

# 인구감소 중소도시의 공간적 축소에 관한 연구\*

## Spatial Reductions in Small and Medium-sized Cities with Population Decline

손가영 Son, Gayoung\*\*, 홍성조 Hong, Sungjo\*\*\*

### Abstract

The problem of urban shrinkage is emerging in Korea due to population decline and aging. Existing research on urban shrinkage mainly deals with the reduction of the city's total population, and it is difficult to find research on population decline in microscopic spatial units, called the urban perforation phenomenon. Accordingly, the purpose of this study is to analyze areas where urban perforation has occurred and to analyze influencing factors in small and medium-sized cities in Korea. The spatial scope of the analysis is 19 small and medium-sized cities, and the temporal scope of the study is from 2010 to 2021. The urban perforation occurrence areas were derived using a 500m x 500m grid. Afterwards, a type was derived through K-mean cluster analysis, and influential factors were analyzed through a binary logistic model. The results of the study are summarized as follows. First, the areas where urban perforation occurred were divided into five types: areas with good service (low density), studio apartment areas, low-density old areas, central places in suburban areas, and newly developed areas. Second, as the elderly population ratio, the proportion of buildings older than 35 years, and the distance to expansion areas increase, the probability of urban perforation occurring increases. Third, as the total population, youth population ratio, number of buildings, total floor area, number of apartment houses, presence of public administrative center, presence of elementary school, distance to railway station, and built-up area ratio increased, the probability of urban perforation decreased.

Keywords: Urban Shrinkage, Shrinking Cities, Urban Perforation, Reverse Sprawl, Spatial Reduction

## I. 서론

### 1. 연구의 배경 및 목적

우리나라는 1960년대부터 본격적으로 산업화와 인구

증가를 경험해 왔다. 이 과정에서 업무, 상업, 행정, 문화 등 각종 기능이 집중된 도시를 중심으로 인구가 밀집되고 활성화되어 왔다(정소양, 유재연, 김태영 외 2014). 이 결과 우리나라는 높은 도시화율을 가지며, 많은 인구가 도시에 거주하게 되었다. 그러나 우리나라는

\* 본 논문은 2023년 한국도시재생학회 춘계학술대회에서 발표한 논문을 보완·발전시킨 손가영(2023)의 석사학위 논문 "인구밀집구역의 공간적 축소에 관한 연구"의 일부를 수정·보완한 것임을 밝힘.

\*\* 충북대학교 일반대학원 도시공학과 석사(제1저자) | Master's Degree, Department of Urban Engineering, Chungbuk National University | Primary Author | thsrkdud123@naver.com

\*\*\* 충북대학교 도시공학과 교수(교신저자) | Prof., Department of Urban Engineering, Chungbuk National University | Corresponding Author | sjhong@chungbuk.ac.kr

최근 저출산, 고령화 문제가 심각해지고 있으며, 이에 따라 인구감소가 발생하는 도시들이 나타나고 있다.

인구감소는 경제적 쇠퇴, 물리적 노후화, 경제 여건 변화(산업 인력, 소비수요) 등의 다양한 문제를 야기하고 심화시킨다(박병호, 김준용 2009; 최예술 2021; 채성주, 배민기, 백기영 2014). 도시의 인구감소는 도시의 재정 상황을 열악하게 하고 과거에 공급한 주택 및 기반 시설이 남아돌아 공공서비스 공급에 큰 어려움을 겪게 된다(구형수, 김태환, 이승욱 외 2016; 구형수 2017).

현재 국내에서는 인구감소에 관한 관심이 높아지고 있으며, 도시계획 분야에서도 도시축소와 축소도시 등에 관한 논의가 진행되고 있다. 하지만 대부분의 관련 선행연구에서는 총인구 규모의 감소, 인구감소율, 고령화율 및 출생률 등을 기준으로 도시축소 현상을 연구하고 있다(김민석, 변태근, 이상호 2019).

그러나 인구감소는 도시 전체에서 균질하게 일어나지 않고, 도시 내의 국지적인 특정 지역에서 집중적인 인구감소가 일어날 가능성이 크다. 이 같은 국지적인 인구감소 현상을 도시 천공(Urban Perforation)<sup>1)</sup> 현상이라고도 한다. 이 같은 현상으로 인구밀도가 일정 수준 이하로 낮아진 지역에서는 기본적인 수요의 부족으로 각종 서비스의 공급에 한계가 발생한다. 이에 따라 해당 지역의 삶의 질이 저하되고, 인구가 유출되어 지역의 인구밀도 감소는 가속화될 것으로 예상된다. 따라서 국지적으로 인구밀도가 감소하는 지역은 도시축소 초기에 집중적인 관심이 필요한 지역이다.

그러나 도시 내 특정 지역의 국지적인 인구감소에 주목한 연구는 찾기 어려우며, 도시의 인구감소를 다

루고 있는 연구들은 대부분 도시의 총인구 감소 측면에서 접근하고 있다. 따라서 국지적인 인구감소 현상과 그 공간적 패턴에 관한 관심이 필요하다.

이에 본 연구는 인구감소가 진행되고 있는 중소도시를 대상으로, 도시천공이 발생하는 지역의 특성을 확인하고, 도시천공의 영향요인을 밝히는 것을 목적으로 한다.

## 2. 연구의 범위 및 방법

본 연구의 공간적 범위는 인구감소가 진행되고 있는 비수도권 중소도시 19곳이다. 구체적으로는 수도권, 특광역시, 제주도를 제외한 기초지자체 중에서 인구가 10만 이상 50만 미만인면서 인구가 감소하고 있는 도시를 선정하였다. 이렇게 선정된 인구감소 중소도시는 19곳이며, 연구의 시간적 범위는 2010년과 2021년이다.

본 연구는 500m 격자 단위로 도시에서 일정 수준 이상의 인구밀도를 가지는 지역을 “도시구역”<sup>3)</sup>으로 정의하였다. 기존의 도시지역이나 시가화지역은 지정된 용도지역에 기반하고 있으며, 따라서 실제의 토지 이용상황, 건조환경을 반영하지 못하는 한계가 존재한다. 극단적으로는 상업지역이지만 내대지인 토지가 존재하는 경우가 있으며, 비도시지역이지만, 높은 수준의 시가화가 이루어진 계획관리지역 또한 존재한다. 따라서 용도지역을 바탕으로 구분된 도시지역이나 시가화지역을 통해서 도시라고 부를 수 있는 수준의 인구밀도를 가지고 있으며, 실질적인 시가화가 이루어졌는지를 확인하는 데 한계가 있다. 이에 본 연구

1) 도시축소 현상이 발생할 때 도시의 크기가 작아지는 것이 아닌 도시의 크기 자체는 거의 변화가 없고 도시 내부의 이곳저곳에 작은 구멍이 생기는 현상을 의미하며, 일본에서는 이를 도시의 '스폰지화'(이다건 2019, 재인용), '무질서한 공극화'(일본건축학회 2020)라고도 함.

2) 일정 수준 이상 인구밀도의 구체적인 기준과 도출 방법에 관해서는 2장과 3장에서 설명함.

3) 용도지역상 도시지역이나, 주거, 상업, 공업지역을 의미하는 시가화지역과의 구분을 위하여 “도시구역”이라는 용어를 사용함.

에서는 인구밀도를 바탕으로 도시구역을 정의하고 연구에 활용하였다.

각 도시에서 2010년에는 도시구역이었으나 2021년에는 인구밀도가 감소하여 도시구역에서 탈락한 지역을 도시천공의 발생지역으로 정의하였다. 이 같은 도시천공 발생지역의 유형을 구분하고 로지스틱 회귀 모형을 활용하여 도시천공 발생의 영향요인을 분석하였다.

## II. 이론 및 선행연구 고찰

### 1. 도시축소의 개념 및 연구 동향

도시축소는 많은 나라에서 연구되어 오고 있다. 미국과 유럽에서 “축소”라는 용어를 사용하면서 큰 주목을 받았고, 독일에서는 ‘Schumpfende Städte’라는 용어를 시작으로 Häußermann and Siebel(1987)가 처음으로 축소도시라는 용어를 사용하였다(조대현 2021, 재인용).

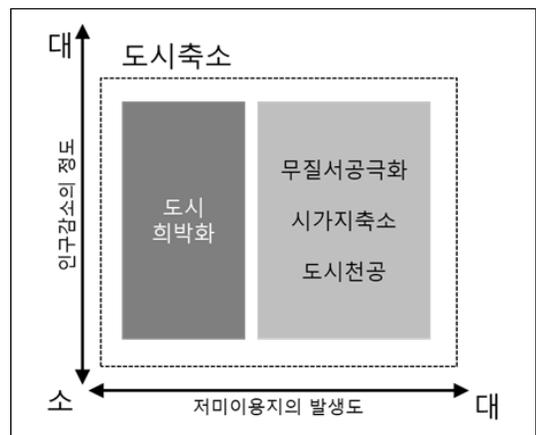
국내에서도 축소도시에 대한 논의가 다방면으로 진행되고 있다(신학철, 우명제 2022; 박종철 2011; 이삼수, 전해진, 이재수 2018; 최재현, 박판기 2020; 조대현 2021). 많은 선행연구에서 도시축소는 일정 기간 인구나 경제 등 인간활동 측면에서의 감소가 나타나고, 이로 인하여 주변의 물리적 환경이 상대적으로 과잉되는 현상으로 정의하고 있다(구형수, 김태환, 이승욱 외 2016; 이삼수, 전해진, 이재수 2018; 최재현, 박판기 2020).

연구자에 따라 도시축소와 축소도시의 개념은 다양하게 정의되어 왔으며, 하나의 합의된 정의를 찾기는 어렵다(전호진 2019). 이는 도시의 축소 현상은 상당히 복합적인 개념을 가지기 때문이다(조대현 2021). 국내에서 축소도시와 도시축소를 다루는 많은 연구들

은 도시의 인구감소를 주요 변수로 다루고 있으며, 축소도시 문제도 도시의 총인구 관점에서 주로 논의되고 있다.

도시축소 개념에 인구감소와 더불어 공간적인 저이용지, 미이용지의 발생을 고려한 개념도 활용되고 있다. 일본건축학회(2020)는 이 같은 개념을 <그림 1>과 같이 정리하였다.

그림 1\_도시축소 관련 용어 정의



자료: 일본건축학회 2020을 바탕으로 재정리.

인구감소가 도시 전체에 걸쳐서 균질하게 일어나는 경우에는 저이용지나 미이용지의 발생이 크지 않으며, 도시 전체의 인구밀도가 균질하게 감소한다. 이 같은 현상을 도시희박화라고 한다. 도시희박화는 도시축소의 앞선 단계이면서 도시축소를 심화시키는 데 크게 기여한다(구형수, 김태환, 이승욱 외 2016).

인구의 감소가 도시 전체에서 균질하지 않고 특정 지역에 집중되는 경우에는 도시천공 현상이 나타난다. 도시천공 현상은 도시의 스폰지화, 무질서 공극화, 역스프롤(Reverse sprawl) 등으로도 불린다. 즉, 인구가 줄어들면서 인구밀도도 급격하게 저하되어 도시 내 빈집과 공터 등이 무작위로 발생하는 현상으로 도시 곳곳에 구멍이 발생하는 현상을 일컫는다(건축공간연

구원 2018).

시가지축소는 시가화된 지역이 바깥으로부터 줄어들어 크기가 감소하는 것이다. 마치 풍선의 바람이 빠지는 것처럼 시가지가 축소되는 현상을 의미한다. 이 같은 현상은 도시 외곽으로부터 질서 있게 축소될 때 발생이 가능하다. 그러나 실제 도시축소는 도시의 크기가 작아지는 것이 아니며 도시 크기 전체는 변화가 없고 오히려 작은 부지 단위로 도시의 밀도가 낮아지면서 도시 내부에 빈집이나 유희지 등의 작은 구멍이 생기는 형태로 나타난다(이다건 2019; 구형수, 김태환, 이승욱 외 2016). 즉, 도시천공이나 무질서한 공극화의 형태로 나타난다.

본 연구는 이 같은 도시천공 현상이 일어나는 지역을 도시의 공간적 축소지역으로 판단하고 연구를 진행하였다.

## 2. DID(인구집중지구) 관련 선행연구

도시천공 현상을 분석하기 위해 기존에는 일정 수준 이상의 인구밀도를 가지며, 도시로서 기능하는 지역(본 연구에서는 이를 도시구역으로 정의함)이었으나 국제적인 인구감소로 도시기능을 상실하게 된 지역(도시구역에서 탈락하게 된 지역)을 구분할 수 있어야 한다. 이를 위해서는 실질적으로 시가화된 지역을 시계열적으로 확인할 수 있어야 한다.

상술한 바와 같이 국내의 시가화지역이나 도시지역은 용도지역에 기반하기 때문에 실질적인 개발 상황이나 인구밀도는 고려하기 어려운 한계가 있다.

도시의 확산은 토지피복의 변화 등으로 분석할 수 있으나, 도시축소나 도시천공은 토지피복은 변화 없

이 인구밀도만 감소할 가능성이 크다. 따라서 도시의 축소를 분석하기 위해서는 인구밀도에 기반한 분석이 필요하다.

일본은 2000년대 후반부터 인구감소 문제점이 지적되었으며 발생하는 현상을 정확하게 파악하기 위해 일본 국세조사의 인구집중지구(Densely Inhabited District: DID, 이하 DID)를 지표로 활용한다. DID는 일본에서 사용하는 도시지역 또는 도심의 지표로 활용되는 통계적 지역 단위이다(Kawabe and Watanabe 2020). 즉, DID를 통해 일정 수준 이상의 인구밀도를 가지고 있으며, 실질적으로 시가화되어 도시로 기능하는 공간적 범위를 확인할 수 있다.

DID의 선정 요건<sup>4)</sup>은 ① 인구밀도가 제곱킬로미터당 4,000명 이상이어야 하며 ② 인접한 지역의 전체 인구가 5,000명 이상이 되어야 한다. DID에는 해당 구역의 전체 인구나 면적, 도시의 특성, 공간적 패턴 등 다양한 정보들이 내포되어 있다(Iwasaki 2021).

일본에서는 DID의 공간적 확대 패턴, 확대요인 등 도시의 성장요인에 대해 연구가 이루어져 왔다. 하지만, 최근 인구감소문제에 직면하면서 DID를 활용한 도시축소 연구도 진행되고 있는 추세이다. 일본 지방의 도시축소 실태를 밝히기 위해 DID 지표를 활용하여 공간적 축소가 발생하는 요인들을 도출하는 연구들이 이루어지고 있다(Hara and Asano 2015; Kawabe and Watanabe 2020; Iwasaki 2021; Asano and Hara 2014; 일본건축학회 2020).

본 연구는 우리나라와 도시 여건이 비슷한 일본의 DID 기준을 적용하여 공간적으로 과거와 현재를 비교 분석하고자 한다. <표 1>은 DID 축소구역 관련 선행연구를 정리한 것이다.

4) 국제 조사의 기본단위구 내에 복수의 조사구가 있는 경우를 기초단위로 하여 원칙적으로 제곱킬로미터당 4,000명 이상인 기본단위구, 인접한 지역의 인구 조사 시 5,000명 이상인 경우를 DID라고 함(總務省統計局 2023).

표 1\_DID 축소구역 관련 선행연구

저자(연도)	연구 배경 및 목적	DID 축소구역 발생요인
Hara and Asano (2015)	<ul style="list-style-type: none"> <li>DID를 이용하여 도시축소의 실태와 발생요인을 파악했으며, 이는 중심 거점(시청)으로부터 멀고, 버스 서비스의 편의성이 낮으며, 신규 택지개발이 도입이 낮은 지역에서 DID 축소가 발생하는 것으로 확인됨</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>인구감소</li> <li>지리적 특성</li> <li>위치특성(교통편의성, 생활 서비스시설)</li> <li>용도지역특성</li> </ul>
Kawabe and Watanabe (2020)	<ul style="list-style-type: none"> <li>일본의 도시축소를 알아보기 위해 도심의 지표인 DID를 적용하였으나, DID가 존재하지 않는 지역은 도시축소 실태조사를 할 수 없기에 지역의 상대밀도와 인구기준을 기반으로 상대밀집지역(RDID)을 추출하고 시기별로 축소되는 도시의 구조유형을 분석함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>인구감소</li> <li>지리적 특성</li> <li>대중교통 편의성</li> <li>물리적 축소(공폐가 발생)</li> </ul>
Iwasaki (2021)	<ul style="list-style-type: none"> <li>수도권의 영향을 받지 않은 일본 28개 도도부현에서 DID의 인구변화 패턴을 알아보려고 했으며, 분석 결과 개발과정에 따라 총 4가지로 유형화되었으며 이는 다핵개발형, 집권형, 집권형(감소), 균등개발형으로 분류됨</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>인구변화율</li> <li>산업체 수</li> <li>출생 및 사망자 수</li> <li>이민자 수</li> </ul>
Asano and Hara (2014)	<ul style="list-style-type: none"> <li>지방도시의 인구집중지구의 축소 실태와 특징을 규명하고자 하고 했으며, 분석 결과 인구밀도가 굉장히 낮아지면서 시가화면적 비율이 낮아질수록 DID 면적이 축소되고 있음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>인구감소</li> <li>지역특성</li> <li>교통편의성</li> <li>토지이용특성</li> </ul>

### 3. 국내 도시의 인구밀도 수준

상술한 바와 같이 본 연구는 도시구역의 도출을 위하여 일본의 DID 기준을 활용하고자 한다. 해당 기준의 적절성을 검토하기 위하여 국내 도시들의 인구밀도 수준을 검토하였다.

<표 2>는 국토교통부에서 제공하는 도시계획현황을 바탕으로 우리나라 전국 시군구 인구규모별 인구밀도 현황을 정리한 것이다(국토교통부, 한국국토정보공사 2022). 우리나라의 행정구역 면적 평균 인구밀도는 35.83인/ha, 도시지역의 평균 인구밀도는 42.55인/ha,

비도시지역의 평균 인구밀도는 0.43인/ha인 것으로 나타났다. 여기서 도시지역과 비도시지역은 용도지역을 기반으로 한 것이며, 도시지역에는 주거, 상업, 공업, 녹지가 포함된다.

우리나라의 도시지역 평균 도시인구밀도는 42.5인/ha로 일본의 DID의 인구밀도 기준인 4,000인/km<sup>2</sup>와 유사한 수준이다. 즉 일본의 DID 기준은 우리나라 도시지역의 평균적인 인구밀도 수준에 부합하며, 국내에서도 이와 같은 기준을 적용하는 것이 일정 수준 타당한 것으로 판단된다.

표 2\_우리나라 시군구 인구밀도

(단위: 인/ha)

인구규모	시군구	인구밀도 (행정구역)	인구밀도 (도시지역)	인구밀도 (비도시지역)
5만 이하	53	2.43	10.86	0.29
5만~10만 미만	40	8.51	17.02	0.43
10만~20만 미만	36	21.64	28.27	0.33
20만~30만 미만	35	48.63	52.82	0.36
30만~50만 미만	41	92.43	97.62	0.40
50만~100만 미만	20	64.95	71.33	0.71
100만 이상	4	41.76	48.31	2.84
전체	229	35.83	42.55	0.43

자료: 국토교통부, 한국국토정보공사 2022.

#### 4. 연구의 차별성

도시축소와 관련한 많은 연구가 진행되었으나 총인구 관점에서 도시축소 실태를 살펴본 연구가 대부분이다. 국내 도시를 대상으로 도시의 공간적 축소, 도시 천공 현상을 분석한 연구는 매우 미비한 상황이다.

인구밀도의 분포는 도시의 공간적 형태와 인구수가 내포되어 도시의 현황을 살펴볼 수 있는 중요한 지표이다. 하지만 현재까지 인구밀도를 바탕으로 도시공간 내부의 축소 현상을 진단한 연구는 찾기 어렵다.

본 연구는 인구밀도의 관점에서 인구감소 도시의 도시천공 현상을 살펴보고, 이를 통하여 도시의 공간적 축소를 분석한다는 점에서 차별성이 있다.

### III. 분석의 틀

#### 1. 도시천공 발생지역의 도출

##### 1) 도시구역 도출 방법

본 연구는 인구가 감소하고 있는 중소도시를 대상으로, 국지적으로 인구밀도가 감소되어 도시천공이 발생한 지역을 도출하고, 이들의 유형을 구분하고, 도시천공 현상 발생의 영향요인을 밝히고자 한다.

이를 위하여 먼저 본 연구의 시간적 범위인 2010년과 2021년 두 시점의 도시구역을 도출하였다. 상술한 바와 같이 도시구역은 인구밀도가 일정 수준 이상으로 실질적으로 도시로 기능할 수 있는 지역을 의미한다.

도시구역의 도출방법은 다음과 같다. 먼저, DID의 ① 조건에 부합하는 인구밀도를 구하기 위해 500m X 500m 격자 인구데이터를 활용하였다. 제공킬로미터당 4,000명 이상이 되는 지역을 산출하기 위해 각 격자의 인구가 1,000명 이상인 지역을 도출하였다.

<그림 2> 이 같은 과정을 도식화한 것으로 그림에서 노란색으로 표시된 지역은 각 격자의 인구가 1,000명 이상(4,000명/km<sup>2</sup>)인 지역을 도출한 것이다.

두 번째로 선별된 격자들이 인접하여 구성된 구역의 인구가 5,000명 이상인 지역을 도출하였다. 이 과정에서 인접성의 판단은 꼭짓점만 맞닿아도 인접한 것으로 판단하는 Queen 기준을 활용하였다. <그림 3>에서 보라색은 모든 조건에 부합하여 도출된 지역들이며, 노란색으로 남아있는 지역들은 인구밀도 기준은 만족하지만 인접지역의 총인구 기준을 만족하지 못하는 지역들이다. <그림 3>에서 보라색으로 표시된 지역을 본 연구에서는 도시구역으로 정의하였다.

그림 2\_DID ①조건

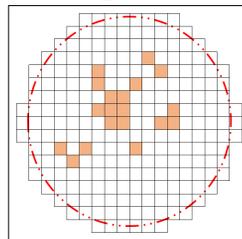
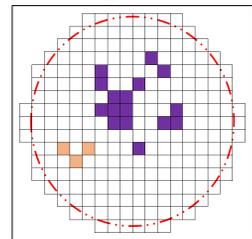


그림 3\_DID ②조건

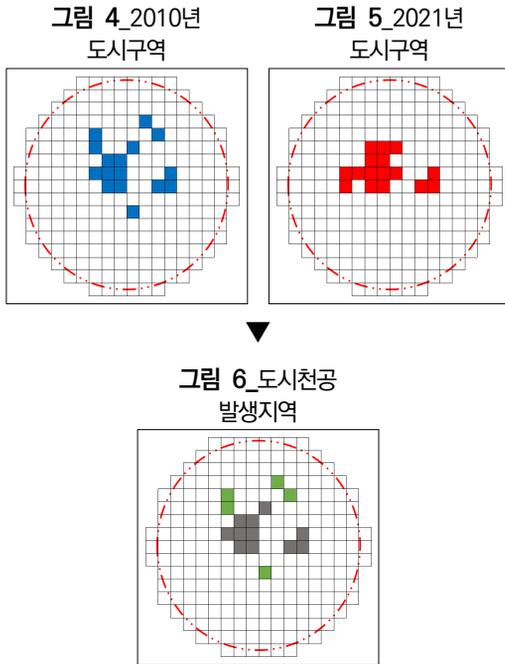


##### 2) 도시천공 발생지역 도출 방법

도시천공은 기존에 도시였던 지역에서 국지적으로 인구밀도가 감소하여 발생하는 것이다. 따라서 기존에는 도시구역이었으나 더 이상 도시구역이 아니게 된 격자를 도시천공 발생지역으로 정의하였다. 이를 위하여 2010년과 2021년의 도시구역을 도출하였다.

<그림 4>는 2010년의 도시구역, <그림 5>는 2021년의 도시구역이다. 이 둘을 비교한 것이 <그림 6>을 보면, 계속 도시구역으로 유지되는 회색 지역과 도시구역에서 탈락한 연두색 지역이 존재한다. 이 같은 연두색 지역은 과거에는 인구밀도가 일정 수준 이상이었으나 인구의 감소로 인구밀도가 일정 수준 이하

로 감소한 지역이다. 이 같은 지역은 국지적으로 발생한 도시천공 발생지역으로 판단할 수 있으며, 회색지역은 도시천공이 미발생한 지역으로 판단할 수 있다.5)



## 2. 분석대상지 선정

본 연구는 비수도권의 인구감소 중소도시를 대상으로 하고 있다. 수도권, 특광역시, 제주도를 제외한 지역의 시군 중에서 인구가 10만 이상 50만 미만인 도시를 먼저 추출하였다.

「지방자치법」에서는 인구 50만 이상을 대도시로 정의하고 있으며, 대부분의 선행연구에서는 10만 이상 50만 미만인 도시를 중소도시로 정의하고 있다(안정근, 김동성, 박철홍 2020; 안정근, 고윤석, 김동근

2021). 이에 본 연구에서도 중소도시의 기준으로 인구 10만 이상 50만 미만을 적용하였다.

많은 선행연구들에서 인구감소의 기준을 연평균 인구성장률  $-0.15\%$ 로 설정하고 있다(이희연, 한수경 2014; 이상호 2016; Wiechmann and Wolff 2013). 이에 본 연구에서도 2010년부터 2021년까지의 연평균 인구성장률6)이  $-0.15\%$  이하인 지역을 추출하였다. 이 과정을 통하여 총 19개의 도시를 추출하였으며, 이는 <표 3>과 같다.

표 3\_시군구 인구 현황

구분	도	시군	2010년 기준 총 인구수 (명)	연평균 인구 성장률 (%)
1	강원도	강릉시	218,503	-0.275
2	경상남도	밀양시	110,479	-0.586
3		사천시	114,148	-0.353
4		통영시	140,297	-1.108
5	경상북도	영천시	103,190	-0.167
6		상주시	105,607	-0.890
7		영주시	113,926	-1.017
8		칠곡군	119,087	-0.468
9		안동시	167,886	-0.680
10		경주시	267,098	-0.563
11	전라남도	목포시	514,755	-0.296
12		여수시	245,422	-1.019
13	전라북도	정읍시	293,488	-0.547
14		군산시	122,000	-1.236
15	충청남도	익산시	272,601	-0.313
16		보령시	307,289	-0.956
17		공주시	107,346	-0.826
18	충청북도	논산시	124,930	-1.619
19		제천시	127,507	-1.028

5) 이와 같은 과정을 통하여 이후에는 도시천공 발생지역, 도시천공 미발생지역이라는 용어를 사용함. 경우에 따라 축약하여 발생지역과 미발생지역이라는 용어를 혼용하였음.

6) 이 과정에서 Compound Annual Growth Rate(CAGR)이 아닌 Average Annual Growth Rate(AAGR) 방식을 사용하였음.

### 3. 분석 방법

#### 1) K-means 군집분석

본 연구는 도시천공 발생지역을 유형화하기 위해 K-means 군집분석을 활용하였다. K-means 군집분석은 개체가 가지고 있는 유사성을 기반으로 개체를 분류하는 방법이며, 군집 내 가장 중앙에 있는 개체와의 거리를 최소화하여 군집을 구분한다(고수정 2018; 박해선 2020). K-means 군집분석을 위해서는 군집의 개수(k)를 분석자가 임의로 지정해줘야 하는 단점이 있다. 적절한 군집의 개수를 판단하기 위하여 엘보우 기법(Elbow Method)이 널리 활용되고 있다(박해선 2020). K-means 군집분석을 통해 도시천공 발생지역의 유형을 구분하여, 각 군집이 가진 특성들을 분석하였다.

#### 2) 이항 로지스틱 회귀모형

본 연구는 도시천공 발생의 영향요인을 분석하기 위하여 이항 로지스틱 회귀분석을 활용하였다. 이항 로지스틱 회귀분석은 종속변수가 2개의 구분으로 이루어진 명목척도일 때 사용하는 회귀모형이다(김두완 2019).

본 연구의 2021년 도시구역에서 탈락하여 도시천공이 발생한 것으로 판단되는 격자는 '1', 도시구역으로 유지되어 도시천공이 미발생한 격자는 '0'으로 값을 부여하여 종속변수로 활용하였다.

로지스틱 회귀분석에서는 확률값을 이용하여 승산(odds, 이하 오즈)을 구한다. 오즈는 로지스틱에서 0에서  $\infty$ 까지 값을 나타낼 수 있다. 이는 확률이 0과 1사이에서만 나타내기 때문이다(이희연, 노승철 2020; 홍두

승 2000). 다른 변수가 고정되었을 때 해당 독립변수가 종속변수에 미치는 영향을 승산비(odds-ratio)를 통하여 분석할 수 있다(김숙희, 정가형 2018).

### 4. 자료 구축 방법

<표 4>는 본 연구에서 사용된 변수들의 출처와 구축 방법을 정리한 것이다.

먼저 종속변수는 앞 절에서 설명한 바와 같이 2010년의 도시구역과 2021년의 도시구역을 도출하고 비교하여 도출한다. 이를 위해 2010년과 2021년의 인구자료가 필요하며, SGIS에서 제공하는 인구 500m 단위 격자 인구 데이터를 활용하였다.

독립변수는 인구특성, 건축물특성, 기반시설특성, 입지특성, 토지이용특성으로 총 5개의 범주로 구분하였다. 독립변수들의 경우 연구의 초기시점인 2010년을 기준으로 자료를 구축하였으며, 자료의 구득가능성에 따라 2010년에 가장 가까운 시점의 자료를 활용하였다.

인구특성에는 격자 내 총 인구수, 유소년인구 비율, 고령인구 비율이 포함되어 있다. 격자 내 총 인구수는 SGIS에서 제공하는 500m 격자 인구데이터를 활용했으며 기준 연도는 2010년이다. 이는 해당 격자에 기존에 얼마나 많은 인구가 살고 있었는가를 의미하며, 기존 격자의 인구규모를 확인할 수 있는 변수이다. 유소년인구 비율과 고령인구비율은 국토지리정보원에서 제공하는 500m 격자 유소년인구 수와 500m 격자 고령인구 수를 활용하였다. 이후 이를 각 격자의 총인구로 나누어 비율변수로 변경하여 활용하였다. 유소년인구 연령 기준은 최소 1세부터 최대 14세 이상이며, 고령인구 연령 기준은 최소 65세 이상 최대 150세 이하이다.

7) 확률이 하나의 대상에 대한 선택을 나타내는 경우 표본 추출된 집단 내에서의 선택 비율을 나타내는 것이 승산임(이희연, 노승철 2020).

표 4\_변수 설정 및 구축 방법

구분	변수		시점	단위	자료 출처	구축 방법
종속 변수	도시천공 발생지역 (1) 도시천공 미발생지역 (0)		2010 2021	더미	SGIS	-
독립 변수	인구 특성	총 인구수	2010	명	SGIS	-
		유소년인구 비율	2014	%	국토지리정보원	격자 내 유소년인구 수 / 격자 내 총 인구수 * 100
		고령인구 비율	2014	%	국토지리정보원	격자 내 고령인구 수 / 격자 내 총 인구수 * 100
	건축물 특성	건축물 수 합	2014	개수	국토지리정보원	-
		연면적 합	2014	m <sup>2</sup>	국토지리정보원	-
		공동주택 수	2014	개수	국토지리정보원	건축물 수 기준
		35년 이상 건물 비율	2014	%	국토지리정보원	격자 내 35년 이상 건물 수 / 격자 내 총 건축물 수 * 100
	기반 시설 특성	행정복지센터 유무	2023	더미	공공데이터포털	격자 내 행정복지센터 있음(1) 격자 내 행정복지센터 없음(0)
		초등학교 유무	2023	더미	공공데이터포털	격자 내 초등학교 있음(1) 격자 내 초등학교 없음(0)
	인프라 및 시설 특성	철도역까지의 거리	2023	m	공공데이터포털	OGIS NNJoin 활용하여 최단거리 구함
		확장지역까지의 거리	2021	m	SGIS	OGIS NNJoin 활용하여 최단거리 구함
토지 이용 특성	시가화면적 비율	2016	%	국가공간정보포털	주거·상업·공업 면적 / 격자 면적	

두 번째로 건축물특성에는 격자 내 건축물 수 합, 격자 내 연면적 합, 격자 내 공동주택 수, 35년 이상 건물 비율이 포함되어 있다. 4개의 변수들은 모두 국토지리정보원에서 제공하고 있다.

세 번째로 기반시설특성에는 행정복지센터 유무, 초등학교 유무가 포함되어 있다. 기반시설특성의 경우 두 개의 변수 모두 공공데이터포털에서 제공하고 있다. 전국 행정복지센터 및 전국 초등학교 데이터를 활용했으며, 행정복지센터와 초등학교 위치를 지오코딩하여 포인트로 변환하였다. 이후 각 격자 내 행정복지센터와 초등학교의 포인트 개수를 집계하여 격자 내 시설이 있으면 1, 없으면 0의 더미변수 형식으로 구축하였다. 이 변수들의 경우 2023년의 자료를 활용하였다.

네 번째로 입지특성에는 철도역까지의 거리, 확장지역까지의 거리가 포함되어 있다. 먼저 전국 철도역

을 구하기 위해 공공데이터포털에서 제공하는 철도역 위치 자료를 활용하였다. 철도역의 주소를 지오코딩하여 포인트로 변환하였다. 이에 각 격자 중심점으로부터 철도역까지의 거리를 GIS를 통하여 산정하였다.

확장지역까지의 거리변수는 확장지역과 관련이 있다. 앞의 <그림 4>와 <그림 5>에서 보는 바와 같이, 2010년과 2021년의 도시구역을 도출하면 2010년에는 도시구역이 아니었으나 2021년에는 도시구역인 지역이 존재한다. 이들 지역은 과거에 비하여 인구밀도가 증가하였으며, 새로운 개발이 일어난 지역으로 생각할 수 있다. 이와 같은 지역을 확장지역으로 정의하였다. 각 격자로부터 확장지역까지의 거리는 새로운 개발(신개발과 재개발 모두 포함)이 발생하여 인구가 증가하는 지역까지의 거리로 생각할 수 있다.

마지막으로 토지이용특성 범주에는 시가화면적 비율이 포함되어 있다. 시가화면적 비율의 경우 국가공

간정보포털에서 제공하는 자료를 사용하였다. 용도지역 중 주거상업공업지역을 추출하고 각 격자를 차지하고 있는 시가화지역(주거상업-공업)의 면적을 합산하여 이를 격자면적으로 나누어 활용하였다. 다만, 이 시가화지역은 용도지역상 주거, 상업, 공업지역을 의미하며, 실질적인 시가화가 이루어지지 않은 지역도 포함되어 있을 수 있음을 주의하여야 한다.

#### IV. 분석 결과

##### 1. 도시천공 발생지역과 미발생지역의 특징 분석

도시천공 발생의 영향요인을 분석하기 위해 사용된 분석변수의 기술통계량은 다음 <표 5>와 같으며, 전체 기술통계량과 도시천공 발생지역, 미발생지역의 통계

량을 함께 보고하여 특징을 비교할 수 있도록 하였다.

먼저, 분석에 포함된 전체 격자는 701개이며, 이는 분석대상 19개 도시에서 2010년에 도시구역으로 추출된 격자들이다. 이들 중에서 2021년에 도시천공 미발생지역은 605개 격자이며, 도시천공 발생지역은 96개 격자이다.

먼저 격자의 총 인구수(2010년)의 경우, 도시천공 미발생지역은 최소 1,001명에서 최대 10,069명으로 나타나며, 평균은 2,809명으로 나타났다. 도시천공 발생지역은 최소 1,003명에서 최대 5,184명이며 평균 1,332명으로 2010년에 이미 미발생지역에 비하여 절반 이하의 인구수준을 나타낸다.

유소년인구 비율은 미발생지역은 평균 13.1%, 발생지역은 9.6%로 도시천공 발생지역의 유소년인구 비율이 낮은 것으로 확인되었다. 반면 고령인구 비율

표 5\_도시천공 발생지역과 미발생지역의 기술통계량<sup>8)</sup>

변수	단위	구분									
		전체(N=701)			도시천공 미발생지역(N=605)			도시천공 발생지역(N=96)			
		최소	최대	평균	최소	최대	평균	최소	최대	평균	
인구 특성	총 인구수	명	1001	10069	2607.5	1001	10069	2809.8	1003	5184	1332.8
	유소년인구 비율	%	0	63.6	13.1	0	63.6	13.6	0	39.1	9.6
	고령인구 비율	%	0	40.5	15.0	0	37.2	14.5	0	40.5	18.0
건축물 특성	건축물 수 합	개수	5	1361	294.3	8	1361	303.5	5	706	235.5
	연면적 합	m <sup>2</sup>	72.1	17283.7	961	72.1	17283.7	1025.8	84.4	3226.8	552.4
	공동주택 수	개수	0	84.4	29.6	0	84.4	28.0	0	81.1	8.6
	35년 이상 건물 비율	%	0	88.0	18.1	0	88.0	19.5	0	45.0	39.7
기반 시설 특성	행정복지센터 유무	더미	0	1	0.2	0	1.0	0.2	0	1	0.1
	초등학교 유무	더미	0	1	0.3	0	1.0	0.3	0	1	0.1
입지 특성	철도역까지의 거리	m	300.5	45542	6301.7	300.5	45542	6255.3	350.4	44300	6594.5
	확장지역까지의 거리	m	500.0	12658	1790.8	500.0	6800.7	1601.7	500.0	12658	2983
토지 이용 특성	시가화면적 비율	%	0	99.9	72.9	0.7	100.0	75.4	0	100.0	57

8) 연구대상 도시들의 도시천공 발생지역들의 구체적인 입지와 특징은 손가영(2023)을 참고할 것.

은 미발생지역이 14.5%, 발생지역이 18.1%로 도시천공 발생지역의 고령인구 비율이 높게 나타났다.

건축물 특성 중에서, 도시천공 미발생지역은 격자 내 건축물 수 합은 평균은 303개이며, 도시천공 발생지역은 235개로 나타났다. 즉, 건축물의 수가 적은 지역에서 도시천공이 발생하는 것으로 예상된다. 연면적 합은 미발생지역은 평균 1,025㎡, 발생지역은 552㎡로 나타났다. 건축물 수와 마찬가지로 건물 연면적이 적은 지역에서 도시천공이 발생한 것을 알 수 있다. 공동주택 수는 미발생지역은 평균 28개, 발생지역은 평균 40개로 나타났다. 35년 이상 건물 비율은 미발생지역(19%)이 발생지역(8.6%)에 비하여 높았다. 이 같은 특성을 볼 때 도시천공 미발생지역은 평균 연면적 합이 1,000㎡가 넘지만 노후도가 높은 것으로 보아 노후화된 아파트가 밀집되어 있는 것으로 판단된다. 반면, 탈락지역 내에는 공동주택 수는 많지만 평균 연면적 합이 유지지역보다 낮은 것으로 보아 저층 공동주택(다세대, 연립)이 주로 입지하면서 노후도가 높은 지역으로 판단된다.

기반시설 특성의 경우, 미발생지역 격자 중 약 20%에는 행정복지센터가 있으며, 초등학교는 약 30%의 격자에 있는 것으로 판단된다. 반면, 발생지역 격자 중에서 행정복지센터가 존재하는 격자는 약 10%이며, 초등학교가 존재하는 격자도 약 10%이다. 즉, 미발생지역에 대체적으로 행정복지센터와 초등학교가 더 많이 존재한다.

입지특성의 경우, 미발생지역은 철도역까지의 평균거리는 6,255m이며, 발생지역은 6,594m인 것으로 확인되었다. 또한, 확장지역까지의 거리는 미발생지역은 1,601m, 발생지역은 2,983m로 확인되었다.

마지막으로 토지이용특성의 시가화면적 비율은 미발생지역에서 75%, 발생지역에서 57%로 확인되었다.

## 2. 도시천공 발생지역 유형화

### 1) 요인분석 결과

유형화를 위한 K-means 군집분석을 실시하기 전 변수 간의 상관관계를 통해 관계가 높은 변수들을 집약하기 위해 요인분석을 실시하였다. 요인을 추출하기 위해 주성분분석과 요인회전은 베리맥스(Varimax)를 사용하였다. <표 6>은 요인분석 결과를 정리한 것이다.

요인분석 결과, 요인은 총 4개로 분류되었다. 요인 1은 건축물 수 합(+), 고령인구 비율(+), 시가화면적 비율(+), 연면적 합(-), 35년 이상 건물의 비율(+)<sup>1</sup>이 큰 값을 나타낸다. 이 같은 지역은 저밀지역이면서 노후 및 고령인구 비율도 많은 지역일 것으로 예상되며 이에 요인 1을 “저밀 노후지역 요인”이라고 명명하였다.

요인 2는 확장지역까지의 거리(+), 철도역까지의 거리(+), 격자 총 인구수(+)<sup>2</sup>가 큰 값을 나타낸다. 이

표 6\_요인분석 결과

구분	factor 1	factor 2	factor 3	factor 4
	저밀 노후 지역 요인	교외 중심지 요인	신규 공동 주택 요인	공공 서비스 요인
건축물 수 합	.882	.084	-.150	.041
고령인구 비율	.882	-.122	.165	.061
시가화 면적 비율	.809	.278	.022	.195
연면적 합	-.796	-.086	.115	-.013
35년 이상 건물 비율	.794	-.205	-.196	-.012
확장지역까지의 거리	.132	.846	.012	.031
철도역까지의 거리	.031	.759	-.250	-.088
격자 총 인구수	-.083	.613	.320	.070
유소년 인구 비율	-.111	-.084	.807	-.051
공동주택 수	-.059	.588	.656	-.006
행정복지센터 유무	.134	-.197	.144	.791
초등학교 유무	.025	.201	-.206	.789

는 원도심 내에 위치한 지역이 아닌 외곽의 고밀지역 일 것으로 판단되며 교외에 위치한 읍면지역의 읍면 소재지 특성을 나타낸다. 이에 요인 2를 “교외 중심지 요인”이라고 명명하였다.

요인 3은 유소년인구 비율(+), 공동주택 수(+)<sup>2</sup>가 크게 나타난다. 이는 고령인구보다 젊은 세대의 부부들이 밀집하고 있는 새로 개발되는 신시가지 지역일 것으로 예상된다. 이에 요인 3을 “신규 공동주택 요인”이라고 명명하였다.

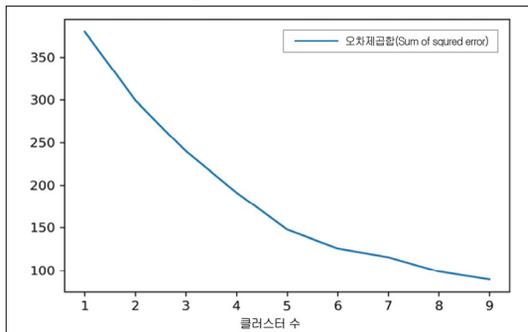
요인 4는 행정복지센터 유무(+), 초등학교 유무(+)<sup>2</sup>가 큰 값을 나타낸다. 이는 상대적으로 교육, 행정 서비스가 잘 제공되는 지역일 것으로 예상된다. 이에 요인 4를 “공공서비스 요인”으로 명명하였다.

## 2) K-means 군집분석 결과

도시전공 발생지역을 유형화하기 위해 도시전공 발생 지역의 96개 격자를 대상으로 K-means 군집분석을 실시하였다. 앞에서 실시한 요인분석의 결과로 도출된 격자별 4가지 요인점수를 이용하여 K-means 군집 분석을 진행하였다.

유형화를 하기 전 최적의 k값을 찾기 위해 엘보우 기법을 실시하였다. <그림 7>은 엘보우 분석 결과이며, 클러스터의 개수가 5인 경우 급격하게 변화한다. 이에 클러스터 개수를 5로 설정하고 분석을 진행하였다.

그림 7\_엘보우 기법 분석 결과



<표 7>은 K-means 군집분석 결과에 따른 군집별 요인점수값을 보고한 것이며, <표 8>은 군집별 독립 변수의 평균값을 보고한 것이다. 이를 통하여 각 군집의 특성을 보다 명확하게 확인할 수 있다.

군집 1은 공공서비스 요인의 평균이 1.76으로 가장 높았으며 다음으로 저밀 노후지역 요인이 0.57로 두 번째로 높았다. 이는 노후되었지만, 공공서비스가 잘 제공되는 저밀 지역으로 예상된다. 이에 군집 1을 “서비스 양호지역(저밀)”이라고 명명하였다. 군집별 변수들의 평균을 확인해본 결과, 행정복지센터 유무와 초등학교 유무 변수가 0.82, 0.47로 전체 평균보다 높은 것을 알 수 있다. 인구특성에서는 유소년인구 비율은 낮았으나 고령인구 비율은 23.5%로 5개의 클러스터 중 두 번째로 고령인구 비율이 높게 나타났다. 건축물 특성에서는 노후건물의 비율이 51%로 5개의 클러스터들 중 두 번째로 높게 나타났다.

군집 2는 4개의 요인점수 평균값이 (-)를 띠고 있는 것을 알 수 있다. 이는 저밀 노후지역과는 멀며, 교외 보단 도심지와 가까이 위치하고 있지만 신규 공동주택과 공공서비스 시설이 적은 지역이 군집될 가능성이 높다. 즉 다세대, 다가구가 밀집한 공동주택지역일 것으로 판단되며 이런 공동주택은 대부분 대학가 주변인 원룸촌 주변지역이 군집된 것으로 판단된다. 이에 군집 2를 “원룸촌 지역”이라고 명명하였다. 실제 클러스터별 변수들의 평균을 확인해 본 결과, 대부분의 변수들이 전체 평균보다 낮은 것을 알 수 있다. 특히, 전체 격자 인구수가 낮고 유소년인구와 고령인구 비율이 3.26%, 4.7%로 다섯 개의 클러스터 중 가장 낮은 수치임을 알 수 있다. 이는 청년인구 및 생산가능인구가 밀집하고 있는 지역일 가능성이 높다. 또한, 건축물 특성의 경우 건축물 수가 적지만 연면적은 높은 것을 보아 저층주택보단 4~5층 정도의 공동주택이 많이 밀집된 지역일 것으로 판단된다. 실제 군집 2에 포함된 격자의 분포지역을 확인해 본 결과 대학

주변에 집중적으로 분포하고 있었다.

군집 3은 저밀 노후지역 요인이 0.8로 5개의 클러스터 중 가장 높은 것을 알 수 있다. 또한, 공공서비스 요인이 -0.6으로 기반시설이 열악하거나 없는 지역이 포함된 것으로 예상된다. 이에 군집 3을 “저밀 노후지역”이라고 명명하였다. 변수의 평균값을 확인해 본 결과, 고령인구 비율은 24.3%로 전체 평균보다 높으며, 5개의 군집 중에서 가장 높은 것을 알 수 있다. 또한, 건축물 특성의 경우 연면적 합은 196.4㎡이며 노후건물 비율이 56%로 전체 평균보다 높은 수치인 것을 알 수 있다. 공공서비스 시설의 경우 행정복지센터와 초등학교가 존재하지 않는 것으로 확인되었다.

군집 4는 교외 중심지 요인이 2.36으로 가장 높았으며 그다음으로 신규 공동주택 요인이 0.55로 두 번째로 높았다. 이는 도심이 아닌 외곽에 위치하며, 신규 이에 군집 4를 “교외 중심지역”이라고 명명하였다. 실제 지표 평균값을 확인해 본 결과, 유소년인구 비율은 전체보다 높지만 고령인구 비율은 전체 평균보다 낮은 것을 알 수 있다. 또한, 건축물 수와 연면적의 합은 전체 평균값과 비슷하며, 공동주택 수는 다른 클러스터들 중에서 가장 많은 것을 알 수 있다. 노후건물의 비율도 22.9%로 낮은 것을 알 수 있다. 공공서비스 특성의 경우 행정복지센터는 존재하지 않지만 초등학교는 각 격자 내에 0.1개씩 존재하는 것으로 확인

표 7\_도시천공 발생지역 군집별 요인 점수 평균

요인	군집	클러스터 1	클러스터 2	클러스터 3	클러스터 4	클러스터 5
	서비스 양호지역 (저밀)	원룸촌 지역	저밀 노후지역	교외 중심지역	신시가지 지역	
저밀 노후지역 요인		0.57	-1.21	0.80	-0.15	-0.78
교외 중심지 요인		-0.14	-0.12	-0.18	2.36	-0.41
신규 공동주택 요인		0.15	-1.23	-0.26	0.55	1.03
기반시설 요인		1.76	-0.14	-0.60	-0.23	-0.27

표 8\_도시천공 발생지역 군집별 지표 평균

구분	단위	전체	군집 1	군집 2	군집 3	군집 4	군집 5
			서비스 양호지역 (저밀)	원룸촌 지역	저밀 노후지역	교외 중심지역	신시가지 지역
N	-	96	17	16	34	8	21
총 인구수	명	1332.84	1411.47	1296.81	1225.29	1866.25	1267.57
유소년인구 비율	%	9.64	9.03	3.26	8.08	12.14	16.56
고령인구 비율	%	18.06	23.53	4.70	24.32	14.84	14.87
건축물 수 합	개수	235.57	322.29	99.69	364.65	173.75	83.48
연면적 합	㎡	552.45	312.83	997.76	196.49	514.23	998.00
공동주택 수	개수	8.60	8.18	3.31	6.35	20.50	12.10
35년 이상 건물 비율	%	39.75	51.11	23.73	56.05	22.98	22.76
행정복지센터 유무	더미	0.17	0.82	0.00	0.00	0.00	0.10
초등학교 유무	더미	0.11	0.47	0.13	0.00	0.13	0.00
철도역까지의 거리	m	6594.59	4900.05	6164.29	6670.11	19816.68	3134.98
확장지역까지의 거리	m	2983.01	2959.69	1647.00	2464.58	11271.68	1701.59
시가화면적 비율	%	57.06	77.15	32.04	68.57	75.52	34.20

되었다. 특히 철도역과 확장지역까지의 거리는 전체 평균보다 다른 클러스터들에 비해 수치값이 높은 것으로 나타났다. 시가화면적 비율도 전체 평균보다 18% 이상 높은 것으로 확인되었다.

군집 5는 신규 공동주택 요인의 평균이 1.03으로 가장 높았으며, 다른 요인들은 (-)를 띠고 있는 것을 알 수 있다. 이는 기존 도심보단 도시개발 및 택지개발로 인해 신규 개발되는 지역들이 밀집된 지역일 것으로 판단된다. 이에 군집 5를 “신시가가지역”이라고 명명하였다. 실제 지표 평균값을 확인해 본 결과, 유소년인구 비율이 16%로 유소년인구 비율이 가장 높은 클러스터이다. 또한, 고령인구 비율도 전체 평균보다 4% 정도 낮은 것으로 확인되었다. 건축물특성에서 건축물 수는 낮지만 연면적의 합은 높아 공동주택이 주로 밀집된 지역들이 군집된 것을 알 수 있다. 또한, 노후건물의 비율이 22.76%로 가장 낮은 클러스터임을 알 수 있다. 기반시설의 경우 행정복지센터는 0.1 개씩 존재하나, 초등학교는 없는 것으로 확인되었다. 철도역과 확장지역까지의 거리는 전체 평균보다 가까운 위치에 있으며 시가화면적 비율은 34.2%로 시가화면적이 낮은 것을 알 수 있다.

### 3. 도시천공 발생의 영향요인 분석

#### 1) 모형의 적합도

본 연구는 도시천공 발생에 통계적으로 유의한 영향을 미치는 요인들을 파악하기 위해 이항 로지스틱 회귀분석을 이용하였다. <표 9>와 <표 10>은 모형의 적합도 검정 결과를 정리한 것이다.

먼저 <표 9>의 (a)는 모형요약 통계량을 나타낸 것으로 -2LL은 247.610, Cox&Snell  $R^2$ 은 0.360, Nagelkerke  $R^2$ 은 0.654으로 회귀모형이 종속변수의 전체 변동 중 약 30~65%가량 설명할 수 있는 것으로 확인되었다. <표 9>의 (b)는 전체적인 모형의 검정 결과를 보여주는 것이다. 먼저 카이제곱은 312.324로 나타났다. 이는 기준모델의 -2Log우도와 분석모델의 -2Log우도의 차이값으로 설명변수가 투입되면서 312.324만큼 -2Log우도가 줄었다는 것이다(이희연, 노승철 2020). 여기서 유의확률은 0.00으로 이는 0.05보다 작아 본 모형은 적합한 모형이며, 해당 설명변수들은 유의미한 변수라고 할 수 있다.

<표 10>은 모형을 통하여 도시천공 발생격자와

표 9\_이항 로지스틱 회귀모형 요약

(a) 모형 요약			(b) 모형계수 총괄검정 결과			
-2LL	Cox&Snell $R^2$	Nagelkerke $R^2$	입력	$\chi^2$	자유도	유의확률
247.610	.360	.654	단계	312.324	12	.000
			블록	312.324	12	.000
			모형	312.324	12	.000

표 10\_분류정확도

1단계		예측		분류정확도(%)
		도시천공		
관측		미발생지역격자(0)	발생지역격자(1)	
도시 천공	미발생지역격자(0)	593	12	98.0
	발생지역격자(1)	28	68	70.8
전체 퍼센트(%)				94.3

표 11\_도시천공 발생의 영향요인 분석 결과

변수명	B	SE	Wald	p	OR	95% CI	
						LLCI	ULCI
총 인구수	-0.003	0.001	29.109	.000***	0.997	0.996	0.998
유소년인구 비율	-0.058	0.028	4.335	.037**	0.944	0.894	0.997
고령인구 비율	0.060	0.034	3.178	.075*	1.062	0.994	1.134
건축물 수 합	-0.005	0.002	8.661	.003***	0.995	0.992	0.998
연면적 합	-0.001	0.000	3.785	.052*	0.999	0.999	1.000
공동주택 수	-0.052	0.029	3.290	.070*	0.949	0.898	1.004
35년 이상 건물 비율	0.021	0.010	4.035	.045**	1.021	1.001	1.042
행정복지센터 유무	-1.001	0.489	4.199	.040**	0.367	0.141	0.957
초등학교 유무	-1.017	0.507	4.022	.045**	0.362	0.134	0.977
철도역까지의 거리	-0.000	0.000	3.274	.070*	0.999	1.000	1.000
확장지역까지의 거리	0.001	0.000	26.283	.000***	1.001	1.000	1.001
시가화면적 비율	-0.033	0.009	12.415	.000***	0.967	0.950	0.985

주: \* p < 0.1, \*\* p < 0.05, \*\*\* p < 0.01.

미발생격자가 잘 분류되었는지 확인하는 표이며, 이는 이항 로지스틱 회귀분석 결과의 예측력을 나타내는 것이다. 산출된 분류표를 확인해 보면, 미발생 격자 605개 중 593개를 예측하여 98%의 예측력을 나타내었다. 또한, 발생격자 96개 중 68개를 예측하여 70.8%의 예측력을 나타내었다. 전체적으로는 총 701개 격자 중 94.3%에 해당되는 661개의 격자를 정확하게 예측한 것으로 확인되었다.

## 2) 이항 로지스틱 회귀분석 결과

<표 11>은 이항 로지스틱 회귀분석 결과이며, 구축된 모형의 추정계수와 승산비(Odds-ratio: OR)를 통해 각 설명변수가 도시천공 발생에 얼마나 영향을 주는지를 추정할 수 있다.

분석 결과, 모든 독립변수들은 유의수준 10% 기준에서 종속변수에 통계적으로 유의미한 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 추정계수값(B)을 확인하면, 고령인구 비율, 35년 이상 건물 비율, 확장지역까지의 거리는 (+)의 값을 가진다. 이를 승산비를 통하여 해석

하면, 고령인구 비율이 1단위(%p) 증가하면 도시천공이 발생할 가능성이 1.062배 증가하며, 35년 이상 건물 비율이 1단위(%p) 증가하면 도시천공이 발생할 가능성이 1.021배 증가한다. 또한, 확장지역까지의 거리가 1단위(m) 증가하면 도시천공이 발생할 확률이 1.001배 증가하는 것을 알 수 있다. 즉, 고령인구 비율이 높고, 35년 이상 노후건물이 많으며, 확장지역까지의 거리가 먼 격자는 인구밀도가 감소하여, 도시구역에서 탈락하고, 도시천공이 발생할 가능성이 높아진다.

한편, 총 인구수, 유소년인구 비율, 건축물 수 합, 연면적 합, 공동주택 수, 행정복지센터 유무, 초등학교 유무, 철도역까지의 거리, 시가화면적 비율은 추정계수값(B)이 음수를 나타내며, 승산비는 1 미만으로 나타났다. 즉, 해당 요인의 값이 커지면 도시천공의 발생 가능성이 감소하는 것으로 판단할 수 있다. 2010년의 인구수가 1단위(명) 증가하면 도시천공이 발생할 가능성이 0.997배 감소하며, 유소년인구 비율이 1단위(%p) 증가하면 도시천공이 발생할 가능성이 0.944배 감소하는 것을 알 수 있다. 건축물 수 합이 1단위 증가하면 도시천공이 발생할 가능성이 0.995배 감소

하며, 연면적 합이 1단위(m) 증가하면 도시천공이 발생할 가능성이 0.999배 감소한다는 것을 알 수 있다. 또한, 공동주택 수가 1단위 증가하면 도시천공 발생 확률이 0.949배 감소한다. 격자 내에 행정복지센터와 초등학교가 존재하는 경우, 도시천공 발생 가능성은 0.367배, 0.362배로 매우 크게 감소한다. 또한, 철도역까지의 거리가 1단위(m) 증가하면, 도시천공 발생 가능성이 0.999배 감소하며, 시가화면적 비율이 1단위(%p) 증가하면, 도시천공이 발생할 가능성이 0.967배 감소한다.

대부분 변수들의 영향력의 방향은 상식에 부합하나 일부 변수의 경우, 추가적인 설명이 필요하다. 확장지역까지의 거리는 해당 도시에서 신규개발 또는 인구증가가 일어나고 있는 지역까지의 거리를 의미한다. 따라서 주변지역에서 해당 지역으로 인구가 빨려 들어가서 오히려 천공이 발생할 수도 있다. 그러나 분석 결과에 따르면, 확장지역까지의 거리가 멀수록 도시천공이 발생할 가능성이 높아진다. 즉, 해당 도시에서 인구가 증가하고 있는 지역과 멀리 떨어진 지역에서 도시천공이 발생하는 것을 알 수 있으며, 인구가 증가하는 지역들은 주변지역에도 긍정적인 영향을 미치는 것으로 생각할 수 있다. 이는 본 연구의 분석단위가 500m 단위의 소형 격자이기 때문에 나타나는 현상으로도 이해할 수 있다.

철도역까지의 거리가 멀어질수록 도시천공 발생의 가능성이 오히려 감소하는 것으로 나타났으며, 이는 상식과 다를 수 있다. 이는 인구감소 지방 중소도시에서 차량에 비하여 철도이용 서비스의 영향력이 작기(최창호 2013) 때문인 것으로 예상된다.

## V. 결론

본 연구는 도시축소 현상을 총인구 관점에서 벗어나

공간적인 관점에서 바라보고자 하였다. 이를 위하여 도시천공 현상이 발생하는 지역의 특징을 확인하고 그 영향요인을 확인하였다. 분석 결과를 정리하면, 다음과 같다.

첫째, 도시천공 발생지역들을 유형화한 결과, 서비스 양호지역(저밀), 원룸촌 지역, 저밀 노후지역, 교외 중심지역, 신시가지 지역의 다섯 가지 유형이 도출되었다.

둘째, 고령인구 비율이 높을수록, 35년 이상 건물 비율이 높을수록 확장지역까지의 거리가 멀수록 도시천공 발생 가능성이 높아졌다.

셋째, 총인구수가 작을수록, 유소년인구 비율이 낮을수록, 건축물 수가 적을수록, 연면적이 작을수록, 공동주택 수가 적을수록, 행정복지센터 및 초등학교가 없을수록, 철도역까지의 거리가 가까울수록, 시가화면적 비율이 작을수록 도시천공 발생 가능성이 높아졌다.

본 연구의 결과를 바탕으로 도출한 정책적 시사점은 다음과 같다.

첫째, 도시천공 현상에 대응하기 위한 생활권 단위, 소지역 단위 계획이 필요하다. 본 연구의 결과를 통하여, 인구감소도시 내에서 국지적인 인구감소 현상이 있음을 확인하였으며, 이에 대한 소지역 단위의 공간계획적 대응이 요구된다.

둘째, 도시천공 발생지역의 유형에 따른 차별적 대응정책이 요구된다. 연구 결과에서 보는 바와 같이 도시천공 발생지역의 특징은 유형에 따라 다르게 나타났다. 따라서 대응정책도 유형에 따라 다양한 형태가 필요하다.

본 연구는 축소도시에 관한 기존 연구와 달리 총인구 관점이 아닌 공간적 축소현상을 도시천공의 관점에서 분석한 국내의 초기 연구라는 점에서 의의가 있다. 그러나 다음과 같은 한계점이 존재한다. 첫째, 본

연구는 도시구역을 도출하는 과정에서 일본의 DID 기준을 적용하였다. 일본과 우리나라의 도시공간구조는 유사한 점이 많으나, 차이점이 있기 때문에 해외의 기준을 그대로 적용하는 것은 연구의 한계로 지적될 수 있다. 향후, 우리나라에서 실질적인 시가화 여부를 파악할 수 있는 지표의 개발이 이루어질 경우 보다 정밀한 연구가 가능할 것이다. 둘째, 격자 단위 자료로 사용하여 도시구역, 도시천공 발생지역의 경계가 도로, 하천 등 물리적인 경계와 일치하지 않는다. 이는 격자 통계 자료를 사용하는 한계로 인한 것이다. 향후 소가구 단위의 다양한 자료가 구축될 경우 물리적 경계를 고려한 도시천공 발생 지역의 도출이 가능할 것이다. 마지막으로 본 연구는 도시 내에서 인구밀도가 일정 수준 이하로 내려간 지역을 문제지역으로 판단하고 연구를 진행하였다. 그러나 일정 수준 이상의 인구를 유지하고 있더라도 기존 대비 인구가 급격하게 감소하여 인구감소량이 큰 지역이 더 많은 문제가 발생할 가능성도 있다. 따라서 이 같은 지역에 집중된 후속 연구가 필요할 것이다.

## 참고문헌 •••••

1. 건축공간연구원. 2018. '장소만들기'에서 도시재생 뉴딜의 방법을 모색하다. 건축과 도시공간 29권. 세종: 건축공간연구원.
1. Architecture & Urban Research Institute. 2018. Exploring methods for an urban regeneration New Deal in 'Place Making'. *Architecture and Urban Space* 29. Sejong: Architecture & Urban Research Institute.
2. 고수정. 2018. 빅데이터 군집 분석을 이용한 학습성취도 예측: 종단 연구를 중심으로. 한국디지털콘텐츠학회논문지 19권, 9호: 1769-1778.
2. Ko Sujeong. 2018. Predicting learning achievement using big data 클러스터 분석: Focusing on longitudinal study. *Journal of Digital Contents Society* 19, no.9: 1769-1778.
3. 구형수, 김태환, 이승욱, 민범식. 2016. 저성장시대의 축소도시 실태와 정책방안 연구. 안양: 국토연구원.
3. Koo Hyungsoo, Kim Taehwan, Lee Seunguk and Min Beomsik. 2016. *Urban Shrinkage in Korea: Current Status and Policy Implications*. Anyang: Korea Research Institute for Human Settlements.
4. 구형수. 2017. 축소도시 현황과 이슈. 도시문제 52권, 584호: 22-25.
4. Koo Hyungsoo. 2017. Status and issues of shrinking cities. *Urban Issues* 52, no.584: 22-25.
5. 국토교통부, 한국국토정보공사. 2022. 2021 도시계획현황. 세종: 국토교통부.
5. Ministry of Land, Infrastructure and Transport and Land and Geospatial Informatix Corporation. 2022. *2021 Urban Planning Status Statistics*. Sejong: Ministry of Land, Infrastructure and Transport.
6. 김두완. 2019. 이항 로지스틱 회귀모형을 이용한 한국의 ICT ODA 결정요인 연구: 2015년 한국 ICT ODA 수원국을 중심으로. 석사학위논문, 숭실대학교.
6. Kim Duwan. 2019. *Determinants of ICT ODA in Korea using a Binary Logistic Regression Model: Focusing on Korea ICT ODA Recipients in 2015*. M.D. diss., Soongsil University.
7. 김민석, 변태근, 이상호. 2019. 인구밀도경사함수를 이용한 도시축소현상 진단: 영주시를 사례로. 지역연구 35권, 4호: 33-45.
7. Kim Minseok, Byun Taegeun and Lee Sangho. 2019. A diagnosis of shrinking city using population gradient curve: A case study on the City of Yeong-ju. *Journal of the Korean Regional Science Association* 35, no.4: 33-45.
8. 김숙희, 정가형. 2018. 이항로지스틱 회귀모형을 이용한 전 기차 구매 영향요인 분석: 수원시를 중심으로. 대한토목학회 논문집 38권, 6호: 887-894.
8. Kim Sukhee and Jeong Gahyung. 2019. An analysis for influencing factors in purchasing electric vehicle using a binomial logistic regression model: Focused on Suwon City. *Journal of the Korean Society of Civil Engineers* 38, no.6: 887-894.
9. 박병호, 김준용. 2009. 우리나라 중소도시의 쇠퇴유형 분석. 한국도시지리학회지 12권, 3호: 125-137.
9. Park Byungho and Kim Junyong. 2009. An analysis of the decline types of small-and-medium sized cities in Korea. *Journal of the Korean Urban Geographical Society* 12, no.3:

- 125-137.
10. 박종철. 2011. 인구감소시대의 축소 도시계획 수립방안: 전라남도 중소도시의 도시공간구조를 중심으로. 한국지역개발학회지 23권, 4호: 55-88.  
Park Jongchul. 2011. Urban planning of shrinking cities in Jeollanam-do in the age of population decrease. *Journal of the Korean Regional Development Association* 23, no.4: 55-88.
  11. 박해선. 2020. 혼자 공부하는 머신러닝+딥러닝. 서울: 한빛미디어.  
Park Haeseon. 2020. *Machine Learning+Deep Learning to Study Alone*. Seoul: Hanbit Media.
  12. 손가영. 2023. 인구밀집구역의 공간적 축소에 관한 연구: 인구축소 중소도시를 중심으로. 석사학위논문, 충북대학교.  
Son Gayoung. 2023. *Identification of the Spatially Detached Area for Densely Populated Area: Focusing on Small and Medium Sized Shrinking Cities*. M.D. diss., Chungbuk University.
  13. 신학철, 우명제. 2022. 도시권 특성이 축소도시에 미치는 영향에 관한 연구. 국토계획 57권, 6호: 25-36.  
Sin Hakcheol and Woo Myungje. 2022. A Study on the effects of the characteristics of urban regions on shrinking cities. *Journal of Korea Planning Association* 57, no.6: 25-36.
  14. 안정근, 고윤석, 김동근. 2021. 지방 중소도시 도시구조 변화에 따른 도시발전 연구. 주택도시금융연구 6권, 1호: 23-37.  
Ahn Junggeun, Ko Yunsok and Kim Donggeun. 2021. A study on the urban development plan for the change of urban structure in local small and medium-sized cities. *Journal of Housing and Urban Finance* 6, no.1: 23-37.
  15. 안정근, 김동성, 박철홍. 2020. 지방 중소도시 유형별 1인가구 특성연구. 지역연구 36권, 2호: 13-24.  
Ahn Junggeun, Kim Dongsung and Park Cheolheung. 2020. A Study on the characteristics of one-person household in local small and medium cities. *Journal of the Korean Regional Science Association* 36, no.2: 13-24.
  16. 윤장식, 이삼수. 2019. 일본의 축소도시 대응정책의 도시계획적 함의: 입지적정화계획을 중심으로. 국토계획 54권, 2호: 17-32.  
Yoon Jangshik and Lee Samsu. 2019. A Study on the urban planning's implications and the governmental policies for shrinking city in Japan: Focusing on location normalization plan. *Journal of Korea Planning Association* 54, no.2: 17-32.
  17. 이다건. 2019. 지방 중소도시의 도시 축소 현상의 시각화와 그 영향에 관한 실험적 예측: 경북의 7개 축소도시를 대상으로. 석사학위논문, 경북대학교.  
Lee Dageon. 2019. *A study of visualization about shrinking phenomenon in small and medium-sized local cities and experimental forecast about the impacts. Targeting 7 shrinking cities in Gyeongsangbuk-do*. M.D. diss., Kyungpook National University.
  18. 이삼수, 전해진, 이재수. 2018. 축소도시의 진단 기준과 사례 분석 및 발생 요인 연구. 주택도시연구 8권, 3호: 83-100.  
Lee Samsu, Jeon Hyejin and Lee Jaesu. 2018. An investigation into the evaluation criteria, cases and causes of urban shrinkage. *SH Urban Research & Insight* 8, no.3: 83-100.
  19. 이상호. 2016. 한국의 지방소멸에 관한 7가지 분석. 지역고용동향브리프 2016년 봄호: 3-17.  
Lee Sangho. 2016. 7 Analysis of Korea's local disappearance. *KEIS Regional Employment Trends Brief 2016 Spring Issue*. 3-17.
  20. 이희연, 노승철. 2020. 고급통계분석론: 이론과 실습. 고양: 문우사.  
Lee Heeyeon and Noh Seungcheol. 2020. *Advanced Statistical Analysis*. Goyang: Moonwoo.
  21. 이희연, 한수경. 2014. 길 잃은 축소도시 어디로 가야 하나. 안양: 국토연구원.  
Lee Heeyeon and Han Sookjung. 2014. *Where Should I Go in This Lost Miniature City?*. Anyang: Korea Research Institute for Human Settlements.
  22. 일본건축학회. 2020. 박병순, 김용선, 정신원 역. 도시축소시대의 토지이용계획. 세종: 국토연구원.  
Architectural Institute of Japan. 2020. trans. Park ByeongSun, Kim YoungSeon, Jeong Shinwon. *Land Use Planning in the Era of Urban Shrinkage*. Sejong: Korea Research Institute for Human Settlements.
  23. 전호진. 2019. 축소도시의 식별 및 통행특성에 관한 연구: 우리나라 중소도시를 중심으로. 석사학위논문, 서울시립대학교.  
Jeon Hojin. 2019. *A Study on the Identification of Shrinking Cities and Their Traffic Characteristics. Focused on Small and Medium sized cities in South Korea*. M.D. diss., University of Seoul.
  24. 정소양, 유재연, 김태영, 김용환. 2014. 원도심 쇠퇴현황 및 도시재생 추진방향. 국토정책 Brief 488호: 1-8.  
Jung Soyang, Yoo Jaeyoon, Kim Teayoung and Kim Yonghwan. 2020. Status of decline in the original downtown and direction of urban regeneration. *KRIHS Policy Brief*

- no.488: 1-8.
25. 조대현. 2021. 우리나라 도시 축소의 인구 요인 및 특성 분석. *한국도시지리학회지* 24권, 1호: 29-44.  
Cho Daeheon. 2021. Analysis of demographic factors and characteristics of urban shrinkage in Korea. *Journal of the Korean Urban Geographical Society* 24, no.1: 29-44.
  26. 최예슬. 2021. 지방 중소도시의 유출인구 직종 특성 분석. *국토연구* 108권: 3-18.  
Choi Yeseul. 2021. The analysis of occupational characteristics of emigrants from small- and medium-sized cities in non-metropolitan areas in Korea. *The Korea Spatial Planning Review* 108: 3-18.
  27. 최재현, 박판기. 2020. 한국 축소도시의 지역적 특성과 도시 정책의 방향. *한국도시지리학회지* 23권, 2호:1-13.  
Choi Jaehyun and Park Paanghi. 2020. Regional characteristics of the shrinking cities in Korea and its implication toward urban poldes. *Journal of the Korean Urban Geographical Society* 23, no.2: 1-13.
  28. 최창호. 2013. 지방 중소도시 철도역 연계교통 실태조사와 정비방향: 중앙선을 중심으로. *한국철도학회논문집* 16권, 1호: 52-58.  
Choi Changho. 2013. Suggestions for improvement of connectivity between railway stations in small and medium-sized cities based on a survey focused on the Joongang Line. *Journal of the Korean Society for Railway* 16, no.1: 52-58.
  29. 채성주, 배민기, 백기영. 2014. 지역 낙후도 유형에 따른 인구이동 특성과 이동 요인: 충북 사군을 사례로. *국토연구* 81권: 91-103.  
Chae Sungju, Bae Minki and Baek Kiyong. 2021. The characteristics of migration and immigration factors based on the regional classification using degree of regional retardness: Case of local governments in Chungbuk Province. *The Korea Spatial Planning Review* 81: 91-103.
  30. 홍두승. 2000. 사회조사분석. 서울: 다산출판사.  
Hong DuSeung. 2000. *Social Survey Analysis*. Seoul: Dasan Publishing Company.
  31. 浅野純一郎, 原なつみ. 2014. 地方都市における DID 縮小区域の発生状況とその特性に関する研究. *都市計画論文集* 49卷, 3号: 651-656.  
Asano JunIchiro and Hara Natsumi. 2014. A study on characteristics of shrinkage of densely inhabited districts in local cities. *Journal of the City Planning Institute of Japan* 49, no.3: 651-656.
  32. 川邊晃大, 渡辺俊. 2020. 相対的な人口集中地区の抽出を通じた国市町村の都市縮小傾向の分析-人口減少時代を迎えるわが国都市圏の形態変化に関する研究(その2)-. *日本建築学会計画系論文集* 85卷, 770号: 997-1005.  
Kawabe Akihiro and Watanabe Shun. 2020. An analysis on urban shrinkage trends of all Japanese cities via detecting relative densely inhabited district -Urban form changes of Japanese cities in an era of shrinking population part 2-. *Journal of Structural and Construction Engineering* 85, no.770: 997-1005.
  33. 総務省統計局. 2023. 人口集中地区に関するQ&A(回答). <https://www.stat.go.jp/data/chiri/qa/qa-1.html> (2023년 11월 26일 검색).  
Statistics Bureau of Japan. 2023. <https://www.stat.go.jp/data/chiri/qa/qa-1.html> (accessed November 26, 2023).
  34. 原なつみ, 浅野純一郎. 2015. 非線引き地方都市における DID 縮小区域の発生要因と居住環境に関する研究. *都市計画論文集* 50卷, 3号: 886-891.  
Hara Natsumi and Asano JunIchiro. 2015. A study on occurrence factors and residential environment in shrinkage of densely inhabited districts in local non area-divided cities. *Journal of the City Planning Institute of Japan* 50, no.3: 886-891.
  35. Iwasaki, Yukiya. 2021. Shrinkage of regional cities in Japan: Analysis of changes in densely inhabited districts. *Journal of Urban Policy and Planning Cities* 113, no.103168: 1-9.
  36. Wiechmann, T. and Wolff, M. 2013. Urban shrinkage in a spatial perspective: Operationalization of shrinking cities in Europe 1990-2010. *AESOP-ACSP Joint Congress* 1519: 1-20.
- 
- 논문 접수일: 2023. 10. 15.
  - 심사 시작일: 2023. 11. 3.
  - 심사 완료일: 2023. 11. 28.

---

## 요약

주제어: 도시축소, 축소도시, 도시천공, 역스프롤, 공간적 축소

인구감소와 고령화에 따라 국내에서도 도시축소 문제가 대두되고 있다. 도시축소에 대한 기존 연구는 도시의 총인구 감소 측면에서 주로 다루어지고 있으며, 도시천공 현상으로 불리는 국지적인 인구감소에 대한 연구는 찾기 어렵다. 이에 본 연구는 국내의 인구감소 중소도시를 대상으로 도시천공 현상이 발생한 지역을 분석하고, 영향요인을 분석하는 것을 목적으로 한다. 분석의 공간적 범위는 인구가 감소하는 19개 중소도시이며, 연구의 시간적 범위는 2010년에서 2021년이다. 500m X 500m 격자를 이용하여 도시천공 발생지역을 도출하였다. 이후 K-mean 군집분석을 통하여 유

형화를 하고, 이항 로지스틱 회귀모형을 통하여 영향요인을 분석하였다. 연구의 결과를 정리하면 다음과 같다. 첫째, 도시천공 발생지역은 서비스 양호지역(저밀), 원룸촌 지역, 저밀 노후지역, 교외 중심지역, 신시가지 지역의 5개 유형으로 구분되었다. 둘째, 고령인구 비율, 35년 이상 건물 비율, 확장지역까지의 거리가 커질수록 도시천공이 발생할 확률이 높아졌다. 셋째, 총인구수, 유소년인구 비율, 건축물 수 합, 연면적 합, 공동주택 수, 행정복지센터 유무, 초등학교 유무, 철도역까지의 거리, 시가화면적 비율이 커질수록 도시천공이 발생할 확률은 낮아졌다.

---