

공간상관성을 고려한 산불발생위험의 통계적 추정

Statistical estimation of forest fire risk considering spatial autocorrelation

곽한빈1* · 이우균1** · 이시영2 · 원명수3 · 구교상3 · 이명보3 · 이병두3

Hanbin Kwak1* · Woo-kyun Lee1** · Si-Young Lee2 · Myoung-Soo Won3 ·

Kyo-Sang Koo3 · Myung-Bo Lee3 · Byungdoo Lee3.

고려대학교 환경생태공학과 · 강원대학교 방재전문대학원 · 국립산림과학원 산림방재연구과

{nextsunday · leewk}@korea.ac.kr · lsy925@kangwon.ac.kr ·

{mswon · kyosang, mblee · byungdoo}@forest.go.kr

요약

본 연구는 공간통계적 방법을 이용하여 산불발생의 위험도를 통계적으로 예측하고자 하였다. 연구 자료는 전국에서 발생한 1991년부터 2008년까지 산불발생 위치자료를 이용하였다. 점사상을 양적데이터로 전환하기 위해 전국을 공간격자로 구성하여 격자형 자료화 하여 사용하였다. 전국산불 발생위치를 산불발생위치들 간의 공간상관성을 고려하여 일반적인 통계모형에 공간통계적인 기법을 더하여 산불발생의 위치를 더욱 정확하게 추정하고자 하였다. 이를 위해 회귀모형과 공간모형의 혼합모형의 한 방법인 regression kriging 방법을 적용하였다. 그 결과 공간상관성을 고려한 공간통계적 방법은 산불발생의 공간적 군집을 더욱 정확하게 예측할 수 있었다.

1. 서론

산불은 크게 발생과 확산의 개념으로 나누어 이해될 수 있다. 본 연구는 산불 발생에 대해 초점을 맞추고 있다. 더불어 산불 발생이라는 자연 현상을 공간적인 방법론을 기반으로 접근하고자 한다.

산불 발생의 공간적인 특징에 대한 분석이 가능해 진 것은 GIS 기술의 발달과 공간통계적 방법론이 발전했기 때문이다. 산불에 대한 GIS 기술의 적용은 국내에서는 이시영 등[1]과 안상현 등[2]에 의해서 이루어지고 있다. 더 나아가 산불 발생에 대한 공간기반 정보를 기반으로 통계적으로 접근하려는 노력도 시도되고 있다. 산불 발생과 같은 자연 현상에 대한 발생을 예측하기 위한 연구는 주로 경험적인 방법을 기반으로 하거나 통계적인 방법을 이용한다. 우리나라의 산불 발생에 대한 통계적 예측은 GIS기반 자료를 로지스틱

회귀 분석으로 예측을 한 연구가 진행된 바 있다[3]. 곽한빈 등[4]은 원인 인자별 통계모형을 통한 산불 발생 예측 연구를 진행한 바 있다.

하지만 이러한 분석이 비록 공간자료 기반의 분석이라고는 하지만, 공간상관성에 대한 고려가 이루어지지 않은 한계를 보인다. 이에 본 연구에서는 최근 공간자료에 공간통계학적 방법론을 도입하여 산불 발생의 위험도를 예측하고자 하였다.

2. 연구 대상지 및 연구 자료

본 연구의 대상지는 대한민국 남한 국토 전체로 설정하였으며, 1991년부터 2008년까지 발생한 모든 산불 발생자료를 활용하였다. 또한 독립변수 인자로, 통계청의 연별 인구밀도 정보를 사용하였고, 지형의 영향을 도출하기 위해서 30m급 DEM자료를 사용하였다. 수종정보를 포함

하기 위해서 4차임상도의 임상정보를 칩엽수림, 활엽수림, 혼효림의 3가지 정보로 재구분하여 사용하였다.

3. 연구 방법

산불발생은 점 사상(Point pattern)으로 구성된다. 본 연구에서는 점 사상을 양적 데이터로 전환하기 위해 격자기반의 공간 데이터로 재구성하여 사용하였다. 단위 면적당 산불 발생 분석에 적합한 포아송 분포를 적용하기 위해서, 격자의 크기는 5Km로 설정하였다.

기본이 되는 통계모형은 (식 1)로 나타낼 수 있다. 이는 다시 회귀모형과 공간모형으로 나눌 수 있는데, (식 2)는 공간모형 (식 3)은 공간모형을 나타낸다. 회귀모형은 단위면적당 발생 사건의 분포에 적합한 포아송 회귀모형을 사용하였고 공간모형은 통계적 이론을 바탕으로 한 보간법인 Kriging을 이용하였다.

$$Z_i(s) = \mu_i(s) + Z_r(s) + \epsilon \quad (\text{식 1})$$

$$\log(\mu_i(s)) = \beta_0 + \beta_p \text{지형}_p + \beta_q \text{접근성}_q + \beta_r \text{수종}_r \quad (\text{식 2})$$

$$Z_r(s) = \sum_{i=1}^n \lambda r_i(s) \quad (\text{식 3})$$

(식 2)를 통해 도출된 예측 잔차에 남아 있는 공간 상관성을 (식 3)에 해당하는 공간모형을 통해 도출하여 보완함으로써 예측의 정확도를 높이게 된다. (식 2)와 (식 3)은 각기 다른 모형이므로 이를 결합하기 위해서는 반복을 통한 계수의 수렴이 필요하다.

4. 결과 및 고찰

공간모형과 회귀모형의 혼합모형으로 예측한 결과(그림 1)가 회귀모형만을 이용하여 예측한 결과보다 전체적인 예측력이 향상됨을 확인할 수 있었다. 실제 산불발생 건수와 비교하였을 때도 공간적으로 조금 더 정확한 형태를 보여준다.

공간상관성의 상관거리는 약 2733km로

나타났으며 이는 산불발생이 그만큼 공간적으로 영향을 미친다는 의미이다.

우리나라의 산불 관리측면에서도 산불 발생의 공간적상관성을 고려한다면 효율적인 방재에 도움을 줄 수 있을 것이다.

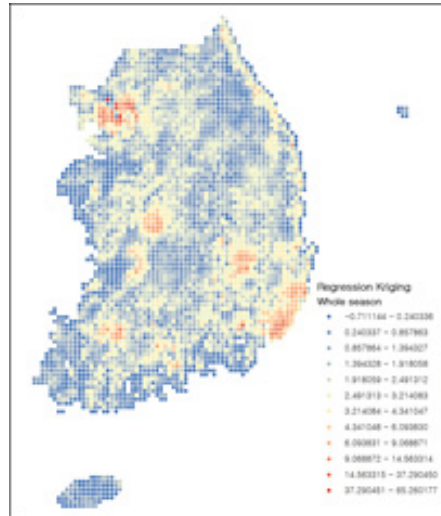


그림 1. 혼합모형으로 예측한 결과

참고문헌

- [1] 이시영, 강용석, 안상현, 오정수, "GIS를 이용한 산불피해지역 특성분석," Vol.5, No.1, pp. 20-26, 2002
- [2] 안상현, 이시영, 원명수, 이명보, 신영철, "공간분석에 의한 산불발생확률모형 개발 및 위험지도 작성," 한국지리정보학회지, Vol.7, No.4, pp. 57-64, 2004
- [3] 이시영, 한상열, 원명수, 안상현, 이명보, "기상특성을 이용한 전국 산불발생확률모형 개발," 한국농림기상학회지, Vol.6, No.4, pp. 242-249, 2004.
- [4] 광한빈, 이우균, 이시영, 원명수, 이명보, 구교상, "산불 발생 분포와 지형, 지리, 기상 인자간의 관계 분석," 한국GIS학회 춘추계학술대회, pp. 465-470, 2008