

Emerging Hotspot 분석을 활용한 복원 대상지역 선정 방안

이상혁, 손승우, 윤정호, 최희선
한국환경정책·평가연구원
e-mail:shlee@kei.re.kr

A Study on Selecting Restoration Target Area Using Emerging Hotspot Analysis

Lee Sanghyuk, Son Seungwoo, Yoon Jungho, Choi heesun
Korea Environment Institute

요약

본 연구에서는 시간과 위치를 매개변수로 3차원 공간배열을 통한 netCDF 데이터를 제작하여 국토환경성평가지도의 환경·생태적 평가결과 등급 변화에 따른 전국 단위의 시공간 패턴 특징을 분석하고 이를 고찰하였다. 이를 통해 향후 녹색 복원의 대상지 선정을 위한 과정에서 활용가능할 것으로 판단된다.

1. 서론

지속적인 인간활동으로 인한 개발에 따른 산림 등 자연환경의 훼손으로 인하여 국토환경의 질적인 악화가 진행되고 있다. 지방자치단체들은 세수 확대를 위하여 환경을 충분히 고려하지 않고 많은 사업의 인허가가 이루어지고 있다. 이에 따라 정책방향의 변화, 경제의 발달 및 인구의 이동 등으로 빠르게 변화하고 있는 국토의 환경적 가치의 변화를 신속·정확하게 탐지함으로써 시기적절한 국토 이용계획의 수립이 필요하다.

토지이용변화에 따른 지역적이고 시계열적인 공간분포패턴을 분석을 통해 향후 국토·환경계획 연동 및 관련 정책 수립, 국토의 환경성 변화 현황 파악 등을 위한 기초 공간자료가 필요하다라는 인식에서 주요 환경공간정보의 활용한 연구를 수행하고자 하였다. 대표적 환경공간정보인 토지피복지도는 현실의 토지이용현황을 반영하는 지도로서, 다양한 활용가능성으로 지역적인 토지이용변화 분석에 유리하다. 하지만 동일지역에 대한 갱신주기가 급격한 토지이용변화에 따라가지 못하는 즉, 시간해상도가 낮다는 단점이 있다. 공간과 시간에 대한 데이터를 함께 분석하면 토지이용변화에 따른 환경적인 영향에 대한 이해와 함께 주요 관심지역의 변화요인을 알 수 있으며, 이는 시공간 패턴 마이닝을 통해 관심 지역의 핫 스팟 및 콜드 스팟을 통계적 기법으로 파악 할 수 있다.

2. 연구방법

2.1 Emerged hotspot method

본 연구를 위해 대표적 시공간분포패턴 분석 도구인 시공간 패턴 핫스팟(Emerging Hot Spot) 분석을 이용하였다. 이를 통해 Getis-Ord G_i^* 분석에 의해 감지된 핫 스팟 및 콜드 스팟 동향을 Mann-Kendall 테스트를 통해 그 추세가 지속적인지, 즉 시간 경과에 따라 증가하는지 또는 감소하는지를 판단한다. 그 결과는 핫 스팟과 콜드 스팟의 통계적 중요성과 시간 경과에 따른 위치의 경향을 설명하는 17가지 카테고리로 정의한다. 분석을 위해서는 시간과 거리의 매개변수에 따라 구분된 포인트 자료는 netCDF형식(*.nc)의 데이터로 전환이 필요하며, 이를 위해 시공간 육면체(Space-time cube)를 배열한 데이터를 생성하였다. 하나의 bin에 변화가 발생한 포인트 개수가 계산되며, 포인트의 특정 값을 통해 등급 변화 정도의 가중치를 설정하였다. 이에 따라 거리간격과 시간간격의 설정에 의한 공간적(x, y), 시간적(t)으로 구분되어 bin(x, y, t)값으로 저장된다. 또한 육각형 그리드는 사각형에 비해 무게중심에 따른 주변 그리드와의 거리가 모든 방향에서 동일하기 때문에 공간적으로 밀집도가 높은 패치의 형성을 위해 육각형 그리드를 범위로 분석하였다.

순위 상관 분석을 위해 Mann-Kendall 테스트를 수행하여 환경·생태적 평가결과 등급에 따른 증가지역 또는 감소지역의

추세가 시계열 데이터에 있는지 여부를 평가한다. 테스트 결과는 추세가 없는 예상 결과와 비교되어 관찰된 결과가 통계적으로 중요한지 여부가 결정되며, 각 위치에는 z 점수와 p 값이 계산된다.

The General G statistic of overall spatial association is given as:

$$G = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{i,j} x_i x_j}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j}, \forall j \neq i \quad (1)$$

where x_i and x_j are attribute values for features i and j , and $w_{i,j}$ is the spatial weight between feature i and j . n is the number of features in the dataset and $\forall j \neq i$ indicates that features i and j cannot be the same feature.

The z_G -score for the statistic is computed as:

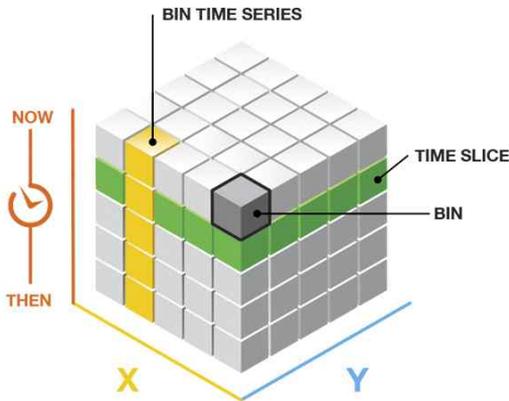
$$z_G = \frac{G - E[G]}{\sqrt{V[G]}} \quad (2)$$

where:

$$E[G] = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{i,j}}{n(n-1)}, \forall j \neq i \quad (3)$$

$$V[G] = E[G^2] - E[G]^2 \quad (4)$$

[그림 50] Getis-Ord General G

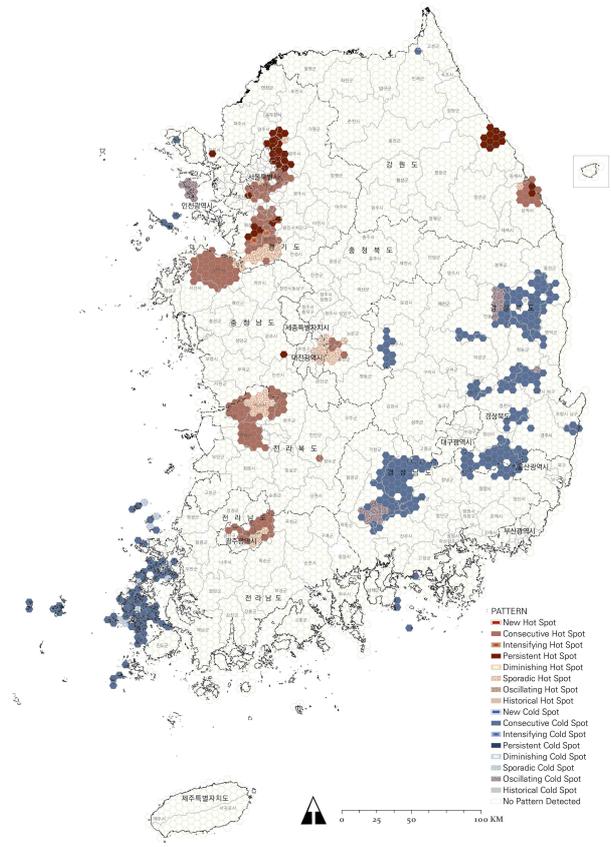


[그림 51] netCDF 데이터 구조

3. 결과 및 고찰

환경·생태적 평가결과의 지난 10년간 148,078,726 포인트가 변화한 것으로 나타났다. 이 중에서 환경적 가치가 높은 1등급 지역이 가치가 낮은 4등급, 5등급으로 변화한 지역만을 추출하여 본 연구에 분석자료로 이용하였다. 변화지역 분석을 위한 시공간 큐브가 10년 동안 13,636,589개 포인트를 14,640개 육각형 그리드 위치에 집약하였다. 육각형 그리드의 높이는 5km, 너비는 5.77km, 면적은 21.65km²이며, 전체 시공간 큐브의 크기는 우리나라 전체규모인 서쪽에서 동쪽으로 451.78km이고 북쪽에서 남쪽으로 605km로서 법제적 평가 변화지역 시공간 큐브와 같은 구조를 나타낸다. 시간의 간격은

1년으로서 시공간 큐브로 커버되는 전체 기간은 10년이다. 분석결과 연속형 핫스팟은 서울시와 인접한 경기도 남부 지역, 충남 당진시, 전북 군산시, 김제시, 강원도 삼척시 지역에서 분포하였고, 강화형 핫스팟은 경기도 화성시, 강원도 강릉시, 삼척시를 비롯하여 경기도 북부 서울시와 인접한 지역에서의 주로 나타났다. 경기도 평택시, 대전시 동부권 주변, 전북 익산시에서는 산발형 핫스팟 형태로 나타났다. 콜드스팟은 경상북도와 경상남도 지역에서 광역시를 제외한 산림의 밀도가 비교적 높은 지역에서 연속적인 콜드스팟이 발생한 것으로 나타났다. 주로 경상남도, 경상북도에서 콜드스팟이 발생한 이유는 국토환경성평가지도 제작시 2차 갱신(2009년)된 중분류 토지피복지도를 통해 지역구분을 실시하여 등급화하기 때문인 것으로 판단된다.



[그림 3] Emerging hotspot 분석 결과