

산불발생 후 소나무 피해 및 식생복원 실태분석

Mortality in Pine Stand and Vegetation Recovery after Forest Fire

이시영* · 전계원** · 이명욱*** · 전근우****

Lee, Si Young · Jun, Kye Won · Lee, Myung Woog · Chun, Kun Woo

Abstract

To find out the effect of the vegetation recovery and the problems of forest land, the researches of the mortality in pine stand and vegetation recovery have been carried out from the burned site. In area which is damaged by fire scar on crown and stem, rate of dead is higher. Where stand growing stocks were totally damaged by crown forest fire, most of vegetation was recovered by sprouts and planted seeds. Vegetation recovery power were depending on the condition of soil depth condition. For the artificial recovery, the damage happened by insects in the planted birches plantation. Rate of growth was somewhat different between *Pinus densiflora* and *Pinus thunbergii* in the plantation, because of individual growth rate.

Key words : Forest fire burnd area, Crown fire, Natural vegetation recovery, Artificial vegetation recovery

요 지

산불피해 임지의 식생복원 정도 및 문제점을 파악하기 위하여 산불발생 후 임목피해, 식생회복력 등의 조사 연구를 수행하였다. 소나무 고사율은 수간 및 수관의 피해흔적이 심할수록 피해율이 높았다. 산불피해지에 있어서 수관화에 의해 임분이 전소되는 피해를 받은 지역에서의 식생회복은 대부분이 매토종자 및 맹아에 의한 식생의 회복이 진행되었다. 식생회복과 복원력은 전생 임분의 식생상태와 토심에 따라서 차이가 나타났다. 인공복원의 경우 자작나무 조림지의 경우에는 병충해에 의한 피해가 발생하기도 하였다. 소나무, 해송 조림지의 경우 임지에 따른 성장차이 보다는 조사지내 개체목간의 성장차이가 다소 나타났다.

핵심용어 : 산불피해지, 수관화, 자연식생복원, 인공식생복원

1. 서 론

우리나라는 1996년 강원도 고성산불(3,762ha) 등으로 527건에 5,368ha에 달하는 산불피해가 발생하였고, 2000년에는 고성·동해·강릉·삼척·울진으로 산불이 동해안지역을 따라 거의 동시다발적으로 발생하여 건국 이래 최대의 초대형 산불피해(2,3794ha)를 주었으며, 2002년 4월에는 그동안 동해안 지역에서 발생하던 대형산불에서 청양·예산 산불피해(3,095ha) 등 서해안 지역에서도 대형산불을 기록한 바 있다. 또한, 2005년 4월에는 강원도 양양지역에서 초대형산불이 발생하여 천년고찰인 낙산사가 전소하는 등 많은 산림피해와 재산피해를 준 바 있다(산림청2001; 강원도 2005).

또한, 정부는 산림피해지가 재나 토양의 유실이 심하고, 산사태의 발원 가능성이 높기 때문에 봄철 산불 후 장마철을 대비한 복원사업의 신속성에 대한 필요성을 깊이 공감하

면서 특히, 식생회복에 있어 복원 방법에 대한 자연회복이나, 인공 복원이나 문제에 대해서 끊임없는 문제점 파악과 논의가 진행되어져 왔으나(환경부, 2002), 정작 복원성과에 관한 심도 있는 조사 분석은 매우 부족한 실정이다. 다만, 최근 연구결과에 의하면, 산불피해지의 복구는 입지조건에 따라 자생수종의 치수발생이 판이하게 다르므로 적지적수 개념에 의한 수종선택과 식재 또는 천연갱신을 구분하여 시도되어야 한다고 제시하였고, 조림목 등의 피압이 예상되므로 하에 작업의 조기실시와 양분공급을 통한 건전한 임분으로의 유도 등 임분 관리방안을 제시한 바 있다(국립산림과학원, 2004).

따라서 본 연구에서는 산불피해지의 임목피해 정도, 식생회복력 등을 조사하여 복원정도 및 문제점을 파악하는데 그 목적이 있다.

*정희원 · 강원대학교 방재기술전문대학원 조교수 (E-mail: lsy925@kangwon.ac.kr)

**정희원 · 강원대학교 방재기술전문대학원 조교수

***한중대학교 토목환경공학과 조교수

****정희원 · 강원대학교 산림과학대학 교수

2. 연구방법

2.1 산불피해지 소나무 고사율 조사

2005년 4월 산불이 발생한 강원도 양양군 화일리 일대를 대상으로 50m×50m(2,500m²) 크기의 조사구를 설정한 후 소나무 피해임목에 대하여 수고, 흉고직경, 수간피해율, 수관피해율, 임목의 고사여부를 조사하였으며, 수간피해율(%)은 {풍하측 수간의 그릇 높기(m)/수고(m)}×100으로, 수관피해율(%)은 {고사된 수관면적/전체수관면적}×100으로 산정하였다.

2.2 산불피해지 식생복원실태 조사

2.2.1 조사지의 수종현황 및 입지환경

산불피해지의 식생복원 현황에 따른 복원정도 및 문제점 파악은 2000년 4월 발생한 강원도 삼척 산불피해지(그림 1)를 대상으로 하여 자연식생회복지와 인공식생복원지(조림 갱신지)로 각각 나누어 설정하였으며, 연구대상지 수종 및 입지환경은 표 1 및 표 2와 같다.

2.2.2 성장량 조사

자연회복지는 10×10m의 방형구 2개소를 설정한 후 조사구 별로 출현하는 목본수종에 대하여 수고, 근원경을 측정하여 수종별 최대, 평균, 최소치를 산출하였고, 조사구내에 출현하는 수종의 종합적인 우점도의 하나로서 종사이의 상대적인 양적관계를 강조하는 중요치(IV: Importance Value)를 산출하였다. 이때 중요치(IV)의 산출방법은 $IV(\%) = \{(\text{상대밀도} + \text{상대빈도} + \text{상대피도}) / 3\} \times 100$ 이다.

또한, 식재된 인공조림지의 성장량을 파악하기 위하여 자연회복지 방형구와 동일한 규격으로 소나무 조림지는 4개소, 자작나무, 층층나무, 밤나무 조림지는 각각 2개소를 설정한 후 소나무 조림지는 최근 3년간의 수고생장과 근원경을 측정하고 나머지 수종에 대해서는 수고와 근원경, 신초 성장량을 측정하여 최대, 평균, 최소치를 산출하였다.

2.2.3 피복율 조사

천연림 및 인공조림지의 피복율을 조사하기 위하여 10×

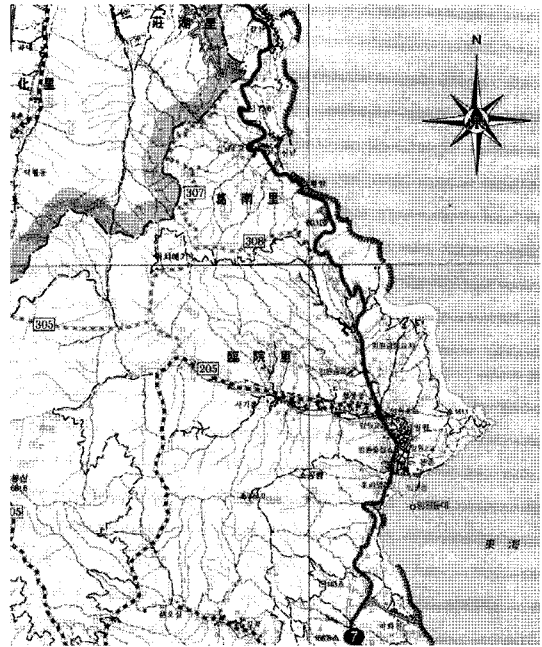


그림 1. 조사지역 위치도

표 1. 조사지의 수종현황

자연회복지		인공복원지(조림지)	
신갈나무	자연회복지 (2000년 산불), 2개소	굴참나무	굴참나무 용기묘조림지, 2개소
		자작나무	자작나무 대표조림지, 2개소
		소나무	소나무 조림지, 2개소
		해송	해송 조림지, 2개소

10m의 방형구내에 출현하는 목본 수종에 대하여 수관의 장, 단축 길이를 측정하여 수관투영면적을 산출하였으며 이것을 기준으로 실제 비율의 수관투영도를 작성한 후 피도면적의 합계를 산출하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 산불피해 소나무 고사율 분석

산불피해지 2년경과 후 소나무의 수고별 고사율은 5m 이

표 2. 조사지의 입지환경

조사구	해발고(m)	방위(°)	경사도(°)	경위도 좌표	
				위도	경도
자연회복지 1	257	NE 30	15	37°13'13.1"	129°19'40.0"
자연회복지 2	243	NW 25	10	37°13'25.7"	129°19'43.0"
인공복원지(굴참나무) 1	255	NE 60	15	37°14'09.7"	129°18'41.9"
인공복원지(굴참나무) 2	287	NE 90	20	37°14'01.2"	129°18'25.4"
인공복원지(자작나무) 1	70	NE 90	25	37°27'04.4"	129°06'10.3"
인공복원지(자작나무) 2	84	NE 80	26	37°27'03.0"	129°06'09.5"
인공복원지(소나무) 1	59	SW 65	15	37°25'56.1"	129°05'49.9"
인공복원지(소나무) 2	81	SW 80	21	37°25'54.6"	129°05'54.1"
인공복원지(해송) 1	114	NE 50	15	37°19'11.5"	129°15'43.6"
인공복원지(해송) 2	120	NW 25	17	37°19'12.4"	129°15'45.0"

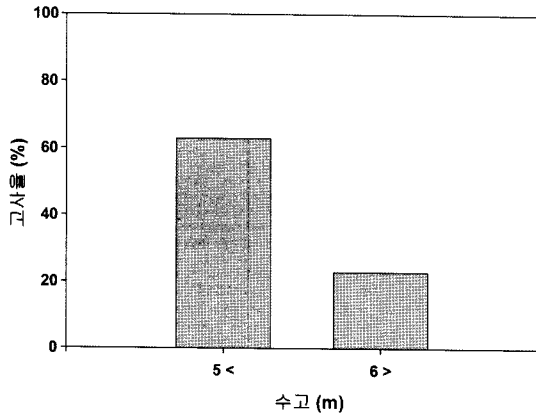


그림 2. 수고별 임목고사율

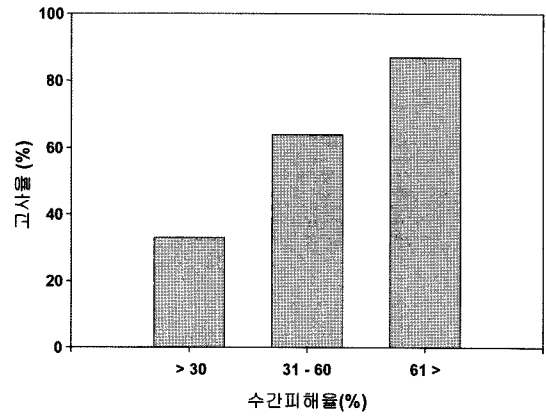


그림 5. 수관피해율별 고사율

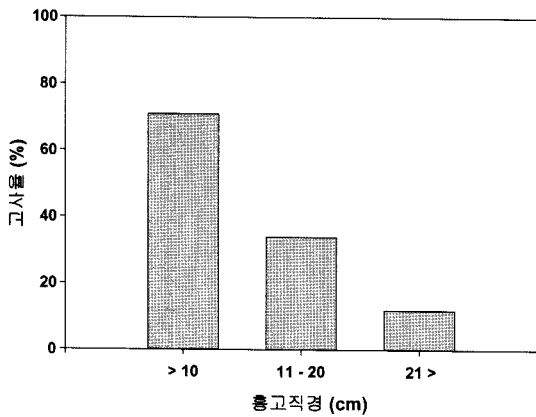


그림 3. 흉고직경별 임목고사율

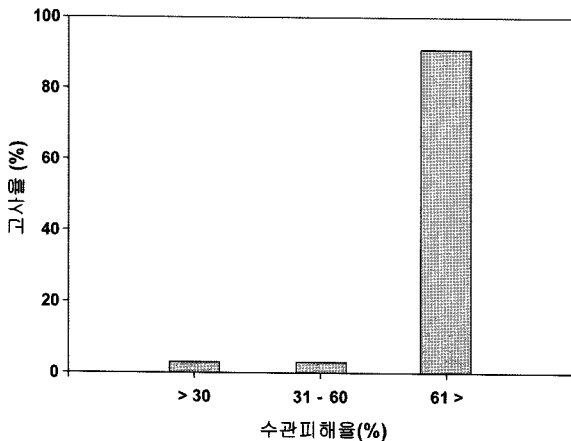


그림 4. 수관피해율별 임목고사율

하에서는 63%, 6m 이상에서는 23%였고, 흉고직경별 고사율은 10cm 이하에서는 71%, 11~20cm에서는 34%, 21cm 이상에서는 12%를 나타냈다.

또한, 수관피해율별 고사율은 수관피해가 30%이하 및 31~60%에서는 각각 3%, 61% 이상에서는 91%로 나타났다. 그리고 수관피해율별 고사율은 그으름 높이가 30%이하에서는 33%, 31~60%에서는 64%, 61% 이상에서는 87%로 나타났다(그림 2-5). 따라서 산불피해 2년경과 후 임목고사율은 수고가 높을수록, 흉고직경이 클수록 낮은 경향이며, 수관 및 수관피해율 61%이상에서는 80%이상 고사하는 것으로 나타났다.

3.2 산불피해지 식생복원 실태분석

3.2.1 자연회복지

3.2.1.1 수종별 성장량

자연회복지 1, 2지역 모두 2000년 4월 산불발생시 수관화가 발생한 강원도 삼척시 임원리일대 지역으로 지상부의 식생은 2000년 산불이후 맹아 또는 매토종자에 의해 재생된 임분이다. 식생회복 초기에는 싸리류가 우점하였으나, 산불피해 5년이 경과된 시점에서는 맹아로 재생된 신갈나무, 쇠물푸레 등의 수종이 재생임분의 상층을 우점하고 있었다. 또한, 자연회복 조사지 1, 2의 수종별 성장량은 표 3과 같다. 교목성 수종 중에서는 신갈나무, 쇠물푸레, 단풍나무 순으로 평균 수고와 평균근원경이 가장 크게 나타났다.

3.2.1.2 조사지별 상대 중요치

자연회복지의 조사지별 주요 수종을 대상으로 상대중요치를 산출한 결과는 표 4와 같다. 대상지의 식생은 교목성 수종 및 관목성 수종이 다양하게 출현하였으며, 조사지 1의 경우 재생임분의 상층임관의 수고는 2-3m 이하로 식생층위별 구분은 하지 않고 주요수종을 대상으로 상대중요치를 산출하였다. 조사결과 조사지 1은 교목성 수종 중에서 쇠물푸레 37.0%, 신갈나무 29.5%의 순서로 나타났으며, 조사지 2는 쇠물푸레 50.4%, 신갈나무 49.6%의 순서로 나타났다. 산불 전 임상은 소나무림으로서 임관하층에서 신갈나무 등의 참나무류가 우점하였으나, 산불 후 재생된 임분에서는 쇠물푸레의 우점도가 높게 나타난 것이 특이한 점으로 판단되었다. 또한 산불 전 소나무가 우점하는 숲이 다른 식물(참나무류)이 우점하는 숲의 모양으로 바뀌는 것을 보여준다(이규송, 2005). 또한, 정연숙(2002)은 자연복원지에서 주요 목본종은 굴참나무, 신갈나무로 참나무 종이 절대적으로 우점 하였고, 소나무는 산불 후 거의 복원되지 않아서 저항성과 복원성이 낮은 소나무가 산불에 의해 선택적으로 제거되었다하여 본 연구와 일치하는 경향이였다.

3.2.1.3 임목밀도 및 식생피도

조사지 1의 경우 임목밀도는 5,500본/ha이며, 피도면적은 85.3m²인데 비하여, 조사지 2의 임목밀도는 3,200본/ha이며, 피도면적은 45.93m²로서 자연회복지의 경우 입지특성에 따라 재생된 임분의 임목밀도 및 피도면적에는 큰 차이가 나타났다(그림 6). 즉, 조사지 1의 경우 전생임분은 소나무림이며

표 3. 자연회복지의 수종별 성장량

구분			수고(cm)			근원경(mm)		
			평균	최소	최대	평균	최소	최대
조사지 #1	교목성	신갈나무	231	125	230	39	15	60
		관목성	210	175	255	20	15	30
		단풍나무	205	160	260	20	15	30
	관목성	개웃나무	189	125	225	23	18	30
	(평균)		209	-	-	26	-	-
조사지 #2	교목성 교목성	신갈나무	183	110	280	35	20	64
		쇠물푸레	141	100	230	14	10	23
	(평균)		162	-	-	25	-	-

표 4. 자연회복지 조사지별 상대중요치

(단위:%)

조사구	종명	상대밀도(RD)	상대빈도(RF)	상대피도(RC)	중요치(IV)
조사지 #1	신갈나무	25.5	25.0	38.0	29.5
	쇠물푸레	47.2	25.0	38.8	37.0
	단풍나무	10.9	25.0	10.7	15.5
	개웃나무	16.4	25.0	12.5	18.0
	(합계)	100.0	100.0	100.0	100.0
조사지 #2	신갈나무	37.5	50.0	61.4	49.6
	쇠물푸레	62.5	50.0	38.6	50.4
	(합계)	100.0	100.0	100.0	100.0

신갈나무가 우점종에 토심이 깊은 갈색약건토양으로서 비교적 식생회복이 빠르고 맹아 2~10개에 의한 재생임분이 조성되어 피도가 높은 지역이었다. 그러나 조사지 2의 경우는 전생임분과 수종 및 토양은 같으나 유기물층 및 A층에 침식이 나타나 식생피도가 낮고 식생회복이 느렸다.

따라서 자연회복지에서의 식생회복 속도 및 재생 임분의 식생구성은 토양조건 등의 입지특성에 따라 차이가 있는 것으로 나타나 식생회복이 빠른 지역에서는 맹아림에 의한 수종갱신을, 식생회복이 늦은 지역에서는 인공식생복원의 유도가 필요한 것으로 판단되었다.

3.2.2 인공조림지

조사대상지는 2000년 4월 대형산불이 발생한 강원도 삼척시 임원리일대 지역으로 산불피해 후 인공조림에 의한 갱신

지이며 활엽수 조림지로는 굴참나무 용기묘 2004년도 조림지와 자작나무 대묘(3년생) 2003년도에 식재한 지역을 대상으로 조사하였다. 침엽수 조림지는 소나무 일반묘(1-1년) 2003년 조림지 및 해송 일반묘(1-1년) 2001년도에 식재한 지역을 대상으로 하였다.

3.2.2.1 수종별 고사율 및 성장량

가. 굴참나무

그림 7은 굴참나무 용기묘 조림지의 고사율을 나타낸 것으로서 조림지 3, 4의 식재본수는 5,000본/ha이며 조림지 3의 경우 식재묘의 고사율은 23.5%, 조림지 4는 28.6%로 각각 나타났다.

굴참나무 용기묘의 경우 대묘 식재후 건조에 의한 고사피해가 나타났고, 특히, 세근발달이 미약한 수종의 조림시 식재

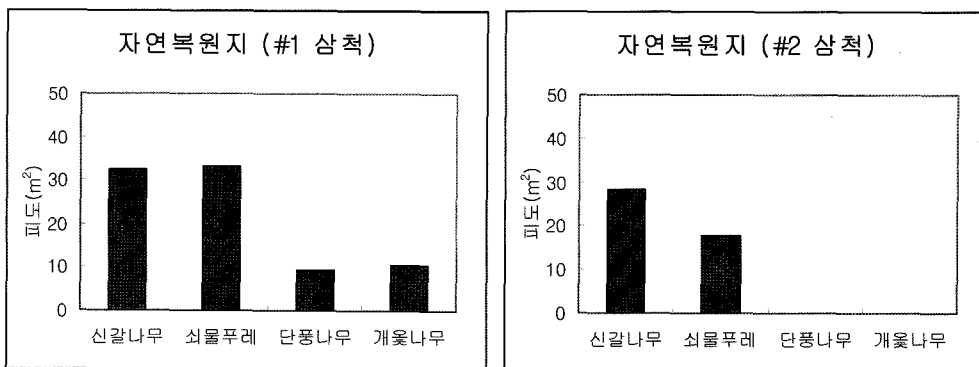


그림 6. 자연회복지 재생임분의 수종별 식생피도

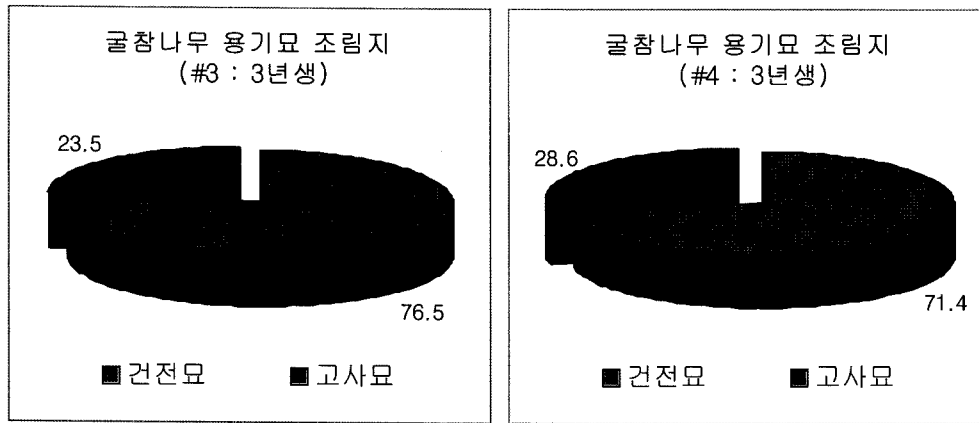


그림 7. 굴참나무(용기묘) 식재묘의 고사율

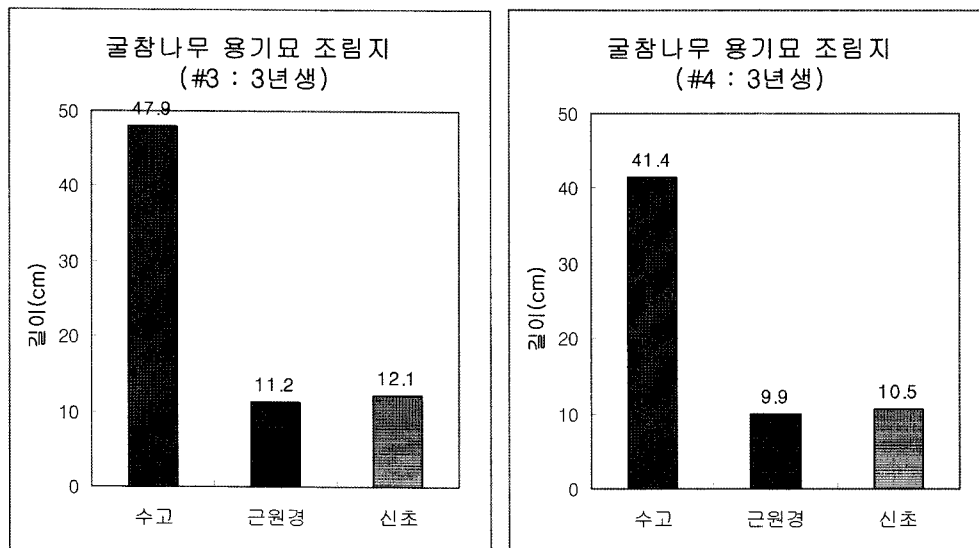


그림 8. 굴참나무 식재묘의 부위별 성장량

방법 및 식재관리가 중요한 것으로 판단된다. 또한 식재 후 하예작업시에 초두가 절단된 개체가 다수 나타났으며, 역새, 고사리 등의 초본류에 의한 피압도 다수 나타났다.

또한, 그림 8은 굴참나무 식재묘의 성장량을 나타낸 것으로서 조사지 3의 평균수고는 47.9cm, 조사지 4의 평균수고는 41.4cm로 조사지별 수고생장의 차이는 크지 않았다. 조사지 4의 경우 일부 식재묘의 초두고사 및 초두가 절단된 개체에 의한 성장량 차이가 나타난 것이며, 하예작업시에 손상된 것으로 예상된다. 아울러 설치류의 식해에 의해서 초두가 절단된 경우도 있을 것으로 판단된다.

본 조사지의 경우 조사구내에 2000년 산불 후 신갈나무, 굴참나무 등의 맹아로 재생된 개체의 수고는 2-3m를 형성하고 있으며, 2004년 식재된 용기묘의 수고는 0.5m였다. 따라서 향후, 굴참나무 용기묘 식재의 경우 맹아를 이용한 수종갱신과 용기묘의 식재를 병행하되 용기묘의 식재 시기는 맹아에 의한 수종갱신이 어느 정도 진행된 후 용기묘의 식재가 필요할 것으로 판단되었다.

나. 자작나무

그림 9는 자작나무 조림지 식재묘의 고사율을 나타낸 것으로서 조림지 5, 6의 식재본수는 1,500본/ha이며 조림지 5의

경우 식재묘의 고사율은 46.7%, 조림지 6은 26.7%로 각각 나타났다.

자작나무 조림지의 경우 대묘 조림시 초두고사 및 병충해(튜버키아 점무늬병)의 발생으로 식재묘의 활착율은 매우 낮게 나타나 식재후 관리가 필요한 것으로 판단된다.

또한, 그림 10은 자작나무 조림지의 식생피도를 나타낸 것이다. 산불전의 임상은 소나무림으로 2000년 산불피해시 수관화 피해지로 소나무가 전소되고, 식재묘와 함께 신갈나무 등의 참나무류의 맹아가 조림지내에 일부 재생되고 있는 임분이다.

조림지 5의 식생피도는 22.5m², 조림지 6은 84.1m²이며 이중 신갈나무 맹아의 피도면적이 26.1m²를 차지하고 있다.

그림 11은 자작나무 식재묘의 성장량을 나타낸 것으로서 조사지 5의 평균수고는 2.5m, 조사지 6의 평균수고는 3.3m로 조사지 5는 갈색약건토양(B₂)으로 토심 낮고, 배수가 불량하였으나, 조사지 6의 경우는 조사지 5와 비교시 갈색약건토양(B₂)에 토심은 비슷하나 배수는 양호하였다. 따라서 입지에 따른 성장량의 차이가 다소 나타났다. 특히, 자작나무 조림지 5의 경우는 병충해에 의한 피해가 심하였던 것으로 추측된다. 그러나 2005년도의 신초생장은 큰 차이가 없는 것으로

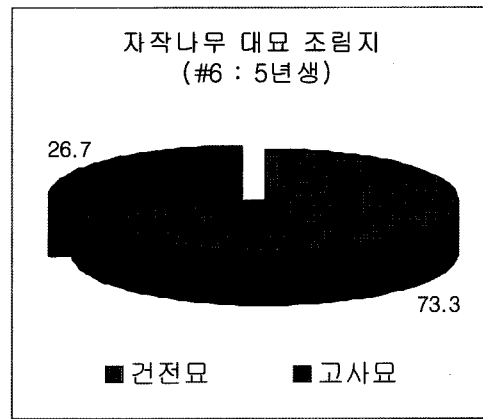
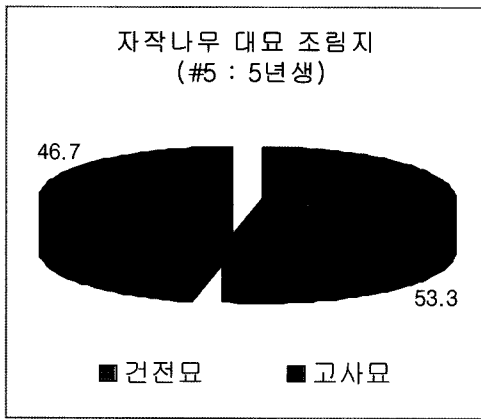


그림 9. 자작나무 식재묘 고사율

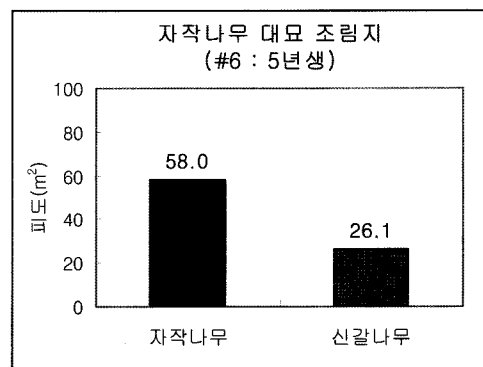
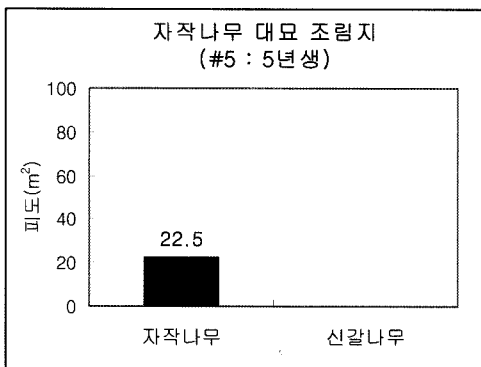


그림 10. 자작나무 조림지의 수종별 식생피도

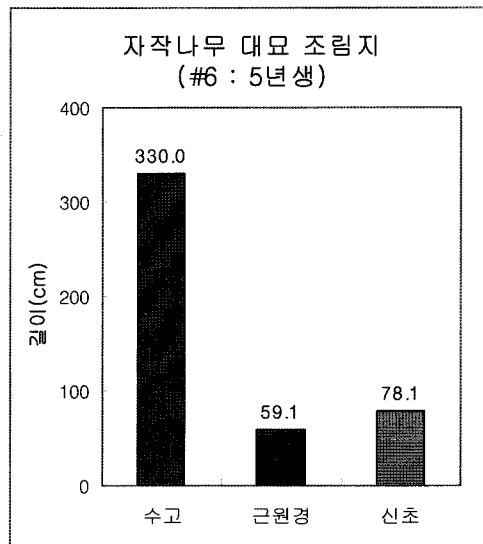
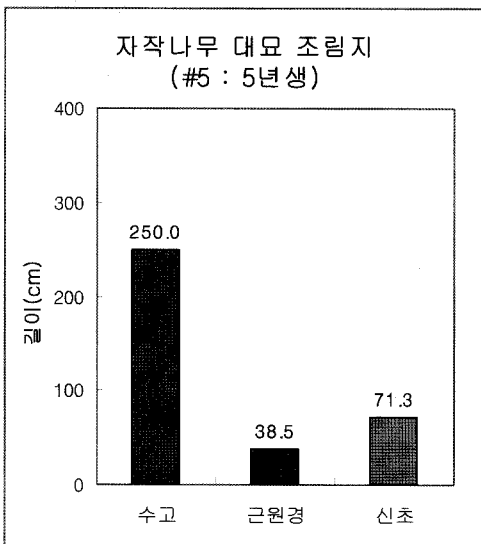


그림 11. 자작나무 식재묘의 부위별 성장량

나타나 점차 회복세에 있는 것으로 판단된다.

따라서 산불피해 후 복구조림은 토심 및 배수상황을 고한 식재와 식재 후 병충해 등에 대한 적절한 관리가 필요한 것으로 판단되었다.

다. 소나무

그림 12는 소나무 조림지의 식재묘 고사율을 나타낸 것으로서 조림지 7, 8의 식재본수는 3,000본/ha이며 조림지 7의 경우 식재묘의 고사율은 18.5%, 조림지 8은 17.8%로 각각 나타났다.

소나무 조림지의 경우 식재묘의 생육상태는 대부분 건전하였으며 고사율이 다소 높게 나타난 것은 식재 후 초기의 활착이 되는 시기에 고사리 등의 초본류 또는 참나무류의 맹아에 의한 피압을 받은 것으로 추측되므로 식재전 조림지 정비 등의 식재관리가 필요한 것으로 판단된다.

또한, 소나무 조림지의 성장량은 표 5와 같으며, 4년생 소나무 조림지 7, 8의 경우 개체목간의 성장차이가 나타났으나, 조사지 간의 평균수고 및 평균근원경은 큰 차이가 나타나지 않았다.

표 5. 소나무 조림지의 수고 및 근원경 생장

조사지	수고(cm)			근원경(mm)		
	평균	최소	최대	평균	최소	최대
소나무 조림지 7(4년생)	97.3	53	147	36.4	23	63
소나무 조림지 8(4년생)	82.6	47	129	30.6	15	48

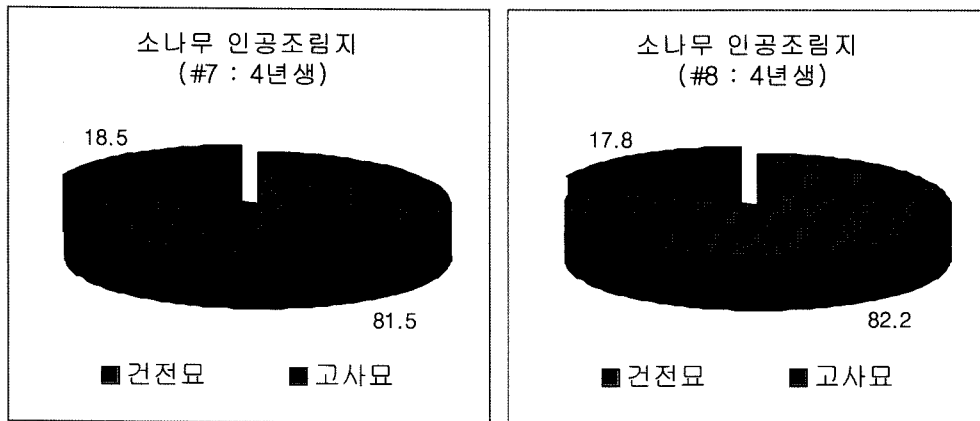


그림 12. 소나무 식재묘의 고사율

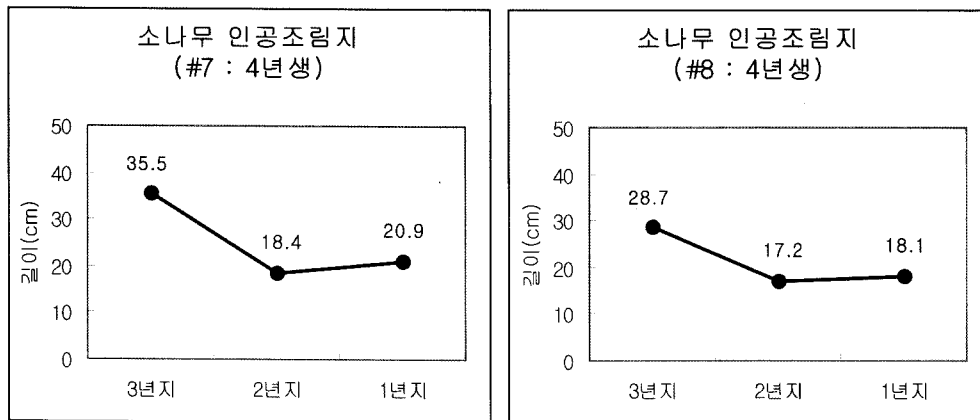


그림 13. 소나무 조림지의 최근 3년간 수고 생장량

그림 13은 소나무 조림지의 연년별 최근 3년간 신초 생장량을 나타낸 것이다. 소나무 조사지 7의 최근 3년간 평균 생장량은 24.9cm이며, 조사지 8은 21.3cm로 나타나 조사지 7에서의 생장이 다소 높게 나타났다. 최근 3년간의 수고생장 패턴은 2003년 식재년도에 신초생장이 가장 높게 나타난 이후, 식재 이듬해의 신초생장이 감소하다가 다시 회복되는 경향으로 나타났다. 이는 산불피해지의 소나무 식재시 식재 전후 식재묘의 광조건 개선을 위한 조림지 정비 및 하예작업과 관련이 있는 것으로 판단된다.

라. 해송

그림 14는 해송 조림지의 식재묘 고사율을 나타낸 것으로

서 조사지 9, 10의 식재본수는 3,000본/ha이며 조사지 9의 경우 식재묘의 고사율은 12.9%, 조사지 8은 22.8%로 각각 나타났다.

해송 조림지의 경우 식재묘의 생육상태는 대부분 건전하였으며, 조사지 10의 고사율이 다소 높게 나타난 것은 식재 후 초기의 활착이 되는 시기에 고사리 등의 초본류 또는 참나무류의 맹아에 의한 피압을 받은 것으로 판단된다.

해송 조림지의 생장량은 표 6과 같으며, 6년생 소나무 조사지 9, 10의 경우 개체목간의 생장차이가 나타났으나, 조사지 간의 평균수고 및 평균근원경은 큰 차이가 나타나지 않았다.

표 6. 해송 조림지의 수고 및 근원경 생장

조사지	수고(cm)			근원경(mm)		
	평균	최소	최대	평균	최소	최대
해송 조림지 9(6년생)	177.5	138	220	53.4	25	85
해송 조림지 10(6년생)	148.1	77	195	43.8	25	62

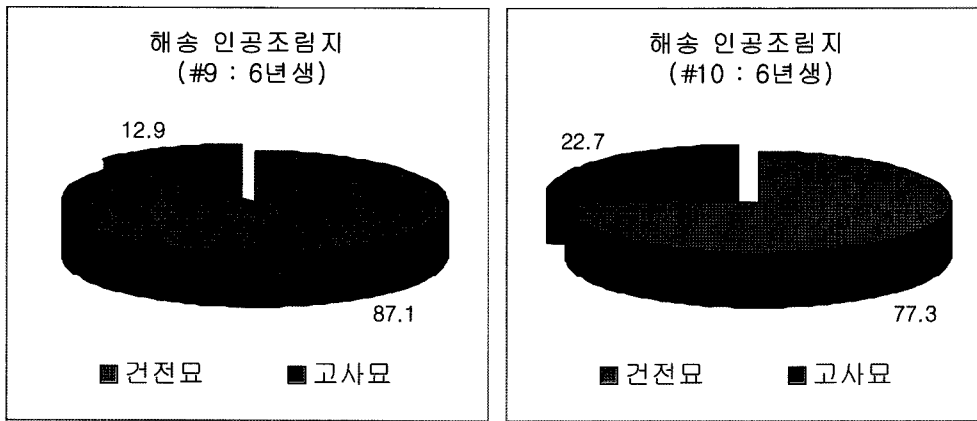


그림 14. 해송 식재묘의 고사율

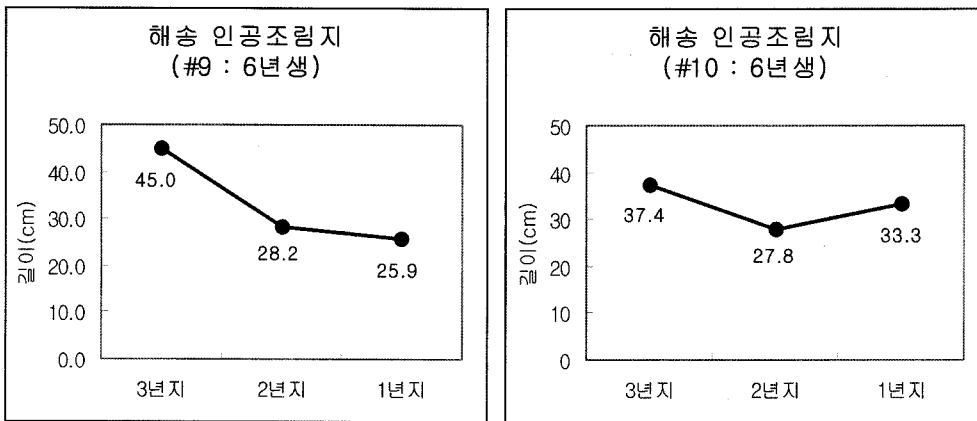


그림 15. 해송 조림지의 최근 3년간 수고 성장량

그림 15는 해송 조림지의 연년별 최근 3년간 신초 성장량을 나타낸 것이다. 해송 조사지 9의 최근 3년간 평균 성장량은 33.0cm이며, 조사지 10은 22.8cm로 나타나 조사지간의 차이는 나타나지 않았다.

또한, 최근 3년간의 수고성장 패턴은 2003년의 신초생장이 가장 높게 나타난 이후, 다시 회복되는 경향으로 나타났다. 이는 산불피해지의 소나무 식재시 식재 전후의 식재묘의 광조건 개선을 위한 조림지 정비 및 하예작업과 관련이 있는 것으로 추측된다.

4. 결 론

산불피해지의 임목피해, 식생회복력 등의 복원정도 및 문제점 검토를 한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 산불피해 2년경과 후 소나무의 수관피해율에 따른 고사율은 61% 이상에서 87%의 고사율, 수관피해율에 따른 고사율은 61% 이상에서 91% 고사율, 흉고직경별 고사율은 10cm 이하에서 71%를 나타내 수고가 낮을수록, 수관피해가 심할 수록, 흉고직경이 작은 수록 높은 고사율을 나타냈다.
- (2) 자연회복지의 수종별 성장량은 식생회복 초기에는 싸리류가 우점하였으나 5년 경과 후에는 신갈나무와 쇠물푸레 등이 우점하는 것으로 조사되었다. 또한, 식생회복속

도와 재생임분의 식생구성은 토심이 깊을수록 빠르게 나타났다.

- (3) 인공조림지의 고사율에서 굴참나무 용기묘는 평균 26%, 식재묘 중 자작나무는 평균 36.7%, 소나무는 평균 18.2%, 해송은 평균 17.8%로 나타났는데 이것은 토심 및 배수 양호여부, 식재후 건조피해, 풀베기에 따른 초두고사, 활착초기 초본류에 따른 피압, 자작나무의 경우는 병충해로 인한 피해로 나타났다.
- (4) 인공조림지 식재묘의 성장량은 자작나무의 경우 평균 290 cm, 소나무는 90 cm, 해송은 163 cm로 입지별로 차이를 보였다. 굴참나무 용기묘의 경우 평균 수고는 50 cm 내외인 반면에 조사지에 신갈나무, 굴참나무 맹아로 재생된 개체의 수고는 2~3 m를 형성하고 있어 굴참나무 용기묘 식재의 경우 맹아를 이용한 수종갱신과 용기묘의 식재를 병행하되 용기묘의 식재 시기는 맹아에 의한 수종 갱신이 어느 정도 진행된 후 용기묘의 식재가 필요할 것으로 판단되었다.

감사의 글

본 연구는 2006년도 강원대학교 캠퍼스간 공동연구비로 연구된 논문입니다.

참고문헌

- 강원도 (2001) 2000 동해안 산불백서. pp. 29-37.
- 강원도 (2005a) 2000 동해안 산불피해지 산림복구. pp. 71-147.
- 강원도 (2005b) 2000년 동해안 산불피해지산림복구-산림복구도 중심-. pp. 8-60.
- 국립산림과학원 (2004) 주요 산림피해지의 임목 및 임지회복. pp. 112-114.
- 산림청 (2001a) 동해안 산불백서(I).
- 산림청 (2001b) 동해안 산불백서(II).
- 이규송 (2005) 2005년도 강릉방재 세미나 자료집(ii) “영동지역 산불피해지의 식생회복”. pp. 75-76.
- 임주훈 등 (2001) 산불예측 및 생태계 보전 심포지엄. 임업연구원, pp. 113-146.
- 정연숙 (2002) 동해안 산불지역 생태계변화 복원연구. 강원지역환경기술개발센터, pp. 166-182.
- 채희문 (2003) 산림미세연료에 의한 초기 산불확산에 관한 연구, 박사학위논문, 강원대학교, pp. 77-95.
- 환경부 (2002) 동해안 산불지역 생태계변화 및 복원기법 연구. pp. 225-227.

◎ 논문접수일 : 2007년 10월 10일

◎ 심사의뢰일 : 2007년 10월 15일

◎ 심사완료일 : 2007년 12월 11일