

공간구문론을 이용한 비상조명 설계 방법론 검토

(Application of Space Syntax Theory to the Design of Emergency Lightings)

원슬기* · 최안섭** · 김영욱**

(*세종대학교 건축공학과 석사과정 · **세종대학교 건축공학과 교수)

(Seul-Ki Won · An-Seop Choi · Young-Uk Kim)

Abstract

The emergency lighting plan for underground space should be done with consideration of characteristics of the space. Through the Space Syntax theory, it is possible to do quantitative analysis of the space. Integration and intelligibility are major index of this theory and we can use them as emergency lighting design parameters. For this study, human behaviors and survivor's evacuation routes in fire emergencies are analyzed through literature review. Based on those results, this study suggests the methodology of emergency lighting plan in underground space.

1. 서론

1.1 연구의 배경

지하공간은 점점 대규모화, 복합화 되고 있고 그 이용 또한 활성화되고 있는 실정이다. 불특정다수가 이용하는 지하공간은 지상공간에 비해 공간자체에 대한 인지가 부족하기 때문에 화재발생시 큰 위험이 예상된다. 이러한 지하공간의 안전성확보를 위해서는 계획 및 설계단계에서부터 치밀한 검토가 필요하며 방화 및 피난 등의 종합적인측면에서의 안전대책이 마련되어야한다. 피난은 화재발생을 감지한 재실자가 계단이나 통로를 따라 이동한 후 출구를 통하여 자력으로 이동하는 과정에 의해 이루어진다[1]. 화재 등의 재난이 발생했을 경우, 인명의 안전을 확보하기 위해서는 우선 신뢰도 높은 피난환경을 구축하는 것이 중요하며 피난환경의 구축에 있어서 가장 중요한 사항은 인간의 피난행태에 대한 이해 및 예측이다.

화재발생시 피난자들은 시각정보, 특히 불빛에 의존하게 된다. 실제로 대지하철 화재발생의 피난자 행동유형을 분석한 한 연구에 의하면, 피난도중 생존자들에게 가장 도움을 준 것에 광고판불빛, 구조대원의 플래시불빛을 포함하는 빛이 전체응답자의 49%로 가장 높은 비율로 나타났고 지리를 잘 알고 있는 사람(20%), 소리(13%) 등의 요소가 다음 순으로 나타났다. 그러나 대부분의 생존자들이 피난과정에서 발생할 수 있는 재난을 대비해 설치된 비상유도등의 도움에 대해서는 부정적인 응답을 보였대[1]. 이는 비상유도등의 불빛이 피난유도의 역할을 제

로 하지 못했다는 결과를 나타낸다. 다음의 그림 1은 비상유도등의 인지 및 도움여부를 조사한 결과를 나타내고 있다.

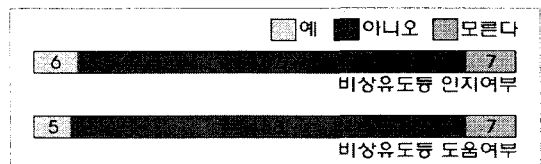


그림 1. 비상유도등의 인지 및 도움여부
Fig. 1. Recognition of emergency lightings

피난시 가장 크게 도움을 주는 불빛과, 이를 목적으로 설치되었지만 그 기능을 제대로 발휘하지 못하는 비상조명은 지하층을 가지는 모든 대규모복합시설에 설치되어있다. 하지만 법규의 제약자체가 건물의 층수 및 규모에 대한 기준만을 가지고 일괄적으로 제시되어있기 때문에 위의 사례와 같은 문제점이 드러나는 것으로 판단된다. 재실자를 가장 효율적인 피난경로로 유도하고 안전하게 피난할 수 있도록 하는 본래의 기능을 충분히 발휘하기 위해서는, 비상조명이 설치되는 위치선정에 있어서 각 건물이 가지는 고유한 공간구조가 충분히 고려되어야한다.

1.2 연구의 목적

기존연구들에서는 지하공간에서의 재난발생시 피난경로선택의 특성이나 피난행동유형의 분석, 피난시설계획 등을 많이 다루어왔었고 지하의 공간구조를 정량적으로

분석한 사례도 있었다. 그러나 비상조명과 같은 구체적 요소에 대한 연구는 없었으며, 이를 공간구조에 적용시킨 사례도 없었다.

본 연구에서는 지하공간의 화재발생시 인간의 피난행동에 큰 영향을 주는 불빛의 역할을 담당해야하는 비상조명의 현 실태를 파악하고, 공간구문론을 이용하여 특정 공간을 정량적으로 분석하고자 한다. 또한 분석결과를 이용해 친편일률적인 설치가 아닌, 공간의 구조에 적합한 비상조명의 위치선정방법론을 검토함을 목적으로 한다.

1.3 연구방법 및 범위

본 연구는 다음의 과정을 통하여 진행되었다. 첫 단계에서는 공간구문론(Space Syntax Theory)의 Depthmap을 이용하여 조사대상지의 공간구조를 정량적으로 분석했다. 두 번째 단계에서는 첫 단계에서의 분석결과와 실제공간의 이용패턴을 비교하는 단계로 이 과정을 통하여 비교적 이용도가 높은 몇 개의 중심이 되는 지점을 선정하고, 이 지점에서부터 출구까지의 모든 경로를 파악하여 각 경로의 특성을 Depthmap 분석결과로 도출하였다. 세 번째 단계는 대상지의 비상조명의 설치실태를 파악하는 단계로 현 상태의 문제점을 도출해내어 이를 반영할 수 있도록 했다. 네 번째 단계는 앞서 조사한 공간의 정량적인 특성과 비상조명의 설치실태에 있어서의 상호관련성을 분석하고, 적용가능성을 검토하는 단계이다. 그리고 마지막 다섯 번째 단계에서는 대상지의 공간구조를 고려하여 피난경로의 위계를 정하고, 이를 통해 비상조명 계획안을 제시하고자했다. 다음의 그림 2는 본 연구의 연구방법 및 절차를 도식화한 것이다.

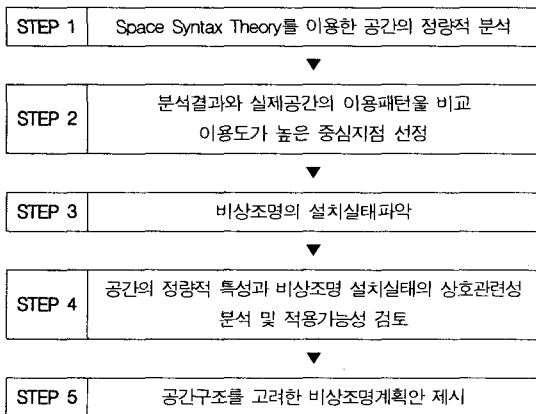


그림 2. 연구의 방법 및 절차

Fig. 2. Study method and procedure

2. 이론적 고찰

2.1 Depthmap Program

Depthmap은 University College London의 VR Center에서 만든 공간분석 프로그램으로 Visibility Graphy Analysis라 한다. 공간을 정량적으로 해석하는 방법 중 특히 통합도분석과 Isovist의 시지각적 분석에서 좀 더 정확하고 면밀한 해석이 가능하다. 이는 공간을 점단위의 그리드로 잘게 쪼개어 전체에서 주변의 점단위공간과의 위상학적 공간관계를 나타내주는 것으로, 평면의 정확한 분석이 가능하도록 해준다. Visibility graph는 길 찾거나 움직임, 공간인식을 해석하는데 도움을 주며, 해석 가능한 여러 인자 중 Total depth는 공간의 깊이와 공간의 통합성간의 관계추정을 가능케 한다. 여기에서 통합도가 높다는 것은 그 지점이 한 공간에서 위상학적으로 중심에 있음을 의미하고, 다른 공간과 연계가 잘된다는 것, 그리고 사람들의 통행량이 많다는 것을 간접적으로 의미한다. 또한 Depthmap을 이용하면 시지각(가시장)분석이 가능하고, 특정한 한 지점에서 보이는 부분을 평면상에 색깔로서 나타내준다. 하지만 한 층의 평면에 대해서만 공간을 분석하기 때문에, 층별 간의 연계된 통합도분석이 불가능하다는 한계성을 가진다[2]. 본 연구에서는 지하1층의 평면상에서만 공간이용패턴을 분석하고, 구조적 특징에 따라 정해진 동일한 층의 출구까지의 피난경로를 도출하는 것을 목적으로 하므로 Depthmap프로그램의 한계성은 문제되지 않을 것으로 판단된다.

2.2 비상조명등의 현행법규

본 연구에서 사용된 "비상조명등"이라 함은 화재발생 등에 따른 정전시에 안전하고 원활한 피난활동을 할 수 있도록 거실 및 피난통로 등에 설치되어 자동 점등되는 조명등을 말한다. 국내의 비상조명등에 관한 법규는 소방 설비에 해당하는 간략한 규정으로 되어있다[3].

비상조명등은 현행법규상 소방대상물의 각 거실과 그로부터 지상에 이르는 복도, 계단 및 그 밖의 통로에 설치해야하며, 조도는 비상조명등이 설치된장소의 각 부분의 바닥에서 1lx이상이 되어야한다. 또한 점등에 편리하고 화재 및 침수 등의 재해로 인한 피해를 받을 우려가 없는 곳에 설치되어야한다[4]. 다음의 표 1은 법규에서 지정하고 있는 장소에 따른 비상조명등의 종류를 나타내고 있다.

표 1. 장소에 따른 비상조명등의 종류
Table 1. Types of emergency lightings by place

설치장소	유도등 및 유도표지의 종류
공연장·집회장·관람장·운동시설	대형피난유도등 통로유도등 객석유도등
위락시설·판매시설 및 영업시설·관광숙박시설·의료시설·통신촬영시설·전시장·지하상가·지하철역사	대형피난유도등 통로유도등
일반 숙박시설·오피스텔 또는 가옥 및 나목외의 지하층·무창층 및 11층 이상의 부분	중형피난유도등 통로유도등
근린생활시설·노유자시설·업무시설·중교집회장·교육연구시설·공장·창고·시설·교정시설·기숙사·자동차정비공장·자동차운전학원 및 정비학원·가목 내지 다목 외의 다중이용업소	소형피난유도등 통로유도등
그 밖의 것	피난유도표지 통로유도표지

비고 : 소방서장은 소방대상물의 위치·구조 및 설비의 상황을 판단하여 대형피난유도등을 설치하여야 할 장소에 중형피난유도등 또는 소형피난유도등을, 중형피난유도등을 설치하여야 할 장소에 소형피난유도등을 설치하게 할 수 있다.

2.3 지하공간의 화재 특성

일반적인 건물화재의 경우는 화재층의 아래에 거점을 두고 소화활동을 하지만 지하공간화재의 경우에는 화재발생지점으로 부터 소방대가 고립된다는 면에서 상당한 위험이 따른다. 또 지하공간과 지상공간간의 연락이 곤란한 점도 소방대의 소화활동과 피난자의 정보수집활동에 불리한 조건이 된다.

또 다른 특징으로, 지하공간은 창이 없는 폐쇄공간이므로 공포감을 유발하기 쉬우며, 화재발생시 산소공급량이 충분하지 않아 급격한 연소가 이루어지지 않는 반면 불완전 연소를 일으켜 연기와 CO의 발생량이 많아진다. 특히 발생한 연기는 쉽게 배출할 수 없는 문제점이 있다. 또한 화재의 정세를 파악하기가 어려우며, 재실자가 폐쇄공간에 있다는 점을 강하게 의식하여 출구에서의 급격한 혼란을 가중시킬 수 있으므로 다수의 암사자가 발생할 가능성이 높다.

그리고 화재하중이 크고 지상으로 통하는 계단과 건물내부로 통하는 계단의 구분이 불확실한 경우가 많으므로 피난상의 큰 문제가 된다. 이러한 지하에 있어서 안전대피에 영향을 미치는 요소로는 지하공간의 평면계획, 피난인원, 재실자의 피난경로 및 피난 속도, 연기와 가스, 거실에서의 피난 소요시간, 복도에서의 피난 소요시간, 계단에서의 피난 소요시간 등이 있다(표 2)[5].

표 2. 피난요소
Table 2. Evacuation factors

피난속도	보행속도, 보행자의 능력, 보행자 밀도, 보행경로의 길이 및 환경과 밀접한 관계
피난심리	화재발생시 생각지도 않은 부적응행동, 초조함, 긴장상태, 심리적 패닉에 빠지는 증상 발생
피난계시시간	화재발생 인지까지의 시간과 인지하고 피난을 시작하기까지의 시간의 합계
피난경로선택	어느 쪽으로 피난할 것인가 판단하여 대피

2.4 화재발생시 피난행동의 특성(피난실험)

다음의 표 3은 피난행동의 단계별흐름을 간략하게 나타내고 있다[6]. 그리고 표 4는 피난실험을 통해 피난행동특성을 도출한 기존연구들의 내용을 분석한 것으로, 그 중 공통적으로 나타나는 특징을 파악하고 본 연구에 시사하는 바가 있다고 판단되는 부분들을 요약한 내용이다.

표 3. 피난행동의 단계별흐름
Table 3. Procedure of evacuation behavior

화재징후(Stimulus)→화재징후의 인지(Ques receives) →정보의 수집(Compiling the information)→의사결정(Decision-making)→이동(Movement)→피난완료(Out, safe)
--

표 4. 피난행동의 특성
Table 4. The features of evacuation behavior

경로선택의 특징	의사결정이 짧은 순간에는 이성적 판단보다 본능적인 행태특성이 경로선택에 더 많은 영향
귀소성	원래 왔던 길을 더듬어 피하려는 경향
일상동선지향성	일상적으로 사용하고 있는 계단이나 평소에 잘 알던 익숙한 경로를 사용해 피하려는 경향
향광성	밝은 쪽을 향해서 피하는 경향
향개방성	향광성과 유사한 특성으로 열린 느낌이 드는 방향으로 피하려는 경향
일시경로선택성	처음에 눈에 들어온 경로로 가거나 눈에 띄기 쉬운 계단을 향하는 경향
지근거리선택성	가장 가까운 계단을 선택하는 경향과 장애물을 넘더라도 가까운 거리를 선택하려는 경향
직진성	정면에 있는 계단과 통로를 선택하거나 막다른 곳이 나올 때까지 직진하는 경향
본능적위험회피성	불꽃과 연기로부터 최대한 멀어지려는 경향
이성적안전지향성	안전하다고 생각한 경로로 향하는 경향
부화뇌동성	대부분의 사람들이 도망가는 방향을 쫓아가는 경향, 여러 개의 출구가 있어도 한 개의 출구로 수많은 사람이 몰리는 현상

피해자들은 교차점에서 출구나 피난유도표지 등 신뢰도 높은 시각정보를 인지하지 못하는 상황에서는 방향전환을 하지 않고 막다른 부분까지 직진하는 행동특성을 나타내었다. 또한 출구에 대한 시각적인 인지가 어떤 요소보다도 경로선택에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 화재발생시 피난출구를 찾아가는 피난자는 심리적으로 스트레스와 불안감을 느끼게 된다. 따라서 시각적으로 인지된 출구가 있으면 보다 가까운 거리에 다른 출구가 있다는 것을 충분히 유추할 수 있는 공간 및 유도표지의 정보가

있다하더라도 거리에 상관없이 시각적으로 직접 인지된 출구로 우선 피난하려는 경향이 강하게 나타나는 것이다. 그리고 매장안내표지 등 피난유도와 관련이 없는 표지정보도 피험자의 경로선택에 영향을 미치는 것으로 파악되었다(6-9).

지하층을 가지는 대형판매시설의 경우에는 평면구성상 대부분의 피난계단이 고객이 평상시 이용할 수 없는 직원 전용공간에 위치하기 때문에, 일반 이용자들이 시각적으로 쉽게 인지할 수 없다는 문제가 발생한다. 따라서 가까운 거리에 안전한 피난출구가 있다하더라도 적절한 피난유도가 이루어지지 않는다면 피난에 활용되지 않는 경우가 발생하는 것이다. 이러한 경우, 피난유도의 기능을 제대로 발휘하는 비상조명등의 효과적 활용을 통해 이를 해결할 수 있다.

3. 조사대상지의 비상조명방법론 검토

3.1 조사대상지의 공간구조 분석

조사대상지는 강남구 서초동에 위치한 대규모복합시설로 지하1층부터 지상1층까지를 조사범위로 하였다. 이 시설물의 지하1층은 일반점포 및 백화점, 극장, 푸드코트, 대형서점, 광장 등 다양한 용도의 공간들로 구성되어있는 대규모복합시설이다(그림 3).

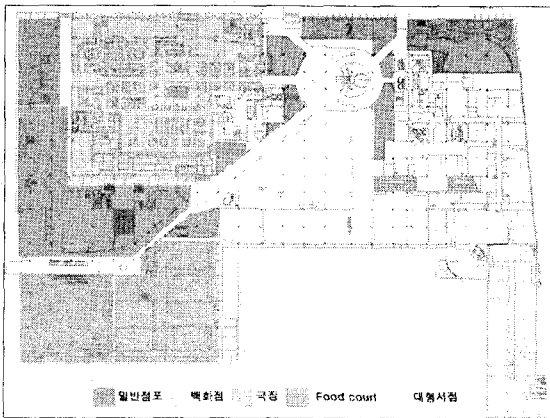


그림 3. 조사대상지의 공간 구성
Fig. 3. Spatial organization of target area

그림 4는 Visibility graph를 통해 Total depth값을 도출하고 그 값으로 조사대상지의 공간구조의 특성을 분석한 결과를 나타낸다. 각 셀의 색이 무지개스펙트럼으로 표현되어 결과를 보여주는데, 빨간색에 가까울수록 시야 및 접근성이 높고 주황색, 노란색, 초록색, 파란색 등을 거쳐 보라색에 가까울수록 낮게 분석된다. 시야 및 접근성이 높은 공간일수록 Total depth값의 수치는 낮게

나타나며 낮은 공간일수록 수치가 크게 나타난다. 이 공간에서 시야성이 가장 높은 공간은 분수광장이며 그 다음으로 왼쪽상부에 위치한 외부의 선큰부분과 대형서점, 백화점과 외부를 이어주는 큰 가로축, 그리고 푸드코트와 극장에서 분수광장까지 이어지는 큰 길로 분석되었다. 이러한 결과와 현재의 이용행태를 현장조사를 통해 비교분석한 결과 유의하게 일치하는 것으로 판단되었다. (공간의 이용도가 가장 높은 시간대를 대상으로 하기 위하여 백화점이 개점되어있는 시간을 기준으로 하였다. 따라서 백화점과 외부의 연결개구부가 유효한 것으로 시뮬레이션 하였다.)

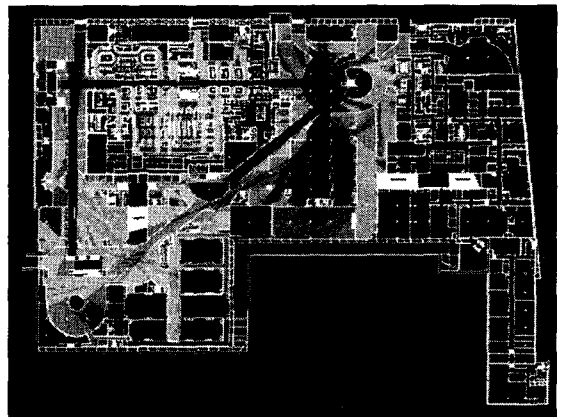


그림 4. 지하1층의 Total depth
Fig. 4. Total depth of basement floor

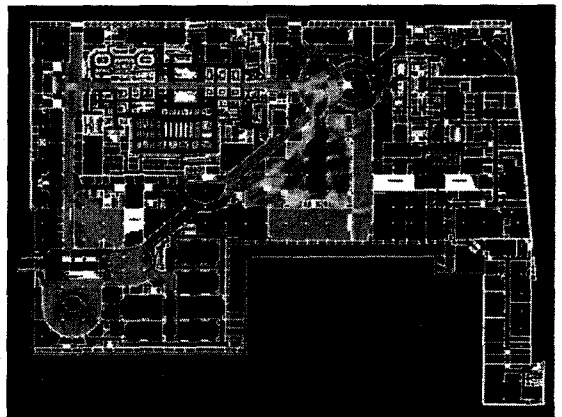


그림 5. 지하1층의 Neighborhood size
Fig. 5. Neighborhood size of basement floor

그림 5는 Visibility graph를 통해 Neighborhood size 값을 도출하고 이로 공간구조의 특성을 분석한 결과를 나타낸다. Total depth의 분석은 전체공간에 대한 가시성인 반면 Neighborhood size의 분석은 이웃공간에 대한 가시성을 나타내는 결과이다. 이는 한 지점에서 직접적으로 연결된 공간에 대해서 보이는 크기를 상대적인

값으로 측정된 것으로, 측정되는 값이 높은 경우 접해있는 모든 공간들에 대한 시야성이 상대적으로 좋다는 것을 의미한다. Neighborhood size 값이 가장 높은 공간은 분수광장과 대형서점, 왼쪽상부의 외부선큰 부분으로 나타나 그 공간에서 이웃공간을 인지하고 이동하는데 상대적으로 더 용이할 것으로 분석된다.

3.2 조사대상지의 비상조명 실태분석



그림 6. 조사대상지의 비상조명 실태
Fig. 6. The actual condition of target area

그림 6은 조사대상지 지하1층 비상조명의 설치현황을 보여주는 것으로 2장의 이론적 고찰에서 살펴본 법규에 해당하는 비상조명은 모두 사용되었음을 알 수 있다. 그러나 유도등 및 유도표지의 설치간격인 15m, 20m 이내의 기준은 부분적으로 준수되지 않았고, 시각인지정도에 있어서 열악한 상태를 확인할 수 있었다. 실패로 중심에 위치하고 있는 분수광장의 경우, 광장의 중심에서 연못 뒤쪽으로 인지되는 큰 세 개의 길은 세 길 모두 천장에 비상구 유도등이 설치되어 있었지만 그 방향이 명확하지 않고 근거리를 조금만 벗어나도 시각적 인지가 거의 불가능한 상태였다. 그리고 유도등의 경로를 따라 이동할 때에도 다음 유도등까지의 거리가 너무 멀고 위치가 불명확하여 특별한 시각적 장애가 없는 평상시에도 인지가 어려움을 알 수 있었다.

복도에 설치된 피난구 유도등의 경우에도 한 지점에서 다른 지점까지의 경로를 통해 가는 과정에서 특정한 방향성을 가진다고 보기는 어려운 것으로 판단되었다. 또한 이러한 비상조명이 타 용도의 간판이나 건축구조물 등에 가려져 전혀 인지되지 못하는 경우가 있었고, 실제 유도등을 따라 간 최종적인 곳에 위치하고 있는 출입구가 사용되지 않는 경우도 있었다. 이러한 상황에서 화재가 발생했을 경우 비상조명이 본래의 역할을 제대로 감당하기는 어렵고, 그 기능을 발휘하는 경우에도 피난자들의 혼란을 더 가중시킬 가

능성이 있을 것으로 사료된다. 이상의 조사에서 비상조명의 현 실태는 공간구조를 고려하지 못함은 물론 정확한 방향으로의 식별조차 제대로 이루어지지 않음을 알 수 있었다.

3.3 공간구조를 고려한 비상조명등 및 유도등의 설계 방법론 제시

다음의 그림 7은 조사대상지의 설계시에 계획된 비상 출입구와 외부와 연결되어 비상시의 출입구로서 활용 가치가 높다고 판단되는 출입구를 나타낸 것이다. 출입구 선정과정 중 존재는 하지만 현재 사용되어지지 않는 출입구는 제외시킴을 원칙으로 하였다.

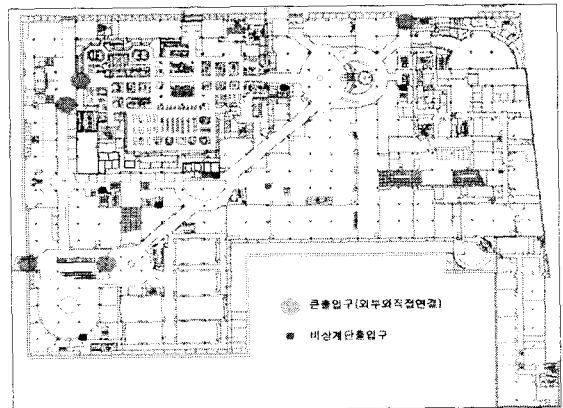


그림 7. 비상출입구 분포
Fig. 7. Distribution of emergency exit

그림 8은 Depthmap 분석결과와 실제공간의 이용패턴을 고려해 화재발생시 인구가 가장 많이 밀집되어있을 것으로 예상되는 중심지점을 선택한 것으로 크게 분수광장, 푸드코트, 대형서점, 그리고 극장에서 분수광장까지 이어지는 큰 길 중심의 네 공간으로 구분할 수 있다.

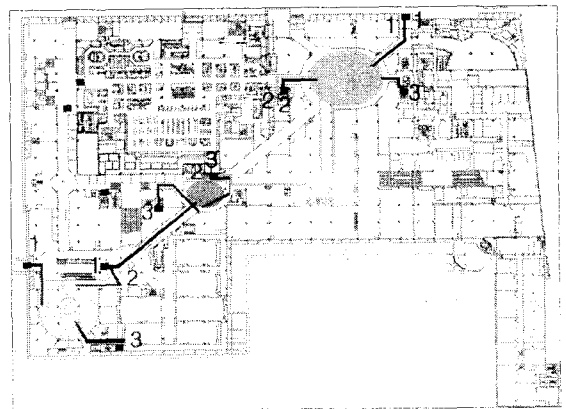


그림 8. 피난경로 예측모델
Fig. 8. Prediction model for evacuation route

각 공간에서 출발하는 번호는 그 공간으로부터 피난

이 시작될 경우 빠져나갈 수 있는 가장 효율적인 경로를 나타낸 것이다. 출구선정기준은 앞서 2장의 이론적 고찰에서 논하며 있는 피난실험 및 피난행태의 특징을 바탕으로 하였다. 다음의 표 5는 출구선정의 방법을 나타낸 것이다.

표 5. 출구선정의 기준
Table 5. Criteria for selection of emergency exit

기준	내용
1	서있는 지점에서 시각적으로 인지되는 출구
2	출구까지의 거리
3	출구의 넓이
4	출발지점으로부터 꺾이는 횟수가 적은 출구

시각적으로 인지되는 출구가 있는 경우는 그 출구로의 피난을 첫 번째로 하였고, 시각적 인지가 없는 경우에는 출구까지의 거리를 두 번째로 하였다. 시각적 인지가 없고 출구까지의 거리가 비슷한 경우에는 출입구에서의 병목현상을 고려하여 출입구의 넓이를 세 번째 기준으로 하였고, 이상의 사항이 모두 동일한 경우에는 직진성을 고려하여 꺾임이 적은 출구를 네 번째 기준으로 하였다. 최종적으로 네 지점에서의 경로를 종합해보면 대각선방향의 큰 축을 중심으로 하는 경로하나와 그것으로부터 뻗어나가는 몇 개의 작은 가지와 같은 경로가 생김을 확인할 수 있다.

전반적인 비상조명의 배치와 더불어 이러한 경로를 차별화된 빛으로 더욱 강조해준다면 피난자들의 피난경로 선택을 보다 효율적인 방향으로 유도할 수 있을 것으로 예상된다. 이를 위해 현행법규의 일괄적인 배치간격과 비상조명등의 최소크기를 기준으로 설치하기보다는 공간특성을 고려한 차별화가 필요하다. 실제 피난유도등의 성능평가 및 개선방안에 관한 선행연구를 살펴보면, 유도등의 설치간격을 15m에서 10m로 줄였을 경우와 기존의 유도등보다 150% 밝게 설치한 경우 피난시간의 현저한 축소가 있었음을 알 수 있다[10].

4. 결론 및 향후 연구계획

본 연구는 공간구문론을 이용하여 공간의 구조를 정량적으로 분석하고, 이를 바탕으로 보다 효율적으로 비상조명의 위치를 선정하는 방법론을 검토하고자 하였다. Space Syntax의 Depthmap 프로그램을 이용하여 평면상에서의 공간을 정량적으로 분석하고 이를 공간의 실제 이용행태와 비교하여 중심이 되는 네 지점을 선정하였다. 이 지점으로부터 출구까지의 도출가능한 모든 경로를 살피고 그 중 가장 효율이 높을 것으로 예상되는 3가지 경로를 이론적 고찰에 의한 일정한 기준을 바탕으로 선정하였다. 이렇게 선정된 경로의 비상조명 설치에

있어서 다른 경로와 차별화된 빛을 이용하여 강조해준다면 피난자들을 보다 효율적이고 안전한 방향으로 유도할 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구는 화재발생시 피난활동에 영향을 줄 수 있는 여러 요인 중 비상조명의 위치에 대한 부분만을 다룬 것으로 연기나 화재발생지점, 그에 따른 소방 활동방향 등의 요소는 고려하지 않았다. 따라서 추후에는 보다 많은 변인을 고려한 연구가 필요할 것으로 판단된다. 또한 경로의 특성에 따라 차별화된 조명이 요구된다는 제안까지의 과정을 검토하였으나, 더 나아가 어떤 광원을 이용하여 몇 lx의 조도로, 어느 높이에 설치할 것인가 등의 세부적인 사항에 대한 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- (1) 홍원화, 대구지하철 화재시 피난자 행동유형 분석을 통한 지하공간안전피난대책에 관한 연구, 2005. 대한건축학회회지논문집, 제21권 1호
- (2) 이윤석, 커뮤니티 시설로서의 샌다이 미디어테크의 활성화 방법에 대한 연구, 2004. 공학석사학위논문
- (3) 소방시설 설치유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령
- (4) 비상조명등의 화재안전기준, 유도등 및 유도표지의 화재안전기준
- (5) 김중석, 지하상가의 화재 위험성 평가에 관한 연구, 2004
- (6) 이상준외 3, 대형활인매장의 화재시 피난에 관한 연구
- (7) 이원석, 화재시 지하공간의 피난시설계획에 관한 연구, 1989
- (8) 이경희, 건물 화재시 재실자의 피난행태 예측 모델에 관한 연구, 1988. 대한건축학회회지논문집, 제4권 4호
- (9) 박재성, 대규모 미로형 다중이용공간에서의 피난경로선택 특성에 관한 연구, 2004. 대한건축학회회지논문집, 제20권 9호
- (10) 홍원화, 지하공간화재시 비상 유도등 성능평가를 통한 피난유도 효율 향상에 관한 연구, 2005. 대한건축학회회지논문집, 제25권 1호