

최소비용거리를 활용한 녹지네트워크 분석

권오성* · 나정화** · 김진호* · 이순주*

*경북대학교 대학원 조경학과 · **경북대학교 조경학과

I. 연구배경 및 목적

도시의 녹지공간은 서식처 및 식량원을 제공하고, 도시화로 인해 고립된 자연공간의 연결성을 증진시켜 생물다양성을 보전하는 등 지속가능한 도시를 만들기 위해 중요한 역할을 수행하고 있다(Tzoulas *et al.*, 2007; Yu *et al.*, 2012). 그러나 도시의 인구밀도가 증가함에 따라 녹색공간은 점점 더 줄어들고 파편화되고 있으며, 특히 연결녹지의 소멸을 가속시키고 있다(Jongman, 2008; Kong *et al.*, 2010). 이러한 단편화는 연결성을 감소시키고 서식지의 격리 및 녹지공간의 소멸 위험성을 증가시키고 있다. 따라서 지속가능한 도시를 만들기 위하여 올바른 녹지네트워크 계획을 통한 녹지공간의 연결성 보전은 필요성이 대두되고 있다(Najjah M. N. *et al.*, 2017).

최근에는 올바른 녹지네트워크를 수립하기 위하여 연결성에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 우선 국내의 경우, 사공정희(2004)는 도시 녹지의 생태적 및 휴양적 측면을 모두 고려하여 경관생태학적 측면에서 새로운 녹지연계망 구축모형을 도출하였다. 또한 류연수 등(2007)은 근린공원을 대상으로 도시공원과 도시녹지를 경관요소에 적용시켜 고립도, 연결성, 순환성을 분석하여 이를 토대로 도시공원의 개선 가능성을 제안하였다. 한편, 국외의 연구사례를 살펴보면, Najjah M. N. *et al.*(2017)은 말레이시아에서 참새(*Passer montanus*)와, 노랑뽕무늬불뿔새(*Pycnonotus goiavier*)를 대상으로 연결성을 평가하고 경관생태학적 연결네트워크 모델을 제시하였다. 또한 Kong *et al.*(2010)의 경우, 전문가의 경험에 의한 경관유형별 저항정도를 파악하고 최소비용거리를 통한 녹지공간의 연결성을 제시하고 있다. 그러나 상기의 언급했던 연구들의 경우, 특정종만을 대상으로 연결성을 파악하고 있어 실제 과밀화된 도시공간의 녹지계획으로 활용하기에는 한계가 있었다.

이에 본 연구에서는 이러한 점을 감안하여, 대구광역시를 대상으로 생태계서비스 중 종·보전을 위한 가치에 관한 연구결과를 토대로 도시의 토지이용형별 저항정도를 파악하고 연결성을 분석함으로써 녹지계획의 방향성을 제시하는데 가장 큰 의의를 두었다.

II. 연구내용 및 방법

1. 연구대상지 현황

본 연구대상지는 영남내륙에 위치한 대구광역시로서 남·북간 팔공산과 대덕산, 동·서간 완만한 구릉지로 형성되어 있는 분지형 도시이다. 또한 동서로 가로지르는 금호강이 대상지 서쪽에 자리 잡은 낙동강과 합류하고 있다. 총 대상지 면적은 약 884.46km²이다.

2. 연구범위

최소비용거리분석을 위한 시간적 범위로는 2010~2017년 제작된 토지피복도, 수치지형도, 임상도 등의 공간정보 data를 활용하였다. 내용적 범위로서 저항값 설정은 생태계서비스 중 종·보전을 위한 서식지 가치 부분으로 한정하였다.

3. 연구방법

1) 핵심지역 추출 및 비용표면 계산

최소비용거리분석은 우선 네트워크의 출발점 또는 목적지의 역할을 수행할 핵심지역을 구분하는 것에서부터 시작한다. 이러한 핵심지역은 면적이 증가할수록 종 다양성, 종 풍부도 등이 증가하며, 이는 지속적인 생물자원의 공급을 유지시키는데 도움이 된다. 따라서 작은 면적들보다 큰 면적의 핵심지역을 선택하는 것이 훨씬 유효하기 때문에 본 연구에서는 핵심 지역의 최소면적을 10ha로 설정하였다.

한편, 토지이용별 생태계 서비스 가치에 대하여 2,000년대부터 많은 연구가 이루어져 왔다. 본 연구는 동북아권의 토지이용별 종·보전을 위한 가치를 분석한 Li *et al.*(2010), Xie *et al.*(2003)의 선행연구를 활용하여 저항값을 계산하였다.

2) 핵심지역 간 인접성 확인

ArcGIS 10.2의 Cost Allocation과 Euclidean Allocation의 기능을 활용하여 핵심지역 간 인접성을 확인하였다. 만약 한 지역에서 다른 지역으로 이동할 때 또 다른 지역을 반드시 거쳐야 한다면 두 지역은 서로 인접하지 않는 것으로 여겨진다. 일례로 Euclidean distance를 적용한 Figure 1-a를 보면 핵심지역 A에서 C로 이동하기 위해서는 B, E 구역을 통과하지 않고는 C에

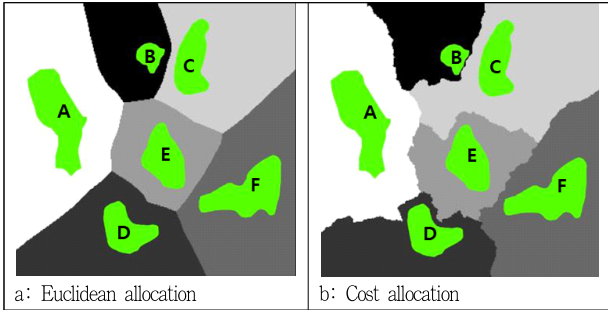


Figure 1. Euclidean & cost-weighted distance allocation zone

도달할 수 없으므로 A와 C지역은 서로 인접하지 않다고 할 수 있다. 그러나 Cost distance를 반영한 Figure 1-b를 보면 Figure 1-a과는 다르게 A와 C지역은 인접하게 된다.

3) 최소비용거리 계산

핵심지역의 인접성 자료와 저항표면을 반영하여 인접지역 간 최소비용거리를 Linkage Mapper1.1을 활용하여 계산하였다. 또한 최소비용거리를 도면으로 표시하였다. 특히 Figure 2와 같이 A지역에서 B지역으로 가는 최소비용경로가 C지역을 통과하여 지나갈 경우 그 Link는 자동적으로 제외하였다.

III. 연구결과 및 고찰

1. 핵심지역 추출 및 비용표면 계산

본 연구대상지의 10ha 이상의 녹지지역을 추출한 결과, 131개의 핵심지역이 선택되었다. 핵심지역의 총 면적은 약 46,377ha로

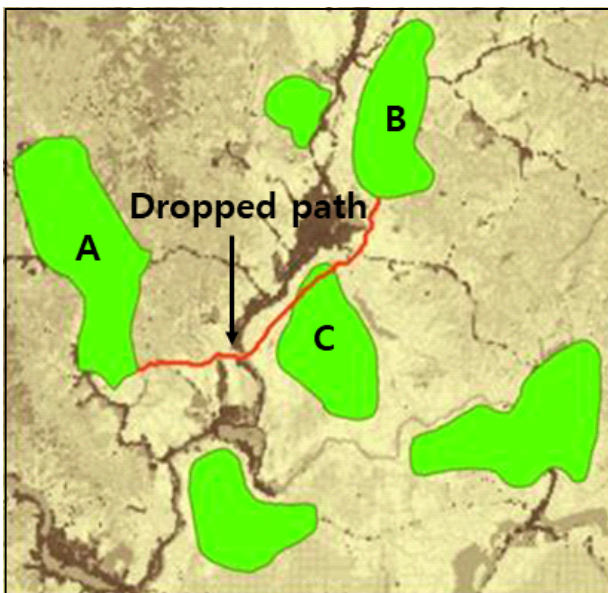


Figure 2. Dropped path (through an intermediate core area)

전체 녹지면적의 약 72%에 해당된다.

저항 표면을 파악한 결과, 54번 학산공원을 비롯하여 61번 두류공원, 59번 갈산공원 주위로 도시지역이 둘러싸고 있어 이들 지역의 고립도는 다른 지역에 비해 상대적으로 높게 나타났다.

2. 핵심지역 간 인접성 확인

Euclidean Allocation을 활용하여 두 지역 간 평면상 단순 직선거리에 따른 인접성을 확인한 결과, 총 356쌍이 서로 인접해 있었다. 한편, Cost Allocation을 활용하여 Cost distance를 반영한 결과 총 326쌍의 인접성을 확인할 수 있었다.

일례로 130번과 72번 구역의 경우, Euclidean distance를 적용하면 서로 인접하지 않으나 Cost distance를 적용하면 서로 인접하게 된다. 그러나 이와는 반대로 89번과 91번 구역은 Euclidean distance를 활용하여 분석한 결과 서로 인접성이 확인되었으나, Cost distance를 활용하면 인접하지 않은 것으로 나타났다.

3. 최소비용 거리 계산

Linkage Mapper1.1을 활용한 최소비용거리 계산 결과, 총 383개의 Link들이 확인이 되었다. 이들의 단순 직선거리의 평균 값은 약 1.16km 정도로 확인이 되었으며, 최소비용거리의 길이는 평균 약 3.59km로 증가하였다. 특히 65번 무학산과 69번 연호산의 경우 단순 직선거리는 48m로 짧은 반면, 저항 값을 반영한 최소비용거리의 저항정도는 30,000으로 연결성에 있어 625의 저항을 나타내고 있었다.

또한 Figure 3을 살펴보면 도시공원을 활용한 연결성은 매우 낮으며, 특히 남북으로 연결성은 동서 간 연결성에 비해 매우 떨어지는 것으로 확인이 되었다.

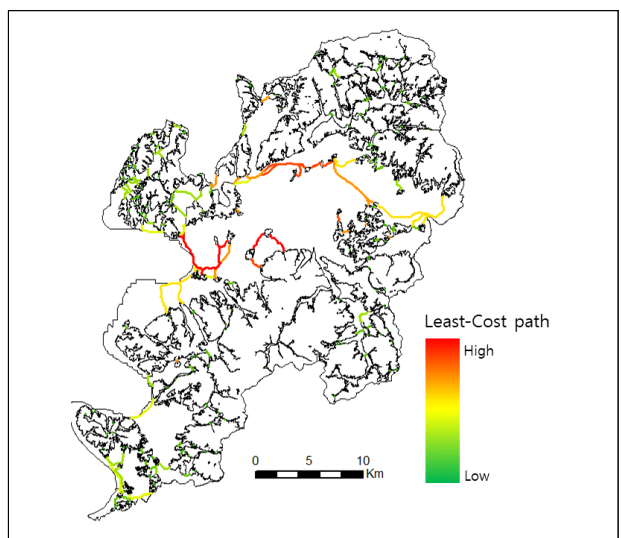


Figure 3. Least cost path in study area

N. 결론

본 연구는 우선 핵심지역을 추출하고, 생태계서비스 증진·보전을 위한 가치를 저항 값으로 계산하여 저항표면을 작성하였다. 또한 최소비용거리분석을 활용하여 녹지 간 연결성을 확인하였다.

대구광역시(2011)에 따르면 대구시는 3개의 환상형 녹지축과 1개의 남북녹지축을 2020년까지 계획하고 있다. 그러나 분석결과 도심외곽의 환상형 녹지축을 제외한 나머지 축들은 제 기능을 수행하지 못하고 있으며, 특히 남북 녹지축은 제대로 작동하지 않고 있다. 또한 신천을 활용한 수경축 역시 양쪽으로 과밀화된 도시지역과 자동차 전용도로로 인하여 연결성은 매우 떨어져 있는 상태이다. 차후 공원녹지 기본계획 시 본 연구의 결과는 중요한 기초자료를 제공해줄 수 있을 것으로 사료되며 특히, 현재 기능이 떨어진 연결지점 및 중요 거점녹지 파악에 있어 실효를 거둘 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Amal Najihah M. Nor, Ron Corstanje, Jim A. Harris, Darren R. Grafius and Gavin M. Siriwardena(2017) Ecological connectivity networks in rapidly expanding cities. *Heliyon* 3(6): e00325.
2. Yu, D., B. Xun, P. Shi, H. Shao and Y. Liu(2012) Ecological restoration planning based on connectivity in an urban area. *Ecological Engineering* 46: 24-33.
3. Kong, F., H. Yin, N. Nakagoshi and Y. Zong(2010) Urban green space network development for biodiversity conservation: Identification based on graph theory and gravity modeling. *Landscape and Urban Planning* 95(1-2): 16-27.
4. Tzoulas, K., K. Korpela, S. Venn, V. Yli-Pelkonen, A. Kaźmierczak, J. Niemela and P. James(2007) Promoting ecosystem and human health in urban areas using green infrastructure. *Landscape and Urban Planning* 81(3): 167-178.
5. Jongman, R. H. G.(2008) Ecological network are an issue for all of us. *J. Landscape Ecol* 1(1): 7-13.
6. 류연수, 이현택, 나정화(2007) 도시공원의 연결성, 순환성, 및 고립도 분석에 따른 경관생태학적 개선방안. *한국환경복원기술학회지* 10(6): 15-32.
7. 사공정희, 나정화(2005) 녹지 잠재 영향권역 설정을 통한 녹지단절구역 분류 및 우선순위 선정. *한국조경학회지* 33(2): 1-5.