

우리나라 주요 침엽수종의 산불 연료형 구분 - 리기다소나무와 잣나무 대상으로 -

김유승, 원명수*, 윤석희
국립산림과학원 기후변화연구센터

Fuel Type Classification of *Pinus rigida* and *Pinus koraiensis* Forest Stand in South Korea

Y. S. Kim, M. S. Won*, and S. H. Youn

Center for Forest & Climate Change, Korea Forest Research Institute, Seoul, Korea

I. 서 언

산불은 기온, 풍속, 습도 등의 기상인자와 연료의 종류, 밀도와 같은 임상인자, 방위와 경사도 같은 지형인자에 의해 복합적으로 영향을 받으며, 이들 인자에 따라 산불의 범위와 강도가 매우 다양하게 나타난다. 그 중에서 임상인자는 연소물질로 작용한다는 측면서 중요성이 크게 부각된다(Davis *et al.*, 1959). 기존 연구사례를 보면 수관층을 대상으로 한 연료 특성에 대한 연구는 많은 연구가 진행 되었으나(구교상 등, 2010; 이병두 등, 2010; 김성용 등, 2013), 지표층과 관목층에 대한 연구는 전무한 실정이다. 본 연구는 우리나라 주요 침엽수종(리기다소나무와 잣나무)을 대상으로 층위별 연료량 분포와 특성을 이해하여 산불방지를 위한 연료관리 정책에 기여하는 것을 목적으로 한다.

II. 재료 및 방법

2.1. 리기다소나무와 잣나무의 물리특성 조사

우리나라 주요 침엽수종(잣나무, 리기다소나무)의 연료형(fuel type) 구분을 위해 물리특성 조사와 임분별 층위별 분포특성 분석을 위한 시료 채취를 하였다(Table 1). 연구지역은 상대적으로 잣나무 개체 수가 다수인 경기(가평) 지역과 리기다소나무 주로 분포한 전북(진안)으로 하였다(Fig. 1).

* Correspondence to : forestfire@korea.kr

Table 1. Description of study sites

Site	Forest	Diameter class	Soil type (Humidity)	Aspect	Site for county	Total site No.	Total Sample No.
Jeonbuk (Jinan)	<i>P. rigida</i>	Small	Dry	North South	54	108	324
Gyeonggi (Gapyong)	<i>P. koraiensis</i>	Middle Large	Slightly dry Wet		54		

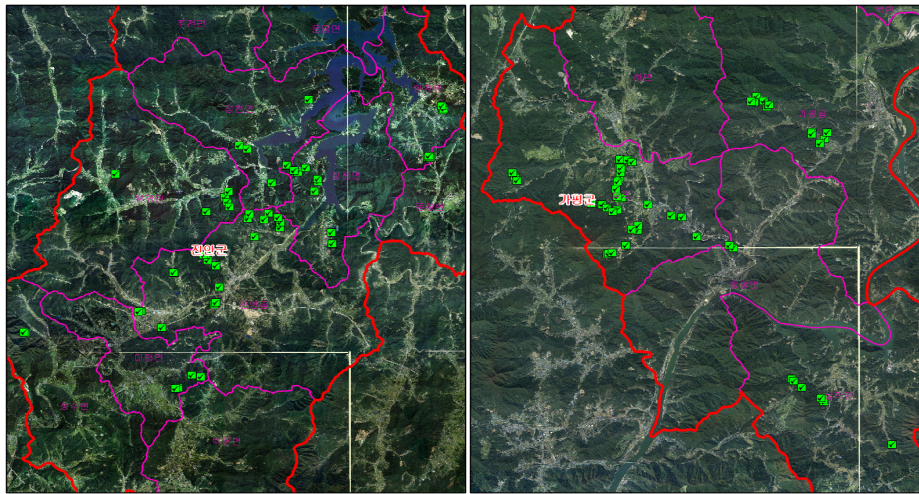


Fig. 1. Study sites for *P. rigida* (Jinan) and *P. koraiensis* (Gapyong).



Fig. 2. Collecting samples for forest fuel sample including leaves, branches and herbs.

대상지역의 파악을 위해 임상도와 토양입지도를 중첩하여 연료함 구분에 중요 인자인 토양형에 따라 시료 채취 대상지를 선정하였다. 선정된 지역에서 수종, 경급, 토양형, 방위로 구분하여

선정된 표준지에 대한 현장 조사를 실시하고, 입지정보, 임상정보, 식생조사, 연소물량조사, 매목조사를 조사야장에 기재하였다. 또한, 시료채취 시 같은 임분 내에서 관목층과 지표층으로 구분하여 채취하였다. 관목층은 1 m × 1 m(가로×세로)의 격자 틀을 이용하고, 지표층은 낙엽, 낙지, 초본을 대상으로 제작한 50 cm × 50 cm 정방형구 쇠틀을 이용하여 시료를 채집하였다(Fig. 2). 채집한 시료는 건조기에서 약 4일간 충분히 건조 시킨 후 그 양을 측정하였다.

2.2. 임분별 층위별 연료형 구분 및 연료량 등 분포특성 분석 및 검증

임분별 층위별 연료형 구분을 위해 통계분석을 실시하였고 사용된 자료는 리기다소나무(n=162), 잣나무(n=162) 각각의 관목, 낙엽, 낙지 초본이었다. 먼저 수집된 자료에 대해 정규성 검정(Shapiro-Wilk test)을 수행하였고 검정결과, 자료가 정규성을 만족시키지 않아 일원분류 분산분석에 대응되는 비모수적 검정법인 Kruskal-Wallis test를 이용하여 그룹 간 차이를 검정하였다. 그리고 추가로 그룹 간 차이가 있어 사후검정인 Dunn's test를 추가로 시행하였다. 물리특성과 연료량간의 관계를 확인하기 위해 Spearman의 순위상관계수를 이용하였다. 그리고 토양건습도(건조, 약건, 적윤)와 경급(소, 중, 대)의 조합을 통해 리기다소나무와 잣나무 각각 9개의 그룹으로 나누었고, 그룹 간 리기다소나무와 잣나무의 건중량 차이를 검정하였다. 또한, 리기다소나무와 잣나무 그룹별 연료량을 추정하기 위해 다중회귀분석을 하여 추정식을 구하였다

III. 결 과

리기다소나무와 잣나무의 경급별 연료량을 비교해 본 결과 잣나무가 리기다소나무에 비해 상층 연료량(kg·0.01ha⁻¹)이 1.4~1.5배 많았고 낙엽층 연료량은 1.6배, 낙지는 2배, 초본은 1.3배 많았다. 관목층은 리기다소나무림에서 2배 가량 많았다. 임분 내에서는 대체로 경급이 증가함에 따라 낙엽과 낙지의 연료량이 증가하는 반면, 관목과 초본의 지표연료량은 큰 차이를 보이지 않았다. 토양 건습도별 잣나무와 리기다소나무 비교결과 잣나무에서는 약건토양에서 상층 연료량과 낙엽, 낙지량이 가장 적었으며, 관목과 초본량은 적윤토양 일수록 감소하는 경향을 보였다. 리기다소나무림에서는 약건토양에서 상층연료량과 낙지량이 가장 많았으며, 적윤 토양에서는 관목의 연료량이 증가, 낙엽량은 감소하는 경향이 보였다.

통계분석결과, 리기다소나무의 상층 건중량(DWA : Dry Weight of Aboveground)은 토양건습도와 경급 그룹 간에 유의한 차이를 보였고($\chi^2=146.921$; df=8; P<0.0001), 관목층 건중량(DWS : Dry Weight of Shurb)과 지표층(DWG : Dry Weight of Ground)도 그룹 간 유의한 차이를 보였다(DWS: $\chi^2=67.6751$; df=8; P<0.0001; DWG: $\chi^2=114.6086$; df=8; P<0.0001). 잣나무의 경우에도 DWA, DWS, DWG에서 그룹 간 유의한 차이를 보였다(DWA: $\chi^2=147.0453$; df=8; P<0.0001; DWS: $\chi^2=116.3639$; df=8; P<0.0001; DWG: $\chi^2=101.3046$; df=8; P<0.0001).

사후검정을 결과를 통해 리기다소나무의 9개 그룹은 4개의 그룹으로 그룹화 할 수 있었다. 리기다소나무의 첫 번째 그룹은 경급이 소경목이고 토양건습도가 건조이고, 두 번째 그룹은 경급

이 중경목이고 토양건습도가 건조와 약건이고, 세 번째 그룹은 경급이 중경목이고 토양건습도가 습윤, 대경목이고 토양건습도가 건조이며, 네 번째 그룹은 경급이 대경목이고 토양건습도가 약건과 습윤의 특성을 갖는 것으로 나타났다(Fig. 3).

잣나무 경우에는 총 3개 그룹으로 그룹화 되었고 첫 번째 그룹은 경급이 소경목이고 두 번째 그룹은 경급이 중경목과 대경목이면서 토양건습도가 건조이고 세 번째 그룹은 대경목이고 토양건습도가 약건과 적윤으로 나타났다(Fig. 4).

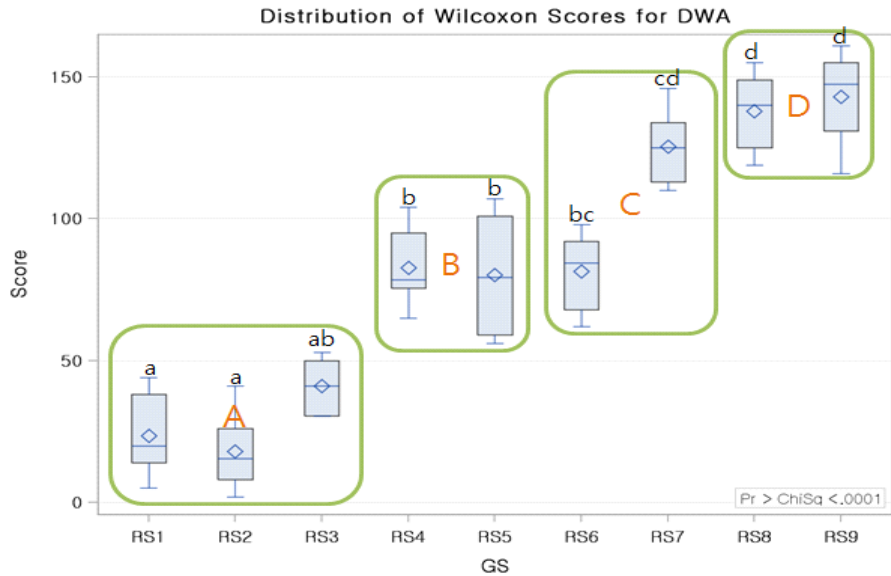


Fig. 3. The result of the Dunn's test for Dry weight of above ground *P. rigida*.

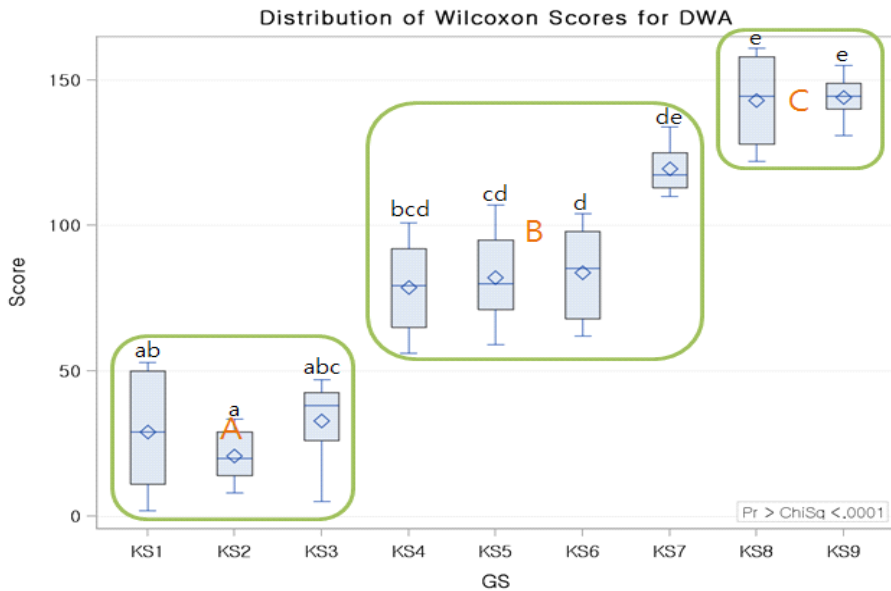


Fig. 4. The result of the Dunn's test for Dry weight of above ground of *P. koraiensis*.

리기다소나무와 잣나무 그룹별 연료량 추정식은 다음과 같다. 리기다소나무의 A그룹은 $y=12.3 \times \text{흉고직경} + 7.3 \times \text{지하고} - 68.9$ ($R^2=0.795$), B그룹은 $y=39.2 \times \text{흉고직경} - 20.3 \times \text{지하고} - 230.2$ ($R^2=0.337$), C그룹은 $y=37.9 \times \text{흉고직경} - 10.4 \times \text{지하고} - 305.8$ ($R^2=0.981$), D그룹은 $y=63.4 \times \text{흉고직경} - 18.6 \times \text{지하고} - 1012.5$ ($R^2=0.593$)로 도출되었다. 잣나무의 A그룹은 $y=24.0 \times \text{흉고직경} - 6.3 \times \text{지하고} - 116.6$ ($R^2=0.906$), B그룹은 $y=43.2 \times \text{흉고직경} - 11.3 \times \text{지하고} - 412.6$ ($R^2=0.986$), C그룹은 $y=40.4 \times \text{흉고직경} - 25.1 \times \text{지하고} - 87.9$ ($R^2=0.821$)로 도출되었다.

인용문헌

- Davis, K. P. and Brown, A. A., 1959: Forest fire: Control and Use. second edition. *McGraw-Hill*, pp. 3-259.
- 구교상, 이병두, 원명수, 이명보. 2010: 대구 팔공산 지역의 소나무 수관층 연료 특성. *한국임학회지*, 99(1), 52-56.
- 이병두, 원명수, 김선영, 윤석희, 이명보. 2010: 소나무 수관 부의별 연료량 추정식 개발 및 수관 연료밀도 분석. *한국임학회지*, 99(3), 391-396
- 김성용, 장미나, 이병두, 이영진. 2013: 우리나라 주요 침엽수종 수관층 연료특성 평가. *한국임학회지*, 100(2), 266-272.