

숲 가꾸기 실행 및 미실행지의 임분특성에 따른 산불위험도 분석

Analysis of forest fire danger rating on the forest characteristic of thinning area and non-thinning area

이시영^{*}·이명욱^{**}·채희문^{***}·원명수^{****}·염찬호^{*}

Lee, Si Young · Lee, Myung-Woog · Chae, Hee Mun · Won, Myoung Soo · Yeom, Chan Ho

Abstract

Since 1973, we attain a successful achievement of nation-wide afforestation such as a thick forest and heaped-up leaves. However, the higher of the formation density in forest, the more dangerous to be a large-scale forest fire whenever fire occurs. According to the type of forest in the country, 42% of the forest is occupied by conifer forest that are highly flammable, and the distribution of forest age is in a transition period from immature forest to mature one. And the structure is too weak to the forest fire for the occurrence and spread because there are too many scrub and shrub trees in the forest.

As a matter of course, it is on the increase of the thinning-forest that can shift the forest structure from a weak on forest fire to a strong one nowadays. In other words, thinning-forest has primary purposes such as the promotion of producing forest trees, production of excellent timbers, and build-up of public forest area. Furthermore, in some reports, the reduction of ladder fuel by eliminating the vertical/horizontal fuel in a forest and ensuring spaces in the forest can decrease the occurrence of forest fire and the risk of spread of burning as by-effect.

Therefore, this study is designed to clarify the relation with the risk of forest fire by an on-spot-investigation of the characteristics of forest composition on the thinning and the non-thinning area.

key words : Forest Fire, Occurrence of forest fire, Spread of burning, Thinning area and Non-thinning area,

1. 서론

우리나라는 1973년부터 시작된 치산녹화 사업의 성공적인 달성으로 산림이 울창해 지고 낙엽이 퇴적되는 등 산림내의 구성물의 밀도가 높아져 산불이 발생하면 대형화 될 위험성이 매우 크다. 우리나라는 산림상태로 보아 불에 잘 타는 침엽수림이 전체의 42%를 차지하고 있으며 임령 분포가 유령림에서 장령림으로 전환되는 단계에 있고, 임내에는 잡관목이 많아 산불이 발생 또는 확대하기에 매우 취약한 구조를 가지고 있다.

그런데 최근 우리나라는 이렇게 취약한 산림구조를 바꾸기 위한 숲가꾸기 사업을 확대하고 있는 추세이다. 즉, 숲가꾸기 사업은 임목생산 촉진과 우량목재 생산 그리고 공익임지 조성에 1차 목적이 있지만, 임내의 수직적, 수평적인 연료를 제거하여 사다리형 연료(Ladder fuel)을 줄이고, 임내에 공간을 확보함으로써 산불발생 및 연소확대의 위험성을 저감시키는 부수적인 성과를 얻을 수 있다고 보고되고 있다.

따라서 본 연구에서는 숲 가꾸기 실행 및 미실행지의 임분 특성을 현지 조사하여 산불위험도와와의 관계를 구명하고자 실시하였다.

* 강원대학교 방재기술전문대학원E-mail: lsy925@kangwon.ac.kr

** 한중대학교 토목환경공학과

*** 강원대학교 산림환경과학연구소

**** 국립산림과학원 산물연구과

2. 조사지역 및 방법

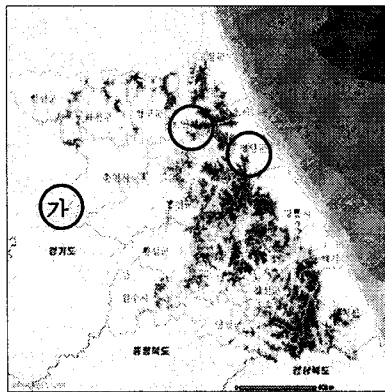
숲 가꾸기 실행 및 미실행지의 임분특성 및 산불위험도를 조사하기 위하여 <그림 1>과 같이 2005년도 대형산불이 발생했던 강원도 양양지역과 2006년 태풍(에위니아)으로 인해 많은 인명 및 재산, 산림피해를 받았던 인제군 지역 그리고 과거부터 숲가꾸기가 많이 수행되어 왔던 경기도 가평군 지역을 조사 대상지역으로 선정하였다.

또한 세부적인 수종별, 숲가꾸기 실행유무 및 지역수는 <표 1>과 같이 총 14개소로서 양양군의 경우 숲가꾸기 실행지역인 활엽수림 1개소, 소나무림 3개소 및 대조구(소나무림) 1개소로서 총 5개소, 가평군은 숲가

꾸기 실행지역인 잣나무림 2개소 및 대조구(잣나무림) 2개소 등 총 4개소, 인제군의 경우는 숲가꾸기 실행지역인 소나무림 2개소, 잣나무림 1개소 및 대조구(소나무림) 2개소를 각각 대상지로 선정하였다.

현장 조사지의 규모는 10m(가로) × 10m(세로)로 하였으며, 현장조사 항목은 숲가꾸기 실행지와 미실행지의 임분특성인 조사지의 수종, 임목의 수고, 흉고직경, 지하고, 죽은가지 고사율, 울폐도, 관목층 및 초본층의 피도 등을 조사하였으며, 지형특성인 조사지의 위치, 경사도를 각각 조사하여 산불위험도와와의 관계를 분석하였다.

<표 1> 수종별 숲가꾸기 실행유무 및 조사지역수



조사지	수종별 숲가꾸기 실행유무				조사 갯수
	유	조사 구수	무	조사 구수	
양양군	활엽수림	1	소나무림	1	5
	소나무림	3			
가평군	잣나무	2	잣나무	2	4
인제군	소나무	2	소나무	2	5
	잣나무	1			
합 계	-	9	-	5	14

<그림 1> 숲가꾸기 산물 조사지역 분포도

3. 결과 및 고찰

숲가꾸기 실행 및 미실행지역의 지형적 특성 및 수고, 흉고직경, 지하고, 임목밀도, 죽은가지 고사율, 울폐도, 관목층 및 초본층의 피도를 현장 조사한 결과는 <표 2>와 같다. 즉, 숲가꾸기 실행지가 미실행지에 비하여 수고 및 흉고직경이 크고, 지하고가 높고, 임목밀도와 죽은 고사율, 울폐도가 낮아 산불위험도가 그 만큼 낮은 것으로 판단된다.

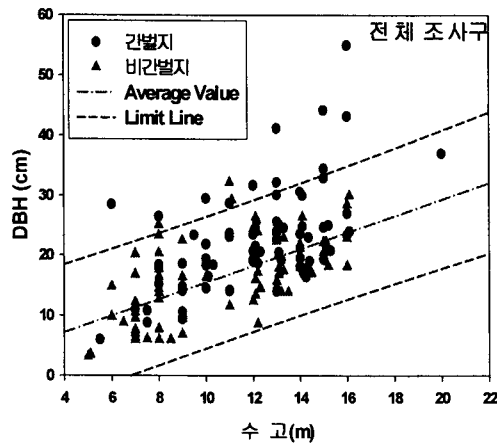
<표 2> 숲가꾸기 실행 및 미실행지역의 임지 및 임분현황(평균값)

구분	지역	주수종	숲가꾸기 작업종	산지 경사(°)	조사지 위치	수고 (m)	DBH (cm)	지하고 (m)	임목밀도 (본/ha)	죽은가지 고사율 (%)	울폐도 (%)	피도(%)	
												관목층	초본층
실행지	양양 1	참나무류	천연림 보육	38	사면하부	13.20	31.23	6.75	400	1.25	80	0	70
	양양 2	소나무	간 벌	15	사면중부	12.40	25.32	8.68	1100	27.73	80	20	70
	양양 4	소나무	간 벌	40	정상부	9.00	17.68	5.82	1100	18.18	30	5	10
	양양 5	소나무	간 벌	25	사면하부	11.00	25.49	5.88	800	2.5	60	70	40
	가평 1	잣나무	간 벌	15	사면하부	12.30	20.89	5.14	700	23.57	40	10	10
	가평 3	잣나무	간 벌	22	사면하부	14.60	20.32	5.96	1300	28.69	60	5	10
	인제 1	소나무	간 벌	40	사면중부	13.30	21.54	9.47	900	13.33	50	70	20
	인제 2	잣나무	간 벌	25	사면하부	10.90	18.01	4.86	700	0.71	65	20	10

	인제 4	소나무	천연림 보육	15	사면하부	12.00	26.93	7.06	800	6.25	50	70	20
미 실 행 지	양양 3	소나무	-	40	정상부	7.60	13.14	4.3	2300	8.26	90	80	10
	가평 2	잣나무	-	15	사면하부	12.80	17.32	4.63	800	40.63	80	20	30
	가평 4	잣나무	-	15	사면하부	12.70	15.04	7.24	1800	53.82	70	15	0
	인제 3	소나무	-	15	사면상부	13.10	22.35	8.07	1500	42.67	80	80	10
	인제 5	소나무	-	12	사면중부	9.32	17.31	5.02	1100	27.27	70	60	20

3.1 조사지 임분특성

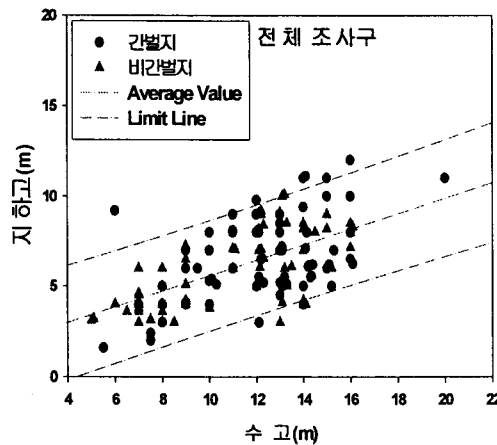
가. 수고와 흉고직경의 관계



<그림 2> 숲가꾸기 실행 및 미 실행지역의 수고와 흉고직경관계

<그림 2>는 숲가꾸기 실행 및 미 실행지역의 평균 수고와 흉고직경의 관계를 나타낸 결과이다. 일반적으로 전지역에 걸쳐 간벌지의 경우가 미간벌지에 비하여 수고도 높고 흉고직경도 굵게 나타냄을 알 수 있다. 1차 회기분석을 실시한 결과 그림 중앙의 선은 전체 수고와 흉고직경의 평균값을 나타내는 선으로 중앙선 위쪽으로는 간벌지의 임목이 많이 분포하고, 중앙선 아래쪽으로는 미간벌지의 임목이 많이 분포함을 볼 수 있다. 이는 간벌 후 남겨둔 미래목이 미실행지 임목보다 생장이 좋은 나무가 많은 점과 간벌 후 남은 임목의 생장이 미실행지 보다 좋았기 때문으로 판단된다.

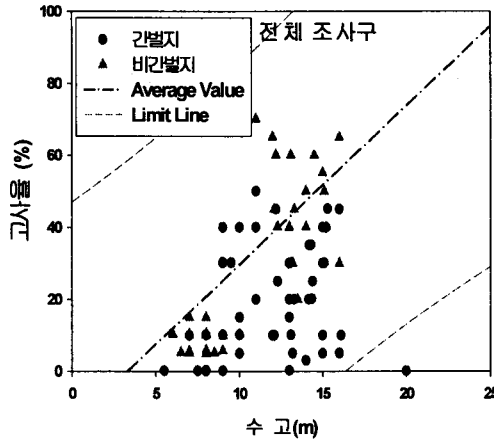
나. 수고와 지하고의 관계



<그림 3> 숲가꾸기 실행 및 미 실행지역의 수고와 지하고 관계

<그림 3>은 숲가꾸기 실행 및 미실행지역의 평균 수고와 지하고와의 관계를 나타낸 것이다. 전체적인 경향은 <그림 3>에서와 같이 간벌지가 수고도 높고 지하고도 높게 나타남을 볼 수 있다. 1차 회기분석을 통해 나타낸 중앙의 평균값 위쪽으로는 높은 수고와 높은 지하고의 임목이 많이 분포하고 있으며, 평균값 아래쪽으로는 임목의 수고도 낮고 지하고도 낮은 임목이 많이 분포하는 것으로 나타나고 있다. 지하고의 경우 지표화의 산불이 수관화로 연계되는데 매우 중요한 지표로서 지하고가 높을수록 수관화의 위험도는 낮아짐으로 간벌지의 산불위험성도 미간벌지에 비해 수관화로 전이될 위험성이 그 만큼 낮아질 것으로 판단된다.

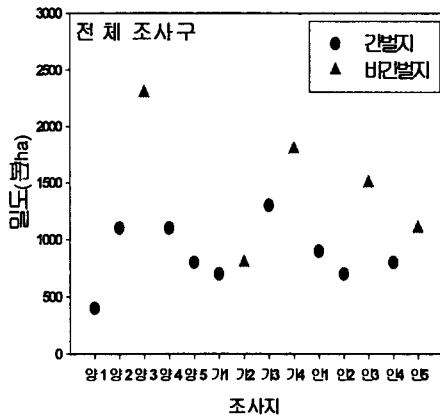
다. 수고와 죽은가지 고사율



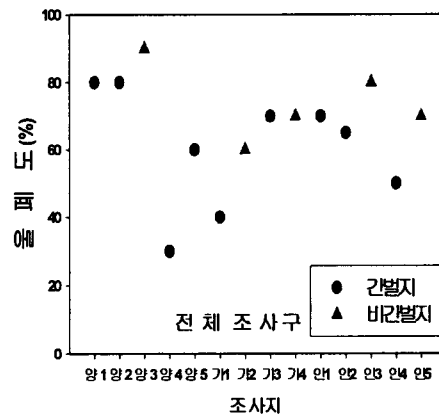
<그림 4> 숲가꾸기 실행 및 미 실행지역의 수고와 고사율관계

<그림 4>는 숲가꾸기 실행 및 미실행지역의 평균 수고에 대한 죽은가지 고사율과의 관계를 나타낸 것이다. <그림 4>의 그림에서 보인바와 같이 간벌지역에 비해 미간벌 지역에서의 임목들이 높은 죽은가지 고사율을 보이고 있다. 1차 회기분석을 통해 나타낸 중앙의 평균값 위쪽에 미간벌지의 임목이 많이 분포하고 있음을 알 수 있으며, 평균선 아래에는 간벌지의 임목이 많이 분포함을 알 수 있다. 죽은가지 고사율 또한 임목의 지하고와 마찬가지로 지표화의 산불이 임목을 통해 수관화로 연계되는데 매우 중요한 지표를 나타내는 인자로서 이 결과에서도 간벌을 통해 산불의 수관화 전이 위험성은 낮아질 것으로 판단된다.

라. 임목 밀도 (본/ha)와 울폐도



<그림 5> 숲가꾸기 실행 및 미실행지역의 임목밀도



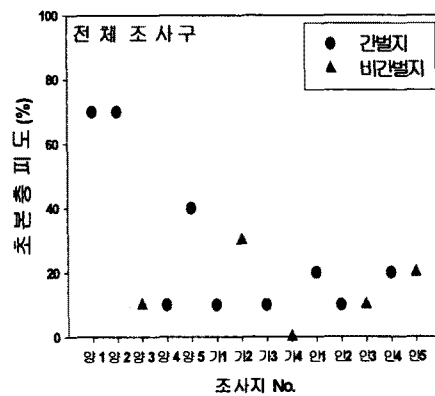
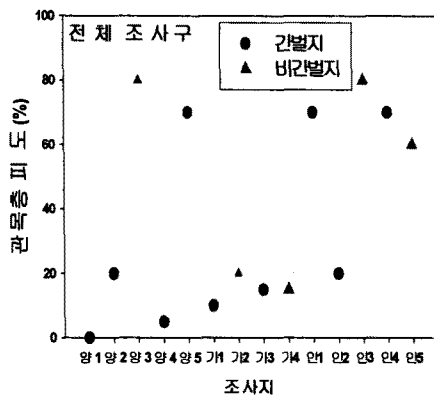
<그림 6> 숲가꾸기 실행 및 미실행지역의 울폐도

<그림 5>는 조사구별 단위 ha당 임목본수 결과이다. 지역별로 양양군의 경우 간벌지의 임목본수는 약 1100(본/ha)임에 비해 비 간벌지의 임목본수는 2200(본/ha)으로 간벌지에 비해 2배정도 높게 분포하고 있었다. 이러한 경향은 가평군과 인제군에서도 미간벌지의 임목본수가 높게 나타남을 알 수 있었다.

<그림 5>의 결과에 의하면 미간벌지의 경우 1000 - 2200(본/ha)의 분포를 보이는 반면, 간벌지의 경우 400(본/ha) - 1100(본/ha)으로 미간벌지가 간벌지에 비해 약 400~1,000(본/ha) 많이 분포하고 있어 산불강도 면에서 산불위험도가 그 만큼 높음을 알 수 있었다.

<그림 6>은 울폐도에 대한 결과로 양양군의 경우 간벌지의 울폐도가 미간벌지보다 조사구별로 10% - 60% 낮게 나타나고 있으며, 가평군의 경우 미간벌지의 울폐도가 평균 65%, 간벌지가 평균 55%로 미간벌지의 울폐도가 약 10%정도 높게 나타났다. 인제군의 경우도 미간벌지는 평균 75%, 간벌지는 약 60%로 미간벌지가 15%정도 높게 나타나고 있다. 따라서, 조사지 전체적인 울폐도의 경우 간벌지는 30% - 80%로 평균 60%를 나타내는 반면, 미간벌지의 평균값은 75%로 미간벌 지역이 간벌지역 보다 약 15%높아 수관부와 수관부의 연계성으로 볼 때 미간벌지의 산불위험도가 그 만큼 높다는 것을 나타내고 있다.

마. 관목층 피도와 초본층 피도



<그림 7> 숲가꾸기 실행 및 미실행지역의 관목층피도

<그림 8> 숲가꾸기 실행 및 미실행지역의 초본층 피도

<그림 7>은 숲가꾸기 실행 및 미실행지의 평균 관목층 피도를 나타낸 결과이다. 양양군, 가평군, 인제군 모든 지역에서 미간벌지의 관목층 피도가 높게 나타나고 있다. 즉, 양양군의 경우 미간벌지는 80%에 달하고 있는 반면에, 간벌지역에서는 한 지역을 제외하고는 20% 미만을 나타내고 있다. 가평군의 경우 간벌지와 미간벌지역 모두 관목층 피도가 낮게 나타났으나 간벌지가 약 10%정도 더 낮게 나타나고 있다. 인제군의 경우는 인제 두 지역을 제외하고는 대개 간벌지나 미간벌지와 유사한 값을 나타내고 있다. 한편, 전체적으로는 20% 미만인 지역인 8곳이며, 60% 이상인 지역인 6곳으로 나타났으며, 미간벌지역중 3개소가 60% 이상인 반면에 20% 미만인 지역은 간벌지 9곳 중 6곳이 포함되어 있어 전체적으로 간벌지의 관목층 피도가 낮게 나타남을 알 수 있었다. 이것은 하층식생 제거로 간벌지의 산불위험도가 그 만큼 낮아진 것으로 분석되었다.

<그림 8>은 간벌지와 미간벌지역의 초본층 피도 결과 이다. 초본층의 피도는 관목층의 피도와는 달리 간벌지역에서 높은 피도를 나타있음을 알 수 있었다. 양양군 조사구에서는 간벌지역에서는 70%에 달하는 반면에 미간벌지에서 약 10%를 나타내고 있으며, 가평군의 경우 간벌지역에서는 평균 15%, 비간벌지역에서는 약 5%로 간벌지에서 약간 높게 나타나고 있다. 인제군에서는 전체적으로 20% 이내로 간벌지나 비간벌지역 모두 낮은 피도를 보이고 있었다. 전체적으로 볼 때 간벌지역에서는 미간벌지역에 비해 약 10% 높은 초본층 피도를 나타내고 있다. 이러한 결과는 간벌 후 지면에 수광량이 많아 피도가 증가한 것으로 판단되며, 이로 인하여 산불의 발생 및 확산 위험도는 그 만큼 낮아질 것으로 판단된다.

4. 결 론

숲가꾸기 실행 및 미실행지의 임분특성 및 산불위험도를 비교하기 위하여 강원 양양 등 3지역 14개소에서 현장 조사한 수고, 흉고직경, 지하고, 임목밀도, 죽은가지 고사율, 울폐도, 관목층 및 초본층의 피도에 대해 분석한 결과는 아래와 같다.

1. 수고의 경우는 간벌지역과 미간벌지역의 차이가 1.34~1.49m로서 간벌지역이 비교적 큰 것으로 조사되었으며, 흉고직경도 실행지가 4.54~8.88cm 굵은 것으로 조사되었는데 이는 간벌 후 남겨둔 미래목이 미실행지 임목보다 생장이 좋았기 때문으로 판단된다.
2. 지하고의 경우는 간벌 실행지가 미실행지 보다 0.56~1.40m 높게 조사되었으며, 이것은 지표화에서 수관화로 전파되는 산불연소 연계성에 대한 위험도가 그 만큼 낮다는 것을 나타내고 있다.
3. ha당 임목본수는 간벌 미실행지가 실행지 보다 400~1,000본 많았고, 죽은가지 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 숲가꾸기 실행지가 미실행지 보다 10% 높은 경향을 나타냈다. 이것은 숲가꾸기에 의해 지면에 수광량이 많아 피도가 증가한 것으로 판단되며, 이로 인하여 산불의 위험도는 그 만큼 낮아질 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 국립 산림과학원. 2005. 지속가능한 산림자원관리 표준매뉴얼. 17-32.
2. Josep D. Lowe. 2001. Wildland Firefighting Practices. Delmar Thomson Learning. 348pp.
3. News Rural Fire Service. 2006. Standards for Asset Protection Zones.
4. News Rural Fire Service. 2006. Standards for Pile Burning.
5. News Rural Fire Service. 2006. Application instructions for a Bush Fire Hazards Reduction Certificate.
6. 산림청. 2004. 2004년 산불통계자료. 169pp.
7. 이시영. 1995. 산불발생 위험도 및 연소 확대요인 분석에 관한 연구. 동국대학교 대학원 박사학위논문. 104pp.
8. 이시영 외. 1997. 삼림환경보전학. 향문사. 360pp.