

구배 기반 가중 접근성을 이용한 역세권 보행 네트워크 분석에 관한 연구

Analysis of Subway Adjacent Area Pedestrian Networks using Weighted Accessibility based on Road Slope

하 은 지*

전 철 민**

Eun Ji Ha

Chul Min Jun

요 약 최근보행은 교통의 가장 기본 이동수단으로 대중교통 중심개발, 지속가능한 개발, 녹색교통 활성화 등 새로운 패러다임의 부각으로 그 중요성과 관심도가 높아지고 있다. 기존의 보행 네트워크 분석 연구에서는 보행자의 목적지까지 이동거리와 공간구문론의 통합도를 대표적인 접근성 요소로 사용하고 있지만 단순한 평면상의 네트워크 이동거리는 지형적인 특성이 반영되지 않기 때문에 비슷한 네트워크 구조를 가진 분석 지역들의 경우 비슷한 결과 값을 나타낼 수 있다. 또한 분석 지역의 특성에 따라 보행자들의 이동규모와 이동거리가 다름에도 불구하고 이를 반영하지 못한다. 따라서 본 연구에서는 구배를 고려하고 보행자의 이동규모를 고려한 이동거리 분석을 통해 새로운 보행 네트워크 접근성 분석 방법론을 제시하는 것이 목적이다. 강남구에 위치한 논현역, 역삼역, 학동역을 연구지역으로 선정하고, 미국 스포츠의학협회에서 제시하는 대사량 공식을 통해 구배 가중거리 공식을 유도하고 보행자의 이동규모를 추정하기 위해 건물 면적 비율에 따라 역 이용객 수 데이터를 활용해 건물 이용자 수를 추정한 뒤 연구 지역의 1인당 평균 이동거리를 비교하고 분석하였다. 더 나아가 역세권 200m와 500m에 위치한 건물에 대한 보행자의 이동거리 분석을 실시하였으며 이는 보다 연구지역의 특성을 반영하는 것으로 나타났다. 따라서 본 연구는 단순 보행 네트워크 이동거리 분석에서 구배를 고려한 보행 네트워크 이동거리 분석, 더 나아가 보행자의 이동규모를 고려한 보행 네트워크 이동거리 분석을 실시하였고 보다 실질적인 보행자의 특성을 고려한 보행 네트워크 접근성 분석 방법론을 제시하였다. 이는 앞으로 보행 네트워크 분석에서 지형적 특성을 반영하고 보다 실질적인 보행자의 움직임을 고려한 보행 네트워크 분석 방법론으로 활용될 것으로 기대된다.

키워드 : 보행 네트워크 분석, 접근성, 이동거리, 가중거리

Abstract Walking is the most basic personal mobility and its importance and concern is ever increasing with the highlighting of a new paradigm, such as transit oriented development, sustainable development and revitalization of green transport. The existing analytical research on pedestrian network is using a pedestrian's moving distance to a destination and integration in space syntax theory as its representative accessibility factors. However, the uniplanar network moving distance fails to reflect topographic characteristics, so the moving distance could show a similar result value in case of the regions for analysis that have a similar network structure to each other. Accordingly, the aim of this study is to suggest a new analytical methodology on pedestrian network accessibility in consideration of the grade in pedestrian sections and a pedestrian's size. this study, in its analysis of a uniplanar pedestrian network moving distance, analyzed the pedestrian network moving distance in consideration of the grade in pedestrian sections, and even the pedestrian network moving distance in consideration of a pedestrian's size, and suggested the methodology on pedestrian network accessibility analysis in consideration of a more substantive pedestrian's characteristics. It is hoped that the methodology used by this study will be used as the methodology on pedestrian network analysis which can reflect topographic characteristics in the pedestrian network analysis, and take a more substantive pedestrian's movement into account.

Keywords : Pedestrian Network Analysis, Accessibility, Moving Distance, Weighted Distance

[†] 본 연구는 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행되었습니다. (No. 2011-0009601)

* 서울시립대학교 대학원 공간정보공학과 석사 ejha86@gmail.com

** 서울시립대학교 공간정보공학과 교수 cmjun@uos.ac.kr(교신저자)

1. 서론

보행은 인간이 직접 ‘걷기’라는 행위를 통해 이루어지는 가장 기본 이동수단으로 교통체계 전반의 연계성과 효율성을 좌우하는 매우 중요한 이동수단이다. 어느 누구라도 보행자가 될 수 있으며 보행은 사람의 건강뿐만 아니라 나아가 차량으로 인해 발생하는 환경적 문제를 해결하는 중요한 요소이다. 모든 이동의 가장 기본이 되는 보행은 대중교통 중심개발, 지속가능한 개발, 녹색교통 활성화 등 새로운 패러다임의 부각으로 인해 그 중요성과 관심도가 상당히 높아졌다.

보행에 있어 접근성은 보행자가 목적지나 건물로의 접근 가능성을 의미한다. 이러한 접근 가능성을 높이는 요소로는 보행자의 이동거리가 기본적인 요소가 된다. 이에 따라 기존의 보행 네트워크 분석 연구에서는 접근성 분석을 위해 네트워크 이동거리를 활용하고 있다. 하지만 단순한 평면상의 네트워크 거리는 보행에 영향을 주는 지형적 특성이 반영되지 않기 때문에 분석 지역에 따라 모두 비슷한 결과 값을 나타낼 수 있다는 한계점이 있다.

또 다른 보행의 접근성 분석 요소로 공간구문론의 통합도가 활용되고 있다. 하지만 공간적 배치만으로 접근성을 분석하는 공간구문론의 경우 사람들이 이동하는데 있어 거리나 시간, 건축물의 규모나 위치 등 다양한 요소들의 영향을 반영하지 못하기 때문에 보행자의 관점에서 접근성 분석 요소로는 한계점이 있다. 또한 분석 지역과 범위 선정이 변화함에 따라 분석 결과도 달라지기 때문에 일관성이 떨어지는 점도 있다.

본 연구에서 기존 연구와 또 다른 차별성을 위해 연구지역의 보행자의 규모에 따라 이동거리를 비교, 분석을 실시하였다. 비슷한 네트워크 구조를 가지고 있는 경우 이동거리 분석을 하였을 때 비슷한 결과를 보일 수 있다. 하지만 연구지역에서 평균적인 이동거리가 산출되더라도 소수의 사람들이 짧은 이동거리를 보이고 다수의 사람들이 긴 이동거리를 보인다면 그 지역의 접근성은 재분석이 필요하다. 단순한 네트워크의 이동거리만이 아니라 지형적 특성으로 고려한 구배 가중거리 분석과 더 나아가 실질적인 보행자의 이동규모를 고려한 접근성 분석이 필요하다.

따라서 본 연구의 목적은 구배를 고려한 이동거리

를 통해 새로운 보행 네트워크 접근성 분석 방법론으로 제시하고 보행자 이동규모를 고려한 접근성 분석을 실시하는 것이다. 보행에 영향을 주는 요소들 중에서 구배를 이동거리에 접목시키고 연구지역 주변에 대해 구배가 반영된 이동거리를 단순 네트워크 이동거리와 비교, 분석하고 그 차이점을 해석한다. 또한 사람들의 누적이동거리를 통해 평균적인 이동거리를 분석 및 비교하여 그 활용 가능성을 살펴본다.

본 연구에서는 지형적 특성을 반영하기 위해 구배 가중거리 산출 식을 유도하였으며 미국스포츠의학협회(American College of Sports Medicine, ACSM)에서 제시하는 걷기 운동에 대한 대사량 공식을 활용하였다. 유도된 구배 가중거리 식을 통해 경사에 따라 구배 가중거리를 산출하고 연구지역의 네트워크 이동거리와 구배 가중 이동거리를 비교하고 분석하였다. 또한 연구지역의 보행자 이동규모를 추정하기 위해 지하철 이용객 수 데이터를 활용하였다. 건물들의 면적 비율에 따라 지하철 이용객 수를 분포시켜 건물 이용자 수를 추정하고 보행자들의 누적거리를 산출한다. 산출된 누적거리를 이용해 1인당 평균 이동거리를 구하여 실질적인 보행자의 이동규모를 고려한 보행 네트워크 접근성을 분석하였으며 본 연구의 흐름도는 다음 그림 1과 같다.

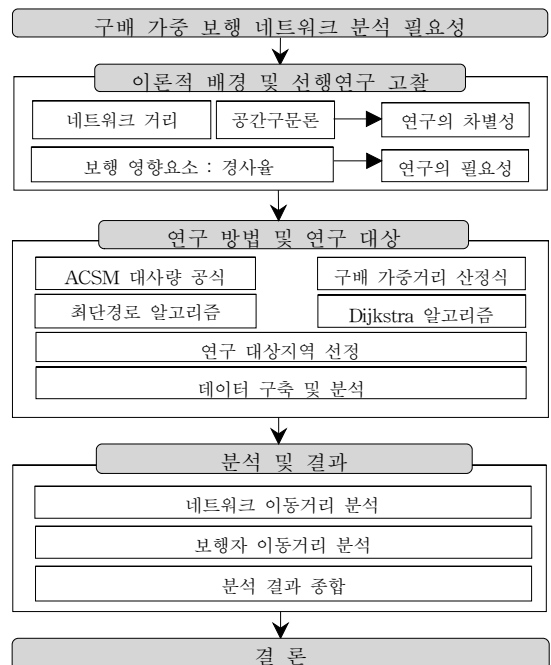


그림 1. 연구의 흐름도

2. 보행의 이론적 배경 및 선행연구 고찰

2.1 보행과 보행 접근성의 개념

보행은 모든 교통의 시작과 끝을 구성하며 교통 체계 전반의 연계성과 효율성을 좌우하는 매우 기본적인 이동수단이라 할 수 있다. 보행하는 동안 인간은 가로환경 뿐 아니라, 걸어갈 목적지까지의 거리 및 목적지의 종류와 수, 가로의 네트워크 시스템 등 여러 가지 물리적 요소의 복합적인 상호작용에 영향을 받는다[3]. 보행이라는 이동행위의 특징은 기계적인 교통수단과 비교하여 보았을 때, 다른 교통수단이 고속의 직선 또는 기하학적 운동을 하는 것에 반해 보행은 저속의 자유로운 방향행위를 구사할 수 있다. 이러한 보행자는 다른 이동수단을 이용하지 않고 인간의 힘으로 걷거나 휠체어를 통해 인간 스스로의 힘을 이용하여 이동하는 사람을 의미한다.¹⁾ 따라서 보행은 보행자의 의지와 인지각 활동이 일어나는 행위로서 인간의 정신적, 물리적 의지를 발현시키는 행위의 하나로 볼 수 있다.

기본적으로 접근성은 사람들이 어떤 특정 지역이나 시설로 접근할 수 있는 가능성을 의미한다. 일반적으로 거리, 통행시간, 매력도 등에 의하여 결정되는 것으로 접근성이 높을수록 교통량이 많아진다. 이러한 접근성은 토지이용과 교통, 도시계획, 교통계획, 교통공학, 교통지리, 입지이론 등 여러 분야에 적용된다. 보행이라는 미시적인 공간에서의 접근성은 보행자가 이동하여 목적지, 건물로의 접근 가능성을 의미한다. 보행의 주요 목적지, 특히 공공기관, 역 및 버스정류장, 공원, 시장, 문화센터와 같은 공공성이 크고 사람들의 집중도가 높은 장소에 쉽게 접근이 가능해야한다. 다른 수단을 이용하지 않고 사람이 직접 ‘걷기’라는 행위를 통해 이루어지는 보행에서의 이러한 접근 가능성을 측정하는데 이동하는 거리는 가장 기본적인 고려 요소이다. 일반적으로 평균 보행통행시간은 15분 정도이며 거리로는 1km까지 보행이 이루어진다. 보행자가 목적지까지 어느 정도 거리를 걸어야 하는가 보행자의 판단에 따라서 이동수단의 변화가 발생 할 수도 있으며 이는 보행이 다른 교통수단을 이용하기 위한 기본적인 역할을 하는 것을 의미한다. 이러한 이동거리를

기본으로 하여 보행밀도 또는 경사율, 네트워크 연결 정도 등이 접근성 요소로 사용될 수 있다.

2.2 보행 네트워크 분석에 관한 선행연구

국내에서의 보행환경 평가에 관한 선행연구들은 기능, 시설, 보행모형, 만족도로 네 가지 유형으로 구분된다. 기능적 분석을 통해 보행환경 평가 항목을 도출하고 시설을 파악하여 개선방안을 제시한다. 보행모형을 통해서도 보행자 행태를 분석하고 만족도 조사를 통해 개선방안을 제시하고 있다[9]. 이러한 보행환경에 관한 선행연구에서 보행 접근성에 관한 연구는 크게 네트워크 거리와 공간구문론을 이용한 연구로 나뉜다.

2.2.1 네트워크 거리 기반의 연구

보행 네트워크 분석에서 접근성은 보행자가 목적지까지 얼마나 접근의 가능성이 높은가를 의미한다. 이러한 접근성을 분석하는 기존의 연구들을 살펴보면 목적지까지의 이동거리를 기반으로 분석한 연구들이 있다. Sugizawa[4]는 보행 환경 현황을 파악하고 도로유형별 네트워크 및 장애요소를 분석하였는데 주요 지점 간의 이동거리를 평가지표로 사용하였고 권성실 외[5]는 산본 신도시를 대상으로 환경적 측면의 지속가능한 도시계획요소가 거주만족도에 미치는 영향을 연구하였으며 접근성에 관한 항목으로 목적지까지의 이동거리를 선정하여 보행환경의 중요한 요소로 인식되고 있음을 보였다.

실질적으로 연구지역을 선정해 분석결과를 보여준 연구로는 박소현 외[7]의 주거지의 물리적 보행환경의 특성차이에 관한 연구가 있다. 이 연구에서 접근성 분석을 위해 목적지까지의 이동거리를 활용하여 서울시 주거지의 보행환경 특성에 따라 가회동, 성산1동, 시흥3동, 개포3동, 상계7동, 행당2동 6개 연구지역을 선정하였다. 하지만 6개의 연구지역이 비슷한 네트워크 구조를 가져 이동거리가 모두 유사한 패턴을 보이고 있어 보행환경의 차이를 반영하지 못하였다. 또한 오성훈 외[9]의 보행환경 다면평가 시스템 구축에 관한 연구에서도 강남역, 홍대역, 법계역에 대해 보행 조점까지의 이동거리를 이용해 접근성을 분석하였으나 연구지역의 보행특성을 반영하지 못하는 것으로 나타났다.

위의 기존 연구들을 살펴보면 보행 네트워크 분석에서 접근성 분석을 위해 목적지까지의 이동거리를

1) 미국 워싱턴 주의 조레 참고 “Pedestrian Facilities Guidebook”, Washington state department of transportation.

활용하고 있다. 하지만 목적지까지의 거리를 평면상의 네트워크 거리로 측정하기 때문에 실제 분석 지역의 지형적 차이가 있음에도 불구하고 거리상의 차이점이 부각되지 않는다는 한계를 가지고 있다.

2.2.2 공간구문론 기반의 연구

건축공간이나 보행공간에서 공간간의 연결체계를 분석하는 도구로 사용되는 공간구문론은 보행자의 특성을 분석하는 연구에서 적용되고 있다. 특히 보행자의 접근성 및 연결성에 대한 정량화 분석을 위해 통합도를 평가지표로 활용하고 있다. 국외에서는 Hillier 외(1987)와 Peponis 외(1990)는 공간구문론의 지표 중 통합도가 물리적, 인지적 접근성과 밀접한 관련이 있다는 것을 입증하였고[6], 국내에서는 이병욱[12]이 버스노선 개편에 따른 보행접근성 분석을 위해 공간구문론을 적용하였으며 신행우 외[8]는 서울시청광장 계획에 따른 보행 네트워크 변화를 분석하였고 공간구문론을 통해 보행 네트워크상에서의 접근성을 분석하였다. 전범우 외[14]는 춘천시의 도시지역 소생활권을 대상으로 가로체계에 따른 공공공간 및 건물에 대한 접근성을 분석하였다. 하지만 서울광장이나 춘천시 소생활권 등 일부 특정지역에 대한 분석만으로 일반화하기에는 지역마다의 특성이 고려되지 않은 한계가 있다. 주용진 외[17]는 친보행환경의 평가 방안 연구에서 보행 접근성을 공간구문론을 통해 분석하였다. 그 외 지하철 노선 변화와 승객 수요 변화에 관한 연구에서도 공간구문론이 활용되기도 하였다.[16]

기존 연구들을 살펴보면 건축공간분석에서 많이 사용되어온 공간구문론이 보행공간에서의 활용되는 연구가 점차 증가하고 있다. 기존의 연구들은 공간구문론과 보행과의 관계를 분석하고 그 활용가능성을 제시하고 있는데 공간구문론에서 접근성을 나타내는 지표인 통합도를 많이 활용하고 있다. 하지만 공간구문론의 경우 분석 지역들이 비슷한 공간적 배치를 가진 경우 비슷한 접근성을 가지는 것으로 나타나며 분석 범위나 위치 선정을 어디로 하느냐에 따라 결과 값이 다르게 나타날 수 있다는 한계점을 가지고 있다.

2.2.3 구배에 관한 연구

보행자가 평지를 걷는 것과 지형적 변화가 있는 지역을 걷는 것에는 체력적 차이점이 있다. 이러한 지형적 변화는 보행자의 이동에 있어 보행자를 힘들

게 하는 부정적 요소로 적용되기 때문에 보행환경에서 고려되어야 할 중요한 요소이다. 하지만 이런 구배에 대한 보행관련 연구는 미비한 상태이며 설문조사를 통해 그 중요성을 나타내는 연구들이 있다. Clifton[1]은 보행환경 평가를 위해 설문조사를 실시하였으며 PEDS(Pedestrian Environmental Data Scan)라는 이름으로 보행환경 평가를 위한 내용 등에 대한 방법론을 연구하였으며 조사 항목에 경사율을 포함하였다. 지우석 외[18]는 보행환경 만족도 연구에서 보행자의 만족도에 영향을 주는 요소와 그 영향력을 파악하였다. 보도의 수평경사보다 수직경사가 보행만족도에 더 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다으며 수직경사는 보행을 힘들게 하여 보행의 편리성과 관련이 있음을 보였다. 임혜원 외[13]는 서울시 상업 역세권의 지역보행환경 만족도에 대한 연구를 실시하였으며 측정지표의 편리성에 보도 경사율을 포함하여 강남역과 종로역 일대의 설문조사를 실시하였다. 지형적 변화가 있는 종로역에서 경사율이 만족도에 중요한 요소임을 보였다. 이처럼 설문 조사를 통한 연구들은 보행환경에 있어 구배가 중요한 요소임을 강조하고 있다.

기존 연구에서 경사율은 네트워크 분석에서 고려되어야 할 중요한 요소로 분류되고 있으며 경사의 변화가 많은 우리나라의 보행환경 평가와 네트워크 분석에서 중요한 요소로 정의되고 있다. 하지만 전체 연구지역의 평균적인 경사율 변화만 고려한 연구들이 있으나 보행 네트워크 분석에서는 실질적으로 적용 및 분석된 연구는 미비한 것으로 나타났다. 따라서 구배를 고려한 보행 네트워크 분석에 관한 연구가 필요하다.

3. 구배 가중 네트워크 분석 방법론

3.1 분석 적용방법

3.1.1 구배 가중거리

ACSM은 걷기, 달리기, 고정자전거 타기, 스텝핑 운동 중의 산소소비량을 추정하는 공식을 개발하였다[15]. 이 공식을 이용하면 운동 중 소비 에너지를 비교적 정확하게 구할 수 있는데, 개인적인 차이에 상관없이 누구에게나 적용될 수 있다. 걷기, 달리기, 자전거 타기와 같은 형태의 운동을 하는데 요구되는 에너지량은 나이, 성별, 운동기술에 그다지 큰 영향을 받지 않기 때문이다. 하지만 단지 추정치일 뿐이

니 개인의 운동 중 나타나는 심박수 반응이나 운동 자극도의 수준을 참고하여야 한다. 이 공식을 이용하면 경사면이나 지면에서 걸을 때 에너지 소비를 구할 수 있으나 경사면 아래로 걸어 내려가는 운동을 할 때의 경우 이 공식을 이용할 수 없다.

걸을 때의 에너지 소비는 속도와 비례하는데 단, 최대도 빠르게 걸을 때는 실제 에너지 소비가 급격히 증가하여 공식으로 계산하는 에너지 소비가 보다는 많아지기 때문에 대사량 공식은 정상적인 속도로 걸을 때 사용하도록 한다.

$$VO2 = 3.5 + 0.1 \times S + 1.8 \times S \times G$$

VO2: 산소소비량(ml/kg/min)

S: 보행속도(m/min)

G: 십진법표기의 경사율(%)

건기 대사량 공식에서 3.5ml/kg/min는 평균 산소소비량을 의미하며 $0.1 \times S + 1.8 \times S \times G$ 는 운동 중 순 산소소비량을 의미한다. 일반적으로 보행자가 평균 보행 속도 4km/h로 걷는다고 가정하였을 때 경사가 없는 평지에서 운동 중 순 산소소비량은 6.7ml/kg/min이다. 경사율이 1만큼 증가하는 경우 수식에는 0.01을 대입하며 평균 보행 속도 4km/h로 걸을 경우 7.9ml/kg/min의 산소소비량이 나온다. 이를 평지로 다시 가정하여 역으로 계산할 경우 7.9ml/kg/min의 산소소비량이 나오려면 속도는 4.74km/h가 되어야 한다. 경사율이 2만큼 증가할 경우의 산소소비량은 9.1ml/kg/min로 이는 평지에서 5.46km/h로 걷는 것과 같은 산소소비량을 보인다. 경사율이 3만큼 증가한 경우에서의 산소소비량은 10.3ml/kg/min으로 평지에서 6.19km/h의 속도로 걸을 때 산소소비량과 같으며 경사율이 4만큼 증가한 경우는 평지에서 6.91km/h로 걷는 것과 같은 산소소비량을 보인다. 따라서 평지에서 1m를 걷는다고 가정하면 경사율 1 증가에서 걷는 것은 평지에서 1.18m를 걷는 것과 같다고 할 수 있으며 경사율 2증가의 경우는 평지에서 1.36m, 경사율 3증가에서는 평지에서 1.54m를 걷는 것과 같다고 할 수 있다. 수식에 따라 계산을 할 경우 평지에서 경사율이 1씩 증가할 때 마다 보행 속도는 0.18의 비율로 증가한다.

따라서 구배 가중을 고려한 거리 산정식을 유도하면 다음과 같다.

$$\text{구배가중거리} = (1 + 18 \times G) \times d$$

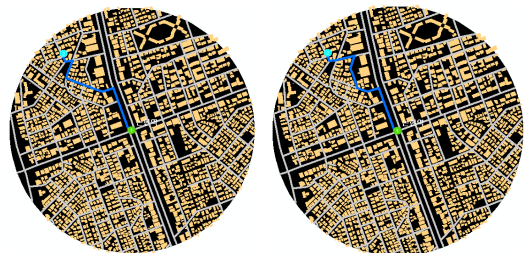
d: 거리(m)

G: 십진법표기의 경사율(%)

산정식에 의해 평지에서 1m를 이동한다면 경사율 1증가일 때는 평지에서는 1.18m를 이동하는 것과 같으며 본 연구에서는 위와 같이 대사량 공식에 따라 유도한 구배 가중거리 공식을 이용하여 경사가 있는 네트워크에 대해 구배 가중거리를 계산하고 목적지까지의 최단 경로 분석을 통해 일반 네트워크 이동 거리와 비교하고 분석한다.

3.1.2 최단경로 탐색

구배 가중거리를 반영한 네트워크와 기존의 일반 네트워크를 이용해 최단경로 탐색을 실시한다. 최단 경로 탐색은 대표적인 알고리즘인 Dijkstra 알고리즘을 이용한다. 역에서부터 한 건물까지의 최단경로를 탐색하면 일반 네트워크에서는 평면적인 이동거리가 가장 짧은 경로를 탐색하게 되며 구배 가중거리를 반영한 네트워크에서는 지형적 경사율을 고려한 경로를 탐색하게 된다. 따라서 그림 2에서 볼 수 있듯이 같은 건물로의 최단경로를 탐색하더라도 다른 경로가 탐색될 수 있다.



(a) 일반적 링크 데이터 (b) 구배를 고려한 링크 데이터

그림 2. 구배 가중에 따른 경로 변화

3.1.3 공간구문론

구배 건축공간이나 보행공간에서 공간간의 연결계를 분석하는 도구로 사용되는 공간구문론은 공간의 접근성을 분석하기 위해서는 전체 대상 공간에서의 상호관련성에 대한 분석과 인간이 공간을 인지하고 사용하는 형태에 대한 이해에 기반을 둔다는 전제에서 출발하여 각 공간간의 상대적인 접근성을 표현하고 이를 정량화하여 해석하는 방법이다[2].

공간구문론을 통해 산출되는 공간구문변수에는 연결도(connectivity), 통제도(control value), 통합도(integration) 등이 있다. 연결도는 특정 단위공간에

접해있는 주변의 단위공간의 수를 나타내는 것으로 그 값이 크면 동선의 중심적 공간으로 해석된다. 통제도는 특정단위공간이 이웃한 공간들에 미치는 영향력을 나타내는 것이다. 이웃한 단위공간들의 연결도에 대한 역수 값들의 합으로 계산된다. 통제도는 특정 단위공간에서 다른 단위공간으로 접근하기 위한 상대적 깊이를 나타내는 지표로서 공간구조상에서 위계성과 접근성을 알 수 있으며 접근성 분석 관련 연구에서 대표적으로 사용되는 지표이다. 분석 범위 내에 표현된 전체적인 관계를 계산한 지표를 전체통합도라 하며 특정 공간을 중심으로 인접한 공간범위만 고려하여 관계를 계산한 지표를 국부통합도라 한다. 전체통합도는 분석 범위 내의 축선도에 표현된 모든 축선들을 기점이자 종점으로 가정했을 때, 한 축선에서 다른 모든 축선으로의 공간깊이를 기준으로 하여 계산한다. 국부통합도는 특정 공간을 중심으로 하여 인접한 몇 개의 공간깊이까지만 고려하여 계산한다. 본 연구에서 연구지역의 공간적 접근성 분석을 위해 통합도를 사용하였다.

4. 구배 기반 가중 접근성 적용

4.1 연구 사례 지역 선정

4.1.1 역세권 범위 연구 분석

역세권을 결정하는 요소 가운데 가장 중요한 것은 역으로부터의 거리이며, 직접적인 역세권이 미치는 1차 역세권은 명확한 정의는 없으나 보통 지하철역을 중심으로 500m 반경 내의 지역을 의미한다. [도시재정비 촉진을 위한 특별법 시행령]에 따르면 고밀 복합형 재정비촉진지구의 지정 범위는 역세권의 중심점에서 500m 이내로 선정하고 있다. 기존의 선행연구에서 제시하는 역세권의 범위는 유승환[10]의 경우 보편적으로 보행권을 기준으로 한 100-500m 내외의 역 연결권, 보행으로 역에 접근하는 이용인구가 거주 혹은 근무하는 500-800m 범위 내외의 역 직접 영향권 또는 세력권, 버스, 택시, 승용차 등의 수단으로 역에 도달하는 이용인구가 거주 혹은 근무하는 800m-1km 내외의 역 간접 영향권 등이 있다는 것을 제시하였다. 이계원[11]의 경우 역세권의 공간구조는 역을 중심으로 반경 1km 내외의 공간적 규모를 가지고 있으며, 이들은 역 반경의 거리에 따라 의미가 달라짐을 제시하였다. 역 반경 200m 내외의 지역은 지가 및 토지이용 등 직접적인 변화의 영

향을 받는 지역으로 업무, 상업 등 중심지 용도의 성격이 강하다. 역 반경 500m 내외의 지역은 보행으로 역에 접근 가능한 지역으로 주거 및 상업이 혼재되어 있다. 본 연구에서는 보행 네트워크의 분석을 위한 역세권 범위 선정이기 때문에 보행자들의 이동정도를 고려하여 역세권을 지하철역에서 반경 500m로 선정하였고 연결 역세권으로는 200m로 선정하였다.

4.1.2 적용 대상 역세권 선정

본 연구의 대상지는 기존 연구의 방법론과 본 연구에서 제시하는 구배 가중거리 방법론과 차이점을 나타낼 수 있도록 도로의 가로형태가 비슷하지만 언덕과 같은 지형적인 차이를 가진 역세권으로 선정하였다. 강남구에 위치한 논현역, 역삼역, 학동역의 경우 역세권인 반경 500m에서 비슷한 도로 구조와 공간 형태를 가지고 있다. 공간구문론에 따라 공간의 속성을 정량적으로 계산하기 위해 축선도(Axial map)를 작성하였으며 접근성을 나타내는 지표로 사용되는 국부통합도 값을 비교하였으며 그 결과는 그림 3과 같다.

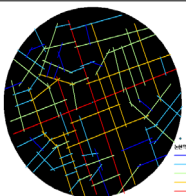
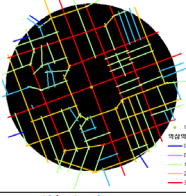
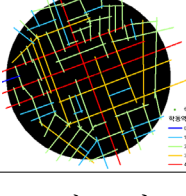
(a) 논현역		국부통합도 : 2.4 최솟값 : 1.163 최댓값 : 4.608
(b) 역삼역		국부통합도 : 2.4509 최솟값 : 0.5 최댓값 : 4.78
(c) 학동역		국부통합도 : 2.4344 최솟값 : 0.704 최댓값 : 5.203

그림 3. 연구 대상지 통합도 분석

논현역의 경우 반경 500m의 전체 도로의 평균적 국부통합도가 2.4 값을 나타냈으며 최솟값은 1.163이고 최댓값은 4.608을 나타냈다. 역삼역의 경우 국부통합도의 평균값은 2.4509로 나타났으며 최솟값은 0.5이고 최댓값은 4.78로 나타났다. 학동역의 경

우 평균적인 국부통합도 값이 2.4344로 나타났으며 최솟값은 0.704이고 최댓값은 5.203으로 나타났다. 평균적인 국부통합도 값을 고려하였을 때 논현역과 역삼역, 학동역의 경우 비슷한 값을 나타내었으며 이는 세 역세권에서 비슷한 접근성을 가지고 있다고 분석될 수 있다.

하지만 세 역세권의 지형적 특징을 살펴보면 각각의 역세권에서 다른 형태를 확인할 수 있다. 논현역의 경우 전체적인 지형의 고도가 높으며 일부 지역에 언덕이 위치하고 있다. 역삼역의 경우 역에서 동쪽으로 갈수록 지형이 높아지며 서쪽에 약간의 언덕이 위치하고 있다. 학동역의 경우 전체적으로 지형의 변화가 크지 않으며 서쪽으로 약간의 언덕이 위치하고 있다. 위와 같이 강남구에 위치한 논현역, 역삼역, 학동역의 경우 기존 연구의 방법론과 본 연구에서 제시하는 방법론과의 차이점을 보여줄 수 있는 적절한 대상지로 파악하고 연구를 실시하였다.

4.2 데이터 구축 및 적용

4.2.1 활용 데이터 및 구축

본 연구에서 사용하는 데이터는 2009년도 서울시 도로 네트워크, 등고선, 건축물대장, 역 일별 이용객 수 데이터이며 그 형태는 그림 4와 같다.

도로 네트워크 데이터의 경우 2009년도 서울시 KOTI의 도로 데이터 활용하였다. 보행로를 모두 포함하기 위해 이면도로를 포함한 모든 도로망 데이터를 활용하며 연구지역인 역삼역, 학동역, 논현역 반경 500m 지역의 도로 데이터를 추출하여 분석 활용 데이터를 구축하였다.

경사율 데이터를 구축하기 위해 서울시 등고선 데이터 활용하였다. 서울시 등고선 데이터를 활용하여 ArcGIS를 이용하여 등고선과 표고점을 삼각망으로 연결한 각 점을 잇는 중간단계인 TIN(Triangulation irregular Network)을 생성하였다. 생성한 TIN 데이터를 이용해 DEM(Digital Elevation Model) 데이터를 생성하였으며 DEM 데이터는 지형의 위치에 대한 고도를 일정한 간격으로 배열한 수치정보이다. 격자형 수치고도자료의 산출은 보간법(interpolation)을 이용하여 제작하게 되는데, 일정 면적으로 나누어진 각각의 격자점에서의 해발 고도 값은 등고선 및 표고점 자료에 의하여 표시된 고도 값을 이용하여 추정한다. 보간법의 가장 일반적인 알고리즘은 거리 반비례평균법(inverse distance weighted averaging)

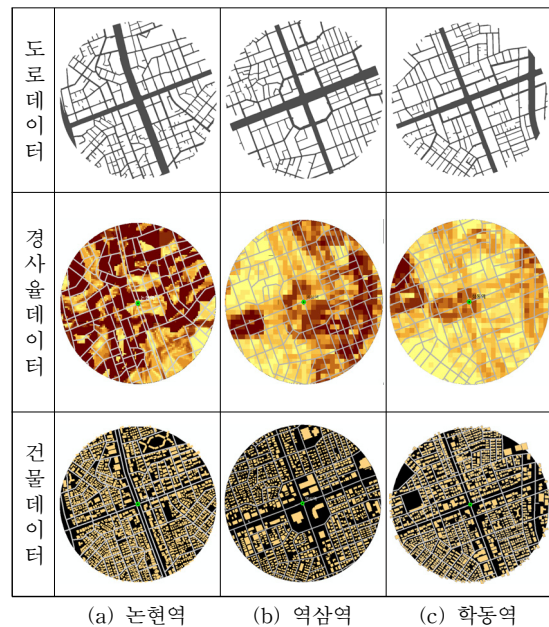


그림 4. 연구 대상지 활용 데이터

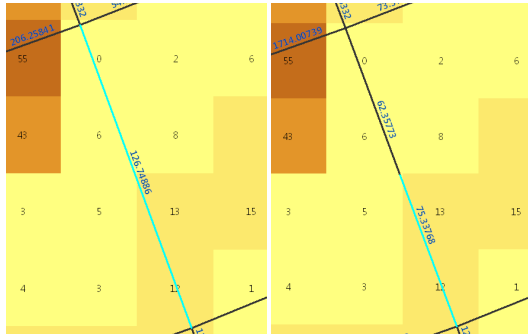
을 이용한다. 완성된 DEM으로부터 경사각을 구한다. 경사율은 주변의 8개의 셀들의 고도에 대한 평균 최대치 경사를 구한다. 격자별로 경사율을 계산하는 방식은 cell의 크기를 밀변으로 하고 해당 cell과 인접하는 cell 중 고도차가 가장 큰 cell을 선정하고 두 cell간의 고도 차이를 높이로 하는 직각삼각형에서의 각을 계산하였다. DEM 데이터의 cell 크기는 10m×10m로 설정하였다.

역에서 건물까지의 거리를 구하는데 있어 사용된 건물 데이터는 2009년도 서울시 건축물대장 데이터를 활용하였다. 건축물의 공간적인 위치와 면적, 층수 등의 속성데이터를 사용하였다. 또한 면적과 층수를 통해 건물마다 총 면적을 산출하고 이를 이용해 연구지역 전체 건물 면적과 한 건물의 면적 비율을 구하고 건물 이용자 수 산출에 활용하였다.

건물 면적 비율에 따른 건물 이용자 수 산출에는 분석 대상지의 역 이용자 수 데이터를 활용하였다. 분석 대상지의 역은 논현역, 학동역은 7호선이며 역삼역은 2호선이다. 7호선의 이용자 수 데이터는 서울특별시 도시철도공사에서 제공하는 데이터를 활용하며 2호선 이용자 수 데이터는 서울메트로에서 제공하는 데이터를 활용하였다. 시기는 도로 네트워크, 건축물대장, 등고선 데이터의 시기와 같은 2009년도 데이터를 활용하였다.

4.2.2 활용 데이터 적용

본 연구에서 활용하는 도로 데이터 형식은 노드-링크 기반의 위상 구조를 가진 일반적인 네트워크 형식이다. 따라서 네트워크 특성에 따라서 그 길이와 속성이 모두 다르다. 그러나 경사도에 따른 구배 가중거리 산정을 위해서 네트워크 데이터의 가공이 필요하다.



(a) 단일 링크 데이터

(b) 구배 변화에 따른 링크 데이터

그림 5. 네트워크 링크 데이터 재구축

그림 5와 같이 하나의 직선 링크에 대해 경사도의 변화가 적용되어야 하기 때문에 링크의 구분이 필요하다. 예를 들어 하나의 직선 링크의 네트워크 길이가 50m이고 경사도를 적용했을 경우에 경사도 5도의 오르막길이 30m이고 평지 또는 내리막길이 20m인 경우 이를 두 개의 링크로 구분하여 분석이 이루어져야 한다. 만약 두 개의 링크로 구분하지 않고 하나의 링크로 구배 가중거리 산정을 할 경우 95m로 나타나게 되며 이는 하나의 링크에 오르막길과 평지, 내리막길의 지형적 특성을 가지고 있음에도 모두 오르막길로 간주되어 실제 이동거리를 현실적으로 반영하지 못하게 된다. 따라서 경사도의 분포

에 따라서 두 개의 링크로 구분할 경우 경사도 5도인 오르막길 30m의 경우 구배 가중거리 산정을 통해 57m로 산정되며 평지 또는 내리막길 20m의 경우는 구배 가중거리 적용이 이루어지지 않기 때문에 20m로 산정된다. 따라서 하나의 링크로 구배 가중거리를 산정하였을 경우 95m로 나타나는 것과 달리 링크를 구분하여 적용할 경우 77m로 나타나게 된다. 이는 보행자의 구배에 따른 실질적인 이동거리를 나타낼 수 있게 된다.

본 연구에서 내리막길의 경우 앞서 언급하였듯이 대사량 공식에서 내리막길에 대해 적용이 불가능한 점을 고려하여 평지와 같은 네트워크 길이를 나타내는 것으로 가정하였다.

4.3 분석

4.3.1 네트워크 이동거리 분석

기존의 연구에서 활용하였던 단순 네트워크 이동거리와 본 연구에서 제시하는 구배 가중 네트워크 이동거리 분석을 실시하였으며 그 결과는 표 1과 그림 6과 같다. 분석 지역의 역세권 500m 안에 위치한 모든 건물들까지 평균적인 단순 네트워크 이동거리를 분석하였을 때 논현역의 경우 452.178m로 나타났으며 역삼역은 476.784m로 나타났고 학동역의 경우 441.126m로 나타나 세 지역이 비슷한 이동거리를 보였다. 하지만 지형적 특성을 반영한 구배 가중 네트워크 이동거리를 분석하였을 때 논현역은 1024.293m로 나타났으며 역삼역의 경우 1451.040m로 나타났고 학동역의 경우 780.454m로 나타났다. 지형적인 경사율의 변화가 큰 역삼역에서 구배 가중 이동거리가 가장 긴 것으로 나타났으며 그 다음으로 논현역의 구배 가중 이동거리가 긴 것으로 나타났다. 이는 역에서부터 멀어질수록 경사율이 커지는 지형적 특

표 1. 연구 대상지 네트워크 이동거리 분석 결과

역	건물 범위	역에서 건물까지 이동거리		건물에서 역까지 이동거리	
		네트워크 거리	구배 가중거리	네트워크 거리	구배 가중거리
논현역	전체	452.178m	1024.293m	452.561m	595.712m
	200m	288.401m	645.335m	258.693m	325.436m
	500m	651.245m	1052.294m	614.605m	807.246m
역삼역	전체	476.784m	1451.040m	489.672m	794.764m
	200m	308.773m	656.160m	290.928m	507.276m
	500m	625.398m	1748.833m	650.454m	992.193m
학동역	전체	441.126m	780.454m	440.913m	702.357m
	200m	264.245m	605.675m	265.653m	402.628m
	500m	605.675m	1027.370m	600.082m	933.232m

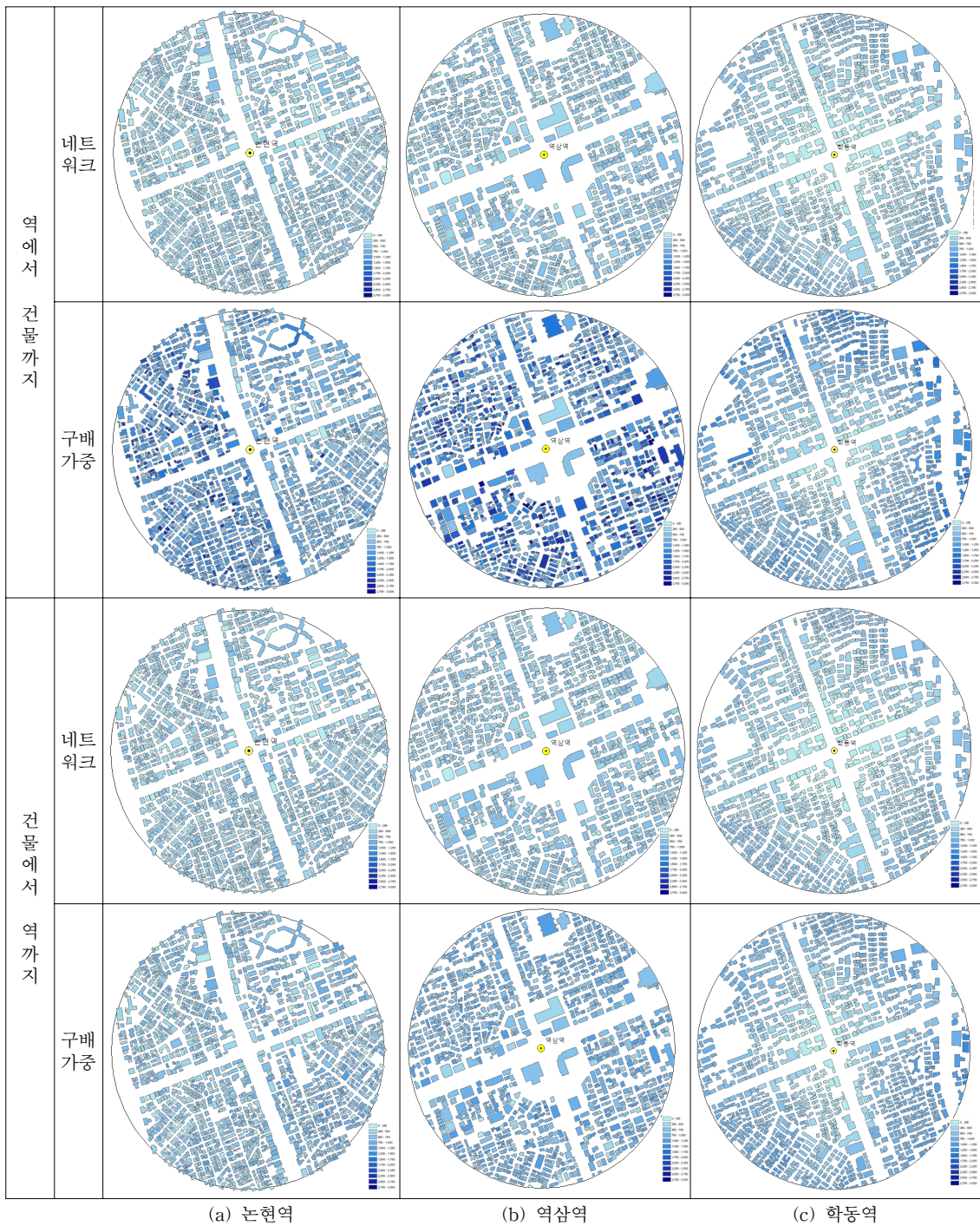


그림 6. 네트워크 이동거리 분석

성이 반영되었기 때문이다. 다른 지역에 비해 지형의 경사율 변화가 크지 않은 학동역의 경우 다른 지역과 비교하였을 때 구배 가중 네트워크 이동거리가

상대적으로 짧은 것을 볼 수 있었다.

반면 건물에서 역까지의 네트워크 이동거리를 분석하였을 때는 다른 결과를 보였다. 평균적인 단순

네트워크 이동거리를 분석하였을 때는 논현역이 452.561m로 나타났고 역삼역의 경우 489.672m로 나타났으며 학동역의 경우 440.913m로 나타나 세 연구지역의 단순 네트워크 이동거리가 큰 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다. 하지만 구매 가중 네트워크 이동거리 분석에서는 역에서 건물로 이동하는 경우와 다른 결과를 보였다. 논현역의 경우 가장 짧은 595.712m로 나타났으며 역삼역의 경우 794.764m로 나타났고 학동역의 경우 702.357m로 나타났다. 이는 지형적 특성으로 인해 역에서 건물로 이동할 경우 오르막길로 적용 분석하는 반면에 건물에서 역으로 이동하는 경우는 내리막길로 적용되어 구매 가중거리에서 차이가 발생하기 때문이다. 상대적으로 지형의 경사를 변화가 크지 않은 학동역의 경우 역에서 건물까지의 이동거리와 건물에서 역까지의 이동거리의 변화가 크지 않았지만 지형적 경사를 변화가 큰 논현역과 역삼역의 경우 각각의 이동거리 변화가 큰 것으로 나타났다.

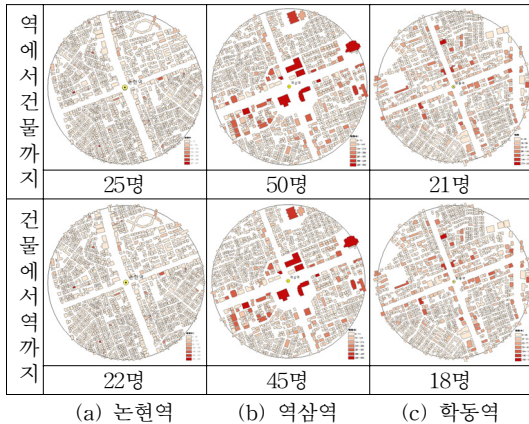


그림 7. 건물 평균 이용자 수의 분포

4.3.2 보행자 이동거리 분석

본 연구에서는 일반 네트워크와 구매 가중 네트워크 분석을 실질적인 보행자의 이동거리로 표현하기 위해 역세권의 건물 이용자 수를 추정하였다. 같은 거리를 이동하더라도 실제로 몇 명의 인원이 어느 정도 거리를 이동하느냐에 따라 평균적인 이동거리의 차이가 발생한다. 건물에 대한 이용자 수를 추정하기 위해 건물 면적 데이터와 연구지역의 지하철역 이용객 수 데이터를 활용하였다. 건물의 면적 비율에 따라서 지하철역 이용객 수를 분포하였다. 이때

지하철 이용객 수는 승차 인원과 하차 인원으로 나누어 적용하였다. 승차 인원은 건물에서 역으로 이동하는 보행자 수를 추정하기 위해 활용하였으며 하차 인원의 경우 역에서 건물까지 이동하는 보행자 수를 추정하기 위해 활용하였다.

각 역별 이용객 수 분포는 그림 7과 같다. 논현역의 경우 일일 평균 승차인원은 20,544명이며 하차인원은 22,940명이다. 논현역 역세권에 대해 건물 면적 비율에 따라 분포를 한 결과 평균적인 건물 이용자 수는 25명이었으며 최소 이용자 수는 1명이며 최대 이용자 수는 340명이다. 표 2에서 볼 수 있듯이 역에서 건물까지 보행자 평균 이동거리는 네트워크 기반으로는 427.739m로 나타났으며 구매 가중거리 기반으로는 1010.214m로 나타났다. 건물에서부터 역까지의 보행자 평균 이동거리는 네트워크 기반 분석에서는 427.739m로 나타났으며 구매 가중거리 기반 분석에서는 564.231m로 나타났다. 역삼역의 일일 평균 승차인원은 47,738명이며 하차인원은 52,544명이다. 추정을 통한 평균적인 건물 이용자 수는 50명이었으며 최소 이용자 수는 2명이며 최대 이용자 수는 466명이다. 역에서 건물까지 보행자의 평균 이동거리는 네트워크 기반 분석에서는 458.152m로 나타났으며 구매 가중거리 기반 분석에서는 1310.490m로 나타났다.

건물에서부터 역까지의 보행자 평균 이동거리는 네트워크 기반 분석에서는 455.157m로 나타났으며 구매 가중거리 기반 분석에서는 747.466m로 나타났다. 학동역은 일일 평균 승차인원이 23,117명이며 하차인원은 26,099명이며 평균적인 건물 이용자 수는 21명으로 나타났다. 최소 이용자 수는 1명이며 최대 이용자 수는 192명으로 추정되었다. 역에서 건물까지 보행자의 평균 이동거리는 네트워크 기반 분석에서는 412.457m로 나타났으며 구매 가중거리 기반 분석에서는 744.929m로 나타났다. 건물에서부터 역까지의 보행자 평균 이동거리는 네트워크 기반 분석에서는 412.457m로 나타났으며 구매 가중거리 기반 분석에서는 647.654m로 나타났다.

분석결과 논현역, 역삼역, 학동역 모두 승차인원보다 하차인원이 많았으며 보행자 수를 고려하지 않은 네트워크와 구매 가중거리 분석에서보다 모두 짧은 이동거리를 나타냈다. 네트워크 기반 이동거리 분석에서는 역에서 건물까지의 왕복 이동거리 모두 큰 차이를 보이지 않았다. 하지만 구매 가중거리 기

표 2. 연구 대상지 보행자 이동거리 분석 결과

역	건물 범위	역에서 건물까지 이동거리		건물에서 역까지 이동거리	
		네트워크 거리	구배 가중거리	네트워크 거리	구배 가중거리
논현역	전체	427.739m	1010.214m	427.739m	564.231m
	200m	287.760m	636.072m	258.414m	320.102m
	500m	670.944m	1096.892m	621.733m	819.071m
역삼역	전체	458.152m	1310.490m	455.157m	747.466m
	200m	289.809m	650.082m	276.217m	508.412m
	500m	556.447m	1560.149m	636.268m	1001.047m
학동역	전체	412.457m	744.929m	412.457m	647.654m
	200m	279.760m	478.145m	262.627m	397.419m
	500m	597.346m	1071.510m	589.739m	905.542m

반의 이동거리 분석에서는 역에서 건물로의 이동거리와 건물에서 역으로의 이동거리에서 큰 차이를 보였다. 학동역의 경우 경사율의 차이가 크지 않은 특성이 반영되어 역에서 건물까지의 이동거리와 건물에서 역까지의 이동거리가 다른 연구지역에 비해 큰 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다. 반면 경사율의 차이가 큰 논현역과 역삼역의 경우 이동거리에서도 차이를 보였다. 역에서부터 멀어질수록 경사율이 커지는 지형적 특성으로 인해 역에서 건물까지의 이동은 오르막길을 걷는 것과 같은 현상을 보인다. 그에 따라 논현역과 역삼역의 경우 역에서 건물까지의 보행자 평균 이동거리는 1000m 이상으로 나타났다. 하지만 건물에서 역으로 이동하는 경우 이와 반대로 내리막길을 걷는 것과 같기 때문에 논현역과 역삼역 모두 건물에서 역으로 이동하는 보행자 평균 이동거리가 564.231m와 747.466m로 크게 줄어드는 것을 확인할 수 있었다. 공간구분론을 이용한 접근성 분석과 네트워크 이동거리 기반의 접근성 분석에서는 연구지역 모두 비슷한 값을 나타내고 있어 세 지역 모두 접근성이 비슷하거나 같다고 할 수 있으나 지형적 특성과 보행자 수의 특성을 고려한 이번 분석에서는 연구지역마다 이동거리의 차이를 보이면서 연구지역 특성을 반영한 접근성 분석이 가능한 것을 보여주고 있다.

5. 결론

본 연구에서는 지형의 특성을 나타내는 요소 중 하나인 구배를 고려한 보행 네트워크 접근성 분석 방법론을 제시하기 위해 네트워크 거리로 산정하는 공식을 유도하였고 또한 건물 이용자 수를 추정하여 실질적인 보행자들의 평균 이동거리 분석을 시도하였다. 이는 단순한 평면적인 네트워크 이동거리나

공간적 관계만을 고려한 기존의 접근성 분석 방법이 아니라 보행자가 실제로 체감하는 이동거리를 고려한 접근성 분석 방법이다.

네트워크 구조가 비슷하나 구배의 차이가 큰 강남구에 위치한 논현역, 역삼역, 학동역을 연구지역으로 선정하고, 역에서부터 연접 역세권인 반경 200m와 직접 역세권인 반경 500m에 위치한 건물들과 전체 연구지역에 위치한 건물들을 보행 목적으로 설정하였다. ACSM에서 제시하는 대수량 공식을 통해 구배 가중거리 공식을 유도하고 이를 네트워크 데이터에 적용하여 구배 가중 네트워크 데이터를 구축하였다. 이를 통해 연구지역의 평면적 네트워크 이동거리와 구배 가중 이동거리를 비교하고 분석하였다. 보행자의 이동규모를 추정하기 위해 건물 면적 비율에 따라 역 이용자 수를 이용해 건물 이용자 수를 추정한 뒤 연구지역의 1인당 평균 이동거리를 비교하고 분석하였다.

연구 결과 비슷한 공간적 배치와 네트워크 구조를 가진 연구지역들에 기존의 접근성 분석 방법론을 적용하였을 때 비슷한 값을 나타냈으나 본 연구에서 제시한 구배 가중거리 기반의 접근성 분석 방법론을 적용하였을 때 지형적 특성에 따라 다른 값을 나타내는 것을 확인할 수 있었다. 또한 건물 규모에 따라 건물 이용자 수 추정을 통하여 연구지역의 보행자 이동규모와 이동거리를 산출할 수 있었다. 연구지역의 연접 역세권 반경 200m와 직접 역세권 반경 500m에 위치한 건물까지의 보행자 이동거리를 분석하였으며 그 결과 연구지역의 특성을 보다 현실적으로 반영한 결과를 나타냈다. 이와 같이 구배 가중거리를 이용한 보행 네트워크 접근성 분석 방법론을 제시하였지만 구배 고려에 있어 오르막길에 대한 적용만 이루어졌기 때문에 후속적인 연구에서는 내리막길에 대한 적용 가능성과 방법론에 관한 연구가

필요할 것으로 보인다.

이와 같이 본 연구는 단순 보행 네트워크 이동거리 분석에서 구배를 고려한 보행 네트워크 이동거리 분석, 더 나아가 보행자의 이동규모를 고려한 보행 네트워크 이동거리 분석을 실시하였고 보다 실질적인 보행자의 특성을 고려한 보행 네트워크 접근성 분석 방법론을 제시하였다. 이는 앞으로 보행 네트워크 분석에서 지형적 특성을 반영하고 보다 실질적인 보행자의 움직임을 고려한 보행 네트워크 분석 방법론으로 활용될 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] Clifton, K.J., 2006, "PEDS(Pedestrian Environmental Data Scan)", University of Maryland.
- [2] Hillier, B., 1999, "Space is the machine", Cambridge University Press.
- [3] Moudon, A.V. and Lee, C., 2003, "Walking and bicycling: an evaluation of environmental audit instruments", American journal of health promotion, vol.18 no.1, pp.21-37.
- [4] Sugizawa, Y., 2003, "Use of gis for pedestrian space maintenance of welfare society", ESRI User Conference Technical Report.
- [5] 권성실, 오덕성, 2004, "환경적 지속성 측면의 도시계획요소가 거주만족도에 미치는 영향연구 : 산본 신도시를 사례로", 한국도시설계학회지, 제5권 제3호, pp.5-21.
- [6] 김영옥, 2003, "Space Syntax를 활용한 공간구조 속성과 공간사용패턴의 상호관련성 연구 : 인사동 지역의 보행자 및 차량 통행량을 중심으로", 대한 국토-도시계획학회지, 제38권 제4호, pp.7-17.
- [7] 박소현, 최이명, 서한림, 2008, "주거지 물리적 보행환경의 특성차이에 관한 연구 : 가회, 성산, 시흥, 상계, 개포, 행당 지역을 사례로", 대한건축학회 논문집, 제24권 제2호, pp.215- 226.
- [8] 신행우, 임현식, 김영옥, 2004, "서울시청광장 계획에 따른 보행네트워크의 변화에 관한 연구", 한국도시설계학회 춘계학술발표대회 논문집, 제4권, pp.286-301.
- [9] 오성훈, 성은영, 2009, "보행환경 다면평가 시스템 구축 연구 : 상업중심지 보행환경의 통합성을 중심으로", 건축도시공간연구소.
- [10] 유승환, 강준모, 2012, "역세권 공간구조특성이 지가에 미치는 영향요인분석", 대한토목학회논문집, 제32권, 제1D호, pp.61-69.
- [11] 이계원, 2003, "서울시 지하철 역세권 토지의 용도 변화특성에 관한 연구", 서울시립대학교 석사학위 논문.
- [12] 이병욱, 이승재, 2005, "Space Syntax를 이용한 서울시 버스개편의 접근성 효과분석", 대한교통학회지, 제23권, 제8호, pp.163-170.
- [13] 임혜원, 김태호, 2012, "서울시 상업 역세권의 지역보행환경 만족도에 대한 영향인자분석", 대한토목학회지, 제60권, 제1호, pp.41-47.
- [14] 전범우, 이낙운, 2010, "춘천시 공공시설의 보행접근을 위한 네트워크 구축에 관한 연구", 대한건축학회 논문집, 제26권 제12호, pp.245-252.
- [15] 주기찬, 2004, 운동처방 : 최신 ACSM 지침에 따른 사례연구 중심, 대한미디어
- [16] 주용진, 2011, "도시 철도 개통에 따른 대중교통이용 편익측정을 위한 대안적 평가모델 : 지하철 9호선을 사례로", 한국공간정보학회지, 제19권, 제4호, pp.11-20.
- [17] 주용진, 하은지, 전철민, 2012, "TOD 계획 요소의 통합적 접근을 통한 친보행 환경의 평가 방안", 한국공간정보학회지, 제20권, 제3호, pp.15-25.
- [18] 지우석, 구연숙, 2008, "보행환경 만족도 연구", 경기개발연구원.

논문접수 : 2012.09.07

수정일 : 2012.10.28

심사완료 : 2012.10.30



하 은 지

2010년 경기대학교 도시·교통공학공학
사

2010년 서울시립대학교 도시과학연구
원

2012년 서울시립대학교 공간정보공학

석사

관심분야는 GIS, 공간 데이터베이스, 교통



전 철 민

1988년 서울대학교 도시공학 공학사

1990년 서울대학교 도시공학 공학석사

1997년 Texas A&M University 도시

및 지역계획학 박사

1997년~1999년 North Carolina RTI

GIS 전문요원

1999년~현재 서울시립대학교 공간정보공학과 정교수

2008년~2010년 서울시립대학교 공간정보연구센터 센
터장

관심분야는 GIS, 공간 데이터베이스, 3차원 모델,
Network Algorithm