

지역별 산불발생 위험요인 특성 분석

이시영¹, 한상열², 안상현¹, 이명보¹, 오정수¹

¹임업연구원, ²경북대학교 임학과

Regional Analysis of Forest Fire Occurrence Factors

Si-Young Lee¹, Sang-Yoel Han², Sang-Hyun An¹, Myung-Bo Lee, and Jeong-Soo Oh

¹Korea Forest Research Institute; ²Department of Forestry, Kyungpook National University

1. 서언

우리나라는 전 국토의 65%가 산지이며, 이중 97%가 임목지이다. 불에 잘 타는 침엽수 임상(林相)이 45%로 가장 많고, 잡목이 우거져 있으며, 가연성 낙엽이 많이 쌓여있기 때문에 일단 산불이 나면 수평적으로나 수직적으로 빠르게 확산된다. 산불은 대부분 인위적인 실화로 최근 5년간 입산자실화, 논·밭두렁소각에 의한 산불발생이 연평균 63%로 가장 많은 비중을 차지하고 있다. 이외에도 어린이불장난, 쓰레기소각, 담배불 실화, 군사훈련 등의 산불발생요인이 있다.

계절별 발생현황을 보면 대륙성기후의 영향으로 건조한 날씨가 지속되는 봄과 겨울철에 전체 발생건수의 92%가 발생되고 있다. 산불은 하루 중 주로 11시~18시 사이에서 85%가 발생한다. 이는 연료가 건조되는 기상적인 요인도 있지만 사람이 주로 활동하기 때문으로 추측된다. 특히 16시~18시 사이의 산불은 실제 발화(發火)와 발견, 보고시간의 지연 등을 감안하면 산불이 집중적으로 발생하는 시간대는 대략 오전 11시~오후 4시경으로 볼 수 있다. 우리나라 산불의 일차적인 원인으로 인위적인 요인과 밀접한 관계를 가지지만 이것이 산불로 발생하기까지는 지역별로 기상요인과 연료 및 지형조건과 깊은 상관관계를 가지고 있다.

따라서 본 연구는 지역별 산불원인과 기상조건과의 유사성(similarity)을 적절한 통계적 분석을 적용하여 산불발생의 여러 특성을 유형화(grouping)함으로써 산불발생위험예측모형 개발의 기초자료를 제시하고자 수행되었다.

2. 재료 및 방법

본 연구를 수행하기 위하여 크게 여섯가지로 구분하여 수행하였는데 첫째, 우리나라에서 발생하는 산불에 대한 일반적인 현황을 파악하기 위하여 최근 5년간('96~2000) 산림청에 보고된 통계자료를 이용하여 전국의 연도별 산불발생빈도와 피해면적, 계절변화(계절별 발생건수), 그리고 지역별(각 도별)로 30ha이상의 대형산불 발생건수를 분석하였다. 둘째, 10년간 강원도 18개 시·군 지역의 산불발생현황자료를 이용하여 계절간 산불발생의 발생빈도 및 요일간 변화, 그리고 시간대별 산불발생의 빈도, 그리고 산불피해지역의 임상(林相)에 대한 특성구명은 빈도분석(frequency test)을 실시하여 구명하였다. 셋째, 최근 발생한 동해안산불과 같은 대형산불에 영향을 미치는 기상요인들을 규명하고 강원도 각 시·군을 지역별로 유형화하기 위하여, 지역별 기상요인들의 수집이 가능한 강원도 11개 시·군 기상대의 6년간('95~2000)의 기상자료를 분석하였다. 분석된 기상

자료는 일별 평균온도, 상대습도, 풍속 등의 14개 기상인자를 이용하였으며, 지역별 차이검정은 분산분석의 다중검정을 적용하였다. 분석결과에 대한 지역별 차이해석에서는 11개 지역 기상대에 따라서 모든 기상인자의 차이가 존재할 것으로 판단되어, 2000년 동해안산불의 최대피해지역인 강릉, 속초, 동해, 삼척지역을 중심으로 이들 지역이 다른 지역과 어떠한 기상인자가 차이가 있는지를 파악하는 사후검정방식을 적용하였다. 넷째, 강원도 지역의 18개 시·군의 과거 10년간('91~2000)의 산불발생빈도와 지역별 산불발생원인 자료를 대응일치분석에 적용하여 지역과 산불발생원인간에는 어떠한 관련성이 있는가를 파악하였다. 다섯째, 동일한 산불발생일에 출화(出火)된 18개 시·군 각각에 대하여 지역간의 산화발생일을 근거로 유사성을 수량화하여 지역별 산불발생의 유형화를 시도하였다. 분석방법은 지역간의 친근성을 나타내는 정량적 자료(metric data)를 수량화하여 이용하는 수량화(quantification) VI법과 수량화된 두 지역간의 정량화된 거리수치행렬을 평면상에 계산하는 다차원척도법(multidimensional scaling)을 적용하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 우리나라 산불발생현황

최근 5년간 우리나라의 연평균 산불발생 현황은 발생건수의 경우 '96, '97년 이후 감소추세를 보이다가 '99년 이후 급격한 증가추세를 보이고 있으며, 피해면적의 경우는 특히, '96~'99년까지 감소추세를 보이다가 2000년에 급격히 증가하는 경향을 보였으며, 5년간 연평균 발생건수는 472건에 피해면적은 6,958ha로 나타났다. 우리나라의 산불발생은 계절풍의 영향을 많이 받는 3~4월에 가장 많이 발생한다. 이 시기는 건조한 날씨가 지속되고 바람이 많이 불어 산림내의 가연물이 건조해지기 쉬워 산불발생이 가장 많다(이시영, 1995). 최근 5년간('96~'2000) 계절별 산불발생 건수를 보면 봄철에 301건으로서 65%가 발생하였으며, 여름철에 7건에 1%, 가을철에 30건에 6%, 겨울철에 13건에 28%가 각각 발생하였다. 최근 5년간 30ha이상 대형산불 발생지역을 보면 강원도(59%) > 경남(16%) > 경북(11%) > 충남(5%)와 부산·전남·경기 각 3% 순으로 나타났다.

3.2. 연구대상지(강원도 18개 시·군지역)의 최근 10년간 산불발생현황

월별 산불발생빈도는 4월달이 236건(39.1%)으로 가장 많은 산불이 발생한 것으로 나타났으며, 다음으로 3월달(20.2%), 2월달(11.9%) 순으로 발생하여 2·3·4월달에서 발생한 산불이 전체 산불발생의 71.2%로 대부분을 차지하고 있다. 산불발생의 요일별 발생빈도는 월요일에서 일요일까지 모든 요일들이 12.9%에서 15.7%까지 고르게 분포하고 있어 요일별 산불발생빈도는 차이가 없고, 산림소유구분에 따른 산불발생빈도는 사유림이 전체발생건수에 399건(66.1%)으로 가장 높게 나타났으며, 국유림 130건(21.5%), 국/사유림 21건(3.5%), 공유림 8건(1.3%), 군사지역 산림 7건(1.2%) 순으로 발생하고 있다. 18개 시·군별 산불발생현황은 강릉이 80건(13.2%)으로 가장 많은 산불이 발생했으며, 춘천 63건(10.4%), 홍천 56건(9.3%) 순으로 나타났다. 산불발생원인으로는 입산자실화가 217건(35.9%)으로 가장 높게 나타났으며, 논밭두렁소각 56건(9.3%), 농산폐기물소각 52건

(8.6%), 쓰레기 조각 52건(8.6%), 담뱃불 42건(7.0%), 군부대 훈련 33건(5.5%) 순으로 나타났다. 방화의 경우도 17건(2.8%)로 나타났고, 산불피해지의 임상에 따른 발생빈도는 소나무 단순림의 경우가 119건(19.7%)으로 가장 높게 나타났으며, 시초 81건(13.4%), 소나무 활잡목 72건(11.9%), 활잡목 59건(9.8%), 잣나무림 55건(9.15) 순으로 나타났다.

3.3 기상인자에 의한 강원도 지역별 유형화

강원도 11개 지역기상대에서 6년간(1995-2000) 2·3·4월의 5,354일자의 12개의 시계열 기상인자(기온, 습도, 풍속, 강우관련 기상인자)들에 대한 상관분석(correlation analysis) 결과 기온과 습도는 음(-)의 상관관계를 보이고 있으며, 날씨속성자료에서는 일조시간과 운량, 강우량이 음(-)의 상관관계를 보이는 것으로 나타나 일반적인 기대와 부합하고 있었으며, 대부분의 기상인자들은 모두 양(+)의 상관관계를 보이고 있는 것으로 나타났다.

강원도 10개지역 기상대(속초, 철원, 춘천, 강릉, 동해, 원주, 영월, 인제, 홍천, 태백)의 일일기상자료를 이용하여 분산분석(one-way ANOVA) 결과 운량(雲量)과 강우량, 그리고 일조시간이 1% 유의수준에서 유의성이 없는 것으로 나타나 지역 기상대간 차이가 존재하지 않는 것으로 나타났으며, 이외 기온, 습도, 풍속관련 기상인자는 모두 지역간에 차이가 있는 것으로 나타났다.

한편, 도출된 결과들 가운데 강원도 동해안산불의 최대피해지역인 강릉, 삼척, 동해, 강릉지역의 기상요인과 타지역간의 기상요인에 차이가 있는지를 검토한 결과, 통계적으로 일일평균온도와 최대온도, 최저온도에서는 내륙지방보다 높았으며, 풍속의 경우에서도 내륙지역보다 높은 것으로 나타났으며, 이러한 결과는 2000년 초대형 산불피해지역인 강릉, 속초, 동해 지역이 타 지역보다 기온이 높고, 강한 바람이 부는 기상적 특성에 영향이 있는 것으로 해석된다.

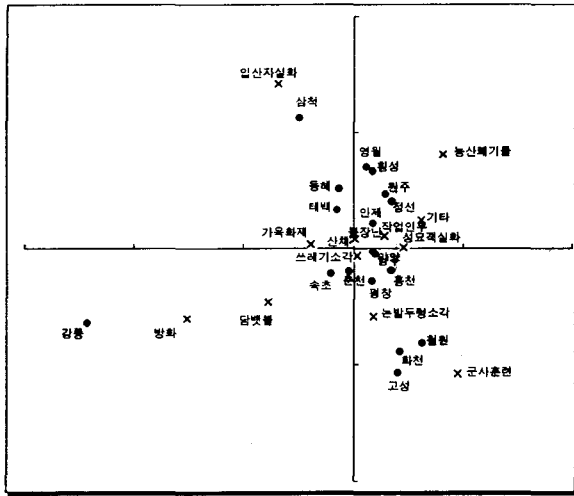
기상자료에 대한 지역별 판별분석 결과 10개 지역간 기상요인들은 집단간(집단1과 집단2)의 차이가 있음을 보여주고 있었는데, 강릉, 동해, 속초의 동해안지역(영동지역)과 영월, 원주, 인제, 철원, 춘천, 태백, 홍천의 내륙지역으로 판별되었다. 따라서 산불발생확률 예측모형의 개발은 크게 동해안 해안에 위치하고 있는 영동지역과 그 외 내륙지역으로 유형화하여 개발되어야 한다.

3.4 산불발생원인과 발생지역간의 관계구명

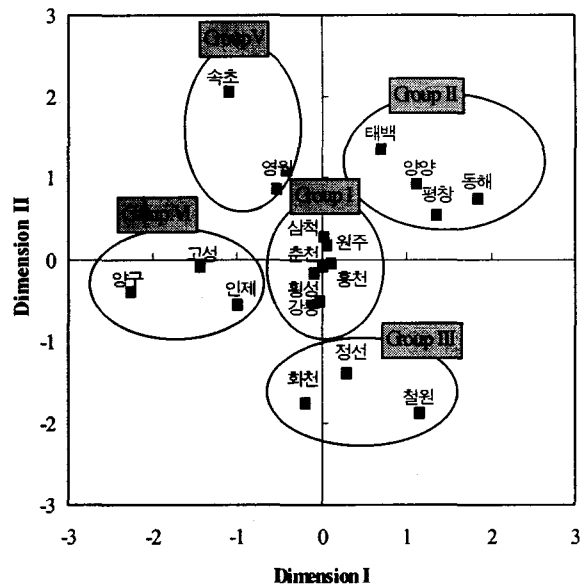
2차원에 대한 대응일치분석의 결과 지역과 산불발생원인과의 관계에서 가장 확연히 구분되는 지역으로는 '강릉'의 경우로 '방화'와 깊은 관련이 있는 것으로 나타났다. 또한 '삼척'은 '입산자실화'와 '철원', '화천', '양구'지역은 군사훈련과 관계하는 것으로 보여지며, '속초'와 '춘천'의 경우에는 '쓰레기 조각'과 '담뱃불'이 타지역보다 밀접한 관련성이 있는 것으로 나타났다<그림 1>.

3.5 산불발생일에 의한 시·군별 유형화

산불출화일의 불일치일을 이용하여 다차원척도법에 적용한 결과 총 5개의 그룹으로 분류할 수 있었는데, 지역군 I의 시·군으로는 삼척, 강릉, 춘천, 원주, 홍천, 횡성으로 나타났으며, 지역군 II는 동해, 태백, 양양, 평창, 지역군 III은 정선, 철원, 화천, 지역군 VI는 고성, 인제, 양구, 마지막지역군 V에서는 속초와 영월로 구분되었다<그림 2>.



<그림 1> 산불발생원인에 의한 지역별 유형화



<그림 2> 산불발생일에 의한 지역별 유형화

인용문헌

1. 김충련. 1994. 기초통계분석을 위한 SAS강좌. 데이타리서치. 서울.
2. 성웅현. 1997. 응용 다변량분석. 탐진사. 서울.
3. 이시영. 1995. 산불발생 위험도 및 연소확대요인 분석에 관한 연구. 동국대학교 대학원 박사 학위논문: 104pp.
4. 최 관 · 한상열. 1996. 기상자료를 이용한 산불발생확률모형의 개발. 한국임학회지 85(1): 15-23.
5. 최종성. 2000. SPSS Ver 10을 이용한 현대통계분석. 복두출판사. 서울.
6. 飯塚肇, 佐藤正, 村上與助, 關川慶一郎. 1951. 林火災の發生及び延焼に関する一考察. 林業試験集報 61 : 45-57.
7. 松本由友, 1951, 森林火災の發生と濕度の關係に就に, 日林誌 59: 179~181.
8. Deeming, J.E. & R.E. Burgan & J.D. Cohen. 1977. The national fire-danger rating system-1978. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. INT39: 63pp.
9. Government of Canada. 1992. Development and structure of the Canadian Forest Fire Behavior Prediction System. Canadian Forestry Service.
10. Hair, J.F., R.E. Anderson and R.L. Tatham. 1987. Multivariate data analysis. Macmillan Publishing Company, a division of Macmillan, Inc.