Jour. Korean For. Soc. Vol. 98, No. 6, pp. 652~658 (2009)

한국임학회지

JOURNAL OF KOREAN FOREST SOCIETY

산불피해지 참나무 맹아림 시업체계에 관한 연구

임주훈* · 지동훈 · 이영근 · 이명보

국립산림과학원

Study on the Management System of Oak Coppice Forest on Forest Fire Site

Joo-hoon Lim*, Dong-hun Ji, Young geun Lee and Myung-bo Lee

Korea Forest Research Institute, Seoul 130-712, Korea

요 약: 본 연구는 산불피해지에 형성된 참나무 맹아림의 생장특성을 파악하고 치수 무육을 통해 생산력을 증대시킬 수 있는 적정 시업체계를 확립하기 위하여 수행하였다. 조사지는 강원도 산불피해지 3개 지역과 비산불임지 9개 지역이다. 산불피해지의 경우 일반 참나무 맹아림에 비해 초기생장속도가 느리지만 갱신 후 15년 정도 지나면 흉고직경이 10 cm에 도달하여 벌채 이용이 가능할 것으로 판단되었다. 4년생 때 그루터기당 맹아 본수를 조절하고 3년 경과 후 맹아목 평균 수고는 신갈나무의 경우 1본 3본 잔존구가 무처리구에 비해 1.3 m, 굴참나무의 경우 2본 잔존구가 0.9 m의 조절 효과가 나타났다. 맹아림의 임령과 무육방법에 따른 수고 및 직경생장 결과를 토대로 소경재 생산을 목표로 하는 참나무 맹아림 시업체계도를 작성하였다. 한편 생산기간을 단축하기 위해서는 맹아 무육이나 시비 처리 등의 시업관리가 필요한 것으로 판단되었다.

Abstract: This study was conducted to investigate the growing characteristics of oak sprouts which have developed naturally after fire and to suggest proper management system which is adapted for oak coppice forest by controlling the number of sprouts. We examined 3 burned sites and 9 unburned pine stands in Kangwondo. In the early years sprouts of oak coppice forest grew very slowly after fire compare to common oak coppice forest. But they had over than 10 cm of DBH after 15years, their DBH reached 10 cm and entered the stage of regeneration period. We also examined the effect of sprouts control. In the case of *Quercus mongolica*, stumps with 1 or 3 sprouts grew 1.3 m faster than the ones in the control stand. For *Q. variabilis*, stumps with 2 sprouts grew 0.9 m faster. In conclusion small timber production is proper for the oak coppice forest stand which is developed on the forest fire site and pruning or fertilizing is needed to shorten the production cycle.

Key words **:** *oak coppice forest, management system, sprouts control*, Quercus mongolica, *forest fire site*

서 론

산불피해후 산림생태계 구성 식물들의 반응양태는 매우 다양하며, 특히 갱신 유형에 있어서는 수종에 따라 전혀 다르다. 참나무류 천연림의 경우 치수 단계에서는 실생목과 맹아목의 구성비율이 4:6정도이지만(오민영 등, 1987) 산불피해지에서는 참나무류가 나무 밑동이나 근계로부터 맹아를 싹틔워 키우는 무성생식을 생존전략으로 가지고 있다. 즉 산불 전에 참나무류가 하층식생으로 침입해있는 소나무 임분에 산불이 발생하면 상층의 소나무가 소실되어 사라지고 참나무류는 지상부가 소실되더라도 살아있는 지하부나 밑동에서 수많은 맹아를 발아시켜 생장시킨다. 만약 토양조건이 양호하여 맹아의 지속적인 생장이 유지되면 산림은 참나무 맹아림으로 발달하게 된다. 맹아력이 강한 참나무류의 경우 벌채 후 근주에서 자연 발생하는 맹아에 의한 갱신 방법은 인공식재에 의한 갱신 방법보다 효과적인 생산체계라 할 수 있다(Blake, 1983). 또한 맹아 갱신에 의하여 형성된 맹아림은 대부분 소경재를 생산하기 때문에 일반적인 용재림과는 달리 표고재배용 골목 등으로의 이용 가능성도 제시되어야 한다(이돈구, 1997). 따라서 소경재 생산을 목표로 하는 경우에는 치수단계에서 치수무육을 실시하여야 하며(Leibundgut, 1978), 치수무육은 주로 입지관계, 활력, 생육지의 위험요소에 중점을 두어 무육을 실시하되 극히 기본적인 선목과

*Corresponding author
E-mail: forefire@forest.go.kr

정을 적용한다(Mayer, 1976). 우리나라의 경우 참나무류 천연림의 치수무육은 수고급 4 m이하 임분을 대상으로 임분이 울폐되기 전에 폭목, 맹아 등 불량목만을 제거하고 경우에 따라서는 수형을 조절하는 시업이 제안되었다(오민영 등, 1987). 특히 참나무 맹아의 경우 벌근에서 발생한 맹아간의 생장량 차이가 매우 심하므로(김도경 외, 1991) 산불피해지에 형성된 참나무 맹아림의 경우 맹아본수조절을 통해 생산성을 증대시킬 필요가 있다. 그러나 상수리나무 맹아시험결과 1본 잔존구의 생장이 양호하였다는 보고(이영근 등, 2007)와 상수리나무 맹아발생 2년간 본수 조절구보다 무처리구의 생장이 양호하였다는 보고(오민영 등, 1982)가 양립하고 있어 산불피해지에서 갱신된 참나무 맹아림에 대한 본수조절시험을 수행할 필요가 있다. 한편 산불피해지 참나무 맹아림의 벌채시기는 벌채목의 맹아 발생량을 고려할 필요가 있다. 상수리나무, 갈참나무, 신갈나무는 벌근직경이 클수록 맹아 발생량이 적어진다고 보고된바 있지만(김도경 외, 1991) 수종별로는 다소 다른 경향이다. 신갈나무와 굴참나무는 각각 5~35 cm, 5~25 cm 범위에서 직경급이 클수록 1년생 맹아지 수가 많아지고(이돈구, 1997), 상수리나무의 경우 벌채목의 벌근직경이 15 cm일때 맹아 발생량이 가장 높으며(김석권 등, 1984), 25~30 cm 직경급부터 맹아지 수가 줄어드는 경향을 보인다(이돈구, 1997). 반면, 갈참나무는 벌채목의 직경이 클수록 맹아수가 감소하며(김갑덕 등, 1982) 졸참나무나 떡갈나무의 맹아수는 벌채목의 직경과 상관관계가 없다(Sato *et al*., 1966).

산불피해지에서 갱신한 참나무류 맹아목들의 생장은 표토유실로 인한 양분 부족과 건조현상으로 인하여 일반 임지에 비하여 저조하고 생산성이 낮아질 수 있다. 따라서 본 연구는 산불피해지 참나무 맹아림에서 우량한 소경재를 생산하여 농산촌 소득을 증대시킬 수 있는 경제적인 임분으로 유도할 수 있도록 맹아목 관리 등의 시업행위를 포함한 시업체계, 즉 산불피해지 참나무 맹아림 시업체계를 확립할 목적으로 실시하였다.

재료 및 방법

1. 조사지 개황

산불피해지 참나무 맹아림에 대한 조사는 1996년 고성 산불피해 후 자연복원된 강원도 고성군을 비롯한 강릉, 삼척 3지역에서 7개소의 조사지를 선정하여 실시하였고, 비산불임지에 대한 조사는 강릉, 삼척, 양양, 정선, 평창, 양구, 인제, 춘천, 홍천 9지역 14개소의 조사지를 대상으로 실시하였다. 맹아 무육효과에 관한 조사는 2000년 산불이 발생한 강원도 삼척 지역에서 2개소에 조사구를 설정하고 그루터기당 맹아본수를 조절하여 실시하였다(Figure 1).

Figure 1. Location of the study sites.

2. 시험 방법

조사구의 크기는 맹아림의 영급에 따라 표준지의 크기를 유령림 100 m^2, 장령림 200 m^2로 설정했다. 수종별로 수고, 맹아수, 흉고직경에 대하여 산불피해후 발생한 맹아목의 경과년수에 따른 생장량을 수종별로 비산불임지의 생장량과 비교하였다. 고성 지역 4개소의 조사는 1996년 산불피해지에 대하여 1997년부터 매년 조사를 실시하였으며, 그 외의 지역은 산불피해지와 비산불임지로 구분하여 2007년 조사를 실시하였다. 맹아 무육효과 분석을 위한 조사는 2000년 산불이 발생한 강원도 삼척시 임원3리와 상서기 지역에서 2007년 맹아 본수 조절을 실시하였으며 임원3리는 1본·2본 잔존구, 무처리구, 상서기 지역은 1본·3본 잔존구, 무처리구 3가지로 맹아본수를 조절하고 2008년과 2009년에 각 처리구에서 수종별로 수고, 맹아수, 흉고직경을 측정하여 비교 분석하였다. 또한, 무처리구의 연령 증가에 따른 변화를 추정하기 위하여 고성 산불피해지에서 자연복원된 참나무 맹아림의 생장량과 비교하였으며, 조사지의 개황은 Table 1과 같다. 각 조사지에서 산출한 분석자료의 통계분석은 Duncan's Multiple Range Test를 이용하였다(SAS/STAT, SAS Institute Inc.).

결과 및 고찰

1. 산불피해지 참나무류 맹아목의 수종별 생장특성 비교

산불피해후 천연갱신된 맹아목의 생장량을 수종간 비교하기 위하여 1996년 고성 산불피해지 자연복원지에 설정한 4곳의 조사지를 대상으로 각 수종별 수고, 그루터기당 맹아수, 흉고직경을 조사하였다. 굴참나무 맹아목의 평균 수고는 3년생이 2.3 m, 9년생이 4.4 m, 13년생이 5.1

Table 1. The characteristics of the study sites.

	Site	Altitude (m)	Topo.	Aspect (°)	Slope (°)	No. of trees per ha	Average height (m)	Average DBH (cm)
Forest stands regenerated after fire damage	Goseong 1	180	MS	163	31	4500	3.5	4.1
	Goseong 2	175	MS	150	27	3100	3.3	3.6
	Goseong 3	163	MS	253	18	2000	2.5	2.0
	Goseong 4	207	MS	245	17	2000	1.9	1.9
	Gangneung 1	570	MS	180	30	900	8.4	13.4
	Gangneung 2	640	LS	135	30	1200	12.2	14.1
	Sancheok	615	MS	45	21	850	11.4	13.3
Forest stand regenerated without fire damage	Gangneung	440	MS	1	25	800	14.8	18.1
	Sancheok 1	731	R	315	30	800	13.0	13.8
	Sancheok 2	410	LS	90	25	800	12.7	13.6
	Yangyang 1	625	MS	277	7	850	11.4	17.2
	Yangyang 2	450	LS	260	26	750	9.0	13.7
	Jeongseon 1	816	V	225	25	750	14.6	16.3
	Jeongseon 2	505	LS	270	25	750	9.6	11.4
	Pyeongchang 1	900	R	315	35	1000	9.9	14.7
	Pyeongchang 2	800	MS	135	30	1050	10.5	15.1
	Yanggu	397	R	90	25	700	11.4	12.9
	Inje	850	MS	90	25	800	18.0	20.4
	Chuncheon 1	645	MS	270	30	1650	11.6	12.4
	Chuncheon 2	400	R	310	15	1050	13.3	15.1
	Hongcheon	300	MS	270	35	1400	10.5	11.3
Forest stands where the number of sprouts was controled	Samcheok A	120	LS	180	36	3083	3.1	2.4
	Samcheok B	440	MS	120	38	4280	3.5	3.0

*R:Ridge, MS:Middle Slope, LS:Low Slope, V:Valley, FL:Flat Lan

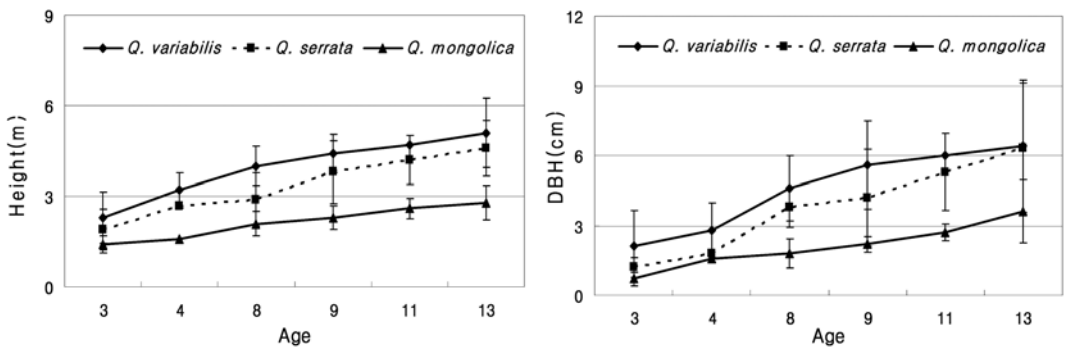

Figure 2. Height and DBH growth of oaks coppice after forest fire in Goseong.

m로서 연평균 수고 생장량은 0.4 m/년에 달하였다. 졸참나무 맹아목의 경우에는 3년생이 1.9 m, 9년생이 3.8 m, 13년생이 4.6 m로서 연평균 수고 생장량은 0.35 m/년이었다. 신갈나무 맹아목의 경우에는 3년생 1.4 m, 9년생 2.3 m, 13년생이 2.8 m로서 연평균 수고 생장량은 0.2 m/년이었다. 즉, 산불피해후 발생된 맹아목의 경과년수에 따른 수종별 초기 수고 생장 속도는 굴참나무(0.4 m/년) > 졸참나무(0.35 m/년) > 신갈나무(0.2 m/년) 순인 것으로 나타났다(Figure 2).

각 수종의 평균 직경생장 속도 역시 수고생장속도와 같은 양상을 보였다. 굴참나무 맹아목의 평균 흉고직경은 3년생이 2.1 cm, 9년생이 5.6 cm, 13년생이 6.4 cm로서 연평균 흉고직경 생장량은 0.5 cm/년이었다. 졸참나무 맹아목의 평균 흉고직경은 3년생이 1.2 cm, 9년생이 4.2 cm, 13년생이 6.3 cm로서 연평균 흉고직경 생장량은 0.5 cm/년에 달하였다. 신갈나무 맹아목의 경우에는 3년생이 0.7 cm, 9년생이 2.7 cm, 13년생이 3.6 cm로서 0.3 cm/년의 연평균 흉고직경 생장량을 보였다. 즉, 경과년수에 따른 수종별 초기 직경 생장 속도는 굴참나무(0.49 cm/년) > 졸참나무(0.48 cm/년) > 신갈나무(0.28 cm/년) 순이었다.

산불피해지에서 자연복원된 맹아목의 수종별 생장 상태를 정상적인 참나무림과 비교하기 위하여 참나무 임분

수확표(산림청, 1981)에서 비교하였다. 참나무 임분수확표상의 생장 상태는 임령 5년이 수고 3.2 m, 10년이 5.9 m, 15년이 6.5 m로서 굴참나무는 이와 유사한 반면, 신갈나무는 10년생이 2.8 m, 15년생이 3.3 m 부족하였고, 졸참나무는 10년생이 1.1 m, 15년생이 1.2 m 부족한 상태로 더디게 자랐다. 즉, 굴참나무의 경우에만 일반임지(비산불임지)와 비슷한 생장 경향을 보였으며 나머지 두 수종들은 일반임지에 비해 산불피해지에서 생장속도가 느린 것으로 나타났다.

2. 비산불임지와 피해지간 참나무 맹아목의 생장특성 비교

참나무 맹아목의 생장 특성을 비교하기 위하여 강원도

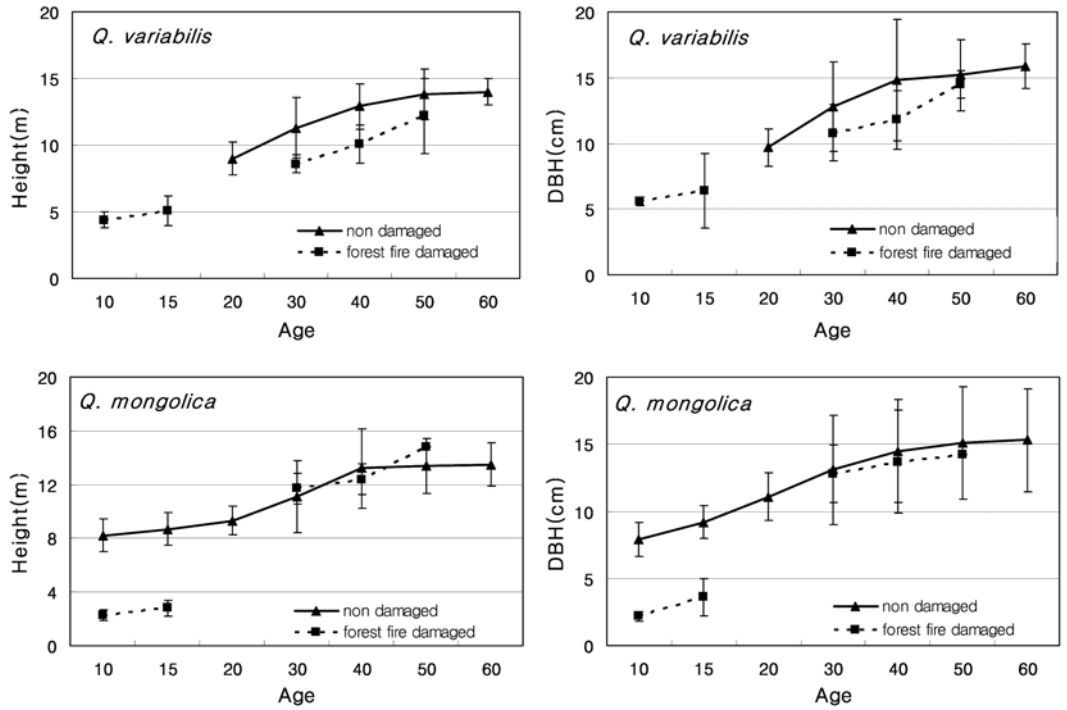

Figure 3. Comparison of average height and DBH growth for *Q. mongolica* and *Q. variabilis* between damaged and undamaged stands.

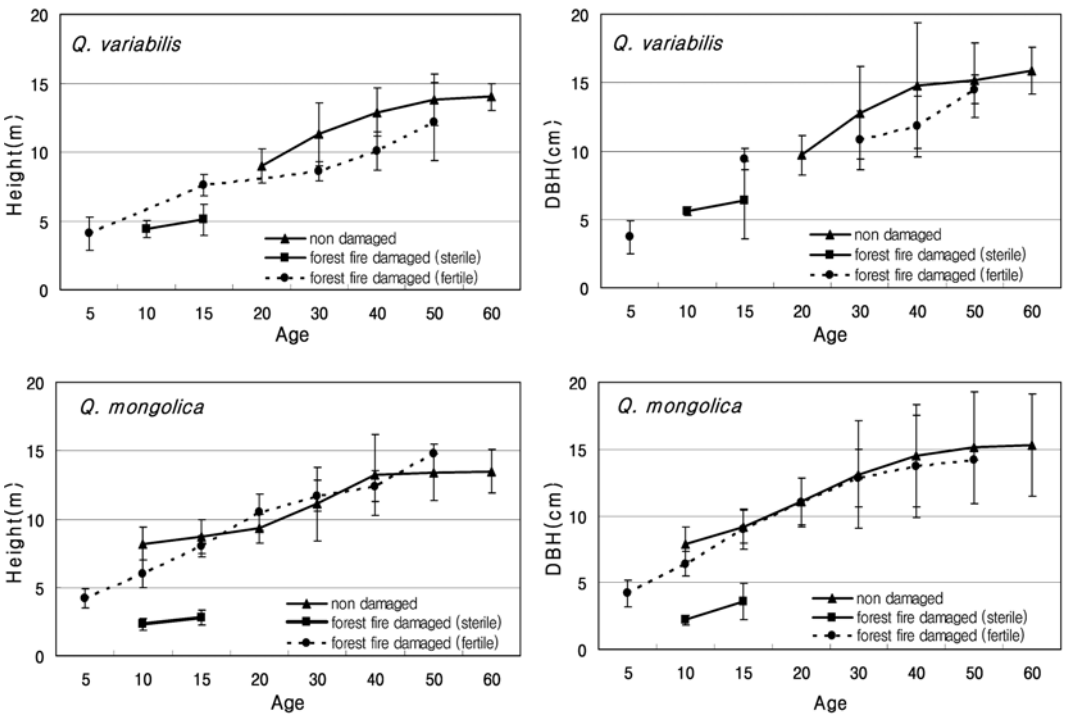

Figure 4. Comparison of average height and DBH growth between damaged and undamaged area. Bars indicate standard error.

비산불임지(9개 지역)와 피해지(3개 지역) 참나무림의 수고 및 직경생장을 조사한 결과는 다음과 같다(Figure 3). 신갈나무의 경우 비산불임지의 수고 생장 특성은 10년생 평균 수고 8.2 m, 20년생 평균 수고 9.3 m, 40년생 평균 수고 13.2 m로서 연평균 0.5 m/년의 수고생장률을 보여 생장속도가 매우 느렸으며 20년생 이후 점차 빨라져 40년생까지 지속되다가 이후 다시 둔화하는 경향을 나타냈다. 흉고직경의 경우에는 10년생일 때 평균 흉고직경 7.9 cm로부터 40년생일 때 평균 흉고직경 14.5 cm까지 연평균 0.4 cm/년의 생장률을 보여 꾸준히 생장을 지속했으며 이후 둔화하였다. 굴참나무의 경우 비산불임지 수고 생장특성은 20년생일 때 9 m에서 50년생일 때 13.8 m로서 연평균 0.3 m/년의 속도로 꾸준히 생장을 지속하였으나 50년생 이후 둔화하는 모습을 보였고, 흉고직경은 20년(9.7 cm)에서 40년(14.8 cm)까지 생장을 지속하고 40년생 이후 생장이 둔화하여 신갈나무와 비슷한 경향을 나타냈다.

신갈나무의 경우 산불피해지일지라도 30년생의 장령 임분에서는 평균 수고 11.7 m, 평균 흉고직경 12.8 cm로서 비산불임지와 비슷한 양상을 타나냈지만, 10~15년생의 유령임분에서는 평균 수고 2.8 m, 평균 흉고직경 3.6 m로서 비산불임지에 비해 생장이 저조하였다(Figure 3).

산불피해지를 척박지와 비옥지로 구분하여 비산불임지와 맹아지의 수고 및 직경생장을 비교하였다(Figure 4). 신갈나무는 비옥지에서 재생된 경우 수고와 흉고직경 공히 10년생까지는 일반 맹아림에 비해 낮은 경향을 나타냈지만, 15년생부터는 비산불임지(8.7 m)와 비슷한 수고(8 m)를 보였다. 반면, 척박지에서 재생된 경우에는 수고나 흉고직경 생장 공히 맹아 발생 후 10~15년까지 일반 맹아림의 1/2이하로 느리게 나타났다. 따라서 척박지의 경우 원하는 목표치인 흉고직경 10 cm나 15 cm에 도달하려면 비옥지에 비해 더욱 많은 시간이 소요될 것으로 사료된다. 또한, 굴참나무의 경우 비옥지에서는 벌채 직경이 10 cm에 도달하는 약 15~20년 후부터는 벌채하여 이용이 가능할 것으로 생각된다. 그러나 척박지의 경우는 10~15년이 경과해도 수고나 흉고직경이 낮기 때문에 이용하기 어렵다. 따라서 산불피해지 맹아림을 경제성이 있는 임분으로 전환시키기 위해서는 시비나 무육을 통해 생장을 촉진시키거나 다른 수종으로 갱신 조림을 실시하는 등 적극적인 관리행위가 필요할 것으로 생각된다.

3. 산불피해지 참나무류 맹아목 무육이 생장에 미치는 영향

2000년 삼척 산불 피해 후 소나무 산불 피해목을 벌채한 지역에 2006년 조사지를 설정하고 맹아 무육을 1본 잔존구, 2본 잔존구, 3본 잔존구의 3가지로 처리한 후 이를 무처리구와 비교하였다. 한편 무처리구의 연령 증가에 따른 생장량 변화를 추정하기 위해 1996년 고성 산불피해후 천연 갱신된 신갈나무와 굴참나무 맹아림의 생장량과 비교하였다(Figure 5). 무처리구의 수고생장은 신갈나무와 굴참나무 두 수종 모두 고성 산불피해지 맹아림의 생장패턴과 비슷하였다. 따라서 임령이 증가한 경우의 수고는 고성 산불피해지의 Data를 활용하여 분석하였다. 7년생

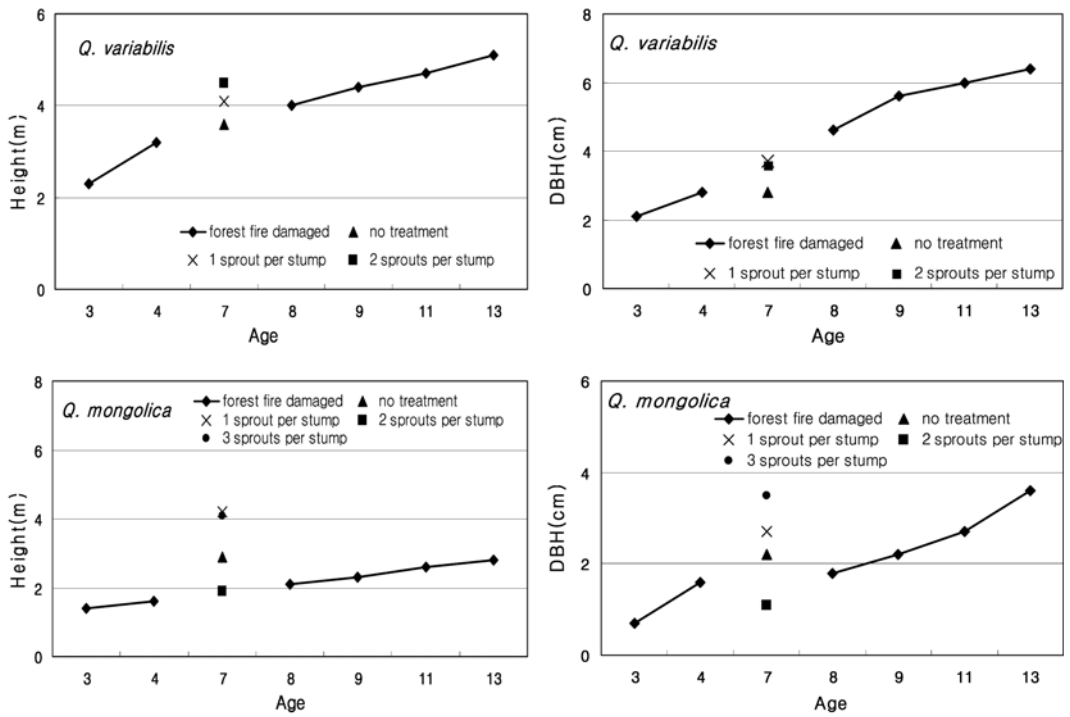

Figure 5. Average height and DBH growth after sprouts control in 4 difference oak stands.

신갈나무 맹아목의 경우 평균 수고는 맹아 무육을 실시한 경우 1본 잔존구 4.2 m, 2본 잔존구 1.9 m, 3본 잔존구 4.1 m로서 무처리구 2.9 m 보다 더 컸으며, 특히 1본 잔존구와 3본 잔존구가 무처리구나 2본 잔존구 보다 생장이 좋았다. 평균 흉고직경의 경우도 수고와 비슷한 경향을 나타내어 1본 잔존구 2.7 cm, 2본 잔존구 1.1 cm, 3본 잔존구 3.5 cm로서 맹아무육을 실시한 1본, 3본 잔존구의 생장이 무처리구 2.2 cm 보다 좋게 나타났다. 이는 상수리나무의 경우 1본 잔존구의 생장이 양호하다는 기존의 연구와 일치한다(이영근 등, 2007).

7년생 굴참나무 맹아목의 평균 수고는 1본 잔존구 4.1 m, 2본 잔존구 4.5 m로서 무처리구 3.6 m 보다 맹아 무육을 실시한 곳의 생장이 빨랐다. 그렇지만 신갈나무와는 달리 1본 잔존구 보다 2본 잔존구의 수고생장이 더 좋게 나타났다. 평균 흉고직경의 경우에도 1본 잔존구 3.7 cm, 2본 잔존구 3.6 cm, 무처리구 2.8 cm로서 맹아무육을 실시한 경우 무처리구 보다 생장이 양호한 것으로 나타났다. 한편, 무처리구내 우세목의 평균수고는 신갈나무 4.0 m, 굴참나무 4.3 m였다.

4. 산불피해지 맹아림의 생산 시업 체계화

용재 생산을 위한 참나무림 시업체계는 예상 벌기령 80년에 흉고직경 40 cm 이상의 임목 약 300본/ha을 생산하는 것을 목표로 한다. 시업 과정중 어린나무가꾸기 1회, 솎아베기 3회를 실시하며 솎아베기는 도태간벌을 적용한다(산림청, 2005).

산불피해지 맹아림 시업체계도를 정립하기 위하여 수종별로 임령에 따른 수고 및 직경생장 양상을 비교하였다(Table 2). 산불피해지에서 자연복원된 굴참나무 맹아림의 경우 평균 수고가 5년생일 때 3.2 m, 10년생 4.4 m, 15년생 5.1 m로서 10년생 일반 참나무류의 평균수고 7 m 보다 더딘 생장을 하는 것으로 나타났다. 산불피해지에서 자연복원된 신갈나무의 경우에는 5년생 1.4 m, 10년생 2.6 m, 15년생 2.8 m로서 더욱 저조한 수고생장 양상을 보였으며, 졸참나무의 경우에도 5년생 1.9 m, 10년생 3.8 m, 15년생 4.6 m로서 수고생장이 저조하였다. 굴참나무 맹아림의 경우 10년생 평균 흉고직경이 5.6 cm로서 일반적인 참나무림의 평균 흉고직경 5 cm와 비슷하였지만 15년생은 6.4 cm로서 일반 참나무림에 비해 생장이 저조하였다. 따라서 20년이 경과하여도 1차 간벌단계인 흉고직경 10 cm이상까지 도달하기 힘들 것으로 예상된다. 또한 신갈나무의 경우도 10년생의 흉고직경이 2.2 cm, 15년생의 흉고직경이 3.6 cm로서 생장이 저조하였으며, 졸참나무 역시 10년생 4.2 cm, 15년생 6.3 cm로서 저조한 직경 생장을 보였다. 따라서 일반 참나무류 생산시업체계를 산불피해지 맹아림에 적용하기 힘들 것으로 판단되었다.

따라서 산불피해지 맹아림에서는 수고 및 직경생장이 더딜 뿐만 아니라 동공현상, 할렬현상 등의 발생비율이 높아 우량대경재 생산이 곤란하고 버섯자목 생산 등 소경재 생산을 목표로 하는 시업체계를 정립하는 것이 타당할 것으로 판단되었다. 즉, 산불피해지를 맹아복원 시킬 경우에는 경영목표를 표고버섯자목, 또는 펠렛 등 분쇄이용을 전제로 하며 생산기간은 15~20년으로 하는 것이 적합하다(Figure 6). 한편 생산기간을 단축시키기 위해서는 맹아 무육이나 시비 처리 등의 시업관리가 필요한 것으로 평가되었다. 즉 산불 후 3년 후에 맹아본수조절을 실시하되 신갈나무와 졸참나무는 그루터기당 1본을, 굴참나무는 2본을

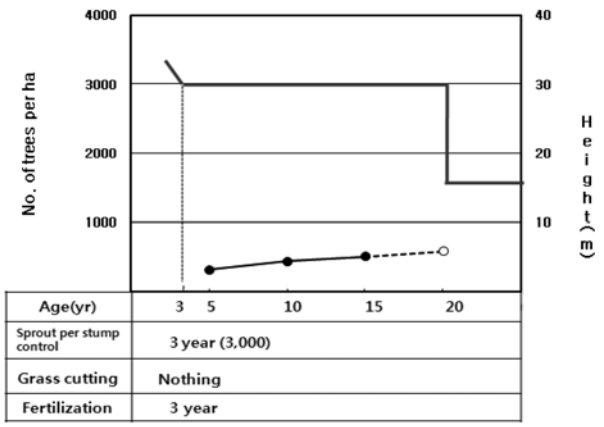

Figure 6. Management system of oak coppice forest on forest fire site.

Table 2. Comparison of average height and DBH growth of oaks coppice.

Composition		Age		
		5	10	15
Q. variabilis	Height (m)	3.2(±0.18)	4.4(±0.21)	5.1(±0.34)
	DBH (cm)	2.8(±0.38)	5.6(±0.63)	6.4(±0.86)
Q. serrata	Height (m)	1.9(±0.30)	3.8(±0.40)	4.6(±0.53)
	DBH (cm)	1.2(±0.26)	4.2(±0.80)	6.3(±1.63)
Q. mongolica	Height (m)	1.4(±0.08)	2.6(±0.14)	2.8(±0.20)
	DBH (cm)	0.7(±0.12)	2.7(±0.15)	3.6(±0.48)

*( ) means standard error.

잔존시킨다. 그리고 산불피해지 맹아림 무육 성패를 좌우하는 중요한 영향 인자는 토사 유실로 인한 임지 척박화이므로 풀베기와 가지치기는 실시하지 않는다. 한편, 맹아목 생장을 촉진시키기 위하여 시비를 실시하며, 시비량은 산림용 고형복합비료를 연료림 기준으로 본당 2개씩(120 kg/ha) 시비한다(산림청, 1981).

심재부후나 변색현상은 표고버섯자목, 연료 용도로 벌채목을 사용할 경우 큰 영향이 없으므로 고려하지 않는다. 그 후의 무육관리는 하지 않으며 15~20년 사이에 직경생장량을 고려하여 벌채 이용한다.

인용문헌

1. 김도경, 황근연, 김명수, 홍한표. 1991. 상수리나무 등 유용활엽수 20수종에 대한 벌근맹아의 발생특성과 생장. 임업연구원 연구보고 42: 20-35.
2. 김갑덕, 박인협, 조경진, 김갑태. 1982. 갈참나무 맹아림의 생산구조에 관한 연구. 서울대학교 농과대학 연습림 연보. 18: 35-40.
3. 김석권 조무연, 주진순, 박승걸, 오민영. 1984. 상수리나무 맹아발생 및 생장특성에 관한 연구. 임시연보 31: 46-54.
4. 김석권, 이해주, 김도경. 1995. 상수리나무 14년생 2차 맹아림의 생장과 임분구조. 산림과학논문집 51: 53-58.
5. 산림청. 1981. 임업기술. p.598-601.
6. 오민영 외 14명. 1982. 참나무류 무육시험. 임업시험장 시험연구보고서 p.329-387.
7. 오민영, 박승걸, 백노학. 1987. 임분발육단계별 무육방법 체계화 및 작업기술 표준화 연구. 임업시험장 시험연구보고서 p.250-283.
8. 산림청. 2005. 지속가능한 산림자원관리 표준매뉴얼 p.181-192.
9. 산림청. 2008. 임업통계연보.
10. 이돈구. 1997. 참나무류의 맹아갱신 및 맹아림의 이용. 교육부 연구보고서. p.20-40.
11. 이영근, 표정기, 이영진. 2007. 예산지역 산불피해지 상수리나무 맹아림의 생장 및 바이오매스 추정. 한국산림측정학회지 10: 1-8.
12. Blake, T.J. 1983. Coppice systems for short-rotation intensive forest:The influence of cultural, seasonal and plant factors. Aust For. Res. 13: 279-291.
13. Leibundgut, H. 1978. Die Waldpflege. Verlage Paul Haupt Bern und Stuttagrt. 87-104.
14. Mayer, H. 1976. Gebirgswaldbau Schutzwaldpflege. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart. 242-250.
15. Sato, K., S. Ogawa and M., Hiwatashi. 1966. On the relation between the sizes of stumps and sprouts in manured Kunugi (*Quercus serrata* Stand). Bull. For. Exp. Sta., Meguro, Tokyo No. 188: 59-77.

(2009년 8월 5일 접수; 2009년 10월 30일 채택)