






서울시 생활물류 출발지·도착지의 공간적 분포 특성과 영향 요인 분석*

Analysis of Spatial Distribution Characteristics and Influencing Factors of the Origin and Destination of Customer Logistics in Seoul, Korea

박은총** · 이수기***   

Park, Eun-chong · Lee, Sugie

Abstract

As online consumption increases, the demand for delivery in cities continues to increase, and delivery is becoming routine. In response, customer logistics services are being introduced as a solution to various urban logistics problems. However, research on the characteristics of customer logistics activities and customer logistics facilities remains inadequate. Using the 2020 customer logistics data from Seoul, this study aims to examine the spatial distribution of customer logistics origin and destination and analyzes urban environmental factors that affect customer logistics employing a spatial error model. Additionally, we categorized customer logistics facilities (micro-fulfillment centers) and analyzed the location characteristics of the existing logistic facility, post office, and three types of micro fulfillment centers. The results of the analysis are as follows: First, micro-fulfillment centers were found to have different location patterns from the existing ones. Specifically, micro-fulfillment centers were mostly located in residential areas, yet no regulation exists to prevent urban logistic problems. Second, as main roads are not important in customer logistics, a robust transportation plan is required to control increasing customer logistics. Finally, most micro-fulfillment centers have a positive relationship with customer logistics, which is important in the following order: sharing economy, dark store, and online platform. Evidently, support and regulatory policies will be needed for each type of micro-fulfillment center. The study is expected to have implications for urban logistics planning.

주제어 생활물류, 물류시설, 도심형 물류센터, 입지특성, 물동량

Keywords Customer Logistics, Logistics Facility, Micro-Fulfillment Centers, Location Characteristic, Logistic Volume

1. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

전자 상거래가 발전하면서 온라인 중심의 소비가 증가하고 택

배가 일상생활화 되었다. 1인 가구의 증가와 외식문화의 확산으로 인해 물류서비스는 다양화되고 있으며, 물류 시장은 지속해서 성장할 것으로 예상된다. 택배 수요는 지속해서 증가하고 있으며, 2012년 국내시장 물동량은 140,598만 박스였으나 2021년에 362,967만 박스로 158.2% 증가하였다(그림 1). 이와 함께 택배 매

* 이 논문은 2023년 10월 한국도시설계학회 추계학술대회에서 발표한 논문과 주저자의 2024년 석사학위 청구 논문의 일부를 수정·보완하였음.

** M.S., Department of Urban Planning & Engineering, Hanyang University (First Author: pecaeu@hanyang.ac.kr)

*** Professor, Department of Urban Planning & Engineering, Hanyang University (Corresponding Author: sugielee@hanyang.ac.kr)

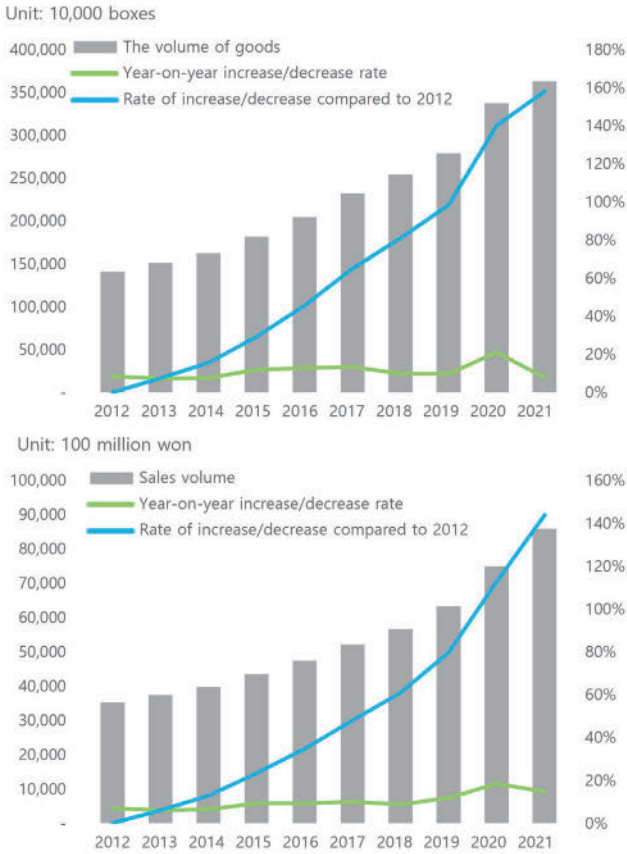


그림 1. 국내 물류 물동량 현황(위)과 매출액(아래)

Figure 1. Domestic logistic volume status (top) and sales (bottom)

자료출처: 국가물류통합정보센터

Source: National Logistics Information Center

출액도 증가하고 있으며, 2012년 35,232억 원에서 2021년 85,887억 원으로 약 143.8%가 증가하였다. 특히 COVID-19 기간인 2020년은 택배 수요가 급격히 늘어나면서 물동량과 매출액이 모두 전년 대비 20.9%, 18.4%가 증가하였다.

반면, 택배 수요는 지속해서 증가하고 있으나 이를 수용하기 위한 물류시설의 부족 문제가 대두되고 있다(김리원, 2022). 한편, 물류시설이 대형화되면서 토지가격에 대한 부담이 증가하고 교통안전 및 소음 공해 문제로 도시규제가 엄격해지고 있다. 국내 물동량의 70% 이상이 집중되는 수도권에서는 물류시설이 외곽지역으로 밀려나는 물류스프롤 현상이 발생하고 있다. 이로 인해 집배송거리와 시간이 증가하여 급증하는 물류 수요를 감당하기에 인프라가 부족하고 대기오염을 악화시키고 교통 정체를 발생시키고 있다(유경상 외, 2023). 한편, 택배산업은 소비자 중심으로 변화하면서 라스트마일에 집중하고 있다. 이로인해 물류시설이 도심으로 들어오는 Proximity Logistic 현상이 발생하고 있으며, 도심형 소형물류센터(Micro-Fulfillment Center: MFC)가 도시 내 등장하고 있다(정병현 외, 2023). 도심형 물류센터는 주로 소비자에게 신속한 배달을 제공하기 위해서 주거지역을 포함하여 도시 내 무분별하게 입지하고 있지만, 대부분

1,000m² 이하로 창고업으로 분류되지 않아 규제를 받지 않는다. 또한, 도심형 물류센터의 형태와 입지특성이 다양하지만, 이에 대해 명확한 정의는 없다.

한편, 도시에서 택배의 영향력과 중요성이 커지면서 생활물류에 대응하기 위해 2021년 「생활물류서비스산업발전법」이 시행되었다. 생활물류서비스는 물류에 관한 활동으로서 소비자의 요청에 따라 소형경량 위주의 화물을 집화, 포장, 보관, 분류 등의 과정을 거쳐 배송하는 서비스 및 이륜자동차를 이용하여 직접 배송하거나 정보통신망 등을 활용하여 중개하는 서비스를 말한다(「생활물류서비스산업발전법」 제2조 제1항). 기존의 「화물자동차 운수사업법」이 소비자 중심의 택배서비스업을 규정하기 어려운 점을 고려하여 생활물류서비스에 대한 법이 제정되었으나, 아직 생활물류서비스와 생활물류시설의 특성이 모호하다. 또한, 실제 도시에서 실제 생활물류 활동의 공간적 특성에 대한 연구는 부족하며, 생활물류 인해 발생하는 외부효과를 완화하기 위한 지원방안에 대한 연구는 미비하다. 이로 인해 기대와 달리 도시 물류 문제에 해결책을 제시하지 못하고 있어, 생활물류 원활화와 도시 물류 문제 해결을 위해 생활물류의 특성을 파악할 필요가 있다.

따라서, 본 연구는 서울시 생활물류 데이터를 활용하여 생활물류 서비스의 공간적 특성을 탐색하고, 생활물류 출발지·도착지에 영향을 미치는 요인을 분석한다. 또한, 생활물류시설인 도심형 물류센터의 유형을 구분하여 입지패턴과 생활물류와 관계를 분석하고자 한다. 이를 통해 생활물류서비스와 생활물류시설을 이해하고 도시 물류 계획에 정책적 시사점을 제공하고자 한다.

2. 연구의 범위 및 방법

본 연구의 공간적 범위는 서울특별시이다(그림 2). 2020년 서울시 인구는 9,668,465명으로 국내 총인구의 18.65%가 거주하고

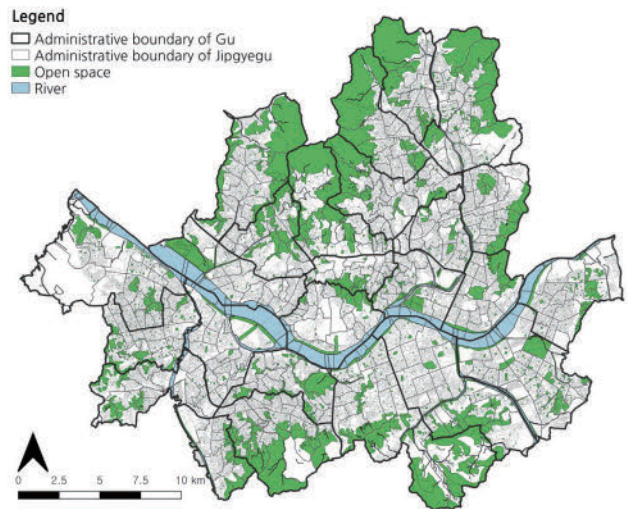


그림 2. 연구 대상지 및 분석단위

Figure 2. Study area and unit of analysis

있으며, 많은 물류의 이동이 발생하고 있다. 국내 물동량의 85.78%가 수도권에서 발생하고 있으며, 서울시는 54.92%를 차지하고 있다(국가물류통합정보센터, 2023). 김병관·박지선(2022)에 따르면 2020년 서울시의 생활물류 물동량은 1,678,303개/일로 나타났으며, 2030년에는 2,689,331개/일로 60.2% 증가할 것으로 예측되어, 생활물류 특성을 분석하기에 적합한 사례지역으로 판단하였다. 본 연구에서 활용한 데이터는 서울 빅데이터 캠퍼스의 '서울시 CJ사 대한통운 택배 유형별 월 데이터'이다. 분석 단위는 집계구이며, 시간적 범위는 2020년이다. 데이터 구득의 제한으로 인해 블록단위(통계청에서 발표하는 가장 최소 단위의 경계를 개인정보 보호를 유지하면서 실제적인 마케팅에 활용할 수 있는 최적의 정보단위, 블록 당 평균 인구수 약 100여 명)로 제공되는 서울시 생활물류 출발지·도착지의 월별 물동량을 집계구 단위로 집계하고, 전체 물동량에 대한 집계구 내 물동량 백분율로 계산하여 활용하였다.

본 연구 흐름은 다음과 같다. 먼저 선행연구 고찰과 함께 서울시 생활물류 데이터를 블록구간에서 집계구 단위로 집계하여 출발지·도착지의 전체 물동량에 대한 집계구 내 물동량 백분율을 구하여 데이터를 구득한다. 구득한 데이터의 공간적 분포를 시각화하여 생활물류의 출발과 도착이 많은 곳을 파악한다. 다음으로, 생활물류시설 위치 데이터를 구득하고 선행연구를 통해 유형을 구분하여 기존 물류시설과 도심형 물류시설의 공간적 패턴을 분석한다. 마지막으로, 도시환경요인 변수를 구축하고 공간통계 모형을 통해 생활물류에 영향을 미치는 요인을 식별한다. 이를 통해 생활물류서비스와 생활물류시설의 특성을 이해하고 정책적 시사점을 제공한다.

II. 선행연구 고찰

1. 생활물류 관련 법과 정책 관련 연구

국내 생활물류서비스 관련법으로는 「화물자동차 운수사업법」, 「물류정책기본법」, 「생활물류서비스산업발전법」이 있다. 「화물자동차 운수사업법」은 화물자동차 운수사업의 효율적 관리와 화물의 원활한 운송을 위해서 2002년 8월에 제정되었다. 「화물자동차 운수사업법」은 육상 화물운송에 관해서 유일한 법으로 운수사업에 초점을 맞추고 있다. 2007년 이전에는 물류에 관한 여러 법률이 시행되었지만, 담당부처마다 차이로 인해 물류정책을 통합 및 조정하는 데 한계가 있었다(김린, 2014). 이에 따라 2007년 「물류정책기본법」을 제정하면서 물류체계 효율화, 물류산업의 경쟁력 강화, 물류 선진화를 목표로 하고 있다. 또한, 정부와 기업은 전자상거래 발전으로 인한 택배 이용의 지속적인 증가와 4차산업혁명의 영향으로 스마트 물류체계 구축을 위한 노력을 하고 있다.

한편, COVID-19로 인해 비대면 물류서비스가 활성화되면서

도시에서 물류는 더욱 급증하였으며, 이에 따라 여러 문제가 발생하고 있다. 국내 물류 수요는 수도권에 집중이 되어 있으나 수도권에서는 이를 감당하기 위한 물류시설이 외곽지역에 위치하면서 이동 거리가 증가하여 이동 시간이 오래 걸리고 환경오염 문제가 발생하고 있다. 또한, 새벽배송과 같은 신속한 택배 배달을 원하는 소비자의 수요를 따라 물류서비스를 종합하는 생활물류에 대한 개념이 등장하였다. 2021년 생활물류서비스 종사자와 소비자의 권익을 증진하기 위하여 「생활물류서비스산업발전법」이 제정되었다(국토교통부, 2020, 2022). 이에 따라 최석범·임병하(2021)는 「생활물류서비스산업발전법」을 이해하고 향후 미칠 파급효과를 분석하는 연구를 수행하였다.

기존의 「화물자동차 운수사업법」과 「물류정책기본법」은 제조업과 같은 생산자 중심으로 체계가 되어 있으며, 주 고객을 회주 기업(Business to Business: B2B)로 하고 있다. 주로 중대형 및 대량 품목에 집중하고 있어, 소비자 중심의 물류 서비스에는 적합하지 않다. 민연주 외(2021)에 따르면 「생활물류서비스산업발전법」은 국민 생활편의 증진을 목적으로 하여 소비자(Online to Offline, O2O)를 고객으로 소형 및 소량 품목에 집중하고 있다. 이를 통해 화물의 집하, 하역, 분류, 보관, 배송을 종합 서비스로 제공하여 신속하게 물류 수요를 충족하고 이동 거리를 줄이고자 한다. 「생활물류서비스산업발전법」을 통해서 라스트마일 딜리버리(Last-Mile Delivery)의 효율성 향상, 도시물류 문제 해결을 기대하고 있지만, 「생활물류서비스산업발전법」이 제정되었음에도 아직 도시에서 생활물류서비스와 생활물류시설의 특성에 대한 연구는 부족하다.

2. 물류의 공간적 분포와 영향요인

대부분의 도시 물류 연구는 물류시설의 시기별 공간적 분포를 탐구하고 요인을 분석하고자 하였다(Guliano and Kang, 2018; Yuan and Zhu, 2019). 중국, 미국, 한국, 프랑스, 일본 등 여러 나라에서 물류창고 데이터를 활용하여 수도권 외곽지역으로 물류시설이 밀려나는 물류 스프롤 현상을 분석하고 이에 대한 원인을 분석하고자 하였다. Kang(2020)은 미국 주요 64개 대도시 지역을 대상으로 상대적 물류스프롤 현상을 분석하였으며, 물류시설의 위치 데이터를 활용하여 2003년부터 2016년까지 공간적 분포를 파악하였다. 물류시설의 규모와 토지가격에 따라 물류스프롤 현상의 정도와 방향이 다른 것을 분석하였으며, 일부지역에서는 물류스프롤 현상이 발생하지 않은 것으로 나타났다. 유재성(2022)은 수도권 생활물류시설의 특성을 분석하기 위해서 생활물류시설의 위치 데이터를 활용하여 공간적 분포와 입지패턴을 분석하였다. 수도권 생활물류는 권역과 영업소 위치가 불일치하는 경우가 많고, 특히 서울시 권역의 영업소가 서울시 외곽 수도권에 위치하는 것으로 나타났다. 이로 인해 배송 거리와 시간이 증

가하여 환경오염이 악화되는 것으로 나타나 도시계획적 정책이 필요함을 시사하였다.

한편, 최근에는 도심으로 물류시설 개발이 확장되는 'Proximity logistic' 현상이 발생하고 있다(Rai et al., 2022). Kang(2022)은 서울시의 물류스프롤 현상을 파악하기 위해 서울시의 30년간의 물류창고 데이터를 활용하여 공간적 분포를 분석하였다. 물류창고의 공간적 분포는 시기에 따라 다른 양상이 나타났으며, 침체(1991~1998), 확장(1998~2007), 절정(2007~2008), 반화(2009~)로 구분되었다. 2009년 이후에는 도심과 가까워지는 현상이 나타났으며, 전문가 인터뷰를 통해 이러한 현상의 원인으로 비즈니스, 경제 및 규제상황 등을 제시하였다.

일부 연구에서는 물동량 데이터 및 화물 운송 데이터를 활용하여 물류 흐름에 대한 영향요인을 분석하였다. Guliano et al.(2018)은 화물 이동에 영향을 미치는 요인을 식별하고 물류 흐름을 예측하는 모델을 개발하였다. 인구, 고용, 교통접근성, 화물 차량 유형이 화물 이동의 주요 영향요인으로 식별되었으며, 화물 이동의 공간적 패턴을 분석하여 화물경관을 파악하였다. Yang et al.(2021)은 중국의 특급 택배 데이터를 활용하여 COVID-19의 심각성과 방역 정책이 지역 내 및 지역 간 물류 흐름에 미치는 영향을 분석하고자 하였다. 김태현 외(2020)는 도심 라스트마일 효율성을 높이기 위해서 물류거점 네트워크 최적화 모델을 개발하고자 하였으며, 서울시 자치구의 물동량 데이터를 활용하여 최적화 시뮬레이션을 진행하였다. 여러 모델을 분석한 결과 도시 내외부의 화물 운송 흐름을 분리하는 Urban Consolidation Center(UCC)를 외곽에 배치하고 도시 내에 소규모 크로스도킹 거점을 운영하는 네트워크 모델을 선정하였으며, 이를 통해 강남구, 영등포구, 성북구를 최적 거점으로 도출하였다.

그러나 물류시설 위치 데이터만 활용할 경우 물류의 규모 측면을, 물동량 데이터만 활용할 경우 물류의 인프라적인 측면을 고려하기 어렵다는 한계점이 있다. 이에 대해 물류시설과 물동량을 이용하여 물류시설의 입지를 결정하고자 하는 연구들이 수행되고 있다. Robichet and Nierat(2021)은 물동량 데이터를 이용하여 도시의 물류 흐름을 최적화하기 위한 물류터미널의 최적 입지를 분석하는 모델을 개발하고자 하였다. 기존 물류터미널의 위치와 비교하고 새로운 물류터미널의 위치를 분석하였으며, 그 결과 파리 외곽지역에 최적입지를 선정하였다. 한편, 유경상 외(2023)는 물동량과 서버터미널 위치 데이터를 활용하여 서울시에 필요한 물류시설의 개수와 규모를 산정하였다. 분석 결과, 서울시의 생활물류를 효율적으로 관리하기 위해서는 도시 내 최소 12개에서 25개의 서버터미널의 추가 확보가 필요함을 시사하였다.

3. 선행연구 한계점과 본 연구의 차별성

선행연구 고찰을 통한 기존 연구의 한계점과 본 연구의 차별성

은 다음과 같다. 첫째, 기존의 선행연구에서는 물류창고 위치 데이터를 활용하여 시간에 따른 공간적 분포를 분석하고 그 원인을 파악하는 연구들이 주로 수행되었다. 일부 물동량을 이용한 연구는 거시적 규모에서 수행하여 미시적인 규모에서의 분석이 어렵다는 한계점이 존재한다. 본 연구에서는 서울시 CJ사 대한통운 택배 유형별 월 데이터를 활용하여 물류시설의 입지뿐 아니라 물동량의 측면에서 분석을 수행하고자 한다.

둘째, 급격하게 증가하는 도시의 물류 수요를 감당하기 위해서 「생활물류서비스산업발전법」을 제정하였으나, 도시에서 생활물류 활동과 생활물류시설의 특성을 분석한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구는 도시에서 생활물류 물동량의 공간적 분포를 분석하고 생활물류 활동이 높은 지역의 도시 공간적 특성을 분석하고자 한다.

마지막으로, 선행연구에서는 도시 생활물류 활동을 원활하게 하기 위하여 서버터미널과 도심형 물류센터와 같은 물류 시설에 대한 중요성을 강조하고 현황을 분석하였다. 하지만, 이러한 여러 물류시설과 생활물류 물동량 간의 영향관계를 분석한 연구는 부족하다. 본 연구에서는 물류시설을 변수로 고려하여 생활물류 출발지·도착지에 미치는 영향을 도출하고자 한다. 특히, 도심형 물류센터의 유형별로 구분하고 생활물류와의 관계를 파악하고자 하였다. 이를 통해 도시 물류 문제를 해결하고 체계적으로 관리하기 위한 도시 계획적 측면에서 정책적 시사점을 제공하고자 한다.

III. 분석방법

1. 분석 자료 및 변수 설정

서울시의 생활물류 특성을 분석하기 위하여 서울 빅데이터 캠퍼스의 '서울시 CJ사 택배 유형별 월 데이터'를 활용하였다. 국내 택배 시장의 점유율은 상위 5사(CJ대한통운, 롯데택배, 한진택배, 우체국, 로젠)가 2020년 기준 92.2%(311,096개)를 차지한다(송정은, 2021). 이중 CJ대한통운의 2020년 택배물량은 총 168,907만 개로, 국내 택배 시장 점유율은 50.07%를 차지하고 있기 때문에, 생활물류의 공간적 특성과 영향요인을 분석하는데 적절할 것이라고 판단하였다. '서울시 CJ사 택배 유형별 월 데이터'는 서울열린데이터광장에서 제공하는 서울시 생활물류 데이터와 유사하며, 서울시의 생활물류 출발지·도착지를 대분류 및 중분류로 나누어 월별로 제공하는 블록구간 단위의 데이터이다. 구체적으로, 출발지는 택배가 시작되는 지점을 이야기하며 택배가 주문을 받고 보내는 지점 또는 주문이 들어간 기업 또는 개인의 위치가 택배의 출발지점이다. 도착지는 택배의 목적지로 택배가 개인이나 기업 등의 소비자에게 도착하는 지점이 택배의 도착지점이다. <그림 3>에서 출발지는 개인 주문이 들어와서 상품이 출발하는 곳 또는 상품의 제공처가 위치하는 곳이며, 도착지는 상품이

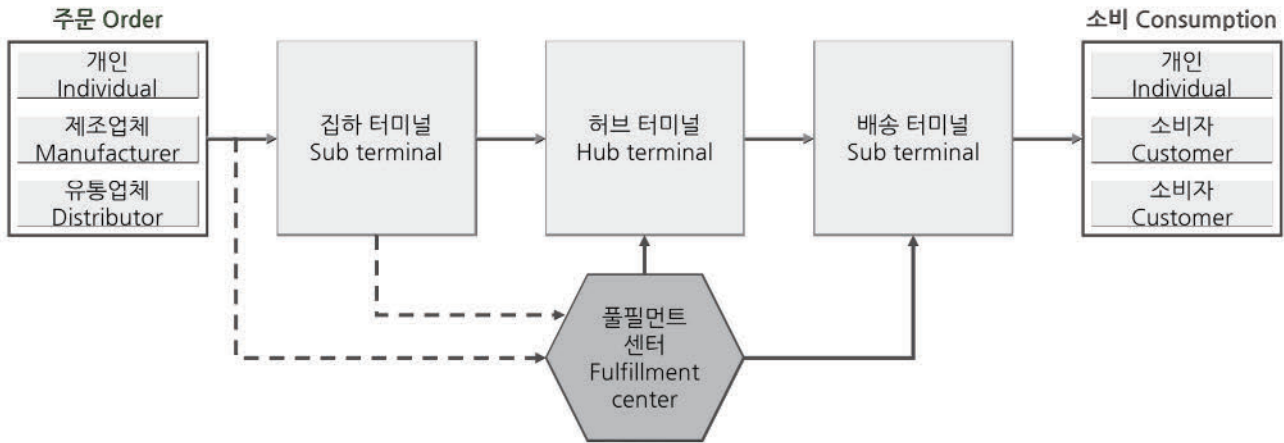


그림 3. 풀필먼트(Fulfillment) 방식의 물류 배송 시스템
Figure 3. Delivery system of fulfillment

전달 받아 소비하는 곳이다. 중간과정인 서브터미널, 허브터미널, 또는 풀필먼트 센터에 대한 정보는 포함하지 않는다.

데이터 구독 가능 시점의 한계로 2020년 자료를 사용하였으며, 데이터 규정에 의해 원본 데이터(블록구간 단위)가 아닌 집계구단위로 집계하여 전체 물동량 대비 집계구 내 물동량 백분율 데이터를 종속변수로 활용하였다. 구체적으로 생활물류 데이터는 11개의 대분류로 구성되어 있으며, 항목은 가구·인테리어, 기타, 도서·음반, 디지털·가전, 생활·건강, 스포츠·레저, 식품, 출산·육아, 패션의류, 패션잡화, 화장품·미용이다. 기타를 제외하고 각 항목의 물동량은 식품, 생활·건강, 패션의류, 화장품·미용, 패션잡화, 디지털·가전, 도서·음반, 가구·인테리어, 출산·육아, 스포츠·레저 순으로 높게 나타났다(김병관·박지선, 2022). 이때, 기타와 식품이 전체 물동량의 50% 이상을 차지하고 있다.

본 연구는 전술한 것과 같이 서울시 생활물류의 특성을 이해하기 위하여, 서울시의 생활물류 출발지·도착지의 공간적 분포를 살펴보고 이에 영향을 미치는 도시환경 요인을 식별하고자 한다. 선행연구를 통해서 분석에 활용할 변수로 사회경제적요인, 도시계획요인, 접근성요인, 물류시설요인을 선정하였으며, 변수의 정의와 출처는 <표 1>과 같다.

먼저 사회경제적요인은 인구, 1인 가구, 종사자, 산업체, 토지가격으로 선정하였다. 인구와 종사자, 산업체는 소비자와 함께 노동력을 제공하는 역할을 하고 있어, 많은 선행연구에서 변수로 고려하고 있다(Guliano et al., 2018; Yang et al., 2021). 다음으로 1인 가구는 김시원(2022)을 참고하여 최근에 1인 가구가 증가함에 따라 물류 수요도 함께 증가하고 있음을 고려하여 변수로 활용하였다. 토지가격은 물류시설을 개발하는데 고려가 되는 사항으로 많은 선행연구에서 물류시설 입지 결정요인을 분석하는데 활용되었다(Kang, 2022; Oliveira et al., 2022).

다음으로 도시계획요인에서는 시가화 면적, 용도지역의 주거지역, 상업지역, 공업지역, 녹지지역, 용도구역의 개발제한구역

을 변수로 설정하였다. 시가화면적이 넓을수록 인구 및 종사자 등의 수가 더 많을 수 있다는 점을 고려하여 시가화면적을 제어변수로 추가하였다. 시가화면적은 서울열린데이터광장에서 제공하는 2023년 데이터를 활용하여 주거, 상업, 공업지역의 면적을 가공하여 활용하였다. 물류시설의 개발은 도시계획에서 토지이용계획의 영향을 받는다(Yuan and Zhu, 2019). 서울열린데이터광장에서 데이터를 활용하여 집계구 내 주거, 상업, 공업, 녹지지역의 면적을 계산하였다. 추가로 국가공간정보포털에서 제공하는 데이터를 활용하여 개발제한구역의 집계구 내 면적을 구하여 사용하였다.

또한, 물류의 원활한 흐름을 위해서 교통접근성이 중요하므로 접근성요인으로 철도역 거리와 간선도로 거리를 변수로 활용하였다. Yuan and Zhu(2019)를 참고하여 가장 가까운 철도역까지의 거리를 국가철도공단의 2020년 데이터를 활용하여 유클리디안 거리를 계산하였다. 또한, 김정화(2019)를 참고하여 중요물류도인 간선도로까지의 최단 거리를 국가공간정보포털에서 제공하는 2023년 도로 데이터로 유클리디안 거리를 측정하였다.

마지막으로 생활물류에 있어서 도시 내 물류시설이 어떤 역할을 하는지를 분석하기 위해 물류시설요인으로 물류터미널 및 물류단지, 물류창고, 온라인 플랫폼형 도심형 물류센터, 공유경제형 도심형 물류센터(편의점, 주유소), 다크스토어형 도심형 물류센터로 선정하였다. 물류시설의 공간적 확산과 입지결정요인을 분석하기 위한 선행연구에서는 물류터미널 및 물류단지, 물류창고 데이터를 활용하고 있다(Robichet and Nierat, 2021; Kang, 2022). 본 연구에서는 전통적인 물류시설의 데이터를 구독하기 위해 국가물류통합정보센터에서 제공하는 물류터미널 및 물류단지, 물류창고의 2020년 목록을 통해 KakaoMAP API로 지오코딩하였다.

한편, 최근 급격하게 늘어나는 물류 수요를 감당하기 위한 방법으로 풀필먼트(Fulfillment) 방식이 제안되었다. 기존의 물류

표 1. 변수 정의 및 출처 Table 1. Definition of variables and data source

| Variables | | Definition | Source | |
|-------------------------------------|---|--|---|---|
| 종속변수 Dependent variable | 출발지 물동량 백분율 Percentage of logistic volume in origin | 집계구 내 출발지 물동량 백분율(2020) Percentage of origin logistic volume in Jipgyegu(2020) | 서울빅데이터캠퍼스 Seoul Metropolitan Government Big Data Campus | |
| | 도착지 물동량 백분율 Percentage of logistic volume in destination | 집계구 내 도착지 물동량 백분율(2020) Percentage of destination logistic volume in Jipgyegu (2020) | | |
| 사회경제적 요인 Socioeconomic factors | 인구 Population | 집계구 내 총 인구 수(1,000명)(2020) Number of total population in Jipgyegu (1,000 people) (2020) | 통계지리정보서비스 Statistical Geographic Information Service | |
| | 1인 가구 One-person households | 집계구 내 1인 가구 수(1,000가구)(2020) Number of one-person households in Jipgyegu (1,000 households) (2020) | | |
| | 종사자 Worker | 집계구 내 종사자 수(1,000명)(2020) Number of workers in Jipgyegu (1,000 people) (2020) | | |
| | 산업체 Industry enterprise | 집계구 내 산업체 수(1,000개)(2020) Number of industry enterprises in Jipgyegu (1,000) (2020) | | |
| | 토지가격 Land price | 집계구 내 개별공시지가(10,000원/m ²)(2020) Officially assessed individual land price in Jipgyegu (10,000 won/m ²) (2020) | | 국가공간정보포털 National Geographic Information Institute |
| 도시계획요인 Urban planning factors | 시가화 면적 Built-up areas | 집계구 내 시가화 면적(km ²)(2023) Built-up area in Jipgyegu (km ²) (2023) | 서울열린데이터광장 Seoul Open Data Plaza | |
| | 용도지역 Zoning area | 주거지역 Residential areas | | 집계구 내 주거지역 면적(km ²)(2023) Residential area in Jipgyegu (km ²) (2023) |
| | | 상업지역 Commercial areas | | 집계구 내 상업지역 면적(km ²)(2023) Commercial area in Jipgyegu (km ²) (2023) |
| | | 공업지역 Industrial areas | | 집계구 내 공업지역 면적(km ²)(2023) Industrial area in Jipgyegu (km ²) (2023) |
| | | 녹지지역 Green areas | | 집계구 내 녹지지역 면적(km ²)(2023) Green area in Jipgyegu (km ²) (2023) |
| | 용도구역 Zoning district | 개발제한구역 Green belts | | 집계구 내 개발제한구역 면적(km ²)(2023) Green belts area in Jipgyegu (km ²) (2023) |
| 접근성요인 Accessibility factors | 철도역 거리 Railway station | 가장 가까운 철도역까지 최단 거리 (km)(2020) Shortest distance to railway station (km) (2020) | 국가철도공단 Korea National Railway | |
| | 간선도로 거리 Main road | 간선도로까지 최단 거리(km)(2023) Shortest distance to main road (km) (2023) | 국가공간정보포털 National Geographic Information Institute | |
| 물류시설요인 Logistic facility factors | 물류터미널 및 물류단지 Logistics terminal and complex | 집계구 내 물류터미널 및 물류단지 유무(2020) Availability of logistic terminal and complex in Jipgyegu (2020) | 국가물류통합정보센터 National Logistics Information Center | |
| | 물류창고 Warehouse | 집계구 내 물류창고 수(개)(2020) Number of warehouses in Jipgyegu (2020) | | |
| | 온라인 플랫폼형 Online platform | 집계구 내 B마트 유무(2020) Availability of B Mart in Jipgyegu (2020) | 카카오맵 KakaoMAP | |
| | 공유경제형(편의점) Sharing economy (convenience store) | 공유경제형(편의점) Sharing economy (convenience store) | 집계구 내 편의점 수(개)(2020) Number of convenience stores in Jipgyegu (2020) | 국가공간정보포털 National Geographic Information Institute |
| | | 공유경제형(주유소) Sharing economy (gas station) | 집계구 내 주유소 수(개)(2020) Number of gas stations in Jipgyegu (2020) | |
| | 다크스토어형 Dark store | 집계구 내 대규모 점포 수(개)(2020) Number of super supermarkets in Jipgyegu (2020) | 서울열린데이터광장 Seoul Open Data Plaza | |

는 허브 앤 스포크(Hub and Spoke) 방식으로, 택배가 출발지에서 중간 유통지점으로 집중이 되었다가 다시 도착지로 이동하는 방식이다. 이러한 방식은 최근 물류스프롤 현상이 발생하면서 이동 거리 증가와 탄소 배출량 증가의 문제가 제기되고 있다. 이에 따라 도시 내에 위치하여 물류 전문 업체가 모든 과정을 일괄적으로 처리하는 마이크로 풀필먼트 형식의 도심형 물류센터의 중요성이 높아지고 있다. 본 연구에서는 도심형 물류센터를 3가지 유형으로 구분하여 변수를 구축하였으며, 유형에 대한 상세한 설명은 3.2장에서 기술하였다.

온라인 플랫폼형으로 B마트의 데이터를 구축하여 활용하였다. 한편, 공유경제형으로 편의점과 주유소를 고려하였으며, 편의점은 최근 배달서비스와 택배서비스를 제공하고 있어 소비자가 접근하기 좋은 물류시설이다. 주유소는 폐업이 증가하는 추세지만 대표적인 유희부지로 물류거점으로 관심을 받고 있다. 주유소와 물류회사가 협동하여 첨단물류기지의 역할을 기대하고 있으며 이에 대한 영향을 분석하고자 변수로 활용하였다. 대규모 점포는 「물류시설의 개발 및 운영에 관한 법률」 제 7조에서 일반물류단지시설로 지정되어 있으며, 도시 내에서 물류시설의 역할을 하고 있다.

2. 도심형 물류센터 유형별 특성 분석

도심형 물류센터는 도시의 생활물류가 급증하면서 이를 신속하게 처리하기 위해서 도시 내에 새롭게 생겨나는 물류센터를 가리키는 말이다. 도심형 물류센터는 풀필먼트 방식을 채택하면서 배송거리와 시간을 줄여 경쟁력을 확보하고 있다. 기존 물류 시스템은 허브 앤 스포크 방식으로, 주문을 받은 개인, 제조업체, 유통업체로부터 상품이 가장 인근에 있는 집하터미널로 이동하고, 허브터미널로 집체되어 분류된다. 이후 소비자 인근 배송터미널로 이동하여 소비자까지 이동하는 형태였다. 최근에는 물류센터에서 제품의 피킹, 포장, 배송을 일괄적으로 처리하는 서비스인 풀필먼트 서비스가 등장하였다. 주문이 들어오면 소비자 인근 물류창고에서 픽업·포장·배송하여 집배송거리 및 시간을 축약하는 방법이다. 이러한 도심형 물류센터는 여러 가지 형태로 나타나고 있으며, 도심형 물류센터는 세 가지 유형(온라인 플랫폼형, 공유경제형, 다크스토어형)으로 구분할 수 있다(박도휘·전혜린, 2021; 김수빈·강예린, 2023).

첫 번째 유형인 온라인 플랫폼형은 온라인 플랫폼을 기반으로 서비스가 구축되고 오프라인 형태의 물류센터가 확보되는 형태이다. 대표적으로 B마트와 부릉(Vroong)과 같은 어플리케이션 기반 식품 배달이며, 고객의 니즈에 즉각적으로 대응하기 위해 도시 전반적으로 위치하고 있다. 두 번째 유형인 공유경제형은 편의점 또는 주유소를 공유하여 물류센터로 활용하는 유형이다. 대표적인 예시로 쿠팡·현대오일뱅크, 메쉬코리아(Mesh

Korea)·GS칼텍스가 있다. 편의점에 택배 서비스를 확장하여 물류회사가 이를 전달하는 역할을 하기도 하며, 주유소 유희부지를 배송을 위한 물류센터로 활용하기도 한다. 마지막 유형인 다크스토어형은 도심 내 대형 마트 등의 오프라인 매장을 지역형 물류거점으로 활용하는 방식이다. 대표적인 사례로 롯데마트와 이마트가 있다. 매장에서 구매가 일어나는 동시에 포장담당자(Picker)가 주문받은 상품을 포장하고 배송하는 방식이다. 영국에서 2000년대 초반에 시행된 방식으로 온라인 주문량의 50% 이상을 관리하는 방식으로 효율성이 높다.

본 연구에서는 도심형 물류센터 유형별로 공간적 분포 특성을 살펴보고자 한다. 기존의 물류시설(물류터미널·물류단지·물류창고, 기업 영업소, 우체국)과 도심형 물류센터 유형별 공간적 패턴을 분석하기 위해서 방향성 분포 분석을 활용하였다. 방향성 분포 분석은 시설의 분포 패턴을 분석하는 방법으로 X, Y 좌표를 기준으로 표준 거리를 계산하고 분포를 보여주는 표준편차 타원체가 도출된다(안영수·이승일, 2014). 표준편차 타원체의 중심점, 축방향, 장축 및 단축 길이를 통해서 시설의 입지 패턴을 파악할 수 있다. 또한, 용도지역별로 물류시설의 입지를 분석하여 도심형 물류센터가 기존의 물류시설과 다른 점과 유형별로 어떠한 특성이 있는지를 살펴보고자 한다. 각 물류시설이 위치하고 있는 용도지역을 파악하여 물류시설별로 어떤 지역에 많이 입지를 하고 있는지를 분석한다.

3. 공간통계 모형

생활물류에 영향을 미치는 도시환경요인과 물류시설요인을 분석하기 위하여 본 연구에서는 회귀분석을 수행하였다. 본 연구의 종속변수는 생활물류 출발지 백분율과 도착지 백분율로, 연속 변수이다. 따라서 회귀분석모형을 적용하여 분석할 필요가 있다. 또한, 생활물류 출발지 백분율과 도착지 백분율에 공간자기상관이 존재할 경우 전통적 회귀 모형으로는 편이된 결과를 얻을 수 있다. 공간자기상관은 공간에서 발생하는 사건이 하나의 지점과 인근 지점에서 유사한 정도를 나타낸다. 생활물류 출발지 백분율과 도착지 백분율의 공간적인 분포를 시각화하면 백분율이 높은 곳이 무작위로 분포하기보다는 집중된 곳이 존재하는 것을 확인할 수 있다. 그러므로 공간자기상관을 제어하기 위해서 본 연구에서는 공간통계모형을 활용하여 이를 제어하고자 한다. 공간통계 모형으로 공간시차모형(Spatial Lag Model: SLM)과 공간오차모형(Spatial Error Model: SEM)을 고려하였다.

공간자기상관을 확인할 수 있는 지표로 Moran's I가 있으며, Moran's I는 -1~1 사이의 값을 가진다(Anselin, 2005). 값이 -1 또는 1에 가까울수록 공간자기상관이 높은 것을 의미하며, 0에 가까울수록 공간자기상관이 없는 것을 나타낸다. 공간자기상관이 높은 것은 공간적인 질서가 있는 것을 의미하며, 공간자기상관

이 낮은 것은 질서가 없고 무작위로 분포하는 특성을 나타낸다.

공간시차모형은 종속변수의 공간자기상관이 있으면 독립변수의 공간 가중치 매트릭스를 변수로 고려하여 공간자기 상관을 제어해 주는 방식이다. 공간시차계수 $Rho(\rho)$ 를 통해 공간 자기상관이 제어되었는지를 판단할 수 있으며 공간시차계수가 유의한 경우 제어가 되었다는 것을 의미한다. 반면, 공간오차모형은 종속변수가 아닌 오차항의 공간자기상관이 있으면 적용하는 방법이다. 따라서 독립변수가 아닌 오차부분을 제어하여 공간자기상관을 제어하며, 공간오차계수 $Lambda(\lambda)$ 가 통계적으로 유의한 경우 공간자기상관이 제어되었다고 판단한다.

먼저 종속변수의 Moran's I를 확인하여 공간자기상관이 있는지를 판단하고, 공간자기상관이 있다면 공간통계모형을 분석하고자 한다. 이때 최종 모형 선택은 Lagrange Multiplier 테스트 방법인 LM-Lag와 LM-Error 테스트의 통계적 유의도와 모형의 상대적 적합도를 나타내는 Akaike Info Criterion(AIC)값과 Schwarz Criterion(SC)을 활용하였다. AIC와 SC의 값이 더 작은 모형이 적합도가 높다고 판단하였다. 본 연구에서는 출발지 백분율 모형과 도착지 백분율 모형 모두 공간오차모형(SEM)을 최종 모형으로 선정하였다.

IV. 분석 결과

1. 서울시 생활물류 출발지·도착지의 공간적 특성

서울시의 생활물류 출발지 물동량 백분율이 높은 집계구는 금천구 가산동과 영등포구 한강로동, 중구 명동 및 신사동, 은평구 보광동에 위치한다(그림 4). 금천구 가산동은 제조업이 집중되어 있고 물류창고가 많이 위치하는 지역으로 서울시에서 생활물류

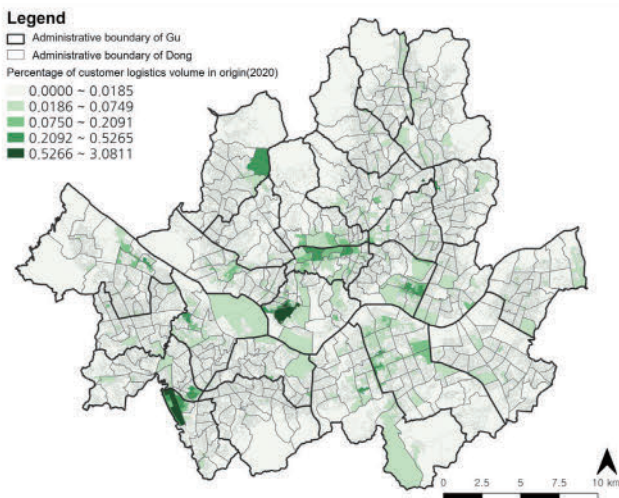


그림 4. 생활물류 출발지 기반 물동량 백분율의 공간적 분포
Figure 4. Spatial distribution of customer logistics volume percentage in origin

량이 많은 것으로 보인다. 한편, 영등포구 한강로동은 물류터미널과 용산역이 위치하여 철도역이 생활물류에서 중요한 역할을 하는 것으로 판단된다.

서울시 생활물류는 서울에서 출발한 생활물류를 출발지 물동량에 포함하고 서울시로 들어오는 생활물류를 도착지 물동량에 포함하여 출발지 물동량과 도착지 물동량의 크기 차이가 크다(그림 5). 대분류별 도착지 물동량 백분율을 살펴보면 출발지에 비해 도착지가 더 넓은 범위에 분포하는 것으로 나타났다. 서울시 생활물류 도착지 물동량 백분율이 높은 집계구는 금천구 가산동, 중구 명동 및 신당동, 영등포구 여의도동, 용산구 이촌1동, 서초구 내곡동 및 양재2동으로 나타났다. 금천구 가산동은 물류창고가 많은 지역이며, 서초구 내곡동 및 양재2동에는 물류터미널이 위치한다. 이는 물류시설이 위치한 지역에서 생활물류의 흐름이 원활한 것으로 보인다. 한편, 중구 명동 및 신당동 인근에는 서울역이 위치하며, 영등포구 여의도동 인근에는 영등포역이 위치한다. 또한, 용산구 이촌1동 인근에는 용산역이 있다. 이를 통해 생활물류 출발지 백분율과 도착지 백분율이 높은 곳은 주로 물류터미널 및 물류창고와 같은 물류시설과 철도역 인근인 것을 파악할 수 있다.

2. 도심형 물류센터의 유형별 공간적 특성

도심형 물류센터의 유형별 공간 특성을 분석한 방향성 분포 분석 결과는 <그림 6>과 같다. 물류시설의 공간적 분포는 동서 방향으로 긴 타원체를 가지는 것으로 나타났으며, 영업소의 경우 가장 긴 타원체를 가지고 있다. 이는 서울시 권역 영업소가 서울시 외곽지역에 위치한 경우가 많아 나타난 결과로 보인다. 소비자에게 전달 직전 단계인 영업소가 서울시의 외곽에 위치하면 이동거

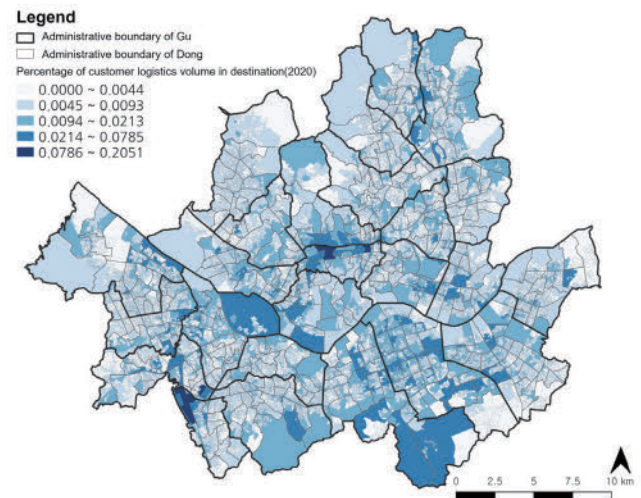


그림 5. 생활물류 도착지 기반 물동량 백분율의 공간적 분포
Figure 5. Spatial distribution of customer logistics volume percentage in destination

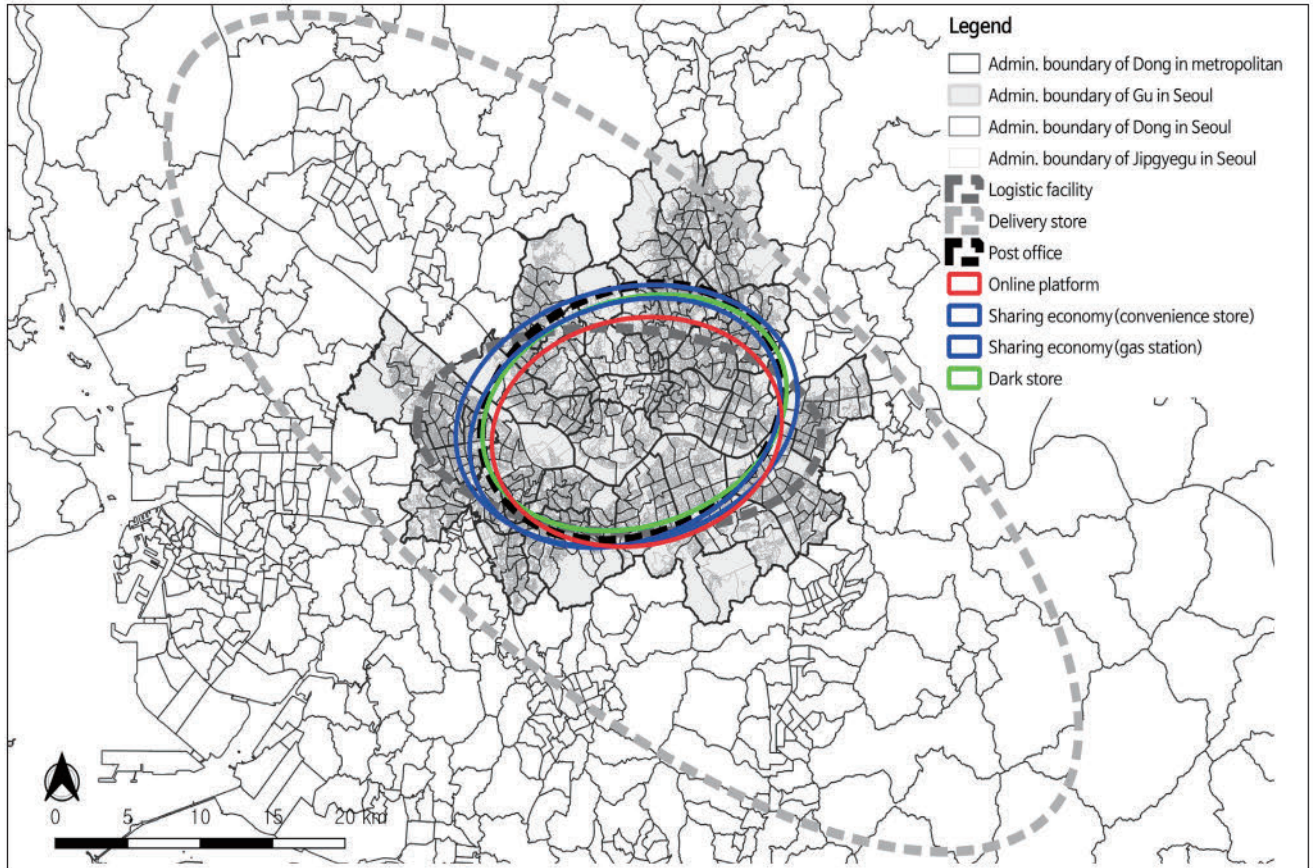


그림 6. 물류시설별 표준편차 타원체
Figure 6. Standard deviation ellipsoid by logistics facility

리와 시간이 길어져 택배 서비스 측면에서 부정적이다. 또한, 이로 인해 탄소 배출이 증가하고 대기오염을 악화시키는 문제가 발생한다. 한편, 공공시설인 우체국은 생활물류서비스와 관련이 있는 시설로 공간적인 분포를 살펴보았다. 우체국을 비롯한 도심형 물류센터 유형들은 기존 물류시설과 영업소에 비해 압축적인 형태로 나타났으며, 영업소와 반대 방향으로 나타났다. 이는 이러한 물류시설이 서울에 전반적으로 분포하여 있어 나타나는 현상으로 보인다. 기존의 물류시설과 도심형 물류센터의 입지 패턴이 다른 것을 확인하였으며, 이는 물류센터와 생활물류의 특성을 이해하기 위한 연구가 필요함을 시사한다.

한편, 물류시설의 용도지역별 분포 비율은 <표 2>와 같다. 기존의 물류시설이 가장 많이 위치한 곳은 서울에서 준공업지역이며, 다음으로 일반상업지역과 유통상업지역이다. 주거지역에는 입지하지 못한 것을 알 수 있다. 한편, 영업소는 공업지역에 30.36%가 위치하고 있지만 44.65%가 주거지역에 입지한 것을 볼 수 있다. 우체국의 경우, 77.28%가 주거지역에 있다. 영업소와 우체국이 주로 주거지역에 위치하는 것은 우체국은 공공시설로 주거지역 내 입지가 더 용이하다. 한편, 도심형 물류센터의 경우 온라인 플랫폼형과 공유경제형(편의점, 주유소)의 주거지역 비율이 각각 58.07%, 75.48%, 75.08%로 나타났다. 이는 도심형 물류센

표 2. 물류시설의 용도지역별 분포 현황 Table 2. Distribution of logistics facilities by zoning areas

| Variables | 물류시설 Logistic facility | 영업소 Delivery store | 우체국 Post office | 온라인 플랫폼형 Online platform | 공유경제형(편의점) Sharing economy (convenience store) | 공유경제형(주유소) Sharing economy (gas station) | 다크스토어형 Dark store |
|---------------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------------|---|---|----------------------|
| 주거지역 Residential areas | 0.00% | 44.65% | 77.28% | 58.07% | 75.48% | 75.08% | 32.01% |
| 상업지역 Commercial areas | 4.23% | 17.86% | 15.56% | 29.04% | 16.36% | 5.95% | 45.67% |
| 공업지역 Industrial areas | 95.77% | 30.36% | 5.19% | 12.90% | 6.91% | 4.08% | 16.37% |
| 녹지지역 Green areas | 0.00% | 7.14% | 1.98% | 0.00% | 1.25% | 14.89% | 5.94% |

터가 주거지역으로 침투하고 있는 것을 보여주며, 공유경제형과 달리 온라인 플랫폼형은 임대로 오프라인 매장을 확보하므로 사람의 이동을 줄여 보행 활력을 낮추는 시설이 될 수 있다. 한편 다크스토어형은 40.98%가 상업지역에 있으며, 주거지역에 32.01%가 입지하고 있는 것으로 나타났다. 도심형 물류센터는 건축면적이 1,000㎡ 이하로 창고업으로 분류되지 않기 때문에 향후 생활물류의 수요가 증가하면서 도심형 물류센터가 주거지역에 입지하는 것에 대한 규제가 필요할 것으로 보인다.

3. 서울시 생활물류 출발지·도착지의 영향요인

1) 기초통계분석

본 연구의 기초통계 분석결과는 <표 3>과 <표 4>와 같다. 연구의 분석단위는 2020년 집계구 18,748개이다. 정확한 분석을 위해 데이터 분포의 정규성을 확보하고자 이상치를 제거하였다. 전처리를 통해 생활물류 출발지 모형은 17,228개의 집계구를, 생활물류 도착지 모형은 18,601개의 집계구를 분석에 활용하였다. 종속변수인 생활물류 출발지 물동량 백분율은 평균 0.0014%이며, 최

표 3. 출발지 모형 기초통계 분석결과 Table 3. Descriptive analysis of origin model

| Variables | | Obs. | Mean | Std.dev. | Min. | Max. | VIF | |
|-------------------------------------|--|---|-----------------|----------|--------|--------|-------|------|
| 종속변수 Dependent variable | 출발지 물동량 백분율(%) Percentage of logistic volume in origin (%) | 17,228 | 0.0014 | 0.0020 | 0.0000 | 0.0111 | - | |
| | 인구 (1,000명) Population (1,000 people) | 17,228 | 0.43 | 0.21 | 0.00 | 4.38 | 1.01 | |
| 사회경제적요인 Socioeconomic factors | 1인가구(1,000가구) One-person households (1,000 households) | 17,228 | 3.56 | 2.14 | 0.00 | 13.26 | 1.04 | |
| | 종사자(1,000명) Worker (1,000 people) | 17,228 | 0.01 | 0.10 | 0.00 | 4.53 | 1.06 | |
| | 산업체(1,000개) Industry enterprise (1,000) | 17,228 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.56 | 1.09 | |
| | 토지가격(10,000원/㎡) Land price (10,000 won/m ²) | 17,228 | 1.60 | 2.44 | 0.00 | 44.98 | 1.24 | |
| 도시계획요인 Urban planning factors | 시가화 면적(km ²) Built-up areas (km ²) | 17,228 | 0.47 | 1.35 | 0.00 | 34.60 | 3.62 | |
| | 용도지역 Zoning area | 주거지역(km ²) Residential areas (km ²) | 17,228 | 0.08 | 0.10 | 0.00 | 2.43 | 1.24 |
| | | 상업지역(km ²) Commercial areas (km ²) | 17,228 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 1.20 | 1.11 |
| | | 공업 지역 (km ²) Industrial areas (km ²) | 17,228 | 0.01 | 0.07 | 0.00 | 3.77 | 1.1 |
| | | 녹지지역 Green areas (km ²) | 17,228 | 0.08 | 0.59 | 0.00 | 16.80 | 5.95 |
| | 용도구역 Zoning district | 개발제한구역(km ²) Green belts (km ²) | 17,228 | 0.04 | 0.48 | 0.00 | 16.60 | 3.79 |
| 접근성요인 Accessibility factors | 철도역까지 거리(km) Shortest distance to railway station (km) | 17,228 | 5.26 | 2.71 | 0.06 | 14.17 | 1.07 | |
| | 간선도로까지 거리(km) Shortest distance to main road (km) | 17,228 | 1.07 | 0.73 | 0.00 | 5.32 | 1.03 | |
| 물류시설요인 Logistic facility factors | 물류터미널 및 물류단지 유무: 유(1) Availability of logistic terminal and complex: Yes(1) | 17,228 | 0.00 (0.02%) | 0.01 | 0.00 | 1.00 | 1.05 | |
| | 물류창고(개) Warehouse | 17,228 | 0.00 | 0.18 | 0.00 | 16.00 | 1.05 | |
| | 온라인 플랫폼형 유무: 유(1) Availability of online platform: Yes(1) | 17,228 | 0.00 (0.13%) | 0.04 | 0.00 | 1.00 | 1.01 | |
| | 공유경제형(편의점)(개) Sharing economy (convenience store) | 17,228 | 0.23 | 0.56 | 0.00 | 10.00 | 1.15 | |
| | 공유경제형(주유소)(개) Sharing economy (gas station) | 17,228 | 0.05 | 0.23 | 0.00 | 5.00 | 1.04 | |
| | 다크스토어형(개) Dark store | 17,228 | 0.03 | 0.23 | 0.00 | 7.00 | 1.03 | |

표 4. 도착지 모형 기초통계 분석결과 Table 4. Descriptive analysis of destination model

| Variables | | Obs. | Mean | Std.dev. | Min. | Max. | VIF |
|-------------------------------------|--|--------|-----------------|----------|--------|--------|------|
| 종속변수 Dependent variable | 도착지 물동량 백분율(%) Percentage of logistic volume in destination (%) | 18,601 | 0.0051 | 0.0033 | 0.0000 | 0.0234 | - |
| | 인구(1,000명) Population (1,000 people) | 18,601 | 0.43 | 0.21 | 0.00 | 4.38 | 1.01 |
| 사회경제적요인 Socioeconomic factors | 1인 가구(1,000가구) One-person households (1,000 households) | 18,601 | 3.60 | 2.18 | 0.00 | 13.26 | 1.04 |
| | 종사자(1,000명) Worker (1,000 people) | 18,601 | 0.02 | 0.11 | 0.00 | 4.53 | 1.05 |
| | 산업체(1,000개) Industry enterprise (1,000) | 18,601 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 1.48 | 1.07 |
| | 토지가격(10,000원/m ²) Land price (10,000 won/m ²) | 18,601 | 1.92 | 4.56 | 0.00 | 376.21 | 1.39 |
| | 시가화 면적(km ²) Built-up areas (km ²) | 18,601 | 0.48 | 1.31 | 0.00 | 34.60 | 3.4 |
| 도시계획요인 Urban planning factors | 주거지역(km ²) Residential areas (km ²) | 18,601 | 0.08 | 0.11 | 0.00 | 2.43 | 1.2 |
| | 용도지역 Zoning area | | | | | | |
| | 상업지역(km ²) Commercial areas (km ²) | 18,601 | 0.01 | 0.04 | 0.00 | 1.57 | 1.28 |
| | 용도지역 Zoning area | | | | | | |
| | 공업 지역(km ²) Industrial areas (km ²) | 18,601 | 0.01 | 0.07 | 0.00 | 3.77 | 1.08 |
| | 녹지지역 Green areas (km ²) | 18,601 | 0.07 | 0.57 | 0.00 | 16.80 | 5.77 |
| 용도구역 Zoning district | 개발제한구역(km ²) Green belts (km ²) | 18,601 | 0.04 | 0.47 | 0.00 | 16.60 | 3.85 |
| 접근성요인 Accessibility factors | 철도역까지 거리(km) Shortest distance to railway station (km) | 18,601 | 5.21 | 2.70 | 0.06 | 14.17 | 1.06 |
| | 간선도로까지 거리(km) Shortest distance to main road (km) | 18,601 | 1.07 | 0.74 | 0.00 | 5.32 | 1.03 |
| 물류시설요인 Logistic facility factors | 물류터미널 및 물류단지 유무: 유(1) Availability of logistic terminal and complex: Yes(1) | 18,601 | 0.00 (0.02%) | 0.01 | 0.00 | 1.00 | 1.04 |
| | 물류창고(개) Warehouse | 18,601 | 0.00 | 0.18 | 0.00 | 16.00 | 1.04 |
| | 온라인 플랫폼형 유무: 유(1) Availability of online platform: Yes(1) | 18,601 | 0.00 (0.16%) | 0.04 | 0.00 | 1.00 | 1.02 |
| | 공유경제형(편의점)(개) Sharing economy (convenience store) | 18,601 | 0.27 | 0.66 | 0.00 | 11.00 | 1.21 |
| | 공유경제형(주유소)(개) Sharing economy (gas station) | 18,601 | 0.05 | 0.24 | 0.00 | 5.00 | 1.04 |
| | 다크스토어형(개) Dark store | 18,601 | 0.04 | 0.27 | 0.00 | 8.00 | 1.05 |

대는 0.0111%이다. 생활물류 도착지 물동량 백분율은 평균은 0.0051%이며, 최대는 0.0234%이다. 이상치를 제거하였을 때, 생활물류 출발지 물동량 백분율의 평균과 최댓값보다 생활물류 도착지 물동량 백분율의 평균과 최대값이 높게 나타났다.

사회경제적요인에서 인구는 출발지 모형과 도착지 모형 모두 평균 0.43천 명, 최대 4.38천 명이다. 1인 가구는 출발지 모형의 평균은 3.56천 가구, 도착지 모형의 평균은 3.60천 가구이며, 두 모형 모두 최대는 13.26천 가구이다. 종사자는 출발지 모형은 평균 0.01천 명, 도착지 모형은 평균 0.02천 명이며, 최대는 두 모형 모두 4.53천 명이다. 산업체는 출발지 모형은 최대 0.56천 개, 도

착지는 최대 1.48천 개이다. 토지가격은 출발지 모형은 평균 1.60만 원/m²이며, 최대 44.98만 원/m²였으며, 도착지 모형은 평균 1.92만 원/m², 최대 376.21만 원/m²이다. 토지가격은 도착지 모형에서 출발지 모형보다 편차가 큰 것을 알 수 있다.

도시계획요인에서 제어변수인 시가화 면적은 출발지 모형에서 평균 0.47km², 도착지 모형에서 평균 0.48km²이며, 최대는 두 모형 모두 34.60km²이다. 용도지역에서 주거지역은 두 모형 모두 평균은 0.08km²이며, 최대는 2.43km²이다. 상업지역은 출발지 모형에서 최대 1.20km²이며, 도착지 모형에서 평균 0.01km², 최대 1.57km²이다. 공업지역은 두 모형 모두 평균 0.01km², 최

대 3.77km²이다. 녹지지역은 출발지 모형에서 평균 0.08km², 도착지 모형에서 평균 0.07km²이며, 최대는 두 모형 모두 16.80km²이다. 두 모형에서 모두 평균은 주거지역이 가장 높게 나타났으며, 최대는 녹지지역이 가장 높게 나타났다. 용도구역에서 개발제한구역은 두 모형 모두 평균 0.04km², 최대 16.60km²이다.

접근성요인에서 철도역까지 최단 거리는 출발지 모형에서 평균 5.26km, 도착지 모형에서 5.21km이며, 최대는 두 모형 모두 14.17km이다. 한편, 간선도로까지 거리는 두 모형에서 모두 평균 1.07km, 최대 5.32km이다. 두 모형에서 모두 간선도로에 비해 철도역까지 거리가 더 먼 것으로 나타났다. 이는 공간적 분포를 통해 살펴본 것과 달리, 생활물류에서 철도역까지의 거리에 대한 영향이 낮을 수 있음을 예측할 수 있다.

물류시설요인에서 출발지 모형과 도착지 모형 모두 물류터미널 및 물류단지가 존재하는 집계구는 0.02%이며, 물류창고는 최대 16개이다. 이는 서울시 전반적으로 물류시설이 많지 않은 것으로 보인다. 도심형 물류센터에서 온라인 플랫폼형이 존재하는 집계구는 출발지 모형은 0.13%, 도착지 모형은 0.16%로 도착지 모형이 약간 더 많다. 공간적 분포를 통해 물류터미널 및 물류단지가 위치한 지역에서 생활물류 활동이 많을 것이라고 예측하였지만, 서울시에서 물류터미널 및 물류단지가 전반적으로 많지 않아 그 영향력이 크지 않을 수 있다. 공유경제형 편의점은 출발지 모형에서 평균 0.23개, 최대 10개이며, 도착지 모형에서 평균 0.27개, 최대 11개이다. 공유경제형 주유소는 두 모형에서 집계구내 평균 0.05개가 존재하며, 최대 5개가 위치한다. 다크스토어형은 출발지 모형에서 평균 0.03개, 최대 7개이며, 도착지 모형에서 평균 0.04개, 최대 8개이다. 도심형 물류센터 유형 중 공유경제형(편의점)이 가장 많은 것으로 보인다. 다중공선성 문제를 진단하기 위해 본 연구의 독립변수들의 Variance Inflation Factor(VIF)를 계산하였다. 모두 10 이하로 도출되어 다중공선성 문제가 없다고 판단하고 분석을 진행하였다.

2) 공간통계 모형 분석 결과

본 연구는 서울시 생활물류 출발지와 도착지 물동량 백분율에 대해서 분석을 각각 진행하였다. <표 5>와 <표 6>은 생활물류 출발지 물동량 백분율과 생활물류 도착지 물동량 백분율에 대한 회귀분석모형(OLS), 공간시차모형(SLM), 공간오차모형(SEM)의 결과이다. OLS 분석결과에서 Moran's I가 0.2 이상으로 나타났으며 통계적으로 유의하여 두 모형이 모두 공간자기상관을 가지는 것을 확인하였다. 공간자기상관을 제어하기 위해서 SLM과 SEM 분석 방법을 활용하였으며, 더 적합한 모형을 판단하기 위해서 LM-Lag와 LM-Error 값의 통계적 유의도를 확인하고 모형의 상대적 적합도를 의미하는 AIC와 SC를 비교하였다. 공간시차계수 ρ 와 공간오차계수 λ 가 유의하게 나타

났으며, Moran's I가 둘 다 유의하지 않게 나타나 공간자기상관을 제어한 것으로 판단하였다. 본 연구에서는 생활물류 출발지 및 도착지 물동량 백분율에 대하여 공간오차모형(SEM)을 최종 모형으로 선정하였다.

생활물류 출발지 물동량 백분율에 대한 공간오차모형(SEM)의 결과를 살펴보면, 사회경제적 요인에서 인구와 생활물류 출발지 물동량 백분율과 양(+)의 관계가 도출되었다. 본 연구의 데이터는 택배 송장 데이터로, 온라인 거래와 함께 개인 간 택배를 포함하여 이러한 결과가 나타난 것으로 보인다. 또한, 온라인 배송 특성을 고려하였을 때, 주문처의 주소가 출발지인 경우가 있을 수 있다. 1인 가구도 생활물류 출발지 물동량 백분율과 양(+)의 관계가 있는 것으로 나타났다. 한편, 종사자는 유의하지 않게 도출되었다. 산업체는 양(+)의 관계가 나타났다. 이는 기존의 선행연구와 일치하는 결과로 보인다. 토지가격은 생활물류 출발지 물동량 백분율과 양(+)의 관계가 있는 것으로 나타났다.

도시계획요인에서 시가화 면적은 생활물류 출발지 물동량 백분율과 유의한 양(+)의 관계가 도출되어 제어되었다고 판단하였다. 용도지역에서 집계구 내 주거지역 면적과 상업지역 면적이 넓을수록 생활물류 출발지 물동량 백분율이 높은 것으로 나타났다. 앞서 기술한 것처럼 본 연구는 택배 운송장 데이터를 활용하여 구축된 것으로, 개인이 개인에게 보내는 물류를 포함하기 때문에 주거지역에서 출발하는 생활물류가 많을 수 있다. 공업지역과 녹지지역은 생활물류 출발지 물동량 백분율과 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다. 용도구역에서 개발제한구역은 생활물류 출발지 물동량 백분율과 음(-)의 관계가 나타났다.

접근성요인에서 철도역까지 거리는 생활물류 출발지 물동량 백분율과 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다. 한편, 간선도로까지 거리는 생활물류 출발지 물동량 백분율과 양(+)의 관계가 있는 것으로 나타났다. 이는 김정화(2019)에서 물류에서 간선도로가 중요한 물류도로라고 이야기한 것과 달리, 생활물류에서 간선도로는 중요한 요인이 아닌 것으로 나타났다.

물류시설요인에서 물류터미널 및 물류단지는 생활물류 출발지 물동량 백분율과 음(-)의 관계가 나타났다. 물류창고는 통계적으로 유의하지 않았다. 도심형 물류센터에서 온라인 플랫폼형은 생활물류 출발지 물동량 백분율에 영향을 미치지 않는 것으로 도출되었다. 이는 온라인 플랫폼형이 주로 식품에 집중하고, 서울시 전역에 분포하지만, 시설 수가 적기 때문일 수 있다. 공유경제형(편의점), 공유경제형(주유소), 다크스토어형은 생활물류 출발지 물동량 백분율과 양(+)의 관계가 나타났다. 표준화 계수를 통해 살펴보면, 공유경제형(편의점), 공유경제형(주유소), 다크스토어형 순으로 중요하게 나타났다.¹⁾

다음으로 생활물류 도착지 물동량 백분율의 공간오차모형의 결과를 살펴보면 사회경제적요인에서 인구는 모두 생활물류 도착지 물동량 백분율과 양(+)의 관계가 도출되었다. 이는 소비자가 많

표 5. 생활물류 출발지 물동량 백분율에 대한 공간통계모형 분석결과
 Table 5. Spatial statistical model of customer logistics volume in origin

| Variable | OLS | | SLM | | SEM | | | |
|-------------------------------------|--|------------------------|----------------|---------------|---------------|----------------|---------------|-------|
| | Coef. | t | Coef. | z | Coef. | z | | |
| 사회경제적요인 Socioeconomic factors | 인구 Population | 2.308E-04 *** | 3.44 | 1.968E-04 *** | 3.42 | 1.749E-04 *** | 2.88 | |
| | 1인 가구 One-person households | 5.397E-05 *** | 7.91 | 1.979E-05 *** | 3.37 | 6.449E-05 *** | 5.44 | |
| | 종사자 Worker | 5.656E-04 *** | 3.73 | 2.528E-04 * | 1.95 | 1.004E-04 | 0.83 | |
| | 산업체 Industry enterprise | 8.147E-03 *** | 6.56 | 6.014E-03 *** | 5.66 | 4.311E-03 *** | 4.34 | |
| | 토지가격 Land price | 2.240E-04 *** | 34.28 | 1.590E-04 *** | 27.76 | 1.887E-04 *** | 28.93 | |
| 도시계획요인 Urban planning factors | 시가화 면적 Built-up areas | 1.091E-04 *** | 5.40 | 6.398E-05 *** | 3.70 | 1.456E-04 *** | 6.93 | |
| | 용도지역 Zoning area | 주거지역 Residential areas | 3.942E-06 | 0.03 | 3.766E-04 *** | 2.89 | 1.190E-03 *** | 7.56 |
| | | 상업지역 Commercial areas | 6.899E-04 | 1.51 | 7.815E-04 ** | 2.00 | 1.742E-03 *** | 3.63 |
| | | 공업지역 Industrial areas | -7.861E-04 *** | -3.49 | -4.584E-04 ** | -2.38 | -1.638E-04 | -0.71 |
| | | 녹지지역 Green areas | -1.001E-04 * | -1.71 | -8.631E-06 | -0.17 | -3.332E-05 | -0.63 |
| 용도구역 Zoning district | 개발제한구역 Green belts | -1.538E-04 *** | -2.67 | -1.244E-04 ** | -2.52 | -1.614E-04 *** | -3.10 | |
| 접근성요인 Accessibility factors | 철도역 거리 Shortest distance to railway station | 1.687E-05 *** | 3.09 | 9.846E-06 ** | 2.11 | -5.641E-06 | -0.53 | |
| | 간선도로 거리 Shortest distance to main road | 4.942E-05 ** | 2.49 | 3.705E-05 ** | 2.18 | 4.416E-05 * | 1.71 | |
| 물류시설요인 Logistic facility factors | 물류터미널 및 물류단지 Availability of logistic terminal and complex | -2.199E-03 ** | -1.98 | -1.455E-03 | -1.53 | -1.382E-03 * | -1.76 | |
| | 물류창고 Warehouse | -5.056E-05 | -0.63 | -4.855E-05 | -0.71 | -5.804E-05 | -0.89 | |
| | 온라인플랫폼형 Availability of online platform | 3.777E-04 | 0.94 | 2.934E-04 | 0.85 | 2.367E-04 | 0.73 | |
| | 공유경제형(편의점) Sharing economy (convenience store) | 3.866E-04 *** | 14.24 | 3.150E-04 *** | 13.54 | 2.511E-04 *** | 11.42 | |
| | 공유경제형(주유소) Sharing economy (gas station) | 4.723E-04 *** | 7.50 | 3.666E-04 *** | 6.79 | 3.439E-04 *** | 6.19 | |
| 다크스토어형 Dark store | 2.619E-04 *** | 4.17 | 2.391E-04 *** | 4.44 | 2.405E-04 *** | 4.79 | | |
| 공간시차계수 Rho | - | - | 5.389E+01 *** | 69.79 | - | - | | |
| 공간오차계수 Lambda | - | - | - | - | 5.829E+01 *** | 74.21 | | |
| Constant | 3.823E-04 | 6.97 | -1.324E-04 *** | -2.80 | 4.474E-04 *** | 5.21 | | |
| Obs. | 17,228 | | 17,228 | | 17,228 | | | |
| R-squared | 0.14 | | 0.37 | | 0.38 | | | |
| Log likelihood | 163,053.00 | | 165,155.00 | | 165,308.24 | | | |
| AIC | -326,066.00 | | -330,268.00 | | -330,576.00 | | | |
| SC | -325,911.00 | | -330,105.00 | | -330,421.00 | | | |
| Likelihood ratio test | - | | 4,204.17 *** | | 4,510.47 *** | | | |
| Residual's Moran's I | 0.38 *** | | 0.00 | | 0.00 | | | |

*p<0.10,**p<0.05,***p<0.01

표 6. 생활물류 도착지 물동량 백분율에 대한 공간통계모형 분석결과

Table 6. Spatial statistical model of customer logistics volume in destination

| Variable | OLS | | SLM | | SEM | | | |
|-------------------------------------|--|------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|-------|
| | Coef. | t | Coef. | z | Coef. | z | | |
| 사회경제요인 Socioeconomic factors | 인구 Population | 8.136E-04 *** | 7.91 | 6.244E-04 *** | 6.79 | 4.652E-04 *** | 5.00 | |
| | 1인 가구 One-person households | 1.020E-04 *** | 10.01 | 5.505E-05 *** | 5.99 | 1.268E-04 *** | 7.24 | |
| | 종사자 Worker | 1.070E-03 *** | 5.24 | 7.194E-04 *** | 3.94 | 7.081E-04 *** | 4.28 | |
| | 산업체 Industry enterprise | 7.043E-03 *** | 5.32 | 3.959E-03 *** | 3.35 | 2.702E-03 ** | 2.52 | |
| | 토지가격 Land price | 1.418E-04 *** | 25.17 | 1.119E-04 *** | 21.90 | 1.395E-04 *** | 25.34 | |
| 도시계획요인 Urban planning factors | 시가화 면적 Built-up areas | 2.885E-04 *** | 9.37 | 1.528E-04 *** | 5.53 | 3.978E-04 *** | 12.23 | |
| | 용도지역 Zoning area | 주거지역 Residential areas | 2.986E-03 *** | 13.89 | 3.329E-03 *** | 17.19 | 6.902E-03 *** | 30.42 |
| | | 상업지역 Commercial areas | -2.422E-03 *** | -4.06 | -2.572E-03 *** | -4.83 | -1.075E-03 * | -1.67 |
| | | 공업지역 Industrial areas | -2.466E-04 | -0.75 | -1.488E-04 | -0.50 | 1.157E-03 *** | 3.35 |
| | | 녹지지역 Green areas | -1.059E-04 | -1.15 | 1.218E-04 | 1.48 | 1.299E-04 | 1.59 |
| 용도구역 Zoning district | 개발제한구역 Green belts | -5.115E-04 *** | -5.57 | -4.071E-04 *** | -4.96 | -5.451E-04 *** | -6.57 | |
| 접근성요인 Accessibility factors | 철도역 거리 Shortest distance to railway station | -4.408E-07 | -0.05 | 1.549E-05 ** | 2.08 | 1.081E-05 | 0.67 | |
| | 간선도로 거리 Shortest distance to main road | 2.052E-04 *** | 6.86 | 8.188E-05 *** | 3.06 | 7.141E-05 * | 1.84 | |
| 물류시설요인 Logistic facility factors | 물류터미널 및 물류단지 Availability of logistic terminal and complex | -5.900E-04 | -0.34 | 1.303E-03 | 0.83 | 3.352E-03 *** | 2.65 | |
| | 물류창고 Warehouse | -2.483E-04 ** | -1.96 | -2.076E-04 * | -1.84 | -1.885E-04 * | -1.82 | |
| | 온라인플랫폼형 Availability of online platform | 1.363E-03 ** | 2.45 | 1.369E-03 *** | 2.75 | 9.503E-04 ** | 2.10 | |
| | 공유경제형(편의점) Sharing economy (convenience store) | 1.091E-03 *** | 29.94 | 9.678E-04 *** | 29.69 | 8.699E-04 *** | 28.79 | |
| | 공유경제형(주유소) Sharing economy (gas station) | 7.119E-04 *** | 7.79 | 7.089E-04 *** | 8.67 | 8.677E-04 *** | 10.73 | |
| 다크스토어형 Dark store | 8.383E-04 *** | 10.14 | 7.959E-04 *** | 10.77 | 7.156E-04 *** | 10.61 | | |
| 공간시차계수 Rho | - | - | 4.489E+01 *** | 54.98 | - | - | | |
| 공간오차계수 Lambda | - | - | - | - | 5.744E+01 *** | 70.77 | | |
| constant | 3.129E-03 *** | 37.81 | 9.166E-04 *** | 11.56 | 2.373E-03 *** | 18.41 | | |
| Obs. | 18,601 | | 18,601 | | 18,601 | | | |
| R-squared | 0.20 | | 0.36 | | 0.42 | | | |
| Log likelihood | 167,481.00 | | 169,195.00 | | 169,917.60 | | | |
| AIC | -334,922.00 | | -338,349.00 | | -339,795.00 | | | |
| SC | -334,765.00 | | -338,184.00 | | -339,639.00 | | | |
| Likelihood ratio test | - | | 3,428.72 *** | | 4,873.25 *** | | | |
| Residual's Moran's I | 0.38 *** | | 0.00 | | 0.00 | | | |

*p<0.10,**p<0.05,***p<0.01

은 곳으로 생활물류가 이동하기 때문으로 판단되며, 선행연구의 결과와 일치한다(Guliano et al, 2018). 1인 가구도 생활물류 도착지 물동량 백분율과 유의미한 양(+)의 관계가 나타났다. 한편, 종사자와 산업체는 생활물류 도착지 물동량 백분율과 양(+)의 결과가 나타났다. 토지가격은 출발지 모형과 같이 높을수록 생활물류 도착지 물동량 백분율이 높은 것으로 나타났다. 이는 토지가격이 낮은 지역에는 공장이나 물류시설이 입지하기는 좋지만 소비자가 많이 거주하지 않을 수 있다. 또한, 생활물류 수요는 소비를 많이 하는 사람들이 거주하는 지역에서 높기 때문으로 보인다.

도시계획요인에서 제어변수로 고려한 시가화 면적은 생활물류 도착지 물동량 백분율과 유의한 양(+)의 관계가 나타나 제어된 것을 확인하였다. 용도지역에서 출발지 모형과 동일하게 집계구 내 주거지역 면적이 넓을수록 생활물류 도착지 물동량 백분율이 높은 것으로 나타났다. 한편, 상업지역은 출발지 모형과 달리 생활물류 도착지 물동량 백분율과 음(-)의 관계가 나타났다. 이는 상업지역은 생활물류 출발이 주로 발생하는 장소이며, 도착이 주로 발생하는 지역이 아님을 보여준다. 생활물류는 B2C와 O2O가 중요한 물류로, 특히 상점(Offline)에서 소비자(Online)로 전달이 반영된 것으로 보인다. 녹지지역은 통계적으로 유의하지 않았다. 공업지역은 출발지 모형과 달리 생활물류 도착지 물동량 백분율과 양(+)의 관계가 도출되었다. 용도구역의 개발제한구역은 집계구 내 면적이 넓을수록 생활물류 도착지 물동량 백분율이 낮은 것으로 나타났다.

접근성요인에서 철도역까지 거리는 생활물류 출발지 모형과 동일하게 통계적으로 유의하지 않게 나타났다. 공간적 분포를 살펴보았을 때 철도역 인근에 위치한 집계구에서 생활물류 출발지와 도착지 물동량 백분율이 높았지만, 통계 결과에서는 유의하지 않았다. 간선도로까지의 거리는 생활물류 도착지 물동량 백분율과 양(+)의 관계가 나타났다. 이는 출발지 모형과 동일하며, 생활물류를 이동하는데 있어서 간선도로가 중요한 물류도로가 아닌 것으로 보인다.

물류시설요인에서 물류터미널 및 물류단지는 생활물류 도착지 물동량 백분율과 양(+)의 관계가 나타났다. 한편, 물류창고는 생활물류 도착지 물동량 백분율과 음(-)의 관계가 도출되었다. 물류창고는 주로 물류를 보관하는 장소로 도착지 활동에는 긍정적인 영향을 미치지 못하는 것으로 보인다. 도심형 물류센터에서 온라인 플랫폼형은 출발지 모형과 달리 생활물류 도착지 물동량 백분율과 양(+)의 관계가 나타났다. 공유경제형(편의점)과 공유경제형(주유소), 다크스토어형은 출발지 모형과 동일하게 도착지 물동량 백분율과도 양(+)의 관계가 나타났다. 표준화 계수를 통해 중요도를 확인하였을 때, 공유경제형(편의점), 공유경제형(주유소), 다크스토어형, 온라인 플랫폼형 순으로 중요하게 나타났다. 한편, 다크스토어형은 출발지 모형보다 중요도가 더 높게 나타났다.²⁾

V. 결론

1. 연구의 종합

본 연구는 서울시의 생활물류 출발지 및 도착지 데이터를 활용하여 공간적 특성을 분석하고 이에 영향을 미치는 도시환경요인을 분석하였다. 또한, 생활물류시설인 도심형 물류센터의 유형을 구분하고 입지패턴을 분석하였다. 주요 결과 및 정책적 시사점은 다음과 같다.

첫째, 서울시의 생활물류 출발지 물동량 백분율은 일부 지역에 집중되어 있으며 도착지 물동량 백분율은 전반적으로 골고루 분포되어 있다. 서울시 생활물류 출발지 물동량에 비해 도착지 물동량이 월등히 많은 것을 고려하였을 때, 서울시는 생활물류를 생산하는 지역이 아닌 소비하는 지역임을 알 수 있다. 생활물류 수요가 지속해서 증가하는 현실점에서 중요한 것은 소비자중심의 물류이며, 생활물류의 소비지인 서울에서 라스트 마일의 중요성이 높아지고 있다. 수도권 물류의 31.7%를 서울시가 점유하고 있지만, 높은 지가와 물류시설에 대한 기피로 인해 물류시설이 외곽으로 밀려나면서 집배송거리와 시간이 길어지고 탄소배출이 증가하는 문제가 발생하고 있다. 따라서, 서울시에 라스트마일 배송 서비스 효율성을 향상하고 탄소배출을 저감할 수 있는 도시계획 전략과 정책이 필요할 것으로 보인다.

둘째, 생활물류 출발지 물동량 백분율과 도착지 물동량 백분율이 높은 곳은 주로 철도역 인근으로 나타났으나, 통계분석 결과에서 철도역까지 최단거리는 유의하지 않은 것으로 나타났다. 출발지 물동량 백분율이 높은 성북구 석관동에는 이문차량기지가 위치하고 있으며, 석계역과 들꽃이역이 위치하여 교통인프라가 좋은 곳이다. 또한, 용산구 한강로동은 용산역 인근에, 영등포구 양평1동·여의동은 영등포역 인근에 위치하며, 해당 지역에서 생활물류의 출발지 물동량 백분율과 도착지 물동량 백분율이 높은 것으로 나타났다. 그러나, 철도역까지 최단거리는 생활물류 출발지 물동량 백분율과 생활물류 도착지 물동량 백분율에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 유경상 외(2023)는 도시철도 및 지하공간을 활용하여 물류 프로세스를 개선하거나 철도역에 복합 물류센터를 개발할 필요가 있음을 시사하였다. 또한, 서울시는 최근 철도차량기지의 유희부지를 물류 보관 장소로 사용하고 도시철도를 운송수단으로 활용하는 서울형 도시물류체계 구축을 위한 노력을 하고 있다. 그러나 아직까지 이러한 정책의 실질적인 효과는 부족한 것으로 보인다. 향후, 서울시가 친환경 물류체계를 성공적으로 구축하기 위해서는 생활물류 보관 및 운송 과정에서 도시철도 활용 방안을 고민해볼 필요가 있다.

셋째, 기존 물류시설과 생활물류시설인 도심형 물류센터는 입지 패턴이 다르게 나타났다. 기존 물류시설에 비해 도심형 물류센터는 압축적인 형태로 표준편차 타원이 형성되었으며, 방향도

반대로 나타났다. Rai et al.(2022)의 주장과 같이 최근 물류시설이 도심과 먼 외곽지역이 아닌 도심과 가까운 곳으로 들어오고 있다는 것과 일치하는 결과이다. 이는 최근의 물류시설, 특히 생활물류시설이 기존 물류시설과 다른 특성이 있음을 보여준다. 기존 물류시설은 주로 공업지역과 상업지역에 위치하는 것과 달리 다크스토어형을 제외한 도심형 물류센터는 절반 이상이 주거지역에 위치하는 것으로 나타나 최근 주거지역에 물류시설의 침투를 보여준다. 이소영·김경민(2021)에 따르면 주거지역에 물류시설을 조성하거나 서비스를 제공하는 과정에서 화물 트럭과 같은 물류배송차량으로 인해 교통안전 문제, 대기오염, 소음공해, 경관훼손 등의 문제를 발생시킬 수 있다. 생활물류시설은 대부분 1,000m² 이하로 물류창고업으로 분류되지 않으므로 관련된 규제를 받지 않아 생활물류시설과 관련된 도시 계획적 규제가 필요하다.

넷째, 도시계획 용도지역은 생활물류와 밀접한 관련이 있다. 공간적 분포를 살펴보면 금천구 가산동과 성동구 성수2가3동에서 생활물류 도착지 물동량 백분율이 높은 것으로 나타났다. 금천구 가산동과 성동구 성수2가3동은 준공업지역으로 제조업체와 함께 물류시설이 많이 위치하는 지역이다. 또한, 통계분석결과 공업지역은 도착지 모형에서 양(+)의 관계가 나타났으며, 이는 생활물류 활동에 대해 도시계획 용도지역이 영향을 주는 것으로 보인다. 이는 Sakai et al.(2020)의 분석 결과와 일치하며, 도시계획 규제가 도시 물류활동에 영향을 미치므로 공공정책을 통해 관리가 필요함을 시사한다.

다섯째, 접근성 요인에서 간선도로까지 최단 거리는 출발지 물동량 백분율과 도착지 물동량 백분율과 양(+)의 관계가 있는 것으로 나타났다. 이는, 김정화(2019)의 연구 결과와 달리 간선도로가 생활물류 이동에서 중요한 요인이 아님을 시사한다. 기존의 화물차는 큰 크기로 인해서 폭이 넓은 도로를 통해 이동하였으나, 「생활물류서비스산업발전법」에서는 이륜차를 통한 이동을 권장하고 있다. 소비자가 주로 주거지역에 위치하기 때문에 간선도로보다는 이면도로의 이용이 높은 것으로 보인다. 이러한 맥락에서 간선도로까지의 최단 거리가 서울시 내에서 생활물류 이동과 관련이 없는 것으로 보이며, 향후 물류로 인한 교통혼잡 및 탄소배출 저감을 위해서 서울시 내의 생활물류 중요물류도로 식별 및 계획이 필요하다. 한편, 비즈니스적인 관점에서 배차계획에서도 중요하게 고려할 필요가 있다. 서울시를 대상으로 생활물류 서비스를 제공하는 기업에서는 대형 트럭이 아닌 소형 트럭을 활용하는 방식을 선택하거나 간선도로 위주가 아닌 소로를 고려한 네트워크 최적화를 할 필요가 있다.

여섯째, 물류터미널 및 물류단지, 물류창고는 주로 공업지역에 위치하며, 생활물류 활동에 미치는 영향이 다르게 나타났다. 물류터미널 및 물류단지는 출발지 모형에서는 음(-)의 관계가 나타났으며, 도착지 모형에서는 양(+)의 관계가 나타났다. 또한, 물류

창고는 도착지 모형에서 음(-)의 관계가 나타났다. 물류터미널 및 물류단지는 주로 생활물류 도착지 활동과 연관된 물류시설로 보인다. 물류터미널은 보관뿐 아니라 하역, 가공, 포장 등의 기능을 함께 수행하고 있다. 최근 풀필먼트가 허브터미널과 결합하면서 물류터미널의 중요성이 더욱 높아지고 있다. 물류터미널은 상품이 먼저 집계되어 가공 및 조립, 분류, 포장의 작업이 이루어지고 보관되는 곳으로 사용된다. 이를 통해 서울시 내 생활물류 활동을 원활하게 하는 데 도움이 된다. 한편, 물류창고는 주로 보관을 목적으로 하기 때문에, 생활물류 활동에서 큰 영향을 미치지 못하는 것으로 보인다. 물류창고는 인구가 많지 않은 공장과 병원 인근에서 위치하여 생활물류 도착지 활동에 긍정적인 영향을 미치지 못하는 것으로 보인다. 신승진 외(2020)는 생활물류에서 물류터미널 및 물류단지가 라스트마일을 위해 중요한 물류시설로 중점 역할을 해야 함을 시사하였으며, 본 연구의 결과는 이를 뒷받침 한다. 하지만, 물류터미널 및 물류단지는 서울시 외곽지역에 일부 위치하고 있어, 서울시를 전반적으로 관리하기에는 한계가 있을 수 있다. 따라서 향후 물류터미널과 물류창고가 지역형 거점으로 역할을 할 수 있도록 계획할 필요가 있음을 시사한다.

마지막으로, 도심형 물류센터는 생활물류 출발지 물동량 백분율 및 도착지 물동량 백분율에 대해 중요한 요인으로 분석되었다. 통계 분석결과 출발지 모형에서 온라인 플랫폼형을 제외한 모든 도심형 물류센터 변수가 생활물류 출발지 물동량 백분율과 양(+)의 관계가 있는 것으로 나타났다. 도착지 모형에서는 도심형 물류센터의 모든 유형이 도착지 물동량 백분율과 양(+)의 관계가 나타났다. 표준화 계수를 통해 살펴보면 출발지 및 도착지 모형에서 중요도가 각각 다르며, 선행연구와 같이 도심형 물류센터의 유형별로 도심 내 역할의 차이가 있음을 확인할 수 있다(박도휘·전혜린, 2021; 김수빈·강예린, 2023). 가장 중요도가 높은 유형은 공유경제형으로 나타났다. 주유소 유희부지를 물류시설과 공유하는 방식을 통해서 첨단물류센터로 전환되고 있다. 이러한 분석결과는 2025년까지 유희부지를 활용한 도심 물류배송 인프라를 구축하는 정부의 계획과 일치하는 방향으로 보이며, 향후 공유경제형의 도심형 물류센터에 대한 관심과 공급이 지속해서 늘어날 것으로 예상된다.

다음으로 다크스토어형이 중요도가 높게 나타났다. 다크스토어형은 추가적인 공간이 필요하지 않고 기존의 대형마트를 자동화하는 방식으로 생활물류서비스 제공이 가능하다. 다크스토어형은 도심형 물류센터 주거 비율이 가장 낮은 유형으로 도심 내 물류시설이 입지하여 도시 활력을 저해하고 보행환경 및 교통안전을 위협하는 것을 방지할 수 있는 방식이다. 영국에서는 2000년대 초반에 대형마트를 물류센터로 활용하면서 온라인 판매량의 50% 이상을 처리하고 있다. 한편, 프랑스와 바르셀로나는 다크스토어형에 대한 규제를 시행하고 있다. 다크스토어형은 배달과 함께 상점으로 역할을 하면서 주변 지역의 소상공인과 작은 규모의

식품점의 경쟁력을 약화시킬 수 있기 때문이다. 따라서, 다크스토어형을 통한 물류시설 확보를 추진할 수 있지만, 주변 상권에 대한 고려를 하여 계획적으로 지원할 필요가 있다.

한편, 온라인 플랫폼형은 주거 지역에 절반 이상이 입지하고 있지만, 출발지 모형에서만 유의하였으며 중요도가 상대적으로 낮았다. 이는 온라인 플랫폼형이 식품에 집중하고 있어, 생활물류를 전반적으로 처리할 수 없기 때문으로 보인다. 또한, 공유경제형과 다크스토어형도 온라인 플랫폼을 제공하기 때문에, 향후 경쟁력에서도 다른 도심형 물류센터보다 낮을 수 있다. 생활물류 활동에 대한 역할이 미미하지만, 온라인 플랫폼형이 주거지역에 주로 위치하여 인근에 보행활력을 낮추고 기피시설로 작용할 수 있으므로, 해당 유형에 대한 정확한 이해와 규제가 필요할 것으로 보인다.

2. 연구의 한계점 및 의의

본 연구는 다음과 같은 한계점을 가진다. 첫째, 서울시 생활물류 데이터는 기종점 물동량을 제공하지는 못하여 생활물류 흐름을 알기 어렵다는 한계점이 있다. 이는 향후 기종점 데이터를 구득 가능하다면 생활물류의 네트워크 특성을 분석하는 연구를 해볼 수 있을 것이다. 둘째, 본 연구의 시간적 범위는 2020년으로, COVID-19 이전과 「생활물류서비스산업발전법」이 시행된 전후 현황을 분석하기는 어렵다. 추후 시기별로 데이터 구득이 가능하다면 정책 도입 전후 특성을 분석하는 연구를 해볼 수 있을 것이다. 셋째, 본 연구에서 활용한 물류시설 변수는 위치를 포함하지만 규모를 구분하지 못한다. 이로 인해 데이터의 이질성이 존재할 수 있다. 이는 향후 물류시설을 규모 측면에서 구분이 가능하다면 더 구체적인 연구를 해볼 수 있을 것이다. 그럼에도 본 연구는 서울시 생활물류 데이터를 활용하여 생활물류 출발지 및 도착지의 공간적 특성을 분석하고 이에 영향을 미치는 도시환경요인을 분석했다는 점에서 의의가 있다. 또한 서울시의 도시 물류 문제를 해결하기 위해서 도시 내의 물류시설의 작용과 역할을 이해하여 향후 도심형 물류센터 입지에 대한 도시 계획적 시사점을 제공할 것으로 판단된다.

주1. 출발지 모형의 표준화계수인 beta값을 별도로 산출하였으며, 온라인 플랫폼형의 beta값은 0.004, 공유경제형(편의점)의 beta값은 0.070, 공유경제형(주유소)의 beta값은 0.039, 다크스토어형의beta값은 0.028로 계산되었음.

주2. 도착지 모형의 표준화계수인 beta값을 별도로 산출하였으며, 온라인 플랫폼형의 beta값은 0.011, 공유경제형(편의점)의 beta값은 0.172, 공유경제형(주유소)의 beta값은 0.064, 다크스토어형의beta값은 0.058로 계산되었음.

인용문헌 References

1. 국토교통부, 2020. “생활물류 발전방안 발표 - 스마트 물류·그린 물류·사람중심 물류 추진 -”, 세종.
Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2020. *Announcement of Last-Mile Logistics Development Plan - Promoting Smart Logistics, Green Logistics, and People-centered Logistics*, Sejong.
2. 국토교통부, 2022. 「제1차(22~26) 생활물류서비스산업 발전 기본계획」, 세종.
Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2022. *Basic Plan for Last-mile Logistics Industry*, Sejong.
3. 김리원, 2022. “택배도시 현상의 거시적·공간적 행위경관 연구”, 「공간과 사회」, 32(2): 203-247.
Kim, L., 2022. “A Study on the Macro-Spatial Taskscape of Delivery City Phenomenon: The Case of Market Kurly’s Next-morning Delivery Service”, *Space & Environment*, 32(2): 203-247.
4. 김린, 2014. “물류정책기본법 제정사”, 「법학연구」, 17(4): 137-159.
Kim, L., 2014. “A Study on Legislation Process History of the Framework Act on Logistics Policies”, *The Journal of Legal Studies*, 17(4): 137-159.
5. 김병관·박지선, 2022. 「수도권 생활물류 1,000만 개 시대 새로운 물류시스템 구축이 필요」, 수원: 경기연구원.
Kim, B. and Park, J., 2022. *An Era with 10 Million Delivery Parcels in Seoul Metropolitan Area - A Need to Build a New Logistics System*, Suwon: Gyeonggi Research Institute.
6. 김수빈·강예린, 2023. “물류시장의 변화에 따라 등장한 도심형 소형 물류센터의 공간 특성 분석 -B마트 사례를 중심으로-”, 「대한건축학회논문집」, 39(1): 89-99.
Kim, S. and Kang, Y., 2023. “Spatial Analysis of Urban Compact Logistics Centers That Appeared Due to the Changes in the Logistics Market -Focusing on the Case of BMart-”, *Journal of the Architectural Institute of Korea*, 39(1): 89-99.
7. 김시원, 2022. “마이크로 풀필먼트센터의 입지 특성에 관한 연구: 서울시를 중심으로”, 인하대학교 대학원 석사학위 논문.
Kim, S., 2022. “The Locational Characteristics of Micro-Fulfillment Centers in Korea: Focusing on Seoul”, Master’s Dissertation, Inha University.
8. 김정화, 2019. 「물류중점도로 해외 사례 및 시사점」, 세종: 국토연구원.
Kim, J., 2019. *Overseas Cases and Implications of Logistics Priority Roads*, Sejong: Korea Research Institute for Human Settlements.
9. 김태현·윤승진·송상화, 2020. “라스트마일 배송을 위한 도심 물류 네트워크 설계: 서울시 사례 연구”, 「한국 SCM 학회지」, 20(1): 110-120.
Kim, T.H., Yoon, S.J., and Song, S.H., 2020. “Designing Urban Logistics Network for Last-Mile Delivery Services: A Case Study in Seoul”, *Journal of the Korean Society of Supply Chain Management*, 20(1): 110-120.

10. 민연주·이지선·장소영·신민성, 2021. 「생활물류서비스산업 발전을 위한 법·제도 개선방안 연구」, 세종: 한국교통연구원.
Min, Y.J., Lee, J.S., Jang, S.Y., and Shin, M.S., 2021. *A Study on the Regulation and Laws Governing the Development of the Last-Mile Logistics Industry in Korea*, Sejong: Korea Transport Institute.
11. 박도휘·전혜린, 2021. 「위기인가? 기회인가?: 물류센터 산업에 던지는 3가지 질문」, 서울: 삼정KPMG 경제연구원.
Park, D. and Jeon, H., 2021. *Is It a crisis? Is It an Opportunity?: 3 Questions to Ask the Logistics Center Industry*, Seoul: Samjong KPMG Economic Research Institute.
12. 송정은, 2021.08.09. 「택배시장 급성장하면서 택배물량 5년 만에 85.7% 급증... 박스당 단가는 하락」, 데일리 중앙.
Song, J.E., 2021.08.09. "As the Delivery Market Grows Rapidly, Delivery Volume Surges 85.7% in 5 Years... Unit Price Per Box Falls", *Korea JoongAng Daily*.
13. 신승진·노홍승·박한영, 2020. 「생활밀착형 도시물류시설의 확보 방안」, 「교통기술과 정책」, 17(1): 37-45.
Shin, S., Roh, H.S., and Park, H., 2020. "How to Secure Living-friendly Urban Logistics Facilities", *Transportation Technology and Policy*, 17(1): 37-45.
14. 안영수·이승일, 2014. 「수도권 기업이동 공간데이터베이스 구축과 산업유형별 기업이동 특성 연구」, 「국토계획」, 49(5): 17-28.
An, Y. and Lee, S., 2014. "A Study on the Construction of Spatial Database and the Characteristics of Relocation for the Relocated Firms by Industrial Type", *Journal of Korea Planning Association*, 49(5): 17-28.
15. 유경상·김원호·김영법, 2023. 「서울시 생활물류서비스 시설 확충과 지원방안 택배서비스 중심으로」, 서울: 서울연구원.
Yoo, G., Kim, W., and Kim, Y., 2023. *Expansion and Support Plan for Urban Logistics Service Facilities in Seoul: Focusing on Parcel Service*, Seoul: The Seoul Institute.
16. 유재성, 2022. 「수도권 생활물류시설의 입지 및 시설 특성연구」, 세종: 국토연구원.
You, J., 2022. *Study on the Location and Facility Characteristics of Last-Mile Logistics Facilities in the Metropolitan Area*, Sejong: Korea Research Institute for Human Settlements.
17. 이소영·김경민, 2021. 「물류시설이 인근 아파트 가격에 미치는 영향 분석: 경기도 동남권을 중심으로」, 「국토연구」, 111: 85-99.
Lee, S. and Kim, K., 2021. "Examining the Impact of Logistics Facilities on Local Housing Markets in the Southeastern Area of Gyeonggi-Province", *The Korea Spatial Planning Review*, 111: 85-99.
18. 정병현·윤정중·김태균·민연주·최재성·최준영, 2023. 「스마트 시대의 도시물류 인프라 구축방향」, 「도시정보」, 494: 5-30.
Jeong, B.H., Yoon, J.J., Kim, T.G., Min, Y.J., Choi, J., and Choi, J., 2023. "Direction for Building Urban Logistics Infrastructure in the Smart Era", *Urban Information Service*, 494: 5-30.
19. 최석범·임병하, 2021. 「생활물류서비스발전법의 주요 내용과 과제에 관한 연구」, 「물류학회지」, 31(6): 57-70.
Choi, S.B. and Lim, B., 2021. "A Study on the Main Contents and Issues of Consumer Logistics Service Industry Development Act", *Korea Logistics Review*, 31(6): 57-70.
20. Anselin, L., 2005. *Exploring Spatial Data with GeoDaTM: A Workbook*, Urbana, IL: University of Illinois Urbana-Champaign.
21. Guliano, G. and Kang, S., 2018. "Spatial Dynamics of the Logistics Industry: Evidence from California", *Journal of Transport Geography*, 66: 248-258.
22. Guliano, G., Kang, S., and Yuan, Q., 2018. "Using Proxies to Describe the Metropolitan Freight Landscape", *Urban Studies*, 55(6): 1346-1363.
23. Kang, S., 2020. "Relative Logistics Sprawl: Measuring Changes in the Relative Distribution from Warehouses to Logistics Businesses and the General Population", *Journal of Transport Geography*, 83: 102636.
24. Kang, S., 2022. "Exploring the Contextual Factors behind Various Phases in Logistics Sprawl: The Case of Seoul Metropolitan Area, South Korea", *Journal of Transport Geography*, 105: 103476.
25. Oliveira, R.L.M., Dablanc, L., and Schorung, M., 2022. "Changes in Warehouse Spatial Patterns and Rental Prices: Are They Related? Exploring the Case of US Metropolitan Areas", *Journal of Transport Geography*, 104: 103450.
26. Rai, H.B., Kang, S., Sakai, T., Tejada, C., Yuan, Q.J., Conway, A., and Dablanc, L., 2022. "Proximity Logistics—Characterizing the Development of Logistics Facilities in Dense, Mixed-use Urban Areas around the World", *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 166: 41-61.
27. Robichet, A. and Nierat, P., 2021. "Consequences of Logistics Sprawl: Order or Chaos?—The Case of a Parcel Service Company in Paris Metropolitan Area", *Journal of Transport Geography*, 90: 102900.
28. Sakai, T., Beziat, A., and Heitz, A., 2020. "Location Factors for Logistics Facilities: Location Choice Modeling Considering Activity Categories", *Journal of Transport Geography*, 85: 102710.
29. Yang, S., Ning, L., Jiang, T., and He, Y., 2021. "Dynamic Impacts of COVID-19 Pandemic on the Regional Express Logistics—Evidence from China", *Transport Policy*, 111: 111-124.
30. Yuan, Q. and Zhu, J., 2019. "Logistics Sprawl in Chinese Metropolises: Evidence from Wuhan", *Journal of Transport Geography*, 74: 242-252.
31. 국가물류통합정보센터, 「년도별 생활물류실적」, 2023. 6. 1. 읽음. <https://www.nlic.go.kr/nlic/parcelServiceLogistics.action>
National Logistics Information Center, "Performance of Customer Logistics by year", Accessed June 1, 2023. <https://www.nlic.go.kr/nlic/parcelServiceLogistics.action>

Date Received 2023-10-19
Date Reviewed 2024-02-13
Date Accepted 2024-02-13
Date Revised 2024-05-20
Final Received 2024-05-20