韓國環境復元技術學會誌 14(1) : 57～65(2011)
J. Korean Env. Res. Tech. 14(1) : 57～65(2011)

신갈나무림의 식생구조와 생태적 복원모델

이미정 · 송호경

[1)] 충남대학교 산림환경자원학과

Vegetation Structure and Ecological Restoration Model of *Quercus mongolica* Community

Lee, Mi-Jeong and Song, Hokyung

[1)] Department of Environment and Forest Resources, Chungnam National University.

ABSTRACT

The composition of species for each community of *Quercus* by vegetation and soil survey, the community classification by TWINSPAN, the structural characteristics of communities were used and analyzed during the period of 2000～2004 for *Quercus mongolica* forest. And the resulting suggestions for a subsequent planting model for forest are as follows.

The *Quercus mongolica* community had the highest importance value for *Quercus mongolica* followed sequentially by *Acer pseudosieboldianum*, *Acer mono*, *Rhododendron schlippenbachii*, *Tilia amurensis*, *Fraxinus rhynchophylla*, and *Fraxinus sieboldiana*.

As a result of suggesting a planting modeling for the *Quercus mongolica* communities in the areas with the warmth index of both 60.90～79.79℃ and 53.96～64.82℃, *Quercus mongolica* was absolutely dominant in case of the subtree layer for the accompaniment species of distribution in the planting modeling by tree layer in the two areas depending on the warmth index, while there were distinct differences shown in case of the lower tree layer.

While *Acer pseudosieboldianum*, *Tilia amurensis*, *Fraxinus rhynchophylla*, *Sorbus alnifolia*, *Acer mono*, etc. were appeared in the subtree layer for the areas with the warmth index of 60.90～79.79℃. *Cornus controversa*, *Quercus mongolica*, *Fraxinus sieboldiana*, etc. were many appeared in the subtree

Corresponding author : Song, Ho-kyung, Department of Environment and Forest Resources, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea,
Tel : +82-42-821-5747, E-mail : hksong@cnu.ac.kr

Received : 8 November, 2010. **Revised** : 20 December, 2010. **Accepted** : 15 February, 2011.

layer for the areas with the warmth index of 53.96～64.82℃. And, when we made ecological *Quercus mongolica* community, subtree layer planting is different by warmth index.

Key Words : *Importance Value, Classification, Growth Density.*

I. 서 론

식물은 분포하고 있는 종들과 물리적 환경인자들이 유기적으로 영향을 주고받으며 보다 안정한 상태로 발달하여 간다(Walter, 1973).

식물군락의 발달과 관련하여 영향을 미치는 주요한 환경인자로는 온도와 수분, 토양환경인자 등 여러 요인들이 있다. 우리나라는 대부분의 산림군락이 화전, 지형변경, 벌채 등 인간의 간섭을 받으며 발달해 온 산림이 대부분이다. 특히 조선시대부터 침엽수를 집중적으로 보호하고 식재, 무육하는 정책으로 인하여 우리나라 주요 산림 내 신갈나무림은 보호받지 못한 채, 산림군락 발달은 물론 목재가공 이용 측면에서 역시 외면당해 온 것이 현실이라 할 수 있다. 그러나 식물사회학의 발달과 함께 우리나라 산림에서 참나무류 군락, 특히 신갈나무군락의 발달단계에서의 중요성과 역할이 차츰 인식되고, 현재 산림에서 안정된 산림군락으로 인정되면서(이호준 등, 1998), 산불, 인위적 훼손 등 여러 가지 원인으로 파괴된 산림을 복원하는데 있어 신갈나무군락에 관한 식생 분석 자료는 생태적, 친환경적 복원 모델의 좋은 기초 자료가 될 것으로 판단된다.

현재 신갈나무에 관한 연구로는 신갈나무군락에 대한 분류(장규관 등, 1997), 흉고직경급 분석(송호경과 장규관, 1997) 및 신갈나무군락과 환경에 관한 연구(송호경, 1990; 송호경 등, 1995; 장규관, 1996; 송호경 등, 1998) 등 많은 연구가 이루어졌으나(강상준 · 최철수, 2000; 김성덕 · 김윤동, 1995; 박관수, 1999; 송종석 등, 1995; 송칠영 · 이수욱, 1996; 송칠영 등, 1997; 송호경 등, 2003; 이우철 등, 1994; 이호준 등, 1994; 최선덕 등, 1998), 신갈나무림에 의한 복원에 관한 연구는 거의 없는 실정이다. 따라서 본 연구는 우리나라에서 자생하는 신갈나무를 대상으로 TWINSPAN에 의하여 구분된 각 군락들과 이들 군락들의 중요치 분석 및 종의 상관분석을 통하여 신갈나무의 식생 구조를 밝히고 우리나라 신갈나무 군락의 생태적 천이를 고려한 산림복원 및 식재모델을 제공하고자 수행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 식생 조사 및 분석

신갈나무에 대한 조사는 전라북도 남원시 지리산 노고단 지역, 강원도 평창군 중왕산 지역, 인제군 점봉산 지역의 신갈나무 군락을 대상으로 실시하였다(이미정, 2007).

식생 조사는 2000년 6월부터 2004년 10월에 실시하였으며, 전라북도 남원시 지리산 노고단 지역 11개소, 강원도 평창군 중왕산 지역 16개소, 인제군 점봉산 지역 23개소 등 총 50개소를 선정하여 실시하였다.

조사구는 20m × 20m 크기로 설치하였으며, 각 조사구에서 출현하는 종 가운데 흉고직경 2cm 이상을 대상으로 매목 조사를 실시하였다.

수관투영도 등 식재모델을 제안하기 위하여 신갈나무군락 중에서 수령 15～30년(평균 20년)사이, 흉고직경 10～40cm(평균 28cm) 사이의 수목이 분포하는 군락을 대상으로 조사를 실시하였다.

중요치 분석은 흉고직경 2cm 이상의 매목 조사에서 얻은 자료를 이용하여 Curtis와 McIntosh (1951)의 방법에 따라 중요치(Importance value)를 산출하고, classification은 Hill(1979)의 TWINSPAN을 이용하였다.

2. 생태적 특성을 고려한 식재모델 제안

본 연구에서는 우리나라 각 지역의 온량지수에 따른 지역별 수종별 식재모델을 제안하고 온량지수에 따른 신갈나무군락의 생태적인 종조성을 파악하기 위하여 단위면적 400m^2 내의 수종들을 교목층과 아교목층으로 나누어 수종 간 평균거리와 식재밀도를 계산하였다. 이와 함께 수관투영도 및 주요 수종 간 상관분석을 이용하여, 신갈나무와 함께 동반 출현하는 주요 수종들을 파악하여 적정피복면적을 산정하였다.

각 지역별 온량지수는 월별 평균기온이 해발고 100m씩 상승함에 따라 0.52℃씩 하강하는 방식(정태현 등, 1965)을 적용하여 신갈나무가 분포하는 중심지역의 높이를 감안하여 산출하였다.

III. 결과 및 고찰

1. TWINSPAN에 의한 군락 분류

조사된 50개 조사구 중 5개 이상의 조사구에서 출현한 28종을 대상으로 TWINSPAN을 실시한 결과, 제1수준에서 쇠물푸레나무의 유무에 따라 신갈나무-쇠물푸레군락으로 구분되었으며, 제2수준에서는 피나무의 유무에 따라 신갈나무-피나무군락, 신갈나무군락으로 구분되었다(이미정, 2007).

2. 중요치 분석

신갈나무군락 주요 수종의 중요치를 분석한 결과(Table 1), 신갈나무의 중요치가 118.24로 가장 높았으며, 당단풍 35.94, 고로쇠나무 13.47, 철쭉꽃 13.23, 피나무 12.63, 물푸레나무 11.83, 쇠물푸레 8.74 등의 순이었다. 당단풍과 철쭉꽃이

Table 1. Importance value of major tree species of the *Quercus mongolica* community.

Species	Importance value			
	I	II	III	Mean
Quercus mongolica	126.43	157.98	103.57	118.24
Acer pseudosieboldianum	45.40	52.73	18.30	35.94
Acer mono	13.50	20.86	7.60	13.47
Rhododendron schlippenbachii	3.66	20.65	22.49	13.23
Tilia amurensis	21.44	16.14	2.06	12.63
Fraxinus rhynchophylla	20.96	16.26	0.94	11.83
Fraxinus sieboldiana	-	5.32	22.79	8.74
Symplocos chinensis for. *pilosa*	8.87	7.95	12.11	8.66
Carpinus cordata	8.94	7.14	6.74	7.38
Sorbus alnifolia	7.23	11.71	2.74	7.22
Maackia amurensis	6.75	8.26	6.50	6.68
Magnolia sieboldii	1.82	11.03	9.57	6.38
Cornus controversa	7.60	7.53	4.64	5.91
Stewartia koreana	-	-	14.04	4.10
Betula costata	5.80	4.50	-	3.76
Lindera obtusiloba	4.05	-	7.83	3.68
Kalopanax pictus	2.66	6.25	1.80	3.52

Ⅰ : *Quercus mongolica* - *Tilia amurensis* communtiy;
Ⅱ : *Quercus mongolica* communtiy;
Ⅲ : *Quercus mongolica* - *Fraxinus sieboldiana* communtiy.

중요치가 높은 것은 당단풍과 철쭉꽃이 신갈나무 군집의 표징종(김정언 · 길봉섭, 2000; 김현숙, 2010)으로 당단풍은 아교목층에서, 철쭉꽃은 관목층에서 신갈나무와 함께 출현하기 때문이라고 판단된다.

신갈나무-피나무군락에서 신갈나무의 중요치는 126.43이었으며, 그 다음으로 당단풍 45.40, 피나무 21.44, 물푸레나무 20.96, 고로쇠나무 13.50 등의 순이었다. 신갈나무-피나무군락에서 당단풍의 중요치가 더 높은데도 이 명칭을 사용한 것은 피나무가 이 군락에서 주로 출현하였으며, 당단풍은 신갈나무군락의 아교목층에 출현하는 수종으로 신갈나무군락 전체에 출현하였기 때문이다.

신갈나무군락에서 신갈나무의 중요치는 157.98이며, 당단풍 52.73, 고로쇠나무 20.86, 철쭉꽃 20.65, 물푸레나무 16.26 등의 순이었다. 이 군락에서 교목성 수종인 고로쇠나무와 물푸레나무의 중요치가 높은 것으로 보아, 이들 수종들과 차후에 경쟁이 일어날 것으로 판단된다.

신갈나무-쇠물푸레군락에서 신갈나무의 중요치는 103.57이며, 쇠물푸레 22.79, 철쭉꽃 22.49, 당단풍 18.30, 노각나무 14.04 등의 순이었다.

3. 군락구조분석에 따른 식재모델

생태적 복원을 위한 식재모델에 관한 기존 연구에서 이경재 등(1995)은 실제적인 현장조사를 통하여 자연식생복원에 관한 식생군집별 식재수종선정, 식재비율, 식생구조 모형을 제시하여 평균규격, 식재거리를 산정하였으며, 이경재와 한봉호(1998)는 흉고단면적과 평균흉고직경 현황으로 밀도 관리목표를 제시한 바 있다. 따라서 본 연구는 각 참나무류 군락의 복원을 위한 모델식재의 개념으로서 온량지수에 따른 신갈나무군락 자연식생의 생태적인 종조성을 파악하고 각 군락 내 신갈나무의 개체간 거리와 밀도를 산출하였으며, 상관분석을 통한 신갈나무의 동반출현종을 파악하여 적정 식재수종을 선정하여 조성 가능한 식생모델을 제시하였다.

1) 온량지수 60.90～79.79℃(평균 66.85℃) 지역의 식재모델

이 지역의 신갈나무군락 복원식생모델의 개체간 최단거리 및 층위별 개체수를 살펴보면, 개체간 최단거리는 교목층 평균 2.8(1.8～4.1)m, 아교목층 평균 1.5(1.0～3.5)m로 산정되었으며, 층위별 개체수는 400m^2 당 교목층 20개체, 아교목층 29개체, 관목층 32개체로 총 81개체로 조사되었

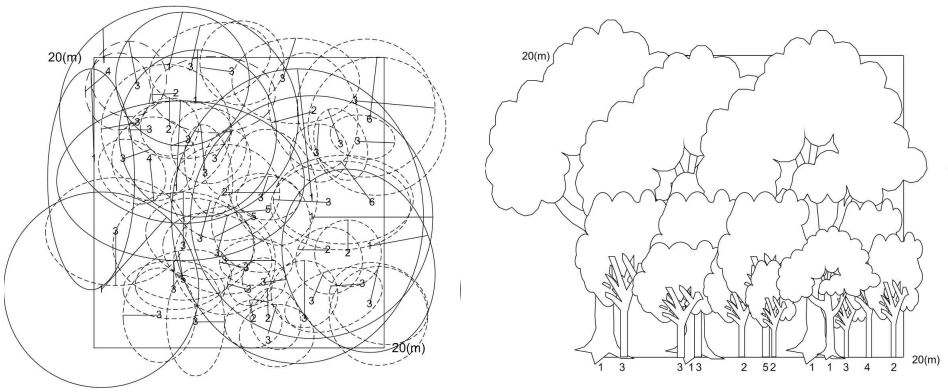

Figure 1. Diagram of crown projection in the tree layer of warmth index 60.90～79.79℃ (average 66.85℃) in *Quercus mongolica* community survey zone.
1 : *Quercus mongolica*; 2 : *Acer pseudosieboldiana*; 3 : *Tilia amurensis*; 4 : *Fraxinus rhynchophylla*; 5 : *Sorbus alnifolia*; 6 : *Acer mono*.

Table 2. Tree number and distance by tree layer of warmth index 60.90～79.79℃ (average 66.85℃) in *Quercus mongolica* community survey zone. (unit area : 400m^2)

	Tree layer	Subtree layer	Shrub layer	Total
Distance (m)	2.8(1.8～4.1)	1.5(1.0～3.5)		
Tree number	20	29	32	81

Quercus mongolica											
++	*Acer pseudosieboldianum*										
++	+	*Carpinus laxiflora*									
++	++		*Tilia amurensis*								
++	++	++	++	*Rhododendron schlippenbachii*							
+	+		+	+	*Acer mono*						
+	+			+	+	*Fraxinus rhynchophylla*					
+						+	*Lespedeza maximowiczii*				
+	+							*Sorbus alnifolia*			
++		++		++	++				*Lindera obtusiloba*		
+							++		+	*Carpinus cordata*	
+								+			*Maackia amurensis*

Figure 2. Complete coefficient of similarity for 12 species in the study area.

다(Table 2).

또한 복원식생모델의 수관투영도 및 층위구조를 살펴보면(Figure 1), 교목층에서는 주로 신갈나무가 대부분의 수관을 형성하였으며 다른 수종은 교목층에서 출현하지 않았다. 아교목층에서도 신갈나무가 가장 넓은 수관을 형성하였으며, 그 외 당단풍, 피나무, 물푸레나무, 팥배나무, 고로쇠나무 등이 출현하여, 다른 참나무류 군락에 비하여 아교목층에서도 수종이 다양하지 않았다.

Figure 2는 온량지수 60.90～79.79℃ 지역의 출현종 중 12종을 대상으로 상관분석을 통하여 수종들의 생태적 특성과 유의관계를 나타낸 것이다.

Figure 2의 결과를 통하여 이 지역의 신갈나무 군락을 조성할 경우, 교목층에는 신갈나무와 90% 이상의 상관관계를 가진 피나무, 고로쇠나무 등이 함께 식재될 수 있으며, 아교목층에는 당단풍, 물푸레나무, 철쭉꽃, 팥배나무, 생강나무 등이 함께 식재되면 적절할 것으로 판단된다(Figure 3).

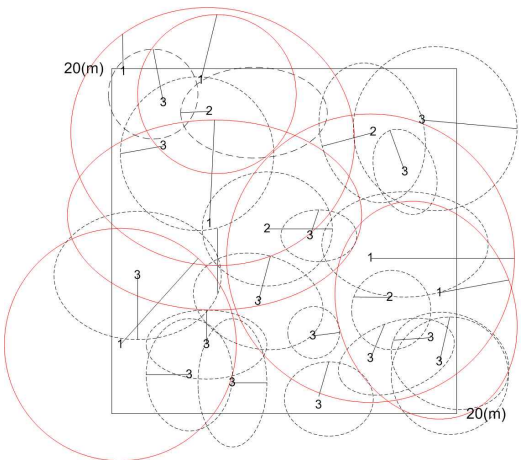

Figure 3. Planting models diagram of crown projection in the tree layer of warmth index 60.90～79.79℃ (average 66.85℃).
1 : *Quercus mongolica*;
2 : *Acer pseudosieboldiana*;
3 : *Tilia amurensis.*

Table 3. Tree number and distance by tree layer of warmth index 53.96～64.82℃ (average 60.21℃) in *Quercus mongolica* community survey zone. (unit area : 400m^2)

	Tree layer	Subtree layer	Shrub layer	Total
Distance(m)	2.6(1.6～4.2)	1.2(1.1～3.7)		
Tree number	25	30	39	94

2) 온량지수 53.96~64.82℃(평균 60.21℃) 지역의 식재모델

이 지역의 신갈나무군락 복원식생모델의 개체간 최단거리 및 층위별 개체수를 살펴보면, 개체간 최단거리는 교목층 평균 2.6(1.6～4.2)m, 아교목층 평균 1.2(1.1～3.7)m로 산정되었으며, 층위별 개체수는 400m^2 당 교목층 25개체, 아교목층 30개체, 관목층 39개체로 총 94개체로 조사되었다(Table 3).

또한 복원식생모델의 수관투영도 및 층위구조를 살펴보면(Figure 4), 교목층에서는 주로 신갈나무가 대부분의 수관을 형성하였으며, 온량지수 60.90～79.79℃ 지역과 마찬가지로 다른 수종은 교목층에서 출현하지 않았다. 아교목층에서도 신갈나무가 가장 넓은 수관을 형성하였으며, 그 외 층층나무, 쇠물푸레 등이 높은 피도로 출현하여 다른 참나무류 군락에 비하여 층위구조가 단순한 형태를 띠고 있는 것으로 판단된다. 관목층에는 까치박달나무, 쇠물푸레, 당단풍나무, 철쭉꽃 등이 출현하였으며, 그 외 개암나무, 다릅나무, 서어나무 등이 낮은 피도로 출현하였다.

Figure 5는 온량지수 53.96～64.82℃ 지역의 출현종 중 13종을 대상으로 상관분석을 통하여 수종들의 생태적 특성과 유의관계를 나타낸 것이다. Figure 5의 결과를 통하여 이 지역의 신갈나무군락을 조성할 경우, 교목층에는 신갈나무가 식재되고 아교목층에 신갈나무와 90% 이상의 상관관계를 가진 당단풍나무, 쇠물푸레, 쪽동백나무, 까치박달나무, 개암나무, 층층나무 등이 함께 식재되면 생태적으로 안정된 복원식생이 될 것으로 판단된다(Figure 6).

온량지수 60.90～79.79℃ 지역과 온량지수

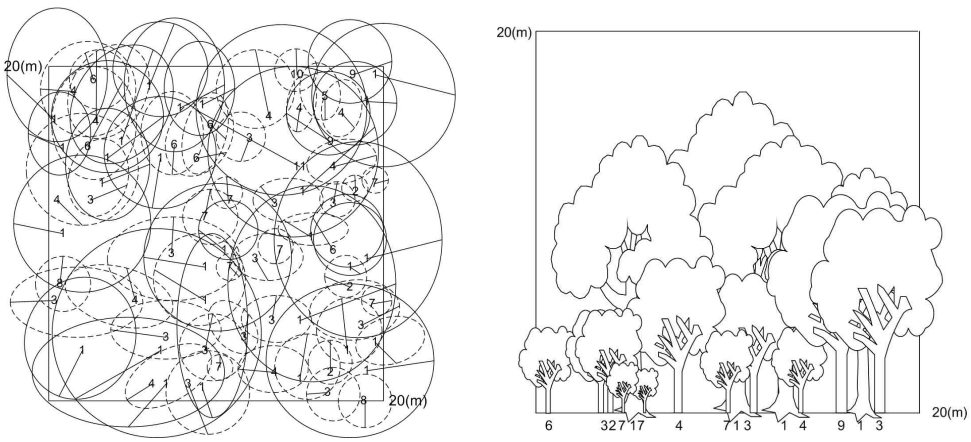

Figure 4. Diagram of crown projection in the tree layer of warmth index 53.96～64.82℃ (average 60.21℃) in *Quercus mongolica* community survey zone.
1 : *Quercus mongolica*; 2 : *Acer pseudosieboldianum*; 3 : *Fraxinus sieboldiana*; 4 : *Styrax obassia*; 5 : *Lindera obtusiloba*; 6 : *Carpinus cordata*; 7 : *Rhododendron schlippenbachii*; 8 : *Corylus sieboldiana*; 9 : *Cornus controversa*; 10 : *Maackia amurensis*; 11 : *Carpinus laxiflora*.

Quercus mongolica												
++	*Acer pseudosieboldianum*											
++	+	*Fraxinus sieboldiana*										
++	++	++	*Styrax obassia*									
++			++	*Lindera obtusiloba*								
+	++			++	*Carpinus cordata*							
++		+	+		++	*Rhododendron schlippenbachii*						
+							*Corylus sieboldiana*					
++				+		+		*Cornus controversa*				
+			+						*Maackia amurensis*			
		+			+					*Carpinus laxiflora*		
++	+	+				+	+				*Acer mono*	
+		++	+	+		++			+	+		*Tilia amurensis*

Figure 5. Complete coefficient of similarity for 13 species in the study area.

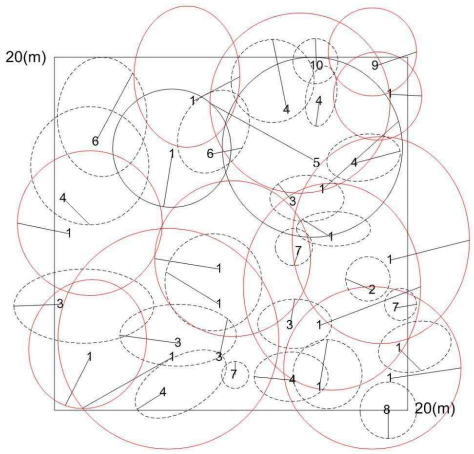

Figure 6. Planting models diagram of crown projection in the tree layer of warmth index 53.96～64.82℃ (average 60.21℃).
1 : *Quercus mongolica*;
2 : *Acer pseudosieboldianum*;
3 : *Fraxinus sieboldiana*;
4 : *Styrax obassia*;
5 : *Carpinus laxiflora*;
6 : *Carpinus cordata*;
7 : *Rhododendron schlippenbachii*;
8 : *Corylus sieboldiana*;
9 : *Cornus controversa*;
10 : *Maackia amurensis*.

53.96～64.82℃ 지역의 신갈나무군락의 식재모델림을 제시한 결과, 각 온량지수에 따른 두 지역의 층위별 식재모델림의 수반종은 교목층의 경우 신갈나무가 절대적으로 우점하였으며, 아교목층의 경우 뚜렷한 차이를 보이고 있었다. 온량지수 60.90～79.79℃ 지역의 경우 아교목층에 당단풍, 피나무, 물푸레나무, 팥배나무, 고로쇠나무 등이 출현하는 반면, 온량지수 53.96～64.82℃ 지역의 아교목층에서는 층층나무, 신갈나무, 쇠물푸레 등이 높은 피도로 출현하였다. 따라서 신갈나무 군락 조성시 아교목층의 식재는 지역에 따라 식재수종의 차이를 고려하여 식재하는 것이 바람직할 것이다.

IV. 결 론

온량지수 60.90～79.79℃지역과 온량지수 53.96～64.82℃지역의 신갈나무군락의 식재모델림을 제시한 결과, 각 온량지수에 따른 두 지역의 층위별 식재모델림의 수반종은 교목층의 경우 신갈나무가 절대적으로 우점하였으며, 아교목층의 경우 뚜렷한 차이를 보이고 있었다.

온량지수 60.90～79.79℃ 지역의 경우 아교목층에 당단풍, 피나무, 물푸레나무, 팥배나무, 고로쇠나무 등이 출현하는 반면, 온량지수 53.96～64.82℃ 지역의 아교목층에서는 층층나무, 신갈

나무, 쇠물푸레 등이 높은 피도로 출현하였다. 따라서 신갈나무군락 조성시 아교목층의 식재는 지역에 따라 식재수종의 차이를 고려하여 식재하는 것이 바람직하나, 대상 지역의 토양과 환경 조건에 따라 신갈나무와 정의 상관이 있는 수종들을 첨식하는 것도 좋을 것으로 생각된다.

본 연구는 군락의 분포요인 중 각 지역의 온량지수에 따라 식재모델을 제안한 것이며, 토양조건, 조도, 배수조건, 식재면적 등 각기 다른 환경조건에 따른 생태적 식재모델 연구가 지속적으로 병행되어야 할 것으로 판단된다.

인 용 문 헌

강상준 · 최철수. 2000. 신갈나무군락의 Gap내 재생과정. 한국생태학회지 23(1) : 1-8.

김성덕 · 김윤동. 1995. 점봉산 신갈나무(*Quercus mongolica* Fischer)림의 갱신 과정에 관한 연구. 한국임학회지 84(4) : 447-455.

김정언 · 길봉섭. 2000. 한국의 신갈나무 숲. 원광대학교 출판국. pp.511.

김현숙. 2010. 덕유산국립공원 산림 식생의 생태적 특성 연구. 충남대학교 박사학위논문. pp.207.

박관수. 1999. 충주지역의 신갈나무와 굴참나무 천연림 생태계의 지상부 및 토양 중 탄소 고정에 관한 연구. 한국임학회지 88(1) : 93-100.

송종석 · 송승달 · 박재홍 · 서봉보 · 정화숙 · 노광수 · 김인선. 1995. 서열법과 분류법에 의한 소백산의 신갈나무군락에 대한 식물사회학적 연구. 한국생태학회지 18(1) : 63-87.

송칠영 · 이수욱. 1996. 신갈나무와 굴참나무의 천연림 생태계의 현존량 및 물질생산에 관한 연구. 한국임학회지 85(3) : 443-452.

송칠영 · 장관순 · 박관수 · 이승우. 1997. 신갈나무와 굴참나무 천연림의 탄소고정량 분석. 한국임학회지 86(1) : 35-45.

송호경. 1990. DCCA에 의한 신갈나무군락과 환경의 상관관계 분석. 충남대학교 환경연구보고 8 : 1-5.

송호경 · 장규관. 1997. 소나무림과 신갈나무군락의 흉고직경급 분석과 천이에 관한 연구. 한국임학회지 86(2) : 223-232.

송호경 · 장규관 · 김성덕. 1995. TWINSPAN과 DCCA에 의한 신갈나무 군집과 환경의 상관관계 분석. 한국임학회지 84(3) : 299-305.

송호경 · 장규관 · 오동훈. 1998. 설악산 국립공원 지역의 신갈나무 군집과 환경의 상관관계 분석. 한국환경생태학회지 11(4) : 462-468.

송호경 · 이미정 · 이선 · 김효정 · 지윤의 · 권오원. 2003. 신갈나무림의 식생구조와 생태적지. 한국임학회지 92(4) : 409-420.

이경재 외 14인. 1995. 도시 및 공업단지 주변의 green복원 기술 개발(Ⅲ). 환경부.

이경재 · 한봉호. 1998. 부천시 산림지역 아까시나무림 식물군집구조를 고려한 식생관리 모델. 한국조경학회지 26(2) : 28-37.

이미정. 2007. 우리나라 주요 참나무림의 군락구조분석 및 생태적 식재모델 연구. 충남대학교 박사학위논문. pp.173.

이우철 · 백원기 · 김문기. 1994. 설악산 신갈나무군락의 식물사회학적 연구. 한국생태학회지 17(3) : 319-331.

이호준 · 이재석 · 변두원. 1994. 명지산 신갈나무군락의 군락분류와 식생패턴. 한국생태학회지 17(2) : 185-201.

이호준 · 전영문 · 김창호. 1998. 월악산 신갈나무(*Quercus mongolica*)림의 종조성과 토양환경. 환경생물학회지 16(2) : 169-180.

장규관. 1996. 강원도 신갈나무군락의 군락생태학적 연구. 충남대학교 박사학위논문. pp.91.

장규관 · 송호경 · 김성덕. 1997. 식물사회학적방법과 TWINSPAN에 의한 강원도 신갈나무 군락의 분류에 관한 연구. 한국임학회지 86

(2) : 214-222.

정태현 · 이우철. 1965. 한국의 삼림식물대 및 적지적소론. 성균관대학교 논문집 10 : 329-434.

최선덕 · 이돈구 · 마상규. 1998. 중왕산 지역 신갈나무림의 임분형 구분 및 육림작업에 적절한 미래목 본수의 결정. 한국임학회지 87(4) : 631-641.

Curtis, J. T., and R. P. McIntosh. 1951. An Upland Forest Continuum in the Prairie Forest Border Region of Wisconsin. J. Ecology 32 : 476-496.

Hill, M. O. 1979. TWINSPAN-A FORTRAN Program for Arranging Multivariate Data in an Order Two-Way Table by Classification of the Individuals and Attributes. Ithaca, N.Y. Cornell Univ. Press. pp.50.

Walter, H. 1973. Vegetation of the Earth : In Relation to climate and the Eco-physiological Condition. Springer-Verlag, New York. pp.237.