

보행 특성을 고려한 보행자 서비스수준 평가지표 개발: 홍익대학교 주변지역을 대상으로

최성택¹ · 추상호^{2*} · 전나영³

¹홍익대학교 과학기술연구소, ²홍익대학교 건설도시공학부, ³홍익대학교 도시계획과

Development of Criteria for Determining Level of Service for Pedestrian Walkway Considering a Pedestrian Platoon: Focusing on the Hongik University Area

CHOI, Sung Taek¹ · CHOO, Sang Ho^{2*} · JEON, Na Yeong³

¹Research Institute of Science and Technology, Hongik University, 04066, Korea

²School of Urban & Civil Engineering, Hongik University, 04066, Korea

³Department of Urban Design & Planning, Hongik University, 04066, Korea

*Corresponding author: shchoo@hoingik.ac.kr

Abstract

Pedestrian performance measurement has generally used the average values of pedestrian volumes and speeds from a sample, although each individual's pedestrian behavior of the sample is mainly affected by his/her socio-economic and physical characteristics. In particular, if such individual characteristics of the sample have wide variations, the average values are hard to be representative. In this respect, this study found that a platoon of pedestrians had a major effect on their pedestrian flows on sidewalks. The more platoons was mixed on pedestrian roads, the lower pedestrian flow rate was. The indexes such as a pedestrian flow rate and an occupancy space are typically calculated by pedestrian volumes in a given period of time regardless of the existence of a platoon. However, it is plausible that a pedestrian speed and a level of pedestrian congestion can be different under the equal amount of pedestrian volumes. Therefore, this study suggested criteria for determining level of service for pedestrian considering platoon effects and confirmed that two places had different pedestrian LOSs because of the platoon effects, even if they showed the same pedestrian flow rate.

Keywords: level of service, pedestrian, pedestrian flow rate, pedestrian platoon, KHCM

초록

보행자 행태는 개인의 사회경제적 환경과 신체적 특성으로 인해 매우 다양하게 나타나기 때문에 보행 지표는 다양한 표본을 통해 얻게 된 결과의 평균적인 값을 활용하게 된다. 그러나 개별 보행자의 보행 특성이 매우 다르다면 평균 값 또한 대표성을 갖기 힘들다. 본 연구에서 영상 촬영을 통해 보행자를 관찰한 결과, 보행로 상에 뒤섞인 군집(platoon)이 보행 흐름에 큰 영향을 끼친다는 사실을 발견하였다. 보행로 상에 군집이 많이 섞여 있을수록 보행 흐름은 더욱 느려지고 보행공간은 혼잡해진다. 보행류율과 보행점유공간 등의 지표는 특정 시간동안 해당 보

J. Korean Soc. Transp.
Vol. 34, No. 2, pp. 191-206, April 2016
<http://dx.doi.org/10.7470/jkst.2016.34.2.191>
pISSN : 1229-1366
eISSN : 2234-4217

Received: 7 January 2016

Revised: 18 March 2016

Accepted: 8 April 2016

Copyright ©
Korean Society of Transportation

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

행로를 이용한 보행자수에 의해 정의된다. 따라서 군집의 비율이 높은 지점과 낮은 지점에서 동일한수의 보행자가 관찰되었다 하더라도 실질적인 보행 속도, 혼잡도 등은 큰 차이를 보일 수 있다. 본 연구는 이러한 현상을 관찰하여 보행 군집의 구성 비중이 높은 경우에 적용할 수 있는 별도의 보행자 서비스 수준을 제시하였다. 그 결과, 동일한 값의 보행류율을 보이는 두 개의 지점이라 해도 보행 군집의 영향에 의해 서비스 수준이 다르게 나타남을 확인하였다.

주요어: 서비스 수준, 보행자, 보행류율, 보행 군집, 도로용량편람

서론

1. 배경 및 목적

보행 수단은 인간의 모든 활동에서 중추적인 역할을 담당하고 있다(Shakar, 2003). 가까운 거리는 도보로 이동하게 되며 장거리를 이동하는 경우에는 승용차, 오토바이, 대중교통 등의 다양한 수단을 이용하기 위해 보행 활동을 행하게 된다. 이러한 점에서 보행은 인간 활동의 시작과 끝을 담당하는 주요 수단이라 할 수 있다.

최근에는 시민의 건강을 증진시키고 환경오염을 줄일 수 있다는 장점으로 인해 보행은 더욱 주목받고 있다(Chinmoy et al., 2014). 시민의 보행 활동을 장려하고 삶의 질을 개선시키기 위한 정책의 일환으로 서울역 고가를 철거하지 않고 보행을 위한 공간으로 재탄생시킨 사례는 최근의 경향을 대표한다. 이러한 흐름 속에서 우리의 일상생활과 밀접하게 맞닿아 있는 보행공간에 대한 재평가와 개선하기 위한 노력도 활기를 띠고 있다.

보행 공간을 평가하기 위해서는 보행자 도로의 기하구조와 보행활동 현황 등을 기초로 하여 보행교통류율, 밀도 등의 보행자 효과척도를 우선 산정한다. 그리고 도로용량편람에서 제공하는 보행자 서비스 수준의 각 단계별 구간 값을 참고해 보행자 서비스 수준을 정의하게 된다. 도로용량편람에서 제공하는 기준 값은 다양한 유형의 보행로 특성 자료를 수집하여 얻은 결과물로 보행로를 평가하는 모든 영역에서 활용되고 있다.

그러나 현재 제공되는 보행자 서비스 수준은 다양한 보행로 유형을 고려하지 못하는 경직성으로 인해 신뢰성을 확보하지 못하고 있다(Kim et al., 2015). 보행로를 평가하는데 있어 활용되는 가장 일반적인 효과척도는 교통류율이다. 이는 기본적으로 모든 보행자의 통행 흐름이 유사함을 전제로 한다. 차량의 경우, 앞차와 비교적 일정한 거리를 유지하고 돌발 상황에 대한 변수가 적은만큼 이러한 가정이 성립될 수 있다. 그러나 보행은 충돌이 매우 잦고 경로 예측이 어려우며 무리를 지어 이동하는 경우가 발생하기 때문에 위의 전제를 적용하기 어렵다. 따라서 예측 불가능한 행위가 많이 발생하는 보행로의 경우에는 보행로의 혼잡이 심해질 수 있으며 이로 인해 보행자 서비스 수준은 더욱 하락하게 된다.

일반적으로 보행의 불확실성은 좁은 공간과 보행 속도의 차이, 대중교통 시설과 승강기 등의 보행자 대량운송수단, 횡단보도 신호 등 세 가지 요인에 의해 발생한다(Pushkarev and Jupan, 1975). 세 가지 요인은 보행량을 짧은 순간에 방출시키는 역할을 하며 이로 인해 보행로는 혼잡이 발생하게 되며 결국 보행공간에 군집(platoon)을 형성시킨다. 보행자 의지와는 상관없이 보행자 간의 상충이 발생하고 서로의 보행 활동을 방해하게 되어 보행로 전체의 혼잡을 유발하게 되는 것이다.

보행로 상에 동일한 보행량이 존재한다 하더라도 군집의 비중이 높다면 해당 보행로의 혼잡도는 더욱 높아질 것이다. 군집은 개별 보행자보다 보행속도가 느리고 보행간격이 넓기 때문이다(Jang et al., 2015). 이러한 경우, 현재 도로용량편람에서 제공하는 보행자 서비스 수준 값을 적용한다면 보행자 서비스 수준은 과대평가될 수 있다. 미국 도로용량편람(Highway Capacity Manual, HCM)에서는 보행로 상에서 보행자 군집에 대한 보행자 서비스 수준을 별도로 제공하고 있다는 점에서도 보행자 서비스 수준을 정의함에 있어 군집의 여부는 꼭 고려되어야만 한다(Pushkarev and Zupan, 1975).

본 연구는 이러한 관점에서 예측 불가능한 혼잡을 야기하는 보행자 군집에 대해 주목하였다. 우선 국내 실정에 적합하도록 보행자 군집을 정의하였다. 이후 현장조사를 통해 군집의 비율이 높거나 낮은 지점의 보행 현황

자료를 수집하여 군집의 보행 행태를 분석하고 보행자 서비스 수준 지표를 별도로 제시하였다. 이를 통해 보행자 군집이 보행로에 끼치는 영향력을 규명하고 올바르게 보행자 서비스 수준을 평가할 수 있는 방법론을 제안하고자 하였다.

2. 연구의 범위

본 연구의 공간적 범위는 서울시 마포구에 위치한 홍익대학교와 인근 주변지역이다. 인근 주변지역이라 함은 홍익대를 거점으로 6호선 상수역과 2호선 합정, 홍대입구역에 이르는 영역을 의미한다. 이 영역은 홍익대학교를 중심으로 다양하고 특색 있는 음식점, 카페, 주점 등을 포함한 유흥시설과 쇼핑을 위한 상업시설이 다수 입지한 강북의 대표적인 상업지역이다. 홍익대학교 학생 및 교직원뿐만 아니라 타 지역 방문객과 외국인 관광객 등으로 항상 붐비는 지역이다. 따라서 해당 지역은 군집의 다양한 보행 행태 관측이 용이하다는 점에서 연구 대상지로 적합하다.

조사는 비교적 보행량이 고르게 발생하는 주중 오전 및 오후 시간에 실시하였다. 일반적으로 첨두시 15분 보행량을 활용하지만 본 연구 대상지의 경우에는 첨두시 지점별 특성에 따라 첨두시 보행량의 편차가 매우 크게 나타났다. 특히 2호선 홍대입구 주변 지역의 경우, 첨두시 보행량이 너무 많아 보행자가 움직이지 못하거나 보행 흐름에 휩쓸려 원하지 않는 방향으로 이동하는 현상이 발생하게 되어 보행량 측정이 의미가 없어지는 현상이 발생하기도 하였다. 이러한 이유로 본 연구에서는 비첨두시의 보행 행태 자료를 수집하였다.

본 연구의 흐름은 Figure 1과 같다. 연구의 목표 설정 이후, 군집에 대한 관련 이론을 검토하여 보행 군집을 정의할 수 있는 명확한 기준을 설정하였다. 이와 함께 선행연구 고찰을 통해 군집을 고려한 보행자 서비스 수준을 설정하는 방안 즉, 착안점을 설정하였다. 이를 바탕으로 3장에서는 관련자료 수집을 다루었다. 우선 구체적인 조사 지점을 선정하고 조사 계획에 의해 자료를 수집하고 가공하였다. 4장에서는 수집된 자료를 바탕으로 보행류율을 정의하여 일반적인 평균보행류율과 군집 보행류율을 상호 비교하였다. 이를 토대로 기존 보행자 서비스 수준의 기준 값(threshold)을 조정하여 군집의 보행자 서비스 수준을 제시하였다. 마지막으로 5장에서는 본 연구의 결과와 시사점을 요약하여 정리하였으며 향후 연구방향을 개략적으로 제시하였다.

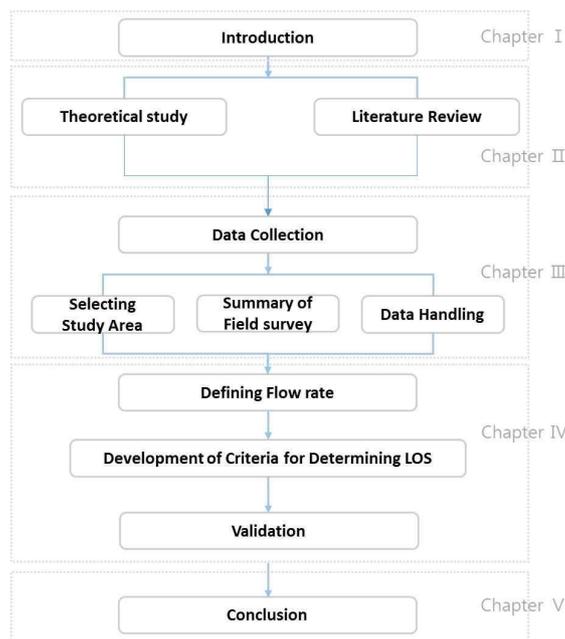


Figure 1. Flow chart

관련 이론 검토 및 선행연구 고찰

1. 보행자 군집의 개요

Okamoto(1970)의 연구에 따르면 보행로 상의 보행량을 분 단위로 측정하였을 경우, 매분마다 보행량의 편차는 매우 크게 발생한다. 분당 보행량은 일반적으로 침투 15분 교통량을 측정한 뒤에 이를 15분으로 나누어 산정한다. 따라서 침투 15분의 평균 보행량은 변동이 심한 보행량을 모두 고려할 수 없는 평균적인 값이다. 해당 연구의 대상지인 맨하탄의 Nassau Street와 Chase Manhattan Plaza의 보행량을 보더라도 15분 동안의 최대 1분 보행량은 평균 보행량보다 20%, 많게는 75% 많았으며 3번째로 많은 1분 보행량 또한 10-30%가량 많은 것으로 나타났다. 전체적으로 보았을 때는 총 15분 중에서 약 6-9분사이의 보행량은 평균 보행량보다 많은 것으로 나타났다. 즉 절반 이상의 시간동안 보행로는 평균보행량보다 많은 보행량을 수용하게 된다. 이로 인해 평균보행량 이상의 보행량이 발생할 경우, 보행로의 용량이 초과되는 현상이 발생한다. 따라서 보행로 혼잡이 가중되고 보행자는 보행로를 벗어나 통행하게 되어 위험에 노출되기 쉽다. 이를 개선하기 위해서는 보다 짧은 주기로 보행량을 측정하여 보행량의 변동을 보다 현실적으로 고려해야 한다(Pushkrev and Zupan, 1975).

그러나 짧은 주기로 보행량을 측정함에도 보행량의 변동은 계속 발생하게 된다. 이를 유발하는 요인은 첫째 좁은 유효보도폭과 보행자간의 속도 차이, 둘째 대중교통 하차 및 엘리베이터 등의 보행자 대량방출 시설, 셋째 보행신호로 인한 보행자 대기발생 및 보행량 유입 등이 있다. 세 가지 요인 모두 보행로 혼잡을 유발하는 요인이며 예측이 어렵다는 공통점이 있다. 특히 위와 같은 현상으로 인해 보행로 상에서는 보행 군집이 형성된다.

보행 군집의 형성은 보행 흐름에 부정적인 영향을 끼치게 된다. Jang et al(2015)은 보행군이 개별 보행자에 비해 보행 흐름을 방해할 가능성이 높다는 점을 밝혔다. 강남구를 대상으로 조사한 결과, 보행군은 개인 보행자에 비해 크게는 20m/min까지 속도가 느렸으며 보행자 간격도 개인 보행자에 비해 더 길게 형성되는 것으로 나타났다. 따라서 보행자 무리 속에 보행 군집의 비중이 높을수록 보행로의 혼잡은 가중되게 된다.

보행자 군집은 자발적 군집과 비자발적 군집으로 구분된다(Pushkrev and Zupan, 1975). 자발적 군집은 친척, 또는 지인으로 구성된 보행자 그룹으로 친밀한 간격을 유지하며 함께 이동하는 군집을 의미한다. 이들은 대화를 나누거나 서로의 보행 속도에 맞춰 이동하고 나란히 걷는다는 특징으로 인해 타 보행자의 보행 경로를 일시적으로 방해할 수 있다. 따라서 자발적 군집이 많을 경우, 보행로 상의 혼잡은 가중될 수 있다.

비자발적 군집도 자발적 군집과 동일한 현상을 발생시킨다. 단 보행로와 주변 시설, 교통 인프라 등으로 인해 보행자들의 의지와는 상관없이 형성되는 군집이라는 점이 특징이다. 그러나 자발적 군집은 보행 내내 군집을 형성하는 반면, 비자발적 군집은 혼잡이 해소되면 개별 보행자로 분리된다. 따라서 군집 유무를 결정하기 위한 일정한 기준이 필요하다.

선행연구에서는 비자발적 군집을 정의하기 위해 군집 내 구성원간의 영향이 보행에 영향을 끼치는 시간을 기준으로 삼았다. 가장 관대한 기준으로는 5초 이상, 엄격한 기준으로는 50초 이상 영향을 끼친 보행자들은 하나의 비자발적 군집으로 정의하였다. 그러나 Pushkrev and Zupan(1975)의 연구에서 보행 군집의 평균 지속시간은 5초 미만이라고 언급한 점과 짧은 시간 안에서도 보행 흐름에 상호 영향을 끼칠 수 있다는 점을 고려해 본 연구에서는 2초 이상 상호 영향을 준 그룹을 보행 군집으로 정의하였다. 이는 강남역을 대상으로 수행되었던 기존 연구(Jang et al., 2015)를 참고하였다.

2. 선행연구 검토 및 착안점 도출

보행자 서비스 수준을 정의하고 이를 개선하고자 하는 연구는 다양하게 수행되어져 왔다. 우선 현재 도로용

량편람에서 제시하는 기준을 보완하여 제시한 연구가 가장 대표적이다. 일반적인 보행 특성을 관찰할 수 있는 대상지의 보행 자료를 수집해 새로운 서비스 수준을 제시한 연구(Lim et al., 2002; Sarkar, 2003; Muraleetharan et al., 2005)가 이에 해당된다. 또한 보행로 이용자를 대상으로 설문조사를 실시해 이용자 만족도를 조사하고 이를 보행로 평가 기준 수립에 반영한 연구도 수행되었다(Shin et al., 2009; Frank, 2000; Bruce et al., 2007; Soren, 2013). 국내의 경우, 한국도로용량편람의 한국어 표준 체형이 현재 일반 성인의 체형을 반영하지 못한다는 점에서 이를 새롭게 정의하여 보행로 관련 시설의 서비스 평가모델을 제시한 연구가 있다(Jang et al., 2010; Kim et al., 2015).

보행로를 특성에 따라 유형화한 연구도 수행되었다. 보행자 행태는 토지이용 행태에 따라 달라질 수 있다는 점을 전제로 토지용도를 주거, 쇼핑, 업무 등 3개로 구분하여 각각의 보행자 서비스 수준에 영향을 끼치는 요인을 규명한 연구(Kadali and Vedagiri, 2015), 보행로를 보행 전용로, 보차 혼용로, social path, 지하철 환승 공간 등 4개 유형으로 구분하여 보행 특성을 검토한 연구(Jang et al., 2014) 등이 있다.

이러한 유형의 연구 외에도 일반적인 보행자 서비스 평가를 위한 효과적도가 아닌 새로운 척도의 도입 및 검증에 대한 연구가 수행되었다. 편안함, 안정성, 환경성 등의 정성적 요인을 계량화하고 이를 효과적으로 정의한 연구(Kim, 1999; Kim et al., 2009), 보행만족도 추정과 관련해 소음 수준과 조명 여부 등의 변수를 도입한 연구(Kim et al., 2006), 보행자에게 GPS장치를 직접 부착하여 가속도, 저속이동 비율 등의 미시적인 보행 행태를 새로운 변수로 추가한 연구(Kim et al., 2011) 등이 있다.

보행로 상의 군집에 주목하여 이들의 보행 특성을 상세히 연구한 사례도 일부 수행되었다. 본 연구 주제와 깊은 연관성이 있다는 점에서 보다 구체적으로 검토하였다.

Davis and Braaksma(1987)는 대중교통 터미널에서 발생하는 군집의 보행 자료를 수집하여 군집의 보행자 서비스 수준을 연구하였다. A에서 F에 이르는 각 단계별 보행자 속도, 보행류율, 점유공간 등을 구체적으로 제시하였다. 이론적인 보행류율과 평균보행류율 사이의 적정 수준에서 군집보행류율이 형성됨을 밝혔으며 이를 통해 군집이 형성되는 주요 시설에서의 서비스 수준 평가는 기존 방법과는 달리 적용되어야 함을 주장하였다.

Huat et al(2005)은 말레이시아 주요 지점에서 보행량 조사를 실시해 군집의 보행 특성을 규명하였다. 이를 위해 평균보행류율(average flow)와 군집보행류율(platoon flow)를 각각 측정하여 비교하였다. 그 결과, 군집 보행류율이 전반적으로 높게 관측됨이 밝혀졌으며 이를 토대로 군집에 대한 보행자 서비스 수준을 새롭게 제시하였다.

Jang et al(2015)은 강남구 주요 지점을 대상으로 보행로 유형 및 토지이용 특성에 따른 보행자 행태 특성의 변화를 관찰하였다. 특히 개인과 군집간의 보행 특성에 주목하여 검토한 결과, 개인 보행자에 비해 군집은 보행속도가 느리고 보행간격이 더 긴 것으로 나타났다.

선행연구 검토 결과, 보행자 서비스 수준을 다룬 연구가 국내외에서 활발히 수행되었다는 점을 확인할 수 있었다. 그러나 보행자 군집에 주목하여 이들을 고려한 보행자 서비스 수준을 구체적으로 제시한 국내 연구는 찾아볼 수 없었다. 보행 군집이 발생할 경우, 보행로 혼잡이 가중되어 보행자는 보행로 이용에 불편을 겪게 된다는 점에서 보행 군집은 보행자 서비스 수준을 정의함에 있어 비중있게 다루어져야만 한다.

이러한 점에서 본 연구는 국내 환경에 적합한 보행 군집의 보행자 서비스 수준을 제시하고자 한다. 군집을 고려한 보행자 서비스 수준을 제시하는 방법은 세 가지가 있다(Davis and Braaksma, 1987). 첫째는 순차적 기법(rule of thumb)으로 평균보행류율을 기반으로 산정된 기존의 보행자 서비스 수준보다 한 단계 낮게 평가하는 기법이다. 해당 보행로의 서비스 수준이 C로 평가된다면 보행군집을 고려한 서비스 수준은 D로 평가하게 되는 것이다. 둘째는 조정계수(adjustment factor)를 적용하는 기법으로 군집 보행류율과 평균보행류율의 비율을 1.1-1.6사이에서 정의한다. 세 번째는 추가조정(additive adjustment)기법으로 평균보행류율에 일정 값을 더하거나 빼주는 방법으로 군집의 보행자 서비스 수준을 정의한다.

본 연구에서는 현장 조사를 통해 수집한 자료를 바탕으로 세 번째 기법인 추가조정 기법을 활용해 기존의 보행자 서비스 수준을 보정한 새로운 기준을 수립하였다. 기준을 수립하는 일련의 과정은 Pushkrev and Zupan(1975)와 Huat et al.(2005)등의 선행연구에서 채택한 방법과 유사한 방법으로 진행하였다.

관련자료 수집

1. 현장조사 개요

조사 대상지로는 Figure 2와 같이 서울시 마포구에 위치한 홍익대학교와 주변지역을 선정하였다. 대상지는 홍익대학교 주변 상권의 핵심 지역인 2호선 합정역, 홍대입구역과 6호선 상수역을 모두 포함한다. 이 지역은 홍익대학교 재학생 및 교직원의 보행 활동이 매우 활발히 발생하는 지역이다. 홍익대학교로 접근할 수 있는 가장 가까운 지하철역인 홍대입구역과 상수역은 학교와 약 400m이상 떨어져 있으며 주요 간선버스 또한 홍대입구 역에서 정차한다는 점에서 학교로 접근하기 위한 보행 수요는 꾸준히 발생한다. 이 밖에도 다양한 음식점과 카페, 유흥시설 등이 밀집해 있어 방문객과 관광객으로 매우 붐비는 지역이기도 하다.

대상지는 우선 3개 구역으로 구분하였다. 1구역은 서교초등학교를 중심으로 한 블록으로 홍대입구역 사거리부터 동교동 삼거리까지를 모두 포함한다. 유동인구는 타 구역에 비해 적은 편이지만 홍대입구 근처와 홍익대학교 정문으로 연결되는 홍익로의 보행 활동은 매우 활발하다.

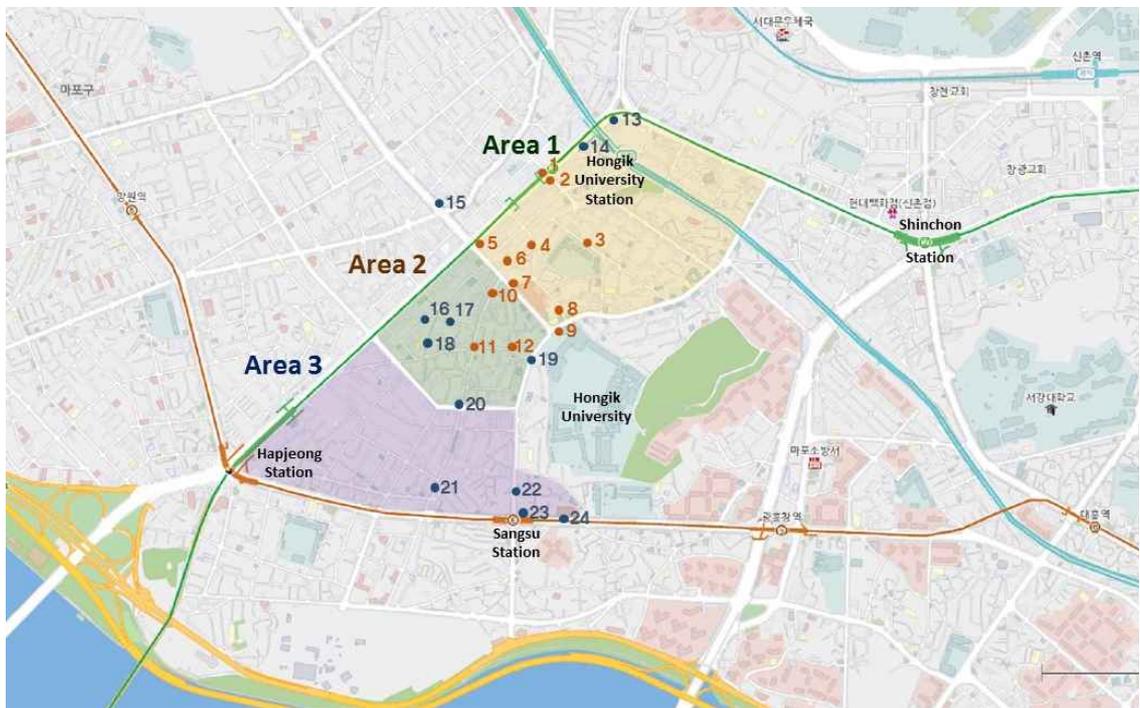


Figure 2. field survey spots in Hongik university area

2구역은 홍대거리를 중심으로 한 블록으로 홍대입구 사거리부터 서교동 사거리까지를 모두 포함한다. 구역 내에는 음식점과 술집이 주로 위치해 있으며 홍대거리를 중심으로 양쪽에는 의류가게가 위치하여 쇼핑을 위한 보행 수요가 매우 많다.

3구역은 2구역의 아래쪽에 위치하며 6호선 상수역까지를 포함한다. 카페와 음식점이 주로 위치해 있으며 2구역에 비해서는 덜 붐비지만 골목마다 위치한 특색 있는 가게로 인해 보행 수요가 꾸준히 존재하는 구역이다.

3개로 구분된 각 구역에서 구체적인 조사지점을 선정하였다. 선행연구에서 도출한 내용을 바탕으로 다음과 같은 두가지 지점선정 기본 원칙을 설정하였다.

첫째는 군집이 두드러지게 많이 발생하거나 적게 발생할 가능성이 높은 지역을 구분하여 각각 선정하는 것이다. 군집이 많이 발생하는 조건은 Pushkarev and Jupan(1975)가 제시한 좁은 보도 폭, 보행자간 속도의 차이, 대중교통 시설과 승강기 등의 보행자 대량운송수단으로 인한 보행자 대량 방출, 횡단보도 신호 등의 요인이 있다. 이 밖에도 노점상이나 보행로 공사 등에 따른 비자발적 군집 형성 등의 경우가 있다. 군집이 적게 발생하는 지역은 위의 요인에 해당되지 않거나 보행량 자체가 적은 지점이 해당된다.

둘째는 군집이 많이 발생하는 대상지를 선정하는 과정에서 군집을 발생시키는 다양한 요인이 고루 포함되도록 선정하는 것이다. 따라서 좁은 보도 폭, 보행자 대량 방출시설, 횡단보도, 노점상 등이 위치한 지점을 모두 선정하고자 하였다. 조사지점 선정결과는 Table 1과 같다.

Table 1. Status of field survey spot

No.	Place	Purpose of pedestrian	Characteristics of walkway
1	Hongik university station exit 2	Mixed	·Subway exit ·Wide sidewalk
2	Hongik university station exit 8	Mixed	·Subway exit ·Wide sidewalk
3	Seokyo elementary school	Mixed	-
4	T-mobile	Mixed	-
5	Mc-donald	Mixed	·Crosswalk
6	Pedestrian-Friendly Street	Mixed	-
7	Kookmin Bank	-	·Narrow sidewalk ·Crosswalk
8	Paris baguette	Mixed	·Crosswalk
9	Hongik university main gate	School	·Wide sidewalk
10	Eoulmadang-ro	Leisure	·Wide sidewalk
11	Su karaoke	Leisure	·Wide sidewalk
12	Hongik children's park	Mixed	-
13	Donggyo-dong three-way intersection	-	-
14	Hongik university station underground passage	Transfer	-
15	Sapporo restaurant	Leisure	-
16	Seogyo hotel	-	·Wide sidewalk
17	A-land	Leisure	-
18	Seogyo-dong church	-	-
19	Godiva	-	-
20	Building sangsangmadang	Leisure	-
21	Mura cafeteria	Leisure	-
22	Hollys coffee	-	-
23	Sangsu station exit 2	-	·Subway exit
24	Changeion-dong Post Office	-	-

총 24개 지점을 선정하였으며 군집 발생 가능성이 높은 지점과 낮은 지점을 각각 12개씩 포함하였다. 군집 발생의 가능성이 높은 지점은 1-12번이 해당된다. 이 지점은 레저, 쇼핑, 친교 등의 여가목적과 등교목적 통행 등이 혼재된 지역이기 때문에 보행량이 많아 군집이 관측될 가능성이 높은 대상지이다. 1번, 2번 지점은 보도 폭이 넓은 지점임에도 불구하고 지하철역 출구하는 특성 때문에 보행 군집이 많이 발생하는 지점으로 분류하였다. 마찬가지로 9번, 10번, 11번 지점도 보행로는 넓지만 유동인구가 많고 노점상이 위치해 있다는 점에서 동일하게 분류하였다.

13번부터 24번 지점은 군집이 발생할 가능성이 낮거나 보행량 자체가 적은 지점이다. 23번 지점은 상수역 2번 출구로 군집이 발생할 가능성이 높은 지점이나 보행량 자체가 적다는 점에서 군집이 발생하지 않을 가능성이 높은 유형으로 분류하였다.

각 지점에 대한 조사는 2015년 12월 1일 월요일부터 3일 수요일까지 3일에 걸쳐 수행하였다. 조사 시간대는 첨두시를 피해 오전 10시부터 12시, 오후 2시부터 4시까지 실시하였다. 조사 대상지는 첨두시에는 일반적인 보행활동이 불가능할 만큼 많은 사람이 보행로로 쏟아져 나오기 때문에 이 때 조사된 자료는 군집 보행을 관측하고 분석하는데 적합하지 않다.

조사는 영상기기를 활용하여 보행 행태를 녹화하는 영상촬영 방식으로 진행하였다. 조사원이 적절한 위치에서 해당 지점을 통과하는 모든 보행자를 촬영한 뒤, 영상 분석을 통해 보행자와 군집 수, 보행 시간 등을 변수화 하였다. 영상은 각 지점 당 15분씩 촬영하였으며 영상 촬영 이후 해당 지점의 유효보도폭을 함께 측정하였다.

2. 자료구축

영상을 통해 추출할 변수는 각 지점별 총 보행자 수, 군집 보행자 수, 군집 보행자의 총 보행시간 등이다. 이를 위해서는 우선적으로 군집에 대한 명확한 정의가 필요하다.

군집을 정의하기 위해서는 보행 중 일행끼리 대화를 나누는 경우, 또는 친밀한 접촉이 발견된 2인 이상의 그룹은 자발적 보행자 군집으로 정의하였다. 비자발적 군집의 경우, 타인의 간섭으로 인해 일반적인 보행 흐름이 방해받아 보행 속도가 늦춰지거나 보행 경로가 변경되는 경우를 모두 포함하였다. 단 보행 속도가 늦춰진 경우는 2초 이상 보행속도가 영향을 받은 경우만을 영상을 통해 선별하여 계수하였다. 군집의 보행시간은 군집 보행류율을 산정하기 위해 필요한 변수로 영상을 통해 군집이 발생한 보행시간을 계측하여 변수화하였다. 이를 토대로 각 지점별로 구축된 변수 현황은 Table 2, Figure 3과 같다.

Table 2. Pedestrian behavior characteristics by survey spot

No.	Place	Total pedestrian volume (person) [A]	Platoon volume (person) [B]	Platoon travel time (sec) [C]	Effective walkway width (m) [D]	Platoon volume ratio (%) [E=B/A]	Platoon travel time ratio(%) [F]
1	Hongik university station exit 2	750	456	540	8.4	60.8	53.3
2	Hongik university station exit 8	666	282	480	7.2	42.3	53.3
3	Seokyo elementary school	159	114	195	4.2	71.7	21.7
4	T-mobile	387	201	390	4.5	51.9	43.3
5	Mc-donald	294	138	255	4.2	46.9	28.3
6	Pedestrian-Friendly Street	303	225	345	4.5	74.3	38.3
7	Kookmin Bank	318	177	330	2.7	55.7	36.7
8	Paris baguette	204	78	165	5.1	38.2	18.3
9	Hongik university main gate	555	324	450	8.3	58.4	50.0
10	Eoulmadang-ro	810	612	705	5.9	75.6	78.3
11	Su karaoke	549	444	570	8.3	80.9	63.3
12	Hongik children's park	378	243	360	5.9	64.3	40.0
13	Donggyo-dong three-way intersection	108	42	105	2.7	38.9	11.7
14	Hongik university station underground passage	162	18	45	3.1	11.1	5.0
15	Sapporo restaurant	87	36	90	4.7	41.4	10.0
16	Seogyo hotel	21	12	30	6.7	57.1	3.3
17	A-land	93	54	105	5.1	58.1	11.7
18	Seogyo-dong church	81	42	90	3.7	51.9	10.0
19	Godiva	108	48	105	2.7	44.4	11.7
20	Building sangsangmadang	153	87	195	5.4	56.9	21.7
21	Mura cafeteria	87	63	150	5.7	72.4	16.7
22	Hollys coffee	102	39	90	2.7	38.2	10.0
23	Sangsu station exit 2	219	75	135	7.4	34.2	15.0
24	Changjeon-dong Post Office	36	6	15	1.8	16.7	1.7
	Average	276	159	248	5.1	51.8	27.5

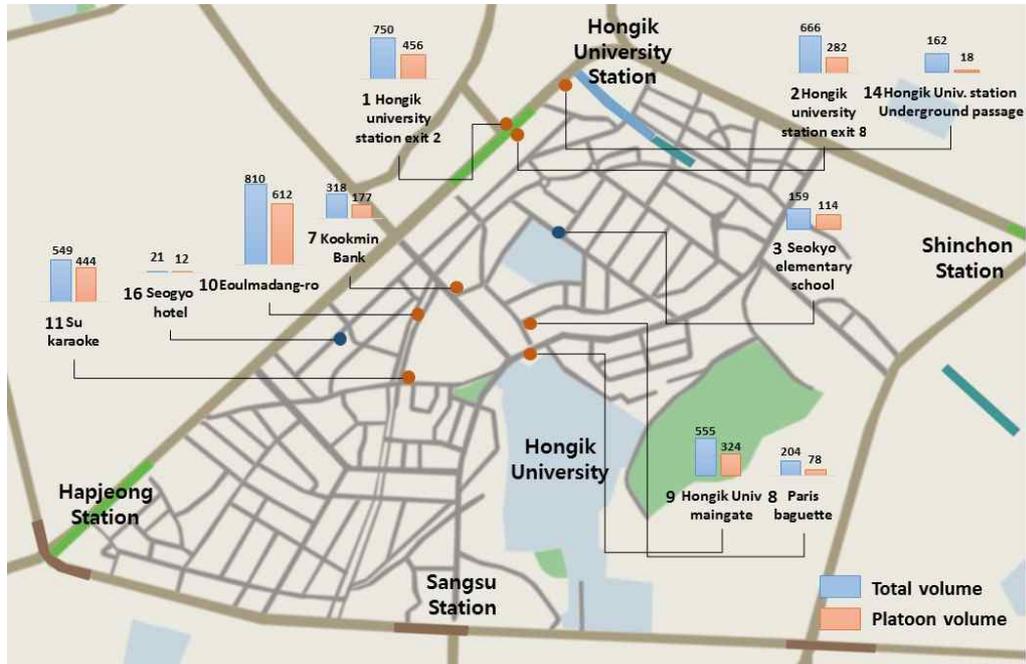


Figure 3. Total and platoon volume of the main spots

총 24개 지점의 평균 보행량은 약 276명, 군집 보행량은 159명으로 조사되었다. 전체 보행량 중에서 군집 보행량이 차지하는 비중인 군집보행량 비중(E)은 약 51.8%로 나타났다. 이에 비해 전체 보행시간 중에서 군집의 보행시간이 차지하는 비중인 군집 보행시간 비율(F)은 평균 27.5%로 시간 대비 보행량 비중이 매우 높은 점을 확인할 수 있다. 즉 군집은 비교적 짧은 시간동안 발생하지만 전체 보행량에서 차지하는 상대적 비중은 높다고 해석할 수 있다. 기존 연구에서도 군집 보행이 차지하는 비중이 보행량 53%, 보행시간 20%로 나타난 점에 비추어 볼 때(Pushkrev and Zupan, 1975), 본 연구에서 조사한 군집 보행의 특성도 이러한 현상을 적절히 대변한다고 판단된다.

15분간 보행량이 가장 많은 지점은 10번 어울마당로로 총 보행자 수는 810명이었다. 그 뒤로는 1번과 2번 지점인 홍대 2번 및 8번 출구로 지하철 역사 앞이 붐비는 것으로 나타났다. 전반적으로 1구역의 보행량이 많은 점을 확인할 수 있다. 반대로 홍익대학교나 지하철 역과 멀어질수록 보행량은 감소하는 것으로 나타났다. 16번 서교호텔 뒤는 총 보행량이 20명에 그쳤다. 전반적으로 상권의 활력이 떨어져 유동인구가 많이 유입되지 않는 상수역 인근 지역의 보행량이 상대적으로 적게 나타났다.

군집의 보행량 또한 10번 어울마당로가 가장 많은 것으로 나타났다. 1번 홍대 2번출구, 11번 수노래방 지점 등이 그 뒤를 이었다. 14번 공항철도 환승통로는 환승통행 특성 상, 군집보다는 개인 보행자가 많다는 점과 비첨두시간대라는 이유로 군집의 비중이 낮게 나타난 것으로 해석된다.

보행량이 많으면 군집 보행량도 함께 증가할 수 있다는 점을 고려해 군집 보행의 비율을 추가적으로 검토하였다. 군집 보행 비율이 가장 높은 지역은 11번 수노래방 앞으로 나타났다. 의류가게와 카페가 위치한 홍대거리의 수요와 홍익대학교의 수요, 상수역 방향의 수요가 집결하는 주요 지점이다. 그러므로 가족 또는 지인으로 구성된 자발적 군집과 보행류간의 상충으로 인해 발생하는 비자발적 군집 모두 발생할 가능성이 높다. 그 뒤를 이은 10번 어울마당로, 6번 견고싶은 거리, 21번 무라음식점 앞 등의 지점 또한 이와 유사한 특징을 보이는 지점이다. 반대로 군집 보행 비율이 낮은 지점은 대부분 보행량이 적게 관측되는 한산한 지점으로 나타났다. 단 8번 파리바게트 앞은 보행량이 많이 관측되는데도 불구하고 군집 보행의 비율은 40%에 못 미치는 것으로 나타났다.

군집 행태를 반영한 보행자 서비스 수준

1. 보행교통류율 산정

보행자 서비스 수준을 판정하는 효과척도 중에서 가장 일반적으로 활용되는 지표는 평균보행류율이다. 평균 보행류율은 보행로 상의 보행량을 단위시간 1분 동안 단위길이 1m를 통과한 보행자의 수로 환산한 값으로 보행로를 이용하는 수요의 수준을 객관적으로 나타내는 척도이다. 보행로에서 평균보행류율은 Equation 1과 같이 정의된다. 여기서 V_a 는 평균보행류율(인/분/m), V_{15} 은 15분 보행량, W_E 는 유효보도폭을 의미한다.

$$V_a = \frac{V_{15}}{15 W_E} \quad (1)$$

일반적인 평균보행류율과 함께 선행 연구에서 정의한 방식에 의거하여 군집보행류율을 정의하였다. 군집보행류율은 Equation 2와 같이 정의된다. 여기서 V_p 는 군집보행류율(인/분/m), P_{15} 는 15분 동안의 군집보행량, T_p 는 군집의 총 보행시간, W_E 는 유효보도폭을 의미한다.

$$V_p = \frac{P_{15}}{T_p W_E} \quad (2)$$

각 지점별 평균보행류율과 군집보행류율을 산정한 결과는 Table 3과 같다. 군집발생 가능성이 높을 것으로 예상한 지점은 군집보행류율 값이 평균보행류율에 비해 높게 나타났다. 분당 보행량이 10명 이하인 지점을 제외하고 평균보행류율과 군집보행류율간의 격차가 가장 큰 지점은 3번 서교초등학교 앞 지점으로 분석되었다. 서교 초등학교는 주변의 의류매장과 식당 이용을 위한 보행자, 홍익대 재학생, 관광객 등이 혼재되어 이동하는 지역으로 매우 혼잡하며 유효보도폭이 넓지 않다는 점이 특징이다. 그 뒤로는 7번 국민은행 앞, 5번 맥도날드 앞, 20번 상상마당 앞 지점 등이 위치하였다. 세 지점 모두 횡단보도와 인접해 있어 비자발적 군집이 형성되기 쉬운 지점이라는 공통점이 있다.

Table 3. Flow rate in platoon by spot

No.	Place	Average flow (p/min/m)	Platoon flow (p/min/m)
1	Hongik university station exit 2	5.95	6.03
2	Hongik university station exit 8	6.17	4.90
3	Seokyo elementary school	2.52	8.35
4	T-mobile	5.73	6.87
5	Mc-donald	4.67	7.73
6	Pedestrian-Friendly Street	4.49	8.70
7	Kookmin Bank	7.85	11.92
8	Paris baguette	2.67	5.56
9	Hongik university main gate	4.44	5.19
10	Eoulmadang-ro	9.09	8.77
11	Su karaoke	4.37	5.58
12	Hongik children's park	4.24	6.82
13	Donggyo-dong three-way intersection*	2.67	8.89
14	Hongik university station underground passage	3.43	7.62
15	Sapporo restaurant*	1.23	5.11
16	Seogyo hotel*	0.21	3.56
17	A-land*	1.21	6.02
18	Seogyo-dong church*	1.43	7.41
19	Godiva	2.67	10.16
20	Building sangsangmadang	1.89	4.96
21	Mura cafeteria	1.01	4.38
22	Hollys coffee*	2.52	9.63
23	Sangsu station exit 2	1.97	4.50
24	Changjeon-dong Post Office	1.33	13.26
Average		3.49	7.16

* means pedestrian volume was under 10 p/min

Figure 4는 지점별 평균보행류율과 군집보행류율간의 상관관계를 도식화한 그래프이다. 우선 각 지점은 특성에 따라 세 가지로 분류된다. 우선 지하철 출입구, 횡단보도, 좁은 보행로 등 군집이 형성되기 쉬운 유형과 넓은 보행환경으로 인해 혼잡 발생의 가능성이 낮은 유형, 보행량이 적어 뚜렷한 특징을 보이지 않는 기타 유형 등이다. 세 개의 유형 중에서 대표성을 갖지 못하는 기타 유형을 제외한 나머지 두 개 유형을 통해 군집 보행의 특성을 검토하였다.

Figure 4의 실선은 평균보행류율과 군집보행류율이 동일한 값을 가지는 경우를 의미한다. 따라서 군집이 발생할 가능성이 적거나 군집으로 인해 혼잡이 발생하지 않는 지점은 실선 주변에 위치하게 된다. 주로 보행 환경이 쾌적한 지점이 이에 해당된다는 점을 Figure 4를 통해 확인할 수 있다. 즉 군집이 발생할 가능성이 낮은 지역은 평균보행류율과 군집보행류율의 간의 편차가 거의 없기 때문에 평균보행류율로 보행자 서비스 수준을 평가함에 있어 문제가 없음을 의미한다.

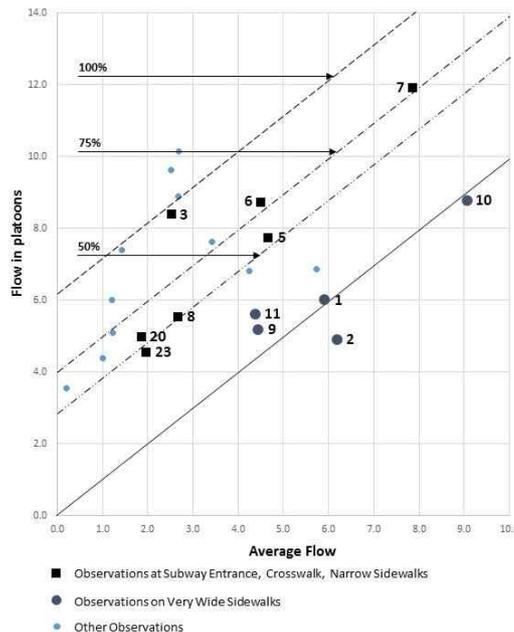


Figure 4. Flow in platoon related to average flow rate

점선과 쇄선은 군집으로 인해 평균보행류율과 군집보행류율 간의 차이가 발생한 지점의 결과가 반영된 상관 관계를 의미한다. 점선과 쇄선 모두 실선의 평행이동을 통해 정의된다. 평균보행류율과 군집보행류율간의 관계를 정의할 수 있는 일반적인 방법론이 없다는 점에서 본 연구는 조사 결과를 바탕으로 3개의 선, 즉 3개의 시나리오를 제시하였다. 기본적으로 3개 선 모두 실선의 평행이동을 통해 정의되었다.

1점 쇄선은 기타 지점을 뺀 총 12개 지점 중에서 50%인 6개 지점 결과 값의 상한선, 2점 쇄선은 총 12개 지점 중에서 75%인 9개 지점 결과값을 모두 포함하는 상한선이다.

50%를 의미하는 1점 쇄선은 Equation 3과 같이 정의될 수 있다. 1점 쇄선의 y축 절편을 참고한 결과, 평균 보행류율과의 차이는 약 3 p/min/m가 존재한다는 점을 확인할 수 있다.

$$\text{군집보행류율}(p/\text{min}/m) = 3(p/\text{min}/m) + \text{평균보행류율}(p/\text{min}/m) \quad (3)$$

75%를 의미하는 2점 쇄선은 Equation 4와 같이 정의하였다. 마찬가지로 2점 쇄선의 y축 절편을 참고하여 평균보행류율과 군집보행류율의 차이를 4 p/min/m로 정의하였다. 1점 쇄선 위로 6개 지점이 존재하는 것과 달리 3번 서교초등학교 앞, 7번 국민은행 앞, 6번 견고싶은 거리 등 3개 지점만이 상단에 위치함을 확인할 수 있다.

$$\text{군집보행류율}(p/\text{min}/\text{m}) = 4(p/\text{min}/\text{m}) + \text{평균보행류율}(p/\text{min}/\text{m}) \quad (4)$$

점선은 군집보행류율의 모든 표본을 포함해 설정한 상한선으로 군집으로 인해 발생하는 평균보행류율과 군집보행류율간의 상관관계를 나타낸다. 12개 지점 중에서 평균보행류율은 2.82 p/min/m인데 반해 군집보행류율은 8.35 p/min/m를 보여 편차가 가장 크게 발생하는 서교초등학교 앞 지점의 표본까지를 고려한 결과이다. 타 지점에 비해 편차가 크기 때문에 평균보행류율과 군집보행류율의 편차가 상대적으로 크게 정의됨을 확인할 수 있다. 두 보행류율간의 상관관계는 Equation 5와 같다.

3개의 시나리오 모두 일반적으로 활용되는 평균보행류율과 군집보행류율간의 편차가 발생함을 증명하고 있다. 군집의 보행류율이 평균보행류율보다 더 큰 값을 갖게 된다면 현재 평가된 혼잡 수준보다 실제 보행로 혼잡은 더 심할 수 있음을 의미한다. 특히 이러한 현상은 보행군집이 형성되기 쉬운 지점에서 공통적으로 발견된다. 따라서 군집보행류율과 평균보행류율간의 상관관계를 활용하여 새로운 평가 기준을 적용해 보행자 서비스 수준을 새롭게 평가해야 한다.

$$\text{군집보행류율}(p/\text{min}/\text{m}) = 6(p/\text{min}/\text{m}) + \text{평균보행류율}(p/\text{min}/\text{m}) \quad (5)$$

2. 보행자 서비스 수준 정의 및 검증

일반적으로 보행자 서비스 수준은 평균보행류율의 교통량-속도-밀도-보행자점유공간의 관계를 통해 얻어진 교통류율-속도 관계의 그래프에서 기울기의 변화가 두드러진 점을 기준으로 서비스 수준 A-E까지를 구분하였고, E 기준을 벗어나면 F로 판정한다(Korea Highway Capacity Manual, 2013).

본 연구에서는 한국도로용량편람에서 제시하는 보행자 서비스 수준을 바탕으로 Figure 2에서 정의한 평균보행류율과 군집보행류율간의 상관관계를 활용해 군집을 고려한 보행자 서비스 수준을 정의하였다.

이에 앞서 미국도로용량편람에서 제공하는 보행자 서비스 수준을 Table 4와 같이 검토하였다. 미국에서는 선행연구(Pushkrev and Zupan, 1975)를 통해 평균보행류율과 군집보행류율간의 차이가 약 13p/min/m 발생한다는 점이 밝혀졌다. 이를 반영해 각 서비스 단계별로 기존의 평균보행류율에서 군집보행류율과의 격차인 13p/min/p를 적용하여 군집의 보행자 서비스 수준을 정의하였다.

Table 4. Platoon-adjusted LOS criteria for walkways (unit: p/min/m)

LOS	HCM		KHCM			
	Average flow (HCM)	Platoon flow (HCM)	Average flow (KHCM)	Platoon flow (Scenario 1)	Platoon flow (Scenario 2)	Platoon flow (Scenario 3)
A	≤ 16	≤ 1.6	≤ 20	≤ 17	≤ 16	≤ 14
B	≤ 23	≤ 10	≤ 32	≤ 29	≤ 28	≤ 26
C	≤ 33	≤ 20	≤ 46	≤ 43	≤ 42	≤ 40
D	≤ 49	≤ 36	≤ 70	≤ 67	≤ 66	≤ 64
E	≤ 75	≤ 59	≤ 106	≤ 103	≤ 102	≤ 100
F	-	> 59	-	-	-	-

본 연구에서는 앞서 도출한 3개의 시나리오를 바탕으로 총 3개의 보행자 서비스 수준을 정의하였다. 시나리오 1은 표본의 50%, 시나리오 2는 표본의 75%, 시나리오 3은 모든 표본을 반영한 결과이다. 모든 표본을 반영한 시나리오 3이 평균보행류율과의 편차가 가장 크게 형성되어 있음을 확인할 수 있다.

Table 4의 결과를 활용해 군집을 고려한 보행자 서비스 수준을 평가함에 있어서는 3개의 시나리오 결과 중에서 표본의 75%를 대변하는 시나리오 2가 가장 적합하다. 시나리오 1은 표본의 절반밖에 고려하지 않았다는 점에서 대표성이 부족하며 모든 표본을 고려한 시나리오 3은 자료 수집 과정에서 발생할 수 있는 이상치를 모두 포함하게 된다는 점에서 자칫 보행자 서비스 수준의 기준 높게 설정될 수 있다는 가능성이 있기 때문이다. 따라서 이상치를 배제할 수 있으면서 조사된 표본을 전반적으로 고려할 수 있다는 장점을 갖는 시나리오 2가

군집 보행자 행태를 대표할 수 있는 대안이라 할 수 있다.

Table 4를 통해 각 시나리오 결과와 미국 HCM에서 제시하고 있는 군집보행류율의 기준이 다소 상이함을 확인할 수 있다. 이는 조사 자료의 차이에 기인한다. 미국의 경우, 뉴욕 맨하탄 지역을 중심으로 1970년대에 조사된 보행량 자료를 활용하였다. 조사 지점 또한 대표성을 가질 수 있는 지역을 선정하여 첨두시 15분 보행량을 활용하였다는 점이 특징이다.

이와는 대조적으로 본 연구는 홍익대학교를 중심으로 한정된 일부 지역에서만 표본을 수집하였다. 또한 일부 혼잡한 지점으로 인해 첨두시 보행류율을 정의하기 어려워 비첨두시간의 보행량을 토대로 군집보행류율을 정의하였다. 이로 인해 보행군집의 혼잡이 첨두시에 비해 극심하지 않은 결과로 평균보행류율과 군집보행류율 간의 편차가 비교적 작게 발생하였다.

위와 같이 정의한 평가기준의 검증을 위해 2015년 8월 강남구 주요 지점에서 수집한 보행자료를 활용하였다. 주요 지점은 2012 서울시 유동인구 조사 지점을 바탕으로 선정하였다. 조사는 2015년 8월 26일(수)~28일(금) 3일에 걸쳐서 오전 첨두, 비첨두, 오후 첨두 등 3개 시간대에 걸쳐 각각 1시간씩 관측하였다.

조사 지점은 총 4개로 군집이 발생할 가능성이 높은 지점과 낮은 지점을 각각 2개씩 선정하였다. 발생 가능성이 높은 지점으로는 강남대로변에 위치한 아디다스 매장앞과 뒤쪽 골목길에 위치한 YBM, 시사영어학원 앞길을 선정하였다. 두 지점 모두 시간대에 상관없이 유동인구가 많다. 아디다스 매장의 경우, 버스 정류장과 인접하고 횡단보도 앞에 위치하였다는 점이 특징이다. 발생 가능성이 낮은 지점으로는 대치동 포스코타워앞과 신사동 다지빌딩 앞을 선정하였다. 두 지점은 상대적으로 유효보도폭이 넓으며 군집 유발이 위치하지 않고 있다.

이를 토대로 본 연구결과와의 쌍대 비교를 위해 비첨두시간의 15분간 보행류율을 산정하였다. 보행량이 가장 붐비는 지점은 아디다스 매장 앞으로 17.77p/min/m, 그 다음으로는 YBM 앞이 4.06p/min/p로 조사되었다. 나머지 두 지점은 평균보행류율이 1p/min/m에 미치지 않는 것으로 나타났다.

Table 5. Pedestrian walkway LOS at 4 spots in Gangnam-gu

Spot	Address	Flow rate (p/min/m)	LOS	
			KHCM	Scenario 2
Adidas	814 Yeoksam-dong, Gangnam-gu	17.77	A	B
YBM	819 Yeoksam-dong, Gangnam-gu	4.06	A	A
POSCO tower	89 Daechi4-dong, Gangnam-gu	0.88	A	A
Daji building	581 Sinsa-dong, Gangnam-gu	0.76	A	A

본 연구의 시나리오 2 기준을 적용한 결과, 보행 군집이 많이 발생할 수 있는 조건을 갖춘 아디다스 매장 앞의 보행자 서비스 수준이 B로 나타났다. 기존 도로용량편람의 기준에서는 A로 정의되나 횡단보도 및 버스 정류장과 인접하였다는 점에서 군집이 발생할 가능성이 높다고 판단하여 이에 군집의 보행자 서비스 수준을 적용한 결과, 한단계 낮은 B로 판명된 것이다. 다른 3개 지점은 기존 서비스 수준과 동일한 서비스 수준을 보였다.

이를 통해 군집의 보행자 서비스 수준을 적용하는 방법론이 보행로상의 혼잡도를 보다 현실적으로 반영할 수 있음을 확인할 수 있다. 단, 본 연구에서 제시한 보행자 서비스 수준은 군집이 발생할 가능성이 높은 지점을 대상으로만 선별적으로 적용해야 한다는 점을 유의해야 한다.

결론

1. 요약 및 시사점

본 연구는 보행자 서비스 수준을 판정함에 있어 군집의 영향을 고려해야 한다는 전제를 바탕으로 군집의 보행 특성을 규명하고 이를 고려한 보행자 서비스 수준을 제시하였다. 군집은 보행자 의도와는 상관없이 보행로

상의 정체와 혼잡을 유발하며 이로 인해 보행자 서비스 수준을 하락시키기 때문이다. 본 연구의 핵심내용에 대한 요약과 시사점은 다음과 같다.

첫째, 국내에서 다루어지지 않은 보행 군집의 개념을 명확하게 정립하였다. 보행 특성상 군집과 비군집을 명확하게 구분하기 어렵다는 점에서 본 연구에서 제시한 군집의 정의는 하나의 대안으로 고려될 수 있다. 특히 자발적 군집과 달리 비자발적 군집은 육안으로의 구별이 어렵다는 점 때문에 명확한 정의가 필요하다. 본 연구에서는 선행연구와 국내 여건을 고려해 타인의 행동으로 인해 보행속도가 늦춰지거나 경로가 변경된 현상이 2초 이상 지속될 경우를 비자발적 군집으로 정의하였다. 이러한 기준은 군집을 다루는 향후 연구에서 하나의 기준으로 활용될 수 있을 것이다.

둘째, 현장조사를 통해 군집을 포함한 보행자의 행태를 수집하고 군집의 보행 특성을 분석하였다. 이를 위해 다양한 보행 특성을 관찰할 수 있는 홍익대학교와 주변 지역을 연구 대상으로 선정하여 자료를 수집하였다. 구체적인 지점을 선정함에 있어서는 군집이 다수 발생할 가능성이 높은 지역과 낮은 지역을 모두 포함시켰다. 그 결과, 지하철 출입구와 횡단보도 등이 위치한 지점은 전반적으로 군집의 비중이 높고 군집보행류율이 평균보행류율에 비해 높게 나타났다. 대등한 수준의 평균보행류율을 보이는 두 지점이라 해도 군집 보행량의 비중과 군집보행류율이 높은 지점은 더욱 혼잡하기 마련이다. 연구 결과에서도 나타나듯이 군집이 발생하기 쉬운 지점의 군집보행량 비율은 매우 높게 나타났으며 군집보행류율 또한 평균보행류율에 비해 높은 것으로 분석되었다. 이외의 지점은 두 지표간 큰 편차가 존재하지 않아 기존의 보행자 서비스 수준으로 평가함이 적절하다고 판단되었다.

셋째, 평균보행류율과 군집보행류율 간의 상관관계를 활용해 군집을 고려한 보행자 서비스 수준을 제시하고 이를 검증하였다. 이는 군집의 영향으로 인해 혼잡이 발생하는 지점을 대상으로 적용할 수 있는 별도의 지표이다. 군집의 비중이 높은 지역은 기존 보행자 서비스 수준으로 평가할 경우, 실제 혼잡도를 과소평가하게 될 우려가 있다. 보행자 서비스 수준을 결정하는데 있어 활용하는 효과적도인 교통류율은 혼잡을 반영할 수 없기 때문이다. 해외의 경우, 군집으로 인해 혼잡이 가중될 수 있는 보행로에 적용할 수 있는 별도의 지침을 제공하고 있지만 국내 지침에는 이러한 정보가 제공되지 않고 있다. 강남구 일부 지점을 대상으로 적용한 결과, 기존 지침 상에서는 서비스 수준 A로 판명된 아디다스 매장이 군집을 고려한 보행자 서비스 수준을 적용한 결과 B로 판명되었다는 점도 군집 고려의 필요성을 뒷받침한다. 단 본 연구 결과는 군집 발생 가능성이 높은 지점만을 대상으로 적용해야 한다는 점을 명심해야 한다.

최근 보행은 도시의 주요 교통수단으로 주목받음과 동시에 도심에 활력을 불어넣는 매개체로 보행자가 주목받고 있다. 이러한 상황에서 보행로의 서비스 수준을 정의하고 이를 토대로 보행 환경을 지속적으로 개선해나가는 과정은 반드시 수반되어야 한다. 본 연구 결과도 이러한 과정의 한 축을 담당할 것으로 예상하며 향후 보행자 서비스 수준을 정의하는 방법론에 시사점을 제공할 것으로 기대한다.

2. 향후 연구방향

향후 연구에 있어 군집의 보행 특성을 반영해 보행자 서비스 수준을 제시하기 위해서는 다음과 같은 사항이 보완될 필요가 있다. 우선 다양한 대상지의 보행자료 수집이 필요하다. 본 연구는 마포구 홍익대학교를 중심으로 한 인근 지역을 연구 대상으로 설정하였다. 해당 지역의 주된 보행은 등교 및 여가/오락/친교목적 통행이라는 점에서 한계를 갖는다. 따라서 다양한 목적 통행을 포함할 수 있는 추가적인 대상지 선정이 필요하다.

이와 함께 충분한 수의 표본 자료를 확보해야 할 것이다. 본 연구에서는 약 30개 지점의 자료를 수집하였으나 분당 보행량이 10명에 미치지 못하는 6개 지점을 제외한 24개 지점만을 최종 표본으로 활용하였다. 따라서 향후 연구에서는 대표성을 확보할 수 있는 수준의 충분한 표본을 수집해야 할 것이다.

ACKNOWLEDGEMENT

This research was supported by the National Research Foundation of Korea(NRF) grant funded by the Ministry of Science, ICT and Future Planning(NRF-2013R1A2A2A01015411).

알림: 본 논문은 대한교통학회 제74회 학술발표회(2016.02.19)에서 발표된 내용을 수정·보완하여 작성된 것입니다.

REFERENCES

- Bruce W. L., Venkat R. V., Russell M. O., Douglas S. M., Martub G. (2007), Modeling The Roadside Walking Environment: A Pedestrian Level of Service, Transportation Research Board.
- Chinmoy S., Chris W., John G. (2014), Healthy Cities: Public Health Through Urban Planning, Edward Elgar.
- Davis D. G., Braaksma J. P. (1987), Level-of-Service Standards for Platooning Pedestrians in Transportation Terminals, ITE Journal, April, 31-35.
- Frank J. (2000), Pedestrian Level of Service Based on Trip Quality, Transportation Research Board.
- Huat L. I., Mas'oem D. M., Shankar R. (2005), Revised Walkway Capacity Using Platoon Flows, Eastern Asia Society for Transportation Studies, 5, 996-1008.
- Jang J. Y., Choo S. H., Choi S. T. (2015), A Study on the Microscopic Analysis of Pedestrian Behavior by Classification Considering Walkway and Pedestrian Platoon Characteristics, 2015 Fall Conference of Korea Institute of ITS.
- Jang S. Y., Han S. Y., Kim S. G. (2010), A Study on Level of Service of Pedestrian Facility in Transfer Stations at Urban Railroad, Journal of the Korean Society for Railway, 13(3), Korean Society for Railway, 339-348.
- Kadali B. R., Vedagiri P. (2015), Evaluation of pedestrian crosswalk level of service in perspective of type of land-use, Transportation Research Part A, 73, Transportation Research Part A, 113-124.
- Kim E. C., Choi E. J., Yang J. Y. (2015), A Study on Enhancement Methods of Level of Service Analysis for Pedestrian Sidewalks, J. Korean Soc. Transp., 33(1), Korean Society of Transportation, 29-39.
- Kim K. H., Park S. H., Kim D. H. (2006), Estimating the Level-of-Service for Walkways by Using Fuzzy Approximate Reasoning, KSCE Journal, 26(2), Korean Society of Civil Engineers, 241-250.
- Kim K. W. (1999), Evaluation Criteria of the Walkway Level-of-Service in Korea, J. Korean Soc. Transp., 17(3), Korean Society of Transportation. 31-46.
- Kim S. K., Choi J. S., Kim S. Y., Kim S. M. (2011), Evaluation of Pedestrian Road Level of Service by Survey and DGPS, 2011 Conference of Korean Society of Road Engineers, 179-184.
- Kim T. H., Jeong K. S., Koo J. H., Won J. M. (2009), A Development and Application of Evaluation Criteria for Pedestrian Quality of Service Using Analytic Network Process, Journal of Korea Planners Association, 44(1), Korea Planners Association, 211-222.
- Lim J. S., Oh Y. T. (2002), Estimation of Pedestrian Capacity for Walkway, J. Korean Soc. Transp., 20(1), Korean Society of Transportation, 91-99.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2013), Korea Highway Capacity Manual, Ch.14.
- Murareetharan T., Adachi T., Hagiwara T., Kagaya S. (2005), Method to Determine Pedestrian Level-of-Service for

- Crosswalks at Urban Intersections, *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 6, 127-136.
- Pushkarev B., Zupan J. M. (1975), *Urban Space for Pedestrian*, The MIT Press.
- Rai Y. O., Robert J. B. (1970), *Preliminary Report on the Urban Density Study*, Regional Plan Association.
- Sarkar S. (2003), *Qualitative Evaluation of Comfort Needs in Urban Walkways in Major Activity Centers*, TRB 2003 Annual Meeting.
- Shin H. M., Kim T. H., Jeong K. S., Won J. M. (2009), *A Development of Service Quality Evaluation Models for Pedestrians in Newtown Using Structural Equation Modeling*, *Seoul Metropolitan Research*, 10(1), The Seoul Institute, 183-196.
- Soren U. J. (2013), *Pedestrian and Bicycle Level of Service at Intersections, Roundabouts and Other Crossings*, TRB 2013 Annual Meeting.
- Transportation Research board (2000), *Highway Capacity Manual*.
- Transportation Research Board (2010), *Highway Capacity Manual*, TRB, Ch.11 and Ch.18.