

# 특허정보를 활용한 농업부문 기술융합 및 기술협력 네트워크 분석

김규환<sup>1</sup>, 김병근<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>한국기술교육대 기술혁신경영연구소, <sup>2</sup>한국기술교육대학교 산업경영학부

## An Analysis of Technological Convergence and Collaborative Relationships in Agriculture sector using Patent Information

Gyu-Hwan Kim<sup>1</sup>, Byungkeun Kim<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Center for Technology & Innovation Management, Korea University of Technology and Education

<sup>2</sup>School of Industrial Management, Korea University of Technology and Education

**요약** 농업부문에 대한 기술혁신의 특성을 파악하기 위해 2010년부터 2018년까지 농업부문의 특허를 활용으로 기술융합 및 기술협력의 네트워크를 분석하였다. 먼저, 농업부문 기술 간의 융합을 살펴보기 위하여 IPC를 중심으로 네트워크 구조를 분석하였다. 그 결과, A61K(의약품, 화장품 제제)의 연결 중심도와 고유벡터 중심도가 높게 나타났다. 그러나 전체 특허 중 기술이전이 일어난 특허만을 대상으로 분석해보면, A23L(식품 및 식료품)이 더 높게 나타났다. 그리고 매개 중심도는 A01G(원예, 농수산물 재배, 임업)의 값이 가장 높게 나타났다. 다음으로 농업부문 기술개발의 협력관계를 살펴보기 위하여 기관 간의 네트워크 구조를 분석하였다. 그 결과 농촌진흥청과 대학의 산학협력단의 연결 중심도와 고유벡터 중심도 값이 높게 나타나 농업기술의 개발을 위한 협력 네트워크에서 높은 영향력을 미치는 것으로 나타났다. 또한, 각각의 기관을 5개의 유형으로 분류하여 그룹 간의 네트워크를 분석해본 결과 농업부문에서 기술개발의 협력은 점점 공공부문과 대학교로 쏠리는 현상이 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 그리고 지역 간의 관계에서는 호남권-수도권, 호남권-충청권, 호남권-호남권 간의 협력관계가 가장 많이 나타났으며, 이를 통해 농업부문에서의 기술협력은 국지적으로 나타나는 것을 확인할 수 있었다.

**Abstract** This paper analyzes networks of technology convergence and technology cooperation from 2010 to 2018 in order to understand the characteristics of technological innovations in the domestic agricultural sector. First, the network structure was analyzed for interprocess communication (IPC) to examine the convergence between agricultural sector technologies. Results show that A61K has a high degree centrality and a high concentration of eigenvector centrality. However, the analysis of transferred patents A23L showed higher connection than others. In addition, A01G was the highest in terms of betweenness centrality. The network structure between institutions was also analyzed to examine the collaborative relationship of technology development in the agricultural sector. Results show high values for degree centrality and eigenvector centrality in the Rural Development Administration and the university's industry-academic cooperation group, which has a high influence on the collaborative network for the development of agricultural technology. The analysis of networks between groups by classifying each institution into one of five types showed that cooperation in technology development in the agricultural sector increasingly focuses on the public sector and universities. In terms of regional relations, the most common collaborative relationships were between Honam and the capital region, between Honam and Chungcheong, and for relationships within Honam. It implies that technological cooperation in the agricultural sector appears to be conducted locally.

**Keywords** : Agricultural Technology, Patent, International Patent Classification, Technology Cooperation, Network Analysis

본 논문은 2019년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2019S1A5C2A02082342)

\*Corresponding Author : Byung-Keun Kim(Korea University of Technology and Education)

email: b.kim@koreatech.ac.kr

Received March 30, 2021

Revised April 21, 2021

Accepted July 2, 2021

Published July 31, 2021

## 1. 서론

### 1.1 연구배경 및 목적

기술 및 산업 육성을 위한 전략으로 기술융합[1-4] 및 혁신네트워크 구축의 필요성이 언급되고 있다[5-7]. 이에 따라 특정 산업에서 어떠한 기술들이 주목받고 있으며, 이러한 기술개발을 주도하는 주체들이 누구인지 탐색하려는 연구들이 지속적으로 이루어지고 있다. 그러나 대부분 ICT, 바이오, 에너지와 같이 4차산업혁명에서 민간 투자가 활발하게 이루어지는 고부가가치 산업들만을 대상으로 연구가 진행되고 있으며, 농업과 같이 R&D투자가 상대적으로 열악한 산업을 대상으로 진행하는 연구는 미비에 천착해 왔다. 하지만 식량 생산이라는 인간 생활의 필수적인 부분을 차지하는 농업도 기후변화, 고령화 등 각종 사회적 문제에 노출됨에 따라 농업부문 육성전략이 필요하다는 의견들이 점차 증가하고 있다[8]. 이는 농업에서도 다양한 기술과의 융합을 통해 식량 생산이라는 단순한 가치를 넘어 기술적으로 더 넓은 범위에서 새로운 가치와 기능을 창출할 필요가 있음을 시사한다[9]. 또한, 농업부문 기술개발을 주도하는 주체들 간의 협업을 위하여 혁신네트워크의 구축도 필요한데, 이를 위해 현재 농업부문에서 어떤 기술들이 융합되고 있으며, 기술개발의 핵심주체가 누구인지 파악하는 것이 필요하다.

이에 따라 본 연구는 다음의 목적을 가지고 수행되었다. 첫째, 농업부문의 기술융합 구조가 시간에 따라 어떻게 변화하는지 분석한다. 구체적으로 2010년부터 2018년까지 농업부문에서 출원한 특허를 대상으로 시간 변화에 따라 기술융합의 형태가 어떻게 변해왔는지를 살펴보면, 농업부문에서의 핵심기술을 밝혀내고 기술융합 형태의 특징을 규명하고자 한다. 둘째, 농업부문에서 기술협력 구조가 시간에 따라 어떻게 변화하는지 분석한다. 구체적으로 2010년부터 2018년까지 농업부문에서 공동으로 출원한 특허를 대상으로 기술협력 네트워크가 시간에 따라 어떻게 변화하는지 살펴보면, 농업부문의 기술개발에서 핵심주체가 누구인지를 파악하고 기술협력의 구조적 특징을 밝히고자 한다.

## 2. 본론

### 2.1 선행연구 고찰

#### 2.1.1 기술융합과 기술협업

FTA, 기후변화 등 급속히 변화하는 외부환경에 대응하기 위해서 농업기술의 경쟁력을 높일 필요가 있다[9,10]. 그러나 농업부문의 기술개발은 물리적 제약, 금전적 제약 등 다양한 제약 사항에 직면하고 있다[11]. 그 이유는 대부분 농업은 소규모 농업인들에 의하여 이루어지고 있으며, 민간 R&D투자도 충분히 이루어지기 어렵기 때문이다[9]. 이러한 이유로 농업기술의 대부분은 공공에 의해 개발되고 있다[10]. 다시 말해, 외부환경 변화에 대응하기 위하여 농업기술의 진보와 발전이 요구되지만, 여러 제약사항으로 기술개발이 어려우며, 대부분 공공부문에 의해 주도되는 실정이다. 그렇지만 농촌진흥청, 농업기술실용화재단 등 농업기술을 개발을 도맡고 있는 공공부문의 '농업과학기술 중장기연구개발 계획'을 수립하는 등 농업의 현안을 해결하고 혁신성장 동력을 확보하기 위하여 다양한 정책을 수립하고 있다.

이러한 맥락에서, 핵심기술 파악 및 기술협업 구조를 이해하는데 사용되는 SNA(Social network analysis)의 방법론을 농업부문에 대해서도 적용해 볼 필요가 있다. 그 이유는 SNA를 활용하여 융합기술의 네트워크 구조를 분석하는 것은 해당 분야에서 어떤 기술이 핵심기술인지를 파악함으로써 기술융합의 형태를 이해하는 데 유용하다고 할 수 있기 때문이다[12]. 또한, 기술개발 협업의 구조적 특징을 이해하는 데 있어서도 SNA는 유용하게 적용될 수 있다. 그 이유는 기술개발 협업이란 주체들 간의 상호작용을 의미하는데, 이러한 상호작용의 구조를 파악하는데 SNA는 적합한 방법론이기 때문이다. 즉, 기술개발 협력 구조를 이해하는 것은 해당 분야의 기술개발에 있어서 누가 주도적인 역할을 하고 있는지 파악함으로써 지식의 생성, 전달, 확산의 매커니즘을 이해하는 데 필요하다고 할 수 있다[13].

SNA접근을 통해 기술융합 구조와 기술협업의 관계를 농업부문에서 이해하는 것은 농업부문의 핵심기술을 파악하고, 농업부문 기술의 지식의 형성, 전달, 확산의 매커니즘을 이해하기 위함이라고 할 수 있다.

### 2.2 분석방법

#### 2.2.1 자료구축

본 연구는 농업기술실용화재단에서 관리하는 특허자료를 활용하여 분석하였다. 농업기술실용화재단으로부터 제공받은 자료를 살펴보면, 2010년부터 2018년까지 농업부문에서 출원된 특허는 총 2,883건이며, 그중 출원기관이 한 개 이상인 특허는 총 534건으로 나타났다. 이러한 자료를 기반으로 농업부문에서의 기술융합 및 기술협

력 네트워크에 대한 분석은 다음과 같은 방식으로 진행하였다.

첫째, 기술융합 네트워크는 2,883건의 특허자료를 대상으로 분석을 수행하였다. 분석대상은 개별 특허에서 공동으로 출현하는 IPC(International Patent Classification)이며, IPC와 IPC 간의 네트워크 구조는 방향성을 갖지 않는 것으로 간주하였다. 따라서 하나의 특허에서 A, B, C라는 3개의 IPC가 공동으로 출현하면, 노드 간의 링크는 A(->)B, A(->)C, B(->)C와 같이 총 3개로 구성된다. 또한, 각각의 IPC는 하나의 산업군으로 분류될 수 있다. 즉, 개별 특허에는 여러 개의 산업이 동시에 나타날 수 있는데, 이를 활용하여 개별 특허의 산업 간 네트워크도 함께 분석하였다.

둘째, 기술협력 네트워크는 534건의 특허자료를 대상으로 분석을 수행하였다. 분석대상은 하나의 특허를 발명하는 데 참여한 기관들이며, 여기서는 앞서 살펴본 IPC와 달리 방향성을 갖는 것으로 간주하였다. 따라서 하나의 특허를 발명하는데 A, B, C라는 3개의 기관이 참여했다면, A기관을 중심으로 A->B, A->C와 같이 총 2개의 링크가 형성된다. 또한, 각각의 기관들은 공공부문, 민간부문, 연구기관, 대학, 개인과 같은 기관의 유형뿐만 아니라 기관이 위치한 지역의 속성값들을 갖는다. 따라서 유형과 지역을 기관의 그룹의 특징으로 보고, 이들 그룹 간의 관계를 살펴보기 위하여 Block modeling을 시행하였다. 그리고 그룹의 속성을 파악하기 위하여 E-I(External-Internal Index)와 SMI(Segregation matrix index)를 도출하였다.

### 2.2.2 소셜 네트워크 분석(SNA)

사회연결망 분석은 다수의 노드와 연결선에 의해 표현되며, 이러한 구조를 네트워크구조를 분석하는 것을 의미한다. 사회연결망 분석에서는 네트워크의 연결정도(Degree), 밀도(Density), 중심성(Centrality) 등을 측정한다. 먼저, 연결정도는 하나의 노드가 직접 연결되어 있는 이웃 노드의 수를 의미하는데 방향성이 있는 경우 In-degree와 out-degree로 측정할 수 있다. 밀도는 네트워크에서 노드 간의 연결정도 수준을 나타내는데, 네트워크 내의 노드 간 연결이 많을수록 밀도는 높아진다. 일반적으로 네트워크 내에 존재하는 최대 가능한 라인의 개수 대비 실제 존재하는 라인 개수의 비율로 측정하는데, 이는 방향성이 있는 경우와 방향성이 없는 경우로 나누어 살펴볼 수 있으며, 이는 Eq. (1)과 Eq. (2)의 방법을 통해 계산할 수 있다[14].

$$directed \neq twork = \frac{number\ of\ links}{n(n-1)} \quad (1)$$

Where,  $n$  denotes total number of nodes

$$undirected \neq twork = \frac{number\ of\ pairs}{n(n-1)} \quad (2)$$

Where,  $n$  denotes total number of nodes

컴포넌트는 모든 노드가 최소 하나의 경로로 연결되는 그룹을 의미한다. 컴포넌트 안에 속한 모든 노드들은 하나 이상의 경로를 통해 서로에게 도달될 수 있으나, 다른 컴포넌트와는 연결되지 않는다. 사회연결망 분석에서 네트워크 구조를 파악하는데 중심성이 있다. 중심성은 네트워크 전체에서 노드의 집중도를 의미하는데, 따라서 중심성 분석이란 한 노드가 네트워크의 중심에 위치하는 정도를 나타내는 지표로 볼 수 있다. 이러한 중심성을 나타내는 지표는 크게 연결정도 중심성(Degree Centrality), 매개 중심성(Betweenness Centrality), 고유벡터 중심성(Eigenvector Centrality)으로 나눌 수 있다. 연결정도 중심성이란 한 개의 노드가 다른 노드와 얼마만큼의 관계를 맺고 있는가를 분석하여 해당 노드가 중심에 위치하는 정도를 나타내는 것을 의미한다. 따라서 연결된 노드의 수가 많을수록 연결정도 중심성은 높아지며, 중요한 노드라고 할 수 있다. 연결 정도 중심성을 구하는 방법은 Eq. (3)과 같다[14].

$$degree\ centrality = \frac{d(n_1)}{g-1} \quad (3)$$

Where,  $d(n_1)$  denotes degree of node  $n$  and  $g$  denotes total number of nodes

매개 중심성은 노드가 하나의 점으로서 다른 노드를 연결해 주는 역할의 정도를 나타낸다. 즉, 하나의 노드가 다른 노드들과의 네트워크를 구축하는 데 있어서 매개자 역할을 수행하는 개념이다. 매개 중심도는 Eq. (4)와 같은 방법으로 계산할 수 있다[14].

$$between\ centrality = \frac{\sum_{j < k} (g_{jk}(n_i)/g_{jk})}{[(g-1)(g-2)/2]} \quad (4)$$

Where,  $g_{jk}(n_i)$  denotes Number of shortest paths to connect nodes  $j$  and  $k$  through node  $I$  and  $[(g-1)(g-2)/2]$  denote Number of all node pairs that do not contain  $n_i$

고유벡터 중심성은 연결정도 중심성을 보완한 것으로, 연결된 노드의 중요성에 가중치를 주어 노드의 중심성을 측정하는 방법이다. 즉, 중요한 노드에 연결된 노드가 더 높은 중심성 값을 갖게 된다. 따라서 앞서 언급한 연결정도 중심성과 비교하면 연결정도 중심성은 한 노드에 직접 연결된 다른 노드의 개수, 즉, 양적으로 관계를 맺고 있는 노드들의 많고 적음에 초점을 맞추고 있다. 그러나 고유벡터 중심성은 한 노드의 연결정도 중심성으로 발생하는 영향력과 노드와 연결된 다른 노드의 영향력을 함께 계산한 것으로, 중심적인 역할을 하는 노드들과 연결이 높은 노드에 가중치를 부여한다[14].

### 2.3 농업부문 기술융합 네트워크 분석

#### 2.3.1 IPC 간 네트워크 분석결과

전시기(2010~2018)에 대한 전체 특허(ALL)와 기술이전이 발생한 특허(TT)의 네트워크 중심도 값은 Table 1과 같다.

Table 1에서 전체 특허를 살펴보면, 연결 중심도 값과 고유벡터 중심도 값이 가장 높게 나타난 IPC는 A61K(의약품, 화장품 제제)이며 매개 중심도가 가장 높은 IPC는 A01G(원예, 농수산물 재배, 임업)로 나타났다. 이러한 결과는 A61K가 다른 IPC와 가장 많이 연결되어 있어 농업부문 기술에서 가장 높은 영향력을 행사하고 있음을 의미하며, A01G가 IPC를 연결하는 매개 IPC로서 중요한 역할을 하고 있음을 의미한다. 반면, Table 1에서 기술이전이 발생한 특허만을 대상으로 중심도 값을 살펴보면, 고유벡터의 중심도 값과 매개 중심도 값은 전

Table 1. IPC Centrality of Patents(2010~2018)

		Patent(ALL)		Patent(TT)	
D	1	A61K	8.886	A23L	3.777
	2	C12N	8.564	A61K	3.607
	3	A23L	8.289	C12N	2.834
	4	A23K	3.147	A23K	1.555
	5	A61Q	2.900	A61Q	1.346
E	1	A61K	0.600	A61K	0.600
	2	A23L	0.539	A23L	0.540
	3	A61Q	0.293	A61Q	0.323
	4	C12N	0.275	C12N	0.253
	5	A61P	0.251	A61P	0.234
B	1	A01G	0.403	A01G	0.300
	2	G01N	0.128	G01N	0.090
	3	A23L	0.101	A23L	0.087
	4	A01K	0.063	C12N	0.056
	5	A01N	0.055	A01N	0.047

D = Degree/E=Eigenvector/B=Betweenness

체 특허를 대상으로 분석했던 결과와 같이 동일하게 나타나지만, 연결 중심도는 A23L(식품 및 식료품)이 가장 높게 나타났다.

전체 특허와 기술이전이 발생한 특허의 중심도 값 변화를 살펴보기 위하여, 전체 기간을 균등하게 3개년씩 나누어 총 3개의 시기로 구분하였다. 그 결과, 1시기는 2010년~2012년, 2시기는 2013년~2015년, 3시기는 2016년~2018년으로 구분하였으며, 중심도 값의 시기별 변화는 Table 2와 Table 3을 통해 확인할 수 있다.

Table 2를 통해 전체 특허의 연결 중심도 값과 고유벡터 중심도 값의 시기별 변화를 살펴보면 다음과 같다. 1시기는 C12N(미생물, 효소, 미생물 증식, 유전 공학)의 중심도 값이 가장 높은 것으로 나타났으나, 2시기와 3시기는 전시기에 대한 결과와 마찬가지로 A61K의 중심도 값이 높게 나타났다. 매개 중심도 값은 1시기부터 3시기 모두 A01G가 높게 나타나, 전시기에 대한 결과와 유사하게 나타나고 있음을 확인할 수 있었다.

Table 2. IPC Centrality of Patents(ALL)

		Period 1		Period 2		Period 3	
D	1	C12N	3.521	A61K	4.227	A61K	3.232
	2	A23L	1.531	A23L	3.630	A23L	3.128
	3	A61K	1.427	C12N	3.175	C12N	1.867
	4	C12Q	1.341	A61P	1.682	A61Q	1.152
	5	A23K	0.929	A61Q	1.346	A01G	1.062
E	1	C12N	0.679	A61K	0.614	A61K	0.645
	2	C12Q	0.533	A23L	0.526	A23L	0.600
	3	C12P	0.242	A61P	0.367	A61Q	0.314
	4	A23K	0.227	A61Q	0.289	A23K	0.184
	5	C11D	0.174	C12N	0.213	C12N	0.164
B	1	A01G	0.183	A01G	0.122	A01G	0.184
	2	G01N	0.069	G01N	0.091	A23L	0.067
	3	A23L	0.063	A23L	0.089	G06Q	0.049
	4	A01N	0.041	C12N	0.060	A01K	0.045
	5	C12N	0.038	B01D	0.036	G01N	0.041

D = Degree/E=Eigenvector/B=Betweenness

Table 3을 통해 기술이전이 발생한 특허의 연결 중심도 값과 고유벡터 중심도 값의 시기별 변화를 살펴보면, 앞서 살펴본 전체 특허와 유사하게 나타나고 있음을 확인할 수 있다. 다만, 3시기의 연결 중심도 값에서 가장 높은 IPC는 A23L(식품 및 식료품)로 나타났으며, 매개 중심도의 경우 2시기에 가장 높은 중심도 값을 갖는 IPC는 C12N(미생물, 효소, 미생물 증식, 유전 공학)으로 나타났다.

Table 3. IPC Centrality of Patents(TT)

		Period 1		Period 2		Period 3	
D	1	C12N	1.393	A61K	2.100	A23L	0.929
	2	A23L	1.118	A23L	1.730	A61K	0.825
	3	A61K	0.682	C12N	1.043	A01G	0.403
	4	A23K	0.673	A61Q	0.763	C12N	0.398
	5	C12P	0.635	A61P	0.730	C12R	0.308
E	1	C12N	0.599	A61K	0.625	A61K	0.630
	2	C12P	0.419	A23L	0.522	A23L	0.619
	3	A23K	0.412	A61Q	0.338	A61Q	0.272
	4	C11D	0.366	A61P	0.329	C12N	0.211
	5	C12R	0.191	A23K	0.181	C12R	0.191
B	1	A01G	0.127	C12N	0.053	A01G	0.071
	2	C12N	0.058	A01G	0.052	G06Q	0.036
	3	A23L	0.058	A23L	0.040	A01N	0.029
	4	G01N	0.040	G01N	0.032	A23L	0.024
	5	A61L	0.035	A01B	0.017	C12N	0.017

D = Degree/E=Eigenvector/B=Betweenness

이상의 분석결과를 정리하면 다음과 같다. 2010년부터 2018년까지 농업부문 기술관련 특허에는 다양한 IPC가 등장하고 있으며, 이들 IPC는 서로 다른 기술유형으로 관련을 맺는다. 이러한 네트워크 구조 속에서 가장 높은 위상을 차지하는 IPC는 A61K(의약품, 화장품 제제)으로 나타났는데, 이는 곧 A61K가 IPC 간의 관계에서 직접적인 영향력을 가장 강하게 행사하고 있음을 의미한다. 그러나 기술이전이 발생한 특허만을 대상으로 볼 때, A61K보다는 A23L이 더 높게 나타나고 있어, 전체 특허와 기술이전이 일어난 특허 사이에 IPC 위상에 차이가 나타나는 것을 확인할 수 있다. 매개 중심도는 A01G의 값이 가장 높게 나타났다. 매개 중심성은 다른 노드 간의 최단 경로에 많이 등장할수록 중심성이 높아지며, 만약 매개 중심성이 제거될 경우 전체 네트워크 흐름에 문제가 생길 수 있으므로 A01G는 그만큼 농업기술 특허에서 중요한 역할을 차지한다고 볼 수 있다.

### 2.3.2 산업 간 네트워크 분석결과

농업기술실용화재단은 개별 특허 정보로 IPC와 이에 해당하는 KSIC(Korea Standard Industry Code)도 함께 제공하고 있다. 해당 자료를 이용하여 KSIC 간의 네트워크를 분석한 결과는 Table 4와 같다.

Table 4. Centrality of KSIC(2010~2018)

	Patent(ALL)		
D	1	Manufacture of pharmaceuticals, medicinal chemical and botanical products	68.65
	2	Manufacture of food products	44.37
	3	Agriculture, and fishing	23.98
	4	Manufacture of detergents, cosmetics and polishing preparations	17.87
	5	Manufacture of germicides, insecticides and pesticides	10.61
E	1	Manufacture of pharmaceuticals, medicinal chemical and botanical products	0.68
	2	Manufacture of food products	0.62
	3	Manufacture of detergents, cosmetics and polishing preparations	0.29
	4	Agriculture, and fishing	0.18
	5	Manufacture of germicides, insecticides and pesticides	0.14
Patent(TT)			
D	1	Manufacture of pharmaceuticals, medicinal chemical and botanical products	35.65
	2	Manufacture of food products	25.05
	3	Agriculture, and fishing	12.05
	4	Manufacture of detergents, cosmetics and polishing preparations	11.27
	5	Manufacture of special-purpose machinery	7.03
E	1	Manufacture of pharmaceuticals, medicinal chemical and botanical products	0.68
	2	Manufacture of food products	0.61
	3	Manufacture of detergents, cosmetics and polishing preparations	0.34
	4	Manufacture of germicides, insecticides and pesticides	0.15
	5	Agriculture, and fishing	0.11

D = Degree/E=Eigenvector/B=Betweenness

전체 특허에서는 의료용 물질 및 의약품 제조업과 식품 제조업의 연결 중심도와 고유벡터 중심도가 모두 높게 나타났으며, 기술이전이 일어난 특허에서도 동일하게 나타나고 있음을 확인할 수 있다. 이는 농업부문에서의 특허는 주로 의료용 물질 및 의약품 제조업 및 식품 제조업을 중심으로 다양한 산업들이 결합되어 발명되어지고 있음을 의미한다.

## 2.4 농업부문 기술협력 네트워크 분석

### 2.4.1 기관 간 네트워크 분석결과

농업부문 기술개발의 협력 관계에서 기관 간의 네트워크 분석결과는 Table 5와 같다.

Table 5. Centrality of Institution(2010~2018)

		Patent(ALL)	
I-D	1	Rural Development Administration (Jeonbuk)	1.379
	2	Myongji University Industry-Academic Cooperation Group	0.085
	3	Chungnam National University Industry-Academic Cooperation Group	0.085
	4	Kyungbuk National University Industry-Academic Cooperation Group	0.079
	5	Sungkyunkwan University Industry-Academic Cooperation Group	0.079
O-D	1	Rural Development Administration (Jeonbuk)	1.638
	2	Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology	0.169
	3	Konkuk University Industry-Academic Cooperation Group	0.158
	4	Rural Development Administration (Gyeonggi)	0.141
	5	Yonsei University Industry-Academic Cooperation Group	0.096
E	1	Rural Development Administration (Jeonbuk)	0.705
	2	Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology	0.340
	3	Konkuk University Industry-Academic Cooperation Group	0.323
	4	Myongji University Industry-Academic Cooperation Group	0.180
	5	Yonsei University Industry-Academic Cooperation Group	0.163
B	1	Rural Development Administration (Jeonbuk)	0.299
	2	Rural Development Administration (Gyeonggi)	0.013
	3	Kyung Hee University Industry-Academic Cooperation Group	0.007
	4	Hallym University Industry-Academic Cooperation Group	0.007
	5	Chungnam National University Industry-Academic Cooperation Group	0.006

I-D = In-Degree/O-D=Out-Degree  
/E=Eigenvector/B=Betweenness

먼저, 연결 중심도는 In-Degree와 Out-Degree로 나눌 수 있는데, In-Degree의 값이 높으면 많은 기관으로부터 선택받았음을 의미하며, Out-Degree의 값이 높으면 해당 기관이 많은 기관을 선택했음을 의미한다. Table 5의 결과를 살펴보면, 농업부문 기술개발에 있어서 농촌진흥청(전북)이 가장 많은 기관으로부터 선택받은 것으로 나타났으며, 이와 동시에 가장 많은 기관을 선택한 기관으로 나타났다. In-Degree의 값이 높은 기관

중에서 농촌진흥청을 제외한 나머지 기관들은 주로 대학 산학협력단으로 나타났고, Out-Degree에서도 한국생명공학연구원을 제외한 나머지 기관들은 주로 대학의 산학협력단으로 나타났다. 즉, 2010년부터 2018년까지의 농업부문에서의 기술개발은 주로 공공부문과 대학 및 일부 연구기관에 의하여 주도적으로 이루어지고 있다고 볼 수 있다. 이러한 연결 중심도의 결과값은 고유벡터 중심도 결과값과 비교해도 크게 다르지 않다. 그리고 매개 중심도의 값도 농업부문의 특허를 주도적으로 개발하고 관리하는 농촌진흥청(전북), 농촌진흥청(경기)이 높게 나타났으며, 농촌진흥청을 제외한 나머지 기관은 마찬가지로 대학 내 산학협력단으로 나타났다. 이상의 분석결과를 정리하면, 2010년부터 2018년까지 농업부문 기술개발 공동연구의 협력 관계 속에서 강한 영향력을 행사하는 기관은 농촌진흥청과 대학의 산학협력단이라고 볼 수 있다.

#### 2.4.2 기관유형별 역할분석

개별 기관의 유형을 공공부문(PU), 개인(IN), 대학(UN), 민간부문(PR), 연구기관(IN)의 5개의 그룹으로 분류하였다. 그리고 시기별로 그룹 간 관계의 변화를 살펴보기 위하여 Block Modeling을 수행하였다.

먼저, Table 6에서 그룹 간 링크(Block Sum matrix)를 살펴보면 1시기에는 공공-대학(96개), 공공-민간(61개) 간에 링크의 수가 가장 많이 나타나고 있어서, 초창기에는 공공부문과 대학, 공공부문과 민간부문 간의 공동연구가 활발하게 이루어지고 있음을 확인할 수 있다. 그룹 간 밀도(Block density matrix)에서도 공공과 대학의 밀도가 상대적으로 높게 나타나고 있을 뿐만 아니라 1시기부터 3시기까지 밀도의 값이 유지되고 있음을 확인할 수 있다. 반면, 민간부문과 연구기관과의 그룹 간의 밀도는 점차 줄어든다. 2시기의 그룹 간 링크 수에서 공공부문과 민간부문 간의 링크 수는 점차 줄어들며, 3시기에는 이러한 현상이 더욱 심해지고 있음을 확인할 수 있다. 시간이 지남에 따라 농업부문 기술개발을 위한 공동연구는 공공부문과 대학교로 쏠리는 현상이 나타나고 있다고 볼 수 있다.

Block modeling의 결과를 바탕으로 그룹 간의 속성을 확인하기 위하여 External-Internal index(E-I)와 SMI를 그룹별로 산출하였다. E-I지수는 그룹에 속한 노드에 연결된 링크가 그룹 내에 많은지 그룹 밖에 많은지를 측정하는 것으로 -1~1 사이의 값을 갖는다. -1에 가까울수록 그룹 내 링크, 1에 가까울수록 그룹 외 링크가 많다는 것을 의미한다. SMI는 그룹 외 링크 밀도와 그룹

Table 6. Block Modeling(Group of Institution Type)

time	Period 1					Period 2					Period 3				
[Block density matrix]															
	PU	IN	UN	PR	RE	PU	IN	UN	PR	RE	PU	IN	UN	PR	RE
PU	0.028					0.278					0.083				
IN	0.067	0.011				0.050	0.000				0.056	0.000			
UN	0.159	0.001	0.001			0.158	0.001	0.002			0.177	0.000	0.005		
PR	0.090	0.000	0.000	0.000		0.039	0.000	0.001	0.000		0.053	0.000	0.001	0.000	
RE	0.460	0.000	0.000	0.000	0.000	0.175	0.000	0.002	0.000	0.000	0.079	0.000	0.000	0.000	0.000
[Block Sum matrix]															
	PU	IN	UN	PR	RE	PU	IN	UN	PR	RE	PU	IN	UN	PR	RE
PU	2					20					6				
IN	12	4				9	0				10	0			
UN	96	1	4			95	1	8			107	0	20		
PR	61	0	1	0		26	0	3	0		36	0	5	0	
RE	29	0	0	0	0	11	0	1	0	0	5	0	0	0	0

PU: Public sector/IN: Individual Agents/UN: university/PR: Private sector/RE: Research sector

내 링크 밀도 비율을 의미하며, SMI도 -1~1 사이의 값을 갖는다. 그러나 E-I와 달리 -1에 가까울수록 그룹 외 링크밀도가 높고, 1에 가까울수록 그룹 내 링크 밀도가 높다는 것을 의미한다.

Table 7. Group Properties(Type of Institution)

	Period 1		Period 2		Period 3	
	E-I	SMI	E-I	SMI	E-I	SMI
PU	0.978	-0.366	0.893	0.408	0.921	0.269
IN	0.833	0.204	1	-1	1	-1
UN	0.911	-0.729	0.867	-0.613	0.6	-0.086
PR	1	-1	1	-1	1	-1
RE	1	-1	1	-1	1	-1

Block modeling에서 그룹 간에 링크 수가 가장 많이 나타난 공공과 대학을 중심으로 그룹의 특징들을 Table 7에서 살펴보면, E-I는 1에 거의 가까우므로 그룹 내 보다는 그룹 외 링크 수가 많다고 볼 수 있으며, SMI는 1보다 작기 때문에 그룹 내 링크보다 그룹 외 링크의 밀도가 높다고 볼 수 있다. 다만, 시간이 흐름에 따라 대학과 공공의 SMI가 1에 가까워지려는 모습을 보이기 때문에, 점차 그룹 외 링크의 밀도보다 그룹 내 링크의 밀도가 높아지는 것으로 해석할 수 있다.

### 2.4.3 기술협력의 공간적 분석

개별 기관이 위치한 지역을 기준으로 7개의 광역경제

권역으로 구분한 후, 농업부문 기술개발을 위한 협력의 공간적 분포를 살펴보았다. 시도별 7개의 광역경제권은 강원도는 '강원권(GA)', 대구와 경북은 '대경권(DE)', 경남, 부산, 울산은 '동남권(DO)', 서울, 경기, 인천은 '수도권(SU)', 제주는 '제주권(JE)', 대전, 충남, 충북은 '충청권(CH)', 광주, 전남, 전북은 '호남권(HO)'으로 구분하였다.

먼저, 지역 간의 관계를 살펴보기 위하여 Block Modeling을 수행하였다. 먼저, Table 8을 통해 그룹 간 링크(Block Sum matrix)를 살펴보면 1시기의 그룹 간 링크 수는 호남권-수도권(67개), 호남권-충청권(51개), 호남권-호남권(30개)에서 가장 많이 나타났다. 즉, 호남권을 중심으로 기술개발을 위한 기관 간의 공동연구가 활발하게 진행되고 있음을 의미한다. 그룹 간 밀도(Block density matrix)에서도 다른 권역 간의 밀도는 점점 낮아지는 반면, 호남권-수도권, 호남권-충청권의 밀도는 유사하게 나타나고 있음을 확인할 수 있다. 이는 농촌진흥청이 전북과 경기에 위치해 있다는 점, 앞선 언급한 바와 같이 농촌진흥청의 연결 중심도, 고유벡터 중심도, 매개 중심도 값이 높았다는 점에서 볼 때 같은 맥락 속에서 이해될 수 있으며, 또한 호남권-수도권, 호남권-호남권의 그룹 간 링크 수는 시간이 지남에도 불구하고 유사한 경향을 보여주고 있다. 이를 통해 볼 때, 농업부문 기술개발을 위한 공동연구는 농촌진흥청이 위치한 주변 권역 혹은 농촌진흥청이 위치한 권역 내 기관 사이에서 주로 이루어지고 있다고 볼 수 있다.

Table 8. Block Modeling(Group of located region)

time	Period 1							Period 2							Period 3							
	[Block density matrix]																					
	GA	DE	DO	SU	JE	CH	HO	GA	DE	DO	SU	JE	CH	HO	GA	DE	DO	SU	JE	CH	HO	
GA	0							0							0							
DE	0	0						0	0						0	0						
DO	0	0	0.004					0	0	0.033					0	0	0					
SU	0.011	0.005	0.001	0.004				0	0	0	0.002				0.003	0.001	0.001	0				
JE	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0			0	0	0	0	0			
CH	0	0	0.001	0.003	0	0.004		0	0	0	0.001	0	0		0	0.002	0	0.003	0	0		
HO	0.055	0.04	0.03	0.043	0.023	0.07	0.065	0.036	0.045	0.038	0.037	0.023	0.033	0.082	0.091	0.04	0.021	0.043	0.091	0.043	0.082	0.082
	[Block Sum matrix]																					
	GA	DE	DO	SU	JE	CH	HO	GA	DE	DO	SU	JE	CH	HO	GA	DE	DO	SU	JE	CH	HO	
GA	0							0							0							
DE	0	0						0	0						0	0						
DO	0	0	2					0	0	18					0	0	0					
SU	4	6	2	20				0	0	0	8				1	1	1	0				
JE	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0			0	0	0	0	0			
CH	0	0	1	6	0	4		0	0	0	2	0	0		0	1	0	7	0	0		
HO	6	15	16	67	3	51	30	4	17	20	58	3	24	38	10	15	11	67	12	31	38	38

GA: Gangwon region/ DG: Daegu and North Gyeongsang region/ DO: the Dongnam region  
 SU: the metropolitan area/ JE: Jeju region/ CH: Chungcheong region/ HO: the Honam region

그룹 간 속성을 살펴보기 위하여 E-I지수와 SMI지수를 그룹별로 산출하였다. Table 9를 통해 분석결과를 살펴보면, 호남권과 수도권은 다른 지역대비 E-I지수가 낮게 나타나고 있었다. 이는 타 권역과 비교할 때 권역 내 링크가 많다는 것을 의미한다. 시간이 흐름에 따라 수도권의 E-I는 점차 1에 가까워지면서 그룹 내 링크보다는 그룹 외 링크가 많아지는 것으로 나타나는 경향을 보이지만, 호남권의 경우에는 여전히 다른 권역과 비교할 때, 그룹 내 링크의 수가 많은 것으로 나타났다. 또한, 호남권은 SMI도 2시기를 제외하고는 1에 가깝게 나타나고 있어 그룹 내 링크의 밀도가 높게 나타나고 있음을 확인할 수 있다.

Table 9. Group Properties(Type of Institution)

	Period 1		Period 2		Period 3	
	E-I	SMI	E-I	SMI	E-I	SMI
GA	1	-1	1	-1	1	-1
DE	1	-1	1	-1	1	-1
DO	0.833	0.098	0.538	0.601	1	-1
SU	0.76	-0.412	0.842	-0.585	1	-1
JE	1	-1	1	-1	1	-1
CH	0.9	-0.354	1	-1	1	-1
HO	0.766	0.326	0.784	0.286	0.725	0.406

### 3. 결론

2010년부터 2018년까지 농업부문 기술의 IPC 간 네

트워크 구조를 분석해본 결과, A61K(의약품, 화장품 제제)가 IPC 간의 관계에서 가장 큰 영향력을 행사하는 것으로 나타났다. 그러나 기술이전이 발생한 특허만을 대상으로 분석해보면, A61K보다 A23L(식품 및 식료품)이 더 높게 나타나고 있어, 전체 특허와 기술이전이 일어난 특허 사이에 IPC 위상에 차이가 나타나는 것을 확인할 수 있다. 그리고 매개 중심도는 A01G(원예, 농수산물 재배, 임업)의 값이 가장 높게 나타났다. 즉, 농업부문에서는 A61K, A23L, A01G를 중심으로 다양한 IPC들이 연결되어 기술개발이 이루어지고 있음을 확인할 수 있다.

농업부문 기술개발에 있어서 기관 간의 협력관계를 분석해본 결과 농촌진흥청과 대학의 산학협력단이 협력 네트워크에서 높은 위상을 차지하는 것으로 나타났다. 그리고 기관을 5개의 그룹으로 분류하여 그룹 간 네트워크를 분석해본 결과 시간이 지남에 따라 공공부문과 대학으로 변화하는 현상이 나타나고 있다고 볼 수 있다. 그리고 지역 간의 관계에서는 호남권-수도권(67개), 호남권-충청권(51개), 호남권-호남권(30개)에서 가장 많이 나타났다. 즉, 농업부문에서 기술개발의 협력관계는 권역을 기준으로 국지적으로 이루어지고 있음을 의미한다.

본 연구는 기술융합 및 기술협업 구조분석과 관련된 선행연구에서 큰 주목을 받지 못하는 농업부문을 대상으로 핵심기술 파악 및 주체 및 지역 간 기술협업 구조를 살펴보았다는 점에서 학문적 가치를 찾아볼 수 있으며, 이러한 결과는 향후 농업기술 개발 및 기술이전 활성화를 위한 공공부문의 계획을 수립하는 데 근거자료로 활

용될 수 있을 것이다. 또한, 앞서 언급한 바와 같이 농업  
 부분의 기술혁신에 대한 사회적 요구가 점차 높아지는  
 상황에서 기술협업의 주체가 공공과 대학으로 치중되는  
 현상과 지식협업이 국지적으로 나타나는 현상은 기술이  
 전 등 다양한 기술사업화를 확장하는 데 제한이 될 수 있  
 다. 따라서 기술개발에 있어서 공공과 대학뿐만 아니라  
 다양한 주체들의 참여를 독려할 수 있는 정부의 정책이  
 필요하다고 할 수 있다.

## References

- [1] C. S. Curran, J. Leker, "Patent indicators for monitoring convergence—examples from NFF and ICT", *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.78, No.2, pp.256-273, 2011.  
 DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2010.06.021>
- [2] F. Hacklin, Management of convergence in innovation: strategies and capabilities for value creation beyond blurring industry boundaries, p.260, Springer Science & Business Media, 2007, pp.25-49.  
<https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-7908-1990-8>
- [3] N. S. Yun, I. Y. Ji. "An Analysis of Patent Co-Classification Network for Exploring Core Technologies of Firms: An Application to the Foldable Display Sector", *Journal of Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.20, No.4, pp.382-390, 2019.  
 DOI : <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2019.20.4.382>
- [4] H. M. Lee, S. J. Kim, H. Y. Kim, "The Analysis Methods Based on Patent Citation Networks for the Convergence Technologies Development Planning : A Case of Smart Factory's ICT Technologies", *Journal of Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.19, No.1, pp.34-47, 2018.  
 DOI : <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2018.19.1.34>
- [5] P. Cooke, "Regional innovation systems, clusters, and the knowledge economy", *Industrial and corporate change*, Vol.10, NO.4, pp.945-974, 2001.  
 DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/icc/10.4.945>
- [6] H. J. Braczyk, P. Cooke, M. Heidenreich, G. Krauss, "Regional innovation systems: the role of governances in a globalized world", *Psychology Press*, 1998.  
 DOI: <http://dx.doi.org/10.4324/9780203330234>
- [7] G. H. Kim, I. K. Park, "Analyzing Typology and Factor Combinations for Regional Innovation in Korea Using fs/QCA", *Journal of the Korean Regional Science Association*, Vol.34, No.4, pp.3-18, 2018.  
 DOI : <http://dx.doi.org/10.22669/krasa.2018.34.4.003>
- [8] S. S. Jo, M. Y. Hong, J. I. Seo, New Agricultural Climate Change Response System Project, Korea Institute of S&T Evaluation and Planning, pp.81-83.
- [9] N. Kalaitzandonakes, E. G. Carayannis, E. Grigoroudis, S. Rozakis, "Introduction: innovation and technology transfer in agriculture". In *From Agriscience to Agribusiness*, pp.1-10, 2018.  
 DOI: [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-67958-7\\_1](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-67958-7_1)
- [10] K. D. Rubenstein, P. W. Heisey, J. L. King, "Public sector technology transfer through patents and licensing: the case of US agriculture", *International journal of technology transfer and commercialisation*, Vol.5 No.4, pp.401-420, 2006.  
 DOI: <http://dx.doi.org/10.1504/IJTTC.2006.013346>
- [11] S. W. You, S. D. Jang "Strategies for the Promotion of R&D Result Diffusion of National R&D Program for Agriculture and Forest", *Journal of Rural Development*, Vol.26 No.2, pp.77-92, 2003.
- [12] T. K. Kim, H. R. Choi, H. C. Lee "A Study on the Research Trends in Fintech using Topic Modeling", *Korea Academy Industrial Cooperation Society*, Vol.17 No.11, pp.670-681, 2016.  
 DOI : <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2016.17.11.670>
- [13] N. E. Friedkin (1993). "Structural bases of interpersonal influence in groups: A longitudinal case study", *American Sociological Review*, Vol.58 No.6, pp.861-872, 1993.  
 DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/2095955>
- [14] Y. H. Kim, Y. J. Kim, Social network analysis, p.330, park-young Publishes, pp.8-28. 2016.

김 규 환(Gyu-Hwan Kim)

[정회원]



- 2014년 2월 : 서울시립대학교 도시행정학과 (행정학 석사)
- 2020년 8월 : 서울시립대학교 도시행정학과 (행정학 박사)
- 2021년 1월 ~ 현재 : 한국기술교육대학교 연구교수

<관심분야>  
 지역혁신, 사회혁신

김 병 근(Byung-Keun Kim)

[정회원]



- 1998년 10월 : (영) Univ. of Sussex SPRU (과학기술정책 석사)
- 2003년 2월 : (영) Univ. of Sussex SPRU (과학기술정책 박사)
- 2003년 8월 ~ 2005년 2월 : (영) Univ. of Sussex 조교수
- 2005년 2월 ~ 현재 : 한국기술교육대학교 산업경영학부 교수

〈관심분야〉

과학기술정책, 기술혁신경영, 혁신전략, 기업가정신