

## 生殖機關이 달피나무의 Biomass 分配에 미치는 影響<sup>1</sup>

李德洙<sup>2</sup>, 洪性珏<sup>2</sup>

### Effects of Reproductive Organs on Biomass Distribution of *Tilia amurensis* Rupr.<sup>1</sup>

Duck Soo Lee<sup>2</sup> and Sung Gak Hong<sup>2</sup>

#### 요 약

건국대학교에서 자라고 있는 15년생 달피나무에서 形態의으로 인접하여 호생하고 있는 가지중 生殖機關이 있는 가지와 없는 가지간에 biomass 生長의 차이를 알기 위하여 잎, 줄기, 生殖器官의 乾重量을 1995년 6월 1일과 8월 20일에 測定, 分析한 結果는 다음과 같았다.

(1) 生殖枝 全體의 biomass 生長은 6月上旬과 8月下旬 모두 營養枝보다 더 좋았다. (2) 生殖枝와 營養枝의 全體 biomass에 대한 줄기 biomass 比率은 6월보다 8월이 더 컸으며, 잎 biomass 比率은 더 작았다. 生殖枝의 全體 乾重量中에서 生殖器官이 차지하는 比率은 6월에 약 14.6%이었고 8월에는 27.1%이었다. (3) 葉重當 全體 가지의 生長量은 6月上旬과 8月下旬에 측정된 결과 營養枝보다 生殖枝에서 더 높게 나타났다. (4) 生殖器官의 相對的 純同化率은 잎의 純同化率에 비하여 6월에 약 21%, 8월에 37%로 추정되었다.

#### ABSTRACT

Dry weights of leaves, stem and floral organs of 15-year-old *Tilia amurensis* Rupr., were measured twice on 1 June and 20 August 1995 to examine the difference in biomass production between the reproductive and vegetative twigs which are morphologically neighboring and alternative. The following results were obtained : (1) The biomass of the reproductive twigs was greater than that of the vegetative twigs in both June and August. (2) The ratio of stem to total biomass in the reproductive and the vegetative twigs was greater in August than that in June, while the ratio of leaf biomass was greater in June than that in August. The ratio of floral organ to the total biomass in the reproductive twigs was 14.6% and 27.1% in June and August, respectively. (3) The total twig biomass per leaf biomass was greater in the reproductive twigs than that in the vegetative twigs in both June and August. (4) Net assimilation rate in the floral organs showed 21% of that in the leaves in June and 37% in August.

*Key words* : dry weight, floral organ, reproductive twig, vegetative twig

<sup>1</sup> 접수 1999년 5월 12일 Received on May 12, 1999.

<sup>2</sup> 건국대학교 산림자원학과 Dept. of Forest Resources, Kon-Kuk University, Seoul 143-701, Korea

## 서 론

피나무類는 生長이 좋고 材質이 우수한 樹種이다. 또한 여름철 꿀을 많이 생산하는 蜜源樹로서, 樹形과 잎의 모양이 수려한 觀賞樹로서 그 價値가 높다. 지난 30년간 피나무는 工藝材나 家具材로서 수요가 많아 天然林分內 많은 우량한 피나무들이 伐採, 利用되었고 現在는 강원도 일부지역에만 小集團으로 分布하고 있다. 그러나 效果的인 繁殖方法이 밝혀지지 않고 있어 大量으로 人工植栽를 하지 못하고 있는 실정이다.

달피나무(*Tilia amurensis*)는 보통 種子에 의해 繁殖하는데 種子의 充實率은 5-20% 정도 밖에 되지 않고, 種子의 充實率이 해마다 일정치 않아 優良種子의 지속적인 보급이 어렵다. 또한 挿木에 의한 增殖도 어려워, 최근에는 組織培養에 대한 많은 研究가 있으나 실용화단계에 이르지 못하고 있다. 따라서 앞으로 피나무로 人工造林을 계획할 경우 優良種子의 生産技術 開發이 선결과제이다.

林木이나 林分의 biomass 推定 研究는 한 變量으로 다른 變量의 生長을 추정하는 것으로서 처음 Huxley(1936)와 Hummel(1955)에 의해 발표되었으며, 樹木體의 部位別 biomass 生産性은 光合成 部位인 잎으로서 葉面積은 總 biomass, 窒素含量, 乾物重과 높은 相關이 있으므로 일차적인 樹木의 生長과 乾物生産에 影響을 미치는 중요한 因子로 研究되어 왔다. Kaufmann(1981) 등은 葉面積과 乾重量은 胸高直徑, 樹高生長 및 地位指數 등과 관계가 있어 葉面積이 증가할수록 材積이 증가한다고 하였으며, Waring(1980) 등은 잎의 單位面積當 材積과 斷面積 生長率의 관계를 추정하였다.

地表面積當 植物 hormone의 總生産量은 最適葉面積指數의 範圍 내에서 葉면적당 잎의 양과 그 잎의 biomass 生産能率에 따라 결정된다. 한편 성장하고 있는 林木에서 각 부위별 生長은 잎 또는 그 외의 光合成 部位에서 生成되는 一定量의 總純光合成 物質에 대하여 競爭關係에 있다. 林木이 開花期에 이르기 전까지는 總 biomass 生産량은 營養生長을 하는데만 集中되지만 開花結實이 시작되면 總 biomass 生産量 중에서 일정비율이 生殖生長

을 하는데 이동하게 되어, 生殖生長과 營養生長 사이에 복잡한 相互作用이 일어나게 된다 (Wright, 1989). 농작물의 總 biomass 生産量 중에서 經濟的 收穫量이 차지하는 乾物重의 比率을 收穫量指數라고 정의하는데 一年生 穀類 作物에서는 이 값이 60%에 이르며, 果樹에서도 성숙한 나무의 경우 60%에 이를 수도 있다. 一回結實植物에서는 穀類作物처럼 營養生長期와 生殖生長期가 서로 分離되어 있으므로 營養生長과 生殖生長 사이에 競爭關係가 현저하지 않으나, 多年生の 開花結實植物에서는 果樹에서처럼 生殖生長과 營養生長間에 競爭關係가 복잡하다. 사과나무에 있어서 탄수화물에 관한 養分誘致力의 크기는 種子, 果肉, 줄기의 정단부와 잎, 形成層, 뿌리, 貯藏養分の 순서인 것으로 알려져 있다<sup>2)</sup>. 當年の 光合成養分이 生殖生長으로 分配되는 比率은 當年の 生殖生長과 營養生長에 影響을 주며, 다음에 開花할 花芽分化에도 當年の 生長과 경쟁적으로 작용하게 하므로 隔年結實 또는 週期的 結實의 현상을 나타내고 있다. 이와같이 生殖生長과 營養生長間에 養分誘致力의 相互作用은 當年뿐만 아니라 몇년에 걸쳐 일어날 수 있다<sup>1)</sup>. 生殖生長과 營養生長 사이의 競爭原理가 同化物質, 無機養分, 水分, 또는 그의 다른 生長因子(生長hormone)의 作用에 의한 것인지, 또는 그 모든 因子들의 복합적인 작용에 의한 것인지는 아직까지 명확하게 밝혀져 있지 않고 있다.

林木의 biomass 研究가 지금까지는 주로 木材生産을 중심으로 수행되어 왔으나 앞으로는 林産物 biomass의 生産과 利用에 관한 研究도 필요하다.

이 研究는 開花하고 있는 15年生 달피나무에서 서로 對應하는 生殖枝와 營養枝의 生長部位別 生長量을 비교하여 전체 나무에서 生殖生長에 分配되는 biomass의 分配比率을 推定하기 위하여 실시되었다.

## 재료 및 방법

本 實驗에 使用된 달피나무는 1980年 소요산에서 採取한 種子로 發芽시켜 건국대학교 농과대학 시험포지에서 자라고 있는 15年生들로 같은 나무에서 형태적으로 인접하여 호생하는 1

년지중 生殖機關이 있는 가지는 生殖枝, 없는 가지는 營養枝로 구분하여 95年 6月 1日과 8月 20日에 각각 30가지씩 採取하여 잎, 줄기, 生殖器官으로 나누어 乾重量을 측정하였다. 이 測定値로 全體 가지와 잎 및 줄기의 乾重量에 있어서 각각의 生長比率를 구하였다. 각 가지마다 生長部位의 全體가지 乾重量에 대한 百分率(%)과 가지마다 잎乾重量에 대한 각 生長部位의 生長比率를 구하였으며, 각 가지마다 각각의 生長部位의 全體가지 乾重量에 대한 百分率(%)을 구하여 生殖枝와 營養枝 間에 비교하였다. 또한 각 가지마다 잎 乾重量에 대한 각 生長部位의 동화율과 잎+생식기관의 乾重量에 대한 각 生長부위의 동화율을 구하여 생식지와 영양지의 대응하는 生長부위와 비교하였다.

生殖枝와 營養枝의 잎이 同一한 光合成效率를 갖는다는 가정하에 生殖枝 잎의 純同化率에 대한 生殖器官의 相對的 純同化率을 추정하였다. 이 추정치와 生殖枝의 部位別 生殖枝의 잎과 生殖器官의 平均 純同化率을 추정하였고, 이를 근거로 開花하는 달피나무의 全體 biomass의 分配比率를 추정하였다.

### 결과 및 고찰

生殖枝와 營養枝를 生長部位別로 生長量을 測定하여 營養枝에 대한 生殖枝의 生長比率를 時期別로 비교한 결과는 Table 1과 같다.

生殖枝의 biomass 增加量은 營養枝에 비하

여 대체적으로 크게 나타났으며, 採取時期인 6月上旬(開花前)보다 8月下旬(種子結實期)일 때 더 크게 나타났다. 生殖枝의 전체 가지생장량은 營養枝에 대하여 6月上旬에는 약 115%로 증가하였으며, 8월말에는 약 127% 수준으로 더 높게 나타났다. 生殖枝중에서도 生長量이 가장 增加된 部位는 生殖器官이었다. 그러나 生殖枝 잎의 生長量은 營養枝 잎에 비하여 6月上旬에는 95%이었고, 8月下旬에는 92%로서 큰 차이가 없었다.

本 研究에서 生殖枝 줄기의 生長量減少는 6月上旬에는 96%, 8月下旬에는 95%로서 營養枝에 비해 큰 차이가 없었다. 쉬나무의 경우 生殖枝의 줄기는 營養枝에 비해 7月初에 71%, 9月初에는 36%로 현저한 차이를 나타냈다<sup>1)</sup>. 즉 달피나무와 쉬나무간에 차이가 나타난 현상은 쉬나무는 달피나무에 비해 生殖器官이 커서 줄기와 잎이 성장하는데 보다 더 큰 영향을 미쳤기 때문인 것으로 생각된다. 營養枝에 없는 生殖器官을 줄기와 합쳐 營養枝의 줄기 生長量과 비교해 보면, 生殖枝 줄기와 生殖器官의 生長量은 6月上旬에는 營養枝의 줄기 生長量의 246%이고, 8月下旬에는 약 248%였다. 이와 비슷하게 生殖枝의 잎과 生殖器官의 生長量은 營養枝의 잎의 生長量에 비하여 6月上旬에 약 119%, 8月下旬에 약 136%의 수준에 이르렀다.

앞에서 나타난 결과를 종합해 보면 生殖枝는 전체적으로 營養枝에 비하여 生長量이 증가하였으나, 잎과 줄기의 生長量은 다소 감소한 반면에 營養枝에는 존재하지 않는 生殖器官의 生長量이 높다는 것을 관찰할 수 있었다.

生殖枝와 營養枝의 biomass 分布比率의 결과는 Table 2와 같다. 生殖枝와 營養枝에서 공통적으로 biomass 分布比率가 가장 높은 部位는 잎이었으며, 특히 營養枝에서 잎의 分布比率가 높았다. 시기적으로는 生殖枝와 營養枝 모두 8月下旬보다는 生長初期인 6月上旬에 잎의 生長量 分布比率가 더 높았다. 시기적으로 生殖枝와 營養枝 모두 生長初期인 6月上旬에 잎의 生長量 分布比率가 높았던 원인은 가지내의 貯藏養分으로 光合成 器官인 잎을 먼저 발달시키고 그 후에 잎에서 生成된 탄수화물을 이용하여 支持組織인 줄기를 발달시킨 결과인 것으로 생각된다.

**Table 1.** Growth ratio of reproductive twig to the matching vegetative twig\* in dry weight of each growth part in the twigs of 15-year-old *Tilia amurensis* trees

Growth part	Time of collection	
	June 1	August 20
Total twig	1.146±0.092**	1.265±0.144
Stem	0.956±0.103	0.947±0.148
Leaves	0.951±0.061	0.923±0.097
Stem+Floral organ	2.458±0.429	2.482±0.374
Leaves+Floral organ	1.192±0.100	1.360±0.141

\* The current twigs are morphologically alternative and neighboring : one shows reproductive growth while the other does vegetative growth.

\*\* Mean±SE

6月上旬과 8月下旬의 生長量을 비교해 볼때 營養枝의 줄기生長量 分布比率은 13.6%에서 23.0%로 증가했으며, 生殖枝의 줄기生長量 分布比率은 10.8%에서 16.5%로 증가하였다. 또한 생식지에서 줄기생장량은 6월에 10.8%에서 8월에는 16.5%로 5.7% 증가하는데 그쳤지만, 생식기관의 생장량은 14.6%에서 27.1%로 12.5%나 증가했다. 이는 生殖枝에서 대부분의 同化物質이 줄기보다는 生殖器官으로 이동되었기 때문에 나타난 결과라고 생각된다.

가지마다 葉重當 部位別 生長量을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 측정결과 葉重當 줄기의 生長量은 시기적으로 6월과 8월 모두 큰 차이가 없었다. 또한 生殖枝의 경우 葉重當 生殖器官의 生長量이 6月上旬에 葉重當 줄기生長량의 약 150%이었고, 8月下旬에는 葉重當 줄기生長량의 167%로 증가되었다. 葉重當 전체 가지의 生長量은 6月上旬에 生殖枝가 1.395g/g이었으며, 營養枝에서는 1.164g/g으로 나타났으나, 8月下旬에는 生殖枝가 1.799g/g이고, 營養枝가 1.300g/g으로 나타났다.

生殖枝 잎의 純同化率이 이와같이 높은 이유

로는 첫째, 生殖枝에서 잎 이외의 光合成器官으로서 生殖器官이 작용하여 生長에 기여했을 가능성, 둘째, 生殖枝의 잎이 營養枝의 잎보다 光合成效率이 더 높았을 가능성, 셋째, 營養枝에서 生成된 光合成 養분이 生殖枝로 운반되었을 가능성 등을 생각할 수 있다<sup>1)</sup>. 生殖器官이 光合成 器官으로 작용할 가능성은 매우 크다. 달피나무의 生殖器官인 花芽, 苞, 果皮는 모두 生長期에 녹색을 띤다. 사과나 귤과 같은 많은 종류의 과실들이 특히 發達 初期過程에서 상당량의 光合成을 하는 것으로 알려져 있다<sup>3,4,9)</sup>. 제2, 제3의 가능성, 즉 生殖枝와 營養枝간에 잎의 光合成 效率의 차이와 養分誘致力의 차이에 의하여 純同化率의 차이가 날 가능성도 생각할 수 있다. 生殖枝의 잎이 營養枝의 잎보다 光合成 效率이 더 높게 조사된 실례는 사과, 호두, 강낭콩, 콩 등에서 보고되고 있는데 이와 같이 生殖枝의 잎이 더 높은 光合成 效率을 갖는 原理는 果實의 養分誘致力이 作用하고 있기 때문인 것으로 알려지고 있다<sup>11)</sup>.

달피나무의 경우 生殖枝의 生殖器官과 대응하는 營養枝의 分化生長하는 정단부위 중에서

**Table 2.** Percentage of each growth part dry weight(DW) to the total twig DW of the matching\* reproductive and vegetative twigs in 15 - year - old, *Tilia amurensis* trees

Growth part	June 1		August 20	
	Reproductive twig	Vegetative twig	Reproductive twig	Vegetative twig
Total	100	100	100	100
Stem	10.8±0.90	13.6±1.28**	16.5±1.10	23.0±0.90
Leaves	74.6±2.69	86.4±1.28	56.4±0.98	77.0±0.90
Floral organ	14.6±2.35	-	27.1±1.75	-
Stem+Floral organ	25.4±2.69	-	43.6±0.98	-
Leaves+Fl. organ	89.2±0.90	-	83.5±1.10	-

\* Morphologically alternative, neighboring current twigs

\*\* Mean±SE

**Table 3.** Dry weight(g) of each growth part per dry weight(g) of the leaves of the matching\* reproductive and vegetative twigs in 15 - year - old *Tilia amurensis* trees

Growth part of the twig	June 1		August 20	
	Reproductive twig	Vegetative twig	Reproductive twig	Vegetative twig
Stem/leaves	0.158±0.018	0.164±0.017**	0.292±0.018	0.300±0.015
Floral organ/leaves	0.237±0.049	-	0.487±0.039	-
Stem+Floral organ/leaves	0.395±0.062	0.164±0.017	0.779±0.032	0.300±0.015
Total twig/leaves	1.395±0.062	1.164±0.017	1.799±0.032	1.300±0.015

어느 쪽이 더 강한 養分誘致力을 갖고 있는 지는 아직까지 조사되지 않았다. 그러나, 生殖器官이 발달하는 동안에 대생하는 營養枝의 정단 부위가 分化生長하지 않는 것으로 미루어 보아 營養枝와 生殖枝간에 養分誘致力의 크기에는 어느 정도 차이가 있는 것으로 생각된다. 각 生長部位의 養分誘致力은 生長時期別로 다르기 때문에 이 사실을 전체 生長期間에 적용시킬 수는 없을 것으로 생각된다.

生殖枝의 生殖器官이 잎과 비슷한 光合成效率을 갖고 있다는 가정아래 잎과 生殖器官의 乾重量當 각 生長部位의 生長量을 분석한 결과는 Table 4와 같다.

잎과 生殖器官의 乾重量當 전체 가지의 生長量은 生殖枝에서 6月上旬에 1.125로 營養枝에서 잎의 乾重量當 전체 가지의 生長量 1.164와 거의 비슷하였고, 8月下旬에 生殖枝는 1.200으로 營養枝의 生長量 1.300보다 약간 낮게 나타났다. 生殖枝의 生殖器官은 무게당 표면적과 무게당 엽록소가 잎의 경우보다 작기 때문에 光合成效率이 더 낮을 것으로 생각된다.

生殖枝의 잎이 營養枝의 잎과 비슷한 光合成效率을 갖고 있다는 가정아래, 生殖枝 잎의 光合成效率에 대한 生殖器官 光合成效率의 상대값(K)을 추정하였다. 즉 生殖枝의 전체가지에 대한 잎과 生殖器官의 식에서 生殖器官 대신에 상대값과 잎을 적용하여 전체가지에 대한 잎 및 잎과 상대값이 대응하는 營養枝의 전체가지에 대한 잎과 동일한 값을 가질때의 상대값을 추정하였다. 이상의 방법과 전체가지와 잎 및 生殖器官의 평균값으로 추정한 잎의 純同化率에 대한 生殖器官의 純同化率의 상대값은 6月上旬에는 21%이고, 8月下旬에는 37%로 나타

났다. 8月下旬에 生殖器官의 純同化率이 잎의 純同化率의 37%라는 가정아래, 生殖枝의 生殖器官의 純同化率은 약 0.274g/g으로 추정되었다.

달피나무의 生殖器官이 이와같은 純同化率을 갖고 있는 이유는 6月上旬에 分化하는 花芽가 開花하기까지 生長期間이 길고 꽃눈과 과실이 작아서 무게당 표면적이 크고, 生長期間동안 녹색을 띠고 있기 때문에 나타난 결과라고 생각된다. 이 연구에서 밀원과 탈락한 꽃의 biomass는 고려하지 않았다.

인용문헌

1. 이여하, 홍성각. 1991. 쉬나무의 생식지와 영양지의 biomass 연구. 임산에너지 11(1): 11 - 17.
2. Cannell, M.G.R. 1985. Dry matter partitioning in tree crops. in M.G.R. Cannell and J. E. Jackson (eds.). Attributes of Trees as Crop Plants. Natural Environment Research Council.
3. Flinn, A. M. 1974. Regulation of leaflet photosynthesis by developing fruit in the pea. Physiol. Plant. 31 : 275 - 278.
4. Ghosh, S. P. 1973. Internal structure and photosynthetic activity of different leaves of apple. J. Hort. Sci. 48 : 1 - 9.
5. Hummel, E.C., 1955, The volume basal-area line: a study in forest mensuration, Bulletin, Forestry Commission UK No.24. 84pp.
6. Huxley, J.S. and Teissier G. 1936, Eur

Table 4. Dry weight(g) of each growth part per dry weight(g) of the leaves and floral organ of the matching\* reproductive and vegetative twigs of 15-year-old *Tilia amurensis* trees

Growth part of the twig	June 1		August 20	
	Reproductive twig	Vegetative twig	Reproductive twig	Vegetative twig
S/L+F	0.125±0.011	0.164±0.017**	0.200±0.016	0.300±0.015
L/L+F	0.834±0.027	1.000	0.678±0.018	1.000
F/L+F	0.166±0.027	-	0.323±0.018	-
S+F/L+F	0.290±0.032	-	0.523±0.011	-
T/L+F	1.125±0.011	1.164±0.017	1.200±0.016	1.300±0.015

\*\*\* S : Stem, L : Leaves , F : Floral organ, T : Total twig

- permmdogic der reletiven grossenwachstum, Biologisches Zentralblatt 56 : 281 - 383.
7. Kaufmann, M.R. and C.A. Treendle 1981. The relationship of leaf area and foliage biomass to sapwood conducting area in four subalpine forest tree species. For. Sci. 27 : 477 - 482.
  9. Mondal, M. H., W. A. Brun, and M. L. Brenner. 1978. Effects of sink removal on photosynthesis and senescence in leaves of soybean. Plant Physiol. 61 : 394 - 397.
  10. Waring, R. H., W. G. Thies, and D. Muscato. 1980. Stem growth per unit of leaf area : A measure of tree vigor. For. Sci. 26 : 112 - 117.
  11. Wright, C. J. 1989. Interaction between vegetative growth. Pages 15 - 27 in C. J. Wright (ed). Manipulation of Fruiting. Butterworth.