



# 기상인자가 산림내 연료수분함량에 미치는 영향 분석 - 홍릉숲 소나무림을 대상으로 -

## Effect of Climate Factors on Fuel Moisture Contents in Forest - A Case Study on *Pinus densiflora* Stands in Hongreung Forest-

이선주, 권춘근\*, 김성용, 이예은, 서경원  
(국립산림과학원 산림방재연구과)

### 연구배경

- 산불의 확산에 영향을 미치는 요소로는 가연 연료, 지형, 기상인자와 산불 자체의 특성이 있음.
- 특히 산림연료와 산림연료 내 수분함량은 산불의 발생과 확산에 중요한 영향을 미치는 인자로 수분함량이 많은 경우 산불발생률이 적으며, 수분함량이 낮을 경우 산불발생률이 높게 나타나고 있음.
- 연료조건들이 산불발화 조건을 만족하기 위해서는 산림연료의 수분함량이 발화조건 수준까지 떨어져야만 산불이 쉽게 발생하게 됨. 그러나, 실제 모니터링을 통한 연구가 미비하며, 특히 강우 후 산림 연료에 대한 수분함량을 정량적으로 평가하는 연구는 부족한 실정임.

표1. 연료수분함량에 따른 화재가능성평가(NOAA)

Fuel moisture contents	Degree
5~6%	Extreme high
7~8%	Very high
9~10%	High
11~15%	Moderate
16~20%	low
21~25%	Very low
More than 25%	None

### 연구목적

산불확산에 영향을 미치는 산림내 연료수분함량과 기상인자와의 관계를 구명한 후 기상조건에 의한 연료수분함량 변화 예측하고자 함.

### 자료수집 및 분석방법

#### 1. 연료수분함량

- 시 공간적 범위 : 2018년 4월 28일 ~ 2019년 6월 14일(총 418일)
- 분석대상 : 홍릉숲 내 소나무림 지표층 연료
- 분석방법 : 매일 일정한 시간에 수집한 연료를 Anderson(1978)가 제시한 수분함량 분석방법에 의거하여 연료수분함량 분석

$$FMC = \frac{W_w - W_d}{W_d} \times 100$$

$W_w$  = 연료건조 전 무게,  $W_d$  = 연료건조 후 무게

#### 2. 기상인자와 연료수분과의 관계

- 분석대상 : 홍릉 임업시험림 내 산악기상관측망 자료(10분 단위 하루 약 144건)
- 분석방법 : 기상인자(강수량, 온도, 습도, 바람, 일사량, 일조시간 등)와 연료수분함량 변화에 대한 상관관계를 SAS 통계프로그램 활용하여 분석하였음.

#### 3. 연료수분함량 예측모델

- 종속변수 : 연료수분함량
- 독립변수 : 강수량, 지면온도, 상대습도, 풍속, 강수경과일
- 구축된 자료의 80% 모델개발 / 20% 모델검증

### 연구결과

#### 1. 기상인자와 연료수분과의 관계

기상인자와 연료수분함량 간의 상관관계는 평균 상대습도(0.44\*\*), 지면온도(-0.34\*\*), 강수량(0.34\*)이 가장 높은 상관성을 보임(표 1). 특히 강우 전과 후의 연료수분함량은 평균 97.8% 증가율을 보였으며, 3일 후 최소 산불발생조건인 연료수분함량 20% 이하로 감소하는 패턴을 보임.

표2. 기상인자와 연료수분과의 상관분석결과

상대습도 (%)	지면온도 (°C)	강수량 (mm)	일사량 (MJ/m <sup>2</sup> )	일조시간 (hr)	풍속 (km/ha)
0.44(**)	-0.34(**)	0.34(*)	-0.06(ns)	0.31(ns)	-0.03(ns)

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

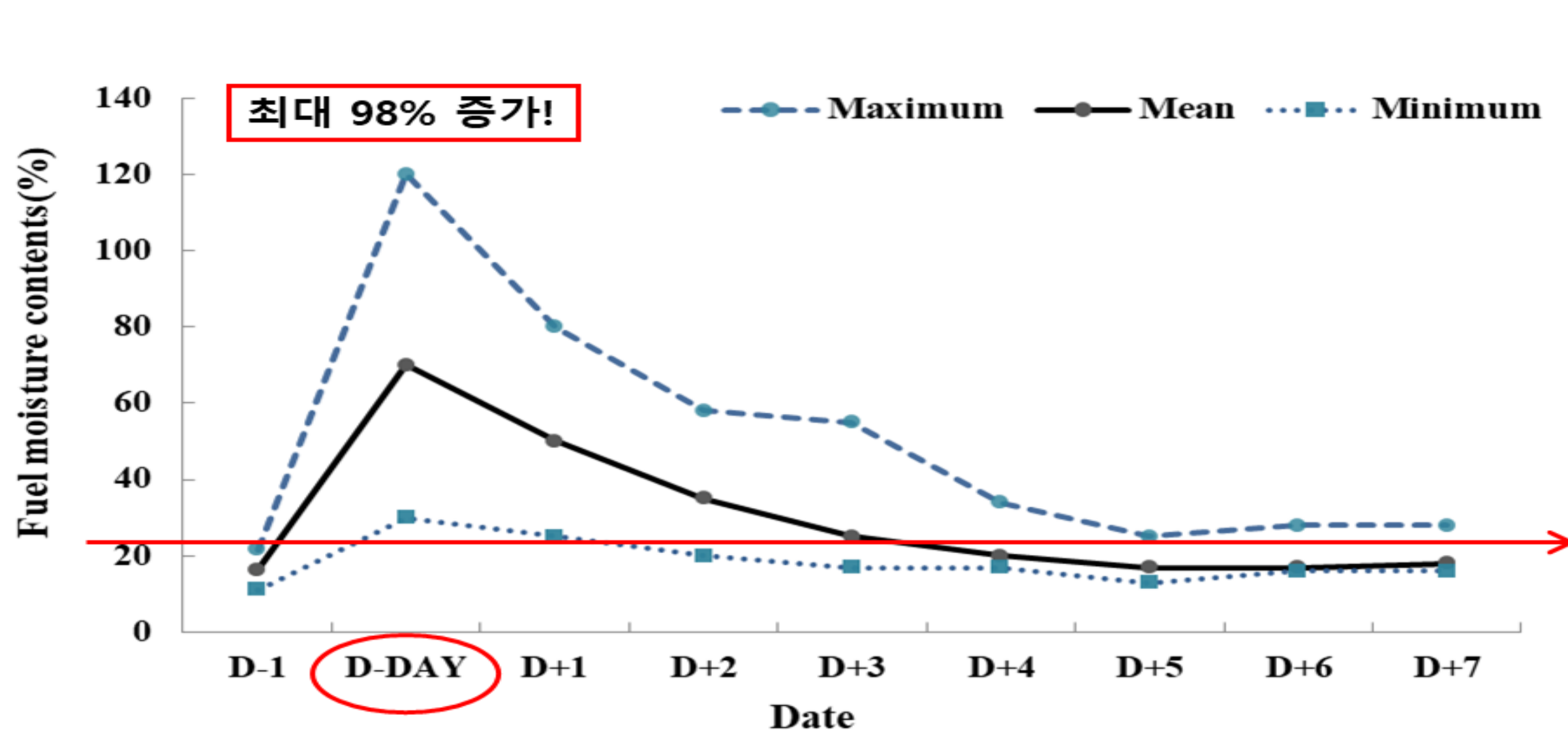


그림1. 강우 전후에 따른 연료수분함량 패턴분석

#### 2. 연료수분함량변화 예측모델 개발 및 검증

- 연료수분함량 예측모델을 개발한 결과, 결정계수( $R^2$ )는 0.627로 나타났으며, 통계적인 유의성을 보임( $P < 0.05$ ).

$$(21.7 + (0.5 * \text{강수량}) + (-1.5 * \text{지면온도}) + (1.0 * \text{상대습도}) + (19.6 * \text{풍속}) + (-1.1 * \text{강수경과일})) R^2 = 0.627$$

- 기상실측자료와 예측모델을 이용하여 예측값과 관측값 차의 유의성을 검증하기 위해 T-test를 실시한 결과 1% 수준에서 유의성을 보였음

	개수	평균	T	P
관측값	48,154	57.4	-4.308	.001
예측값	12,038	51.7		

### 연구결론

- 홍릉숲 내 소나무림으로 한정되어 상관분석과 연료수분함량 예측모델을 개발하였으므로 우리나라 소나무림을 대표하기에는 다소 무리가 있음.
- 추후 더 많은 자료수집을 통해 전국모델로 확대할 수 있는 방안마련이 필요함.

본 연구자료는 산불위험예보시스템 고도화에 기초자료로 활용될 것으로 기대됨.