

지역경제파급효과 분석을 통한 도시철도 공동물류 플랫폼 실용화 방안 연구

홍수민¹, 윤희성², 장경호³, 황선우⁴, 김영민^{5*}

^{1,2,3}서울교통공사 교통정책연구팀 / ⁴아주대학교 시스템공학과 / ⁵아주대학교 물류시스템 및 SCM학과
/ ¹서울시립대학교 교통공학과

A Study on the Commercialization of the Joint Logistics Platform of Urban Railway through the Analysis of the Regional Economic Spread Effect

Sumin Hong¹, Heesung Yoon², Gyungho Jang³, Sunwoo Hwang⁴, Youngmin Kim^{5*}

^{1,2,3}Transportation Policy Research Team, Seoul Metro

⁴Department of Systems Engineering, Ajou University

⁵Department of Logistics System & SCM, Ajou University

¹Department of Transportation Engineering, University of Seoul

Recently, with the increase in single-person households and the activation of e-commerce, small-volume and frequent parcel delivery is rapidly increasing. In the case of the metropolitan area, which accounts for about 70% of the national parcel delivery volume, social problems such as traffic and environmental problems are constantly being caused due to the continuous increase in the number of cargo vehicles in the city. Accordingly, it is necessary to establish a logistics complex located close to Seoul and introduce a joint logistics system that prevents overlapping investments between companies. But, because logistics continues to increase, there is a limit to the introduction of new logistics models. In this study, in order to solve this problem, a joint logistics platform using urban railway, a new logistics model, was presented, and an analysis of regional economic ripple effects based on direct and indirect benefits was conducted to prove the practicality of this model. Socio-environmental costs and logistics costs, including vehicle operating costs, operating costs, air pollution, greenhouse gas, noise costs, accident costs, and congestion costs, were calculated as direct benefits, and inducements necessary for calculating indirect benefits necessary for analyzing the ripple effects on the local economy. The coefficient considered production inducement effect, added value inducement effect, and employment (employment) inducement effect. As a result, the direct benefit was about 1.1 trillion won, and the production inducement effect of Seoul was 1.26. The outputs derived from this paper can be used as a basic study to secure justification in developing a practical business model for an urban rail joint logistics platform.

Keywords: Joint Courier Logistics Base Infrastructure, Analysis of the Regional Economic Spread Effect, Preliminary Feasibility Analysis, Urban Railway Logistics System

논문접수일 : 2022.10.09. 논문수정일 : 2023.05.29. 게재확정일 : 2023.06.02.

본 논문은 2023년도 정부(국토교통부)의 재원으로 국토교통과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(21HCLP-C163194-01)

1. 서울교통공사 교통정책연구팀 과장, 서울시립대학교 교통공학과 박사과정

2. 서울교통공사 교통정책연구팀 대리

3. 서울교통공사 교통정책연구팀 처장

4. 아주대학교 시스템공학과 박사과정

5*. 아주대학교 물류시스템 및 SCM학과 교수, Corresponding Author: pretty0m@ajou.ac.kr

1. 서론

1.1 연구배경 및 필요성

최근 1인 가구의 증가와 전자상거래 활성화로 B2C 물류시장이 급성장함에 따라, 소량, 다빈도의 택배 물류가 급격히 증가하고 있는 추세에 있다. 2021년 기준, 택배 물동량은 36억 box로 2013년 이후 연평균 11%의 고성장 추세에 있다. 이에 대한 내용은 <Figure 1>의 국가물류통합정보센터 생활물류 통계 자료 중 택배업 매출액 및 물동량 추이에서 나타나고 있다. 특히, 전국 택배 물동량의 약 70%를 차지하는 수도권의 경우, 택배 물동량 증가로 인하여 도시 내 화물차량의 지속적인 증가로, 교통문제와 환경문제 등의 사회적 문제가 끊임없이 야기되고 있는 시점이다. 또한, 당일배송, 새벽배송 등의 새로운 물류 모델의 수요가 지속적으로 증가하고 있지만, 이를 기존 도심물류 인프라를 활용하여 물류 서비스를 제공하기에는 실질적으로 공간적, 제도적 한계가 있다. 따라서 기존 지상 도로 중심의 도심 물류 시스템을 넘어서 지하 공간을 활용하는 새로운 도시물류 인프라 구축의 필요성이 증대되는 시점이다. 도시철도를 활용한 지하 도시물류 인프라 구축을 위해서는 도시철도의 시발점인 차량기지에 대한 공동 물류 센터의 구축이 필수적이며 이러한 공동 물류 플랫폼 구축을 위해서는 정책적 영역에서의 많은 투자가 필요하다. 이러한 시대적 요구에 맞춰서 프랑스, 독일, 일본, 스위스 등의 해외에서는 도시철도, 트램, 튜브 등을 활용한 도심물류 시스템의 효용성에 관한 연구가 활발히 진행되고 있으나, 우리나라 수도권이 직면하고 있는 사회적 문제를 위한 특성에 맞는 물류 모델은 전무한 상황이며, 수도권 내의 물류 수요를 해소하기 위한 공동물류 플랫폼의 개념이 제시와 투자를 위한 분석이 필요한 시점이다.

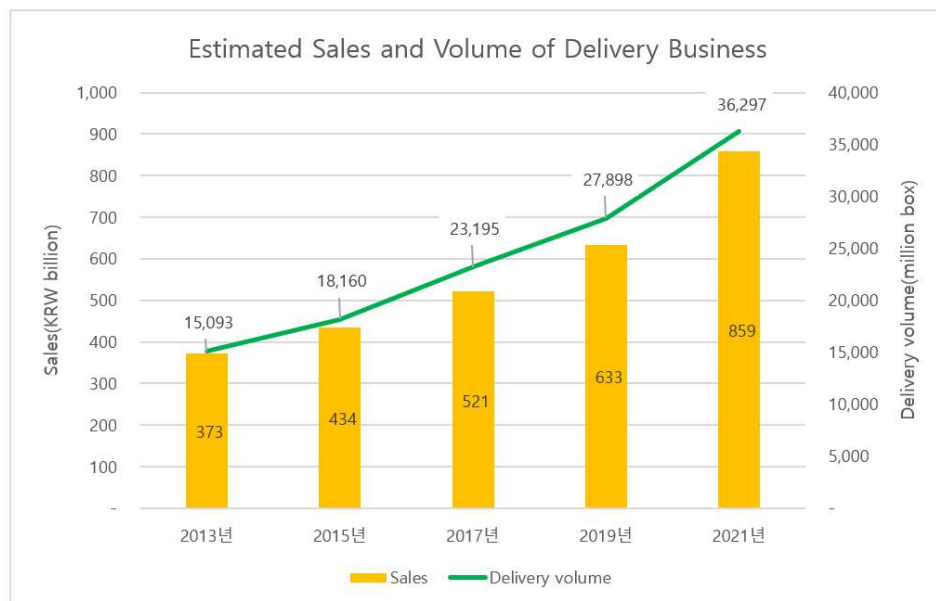


Figure 1. Estimated Sales and Delivery Volume

물류 수요의 증가로 인한 사회적 문제를 해결하기 위하여, 수도권 특성에 맞는 물류 모델을 개발하기 위해서는, 먼저, 수도권에 위치되어있는 물류 단지 현황 파악이 중요하다. 수도권의 물류 단지는 물류시설(물류터미널, 공동집배송단지, 도소매단지, 농수산물도매시장 등)과 지원시설을 집단적으로 설치, 육성하기 위하여 지정, 개발하는 일단의 토지로 정의되며, 수도권 지역의 물류단지는 대부분 경기도에 분포하고 있다. 서울시 소재 물류 터미널은 동부물류터미널, 한국트럭터미널, 서부트럭터미널 3곳이었으나, 현재는 동부물류터미널이 폐쇄되어, 2곳만 운영 중인 시점이다. 물류 터미널 외에 수도권 내 물류시설 현황을 <Table 1>

에 나타내었다. 현재 서울시 내 소규모 물류시설은 용지부족, 지가 상승으로 인한 비용부담 및 물류관련시설에 대한 시민들의 혐오 등으로 서울시 외곽의 수도권으로 이전하는 추세를 보이고 있다. 최근 전자상거래 발달로 인하여, 도시물류 수요가 급격하게 증가함에 따라서, 서울시 내 물류시설 개발 및 공급의 필요성이 제기되고 있으나, 현실적으로는 매우 어려운 한계점을 가지고 있다. 우리나라 전체 국민을 기준으로, 2021년 1인당 택배 이용 횟수는 70.3회/년으로, 2020년 65.1회/년보다 5.2회/년 높게 집계되었다. 택배 단가는 2012년부터 2018년까지 감소하는 추세를 보였으며, 2019년부터 2020년까지 불특정한 보험 추세를 보이다가, 2021년 2,366원으로 증가하였다. 현 시점에서의 택배업은 우리 사회의 필수적 요소로써 인식되어가고 있으며, 2022년 10월 기준 서울시는 「2022 미래물류혁신포럼」에서 4차 산업혁명에 기반한 스마트 도시물류체계를 구축 계획을 밝혔으며, 지자체와의 도시 물류 체계를 구축을 통해 유통혁신, 일자리 창출 계획을 밝힌 바 있다. 현대 사회에서 수도권 및 대도시로의 인구 고밀도화, 집중화로 인하여, 물류, 유통업은 크게 팽창하는 시기를 맞이하고 있으며, 이에 대한 문제가 대두되기 전에 예방 차원의 조치가 필요한 시점이다.

Table 1. Logistics Complex In Capital Area

Group	Logistic Complex	Location	Area[㎡]	Sales Rate	Note
Seoul	Seoul Southeastern	Songpa-gu, Seoul	560,694	100%	operation
Incheon	Gyeongin ARA Waterway Incheon	Seo-gu, Incheon	1,145,026	96%	operation
Gyeonggi	Yeoju Chelsea	Yeoju	264,242	100%	operation
	Icheon Fashion	Icheon	796,706	100%	operation
	Gwangju Docheok	Gwangju	278,016	100%	operation
	Gwangju Chowol	Gwangju	264,529	99%	operation
	Pyeongtaek Doil	Pyeongtaek	486,062	100%	operation
	Anseong Miyang	Anseong	136,942	100%	operation
	Anseong Wongok	Anseong	682,398	99%	operation
	Hwaseong Dongtan	Hwaseong	460,670	100%	operation
	Bucheon Ojeong	Bucheon	457,856	77%	operation
	Gimpo Gochon	Gimpo	894,454	100%	operation
	South Yeoju	Yeoju	206,955	-	construction
	Gwangju Opo	Gwangju	191,417	-	construction
	Gwangju Jikdong	Gwangju	571,410	-	construction

1.2 물류 수요 증가로 인한 사회적 문제 식별

1) 교통혼잡 문제

장래 서울시의 지속적인 교통량 증가에 따라, 교통혼잡이 증가되고 있으며, 이로 인한 사회적 비용도 점차 증가할 것으로 예상된다. 특히, 전국의 전체 교통혼잡비용 중 서울을 포함한 수도권에서 차지하는 비용이 51.7%로써, 높게 집계되어 수도권의 교통혼잡으로 인한 사회적 비용이 국가 전체에서 미치는 영향이 큰 것으로 분석되었으며, 서울시 내의 전체 화물차 통행비용이 17.4%를 차지함을 고려하였을 때, 화물차가 전체 교통혼잡비용에 미치는 영향이 적지 않을 것으로 예상된다. 이는 물류산업에 있어서도, 교통혼잡이 심화될수록 통행시간이 증가됨에 따라, 배송시간이 증가된다는 사실이 자명하며, 따라서, 화물비용이 증가되

어 물류산업의 국가경쟁력을 악화시키는 결과를 초래할 수 있다. 이에 따라, 서울시는 정책적으로 도심 내에서의 대형 화물차량의 진입 금지 방안을 계획하고 있는 시점이다.

2) 택배 근로자 근로조건 악화 문제

서울노동권익센터에서는 서울지역 택배기사 500명을 대상으로 설문조사를 실시한 결과, 택배기사의 노동시간은 오전 7시에 출근하여 저녁 8시 이후 퇴근, 하루 13시간 이상의 장시간 노동을 하는 것으로 조사되었다. 이는 택배기사의 업무가 명확하지 않아, 집·배송 업무는 물론 화물취급 및 분류작업까지도 병행하고 있는 실정이기 때문이다. 또한, 택배기사를 대상으로 교통사고 경험 여부에 대한 조사를 실시한 결과, 전체 택배기사의 18.4%가 교통사고 경험이 있다고 응답하였으며, 8.8%가 작업장에서의 안전사고 경험이 있다고 응답하였다. 또한, 55.6%가 택배 업무에 종사하면서 허리나 다리를 빼끗한 경험이 있다고 응답하였다.

3) 대기환경오염 문제

최근 미세먼지 등 환경문제에 대응하기 위해 정부는 관계부처 합동으로 「미세먼지 관리 종합대책」 및 「2030 국가 온실가스 감축 로드맵」 등의 다양한 정책을 시행할 예정에 있다. 이중 「미세먼지 관리 종합대책」에서는 전국 배출량의 12%가 경유차량이 차지하고 있으며, 대도시 미세먼지 기여도 1위인 상황이다. 이에, 도로 수송 부문의 미세먼지 감축 대책으로 노후 경유차 저공해 및 운행제한 확대, LPG 및 전기차 등 친환경차 보급 확대 등을 개선책으로 제시할 예정이다. 「2030 국가 온실가스 감축 로드맵」에서는 2030년까지 온실가스 배출량을 기존 감축 로드맵 전망치인 850.8백만 톤에서 536.0백만 톤 이내로 유지하는 것을 감축목표로 설정하였으며, 수송부문은 온실가스 주요 감축수단으로 전기차 보급 확대(100만대 → 300만대), 친환경 대중교통 확충, 자동차·선박·항공기 연료효율 개선 등의 로드맵을 수립하여 추진 중에 있다.

1.3 연구 절차

본 논문에서는 수도권 물류 수요 증가에 따라, 택배 물동량 증가로 인하여 도시 내 화물차량의 지속적인 증가로, 교통문제와 환경문제 등의 사회적 문제가 끊임없이 제기되고 있는 현재 시점에서, 지역경제파급효과 분석을 통한 도시철도 공동물류 플랫폼 실용화 방안에 대한 연구를 수행하였다. 1장에서는 연구배경 및 필요성, 물류 수요의 증가로 인한 사회적 문제 등을 기술하였으며, 2장에서는 도시철도 공동물류 플랫폼 활성화를 위한 관련 선행연구 방법론 분석과 상세 방법론을 기술하였다. 3장에서는 직접편익과 간접편익을 산정하였으며, 4장에서는 지역경제파급효과 분석 결과에 대한 정리를 기술하였다. 마지막으로, 5장에서는 본 연구의 시사점 도출에 대한 제언 및 결론으로 마무리 지었다. 본 논문은 도시철도 공동물류 플랫폼과 관련한 선행연구를 분석한 결과를 토대로, 지역경제파급효과 분석을 수행하였다. 이에 따라, 본 논문의 결과로써 도출되는 산출물은 도시철도 공동물류 플랫폼의 실용적인 비즈니스 모델을 개발하는데 있어서, 추진의 당위성 확보를 위한 개선방안 도출의 기반 연구로써 활용될 수 있다. <Figure 2>는 연구 절차를 나타낸다.

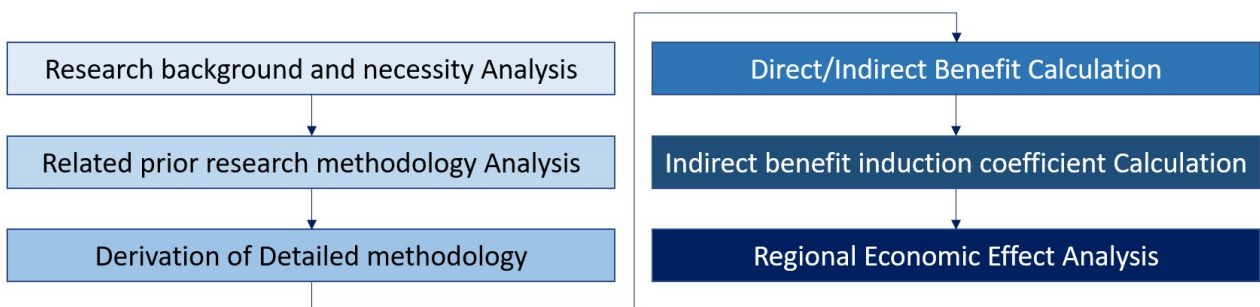


Figure 2. Process of Regional Economic Effect Analysis

2. 연구 방법론

2.1 선행연구 분석을 통한 방법론 도출

본 절에서는 지역경제파급효과 분석을 통한 공동물류 플랫폼 실용화 방안 연구를 위하여, 관련 선행연구 분석을 수행한 결과를 기술하였다. 조정란 등은 중소기업을 위한 KOTRA 지원 해외 공동물류 플랫폼의 평가 및 발전방안에 관한 연구를 수행한 바 있다(Cho and Cheong, 2012). 본 연구는 복합물류 서비스를 제공하기 위해서는 최소한 종합 물류기업이 참여하여 통합 물류 서비스, 수·배송 서비스, IT 솔루션 서비스 등을 제공하고, 정부는 전시 및 무역 서비스, 보험 및 금융서비스, 업무 지원 서비스를 지원함으로써 공동물류 플랫폼의 기능 개선 및 확대의 필요성을 주장했다. 박원근 등은 수도권을 연구 대상으로 선정하여, DEA 모델을 활용한 공동물류 플랫폼 이용업체의 효율성 분석 연구를 수행한 바 있다(Park et al., 2013). 본 연구에서는 임차료, 소요 면적을 투입변수로 활용하였고, 평균 보관량/물동량을 산출변수로 활용하였으며, 분석 결과, 임차료를 비롯한 투입 및 산출 요소를 증감시키는 것은 개별기업의 역량으로는 한계가 있기 때문에 정부의 관심 및 장기적인 정책 마련이 필요하다는 점을 도출하였다. 민세홍 등은 부산항 국제선용품유통센터를 활용한 선용품 공동물류 운영방안에 관한 연구를 수행한 바 있다(Min et al., 2015). 본 연구에서는 선용품 센터의 초기 건립 목적인 공동물류를 하나의 해결 방안으로 선정하여, 선용품 공동물류를 운영함에 따라, 핵심 요인 도출에 관한 연구를 수행하였다. AHP와 IPA의 공통된 결과로 보관비용 절감, 위당 물류비용 감소, 차량적재율 향상을 통한 배송비 절감 등 비용 측면이 선용품 공동물류를 운영하는 데 있어 중요한 요인으로 도출되었다.

서상석 등은 공동물류사업의 관점에서 물류협력지수의 개발 및 측정에 관한 연구를 수행한 바 있다(Suh et al., 2016). 본 연구에서는 공동물류 사업이나 물류 분야의 협력관계 구축이 업무 레벨이 아닌 기업 운영의 전략적 측면에서 공동물류 사업이 추진되어야 함을 주장했으며, 공동물류 사업은 물류 관리비 절감의 단순한 목표 보다는 기업간 협력을 통한 시장 확대와 성장의 발판으로써, 추진 및 계획되어야 한다고 주장했다. 장상영 등은 공동물류 플랫폼의 혼합추천시스템 기반의 차주·화주 중개 서비스 구현 연구를 수행한 바 있다(Jang et al., 2016). 본 연구에서는 과거의 이력 데이터를 바탕으로 화주나 물류 업자의 특성을 남기 민감, 비용 민감, 안전성 민감 등으로 분류하고, 클러스터링을 통해 업체를 특징별로 군집화하였다. 화주와 배송업체를 연결하여 중개기술의 추천 성과율이 높게 나왔다는 것은 클러스터링과 분류기반의 새로운 추천시스템이 기존의 연구와는 차별성을 보였다는 점에서 해당 연구는 의의를 가질 수 있다고 판단된다. 권민택은 컴퓨터 시뮬레이션을 활용한 공동물류 플랫폼 입지선정 분석모델에 관한 연구를 수행한 바 있다(Kwon, 2018). 본 연구에서는 물류시설 간의 상호의존성을 향상시키고 상생할 수 있는 공동구매를 통해 원가절감과 충분한 물량을 확보하고, 공동화, 통합화, 규모화를 통한 시장 범위를 확대하는 것이 가장 실질적인 대안이라는 점을 도출하였다. 문인구는 포스트 코로나 시대의 온라인 배송을 위한 공동물류 플랫폼 활성화를 위한 우선순위 연구를 수행한 바 있다(Moon, 2020). 본 연구는 온라인 중심의 소비로의 전환이 가속화되는 시점에 온라인 배송을 위한 공동물류센터 활성화를 위하여 제도지원적, 기업특성적, 운영특성적, 의사소통, 정보시스템 요소 5가지와 하위요소 20가지를 구성한 후 AHP 기법을 활용하여 우선순위를 연구하였다. 상위요소 5가지 중에서의 우선순위는 운영특성적 측면, 기업특성적 측면, 정보시스템 측면, 의사소통, 제도 지원적 측면 순으로 확인되었다. 결론적으로, 공동물류 플랫폼에 참여하는 기업의 특성이 다양하기 때문에 모든 기업의 요구를 충족시켜 줄 수 있는 다양한 형태의 서비스가 제공되어야 공동물류가 활성화 될 수 점을 도출하였다.

오승철 등은 공동물류 플랫폼 개발을 통한 중소택배 경쟁력 강화 방안 연구를 수행한 바 있다(Oh et al., 2017). 본 연구는 80% 이상의 국내 택배시장을 잠식하고 있는 대형택배기업과의 경쟁에서 살아남기 위해서는 중소택배기업은 택배서비스의 품질을 향상시켜야 한다는 목표를 가지고 수행되었다. 본 연구에서는 이와 같은 문제점을 해결하고 중소택배기업의 경쟁력을 강화시키는 방안으로, 공동물류 비즈니스 모델과 공동배송 비즈니스 모델을 제시하였다. 중소택배기업이 공동으로 현대화된 공동화물터미널을 활용하였을

경우, 공동물류 비즈니스 모델은 업무 효율성을 달성하고 택배 서비스 경쟁력을 강화할 수 있으며, 궁극적으로는 자본과 기술이 영세한 중소 택배업자가 개별적으로 추진하기 어려운 정보화 및 자동화 사업 등을 공동 또는 상호협력으로 추진하여 중소택배업의 경쟁력을 향상시킬 수 있다는 점을 결론으로 도출하였다.

기존 공동 물류 플랫폼에 대한 개별 물류 시스템 대비 공동 물류의 장점 및 기업간 협력 방안에 대한 연구가 이루어졌으나 정책적 방향에서 실제 투자를 위한 투자 타당성에 대한 분석은 이루어지지 않았다. 본 연구에서는 지역경제파급효과 분석을 통한 도시철도 공동물류 플랫폼 실용화 방안 연구로써, 단계상 예비타당성 수준의 초기단계임을 고려하여, 활용한 효과분석 방법론은 관련 지침인 공기업·준정부기관 사업 예비타당성 수행을 위한 일반지침 수정·보완연구에서 제시하는 평가분석방법을 활용하였다 (이정권, 정동호 (2018, KDI)). 해당 지침에서 제시하는 사업의 평가분석은 크게 공공성 평가와 수익성 평가가 있으며, 공공성 평가는 다시 경제성 평가와 정책성 분석으로 구분된다. <Figure 3>은 이에 대한 내용을 도시한다. 경제성 평가는 일반적인 공공사업의 평가 시 활용되는 사회경제적 편익분석을 다루며, 정책적 분석은 정책적 일관성, 지역균형발전효과 등 정책적 측면을 평가한다. 재무적 평가는 사업주체의 입장에서 실제 투입되는 비용과 이에 따른 사업의 수익성을 분석하여 투자 수익성을 평가한다. 본 연구에서는 공공성 평가의 한 방안인 사회경제적 효과분석을 수행하였다.

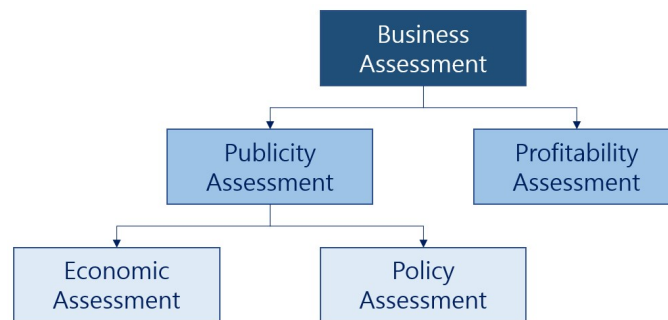


Figure 3. Business Assessment

사회경제적 편익분석은 공공사업을 시행할 때, 개별 사업주체의 입장이 아닌 국가 전체적(사회적) 입장에서 예상되는 공공의 편익을 분석하는 과정으로써, 일반적인 재무분석 시 활용되는 수익 분석과는 상이한 점을 보인다. 도시철도 공동물류 플랫폼은 1단계 차량기지 개발과 2단계 화물열차 운행으로 구분되며, 본 연구에서는 1단계와 2단계의 구분 그대로를 적용하였다. 사업성 평가와 관련된 우리나라의 관련지침인 「교통시설 투자평가지침, 국토교통부, 2017」에서는 물류시설에 대해 직접편익과 간접편익으로 구분하고 있다. 직접편익으로는 화물차량의 대형화로 인한 수송비 절감, 하역작업의 기계화 및 자동화로 인한 물류비 절감을 제시하고 있으며, 간접편익으로는 화물차량 통행량 감소에 따른 도로교통 혼잡 해소, 사고 감소, 환경비용 감소를 제시하였다. <Table 2>는 이에 대한 내용을 도시한다.

Table 2. Business Assessment Sortation

Sortation	Contents
Direct benefit	<ul style="list-style-type: none"> - Reduction of transportation costs due to mass transportation by maintenance service - Reduction of logistics costs due to automation of loading and unloading operations - Reduction of logistics costs due to ICD creation
Indirect benefit	<ul style="list-style-type: none"> - Elimination of road traffic congestion - Reduction of traffic accidents - Reduction of environmental costs - Reduction of maintenance costs of road-related facilities, such as roads and bridges

3. 지역경제파급효과의 편익 산정

본 연구에서의 편익항목은 직접편익과 간접편익으로 구분하였으며, 각 단계별 편익항목은 <Table 3>과 같다. 직접편익 중 1단계 차량기지 개발로 인한 편익은 물류체계 개선으로 인한 차량운행비용 절감편익과 상하역 작업 기계화 및 자동화로 인한 운영비용 절감편익을 주요 편익으로 고려하였으며, 2단계 화물열차 운행으로 인한 편익은 도로로 운송되는 물동량이 철도로 전환되었을 경우의 물류부문 관련 사회 및 환경적 비용 편익 및 물류비용 편익으로 고려하였다.

Table 3. Business Assessment Sortation

Sortation		Contents
Direct benefit	Level 1	<ul style="list-style-type: none"> - Benefits of reducing vehicle operating costs - Benefits of reducing operating costs
	Level 2	<ul style="list-style-type: none"> - Benefits of social and environmental cost - Benefits of logistics costs
Indirect benefit		<ul style="list-style-type: none"> - Regional Economic Impact <ul style="list-style-type: none"> • Production inducement effect • Value-added inducement effect • Employment inducement effect

3.1 직접편익 산정

<Table 4>와 같이, 본 연구에서는 각각의 단계별로 산정된 차량운행비용(a), 운영비용(b), 대기오염, 온실가스, 소음비용, 사고비용, 혼잡비용을 포함한 사회 환경적 비용(c)과 물류비용(d)을 「중부권 광역우편집중국 건립사업 예비타당성조사」에서 제시한 편익 원단위를 반영하여, 소비자물가지수로 보정을 수행하였다.

Table 4. Business Assessment Sortation

Sortation	Contents			Unit
Level 1	Vehicle operating costs(a)		37.17	KRW
	Operating costs(b)		83.05	
Level 2	Regional Economic costs(c)	Air pollution	82.3	KRW/ton-km
		Greenhouse gases	22.8	
		Noise cost	6.2	
		Accident cost	23.9	
		Congestion cost	46.6	
		Sum	181.8	
	Logistics costs(d)		288.3	

직접편익 산정에서 무게환산은 화물을 초소형, 각각 2kg, 5kg, 10kg, 30kg, 30kg 이하 및 규격 외로 분류하였고, 소포량과 kg 중위값을 조합하여 산출하였다. 일평균 운행거리는 「택배기사 노동실태와 정책대안 모색」에서 제시한 일평균 운행거리 평균값을 적용하였다. 이에 따른 직접편익 산정 결과는 타겟 물동량 5%와 20%를 기준으로 적용하여, 차량기지별 직접편익 산정 결과로 <Table 5>, <Table 6>과 같이 나타났다.

Table 5. Calculation Results of Benefits by Vehicle Base(Target Volume 5%)

Sortation		Fulfillment Center				Joint Courier Logistics Center						Total
		A-1	A-2	A-3	A-4	B-1	B-2	B-3	B-4	B-5	B-6	
Lv. 1	(a)	113.6	57.2	112.8	95.8	7.5	5.2	22.6	13.6	7.7	19.4	455.5
	(b)	253.8	127.8	252.1	214.0	16.8	11.7	50.5	30.5	17.3	43.2	1,017.7
	sun	367.3	185.1	365.0	309.7	24.3	17.0	73.0	44.1	25.0	62.6	1,473.2
Lv. 2	(c)	123.2	62.1	122.4	103.9	8.2	5.7	24.5	14.8	8.4	21.0	494.2
	(d)	195.4	98.4	194.1	164.8	13.0	9.0	38.9	23.4	13.3	33.3	783.6
	sum	318.6	160.5	316.6	268.6	21.1	14.7	63.4	38.2	21.7	54.3	1,277.8
Total sum		686.0	345.6	681.5	578.4	45.5	31.7	136.4	82.3	46.8	116.9	2,751.0

Table 6. Calculation Results of Benefits by Vehicle Base(Target Volume 20%)

Sortation		Fulfillment Center(A)				Joint Courier Logistics Center(B)						Total
		A-1	A-2	A-3	A-4	B-1	B-2	B-3	B-4	B-5	B-6	
Lv. 1	(a)	454.3	228.9	451.3	383.0	30.1	21.0	90.3	54.5	31.0	77.4	1,821.8
	(b)	1,015.1	511.4	1,008.5	855.9	67.3	46.9	201.9	121.8	69.2	173.0	4,070.9
	sun	1,469.4	740.2	1,459.9	1,238.9	97.4	67.8	292.2	176.3	100.2	250.4	5,892.7
Lv. 2	(c)	492.9	248.3	489.7	415.6	32.7	22.7	98.0	59.1	33.6	84.0	1,976.6
	(d)	781.6	393.8	776.6	659.0	51.8	36.1	155.4	93.8	53.3	133.2	3,134.5
	sum	1,274.5	642.1	1,266.3	1,074.6	84.5	58.8	253.4	152.9	86.9	217.2	5,111.1
Total sum		2,743.9	1,382.3	2,726.1	2,313.5	181.9	126.6	545.6	329.3	187.0	467.6	11,003.9

3.2 간접편익 산정

산업연관분석은 최종수요의 변동(소비 혹은 투자)이 각 산업의 생산활동에 미치는 직·간접의 파급효과를 계측하는 것이다. 최종수요 변동으로 인한 경제적 파급효과는 보통 세 가지, 즉, 생산 유발효과, 부가가치 유발효과, 고용 및 취업 유발효과 측면에서 파악한다. 부가가치 유발효과는 다시 부가가치를 구성하는 항목별로 각각의 유발효과로 나눌 수 있다. 본 연구의 간접편익은 산업연관모형(Input-Output Model)과 관련이 있으며, 산업연관모형이란 한 경제에서 생산되는 재화와 서비스의 산업간 거래 관계, 즉, 일정 기간 중 생산된 모든 재화와 서비스의 각 산업간 거래(최종수요와 산업 간의 거래 및 원초적 투입요소와 산업 간의 거래)를 일정한 체계에 따라 정리한 일반균형 통계체제를 말한다. 산업연관모형을 한 국가경제를 대상으로 하지 않고, 그 국가 내의 특정 지역을 대상으로 작성하게 되면 지역 간 산업연관모형(IRIO, Inter Regional Input-Output Model)이 된다. 한 국가 경제를 대상으로 하는 산업연관모형의 경우는 산업간 거래가 국내 산업간 거래와 국외 거래뿐이지만, 한 국가 내의 특정 지역을 대상으로 하는 지역 간 산업연관모형의 경우, 지역 내 산업간 거래와 국외 거래 이외에 국내 다른 지역 간의 거래가 추가된다는 특징이 있다.

공기업·준정부기관사업 예타 수행을 위한 일반지침 수정·보완연구 보고서에서는 한국은행에서 발표한 지역간 산업연관모형을 활용하여, 사업시 행에 따른 생산 유발효과, 부가가치 유발효과, 고용(취업) 유발효과 측면에서 검토할 수 있으며, 부가가치 유발효과는 다시 부가가치를 구성하는 항목별로 각각의 유발효과를 나누어 검토할 수 있다고 제시하였다. 또한, IRIO 모형을 통해 산출된 지역경제 파급효과를 보고서에 명시하여 사업의 추진 여부를 결정하는데 참고자료로 이용할 수 있다고 제시하였다. 본 연구에서는 한국은행에서 제시한 지역산업 연관표를 적용하여 지역경제 파급효과 분석을 수행하였다. 추가로, 본 연구의 간접편익은 「공기업·준정부기관사업 예타 수행을 위한 일반지침 수정·보완연구」에서 제시하는 지역경제 파급효과 분석을 적용하였다. 적용 원단위 가격변환지수는 매년 발표되는 소비자물가지수를 고려한 보정값을 적용하였다.

1) 생산유발 효과

생산유발 효과는 특정 지역의 최종수요 한 단위를 충족시키기 위해서 해당 지역 및 타 지역에서 직·간접적으로 유발되는 생산효과를 의미한다. 지역산업연관표에서 각 지역의 각 산업부문에서 생산된 생산물을 중간수요(Z)와 최종수요(Y)로 배분되는데, 두 지역으로 구성된 지역산업연관표를 이용하면 식 (1)과 식 (2)와 같이, 수급방정식의 형태로 나타낼 수 있다.

$$Z_{11} + Z_{12} + Y_{11}^d + Y_{12}^d = X_1 \quad (1)$$

$$Z_{21} + Z_{22} + Y_{21}^d + Y_{22}^d = X_2 \quad (2)$$

식 (1)과 식 (2) 수급방정식은 투입계수($A_{ij} = Z_{ij} / X_j$)를 이용하면 다음의 식으로 변형되고, 투입계수로 된 수급방정식을 행렬 형식으로 표기하면 다음의 식 (3), 식 (4) 및 식 (5)와 같이 도출할 수 있다.

$$A_{11}^d X_1 + A_{12}^d X_2 + Y_{11}^d + Y_{12}^d = X_1 \quad (3)$$

$$A_{21}^d X_1 + A_{22}^d X_2 + Y_{21}^d + Y_{22}^d = X_2 \quad (4)$$

$$\begin{bmatrix} A_{11}^d & A_{12}^d \\ A_{21}^d & A_{22}^d \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Y_1^d \\ Y_2^d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$A^d X + Y^d = X$$

$$\text{단, } Y_1^d = Y_{11}^d + Y_{12}^d, \quad Y_2^d = Y_{21}^d + Y_{22}^d \text{ 임}$$

해당 수급방정식 $A^d X + Y^d = X$ 를 산출액 X 에 대해 정리하면 식 (6)과 같이 나타낼 수 있다. 단, 여기서 A^d 는 국산투입계수행렬, X 는 총산출액벡터, Y^d 는 국산품에 대한 최종수요 벡터, I 는 단위행렬에 해당한다.

$$\begin{aligned} A^d X + Y^d &= X \\ (I - A^d) X &= Y^d \\ X &= (I - A^d)^{-1} Y^d \end{aligned} \quad (6)$$

식 (6)에서 $(I - A^d)^{-1}$ 를 생산유발계수행렬이라고 하는데, 최종수요가 한 단위 증가하였을 경우 이를 충족시키기 위해서 각 산업부문에 직·간접적으로 유발되는 산출규모를 나타낸다. 생산유발계수는 역행렬 계수 혹은 레온티에프 역행렬계수라고도 한다.

2) 부가가치 유발효과

재화와 서비스에 대한 최종수요의 증가는 국내 생산을 유발하며, 이는 생산과정을 통해 다시 부가가치 및 고용(취업)을 유발한다. 최종수요에 의한 부가가치 유발효과를 계측하는 방법은 다음과 같이, 최종수요에 의해 생산이 유발되고, 생산활동을 통해 부가가치가 창출되는 관계는 부가가치계수 $A^v (= V_t / X_t)$ 를 생산유발계수에 곱하여 도출된다. 이에 대한 내용은 식 (7)로 표현할 수 있다. 단, 여기서 $\hat{A}^v (I - A^d)^{-1}$ 는 부가가치 유발계수이다.

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \hat{A}_1^v & 0 \\ 0 & \hat{A}_2^v \end{bmatrix} \begin{bmatrix} B_{11} & B_{12} \\ B_{21} & B_{22} \end{bmatrix} Y^d \quad (7)$$

$$V = \hat{A}^v (I - A^d)^{-1} Y^d$$

3) 고용(취업) 유발효과

생산활동은 기본적으로 중간재에 자본이나 노동 등 본원적 생산요소를 결합하여 이루어진다. 수요증가에 따른 관련 산업의 생산활동은 노동의 수요를 수반하게 되므로, 노동의 산업별 파급효과 계측은 노동수요 예측 및 계획수립에 있어 중요한 자료를 제공할 수 있다. 부가가치와 마찬가지로, 일정 기간 동안 생산활동에 투입된 산업별 노동(L)을 산출액(X)으로 나눈 고용(취업)계수 ($= L_i / X_i$)의 대각행렬을 이용하면 최종수요가 각 지역의 고용을 어느 정도 유발하는지 식 (8)과 같이 도출할 수 있다. 단, 여기서 $\hat{l} (I - A^d)^{-1}$ 는 고용(취업)유발계수에 해당한다.

$$\begin{bmatrix} L_1 \\ L_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \hat{l}_1 & 0 \\ 0 & \hat{l}_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} B_{11} & B_{12} \\ B_{21} & B_{22} \end{bmatrix} Y^d \quad (8)$$

$$L = \hat{l} (I - A^d)^{-1} Y^d$$

4. 지역경제파급효과 분석 적용 및 결과

4.1 지역 내·외 파급효과 승수 분석

특정 지역에 수요가 발생할 경우 지역산업의 생산활동은 해당지역의 산업은 물론 이·출입을 통하여 다른 지역산업의 생산활동을 유발하게 되며, 전체적인 유발효과 중 해당지역 내 산업에 미치는 영향인 지역내 파급효과와 해당지역을 제외한 기타지역에 미치는 효과인 지역외 파급효과로 구분할 수 있다. 지역간 산업연관모형에서 지역 내·외의 파급효과의 구분은 생산, 부가가치, 고용(취업) 등 모든 부문의 유발계수로부터 구할 수 있다. 예를 들어 2지역(L, M), 3개 산업의 생산유발계수 행렬이 다음과 같다고 하면 식 (9)와 같이 적용할 수 있으며, 이에 대한 결과는 식 (10)과 같다.

$$(I - C)^{-1} = \begin{bmatrix} \alpha^{LL} & \alpha^{LM} \\ \alpha^{ML} & \alpha^{MM} \end{bmatrix} \quad (9)$$

$$= \begin{bmatrix} 1.126 & 0.447 & 0.300 & \vdots & 0.479 & 0.418 & 0.153 \\ 0.628 & 1.317 & 0.606 & \vdots & 0.552 & 1.115 & 0.323 \\ 0.512 & 0.526 & 1.100 & \vdots & 0.335 & 0.470 & 0.247 \\ \dots & \dots & \dots & \vdots & \dots & \dots & \dots \\ 0.625 & 0.369 & 0.250 & \vdots & 1.223 & 0.455 & 0.217 \\ 0.237 & 0.384 & 0.205 & \vdots & 0.278 & 0.649 & 0.167 \\ 0.472 & 0.444 & 0.589 & \vdots & 0.594 & 0.529 & 1.232 \end{bmatrix} \quad (10)$$

여기서, α^{LL} 은 L 지역 산업에 최종수요가 1단위 증가했을 경우 L 지역 산업에 미치는 생산 유발계수를 나타내는 것으로, 이를 열로 합하면 L 지역 각 산업의 지역내 파급효과를 나타내는 것이다. α^{LL} 행렬 (3×3) 각 열로 합한 벡터 (1×3)를 O^{LL} 라고 하면, L 지역내 각 산업의 지역내 파급효과는 식 (11)과 같고, M 지역의 경우(α^{MM})도 마찬가지로 식 (11)을 활용하여 정리할 수 있다.

$$O^{LL} = [2.226 \ 2.290 \ 2.005], \ O^{MM} = [2.094 \ 1.633 \ 1.615] \quad (11)$$

α^{ML} 은 L지역 산업에 대한 최종수요 1단위의 증가로 인한 M지역의 생산 유발효과, 즉 지역의 파급효과 (혹은 지역간 파급효과)를 나타내고, α^{LM} 은 반대의 경우를 나타낸다. 이에 대한 내용은 식 (12)와 같이 표현될 수 있다.

$$O^{ML} = [1.334 \ 1.197 \ 1.043], \ O^{LM} = [1.365 \ 2.003 \ 0.724] \quad (12)$$

L지역 최종재에 대한 수요증가로 인한 전체 생산 유발효과를 OL, M지역의 경우를 OM이라고 하면 지역 내.외의 총생산 유발효과는 식 (13)과 같이 도출될 수 있다.

$$\begin{aligned} O^L &= O^{LL} + O^{ML} = [3.599 \ 3.487 \ 3.048] \\ O^M &= O^{MM} + O^{LM} = [3.459 \ 3.636 \ 2.339] \end{aligned} \quad (13)$$

4.2 지역경제파급효과 분석 결과

본 논문에서는 도시철도 공동물류 플랫폼 실용화를 위하여, 지역경제파급효과 분석을 수행하였다. 앞서 제시한 <Table 4>와 같이, 각각의 단계별로 산정된 차량운행비용(a), 운영비용(b), 대기오염, 온실가스, 소음 비용, 사고비용, 혼잡비용을 포함한 사회 환경적 비용(c)과 물류비용(d)을 직접편익으로 산정하였으며, 지역경제파급효과 분석에 필요한 간접편익 산정에 필요한 유발계수는 생산 유발효과, 부가가치 유발효과, 고용(취업) 유발효과를 고려하였다. 지역산업연관표에 따른 계수값에 사업비를 곱하여 지역경제파급효과를 분석한 결과는 <Table 7>과 같이 도출되었으며, 산업 부분 항목은 '건물건설 및 건축보수' 항목을 적용하였다. 서울시의 생산 유발효과는 1.2586, 부가가치 유발효과는 0.4271, 고용(취업) 유발효과는 9.8088, 서울시 외의 생산 유발효과는 1.0947, 부가가치 유발효과는 0.2942, 고용(취업) 유발효과는 2.8640으로 도출되었으며, 지역경제파급효과 분석의 모든 항목에서 서울시 내가 우세한 것으로 도출되었다.

Table 7. Analysis results using Regional Inter-Industry Table

Sortation	Production inducement effect	Value-added inducement effect	Employment inducement effect
Seoul	1.2586	0.4271	9.8088
Except for Seoul	1.0947	0.2942	2.8640

5. 결론

최근 1인 가구의 증가와 전자상거래 활성화로 B2C 물류시장이 급성장함에 따라, 소량, 다빈도의 택배 물류가 급격히 증가하고 있는 추세에 있다. 전국 택배 물동량의 약 70%를 차지하는 수도권의 경우, 택배 물동량 증가로 인하여 도시 내 화물차량의 지속적인 증가로, 교통문제와 환경문제 등의 사회적 문제가 끊임 없이 야기되고 있는 시점이다. 우리나라 수도권이 직면하고 있는 사회적 문제를 위한 특성에 맞는 물류 모델은 전무한 시점이며, 수도권 내의 물류 수요를 해소하기 위한 공동물류 플랫폼의 개념이 제시되고 있는 시점이다. 본 연구에서의 편익항목은 직접편익과 간접편익으로 구분하였으며, 직접편익 중 1단계 차량기지 개발로 인한 편익은 물류체계 개선으로 인한 차량운행비용 절감편익과 상하역 작업 기계화 및 자동화로 인한 운영비용 절감편익을 주요 편익으로 고려하였으며, 2단계 화물열차 운행으로 인한 편익은 도로로 운송되는 물동량이 철도로 전환되었을 경우의 물류부문 관련 사회 및 환경적 비용 편익 및 물류비용 편익으로 고려하였다. 이를 상세하게 기술하자면, 각각의 단계별로 산정된 차량운행비용(a), 운영비용(b), 대기오염, 온실가스, 소음비용, 사고비용, 혼잡비용을 포함한 사회 환경적 비용(c)과 물류비용(d)을 직접편익으로 산정하였으며, 지역경제파급효과 분석에 필요한 간접편익 산정에 필요한 유발계수는 생산 유발효과, 부가가치 유발효과, 고용(취업) 유발효과를 고려하였다. 분석 결과, 서울시의 생산 유발효과는 1.2586, 부가가치 유발효과는 0.4271, 고용(취업) 유발효과는 9.8088, 서울시 외 생산 유발효과는 1.0947, 부가가치 유발효과는 0.2942, 고용(취업) 유발효과는 2.8640으로 도출되었으며, 지역경제파급효과 분석의 모든 항목에서 서울시 내가 우세한 것으로 도출되었다. 도시철도 물류 시스템을 구축 하여야 하는 수도권 차량기지는 거의 대부분 서울시 내부에 위치하고 있으므로 서울시의 생산 유발 효과 및 고용 유발효과가 우세한 것은 서울시의 적극적 투자가 필요한 것으로 해석 될 수 있다. 본 논문은 도시철도 공동물류 플랫폼과 관련한 선행연구를 분석한 결과를 토대로, 지역경제파급효과 분석을 수행하였다. 이에 따라, 본 논문의 결과로써 도출되는 산출물은 도시철도 공동물류 플랫폼의 실용적인 비즈니스 모델을 개발하는데 있어서, 추진의 당위성 확보를 위한 개선방안 도출의 기반 연구로써 활용될 수 있다.

참고문헌

- I.K. Moon (2020), A Study on the Priority to Activate Joint Logistics Centers for Online Delivery in the Post-corona Era, *Journal of International Trade and Insurance (JITI)*, 21(6), 101-119.
- J.R. Cho and I.K. Cheong (2012), Evaluation of KOTRA Overseas' Logistics Center and Issues for Improvement, *Korea Logistics Review*, 22(2), 323-344.
- M.T. Kwon (2018), The Analysis Model of Local Joint Logistic Center Location Using Computer Simulation, *Korean Business Education Review*, 33(5), 443-460.
- S.C. Oh, J.H. Ma, Y.H. Ahn (2017), Developing the Collaborative Logistics System for Small and Medium Sized Door-to-Door Service Providers, *Korea Logistics Review*, 27(4), 65-74.
- S.H. Min, H.D. Choi, E.Y. Yun, D.W. Kang and Y.S. Kim (2015), A Study on the Operation of Ship Supply Common Logistics in Utilizing the Busan Port International Ship Supply Center, *Journal of Korean Navigation and Port Reserch*, 39(6), 553-559.
- S.S. Suh, G.S. Song, J.W. Park (2016), A Study on the Development and Measurement of Logistics Partners Cooperation Index(LPCI): Focused on the Joint Logistics, *Journal of Distribution Science (JDS)*, 14(6), 107-118.
- S.Y. Jang, M.J. Choi, J.K. Yang (2016), Hybrid Recommendation Based Brokerage Agent Service System under the Compound Logistics, *Journal of Korean Society of Industrial and Systems Engineering*, 39(4), 60-66.
- W.G. Park, S.I. Park and G.T. Yeo (2013), An Analysis of Efficiency in Joint Logistics Center Client by using DEA : Focusing on Capital Region, *Journal of Distribution and Management Research (JDMR)*, 16(1), 79-87.
- 국가물류통합정보센터(<http://www.nlic.go.kr>)
- 이정권, 정동호(2018), 공기업·준정부기관 사업 예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정·보완 연구(KDI)
- 김재영, 박보영(2015), 중부권 광역우편집중국 건립사업 예비타당성조사 보고서(KDI)

요약문

최근 1인 가구의 증가와 전자상거래 활성화로 B2C 물류시장이 급성장함에 따라, 소량, 다빈도의 택배 물류가 급격히 증가하고 있는 추세에 있다. 전국 택배 물동량의 약 70%를 차지하는 수도권의 경우, 택배 물동량 증가로 인하여 도시 내 화물차량의 지속적인 증가로, 교통문제와 환경문제 등의 사회적 문제가 끊임없이 야기되고 있는 시점이다. 우리나라 수도권이 직면하고 있는 사회적 문제를 위한 특성에 맞는 물류 모델은 전무한 시점이며, 수도권 내의 물류 수요를 해소하기 위한 공동물류 플랫폼의 개념이 제시되고 있는 시점이다. 본 연구에서의 편익항목은 직접편익과 간접편익으로 구분하였으며, 직접편익 중 1단계 차량기지 개발로 인한 편익은 물류체계 개선으로 인한 차량운행비용 절감편익과 상하역 작업 기계화 및 자동화로 인한 운영비용 절감편익을 주요 편익으로 고려하였으며, 2단계 화물열차 운행으로 인한 편익은 도로로 운송되는 물동량이 철도로 전환되었을 경우의 물류부문 관련 사회 및 환경적 비용 편익 및 물류비용 편익으로 고려하였다. 이를 상세하게 기술하자면, 각각의 단계별로 산정된 차량운행비용, 운영비용, 대기오염, 온실가스, 소음비용, 사고비용, 혼잡비용을 포함한 사회 환경적 비용과 물류비용을 직접편익으로 산정하였으며, 지역경제파급효과 분석에 필요한 간접편익 산정에 필요한 유발계수는 생산 유발효과, 부가가치 유발효과, 고용(취업) 유발효과를 고려하였다. 본 논문은 도시철도 공동물류 플랫폼과 관련한 선행연구를 분석한 결과를 토대로, 지역경제파급효과 분석을 수행하였다. 이에 따라, 본 논문의 결과로써 도출되는 산출물은 도시철도 공동물류 플랫폼의 실용적인 비즈니스 모델을 개발하는데 있어서, 추진의 당위성 확보를 위한 개선방안 도출의 기반 연구로써 활용될 수 있다.

주제어: 공동물류 플랫폼, 물류기업, 도시철도 기반 공동물류, 도시철도 물류 시스템, 물류 자동화