

野生 차나무 集團의 林分構造와 物質現存量^{1*}

朴仁協² · 柳晝烽³ · 李善河⁴

Stand Structure and Biomass in Wild Populations of *Camellia sinensis*^{1*}

In Hyeop Park², Suk Bong Ryu³ and Seon Ha Lee⁴

요 약

야생 차나무집단의 임분구조와 현존량의 관계를 파악하기 위하여 지역, 위도 등을 고려하여 12개 야생 차나무 집단을 선정하여 임분구조와 현존량을 조사하였다. 차나무 집단별 평균 근원직경은 집단별 평균 수령과 유의적인 상관관계가 있었으나, 집단별 평균 수고, 밀도, 근원단면적은 집단별 평균 수령과 유의적인 상관관계가 없었다. 관목층인 차나무 집단의 밀도와 근원단면적은 고목층의 흉고단면적과 유의적인 상관관계가 없었다. 차나무의 표본목 측정 결과 근원직경이 증가함에 따라 줄기와 가지, 뿌리의 건중량은 지수함수적으로 증가하였으며, 1년생 잎과 소지의 건중량은 직선적으로 증가하였다. 2년생 이상 잎 건중량의 경우 근원직경과 상관관계가 없었다. 근원직경이 증가함에 따라 줄기와 가지, 뿌리의 건중량이 증가하는 것은 근주당 줄기의 수가 증가하기 보다는 줄기의 평균 직경과 수고가 증가하기 때문이었다. 차나무 집단의 임목 전체 현존량은 1,162~11,474kg/ha, 주 이용 대상인 1년생 잎의 현존량은 165~1,341kg/ha로서 집단간 큰 차이가 있었으며, T/R 율은 1.5~2.8의 범위를 보였다. 축적기관인 줄기와 가지, 뿌리의 현존량은 평균 수령, 평균 근원직경, 밀도와는 독립적이었으나 근원단면적과 유의적인 상관관계가 있었다. 생산기관인 1년생 잎과 소지의 현존량은 평균 수령, 평균 근원직경과는 독립적이었으나, 근원단면적, 밀도와 유의적인 상관관계가 있었다.

ABSTRACT

Twelve *Camellia sinensis* populations were studied to investigate the biomass distribution related to stand structure. With increasing mean age of the population, mean root collar diameter increased, while mean height, density and root collar area had no correlation with the age. The result of dimension analysis after cutting the sample trees showed that dry weights of stems+branches and root were exponentially increased and dry weights of current leaves and twigs were linearly increased with increasing root collar diameter. However, the dry weight of older leaves was not related to the root collar diameter. The range of total biomass was 1,162~11,474kg/ha and the range of current leaf biomass was 165~1,341kg/ha. The range of T/R ratio was 1.5~2.8. The biomass of stems+branches and root were significantly correlated with the root collar area of the population and were not significantly correlated with the mean age, mean root collar diameter and density of the population. The biomass of current leaves and twigs were significantly correlated with the root collar area and density of the population.

Key words : tree age, root collar diameter, tree height, stand density

¹ 接受 1997年 11月 25日 Received on November 25, 1997.

² 순천대학교 산림자원학과 Department of Forest Resources, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea

³ 완도 수목원 Wando Arboretum, Chonnam Wando 537-810, Korea

⁴ 순천대학교 농업교육과 Department of Agricultural Education, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea

* 이 연구는 농림부 기술개발 사업의 연구개발비에 의하여 수행되었음.

서론

난대성 수종으로서 상록관목인 차나무는 전라도와 경상도 지방에 주로 분포하고 있으며, 오랜 전파의 역사를 통하여 야생 집단을 이루고 있다. 근래에 전통차에 대한 기호도가 높아짐에 따라 차의 수요가 증가하고 있으며, 차의 생산성을 높이기 위한 차나무의 효율적인 관리에 필요한 생산생태학적 정보가 요구되고 있다. 삼림의 생산성은 환경과 식생의 상호작용에 의하여 성립된 삼림내 구성종들의 성장현상의 종합적인 결과이며, 식물의 생장은 동화기관인 잎에서 동화된 동화물질의 이용 및 축적의 결과이다. 따라서, 차나무 집단의 성장특성, 생산구조, 생산성 등의 생산생태학적 정보를 파악하기 위해서는 임분구조에 따른 줄기와 가지, 잎, 뿌리 등 각 부위 및 집단 전체의 현존량에 관한 연구가 이루어져야 한다. 차나무에 관한 연구로는 증식방법(김재생, 1986; 이선하 등, 1996), 내한성(김재생과 김창호, 1981), 유연관계(은종방 등, 1984), 차잎의 성분(김동연 등, 1979) 등에 관한 연구가 이루어져 있으나 임분구조에 따른 현존량에 관한 연구는 이루어지지 않고 있다.

본 연구는 야생 차나무 집단을 대상으로 임분구조와 현존량의 관계를 파악함으로써 차나무의 효율적인 관리에 필요한 생산생태학적 정보를 제공하는데 목적이 있다.

재료 및 방법

1. 조사지 개황

본 연구는 차나무가 하층식생으로 집단을 이루고 있으며 최근 수년간 잎 채취, 벌채, 산화 등 교란의 흔적이 없는 야생 차나무 집단을 대상으로 실시하였다. 조사는 위도, 지역 등을 고려하여 전북지역 3개 집단, 전남지역 7개 집단, 경남지역 2개 집단으로 총 12개 집단을 선정하였다(표 1). 선정된 조사는 주로 남향사면에 위치하고 있었으며 차나무 분포 면적은 0.04~2.8ha 이었다. 차나무의 상층식생인 교목층은 집단 7, 8, 10, 11에서 왕대, 집단 4, 6에서 비자나무, 집단 1, 9, 12에서 각각 아까시나무, 굴참나무, 때죽나무가 우점종을 이루고 있었다. 집단 2에서는 때죽나무, 당단풍, 집단 3에서는 검팽나무, 굴참나무, 당단풍, 집단 5에서는 왕대, 밤나무 등이 혼효하고 있었다. 차나무가 집단을 이루고 있는 관목층에서는 교목층 수종의 유령목과 개울나무, 싸리류 등이 드물게 출현하고 있었다.

식생조사지 설치한 조사지별 3개 조사구의 중앙부에서 각각 0~50cm 깊이의 토양을 채취하여 분석한 결과 국제토양학회법(진현오 등, 1996)에 의한 토성은 12개 조사지 중 10개 조사지가 미사질 양토이었으며, 흡습수의 상대적인 값인 습도지수는 1.026~1.131의 범위를 보였다(표 2). 토양산도는 3.8~5.3으로써 강한 산성이었으며, 전

Table 1. Location and site description of the studied *Camellia sinensis* populations.

Pop.	Location	Latitude	Altitude (m)	Aspect	Slope (°)	Area (ha)
1	Chonbuk Iksan Ungpo-myon Ipjom-ri	35° 03' 44"	120	SW	5	0.12
2	Chonbuk Kimje Keumsan-myon Keumsan-ri	35° 43' 24"	170	S	20	0.15
3	Chonbuk Kochang Asan-myon Samin-ri	35° 29' 57"	60	S	15	0.3
4	Chonnam Changsong Bukha-myon Sangung-ri	35° 26' 22"	340	W	25	0.2
5	Chonnam Kurye Kwangeui-myon Bangkwang-ri	35° 16' 22"	220	S	10	0.15
6	Chonnam Changheung Iuchi-myon Bongdok-ri	34° 48' 24"	120	S	20	0.45
7	Chonnam Sunchon Songkwang-myon Sinpyeong-ri	35° 00' 00"	240	S	30	0.05
8	Chonnam Sunchon Chuam-myon Boksa-ri	35° 03' 14"	100	S	15	2.8
9	Chonnam Sunchon Seokhyeon-dong	34° 58' 10"	50	W	5	0.05
10	Chonnam Sunchon Sangsa-myon Dongbaek-ri	34° 56' 52"	60	S	5	0.1
11	Kyongnam Hadong Hwagae-myon Unsu-ri	35° 15' 41"	220	S	5	0.6
12	Kyungnam Namhae Sangju-myon Sangju-ri	34° 45' 06"	590	S	10	0.04

Table 2. Soil characteristics of *Camellia sinensis* populations.

Pop.	Tex- ture*	Moisture factor**	pH (1 : 5)	Total-N (%)	Av. P ² O ⁵ (ppm)	CEC (me/ 100g)	Exchangeable bases (me/100g)				Base saturation (%)
							Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	
1	SiL	1.072	3.8	0.65	25.1	16.6	0.81	0.25	0.04	0.98	12.5
2	SiL	1.049	4.3	0.68	21.4	21.5	3.12	1.65	0.10	0.99	27.3
3	SiL	1.058	4.4	0.79	59.8	21.3	2.83	1.47	0.13	1.11	26.0
4	SiL	1.049	5.1	0.92	24.3	20.4	4.25	1.41	0.07	0.15	28.8
5	SL	1.026	5.3	0.60	17.5	18.0	3.97	1.13	0.08	0.95	34.1
6	SiL	1.060	4.5	0.86	38.7	19.9	2.21	1.07	0.09	0.84	21.2
7	L	1.048	4.9	0.35	16.7	16.9	1.58	0.83	0.02	0.99	20.2
8	SiL	1.070	4.6	0.81	32.5	19.5	1.54	0.45	0.11	1.36	17.7
9	SiL	1.108	4.4	0.98	58.8	23.5	4.03	1.13	0.09	1.02	26.7
10	SiL	1.131	4.7	1.00	23.3	24.6	5.08	1.56	0.08	1.47	33.3
11	SiL	1.119	4.3	0.85	60.2	19.7	1.07	0.37	0.06	1.17	13.6
12	SiL	1.084	4.6	1.44	42.0	21.5	0.85	0.39	0.11	1.37	12.7

* SiL=Silt loam, SL=Sandy loam, L=Loam

** air-dry weight / oven-dry weight

질소 함량의 범위는 0.35~1.44%이었다. 보비력과 비옥도의 지표라고 할 수 있는 양이온치환용량과 염기포화도는 각각 16.6~24.6me/100g, 12.5~34.1%이었다.

2. 식생 조사

조사지별 차나무 집단의 내부에 10m×10m 조사구 3개씩을 무작위로 설치하였다. 식생조사는 각 조사구내 교목층의 입관고, 수종, 흉고직경 등을 조사하고 관목층에서 집단을 이루고 있는 차나무의 피도, 수고, 근원직경 등을 조사하였다.

3. 현존량 조사

관목류의 현존량 조사시 일반적으로 사용하고 있는 적절한 면적의 조사구를 설치한 후 조사구 내 임목 전체를 별채 측정하는 전별법(Whittaker와 Marks, 1975)에 의하여 차나무 집단의 현존량을 다음과 같이 조사하였다. 식생조사시 설치한 각 조사구의 중앙부에 2m×2m 소조사구를 설치하였다. 따라서, 조사지별 소조사구의 면적은 12m²(3소조사구×4m²)가 된다. 각 소조사구 내 차나무를 모두 별채하고 줄기와 가지, 1년생 소지, 1년생 잎, 2년생 이상 잎 등의 부위별로 구분하여 생중량을 측정하였다. 뿌리는 각 소조사구 내부의 뿌리를 굴취 세척한 후 생중량을 측정하였다. 건중량은 소조사구별, 부위별 1,000g

정도씩의 시료를 취하여 생중량을 측정하고 85℃에서 7일간 건조시켜 건중량을 측정한 후 시료의 건중량대 생중량비에 의하여 환산하였다. 한편, 개체목의 상대생장관계를 파악하기 위하여 조사지별 3개 소조사구에서 근원직경급이 고르게 분포하도록 6주씩의 표본목을 선정하여 각 표본목의 부위별 생중량을 별도로 측정하고 건중량을 환산하였다. 또한, 근원부에서 원판을 채취하여 직경, 연륜수 등을 측정하였다.

결과 및 고찰

1. 입분구조

식생조사 결과에 의하여 산출한 차나무 집단의 입분개황은 표 3과 같다. 차나무 집단의 상층을 이루고 있는 교목층의 밀도, 평균 흉고직경, 흉고단면적은 조사지간 큰 차이를 보였다. 그 이유는 집단 7, 8, 10, 11은 흉고직경이 작고 밀도가 높은 왕대가 우점종이며, 집단 12의 경우 우점종인 매죽나무의 크기가 작고 밀도가 낮기 때문이었다. 관목층에서 집단을 이루고 있는 차나무의 집단별 평균 수령은 21.4~56.0년이었다. 집단별 평균 근원직경은 집단별 평균 수령과 고도의 유의적인 상관관계가 있었으나, 집단별 평균 수고, 밀도, 근원단면적은 집단별 평균 수령과 유의적인 상관관계가 없었다. Day와 Monk(1974)는 교목층의 피도가 높을수록 관목층의 광조건 등 환

경조조건이 나빠지기 때문에 관목층의 밀도는 감소한다고 하였는데, 본 조사의 경우 교목층의 피도와 대체할 수 있는 교목층의 흉고단면적과 관목층인 차나무의 밀도 또는 근원단면적간에 유의적인 상관관계가 없었다. 이것은 차나무가 과거에 조성 관리된 후 자연 상태로 방치된 기간이 천연 갱신 등에 의한 자연적인 밀도 조절이 이루어질 만큼 경과하지 않았음을 시사하고 있다. 한편, 교목층의 흉고단면적과 차나무 집단의 밀도 또는 흉고단면적간에 상관관계가 없는 것은 흉고단면적이 적으나 지하경이 밀집하는 생장특성을 갖는 왕대가 교목층의 우점종인 집단 7, 8, 10, 11이 포함되었기 때문이라고 생각할 수도 있으나, 그 집단들을 제외하더라도 일정한 경향이 없는 것을 알 수 있다.

2. 현존량

집단별 6주석의 차나무 표본목 측정치에 의한 집단별 표본목의 평균 근원직경과 부위별 건중량의 상대생장관계는 그림 1과 같다. 근원직경이 증가함에 따라 줄기와 가지, 뿌리의 건중량은 지수함수적으로 증가하였으며, 1년생 잎과 소지의 건중량은 직선적으로 증가하는 경향을 보였다. 2년생 이상 잎 건중량의 경우 근원직경과 상관관계가 없는 것으로 나타났다. 2년생 이상 잎의 경우 상관관계가 없는 것은 집단에 따라 낙엽량의 차이가 있음을 시사하고 있다. 근원직경이 증가

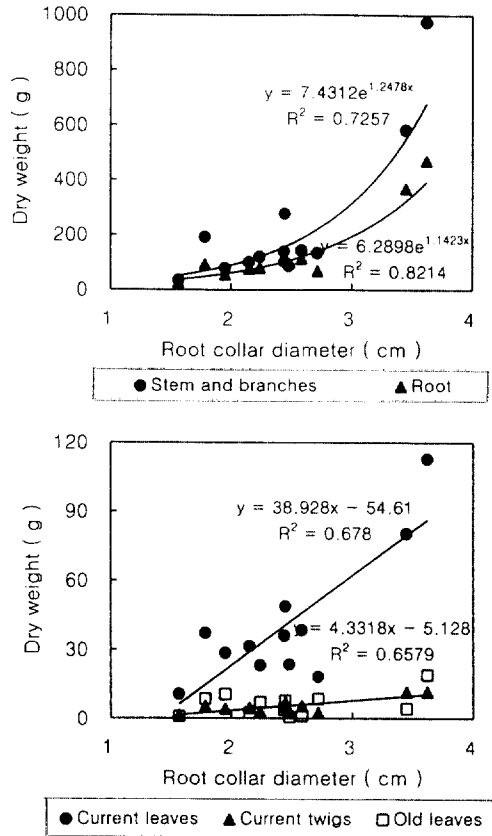


Fig. 1. Relationship of mean root collar diameter and mean dry weight of the sample trees and of each *Camellia sinensis* population

Table 3. Stand structure of *Camellia sinensis* populations.

Pop.	Over story				<i>Camellia sinensis</i> population					
	Canopy height (m)	Density (Trees/ha)	Mean DBH (cm)	Basal area (m ² /ha) ^a	Mean age (yr) ^b	Mean root collar diameter (cm) ^c	Mean height (m) ^d	Density (trees/ha) ^e	Root collar area (m ² /ha) ^f	
1	15.5	2,100	11.1	26.8	34.2	2.5	1.54	9,800	4.6	
2	12.5	900	19.8	41.9	23.1	1.6	0.72	15,300	2.9	
3	17.0	400	33.6	39.9	35.8	2.6	0.93	2,100	11.0	
4	13.0	1,500	20.0	83.9	32.4	2.5	0.98	15,500	7.5	
5	12.5	5,300	6.0	26.3	21.4	1.8	1.03	17,800	4.4	
6	15.0	800	24.3	51.9	33.8	2.4	1.10	37,100	17.5	
7	11.0	7,900	2.6	5.7	37.3	2.2	0.98	6,200	2.3	
8	12.0	7,500	2.8	5.9	31.0	2.0	0.89	28,300	8.5	
9	14.0	800	16.5	26.3	38.3	3.5	1.64	6,700	6.3	
10	12.5	10,100	3.3	9.7	40.3	2.7	1.98	10,400	6.0	
11	11.5	4,200	3.6	4.6	36.0	2.2	0.91	7,500	3.0	
12	8.0	300	7.3	1.0	56.0	3.6	1.53	6,100	6.3	

Correlation coefficients between ^a and ^e, ^a and ^f, ^b and ^c, ^b and ^d, ^b and ^e, ^b and ^f are 0.401(ns), -0.408(ns), 0.856(**), 0.569(ns), 0.408(ns) and 0.075(ns), respectively. (**) is significant at 1% level and (ns) is not significant at 5% level.

함에 따라 줄기와 가지의 건중량이 증가하는 것은 근주당 줄기의 수가 증가하기 보다는 줄기의 평균 직경과 수고가 증가하기 때문이었다(표 4). 한편 교목류의 흉고직경과 부위별 건중량의 상대생장관계(박인협, 1986; 박인협과 이석면, 1990)와 비교하면 차나무의 상대생장관계가 비교적 낮은 것으로 나타났다. 이것은 관목류의 경우 분기가 심하기 때문에 근원직경과 건중량의 상대생장관계가 낮다는 Whittaker(1962)의 보고에 의하여 설명할 수 있다.

차나무의 상대생장관계가 비교적 낮은 점을 고려하여 전벌법(Whittaker와 Marks, 1975)에 의하여 추정된 집단별, 부위별 현존량은 표 5와 같다. 뿌리를 포함한 전체 부위의 현존량은 1,162~11,474kg/ha로서 집단간에 큰 차이를 보였으

며, T/R 율은 1.5~2.8로 산출된다. 백운산지역 활엽수 혼효림의 하층식생으로서 생강나무, 노린재나무, 철쭉 등이 혼효하고 있는 관목층의 현존량 2,187kg/ha, T/R율 2.4(박인협, 1986)와 비교하면 차나무 집단은 평균적으로 볼 때 활엽수 혼효림의 관목층에 비하여 현존량이 많고 T/R 율이 낮았다. 이러한 이유는 관목류의 경우 일반적으로 상록성, 난대성 수종일수록 현존량이 많으나 T/R이 낮다는 Whittaker(1962)의 보고에 의하여 설명할 수 있다. 축적 기관인 줄기와 가지, 뿌리의 현존량은 평균 수령, 평균 근원직경, 밀도와는 독립적이었으나 근원직경과 밀도의 종합적인 표현이라고 할 수 있는 근원단면적과 유의적인 상관관계를 보였다(표 6). 이러한 이유는 수령이 증가함에 따라 평균 근원직경은 증가하

Table 4. Correlation coefficients between root collar diameter and stems per root-stock of *Camellia sinensis*.

	Mean stem diameter	Mean stem height	No. of stems	Basal area of stems
Root collar diameter	0.794**	0.699**	0.197 ^{ns}	0.773**

** significant at 1% level, ^{ns} not significant at 5% level

Table 5. Biomass(kg/ha) of the *Camellia sinensis* populations.

Pop.	Stems and branches	Current twigs	Current leaves	Old leaves	Root	Total
1	2,730(60.2)	69(1.5)	479(10.6)	76(1.7)	1,176(26.0)	4,530(100%)
2	545(46.9)	24(2.1)	165(14.2)	13(1.1)	415(35.7)	1,162(100)
3	3,032(47.6)	117(1.8)	810(12.7)	23(0.4)	2,386(37.5)	6,368(100)
4	1,363(48.1)	53(1.9)	367(12.9)	9(0.3)	1,045(36.8)	2,837(100)
5	3,435(57.4)	96(1.6)	662(11.1)	152(2.5)	1,642(27.4)	5,987(100)
6	5,215(45.5)	194(1.7)	1,341(11.7)	136(1.2)	4,588(39.9)	11,474(100)
7	627(46.4)	28(2.1)	196(14.5)	15(1.1)	486(35.9)	1,352(100)
8	2,230(44.5)	117(2.3)	810(16.1)	298(5.9)	1,564(31.2)	5,029(100)
9	3,909(55.6)	78(1.1)	539(7.7)	29(0.4)	2,473(35.2)	7,028(100)
10	1,397(57.9)	28(1.1)	191(7.9)	89(3.7)	711(29.4)	2,416(100)
11	912(51.8)	22(1.2)	175(9.9)	53(3.0)	602(34.1)	1,764(100)
12	5,951(61.4)	71(0.7)	689(7.1)	116(1.2)	2,873(29.6)	9,700(100)

Table 6. Correlation coefficients between tree dimension and biomass of *Camellia sinensis* populations.

	Biomass					
	Stem and branches	Current twigs	Current leaves	Old leaves	Root	Total
Mean age	0.369 ^{ns}	-0.083 ^{ns}	0.045 ^{ns}	0.004 ^{ns}	0.209 ^{ns}	0.281 ^{ns}
Mean root collar diameter	0.532 ^{ns}	0.074 ^{ns}	0.169 ^{ns}	-0.159 ^{ns}	0.460 ^{ns}	0.517 ^{ns}
Root collar area	0.579*	0.893**	0.880**	0.301 ^{ns}	0.864**	0.748**
Tree density	0.267 ^{ns}	0.835**	0.780**	0.534 ^{ns}	0.567 ^{ns}	0.468**

* significant at 5% level, ** significant at 1% level, ^{ns} not significant at 5% level

나, 밀도가 일정한 경향을 보이지 않기 때문이라고 할 수 있다(표 3).

주 이용 대상인 1년생 잎의 현존량은 165~1,341 kg/ha로서 집단간 큰 차이를 보였다. 1년생 잎과 소지는 평균 수령, 평균 근원직경과는 독립적이었으며 근원단면적, 밀도와는 유의적인 상관관계를 보였다. 생산기관인 1년생 잎과 소지의 현존량은 축적기관인 줄기와 가지, 뿌리의 현존량과 독립적인 밀도와도 유의적인 상관관계를 보임으로써 밀도가 높아짐에 따라 1년생 잎과 소지의 현존량 구성비가 높아지는 것을 시사하고 있다. 한편, 한국에 분포하는 야생 차나무의 원산지와 품종이 동일하지 않으며 잎의 크기가 다르다는 은종방 등(1984)의 보고를 고려할 때 1년생 잎의 현존량 및 현존량 구성비의 차이가 품종의 차이 때문이라고 생각할 수도 있으나, 본 조사와 동일한 집단을 대상으로 잎의 형태적 특성을 조사한 박인협 등(1997)의 조사결과에 제시된 집단별 잎의 크기와 본 조사의 잎의 현존량 및 현존량 구성비와는 일정한 경향을 보이지 않는 것으로 나타났다.

이상을 종합하면 야생 차나무 집단의 근원직경은 수령과 유의적인 정의 상관관계가 있었으나, 밀도가 수령과 독립적이기 때문에 근원단면적과 현존량이 수령과 일정한 관계가 없는 것으로 나타났다. 주 이용 대상인 1년생 잎의 경우 근원단면적, 밀도가 증가함에 따라 현존량이 증가하는 것을 알 수 있었다.

인 용 문 헌

1. 김동연 · 정지석 · 김 권 · 이종욱 · 박근형. 1979. 한국산 차엽의 특수성분에 관한 연구. 한국농화학회지 22 : 97-100.
2. 김재생. 1986. 조직배양에 의한 국산차(차수)의 증식에 관한 연구. 한국임학회지 75 : 25-31.
3. 김재생 · 김창호. 1981. 한국산 차수의 내한성에 관한 연구. 한국임학회지 53 : 37-43.
4. 박인협. 1986. 백운산지역 천연림생태계의 삼림구조 및 물질생산에 관한 연구. 서울대 박사학위논문. 48pp.
5. 박인협 · 김례화 · 이선하. 1997. 야생 차나무 집단의 생태 및 잎의 형태적 특성. 한국차학회지 3(2) : 125-134.
6. 박인협 · 이석면. 1990. 한국산 4개 지역형 소나무 천연림의 물질생산에 관한 연구. 한국임학회지 79(2) : 196-204.
7. 은종방 · 이정석 · 김동연. 1984. 한국 야생차의 유연성에 관한 연구. 한국임학회지 66 : 54-63.
8. 이선하 · 김례화 · 노일섭. 1996. 국내 야생차의 잎과 절편 배양에 따른 callus 유도. 한국차학회지 2 : 101-110.
9. 진현오 · 이명종 · 신영오 · 김정제 · 전상근. 1996. 삼림토양학. 향문사, 서울. 325pp.
10. Day, F.P. and C.D. Monk. 1974. Vegetation patterns on a southern Appalachian watershed. Ecology 55(5) : 1064-1074.
11. Whittaker, R.H. 1962. Net production relations of shrubs in the Great Smoky Mountains. Ecology 43(3) : 357-377.
12. Whittaker, R.H. and P.L. Marks. 1975. Methods of assessing terrestrial productivity. Pages in H. Lieth and R.H. Whittaker, ed. Primary Productivity of the Biosphere. Springer-Verlag, New York.