

## 채벌세기에 따르는 산림하층식물의 종구성 및 다양성변화

최철호, 만호성, 최승일

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《나라의 수림화, 원림화를 실현하자면 산림과학을 발전시켜야 합니다.

현시대는 과학과 기술의 시대인것만큼 나무를 심고 산림을 조성하는것도 과학기술에 의거하여 해야 성과를 거둘수 있습니다.》(《김정일선집》 증보판 제21권 192페이지)

산림채벌은 산림생태계에 대한 인간의 가장 큰 간섭활동으로서 산림생태계의 구조와 기능에 큰 영향을 미친다.[1, 2] 채벌을 비롯한 간섭방식은 많은 측면에서 식생의 회복에 영향을 미칠수 있으며 그가운데서 가장 중요한것은 군락의 조성과 구조의 변화이다. 채벌간섭이 산림의 갱신과 회복과정에 영향을 미치고 간섭체계(채벌세기, 차수 및 채벌주기를 포함)가 산림생태계로 하여금 새로운 평형상태로 되도록 조종하는것으로 하여 간섭세기와 간섭후의 종분포는 2차생산림(재생림)의 천이속도와 방향에서 결정적작용을 한다.[3]

본문에서는 산림생태환경을 보호유지하며 산림자원의 지속적리용을 위한 과학리론적 기초를 마련하기 위하여 넓은잎나무-잣나무혼성림에서 각이한 채벌세기에 따르는 산림하층식물의 종구성 및 다양성변화를 분석하고 채벌세기와 빛환경조건이 식물다양성에 미치는 영향을 밝혔다.

### 대상과 방법

#### 1) 연구지역 및 시험구설정

연구지역은 대륙성계절풍의 영향을 받으며 년평균강수량이 800mm, 해발높이가 460m인 7지역이다. 산림류형은 넓은잎나무-잣나무혼성림이다.

주요종으로는 잣나무(*Pinus koraiensis*), 들메나무(*Fraxinus mandshurica*), 까치박달나무(*Carpinus cordata*), 고로쇠나무(*Acer mono*), 난티느릅나무(*Ulmus laciniata*), 떡느릅나무(*Ulmus japonica*), 참산회나무(*Syringa reticulata*), 가시오갈피나무(*Acanthopanax senticosum*), 까치밥나무(*Ribes mandshuricum*), 물개암나무(*Corylus mandshurica*), 인동덩굴(*Lonicera japonica*) 등이다.

2011년에 채벌세기가 각이한 시험구들을 설정하였다. 넓은잎나무-잣나무혼성림에서의 시험구설정상태는 표 1과 같다.

표 1. 넓은잎나무-잣나무혼성림에서의 시험구설정상태

구분	채벌세기/%	평균나무높이/m	림분밀도/(본·정 <sup>-1</sup> )	가슴높이직경/cm	나무жат당임도
대조구	0	9.75	1 118	14.62	0.8
시험구 1	20	9.67	1 006	14.90	0.6
시험구 2	35	9.57	1 045	13.93	0.5
시험구 3	55	8.76	1 362	12.25	0.4

대조구는 채벌되지 않았으며 인간의 영향을 받지 않은 넓은잎나무—잣나무혼성림이다.

시험구 1, 2, 3은 각각 20, 35, 55%의 세기로 2011년 겨울에 채벌되었다. 매 시험구의 크기는 100m×100m인데 그것을 다시 5m×5m 크기의 작은 시험구로 나누었다. 매개의 작은 시험구에 2m×2m, 1m×1m 크기의 조사구를 설정하고 거기에서 각각 산림하층목본식물(어린 나무와 떨기나무)과 초본류를 조사하였다. 종다양성에 미치는 빛조건의 영향을 밝히기 위하여 빛환경을 세가지 즉 뻥뻥한 숲갓, 성긴 숲갓, 작은 숲틈으로 구분하였다. 시험구들에 대한 조사는 2015년에 하였다.

## 2) 연구방법

종풍부도( $S$ ), 다양성지수(Shannon-Wiener지수,  $H$ ), 균등도(Pielou지수,  $J$ )를 리용하여 식물 다양성을 평가[4]하였다. 다양성평가지표들의 계산공식은 다음과 같다.

$S$ 는 조사구에 있는 종의 총수를 의미한다.

$$H = -\sum P_i \ln P_i$$

여기서  $P_i$ 는  $i$ 번째 종의 중요값인데  $P_i = \frac{H+C+F}{3}$  로 계산한다. ( $H$ 는 상대높이,  $C$ 는 상대피복률,  $F$ 는 상대빈도)

$$J = \frac{H}{\ln S}$$

## 결과 및 논의

### 1) 넓은잎나무—잣나무혼성림에서 산림하층식물의 종중요값과 종구성변화

서로 다른 채벌세기는 목본 및 초본식물종중요값과 구성에 뚜렷한 영향을 미친다.(표 2)

표 2. 채벌세기에 따르는 산림하층식물의 종중요값 및 종구성변화

구분	종	중요값			
		대조구	시험구 1	시험구 2	시험구 3
목본 식물	산회나무	0.309	0.324	0.316	0.300
	구름나무	0.072	0.029	0.039	0.016
	가시오갈피나무	0.051	0.089	0.084	0.039
	청시닥나무	0.019	0.045	0.013	0.023
	까치밥나무	0.089	0.058	0.042	0.042
	북말발도리	0.053	0.232	0.231	0.159
	인동덩굴	0.019	—	—	—
	야광나무	0.028	—	—	—
	갈매나무	0.003	—	—	—
	산딸기나무	0.018	—	—	—
	물개암나무	—	0.021	0.039	0.082
	산겨릅나무	—	0.025	0.024	0
	화살나무	—	0	0.042	0.029
	쉬땅나무	—	0.125	0.029	0.250
	$S$	10	14	13	10

구분	종	중요값			
		대조구	시험구 1	시험구 2	시험구 3
초본 식물	단풍터리풀	0.125	0.105	0.107	0.106
	털사초	0.106	0.112	0.109	0.107
	별개덩굴	0.095	0.084	0.048	0.051
	고사리	0.082	0.104	0.101	0.119
	두메바람막이풀	0.071	0.072	0.075	0.065
	노랑매미꽃	0.067	—	0.049	—
	왕그늘사초	0.061	0.041	0.018	0.028
	털대사초	0.052	—	—	0.019
	미나리황새냉이	0.043	0.021	0.0122	0.022
	노랑물봉선화	0.012	0.063	0.068	0.079
	가는잎썩기풀	—	0.023	—	—
	꽃지치	—	0.062	0.087	0.040
	S	54	59	58	58

S: 시험구의 총종수, —는 중요값이 큰 10개 종안에 해당 종이 속하지 못하였다는것을 의미한다.

표 2에서 보는바와 같이 서로 다른 세기로 채벌한 시험구들에서 대조구에 비하여 총종수가 많아졌지만 차이는 그리 크지 않았으며 종구성에서는 현저한 차이가 나타났다. 채벌세기가 높아짐에 따라 빛의 리용가능성은 급격히 높아지게 된다. 산란빛적응식물들인 인동덩굴, 야광나무, 갈매나무, 산딸기나무는 대조구에서만 중요값이 큰 10개 종으로 나타났고 시험구들에서는 나타나지 않았다. 이와 반면에 양지성목본식물들인 물개암나무, 산겨릅나무, 화살나무, 쉬땅나무는 채벌시험구에서만 나타나고 대조구에서는 나타나지 않았다.

6종의 목본식물(산회나무, 구름나무, 가시오갈피나무, 청시닥나무, 까치밥나무, 북말발도리)은 대조구와 모든 시험구들에서 다같이 우세적지위를 차지하였다. 대조구와 비교해볼 때 채벌시험구들에서는 그늘건달성식물인 까치밥나무의 중요값은 34.83~52.81% 낮아졌으며 빛즐김성식물인 북말발도리의 중요값은 200.00~337.74%로 높아졌다. 습기적응성식물인 구름나무와 그늘건달성초본식물들인 미나리황새냉이, 별개덩굴의 중요값은 채벌세기가 높아짐에 따라 낮아지는 경향성이 나타났다. 또한 채벌세기가 높아짐에 따라 고사리와 습지, 산란빛적응식물인 노랑물봉선화의 중요값은 높아졌다.

채벌한 시험구들에서 대조구에 비하여 더 많은 목본 및 초본식물들이 나타난것은 나무종조성과 숲갓구조 그리고 나무가지의 공간분포변화와 관련되어있을수 있다. 수직 및 수평방향에서의 전체 립분의 구조변화는 숲갓을 통한 태양빛복사에서 의 큰 변화를 가져오며 그에 따라 산림하층식물인 목본식물과 초본류의 재분포가 이루어지게 된다. 채벌시험구들에서는 대조구에 비하여 빛공급능력이 높은것으로 하여 빛즐김성 혹은 반그늘건달성식물이 우위를 차지하게 된다.

## 2) 채벌세기가 산림하층식물다양성에 미치는 영향

채벌세기에 따르는 산림식물다양성변화는 표 3과 같다.

표 3에서 보는바와 같이 목본식물의 종풍부도와 다양성지수는 채벌세기가 높아짐에 따라 커졌으나 초본식물의 종풍부도와 다양성지수는 반대로 채벌세기가 높아짐에 따라 낮아지는 경향성이 나타났다. 이런 상반되는 현상이 나타나는것은 목본식물이 초본에 미치는 두

표 3. 채벌세기에 따르는 산림하층식물의 종다양성변화

다양성 지표	채벌세기 /%	목본식물	초본식물	다양성 지표	채벌세기 /%	목본식물	초본식물
S	0	1.185±0.438 <sup>b</sup>	6.503±1.388 <sup>a</sup>	H	35	0.358±0.387 <sup>ab</sup>	1.229±0.359 <sup>ab</sup>
	20	1.488±1.163 <sup>a</sup>	4.592±1.516 <sup>b</sup>		55	0.413±0.38 <sup>a</sup>	1.136±0.355 <sup>b</sup>
	35	1.688±0.802 <sup>a</sup>	5.234±1.841 <sup>ab</sup>		0	0.872±0.114 <sup>a</sup>	0.796±0.129 <sup>a</sup>
	55	1.789±0.781 <sup>a</sup>	4.466±1.432 <sup>b</sup>	J	20	0.834±0.157 <sup>b</sup>	0.765±0.146 <sup>a</sup>
H	0	0.313±0.368 <sup>b</sup>	1.477±0.298 <sup>a</sup>		35	0.840±0.150 <sup>a</sup>	0.778±0.140 <sup>a</sup>
	20	0.463±0.416 <sup>a</sup>	1.132±0.329 <sup>b</sup>		55	0.858±0.156 <sup>a</sup>	0.798±0.136 <sup>a</sup>

서로 다른 영어문자는 단인자분산분석결과( $p<0.05$ 의 유의수준에서 차이가 뚜렷하다는것을 의미)

가지 영향으로 설명할수 있다. 하나는 목본층이 빛을 차단함으로써 초본층의 생육에 영향을 미치는것이며 다른 하나는 많은 줄기를 가진 목본식물이 외부로부터 날아온 낙엽과 원래 땅표면에 있던 낙엽의 이동을 방해하여 낙엽을 두텁게 쌓이게 함으로써 초본식물의 정착을 물리적으로 방해하는것이다.

채벌세기와 빛환경조건은 산림식물다양성에 뚜렷한 영향을 미치였다.(표 4)

표 4. 산림식물다양성에 미치는 채벌세기와 빛환경조건인 영향

생활형	요인	S			H			J		
		d.f.	F	Sig.	d.f.	F	Sig.	d.f.	F	Sig.
목본식물	HI	3	3.512	0.001	3	3.805	0.005	3	1.526	0.208
	LE	2	4.236	0.002	2	3.176	0.012	2	1.054	0.350
	HI×LE	6	0.450	0.675	6	0.864	0.521	6	0.650	0.690
초본식물	HI	3	52.979	0.000	3	20.541	0.000	3	0.831	0.477
	LE	2	3.982	0.013	2	4.176	0.011	2	2.774	0.063
	HI×LE	6	0.957	0.454	6	1.093	0.365	6	0.857	0.526

HI는 채벌세기, LE는 빛환경

채벌세기와 빛환경조건은 목본식물과 초본식물의 종풍부도와 다양성지수에 뚜렷한 영향을 미치였다.( $p<0.05$ ) 그러나 종균등도지수에 대한 채벌세기와 빛환경요인의 유의수준값은 모두 0.05이상으로서 영향이 뚜렷하지 않았다. 그리고 채벌세기와 빛환경의 호상작용은 목본과 초본의 그 어느 종다양성지표에도 뚜렷한 영향을 미치지 않았다.

## 맺 는 말

1) 서로 다른 채벌세기는 산림하층의 목본 및 초본식물종중요값과 구성에 현저한 영향을 미쳤는데 채벌시험구들에서는 대조구에 비하여 총종수가 많아지며 빛줄김성 혹은 반그늘견딜성식물이 우세를 차지하였다.

2) 목본식물의 종풍부도와 다양성지수는 채벌세기가 높아짐에 따라 커졌으며 이와 반대로 초본식물의 종풍부도와 다양성지수는 채벌세기가 높아짐에 따라 낮아졌다.

3) 분산분석결과 목본식물과 초본류의 종풍부도와 다양성지수는 산림채벌세기와 빛환경요인의 영향을 뚜렷하게 받는다.( $p<0.05$ )

## 참 고 문 헌

- [1] O. J. Valverde-Barrantes et al.; Revista de Biología Tropical, 62, 1, 347, 2014.
- [2] O. O. Arbainsyah et al.; Biodiversity and Conservation, 23, 10, 2445, 2014.
- [3] Z. Burivalova et al.; Current Biology, 24, 16, 1893, 2014.
- [4] J. E. Brower et al.; Field and Laboratory Methods for General Ecology, Wm. C. Brown Company Publisher, 25~51, 1984.

주제 107(2018)년 10월 5일 원고접수

### **The Change of Understory Plant Species Composition and Diversity with the Different Harvesting Intensities**

*Choe Chol Ho, Man Ho Song and Choe Sung Il*

We analyzed the change of understory plant species composition and diversity with the different harvesting intensities. And the effects of different harvesting intensities and light environment on understory plant species diversity are also explored. There were more shrub and herb species in the logged plots than control. Species composition was changed according to plots, the logged plots were dominated by heliophilous plants or half shade tolerant plants, compared to the control. Some diversity indexes of woody plants and herbs were significantly different between the logged plots and the control. ( $p < 0.05$ ) Species richness and Shannon-Wiener diversity index of woody plants were increased with the increasing of the harvesting intensity, in contrast with this, species richness and Shannon-Wiener diversity index of herbs were decreased. Species richness and Shannon-Wiener diversity index of understory plants were significantly affected by harvesting intensity and light environment.

Key words: harvesting intensity, species composition, plant diversity