

국내 인구구조 변화를 중심으로 도시공간 기능 균형성 분석 연구

A Study on the Balance of Urban Spatial Functions, focusing on Changes in Domestic Population Structure

○슈 에 닝* 이 정 원** 서 지 은***
Ning-Xue, Lee, Jeong-Won, Seo, Ji-Eun

Abstract

With Korea's continuing population decline and shifts in urban functional spaces, how to allocate and use spatial resources more equitably across regions has become a central concern. Using panel data for the 17 first-level administrative regions (si/do) of Korea from 2010 to 2024, this study evaluates five categories of urban functional space—medical, educational, green, commercial, and public—as outcome dimensions. Five core demographic factors—aging rate, population density and its change rate, population growth rate, net migration rate, and birth rate—are introduced as explanatory variables. Multiple linear regression and correlation analysis are employed to identify how demographic structural changes affect the spatial equilibrium of these functions. The findings indicate that demographic characteristics can, to varying degrees, alter the imbalance of functional spatial structures. Factors such as the degree of population aging and the birth rate exert notable effects on medical and commercial spaces, whereas the impacts of population growth and net in-migration are less stable. Different functional spaces respond heterogeneously to demographic drivers, with medical and commercial spaces being more sensitive. Overall, the results underscore the need to adapt to ongoing demographic transitions and enhance the coordination and balance of urban functional spaces.

키워드 : 인구구조 변천, 구조변이 계수(SVC), 도시공간 기능, 공간 균형성, 다중회귀분석

Keywords : Demographic Change, Structural Variation Coefficient(SVC), Urban Space Functions, Spatial Equilibrium, Multiple Regression Analysis

1. 서론

1.1 연구의 목적

도시의 균형적 발전은 의료, 교육, 녹지, 상업시설 등 다양한 공간의 기능적 용지가 지역 간에 합리적으로 배분 및 공유되며, 그에 따른 공평한 서비스가 실현되는 상태를 의미한다. 이는 도시의 건강한 발전을 평가함에 있어 핵심 지표이다.

최근 한국은 고령화 가속, 출산율 하락, 수도권 인구집중 등 복합적 요인들이 함께 작용하여 공간 기능의 불일치, 시설 공급의 불균형 및 서비스 결핍 문제가 빈번하게 발생하고 있다. 이러한 변화 속에서 기존의 ‘경제·산업 중심 성장 모델’은 한계를 드러내고 있다.

선행연구에서도 인구 변화가 도시 전체 구조에 미치는 영향에 집중하였을 뿐, 세부 인구 변수들이 도시의 개별 기능(의료, 교육, 녹지, 상업, 공공공간)의 분포와 균형성에

어떠한 영향을 미치는 지에 대한 체계적 계량 분석이나 다중 공간 규모 간 비교는 부족하다.

이에 본 연구는 인구구조 변화의 핵심요인을 찾고, 향후 도시공간 기능의 균형성을 향상시키기 위한 방안을 제안하는 것이 목적이다.

1.2 연구의 방법

연구방법은 다음과 같다. 첫째, 국내 17개 광역 시·도를 대상으로 1) 구조변이 계수(SVC)를 중심으로 평가 체계를 구축한다. 둘째, 2010년~2024년 인구구조 및 공간 기능의 지표를 취합하여 다중 회귀분석과 상관분석을 통해 인구 구조 변화가 공간 배치의 진화에 미치는 내재적 메커니즘을 규명한다. 셋째, 다섯 가지 도시공간의 기능을 포괄하는 SVC 지표 체계를 구축하여 시공간적 차이를 측정하고, 넷째, 인구 구조 변화를 정량화하여 시계열 및 공간 분포를 분석한다. 다섯째, 다중 회귀와 피어슨 상관분석을 통해 인구 변수와 공간 기능 균형성 간의 결합 관계를 규명한다. 마지막으로 인구 구조 변화에 대응하는 공간 균형성과 탄력성 제고를 위한 정책적 시사점을 제시한다.

* 영남대학교 주거환경학과 박사과정

** 영남대학교 주거환경학과 겸임교수, 생활과학박사

*** 영남대학교 주거환경학과 교수, 공학박사

(Corresponding author : Department of Housing & Interior Design, Yeungnam University, jieun@ynu.ac.kr)

1) 2010년~2024년 KOSIS, MOIS, 국가공간정보플랫폼, 지방정부 공공데이터 개방 플랫폼 등에서 데이터를 수집하였고, 인구 구조, 인구 이동, 기능 시설 POI 및 서비스 범위를 함께 포함한다.

2. 연구내용

2.1 변수 및 지표 체계

본 연구의 지표체계는 크게 인구 구조 변수(독립변수)와 공간 기능의 변수(종속변수)로 구분된다.

표1. 인구학적 구조 변수(독립변수)

지표명	정의/계산식	코드
고령화율	(65세 이상 인구 / 총인구) × 100%	X1
인구밀도	상주인구 / 면적(km ²)	X2
인구성장률	(기간말 인구-기간초 인구)/기간초 인구×100%	X3
순이동률	(전입인구 - 전출인구) / 총인구 × 1,000%	X4
출생률	출생아 수 / 총인구 × 1,000%	X5

표2. 도시 공간기능의 변수(종속변수)

변수 유형	지표명	정의/계산식	코드
의료	시설 밀도 / 인구당 병상 수	의료시설 수 ÷ 면적 / 병상 수 ÷ 총인구	Y1
교육	시설 밀도 / 인구당 학교 수	학교 수 ÷ 면적 / 학교 수 ÷ 총인구	Y2
녹지	녹지 수 또는 면적 ÷ 지역 면적	(녹지 수 또는 총 녹지 면적) ÷ 지역 면적(단위: km ² 또는 m ² / km ²)	Y3
상업	POI 밀도 / 서비스 권역	상업시설 수 ÷ 면적 / 서비스 권역 반경 분석	Y4
공공 공간	시설 밀도	공공서비스 시설 수 ÷ 면적 (단위: 시설/km ²)	Y5

2.2 측정 및 모형화

(1) 구조 변이 계수(SVC)

지역 간 공간 기능 분포의 이산 정도를 측정하기 위해 사용되는 SVC는 값이 0에 가까울수록 공간 분포가 균형적임을 의미하며, 값이 클수록 자원의 집중도가 높고 지역 간 격차가 크다고 볼 수 있다.

$$SVC = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (p_i - \bar{p})^2}}{\bar{p}}$$

(2) 피어슨 상관계수

두 변수 간의 선형적 상관 정도를 측정하는 통계량으로 인구 변수와 공간 기능 SVC 간의 상관성의 강도와 방향을 분석하는 데 활용된다.

$$r_{XY} = \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (X_i - \bar{X})^2} \cdot \sqrt{\sum (Y_i - \bar{Y})^2}}$$

(3) 다중회귀분석 모형

인구구조 변수(인구 밀도, 인구 증가율, 고령화율, 순이동률, 출생률 등) 도시공간 기능의 구조 변이 계수(SVC)에 미치는 영향을 검증하는데 활용된다.

$$SVC_i = \alpha + \beta_1 \cdot \text{PopDensity}_i + \beta_2 \cdot \text{PopGrowt}_i + \beta_3 \cdot \text{AgingRate}_i + \beta_4 \cdot \text{Migration}_i + \beta_5 \cdot \text{BirthRate}_i + \epsilon_i$$

3. 실증분석

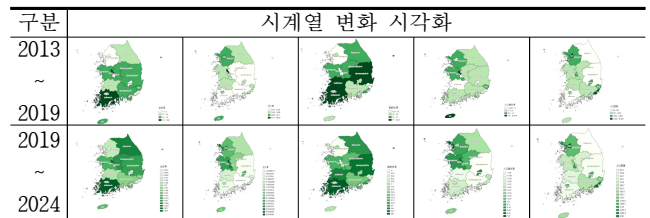
3.1 인구 구조의 시계열 변화

전반적으로 “고령화 가속, 인구밀도 안정, 증가율의 감소, 출생 및 전입의 동반하락”이라는 특징을 보였다.

2015~2019년 한국은 ‘수도권 집중·지방쇠퇴’의 양상을 보였다. 세부적으로 살펴보면 서울과 경기도는 인구 밀집도와 순유입률이 높았으나, 지방 대다수는 인구 감소와 고령화가 겹치며 공간 기능의 불균형이 심화되었다.

2019~2024년 전국 출산율은 현저히 하락하였고, 서울·부산에서 특히 두드러졌다. 세종과 경기도는 지속적으로 인구를 유입하였고, 지방은 고령화율이 상승했으며 다수 지역의 인구증가율은 감소 추세임을 알 수 있다. 인구밀도 분포는 전반적으로 안정적이었다.

표3. 인구 구조의 시계열 변화



3.2 공간 기능 SVC의 변화

구조적 변동계수(SVC)와 인구학적 구조변수(독립변수)의 추세도를 분석한 결과는 다음 <표 4>와 같다.

표4. 도시 공간기능에 대한 구조적 변동계수(SVC)와 연간 변화율(%)의 이중축 추세도

이중축 추세도		결과 분석
고령화율 (X1)		2015년 13.1%~2024년 20.0%로 상승하여 한국이 ‘초고령사회’ 진입을 보여주며 도시 서비스 체계에 큰 부담을 주고 있음
인구밀도 (X2)		2020년 516.2명/km ² 로 정점에 달한 뒤 2024년에는 509.2명/km ² 로 감소 - 이는 비핵심 지역으로의 분산 또는 공실 증가로 공간 집중도가 완화되고 있음을 시사
인구 성장률 (X3)		2015년 +0.40%~2021년 -0.18%, 2024년 -0.12%로 하락하여 출생 감소와 인구 유입 둔화에 의해 한국이 ‘인구 음의 성장 사회’로 전환했음을 의미
순이동률 (X4)		2015년 15.05%~2024년 12.27%로 감소, 2020년 일시적 14.92%로 반등했으나 이후 급격히 하락 - 이는 대도시의 흡인력이 약화되고 중소도시 ‘공동화(hollowing-out)’ 위험 증가 시사
출생률 (X5)		10년 동안 1.239%~0.750%로 감소 (-39%)하여 한국의 만성적 저출산 현상을 확인 - 향후 교육, 상업 등 기능의 인구 공급 기반을 제약할 것으로 전망

3.3 인구변수 - 공간 기능의 결합

(1) 상관성 분석 결과

고령화율과 의료·상업 SVC, 출생률과 의료·상업 SVC, 인구 밀도와 녹지·상업 SVC가 모두 강한 정(+) 상관($r \geq 0.9$)을 보여 공간 기능의 불균형을 뚜렷하게 유발하였다.

순전입률과 공공·녹지, 출생률과 교육·녹지, 인구 증가율과 의료·공공은 중간 상관($0.4 \leq r < 0.9$)을 나타냈다.

교육 공간은 반응이 약하고, 공공 공간은 인구 밀도와 음(-)의 상관을 보였다.

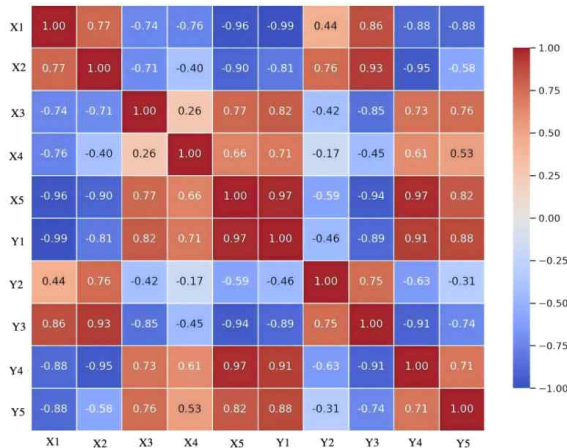


그림 1. 상관성 분석 히트맵

(2) 회귀 결과(표준화 계수 및 유의성)

의료시설(Y1)은 인구 밀도, 고령화율, 출생률이 모두 유의한 정(+) 영향을 보였고, 교육시설(Y2)은 인구 밀도만 유의한 정(+)적 영향, 그 외 변수는 유의하지 않은 것으로 확인되었다.

녹지시설(Y3)은 인구 밀도, 고령화율, 출생률이 모두 유의한 정(+)적 영향을 보였고, 상업시설(Y4)은 인구 동태에 민감하게 반응하며, 출생률·순전입률·인구 증가율과 관련된 적응성과 집적 효과가 나타났다.

공공시설(Y5)은 인구 변수에 전반적으로 민감하지 않고, 주로 정책 및 역사적 공간 배치에 의해 좌우되는 것을 알 수 있다.

표5. 도시 공간기능별 회귀분석 결과의 P-값

독립변수	Y1 의료	Y2 교육	Y3 녹지	Y4 상업	Y5 공공
상수항	0.017	0.000	0.029	0.991	0.596
X1 인구밀도	0.000	0.000	0.000	0.844	0.437
X2 인구성장률	0.384	0.160	0.439	0.323	0.049
X3 고령화율	0.000	0.384	0.000	0.131	0.668
X4 순이동률	0.246	0.116	0.604	0.125	0.092
X5 출생률	0.000	0.640	0.005	0.113	0.691

4. 종합분석

4.1 인구구조 변화의 공간적 함의

고령화율 상승은 의료·돌봄 및 공공서비스 체계의 구조적 재편 압력을 가중시킨다. 인구 밀도의 ‘완만한 감소’는 비핵심 지역으로의 분산 및 공실 확대를 시사하고, 인구 증가율의 감소 추세는 ‘인구 감소사회’로의 진입을 확인하였다고 볼 수 있다.

순전입률의 변동 하락과 출생률 저하가 중첩되어 ‘인구 축소-자원이동-공간 재편’ 현상이 부각되고 있다.

4.2 공간 기능 SVC의 시계열적 진화 요점

의료시설은 전반적으로는 개선되었으나 ‘인구 적합성·지역적 접근성’은 여전히 보완이 필요하다.

교육시설은 대도시 내부의 집중도가 높고, 변두리 지역은 접근성이 부족하다.

녹지시설은 지역에 집중되어 있고, 구조적 불균형 및 자원 배치 불일치가 두드러지게 나타났다.

상업시설은 집중에서 분산으로 전환되었으나 일부 도시는 여전히 ‘구조적 집중’ 현상이 존재했다.

공공시설은 비수도권 및 광역·저밀 지역에서 불균형이 지속되고, 공간 배치의 탄력성과 형평성 제고가 필요하다.

4.3 인구 변수와 공간 기능의 상관성 연계 분석

의료 및 녹지시설은 인구 구조 변화에 매우 민감하고, 교육시설은 안정적인 분포를 가지며 반응이 지연되는 특성을 보였다. 공공시설은 인구 요인에 둔감하여 정책 주도의 영향이 크고, 반대로 상업시설은 인구 동태에 민감하게 반응하여 집적과 확산이 공존하는 특성을 보였다.

5. 결론

한국은 초고령화와 인구감소의 단계로 특히, ‘인구 축소-자원 이동-공간 재편’의 삼중 압력이 형성되어 있다.

공간 기능 SVC의 진화는 뚜렷한 차이를 보이는데, 의료·상업시설은 개선되고 있으나 녹지는 고위 변동, 교육시설은 단계적 변동, 공공시설은 안정화로 보인다.

인구구조와 공간 기능은 유의한 결합 관계로 볼 수 있는데, 정태 변수는 유의, 동태 변수는 지연의 효과가 나타났다.

회귀 결과에서 메커니즘 차이를 확인하였고 특히, 의료와 녹지시설은 고령화와 출생에 의해 주도되고, 교육시설은 인구 밀도에 의해 좌우됨을 알 수 있다. 상업시설은 동태 변수에 민감하고, 공공시설은 정책 주도의 요인이 큰 것을 알 수 있다.

따라서 고령 친화적 재편을 위해 비 핵심 지역의 의료·돌봄 및 생태 서비스 공간을 강화하고, 출생률이 상대적으로 높은 지역은 아동친화적 상업 및 녹지 시설을 우선 배치하여 인구 재생산을 지향할 필요가 있겠다.

또한 재개발 및 공공서비스 균등화 사업을 통해 집중과 불평등을 완화함으로써 고밀도 지역 균형 조정을 시행하

고, 순유입률 및 인구 증가의 불확실성에 대응하기 위한 조기 경보 및 탄력적 공급 체계 마련을 통해 동적 모니터링 체계를 구축할 필요가 있다고 판단된다.

마지막으로 기존 인구 증가 중심의 논리를 넘어 구조 다양화 및 기능의 복합화, 공간 탄력화로 전환하는 거버넌스를 구축하길 것을 제안한다.

참고문헌

1. Deng C. & Liang P. & Liu C. (2020). Spatiotemporal changes and influencing factors of shrinking cities in the middle reaches of the Yangtze River urban agglomeration [J]. *Journal of Urban Studies*, 41(2): 80-88.
2. Long, Y. & Wu, K. (2016). Several practical issues of China's urbanization: spatial expansion, population shrinkage, low-density human activities and urban boundary definition [J]. *Urban Planning Forum*, 72-77.
3. Ma, Z. & Li, C. & Zhang, P. (2021). Characteristics, mechanisms and responses of urban shrinkage in the three northeastern provinces [J]. *Acta Geographica Sinica*, 76(4): 767-780.
4. Yang, Z & Sun, Y. (2015). Urban shrinkage: phenomena, processes and problems [J]. *Human Geography*, 30(4): 6-10
5. Zhang, H. & Lian, Y. (2018). Progress and implications of foreign research on shrinking cities [J]. *Journal of Western Human Settlements*, 33(3): 28-36.
6. Zhang, J. & et al. (2022). Differentiation characteristics, causes and countermeasures of urban growth and shrinkage in Jilin Province [J]. *Areal Research and Development*, 41(1): 53-59.
7. Zhang, M. & Xiao, H. (2020). Spatial pattern characteristics and mechanisms of urban shrinkage in Northeast China [J]. *Urban Problems*, 33-42.