

수목 존치 방목지와 주변 활엽수림의 임분 구조와 임목 성장 비교에 관한 연구¹

강성기² · 양희문² · 김지홍³

The comparison of stand structure and tree growth between the pasture area and the nearby deciduous forest¹

Sung-Kee Kang² · Hee-Moon Yang² · Ji-Hong Kim³

요 약

이 연구는 산림확립 기원이 같지만, 수목 존치 후, 방목을 목적으로 목초지 조성을 위해 많은 임목을 벌채한 방목지와 산림이 조성된 후 자연적인 천이가 진행되고 있는 방목지 주변 산림지역을 대상으로 수종 구성 및 임목 제원을 파악하고, 임목의 생육상태를 비교하기 위해 수행되었으며, 그 결과는 다음과 같다.

1. 임목 존치 방목지와 산림지역에서는 각각 9개의 교목수종이 출현하고 있으며, 이 중 7개 수종이 방목지와 산림지역 모두에서 출현하는 것으로 파악되었으나, 밀도 및 출현빈도 등 수종구성의 차이는 큰 것으로 나타났다.
2. ha당 임목수는 방목지역이 71본, 산림지역이 1,433본으로 큰 차이를 보였고, 임목들의 연륜폭과 성장상태를 고려할 때 1996년의 벌채당시 생장이 좋았던 우량목만을 잔존시켰던 것으로 예측되었다.
3. 방목지에서 임목의 평균직경과 평균수고 및 흉고단면적은 주변 활엽수림의 임목보다 높았으며, 재적 성장의 경우, 방목지는 높은 평균직경과 평균수고에도 불구하고, ha당 재적이 주변 활엽수림의 15%에도 미치지 못했다.
4. 방목지는 잔존목들에게 충분한 생육공간을 제공함으로써 직경 및 흉고단면적 성장을 양호하게 이끌었지만, 임목들의 계신(繼伸)에 의한 수관폭 확장에도 영향을 미쳤다. 그러므로 향후의 연구에서는 ha당 적정 잔존 본 수에 대한 연구가 수행되어야 한다.

1. 접수 2002년 8월 31일 Received on August 31, 2002

2. 江原大學校 山林科學大學 森林經營學科 : Dept. of Forest Management, Graduate School, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea.

3. 江原大學校 山林科學大學 山林資源學部 : Division of Forest Resource, College of Forest Sciences, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea.

ABSTRACT

This study was conducted to investigate and compare species composition, stand structure, and growth pattern for two different sites in which silvopastoral system has been taking place. One site was the pasture area where a number of trees were removed and grasses were planted for cattle grazing, and the other site was the deciduous forest that has been established by ecological succession. The results were as follows:

1. Nine tree species were present equally in the pasture area and the deciduous forest. Of these species, seven tree species were growing in common for two sites. However, the species composition, including density and frequency, was varied by sites.
2. The number of stems per hectare in the pasture area was 71, and that in the deciduous forest was 1,433, having shown the big difference. It is estimated that, considering the growth rate, better grown trees were remained at the time of harvesting in 1996.
3. The growth of diameter, height, and basal area in the pasture area was superior to that in the nearby deciduous forest. In spite of higher values of diameter and height, the timber volume of pasture area per unit area was less than 15% of that in the deciduous forest.
4. Providing sufficient growing space, the pasture area supported higher values of diameter and height. The wider growing space also had influence on the expansion of crown of trees by the result of deliquescent growth pattern. From this point of view, more research would be needed to establish appropriate number of trees for silvopastoral system.

Keywords : Agroforestry, Silvopastoral System, Species Composition, Tree Growth

서론

좁은 국토와 높은 인구 밀도를 가진 우리나라에서 효율적인 토지 이용은 토지 관련 분야 과학자들과 경영자들에게 오래 전부터 중요한 관심사였다. 특히, 전 국토의 65%가 산림으로 구성되어 있기 때문에 농림업 생산뿐만 아니라, 산지의 타용도 전환을 요청하는 사회적 수요에 대처하기 위해 산지 이용의 최적화를 추구해야 하는 것은 가장 큰 당면 과제이다. 산지 이용의 최적화는 시대 변화에 대처하는 다양한 사회적 요구, 보다 높은 품질의 서비스에 대한 수요, 그리고 산림의 공익적 기능의 강화 등을 통하여 이루어 질 것이다.

산림농업(Agroforestry)은 이러한 산지이용

최적화를 추구하기 위해 새로이 대두된 토지의 효율적 이용방안이다. 1970년대에 이르러, 세계인구의 폭발적인 증가와 그에 따른 소비 증가로 자연자원이 급속히 감소되고, 그에 따른 생물 다양성의 감소와 환경오염 및 퇴화는 경제성장은 물론 사람들의 기본생활에 까지 영향을 미치게 되었다. 이와 같은 심각한 현실에 따라 토지이용에 대한 관심이 증가하기 시작하였고, 산림농업은 새롭게 인식 및 재조명되어 열대지방의 개발도상국들을 중심으로 발전하여, 현재에는 전 세계적으로 산업발달로 대두된 자원고갈과 식량부족, 환경오염 등의 사회·경제·환경적 문제를 해결할 새로운 학문 조류로 자리잡고 있다.

산림농업이란 동일한 면적에서 수목이 농작

물 또는 가축과 계획적으로 혼합될 때 발생하는 생물학적 상호작용으로부터 이익을 최대화하는 집약적인 토지경영시스템'을 의미하며 (Garrett et al., 1994), Alley cropping, Silvopastoral management, Windbreak systems, Riparian buffer strip systems, and Forest farming 등의 다섯 종류의 형태로 구분되어 진다(H.E. Gene Garrett and Louise Buck, 1997).

우리나라의 산림농업은 방풍림, 화전 등, 그 형태에 있어서는 오랜 역사를 갖고 있지만, 그 개념과 실행 방법이 체계적으로 정립되지 못하였으며, 산림농업에 대한 연구 또한 매우 미비한 수준에 머물고 있다. 최근 들어 성 등 (2001)에 의해 산지축산에 대한 연구가 실시된 바 있으나, 임간 방목을 염두에 둔 체계적인 연구는 아직 이루어지지 못하고 있는 실정이다. 그러나, 소득 수준의 향상과 더불어 산채, 특용작물 등의 고소득 작물 생산을 중심으로 산림농업에 대한 관심이 증대되고 있으며, 산지의 효율적인 이용측면과 농산촌의 소득증대 대안으로서 임간 방목을 활용한 산지축산에 대한 관심 또한 증대되면서 우리나라의 산림농업의 발전 가능성을 높이고 있다.

과거의 산지방목은 초지 조성에만 역점을 두고, 산지의 수목을 모두 벌채하고 초지를 조성하여 방목한 결과, 강한 강우에 의한 토양침식과 과도한 방목으로 인한 환경오염으로 사회적 문제를 발생시켰다. 그러나, 근래에 들어 산림농업에 대한 관심이 부각되면서 동일한 면적에서 장기적인 대경재생산과 단기적인 가축생산의 경제적·환경적 이익을 증가시킬 수 있는 장점을 가지고 있는 Silvopastoral system 즉, 구성요소들간의 상호작용을 이용한 임간 방목의 형태는 과거 산지축산 실패의 대안으로서 높이 평가되고 있다.

이 연구에서는 방목을 위해 임목을 존치시킨 방목지와 주변 활엽수림을 대상으로 두 지역간 임분 구조와 임목 생장을 비교하고, 향후 우리나라 산지에 적합한 Silvopastoral

system의 모델을 개발하는데 있어서 기초 정보를 제공하기 위해 수행되었다.

재료 및 방법

1. 조사지 개황

이 연구는 강원도 평창군 미탄면 정개산 일대에 조성되어 있는 수목 존치 방목지와 주변 활엽수림을 대상으로 실시되었다. 연구대상 지역은 북위 37° 20' 30" ~ 37° 21' 00", 동경 128° 32' 00" ~ 128° 34' 00" 사이에 위치하며, 1984년 초지 조성을 목적으로 모든 임목들이 벌채되었으나, 초지 조성의 실패로 어떠한 시업적 처리 없이 방치되어온 산림역사를 갖고 있다. 1996년에 연구대상지역 중 약 9.3ha에 방목지가 조성되었으며, 방목지의 적정한 피음과 가축들의 휴식공간을 제공하기 위해 일부 교목 수종들을 잔존시켰다. 주변산림은 1984년 개별 이후, 자연적인 식생 침입에 의해 조성되었으며, 임분밀도가 매우 높은 복잡한 수직적 구조를 보이고 있다.

연구대상 지역의 해발고도는 평균 700m 이상으로 아고산 산림대의 전형적인 식생구성이 나타나고 있으며 비교적 경사가 완만한 지형적 특성을 보이고 있다. 연구대상 지역의 1971년부터 2000년까지의 30년간 기후자료를 분석한 결과, 연평균 기온과 연평균 강수량은 각각 약 6.4℃(최고 평균 약 19.1℃, 최저 평균 약 -7.6℃)와 약 1,717mm이며, 평균 습도는 약 74%인 것으로 파악되었다(대관령측후소, 2002).

연구대상 지역의 해발고도는 700~800m, 사면방위는 S9°W~S22°W와 S65°E~S, 그리고 경사도는 2~15° 와 13~23°인 것으로 조사되어, 방목지는 남서사면에, 산림지역은 남사면에서 남동사면에 위치한 것으로 파악되었으며, 산림지역이 보다 경사가 급한 것으로 나타났다.

2. 재료수집

연구대상 지역의 방목지와 주변 활엽수림의 임목성장 양상을 파악하기 위해, 2001년 상반기에 Plot sampling 방법과 매목조사 방법을 병행하여 식생자료를 수집하였다. plot sampling 방법에서는 흉고직경 6cm 이상의 모든 교목수종을 대상으로 자료를 수집하였으며, 매목조사 방법은 임관의 최상층을 점유하는 우세목들 대상으로 실시되었다. 임목조사를 위해서 흉고직경 6cm 이상의 교목수종들을 대상으로 이(1982)를 참조하여 수종을 식별하고, 개개목의 흉고직경, 수고, 지하고, 수관폭 등을 조사하였으며, 연구대상 지역에 출현하는 관목류를 조사하였다. 지황자료로는 경사도, 사면방위, 해발고 등의 자료를 수집하였다.

3. 분석방법

이 연구에서는 강도 간별이 이루어진 방목지와 주변 활엽수림의 수종구성을 파악하기 위해 Curtis and McIntosh(1951)에 의해 제안

된 중요치 산출방법을 이용하여 수종들의 상대밀도, 상대빈도, 상대피도, 그리고 상대우점도를 산출하였으며, 두 지역간 임목들의 성장양상을 비교하기 위해, 두 지역의 임목제원을 파악하였다.

주요 수종들의 두 지역간 임목 성장을 비교하기 위해 평균 흉고단면적, 평균수고, 평균직경, 평균 수관투영면적, 평균 지하고 등을 산출하였으며, 평균 성장차이에 대해 t-검정에 의한 통계적 검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 수종구성

방목지와 주변 활엽수림에 출현하는 수종에 대한 중요치를 산출하여 Table 1, 2에 각각 나타내었다. 방목지와 산림지역에서는 각각 9개 교목수종이 출현하는 것으로 조사되었으며, 이 중, 7개 수종이 방목지와 산림지역 모두에서 출현하는 것으로 나타났으나, 밀도 및 출현빈도 등 수종구성의 차이는 큰 것으로 파

Table 1. Species composition of the pasture area in the study area.

Tree species	Relative Density(%)	Relative Frequency(%)	Relative Coverage(%)	Importance Value(%)
<i>Acer mono</i> (AM) ¹	4.2	9.5	1.4	5.0
<i>Betula davurica</i> (BD)	41.7	14.3	35.5	30.5
<i>Kalopanax pictus</i> (KP)	6.3	9.5	1.0	5.6
<i>Maackia amurensis</i> (MA)	2.1	4.8	1.1	2.6
<i>Populus davidiana</i> (PDA)	6.3	9.5	22.5	12.8
<i>Pinus densiflora</i> (PD)	6.3	9.5	8.8	8.2
<i>Quercus dentata</i> (QD)	14.6	14.3	11.7	13.5
<i>Quercus mongolica</i> (QM)	5	14.3	10.0	11.6
<i>Quercus variabilis</i> (QV)	8.3	14.3	8.0	10.2
Total	100	100	100	100

¹ Species abbreviations are applied to Figure 1~5.

악되었다.

방목지에서는 9개의 교목 수종이 생육하고 있으며, 이 중 물박달나무가 가장 우점하며, 떡갈나무, 사시나무, 신갈나무, 굴참나무의 순으로 높은 수종구성 비율을 보이는 것으로 파악되었다(Table 1).

물박달나무는 양수 수종으로 충분한 광선과 주변목과의 경쟁이 거의 없는 방목지에서 충분한 개체수 발생과 성장을 보여 가장 높은 상대우점도를 갖는 것으로 판단되며, 같은 양수 수종인 사시나무는 개체수와 출현빈도는 낮으나, 단면적 생장이 매우 높아 비교적 높은 상대우점도를 갖는 것으로 파악되었다. 사시나무는 충분한 수관조건에서 생장이 좋은 속성수로서 알려져 있으며, 광선조건이 충분한 방목지에서 다른 임목들에 비해 빠른 성장을 보인 것으로 판단된다. 사시나무의 연륜을 채취하여 연륜 성장을 관찰한 결과 다른 수종에 비해 성장폭이 큰 것으로 나타났다. 수고 성장에 있어서도 사시나무는 평균 약 16m인 것으로 파악되어, 평균 10m 안팎인 다른 수종들에 비해 매우 좋은 성장을 보이는 것으로 파악되었다.

방목지의 임목수는 산림지역의 임목수(1,433본/ha)의 약 5%에 지나지 않는 71본/ha이지만, 임목들의 연륜폭과 성장상태를 고려할 때 1996년의 벌채당시 생장이 좋은 우량목들만을 잔존시켰던 것으로 예측되며, 후계목들이 거의 존재하지 않는 것으로 보아, 현재까지 초지관리를 위해 갱신을 인위적으로 억제한 것으로 사료된다. 반면에 산림지역은 1984년 이후 현재까지 지속적인 천연갱신이 진행된 것으로 추정되며, 그로 인해 수령과 생장이 다양하고, 임목밀도가 매우 높은 다층림 구조를 보이고 있다.

주변 활엽수림에서는 떡갈나무, 신갈나무, 굴참나무 등의 참나무류가 높은 밀도와 출현빈도를 보이는 것으로 파악되었으며, 소나무, 물박달나무의 세력도 높은 것으로 나타났다. 소나무는 직경급이 큰 임목들이 많이 존재하여 상대피도가 가장 높은 것으로 파악되었다(Table 2).

방목지에서 가장 높은 상대우점도를 보이는 물박달나무는 활엽수림에서는 다소 세력이 약한 것으로 파악되었는데, 이는 강한 양수 수종인 물박달나무가 주변 다른 활엽수종들과의

Table 2. Species composition of the deciduous forest in the study area.

Tree species	Relative Density(%)	Relative Frequency(%)	Relative Coverage(%)	Importance Value(%)
<i>Acer mono</i> (AM)	1.9	4.8	1.2	2.6
<i>Betula davurica</i> (BD)	11.5	14.3	18.2	14.7
<i>Fraxinus rhynchophylla</i> (FR)	3.8	9.5	1.8	5.0
<i>Maackia amurensis</i> (MA)	3.8	4.8	5.1	4.6
<i>Pinus densiflora</i> (PD)	13.5	14.3	21.2	16.3
<i>Quercus dentata</i> (QD)	28.8	14.3	15.8	19.6
<i>Quercus mongolica</i> (QM)	23.1	19.0	17.2	19.8
<i>Quercus variabilis</i> (QV)	11.5	14.3	17.5	14.5
<i>Ulmus laciniata</i> (UL)	1.9	4.8	2.1	2.9
Total	100	100	100	100

경합에 의해 영향을 받은 것으로 판단된다. 복잡한 산림구조를 갖게 되는 천이 중간 단계 이상의 산림에서 거의 관찰되지 않는 물박달 나무가 다른 활엽수종 사이에서 비교적 양호한 세력을 유지하는 것은 확립된 기간이 그리 길지 않은 천이 초기 단계의 특징으로 판단되며, 시간이 지날수록 다른 수종과의 경합에도 태되어 세력이 감소될 것으로 생각된다. 산림천이의 관점에서 주변 활엽수림은 참나무류가 지속적으로 우점하며, 보다 다양한 수종들이 발생하여 복잡한 수종구성을 갖는 산림으로 발전할 것으로 판단된다.

연구대상 지역에 출현하는 하층관목으로는 산초나무, 족제비싸리, 광대싸리, 붉나무, 두릅나무, 생강나무, 개웃나무, 철쭉, 조록싸리, 신나무, 짚레, 고평나무 등 12종이 출현하는 것으로 조사되었다.

Table 3은 방목지와 산림지역의 수종 수, ha당 임목수, 평균직경, 평균수고, 그리고 ha당 재적 등을 나타내고 있다.

방목지 임목들의 평균직경과 평균수고는 산림지역의 임목들보다 각각 60%와 35% 정도 높은 것으로 나타났다. Silvopasture 지역에서 조사된 임목 성장의 증가에 대해 Doescher(1989), Hedrick and Keniston(1989), 그리고 Sharrow(1994)는 토양수분에 대한 임목과 기타 지피식생간의 경쟁이 감소되었기 때문이라고 밝히고 있으나, 이 연구에서 파악된 방목지와 주변 활엽수림 임목들간의 성장 차이는 생장이 우량한 적은 개체수가 출현하는 방목지와 상대적으로 크고 작은 수많은 개체수가 생육하는 산림지역의 평균 임목제원 비교에 따른 산술적 차이를 전혀 배제할 수는 없다.

이미 많은 연구를 통해 어느 정도까지 임목 밀도가 감소되면 더 이상 임목의 직경생장에 영향을 미치지 못한다는 사실이 입증되어 왔다. 재적 생장의 경우, 방목지는 높은 평균 직경과 평균 수고에도 불구하고, ha당 재적이 산림지역의 15%에도 미치지 못하는 것으로 미루어 볼 때, 이미 임목직경 생장에 영향을 미칠 최저 밀도수준을 넘어선 것으로 사료된다. 따라서 방목지 조성으로 인하여 잔존목들, 특히 양수수종의 생장에 많은 영향을 끼쳤을 것으로 사료되나, 방목지에 현존하는 임목 잔존 본 수는 임업적 견지에서 임목 생산 측면에서 적합하지 않은 것으로 판단된다.

2. 수종별 성장 비교

방목지와 산림지역에 모두 출현하며, 밀도와 출현빈도가 비교적 높은 굴참나무, 떡갈나무, 물박달나무, 소나무, 신갈나무 등 5가지 수종의 성장상태를 비교하기 위해 흉고단면적, 수고, 직경, 수관투영면적, 지하고 등을 측정하여 Figure 1, 2, 3, 4 그리고 5에 나타내었다.

(1) 흉고단면적

5개 수종들의 평균 흉고단면적 성장을 비교한 결과, 임목밀도가 매우 높기 때문에 생육공간 및 자원에 대한 경합이 발생할 것으로 예상되는 산림지역보다 방목지에서 모든 수종의 흉고단면적 생장이 좋은 것으로 평가되었다. 그러나 방목지의 목초종 생육촉진을 위한 시비작업이 방목지 임목들의 직경생장에 어느 정도 영향을 미쳤을 가능성도 전혀 배제할 수는 없다.

Table 3. The tree conditions between pasture area and deciduous forest.

	No. of species	Stems/ha	Mean diameter (cm)	Mean height (m)	Volume(m ³)/ha
Forest grazing area	9	71	14.6	8.6	4.5
Deciduous forest	9	1,433	9.1	6.3	34.7

홍고단면적 성장에 대한 통계적 유의성 검정 결과, 떡갈나무, 신갈나무 등은 1%의 유의수준에서, 소나무, 굴참나무는 5% 유의수준에서 유의성이 인정되었으나, 물박달나무는 유의성이 인정되지 않았으며, 방목지와 산림지역 모두에서 각 임목의 홍고단면적의 변이는 큰 것으로 파악되었다(Figure 1).

(2) 수고성장

수고생장의 경우, 떡갈나무와 신갈나무는 방목지와 산림지역에서 통계적으로 높은 차이가 있는 것으로 파악되었으며, 굴참나무도 유의적인 것으로 파악되었으나, 물박달나무와 소나무는 차이가 없는 것으로 평가되었다. 굴참나무의 경우, 방목지에서 임목간 수고의 변이가 없는 것으로 나타났으며, 전반적으로 홍고단면적에 비해 각 수종의 수고성장간 변이가 적은 것으로 나타났다(Figure 2).

소나무는 비록 확률적으로 유의적인 차이가 없는 것으로 분석되었으나, 유일하게 산림지역의 평균 수고가 방목지 보다 높은 것으로 나타났다. 이는 방목지의 경우, 존치 임목 밀도가 너무 낮기 때문에 정신성장(頂伸生長)보다는 계신성장(繼伸生長)에 유리한 조건이었으며, 산림지는 방목지 보다 잔존밀도가 높아 계신성장 보다는 정신생장에 유리한 조건이었기 때문인 것으로 판단된다. 소나무는 연구대상 지역에서 주로 능선이나 능선과 인접한 산복상부에 분포하고 있으며, 방목지와 산림지역 모두에서 능선과 멀어질수록 개체수가 감소하는 경향을 보이고 있어 제한된 생육분포 범위를 갖는 것으로 파악되었다.

(3) 직경성장

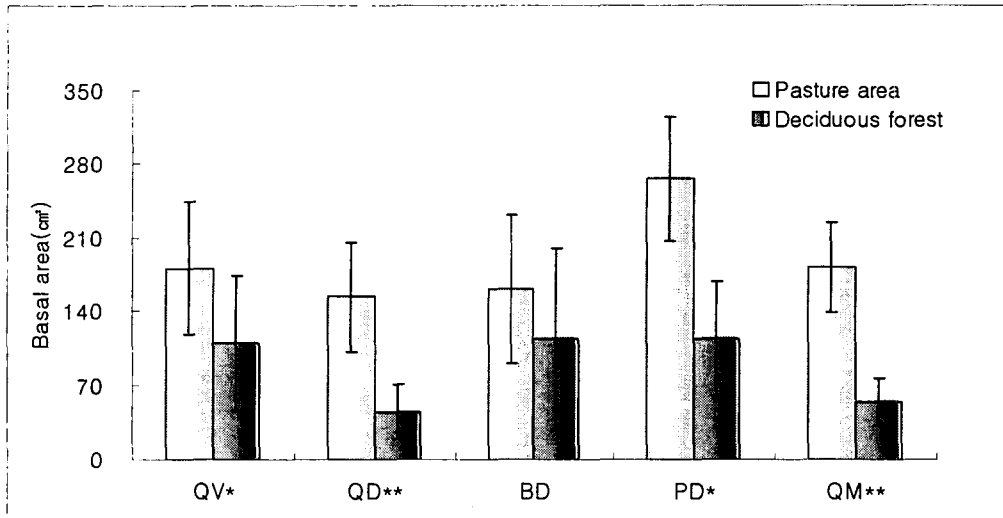
Silvopasture system에서 임업적 견지의 주요 목적이 대경재의 생산이라고 고려한다면 (Agroforestry Notes, 2000), 수고생장과 같이 직경생장은 매우 중요한 임목성장 양상으로 고려되어야 한다. 강한 벌채에 의해 주변목들과의 경합이 거의 없는 방목지의 임목들은 상

대적으로 주변목들과 심한 공간적 경합을 벌이는 활엽수림의 임목들에 비해 양호한 직경생장을 보이고 있는 것으로 나타났다(Figure 3). 수종들의 평균 직경성장 양상 비교와 통계적 검정에서는 5개 수종 모두 유의적인 차이가 있는 것으로 분석되었다.

(4) 수관투영면적

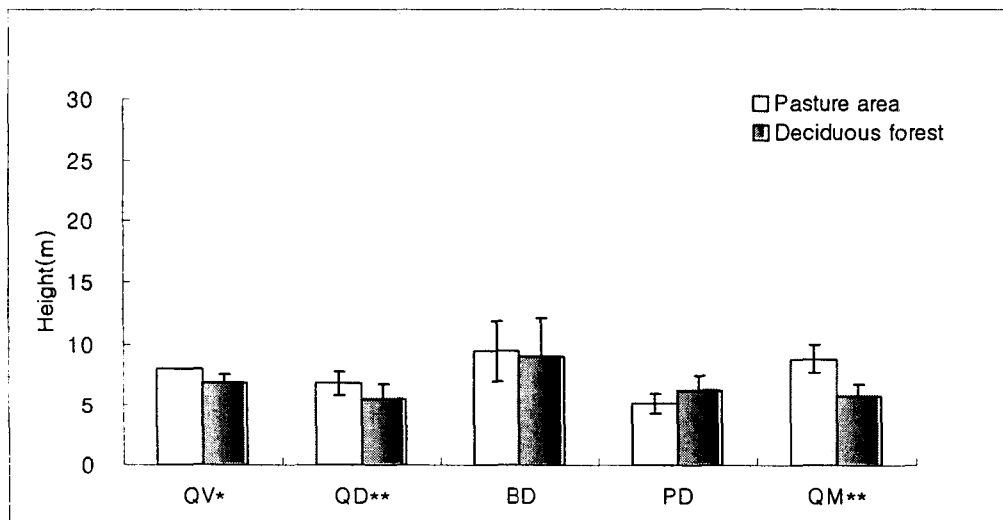
임목의 수관투영면적은 수관폭을 기준으로 산출되며, 임목의 계신성장(繼伸生長)에 의한 세력확장을 의미한다. 임업적 견지에서 형질이 우량한 임목이란 홍고단면적과 수고생장이 좋을 뿐만 아니라 계신(繼伸)의 생장이 활발히 진행되지 않아 가지들이 적고, 수직 성장하는 양상을 띠어야 한다. 많은 가지와 가지의 수평적 확장은 임목의 이용가치도 떨어질 뿐만 아니라 임목의 비대생장과 수고생장에 이용되는 에너지를 소모시키는 역할을 하기 때문에 좋은 형질의 임목을 생산하기 위해서는 지속적인 가지치기 등 산림사업적 처리가 있어야 한다. 방목지는 잔존목들에게 충분한 생육공간을 제공함으로써 직경 및 홍고단면적 성장을 양호하게 이끌었지만, 임목들의 계신성장(繼伸生長)에 의한 수관폭 확장에도 영향을 미치는 것으로 나타났다.

방목지에서는 물박달나무를 제외한 나머지 4개 수종의 수관폭이 상대적으로 매우 큰 것으로 파악되었으며, 이로 인하여 각 임목들의 형질가치는 감소한 것으로 파악되었다. 방목지 잔존목들을 용재로서 가치 있는 이용목으로 생산하기 위해서는 지속적인 가지치기 등이 필요할 것으로 사료되며, 충분한 광선을 요구하는 임목 주변 목초종의 생육 촉진을 위해 피음을 감소하기 위해서도 가지치기 작업이 반드시 수행되어야 할 것이다(Figure 4).



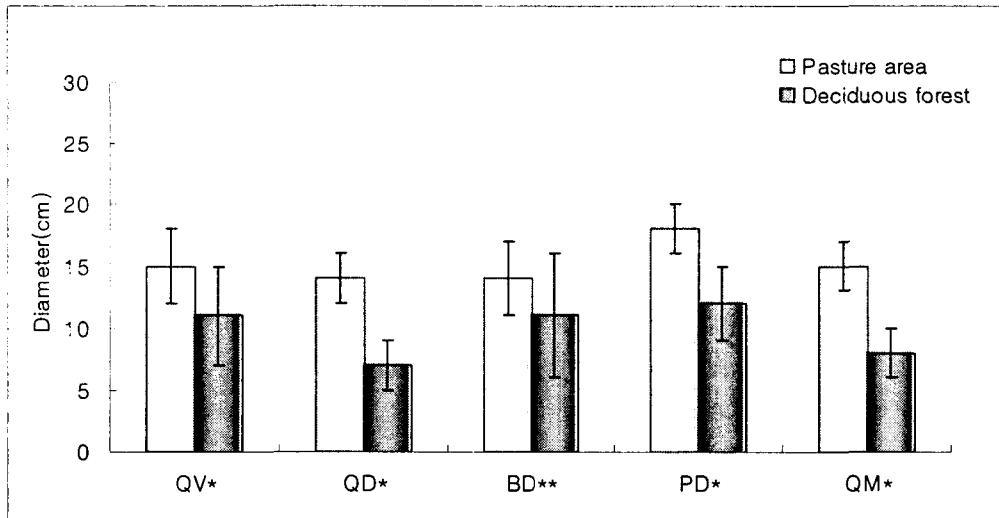
* Significant at $P < 0.05$, ** Significant at $P < 0.01$

Figure 1. The comparison of average basal area between pasture area and deciduous forest by each species.



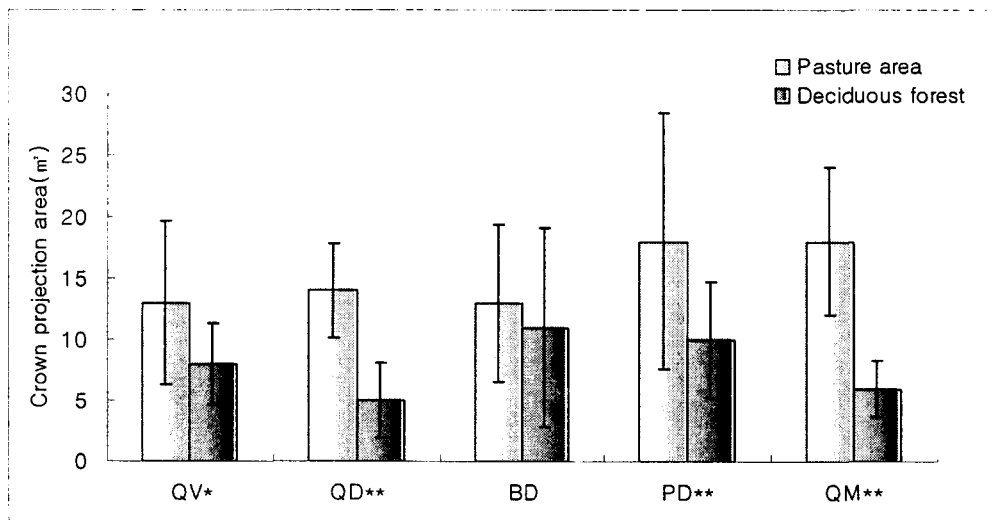
* Significant at $P < 0.05$, ** Significant at $P < 0.01$

Figure 2. The comparison of average height between pasture area and deciduous forest by each species.



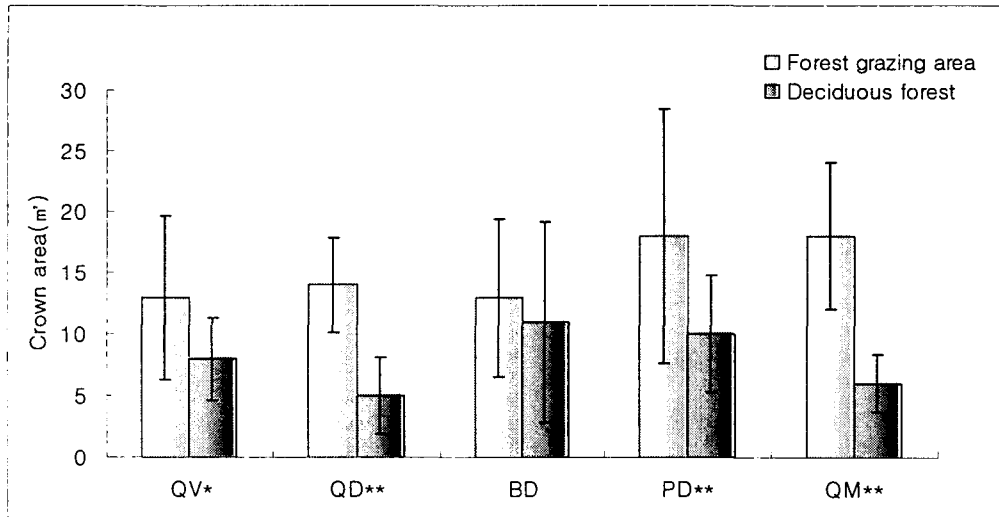
* Significant at $P < 0.05$, ** Significant at $P < 0.01$

Figure 3. The comparison of average diameter between pasture area and deciduous forest by each species.



* Significant at $P < 0.05$, ** Significant at $P < 0.01$

Figure 4. The comparison of average crown projection area between pasture area and deciduous forest by each species.



* Significant at $P < 0.05\%$, ** Significant at $P < 0.01$

Figure 5. The comparison of average branch height between pasture area and deciduous forest by each species.

(5) 지하고

지하고는 가지가 많은 수관부분을 제외한 수간 부분의 높이를 의미하며, 임목 중에서 용재로 이용되는 부분이므로 지하고까지의 재적을 이용재적이라 한다. 방목지와 산림지역의 지하고를 비교하면, 5개 수종 모두 산림지역 임목들의 지하고가 큰 것으로 나타났다. 지하고의 높이는 수관폭과는 반대로 계신(繼伸)의 세력이 약할수록 높아진다. 따라서 임목간 거리가 매우 넓은 방목지보다는 잔존 임목 밀도가 높은 산림지역의 임목들이 계신생장(繼伸生長)의 세력이 약하여 지하고가 높은 것으로 사료된다. 반면, 잔존 임목간 간격이 넓은 방목지의 나무들은 크고 낮은 가지를 생성시키며, 자연 가지치기의 효과가 적고, 방사형으로 빨리 자라는 가능성이 높다(Kellomaki et al. 1989).

통계적으로 물박달나무, 굴참나무, 떡갈나무는 지하고 성장간의 차이가 있는 것으로 분석되었으나, 소나무, 신갈나무는 차이가 없는 것으로 나타났으며, 지하고의 변이는 모든 수종

이 식생구조가 다양한 활엽수림 지역에서 높은 것으로 나타났다(Figure 5).

방목지 잔존목들의 가지 확장은 임업적 견지에서 임목의 형질을 하락시키는 부정적 요소로서 평가되나, 축산업적 입장에서는 임목 주변의 목초종 생육에 부정적인 영향을 미치기도 하나, 광선스트레스에 의한 가축의 생산성 저하를 완화시키는 충분한 그늘을 제공함으로써 방목되는 가축의 발육을 보다 촉진시키는 긍정적 요소로서 평가되고 있다. 따라서 임업과 축산업의 생산을 동시에 촉진하고자 하는 Silvopastoral system을 효율적으로 실행하기 위해서는 방목지 잔존목의 가지 확장과 같은 서로 상반된 영향을 미치는 요소들을 효율적으로 조절·관리하는 방안이 우선적으로 고려되어야 한다. 즉, 목초종의 확립에 영향을 미치지 않는 적정 임목밀도를 산출하고, 적정 임목수를 잔존시켜, 가축에 충분한 그늘을 제공할 수 있는 환경을 조성한 후, 잔존목들의 지속적인 가지치기를 통해 임목의 형질을 향상시키는 방안에 대한 연구가 수행되어야 할 것이다.

결론

이상과 같이 산림확립 기원이 동일한 방목지와 주변 활엽수림의 임분구조와 임목생장차이에 대한 비교 연구에서 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 수종구성에 있어서, 출현 종 수는 동일하지만, 출현빈도, 밀도, 피도에서는 현저한 차이를 보이고 있는 것으로 파악되었다.
2. 방목지의 ha당 본 수는 71본, 산림지역은 1,433본으로 각각 나타났으며, 잔존 밀도에 따른 임목의 생장은 방목지의 임목이 더욱 양호한 것으로 파악되었다.
3. 방목지는 잔존목들에게 충분한 생육공간을 제공함으로써 직경 및 흉고단면적 생장을 양호하게 이끌었지만, 임목들의 계신생장(繼伸生長)을 촉진하여 수관폭이 큰 불량한 형질의 임목들이 형성되는 부정적인 영향을 미친 것으로 파악되었다.

이상의 결과에서, 시비에 의한 효과, 임목의 수직적 분포의 차이 등, 여러 변수적 인자들이 존재하고 있으나, 주변의 경쟁목을 제거하여 충분한 생육공간을 제공한 방목지의 조성은 개개목의 직경, 수고, 가지생장에 매우 큰 영향을 미치는 것으로 파악되었다. 또한 잔존 임목에 대한 지속적인 가지치기 등의 시업적 처리는 임목형질 개선 및 대경재 목재생산을 위해 반드시 수반되어야 하며, 향후의 연구에서는 ha당 적정 잔존 본 수에 대한 연구가 수행되어야 할 것이다.

인용문헌

1. 기상청. 2002. 기후자료.
2. 산지경사지에서의 Sivopastoral system에 관한 연구. 성경일, 홍석만, 김병완, 강성기, 양희문, 김광택, 김지홍, 최민규. 2001. 한국초지학회 정기총회 학술발표회지. 99-100.

3. 이창복. 1982. 대한수목도감. 향문사. 990pp.
4. AFTA. 2000. Agroforstry Notes - Silvopasture #1. Silvopasture: An Agroforestry Practice.
5. Curtis, J.T. and R.P. McIntosh. 1951. An upland forest continuum in the prairie forest border region Wisconsin. Ecology 9 : 161-166.
6. Doesher, P.S., S.D. Tesch, and W.E. Drewien. 1989. Water relations and growth of conifer seedlings during three years of cattle grazing on a southwestern Oregon Plantation. Northwest Sci. 63:232-240.
7. Garrett, H.E and Louise Buck. 1997. Agroforestry practice and policy in the United States of America, Forest Ecology and Management 91. 5-15.
8. Garrett, H.E., Buck, L.E., Gold, M.A., hardesty, L.H., Kurtz, W.B., Lassoie, J.P., Pearson, H.A. and Slusher, J.P. 1994. Agroforestry: An Integrated Land Use Management System for Production and Farmland Conservation.
9. Gordon, A.M. and Newman, S.M. 1997. Temperate Agroforestry Systems. University Press, Cambridge, U.K. 299pp.
10. Kellomaki, S., P. Oker-Blom, E. Valtonen, and H. Vaisanen. 1989. Structural development of scots pine stands with varying initial density: effect of pruning on branchiness of wood. Forest Ecol. Manage. 27:219-233.
11. Merwin, M.L. 1997. The status, opportunities and needs for agroforestry in the United States: A national report. Association for Temperate Agroforestry. Center for Agroforestry, Univer. of Missouri, Columbia.