

長白山地域 잣나무-闊葉樹 天然林 擇伐 跡地內 天然更新 特性

金永煥* · 李敦求¹ · 姜好相²

중국과학원 심양응용생태연구소, ¹서울대학교 산림과학부,

²서울대학교 농업생명과학연구원

Natural Regeneration Characteristics of *Pinus koraiensis*-Broadleaved Forests after Selective Cutting in Mt. Changbai

Yong-Huan Jin*, Don Koo Lee¹ and Ho-Sang Kang²

Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110016, P.R. China

¹Department of Forest Sciences, Seoul National University, 151-921, Republic of Korea

²Research Institute for Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, 151-921, Republic of Korea

요 약: 장백산지역 잣나무-활엽수 천연림에서 택벌 후 28년이 경과한 임분을 대상으로 경과시간이 다른 벌채적지의 천연갱신 유효율과 치수의 동태를 분석하였다. 택벌 후 28년이 경과하는 동안 벌채적지에서는 총 16개 수종의 천연갱신 유효율과 치수가 나타났고, 자연회복 초기의 천연갱신 유효율과 치수의 종 출현 비율은 56%이었으며 갱신수종은 주로 부개꽃나무, 고로쇠나무, 당단풍, 등 단풍나무류와 흰털귀룽, 다릅나무 등이었다. 택벌 후 산림의 자연회복 시간이 증가함에 따라 임내에는 잣나무, 복장나무, 난티나무 등 내음성 수종의 유효율과 치수가 나타났으며 이러한 갱신 수종의 출현비율은 천연갱신된 전체 종 수의 75% 이상이었으며, 19년정도 지난 후에는 큰 변화가 없었다. 벌채 적지에서 5~10년 경과하였을 때 천연갱신 유효율과 치수의 분포밀도는 ha당 5,500~6,100본으로 비교적 적었고, 벌채 후 15년이 지난 뒤 임내에 나타나는 천연갱신 유효율과 치수는 7,500본/ha 정도로 증가하였고 그 이후에는 변화가 크게 나타나지 않았다.

Abstract: This study was conducted to understand the dynamics of naturally regenerated seedlings and saplings in 28 years after selective cutting at natural Korean pine-broadleaved forests in Mt. Changbai. The number of naturally regenerated tree species was 16 species in 28 years after selective cutting. The appearance rate of naturally regenerated tree species was 56 percentage and the early-successional tree species of *Acer ukurunduense*, *Acer mono*, *Acer pseudosieboldianum*, *Prunus padus* var. *pubescens*, and *Maackia amurensis* were found in the first 10 years after selective cutting. The seedlings and saplings of shade-tolerant tree species of *Pinus koraiensis*, *Acer mandshuricum*, *Ulmus laciniata* were appeared and the appearance rate was higher than 75% after 15 years while it showed little changes from 19 years after selective cutting. The distribution density of seedlings and saplings of regenerated tree species in selective cutting area was 5,500~6,100 trees per hectare in the first 10 years, and it increased gradually along with the restoration of disturbed area and it could reach 7,500 trees per hectare after 15 years.

Key words: natural broad-leaved Korean pine forest, seedlings, saplings, appearance rate, stand dynamics, early successional stage

서 론

천연갱신은 산림생태계에서 매우 중요한 생태적 과정으로서 이는 군집의 구조와 생태적 기능을 유지하는 토대이다. 목본식물을 위주로 하는 산림은 이러한 갱신과정을 통해 시간적, 공간적으로 생태적 구조와 다양성이 유지되면서 천이과정 이 이루어지는데 이중 고목수종의 갱신과정은 특히 미래의 산

림군집의 구조에 대해 매우 큰 영향을 미친다(Oliver and Larson, 1996).

택벌은 목재를 수확하는 일종의 벌채방식일 뿐 아니라 산림에 대한 적극적인 인위적 교란방식으로 볼 수도 있다. 특히 택벌이후 임목의 개화와 결실, 토양 중 매토(埋土) 종자의 발아 조건 및 묘목과 치수의 생장환경이 개선되기 때문에 택벌작업을 산림갱신과정의 일환으로 생각할 수도 있다. 장백산지역 천연림을 개발하는 과정에서 1970년대 이후부터 주로 택벌 위주의 벌채방식이 이루어졌고 임내에서는 천연갱신 방식을 이용하였는데 이는 산림의 구조를 유지하고 동·식물의 서식환경 보호, 종다양성 유지, 임목의 생장촉진 등 여러 면에서 개별방식에 비해 환경친화적인 산림경영과정으로 평가

*Corresponding author
E-mail: jinyh@iae.ac.kr, yanbian@hanmail.net

¹⁾The Project-sponsored by SRF for ROCS, SEM in China and supported by Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences(SCXMS0101).

Table 1. The stand general situation in the study plots

Years after selective	Stand characteristics			
	Density (trees/ha)	Mean DBH (cm)	Mean Height (m)	Cutting intensity (%)
5	550	17.8	16.4	35.7
10	520	18	16.0	32.7
15	750	15.9	15.2	45.1
19	600	15.2	17.9	43.5
28	460	20.7	20.1	42.5

받고 있다(張, 2000).

1998년도이후 중국정부에서 천연림보호공정 실시이후 천연림보호 및 산림경영과정에서는 산림의 자연 친이 특성 및 자연적인 갱신을 유도할 수 있는 환경친화적인 택벌작업 과정을 더욱 중요시하고 있다. 이에 지난 1970년대부터 천연림에서 실시된 택벌 작업이후 벌채적지의 갱신과정과 동태에 대한 연구는 장백산지역 천연림의 교란이후 갱신과정과 기작을 구명하고 현재 장백산지역 국유림에서 실시중인 천연림보호공정의 순조로운 진행을 위해 중요한 과학적 근거를 제시하는 동시에 백두산지역 천연림의 지속가능한 경영전략을 추진하는데 있어서도 매우 중요하다.

지금까지 장백산지역 천연림을 대상으로 벌채 적지내 천연갱신에 관한 연구는 비교적 적고 주로 벌채강도가 갱신에 미치는 영향(董 등, 1997), 벌채적지내 천연갱신의 공간적 이질성과 분포패턴 등에 관한 연구가 이루어졌다(李 등, 1999). 한편, 장백산지역의 잣나무-활엽수 혼효림의 천연갱신에 관한 연구도 보고되었지만 이는 주로 원시림내 숲틈 갱신과정과 세대교체 등에 대한 연구, 자연적으로 쓰러진 나무(coarse woody debris)가 갱신에 미치는 영향 등에 집중되었다(李 등, 1989; 伍과 韓, 1992; 國, 2002; 徐 등, 2001).

따라서 본 연구에서는 장백산지역 천연림을 대상으로 택벌 후 경과시간이 다른 벌채적지에서 천연갱신 유묘와 치수의 종구성의 변화 및 분포 수량과 변화과정 등 천연갱신 특성을 파악하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 연구지 개황

연구대상지는 吉林省 남동부에 위치한 길림성(吉林省) 백하(白河) 임업국(林業局) (동경 42°1'21"~42°25'11", 북위 127°48'7" ~128°26'57")에 위치하고 있으며, 조사는 관할 천연림을 대상으로 주로 장백산 북사면 잣나무-활엽수 혼효림 분포구역에서 이루어졌다. 해발고도는 700~800 m, 경사도는 1~5°였으며 비교적 완만한 평지와 깊지 않는 계곡 지형이었다. 토양 특성은 화산재에 의해 형성된 산림토양으로서 토심이 깊고 습윤한 토양이다. 기후는 대륙성계절풍의 영향을 받으며, 연평균기온은 -7.3~4.9°C로 연평균강수량은 600~900 mm, 연평균 일조량은 2,271~2,503시간, 무상기는 109-141일 정도이다. 이 지역 산림은 일제시기에 “크고 곧게 자란 나무만 선정하여 벌채하는” 무분별한 택벌 방식에 의해 교란을 받은 천연림이다.

吉林省 白河林業局은 장백산지역에서 가장 늦게 설립된 산림개발을 위주로 하는 기업으로서 전체 경영대상면적은 19만

ha에 달하고 1971년도에 설립되어 1974년부터 택벌위주의 벌채방식을 실시해왔고 벌채적지는 주로 천연갱신을 이용해왔다. 연구대상지내 분포하는 주요 수종은 잣나무, 피나무, 물푸레나무, 고로쇠나무, 신갈나무, 느릅나무(*Ulmus japonica* (Rehd.) Sarg.), 등이 있고 관목수종은 *Corylus mandshurica* Maxim., 고광나무, 각시괴불나무, 까치밥나무 등이 있고 초본식물은 당개지치, 두루미꽃, *Phryma leptostachya* L., 사초류, 노랑물봉선화 등이 많이 나타난다(Liu, 1997). 택벌작업을 실시하기 전 임분의 수종구성을 보았을 때 임내에서는 주로 물푸레나무와 피나무, 느릅나무 등 활엽수종 및 잣나무의 축적이 각각 15-25%이었고, 임내에 분포하는 결실이 가능한 건강상태가 양호한 임목의 경우, 위의 4개 수종이외에도 고로쇠나무, 다릅나무, 거제수나무 등 활엽수종의 본수비율도 비교적 높았다.

2. 연구방법

벌채시기가 서로 다른 천연이차림내 5개의 택벌 적지에서 각각 대표적인 임분을 선정하고 벌채후 경과 시기별로 32m×32m의 조사구를 3개씩 총 15개를 설치하였다. 길림성 산림자원 조사기술 세부규정²⁾에 따라 조사구내 흉고직경 5cm 이상의 모든 임목을 대상으로 흉고 직경과 수고를 조사하였으며 벌채시기별 임분특성 및 택벌강도는 Table 1과 같다.

택벌이후 주요 수종의 천연갱신 특성을 파악하기 위해 각 조사구마다 2m×2m의 세조사구를 20개 설치하였고 세 조사구사이의 거리는 최소 2m로 하였다. 수고 3m이하의 교목수종 중 잣나무-활엽수 혼효림의 주요 구성수종을 조사대상으로 하였고, 수종별 유묘와 치수의 수고와 분포수량 등을 조사하였다.

徐 등(2001)의 동 지역 원시림에서 수고에 따라 유묘와 치수를 구분한 결과를 참조하여 잣나무의 경우 수고 20 cm 미만은 유묘, 20 cm이상은 치수로 구분하였고, 활엽수종에 대해서는 수고 30 cm미만은 유묘, 30 cm이상은 치수로 구분하였다. 각 조사지에서 조사구별로 갱신수종의 출현빈도를 산출하였고 갱신수종의 출현비율은 다음과 같이 계산하였다.

$$R_i = S_i / S \times 100$$

R_i : i번째 갱신수종의 출현비율

S_i : i번째 세조사구에 출현하는 유묘와 치수의 종수

S : 임내의 모든 세조사구에서 출현하는 모든 유묘와 치수의 종수

²⁾吉林省森林資源規劃設計技術細則, 吉林省林業廳, 1998.2.41-46.

결과 및 고찰

1. 택벌후 임내 갱신수종의 구성과 동태

택벌 작업 후 경과시간에 따라 임내에서 천연갱신 유묘와 치수의 수종은 다양하게 나타났는데 조사결과 총 16개 수종의 유묘와 치수가 나타났다(Table 2).

택벌작업 후 10년 정도 경과하였을 때 임내에는 주로 부계꽃나무, 고로쇠나무, 당단풍 등 단풍나무류와 다릅나무, 흰털귀룽 등의 갱신 유묘와 치수의 출현빈도가 비교적 높게 나타났다. 이는 택벌작업이후 임내에 조성된 숲틈이나 소면적의 열린 공간에 광선호도가 높은 선구수종이 가장 먼저 침입하기 때문이다(吳, 1998). 택벌 작업 이후 경과시간이 길어짐에 따라 산림의 구조가 회복되면서 당단풍, 부계꽃나무, 흰털귀룽 등 수종의 유묘와 치수는 점차 감소하는 반면, 느릅나무, 복장나무, 들메나무, 피나무 등 수종의 유묘와 치수가 나타나는 동시에 이러한 수종의 출현빈도도 점차 높아졌다.

그리고 택벌 작업이후 경과 시간에 따라 임내에 나타나는 갱신수종의 출현비율도 변화하는 것을 알 수 있는데, 택벌작업 후 5~10년 경과하였을 때 임내에 나타나는 갱신수종의 종수는 평균 9개 수종으로서 이는 연구대상지역에서 택벌 작업 이후 나타나는 모든 갱신수종의 56%정도를 차지하였다(Table 2). 택벌작업 후 15년 경과한 임내에는 평균 13개 수종의 갱신 유묘와 치수가 나타났으며 이는 모든 갱신수종의 약 81%이며, 19년 이상 경과하였을 때에 임내에 나타나는 유묘와 치수는 평균 12개 수종을 유지하였는데 이는 모든 갱신수종의 75%정도를 차지하는 것이며 이후에는 변화가 크게 나타나지 않았다.

장백산지역 천연림에서 택벌 후 인위적으로 형성된 숲틈은 한편으로는 임내의 전생 치수 또는 유묘의 성장과정에서 점차 증가하는 성장공간 수요를 제공, 보충해주는 동시에, 다른 한편으로는 임내 환경의 변화에 대해 일부 수종의 유묘와 치수가 적응능력이 부족하여 고사되기도 한다. 또한, 택벌 후 형

성된 숲틈은 임내의 관목류의 대량 번식 및 빠른 성장을 위한 기회를 제공해 주기 때문에 이는 유묘와 치수의 새로운 경쟁상대로 된다(王, 1994). 따라서 택벌 적지에서 초기에는 주로 개회나무, 부계꽃나무, 당단풍, 고로쇠 등 수종의 유묘와 치수가 많이 출현하였는데 종 수는 많지 않았다. 택벌 적지의 자연회복시간이 증가함에 따라 임내의 환경도 변화하고 택벌에 의해 형성된 숲틈이나 임내의 소규모 열린 공간은 점차 임목의 수관에 의해 메워지면서 임내의 이질적인 서식환경은 더욱 복잡해지게 되고 이는 더욱 다양한 수종의 유묘나 치수의 성장에 유리한 조건을 제공해주게 된다(韓 등, 2002). 특히 광선호도가 높은 수종의 경우, 택벌 후 경과하는 시간이 길어질수록 임내 광환경이 변화하기에 이러한 수종의 유묘와 치수의 적응능력은 상대적으로 약해진다. 따라서 연구대상지역에서 택벌 후 15년 정도 경과하였을 때 임내에는 난티나무, 복장나무, 까치박달, 느릅나무, 잣나무 등 수종의 유묘와 치수가 나타나면서 종수가 증가하였다. 반면 개회나무는 더 이상 나타나지 않았으며, 부계꽃나무, 당단풍, 귀룽나무, 다릅나무의 출현빈도는 낮아지면서 종구성도 초기에 비해 다양해졌다.

2. 택벌후 벌채적지의 천연갱신 유묘와 치수의 동태

택벌 작업 후 경과시간이 서로 다른 택벌적지에서 유묘와 치수의 분포 수량의 변화는 Table 3과 같다. 택벌후 5~10년 지났을 때 임내에서 유묘와 치수의 분포밀도는 약 5,500~6,100

Table 3. Numbers of naturally regenerated tree species after selective cutting at the natural Korean pine-broadleaved forests in Mt. Changbai

Years after selective	Seedlings and saplings(N/ha)
5	6140 ± 744 ^a
10	5500 ± 645 ^a
15	7550 ± 611 ^{bc}
19	7270 ± 745 ^b
28	8070 ± 783 ^c

Table 2. Relative frequency and the appearance rate of naturally regenerated tree species after selective cutting

Regeneration species	Relative frequency(%)				
	Years after selective				
	5	10	15	19	28
<i>Syringa amurensis</i> Rupr.	9.9	7.3	-	-	-
<i>Prunus padus</i> L. var. <i>pubescens</i> Regel et Tiling	13.2	7.3	4.0	6.4	-
<i>Ulmus japonica</i> (Rehd.) Sarg.	-	6.1	5.6	10.9	8
<i>Pinus koraiensis</i> Sieb. et Zucc.	-	-	2.4	7.3	5.1
<i>Acer ukurunduense</i> Trautv. et C.A.Mey.	18.7	18.3	12.7	2.7	4.4
<i>Acer pseudosieboldianum</i> (Pax) Kom.	14.3	17.1	8.7	6.4	-
<i>Acer triflorum</i> Kom.	9.9	9.8	-	11.8	10.9
<i>Acer mono</i> Maxim.	12.1	15.9	15.9	11.8	13.1
<i>Maackia amurensis</i> Rupr. et Maxim.	13.2	14.6	8.7	-	6.6
<i>Pyrus ussuriensis</i> Maxim.	-	-	4.8	-	3.6
<i>Fraxinus mandshurica</i> Rupr.	7.7	-	11.1	10.9	12.4
<i>Tilia amurensis</i> Rupr.	-	3.7	6.3	8.2	9.5
<i>Acer tegmentosum</i> Maxim.	1.1	-	7.1	-	-
<i>Acer mandshuricum</i> Maxim.	-	-	7.9	10.9	16.8
<i>Ulmus laciniata</i> (Trautv.) Mayr.	-	-	4.8	10.1	5.1
<i>Carpinus cordata</i> Blume	-	-	-	2.7	4.4
Numbers of species (S)	9	9	13	12	12
Appearance rate (R _i)	56.3	56.3	81.3	75.0	75.0

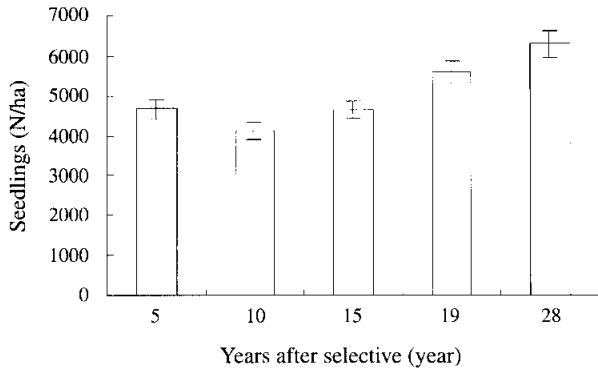


Figure 1. Numbers of naturally regenerated seedlings after selective cutting at the natural Korean pine-broadleaved forests in Mt. Changbai.

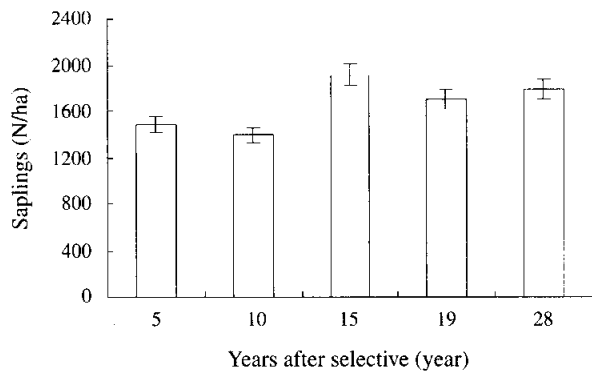


Figure 2. Numbers of naturally regenerated saplings after selective cutting at the natural Korean pine-broadleaved forests in Mt. Changbai.

본/ha로 비교적 낮았고, 벌채 후 자연회복 시간이 증가하면서 임내에 분포하는 갱신 유묘와 치수의 수량도 증가하는 경향을 나타내었다. 택벌 후 15년 경과하였을 때 임내에 나타나는 천연갱신 유묘와 치수는 7,550본/ha으로 증가폭이 비교적 크게 나타났고 그 이후인 벌채후 19년, 28년이 지난 임분에서는 각각 7,270본/ha과, 8,070본/ha으로 다소 증가하는 추이이었지만 10%정도미만으로서 증가폭은 10%미만이였다.

비록 택벌 작업 이후 임내에 성장환경이 개선되고, 특히 천연갱신 유묘와 치수의 성장을 위한 새로운 공간을 제공하긴 하지만 임내의 관목 및 초본식물의 성장과 번식에도 유리한 환경과 성장공간을 제공한다(姜 등, 1995). 따라서 택벌 작업 후 5~10년정도 지났을 때 임내에서 천연갱신 유묘, 치수와 초본식물 및 관목들 사이에 성장환경에 대한 경쟁이 매우 치열하다. 그리고 택벌후 벌채적지에서 새로 형성된 숲틈에서 초본식물이 무성하게 잘 자라고 관목수종의 맹아갱신력도 매우 강하기 때문에 택벌 적지에서는 비교적 짧은 기간에 임관틈이나 임내의 소규모 공간이 초본식물과 관목수종에 의해 차지하게 된다. 이러한 초본식물과 관목류에 비해 택벌 후 초기에 벌채적지에 나타나는 유묘와 치수의 경쟁력은 매우 약하고 생존능력도 약하다. 따라서 택벌 후 초기에 임내에 천연갱신 유묘와 치수의 발생 수량이 비교적 많아도 활착하고 생존하는 수량은 많지 않았다(王樹力 등, 1998; 李景文, 1999).

또한 임내에 나타나는 갱신 유묘와 치수의 수량 및 변화과정을 보았을 때 택벌 작업후 임분의 자연회복기간이 증가함

에 따라 벌채 적지에서 초기 15년 회복기간에 유묘의 밀도는 4,100~4,600본/ha로 변화가 비교적 작게 나타났지만 15년 이후에는 유묘의 밀도가 유의하게 증가하는 것으로 나타났다 (Figure 1). 택벌후 15년 이후부터 택벌후 28년 경과하였을 때까지 13년사이에 이차림의 유묘의 밀도는 35%정도 증가하여 6,280본/ha을 유지하고 있었다. 임내에 나타나는 치수의 경우, 택벌작업 후 초기 10년간에는 1,300~1,400본/ha을 유지하다가 그 후 5년동안 급속히 증가하였지만 이후 조금씩 감소하면서 택벌후 28년이 경과하였을 때는 치수의 밀도는 1,800본/ha정도로 택벌후 초기 10년에 나타난 치수의 양에 비해 약 30% 높게 나타났다(Figure 2).

고찰

택벌은 임목을 수확하는 일종의 벌채방식인 동시에 산림을 경영하는 과정이다. 또한 택벌은 산림에 대한 인위적인 교란 과정으로서 이는 군집내부구조 및 임분의 구조특성을 변화시킬 뿐 아니라 임내 교목, 관목, 초본식물사이의 기존의 조화로운 동적 관계에도 영향을 준다. 이러한 인위적인 교란과정은 군집내 교목수종을 포함한 모든 식물의 성장환경과 유묘, 치수의 갱신환경에도 영향을 주게 되는데 갱신치수의 종내관계와 종간관계 및 갱신치수와 초본식물사이의 관계에 비교적인 영향을 미친다. 따라서 택벌 교란이후 임내에서는 천연갱신 유묘와 치수의 분포특성, 성장동태도 다양하게 나타나고 교란에 대한 천연갱신 유묘와 치수의 반응특성과 적응과 정도 복잡하게 나타난다(馮利忠 등, 1983). 본 연구의 장백산지역 천연이차림에서 택벌 후 28년 경과할 때까지 비록 경과시간이 짧지만 경과 시기별 천연갱신 유묘와 치수 종류의 변화 및 수량의 변화과정으로부터 택벌후 초기 15년사이에는 유묘의 수량 변화가 비교적 작지만 15년 경과이후부터 천연갱신 유묘의 발생수량이 비교적 빨리 증가하는 것을 알 수 있다. 이는 장백산지역 천연이차림에서 택벌후 15년 이상 경과하면서 보존된 중령림 단계의 임목의 성장속도가 빨라지는 동시에 개화, 결실 등 생식생장도 가속화되었기 때문이라고 생각한다. 잣나무-활엽수 혼효림에서도 중령림 단계의 피압목은 택벌 작업후 양호한 광, 수분 및 통풍조건으로 인해 성장속도가 가속화되고, 특히 택벌 후 보존된 성장상태가 양호한 임목은 중령림 단계의 생리생장이 왕성하게 이루어져 택벌 후 15~20년도 경과하였을 때 모수의 역할을 하고 있다(馮 등, 2001). 치수의 분포 및 밀도는 성장환경에 의한 영향을 많이 받지만 이중 충족한 유묘 수량은 일정한 치수 밀도를 보장하는 기본 조건이라고 할 수 있다. 따라서 장백산지역 천연이차림에서 택벌후 10년 경과하여 치수의 밀도가 급속히 증가하고, 그 이후 임내의 유묘의 밀도가 비교적 높은 조건하에서 택벌후 28년 경과하였을 때까지 치수의 밀도도 비교적 높은 수준을 유지할 수 가 있었다. 陳 등(1994)도 잣나무-활엽수림내에서 내음성이 있는 활엽수종은 모수의 수관아래 또는 그 주변 다른 수종의 수관아래에 비교적 많은 수량의 유묘가 발생하게 되는데 수량이 충족한 유묘는 향후 일정량의 치수를 제공하게 되는 매우 중요한 토대로 된다고 하였다.

장백산지역 천연이차림에서 택벌후 초기에는 개회나무, 귀룽나무, 부계꽃, 당단풍, 다릅나무 등 수종의 경우, 유묘와 치수의 출현빈도가 높았지만 택벌후 경과 시간이 길어질수록 출현빈도가 낮아졌고 이중 개회나무, 귀룽나무, 당단풍은 택벌 후 28년 경과하였을 때 연구대상지에서 출현빈도가 0으로 나

타났다. 택벌후 경과 시간이 길어짐에 따라 임분의 구조가 점차 회복되면서 울폐도가 증가하게 되고 상층의 밀집된 임관은 점차 입내식생의 과도한 생장 및 번식을 억제하게 되는데 이는 천연갱신 치수에 대한 경쟁력을 제고하는 역할을 하는 것으로서 상대적으로 내음성 치수들의 생장에 유리하게 작용하게 된다. 따라서 택벌후 15년이상 경과하였을 때 연구대상지 이차림에서는 잣나무군락의 동반(同伴)수종인 피나무와 내음성이 있는 난티나무, 복장나무 등이 나타났다(聶 등, 1992; 任, 2002). 이러한 연구결과는 택벌후 15년이 경과하면서 이차림내 미세환경 조건이 다양하게 변화되면서 내음성 수종들의 생장에 유리하게 작용하였다는 것을 말해준다. Collins 등(1995)은 교란이후 입내 환경의 이질성이 제고되는데 이는 장기간 상층임목에 의해 피압을 받고 있는 중층임목 및 입내의 전생치수나 유묘에 대해서도 상대적으로 풍부한 생존공간을 제공하게 된다고 하고 있다.

택벌이후 이차림의 자연회복과정의 본질은 산림군집의 자연 천이과정으로서 천연림의 회복과정에서 생물과 환경, 생물과 생물사이의 복잡한 상호관계 및 식물 종의 출현과 소실 등의 현상도 회복단계에 따라서도 다르게 나타나는 것이다. 본 연구에서는 택벌적지를 대상으로 입내에 나타난 유묘와 치수의 수량 및 종의 변화과정을 분석하였는데 교란 시기별로 형성된 이러한 임분에서 입내 토양, 광, 수분, 온도 등 세부 생태환경요인에 대한 조사, 특히 장기간의 고정조사를 통해 그 변화과정을 모니터링한다면 천연갱신 수종간의 상호관계, 환경요인의 변화가 갱신과 유묘, 치수의 생장과정에 미치는 영향 및 적응과정, 갱신양상의 시·공간적 변화특성 등도 구명할 수 있을 것으로 생각된다(Nakashizuka와 Matsumoto, 2002).

인용문헌

1. 姜金波, 姚國清, 胡萬良. 1995. 森林采伐對森林生態因子的影響. 遼寧林業科技. 3 : 28-28.
2. 國慶喜. 2002. 潤葉紅松林林冠斑塊特征及其與林木更新的關係. 應

- 用生態學報. 13(2) : 1541-1543.
3. 董希斌, 安景瑞, 韓玉花. 1997. 采伐強度對森林天然更新的影響. 吉林林業科技. 1 : 23-26.
4. 邁利思, J., D.D. 費倫奇, 徐振邦. 1983. 長白山潤葉紅松林演替狀況的初步研究. 森林生態系統研究(第三卷). 中國林業出版社. 54-72.
5. 徐振邦, 代力民, 陳吉泉. 2001. 長白山紅松潤葉混交林森林天然更新條件的研究. 生態學報. 21(9) : 1413-1420.
6. 聶紹奎, 關文彬, 楊國亭, 石福臣, 何小雙. 1992. 紫群種群生態學研究. 東北林業大學出版社. 114pp.
7. 吳剛. 1998. 長白山紅松潤葉樹混生林林冠空隙更新動態規律的研究. 應用生態學報. 9(5) : 449-452.
8. 任業綱, 韓進軒. 1992. 紅松群落結構分析及其天然更新規律. in: 森林生態系統研究(第六卷). 中國林業出版社. 14-23.
9. 王樹力, 武敬輝, 史永純. 1998. 紅松種群天然更新及幼年生長與林分結構關係的研究. 吉林林學院學報. 14(1) : 6-10.
10. 王業遠 著. 1994. 潤葉紅松林. 東北林業大學出版社. 503pp.
11. 李景文. 1999. 紅松混交林生態與經營. 哈爾濱: 東北林業大學出版社. 312pp.
12. 李曉磊, 畢永華, 姜立春. 1999. 用地統計學方法分析擇伐迹地的天然更新. 森林工程. 15(5) : 1-2.
13. 李 昕, 徐振邦, 陶大力. 1989. 小興安嶺豐林自然保護區潤葉紅松林紅松天然更新研究. 東北林業大學學報. 17(6) : 1-7.
14. 任青山. 2002. 天然次生林群落生態位結構的研究. 東北林業大學出版社. 170pp.
15. 張佩昌 主編. 2000. 專家論天然林保護工程. 中國林業出版社. 388pp.
16. 陳大珂, 周曉峰, 祝 寧 著. 1994. 天然次生林-結構·功能·動態與經營. 東北林業大學出版社. 585pp.
17. 馮志中, 劉雲洲, 宋海玉, 胡志傑. 2001. 潤葉紅松林擇伐強度及更新技術的研究. 森林工程. 17(2) : 14-16.
18. 韓有志, 王鳳友. 2002. 森林更新與空間異質性. 應用生態學報. 13(5) : 615-619.
19. Collins, S.L., S.M. Glenn and D.J. Gibson. 1995. Experiment analysis of intermediate disturbance and initial floristic composition: decoupling cause and effect. Ecology. 76(2) : 486-492.
20. Liu, Q.J. 1997. Structure and dynamics of the subalpine coniferous forest on Changbai mountain, China. Plant Ecology 132 : 97-105.
21. Nakashizuka, T. and Y. Matsumoto. 2002. Diversity and Interaction in a Temperate Forest Community. Ogawa Forest Reserve of Japan. Ecological Studies 158. Springer. p. 319.
22. Oliver, C.D. and B.C. Larson. 1996. Forest Stand Dynamics. McGraw-Hill, Inc., New York. 520pp.

(2004년 9월 10일 접수; 2005년 3월 17일 채택)