

리기다 소나무 人工造林地의 物質生産量에 關한 研究*1

任 慶 彬 · 李 景 宰*2 · 權 台 鎬*3 · 朴 仁 協*3

Distribution of Biomass and Production in Man-made Pitch Pine Plantation in Korea*1

Kyong-bin Yim · Kyong-jae Lee*2 · Tae-ho Kwon · In-hyeop Park*3

To study the comparison of aboveground biomass of *Pinus rigida* Mill. of 18-year-old, plantations located in Whaseong, Yuseong and Wanju district were selected. Ten sample trees in each district selected taking account of DBH distribution were felled carefully to minimize loss of branches and stem analysed by 1m log segment sectioned from base. The tree height and DBH were measured for sample trees in total growing within 200m² experimental plot. The diagram of oven-dry weight distribution of stem, branch and needle for each 1m segment was constructed. The logarithmic regression equations between dry weight of each component and the two variables, DBH² and tree height, combined term were presented.

The standing crops in the sample stand was estimated to be as much as 23.88, 54.09 and 42.68 tons of dry matter, above ground, per ha in Whaseong, Yuseong and Wanju district respectively. Annual net production was estimated at 2.33, 6.37 and 3.65 tons per ha per year respectively. The net assimilation rate was 1.65, 1.95 and 1.81 kg/kg/yr in Whaseong, Yuseong and Wanju district respectively. The efficiency of leaf to produce stem was 0.99, 1.12 and 1.30 kg/kg/yr respectively.

1. 緒 論

最近에 石油波動으로 因한 代替energy源으로서의 木質系energy의 開發에 對한 研究가 全世界의으로 活發하게 進行되어 왔다. 또한 우리나라는 石油를 全量 輸入하면서도, 國內의 木材自給度는 10%에 지나지 않아 大部分을 輸入外材에 依存하고 있는 實情이다. 이와 같은 理由로 森林의 生産力을 正確하게 把握하고 그것을 向上시키려는 研究가 要請되어 왔으나, 우리나라에서는 지금까지 幹材의 蓄積量을 重要視하여 왔을 뿐, 單位面積當의 純生産量, 總生産量 그리고

生態的 物質生産構造를 把握하는 研究가 대단히 不足하다.

本 研究는 우리나라에서 지금까지 植栽되어 온 樹種中 큰 比重을 차지하고 있는 리기다소나무造林地를 對象으로 物質生産機構를 把握하고, 生産力을 調査하여 地域間의 生産力을 比較하여, 生産力의 向上에 關聯하여 物質生産의 理論과 그 植栽技術의 開發에 目的을 두고 있다.

2. 材料 및 方法

*1 Received for publication on Oct, 5, 1982

本 研究論文은 財団法人 峨山社会福祉事業財團의 學術研究費를 支給받아 이룩한 것임.

*2 嶺南大學校 農畜産大學 College of Agriculture & Animal Science, Yeongnam University, Kyeongsan, Korea

*3 서울大學校 農科大學 College of Agriculture, Seoul National University, Suwon, Korea

2.1. 調査地 概況

本 調査는 1966 年에 人工植栽된 리기다소나무(*Pinus rigida* Mill.)林分이 位置하고 있는 京畿 華城郡 半月面 速達里(37° 20', 126° 52' : 華城地域), 忠南 大德郡 儒城邑 德明里(36° 20', 127° 20' : 儒城地域)와 全北 完州郡 所陽面 新村里(35° 48', 127° 17' : 完州地域)의 林分에서 實施되었다. 各 調査林分의 位置는 그림 1에 나타난다.

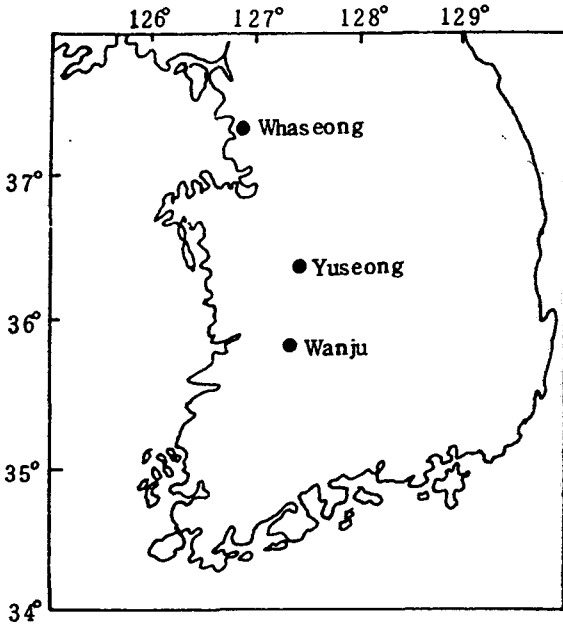


Fig. 1 Location map of stand studied.

表 1은 各 調査林分의 一般의 特性을 보인다. 세 地域 모두 1966 年에 리기다소나무와 리기테다소나무의 生長比較를 위해 造成된 林分으로, 山麓에서 山頂을 向해 2 列씩 배치되었고, 等高線方向으로 3 反復을 배치한 곳이다. 모두 北斜面에 位置하며, 傾斜는 完州 地域이 다른 두 地域에 비해 急한 편이고, 海拔高度 完州가 다른 두 地域(100 m)에 비해 260 m나 더 높다. DBH는 그 平均값에서 儒城地域이, 樹高에서는 完州地域이 제일 큰 값을 보인다. ha當 立木本數와 ha當 胸高斷面積合計도 完州地域이 다른 두 地域보다 큰 값을 나타낸다. 調査地域의 最近 20年間(1962 年~1981 年) 平均의 氣象資料가 表 2에 보인다. 月 平均氣溫이 華城 10.98 °C, 儒城 11.71 °C, 完州 12.75 °C이나, 이들의 값은 各 郡廳所在地에서 測定된 것으로 海拔高가 고려되지 않은 값이다. 完州가 다른 두 地域보다 海拔高가 260 m가 높으므로, 平均

氣溫이 100 m上昇함에 따라 0.6 °C씩 下降한다는 것으로 計算하면, 실제의 完州 年平均氣溫은 11.19 °C가 된다. 年平均 降雨量은 華城 1,269.9 mm, 儒城

Tab. 1. The general description of stands studied

District Element	Whaseong	Yuseong	Wanju
Aspect	NW	N	NW
Slope	15°	5°	35°
Altitude (m)	100	100	360
DBH(cm)	7.6 4.1~12.7 6.05	11.3 5.9~16.5 7.34	10.2 5.3~18.4 8.44
Height (m)	3.80~9.30	4.83~8.95	6.60~11.80
Clear bole length (m)	2.35	3.64	3.36
Tree No./ha	1,718	1,794	1,786
Basal area (m ² /ha)	8.36	19.03	16.02

1,352.3 mm, 完州 1,250.6 mm로서 儒城이 다른 두 地域보다 82~102 mm가 더 많으며, 세 地域 모두 우리나라 降雨特色인 6~8月的 集中降雨과 겨울인 12~2月的 甚한 乾燥함이 나타난다. 表에서 보이듯이 溫量指數(Warmth Index) 및 寒冷指數(Cold Index)를 求하였다. 樹木의 分布限界와 직접적인 關係가 있는 것은, 1月中의 平均氣溫과 높은 相關을 가진 寒冷指數로서, 그 값이 華城 -23.9 °C, 儒城 -17.4 °C, 完州 -14.2 °C이나, 海拔高를 고려한다면 完州의 값이 華城과 儒城 값의 사이에 늘어갈 것이다. 各 調査地의 土壤을 分析한 資料가 表 3에 보인다. 華城과 儒城은 砂質이 많은 土壤이고, 完州는 砂質壤土에 가깝고, 세 地域 모두 酸性土壤이며, 有機物含量은 모두 3.5%以上으로 보통 水準以上이다. P₂O₅의 含量은 8~18 ppm으로 낮은 水準을 나타낸다. 鹽基飽和度는 26~34%로서 낮은 편에 속하며, 全體的으로 보아 土壤의 理·化學的 性質이 세 地域 모두 不良한 편이나, 完州地域이 다른 두 곳보다 나은 狀態를 보인다. 下層植生으로는 華城地域에 물오리나무(*Alnus hirsuta*), 옷나무(*Rhus verniciflua*), 졸참나무(*Quercus serrata*), 물푸레나무(*Fraxinus rhynchophylla*), 진달래(*Rhododendron mucronulatum*), 국수나무(*Stephanandra incisa*), 청미래덩굴(*Smilax china*) 등이 生育하며, 儒城에는 아카시아나무(*Robinia pseudoacacia*), 상수리나무(*Quercus acutissima*), 신갈나무(*Q. mongolica*)

Tab. 2. Synoptic meteorological data at stand studied (1962 ~ 1981)

Element	Month Place	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Mean
		Average Temp. (°C)	I	-4.0	-1.9	3.5	10.9	16.4	20.8	24.5	24.9	19.8	12.8	5.5
	II	-2.4	-0.2	4.4	11.9	17.1	21.5	25.0	23.5	20.3	13.3	5.9	0.2	11.71
	III	-1.1	0.4	5.2	12.4	17.8	21.8	25.7	26.3	21.0	14.4	7.6	1.5	12.75
Aver. Max. Temp. (°C)	I	1.6	5.7	9.3	17.2	22.0	26.2	27.9	29.1	25.7	19.8	11.9	4.5	16.74
	II	2.8	4.8	10.6	18.4	23.2	25.3	29.3	29.6	25.6	20.0	11.7	5.2	17.21
	III	3.6	5.6	11.4	18.8	24.1	27.0	30.0	30.9	26.4	20.9	13.1	6.5	18.19
Aver. Min. Temp. (°C)	I	-9.0	-6.8	-1.7	4.9	10.5	16.2	21.3	21.2	14.6	6.7	2.2	-6.2	6.16
	II	-6.7	-4.8	-0.6	6.3	11.4	16.9	21.7	21.5	15.7	8.1	1.9	-3.4	7.33
	III	-5.2	-3.7	0.2	7.4	12.3	16.4	22.5	22.6	16.7	8.7	2.9	-2.2	8.22
Total Precipitation (mm)	I	21.4	29.7	44.9	106.9	75.1	124.6	356.7	246.5	133.5	58.8	50.4	21.4	1269.9
	II	32.5	40.9	59.5	113.7	92.6	160.6	283.2	288.5	150.9	58.5	39.9	31.5	1352.3
	III	33.7	40.8	57.4	108.5	91.9	142.9	271.0	234.7	133.9	54.1	52.9	28.8	1250.6
Warmth Index (°C)	I : 70.7 II : 98.5 III : 107.2											I : Whaseong		
Cold Index (°C)	I : -23.9 II : -17.4 III : -14.2											II : Yuseong III : Wanju		

개암나무(*Corylus heterophylla* var. *thunbergii*)
철쭉(*Rhododendron schlippenbachii*) 등이 자라며,
完州地域은 국수나무, 개비자나무(*Cephalotaxus*

koreana), 신갈나무, 물푸레나무, 음나무(*Kalopanax pictum*), 자귀나무(*Albizia julibrissin*),
쟁강나무(*Lindera obtusiloba*), 쥐똥나무(*Ligustrum obtusifolium*), 국수나무등이 나타났다.

Tab. 3. Soil characters of experiment plots

Plot	Soil texture	PH (H ₂ O 1:5)	Organic matter (%)	Total N (%)	Available P ₂ O ₅ (ppm)	C. E. C (me/100g)	Exchangeable bases (me/100g)				Base Saturation (%)
							K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	
Whaseong	Silt	4.62	3.51	0.12	8.25	7.92	0.17	0.08	1.29	0.56	26.52
Yuseong	Silt	4.99	4.67	0.18	9.17	10.34	0.24	0.10	1.49	0.94	26.79
Wanju	Silt loam	4.90	4.22	0.41	18.34	14.74	0.48	0.13	3.40	0.94	33.58

2. 2. 調査方法

標準地의 크기는 山麓에서 山頂方向으로 4×25m 로 定하고, 反復이 各記 다른 곳에서 2個를 選定 總 200 m² (4 m×25 m×2 個)로 하였다. 1982年 8 月에 리기다소나무의 胸高直徑과 樹高를 標準地內 林 木을 모두 測定한 후, 最小에서 最大胸高直徑이 고 르게 分布하도록 配置한 후, 10 本을 選定 伐木하였 다. 伐木한 標準木은 0.0(地面), 0.2, 1.2, 2.2m ……의 層으로 切斷한 후, 各層을 幹, 枝, 葉으로 分離하여 各各의 生重量을 測定하였다. 한편 幹의 切

斷木은 그 下端에서 약 2~3cm 두께의 圓板을 끊 어낸 후, 그 圓板과 함께 枝 및 葉의 一部를 sam- pling 하여 生重量을 測定한 後, 實驗室로 옮겨 乾 燥器內에서 80°C로 恒量이 될때까지 1週日間 乾燥 시켜 水分含量을 求한 다음 各 器官에 對한 絶對乾 燥量換算의 指數를 求하였으며, 또한 本報에서 提 供 되는 모든 資料는 80°C의 乾燥重量으로 表示된 것 이다.

現存量의 推定을 위하여 各 標準木의 胸高直徑(D), 樹高(H)에서 D²H를 計算하고, D²H와 Ws(幹乾重

量), Wb (枝乾重量), Wl (葉乾重量)과의 關係를 log 로 換算한 後, 回歸式에 의해 相對生長式을 求하였다. 標準地內의 現存量推定은 해당되는 相對生長式에 標準地內의 全林木의 D^2H 를 代入한 後, 地上部現存量인 W_t 를 $W_t = W_s + W_b + W_l$ 에 의하여 求하였다.

年純生産量의 推定은 各 伐採木에 대하여 樹幹析解를 實施하여 最近年의 年平均胸高直徑生長과 年平均樹高生長에서 前年의 d^2h 를 計算하고, 이물 앞에서 求한 相對生長式에 對入, 前年의 現存量을 推定한 後, 前年과 今年의 現存量差로서 年純生産量을 求하였다.

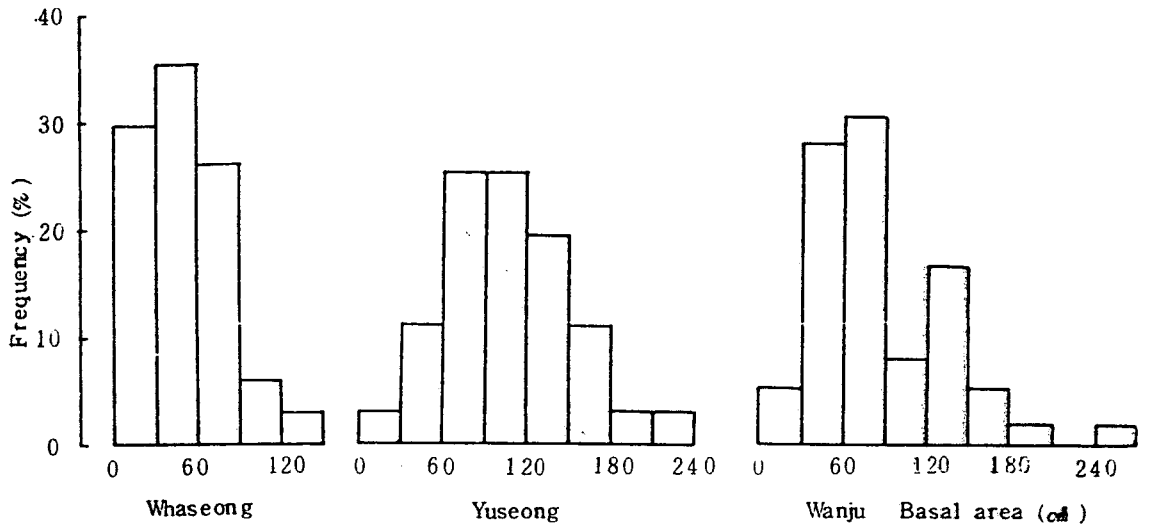


Fig. 2. Frequency distribution of basal area for stand studied.

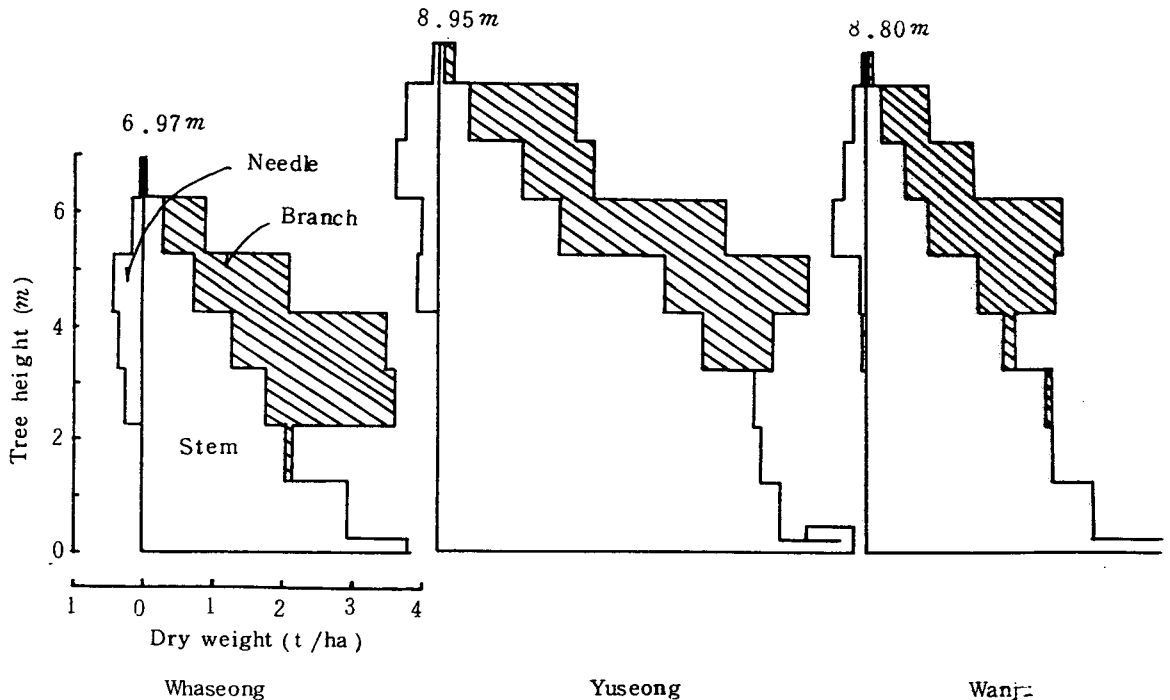


Fig. 3. Profile structrue diagram in the sample tree of stand studied.

3. 結果 및 考察

3.1. 生産構造分析

그림 2는 調査地域의 標準地內(200 m²)林木의 胸高斷面積(Basal area)頻度分布를 나타낸 것이다. 分布範圍는 華城地域 0~150 cm², 儒城地域 0~240 cm², 完州地域 0~270 cm²이며, 最頻度는 儒城地域의 60~120 cm²가 다른 두 地域보다 높은 곳에서 나타난다. 華城地域은 0~60 cm²의 頻度가 65%를 나타내어 典型的인 L型을 보이며, 儒城地域이 다른 두 地域에 비해 가장 正規分布에 가까우며, 完州地域은 儒城地域보다 成長이 뒤지므로 最頻度도 위 地域에 비해 낮은 곳에 分布한다.

各 調査地域 標準地內에서 伐木한 林木中 平均胸高直徑을 갖는 標準木의 生産構造圖가 表 3에 보인

Tab. 4. Dry weight of stem(Ws), branch(Wb) and needle(Wl) of sample trees allocated due to diameter size in Whaseong district

Diameter (D)	Height (H)	D ² · H	Dry weight (gr)		
			Ws	Wb	Wl
4.1	3.80	63.878	1,421	612	98
4.9	4.40	105.644	2,526	1,218	205
5.7	5.40	175.446	3,411	2,378	388
6.2	5.10	196.044	3,878	2,551	509
7.2	6.15	318.816	5,860	3,507	582
8.3	6.97	480.162	9,802	5,978	1,158
9.0	7.50	607.500	11,119	6,137	842
9.5	7.50	676.875	12,872	7,299	1,291
10.4	7.30	789.568	15,832	7,102	1,427
10.9	8.10	962.361	18,012	10,245	1,830

Tab. 5. Dry weight of stem(Ws), branch(Wb) and needle(Wl) of sample trees allocated due to diameter size in Yuseong district

Diameter (D)	Height (H)	D ² · H	Dry weight (gr)		
			Ws	Wb	Wl
7.2	5.80	300.672	9,693	2,392	933
8.7	7.40	562.106	10,890	7,541	1,229
9.5	7.30	658.825	11,304	1,928	544
10.6	7.70	865.172	20,748	6,105	1,554
11.6	7.95	1,069.752	20,854	7,588	1,860
12.4	7.95	1,222.392	25,677	8,208	1,608
13.4	8.20	1,472.392	27,989	7,264	4,602
14.4	8.50	1,762.560	27,422	12,439	2,042
15.2	8.50	1,963.840	40,857	23,768	4,009
16.5	8.95	2,435.637	45,902	17,620	3,710

다. 華城地域은 樹高 6.97 m로 光合成部는 地上 2.2 m以上부터 시작하여, 最大光合成部는 4.2~5.2 m 部位에 分布하며, 儒城地域은 樹高 8.95 m로서, 光合成部는 地上 4.2 m部位에서 시작하여 6.2~7.2 m 部位에서 最大光合成層을 보인다. 完州地域은 樹高가 8.80 m로서 地上 3.2 m以上에서 光合成部가 시작하여 5.2~6.2 m에서 最大光合成層이 分布한다. 儒城地域이 다른 두 地域에 비해 光合成部가 더 높은 곳에 나타나는데, 이는 樹高가 높기 때문에 林床에 도달되는 光量이 다른 두 地域보다 적게 되어, 아래 가지가 적게 分布하기 때문인 것으로 생각된다.

3.2. 現存量推定

伐採한 調査木으로부터 求한 胸高直徑과 樹高를 利用하여 구한 表 4, 5, 6의 測定值에서 各 器官別 乾

Tab. 6. Dry weight of stem (Ws), branch (Wb) and needle (Wl) of sample trees allocated due to diameter size in Wanju district

Diameter (D)	Height (H)	D ² · H	Dry weight (gr)		
			Ws	Wb	Wl
5.3	6.60	185.394	4,131	1,657	180
6.4	7.40	302.956	5,364	1,203	311
7.5	7.70	433.125	7,942	2,411	489
8.9	8.20	649.522	11,231	3,018	439
10.0	8.80	880.000	14,488	3,902	1,018
11.3	9.20	1,174.748	19,944	6,063	1,357
12.4	9.70	1,491.472	23,263	7,560	1,733
13.7	9.60	1,807.584	30,228	11,957	1,882
14.7	10.00	2,160.900	35,003	10,650	2,532
15.9	9.90	2,502.819	42,540	12,198	2,942

重量과의 相對生長關係를 回歸式으로 求하여 表 7 에 나타냈다.

Tab. 7. Allometric relation between various tree parts and (DBH)² · H in *Pinus rigida*

Y	X	District	A	B
Stem (g)	(DBH) ² · H	Whaseong	1.0175	1.2591
		Yuseong	0.8100	1.8823
		Wanju	0.9104	1.5034
Branch (g)	(DBH) ² · H	Whaseong	1.0432	0.9390
		Yuseong	1.4679	-0.5726
		Wanju	0.9241	0.9458
Needle (g)	(DBH) ² · H	Whaseong	1.0560	0.1461
		Yuseong	0.8407	0.7224
		Wanju	1.0750	-0.1974

즉 相對生長式인 $Y = AX^h$ (A : 常數, h : 相對生長係數)의 양변에 常用對數를 取하여 $\log Y = \log A + h \log X$ 가 되는데, 表 7 에서 나타난 回歸式은 $\log Y = A \log D^2H + B$ 로서 表示가 된다. 또한 이들 사이의 相對生長關係를 兩對數方眼紙에 나타내면 그림 4, 5, 6 과 같으며, 그림에서 調査地域別 各 器官의 무게와 D²H 사이의 關係에서 比較的 直線性이 良好하였다.

本調査에서 얻은 리기다소나무의 D²H ~ Ws, D²H ~ Wb, D²H ~ Wl 사이의 相對生長係數는 華城이 各各 1.0175, 1.0432, 1.0560, 儒城이 各各 0.8100, 1.4679, 0.8407, 完州가 各各 0.9104, 0.9241, 1.0750 이었다. 3 地域中 華城의 相對生長係數가 비교적 큰 값을, 儒城地域이 작은 값을 보였다. 金(1971)이 報告한 16 年生의 리기다소나무(2,150 株/ha)林分에서

算定한 D²H ~ Ws, D²H ~ Wb, D²H ~ Wl 사이의 相對生長係數 0.837, 0.989 및 0.690 에 비하면 本調査地域들의 그 값이 더 크게 나타났다. 任等(1981)에 의하면 15 年生의 *Larix leptolepis*의 相對生長係數가 各各 0.9634, 1.0403, 1.1350 이고, 權(1982)의 報告로는 *Pinus koraiensis*의 人工林에서 13 年生이 各各 0.8925, 1.3414, 1.1393 이고, 近年生이 各各 0.9288, 1.1306, 1.0102 이고, 蔡等(1977)에 의하면 *Alnus sibirica*의 경우 0.8877, 1.0843, 0.7480 이고, *Quercus acutissima*의 경우 0.8891, 1.1686, 0.9221 이고, 金等(1982)의 報告에 의하면 *Paulownia coreana* 경우 1.3829, 1.1479, 0.9586 이고, 또한 Tadaki 等(1967)은 *Cryptomeria japonica*의 경우 0.95 ~ 0.97, 0.96 ~ 1.18, 1.03 ~ 1.21 이라고 報告하였다. 本調査樹種

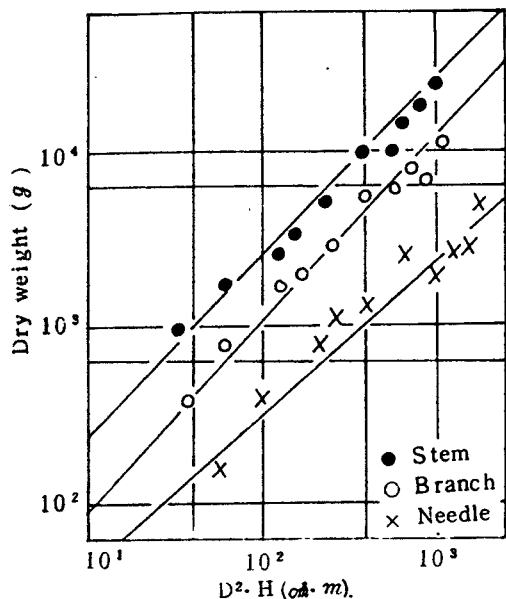


Fig. 4. Allometric relation between dry weight and $D^2 \cdot H$ of Whaseong district.

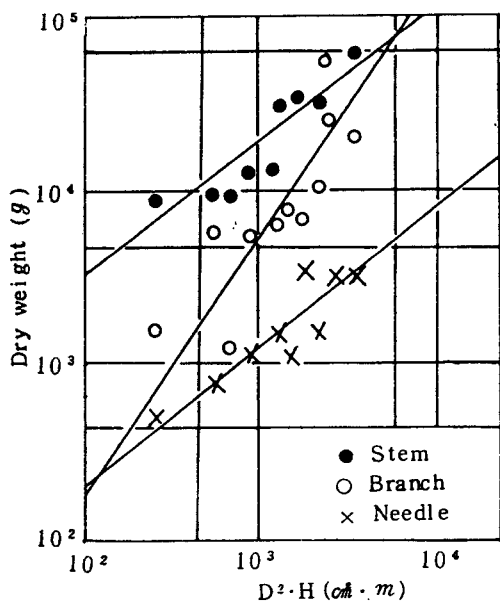


Fig. 5. Allometric relation between dry weight and $D^2 \cdot H$ of Yuseong district.

인 리기다소나무는 이상의 樹種들과 비교하면, 높은 값의 편에 속하고 있다.

$W_b \sim W_l$, $W_s \sim W_b$, $W_s \sim W_l$ 의 關係를 回歸式

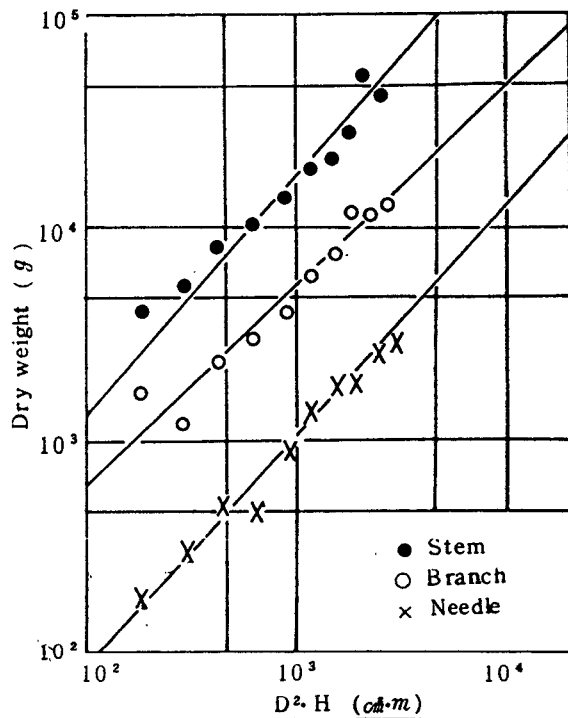


Fig. 6. Allometric relation between dry weight and $D^2 \cdot H$ of Wanju district.

으로 求한 結果가 表 8에 보이고 있다. 華城과 完州 地域에서는 式의 係數값이 大體로 비슷한 傾向을 보이나, 儒城에서는 $W_b \sim W_l$ 이 0.7198로 제일 작고, $W_s \sim W_l$ 이 1.5671로 제일 큰 값을 보여, 이 地域에서는 葉乾重量이 幹乾重量의 增加에 比例하여 增加함을 알 수가 있었다.

相對生長式에 標準地內에서 測定한 林木의 $D^2 \cdot H$ 를 代入시켜 現存量을 계산한 結果가 表 9에 보인다. 地上部現存量이 華城地域이 23.88 ton/ha, 儒城이 54.09 ton/ha, 完州가 42.68 ton/ha로서 儒城이 完州地域보다 높은 값을 나타내는데, 이는 앞에서 언급한바와 같이 氣溫의 差異에 비롯되었다고 생각된다. 그러므로 리기다소나무의 現存量은 우리나라에서 年平均 氣溫이 增加함에 따라 함께 增加된다고 本調査에서는 推論할 수가 있다. 各器官 現存量을 보면 葉部位는 大體로 세地域이 비슷한 傾向을 보이나, 枝部位는 南쪽으로 내려갈 수록 그 比率이 減少되고 幹部位는 위와 反對의 傾向을 나타낸다. 忠南地方의 리기다소나무林의 現存量은 76.14 ~ 88.14 ton/ha (金, 1971)으로서 本調査結果의 값보다 높으나, 立木密度(ha당 2,150本)을 고려한다면 크게 높은 값

Tab. 8. Logarithmic regression between three dry weight components of aboveground biomass

Y	X	District	A	B
Needle (g)	Branch (g)	Whaseong	1.0317	-0.8736
		Yuseong	0.7198	0.4751
		Wanju	1.0865	-1.0167
Branch (g)	Stem (g)	Whaseong	1.0243	-0.3480
		Yuseong	1.2424	-1.5074
		Wanju	1.0260	-0.6260
Needle (g)	Stem (g)	Whaseong	1.0567	-1.2325
		Yuseong	1.5671	-3.5219
		Wanju	1.1737	-1.9428

$$\log Y = A \log X + B$$

은 아니다. 春川地方의 소나무林은 26.17~38.83 ton/ha, 신갈나무林은 39.37~48.11 ton/ha(金 및 尹, 1972), *Larix leptolepis* 林은 63.66 ton/ha(任等, 1981), *Pinus koraiensis* 林은 7年生이 5.50 ton/ha, 9年生이 9.56 ton/ha, 13年生이 40.

43 ton/ha, 18年生이 81.40 ton/ha(禎, 1982), 29年生의 *Pinus thunbergii* 林이 61.08 ton/ha, 9年生의 *Robinia pseudoacacia* 林이 39.47 ton/ha, 6年生의 *Paulownia coreana* 林이 47.49 ton/ha(金等, 1982), 京畿道 安養地方의 *Alnus sibirica* 林

Tab. 9. Biomass and increment of stands studied

District	Whaseong		Yuseong		Wanju	
	(t/ha)	(%)	(t/ha)	(%)	(t/ha)	(%)
Biomass						
Aboveground	23.88	100	54.09	100	42.68	100
Leaf	1.41	6	3.27	6	2.02	5
Branch	8.07	34	13.54	25	9.56	22
Stem	14.40	60	37.28	69	31.10	73
Increment						
Aboveground	2.33	100	6.37	100	3.65	100
Leaf	0.14	6	0.33	5	0.21	6
Branch	0.80	34	2.37	37	0.82	22
Stem	1.39	60	3.67	58	2.62	72
Biomass density (kg/m ³)*	0.39		0.74		0.51	
Stem biomass/height (t/ha·m)	2.38		5.08		3.68	

* Dry weight of standing crop per unit forest space (kg/m³)
= standing crop (kg/m²) / average height standing crop (m)

이 56.83 ton/ha, *Quercus acutissima* 林이 86.79 ton/ha(蔡 및 金, 1977), 白雲山地域의 *Stewartia koreana*, *Acer mono* 및 *Cornus controversa* 를 優占種으로 하는 天然林의 現存量은 47.96 ton/ha(金等, 1982)이고, 26年生의 *Abies sachalinensis* 林이 94.15 ton/ha(Satoo, 1974), 5年生의 立木密度가 29,500 본인 *Cryptomeria japonica* 林이 79.0 ton/ha(Tadaki et al., 1966), *Pinus*

sylvestris 의 人工林에서 11年生이 15.36 ton/ha 17年生이 22.93 ton/ha, 天然林에서 11年生이 40.61 ton/ha, 17年生이 34.13 ton/ha, 31年生의 *Pinus nigra* 人工林이 163.36 ton/ha(Ovington, 1957), 40年生의 *Pinus banksiana* 林은 地位에 따라 差異가 있어 60.89~106.39 ton/ha의 범위에 속한다고 報告하였다(Doucet et al., 1976). 以上과 같이 樹種, 年齡, 立地條件에 따라 現存量의 차

이가 있는데, 本 調査의 리기다소나무는 他樹種에 비해 적은 값을 보이는데, 이는 土壤狀態가 良好하지 못한 것에 起因된다고 생각된다.

3.3. 純生産量 推定

表 9에서와 같이 純生産량은 華城地域이 2.33ton/ha·yr, 儒城 6.37 ton/ha·yr, 完州 3.65 ton/ha·yr로서 儒城이 제일 큰 값을 나타내, 現存量과 같은 傾向을 보인다. 純生産量에 對한 各器管의 構成比率는 葉部位는 비슷하나, 儒城은 枝部比率이 다른 두 地域에 비해 높았고, 幹部比率은 完州가 높았다. 忠南地方의 리기다소나무造林地의 純生産量은 4.97 ~ 6.47 ton/ha·yr (金, 1971), 소나무林은 12.7 ton/ha·yr, 신갈나무林은 8.7 ton/ha·yr(金, 1971) *Larix leptolepis* 林은 15.8 ton/ha·yr(任等, 1981) *Pinus koraiensis* 林은 7年生이 2.72 ton/ha·yr, 9年生이 4.84 ton/ha·yr, 13年生 11.93 ton/ha·yr, 18年生이 20.03 ton/ha·yr (權, 1982), 29年生의 *Pinus thunbergii* 林이 8.43 ton/ha·yr, 9年生의 *Robinia pseudoacacia* 林이 7.73 ton/ha·yr, 6年生의 *Paulownia coreana* 林이 11.64 ton/ha·yr (金等, 1982), 安養地方의 *Alnus sibirica* 林이 7.50 ton/ha·yr, *Quercus acutissima* 林이 15.22 ton/ha·yr (蔡 및 金, 1977); 白雲山地域의 天然林의 純生産量은 4.410 ton/ha·yr(金等, 1982), 17年生의 *Metasequoia glyptroboides* 林이 16.2 ton/ha·yr (Satoo, 1974), 26年生의 *Abies sachalinensis* 林이 14.5 ton/ha·yr (Satoo, 1974), 5年生의 29,500 本/ha의 林木密度를 가진 *Cryptomeria japonica* 林이 29.1 ton/

ha·yr (Tadaki *et al*, 1966), 日本의 *Pinus densiflora* 林이 13.5 ton/ha·yr, *Larix leptolepis* 林이 15.0 ton/ha·yr (Satoo, 1971)으로 各 報告되었는데, 本研究의 리기다소나무 純生産量은 이들 樹種의 값보다도 작은 편에 속하는데, 이는 리기다소나무의 適地植栽에 對한 판단이 중요하리라고 생각된다

表 9에서 現存量密度는 林分의 地上部 現存量을 그 森林의 優占木의 平均樹高로 나눈 값(Y_T/F ; kg/m²)으로 森林의 地上部植物體의 空間에서 純物質을 나타내는 값으로 華城 0.39, 儒城 0.74, 完州 0.51이다. Kira와 Shidei(1967)는 Y_T/F 의 값은 森林의 平均樹高와 관계없이 거의 一定하게 나타나는데, 보통 1.0 ~ 1.5 kg/m²으로 平均적으로 1.3 kg/m²이라고 報告하였다. 여기에 비해 本 調査의 값은 現存量이 작은 관계로 작은 값을 나타낸다. 29年生의 *Pinus thunbergii* 林에서 現存量密度가 0.86kg/m², 9年生 *Robinia pseudoacacia* 林이 0.48 kg/m², 6年生 *Paulownia coreana* 林이 0.60kg/m² (金等, 1982), *Sciadopitys verticillata* 林이 1.85kg/m², *Cryptomeria japonica* 林이 1.34 kg/m², *Chamaecyparis obtusa* 林이 1.44 ~ 1.64 kg/m² (Ohkubo *et al*, 1981)로서, 리기다소나무가 우리나라의 樹種에 비해서 크게 떨어지는 값은 아니나, 外國 樹種에 대해서는 크게 떨어진다.

3.4. 잎의 生産能率

잎의 生産能率을 求하기 위하여, 잎의 純同化率 (Net assimilation rate; NAR)과 잎의 幹材生産能率을 算出한 것이 表 10에 나타난다. 華城의 NA

Tab. 10. The production efficiency of leaf to stands studied

District	Whaseong	Yuseong	Wanju
Leaf biomass (t/ha)	1.41	3.27	2.02
Total production (t/ha/yr)	2.33	6.37	3.65
Stem production (t/ha/yr)	1.39	3.67	2.62
Net assimilation rate (kg/kg/yr)	1.65	1.95	1.81
Efficiency of leaf to produce stem (kg/kg/yr)	0.99	1.12	1.30

R은 1.65 kg/kg/yr, 儒城 1.95 kg/kg/yr, 完州가 1.81 kg/kg/yr로서 儒城의 값이 제일 크고, 華城의 값이 제일 작다. 잎의 NAR은 樹種에 따라 다른데, *Pinus thunbergii* 林이 1.03 kg/kg/yr, *Robinia pseudoacacia* 林이 3.02 kg/kg/yr, *Paulownia*

coreana 林이 4.73 kg/kg/yr (金等, 1982), *Pinus koraiensis* 林이 1.86 ~ 2.27 kg/kg/yr (權, 1982), *Larix leptolepis* 林이 3.2 kg/kg/yr (Satoo, 1974)로서 一般的으로 잎의 NAR은 潤葉樹가 針葉樹보다 높은 값을 가지며, 또한 針葉樹에서도 落葉針葉樹

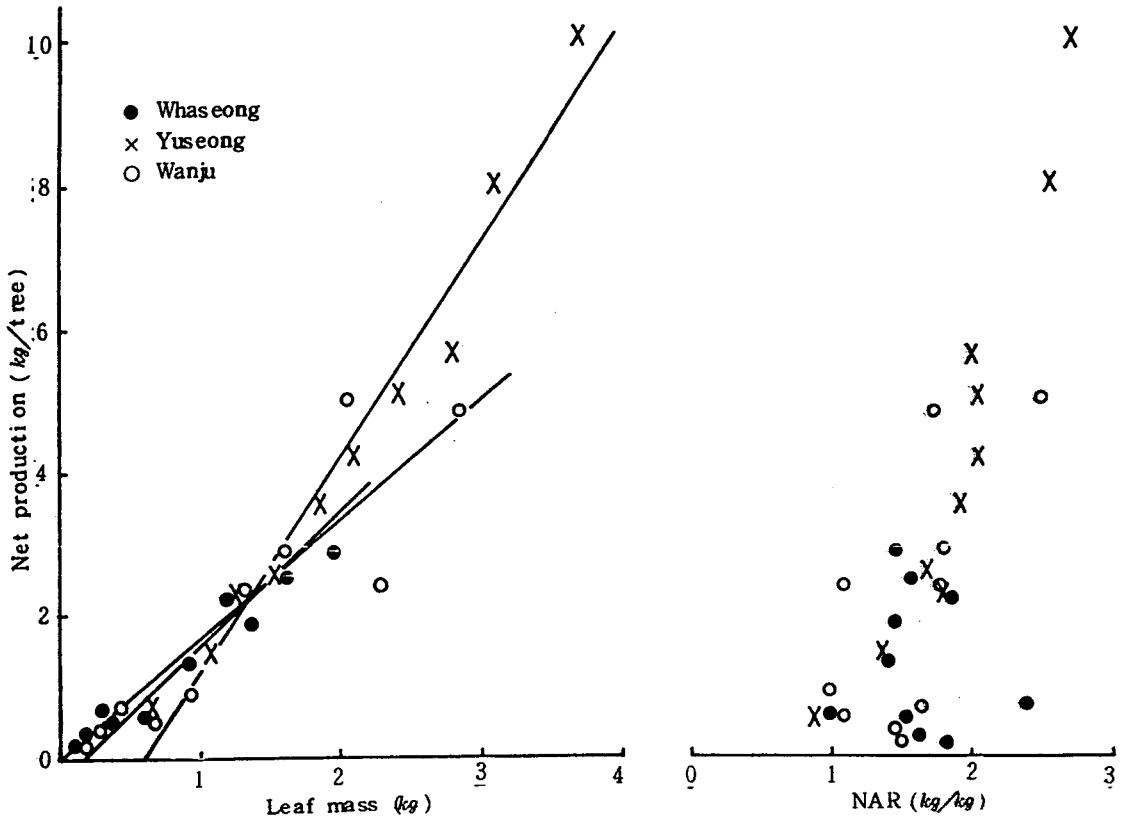


Fig. 7. The relationship between net production per tree and leaf mass and leaf assimilation rate.

가 常綠針葉樹보다 큰 값을 갖는다. 그림 7은 調查木의 年純生産量과 葉量의 關係를 나타낸 것이다. 各 調查地域에서 純生産量(P,kg)과 葉量(L,kg)간의 關係를 直線式으로 表示하면 다음과 같다. 예) (P, kg)
 華城; $P = 1.886 L - 0.295$ ($r = 0.979^{**}$)
 儒城; $P = 3.030 L - 1.864$ ($r = 0.983^{**}$)
 完州; $P = 1.757 L - 0.138$ ($r = 0.901^{**}$)
 儒城地域의 係數가 다른 地域보다 훨씬 크게 나타난다.

表 10 에서는 또한 잎의 幹材生産能率을 나타낸 바, 華城이 0.99 kg/kg/yr, 儒城이 1.12 kg/kg/yr, 完州가 1.30 kg/kg/yr 로서 完州의 값이 제일 크게 나타난다. 儒城地域의 NAR 값이 完州의 값보다 크나, 表 9 에서 보이듯이 儒城의 純生産量構成比率中 幹材部位의 값이 完州보다 작기 때문에, 儒城의 幹材生産能率이 完州보다 떨어진 것이다. *Pinus thunbergii* 林에서의 잎의 幹材生産能率이 1.12 kg/kg/yr, *Robinia pseudoacacia* 林에서 0.81 kg/kg/yr,

Paulownia coreana 林에서 2.99 kg/kg/yr (金等, 1982), *Pinus koraiensis* 林에서 0.55 ~ 0.81 kg/kg/yr (權, 1982), 日本의 *Larix leptolepis* 林에서 1.57 kg/kg/yr, *Abies sachalinensis* 林에서 0.53 kg/kg/yr, *Metasequoia glyptostroboides* 林에서 0.93 kg/kg/yr (Satoo, 1974) 로서, 리기다 소나무의 값은 높은 편에 속한다. 그림 8은 調查木의 잎의 幹材生産能率을 나타낸 것이다. 各 調查地域에서 幹材의 純生産量(P_s ,kg)과 葉量(L,kg)간의 關係를 直線式으로 나타내면 다음과 같다.

華城; $P_s = 0.885 L + 0.034$ ($r = 0.978^{**}$)
 儒城; $P_s = 1.314 L - 0.038$ ($r = 0.942^{**}$)
 完州; $P_s = 1.256 L - 0.088$ ($r = 0.899^{**}$)

여기서는 華城地域의 係數가 다른 地域에 비해 훨씬 작은 값을 보인다.

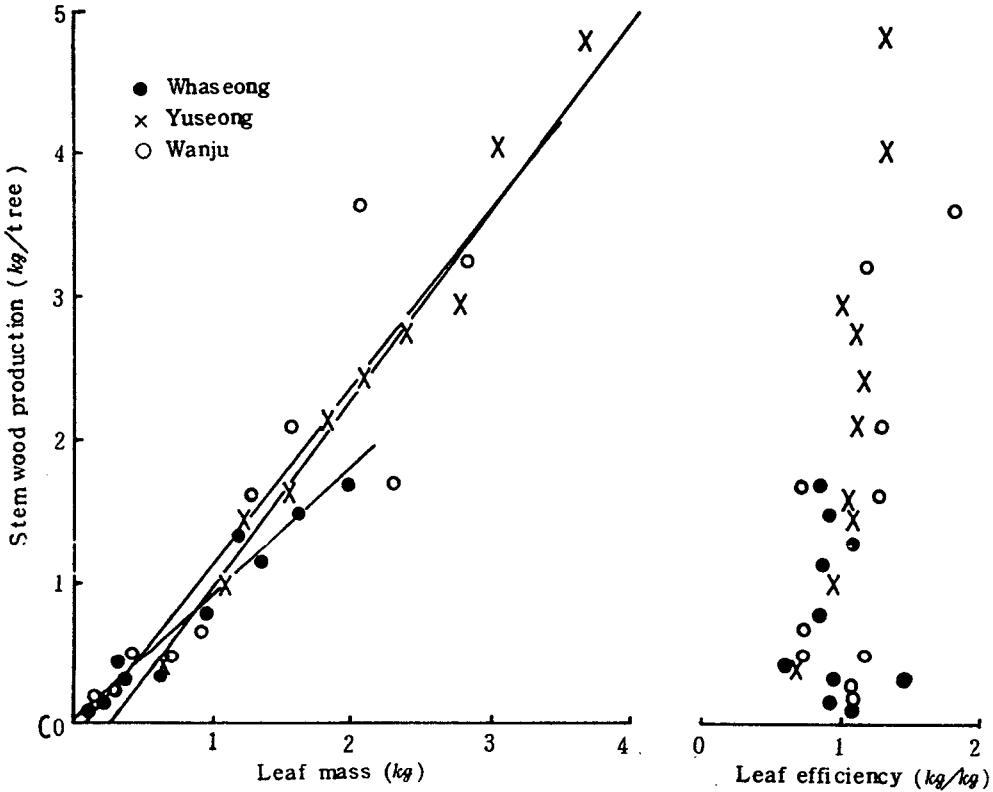


Fig. 8. The relationship between stem wood production per tree and leaf mass and leaf efficiency.

4. 結 論

京畿 華城, 忠南 儒城, 全北 完州에 所在하는 18 年生 리기다소나무林分에 200 ㎡의 調査區를 設定하고, 地上部의 Biomass를 分析 推定하였다. 各 調査地域마다 直徑別로 按配한 10 株의 標準木을 伐採하여 1m의 階層으로 切斷하고 幹(Ws), 枝(Wb) 葉(Wl)部位로 나누어, 乾重量을 計算하여, D²H 와의 相對生長式을 얻어 推定하였다.

1. 生産構造面에서 調査地域間에는 幹枝葉의 構成成分別로 본 乾重量의 階層別 分布에 큰 差異를 보였다. 光合成部는 華城, 儒城, 完州地域이 各各 地上 2m, 4m, 3m에서 시작되며, 樹冠의 最大光合成層은 大體로 各各 4m, 6m, 5m에서 나타났다.

2. 地上部의 現存量은 華城이 樹幹部 14.40 ton/ha, 枝部 8.07 ton/ha, 葉部가 1.41 ton/ha 으로 全體 地上部의 現存量이 23.88 ton/ha 이고, 儒城이

樹幹部 37.28 ton/ha, 枝部 13.54 ton/ha, 葉部 3.27 ton/ha로 全體가 54.09 ton/ha이며, 完州가 樹幹部 31.10 ton/ha, 枝部 9.56 ton/ha, 葉部 2.02 ton/ha로 全體 地上部 現存量이 42.68 ton/ha이었다.

3. 年純生産量은 華城, 儒城, 完州地域이 各各 2.33 ton/ha·yr, 6.37 ton/ha·yr, 3.65 ton/ha·yr 이며, 現存量密度는 各各 0.39 kg/㎡, 0.74 kg/㎡, 0.51 kg/㎡이었다.

4. 잎의 生産能率을 計算한 바, 잎의 純同化率은 華城, 儒城, 完州地域이 各各 1.65 kg/kg/yr, 1.95 kg/kg/yr, 1.81 kg/kg/yr 이며, 잎의 幹材生産能率은 各各 0.99 kg/kg/yr, 1.12 kg/kg/yr, 1.30 kg/kg/yr이었다.

引 用 文 獻

1. Doucet, R. et al. 1976. Dry matter production in

- 40 year-old *Pinus banksiana* stands in Quebec. *Can. J. For. Res.* 6:357-367.
2. Kira, T. and T. Shidei. 1967. Primary production and turnover of organic matter in different forest ecosystems of the Western Pacific. *Jap. Jour. Ecol.* 17(2):70-87.
 3. Ovington, J.D. 1957. Dry-matter production by *Pinus sylvestris*. *Ann. Bot. N.S.* 21:287-314.
 4. Satoo, T. 1967. Primary production relations in woodlands of *Pinus densiflora*. *Symp. on primary productivity and mineral cycling in natural ecosystems* 52-79.
 5. ———. 1969. Primary production relations of coniferous forests in Japan. *Productivity of forest ecosystems. Proc. Brussels symp.*: 191-204.
 6. ———. 1974. Primary production relations in a plantation of *Larix* in Hokkaido. *Bull. Tokyo Univ. For.* 66:119-126.
 7. ———. 1974. Primary production relations in a young plantation of *Abies sacchalinensis* in Hokkaido. *Bull. Tokyo Univ. For.* 66:127-137.
 8. ———. 1974. Primary production relations of a young stand of *Metasequoia glyptostroboides* planted in Tokyo. *Bull. Tokyo Univ. For.* 66:153-164.
 9. Tadaki, Y. et. al. 1965. Studies on production structure of forest XI. *Bull. Gov. For. Exp. Sta.* 199:47-65.
 10. Tadaki, Y. and Y. Kawasaki. 1966. Studies on the production structure IX. Primary productivity of a young *Cryptomeria* plantation with excessively high stand density. *J. Jap. For.* 48(2): 55-61.
 11. 權台鎬. 1982. 京畿道地方 잣나무人工林的 物質生産에 관한 研究, 서울대학교大学院碩士論文58pp
 12. 金甲德, 金在生, 李景宰, 朴仁協, 權台鎬. 1982. 白雲山地域 天然林的 物質生産에 관한 研究. 서울대학교演習林報告 18号: 1-11.
 13. 金俊鎬. 1971. 森林의 生産構造와 生産力에 관한 研究 I. 리기다소나무造林地에 對하여. *韓植誌* 14 (4): 155-162.
 14. ———, 尹成模. 1972. 森林의 生産構造와 生産力에 관한 研究 II. 春川地方의 소나무林과 신갈나무林的 比較. *韓植誌* 15(3): 71-78
 15. 金泰旭, 李景宰, 朴仁協. 1982. 環境汚染이 오동나무人工林的 物質生産에 미치는 影響에 관한 研究. *韓林誌* 58號(印刷中)
 16. 金泰旭, 李景宰, 朴仁協. 1982. 汚染地域의 綠地造成 및 回復에 관한 研究. 國立環境研究所(印刷中)
 17. 任慶彬, 金甲德, 李景宰, 朴仁協等 9人. 1981. 15年生 落葉松林의 成長과 生産構造. *韓國林産에너지學會誌* 1(1): 4-12.
 18. 蔡明仁, 金俊鎬. 1977. 물오리나무와 상수리나무의 生産力比較. *韓國生態學會誌* 1: 57-65. ■