

京畿道 廣州地方에서 자라는 참나무류,
落葉松 및 잣나무의 樹形特性和 物質分配^{1*}
李敦求² · 金甲泰³

Tree Form and Biomass Allocation of *Quercus* species,
Larix leptolepis(Sieb. et Zucc.) Gordon and *Pinus koraiensis*
Sieb. et Zucc. in Kwangju-Gun, Kyunggi-Do^{1*}

Don Koo Lee² and Gab Tae Kim³

요 약

산림자원 관리에 필요한 정보를 얻기 위하여 우리나라의 주요 수종인 참나무류(*Quercus* spp.), 낙엽송(*Larix leptolepis*) 및 잣나무(*Pinus koraiensis*)에 대해 경기도 광주지방에서 수형특성, 물질분배량 및 재적 성장량을 측정하였다. 수형특성으로서는 잣나무가 수관비율 및 수관확장비가 높게 나타났으며 참나무류도 수관비율이 높게 나타나 양수임을 나타냈다. 기관별 물질분배는 줄기의 경우 밑에서 위로 갈수록 감소하였으며 이러한 감소율은 낙엽송보다 잣나무 및 참나무류가 높게 나타났다. 가지 및 엽은 세 수종 모두 정규분포 특성을 보였으나 가지보다는 엽이 더 높은 정규분포 특성을 나타내었고 수종별로는 참나무류보다 잣나무, 낙엽송이 높게 나타났다. 세 임분의 물질현존량은 낙엽송림, 잣나무림, 참나무림의 순으로 각각 171.1ton/ha, 75.3ton/ha, 61.6ton/ha로 나타났다. 이에 따라 참나무류 및 잣나무림은 초기밀도를 높여줌으로서 biomass 생산 증진뿐만 아니라 수간형질 개선을 높일 수 있을 것으로 판단된다.

ABSTRACT

Tree form characteristics and biomass distribution and volume increment for *Quercus* spp., *Larix leptolepis* and *Pinus koraiensis* growing in Kwangju-Gun, Kyunggi-Do were investigated. *P. koraiensis* showed higher crown percentage than *L. leptolepis*, indicating that *P. koraiensis* maybe shade-tolerant species. Biomass allocation by tree height showed significant difference among three species. Stem biomass distributed more diminishing along tree height with *Quercus* spp. and *P. koraiensis* than *L. leptolepis*. The allometric pattern of leaf-and branch biomass appeared as normal distribution. Present biomass was highest in *L. leptolepis* showing 171.1tons/ha and followed by *P. koraiensis* and *Quercus* spp. with 75.3tons/ha and 61.6tons/ha, respectively.

Key words : biomass allocation

¹ 接受 1997年 3月 10日 Received on March 10, 1997.

² 서울대학교 산림자원학과 Dept. of Forest Resources, College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Suwon Kyonggido 441-744, Korea.

³ 상지대학교 임학과 Dept. of Forestry, Sangji Univ., Wonju Kangwondo 220-702, Korea.

* 이 논문은 1994년 학술진흥재단이 지원한 '산림의 보속생산성 증진을 위한 양묘 순환체계에 관한 연구'의 일부임

서론

산림자원 관리의 주요한 목표중의 하나는 산림의 생산성을 높이고 또한 우량한 목재를 생산하는데 있다. 임목의 생장은 입지, 기후 등 환경적 요인과 임목의 생리·유전적 특성과의 상호작용, 그리고 임목간의 상호경쟁의 총체적인 결과로 이루어진다.

이러한 생산성을 파악하는 수단으로서 biomass량을 측정하고 있는데 biomass의 중요성이 대두된 것은 목재교역량의 증가, 산림생태계의 생산성의 보다 정밀한 추정수단, 그리고 새로운 대체에너지원으로서의 활용방안 모색 등에 기인한다(Parde, 1980). 최근에는 지구온난화와 관련하여 산림자원 관리 기법에 따른 대기 이산화탄소 축적에 관한 관심이 높아져 biomass에 대한 인식을 새로이 하고 있다.

이러한 문제와 관련하여 biomass의 분배문제는 생태계의 물질 축적 유형과 특징을 파악하는데 중요하며(Wittacker와 Uarks, 1975), 뿐만 아니라 목재생산관리라는 측면에서 중요한 정보를 제공해준다(Kramer, 1988).

우리나라에서도 참나무류에 대한 물질생산 연구가 김시경과 정좌용(1985), 한상섭 등(1992), 박인협과 문광선(1994), 박인협 등(1996) 등에 의해 이루어진 바 있으며, 물질분배에 관한 연구는 김춘식 등(1987), 이현규(1992) 등이 조사한 바 있으나 현재 우리나라의 주요 경영 수종인 참나무류, 낙엽송 및 잣나무에 대한 물질분배와 수형 특성, 그리고 물질생산에 관한 종합적인 연구는 부족하다.

이 연구는 우리나라 중부지방에서 자라는 주요 경영 대상수종인 참나무류, 낙엽송, 잣나무에 대해 동일지역 내에서의 수형특성, 물질분배 구조 및 물질생산량을 파악하는데 있으며, 이것은 미

래 산림자원 관리에 필요한 정보를 줄 것이다.

재료 및 방법

1. 조사지 개황

이 연구는 경기도 광주군 도척면 상림리 소재 서울대학교 농업생명과학대학 부속 중부연습림 내에 자라는 참나무(*Quercus* spp.)림 및 이에 인접하여 인공식재된 낙엽송(*Larix leptolepis*)림과 잣나무(*Pinus koraiensis*)림을 대상으로 실시하였다(그림 1).

조사지의 방위는 동북향, 경사는 참나무림이 20°, 낙엽송림과 잣나무림이 5° 정도 되었으며 조사지의 임분별 토양 특성 및 임분구조는 표 1, 2에 나타낸 바와 같다.

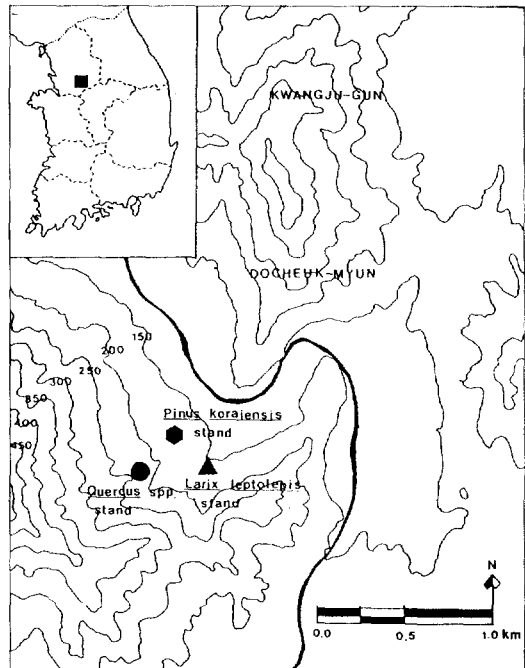


Fig. 1. Location of the study area

Table 1. Site characteristics for each of the stands.

Stand	Soil depth (cm)	Soil pH (H ₂ O)	Soil moisture (%)	Organic matter(%)	Soil nitrogen content(%)
<i>Quercus</i> spp.	10	5.05	75.6	3.4	0.16
	20	4.93	39.1	2.1	0.26
<i>Pinus koraiensis</i>	10	4.55	37.0	1.6	0.14
	20	4.73	36.2	1.3	0.11
<i>Larix leptolepis</i>	10	4.56	37.8	1.7	0.25
	20	4.62	37.4	1.5	0.18

Table 2. Stand description of the study area.

Stand	Age (year)	Mean DBH(cm)	Mean tree height(m)	Basal area (m ² /ha)	Stand density (trees/ha)
<i>Quercus</i> spp.	33	11.8	13	68.9	980
<i>Pinus koraiensis</i>	28	17.6	12	21.4	840
<i>Larix leptolepis</i>	29	16.2	15	25.7	1,150

2. 조사방법

1) 수형 특성 조사

수형특성은 직경과 수고를 고려하여 각 임분에서 6본씩 선정하여 벌채한 후 수고, 흉고직경, 수관폭, 수관 길이 등을 측정된 후 각각 수관비율(수관길이/수고×100), 수관비(수관길이/수관폭), 그리고 수관확장비(수관폭/수고) 등을 조사하였다. 참나무류 임분에서는 우점종인 굴참나무와 갈참나무를 각각 3본씩 선정하여 벌채하였다.

2) 물질 현존량 및 분배량 측정

수고에 따른 부위별 물질분배량을 측정하기 위해 각 임분당 표본목을 3본씩 선정하여 지상 0.2m 높이에서 1m 단위로 절단하여 각 부위의 줄기, 가지, 엽의 생중량을 측정하고 각 부위에서 일정량의 시료를 채취한 후 105℃에서 3일간 건조한 후 건중량을 측정하였다. 참나무류 임분은 굴참나무 2본, 갈참나무 2본씩을 선정하여 측정된 후 평균하였다. 줄기와 가지의 건중량은 모두 수피를 포함한 값으로 계산하였다.

물질현존량을 밀도로 곱하여 ha당으로 환산하여 나타내었다.

3) 재적성장량 측정

각 임분의 재적 성장량은 지상 0.2m에서부터 2m 단위로 원판을 채취하여 5년 단위의 정기평균 재적성장량과 연평균 재적성장량을 계산하여 비교하였다.

결과 및 고찰

1. 각 수종의 수형 특성

각 수형의 수형적 특성은 우선 수관 비율에서 참나무류와 잣나무가 높은 수관비율을 나타내었으며 낙엽송이 이들보다 낮은 수관비율을 보였

다. 수관비율은 광에 대한 내음성 정도를 나타내 주는 요소 중의 하나로서 음수, 양수의 판단기준이 되기도 하는데(임, 1985), 이것을 기준으로 판단한다면 잣나무와 참나무류가 낙엽송보다 광에 대한 내음성이 강하다는 것을 알 수 있다.

이러한 사실은 수관비와 수관확장비에서도 알 수 있다. 즉, 잣나무는 수관폭에 대한 수관높이의 비가 높아 낙엽송이나 참나무류에 비해 상대적으로 가지가 밑에까지 분포하는 것을 말해준다.

2. 물질분배량 및 현존량

각 수종의 줄기, 가지 및 수고에 따른 물질분배 특성을 보면 우선 줄기의 경우 잣나무와 참나무류는 낙엽송에 비해 줄기 밑부분에 많이 분배하고 있어 이들 두 수종이 낙엽송에 비해 biomass의 초살도가 높다는 것을 알 수 있다. 그러나 참나무류와 잣나무는 서로 비슷한 경향을 나타내었다(그림 2).

가지의 수고에 따른 물질분배량은 세수종 모두 대체로 어느 정점을 중심으로 그 이상과 그 이하에서 이항분포에 가까운 경향을 보였으며 낙엽송과 참나무류는 비교적 넓은 영역에 분포하는 현상을 보인 반면 잣나무는 집중적인 분포현상을 나타내었다. 그러나 낙엽송은 가지분포 부위들이 서로 비슷한 분배량을 나타내어 세수종 중 가장 고른 분배현상을 나타내었다. 참나무류는 활엽수의 특성상 역지의 발달로 인해 이러한 이항분포가 낙엽송이나 잣나무에 비해 고르지 못한 것으로 나타났다.

엽의 물질분배 특성은 가지보다 더욱 이항분포에 가까운 특징을 보였으며 세수종 모두 가지보다 집중적인 분포형태를 보였다. 다만 참나무류

Table 3. Tree form characteristics of *Quercus* spp., *Larix leptolepis* and *Pinus koraiensis*.

Species	Crown percentage(%)	Crown ratio	Crown spread ratio
<i>Quercus</i> spp.	63.7±13.4	2.2±0.3	0.29±0.05
<i>Pinus koraiensis</i>	66.5±3.8	1.4±0.2	0.50±0.40
<i>Larix leptolepis</i>	47.7±9.7	2.1±0.3	0.23±0.04

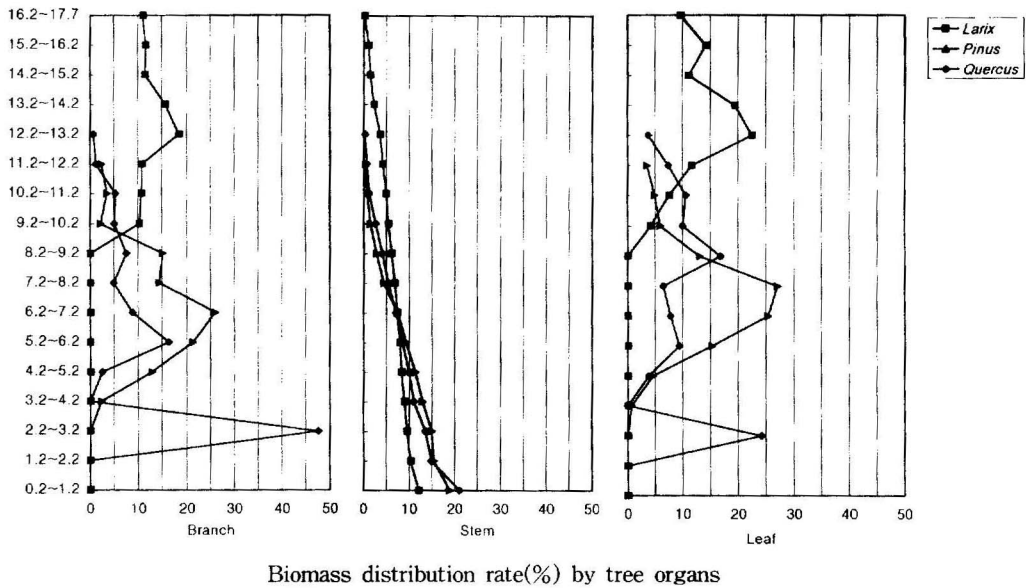


Fig. 2. Relation between tree height and biomass distribution for each of the organs of *Quercus* spp., *Larix leptolepis* and *Pinus koraiensis*.

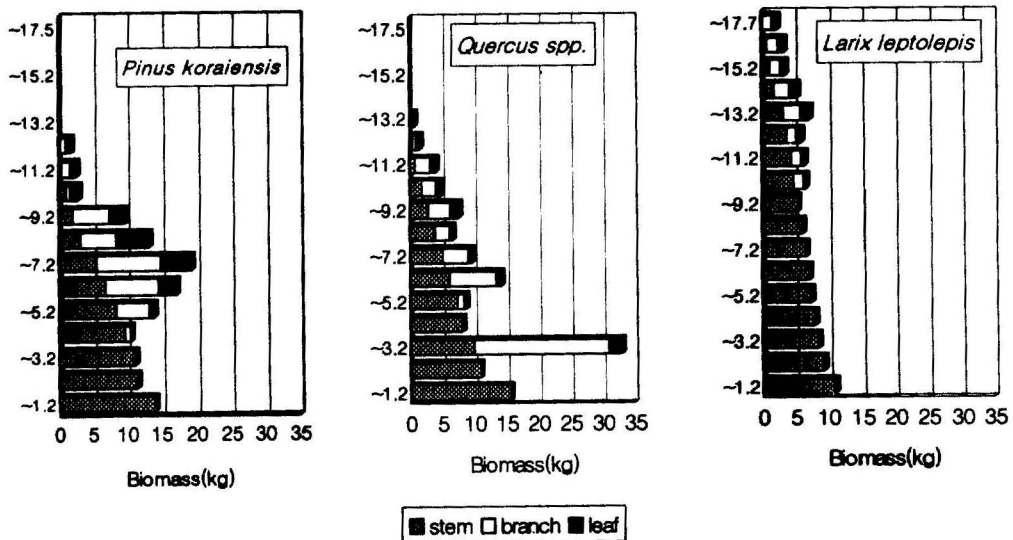


Fig. 3. Total biomass(stem, branch and leaves) distribution by tree height for *Pinus koraiensis*, *Quercus* spp. and *Larix leptolepis*

는 과도적인 이항분포를 나타내었는데 이러한 현상은 가지의 분포에 큰 영향을 받은 것으로 보인다.

그림 3은 수고에 따른 각 수종의 부위별 총물질 분배량을 나타낸 것이다. 수고에 따른 분배특성은 서로 다르게 나타났는데 우선 참나무류는 다른 두 수종에 비해 불규칙한 분포 상태를 보였

다. 이러한 불규칙 분포의 가장 큰 원인은 가지의 물질분배가 일정하지 않았기 때문이다. 그러나 낙엽송과 잣나무는 각기 고유의 특성을 잘 나타내주었는데, 낙엽송의 경우 수고에 따른 총물질 분배량은 비교적 비슷하여 기둥과 같은 모양을 나타낸 반면 잣나무의 경우에는 가장 아래부분의 물질분배가 높았다가 위로 갈수록 점차 감

Table 4. Biomass(tons/ha)distribution of stem, branch and leaf in *Quercus* spp., *Pinus koraiensis*, and *Larix leptolepis* stands.

Stand	Organ			
	Stem(%)	Branch(%)	Leaf(%)	Total
<i>Quercus</i> spp.	50,019(58.7)	8,378(34.8)	3,184(6.5)	61,581(100)
<i>P. koraiensis</i>	46,607(55.3)	19,174(30.2)	9,492(14.5)	75,273(100)
<i>L. leptolepis</i>	137,275(77.6)	25,010(15.7)	8,837(6.7)	171,122(100)

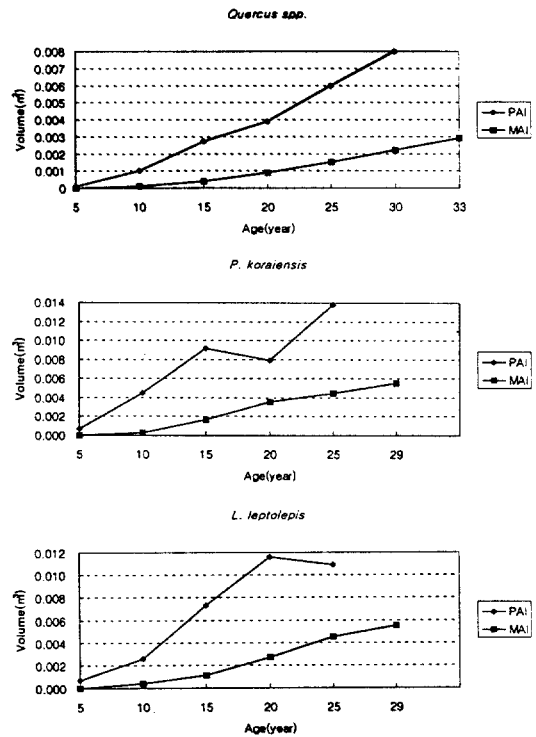
소하였으며 다시 증가한 후 감소하는 모양을 보여 마치 탑과 같은 형상을 나타내었다. 즉, 잣나무의 경우 부위별 물질 분배량이 가장 높은 곳은 6~8m 부근으로 이 수고에서는 줄기, 가지, 엽의 구성비율이 서로 비슷하게 나타났다.

ha당 물질분배량 및 현존량은 조사임분 중 낙엽송림이 다른 두 임분에 비해 높게 나타났는데 이처럼 높은 물질현존량을 보인 것은 낙엽송림이 다른 두 임분에 비해 수고가 높고 또한 밀도도 높아 줄기의 물질량이 많았기 때문이다(표 4). 이러한 경향은 권태호(1982), 박인협 등(1996)이 이들 지역에서 연구한 결과와 비슷하였는데 낙엽송림은 엽, 가지, 줄기 중 줄기의 물질량이 특히 높게 나타나 전체의 77.6%에 달하였으나 가지의 양은 약 15.7%에 불과하였다(표 4). 그러나 잣나무림과 참나무림의 경우에는 줄기물질량이 모두 60% 이하로 나타난 반면 가지의 물질량은 30% 이상을 차지하여 상대적으로 가지의 물질비중이 높게 나타났다. 다만 인공조성된 잣나무림이나 낙엽송림과는 달리 천연 참나무림의 경우 수종과 밀도에 따라 물질현존량에 큰 차이를 보여 보다 더 많은 연구가 요구된다.

3. 수종별 재적 생장

각 수종을 수간석해하여 연년 재적생장과 정기 평균 재적생장(5년단위)을 비교한 결과 낙엽송은 수령 20년에서 최대생장을 보였으며 잣나무와 참나무류는 아직도 계속 증가하는 것으로 나타났다. 그러나 잣나무의 경우에는 중간에 변동을 보였는데 이는 이 기간에 개체간의 경쟁이 심하게 일어났기 때문으로 보인다(그림 4).

이상과 같이 우리나라 중부지방에 자라는 주요 경영 대상 수종에 대해 수형특성과 물질배분 등을 고려해볼 때, 참나무류와 잣나무는 낙엽송에 비해 밀도조절에 있어 더 많은 관심과 주의를 요하는 것으로 판단된다. 특히 이들 수종은 1차적으로 우량한 목재를 생산하는 용재수종으로서 산

**Fig. 4.** Periodic and mean annual volume(m^3 /tree) increment in *Quercus* spp., *Pinus koraiensis* and *Larix leptolepis* stands.

림관리를 통하여 보다 우수한 목재를 생산하기 위해서는 참나무류의 경우 초기에 역지가 발달하지 않도록 밀도를 높여주는 것이 바람직하며 이러한 가지 생장조절이 수간의 양적, 질적 생장으로 높이는 데도 도움이 될 것이다. 잣나무의 경우도 초기밀도를 가능한 한 높임으로서 가지발달을 억제해야 할 것으로 판단되는데 잣나무는 음수의 특성을 나타내므로 어느정도 높은 밀도를 유지시키는 것이 전체적인 생장뿐만 아니라 우량형질 생산에도 필요하다고 판단된다.

결 론

산림자원 관리에 필요한 정보를 얻기 위하여 우리나라의 주요 수종인 참나무류(*Quercus* spp.), 낙엽송(*Larix leptolepis*) 및 잣나무(*Pinus koraiensis*)에 대해 경기도 광주지방에서 수형특성, 물질분배량 및 재적 성장량을 측정하였다. 수형특성으로는 잣나무가 수관비율 및 수관확장비가 높게 나타났으며 참나무류도 수관비율이 높게 나타나 양수임을 보여주었다. 기관별 물질분배는 줄기의 경우 밑에서 위로 갈수록 감소하였으며 이러한 감소율은 낙엽송보다 잣나무 및 참나무류가 높게 나타났다. 가지 및 엽은 세 수종 모두 정규분포 특성을 보였으나 가지보다는 엽이 더 높은 정규분포 특성을 나타내었고 수종별로는 참나무류보다 잣나무, 낙엽송이 높게 나타났다. 세 임분의 물질현존량은 낙엽송림, 잣나무림, 참나무림의 순으로 각각 171.1t/ha, 75.3t/ha, 61.6t/ha로 나타났다. 이에 따라 참나무류 및 잣나무림은 초기 밀도를 높여줌으로서 biomass 생산뿐만 아니라 수간형질생산을 높일 수 있을 것으로 판단된다.

또한 세 수종의 연년 재적성장량을 측정한 결과 낙엽송은 수령 20년에서 감소하는 경향을 보였고 나머지 두 수종은 계속 증가하는 경향을 나타내었다.

인 용 문 헌

1. 권태호. 1982. 경기도 광주지방 잣나무 인공

림의 물질생산에 관한 연구. 서울대학교 석사학위 논문. 58pp.

2. 김시경·정좌용. 1985. 굴참나무 천연림의 생산구조 및 물질생산력에 관한 연구. 한국임학회지 70 : 91-102.

3. 김춘식·이정식·조경진. 1987. 전남 장성지방 삼나무 및 편백 인공림의 물질생산량에 관하여. 임산에너지 7(1) : 1-10/

4. 박인협·문광선. 1994. 주요 참나무류 천연림의 물질생산 및 현존량 추정식에 관한 연구. 한국임학회지 83(2) : 246-253.

5. 박인협·이돈구·이경준·문광선. 1996. 참나무류의 성장 및 물질생산에 관한 연구(I). 한국임학회지 85(1) : 76-83.

6. 이현규. 1992. 사방시공지 식물사회의 생태학적 변화에 관한 연구(II). 한국임학회지 81(4) : 303-309.

7. 임경빈. 1985. 조림학 원론. 향문사.

8. 한상섭·김영도·심주석. 1992. 신갈나무 장령림분의 물질생산에 관한 연구. 한국임학회지 81(1) : 1-10.

9. Kramer, H. 1988. Waldwachstumslhre. Paul Parey. 374pp.

10. Parde, J. 1980. Forest biomass. *Forestry Abstract* 41(8) : 343-362.

11. Whittaker, R.H. and P.L. Marks. 1975. Methods of assessing terrestrial productivity, Pages 55-118 in H. Lieth and R.H. Whittaker (ed.) *Primary Productivity of the Biosphere*. Springer-Verlag, New York.