.086( 64.1)	2.774( 65.2)
	2 ppm	1.638( 63.7)	1.074( 63.4)	2.712( 63.6)
	4 ppm	1.141( 44.4)	0.983( 58.0)	2.124( 49.8)
	(15) <sup>+</sup>	F-value	1.899*	0.949*
	LSD 0.05	0.940	0.541	NS
	Regression	y=2.303-0.315x	y=1.382-0.123x	y=3.685-0.438x
	r	-0.965**	-0.995**	-0.989**
<i>Abies holophylla</i>	0 ppm	2.706(100.0)	1.859(100.0)	4.565(100.0)
	0.5 ppm	2.496( 92.2)	1.648( 88.6)	4.144( 90.8)
	1 ppm	2.290( 84.6)	1.426( 76.7)	3.716( 81.4)
	2 ppm	2.036( 75.2)	1.351( 72.7)	3.387( 74.2)
	4 ppm	1.404( 51.9)	0.769( 41.4)	2.173( 47.6)
	(15) <sup>+</sup>	F-value	2.004*	0.992*
	LSD 0.05	1.070	0.714	NS
	Regression	y=2.662-0.317x	y=1.793-0.255x	y=4.456-0.572x
	r	-0.922*	-0.687 <sup>NS</sup>	-0.864*
<i>Taxus cuspidata</i>	0 ppm	4.096(100.0)	2.288(100.0)	6.384(100.0)
	0.5 ppm	3.513( 85.8)	1.927( 84.2)	5.440( 85.2)
	1 ppm	3.304( 80.7)	1.855( 81.1)	5.169( 81.0)
	2 ppm	2.540( 62.0)	1.467( 64.1)	4.007( 62.8)
	4 ppm	1.998( 48.8)	0.529( 23.1)	2.527( 39.6)
	(15) <sup>+</sup>	F-value	3.489*	2.495*
	LSD 0.05	1.246	1.130	2.362
	Regression	y=3.847-0.504x	y=2.248-0.423x	y=6.097-0.928x
	r	-0.997**	-0.984**	-0.993**
+ : number of sample trees		* : significant at 5% level		
x : SO <sub>2</sub> concentration		** : significant at 1% level		
y : chlorophyll content		NS : non-significant		

다. 또한 SO<sub>2</sub> 가스 농도별 처리에 따른 葉中酸度 增加率 變化에 있어서는 전나무가 다른 두 樹種에 비해 큰 폭으로 增加하는 傾向을 보였으며, 4 ppm 處理時에도 葉中酸도가 가장 높았던 것으로 보아 전나무가 다른 두 樹種에 비해 葉中酸도에 대한 相對的 感受性이 큰 것으로 判斷된다.

5. 葉中 水溶性 硫黃含量

Table 6은 各 樹種間의 濃度別 葉中 水溶性 硫黃含量과 統計分析 結果를 나타낸 것이다. 對照區의 境遇 供試木의 葉中 水溶性 硫黃含量 分析結果는 잣나무, 전나무, 주목 등 3個 樹種의 平均含量이 0.0489%로 나타났는데 이와 같은 結果는 金<sup>10)</sup>과 車<sup>20)</sup>의 研究結果보다 比較的 높게 나타났다. 이와 같은 結果는 本 研究에서 使用된 供試

木의 生育地가 퇴촌-양평간의 國道邊에 位置하고 있어서 이 周邊을 通行하는 車輛의 排氣가스에 의해 大氣汚染物質이 蓄積된 結果로 여겨진다.

實驗에 使用된 供試木의 濃度別 平均値로 本 葉中 水溶性 硫黃含量은 0.0490~0.1086%의 範圍를 나타내었는데 이는 잣나무의 濃度別 含量과 거의 비슷한 水準을 보이고 있었다. 특히 亞黃酸 가스 濃度 2ppm과 4ppm 處理에 있어서 供試木의 濃度別 平均値가 0.0833%와 0.1086%를 나타낸 것은 裴와 高<sup>13)</sup>의 SO<sub>2</sub> 人工處理 實驗에서 3.0 ppm으로 處理한 赤松의 葉中 水溶性 硫黃含量(0.0892%)과 비슷한 水準이었다.

供試木 3개 樹種 모두 濃도가 높아짐에 따라 葉中 水溶性 硫黃含量이 增加하였는데 이때의 回歸式은 잣나무가 y=0.050-0.014x(P>0.01, r=



0.999), 전나무가  $y=0.053+0.012x$  ( $P>0.01$ ,  $r=0.978$ ), 주목은  $y=0.052+0.018x$  ( $P>0.01$ ,  $r=0.997$ ) 이었다. 그리고 葉中 水溶性 硫黃含量에 대한 有意性 檢定 結果 3個 樹種 모두 5% 有意水準에서  $SO_2$  가스 各 處理間의 統計的 有意差가 認定되었다. 이와 같은 傾向은 大氣中의  $SO_2$  濃도가 높을수록 잎의 硫黃蓄積量도 많아진다는 實驗結果<sup>11,15,25,29</sup>)와도 一致하였다. 또한  $SO_2$  가스 濃度別 處理에 따른 硫黃含量 增加率 變化에 있어서는 주목이 다른 두 樹種에 비해 큰 폭으로 增加하는 傾向을 보였으며, 4ppm 處理時에도 주목이 가장 많은 硫黃含量을 나타낸 것으로 보아 주목이 硫黃含量에 대한 相對的 感受성이 큰 것으로 判斷된다. 또 硫黃含量에 대해 樹種間의 差異가 생기는 原因은 正確히 밝혀지지 않았는데 이는 各 樹種의 生理的 機構의 差異에서 起因하는 것으로 생각되며, 이 점은 앞으로 糾明되어져야 할 研究課題라 생각된다.

6. 葉綠素 含量

Table 7은  $SO_2$  가스의 處理 濃度別로 葉綠素 a 와 b, 그리고 總葉綠素含量과 統計分析 結果를 나타낸 것이다. Table 7에 의하면 주목이 잣나무와 전나무에 비해서 거의 모든 處理수준에서 葉綠素含量이 높았으며 供試樹種 모두가 共通的

으로 處理濃도가 높아짐에 따라 葉綠素의 含量은 減少 傾向을 나타내었다.  $SO_2$  가스 濃도와 總葉綠素 含量間의 回歸式은 주목이  $y=6.097-0.928x$  ( $P>0.01$ ,  $r=-0.993$ ), 잣나무가  $y=3.685-0.438x$  ( $P>0.01$ ,  $r=-0.989$ ) 이었고 전나무는  $y=4.456-0.572x$  ( $P>0.05$ ,  $r=-0.864$ ) 이었다.

이와 같은 結果는  $SO_2$  處理 濃도가 增加함에 따라 比例的으로 葉綠素含量이 減少한다는 金<sup>9)</sup>의 結果와 一致하고 있다.

그리고 잣나무와 전나무는  $SO_2$  가스 各 處理間의 統計的 有意差가 認定되지 않았으나 주목은 5% 水準의 有意差가 認定되었다. 또한  $SO_2$  가스 濃度別 處理에 따른 總葉綠素含量減少率 變化에 있어서는 잣나무가 減少幅이 주목에 비해 컸으나 4ppm 處理時 주목이 가장 큰 減少率을 나타낸 것으로 보아 주목이 葉綠素含量에 대한 相對的 感受성이 큰 것으로 判斷된다.

7. 亞黃酸가스의 處理濃도에 따른 葉中 水溶性 硫黃含量, 樹皮酸度, 그리고 葉中酸度 葉中水分含量, 生體水分含量과의 相關 分析

Table 8은 3個樹種에 대한 各 測定項目 사이의 相關關係를 나타낸 것이다.

供試樹木 모두에서 亞黃酸가스의 處理濃도와

Table 8. Correlation coefficients among  $SO_2$  concentration, water soluble sulfur content, bark acidity, leaf acidity, leaf water contents and shoot water contents for the three tree species.

Correlation coefficient	<i>Pinus koraiensis</i>	<i>Abies holophylla</i>	<i>Taxus cuspidata</i>
$SO_2$ conc.-W.S.S.C.	0.999**	0.978**	0.997**
$SO_2$ conc.-B.A.	-0.983**	-0.915*	-0.938*
$SO_2$ conc.-L.A.	-0.990**	-0.968**	-0.994**
$SO_2$ conc.-L.W.C.	-0.961**	-0.942*	-0.976**
$SO_2$ conc.-S.W.C.	-0.919*	-0.960**	-0.981**
W.S.S.C.-B.A.	-0.986**	-0.942*	-0.955**
W.S.S.C.-L.A.	-0.986**	-0.992**	-0.993**
W.S.S.C.-L.W.C.	-0.968**	-0.983**	-0.980**
W.S.S.C.-S.W.C.	-0.926*	-0.994**	-0.985**
B.A.-L.A.	0.964**	0.963**	0.916*
B.A.-L.W.C.	0.959**	0.930*	0.958**
B.A.-S.W.C.	0.966**	0.910*	0.955**
L.A.-L.W.C.	0.939*	0.981**	0.970**
L.A.-S.W.C.	0.899*	0.981**	0.978**
L.W.C.-S.W.C.	0.951*	0.989**	0.999**

\*\* : significant at 1% level

NS : non-significant

B.A. : Bark Acidity

L.W.C. : Leaf Water Content

\* : significant at 5% level

W.S.S.C. : Water Soluble Sulfur Content

L.A. : Leaf Acidity

S.W.C. : Shoot Water Content

葉中 水溶性 硫黃含量 그리고 樹皮酸도와 葉中酸度, 葉中水分含量, 生體水分含量, 그리고 葉中酸도와 葉中水分含量, 生體水分含量 및 葉中水分含量과 生體水分含量 사이에는 正의 相關이, 亞黃酸가스의 濃도와 樹皮酸도, 葉中酸도, 葉中水分含量, 生體水分含量, 그리고 葉中 水溶性 硫黃含量과 樹皮酸도, 葉中酸도, 葉中水分含量, 生體水分含量 사이에는 負의 相關이 認定되었는데, 거의 모두가 1~5%의 높은 有意性을 보여 주었다. 樹種別로는 잣나무와 주목이 높은 相關係數를 보였는데 이는 亞黃酸가스 濃도가 葉中 水溶性 硫黃含量, 樹皮酸도, 葉中酸도 및 葉中水分含量과 生體水分含量에 강한 影響을 준 것으로 認定되며, 잣나무와 주목이 전나무에 비해 亞黃酸가스에 더 많은 影響을 받은 것이라 思料된다.

8. 蒸散率變化

Fig. 3은 供試木의 各 處理에 대한 蒸散率變化를 나타낸 것인데 3個 樹種間 處理別 蒸散率變化를 살펴 보면 전나무가 주목보다 가스處理에 대한 反應程度가 약간 빨랐으나 全體적으로 傾向이 비슷하였다. 특히 ABA 前處理時에 SO<sub>2</sub>가스 露出後 약 180分 동안 蒸散率의 變化가 거의 나타나지 않았는데 이는 위의 두 樹種이 ABA의 前處理로 인해 SO<sub>2</sub>에 대한 약간의 差異를 갖고 있으나 敏感한 反應을 보인 結果로 생각된다. ABA 前處理時 두 樹種 모두가 약 220分 以後부터 약간의 增産率 變化를 보였다. 그에 反해 잣나무는 2ppm 處理와 2ppm+ABA處理에서 거의 비슷한 傾向을 나타냈는데 이는 結局 잣나무가 ABA의 影響을 받지않은 結果로 思料된다.

이와 같은 結果로 볼 때 ABA處理는 어느 程度까지는 氣孔閉도에 影響을 미치므로써 樹木의 SO<sub>2</sub>에 대한 感受性과 關聯이 있음을 確認할 수 있었고, 또 ABA處理에 따른 蒸散變化에 있어 各 樹種別로 각기 다른 傾向을 보인 것은 各 樹種의 生理的 特性에 따른 ABA의 吸收程度가 다르기 때문으로 생각되며, 또 既存에 樹木이 含有하고 있는 ABA含量도 이에 影響을 미친 것으로 생각된다.

9. SO<sub>2</sub>가스 露出時 ABA 前處理가 各 測定 含量에 미치는 影響

Table 9는 ABA 흡몬 前處理에 의한 各 測定

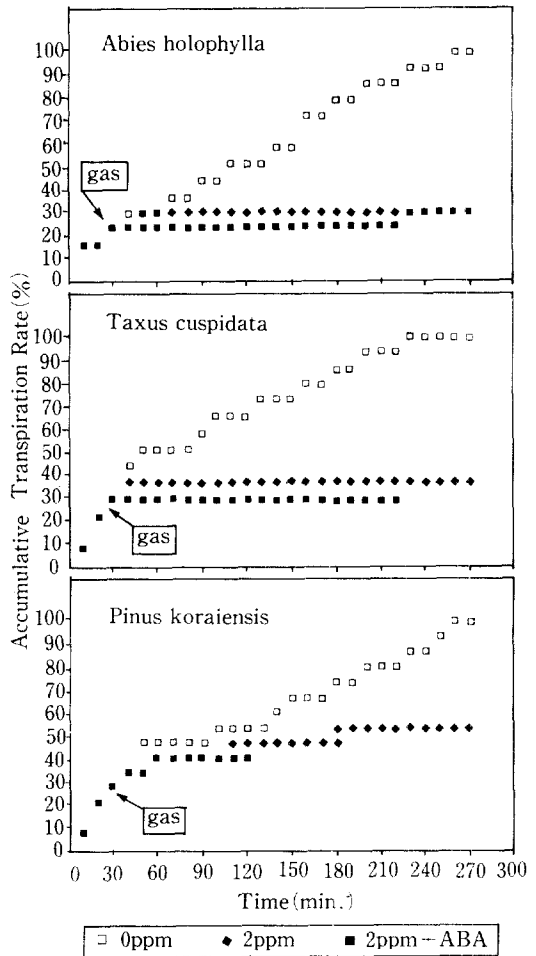


Fig. 3. Effect of ABA (56.8ppm) pretreatment and SO<sub>2</sub> acute exposure on transpiration rates of three tree species.

含量的 變化를 나타낸 것이다.

SO<sub>2</sub>가스에 대하여 ABA 前處理가 各 測定含量에 미치는 影響을 알아보기 위하여 SO<sub>2</sub>가스에 露出시키기 전에 ABA를 26.4ppm과 56.8ppm으로 處理한 後 SO<sub>2</sub>가스에 露出시켰을 때 나타나는 各 樹種의 含量 變化를 調査한 結果 葉中水分含量에 있어서는 2ppm 處理時 보다 높은 水分含量을 나타내었다. 이는 ABA가 植物體內에 吸收되어 氣孔閉도에 作用한 結果 植物體가 蒸散作用을 하지 않으므로써 水分의 放出을 막은 結果로 생각되며, 生體水分含量에 있어서는 2ppm處理時 보다 水分含量이 비슷한 數值거나 혹은 낮게 나

**Table 9.** Changes of each content by pretreatment of abscisic acid hormone.

Tree species	Leaf water content (%)			Shoot water content (%)		
	2ppm	2ppm + A	2ppm + B	2ppm	2ppm + A	2ppm + B
<i>P. koraiensis</i> (9) <sup>+</sup>	58.3(100)	59.7(102.4)	60.2(103.3)	59.3(100)	59.6(100.5)	59.1(99.6)
<i>A. holophylla</i> (9) <sup>+</sup>	55.9(100)	58.1(103.9)	58.9(105.4)	56.4(100)	55.0(97.5)	56.5(100.3)
<i>T. cuspidata</i> (9) <sup>+</sup>	62.1(100)	62.6(100.8)	63.2(101.8)	59.0(100)	59.8(101.4)	62.1(105.3)

Tree species	pH values of bark			pH values of leaf		
	2ppm	2ppm + A	2ppm + B	2ppm	2ppm + A	2ppm + B
<i>P. koraiensis</i> (9) <sup>+</sup>	4.36(100)	4.30(98.6)	4.49(103.0)	4.34(100)	4.42(101.8)	4.50(103.7)
<i>A. holophylla</i> (9) <sup>+</sup>	4.47(100)	4.30(96.2)	4.68(104.7)	4.39(100)	4.52(103.0)	4.68(106.6)
<i>T. cuspidata</i> (9) <sup>+</sup>	4.36(100)	4.53(103.9)	4.22(96.8)	4.61(100)	4.58(99.3)	4.69(101.7)

Tree species	Water soluble sulfur content (%)			Total chlorophyll content (mg/g)		
	2ppm	2ppm + A	2ppm + B	2ppm	2ppm + A	2ppm + B
<i>P. koraiensis</i> (9) <sup>+</sup>	0.078(100)	0.073(93.6)	0.070(89.7)	2.712(100)	3.313(122.1)	3.457(127.5)
<i>A. holophylla</i> (9) <sup>+</sup>	0.080(100)	0.078(97.5)	0.075(93.8)	3.387(100)	3.376(99.7)	3.502(103.4)
<i>T. cuspidata</i> (9) <sup>+</sup>	0.092(100)	0.092(100)	0.091(98.9)	4.007(100)	4.468(111.5)	5.304(132.4)

+ : number of sample trees  
 2ppm + A : SO<sub>2</sub> 2ppm with Abscisic acid(26.4ppm)  
 2ppm + B : SO<sub>2</sub> 2ppm with Abscisic acid(56.8ppm)

타났는데 이러한 결과로 볼때 ABA는 잎에서는 민감하게 작용하나 그 이외의 다른 부분 즉, 줄기나 가지部分에서는 그 작용이 잎에서처럼 민감하지 못하다는 것을 알 수 있었다.

樹皮酸도에 있어서는 2ppm處理 결과와 비슷한水準이거나 혹은, 높은 數値를 나타내었는데 잣나무와 전나무는 ABA 56.8ppm處理時, 26.4ppm 處理時보다 樹皮酸도가 낮았는데 비해 주목은 더 높은 결과를 나타내었다. 이는 各樹種마다 또는 各個體마다 存在하는 生理機構의 微細한 差異의 原因으로 推定되며, 葉中酸도에 있어서는 3個 樹種 모두 2ppm處理時 보다 낮은 葉中酸도를 나타내었는데 이러한 결과는 ABA가 樹木의 酸性化에 의한 被害에도 效果가 있음을 暗示해 주고 있다.

葉中 水溶性 硫黃含量에 있어서는 3個 樹種 모두 2ppm處理時 보다 硫黃含量이 적은 결과를 나

타내었는데 이는 ABA가 植物體內에 吸收, 作用되어 氣孔을 닫음으로써 體內 硫黃의 流入을 막은 結果인 것으로 判斷되며, 葉綠素含量에 있어서는 3個 樹種 모두 2ppm處理時 보다 많은 葉綠素含量을 나타내었는데 이것 역시 ABA가 植物體內에 吸收, 作用된 結果로 보여진다.

以上の 結果를 綜合하여 볼 때 SO<sub>2</sub>가스에 대한 ABA 前處理는 各 測定項目마다 약간의 差異는 있었으나 全體的인 效果를 인정 할 수 있었다.

**10. SO<sub>2</sub>가스에 對한 各 樹種의 相對的 抵抗性 考察**

다음의 Table 10은 樹種別 및 測定項目別 SO<sub>2</sub>가스에 對한 相對的 抵抗性을 나타낸 것이다. 잣나무가 樹皮酸도와 葉中酸도를 除外한 모든 測定項目에서 相對的으로 抵抗性이 큰 것으로 나타났으

**Table 10.** Relative resistance of three tree species to SO<sub>2</sub> treatment.

Species	L.W.C.	S.W.C.	B.A.	L.A.	W.S.S.C.	CHLO.
<i>Pinus koraiensis</i>	T	T	S	I	T	T
<i>Abies holophylla</i>	S	S	I	S	I	I
<i>Taxus cuspidata</i>	I	I	T	T	S	S

L.W.C. : Leaf Water Content  
 B.A. : Bark Acidity  
 W.S.S.C. : Water Soluble Sulfur Content  
 T : Tolerant  
 S : Susceptible  
 S.W.C. : Shoot Water Content  
 L.A. : Leaf Acidity  
 CHLO : Chlorophyll  
 I : Intermediate

며, 전나무가 相對的으로 感受성이 큰 것으로 나타났다.

3個 樹種 모두 樹種과 測定項目에 따라 相異한 結果를 보였는데 이는 大氣汚染物質은 高等植物의 生育障害, 老化促進, 落葉 및 枯死 等に 심각한 影響을 주며 그 被害의 程度는 植物의 種類에 따라 다르다는 裴와 高<sup>13)</sup>의 結果와 一致하였다. 綜合的으로 볼때, 3個 樹種의 相對的 比較에서는 잣나무가 比較的 抵抗성이 큰 것으로 나타났다. 그러나 이와 같은 結果는 3個 樹種만의 相對的 比較이기 때문에 本 實驗에서 感受성이 큰 것으로 나타난 전나무도 그 以外 樹種과의 比較에서는 抵抗성이 큰 것으로 나올 수 있는 可能性도 있기 때문에 앞으로 이와 같은 實驗이 廣範圍한 樹種을 對象으로 이루어져야 할 것으로 생각된다. 또한 樹木 1 本當 SO<sub>2</sub> 淨化量은 葉面積, 生育狀態, 土壤, 溫度度 등에 따라 다르므로<sup>4)</sup> 앞으로는 이러한 見地에서 街路樹와 庭園樹 그리고, 造林樹의 植栽樹種 選擇 및 樹型造成方法 등이 研究되어야 할 것으로 본다.

### 引用文獻

1. 菅原 淳. 1978. 二酸化イオウに對する植物の抵抗性に關する研究(2). 國立公害研究所 特別研究成果報告. 2: 17-24.
2. 科學技術處. 1987. 大氣汚染과 酸性雨가 森林生態界에 미치는 影響. pp78.
3. 近藤銅郎·菅原 淳. 1978. 二酸化イオウに對する植物の抵抗性に關する研究 (1). 國立公害研究所 特別研究成果報告. 2: 15-16.
4. 金文洪. 1974. 樹木에 對한 大氣汚染의 影響에 關한 研究(I). 韓國造景學會誌 2(1): 15-20.
5. 金文洪. 1975. 樹木의 亞黃酸가스 被害에 關한 研究. 林試研報. 22: 31-36.
6. 金福賢. 1987. 亞黃酸가스에 對한 一年生 草本植物의 感受性에 關한 研究. 慶熙大學校 大學院 碩士學位 論文. pp35.
7. 金福榮·한기각. 1978. 大豆에 對한 亞黃酸가스의 影響. 農技研報. 21: 105-112.
8. 金在鳳·朴在柱·金東漢·吳在基·姜德姬·南惠玉·辛承極·金貞圭. 1987. 大氣汚染物質 暴露에 의한 短期汚染 指標性 植物汚染. 國立環境研究院報. 9: 401-411.
9. 金貞圭. 1987. SO<sub>2</sub> Gas가 들개의 生理的 特性에 미치는 影響에 關한 研究. 高麗大學校 大學院 博士學位 論文. pp86.
10. 金昌浩·黃愈喆·任慶彬. 1992. 大氣汚染이 全州-群山間 國道邊 왕벚나무에 미치는 影響(I) - 水溶性黃, Pb, Cd, 含有量을 中心으로 -. 韓林誌. 81(2): 117-123.
11. 前野道雄. 1973. 大氣汚染植物被害寫眞集. 日本公衆衛生協會. 6-15.
12. 松鳥二良·園田學. 1966. 果樹의 亞硫酸가스 による 煙害(5). 日園學誌. 35(3): 242-246.
13. 裴貞伍·高光石. 1990. SO<sub>2</sub>가 植物에 미치는 影響. 90 심포지움資料集(植物과 環境, 韓國生態學會 및 韓國植物學會). 55-86.
14. 井上上雄. 1973. 亞黃酸gasによる 樹木의 被害. 植物防疫. 27(6): 224-228.
15. 千葉修. 1970. 大氣汚染による 樹木의 被害. 植物防疫. 4(12): 519-522.
16. 山添文雄. 1973. 植物被害의 原因となる 大氣汚染物質. 植物防疫. 27(6): 220-223.
17. 任慶彬·金泰旭·權琦遠·李景宰. 1979. 環境汚染이 都市樹木의 生育에 미치는 影響(II). 서울農大 演習林報告. 15: 103-124.
18. 作物分析委員會 編. 1975. 栽培作物分析法. 養賢堂. pp544.
19. 丁 權. 1988. 서울市內 街路樹의 水溶性 硫黃含量 調査研究(第四報). 서울特別市 保健環境研究院報. 24: 456-462.
20. 車潤貞·李景俊. 1991. 都心地域의 亞黃酸가스에 의한 大氣汚染과 樹木葉內의 水溶性 硫黃含量 및 樹皮酸度와의 關係. 韓林誌. 80(3): 279-286.
21. 富谷建三. 1977. アカマツ針葉の伸長と葉中 硫黃. 第88回 日本講. 413-414.
22. Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta Vulgaris*. Plant physiol. 24: 1-15.
23. Grether, D.F. 1975. The effect of a high-stack coal burning power plant on the relative pH of the superficial bark of hard wood trees. Proceedings of the 1st international symposium on acid precipitation and the forest ecosystem.

- Columbus, Ohio, U.S.A. 913-918.
24. Hamashima, S. 1974. Relationship between damage of pine tree and air pollution by sulfur dioxide. *Jap. J. Ecology*. 24(3) : 226-228.
  25. Linzon, S.N. 1972. Effect of sulfur dioxides on vegetation. *The Forestry chronicle* 4814 : 182-186.
  26. Mackinney, G. 1941. Absorption of light by chlorophyll solutions. *Jour. Biol. Chem.* 140-315.
  27. Solberg, R.A., and D.F. Adams. 1956. Histological responses of some plant leaves to hydrogen fluoride and sulfur dioxide. *Amer. J. Botany*. 43 : 755-760.
  28. Steward, F.C., Thompson, J.F., Miller, F. K., Thomas, M.D. and Hendricks, R.H. 1951. *Plant physiol.* 26 : 123-138.
  29. Tanaka, K. 1981. Field studies on the effects of air pollution on trees in Japan, *Proc. XVII IUFRO World Congress(Div.2)*. 369-375.