

Populus alba × *glandulosa* 의 生長과 土壤因子와의 關係*¹

孫斗植*² · 金圭憲*³ · 李元烈*³

The Soil Factors Affecting the Growth of *Populus alba* × *glandulosa**¹

Doo-sik Son*² · Kyu-hyun Kim*³ · Weon-yeol Lee*³

Populus alba × *glandulosa* shows greater growth performance in the lower part of the hill than in the upper part. In order to study this reason, correlation between the soil factors and the growth was examined. The results were as follows.

1. Annual mean height growth was 1.29m in foot hill but 0.7m in upper part, showing 184% better growth in the foot hill than in the upper part and the similar situation was shown in the diameter growth. The longer slope distance, the better growth: generally the good growth shows in the first half of the distance.
2. High positive correlation shows between the growth performance and soil moisture: $r = 0.76$ in the height and $r = 0.71$ in the diameter, and also positive correlation between soil depth and the growth performance. $r = 0.65$ in the height and $r = 0.79$ in the diameter. On the other hand, negative correlation between the slope and soil depth are considered as limiting factors to the growth.
3. A significant correlation appeared between growth performance and organic matter and between the growth performance and total nitrogen as well. This shows that the nutrient elements were contained much in the foot hill.
4. The correlation between the height growth and potassium, and between the growth and calcium and pH were shown.
5. However, no correlation was shown between the growth and available phosphate, magnesium and available managanese.

*¹ Received for publication on Oct. 2, 1981.

*² 慶北大学校 農科大学
College of Agr. Kyungbuk National University.

*³ 林業試驗場
Forest Research Institute

P. alba × *glandulosa* 의 생장은 산麓部에서는良好하나山頂部로 올라갈수록 생장이 떨어지는原因을 究明코져 생장과土壤因子간의 相關關係를 調査 하였다.

1. 各造林地는 年平均生長量으로 山頂部는 樹高 0.7m 인데 比하여 山麓部는 1.29m 로서 184%나 생장이 빠르고 直径生長에도 218%나 빠르다. 또한 山麓部에서 山頂까지의 斜距離가 길수록 山腹까지 생장이 비슷하여 生長의 減少率이 緩慢하고 斜距離가 짧을수록 生長의 減少率이 急激하여 山麓部에만 생장이 좋고 그위는 不良하다.
2. 土壤含水率과 樹高 및 直径과의 相關係數는 各各 $r = 0.76$, $r = 0.71$ 로서 높은 相關關係를 나타내고 또한 土深과 樹高 ($r = 0.65$) 및 直径 ($r = 0.79$) 과도 높은 相關關係를 나타내며 傾斜度와 生長은 負의 相關을 나타내고 있다. 이와같이 이들 세因子가 生長에 가장 影響을 많이 주는 것으로 생각되며 대체로 山麓部는 土深이 깊고 傾斜가 緩慢하여 土壤水分이 높았다.
3. 有機質과 全窒素도 樹高 및 直径生長과 各各 相關關係가 있으며 5%의 有意性이 있었고 山麓部에 有機物과 全窒素의 含量이 높았다.
4. 加理와 樹高生長과, 칼슘 및 土壤酸度는 直径生長과 各各 相關關係가 있으며 이들 要因들은 生長에 어느程度 影響을 주는 것으로 思料 되며
5. 그러나 有效磷酸, 마그네슘, 망강은 生長과 相關關係가 없었다.

1. 緒 言

木材의 需要量과 紙類의 消耗量은 해마다 增加하고 있는 요즘 우리나라의 林産資源의 蓄積增大는 時急한 問題일 것이다.

Populus alba × *glandulosa* 는 山地에서 잘자라는 改良 poplar 로 育成되어 每年 數拾萬本의 苗木을 造林하고 있으나 山麓部에서 山頂으로 올라갈수록 그림 1, 2 와 같이 生長이 떨어져서 山頂部는 生長이 아주 不良하여 그原因을 究明코져 本試驗을 實施 하였다.

林木의 生育에 影響을 주는 因子는 溫度, 湿度, 土深, 傾斜度 및 土壤養料등 여러가지 因子들이 있으나 *P. alba* × *glandulosa*¹⁴⁾ 를 같은 clone 으로 晋州, 水原, 江原溟州에 植栽하여 地域試驗을 實施한 結果 高山地帶인 溟州造林地를 除外하고는 地域間에 生長差異가 없었다. 또한 *P. alba* × *glandulosa* 의 交配母樹인 *P. alba* L. 은 西部亞細亞 및 유럽의 東南部地方에 自生하는 樹種으로 1910年代에 우리나라에 導入되어 全國에서 자랄수 있는 樹種이며 花粉樹인 *P. glandulosa*¹⁾ U. 는 사시나무와 은백양의 自然雜種으로 水原近郊에 自生하는 樹種이다. 그러므로 이들 交雜種인 *P. alba* × *glandulosa* 는 우리나라 全國에 造林할 수 있으므로

氣溫은 江原道 高山地帶를 除外하고는 큰 問題가 되지 않을 것이다. 그래서 本 研究에서는 *P. alba* × *glandulosa* 를 '71~'75年 사이에 植栽한 造林地를 全國에서 5個所를 選定하여 山麓部에서 山頂까지 生長을 調査하고 山麓, 山腹, 山頂으로 区分하여 土壤試料를 採取分析하여 生長과 相關關係를 調査 하였다.

Stoecker¹⁵⁾ 는 *Populus tremuloides* 의 天然林分에 대하여 地位指數와 土壤養料와의 相關關係를 調査報告하였고 金⁷⁾ 은 *Populus euramericana* I-214 에 대하여 生長이 良好한 곳과 不良한 곳의 土壤養料를 分析比較 하였고, Blackmon과 Broadfoot¹¹⁾ 는 *P. deltoides* 에 石灰 및 三要素를 施肥하였을 때 石灰만 施用하여도 土壤酸度가 調節되고 生長量이 增加되었다고 報告 하였다. 金⁶⁾ 은 밤나무의 生長과 土壤養料 및 葉內養料의 關係를 調査하고 李^{9) 10)} 는 리기다와 아카시나무에서 土壤水分과 施肥效果에 대하여 報告하였고 中村¹²⁾ 는 潤葉樹 葉內의 N, P, K. 의 濃度와 生育立地와의 關係를, 片桐과 堤⁸⁾ 는 乾物量, 및 葉枝幹內의 養分과 生育地의 土壤養料와의 關係를, Radwan과 DeBell¹³⁾ 은 western hemlock 에 대한 生長과 葉內養分과의 關係를 調査하였고 Dawson과 Funk⁴⁾ 는 *Alnus*

glutinosa 葉內에 窒素의 季節의인 變化에 대하여 報告 하고 鄭³⁾은 土壤理化學의 性質 및 環境因子가 편백나무 生長에 미치는 影響을 報告하였고 鄭²⁾은 森林土壤의 形態學的 및 理化學的 性質과 잣나무 및 落葉松의 生長과의 關係에 대하여 調查 하였다.

以上과 같은 結果를 근거로 하여 本試驗을 實施 하였다.

2. 材料 및 方法

Table 1. The status of the plantation investigated

Location	Year planted	No. of tree (cuttings)	Area (ha)	Spacing (m)	The slope distance (m)
Nonsan, Chungnam.	1971	55,000	55	3 × 3.3	85
Cheongweon, Chungbug.	1972	12,000	15	3 × 3.3	96
Icksan, Jeonbug.	1973	19,200	24	3 × 3.5	96
Kumryung, Kyungbug.	1974	14,400	18	3 × 3.7	294
Yangpyung, Kyunggi.	1975	15,000	6	2 × 2.0	50

3. 結果

土壤試料의 採取는 山麓, 山腹, 山頂으로 区分하여 各 部位別로 9 個所에 表土 20 cm 깊이에서 各各 採取하고 土壤採取한 附近의 林木 生長을 調查比較 하였고 土壤分析은 林業試驗場 資源調查部에서 分析 하였다.

土壤水分은 生育이 旺盛한 여름철에 京畿道 楊平造林地에서만 山麓, 山腹, 山頂으로 区分하여 表土 20 cm 內外에서 土壤試料를 採取하여 dry oven에서 土壤含水率을 調查하고 試料를 採取한 附近의 林木 生長을 調查比較 하였다.

生長은 造林年度가 다르므로 年平均生長量과 土壤因子間에 比較分析 하였고 各造林地는 樹冠이 서로 닿지 않아 樹冠競爭은 아직 일어나지 않았다.

全國에서 5 個所의 *P. alba* × *glandulosa* 의 造林地를 選定하여 山麓部에서 山頂으로 植栽한 距離別로 樹高와 直徑生長을 調查하고 各造林地의 植栽年度, 本數, 面積, 植栽距離, 山頂까지의 斜距離는 表 1 과 같고 慶北 金陵造林地는 山頂까지의 斜距離가 294 m 이나 造林은 山腹 147m 까지만 植栽되어 있고 나머지 造林地는 山麓에서 山頂까지 造林되어 있었다.

各造林地의 植栽當時 苗木은 1/1 苗를 植栽하였다.

造林地의 生長은 그림 1. 2 와 같이 山麓部는 生長이 良好하나 山頂으로 올라갈수록 떨어져 山頂部에는 아주 不良하였다. 이와같이 造林地의 生育狀態는 山麓에서 山頂까지의 斜距離가 길면 生長의 減少率이 느리고 짧으면 減少率이 急激하여 山麓部에만 生長이 좋고 그 위에는 生長이 不良하였다.

그리고 土壤試料를 採取한 部位別 生長狀態는 表 2 와 같이 造林年度가 다르므로 年平均生長量으로 比較해 보면 山頂部の 樹高 0.7 m 인데 比하여 山麓部는 1.29 m 로서 184 % 나 生長이 빠르고 直徑生長에서는 218 % 나 더 빠르다.

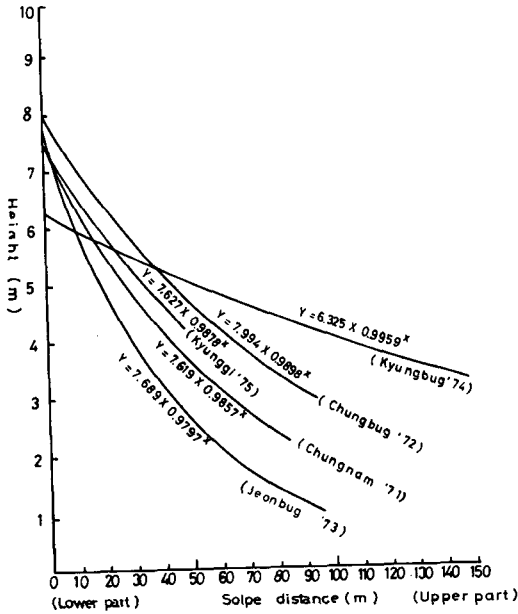


Fig.1. The height growth according to the slope distance.

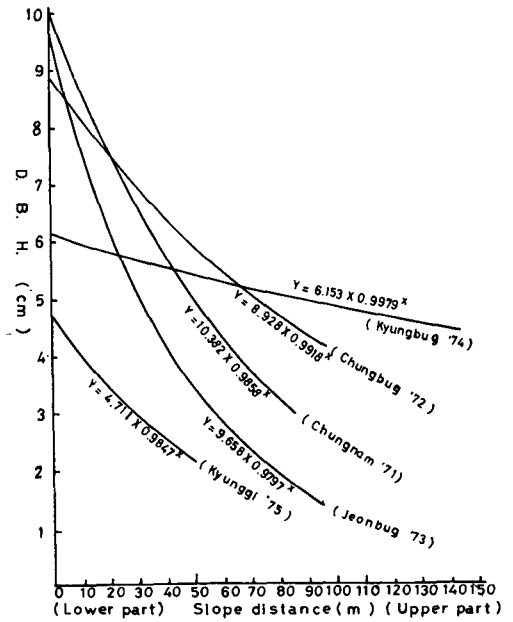


Fig.2. The diameter growth according to the distance.

Table 2. The height and the diameter growth by the growing sites

Location	Age	Lower part		Mid part		Upper part	
		Height (m)	D. B. H. (cm)	Height (m)	D. B. H. (cm)	Height (m)	D. B. H. (cm)
Nonsan	8	8.5	6.4	5.3	3.7	3.7	2.5
Chungnam		(1.06)	(0.80)	(0.66)	(0.46)	(0.46)	(0.31)
Cheongweon	7	8.3	7.1	6.6	4.7	4.7	3.5
Chungbug		(1.19)	(1.01)	(0.94)	(0.67)	(0.67)	(0.50)
Icksan	6	8.0	6.5	4.1	3.2	3.0	2.3
Jeonbug		(1.33)	(1.08)	(0.68)	(0.53)	(0.50)	(0.38)
Kumryung	5	5.6	5.2	4.9	3.7	-	-
Kyungbug		(1.12)	(1.04)	(0.98)	(0.74)		
Yangpyung	4	7.0	4.4	5.6	2.7	4.7	2.6
Kyunggi		(1.75)	(1.10)	(1.40)	(0.68)	(1.18)	(0.65)
mean		(1.29)	(1.01)	(0.93)	(0.62)	(0.70)	(0.46)

* () : Annual mean growth

Table 3. The soil moisture and the growth (4 years)

Replications		Lower part	Mid part	Upper part
1	Height (m)	8.1	4.4	3.1
	D. B. H. (cm)	5.1	2.9	1.9
	Soil moisture content (%)	27.27	18.31	17.94
2	Height (m)	7.1	6.9	3.4
	D. B. H. (cm)	4.7	4.6	2.0
	Soil moisture content (%)	20.54	19.62	16.61
3	Height (m)	7.4	4.7	3.1
	D. B. H. (cm)	6.0	3.0	1.9
	Soil moisture content (%)	21.57	21.25	16.39
4	Height (m)	7.3	4.3	4.4
	D. B. H. (cm)	5.8	2.9	3.2
	Soil moisture content (%)	22.24	19.64	21.22
5	Height (m)	9.1	5.1	3.1
	D. B. H. (cm)	5.7	2.7	2.3
	Soil moisture content (%)	21.50	20.71	16.96
mean	Height (m)	7.80	5.08	3.42
	D. B. H. (cm)	5.46	3.22	2.26
	Soil moisture content (%)	22.62	19.91	17.82

土壤水分과 生長과의 關係는 表 3에서와 같이 山頂部는 土壤含水率이 17.82%로 樹高 3.4 m인데 比하여 山麓部の 土壤含水率은 22.62%로서 樹高 7.8 m로 生長이 倍以上 差異가 나고 胸高直徑에서도 마찬가지이다.

土壤分析結果는 表 4와 같이 各造林地는 強酸性土壤이며 全窒素, 有機物, 有效磷酸, 加里, 칼슘, 마그네슘은 馬¹¹⁾가 調査한 우리나라 山林土壤의 平均土壤養料에 比하여 山麓部만은 中間程度이나 山腹, 山頂은 下位에 屬하는 瘠薄한 土壤이다. 樹高生長 및 直徑生長

과의 土壤因子와의 相關關係는 表 5에서와 같이 土深, 土壤含水率, 有機物, 全窒素는 樹高와 直徑生長에서 各各 正의 相關關係를 나타내고 造林地의 傾斜度와는 負의 相關關係를 나타내며 土壤酸度 및 칼슘은 直徑生長과, 가리는 樹高生長과 相關關係를 나타내며 그외에 有效磷酸, 마그네슘, 有效망간과는 相關關係에서 有意性이 없었다.

Table 4. The physical and chemical properties of the soil for the growing sits

Location Factors	Chungnam Nonsan			Chungbug Cheongweon			Jeonbug Icksan			Kyungbug Kumryung			Kyunggi Yangpyung		
	Lower part	Mid part	Upper part	Lower part	Mid part	Upper part	Lower part	Mid part	Upper part	Lower part	Mid part	Upper part	Lower part	Mid part	Upper part
Aspect	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	S	S	—	E	E	E
Slope	5°	35°	35°	5°	25°	20°	5°	37°	30°	17°	20°	—	22°	26°	26°
Soil depth (cm)	80	70	30	90	90	35	80	65	20	75	90	—	87	69	42
Soil texture	L	L	SL	L	L	L	SL	SL	SL	SL	SL	—	SiL	SiL	SiL
Soil moisture	mode - rate	dry	dry	mode - rate	mode - rate	dry	mode - rate	dry	dry	dry	mode - rate	—	mode - rate	mode - rate	dry
pH	4.54	4.53	4.33	4.93	4.52	4.72	4.45	4.75	4.03	5.04	5.07	—	4.74	4.53	4.55
O. M. (%)	0.55	0.50	0.52	0.79	0.59	0.26	1.66	0.64	0.59	0.31	0.43	—	1.13	0.84	0.74
T - N (%)	0.046	0.023	0.014	0.087	0.040	0.031	0.086	0.046	0.046	0.024	0.023	—	0.069	0.038	0.038
P ₂ O ₅ (ppm)	9.11	6.09	3.83	10.28	13.98	4.56	14.44	7.79	6.26	2.06	11.46	—	7.60	5.64	2.45
C. E. C. (me / 100g)	9.90	7.70	10.56	19.02	13.20	11.66	10.56	7.92	6.14	9.68	11.22	—	12.98	10.81	10.45
K ₂ O (me / 100g)	0.11	0.09	0.06	0.12	0.09	0.08	0.06	0.06	0.04	0.06	0.06	—	0.16	0.13	0.11
Ca (me / 100g)	0.64	0.58	0.32	1.48	0.59	0.64	0.50	0.64	0.58	1.04	1.48	—	0.97	0.68	0.67
Mg (me / 100g)	0.24	0.30	0.20	0.70	0.37	0.32	0.18	0.08	0.14	0.16	0.28	—	0.36	0.33	0.24
Mn (me / 100g)	32.00	11.00	13.00	40.00	35.20	53.75	15.25	10.25	8.25	1.13	10.00	—	35.61	20.81	16.40

Table 5. The correlation between the soil factors and the growth performance

Soil factors	Slope in degree	Depth	Soil moisture	PH	O. M.	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	Mn
Height growth	-0.52	0.65*	0.76**	0.37	0.62*	0.57*	0.39	0.71**	0.43	0.43	0.30
Diameter growth	-0.79**	0.79**	0.71**	0.55*	0.56*	0.66*	0.38	0.42	0.65*	0.21	0.27

** : Significant at the 1% level
 * : Significant at the 5% level

4. 考察 및 結論

P. alba × *glandulosa* 는 山麓部에서는 生長이 良好하나 山頂部로 올라갈수록 生長이 떨어지는 原因을 究明하고자 生長과 土壤因子와의 關係를 調査한바 生長은 表 2 와 같이 年平均生長量으로 山麓部에서는 樹高 1.29 m 直徑 10.06 mm 山腹은 樹高 0.93 m, 直徑 6.16 mm 山頂部는 樹高 0.70 m, 直徑 4.60 mm 로 樹高生長에서 山麓部를 100%로 본다면 山腹部는 72% 山頂部는 51% 밖에 자라지 못하였다. 이와같이 山頂部の 生長은 山麓의 반밖에 자라지 못하고 山麓에서 山頂까지의 斜距離가 길면 상당한 높이까지 生長이 좋고 斜距離가 짧으면 山麓만이 生長이 良好하므로 *P. alba* × *glandulosa* 는 山麓에서 山腹까지만 植栽하는 것이 적합할 것으로 思料되며 이러한 原因은 土壤水分 土深, 傾斜度, 有機物, 全窒素가 生長에 크게 영향을 주며 다음으로는 pH, 가리 칼슘이며 有效磷酸, 마그네슘 망강은 生長에 크게 영향을 주지 못하는 것으로 나타나고 있다. 土壤含水率과 樹高 및 直徑生長의 相關係數는 各各 r=0.76, r=0.71 로서 다른 因子를 보다 相關關係가 높고 土深과 生長과의 相關係數는 樹高와 直徑에서 各各 r=0.65, r=0.79 로서 相關이 높고 傾斜度와 生長과는 各各 r=-0.52, r=-0.79 로서 負의 相關關係를 나타내고 있다. 以上の 土壤水分은 土深 및 傾斜度와 서로 相關이 있을 것으로 생각되며 土深이 깊고 傾斜도가 緩慢한 山麓部는 土壤水分이 높은 것은 당연할 것이다. 따라서 山麓部는 生長이 良好한 原因이 될수 있다.

有機物과 全窒素가 樹高 및 直徑生長과의 相關關係가 있고 5%의 有意性이 있었다. 山麓部가 山頂部보

다 훨씬 많은 有機物과 全窒素를 함유하고 있으므로 山麓部가 生長이 良好한 原因이 될수 있다. 가리는 樹高生長과 相關關係가 있고 칼슘 및 土壤酸度는 直徑生長과 相關關係가 있었다. 그러나 有效磷酸, 마그네슘, 有效망강은 生長과는 相關關係가 없었다.

Stoeckeler 는 *Populus tremuloides* 에 대하여 土壤水分과 樹高生長과의 相關係數 r=0.706, silt와 clay의 含量과 生長은 r=0.715, 全窒素와는 r=0.537, 칼슘과는 r=0.498, A 층의 깊이는 r=0.471, pH 와는 r=0.558, 로서 相關關係가 높고 加里, 有效磷酸은 生長과 相關關係가 없다고 報告하였다.

金⁷⁾도 *P. euramericana* I-214의 造林地에서 有機物과 全窒素의 含量이 生長이 良好한 곳에서 훨씬 많다고 報告하였고 中村¹²⁾도 40種의 潤葉樹葉内の N, P, 의 濃도가 山麓部에서 높고 山頂은 낮았다고 하였다.

以上과 같은 結果는 本試驗과 비슷한 結果로 土壤水分 土深 傾斜度, 有機物, 全窒素는 poplar 生長에 영향을 주며 有效磷酸, 마그네슘, 망강등은 生長에 영향을 주지 못하는 것으로 생각된다.

本調査地의 土壤養料는 우리나라 山林土壤의 平均土壤養料¹¹⁾에 비하여 山麓部는 中間程度이나 山頂部는 척박한 土壤이었다.

李^{9) 10)}는 황폐지에서 리기다와 아카시나무에서 土壤水分이 增加하면 植物体内에 窒素와 가리의 吸收率이 增加하였다고 報告하였다. 이와같이 山頂部에서 土壤水分의 不足은 養分 吸收에 지장을 줄수도 있을 것이다.

그러나 金⁶⁾은 밤나무의 生長과 土壤水分과는 相關關係가 없고 土壤養料와도 相關關係가 없으나 葉内の N, P, 濃도와 生長과는 相關關係가 있고 葉内の 養料濃

도와造林地の土壤養料와는 相関이 있다고 하였다. 이와같이造林地の土壤養料가 높으면葉内の養料濃도가 높다고 할수 있다. 또한土壤水分과生長과의關係는樹種에 따라 다른것으로 간주되며 poplar 에서는土壤水分이生長에 영향을 준다고 생각된다.

以上的結果로土壤水分은 *P. alba* × *glandulosa* 의生長에 영향을 주고 한편造林地の土深과傾斜度는土壤水分과關係가 있을 것으로 생각되며. 다음으로有機物과全窒素가生長에 영향을 주고有効磷酸, 마그네슘당강등은生長과相関關係가 없었다. 대개山頂部가土壤水分이不足하고土深이 낮고有機物 및全窒素의不足한 것이生長의不良한原因이 된다고 생각된다.

引用文獻

- Blackmon, B.G. and Broadfoot, W.M. 1969. Lime, fertilizer cottonwood tests, Mississipi Farm Research, Vol. 32, No. 7: 6-8.
- 鄭永觀. 1981. 土壤의 理學的의 性質 및 環境因子가 椴나무生長에 미치는 영향. 韓國林學會誌, No. 51: 67.
- 鄭印九. 1981. 數理化에 의한 우리나라 森林土壤의 形態學的 및 理化學的의 性質과 잣나무 및 落葉松의 生長相関分析. 韓國林學會誌, No. 53: 1~26.
- Dawson, J.O. and Funk, D.T. 1981. Seasonal change in foliar nitrogen concentration of *Alnus glutinosa*, Forest Science, Vol. 27, No. 2: 239-243.
- Green, D.C. and Grigal, D.F. 1980. Nutrient accumulations in Jack pine stands on deep and shallow soils over bedrock, Forest Science, Vol. 26, No. 2: 325-332.
- 金遵敏. 1967. 우리나라 밤나무의生長과土壤養分과의關係. 서울大學校 論文集(生農系), vol. 18: 1~9.
- 金樟株. 1969. 포플라의 成長과 土壤成分에 關한 研究. 高麗大學校 論文集(自然科學), vol. 11: 163~181.
- Katagiri, Shigeo and Tsutsumi, Toshio 1978. The relation between site condition and circulation of nutrients in forest ecosystem (V), The difference in nutrient circulation between stands located on upper part of slope and lower part of slope, Jur. Japan Foest Society, Vol. 60: 195-202.
- 李壽煜. 1977. 土壤水分이 被覆用 植物의 生長 및 水分經濟에 미치는 影響. 韓國林學會誌, No. 33: 1~32.
- 李壽煜, 金智文, 宋鎬京. 1978. 荒廢地 土壤水分이 苗木의 生長 및 養分吸收에 미치는 影響. 韓國林學會誌, No. 38: 46~54.
- 馬相圭. 1977. 數值的 接近方法에 依한 山林土壤의 肥沃度評價. 韓國林學會誌, No. 35: 1~8.
- Nakamura, Yoshiji, 1977. Relation between N, P, K, contents in leaves of broadleaved tree species and their growing site, Jur. Jap. Fore. Soc., Vol. 59, No. 8: 287-292.
- Radwan, M.A. and DeBell, D.S. 1980. Site index growth and foliar chemical composition relationships in western hemlock, Forest Science, Vol. 26, No. 2: 283-290.
- 孫斗植. 1978. × *Populus alba* · *glandulosa* 優良 個體의 地域別 生長比較. 韓國林學會誌, No. 39: 64~68.
- Stoeckeler, Joseph H. 1960. Soil factors affecting the growth of quaking aspen in the Lake States, University of Minnesota, Agricultural Experiment Station Technical Bulletin 233: 1-43. □