

# 지식 전파에 있어 네트워크 구조와 지식 탐색의 상호작용\*

박 철 순<sup>†</sup>

숙명여자대학교 경영학부

## Interaction Effect of Network Structure and Knowledge Search on Knowledge Diffusion

Chulsoon Park<sup>†</sup>

Department of Business Administration, Sookmyung Women's University

### ■ Abstract ■

This paper models knowledge diffusion on an inter-organizational network. Based on literatures related to knowledge diffusion, the model considers critical factors that affect diffusion behavior including nodal property, relational property, and environmental property. We examine the relationships among network structure, knowledge search, and diffusion performance. Through a massive simulation runs based on the agent-based model, we find that the average path length of a network decreases a firm's cumulative knowledge stock, whereas the clustering coefficient of a firm has no significant relationship with the firm's knowledge. We also find that there is an interaction effect of network structure and the range of knowledge search on knowledge diffusion. Specifically, in a network of a larger average path length (APL) the marginal effect of search conduct is significantly greater than in that of a smaller APL.

Keywords : Knowledge Diffusion, Network Structure, Knowledge Search, Agent-Based Modeling and Simulation

논문접수일 : 2015년 08월 07일    논문게재확정일 : 2015년 11월 17일

논문수정일 : 1차(2015년 10월 21일), 2차(2015년 11월 11일)

\* 본 연구는 숙명여자대학교 교내연구비지원에 의해 수행되었음(과제번호 1-1403-0088).

† 교신저자, [cspark@sookmyung.ac.kr](mailto:cspark@sookmyung.ac.kr)

## 1. 서 론

하나의 기업은 지식을 효율적으로 생산하고 전달하는데 능통한 하나의 사회 집단이라 할 수 있다[34]. Nonaka et al.[44]은 기업을 지식 생산 개체로 규정하고, 기업이 가지고 있는 지식과 그 지식을 만들어 내고 활용할 수 있는 역량이 기업의 지속가능한 경쟁 우위의 원천이라고 역설했다. 기업이 지식을 얻고 배우는 역량이야말로 기업의 생존과 성과에 있어 중요한 요소 중 하나다[7, 27]. 모든 지식을 기업 내부에서 만들어 내기에는 기업의 자원은 제한되어 있으므로 기업은 외부로부터 지식을 습득해서 자신의 문제를 해결하거나 혁신하는데 사용하고 있다[30]. 지식을 습득하거나 전달하는 관계를 기업들끼리 연결하면 하나의 네트워크가 형성된다. 기업들을 하나의 노드(node)로 보면 하나의 산업은 노드로 연결된 하나의 지식 네트워크라 부를 수 있다[3, 17]. 좀 더 엄밀히 말하면 지식 네트워크란 사회적 관계로 연결된 노드들의 집합으로서 각 노드들은 이를 통해 지식을 얻고 전달하고 만들어 나간다[45]. 지식은 네트워크를 통해 생산, 유통, 소비되며 기업은 네트워크의 노드로서 지식의 생산자이자 유통자이자 소비자 역할을 한다. 지식은 네트워크를 통해 전파되며 그 결과 각 노드에 지식이 누적된다. 이 지식을 바탕으로 혁신을 이루거나 경영 문제를 해결한다. 그렇기에 지식이 어떻게 전파되는지, 어떤 기업이 지식 전파를 통해 더 많은 지식을 쌓을 수 있는지를 살펴보는 것은 기업 생존 전략의 중요한 부분이다.

최근 10여 년간 지식 네트워크에서의 지식 전파에 관한 연구가 많은 주목을 받았다. 선행 연구에 따르면 지식 네트워크에서 지식의 전파 형태는 세 가지 맥락에 따라 달라질 수 있다[7]. 노드의 속성, 관계의 속성, 지식의 속성이 그것이다. 우선, 하나의 노드는 하나의 기업으로 생각할 수 있는데, 노드의 속성인 기업의 역량에 따라 기업이 축적하는 지식수준은 달라질 수 있다. 예를 들어, 흡수 역량[15]이 큰 기업은 외부로부터 지식을 더 많이 흡수하여 나의 지식으로 만들 수 있다. 둘째, 관계의 속성이란 이 기업들이 어

떠한 관계 속에 놓여 있는가에 따라서 지식수준이 달라질 수 있다[49]. 이른바 배태성(embeddedness, [26]) 또는 자신을 둘러싼 네트워크 구조에 따라 기업의 지식수준은 달라질 수 있다[18, 28]. 마지막으로 지식의 속성인데 예를 들어 지식의 암묵성과 같은 지식 자체의 속성에 따라 기업이 쌓는 지식의 수준이 달라질 수 있다[43, 61].

지식 전파에 관한 선행 연구들은 여러 요인의 상호 작용이 지식 전파에 주는 영향을 분석한 연구는 드물다는 한계를 갖고 있다. 앞서 정리한 바대로 노드 속성, 관계 속성, 지식 속성과 지식 전파의 관계를 개별적으로 연구한 논문들이 대부분이며 이 요인들 간의 상호 작용을 살펴본 연구는 거의 없다. 요인 간 상호 작용이 지식 전파에 미치는 영향을 살펴보는 것이 중요한 이유는 각 상황마다 요인의 효과가 다를 수 있기 때문이다. 특히, 네트워크 구조와 기업의 행위의 상호 작용에 관한 연구가 부족하다. 가령 기업의 지식 탐색 범위가 넓을수록 기업은 지식을 많이 쌓을 수 있겠지만, 네트워크의 구조가 어떤 형태인지에 따라 그 효과는 달라질 수 있다. 네트워크 구조에 따라 행위의 효과가 달라진다면 상황에 따른 지식 경영 전략 및 자원 활용 전략에 대한 시사점을 제공할 수 있을 것이다. 이에 본 연구는 지식 전파에 있어 네트워크 구조와 지식 탐색 행위의 상호작용이 존재하는지 살펴봄으로써 지식 네트워크 문헌에 공헌하고자 한다.

논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 제 2장에서는 지식 전파와 관련된 이론적 배경과 가설을 수립한다. 제 3장에서는 연구 방법과 실험 설계를 정리했으며, 제 4장에서는 실험 결과를 분석하고 가설을 검증하였다. 마지막으로 제 5장에서는 결과를 토의하고 결론을 맺었다.

## 2. 이론적 배경과 가설 수립

### 2.1 네트워크 구조와 지식 전파

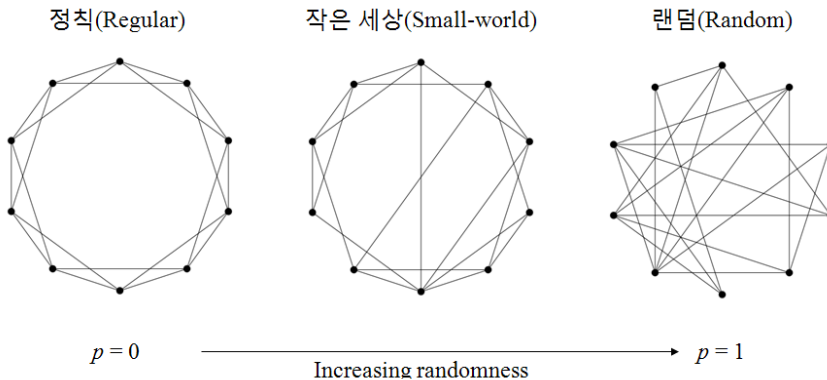
네트워크란 노드들과 노드 간의 연결 고리인 링크의 집합이다. 네트워크의 구조란 노드가 서로 어떤

형태로 연결되어 있는지를 의미한다[46]. 최근 네트워크 구조에 관한 경영학 연구들은 다양한 분야에 적용되는 추세다. 네트워크의 구조와 정보시스템의 성과의 관계[53], 네트워크 구조와 신제품의 확산[37], 네트워크 구조와 네트워크의 회복성[33], 네트워크 구조와 기업의 혁신 성과[10] 등의 관계를 살피는 연구를 예로 들 수 있다. 최근 연구 중 네트워크와 지식 경영의 관계를 포괄적으로 리뷰한 연구로는 Phelps et al.[45]를 참고할 만하다.

네트워크 구조를 구분하는 기준은 여러 가지가 있으나, 본 연구에서는 대표적인 네트워크 구조 구분법인 Watts and Strogatz[59]의 세 가지 구분법을 바탕으로 가설을 수립하고자 한다(<그림 1> 참조). 첫째, 정칙 네트워크(regular network)로서 모든 노드가 자신과 가장 가까운 일정한 개수의 노드와 연결되어 있는 네트워크다. 이는 이론적인 네트워크 형태로서 다른 네트워크 형태의 기준점으로 활용될 수 있다. 둘째, 작은 세상 네트워크(small-world network)는 소수의 링크만 건너면 대부분의 노드끼리 만날 수 있는 네트워크를 말한다. Milgram[40]에 의해 제안되었으며 이를 모형으로 제시한 연구로는 Watts and Strogatz[59]과 Barabasi and Albert[8]가 대표적이다. 셋째, Erdos and Renyi[22]가 제시한 랜덤 네트워크(random network)로서 모든 노드들이 서로 무작위로 연결되어 있는 네트워크를 말한다.

네트워크 구조와 지식 전파와의 관계를 살펴본 선

행 연구들은 대부분 네트워크 수준의 성과를 종속변수로 보았다. 대표적으로 Cowan and Jonard[18]가 있는데, 저자들은 지식 전달 과정을 물물교환 과정으로 보고 지식을 주고받는 양측의 필요에 의해서 지식이 전달될 수 있음을 가정하였다. 행위자 기반 모형을 이용한 시뮬레이션 결과를 바탕으로 네트워크 구조가 작은 세상 네트워크일 때 평형 상태에서 지식수준 평균이 가장 큼을 확인하였다. 반면에 변동 계수를 기준으로 한 기업들 간의 지식수준 다양성은 랜덤 네트워크 구조일 때 가장 컸다. 즉, 랜덤 네트워크일 때 평형상태에서 기업들의 지식수준 차이가 많음을 보였다. 지식 전파는 조직 학습(organizational learning) 분야와도 밀접한 관계를 맺고 있는데, Fang et al.[24]은 네트워크 구조와 조직 학습, 학습 성과와의 관계를 살펴보았다. 저자들은 시뮬레이션을 통해 반 고립 하위 그룹(semi-isolated subgroup)으로 나뉠 수 있는 구조의 조직이 탐색과 활용의 상충관계를 어느 정도 극복할 수 있다고 주장했다. 반 고립 하위 그룹이란 하나의 조직을 몇 개의 작은 하부 조직들로 나눈 것인데 각 하부 조직에 속한 멤버들은 서로 끈끈하게 연결되지만 하부 조직 간에는 연결 고리가 많지 않아 거의 격리된 경우를 말한다. 실험 결과 그룹 간 적절한 수준의 연결이 있는 상황이 가장 높은 성과를 나타냈다. 즉, 하부 조직 간 연결의 정도가 너무 강하지도 약하지도 않은 경우에 지식 전파의 성과가 가장 높다는 것이다. Lazer



<그림 1> 네트워크 구조[59]

and Friedman[36]은 의사소통 네트워크의 구조가 조직 학습 성과에 어떤 영향을 미치는지 행위자 기반 시뮬레이션 모형을 이용하여 살펴봤다. 정보 전달이 효율적인 형태의 네트워크는 정보의 전파 속도를 늘리고 이는 조직 전체의 문제 풀이 성과를 향상시킨다. 반면에 정보 전달이 효율적이므로 각 노드들의 정보 다양성이 낮아져서 조직 전체로 보면 문제 풀이 성과를 낮추는 역효과도 존재한다고 주장했다. Kim and Park[32]는 연구 협력 네트워크에서 네트워크 구조가 지식 전파에 미치는 영향을 살펴보았다. 저자들은 시뮬레이션을 통해 정칙 네트워크 또는 랜덤 네트워크에 비해 작은 세상 네트워크(small-world network)가 가장 지식 확산에 효율적임을 확인하였다. 다만, 저자들은 네트워크 전체의 누적 지식의 평균과 표준편차를 살펴봄으로써 네트워크의 형태가 네트워크 전체의 지식 전파에 어떤 영향을 미치는지 살펴보았다. 기업 간 네트워크는 아니지만 조직 내 개인 간 네트워크 연구에서 Schilling and Fang[54]는 시뮬레이션을 통해 네트워크에 적절한 허브(hub)들이 존재할 경우(moderately hubby)에 평형상태에서 조직 학습 성과가 가장 높음을 보였다. 이와 같이 선행 연구들은 대부분 네트워크 구조와 네트워크 수준의 성과를 연결해보려는 시도들이었다. 반면, 본 연구는 네트워크의 형태가 개별 기업들의 지식수준에 어떤 영향을 주는지에 초점을 맞추고 있다. 종속 변수가 지식수준은 아니지만 혁신 성과 또는 생산성으로 측정된 기업 수준의 성과에 관해서는 네트워크 구조가 영향을 미친다는 연구결과는 많았다. 예를 들어, Reagans and Zuckerman[50]의 실증 결과 네트워크의 밀도(density)가 높을수록, 노드의 다양성(heterogeneity)이 높을수록 성과가 높았다. Tsai[57]은 조직 내 각 사업부의 네트워크 상 위치가 혁신 성과에 영향을 미치는지 살펴보았다. 그 결과 중심성(centrality)이 높을수록 혁신 성과가 높았다. 선행 연구들의 결과에서 보듯 네트워크 구조에 따라 네트워크 수준의 성과가 달라질 수 있고 네트워크 구조에 따라 기업 수준의 성과가 달라질 수 있으므로, 개별 기업들의 성과 또한 달라질 수 있을 것이라 예측

할 수 있다.

네트워크 특성을 나타내는 지표로 네트워크의 평균 경로 길이(average path length : APL)와 군집 계수(clustering coefficient : CC)가 대표적이다[59]. 네트워크의 평균 경로 길이란 네트워크에 속한 모든 노드 짝의 최단 경로 길이를 평균한 값으로서 네트워크 수준의 지표다. 평균 경로 길이가 짧은 네트워크일수록 노드들 간의 거리가 짧다는 뜻이다. 여기서 거리는 노드 간의 물리적인 거리를 의미하는 것이 아니라 몇 번의 링크를 건너서 연결되어 있는가를 의미한다. 네트워크 구조의 세 유형 중 정칙 네트워크의 평균 경로 길이가 가장 길고, 랜덤 네트워크가 가장 짧으며 작은 세상 네트워크는 다소 짧은 편에 속한다. 노드들 간의 거리가 짧으면 노드 간에 상호 지식을 전달하기 용이해진다. 노드 간에 몇 링크만 건너면 연결될 수 있기 때문이다. 그러므로 더 쉽게 다른 노드의 지식을 받아들일 수 있는 기회가 생기게 되므로 평형상태에서 기업의 지식수준은 더 높아질 것이다.

H1 : 네트워크의 평균 경로 길이가 짧을수록 기업의 평형상태 지식수준은 높아진다.

반면에 군집계수는 노드 수준의 지표로서 노드 자신의 이웃들끼리 서로 연결되어 있는지를 나타내는 지표다. 군집계수 값이 큰 노드는 자신의 이웃들끼리 서로 연결되어 있는 이웃 짝이 많다는 뜻이다. 다시 말해, 특정 노드의 군집계수가 크다는 것은 그 노드의 이웃들끼리 서로 연결되어 있는 상황이므로 그 주변의 노드들이 뻘뻘하게 연결되어 있음을 의미한다. 네트워크 구조의 세 유형 중 정칙 네트워크의 평균 군집계수가 가장 크고, 랜덤 네트워크가 가장 작으며, 작은 세상 네트워크는 다소 큰 편에 속한다. 군집계수와 지식수준과의 관계는 명확하게 예측하기 어렵다. 군집계수가 큰 노드일수록 이웃들이 서로 연결되어 있으므로 더 많은 이웃에게 짧은 거리로 접근할 수 있어 지식을 습득하기 용이하다. 반면에 이웃들끼리 서로 연결되어 있으면 이웃들끼리 쉽게

지식수준이 비슷해질 가능성이 있어 더 높은 수준의 지식을 습득하지 못할 가능성이 있다[18]. 그러므로 한 기업의 군집계수와 평형상태에서의 지식수준과의 관계는 단정하기 어렵다.

H2 : 기업의 군집계수와 기업의 평형상태 지식수준과는 무관하다.

## 2.2 탐색 행위와 지식 전파

기업은 문제 해결 또는 혁신을 위해 다양한 지식 탐색 활동을 수행한다[30]. 지식 탐색이란 새로운 지식을 찾는 과정이라 할 수 있는데 조직 학습을 위한 중요한 행위다[31]. 기업을 이러한 지식 탐색을 통해 기업의 상황을 개선하거나[42], 새로운 지식을 학습하고 개발하며, 변화된 환경에 적절히 적응해 나갈 수 있다[56]. 기업의 지식 탐색 활동은 탐색 범위에 따라서 지역 탐색(local search)과 원거리 탐색(distant search)으로 구분할 수 있다. 탐색 범위는 지식 원천과 자신과의 물리적 거리를 의미할 수도 있고 지식의 내용에 따라 자신이 원래 가지고 있던 지식 기반과 새롭게 획득하는 지식과의 맥락상 거리를 뜻하기도 한다. 지역 탐색은 가까운 거리에 있는 지식만을 탐색하므로 더 나은 지식을 얻을 수 있는 기회가 적다는 단점이 있는 반면, 탐색 비용이 낮다는 장점을 갖고 있다. 반면에 원거리 탐색은 다양하고 더 나은 문제 해결 방법을 찾는데 도움을 줄 수 있으나 탐색 비용이 높다는 단점이 있다. 그러므로 기업의 지식 탐색은 지역 탐색과 원거리 탐색의 적절한 조합을 통해서 효과적인 문제 해결이나 새로운 혁신을 이끌어 낼 수 있다. 최근 연구에서 Afuah and Tucci[5]는 문제 해결 방법에 있어서 문제, 지식, 대중의 특성에 따라 크라우드 소싱(crowdsourcing)이 원거리 탐색의 단점을 극복하고 지역 탐색의 장점을 살릴 수 있는 좋은 대안이 될 수 있다고 주장했다. 이러한 논의는 March[39]가 주장했듯이 활용(exploitation)과 탐색(exploration)의 균형이 기업 성과 향상에 중요한 요소라는 점과 일맥상통한다[52]. 활용이란 선택, 실행, 변동성 감소를 통해서 생산성과 효율성을 향상시키는 활동인 반면, 탐색이란 실험, 변형 등을 통해서 새로운 지식을 찾는 것을 말한다[35, 39]. 활용과 탐색이라는 두 활동이야말로 조직 학습의 핵심 요소인 동시에 경영자에게는 둘의 균형을 어떻게 맞춰야 할 것인가가 중요한 의사결정이다[58]. 본 연구에서는 단일 차원으로 구성된 지식의 형태만을 가정하므로 기업의 지식 탐색 범위가 넓을수록 기업의 지식 수준은 높아질 것으로 예상할 수 있다. 왜냐하면 지식의 탐색 범위가 넓으면 더 많은 지식을 가진 기업을 찾을 가능성이 높아지고 그 기업으로부터 더 많은 지식을 배울 수 있는 기회가 늘어나기 때문이다. 이에 탐색 활동에 관한 다음의 가설을 제시한다.

H3 : 기업의 지식 탐색 범위가 넓을수록 기업의 평형상태 지식수준은 증가한다.

H3 : 기업의 지식 탐색 범위가 넓을수록 기업의 평형상태 지식수준은 증가한다.

## 2.3 네트워크 구조와 탐색 행위의 상호작용

지식 전파에 관한 연구에서 상황에 따른 요인들의 효과를 분석하는 것은 매우 중요하다[45]. 그럼에도 선행 연구들에는 요인들 간의 상호작용을 살핀 연구가 많지 않다. 네트워크 구조와 네트워크 콘텐츠 간의 상호 작용을 검증한 연구로 Rodan and Galunic [51]가 있다. 네트워크 구성원들의 지식이 이질적이고 네트워크 구조가 성길수록 기업의 성과를 더욱 높임을 실증하였다. Phelps[46]는 네트워크의 구조뿐 아니라 네트워크의 구성(composition)이 탐색적 혁신 성과에 미치는 영향을 분석하였다. Gilsing et al. [25]은 콘텐츠의 속성(technological distance), 네트워크상의 위치(betweenness centrality), 네트워크 구조(network density)와 탐색적 혁신 성과의 관계를 실증하였다. 탐색적 혁신은 새로운 것을 만들어 내는 것과 동시에 다른 것을 흡수하는 두 가지 역할을 한다고 지적하면서, 저자들은 이 두 역할의 적절한 균형이 혁신 성과를 높임을 보였다. 즉, 너무 새로운 지식만을 추구하거나 너무 기존 지식을 흡수하기만 한다면 혁신 성과를 높일 수 없음을 실증하였다.

더불어 네트워크상의 위치와 네트워크 전체의 밀도도 서로 상호작용하면서 혁신 성과에 영향을 준다고 지적했다. 이와 같이 선행 연구들은 네트워크의 구조와 네트워크 콘텐츠 간의 상호 작용을 살피는데 집중하였으며 네트워크 구조와 노드의 행태 간의 상호작용에 관한 연구는 드물다. 지식 전파 분야는 아니지만 Afuah[4]는 네트워크 효과(network effect)가 네트워크의 크기에만 국한하지 않고 네트워크의 구조와 행태에 의해서 영향을 받는다고 주장했다. 기존 경제학자들이 네트워크 효과를 분석하면서 간과했던 네트워크의 구조와 그들의 행태의 상호작용이 네트워크 효과를 다르게 할 수 있음을 역설했다.

가설 H3에서 제시한 바대로 지식 탐색 범위가 늘어날수록 기업의 지식수준은 증가하지만, 탐색 범위가 지식 축적에 미치는 효과는 네트워크 구조에 따라 다를 수 있다. 특히, 노드들 간의 평균 경로 길이가 긴 네트워크에서 지식 탐색 행위의 효과는 더욱 커질 수 있다. 평균 경로 길이가 짧은 네트워크에서는 나를 중심으로 주변 기업들 간 지식수준의 차이가 별로 없다[18]. 반면에 평균 경로 길이가 긴 네트워크에서는 기업들 간 지식수준의 차이가 크므로 내가 한 발짝만 더 나아가면 나와 다른 수준의 지식을 가진 기업들을 발견할 수 있고 새로운 지식을 축적할 가능성이 커진다. 그러므로 네트워크의 평균 경로 길이가 긴 네트워크에서 탐색 행위의 한계 효과

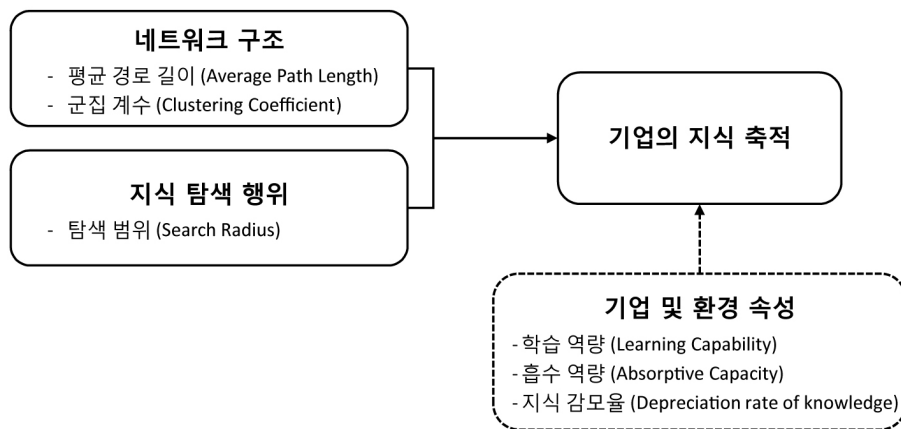
(marginal effect)가 더 클 것으로 예측할 수 있다.

H4 : 네트워크의 평균 경로길이와 기업의 지식 탐색 범위는 상호작용을 갖는다. 즉, 평균 경로 길이가 큰 네트워크의 경우, 지식 탐색 범위의 효과는 평균 경로 길이가 짧은 경우에 비해 더 증가한다.

### 3. 연구 방법

#### 3.1 행위자 기반 모형

앞서 제시된 가설을 검증하기 위해 행위자 기반 모형을 세웠다. 행위자 기반 모형이란 자율적인 행위자들이 주변의 다른 행위자들 또는 행위자를 둘러싼 환경과 상호 작용하는 모형을 말한다[2, 47]. 최근 들어 지식 전파에 관한 연구에 행위자 기반 모형을 활용한 연구의 필요성이 강조되고 있으며 그러한 연구들이 늘어나고 있는 추세다[45]. 행위자 기반 모형이 본 연구의 가설을 검증하는데 적합한 이유는 다음과 같다. 첫째, 기업들의 이질성(heterogeneity)을 표현하기에 적합하다[38]. 행위자 기반 모형은 각 노드들의 특성을 이질적으로 부여하고 이들의 상호작용을 통해 어떠한 거시적 현상이 나타나는지 살피기에 적합하므로 동질적인 행위자를 가정하는 수리적



〈그림 2〉 연구 모형

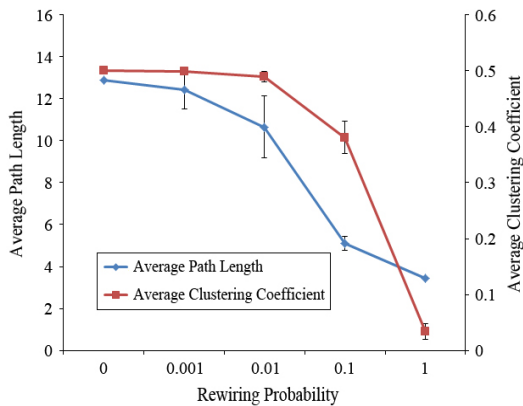
인 모형들에 비해 타당성이 높다. 둘째, 평형상태의 지식수준을 관찰하기에 적합하다. 횡적 데이터를 기반으로 한 실증 연구에서는 특정 시점의 상황만을 파악할 수 있어 장시간이 흐른 뒤 평형 상태에서의 지식 네트워크 상황을 관찰하기에 적합하지 않다. 반면에 행위자 기반 모형을 사용한 시뮬레이션은 시간을 평형상태에 이르게 할 수 있다. 셋째, 기업들의 상호작용을 모형화하기에 적합하다. 지식의 전파는 지식원천 기업으로부터 지식 수용 기업까지 지식이 전달 되면서 이뤄지는데, 이러한 상호작용을 표현하기에 행위자 기반 모형이 적합하다[41]. 마지막으로, 행위자 기반 모형을 사용하면 시뮬레이션 방법론의 장점을 활용할 수 있다. 기업 간 네트워크 연구에 있어 데이터를 기반으로 한 실증 연구의 경우 데이터 표본에 대한 편의(bias) 문제가 있었다[23]. 이러한 표본의 편의 문제를 해결하고 동시에 노드의 속성과 노드 간의 상호작용을 살펴볼 수 있는 대안으로 시뮬레이션이 적합하다[13]. 이와 같은 이유로 본 연구는 가설 검정을 위해 행위자 기반 모형을 활용한 네트워크 시뮬레이션을 방법론으로 선택하였다.

지식 전파 연구에 있어 행위자 기반 모형을 활용한 연구는 크게 둘로 나눌 수 있다. 하나는 행위자를 개별 기업으로 지정하고 기업 간 지식 전파를 살펴보는 연구이고, 다른 하나는 행위자를 기업 내에 속한 구성원들로 보고 기업 내의 지식 전파를 살펴보는 연구다. 본 연구는 개별 기업을 행위자로 지정하고 행위자의 의사결정 규칙을 설정함으로써 자율적인 행위자들의 상호작용이 어떤 결과를 가져오는지 살펴보았다. 지식 경영 연구에 있어 기업을 하나의 의사결정 주체로 보는 연구는 실증연구에서 많이 활용되었다. 예를 들어, Schilling and Phelps[55]은 제휴 네트워크 구조가 지식 창출에 영향을 미친다는 점을 실증연구 했는데, 이들은 하나의 기업을 하나의 노드로 설정하고 기업 간 네트워크를 그리고 실증 결과를 설명하였다. 실증연구 외에도 개별 기업들을 행위자로 지정하고 기업 간 네트워크가 지식 활동에 어떤 영향을 미치는지 살펴본 최근의 시뮬레이션 연구로는 Baum et al.[9]가 있는데 저자들은 기

업을 하나의 행위자로 두고 기업들 간 제휴 네트워크를 구성하고 네트워크에서의 위치가 기업의 학습과 지식에 주는 영향을 모의 실험하였다. 지식 전파 주체는 아니지만, 기업을 하나의 행위자로 두고 의사결정 기준에 따라 자율적으로 의사결정하고 상호작용하는 모의실험을 한 연구는 기업 간 제휴 네트워크의 성과에 대한 연구(예 : [6])와 공급 네트워크에 관한 연구(예 : [41])를 비롯하여 다양한 연구 주제에 적용되고 있다. 이러한 선행 연구를 바탕으로 본 연구는 개별 기업을 행위자로 지정하고 기업 간 네트워크를 구성하였다.

본 연구는 모형의 내적 타당성이 확보된 박철순[1]의 지식 전파 행위자 모형을 기본으로 하여 연구의 목적에 맞게 일부를 수정하여 사용하였다. 특히, 두 연구에서 사용한 네트워크의 위상(topology)에 차이가 있다. 박철순[1]의 모형은 Barabasi and Albert[8]가 제시한 선호적 연결(preferential attachment) 방식으로 만들어진 척도 없는 네트워크(scale-free network)를 사용하였으나 본 연구에서는 Watts and Strogatz[59]가 제시한 작은 세상 네트워크(small-world network)를 사용하였다. 선호적 연결 방식으로 형성된 척도 없는 네트워크는 노드 간 삼각관계가 존재하지 않아 군집계수 값이 모두 0이어서 앞서 제시한 가설 중 일부를 검증할 수 없는 단점을 갖고 있다. 반면에 Watts and Strogatz의 작은 세상 네트워크는 재연결 확률에 따라 다양한 군집계수 값을 얻을 수 있어 본 연구가 제시한 가설을 검증할 수 있으므로 작은 세상 네트워크를 사용하였다. 본 연구의 행위자 기반 모형에서 각 기업들은 링크로 연결되어 네트워크를 구성하고 있다. 기업들이 링크로 연결되어 있다는 것은 서로 지식을 전달하고 습득하는 관계에 있다는 의미다. 작은 세상 네트워크(<그림 1>)는  $N$ 개의 노드가 가장 가까운  $k$ 개의 노드를 연결하는 정칙 네트워크(regular network) 형태에서부터 시작한다. 정칙 네트워크에서 임의의 링크를 골라 재연결 확률(rewiring probability,  $p$ )에 따라 다른 노드와 연결한다. 재연결 확률이 커질수록 랜덤 네트워크 형태에 가깝게 된다. 본 연구에서 이 네트

워크를 사용한 것은 재연결 확률에 따라 다양한 형태의 네트워크를 만들어낼 수 있기 때문이다. 재연결 확률이 0일 때는 정칙 네트워크를, 재연결 확률이 1일 때는 랜덤 네트워크를, 재연결 확률이 0과 1사이일 때는 작은 세상 네트워크를 나타내므로 재연결 확률에 따라 다양한 형태를 표현할 수 있다는 장점을 갖고 있다. Watts and Strogatz가 살펴봤듯이 재연결 확률이 증가함에 따라 네트워크의 평균 경로 길이(average path length : APL)와 평균 군집 계수(average clustering coefficient : ACC)는 줄어든다. 특이한 것은 재연결 확률이 증가할수록 APL의 감소가 ACC의 감소보다 더 빠르다는 것인데 본 연구에서 구현한 네트워크에서도 동일한 결과를 확인할 수 있었다(<그림 3> 참조).



<그림 3> 본 연구에서 사용한 네트워크의 평균 경로 길이와 평균 군집계수 분포(오차막대는  $\pm 1SD$ )

본 연구의 행위자 기반 모형은 네트워크 구성부터 시작한다. 먼저  $N$ 개의 노드를 만들고 가장 가까운 이웃  $k$ 개에 규칙적으로 연결하는 정칙 네트워크를 구성한다. 그러므로 정칙 네트워크에서 각 노드는  $k$ 개의 링크를 가지고 있다. 링크를 무작위로 선택한 후 재연결 확률  $p$ 에 따라 링크를 다시 연결한다. 재연결을 하다보면 네트워크 전체가 하나로 연결되지 않을 수 있는데 이러한 네트워크는 배제하고, 재연결하고 나서도 여전히 네트워크가 모두 연결되어 있는 네트워크만을 고려하였다. 본 연구에서  $N = 100$ ,

$k = 4$ 를 사용하였다. 네트워크가 구성되면 각 노드들은 초기 지식수준을  $[0, K_{\max}]$  사이에서 무작위로 할당한다. 각 노드는 하나의 시간 단위  $t$ 가 지나면 아래 식 (1)에 의해서 누적 지식  $K_{i,t}$ 가 변하게 된다. 지식수준의 동적 모형은 Eppel et al.[21]과 Kim and Park [32]를 참고하여 본 연구 문제에 맞도록 수정한 것이다.

$$K_{i,t+1} = (1-\delta)K_{i,t} + \alpha_i K_{i,t}^{\lambda_i} + \beta_i \max[\bar{K}_{i,t} - K_{i,t}, 0] \quad (1)$$

식 (1)의 첫 번째 항에서  $\delta$ 는 지식의 감모율(depreciation rate)을 나타내며, 이전 기(period)의 지식 중에서 쓸모가 없어져 사라지는 지식의 비율을 말한다.  $\delta$ 값이 클수록 기존 지식이 빠른 속도로 쓸모없게 되는 산업을 의미한다. 두 번째 항은 기업 내부에서 새롭게 생성되는 지식의 양을 말한다.  $\alpha_i$ 는 기업  $i$ 의 지식이 비례하여 증가하는 비율을 의미하며,  $\lambda_i$ 는 학습 곡선 계수를 뜻하며 이 값이 클수록 기존 지식으로부터 개발되는 지식의 양이 지수적으로 늘어난다. 세 번째 항은 자신과 연결되어 있는 다른 노드로부터 흡수하는 지식의 양이다.  $\beta_i$ 는 흡수역량[15]으로서 이 값이 클수록 외부 지식을 잘 흡수하여 자신의 지식으로 만들 수 있음을 의미한다. 흡수할 수 있는 외부 지식은 각 노드가 갖고 있는 탐색 범위에 따라 달라진다. 본 연구에서 탐색 범위란 각 노드에서 몇 번의 링크를 건너야 다른 노드와 연결되는지를 의미한다. 만약 탐색범위  $S = 1$ 인 노드는 자신과 직접 연결되어 있는 이웃들의 지식만을 흡수할 수 있다.  $S = 2$ 인 노드는 직접 연결된 이웃들의 이웃이 가진 지식까지 흡수 가능하다. 이런 식으로  $S$ 값이 클수록 자신과 먼 거리에 있는 노드들의 지식도 흡수할 수 있는 것이다.  $\bar{K}_{i,t}$ 는 노드  $i$ 의 탐색 범위  $S$ 안에 있는 노드 중 지식수준이 가장 큰 값을 의미한다. 그러므로 세 번째 항은 노드  $i$ 가 탐색 범위  $S$ 내에서 가장 큰 지식수준을 갖는 노드로부터 지식을 흡수하되 자신의 흡수역량  $\beta_i$ 에 비례해서 자신의 지식으로 만드는 항이다. 탐색 범위  $S$ 는  $[1, 9]$  사이의 이산 균등 분포를 따르도록 했다. 분석에 사용된 모수들의 값은 박철순[1]을 참고하여 결정했으며, 아래 <표 1>에 정리하였다.



〈표 1〉 분석에 사용된 모수들의 기본 값

모수	의미	값
$N$	노드의 개수	100
$k$	정칙 네트워크에서 노드별 링크 수	4
$p$	재연결 확률	0, 0.001, 0.01, 0.1, 1
$S$	탐색 범위	$\sim Dv[1, 9]$
$\alpha_i$	내부 학습 역량	$\sim U[0, 0.02]$
$\beta_i$	흡수 역량	$\sim U[0, 0.2]$
$K_{i,0}$	기업 $i$ 의 초기 지식수준	$\sim U[0, K_{\max}]$
$K_{\max}$	초기 지식수준의 최댓값	0.1
$\lambda_i$	기업 $i$ 의 학습 곡선 계수	$\sim U[0, 0.05]$
$\delta$	산업의 지식 감모율	0.001

### 3.2 실험 설계

가설 검정을 위해 앞 절에서 제시한 행위자 기반 모형을 바탕으로 매개변수의 다양한 수준 하에서 모의실험을 실시하여 노드 수준의 데이터를 얻었다. 구체적으로, 재연결 확률을 0에서 1까지 증가시키며 5개의 시나리오를 실행하였다. 재연결 확률은 0에서 1까지 동일한 간격으로 선택하지 않고 0, 0.001, 0.01, 0.1, 1과 같이 로그 스케일에서 균등하게 선택하였는데 그 이유는 <그림 3>과 같이 다양한 평균 경로 길이와 군집계수를 갖는 네트워크를 만들고자 함이었다. 각 시나리오는 50번씩 반복함으로써 무작위에 의한 편향을 줄이고자 했다. 즉, 하나의 재연결 확률에 대해서 50개의 네트워크를 구성했으며 각 네트워크의 노드 속성은 위 표에서 정의된 확률분포를 따르는 확률변수의 값으로 정의하였다. 종속변수는 평형상태에서 각 노드(기업)별 누적 지식수준으로 측정했다. 평형상태는 네트워크의 평균 지식수준에 변화가 생기지 않는  $t = 5,000$ 시점을 기준으로 했다. 하나의 네트워크는 100개의 노드로 구성되어 있으므로 노드 수준의 데이터는 총 25,000개(= 5개 시나리오× 50번 반복×100개 노드)가 발생하였으며 이를 통계적 분석과 가설 검정에 사용하였다. 본 행위자 기반 모형은 무료 소프트웨어인 NetLogo 5.2[60]로 구현하였으며, 실험 설계와 실행은 NetLogo에 포함된 Behavior-Space를 사용하였다.

## 4. 분석 결과 및 가설 검증

평형상태에서 각 노드들의 지식수준이 변수들과 어떤 관계에 있는지 살펴보기 위해서 모의실험에서 얻은 총 25,000개의 노드 수준 데이터를 SPSS 18을 사용해서 통계적으로 분석하였다. 종속 변수는 평형 상태에서의 각 노드별 누적 지식수준(변수명 *Cumulative Knowledge*)으로 측정하였다. 실험 결과 누적 지식수준은 최대 23.077, 최소 3.793, 평균 21.858, 표준편차 0.975를 보였다. 통제변수는 초기 지식수준(*Initial Knowledge*),  $\alpha$ (alpha),  $\beta$ (beta), 학습곡선 계수(*Learning Rate*) 등의 기업별 속성을 포함시켰다. 각 값들은 <표 1>에 정리한대로 균등분포를 따르도록 무작위로 할당한 값들이다. 가설 H1, H2를 위해 네트워크 구조와 관련된 설명 변수로서 평균 경로 길이(*Average Path Length*)는 최소 3.385부터 최대 12.879까지 분포했으며 평균은 8.905, 표준편차는 3.968로 꽤 커서 다양한 평균 경로 길이를 갖는 네트워크가 발생되었음을 알 수 있다. 각 노드별 군집 계수(*Clustering Coefficient*)를 계산한 결과, 평균은 0.380이었고, 표준편차는 0.201로 노드 간 군집계수의 편차가 큰 편이었다. 가설 H3을 위한 설명 변수로 탐색 범위(*Search Radius*)를 사용하였으며 이 변수도 각 기업별로 무작위로 할당하였다.

상관분석 결과는 <표 2>에 정리되어 있는데 종속 변수와 설명변수 간의 상관관계는 유의하게 높았으며, 초기 지식수준을 제외한 모든 통제변수와도 유의한 상관관계를 나타냈다. 다중 회귀분석을 위해서는 독립변수 간에 상관관계가 높지 않아야 하는데, 상관관계가 가장 높은 것은 평균 경로 길이와 군집계수로서 0.751( $p < 0.01$ )이었다. 하지만, 회귀분석 결과 이 두 변수를 포함한 모든 변수의 VIF(Variance Inflation Factor)가 2.291보다 작거나 같아서 권장 값인 10을 넘지 않으므로 다중공선성 문제는 없는 것으로 판단할 수 있다[29].

가설 검정을 위해 위계적 회귀분석(hierarchical regression analysis)을 사용하였으며 그 결과를 <표

〈표 2〉 기술 통계 및 상관 분석 결과

Variables	Mean	StdDev	Max	Min	Correlation coefficient							
					(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	
(1) Cumulative Knowledge	21.858	0.975	23.077	3.793								
(2) Initial Knowledge	0.050	0.029	0.100	0.000	0							
(3) alpha	0.010	0.006	0.020	0.000	.178**	-0.002*						
(4) beta	0.100	0.057	0.200	0.000	.339**	0.007	0.005					
(5) Learning Rate	0.030	0.012	0.050	0.010	.024**	0.003	0.002	-0.003				
(6) Search Radius	5.008	2.577	9.000	1.000	.018**	0.008	-.015*	0.008	-0.001			
(7) Clustering Coefficient	0.380	0.201	1.000	0.000	-.025**	-.015*	0.002	0.001	-.012*	-0.008		
(8) Average Path Length	8.905	3.968	12.879	3.385	-.040**	-.017**	-0.004	0.01	-0.009	-0.007	.751**	

\* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ (2-tailed).

〈표 3〉 위계적 회귀 분석 결과

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
Initial Knowledge	-.005	-.006	-.006	-.006
alpha	.183***	.183***	.183***	.183***
beta	.339***	.339***	.339***	.339***
Learning Rate	.020***	.019***	.019***	.019***
Average Path Length		-.052***	-.052***	-.052***
Clustering Coefficient		.008	.008	.008
Search Radius			.017**	.019**
Search Radius×Average Path Length				.012*
$R^2$	.149	.151	.151	.152
adj $R^2$	.149	.151	.151	.151
$\Delta R^2$	.149	.002	.000	.000
$F$ for the step	1092.584***	31.236***	8.877**	4.325*
$F$ for the regression	1092.584***	740.566***	636.239***	557.324***

Table contains stan dardized coefficient betas.

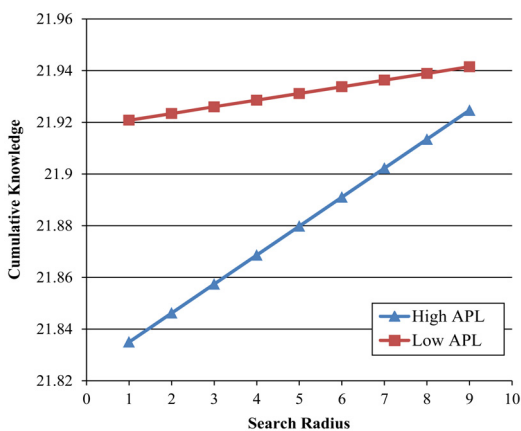
\*\*\* $p < .001$ , \*\* $p < .01$ , \* $p < .05$ .

3>에 정리하였다. 모든 모형의 종속변수는 기업의 누적 지식수준이다. 상호작용을 확인하기 위해 모든 독립변수는 Cohen et al.[14]의 권장에 따라 평균을 중심으로 중심화를 한 후 회귀분석을 실시하였다. Model 1은 통제 변수만을 포함시킨 모형이다. 초기 지식수준( $\beta = -0.005, p > 0.1$ )을 제외한 모든 통제변수가 유의했다. 즉, 기업의 학습능력(alpha, Learning Rate)이 클수록, 흡수역량(beta)이 클수록 기업의 누

적 지식수준은 높다. Model 2는 네트워크 구조에 관련된 변수들을 추가한 모형이다. 평균 경로 길이의 표준화 회귀계수 값은 -0.052로 유의하였다( $p < 0.001$ ). 평균 경로 길이가 큰 네트워크일수록 기업들의 누적 지식수준은 낮아진다는 결과다. 이로써 가설 H1은 지지되었다. 군집계수의 회귀계수는 유의하지 않았는데( $\beta = 0.008, p > 0.1$ ), 이는 각 기업의 군집계수가 기업의 누적 지식수준을 설명하지 못한다는

의미다. 이에 따라 가설 H2도 지지되었다. Model 3은 탐색범위를 추가한 모형이다. 탐색범위의 계수는 0.017로 유의하였다( $p < 0.01$ ). 기업이 더 넓은 범위의 기업까지 탐색할 수 있다면 더 높은 수준의 지식을 쌓을 수 있음을 의미한다. 이로써 가설 H3는 지지되었다.

마지막으로 Model 4는 기업의 탐색 범위와 네트워크 구조의 상호 작용을 검증하기 위한 모형이다. 이를 위해 탐색범위와 평균 경로 길이를 곱한 항을 추가하여 통계적 유의성을 살펴봤다. 그 결과 상호작용 항의 계수가 0.012로 정(+ )의 방향으로 유의하게 나타났다( $p < 0.05$ ). 이는 평균 경로 길이가 큰 네트워크일수록 탐색범위가 지식수준을 늘리는 양이 더 커짐을 의미한다. 다시 말해, 기업들 간에 평균적으로 멀리 떨어져 있는 네트워크라면 한 기업의 탐색 범위의 증가가 그 기업의 지식수준 증가에 더 크게 기여한다는 뜻이다. 이를 Cohen et al.[14]을 따라 그림으로 나타낸 것이 <그림 4>다. 평균 경로 길이(APL)가 평균보다 1×표준편차만큼 더 큰 네트워크의 회귀식이 아래 직선이고, 평균보다 1×표준편차만큼 더 작은 네트워크의 회귀식이 위 직선이다. 그림에서 보듯이 평균 경로 길이가 큰 네트워크에서 탐색범위가 지식수준에 미치는 영향이 더 큰 것을 확인할 수 있다. 이로써 가설 H4는 지지되었다.



<그림 4> 평균 경로길이(APL)와 탐색 범위의 상호작용

## 5. 결 론

### 5.1 결과 요약 및 시사점

본 논문은 네트워크로 연결되어 있는 기업들 간 지식 전파 행태에 관한 가설을 제시하고 모의실험을 통해 얻은 데이터를 기반으로 가설을 검증하였다. 연구의 결과와 시사점을 요약하면 다음과 같다. 첫째, 네트워크 구조는 기업이 축적하는 지식수준에 영향을 준다. 네트워크 수준의 속성인 평균 경로 길이는 기업의 지식수준에 부(-)의 영향을 끼치는데 이는 기존 연구 결과를 재확인 한 것이다[18]. 즉, 서로 가깝게 연결되어 있는 네트워크에서는 개별 기업의 지식수준이 높아진다. 이는 서로 지식 전달이 용이하기 때문에 나타나는 현상으로 이해할 수 있다. 반면에 노드 주변의 구조를 나타내는 군집 계수와 기업의 지식수준과는 무관하였다. 나와 연결된 이웃들끼리 서로 연결되어 지식을 주고받거나 아니면 서로 연결되어 있지 않아 나를 통해서만 지식을 전달 받을 수 있더라도 나의 지식수준은 별 차이가 없다는 것이다. 이는 평형상태의 지식수준을 종속변수로 분석했기 때문으로 해석할 수 있다. 장기적으로는 내 주변의 네트워크 구조가 어떻게 생겼든 서로 주고받을 지식은 모두 교환되기 때문이다. 군집계수에 관한 이 연구 결과는 Burt와 Coleman의 오랜 논쟁을 떠올리게 한다. Burt[11, 12]는 네트워크가 되도록 중복된 연결이 없이 구조적 공백[11]을 많이 확보해야 다양한 정보에 접근할 수 있어 창의성과 혁신이 증가한다고 주장했다. 반면에 Coleman[16]은 노드끼리 많이 연결되어 있는 밀집된 네트워크일수록 신뢰, 호혜성(reciprocity norms), 공유할만한 정체성 등이 증가해서 협력이 증진되고 정보 교류가 증가한다고 주장했다. 이 두 주장을 뒷받침하는 실증 결과들도 각각 존재한다[46]. 요컨대 본 연구의 결과는 평형상태에서 기업의 지식수준과 군집계수가 무관함을 보임으로써 Coleman과 Burt의 논쟁으로 대변되는 네트워크 밀도에 관한 논쟁에서 어느 쪽의 손을 들어 주지 않게 된 셈이다.

둘째, 기업의 지식 탐색 범위가 확대되면 기업의 지식수준은 높아졌다. 한 기업이 더 넓은 범위를 탐색함으로써 더 많은 지식을 흡수할 수 있으므로 당연한 결과라 할 수 있다. 다만, 기업의 입장에서는 지식 탐색 범위를 마냥 늘릴 수는 없다는 점을 주목해야 한다. 탐색 범위를 확대시키면 탐색 비용이 늘어나기 때문이다. 그러므로 기업은 되도록 탐색 범위를 늘리지 이에 따라 증가하는 탐색 비용을 줄이는 노력을 겸비해야 한다. 탐색 범위의 확대에 따른 비용 증가를 감소시키는 방안으로는 강력한 정체성(identity)을 확보하는 것이 있다. 정체성이란 누가 나와 협력하는 기업인지 협력하지 않는 기업인지를 파악하여 네트워크의 경계를 설정하는 것을 말한다[20, 34]. 동일한 정체성을 갖고 있는 기업끼리는 목표와 가치를 공유하고 공통의 언어와 행동 양식을 바탕으로 서로 협력하고 상호작용하게 된다. 도요타 자동차의 경우 공급자와의 강력한 정체성을 확보함으로써 지식의 공유와 의사소통, 학습 등을 촉진할 수 있었다[20].

마지막으로, 지식 전파에 있어 네트워크 구조와 기업의 지식 탐색 행위는 상호작용을 갖는다. 다시 말해, 네트워크의 구조에 따라 지식 탐색 범위의 한계 효과가 달랐다. 노드들이 서로 가까운 거리에 있는 네트워크보다 노드들이 서로 멀리 떨어져 있는 네트워크일수록 지식 탐색 범위의 증가 효과가 더 컸다. 이는 평균 경로 길이가 긴 네트워크일수록 노드 간의 지식수준 편차가 클 것이므로 지식 탐색 범위를 넓힘으로써 새로운 지식을 발견할 가능성이 높기 때문으로 해석할 수 있다. 지식 교류가 활발하지 않거나 지식 허브 기업이 없는 산업의 경우 평균 경로 길이가 매우 길다. 이러한 산업일수록 기업의 지식 탐색 행위가 더 큰 효과를 볼 수 있음을 시사한다. 만약 어떠한 산업이 지식 허브 역할을 하는 기업이 있다면 허브 이외의 기업들의 지식 탐색 노력은 큰 효과를 거두지 못할 것이라는 점을 확인시켜 준다.

본 연구는 다음과 같은 점에서 지식 전파 연구에 학문적으로 기여하고 있다. 첫째, 구조(structure)와 행위(conduct)의 상호작용을 살폈다. 기존 연구들은

구조와 성과의 관계 또는 구조와 행위의 관계 또는 행위와 성과의 관계에 집중하며 구조와 행위의 상호작용을 연구하는데 소홀했다. 본 연구는 네트워크 구조에 따라 기업의 지식 탐색 행위의 효과성에 차이가 있음을 보임으로써 구조와 행위의 상호작용을 밝혀냈다. 둘째, 다양한 네트워크 구조에서의 지식 전파 행태를 기업 수준에서 분석하였다. 대부분의 지식 네트워크에 관한 실증 연구는 네트워크 수준의 특성으로 네트워크 성과를 살펴보는 노력이었다. 반면에 본 연구는 네트워크 수준의 특성, 기업 수준의 특성을 모두 고려하여 기업 수준의 성과를 분석하였다. 마지막으로 지식 전파의 여러 요인을 포괄하는 모형을 사용하였다. 선행 연구를 바탕으로 지식 전파에 영향을 줄 수 있는 기업 속성과 산업 특성을 모형에 반영하여 타당성을 제고하였다.

본 연구는 기업의 지식 경영과 산업 수준의 혁신 활동 촉진 정책에 있어 다음과 같은 실무적 기여를 하고 있다. 첫째, 본 연구는 기업의 지식 경영활동은 해당 기업이 속한 산업의 구조, 정확히 말하자면 네트워크 구조에 따라 달라질 수 있음을 밝혔다. 예를 들어, 동일한 규모의 연구 활동을 하는 두 개의 기업이 다른 지식 성과를 갖는 이유 중 하나는 네트워크 구조에 의한 것이라는 것을 밝혔다. 대표적인 네트워크는 그 기업이 속한 산업을 예로 들 수 있는데, 해당 산업에 속한 기업들 간 거리가 논리적으로 멀면 멀수록 그 산업에 속한 기업들의 평균적인 지식 성과는 낮음을 밝혔다. 더불어, 한 산업에 속한 기업들끼리 서로 정보를 많이 교환하고 서로 배우는 끈끈한 연대로 이뤄진 경우와 그렇지 못한 경우에 평균적인 지식 성과는 차이가 없음을 밝혔다. 예를 들어 산업 단지의 경우 끈끈한 연대로 이뤄져 있어 정보 교환이 빈번하게 됨으로써 지식수준 성장에 도움을 줄 수 있으리라 판단할 수 있지만, 본 연구의 결과가 말하는 것은 장기적인 관점에서 보면 산업 단지로 묶지 않은 경우와 비교했을 때 큰 차이가 없음을 시사한다. 둘째, 기업의 지식 탐색 행위가 네트워크의 구조에 따라서 그 효과가 달라질 수 있음을 밝혔다. 동일한 지식 탐색 노력이라고 해도 해당 기업이

어느 네트워크에 속했느냐에 따라 지식 성과가 달라질 수 있음을 의미한다. 예를 들어, 이 연구 결과는 자동차 산업과 같이 완성차 조립 업체를 중심으로 연결된 네트워크의 경우 개별 기업들의 지식 탐색 활동이 큰 한계 효과를 거두지 못할 수 있다고 말해준다. 반면에 특별한 허브가 없는 경우 개별 기업의 지식 탐색 노력이 더 큰 한계 효과가 있을 수 있다. 지식 창출을 추구하는 정책 입안자라면 이러한 결과를 바탕으로 산업 전반의 네트워크의 구조에 따라 지식 창출 활동을 촉진 정책을 펼칠 수 있겠다. 예를 들어, 허브를 중심으로 연결되어 있는 산업의 경우(예 : 자동차, 항공, 소프트웨어 개발), 더 많은 기업 간의 제휴를 촉진하기 보다는 기업 내의 연구 개발 활동이나 흡수 역량 증대에 더 큰 인센티브를 주도록 해야 한다. 허브를 중심으로 지식의 전파가 빠르게 이뤄질 수 있는 구조적 장점을 가졌기 때문이다. 반면에 허브가 없는 산업의 경우(예 : 자전거) 더 많은 기업 간의 제휴를 촉진하고 공동 연구, 공동 개발 등에 인센티브를 제공함으로써 구조의 약점을 행위로서 극복할 수 있도록 도와줘야 한다.

## 5.2 연구의 한계 및 향후 연구 방향

이러한 시사점과 기여에도 불구하고 본 연구는 다음과 같은 한계를 지니고 있으며 이를 극복하기 위한 향후 연구 방향은 다음과 같다. 첫째, 더 다양한 관계 속성 및 지식의 속성 등을 고려하지 못했다. 본 연구에서는 지식 전파에 영향을 주는 네트워크 구조에 관한 변수 중 네트워크 수준의 평균 경로 길이, 노드 수준의 군집 계수를 포함하였다. 이 외에도 기업 간의 물리적 거리 또는 문화적 거리 등에 따라라도 지식의 전달 양상은 달라질 수 있다[19]. 또한 전달되는 지식의 속성에 있어서도 본 연구에서는 단일 차원의 지식만을 가정하였는데 지식은 다양한 차원으로 구성될 수 있으므로[45], 이를 모형에 반영한다면 모형의 타당성을 높일 수 있을 것이다. 둘째, 행위자 기반 모형의 실증적 타당성 확보가 다소 부족했다. 시뮬레이션 연구 방법론은 실제 데이터를 통해

모형의 입력 및 출력 타당성을 확보해야 한다[48]. 하지만, 본 연구는 지식 연구의 특성 상 모형에 적합한 데이터를 구하기가 현실적으로 어려워 타당성 확보가 다소 부족했다. 끝으로, 본 연구는 기업 간 지식 전파만을 살펴보았다. 기업으로 내부로 들어온 지식은 다시 기업 내 조직 간, 구성원 간 의사소통을 통해 성과로 이어질 수 있다. 이렇듯 기업 간 조직 전파 모형에 조직 내에서의 전파 작용을 포함하는 경우로 확장한다면 모형의 타당성이 더욱 제고될 수 있을 것으로 기대한다.

## 참 고 문 헌

- [1] 박철순, “지식 네트워크에서 지식 전파 행위자 모형 : 지식의 암묵성이 지식 전파에 미치는 영향을 중심으로”, 『한국생산관리학회지』, 제25권, 제4호(2014), pp.293-318.
- [2] 이진창, 한민희, 서영옥, “탐색 및 활용을 통한 컴퓨터 매개 커뮤니케이션의 팀 창의성에 관한 연구”, 『경영과학』, 제28권, 제1호(2011), pp.91-105.
- [3] 정재환, 양성병, 김영걸, “온라인 지식네트워크 내에서의 지식기여 및 지식활용 활동에 영향을 미치는 요인”, 『한국경영과학회지』, 제34권, 제3호(2009), pp.1-27.
- [4] Afuah, A., “Are Network Effects Really All About Size? The Role of Structure and Conduct,” *Strategic Management Journal*, Vol.34, No.3(2013), pp.257-273.
- [5] Afuah, A. and C.L. Tucci, “Crowdsourcing as a Solution to Distant Search,” *Academy of Management Review*, Vol.37, No.3(2012), pp.355-375.
- [6] Anjos, F. and R. Reagans, “Commitment, Learning, and Alliance Performance : A Formal Analysis Using an Agent-Based Network Formation Model,” *The Journal of Mathematical Sociology*, Vol.37, No.1(2013), pp.1-23.

- [7] Argote, L., B. Mcevily, and R. Reagans, "Managing Knowledge in Organizations : An Integrative Framework and Review of Emerging Themes," *Management Science*, Vol.49, No.4 (2003), pp.571-582.
- [8] Barabási, A.-L. and R. Albert, "Emergence of Scaling in Random Networks," *Science*, Vol. 286, No.5439(1999), pp.509-512.
- [9] Baum, J.A.C., R. Cowan, and N. Jonard, "Does Evidence of Network Effects on Firm Performance in Pooled Cross-Section Support Prescriptions for Network Strategy?," *Strategic Management Journal*, Vol.35, No.5(2014), pp. 652-667.
- [10] Bellamy, M.A., S. Ghosh, and M. Hora, "The Influence of Supply Network Structure on Firm Innovation," *Journal of Operations Management*, Vol.32, No.6(2014), pp.357-373.
- [11] Burt, R.S., *Structural Holes : The Social Structure of Competition*, Harvard University Press, 1992.
- [12] Burt, R.S., "Structural Holes and Good Ideas," *American Journal of Sociology*, Vol.110, No.2 (2004), pp.349-399.
- [13] Carpenter, M.A., M. Li, and H. Jiang, "Social Network Research in Organizational Contexts : A Systematic Review of Methodological Issues and Choices," *Journal of Management*, Vol.38, No.4(2012), pp.1328-1361.
- [14] Cohen, J., P. Cohen, S.G. West, and L.S. Aiken, *Applied Multiple Regression/Correlation Analysis for the Behavioral Sciences*, Routledge, 2002.
- [15] Cohen, W.M. and D.A. Levinthal, "Absorptive Capacity : A New Perspective on Learning and Innovation," *Administrative Science Quarterly*, Vol.35, No.1(1990), pp.128-152.
- [16] Coleman, J.S., "Social Capital in the Creation of Human Capital," *American Journal of Sociology*, Vol.94(1988), pp.S95-S120.
- [17] Contractor, N.S. and P.R. Monge, "Managing Knowledge Networks," *Management Communication Quarterly*, Vol.16, No.2(2002), pp.249-258.
- [18] Cowan, R. and N. Jonard, "Network Structure and the Diffusion of Knowledge," *Journal of Economic Dynamics and Control*, Vol.28, No.8 (2004), pp.1557-1575.
- [19] Cummings, J.L. and B.-S. Teng, "Transferring R&D Knowledge : The Key Factors Affecting Knowledge Transfer Success," *Journal of Engineering and Technology Management*, Vol. 20, No.1-2(2003), pp.39-68.
- [20] Dyer, J.H. and K. Nobeoka, "Creating and Managing a High-Performance Knowledge-Sharing Network : The Toyota Case," *Strategic Management Journal*, Vol.21, No.3(2000), pp. 345-367.
- [21] Epple, D., L. Argote, and R. Devadas, "Organizational Learning Curves : A Method for Investigating Intra-Plant Transfer of Knowledge Acquired through Learning by Doing," *Organization Science*, Vol.2, No.1(1991), pp.58-70.
- [22] Erdős, P. and A. Rényi, "On Random Graphs," *Publicationes Mathematicae Debrecen*, Vol.6, (1959), pp.290-297.
- [23] Erickson, B.H. and T.A. Nosanchuk, "Applied Network Sampling," *Social Networks*, Vol.5, No.4(1983), pp.367-382.
- [24] Fang, C., J. Lee, and M.A. Schilling, "Balancing Exploration and Exploitation through Structural Design : The Isolation of Subgroups and Organizational Learning," *Organization Science*, Vol.21, No.3(2010), pp.625-642.
- [25] Gilsing, V., B. Nooteboom, W. Vanhaverbeke, G. Duysters, and A. Van Den Oord, "Network

- Embeddedness and the Exploration of Novel Technologies : Technological Distance, Betweenness Centrality and Density," *Research Policy*, Vol.37, No.10(2008), pp.1717-1731.
- [26] Granovetter, M., "Economic Action and Social Structure : The Problem of Embeddedness," *American Journal of Sociology*, Vol.91, No.3 (1985), pp.481-510.
- [27] Grant, R.M., "Toward a Knowledge-Based Theory of the Firm," *Strategic Management Journal*, Vol.17, No.S2(1996), pp.109-122.
- [28] Gulati, R., N. Nohria, and A. Zaheer, "Strategic Networks," *Strategic Management Journal*, Vol.21, No.3(2000), pp.203-215.
- [29] Hair, J., W. Black, B. Babin, and R. Anderson, *Multivariate Data Analysis*, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 2010.
- [30] Hansen, M.T., M.L. Mors, and B. Løvås, "Knowledge Sharing in Organizations : Multiple Networks, Multiple Phases," *Academy of Management Journal*, Vol.48, No.5(2005), pp.776-793.
- [31] Huber, G., "Organizational Learning : The Contributing Processes and the Literatures," *Organization Science*, Vol.2, No.1(1991), pp.88-115.
- [32] Kim, H. and Y. Park, "Structural Effects of R&D Collaboration Network on Knowledge Diffusion Performance," *Expert Systems with Applications*, Vol.36, No.5(2009), pp.8986-8992.
- [33] Kim, Y., Y.-S. Chen, and K. Linderman, "Supply Network Disruption and Resilience : A Network Structural Perspective," *Journal of Operations Management*, Vol.33-340(2015), pp. 43-59.
- [34] Kogut, B. and U. Zander, "What Firms Do? Coordination, Identity, and Learning," *Organization Science*, Vol.7, No.5(1996), pp.502-518.
- [35] Lavie, D., U. Stettner, and M.L. Tushman, "Exploration and Exploitation within and across Organizations," *The Academy of Management Annals*, Vol.4, No.1(2010), pp.109-155.
- [36] Lazer, D. and A. Friedman, "The Network Structure of Exploration and Exploitation," *Administrative Science Quarterly*, Vol.52, No.4 (2007), pp.667-694.
- [37] Lee, K., S. Kim, C.O. Kim, and T. Park, "An Agent-Based Competitive Product Diffusion Model for the Estimation and Sensitivity Analysis of Social Network Structure and Purchase Time Distribution," *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, Vol.16, No.1 (2013), p.3.
- [38] Macal, C.M. and M.J. North, "Tutorial on Agent-Based Modelling and Simulation," *Journal of Simulation*, Vol.4, No.3(2010), pp.151-162.
- [39] March, J., "Exploration and Exploitation in Organizational Learning," *Organization Science*, Vol.2, No.1(1991), pp.71-87.
- [40] Milgram, S., "The Small World Problem," *Psychology today*, Vol.2, No.1(1967), pp.60-67.
- [41] Nair, A. and J.M. Vidal, "Supply Network Topology and Robustness against Disruptions-an Investigation Using Multi-Agent Model," *International Journal of Production Research*, Vol.49, No.5(2011), pp.1391-1404.
- [42] Nelson, R.R. and S.G. Winter, *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Harvard University Press, 1982.
- [43] Nonaka, I., "The Knowledge-Creating Company," *Harvard Business Review*, Vol.69, No.6 (1991), pp.96-104.
- [44] Nonaka, I., R. Toyama, and A. Nagata, "A Firm as a Knowledge-Creating Entity : A New Perspective on the Theory of the Firm," *Industrial and Corporate Change*, Vol.9, No.1(2000), pp. 1-20.

- [45] Phelps, C., R. Heidl, and A. Wadhwa, "Knowledge, Networks, and Knowledge Networks : A Review and Research Agenda," *Journal of Management*, Vol.38, No.4(2012), pp.1115-1166.
- [46] Phelps, C.C., "A Longitudinal Study of the Influence of Alliance Network Structure and Composition on Firm Exploratory Innovation," *Academy of Management Journal*, Vol.53, No.4 (2010), pp.890-913.
- [47] Railsback, S.F. and V. Grimm, *Agent-Based and Individual-Based Modeling : A Practical Introduction*, Princeton University Press, 2011.
- [48] Rand, W. and R.T. Rust, "Agent-Based Modeling in Marketing : Guidelines for Rigor," *International Journal of Research in Marketing*, Vol.28, No.3(2011), pp.181-193.
- [49] Reagans, R. and B. Mcevely, "Network Structure and Knowledge Transfer : The Effects of Cohesion and Range," *Administrative Science Quarterly*, Vol.48, No.2(2003), pp.240-267.
- [50] Reagans, R. and E.W. Zuckerman, "Networks, Diversity, and Productivity : The Social Capital of Corporate R&D Teams," *Organization Science*, Vol.12, No.4(2001), pp.502-517.
- [51] Rodan, S. and C. Galunic, "More Than Network Structure : How Knowledge Heterogeneity Influences Managerial Performance and Innovativeness," *Strategic Management Journal*, Vol. 25, No.6(2004), pp.541-562.
- [52] Rosenkopf, L. and P. Almeida, "Overcoming Local Search through Alliances and Mobility," *Management Science*, Vol.49, No.6(2003), pp. 751-766.
- [53] Sasidharan, S., R. Santhanam, D.J. Brass, and V. Sambamurthy, "The Effects of Social Network Structure on Enterprise Systems Success : A Longitudinal Multilevel Analysis," *Information Systems Research*, Vol.23, No.3-part-1(2012), pp.658-678.
- [54] Schilling, M.A. and C. Fang, "When Hubs Forget, Lie, and Play Favorites : Interpersonal Network Structure, Information Distortion, and Organizational Learning," *Strategic Management Journal*, Vol.35, No.7(2014), pp.974-994.
- [55] Schilling, M.A. and C.C. Phelps, "Interfirm Collaboration Networks : The Impact of Large-Scale Network Structure on Firm Innovation," *Management Science*, Vol.53, No.7(2007), pp.1113-1126.
- [56] Schoonhoven, C.B., K.M. Eisenhardt, and K. Lyman, "Speeding Products to Market : Waiting Time to First Product Introduction in New Firms," *Administrative Science Quarterly*, Vol. 35, No.1(1990), pp.177-207.
- [57] Tsai, W., "Knowledge Transfer in Intraorganizational Networks : Effects of Network Position and Absorptive Capacity on Business Unit Innovation and Performance," *Academy of Management Journal*, Vol.44, No.5(2001), pp.996-1004.
- [58] Tushman, M.L. and C.A. O'reilly Iii, "Ambidextrous Organizations : Managing Evolutionary and Revolutionary Change," *California Management Review*, Vol.38, No.4(1996), pp. 8-30.
- [59] Watts, D.J. and S.H. Strogatz, "Collective Dynamics of 'Small-World' Networks," *Nature*, Vol.393, No.6684(1998), pp.440-442.
- [60] Wilensky, U., NetLogo, Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University, 1999.
- [61] Zander, U. and B. Kogut, "Knowledge and the Speed of the Transfer and Imitation of Organizational Capabilities : An Empirical Test," *Organization Science*, Vol.6, No.1(1995), pp. 76-92.