대학 캠퍼스 보행자 이동패턴과 보행네트워크간의 상호관련성

The Relationship between the Pedestrian Movement Pattern and the Pedestrian Network at a University Campus

이 유 미* 신 행 우**
Lee, Yu-Mi Shin, Haeng-Woo

Abstract

Many Korean university campuses are located on hilly terrain where the hierarchy of the path system is unclear. Therefore, it is difficult to analyze the pedestrian network through space syntax, in which only horizontal direction changes are considered as depths of space. The purpose of this study is to compare pedestrian movement patterns and space syntax analysis in order to find their relevance to each other and the relationship between them. We conducted a survey regarding the most-visited buildings and pathways at S-University, which is located on a hilly area in Seoul. The survey results were compared with the Space Syntax integration map by regression analysis. For the segments where the relationship between pedestrian volume and integration was weak, field observations were conducted. As a result, topographical aspects, functional aspects, and location aspects were observed as the main influential factors. In addition, the research proposes that adding an extra axial line per vertical directional change can potentially compensate for the low relevance of stairs. This study suggests the possibility and the necessity of three-dimensional space syntax programs and emphasizes the importance of campus planning for the pedestrian environment.

키워드 : 공간구문론, 보행네트워크, 캠퍼스 보행환경

Keywords : Space Syntax, Pedestrian Network, Campus Walking Environment

1. 서론

1.1 연구의 배경과 목적

대학 캠퍼스의 보행환경은 공간구조와 이용행태의 특성상 도시의 보행환경과는 명확히 구분된다. 캠퍼스는 도시 공간에 비해 가로 위계가 불분명하고 방향에 대한 인지도가 낮다. 우리나라의 경우, 지형적 특성상 상당수의 캠퍼스가 구릉지형으로 구성되어 경사지와 단차로 인한 접근성이 취약하다. 대학 캠퍼스 이용자들의 대부분이 대중교통을 이용하는 특정 연령의 학생들이고, 캠퍼스가 학업과 생활의 중심장소의 기능을 동시에 수용하기 때문에 캠퍼스에서 보행을 통한 공간간의 연계는 매우 중요하다. 그러므로 보다 쾌적하고 효율적인 캠퍼스 보행환경을 추구

하기 위한 연구와 노력은 계속되고 있다.

캠퍼스의 공간구조와 시설에 대한 접근성을 연구하는 방법으로는 Space Syntax(공간구문론) 통합도가 자주 활용되어왔다. Space Syntax는 University College London의 Bill Hillier와 Julienne Hanson이 1980년대 초에 소개한 공간구조 분석방법론으로, 공간의 위계와 연결성을 정량적 방법으로 구현할 수 있다는 점에서 널리 사용된 연구방법이다. 그러나 Space Syntax 통합도는 공간이 평면이라는 전제하에 분석한 결과라는 한계를 갖고 있어 지형적 요소가 강한 외부공간을 대상으로 공간구조를 분석하는 경우, 실제 이용자의 공간인식과는 현저한 차이를 보이는 경우가 발생한다.

그러므로 본 연구는 지형적 요소가 강한 구릉지형 캠퍼스를 대상으로 보행 네트워크와 실제 보행자 이용행태 간의 상관관계를 분석하고 이에 영향을 미치는 요인을 밝히는 것을 목적으로 하며, 구체적인 연구의 방법과 진행과정

* 정희원, 서울대 환경대학원 환경조경학과 조교수, 교신저자
(yumil@snu.ac.kr)

** 정희원, 세종대 대학원 건축학과 박사수료

은 다음과 같다. 첫째, 캠퍼스 이용자들을 주로 이용하는 보행경로를 조사하기 위해 설문조사를 실시하여 각 대학별 보행자 이동패턴을 도출하였다. 둘째, 보행공간들의 연계성을 정량적으로 해석하기 위해 Space Syntax를 활용하여 캠퍼스 보행네트워크의 공간구조적 특성을 전체통합도와 국부통합도를 통해 분석하였다. 셋째, 보행자의 이동패턴과 Space Syntax 통합도로 분석한 보행네트워크간의 상관관계를 회귀분석으로 비교하고, 상관관계가 낮은 구간에 대해서는 현장조사를 실시하여 보행자의 이용행태에 영향을 미치는 요소와 원인들을 규명하고자 하였다.

1.2 선행연구 고찰

Space Syntax를 활용하여 보행네트워크를 분석한 연구의 상당수는 공간구문론의 분석 결과와 보행통행량을 비교하여 상호관련성을 밝히고자 하였다(임현식, 김영옥 2003; 김영옥, 2003). 공간인식과 공간구문론과의 관계를 연구하기 위해 공간형태특성을 인지도(cognitive map)와 함께 분석하여 영향력을 비교한 논문(윤용우 외, 2005)은 통행량조사에서 벗어나 이용자의 공간인식과 심리적 요소를 연구에 반영하고 있다.

최근에는 Space Syntax 공간분석의 한계를 보완하기 위해 다양한 요소들을 활용하는 연구들이 진행되었다. 계획적으로 구축된 격자 형태의 캠퍼스보다, 경사가 가파른 산에 위치한 대학의 경우에는 명료도가 현저히 낮게 나타나는 것을 연구한 논문(박찬호 외, 2011), 토지이용에 따른 보행특성을 분석하여 공간구문론에 의한 보행네트워크와의 상관관계를 연구한 논문(김영옥, 신행우, 2007), 보행행태를 반영하는 인터넷 사진분포와 보행량의 상관관계를 연구한 논문(김선호 외, 2011)에서 볼 수 있듯이 공간구문론과 실제 보행량과의 차이가 나타나는 원인과 이를 보완하기 위한 요소를 도출하는 연구가 지속적으로 진행되고 있다.

캠퍼스 계획에서는 이용자의 특성상 접근성과 외부공간의 활용을 고려한 보행동선계획이 차량동선보다 중요하며 우선적으로 계획되어야 한다(류상규, 2003). 이는 캠퍼스내의 보행공간이 단순히 이동을 위한 공간이 아니라 대학생들의 중심장소의 기능을 수용하고 있기 때문이다. 그러나 차량의 증가로 캠퍼스 내에서의 보행공간은 그 면적과 기능이 점점 축소되고 있는 현실이다. 대학캠퍼스 내 편의시설의 위치가 공간구조의 특성을 반영하지 못하고 있다고 지적한 연구는(조은길 외, 2011) 이런 점에서 효율적인 캠퍼스 계획의 중요성을 강조한다.

선행연구를 살펴본 결과, 보행자의 이동패턴과 Space Syntax를 비교 분석하는 연구의 대부분은 실제 보행량과의 높은 상관관계를 전제로 하고 있어 상관관계가 낮은 경우에 대해 영향요인을 분석하는 연구는 활발히 이루어지지 않았음을 알 수 있다. 또한 외부공간의 경우 대상지의 지형적 요소를 Space Syntax에 반영하는 분석방법에 대한 연구가 미흡하였음을 알 수 있다. 본 연구는 보행네트워크에 영향을 미치는 요인을 분석하여 효율적인 보행환경을 조성하기 위한 근거를 마련하고 Space Syntax를 보완하는 연구의 일환으로 입체적인 공간구조를 분석하는 대안을 제시하고자 한다.

2. 보행자 이용행태 분석

2.1 공간적 범위

연구의 공간적 범위인 서울 소재 S대학 캠퍼스는 당시 골프장이었던 구릉지에 조성되어 의도적으로 도시와 단절된 위치적 단점을 갖고 있으며, 넓은 면적으로 인해 캠퍼스의 중심시설에서 각 대학별 공간간의 이동거리가 길다. 대상지는 전형적인 구릉지형 캠퍼스로 지형에 따라 정형화된 가로구조와 비정형화된 가로구조가 혼재되어 있 최고점과 최저점의 레벨 차이는 100미터 이상으로 평균 경사도가 매우 높은 편이다. 외곽에는 2-4차선의 순환도로가 주요 차량 및 보행동선의 역할을 하고 있으며, 순환도로의 내부는 건물과 공간을 연결하는 보행로가 그물망처럼 연결되어 있다.

Figure 1. Aerial View of S-University Campus

2.2 설문조사

캠퍼스 이용자의 보행패턴을 분석하는 연구방법으로는 설문조사를 실시하였다. 조사방법으로는 캠퍼스에서 가장 많이 이용되는 교내식당 5개소를 지정하여 학기중 2주간 평일 점심시간인 12시-2시 사이의 식당 이용자들을 대상

Figure 2. Pedestrian Movement Pattern by Colleges

구분	대학	%	표본수
	인문대학	7.7	23
	사회과학대학	9.1	22
	자연과학대학	10.6	26
	생활과학대학	2.8	18
	경영대학	3.5	4
	공과대학	26.9	82
	법과대학	1.5	4
	사범대학	9.1	22
	약학대학	1.8	4
	음악대학/미술대학	5.9	14
	농업생명과학대학	8.7	37
	수의과대학	1.6	5
	자유전공학부	3.0	10
	환경대학원	1.1	8
	행정대학원	1.6	20
	보건대학원	1.1	3
	국제대학원	0.8	5
	기타	0.1	14
	총계	100	321

Figure 3. Campus Zoning

Figure 4. Pedestrian Counts Per Segment
(예: B 9-22는 B영역 9번 구간의 이용자 22명)

으로 캠퍼스지도가 표시된 설문지를 배부하였다. 설문문항의 내용은 피설문자의 소속기관(대학), 피설문자가 주로 이용하는 도서관 및 연구/교육시설, 식당 및 커피숍/매점 등의 편의시설, 등하교/출퇴근시 주로 이용하는 버스승차장 등 피설문자의 일상적인 생활거점의 위치와 보행경로를 지도에 표시하게 하였다. 수거된 설문지는 소속기관별로 수합하여 Figure 2와 같이 보행경로를 표시하고 대학별 인구비율을 고려하여 이동패턴을 도출하였다.

설문조사 결과, 전체 캠퍼스에서 주로 이용하는 보행경로가 명료하게 나타나는 지역과 그렇지 않은 지역이 명확하게 구분되는 것을 알 수 있었다. 대학별로 살펴본 결과, 완경사지에 위치하면서 격자형 건물과 가로체계를 갖는 대학의 보행자 이동패턴이 비교적 명료하게 나타났고, 가파른 경사나 계단으로 연결되고 비정형 건물배치와 가로구조를 갖는 대학의 경우 보행자 이동패턴이 분열되어 나타난 것을 확인할 수 있었다. 설문조사로 분석한 보행자

이동패턴을 Space Syntax통합도와 비교하기 위해서 Figure 3의 캠퍼스 관리영역에 따라 알파벳 A에서 I까지의 9개 영역으로 나누어 보행구간마다 일련번호를 부여하고 설문지에 해당경로를 표시한 이용자수를 기록하여 Figure 4와 같이 구간별 이용도를 도출하였다.

3. Space Syntax 보행네트워크 분석

캠퍼스 이용자의 공간이용 행태와 캠퍼스 내 보행 네트워크간의 상관관계를 분석하기 위하여 보행 행태 특성 분석에 유용하게 활용되는 Space Syntax 방법론을 활용하였다. 일반적인 도시공간에서 보행자는 보행네트워크 환경에 의해 많은 영향을 받으며, Space Syntax 방법론에 의해 보행행태는 약 60~70% 예측 가능한 것으로 여러 선행연구 결과 밝혀지고 있다.¹⁾ 본 연구에서는 Space Syntax

를 활용하여 캠퍼스 내 모든 보행공간에 대하여 분석을 위한 모델을 작성하였으며, Space Syntax 분석 프로그램인 Depthmap을 이용하여 Axial analysis, Segment analysis를 수행하였다. 이 과정을 통해 구해진 보행공간의 특성값과 캠퍼스 이용자의 공간 이용도간의 회귀분석을 실시하였다. 회귀분석 결과 상대적으로 Axial analysis에 의해 추출되는 공간의 속성값이 Segment analysis에 의한 속성값에 비해 보행 이용도와 상관계수가 높게 분석되었다. 따라서 Axial analysis의 속성값인 Global Integration(전체통합도), Local Integration(국부통합도), 그리고 이 두 변수간의 회귀분석에 의한 결정계수로서의 Intelligibility(공간구조명료도)²⁾값을 활용하여 보행네트워크와 보행공간 이용도와의 상관관계를 분석하였다.

3.1 캠퍼스 이용자의 공간구조인식

선행연구에서는 평지에 조성된 격자 형태의 캠퍼스보다 가파른 경사지에 위치한 대학의 경우에 공간구조명료도(Intelligibility)가 현저히 낮게 나타나는 것으로 밝혀졌다(박찬호 외 2011). 본 연구에서 분석한 S대학의 경우, Figure 5와 같이 공간구조명료도(R^2) 값이 0.567을 나타내어 전체적으로 공간을 인지하고, 상대적으로 길찾기 용이한 캠퍼스 공간으로 나타났다. 그러나 이러한 결과는

Figure 5. Intelligibility of Campus

- 1) 김영옥 외 1인(2007)의 연구 등 다수의 선행 연구에서 보행태와 보행네트워크간의 상관관계 및 보행량 예측에 Space Syntax 방법론이 널리 활용되었다.
- 2) Space Syntax 분석결과 나타나는 Global Integration값과 Local Integration값 상호간의 회귀분석을 통한 결정계수로 구해지는 공간구조명료도(Intelligibility) 값은 공간구조가 얼마나 인지하기 쉽고 간결하며, 명료한 공간 배치 형태를 가지고 있는지 분석하는 방법으로, 0.5 이상이면 공간구조의 명료도가 높다고 판단한다.

Space Syntax로 분석한 결과가 지형적 조건을 반영하지 않기 때문에 이용자들의 실제 공간구조인식과는 차이가 있을 것으로 예상된다.

가) 캠퍼스 Global Integration(전체통합도) 분석

Figure 6은 전체통합도(Global Integration) 분석 결과로 캠퍼스 전체에 대하여 접근성이 가장 높은 곳과 낮은 곳을 계산하여 나타낸다. 그림에서 빨간색으로 나타나는 공간은 상대적으로 접근성이 높은 곳이며, 무지개 스펙트럼에서 보라색으로 갈수록 상대적으로 낮은 접근성을 나타낸다. 대상 캠퍼스는 진입로와 연결되는 순환도로에서 가장 높은 접근성을 나타내며, 캠퍼스의 중심에 위치한 중앙도서관을 중심으로 주변 공간의 접근성이 높게 나타난다. 그리고 상대적으로 캠퍼스의 동측 경사지에서 낮은 접근성을 나타내는 것으로 분석된다.

Figure 6. Space Syntax Analysis : Global Integration

나) 국부통합도(Local Integration) 분석

보행 네트워크와 보행자 이동패턴과의 상관관계 분석에는 국부통합도(Local Integration)가 사용되었다. 국부통합도는 전체 공간을 대상으로 하지 않고 국부적인 지역을 대상으로 통합도를 구하여 중심공간과 접근성을 분석한 것이다.

Figure 7. Space Syntax Analysis : Local Integration

Figure 8. Axial Lines and Location of the Stairs in the 'H' area

국부통합도의 분석 결과, 캠퍼스 내에서 부분적으로 접근성이 높은 부분들이 관찰되었다. 이러한 구간들은 중앙도서관 주변 공간, I영역의 중심 공간, H영역의 중심 공간, C영역과 E영역을 연계하는 공간 등이다.

3.2 계단 이용자의 공간구조인식

Space Syntax 방법론을 활용하여 보행네트워크를 분석하고 보행행태와 상호 관련성을 분석하는 연구들은 다수 존재한다. 그러나 외부 공간에서 수직 이동에 영향을 미치는 계단과 보행 행태와의 상관관계에 관한 연구는 미약한 실정이다. 따라서 보행자 이용행태와 보행네트워크간의 상관관계와 함께 계단의 영향을 정량적으로 분석하고, 보행자가 평지와 다르게 계단 공간을 어떻게 인지하는지를 정량적으로 비교하였다.

Table 1은 캠퍼스 내 계단에 의한 영향이 많은 H영역을 대상으로 계단의 영향을 분석한 결과이다. 첫 번째 계단의 경우, 보행자가 계단을 독립적인 공간으로 인지하지 않고 두 공간을 이어주는 매개체로서만 기능한다는 가정에 의해 Space Syntax 보행네트워크 모델을 작성하여 이용도와 상관관계를 분석하였다. 이 경우 보행자에 의한 공간 이용도와 Space Syntax 분석 결과 나타나는 국부통합도간의 상관관계는 0.435로 나타났으며, 결정계수는 0.189로서 낮은 값을 나타냈다. 두 번째 계단의 경우에는 보행자가 두 공간을 이어주는 매개체로서 뿐만 아니라 독립적인 하나의 공간으로, 즉 수평적 방향전환과 함께 수직적인 방향전환도 깊이를 갖는 공간으로 인지한다고 가정하였다. 이 경우 보행자의 이동패턴과 국부통합도값의 상

관관계는 0.515로 두 변수간에 강한 상관관계가 존재하며, 결정계수는 0.266으로 나타났다.

이러한 결과가 의미하는 바는 다음과 같다. 첫째, 평지가 상대적으로 많은 다른 영역에 비해 계단이 많은 영역에서는 보행자의 이용행태와 보행네트워크와의 상관관계는 상대적으로 낮은 값을 나타낸다는 것이다. 둘째, 보행자는 계단을 독립적인 하나의 공간으로 인지하며 공간과 공간을 이어주는 매개체가 아닌 독립적인 하나의 공간으로, 즉 접근성을 떨어뜨리는 공간으로 인식한다는 것이다.

Table 1. A Comparison of the Spatial Cognition of the Stairs

H 영역	계단-depth 1	계단-depth 2
계단의 형태에 따른 Axial Line (축선도 작성법)		
상관계수(R)	0.435	0.515
결정계수(R ²)	0.189	0.266

4. 상호연관성 분석

4.1 공간이용행태와 보행네트워크 분석

설문조사에서 이용자들이 실제로 자주 이용하는 보행동선과 캠퍼스 보행 네트워크간의 상호관련성을 분석하기 위하여 회귀분석(캠퍼스 이용자의 이용도를 종속변수, Local Integration을 독립변수로 함)을 실시하였다. 캠퍼스 내 모든 보행공간에 대하여 축선도(axial line)를 작성하여 국부통합도 값을 계산하였으며, 각각의 축선도에 해당하는 이용자에 의한 이용도(이용 횟수의 총합)를 대응시켜 회귀분석을 실시하였다.

Figure 9. Regression Analysis between Utilization Rate and Local Integration

캠퍼스 전체 지역을 대상으로 국부통합도와 이용자 공간사용 횟수와와의 단순회귀분석을 실시한 결과, Figure 9에서와 같이 상관계수(R)¹⁾ 값은 0.729로 나타나며, 결정계수(R²)²⁾ 값은 0.531로 분석된다. 따라서 이용도(선호도)와 국부통합도 사이에는 강한 상관관계가 있으며, 이는 공간구조의 영향을 받는다고 할 수 있다. 즉, 보행네트워크의 연결 형태에 따라 보행자의 이용행태는 영향을 받는다는 것을 의미한다.

Table 2는 영역별 사용자의 이용행태, 즉 자주 사용하는 보행로를 표시했을 때 그 총 횟수와 보행 네트워크 속 성값간의 상관관계를 분석한 결과이다. Table 2에서 보는 바와 같이, A, B, C, E, G, I 영역은 두 변수간 강한 상관관계를 갖지만 D, H 영역은 두 변수간 상관관계가 약한 것으로 분석된다. 변수간 영향력을 나타내는 결정계수 분석 결과는 A, B, E 영역에서 이용행태가 보행 네트워크의 영향을 강하게 받는 것으로 나타났으며, C, D, H 영역은 보행 네트워크의 영향이 상대적으로 약한 것으로 나타났다.

Table 2. Correlation With User Behavior And Pedestrian Network

	A	B	C	D	E	G	H	I
상관계수(R)	0.731	0.849	0.615	0.012	0.830	0.706	0.125	0.675
결정계수(R ²)	0.534	0.72	0.378	0.0002	0.668	0.499	0.016	0.455

4.2 보행환경의 영향요인 분석

이용자 보행패턴과 보행 네트워크간의 상관관계를 분석한 결과 상관성이 낮은, 즉 상대적으로 보행 네트워크의 영향을 적게 받는 구간에 대해서는 현장조사를 실시하였다. 회귀분석 결과로 나타나는 상관계수 및 결정계수가 낮은 구간 이외에도 상관관계가 높더라도 이용도와 보행네트워크상의 접근성이 상대적으로 추세에 맞지 않은 구간에 대해서도 현장조사를 실시하였다. 그 중에서 Figure 10에 표시된 15개소 구간에 대하여 각 지점의 영향요인을 지형요소, 기능요소, 배치요소, 기타사항으로 분류하여 조사한 결과, Table 4와 같이 영향 요인을 도출하였다.

- 1) 상관계수(R) : 회귀분석 결과 나타나는 상관계수(R)은 두 변수간의 상관관계를 나타내는 값으로, 절대값이 0.3이하이면 상관관계가 없거나 무시해도 좋은 수준이며, 0.4~0.6이면 약상관관계, 0.6 이상이면 강상관관계로 해석할 수 있다.
- 2) 회귀분석을 통하여 영향관계를 분석하는 결정계수(R²) 값은 전체 종속변수 중 몇%가 독립변수들로 예측이 가능한지 예측하는 것으로, 통상적으로 0.5 이상일 경우 영향을 미친다고 판단할 수 있고, 수치가 높을수록 예측 가능한 설명력이 높아진다는 것을 의미한다.

Figure 10. Segments for Field Analysis

첫째, 보행자의 이용행태는 보행로 주변 건물의 기능에 영향을 받는 것으로 분석되었다. 즉, 상대적으로 접근성이 낮은 보행공간일지라도 도서관, 식당 등 편의시설, 상대적으로 많은 학생들이 수업을 받는 통합 강의동이 인접하고 있을 때, 보행 네트워크 상 접근성이 낮더라도 해당 보행로의 이용도는 증가하였다. 이 경우, 보행 네트워크의 영향보다 인접한 건물의 기능에 따라 보행행태가 결정된다고 할 수 있다.(사례, C52, H22, I4, I5 등). 반대로 접근성이 높은 구간이라도 보행로 주변에 구체적인 기능을 갖는 건물이나 오픈스페이스가 인접하지 않았을 때는 이용도가 낮게 조사되었다.

둘째, 보행자의 이용행태는 지형 및 보행로의 형태에 영향을 받는 것으로 분석되었다. 보행 네트워크 특성상 접근성이 양호한 구간이라도 가시적인 연속성이 확보되지 않는 곳은 이용자가 그 보행로를 자주 이용하지 않는 것으로 나타났다(C55, H7, H19, I29 등). 지형의 단차에 의하여 수직적인 가시성이 낮은 구간은 보행 접근성을 떨어뜨리는 영향요인으로 작용하였으며, 같은 높이라도 완만한 곡선을 그리며 가시적인 연속성을 확보한 구간은 급격하게 꺾여 가시적 연속성이 떨어진 구간보다 자주 이용되었다.

셋째, 보행로의 포장상태 및 양호한 경관을 확보한 공간은 접근성이 낮더라도 자주 이용되었다. 비슷한 접근성을 갖는 공간이 서로 인접하고 있을 때 이용자는 상대적으로 잘 정비된 보행로와 경관이 뛰어난 보행로를 선택하는 것으로 분석되었다.

넷째, 보차혼용 여부가 보행 공간의 이용 행태에 영향을 미치는 요소로 관찰되었다. 캠퍼스 내에서 높은 접근성을 나타내는 구간이라도, 그 공간을 차량이 함께 이용하는 경우 보행자는 상대적으로 접근성이 낮더라도 안전한 보행 전용 공간을 선택하는 것으로 분석되었다.

이상의 결과를 종합해보면, 캠퍼스의 건물의 배치 및 보행 공간의 연결 형태는 보행자의 이용행태와 밀접한 상관관계를 갖는다는 것을 알 수 있다. 즉 이용자들이 자주 이

Table 3. Correlation with User Behavior and Pedestrian Network -After Elimination of Influencing Factors

	A	B	C	D	E	G	H	I
상관계수(R)	0.731	0.849	0.676	0.807	0.830	0.730	0.370	0.769
결정계수(R ²)	0.534	0.72	0.457	0.651	0.668	0.532	0.137	0.591

Table 4. Field Analysis of Influencing Factors

분류	구간	현장 사진	영향 요인	지형	기능	배치	기타
접근성 높고 이용도 낮은 구간	B16		-주차장 전용 진입도로로 보도가 없음				✓
	C5		-보행자 스케일을 벗어난 넓은 도로폭 -건너편 구간에 비해 편의시설 등 보행환경 부실		✓	✓	✓
	C55		-방향이 불명확함			✓	
	H12		-건물 출입구 부제로 연결성 결여 -방향성, 인지도 취약			✓	
	H19		-방향성, 가시성 취약 -보차혼용으로 안전 우려			✓	✓
	H22		-편의시설 미비 -건물과의 연결성 미비		✓		✓
	I11		-인지도 취약 -주차장 전용 진입도로로 보도가 없음			✓	✓
	I25		-건물통과부로 인지도 낮음 -보차혼용으로 안전 우려			✓	✓
	I29		-경사가 급함 -방향이 불명확함 -포장상태 불량	✓		✓	✓
접근성 낮고 이용도 높은 구간	C52		-평탄한 지형 -편의시설 인접 -건물과의 연결성이 좋음	✓	✓	✓	
	I4		-경사면에 위치한 건물로 접근성 낮음 -비교적 최근에 신축됨 -편의시설 집중	✓	✓	✓	
	I5		-계단이 많고 단차가 심함 -경사면에 위치한 건물로 접근성 낮음 -비교적 최근에 신축됨 -편의시설 집중	✓	✓	✓	
기타 구간	G7		-지형이 가파름 -포장상태 불량 -방향성, 인지도 취약	✓		✓	
	H7		-지형이 가파름 -포장상태 불량	✓			✓
	H26		-건물과의 연결성 미비			✓	

용하는 시설인 경우 보행 네트워크 체계상 접근성이 양호한 곳에 배치되어야 하지만, 접근성이 낮은 곳에 위치한 건물의 출입구는 캠퍼스의 체계적인 공간이용을 방해하는 결과를 초래하는 것으로 분석되었다.

Table 3은 Table 4에 정리한 현장조사 구간을 제거하고 각 영역별로 이용행태와 보행네트워크간의 상관관계를 분석한 결과이다. 이와 같이 지형, 기능, 배치, 보차혼용 및 포장상태 등의 영향을 받는 구간들을 제외하면 대부분의 경우 상관계수와 결정계수가 상향되었다. 즉 보행자의 이용행태는 보행 네트워크에 영향을 크게 받는다고 할 수 있다.

결과적으로, D영역에는 인접한 곳에 식당 등 편의시설들이 집중 배치되어 있어 보행자 이용행태가 왜곡되어 나타났으며, G영역에서는 가파른 지형 차에 의해 이용행태에 부정적 영향을 받는 것으로 분석되었다. H영역은 지형적 영향, 건물의 배치 및 출입구와 보행공간과의 연계성, 보행로의 형태, 경관의 영향을 상대적으로 강하게 받는 영역임이 밝혀졌으며, 이러한 영역에서는 보행네트워크의 영향력이 미미한 것으로 분석되었다. I영역은 상대적으로 기능의 배치가 이용행태에 많은 영향을 미치고 있었다. 이는 건물의 배치와 동선계획이 전체 보행네트워크를 고려하지 않고 접근성에 대한 체계적인 분석이 없이 계획되고 조성되었다는 사실을 반영한다고 할 수 있다.

5. 결론 및 제언

본 연구는 캠퍼스 보행 네트워크와 실제 보행자 이용행태 간의 상호관련성을 분석하고 보행자의 이용행태에 영향을 미치는 요소와 원인을 S대학 캠퍼스를 대상으로 연구한 사례에서 찾고자 하였다. 연구 결과, 공간구문론의 통합도에 나타난 평면적인 공간분석과 설문조사를 통한 보행자 이동패턴은 전체적으로는 상호관련성이 높게 나타났다. 그러나 영역별로 분석한 결과, 공간분석결과인 통합도와 실제 보행자 이용행태인 이용도에는 다음과 같은 차이점이 관찰되었다.

보행자의 이동패턴과 공간구문분석결과를 비교하여 연관성이 낮은 구간에 대한 현장조사를 실시한 결과, 이용도와 통합도의 연관성이 낮은 구간의 영향요인으로 편의시설 등의 기능적 요소, 계단과 경사 등의 지형적 요소, 그리고 건물배치 등의 위치적 요소를 도출하였다. 그중에서도 주요 요인은 계단과 경사 등의 지형적 요소와 식당 및 편의시설 등의 기능적 요소였다. 즉 경사와 단차가 심할수

록 이동패턴이 분산되고 이용도가 낮았으며, 인접 편의시설과 건물의 출입구의 위치는 이용도를 높이는 역할을 하였다. 통합도가 높게 나타났더라도 주요시설 배치가 이루어지지 않은 보행로의 이용도는 매우 낮았고, 통합도가 낮더라도 주요시설이 있는 경우 이용도는 크게 증가하였다. 그밖에 시각적 요소나 심리적 요소에 따라라도 실제 이용도는 다르게 나타났다. 보차혼용으로 인한 안전성의 우려와 가시적 연속성의 부재로 인한 방향성과 인지도의 취약성은 이용자의 선호도에 유효한 영향을 미쳤다. 포장상태 등의 직접적인 물리적 환경도 이용도에 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 이렇게 도출된 보행환경의 영향요인들은 대부분 관련계획의 수립시에 개선할 수 있는 사항들로, 효율적인 보행네트워크를 구축하기 위해서는 이를 뒷받침하는 설계계획이 수반되어야 한다는 것을 시사한다.

본 연구에서는 또한 지형적 영향요인을 고려하여 계단이 있는 구간의 통합도를 도출할 때 계단 플라이트마다 축선을 추가하여 통합도와 이용도의 상호관련성을 비교하였다. 그 결과 축선을 추가하였을 때의 상호관련성이 기존보다 높게 나타났으며, 이는 보행자가 계단을 독립적인 하나의 공간으로 인지하며 단순히 공간과 공간을 이어주는 매개체가 아닌 독립적인 하나의 공간으로 인식한다는 것이다. 본 연구에서는 경사로 이용자에 대한 공간구조인식이 계단 이용자보다는 상대적으로 약한 것으로 관찰되었으나, 추후 경사도 측정을 통해 경사도가 공간구조인식에 미치는 영향을 분석하는 연구가 수반되어야 할 것이다. 본 연구를 통해 Space Syntax의 취약점으로 인지되어왔던 경사와 계단이 있는 공간에서 통합도를 활용하여 이용행태를 보다 가깝게 예측할 수 있는 가능성을 보여주었고, 지형적 요소를 반영한 Space Syntax 축선도 작성방식의 제안으로 지형차이가 심한 공간을 분석할 때 실제 이용행태와 연관성이 높은 통합도를 도출할 수 있어 외부공간구조분석에서 Space Syntax의 활용도를 높일 수 있는 연구라는 점에서 의의가 있다. 후속 연구를 통해 평면적인 공간분석을 보완한 입체적인 공간분석 프로그램의 개발이 촉진될 수 있을 것으로 기대한다.

본 연구는 연구대상지를 하나의 캠퍼스에 국한하였기 때문에 연구결과를 일반화하기에는 한계가 있다. 그러므로 추후 여러 대상지의 비교 분석을 통해 연구의 논리와 타당성을 높이는 연구가 필요할 것이다.

References

1. Cho, Eun-Kil et al., A Study on the Accessibility of Public Service Facilities on University Campuses by Space Syntax, Journal of Digital Interaction Design, 10(2), pp.45-57, 2011
2. Kim, Sun-Ho et al., The Relationship between Characteristics of Pedestrian Movement and Internet Photo through the Space Syntax Analysis, Journal of the Urban Design Institute of Korea, 12(4), pp.127-135, 2011
3. Kim, Young-Ook, A Study on the Relationship between Properties of Spatial Configuration and Patterns of Space Use using Space Syntax, Journal of the Korea Planners Association, 38(4), pp.7-17, 2003
4. Kim, Young-Ook and Shin, Haeng-Woo, A Study on the Characteristics of Pedestrian Network According to Land Use Pattern, Journal of the Urban Design Institute of Korea, 8(3), pp.83-94, 2007
5. Lim, Hyun-Sik, Shin, Haeng-Woo and Kim, Young-Ook, Establishing a Method to Construct Pedestrian Network in Downtown Area, Conference Proceeding, Architectural Institute of Korea, pp.551-554, 2003
6. Park, Chan-Ho and Park, Jin-Kyoung, A Study on the Analysis of Environmental Factors Affecting Relationship between Spatial Configuration and Pedestrians in Campus: Focus on Campus in Busan City, Journal of Digital Interaction Design, 10(1), pp.93-105, 2011
7. Piao, Ri-Zhu, and Yoo, Uoo-Sang, An Analysis of Spatial System on the Pedestrian Circulation in University Campus, Conference Proceeding, Architectural Institute of Korea, pp.128-131, 2010
8. Ryu, Sang-Kyu, A Study on the Plan of Pedestrian Space in Campus: Chungju University Case Space Using Space Syntax Theory, Journal of the Korea Planners Association, 38(6), pp.99-111, 2003
9. Yun, Yong-Woo et al, The Effect of Metric Distance and Spatial Depth on Spatial Cognition, Journal of the Architectural Institute of Korea, 21(5), pp.77-84, 2005

접수 2014. 2. 13
1차 심사완료 2014. 3. 11
2차 심사완료 2014. 3. 20
게재확정 2014. 3. 21