

# 숲 가꾸기 실행 및 미 실행지의 임분특성에 따른 산불위험성 비교분석 Comparative Analysis of Forest Fire Danger Rating on the Forest Characteristics of Thinning Area and Non-thinning Area

이시영<sup>†</sup> · 이명욱\*

Si-Young Lee<sup>†</sup> · Myung-Woog Lee\*

강원대학교 방재기술전문대학원, \*한중대학교 토목환경공학과  
(2007. 5. 4. 접수/2007. 12. 14. 채택)

## 요 약

본 연구는 숲 가꾸기 실행지와 미실행지의 임분 특성이 산불에 미치는 영향에 관한 연구이다. 조사지역은 강원도 양양군, 인제군 그리고 경기도 가평군 등 3개 군에서 14개소를 선정하였으며, 이중 숲 가꾸기 실행지 9개소, 미실행지의 5개소에 대한 현장조사를 실시하였다. 현장조사를 통해 임목의 수고, 흉고직경, 지하고, 죽은 가지 고사율, 임목밀도, 울폐도, 관목층 및 초본층 피도를 조사하였으며 이 자료를 통해 숲 가꾸기 실행 및 미실행지의 임내특성분석을 실시하였다. 또한 임내특성 분석으로부터 산불발생 및 확산 위험성과의 관계를 분석하였다. 숲 가꾸기 실행지역과 미실행지역의 임분 특성조사 결과 숲 가꾸기 실행지역이 미실행지역에 비해 상대적으로 평균 지하고는 높았고, 임목본수는 적었으며, 죽은 가지 고사율은 적었고, 초본층 피도는 높게 나타나고 있어 숲 가꾸기 실행지역의 산불위험도는 미실행지역보다 낮아질 것으로 판단되었다.

## ABSTRACT

The effect of stand-growing-stock characteristics of thinning area and non-thinning area on forest fire was studied in this work. 14 spots were selected from 3 counties such as Yangyang, Injae, and Gapyeong and on-the-spot investigations were performed to evaluate the effect of forest fire. The stand-growing-stock characteristics on the spots were analyzed through the height of tree, breast height diameter, clear length, mortality of branch, forest tree standing crop density, degree of closure, and shrub and grass cover degree. The relation between forest fire and the risk of spread of forest fire were analyzed from the analysis of the stand-growing-stock characteristics. It is considered from this work that the possibility of forest fire is decreased on the thinning area compared to the non-thinning area because of higher clearlength, lower number of tree, lower mortality of branch and higher shrub and grass cover degree.

**Keywords :** Forest fire, Thinning area and non-thinning area, Spread of forest fire, Danger of forest fire

## 1. 서 론

우리나라는 1973년부터 시작된 치산녹화 사업의 성공적인 달성으로 산림이 울창해 지고 낙엽이 퇴적되는 등 산림내의 구성물의 밀도가 높아져 산불이 발생하면 대형화 될 위험성이 매우 크다.<sup>1)</sup> 우리나라는 산림상태로 보아 불에 잘 타는 침엽수림이 전체의 42%를 차지하고 있으며 임령 분포가 유령림에서 장령림으로 전환

되는 단계에 있고, 임내에는 잠관목이 많아 산불이 발생 또는 대형으로 확산되는데 매우 취약한 구조를 가지고 있다.

국외의 경우 미국에서는 재해와 공익적 측면에서 숲 가꾸기를 시행하고 있으며, 일본에서도 「긴급간벌 5개년계획」을 통해 기존의 목재가치 향상목적의 간벌사업 개념에서 국민요구와 사회적 이슈를 반영한 공공적 사업으로 전환을 추진하고 있으며,<sup>6,7)</sup> 이 외 호주의 News Rural Fire Service에서도 임내가연물의 산불위험도를 줄이는 각종 연구가 진행 중에 있다.<sup>8-10)</sup>

<sup>†</sup> E-mail: lsy925@kangwon.ac.kr

국내에서도 최근 취약한 산림구조를 바꾸기 위한 숲 가꾸기 사업을 확대하고 있는 추세이며, 이 사업을 통해 인공조림지 및 우량천연림의 건전한 생육을 도모하기 위하여 풀베기, 어린 나무가꾸기, 숲아베기(간벌), 덩굴제거, 천연림보육 등으로 지속적으로 사업을 확대하고 있다.<sup>2,3)</sup> 이러한 숲 가꾸기는 임목생산 촉진과 우량목재 생산 그리고 공익임지 조성의 1차 목적 외에도 임내의 수직적, 수평적인 연료를 제거하여 사다리형 연료(ladder fuels)를 줄이고, 임내에 공간을 확보함으로써 산불발생 및 연소확대의 위험성을 저감시키는 부수적인 성과를 얻을 수 있다고 보고되고 있다.<sup>4)</sup>

즉, 숲 가꾸기 산물의 배열상태는 산불진행에 직접적인 영향을 미치는 인자로 수평적 배열상태는 임내 지표 가연물질 등이 수평으로 배열된 상태를 수직적 배열상태는 가연물질이 인화된 물질보다 위쪽에 위치한 공중연료의 연료배열 상태를 말한다.

연료가 밀집상태로 수직배열된 경우 열을 받으면 대류(對流)작용으로 상부의 연료가 가열되어 점화되므로 산불은 더욱 쉽게 확산하게 되고, 대류가 불파편을 운반하므로써 비화(飛火)를 유발한다. 따라서 수직적 배열상태에서는 가지치기를 하거나 지상의 연소물질을 제거함으로써 불길의 수관에 미치지 못하도록 하는 것이 매우 중요하다.<sup>5)</sup>

따라서, 본 연구의 목적은 숲 가꾸기 실행 여부에 따른 임내 임분 특성인 임목의 평균수고, 지하고, 흉고직경 등을 조사하고 임내특성인 임목밀도, 울폐도, 관목 및 초본류의 피도 등을 현지 조사를 통해 조사하여 이들의 상관관계 분석을 통해 숲 가꾸기 실행 여부와 산불위험도와의 관계를 구명하여 산불방지의 기초 자료를 제공하고자 한다.

## 2. 연구방법

숲 가꾸기 실행 유·무가 산불에 미치는 영향을 조

사하기 위하여 Figure 1과 같이 과거 숲 가꾸기가 많이 수행되어 왔던 강원도 양양군, 인제군 그리고 경기도 가평군 지역을 조사 대상지역으로 선정 현지조사를 수행하였다.

세부적인 수종별, 숲 가꾸기 실행유무 및 지역수는 Table 1과 같이 총 14개소로서 양양군의 경우 숲 가꾸기 실행지역인 활엽수림 1개소, 소나무림 3개소 및 대조구(소나무림) 1개소로서 총 5개소, 가평군은 숲 가꾸기 실행지역인 잣나무림 2개소 및 대조구(잣나무림) 2개소 등 총 4개소, 인제군의 경우는 숲 가꾸기 실행지역인 소나무림 2개소, 잣나무림 1개소 및 대조구(소나무림) 2개소 등 임상 및 수종별 비교를 위해 침엽수림과 활엽수림을 고르게 대상지로 선정하였다.

현장 조사지의 규모는 10m(가로) 10m(세로)로 하였으며, 현장조사 항목은 숲 가꾸기 실행지와 미실행지의 임분 특성인 수종, 임목의 수고, 흉고직경, 지하고, 죽은 가지 고사율, 울폐도, 관목층 및 초본층의 피도 등을 조사하여 산불위험도와의 관계를 분석하였다.

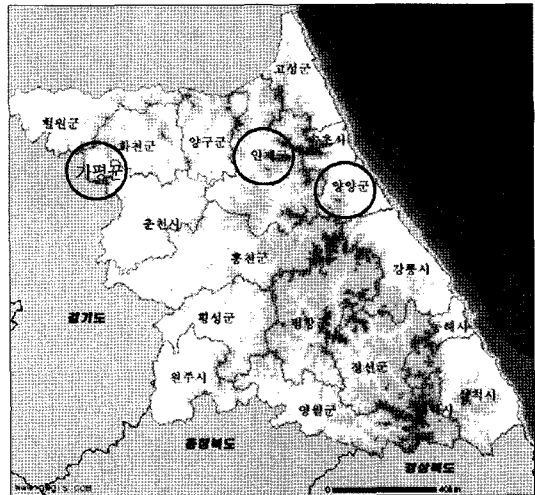


Figure 1. Location of investigation areas.

Table 1. Investigation areas according to tree types

Investigation Area		Working Types				Total
		Thinning Area	Site No.	Non-Thinning Area	Site No.	
Gang Won Do	Yang yang	Quercus	1	Pinus densiflora	1	5
		Pinus densiflora	3			
	In jae	Pinus densiflora	2	Pinus densiflora	2	5
		Pinus koraiensis	1			
Gyung Gi Do	Ga pyung	Pinus koraiensis	2	Pinus koraiensis	2	4
Total		-	9	-	5	14

### 3. 결과 및 고찰

숲 가꾸기 실행 및 미실행지역의 지형적 특성 및 수고, 흉고직경, 지하고, 임목밀도, 죽은 가지 고사율, 울폐도, 관목층 및 초본층의 피도를 현장 조사한 결과는 Table 2와 같았다. 즉, 숲 가꾸기 실행지가 미실행지에 비하여 수고 및 흉고직경이 크고, 지하고가 높고, 임목 밀도와 죽은 고사율, 울폐도가 낮게 조사되고 있어 산 불위험도가 그만큼 낮은 것으로 판단된다.

#### 3.1 조사지 입분 특성

##### 3.1.1 평균수고와 평균흉고직경의 관계

Figure 2는 숲 가꾸기 실행 및 미실행지역의 평균 수고와 평균흉고직경의 관계를 나타낸 결과이다. 일반적으로 전 지역에 걸쳐 숲 가꾸기 실행지가 미실행지에 비하여 비교적 평균수고도 높고 흉고직경도 굵게 나타

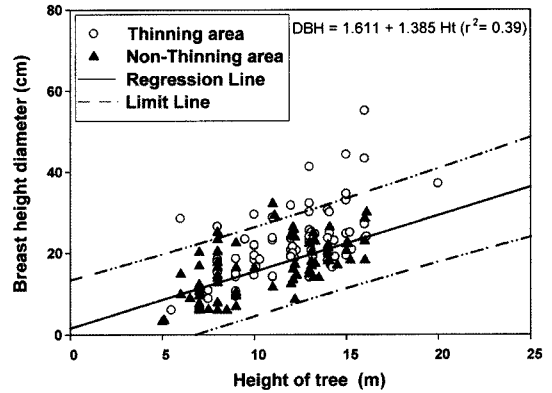


Figure 2. Relationship of height of tree and DBH.

냄을 알 수 있다. Figure 2에는 평균수고와 흉고직경에 관한 1차 회기분석 결과도 함께 도시되어 있으며 이결과에 따르면 Figure 2의 중앙선 평균값의 위쪽으로는

Table 2. Characteristics of on-the-spot area and stand growing stock (Average Value)

Area	Item	Areas	Dominent species	Working Types	Ht (m)	DBH (cm)	CL (m)	FD (본/ha)	MB (%)	DC (%)	CD (%)		
											Shrub	Grass	
Thinning area	Y 1		Oak	Natural forest nurture	13.20	31.23	6.75	400	1.25	80	0	70	
	Y 2		Pine	Thinning	12.40	25.32	8.68	1100	27.73	80	20	70	
	Y 4		Pine	Thinning	9.00	17.68	5.82	1100	18.18	30	5	10	
	Y 5		Pine	Thinning	11.00	25.49	5.88	800	2.5	60	70	40	
	G 1		Korean White Pine	Thinning	12.30	20.89	5.14	700	23.57	40	10	10	
	G 3		Korean white Pine	Thinning	14.60	20.32	5.96	1300	28.69	60	5	10	
	I 1		Pine	Thinning	13.30	21.54	9.47	900	13.33	50	70	20	
	I 2		Korean white Pine	Thinning	10.90	18.01	4.86	700	0.71	65	20	10	
	I 4		Pine	Natural forest nurture	12.00	26.93	7.06	800	6.25	50	70	20	
	AV		-	-	-	12.08	23.05	6.62	866.67	13.58	57.22	30.00	28.89
Non-Thinning area	Y 3		Pine	-	7.60	13.14	4.3	2300	8.26	90	80	10	
	G 2		Korean white Pine	-	12.80	17.32	4.63	800	40.63	80	20	30	
	G 4		Korean white Pine	-	12.70	15.04	7.24	1800	53.82	70	15	0	
	I 3		Pine	-	13.10	22.35	8.07	1500	42.67	80	80	10	
	I 5		Pine	-	9.32	17.31	5.02	1100	27.27	70	60	20	
	AV		-	-	-	11.10	17.03	5.85	1,500.00	34.53	78.00	51.00	14.00

Ht: Height of tree, DBH: Breast height diameter, CL: Clearlength, FD: Forest tree standing crop density, MB: Mortality of branch, DC: Degree of closure, CD: Cover degree.

숲 가꾸기 실행지역의 임목이 많이 분포하고 있으며, 평균선 아래쪽으로는 숲 가꾸기 미 실행지역의 임목이 많이 분포함을 알 수 있다. 이는 숲 가꾸기 실행 후 남겨둔 미래목이 미실행지 임목보다 생장이 좋은 나무가 많이 분포하고 있는 점과 간벌 후 남은 임목의 생장이 미실행지 보다 좋았기 때문으로 판단된다. 한편, 상관도를 나타내는 상관계수  $r^2$  값은 0.39로 낮게 나타나고 있는데 조사구의 지역적인 차이와 서로 다른 수종을 비교함으로써 상관도가 낮게 나타난 것으로 판단된다.

상관계수는 두 개의 독립변수 여기서는 수고와 흉고 직경과의 관련성을 말하는 것으로써 수고가 변화함에 따라 흉고직경이 어느 정도 관련성을 갖고 변화함을 보이는 지표로서 일반적으로 0.4 이상이면 어느 정도 상관관계가 있음을 의미한다.

3.1.2 평균수고와 평균지하고의 관계

Figure 3은 숲 가꾸기 실행 및 미실행지역의 평균 수고와 평균지하고와의 관계를 나타낸 결과이다. 전체적인 경향은 평균수고와 평균흉고직경과의 관계에서와 마찬가지로 숲 가꾸기 실행지역에서 평균 수고도 높고 평균지하고도 높게 나타남을 볼 수 있다. Figure 3의 1차 회기분석을 통해 알 수 있듯이 평균값을 나타내는 중앙선 위쪽으로는 숲 가꾸기 실행지역의 임목이 많이 분포하고 있으며, 평균값 아래쪽으로는 숲 가꾸기 미 실행지역의 임목이 많이 분포하는 것으로 나타나고 있다. 평균 지하고의 경우 지표화의 산불이 수관화로 연계되는데 매우 중요한 지표로서 지하고가 높을수록 산불의 수관화 전이 위험도는 낮아진다고 볼 수 있다. 이는 산불 발생시 대형산불로의 확산에 대한 위험성이 낮은 것을 의미하는 것으로 숲 가꾸기 실행지역이 숲 가꾸기 미실행지역에 비해 산불이 수관화로 전이될 위험성이 그 만큼 낮아질 것으로 판단된다. 이러한 결과

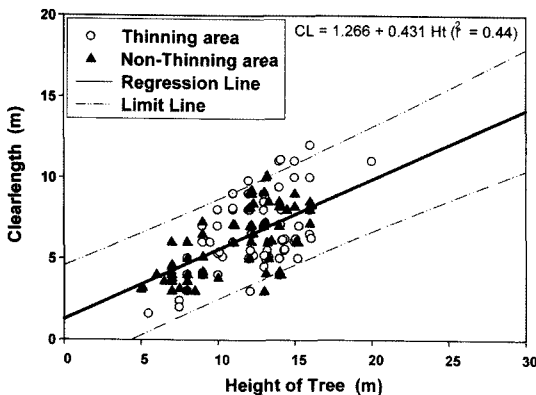


Figure 3. Relationship of height of tree and Clear length.

는 공중연료와 인접한 지표연료에서의 화염의 이동과 같이 서로 다른 연료간에도 산불의 이동을 가능하게 하며, 이것을 사다리연료(ladder fuels)라 하여 계단효과 (stepping effect)정의 하고 있다.<sup>4)</sup>

한편, 본 결과에서도 상관도를 나타내는 상관계수  $r^2$  값은 0.44로 비교적 낮게 나타나고 있으며 이는 앞서 설명한 바와 같이 조사구의 지역적인 차이와 서로 다른 수종을 비교함으로써 나타나는 결과로 판단된다.

3.1.3 평균수고와 평균 죽은 가지 고사율

Figure 4는 숲 가꾸기 실행 및 미실행지역의 평균 수고에 대한 평균 죽은 가지 고사율과의 관계를 나타낸 것이다. Figure 4의 그림에서 보인 바와 같이 숲 가꾸기 실행지역에 비해 숲 가꾸기 미실행지역에서의 임목들이 높은 죽은 가지 고사율을 보이고 있다. 숲 가꾸기 실행지역의 경우 죽은 가지 고사율은 0-50%의 범위로 평균 약 20%임에 비해 숲 가꾸기 미실행지역의 죽은 가지 고사율은 0-70%의 넓은 범위를 보이고 있으며 평균적으로 약 60% 이상 되는 것이 많이 분포되어 있음으로 알 수 있다.

Figure 4의 1차 회기분석을 통해 나타난 중앙의 평균값 위쪽에 숲 가꾸기 미실행지역의 임목이 많이 분포하고 있음을 알 수 있으며, 평균선 아래에는 숲 가꾸기 실행지역의 임목이 많이 분포함을 알 수 있다. 죽은 가지 고사율 또한 임목의 지하고와 마찬가지로 지표화의 산불이 임목을 통해 수관화로 연계되는데 매우 중요한 지표를 나타내는 인자로서 이 결과에서 보인바와 같이 숲 가꾸기를 통해 산불의 수관화 전이 위험성을 낮출 수 있을 것으로 판단된다. 한편, 상관도는 상관계수  $r^2$  값이 0.384로 앞선 결과와 유사한 값을 보이고 있다.

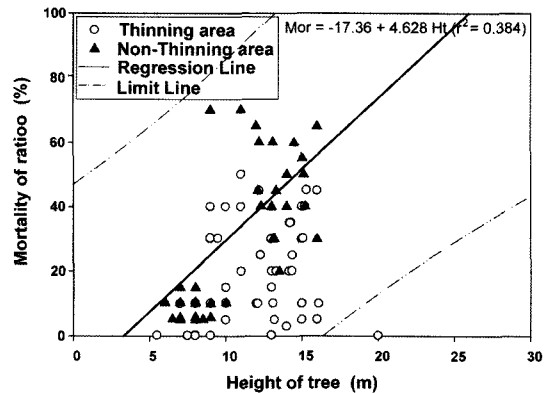


Figure 4. Relationship of height of tree and mortality of ratio.

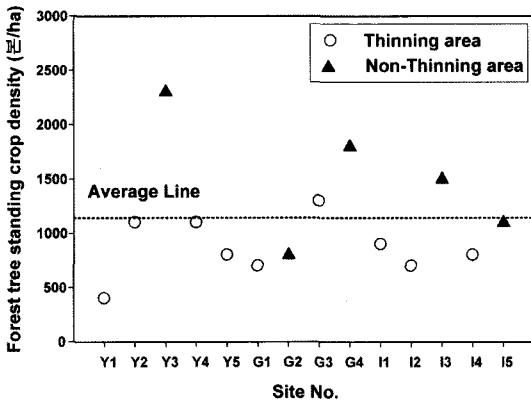


Figure 5. Forest tree standing crop density from the spot investigation.

3.1.4 임목 밀도

Figure 5는 조사구별 단위 ha당 임목본수 결과이다. 지역별로 양양군의 경우 숲 가꾸기 실행지역의 임목본수는 약 1,100(본/ha)임에 비해 숲 가꾸기 미 실행지역의 임목본수는 2,200(본/ha)으로 숲 가꾸기 실행지에 비해 2배 정도 높게 나타나고 있다. 이러한 경향은 가평군과 인제군 지역에서도 숲 가꾸기 미 실행지의 임목본수가 숲 가꾸기 실행지역에 비해 높게 나타나고 있음을 알 수 있다.

전체조사구의 경우 숲 가꾸기 미실행지의 경우 1,000-2,200(본/ha)의 분포를 보이고 있으며 숲 가꾸기 실행지의 경우 400(본/ha)-1,100(본/ha)으로 숲 가꾸기 미 실행지역에서의 임목본수가 약 600-1,100(본/ha) 더 많이 분포하고 있음을 알 수 있다. 이것은 임목축척이 높아 산불강도 면에서 숲 가꾸기 미 실행지의 산불위험도가 그 만큼 높음을 나타내고 있다.

한편, 간벌은 간벌 후 잔존임목의 생육공간을 넓혀 줌으로써 수광량을 향상시켜 인접목과의 경쟁에 의하여 감소될 수 있는 직경생장을 증대시키며, 가지치기는 용재가치를 훼손하는 불필요한 가지제거에 의한 무절재 생산, 수간의 형질제어, 수간상부와 하부의 직경 변화 최소화, 임분 내 광환경 조절, 임분 내 작업의 능력 향상 등의 효과를 거둘 수 있다고 하여 본 결과에서 제시하고 있는 내용과 일치하는 경향이었다.<sup>11)</sup>

3.1.5 울폐도

숲의 울폐도란 임내 상층목에 의한 빛 차단율이며, 이는 하층의 치수와 임상의 치모, 하층의 초본에 필요한 빛에너지의 공급과 관련이 있는 인자로 울폐도가 높을수록 햇빛이 하층 식생에 전달되는 비율이 낮은 것을 말한다.

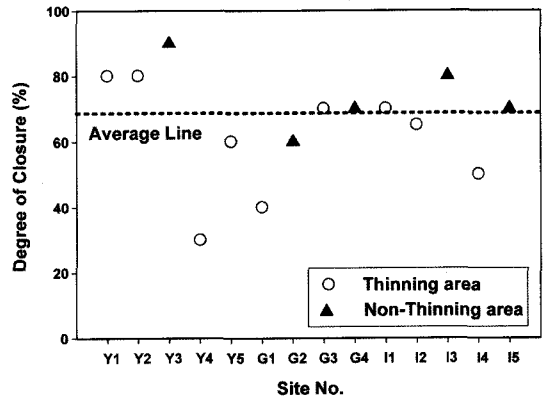


Figure 6. Degree of closure from the spot investigation.

Figure 6은 전체 조사구별 평균 울폐도에 대한 결과이다. 양양군의 경우 숲 가꾸기 실행지역의 울폐도는 30-80% 범위로 평균 약 50%를 나타내고 있으나 미 실행지역의 울폐도는 90%에 달하는 것으로 조사되었다. 가평군의 경우 숲 가꾸기 실행지역의 울폐도는 40-70%의 범위로 평균 55%를 나타내고 있으며, 숲 가꾸기 미 실행지역이 평균 65%로 숲 가꾸기 미실행지역의 울폐도가 약 10% 정도 높게 나타났다. 인제군의 경우도 숲 가꾸기 실행지역은 평균 60%, 숲 가꾸기 미실행지역은 약 75%로 숲 가꾸기 미실행지역의 울폐도가 15% 정도 높게 나타나고 있다. 조사지 전체적으로 숲 가꾸기 실행지역은 30%-80%로 평균 60%의 울폐도를 나타내는 반면, 숲 가꾸기 미 실행지역의 평균 울폐도는 75%로 숲 가꾸기 실행지역에 비해 약 15% 울폐도가 높게 나타남을 알 수 있었다. 이는 산불의 수평적 연속성으로 볼 때 수관부와 수관부의 연계성면에서 숲 가꾸기 실행지에 비해 미실행지가 높음을 나타내는 것으로 숲 가꾸기 미 실행지역의 산불위험도가 그 만큼 높다는 것을 나타내고 있다.

3.1.6 관목층 피도

관목층 피도는 임내 관목층 수관에 의한 지표 피복율을 말하는 것이며, 관목의 수관폭 지름으로 측정되는 값이다. 피도가 높은 것은 관목층의 식생이 많이 분포하는 것을 나타내는 지표이다.

Figure 7은 숲 가꾸기 실행 및 미실행지의 평균 관목층 피도를 나타낸 결과이다. 양양군의 경우 숲 가꾸기 실행지의 관목층 피도는 한지역을 제외하고는 20% 미만의 값을 나타내고 있으며 미실행지는 80%의 높은 피도율을 보이고 있다. 가평군의 경우는 전체적으로 관목층의 피도가 낮게 나타나고 있으며 숲 가꾸기 실행

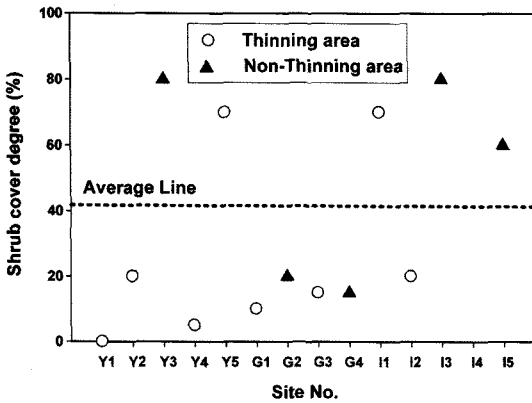


Figure 7. Shrub cover degree from the spot investigation.

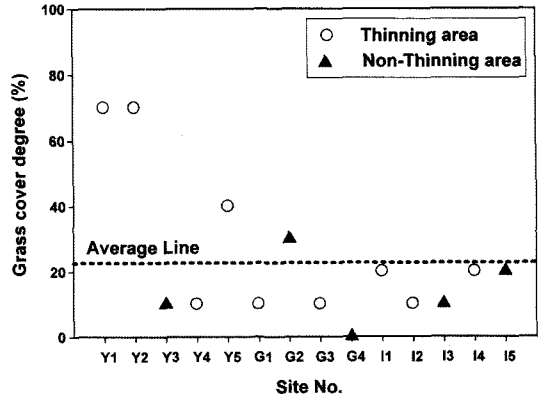


Figure 8. Grass cover degree from the spot investigation.

지의 경우 10% 미만을 숲 가꾸기 미실행지의 경우는 약 20%의 피도율을 보이고 있다. 인제군의 경우는 모든 지역에서 비교적 높은 관목층 피도율을 보이고 있으며, 숲 가꾸기 실행지역의 관목층 피도는 인제 2지역을 제외하고 평균 70%의 피도율을 미실행지역도 평균 70%의 피도율을 보이고 있다.

전체적으로 보면 숲 가꾸기 실행지역의 경우 총 9곳의 조사구중 6개소가 20% 미만의 피도율을 보이고 있으며, 나머지 3곳에서는 70%의 피도율을 보이고 있다.

숲 가꾸기 미실행지역에서는 총 5개 조사구중 3개소가 평균 75%의 피도율을 보이고 있는 반면에 2개소에서 20%의 피도율을 보이고 있다.

Figure 7의 결과에 보인바와 숲 가꾸기 실행지역의 경우 총 조사구 9곳 중 6곳인 67%의 지역에서 20% 미만의 낮은 피도율을 나타내는 반면 숲 가꾸기 미 실행지역에서는 조사구 5곳중 3곳인 60% 이상 지역에서 60% 이상의 높은 관목층 피도율을 보이고 있음을 알 수 있었다. 이것은 숲 가꾸기 실행지역의 경우 숲 가꾸기를 통해 하층식생 제거로 관목층의 피도나 낮은 것으로 보이며, 이는 산불발생시 계단 역할을 하는 사다리형 연료(ladder fuels) 관목층이 적음으로 수직으로 전파될 수 있는 산불위험도가 숲 가꾸기 실행지에서 그만큼 낮아진 것으로 분석되었다.

### 3.1.7 초본층 피도

초본층 피도는 임내 초본층에 의한 지표 피복율을 말하는 것이며, 초본의 분포면적으로 측정되는 값이다. 피도가 높은 것은 초본층의 식생이 많이 분포하는 것으로 임내 상층부로부터 하층까지 일사량이 많이 전달되고 있다는 지표이다.

Figure 8은 숲 가꾸기 실행지와 미 실행지의 초본층

피도 조사결과이다. 초본층의 피도는 양양군의 2개 조사구를 제외하면 주로 40% 미만의 피도율을 보이고 있는 것으로 조사되었다. 양양군 조사구에서는 숲 가꾸기 시행지역에서는 10%-70%의 범위로 평균 약 50%에 달하는 반면에 미실행지에서 약 10%를 나타내고 있으며, 가평군의 경우 숲가꾸기 실행지역에서는 평균 10%, 미실행지에서는 약 15%로 미실행지에서 약간 높게 나타나고 있다. 인제군에서는 전체적으로 20% 이내로 숲 가꾸기 실행지나 미실행지역 모두 낮은 피도를 보이고 있다. 전체적으로 볼 때 숲 가꾸기 실행지역이 미실행지역에 비해 약 10% 높은 초본층 피도를 나타내고 있으며 이러한 결과는 간벌 후 지면에 수광량이 많아 초본층의 피도가 증가한 것으로 판단되면, 이로 인하여 봄철 산불의 발생 및 확산 위험도는 그만큼 낮아질 것으로 판단되었다.

## 4. 결 론

숲 가꾸기 실행 및 미실행지의 임분특성 및 산불위험도를 비교하기 위하여 강원 양양 등 3지역 14개소에서 현장 조사한 수고, 흉고직경, 지하고, 임목밀도, 죽은 가지 고사율, 울폐도, 관목층 및 초본층의 피도에 대해 분석한 결과는 아래와 같았다.

1. 수고의 경우는 간벌지역과 미간벌지역의 차이가 1.34-1.49m로서 간벌지역이 비교적 큰 것으로 조사되었으며, 흉고직경도 실행지가 4.54-8.88 cm 굵은 것으로 조사되었는데 이는 간벌 후 남겨둔 미래목이 미실행지 임목보다 생장이 좋았기 때문으로 판단된다.

2. 지하고의 경우는 간벌 실행지가 미실행지 보다 0.56-1.40 m 높게 조사되었으며, 이것은 지표화에서 수관화로 전파되는 산불연소 연계성에 대한 위험도가 그

만큼 낮다는 것을 나타내고 있다.

3. ha당 임목본수는 간벌 미실행지가 실행지 보다 600-1,100본 많았고, 죽은 가지 고사율도 미실행지가 실행지 보다 7.55-25.13% 높았으며, 울폐도도 미실행지가 실행지 보다 10-40% 높아 미실행지의 산불위험도가 간벌 실행지역에 비해 그 만큼 높다는 것을 나타내었다.

4. 초본층의 피도는 숲 가꾸기 실행지가 미실행지 보다 10% 높은 경향을 나타냈다. 이것은 숲 가꾸기에 의해 지면에 수광량이 많아 피도가 증가한 것으로 판단되며, 이러한 초본층 피도의 증가는 봄철 산불기간 중 산불발생시 지표화 산불의 확산방지에 많은 영향을 미치므로 초본층 피도의 증가로 인하여 산불의 위험도는 그 만큼 낮아질 것으로 판단되었다.

### 참고문헌

1. 이시영, 이해평, “한국의 산불발생 실태분석”, 한국소방학회지, Vol.20, No.2, pp.54-63(2006).
2. 산림청, 임업통계연보, 제35호, pp.204-223(2004).
3. 국립산림과학원, 지속가능한 산림자원관리 표준매뉴얼, pp.17-32(2005).
4. Josep D. Lowe, “Wildland Firefighting Practices, Delmar, pp.14-19(2001).
5. 이시영 외, 삼림환경 보전학, 향문사, pp.49-50(1997).
6. 오정수, “숲 가꾸기를 통한 산불에 강한 숲 만들기 기술”, 산불에 강한 숲 만들기 기술 심포지엄, 한국임업신문·산림청, pp.29-73(2005).
7. 산림청, “숲 가꾸기 5개년 추진계획”, pp.4-5(2003).
8. News Rural Fire Service, “Standards for Asset Protection Zones”, pp.1-11(2006).
9. News Rural Fire Service, “Standards for Pile Burning”, pp.1-4(2006).
10. News Rural Fire Service, “Application Instructions for a Bush Fire Hazards Reduction Certificate”, pp.1-11(2006).
11. 정성호, “숲 가꾸기와 목재의 재질”, 산림청 산림인력개발원 숲 가꾸기 반 교재, pp.31(2006).

1. 이시영, 이해평, “한국의 산불발생 실태분석”, 한국소