

Influence of Forest Management Activities on Forest Fire Fuels in Coarse Woody Debris for *Pinus densiflora* Stands in South Korea

Sun Joo Lee^{1#}, Sung Yong Kim¹, Chun Geun Kwon¹, Byung doo Lee¹, Young Jin Lee^{2*}

¹ Division of Forest Disaster Management, National Institute of Forest Science, 57 Hoegi-ro, Dongdaemun-gu, Seoul, Korea

² Department of Forest Resources, Kongju National University, 54 Daehak-ro, Yesan-gun, Chungnam, Korea

Abstract

The objective of this study is to estimate the effects of forest management activities on mortality rates and fuel characteristics of coarse woody debris for *Pinus densiflora* stands in South Korea. This study used 40 managed plots and 14 unmanaged plots from the 6th National Forest Inventory plots. The results indicated that mortality rates of the managed stands were about 1.6% while those of the unmanaged stands were about 5.3%. The amount of coarse woody debris affecting forest fire spread was 2.2TOE ha⁻¹ for the unmanaged stands, while 1.6TOE ha⁻¹ for the managed stands. According to the results of decay class analysis, the ratio of decay class I, the most vulnerable to forest fires, was 22% for the managed stands while 29% for the unmanaged stands. Therefore, the unmanaged pine stands had higher fuel loads for forest fire in terms of coarse woody debris and higher decay rates than the managed *Pinus densiflora* stands. This information could be very useful to understand forest fire fuels in coarse woody debris for *Pinus densiflora* stands in South Korea.

Key words: coarse woody debris, forest management, forest fuel characteristics, National Forest Inventory, *Pinus densiflora*

1. 서론

일반적으로 고사목(Coarse Woody Debris, CWD)은 임목간의 경쟁, 노화, 병해충 등 자연적인 요인에 의해 생긴 조립질의 목질 유기물을 뜻한다(Waring & Schlesinger, 1985). 고사목은 완전히 분해될 때까지 산림생태계에 오랜 기간에 걸쳐 영향을 미치기 때문에 산림의 생산성 증대, 생물다양성의 기반제공, 탄소

의 장기저장 등 산림생태계 유지에 큰 역할을 한다(Stevens, 1997).

그러나, 산불에서의 고사목은 산불확산 강도를 높이는 가연연소로도 작용한다. Reinhardt, et. al.(1997)은 산불발생시 고사목이 연소하면서 높은 열을 일으켜 산불지속시간을 증가시킨다고 주장하였으며, 산불 초기 유형인 지표화에서 대형산불의 유무를 결정할 수 있는 수관화로 확산시키는 결정적인 역할을 한다고

The 1st author: Sun Joo Lee, Tel. +82-2-961-2924, Fax. +82-2-961-2699, e-mail. lsj419@korea.kr

* Corresponding author: Young Jin Lee, Tel. +82-41-330-1313, e-mail. leeyj@kongju.ac.kr

평가하였다(Brown, *et. al.*, 2003). 실제 2018년에 발생한 캘리포니아 대형산불은 극심한 가뭄과 병해충 피해로 인해 발생한 고사목의 급격한 연료증가가 직접적인 원인이라고 보고되고 있다.

이렇듯 산불확산에 기여하는 고사목을 효율적으로 관리하기 위해서는 고사목 발생에 직·간접적인 영향을 미치는 산림관리가 필요하다(Olajuyigbe, *et. al.*, 2011). 국외에서는 숲아베기에 따른 고사목의 특성 및 연료처리효과에 관한 모니터링 조사를 통해 숲아베기가 시행된 임분에서 고사율, 고사목의 재적과 밀도가 낮게 나타나 숲아베기 미시행지 임분에 비해 산불연소 가능성이 낮다는 연구결과를 제시한 바 있다(Innes, *et. al.*, 2006; Tavankar, *et. al.*, 2014).

임분생장특성을 파악하기 위한 장기적인 모니터링은 현실 산림의 파악뿐만 아니라 미래 산림의 변화를 예측하는 중요한 과정으로(Harcombe, 1986), 현재 국내에서도 산림의 변화를 장기 모니터링하는 연구가 진행되고 있다. 그러나 이는 한 지역만을 국한한 자료로 국가단위의 산림자원을 대표하기에는 어려움이 있는 실정이다. 이러한 한계사항을 개선하고자 우리나라 국가산림자원조사(National Forest Inventory, NFI)는 2006년부터 산림자원체계를 정비하여 시간 경과에 따른 산림자원 및 생태계의 변화에 대한 지속적인 모니

터링조사를 통해 수행하고 있다(Korea Forest Service, 2012). 그 중 동일한 중심표본점 내 해당하는 고사목의 수, 직경, 길이 등 조사를 통해 우리나라 국가 차원의 고사목에 대한 특성을 간접적으로 파악 가능하게 되었다.

본 연구는 우리나라 주요 침엽수종이자 수관화에 취약하다고 알려진 소나무 임분 내 고사목을 대상으로 산림사업에 따른 고사율을 비교하고, 산불발생시 소모되는 산불연료량을 산림사업유무, 부후등급별로 추정하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 자료수집

국가산림자원조사 자료는 전국을 4km×4km 격자로 나누어 그 교차점에 4개의 표본점을 집락(Cluster)의 형태로 배치하는 계통적 집락추출법(Systematic cluster sampling)을 사용하고 있다(Korea Forest Service, 2012). 본 연구에서는 중앙표본점(S₁)에서 조사한 고사목 자료(2011~2015) 중 소나무에 대한 임목본수 비율이 75% 이상인 임분의 임상만을 추출하였다(<Figure 1>). 그 중 목재생산을 주목적으로 하는 시업지 임분과 목재생산에 법적으로 심각한 제약을 받는 비시업지(시

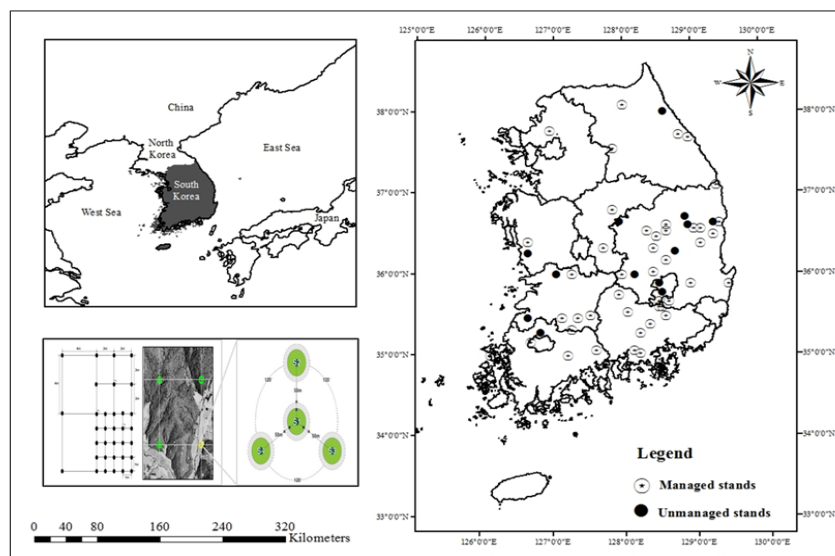


Figure 1. Map of the study sites in South Korea

Table 1. Summary of observed statistics for managed stands and unmanaged stands Pinus densiflora stands in South Korea

Types	No. of plots	Growth factors					
		Age (yr)	DBH (cm)	Height (m)	Trees per hectare (No./ha)	Volume (m ³ /ha)	Crown density (%)
Managed stands	40	35.2 ± 0.8	18.4 ± 0.8	14.3 ± 0.5	961.7 ± 24.7	246.0 ± 24.9	75.5 ± 2.4
		24.0 – 49.0	7.4 – 32.6	6.8 – 25.0	250.0 – 1500.0	20.8 – 864.8	38.0 – 88.0
Unmanaged stands	14	43.2 ± 3.4	15.5 ± 0.9	12.7 ± 0.8	1521.4 ± 218.7	139.7 ± 17.9	86.2 ± 1.8
		28.6 – 58.6	10.3 – 21.9	9.3 – 18.4	52.0 – 3175.0	50.4 – 279.0	63.0 – 88.0

※ Note: $\frac{\text{Mean} \pm \text{S.E.}}{\text{Min.} - \text{Max.}}$

업제한지) 임분을 구분하여 시업지 임분 총 40plots, 비 시업지 임분 총 14plots을 추출하여 분석에 이용하였다. 시업지 소나무림은 임분밀도 ha 당 961.7본, 임령 35.2년, 평균 흉고직경 18.4cm, 평균 수고 14.3m이었으며, 비시업지 소나무림은 임분밀도 ha 당 1,521.4본, 임령 43.2년, 평균 흉고직경 15.5cm, 평균 수고 12.7m이었다(<Table 1>).

2. 분석방법

1) 산림시업에 따른 임분조건별 고사율 비교

동일한 표본점에서 전체 임목에 대한 ha 당 총 재적(A)과 5년 동안 고사된 임목의 ha 당 총 재적(B)을 산출하고, 이를 다시 (B/A)*100로 하여 고사율을 추정하였다(Son, et al., 2018). 임령, 수고, 흉고단면적, 임분밀도, 수관밀도, 지위지수 등 고사율에 영향을 미친다고 판단한 변수는 Pearson 상관분석을 통해 종속변수인 고사율과 독립변수들 간의 상관관계를 통계적으로 분석하였다.

2) 고사목 연료량 및 부후등급별 추정

고사목이 가지고 있는 연료량을 추정하기 위해 고

Table 2. Conversion factors of coniferous forests by decay class

Decay class	Conversion factors	Ton of oil equivalent
I	0.25	0.45
II	0.23	
III	0.18	
IV	0.15	

※ Source: Yoon, et. al.(2011)

사목의 재적을 중량으로 전환하였다. 부후등급 분류 전환계수는 Yoon, et. al.(2011)가 개발한 계수를 사용하였으며, 발열량 전환계수는 목질계 바이오매스 1톤이 발열하는 단위인 석유환산톤(Ton of Oil Equivalent, TOE) 계수 0.45를 사용하였다(<Table 2>).

산림시업에 따른 고사목 연료량의 차이를 알아보기 위하여 t-검정을 진행하여 통계적 유의성을 검정하고자 하였다.

III. 결과

1. 산림시업에 따른 고사목 특성 비교

시업지 임분은 ha당 고사목 수가 평균 97.4본으로 나타난 반면, 비시업지 임분은 ha당 고사목 수가 평균 266.1본으로 시업지 임분에 비해 상대적으로 높은 고

Table 3. Summary of observed coarse woody debris statistics for managed stands and unmanaged stands Pinus densiflora stands in South Korea

Type	Coarse Woody Debris			
	DBH (cm)	Length (m)	No. of debris tree (ha)	Volume (m ³ /ha)
Managed stands	10.3 ± 3.9	5.3 ± 2.4	97.4 ± 74.7	3.7 ± 4.9
	6.0 – 24.0	1.7 – 12.0	25.0 – 300.0	0.1 – 19.7
Unmanaged stands	11.7 ± 0.8	5.2 ± 0.4	266.1 ± 80.5	9.1 ± 3.1
	6.0 – 20.0	2.8 – 7.7	25.0 – 950.0	0.2 – 37.1

※ Note: $\frac{\text{Mean} \pm \text{S.E.}}{\text{Min.} - \text{Max.}}$

사목의 분포를 보였다. 이는 시업이 이루어지지 않은 임분은 임목간의 거리가 가까워짐에 따라 경쟁을 유발하여 고사목이 증가한다는 기존 연구결과와 유사하였다(Franklin, *et. al.*, 2002; Mantgem, *et. al.*, 2009). 시업지 임분 내 고사목의 흉고직경은 10.3cm, 길이 5.3m, 재적 3.7m³/ha이었으며, 비시업지 임분 내 고사목의 흉고직경은 11.7cm, 길이 5.2m, 재적 9.1m³/ha이었다(<Table 3>).

2. 산림시업에 따른 고사율 비교

시업지 임분 고사율은 평균 1.8%, 비시업지 임분 고사율은 평균 5.3%로 비시업지 임분이 시업지 임분에 비해 상대적으로 높은 고사율을 보였다(<Table 4>). 비시업지 임분의 고사율은 강원지방 소나무림의 평균 고사율 4.6%(Lee, 2003)과 비슷한 수치를 보였다. 국외의 경우 미국 서부 침엽수 평균 고사율은 0.63~0.95%(Hamilton & Edwards, 1976)이며, 미국 동부 침엽수 평균 고사율 1.03%(Harcombe & Marks, 1983), 미국 미송 평균 고사율 0.80%(McArdle, 1949), 전나무 평균 고사율 0.5~1.2%(Harcombe, 1986)로 시업지 임분 내 고사율과 유사한 범위에 속하였다.

고사율에 영향을 미치는 인자(임령, 수고, 흉고단면적, 임분밀도, 수관밀도, 지위지수)에 대하여 상관관계를 분석한 결과, 시업지 임분의 고사율은 임령과 수관

밀도, 비시업지 임분의 고사율은 임분밀도와 수관밀도에서 정(Positive)의 상관관계를 보였다(<Table 5>). 시업지 임분과 비시업지 임분에서 상관관계 차이를 보인 인자는 임분밀도로 나타났다. 이는 산림관리가 이루어지지 않은 임분에서는 개체목간의 경쟁이 심화되어 경쟁에 의한 고사가 발생하기 때문에 이러한 연구결과가 나타난 것으로 판단된다.

3. 산림시업에 따른 고사목 연료량 비교

산림시업에 따른 고사목 연료량은 시업지 임분의 고사목 1.6TOE ha⁻¹, 비시업지 임분의 고사목 2.2TOE ha⁻¹로 비시업지 임분이 시업지 임분에 비해 높은 수치로 나타났다(<Figure 2>). 산림시업에 따른 고사목 산불연료량차이가 있는지를 알아보기 위하여 t-검정을 실시한 결과, 비시업지 임분과 시업지 임분의 고사목 연료량은 통계적으로 유의성이 있었다(p<0.01)(<Table 6>).

부후등급별 고사목 연료량을 비교한 결과, 시업지 임분의 I 등급의 연료량은 약 3.8TOE ha⁻¹, II 등급의 연료량은 약 2.2TOE ha⁻¹, III 등급이 1.7TOE ha⁻¹, IV 등급이 1.0TOE ha⁻¹으로 나타났다. 비시업지 임분의 I 등급 연료량은 약 5.3TOE ha⁻¹, II 등급 약 2.4TOE ha⁻¹, III 등급 약 2.0TOE ha⁻¹, IV 등급 약 1.1TOE ha⁻¹으로 시업지 임분 내 부후등급별 고사목 연료량에 비해 상대적으로 높은 연료량을 보였다(<Figure 3>). 두 임분 모두 최근 고사한 I 등급의 연료량이 가장 높게 나타났는데, 이러한 연구 결과는 고사목은 부후등급에 따라 밀도 차이가 발생하고, 최근 고사한 임목일수록 높은 밀도로 인해 더 많은 발열량을 나타내게 된다는 기존 연구결과와 일치하였다(Stephens & Jason, 2005; Sandstrom, *et. al.*, 2007). 이는 고사목이 가연연료로서 작용한다는 의미로 시업지 임분과 비시업지 임분에서 산불예방차원에

Table 4. Mortality rates and wildfire fuel load of coarse woody debris(CWD) in South Korea

Types	Ratio of CWD (%)
Managed stands	$\frac{1.8 \pm 0.2}{0.1 - 6.0}$
Unmanaged stands	$\frac{5.3 \pm 1.7}{0.2 - 22.6}$

※ Note: $\frac{\text{Mean} \pm \text{S.E.}}{\text{Min.} - \text{Max.}}$

Table 5. Pearson's correlation coefficient between mortality rates and other factors for managed stands and unmanaged stands in South Korea

Types	Age (years)	Height (m)	Basal area (m ² /ha)	Tree per hectare (/ha)	Crown density (%)	Site index (m)
Managed stands	0.20 ^(*)	0.48 ^(ns)	0.20 ^(ns)	0.06 ^(ns)	0.31 ^(*)	-0.03 ^(ns)
Unmanaged stands	0.05 ^(ns)	0.51 ^(ns)	0.33 ^(ns)	0.43 ^(*)	0.21 ^(*)	0.36 ^(ns)

※ Note: Significant at a level of 0.05^(*), significant at a level of 0.01^(**), non-significant^(ns)

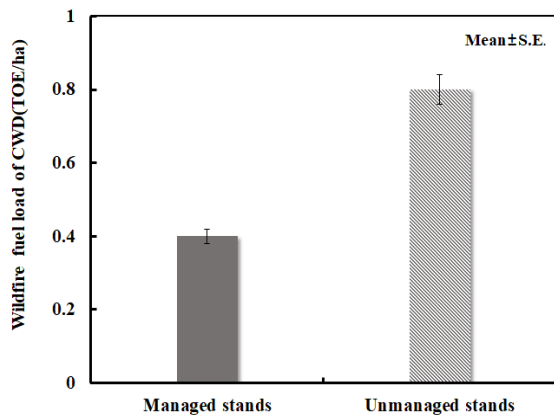


Figure 1. Comparison of wildfire fuel load of CWD between managed stands and unmanaged stands

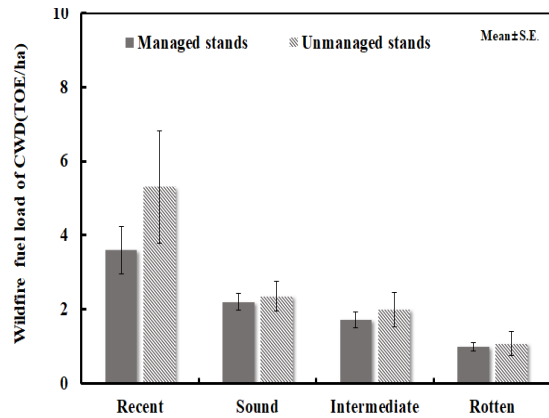


Figure 2. Wildfire fuel loads of CWD by decay class between managed stands and unmanaged stands

Table 6. Results of t-test between managed stands and unmanaged stands

Types	N	Mean	S.E.	t value	Pr> t
Managed stands	40	1.62	0.08	3.83	0.0012
Unmanaged stands	14	2.24	0.26		

서의 고사목 관리가 필요할 것으로 사료된다.

IV. 결론

본 연구는 산불에 취약한 대표 침엽수종인 소나무 임분 내 고사목을 대상으로 산림사업이 고사율과 고사목 산불연료량에 미치는 영향을 분석하였다. 본 연구결과에 의하면 사업지 임분의 고사율은 약 1.6%, 비사업지 임분의 고사율은 5.3%으로 나타났다. 이를 산불확산에 영향을 미치는 고사목 연료량관점에서 분석한 결과, 고사목의 산불연료량은 비사업지 임분이 2.2TOE ha⁻¹으로 사업지 임분 1.6TOE ha⁻¹에 비해 높게 나타났다(p<0.01). 부후등급별로 비교한 결과, 비사업지 임분이 사업지 임분에 비해 차지하는 산불연료량이 상대적으로 높게 나타났으며, 특히 산불에 가장 취약한 고사 I 등급이 차지하는 비율은 사업지 22%, 비사업지 29%으로 비사업지 임분에서 더 높은 고사목 분포를 보였다. 비사업지 임분에서 지표화에서 수관화로 확산시키는 역할을 하는 고사목이 차지하는 산불연료량이 높게 추정됨에 따라 산불확산위험성이 높을 것으로 판단된다. 추후 산림사업에 따른 고사목의

고사원인을 다양하게 조사하여 분석에 활용한다면, 산불예방을 위한 산불연료량 변화 파악 등과 같은 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 논문은 국립산림과학원 일반연구사업 위탁연구 과제 ‘우리나라 전 수종 산불연료모델 개발 검증 및 연료예측지도 작성’에 대한 연구결과의 일부임.

References

Brown, James K., Elizabeth D. Reinhardt, and Kylie A. Kramer. 2003. Coarse Woody Debris: Managing Benefits and Fire Hazard in the Recovering Forest. USDA Forest Service. Rocky Mountain Research Station GTR-105. 15.

Franklin, Jerry F., Thomas A. Spies, Robert Van Pelt, Andrew B. Carey, Dale A. Thornburgh, Dean Rae Berg, David B. Lindenmayer, Mark E. Harmon, William S. Keeton, David C. Shaw, Ken Bible, and Jiquan Chen. 2002. Disturbances and Structural Development of Natural Forest Ecosystems with Silviculture Implications, Using Douglas-fir Forests As

- an Example. *Forest Ecology and Management*. 155(2002): 399-423.
- Hamilton, David A. and B. M. Edwards. 1976. Modeling the Probability of Individual Tree Mortality. USDA Forest Service. 22.
- Harcombe, P. A. and P. L. Marks. 1983. Five Years of Tree Mortality in a Fagus-magnolia Forest, Southeast Texas (USA). *Oecologia*. 57: 49-54.
- Harcombe, P. A. 1986. Stand Development in a 130year Old Spruce Hemlock Forest Based on Age Structure and 50years of Mortality Data. *Forest Ecology and Management*. 14: 41-58.
- Innes, James C., Malcolm P. North, and Nathan Williamson. 2006. Effect of Thinning and Prescribed Fire Restoration Treatments on Woody Debris and Snag Dynamics in a Sierran Old-growth, Mixed Conifer Forest. *Canadian Journal of Forest Research*. 36(12): 3183-3193.
- Korea Forest Service(KFS). 2012. The 6th National forest Inventory Report. 60.
- Lee, Min Jun. 2003. Development of Individual Tree Growth Model by Forest Types. M.S. Thesis. University of Kookmin.
- McArdle, Richard Edwin. 1949. The Yield of Douglas-fir in the Pacific Northwest. USDA Forest Service. 201: 71.
- Mantgem, Phillip J., Nathan L. Stephenson, John C. Byrne, Lori D. Daniels, Jerry F. Franklin, Peter Z. Fule, Mark E. Harmon, Andrew J. Larson, Jeremy M. Smith, Alan H. Taylor, and Thomas T. Veblen. 2009. Widespread Increase of Tree Mortality Rates in the Western United States. *Science*. 323(5913): 521-524.
- Olajuyigbe, Samuel O., Brian Tobin, Paul Gardiner, and Maarten Nieuwenhuis. 2011. Stocks and Decay Dynamics of Above and Belowground Coarse Woody Debris in Managed Sitka Spruce Forests in Ireland. *Forest Ecology and Management*. 262(6): 1109-1118.
- Reinhardt, Elizabeth D., Robert E. Keane, and James K. Brown. 1997. First Order Fire Effects Model: FOFEM 4.0, User's Guide. USDA Forest Service. INT-344. Intermountain Research Station. 344.
- Sandstrom, Frida, Petersson Hans, Kruys Nicholas, and Stahl Goran. 2007. Biomass Conversion Factors (Density and Carbon Concentration) by Decay Classes for Dead Wood of Pinus Sylvestris, Picea Abies and Betula Spp. in Boreal Forests of Sweden. *Forest Ecology and Management*. 243(1): 19-27.
- Stephens, Scott L. and Jason J. Moghaddas. 2005. Fuel Treatment Effects on Snags and Coarse Woody Debris in a Sierra Nevada Mixed Conifer Forest. *Forest Ecology and Management*. 214(2005): 53-64.
- Stevens, V. 1997. The Ecological Role of Coarse Woody Debris: An Overview of the Ecological Importance of CWD in B.C. Forests. Working Paper 30/1997. Research Branch, B.C. Ministry of Forestry, Victoria, Canada.
- Son, Yeong Mo, Ju Hyeon Jeon, Sun Jeong Lee, Jong Su Yim, and Jin Taek Kang. 2018. Development of Estimated Equation for Mortality Rate by Forest Type in Korea. *Journal Korean Forest Society*. 106(4): 450-456.
- Tavankar, F., Picchio R., Monaco A. Lo, and Bonyad A. E. 2014. Forest Management and Snag Characteristic in Northern Iran Lowland Forests. *Journal of Forest Science*. 60(10): 431-441.
- Waring, R. H. and W. H. Schlesinger. 1985. Forest Ecosystems: Concepts and Management. Orlando, San Diego: Academic Press Inc.
- Yoon, Tae Kyung, Hae Geun Chung, Rae Hyun Kim, Nam Jin Noh, Kyung Won Seo, Woo Young Jo, and Yo Whan Son. 2011. Coarse Woody Debris Mass Dynamics in Temperate Natural Forest of Mt. Jumbong, Korea. *Journal of Ecology and Environment*. 34(1): 115-125.
- Korean References Translated from the English*
- 이민준. 2003. 임상별 단목 생장모델 개발. 석사학위 논문. 국민대학교.
- 손영모, 전주현, 이선정, 임종수, 강진택. 2017. 우리나라 침엽수 및 활엽수림의 고사율 추정식 개발. 한국산림과학회지. 106(4): 450-456.
- 산림청. 2012. 제 6차 국가산림자원조사 및 산림의 건강 활력도 조사. 60.

소나무임분에서 산림경영활동이 고사목 연료량에 미치는 영향

국문초록 본 연구는 산불에 취약한 대표 침엽수종인 소나무 임분을 대상으로 산림사업이 고사율과 고사목 연료량에 미치는 영향을 분석하고자 하였다. 이를 위해 제 6차 국가산림자원조사 고사목 자료 중 시업지 소나무림 40plots, 비시업지 소나무림 14plots를 분석자료로 사용하였다. 시업지 임분의 고사율은 약 1.6%, 비시업지 임분의 고사율은 5.3%으로 나타났으며, 산불확산에 영향을 미치는 고사목의 산불연료량은 비시업지 임분이 2.2TOE ha⁻¹으로 시업지 임분 1.6TOE ha⁻¹에 비해 높게 나타났다. 부후등급별로 비교한 결과, 산불에 가장 취약한 고사 I 등급이 차지하는 비율은 시업지 22%, 비시업지 29%으로 비시업지 임분에서 더 높은 고사목 분포를 보이고 있었으며, 부후도가 높아질수록 비시업지 임분이 시업지 임분에 비해 차지하는 연료량이 상대적으로 더 높게 나타났다. 따라서, 비시업지 임분에서 지표화에서 수관화로 확산시키는 역할을 하는 고사목이 차지하는 연료량이 더 높게 추정됨에 따라 산불확산위험성이 더 높을 것으로 판단된다.

주제어 : 고사목, 산림사업, 산불연료특성, 국가산림자원조사, 소나무

Profiles **Sun Joo Lee** : She received her master's Agriculture from Kongju National University in February 2018 with her master's paper title "Development of Growth and Diameter Distribution Models for *Larix leptolepis* Stands in South Korea". She is currently working for Forest Disaster Management Division of the National Institute of Forest Science as a researcher (lsj419@korea.kr).

Sung Yong Kim : He received his Ph.D. in Agriculture from Kongju National University in August 2015 with his Ph.D. paper titled "A Study on the Analysis of Fuel Characteristics for Forest Fire Hazard Assessment". He is currently working for Forest Disaster Management Division of the National Institute of Forest Science as a junior researcher. His current research interest includes forest fire prediction and forest fire fuel model and fire danger assessment(kitaco1@korea.kr).

Chun Geun Kwon : He received his Ph.D. in engineering from Kangwon National University in August 2014 with his Ph.D. paper titled "A Study on the Estimations of Forest Surface Fuel Moisture Content Change on Affecting Forest Fires- Focus on the Gangwondo Yeongdong area" He is Currently working for Forest Disaster Management Division of the National Institute of Forest Science as a junior researcher. He has conducted various research projects on forest fire and building on it, published many academic papers. His current research interest includes forest fire prediction and fuel moisture contents, and suppression techniques(chungeun@korea.kr).

Byung doo Lee : He received his Ph.D. in agriculture Seoul National University in August 2005 with his Ph.D. paper titled "Analysis of Behavior Characteristics of the 2000 Samcheok Forest Fire Using GIS/RS and Development of a Forest Fire Growth Prediction Model". He is currently working for Forest Disaster Management Division of the National Institute of Forest Science as a senior researcher(byungdoo@korea.kr).

Young Jin Lee : He received his Ph.D. in Forestry and Agriculture from Stephen F. Austin state University, U.S.A in 1998. He is a Professor of the Department of Forest Resources, Kongju National University, in which he has taught since 2002(leeyj@kongju.ac.kr).