

수상 운송업의 산업연관분석 및 연계구조 네트워크 분석

박성민¹, 박찬권^{2*}

¹경북대학교 경영학부 BK21사업단 박사후 연구원, ²경북대학교 건설환경에너지융합기술원 교수

Industry Linkage Analysis and Link Structure Network Analysis of Water Transportation Industry

Sung-Min Park¹, Chan-Kwon Park^{2*}

¹Researcher, School of Business Administration, BK21, Kyungpook National University

²Professor, Convergence Institute of Construction, Environmental, Energy Engineering and RIEEE,
Kyungpook National University

요약 본 연구는 수상 운송업이 전체 산업들과의 관계 속에서 경제 전반에 미치는 유발 효과 및 네트워크 연결성과 네트워크 시각화 분석을 시행하는 것이다. 이를 위하여 산업연관분석과 단위구조행렬을 활용하여 수상 운송업의 각종 유발계수를 분석하며, 단위구조행렬과 역행렬함수를 작성하고 Ucinet 6을 이용하여 네트워크 연결성과 NetDraw를 활용하는 네트워크 시각화 분석을 시행한다. 연구결과 수상 운송업의 각종 유발계수로서 투입계수, 생산유발계수, 부가가치유발계수, 산업간 연쇄효과의 분석 결과를 제시 하였으며, 네트워크 연결성으로서 연결중양성, 인접중양성, 사이중양성 및 네트워크 시각화 분석의 내용을 제시하였다. 본 연구를 통하여 수상 운송업의 현재 위치와 현황 및 전체 산업들과의 관계를 확인하였으며 어떠한 산업들과 전략적 관계를 가져야 하는가를 제시 하였다. 향후에는 2000년대 이후 발간된 산업연관분석을 활용하여 각종 유발 효과 및 연결성(중양성), 네트워크 시각화 분석의 변동 현황과 추이에 대한 사항을 추가로 분석하는 것이 필요하다.

주제어 : 산업연관분석, 산업연관표, 단위구조행렬, 사회연결망분석, 수상 운송업

Abstract This study is to analyze the induced effect, network connectivity, and network visualization of the water transportation industry on the overall economy in relation to all industries. For this, various inducement coefficients of the water transportation industry are analyzed using industry linkage analysis and unit structure matrix, and network visualization analysis is performed using network connectivity and NetDraw using Ucinet 6 that utilizes unit structure matrix and inverse matrix function. As a result of the study, analysis results of input coefficient, production inducement coefficient, value-added inducement coefficient, and inter-industry chain effect were presented as various inducement coefficients in the water transportation industry. content was presented. Through this study, the current position and status of the water transportation industry and its relationship with all industries were confirmed, and the strategic relationship with which industries it should be presented was presented. In the future, it is necessary to further analyze the current status and trends of various induced effects, connectivity (centrality), and network visualization analysis using industry-related analysis published since the 2000s.

Key Words : Industry Association Analysis, Industry Association Table, Unit Structure Matrix, Social Network Analysis, Water Transportation

*Corresponding Author : Chan Kwon Park(rommel11413@empal.com)

Received January 20, 2022

Revised February 20, 2022

Accepted March 20, 2022

Published March 28, 2022

1. 서론

한 국가의 국민경제는 재화 및 서비스가 생산 및 공급되는 과정이라고 할 수 있다. 또한 이러한 과정에서 국민경제를 구성하고 있는 각 산업들은 원재료 및 중간재의 거래관계를 토대로 하여 다른 산업들과 직·간접적으로 상호 연관(연결)관계를 가지게 된다. 이처럼 생산 활동을 통하여 나타나게 되는 산업들 간의 상호 연관관계를 수량적으로 분석하는 방법을 산업연관분석이라고 한다[1]. 산업연관분석은 국민경제 활동 전체를 포괄하면서도 전체와 부분들을 유기적으로 결합하여 거시적 분석이 확인하지 못하는 개별 산업과 다른 전체 산업들 간의 상호연관관계까지 분석할 수 있다[2]. 따라서 이러한 산업연관표의 특성을 바탕으로 하여 본 연구에서는 물류산업들 중 수상 운송업이 우리나라의 전체 산업에 미치는 유발효과뿐만 아니라 사회연결망 분석으로서 네트워크 구조의 특성을 분석함으로써 향후 수상 운송업의 발전방향을 제시하고자 하는 것이다.

특정한 산업을 발전시키기 위해서는 관련되는 여러 가지 산업들을 동시에 고려하는 방식으로 전략적이면서도 종합적인 접근 방식이 중요해지게 되는데[3], 산업 간 경계가 명확하지 않은 융복합시대의 경제시스템 설계와 산업 정책의 수립에는 산업에 대한 생태계적인 접근 방식을 필요로 하게 된다. 이는 산업 생태계의 관점에서 개별 산업들이 전·후방 연관관계를 통하여 서로 연결되면서 융복합적으로 생태계를 형성하기 때문이다[4]. 또한 산업구조가 고도화된 현대의 경제구조에서는 특정 산업이 제품을 생산하고 관련 서비스를 다른 산업 부문에 제공하는 과정에서 필요로 하는 원재료와 중간재 및 부품들을 다른 산업 부문으로부터 공급받아야만 가능해진다. 따라서 산업간 연계 구조를 강화하는 경우 전체 산업의 중간 산출물이 증가하게 되고, 경제 전체에서의 총 산출량(생산량)이 증가하게 되면 생산과정에서 창출되는 소득과 고용도 자연스럽게 증가하기 때문이다[4,5].

특히 우리나라는 경제 활동 전체에서 대외 무역의존도가 2020년도를 기준으로 59.83%에 이르며[6], 다른 주요 선진국들에 비하여 높은 상황이다. 또한 수출입 원자재와 중간재 및 완제품의 수송 및 보관, 처리를 대부분 물류산업이 수행하고 있으므로 물류산업의 역할과 비중이 매우 큰 상황이다[7,8]. 또한 물류산업은 국민경제의 중요한 산업부문으로써 물류서비스의 상당 부분은 이를 필요로 하는 다른 산업의 중간재로 공급되

고 있으므로, 다른 산업 부문들과의 상호 연관관계를 가지게 된다[9]. 따라서 물류산업은 우리나라의 전체 산업들이 원활하게 운영될 수 있도록 지원하는 형태를 가지게 된다.

물류산업은 국민경제에서 고용과 부가가치를 창출하는 종합적인 서비스산업으로서 원자재와 부품 및 각종 제품의 물류를 담당하는 사회간접자본인 동시에 국민경제 활동 전체를 원활하게 해주는 지원 산업으로서 현재와 같은 글로벌 경제시대에서 해당 기능과 역할이 더욱 중요해지고 있는 상황이다[10]. 또한 물류산업을 구성하고 있는 개별 물류기업들은 원재료 공급업체, 부품 공급업체, 완성품 제조업체, 도·소매상으로서 유통업체, 최종 고객으로 구성된 공급사슬에서 이들 공급사슬 구성원들 간의 관계를 상호 연결하는 특성을 가지고 있고, 실물 경제에 있어서도 상호 연결되어 있는 혈관처럼 국민경제의 뿌리산업으로서의 역할을 하며[11], 기업과 기업들 간, 산업과 산업들 간을 연결하는 즉 공급사슬 네트워크 전체를 연결하는 특성을 가진다. 따라서 물류산업이 정상적인 역할을 수행하지 못하는 경우 국민 경제 전체에 미치는 부정적인 영향은 매우 클 것이고, 다른 관련 산업들 역시 정상적인 활동을 하기가 더욱 어렵게 될 것이다.

물류산업들 중 수상 운송업이 우리나라의 경제활동에 미치는 영향에 대한 내용을 살펴보면 수상 운송업은 우리나라의 무역 활동에서 2018년 중량 기준으로 수출 화물의 99.5%, 수입 화물의 99.8%를 담당하고 있으며, 우리나라에서 생산된 수출품이 해외에서 소비되고 또한 해외에서 수입하는 품목들(석탄, 석유 등)이 국내에서 사용되기 위해서는 수상 운송업이 제대로 된 역할을 수행하여야만 한다. 따라서 수상 운송업은 우리나라의 무역 활동에서 중요한 역할을 담당하는 산업이다[12,13]. 또한 수상 운송업의 지속적인 발전은 우리나라의 수출 경쟁력 확보와 전략물자 운송에 있어서 중요한 요인으로 작용한다[14]. 그러므로 물류산업들 중 수상 운송업이 우리나라 전체 산업에 대하여 미치는 영향의 분석과 함께 사회연결망 네트워크의 관점과 시각에서 수상 운송업이 가지는 역할과 위상을 파악할 필요성이 있다.

이제까지 산업연관분석을 활용하여 물류산업이 우리나라의 전체 산업부문에 미치는 영향과 경제적 파급효과에 대하여 연구한 선행연구들을 살펴보면 박재은 외(2010)[15], 박재은·원희연(2008)[10], 배기형(2008)[16],

심재희(2009)[2], 이태우 외(2006)[17], 정동원·한중호(2012)[8], 정분도·홍금우(2008)[18], 최영운·하현구(2008)[9] 등의 연구가 있다. 또한 본 연구와 유사한 연구로서 해상운송 및 해운물류 부문의 경제적 파급효과에 대하여 연구한 곽승준 외(2002)[19], 김태진·심승진(2018, 2019)[12,13], 박선율(2019)[14], 변장섭(2016)[4], 오성동·기성래(2003)[20], 원희연·박재운(2008)[21], 이민규·고병욱(2013)[22], 이민규·이건우(2014)[23] 등의 연구가 있으며, 항공물류산업 즉 항공 운송업의 경제적 파급효과에 대한 연구로써 박추환·정영근(2011)의 연구[24]가 있다. 따라서 산업연관분석을 활용하여 물류산업의 경제적 파급효과에 대한 선행연구는 많이 진행되어 왔으며, 관련된 성과물 역시 많은 상황이다.

그러나 가장 최근인 2019년에 발표된 '2015년 산업연관분석'[25]을 활용하여 물류산업이 전체 산업에 미치는 영향이나 다른 산업들과의 네트워크 연계구조와 관련한 연구는 제한적인 상황이며, 물류산업과 전체 산업들 간의 연결 구조를 전체 사회연결망의 시각과 관점에서 연구를 진행한 선행연구는 매우 제한적인 상황이다. 이러한 사항은 본 연구와 유사한 연구로서 수상 운송업을 대상으로 하는 연구들 역시 동일한 상황이다.

또한 물류산업 분야 혹은 공급사슬과 관련한 분야에 대하여 사회연결망 분석을 시행한 선행연구들로는 키타이너항만 네트워크에 대하여 연구한 임병학(2011)의 연구[26], 굴 무역 네트워크에 대하여 연구한 박지문 외(2015)의 연구[27], 사회연결망 분석을 활용한 자동차산업의 공급자 평가에 대하여 연구한 위정남·김용진(2018)의 연구[28], 고속도로 유희부지의 물류센터 활용 방안에 대하여 연구한 공인택·신광섭(2021)의 연구[29], 한국군 공급네트워크 구조의 효율성에 대하여 연구한 엄진욱·원유재(2019)의 연구[30], 군수품 산업의 지역별 클러스터 관계에 대하여 연구한 박동수 외(2018)의 연구[31] 등이 있지만 제한적인 상황이며, 물류산업 및 수상 운송업과 관련하여 사회연결망 분석을 시행하고 결과를 제시하는 부분에 있어서는 더욱 제한적인 상황이다.

본 연구에서는 여러 가지 물류산업들 중 수상 운송업이 다른 전체 산업에 미치는 영향효과를 분석하는 것이 주요한 목적이다. 수상 운송업의 다른 산업들과의 연관관계 분석을 위한 주요 분석 방법으로서 한국은행에서 발간한 산업연관분석해설[1]과 2015년 산업연관

표[25]를 활용한다. 산업연관분석은 산업들 간 연관성은 물론 경제적 파급효과를 분석하기 위한 가장 보편화된 분석 방법 중의 하나로서 전체와 부분을 유기적으로 연결하고 있는 산업연관표의 특성으로 인해, 거시적인 부분은 물론 미시적인 부분에 대한 분석이 가능하다는 장점을 가지고 있으므로 산업 부문들 간의 연관성 및 산업 부문들 별로 국민경제에 미치는 영향까지도 분석할 수 있기 때문이다[2]. 따라서 본 연구에서는 산업연관분석을 활용하여 수상 운송업의 관점에서 전체 산업에 미치는 영향 및 상호 관계의 연계 구조를 분석하는 것이다.

그리고 전체 산업구조 속에서 수상 운송업의 정확한 위치를 파악하는 것으로써 산업 연계구조 관계를 더욱 세밀하게 분석하기 위해 사회연결망 분석으로써 네트워크 분석방법을 적용하고자 하였다. 산업연관분석은 최종수요 한 단위 증가 시 직·간접적으로 유발되는 산출액의 크기만을 나타낼 수 있을 뿐, 물류산업 및 수상 운송업 최종수요 한 단위 생산을 위한 직·간접적인 생산순환체계는 나타내기 어려우므로 산업들 간 세밀한 연관성은 파악하기 어렵다는 단점을 가진다.

이를 보완하기 위한 방법으로 단위구조행렬과 사회연결망 분석을 접목한 네트워크 분석을 시행한다. 단위구조행렬을 이용하여 네트워크 구조를 시각화 할 수 있는데, 사회연결망 분석 도구인 Ucinet6의 NetDraw를 활용하여 수상 운송업과 다른 산업들 간 연결성 지표의 크기뿐만 아니라 방향성 그리고 시각화된 네트워크 구조 분석을 시행함으로써 전체 산업 구조에서 수상 운송업의 현황을 더욱 세밀하게 파악할 수 있다. 특히 물류산업들을 대상으로 Ucinet6을 활용하여 사회연결망 분석을 시행한 선행연구들이 매우 제한적인 상황에서 본 연구는 이러한 부분에 대하여 연구를 진행하는 것이다. 그리고 이를 통해 향후 미래에 수상 운송업이 어떠한 전략을 가지고 어떠한 산업들과 전략적 관계를 더욱 공고하게 유지하며, 발전시켜야 하는가를 파악할 수 있기 때문이다.

2. 선행연구 및 이론적 배경

2.1 산업연관분석을 활용한 물류산업 선행연구 검토

산업연관분석을 활용하여 물류산업이 전체 산업에 미치는 영향과 경제적 파급효과에 대하여 연구한 선행 연구들은 앞서 간단히 제시하였으며, 이외에도 중국의

물류산업에 대하여 연구를 진행한 김형근(2013)[32], 여명우 외(2020)의 연구[11]가 있다. 이들 선행연구들에서 제시된 주요 연구의 내용 및 장단점들에 대하여 요약한 사항은 아래의 Table 1과 같다. 또한 세부적인 내용을 살펴보면 아래와 같다.

먼저 박재운·원희연(2008)의 연구[10]는 1985년부터 2003년까지의 기간 동안을 연구 대상 기간으로 하여 연구를 진행하였다. 물류산업부문으로는 화물운송업, 여객운송업, 화물운송관련서비스업, 물류시설 운영업, 물류장비제조업으로 구분하였으며, 물류산업의 총수급 구조 변화, 중간투입 및 중간수요 구성지표 변화, 각종 유발계수(생산유발계수, 부가가치유발계수, 수입유발계수, 고용유발계수, 취업유발계수) 및 전·후방연쇄효과 등의 다양한 지표들에 대한 변화의 추이를 제시하였다.

그리고 박재운 외(2010)의 연구[15]는 1985년부터 2007년까지의 자료를 이용하였으며, 철도운송(134), 도로운송(135), 수상운송(136), 항공운송(137), 운수보조서비스(138), 하역(139), 보관 및 창고(140), 기타운수관련서비스(141)를 물류산업으로 하여 물류산업의 부가가치구조 변화추이, 물류산업의 부가가치 변화추이, 물류산업의 최종수요 항목별 부가가치 유발효과와

총괄적인 변화추이 분석 등에 대한 내용을 자세하게 제시하고 있다는 장점이 있으나 실제 물류산업에서 나타날 수 있는 여러 가지 유발효과에 대한 연구의 부문에 있어서는 제한사항이 있다.

또한 배기형(2008)의 연구[16]는 2003년도의 산업연관표를 활용하여 연구를 진행하였다. 물류산업으로는 철도화물운송과 도로화물운송 등 11개의 부문으로 물류산업을 구분하여 연구를 진행하였으며, 연구결과로서 투입계수, 생산유발효과, 전·후방연쇄효과, 부가가치 유발효과, 소득유발효과 및 수입유발효과, 취업유발효과 및 고용유발효과 등에 대한 내용을 제시하고 있다. 심재희(2009)의 연구[2] 역시 1995년부터 2003년 기간 동안을 연구 대상으로 하며, 물류산업의 분류는 산업연관표를 활용하여 철도화물운송(334)에서 기타운수관련서비스(345)까지를 대상으로 하고 철도여객운송(333), 도로여객운송(335)을 제외하여 연구를 진행함으로써 물류산업의 구분에서 장점을 가진다. 또한 분석의 내용으로는 물류산업의 공급과 수요의 변화 추이, 중간수요율과 국산화율 및 중간투입률 변화 추이, 생산유발효과, 수입유발효과, 부가가치유발효과, 전·후방연쇄효과, 노동유발효과에 대한 내용을 제시한다.

Table 1. Summary of research contents of previous studies using industry linkage analysis

Author	Period	Industry Classification	Research Items
Land Transport			
Park-Won(2008)[10]	1985 ~ 2003	freight forwarding & 4 industries	Changes in the total supply and demand structure and other 4 items
Park et al.(2010)[15]	1985 ~ 2007	rail transport & 7 industries	Changes in value-added structure and 2 other items
Bae(2008)[16]	2004	rail freight transportation & 12 industries	7 items other than input coefficient
Sim(2009)[2]	1995 ~ 2003	rail freight transportation & 10 industries	Changes in supply and demand and 8 other items
Lee et al.(2000)[17]	1990 ~ 2000	rail transport & 4 other industries	4 items including production inducement effect
Jeong-Han(2012)[8]	2009	rail freight transportation & 11 industries	3 items including production inducement effect
Jeong-Hong(2008)[18]	1998 ~ 2003	rail transport & 7 other industries	3 items including production inducement effect
Choi-Ha(2008)[9]	1995 ~ 2003	rail freight transportation & 5 industries	3 items including production inducement effect
Water Transport			
Kwak et al.(2002)[19]	1998	shipping industry & 10 industries	4 items including production inducement effect
Byeon(2016)[4]	2010	outbound passenger transportation & 6 industries	Inter-industry linkage structure, virtual extraction method
Oh-Kee(2003)[20]	1990 ~ 1998	shipping industry & related service industry	Production inducement effect, front-rear chain effect
Kim-Shim(2018)[12]	2016	water transport & shipping business	3 items including input-output coefficient
Park(2019)[14]	2000 ~ 2014	water transport	2 items including input-output coefficient
Won-Park(2008)[21]	1985 ~ 2003	outbound transportation & 2 industries	4 items including the front/rear chain effect
Lee-Ko(2013)[22]	2007	Water transport	2 items including production inducement effect
Lee-Lee(2014)[24]	2007 ~ 2011	Water transport	net import of added value
Air Transport			
Park-Jeong(2011)[20]	2008	air transportation & 3 industries	4 items including the front/rear chain effect

이태우 외(2006)의 연구[17]는 1990년부터 2000년까지의 기간 동안 운송부문의 국민경제적 파급효과를 제시하고 있으며, 운송부문을 철도운송, 도로운송, 외항운송, 연안 및 내륙수상운송, 항공운송으로 구분하고 운송 부문별로 생산유발효과, 수입유발효과, 전·후방연쇄효과(감응도 및 영향력 계수), 총산출액 변동 추이, 중간 투입률 추이 등의 내용을 제시하고 있다. 정동원한종호(2012)의 연구[8]는 2009년도 산업연관표 연장표의 자료를 활용하였으며, 물류산업의 부문으로는 철도화물운송(328), 도로화물운송(330), 택배(331), 연안 및 내륙수상운송(332), 외항운송(333), 항공운송(334), 육상운수보조서비스(335), 수상운수보조서비스(336), 항공운수보조서비스(337), 하역(338), 보관 및 창고(339), 기타운수관련서비스(340) 부문을 물류산업으로 선정하였다. 또한 생산유발효과, 부가가치유발효과, 취업유발효과, 산업간 연쇄효과에 대하여 분석한 결과를 제시하고 있다. 그리고 정분도·홍금우(2008)의 연구[18]는 1998년부터 2003년까지의 기간을 대상으로 하였으며, 철도운송, 도로운송, 수상운송, 항공운송, 하역, 보관 및 창고, 운수보조서비스, 기타 운수관련서비스를 물류산업으로 하여 국민경제적 파급효과에 대한 내용으로 생산유발계수, 수입유발계수, 전·후방연쇄효과, 노동유발효과 등에 대하여 분석하였다.

마지막으로 최영윤·하현구(2008)의 연구[9]는 물류산업 부문의 국민경제 전체에서의 위치와 역할을 분석하기 위하여 1995년부터 2003년까지의 기간 동안을 분석하였다. 물류산업 부문으로는 철도화물운송, 도로화물운송, 해운화물운송, 항공화물운송, 보관 및 하역, 물류서비스의 부문으로 구분하였으며, 생산유발효과, 부가가치유발효과, 산업간 연쇄효과 및 공급지장효과에 대한 내용을 제시하였다. 특히 이들 연구는 선행연구들과는 다르게 공급지장효과에 대한 연구를 진행하였다는 장점이 있다.

또한 본 연구와 유사한 해상운송 및 해운물류 부분에 대한 연구의 세부 내용을 살펴보면 다음과 같다.

먼저 광승준 외(2002)의 연구[19]는 우리나라 해양산업의 생산유발효과, 공급지장효과, 산업간 연쇄효과, 물가파급효과, 취업유발효과를 분석하면서, 해양산업의 국민경제적 지위와 역할에 대하여 연구하였다는 장점을 가지고 있다. 그리고 변장섭(2016)의 연구[4]는 2010년도 산업연관표를 활용하여 산업간 연계구조에

대하여 연구하였으며, 가상 추출법을 활용하였다는 장점이 있으나 비교적 과거의 데이터를 활용하여 연구를 진행하였다는 제한사항이 있다. 오성동·기성래(2003)의 연구[20]는 해운산업과 관련서비스업의 생산유발효과 및 전·후방 연쇄효과에 대한 내용을 제시하고 있다. 또한 김태진·심승진(2018, 2019)[12,13], 박선율(2019)[14], 원희연·박재운(2008)[21], 이민규·고병욱(2013)[22], 이민규·이건우(2014)[23]의 연구는 주로 국제산업연관표를 활용하여 우리나라 국내 수상 운송업 혹은 해운업의 투입-산출계수, 생산유발효과, 전·후방연쇄효과 등을 분석하였으며, 국내 및 국외 경제적 파급효과를 분석하였다.

앞서 제시한 선행연구들의 가장 큰 제한사항으로는 비교적 과거의 데이터를 기반으로 하는 연구로써 현재의 물류기업들 나아가 본 연구의 주요 연구 대상 산업인 수상 운송업에 속하는 기업들이 기업 운영과 전략 수립에 있어서 참조자료로 활용하기에는 제한사항이 있다. 또한 전체 산업 부문과의 연관 관계 및 해당 연구 결과를 활용하여 수상 운송업의 현재 위치(위상) 분석을 중심으로 차후 어떠한 전략을 가져야 하는가에 대한 부분의 제시에 있어서는 제한적인 부분이 많다.

따라서 우리나라의 최신 실측자료인(연장표가 아닌) 2015년 산업연관표[25]를 활용하여 수상 운송업이 전체 산업에 미치는 영향으로써 각종 유발계수, 산업간 연쇄효과 등에 대한 내용 및 사회연결망 분석으로서 네트워크 연계구조 분석 등에 대한 연구는 제한적인 상황 이므로 이러한 분야에 대하여 체계적인 연구를 진행할 필요성이 있다.

2.2 산업연관분석 및 산업연관표

2.2.1 산업연관분석의 정의

하나의 국민경제 내에서 여러 가지 산업 부문들은 재화 및 용역의 생산을 위하여 원재료, 연료 등의 중간재를 타 산업 부문으로부터 공급받아야만 하며, 이를 노동, 자본과 같은 본원적 생산요소와 결합하여 새로운 제품과 서비스를 생산하고, 생산된 재화나 서비스를 다시 타 산업의 중간재 또는 소비재나 자본재와 같은 최종재로 판매하게 되므로 전체 산업부문들 간에는 직간접적인 연관관계를 가지게 된다.

이처럼 국민경제 내의 생산 활동 과정에서 발생하는 모든 부문 즉 전체 산업들 간의 거래관계 내역에 대하

여 일정한 기간(보통 1년) 동안의 전체 거래관계 내역에 대하여 일정한 원칙과 기준에 따라서 행렬 형식으로 나타낸 통계표를 산업연관표(Input-Output Table)라고 하며[4], 산업연관표를 활용하여 산업간 상호의존관계를 수량적으로 분석하는 것을 투입산출분석(Input-Output Analysis) 또는 산업연관분석(Inter-Industry Analysis)이라고 한다.

Leontief(1936)[33]에 의하여 개발된 산업연관표는 1년 단위로 국민경제 전체에서 재화와 서비스의 생산 및 처분의 과정에서 발생하는 모든 거래를 금액으로 기록하며, 전체 산업 간의 상호의존관계를 수량적으로 분석하는 산업연관분석은 최종수요가 유발하게 되는 생산, 고용, 소득 등 각종 파급효과들을 산업부문별로 분류하여 분석할 수 있으므로 경제정책의 수립, 정책효과의 측정 등 다방면에 걸쳐서 사용될 수 있다[1]. 또한 산업연관분석은 국민경제 전체를 포괄하면서 산업과 산업들 간의 상호 연관관계를 분석할 수 있으며, 구체적인 경제구조를 분석하는데 있어서 유리한 장점을 가지고 있다[2]. 산업연관표의 유형은 가격평가 기준 및 수입거래 처리방식 기준에 따라서 여러 가지 유형으로 분류할 수 있는데 세부적인 내용은 아래의 Table 2와 같다.

산업연관표의 유형들 중 생산파급효과를 정확하게 파악하기 위해서는 기초가격평가표를 활용하는 것이 가장 합리적이며, 국민계정체계(System of National Accounts)에서도 기초가격 기준 산업연관표 작성을 권장하고 있으므로 기초가격평가표를 연구에 활용하며, 수입거래 처리방식 기준에서는 종합적인 경제예측이나 경제계획을 수립하는데 있어서는 안정적인 투입 구조를 반영하는 경쟁수입형표가 더욱 유용하다[1]. 따라서 본 연구에서는 수산 운송업과 전체 산업들 간의 상호연관관계, 유발계수, 네트워크 연결성 지수 등을 파악하는 것이 주요한 목적이므로 더욱 정확한 거래관계를 파악

할 수 있고 안정적인 투입 구조를 반영할 수 있는 기초 가격평가표로 된 경쟁수입형표를 사용한다.

2.2.2 산업연관표의 기본 구조

산업연관표는 두 가지 방향으로 파악할 수 있는데, 세로 방향으로 보면 각 산업 부문에서 재화 및 서비스의 생산에 필요로 하는 중간재의 투입을 나타내는 내생 부문 그리고 피용자 보수, 영업잉여 등의 본원적 생산 요소(부가가치)의 투입을 나타내는 외생부문으로 구성된다. 또한 중간투입계(U)와 부가가치계(V)의 합을 총투입액(X)이라고 한다. 그리고 가로 방향으로 보면 중간재의 사용내역을 나타내는 중간수요 부문과 산업별 생산물이 소비, 투자, 수출 등의 부문별로 사용된 내역을 나타내는 최종수요 부문으로 나눌 수 있다. 중간수요(W)와 최종수요(Y)의 합은 총수요액이 되며, 여기에 수입을 공제(M)하면 총산출액(X)이 되는데 이는 총투입액(X)과 항상 같다. 산업연관표의 기본적인 구조는 다음의 Table 3과 같이 나타낼 수 있다. 또한 산업연관표를 활용한 분석은 파라미터인 투입계수가 고정적이라는 것을 기준으로 한다. 행과 열을 동일한 기준으로 파악할 수 있는 대칭적 투입산출표를 이용하여 이루어지며 기초가격을 기준으로 하는 투입산출표의 기본적인 형식은 다음의 Table 4와 같다.

그리고 이러한 투입산출표를 활용하여 투입계수, 생산유발계수, 부가가치유발계수, 노동유발계수, 수입유발계수, 산업 간 연쇄효과(감응도 및 영향력 계수) 등을 분석할 수 있다. 본 연구에서는 이를 모두 분석하지 않고 수산 운송업의 관점에서 다른 산업들과의 상호연관성을 파악하는 것이므로 투입계수, 생산유발계수, 부가가치유발계수, 산업 간 연쇄효과를 분석한다. 이를 위한 세부적인 내용은 다음과 같다.

Table 2. Types of industry association table

Division	Type	Classification Criteria	Strength and Weakness
Pricing Criteria	Buyer Pricing Table	The price paid by the buyer	Identification of inter-industry dependence due to differences in actual transaction volume
	Producer Pricing Table	Purchase price - distribution margin	
	Basic Pricing Table	Amount actually received by the producer	Reflecting the actual transaction volume
Import Transaction	Competitive Income Table	No distinction between imported and domestic	Difficult to distinguish between domestic and imported, stable input structure
Processing Method Standard	Non-Competitive Income Table	Classification of imported and domestic products	

Table 3. Basic structure of industry association table

Classification		Endogenous sector				Exogenous sector				Import (deductible)	Total output		
		Industry ₁	...	Industry _n	Middle demand	Consumption	Investment	Export	Final demand				
Endogenous sector	Industry 1	X_{11}	input	X_{1n}	W_1	C_1	I_1	E_1	Y_1	M_1	X_1		
	:			<i>Input structure →</i>									
	Industry n	X_{n1}		X_{nn}	W_n	C_n	I_n	E_n	Y_n	M_n	X_n		
	Intermediate input system	U_1		U_n									
Exogenous sector	Employee remuneration	R_1	struc	R_n									
	Operating surplus	S_1		S_n									
	Consumption of fixed capital	D_1	ture	D_n									
	Other production tax	T_1		T_n									
	Value added	V_1		V_n									
	Total input	X_1		X_n									

Table 4. Format of input and output table (based on base price)

		Middle demand						Final demand	Aggregate demand	Total output	Income	Waste generation(+)	Total supply
		1	2	...	j	...	n						
Intermediate input	1	x_{11}	x_{12}	...	x_{1j}	...	x_{1n}	y_1		x_1	m_1	z_1	
	2	x_{21}	x_{22}	...	x_{2j}	...	x_{2n}	y_2		x_2	m_2	z_2	
	:	:	:		:		:	:		:	:	:	
	j	x_{j1}	x_{j2}	...	x_{jj}	...	x_{jn}	y_j		x_j	m_j	z_j	
	:	:	:		:		:	:		:	:	:	
	n	x_{n1}	x_{n2}	...	x_{nj}	...	x_{nn}	y_n		x_n	m_n	z_n	
Subtotal													
Net product tax													
Waste generation(-)													
Intermediate input system													
added value		v_1	v_2	...	v_j	...	v_n						
Total input		x_1	x_2	...	x_j	...	x_n						

3. 연구방법 및 절차

3.1 산업연관표 활용 관련 계수 분석 방법

3.1.1 투입계수의 도출

투입계수는 각 품목부분이 재화의 생산이나 서비스의 공급에 사용하기 위하여 구입한 각종 원재료, 부품 및 연료 등 중간투입액을 해당 품목의 총투입액(=총산출액)으로 나눈 것이다. 즉, 투입계수는 각 부문별로 생산물 한 단위의 생산에 요구되는 각종 중간재(품목) 및 부가가치의 단위를 나타내기 때문에 각 품목 부문의 생산기술구조, 즉 투입과 산출의 생산함수를 의미한다 [11]. 예를 들어 위에서 제시한 Table 4 투입산출표의 형식(기초가격 기준)의 제1열 즉, 1부문의 중간투입내역 x_{11} , x_{21} , ..., x_{n1} 을 총투입액 x_1 으로 나눈 값을 a_{11} , a_{21} , ..., a_{n1} 이라 하면 이것이 1부문 생산물 한 단위를 생산하기 위하여 요구되는 각 산업부문의 생산물의 크

기를 의미하는 투입계수이고 1부문의 부가가치 v_1 을 x_1 으로 나눈 것이 부가가치율이다. 이를 수식으로 표현하면 아래의 식(1) 및 식(2)와 같다.

$$\text{투입계수} : a_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j} \tag{1}$$

$$\text{부가가치율} : a_j^v = \frac{v_j}{x_j} \tag{2}$$

투입계수와 부가가치비율은 금액 단위로 작성된 투입산출표에서 도출하여 사용된다. 투입계수행렬(Input Coefficient Matrix)은 투입계수를 투입산출표의 내생 부문과 같은 모양으로 배열된 것을 의미하는데, 투입계수표에서 열(세로)방향으로 특정부문의 투입계수와 부가가치율을 더하면 1이 된다. 이를 수식으로 표현하면 다음의 식(3)과 같다.

$$\sum_{i=1}^n a_{ij} + a_j^v = 1 \quad (3)$$

$$\text{투입계수행렬}(A) = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1j} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ a_{i1} & a_{i2} & \dots & a_{ij} & \dots & a_{in} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nj} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

$$\text{부가가치율}(a^v) = [a_1^v \ a_2^v \ \dots \ a_j^v \ \dots \ a_n^v]$$

3.1.2 생산유발계수의 도출

재화나 서비스에 대한 최종수요가 발생하였을 경우에 이에 따라서 각 품목 부문으로 파급 혹은 전달되는 생산유발효과의 크기를 계측하는데 활용되는 매개변수가 투입계수이다. 그러나 품목부문의 수가 많아지는 경우에는 투입계수를 매개로 하여 무한대로 발생될 수 있는 생산파급효과를 일일이 하나씩 산정한다는 것은 현실적으로 불가능한 일이다. 이러한 문제의 해결을 위하여 수학적 방법으로 역행렬이라는 생산유발계수를 도출하여 사용한다.

도출하는 과정은 다음과 같다. 앞서 제시한 Table 4 투입산출표의 형식(기초가격 기준)에서 각 품목 부문 생산물의 수급관계를 보면 중간수요와 최종수요의 합계에서 수입과 잔폐물 발생액을 차감하면 총산출액과 일치하게 되므로 아래와 같은 수급방정식을 수립할 수 있다.

$$\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1j}x_j + \dots + a_{1n}x_n + y_1 - m_1 - z_1 &= x_1 \\ \vdots & \vdots \\ a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{ij}x_j + \dots + a_{in}x_n + y_i - m_i - z_i &= x_i \\ \vdots & \vdots \\ a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nj}x_j + \dots + a_{nn}x_n + y_n - m_n - z_n &= x_n \end{aligned}$$

- 여기서, a_{ij} : j 부문을 생산을 위한 i 부문 생산물 투입계수
 x_i : i 부문의 산출액 (자가공정산출액 포함)
 y_i : i 부문의 최종수요
 m_i : i 부문의 수입
 z_i : i 부문의 잔폐물 발생액

이며, 이 방정식을 행렬로 표시하면

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1j} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ a_{i1} & a_{i2} & \dots & a_{ij} & \dots & a_{in} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nj} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_j \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_j \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} m_1 \\ \vdots \\ m_j \\ \vdots \\ m_n \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} z_1 \\ \vdots \\ z_j \\ \vdots \\ z_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_j \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix}$$

이 되며 아래의 식(4)와 같이 나타낼 수 있다.

$$Ax + y - m - z = x \quad (4)$$

- 여기서 A : 투입계수행렬
 x : 총산출액 벡터(vector)
 y : 최종수요 벡터
 m : 수입액 벡터
 z : 잔폐물 발생액 벡터

이다. 이 식을 전개하여 x 에 대하여 정리하면 아래의 식(5)와 같이 나타낼 수 있다.

$$x - Ax = y - m - z \quad (5)$$

$$(I - A)x = y - m - z$$

$$x = (I - A)^{-1}(y - m - z)$$

이 되는데 여기서 $(I - A)^{-1}$ 행렬을 생산유발계수라고 한다. n 는 주대각요소가 모두 1이고 그 밖의 요소는 모두 0인 단위행렬로서 세부내용은 아래와 같다.

$$I = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

생산유발계수는 최종수요 한 단위가 발생하였을 경우 이를 충족시키기 위하여 각 부문에서 직간접적으로 나타나게 되는 생산액(산출액) 수준 즉, 파급효과를 나타내는 것으로서[2,10,18], 도출과정에서 역행렬이라는 수학적 방법이 활용되므로 역행렬계수라고도 한다. $(I - A)^{-1}$ 형은 경쟁수입형표를 기반으로 도출된 산업연관분석의 기본모형으로서, 본 연구에서는 해당 모형을 사용하는데, 생산과정에서 국산품과 수입품을 반드시 구분하여 투입하고 이를 세부적으로도 기록하고 있는가에

대한 의문이 있을 수 있으므로 해당 모형을 활용하는 것이 연구목적 달성에 더욱 합당하다고 판단하였다.

3.1.3 부가가치유발계수의 도출

산업연관표에서는 공급 능력이나 노동력 등은 충분하다는 암묵적 가정 아래에서 최종수요의 변동 혹은 발생이 국내 생산 변동을 유발하게 되고 생산 활동에 의해서 부가가치가 창출되므로 결과적으로 최종수요의 변동은 부가가치 변동의 요인이라고 간주할 수 있다 [18]. 부가가치유발계수는 어떤 산업부문의 국내생산물에 대한 최종수요 한 단위가 발생할 경우에 국민경제 전체에서 직간접적으로 나타내게 되는 부가가치의 크기를 의미한다[2,10].

따라서 산업연관표를 활용하면 최종수요와 생산수준 간의 연관관계뿐만 아니라 부가가치와의 기능적 관계도 파악할 수 있다. 최종수요와 부가가치 간의 연관관계를 의미하는 관계식을 도출하기 위하여 $(I - A)^{-1}$ 형 생산유발계수표를 활용한다. 부가가치 벡터를 v , 부가가치율의 대각행렬을 \widehat{A}^v 라고 하면 $v = \widehat{A}^v x$ 의 관계가 성립한다. 여기에 생산유발관계식 $x = (I - A)^{-1}(y - z)$ (5)를 대입하면

$$v = \widehat{A}^v (I - A)^{-1}(y - z) \quad (6)$$

의 식(6)으로 나타낼 수 있게 되는데 이 식에서 $\widehat{A}^v (I - A)^{-1}$ 을 부가가치유발계수행렬이라고 한다.

3.1.4 산업 간 연쇄효과

산업연관분석에서 각 산업 부문은 서로 간에 상호의존관계를 맺고 있는데, 이러한 산업 간 상호의존관계는 전방연쇄효과로서 감응도계수(FL_i)와 후방연쇄효과로서 영향력계수(BL_i)로 측정되며 특정 산업의 전후방연쇄효과를 가늠하는 척도로 사용된다. 각 산업 부문에 중간재(품목)로 널리 활용되는 산업일수록 감응도계수가 크게 나타나며, 생산유발효과가 큰 부문일수록 영향력계수가 크게 나타난다.

감응도계수는 모든 산업 부문의 생산물에 대한 최종수요가 한 단위씩 각각 증가하였을 경우 특정 산업이 받는 영향의 크기를 나타낸다. 감응도계수는 생산유발계수행렬에서 특정 산업의 행 합계를 전체 산업의 평균으로 나눈 값으로 나타낸다. 감응도계수의 값이 1보다

높은 경우에는 해당 산업이 경제 여건에 상대적으로 민감하게 반응하는 것이며, 1보다 낮은 경우에는 해당 산업은 반대로 둔감하게 반응하는 산업이다[11,16].

영향력계수는 어떤 산업 부문의 생산물에 대한 최종수요가 한 단위 증가하였을 경우 전 산업에 미치는 영향의 크기를 나타낸다. 특정 산업의 영향력계수는 생산유발계수 행렬에서 특정 산업의 열 합계를 전 산업 평균으로 나눈 값으로 나타낸다. 영향력계수의 값이 1보다 높은 산업은 해당 산업에 대한 최종수요가 경제 전체에 미치는 영향이 다른 산업에 비하여 상대적으로 높다는 것을 의미하며, 영향력 계수가 1보다 낮은 산업은 상대적으로 낮다는 것을 의미한다. 따라서 생산유발효과가 큰 부문일수록 영향력계수도 높게 나타난다 [11,16]. 다시 설명하면 물류산업부문을 중심으로 보았을 경우 감응도계수는 물류산업부문의 산출물이 다른 부문의 원료나 중간재로 쓰임의 정도를 확인하는 것이고, 영향력계수는 다른 산업의 산출물을 물류산업부문의 중간재로 사용함을 확인하는 것이다[9]. 이를 구하는 식은 아래의 식(7), 식(8)과 같다.

$$\text{감응도계수} = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (7)$$

$$\text{영향력계수} = \frac{\sum_{i=1}^n a_{ij}}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij}} \quad (8)$$

3.2 사회연결망 네트워크 분석

3.2.1 단위구조 방법론

산업연관표는 산업간 국민경제 각 부문 간의 생산기술적인 연결 관계를 바탕으로 중간투입요소와 본원적인 투입요소를 통해 최종생산물이 산출되는 과정을 보여주고 있으므로 가치사슬 네트워크를 종합적으로 나타낼 수 있는 방법이다. 본 연구에서는 산업연관표와 단위구조방법론을 적용한다. 일반적인 산업연관분석의 기본 틀은 레온티에프(Leontief)형 생산함수의 형태로 다음의 식(9)와 같이 나타낼 수 있다.

$$Q_j = f_j(K, L, X_{1j}, X_{2j}, \dots, X_{nj}) \quad (9)$$

여기서, Q_i : j 부문의 산출
 K : i 자본 투입
 L : i 노동 투입
 X_{ij} : i 부문으로부터
 j 부문으로의 중간투입

을 의미한다.

이러한 레온티에프(Leontief)형 생산함수는 생산에 요구되는 직접적인 중간투입구조를 나타내고 있지만, 최종수요를 창출하는 직·간접적인 생산순환체계를 포괄적으로 나타내고 있지는 못하고 있다. 따라서 산업연관체계 속에서 투입계수행렬의 열벡터를 가지고 파악되는 직접적인 기술구조뿐만 아니라 직·간접적인 중간 투입재를 바탕으로 하여 전체적인 생산기술체계를 구체적으로 표현하기 위해 단위구조의 개념을 도입하였다. 산업연관분석에서 일반적인 생산결정의 논리를 2개 부문으로 나타내면 아래의 식(10)과 같다.

$$\begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F_1 \\ F_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} \quad (10)$$

여기서, b_{ij} : 레온티에프 역행렬계수
 X_i : i 부문 산업의 생산
 F_i : i 부문 산업의 최종수요
 ij : $i, j = 1, 2$

를 의미한다.

반면, 제 1부문의 최종수요 한 단위를 생산하기 위한 단위구조의 생산결정방식을 살펴보면 $\begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix}$ 이며, 따라서 $\begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_{11} \\ b_{21} \end{bmatrix}$ 와 같이 나타낼 수 있다.

즉, 1부문의 최종수요 한 단위를 충족시키기 위해서는 생산유발계수행렬의 제1열이 필요하게 되며 이 경우, 최종생산물 한 단위를 생산하기 위하여 요구되는 산업들 간 제반 중간재 거래를 나타내는 것이 단위구조이다. 여기서 단위구조 매트릭스는 아래의 Table 5와 같다.

Table 5. Unit structure matrix

Division	1	2	Final demand	Gross product
1	u_{11}	u_{12}	1	b_{11}
2	u_{21}	u_{22}	0	b_{21}
Added value	V_1	V_2		
Total input	b_{11}	b_{21}		

여기서 투입계수의 정의로 $a_{11} = u_{11}/b_{11}$, $a_{12} = u_{12}/b_{21}$, $a_{21} = u_{21}/b_{11}$, $a_{22} = u_{22}/b_{21}$ 으로부터, U_{ij} 를 아래의 식(11)과 같이 도출해낼 수 있다.

$$\begin{matrix} u_{11} = a_{11}b_{11} & u_{12} = a_{12}b_{21} \\ u_{21} = a_{21}b_{11} & u_{22} = a_{22}b_{21} \end{matrix} \quad (11)$$

$$\text{즉, } \begin{bmatrix} u_{11} & u_{12} \\ u_{21} & u_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_{11} & 0 \\ 0 & b_{21} \end{bmatrix} \text{이며}$$

이를 행렬로 표시하면, $U = A \times b^*_{ij}$ 와 같은 단위구조가 된다.

여기서, U : 단위구조행렬
 A : 투입계수행렬
 b^*_{ij} : 생산유발계수
 j 번째 열의 대각행렬

본 연구에서는 위의 단위구조 개념을 활용하여 수상운송업의 최종수요 한 단위를 생산하기 위하여 직·간접적으로 요구되는 중간재 거래구조를 파악하고, 사회연결망 네트워크 분석을 수행한다.

3.2.2 사회연결망 단위구조 방법론

사회연결망 분석의 목적은 연결망 형태의 특징을 찾아내고 관계성으로 체계의 특성을 설명하거나 체계를 구성하는 단위를 설명하는데 있다[34]. 본 연구에서도 산업별 단위구조행렬 매트릭스의 네트워크 분석을 위해 사회연결망 분석을 활용한다. 사회연결망 분석은 개별 주체의 특성보다는 개별 주체 간 관계성을 집중적으로 분석하며, 이를 통해 전체 네트워크 구조의 특성을 파악해 나가는 방법론이다. 사회연결망 분석은 방향이 표현된 네트워크 그래프에서 관계의 존재여부뿐만 아니라 관계의 방향성도 분석할 수 있다. 또한 사회연결망 분석은 '노드'라 불리는 각 주체를 '산업'으로 간주하여 주체들 간의 관계 즉 산업들 간의 연계 구조를 보다 세밀하게 분석할 수 있다[35]. 본 연구에서는 사회연결망 분석 도구인 Ucinet6을 활용하여 사회연결망 네트워크 지수를 도출한다.

사회연결망 분석에서 주체(여기서는 산업, 주로 수상운송업을 포함하는 다른 물류산업)들은 연결망 내부에서 특정한 구조적 위치를 점유하게 된다. 구조적 위치로서 파악하게 되는 주요한 지수(지표)는 어떠한 주체

의 위치가 연결망의 중앙에서 얼마나 가까운가에 대한 내용이며, 여러 가지 방식으로 연결지수인 중앙성을 측정한다. 사회연결망 분석에서 많이 활용되는 중앙성으로는 연결중앙성(Degree Centrality), 인접중앙성(Closeness Centrality), 사이중앙성(Betweenness Centrality), 링크 사이중앙성(Edge Betweenness), 위세 중앙성(Eigenvector Centrality) 등이 있으며 [36,37], 본 연구에서는 연결정도 관련 지수로써 연결중앙성, 인접중앙성, 사이중앙성을 분석하여 수상 운송업의 사회연결망 네트워크 구조를 파악한다. 이들 중앙성의 파악을 위한 세부적인 방법은 아래와 같다.

3.2.2.1 연결중앙성

사회연결망 분석에서 연결정도는 네트워크의 방향성을 기준으로 외향연결정도(Out degree)와 내향연결정도(In degree)로 구분할 수 있다. 외향연결정도(Out degree)는 특정한 점(A)가 다른 점(B)에게 화살표(영향)를 주는 관계의 정도를 의미하는데, K라는 연결망에서 행위자 i로부터 다른 모든 행위자들 j에게로 가는 관계의 정도를 의미한다[38]. 즉 단위행렬구조에서 어느 한 산업(A)로부터 다른 산업(B)들에게 영향을 미치는 관계의 정도(A → B)를 의미한다. 내향연결정도(In degree)는 특정한 점(A)가 다른 점(B)으로부터 화살표(영향)를 받는 관계의 정도를 의미하는데, K라는 연결망에서 행위자 i가 다른 모든 행위자들인 j로부터 받는 관계의 정도(A ← B)를 의미한다[34]. 즉 단위구조행렬에서 어느 한 산업(A)이 다른 산업(B)들로부터 영향을 받는 관계의 정도를 의미하며, 아래의 식(12), 식(13)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\text{외향연결정도}_{ik} = \sum_{j=1}^N Z_{ijk} = Z_{ik} \quad (12)$$

$$\text{내향연결정도}_{ik} = \sum_{i=1}^N Z_{jik} = Z_{jk} \quad (13)$$

단, Z_{ijk} 는 K연결망에서 i점으로부터 j점에서의 관계를 의미한다. 본 연구에서의 연결중앙성은 표준화된 연결중앙성으로 제시하며 외향연결정도(nOutdeg)와 내향연결정도(nIndeg)로 나타낸다.

3.2.2.2 인접중앙성

연결망 전체구조를 기반으로 하여 한 점의 중앙성을

측정하는 대표적인 지표는 ‘인접중앙성’으로 다른 점들과의 인접성(Closeness) 혹은 거리(Distances)로 측정할 수 있다. 여기서 두 점들 간의 거리는 두 점을 연결하는 최단 거리를 의미한다. 연결망에서 다른 노드로의 경로 거리의 합계가 가장 작은 노드가 전체 중앙성이 가장 높은 점이다[39]. 가장 짧은 단계로 연결망의 다른 모든 노드에 도달할 수 있다는 측면에서 연결망에서 빠르게 정보를 전파시킬 수 있는 영향력을 가진다.

연결중앙성과 마찬가지로 인접중앙성은 방향성이 있는 그래프에서는 방향에 따라서 외향인접성(Out-closeness)과 내향인접성(In-closeness)로 구분하여 측정한다. 인접중앙성을 측정하는 방법으로는 첫째, Freeman(1979)[39]이 제안하는 방식으로 도달하지 않은 노드 쌍의 거리를 연결망에서 관찰된 가장 긴 거리에 1을 더한 값(Max observed distance plus 1)으로 경로 거리 행렬을 만들고, 개별 노드의 경로 거리의 합을 모두 합한 후 역수를 취한 후 N-1을 곱해주어 계산하는 방식이다. 두 번째는 Valente, Foreman(1978)[40]의 방식으로 최대 경로 거리(실제는 Max path length +1)에서 노드 쌍의 경로 거리를 뺀 값의 평균을 계산하고, 가능한 최대값을 기준으로 표준화하는 방법이다. 세 번째는 역수를 위하여 평균을 구하는 방식이다. 즉 경로 거리가 1일 때 1/1=1, 경로거리가 5일 때 역수는 1/5=0.2가 되며, 도달하지 않은 노드 쌍의 거리는 0으로 계산하는 방식이다[32]. 본 연구에서는 인접중앙성은 앞서 제시한 방식들 중 Freeman(1979)[39]이 제안하는 방식으로 계산하며 외향인접성(Out-closeness)과 내향인접성(In-closeness)으로 제시한다.

3.2.2.3 사이중앙성

사이중앙성은 연결망 내의 한 노드가 다른 점들 ‘사이에’ 위치하는 정도를 측정하는 것이다. 한 노드가 다른 노드들 사이의 최단 거리를 연결하는 선 위에 위치할수록 그 노드의 사이중앙성은 높아진다. 즉 사이중앙성은 다른 노드들 사이에서 매개 역할 즉 브로커의 역할을 하는 정도를 파악하는 지표이다. 세부적인 사항은 아래의 식(14), 다음의 식(15)와 같다.

$$\text{사이중앙성 } C_B(p_m) = \sum_i \sum_j \frac{g_{imj}}{g_{ij}} \quad (14)$$

단, $i < j$ $i \neq j$

$$\text{표준화된사이중앙성 } C_B(p_m) = \frac{\sum_i^N \sum_j^N \frac{g_{imj}}{g_{ij}}}{((N^2 - 3N + 2)/2)} \quad (15)$$

단, $i < j, i \neq j$

연결망 내에서 한 쌍을 연결시키는 가장 짧은 경로인 최단 경로는 일반적으로 여러 개가 존재할 수 있는데, g_{ij} 는 노드 i, j 를 연결하는 최단 경로의 수이고, g_{imj} 는 노드 m 이 i, j 사이의 최단 경로 위에 위치하는 경우의 수이다. i 와 j 를 연결하는 최단 경로가 여러 개로 나타나고 무차별하다면 어느 경로가 사용될 것인가의 확률은 동일하므로 m 이 나타난 경로가 사용될 확률은 $1/g_{ij}$ 가 된다. 즉 최단 경로에 m 이 여러 번 나타날수록 m 이 나타난 통로가 사용될 확률은 높아진다. 분모는 지표를 표준화(Normalize)하기 위하여 분자가 가질 수 있는 최대값으로 나눈 것이다. 본 연구에서의 사이중앙성은 표준화된 사이중앙성(nBetweenness)으로 제시한다[36].

3.2.3 사회연결망 네트워크 시각화

수상 운송업의 단위구조행렬을 이용하여 가치사슬 네트워크 구조를 시각화할 수 있다. 이를 통해 수상 운송업에서의 한 단위 생산을 위해 발생하는 산업 간의 직·간접적인 중간투입물의 흐름과 연계성의 정도를 분석할 수 있으며, 사회연결망 네트워크 연계 구조를 시각적으로 제시할 수 있다[36].

3.3 물류산업의 분류

물류산업을 분류하는 방식으로는 한국표준산업분류 [41]의 방식과 한국은행에서 발행하는 산업분석표(중분류)의 내용을 기준으로 하는 방식이 있다. 세부적인 내용은 아래의 Table 6과 같다. 본 연구에서는 산업연관표를 활용하여 연구를 진행하는 것이므로 한국은행에서 발간한 산업연관표(중분류)에 따라서 분류를 시행하고 연구를 진행한다.

4. 실증분석 및 결과

4.1 산업연관표 관련 계수 분석

앞서 제시한 것처럼 산업연관분석 과정에서 물류산업을 중분류로 분류하여 적용하는 경우 다른 물류관련 산업 및 전체 산업으로 총 37개의 산업으로 구분할 수 있다. 따라서 수상 운송업뿐만 아니라 다른 물류산업의 산업연관표와 관련한 투입계수 및 생산유발계수, 부가가치유발계수, 산업간 연쇄효과와 이에 따른 전체 산업에서의 순위를 파악할 수 있다. 세부적인 내용을 살펴보면 다음과 같다.

4.1.1 투입계수 분석 결과

수상 운송업을 중심으로 투입계수를 분석한 결과는 아래의 Table 7과 같다. 투입계수 분석의 세부내용을 살펴보면 수상 운송업 생산물 한 단위를 생산하기 위해서는 모든 산업으로부터 총 0.8147 단위의 중간재 투입이 필요하며, 부가가치비율은 0.1853으로 나타난다.

Table 6. Classification of the logistics industry

Korean Standard Industry Classification (Middle Class)(2017)		Bank of Korea Industry Linkage Table (Middle Class)(2015)	
49	Ground Transportation and Pipeline Transportation	H49	Ground Transportation
50	Water transport	H50	Water transport
51	Air transport	H51	Air transport
52	Warehouse and transportation related services	H52	Warehouse and transportation related services
		H53	Postal and courier business

Table 7. Input coefficient analysis result

Industry Classification		Input coefficient(A)	Rank	Value-added rate(B)	Total input (A+B)
H49	Ground Transportation	0.5180	22	0.4820	1.0000
H50	Water transport	0.8147	6	0.1853	1.0000
H51	Air transport	0.6651	16	0.3349	1.0000
H52	Warehouse and transportation related services	0.5080	24	0.4920	1.0000
H53	Postal and courier business	0.5728	21	0.4272	1.0000
Overall industry average		0.5999		0.4110	1.0000

- See Appendix 1 for the results of analysis of input coefficients for all industries and logistics industries

또한 수상 운송업은 전체 산업의 투입계수 평균(0.5999)보다 매우 높은 값으로 나타난다. 따라서 수상 운송업의 경우 투입계수를 감소시킬 수 있는 방안을 찾아야만 할 것이다.

4.1.2 생산유발계수 분석 결과

수상 운송업을 중심으로 생산유발계수를 분석한 결과는 아래의 Table 8과 같다. 생산유발계수 분석의 세부내용을 살펴보면 수상 운송업은 3.0934로서 전체 산업 평균(2.4479)보다도 더 높은 생산유발효과를 보인다. 이러한 결과가 나타나는 이유를 분석하여 보면 우리나라의 산업 활동에서 가장 기초가 되는 석탄 및 석유 등의 원자재 수송 및 수출입 관련 물류활동이 수상 운송업 부분에 많이 의존하기 때문인 것으로 판단할 수 있다.

4.1.3 부가가치유발계수 분석 결과

수상 운송업을 중심으로 부가가치유발계수를 분석한 결과는 아래의 Table 9와 같다. 부가가치유발계수를 확인한 결과 수상 운송업은 0.9766으로써 전체 산업의 평균(0.9694)보다 높은 값으로 나타난다. 또한 국민경제 전체에 높은 부가가치유발과 관련한 영향을 미치는 물류산업으로는 수상 운송업 이외에도 항공 운송업, 창고 및 운송 관련 서비스업으로 나타난다.

4.1.4 산업연쇄효과 분석 결과

수상 운송업을 중심으로 산업간 연쇄효과로써 감응도와 영향력 계수를 분석한 결과는 아래의 Table 10과 같다.

Table 8. Production inducement coefficient analysis result

Industry Classification		Production inducement coefficient	Rank
H49	Ground Transportation	2.1280	26
H50	Water transport	3.0934	4
H51	Air transport	2.7497	14
H52	Warehouse and transportation related services	2.1606	25
H53	Postal and courier business	2.2740	22
Overall industry average		2.4479	

- See Appendix 2 for the results of analysis of production inducement coefficients for all industries and logistics industries.

Table 9. Value-added inducement coefficient analysis result

Industry Classification		Value-added inducement coefficient	Rank
H49	Ground Transportation	0.9027	37
H50	Water transport	0.9766	18
H51	Air transport	0.9824	5
H52	Warehouse and transportation related services	0.9815	8
H53	Postal and courier business	0.9342	36
Overall industry average		0.9694	

- See Appendix 3 for the results of the analysis of the value-added inducement coefficient for all industries and logistics industries.

Table 10. Result of analysis of sensitivity coefficient and influence coefficient as a chain effect between industries

Industry Classification		Sensitivity coefficient	Rank	influence coefficient	Rank
H49	Ground Transportation	1.0177	17	0.8693	26
H50	Water transport	0.6205	27	1.2637	4
H51	Air transport	0.5131	31	1.1233	14
H52	Warehouse and transportation related services	1.0121	18	0.8826	25
H53	Postal and courier business	0.5053	32	0.9290	22
Logistics industry average		0.7338		1.0136	
Overall industry average		1.0000		1.0000	

- See Appendix 4 for the analysis results of the inter-industry chain effect (sensitivity coefficient and influence coefficient) of the entire industry and the logistics industry

감응도 계수 분석의 세부적인 내용을 살펴보면 수상 운송업은 0.6205로서 경제 여건 변화에 민감하게 반응하는 산업이 아니라는 것을 확인할 수 있으며, 영향력은 1.2637으로서 다른 산업에 미치는 영향력이 높고, 높은 순위를 보인다. 따라서 우리나라의 입장에서 수상 운송업은 매우 중요한 산업임을 파악할 수 있다. 부가적으로 전체 물류산업의 평균으로써 감응도는 0.7338로써 경기에 민감하게 반응하지 않으며, 영향력은 1.0136으로써 전체 산업에 비교적 높은 영향을 미치는 산업이라는 것을 확인할 수 있다. 그러므로 우리나라의 관점에서 물류산업은 우리나라 전체 산업에 주요한 영향을 미치는 산업으로 해석할 수 있다.

4.2 사회연결망 네트워크 지수 분석 결과

수상 운송업의 단위구조행렬을 작성하고 이를 이용하여 사회연결망 네트워크 지수를 분석하였다. 사회연결망 네트워크 지수(중앙성)를 분석한 결과는 아래의 Table 11과 같다.

세부적인 내용을 살펴보면 연결중앙성으로써 외향연결정도(nOut degree)는 0.000이며, 내향연결정도(nIn degree)는 0.071로 나타난다. 따라서 수상 운송업은 다른 전체 산업과의 관계에서 영향을 미치지 보다는 받고 있는 상황이라고 확인할 수 있다. 이는 수상 운송업의 경우 우리나라의 수출입과 관련된 물류 활동과 관련한 수준이 비교적 높기 때문인 것으로 판단하였는데 수출입 관련 물자의 수송 수요는 수상 운송업 자체에서 발생하기 보다는 다른 수출입 관련 산업(예를 들면 자동차, 전기 및 전자 등)의 수출입과 관련된 수송 수요가 발생하는 경우 이를 지원하는 산업적 특성이 반영되었

기 때문으로서 다른 산업에 미치는 영향력은 비교적 제한적인 것으로 나타난다. 또한 연결망에서 빠르게 정보를 전파시킬 수 있는 영향력으로써 인접중앙성을 확인한 결과 외향인접성(Out closeness)은 0.947, 내향인접성(In closeness)은 0.947로써 정보를 전파시킬 수 있는 영향력은 동일한 것으로 판단할 수 있다. 마지막으로 산업들 간의 매개 역할을 하는 수준을 측정하는 사이중앙성은 0.028로 측정되었다. 따라서 다른 산업들 사이에서 매개 역할 즉 브로커로서의 역할 수준은 전체 산업 평균인 0.122 보다 낮은 값으로 나타나 미흡한 상황이다.

4.3 사회연결망 네트워크 시각화 분석 결과

수상 운송업의 사회연결망 네트워크 구조의 시각화는 앞서 제시한 것처럼 사회연결망 분석 도구인 Ucinet6의 Netdraw를 이용하여 도출하였다. 또한 NetDraw의 분석지수는 0.001 이상을 시각화 하는 것으로 결정하였다. 세부적인 시각화 분석의 결과는 다음의 Fig. 1과 같다.

수상 운송업을 중심으로 네트워크 시각화의 결과를 살펴보면 총 37개의 산업들 중 33개의 산업들과 비교적 유기적인 네트워크 연결을 가지는 것으로 나타났다. 그리고 주로 B 광산품, C04 석탄 및 석유제품, H52 창고 및 운송 관련 서비스, N 사업지원서비스업과는 네트워크 연결 수준이 비교적 높은 것으로 나타났으며 4개의 산업들과는 네트워크 연결수준이 비교적 낮은 것으로 나타나는데 세부적으로는 C06 비금속광물제품, O 공공행정, 국방 및 사회보장, P 교육서비스, Q 보건 및 사회복지 서비스이다.

Table 11. Analysis result of social network connectivity (centrality) index from the perspective of the water transportation industry

Industry Classification		Degree Centrality		Closeness Centrality		Betweenness Centrality
		nOut Deg	nIn Deg	Out Close	In Close	
H49	Ground Transportation	0.003	0.001	1.000	0.923	0.012
H50	Water transport	0.000	0.071	0.947	0.947	0.028
H51	Air transport	0.000	0.000	0.973	0.973	0.908
H52	Warehouse and transportation related services	0.029	0.014	1.000	0.947	0.040
H53	Postal and courier business	0.001	0.000	1.000	0.923	0.012
Overall industry average						0.122
Overall industry standard deviation						0.242

- See Appendix 5 for the analysis results of the Social Networks Network Index from the perspective of the water transportation industry.

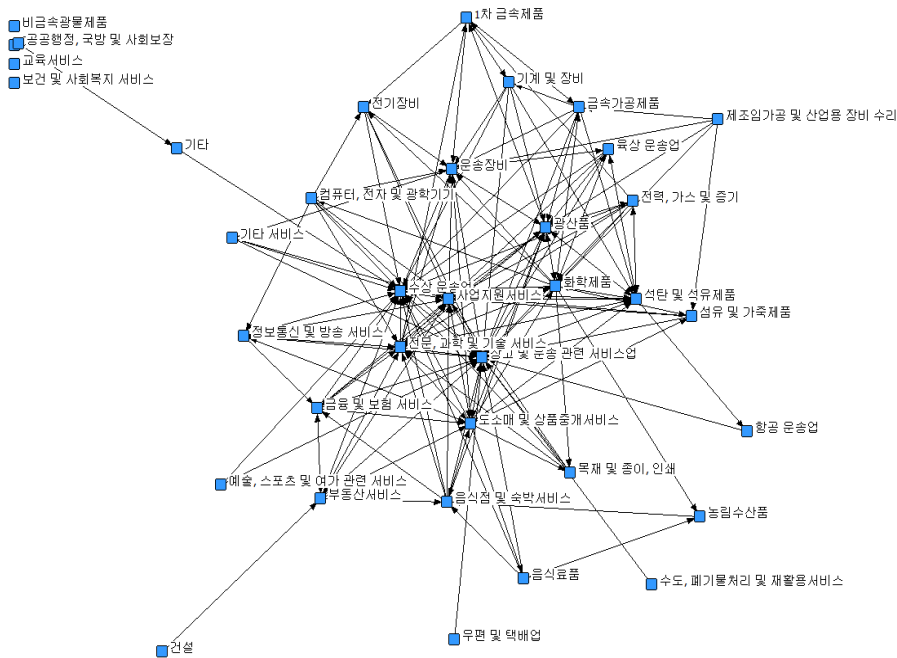


Fig. 1. Analysis result of social network visualization from the perspective of the water transportation industry

5. 결론

본 연구는 산업연관분석을 활용하여, 물류산업들 중 수상 운송업과 전체 산업들과의 상호관계 구조 및 경제 전반에 미치는 효과를 분석하는 것이다. 또한 산업구조를 더욱 세밀하게 파악하기 위하여 단위구조행렬과 사회연결망분석을 적용한 연계구조 네트워크 분석으로써 네트워크의 연결성 지수뿐만 아니라 방향성 그리고 시각화된 네트워크 분석을 통해 우리나라 전체 산업 가운데 수상 운송업의 위치와 현황 및 전체 산업들과의 관계구조를 전체 네트워크의 시각에서 연구를 진행함으로써 향후 미래에 물류산업으로서 수상 운송업이 어떠한 전략을 가지고 어떠한 산업들과 전략적 관계를 공고히 하며 발전하여야 하는가를 제시하는 것이 주요한 목적이다.

이러한 목적을 달성하기 위하여 한국은행에서 발간한 산업연관분석 해설 및 실측 데이터로서 2015년 산업연관표를 활용하였으며, 물류산업을 구성하고 있는 중분류 산업으로서 육상 운송업, 수상 운송업, 항공 운송업, 창고 및 운송 관련 서비스업, 우편 및 택배업의 데이터를 활용하여 산업연관표를 수정 작성하고 역행렬 함수를 활용하여 투입계수, 생산유발계수, 부가가치

유발계수, 산업간 연쇄효과(감응도 및 영향력 계수)를 수상 운송업의 중심과 관점에서 분석을 시행하였다. 또한 산업연관표를 활용한 단위구조행렬함수를 작성하였으며, 이를 이용하여 사회연결망분석으로서 Ucinet6 및 NetDraw를 활용하여 산업들 간의 연결정도로써 사회연결망 네트워크 연결 지수(중앙성) 및 네트워크 시각화 분석을 시행하였다. 이러한 연구결과에 따르는 학문적·실무적 시사점을 정리하면 아래와 같다.

첫째, 가장 최신 실측 자료인 2015년 산업연관표 [25]를 활용하여 물류산업에 대하여 분석하는 연구로서 세부적으로는 수상 운송업에 대한 연구가 제대로 이루어지지 않은 상황에서 본 연구는 물류산업들 중 수상 운송업과 전체 산업들 간의 관계구조에 대하여 연구를 진행하였다. 또한 산업연관표를 활용한 물류산업에 대한 분석 연구에서 앞서 제시한 것처럼 선행연구자들의 대부분은 물류산업의 구분과 분류를 연구자별로 임의로 적용하여 연구하였지만, 본 연구는 2015년 산업연관표[25]의 중분류기준을 준수하여 수상 운송업의 관점에서 연구를 진행하였다. 이를 통해 수상 운송업에 종사하고 있는 물류 관련 경영자들이 자신의 산업과 관련된 부분을 보다 명확하게 이해할 수 있도록 하였다. 또

한 산업연관표를 활용하여 각종 유발계수의 변동 및 변화 추이에 대한 연구 및 연결성(중앙성)지수, 전체 산업들과의 네트워크 연결성 변화의 추이에 대한 연구를 진행할 수 있는 연구방법론의 모델과 함께 기초적인 연구 자료를 제시하였다는 측면에서도 의의를 찾을 수 있다.

둘째, 산업연관표를 활용하여 수상 운송업 부문의 투입계수, 생산유발계수, 부가가치유발계수, 산업간 연쇄효과로써 감응도와 영향력을 분석한 결과 투입계수는 전체 산업의 평균값보다도 더 높은 것으로 나타나며, 부가가치율은 전체 산업 평균값보다 낮은 값으로 나타난다. 또한 다른 물류산업들과 비교에서도 비교적 높은 투입계수와 낮은 부가가치율을 보이고 있으므로 업무활동 프로세스의 개선을 통하여 더욱 낮은 투입계수와 더 높은 부가가치율을 가질 수 있도록 하여야 할 것이다. 즉 수상 운송업 전반에 걸쳐서 낭비라고 판단될 수 있는 요인을 제거하거나 수상운송과 관련된 물류비용을 감소시킴으로써 부가가치율을 제고할 수 있어야 할 것이다.

그리고 생산유발계수의 분석결과 전체 산업 평균 보다 높은 값으로 나타나며, 다른 물류산업들과의 비교에서도 높게 나타나고 있지만 더욱 높은 생산유발계수를 확보하기 위하여 노력하여야 한다. 부가가치유발계수 역시 높게 나타나지만 항공 운송업과 창고 및 운송 관련 서비스업들 보다는 비교적 낮은 값을 보이며, 전체 산업 평균과의 비교에서는 높은 값으로 나타나고 있지만 수상 운송업 전체에서 업무 프로세스 및 다른 산업들에 대한 지원 프로세스의 개선을 통하여 생산유발효과와 부가가치유발효과를 제고할 필요성이 존재한다. 예를 들면 실제로 수상 운송 시간을 단축하거나 항만 상하역 활동에서 대기하는 시간을 단축하는 등의 개선을 통하여 다른 제조 및 서비스업의 부가가치 창출 및 부가가치 창출을 위한 시간을 제고시켜주는 방식도 검토되어야 할 것이다.

그리고 산업간 연쇄효과 분석으로써 감응도 계수에 대한 분석 결과 다른 산업에 비하여 우리나라의 경제 여건에 민감하게 반응하지 않는 산업이라는 것을 알 수 있다. 그리고 다른 산업에 미치는 영향력 계수는 다른 물류산업들과의 비교에서도 항공 운송업 보다 높게 나타나므로 중간재로 많이 사용되고 있음을 확인할 수 있다. 따라서 전체 산업의 발전을 위해서라도 수상 운송업을 더욱 발전시킬 필요성이 있다는 것을 제시하는 것이다.

본 연구에서 사용된 데이터가 2015년을 기준으로 하여 발간된 자료를 대상으로 하는 것이지만 수상 운송업의 감응도계수와 영향력계수의 분석 결과는 현재의 수상 운송업이 처한 현실을 보여주는 대표적인 사례라고 할 수 있다. 부가적으로 물류산업 전체의 관점에서 감응도 계수는 0.7338이며, 영향력은 1.0136으로 나타나는데 이는 물류산업이 전체 산업구조와 비교에서 비교적 중요한 역할을 하고 있다는 것을 확인할 수 있다.

셋째, 산업연관표를 활용하여 물류산업에 대하여 연구를 진행한 선행연구들의 대부분은 단위구조행렬함수를 활용하여 전체 산업들과 물류산업들 간의 연계 구조를 제시하는 연구는 매우 제한적인 상황이다. 하지만 본 연구에서는 사회연결망 네트워크 지수 분석으로서 수상 운송업의 관점에서 연결성(중앙성) 지수에 대하여 분석을 시행하였다.

연결중앙성으로서 외향연결정도(nOut degree)보다는 내향연결정도(nIn degree)의 값이 매우 더 높게 나타나므로 다른 산업들에게 영향을 미치지 보다는 영향을 받고 있는 것으로 나타난다. 이는 수상 운송업의 특성에 기인한 것으로써 전체 산업에서 발생하는 다양한 수출입 화물 운송 수요를 충족하는 역할로서 다른 산업들의 필요에 의하여 수상 운송이 발생하기 때문인 것으로 판단하였다. 또한 인접중앙성을 확인한 결과 외향인접성(Outcloseness)과 내향인접성(Incloseness)이 같은 값으로 나타나므로 정보를 외부로 혹은 내부로 전달하는 능력이 같다고 볼 수 있다. 또한 매개 역할을 하는 수준을 측정하는 사이중앙성은 0.028로서 전체 평균값보다도 낮은 값으로 나타나므로 매개 역할의 수준이 미흡한 상황이다. 따라서 매개 역할의 수준을 제고하는 것으로서 전체 산업에서 산업 관련 정보가 상호 교류될 수 있는 매개자 역할 즉 브로커의 역할을 할 수 있도록 하는 방안을 수상 운송업 전체의 관점에서 강구하여야 할 것이다.

넷째, 단위구조행렬 함수를 활용하여 전체 산업과 물류산업들 간의 관계를 나타낸 선행연구들은 매우 제한적인 상황이다. 그러나 본 연구는 단위구조행렬 함수를 활용하여 물류산업들 중 수상 운송업과 전체 산업들 간의 관계를 Ucinet6과 NetDraw를 활용하여 분석하였으며, 이를 제시하였다.

분석결과 수상 운송업은 총 37개의 산업들 중 33개의 산업들과 네트워크 연결을 가지는 것으로 나타난다.

그러나 4개의 산업들과는 네트워크 연결 정도가 낮으며, 미약한 연결정도를 가지는 것으로 나타났다. 따라서 수상 운송업과 밀접한 연관 관계를 맺고 있는 산업과 그렇지 않은 산업을 확인하였다. 이를 통해 수상 운송업이 전체 산업들과의 관계구조에서 어떠한 산업들과 네트워크 연결성을 강화하여야 하는가를 제시하였다. 즉 제품 한 단위의 생산을 위한 산업 활동에서 밀접한 관련을 가지는 산업들과 그렇지 않은 산업들을 명확하게 제시하였으므로 향후 수상 운송업이 밀접한 전략적 파트너십을 가져야 하는 산업들을 제시하였으며, 이들 산업들과 전략적 제휴 및 파트너십 관계를 강화하여야 할 것이다.

마지막으로 본 연구에서는 사회연결망 네트워크 분석을 Ucinet6 및 NetDraw를 활용하여 물류산업들 중 수상 운송업을 중심으로 진행하였다. 전체 산업들 가운데 상호간에 주고받는 영향력의 수준이 높은 산업과 그렇지 않은 산업이 있다면 상호 간에 교환하는 영향력이 높은 산업과 전략적 제휴 관계를 보다 긴밀하게 가져갈 필요성이 있다. 즉 수상 운송업의 관점에서 영향력을 많이 교환하는 산업들과의 관계의 수준을 강화하여야 한다면 산업들 간의 연결성(중앙성)의 수준을 세밀하게 파악할 필요성이 있는데 본 연구에서는 사회연결망 네트워크 연결성(중앙성)지수와 시각화 분석을 통하여 긴밀한 제휴관계를 가져야 하는 산업과 그렇지 않은 산업들을 논리적으로 제시하였다는 측면에서도 의의를 가질 수 있다.

본 연구의 제한사항 및 차후 연구방향을 제시하면 아래와 같다.

먼저 가장 큰 제한사항으로써 가상추출법을 활용한 개별 물류산업의 경제적 파급효과와 관련된 부분의 연구가 제한적인 상황이다. 가상추출법을 활용한 선행연구로는 박승준 외[19], 정동원·한중호[8], 최영운·하헌구[9] 등의 연구가 있지만 본 연구에서는 이를 적용하지 못하였다. 일반적인 산업연관분석에서 최종수요의 변화에 따르는 특정 산업의 생산량 변화는 해당 산업의 부문에 미치는 효과를 포함한다. 따라서 특정 산업 부문의 순수한 생산량 변화를 파악하기 위해서는 해당 산업을 외생적으로 구분하여 분석할 필요성이 있으며[19], 이러한 방식이 적용된 연구방법론을 가상추출법(Hypothetical Extraction Method)이라고 하는데 [4], 가상추출법은 Cella(1984)[42], Schultz(1976)

[43] 등의 연구에 의하여 실증적인 분석의 틀이 정립되었다.

가상추출법은 특정 산업이 경제시스템에서 제거된다면 가정 아래에서 가상적으로 경제에 미치는 산출량의 변화를 추정하는 것이다. 산업연관표의 행렬에서 특정한 산업에 해당하는 중간투입부문과 최종수요를 0으로 제외하고, 특정 산업의 추출 전과 추출 후를 비교하여 경제시스템의 변화 정도를 수량적으로 추정하는 방식이다. 이러한 산업연관표를 활용한 가상추출법의 적용은 물류산업에 의한 직·간접적인 경제적 파급효과를 전체 산업에 대하여 추정할 수 있고 어떠한 산업들이 물류산업들과 연관관계가 높은지를 더욱 정확하게 파악할 수 있다. 하지만 본 연구에서는 이러한 가상추출법을 적용하여 수상 운송업이 전체 산업에 미치는 영향에 대한 부분까지는 연구를 진행하지 못하였다. 따라서 이러한 부분에 대한 연구는 차후 다시 진행할 필요성이 있다.

둘째, 실측 데이터를 바탕으로 하는 산업연관표는 5년마다 작성된다(한국은행, 2014). 따라서 비교적 최신의 자료라고 할 수 있는 2000년대 이후의 산업연관표를 활용하여 투입계수, 생산유발계수, 부가가치유발계수, 산업간 연쇄효과(감응도 및 영향력 계수)의 변화 과정 및 변화 추이에 대한 연구를 진행하지 못하였으며, 코로나가 유행한 2020년도 기준의 산업연관표 역시 아직 발간되지 않은 상황이다. 따라서 이러한 부분에 대한 추가적인 연구를 진행할 필요성이 있다. 또한 본 연구에서 제시한 단위구조행렬을 활용한 사회연결망 네트워크 연결성(중앙성) 지수의 변화와 사회연결망 네트워크 시각화에 따른 연관성이 높은 산업들의 변화 과정과 추이에 대한 연구의 부분 역시 제한적인 상황이다.

물류산업의 관점 특히 수상 운송업의 관점에서 이러한 투입계수, 생산유발계수, 부가가치유발계수, 감응도 및 영향력 계수, 사회연결망 네트워크 지수, 사회연결망 네트워크 시각화 분석 결과의 변화 과정 및 변화의 추이에 대한 연구는 수상 운송업의 전략수립과 향후 발전 계획수립 등에 대한 보다 정밀한 데이터를 제공할 수 있으므로 이러한 부분에 대한 연구 역시 추가로 진행할 필요성이 있다.

셋째, 앞서 Table 5. 물류산업의 분류에서 제시한 것처럼 물류산업을 중분류로 구분하면 5가지 산업으로 구분할 수 있다. 본 연구에서는 주로 수상 운송업의 관

점과 시각에서만 연구를 진행하였으며, 다른 육상 운송업, 항공 운송업, 창고 및 운송 관련 서비스업, 우편 및 택배업의 관점과 시각에서의 연구의 부분은 제한적인 상황이며, 특히 현재 우리나라 및 전 세계적으로 유행한 코로나 팬데믹 현상이 전체 산업 활동에 어떠한 영향을 미쳤는가에 대한 추가적인 연구를 진행하고 결과를 제시할 필요성이 있다. 이를 통해 물류산업의 각 산업별로 어떠한 네트워크 전략을 가지고 어떠한 방향으로 발전시켜 나가야 할 것인가에 대한 부분을 제시할 수 있기 때문이다.

REFERENCES

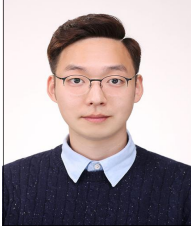
- [1] Bank of Korea. (2014). *Industry-related Analysis and Commentary*, Bank of Korea.
- [2] J. H. Shim. (2009). An Analysis of Economic Effects of Logistics Industry By Input-Output Table, *Journal of Industrial Economics and Business*, 22(2), 919-937.
- [3] Industrial Research Institute. (2012). *Measures to Foster Local Industrial Ecosystem in the Era of Industrial Convergence*, Industrial Research Institute.
- [4] J. S. Byeon. (2016). Interindustrial Linkages of the Shipping and Logistics Industry -A Social Network Analysis Using Input-output Tables-. *Journal of Shipping and Logistics*, 32(3), 435-455. DOI : 10.37059/tjosal.2016.32.3.435
- [5] J. M. Na & I. T. Kim. (2016). The Employment Linkage Effects with Employment-Generating Key Industry Using Hypothetical Extraction Method(HEM). *THE KOREAN-JAPANESE JOURNAL OF ECONOMICS & MANAGEMENT STUDIES*, 70, 199-222.
- [6] Statistics Korea. (2021). *Kosis, Trade Dependence*, (Online) <https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do>
- [7] J. U. Park & D. S. Lee. (2008). A Study on the Growth Factors of Korean Logistics Industry through the Decomposition of the Aggregate Output. *Journal of Korean Economy Studies*, 23, 177-203.
- [8] D. W. Jeong & J. H. Han. (2012). An Analysis on the Economic Impacts of the Logistics Industry. *Korea Logistics Review*, 22(2), 203-226.
- [9] Y. Y. Choi & H. K. Ha. (2008). The Role of the Logistics Industry in the Korean National Economy: An Input-Output Analysis. *Korean Journal of Logistics*, 16(2), 81-103. DOI : 10.15735/cls.2008.16.2.005
- [10] J. U. Park & H. Y. Won. (2008). A Study on the Korean Logistics Industry's Contribution Ratio to the National Economy through the Decomposition of the Aggregate Output Equation on the Base of Input-Output Analysis. *Journal of Korean National Economy*, 26(2), 139-166.
- [11] M. Y. Lu, M. S. Wang & K. H. Bae. (2020). Economic Impact Analysis of China's Logistics Industry by Input-Output Table. *Korea Logistics Review*, 30(4), 25-36.
- [12] T. J. Kim & S. J. Shim. (2018). Factor Decomposition Analysis of Korean Water Transport Industry's Value Added Exports - Using International Input-output Tables -. *Ocean Policy Research*, 33(1), 215-246. DOI : 10.35372/kmiopr.2018.33.1.009
- [13] T. J. Kim & S. J. Shim. (2019). A Study on the Export Competitiveness of Water Transport Industry in the World and Foreign Markets-Using Trade in Value Added Data-. *Ocean Policy Research*, 34(2), 195-224. DOI : 10.35372/kmiopr.2019.34.2.007
- [14] S. Y. Park. (2019). A Study on Economic Effects of Korean Water Transport Industry Using International Input-Output Analysis. *Journal of Shipping and Logistics*, 35(4), 555-576. DOI : 10.37059/tjosal.2019.35.4.555
- [15] J. U. Park, S. T. Lim & H. Y. Won. (2010). A Study on the Structural Change of Value Added and Value Added-Inducement Effects for Promoting the Korean Logistics Industry by using the Input-Output Analysis. *Journal of Shipping and Logistics*, 26(1), 87-114. DOI : 10.37059/tjosal.2010.26.1.87
- [16] K. H. Bae. (2008). The Analysis of Economic Effects of Logistics Industry by Input-Output Table. *Korea Logistics Review*, 18(1), 159-178.
- [17] T. W. Lee, Y. T. Chang & S. H. Shin. (2006). A Comparative Study on Economic Effects of Transport Modes on the Korean Economy Using Input-Output Analysis. *Journal of Shipping and Logistics*, 51, 47-67.
- [18] B. D. Jeong & G. W. Hong. (2008). A Study on the Ripple Effect of Physical Distribution Service Industry on National Economy. *Journal of Korea Port Economic Association*, 24(2), 193-208.
- [19] S. J. Kwak, S. H. Yoo & J. I. Chang. (2002). Role

- of the Marine Sector in the Korean National Economy Using Input-Output Analysis. *Ocean Policy Research*, 17(1), 1-31.
- [20] S. D Oh & S. R. Kee. (2003). Economic Effects of the Shipping Industry and Shipping-related Services : Focusing on the Input-Output Analysis. *Journal of Shipping and Logistics*, 39, 29-49.
- [21] H. Y. Won & J. U. Park. (2008). A Study on the Growth Factors of Korean Water Transport Industry through the Decomposition of the Aggregate Output. *Journal of Shipping and Logistics*, 59, 77-103.
DOI : 10.37059/tjosal.2008..59.77
- [22] M. K. Lee & B. W. Ko. (2013). A Global Comparative Study on the Economic Impacts of Water Transport Industry Using Country Input-Output Analysis. *Journal of Shipping and Logistics*, 29, 827-852.
DOI : 10.37059/tjosal.2013.29..827
- [23] M. K. Lee & G. W. Lee. (2014). A Study on the Korean Trade in Value Added Focusing on Water Transport Industry. *Journal of Shipping and Logistics*, 31(1), 173-196.
DOI : 10.37059/tjosal.2014.30.1.173
- [20] C. H. Park & Y. K. Jeong. (2011). An Analysis for the Economic Effects of Airfreight Logistics Industry By Using the I/O Table Analysis- the Korean Case-. *Journal of Industrial Economics and Business*, 24(3), 1885-1908.
- [25] Bank of Korea. (2019). *2015 Input-Output Statistics*. Bank of Korea.
- [26] B. H. Leem. (2011). Impacts of Container Port Network on Productivity : Based on Social Network Analysis Perspective. *Korean Journal of Logistics*, 19(3), 19-35.
DOI : 10.15735/cls.2011.19.3.002
- [27] J. M. Pak, S. K. Kim & H. H. Kim. (2015). A Study on Oyster Trade Networks by Utilizing Social Network Analysis. *Korea Trade Review*, 40(2), 51-70.
- [28] J. N. Wi & Y. J. Kim. (2018). A Study on the Vendor Evaluation of the Automotive Industry Using Sociak Network Analysis. *Korean Journal of Logistics*, 26(2), 41-53.
DOI : 10.15735/cls.2018.26.2.003
- [29] I. T. Gong & K. S. Shin. (2021). Research on the Use of Logistics Centers in Idle site on Highway Using Social Network Analysis. *The Korea Journal of BigData*, 6(1), 1-12.
DOI : 10.36498/kbigdt.2021.6.1.1
- [30] J. W. Eom & Y. J. Won. (2019). An Analysis of Influence Factor of ROK Military Supply-Network Efficiency by Social Network Analysis. *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, 20(5), 47-55.
DOI : 10.5762/KAIS.2019.20.5.47
- [31] D. S. Park, J. H. Kim & D. H. Lee. (2018). A Study on the Regional Cluster of Munition Industry by Social Network Analysis. *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, 19(10), 386-393.
DOI : 10.5762/KAIS.2018.19.10.386
- [32] H. G. Kim.. (2013). The Role of Logistics Industry in China National Economy--An Input-Output Analysis. *Chinese Studies*, 45, 281-302.
- [33] W. W. Leontief. (1936). Quantitative Input and Output Relations in the Economic Systems of the United States. *The Review of Economics and Statistics*, 18(3), 105-125.
DOI : 10.2307/1927837
- [34] Y. H. Kim. (2011). *Social Network Analysis 3rd*. Pakyoungsa.
- [35] S. J. Shim. (2010). Industrial Value Chain Network and Clusters in Northeast Asia. *Journal of northeast Asian economic studies*, 22(3), 1-37.
- [36] Y. H. Kim & Y. J. Kim. (2021). *Social Network Analysis 4rd*. Pakyoungsa.
- [37] D. W. Son. (2008). *Social Network Analysis*. Kyungmunsa.
- [38] Y. H. Kim & S. J. Shim. (2007). An Empirical Study on Value-Chain Network of Manufacturing and Implications on Cluster Policy. *Journal of Technology Innovation*, 15(1), 203-233.
- [39] L. C. Freeman. (1978-1979). Centrality in Social Networks Conceptual Clarification. *Social Networks*, 1(3), 215-239.
DOI : 10.1016/0378-8733(78)90021-7
- [40] T. W. Valente & R. K. Foreman. (1978). Integration and Radiality: Measuring the Extent of an Individual's Connectedness and Reachability in a Network. *Social Networks*, 20, 89-105.
DOI : 10.1016/S0378-8733(97)00007-5
- [41] Korea Statistics. (2017). *10th Revision Korean Standard Industry Classification*, Korea Statistics.
- [42] G. Cella. (1984). The Input-Output Measurement of Interindustry Linkages. *Oxford Bulletin of Economic and Statistics*, 46(1), 73-84.
DOI : 10.1111/j.1468-0084.1984.mp46001005.x
- [43] S. Schultz. (1976). Approaches to Identifying Key

Sectors Empirically by Means of Input-output
Analysis. *The Journal of Development Studies*,
14(1), 77-96.
DOI : 10.1080/00220387708421663

박성민(Sung-Min Park)

[정회원]



- 2014년 2월 : 계명대학교 작곡과 (음악학사)
- 2017년 2월 : 경북대학교 경영학부 (경영학석사)
- 2020년 8월 : 경북대학교 경영학부 (경영학박사)

- 2020년 12월 ~ 현재 : 경북대학교 경영학부 4단계 BK21사업 박사후연구원
- 관심분야 : 물류, SCM, 경영과학, 서비스품질
- E-Mail : bomsungmin@naver.com

박찬권(Chan-Kwon Park)

[정회원]



- 1993년 2월 : 충북대학교 사회학과 (문학사)
- 2002년 2월 : 충남대학교 경영학부 (경영학석사)
- 2011년 2월 : 경북대학교 경영학부 (경영학박사)

- 2020년 9월 ~ 현재 : 경북대학교 건설환경에너지융합기술원 연구초빙교수
- 관심분야 : 물류, SCM, 경영통계, 경영과학
- E-Mail : rommel11413@empal.com

Appendix 1. Input coefficient of all industries and logistics industry, Production inducement coefficient, Value added inducement coefficient analysis result

	산업구분	투입계수(A) 및 부가가치계수(B)		생산유발계수		부가가치유발계수			
		투입계수(A)	순위	부가가치계수(B)	순위	생산유발계수	순위	부가가치유발계수	순위
A	농림수산물	0.4584	32	0.5416	6	2.1816	23	0.9765	19
B	광산품	0.4738	28	0.5262	10	2.0859	28	0.9739	22
C01	음식료품	0.8266	4	0.1734	34	2.9675	5	0.9624	30
C02	섬유 및 가죽제품	0.8227	5	0.1773	33	3.1713	2	0.9767	16
C03	목재 및 종이, 인쇄	0.7009	11	0.2991	27	2.7843	13	0.9763	20
C04	석탄 및 석유제품	0.8549	2	0.1451	36	2.8562	11	0.9685	27
C05	화학제품	0.7175	9	0.2825	29	2.9054	9	0.9775	14
C06	비금속광물제품	0.6944	13	0.3056	25	2.6968	16	0.9721	23
C07	1차 금속제품	0.8006	7	0.1994	31	3.1053	3	0.9761	21
C08	금속가공제품	0.6452	18	0.3548	20	2.7386	15	0.9814	9
C09	컴퓨터, 전자 및 광학기기	0.6722	15	0.3278	23	2.7888	12	0.9844	2
C10	전기장비	0.7004	12	0.2996	26	2.8997	10	0.9816	7
C11	기계 및 장비	0.7101	10	0.2899	28	2.9219	8	0.9809	10
C12	운송장비	0.8287	3	0.1713	35	3.3928	1	0.9798	11
C13	기타 제조업 제품	0.7481	8	0.2519	30	2.9660	6	0.9774	15
C14	제조업/공 및 산업용 장비 수리	0.5112	23	0.4888	15	2.2748	21	0.9817	6
D	전력, 가스 및 증기	0.6470	17	0.3530	21	2.3753	20	0.9399	35
E	수도, 폐기물처리 및 재활용서비스	0.4661	31	0.5339	7	2.0012	31	0.9504	32
F	건설	0.6203	19	0.3797	19	2.5470	18	0.9669	28
G	도소매 및 상품중개서비스	0.4709	30	0.5291	8	1.9970	32	0.9767	17
H49	육상 운송업	0.5180	22	0.4820	16	2.1280	26	0.9027	37
H50	수상 운송업	0.8147	6	0.1853	32	3.0934	4	0.9766	18
H51	항공 운송업	0.6651	16	0.3349	22	2.7497	14	0.9824	5
H52	창고 및 운송 관련 서비스업	0.5080	24	0.4920	14	2.1606	25	0.9815	8
H53	우편 및 택배업	0.5728	21	0.4272	17	2.2740	22	0.9342	36
I	음식점 및 숙박서비스	0.6907	14	0.3093	24	2.6547	17	0.9493	33
J	정보통신 및 방송 서비스	0.4738	27	0.5262	11	2.0184	30	0.9832	4
K	금융 및 보험 서비스	0.4285	33	0.5715	5	1.7517	33	0.9422	34
L	부동산서비스	0.2610	36	0.7390	2	1.5031	36	0.9838	3
M	전문, 과학 및 기술 서비스	0.4949	26	0.5051	12	2.0918	27	0.9709	24
N	사업지원서비스	0.3080	35	0.6920	3	1.6845	34	0.9886	1
O	공공행정, 국방 및 사회보장	0.2260	37	0.7740	1	1.4799	37	0.9785	12
P	교육서비스	0.3088	34	0.6912	4	1.6644	35	0.9659	29
Q	보건 및 사회복지 서비스	0.4725	29	0.5275	9	2.0826	29	0.9507	31
R	예술 스포츠 및 여가 관련 서비스	0.5032	25	0.4968	13	2.1671	24	0.9778	13
S	기타 서비스	0.5793	20	0.4207	18	2.4808	19	0.9696	25
T	기타	1.0000	1	0.0000	37	2.9282	7	0.9693	26
	전체 산업 평균	0.5999		0.4001		2.4479		0.9694	

Appendix 2. Result of analysis of sensitivity and influence coefficient of all industries and logistics industries

	산업구분	감응도	순위	영향력	순위
A	농림수산물	1.0025	19	0.8912	23
B	광산물	2.0343	2	0.8522	28
C01	음식료품	1.2274	10	1.2123	5
C02	섬유 및 가죽제품	0.9146	23	1.2955	2
C03	목재 및 종이, 인쇄	1.0984	13	1.1375	13
C04	석탄 및 석유제품	1.3645	6	1.1668	11
C05	화학제품	2.4415	1	1.1869	9
C06	비금속광물제품	0.7118	25	1.1017	16
C07	1차 금속제품	1.6255	4	1.2686	3
C08	금속가공제품	1.0929	14	1.1188	15
C09	컴퓨터, 전자 및 광학기기	1.2477	9	1.1393	12
C10	전기장비	0.9153	22	1.1846	10
C11	기계 및 장비	0.9282	21	1.1937	8
C12	운송장비	1.0346	16	1.3860	1
C13	기타 제조업 제품	0.5293	30	1.2117	6
C14	제조임가공 및 산업용 장비 수리	1.1581	12	0.9293	21
D	전력, 가스 및 증기	1.2755	7	0.9703	20
E	수도, 폐기물처리 및 재활용서비스	0.5764	29	0.8175	31
F	건설	0.4934	34	1.0405	18
G	도소매 및 상품중개서비스	1.6425	3	0.8158	32
H49	육상 운송업	1.0177	17	0.8693	26
H50	수상 운송업	0.6205	27	1.2637	4
H51	항공 운송업	0.5131	31	1.1233	14
H52	창고 및 운송 관련 서비스업	1.0121	18	0.8826	25
H53	우편 및 택배업	0.5053	32	0.9290	22
I	음식점 및 숙박서비스	0.9673	20	1.0845	17
J	정보통신 및 방송 서비스	1.0863	15	0.8246	30
K	금융 및 보험 서비스	1.1821	11	0.7156	33
L	부동산서비스	0.8310	24	0.6140	36
M	전문, 과학 및 기술 서비스	1.5465	5	0.8545	27
N	사업지원서비스	1.2492	8	0.6882	34
O	공공행정, 국방 및 사회보장	0.6854	26	0.6046	37
P	교육서비스	0.4310	37	0.6800	35
Q	보건 및 사회복지 서비스	0.4802	35	0.8508	29
R	예술, 스포츠 및 여가 관련 서비스	0.5022	33	0.8853	24
S	기타 서비스	0.5874	28	1.0135	19
T	기타	0.4679	36	1.1962	7
	물류 산업 평균	0.7338		1.0136	
	전체 산업 평균	1.0000		1.0000	

Appendix 3. Analysis result of social network index(centrality) from the perspective of water transportation industry

	산업구분	연결중앙성(Degree)		인접중앙성(Closeness)		사이중앙성 (nBetween centrality)
		nOutdeg	nIndeg	Outclose	Inclose	
A	농림수산물	0.001	0.001	1.000	1.000	0.945
B	광산물	0.015	0.007	0.783	0.973	0.016
C01	음식료품	0.002	0.002	1.000	0.973	0.072
C02	섬유 및 가죽제품	0.001	0.001	1.000	0.973	0.072
C03	목재 및 종이, 인쇄	0.002	0.001	1.000	0.973	0.072
C04	석탄 및 석유제품	0.020	0.017	1.000	0.973	0.072
C05	화학제품	0.005	0.003	1.000	0.973	0.072
C06	비금속광물제품	0.000	0.000	0.973	0.973	0.070
C07	1차 금속제품	0.002	0.001	0.800	0.973	0.020
C08	금속가공제품	0.002	0.001	1.000	0.973	0.072
C09	컴퓨터, 전자 및 광학기기	0.002	0.001	1.000	0.973	0.072
C10	전기장비	0.002	0.001	1.000	0.973	0.072
C11	기계 및 장비	0.002	0.001	1.000	0.973	0.072
C12	운송장비	0.005	0.004	1.000	0.973	0.072
C13	기타 제조업 제품	0.000	0.000	1.000	0.973	0.072
C14	제조임가공 및 산업용 장비 수리	0.002	0.001	1.000	0.973	0.072
D	전력, 가스 및 증기	0.003	0.002	1.000	0.947	0.070
E	수도, 폐기물처리 및 재활용서비스	0.001	0.000	1.000	0.973	0.072
F	건설	0.000	0.000	1.000	0.973	0.072
G	도소매 및 상품중개서비스	0.005	0.002	1.000	0.923	0.012
H49	육상 운송업	0.003	0.001	1.000	0.923	0.012
H50	수상 운송업	0.000	0.071	0.947	0.947	0.028
H51	항공 운송업	0.000	0.000	0.973	0.973	0.908
H52	창고 및 운송 관련 서비스업	0.029	0.014	1.000	0.947	0.040
H53	우편 및 택배업	0.001	0.000	1.000	0.923	0.012
I	음식점 및 숙박서비스	0.003	0.002	1.000	0.973	0.072
J	정보통신 및 방송 서비스	0.003	0.001	1.000	0.923	0.012
K	금융 및 보험 서비스	0.004	0.001	0.973	0.900	0.002
L	부동산서비스	0.002	0.001	1.000	0.947	0.040
M	전문, 과학 및 기술 서비스	0.007	0.003	1.000	0.973	0.072
N	사업지원서비스	0.018	0.005	1.000	0.947	0.045
O	공공행정, 국방 및 사회보장	0.000	0.000	0.522	0.973	0.008
P	교육서비스	0.000	0.000	1.000	0.900	0.007
Q	보건 및 사회복지 서비스	0.000	0.000	1.000	0.973	0.072
R	예술, 스포츠 및 여가 관련 서비스	0.001	0.000	1.000	0.947	0.045
S	기타 서비스	0.001	0.001	1.000	0.973	0.072
T	기타	0.001	0.001	1.000	0.947	0.940
	평균					0.122
	표준편차					0.242