

지역 간 통행 네트워크를 활용한 지역의 고용성장 분해 - 공간변이할당분석과 군집분석을 중심으로*

Decomposing Regional Employment Growth Using Inter-Regional Travel Networks:
A Spatial Shift-Share Analysis and Cluster Analysis Approach

윤종진 Yun Jongjin**, 우명제 Woo Myungje***

Abstract

To design network-based regional policies for a megaregion, it is vital to assess local industrial competitiveness from a network perspective. This study analyzes regional industrial competitiveness using a spatial shift-share model based on inter-regional travel networks. Results show that areas influenced by dominant commuting flows tend to experience significant employment changes in producer services. A quadrant analysis of industrial structure and regional share effects indicates that cities exposed to multiple dominant flows tend to have advantages in either industrial structure or competitiveness. Furthermore, a cluster analysis based on spatial shift-share factors categorizes all cities into four types. Among them, Sejong, Pohang, Gwangju, and Gwangyang demonstrate superior industrial structures and competitiveness within their regions, while regions such as Busan and Daejeon have experienced employment growth driven by the industrial structures of both their own and linked regions. The spatial distribution and characteristics of each cluster type suggest that even regions classified under the same cluster may require differentiated network strategies.

Keywords: Spatial Shift-Share Analysis, Inter-Regional Travel Network, Cluster Analysis, Producer Service Industry, Non-Capital Region

I. 연구의 배경 및 목적

저성장과 인구감소 시대에 접어들며 지역 간 연계와 협력이 공간계획의 주요 가치로 주목받고 있다. 제5차 국토종합계획(2020~2040)에서는 국토 공간구상을 '연대와 협력을 통한 유연한 스마트 국토'로 설정하였다. 또한 메가시티·초광역권 등 두 개 이상의 공

간 단위에 대한 지역 개념이 정책에 도입되고 있다. 이러한 용어들은 공간·기능적으로 연계된 지역적 현상이라는 공통점을 갖지만, 지역의 성장 기제에 대한 접근방식은 차이를 보인다(박경현, 윤영모, 고사론, 양예림 외 2022; 정진도 2023; 조재욱 2023). 일각에서는 광역교통망 확충 등 연결을 통한 집중을 통해 거점도시의 경쟁력을 높이는 '수직적 연계'에 초점을 맞추고

* 본 논문은 2025년도 서울시립대학교 교내학술연구비에 의하여 지원되었음.

** 서울연구원 연구원(제1저자) | Researcher, Economic Research Division, Seoul Institute | Primary Author | jongjin@uos.ac.kr

*** 서울시립대학교 도시공학과 교수, 스마트시티학과(스마트시티융합전공) 겸임교수(교신저자) | Prof., Dept. of Urban Planning and Design, and Dept. of Smart Cities (Smart City Interdisciplinary Major), Univ. of Seoul | Corresponding Author | mwwoo@uos.ac.kr

있지만(조재욱 2023), 다른 시각에서는 지역 간 연결성을 높여 규모의 경제를 형성하고 상호보완성을 높이는 ‘수평적 연계’에 비중을 두고 있다(손정렬 2011).

두 관점이 서로 배타적이라고 볼 수 없으나, 두 접근방식은 지역 간 연계를 고려해 지역산업의 경쟁력을 판단하는 것이 필요하다. 이를 기반으로 어떤 산업을 서로 협력할지, 산업의 집중과 특화 경쟁력이 큰 지역은 어디인지를 파악할 수 있기 때문이다. 그러나 지역 간 연계를 고려하면서 지역의 경쟁력 있는 산업을 분석하는 것은 쉽지 않다. 국내에서는 입지계수와 모란지수를 활용해 지역의 특화산업에 대한 공간적 연계성을 확인하거나(최명섭, 변세일 2011; 최병두, 엄진찬, 채은혜 2014), 화물·업무 등 통행자료 기반의 공간통계량을 사용해 지역 간 양의 상관관계를 보인 산업을 도출하였다(이성민, 우명제 2024). 그러나 지역·산업별 결과에 대해 정책수요자가 쉽게 이해할 수 있는 다른 접근방법이 필요하다. 지역 간 연계, 즉 네트워크는 개념적 모호성으로 인해 정책의 실질적 추진에 어려움이 있기 때문이다(손정렬 2011).

본 연구에서 제안하는 공간변이할당분석(Spatial Shift-Share Analysis)은 지역 산업 경쟁력을 지역의 네트워크를 고려하여 분석하는 방법론으로, 구조적 단순함과 이해하기 쉬운 기존 모형의 장점을 유지하고, 지역 간 연계에 대한 정보를 공간가중행렬로 정의해 지역에 대한 비교 대상을 설정한다. 해외 연구에서는 공간변이할당분석을 활용해 경쟁력이 큰 산업을 식별하였다(Herath, Schaeffer and Gebremedhin 2013; Montania, Márquez, Fernández-Núñez and Hewings 2021).

따라서 본 연구의 목적은 Montania, Márquez, Fernández-Núñez and Hewings(2021)가 제안한 공간변이할당분석 모형에 지역 간 네트워크를 적용하여 지역 산업 경쟁력을 분석하는 것이다. 이를 통해 지역 간 연계 측면에서 지역 산업의 경쟁력을 분석하

는 틀을 제시한다. 본 연구의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 공간변이할당분석의 개념을 살펴보고, 3장에서는 분석의 틀과 자료를 설명한다. 4장에서는 지역 간 네트워크 구조와 비수도권의 생산자서비스업(정보통신업 및 전문·과학·기술 서비스업)에 대한 공간변이할당분석 및 군집분석 결과를 살펴본다. 5장에서는 연구의 결론과 한계를 도출한다.

II. 공간변이할당분석

변이할당분석(Shift-Share Analysis: SSA)은 지역의 경제적 변화를 국가 전체의 경제실적 변화, 지역의 산업구조적 특성, 지역의 고유한 입지상 이점 등 세 가지 구성요소로 구분해 산술적으로 분해하는 방법이다(변필성, 김광익, 김태환 2005). 변이할당분석은 구조의 단순함과 이해의 용이성 등 장점을 갖지만, 상대적 비교를 위해 벤치마킹 대상, 분석기간, 산업부문 등 연구자의 자의성이 내재된 한계를 갖는다(변필성, 김광익, 김태환 2005).

고용자 수에 대한 변이할당분석은 <식 1>과 같이 나타낼 수 있다. $g_{i,k}$ 는 기준연도부터 t 연도까지 i 지역 k 산업의 성장률을, $x_{i,k}$ 는 기준시점 i 지역 k 산업의 고용자 수를 의미한다. 이때, 국가(벤치마킹 대상)에 대하여 G 는 전 산업의 성장률을, G_k 는 k 산업의 성장률이다. 따라서, 기준연도부터 t 연도까지 i 지역 k 산업의 고용자 수 증가분 $g_{i,k}x_{i,k}$ 은 국가 전 산업의 성장률에 의한 증가분(국가성장효과)인 $Gx_{i,k}$, 국가의 k 산업과 전 산업 간의 성장률 차이에 의한 증가분(산업구조효과)인 $(G_k - G)x_{i,k}$, 지역 k 산업과 전국 k 산업 간의 성장률 차이에 의한 증가분(지역할당효과)인 $(g_{i,k} - G_k)x_{i,k}$ 의 합으로 구분될 수 있다.

$$g_{i,k}x_{i,k} = Gx_{i,k} + (G_k - G)x_{i,k} + (g_{i,k} - G_k)x_{i,k} \quad \langle \text{식 1} \rangle$$

Nazara and Hewings(2004)는 주변 지역이나 기능적으로 연계된 지역의 경제적 성과가 성장률에 영향을 미칠 수 있으므로 세 요소가 공간적으로 독립적이지 않다고 주장한다. 기존 모형은 국가와 지역 간의 위계 관계만을 고려하기 때문에, 지역 간의 상호작용을 고려한 공간구조를 벤치마킹 대상으로 선정할 필요가 있다. 따라서 공간변이할당모형은 지역의 성장률을 인접 혹은 기능적으로 연계된 지역들의 성장률과 비교해 공간적 의존성(spatial dependence)을 기존 모형에 반영한다(Nazara and Hewings 2004; Montania, Márquez, Fernández-Núñez and Hewings 2021). Nazara and Hewings(2004)는 SSA의 일부 요소를 공간적 관계가 있는 지역들의 평균적인 성장률로 대체한다. 이때, 지역 간의 공간적 관계를 나타내는 가중행렬 W 를 활용한다. 예를 들어, G_k 를 $h_{i,k}$ 로 대체한다면 기존 산업구조효과와 지역할당 효과의 산업 성장률은 벤치마킹 대상이 국가 전체가 아닌 공간적 관계가 있는 지역들만 고려하여 차이를 비교한다.

$$h_{i,k} = \sum_{j=1}^R w_{ij} g_{j,k} \quad \langle \text{식 2} \rangle$$

w_{ij} : i 지역과 j 지역 간의 공간적 관계

그러나 Nazara and Hewings(2004)의 공간 SSA 모형은 몇 가지 한계점을 보인다(Montania, Márquez, Fernández-Núñez and Hewings 2021). 첫째, 지리적·산업적 단위가 일치하지 않는 복합효과(combined effect)로 인한 해석의 어려움이다. 기존 SSA는 성장률 차이가 지리적 또는 산업적 단위가 동

일한 단순효과(simple effect)이므로 해석이 용이하다. 반면, 복합효과는 지리적·산업적 범위가 불일치해 성장률 차이를 어느 요인에 의한 결과인지 구분하기 어렵다. 예를 들어, $(G_k - G)$ 는 지리적 단위, $(g_{i,k} - G_k)$ 는 산업적 단위가 일치하지만, $(h_{i,k} - G)$ 는 지리적·산업적 단위가 모두 달라 성장률의 차이를 직관적으로 해석하기 어렵다. 둘째, 공간적 관계를 반영한 h_i 또는 $h_{i,k}$ 를 SSA에 반영하는 방법에 대한 문제다. 공간 SSA는 벤치마킹 대상, 분석하는 지역, 공간적 관계를 가진 지역들 등 세 유형의 공간적 단위가 있으며, 전 산업과 k 산업을 고려한다면 변수는 6개로 증가한다.¹⁾ 따라서 Nazara and Hewings(2004)는 서로 다른 26개 조합의 공간 SSA 분류표(taxonomy)를 제안하였으나, 어떤 조합을 사용할 것인지는 연구자의 주관에 반영될 수밖에 없다.

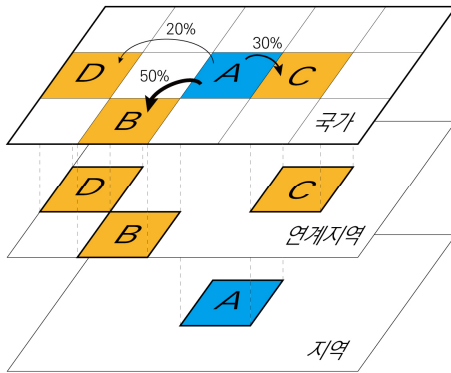
Montania, Márquez, Fernández-Núñez and Hewings(2021)는 공간적 요소를 반영하면서 단순 효과만으로 공간 SSA를 구성하는 방안을 제시한다. 먼저, 기존 벤치마킹의 대상인 국가를 공간적 관계를 가진 지역들로 대체하여 공간적 단위를 두 가지로 구성하고, 분석 지역의 전 산업 성장률 g_i 를 추가한 네 개의 변수($g_i, g_{i,k}, h_i, h_{i,k}$)만을 고려하는 것이다. 이때, 이들 변수로 12개 조합이 구성될 수 있으나, 대칭적인 효과까지 고려한다면 6개 조합만이 남게 되고, 마지막으로 해석이 쉽지 않은 복합효과 2개를 제외한다.²⁾ 4개의 단순효과 합으로 구성된 공간 SSA는 <식 3>와 같다. 본 연구에서는 공간적 관계가 있는 지역들을 연계 지역(linked region)으로 명명하며, 지역 간 공간·경제·사회적으로 연계(linkage)되었다고 표현한다.³⁾

1) 벤치마킹 대상에 대한 변수(G, G_k), 분석하는 지역에 대한 변수($g_i, g_{i,k}$), 공간적 관계를 갖는 지역들에 대한 변수($h_i, h_{i,k}$).

2) 복합효과인 두 개의 효과는 $(g_{i,k} - h_i)$ 및 $(g_i - h_{i,k})$ 임.

3) 본 연구에서는 Montania, Márquez, Fernández-Núñez and Hewings(2021)이 제안한 용어가 아닌 기존 변이할당분석의 국가성장효과, 산업구

그림 1 분석 대상에 대한 공간의 위계



예를 들어, 분석 대상에 대한 공간의 위계를 <그림 1>과 같이 가정한다. 국가는 15개 지역으로 구성되어 있으며, 지역A에 대한 공간가중행렬은 지역B 0.5, 지역C 0.3, 지역D 0.2로 나타난다. 이때, 전 산업 혹은 k 산업에 대한 성장률은 공간 위계별로 다르다. 국가는 15개 지역의 고용을 모두 합한 값의 성장률을 의미하지만, 지역A의 연계지역은 지역B·C·D의 성장률에 대한 가중평균을 의미한다. 이때, 가중평균을 계산하기 위한 가중치는 공간가중행렬의 값을 사용한다. 따라서, 기존 SSA가 국가와 지역A의 성장률을 비교한다면, 공간 SSA는 연계 지역과 지역A의 성장률을 비교한다고 볼 수 있다.

$$g_{i,k}x_{i,k} = h_i x_{i,k} + (h_{i,k} - h_i)x_{i,k} + (g_{i,k} - g_i)x_{i,k} + (g_{i,k} - h_{i,k})x_{i,k} + (g_i - h_i)x_{i,k} + (h_i - g_{i,k})x_{i,k} \quad (\text{식 3})$$

공간 SSA의 구성요소를 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 기존 SSA의 국가성장효과에 대응하는 연계성장효과

다. 연계 지역의 성장률에 의한 증가분($h_i x_{i,k}$)을 말하며, 지역의 산업이 공간적인 관계가 큰 지역들의 성장률 만큼 성장하는 것을 의미한다.

둘째, 기존 SSA의 산업구조효과에 대응하는 연계 산업구조효과와 지역산업구조효과다. 연계산업구조 효과는 연계 지역에 대한 k 산업과 전 산업 간의 성장률 차이에 의한 증가분($(h_{i,k} - h_i)x_{i,k}$)을, 지역산업 구조효과는 지역에 대한 k 산업과 전 산업 간의 성장률 차이에 의한 증가분($(g_{i,k} - g_i)x_{i,k}$)이다. 두 지표는 지리적 단위를 일치시키고, k 산업과 전 산업의 성장률을 비교한다. 따라서, 전 산업 대비 빠르게 성장할 경우 양의 값을 보일 것이다.

셋째, 기존 SSA의 지역할당효과에 대응하는 산업 경쟁효과와 지역경쟁효과다. 산업경쟁효과는 k 산업에 대한 지역과 연계 지역 간의 성장률 차이에 의한 증가분($(g_{i,k} - h_{i,k})x_{i,k}$)을, 지역경쟁효과는 전 산업에 대한 지역과 연계 지역 간의 성장률 차이에 의한 증가분($(g_i - h_i)x_{i,k}$)을 측정한다. 즉, 산업적 단위를 일치시키고 지역과 연계 지역의 성장률을 서로 비교한다고 볼 수 있다. 따라서, 지역의 성장률이 연계 지역의 성장률 보다 클 경우 양의 값을 보이며 더 경쟁력이 있다고 해석할 수 있을 것이다.

마지막으로 $(h_i - g_{i,k})x_{i,k}$ 는 잔차효과(residual effect)로 명명된다. 잔차효과는 공간 SSA가 단순 효과만을 반영하는 과정에서 일부 변수가 남아 형성된 것이다. 연계 지역의 전 산업 성장률과 지역의 k 산업의 차이에 따른 증가분을 의미하지만, 지리적·산업적 단위가 일치하지 않는 복합효과에 해당한다. Montania, Márquez, Fernández-Núñez and Hewings(2021)의 공간 SSA는 지역과 연계 지역 간의 산업구조와 경쟁력을 수치적으로 비교할 수 있는 장점을 갖는다.

조효과, 지역할당효과 등 용어를 변용하여 일관성을 높이고자 하였음. 또한, Montania, Márquez, Fernández-Núñez and Hewings(2021)가 공간적 관계가 있는 지역들을 'neighbourhood'로 표현한 것과 달리, 본 연구에서는 연계 지역(linked region)으로 표현하였음. 이는 단순히 인접 여부뿐 아니라 거리, 경제·사회적 상호작용 등 여러 지표를 사용하여 공간·경제·사회적 관계를 정의하기 때문이다.

해외에서는 공간 SSA를 활용해 연계 지역 대비 지역의 경쟁력이 큰 산업을 식별한 연구가 수행되었다. Nazara and Hewings(2004)는 1978년부터 2001년까지 일리노이주 제조업의 성장률을 연계 지역과 미국 전체와 비교하였다. 산업경쟁효과 측면에서 일리노이주는 미국 전체 대비 경쟁력이 낮았으나 연계 지역 대비 높게 나타났다. Herath, Schaeffer and Gebremedhin(2013)는 미국 웨스트 버지니아 주의 LD(Local Development) 간의 거리를 사용해 가중행렬을 구축하고, 1976년부터 2007년까지 고용 성장을 분해하였다. 주 전체 제조업의 고용이 감소하였으나, LD1·LD2의 제조업은 산업경쟁효과로 인해 고용이 증가하였다. 즉, 주 차원에서 제조업은 쇠퇴하지만, LD1·LD2의 제조업은 연계 지역 대비 비교우위를 갖는 산업으로 식별되었다. Montaña, Márquez, Fernández- Núñez and Hewings(2021)는 2013년부터 2017년까지 스페인 47개 지역(NUTS 3)의 농업 부가가치에 대해 분석해 연계 지역 대비 경쟁력이 높은 지역을 식별했다. 한편, 국내에서는 공간변이할당분석을 활용해 항만의 수입 변화를 분석한 연구가 수행된 바 있다(모수원, 박정환, 이광배 2017).

III. 분석의 틀

본 연구의 공간적 범위는 서울·경기·인천을 제외한 비수도권 시군 등 126개가 해당한다.⁴⁾ 산업적 범위는 제10차 한국표준산업분류의 대분류 기준 정보통신업(I)과 전문·과학·기술 전문서비스업(M) 등 생산자서비스업이다. 이는 통행 네트워크의 중심성이 크거나, 다른 지역으로부터 의존도가 큰 시군일수록 생

산자서비스업의 고용 변화가 클 수 있기 때문이다(박지형, 김민곤, 송용찬 2017; 이성민, 우명제 2024).⁵⁾ 한편, 고용변화는 KOSIS 온라인간행물의 전국사업체조사서를 활용하였다. 이때, 조사방법의 변경을 고려해 2020년 및 2023년 자료를 기준으로 하였다.

분석의 틀은 다음과 같다. 첫째, 2023년 통행 네트워크를 활용해 공간가중행렬을 정의하고, 지역 간 네트워크 구조를 파악하였다. 특히, 지배적 흐름과 고용 변화량을 시각화하여 제시하였다. 둘째, 기존 SSA의 산업구조효과와 지역할당효과에 대응하는 공간변이할당분석의 4개 요인을 활용해 4분면 분석을 수행하였다. 셋째, K-means 군집분석을 활용해 유형화하고, 군집별 평균 등 통계 값을 사용해 특성을 도출하였다. 분석 단계별 세부내용은 다음과 같다.

공간 SSA는 지역 간 공간·경제·사회적 관계를 사용해 벤치마킹대상을 설정한다는 점에서 기존 모형과 다르다. 지역의 경제적 성과는 전국 대비 상호작용이 큰 지역들의 영향이 더 크며, 지역은 독립적으로 존재하지 않는다(Nazara and Hewings 2004). 지역 간 상호작용을 정량화하는 방법은 자연 지리적 요인이나 경제적 변수를 이용한다. 본 연구에서는 국가교통DB에서 제공하는 '2023년 전국지역간 목적OD'를 사용하였으며, 출근·등교·업무·귀가·기타 등 모든 유형의 통행을 고려하였다. 출발지*i*에서 도착지*j*로의 연평균일통행량 T_{ij} 에 대한 공간가중행렬의 원소 w_{ij} 는 <식 4>과 같이 정의된다.

$$w_{ij} = T_{ij} / \sum_{j=1}^R T_{ij} \quad \text{단, } T_{ii} = 0 \quad \langle \text{식 4} \rangle$$

출발지와 도착지가 동일한 내부 통행량은 제외되며,

4) 공간 단위가 시군이므로 광역시·특례시 등 시에 대한 자치구·일반구와 제주도·울릉군·옹진군 등 3개 도서지역은 고려되지 않음.

5) 박지형, 김민곤, 송용찬(2017)은 서울 인근 18개 기초 지자체의 서울에 대한 통행 의존도가 높을수록, 제조업 및 서비스산업의 집적도가 낮아지는 경향이 있음을 밝혔다. 한편, 이성민, 우명제(2024)는 비수도권 거점도시의 생산자서비스업이 주변 시군의 업무통행을 유발한다고 제시함.

w_{ij} 는 행표준화한 값을 의미한다. 또한, 출발지와 도착지가 모두 비수도권이므로 비수도권 시군 간의 상호작용만 반영된다.

통행에 의한 네트워크 구조를 파악하기 위해 w_{ij} 의 값에 대한 지배적 흐름에 대해 시각화하고, 생산자서비스업 고용변화량과 비교 분석하였다. 도시 네트워크에 대한 지배적 흐름(Dominant Flow)은 출발지와 목적지 간의 주된 연결을 의미한다(윤철현, 황영우 2012). 윤철현, 황영우(2012)는 출발지 i 의 유출량 가운데 최댓값을 지배적 흐름으로 정의하였으나, 이 경우 모든 출발지의 지배적 흐름이 1개만 나타나게 된다. 즉, 네트워크의 구조는 트리(tree)의 형태를 보이면서 지역 네트워크의 다양성을 반영하지 못한다. 따라서 본 연구에서는 출발지 i 의 유출량 가운데 최댓값을 출발지별로 모두 구한 후, 이들 가운데 최솟값을 지배적 흐름을 판단하기 위한 기준으로 설정하였다.⁶⁾ <식 5>

$$\theta = \min_{i \in I} \left(\max_j (w_{ij}) \right) \quad \langle \text{식 5} \rangle$$

$$\text{Dominant Flow} = \{(i, j) \mid w_{ij} \geq \theta\}$$

Montania, Márquez, Fernández-Núñez and Hewings(2021)는 국가, 연계 지역, 지역 등 공간 맥락에 따라 공간변이할당 요인을 비교하였다. 그러나 본 연구에서는 산업구조효과와 지역할당효과 요인에 주목한다. 산업 또는 지역에 대해 한 요인을 고정하고, 다른 요인의 경쟁력을 판단하기 때문이다. 따라서 산업구조효과와 지역할당효과에 대한 4분면을 통해 지역산업을 분석한다.

산업구조효과 4분면은 지역산업구조효과(x축)와

연계산업구조효과(y축)로 구성된다. 지역 i 의 산업을 k 라고 할 때, 1사분면은 지역 i 에서 k 산업이 전 산업 대비 빠르게 성장하고, 연계 지역에서도 k 산업이 전 산업 대비 빠르게 성장하는 것을 의미한다. 즉, 지역 i 의 k 산업은 해당 지역과 연계 지역의 산업구조로 인해 고용이 성장한다. 반면, 4사분면은 지역 i 에서 k 산업이 전 산업 대비 빠르게 성장하지만, 연계 지역에서는 k 산업이 전 산업 대비 느리게 성장한다. 따라서, 지역 i 의 k 산업은 지역 내에서 산업구조에 의해 고용이 증가하지만, 연계 지역의 산업구조에 의해 고용이 감소한다. 산업구조효과에 대한 4분면 분석을 통해 산업구조 측면에서 연계 지역과 함께 성장하는 지역을 식별할 수 있을 것이다.

지역할당효과에 대한 4분면은 산업경쟁효과(x축)와 지역경쟁효과(y축)로 구성된다. 지역할당효과는 지역 i 와 연계 지역 간의 k 산업 또는 전 산업을 비교해 경쟁력을 판단한다. 따라서, 1사분면은 지역 i 가 연계 지역 대비 k 산업과 전 산업의 경쟁력이 커 고용이 증가함을 의미한다. 한편, 4분면은 지역 i 가 연계 지역 대비 k 산업의 경쟁력이 커 고용이 증가하지만, 전 산업 경쟁력은 작아 고용이 감소한다. 따라서 지역 할당효과에 대한 4분면을 통해 연계 지역과의 경쟁력을 비교할 수 있을 것이다.

4분면 분석을 통해 각 요인의 증감 양상에 따른 유형 구분은 가능하나, 개별 요인 내에서도 요인 간 상대적 크기를 비교하는 데 한계가 있다. 따라서 공간 SSA의 연계산업구조효과, 지역산업구조효과, 산업경쟁효과, 지역경쟁효과에 대한 군집분석을 통해 특성이 유사한 시군을 유형화해 특성을 도출한다.

6) 규모가 크고 복잡한 네트워크에서는 특성을 유지하면서 의미 있는 중심 구조(backbone)를 추출하는 것이 필요하며, 가중치가 있는 네트워크에 대해서는 가중치 임계값(Weight Thresholding) 이하의 연결을 제거하는 방법이 사용됨(Serrano, Boguná and Vespignani 2009). 본 연구에서는 네트워크 시각화를 위해 모든 시·군이 최소한 하나 이상의 지배적 흐름을 가질 수 있도록 임계값을 설정함. 이는 시·군 간 연결이 전혀 없어 발생할 수 있는 고립 문제를 방지하고, 하나의 시·군에서 여러 개의 지배적 흐름이 나타나는 것을 허용함으로써 네트워크의 다양성과 구조적 특성을 유지하려는 목적임.

K-means는 클러스터의 중심점을 임의로 설정한 후, 데이터를 유클리디안 거리가 가까운 클러스터로 할당한다. 이후 클러스터 내 분산의 합인 S_K 가 최소화하도록 반복 수행하여 군집을 분류한다.

$$S_K = \sum_{m=1}^K \sum_{x \in C_k} \|x - c_m\|^2 \quad \langle \text{식 6} \rangle$$

c_m : 클러스터 m 의 중심점

K-means는 알고리즘이 직관적이고 빠른 계산이 가능하지만, 초기 중심점 설정에 대한 무작위성(randomness)과 군집의 수를 사전에 설정하는 단점이 있다(Ikotun, Ezugwu, Abualigah and Abuhaija et al. 2023). 따라서 본 연구에서는 Pham, Dimov and Nguyen(2005)의 $f(K)$ 값을 활용해 단점을 보완하고자 하였다. $f(K)$ 는 데이터가 균등하게 분포할 때 군집의 수가 증가할수록 S_K 가 감소하는 비율이 일정한 점을 활용한다. 따라서 $f(K)$ 는 데이터가 균등하다는 가정의 $\widetilde{S}_K$ 와 실제 데이터로부터 계산된 S_K 의 값에 대한 비율을 의미한다. 즉, 데이터가 균등하지 않고 집중될 경우, S_K 가 $\widetilde{S}_K$ 대비 낮은 값을 보이며 $f(K)$ 가 감소할 것이다. $f(K)$ 의 값이 작을수록 클러스터의 구조가 명확하다는 것을 의미한다.⁷⁾ $f(K)$ 는 데이터의 차원 또는 규모에 의존하지 않는다. 또한, 반복 수행한 $f(K)$ 의 값이 같을 경우, 초기 중심점이 임의로 설정되더라도 같은 군집으로 분류되었음을 의미한다. 따라서, $f(K)$ 를 통해 군집 수와 초기 중심점의 임의성에 대해 평가할 수 있을 것이다.

$$f(K) = \frac{S_K}{\widetilde{S}_K} = \frac{S_K}{\alpha S_{K-1}} \quad \langle \text{식 7} \rangle$$

α : 데이터 차원에 대한 보정계수

단, $S_{k-1} \neq 0, \forall K > 1, f(1) = 1$

IV. 분석결과

1. 지역 간 통행 네트워크의 구조

지배적 흐름을 판단하는 기준인 θ 는 0.178이며, 지배적 흐름은 w_{ij} 전체 1만 5,750개 가운데 187개인 약 1.2%만 해당한다. 이때, 지배적 흐름을 1개 이상 받는 시군은 126개 가운데 84개가 해당한다. 비수도권에 대한 지배적 흐름과 생산자서비스업 고용변화량에 대한 시각화는 <그림 2>와 같다.

지배적 흐름에 기반한 지역 간 통행 네트워크 구조는 다음과 같다. 지배적 흐름은 인접한 시군 간 큰 값을 보이나, 광역시 등 일부 시군에 집중된다. 지배적 흐름 3개 이상을 받는 시군을 살펴보면, 강원도는 춘천·속초·강릉, 충청도는 대전·청주·세종, 경상북도는 대구·경산·안동·구미, 경상남도는 부산·김해·창원·진주·사천, 전라북도는 전주, 전라남도는 광주·목포·순천 등 19개 시군이 해당한다. 다른 시군은 통행을 통해 앞서 언급된 시에 의존하는 정도가 크다. 예를 들어, 광양시에서 순천시로의 w_{ij} 는 0.62의 값을 보이는데, 이는 광양시에서 다른 시군으로 이동하는 통행의 약 62%가 순천시로 향함을 의미한다.

비수도권 생산자서비스업 고용변화량을 살펴보면, 대전(8,801명) 등 10개 시에서 2020년부터 2023년까지 생산자서비스업이 1,500명 이상 증가하였으며, 이 가운데 6개는 지배적 흐름이 3개 이상이었다. 이 밖에 울산(2,136명) 및 포항(3,317명), 천안(1,786명), 광양(1,704)은 지배적 흐름이 3개 미만이었다. 고용변화량이 1,500명 미만이면서 지배적 흐름이 3개 이상인 13개 시군 가운데 진주(1,174명), 춘천(1,152명), 김해(937명), 강릉(879명), 전주(850명) 등 5개 시는 고용변화량이 750명보다 컸다. 이외 8개

7) Pham, Dimov and Nguyen(2005)는 $f(K)$ 가 0.85 미만일 때 군집 수가 적절하다고 제안함.

표 1 비수도권 생산자서비스업 공간변이할당분석 결과

(단위: 명)

지배적 흐름 수	시·군	생산자 서비스업 고용변화량	연계성장 효과	지역산업 구조효과	연계산업 구조효과	산업경쟁 효과	지역경쟁 효과	잔차효과
12	광주광역시	5,523	1,606	4,941	1,951	1,966	-1,024	-3,917
12	대구광역시	3,553	2,058	2,654	2,086	-591	-1,159	-1,495
9	전주시	850	362	938	2,135	-1,647	-450	-488
8	대전광역시	8,801	4,770	6,899	6,725	-2,694	-2,868	-4,031
6	부산광역시	4,329	2,756	3,426	7,175	-5,602	-1,852	-1,573
6	청주시	3,268	1,279	2,891	2,591	-603	-902	-1,989
6	창원시	334	545	-182	1,143	-1,353	-28	211
5	순천시	331	299	147	1,462	-1,429	-115	-32
5	목포시	299	166	227	646	-513	-93	-133
5	안동시	-157	73	-242	94	-324	12	230
4	진주시	1,174	469	539	135	570	165	-705
4	춘천시	1,152	469	613	308	375	70	-683
3	세종특별자치시	3,370	293	1,530	874	2,203	1,547	-3,077
3	김해시	937	172	751	231	534	14	-765
3	강릉시	879	224	619	370	285	36	-655
3	구미시	614	220	718	42	352	-324	-394
3	경산시	530	71	154	300	160	305	-459
3	속초시	41	95	17	172	-226	-71	54
3	사천시	39	78	-71	67	-106	33	39
2	포항시	3,317	329	2,490	509	2479	498	-2,988
2	울산광역시	2,136	823	1,778	1,753	-440	-465	-1,313
2	광양시	1,704	86	1,482	52	1,566	136	-1,618
2	아산시	1,142	124	920	448	570	98	-1,018
1	천안시	1,786	729	1,411	2,396	-1,339	-354	-1,057
1	완주군	958	-1	766	372	587	193	-959
1	양산시	883	60	676	194	629	147	-823

주: 지배적 흐름 2개 및 1개에 해당하는 시군은 생산자서비스업 고용변화량이 750명 이상인 경우에 해당함.

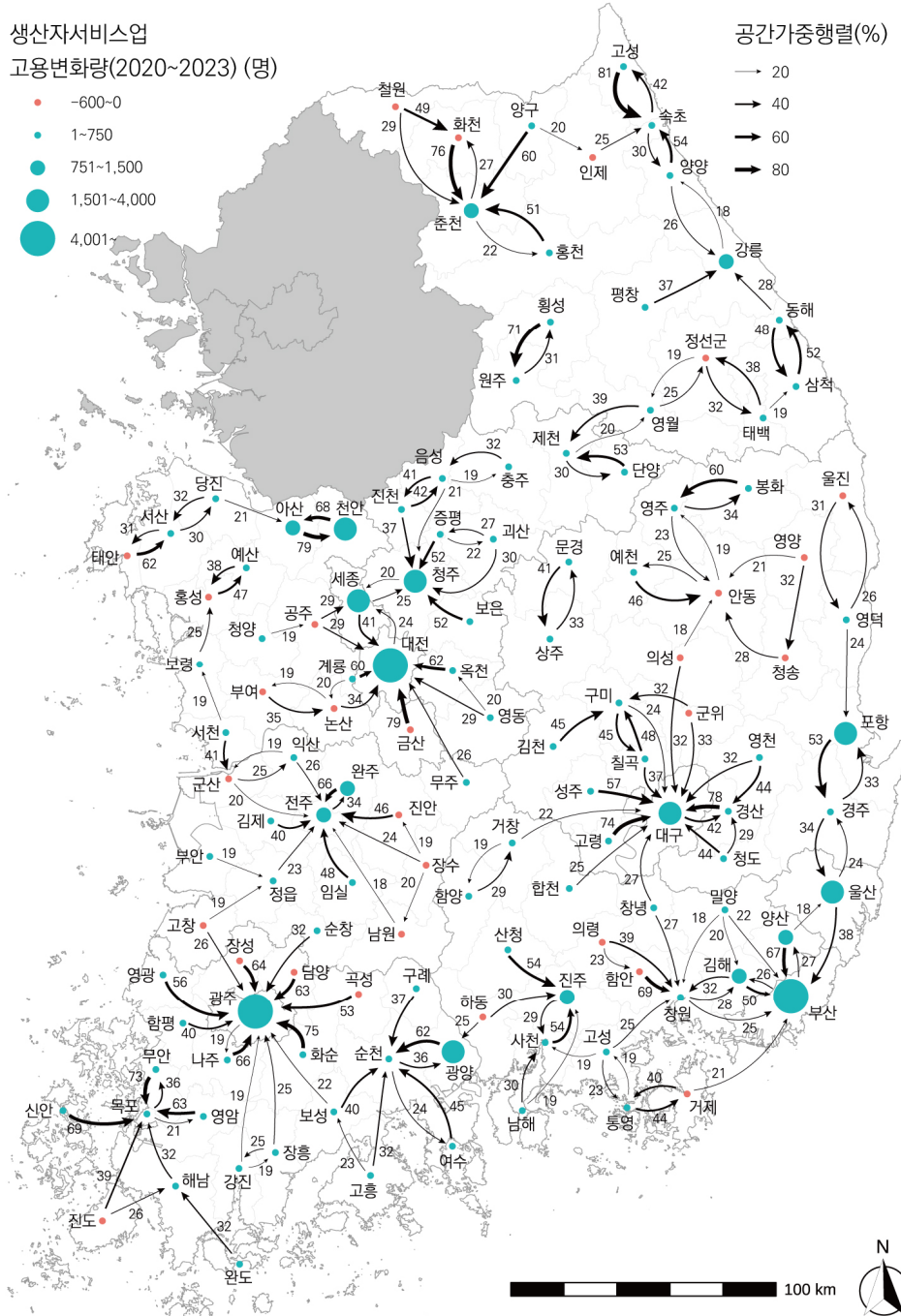
자료: 2020년 및 2023년 전국사업체조사(국가통계포털).

시군은 고용의 증가분이 작고, 안동은 유일하게 고용이 감소하였다. 한편, 지배적 흐름을 적게 받더라도 고용이 다소 증가한 시군도 일부 식별된다. 천안·완주·양산은 지배적 흐름을 1개 받지만, 고용은 각각 1,786명, 958명, 883명이 증가하였다. 시각화 결과

를 종합하면, 지배적 흐름을 많이 받는 시군의 생산자서비스업 고용변화량은 대체로 크다고 볼 수 있다. 지배적 흐름을 받는 수와 생산자서비스업의 고용변화량 간 피어슨 상관계수는 0.68($p < 0.01$)로 양의 값을 보인다.⁸⁾

8) 본 논문에서는 지배적 흐름의 수를 사용하였으나, 일부 선행연구에서는 도착지를 기준으로 공간가중행렬을 합한 값을 네트워크 중심성 지수로

그림 2 비수도권 생산자서비스업 고용변화량 및 공간가중행렬의 분포



사용하였음(윤철현, 황영우 2012; 윤종진, 우명제 2017). 네트워크 중심성 지수와 생산자서비스업 고용변화량 간의 피어슨 상관계수는 0.74($p < 0.01$)로 나타나며, 지배적 흐름 대비 양의 상관관계가 더 큼.

2. 공간변이할당분석 결과

공간변이할당분석은 비수도권 126개 시군에 대하여 모두 수행되었으나, 본 연구에서는 지배적 흐름 수 3개 이상 또는 고용변화량 750명 초과 시군에 대한 결과를 중심으로 살펴본다(〈표 1〉 참조).⁹⁾ 생산자서비스업 고용변화량은 연계성장효과, 지역산업구조효과, 연계산업구조효과, 산업경쟁효과, 지역경쟁효과, 잔차효과 등 6개로 분해되며, 각 요인에 따라 증감이 구분된다. 먼저, 연계 지역의 전 산업 성장률에 의한 증가분에 해당하는 연계성장효과는 완주군(-1명)을 제외하고 모두 양의 값을 보였다. 즉, 2020년 이후 연계 지역의 쇠퇴로 인한 고용감소분은 거의 없다고 볼 수 있다. 한편, 연계성장효과의 크기는 대전(4,770명), 부산(2,756명), 대구(2,058명), 광주(1,606명), 청주(1,279명) 등 순이다.

잔차효과를 제외한 4개 요인에 대한 4분면 분석 결과는 〈그림 3〉과 같다. 먼저, 산업구조효과는 1사분면 88개, 2사분면 36개, 4사분면 2개 순으로, 3사분면에 해당하는 시군은 없었다. 1사분면을 살펴보면, 부산은 연계산업구조효과(7,175명)가 지역산업구조효과(3,426명) 대비 컸으나, 대전은 두 값이 약 6,800명 내외로 비슷하였다. 즉, 부산·대전은 지역과 연계 지역의 산업구조에 의해 고용이 증가하지만, 부산은 연계 지역의 산업구조효과가 더 크다. 다른 시군도 지역 및 연계 지역 산업구조에 의해 고용이 성장하나, 광양·포항·광주는 지역 산업구조에 의해, 순천·전주·천안은 연계 지역 산업구조에 의해 주로 성장하였다. 또한, 1사분면 시군은 서로 인접하고 있으나, 지역산업구조효과가 음의 값을 보인 2사분면 시군은 시도 간 경계 또는 광역시 인근에 분포하는 특징을

보인다. 연계산업구조효과가 음의 값을 보인 4사분면 시군은 통영과 청송이었으나, 고용변화량의 크기가 각각 100명 및 -5명으로 매우 작다.

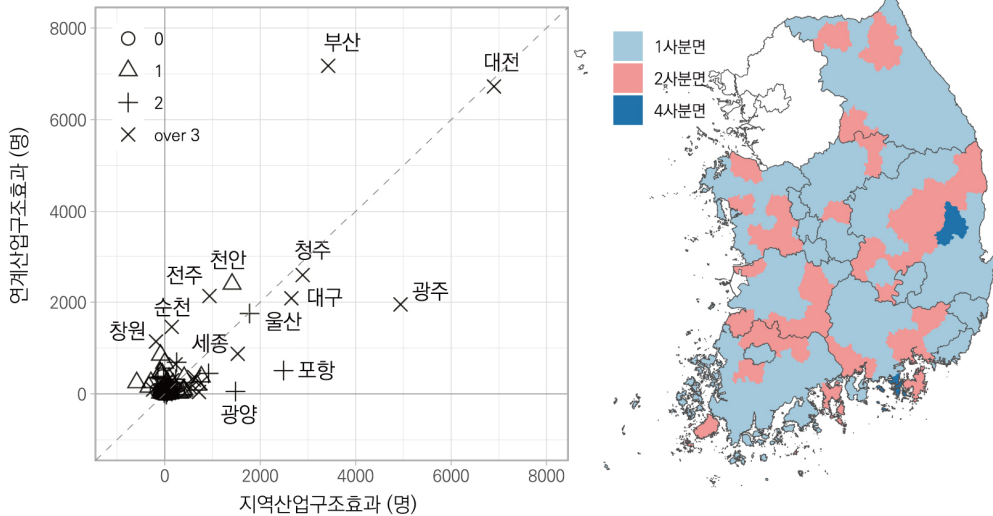
지역할당효과 4분면은 3사분면 45개, 1사분면 42개, 2사분면 24개, 4사분면 15개 순으로 분류되었다. 먼저, 1사분면의 세종·포항·광양·김천 등 시군은 연계 지역 대비 생산자서비스업과 전 산업 경쟁력이 크다. 단, 김천은 전 산업 경쟁력이, 세종·포항·광양은 생산자서비스업 경쟁력이 상대적으로 더 크다. 반면, 3사분면은 연계 지역 대비 두 경쟁력이 모두 작은 시·군으로, 부산·대전과 대구·청주·전주·순천·창원 등이 해당하였다. 이때, 대전·대구·청주는 전 산업 경쟁력이, 부산·전주·순천·창원은 생산자서비스업 경쟁력이 상대적으로 더 작다. 4사분면의 광주와 구미는 전 산업 경쟁력은 떨어지지만, 연계 지역 대비 생산자서비스업 경쟁력은 크다고 볼 수 있다. 지역할당효과 4분면에 대한 공간분포의 특징은 발견되지 않는다. 단, 광역시와 인접한 시군은 대체로 산업경쟁효과가 음의 값인 2·3사분면에 해당하였다.

산업구조효과와 지역할당효과에 대한 4분면 분석에서 비수도권 생산자서비스업에 대한 두 특징이 도출된다. 먼저, 산업구조효과 또는 지역할당효과 각 지표의 높은 상관성이다. 피어슨 상관계수는 지역산업구조효과와 연계산업구조효과 간 0.81($p<0.01$), 산업경쟁효과와 지역경쟁효과 간 0.66($p<0.01$)의 양의 값을 보인다. 즉, 지역과 연계 지역은 산업구조에 의해 서로 고용이 증가하고, 전산업의 경쟁력이 큰 지역은 생산자서비스업의 경쟁력도 큰 경향성을 보인다. 두 번째는 산업구조효과와 지역할당효과 간의 상반성이다. 산업구조효과의 1사분면에 해당하는 시군은 지역할당효과의 3사분면으로 분류되었다. 즉, 연계

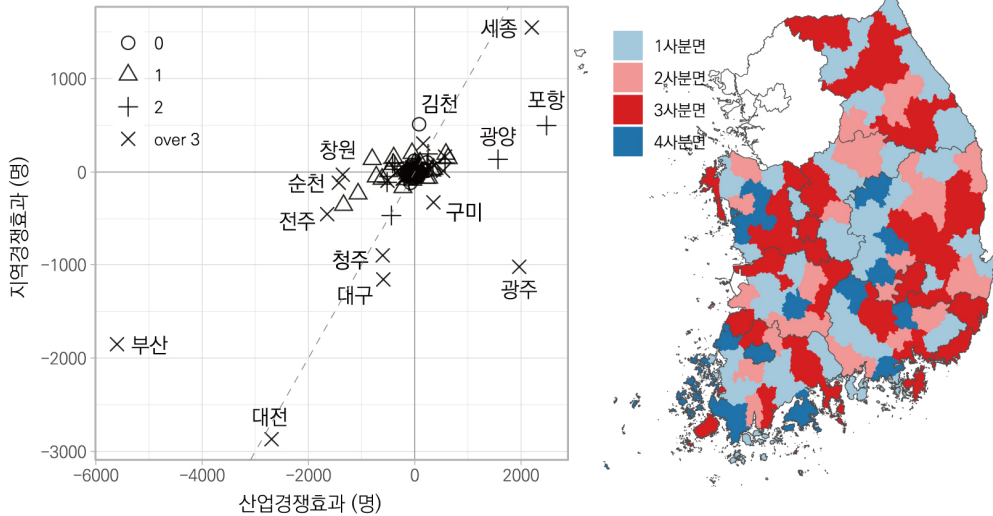
9) 지배적 흐름을 받는 수가 3개 이상인 시군은 19개이며, 생산자서비스업 고용변화량이 750명을 초과하는 시군은 18개임. 각각 전체의 약 15%를 차지하며, 두 조건을 모두 만족하는 시군은 11개가 해당함.

그림 3 산업구조효과 및 지역할당효과 4분면 분석

산업구조효과 4분면 및 공간 분포



지역할당효과 4분면 및 공간 분포



- 주: 1) 4분면 내 모양은 지배적 흐름의 수에 따른 범례를 의미함.
2) 사분면 내 점선은 $y=x$ 에 대한 직선을 의미함.

지역과 함께 산업구조에 의해 고용증가량이 큰 지역은 연계 지역 대비 성장을 측면의 경쟁력이 낮다. 단, 세종·광주·광양·포항 등 일부 시군은 이러한 일반적인 경향과 차이를 보였다.

3. 군집분석 결과

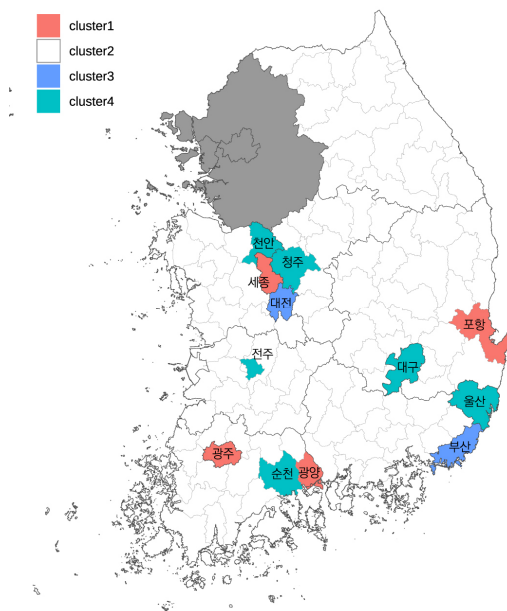
산업구조효과와 지역할당효과 요인에 대한 군집분석 결과는 <표 2>와 같다. 먼저, K-means를 1,000번 실시한 $f(K)$ 값을 살펴보면, 0.85 미만의 값을 갖는 군집 수는 2·3·4개 및 7개로 나타났다. 단, 1,000번 가운데 $f(K)$ 값이 같은 결과가 나온 비중은 군집 수 4개가 1.0으로 가장 높고, 2개 및 3개는 0.97, 7개는

표 2 군집 수별 $f(K)$ 에 대한 결과

K	$f(K)$	비중	K	$f(K)$	비중
1	1.00	1.00	6	0.93	0.23
2	0.56	0.97	7	0.78	0.33
3	0.64	0.97	8	0.93	0.28
4	0.76	1.00	9	1.00	0.36
5	0.92	0.50	10	1.01	0.56

주: 비중은 전체 1,000번 시행한 것 중에서 $f(K)$ 와 같은 결과가 나온 횟수가 차지하는 비율을 의미함.

그림 4 군집의 분포



0.33 순이다. 즉, 군집의 수를 4개로 설정하면, 처음에 군집의 중심점을 어떻게 정하든 관계없이 K-means를 실행할 때마다 모든 데이터가 항상 같은 군집으로 나뉜다는 것을 의미한다. 따라서 본 연구에서는 군집 수를 4개로 설정하였다.

군집에 대한 결과는 <그림 4>, <표 3>과 같다. 먼저 군집2는 모든 요인의 절대적인 변화량 크기가 작은 시군으로, 산업구조효과와 지역할당효과에 의해 생산자서비스업이 크게 성장하지 않는다. 전체 시군 가운데 114개가 해당하며, 비수도권 생산자서비스업 고용변화량의 약 30.8%를 차지한다. 따라서 비수도권 생산자서비스업 고용변화량의 약 69.2%는 군집 1·3·4 등 12개 시군의 변화량이다.

군집1은 세종·광주·광양·포항 등 4개 시이며, 지역산업구조효과 2,611명, 산업경쟁효과 2,054명, 연계산업구조효과 846명, 지역경쟁효과 289명 등 평균이 모두 양의 값을 보였다. 생산자서비스업이 지역 내에서 빠르게 성장하고, 연계 지역 대비 산업 경쟁력이 크다. 따라서, 이들 지역은 연계 지역과 지역 내 산업구조 및 경쟁력을 바탕으로 성장한다고 볼 수 있다. 공간 분포를 살펴보면, 세종·광양은 인접한 시군이 군집3 또는 군집4로 분류되었으나, 포항·광주는 인접한 시군이 모두 군집2에 해당한다.

군집3과 군집4는 산업구조효과가 모두 양의 값이지만, 지역할당효과가 모두 음의 값을 보인 공통점이 있다. 특히, 군집3은 군집4에 비해 산업구조효과가 약 3배, 지역할당효과는 약 4배 더 크다. 즉, 두 군집은 특성이 서로 유사하지만, 절대적인 규모에서는 다소 차이를 보인다. 두 군집의 특성은 지역과 연계 지역의 산업구조에 의해 고용이 성장하지만, 연계 지역과 비교해 산업 및 전산업 경쟁력이 낮다. 군집3은 대전·부산으로 전체 고용변화량의 약 23.3%를, 군집4는 천안·청주·전주·대구·울산·순천 등 6개로 전체 고용변화량의 약 21.2%를 차지한다. 공간분포를 살

퍼보면, 지배적 흐름을 많이 받는 광역시 등이 해당한다. 주요 특징으로는 부산-울산, 대전-세종-청주, 순천-광양 등 군집1 또는 군집3과 인접하면서 지배적 흐름을 주고받는 점이다. 단, 대구·전주는 인접한 시군이 모두 군집2에 속하고, 천안은 세종·청주와 인접해 있음에도 지배적 흐름이 나타나지 않는다.

군집분석 결과를 고려할 때, 군집1은 지역의 산업 경쟁력을 높이는 거점전략을, 군집3과 군집4는 지역 간의 연결성을 높이는 수평적 연계 전략을 먼저 고려할 수 있을 것이다. 그러나 군집의 공간 분포를 고려한다면, 거점 및 수평적 연계에 대한 다차원적 접근이 필요하다. 전주·대구는 인접한 시군보다는 거리가 멀지만 규모가 있는 시군과 연계성을 높이거나, 지역 내 산업의 경쟁력을 개선해야 한다. 한편, 순천-광양과 세종-대전-청주는 거점전략과 수평적 연계 전략이 병행될 필요가 있다. 이처럼 지역 간 네트워크를 고려한 지역산업 진단은 광역적 관점에서 어떤 방식의 접근이 우선되어야 할지를 결정하는 데 유용한 기준이 될 수 있다.

V. 결론

본 논문은 공간변이할당분석과 군집분석을 활용하여, 지역 간 통행 네트워크를 기반으로 지역 산업의 경쟁력을 분석하였다. 주요 분석 결과는 다음과 같다. 첫째, 통행 네트워크의 지배적 흐름을 살펴본 결과, 지배적 흐름을 많이 받는 시군은 생산자서비스업의 고용변화량이 큰 경향성을 보였다. 네트워크 도시 관점에서 이들 지역은 위상이 큰 결절지(node)로 해석할 수 있다. 특히 포항·청주 등 일부 중소도시는 광역시에 종속되지 않고, 오히려 주변 지역으로부터 종속을 받는 지역으로 나타났는데, 이는 중소도시권에서도 생산자서비스업 등 고차 기능이 연계와 협력을 통해 성장할 수 있는 잠재력이 있음을 시사한다.

둘째, 공간변이할당분석을 통해 비수도권 생산자서비스업 고용변화량을 6개 요인으로 분해하였다. 특히, 산업구조효과와 지역할당효과에 대한 4분면 분석을 통해, 여러 지배적 흐름을 받는 시군이 산업구조 또는 경쟁력에 우위가 있음을 확인하였다. 한편, 지역과 연계 지역 간 산업구조 변화의 동행성이 확인되었고,

표 3 군집분석 결과

(단위: 개, %, 명)

군집	N	클러스터 내 분산 (전체 분산 가운데 비중)	생산자 서비스업 고용변화량 (전체 가운데 비중)	평균(표준편차)				
				지역산업 구조효과	연계산업 구조효과	산업경쟁 효과	지역경쟁 효과	생산자 서비스업 고용변화량
군집1	4 (3.2%)	13,675,753 (4.3%)	13,914 (24.7%)	2,611 (1,622)	846 (810)	2,054 (387)	289 (1,060)	3,479 (1,657)
군집2	114 (90.5%)	19,535,676 (6.1%)	17,357 (30.8%)	81 (220)	128 (188)	-34 (284)	13 (92)	152 (285)
군집3	2 (1.6%)	10,878,401 (3.4%)	13,130 (23.3%)	5,162 (2,456)	6,950 (318)	-4,148 (2,056)	-2,360 (718)	6,565 (3,162)
군집4	6 (4.8%)	8,332,757 (2.6%)	11,924 (21.2%)	1,636 (1,038)	2,070 (413)	-1,008 (521)	-574 (384)	1,987 (1,280)

주: 전체 분산(318,631,844) 및 군집 간 분산(266,209,256).

전산업 경쟁력이 클수록 생산자서비스업 경쟁력도 큰 것으로 나타났다.

셋째, 공간변이할당 요인에 대한 군집분석을 통해 비수도권 시군을 4개의 유형으로 분류하였다. 비수도권 가운데 114개 시군은 고용변화량이 크지 않은 군집으로 분류되었으며, 이밖에 12개 시군이 비수도권 고용변화량의 69.2%를 차지하였다. 특히, 세종·포항·광주·광양은 지역과 연계 지역 측면에서 산업구조 및 경쟁력의 우위를 보였으며, 부산·대전과 천안·청주·전주·대구·순천·울산은 지역과 연계 지역의 산업 구조에 의해 고용이 크게 성장하였다. 또한 군집 유형별 특성과 공간분포를 고려할 때, 같은 군집 유형이라도 다른 지역산업 정책 전략이 고려될 수 있다. 일례로, 생산자서비스업 육성에 대한 광역시의 초광역권 정책은 대전·부산과 광주 간 차별화될 수 있다. 대전·부산은 지역 내 성장을 개선하기 위해 신산업을 유치 및 육성하면서, 지역 경쟁력이 큰 세종·포항과 협력을 높여야 한다. 반면, 광주는 연계 지역의 수요를 흡수해 기능의 밀도를 높이고, 순천·광양이 요구하는 상위 기능을 유치하는 전략이 필요할 것이다.

메가시티·초광역권 등 연계와 협력에 기반한 지역 정책을 수립하기 위해서는 네트워크를 기반으로 지역산업의 경쟁력을 진단할 필요가 있다. 본 연구에서는 공간·경제·사회적으로 연계된 지역을 벤치마킹 대상으로 설정하는 공간변이할당분석을 소개하고, 통행 네트워크와 비수도권 생산자서비스업 고용변화량에 적용한 결과를 제시하였다. 특히, 군집분석을 활용하여 유형별 특성을 제시하여, 지역 간 수직적 혹은 수평적 연계에 대한 의사결정과 전략 수립에 필요한 방법론을 제공하고자 하였다.

방법론적 측면에서는 공간 SSA의 구성요소가 기존 SSA와 대응되면서, 공간적 관계를 고려하여 확장된 개념임을 제시하였다. 그러나 공간가중행렬의 정의 혹은 연구 범위의 설정 등 연구자의 자의성이 개입될

수밖에 없다는 점에서, 기존 변이할당분석과 동일한 한계를 가진다. 특히, 지역 또는 산업 간의 우위를 성장률을 기준으로 비교하기 때문에, 분석 기준에 따라 결과가 달라질 가능성이 존재한다.

그럼에도 네트워크와 지역 산업 간의 관계에 대한 개념적 모호성을 일정 부분 해소할 수 있다는 장점이 있다. 따라서 화물 통행량, 기업 간 거래망 등 다양한 네트워크 자료를 기반으로 벤치마킹 대상을 설정하고, 제조업 등 지역 여건을 고려한 산업 분석이 가능할 것이다. 나아가, 하나의 지역 내 여러 산업을 비교하여 다른 지역과 협력이 가능한 산업을 도출하는 등 활용이 가능할 것으로 기대된다.

• 참고문헌

References

1. 모수원, 박정환, 이광배. 2017. 대산항 수입변동의 분해: 전통적 변이할당분석과 공간변이할당분석. *해운물류연구* 33권, 4호: 769-784.
Mo Soo-won, Park Jeong-hwan and Lee Kwang-bae. 2017. Decomposition of import change of daesan port: Traditional and spatial shift-share analysis. *Journal of Shipping and Logistics* 33, no.4: 769-784.
2. 박경현, 윤영모, 고사론, 양예림, 조현지. 2022. 국토균형 발전을 위한 지역주도 초광역권 육성 전략. *국토정책Brief* 892호. 세종: 국토연구원.
Park Kyunghyun, Yoon Youngmo, Ko Saron, Yang Yerim and Cho Hyunji, 2022, Region-based megaregion strategy for balanced national development, *KRIHS Policy Brief* no.892. Sejong: Korea Research Institute for Human Settlements.
3. 박지형, 김민곤, 송용찬. 2017. 지역의존도가 특정 산업의 집적도와 지역의 재정건전성에 미치는 영향연구: 서울특별시와 인접 수도권 기초 지자체를 중심으로. *한국공공관리학보* 31권, 1호: 175-206.
Park Ji-Hyung, Kim Min-Gon and Song, Yongchan. 2017. A study on influence of region dependency to degree of integration of specific industry and local fiscal sustainability: Focusing on Seoul metropolitan city and metropolitan lower level local

- government. *Korean Public Management Review* 31, no.1: 175-206.
4. 변필성, 김광익, 김태환. 2005. 지역 경쟁력과 경제발전 간의 관계: 변이할당분석기법과 고용성장예의 적용을 토대로. *한국 경제지리학회지* 8권, 2호: 267-284.
Byun Pillsung, Kim Gwang-Ik and Kim Taehwan. 2005. Effects of the localities' competitiveness contributing to employment growth on local economic development: Based on a Shift-Share Method. *Journal of the Economic Geographical Society of Korea* 8, no.2: 267-284.
 5. 손정렬. 2011. 새로운 도시성장 모형으로서의 네트워크 도시-형성과정, 공간구조, 관리 및 성장전망에 대한 연구동향-. *대한지리학회지* 46권, 2호: 181-196.
Sohn Jungyul. 2011. Network city as a new urban growth model: A review on its formation, spatial structure, management and growth potential. *Journal of the Korean Geographical Society* 46, no.2: 181-196.
 6. 윤종진, 우명제. 2017. 광역경제권의 기능적 상호의존과 고용 성장: 지역정책에 대한 함의. *국토계획* 52권 2호: 117-136.
Yun Jongjin and Woo Myungje. 2017. Functional interdependence and employment growth of mega-economic regions: Implications for regional planning. *Journal of Korea Planning Association* 52, no.2: 117-136.
 7. 윤철현, 황영우. 2012. 도시간 상호관계분석에 의한 한국 도시체계의 이해. *도시행정학보* 25권 2호: 31-48.
Yoon Chul-Hyun and Hwang Young-Woo. 2012. Korean urban system by an analysis of interurban relationship. *Journal of the Korean Urban Management Association* 25, no.2: 31-48.
 8. 이성민, 우명제. 2024. 지역 거점도시와 주변 지역 간 연계 산업이 비수도권 도시성장에 미치는 영향. *국토계획* 59권, 6호: 25-39.
Lee Seongmin and Woo Myungje. 2024. The impacts of interconnected industries between regional hub cities and surrounding areas on urban growth in non-capital regions. *Journal of Korea Planning Association* 59, no.6: 25-39.
 9. 정진도. 2023. 지역균형발전 전략으로서의 메가시티, 쟁점과 과제. 이슈와 논점 제2163호. 서울: 국회입법조사처.
Jung Jin-Do. Megacity strategies for regional balanced growth: Issues and challenges. *Issues and Perspectives* no.2163. Seoul: National Assembly Research Service.
 10. 조재욱. 2023. 초광역권 공간전략의 정치경제: 메가시티 구상의 의의와 과제를 중심으로. *한국과 국제정치* 39권, 4호: 1-35.
Cho Jae-wook. 2023. Political economy of ultra-wide area spatial strategy: Significance and challenges of the mega city initiative. *Korea and World Politics* 39, no.4: 1-35.
 11. 최명섭, 변세일. 2011. 지역 간 산업연계 활성화를 위한 KTX 정차도시 중점선도산업 분석. *국토연구* 68권, 3호: 43-60.
Choi Myoungsub and Byeon Sehil. 2011. Analysis on leading industries of KTX cities for promoting inter-regional industrial linkage. *The Korea Spatial Planning Review* 68, no.3: 43-60.
 12. 최병두, 엄진찬, 채은혜. 2014. 영남권 도시들의 특화산업과 산업연계: 네트워크도시이론에 바탕을 둔 분석. *한국경제 지리학회지* 17권, 4호: 718-742.
Choi Byung-Doo, Um Jin-Chan and Chae Eun-Hye. 2014. Specialized industries and industrial connectivity of cities in Yeongnam area: Analysis on the basis of network city theory. *Journal of the Economic Geographical Society of Korea* 17, no.4: 718-742.
 13. Herath, J., Schaeffer, P. V. and Gebremedhin, T. G. 2013. Employment change in LDs of West Virginia: A dynamic spatial shift-share analysis. *American Journal of Rural Development* 1, no.5: 99-105.
 14. Ikotun, A. M., Ezugwu, A. E., Abualigah, L., Abuhaija, B. and Heming, J. 2023. K-means clustering algorithms: A comprehensive review, variants analysis, and advances in the era of big data. *Information Sciences* 622: 178-210.
 15. Montaña, C. V., Márquez, M. A., Fernández-Núñez, T. and Hewings, G. J. D. 2021. Spatial shift-share analysis: Some new developments. *Regional Science* 100, no.2: 305-326.
 16. Nazara, S. and Hewings, G. J. D. 2004. Spatial structure and taxonomy of decomposition in shift-share analysis. *Growth and change* 35, no.4: 476-490.
 17. Pham, D. T., Dimov, S. S. and Nguyen, C. D. 2005.

Selection of K in K-means clustering. *Proceedings of the Journal of Mechanical Engineering Science* 219, no.1: 103-119.

18. Serrano, M. Á., Boguná, M. and Vespignani, A. 2009. Extracting the multiscale backbone of complex weighted networks. *Proceedings of the national academy of sciences* 106, no.16: 6483-6488.
-

- 논문 접수일: 2025. 6. 29.
- 심사 시작일: 2025. 7. 16.
- 심사 완료일: 2025. 8. 5.

요약

메가시티·초광역권 등 연계와 협력에 기반한 지역정책을 수립하기 위해서는 네트워크를 기반으로 지역 산업의 경쟁력을 진단할 필요가 있다. 본 연구에서는 공간변이할당분석 모델을 활용해, 지역 산업 경쟁력을 통행 네트워크를 고려해 분석하였다. 분석결과, 통행 네트워크의 지배적 흐름을 많이 받는 시·군은 생산자서비스업 고용변화량이 큰 경향성을 보였다. 산업구조효과 및 지역할당효과에 대한 4분면 분석을 통해 여러 지배적 흐름을 받는 시·군이 산업구조 또는 경쟁력에 우위가 있음을 확인하였다. 특히, 공간변이할당 요인에 대한 군집분석을 통해 비수도권 시·군을 4개의 유형으로 분류하였다. 세종·포항·광주·광양은 지역 내 산업구조 및 경쟁력에서 우위를 보였고, 부산·대전 등은 지역과 연계 지역의 산업구조에 의해 고용이 성장하였다. 또한 군집 유형별 특성과 공간분포를 고려할 때, 같은 군집 유형이라도 다른 네트워크 전략이 고려될 수 있음을 제시하였다.

- 주제어: 공간변이할당분석, 통행 네트워크, 군집분석, 생산자서비스업, 비수도권