

한국제조업의 산업간 기술지식구조와 흐름에 대한 분석 : 특허자료를 활용한 클러스터분석을 중심으로

윤병운*, 이욱*, 박종용**, 박용태*

* 서울대학교 산업공학과

** 과학기술부 기초과학인력국

초록 : 경제의 패러다임이 지식의 확산과 공유가 경제 성장의 주요한 요소로 대두되는 지식기반경제로 변화하게 되고, 융합 기술(fusion technology)의 중요성에 대한 인식으로부터 학제간(inter-disciplinary) 연구나 기술개발이 활발해지면서, 각 산업이 타산업과 맺고 있는 특정한 연계구조에 대한 분석은 정부의 기술정책이나 기업의 기술전략 수립에 필수적인 것으로 받아들여지고 있다. 특히 산업간 지식흐름의 구조를 파악하는 것은 산업간 협력(collaboration)의 형태나 파급효과에 대한 분석뿐만 아니라 기술 혁신을 촉진하기 위한 혁신 클러스터(innovative cluster) 형성의 기초를 제공하는 것이라 하겠다.

따라서 본 연구는 기술집약적 장비에 체화된 유형자원의 간접적 지식 확산이 아닌, 특허 인용의 명백한 지식 흐름을 활용하여 한국 제조업의 지식 흐름 구조를 분석하고 이를 토대로 클러스터를 나누는 것을 목적으로 한다. 이를 위하여 특허 인용 정보가 존재하는 미국특허청(USPTO)의 자료를 이용하며, 여기에서 도출된 한국 특허의 인용관계를 통해 한국 제조업의 네트워크 및 클러스터를 생성하였다. 즉, 특허 분류를 산업 분류에 매칭(matching)시킴으로써, 특허의 인용관계를 각 특허가 속한 산업간의 지식흐름으로 변환하여 산업간 연계 구조를 파악하고 이를 토대로 한국 산업의 지식 클러스터를 생성함으로써 클러스터간 지식 흐름을 분석하고, 각 클러스터의 기술적 특성을 제시하였다.

본 연구는 한국 산업의 지식흐름을 미국특허청에 출원된 한국 특허를 활용하여 분석했다는 점에서 제기될 수 있는 해외 기술 시장으로의 전략적 차원의 출원에 의한 자료의 편중성문제와 지식흐름의 절대량이 아닌 상대량을 통해 클러스터링함으로써 발생될 수 있는 자료 활용의 한계점을 지니고 있다. 그러나 비체화 지식의 흐름을 특허인용관계를 통해 실증적으로 분석하고, 이를 통해 클러스터를 나누어 산업간 연계구조와 기간에 따른 변화 양상을 조명하며, 각 클러스터의 특성을 다양한 지표(indicators)로부터 설명했다는 데에서 의의를 찾을 수 있다. 본 연구의 결과는 기술혁신을 위한 국가 차원의 산업정책이나 기술개발과 관련한 기업의 기술전략에 활용될 수 있을 것이다.

1. 서론

세계의 경제가 점차 제조업 중심에서 지식기반 경제(knowledge-based economy)로 변화하면서 지식의 확산(diffusion), 활용(use), 창출(creation)이 경제성장의 중요한 요인으로 자리 잡아가고 있다(OECD, 2001). 또한, 기술의 수명 주기가 짧아짐에 따라 신기술, 신제품에 대한 사회적, 경제적 요구가 복잡, 다양해지고, 융합 기술(fusion technology)의 중요성이 대두됨에 따라 학제간(inter-disciplinary) 연구나 기술개발이 활발해지면서 각 산업이 타산업과 맺고 있는 특정한 연계구조에 대한 분석은 정부의 기술정책이나 기업의 기술전략 수립에 필수적인 것으로 받아들여지고 있다. 특히 산업간 지식흐름의 구조를 파악하는 것은 산업의 유사성 내지 협력(collaboration)의 양상이나 산업의 파급효과에 대한 분석뿐만 아니라 기술혁신을 촉진하기 위한 혁신 클러스터(innovative cluster) 형성의 기초를 제공하는 것이라 할 수 있다.

산업의 기술혁신 클러스터를 도출하고 각 클러스터간 지식흐름을 파악, 분석하는 것은 한 국가의 국가혁신체계(National Innovation System)의 설계에 중요한 역할을 한다. 이것은 국가의 경쟁 우위가 고립된 산업에서 나오는 것이 아니라, 수직적, 수평적 관계를 통해 연계된 산업 클러스터에서 도출된다는 인식에 기반한 것이다(Porter, 1999). 특히 한국 경제가 외국의 기술을 도입하고 모방, 학습함으로써 산업발전을 추구하던 수출 및 투자 주도의 국가경쟁력 발전 단계에서 원천기술을 필요로 하고, 연구개발에 주력하는 혁신 주도의 단계에 접어들면서, 협력과 제휴가 필요 없는 과거의 모방에 의한 독립적 기술개발은 사실상 불가능해지고, 산업 클러스터의 수직적 심화 및 수평적 확장에 의한 지식의 공유 및 공동 연구가 반드시 필요하게 되었다.

기존의 기술혁신 클러스터를 도출하는 방법은 산업연관표에서의 투입산출표를 이용하여 산업부문간 기술흐름을 파악함으로써 산업을 군집화하는 것이 대표적이었다. 이것은 산업부문간 거래되는 중간재의 흐름을 조사하여 부문간 관계를 규명하고 이를 토대로 밀접한 연계를 보이는 산업을 하나의 클러스터로 구분하는 것이다. 그러나 이런 방법은 기술집약적 장비에 체화된 지식의 확산을 활용한 것으로서 직접적이고 명확한 지식의 흐름이라고 볼 수 없기 때문에 새로운 지식과 노하우가 사회구성원들에게 전파되는 과정인 비체화적 기술지식의 확산을 이용한 지식클러스터의 도출이 필요하다. 또한 기존의 연구들이 비체화적 기술지식의 확산을 단순히 연구원의 다른 산업으로의 이동에 대한 측정치를 대응변수(proxy measure)로 계측함으로써 지식 흐름의 실질적 본질에 접근하지 못하는 한계를 지니고 있다.

따라서 본 연구는 이러한 기존 연구의 한계를 극복하고 보완하기 위해, 특허인용관계를 활용하여 한국 산업에서 지식의 연계가 활발한 산업들의 지식클러스터를 분류하였다. 특허인용관계는 인용특허(citing patent)와 피인용특허(cited patent)간의 비체화적 지식의 실제적 흐름을 분석할 수 있는 풍부한 정보를 지니고 있다. 본 연구에서는 미국특허청

(USPTO)에서 제공하는 특허자료를 통해 한국 산업의 클러스터와 미국 특허 전체를 대상으로 한 클러스터를 비교함으로써 한국 제조업의 산업간 지식구조와 흐름을 분석하였다. 또한 이 결과를 80년 후반과 90년 전, 후반으로 나누어 동적인 변화를 제시함으로써 한국의 산업정책이나 과학기술정책과 연관짓고자 하였다.

2. 배경이론

2.1 혁신 클러스터(innovative clusters)

클러스터란 어느 특정 부문에 있어서 지리적인 근접성을 지닌 부가가치를 창출하는 생산 사슬에 연계된 독립성이 강한 기업들과 지식 생산자(대학, 연구기관, 지식 제공 기업), 관련 서비스 제공자(지식 사업 서비스, 컨설턴트), 지식 사용자의 네트워크로 정의할 수 있다 (OECD, 1999b). 일반적으로 클러스터는 집적 수준에 따라 국가차원(macro level), 산업 차원(meso level), 기업 차원(micro level)으로 분류되며, 지식 활동의 특성에 따라 자기 창출형(self creating), 지식 강화형(knowledge intensifying), 지식 흡수형(absorptive), 자족형(self-sufficient) 클러스터로 구분된다(Roelandt and Hertog, 1999). 또한 수행 기능 및 가치 창출 형태에 따라 연구개발 클러스터, 생산 클러스터, 판매 및 서비스 클러스터 그리고 혁신 클러스터로 분류될 수 있다.

클러스터에 관한 연구는 오랜 시간에 걸쳐 수행되어 왔으며 특히 1995년 이후 국가 경쟁력 강화와 지속적 성장의 측면에서 개별 국가 또는 지역의 클러스터의 개발, 육성 및 활용의 중요성에 대한 인식이 OECD 국가들 사이에서 점차 확산되어 감에 따라, 집합적 부(collective fortunes) 및 지식 창출의 메커니즘의 이해를 위한 클러스터 분석이 다양하게 추진되었다(OECD, 1999a; 2000; 2001). 이러한 클러스터 분석은 각 클러스터가 속한 경제 체제나 규모, 전문성 등의 특성에 따라, 정량적 방법, 정성적 방법, 혼합적 방법 그리고 유형화에 의한 분석이 이루어졌으며, 클러스터가 지닌 가치 및 역할 분석을 위해 다양한 분석 방법이 시도되고 있다.

본 연구에서는 한국 제조 산업 클러스터 분석을 위해 가치 사슬에서 전반적인 기능을 혼합하여 수행하는 혁신 클러스터의 특성에 초점을 두고 있다. 혁신 클러스터는 Porter의 모형을 중심으로 경제 지리학적 논의를 포괄적으로 수용하면서 형성된 개념으로, 미래 경쟁력을 위한 혁신수행과 지식 이전 메커니즘의 창출 그리고 기술 혁신 정책 수립에 있어서의 핵심 연구 분야이다 (OECD,1999b). 혁신 클러스터는 지속적인 경쟁, 지식의 공유 및 창출 및 체계적인 제도적 환경 구축을 통하여 역동적으로 발전, 진화하며, 개별 클러스터가 속한 경제적, 제도적 특성, 규모, 연계 수준, 연구 개발, 혁신 제품 비중 등의 관점에서 각 클러스터간의 이질적인 차이가 나타난다. 또한 혁신 클러스터는 모든 산업 수준

을 토대로 형성될 수 있으며, 기술 지식 이외의 지식이 클러스터 형성에 큰 영향을 끼친다. 그리고 지식 원천에 따라 혁신 클러스터의 지리적 범위를 다양하게 정의할 수 있다(OECD, 2001).

혁신 클러스터의 분류 및 분석 방법에는 투입산출(input-output) 분석, 기술혁신 상호작용 행렬(innovation interaction matrices), 그래프(graph) 분석, 상응(correspondence) 분석, 사례(case study) 분석이 있으며 상호간의 한계를 보완하기 위하여 여러 가지 방법을 조합하여 사용한다(Roelandt and Hertog, 1999).

이러한 혁신 클러스터 및 그 분석 방안에 대한 연구는 OECD 국가들을 중심으로 국가 미래 경쟁력 강화와 고부가가치 산업 창출 및 핵심 역량 개발이라는 측면에서 다양하게 진행되고 있으며, 혁신 클러스터 창출 및 발전을 위한 정책 개발의 중요성이 부각되고 있다. 이에 본 연구에서는, 한국 제조업을 중심으로 산업 클러스터를 확인하고 혁신 클러스터로의 확장을 위한 가능성을 살펴봄으로써 국가 차원의 산업 정책이나 기술 개발 전략에 이를 활용하고자 한다.

2.2 지식 흐름(knowledge flow)

도래하는 지식기반 경제에서 지식은 가치를 창출하는 창의적 능력으로 단순한 생산성 뿐만 아니라 개인, 기업, 산업, 국가 경쟁력을 결정하는 주요 요소라 할 수 있다. 이에 지식 창출의 매커니즘과 창출된 지식의 흐름을 파악하는 연구가 다양한 수준에서 광범위하게 수행되어 왔으며, 특히 무형 재화인 지식의 흐름은 지식 창출의 주요 방법인 동시에 지식 발전의 방향을 제시해 주기 때문에 지식 흐름 구조에 대한 분석의 중요성이 크게 부각되고 있다.

지식 흐름에 대한 연구는 지식의 공유, 확산, 활용이라는 흐름구조 분석을 바탕으로 이루어지며, 일반적으로 지식 흐름에 대한 연구는 지식 흐름의 주체와 측정 방법에 따라 분류된다. 지식 흐름의 주체는 국가(macro level), 산업(meso level), 기업(micro level)으로 크게 분류할 수 있으며, 지식 흐름의 측정 방법은 크게 지식 흐름의 패턴 분석, 인적 네트워크 분석, 지식 공유와 학습체계 분석의 세 가지 측면으로 분류할 수 있다. 일반적으로 이 방법들 중 체화, 비체화 지식을 사용한 지식 흐름 패턴 분석이 주로 사용된다.

국가간 지식 흐름 연구에서는 자본재, 중간재를 이용한 투입-산출 분석과 특허 및 특허 인용 관계를 이용한 지식 흐름 행렬 분석을 주로 실시한다. 투입-산출 분석에서 지식은 제품에 체화된 것으로 간주되며, 국가간 무역 수치, 연구개발 지출액 등을 국가간 지식 흐름의 대용 지표로 주로 사용한다(Papaconstantinou et al., 1974). 특허 및 특허 인용 관계를 활용한 지식 흐름 분석은 지식 흐름을 특허 및 특허 인용을 토대로 분석한 Jaffe(1988)의 연구와 특허 인용 관계를 이용하여 지식 흐름을 기술 흐름 행렬로 개념화한 Scherer (1981)의 연구를 바탕으로 국가 간의 연구 개발 파급 효과 측면에서 관련 연구가 활발하게 진행되고 있다. 최근에는 자본 및 기술 지식의 투자 형태에 따른 국가간

지식 흐름의 정도를 정량적으로 살펴보고자 하는 연구와 국가 경제 수준 및 정책에 따른 기술 지식 흐름 형태를 특허 및 특허 인용을 통해 살펴보고자 하는 연구가 이루어지고 있다.(Hu, 2003)

산업간 지식 흐름 연구에서는 특허의 출원 수나 특허 인용 수, 연구 개발 스톡, 연구원 수와 같은 다양한 지표를 바탕으로 한 레온티에프(Leontief) 투입-산출 행렬 분석이 주로 실시된다(Leoncini et al., 1996; Park and Kim, 1999). 산업간 지식 흐름 연구는 산업의 유사성 및 파급효과 분석을 통한 기술 정책의 형성 및 핵심 역량 강화의 측면에서 그 중요성이 증대되고 있으며, 이에 산업간 연계 구조 및 투자 구조를 중심으로 다양하고 정교한 산업간 지식 흐름 분석지표가 연구되고 있다. 최근에는 연구 개발 스톡의 추계를 활용한 산업간 기술 지식 네트워크 분석과 산업 클러스터를 통한 산업간 지식 흐름 연구가 폭 넓게 진행되고 있다.(조형곤, 2000)

기업간 지식 흐름 연구는 주로 다국적 거대 기업의 전략적 차원에서 경쟁 우위 선점을 위한 지식 활용 메커니즘을 구하고자 이루어 졌다. 비교적 비체화 지식에 대한 연구가 이루어 졌으나, 최근에는 지식 흐름의 패턴 분석 및 지식 흐름 네트워크 분석 등의 다양한 측정 방법을 통하여 기업간의 지식 흐름을 좀더 정량적으로 측정하고자 하는 연구가 진행되고 있다(신준석, 2003)

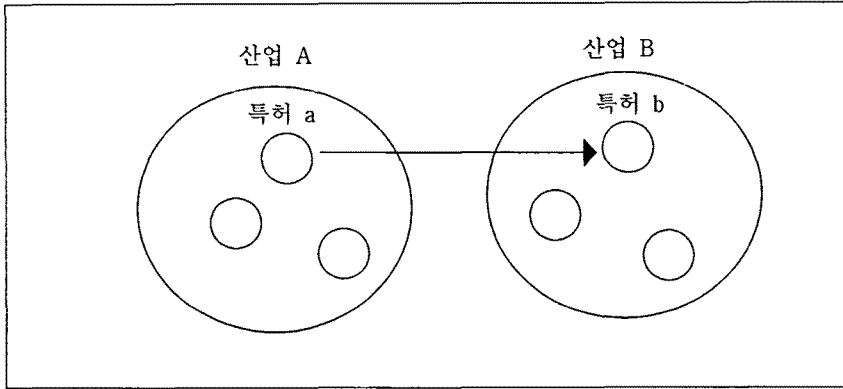
본 연구에서는 특허 인용을 통한 비체화 지식의 흐름을 토대로 한국 제조업의 산업간 지식 흐름 구조를 분석해보고자 한다. 이를 통해 산업간 파급효과 및 기술 혁신 촉진을 위한 혁신 클러스터 형성에 기초를 제공할 수 있을 것이다.

3. 연구 방법론

3.1. 산업간 지식흐름과 클러스터의 형성

본 연구는 산업간 지식 흐름을 토대로 한국 제조업에서의 산업간 기술지식 구조와 흐름을 분석하는 것을 목적으로 한다. 산업간 지식 연계의 내용은 기술집약적인 기계류, 부품 등의 구매를 통해 기술혁신이 확산되는 체화적 기술 확산과 새로운 지식과 노하우가 다른 산업 및 사회구성원에게 전파되어지는 비체화적 기술 확산이 있으나 본 연구에서는 특허의 인용 관계를 통해 비체화적 기술지식의 확산을 토대로 산업의 클러스터를 구분하여 기술 흐름의 양상을 파악하는데 초점을 맞췄다. 이것은 특허관계에서 나타난 지식의 흐름이 각 특허가 속한 산업간의 지식 연계에 대응된다는 관점에서 적용된 것이다. 산업간 지식흐름의 양이 일정 수준(cut-off value)을 넘으면 각 산업간에는 지식흐름의 밀접한 연계가 존재한다고 간주하였으며 이것을 클러스터링에서 유사성(similarity)의 척도로 보았다. 즉, 특허인용관계로부터 산업간 지식 흐름을 도출하였고 산업간 특허인용이 빈번한 산업들은 지식연계가 높은 것으로 판단하여 같은 클러스터로 분류하게 된다. [그림1]

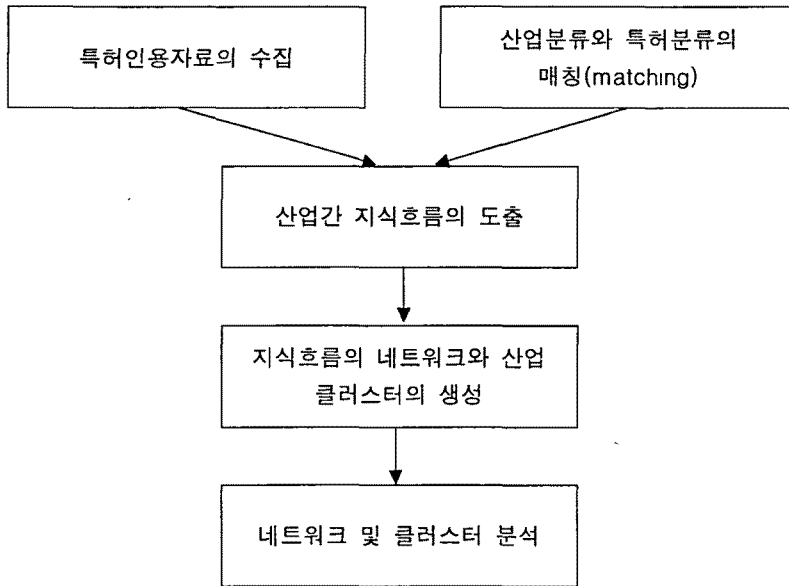
은 위에서 제시한 관계를 도식화한 것으로서 산업간 지식흐름은 산업에 속한 특허의 인용 관계의 집합으로 분석된다.



[그림1] 클러스터 내부의 산업간 지식 연계 예시

3.2. 연구의 내용과 과정

[그림1]에서 제시한 바와 같이 산업간 지식 연계를 특허 자료를 활용하여 설명하기 때문에, 본 연구는 우선 특허분류와 산업분류를 매칭(matching)하는 작업이 필요하다. 분석을 위해 활용된 특허자료는 미국특허청(USPTO) 자료이므로, 미국특허청에서 지정해 놓은 특허분류의 체계와 한국 통계청이 제시한 표준산업분류(SIC)의 체계를 연결시켰다. 다음 단계에서는 이를 토대로 특허간의 지식 흐름을 산업간 지식흐름으로 전환하는 과정을 거친다. 도출된 산업간 지식흐름을 활용하여 산업간 지식네트워크를 형성하고, 클러스터를 생성할 수 있다. 마지막에서는 클러스터의 특성을 기술적 관점에서 비교, 분석하고 클러스터간 지식흐름을 제시함으로써 각 혁신 클러스터 구조의 동적 변화 현상과 기술속성을 조망하였다. 연구의 흐름도(flow chart)로 표현하면 다음 [그림2]와 같다.



[그림2] 연구의 흐름도

3.3. 연구의 분석 내용

본 연구는 한국 산업의 지식 구조와 흐름의 특성을 도출하기 위해 5가지의 분석을 실행하였다. 모든 분석은 특허정보를 기반으로 하여 출원 빈도나 특허 인용 관계를 활용하였다. 그 내용을 자세히 설명하면 다음과 같다.

산업의 지식 구조의 변화

미국특허청에 출원된 한국 특허의 포트폴리오 비율을 산출하여 미국 특허 전체 자료의 경우와 비교함으로써 한국 산업 지식구조의 특성에 대한 이해를 제시하였다. 즉, 특허의 출원 비율을 통해 각 산업의 기술지식 비율을 구하고, 이를 한국 특허와 전체 특허에 적용시킴으로써 비교하였다. 만약 한국의 A 산업에서 출원된 특허가 미국특허청에 출원한 총 한국 특허의 수에서 차지하는 비율이 미국 전체 자료에서의 A 산업 비율보다 상대적으로 높다면 한국은 A산업에서 집중된 지식 역량을 가지고 있다고 볼 수 있다. 또한 이러한 각 산업의 기술지식의 비율을 동적으로 분석함으로써 기술지식 구조의 변화 양상을 파악하였다.

산업 지식 네트워크의 특성

한 국가의 산업 지식 구조는 산업간 네트워크의 특성을 제시함으로써 지식 흐름의 구조 측면에서 분석될 수 있을 것이다. 본 연구에서는 한국 산업의 지식 네트워크 집중도

(network centrality)를 지식 흡수와 방출 측면에서 동적으로 산출하고 이를 통해 산업 정책이나 기술 정책의 기초 변화를 설명하고자 하였다. 또한 네트워크 분석(network analysis)의 지표(index)인 노드 중심성(node centrality)과 매개성(betweenness)에 의해 지식 흐름의 특성별로 산업을 지식 방출형, 지식 흡수형, 지식 매개형 산업으로 구분하였다. 산업의 지식 네트워크에서 각 산업은 노드가 되고, 지식의 흐름이나 연계성은 링크(link)가 될 것이다.

산업의 지식 클러스터 변화

특허의 인용관계를 활용하여 한국 산업의 지식 클러스터를 구분하였다. 앞에서 제시한 바와 같이, 특허간의 관계를 통해 각 특허가 소속된 산업간의 흐름으로 전환하고 흐름의 양을 측정하여 밀접한 지식연계를 보이는 산업들을 군집화하였다. 또한 이를 전체 자료를 토대로 한 클러스터와 비교함으로써 한국 산업의 특성을 설명하였으며, 동적 분석을 통해 80년대 후반과 90년대 전, 후반의 차이에 대한 분석을 제시하였다.

산업 클러스터간 지식흐름의 특성

구분된 클러스터간의 지식흐름의 특성을 도출하였다. 이를 위해 먼저 클러스터링의 결과, 얻어진 산업들의 군집을 대표할 수 있는 클러스터의 명칭을 Pavitt이 그의 연구에서 제안한 기술혁신의 패턴에 의해 구분한 산업의 분류를 수정하여 적용하였다. 다음으로 각 클러스터간의 흐름을 여기에 속해있는 산업간의 지식 흐름을 통해 산출하여 특성을 설명하였고, 마지막으로 각 클러스터가 지식의 흡수와 방출 측면에서 지니는 특성을 제시하였다.

산업 클러스터의 기술적 특성

앞에서 구분한 산업 클러스터의 기술적 특성을 각 클러스터에 포함된 특허의 다양한 특성에 의해 비교하였다. 본 연구에서 도출한 산업 지식의 클러스터는 특허자료에 의한 것이므로 클러스터의 특성은 경제적, 사회적 파급효과보다는 기술적 차원에서 제시되어야 할 것이다. 따라서 산업 클러스터의 특성은 각 클러스터에 속한 특허들의 기술수명주기(technology cycle time)와 권리청구 항목(claim)의 수, 출원인(assignee) 분류로 구분하여 제시하였다.

4. 연구 결과

4.1. 분석 자료

본 연구에서 이용한 자료는 미국특허청에 출원한 특허자료를 토대로 미국의 국가경제연구소(NBER)가 가공한 특허-인용 자료이다. 이 자료는 특허의 일련번호와 출원연도, 출원인, 출원인의 유형, 특허분류 코드, 권리청구 항목의 수 등의 일반적 정보를 제공하는 파일과 피인용 특허(cited patent)와 인용 특허(citing patent)의 관계를 정리한 파일로 나누어져 있다. 본 연구의 분석을 위해 이 두 파일은 하나의 파일로 재구성되었으며 여기에는 특허의 인용관계와 그들의 모든 정보가 포함되어 있다.

자료의 출원연도 범위는 인용관계가 1975년부터 조사되었기 때문에 재구성된 데이터베이스에는 1975년부터 1999년까지의 자료를 담고 있으나, 미국특허청에 출원된 한국의 특허의 수가 1980년대에는 미미하게 발생하다가 1990년대에 폭발적으로 증가했고, 한국의 산업정책이나 과학정책이 1990년 초반의 산업구조의 고도화나 1995년 전, 후의 WTO 출범과 OECD 가입 등으로 인한 세계화, 개방화 추세를 반영하기 때문에, 1985년부터 1999년의 자료를 선택하여 1985-1989년, 1990-1994년, 1995-1999년의 기간으로 나누어 각 분석에 대한 변화의 추이를 살펴보았다.

다음 [표1]은 본 연구의 분석 자료인 특허의 정보를 정리한 것이다.

[표1] 특허 정보의 내용

특허 정보의 구분	
일반적 정보(general information)	인용 정보(citation information)
특허의 일련번호	인용(citing) 특허번호
출원연도	피인용(cited) 특허번호
기술분류	피인용 수
출원인 일련번호	피인용 특허의 기술분류
권리청구 항목의 수	
출원인 분류	

4.2. 특허 분류와 산업 분류의 매칭(matching)

연구를 위해 수집된 자료의 원천이 미국특허청이기 때문에, 미국의 특허분류를 채택하였다. 분류의 수준은 3-digit 까지 세분한 것을 활용하였으며, 분류의 수는 약 420개에 이른다. 미국 특허분류의 특성은 소재, 제품, 기능에 의한 분류가 혼재되어 있다는 것이며, 산업분류와 비교할 때 기능에 의한 분류는 특이한 것이라 할 수 있다. 대부분 특허분류가 산업분류의 구분에 용이하게 연결되지만, 몇 가지 기능에 의한 분류는 기타분류로 구분하

였다.

산업분류는 기본적으로 한국의 표준산업분류(SIC)의 제조업 분류를 적용하였다. 여기에서는 제조업을 22개의 분류로 나누었으나 본 연구에서는 미국특허청에 출원한 한국 특허 자료를 이용한다는 한계에 의해 산업분류를 29개로 재조정하였다. 이것은 특정 산업의 특허 출원 빈도수는 높은 반면, 소수의 몇몇 산업들의 특허출원은 활발하지 않았기 때문이다. 따라서 기술속성이 유사하면서 출원비율이 높지 않은 산업군들은 병합하고, 산업분류가 포괄적인 기술의 영역을 포함하고, 출원비율이 높은 산업군은 명백한 기준에 의해 분리하였다. 다음 [표2]는 본 연구에서 채택한 산업분류와 표준산업분류와의 관계를 정리한 것이다.

[표2] 본 연구의 산업분류와 표준산업분류와의 관계

일련번호	산업	표준산업분류	일련번호	산업	표준산업분류
1	음식료품 및 담배	15, 16	16	컴퓨터(하드웨어)	30
2	섬유	17, 18, 19	17	전기발전및변환, 제어장치	31
3	목재 및 나무	20	18	절연선 및 케이블	31
4	종이 및 인쇄	21, 22	19	전구 및 조명 장치	31
5	코크스 및 석유정제품	23	20	기타 전기기기	31
6	기초화학물	24	21	반도체 및 전자부품	32
7	의약품	24	22	통신, 영상, 음향 장비	32
8	기타화학제품	24	23	의료용 기기	33
9	고무 및 플라스틱	25	24	정밀기기	33
10	비금속광물제품	26	25	자동차	34
11	1차 금속	27	26	기타 운송장비	35
12	조립금속	28	27	기타 제품 제조업	36
13	일반목적용 기계	29	28	기타	없음
14	공작기계	29	29	컴퓨터(소프트웨어)	30
15	특수목적 기계	29			

4.3. 분석 결과

(1) 한국 산업의 지식 구조 변화

한국 산업의 지식 구조의 특성을 파악하기 위하여 두 가지 분석을 실행하였다. 우선 한국 특허를 대상으로 앞에서 제시한 29개의 산업분류 각각의 비율을 계산하여 산업의 특허 포트폴리오(patent portfolio)를 도출하고 이를 전체 미국 특허의 경우와 비교하였다. 예를 들어, 85-89년의 기간의 경우, 한국의 섬유산업이 전체 특허 출원에서 차지하는 비율은 4%이며, 미국 전체 특허를 활용하여 분석한 경우는 이 산업의 비율은 2.1%였다. 따라서 이 기간에 한국은 다른 나라보다 전체 지식의 구조에서 섬유산업이 차지하는 비중이 상대적으로 높았다고 볼 수 있다. 다음 [표3]은 이와 같은 한국 산업의 각 특허 비율이 전체 특허를 활용한 것과 비교하여 상대적으로 높거나 낮은 산업을 85-89, 90-94,

95-99년 등 3개의 기간으로 나누어 정리한 것이다.

[표3] 한국 산업의 특허 비율과 전체 특허를 활용한 산업의 특허 비율과의 비교

기간(단위:연)	85-89	90-94	95-99
상대적으로 높음	섬유, 특수목적기계, 통신, 영상, 음향장비	컴퓨터(하드웨어), 전기발전, 전환 및 제어장치, 전구 및 조명장치, 반도체 및 전자부품, 통신, 영상, 음향장비	컴퓨터(하드웨어), 전기발전, 전환 및 제어장치, 반도체 및 전자부품, 통신, 영상, 음향장비
상대적으로 낮음	코크스 및 석유정제품, 의약품, 기타화학제품, 조립금속, 의료용기기, 정밀기기	의약품, 기타화학제품, 의료용기기, 정밀기기	의약품

분석 결과, 한국 산업의 지식 구조는 80년대 말에는 세계의 보편적 수준보다는 섬유와 같은 전통 제조 산업이나 기술수준이 높지 않은 특정 목적에 부합하는 기계 생산에 상대적으로 집중하고, 석유 산업과 같이 천연자원이나 의약품, 정밀기기와 같이 높은 기술 수준을 필요로 하는 산업에는 다소 미약한 지식수준을 보이고 있다. 그러나 90년대에 들어서면서 다양한 산업구조의 고도화 정책과 기업의 투자 때문에 반도체 및 전자부품, 컴퓨터, 전기 등과 같은 산업의 비중이 전체 국가들의 평균보다 높아지게 되었다. 그러나 아직까지 의약품 등과 같은 기초과학 분야의 기술지식 수준은 낮은 것으로 판명되었다.

다음으로는 한국 산업 자체에서의 산업별 특허비율의 변화를 분석하였다. 앞에서는 각각의 기간에 대해 미국 전체 특허와 한국 특허의 비율 차이를 보았으나 여기에서는 한국 산업 자체의 동적 변화를 분석하기 위한 것이므로, 90년 전, 후와 95년 전, 후를 비교함으로써 80년대 후반과 90년대 초반, 90년대 초반과 90년대 후반을 각각 비교하였다. 다음 [표4]는 이러한 변화를 정리한 것이다.

[표4] 한국 산업의 특허비율에 대한 기간별 변화

대상	90년 전, 후의 비교	95년 전, 후의 비교
비율 감소 산업	음식료품 및 담배, 섬유, 목재 및 나무, 종이 및 인쇄, 1차금속, 특수목적기계, 기타 운송장비	기초화학물, 전구 및 조명장치
비율 증가 산업	컴퓨터(하드웨어), 전구 및 조명장치, 반도체 및 전자부품, 통신, 영상, 음향장비	기타화학제품, 의료용기기, 컴퓨터(하드웨어), 컴퓨터(소프트웨어)

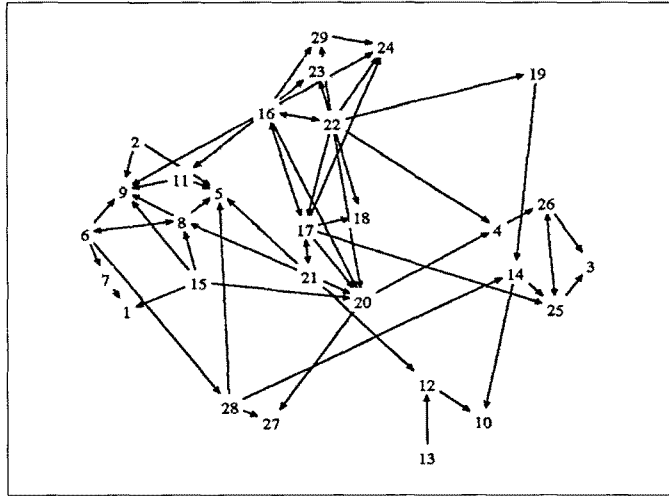
전술한 바와 같이, 한국 산업의 구조는 90년대에 들어서면서 첨단, 정밀 산업에 집중되어 고도화되기 시작했다. [표4]에서도 전통 산업이라 불려질 수 있는 음식료품 및 담배, 섬유, 목재 및 나무, 종이 및 인쇄 등의 산업과 1차 금속과 같은 소재 산업은 90년대 이후에는 상대적으로 줄어들고 컴퓨터, 전기, 반도체 및 전자부품, 통신, 영상, 음향 장비 산업이 급속도로 발전하였다. 또한 95년 이후에는 전기관련 산업이나 기초과학이라고 할 수 있는 기초화학물 산업의 비중은 감소하지만 이를 활용하여 실제적인 제품을 만들어내는 산업에 집중하고, 컴퓨터 산업도 지속적인 증가를 보이고 있다. 특히 소프트웨어 분야의 기술의 성장이 두각을 나타내며, 이 시기에는 반도체 및 전자부품이나 통신, 영상, 음향 장비도 높은 비율을 유지하고 있다.

(2) 산업의 지식 네트워크의 특성

산업간 지식 네트워크는 특허의 인용 관계를 활용하여 도시되었다. 특정 산업에 속한 특허가 다른 산업에 속한 특허에 인용된다면, 이 두 산업간에는 지식의 흐름이 생기는 것이며 이를 집합적으로 판단하여 산업간 지식흐름의 존재 여부를 판단하였다. 즉, 특정 산업에 속한 전체 특허에서 다른 산업으로 방출되는 지식 흐름의 상대량을 고려하여 임계치(cut-off)를 넘으면 지식의 연계가 존재한다고 보았다. 다음 [그림3]은 임계치를 0.04로 정했을 때 얻어지는 1990-1994년까지의 기간의 한국 산업 지식 네트워크의 예를 도시한 것이다.

임계치를 0.04로 정했다는 것은 각 산업에서 다른 산업으로 방출되는 지식흐름의 전체량을 1이라고 하였을 때, 자신의 산업 내부에서 인용되는 것(self-citation)을 포함하여, 0.04 이상이 되는 것을 지식 흐름이 존재하는 것으로 인정한다는 것이다. 지식 흐름의 절대량을 기준으로 네트워크의 지식 흐름을 파악할 수도 있으나, 미국에 출원한 한국 특허의 특성상, 출원 특허의 개수나 인용 빈도수가 특정 산업에 편중되어 있기 때문에, 상대량을 채택하여 네트워크를 도시하였다. 그러나 절대량에 의한 분석도 중요한 의미를 지니기 때문에 절대량, 상대량에 의한 종합적 고려를 통해 지식 흐름의 실제적 관계를 파악하는 것이 필요하다고 할 수 있다.

임계치는 민감도 분석(sensitivity analysis)에 의해 네트워크가 시각적으로 적절하게 구분되고, 복잡하지도 단순하지도 않게 되어 효과적인 분석을 행할 수 있는 수준에서 결정되어야 한다. 본 연구에서는 민감도 분석을 실시한 결과 임계치를 0.04로 정할 경우, 시각적으로 적절히 표현되는 것으로 보았다.



[그림3] 한국 산업의 지식 네트워크의 예(1990-1994년, cut-off value=0.04)

위에서 제시한 [그림3]과 같이 다른 기간에 대해서도 네트워크를 그렸으며, 이것은 산업의 지식 네트워크의 변화 추이를 시각적으로 보여줌으로써 전체 지식 구조에 대한 용이한 파악을 제공해준다. 본 연구에서는 지식 네트워크의 시각화와 더불어, 네트워크 분석에서의 다양한 지표를 활용하여 네트워크 특성을 분석하였다. 우선 네트워크의 중심화 지수(network centrality)를 산출하였고, 각 산업의 노드 중심성(node centrality)과 매개도(betweenness)를 계산하였다. 전자는 전체 네트워크의 구조를 설명하는 것이며 후자는 네트워크에 속한 각 노드의 특성을 설명하는 것이다. 다음 [표5]는 한국 산업의 지식 네트워크의 중심화 지수를 기간별로 계산한 것이다.

[표5] 기간별 한국 산업의 지식 네트워크 중심화 지수

기간(단위:연)	85-89	90-94	95-99
지식의 방출 측면	26.2%	24.5%	38.8%
지식의 흡수 측면	17.4%	13.4%	12.9%

네트워크의 중심화 지수는 네트워크 전체가 소수의 노드에 집중되어있는 정도를 산출하는 것이다(Wasserman and Faust, 1994). C_D 를 네트워크 중심성으로 표현하였을 때, $C(n_i)$ 는 노드의 중심성 지수, $C(n^*)$ 를 노드들의 중심성지수 중 가장 큰 값이라 한다면, C_D 는 중심성 지수의 최대값과 각 노드들의 중심성 지수값과의 차를 더한 값을, 노드들이 맺을 수 있는 관계의 이론상 최대값으로 나눔으로써 구할 수 있다.

$$C_D = \frac{\sum_{i=1}^g C(n^*) - C(n_i)}{(g-1)^2}$$

한국 산업의 지식 네트워크에서 지식 흐름의 흡수 측면의 중심화 정도는 시간의 흐름에 따라 점차적으로 감소하고 있으며, 이것은 각 산업들이 특정한 소수의 산업들로부터 지식을 받아들이는 것보다는 지식 유입의 경로가 다원화되어 가고 있다는 것을 보여주는 것이다. 지식의 방출 측면에서의 중심화 정도는 90년대 초에 감소하다가 90년대 후반에는 다시 급하게 증가하고 있기 때문에 대체적으로 소수의 몇몇 산업들로 지식의 방출이 집중되어 가고 있다는 것을 알 수 있다. 90년대 초에 이 수치가 감소하는 이유는 산업 구조의 고도화 정책으로 인해 반도체나 컴퓨터, 화학 산업 등이 발전하여 초창기 개발 단계에서 탈피하여 성장상태로 들어서는 과도기이기 때문에, 유사한 수준의 중요성을 보이고 타 산업들도 어느 정도의 지식 방출은 존재했기 때문에 집중도가 몇 개의 산업에 편중되지 않았으나 90년대 후반에 접어들면서 컴퓨터, 통신, 전기발전, 화학, 반도체 등의 산업에서 세계적 경쟁력을 갖추고, 이들 산업들로부터의 방출이 집중되어 산업 구조가 재편되는 형태를 띠게 된 것으로 해석할 수 있다.

다음으로는 네트워크에서 지식 흐름에서의 특성을 토대로 산업을 구분하였다. 이것은 네트워크 분석에서 노드 중심성이라는 지수를 이용하여 구분할 수 있으며 이 지수는 네트워크에서의 링크 수를 통해 구할 수 있다. 즉, 하나의 노드에서 다른 노드로 나가는 링크의 수가 많으면 방출 측면에서의 중심성이 높으며, 흡수 측면에서도 같은 방법으로 분석할 수 있다. 또한 하나의 노드에서 다른 노드에 도달하는 데 반드시 거쳐야 하는 노드가 존재한다면, 이 노드는 매개도가 높다고 판단하며, 산업의 지식네트워크에서는 이 지수의 값이 높은 산업이 산업간 지식을 매개하는 정도가 높은 것으로 간주할 수 있다. [표6]은 각 산업을 앞에서 제시한 지수들에 의해 기간별로 구분한 것이다.

[표6] 지식 흐름의 특성에 따른 기간별 산업의 구분1)

기간(단위:연)	85-89	90-94	95-99
지식 방출형 산업	통신, 영상, 음향장비, 전기발전, 전환 및 제어 장치, 특수목적 기계, 컴퓨터, 종이 및 인쇄	통신, 영상, 음향장비, 컴퓨터, 전기발전, 전환 및 제어 장치, 반도체, 기타화학제품	컴퓨터, 통신, 영상, 음향장비, 전기발전, 전환 및 제어 장치, 반도체, 기타화학제품
지식 흡수형 산업	정밀기기, 고무 및 플라스틱, 조립금속, 전구 및 조명장치, 자동차	고무 및 플라스틱, 음식료품 및 담배, 코크스 및 석유정제품, 기타전기기기, 정밀기기	공작기계, 1차 금속, 비금속광물제품, 정밀기기, 전구 및 조명장치
지식 매개형 산업	의료용기기, 1차금속, 컴퓨터, 고무 및 플라스틱, 종이 및 인쇄	기타화학제품, 기초화학물, 공작기계, 자동차, 전기발전, 전환 및 제어 장치	컴퓨터, 기타화학제품, 통신, 영상, 음향장비, 전기발전, 전환 및 제어장치, 특수목적기계

1) 각 유형별 산업 구분은 각 네트워크 지수의 값이 높은 상위 5개 산업만 제시하였음.

일반적으로 첨단, 정밀 산업의 경우, 기술의 속성이 복잡하고 다른 산업과의 기반을 제공하는 경우가 많기 때문에 지식 방출이 많으며, 90년대 이후에는 반도체 산업과 화학 산업이 중요한 지식 방출 산업으로 등장하는 것으로 볼 때, 한국 산업의 기술지식의 구조는 이들 첨단 산업으로 재편되고 있다는 것을 제시할 수 있다. 지식 흡수형 산업은 대체로 소재 산업이나 기계 및 기기 산업이며 이들은 다른 산업에서의 기술이 복합적으로 흡수되어 소재 가공이나 신소재 개발에 활용됨에서 기인한 것으로 보인다. 또한 대개 기계 산업은 규모 집약형 산업인 자동차나 철강 산업 등의 지식을 흡수하여 이들 산업의 생산의 효율성을 위한 기계를 제공하기 때문에 정밀기구나 공작기계 등의 기계 산업에서의 지식 흡수가 많은 것으로 분석되었다. 지식의 매개 측면에서는 80년대 후반에는 금속이나 고무 및 플라스틱, 종이와 같은 소재와 특수 목적용 기기의 지식 매개도가 높았으나 90년대 후반에는 화학제품이나 통신, 영상, 음향 장비 및 전기기기, 기계가 특정 산업에서 다른 산업으로의 지식을 매개하는 정도가 높았다.

(3) 한국 산업의 지식 클러스터 변화

먼저 한국 산업의 지식 클러스터를 전체 미국 특허의 자료를 토대로 나눈 클러스터와 비교함으로써 한국 산업의 특성을 설명하고자 하였다. 각 기간별로 미국 전체 특허에 대해 클러스터를 나눈 결과, 기간에 따른 변화는 거의 없었다. 이는 미국 특허의 경우, 안정화된 산업 구조의 상태에 도달하였고, 대부분이 미국이나 일본의 특허이기는 하지만 다양한 국가의 특허가 혼재해 있기 때문인 것으로 보인다.

반면, 한국 특허는 기간에 따라 다른 클러스터의 구성이 관찰되었다. 한국의 초기 클러스터는 전체 미국 특허자료와는 상당히 다른 양상을 띠고 있으나 최근의 클러스터는 크게 다르지 않은 구조를 보이고 있다. 다음 [표7]은 한국 산업의 지식 클러스터 변화를 기간별로 정리한 것이다.

[표7] 한국 산업의 지식 클러스터 변화

85-89	90-94	95-99
기초화학물, 의약품, 기타화학제품, 고무 및 플라스틱	음식료품 및 담배, 섬유, 코크스 및 석유정제품, 기초화학물, 의약품, 기타화학제품, 고무 및 플라스틱, 1차금속, 특수목적기계	음식료품 및 담배, 기초화학물, 의약품, 기타화학제품, 고무 및 플라스틱, 특수목적기계, 기타제품제조업
1차금속, 특수목적 기계, 정밀기기, 자동차		
목재 및 나무, 코크스 및 석유정제품, 조립금속, 의료용기기, 기타제품 제조업	비금속광물제품, 조립금속, 일반목적용 기계	코크스 및 석유정제품, 조립금속, 일반목적용기계, 공작기계, 자동차, 기타운송장비
일반목적용 기계, 공작기계, 기타 운송장비	목재 및 나무, 종이 및 인쇄, 공작기계, 자동차, 기타운송장비	목재 및 나무
절연선 및 케이블, 기타전기기기, 반도체 및 전자부품	기타제품제조업, 전구 및 조명장치	섬유, 종이 및 인쇄

음식료품 및 담배, 종이 및 인쇄, 비금속광물제품	전기발전, 전환 및 제어장치, 절연선 및 케이블, 기타전기기기, 반도체 및 전자부품	1차금속, 전기발전, 전환 및 제어장치, 절연선 및 케이블, 기타전기기기, 반도체 및 전자부품
섬유, 컴퓨터, 전기발전장치, 통신, 영상, 음향장비	컴퓨터, 통신, 영상, 음향장비, 의료용 기기, 정밀기기	비금속광물제품, 컴퓨터, 통신, 영상, 음향장비, 의료용 기기, 정밀기기

위의 [표7]에서 볼 수 있는 것과 같이, 1995년 이후 목재 및 나무 산업은 다른 산업과의 연계가 약해져 하나의 독립적인 클러스터를 형성하고 있다. 또한, 80년대 음식료품 및 담배, 종이 및 인쇄, 비금속광물제품은 하나의 클러스터로서 묶여져 연계하고 있었으나 90년대 들어서면서 각각 다른 클러스터로 분리되어 산업의 지식 특성의 변화가 있었다. 그러나 일반목적용 기계, 공작기계, 기타 운송장비는 항상 같은 클러스터에 포함되어 있으며, 조립금속제조와 일반목적용 기계 산업은 90년대 이후에 밀접한 연계를 가지게 되었다. 이는 기계와 운송장비, 조립금속과 기계의 연계가 상당히 높은 것에서 기인한 것으로 볼 수 있다. 의료용 기기 산업은 80년대에 목재 및 나무나 코크스 및 석유정제품과 같이 제품의 소재와의 연계가 높고, 정밀 기기 산업은 80년대 1차 금속과 특수목적 기계, 자동차와 같은 기계 및 운송 산업과 높은 연계를 보였으나, 이 두 산업은 90년대 들어서면서 통신, 영상, 음향 장비, 컴퓨터와 같은 클러스터에 속하게 됨으로써, 고도화되어 가고 있음을 보여준다. 또한, 표준산업분류에서 같은 중분류에 속해있는 두개의 세부 산업이 다른 클러스터에 속하게 되는 결과가 나오기도 하였다. 우선, 같은 기계 산업이라도 일반목적용 기계와 공작기계는 자동차를 포함한 운송장비와 연계가 높은 반면, 특수목적 기계는 코크스 및 석유정제품, 화학제품, 고무 및 플라스틱, 조립금속 등 대개 소재를 처리하는 공정에 관련된 산업과의 연계가 높았다. 전자부품, 영상, 음향 및 통신 장비 제조업의 경우, 반도체 및 전자부품은 전기 분야의 산업과 같이 분류되는 반면, 통신, 영상, 음향장비는 컴퓨터나 정밀기기 등과 같은 클러스터에 포함되었다. 마지막 특징으로, 비금속광물제품 산업은 대개 1차금속이나 기계와 밀접한 관계를 보이지만 95년 이후에는 컴퓨터나 통신 장비 산업에 활발하게 활용되어 산업의 연계가 변화하게 되었다는 점을 들 수 있다.

앞에서 제시한 클러스터들은 결과적으로 유사한 지식 구조와 흐름을 보이고 있는 것들이 모여 있으며, 이것은 Pavitt이 제안한 기술혁신에 기반한 산업분류(Pavitt, 1984)와도 흡사한 구분을 보이고 있다. 따라서 각 클러스터를 Pavitt이 제안한 유형에 기초하여 명명하면 다음 [표8]과 같다.

[표8] 클러스터의 유형

클러스터 구분	해당 산업
공급자 지배형	목재 및 나무, 섬유, 종이 및 인쇄
생산 집약형	조립 금속, 일반목적용 기계, 공작기계, 자동차, 기타 운송 장비, 코크스 및 석유정제품
전기·전자 기반형	전기 발전, 전환 및 제어 장치, 절연선 및 케이블, 기타 전기기기, 반도체 및 전자부품
화학 기반형	음식료품 및 담배, 기초화학물, 의약품, 기타화학제품, 고무 플라스틱, 특수목적 기계
정보·통신 기반형	컴퓨터, 통신, 영상, 음향 장비, 의료용 기기, 정밀기기, 비금속광물 제품

pavitt은 크게 공급자 지배형(supplier dominated), 생산집약형(production intensive), 과학 기반형(science based) 등 3가지로 나누고, 부가적으로 생산집약형에 대해서는 규모집약형(scale intensive)과 전문공급자(specialized supplier) 등의 세부분류로 나누기도 한다. 본 연구에서 생산집약형은 세부 분류로 나누지 않고 그대로 사용하며, 과학 기반형은 한국 산업 구조의 특성상, 과학기반형 특허들이 많이 존재하므로, 여기에 속하는 클러스터는 다시 세분하여, 전기 및 전자 기반형, 화학 기반형, 정보, 통신 기반형으로 구분하였다. 분석 결과, 지식의 방출 측면에서는 화학 기반형이나 정보 및 통신 클러스터가 높은 반면, 지식의 흡수 측면에서는 생산 집약형과 정보 통신 기반형 클러스터가 상대적으로 더 높았다. 화학 기반형 클러스터는 지식의 특성상 다른 산업으로의 지식 방출이 많은 산업들이 모여 있고, 생산집약형 클러스터는 타 산업으로부터의 지식을 활용하는 특성이 두드러진 반면, 정보 통신 기반형 클러스터는 지식의 방출과 흡수 측면에서 모두 높은 것으로 판명되었다.

(4) 클러스터간 흐름의 특성

산업의 지식네트워크에서는 산업간 지식 흐름을 도시하고 특성을 제시하였다. 산업의 지식클러스터에서도 이와 같은 클러스터간 흐름의 특성을 분석할 수 있다. 이것은 각 클러스터에 속한 산업간 지식 흐름의 집합으로 설명된다. 즉, A 클러스터에 속한 산업에서 B 클러스터에 속한 산업으로 지식 흐름이 존재한다면, 이 두 클러스터간에는 지식 흐름이 존재한다고 볼 수 있다. 다음 [표9]는 95-99년 기간에 한국의 산업 클러스터들의 지식 흐름을 정리한 것이다. 각 셀의 수치는 각 클러스터에 속한 산업에서 다른 클러스터에 속한 산업으로의 지식 흐름 수이다.

[표9] 한국 산업의 지식 클러스터간 지식 흐름(95-99년)

구분	지식 흡수					
	공급자 지배형	생산 집약형	전기·전자 기반형	화학 기반형	정보·통신 기반형	총합
지식 방출	공급자 지배형		1			1
	생산 집약형	2	6	1	1	10
	전기·전자 기반형		2	8	2	17
	화학 기반형		1	1	14	18
	정보·통신 기반형	3	2	5	3	27
	총합	5	12	15	20	21

화학 기반형 클러스터에 속한 산업들은 지식 방출이 많은 산업들이지만 자신들의 클러스터 내부에서의 지식 흐름이 많은 지식자족형(self-sufficient) 클러스터 경향을 보이고 있다. 또한 정보 통신 및 정밀 산업이 속한 클러스터는 타 클러스터로의 지식방출의 영역이 다양하게 산재해 있어 산업 전반에 걸친 연계효과가 높은 것으로 판단되며, 생산 집약형 클러스터에 속한 규모 집약적이고, 전문가 공급적 산업들은 다양한 클러스터로부터의 지식 흡수가 존재한다. 동적 분석을 통해 클러스터간 지식흐름의 변화를 관찰한 결과, 시간이 지남에 따라 전통산업과 첨단산업의 이분화가 극명하게 진행되는 양상을 띠고 있으며, 한국의 기술활동은 첨단산업이라고 할 수 있는 과학 기반형 산업에 집중하여 진행되고 있고 이를 토대로 산업 구조가 재편되고 있다는 것을 확인할 수 있다.

(5) 산업 지식 클러스터간 기술 특성 비교

특허인용관계를 기반으로 하여 도출된 클러스터에 대해서 각 클러스터간 경제성 분석보다는 기술적 특성을 비교하는 것이 적절하다. 본 연구에서는 기술수명주기와 권리청구 항목 수를 산출함으로써 클러스터의 기술적 특성을 제시하고, 출원인 분류의 클러스터별 차이를 통해 각 클러스터의 기술적, 상업적 가치를 설명하고자 하였다. 우선 기술의 수명주기는 특허인용관계에서 인용 특허와 피인용 특허의 출원연도를 차감하여 각 클러스터에 속한 특허들의 평균수명주기를 계산하였다. 특정 클러스터의 특허들이 최근의 특허들을 상당수 인용하고 있다면 이 클러스터의 기술수명주기는 짧아지며, 상대적으로 기술의 내용과 수준이 급변하는 영역이라고 볼 수 있다. 다음 [표10]은 한국 산업 지식 클러스터의 기술수명주기의 평균을 기간별로 정리하여 놓은 것이다.

[표10] 한국 산업 지식 클러스터의 기술수명주기 변화²⁾

클러스터 명	분석 기간			
	85-89년	90-94년	95-99년	총계
공급자 지배형	9.76	9.68	10.38	9.94
생산 집약형	10.6	10.28	10.55	10.48
화학 기반형	9.27	9.82	10.01	9.70
전기·전자 기반형	8.86	6.56	6.51	7.31
정보·통신 기반형	7.46	6.41	6.31	6.72

공급자 지배형이나 생산 집약형에 속해있는 전통 제조산업의 기술수명주기는 긴 반면, 전기, 전자 산업이나 정보 통신 산업의 기술수명주기는 상대적으로 짧은 것으로 판명되었다. 그러나 화학산업의 경우에는 같은 과학기반형 산업보다는 기술수명주기가 상대적으로 길었다. 이것은 화학산업의 지식은 원천기술적인 특성이 많기 때문에, 기술지식의 영향이 오래 지속되는 경향을 보이며, 특히 한국 화학산업의 연구개발비 지출액이 매출액 대비 1.5%수준으로 선진국의 평균인 4-5%보다는 현저히 떨어져 최신 기술의 경향을 반영하지 못하는 문제를 보이기 때문에 이와 같은 결과가 나왔다고 볼 수 있다. 동적 분석 결과, 공급자 지배형과 규모 집약형, 화학 기반형의 기술수명주기는 점차적으로 길어지는 경향을 보이고 있다. 반면, 전기, 전자 기반형과 정보, 통신 기반형 클러스터의 기술수명주기는 지속적으로 짧아지고 있으며, 이러한 경향은 전체 특허의 경우보다 한국 특허의 경우에 두드러지게 나타나고 있다. 특히, 1990년대 초반에는 전기, 전자 기반형 클러스터의 기술수명주기가 짧아지지만, 후반에 들어서면서 이런 양상은 완화되면서, 정보, 통신 기반형 클러스터의 기술수명주기가 계속 짧아지고 있다. 이것은 한국 산업 구조의 특성을 잘 설명해주고 있는 것으로 보인다.

두 번째, 권리청구의 항목 수는 특허 등록된 특허의 기본 내용을 상세하게 명시하고 있으므로 그 항목의 수는 기술의 '범위' 혹은 '깊이'를 나타낸다 (Lanjouw and Schankerman, 1999). 따라서 이 수치가 높다면, 기술 자체의 복잡성이나 수준이 상대적으로 높으며, 타 기술의 권리 침해를 피하기 위해 특허권리 설정을 상세히 해놓는 것이므로 기술경쟁이 치열하다고 볼 수 있다. 다음 [표11]은 이러한 한국 특허의 권리청구 항목 수를 기간별로 정리해 놓은 것이다.

2) 통계적 분석방법인 분산분석에 의하여 각 변수에 대한 각 클러스터의 평균은 유의한 차이를 보이고 있음

[표11] 한국 특허의 권리 청구 항목 수의 기간별 변화³⁾

클러스터 명	분석 기간			
	85-89년	90-94년	95-99년	총계
공급자 지배형	6.49	8.89	9.57	8.31
생산 집약형	6.57	8.32	8.83	7.90
화학 기반형	6.39	9.08	9.66	8.37
전기·전자 기반형	6.55	9.67	11.68	9.30
정보·통신 기반형	7.28	10.51	11.68	9.82

권리청구 항목 수의 경우, 이 정보를 활용하여 해당 기술영역에서의 기술 복잡도나 기술경쟁의 정도를 분석할 수 있다. 정보, 통신이나 전기, 전자 기반 클러스터의 산업들은 기술의 복잡도가 높고, 기술 권리의 영역을 높게 책정하려고 하나 전통 제조업 산업들의 클러스터의 경우에는 상대적으로 기술이 단순하고 기술 경쟁이 치열하지 않는 경향을 보인다. 동적 분석 결과, 일반적으로 최근의 기간으로 접어들면서, 권리 청구 항목 수는 많아지는 경향을 보이고 있다. 특히, 80년대 후반에는 전통 산업과 과학 기반형 클러스터의 특허들의 차이가 극명하게 차이가 나지 않고, 유사했으나, 90년대에 들어서면서 이분적 구조는 극명하게 차이가 나게 되었다. 그러나, 화학 산업의 경우 한국의 원천 기술력은 그 수준이 높거나 복잡하지 않은 것으로 보이며, 전기, 전자나 정보, 통신 클러스터에 국가의 역량을 집중하면서, 상대적으로 화학 기반형 클러스터에는 지원이 많지 않은 것으로 판단된다.

세 번째 클러스터의 기술 특성에 대한 분석은 기술의 권리를 주장할 수 있는 출원인의 분류를 기반으로 실행하였다. 각 특허의 출원인은 특성에 따라 기업(corporation), 비기업(non-corporation), 미양도상태(unassigned)로 나뉘어 지며, [표12]는 각 클러스터별로 출원인 비율을 정리한 것이다.

[표12] 클러스터별 출원인 분류의 비율⁴⁾

클러스터 명	출원인 분류		
	기업	비기업	미양도상태
공급자 지배형	74.7%	2.1%	23.2%
생산 집약형	74.4%	2.4%	23.2%
화학 기반형	83.9%	2.3%	13.8%
전기·전자 기반형	88.1%	2%	9.9%
정보·통신 기반형	86.1%	2.4%	11.5%

3) 나머지 기간의 차이는 유의하나, 85-89년의 기간에 대해서는 클러스터간의 값에 차이가 없음(유의도=0.257)

4) 클러스터간 출원인 분류 비율의 차이는 카이제곱 검정에 의해 통계적으로 유의한 결과를 보였음.

전통 제조 산업보다 과학기반산업들의 기업 보유 비율이 훨씬 높은 것을 확인할 수 있다. 이것은 이들 클러스터에 속한 기술들의 상업적 가치가 높기 때문에 기업이 그 권리를 갖길 원하기 때문이다. 미양도(unassigned) 상태에 있는 특허는 발명자가 특허권을 기업이나 정부, 특정 개인에게 양도하지 않은 것으로서 공급자 지배형, 생산 집약형 클러스터의 경우, 이 비율이 높다는 것은 특허의 상업적 가치가 인정되지 않는 특허나 기술들이 다수 포함되어 있기 때문이다. 한국의 특허는 미국의 특허들과 비교하여 볼 때, 기업이 출원인으로 존재하는 비율이 높다. 따라서 한국의 기술 개발은 정부보다는 기업 주도로 이루어지고 있으며, 한국 정부의 과학기술에 대한 적극적인 지원이 미흡했다는 것을 간접적으로 보여주고 있다.

5. 결론

본 연구에서는 특허정보를 활용하여 한국 산업의 기술지식 구조와 흐름을 분석하였으며, 기술혁신 클러스터의 구성을 80년 후반과 90년 전, 후반에 걸쳐 비교하였다. 한국 산업의 지식 구조는 80년대의 전통 제조 산업 위주의 형태에서 90년대 다양한 산업구조 고도화 정책과 세계화, 개방화 추세로 첨단, 정밀 산업 위주로 변화되어 가고 있다. 이들 산업의 지식네트워크는 대체적으로 지식의 방출 측면에서는 집중화되어 가고, 흡수 측면에서는 분산화되어 가는 형태를 띠고 있다. 이것은 한국 산업 구조가 소수의 전략 산업을 중심으로 재편되어 가고, 지식 흡수의 연계 측면에서는 다변화되고 있는 것을 보여주고 있다. 산업 지식의 클러스터를 동적으로 구분함으로써 각 산업의 연관관계가 변화하고 있다는 것을 확인할 수 있었으며, 각 클러스터간 지식 흐름의 특성에 대한 분석을 제시하였다. 화학 기반형 클러스터에 속한 산업들은 클러스터 내부의 산업과의 지식흐름이 많이 존재하고, 정보통신 기반형 클러스터는 모든 클러스터로의 지식 방출이 많았으며, 생산 집약형 클러스터는 다른 클러스터로부터의 지식 흡수가 다양했다. 각 클러스터의 기술적 특성은 대체로 공급자 지배형과 생산 집약형 클러스터로 대표되는 전통 제조업 분야와 화학 기반형, 전기·전자 기반형, 정보·통신 기반형 클러스터가 포함되는 첨단·정밀 과학 분야로 양분되어 극명하게 설명될 수 있다. 전자에 속한 산업의 기술수명주기는 길고, 권리청구 항목의 범위는 적었으며, 기업이 출원인으로 등록된 비율이 적었다. 후자에 속한 산업의 경우는 반대의 결과를 보였다.

본 연구의 결과는 산업간 지식의 구조와 흐름의 변화를 정량적 자료인 특허정보를 활용하여 현상을 분석하고, 이를 산업 정책과 연계하여 설명했다는 점에서 의의를 지닌다. 또한 비체화 지식의 확산 및 흐름을 특허인용관계를 통해 실증적으로 분석하고, 이를 토대로 클러스터를 나누어 산업간 연계구조와 기간에 따른 변화 양상을 조명하였으며, 각

클러스터의 특성을 다양한 지표(indicators)로부터 설명했다. 이와 같은 분석 결과는 효율적 연구개발 투자나 전략 산업의 육성과 같은 산업 정책 수립의 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다.

그러나 본 연구는 한국 산업의 지식흐름을 미국특허청에 출원된 한국 특허를 활용하여 분석했다는 점에서 제기될 수 있는 해외 기술 시장으로의 전략적 차원의 출원에 의한 자료의 편중성 문제와 지식흐름의 절대량이 아닌 상대량을 통해 클러스터링함으로써 발생할 수 있는 자료 활용에서의 한계점을 지니고 있다.

따라서 추후 연구로는 한국 특허청에 출원된 자료를 바탕으로 클러스터를 구분하여, 본 연구와 비교함으로써 국내 시장을 대상으로 한 클러스터 구조와 해외 시장을 목적으로 한 구조와의 차이를 분석할 수 있다. 또한 국제 비교를 통해 한국 산업의 지식클러스터 구조와 클러스터간 지식 흐름의 특성을 도출할 수 있을 것이다. 마지막으로, 지식 흐름의 절대량을 활용하여 클러스터를 분석하여 상대량에 의한 결과와 비교하는 연구도 반드시 필요하다고 하겠다.

참고 문헌

1. 신준석 (2003), "기업 내 지식흐름 : 네트워크 분석을 통한 접근", 서울대학교 석사논문.
2. 조형곤 (2001), "산업간 기술 지식 네트워크의 진화과정에 대한 실증 분석 - 정보통신 산업을 중심으로", 서울대학교 석사논문.
3. Hu, A. and A. Jaffe (2003), 'Patent citations and international knowledge flow: the cases of Korea and Taiwan', *International Journal of Industrial Organization* 21, pp. 849-880.
4. Jaffe, A. (1998), 'Demand and supply influences in R&D intensity and productivity growth', *The review of Economics and Statistics* 70 (3), pp. 431-437.
5. Lanjouw, J. and M. Schankerman (1999), "The quality of ideas: measuring innovation with multiple indicators", National Bureau of Economic Research, working paper no. 7345.
6. Leoncini, R., M.A. Maggioni and S. Montresor (1996), 'Intersectoral innovation flows and national technological systems: Network analysis for comparing Italy and Germany', *Research policy* 25, pp. 415-430.
7. Papaconstantinou, G., N. Sakurai and A. Wyckoff (1998), 'Domestic and international product-embodied R&D diffusion', *Research Policy* 27, pp. 301-314.
8. Park, Y. and M. Kim (1999), 'A taxonomy of industries based on knowledge flow structure', *Technology Analysis & Strategic Management* 11 (4), pp. 541-549.
9. Pavitt, K. (1984), 'Sectoral patterns of technical change: toward a taxonomy and a theory', *Research Policy* 13, pp. 343-373.
10. Porter, M.E. (1990), *The Competitive Advantage of Nations*, Macmillan, London.
11. Roelandt, T.J.A., P. den Hertog, J. van Sinderen and N. van den Hove (1999), "Cluster Analysis and Cluster-based Policy in Netherlands", In OECD (eds.), *Boosting Innovation: The Cluster Approach*, OECD, Paris.
12. Roelandt, T.J.A. and P. den Hertog (1999), "Cluster Analysis and Cluster-based Policy Making in OECD Countries : An Introduction to the Theme", In OECD (eds.), *Boosting Innovation: The Cluster Approach*, OECD, Paris.
13. Scherer, F.M. (1981), "Using linked patent and R&D data to measure inter-industry technology flows". In Grilliches, Z. (eds.), *R&D Patents and Productivity*, University of Chicago Press for NBER, Chicago.
14. OECD (1999a), *Boosting Innovation : The Cluster Approach*, Paris.
15. OECD (1999b), *Managing National Innovation Systems*, Paris.

16. OECD (2000), *Science, Technology and Industry Outlook*, Paris.
17. OECD (2001), *Innovative Clusters: Drivers of National Innovation Systems*. Paris.
18. Wasserman, S. and K. Faust (1994), *Social Network Analysis: Method and Applications*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.