



## 지역별 소득규모와 운송거리를 고려한 물류부동산 입지 평가에 관한 탐색적 연구\*

### An Exploratory Study on Location Evaluation of Logistic Real Estate Considering Regional Income and Transport Distance

류강민\*\* · 송기욱\*\*\*

Kang Min Ryu · Ki Wook Song

#### ■ Abstract ■

This study intends to make a quantitative evaluation of the location of logistic real estate from the perspective of total transportation costs on administrative districts (dong, eup and myeon) in Korea. The analysis targeted 5,002 dongs or myeons nationwide at the end of 2019, which marked a national minimum space unit. Total transportation cost, which is equal to a key factor, was calculated by the market volume and the network distance. The main findings of the study are briefly summarized as follows: First, the areas with low figures about total transportation costs were mainly concentrated on Seoul metropolitan area (SMA) including the souths of Seoul and Gyeonggi Province and Incheon. Among them, the total transportation cost in Gyeonggi province was indiscriminately distributed in each region. Second, the distribution of total transportation costs is relatively similar to locations of logistics centers with large supply, indicating that supply is efficiently arranged in the national spatial structure. In addition, according to the outcome of regression analysis having land prices as a dependent variable, total transportation costs were verified as a statistically significant factor. Third, since the supply is limited due to differences in land prices and policy operation by regions, the distribution disparity between supply volumes and total transportation costs suggested the possibility that there could be different from the characteristics for the supply of logistics markets, rental costs and owners of goods. In conclusion, these data through ArcGIS tool can be useful for decision-making in choosing optimal locations of logistic real estate within limited budget constraints for participants (e.g. policy makers, investors, landlords and tenants) in the future.

**Keywords:** Logistic real estate, Regional income, Transport distance, Locational evaluation, Land price

\* 본 논문은 2020년 이시즈자산운용이 발간한 「물류 입지에 관한 짧은 이야기」 보고서의 일부를 발췌, 수정·보완한 것임.

\*\* 한양대학교 도시공학과 공학박사(주저자) | Ph.D., Department of Urban Planning, Hanyang University | First Author | locsword@hanmail.net |

\*\*\* LH 토지주택연구원 수석연구원(교신저자) | Research Fellow, Land & Housing Institute | Corresponding Author | skw81@lh.or.kr |

## 1. 서론

### 1. 연구 배경 및 목적

오늘날 유통·물류시장은 온라인쇼핑(online shopping)과 배달서비스를 이용하는 구매형태로 소비트렌드가 전환되면서 삶의 전반적인 영역에까지 드넓게 자리잡고 있다. 특히 코로나 팬데믹(COVID-19)의 비대면 확산 영향과 이커머스(E-commerce) 침투율 확대<sup>1)</sup>로 인해 2020년 말 기준 택배 물동량(trading volume)은 33.8억 개로 연일 사상 최고치를 경신하며, 가파른 증가세를 기록하였다(국토교통부 국가물류통합정보센터, 2020).

이러한 흐름에 발맞추어 문재인 정부는 글로벌 미래 선도국가로 나아가기 위한 「한국판 뉴딜 정부 종합계획(2020.07)」을 발표하면서(국토교통부, 2020), SOC 디지털화 측면에서 스마트(smart) 물류체계 구축을 전면 강조하고 있다. 향후 물류시설 수요가 꾸준히 늘어나 지속적인 공급 초과 현상이 가시화될 것임에 따라, 택배가 급증하는 수도권 대도시의 물동량을 효과적으로 처리하기 위해 도심형 신규 공동 물류단지 거점 조성이 본격 추진될 예정이다.<sup>2)</sup>

이처럼 4차 산업혁명 시대를 맞이하여 물류부동산은 과거와 달리 상품 또는 제품의 생산, 하역, 운송, 보관, 분류, 관리 등을 담당하는 통상적인 주 기능에서 벗어나 다양한 인간의 소비·문화활

동까지 담아내는 새로운 복합공간으로 거듭나면서, 대표적인 산업용 부동산(e.g., 공장, 창고, 물류센터)으로 각광받고 있다. 최근 투자시장에서는 시중 유동성(liquidity)이 풍부한 반면, 마땅한 투자처를 찾지 못한 자산운용사(asset management company, AMC)를 중심으로 수익성 개선과 상품다변화를 위해 공격적인 물류센터 매대·거래활동이 활발히 성행하는 가운데 중요한 투자자산 포트폴리오(portfolio) 대상이 된 점이 위의 사실을 반증한다.

한편, 토지이용과 지대와의 관계성을 설명한 고전적인 산업입지론의 연장선상에서 물류센터는, 인간 활동보다는 상품 생산 등 본연의 일차적인 기능 측면(function)이 상당히 중시되므로, 전통적인 입지(location)와 연관성이 깊다. 공통적으로 공급자(service provider) 혹은 화주기업(shipper)들은 이윤극대화를 추구하기 때문에 총교통비용의 부담을 최소화시키는 곳에 입지를 선호하며, 이는 기업의 일차적인 생존경영 전략과 직결되는 핵심요소라고 할 수 있다.

예컨대 미국 아마존(Amazon), 중국 알리바바(Alibaba), 한국 쿠팡(Coupang) 등 대중적으로 널리 알려진 글로벌 물류기업의 선진사례들처럼(이지스자산운용, 2021), 시장점유율 확대를 위해 얼마나 빠른 시간 내에 고객들에게 물품을 전달할 수 있는지, 즉 24시간 이내 배송가능한 효율적인 물류시스템 네트워크(delivery network) 구축 여부가 또 다른 경쟁력이 된다. 기관투자자들 또한 탄

1) 이커머스 침투율이란 전체 소매판매액 중 이커머스가 차지하는 비중을 일컬으며, 지난해 35%를 돌파해 높은 성장잠재력을 보여 준다.

2) 그 예로 중소기업 스마트 공동물류센터 11개소, 대형 이커머스 물류단지 조성(의정부, 화성, 구리) 등이 있다.

탄한 임차수요를 고정적으로 확보하고, 안정적인 임대료 창출이 지속가능한 접근성(accessibility) 좋은 수도권 인근 물류센터의 투자 선호경향이 강하여, 공간적으로 경기 남북부(광주·이천·안성·평택 등)에 집중 투자가 이루어져 왔다.

이러한 까닭으로 그간 실무 입장에서 물류센터 입지와 관련해 단순히 최대 격전지이자 소비배후시장인 서울 중심부와와의 거리만을 취급할 뿐, 학계에서도 일부 소수 지역의 입지 후보군 중 적절한 곳을 임의 선택하는 등, 전국 시장과의 모든 타겟 권역(시장규모, 거리)을 대상으로 한 종합적인 물류센터 입지 판단에 대한 객관적 평가는 부족하였다.

따라서 본 연구는 위에 언급한 기술적인 한계점을 해결하고자 총교통비용 관점에서 물류센터의 최적 입지선정 모형을 구축한 후, 이를 토대로 GIS 공간분석을 이용해 국내 전국 물류센터 입지를 평가하고자 한다. 나아가 전국 물류센터 입지 평가 결과와 공급물량, 지가와의 상호 관계를 살펴봄으로써, 교통비 관점에서의 입지 평가에 대한 적절성과 효율성을 살펴보고자 한다.

## 2. 연구 방법 및 범위

본 연구를 시작하는 데 있어 관심대상인 물류센터의 입지는 전국 시장을 대상으로 소요되는 총교통비용을 추정하여 평가하였다. 우선 물류센터의 입지를 결정하는 중요한 요인이라 칭할 수 있는 총교통비용은 이전 선행연구를 참조하되, 단

위 물동량당 교통비용은 동일하다는 원칙 하에 시장규모(수요지점의 수요량)와 시장까지의 거리의 곱에 비례하는 것으로 가정하였다.

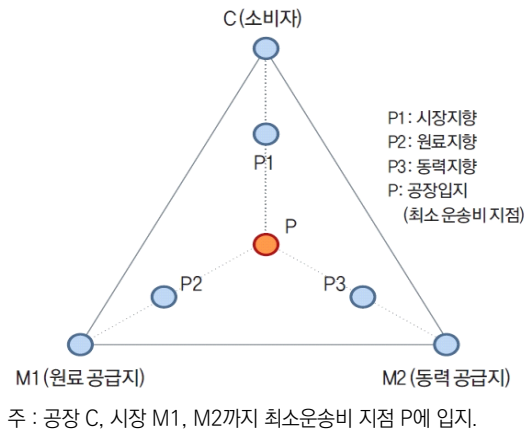
전국 시장은 5,002개의 읍면동의 최소 공간단위로 세분화하였다. 또한, 개별 시장의 규모는 2019년 통계청에서 발표한 1인당 지방소득세 금액과 인구수를 곱해 새롭게 계산하였다. 개별 시장까지의 거리는 직선거리가 아닌 실제 도로망의 현실적인 특성을 반영해 두 지점 간 최단경로를 측정하는 데 용이한 네트워크 거리(network distance)를 채택하였다. 네트워크 거리 측정을 위해 국가교통정보센터(<https://www.its.go.kr>)에서 제공하는 전국표준노드링크를 이용하였으며(국토교통부 국가교통정보센터, 2021), 거리 계산은 ArcGIS의 Network Analyst 방법으로 계산하였다.

## II. 이론적 고찰 및 선행연구 검토

### 1. 공업입지 이론

물류부동산과 관련한 입지선정은 전통적 공업입지 이론을 대표하는 ‘베버(A. Weber)의 최소비용론’의 관점에 입각하여 해석할 수 있다(송기욱·류강민, 2019).<sup>3)</sup> 독일의 경제학자인 베버에 따르면, 공급자 관점에서 최적 입지는 다음의 (식 1)과 같이, 생산자의 이윤  $\Pi$ 가 극대화(max profit)되는 지점에서 형성된다고 할 수 있다. 베

3) 공업입지 결정의 이론적 체계 및 방법론 정립을 통해 물류비용이 접근성 변수로서 또 다른 가능성을 보여주는데, 이는 변수 차용 시에 명확한 논리적 근거와 정당성을 부여한다.



〈그림 1〉 베버의 입지 삼각형

버는 이에 대한 이해를 돕고자 〈그림 1〉처럼 입지 삼각형 구조를 도입하여 최적 입지점의 유도 과정과 최소 운송비 원리를 설명하였는데, 그 결과 항상 삼각형 내부의 무게중심(centroid)에 위치함을 밝혔다.

$$\begin{aligned} \text{Max } \Pi = & P_0(Q)Q - \left[ \sum_{i \in I_t} P_i(X_i)X_i + \sum_{j \in I_u} P_j(X_j, F)X_j \right] \\ & - \left[ T_0(Q, F) + \sum_{i \in I_t} T_i(X_i, F) \right] \end{aligned} \quad (\text{식 1})$$

(식 1)에서 생산물 가격  $P_0(Q)$ 는 공급량  $Q$ 에 따라 달라지며, 총수입은 가격과 공급량을 곱한  $P_0(Q)Q$ 로 계산된다. 생산자의 총이익  $\Pi$ 는 총수입에서 총비용을 감한 것으로, 총비용은 상품을 만드는 데 필요한 원료비에 해당하는  $\sum_{i \in I_t} P_i(X_i)X_i$  과 기계장비를 비롯해 임대료와 같은 운영 제반비의 합계인 생산요소비용인  $\sum_{j \in I_u} P_j(X_j, F)X_j$ , 그리고 상품을 시장에 운송하는 제품 교통비(공장 → 시장)인  $T_0(Q, F)$ , 원료를 공장까지 조달하는 재

료 교통비용(재료 생산지 → 공장)인  $\sum_{i \in I_t} T_i(X_i, F)$

등으로 구성된다.

만약 생산요소의 대체효과가 부재하고 보수 또한 불변할 뿐만 아니라, 대량 운송의 경제성이 없어 생산요소 가격마저도 지역별 차이가 전혀 존재하지 않는다면, 복잡하게 구성된 (식 1)은 단위 생산량에 대한 입지관련 비용의 최소화 문제로 간단히 변형·전환하여 풀 수 있다(송기욱·류강민, 2019). 다음 (식 2)에서 비용 최소화(minimum cost)는 공장에서 소비시장까지 수송비용인  $t_0(F)$ 와 생산원료  $i$ 를 생산지에서 공장까지 조달 비용의 합인  $\sum_{i \in I_t} a_i t_i(F)$ 로 나타난다.

$$\min C(F) = t_0(F) + \sum_{i \in I_t} a_i t_i(F) \quad (\text{식 2})$$

이와 같이 공업입지 이론에 비추어보면, 해운 및 항공물류는 생산지(항만, 항공)에서 공장(물류센터)까지의 비용이 상대적으로 크기 때문에 항만 또한 항공에 가까이 입지토록 하는 것이 유리하다. 반면에 이커머스과 같은 육상 물류는 생산지가 전국에 산발적으로 흩어져 있어, 생산지에서 물류센터까지의 거리보다는 시장까지 운송하는 비용 최소화 지역이 최적 입지인 것으로 생각할 수 있다.

## 2. 선행연구 검토

지난 수십 년간 국내·외를 통틀어 온라인쇼핑(전자상거래)의 유통시장 확장과 택배 물동량 증가에 힘입어, 물류시장과 관련해 입지, 규모, 건축

설계, 가격결정, 투자의향 등 다방면 주제에서 많은 선행연구들이 지속적으로 수행되어 왔다.

그간 초창기에는 물류센터 입지선정의 결정요인을 발굴하거나(강달원 · 김울성, 2015; 아즈자르칼 외, 2013; 양광모, 2011; Alberto, 2000; Yang and Lee, 1997), 적합후보지 평가모형을 개발하는 학술적인 연구들이었다(이다예 · 임현우, 2015; 윤관호 외, 2017).

이들 전자의 대부분은 물류센터 입지선정의 대표적인 요인으로 물리적, 지리적, 교통, 인적, 정책적 요인들을 언급하며, 이 중 교통접근성 요인을 1순위로 고려해야 함을 주장하였다(양광모, 2011).

반면, 후자 연구에서 이다예 · 임현우(2015)는 화주기업 대상으로 입지 형성요인을 개별 물동량과 거리들의 곱의 합으로 계산한 운송 접근성, 임대 용이성, 인력 가용성으로 설정 후, 수도권 주요 고속도로 IC 인근 임대 물류센터의 입지요인별 표준점수를 산출함과 동시에 개별 가중치 변화에 따른 후보지 여건을 평가하여 주목받았다. 윤관호 외(2017)는 배송처 편리성과 공급처 접근성, 물동량 처리 용이성의 중요도를 바탕으로 경북 대구센터가 배송 시 최소시간이 소요되는 영남권 최적의 물류센터 입지 대안으로 도출하였다. 실제로 대구센터는 타 경쟁시설 대비 도심 변화가로부터 인접하고, 지역 내 인구수나 매출액 등 시장규모가 큰 특성을 갖고 있음을 감안하면, 본 연구에서 주장하고자 하는 시장규모와 거리 요인이 입지선정의 결정적인 변수가 될 수 있음을 방증한다.

이러한 분석과정에서 주된 실증방법론으로 설문조사를 통한 요인분석(factor analysis), 계층

분석(analytical hierarchy process, AHP) 모형, 퍼지이론(fuzzy theory), 휴리스틱 알고리즘(heuristic algorithm)에 기반해 최적해(解)를 찾는 수리적 기법, P-median 모형, 시뮬레이션 모델링 등 다양한 계량접근들이 시도되어 학술기여 측면에서 많은 진전을 가져오기도 했다(강달원 · 김울성, 2015; 문소현 · 이진학, 2020; 아즈자르칼 외, 2013; 이승재 외, 2000; 진무위 · 이향숙, 2017; Klose and Drexler, 2005).

또한, 금융위기 이후 경영여건 악화로 자금난을 겪는 기업들이 현금 유동성 확보를 목적으로 물류센터가 부동산 펀드나 리츠(real estate fund/real estate investment trust, REF/REITs) 등 기관투자자의 대체투자 상품으로 취급되면서, 후반으로 접어들수록 물류부동산 임대료 및 매매가에 미치는 영향을 추정하는 실증연구(송기욱 · 류강민, 2019; 오세준 외, 2016; 이남승, 2020; Lim and Park, 2020)가 이루어지고 있다.

세부적으로는 먼저 오세준 외(2016)는 고속도로 IC와의 거리, 접면도로 폭, 연 면적, 주차대수, 층고, 경과년수, 보관상태가 물류창고의 매매가격에 유의하게 영향을 미치는 복합적인 변수로 나타난 가운데, 광역교통 접근성에 민감하게 반응함을 알 수 있었다. 또한, 송기욱 · 류강민(2019)은 물리적인 거리 단위가 아닌 IC 통행료와 주유비를 합친 물류비용 개념을 새로운 변수로 대체하여 실거래가 자료를 이용하여 분석하였다. 이와 더불어 이남승(2020)은 다중회귀분석을 통해, 서울 도심부(central business district, CBD)로부터 거리가 가깝고 건축물의 경과년수가 짧으며 용적률이 클수록 물류센터의 임대료가 상승한다



는 가설을 검증한 바 있다. Lim and Park(2020)은 혼합지리가중회귀모형(mixed geographically weighted regression, MGWR)을 이용해 고속도로 IC 거리, 리패키징(repacking) 서비스, 램프(ramp) 설치 유무, 용적률, 건물연령, 토지가격 등이 임대료의 결정요인임을 밝혔고, 창고 위치와 도시 화물수요 간의 공간적 불일치가 운송거리 증가로 이어져 부정적 영향이 야기될 수 있음을 경고하였다.

한편, 지금과 같이 코로나19로 인해 물류업계 자동화 전환의 가속화와 공급가치사슬(supply value chain) 재편에 따라, 도심 근거리형 스마트 공동물류센터 조성에 관한 정책적 논의(국토교통부, 2020)가 필요하나, 그 수는 양·질적으로 부족한 상황이다.

그럼에도 불구하고, 글로벌 생산과 조달네트워크 확대로 인해 거리 접근성을 고려한 물류네트워크 재설계 및 프로세스 구축의 필요성을 여러 차례 지적한 연구(박정현 · 김태복, 2016; 정석재 외, 2005)는 거시적인 방향성 관점에서 본 연구의 주장과 일치한다고 볼 수 있다. 향후 코로나 시대에는 물류센터 입지선정 문제가 공급망 의사결정의 핵심요소임을 인지하고, 기업의 경쟁력 있는 부가가치 창출과 종전의 비효율성 문제를 개선하는데 연구초점이 맞추어져야 할 것으로 판단된다.

### 3. 연구의 차별성

지금까지 살펴본 바와 같이 주제별로 물류센터 입지를 둘러싼 연구활동이 활발히 진행된 데 반해, 평가모형 개발에 관해 주도면밀한 실증분석

과 검증 작업이 많지 않은 상황이다. 예상컨대 코로나 19(COVID-19) 발생 이전의 물류가 포함된 산업용 부동산 시장환경 및 제반여건은 여타 산업 대비 발전이 상대적으로 미흡해 국민들의 관심도가 낮을 뿐더러, 정보구득이 용이치 않은 폐쇄적인 자료의 특수성 때문일 것으로 추측된다(송기욱 · 류강민, 2019).

그럼에도 불구하고 본 연구와 근접한 상기 선행연구 결과를 종합해 보면 물류센터 임대료 및 매매가를 구성하는 개별 인자들의 영향력은 다소 상이할 수 있으나, 교통 접근성이 입지경쟁력을 좌우하는 데에 가장 크고 매력적인 요소로 작용한 점에 큰 이견이 없었다. 이 사실과 더불어 물류기업은 입지선정 시, 전국 단위의 조달물류 네트워크 효과를 고려해 효율성 증대 및 수익극대화 차원에서 교통비가 가장 적게 드는 최소화 지점이 최우선순위 전략으로 바람직할 것이라 공통된 합의점에 도달하였다(Burns et al., 1985). 즉, 공장이나 물류를 포함한 산업용 부동산 시장의 현안 이슈에서 근본적으로 운송비 절감 도모를 위한 입지를 규명하는 일이 무엇보다 중요함을 시사한다.

이와 같은 측면에서 본 연구는 기존 연구와 달리 크게 3가지 부문에서 차별성을 지닌다. 첫째, 공간적 범위가 일부 지역이나 권역이 아닌 전국 시장을 대상으로 입지 평가를 시도했다는 점이다. 이전 선행연구들의 공간적 범위는 최대 소비시장이자 상대적으로 공급이 집중된 서울이나 수도권으로 한정되는 등, 특정 지역에 치우쳐 전국에 분포하는 물류시장의 특징 및 연관성을 설명하기에는 역부족이었다(오세준 외, 2016; 이남승, 2020; 이다예 · 임현우, 2015). 이를 극복하고자

본 연구는 전국을 대상으로 물류센터 입지에 대한 적정성 평가를 총교통비용의 관점에서 살펴보고자 하였다.

둘째, 전국 대상 물류센터의 평가를 위해 시·도 단위가 아닌 5,000여 개에 가까운 개별 읍면동별 세분화된 입지 평가를 시도하였다. 특히 본 연구의 분석결과가 한 자치구 내에서도 입지가 차별화됨을 알 수 있는데, 현재 실무에서 시 또는 구 단위로 구분되는 권역 설정의 한계를 총교통비용 개념을 이용한 입지 평가를 통해 살펴볼 수 있을 것으로 보인다.

셋째, 시장규모와 거리를 합산한 총교통비용을 계산 후, 이를 토대로 입지여건 점수를 산출하고, 현재 물류센터의 공급상황을 상호 비교하였다. 또한, 2021년에 실제 거래된 토지 매매자료를 이용하여 토지가격과 총교통비용 관계를 회귀모형(regression model)을 이용해 살펴봄으로써 교통비용과 지가, 공급상황의 연관성 및 효율성을 동시에 파악하고자 하였다.

### III. 분석의 틀

#### 1. 연구문제 설정

본 연구는 전국 5,000여 개의 개별 읍면동을 입지후보군으로 설정한 다음, 과연 이들로부터 1) 전국 시장까지의 거리와 구매력의 척도인 시장 규모(인구수, 지방소득세)를 곱해 총교통비용이 어느 정도이고, 2) 이를 반영한 입지 평가는 어떻게 나타나는지, 그리고 3) 실제 공급물량의 입지분

포 형태와 지가와의 비교를 통해 교통비용의 적절성과 효율성을 상호 검증하고자 하였다.

#### 2. 분석 방법

선행연구에서 교통비용 추정으로 많이 활용되는 P-median 알고리즘은 공장, 창고, 물류센터 또는 공공시설 등을 설치할 수 있는 후보입지가 주어져 있다고 가정할 때, 최소의 교통비용으로 모든 소비자의 수요를 충족시킬 수 있는 p개 이하의 시설건립 입지를 결정하는 방법을 말한다(문소현 · 이진학, 2020). 여기서 각 후보입지는 소비자 수요 발생지역을 나타내며, 각 시설로부터 각 소비자에게 제품을 수송할 때 소요되는 단위당 수송비와 수송거리는 주어져 있다고 가정한다(박보라 외, 2013).

여기서 P-median 알고리즘은 경찰서, 소방서, 전화국, 공공의료, 환경처리시설 등과 같은 사회적 편익이 요구되는 기반시설이나, 백화점, 대형할인매장, 자동차 영업소처럼 민간 경쟁업체들과의 경쟁이 치열한 수익시설, 통신 및 전력수송 집선장치 위치선정, 파이프라인(pipeline) 시스템 설계 문제 등에 이르기까지 많은 응용 분야에서 자주 활용된다(박보라 외, 2013; 조건, 2004). P-median 알고리즘의 기본 모형은 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$\text{목적함수: } \min \sum_i \sum_j h_i d_{i,j} y_{i,j} \quad (\text{식 3})$$

$$\begin{aligned} \text{제약식: } & \sum_j y_{i,j} = 1 \text{ (for all } i) \\ & \sum_j x_j = p \end{aligned}$$

$$y_{i,j} \leq x_j \text{ (for all } i, j)$$

$h_i$ : 수요지  $i$ 의 수요량

$d_{i,j}$ : 수요지  $i$ 와 시설물의 입지점  $j$ 의 거리

$p$ : 시설물의 수

$x_j$ : 노드  $j$ 에 시설물이 설치되면 0, 그렇지 않으면 1인  
더미 변수

$y_{i,j}$ : 노드  $j$ 의 시설물이 노드  $i$ 의 총수요를 충족하면 1,  
그렇지 않으면 0인 더미변수

위 (식 3)은 기본적으로 노드  $j$ 에 시설물이 있을 때, 다양한 수요지  $i$ 들의 수요량( $h_i$ )에 시설물이 있는  $j$ 까지 거리( $d_{i,j}$ )의 곱들이 최소가 되는 점을 최소비용이 발생하는 지점이라고 인식한다. 이는 단위거리당 교통비용이 일정하다는 전제하에, 수요지  $i$ 들의 수요량을 만족하는 데 들어가는 물동량 또는 총교통비용의 최소지점에 해당한다고 볼 수 있다.

마찬가지로 상단의 (식 3)에서 열거한 첫 번째 제약조건  $\sum_j y_{i,j} = 1$ 은 수요지  $i$ 에서 여러 시설물 중에서 단 1개의 시설물에서만 서비스를 받는 상태를 의미하며, 중복서비스나 서비스 부재지역은 따로 존재하지 않음을 설명한다. 두 번째 제약조건  $\sum_j x_j = p$ 는 시설물의 총개수가  $p$ 개인 것을 뜻한다. 세 번째 제약조건  $y_{i,j} \leq x_j$ 는 노드  $j$ 에 시설물이 설치되어야  $j$ 에서 수요지  $i$ 로 서비스를 받을 수 있기 때문에, 노드  $j$ 에 시설물이 없는  $x_j = 0$ 일 때는  $y_{i,j} = 0$ 이며,  $x_j = 1$ 인 경우에는  $y_{i,j}$ 는 0 또는 1의 이항 더미(dummy)값을 가진다.

본 연구에서는 전국 수요지를 대상으로 시설물 개수와 입지제약하에서 최적 입지를 추정하는 것이 아니라, 읍면동 단위의 입지별 총교통비용을

추정한 후 이 값에 기초하여 객관적인 평가를 내리고자 한다. 그러므로 개별 입지별 총교통비용  $C_j$ 는 다음 (식 4)와 같이 단순하게 정리되며, 실제 계산값은  $k$ 항을 제외하고 산출토록 한다.

$$C_j = \sum_i k h_i d_{i,j} = \sum_i C_{i,j} \quad (\text{식 4})$$

$k$ : 단위 물동량 당 교통비용

$h_i$ : 수요지  $i$ 의 수요량

$d_{i,j}$ : 수요지  $i$ 와 시설물의 입지점  $j$ 의 거리

$C_{i,j}$ : 입지점  $j$ 에서 수요지  $i$ 까지 교통비용

## IV. 실증분석

### 1. 변수 설정

변수를 설정함에 있어 고전적인 산업입지론의 결정함수식에서는 제품의 총수입과 생산지, 임대료 등 여러 가지 요인이 다루어졌다. 그러나 현실 세계에서는 이들에 대해 면밀한 현황 파악이 어려운 관계로, 본 장에서는 이를 제외하고 물류센터로부터 시장으로까지 운송하는 총교통비용만을 적용한 입지를 살펴보고자 한다. 앞서 언급한 바와 같이, 선행연구 결과에서도 물류센터의 입지를 결정하는 데 교통비용은 영향력이 큰 요인인 것으로 나타나, 교통비용의 접근에 큰 무리가 없는 것으로 생각된다.

총교통비용 산출을 위해서는 (식 4)에서 언급한 바와 같이, 우선 시장규모와 시장과의 거리의 2가지 평가기준 요소가 고려되어야 한다. 즉, 수요지 시장과의 거리가 가까울수록, 그리고 시장



규모가 큰 곳에 가깝게 입지할수록 총교통비용을 감소시킬 수 있다. 시장규모는 운송하는 물품의 무게 또는 운송횟수에 비례하기 때문에 시장규모가 큰 곳에 가깝게 위치하는 것이 총교통비용을 감소시킬 수 있는 선택이 된다. <그림 2>는 앞서 서술한 총교통비용 계산방법과 입지평가를 도식화해 설명하였다.

일반적으로 시장은 단일의 시장만 존재하는 것이 아니라 전국에 무수히 많이 분포된 점에 비추어볼 때, 물류센터의 최적 입지라 함은, 각 시장별 시장규모 또는 수요량과 거리를 곱한 값들의 합이 적은 지역이란 결론을 얻게 된다. 이는 단순히 서울과의 거리로만 입지를 평가해서는 안되며, 전국 시장으로부터 거리와 시장규모를 종합 판단해야 하는 것을 말한다.

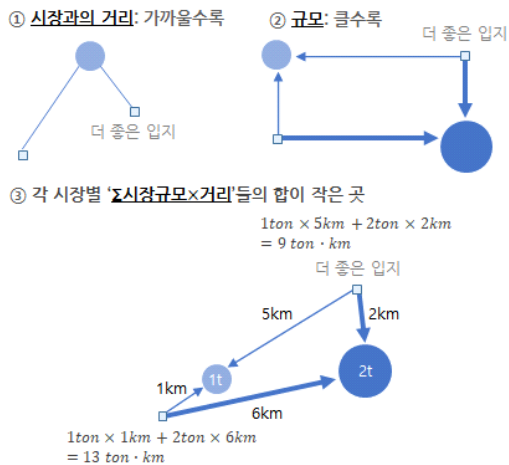
교통비용 산정 절차는 다음과 같다. 먼저 수요지  $i$ 는 전국 5,002개의 읍면동 단위를 시장권을 형성하는 공간적 범위로 다루며, 개별 물류센터

입지  $j$  역시 이와 마찬가지로이다. 즉, 전국 5,002개의 읍면동은 시장입과 동시에 물류센터의 입지점이 될 수 있다.

둘째, 수요지와 물류센터 입지점 중점 사이의 거리는 각각 5,002개를 산술적으로 곱하면, 총 250만여 개( $=5,002 \times 5,002$ )의 많은 거리계산을 필요로 한다. 또한, 거리는 통상 지도상의 직선거리가 아닌 실제 통행을 고려하여 최단 경로를 탐색하는 네트워크 거리 계산이 필요하다. 이를 위해 ArcGIS 확장 툴인 Network Analyst를 사용하였다. 물류센터 입지점에서 수요지까지의 네트워크 경로는 도로 고속도로와 국도, 지방도를 따른다. 다만 물류센터 입지점과 수요지 모두 해당 읍면동의 중점인 가상의 지점이기 때문에, 지방도에서 수요지 또는 입지점까지의 거리는 직선거리로 구하였다. 또한, 도로의 좌우 진입방향의 제한은 고려하지 않았으며, 도로 간 연결이 되어 있지 않은 경우, 반경 300m 내에서 최단거리의 도로를 이용하여 네트워크 경로를 지속하는 것으로 고려하였다.

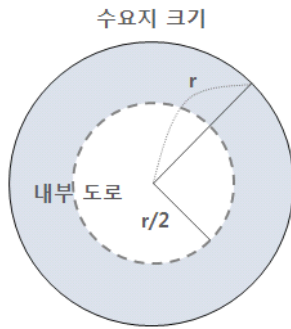
한편, 수요지의 물류 이동은 각 수요지 안에서 존재하므로 수요지 내에서의 이동거리를 더할 필요가 있다. 다만 읍면동 내에서 네트워크 거리는 배후단지의 위치와 도로와의 연결이 지도상에 나타나야 하나, 현재 자료의 한계로 인해 실질적인 이동거리 파악이 쉽지 않다.

따라서 각 수요지 내에서 내부 도로를 타고 물류가 이동한다는 가정하에, 수요지  $i$ 의 행정구역 면적  $A_i$ 를 원의 면적으로 전환한 다음( $A_i = \pi r_i^2$ ), 반지름  $r_i$ 의 절반인  $r_i/2$ 를 이용하여 내부 도로의 길이  $2\pi(r_i/2)$ 를 이동거리로 간주하고 기존에 섀



주 : ○는 수요지 시장, □는 개별 물류센터 입지를 의미.

<그림 2> 총교통비용 관점에서 입지평가 예시



〈그림 3〉 수요지 내부도로 거리추정

한 거리에 누계하였다(〈그림 3〉 참조). 이렇듯 수요지 내에서의 거리를 함께 추가하는 작업을 하는 이유는 수요지와 물류센터의 입지점이 동일한 경우( $i=j$ )에도 물류 이동이 필연적으로 발생할 뿐더러, 각 수요지 내에서도 실제 물류 이동거리가 수요지 크기에 따라 다르게 나타날 가능성이 있기 때문이다.<sup>4)</sup>

셋째, 시장규모를 반영하는 대중적인 변수로 수요지의 수요량은 과거 물동량 자료가 많이 쓰였으나, 읍면동 조사대상 단위로 물동량이 구분되지 않은 점을 감안해 인구수와 1인당 지방소득세의 곱을 대리변수(proxy)로 채택하였다. 읍면동별 인구수에 시군구별 1인당 평균 지방소득세를 곱한 수치는 해당 수요지의 소비 또는 구매력과 비례해 시장규모를 가늠하는 척도로서, 물동량의 변수를 대체할 수 있을 것으로 추측된다.

(식 4)에 따른 물류센터 입지점  $j$ 의 개별 수요지  $i$ 까지의 교통비용  $C_{i,j}$ 는 시군구별 1인당 소득세와 읍면동별 인구수를 이용하여 수요량  $h_i$ 를 계산하고, 여기에 입지점  $j$ 에서 수요지  $i$ 까지의 거

리  $d_{i,j}$ 와 단위 물동량당 교통비용  $k$ 를 곱하여 계산된다. 그리고 입지점  $j$ 의 총교통비용  $C_j$ 는 개별 수요지  $i$ 까지의 교통비용의 합  $\sum_i C_{i,j}$ 가 된다. 단, 단위 물동량당 교통비용  $k$ 는 고정되어 있는 것으로 가정하여 제외하고 계산하였기 때문에 엄밀한 의미에서 본 연구에서 고려한 교통비용은 실제 교통비용은 아니며, 교통비용과 비례한 값이라 할 수 있다.

〈표 1〉은 지역 최소 공간 단위인 5,002개 읍면동별 총교통비용에 대한 기초통계량을 구한 결과를 간략히 보여준다. 전국의 평균적인 수치와 비

〈표 1〉 시도별 총교통비용 기초통계량(단위: 조원 · km)

지역	평균	표준편차	최소값	최대값
강원	1,556.0	290.8	985.1	2,001.2
경기	838.3	103.3	727.3	1,280.4
경남	1,986.1	160.9	1,441.6	2,422.3
경북	1,586.1	251.9	1,117.0	2,740.2
광주	1,900.2	35.7	1,822.6	1,988.3
대구	1,617.8	28.2	1,556.2	1,689.8
대전	1,102.8	32.4	1,048.9	1,196.8
부산	2,198.0	33.3	2,093.5	2,270.1
서울	776.2	19.0	730.4	856.1
세종	1,001.0	30.0	912.8	1,042.5
울산	2,077.9	45.2	1,943.4	2,180.2
인천	925.1	103.1	820.6	1,277.5
전남	2,130.0	214.7	1,698.2	2,753.5
전북	1,472.7	126.8	1,246.6	1,870.1
충남	1,080.8	145.8	831.0	1,454.3
충북	1,053.6	109.0	861.6	1,375.9
전국	1,423.4	509.5	727.3	2,753.5

주 : 지역 기준 오름차순 정렬하되, 소수점 둘째자리에서 반올림.

4) 같은 소비규모를 가진다고 하더라도 좁은 공간에 집중된 지역과 분산된 지역에서의 내부 교통비용은 다를 것으로 생각된다.

교해 서울, 경기, 인천의 총교통비용은 낮은 반면, 울산, 부산, 경남 지역의 총교통비용은 높게 나타나 대조적인 가운데, 지역별로 총교통비용의 분포가 상이함을 알 수 있다.

## 2. 물류센터 입지 평가 분석

실증분석에 들어가기에 앞서 본 연구의 정확도를 높이고 실효성을 제고하고자, 물류센터 입지 점에서 수요지까지 5,002개의 거리가 계산되지 않는 192개 입지점을 제외한 총 4,810개로 집계되었다. 총교통비용이 낮은 순으로 5% 구간씩 구분하여 국토구조상의 물류센터 입지의 공간적 분포(spatial distribution) 현황을 전국 시도별로 나누어 살펴본 결과, 크게 3가지 유형으로 집약되며 그 특징은 다음의 <표 2>와 같이 요약·정리될 수 있다.

첫째, 상위 10% 미만(I 유형, <그림 4>의 푸른색 계통)으로 대표적으로 수도권에 근접한 경기 남부(과천, 광주, 군포, 성남, 수원, 안양, 오산, 용인, 의왕, 화성)와 서울 한강 이남(강남, 서초, 송파, 관악)이 속한다. 이들 지역은 교통비용이 가장 저렴한 곳으로, 타 지역 대비 경쟁력 우위를 가지며, 24시 내 도달 가능한 빠른 물류 배송에 적합한 입지라고 평가된다. 다만 경쟁력 있는 입지인 만큼 임대료도 높게 나타난다.

둘째, 상위 10%~20% 미만(II 유형, <그림 4>의 녹색 계통)으로 중간 수준의 교통비용과 임대료 지불체계를 형성하는 지역이다. 이들 유형의 대부분이 경기 중·남부(구리, 남양주, 부천, 시흥, 안산, 안성, 이천, 평택, 하남)와 서울 비강남에 자

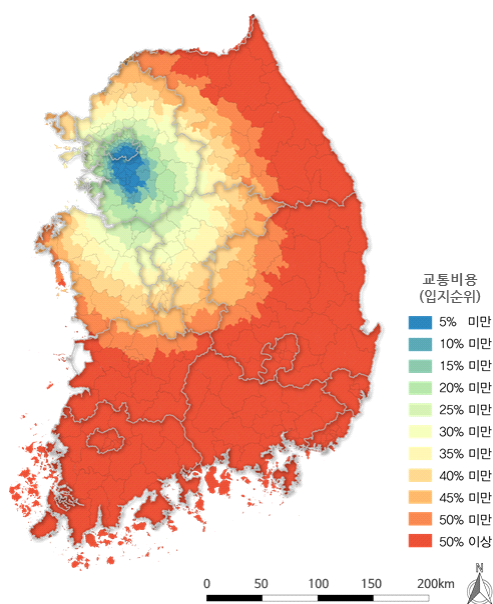
<표 2> 시도별 총교통비용 분포 현황(단위: 개소)

시도	총교통비용 구간							합계
	5% 미만	10% 미만	15% 미만	20% 미만	25% 미만	30% 미만	30% 이상	
강원	-	-	-	-	-	2	294	296
경기	184	67	70	171	91	86	59	728
경남	-	-	-	-	-	-	530	530
경북	-	-	-	-	-	-	525	525
광주	-	-	-	-	-	-	197	197
대구	-	-	-	-	-	-	193	193
대전	-	-	-	-	-	-	175	175
부산	-	-	-	-	-	-	173	173
서울	55	174	170	47	1	-	-	447
세종	-	-	-	-	-	9	17	26
울산	-	-	-	-	-	-	83	83
인천	-	-	-	18	89	10	25	142
전남	-	-	-	-	-	-	389	389
전북	-	-	-	-	-	-	389	389
충남	-	-	-	5	49	34	194	282
충북	-	-	-	-	10	100	125	235
합계	239	241	240	241	240	241	3,367	4,810

주 : 총교통비용 구간에 속하는 읍면동 개수임.

리한다.

셋째, 상위 20%~30% 미만(III 유형, <그림 4>의 노란색 계통)으로 교통비용은 비교적 높으나 임대료 시세가 저렴한 지역으로, 물류 배송에 일정시간이 소요될 수밖에 없는 입지이다. 이 유형에는 인천과 경기 북부(의정부, 파주, 고양, 남양주, 양주, 여주, 김포), 충남(아산, 천안)과 충북(음성, 청주)의 중소도시 등이 경쟁력 열위에 해당한다. 경기 북부는 가장 큰 배후수요지인 서울과 근거리의 이점에도, 전국을 대상으로 남부 내륙과의 거리는 더욱 멀어져 상대적으로 교통비용이 높은 것으로 여겨진다.



주 : 입지 등급은 푸른색~붉은색 계통일수록 상~하위권으로 표기

〈그림 4〉 총교통비용을 이용한 입지평가 결과

한편, 화성, 안산시 등과 같이 동일한 지자체 내에서도 총교통비용과 백분위율이 서로 다양하게 나타나는 것을 확인할 수 있는데, 이는 상이한 지리적 특성(입지, 밀도, 화물량, 도로상태 등)이 반영된 것으로, 물류입지를 구분할 때 지자체 단위로 구분하는 것에 대해 한계가 존재함을 말한다.<sup>5)</sup>

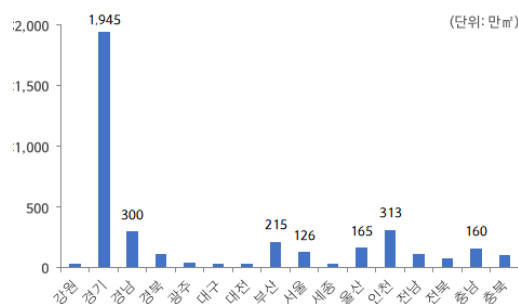
### 3. 물류센터 입지 평가와 공급물량 비교

본 절에서는 앞서 총교통비용에서 접근한 물류센터 입지 평가 결과와 건축데이터 민간개방 시스템(<https://open.eais.go.kr>)의 공개 자료인 전국 건축물대장 DB의 재가공을 거쳐(국토교통부,

2021), 실제 추산한 공급물량과의 상호비교를 통해 효율성 검증을 진행하기로 한다. 이는 현재 물류시설 공급이 토지이용 관점에서 얼마나 효율적으로 달성했는지 여부와 수급상황을 직·간접적으로 가늠할 수 있는 정량적 지표가 될 수 있다.

분석결과, 2021년 11월 기준 국내 전체 건물연면적의 50% 이상을 창고로 활용 중인 1천 평 이상의 물류센터 누적 공급면적(stock)은 약 3,800만㎡에 육박하였다. 시도별로는 〈그림 5〉와 같이 물류센터 재고가 가장 많은 경기(51.2%)가 2천 만㎡에 근접하는 등 과반을 점유하고, 다음으로 인천(8.2%), 경남(7.9%), 부산(5.7%), 울산(4.3%) 순이며, 서울은 고작 3.3%(126만㎡)에 지나지 않는다.

서울은 낮은 교통비용의 장점에도 불구하고, 지가가 상대적으로 높아 실질적인 공급에 제약이 뒤따를 것으로 여겨진다. 그 밖에 경남, 부산, 인천 지역은 육상물류가 아닌 해운·해상물류의 특성이 좀 더 강하게 작용해, 수요지와의 운송비보



자료 : 건축데이터 민간개방 시스템(2021.11).

〈그림 5〉 전국 시도별 물류센터 공급면적

5) 화성시와 안산시의 읍면동별 총교통비용과 백분위율은 <부록>을 참고하기 바란다.

다 생산지에서 물류센터로 이동하는 교통비용이 훨씬 크기 때문에 판단된다.

이를 지자체별 단위로 세분화하면, 서울은 총교통비용이 비교적 저렴한 송파, 서초, 성동구에서 공급이 많은 것으로 나타났다. 또한, 토지이용계획상 준공업지역으로 분류된 서부(강서·금천) 역시 공급 비중이 높았는데, 이는 저렴한 지가로 인한 개발이점이 있기 때문에 파악된다(〈표 3〉 참조).

경기는 총교통비용이 저렴한 경기 남부(용인, 광주, 화성)에 밀집이 뚜렷한 가운데, 차순위로 총교통비용이 저렴한 일부 지역(이천, 안성)에서도 공급이 상당히 이루어져 있다. 반면에 경기북부의 경우, 경기지역 중 비교적 높은 교통비용과 지

가로 인해 공급이 많지 않은 것으로 나타났다(〈표 4〉 참조).

기타 지역으로 인천은 중구와 서구에 공급이 집중되어 있으며, 충남과 충북은 총교통비용이 비교적 저렴한 아산과 천안, 음성, 진천을 중심으로 공급이 이루어진 것을 알 수 있다(〈표 5〉 참조).

위에 기술한 결과들을 종합하면, 현재 물류센터의 공급물량은 총교통비용 구간별 물류센터 입지 분포도에서 일정 부분 유사하게 나타나, 효율적인 배분이 일부 이루어졌음을 알 수 있다. 그러나 지가, 용도의 제한, 개발 가능성 등에 따라 공급의 제한이 있어 일부 지역은 양호한 입지에도 공급이 되지 못하였다.

〈표 3〉 서울 지자체별 총교통비용 구간 분포 및 공급현황(단위: 개소, 만㎡)

구분		강남	강동	강북	강서	관악	광진	구로	금천	노원	도봉	동대문	동작	마포
교통비용	5% 미만	13	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-	5	-
	~10%	-	5	-	-	-	6	2	3	-	-	4	4	6
	~15%	-	4	-	2	-	-	6	-	-	-	6	-	18
	~20%	-	-	4	11	-	-	2	-	5	3	-	-	2
	~25%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
	~30%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	30% 이상	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
공급면적		0	0	0	27	0	0	4	16	3	0	0	0	0
공급순위		11	11	11	2	11	11	6	4	7	11	11	11	11
구분		서대문	서초	성동	성북	송파	양천	영등포	용산	은평	종로	중구	중랑	합계
교통비용	5% 미만	-	10	3	-	12	-	-	8	-	-	-	-	55
	~10%	-	-	13	-	1	-	14	28	-	25	63	-	174
	~15%	18	-	-	33	-	2	18	-	-	56	3	4	170
	~20%	2	-	-	2	-	1	-	-	11	2	-	2	47
	~25%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	~30%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	30% 이상	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
공급면적		0	17	5	0	40	3	1	1	0	0	0	0	-
공급순위		11	3	5	11	1	8	10	9	11	11	11	11	-

주 : 총교통비용 구간에 속하는 읍면동 개수임.

〈표 4〉 경기 지자체별 총교통비용 구간 분포 및 공급현황(단위: 개소, 만㎡)

구분	가평	고양	과천	광명	광주	구리	군포	김포	남양주	부천	성남	수원	시흥	안산	안성
교통비용	5% 미만	-	-	9	-	3	-	7	-	-	44	52	-	-	-
	~10%	-	-	1	3	11	-	1	-	-	-	3	3	5	-
	~15%	-	-	-	4	3	3	1	-	1	-	-	12	15	-
	~20%	-	11	-	-	3	3	-	-	12	17	-	-	5	43
	~25%	-	30	-	-	-	-	5	7	1	-	-	-	-	2
	~30%	2	12	-	-	-	-	7	1	-	-	-	-	3	-
	30% 이상	4	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	1	-
공급면적	1	30	0	5	139	1	71	78	28	40	6	7	34	37	203
공급순위	28	15	29	23	5	26	9	8	16	12	22	20	14	13	3
구분	안양	양주	양평	여주	오산	용인	의왕	의정부	이천	파주	평택	포천	하남	화성	합계
교통비용	5% 미만	6	-	-	-	3	31	11	-	-	-	-	2	17	185
	~10%	1	-	-	-	19	6	-	-	-	1	-	4	8	66
	~15%	-	-	-	-	2	4	-	-	-	10	-	13	3	71
	~20%	-	-	-	1	-	1	-	-	23	-	23	-	5	170
	~25%	-	1	6	22	-	-	-	12	2	-	2	-	-	92
	~30%	-	18	4	9	-	-	-	1	-	22	-	6	-	85
	30% 이상	-	2	2	-	-	-	-	-	13	-	12	-	-	59
공급면적	6	11	1	96	40	361	13	1	377	42	173	10	2	131	-
공급순위	21	18	25	7	11	2	17	27	1	10	4	19	24	6	-

주 : 총교통비용 구간에 속하는 읍면동 개수임.

〈표 5〉 서울과 경기를 제외한 기타 지역 총교통비용 구간 분포 및 공급현황(단위: 개소, 만㎡)

구분		인천									충남					
		계양	남동구	동구	미추홀	부평	서구	연수구	중구	합계	공주	당진	아산	예산	천안	합계
교통비용	5% 미만	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
	~10%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	~15%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	~20%	2	11	-	-	5	-	-	-	18	-	-	1	-	4	5
	~25%	21	-	7	6	4	9	6	36	89	-	-	16	-	33	49
	~30%	-	-	-	-	-	7	-	3	10	3	11	12	3	5	34
	30% 이상	-	-	-	-	-	-	-	6	25	34	11	-	9	-	54
공급면적		3	3	7	5	2	98	8	186	-	6	16	20	2	97	-
공급순위		7	6	4	5	8	2	3	1	-	4	3	2	5	1	-
구분		충북								세종		강원				
		괴산	음성	증평	진천	청주	충주	합계								
교통비용	5% 미만	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	~10%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	~15%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	~20%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	~25%	-	5	-	5	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-
	~30%	2	4	2	2	84	6	100	9	2	-	-	-	-	-	-
	30% 이상	9	-	-	-	9	33	51	17	24	-	-	-	-	-	-
공급면적		-	30	0	16	30	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
공급순위		-	1	10	3	2	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-

주 : 총교통비용 구간에 속하는 읍면동 개수임.



#### 4. 물류센터 입지 평가와 지가 비교

앞서 살펴본 것과 같이 지역별 공급물량과 총 교통비용의 크기는 부분적으로 유사한 패턴을 가짐을 확인할 수 있었다. 그러나 물류센터의 공급물량은 앞서 언급한 것처럼 지자체별 조례 및 제도적 여건, 토지이용, 지가, 개발가능성 등 외부요인에 따라 달라질 수 있어 비교에 한계가 있다.

이에 추가로 본 연구에서 고려한 총교통비용의 입지평가 적절성을 총교통비용이 지가에 어떤 영향을 미치는지를 회귀모형을 이용해 살펴보았다. 우선 회귀모형 구성에 있어 종속변수로 선정한 토지가격은 매월 단위 동별  $\text{m}^2$ 당 평균 토지가격으로서, 국토교통부에 공개된 2021년 1월부터 12월까지의 실제 거래완료 자료를 사용하였다. 단, 토지는 용적률과 개발가능 용도에 따라 가격 차이가 현저히 발생하므로 계획관리, 보전관리, 자연녹지지역을 대상으로 하였다. 이들 세 지역은 지자체 조례에서 허용용적률이 대부분 100%로 나타나며, 물류센터가 가장 많이 개발·공급되는 지역으로 총교통비용과 밀접한 관련을 가질 것으로 보인다. 기타 지목은 특성의 통제를 위해 임야를 제외한 전과 대, 답인 경우에만 대상으로 하였다.

독립변수는 모형을 2개로 나누어 구분하였다. 기본모형인 model 1은 본 연구의 입지 평가를 위해 산정한 (식 4)의 총교통비용과 거래특성 변수인 건당 거래면적, 월 단위 동별 총거래면적, 그리고 시점별 가격 차이를 반영하기 위한 월별 더미변수로 구성된다. 건당 거래면적은 개별 필지가 아닌 다수의 필지를 매입할 경우, 일부 가격할인이 이루어질 수 있다. 또한, 월 단위 읍면동별 총

거래면적은 매물 규모 또는 시장 활성화를 대변할 수 있는 지표가 될 수 있어 통제변수로 고려했다.

Model 2는 model 1의 기본모형에 시도별 더미변수를 새롭게 추가한 것으로, 경기를 0으로 두고 제주를 제외한 7개 도와 6개 광역시, 서울, 세종의 2개 특별시 등 총 15개를 더미변수로 고려하였다. 시도별 더미변수는 대단위 지역인 시도별 차이를 통제하는 역할을 하기 때문에, 이때의 총교통비용 변수의 유의성은 시도 단위보다 작은 지역에서도 총교통비용 변수가 유의한 영향을 미치는지 판단하는 기준이 될 수 있다.

회귀모형에 활용된 전국 대상의 표본 필지수는 총 22,511개로 집계되었는데, 이들의 전반적인 특성을 살펴보고자 변수들의 기초통계량 분석결과를 기술하면 <표 6>과 같이 요약·정리될 수 있다. 여기서 핵심변수인  $\text{m}^2$ 당 평균 토지가격(만 원)과 총교통비용은 자연로그(Log)로 변환된 값으로 고려하였다.

분석결과에는 <표 7>과 같으며, model 1의 결정계수( $R^2$ )는 0.238로 높은 수준의 설명력은 아니지만, 총교통비용 변수가 유의수준 1%에서 통계적으로 상당한 의미가 있는 것으로 나타났다. 여러 요인들 중 총교통비용의 t값의 절대값이 가장 큰 것으로 나타나 지가에 가장 큰 설명력을 가진 것으로 보인다. 총교통비용의 계수는 -1.685로 나타나 총교통비용이 1% 증가할 때 지가는 1.685% 하락함을 의미하며, 교통비용에 지가가 탄력적으로 반응하는 것을 알 수 있다.

Model 2의 시도별 더미변수를 고려한 결과에서 총교통비용의 계수값이 -1.229로 탄력적으로 나타났으며, model 1보다 t값의 절대값이 일부

〈표 6〉 변수 기초통계량 특성 요약

변수		평균	표준편차	최소값	최대값
ln(㎡당 토지가격)		2.194	1.244	-3.763	7.843
ln(총교통비용)		7.241	0.322	6.589	7.921
건당 거래면적		0.855	0.763	0.001	32.779
총거래면적		7.254	10.947	0.001	585.457
시점 더미 (1월=0)	2월=1	0.083	0.277	0	
	3월=1	0.083	0.276	0	1
	4월=1	0.085	0.279	0	1
	5월=1	0.084	0.277	0	1
	6월=1	0.084	0.278	0	1
	7월=1	0.084	0.277	0	1
	8월=1	0.083	0.275	0	1
	9월=1	0.080	0.271	0	1
	10월=1	0.083	0.275	0	1
	11월=1	0.083	0.276	0	1
	12월=1	0.085	0.279	0	1
	지역 더미 (경기=0)	강원=1	0.078	0.268	0
경남=1		0.118	0.323	0	1
경북=1		0.156	0.363	0	1
광주=1		0.009	0.093	0	1
대구=1		0.010	0.098	0	1
대전=1		0.014	0.119	0	1
부산=1		0.008	0.087	0	1
서울=1		0.002	0.041	0	1
세종=1		0.005	0.069	0	1
울산=1		0.011	0.104	0	1
인천=1		0.018	0.132	0	1
전남=1		0.125	0.330	0	1
전북=1		0.112	0.315	0	1
충남=1		0.111	0.314	0	1
충북=1		0.073	0.261	0	1

감소했으나, 여전히 높게 나타나 상당한 유의성을 가진 것으로 보인다. 이는 지역별 더미변수를 고려한 상황에서 나타난 유의성으로, 시도 지역이 아닌 보다 작은 지역에서 총교통비용이 지가

〈표 7〉 토지가격과 총교통비용 관계 분석결과

변수		종속변수 ln(m <sup>2</sup> 당 토지가격)			
		Model 1		Model 2	
		Coef	t-value	Coef	t-value
상수항		14.707***	88.16	12.082***	35.95
ln(총교통비용)		-1.685***	-74.16	-1.229***	-24.89
건당 거래면적		-0.305***	-30.77	-0.225***	-25.59
총거래면적		-0.011***	-16.52	-0.011***	-17.67
시점 더미 (1월=0)	2월=1	-0.031	-0.86	-0.021	-0.67
	3월=1	-0.037	-1.05	-0.025	-0.81
	4월=1	-0.016	-0.47	-0.004	-0.12
	5월=1	0.025	0.70	0.038	1.23
	6월=1	0.036	1.02	0.046	1.48
	7월=1	0.079**	2.24	0.084***	2.69
	8월=1	0.045	1.27	0.066**	2.12
	9월=1	0.065*	1.81	0.075**	2.40
	10월=1	0.062*	1.74	0.077**	2.47
	11월=1	0.078**	2.19	0.094***	3.04
	12월=1	0.053	1.51	0.070**	2.27
	지역 더미 (경기=0)	강원=1	-	-	-0.809***
경남=1		-	-	-0.560***	-12.29
경북=1		-	-	-1.063***	-29.47
광주=1		-	-	0.786***	9.92
대구=1		-	-	0.636***	8.71
대전=1		-	-	0.147***	2.59
부산=1		-	-	1.137***	13.06
서울=1		-	-	1.293***	8.21
세종=1		-	-	0.113	1.22
울산=1		-	-	0.704***	9.33
인천=1		-	-	-0.168***	-3.31
전남=1		-	-	-1.126***	-22.81
전북=1		-	-	-1.322***	-36.54
충남=1		-	-	-1.116***	-41.00
	충북=1	-	-	-1.118***	-37.23
R-sq.		0.2380		0.4165	
Adj. R-sq.		0.2375		0.4157	
표본수		22,511		22,511	

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

를 해석하는 데 유의한 변수인 것으로 나타난다.

지역별 더미변수에서는 경기를 기준으로 도 단위 음(-)의 값을, 광역시와 특별시는 인천을 제외하고 모두 양(+)의 값을 지녀 다분히 지가에 영향을 주는 것으로 드러났다. 이는 인구가 밀집된 광역시와 특별시의 경우, 전국을 대상으로 하지 않더라도 온·오프라인을 관통하는 라스트마일(last mile) 물류 입지로서 장점이 있는 것으로 풀이된다. 또한, 부산과 울산은 타지역 대비 상당히 높은 양의 계수값을 보였는데, 생산지까지 교통비용이 저렴한 해운·해상물류의 입지적 장점이 반영된 결과라고 볼 수 있다. 반면에 인천은 생산지까지 교통비용이 저렴한 항공물류 장점을 가짐에도 불구하고 음의 계수값을 띄었는데, 이는 인천 공항 3단계 물류단지 개발계획 등으로 신규공급이 확대되어 지가하락을 유도한 것으로 사료된다.

## V. 결론

본 연구는 지금까지 서울과 경기 등 일부 소수 지역에만 입지의 적정성을 판단하던 기존 연구에서 벗어나, 전국 시장을 대상으로 총교통비용의 관점에서 물류센터 입지를 정량적으로 평가하였다. 이를 위해 연구대상인 전국의 수요지와 물류센터 입지점을 5,002개의 읍면동 단위로 나누어 수요량과 거리를 감안한 총교통비용을 추정하였다. 이때 총교통비용의 구성 요소인 수요량은 개별 수요지별 인구수와 1인당 지방소득세의 곱으로 계산하되, 거리는 ArcGIS를 활용한 직선거리가 아닌 네트워크 거리를 채택하였다. 그리하여

본 연구의 주된 분석결과를 종합하면, 크게 다음과 같이 요약·정리할 수 있다.

첫째, 총교통비용이 낮은 상위권 5% 미만의 입지는 서울 한강 이남 및 경기 남부로 수도권에 대거 집중하는 등 일부 대도시권 지역에 한정되지만, 30% 내에 해당하는 하위권은 수도권 이외 충남, 충북, 세종 등 지방 중소도시 지역을 포함하는 것으로 나타났다. 이 중 경기도는 동일한 자치구 내에서도 총교통비용이 다양하게 나타나, 자치구 단위의 입지평가가 적절하지 않을 수 있음을 의미한다.

둘째, 수요지로부터 물류센터 입지까지 총교통비용의 분포는 물류센터 공급이 많은 지역과 비교적 유사하게 나타나, 역설적으로 국토 공간구조상에서 효율적인 배치가 이루어졌음을 증명하였다. 그러나 실제 물류센터의 공급물량은 지가와 입지규제의 제도적 차이로 인해 총교통비용이 낮음에도 공급이 미진하거나, 그 반대의 경우도 더러 존재하였다. 이러한 공급량과 총교통비용 간의 공간적 불일치(mismatching)는 물류시장의 수급 상황과 임대료 시세에 영향을 미칠 것으로 판단된다.

셋째, 본 연구에서 계산한 총교통비용이 토지가격에 상당한 유의성을 가지는 것으로 나타나, 총교통비용이 입지를 평가하는 데 주요한 요인임을 알 수 있었다. 또한, 지역 더미를 고려한 결과에서도 총교통비용이 여전히 유의성을 보임에 따라, 시도 단위의 대규모 지역뿐만 아니라, 소규모 단위 지역에서도 입지를 평가하는 데 적절한 선택이 될 수 있음을 확인하였다.

이처럼 본 연구는 물류센터의 총교통비용 개념을 도입해 객관적인 입지후보지 평가를 거쳐 적정 위치선정 탐색을 논의하고, 실제 현행 공급물량,

지가와의 상호 비교를 통해 물류센터 입지의 효율성을 검증하였다는 데 의의를 부여할 수 있다. 이는 물류부동산 시장참여자들에게 한정된 예산안에서 최소 교통비용 절감 목표를 달성할 수 있도록 물류시설 공급계획 수립 시, 합리적인 의사결정의 기초정보를 제공할 수 있을 것으로 보인다.

그러나 본 연구는 이전 선행연구(이다예 · 임현우, 2015)에서 언급한 인력 가용성이나 육상물류 이외 해운 · 해상(항공 · 항만)물류 생산지의 물동량 등 다양한 요소를 충분히 고려하지 못하였다. 또한, 교통비용이 소득수준과 운송거리의 간단한 곱으로 계산되어 비용추정의 정밀성에 큰 한계점을 지닌다. 따라서 향후 수요지로부터 개별 물류센터 입지점까지의 보다 정확한 교통비용 추정이 필요하며, 이러한 교통비용이 수요와 공급, 임대료, 화주의 특성 등과 어떠한 연관성을 맺고 있는지 유의미한 영향 관계를 증명하려는 미시적인 후속 연구과제들이 진행되어야 할 것이다.

## ORCID ID

류강민 <https://orcid.org/0000-0001-6094-7691>

송기욱 <https://orcid.org/0000-0002-1683-024X>

## 참고문헌

- 강달원 · 김율성, 2015, 「국제물류센터 입지결정요인에 관한 연구」, 『해운물류연구』, 31(2):373-390.
- 국토교통부, 2020, 한국판 뉴딜 종합계획, 7월 14일, 보도자료.
- 국토교통부 국가물류통합정보센터, 2020, Accessed December 31, 2021, <https://nlic.go.kr/nlic/parcelServiceLogistics.action>.
- 국토교통부, 2021, 건축데이터 민간개방시스템, Accessed December 31, 2021, <https://open.eais.go.kr/opnSvcInquireView.do>.
- 국토교통부 국가교통정보센터, 2021, Accessed December 31, 2021, <https://www.its.go.kr/openData/opendataList?service=odelink>.
- 문소현 · 이진학, 2020, 「지역 제한 P-median 모델을 이용한 서울시 주거복지센터 입지 분석 및 모델링」, 『대한지리학회지』, 55(2):197-206.
- 박보라 · 이규진 · 최기주, 2013, 「휴리스틱 P-median 알고리즘을 이용한 자전거주차장 최적입지선정」, 『대한토목학회논문집』, 33(5):1989-1998.
- 박정현 · 김태복, 2016, 「항공화물 운송 효과를 고려한 EU 내 허브물류센터 입지에 관한 연구: 한국: EU FTA를 중심으로」, 『물류학회지』, 26(1):1-15.
- 송기욱 · 류강민, 2019, 「헤도닉가격모형을 이용한 물류부동산의 실거래가 결정요인 실증분석」, 『부동산학연구』, 25(3):23-37.
- 아즈자르갈 · 안승범 · 김형준, 2013, 「내륙물류기지의 입지선정에 관한 연구」, 『로지스틱스연구』, 21(4):1-19.
- 양광모, 2011, 「AHP를 활용한 물류센터 입지 선정요인분석에 관한 연구」, 『대한안전경영과학회지』, 13(2):129-135.
- 오세준 · 이호진 · 신종철, 2016, 「물류창고의 매매가격에 영향을 미치는 요인에 관한 연구: 경기도 지역을 중심으로」, 『주거환경』, 14(3):275-287.
- 윤관호 · 차영두 · 여기태, 2017, 「영남권 물류센터 입지 선정 최적화에 관한 연구: 프랜차이즈 A社 사례를 중심으로」, 『로지스틱스연구』, 25(2):43-55.
- 이남승, 2020, 「물류센터 투자측면에서 입지선정 및 임대료 결정에 영향을 미치는 요인에 관한 연구」, 『부동산분석』, 6(3):35-68.

15. 이다예 · 임현우, 2015, 「국내 수도권 임대 물류센터 입지여건 분석」, 『로지스틱스연구』, 23(4):101-114.
16. 이승재 · 정창무 · 이현주, 2000, 「퍼지이론을 이용한 물류단지 입지 및 규모 결정에 관한 연구」, 『대한교통학회지』, 18(1):75-85.
17. 이지스자산운용, 2021, 『물류부동산 시장』, 서울: 이지스자산운용.
18. 정석재 · 이재준 · 김경섭, 2005, 「물류 네트워크 구축을 위한 입지 및 규모 선정에 관한 시뮬레이션 분석」, 『한국시뮬레이션학회논문지』, 14(3):67-77.
19. 조건, 2004, 「트리 네트워크상에서의 p-미디안 문제에 대한 효율적인 알고리즘 개발에 관한 연구」, 『한국경영과학회지』, 29(1):57-70.
20. 진무위 · 이향숙, 2017, 「지역물류단지 최적 입지 선정을 위한 방법론 연구」, 『로지스틱스연구』, 25(4):95-106.
21. Alberto, P., 2000, "The logistics of industrial location decisions: An application of the analytic hierarchy process methodology," *International Journal of Logistics Research and Applications*, 3(3):273-289.
22. Burns, L. D., R. W. Hall, D. E. Blumenfeld, and C. F. Daganzo, 1985, "Distribution strategies that minimize transportation and inventory costs," *Operations Research*, 33(3):469-490.
23. Klose, A. and A. Drexler, 2005, "Facility location models for distribution system design," *European Journal of Operational Research*, 162(1):4-29.
24. Lim, H. and M. Park, 2020, "Modeling the spatial dimensions of warehouse rent determinants: A case study of Seoul metropolitan area, South Korea," *Sustainability*, 12(1):259-275.
25. Yang, J. and H. Lee, 1997, "An AHP decision model for facility location selection," *Facilities*, 15(9/10):241-254.

논문접수일: 2022년 2월 22일  
 심사(수정)일: 2022년 3월 29일  
 게재확정일: 2022년 4월 7일

## 국문초록

본 연구의 목적은 전국 소재 읍면동을 대상으로 총교통비용 관점에서 물류센터 입지를 정량적으로 평가하는 것이다. 분석대상은 2019년 말 기준 전국의 최소 공간단위인 5,002개 동 또는 면의 수요지를 대상으로 선정하고, 핵심 요인이라 할 수 있는 총교통비용은 시장규모와 네트워크 거리를 고려하여 산정하였다. 본 연구의 주요 분석결과는 다음과 같이 요약·정리할 수 있다. 첫째, 총교통비용이 낮은 입지는 서울 남부 및 경기 남부, 인천 등 수도권에 집중되며, 이 중 경기도는 총교통비용이 다양하게 분포하는 것으로 나타났다. 둘째, 총교통비용의 분포가 물류센터 공급량이 많은 지역과 비교적 유사하게 나타나, 공급이 국토 공간 구조상에서 효율적으로 배치됨을 알 수 있다. 또한, 지가를 종속변수로 한 회귀분석 결과에서도 총교통비용이 통계적으로 유의미한 영향을 미치는 결정요인임을 증명하였다. 셋째, 지역별 지가 및 제도 운용상의 세부적인 차이로 인해 공급량이 제한되기 때문에, 이러한 공급물량과 총교통비용 간의 분포 차이는 세부지역별로 물류 시장의 수급과 임대료, 화주의 특성이 달라질 수 있는 가능성을 시사한다. 본 연구결과는 GIS 공간 분석 툴을 통해 향후 정책입안자에게 한정된 예산제약 범위 내에서 사회적으로 효율적인 최적의 물류시설 개발사업 입지후보지 대안 순위를 선정하는데 유용한 의사결정의 기초자료로 활용될 것이다.

주제어 : 물류부동산, 지역별 소득규모, 운송거리, 입지 평가, 지가

〈부록〉 경기 화성 및 안산시 읍면동별 총교통비용 추정 결과

시군구	동 명칭	총교통비용	백분위율(%)	시군구	동 명칭	총교통비용	백분위율(%)
화성시	석우동	751.1	3.58	안산시	사사동	763.3	5.78
	기산동	751.2	3.62		건건동	766.1	6.47
	영천동	751.9	3.70		팔곡일동	767.0	6.84
	반정동	752.0	3.74		수암동	771.9	9.07
	병점동	752.2	3.76		장상동	773.6	9.65
	진안동	752.3	3.78		팔곡이동	775.0	10.23
	반월동	752.5	3.83		장하동	775.8	10.46
	오산동	754.0	4.08		부곡동	778.6	11.33
	능동	754.2	4.12		월피동	781.5	12.31
	청계동	754.7	4.16		본오동	781.9	12.44
	반송동	754.9	4.18		일동	781.9	12.46
	목동	757.2	4.55		양상동	783.0	12.71
	방교동	757.6	4.60		이동	783.3	12.83
	(이하 중략)	...	...		(이하 중략)	...	...
	정남면	780.3	12.02		와동	791.4	14.22
	비봉면	782.4	12.58		화정동	792.4	14.31
	봉담읍	788.5	13.89		초지동	796.8	14.76
	향남읍	803.5	15.62		선부동	798.4	14.93
	새솔동	804.6	15.76		원곡동	802.5	15.51
	남양읍	805.7	15.82		원시동	806.9	15.95
	양감면	807.8	16.07		신길동	813.7	16.80
	팔탄면	807.9	16.09		목내동	814.4	16.93
	장안면	831.7	18.82		성곡동	826.3	18.49
	마도면	837.4	19.28		대부북동	927.6	25.85
	송산면	851.0	19.94		대부동동	933.5	26.06
	우정읍	854.0	20.17		대부남동	959.9	26.95
	서신면	875.3	21.77		풍도동	1,179.8	40.51

주 : 백분위율은 교통비용 낮은 순임.