

최근린 권역을 고려한 인구감소지역 간 흐름의 공간적 연관성 탐색에 관한 연구

이승연*·황태건**·이원도***·황철수****

Measuring Spatial Associations of Intercity Flows between Depopulation Regions Considering Nearest Neighborhoods

Seungyeon Lee* · Taekeon Hwang** · Won Do Lee*** · Chul Sue Hwang****

요약 : 우리나라는 급격한 총인구 감소와 인구 불균형으로 인해 심각한 인구감소 위기에 직면하였다. 정부는 장기적 인 인구감소와 경제적 쇠퇴를 방지하기 위해 89개의 인구감소지역을 지정하였다. 인구감소 문제에 효과적인 대응을 위해선 지자체 간 연계·협력이 필요하며, 상호연관성을 측정해야 한다. 기존 연구들은 지역 간 상호연관성을 측정하기 위해 기중점의 쌍별 비교에 중점을 두고 분석하였다. 하지만, 개인의 활동은 거주지와 근무지에 국한되지 않기에 다양한 지역으로의 이동을 고려해야 한다. 따라서 본 연구에서는 인구감소지역에서의 인구이동과 소비 흐름 사이의 이변량 상호연관성을 측정하고, 근린지역 범위에 따른 적정 공간 권역 임계치를 확인하였다. 인구감소지역은 가까운 거점도시와의 강한 상호연관성을 가지므로 인구감소 대응 정책 수립에 있어 근린지역에 고려한 정책 수립의 필요성을 강조하고자 한다.

주요어 : 인구감소지역, 이변량 데이터, 최근린 권역, 통행 흐름 패턴, BiFlowLISA

Abstract : South Korea faces a serious demographic crisis, characterised by a faster total population decline and imbalance of population flows, particularly rural-to-urban migration of young people. The central government has designated 89 cities and counties across South Korea as "depopulation regions" for intensive support. Partnerships and collaboration with these local authorities are necessary to tackle long-term population and economic decline. To do this, it is vital to understand and measure the magnitude of inter-city relationships between regions. Previous studies have tended to measure inter-city relationships using inter-city flows data, but focused on origin-destination pairwise analysis. However, daily activity spaces of individuals are not limited to near homes and workplaces, as people can visit more destinations during their daily routines. To this end, this study measures the relationships between depopulation regions and evaluates their spatial associations, which accounts for neighboring areas. The analysis results find strong associations between depopulation regions, but these associations are relatively insignificant without considering their neighboring areas. The paper concludes by discussing the policy implications of these findings.

Key Words : Depopulation regions, Bivariate data, Nearest neighbors, Travel flow pattern, BiFlowLISA

* 경희대학교 지리학과 대학원, 석사과정(Graduate Student, Department of Geography, Kyung Hee University), seungyeon677@khu.ac.kr

** 경희대학교 지리학과 대학원, 박사수료(Ph.D Candidate, Department of Geography, Kyung Hee University), htkgeo@khu.ac.kr

*** 한국지방행정연구원 인구감소지역대응센터장(Director, Depopulation area response center, Korea Research Institute for Local Administration), wondo.lee@krla.re.kr

**** 경희대학교 지리학과, 교수(Professor, Department of Geography, Kyung Hee University), hcs@khu.ac.kr

1. 서론

저출산, 고령화로 인한 총인구 규모 감소와 비수도권 지역에서 수도권으로 인구 유출은 지역소멸을 가속하여 심각한 인구감소를 초래하고 있다. 특히, 인구가 감소하는 상황 속에서 인구 불균형 심화는 국가 경쟁력 감소와 함께 지역의 생산기능 감소 및 성장동력 약화로 이어질 수 있다는 점에서 중요한 문제이다(이원도 등, 2023). 인구 불균형 문제는 일자리, 주택, 교통인프라 등 지역 발전의 제반 분야의 불균형으로 이어졌고, 비수도권의 인구 유출을 더욱 가속하여 공동체 붕괴 및 발전 동력 상실 문제로 나타났다(최예술, 2022). 현재 우리나라는 더 나은 정주 여건과 일자리 기회를 제공하는 수도권으로의 인구과잉(Overpopulation)과 비수도권 지역의 인구감소와 인구과소(Underpopulation) 현상이 지속되어 인구 불균형, 지역총생산(GRDP) 감소, 장기적인 지역 경제침체 등 많은 사회적 문제를 유발했다(고문익·김걸, 2021; 김병석·서원석, 2014; 이상림 등, 2018).

인구감소 위기 대응을 위해 정부는 2021년 10월 「인구감소지역지원특별법」을 제정하고, 89개의 기초지방자치단체(이후 지자체)를 인구감소지역으로 지정하였다. 인구감소 위기를 지역 간 협력 및 연계를 통해 스스로 극복할 수 있도록 정부는 미시적 관점에서 유연한 정책 공간 단위를 형성하여 정책을 수립 및 수행하도록 주문했다(황명화, 2017). 이는 지자체 내 인구를 측정하는 방식을 정주인구에 초점을 맞췄던 거시적 관점에서 인구의 실제 활동을 같이 고려하는 미시적 관점으로 전환하였으며, 새로운 인구 개념인 생활인구를 인구감소지역연구에 적용하는 계기가 되었다.

인구감소지역 생활인구(이후 생활인구)란, 「인구감소지역지원특별법」 제2조에 따라 특정 지역에 거주하거나 체류하면서 생활을 영위하는 사람으로, 주민으로 등록된 사람과 특정 지역을 방문하여 체류하는 사람을 모두 포함한다. 이처럼 지역 내 인구를 측정하는 과정에서 정주인구와 더불어 유동 인구를 모두 고려하는 생활인구 개념은 지역소멸 대응을 위해 확장된 인구개념이다(전대욱 등, 2021). 따라서 통근, 통학, 여가 등과 같은 단기적 인구이동 패턴을 유형화하여 지역민의 활동을 이해하고, 생활권의 범위와 역할을 탐색하는 연구는 인구소멸 위기 대응을 위한 정책 수립의 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

더 나아가, 개별 주체들이 일상 활동을 영위함에 따라 발생하는 경제활동 또한 지역 활력을 높이는 요소로 주목받고 있다(Kim, 2018). 특히, 개인 소비 패턴은 거주지가 아닌 일상 활동을 수행하는 지역에서 주로 이루어지기 때문에 거주지와 소비지역 사이의 경제 흐름 행태를 확인하는 것이 필요하다(어하나·이희연, 2014; 이정섭·은석인, 2013; 황명화, 2017). 즉, 일상 활동을 통해 나타나는 통행과 소비 패턴을 함께 바라봄으로써, 개인의 일상 활동을 공간적으로 해석하여 지역 활력 제고에 기여하고, 새로운 행정서비스의 발권이 가능해지도록 할 것이다.

이처럼 지역 내 인구 및 소비 흐름 패턴을 탐색하고 인구소멸 대응 정책에 적용하고자 하는 연구가 다수 수행되고 있으나 흐름 데이터의 복잡한 구조로 인하여 흐름의 특성과 관계를 이해하고 시각화하기에는 쉽지 않다(Gu *et al.*, 2023). 그러므로 수많은 흐름 중에서 인간의 활동과 현상을 설명하는 유의미한 흐름을 도출할 필요가 있다. 특히, 단기 인구이동의 빈도, 소비의 비용이라는 정량적 변수를 고려하고 인접한 흐름 간의 상호연관성을 보기 위해서는 흐름 데이터의 공간적 자기상관성 분석인 FlowLISA(Liu *et al.*, 2015)를 통해 탐색하여야 한다. 그러나 인구이동과 소비의 흐름을 각각 독립적으로 살펴보는 것은 개인의 활동을 제대로 반영하지 못하며, 지역 내 문제를 원활하게 해석할 수 없다는 한계를 가진다(Zhou *et al.*, 2023). 따라서, Tao and Thill(2020)이 제시한 이변량 흐름 데이터의 공간적 자기상관성 분석(Bivariate flow LISA; BiFlowLISA)을 통해, 인구 통행과 소비 매출액 두 가지 변량을 동시에 살펴봄으로써 인접한 거점도시와의 연관성, 인구감소지역 사이의 상호경쟁 관계에 대한 유형화를 진행하고자 한다.

본 연구는 인구감소지역과 인접한 지자체와의 공간적 상호연관성을 확인하기 위해 인구감소지역 비율이 높은 전라지역(광주광역시, 전라북도, 전라남도)을 모두 포함(합)을 대상으로 인구 통행과 소비 행태 흐름의 공간적 상호연관성을 탐색하였다. 전라지역 내 인구감소지역과 근린지역을 하나의 권역으로 하여 지역 간 통행량 및 매출액 흐름의 기중점(Origin-Destination)별 상호연관성 지표를 통해 공간적 자기상관 유형을 확인하였다. 결과적으로, 기중점과 근린지역을 모두 고려하여 나타난 유형별 군집의 패턴을 해석하여 전라지역 내 인구감소지역 간 흐름 패턴과 더불어 근린지역을 포함한 권역 간 협력 관계 설정에 기여하고자 한다.

2. 선행연구 고찰

개인의 일상 활동과 함께 발생하는 흐름 데이터는 공간 데이터가 가지는 기본 특성과 더불어 네트워크, 흐름 속성을 보유하여 지리적 사상 간 상호작용이 시공간적으로 어떻게 표출되고 변화하는지에 대한 정보를 제공한다(허우궁, 2015; 황명화, 2017). 흐름 데이터는 기종점의 형태로 이루어지며, 유동의 대상에 따라 인구 통행량, 카드 소비내역, 교통수단별 통행내역, 지오태그(Geotag), 도시 간 금융 거래량 등의 정보를 제공하며 인구추정, 지역 활력 측정, 관광 등의 관점에서 해석하려는 시도가 이루어지고 있다(김규혁 등, 2021; 김나연·강영옥, 2019; 안은희·안정국, 2021; 이승민·이건학, 2021). 대표적으로 서울특별시 빅데이터 캠퍼스는 읍면동별 생활인구 데이터와 업종별 카드 소비 패턴 데이터를 기종점 통행량 형태의 자료로 제공하고 있으며, 교통카드 빅데이터 플랫폼은 다양한 교통수단을 사용하는 사람들의 이동 데이터를 기종점 형태의 자료로 제공하고 있다.¹⁾ 이처럼 흐름 데이터는 인구 및 대중교통 등 이동을 활성화할 수 있는 과학적 정책 수립의 기반을 구축하고, 더욱 유연한 시공간 단위에서 발생하는 공간적 상호작용을 탐색하고 가치 창출에 지원할 수 있다는 유용성을 가진다.

기존 연구들은 지역 간 상호작용을 이해하는 데 있어 흐름 데이터를 기반으로 기종점의 쌍별(Pairwise) 비교예 중점을 두어 분석하였다. 구동회(2007)는 부산에서 다른 지역으로의 인구 유출 패턴에 대해 분석하였고, 부산의 인구감소는 수도권으로의 순유출과 더불어 근린지역의 성장에 따른 인구 교외화 현상임을 확인하였다. 류주현·장동호(2017)는 세종시와 인접 지역 간 인구 통행패턴 변화에 따른 세종시의 역할을 확인하였다. 세종시 개발에 따라 일부 인접 지역은 세종시와 높은 연계 관계를 보이나, 그렇지 않은 지역들도 있음을 확인하여 각 인접 지역에 맞는 대응 전략이 필요함을 시사했다. 김경근·엄명배(2017)는 신용카드 빅데이터를 활용하여 시도별 역외소비 및 소비유입 현황과 더불어 수도권과 지방 간 역외소비 및 소비유입 패턴을 탐색하였다. 수도권으로의 의존성, 지역 간 역외소비 경향 정도를 파악하여 해석함으로써 지역 특성 및 업종 그리고 지자체와의 관계가 개인 소비 행태에 영향을 미치고 있으며 이에 대한 추가적인 해석이 필요함을 시사했다. 하지만, 기존 연구들은 대부분 지역 간 상호연관성을 단변

량으로만 해석하고, 이를 해석하기 위한 유의미한 흐름을 찾기보다 주류의 흐름을 해석하는 데에 치중했다.

지리적 현상을 탐색하기 위해 대체로 기존 연구들은 공간적 자기상관성을 기반으로 고정된 사상인 점 또는 면이 가지는 단일 속성에 대한 공간적 군집 패턴을 탐색하였다. 하지만 지리적 현상은 단변량으로만 해석하기 어렵다. 따라서 단변량이 아닌 두 종류 이상의 다변량 변수에 대한 공간적 자기상관을 측정하는 방법(윤희정·박미현, 2014; Anselin *et al.*, 2002)과 더불어 흐름(선 사상)에 대해 공간적 자기상관을 측정하는 방법(김영호, 2010; 김희수·김영호, 2020; Berglund and Karlström, 1999; Shu *et al.*, 2021; Tao and Thill, 2019)에 대한 개발이 이루어졌다. 더 나아가, Tao and Thill(2020)은 이변량 흐름 데이터를 바탕으로 공간적 군집 패턴을 탐색할 수 있는 'BiFlowLISA'를 새롭게 제시하였다. 이들은 BiFlowLISA를 적용하여 뉴욕 맨해튼 지역의 택시와 택시 호출 서비스의 이변량 흐름 데이터 각각을 변수로 전역적, 국지적 공간적 자기상관성을 측정 및 유형화하였고, 지역 특성에 따른 상호연관성 및 상호경쟁을 기술하였다. 즉, BiFlowLISA 방법론은 기종점이 가지는 이변량 흐름 데이터 간 인접성을 바탕으로 상호연관성과 상호경쟁을 확인하는 것에 관심을 두고 있으며, 군집하는 패턴을 통해 유연한 지역 협력 관계 구축에 도움이 될 것으로 기대된다.

3. 자료 및 연구 방법

1) 데이터 및 연구의 범위

직접적인 인구감소 문제 대응을 위해 인구감소지역이 많은 분포하는 지역을 분석하여 인구감소지역 사이의 연계 패턴을 확인할 필요가 있다. 행정안전부에서 제공하는 인구감소지역 지정 현황자료(그림 1)처럼 전라지역에서 시도 내 인구감소지역이 차지하는 비율이 높기에 연구 지역으로 선정하였다. 강원도 또한 높은 비율을 보이지만, 다른 시도 지역과 다르게 특별시, 광역시, 특례시와 같은 광역 거점도시를 포함하지 않아 인구감소지역 간 다양한 연계 패턴을 보는 데에 적절하지 않다고 판단하였다. 인구감소지역 대비 시도별 총 시군구 개소 비(표 1)는 강원 66.67%, 전라지역 61.99% 순으로 높았고, 인구감소지역 대

비 시도별 총 시군구 면적비(표 1)는 전라지역 74.01%, 강원 70.56% 순으로 높았다. 전라지역은 인구감소지역으로 전라북도 10곳, 전라남도 16곳 총 26개 지역이 지정되어,

총 시군구 42개에 대해 절반이 넘는 지역이 지정되었음을 확인할 수 있다. 상기한 점을 종합하여 전라지역에서의 인구감소 문제에 대한 대응이 시급하다고 판단하였고, 전라지역을 연구 지역으로 선정하여 전라지역 내 인구감소지역 간 연계 패턴을 탐색하였다.

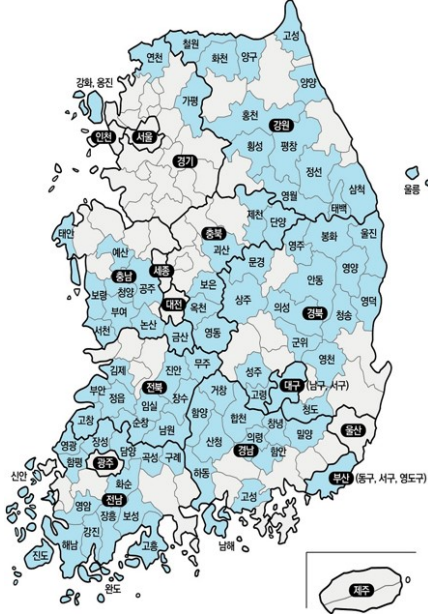


그림 1. 인구감소지역 지정 현황 (행정안전부)

전라지역 내 인구감소지역의 통행량 및 매출액 흐름 간 공간적 패턴을 살펴보기 위해 통신사와 신용카드 데이터를 활용하였다. 통신사 데이터는 기지국을 중심으로 이동 목적, 이동일 등의 속성정보와 함께 추정된 통행량과 통행의 기종점 정보를 시군구 단위에서 제공하고, 신용카드 데이터는 매출액, 거래 발생 건수, 거래 목적 등의 속성정보와 함께 소비자 거주지와 거래 발생 위치를 시군구 단위에서 제공한다. 두 데이터 모두 기종점 형태의 흐름 데이터로 재구성할 수 있다는 이점을 가진다. 따라서 전라지역 내 발생하는 통행량에 대해 2022년 데이터를 월별 누적하여 살펴본 결과, 3월에 통행량이 가장 급증하였기 때문에, 본 연구는 2022년 3월에 발생한 지역 간 통행량 및 매출액의 총합을 활용하였다.

기종점 흐름 데이터 형태의 2022년 3월에 발생한 전라지역의 통행량 및 매출액 데이터의 기초통계량은 다음과 같다(표 2). 전라지역 전역에서 발생한 통행은, 3월 한 달 사이 약 6,529만 명이 이동했고, 약 83,719억 원의 매출이 발

표 1. 시도별 총 시군구 대비 인구감소지역 비율

		인구감소지역(개)	총 시군구(개)	개소비율(%)	인구감소지역(km ²)	총 시군구(km ²)	면적비율(%)
수도권	서울	0	77	5.19	2134.66	12050.22	17.71
	인천	2					
	경기도	2					
강원도		12	18	66.67	11861.28	16809.63	70.56
충청지역	대전	0	36	41.67	9607.01	16677.15	57.61
	세종	0					
	충청북도	6					
	충청남도	9					
전라지역	광주	0	42	61.9	15595.80	21073.52	74.01
	전라북도	10					
	전라남도	16					
경상지역	부산	3	75	42.67	20588.25	32312.24	63.72
	대구	2					
	울산	0					
	경상북도	16					
	경상남도	11					

표 2. 2022년 3월 전라지역 전역 및 인구감소지역 간 인구 통행량, 소비 매출액 흐름

		전라지역 전역				전라지역 내 인구감소지역			
		통행량(명)		매출액(만원)		통행량(명)		매출액(만원)	
월 누적 이동량		65,290,000		837,187,00		3,383,000		24,458,00	
일별 평균 이동량		2,106,000		27,006,00		109,000		789,00	
상위 흐름	1	전주시 완산구 ↓ 전주시 덕진구	2,604,000	광주 북구 ↓ 광주 광산구	31,479,00	정읍시 ↓ 고창군	95,000	완도군 ↓ 해남군	834,00
	2	광주 북구 ↓ 광주 광산구	2,490,000	광주 북구 ↓ 광주 서구	30,404,00	정읍시 ↓ 부안군	90,000	남원시 ↓ 임실군	725,00
	3	전주시 덕진구 ↓ 전주시 완산구	2,339,000	광주 광산구 ↓ 광주 서구	29,484,00	정읍시 ↓ 김제시	87,000	정읍시 ↓ 김제시	679,00

생했다. 전라지역 내 거점도시 간 흐름에서 높은 통행량과 매출액을 보여 전라지역에서 발생하는 통행 및 매출은 거점도시 내부의 시군구에서 주로 발생하기에 주변 지역 특히, 인구감소지역의 통행과 매출을 유형화하기 어렵다. 따라서, 전라지역 내 인구감소지역 간 인구가동과 소비의 흐름 패턴이 공간적인 분포와 정도를 유형화하기 위해 인구감소지역 간 통행량 및 매출액에 한정하여 통계량을 작성하였다. 인구감소지역 간 발생한 통행과 소비의 흐름을 살펴해보았을 때, 약 383만 명이 이동했고, 약 2,446억 원의 매출이 발생했다. 전라지역 전체 흐름의 기초통계량과 비교했을 때, 가장 높은 통행량과 매출액 흐름 하나에 비해 인구감소지역 간 통행량 및 매출액의 총 합이 비슷하거나 낮으므로 전라지역 인구감소지역 간 통행 및 매출은 매우 부족한 실정임을 확인하였다.

2) 전라지역 내 인구감소지역 권역 임계치 측정

전라지역 내 인구감소지역의 인구감소 문제 대응을 위해선 지역 간 연계·협력을 통한 상생발전 전략의 구축이 필요하다. 따라서, 전라지역 인구감소지역에 적합한 권역 임계치를 측정하기 위해 통행량, 매출액 각각을 기준으로 지리적 인접성에 따른 공간가중치를 다르게 적용하여, 유의미한 흐름의 군집 패턴 변화를 확인하였다. 이를 위해 이

변량 x 와 y 에 대해 기준 흐름($f_{x(i,j)}$)과 근린 흐름($f_{y(u,v)}$)을 찾고, 지리적 근접성에 따른 상관 정보를 나타내는 공간가중치를 적용하여 근린지역 및 근린 흐름을 정의하여 군집 패턴을 유형화하는 BiFlowLISA 기법을 적용하였다. 해당 기법은 지리적 근접성에 따른 공간가중행렬($w_{i,j,uv}$)을 제작하기 위해 적합한 근린지역 범위에 대한 고려가 필수적이므로, k-최근린(k-Nearest Neighbors) 기법을 적용하여 k 를 1부터 10까지 설정하여 군집 패턴 변화를 확인하였다(그림 2). $k=3$ 에서 LH 유형의 군집이 급격히 증가했으며, k 가 증가해도 군집 개수 및 군집의 패턴이 일정하게 유지되는 모습을 보였다. 그리고 k 가 증가할수록 전라지역 전체를 근린지역으로 선정하는 문제를 가지므로, 전라지역 내 인구감소지역의 권역 임계치는 $k=3$ 이 적합하다고 판단했다.

3) BiFlowLISA 측정

전라지역 내 인구감소지역과 근린지역 간 이동하는 개별 주체의 일상 활동을 제대로 이해하기 위해선 인구 통행과 소비를 함께 고려하여 해석하는 것이 필요하다. 따라서, 앞서 측정된 $k=3$ 을 근린지역 임계치로 하여 이변량 흐름 데이터의 공간적 자기상관성을 측정 및 유형화할 수 있는 BiFlowLISA 기법을 적용해 군집 패턴을 확인하였다. Bi-

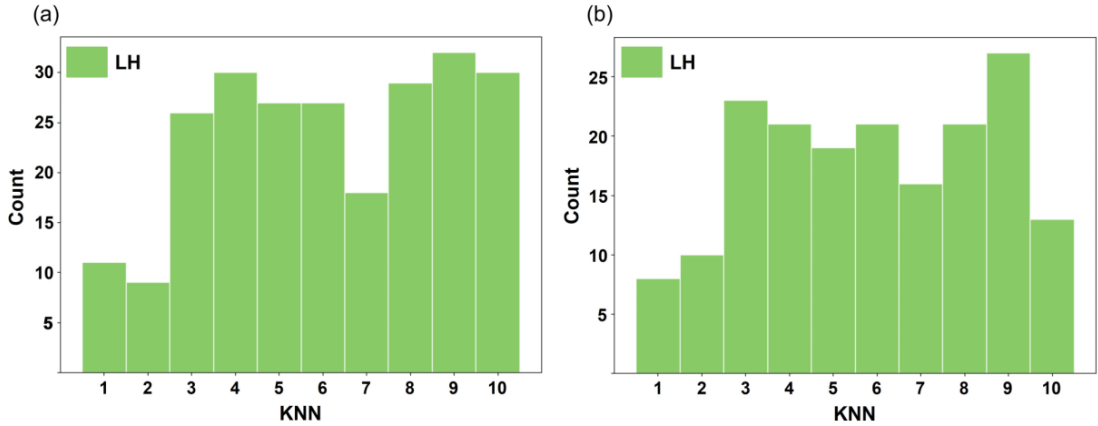


그림 2. 공간가중치 변화에 따른 이변량 흐름 유형화 개수 - (a) 통행량 기준, (b) 매출액 기준

FlowLISA는 이변량 x 와 y 에 대해 기준 흐름($f_x(i, j)$)과 공간가중행렬을 기반으로 근린 흐름($f_y(u, v)$)을 정의한다(수식(1)). 근린 흐름을 정의하기 위해, 근린지역을 판단하기 위해 f_x 와 f_y 흐름의 기점 i 와 u 간 거리와 종점 j 와 v 간 유클리드 거리($d_{i, u}$, $d_{j, v}$)를 구하고, 근린지역 임계치인 $k=3$ 을 적용하여 거리가 가장 짧은 순서부터 3번째로 짧은 지역을 찾아 근린지역을 판단한다. 이후, 근린지역 간 흐름에 대해 공간가중행렬($w_{ij, uv}$)을 제작하여 가중치를 부여하여(수식(2)) 근린 흐름을 정의한다.

$$\begin{aligned} neighbor &\ni RANK(1/d_{i, u}) \leq 3(threshold) \\ neighbor &\ni RANK(1/d_{j, v}) \leq 3(threshold) \end{aligned} \quad (1)$$

$$w_{ij, uv} = F(d_{ij, uv}) = \begin{cases} 1 & \text{if } d_{ij, uv} \leq threshold \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

기준 흐름($f_x(i, j)$)과 정의된 근린 흐름($f_y(u, v)$) 간 공간적 자기상관을 국지적으로 측정한다(수식(3)). $BFI_x^*(i, j)$ 는 기준 흐름에 대한 근린 흐름의 국지적 공간적 연관성을 측정하는 BiFlowLISA 지수이며, c 는 상수 배율 인자이다. 이때, 근린 흐름을 선정하는 과정에서 기준 흐름의 기점 또는 종점을 포함하는 흐름($i = u$ or $j = v$)을 근린 흐름으로 판단하는 경우 $BFI_x^*(i, j)$ 로 나타내고, 반대로 기준 흐름의 기점과 종점 모두 포함하지 않는 흐름($i \neq u$ and $j \neq v$)을 근린 흐름으로 판단하는 경우 $BFI_x(i, j)$ 로 나타내며, 두 경우 수식은 같다. $BFI_x^*(i, j)$ 결과에 대한 통계적 유의치²⁾를 통해 기준 흐름과 근린 흐름 간의 연관성을 HH(High-

High), HL(High-Low), LH(Low-High), LL(Low-Low)의 4 가지 유형으로 분류할 수 있다.

$$BFI_x^*(i, j) = cf_x(i, j) \sum_{(u, v)} w_{ij, uv} f_y(u, v) \quad (3)$$

FlowLISA는 Local Indicators of Spatial Association; LISA (Anselin, 1995)와 입력 변수와 출력 결과가 유사한 방식이나, 입력 변수의 사상에 차이를 가진다. LISA는 고정된 점과 면 사상을 입력 변수로 사용하지만, FlowLISA는 동적인 선 사상을 입력 변수로 사용한다. 유사하게 BiFlowLISA 또한 이변량 LISA(Anselin, 2019)와 입력 변수와 출력 결과가 유사한 방식이지만, 입력 변수의 사상에 차이를 가진다. 따라서, BiFlowLISA의 유형 분류는 이변량 LISA를 참고하여 HH, LL의 흐름은 기준 흐름과 근린 흐름이 모두 높거나 낮은 동질성을 보이는 경우에, HL은 기준 흐름은 높지만 근린 흐름이 낮은 경우에, LH는 기준 흐름은 낮으나 근린 흐름이 높은 경우에 분류된다.

그림 3은 $k=3$ 에 따른 임실군에서 김제시로 이동하는 LH 유형의 흐름에 대해 유클리드 거리를 기준으로 근린지역과 더불어 근린 흐름을 정의한 모식도이다. 기점인 임실군의 근린지역은 남원시, 순창군, 전주시 완산구였고³⁾, 종점인 김제시의 근린지역은 군산시, 전주시 덕진구, 전주시완산구였다. 기준 흐름 $f_x(\text{임실, 김제})$ 에 대해 근린 흐름에 해당하는 흐름을 확인하였다. $d=0$ 을 만족하는 기준점 흐름 $f_y(\text{임실, 김제})$ 과 $d=1$ 을 만족하는 기점에서 종점 근린지역으로 향하는 흐름 $f_y(\text{임실, 군산})$, $f_y(\text{임실, 전주 덕진})$, $f_y(\text{임실, 전주 완산})$



그림 3. 기중점 권역에 따른 근린 흐름 정의

과 기점 근린지역에서 중점으로 향하는 흐름 $f_y(\text{남원, 김제}), f_y(\text{전주완산, 김제}), f_y(\text{순창, 김제})$ 그리고 $d=2$ 를 만족하는 $f_y(\text{남원, 군산}), f_y(\text{남원, 전주덕진}), f_y(\text{남원, 전주완산}), f_y(\text{순창, 군산}), f_y(\text{순창, 전주덕진}), f_y(\text{순창, 전주완산}), f_y(\text{전주완산, 군산}), f_y(\text{전주완산, 전주덕진}), f_y(\text{전주완산, 전주완산})$ 의 총 16개 흐름을 근린 흐름으로 판단했다. 그리고 기중점과 기중점 근린지역 어느 지역으로도 향하지 않은 흐름, 예를 들어 $f_y(\text{남원, 장수}), f_y(\text{정읍, 부안})$ 와 같은 흐름은 결측 흐름으로 판단했다. 기준 흐름 $f_x(\text{임실, 김제})$ 의 표준화 값이 상대적으로 낮고, 근린 흐름 16개의 값의 합이 상대적으로 큰 결과가 나타남에 따라 김제시에서 임실군으로 향하는 흐름은 LH 유형으로 분류되었다. 즉, BiFlowLISA는 기준 흐름과 근린 흐름 간 공간적 이질성을 측정할 수 있다는 이점을 가지며, 흐름 기반의 지역 특성을 확인할 수 있다는 이점을 가진다.

4. 전라지역 흐름 간 공간적 연관성 유형화

1) 전라지역 전역 공간적 연관성 유형화

전라지역 전역에 대해 통행량 및 매출액 흐름 각각에 대해 FlowLISA를 적용하여 공간적 연관성 패턴을 살펴보았다(그림 4). 통행량 흐름 패턴을 살펴본 결과(그림4(a)), 전주시 덕진구와 전주시 완산구 그리고 군산시와의 HH 유

형의 흐름이 두드러지게 나타났으며, 전주시와 군산시 간 인구 통행이 높으며, 주변 지역 간 인구 통행 또한 높음을 의미한다. 그리고 매출액 흐름 패턴을 살펴본 결과(그림 4(b)), 광주 광산구와 순천시 그리고 여수시와의 HH 유형의 흐름이 두드러지게 나타났으며, 광산구와 순천시, 여수시 간 매출액 흐름이 높으며, 주변 지역 간 매출 흐름 또한 높음을 의미한다. 이처럼 인구 통행과 소비 흐름 패턴은 공간적으로 다르게 나타나며, 두 가지 데이터를 각각 고려한 대응 정책을 수립하기는 어려울 것이다. 따라서, 두 가지 흐름 데이터를 동시에 고려할 수 있는 BiFlowLISA 기법을 적용하여 전라지역 전역에 대해 분석하였다.

전라지역 전역에 대해 통행량 및 매출액 흐름 각각을 기준으로 BiFlowLISA를 적용하여 공간적 연관성 패턴을 살펴 보았다(그림 5). 통행량 기준 매출액 흐름 패턴을 분석한 결과(그림4(a)), HH 유형 3개, LH 유형 4개의 흐름이 나타났다. 매출액 흐름 기준 통행량 패턴을 분석한 결과(그림4(b)), HH 유형 8개, HL 유형 1개, LH 유형 3개, LL 유형 1개의 흐름이 나타났다. 두 결과 모두 대부분 통행량 및 매출액이 높게 나타나는 거점도시인 광주와 전주시, 목포시를 기점 또는 중점으로 하는 흐름이었다. 거점도시와 연결된 흐름은 상대적으로 너무 큰 값을 가지기 때문에, 인구감소지역과 같이 낮은 값을 가지는 흐름이 유의한 흐름으로 나타나지 못했다. 즉, 전라지역 전역에서 발생하는 흐름을 모두 고려할 경우, 인구감소지역 간 흐름의 공간적 근접을 탐색한다는 점에 부적절함을 확인했다. 따라서, 인구감소지역을

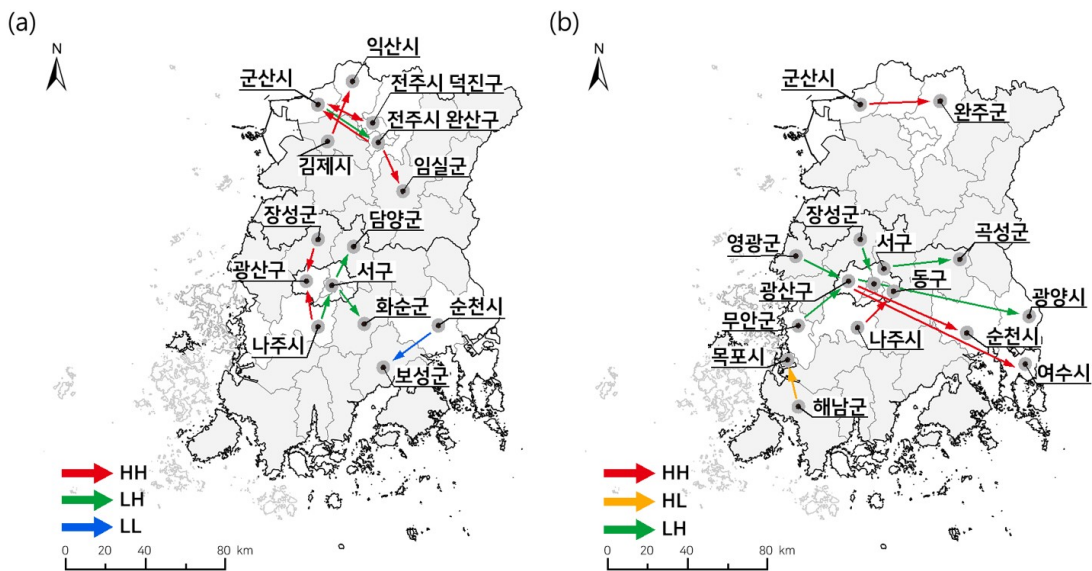


그림 4. 전라지역 전역 단변량 흐름 유형화 - (a) 통행량, (b) 매출액

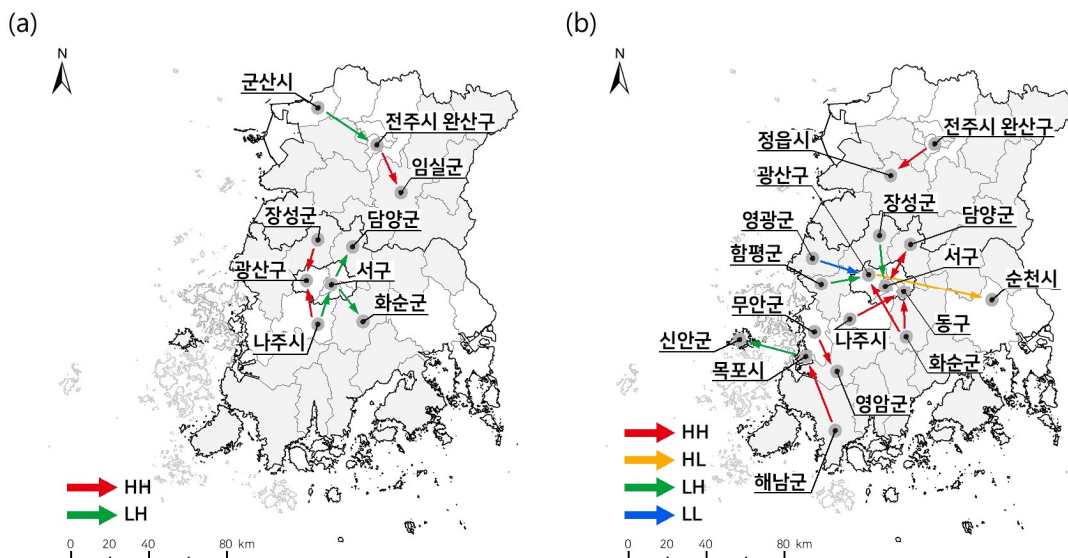


그림 5. 전라지역 전역 이변량 흐름 유형화 - (a) 통행량 기준, (b) 매출액 기준

기준점으로 하는 흐름만 기준 흐름으로 하여, 인접한 지자체 간 공간적 연관성을 탐색할 수 있도록 재분석하였다.

2) 인구감소지역 공간적 연관성 유형화 결과

인구감소지역 간 유의미한 흐름 군집을 탐색하기 위해,

전라지역 내 인구감소지역 간 통행 및 매출액 흐름 각각을 기준 흐름으로 BiFlowLISA를 적용하여 권역 간 공간적 유형을 확인하였다(그림 6). 통행량 기준 매출액 흐름 패턴을 살펴본 결과, LH 유형 26개 흐름이 나타났고, 매출액 흐름 기준 통행량 패턴은 LH 유형 23개가 나타났다(표 3). 두 결과 모두 LH 유형의 군집이 두드러지게 나타났으며, 전라지

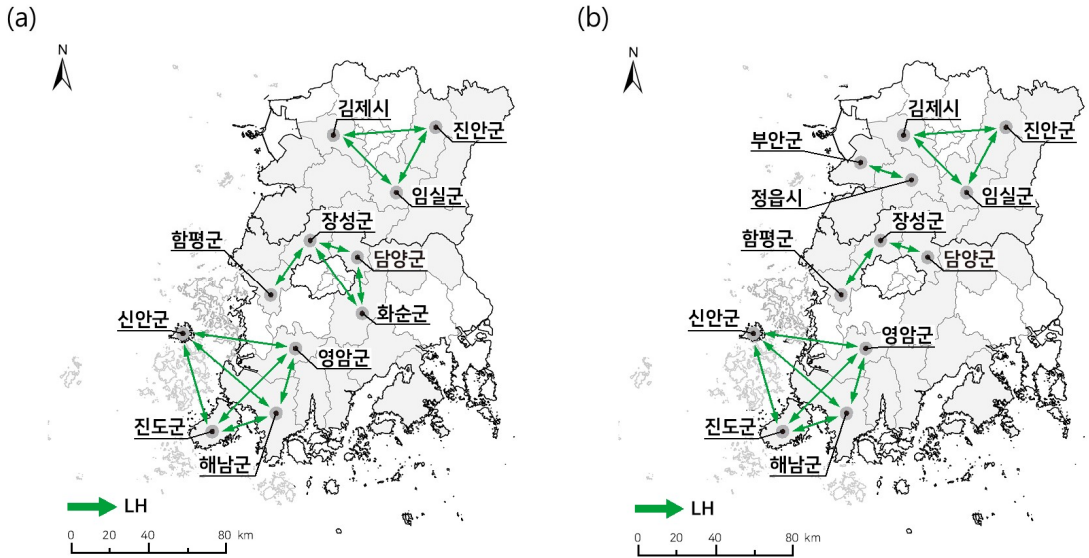


그림 6. 전라지역 인구감소지역 이변량 흐름 유형화 - (a) 통행량 기준, (b) 매출액 기준

표 3. 전라지역 내 인구감소지역 이변량 흐름 유형화 결과

통행량 기준 매출액 흐름 패턴		매출액 흐름 기준 통행량 패턴	
LH (26)	김제→진안, 김제→임실, 담양→화순, 담양→장성, 영암→진도, 영암→해남, 임실→진안, 신안→영암, 신안→진도, 신안→해남, 장성→함평, 장성→화순, 진도→해남	LH (23)	김제→진안, 김제→임실, 담양→장성, 영암→진도, 영암→해남, 임실→진안, 신안→영암, 신안→진도, 신안→해남, 정읍→부안, 진도→해남, 함평→장성

역 내 거점도시를 근린지역으로 포함하는 흐름에서 나타났다. 기준 흐름으로 나타나는 인구감소지역 중 근린 흐름으로 거점도시를 기점 또는 종점으로 가지는 흐름을 포함하여 상대적으로 높은 값을 가지기 때문에 이러한 결과가 나타났다고 해석된다.

통행량 기준 매출액 흐름 패턴과 매출액 흐름 기준 통행량 패턴의 흐름 군집을 통행 목적 및 소비 발생 목적에 따라 분류를 진행한 결과는 표 4, 그림 7과 같다. 먼저, 통행량 기준 매출액 흐름 패턴의 LH 군집을 살펴본 결과 인구감소지역 간 통행 목적은 주거지역으로 이동하는 흐름이 70.8%로 가장 우세했으며, 업무지역, 관광·여가지역으로의 흐름이 뒤를 이었다. 그리고 권역 간 매출액 흐름이 가지는 소비 발생 목적을 확인한 결과 소매·유통 목적의 매출이 35.19%로 가장 높았으며, 그 뒤를 이어 여행·교통, 음식, 의료·건강, 생활서비스, 여가·오락 순서로 나타났다. 다음으로 매출액 흐름 기준 통행량 패턴을 살펴본 결과, LH 군집은 인구감소지역 간 소비 발생 목적은 여행·교통(46.06%), 소매·유통(24.89%)이 우세하였고, 음식, 여가·오락,

생활서비스, 의료·건강이 뒤를 이었다. 권역 간 통행 목적은 주거지역으로의 통행이 47.54%로 가장 우세했고, 업무지역, 상업지역, 관광·여가지역 순이었다.

다음으로는 통행 목적 결과에 대해 인구감소지역 간 흐름과 권역 간 흐름을 비교했다. 두 결과 모두 주거지역으로의 흐름이 우세했으나, 권역 간 통행은 인구감소지역 간 통행과 다르게 관광·여가지역으로의 흐름은 낮고 상업지역으로의 흐름이 높게 나타났다. 이는 대부분 인구감소지역을 방문하는 목적이 거주 목적을 가지고 있으며, 상업을 위해선 인구감소지역을 벗어나 근린지역으로 이동해야 함을 유추할 수 있다. 그리고 소비 목적 결과에 대해 인구감소지역 간 흐름과 권역 간 흐름을 비교했다. 여행·교통, 소매·유통, 음식 순으로 매출이 높은 점은 유사했으나, 인구감소지역 간 소비 목적은 나머지 목적 중 의료·건강이 가장 낮았으나, 권역 간 소비 목적은 의료·건강이 높게 나타났다. 이는 인구감소지역에서 의료·건강의 매출이 매우 낮아 인접한 지자체로 이동하여 서비스를 소비하는 경향을 유추할 수 있다.

표 4. 전라지역 인구감소지역 유형별 이동 목적 통계

유형별 이동 목적 - 통행량 기준				유형별 이동 목적 - 매출액 기준			
기준 흐름		근린 흐름		기준 흐름		근린 흐름	
인구감소지역 간 인구 통행(%)		권역 간 소비 흐름(%)		인구감소지역 간 소비 흐름(%)		권역 간 인구 통행(%)	
관광·여가지역	11.33	생활서비스	8.55	생활서비스	5.4	관광·여가지역	3.87
		소매·유통	35.19	소매·유통	24.89		
상업지역	0	여가·오락	5.17	여가·오락	7.17	상업지역	21.7
		여행·교통	20.51	여행·교통	46.06		
업무지역	17.87	음식	16.92	음식	12.75	업무지역	26.9
		의료·건강	13.66	의료·건강	3.73		
주거지역 등	70.8					주거지역 등	47.54

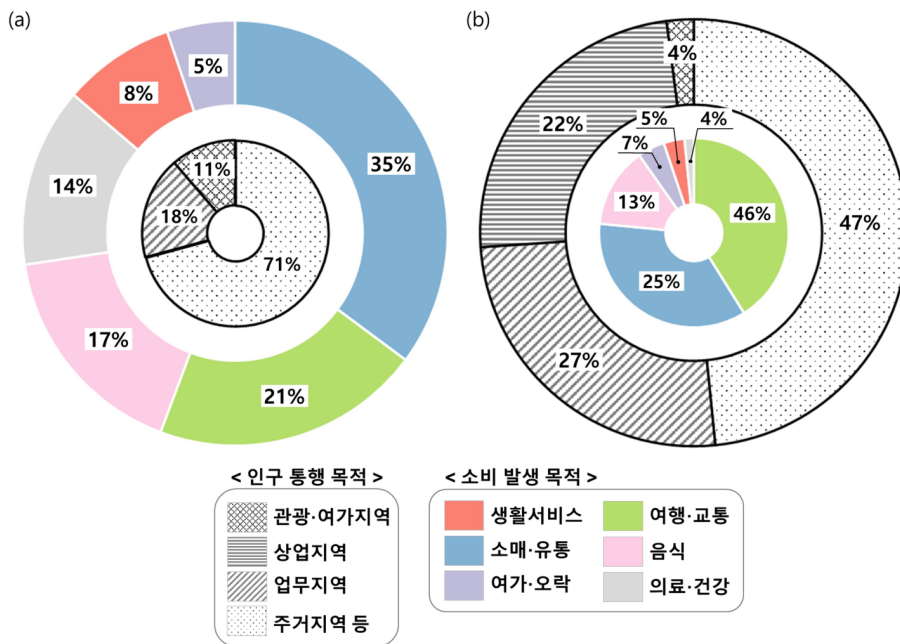


그림 7. 전라지역 인구감소지역 유형별 이동 목적 - (a) 통행량 기준, (b) 매출액 기준

5. 토의 및 결론

본 연구는 통행량과 매출액 흐름 데이터에 대한 공간적 동질성, 이질성을 전라지역 내 인구감소지역 간 연관성을 탐색하기 위해 측정하였다. 이를 위해 전라지역 내 인구감소지역의 인접한 근린지역 임계치를 확인하였고, 전라지역 전역 및 인구감소지역 간 흐름과 근린지역을 포함한 권역 간 흐름 사이 공간적 패턴을 유형화하여 해석하였다. 전

라지역 전역을 기준으로 유형화한 흐름 군집 결과는 대부분 거점도시에서 유입 또는 유출되는 흐름으로 나타났고, 이는 인구감소지역 간 통행 및 소비 흐름을 전혀 보여주지 못했다. 따라서, 인구감소지역 간 흐름을 분석하였고, 그 결과 통계적으로 유의한 흐름은 모두 LH의 유형으로 분류되었으며, 거점도시 주변에 위치하는 흐름이 다수 존재하였다. 이는 인구감소지역과 연결된 유의미한 흐름의 통행량 또는 소비 매출액은 매우 낮으나, 근린지역을 포함하는 경우 통행량 또는 소비 매출액이 높음을 의미한다.

거점도시 주변의 인구감소지역에서 유의미한 흐름이 발

생하는 것은 거점도시를 기점 또는 종점으로 하는 흐름의 양이 상대적으로 매우 커서 나타난 결과로, 이는 인구감소 지역의 통행 및 소비는 거점도시에 종속되어 있음을 의미한다. LH 유형으로 나타난 흐름의 통행 및 소비 목적을 살펴본 결과, 인구감소지역 간 이동 목적과 권역 간 이동 목적 패턴이 일부 유사했으나 다음의 차이점을 확인할 수 있었다. 먼저, 기준 흐름인 인구감소지역 간 통행의 목적은 주변 흐름인 권역 간 통행의 목적과 다르게 상업지역으로 도착하는 흐름이 없으며, 주거지역으로 도착하는 흐름이 매우 높았다. 또한, 인구감소지역 간 기준 흐름에서 소비 목적은 의료·건강 목적의 소비가 매우 저조했다. 즉, 인구감소지역은 상업 및 의료·건강 목적을 수행하기 위한 기반이 부족한 실정이며, 주변 지역과의 연계를 통해 해소하고 있음을 확인했다.

본 연구는 인구의 단기 통행과 소비 매출이라는 두 가지 종류의 흐름 데이터를 사용하여 전라지역 인구감소지역의 공간적 패턴을 살펴보았다. 인구감소지역 내 인구감소 문제를 실질적으로 확인하기 위해서는 해당 지역 내 일정 시간 방문 및 소비하는 인구에 대한 해석이 필요하고, 주변 지역과의 상호연관성을 고려해야 한다. 최근 인구가동 및 소비 패턴과 관련한 연구를 살펴보면, 지역적 특성에 따라 다양한 목적을 달성하기 위해 인접한 다른 지역으로 이동하여 일상생활을 영위하는 사람이 많음을 고려하는 것이 중요해졌다. 생활인구 개념의 등장에 따라 인접한 지역에서 유입되는 흐름에 대한 고려가 필요해짐에 따라 인구감소 문제를 겪는 인구감소지역들은 더욱 거점도시를 고려한 유입 대책이 필요하다.

또한, 인구감소 위기에 대응하고 지속가능한 지역균형 발전을 위해서는 기존의 정주 인구 중심의 정적 데이터뿐만 아니라 이동, 흐름, 네트워크와 같은 연결성을 고려하고 방향이 존재하는 흐름 데이터의 활용도 고려해야 한다. 그러한 점에서 인구감소지역에서의 통행과 소비 흐름 사이의 관계를 공간적 자기상관성 분석인 FlowLISA와 BiFlowLISA를 통해 유형화하고, 거점도시와의 종속성을 흐름의 권역으로 드러내는 시도로써 의미를 가진다. 따라서, 상기한 인구 통행과 소비 흐름의 공간분석 결과는 향후 해당 흐름의 권역에서 인접한 거점도시와의 연계를 강화하거나, 권역에 포함되지 못한 지역을 지역 연계성 강화를 통해 권역으로 흡수하는 등의 지역 활성화 정책을 시행하는 과정에서 흐름 데이터 분석의 기초데이터로 활용될 수 있을 것이다. 나아가 지역 간의 협력을 통한 균형발전 및 지역 상

생 경제 활성화를 도모하는 과정에서 유의미한 흐름이 가지는 공간적 패턴에 따라 지역 맞춤형 정책 수립을 지원할 수 있을 것이다.

지역 간 연계 및 협력 정책을 수립하기 위해 지역 간 네트워크를 고려해야 하지만, 이러한 정책들 대부분 근린지역이라는 공간 단위를 어떻게 설정할 것인가(Modifiable Areal Unit Problem; MAUP)에 대한 문제를 안고 있다(김강민 등, 2023). 본 연구는 이러한 문제를 해결하기 위해 근린지역의 개수를 점진적으로 변화시켜 지역 간 연계협력 정도를 확인하였으며, 근린 지역 수에 따른 유의미한 흐름의 변화를 살펴보았다. 그 결과 유의미한 흐름이 위치한 지역과 근린지역을 하나의 권역으로써 이해하고 이변형 흐름 데이터를 활용하여 권역 간 연계 정도를 확인 및 비교하였다는 점에 의의가 있다. 하지만 본 연구는 단순 유클리드 거리를 통한 근린지역의 범위를 제공하는 것에 그쳤기에, 근린지역에 대한 공간적 범위의 적절한 수준을 정의하는 추가적인 연구가 필요하다.

또한, 시군구 단위의 전라지역 내 인구감소지역만을 대상으로 하여 공간 단위를 측정하였기 때문에 전라지역 외 다른 지역에 적용하기에 한계를 가지고 있다. 시군구 공간 단위에서는 타 시군구와의 연계 없이 다수의 활동이 가능할 만큼 충분히 크기 때문에, 미시적인 지역 정책 수립에 큰 도움이 되지 않을 수 있다. 정리하면, 실생활 인구의 이동은 미시적 공간 단위에서 주로 발생하지만, 취득한 민간 데이터의 공간 단위는 시군구 행정 경계라는 점에서 한계를 가진다. 향후 시군구보다 작은 공간 단위에서의 흐름 데이터 연구가 필요하며, 더욱 의미 있는 결과를 도출할 수 있을 것이다. 그리고 통행이 가지는 추가적인 속성정보 예를 들어 연령, 성별, 통행시간 등과 기종점이 지나는 공간적인 특성을 고려하지 않고 분석을 진행하였다. 따라서 추후 연구에선 더욱 미시적 관점에서 전국적으로 분포하는 인구감소지역 간 공간적 패턴을 확인하기 위해 적합한 근린지역의 임계치를 찾고, 흐름의 속성정보와 더불어 공간적인 특성 모두를 함께 고려한 시공간 분석 기법을 적용하여 시공간 변화에 따른 패턴의 차이를 해석하고자 한다.

사사

본 연구는 행정안전부에서 한국지방행정연구원에게 의뢰한 「2022 인구감소지역 지원방안 연구: 빅데이터 분석」에

서 구매한 민간 빅데이터를 활용하여 수행되었습니다. 또한, 본 논문에 수록된 내용은 연구진의 개인적인 견해이며, 행정안전부의 공식적인 견해가 아님을 밝힙니다.

주

- 1) 서울특별시 빅데이터 캠퍼스(<http://175.193.201.32/main.do>), 교통카드 빅데이터 플랫폼(<https://stcis.go.kr/>)
- 2) 통계적 유의치 $p < 0.01$ 의 수준을 만족하는 흐름에 대해서 유형화를 진행함.
- 3) 행정구역 중심점 간 유클리드 거리를 계산하였기 때문에, 완주군이 근린지역으로 선택되지 못함.

참고문헌

구동희, 2007, “부산권 인구이동의 공간적 패턴에 관한 연구,” *대한지리학회지*, 42(6), 930-939.

김강민·황태건·조서림·이유빈·황철수, 2023, “미시적 공간단위 행정구역의 북한 홍수 취약성 분석,” *대한지리학회지*, 58(2), 178-193.

김경근·엄명배, 2017, “신용카드 빅데이터를 활용한 지역별 소비 유출입 특성 연구,” *경제연구*, 35(4), 129-153.

김규혁·이동엽·김동호·원민수·홍성만·송태진, 2021, “모바일 생활통행데이터 기반 도시 인구규모별 생활권 분류 및 특성 파악,” *대한교통학회지*, 39(5), 662-679.

김나연·강영욱, 2019, “지오테깅된 사진 데이터를 활용한 서울 방문 관광객의 주요 관광지 분석,” *한국지도학회지*, 19(1), 35-46.

김병석·서원석, 2014, “지역의 인구변화에 영향을 미치는 사회경제적 특성 연구: 수도권과 비수도권 비교를 중심으로,” *한국지역개발학회지*, 26(4), 1-14.

김영호, 2010, “서울시 자전거 이용의 공간 네트워크 패턴 연구: 공간적 네트워크 자기상관을 중심으로,” *국토지리학회지*, 44(3), 339-352.

김희수·김영호, 2020, “네트워크 클러스터를 활용한 서울시 공자전거의 시공간 통행 분석 및 시각화: 공간적 네트워크 자기상관을 활용하여,” *한국지도학회지*, 20(1), 93-106.

류주현·장동호, 2017, “세종시 개발에 따른 세종시와 인접지역 간 인구이동 및 통행 변화,” *한국사진지리학회지*, 27(3), 23-37.

고문익·김걸, 2021, “한국의 지역소멸위험에 대한 설명인자 연구,” *한국도시지리학회지*, 24(1), 17-27.

안은희·안정국, 2021, “관광 빅데이터 기반의 용인시 관내 관광 활성화방안: 이동통신과 신용카드 데이터를 결합한 지리정보시스템 분석을 중심으로,” *한국융합학회논문지*, 12(4), 207-216.

어한나·이희연, 2014, “부산 대도시권의 통행패턴 변화와 직주 불일치 수준,” *한국도시지리학회지*, 17(1), 1-14.

윤희정·박미현, 2014, “관광객수와 자연어메니티의 다변량 공간자기상관성,” *관광경영연구*, 58, 135-150.

이상림·이지혜·Bernhard, K.·임소정·성백선, 2018, 지역 인구 공동화 전망과 정책적 함의, *한국보건사회연구원*.

이승민·이건학, 2021, “유동 클러스터 탐지 기법의 개발과 적용: 서울시 대중교통 통행을 사례로,” *한국지도학회지*, 21(2), 129-144.

이원도·유수동·김영룡, 2023, “인구감소 위기 대응을 위한 지역활력의 시계열 변동성 분석,” *지방행정연구*, 37(1), 251-279.

이정섭·은석인, 2013, “전라북도 14개 시군의 일자리 창출과 직주불일치에 관한 연구: 지역별고용조사 자료를 중심으로,” *대한지리학회지*, 48(2), 239-258.

전대욱·김필두·이대연, 2021, 행정수요의 실질적 반영을 위한 새로운 인구개념 검토, *지방행정연구원 정책연구과제*.

최예슬, 2022, 인구감소지역의 연구변화 실태와 유출인구 특성 분석, *국토연구원 워킹페이퍼*.

허우궁, 2015, 네트워크 이해하기, 푸른길, 서울.

황명화, 2017, 지역경제 정책지원을 위한 플로우(Flow) 빅데이터 활용방안 연구, *국토연구원 연구보고서*.

Anselin, L., 1995, Local indicators of spatial association-LISA, *Geographical Analysis*, 27(2), 93-115.

Anselin, L., Syabri, I. and Smirnov, O., 2002, Visualizing multivariate spatial correlation with dynamically linked windows, *In Proceedings, CSISS Workshop on New Tools for Spatial Data Analysis*, Santa Barbara, CA, 1-20.

Anselin, L., 2019, GeoDa workbook, <https://geodacenter.github.io/documentation.html>, 2023년 10월 25일 접속.

Berglund, S. and Karlström, A., 1999, Identifying local spatial association in flow data, *Journal of Geographical Systems*, 1, 219-236.

Gu, Y., Kraak, M. J., Engelhardt, Y. and Mocnik, F. B., 2023, A classification scheme for static origin-destination

- data visualizations, *International Journal of Geographical Information Science*, 37(9), 1970-1997.
- Kim, Y. L., 2018, Seoul's Wi-Fi hotspots: Wi-Fi access points as an indicator of urban vitality, *Computers, Environment and Urban Systems*, 72, 13-24.
- Liu, Y., Tong, D. and Liu, X., 2015, Measuring spatial autocorrelation of vectors, *Geographical Analysis*, 47(3), 300-319.
- Shu, H., Pei, T., Song, C., Chen, X., Guo, S., Liu, Y., Chen, J., Wang, X. and Zhou, C., 2021, L-function of geographical flows, *International Journal of Geographical Information Science*, 35(4), 639-716.
- Tao, R. and Thill, J. C., 2019, FlowAMOEBa: identifying regions of anomalous spatial interactions, *Geographical Analysis*, 51(1), 111-130.
- Tao, R. and Thill, J. C., 2020, BiFlowLISA: measuring spatial association for bivariate flow data, *Computers, Environment and Urban Systems*, 83, 101519.
- Zhou, Y., Yang, C., Chen, M., Liu, Y. and Yuan, Q., 2023, Commuting versus consumption: the role of core city in a metropolitan area, *Cities*, 141, 104495.
- 교신: 황철수, 02447, 서울 동대문구 경희대로 26 경희대학교 스페이스21 이과대학 지리학과(이메일: hcs@khu.ac.kr, 전화: 02-961-9313)
- Correspondence: Chul Sue Hwang, 02447, Department of Geography, College of Science, Space21, Kyung Hee University, 26 Kyungheedaero, Dongdaemun-gu, Seoul, Republic of Korea (email: hcs@khu.ac.kr, phone: +82-2-961-9313)

최초투고일 2023. 11. 8

수정일 2023. 12. 12

최종접수일 2023. 12. 12