물류 분야 학술지의 공저자 네트워크 및 연구주제 분석

임혜선 · 장태우^{*}

경기대학교 산업경영공학과

A Study on Co-authorship Network in the Journals of a Branch of Logistics

Hye-Sun Lim · Tai-Woo Chang

Department of Industrial and Management Engineering, Kyonggi University, Suwon, 443-760

In this study, we investigate the cooperative relationships between researchers who have co-authorship in the logistics-related journals in Korea by using social network analysis (SNA). We analyzed the co-authorship data of 781 articles published from 2005 to 2011 in four journals of 'Logistics Study', 'Journal of Korean Society of SCM', 'Korea Logistics Review' and 'Journal of Shipping and Logistics.' We examined the trend of cooperative research in the field of logistics with basic data of the co-authorship network. Then, we analyzed structural properties of the network and the sub-networks of research groups having co-authorship. We could verify the authors who play important roles within the network by using SNA indicators. In addition, we constructed the keyword networks based on the keyword data of all articles by research groups in order to understand the research topics of each group, and thereby we could draw several implications on the cooperative researches in the field of logistics.

Keyword: social network analysis, logistics research, co-authorship network

1. 서론

생산 활동의 일부였던 물류활동이 1980년대 이후 시장의 변화에 따라 점차 넓은 영역으로 확대되어 왔으며, 현재는 국가의 경쟁력을 높이는 산업 활동으로 자체적인 성장 및 여타 산업의 효율 향상에 기여하는 산업 활동으로써 국가 경제의 지속적인 발전을 선도하는 새로운 성장 동력으로 부상하였다.

물류활동의 범위는 점차 광범위하게 커져 왔으며 전 세계 물류 활동의 30% 이상이 동북아를 중심으로 일어나고 있을 정도로 글로벌화 되었고 환경적인 활동을 포함해서 그 영역이 확대되고 있다. 광범위해진 물류활동처럼 물류연구의 범위도 산업공학, 경영학, 무역학, 유통학 등을 망라하여 여러 주제로 다양하게 연구되고 있으며, 물류 분야 학술지의 게재 논문 편수

를 나타낸 <Figure 1>에 보인 바와 같이 사회변화에 따라 지속적인 연구증가 추세를 보이는 학문이라고 할 수 있다.

최근 물류 분야 학술 연구자들의 공저 또는 공동연구와 같은 협력에 대한 관심도 증가하는 추세이며, 국가연구개발 사업의 수행 및 전문가집단의 의견 수렴 과정 등에서 주요 활동 연구그룹 파악에 대한 요구가 제기되고 있다. 한국물류학회지를 대상으로 공저 관계에 있는 저자들의 공저자 네트워크(Co-authorship network)에 대한 분석한 선행연구(Lim, 2011)도 있으나 본 연구는 국내 물류연구 분야를 대표하는 학술지들을 통합적으로 분석하고자 하였다.

국내 물류 분야의 학술적 성과를 측정할 수 있는 물류 분야의 학술지로는 한국물류학회지, 로지스틱스연구, 한국SCM학회지, 해운물류연구 등이 있다. 이들 학술지 중에 해운물류연구

본 연구는 2011학년도 경기대학교 학술연구비 지원에 의하여 수행되었음.

^{*}연락처 : 장태우 교수, 443-760 경기 수원시 영통구 이의동 산94-6 경기대학교 산업경영공학과,

Fax : 031-244-3544, E-mail : keenbee@kgu.ac.kr

투고일(2012년 06월 12일), 심사일(1차 : 2012년 07월 04일, 2차 : 2012년 08월 27일), 게재확정일(2012년 09월 05일).

Figure 1. Number of Articles in the Logistics-Related Journals in Korea

구가 1981년 가장 먼저 발간되었으며, 이후 한국물류학회지, 로지스틱스연구, 한국SCM학회지 순으로 발간되었다. 네 가지 학술지에 대한 세부 정보는 <Table 1>과 같다.

본 연구에서는 이들 학술지를 대상으로 국내 물류 분야 연구 협력관계를 조사하였다. 2005년부터 2010년까지 각 학술지에 게재된 논문 총 781편의 저자 정보를 추출하여 저자 데이터를 구성하였으며, 구성된 데이터를 기반으로 물류연구의 실질적 지식생산자인 저자를 중심으로 한 공저자 네트워크를 생성하였다. 이는 학술 논문에 동시 출현하는 공저자 데이터를 네트워크로 시각화하여 공저자들 간의 협력관계를 나타내는 네트워크를 생성한 것이다. 이러한 공저자 네트워크는 연구 커뮤니티에서 암묵적인 지식(tacit knowledge)을 획득하는데 매우 적절하며 이렇게 숨겨졌거나 드러나지 않은 정보를 유형화함으로써 과학적 지식이나 기술발전에서 학술적 기여를 높일 수 있는 수단이 될 수 있고, 또한 연구개발의 위험을 분산시키는 정보로도 활용될 수 있다(Kim *et al.*, 2007). 공저자 네트워크를 통해 형성된, 저자에 대한 유형화된 정보는 하나의 지식집단의 형태, 동향, 지식의 흐름 등을 확인할 수 있는 정보를 제공하기도 하고, 지식집단의 협력 네트워크와 사회적 관계를 밝히는 데에도 유용하게 사용된다. 또한 공저자 네트워크로부터 표현되는 관계색인은 정보검색의 확장방법으로 새로운 정보검색 전략도구로써 관계기반 검색에 활용될 수 있다(Kim, 2011).

본 연구에서는 사회연결망분석(SNA, Social Network Analysis) 지표를 활용하여 공저자 네트워크를 분석하고자 한다. 물류

분야의 협력연구에 대한 공저자 네트워크를 구성하고, 각 네트워크의 구조적 특성과 함께 중심성 지표에 따른 네트워크 내 개인의 비중을 수치화하여 네트워크의 구조적 특성을 분석하고자 하였다. 세부적인 연구방법은 다음과 같다. 첫째, 분석된 데이터를 기반으로 협력연구에 대한 기초현황을 분석한다. 둘째, 분석된 공저자 데이터의 시각화를 통해 공저자 네트워크를 구성하고 네트워크의 구조적 속성을 파악한다. 셋째, 사회네트워크 지표를 활용하여 컴포넌트 단위의 네트워크에 대한 중심성 분석을 수행한다. 마지막으로 논문의 키워드 데이터를 이용하여 주요 연구그룹의 연구주제를 파악한다. 본 연구는 대표적인 물류 분야 학술지들을 통합적으로 분석하였다는 점에서 의의가 있으며, 또한 국내 물류연구의 협력 네트워크를 규명하고 해당 연구그룹들의 연구주제를 살펴보았다는 점에 의미를 둘 수 있다.

2. 방법론 및 기존문헌연구

2.1 사회 네트워크의 분석

사회 네트워크 이론의 목표는 개인, 조직 국가와 같은 사회적 존재들 사이의 관계를 네트워크로 파악하고, 네트워크 구조의 형태와 내용을 찾아내는 데 있다. 또한 네트워크 형태 및 내용을 결정하는 영향요인을 파악하고 개체 간의 구체적인 사회적 관계, 즉 네트워크 구조가 사회 시스템과 행위자의 운영과 행위에 어떤 영향을 미치는지를 분석한다(Kim, 2011).

일반적으로 네트워크 분석은 사회연결망분석(SNA)으로 알려져 있으며, 분석 수준에 따른 분석 방법은 네트워크 수준 분석(거시수준의 분석 지표 사용), 노드 수준 분석(미시 수준의 분석 지표 사용), 네트워크/노드 수준 분석(하이브리드 수준의 분석 지표 사용), 집단 수준 분석으로 구분된다(Lee, 2010). <Table 2>는 분석 수준에 따른 분석방법으로 분류된 사회 네트워크의 측정지표 및 내용을 정리하여 요약한 것이다.

2.2 공저자 네트워크 분석

공동연구 네트워크는 학술적 활동의 산물인 학술지식이 연

Table 1. Overview of the Logistics-related Journals in Korea

구 분	한국물류학회지 Korea Logistics Review	로지스틱스연구 Logistics Study	한국SCM학회지 Journal of Korean Society of SCM	해운물류연구 Journal of Shipping and Logistics
학회	한국물류학회	한국로지스틱스학회	한국SCM학회	한국해운물류학회
분야	사회과학	사회과학	공학	농수해양
소분류	경영학	경영학	산업공학	해상운송학
발간연도	1991년	1992년	2000년	1984년
KCI 등재연도	2003년	2004년	2005년	2001년
ISSN	1598-0111	1229-3539	1598-382X	1598-8538

Table 2. Indices for Social Network Analysis(Freeman, 1979; Kim, 2009; Kim, 2010; Kim, 2011; Lee, 2010; Wasserman *et al.*, 1994)

구 분	지표		내용	
네트 워크 수준	밀도(density)		총 노드(g)에서 실제로 맺어진 노드(l)의 비율	$2l/g(g-1)$
	포괄성(inclusiveness)		결점의 총수에서 ‘연결되어 있지 않은 노드(isolates)’들의 수를 뺀 수의 비율	
	중심화(centralization)		연결망의 결속정도를 측정하며 지역 중앙성, 전체 중앙성, 사이 중앙성 각각에 대응해서 존재	
노드 수준	인접성 지표	경로거리(distance)	한 노드(n_i)가 연결을 맺은 노드(n_j)와의 거리	$d(n_i, n_j)$
		직경(diameter)	가장 큰 구성 집단 안에서 가장 멀리 떨어진 노드 사이의 거리	$Max(d(n_i, n_j)) \forall i, j$
	연결성 지표	연결정도(degree)	노드가 맺고 있는 다른 노드의 수(x_{ij} : 노드 i, j 의 연결 여부)	$d(n_i) = \sum_{j=1}^g x_{ij} = \sum_{i=1}^g x_{ij}$
		연결강도(strength)	결속간의 빈도	
네트 워크/ 노드 수준	중심성 지표	연결중심성 (degree centrality)	전체 연구자의 수와 실제 관계를 맺고 있는 연구자 수의 비율	$C_D = \frac{d(n_i)}{g-1}$
		근접 중심성 (closeness centrality)	연구자가 연결될 수 있는 최단거리를 더한 것에 논리적으로 가능한 최소 근접성의 역수	$C_C(n_i) = (g-1)/\sum_{j=1}^g d(n_i, n_j)$
		매개 중심성 (betweenness centrality)	연구자들 사이에 포함되어 있는 최단 경로의 비율을 논리적으로 가능한 최대 매개 중심성 값으로 나눈 표준화된 수치	$C_B(n_i) = \frac{\sum_{j < k} g_{jk}(n_i)/g_{jk}}{[(g-1)(g-2)/2]}$
집단 수준	구조적 동위성 (structural equivalence)		유사한 지위에 위치한 노드들을 군집화하여 파악	
	컴포넌트 분석 (component analysis)		네트워크 내부에 존재하는 하위집단을 파악	
	결속 분석(clique analysis)		직접적으로 연결되어 있는 노드들의 군집을 파악	

구자들 공동체의 협력과 상호작용에 의해 만들어질 때 복수의 연구자들이 공동연구의 형태를 취하였을 경우, 그들의 관계를 네트워크로 표현한 것이며 협력 네트워크라고도 한다. 공저자 네트워크는 공동연구 네트워크의 일종으로 굳이 구분한다면 학술지의 논문 형태로 학술 지식을 만들어 낸 경우에 해당되고 공동연구 네트워크는 좀 더 포괄적이지만 엄격히 구분할 필요는 없다(Lee, 2010).

공저자 네트워크는 논문 · 저역서 · 보고서 저술, 특허 출원, 연구개발 과제 등의 동일한 학술정보 생산에 참여한 저자간의 관계를 측정하여 작성된 협력 네트워크로써, 협력 연구 결과 산출된 연구 성과물의 문헌 규모, 공저자, 저자들 간의 협력관계 분석, 공저율과 생산성의 상관성을 측정하여 학문적 특성을 이해하려는 접근 방법이자 분석 방법이다. 지식 생산 네트워크의 특성을 파악하는 데 매우 유용한 분석 기법이며, 개별 저자들이 지식의 생산자(knowledge creator) 혹은 지식의 매개자(knowledge mediator)로서 얼마나 중요한 역할을 수행하는지를 알 수 있어 사회학적으로 중요한 의미를 갖는다(Kim, 2011).

이러한 공저자 네트워크는 학문 내부의 지식 흐름과 지식 구조화 경향을 미시적으로 밝힐 수 있는 ‘지식 연계 구조’ 또는 ‘지식 구조화’라고도 하며, 실제적인 협력연구에 의한 협력 네트워크와 사회적 관계를 밝히기에 유용한 연구방법으로 사용된다(Peters *et al.*, 1991). 이전의 지식구조화는 대체적으로 논문

간의 인용정보에 주목하여 인용을 사회적 영향력의 차원에서 평가한 연구가 많았다. 공저자 네트워크와 인용 네트워크(citation network)는 몇 가지 차원에서 비교가 되는데, 두 가지 모두 저자의 학술적 영향력을 평가하는 개념으로 사용이 가능하다. 차이점은 기본적으로 논문과 논문의 인용관계를 토대로 구성한 인용네트워크는 공저 행위의 선택에 따라 사회적 관계의 의미를 갖는 공저자 네트워크에 비해 사회적 결속이 강하지 않고, 또한 인용네트워크에서는 저자 상호간의 면식이 없는 경우가 많고 시간대의 범위도 훨씬 넓게 퍼져있는 차이점을 가진다(Lee, 2010).

공저자 네트워크에서 노드는 저자, 링크는 공동연구 또는 협력이라는 학술적 또는 사회적 관계를 나타낸다. 연구 협력 관계를 유추하기 위하여 공저자 분석을 통해 도출된 결과를 통해 저자간의 구조적 경향 및 사회적 관계를 파악함으로써 정보를 획득할 수 있다(Kim, 2009).

공저자 네트워크 분석에 대한 연구는 1966년 Price 등에 의해 과학 분야 지식구조가 주로 공저자 문헌으로 표출되고 있음을 입증하기 위해 시작되었다. 이후 Moody(2004), Newman(2001b) 등에 의해 학문 분야별 협력 연구 네트워크 구조에 대한 연구가 이루어져 왔으며 현재는 사회 네트워크 분석과 관련된 지표들을 사용한 연구가 증가하고 있다. 최근 국내에서 연구된 사례는 다음 <Table 3>과 같다.

Table 3. Related Researches about Co-authorship Network Analysis

관련 연구	분석대상	분석내용
(Lim, 2011)	한국물류학회지 (2002~2010)	<ul style="list-style-type: none"> 네트워크 속성에 따른 중심성 분석, 지표간의 상관분석 네트워크 속성에 따른 중심성 지표를 분석하여 영향력이 높은 저자를 파악 학술지에 게재된 논문수와 분석된 지표간의 상관분석 및 개별 지표간의 상관분석 시행
(Kim, 2011)	나노기술분야 학술논문 : SCOPUS DB 이용 (2007~2009)	<ul style="list-style-type: none"> 중심성 분석, 연구 생산성에 대한 회귀분석 네트워크의 구조적 속성과 공저현황을 분석하고 측정된 중심성이 연구 생산성에 미치는 영향에 대해 분석
(Kim, 2009)	나노기술분야 학술논문 : SCOPUS DB 이용 (2006~2008)	<ul style="list-style-type: none"> 네트워크의 폐쇄성, 구조적 틈새, 중심성 분석 네트워크의 구조적 속성을 분석하여 구조적 속성이 연구의 생산성 및 영향력에 미치는 영향을 분석
(Lee, 2010)	문헌정보학 분야 4개 학술지(한국문헌정보학회지, 한국도서관·정보학회지, 정보관리학회지, 한국비블리아학회지) (2000~2009)	<ul style="list-style-type: none"> 기초현황 데이터 분석, 공저현황 데이터 분석, 중심성 분석, 페이지 랭크, 구조적 공백 분석 중심성 지표들을 분석하여 논문 게재수와 지표간의 상관관계 및 지표간의 상관분석 시행
(Lee, 2011)	한국비블리아학회지 (2000~2009)	<ul style="list-style-type: none"> 선행연구를 기반으로 공저빈도의 변화에 따른 네트워크의 구조의 분석 공저빈도에 따른 결속집단의 변화와 논문정보를 통한 결속집단의 특성을 분석
(Huang <i>et al.</i> , 2008)	MIS Quarterly (1996~2004)	<ul style="list-style-type: none"> MIS Quarterly의 서브그룹을 대상으로 각 지표 분석을 통해 네트워크 안에서의 주요 역할을 하는 저자에 대한 중심성 분석 키워드 분류 스키마로 분류된 논문의 데이터를 통해 two-mode network 분석을 시행하여 협력 네트워크의 패턴을 분석
(Nam and Seol, 2007)	기술혁신연구(1993~2006), 기술혁신학회지(1997~2007)	<ul style="list-style-type: none"> 네트워크의 기본구조 및 연구분야 별 구조분석, 밀도, 집중도, 직경, 회귀분석 네트워크의 속성을 분석하고 지표를 통한 그룹간의 차이를 분석 피인용 횟수에 영향을 미치는 네트워크 속성을 분석
(Kim <i>et al.</i> , 2007)	한국과학기술기획평가원 (KISTEP), 학술진흥재단의 인적정보 DB 이용	<ul style="list-style-type: none"> 중심성 분석, 연구 생산성에 대한 회귀분석 국내 과학기술 분야의 협력연구 네트워크의 전공분야별 구조적 속성 차이 분석 및 네트워크 속성과 연구 생산성과의 관련성 분석

3. 공저자 네트워크 분석

3.1 기초 통계 데이터 분석

<Table 4>는 2005년부터 2011년 까지 7년간의 물류 분야 4개의 학술지에 게재된 전체 논문의 기초 데이터이다. 전체 논문 수는 781편이며, 한국물류학회지의 논문 수가 272편으로 가장 많고, 로지스틱스연구가 112편으로 가장 적게 나타났다.

각 논문의 등장한 저자는 중복을 포함하여 1,572명이고 중복을 제거한 실제 저자 수는 879명이다. 통계 결과로 보면 지난 7년간 물류 분야의 게재된 논문 1편에 참여한 평균 저자는 약 2명

이고, 한 명의 저자는 평균 1.8편의 논문을 게재했음을 알 수 있다.

<Table 5>는 논문 게재회수별 저자의 수를 정리한 것으로 각 학술지별 통계 및 전체 데이터에 대한 통계치를 나타내고 있다. 각 학술지별로 약간의 격차가 존재하기는 하지만 전체적으로 소수의 저자들이 많은 저작활동을 하고 있음을 알 수 있다. 전체 데이터로 봤을 때 3회 이상 게재한 저자는 실제 저자의 약 20%에 불과함을 알 수 있는데, 이것은 결과적으로 물류 분야에서도 기존 연구에서와 같이 연구자의 논문 생산성의 불평등이 있음을 보여주는 것이다. 논문생산성의 불평등은 소수의 연구자들이 다수의 논문을 생산하는 반면, 대다수의 연구자들이 한 두 편의 논문만을 생산하는 멍함수 법칙을 따르

Table 4. Basic Data of the Journal Articles in the Years 2005~2011

학술지	논문 수(편)		저자 수(명)		논문당 공저자 수	저자당 논문 수
			등장 저자 수	실제 저자 수		
로지스틱스연구	112	14.34%	261	164	2.33(261/112)	1.59(261/164)
한국SCM학회지	171	21.90%	391	284	2.29(391/171)	1.38(391/284)
한국물류학회지	272	34.83%	527	320	1.94(527/272)	1.79(527/320)
해운물류연구	226	28.94%	394	235	1.74(394/226)	1.67(394/235)
전체	781	100%	1572	879(1001)	2.01(1572/781)	1.79(1572/879)

Table 5. Number of Authors by the Number of Articles being Published

게재회수	저자 수(명)									
	로지스틱스연구		한국SCM학회지		한국물류학회지		해운물류연구		전체	
1회	121	73.78%	222	78.17%	228	71.25%	160	68.09%	598	68.03%
2회	22	13.41%	36	12.68%	40	12.50%	40	17.02%	126	14.33%
3회	9	5.49%	16	5.63%	22	6.88%	17	7.23%	65	7.39%
4회	6	3.66%	7	2.46%	15	4.69%	8	3.40%	32	3.64%
5회	1	0.61%		0.00%	7	2.19%	3	1.28%	17	1.93%
6회	1	0.61%	1	0.35%	2	0.63%	2	0.85%	14	1.59%
7회	2	1.22%	1	0.35%	4	1.25%	2	0.85%	13	1.48%
8회		0.00%	1	0.35%	1	0.31%	1	0.43%	3	0.34%
9회	1	0.61%							2	0.23%
10회							1	0.43%	5	0.57%
11회	1	0.61%					1	0.43%	1	0.11%
12회					1	0.31%			1	0.11%
13회									2	0.23%
전체	164	100%	284	100%	320	100%	235	100%	879	100%

는 것인데, Newman(2001a)의 분석결과 자연과학 분야에서의 공저 네트워크가 거의 비슷한 통계분포를 보임을 알 수 있다.

공저자 네트워크 분석 이전에 전체데이터 및 학술지별 공저자 비율을 산출하였으며, 그 결과를 <Table 6>에 제시하였다. 전체 데이터에서 공저된 논문은 약 70%를 차지하며, 각 학술지별로 비교해 볼 때 로지스틱스연구가 협력 연구 비율 80%로 가장 높고 해운물류연구가 51%로 가장 낮음을 알 수 있다.

Table 6. Ratio of Co-Authorship in the Logistics-Related Journals

구 분	전체	로지스틱스 연구	한국SCM 학회지	한국물류 학회지	해운물류 연구
전체	781편	112편	171편	272편	226편
1인	254편 (33%)	22편 (20%)	38편 (22%)	88편 (32%)	111편 (49%)
2인	312편 (41%)	47편 (42%)	68편 (40%)	128편 (47%)	74편 (33%)
3인 이상	198편 (26%)	43편 (38%)	65편 (38%)	56편 (21%)	41편 (18%)

3.2 공저자 네트워크의 속성분석

(1) 물류 분야 공저자 네트워크의 구조적 속성

수집된 논문 정보에서 저자 데이터를 추출하여 4개의 학술지를 종합한 전체의 저자 데이터를 구성하였다. 공저 관계만을 분석하기 위하여 전체 저자 데이터 중 1인 저자로 게재된 254편의 논문은 제외하여 분석하였다. 분석을 위해 데이터의 구성을 주저자(교신저자 또는 제1저자)에서 공동연구자로 연결되도록 데이터를 구성하였고, 공동연구자간의 연결은 고려

하지 않았다. 이는 주저자 A와 공동연구자 B, C가 있는 경우 네트워크에서의 연결은 A-B, A-C로의 연결만을 고려했음을 의미한다. 이러한 구조로 네트워크를 구성한 이유는 네트워크의 효율성이 높은 밀도가 아닌, 최소한의 연계로 역할을 달성할 수 있게 하는 구조적 공백의 특징을 반영한 것이다. 즉 개개의 노드간의 직접적인 연결에서 오는 중복을 제거하기 위한 방안으로 활용되었다.

네트워크 분석에서 나타나는 ‘방향성’은 이러한 데이터의 구조로 인한 연결을 통해서 나타나는데, 주저자로부터 나가는 방향 즉 ‘외향연결’과 주저자로부터 받는 방향의 ‘내향연결’의 두 가지의 방향성이 존재하게 된다. 하지만 각 지표의 특성상 방향성이 고려되는 지표가 있는 반면 고려되지 않는 지표가 존재한다. 네트워크에서 저자간의 연결을 나타내는 링크의 가중치는 저자간의 공저빈도로 측정되며, 방향성과 마찬가지로 고려되는 지표가 있고 고려되지 않는 지표가 있는데 보통 연결빈도의 개념이 바탕이 되는 연결정도와 같은 지표에서 고려된다.

위와 같이 구성된 데이터를 분석 대상으로 하였고, 공저자 네트워크의 분석 및 시각화를 위하여 NetMiner 4.0을 활용하였다. <Figure 2>는 수집된 데이터로 물류 분야의 공저자 네트워크의 형태를 확인하기 위하여 네트워크를 시각화한 모습이다. 시각화를 통하여 물류 분야의 전체 공저자 네트워크에서 다수의 컴포넌트가 존재하고 있으며 컴포넌트별로 네트워크 형태의 차이를 보임을 알 수 있다. 각 컴포넌트는 공저 관계로 연결되는 저자들의 연구그룹을 의미한다. 연구그룹은 최소 두 명의 저자로 구성된 연구그룹부터 최대 114명으로 구성된 연구그룹까지 물류 분야의 총 152개 연구그룹의 형태를 확인하였고 연구그룹별 세부적인 구조적 속성에 대한 분석은 다음 절

에 기술하였다.

Figure 2. Illustrative Visualization of Co-Authorship Networks

전체 저자 데이터 중 1인 저자로 게재된 254편의 논문을 제외한 527편의 논문에 등장한 791명 저자 간 공동연구의 형태로 네트워크가 구성되었다. 세부적인 구조적 속성은 <Table 7>과 같이 전체 저자들의 공저자 네트워크 및 학술지별 공저자 네트워크를 비교하여 정리하였다.

Table 7. Structural Properties of Co-Authorship Networks by the Journals

속성	전체	로지스틱 연구	한국SCM 학회지	한국물류 학회지	해운물류 연구
노드 수	791	154	264	281	192
링크 수	697	133	202	234	150
밀도	0.001	0.006	0.003	0.003	0.004
평균 연결정도	0.881	0.864	0.765	0.833	0.781
컴포넌트 수	152	30	66	66	48
평균 경로거리	2.727	1.491	1.214	1.92	1.472
직경	10	3	3	6	5

전체 저자 데이터의 네트워크에서 저자노드는 총 791개로 이 노드들 간의 연결, 즉 공저관계를 의미하는 링크는 총 697개이다. 전체 네트워크는 총 152개의 컴포넌트로 구성된다. 전체 네트워크에서의 네트워크의 밀도는 0.001로 매우 낮은 편이나, 이는 네트워크의 구성된 노드 수가 많음으로 인해 나타나는 결과로 보여 진다. 평균 경로거리는 집단 내 경로거리의 평균

으로 계산되며 물류 분야의 평균 경로거리는 2.727로 좁은 세상 네트워크의 속성을 보이고 있다. Newman(2001b)의 연구에 따르면 좁은 세상 네트워크에서 공동저자들 간 평균 경로거리의 값을 4~9 정도로 제시하고 있는데 이에 따르면 물류연구분야의 네트워크는 매우 좁은 세상 네트워크를 나타내고 있음을 알 수 있다.

개별 학술지의 구조적 속성을 보면 ‘로지스틱스연구’의 노드가 가장 적고, ‘한국물류학회지’의 노드가 가장 많음을 알 수 있다. 학술지 내의 세부 연구그룹이라고 할 수 있는 컴포넌트의 수 역시 ‘로지스틱스연구’가 가장 적었다. 각 학술지의 평균 경로거리를 통해 모두 좁은 세상의 특징을 보이고 있음을 확인할 수 있었으며, 직경을 통해서 ‘한국물류학회지’에서 가장 큰 연구 집단을 구성하고 있음을 알 수 있었다.

(2) 연구그룹별 구조적 속성

전체 데이터의 네트워크는 총 152개의 컴포넌트 즉 152개의 연구그룹으로 구성되어 있으며 가장 큰 비중을 차지한 컴포넌트는 총 114개의 노드와 121개의 링크로 구성되어 전체 네트워크의 14.4%를 차지하고 있다. 이와 같이 전체 데이터를 중심으로 컴포넌트를 추출하였으며 <Table 8>은 8개 이상의 노드로 구성된 상위 10개의 컴포넌트 그룹을 정리한 것이다. 상세한 분석은 컴포넌트를 중심으로 수행하였으며, 이는 전체 네트워크가 느슨한 연결을 하고 있어 흥미로운 결과의 도출이 어렵고, 게재수가 높은 저자들 다수가 전체 네트워크에서 높은 비중을 차지하는 컴포넌트에 속해 있기 때문이다. 152개의 컴포넌트 중 높은 비중을 차지한 4개 컴포넌트 그룹(그룹 1~그룹 4)의 4개 컴포넌트(이하 C1~C4)에 대해 분석한 것이다. 4개 컴포넌트의 형태는 <Figure 3>과 같다.

Table 8. Number of Nodes(Authors) by the Components

컴포넌트 그룹	컴포넌트 수	노드 수	비율(%)	밀도
그룹 1	1	114	14.41%	0.009
그룹 2	1	66	8.34%	0.019
그룹 3	1	32	4.05%	0.035
그룹 4	1	26	3.29%	0.043
그룹 5	1	21	2.66%	0.057
그룹 6	2	13	1.64%	0.09
그룹 7	2	12	1.52%	0.129
그룹 8	1	11	1.39%	0.091
그룹 9	2	10	1.26%	0.1
그룹 10	7	8	1.01%	0.125

선택된 4개의 컴포넌트를 대상으로 네트워크 수준의 분석을 실시한 결과는 <Table 9>로 정리하였다. 각각의 노드 수, 링크 수, 밀도, 평균 연결정도, 평균 경로거리, 직경, 연결정도 중심화 지수를 지표로 하여 비교하였다.

Figure 3. Four Main Components (C1~C4) among Co-Authorship Networks

Table 9. Structural Properties of the Main Components

속성	C1	C2	C3	C4
노드 수	114	66	32	26
링크 수	121	81	35	28
밀도	0.011	0.022	0.042	0.058
평균 연결정도	1.061	1.227	1.094	1.077
평균 경로거리	2.646	3.95	1.444	1.426
직경	8	10	2	3
연결정도 중심화 지수	In : 4.28% Out : 14.19%	In : 7.28% Out : 15.22%	In : 19.57% Out : 23.01%	In : 19.67% Out : 63%

각 컴포넌트의 밀도는 전체적으로 낮은 편이고, 네트워크 내 각 노드의 평균 연결정도 역시 4개의 컴포넌트 모두 비슷한 수준이다. 전체 네트워크가 좁은 세상 네트워크의 형태를 보이므로 각 컴포넌트 역시 좁은 세상 네트워크의 형태를 나타내고 있다. 각 컴포넌트의 연결정도에 따른 중심화 지수는 전체 연결망의 형태가 어느 정도 중앙에 집중되어 있는지를 보여주는 개념이다. 중심성이 개별 결점의 중심적 위치에 초점을 두었다면 중심화는 하나의 연결망이 얼마나 중앙 집중적인 구조를 가졌는지에 초점을 둔다(Kim and Chang, 2010). 연결정

도의 지표가 방향성을 가짐으로 연결정도 중심화 지수도 방향성을 나타낼 수 있으며, 연결정도 중심화 지수는 다음 식과 같이 구할 수 있다(Kim, 2011).

$$C_D = \frac{\sum_{i=1}^n [C_D(p^*) - C_D(p_i)]}{\max \sum_{i=1}^n [C_D(p^*) - C_D(p_i)]} = \frac{\sum_{i=1}^n [C_D(p^*) - C_D(p_i)]}{n^2 - 3n + 2}$$

$C_D(p_i)$ = 연결망 위의 한 점에서의 연결정도 중심성연결망

$C_D(p^*)$ = 연결망 위에서 가장 연결정도 중심성이 높은

점에서의 연결정도 중심성

$$\max \sum_{i=1}^n [C_D(p^*) - C_D(p_i)] = n \text{개의 결점이 있는 그래프에서}$$

가능한 가장 많은 연결이 집중되어 있는 $C_D(p^*)$ 에서
변방의 각 결점의 연결정도 값을 뺀 값들의 합

각 컴포넌트의 연결정도에 따른 중심화 지수는 ‘In’, ‘Out’ 두 가지로 표현되었는데 이는 방향성이 있는 네트워크에서 ‘In’은 노드로 들어가는 방향을 나타내어 ‘내향연결정도’, ‘Out’은 노드에서 나오는 방향을 나타내어 ‘외향연결정도’라고 한다. 분석결과에서는 전체적으로 외향연결정도의 중심화 지수가 높은 편인데 이는 주저자를 기준으로 노드들이 연결되기 때문으

로 보인다. 그 중 컴포넌트 C4의 경우 외향연결정도 중심화 지수가 63%로 가장 높게 나타났다.

연구에서 실제적인 분석 대상은 각각의 물류 분야 학술지들을 통합한 공저자 네트워크의 컴포넌트를 대상으로 하였지만, 이들 컴포넌트 내의 학회의 구성을 확인하기 위하여 학술지별로 공저자 네트워크 분석을 실시하여 각 학술지들의 컴포넌트를 구성하였다. 학술지들의 컴포넌트는 학술지별로 나타나는 세부 연구그룹이라고 할 수 있으며, 이 단계에서는 이러한 세부 연구그룹과 물류 분야 전체에서 큰 비중을 차지하는 연구그룹, 즉 분석 대상인 C1~C4를 구성하는 세부 연구그룹에서의 연결고리가 되는 저자를 찾고, 연구그룹 내의 학회 구성을 확인하고자 하였다.

<Figure 3>에서 성명에 밑줄로 표시된 저자들은 해당 네트워크를 구성하는데 연결고리가 되는 저자들을 표시한 것이다. 이러한 연결고리가 되는 저자들은 주저자로서 활동하며 여러 학회를 통해 협력연구 결과물을 게재하거나 혹은 공동연구자로 참여하여 다양한 연구그룹과의 협력활동을 통해서 네트워크 확장의 연결고리가 되는 두 가지 형태로 볼 수 있는데, 각 컴포넌트에서 연결고리의 역할을 하는 저자들은 대부분 주저자로서 활동하는 형태임을 알 수 있었다.

분석 대상인 네 개 컴포넌트의 학회 구성 비율은 <Figure 4>와 같다. 컴포넌트의 구성에 대한 분석을 위해 각 컴포넌트 구성 저자들의 학회별 게재 빈도수를 통해 컴포넌트 내 학회의 구성 비율을 나타낸 것이다. C1, C2의 경우 '한국물류학회지'에 게재된 저자의 비중이 높고, C3, C4의 경우는 '로지스틱스연구'에 게재된 저자의 비중이 높음을 알 수 있다.

Figure 4. Dispersion of Articles among the Journals in Each Component

3.3 공저자 네트워크의 중심성 분석

본 연구에서는 연구그룹에 존재하는 핵심 저자를 파악하기 위하여 공저자 네트워크의 중심성 분석을 주요 연구 방법으로

선택하였다. 중심이란 용어가 가지고 있는 실질적인 가치와 중요성은 행위자의 집단 내 의사 결정의 영향력을 행사할 수 있으며, 개인적인 혁신이 용이하기 때문에 개인적인 성과가 높아질 수 있는 위치라고 정리할 수 있다(Sohn, 2002). 중심성은 한 행위자가 전체 네트워크에서 중심에 위치하는 정도를 측정하는 지표로 크게 지역 중심성, 전체 중심성으로 구분할 수 있는데, 지역 중심성의 경우 한 노드를 중심으로 얼마나 많이 연결되어 있는가에 의해 파악되는 반면, 전체 중심성은 네트워크 중심에 위치하는 정도로 파악된다. 또한 방향성이 고려될 때 중심성은 내향중심성과 외향중심성으로 구분되는 데 이때 내향중심성과 외향중심성은 관계의 방향에 따라 권위와 영향력을 설명한다(Kim, 2009).

중심성은 노드간의 관계 중 어느 측면에 초점을 맞추어 중심을 측정하는가에 따라서 방법이 달라지는 데, 본 연구에서는 앞에서 분류된 네트워크/노드 수준의 분석인 중심성 척도를 이용해 분석하였다. 중심성 척도에 대한 이론은 Freeman(1979)이 체계적으로 정립하였으며 그가 제시한 연결정도, 근접, 사이 중심성이 대표적인 중심성 척도로 사용되고 있다. 본 연구에서도 세 가지 지표를 사용하여 중심성 분석을 실시하였으며, 중심성 분석의 대상은 선택된 네 개의 컴포넌트로 분석하였다. 앞 절에서도 언급한 바와 같이 특정 지표에서는 방향성을 고려하지 않는데 본 연구에서 고려하는 세 가지 중심성 지표 중 사이 중심성의 경우 방향성이 고려되지 않는 지표이다. 따라서 종합적인 결과를 도식화한 <Figure 5>에서는 링크의 방향성을 표시하지 않았으며 각각의 중심성 분석 결과 가장 높은 중심성을 나타내는 저자들을 따름은 연결정도 중심성, 네모는 근접 중심성, 육각형은 사이 중심성으로 설정하여 시각화하였다.

(1) 연결정도 중심성

연결정도는 노드간의 직접적으로 연결된 링크 수로 측정되며, 연결정도 중심성은 지역 중심성을 측정하는 지표로 사용된다. 연결정도 중심성은 방향성을 고려하여 외향연결정도 중심성과 내향연결정도 중심성 두 가지로 나타나며, 본 연구에서 내향연결정도 중심성이 높은 저자는 공동저자로서 많은 활동을 하고 있음을 나타내고, 외향연결정도 중심성이 높은 저자는 주저자로 많은 활동을 하고 있음을 나타낸다. 네트워크에서 직접적인 연결이 많은 노드는 네트워크 내에서 선택의 폭이 넓기 때문에 더 많은 기회를 가지고 있으며, 개인이 동원할 수 있는 자원이 많아 네트워크 내에서의 권력이나 영향력이 높다고 할 수 있다. 네트워크 내에서 개인의 권력과 영향력을 단순히 연결의 수, 즉 공저 관계를 갖는 저자 수만으로 평가할 수는 없지만 개인이 속한 지역 수준에서는 영향력이 있다고 볼 수 있다(Lee, 2010).

하지만 밀도의 경우와 마찬가지로, 대부분의 네트워크 분석 프로그램에서 최대 연결선 수에 대한 퍼센트로 표현되는 지역 중심성은 크기가 다른 연결망들 간에는 직접적으로 비교할 수 없다는 문제가 있다. 따라서 지역 중심성은 같은 크기를 가진

Figure 5. Result of Centrality Analysis for the Component C1

연결망들 사이에서 비교하는 것이 적절하다(Kim, 2011). 따라서 본 연구에서는 컴포넌트 별 중심성이 높은 저자들의 역할을 중심으로 네트워크를 해석해 보고자 하였다.

<Table 10>은 컴포넌트별로 분석된 노드들의 연결정도 중심성을 수치화한 표로써 각 컴포넌트의 상위 5명의 저자에 대해서 나타내고 있다. 연결정도 중심성은 방향성을 고려한 지표로 내향/외향의 방향성을 In/Out으로 표기하였다. 전반적으로 내향연결정도 중심성에 비해 외향연결정도 중심성이 높음을 확인할 수 있는데, 이는 주저자로부터 나가는 링크가 더 많음을 의미한다. 대부분의 경우 공동연구자들은 해당 전공의 대학원생이 대다수이고 주저자는 연구활동이 직업인 교수 혹은 연구소의 연구원 등이었다. 주저자, 공동연구자들이 가지는 직업, 사회적 위치의 특성상 공동연구자들이 여러 주저자와 공동연구를 한 경우에 비해 주저자가 여러 공동연구자들과 연구 활동을 하는 경우가 많이 나타나는 것으로 보인다.

각 컴포넌트에서 내·외향의 연결정도 중심성이 높은 저자들의 실제적인 연구활동을 확인하기 위해 중심성이 높은 저자들의 논문 게재수를 확인해본 결과, 외향연결정도가 높은 저자는 주저자로서, 내향연결정도가 높은 저자는 공동저자로서 많은 게재를 했음을 알 수 있었다. 높은 연결정도를 가진 저자

들은 평균 2명과의 협력연구를 수행하였으며, 논문의 게재 횟수도 평균 6회 정도로 나타났다. 또한 저자의 사회적 영향력을 확인하기 위하여 각 학회 홈페이지를 통해 현 임원진 데이터

Table 10. Result of Degree Centrality Analysis

C1(%)				C2(%)			
In-Degree		Out-Degree		In-Degree		Out-Degree	
박영태	5.3	안승범	15.0	김현수	9.2	김현수	16.9
이충효	4.4	송상화	9.7	박정섭	7.7	강경식	13.8
선일석	2.7	이영훈	9.7	김웅진	7.7	박정섭	10.8
이원동	2.7	하영석	7.1	장태우	6.2	박석하	10.8
박영재	2.7	박영재	5.3	홍상태	4.6	장태우	9.2
C3(%)				C4(%)			
In-Degree		Out-Degree		In-Degree		Out-Degree	
문성암	22.6	김원소	25.8	이해경	24.0	고창성	64.0
김태현	19.4	문성암	22.6	박병인	16.0	김태운	24.0
김동진	12.9	김상열	16.1	정기호	12.0	박병인	16.0
박세훈	9.7	윤봉규	12.9	이희정	12.0	신승식B	16.0
김울성	6.5	최경환	12.9	최은진	12.0	성숙경	16.0

를 수집하였고, 이를 분석 데이터와 비교하여 중심성이 높은 저자들의 사회적 영향력을 파악하였다. 결과적으로 상위로 랭크된 저자들은 활발한 연구 활동을 수행하고 있으며 이들 저자 중 44%가 학회의 현 임원진으로 활동하고 있는 것으로 보아 사회적 영향력도 크다고 할 수 있다. 연구그룹 내 상위 저자들의 소속을 확인하여 연구활동을 활발히 수행하는 기관 및 학과 등도 확인할 수 있으나 본 연구에서는 저자의 소속까지 데이터를 구축하지는 않은 상태이다. 참고로 일부 검색한 결과로 C1의 연구그룹은 주로 인하대학교, C2의 연구그룹의 주요 저자의 소속은 경기대학교임을 알 수 있었다.

(2) 근접 중심성

근접 중심성은 한 노드가 다른 노드들과 얼마나 평균적으로 가까이 있는지를 측정하는 전체 중심성을 표현하는 대표적인 지표로써, 다른 노드와의 경로거리로 측정할 수 있다. 근접 중심성을 분석함으로써 네트워크 전역에서 가장 일반적인 영향력을 가지는 저자를 가늠할 수 있으며, 근접 중심성이 높은 개인은 다른 모든 사람들과 가장 짧은 거리에 위치하여, 한 노드가 전체 네트워크의 다른 노드와 연결된 거리를 모두 고려할 수 있게 되므로 위치적 이점으로 인해 네트워크에서의 정보접근이 용이하고 영향력의 정도가 큰 노드라고 할 수 있다. 이러한 근접 중심성은 노드간의 최단거리(경로거리)의 합의 역수로 계산되며, 각 노드로의 최단거리의 합이 가장 작은 노드가 전체 중앙성이 가장 높은, 즉 네트워크 전체의 중심을 차지하는 노드라고 할 수 있다(Kim, 2011).

근접 중심성 역시 연결정도 중심성과 같이 내·외향의 방향성을 고려하는 지표로써, 내향근접중심성이 높은 경우 다양한 주저자들과 공동연구 활동을 했음을 의미하고, 외향근접중심성이 높은 경우 주저자가 여러 명의 공동연구자들과 연구 활동을 했음을 의미한다. 여러 주저자들과의 협력 연구를 통해 높은 내향근접중심성을 가진 공동연구자는 네트워크 내에서 정보의 흐름을 파악하기 용이하므로 더 많은 연구 활동에 참여할 수 있는 기회를 가진 노드라고 할 수 있다. 또한 높은 외향근접중심성을 가진 주저자들은 다양한 공동연구자들과 많은 협력연구를 통해서 네트워크 내에 영향력을 행사하는 위치에 있다고 할 수 있다. <Table 11>을 보면 연결정도 중심성에서와 같이 내향근접 중심성에 비해 외향근접 중심성이 높음을 확인할 수 있는데, 이는 연결정도 중심성에서 언급한 것처럼 공동연구자들이 여러 주저자와 공동연구를 한 경우에 비해 주저자가 여러 공동연구자들과 연구 활동을 하는 경우가 많이 발생하기 때문으로 파악할 수 있다.

앞 절에서와 마찬가지로 중심성이 높은 저자들의 실제적인 연구 활동을 확인하기 위하여 분석된 결과로 나타난 중심성이 높은 상위 저자들의 논문 게재수를 확인한 결과 근접 중심성이 높은 저자의 평균 게재 횟수는 5회 정도로 나타나 연구 활동도 활발함을 알 수 있으며, 연결정도 중심성이 높은 저자들이 근접 중심성도 높음을 확인할 수 있다. 결과적으로 협력연구

활동이 많은 저자들은 네트워크 내에서 전체적으로나 지역적으로 높은 중심성을 보이고 있었다.

Table 11. Result of Closeness Centrality Analysis

C1(%)				C2(%)			
In-Closeness		Out-Closeness		In-Closeness		Out-Closeness	
박영태	4.2	이영훈	14.0	이명복	12.1	강경식	20.0
김석용	3.3	안승범	12.3	홍상태	11.4	이명복	19.5
김이곤	3.3	송상화	8.8	허태영	10.4	홍상태	19.5
전호진	3.3	김영삼	6.6	김현수	10.4	김현수	18.4
하중원	3.3	정태원	6.4	김웅진	10.4	박정섭	17.6
C3(%)				C4(%)			
In-Closeness		Out-Closeness		In-Closeness		Out-Closeness	
문성암	12.9	최경환	22.1	박병인	12.0	김태운	30.3
김태원	12.9	김원소	18.7	김홍배	12.0	고창성	28.4
김동진	11.6	문성암	16.1	배종욱	10.7	신승식B	19.6
박세훈	11.5	김상열	16.1	조용운	9.1	성숙경	17.8
박동길	9.0	최동현	15.9	김성야	9.1	고현정	16.3

(3) 사이 중심성

매개 중심성이라고도 하는 사이 중심성은 한 노드가 다른 노드들 사이의 최단경로 상에 위치하는 정도를 측정하는 전체 중심성을 측정하는 지표이다. 노드가 최단 경로상에 위치하는 횟수가 많을수록 중심성은 높아지며, 상이한 집단 간을 연결하는 노드일수록 높게 나타난다(Lee, 2010). 사이 중심성이 높은 개인은 정보의 흐름에 있어 큰 영향력을 갖는 브로커 또는 다리의 역할을 한다. 이들은 네트워크를 전반적으로 연결하는 역할을 하지만, 잠재적으로 자신의 의제에 따라 정보를 필터링하거나 네트워크를 취약하게 만드는 위험을 내포하고 있다(Kim, 2003).

Table 12. Result of Betweenness Centrality Analysis

C1(%)		C2(%)		C3(%)		C4(%)	
박영재	0.7	이명복	10.6	문성암	1.9	박병인	1.8
정태원	0.6	김현수	8.8	윤봉규	0.9	고창성	1.0
한종길	0.5	홍상태	8.5	김태승	0.1	정기호	0.5
신한원	0.4	박정섭	7.4	최동현	0.1		
이재율	0.4	강경식	6.2				

사이 중심성은 노드간의 최단경로 상의 위치하는 정도로 측정되어 네트워크에서의 방향성이 고려되지 않는 지표이다. <Table 12>는 각 컴포넌트에서 높은 사이중심성을 가지는 상위는 저자들을 정리한 것이다. 상위에 랭크된 저자들은 연결정도나 근접 중심성에서 높은 중심성을 나타내는 저자가 있는 반면 그렇지 않은 저자도 존재한다. 연결정도가 높으면서 사

이 중심성도 높은 경우 정보의 흐름에 있어서 더 큰 영향력과 권력을 행사할 수 있다. 반면에 연결정도가 낮지만 사이중심성이 높은 경우 관계가 낮은 연구 집단을 연결하므로 연결 다리가 되는 노드의 역할이 협력연구 활동에 있어서 더욱 중요해질 수 있다.

중심성이 높은 저자들의 실제적인 연구 활동을 확인하기 위하여 분석된 결과로 나타난 중심성이 높은 상위 저자들의 논문 게재수를 확인한 결과 중심성이 높은 저자들은 평균 6회 이상 논문을 게재한 저자로 구성되어 있으며, 이들은 주저자나 공동저자로 각각 평균 3회 이상 게재하고 있었다. 또한 저자들의 약 65%가 학회의 현 임원진으로 활동하고 있음을 확인할 수 있었으며, 사이 중심성이 높은 저자들은 연구 생산성의 활동적인 측면으로나 연구 네트워크의 사회적 측면으로나 주요 위치에 있음을 확인할 수 있었다. 이들 저자들은 활발한 연구 활동과 함께 네트워크 내에서의 주요위치를 차지함으로써 연구 네트워크에 많은 영향력을 미칠 수 있을 것으로 보인다.

<Table 3>에서 정의한 바와 같이 기존 연구들에서 연구생산성과 중심성 지표와의 연관성을 분석한 연구가 다수 있었으며, 대상의 특성으로 인한 차이가 존재하기는 하나 대부분 유의미한 결과를 도출한 것으로 보아 본 연구에서도 분석지표들이 연구생산성에 영향을 미치는 것이라 예상할 수 있었다. 본 연구에서도 이러한 영향을 가정하여 각 지표에서 높은 중심성을 나타내는 저자들과 해당 저자들의 논문 수를 비교한 결과, 중심성이 높은 저자들은 주저자로서나 공동연구자로서 활발한 연구 활동을 수행하고 있음을 확인할 수 있었다.

또한 연구생산성의 분포가 멱함수의 형태를 나타내고 있고, 네트워크의 구조가 ‘좁은 세상의 효과’를 가진 물류 분야에서는 소수의 저자를 중심으로 네트워크 내의 부익부 빈익빈 현상이 나타나고 있는 것으로 보인다. 따라서 이들 저자의 연구 활동 및 사회적 활동이 물류 분야의 연구 발달에 많은 영향을 미칠 것으로 파악할 수 있다.

4. 연구주제 분석

연구주제 분석은 물류 분야의 연구그룹들의 협력연구 활동의 세부 주제를 파악하고자 실시하였다. 물류 분야 전체의 논문을 중심으로 연구주제를 분석하고자 하였으나, 전체 논문의 키워드 데이터로 네트워크를 구성하였을 때 주제별 구분이 어려워 앞서 선택한 네 개의 핵심 컴포넌트를 대상으로 연구주제 분석을 수행하였다. 본 절에서는 두 단계로 연구주제 분석을 수행하였으며 첫 번째 단계에서 물류 분야의 핵심연구그룹의 키워드 네트워크를 구성하여 연구그룹별 연구주제의 구조적인 측면을 분석하였고, 두 번째 단계로 연구그룹들의 논문을 연구주제별로 분류하여 빈도분석을 시행하여 그룹별 연구세부주제를 확인하였다.

먼저 연구그룹별 연구주제의 구조적인 측면을 분석하기 위

하여 연구그룹별 키워드 네트워크를 구성하였다. 키워드 네트워크는 해당 연구그룹의 논문 데이터에서 키워드를 추출하여 네트워크를 구성하였다. 키워드 네트워크에서는 각 키워드간의 연결의 유무만으로 고려하여 네트워크가 구성되어 네트워크 내의 방향성, 링크의 가중치, 구조적 특성은 고려하지 않았다. 이는 키워드간의 연결로 구성된 네트워크가 특정 연구주제를 나타낼 것이라는 가정을 전제로 분석하였기 때문이다. 따라서 구성된 키워드 네트워크의 연결구조만이 분석에서 의미가 있다. 구성된 연구그룹의 키워드 네트워크에 대한 구조적 속성을 <Table 13>과 같이 정리하였다.

Table 13. Structural Properties of Keyword Networks by the Components

속성	C1	C2	C3	C4
노드 수	329	207	82	79
링크 수	290	168	74	74
평균 연결정도	0.879	0.812	0.902	0.937
컴포넌트 수	45	41	12	11
직경	13	8	12	6

C1의 경우 총 329개의 키워드로 네트워크가 구성되었으며 C1의 세부적인 연구주제로 분류할 수 있는 컴포넌트는 총 45개이다. 이와 같이 각 연구그룹별로 키워드 네트워크 내에서 세부적인 연구주제라 할 수 있는 컴포넌트들이 구성되어 있음을 확인할 수 있다. 또한 전반적으로 각 연구그룹의 키워드 네트워크의 평균 연결정도는 낮은 편인데 키워드들 간의 직접적인 연결이 출현 빈도가 높은 특정 키워드를 제외하고 전반적으로 낮기 때문으로 볼 수 있다. 연구그룹의 키워드 네트워크에서 비중이 높은 컴포넌트들을 <Figure 6>과 같이 시각화하였다.

컴포넌트의 구조적인 측면을 분석하기 위하여 키워드들 간의 연결과 각 키워드에 해당하는 논문들을 비교하여 분석한 결과 연구그룹에 대한 컴포넌트 C1, C3, C4의 키워드 네트워크의 경우는 연구 영역이 특정 방법론에 기반하여 확장된 구조를 보이거나, 비슷한 주제를 다양한 기법 혹은 방법론을 통해서 확장하는 연구구조로 하나의 컴포넌트에서 여러 연구주제를 발견할 수 있었다. 반면에 C2의 키워드 네트워크의 경우 컴포넌트별로 특정 주제를 나타내고 있었다.

두 번째 연구주제별 빈도분석을 위하여 각 연구그룹에서 생산된 지적산물인 논문들의 연구주제별 분류작업을 수행하였다. 기존연구(Kim *et al.*, 2008)의 물류 연구주제 분류 기준에 따라서 <Table 14>와 같이 총 10개의 분류기준을 사용하여 분류하였다. 각 연구그룹의 연구주제별 빈도분석 결과 출현 빈도가 높은 연구주제와 키워드를 <Table 15>와 같이 정리하였다. C1의 경우 물류 인프라, 물류 정책, 수송물류, 물류 아웃소싱과 같은 주제의 연구가 주를 이루고 있었으며, C2의 경우는 환경물류, 물류인프라, 물류 아웃소싱에 대한 주제가 많은 비중을

Figure 6. Keyword Networks of Four Main Components

Table 14. Classification of the Research Areas of Logisitcs(Kim *et al.*, 2008)

No.	연구주제 분류기준	설명
1	SCM 전반	물류연구의 특정 분야에 전문되지 않고, 생산-물류, 구매-물류, 등 공급망 전반 관점에서 물류를 다룬 연구
2	물류정보시스템	정보기술을 활용한 물류개선, 물류역량 향상 등과 관련된 연구(제반 물류관련정보시스템 및 RFID도 포함)
3	물류인프라	항만, 공항, 터미널의 입지 및 운영 등 하드웨어적 인프라와 표준화 등의 소프트웨어 인프라와 관련된 연구
4	환경물류	물류 상의 환경관련 제반 이슈, 역물류(reverse logistics) 등의 환경 이슈를 다룸
5	물류인력	물류전문가 양성 프로그램, 사내 물류 인적 역량 강화 방안, 물류인력 육성제도 및 콘텐츠 등의 연구
6	물류정책	공공물류정책안 수립을 위한 연구, 정책수립의 기초자료로 활용될 것을 의도한 연구
7	글로벌물류	두 국가 이상의 영역을 배경으로 물류와 관련된 제 이슈를 다룬 연구
8	수송물류	수송수단 및 루트 선정의 최적화에 관련된 연구
9	창고물류	창고 인프라의 운영 효율화와 관련된 연구(창고 내 오퍼레이션 설계 관점)
10	물류 아웃소싱	3PL, 4PL 등 물류 아웃소싱 관련된 제반연구, 물류서비스 회사의 전략 및 운영 관련

차지하고 있었다. C3의 경우는 재고, 수송 물류, 구매 및 공급에 관한 계약과 같은 주제가 많은 비중을 차지하고 있었다. 마

지막으로 C4의 경우는 수송물류, 창고물류, 물류 아웃소싱과 같은 주제의 비중이 큼을 알 수 있었다.

Table 15. Research Areas of Each Component by the Results of Keyword Networks Analysis

연구그룹	대표 키워드	대표 연구주제
C1	SCM, Logistics Outsourcing, BSC, Performance, Logistics Strategy, Customer Satisfaction, Simulation, Logistics, 3PL 등	물류인프라, 물류정책, 수송물류, 물류 아웃소싱
C2	Reverse Logistics, Logistics standardization, Logistics Cost, RFID, Pharmaceutical Industry, ELV, Unit Load System, RFID/USN, Logistics Service, Logistics Performance 등	환경물류, 물류인프라, 물류 아웃소싱
C3	SCM, System Dynamics, Newsvendor Model, Capacity Pooling, Queueing Model, Bounded Rationality, 3PL, Flexibility, VMI, Survival 등	재고, 수송물류, 구매 및 공급계약
C4	Express courier service, Genetic Algorithm, Consolidation Terminal, AHP, Dock door assignment, Fuzzy Theory, 3PL, Cross Docking, Line balancing, Cut-off time 등	수송물류, 창고물류, 물류 아웃소싱

5. 결 론

본 연구에서는 공저자 데이터 및 공저자 네트워크를 통해 물류 분야의 협력연구의 형태와 주제에 대해 파악하고자 물류 분야의 공저자 네트워크 분석과 물류 분야의 연구그룹들의 연구 주제에 대한 분석을 실시하였다.

먼저 국내 물류 분야 학술지 4개를 선정하여 7년 간 발간된 781편의 논문을 대상으로 공저자 분석을 실시하였다. 1인 저자의 논문이 제외된 공동연구 논문데이터를 구성하여 저자 데이터를 추출하고, 추출된 저자 데이터로 공저자 네트워크를 구성하여 분석하였다. 다음으로 연구그룹별 분석을 통해 네트워크 내의 비중이 큰 핵심 연구그룹이라 할 수 있는 4개의 컴포넌트, 즉 네 개의 연구그룹 네트워크의 구조적 속성 및 중심성을 분석하였다.

분석 결과 물류 분야의 연구 생산성은 멱함수 형태를 나타내고 있었고, 물류 분야 공저자 네트워크는 좁은 세상 네트워크의 구조를 보이고 있었다. 물류 분야의 협력 네트워크 내에서는 세부 연구그룹이라고 할 수 있는 컴포넌트들이 존재하고 있었으며, 그 중에서도 네트워크에서 높은 비중을 차지하는 연구그룹이 존재했다. 큰 비중을 차지하는 네 개의 핵심 연구그룹을 대상으로 네트워크의 구조적인 측면으로 분석한 결과 각 연구그룹의 밀도는 전체적으로 낮은 편이고 연구그룹 역시 좁은 세상 네트워크의 구조를 보이고 있었다. 각 연구그룹의 저자들의 중심성을 연결정도, 근접, 사이 중심성 세 가지의 지표로 분석하였다. 결과적으로 저자들의 연구의 생산성과 사회적 영향력을 나타낼 수 있는 학회 임원현황 데이터 그리고 중심성 분석 결과 데이터를 각기 비교하였을 때 각 연구그룹에서 높은 중심성을 보이는 저자들은 연구활동 측면에서나 사회 구조적 측면에서나 높은 영향력을 가지고 있음을 알 수 있었다.

두 번째 분석인 연구주제 분석에서는 앞서 선택된 네 개의 핵심 연구그룹을 대상으로 각 연구그룹의 세부 연구주제를 분석하였다. 연구그룹들의 연구주제에 대한 구조적 분석을 시행하기 위해 연구그룹별로 논문의 키워드 데이터를 구성하여 연구그룹의 키워드 네트워크를 구성하였다. 키워드 네트워크 분석결과 세 개의 연구그룹에서는 하나의 큰 컴포넌트를 구성하고 있었고, 한 연구그룹에서는 비슷한 크기의 컴포넌트가 여

러 개로 구성되어 있었다. 전자는 연구그룹의 연구영역이 특정 방법론에 기반 하여 확장된 구조를 보이거나, 비슷한 주제를 다양한 기법 혹은 방법론을 통해서 확장하는 연구구조를 보임을 나타내며, 후자는 연구그룹의 연구영역이 컴포넌트 별로 다양하게 나타나고 있음을 나타낸다. 또한 세부적인 연구 주제 분석을 위해 선행작업으로 연구그룹의 논문들을 연구주제별로 분류하는 작업을 진행하였고, 각 연구그룹별 연구주제의 빈도분석과 키워드의 빈도분석을 수행하였다. 결과적으로 연구그룹별로 연구주제, 연구방법론의 확장 형태 등을 확인할 수 있었다.

본 연구에서는 물류분야의 여러 학술지를 통합하여 관찰함으로써 현재 물류연구자들의 공동연구 현황 및 협력연구그룹을 확인하고, 각 연구자들의 연구생산성과 사회적 영향력을 함께 고려하여 분석하였다는 점에 의미가 있으며, 각 연구그룹의 연구주제를 함께 분석한 점에도 연구의 의의를 둘 수 있다. 향후 본 연구의 결과를 통해 연구개발 사업을 수행하거나 전문가집단의 의견을 수렴하는 과정 등에서 분야별 주요 활동 연구진을 파악하는 데 도움을 받을 수 있을 것이다. 또한 대안 연구그룹을 탐색하는 데에도 활용할 수 있다.

그러나 본 연구는 분석 데이터 수의 한계로 네트워크가 구성되고 변해가는 동적인 측면은 고려하지 못한 한계점이 존재한다. 추후 연구에서 시간의 흐름을 고려한 네트워크 분석, 즉 연도별 연구그룹 및 연구주제의 추가 분석을 실시한다면 네트워크 내의 연구그룹들이 생성되고 변해가는 과정의 분석을 통해 협력연구의 변화과정과 물류 분야의 연구 동향을 확인할 수 있을 것이다. 또한 키워드와 같이 초록 데이터를 함께 활용하여 분석한다면 다양한 학문분야에서 연구그룹들의 연구 발전방향, 연구 변화형태, 미흡한 연구 분야 발견 등의 다양한 결과를 도출할 수 있을 것으로 본다.

참고문헌

- Freeman, L. C. (1979), Centrality in Social Networks: Conceptual Clarification, *Social Networks*, 1, 215-239.
- Huang, M. H., Ahn, J. H., and Jahng, J. J. (2008), Patterns of Collaboration

- Networks : Co-authorship Analysis of MIS Quarterly from 1996 to 2004, *Journal of Society for e-Business Studies*, 13(4), 193-207.
- Kim, H. S. (2009), Influence of Researcher Network Structure on Research Performance : Applied to Korean Nano Technology Researchers, Master's dissertation, Department of Library and Information Science, Sungkyunkwan University.
- Kim, S.-H. and Chang, R.-S. (2010), The Study on the Research Trend of Social Network Analysis and the its Applicability to Information Science, *Journal of Korea Society for information Management*, 27(4), 71-87.
- Kim, T. H., Moon, S., Kim, W., and Choi, D. (2008), Research trends analysis and future researches in Korean logistics journal, *Journal of Logistics Study*, 16(1), 1-11.
- Kim, Y. H. (2003), *Social Network Analysis*, Pakyoungsa, Seoul, Korea.
- Kim, Y. H. (2011), *Social Network Analysis*, Pakyoungsa, Seoul, Korea.
- Kim, Y. H., Yoon, J. R., Cho, H., and Kim, Y. J. (2007), Structure of Collaboration Network among Korean Scientists- 'Small World' and Position Effect, *Korean Sociological Association*, 41(4), 68-103 .
- Kim, Y. Y. (2011), A Study on the Impact of the Centrality of Co-authorship Networks an Author Productivity, Unpublished master dissertation, Department of Library, Archive and Information Studies, Pusan National University.
- Lee, S.-S. (2010), A Preliminary Study on the Co-author Network Analysis of Korean Library and Information Science Research Community, *Journal of Korea Library and Information Science Society*, 41(2), 297-315.
- Lee, S.-S. (2011), A Analytical Study on the Properties of Coauthorship Network Based of the Co-author Frequency, *Journal of Korea Library and Information Science Society*, 42(2), 105-125.
- Lim, B.-H. (2011), Using Social Network Analysis to Measure Network Structure of Coauthored People in istics Logistics : Focusing on Korean Logistics Review, *Korea Logistics Review*, 21(2), 205-229.
- Moody, J. (2004), The Structure of a Social Collaboration Network : Disciplinary Cohesion from 1963 to 1999, *American Sociological Review*, 69, 213-238.
- Nam, S. H. and Seol, S.-S. (2007), Coauthorship Analysis of Innovation Studies in Korea : A Social Network Perspective, *Journal of Korea Technology Innovation Society*, 10(4), 605-628.
- Newman, M. E. J. (2001a), Scientific collaboration networks I. Network construction and fundamental results, *Physical Review*, E64, 016131-8 .
- Newman, M. E. J. (2001b), Scientific collaboration networks II . Shortest paths, weighted networks, and centrality, *Physical Review*, E64, 016132-7 .
- Peters, H. P. F and van Raan, A. F. (1991), Structuring scientific activities by co-author analysis, *Scientometrics*, 20(1), 235-255.
- Sohn, D. W. (2002), *Social Network Analysis*, Kyungmoonsa, Seoul, Korea.
- Wasserman, S. and Katherine, F. (1994), *Social Network Analysis : Methods and Applications*, Cambridge : Cambridge University Press.

임 혜 선
성결대학교 산업경영공학부 학사
현재 : 경기대학교 대학원 산업경영공학과
석사과정
관심분야 : 물류/SCM, 시스템분석

장 태 우
서울대학교 산업공학과 학사
서울대학교 산업공학과 석사
서울대학교 산업공학과 박사
한국전자통신연구원 선임연구원
미국 Pitney Bowes 방문연구원
현재 : 경기대학교 산업경영공학과 조교수
관심분야 : 우편/물류/SCM, 시스템공학, 정보
시스템