

주요 참나무류 天然林의 物質生産 및 現存量推定式에 關한 研究^{1*}

朴仁協² · 文玟宣²

Biomass, Net Production and Biomass Estimation Equations in Some Natural *Quercus* Forests^{1*}

In Hyeop Park² and Gwang Sun Moon²

要 約

참나무류 주요 수종의 物質生産 및 現存量推定式을 파악하기 위하여 전라남도 母后山地域 순천대학교 연습림에 위치하고 있는 林冠層 평균수령 26-29년생 상수리나무림, 굴참나무림, 졸참나무림과 36년생 신갈나무림 등 4개 수종 임분을 대상으로 임분별 10주씩 총 40주의 標本木을 선정 벌목하여 조사하였다. 흉고직경 또는 흉고직경과 수고를 독립변수로 하는 3개 유형의 現存量 對數回歸式을 임분별, 부위별 유도 검증한 결과 適合度와 實用性을 고려할 때 흉고직경을 독립변수로 하는 대수회귀식 ($\log Wt = A + B \log D$)이 효과적인 것으로 나타났다. 흉고직경을 독립변수로 하는 4개 수종별 현존량 대수회귀식의 기울기와 절편간에는 유의적인 차이가 없었으므로, 참나무류의 現存量 一括推定式의 가능성이 시사되었다. 林分 現存量은 상수리나무림 164.0t/ha, 굴참나무림 158.9t/ha, 졸참나무림 115.3 t/ha, 신갈나무림 118.8t/ha로써 상수리나무림과 굴참나무림이 졸참나무림과 신갈나무림에 비하여 40-50t/ha/yr. 정도 많았다. 林分 純生産量은 상수리나무림 25.0t/ha/yr., 굴참나무림 23.2t/ha/yr., 졸참나무림 14.5t/ha/yr., 신갈나무림 12.6t/ha의 순으로 많았다. 임관총 평균수령과 순생산량을 고려할 때, 동일 임령의 경우 現存量은 상수리나무림, 굴참나무림, 졸참나무림, 신갈나무림의 순으로 많을 것으로 추정되었다. 신갈나무림의 경우 뿌리의 現存量과 純生産量 構成비가 다른 수종에 비하여 높은 값을 보였다. 純同化率은 졸참나무림 3.20, 신갈나무림 2.95, 상수리나무림 2.87, 굴참나무림 2.80의 순으로 높았다. 졸참나무림과 신갈나무림은 상수리나무림과 굴참나무림에 비하여 잎의 生産能率은 높은 반면 現存量이 적기 때문에 林分 現存量과 純生産量이 적은 것으로 나타났다.

ABSTRACT

Four *Quercus* forests in Mt. Mohu were studied to investigate biomass, net production and effective biomass estimation method. Five 10m × 10m quadrats were set up, ten sample trees were cut and roots of three sample trees were excavated for dimension analysis in each forest. There was little difference in accuracy among three allometric biomass regression models of $\log Wt = A + B \log D$, $\log Wt = A + B \log D^2 H$ and $\log Wt = A + B \log D + C \log H$, where Wt, D and H were dry weight, DBH and height, respectively. Analysis of covariance showed that there were no significant differences among slopes and intercepts of allometric

¹ 接受 1994年 2月 7日 Recieved on February 7, 1994.

² 順天大學校 農科大學 山林資源學科 Department of Forest Resources, College of Agriculture, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea.

* 이 논문은 1992년도 교육부지원 한국학술진흥재단의 지방대학육성과제 학술연구조성비에 의하여 연구 되었음.

biomass regressions, $\log W_t = A + B \log D_t$, of four *Quercus* species. Biomass of *Q. acutissima*, *Q. variabilis*, *Q. serrata* and *Q. mongolica* forests were 164.0, 158.9, 115.3 and 118.9t/ha, respectively. Net production of *Q. acutissima*, *Q. variabilis*, *Q. serrata* and *Q. mongolica* forests were 25.0, 23.2, 14.5 and 12.6t/ha/yr., respectively. The proportion of roots to total biomass and total net production of *Q. mongolica* forest was higher than that of three other species forests. Net assimilation ratio of *Q. acutissima*, *Q. variabilis*, *Q. serrata* and *Q. mongolica* forests were 2.87, 2.80, 3.20 and 2.95, respectively. Relatively less leaf biomass of *Q. serrata* and *Q. mongolica* forests were the reason why total biomass and total net production of *Q. serrata* and *Q. mongolica* forests were less than those of *Q. acutissima* and *Q. variabilis*.

Key words : *Quercus acutissima*, *Q. variabilis*, *Q. serrata*, *Q. mongolica*, biomass, net production.

緒 論

전국적으로 분포하고 있는 참나무류는 우리나라의 활엽수종중 분포면적과 개체수가 가장 많은 수종이며 용재, 코르크, 펄프·제지원 등으로서의 物質資源, 도토리 등의 食用資源, 풍치림 등으로서의 環境資源 등 여러가지 측면에서 우리나라를 대표하는 활엽수종이라고 할 수 있다. 또한, 자연상태에서 우리나라의 일반적인 森林遷移는 소나무림, 참나무류림, 음수의 활엽수림으로 진행되며, 소나무림의 경우 솔잎혹파리의 피해 등에 의하여 참나무류림으로의 이행속도가 가속화되고 있어서 참나무류림의 면적은 점차 확대되고 있다(任 등, 1980). 따라서, 참나무류림의 효율적인 經營管理에 필요한 生産生態學的 情報의 구명이 요구되고 있다.

임업적인 측면에서 볼 때 삼림경영관리의 목표는 종합적인 生産性을 향상시키는 것이 중요한 과제라고 할 수 있다. 삼림의 生産性은 환경과 식생의 상호작용에 의하여 성립된 삼림내 구성종들의 생장현상의 종합적인 결과이며 식물의 생장은 동화기관인 잎에서 동화된 동화물질의 이용 및 축적의 결과이다. 따라서 삼림의 生産生態學的 情報를 파악하기 위해서는 줄기의 목질부, 수피, 가지, 잎, 뿌리 등 임목 각 부위 및 임분 전체의 現存量, 純生産量, 生産能率 등에 의한 物質生産에 관한 연구가 이루어져야 할 필요가 있다. 한편 物質生産에 관한 연구는 최근 대두되고 있는 펄프·제지원과 재생산이 가능한 대체에너지원으로서의 임목전체 이용을 위한 森林資源의 再評價라는 측면에서도 중요한 의의를 갖는다.

참나무류림의 物質生産에 관한 연구는 金과 鄭(1985), 崔와 朴(1993)이 수행하였으나 굴참나무림에 국한되고 있기 때문에 참나무류림의 종합적인 物質生産 정보를 파악하지 못하고 있다. 따라서 참나무류림의 종합적인 生産生態學的 情報를 파악하기 위해서는 주요 수종들의 物質生産에 관한 연구가 이루어져야 한다.

본 연구는 그러한 관점에서 참나무류중 비교적 분포 범위와 면적이 넓은 상수리나무, 굴참나무, 졸참나무, 신갈나무 등 4개 수종 임분을 대상으로 現存量, 純生産量, 生産能率 등을 조사분석함으로써 참나무류 주요 수종의 物質生産構造 및 物質生産量을 파악·비교하는 한편 효과적인 現存量推定式을 제시하는데 목적이 있다.

材料 및 方法

1. 調査地 概況

본 연구는 全羅南道 昇州郡 松廣面 母后山地域에 위치하고 있는 順天大學校 연습림내 상수리나무, 굴참나무, 졸참나무, 신갈나무 등 4개 수종의 純林을 대상으로 실시되었다. 표 1에서 보듯이 4개 임분의 海拔高는 210-420m이었으며, 상수리나무림과 굴참나무림은 계곡하부, 졸참나무림은 계곡중부, 신갈나무림은 계곡상부에 위치하고 있었다. 林冠層의 평균수령은 상수리나무림, 굴참나무림, 졸참나무림의 경우 26-29년으로 유사하였으며, 신갈나무림의 경우 36년으로써 임령이 다소 많은 임분이었다. 임관층 개체목의 크기 즉, 平均 胸高直徑과 平均樹高는 상수리나무림과 굴참나무림이 졸참나무림과 신갈나무림에 비하여 높은 값을 보였다. 개체목의 크기와 임목

Table 1. General description of four *Quercus* forests.

	<i>Q. acutissima</i>	<i>Q. variabilis</i>	<i>Q. serrata</i>	<i>Q. mongolica</i>
Altitude(m)	210	240	300	420
Slope(°)	15	25	20	15
Aspect	SE	SW	SW	E
Mean tree age(yr.)*	26	28	29	36
Mean DBH(cm)*	14.3	14.6	12.6	12.9
Mean height(m)*	11.5	11.1	10.8	9.7
Tree density(trees/ha)*	1,410	1,280	1,120	1,040
Basal area(m ² /ha)*	26.3	23.3	15.1	14.9

* indicates the trees belong to canopy.

밀도의 종합적인 표현이라고 할 수 있는 胸高斷面積은 상수리나무림, 굴참나무림, 졸참나무림, 신갈나무림에서 각각 26.3, 23.3, 15.1, 14.9 m²/ha이었다.

2. 調査方法

1) 標本木 選定

任意標本抽出法에 의하여 4개 임분별 10m×10m 조사구 5개씩을 설치하여 每木調査를 한 후 임분별 10주씩 총 40주의 標本木을 선정하였다. 매목조사는 胸高 이상의 모든 개체목을 대상으로 하였으며, 표본목은 각 임분의 흉고직경범위내에서 흉고직경급별로 고르게 분포하도록 하였다.

2) 標本木 및 試料 測定

선정된 임분별 10주씩 총 40주의 標本木을 伐木하여 줄기, 가지, 잎으로 구분한 후 다음의 각 항목을 조사하였다. 줄기는 지상 0.2m 높이에서 2m 간격으로 절단하여 生重量을 측정 한 후 0.2m 부위와 2m 길이로 절단한 각 통나무의 중앙부에서 5-10cm 두께의 圓板을 채취하였다. 圓板은 生重量을 측정 한 후 수피내직경, 수피외직경, 수피재적, 연륜수 등을 측정하였다. 그리고 85°C에서 恒量이 될 때까지 건조시켜 乾重量을 측정 한 후 수피를 분리하여 樹皮乾重量을 측정하였다. 측정치에 의하여 각 圓板의 乾重量對 生重量比, 樹皮 乾重量對 樹皮材積比 등을 산정하였다. 가지와 잎은 표본목별 生重量을 각각 측정 한 후 임분별 5주씩 각각 1,000g 정도의 시료를 취하여 乾重量對 生重量比를 구하였다. 뿌리는 임분별 3개 표본목의 地下根株 및 직경 2cm 이상의 주근과 측근의 生重量을 측정 한 후 소정의 시료를 취하여 乾重量對 生重量比를 구하였다.

3) 標本木의 部位別 乾重量

각 표본목 줄기의 乾重量은 2m 길이의 통나무

生重量과 중앙부 圓板의 乾重量대 生重量비에 의하여 산출된 통나무 乾重量의 합으로 하였다. 수피의 乾重量은 圓板 측정치에 의하여 산출된 통나무의 수피재적과 圓板의 수피乾重量대 수피재적비에 의하여 산출된 각 통나무의 수피乾重量을 합산함으로써 구하였다. 목질부 乾重量은 줄기의 乾重量에서 樹皮 乾重量을 감한 값으로 하였다. 가지, 잎, 뿌리의 乾重量은 각각의 生重量과 시료의 乾重量대 生重量비에 의하여 환산하였다.

4) 現存量 推定式

4개 수종 임분별 10주씩의 표본목 측정치에 의하여 適合도가 높은 것으로 인정되고 있는 흉고직경(D) 또는 흉고직경과 수고(H)를 獨立變數로 하고 부위별 乾重量(Wt)을 從屬變數로 하는 3개 유형의 對數回歸式($\log Wt = A + B \log D$, $\log Wt = A + B \log D^2 H$, $\log Wt = A + B \log D + C \log H$)을 수종별, 뿌리를 제외한 부위별로 유도한 후 적합도를 검정하였다(Whittaker and Marks, 1975).

한편, 4개 수종 전체를 대상으로 하는 一括對數回歸式的 가능성을 타진하기 위하여 D와 D²H에 의한 대수회귀식의 경우 수종별 대수회귀식의 기울기와 절편의 차이를 共分散分析에 의하여 검정하였다(Snedecor and Cochran, 1967).

5) 現存量 및 純生産量 推定

林分 現存量은 3개 유형 대수회귀식의 적합도 검정 결과 비교적 실용성이 높은 것으로 나타난 흉고직경을 독립변수로 하는 수종별, 부위별 對數回歸式과 每木調査시 측정 한 조사구내 개체목의 흉고직경 측정치에 의하여 추정하였다. 뿌리의 경우 胸高斷面積法(Satoo, 1970)을 적용하였다.

林分 純生産量의 추정은 Grier와 Logan(1977)의 방법을 참조하였다. 줄기의 목질부, 수피, 가지의 年間 純生産量을 추정하기 위하여 임분별,

Table 2. Allometric biomass regressions for sample trees of four *Quercus* species. Regression model : $\log Wt = A + B \log D$, where Wt is dry weight in g and D is DBH in cm. E is the estimate of relative error.

Tree component	<i>Q. acutissima</i>						<i>Q. variabilis</i>					
	A	B	R ²	E	E*	E**	A	B	R ²	E	E*	E**
Stem wood	1.953	2.333	0.99	1.05	1.09	1.05	1.910	2.370	0.99	1.06	1.09	1.06
Stem bark	1.326	2.325	0.97	1.20	1.21	1.18	1.351	2.285	0.98	1.19	1.19	1.18
Stem	2.054	2.320	0.99	1.06	1.09	1.05	2.020	2.349	0.99	1.06	1.08	1.05
Branches	0.950	2.835	0.95	1.45	1.50	1.43	0.891	2.896	0.95	1.44	1.49	1.43
Leaves	0.988	2.326	0.93	1.45	1.43	1.43	1.043	2.276	0.93	1.43	1.42	1.42
Aboveground total	2.094	2.417	0.99	1.13	1.15	1.13	2.063	2.445	0.99	1.12	1.14	1.12

Tree component	<i>Q. serrata</i>						<i>Q. mongolica</i>					
	A	B	R ²	E	E*	E**	A	B	R ²	E	E*	E**
Stem wood	2.036	2.307	0.99	1.10	1.11	1.09	1.885	2.413	0.94	1.22	1.14	1.13
Stem bark	1.302	2.368	0.96	1.32	1.25	1.22	1.844	1.855	0.91	1.22	1.15	1.13
Stem	2.109	2.320	0.99	1.12	1.11	1.10	2.091	2.306	0.94	1.22	1.14	1.12
Branches	1.013	2.846	0.95	1.43	1.55	1.29	0.631	3.191	0.93	1.36	1.48	1.31
Leaves	0.791	2.396	0.94	1.39	1.43	1.38	0.693	2.505	0.97	1.14	1.16	1.14
Aboveground total	2.116	2.446	0.99	1.12	1.17	1.12	1.982	2.546	0.97	1.14	1.10	1.10

* E from $\log Wt = A - B \log D^2 H$, H is height in m.
 ** E from $\log Wt = A + B \log D + C \log H$

1.5cm의 흉고직경급별 흉고부의 수피두께(B), 수피내직경(Di), 최근 5년간 年平均樹皮內直徑成長量(ΔDi)을 성장추를 이용하여 측정하였다. 목편은 최대직경부와 최소직경부의 중앙부에서 채취하였다. 각 조사구 내 개체목별 前年度 흉고직경(d)은 매목조사시 측정된 現年度 흉고직경(D)과 흉고직경급별 목편의 측정치에 의하여 $d = D - (\Delta Di + \Delta B) = D - \Delta Di \times D / Di$ 식에 의하여 산정하였다. 줄기의 목질부, 수피, 가지의 純生産量은 개체목별 d를 現存量의 對數回歸式에 대입하여 前年度의 現存量을 구한 후, 現年度의 現存量에서 前年度의 現存量을 감한 값으로 하였다. 잎은 현존량을 순생산량으로 하였다. 뿌리의 경우 뿌리의 현존량에 줄기와 가지의 純生産量對現存量比를 곱하여 산출하였다.

結果 및 考察

1. 現存量 推定式

Whittaker 등(1974)은 對數回歸式의 적합도 검정에 있어서 相關係數는 표본목의 흉고직경 또는 수고의 범위에 영향을 받기 때문에, 측정치의 산포도를 효과적으로 나타낼 수 있는 相對誤差推定值(estimates of relative error, E)에 의하여 합리적으로 검정할 수 있다고 하였으며, 相對誤差推定值는 변량간에 밀접한 관계가 있을 때 1.

0-1.2, 관계가 비교적 적을 때 1.5-2.0의 값을 보인다고 하였다.

표 2에서 보이듯이 3개 유형 對數回歸式別 4개 수종의 임목 각 부위에 대한 對數回歸式의 相對誤差推定值는 $\log Wt = A + B \log D$ 식 1.05-1.45, $\log Wt = A + B \log D^2 H$ 식 1.08-1.55, $\log Wt = A + B \log D + C \log H$ 식 1.05-1.43으로 큰 차이를 보이지 않았으며, 모두 1.5 이하의 값을 보임으로써 적합도가 비교적 높은 것으로 나타났다. 한편 흉고직경과 수고를 독립변수로 하는 對數回歸式의 경우 每木調査시 발생하는 수고 測定誤差를 고려할 때 흉고직경만을 독립변수로 하는 $\log Wt = A + B \log D$ 식이 보다 효율적이라고 할 수 있다. 임목 부위별 4개 수종 3개 유형 對數回歸式의 相對誤差推定值는 전반적으로 볼 때 줄기의 목질부 1.05-1.22, 수피 1.13-1.32, 잎 1.14-1.45, 가지 1.29-1.55의 순으로 낮은 값을 보였다. 이러한 결과는 고로쇠나무(朴, 1986), 소나무(朴과 金, 1989) 등과 유사한 경향이였다.

표 3에서는 두 변량의 對數值에 의하여 회귀직선식이 되는 $\log Wt = A + B \log D$ 식과 $\log Wt = A + B \log D^2 H$ 식에 있어서 각각에 대한 수종별 對數回歸式간의 차이 유무를 共分散分析에 의하여 검정한 결과를 나타냈다. 흉고직경을 독립변수로 하는 4개 수종별 對數回歸式의 기울기와 절편 간에는 임목 부위 모두 유의적인 차이가 없었으며,

Table 3. F-values from covariance analysis to test for significant differences among allometric biomass regressions of four *Quercus* species.

	logWt = A + BlogD		logWt = A + BlogD ² H	
	Slope	Intercept	Slope	Intercept
Stem wood	0.23 (NS)	2.90 (NS)	0.83 (NS)	1.21 (NS)
Stem bark	1.39 (NS)	0.49 (NS)	1.57 (NS)	0.17 (NS)
Stem	0.04 (NS)	2.24 (NS)	0.22 (NS)	0.70 (NS)
Branches	0.27 (NS)	0.51 (NS)	0.20 (NS)	0.05 (NS)
Leaves	0.15 (NS)	2.63 (NS)	0.23 (NS)	4.12 (S)
Aboveground total	0.26 (NS)	1.84 (NS)	0.67 (NS)	0.26 (NS)

* All tests were decided at the 95% confidence level ;

NS=not significantly different ; S=significantly different, i.e., $P < 0.05$.

Table 4. Generalized allometric biomass regressions for all sample trees of four *Quercus* species. Regression model ; $\log Wt = A + BlogD$, where Wt is dry weight in g and D is DBH in cm. E is the estimate of relative error.

	Stem wood	Stem bark	Stem	Branches	Leaves	Aboveground total
A	1.967	1.378	2.069	0.920	0.915	2.082
B	2.338	2.278	2.324	2.902	2.334	2.448
R ²	0.988	0.966	0.988	0.951	0.933	0.990
E	1.143	1.253	1.143	1.413	1.389	1.137

흉고직경과 수고를 독립변수로 하는 對數回歸式의 경우 對數回歸式의 절편에 있어서 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 흉고직경을 독립변수로 하는 4개 수종 現存量 一括對數回歸式의 가능성을 시사하는 것이다.

4개 수종별 10주씩 총 40주의 표본목에 의하여 유도된 흉고직경을 독립변수로 하는 부위별 4개 수종의 現存量 一括對數回歸式은 표 4와 같다. 부위별 一括對數回歸式의 相對誤差 推定値는 모두 1.4 이하로써 적합도가 비교적 높은 것으로 나타났다.

Pastor 등(1984)은 천연림내 성장형이 유사한 6개 주요 수종별 現存量 對數回歸式의 기울기와 절편간에는 유의적인 차이가 없다고 하였으며, Whittaker와 Marks(1975)는 열대천연림의 경우 수종과 관계없이 一括對數回歸式에 의하여 現存量을 추정할 수 있다고 하였다. Tritton과 Hornbeck(1982)는 기 보고된 연구들을 종합분석한 결과 동일 수종의 경우 각 연구에서 제시된 現存量 對數回歸式들 사이에는 유의적인 차이가 없다고 하였으며, Crow(1983)는 同一 樹種의 경우 입지별, 임령별 現存量 對數回歸式간의 차이를 인정할 수 없다고 하였다. 그러나 Koerper와 Richardson(1980)은 양호한 입지와 불량한 입지의 *Populus grandidentata* 現存量 對數回歸式,

과 金(1989)은 수형의 차이가 비교적 심한 한국의 4개 지역형별 소나무천연림의 現存量 對數回歸式간에는 유의적인 차이가 있음을 지적하고 있다. 따라서, 본 연구결과 참나무류 現存量 一括推定式의 가능성을 시사하고 있으나 母后山이라는 同一 山地의 참나무류 4개 수종을 대상으로 조사한 것임을 고려할 때, 전국규모의 참나무류 現存量 조사를 위해서는 본 연구에서 제외된 갈참나무와 떡갈나무를 포함한 참나무류의 地域 및 立地에 따른 物質生産에 관한 연구가 보완되어야 할 필요가 있다.

2. 現 存 量

3개 유형 現存量 對數回歸式중 비교적 실용성이 높은 흉고직경을 독립변수로 하는 수종별, 부위별 對數回歸式에 의하여 추정된 임분 現存量은 표 5와 같다. 임목전체의 現存量은 상수리나무림과 굴참나무림이 신갈나무림과 졸참나무림에 비하여 40-50t/ha 정도 많았으며, 상수리나무림과 굴참나무림, 졸참나무림과 신갈나무림 사이에는 큰 차이를 보이지 않았다. 뿌리를 제외한 地上部 現存量을 다른 수종들과 비교하면 상수리나무림과 굴참나무림은 제국상부의 서어나무-활엽수 혼효림 138.4t/ha(朴, 1986), 22년생 리기테다소나무 인공림 142.2t/ha(李 등, 1985)와 비슷한 수

Table 5. Biomass of four *Quercus* forests (unit : t/ha)

Tree component	<i>Q. acutissima</i>	<i>Q. variabilis</i>	<i>Q. serrata</i>	<i>Q. mongolica</i>
Stem wood	81.8(49.8)	78.1(49.2)	55.9(48.5)	56.7(47.7)
Stem bark	18.0(11.0)	17.2(10.8)	12.9(11.2)	13.7(11.6)
Stem	99.8(60.8)	95.3(60.0)	68.8(59.7)	70.4(59.3)
Branches	31.6(19.3)	31.3(19.7)	23.9(20.7)	23.1(19.4)
Leaves	8.7(5.3)	8.3(5.2)	4.5(3.9)	4.3(3.6)
Aboveground total	140.1(85.4)	134.9(84.9)	97.2(84.3)	97.8(82.3)
Root	23.9(14.6)	24.0(15.1)	18.1(15.7)	21.0(17.7)
Tree total	164.0(100%)	158.9(100%)	115.3(100%)	118.8(100%)

Table 6. Net production of four *Quercus* forests (unit : t/ha/yr.)

Tree component	<i>Q. acutissima</i>	<i>Q. variabilis</i>	<i>Q. serrata</i>	<i>Q. mongolica</i>
Stem wood	8.5(34.2)	7.8(33.5)	5.3(36.4)	4.3(34.0)
Stem bark	1.9(7.5)	1.7(7.4)	1.1(7.8)	1.0(8.1)
Stem	10.4(41.7)	9.5(40.9)	6.4(44.2)	5.3(42.1)
Branches	3.4(13.4)	3.0(13.1)	1.9(13.4)	1.5(11.9)
Leaves	8.7(34.8)	8.3(35.7)	4.6(31.2)	4.3(33.9)
Aboveground total	22.5(89.9)	20.8(89.7)	12.9(88.8)	11.1(87.9)
Root	2.5(10.1)	2.4(10.3)	1.6(11.2)	1.5(12.1)
Tree total	25.0(100%)	23.2(100%)	14.5(100%)	12.6(100%)

준이었다. 줄참나무림과 신갈나무림은 중남부평지형 소나무림 93.6t/ha(朴과 李, 1990), 아까시나무가 침입한 30년생 리기다소나무 인공림 106.5t/ha(金 등, 1985)과 비슷한 수준이었다.

部位別 現存量 構成比는 4개 수종 임분 모두 줄기의 목질부, 가지, 뿌리, 수피, 잎의 순으로 높았다. 줄기의 목질부, 수피, 가지의 구성비는 임분간 큰 차이를 보이지 않았으나, 잎의 구성비는 줄참나무림과 신갈나무림이 비교적 낮았으며, 뿌리의 구성비는 신갈나무림이 비교적 높은 것으로 나타났다. 수피의 구성비에 있어서 굴참나무림이 다른 수종과 유사한 값을 보이는 것은 樹皮材積은 많으나 樹皮의 比重이 낮기 때문이었다. 신갈나무림이 다른 수종에 비하여 뿌리의 구성비가 높은 것은 계곡상부에 분포하고 있으며 계곡하부에서 계곡상부로 갈수록 토양수분 등의 土壤條件이 나빠진다는 일반적인 사실(朴, 1986)을 고려할 때, 환경에 대한 적응 결과 뿌리의 구성비는 건조지로 갈수록 증가한다는 Zavitkovski(1976)의 보고에 의하여 설명할 수 있다. 韓國의 森林 分布 및 遷移過程상 참나무류림과 함께 중요한 위치를 차지하고 있는 소나무림(朴과 李, 1990)중 특수한 지역에 국한되고 있는 안강형을 제외한 소나무림과 비교하면, 참나무류 4개 수종 임분 모두 줄기의 목질부 구성비는 낮은 반면 수

피, 줄기의 구성비는 높은 것을 알 수 있었다.

3. 純生産量

표 6에서 보이듯이 임목 전체의 純生産量은 상수리나무림, 굴참나무림, 줄참나무림, 신갈나무림의 순으로 많았다. 줄참나무림이 신갈나무림에 비하여 純生産量은 많은 반면 現存量(표 5)이 유사한 것은 줄참나무림, 상수리나무림, 굴참나무림의 임관측 평균수령이 26-29년으로 신갈나무림의 36년보다 비교적 적기 때문이라고 사료된다.

뿌리를 제외한 地上部 純生産量을 다른 수종들과 비교하면 상수리나무림과 굴참나무림은 22년생 잣나무 인공림 20.4t/ha/yr.(李와 朴, 1987), 아까시나무가 침입한 30년생 리기다소나무 인공림 22.0t/ha/yr.(金 등, 1985)과 비슷한 수준이었다. 줄참나무림과 신갈나무림은 계곡부의 서어나무-활엽수 혼효림 10.6-12.8t/ha/yr.(朴, 1986), 중남부고지형 소나무림 12.7t/ha/yr.(朴과 李, 1990)과 비슷한 수준이었다. 部位別 純生産量 構成比는 상수리나무림, 굴참나무림, 줄참나무림에서는 줄기의 목질부 또는 잎, 가지, 뿌리, 수피의 순으로 많았다. 신갈나무림의 경우 뿌리의 구성비가 가지보다 다소 높은 값을 보이는 것은 일반적으로 光條件은 양호한 반면 土壤條件이 상대적으로 나쁜 계곡상부에 분포하기 때

Table 7. Production efficiency of leaves in four *Quercus* forests

	<i>Q. acutissima</i>	<i>Q. variabilis</i>	<i>Q. serrata</i>	<i>Q. mongolica</i>
Net assimilation ratio*	2.87	2.80	3.20	2.95
Efficiency of leaves to produce stem**	0.98	0.94	1.16	1.00

* Total net production/leaf biomass

** Stem net production/leaf biomass

문이라고 추정된다.

4. 生産能率

표 7은 임분별 잎의 現存量에 대한 임목 전체 純生産량과 줄기 純生産량 즉, 純同化率과 줄기 생산능률을 나타낸 것이다. 純同化率과 줄기생산능률은 모두 졸참나무림, 신갈나무림, 상수리나무림, 굴참나무림의 순으로 높았다. 졸참나무림과 신갈나무림이 상수리나무림과 굴참나무림에 비하여 높은 값을 보이는 것은 잎의 現存量 구성비가 상대적으로 낮기 때문이었다.朴(1986)은 백운산지역 천연림내 주요 수종의 純同化率은 고로쇠나무 3.22, 층층나무 2.52, 서어나무 2.46, 들메나무 2.45, 신갈나무 2.11, 까치박달나무 1.90의 순으로 높다고 보고하였다. 본 조사와 비교하면 참나무류 4개 수종 임분은 고로쇠나무를 제외한 백운산 지역 주요 활엽수종의 純同化率보다 높은 것을 알 수 있다.

結 論

상수리나무, 굴참나무, 졸참나무, 신갈나무 등 참나무류 4개 수종 임분의 現存量은 흉고직경을 독립변수로 하는 對數回歸式에 의하여 효과적으로 추정할 수 있으며, 樹種別 對數回歸式의 기울기와 절편간에 유의적인 차이가 없는 것으로 나타남으로써 참나무류 現存量 一括推定式의 가능성이 시사되었다. 그러나, 본 연구가 母后山이라는 동일 산지의 참나무류 4개 수종을 대상으로 조사한 것임을 고려할 때, 전국 규모의 참나무류 現存量 조사를 위해서는 본 연구에서 제외된 갈참나무와 떡갈나무를 포함한 참나무류의 地域 및 立地에 따른 物質生産에 관한 연구가 보완되어야 할 필요가 있다. 임목 전체의 林分 現存量은 상수리나무림과 굴참나무림이 졸참나무림과 신갈나무림에 비하여 40-50t/ha 정도 많았으며, 林冠層 평균수령과 純生産량을 고려할 때 유사 임령의

경우 現存量은 상수리나무림, 굴참나무림, 졸참나무림, 신갈나무림의 순으로 많을 것으로 추정된다. 신갈나무림의 경우 다른 수종 임분에 비하여 뿌리의 現存量과 純生産량 構成比가 높게 나타남으로써 일반적으로 土壤條件이 상대적으로 불량한 계곡상부 또는 능선부의 적응된 형태를 보였다. 졸참나무림과 신갈나무림은 상수리나무림과 굴참나무림에 비하여 잎의 生産能率は 높은 반면 現存量이 적기 때문에 임목전체의 現存量과 純生産량이 적은 것을 알 수 있었다.

引用 文 獻

1. 김갑덕·박재욱·박인협·김철민·정성학. 1985. 리기다소나무와 아까시나무의 성장과 물질생산량에 관한 연구. 임산에너지 5(1) : 1-9.
2. 김시경·정좌영. 1985. 굴참나무천연림의 생산구조 및 물질생산력에 관한 연구. 한국임학회지 70 : 91-102.
3. 박인협. 1986. 백운산지역 천연림생태계의 삼림구조 및 물질생산에 관한 연구. 서울대 박사학위논문. 48pp.
4. 박인협·김준선. 1989. 한국산 4개 지역형 소나무천연림의 물질현존량 추정식에 관한 연구. 한국임학회지 78(3) : 323-330.
5. 박인협·이석면. 1990. 한국산 4개 지역형 소나무 천연림의 물질생산에 관한 연구. 한국임학회지 79(2) : 196-204.
6. 이경재·김갑덕·김재생·박인협. 1985. 광주지방의 리기다소나무 및 리기테다소나무 조립지의 물질생산량에 관한 연구. 한국임학회지 69 : 28-35.
7. 이경재·박인협. 1987. 경기도 광주지방 22년생 잣나무 및 신갈나무림의 물질생산과 무기영양물 분포. 임산에너지 7(1) : 11-21.
8. 임경빈·박인협·이경재. 1980. 경기도지방 적송림의 식물사회학적 연구. 한국임학회지

- 50 : 56-71.
9. 최영철 · 박인협. 1993. 전남 모후산지역 굴 참나무천연림과 현사시나무 인공림의 물질생산에 관한 연구. 한국임학회지 82(2) : 188-194.
 10. Crow, T.R. 1983. Comparing biomass regressions by site and stand age for red maple. Can. J. For. Res. 13 : 283-288.
 11. Grier, C.C. and R.S. Logan. 1977. Old-growth *Pseudotsuga menziessii* communities of a western Oregon watershed : Biomass and production budget. Ecol. Monogr. 47 : 373-400.
 12. Koerper, G.J. and C.J. Richardson. 1980. Biomass and net annual primary production regressions for *Populus grandidentata* on three sites in northern lower Michagan. Can. J. For. Res. 10 : 92-101.
 13. Pastor, J., J.D. Alber and J.M. Melillo. 1984. Biomass prediction using generalized allometric regressions for some northeast tree species. For. Ecol. Manage. 7 : 265-274.
 14. Satoo, T. 1970. A synthesis of studies by the harvest method : Primary production relations in the temperate deciduous forests of Japan, pp. 55-72. In D.E. Reichle (ed.) Analysis of temperate forest ecosystems. Springer-Verlag, New York.
 15. Snedecor, G.W. and W.G. Cochran. 1967. Statistical methods. Iowa State Univ. Press, Iowa. 593pp.
 16. Tritton, L.M. and J.W. Hornbeck. 1982. Biomass equations for major tree species of the northeast. USDA For. Serv. Northeast For. Exp. Stn. Gen. Tech. Rep. NE-69. 46pp.
 17. Whittaker, R.H., F.H. Bormann, G.E. Likens and T.G. Siccama. 1974. The Hubbard Brook ecosystem study : Forest biomass and production. Ecol. Monogr. 44 : 233-252.
 18. Whittaker, R.H. and P.L. Marks. 1975. Methods of assessing terrestrial productivity, pp.55-118. In H. Lieth and R.H. Whittaker (ed.) Primary productivity of the biosphere. Springer-Verlag, New York.
 19. Zavitkovski, J. 1976. Ground vegetation biomass, production, and efficiency of energy utilization in some northern Wisconsin forest ecosystems. Ecology 57(4) : 694-706.