

한국 항공산업 네트워크의 공간적 특성

허선영^{1*}, 황나운²

¹경상국립대학교 스마트공동체사업단, ²한국은행 경남본부

Spatial Characteristics of the Korean Aerospace Industry Network

Sun-Young Heo^{1*}, Na-Yun Hwang²

¹Smart Community Division of Gyeongsang National University

²Regional Economic Research Team of Gyeongnam Branch

요약 본 연구는 한국의 미래항공산업 발전을 위한 전략 방향을 제시하기 위해 도시 및 지역 차원에서 공간적 특성을 파악하고자 항공산업 관련 기업 간 연계 정도를 다층적으로 실증분석하였다. 분석은 한국기업데이터(KoDATA)를 기반으로 622개 기업데이터를 추출하여 R과 GIS 분석기법을 활용하여 구조적, 기업적, 지역적 측면에서 분석하였다. 거시적 수준에서 어떤 형태와 특성을 가진 네트워크를 형성하는지에 대해 구조적 측면에서 분석한 결과 중앙집중형 형태이면서 분절된 형태의 네트워크로 나타났다. 네트워크 내 기업은 신뢰성을 기반으로 서로 결집되어 있는 구조임을 확인하였다. 기업적 측면에서는 3개의 대규모 기업의 중심성이 압도적으로 높은 것으로 나타났다. 지역적 측면에서는 경상남도 내부에서 조밀한 네트워크가 형성되어있으며, 수도권과의 기업 네트워크가 강하게 형성되어있는 것을 확인하였다. 이러한 분석결과는 지역의 주력산업 발전의 주체이며, 중요한 역할을 담당하는 지역 내 기업이 어떠한 관계를 형성하고, 공간적 네트워크 연계망을 구축하고 있는지에 대해 중점을 둔 정책 마련 필요성을 강조한다. 연구결과는 한국의 항공산업 발전을 위해 어느 지역과 연계를 강화해야 할지, 어느 지역의 어떤 기업을 중심으로 항공산업 관련 정책을 수립하면 효과가 더욱 극대화될지 파악할 수 있을 것이다.

Abstract This study empirically analyzed the business-to-business(B2B) connections in the aerospace industry in Korea by using a multi-layered approach to determine their spatial characteristics at the pan-regional level with the aim of providing a strategic direction for the future development of Korea's aerospace industry. For the analysis, data on 622 companies were extracted based on Korea Company Data(KoDATA) and analyzed from structural, corporate, and regional aspects using R and GIS analysis techniques. A macroscopic structural analysis of network patterns and characteristics revealed centralized and segmented networks, with the companies being interconnected in a trust-based structure of solidarity and collaboration. A remarkable centrality around an Aerospace Big Three(three major aerospace companies) was apparent from the corporate perspective. From the spatial perspective, a densely-knit network was found in Gyeongnam province, with high connectivity to the Metropolitan Area generated through strong B2B networking. These analysis results highlight the need to prepare policies that focus on leveraging the relationships between local companies, which play pivotal roles in a given region as its main industry actors, and their spatial network connectivity. The study results can be used for finding strategically important regions for strengthening network connectivity for developing Korea's aerospace industry and companies in certain regions around which aerospace industry-related policies can be established in order to maximize the desired outcomes.

Keywords : Aerospace Industry, Spatial Information, Network Analysis, Spatial Analysis, Regional Strategic Industry

이 논문은 한국은행 재정지원을 받아 작성된 것입니다. 또한 2023년도 교육부의 지원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학 협력 기반 지역혁신 사업의 결과입니다(2021RIS-003).

*Corresponding Author : Sun-Young Heo(Gyeongsang National Univ.)

email: husy6019@naver.com

Received January 2, 2024

Revised February 5, 2024

Accepted February 6, 2024

Published February 29, 2024

1. 서론

한국의 항공산업은 한국형발사체 누리호 발사성공, 국산 초음속 전투기 KF-21 보라매 2호기 첫 시험 비행성공 등으로 인해 국가 미래 주력 신성장동력 산업으로 탄력받고 있다. 2020년 세계 항공산업 규모는 약 4,687억 달러 수준으로 2019년 대비 약 36% 급감하였으나, 2030년경 약 9,462억달러로 성장이 전망되고 있다. 한국에서는 경상남도가 고부가가치 미래 산업으로 항공산업 고도화를 진행하고 있다. 한국판 NASA인 우주항공청 사천시 설립이 확정된 경상남도는 미래 항공우주산업을 선도하기 위해 2023년 600억원 규모의 미래항공교통(AAM) 생태계 조성 사업 및 항공우주부품 NC공정 최적화 시스템 구축과 전문인력 양성 신규산업을 추진할 예정이다. 그리고 항공 ICT 클러스터와 항공 MRO 산업단지 조성 등 항공핵심 기술, 부품산업을 집중 육성 중에 있으며 2023년 항공 국가산단 조성, 항공 MRO 일반산업단지 I~III 단계 조성 등이 마무리되면 국제허브화로 나아갈 초석이 마련될 것으로 예상된다. 하지만 장기화되고 있는 코로나19 팬데믹, 지역불균형, 지역소멸, 지역주력산업 위기 등으로 인해 지역의 경제는 여러 방면에서 위기 상황에 직면해 있다. 국책연구원인 한국개발연구원(KDI)이 2023년도 한국 경제 성장 전망치를 종전 2.3%에서 1.8%로 낮췄고, 저성장 쇼크에 빠질 것이라 전망이 확산되고 있다. 특히, 코로나19로 인해 가장 타격을 많이 받은 항공산업은 위기와 회복을 반복하는 민감한 상태이며, 항공산업이 주력산업인 경상남도는 한국항공제조 기업의 70%가량이 위치한 항공산업 집적지로 항공업계 어려움이 가중되고 있다. 이에 정부가 항공제조업을 기간산업안정기금 지원 대상 및 특별고용지원업종으로 지정하는 등 긴급 지원정책을 추진하고, 경상남도가 도내 항공산업 위기극복을 위해 첨단항공산업을 비롯해 항공 MRO, 우주산업 기반마련에 역량을 집중해 위기 돌파를 위한 정책 및 사업을 추진 중에 있다. 그러나 코로나19로 인한 항공관련 기업 변화에 맞춰 정책 지원 방향 재설정이 필요한 시점이지만 현재까지 면밀한 조사가 이루어지지 못한 상황에서 추진 중에 있다.

현재 항공산업 기능은 전국에 흩어져 있을 뿐만 아니라 클러스터 조성을 위한 체계적인 집적화 기반 조성은 부족한 것이 현실이다. 한국의 잠재적 시장규모는 세계 상위권 수준인 반면, 항공제조산업의 성장 지연, 민항기 개발 경험 부족, 연관 인프라 부족 등의 문제가 제기되고 있다. 그동안의 항공산업 발전계획 등은 기술향상에 초

점이 맞춰져 있어, 지역 거점으로 성장하기 위한 공간적 차원의 인프라 연구는 부족한 편이다.

한국 항공산업 발전을 위한 미래전략 방향과 방안을 제시하는 연구는 다수 존재하나, 통계자료를 활용한 정성적 논거 제시에서 그치는 수준이고, 데이터 활용면에서 다양성이 부족하여 실용연구는 전무한 실정이다. 데이터의 경우 대부분 시도, 시군구 등의 행정구역을 기반으로 한 표본 조사통계로, 조사 주기가 길고 정기성이 담보되지 않은 경우도 많아 정책 현장에 시의성 있게 대응하는 데 한계가 있다. 그리고 지역경제 위기극복을 위한 정책적 인식이 증대되고 있음에도 불구하고, 지역경제와 관련된 지표와 관련 데이터는 시도, 시군구 등의 행정구역을 뛰어넘지 못하고 있는 실정이다[1]. 정부에서도 항공산업에 대한 정교한 분석을 기반으로 항공산업의 재건 및 활성화를 위한 정책을 개발할 필요가 있다고 하였다[2,3].

불안정한 미래에 대한 다양한 대응방안이 마련되어야 할 필요가 있으며, 우주항공청 설립과 같은 산업환경 변화를 위해서는 반드시 혁신 유발을 통한 산업의 활력 제고가 필수적인 상황이다. 이는 산업혁신방안이 필요함을 의미하며, 기업의 집적화를 넘어 주요 기업 간의 연계 강화에 초점을 둘 필요가 있다. 기업 간의 연계와 함께 핵심 인프라 조성을 위해서는 공간적이고 물리적인 클러스터 형성이 중요함에 따라 공간적 네트워크 체계 구축이 반드시 필요하다. 이를 위해서 다양한 관점에서 세밀한 분석이 이루어져야 하며, 실제 항공산업 생태계를 진단하여 현재 상황을 체계적으로 이해하고, 이를 기반으로 방향을 설정해야 할 것이다.

상기의 맥락에서 본 연구는 항공산업을 주력산업으로 하는 한국의 경상남도를 기준으로 기업의 거래 관계 데이터를 공간정보로 변환된 기업분포를 포함한 지역적 측면에서 기업이 집적화가 높은 경상남도를 중심으로 경상남도 내부 네트워크는 조밀하게 잘 형성되어있는지, 외부적으로는 어느 지역과 네트워크를 형성하고 있는지, 어느 지역의 기업이 중심이 되어 항공산업을 이끌고 있는지에 대한 실태를 파악하고자 한다. 그동안의 연구들이 수행한 비 공간적 차원의 기업 간 네트워크 분석에 더불어 공간에 초점을 두고 공간적 네트워크 분석을 하고자 하는 차별성을 가진다.

2. 선행연구 검토

특정산업분야의 생태계 파악을 위한 네트워크 분석 연

구는 분석자료 활용에 따라 한국은행에서 제공하는 산업연관표를 활용하여 분석한 연구와 한국기업데이터를 포함한 데이터 관련 기업, 단체 등에서 제공하는 기업 간 거래 내역을 활용한 연구로 구분된다. 산업연관표를 활용한 연구는 전체 산업 간 연계구조에서 구조적 위치를 확인할 수 있지만 산업 내에서의 기업 간 구조를 파악하기 어렵다[4]. 이러한 측면에서 기업 간 거래 내역을 활용하여 네트워크 분석을 실시한 연구를 중심으로 검토하여 연구방법의 기본틀을 설정하고자 한다.

[5]는 조선업체 생산네트워크에 참여한 중소기업에 대상으로 네트워크 연결중심성, 근접중심성, 매개중심성, 효율적 규모를 통해 구조적 특성을 파악하였다. 협력구조 파악을 통해 소규모 네트워크이지만 중추조직 및 중재자 조직이 존재하고 있음을 규명하였다. [6]은 지역전략산업 정책이 지역혁신체제 구축에 기여하고 있는지를 파악하기 위해 충청권 지역전략산업인 IT산업의 네트워크 구조를 분석하였다. 분석지표는 집중도, 연결중앙성, 사이중앙성, 지니계수 등을 활용하였으며, 일부 지역에서 네트워크 집중도가 심하게 나타나는 현상과 소수기관이 허브기능을 수행하고 있는 점 등의 문제점을 도출하였다. [7]은 충청북도 300대 기업 판매 관계를 중심으로 실질적인 네트워크 관계 특성을 파악하였다. 분석은 노드 수, 링크 수, 밀도, 평균 연결, 평균 거리, 직경을 활용한 구조적 측면과 연결중심성, 사이중심성을 활용한 지위적 측면으로 구분하여 분석하였다. 그 결과 기업과 기업 간의 직접적인 관계형성과 다수의 브로커 역할을 하는 기업을 통해 네트워크가 이루어지고 있는 것을 확인하였다. [8]은 자동차산업에서의 기업군 간, 기업 상호간 거래관계의 특징, 기업군 내 세부집단들의 특징 및 위상을 분석하여 자동차산업 네트워크 분석을 통해 클러스터를 발견하고, 자동차산업 생태계의 특징을 파악하였다. [9]는 전라남도 조선해양플랜트산업 제조업체의 네트워크 구조 실태를 파악하였으며, 지표는 밀도, 평균 연결, 평균 거리 등을 활용하여 구조를 추정하고, 네트워크 구조에서 위치와 역할을 진단하기 위해 연결정도중심성, 매개중심성, 위세중심성을 활용하였다. 그 결과 대기업이 입지해 있는 영남권의 거리가 집중되어 있는 실태를 파악하였고, 대기업과의 하청관계로 이루어진 구매 및 판매 네트워크가 주를 이루고 있는 것을 확인하였다. [10]은 자동차산업의 지역별 산업생태계의 기업네트워크를 분석하고, 지역 산업생태계의 20여년 동안의 동태적 변화 과정에서 나타나는 특성을 파악하고자 하였다. 네트워크의 기본속성으로 노드 및 링크 수, 평균연결정도,

밀도, 모듈성을 활용하였으며, 동남권과 수도권의 네트워크가 축소되고 있고, 충청권과 강원권은 네트워크가 성장하는 것으로 분석되었다. 그리고 주요 기업 소멸로 부정적 영향을 받았지만 허브기능을 하는 기업에 의해 네트워크 구조가 유지되고 있음을 확인하였다. [4]는 광주광역시 지역의 에너지산업 생태계가 형성되어있는 구조를 기업, 지역 및 산업의 관점으로 구분하여 분석하였다. 기업관점에서는 관련 기업의 유치와 연계전략 필요성, 지역관점에서는 기업 판로개척, 산업관점에서는 공생을 통한 연계전략을 제안하였다. 특히, 다양한 산업과 거래 네트워크가 형성되고 있는 것을 실증적으로 규명하였다.

최근에는 기업 거래정보 데이터를 활용하여 네트워크 분석을 공간에 초점을 두고 네트워크 구조형성 요인 파악, 결정요인 도출 등의 연구도 시도되고 있다[11]. 국외에서는 기업 네트워크 정보를 기반으로 도시공간 차원에서 공간적 특성을 반영한 네트워크 분석을 시도하였다 [11,13].

선행연구 검토를 통해 산업분야에서 기업 거래정보 데이터를 활용하여 네트워크 분석하는 연구는 지속적으로 각광 받고 있으며, 분석지표로는 네트워크 밀도, 상호연결비용, 노드 간 평균 거리 지표 등을 활용하고, 노드 중요도를 나타내는 연결, 매개, 근접, 위세중심성 등을 활용하여 분석하고 있다.

활용된 기업 간 거래정보 데이터는 지역 산업정책 측면에서 전통적 통계자료에 비해 적시성이 높은 편으로 실용적인 국토정책 추진에 필요한 세부적인 정보를 제공하는데 활용가치가 있음을 확인할 수 있다. 또한, 실제 기업은 공간적 입지, 상호 간 거리 등 도시공간 상 분포도 중요하지만 공간적 개념에 중점을 두고 분석한 연구 사례는 드문 것으로 나타났다.

이에 본 연구에서는 기존연구와 같은 맥락에서 분석하되 네트워크를 기업 간 분석에 더불어 공간적 특성을 파악하기 위한 지역 간 분석도 시행하고자 한다. 공간적 특성을 파악하기 위한 공간적 범위설정은 최근의 정책환경을 반영하고자 한다. 현재 한국의 공간 전략은 국내의 환경변화, 정부별 정책 기조, 시대적 요구 등에 따라 상이하게 추진되어 왔으나 균형발전을 위한 전략 중 지역주도의 초광역협력 정책을 추진 중에 있다. 특히, 부산·울산·경남을 비롯하여 대구·경북, 광주·전남, 대전·세종·충남·충북 등은 지방자치단체가 자발적으로 초광역권 관련 계획을 수립하고, 특별지방자치단체 설립 및 행정통합까지도 논의하고 있는 상황이다. 따라서 공간범위를 시도별 분석에 더하여 광역경제권 단위로 통합하여 네트워크

분석을 해 보는 것도 의미가 있을 것이라고 판단되어 공간적 범위를 설정한 차별성을 가진다.

3. 연구방법

분석에 활용된 데이터는 본 연구진이 확보가능한 한국 기업데이터(KoDATA) 2021년 기업DB를 기반으로 경상남도 제조업 위주의 32,900개를 대상으로 진행하였으며, 이 중 항공산업에 해당하는 기업을 표준산업분류코드에 따라 기계장비 조립용 플라스틱제품 제조업(C22240), 설치용 금속탱크 및 저장용기 제조업(C25122), 항공기, 우주선 및 보조장치 제조업(C31310), 항공기용 엔진 제조업(C31322) 기업을 추출하였다.

기업 간 거래 데이터는 기업이라는 노드(Nodes)와 기업 간 거래라는 링크(Links)로 이루어지며, 기업 간 거래 자체만으로 공간데이터로 볼 수 없지만 기업의 본사, 사업장 등의 주소정보를 활용하여 공간데이터로 변환할 수 있다. 이에 기업의 지리적, 공간적 특성을 분석하기 위해 데이터 구축 후, 기업의 주소지를 지오코딩하여 QGIS를 활용하여 항공산업의 지리적 분포를 확인하고, 통계 프로그램 R을 이용하여 네트워크를 구축하였다. 기업 속성 정보는 기업명, 주소지, 산업코드, 종사자 수, 매출액을 활용하였으며, 기업 속성 누락 및 중복되는 기업 등을 제외하여 기준 기업, 구매처, 판매처 총 622개 기업을 구축하였다. 기업은 본사가 입지한 주소를 기준으로 분류하였기에 실제 생산되는 사업장의 위치를 정확하게 나타내지 못하는 한계가 있을 수 있다.

네트워크 구조 추정을 위한 지표로는 네트워크 밀도(Density), 상호연결비율(Reciprocity), 노드 간 평균 거리(Distance)를 활용하고, 노드 중요도는 연결중심성(Degree centrality), 매개중심성(Betweenness centrality), 근접중심성(Closeness centrality), 위세중심성(Eigenvector centrality)을 활용하여 측정하였다. 네트워크 밀도는 네트워크에서 노드 간 연결 정도를 나타내는 지표에 해당되며 총 링크 수를 네트워크 내에서 가능한 모든 링크 수로 나누어 산출한다. 상호연결비율은 네트워크 내 노드 간 상호 연결된 비율을 의미하며, 평균 거리의 경우 모든 노드의 평균 최단 거리로 네트워크의 크기를 파악할 수 있는 지표이다. 연결중심성은 해당 노드가 네트워크 내에서 다른 노드들과 연결되어 있는 링크의 합으로 산출되고[14], 연결중심성은 많은 노드와 연계된 노드가 네트워크 내에서 핵심적인 역할을 할 수 있어 상대적으로 높

은 영향력을 가지고 있으며[15], 일반적으로 연결중심성이 높은 노드를 중심기업이라고 볼 수 있다. 근접중심성은 한 노드가 네트워크의 다른 모든 노드들과 근접하는 정도를 의미하며[16], 특정한 노드가 다른 노드들과 얼마나 가까운 관계를 맺고 있는지를 나타내고, 다른 노드들과의 거리가 가까운 노드일수록 높게 나타난다. 근접중심성이 높은 기업은 정보를 빠르게 전달 할 수 있는 위치에 있는 것으로 해석된다. 매개중심성은 한 노드가 다른 노드들 사이에 위치하는 정도를 의미한다[16]. 매개중심성은 하나의 노드가 다른 노드에 파급력을 가진 중심 매개체(bridge)를 파악할 수 있다. 특정기업이 매개중심성이 크다는 의미는 거래가 집중되어 있는 중심에 위치하여 거래 브로커 역할이 가능함을 의미한다. 위세중심성은 연결 개수뿐 아니라 연결된 노드가 얼마나 중요한지 함께 고려함으로써 연결중심성 개념을 확장한 지표이다[17]. 위세중심성은 개별 노드의 중심성과 연결된 이웃 노드들의 중심성 지표를 고려하여 영향력 또는 중요도를 측정하고 평가한다. 네트워크 내에서 영향력이 있는 기업과 관계성이 높은 것으로 해석된다.

4. 실증분석

4.1 네트워크 구조 분석

한국 항공산업 기업분포를 통해 입지특성을 권역별로 살펴보면 Table 1과 같이 동남권에 위치한 기업이 438개(70.4%)로 가장 많으며, 수도권 82개(13.2%), 충청권 41개(6.6%), 호남권 33개(5.3%), 대경권 26개(4.2%) 순으로 입지해 있는 것으로 나타났다.

전국의 70.4% 기업이 입지해 있는 동남권의 경우 사천시, 함안군, 창원시, 김해시 등 경상남도 동부에 집중 분포하고 있다. 항공산업 거래 기업의 분포는 전반적으로 동남권과 수도권에 기업이 집중되어 형성되어 있는 것을 확인하였다. 경상남도 항공산업 네트워크의 구조를 추정하기 위해 네트워크 통계량을 산출한 결과 Table 2와 같이 전체 네트워크의 밀도는 0.001278925이며, 기업 간 가능한 모든 연결을 고려할 때 약 0.13%의 연결이 존재함을 의미한다. 상호연결비율은 두 주체가 일방적인 관계가 아닌 상호적인 관계를 맺는 경향을 의미하는데, 해당 네트워크의 상호연결비율은 0.06072874로 도출되었다. 노드 간 평균 거리는 방향성을 고려하지 않았을 경우는 5.22856, 방향성을 고려하였을 경우는 2.502069로, 각각의 경우에 기업 간 평균적으로 5.2단

Table 1. Company distribution status

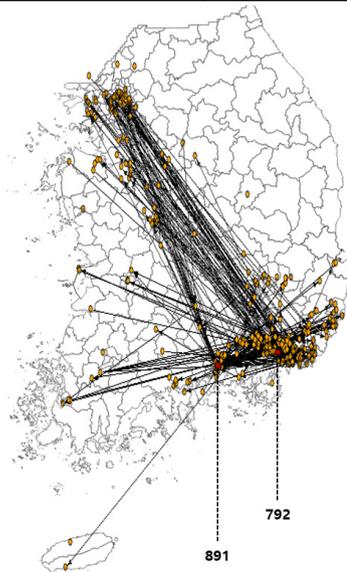
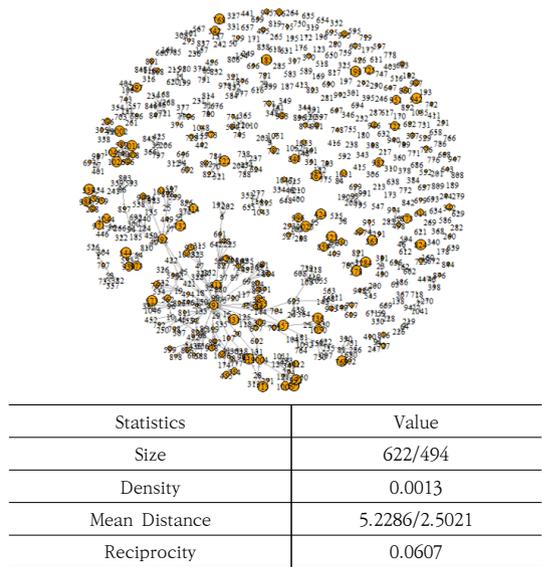
Unit : Case, %		
Range	Cities and Provinces	Company (rate)
Metropolitan Area	Seoul	57
	Gyeonggi	14
	Incheon	11
	Total	82(13.2%)
Chungcheong Region	Daejeon	11
	Sejong	2
	Chungnam	18
	Chungbuk	10
Total	41(6.6%)	
Daegyeong Region	Daegu	12
	Gyeongbuk	14
	Total	26(4.2%)
Honam Region	Gwangju	1
	Jeonnam	17
	Jeonbuk	15
	Total	33(5.3%)
Dongnam Region	Busan	96
	Ulsan	23
	Gyeongnam	319
	Total	438(70.4%)
Jeju Region	Jeju	2(0.3%)
Total	622(100%)	

계, 2.5단계의 링크를 거쳐 연결되는 것을 의미한다. 노드 간 최대거리는 11로, 891기업을 중심으로 11개의 거래기업이 연결된 경우인 것으로 확인되었다(본 연구에서는 기업정보문제로 인해 기업명을 숫자로 표기함).

네트워크 구조를 시각화하여 네트워크 형태를 살펴보면 네트워크 설계자인 [18]의 중앙집중형, 분산집중형, 분산형으로 구분된 형태 가운데 중앙집중형에 가깝다고 할 수 있다(Table 2 참조).

구체적으로 살펴보면 891 기업 중심으로 큰 규모의 그룹이 형성되고, 792기업 중심의 소규모 그룹으로 형성되어 있음을 확인할 수 있다. 891 기업은 사천시에 위치해 있으며, 고정익, 회전익, 무인기, 인공위성, 발사체 등 항공우주 전 분야에 대한 세계적 수준의 개발능력을 보유하고 있는 기업이다. 792 기업은 창원시에 위치한 기업으로 삼성항공이 항공기 엔진 특수공정 전문업체인 미국 서머텍사와 합작하여 설립한 기업으로 이전까지 해외에서 외주로 처리해온 항공기 엔진의 특수공정을 자체 처리할 수 있는 기술을 보유한 기업이다. 경상남도는 주요기업이 입지하고 있어 항공산업의 전후방 단계에 걸쳐 지리적 이점이 강한 지역으로 해석된다. 또한 중심기업

Table 2. Network statistics and structure



의 특성은 업력이 오래되고 규모가 크며 산업단지에 입지해 있는 특성을 가지고 있으며, 기업운영에 유리한 여건을 가진 기업이 네트워크 구조에 있어 중심적 위치를 차지하고 있는 것으로 판단된다. 이와 더불어 경상남도는 국내 항공우주산업의 생산액, 사업체 및 종사자 수 등에서 약 70% 비중을 차지하며, 명실상부한 항공우주산업 거점지역으로 손꼽히고 있다. 경상남도 지역산업 성장을 위해 항공우주산업, 조선산업, 기계산업 등 전통 제조업을 기반으로 인공지능, ICT 등의 미래 핵심기술과의 융복합을 적극 도모하고 있는 지역이기 때문일 것이다.

네트워크 구조를 종합적으로 분석하면 보면 [19,20] 등의 선행연구를 기반으로 분석결과를 평가한 결과 밀도는 낮은 편이며, 평균 연결거리는 짧은 것으로 나타났다. 분절된 형태의 네트워크임을 알 수 있으며, 상호호혜성이 비교적 낮게 나타나 연결관계가 일방적인 공급처 또는 납품처 한 가지 역할만 수행하는 노드가 많은 네트워크로 추정된다.

4.2 기업 간 네트워크 분석

지역산업의 가치사슬 구조에 따른 기업 간의 연결을 통해 기술과 지식은 전이되고 확산되므로 기업 간의 네트워크는 지역 산업생태계 전체 시스템을 움직이는 요인이라 할 수 있다[10]. 경남 항공산업 네트워크상 주요 기업을 파악하기 위해 노드중심성 상위 10개 기업을 추출하였다. 그 결과 연결중심성, 근접중심성, 매개중심성, 위세중심성 모두에서 상위 10위에 포함된 기업은 891, 792, 119 등의 기업이다. 특히 891은 세 가지 기준 모두에서 1위로 나타나, 경남 항공산업 네트워크에서 노드중심성이 가장 강한 기업으로 나타났다.

노드중심성 기준으로 살펴보면 Table 3과 같이 첫째, 연결중심성은 891기업이 36으로 압도적으로 높으며, 다음으로 792 기업이 11로 높았다. 이들 기업은 대부분 사천시, 창원시에 위치하고 있으며, 산업코드면에서는 C25122(금속탱크 및 저장용기 제조업), C31322(항공기용 부품 제조업)가 주를 이루고 있다. 둘째, 근접중심성의 경우 수치상 큰 차이가 없으나, 상위 10위 기업은 모두 891 기업과 직접적인 거래관계를 형성하고 있다. 기업의 절반 이상이 사천시에 입지하고 있으며, 산업코드면에서는 대부분이 C31322(항공기용 부품 제조업)이었다. 셋

째, 매개중심성의 경우는 기업의 위치와 산업코드가 다양하게 나타났다. 상위 10위 기업 중 절반가량은 사천시에 입지하고 있으나, 창원, 세종, 대전, 서울, 부산, 인천, 김해 등에 분산입지 하고 있음이 확인되었다. 매개중심성이 높을수록 지역적인 중심성이 강하다고 할 수 있다.

연결중심성을 제외한 근접중심성, 매개중심성, 위세중심성에서 강한 기업은 92, 20 기업이고, 매개중심성과 위세중심성이 강한 기업은 133, 150, 98, 75, 56 기업으로 나타났다. 그리고 연결중심성이 강하면 매개중심성도 강한 현상이 나타나는데 항공산업의 경우 891, 119 기업을 제외하면 연결중심성만 강한 것으로 나타났다. 모든 중심성에서 강한 2개의 기업은 사천시에 위치한 기업으로, 891 기업은 종사자 수 5,045명, 매출액 2조 8천억원 이상의 중견기업이며, 119기업은 종사자 수 194명, 170억원 이상인 891번 기업의 자회사인 것으로 확인되었다.

891과 792 기업은 매개 기업을 통해 연결되어 있는데, 거래관계를 추적한 결과 45, 52 기업이 두 기업을 매개하고 있는 것으로 나타났다. 이와함께 근접중심성이 높으며, 직·간접적으로 연결된 기업이 많은 편이다. 근접중심성이 높은 노드들의 경우 네트워크 전체로의 확산을 가속화 시킨다. 45 기업은 사천시에 위치한 기업으로 한국군이 운용중인 주요 항공무기체계인 T-50 고등훈련기와 수리온, 소형무장헬기 등의 항공기용 엔진은 물론 위성에 탑재되는 정밀 기계가공 부품 등을 생산 및 납품하고 있다. 또한 항공분야 해외 주요 업체인 보잉과 에어버스 등에 항공기 동체 부품류를 공급하는 등 해외 방산시장 진출을 활발히 추진하고 있는 중견기업이다(경남일보, 2019). 52 기업은 창원시에 위치한 기업으로 방위사업청

Table 3. Centrality analysis results

Rank	Degree centrality			Closeness centrality			Betweenness centrality			Eigenvector centrality		
	Company	Industry code	Value	Company	Industry code	Value	Company	Industry code	Value	Company	Industry code	Value
1	891	C31311	36	891	C31311	0.002459	891	C31311	1252.4	891	C31311	1.00E+00
2	792	C31321	11	52	C31322	0.002458	119	C31322	226	119	C31322	7.50E-01
3	119	C31322	6	45	C31322	0.002458	92	C31322	160.6667	133	C31322	5.00E-01
4	619	H51100	6	144	C31322	0.002458	133	C31322	90	150	C31322	5.00E-01
5	120	C25122	4	125	C31322	0.002457	150	C31322	90	98	C31322	5.00E-01
6	127	C31322	4	119	C31322	0.002457	98	C31322	83	75	C31322	2.50E-01
7	81	C25122	4	107	C31322	0.002457	75	C31322	78	56	C31322	2.50E-01
8	143	C31322	4	118	C31322	0.002457	20	C31322	74	92	C31322	2.50E-01
9	48	C25122	4	92	C31322	0.002457	56	C31322	73	20	C31322	2.50E-01
10	102	C25122	4	20	C31322	0.002457	69	C31322	60	882	M72129	1.88E-01

등 국가 중앙행정기관과 현대 위아, 두원 등 국내 대기업 및 중견기업, 한화에어로스페이스 등 국내 항공산업 주요 기업과 거래를 활발히 하고 있는 특징을 가지고 있다.

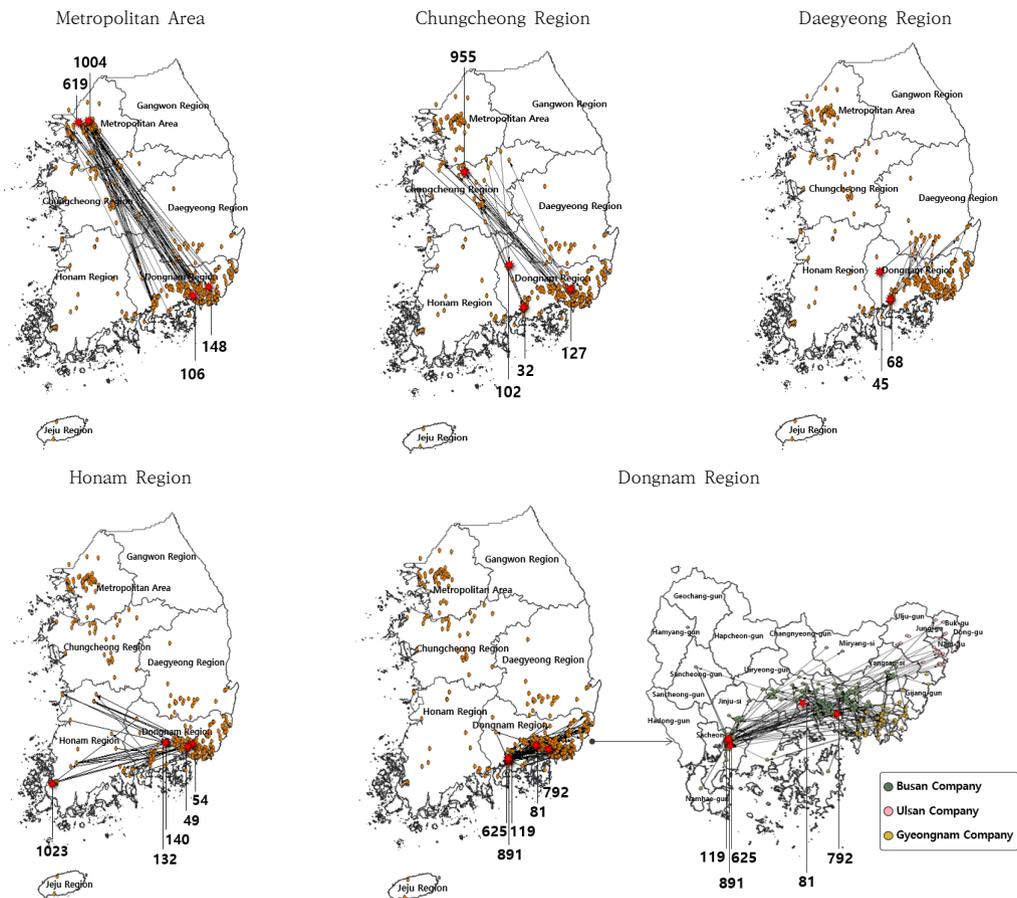
4.3 지역 간 네트워크 분석

지역 간 네트워크 분석을 실시한 결과 경상남도를 중심으로 동남권 내부에서의 네트워크 발달이 집중적으로 형성되어 있으며, 다음으로 수도권과의 기업 네트워크가 발달되어 있는 것을 확인 할 수 있다.

수도권에 입지한 기업의 경우 경상남도의 기업들과 68개의 연결관계를 가지고 있으며, 중심 노드는 서울시의 619, 1004 기업으로 나타났다. 충청권은 경상남도의 기업들과 28개의 연결관계를 가지고 있으며, 충청권 기업과 경남 기업 간의 네트워크에서 기업 간의 연결은 분

산되어 있다. 천안시의 955 기업이 충청권 노드 중 비교적 연결이 많은 편으로 나타났다. 대경권은 경남의 기업들과 20개 연결관계, 호남권은 30개의 연결관계를 가지고 있지만 경남 기업 간의 네트워크에서 노드 간의 연결은 전반적으로 분산되어 있고, 전남의 1023 기업이 호남권 노드 중 비교적 연결이 많은 편으로 나타났다.

동남권 지역에서, 792 기업은 국지적 중심성과 광역적 중심성이 높은 것으로 나타났다. 한국 891기업은 한국에서 완제품 항공기를 제작하는 유일한 항공 방위산업체(항공기 종합 개발 회사, 국가 방위산업체)이고, 792기업은 특수공정 전문기업이다. 2개의 기업은 업력이 오래되고 규모가 크며 산업단지에 입지해 있는 특성을 가지고 있다. 이러한 기업은 운영에 유리한 여건을 가진 기업으로 구조적으로 중심적 위치를 차지하고 있는 것으로 판단된다.



※ Displays the top 1-2 companies in connection centrality in each region's network

Fig. 1. Spatial distribution of corporate communities across regions

5. 결론

한국은 지역 위기 상황 속에서 산업생태계의 전반적인 변화 요구와 함께 산업전환의 시기를 맞이하고 있으며, 새로운 국가 상위 계획과 변화된 시장 환경을 반영한 경쟁력 강화 필요성이 제기되고 있다. 이에 지역 산업의 위기극복을 위한 정책 방향을 설정하기 위해 한국 항공산업 관련 기업을 대상으로 공간에 초점을 두고 공간적 네트워크를 분석함에 있어 구조적, 기업적, 지역적 측면으로 구분하여 데이터 기반의 실증 연구를 수행하였다.

분석결과 요약 및 정책적 함의를 제시하면 다음과 같다. 첫째, 항공산업 관련 기업의 네트워크 구조 특성을 분석한 결과 경상남도 소재의 2개 기업을 중심으로 두 그룹으로 형성된 중앙집중형 형태이면서 분절된 형태의 네트워크로 나타났다. 각각의 분절된 네트워크 내 기업들은 높은 신뢰성을 기반으로 서로 결집되어 있는 구조임을 확인하였다. 또한 항공산업의 경우에는 한국표준산업분류코드가 같은 경우 거래관계가 형성될 가능성이 높음을 확인하였다. 한국은 항공산업을 첨단항공우주 신산업기반으로 구조 전환을 목표로 하고 있기에 이를 위해서는 융합형 네트워크 형성을 강화해야 할 필요가 있다.

둘째, 기업적 측면에서 기업 간의 네트워크 분석결과를 노드중심성 기준으로 종합적으로 검토해보면 그동안의 항공산업은 중심기업 중심으로 정책지원이 이루어져 891, 792, 119 같은 대기업이 압도적으로 높은 것으로 나타났다.

항공산업은 그 특성상 선도기업 중심으로 산업발전 전략이 불가피한 측면이 있으나, 선도기업의 성장은 연관된 중소기업의 동반성장 없이는 불가능할 것이다. 그러나 현 정부정책은 항공산업을 구성하는 대다수 중소기업에 대한 맞춤형 전략이 부족한 편이다. 경남지역 항공산업은 대기업-중소·중견기업 간 수직적 거래 네트워크가 강하여 성장에 한계가 있으므로, 수평적 산업생태계 구축을 위한 방안 마련이 필요하다. 또한 항공산업 거래 네트워크 분석 결과 도출된 고부가가치 기업군에 대한 지원도 강화되어야 할 것이다.

이와 더불어 신산업 육성 및 산업전환 기반을 마련하기 위해서는 지역의 항공산업 네트워크를 활용하여 개별 기업이 아닌 기업군으로서 경쟁력을 향상시킬 수 있도록 지원해야 될 것이다. 다양한 기업 간 상호협력 네트워크를 형성하고 있어야 각 기업의 역량도 최대한으로 발휘될 수 있을 것이다. 또한 새로운 기술수요에 대응하기 위

해서는 네트워크를 통한 시너지효과도 기대해 볼 수 있다. 이러한 과정을 통해 해당 산업에 대해 기업이 주도성을 확립하고 있어야 타 지역과 광역적 산업 네트워크를 형성할 때에도 긍정적인 영향을 발휘할 것이다.

셋째, 공간적 측면에서 지역 간의 네트워크를 분석한 결과 경상남도 내부에서 조밀한 네트워크가 형성되어 있으며, 수도권과의 기업 네트워크가 강하게 발달되어 있는 것을 확인하였다. 기업 간의 경쟁이 치열해지고 있으며, 이러한 경쟁체제는 기업에만 국한된 것은 아니라 도시 간의 경쟁으로 확대 되어지기도 한다. 관계 형성이 강하게 나타나는 지역은 더 강하게, 상대적으로 관계 형성이 약한 지역은 보강하여 전반적으로 견고한 네트워크를 형성할 수 있는 토대 마련이 필요하다.

마지막으로 지역의 주력산업 발전의 주체이며, 중요한 역할을 담당하는 지역 내 기업이 어떠한 관계를 가지고 공간적 네트워크 연계망을 형성하고 있는지에 대해 중점을 둔 정책이 마련되어야 할 것이다. 한국의 항공산업 발전을 위해 어느 지역과 연계방안을 강화해야 할지, 어느 지역의 어떤 기업을 중심으로 항공산업 관련 정책을 수립하면 효과가 더욱 극대화될지 파악할 수 있을 것이다. 지속적인 성장을 위해서는 기업들의 자체적인 성장전략과 함께 기업간의 협업체계 구축 또는 기업들의 성장 지원이 필요하다. 신뢰도 높은 기업 간 네트워크 체계 구축을 통한 항공산업을 첨단항공우주 신산업으로 구조 전환 기반이 마련되어야 한다. 기업체 간 협업체계 구축은 산업지원정책을 기반으로 특정 프로젝트 중심으로 형성되는 것이 바람직할 것이다. 경상남도 내부 차원에서 항공산업 정책 입안 및 실행이 가능한 기업 파트너로서 역할을 수행할 수 있는 기능도 확보되어야 할 것이다.

본 연구의 주된 대상 지역인 경상남도는 지역산업정책 추진 시 지역 특성을 반영한 주력산업 구조를 면밀히 파악하는 것이 우선되어야 할 것이다. 더불어 경상남도에 소재한 기업과 거래 관계를 형성하고 있는 타 지역 기업과의 관계를 파악해 봄으로써 주력산업 발전과 나아가 지역경제를 발전시킬 수 있는 기초자료로 활용 가능할 것이다.

또한, 정책 추진을 위한 선행적 차원에서의 시도 및 결과를 도출한 것에 의미를 가질 수 있으며, 항공산업의 정책에 활용할 수 있는 정량적 논거 제시를 통한 정책 실효성 향상에 기반이 될 것으로 기대된다.

References

- Vol.45, No.11, pp.2291-2321, 2008.
- [1] M. H. Hwang, A Study on Applications of Flow Big Data To Regional Economic Policies, KRIHS, Korea, pp.1-193.
 - [2] M.G. Yoon, C. Y. Hye, "Air Travel Market Recovery Process for the post COVID-19 Era", *Journal of the Aviation Management Society of Korea*, Vol.18, No.4, pp.89-106, 2020.
 - [3] D. H. Choi, B. M Song, D. H. Park and S. W. Lee, "Keyword trends analysis related to the aviation industry during the Covid-19 period using text mining", *Journal of the Korea industrial information systems society*, Vol.27, No.2, pp.115-128, 2022. DOI: <https://doi.org/10.9723/iksiis.2022.27.2.115>
 - [4] J. S. Byeon, C. H Yu. "Ecosystem Analysis on Energy Industry in Gwangju-Focusing on Inter-firms' Transaction Network-", *The Studies in Regional Development*, Vol.53, No.1, pp.167-200, 2021.
 - [5] H. H. Cho, "A Exploratory Study on the Collaboration Structure of Interfirm Network -Focused on the Production Network in the Shipbuilding Industry-. Productivity Research", *An International Interdisciplinary Journal*, Vol.21, No.41, pp.171-192, 2007.
 - [6] Y.C. Choi, "Analysing the Network Structure for Regional Strategic Industry: Application of Social Network Analysis Technique". *Korean journal of policy analysis and evaluation*, Vol.19, No.2, pp.277-304, 2009.
 - [7] S. D. Kim, S. H. Hong and M. H. Lee, "Business Network Characteristics among Chungcheongbukdo-Based Top 300 Enterprises: Focused on Sales Relationship", *The Journal of the Korea Contents Association*, Vol.14, No.9, pp.437-449, 2014.
 - [8] J.H. Jung, "The Study On the Automobile Industry Ecosystem using Big Data Analysis", *Journal of Industrial Economics and Business*, Vol.30, No.5, pp.615-1642, 2017.
 - [9] J.S. Byeon, J.M. Na and C. H. Yu, "Purchasing and Selling Network Structures of Manufacturing Firms Related Shipbuilding and Offshore Plant Industry: Focused on Jeollanam-do", *Journal of the Economic Geographical Society of Korea*, Vol.20, No.1, pp.16-33, 2017.
 - [10] M. K. Cho, M.G. Kang, "The Dynamic Process of Regional Industrial Ecosystem: Focused on Automotive Industry Network", *Journal of the Korean Regional Development Association*, Vol.32, No.4, pp.43-65, 2020.
 - [11] H. L. Kim, T. H. Moon, "Network Analysis of Gyeongnam Future Automotive Parts Industry", *Journal of Korea Planning Association*, Vol.57, No.4, pp.82-93, 2022. DOI: <https://doi.org/10.17208/jkpa.2022.08.57.4.82>
 - [12] Ayda, E., A.K. Bilge., E.Ö. Hilal and S.Y. Suna, "Network Governance for Competitiveness: The Role of Policy Networks in the Economic Performance of Settlements in the Izmir Region", *Urban studies*, Vol.45, No.11, pp.2291-2321, 2008.
 - [13] X. Liu, B. Derudder, "Analyzing Urban Networks through the Lens of Corporate Networks: A Critical Review", *Cities*, Vol.31, pp.430-437, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2012.07.009>
 - [14] A. R. Kang, J. S. Oh, D. I Jung and Wo. H. Lee, "Analysis of the Supply Network of Global Automakers in China: Comparison of Transaction Network and Tie Strength Network", *korean management review*, Vol.48, No.1, pp.105-131, 2019. DOI: <https://doi.org/10.17287/kmr.2019.48.1.105>
 - [15] J. G.Hwang, J. W. Park, Y. S. Ko, C.B Lee, and J.S. Hwang, "Analysis Results in Technical Trends of 2018 Farnborough International Airshow via Centrality Analysis", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.20, No.8, pp.164-173, 2019.
 - [16] B. K. Jeong, H.Y. Lee., "Analyzing the Domestic Collaborative Research Network in Industrial Engineering", *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*, Vol.40, No.6, pp.618-627, 2014.
 - [17] P. Bonacich, "Power and Centrality: A Family of Measures", *American Journal of Sociology*, Vol.91, pp.1170-1182, 1987. DOI: <http://dx.doi.org/10.1086/228631>
 - [18] P. Baran, "Introduction to Distributed Communication Networks", *Santa Monica: RAND Corporation*. pp.11-35. 1964.
 - [19] S. J. Chung, S. Jung, H. S. Jeon and C.S. Leem, "Network Characteristics Analysis of the Eco-Industrial Park Program Using a Social Network Analysis (SNA) Method", *The Journal of The Korean Society of Mineral and Energy Resources Engineers*, Vol.57, No.2, pp.168-175, 2020.
 - [20] M. S. Moon, Industrial Complex Innovation Strategies Of Gyeonggi-Do for Job Creation : Focused on Banwol-Sihwa Industrial Complex. Gyeonggi Research Institute, Korea, pp.1-168, 2020.

허 선 영(Sun-Young Heo)

[정회원]



- 2010년 2월 : 경상대학교 대학원 도시공학과 (공학석사)
- 2013년 2월 : 경상대학교 대학원 도시공학과 (공학박사)
- 2015년 3월 ~ 2023년 4월 : 교육부지정 산학협력정책연구소 학술연구교수

- 2023년 5월 ~ 현재 : 경상국립대학교 스마트공동체사업단 학술연구교수

<관심분야>

도시계획, 스마트시티, 산업정책, 공간분석

황 나 윤(Na-Yun Hwang)

[정회원]



- 2021년 2월 : 연세대학교 경제학과 (경제학사)
- 2021년 1월 ~ 2023년 1월 : 한국은행 조사국 근무
- 2023년 2월 ~ 현재 : 한국은행 경남본부 기획조사팀 근무

<관심분야>

경제, 경영