

우리 나라 중부지역에 분포되어있는 몇가지 수종들의 불저항성분석

김명심, 홍성철

위대한 수령 김일성 동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《산림이 있는 곳에 방화선을 만들어 놓아야 합니다. 방화선을 만들어 놓아야 산불이
나도 다른데로 확대되는것을 막을수 있습니다.》(《김일성전집》 제31권 304페이지)

우리는 우리 나라 중부지역에 분포되어있는 12개 수종들의 물기함량과 거친기름질
함량, 회분함량, 발열량, 발화온도에 대한 측정실험과 통계분석을 통하여 산불막이수종
선정의 기초로 되는 불저항성을 분석평가하였다.

재료 및 방법

1) 재료

재료로는 우리 나라 중부지역에 분포되어있는 가래나무(*Juglans mandshurica*)와 은백양
나무(*Populus alba*), 가중나무(*Ailanthus altissima*), 측백나무(*Biota orientalis*), 사철나무
(*Euonymus japonica*), 들메나무(*Fraxinus mandshurica*), 은행나무(*Ginkgo biloba*), 아카시아
나무(*Robinia pseudo-acacia*), 단나무(*Aronia melanocarpa*), 야광나무(*Malus baccata*), 참대버드
나무(*Salix* spp.), 비타민나무(*Hippophaea rhamnoides*)들을 리용하였다.

2020년 5월에 채집한 12개 수종의 잎과 직경 1cm 되는 가지들을 재료로 리용하였다.

매 수종에 대하여 3그룹의 표준나무들에서 부위별로 3반복으로 채집하여 연구에 리용
하였다.

2) 방법

(1) 측정방법

물기함량측정 수종들에서 같은 부위의 직경 1cm 되는 신선한 가지와 잎을 채취하여
생질량을 측정 한 다음 표본시료를 105℃의 건조로에서 질량이 변하지 않을 때까지 넣어
두었다가 질량을 측정하였다.[1]

매 수종들에 대하여 각각 3회 반복측정하였다.

물기함량(%)은 다음의 식[2]으로 계산하였다.

$$\text{물기함량} = \frac{\text{시료의 생질량} - \text{시료의 절대건조질량}}{\text{시료의 생질량}} \times 100$$

거친기름질의 함량측정 기름질추출장치를 리용하여 분쇄한 가지표본의 기름질함량을
측정하였으며 용매로는 석유에테르를 리용하였다. 추출은 40~60℃의 온도에서 12h동안
진행하였다. 그다음 표본들을 60℃의 온도에서 48h동안 건조시켰다.[1]

매 표본의 거친기름질함량(%)을 다음의 식[2, 4, 5]으로 계산하였다.

$$\text{거친기름질함량} = \frac{\text{시료의 절대건조질량} - \text{추출후 절대건조질량}}{\text{시료의 절대건조질량}} \times 100$$

발화온도측정 발화온도는 시차열분석장치(《Shimadzu DTA-50》)로 측정[4, 5]하였다. 실험에서 온도의 상승속도는 $20^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 이고 온도의 측정범위는 $15\sim 650^{\circ}\text{C}$ 이다.

측정을 위해 분쇄하여 보관한 매 수종의 가지표본들을 실험재료로 리용하였다.

발열량측정 측정을 위해 보관한 매 수종의 다른 가지표본을 실험재료로 리용하였다.

매 시료 1.0g을 취하여 산소bomb열량계(《OSK 100-4》)에서 발열량을 측정하였다.

회분함량측정 회분함량은 열무게분석장치(《Shimadzu TGA-50》)를 리용하여 측정하였다. 실험에서 온도의 상승속도는 $20^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 이고 온도의 측정범위는 $15\sim 650^{\circ}\text{C}$ 이다.

측정을 위해 분쇄하여 보관한 매 수종의 가지표본을 실험재료로 리용하였다.

(2) 통계분석방법

주성분분석법과 무리분석법[3]을 리용하여 수종들의 불저항성에 대한 분석을 진행하였다.

결과 및 분석

1) 연구결과

매 수종들의 잎과 가지표본들의 물기함량과 가지표본의 거친기름질함량, 회분함량, 발열량, 발화온도에 대한 분석결과는 표 1과 같다.

표 1. 연구수종들의 물기함량, 거친기름질함량, 회분함량, 발열량, 발화온도

No.	수종	물기함량 /%	거친기름질 함량/%	회분함량 /%	발열량 /(MJ·kg ⁻¹)	발화온도 /°C
1	가래나무	65.5	2.30	11.10	16.71	253.63
2	은백양나무	64.8	3.75	6.70	18.72	247.41
3	가중나무	58.3	2.97	6.26	18.51	240.20
4	측백나무	48.7	3.76	2.21	18.19	232.41
5	사철나무	65.6	1.55	5.10	17.35	226.72
6	들메나무	67.2	3.25	2.7	15.85	257.00
7	은행나무	62.2	1.60	7.82	18.70	253.97
8	아카시아나무	62.9	2.20	7.40	18.47	239.80
9	단나무	58.3	0.58	9.68	16.18	232.12
10	야광나무	56.2	3.11	6.22	16.70	228.46
11	참대버드나무	65.5	2.76	10.44	17.56	242.07
12	비타민나무	57.9	0.60	2.26	17.19	227.24

표 1에서 보는바와 같이 물기함량이 많은 수종은 들메나무와 사철나무, 참대버드나무, 가래나무, 은백양나무이고 거친기름질함량이 적은 수종은 단나무와 비타민나무, 사철나무이며 회분함량이 많은 수종은 가래나무와 참대버드나무, 단나무 등이고 발열량이 낮은 수종은 들메나무와 단나무, 야광나무, 가래나무이며 발화온도가 높은 수종은 들메나무와 은행나무, 가래나무이다.

2) 결과분석

주성분분석 물기함량과 기름질함량, 회분함량, 발열량, 발화온도 5개의 측정지표에 대하여 주성분분석을 진행하고 매 수종에 대한 불저항성지표값계산을 진행하였다.(표 2, 3)

표 2. 고유벡터

구분	발화온도	거친기름질함량	물기함량	회분함량	발열량
주성분 1	0.48	-0.23	-0.09	-0.37	0.76
주성분 2	0.20	0.68	-0.35	0.54	0.30
주성분 3	0.05	0.59	0.74	-0.32	0.07
주성분 4	0.46	-0.35	0.52	0.63	-0.03
주성분 5	0.72	0.14	-0.23	-0.28	-0.58

표 3. 고유값과 기여률

구분	인자구분				
	물기함량	거친기름질함량	발열량	회분함량	발화온도
고유값	0.207	0.169	0.108	0.060	0.033
기여률/%	35.90	29.33	18.68	10.41	5.67

계산결과로부터 매 인자의 기여률은 각각 물기함량이 35.90%, 거친기름질함량이 29.33%, 발열량이 18.68%, 회분함량이 10.41%, 발화온도가 5.67%이다.

이로부터 첫 4개 인자의 축적기여률은 94.3%로서 주요지표로 되며 나머지인자인 발화온도는 산불막이수종을 선정하는데서 보조지표로 리용할수 있다는것을 알수 있다.

고유벡터와 고유값에 의한 불저항성지표값계산식은 다음과 같이 얻을수 있다.

$$F_1 = 0.48X_1 - 0.23X_2 - 0.09X_3 - 0.37X_4 + 0.76X_5$$

$$F_2 = 0.2X_1 + 0.68X_2 - 0.35X_3 + 0.54X_4 + 0.3X_5$$

$$F_3 = 0.05X_1 + 0.59X_2 + 0.74X_3 - 0.32X_4 + 0.07X_5$$

$$F_4 = 0.46X_1 - 0.35X_2 + 0.52X_3 + 0.63X_4 - 0.03X_5$$

$$F = 0.11F_1 + 0.27F_2 + 0.231F_3 + 0.25F_4$$

여기서 X_1 은 발화온도, X_2 는 거친기름질함량, X_3 은 물기함량, X_4 는 회분함량, X_5 는 발열량, F_1 은 주성분 1, F_2 는 주성분 2, F_3 은 주성분 3, F_4 는 주성분 4, F 는 불저항성지표를 나타낸다.

웃식에 의하여 계산된 수종별불저항성지표값은 그림 1과 같다.

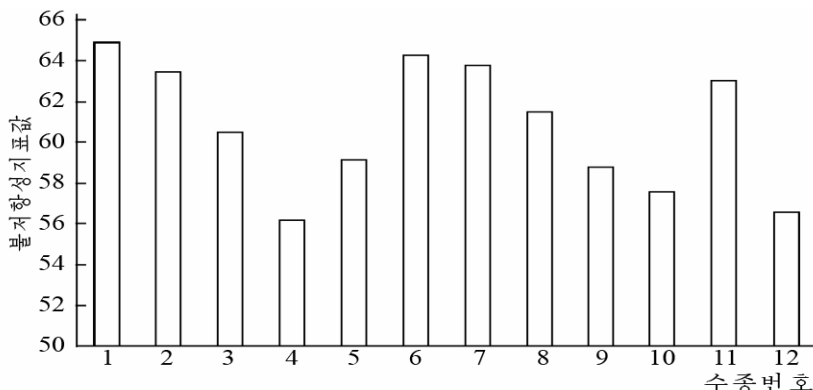


그림 1. 수종별불저항성지표값

그림 1에서 보느바와 같이 불저항성지표값이 가장 높은 수종들은 가래나무(64.9), 들메나무(64.3), 은행나무(63.8), 은백양나무(63.5)이며 이로부터 이 수종들의 불저항성이 가장 높다는것을 알수 있다.

불저항성지표값이 가장 낮은 수종은 측백나무(56.2)로서 불저항성이 가장 낮다.

이로부터 산불막이수종으로 가래나무와 들메나무, 은행나무, 은백양나무를 선정할수 있다는 결론을 얻을수 있다.

무리분석에 의한 산불막이수종의 선정 때 수종에 대하여 물기함량과 기름질함량, 발열량, 회분함량, 발화온도 5개의 측정지표를 가지고 최장거리법과 마하라노비스거리에 기초한 Q형무리분석을 진행하였다. 수종들의 무리분석결과는 그림 2와 같다.

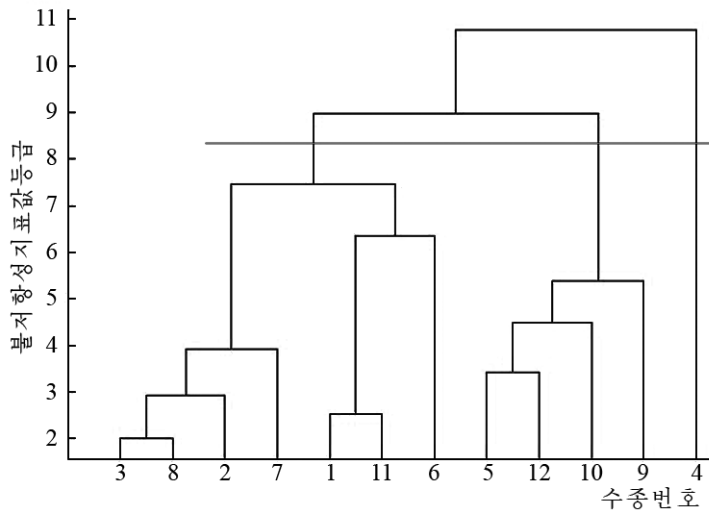


그림 2. 수종들의 무리분석결과

12개의 수종을 유사한 불저항성을 가진 3개의 유형으로 분류하였다.

첫번째 유형에는 불저항성지표값이 60점이상인 가래나무와 들메나무, 은행나무, 은백양나무, 참대버드나무, 아카시아나무, 가중나무가 포함되었고 두번째 유형에는 불저항성지표값이 56.6이상인 사철나무와 단나무, 야광나무, 비타민나무가 포함되었으며 세번째 유형에는 불저항성지표값이 가장 낮은 측백나무가 속하였다.(표 4)

표 4. 무리분석결과

구분	수종
유형 1	가래나무, 들메나무, 은행나무, 은백양나무, 참대버드나무, 가중나무, 아카시아나무
유형 2	사철나무, 비타민나무, 야광나무, 단나무
유형 3	측백나무

이것은 무리분석결과가 주성분분석을 통하여 얻어진 결과와 거의 일치하다는것을 보여준다.

주성분분석과 무리분석을 종합하면 불저항성이 강한 수종으로는 가래나무와 들메나무, 은행나무, 은백양나무라는것을 알수 있다.

맺 는 말

수종들의 물기함량과 거친기름질함량, 발화온도, 발열량, 회분함량에 대한 측정실험과 통계분석을 통하여 다음의 결론을 얻을수 있다.

1) 일반적으로 넓은잎나무는 바늘잎나무보다 강한 불저항성을 가지고있다.

12개의 수종들가운데서 가래나무와 들메나무, 은행나무, 은백양나무가 가장 강한 불저항성을 가진다.

2) 바늘잎나무인 측백나무는 12개의 수종가운데서 불저항성이 가장 낮다.

참 고 문 헌

[1] 김기남 등; 계기분석, 김일성종합대학출판사, 79~82, 주체103(2014).

[2] 강진조 등; 생물방화림대조성, 공업출판사, 82~97, 주체105(2016).

[3] H. T. Martin; MATLAB Recipes for Earth Scienccees, Springer, 257~261, 2007.

[4] R. K. Hagmann et al.; Landscape Ecology, 34, 551, 2019.

[5] J. Hervé et al.; Current Forestry Reports, 3, 223, 2017.

주체110(2021)년 4월 5일 원고접수

Analysis for Fire Resistance of Some Tree Species Distributed in Middle Area of DPR Korea

Kim Myong Sim, Hong Song Chol

We tested the moisture content, rough oil content, ignition point, calorific value and ash content of 12 tree species distributed in middle area of DPR Korea and analyzed fire resistance of tree species.

Keywords: fire resistance, moisture content, rough oil content, ignition point, calorific value, ash content