

大氣汚染이 곰솔林的 物質生産에 미치는 影響¹

金泰旭²·李景宰³·朴仁協²

Effect of Air Pollution on the Primary Production of *Pinus thunbergii* Forest¹

Tae Wook Kim² · Kyong Jae Lee³ · In Hyeop Park²

要 約

麗川工業團地周邊의 곰솔林에 6個의 調査地를 設定하고, 大氣汚染物質이 곰솔林的 物質生産量에 미치는 影響을 調査하였다. 곰솔의 活力度와 葉內의 水溶性 黃 및 弗素의 含量은 汚染源에 가까울수록 그 값이 增加하였다. 現存量密度 및 純生産量은 調査地 4가 各各 $1.01\text{kg}/\text{m}^3$, $5.90\text{t}/\text{ha}/\text{yr}$ 으로 가장 큰 값을, 調査地 3이 各各 $0.66\text{kg}/\text{m}^3$, $0.32\text{t}/\text{ha}/\text{yr}$ 으로 가장 작은 값을 나타냈다. 잎의 純同化率 및 幹材生産能率은 各各 $0.4\sim 1.6\text{kg}/\text{kg}/\text{yr}$, $0.3\sim 1.3\text{kg}/\text{kg}/\text{yr}$ 이었다. 最近의 連年材積生長率은 被害가 경미한 地域이 16.0%이었으며, 심한 地域이 4.0%内外이었고, 單木當 最大總平均生長量은 경미한 地域이 0.0040m^3 이었고, 심한 地域이 0.0008m^3 이었다.

ABSTRACT

This study was performed to investigate the damage to the primary production of *Pinus thunbergii* forest from air pollution around the Yeochon Industrial Estate. The data were observed at 6 sites in the vicinity of the above area. The vitality of pine trees and the accumulation of the soluble sulfur and the fluorine were analyzed. Their value was generally increased near the source of air pollutants. The biomass density and annual net production were $1.01\text{ kg}/\text{m}^3$, $5.90\text{ t}/\text{ha}/\text{yr}$ in the stand 4 respectively and $0.66\text{ kg}/\text{m}^3$, $0.32\text{t}/\text{ha}/\text{yr}$ in the stand 3 respectively. The net assimilation rate was $0.4 - 1.6\text{ kg}/\text{kg}/\text{yr}$ and the efficiency of leaf to produce stem was $0.3 - 1.3\text{ kg}/\text{kg}/\text{yr}$. The annual growth percentage of volume was 16.0% at the slightly damaged area and 4.0% at the severely damaged area. The maximum mean annual increment per tree was 0.0040m^3 and 0.0008m^3 in same order.

Key words: air pollution; biomass; net production; MAI; *Pinus thunbergii*.

序 論

産業이 發展함에 따라 많은 工場들이 세워짐으로서

排出되는 汚染物質에 의하여 주위의 植生에 많은 被害를 誘發시켰다. 植物生態學的으로는 汚染源에 가까울수록 生態系가 破壞되어 單純化되어가고^{5,15)}, 또한 物質生産面에서도 많은 影響을 끼친다고 報告되

¹ 接受 9月 11日 Received September 11, 1985.

² 서울大學校 農科大學 College of Agriculture, Seoul National Univ., Suweon, Korea.

³ 서울시立大學 Seoul City Univ., Seoul, Korea.

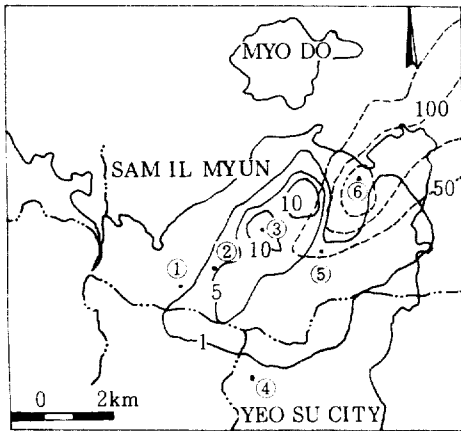
었다.⁶⁾

麗川工業團地는 1970年代에 造成된 綜合化學基地로 큰 工場들이 生産活動을 시작함에 따라 大氣汚染物質의 排出이 增加되어 周邊의 植生에 影響을 끼쳐 많은 被害가 나타나고 있다.³⁾ 本 研究에서는 이러한 影響中에서도 大氣汚染物質이 麗川工業團地 靑松林의 物質生産量에 미치는 影響을 究明하는데 그 目的이 있다.

材料 및 方法

1. 調査地 設定

調査地設定은 韓國科學技術院에서 發表한 麗川工業團地의 '82年 4~10月の 平均 SO₂, HF 等 濃度曲線을 참고¹³⁾로 하여, 그림 1과 같이 6個의 地域을 選定하였다. 즉 SO₂ gas의 영향권내에 調査地 1, 2, 3, 5, HF gas의 영향권내에 調査地 4, 5, 6을 設定하였다. 調査地는 森林의 內容을 維持하고 있고, 山火等의 人爲的인 攪亂이 近來에 加해지지 않은 林分에 設定하였다.



1, 2...6 : the experimental stand
 — : SO₂ (ppb)
 - - - : HF (ppb)

Fig. 1. Location map of the experimental stand and isopleths of SO₂ and HF concentration in 1982. Sources of data (13)

2. 靑松의 活力度調査

한 調査地에서 靑松 10株를 選定하여 國立環境研究所⁹⁾의 方法을 變形, 잎과 가지의 可視的 狀態를 測定, 點數化하여 總評點을 算定하였다. 이 때의 測定方法은 다음과 같다.

(1) 잎의 變色은 葉綠素脫色에 의한 黃色 또는 褐色 變化의 程度를 測定하여, 當年生잎의 變色은 大氣汚染에 銳敏하므로 評點을 높게 주어, 극심(4), 심(3), 경(2), 무(0)로 하고, 昨年生잎은 낮게 주어 극심(3), 심(2), 경(1), 무(0)로 하였다.

(2) 落葉率은

$$\text{落葉率(\%)} = \frac{\text{着葉부위의 길이(cm)}}{\text{전가지의 길이(cm)}} \times 100$$

으로 計算하여, 落葉率에 따라 0~20%(0), 21~40%(1), 41~60%(2), 61~80%(3), 81~100%(4)로 評點을 주었다.

(3) 지수現象은 大氣汚染에 의해 樹勢가 弱해진 가지의 下向有無에 따라 評點하였다.

(4) 가지길이의 測定은 한 林木을 東西南北의 4方向에서, 樹冠의 外側中央部의 生長量을 當年枝(0年枝), 昨年枝(1年枝), 再昨年枝(2年枝)로 區分하여 測定하였다. 한편 가지연령에 따른 生長比의 評點은 다음과 같이 計算하였다.

生長比(1): 1年 가지길이 / 0年 가지길이

生長比(2): 2年 가지길이 / 0年 가지길이

(5) 樹勢는 우세(0), 중간(1), 불량(2)으로 하고, 當年生頂芽가 자라고 있는 것을 有(0), 없는 것을 無(1)로 評點하고, 樹冠의 容積이 減少된 것을 有(1), 減少되지 않는 것을 無(0)로 評點하였다.

3. 葉內의 汚染物質分析

調査地別로 5株씩의 靑松을 選定, 1983年 8月에 汚染物質分析用試料를 2年生잎에서 500g정도 採取하였다. 採取한 試料는 實驗室로 운반하여 앞표면에 附着된 異物質을 세척한 후, 80°C로 48時間 乾燥하여 100 mesh이하의 粉末을 만들어 分析用試料로 利用하였다.

(1) 葉內 水溶性 黃含量 分析

水溶性 黃含量의 測定은 重量法¹¹⁾을 利用하였다. 즉, 먼저 試料 3g을 50ml의 물로 37°C에서 1時間 程度 浸漬하여 水溶性 黃을 抽出하고, Toyo No. 5B 여지로 濾過하였다. 여과액에 HNO₃ 5ml와 HClO₄ 1ml를 가하고, 加熱 分解한 후 다시 Toyo No. 5B 여지로 濾過하고 pH를 調節하였다. 이액에 BaCl₂ 20%溶液 20~25cc를 加한후, 80~90°C의 水浴에서 끓이고 하루 동안 放冷하였다. 이것을 Toyo No. 5C 여지로 3~5회 거르고 뜨거운 물로 씻었다. 濾紙上의 침전물을 乾燥器에서 말린 후 회화로에서 600°C로 회화한 후 데시케이터에서 放冷하고 무게를 測定

하였다.

(2) 葉內 弗素含量分析

弗素의 測定은 栽培植物分析法와 standard method를 참고¹⁾로 하여 spands reagent로 發生시켜 測定하였다.

백금 plate에 試料 1g을 넣고 석회수 25ml와 混合하여 110~130°C에서 乾燥시킨 후, 500°C에서 10분간 회화하였다. 회화된 試料를 HClO₄와 Ag₂SO₄의 혼합액 15~22cc로 씻어, SiO₂ 0.5~1.0g을 넣어 135~140°C에서 증류시켰다. 증류액을 25ml 취하여 ECR 5ml와 ZrOCl₂ 5ml를 넣어 50ml로 만들어 30분간 방치한 액을 standard와 함께 525mm에서 흡광도를 測定하였다.

4. 物質生産量調査

各 調査地別로 5個의 方形區(10×10m)를 公畝林分에 設置하여 調査區內(10m×10m×5개)의 모든 林木의 胸高直徑(DBH)과 樹高(H)를 測定한 후, 平均値의 徑級을 갖는 公畝의 標本木 3株씩을 伐採하였다. 各 伐採木은 0.0(地面), 0.2, 1.2, 2.2m...의 1m간격 층으로 切斷한 후, 各層을 줄기, 가지, 잎으로 分離하여 生重량을 測定하였다. 한편 줄기의 各 切斷部分의 下端에서 2~3cm두께의 圓板을 試料로 採取하고, 그 圓板과 함께 가지 및 잎의 一部를 取하여 生重량을 測定한 후, 80°C에서 7일간 乾燥시켜 乾重량을 測定, 이것으로 單木當 乾物量을 求하였다.

現存量推定은 標本木의 部分重量의 合(y)과 胸高漸斷面積合計(Σg)의 比에 調査區內 全林木의 胸高漸

面積合計(ΣG)를 곱한

$$Y = \Sigma G \cdot y / \Sigma g$$

식에 의해 調査區內의 現存量(Y)을 求하고 ha當 現存量으로 換算하였다.

年間純生産量의 推定은 樹幹析解를 實施하여 最近 1年間の 樹高 및 胸高直徑의 生長量을 調査하고, 當年과 前年의 調査木材積을 Smalian의 求積式으로 求하여, 材積比率에 의하여 前年度 現存量을 推定하고, 當年度나 前年度의 現存量의 차이에 의해 純生産量을 求하였다.

結果 및 考察

1. 調査地概況

本 研究對象地인 麗川工團周邊의 山地는 海拔 20~420m사이에 位置하며, 各 調査地의 一般의인 概況을 表1에 나타냈다. 傾斜度는 大體로 10~20°이고, 海拔高는 40~170m에 位置한다. 土深은 一般的으로 中程度이고, 土壤水分은 適의 狀態이다. 平均直徑으로 보아 本 研究對象地는 中徑木이 主를 이루며, 林齡은 20~30年의 分布를 보였다.

本 調査對象地에서 10km 떨어진 麗水測候所에서 測定한 1953~1981年의 氣象資料를 表2에 要約하였다. 年平均氣溫은 13.8°C로 暖帶林地域에 속하며, 溫濕指數 및 寒冷指數는 各各 111.2°C, -5.9°C이었다. 年平均降水量은 1,406.6mm로 많은 量이나, 5~10월에 75%인 1,050.4mm가 내리는 集中降雨特性을 보인다.

Table 1. Environmental gradients, average D.B.H. and height of *Pinus thunbergii* trees of experimental stands

Stand No.	Aspect	Slope (°)	Altitude (m)	Soil depth	Soil moisture	Aver. D.B.H. (cm)	Aver. Height (m)
1	NE	25	40	medium	moderate	15.2	8.7
2	NE	20	50	do.	do.	6.9	5.0
3	NW	20	70	deep	do.	11.5	8.7
4	SE	10	100	medium	do.	8.5	6.7
5	S	15	170	do.	do.	11.2	8.1
6	E	20	80	do.	do.	13.4	9.4

Table 2. Meteorological data observed at the station of Yosu(1953-1981)

Mean temperature		Warmth index (°C)	Coldness index (°C)	Precipitation			
Annual (°C)	May~Oct. (°C)			Nov.~Apr. (°C)	Annual (mm/yr)	May~Oct. (mm/0.5yr)	Nov.~Apr. (mm/0.5yr)
13.8	21.0	6.5	111.2	-5.9	1,406.6	1,050.4	356.2

Table 3. Soil properties of experimental stands

Stand No.	Soil texture	pH (H ₂ O 1:5)	Organic matter (%)	Total N (%)	Available P ₂ O ₅ (ppm)	C.E.C. (m.e./100g)	Exchangeable bases (m.e./100g)				S (ppm)
							Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	
1	Silt clay	4.40	1.82	0.10	7	14.9	1.12	0.53	0.49	0.33	25
2	Clay loam	3.96	0.78	0.05	3	9.7	0.68	0.21	0.15	0.14	25
3	Silt clay	3.83	1.86	0.11	3	11.0	0.58	0.10	0.07	0.12	100
4	Clay loam	4.06	2.72	0.16	14	12.8	0.18	0.06	0.32	0.29	75
5	do.	3.76	4.80	0.28	15	19.8	0.50	0.12	0.09	0.14	50
6	do.	4.35	1.56	0.09	6	8.0	0.51	0.11	0.52	0.44	63

各 調査地 土壤의 物理·化學的인 分析値는 表3 과 같다. 土性은 砂質壤土가 主를 이루며, 酸度는 3.76 ~ 4.40으로 強酸性을 나타내며, 有機質含量과 全窒素含量은 調査地2가 가장 낮은 水準을 보였다. 다른 養料의 水準은 調査地3과 6이 다른 調査地보다 낮은 값을 나타냈다. 土壤內의 S含量은 調査地3이 100ppm으로 가장 큰 값인데, 이는 調査地3이 大氣中의 SO_x濃도가 가장 높은 곳에 設置되었기 때문이다.

2. 곰솔의 活力度調査 및 葉內汚染物質 分析

소나무류는 大氣汚染物質에 敏感하게 反應하여 低濃度에서 잎에 괴사부분이 나타나고, 耐性濃도가 넘으면 落葉이 되고 결국 죽는데^{11,12)}, 이러한 소나무류의 敏感한 反應은 大氣汚染을 評價하는데 利用될 수 있다. 金等⁹⁾은 소나무류의 活力度는 과거 1~3年間의 大氣汚染을 評價하는데 効果가 있다고 報告하였다. 本 研究에서도 이를 利用하여 麗川工團周邊의 곰솔活力度를 測定, 그 結果를 表4에 나타냈다. 調査地 1~3은 SO₂ gas의 影響을 많이 받는 地點에, 調査地 4~6은 HF gas의 影響을 많이 받는 地點에 設置하였다. 調査地1은 大氣中의 SO₂ gas濃도가 5ppb 미만, 調査地2는 5~10ppb, 調査地3은 10ppb以上 되는 곳에, 調査地4는 大氣中의 HF gas濃도가 10ppb미만, 調査地5는 50~100ppb, 調査地6은 150

ppb이상 되는 곳에 調査區를 設置하였다. 잎의 變色 중 當年生葉色(C₀)과 昨年生葉色(C₁)의 活力度에서, 調査地2,3은 거의 C₀과 C₁이 類似한 값을 보이나, 調査地5,6은 C₀가 C₁보다 크게 나타나 HF gas의 影響이 어린 잎에 더 치명적이라는 結果¹⁴⁾와 一致한다. 落葉率의 活力度는 1年生葉落率(F₀)에 비해 2年生葉落率(F₁)의 값이 더 큰데, 이는 環境條件의 惡化로 因하여 오래된 잎이 먼저 떨어지는 것에 起因된다. 調査地6의 경우 가지의 生長率(R₁, R₂)이 다른 調査地의 값보다 큰 값을 갖고 있는데, 이것은 常年生枝의 生長이, HF gas의 影響으로 抑制되었기 때문이다. 表에서 보이듯이 大氣汚染이 심하여질수록 곰솔의 活力度의 값은 높아져가고 있다.

表5는 곰솔2年生葉內에 包含된 汚染物質의 含量을 나타낸 것이다. 水溶性 黃의 含量이 높게 나타난 곳은 調査地 1~3이며, 特別히 調査地3이 가장 높게 나타났다. 이들 세 調査地는 火力發電所, 無機化學工場 등의 인근지점이었다. 위의 세 地域의 값과 對照하기 위하여 거의 非汚染地域인 全南 光陽郡 玉龍面 秋山里(서울大學校 農科大學 荷習林)의 곰솔의 2年生針葉內의 含量을 分析한 바 0.0392%인데, 調査地3은 光陽의 것보다 水溶性 黃含量이 8.5배 더 높았다. 1981년에 調査된²⁾ 값은 調査地1이 0.1533%, 調査地2가 0.1623%, 調査地3이 0.2521%로서, 本 調査의 값이 더 높아 2年間의 大氣汚染物質의 葉內

Table 4. Vitality index of *Pinus thunbergii* for each experimental stand

Stand No.	Color of leaf		Ratio of defoliation		Degree of hanging branch	Degree of terminal nod	Degree of reducing canopy	Ratio of branch growth		Degree of tree vigor	Total evaluation
	C ₀	C ₁	F ₀	F ₁				R ₁	R ₂		
1	2.0	3.0	0.2	1.4	0.6	0.8	0	1.66	1.89	0	11.29
2	2.4	2.2	1.6	3.0	0.8	1.0	1.0	1.35	1.63	2.0	17.55
3	2.6	2.6	2.0	4.0	1.0	1.0	1.0	1.22	1.43	2.0	18.85
4	1.2	1.2	0.4	2.0	0	0	0	1.26	1.94	1.0	9.00
5	2.6	1.6	2.0	2.6	0	0	0.8	1.60	2.49	1.0	14.69
6	3.0	2.6	3.0	4.0	0.8	1.0	1.0	2.40	4.62	1.0	23.42

Table 5. Water-soluble sulfur and fluorine contents in the 2-year-old needles of *Pinus thunbergii*

Stand No.	Water-soluble sulfur (%)	Fluorine (ppm)
1	0.2312	73.6
2	0.2611	70.3
3	0.3318	25.0
4	0.1104	23.0
5	0.1947	89.9
6	0.1701	100.0

蓄積량이 증가되었음을 보여준다. 한편 弗素의 葉內含量은 調査地 6이 100.0ppm으로 가장 높게 나타났는데, 調査地의 位置는 磷酸肥料工場の 인근으로서 磷酸肥料製造工程에서 弗素가 많이 排出됨을 暗示하여 준다. 非汚染地인 光陽은 23.3ppm으로서, 調査地 3,4의 값과 거의 一致하였으나 調査地 6의 값에 비하여 1/5水準이었다. 1981年度에 測定한 값²⁾에 의하면 調査地 2가 33.6ppm, 調査地 5가 25.8ppm, 調査地 6이 100.1ppm으로, 調査地 2,5는 1983년에 각각 70.3ppm, 89.9ppm으로 증가되었으나, 調査地 6의 弗素含量은 變化가 없었다. 이러한 現象은 公솔의 葉內弗素蓄積量은 大氣中の 弗素濃度에 의해서 어느 정도 증가하다가, 限界值(여기서는 100ppm)에 도달되면 그 以上은 增加되지 않는다는 것을 보여주

는 것으로, 大氣汚染物質을 淨化시킬 때는 耐煙性樹種中에서도 汚染物質을 많이 흡착할 수 있는 樹種의 중요함을 뒷받침하여 주는 것이다.

3. 物質生産量調査

調査地別로 ha當의 現存量을 推定한 것을 表 6에 보였다. 調査地 4가 87.80t/ha, 調査地 2가 17.70 t/ha인데, 이러한 差異는 林分을 構成하는 個體木의 크기에 따라 左右되는 것으로 생각되었다. 一般의 森林의 現存量密度는 거의 一定하게 1.0~1.5kg/m³를 나타내는데³⁾, 本 研究에서는 調査地 3과 6이 각각 0.32kg/m³, 0.55kg/m³으로서, 大氣汚染이 甚할수록 現存量密度的 값이 낮아짐을 알 수 있었다. 1982年度에 調査한 蔚山地域의 汚染地域의 29年生의 公솔林分의 現存量密度는 0.61kg/m³의 값⁴⁾을 나타내어 비슷한 傾向이었다. 表 7의 純生産을 살펴보면, SO₂ gas 影響圈에서는 調査地 3이 0.66t/ha/yr의 가장 낮은 값으로서, 가장 큰 값을 갖는 調査地 1의 3.64t/ha/yr에 비해 18.1%에 지나지 않아 生長이 거의 中止된 狀態이다. 弗素影響圈에서는 調査地 6이 가장 낮은 값인 1.49t/ha/yr로서, 가장 큰 값을 갖는 調査地 4의 5.90t/ha/yr에 비해 24.9%를 나타냈다. 蔚山工團에서 調査된 값에 의하면, 大氣汚染의 被害가 甚한 곳의 30年生의 公솔林에서는

Table 6. Estimates of biomass for each experimental stand of *Pinus thunbergii*

Stand No.	Biomass								Biomass density* kg/m ³
	Total		Needle		Branch		Stem		
	t/ha	%	t/ha	%	t/ha	%	t/ha	%	
1	47.75	100	2.78	6	6.65	14	38.82	80	0.46
2	17.70	100	3.05	17	6.08	34	8.57	49	0.44
3	28.75	100	2.38	8	7.30	25	19.07	67	0.32
4	87.80	100	10.30	12	13.10	15	66.40	73	1.01
5	34.93	100	2.30	7	7.03	20	25.61	73	0.85
6	54.86	100	3.90	7	9.29	16	41.67	77	0.55

* Biomass density ; dry weight of standing crop per unit forest space(kg/m³)

Table 7. Estimates of net production for each experimental stand of *Pinus thunbergii* forest

Stand No.	Total		Needle		Branch		Stem	
	t/ha	%	t/ha	%	t/ha	%	t/ha	%
	1	4.53	100	0.26	6	0.63	14	3.64
2	2.03	100	0.35	17	0.70	34	0.98	49
3	0.99	100	0.08	8	0.25	25	0.66	67
4	7.73	100	0.92	12	0.91	12	5.90	76
5	2.13	100	0.14	7	0.43	20	1.56	73
6	1.96	100	0.14	7	0.33	17	1.49	76

Table 8. The production efficiency of leaf of experimental stands

Item	Stand No.	1	2	3	4	5	6
Leaf mass(t/ha)		2.78	3.05	2.38	10.30	2.30	3.90
Total production(t/ha/yr)		4.53	2.03	0.99	7.73	2.13	1.96
Stem production(t/ha/yr)		3.64	0.98	0.66	5.90	1.56	1.49
Net assimilation rate(kg/kg/yr)		1.63	0.67	0.42	0.75	0.93	0.50
Efficiency of leaf to produce stem(kg/kg/yr)		1.31	0.32	0.28	0.57	0.68	0.38

Table 9. Volume growth of sample trees in experimental stands

1				2				3			
Age	C.A.I.*	M.A.I.**	Growth percentage	Age	C.A.I.	M.A.I.	Growth percentage	Age	C.A.I.	M.A.I.	Growth percentage
	m ³	m ³	%		m ³	m ³	%		m ³	m ³	%
5	0.00042	0.00006	8.0	5	0.00003	0.00000	12.4	5	0.00082	0.00009	49.8
10	0.00264	0.00024		10	0.00057	0.00002		10	0.00227	0.00046	
15	0.00281	0.00104		15	0.00139	0.00020		15	0.00101	0.00106	
20		0.00148		20	0.00168	0.00040		20	0.00078	0.00105	
				24		0.00061	4.2	22		0.00102	3.7
4				5				6			
Age	C.A.I.	M.A.I.	Growth percentage	Age	C.A.I.	M.A.I.	Growth percentage	Age	C.A.I.	M.A.I.	Growth percentage
5	0.00032	0.00001	38.6	5	0.00029	0.00001	58.3	5	0.00005	0.00001	40.2
10	0.00222	0.00017		10	0.00088	0.00015		10	0.00040	0.00003	
15	0.00492	0.00085		15	0.00167	0.00039		15	0.00092	0.00015	
20	0.00599	0.00187		20	0.00100	0.00072		20	0.00129	0.00034	
25		0.00337	16.0	22		0.00088	7.0	25		0.00053	18.8
								30		0.00044	9.0
								32		0.00071	3.6

* : C.A.I. = current annual increment.

** : M.A.I. = mean annual increment.

2.67t/ha/yr⁴⁾의 값을 나타내었고, 弗素 gas의 影響을 심하게 받는 地域의 10年生의 아까시나무人工林에서의 純生産量은 0.67t/ha/yr⁷⁾이고, 6年生의 오동나무人工林에서는 그 값이 2.56t/ha/yr⁶⁾이었다.

Kira와 Shidei⁸⁾가 發表한 東南아시아의 소나무류의 純生産量은 5~10t/ha/yr이고, 우리나라에서 報告된 소나무류도 5~10t/ha/yr¹⁰⁾로서 調査地 4를 除外하고는 大氣汚染에 의하여 純生産能力이 심하게 減少되었음을 알 수 있다.

表 8은 調査地林分の 잎의 純同化率(NAR) 및 幹

材生産能率을 나타낸 것이다. 大氣汚染物質의 濃度가 높은 調査地 3,6의 NAR은 各各 0.42kg/kg/yr, 0.50kg/kg/yr로서 매우 낮은 水準이었다. 蔚山工團의 大氣汚染의 被害가 甚한 곳의 崙崙林分の NAR은 0.44kg/kg/yr⁴⁾로서, 本 研究에서의 極甚地의 값과 비슷한 水準이었다. 잎의 幹材生産能率은 調査地 3,6이 各各 0.28kg/kg/yr, 0.38kg/kg/yr로서 NAR과 마찬가지로 낮은 水準이었다.

調査地別로 伐採한 3株씩을 樹幹解剖하여 얻은 各 調査地의 幹材積生長量에 關한 것을 表 9에 보았다. 한편 材積의 連年生長量(Current annual increment ;

C.A.I.)과 總平均生長量(Mean annual increment; M.A.I.)을 나타낸 것이 그림 2 로서, 여기에서는 SO₂ gas 影響圈, 弗素 影響圈에서 各各 被害가 甚한 調查地 3, 6 과 被害를 육안으로 感知할 수 없는 調查地 4 를 함께 表示하였다. 材積은 樹高와 直徑의 函數로서, 材積에 關聯되는 情報은 궁극적으로 樹高와 直徑의 屬性을 保有하는 것으로 解析할 수 있다. 表 9 에 보이듯이 最近의 連年生長率이 調查地 4 가 16.0%로 生長이 가장 좋았고, 調查地 1, 5 는 7.0%로 中間程度이고, 調查地 2, 3, 6 은 4.0%内外로 生長率이 가장 낮았다. 또한 弗素影響圈은 汚染源에의 거리가 가까울수록 大氣汚染物質이 材積成長에 影響을 주는 것이 뚜렷함을 알 수가 있었다.

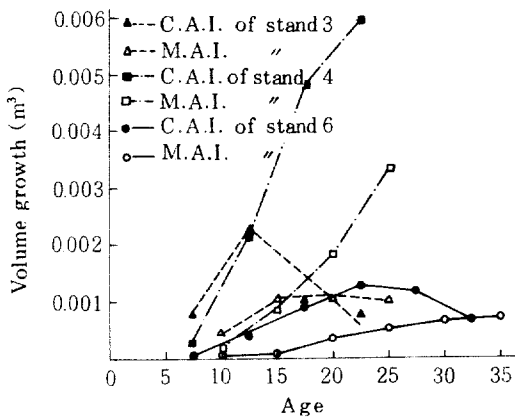


Fig. 2. Changes of volume growth by the age of sample trees in experimental stands

그림 2 에서 나타나듯이 M.A.I.와 C.A.I.가 단나는 M.A.I.의 最大値는 調查地 3은 20 年頃에서 0.0011 m³이고, 調查地 6 은 32 年頃에서 0.0008 m³ 이었고, 調查地 4 는 25 年 現在 M.A.I.와 C.A.I.가 계속 增加하고 있어, M.A.I.의 最大値는 0.0040 m³ 이상이 될 것이다. 이와 같이 大氣汚染이 被害가 甚한 調查地 4 의 M.A.I.는 被害가 甚한 調查地 3, 6 의 것보다 4~5 倍의 높은 값을 나타냈다. 蔚山의 測定值¹⁾에 의하면 곰솔의 경우 大氣汚染에 의한 被害가 甚한 곳의 最近連年生長率은 21.3%이었고, 被害가 甚한 곳의 값은 2.5%로서 差異가 많음이 報告되었다.

引用 文 獻

1. 環境廳. 1981. 公害公定試驗法. 788pp.
2. 金在鳳, 鄭淵普. 1981. 四個工團周邊地域의 숲 內중 硫黃 및 弗素含量에 關한 研究. 國立環境 研究所報 第3卷: 255-270.
3. Kim, J. S. 1955. Effects of air pollution on *Pinus thunbergii* forest around Yocheon Industrial Complex. Seoul National Univ. Thesis for the Degree of Master of Science. 54 pp.
4. 金泰旭, 李景宰, 朴仁協. 1982. 工團地域의 綠 地造成 및 回復에 關한 研究. 國立環境研究所報 告書. 64pp.
5. 金泰旭, 朴仁協, 李景宰. 1982. 環境汚染에 의 한 蔚山地域의 森林生態學的 變化에 關한 研究. 韓國林學會誌 58: 60-69.
6. 金泰旭, 李景宰, 朴仁協. 1982. 環境汚染이 오 등나무人工林의 物質生産에 미치는 影響에 關한 研究. 韓國林學會誌 58: 8-16.
7. 金泰旭, 李景宰, 朴仁協, 金俊選. 1983. 環境汚 染이 植物群集에 미치는 影響에 關한 研究. 韓 國環境農學會誌 2(1): 35-44.
8. Kira, T. and T. Shidei. 1967. Primary product- ion and turnover of organic matter in different ecosystems of the western Pacific. Jap. J. Ecol. 17(2): 70-87.
9. 金泰旭, 金俊鎬. 1981. 工團周邊 生態系에 關한 調查研究. 國立環境研究所. 167pp.
10. 李景宰. 1984. 잣나무人工林에서 密度調節에 따 른 生長 및 物質生産의 比較研究. 서울大學校 大 學院博士論文. 42pp.
11. Lepp, N.W. 1975. The potential of tree-ring analysis for monitoring heavy metal pollution patterns. Environ. Pollution 9: 46-61
12. Manning, W.J. and W.A. Feder. 1980. Biomoni- tering air pollutants with plants. Applied Sci- ence Publ., London. 142pp.
13. 신용배. 1983. 여천공업단지 대기오염현황. 한 국과학기술원. 122pp.
14. Treshow, M. 1970. Environment and plant response. McGraw-Hill Pub. Co. 422pp.
15. Whittaker, R.H. 1975. Communities and ecosys- tems. McMillan Pub. Co. 385pp.