

수도권 콜드체인 클러스터 경쟁력 평가에 관한 연구

안길섭¹, 박성훈¹, 이해찬², 여기태^{3*}

¹인천대학교 동북아 물류대학원 박사과정, ²인천대학교 동북아물류대학원 석사과정
³인천대학교 동북아물류대학원 교수

An Evaluation of Cold Chain Cluster Competitiveness in the Metropolitan Area

Kil-Seob Ahn¹, Sung-Hoon Park¹, Hae-Chan Lee², Gi-Tae Yeo^{3*}

¹Ph.D Degree Candidate, Graduate School of Logistics, Incheon National University,

²Master's Degree Student, Graduate school of Logistics, Incheon National University,

³Professor, Graduate school of Logistics, Incheon National University

요 약 유통시장의 변화에 따라 농·수축산물의 보관과 유통 그리고 가공식품 및 신선식품의 보관과 운송에 대한 이슈가 급부상하고 있으며, 이에 따라 콜드체인이 물류 서비스의 한축으로 자연스럽게 주목을 받고 있다. 본 연구는 최근 들어 활기를 띠고 있는 냉동냉장 식품 등 콜드체인 유통과 관련하여 관심을 끌고 있는 수도권 지역 콜드체인 클러스터 구축에 대한 입지 경쟁력 평가를 목적으로 한다. 이를 위해 본 연구는 전문가의 지식을 효율적으로 추출하여 계량화할 수 있는 CFPR(Consistent Fuzzy Preference Relations) 분석기법을 활용하여 수도권 콜드체인 클러스터 후보지에 대한 경쟁력을 평가하였다. 연구 결과, 입지 경쟁력은 인천신항 배후부지, 경기 남부권(용인), 경기 서부권(김포 물류단지), 평택 오성물류단지 순으로 우수한 것으로 나타났다. 특히 본 연구는 냉동·냉장 물류창고 운영 전문가의 지식을 추출하여, 수도권 콜드체인 클러스터 후보지에 대한 세부적인 경쟁력 평가를 실시하고, 최적의 클러스터 후보지를 제시하였다는 점에서 기존 연구들과 차별성을 가진다. 향후 연구에서는 설문 대상을 신선식품 물류센터의 소유권을 확보하기 위한 구매 및 구축 결정권을 가진 기업경영자, 대기업군, 공공기업 군 등으로 구분하여 조사할 필요가 있다.

주제어 : CFPR, 콜드체인 클러스터, 냉동냉장창고, 수도권, 물류서비스

Abstract Due to the changes in the distribution market, issues related to storage and distribution of agricultural, aquatic and livestock products, and storage and transportation of processed and fresh food are rapidly emerging, and as a result, Cold Chain is naturally receiving attention as one of the logistics services. The purpose of this study is to evaluate the competitiveness of location in the construction of a cold chain cluster centered on the metropolitan area, which has attracted attention in relation to the distribution of cold chains, such as recently refrigerated frozen foods. To this end, this study evaluated the competitiveness of cold chain cluster candidates in the metropolitan area by utilizing the CFPR (Consistent Fuzzy Preference Relations) method that can efficiently extract and quantify expert knowledge. As a result, the location competitiveness was found to be superior to Incheon New Port's hinterland, Gyeonggi South Area (Yongin), Gyeonggi West Area (Gimpo Logistics Complex), and Pyeongtaek Oseong Logistics Complex. In particular, this study extracted the knowledge of refrigerated and refrigerated logistics warehouse operation experts, and conducted detailed competitiveness assessments for cold chain cluster candidates in the metropolitan area, and suggested the optimal cluster candidates. In the future research, it is necessary to classify the questionnaire into the owner, large business group, and public business group, etc., who have the right to purchase and build to secure ownership of the fresh food distribution center.

Key Words : CFPR, Cold chain cluster, freezer refrigerator, metropolitan area, logistics service

*This research was supported by the 4th Educational Training Program for the Shipping, Port and Logistics from the Ministry of Oceans and Fisheries.

*Corresponding Author : Gi-Tae Yeo(ktyeo@inu.ac.kr)

Received September 14, 2020

Accepted October 20, 2020

Revised October 8, 2020

Published October 28, 2020

1. 서론

최근 국내외에서 식품의 소비 행태가 변화하면서 즉석 식품과 편의 식품에 대한 수요가 늘고 있는 가운데 전자상거래 산업의 급속한 확산 및 온라인 신선식품 배송에 대한 수요 증가로 관련 시장이 급성장하고 있는 추세이다. 이에 따라 식품 및 의약품 유통에 대한 신선도 및 적정온도 유지라는 안전한 관리에 대한 관심 제고와 이를 효율적으로 운영하기 위한 배송 및 물류 전주기에 대한 온도제어 및 관리, 즉 콜드체인 시스템이 주목받고 있다. 최근 들어 물류업계에서는 콜드체인 네트워크를 기반으로 새벽배송이나 새벽배송 등 다양한 고객서비스가 등장하면서 물류네트워크 시장을 혁신하고 있다. 또한 최근 전 세계적으로 유행하고 있는 코로나19 전염병 등으로 인한 비접촉방식의 유통 형태가 하나의 트렌드로 자리하고 있으며, 이에 따라 농·수축산물의 보관과 유통 그리고 가공식품 및 신선식품의 보관과 운송에 대한 이슈도 급부상하고 있다. 아울러 세계 최대의 소비시장인 중국의 식생활 고급화에 따라 신선화물의 보관과 유통 등 신선화물의 전 유통 과정의 체계적 관리 필요성이 부각되고 있으며, 콜드체인 네트워크와 이를 기반으로 하는 ‘콜드체인 클러스터’ 구축에 대한 관심이 급부상하고 있다.

콜드체인(Cold chain)은 개념적으로 온도와 습도에 민감한 신선식품과 의약품 등의 생산, 저장, 운송, 판매의 유통 전 과정에서 안정적인 공급과 관리를 위한 저온유통시스템(정재연, 2019)[1]이며, 기본적으로는 저장과 수송과정에서 식품의 품질을 유지하는 시스템(이성우 외 3인, 2013)[2]이다. 종합해 보면 ‘농장에서 식탁까지(Farm to Table)’를 모토로 원재료 획득에서부터 냉각→냉장냉동 보관→냉장냉동 가공→냉장냉동 운송 및 배송→냉장냉동 판매 등의 모든 신선물류의 과정을 수행하는 시스템 체계(최시영, 2015)[3]로 정의할 수 있다.

세계적으로 콜드체인 물류시장은 2018년 기준으로 2,000억 달러로 나타났으며, 오는 2025년에는 적게는 4,475억 달러에서 많게는 6,525억 달러 시장으로 성장할 전망이다. B2B 전문 조사기관인 ‘Markets and Markets(2020)’[4]는 2018년 글로벌 콜드체인 시장은 2,200억 달러로 집계하였으며, 글로벌 시장조사 업체인 ‘360marketupdates(2020)’[5]는 2018년 세계 콜드체인 물류 시장 가치는 1,992억 5,280만 달러로 추정하였다.

국내 콜드체인 물류 시장도 급성장하는 추세이다. 국토교통부(2015)[6]는 2020년 국내 신선식품 물류 시장 규모를 40조원 규모로 추정하였으며, 한국농수산식품유

통공사(2019)[7]는 “2019년 식품 외식산업 주요통계”에서 2018년 음식료품, 농축수산물, 음식 서비스 등 식품의 온라인 쇼핑 거래액은 18조 8,000억원으로 분석하였다. 물류신문의 “물류총람(2015)”[8]에 따르면, 2015년 기준 국내 식품 콜드체인 시장은 6조원에서 9조원 규모이다. 물류부동산 전문 컨설팅 회사인 CBRE(2019)[9]는 2018년 기준 국내 새벽배송 시장 규모는 4,000억 원대이며, 2019년에는 온오프라인 대형유통 기업들의 시장 참여로 8,000억 원대를 초과할 것이며, 2020년부터는 1조 원 시장을 넘게 형성할 것으로 전망했다.

세계적인 움직임과 시장 동향 변화에 따라 국내에서도 정부와 공공기관을 중심으로 콜드체인 물류 클러스터 구축을 통한 신선물류 활성화가 빠르게 가시화하고 있다. 대표적인 곳은 인천, 부산, 평택, 강원도 등으로 인천은 공기업인 인천항만공사가 주축이 되어, 인천신항 배후단지 LNG냉열을 이용한 냉동·냉장 클러스터 구축을 추진하고 있으며, 부산은 부산시 주도로 부산신항에 신선식품 고품질 냉장창고 및 헬스케어 공동물류센터 건립 사업을 추진하고 있다. 경기평택항만을 포함하고 있는 평택은 민간기업인 유진초저온을 중심으로 배후 물류단지에 인천과 유사한 방식의 LNG 냉열을 이용한 냉동·냉장 물류센터를 2019년부터 운영중이며, 강원도는 산업통상자원부 주관으로 2017년부터 수산물가공 저온저장시스템 클러스터 구축 사업에 나서고 있다.

콜드체인 클러스터 구축에 대한 정책적 움직임이나 국내외 콜드체인 시장의 중요성에도 불구하고 그동안 국내 연구는 콜드체인 물류나 신선식품의 해외 수출 전진기지로 콜드체인 허브 등과 관련한 한정적인 연구 중심으로 진행되었다. 특히, 국내에서 가장 수요가 많은 수도권 지역을 대상으로 하는 콜드체인 경쟁력에 대한 연구는 전무한 실정이다. 이러한 측면에서 본 연구는 서울, 경기, 인천으로 대표되는 수도권 지역을 대상으로 하여, 콜드체인 클러스터 구축 대상 후보지에 대한 경쟁력을 평가하고, 후보지별로 입지 선정에 대한 선택요인 분석을 수행하여 수도권 콜드체인 허브 구축의 최적 입지 평가와 정책적 시사점을 도출하고자 한다. 또한 본 연구에서는 후보지의 입지별 중요 요인분석을 통하여 수도권 콜드체인 물류센터와 클러스터 구축의 최적지를 제안하고 실제로 수도권에서 콜드체인 클러스터 구축이 본격 추진될 경우 경제적인 고려사항과 입지 경쟁력에 대한 평가를 통해 해당 클러스터 입지에 대한 대안입지로서의 정책적 시사점을 도출하고자 한다.

2. 이론적 고찰 및 현황분석

2.1 콜드체인 관련 현황 검토

국내 콜드체인 물류시장을 종합적으로 가늠할 수 있는 단일화된 통계는 없다. 다만, 신선식품 물동량에 따른 거래량이나 냉동·냉장 식품의 매출 규모, 온·오프라인 시장에서 신선식품의 판매 규모, 의약품 및 신선물류 유통 추이, 온라인 식품배송 추이, 냉동·냉장 물류 창고 구축 시장 등 각 부처 및 산업군별, 조사기관별로 콜드체인 물류와 관련된 단편적인 통계들이 존재한다.

이 가운데 국토교통부(2015)[6]가 산업자원부의 2012년 식품시장 조사자료를 근거로 2020년 신선식품 물류 시장을 추정할 바에 따르면, 한국의 신선식품 물류 시장은 2020년 40조원 규모이며, 산업통상자원부(2015)[10]의 “자유무역지역 콜드체인 허브 구축 및 연계방안 연구”에 따르면, 2012년 국내 식품 시장 규모는 농·축·수산업 71조원, 식품제조 산업 70조원, 도·소매식품유통산업 186.3조원 등 총 328조원에 달한다. 이 가운데 물류비가 차지하는 평균 비중 13.7%를 적용할 경우, 2012년 국내 신선식품 물류 시장 규모는 농·축·수산업 10.6조원, 식품제조업 3.7조원, 식품유통업 7.7조원 등 총 22.1조 원으로 나타났다. 이를 국토교통부(2015)[6]가 재구성해 추정한 2020년 신선식품 물류 시장은 Table1과 같이 총 40.1조 원으로 전망된다.

Table 1. Estimation of the size of the domestic fresh logistics market in 2012/2020
(Unit: KRW trillion)

	2012 Food Market	Share of Fresh food Market	Fresh food market size		Share of logistics costs	Fresh Logistics Market size	
			2012	2020		2012	2020
Agriculture Livestock Fishery Industry	71.1	100%	71.1	101.1	14.9%	10.6	15.1
Food manufacturing industry	70.6	38.7%	27.3	62.9	13.6%	3.7	8.6
Food distribution business	186.3	33.0%	61.5	130.9	12.6%	7.7	16.5
Sum	328.0	48.7%	159.9	294.9	13.7%	22.1	40.1

Source: Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2014) Overseas construction and fresh food logistics operation status survey (P.92), National Institute of Technology and Standards (2018), KMI (2015.12)

국내에서 콜드체인 허브로 일컬어지는 콜드체인 클러스터는 다양한 지역에서 추진되고 있다. 정부 차원에서 구축이 추진되는 인천신항 배후부지의 콜드체인 클러스터 구축 프로젝트에서부터 민간이 참여하는 평택항 오성물류단지 콜드체인 클러스터, 부산신항 신선식품 공동물류센터, 강원도 저온냉장시스템 콜드체인 구축 등 다양한 지역에서 다양한 형태의 콜드체인 클러스터 사업이 추진되고 있다.

인천신항에는 해양수산부의 “2019 국가물류시행계획”에 따라 인천항만공사 주도로 인천신항 배후부지에 LNG냉열을 이용한 냉동·냉장 클러스터 구축을 추진 중이다. 인천항만공사는 인천신항 배후부지 약 23만㎡에 국내 최대 규모의 콜드체인 클러스터 구축을 추진키로 하고 관련 사업자 선정에 박차를 가하고 있다. 인천항만공사가 추진하는 콜드체인 클러스터 사업에는 민간사업자들이 물류센터 운영을 위해 참여할 예정이다. 2020년 현재 세계적인 투자회사인 골드만삭스와 국내 굴지의 SK그룹이 사업 참여를 선언한 상태이다. 2020년 1월 골드만삭스와 SK는 인천신항 콜드체인 클러스터 사업에 참여를 추진중인 벨스타 수퍼프리즈(Belster Superfreeze)에 총 500억 원을 투자하여 LNG냉열을 활용한 초저온 복합물류센터의 개발과 운영에 나서기로 하였다.

평택항 배후부지인 오성물류단지에 LNG 냉열을 활용한 초저온물류단지를 구축 중인 유진초저온은 2019년부터 상온과 냉장창고를 가동 중이다. 특히, 평택의 오성 초저온물류단지는 9만 2,152㎡의 부지에 냉동전용 창고를 비롯한 냉장전용, 정온 및 상온 전용창고 등으로 구성되었다. 냉동품 전용창고는 연면적 3만 9,861㎡에 5만 3,924톤을 수용할 수 있으며, 냉장전용창고는 연면적 5만 3,874㎡에 4만 5,200톤을 적재할 수 있는 수준으로 개발됐다. 유진초저온의 오성초저온 물류단지의 경우는 LNG 인수기지와 물류단지 간 화물차를 통해 운송하는 것이 인천신항의 물류단지와의 차이점이다.

부산시는 부산신항에 신선식품 고품질 냉장창고 및 헬스케어 공동물류센터 건립 사업을 추진하고 있다. 국내에서 가장 많은 냉동·냉장 창고를 갖고 있는 부산지역의 경우 콜드체인 클러스터가 구축되지 않은 상태이다. 이에 따라 부산시 차원에서 1,500억 원의 예산을 투입해 2025년까지 부산신항 항만배후부지에 콜드체인 클러스터를 구축할 계획을 가지고 있다[1].

산업통상자원부는 2017년부터 강원도에 수산물가공 저온저장시스템 클러스터 구축 사업을 본격화하고 있다. 강원도에서 추진하는 저온저장시스템 허브 구축사업은

동해와 러시아산 수산물을 콜드체인 내에서 저장, 가공, 유통하기 위한 차원에서 추진하는 사업으로, 2017년부터 2019년까지 총 사업비 280억원이 투입되었다.

2.2 기존 선행연구 검토

기존 콜드체인 물류와 관련한 대부분의 연구는 국내 콜드체인 물류단지에 대한 현황이나 신선식품의 해외 수출을 위한 콜드체인 거점 물류단지 및 콜드체인 허브 구축 등을 중심으로 연구가 진행되었다. 특히 콜드체인 물류와 관련한 선행연구는 콜드체인 허브의 입지 선정에 대한 연구 및 물류센터 입지 선정 또는 신선식품 운송활성화, 의약품 콜드체인 비즈니스 모델 등에 관한 연구 등이 주를 이루었다. 또 산업적인 차원에서 클러스터 구축에 관한 연구나 산업입지에 대한 경쟁력 연구들이 단편적으로 진행되었다.

2.2.1 콜드체인 및 물류센터 입지 선정에 관한 선행연구

김홍섭·상옥비(2019)[11]는 인천항을 대상으로 하는 콜드체인 물류체계의 활성화 연구를 위해, 전문가를 대상으로 하는 심층면접 방법론인 AHP와 내외부 환경요인의 강약점 분석을 통한 대안도출 방법인 SWOT분석을 이용하여 계층화, 쌍대비교, 상대적 가중치 추정, 일관성 분석, 종합 가중치 도출이라는 5단계에 걸친 조사 분석을 실시하여 인천항의 강점인 지리적 우수성을 활용한 차별화된 서비스가 인천항 콜드체인 물류체계 활성화의 핵심요소임을 나타냈다.

천영선·박정섭(2017)[12]은 신선식품 및 동북아 허브 네트워크 경쟁력 강화를 위한 글로벌 콜드체인 네트워크 구축 연구에서 컨조인트 분석기법과 AHP 분석방법론을 통해 글로벌 콜드체인 네트워크 구축을 위한 운송수단 선택과 물류센터 최적입지에 대한 대안간 경쟁력 실증연구를 진행하였다. 컨조인트 분석기법을 이용한 운송수단 선택요인 분석 결과, 운송시간, 운송비용, 서비스 속성 순으로 결정에 영향을 미치는 것으로 분석되었으며, 취급품목별로도 농산물, 수산물, 축산물 등 모든 품목의 선택요인 선호도 또한 운송시간이 가장 우선 고려대상인 것으로 나타났다.

구유미·김동진(2018)[13]은 콜드체인 신선식품의 운송활성화에 대한 Fuzzy AHP 방법론을 활용한 중요도 분석 연구에서 신속성, 안정성, 경제성, 전문성 등 4가지 상위요인으로 두고 우선 순위를 분석한 결과, 전문성(0.259), 안정성(0.255), 경제성(0.235), 신속성(0.217)

순이라는 결과를 도출했다.

안길섭 외 3인(2019)[14]은 인천 신항의 냉동·냉장 클러스터 활성화 방안을 제시하기 위해 CFPR분석을 실시한 결과, 상위요인에서는 안정성 및 수익성 요인이 가장 높은 중요도를 나타냈으며, 세부요인으로는 지속 가능한 물동량 확보, 임대료 수준, LNG 냉열 활용기술의 지속 가능성 등의 순으로 높은 중요도를 나타냈다.

2.2.2 클러스터에 관한 선행연구

클러스터와 관련한 선행연구들은 항만 제조산업 클러스터, 도시 첨단산업 클러스터, 모바일산업 클러스터, 해양산업 클러스터, 스포츠산업 융복합클러스터, 디자인산업 클러스터, 패션 클러스터 등 다양한 연구들이 진행되고 있다.

강상곤 외 2인(2008)[15]은 수도권을 중심으로 하는 제조산업의 항만클러스터 입지 선정 모형에 관한 연구에서 항만클러스터는 항만 및 관련 산업의 시너지 효과와 항만의 경쟁력을 제고하는데 기여하며, 클러스터에 의한 여러 형태의 네트워크 구축을 통해 구매, 유통, 지식관련 시설의 공유 등 규모의 경제를 달성할 수 있다고 분석했다.

윤경준·서수완(2019)[16]은 서산 대산항을 대상으로 하는 해양산업 클러스터 추진방안에 관한 연구에서 지난 50년간 산업복합체로서 해양산업 클러스터가 지속적으로 발전해 왔으며, 해양수산부의 해양산업 클러스터 기본계획 발표에 따라 지속적인 해양 클러스터의 성장을 예상하였다. 저자는 해양산업 클러스터 지정 요건의 수정과 해양산업 발전을 위한 중앙 권한의 지방 이양, 해양산업 클러스터 구축 관련 지자체 거버넌스 구조 변화 및 지역 내 논의와 여론 조성을 위한 협의체 구성이 필요하다고 제시하였다.

김종중·김갑성(2009)[17]은 서울디지털산업단지를 중심으로 하는 도시 첨단산업 클러스터 입지요인 분석에서 서울디지털산업단지가 구로구라는 서울 도시에 입지할 때, 지정학적 물리적 요인과 환경적 요인이 중요하다고 분석하였다.

해외 콜드체인 연구의 경우 콜드체인운송모드[18], 콜드체인 냉장 포장 구조 연구[19], RFID 태그[20], 온도 모니터링[21], 차량 경로[22] 등에 관한 연구가 이루어졌지만 클러스터 입지에 관한 연구는 미비한 것으로 나타났다.

2.2.3 경쟁력 분석에 관한 선행연구

산업의 입지 경쟁력과 관련한 국내의 연구는 자동차산업, 공항 운영효율화 등 각 산업 특징별로 연구가 진행되었다.

정진섭·이민재(2015)[23]는 한국(현대), 미국(GM), 일본(도요타), 독일(폭스바겐)의 경쟁력 및 경쟁우위요소를 고찰하였다. 분석 결과, 종합적 경쟁력과 요소 조건 간의 관련성 검증에서 대상업체 모두 기술혁신역량이 가장 높은 관련성을 보였으며, 미래 종합적 경쟁력에도 유의한 영향을 주는 것을 알 수 있었다.

현인규·박소진(2011)[24]은 중국 자동차 시장 내에서의 한국 자동차 기업의 경쟁력 강화를 목적으로 한국과 중국의 자동차산업의 경쟁력 및 비경쟁력 요인 분석을 실시하였다. 분석 결과, 한국은 기업전략과 구조 및 경쟁요소에서 경쟁력이 있는 것으로 나타났으나 요소조건, 수요조건 등에서는 경쟁력이 낮은 것으로 나타났다. 반면, 중국의 경우 요소조건, 수요조건 등에서 한국에 비해 높은 경쟁력을 가지고 있다는 것을 알 수 있었다.

이밖에도 Sakis(1999)[25]는 미국의 주요 44개 공항의 운영 효율성에 대한 분석을 통해 허브공항 여부에 따라 공항의 효율성이 달라지는 것을 입증하였으며, Doganis et al.(1987)[26]은 유럽 대표 공항을 대상으로 공항 간의 경쟁력 비교 및 분석을 실시하였다.

또한 Yoshida et al.(2004)[27]는 일본의 67개 공항을 대상으로 DEA와 TFP 분석을 통해 효율성을 분석하였다. DEA와 TFP 분석결과 모두 본토의 지역공항과 90년대 이후 증설된 공항의 효율성이 낮음을 나타냈다. Oum Yu et al.(2003)[28]는 아시아, 북미, 유럽을 대상으로 50개 공항에 대해 TFP 분석을 실시하였다. 분석 결과, 규모가 큰 공항일수록 효율성 또한 높은 것으로 나타났으며, 공항 소유구조는 공항 효율성에 영향을 미치지 않는 것을 알 수 있었다.

2.3 연구의 차별성

이상과 같은 다양한 선행연구에도 불구하고 수도권 콜드체인 클러스터에 대하여 종합적으로 분석하고 정책적 대안을 제시하는 연구는 부족하였다. 이에 본 연구는 냉동·냉장 물류창고 운영 전문가의 지식을 추출하여, 선호도가 높은 수도권의 클러스터 거점 후보지를 도출한다. 이러한 측면에서 본 연구는 정량적·정성적 지표를 활용하여 수도권 콜드체인 클러스터 후보지에 대한 세부적인 경쟁력 평가를 실시하고, 최적의 클러스터 후보지를 제시한다는 점에서 연구의 차별성을 가진다.

3. 연구방법론

본 연구는 CFPR(Consistent Fuzzy Preference Relation) 방법론을 적용한다. CFPR 방법론은 기존 다계층평가 기법으로 사용되었던 AHP 분석의 단점인 일관성의 문제를 발생시키지 않으며, AHP 설문보다 보다 적은 수의 설문을 통해 의견을 수집할 수 있다는 장점이 있다. 이에 본 연구는 설문 응답의 질을 높이고, 보다 안정적인 결과 도출이 가능한 CFPR 방법을 선택했다.

CFPR 방법론은 다음과 같다.

Herrera-Viedma et al.(2007)[29]는 아래 두 개의 선호 관계를 바탕으로 CFPR 방법론을 제시하였다.

첫째로 곱셈 선호 관계(Multiplicative preference relation)이다. 평가자는 대안 집합 X 에 대한 선호도를 표현하며, 대안 집합 X 는 선호 관계 매트릭스 $A \subset X \times X$, $A = (a_{ij})$, $a_{ij} \in [\frac{1}{5}, 5]$ 로 나타난다. 여기서 a_{ij} 는 대안 x_j 에 대한 x_i 의 선호도 정도의 비율을 나타낸다. $a_{ij} = 1$ 은 x_i 와 x_j 가 동일한 선호도 임을 나타내며, $a_{ij} = 5$ 는 x_j 에 대해 x_i 가 강한 선호도 비율을 가짐을 나타낸다. 여기서 A 는 상호 곱셈 관계를 갖으며, 아래 식 (1)과 같이 간주된다.

$$a_{ij} \cdot a_{ji} = 1 \quad (1)$$

둘째로 퍼지 선호 관계(Fuzzy preference relation)이다. 평가자는 $\mu_p(x_i, x_j) = p_{ij}$ 가 대안 x_j 에 대한 x_i 의 선호도 정도의 비율을 나타낼 때, 멤버십함수 $\mu_p : X \times X \rightarrow [0, 1]$ 와 함께 긍정 선호 관계 매트릭스 $P \subset X \times X$ 로 나타내는 대안 집합 X 의 선호도를 평가한다.

여기서 $p_{ij} = \frac{1}{2}$ 는 x_i 와 x_j 가 차이가 없음을 나타내며, $p_{ij} = 1$ 은 x_j 에 대한 x_i 의 선호도가 완벽히 선호됨을 나타낸다. $p_{ij} = 0$ 은 x_i 에 대한 x_j 의 선호도가 완벽히 선호됨을 나타내며, $p_{ij} > \frac{1}{2}$ 는 x_j 에 대해 x_i 가 선호됨을 나타낸다($x_i > x_j$). 선호 관계 매트릭스는 P 는 아래와 같이 간주된다.

$$p_{ij} + p_{ji} = 1 \quad (2)$$

아래는 퍼지 선호 관계는 아래의 명제를 따른다. 명제 (1) 상호 추가된 퍼지 선호 관계를 따른다.

$$p_{ij} + p_{jk} + p_{ki} = \frac{3}{2} \quad \forall i, j, k \quad (3)$$

$$p_{ij} + p_{jk} + p_{ki} = \frac{3}{2} \quad \forall i < j < k \quad (4)$$

$$p_{i(i+1)} + p_{(i+1)(i+2)} + \dots + p_{j(j-1)} + p_{ji} = \frac{j-i+1}{2} \quad \forall i < j \quad (5)$$

명제 (2) 곱셈 선호 관계 $A = (a_{ij}), a_{ij} \in [\frac{1}{5}, 5]$ 에 관계된 대안 집합 $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ 의 존재를 가정하면, $A = (a_{ij})$ 에 대한 $p_{ij} \in [0, 1]$ 와 함께 상호 추가된 퍼지 상호 관계에 해당하는 $P = (p_{ij})$ 는 아래와 같이 나타낼 수 있다.

$$p_{ij} = g(a_{ij}) = \frac{1}{2}(1 + \log_s a_{ij}) \quad (6)$$

변환함수 $g(a_{ij})$ 를 사용함으로써, 곱셈 선호 관계 매트릭스는 다양한 선호 관계로 변환 될 수 있다.

특히, 명제 (1)에 따르면, $n - 1$ 개의 설문 $(p_{12}, p_{23}, \dots, p_{n-1n})$ 이 필요하며, 설문으로 채워지지 않은 매트릭스는 추가된 추이법으로 채워질 수 있다.

또한, 선호 매트릭스가 $[0, 1]$ 사이에 존재하지 않는 값을 가지지 않고, $[-a, 1 + a]$ 에 해당하는 값을 가지게 된다면, 선형 변환이 요구된다. 선형변환에 사용되는 식은 아래 식 (7)과 같다. (Wang and Lin, 2009)[30]

$$f(p_{ij}^k) = (p_{ij}^k + a)/(1 + 2a) \quad (7)$$

여기서 a 는 퍼지 선형 매트릭스 값 중 가장 작은 값의 절대 값을 의미한다.

4. 실증분석

4.1 평가요인 도출

본 연구는 수도권 콜드체인 클러스터 경쟁력 평가를 위하여 인천항만공사가 추진하는 콜드체인 클러스터 사업에 관심을 갖고 있는 기업과 수도권에 위치한 냉동냉장 창고업체 및 물류업체 관계자를 대상으로 설문을 진행하였다. 대상은 인천항만공사가 2018년 상하반기에 1, 2차로 나눠 개최한 인천항 배후부지 콜드체인 클러스터 구축을 위한 사업설명회 참석자 88명과 인천지역 물류단지 입주업체 관계자 28명, 전국단위의 창고업체 및 냉동냉장 창고를 운영하거나 운영할 계획을 갖고 있는 기업체 담당자 520명이다.

대안 후보지는 수도권 지역의 콜드체인 클러스터 입지 가능성이 있는 후보지를 전문가 인터뷰를 통하여 도출했다. 후보지로는 인천항 배후단지, 경기 남부권 (용인 지역), 경기 서부권 (김포 물류단지), 평택 오성 물류단지 등 4군데가 대안으로 선정됐다. 또한 평가요인은 교통연계성, 임대료(㎡당), 소비자 접근성(평균 운송운임), 클러스터 성장 가능성 전망, 인력수급 용이성(일용직 등), 에너지 경제성, 공시지가(㎡당) 등 7개 평가 요인이 도출되었으며, 이 중 공시지가(㎡당), 임대료 (㎡당), 소비자 접근성 (평균 운송운임)은 실제 데이터가 있는 정량적 요인이며, 나머지 요인은 정성적 요인으로 분류된다.

평가요인 선정은 국내 냉동냉장 창고 업계에서 20년 이상 관련 사업체를 운영한 전문경영인 3인에 대한 심층 인터뷰와 물류센터 입지선정 및 클러스터 입지선정과 관련한 선행연구를 기반으로 도출하였다. 선행연구에서는 콜드체인을 포함한, 각종 제조산업[15], 첨단클러스터[17] 등의 산업을 포괄한 요인이 조사되었으며, 중복되는 요인 포함 약 100개의 요인을 고려했다. 선행연구 요인을 바탕으로 3인의 냉동냉장 창고업체 근무 전문가 인터뷰를 진행했으며, 콜드체인 입주를 고려한 대상 지역선정 요인, 입지에 대한 선호도 요인, 마케팅 전략과 연계상 입지 요인을 비롯한 수도권 접근성 고려 등 4가지 부문에 대한 복합적인 심층인터뷰를 통해 상호 중복, 교차 요인을 중심으로 평가요인과 대안 후보지역을 도출하는 과정을 거쳤다.

아울러 선행연구 분석을 통하여 정량지표인 공시지가와 임대료 지표는 국토부 토지이용규제정보서비스 통계 데이터와 관련 선행연구간 비교를 통해 분석하였으며, 소비자 접근성 지표는 서울 외곽순환도로 4곳의 거점 나들목(일산, 의정부, 상일, 산본IC)과 후보지간 거리를 국토교통부의 안전운송요금제와 연계하여 산출하였다. 교통

연계성 지표는 콜드체인 클러스터 후보지와 인근 고속도로 및 항만과의 입지를 산출하여, 교통과 관련하여 몇 개의 노드가 연계되는지 검토하였다. 정성지표와 관련한 선행연구 분석을 통하여 필수요인, 운영요인, 재무요인, 인프라요인 등 다각적인 입지요인과 세부요인에 대한 검토와 분석을 진행하였다.

4.2 평가요인에 대한 가중치 도출

평가요인에 대한 가중치를 도출하기 위하여 전문가를 대상으로 설문문을 배포하였다. 관련 업체 10년 이상 근무 경력이 있는 전문가를 중심으로 주요 거점지역의 창고업체 운영 간부 등 608명을 대상으로 휴대폰 문자와 카카오톡 메시지를 통해 설문 요청 URL을 발송하였으며, 설문 회수는 학술지 전문 설문 대행서비스인 리서치중앙(<http://www.joongang.com>)을 통해 2020년 2월 한 달 동안 진행하였다. 그 결과 122명의 답변을 받아 이중 2개의 불성실 답변을 제외한 120개의 유의미한 응답지를 분석하였으며, 유효 응답자 120명에 대한 기초 통계표는 Table 2와 같다. 근무 분야별 응답자 속성은 물류관련업체 종사자 50명(42%), 물류창고 운영업체 종사자 21명(18%), 해운 운송업 종사자 15명(13%), 물류부동산업체 종사자 10명(8%), 그리고 해운물류 연구기관, 대학 등 기타 부문 근무자 24명(20%)으로 구성되었다.

Table 2. Work years of Respondents

Working years	Respondents
Less than 10 years	35 (29.2%)
11 to 15 years	23 (19.2%)
16 to 20 years	24 (20.0%)
More than 21 years	38 (31.6%)
Total Respondents	120 (100%)

Table 3. The Importance weights of the main factors

Main factors	Weight	Rank
C1 Land prices (m ² /per)	0.124	7
C2 Rent (m ² /per)	0.157	2
C3 Consumer accessibility (average shipping fare)	0.150	3
C4 Transportation connection	0.158	1
C5 Ease of supply and demand of manpower (daily jobs, etc.)	0.133	5
C6 Cluster growth prospects	0.147	4
C7 Energy economy	0.131	6

평가요인에 대한 가중치 도출 결과 값은 Table 3과 같다. 분석결과 가장 높게 나타난 요인은 교통연계성(0.158)과 임대료(0.157) 수준이었다. 두 요인은 교통의 요지에 입지하면서도 임대료는 저렴한 지역을 선호하는 냉동냉장 창고 업체들의 욕구를 반영한 것이다. 다음으로 화물 자동차를 통한 운송운임을 감안한 소비지 접근성(0.150)과 다양한 신선물류 산업군이 집적되어 업무의 편의성과 성장성을 함께 고려하는 클러스터 성장 가능성(0.147) 그리고 인력수급 용이성(0.133), 에너지 경제성(0.131), 공시지가(0.124) 순으로 나타났다.

평가요인 분석결과, 교통연계성과 임대료 요인이 다른 요인에 비교하여 높게 나타난 것은 대부분의 물류센터 및 클러스터의 입지 분석결과와 유사하다. 이는 본 연구가 기존의 유사 연구사례와 비교하여 높은 신뢰성을 보여주는 결과로 풀이할 수 있다. 특히 공시지가 요인 대비 임대료 요인 수준이 상대적으로 높게 나타난 점은 유사 선행연구와 비교하여 의미 있는 결과로 분석된다.

이는 콜드체인 물류 클러스터가 대단위 냉동냉장 창고의 집적지가 될 것이라는 점 때문에 기업체 단독으로 매매를 통한 클러스터 입주 보다는 정부나 공공기관에서 조성한 클러스터에 단순 입주하는 형태를 선호하기 때문으로 볼 수 있다.

상위권 요인인 교통접근성은 콜드체인 클러스터 특성상 항만 및 고속도로 등과 빠른 접근 및 연계가 비용 절감과 효율성 제고에 큰 기여를 할 수 있기 때문이다. 실제로 콜드체인 물류의 생태계를 이루고 있는 수도권 냉동냉장 창고의 입지가 대부분 고속도로(85%)와 항만(15%) 인근 5km 이내에 입지하는 것을 감안할 때 당연한 결과로 분석된다[31]. 최경원(2017)[32] 또한 국내 콜드체인 물류센터 입지는 도로 뿐만 아니라 항만, 공항과 같은 복합운송이 가능한 교통 편의성 우수입지가 중요하다고 분석했다.

다음으로 높은 우선순위를 받은 요인은 임대료(0.157)로 1순위와 비슷한 수준을 기록했다. 이는 냉동냉장 창고가 상온 창고와 비교해 임대료 수준이 2배 이상 고가이기 때문에 창고입지 선정에 있어서 중요한 고려요인으로 작용하기 때문이다. 특히 대부분 설문 대상자의 경우, 클러스터 입주시는 대규모의 냉동냉장 창고에 투자해야 하는 자가창고 보다 임대창고를 선호하는 것으로 나타났다. 냉동냉장 창고가 기존 상온 창고보다 임대료 수준이 두 배 이상 높게 형성된 점도 임대창고를 우선적으로 고려하고 요인 중에 하나이다. 전재원·최창규(2019)[33]는 물류센터의 임대료 결정요인 분석에서 냉동·냉장 시설이

있는 경우 임대료 수준이 상대적으로 높다고 분석했으며, CBRE 리서치(2019)[9]는 통상적으로 물류창고의 임대료 수준은 수도권에서 저온 물류센터가 상온대비 약 2배 이상 높게 나타난다고 분석했다.

다음으로 콜드체인 클러스터와 최종 소비자간 배송을 원활하게 하는 지표중 하나인 소비자 접근성은 0.150으로 나타났다. 통상 물류센터는 라스트 마일 딜리버리를 목적으로 하기 때문에 최종 소비자까지 최단 시간에 최단거리를 배송할 수 있는지가 최우선 고려 사항이다. 이에 따라 최근의 물류센터들이 외곽지역의 고속도로 주변에서 서울 서부권역의 김포, 인천 등의 지역으로 집중되는 추세이다. 특히 소비자 접근성은 2020년 1.1일부터 적용된 화물운송 안전운임 요금제의 요금체계도 고려요소 중 하나로 보인다. 새로 제정된 안전운임요금제는 40 피트 컨테이너의 경우 km당 2,277원으로 결정됐다. 따라서 클러스터와 최종소비자까지의 접근성은 창고 업체 입장에서 중요한 선택요인 중 하나이다.

하위권 요인인 클러스터 성장 가능성 전망(0.147)이나 인력수급의 용이성(0.133), 에너지 경제성(0.131) 등의 요인은 비교적 낮게 평가되었다. 이 같은 결과는 창고 입주대상자인 수요자들이 대부분 임대를 통한 입주를 목적으로 하는 속성에 기인한다. 특히 인력 수급의 용이성 측면에서는 클러스터 자체가 대규모 인력이 필요한 집적지라는 측면에서 우선 고려대상에서 제외된 것으로 보이며, 에너지 경제성 또한 일부 지역을 제외하고는 대부분 같은 수준의 전기료 및 에너지 사용료가 소요될 것이라는 판단 때문이다. 다만 에너지 경제성 요인은 전기보다 상대적으로 저렴한 LNG 냉열을 활용하는 지역의 경제성이 높게 나온 것으로 분석된다.

마지막 최하위로 평가된 공시지가는 대부분의 설문 대상자가 콜드체인 클러스터 입주시 자가 건물 보다는 클러스터라는 집적단지 임대를 통한 입주를 우선 고려하기 때문에 나타난 결과로 해석된다.

4.3 대안 후보지별 평가요인 가중치 도출

4.3.1 정성적 요인에 대한 가중치 도출

인천신항 배후부지, 경기 남부권(용인), 경기 서부권(김포 물류단지), 평택 오성물류단지 4개 지역을 대상으로 하는 정성적 요인 평가는 교통연계성, 인력수급 용이성, 클러스터 성장가능성, 에너지 경제성 4가지 요인을 대상으로 하며, 이들 요인에 대한 평가는 언어적 척도를 활용한 답변을 숫자로 비퍼지화 하여 환산하였다. 먼저 “교통연계성 요인”의 전문가 대안평가 매트릭스 결과값

은 Table 4와 같다.

콜드체인 클러스터 후보지와 주변 10km 이내의 고속도로IC 또는 항만(국제무역항) 등과 연계 능력을 평가하는 교통 연계성에 대한 대안 우선순위 평가에서는 인천 Table 4. Alternative priorities for transportation connectivity

Cold Chain Cluster Candidate		Weight	Rank
A1	Incheon New Port hinterland	0.309	1
A2	Gyeonggi Southern Area (Yongin Area)	0.227	3
A3	Gyeonggi West Area (Gimpo Logistics Complex)	0.248	2
A4	Pyeongtaek Oseong Logistics Complex	0.216	4

신항 배후부지(0.309), 경기 서부권(김포 물류단지)(0.248), 경기 남부권(용인지역)(0.227), 평택 오성물류단지(0.216) 순으로 나타났다. 인천 신항 배후부지가 가장 좋은 점수를 획득한 이유는 국제 무역항인 인천항과 인접한 배후부지이면서 연계 고속도로 또한 잘 발달되어 있기 때문으로 풀이된다. 현재 인천신항 배후부지에는 제1, 제2, 제3 경인고속도로를 비롯해 수도권 제2외곽순환도로, 영동고속도로 연계가 가능한 지역으로 교통부분에서는 압도적으로 우위에 있는 것으로 평가된다. 연계노드는 총 6개로 고속도로 5, 항만 1로 계량적 측면에서 연계부분도 우수한 것으로 나타났다. 한국무역협회 국제물류지원단(2007년)[26]은 수도권에 위치한 냉동냉장창고업체 60개중 85%(51개)가 고속도로 인근에 입지하는 등 물류센터 입지 선정의 중요요인은 고속도로와 연계성으로 꼽았다.

다음 요인으로 물류창고내에서 피킹 업무 등을 수행할 내외국인 일용직 노동자 등 인력의 원활한 수급 가능성을 평가하는 “인력수급 용이성”에 대한 평가 결과는 인천신항 배후부지(0.289), 경기 서부권(김포 물류단지)(0.255), 경기 남부권(용인지역)(0.251), 평택 오성물류단지(0.205) 순으로 Table 5와 같이 나타났다.

Table 5. Alternative priorities for availability of manpower

Cold Chain Cluster Candidate		Weight	Rank
A1	Incheon New Port hinterland	0.289	1
A2	Gyeonggi Southern Area (Yongin Area)	0.251	3
A3	Gyeonggi West Area (Gimpo Logistics Complex)	0.255	2
A4	Pyeongtaek Oseong Logistics Complex	0.205	4

1순위를 차지한 인천신항 배후부지의 경우는 입지적으로 인천 송도국제도시에 위치하고 있어 상대적으로 인력수급이 용이할 것으로 분석된다. 2020년 3월말 기준

으로 인천 송도국제도시의 인구는 15만 5,600명으로 4곳의 클러스터 입지 후보지 가운데 가장 경쟁력있는 인구 유동성을 확보하고 있는 점에 기인한다. 특히 인천신항 배후부지가 현재 냉동냉장 물류창고의 다수가 집적돼 있는 경기남부권역의 용인지역을 제치고 1위를 차지한 것은 콜드체인 클러스터 육성에 대한 정부의 의지와 입지적으로 다양한 지원시설의 수용이 필수적인 클러스터 확장성을 반영한 결과로 분석할 수 있다.

2순위는 경기 서부권의 김포 물류단지 0.255의 가중치를 보였다. 김포 물류단지의 경우 서울과 출퇴근 인접 생활권이라는 점과 인근의 김포, 부천 등의 도시와 인접하고 있어 인력 수급 측면에서 용이한 것으로 나타났다. 3순위인 경기 남부권역의 용인지역은 0.221로 현재 냉동냉장 창고가 여러 지역에 산재되어 입지하는 관계로 인력수급 측면에서 다소 낮은 평가를 받았으며, 평택의 오성물류단지는 가장 낮은 0.202로 입지 여건상 인력 수급측면에서 선호도가 낮았다.

4곳의 후보 지역 중 해당 지역이 콜드체인 클러스터로 지정돼 자리매김했을 경우, 해당 지역의 장래 성장 전망을 예측하는 “클러스터 성장 가능성”에 대한 대안 우선순위는 인천 신항 배후부지(0.332), 경기 서부권(김포 물류단지)(0.245), 경기 남부권(용인지역)(0.221), 평택 오성물류단지(0.202) 순으로 Table 6과 같이 나타났다. 클러스터 성장가능성에 대한 대안 우선순위에서 인천신항 배후부지가 0.332로 다른 지역과 비교해 월등하게 높게 나타난 것은 정책당국인 해양수산부를 비롯한 국토교통부 차원에서 정책적으로 해당 지역을 콜드체인 클러스터 후보지역으로 공식 발표함에 따른 것으로 분석된다. 가장 최근인 2020년 3월 12일 해양수산부는 “항만배후단지 활성화 방안” 정책 발표를 통해 인천신항을 콜드체인 및 전자상거래 특화구역 지정했다.

Table 6. Alternative priorities for Cluster growth prospects

Cold Chain Cluster Candidate	Weight	Rank
A1 Incheon New Port hinterland	0.332	1
A2 Gyeonggi Southern Area (Yongin Area)	0.221	3
A3 Gyeonggi West Area (Gimpo Logistics Complex)	0.245	2
A4 Pyeongtaek Oseong Logistics Complex	0.202	4

냉동·냉장창고를 운용하기 위한 에너지인 전기나 LNG냉열 등 냉동냉장 창고에 있어서 경제성 판단의 중요한 요소 중 하나인 사용 연료의 에너지 수급비용에 대

한 경제성 평가지표인 “에너지 경제성”에 대한 대안 우선 순위는 인천 신항 배후부지(0.335), 경기 서부권(김포 물류단지)(0.229), 평택 오성물류단지(0.225), 경기 남부권(용인지역)(0.211) 순으로 Table 7과 같이 나타났다. Table 7. Alternative priorities for energy economics

Cold Chain Cluster Candidate	Weight	Rank
A1 Incheon New Port hinterland	0.335	1
A2 Gyeonggi Southern Area (Yongin Area)	0.211	4
A3 Gyeonggi West Area (Gimpo Logistics Complex)	0.229	2
A4 Pyeongtaek Oseong Logistics Complex	0.225	3

인천신항의 에너지 경제성이 압도적인 우위로 나타난 것은 인천신항에 도입을 추진하는 LNG 냉열이 전력을 사용하는 것보다 높은 경제적인 효과가 있기 때문이다. 인천신항 배후부지에 콜드체인 클러스터 구축을 추진 중인 인천항만공사의 발표에 따르면, LNG냉열은 LNG 가스의 기화과정(-162℃→0℃)에서 발생(-80℃~-70℃)하는 냉열을 사용함으로써 기존 전기냉각식 냉동냉장창고 대비 전기료는 52~68%, 설비 투자비는 25% 가량 절감할 수 있다.[13]

에너지 경제성의 경우 비교적 낮은 평가를 받은 경기 서부권(김포 물류단지, 0.229), 경기 남부권(용인지역, 0.211)은 전기를 이용한 창고운영방식으로 인해 에너지 경제성만을 놓고 볼 때 큰 절감효과가 없는 것으로 분석된다. 다만, 평택 오성물류단지는 LNG 냉열을 활용한 물류센터 운영이라는 측면에서는 인천신항 배후단지과 같은 개념임에도 불구하고 에너지 경제성이 0.225로 낮게 나온 데는 관련 시설과 지역의 클러스터 구축 계획에 대한 홍보 부족에 기인하는 것으로 볼 수 있다.

4.3.2 정량적 요인에 대한 가중치 도출

콜드체인 클러스터 입지 후보지 4개 지역을 대상으로 m²당 공시지가, 임대료, 소비자 접근성 등 3가지 정량적 요인에 대해 가중치를 도출하면 다음과 같다. 먼저 각 후보지별 요인별 자료를 살펴보면 Table 8과 같다.

Table 8. Current status of each candidate site for quantitative factors (Unit: KRW)

	Incheon New Port hinterland	Gyeonggi Southern Area	Gyeonggi West Area	Pyeongtaek Oseong
Disclosure price (m ² /per)	984,200	884,300	1,100,000	382,100
Rent (m ² /per)	25,410	33,000	24,420	19,140
Consumer accessibility	225,878	210,850	155,291	336,085

공시지가는 경기 서부권인 김포 물류단지가 m²당 110만원으로 가장 높은 반면, 평택의 오성 물류단지는 38만 2,000원으로 가장 낮았다. 임대료는 경기 남부권역인 용인지역이 m²당 3만3,000원으로 가장 높았으며, 평택 오성 물류단지는 1만9,140원으로 가장 낮았다. 또 해당 클러스터 후보지와 서울 외곽순환도로의 주요IC간 거리를 평균 운송운임으로 계산한 소비자 접근성은 경기 서부권인 김포 물류단지가 15만 5,291원으로 가장 낮았으며, 평택 오성 물류단지는 33만 6,085원으로 가장 높게 조사되었다.

4곳의 후보 지역 중 매매를 전제로 하는 공시지가에 대한 우선순위는 평택 오성물류단지(0.482), 경기 남부권(용인지역)(0.208), 인천신항 배후부지(0.173), 경기 서부권(김포 물류단지)(0.137) 순으로 Table 9와 같이 나타났다.

Table 9. Alternative priorities for publicly announced land prices

Cold Chain Cluster Candidate	AVG	Rank
A1 Incheon New Port hinterland	0.173	3
A2 Gyeonggi Southern Area (Yongin Area)	0.208	2
A3 Gyeonggi West Area (Gimpo Logistics Complex)	0.137	4
A4 Pyeongtaek Oseong Logistics Complex	0.482	1

임대료 대한 대안 우선순위는 평택 오성물류단지(0.398), 경기 서부권(김포 물류단지)(0.318), 인천신항 배후부지(0.305), 경기 남부권(용인지역)(0.220) 순으로 Table 10과 같이 나타났다. 결론적으로 매매가와 임대료에 대한 지역적인 강점은 모두 평택의 오성물류단지가 가장 높았으며, 경기 남부권역의 용인지역이 가장 낮은 것으로 나타났다.

Table 10. Alternative priorities for rent

Cold Chain Cluster Candidate	AVG	Rank
A1 Incheon New Port hinterland	0.305	3
A2 Gyeonggi Southern Area (Yongin Area)	0.220	4
A3 Gyeonggi West Area (Gimpo Logistics Complex)	0.318	2
A4 Pyeongtaek Oseong Logistics Complex	0.398	1

소비자 접근성에 대한 대안 우선순위는 경기 서부권(김포 물류단지)(0.385), 경기 남부권(용인지역)(0.271), 인천신항 배후부지(0.246), 평택 오성물류단지(0.097) 순으로 Table 11과 같이 나타났다.

Table 11. Alternative priorities for consumer accessibility

Cold Chain Cluster Candidate	AVG	Rank
A1 Incheon New Port hinterland	0.246	3
A2 Gyeonggi Southern Area (Yongin Area)	0.271	2
A3 Gyeonggi West Area (Gimpo Logistics Complex)	0.385	1
A4 Pyeongtaek Oseong Logistics Complex	0.097	4

1순위인 경기 서부권역의 김포물류단지는 서울과 인접한 지역으로 수도권 외곽지역과 고속화도로(서울외곽순환도로, 올림픽대로, 자유로 등) 연결 노선도 매우 잘 구축되어 있기 때문에 분석된다. 이와 같은 지역적 강점은 평균 화물운송 요금도 타 지역과 비교해 경쟁우위에 있는 것으로 조사되었다.

소비자까지 평균 왕복 운송거리는 경기 서부권(김포) 68.2km, 경기 남부권(용인) 92.6km, 인천신항 배후단지 99.2km, 평택 오성물류단지 147.6km로 나타났다.

4.4 대안 선정평가

전 절에서 제시한 정성요인 4가지와 정량요인 3가지를 감안하여 종합적으로 콜드체인 클러스터에 대한 가중치를 반영한 대안선택 결과는 인천신항 배후부지(0.286)가 가장 적절한 대안으로 조사되었다(Table 12).

2위는 가중치 0.264인 경기 서부권역의 김포 물류단지가 차지하였으며, 평택 오성물류단지(0.257)는 근소한 차이로 3위에 랭크되었다. 전통적인 물류센터 입지인 경기 남부권역의 용인지역(0.230)은 콜드체인 클러스터 입지후보지로서의 경쟁력이 가장 낮은 것으로 분석되었다.

콜드체인 클러스터 입지 후보지로서 가장 높은 점수를 받은 인천신항 배후부지는 정성적 요인인 교통연계성(C4, 0.309), 인력수급 용이성(C5, 0.289), 클러스터 성장 가능성(C6, 0.332), 에너지 경제성(C7, 0.335) 등 4

Table 12. Alternative selection results

	Factor Weight	A1	A2	A3	A4	Incheon	Yongin	Gimpo	Pyeongtaek
C1	0.124	0.173	0.208	0.137	0.482	0.022	0.026	0.017	0.060
C2	0.156	0.305	0.220	0.318	0.398	0.048	0.034	0.050	0.062
C3	0.150	0.246	0.271	0.385	0.097	0.037	0.041	0.058	0.015
C4	0.158	0.309	0.227	0.248	0.216	0.049	0.036	0.039	0.034
C5	0.133	0.289	0.251	0.255	0.205	0.039	0.033	0.034	0.027
C6	0.147	0.332	0.221	0.245	0.202	0.049	0.032	0.036	0.030
C7	0.131	0.335	0.211	0.229	0.225	0.044	0.028	0.030	0.029
Alternative value						0.286	0.230	0.264	0.257
Rank						1	4	2	3

가지 요인 모두에서 1순위로 도출되었다.

특히 인천신항 배후부지는 항만과 주요 고속도로와 인접해 있는 점, 송도 국제도시를 배후에 두고 있는 점, 정부가 콜드체인 클러스터 육성지역으로 선정한 점, 사용 에너지인 LNG 냉열이 기존 전기요금과 비교하여 52~68% 가량 절감할 수 있다는 점이 강점으로 꼽혔다. 반면, 정량적인 요인인 공시지가, 임대료, 소비자 접근성은 모두 3위권에 머문 것으로 나타났다.

이는 인천신항 배후부지가 송도 국제도시라는 도시권역에 포함되어 있어 상대적으로 매매가와 임대료가 높게 형성된 점, 그리고 서울 도심과 경기도 인근지역으로의 상대적 소비자 접근성이 낮다는 점은 입지적 취약요인으로 분석되었다.

2순위는 경기도 서부권역의 김포 물류단지로 종합 가중치 0.264를 기록하였다. 김포 물류단지가 2순위로 부상한 것은 서울과 인접한 지역적인 강점과 잘 연결되는 고속화도로(서울외곽순환도로, 올림픽대로, 자유로 등) 등으로 인한 소비자 접근성이 우수하다는 점과 최근 다양한 냉동냉장 창고업체의 물류단지 입주현상 등에 기인한다.

3순위는 평택 오성물류단지로 종합 가중치는 0.257로 나타났다. 오성물류단지는 서울 수도권과 지리적으로 원거리라는 점으로 인한 매매가와 임대료 요인에서 높은 평가를 받은 반면, 소비자 접근성, 인력수급의 용이성, 클러스터로의 성장 가능성은 최하위권에 머문데 따른 것으로 분석됐다.

마지막으로 경기 남부권역인 용인지역은 가중치 0.230으로 최하위로 평가되었다. 용인지역의 경우는 고속도로 인접성이나 공시지가, 소비자 접근성 등의 요인에서 2위권의 우수한 수준임에도 불구하고 정성적인 요인에서 낮은 평가를 받아 종합 후보지 평가에서 4위를 기록했다. 이와 같은 결과는 용인 등 경기 남부권역이 지정

학적 또는 교통 연계성 측면에서 유리한 입지임에도 불구하고 클러스터 조성을 위한 대안 부재와 지역적산재되어 있는 물류창고 등의 요인이 작용한 것으로 분석된다.

5. 결론

온라인 식품시장의 지속적인 성장과 새벽배송으로 일컬어지는 신선물류에 대한 산업적인 차원의 콜드체인 네트워크 구축의 필요성, 대기업 유통회사들의 적극적인 신선물류 시장 참여 등의 동향에 따라 콜드체인 클러스터 구축에 대한 관심이 높아지고 있는 추세다.

콜드체인은 물류의 특성상 클러스터화가 필요하며, 신선물류 연구소 및 행정 기관, 금융 기관 등이 집적화된 콜드체인 클러스터의 구축 필요성이 지속적으로 제기되고 있다.

이에 따라 본 연구는 서울, 경기, 인천으로 대표되는 수도권 지역을 대상으로 콜드체인 클러스터 구축 후보지에 대한 경쟁력 평가를 통해 향후 정부 주도나 지역 자생적으로 구축되는 콜드체인 클러스터 후보지에 대한 입지 경쟁력 평가를 통해 수도권 콜드체인 허브 구축의 최적 입지 평가와 정책적 시사점 도출을 목적으로 하였다.

이를 위하여 본 연구는 CFPR(Consistent Fuzzy Preference Relation) 분석기법을 이용하여 언어학적 척도를 정량화하고 평가해 실질적 구축 방향을 도출하였다. 우선 후보지별 입지 선정을 위하여 선택한 각각의 요인들에 대한 정량적인 지표는 객관적인 데이터를 후보지별로 분석하여 우선순위를 결정하였으며, 정성적인 지표는 세부 평가요인을 특성별로 분류, 그룹화 한 후 요인별 중요도 및 우선순위를 도출하였다. 분석에 활용된 설문은 총 122명의 답변을 받아 이중 2개의 불성실 답변을 제외한 120개의 유의미한 응답지를 분석하였으며 그

결과는 다음과 같다.

CFPR 분석기법을 활용하여, 수도권 콜드체인 클러스터 후보지에 대한 경쟁력을 평가한 결과, 인천신항 배후부지, 경기 남부권(용인), 경기 서부권(김포 물류단지), 평택 오성물류단지 4개 후보지역중 인천신항 배후부지의 입지 경쟁력이 가장 우수한 것을 확인할 수 있었다.

인천신항 배후부지는 정성적인 요인과 정량적인 요인으로 구성된 총 7개의 평가요인 중 정성적인 요인 4개에서 1위로 평가되었고 최종 종합점수 1위로 수도권 콜드체인 클러스터 최종 후보지 중 가장 우수한 것으로 평가되었다. 특히 인천신항 콜드체인 클러스터 후보지는 정성적 요인인 교통연계성(0.309)과 인력수급 용이성(0.289), 클러스터 성장 가능성(0.332), 에너지 경제성(0.335)에서 경쟁력이 높은 것으로 평가됐다. 이같은 결과는 인천신항 배후부지가 항만에 인접해 있으며, 주요 고속도로와 연결됨으로써 교통 여건이 우수한 점, 인천의 송도 국제도시를 배후에 두고 있어 인력 수급이 용이하다는 점, 정부가 콜드체인 클러스터 육성지역으로 선정함으로써 정책적 집행력을 강화할 수 있는 점, 사용 에너지인 LNG냉열이 기존 전기요금과 비교하여 52~68% 가량 절감할 수 있어 에너지 효율이 높아 입주자의 경제적 부담 완화가 가능한 점 등이 핵심적인 우수 요인으로 분석된다. 반면 정량적인 요인인 공시지가, 임대료, 소비자 접근성은 낮은 평가를 받았지만 종합적으로 우수 후보지로 평가되었음을 확인하였다.

본 연구를 통한 실증분석을 통해 다음과 같은 시사점을 도출할 수 있었다.

첫째, 산업집적지로 일컬어지는 산업 클러스터의 경우, 어떤 종류의 클러스터를 막론하고 항만이나 고속도로와의 교통 연계성 또는 교통접근성, 소비자 접근성 등 교통과 관련한 요인이 입지 경쟁력을 좌우한다는 점이다. 클러스터 주변 반경 5~10km 이내에 고속도로 진출입로나 항만이 존재할 경우, 클러스터 성공가능성과 입주 경쟁력은 크게 높아진다는 것을 확인할 수 있었다. 아울러, 최종 소비자를 대상으로 하는 배송거리 및 시간 단축도 클러스터 입지 선정의 중요한 선택요인이다.

둘째, 콜드체인 클러스터 입주사 입장에서 해당 물류창고의 매매보다는 임대를 선호한다는 점이다. 이는 콜드체인 물류를 위한 냉동냉장 설비 구축비용 등 상온 물류창고와 비교해 2배 이상의 많은 투자비가 투입되기 때문이다. 이에 따라 앞으로 구축되는 콜드체인 클러스터는 대기업이나 공공기관을 통한 대규모 클러스터의 개발 후에 중소 중견 물류기업을 대상으로 임대하는 방안이 콜

드체인 클러스터 운영의 성공 요인이 될 수 있을 것이다.

셋째, 콜드체인 클러스터의 경우 물류창고 운영자 입장에서 상품의 분류나 소분 등을 위한 일용직 인력의 확보 가능성에 입지의 선정에 큰 의미를 둔다는 것을 확인할 수 있었다. 상대적으로 지가나 임대료가 낮은 지역이 있음에도 불구하고 대도시를 기반으로 인력 확보가 용이한 인천과 김포지역이 1, 2순위에 선정된 것은 이러한 결과에 기인한다.

마지막으로 냉동냉장 창고 운영의 핵심 비용인 전기요금을 절감할 수 있는 에너지 경제성에 사업자의 관심이 높다는 점이다. 특히 전기료 대비 최대 50% 가까이 저렴한 LNG 냉열을 활용한 콜드체인 물류시설에 관심이 크다는 것도 확인할 수 있었다.

본 연구는 클러스터 콜드체인 입지 선정에 대해 보다 실무적으로 접근했다는 점에 차별성을 가지며, 학술적 시사점으로는 분석을 통하여 여러 요인들의 복잡한 관계로 인해 의견 수집에 어려움이 있었던 점을 해소하고, 계량화된 방법을 통해 전문가들의 의견을 수집하여 분석하였다는 점과, 정성적 요인과 정량적 요인을 함께 고려한 분석을 시행하였다는 점이 있다.

또한, 콜드체인 클러스터에 관한 전문가 의견을 수집하고, 요인의 가중치를 반영하여 대안 후보지를 선택함으로써, 현업에 종사하고 있는 실무자들에게 유용한 지침이 될 수 있으며, 의사결정에 활용될 수 있다는 시사점이 있다. 본 연구는 콜드체인 클러스터 입지선정의 초기연구로서 대기업군, 공공기업군 등으로 설문대상을 확대하거나 구분하여 분석하지 못한 한계가 있으며, 향후 연구에서는 설문대상의 확대를 통한 고객군 별 차이점 분석이 필요하며, 콜드체인 클러스터 성장에 따른 품목별 특징을 반영한 연구를 시행하면 보다 세분화된 적용이 가능할 것으로 보인다.

REFERENCES

- [1] J. Y. Jung (2019). Busan Cold chain industry status and logistics hub planning, *BISTEP*.
- [2] S. U. Lee, H. S. Jang, J. M. Song & H. N. Park (2013). A Study on Measures to Enter the Chinese Cold Chain Market, *KMI*, 1-233.
- [3] S. Y. Choi (2015). Current Status and Challenges of the Korean Cold Chain Industry. *Logistics Newspaper* (www.klnews.co.kr, 2015.7.31.)
- [4] *Markets and Markets(2020). Cold Chain Market Trends*

- Global Forecast to 2023*,
<https://www.marketsandmarkets.com/>
- [5] 360marketupdates(2020). *Global Cold Chain Logistics Market Trend 2020*,
<http://www.360marketupdates.com>
- [6] Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2015). *Overseas construction and fresh food logistics operation status survey and support plan research*, 1-97.
- [7] Korea Agro-Fisheries and Food Distribution Corporation(aT) (2019), *Major Food and Food Industry Statistics in 2019 (Based on 2017, 2018)*
- [8] Korea Logistics News (2015). *Current status and challenges of the domestic cold chain industry*, www.klnews.co.kr
- [9] CBRE(2019). *ASIA PACIFIC Real Estate Market OUTLOOK 2019*, 22-27.
- [10] Ministry of Trade, Industry & Energy (2015). *Free Chain Area Cold Chain Hub Construction and Linkage Research*, 1-113.
- [11] H. S. Kim & S. B Sang (2019). A Study on the Activation Plan of Cold Chain Logistics System in Incheon Port. *Journal of Korea Port Economic Association* 35(3), 19-40.
- [12] Y. S. Chun & J. S. Park (2017). A Study on the Factors for Selecting Location of Global Cold Chain Logistics Hub Using AHP Technique: Focusing on Fresh Food. *Journal of Logistics Society* 27(6), 59-70.
- [13] Y. M. Koo & D. J. Kim (2018). Analysis of Importance for Activation of Fresh Food Transport in Domestic Cold Chain. *Logistics Research* 26(4), 23-38.
- [14] K. S. Ahn, J. G. Oh, T. H. Yang & G. T. Yeo(2019). An analysis of the Factors of Moving in and Activation Strategies for Incheon Cold-Chain Cluster using LNG cold energy, *Journal of Digital Convergence*, 17(2), 101-111.
- [15] S. G. Kang, S. B. Ahn & C. H. Lee (2008). A study on the port cluster selection model in the manufacturing industry. *Journal of Korean Port Economics* 24(4), 237-255.
- [16] G. J. Yun & S. W. Seo (2019). A Study on the Development of a Marine Industrial Cluster in Seosan-Daesan Port, *Korean Institute of Navigation and Port Research*, 35(1), 19-38.
- [17] J. J. K & K. S. Kim (2009). An Analysis on Locational Factors of Urban Industrial Cluster-The Case of Seoul Digital Vally. *Journal of Koera Planning Association*, 44(7), 85-96.
- [18] X.. Zhang, J. S. L. Lam & Ç. Iris (2020). Cold chain shipping mode choice with environmental and financial perspectives. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 87, 102537.
- [19] Zhao, Y., Zhang, X., Xu, X., & Zhang, S. (2020). Research progress of phase change cold storage materials used in cold chain transportation and their different cold storage packaging structures. *Journal of Molecular Liquids*, 114360.
- [20] F. Vivaldi, B. Melai, A. Bonini, N. Poma, P. Salvo, A. Kirchhain & F. Di Francesco (2020). A temperature-sensitive RFID tag for the identification of cold chain failures. *Sensors and Actuators A: Physical*, 313, 112182.
- [21] Falcón, V. C., Porras, Y. V. V., Altamirano, C. M. G., & Kartoglu, U. (2020). A vaccine cold chain temperature monitoring study in the United Mexican States. *Vaccine*, 38(33), 5202-5211.
- [22] G. Liu, J. Hu, Y. Yang, S. Xia & M. K. Lim (2020). Vehicle routing problem in cold Chain logistics: A joint distribution model with carbon trading mechanisms. *Resources, Conservation and Recycling*, 156, 104715.
- [23] J. S. Jeong & M. J. Lee (2015). Strategies for Entry into Emerging Markets of the Korean Automotive Industry. *Korean International Trade Association*, 20(2), 119-153.
- [24] I. G. Hyun & S. J. Park (2011). The Analysis of Chinese Consumer's Automobile Attribute Selection, *Korea Research Academy of Distribution and Management*, 14(4), 187-204.
- [25] M. Sasaki, A. Suzuki & Z. Drezner (1999). On the selection of hub airports for an airline hub-and-spoke system. *Computers & Operations Research*, 26(14), 1411-1422.
- [26] R. Doganis & A. Graham (1987). AIRPORT MANAGEMENT: THE ROLE OF PERFORMANCE INDICATORS. *Polytechnic of Central London, England*, 13(1), pp.243.
- [27] Y. Yoshida & H. Fujimoto (2004). Japanese-airport benchmarking with the DEA and endogenous-weight TFP methods: testing the criticism of overinvestment in Japanese regional airports. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 40(6), 533-546.
- [28] T. H. Oum, C. Yu & X Fu (2003). A comparative analysis of productivity performance of the worlds major airports: summary report of the ATRS global airport benchmarking research report-2002. *Journal of Air Transport Management*, 9(5), 285-297.
- [29] E. Herrera-Viedma, S. Alonso, F. Chiclana & F. Herrera. (2007). A Consensus Model for Group Decision Making With Incomplete Fuzzy Preference Relations. *IEEE transactions on fuzzy systems*, 15(5), 863-877.
- [30] T. C. Wang & Y. L. Lin (2009). Applying the consistent fuzzy preference relations to select merger strategy for commercial banks in new financial environments. *Expert Systems with Applications*, 36(3), 7019-7026.
- [31] Korea International Trade Association, Korea

International Logistics Council (2007). *National Sales Logistics Center Survey Report*, 1-163

- [32] K. W. Choi (2017). A study on the location selection of a domestic cold chain distribution center. *A master's thesis from Korea Maritime University*.
- [33] J. W. Jeon & C. G. Choi (2019). Analysis of the rent-determining factors of distribution centers: focusing on the metropolitan area. *Real estate research 29(2)*, 27-38.



학박사)

- 2008년 9월 ~ 현재 : 인천대학교 교수
- 관심분야 : 해운물류, 항만물류, System Dynamics, Fuzzy methodology
- E-Mail : ktyeo@incheon.ac.kr

안 길 섭 (Kil-Seob Ahn)

[장학원]



- 1993년 2월 : 동국대학교 경영학과(경영학사)
- 2007년 2월 : 고려대학교 언론대학원(언론학석사)
- 2018년 2월 ~ 현재 : 인천대학교 동북아물류대학원 박사과정
- 관심분야 : 신선물류, 전자상거래, 콜드

체인 물류

- E-Mail : seobi@icpa.or.kr

박 성 훈 (Sung-Hoon Park)

[장학원]



- 2016년 2월 : 강릉원주대학교 국제통상학과(국제통상학사)
- 2019년 2월 : 인천대학교 동북아물류대학원 물류경영학과 졸업(물류학 석사)
- 2019년 3월 ~ 현재 : 인천대학교 동북아물류대학원 박사과정

- 관심분야 : 신선물류, 전자상거래, IPA

- E-Mail : psh427@inu.ac.kr

이 해 찬 (Hae-Chan Lee)

[학생회원]



- 2019년 2월 : 강릉원주대학교 국제통상학과(국제통상학사)
- 2019년 2월 ~ 현재 : 인천대학교 동북아물류대학원 석사과정
- 관심분야 : 해운물류, 항만물류, CFPR methodology
- E-Mail : Leehaechan94@naver.com

여 기 태 (Gi-Tae Yeo)

[장학원]

- 2007년 2월 : University of Plymouth (경영학 석사, 경영