

소나무의 공간분포 특성분석을 위한 공간구획의 최적화

Optimization of spatial zoning for analyzing spatial distribution characteristics of *Pinus densiflora*

김태민*, 이우균, 정성은, 곽한빈

Kim Tae-min Kim*, Woo-kyun Lee, Sung-eun Jung, Han-bin Kwak

고려대학교 환경생태공학과

{taem01*, leewk}@korea.ac.kr

요약

생태현상에 영향을 미치는 대표적인 환경인자로 방위, 경사, 고도와 같은 지형인자를 들 수 있다. 따라서 생태현상의 파악 및 예측을 위해서는 이들 지형인자의 분석이 필요하다. 또한 지형인자 분석에 앞서 이용자료의 격자크기를 결정해야 한다.

본 연구는 우리나라의 소나무 공간분포와 출현패턴을 생태학적으로 잘 설명하기 위한 DEM의 최적 격자크기를 제안하고, 궁극적으로는 생태적으로 중요한 최적의 공간구획방법을 찾고자 하였다. 그 결과, 200m의 격자크기를 갖는 DEM은 주능선에 의해 방위를 동, 서, 남 또는 동, 남으로만 구분한 반면, 1m 격자크기의 DEM은 작은 부능선들에 의해 방위를 동, 서, 남, 북으로 구분하였다. 소나무는 일정규모 이하의 격자크기에서 모든 방위에 나타났지만, 격자크기가 증가함에 따라 북쪽과 남쪽 사면에서의 출현빈도는 점차 감소하였다. 또한, 200m 격자크기에서의 빈도분석은 육안분석에서처럼 소나무가 주로 서쪽과 동쪽 사면에 출현한다는 것을 보였다.

1. 서론

어느 한 수종의 공간분포와 출현패턴에 대한 분석은 그 수종의 생태적 특성분석에 중요한 수단이 되어 왔다. 그 예로, 우리나라 산림의 총면적에서 각각 27%와 26%를 차지하며 경제, 문화적 관점에서 주요 수종으로 인식되어 온 소나무와 참나무에 대한 공간분포를 들 수 있다. 소나무와 참나무는 같은 생태적 지위를 이용하며 서로 경쟁하는데, 이런 관점에서 소나무(Yoon et al. 2006) 또는 두 종 모두(Lee et al. 2006)에 대한 공간분포패턴

연구가 수행되었다. 그런 연구들을 통해, 방위, 경사, 고도와 같은 지형인자를 고려한 출현가능성모델이 성립되었다.

또한, 이런 연구들로부터 수종의 출현패턴 및 공간분포를 지형인자와 연계하여 설명하는데, DEM의 격자크기가 중요한 역할을 한다는 것이 밝혀졌다. 지형은 경관에서 유효한 수문, 지형학적, 그리고 생물학적 과정에 주요한 영향을 미치는데(Moore et al. 1991, Gallant and Wilson, 1996, 2007), 너무 작거나 큰 격자크기를 갖는 DEM으로부터 생성된 지형인자들은

생태적으로 중요한 실제 지형인자들을 효과적으로 설명하는데 한계를 지닐 수 있다.

본 연구는 소나무의 공간분포와 출현 패턴을 생태학적으로 보다 잘 설명할 수 있는 DEM의 최적 격자크기를 제안하고자 한다. 또한 궁극적으로는 생태학적으로 중요한 최적의 공간 영역을 구획하고자 한다.

2. 재료 및 방법

본 연구는 Fig. 1과 같은 흐름으로 수행되었다.

1) 연구대상지

두 지역에 걸쳐 연구를 수행하였다(Fig. 2(a)). 첫 번째 대상지는 경기도 포천시 소흘읍과 내촌면에 걸친 지역으로 면적은 72ha이며, 소흘읍과 내촌면의 경계에 능선이 나타난다.

두 번째 대상지는 강원도 속초시 대포동과 노학동, 토성면 일대의 설악산지역으

로, 면적은 4159ha이다.

2) 이용 자료 및 프로그램

포천지역에서 2005년 4월 5일 취득된 0.6m 해상도의 Quickbird 위성영상(Fig. 2(b))과 설악산지역에서 2006년 11월 17일 촬영된 항공사진(Fig. 2(c))을 분류하기 위해 'ERDAS IMAGINE 9.1'을 이용하였다. 'ArcMAP 9.1'로는 수치지도를 이용하여 수치표고모델(DEM; Digital Elevation Models)을 구축하고 방위를 분석하였으며, 분류한 영상으로부터 소나무를 추출하였다.

3) 소나무의 공간분포 추정

소나무분포를 추정하기 위해 위성영상을 '소나무/ 기타 침엽수/ 활엽수/ 기타'로 감독분류한 후, 소나무만 추출하였다.

4) 격자크기별 방위 분석 및 소나무 출현

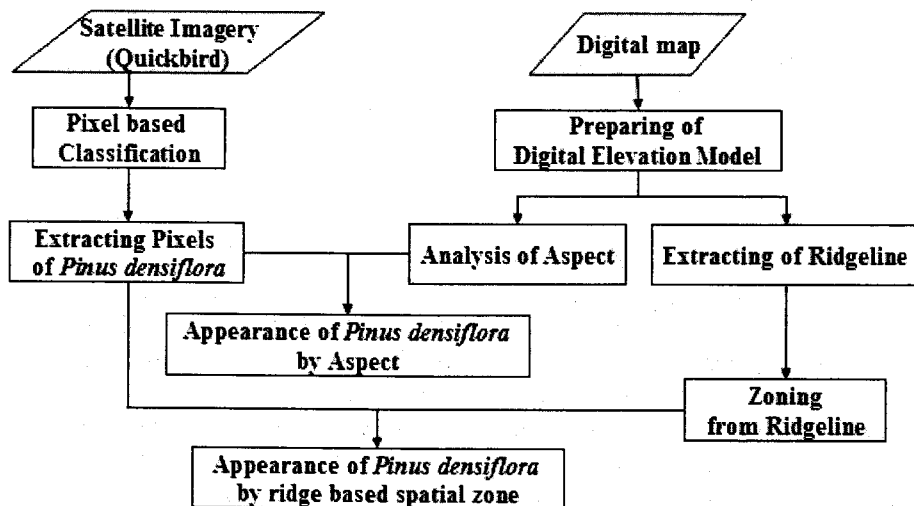


Fig. 1. 소나무의 공간분포 특성 분석을 위한 연구 흐름도

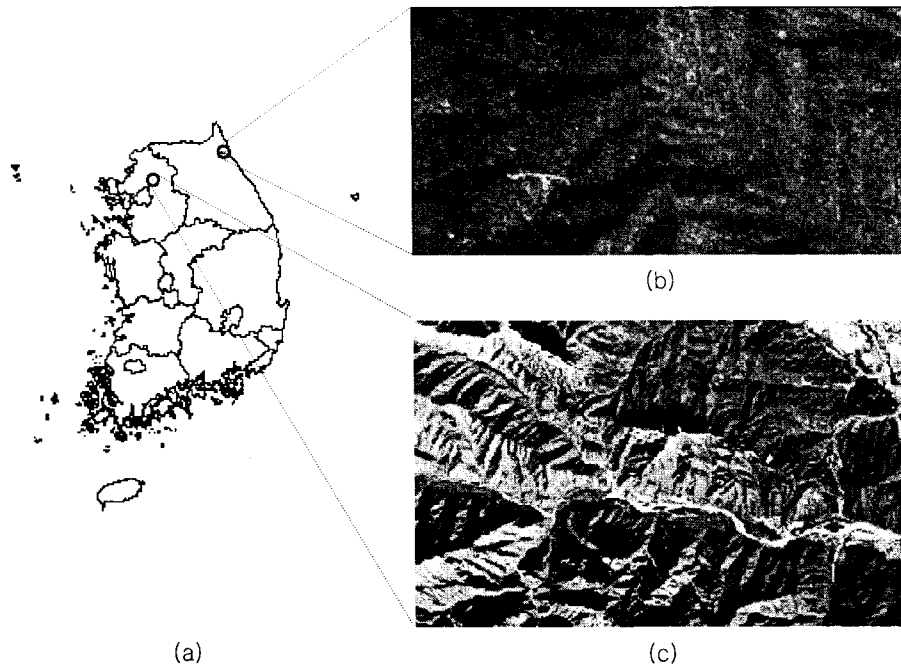


Fig. 2. 연구 대상지 위치(a), 포천지역의 Quickbird 위성영상(b)과 설악산지역의 항공사진(c)

빈도 패턴비교

격자크기가 1m인 DEM을 구축한 뒤 5m, 10m, 20m, 40m, 80m, 100m, 200m 크기까지 단계별로 'resample'하여 격자크기별 DEM을 생성하였다. 각각의 DEM을 기반으로 방위를 분석하고, 영상에서 추출한 소나무 분포도와 중첩, 계산하여 방위에 따른 소나무 출현빈도를 산출하였다.

5) 능선 중심의 구획 및 소나무 출현빈도 비교

DEM으로부터 유역을 분석한 뒤 유역의 경계를 능선으로 추출하였다. 능선으로부터 거리가 10m에서 100m까지 떨어진 영역을 10m간격으로 'Buffer'분석하여 구획하고, 소나무 분포도와 중첩하여 각 영역

의 소나무 출현빈도를 계산하였다.

3. 결과 및 고찰

1) 소나무 공간분포

위성영상과 항공사진의 분류 및 소나무 추출결과, 포천의 연구 대상지는 전체 면적의 32%를 소나무가 차지하고 있었으며, 주능선을 중심으로 서쪽 사면에 주로 분포하는 것이 육안으로 확인되었다(Fig. 3(a)). 설악산지역의 경우, 소나무가 전체 면적의 13%였으며, 남쪽 사면에 가장 많이 분포하는 것으로 나타났다(Fig. 3(b)).

2) 격자크기별 방위 및 소나무 출현빈도 패턴

방위분석결과, 포천지역은 1m~100m 격

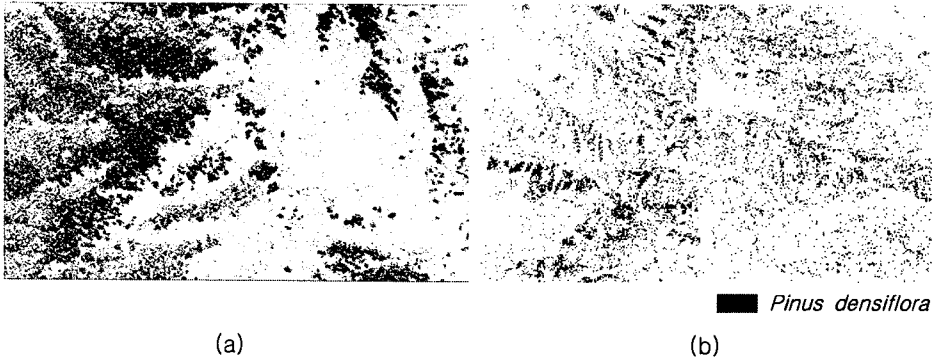


Fig. 3. 포천지역(a)과 설악산지역(b)의 소나무 분포

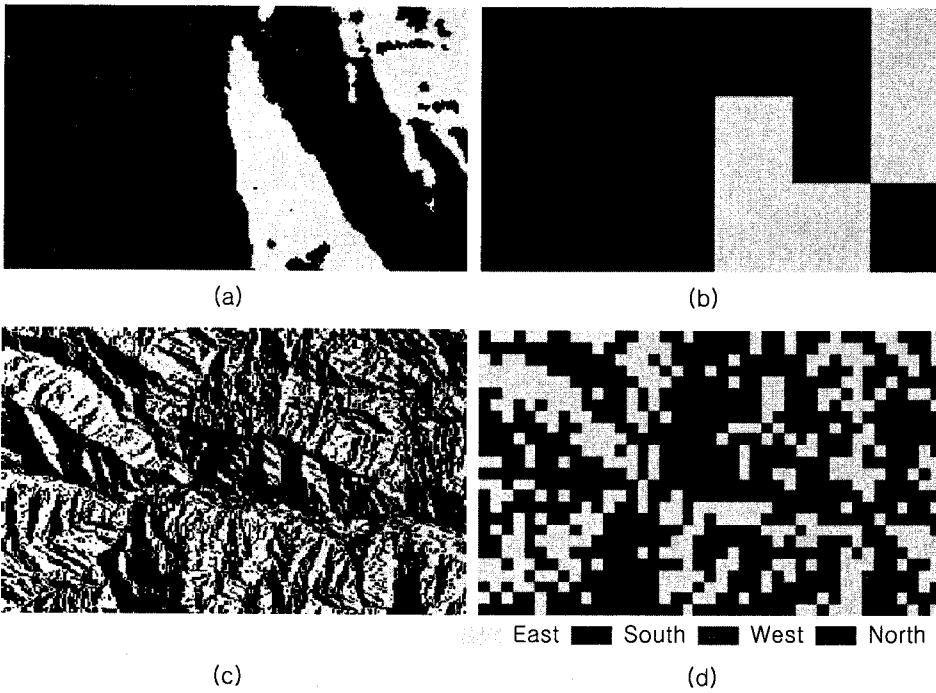


Fig. 4. 포천지역 격자크기 1m의 방위(a)와 200m의 방위(b), 설악산 지역 격자크기 1m의 방위(c)와 200m의 방위(d)

자크기에서 동, 서, 남, 북이 모두 나타난 반면, 200m 격자크기에서는 북쪽을 제외한 3방위만 분석되었다(Fig. 4(a), (b)). 각 방위에서의 소나무 출현빈도는, 1m~1

00m 격자크기까지는 서쪽 사면에서 가장 높게 산출되지만 4방위 모두에 출현하며 유사한 경향을 보였다. 반면, 200m 격자크기에서는 동쪽과 서쪽 사면에만 소나무

가 출현하며, 서쪽사면의 출현빈도가 약 75%로 동쪽보다 3배정도 높게 분석되어 출현빈도의 차이가 육안판독에서와 같이 뚜렷이 나타났다(Fig. 5).

설악산지역은 1m~200m 격자크기에서 방위는 동, 서, 남, 북이 모두 나타났지만 200m 격자크기에서 보다 뚜렷이 구분되었다(Fig. 4(c), (d)). 방위에 따른 소나무 출현빈도는, 1m~10m 격자크기에서는 방위마다 유사한 경향을 보였다. 40m부터는 북사면의 출현빈도가 급격히 감소하고 남

사면은 증가하여 80m에서 사면별 차이가 두드러지다가 100m에서는 오히려 감소하였다. 하지만, 200m 격자크기에서 다시 증가하여 방위에 따른 소나무 출현빈도를 가장 뚜렷하게 설명할 수 있었다(Fig. 6).

3) 능선으로부터 거리에 따른 소나무분포
 능선으로부터의 거리에 따른 영역은 Fig. 7과 같이 구획되었다. 각 영역에서의 소나무 분포를 산출한 결과, 포천지역에서는 능선으로부터 50m내의 영역에 전체 소나

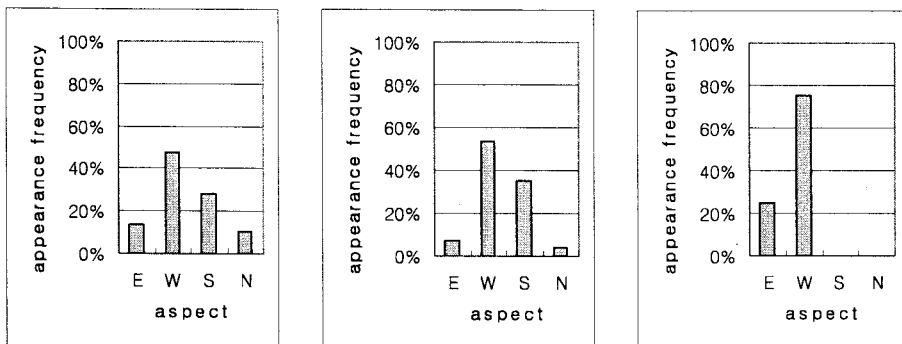


Fig. 5. 격자크기가 1m(a), 40m(b), 200m(c) 일 때 포천지역의 방위별 소나무 출현빈도

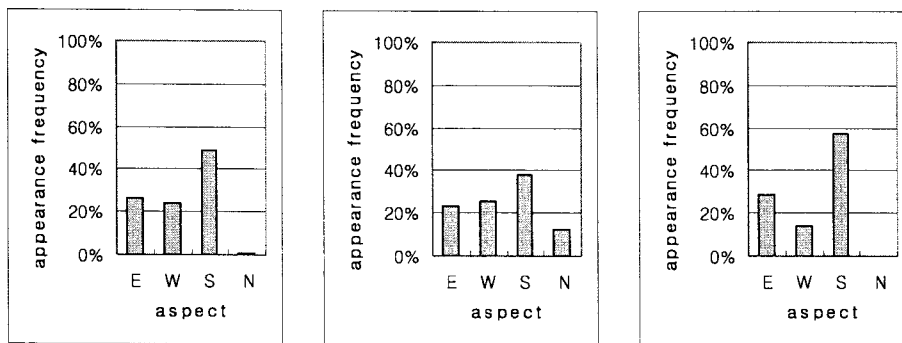


Fig. 6. 격자크기가 80m(a), 100m(b), 200m(c) 일 때 설악산지역의 방위별 소나무 출현빈도

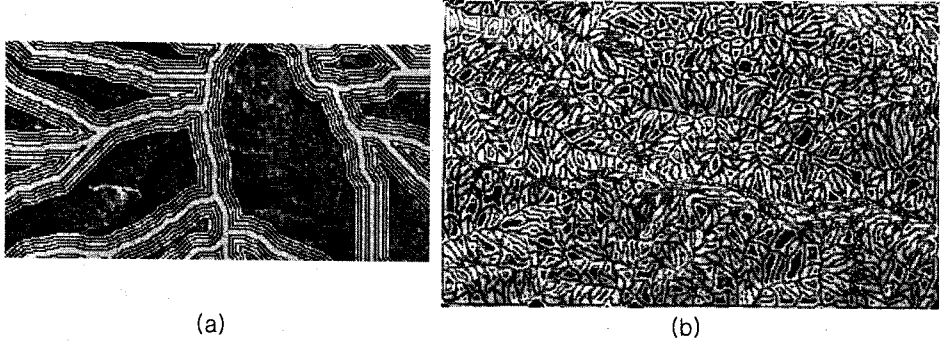
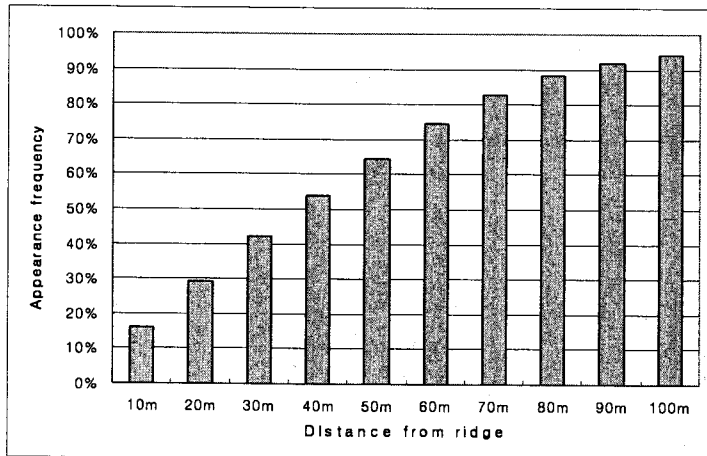


Fig. 7. 포천지역(a)과 설악산지역(b)의 능선으로부터의 거리에 따른 영역구분

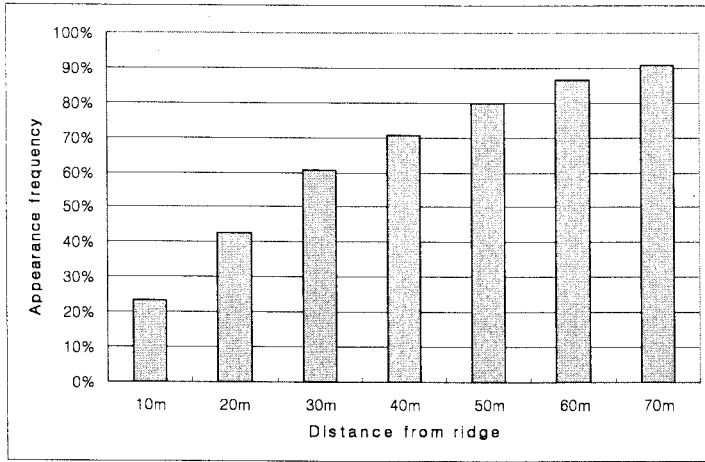
무의 64.3%, 60m영역 내에 74.6%가 분포하는 것으로 나타났다. 즉, 능선으로부터 50m~60m 이상의 거리를 갖는 영역이 소나무가 능선근처에 분포한다는 것을 잘 설명하였다(Fig. 8(a)).

설악산지역의 경우 능선으로부터 30m내의 영역에 전체 소나무의 60.6%, 40m내에 70.7%가 분포하여 능선에서 30m~40

m이상으로 영역을 구분하는 것이 소나무가 능선 중심의 영역 내에 분포하는 것을 효과적으로 설명하였다. 이는 능선을 기준으로 어떤 생태학적 변이가 발생할 경우, 고도에 의한 횡적구획(Fig. 9(a))보다는 능선을 기준으로 능선과 평행하게 구획(Fig. 9(b))하는 것이 그 변이를 보다 명확히 설명할 수 있다는 것을 보여주는 것이다.

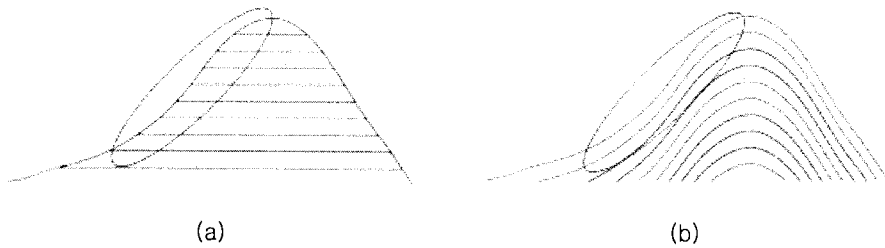


(a)



(b)

Fig. 6. 능선으로부터의 거리에 따른 영역 내 포천지역(a)과 설악산지역(b) 소나무 분포비율



(a)

(b)

Fig. 8. Zoning by elevation(a) and zoning by distance from ridge(b)

4. 결론

본 연구는 생태현상을 설명할 수 있는 지형분석과 영역설정 에 적합한 격자규모 선정 을 위해 수행되었다. 우리나라 대표 수종인 소나무를 대상으로 하여, 소나무의 분포 특성을 효과적으로 설명할 수 있는 격자크기와 영역설정의 범위를 확인하였다. 그 결과 격자크기가 작을수록 방위가 지나치게 자세히 구분되어, 소나무 분포 특성을 효과적으로 설명하지 못하는 것으로 밝혀졌다. 연구대상지 두 곳에서 모두 격

자크기는 200m, 능선으로부터의 범위는 60m 이상이 적정규모로 나타났다.

규모의 적합성은 연구 대상과 환경에 따라 달라질 수 있으므로 향후 다양한 생태 현상에 따른 연구가 추가로 수행되어야 할 것이다.

사사(謝辭)

본 연구는 한국과학재단의 연구지원(R01-2006-000-10863-0)으로 수행된 연구 결과의 일부임.

참고문헌

- Gallent, J. C. and Wilson, J. P., 1996. TAPES-G: Grid based Terrain Analysis Program for the Environmental science, *Computer & Geosciences*, 22(7): 713-722.
- Gallent, J. C. and Wilson, J. P., 2007. TAPES: Terrain Analysis Programs for the Environmental science, <http://uscgislab.net/incEngine/?art=software>
- Lee, C. S., Lee, W. K., Cho, Y. S., and Song, C. C., 2006. Comparison of Vulnerability Assessment Models to Climate Change in Forest Sectors, *Korean Journal of Forest Measurements*, 9: 87-100.
- Moore, I. D., Grayson, R. B., and Ladson, A. R., 1991. Digital terrain modeling: a review of hydrological, geomorphological and biological applications: *Hydrologic Processes* 5(1): 3-30.
- Yoon, J. H., Lee, W. K., Lee, C. S., Kim, Y. S., and Choi, C. E., 2006. Spatial Distribution of *Pinus densiflora* Stands by Topography, Climate, and Soil Factors in Korea. *Korean Journal of Forest Measurements*, 9: 58-71.