건축방재

방재적 계획요인을 반영한 압축도시 핵심지표의 중요도 분석 Priority Analysis of Core Compact City Indicators incorporating the Preventive Planning Factors Against Urban Disaster

정광섭* · 박규용** · 이주형***

Jeong, Gwang-seop*, Park, Gyu-Yong**, and Lee, Joo-Hyung***

Abstract

It is necessary to concern new city planning and related policy changes due to urban population, economic crisis and changes in the weather and the circumstance. So, Compact City emerges major issue being useful alternative to carry out possible sustainability within a new paradigm of the urban planning. However, it has one of difficulties to apply them in metropolitan cities like Seoul because it is not considering Preventive Planning Factors. As importance of urban preventive plan becomes more crucial, it has to be concerned reflecting evaluation indicators of preventive characters such as urban safety and natural disasters. Therefore, this research aimed to evaluate their priority comparatively using the Analytic Network Process (ANP) after it established compact city indicators reflecting the planning factors in terms of prevention. According to the result, there were 5 essential indicators in priority among total 30 compact city indicators following; Crime prevention through Environmental design (Sixth), Safety in Maintenance and Construction works (twelfth), Epidemic prevention and medical health services (sixteenth), Traffic safety management (eighteenth), Fire and natural disaster prevention (twentieth). Especially some of indicators such as Crime prevention through Environmental design and Safety in Maintenance and Construction works were included in each top 20 and 40 percent.

Key words : ANP, Compact City, Evaluation Indicator, Preventive Planning Factor, Priority

요 지

도시인구와 에너지 · 기후 · 환경의 변화, 경제적 위기 등으로 인하여 도시계획과 정책은 새로운 변화를 필요로 하고 있다. 도시계획의 새로운 패러다임 변화 속에서 압축도시의 지속가능성을 실현할 수 있는 바람직한 대안으로 주목받고 있다. 하지만 서울과 같은 대도시에 적용하는 데에는 한 가지 아쉬운 점이 있다. 바로 방재적 계획요인이 고려되지 못한 점이다. 시의적으로 도시방재계획의 중요성이 점차 높아지면서 자연재해와 도시안전 등의 방재 특성을 평가할 수 있는 지표 역시 반영되어야만 할 것으로 사료된다. 따라서 본 연구에서는 방재적 측면의 계획요인들을 반영하여 압축도시 지표를 개발하고 그 중요성을 비교 평가하고자 하였다. 분석결과, 전체 30개 압축도시 지표 중 방재관련 핵심 5개 지표의 중요도는 다음과 같이 나타났다. 범죄예방환경설계(6위), 건설안전관리(12위), 전염병 예방 및 의료보건서비스(16), 교통안전관리(18), 화재 및 자연재해 예방(20)순으로 산정되었으며, 특히 범죄예방환경설계와 건설안전관리 지표는 각각 상위 20%와 40%내에 포함되었다.

핵심용어 : 네트워크 분석적 의사결정기법, 압축도시, 평가지표, 도시방재 계획요인, 중요도

1. 서 론

도시인구와 에너지 · 기후 · 환경의 변화, 사회 · 경제적 위기

등으로 인하여 도시계획과 정책은 새로운 변화를 필요로 하고 있다. 현대 도시의 동향 변화를 살펴보면 첫째, 도시인구의 지속적인 성장 및 기후 · 환경변화로 인해 토지자원의 보전 필

*교신저자. 정회원. 국회소관 비영리공익연구재단법인 녹색재단 녹색정책연구소 소장
(Tel: +82-2-785-5101, Fax: +82-2-785-5105, E-mail: greencitykr@gmail.com)

Corresponding Author. Member. Head, Green Policy Institute, Affiliated to the National Assembly Green Foundation

**정회원. (주)희림종합건축사사무소 주거설계본부 본부장, 한양대학교 도시대학원 박사수로
Member. Executive Director, Residential Design Studio, Heerim Architects & Planners

***한양대학교 도시대학원 교수
Professor, Graduate School of Urban Studies, Hanyang University

요성이 강조되고 있다. 둘째, 전체 인구의 감소와 소규모 가구의 증가, 노인 인구의 증가 등 인구통계학적 변화가 빠르게 전개되고 있다. 셋째, 교통 및 주거에너지 소비와 가격의 증가는 거주형태에 영향을 미치며 도시의 공간구조 변화를 요구하고 있다. 넷째, 최근 지속되고 있는 경제적 위기로 인해 도시 기반시설의 투자가 저조해 지고 있다는 점이다(정광섭, 2013).

이와 같은 문제들로 인해 향후 도시계획과 정책수립의 대안은 바람직한 도시공간구조의 실현과 함께 사회·경제·환경적으로 지속가능한 틀을 찾고자 고민하고 있다. 여러 가지 대안 이론 중 압축도시의 인구, 가구, 지역서비스 등의 인적 구성요소와 더불어 토지이용, 교통체계 등의 물적 구성요소의 조합과 변화를 통해 에너지 소비량과 온실가스 및 오염물질 배출량의 증감과 같은 환경적 측면의 정책뿐만 아니라 사회적 형평성과 경제적 편익과도 밀접한 관계가 있어 바람직한 도시정책의 대안으로 주목받고 있다.

압축도시의 정의와 계획특성에 관한 연구는 단치그(Dantzig)와 사티(Saaty) 이후에도 많은 학자들에 의하여 지속적으로 수행되어 왔다. 하지만 도시 분야의 평가모형은 공학적 측면의 계획요인과 더불어 인문사회 분야의 철학적 고민까지도 복합적으로 지니고 있어서 사실상 단일지표모형이 존재하기 어렵다. 특히 압축도시의 경우 그동안 개념적 논란과 논쟁의 여지를 더 깊이 안은 채 계획 특성과 이를 평가할 있는 지표들이 연구되어 왔다(OECD, 2012). 그럼에도 불구하고 도시의 안전과 방재적 측면의 계획특성은 거의 반영되지 못해 왔다는 것은 아쉬운 사실이다. 따라서 본 연구에서 바로 이점을 문제로 제기하고 그 중요성을 알리고자 한다. 예컨대, 압축도시의 주요 특성 중에 밀도와 근접개발패턴부문은 도시지역의 집중적 개발 및 토지이용과 기능의 분산이 아닌 집중·집약 그리고 고밀도 건물의 조성을 의미한다(Bartelds and de Roo, 1995; OECD, 2012). 하지만 이러한 계획적 특성은 자연재해와 범죄, 화재 등에는 취약할 수밖에 없는 구조이다. 특히 인구 1,000만 명 이상이 거주하는 서울과 같은 거대도시에서는 위와 같은 취약성이 유의한 부의 외부효과(significant negative externalities)로 작용하여 압축도시의 편익을 상쇄시킬 수 있으므로 이에 대한 고려가 반드시 필요하다고 사료된다.

본 연구는 관련 문헌 고찰을 통하여 압축도시의 특성을 평가할 수 있는 지표와 함께 도시의 안전과 방재에 관한 특성을 평가할 수 있는 지표를 개발하고자 한다. 도출된 지표는 속성에 맞게 그룹화한 후 네트워크 분석적 의사결정기법(Analytic Network Process: ANP)을 통하여 중요도를 산정하여 비교하고자 한다. 본 연구의 결과는 압축도시 정책 실행 시 간과할 수 있는 도시의 안전과 방재적 계획요인에 대한 정책적 중요성을 정량화된 결과로 검토해 볼 수 있다는 점에서 그 의의를 찾을 수 있다.

2. 문헌 고찰

본 연구에서는 압축도시 관련 선행연구를 도시의 형태 및 공간적 구조부문과 사회·환경부문, 경제부문, 안전과 방재부문으로 나누어 고찰하였다.

2.1 도시의 형태 및 공간적 구조부문 특성

먼저 압축도시의 형태와 공간적 구조 측면에서의 정의와 계획특성에 관한 연구를 살펴보고자 한다. 도시지역의 집중적 이용과 기능의 분산이 아닌 집중, 고밀도 건물 조성은 압축도시로 가기 위한 기본적인 특성으로 볼 수 있으며(Bartelds and de Roo, 1995), 압축도시 정책은 더 높은 거주밀도와 집중, 복합토지이용, 지정지역 외의 개발제한을 강화하고자 하는 것이 목적이다(Churchman, 1999). 도시의 구조를 다핵연계형의 분산된 집중구조(decentralized concentration)로 개발하는 것은 환경적으로 지속가능하고 일반적으로 희망하는 정주유형을 제시해 줄 뿐만 아니라 가구소득 증대 등의 경제 활성화에 대한 시민의 요구에도 부응하여 도시를 관리하는 행정가나 정치인의 정치적인 호의와 관심을 유발할 수 있다. 압축도시의 기본적인 특성으로는 규모를 고려한 압축성, 도보와 자전거, 대중교통을 통한 접근성 그리고 토지자원의 보전을 들 수 있다(Thomas and Cousins, 1996). Burton(2002)은 압축도시를 고밀도와 복합개발 그리고 강화(intensified), 이 세 가지 측면에서 설명하였다. 고밀도와 복합개발은 압축도시의 형태와 관련 있는 반면 강화는 더 압축적인 도시를 만드는 과정에 초점을 맞추고 있다. 이와 같은 세 가지 양상들은 다면적이다. 고밀도 도시는 인구밀도, 건축밀도, 부도심밀도, 주거밀도 수준이 높다. 복합토지이용 도시는 다양하고 풍부한 도시시설과 서비스를 공급하고 토지의 이용이 수평적일뿐만 아니라 수직적이다. 강화 도시는 인구, 도시개발, 부도심 또는 주변지역의 밀도, 복합토지이용을 꾸준히 증가시킨다고 주장하였다. Newman(2005)은 압축도시의 특성으로 높은 거주 및 고용밀도, 복합토지이용, 토지이용의 세분화, 사회경제적 상호작용의 강화, 근접개발, 복합운송수단, 높은 수준의 접근성, 명확하게 정해진 경계를 가진 제한적 도시개발, 도시 인프라, 높은 수준의 도로체계 및 연결성, 높은 수준의 불투수 면적비율, 낮은 공지(open-space) 비율, 협력적 조정방식의 토지개발 계획, 도시시설과 인프라 구축 자금을 마련할 수 있는 충분한 정부재정능력과 같은 14가지 정책지표를 제시하였다.

2.2 사회·환경부문 특성

다음으로 사회·환경적 측면의 연구를 살펴보면, Jochem F.M. Van Der Waals(2000)는 압축도시와 환경이라는 측면에서 기존 선행연구를 통해 제시된 다양한 환경효과를 단기적인 차원에서 분석하였다. 차량으로 발생된 이산화탄소(CO₂)와 질소산화물(NO_x)의 배출가스, 주거에너지 사용, 지역 대

기오염 등의 감소효과는 제한적이나 대중교통을 위한 기회 제공과 대규모 자연자원을 보존한다는 측면에서 정책적으로 채택되어야 한다고 제안하였다. Haiyan Chen *et al.*(2008)의 연구에서는 압축도시정책이 효과가 있다는 점을 전제로 연구하였다. 중국을 대상으로 압축도시의 다양한 지표모형을 살펴 보기 위해 압축성에 영향을 미치는 사회·환경지표를 검토하였다. 분석 결과, 교육시설 밀도, 상업서비스 밀도, 전기 소비, 천연가스 소비 등이 주요 영향요인으로 나타났다. 낮은 통행 비용은 도시맥락적 측면에서도 점점 더 중요해 지고 있다. 압축도시의 도시 내 통행거리를 단축하려는 특성을 지니며 이것은 모든 가구의 이동성 증진과 삶의 질 향상을 가져온다. 특히 중저소득층 가구의 이동성을 제고할 수 있다. 일반적으로 거주와 교통비용이 중저소득층 가구를 위한 주택(*affordable housing*)을 측정하는 기준으로 인식되고 있는데 수송수단이 풍부하고 고밀도 지역인 미국 시카고의 경우 교통과 관련된 비용의 지출 감소가 매월 \$350~\$650로 조사되었다(OECD, 2010). 압축도시의 이러한 특성은 사회적 형평성(*Social equity*)을 증진시킬 수 있다. Burton(2001)은 압축도시가 사회적 형평성을 증진시킬 수 있는지 없는지 설명하기 위해 다양한 압축성을 지닌 영국의 마을과 도시의 자료를 수집하여 분석하였다. 분석결과, 고밀도 주거의 비율이 높을수록 형평성을 확보하는 경향을 지닌다는 일반적인 결론이 도출되었다. 하지만 사회적 형평성의 각각의 측면에 대해 편익을 발생시킬 수 있는 도시 압축성의 형태는 다양할 수 있다고 명시함으로써 형평성에 대한 결과는 아직까지는 다소 복잡함을 알 수 있다. Pendall과 Carruthers(2003) 역시 1980년부터 2000년까지 미국의 대도시지역에 대한 소득차별(*income segregation*)과 밀도를 측정한 결과, 밀도와 소득차별은 위로 볼록한 2차 함수를 따르는 것으로 나타났다. 밀도가 증가함에 따라 처음에는 소득차별이 높아지다가 나중에는 낮아졌다.

2.3 경제부문 특성

압축도시가 고밀도 개발과 도시 기능의 다양성과의 조화를 통해 지식의 확산을 복돋우고 경제성장을 활성화시킬 수 있다고 주장하는 경제적 측면의 연구를 살펴보면, 직주근접의 직접적인 효과인 교통비용과 관계가 있다. 통근비용은 회사와 가정 간의 상호작용할 수 있는 인력교류를 제한한다. 따라서 통근비용 감소로 인해 더 나은 직장관계를 찾는 회사나 가정의 수가 증가하면 직주일체에 대한 기대가치와 실현 가능성을 끌어 올린다는 것이다. 그리고 이와 같은 변화는 긍정적인 생산효과로 연결되어 임금과 고용의 결정 등 노동시장의 기능과 노동생산성(*labour productivity*)을 향상시키고(Mortensen and Pissarides, 1999; Berliant *et al.*, 2000; Helsley and Strange, 1990), 지리적 집중으로부터 나타나는 경쟁력은 혁신을 신장시킨다고 주장한다(Jones *et al.*, 2010). Morikawa (2011)가 일본의 사업체 차원의 자료(*establishment-level data*)

에 근거하여 총요소생산성(TFP)을 분석한 연구에 따르면 도시의 인구밀도가 7%~15% 증가하면 선정된 서비스산업의 생산성은 2배 증가하는 것으로 나타났다. 총요소생산성이란 노동생산성뿐 아니라 근로자의 업무능력, 자본투자금액, 기술도 등을 복합적으로 반영한 생산 효율성 수치를 의미하는데 밀도의 경제(*Economies of density*) 측면에서 압축도시의 주요 경제적 성과측정지표로 제시되고 있다.

최근 OECD(2012)의 연구에서는 압축도시와 관련된 다양한 연구와 정책을 종합적으로 비교 평가하였다. 압축도시의 특성을 세 가지의 주요 특성과 여섯 가지의 하위 특성으로 구분하여 다음과 같이 제시하고 있다. 먼저 압축도시의 주요 세 가지 특성으로는 밀도 및 근접 개발 패턴, 대중교통체계와 연계된 도시지역, 지역서비스와 직장 접근성을 들고 있으며, 여섯 가지 하위 특성은 주요 특성을 세분화하여 도시 내 통행거리의 단축, 낮은 자동차 의존도, 전 지역에 걸친 에너지 효율성 제고 및 에너지 재생, 토지자원의 적정이용 및 도시와 농촌의 연계성 강화, 보다 효율적인 공공서비스의 제공, 다양한 지역서비스와 직장의 접근성 강화로 구분하고 있다. 이와 같은 정책의 실행을 통하여 환경적 편익(CO₂ 배출 감소 등), 사회적 편익(통행비용 절감 등), 경제적 편익(생산성 제고, 일자리 창출, 유지비용 절감)과 같은 도시의 지속가능성 제고에 기여할 수 있다고 주장하고 있다.

2.4 안전 및 방재부문 특성

마지막으로 도시의 안전과 방재특성에 대한 연구를 살펴보고자 한다. 정광섭(2013)은 도시의 거주만족도를 제고할 수 있는 방안을 새로운 사회적 이슈에 맞게 재조명하고자 하였다. 특히 시의적으로 볼 때 안전 및 방재성과 관련된 정책들이 국민을 배려하는 새정부 국정과제로서 어느 정도 중요성을 차지하는지 살펴보고자 하였다. 연구의 주요내용은 도시의 거주만족에 영향을 미치는 특성으로서 지속성과 녹색성, 압축성 이외에 안전성과 방재성, 첨단성 등의 비중을 확인하고 그 구성개념을 논의하는 것이었다. 논의의 전개(Focus Group Interview)는 전문가와 이용자를 대상으로 초반부에서 지속성과 녹색성, 압축성의 구성개념들이 도시민의 거주만족과 삶의 만족에 미칠 수 있는 영향력에 대하여 재조명하며 일반론적인 논의로 전개하였다. 이후 후반부에서는 이외의 요인들에 대한 논의를 패러다임 변화와 사회적 이슈 측면에서 토론하였다. 논의의 과정에서 담론으로 제기된 요인들은 안전성과 방재성(안전도시), 첨단성(똑똑한 도시), 복지성(복지도시)이며, 특히 안전성과 방재성에 대해서는 치안문제와 환경 및 시설 측면에서의 범죄환경예방설계, 건설안전관리, 전염병 예방 및 의료보건서비스, 화재 및 자연재해 예방, 교통안전관리를 비중 있게 제시하였다.

이와 같은 결과를 놓고 볼 때 도시의 안전과 재난재해 등에 대하여 시민들이 느끼는 걱정과 사회적 불감증은 지속적으로

커지고 있는 것으로 보인다. 따라서 도시의 안전과 재난재해와 관련된 계획요인 역시 방재성과 같은 상위개념으로 정립하여 기존 도시이론과 함께 살펴볼 필요가 있다고 사료된다.

3. 압축도시 평가지표의 중요도 분석

3.1 평가지표의 선정

방재적 계획요인을 반영한 압축도시 핵심평가지표는 문헌 고찰을 토대로 검토한 후 전문가토의를 통해 1차적으로 선정하였다. 중요도 분석을 위한 2차 선정은 1차 선정된 30개 계획요인의 적합성(suitability) 검증을 실시하여 확정하였다. 전문가 구성은 1차 선정의 경우 도시, 건축, 교통, 환경, 보건?의료, 치안, 경제, 방재 분야의 전문가 각 1인(남: 6인, 여: 2인)으로 구성하였고, 2차 선정은 1차 선정의 3배수(24인)를 확보하여 실시하였다. 평가지표의 적합성 산정은 전문가설문조사(2013년 11월 14일부터 11월 20일까지 이메일조사)의 결과를 이용하여 일표본 *t-test* 분석을 실시하였다. G.D. Holt(1997), L.L. Ekanayake and G. Ofori(2004), J. Wong and H. Li(2006)의 연구를 살펴보면 평가지표의 적합성을 확인하는 데에 *t-test*를 이용하고 있다. 이 분석방법은 통계적 유의성 측면에서 척도의 평균을 통해 단순 판단하는 것보다 우위에 있다고 볼 수 있다(정광섭, 2012).

설문조사의 구성은 7점 리커트 척도(1: 매우 부적합~7: 매우 적합)로 구성하였으며 *t-test* 기준값 4보다 큰 값의 요인들이 임계값으로 고려되도록 하였다. 본 연구에서는 IBM SPSS Statistics 20.0을 이용하여 일표본 *t-test*를 실시하였으며, 붓스트랩기법을 함께 적용하여 표본의 수를 1,000으로 수행하였다. 분석결과, 본 연구에서 고려한 30개 평가지표의 *t-value*는 유의수준 0.05하의 단측검정(우측)에서 모두 유의한 것으로 나타났다. 최종 평가지표의 도출은 표 1(Table 1)에서 보여지

는 바와 같으며, 평가지표의 속성에 따라 총 7개의 클러스터로 구성하였다.

3.2 네트워크 구조도 및 지표 간의 상관관계

네트워크 분석적 의사결정방법을 적용하기 위해서는 영향요인 간의 상관관계 규명 결과를 바탕으로 프로그래밍 Syntax를 설계해야 한다. 본 연구에서는 Superdecisions 1.7.1 (Beta version)을 이용하여 그림 1(Fig. 1)과 같은 Syntax를 설계하였다. 네트워크 체계는 각 클러스터(밀도 및 근접개발부문, 대중교통체계와 연계된 도시지역부문, 지역서비스 및 직장 접근성부문, 방재부문, 환경부문, 경제부문, 사회부문, 지표적절성부문)간의 내외향종속성(inner-outer dependence)과 피드백(feedback)을 고려하여 설계하였다. 다시 말해 이는 지표들 간의 상관관계를 의미하고, 여기서 내향종속성이란 어떤 평가지표가 동일한 클러스터 안에 있는 다른 지표에게 영향을 미치는 것을 의미하며 외향종속성이란 다른 클러스터 안에 있는 지표에게 영향을 미치는 것을 의미한다(정광섭, 2012). 이렇게 클러스터 간에 영향력을 주고받으면서 AHP의 수직적인 구조와는 달리 수평적 구조의 피드백 네트워크가 자연스럽게 형성된다. 그리고 지표 간의 독립성을 전제로 한 AHP 구조보다는 이러한 피드백 네트워크 구조의 의사결정 문제가 현실에서는 더 많이 나타난다(Saaty, 2005). 따라서 지표 간에 상호작용이 활발한 대안 평가나 지표의 중요도 분석에서는 ANP가 유용하다고 볼 수 있다. 본 연구에서는 지표들 간의 영향관계가 존재하고 영향력의 크기 또한 유의미한 수준이라 판단되어 AHP가 아닌 ANP를 적용하였다.

네트워크 구조도와 이를 바탕으로 설계된 전문가설문조사를 통해 최종적으로 평가하고자 하는 것은 본 연구에서 선정한 평가지표들의 중요도와 방재적 계획요인이 반영된 압축도시 지표로서의 적절성 크기이다. 평가지표의 중요도는 표

Fig. 1. Cluster and Node Design of ANP Using Superdecisions 1.7.1.

1(Table 1)을 통해 알 수 있으며, 지표들 간의 내외향종속성의 관계와 크기는 표 2(Table 2)에서 표 8(Table 8)을 통해 확인할 수 있다.

3.3 전문가설문조사

전문가설문조사는 2013년 12월 01일부터 2014년 1월 31일

까지 이메일조사와 직접설문조사를 병행하여 실시하였다. 총 254부의 설문지를 배포하고 이 중 86부(회수율 34%)를 회수하였다. 그리고 일관성 검증(CI<0.1)을 통하여 최종 분석에는 54부를 이용하였다.

최종적으로 선정하여 이용한 설문지의 인구통계학적 특성을 살펴보면 성비는 남자 43인(79.6%), 여자 11인(20.4%)이

Table 1. Priorities Analysis for Compact City Indicators Applied Preventive Planning Factors

Attributes	Indicators	Suitability Test			Normalized by Cluster	Limiting	Rank
		Mean	S.E.	t-value			
[Cluster1] Dense and proximate development patterns	Housing form	4.750	0.189	3.892	0.125	0.0163	25
	Intensive use of buildings	5.208	0.208	5.572	0.139	0.0183	23
	Mixed land use	4.917	0.156	5.791	0.110	0.0144	26
	Population and urban land growth	4.875	0.158	5.376	0.136	0.0179	24
	Population density on urban land	4.750	0.181	4.097	0.142	0.0187	22
	Retrofitting existing urban land	4.708	0.140	5.027	0.075	0.0098	27
	Trip distance	5.458	0.183	7.669	0.204	0.0268	15
	Urban land cover	4.958	0.149	6.255	0.068	0.0089	28
[Cluster2] Urban areas linked by public transport systems	Proximity to public transport	5.583	0.182	8.353	0.503	0.0540	2
	Trip using public transport	5.167	0.153	7.507	0.497	0.0533	3
[Cluster3] Accessibility to local services and jobs	Matching jobs and homes	5.333	0.172	7.524	0.323	0.0444	8
	Matching local services and homes	5.417	0.131	10.614	0.289	0.0398	9
	Proximity to local services	4.917	.0132	6.868	0.220	0.0303	11
	Trips on foot and by bicycle	5.292	0.174	7.369	0.167	0.0230	17
[Cluster4] Disaster preventive	Safety in Maintenance and Construction works	5.208	0.164	7.107	0.191	0.0277	12
	Crime prevention through Environmental design	5.125	0.233	4.776	0.335	0.0486	6
	Epidemic prevention and medical health services	5.042	0.186	5.621	0.166	0.0240	16
	Fire and natural disaster	4.875	0.159	5.376	0.150	0.0217	20
	Traffic safety management	4.875	0.190	4.527	0.158	0.0229	18
[Cluster5] Environmental	Public space and green areas	4.875	0.195	4.322	0.223	0.0270	13
	Transport energy use	5.417	0.218	6.309	0.438	0.0530	4
	Conservation of farmland and natural biodiversity	4.875	0.213	3.984	0.045	0.0054	30
	Residential energy use	5.375	0.201	6.646	0.294	0.0356	10
[Cluster6] Economic	Job creation	4.708	0.157	4.303	0.202	0.0212	21
	Labour productivity	5.042	0.205	4.899	0.257	0.0269	14
	Public service	5.083	0.188	5.447	0.457	0.0477	7
	Urban-rural linkages development	4.625	0.160	3.715	0.084	0.0088	29
[Cluster7] Social	Affordability	4.792	0.190	3.969	0.446	0.0590	1
	Income segregation	4.458	0.126	3.412	0.166	0.0219	19
	Quality of life	5.208	0.163	7.599	0.388	0.0513	5
[Cluster8] Suitability evaluation of indicators	Not suitable Indicators			-	0.142	0.0173	-
	Suitable Indicators			-	0.858	0.1044	-

며 평균 연령은 40세로 나타났다. 관련 분야의 종사경력은 10-15년(37.0%)이 가장 높았으며 그 뒤를 15-20년(25.9%), 20-25년(23.0%), 5-10년(11.2%), 5년미만(1.9%)순으로 나타났다. 전문분야별로는 도시(18.5%), 교통(16.7%), 건축(14.8%), 환경(11.1%), 사회·경제(11.1%), 의료보건(9.3%), 방재(9.3%), 치안(7.4%), 기타(1.9%)순으로 나타났다. 설문 응답자의 비율이 전문분야별로 2배 이상 차이가 나타나는 이유는 분야별로 회수율에 차이가 있었기 때문이다. 향후 이러한 점을 고려하여 분야별로 할당비율을 조정할 필요가 있다.

3.4 분석결과

평가지표의 각 부문별 중요도는 정규화값(Normalized by Cluster)을 통해 살펴볼 수 있으며, 극한값(Limiting)을 통해서 전체를 비교한 중요도를 알 수 있다. 지표별 중요도값과 순위는 표 1(Table 1)을 통해 확인할 수 있다.

먼저 상위개념 중 방재부문(Disaster preventive)의 지표들을 살펴보면 중요도와 순위 측면에서 상당히 의미 있는 결과를 보여주고 있다. 도시의 거주안전성과 연계된 범죄환경예방설계(Crime prevention through environmental design) 지표의 극한값이 0.049로 상위 여섯 번째 수준으로 나타났다. 건설안전관리(Safety in Maintenance and Construction works)(0.028)와 전염병 예방 및 의료보건서비스(Epidemic prevention and medical health services)(0.024), 교통안전관리(Traffic safety management)(0.023), 화재 및 자연재해(Fire and natural disaster)(0.022)도 12위에서 20위 정도의 수준으로 중상위권으로 평가되었다. 이와 같은 결과로 미루어 볼 때 방재적 계획요인의 중요성을 충분히 확인할 수 있었다.

밀도 및 근접개발부문(Dense and proximate development patterns) 지표들의 극한값과 순위는 0.027(15위)로 나타난 통행거리(Trip distance)를 제외하고는 22위에서 28위 사이로 매우 낮은 수준으로 나타났다. 반면 대중교통체계와 연계된 도시지역부문의 평가지표들은 전반적으로 높은 순위를 보이고 있다. 전체 30개의 지표 중 대중교통 근접성(Proximity to public transport)과 대중교통을 이용한 통행(Trip using public transport)의 극한값은 각각 0.054(2순위)와 0.053(3순위)으로 나타났다. 지역서비스 및 직장 접근성(Accessibility to local services jobs)부문에서는 직주근접(Matching jobs and homes)과 가정과 지역서비스 간의 근접성(Matching local services and homes)이 각각 0.044(8순위)와 0.040(9순위)으로 나타났다.

사회부문(Social)은 구입유지능력(Affordability)과 삶의 질(Quality of life)이 각각 0.059(1순위)와 0.051(5순위)로 나타나 그 중요성을 확인할 수 있었으며, 경제부문(Economic)에서는 공공서비스(Public service)가 0.048(7순위)로 나타났다. 환경부문(Environmental)에서는 교통에너지소비량(Transport energy use)과 주거에너지소비량(Residential energy use)이

각각 0.053(4순위)과 0.036(10순위)으로 나타났다.

방재적 계획요인이 반영된 전체 30개 압축도시 계획요인들이 갖는 지표로서의 적절성은 적절성 클러스터를 통해 확인할 수 있다. 분석결과, 정규화된 중요도값이 0.857(85.7%)로 매우 높게 나타났다. 본 연구에서 방재부문의 지표들을 제외했을 때의 적절성 평가(82.2%)와 비교했을 때 보다 3.5% 높은 비율을 보이는 것으로 평가되었다.

다음으로 표 2(Table 2)에서 표 8(Table 8)의 가중슈퍼행렬(Weighted super-matrix)을 통해 지표들 간의 상호영향관계를 나타내는 외향종속성을 살펴보고자 한다. 표 2(Table 2)는 밀도 및 근접개발, 대중교통체계와 연계된 도시지역, 지역서비스 및 직장 접근성, 환경, 경제, 사회부문의 지표들이 방재부문의 지표들에 미치는 영향력의 크기를 의미하며, 표 3(Table 3)에서 표 8(Table 8)은 이와는 반대로 방재부문의 지표들이 다른 부문의 지표들에 미치는 영향력의 크기를 산출한 것이다.

지표들 간의 상관관계가 복잡한 관계로 본 연구의 결과에서는 영향력의 크기가 10% 이상인 지표들을 위주로 살펴보고자 한다. 먼저 표 2의 결과를 보면 밀도 및 근접개발부문에서는 주거유형(Housing form)이 범죄예방환경설계(0.145)와 화재 및 자연재해 예방(0.106)에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 대중교통체계와 연계된 도시지역부문은 대중교통 근접성이 교통안전관리(0.213)에 매우 큰 영향력을 주는 것으로 나타났으며, 지역서비스 및 직장 접근성부문은 가정과 지역서비스 간의 근접성과 지역서비스 근접성이 전염병 예방 및 보건 의료서비스(0.107, 0.144)에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

내향종속성 측면에서 방재부문 내의 지표들이 서로 간에 미치는 영향력을 살펴보면 건설안전관리가 범죄환경예방설계(0.291)에 매우 큰 영향을 미치는 것으로 보이며, 화재 및 자연재해 예방 또한 건설안전관리(0.286)에 중요한 영향력을 발휘하는 것으로 나타났다.

환경부문은 공공공간 및 녹지지역(Public space and green areas)이 범죄환경예방설계(0.128)와 화재 및 자연재해 예방(0.180)에 영향을 미치며, 교통에너지소비량도 교통안전관리(0.142)에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 경제부문에서는 공공서비스가 건설안전관리(0.143)와 교통안전관리(0.161)에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

본 연구에서 한 가지 흥미로운 사실은 사회부문에서 찾아볼 수 있다. 바로 삶의 질을 나타내는 지표가 방재부문의 모든 요인에 고루 중요한 영향력을 미친다는 사실이다. 삶의 질은 전염병 예방 및 의료보건서비스(0.333)에 30%가 넘는 크기의 영향력을 미치며, 화재 및 자연재해 예방(0.205)에도 큰 영향력을 미치는 것으로 나타났다. 그뿐만 아니라 건설안전관리(0.143)와 범죄환경예방설계(0.098), 교통안전관리(0.161)에도 10% 이상의 영향력을 주는 것을 알 수 있다.

이제 표 3(Table 3)에서 표 8(Table 8)을 통해 방재부문이

Table 2. Weighted Super Matrix for Disaster Preventive

Attributes	Indicators	C4_Disaster preventive				
		Construction safety management	Crime prevention through environmental design	Epidemic prevention and medical health services	Fire and natural disaster	Traffic safety management
C1_Dense and proximate to compactness	Housing form	0.076	0.145	0.000	0.106	0.000
	Intensive use of buildings	0.067	0.000	0.000	0.099	0.000
	Mixed land use	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Population and urban land growth	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Population density on urban land	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Retrofitting existing urban land	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Trip distance	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Urban land cover	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
C2_Urban areas linked by public transport systems	Proximity to public transport	0.000	0.000	0.000	0.000	0.213
	Trip using public transport	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
C3_Accessibility to local services and jobs	Matching jobs and homes	0.073	0.081	0.082	0.074	0.036
	Matching local services and homes	0.070	0.000	0.107	0.061	0.038
	Proximity to local services	0.000	0.000	0.144	0.070	0.045
	Trips on foot and by bicycle	0.000	0.065	0.000	0.000	0.043
C4_Disaster preventive	Safety in Maintenance and Construction works	0.000	0.291	0.000	0.000	0.000
	Crime prevention through Environmental design	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Epidemic prevention and medical health services	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Fire and natural disaster	0.286	0.000	0.000	0.000	0.000
	Traffic safety management	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Conservation of farmland and natural biodiversity	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
C5_Environmental	Public space and green areas	0.000	0.128	0.000	0.180	0.000
	Residential energy use	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Transport energy use	0.000	0.000	0.000	0.000	0.142
	Job creation	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
C6_Economic	Labour productivity	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Public service	0.143	0.000	0.000	0.000	0.161
	Urban-rural linkages development	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
C7_Social	Affordability	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Income segregation	0.000	0.048	0.000	0.000	0.000
	Quality of life	0.143	0.098	0.333	0.205	0.161
C8_Suitability evaluation of indicators	Not suitable	0.018	0.016	0.072	0.020	0.004
	Suitable	0.125	0.130	0.261	0.185	0.157

Table 3. Weighted Super Matrix for Dense and Proximate to Compactness

	Housing form	Intensive use of buildings	Mixed land use	Population and urban land growth	Population density on urban land	Retrofitting existing urban land	Trip distance	Urban land cover
Safety in Maintenance and Construction works	0.030	0.033	0.022	0.022	0.022	0.022	0.000	0.020
Crime prevention through Environmental design	0.057	0.026	0.023	0.022	0.025	0.022	0.000	0.023
Epidemic prevention and medical health services	0.046	0.024	0.024	0.021	0.020	0.021	0.046	0.024
Fire and natural disaster	0.034	0.023	0.017	0.017	0.014	0.015	0.000	0.022
Traffic safety management	0.000	0.019	0.025	0.018	0.019	0.020	0.054	0.022

Table 4. Weighted Super Matrix for Urban areas linked by public transport systems

	Proximity to public transport	Trip using public transport
Safety in Maintenance and Construction works	0.000	0.000
Crime prevention through Environmental design	0.037	0.042
Epidemic prevention and medical health services	0.000	0.000
Fire and natural disaster	0.000	0.000
Traffic safety management	0.063	0.058

Table 5. Weighted Super Matrix for Accessibility to Local Services and Jobs

	Matching jobs and homes	Matching local services and homes	Proximity to local services	Trips on foot and by bicycle
Safety in Maintenance and Construction works	0.000	0.000	0.013	0.021
Crime prevention through Environmental design	0.051	0.053	0.028	0.031
Epidemic prevention and medical health services	0.049	0.047	0.034	0.018
Fire and natural disaster	0.000	0.000	0.016	0.016
Traffic safety management	0.000	0.000	0.021	0.026

Table 6. Weighted Super Matrix for Environmental

	Conservation of farmland and natural biodiversity	Public space and green areas	Residential energy use	Transport energy use
Safety in Maintenance and Construction works	0.000	0.000	0.000	0.000
Crime prevention through Environmental design	0.000	0.086	0.000	0.000
Epidemic prevention and medical health services	0.000	0.082	0.000	0.000
Fire and natural disaster	0.286	0.082	0.000	0.000
Traffic safety management	0.000	0.000	0.000	0.000

다른 부문에 미치는 영향력을 살펴보고자 한다. 방재부문이 다른 부문의 지표들에게 미치는 영향력은 좀 더 세밀하게 살펴볼 필요가 있으므로 영향력의 크기가 5% 이상인 지표들을

토대로 설명하고자 한다. 밀도 및 근접개발부문에 대해서는 주거유형과 통행거리를 제외한 모든 지표에 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 이중 범죄환경예방설계는 주거유형(0.057)

Table 7. Weighted Super Matrix for Economic

	Job creation	Labour productivity	Public service	Urban-rural linkages development
Safety in Maintenance and Construction works	0.000	0.039	0.060	0.000
Crime prevention through Environmental design	0.000	0.049	0.066	0.000
Epidemic prevention and medical health services	0.000	0.049	0.063	0.000
Fire and natural disaster	0.000	0.043	0.000	0.000
Traffic safety management	0.000	0.043	0.061	0.000

Table 8. Weighted Super Matrix for Social

	Affordability	Income segregation	Quality of life
Safety in Maintenance and Construction works	0.000	0.000	0.034
Crime prevention through Environmental design	0.222	0.222	0.061
Epidemic prevention and medical health services	0.000	0.000	0.057
Fire and natural disaster	0.000	0.000	0.041
Traffic safety management	0.000	0.000	0.031

에, 교통안전관리는 통행거리(0.054)에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한 전염병 예방 및 의료보건서비스 역시 주거유형(0.046)과 통행거리(0.046)에 어느 정도 영향을 주고 있음을 알 수 있다. 대중교통체계와 연계된 도시지역부문에 대해서는 교통안전관리가 대중교통 근접성(0.063)과 대중교통을 이용한 통행(0.058)에 비교적 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이들 두 지표의 중요도가 각각 2순위와 3순위로 압축도시 평가에서 매우 중요한 지표임을 상기할 때 방재적 계획요인이 압축도시 계획이론에도 반드시 반영될 필요성이 있다고 판단된다. 또한 범죄환경예방설계 역시 두 지표에 영향을 미치지만 3%-4%로 교통안전관리에 비해 조금 낮은 것으로 나타났다. 지역서비스 및 직장 접근성부문에서는 범죄환경예방설계가 직주근접(0.051)과 가정과 지역서비스 근접성(0.053)에 영향을 미치며, 전염병 예방 및 의료보건서비스도 직주근접(0.049)과 가정과 지역서비스 근접성(0.047)에 어느 정도 영향력을 행사하고 있음을 확인할 수 있다.

환경부문에 있어서는 화재 및 자연재해 예방이 농지와 생물다양성 보전(Conservation of farmland and natural biodiversity)(0.286)에 매우 큰 영향력을 미치고 있으며, 공공공간 및 녹지지역(0.082)에도 상당한 영향을 미치고 있는 것을 알 수 있다. 경제부문은 노동생산성(Labour productivity)이 방재부문의 모든 계획요인으로부터 약 4%-5% 사이의 영향력을 받는 것으로 나타났으며, 공공서비스의 경우에는 화재 및 자연재해 예방을 제외한 모든 방재부문의 지표로부터 약 6%-6.6%의 비교적 큰 영향력을 받는 것으로 나타났다. 이를

통해 안심하고 일할 수 있는 도시환경의 조성이 생산성 증진과 시민을 위한 공공서비스 향상에 도움이 될 것으로 보인다. 사회부문에 대해서는 범죄환경예방설계가 구입유지능력(0.222)과 소득계층별분리(0.222)에 매우 큰 영향력을 미치고 있으며, 삶의 질(0.061)에도 높은 영향력을 보이고 있다. 또한 전염병 예방 및 의료보건서비스도 삶의 질(0.057)에 영향을 미치고 있는 것을 알 수 있다. 대중교통체계와 연계된 도시지역부문과 마찬가지로 사회부문의 구입유지능력과 삶의 질 역시 전체 중요도 측면에서 각각 1순위와 5순위로 매우 중요한 계획요인임을 상기할 때 압축도시에 있어 방재적 계획요인의 중요성은 거듭 강조할 수 있을 것으로 사료된다.

4. 결 론

본 연구는 방재적 계획요인을 반영하여 압축도시 평가지표의 중요도와 적절성을 평가하고자 하였으며 다음과 같은 결론을 도출하였다.

전체 30개의 압축도시 평가지표 중 방재부문에 포함된 5개 평가지표의 중요도 순위를 살펴보면 범죄환경예방설계 지표가 6위로 나타났다. 이는 도시의 거주안전성을 증진시킬 수 있는 물적 환경개선요인의 중요성을 입증한 것이라 볼 수 있다. 그리고 건설안전관리(12위)와 전염병 예방 및 의료보건서비스(16위), 교통안전관리(18위), 화재 및 자연재해 예방(20위) 지표도 중상위 수준으로 평가되었다. 또한 압축도시 평가 지표로서의 적절성 평가 역시 방재적 계획요인을 제외하였을

때보다 3.5% 높은 것으로 확인되었다.

가중슈퍼행렬을 통해 살펴본 지표들 간의 영향관계 분석결과에서는 몇 가지 흥미로운 사실들을 발견할 수 있었다. 바로 방재부문과 사회부문 지표들 간의 관계이다. 사회부문 중 삶의 질을 나타내는 지표가 방재부문의 모든 요인에 매우 유의한 영향력을 미친다는 것이다. 특히 삶의 질이 전염병 예방 및 의료보건서비스와 화재 및 자연재해 예방에 미치는 영향력의 크기는 각각 33.3%와 20.5%로 상당한 영향을 미치고 있음을 확인할 수 있었다. 또한 방재부문의 지표들 역시 사회부문에 큰 영향력을 주는 것으로 나타났다. 특히 삶의 질에 유의미한 영향을 미친다는 것은 도시에 거주하는 시민들의 안녕감(Well-being) 증진에도 많은 도움이 될 것으로 해석할 수 있을 것이다. 방재부문의 범죄환경예방설계는 사회부문의 구입유지능력과 소득계층별분리에 22.2%의 높은 영향력을 미치는 것으로 나타났다.

방재부문의 지표 중 교통안전관리는 대중교통체계와 연계된 도시지역부문의 대중교통 근접성 지표와 대중교통을 이용한 통행 지표에도 비교적 큰 영향을 미치는 것으로 보인다. 그리고 경제부문의 지표 중에서는 노동생산성과 공공서비스에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 압축도시의 방재적 특성을 강화하여 안심하고 일할 수 있는 도시환경을 조성한다면 생산성 증진과 공공서비스 향상에도 도움이 될 수 있다는 것을 의미한다.

상기에서 언급한 구입유지능력과 소득계층별분리지표, 대중교통 근접성 지표, 대중교통을 이용한 통행 지표가 전체 중요도 순위에서 각각 1위와 5위, 2위, 3위를 차지하고 있다는 사실에 비추어 볼 때 방재적 계획요인의 중요성은 거듭 강조할 수 있을 것으로 보이며, 향후 압축도시 계획이론을 발전시켜 나감에 있어서도 반드시 반영될 필요가 있다고 사료된다.

마지막으로 본 연구는 압축도시 계획이론에 방재적 계획요인을 접목한 기초 연구로서 정광섭(2013)이 제시한 5개 요인을 반영하여 분석하였다. 따라서 압축도시 평가지표의 적절성을 제고시키기 위해서는 향후 좀 더 다양한 방재적 계획요인과 정량화할 수 있는 세부평가지표를 개발할 필요가 있다. 예를 들어 계획요인부문에서는 안전과 방재에 대한 재정부문과 생활안전성 향상 측면에서 안전 및 방재교육부문 등을 추가적으로 고려할 수 있을 것이다. 부문별 세부평가지표 측면에서는 건설안전관리의 경우 건설 및 유지관리에 대한 행정신뢰도와 시민이 평소 이용하면서 느끼는 건축물 체감안전지수 등을 개발할 필요가 있다. 전염병 예방 및 의료보건서비스부문은 전염병발생률, 의료보건시설 근접성, 유아사망률, 병상수, 의사수 등을 고려해 볼 수 있다. 교통안전관리부문은 교통안전지수, 교통사고발생건수, 교통사고사망자수 등이 대표적인 측정지표로서 활용되고 있으며, 화재 및 자연재해예방부문은 화재 및 자연재해발생으로 인한 피해액과 피해액 증가율, 인명피해자수 등을 살펴볼 수 있을 것이다. 마지막으로 범죄

환경예방설계부문은 범죄발생건수와 범죄환경예방설계가 적용된 시가화지역의 면적 등을 고려해 볼 수 있을 것으로 보인다.

향후 연구과제로 상기와 같은 논의 사항을 남기며 본 연구를 마치고자 한다.

References

- Bartelds, H. and de Roo, G. (1995) *Dilemmas of Compact city: Challenges to policy development.*, Hague: VUGA.
- Berliant, M., Reed, R.R., and Wang, P. (2000) Knowledge exchange, matching, and agglomeration., *Journal of Urban Economics*, Vol. 60, No. 1, pp. 69-95.
- Buton, E. (2001) The compact city and social justice., paper presented to the Housing Studies Association Spring Conference, Housing, Environment and Sustainability, University of York, 18-19 April.
- Buton, E. (2002) Measuring urban compactness in UK towns and cities., *Environment and planning B: Planning and Design* 2002, Vol. 29, No. 1, pp. 219-250.
- Churchman, A. (1999). Disentangling the concept of density., *Journal of Planning Literature*, Vol. 13, No. 4, pp. 389-411.
- Jeong, G. (2012) Presumed Influence Factors of Decision-Making of Mega-Projects, The Board of Audit and Inspection, 19, 91-124.
- Jeong, G. (2013) *Institutional, discourse study on Safety City.*, Green Foundation, Seoul.
- Jeong, G. (2013) *A Comparative Study on the Characteristics of Green City and Compact City.*, Green Foundation, Seoul.
- Haiyan Chen, Beisi Jia and S.S.Y. Lau (2008). Sustainable urban form for Chinese compact cities: Challenges of a rapid urbanized economy, *Habitat International*, 32, 28-40.
- Helsley, R.W. and Strange, W.C. (1990) Matching and agglomeration economies in a system of cities., *Regional and Urban Economics*, Vol. 20, No. 2, pp. 189-212.
- Jochem, F.M. Van Der Waals (2000) The Compact city and the environment: a review., *Tijdschrift voor economische en sociale geografie*, Vol. 91, No. 2, pp. 111-121.
- Johns, C., C. Leishman, C. MacDonald, A. Orr, and D. Watkins (2010) Economic viability., in M. Jenks and C. Johns (eds.), *Dimensions of the Sustainable City*, Springer, Oxford.
- Morikawa, M. (2011) Economies of density and productivity in service industries: an analysis of personal-service industries based on establishment-level data., *The Review of Economics & Statistics*, Vol. 93, No. 1, pp. 179-192.
- Mortensen, D.T. and C.A. Pissarids (1999) New developments in models of search in the labor market., in O. Ashenfelter and D. Card (eds.), *Handbook of Labor Economics*, 3.
- Newman, M. (2005) The compact city fallacy., *Journal of Planning Education and Research*, Vol. 25, No. 1, pp. 11-26.
- OECD (2010) *Regional Development Policies in OECD Countries.*, OECD Publishing, Paris.
- OECD (2012) *Compact city policies: A comparative assessment.*,

OECD Green Growth Studies.

Pendall, R. and Carruthers, J.I. (2003) Does density exacerbate income segregation? Evidence from U.S. metropolitan areas, 1980 to 2000., *Housing Policy Debate*, Vol. 14, No. 4, pp. 541-589.

Thomas, L. and W. Cousins (1996) *A new compact city form: concepts in practice.*, in Jenks, M., Burton and K. Williams (eds.) (1996). *The Compact City: A Sustainable Urban Form?*, E & FN Spon, Oxford.

Tomas L. Saaty (2005) *Theory and Applications of the Analytic Network Process*, Pittsburgh: RWS Publications.

Received ■ April 21, 2014

Revised ■ May 2, 2014

Accepted ■ May 13, 2014