

공정혁신과 조직선별: 혁신경쟁의 모형화와 시뮬레이션 분석

Process Innovation and Selection of Organizational Structure : Modelling and Simulation of Innovation Competition Process

김창욱*
Kim, Chang-Uk*

Abstract

This paper explores the relationship between technological characteristics within process innovation and selection of the firms of different organizational forms in the evolution of an industry. For this purpose, this paper develops a simulation model for industrial change that replicates dynamic competition for process innovation. The simulation analysis found the following causal relationship. First, the stronger innovation impact in terms of productivity jump tends to enlarge the productivity difference among the incumbent firms and increase the speed of productivity catch-up by the large diversified firms. Second, the possibility of entry, and eventual dominance by the large diversified firms increase when the innovation-productivity linkage is stronger and there is less cumulateness in productivity determination. These results imply that technological characteristics are important factors that have influence on whether or not the large diversified firms can enter and succeed in an industry.

Keywords: 공정혁신, 조직형태, 혁신경쟁, 기술특성, 진화경제학
(process innovation, organizational form, innovation competition,
technological characteristic, evolutionary economics)

I. 머리말

본 논문에서는 불균형 동태 과정을 분석의 중심에 놓는 진화경제학¹⁾적 방법론에 기초하여 혁신경쟁 과정의 모형화와 이의 시뮬레이션 분석을 시도해보고자 한다.

진화경제학적 관점에서 보면, 산업은 기업들 간에 경쟁이 벌어지는 장이며 산업의 모습은 지속적인 선별의 결과이다. 기업들 간에는 혁신을 둘러싸고 치열한 경쟁이 벌어지며, 이 혁신경쟁에서 남보다 앞선 기업은 성장하고 그렇지 못한 기업은 도태된다. 즉 혁신경쟁에 의해 기술에 우열이 발생하고 이에 의해 기업 간에 선별이 이루어지는 것이다.

그런데 이러한 선별의 결과는 산업마다 다르다. 특히 산업마다 어떤 조직형태의 기업이 우위를 점하는가가 서로 다르다. 또한 동일한 산업이라도 시간이 흐름에 따라 우위를 점하는 조직형태가 달라진다. 예를 들어 소프트웨어산업과 주문형 반도체산업²⁾은 전문 기업 위주로 이루어져 있지만 D램 산업은 복합 기업이 주류를 차지하고 있다. D램 산업 자체도 초기에는 전문 기업들에 의해 주도되다가 시간이 흐르면서 복합기업들에게 주도권이 넘어가는 양상으로 전개되었다³⁾.

왜 이렇게 조직형태에 대한 선별 결과가 달라지는가? 많은 요인들이 작용했겠지만 그 중에서도 산업의 기술적 특성이 다르다는 점이 크게 영향을 미쳤을 것으로 생각된다. 어떤 산업은 기술이 사람과 조직에 주로 체화되어 있어서 기술의 이전이 어려운 반면 다른 산업은 그것이 장비에 주로 체화되어 있어서 이전이 쉽다. 어떤 산업은 기술 개선의 여지가 매우 큰 반면 다른 산업은 기술 개선의 여지가 적다. 이러한 기술특성의 차이가 혁신경쟁에서 어떤 조직형태의 기업이 유리할 지에 영향을 미치고 이로 인해 조직형태에 대한 선별 결과가 달라진다고 할 수 있다.

본 논문은 산업의 기술적 특성이 조직형태에 대한 선별 결과에 어떤 영향을 미치는지를 살펴보는 것을 목적으로 한다. 특히 공정 혁신과 관련된 기술적 특성의 영향을 살펴보고자 한다.

이를 위해 혁신경쟁을 모형화하고 다양한 조건에서 시뮬레이션하는 방법을 사용한다. 시뮬레이션은 분석 대상을 모방한 모형을 만들고 이 모형을 컴퓨터 프로그래밍 한 다음, 컴퓨터에서 모의실험을 행함으로써 대상의 특성을 규명하는 것이다. 본 연구에서는 컴퓨터 상에 개별 기업들의 행동과 상호간의 경쟁을 본뜬 산업 모형을 구성하고, 기술특성을 나타

1) 진화경제학에 현대적인 방법론적 기초를 제공하면서 새로운 부흥을 일으킨 것은 Nelson and Winter(1982)였다. 진화경제학의 기본 특징과 주요 성과에 관해서는 Nelson(1995)를 참조할 것.

2) 주문형 반도체란 고객이 제시한 기능과 사양에 따라 그때 그때 설계하여 제작되는 반도체를 말한다.

3) D램 산업에서 기업 분포의 변화 과정에 관해서는 김창욱(1997)을 참조할 것.

내는 변수들을 변화시켜가면서 시뮬레이션을 실행하여 시간이 흐름에 따라 어떤 기업이 살아남고 어떤 기업이 도태되는가를 살펴본다.

모형의 구성에서는 혁신경쟁 모형의 고전이라고 할 수 있는 Nelson and Winter(1982)의 모형을 기초로 삼는다⁴⁾. 다만 넬슨과 윈터의 모형에서는 모든 기업이 동일하되 R&D 지출에서만 차이가 발생하는 것으로 상정되었지만 본 모형에서는 기업들 간에 조직형태에서의 차이를 도입한다. 그리하여 기술특성의 차이가 조직 형태의 선별에 미치는 영향을 살펴보고자 한다.

모형의 구조와 분석 방법은 다음과 같다. 본 모형은 상당수의 이질적인 기업들로 이루어진다. 이들은 조직형태가 서로 다르고, 이로 인해 혁신지출 규모도 다르다. 이러한 차이는 기술수준에서의 차이를 낳고, 이것은 전체적인 기업성과의 차이를 낳는다. 시장은 성과의 차이에 따라 기업을 선별하고, 성장하는 기업과 도태되는 기업을 발생시킨다. 시장에서의 지위의 차이는 다시 혁신지출과 기술수준에서의 차이를 낳는다. 혁신에서의 성공여부는 확률적으로 정해지므로 기업들 사이에 끊임없이 차이가 발생하며, 시장에서의 선별을 매개로 하여 이 차이는 증폭된다. 이러한 차이 발생과 시장 선별 메커니즘에 의해 산업의 진화적 변화가 일어난다.

이 모형에 기술특성이 제어변수로서 포함된다. 즉 기술특성의 차이가 특정 변수의 수치 변화에 의해 표현되도록 하고 이 변수가 모형 내 상호작용의 과정에 영향을 미칠 수 있도록 모형을 구성한다. 그리고 제어변수를 변화시켜 가면서 여러 기에 걸쳐 여러 번씩 반복하여 시뮬레이션을 행한다. 이 때 기업분포의 동태적 변화상이 어떻게 달라지는가를 살펴봄으로써 기술특성들이 조직형태에 대한 선별의 결과에 어떤 영향을 주는가를 살펴본다.

II. 모형의 기본 전제

1. 투입요소와 공정혁신

모형에서 기업의 투입요소는 가변요소와 고정요소, 두 가지로 구분된다. 그런데 본 모형

4) 넬슨과 윈터는 시뮬레이션 분석을 통해 기술 변화가 누적적 방식으로 변화할 때 시장 집중도가 높아진다는 것을 보였다. 넬슨과 윈터의 모형은 수정과 개선이 거듭되면서 많은 연구의 기초가 되었다. Winter(1986)는 새로운 기업의 진입과 R&D 지출행동에 적응적 조정을 도입하였으며, Iosso(1993)는 기술의 누적성을 연속적 변수로 다룰 수 있도록 수정하였다. Caccamo(1996)는 기술발전이 단선적이 아니라 S자형으로 이루어질 때의 결과를 살펴보았으며 Yilidizoglu(1997)은 국지적 학습과 네트워크 외부성의 존재를 상정했을 때를 분석하고 있다.

의 가변요소에는 노동과 자본이 모두 포함된다. 본 논문에서 고려하는 기간은 산업의 동태적인 변화상을 관찰할 수 있는 충분히 긴 기간이며 이는 자본량의 변화가 가능한 장기의 기간이기 때문이다. 여기서 자본과 노동의 결합비율은 고정되어 있다고 가정한다. 따라서 자본 1단위당 비용은 고정되어 있고, 생산량의 조절은 자본량의 조절에 의해 이루어진다.

자본도 가변요소에 포함된다면 고정요소에 해당하는 것은 무엇인가? 이 경우에는 관리나 경영이라는 요소가 고정요소에 해당한다. 구체적으로는 관리부서의 인력이나 기구들이 고정요소가 된다. 또한 생산활동에 직접 기여하지 않는 요소들인, 환경보호를 위한 설비나 사회적 기여를 위한 활동 등도 고정요소에 포함된다. 이 요소의 크기는 조직형태에 따라 차이가 나며, 본 논문의 고려 기간 중에는 변하지 않는다. 이들 고정요소에 지출되는 비용은 직접적인 생산요소에 지출되는 비용이 아니라 간접적인 비용이다. 따라서 모형에서는 직접비용이 가변비용, 간접비용이 고정비용이 된다.

이러한 전제하에서, 공정혁신은 직접적 생산요소인 가변요소의 생산성을 향상시키는 것으로 규정된다. 모형에서는 가변요소가 자본에 의해 대표된다. 따라서 자본당 생산성의 향상이 곧 공정혁신이 된다. 따라서 생산활동과 직접 관련이 없는 고정비용(간접비용)은 공정혁신으로부터 영향을 받지 않는다고 본다.

2. 조직형태의 차이

본 모형에서는 기업들 사이의 조직형태의 차이와, 이에 기인한 능력의 차이를 도입한다. 그리고 기업들 사이의 능력의 차이는 비용구조의 차이로 나타난다고 가정한다. 앞에서 언급했듯이, 가변요소는 자본으로 대표되는 일체의 직접적 생산요소를 의미하고, 고정요소는 관리 혹은 경영이라는 요소를 의미한다. 따라서 직접적 생산요소에 지출되는 비용이 가변비용이고, 관리와 경영이라는 간접적 생산요소에 지출되는 비용이 고정비용이다. 이와 같이 가변비용과 고정비용을 규정했을 경우 복합기업과 전문기업 사이의 능력의 차이는 양비용의 상대적 크기의 차이로 나타난다⁵⁾.

먼저 가변비용 면에서는 복합기업이 전문기업보다 더 유리하다고 가정한다. 왜냐하면 복합기업일수록 외부로부터의 각종 자원의 동원 능력이 더 크기 때문이다. 복합기업은 필요자금이나 각종 원재료, 부품들을 보다 싼 비용으로 쉽게 조달할 수 있다. 인력도 마찬가지로이다. 전문중소기업은 필요한 인력을 찾아내거나 그들을 끌어들이는 데 복합대기업보다 더 불리한 것이 현실이다. 본 모형에서 가변비용의 차이는, 자본당 비용계수의 차이로 표현된

5) 전문기업은 특정 산업에 특화하여 그 분야 제품만 생산하는 기업을 말하고, 복합기업은 관련된, 혹은 비관련된 여러 제품들을 생산하면서 특정 산업에는 사업부형태로 진출해 있는 기업을 말한다.

다. 자본이 모든 가변요소를 대표하기 때문이다. 따라서 자본당 비용계수가 복합기업은 낮고 전문기업은 높은 것으로 가정된다.

반면 고정비용면에서는 전문기업이 복합기업보다 더 낮다고 가정한다. 왜냐하면 복합기업일 경우에 제반 간접비용이 더 많이 지출되기 때문이다. 지금 상정하고 있는 것은 여러 사업부를 가진 복합기업이 특정 산업에 하나의 사업부를 진출시키는 것이다. 이 경우 이 사업부는 독립된 전문기업에 비해 모기업과의 의사소통이라는 추가적인 과정이 요구되며, 따라서 추가적인 조직과 인력, 의사결정단계가 필요하다. 의사결정과 이의 집행에 걸리는 시간과 노력도 더 많이 든다. 그러므로 더 많은 조직관리비용이 요구된다고 할 수 있다. 뿐만 아니라 복합기업의 경우에는 사회적 책임에 대한 요구와 기업 활동에 대한 감시 및 규제가 전문기업보다 더 강하다. 따라서 이로부터 비롯되는 비용도 더 크다. 결국 복합기업이 전문기업보다 제반 간접비용이 더 크다. 본 모형의 전제를 따르면, 간접비용이 더 크다는 것은 고정비용이 더 크다는 것을 의미한다. 따라서 본 논문에서는 복합기업의 고정비용이 전문기업의 고정비용보다 더 크다고 가정한다⁶⁾.

복합기업과 전문기업 사이의 위와 같은 비용구조 차이에 더하여 총비용면에서 복합기업의 불리성을 가정한다. 즉 동일한 생산성을 전제했을 때에는, 복합기업은 전문기업보다 단위비용이 높다고 가정한다. 이는 복합기업은 전문기업보다 생산성에서 상당한 우위에 있을 때에야 전문기업과 동일한 단위비용 수준을 유지할 수 있음을 의미한다. 대개의 산업에서 복합기업은 산업 형성의 초기에는 진입을 못하다가 상당한 시간이 지난 후에야 진입하는 경우가 많다. 이러한 사실은 위의 가정을 뒷받침하는 것이라고 할 수 있다. 산업 형성 초기에는 공정기술의 개발이 다방면에서 충분히 이루어지지 않아 기존 기술과 최신 기술 사이에 격차가 크지 않으므로 잠재적 복합기업이 모방이나 기술의 구매에 의해 기존기업보다 월등히 우월한 생산성을 실현하기가 어렵기 때문이다.

3. 기술특성

본 논문에서 분석대상으로 하는 기술특성은 매 혁신에 의한 생산성의 상승정도와 기술의 누적성 정도이다.

매 혁신에 의한 생산성 상승정도란 한 번 공정혁신에 성공했을 경우 생산성이 어느 정도

6) Swann and Gill(1993)도 유사한 방식으로 복합기업과 전문기업의 차이를 개념화했다. 그들은 비용을 생산비용(production cost)와 조정비용(adjustment cost)로 나누고 복합기업은 조정비용이 큰 대신 생산비용이 작고, 전문기업은 생산비용이 큰 대신 조정비용이 작다고 전제하였다. 그리고 기술 변화가 규칙적일 때와 불규칙적일 때를 나누어 복합기업과 전문기업 중 어느 쪽이 살아남는지를 시뮬레이션을 통해 보여주었다.

나 향상되는가를 가리킨다. 본 모형에서는 어떤 기업이 공정혁신에 성공했을 경우, 그 기업의 기존생산성에 일정한 상승률을 곱한 만큼 생산성이 향상된다고 가정한다. 이 상승률은 산업의 고유한 기술특성으로서 생산성 상승의 기회가 얼마나 되는가를 나타낸다고 할 수 있다. 이 생산성 상승률이 모형에 제어변수로 도입된다. 동일한 공정혁신이라도 그로부터 얻는 이득은 생산규모가 큰 복합기업과 생산규모가 작은 전문기업 사이에 차이가 존재한다. 생산성 상승정도는 이 혁신이득의 기업간 차이에 영향을 준다.

한편 누적성의 정도란 현재의 기술수준이 차기의 기술수준에 영향을 미치는 정도를 가리킨다. 본 모형에서 누적성의 정도는, 모방을 통해 생산성 향상을 이룰 경우 그 향상된 생산성이 모방대상의 생산성과 자신의 기존생산성 중 자신의 기존생산성에 의존하는 정도를 가리킨다. 보다 구체적으로 말하면, 모방에 의한 생산성이 모방대상의 생산성과 자신의 기존생산성 사이의 가중평균값으로 정해진다고 할 때, 자신의 기존생산성에 부여되는 가중치의 크기를 가리킨다⁷⁾. 이 가중치의 크기가 모형에 제어변수로 도입된다. 누적성의 정도는 기술수준이나 혁신능력이 기업 내부의 고유한 요인에 의존하는 정도가 큰가, 아니면 모든 기업이 접근 가능한 외부의 공통적 요인에 의존하는 정도가 큰가를 좌우하는 요인이다.

Ⅲ. 모형의 구조

1. 전체 구조

본 모형에서 산업의 상태를 규정하는 것은 산업 내에 이질적인 기업들이 어떻게 분포되어 있는가이다. 기업의 이질성은 조직형태, 생산성, 자본량의 3가지 측면에서 파악할 수 있다. 이들 각각의 변화과정에 대한 규칙이 모형의 기본 구조를 이룬다.

먼저 조직형태의 분포를 보자. 이는 개별 기업들의 진입과 퇴출이 계속 이어져 온 결과이다. 진입이 일어나도록 하기 위해 잠재적 기업군을 상정한다. 이들 중에는 전문기업과 복합기업이 함께 분포되어 있다. 이들은 모방에 성공함으로써 진입하는 데 이용할 수 있는 생산성을 획득한다. 조직형태에 따라 비용구조가 다르기 때문에, 생산성이 동일하더라도 비용은 다르다. 모방을 통해 얻은 생산성으로 예상단위비용을 계산하고, 이것이 산업평균 수준 이하이면 진입한다고 가정한다.

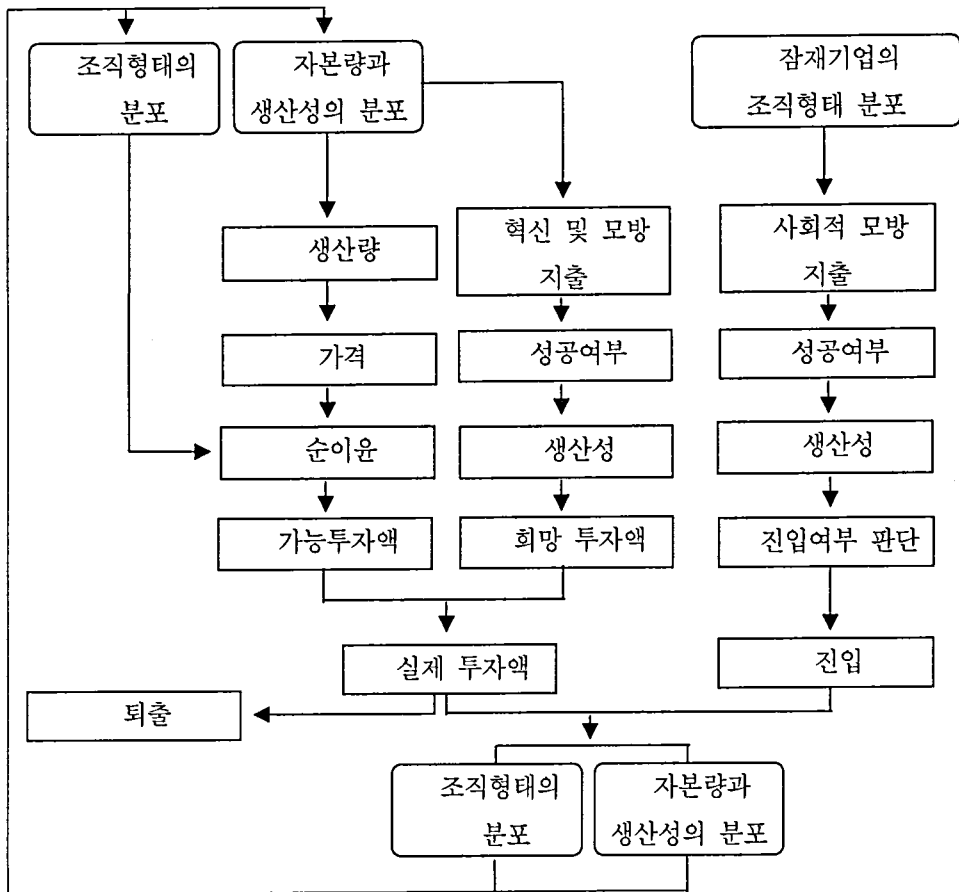
각 기업의 생산성은 매기의 혁신지출과 모방지출에 의해 확률적으로 정해진다. 이때 혁신지출액과 모방지출액은 자본 단위당 일정 비율로 정해진다. 따라서 자본스톡이 커질수록

7) 이는 Iosso(1993)에서 채택된 방법이다.

지출액은 늘어난다. 이 지출액에 비례하여 혁신과 모방에서의 성공 확률이 정해지는데, 만약 성공을 하면 다음으로 생산성 결정 단계로 나아간다. 혁신에 성공하면 자신의 기존생산성에 일정한 상승률을 곱하여 차기의 생산성을 얻는다. 모방에 성공하면 당시 기존 기업의 생산성 중 무작위로 선택된 한 기업이 모방대상이 되고 모방대상 기업의 생산성과 자신의 생산성과의 가중평균값으로 차기의 생산성이 정해진다.

자본량의 분포는 매기의 투자액이 누적된 결과이다. 물론 일정 속도로 자본의 폐기가 이루어진다. 매기의 투자액은 당시의 가격과 생산성에 의해 정해지는 희망투자액과, 당시의 이윤 규모에 의해 제약되는 가능투자액, 양자에 의해 결정된다. 가능투자액은 바꿔 말하면 외부금융기관으로부터 차입할 수 있는 금융한도액이다. 가격은 당시의 산업 내 기업들의 생산량에 의해 정해지는데 생산량은 자본규모에 의해 결정된다.

이상을 그림으로 나타내면 다음과 같다.



[그림 1] 모형의 전체 구조

2. 세부 관계

1) 비용과 생산성

기업의 비용은 크게 가변비용 VC 와 고정비용 FC 로 나누어진다. 자본 K 도 가변요소로 상정된다. 그리고 자본당 노동 및 원재료의 투입은 고정되어 있다고 가정한다. 따라서 자본 한 단위당 비용계수 c^K 는 고정되어 있다. 총고정비용 FC 도 자본량과 상관없이 일정하다. 단 이들은 기업의 조직형태가 다르면 달라진다. 즉 자본당 비용계수는 복합기업이 전문기업보다 더 낮다. 복합기업과 전문기업의 자본당 비용계수를 각각 c_m^K , c_s^K 라 했을 때, $c_m^K < c_s^K$ 의 관계가 성립한다(이하에서 m 은 복합기업을, s 는 전문기업을, $z(i)$ 은 i 기업의 조직형태를 의미한다). 또한 고정비용은 복합기업이 전문기업보다 더 크다. 즉 $FC_m > FC_s$ 이다.

매기의 총비용 C 와 자본단위당 평균비용 AC^K 는 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$C_i = VC_i + FC_i = c_{z(i)}^K \cdot K_{ii} + FC_{z(i)}, \quad \text{-----}(1)$$

$$i = 1, \dots, N, \quad z(i) = s, m$$

$$AC_i^K = c_{z(i)}^K + \frac{FC_{z(i)}}{K_i} \quad \text{-----}(2)$$

위에서 $z(i)$ 는 i 기업의 조직형태를 가리킨다. 한편 자본당 평균수입은 자본당 생산성 h_i 에 제품의 가격 P_i 를 곱한 것이다. 그리고 자본단위당 평균이윤 π 는 자본당 평균수입 $P_i h_{ii}$ 에서 자본당 평균비용 AC_{ii}^K 와 자본당 혁신 및 모방지출 r_{ii}^n , r_{ii}^m 을 뺀 것이다. 따라서 다음과 같다.

$$\pi_{ii} = P_i h_{ii} - AC_{ii}^K - r_{ii}^n - r_{ii}^m \quad \text{-----}(3)$$

한편 각 기업의 생산성은 R&D 활동의 크기에 의해 확률적으로 결정된다.(Iosso, 1993) 이 결정과정은 두 단계로 이루어진다. 먼저 첫 번째 단계에서는 혁신과 모방의 성공 여부가 결정된다. 각 기업은 자본량의 일정 비율만큼 혁신과 모방 활동에 지출한다. 이 지출액의 크기에 비례하여 혁신과 모방에서의 성공 가능성이 정해진다. 혁신과 모방의 지출비

율을 각각 r^n 과 r^m 이라고 하면 성공 가능성은 다음과 같다.

$$\Pr[\theta^n = 1] = \min[a_n r^n_{it} K_{it}, 1] \text{-----}(4)$$

$$\Pr[\theta^m = 1] = \min[a_m r^m_{it} K_{it}, 1] \text{-----}(5)$$

위 식에서 θ^n 과 θ^m 은 각각 혁신과 모방에서의 성공 여부를 나타내는 확률 변수로, 1이면 성공, 0이면 실패를 의미한다. 여기서 a_n 과 a_m 은 비례상수이다.

혁신이나 모방에 성공하면 두 번째 단계로 들어간다. 두 번째 단계에서 혁신이나 모방에 의해 획득할 수 있는 생산성 수준이 결정된다. 먼저 혁신에 성공했을 경우를 보자. 혁신에 의한 생산성 h^n_{it} 은 자신의 기존생산성에 일정한 성장률 ρ 에 의한 증가분을 더한 값으로 정해진다.

$$h^n_{it} = (1 + \rho)h_{it} \text{-----}(6)$$

모방에 성공했을 경우에는 당시 산업에 존재하는 다른 여러 기업들 중 하나를 모방하게 된다. 많은 다른 기업들 중 어느 기업을 모방할지는 대상 기업의 산업 내 비중이 얼마인가에 의해 좌우된다고 할 수 있다. 따라서 각 기업이 차지하는 자본량의 비중을 따라 모방 대상이 될 확률이 정해지고 이 확률 분포에서 무작위 선택을 함으로써 모방 대상이 정해진다고 하자. 그러나 모방대상의 생산성을 그대로 획득할 수 있는 것은 아니다. 획득 가능 생산성은 현재 생산성과 모방 대상의 생산성 사이의 어떤 값으로 정해진다고 보는 것이 현실적이다. 모방 대상 기업의 생산성을 \hat{h}^m 이라 하면 모방에 성공한 기업이 획득할 수 있는 생산성은 다음과 같이 정해진다.

$$h^m_{it} = \alpha h_{it} + (1 - \alpha) \hat{h}^m_{it} \text{-----}(7)$$

이 때 현재 생산성에 부여하는 가중치 α 는 기술의 누적성을 나타내는 지표가 된다. α 가 0에 가까울수록 누적성은 작아지고 1에 가까울수록 누적성은 커진다.

차기 생산성은 현재생산성, 혁신생산성, 모방생산성 중 최대값으로 결정된다.

$$h_{i,t+1} = \max[h_{it}, h^n_{it}, h^m_{it}] \text{-----}(8)$$

2) 가격 결정과 자본량의 조절

본 모형에서는 수요함수를 다음과 같이 단순하게 가정한다.

$$Q^d = \frac{R}{P} \quad (R : \text{상수}) \text{-----}(9)$$

위의 수요함수는 해당 산업 제품에 대해 소비자들이 지출하고자 하는 총액 $P \cdot Q^d$ 이 R 로 고정되어 있음을 전제로 하여 도출된 것이다. 개별 기업의 생산량 Q_i 는 그 기업의 자본량 K_i 와 자본당 생산성 h_i 의 곱으로 결정된다. 따라서 t 기의 산업의 총생산량 Q_t 와 제품의 가격 P_t 는 다음 식과 같이 정해진다.

$$Q_{it} = h_{it} \cdot K_{it} \text{-----}(10)$$

$$Q_t = \sum_i Q_{it} \text{-----}(11)$$

$$P_t = \frac{R}{Q_t} \text{-----}(12)$$

각 기업의 생산량은 자본량의 조정, 즉 투자량에 의해 조절된다. 이 조절은 마크업 (mark-up)을 지표로 하여 이루어지며 각 기업은 꾸르노(Cournot)적으로 행동한다고 가정한다⁸⁾. 먼저 각 기업은 현재의 자신의 시장점유율 s_i 과 수요의 가격탄력성 η 에 기초하여 적정마크업율을 계산한다. 적정마크업율 m^* 는 다음과 같이 계산된다.

$$m^* = \frac{\eta}{\eta - s_i} \text{-----}(13)$$

현재의 실제 마크업율 m 은 다음과 같다.

$$m_{it} = \frac{P_t}{mc_{it}} = \frac{P_t}{\left(\frac{AVC_i^K}{h_{it}} \right)} \text{-----}(14)$$

8) 이는 Winter(1986)의 방식을 따른 것이다.

여기서 mc 는 한계비용으로, 이는 자본당 평균가변비용 AVC^K 을 자본당 생산성 h 로 나누어준 것과 같다.

만약 현재의 실제 마크업을 m 이 m^* 보다 높다면 이는 현재의 가격이 적정치보다 높다는 것을 의미한다. 따라서 이 기업은 생산량을 늘리려고 할 것이다. 반면 m 이 m^* 보다 낮다면 이 기업은 생산량을 줄이려 할 것이다. 생산량을 조절하기 위해서는 자본량을 변화시켜야 한다. 이는 매기의 투자를 조절함으로써 이루어진다. 각 기업은 실제 마크업에 비해 m^* 가 몇 %가 높은가 혹은 낮은가에 따라 같은 비율로 자본량도 줄이거나 늘리려고 한다고 가정한다. 즉 매기의 희망투자 I^d 는 다음과 같이 결정된다.

$$I_{it}^d = \left(\delta + \frac{m_{it} - m_{it}^*}{m_{it}} \right) K_{it} \text{-----(15)}$$

여기서 δ 는 감각상각율을 가리킨다.

희망투자가 정해졌다고 하더라도 실제투자 규모는 기업이 조달할 수 있는 자금규모의 범위 이내로 국한된다⁹⁾. 매기 기업이 투자를 위해 조달할 수 있는 자금은 두 부분으로 구성되어 있다. 첫째는 현재 이윤과 감가상각분을 보충하기 위해 유보해 놓은 자금이다. 이를 R 라 하자. $R = (\pi_{it} + \delta)K_{it}$ 이다. 둘째는 외부로부터 차입해올 수 있는 자금이다. 이를 F 라 하자. 차입자금의 크기는 그 기업이 현재 얻고 있는 이윤에 비례한다고 가정한다. 이에 더하여 복합기업의 경우에는 외부로부터 자본을 동원할 수 있는 능력이 전문기업보다 더 크다고 보아, F^m 만큼 추가적으로 자본을 더 동원할 수 있다고 가정한다.

$$\begin{aligned} F &= a_F \pi_{it} K_{it}, & \text{if } z(i) = s \\ &= F^m + a_F \pi_{it} K_{it}, & \text{if } z(i) = m \end{aligned} \text{-----(16)}$$

매기 각 기업이 투자할 수 있는 최대 한도 I' 는 바로 $R + F$ 이다. 한편 자본량의 감소는 감각상각분 이내에서만 일어난다고 가정한다. 따라서 각 기업의 실제투자와 차기 자본량은 다음과 같이 결정된다.

$$I_{it} = \max[0, \min[I_{it}^d, I'_{it}]] \text{-----(17)}$$

9) 여기서 자본재의 가격은 1이라고 가정한다. 따라서 투자량과 투자액은 같다.

$$K_{it+1} = (1 - \delta)K_{it} + I_{it} \text{-----}(18)$$

3) R&D 지출비율의 조정과 기업의 퇴출

현존 기업들의 혁신지출비율 r^n 과 모방지출비율 r^m 은 루틴적 행동 영역에 속한다고 가정한다. 즉 각 기업은 최적의 r^n 과 r^m 을 계산하여 이를 실행하는 것이 아니다¹⁰⁾. 단지 각 기업은 기존의 R&D 정책을 계속 유지하다가 기업의 성과가 안좋아지면 이의 변화를 시도하는 방식으로 조정해나간다고 가정한다(Winte, 1986). 여기서 성과지표 X 는 과거부터 현재까지의 기업의 이윤을 가중 평균한 것으로 장기적인 이윤성과를 가리키는 것이다. 이는 다음과 같이 계산된다.

$$X_{it} = \beta X_{it-1} + (1 - \beta)\pi_{it}, \quad 0 \leq \beta \leq 1 \text{-----}(19)$$

또한 성과가 나빠졌다고 해서 항상 변화를 시도하는 것이 아니라 그 중 약 반 정도만 변화를 시도한다고 가정한다. 즉 성과지표가 현재 산업의 평균이윤 수준보다 낮아지면 1/2의 확률로 각 기업은 R&D 지출비율의 변화를 시도한다. 이와 같이 가정하는 것은 기업의 R&D 정책에 관성적 힘이 상당히 존재하여 성과가 나빠지더라도 쉽사리 정책 변화를 시도하지 않는다고 보기 때문이다. 지출비율의 변화는 일정한 비율로 산업 평균 지출 수준에 근접해가는 방식으로 일어난다고 가정한다. 이 때 실제 지출수준의 선택에는 확률적 편차가 포함된다고 가정한다. 결국 r_{it+1}^n 과 r_{it+1}^m 은 $X_{it} < \bar{\pi}_t$ 일 때 1/2의 확률로 다음과 같이 조정된다.

$$r_{it+1}^n = (1 - \lambda)r_{it}^n + \lambda \bar{r}_t^n + \xi_n, \quad \xi_n \sim N(0, \sigma_{r^n}) \text{-----}(20)$$

$$r_{it+1}^m = (1 - \lambda)r_{it}^m + \lambda \bar{r}_t^m + \xi_m, \quad \xi_m \sim N(0, \sigma_{r^m}) \text{-----}(21)$$

여기서 λ 는 조정계수이고($0 \leq \lambda \leq 1$), ξ_n , ξ_m 은 정책 결정시의 교란항이다. 일단 정책의 변화를 시도하였으면 그 효과를 보기 위해 상당 기간 그것을 유지할 필요가 있다.

10) 이는 각 기업이 R&D 지출의 효과와 관련된 여러 가지 변수와 계수들에 대해 정보를 가지고 있지 않다고 가정하는 것이다. 즉 ρ , a_n , a_m , 그리고 다른 기업들의 생산성 등에 대해 모른다는 것이다. 만약 각 기업이 이에 대해 알고 있다면 주어진 R&D 지출에 대한 기대이윤을 계산할 수 있고 이에 기초하여 적절한 지출수준을 택하려 할 것이다.

이를 위해 정책 변화를 시도한 후에는 성과지표에 일정한 프리미엄 M' 이 더해진다고 가정한다.

한편 어떤 기업의 성과지표 X_{it} 가 임계수준 X^{\min} 이하로 되거나 자본량 K_{it} 가 임계수준 K^{\min} 보다 작아지면 그 기업은 퇴출된다고 가정한다.

$$Q_{it} = h_{it} \cdot K_{it} = 0 \text{ for all } t \geq t+1, \text{ if } X_{it} < X^{\min} \text{ or } K_{it} < K^{\min} \text{ ----(22)}$$

새로운 기업이 진입하였을 때는 초기에 손실을 보는 경우가 많다. 그러나 대부분의 신규 참여 기업들은 상당기간동안 이러한 손실을 감수하면서 사업을 정상궤도에 올려놓기 위해서 노력한다. 따라서 진입초기에는 손실을 보더라도 퇴출하지 않도록 만들 필요가 있다. 이를 위해 신규 진입기업에 대해서는 성과지표에 프리미엄을 더해주기로 한다. 이 프리미엄을 M^e 라 하자.

4) 신규 진입

산업 외부에 있는 잠재기업들은 기존기업들에 대한 모방을 통해서 진입기회를 얻는다고 하자. 본 모형에서는 이것을 산업 외부에서 모방을 위해 일정한 규모의 지출이 항상 이루어지고 있는 상황으로 상정하였다. 산업 외부의 모방 지출을 E^m 이라 하자. 매기 외부에서 모방이 일어날 기대횟수는 $a_m E^m$ 이다¹¹⁾. 이 경우 실제 모방 횟수 θ^{em} 은 평균이 $a_m E^m$ 인 포아송 분포를 따르는 확률변수라고 할 수 있다.

$$\theta^{em} \sim P[a_m E^m] \text{-----(23)}$$

여기서 $P[x]$ 는 평균이 x 인 포아송분포를 의미한다. 이 때 모방이 일어난 횟수가 2회 이상일 때에는 각각을 별도의 진입 기회로 간주한다. 모방이 2회 이상 발생했으면 그 횟수만큼 진입 시도가 이루어진다고 가정한다. 모방에 의한 생산성은 기존 기업의 경우와 동일한 방식으로 결정된다. 매 진입시도에서 모방을 통해 획득 가능한 생산성 h^e 는 기본생산성 h 를 토대로

11) 기존 기업의 경우에는 혁신지출이 성공 여부의 확률을 결정하였고 이 확률은 1을 넘을 수 없었다. 그러나 외부 혁신의 경우에는 한 기에 혁신이나 모방이 여러 건 발생할 수 있으며 따라서 혁신지출이 성공 여부의 확률이 아니라 성공의 기대횟수를 결정한다고 보는 것이 타당하다. 이 기대횟수는 물론 1보다 클 수 있다.

하여 이것과 모방대상의 생산성 \hat{h}^m 사이의 가중평균값으로 정해진다.

$$h_i^e = \alpha h_i + (1 - \alpha) \hat{h}_i^e \text{-----}(24)$$

산업의 외부에는 잠재적인 기업군이 존재한다. 이들 중에는 복합기업과 전문기업이 존재한다. 위와 같은 방식을 통해 주어지는 진입 기회와 획득된 생산성을 이용하여 진입이 시도된다. 실제 진입 여부는 잠재기업의 경쟁력이 기존기업의 평균보다 높은가 아닌가에 의해 결정된다.

경쟁력의 척도는 예상단위비용이다. 단위비용이 기존기업의 평균 수준보다 낮을 때 이 기업은 경쟁력이 있다고 말할 수 있다. 이 단위비용은 획득 가능 생산성이 얼마인가, 그리고 어떤 조직형태를 가진 기업인가에 따라 달라진다. 모형에서는 각 진입 시도 기업이 획득 가능 생산성 h^e 와 자신의 조직형태를 기초로, 진입했을 때의 자신의 예상단위비용을 계산하고, 이것이 기존기업의 평균 수준보다 낮으면 진입하고 높으면 진입을 포기한다고 가정한다.

여기에 더하여 실제 진입이 가능하기 위해서는 몇 가지 추가적인 조건을 충족해야 한다. 첫째는 예상이윤이 양(+)이어야 한다. 아무리 경쟁력이 높다 하더라도 경쟁이 심해서 새로 진입했을 때 이윤이 음(-)이 될 것으로 예상된다면 진입을 하지 않을 것이다. 둘째는 예상 자본량이 진입 시 요구되는 최소자본량 $K^{e, \min}$ 보다 커야 한다. 즉 생산규모가 일정 수준 이상이 되어야 실제 진입이 가능하다고 보는 것이다.

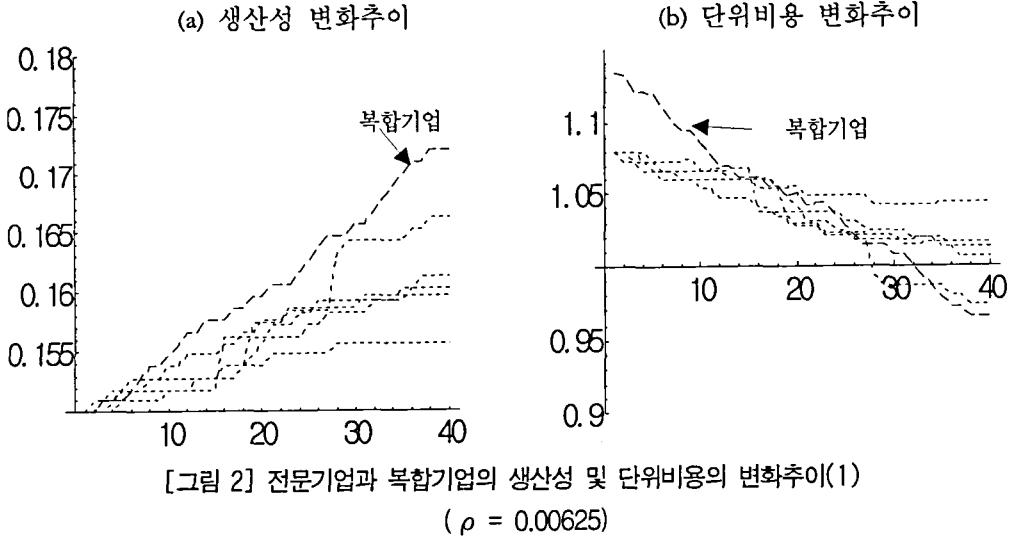
IV. 시뮬레이션 결과와 함의¹²⁾

1. 생산성 향상도와 생산성 분포의 변화

먼저 일정 수의 전문기업과 복합기업이 함께 공존하고 있는 상황에서, 공정혁신의 지속적 전개가 어떤 효과를 나타내는지 살펴보자. 일단은 진입을 고려하지 않기로 한다. 초기에 5개의 전문기업과 1개의 복합기업이 존재하고, 이들 사이에 생산성은 동일하다고 가정하자. 공정혁신이 지속적으로 전개될 경우, 시간이 흐를수록 복합기업과 전문기업의 생산성이 어떻게 변해가는가를 살펴본다. 그리고 매 혁신마다의 생산성 향상도 ρ 를 변화시켰을

12) 시뮬레이션에 설정된 모수값과 초기값은 부록을 참조할 것

때 어떤 결과가 나타나는지를 살펴본다.

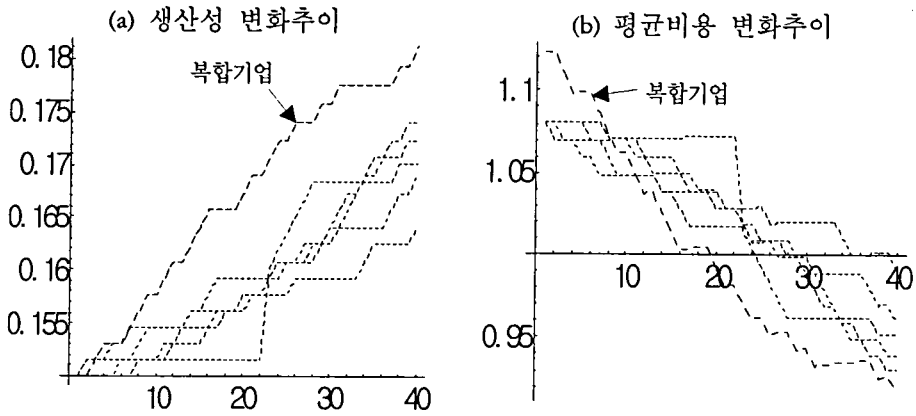


먼저 생산성 향상도 ρ 를 0.00625로 설정한 경우를 살펴보자. 이는 한 번 혁신에 성공할 때마다 0.625%씩 생산성이 향상하는 경우에 해당한다. 이 경우의 시뮬레이션 결과가 [그림 2]이다. 이 그림은 공정혁신이 지속적으로 전개되었을 경우, 각 기업의 생산성수준과 단위비용수준이 어떻게 변해가는가를 나타내고 있다. 짧은 점선이 전문기업을, 긴 점선이 복합기업을 나타낸다.

먼저 전문기업의 경우를 보자. 이들은 모두 동일한 조건에서 출발하였지만 시간이 흐를수록 생산성에 격차가 생기고 그 격차가 점점 커지고 있다. 즉 공정혁신을 둘러싼 경쟁의 지속은 기존 기업들 사이의 생산성 격차를 점점 확대시킨다는 것을 알 수 있다.

한편 전문기업과 복합기업을 비교해보면, 복합기업의 생산성이 훨씬 빨리 상승함을 알 수 있다. 초기 동일한 생산성하에서는 복합기업의 단위비용이 전문기업의 그것보다 더 높다. 그런데 시간이 흐를수록 복합기업의 생산성이 전문기업의 그것보다 더 빨리 상승한다. 이것의 반영으로 단위비용은 비록 초기에는 복합기업이 높았지만 시간이 흐르면서 전문기업보다 빨리 하락하여 어느 시점 이후에는 복합기업의 단위비용이 전문기업의 그것보다 낮아진다.

이제 생산성 향상도를 높여보자. 아래의 [그림 3]은 생산성 향상도 ρ 를 0.01로 높여주었을 경우의 생산성 및 단위비용의 변화 추이이다.



[그림 3] 전문기업과 복합기업의 생산성 및 단위비용의 변화추이(2)
($\rho = 0.01$)

그림에서 알 수 있듯이 생산성 향상도를 높여주었을 때 기업들 사이의 생산성 격차는 더욱 빠른 속도로 확대된다. 또한 전문기업에 대비한 복합기업의 상대적 생산성은 더 빨리 상승하며, 따라서 전문기업에 비해 복합기업의 단위비용이 낮아지는 시점도 더 앞당겨진다.

결국 공정혁신을 위한 경쟁이 지속적으로 전개되면, 기업들 사이의 생산성 격차는 점차 확대된다. 또한 복합기업의 생산성은 전문기업의 생산성보다 더 빨리 상승하여 복합기업의 단위비용이 전문기업의 단위비용보다 낮아지는 시점이 도래한다. 이 때 매 혁신마다의 생산성 향상정도가 클수록 생산성 격차는 더욱 빨리 벌어지고 복합기업의 단위비용이 전문기업의 단위비용보다 낮아지는 시점은 앞당겨진다.

이상의 결과는 다음과 같이 설명될 수 있다. 공정혁신의 지속적 전개는 남보다 규모가 큰 기업의 생산성을 더 빨리 상승시키는 효과가 있다. 공정혁신은 직접비용, 즉 앞에서 규정한 바의 가변비용을 낮춘다. 따라서 공정혁신에 성공했을 때 얻을 수 있는 이득은 생산규모가 클수록 더 크다. 일단 혁신에 성공을 하면 남보다 규모가 더욱 커질 것이고, 생산규모가 커지면 또 다시 혁신했을 때 얻을 수 있는 이득이 더욱 커진다. 그리고 생산규모가 큰 기업일수록 공정혁신에 더 많은 지출을 한다¹³⁾. 결국 생산규모와 생산성 수준은 서로 상승작용을 일으켜 기존기업들 사이의 생산성 격차를 점점 확대시킨다. 또한 조직 특성상 애초부터 생산규모가 클 수밖에 없는 기업들은 공정혁신에 보다 적극적이 된다. 따라서 시간이 흐를수록 이들의 생산성은 남보다 더 빨리 높아진다. 앞에서 복합기업은 전문기업보다 가변비용이 원래부터 낮다고 전제했었다. 따라서 복합기업의 생산규모는 전문기업의 그것보다 일반적으로 더 크다.

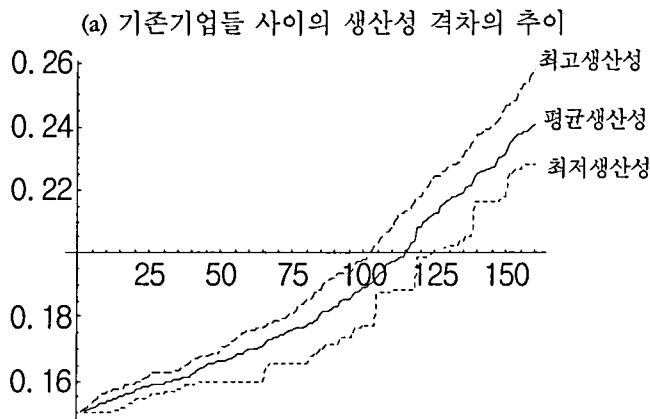
13) Klepper(1996)는 공정혁신과 생산규모간의 상호 상승작용 과정을 극대화 행동 모형을 통해 보여주고 있다.

그러므로 공정혁신이 지속적으로 일어나면, 규모와 생산성 수준간의 상호 상승작용에 의해 복합기업의 생산성이 전문기업의 생산성보다 더 빨리 상승한다.

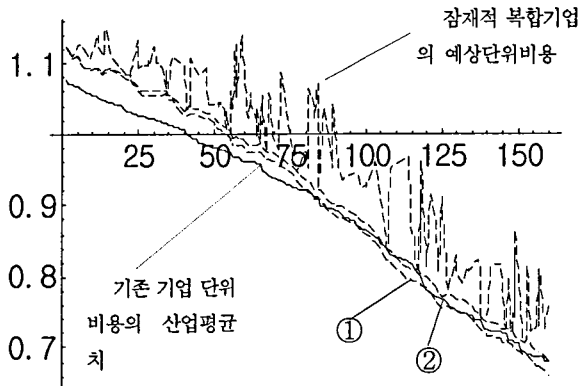
2. 생산성 향상도 및 누적성 정도와 복합기업의 진입가능성

생산성 향상도와 누적성의 정도가 복합기업의 진입가능성에 어떤 영향을 미치는지 살펴 보자. 시뮬레이션의 기본 전제는 다음과 같다. 여기서는 기업의 진입이 도입된다. 초기에 5 개의 전문기업이 존재하는 상황에서 출발한다. 잠재기업 중에는 복합기업과 전문기업이 함께 존재하며, 기존기업을 모방하는 것에 의해 진입기회(특정의 생산성)가 주어진다. 매기 일정한 확률로 잠재기업에게 진입기회가 주어지고 복합기업과 전문기업 중 한 기업이 진입 한다. 진입여부의 판단은 앞에서 설명한 경쟁력 평가, 즉 진입시 예상단위비용이 기존기업의 평균 수준보다 낮을가 아닌가에 의거한다. 진입시 예상단위비용이 산업의 평균수준 이 하이면 진입하고, 그렇지 않으면 진입을 포기한다.

따라서 복합기업의 진입가능성은, 잠재적 복합기업의 단위비용이 산업평균수준 이하로 떨어질 수 있는가 아닌가에 달려있다. 누적성이 일정수준으로 고정되어 있는 상황에서, 생산성 향상도를 변화시켰을 때 복합기업의 진입가능성이 어떻게 달라지는가를 살펴보자. 아래의 [그림 4]는 생산성 향상도 ρ 가 0.00625로 주어졌을 경우에 기존기업의 생산성 격차 폭과 복합기업의 도달가능 단위비용이 어떻게 변해 가는가를 나타낸다. 이 때 누적성 α 는 0.05로 상정되어 있다. 그림에서 실선은 생산성과 단위비용의 산업평균수준을 가리킨다.



(b) 잠재적 복합기업의 예상단위비용 추이



- ①: 잠재적 복합기업이 기존기업중 최고 생산성을 획득했을 때의 평균비용
- ②: 잠재적 복합기업이 최고생산성에서 누적성 정도 만큼 차감한 생산성을 획득했을 때의 평균비용

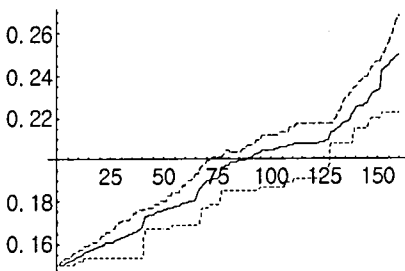
[그림 4] 생산성 향상도와 복합기업의 진입가능성(1)

($\rho = 0.00625, \alpha = 0.05$)

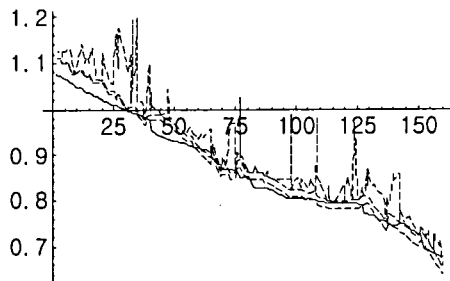
그림에서 보듯이 진입을 시도하는 잠재적 복합기업의 단위비용은 기존기업들의 평균수준 이하로 내려가지 못한다. 그림에서 ②번 선, 즉 최고생산성에서 누적성 정도만큼 차감한 생산성을 획득했을 때의 단위비용이 잠재적 복합기업이 도달할 수 있는 단위비용의 최저한계이다. 그런데 이것이 산업평균수준 이하로 내려가지 못함을 알 수 있다. 따라서 복합기업의 진입은 불가능하다. 이는 기존기업들 사이의 생산성 격차가 그다지 크지 않은 데 기인한다.

한편 동일한 상황에서 생산성 향상도 ρ 가 0.01로 되었을 경우의 결과를 나타낸 것이 아래의 [그림 5]이다.

(a) 기존기업들 사이의 생산성 격차의 추이



(b) 잠재적 복합기업의 가능평균비용 추이

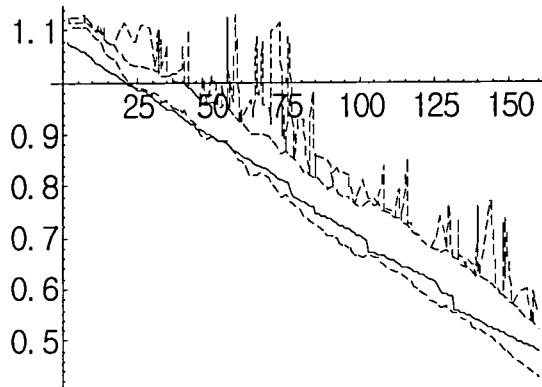


[그림 5] 생산성 향상도와 복합기업의 진입가능성(2)

($\rho = 0.01, \alpha = 0.05$)

그림에서 알 수 있듯이 생산성 향상도가 높아지면 기존 기업들 사이의 생산성 격차가 비교적 빠른 속도로 확대되고 이로 인해 잠재적 복합기업의 도달 가능 단위비용이 빠르게 하락한다. 따라서 잠재적 복합기업의 단위비용이 기존 기업의 평균수준 이하로 떨어지는 일이 일어나고 이로부터 복합기업의 진입이 가능해진다.

다음으로 누적성 정도가 복합기업의 진입가능성에 어떻게 영향을 미치는지 살펴보자. 누적성 정도가 높아지면 진입 시도 기업의 획득 가능 생산성 수준이 낮아질 것이다. 따라서 도달 가능한 단위비용 수준은 높아질 것이다. 아래의 [그림 6]은 생산성 향상도는 0.01이고 누적성은 0.25일 경우 잠재적인 복합기업의 도달 가능 단위비용 수준과 기존기업의 평균수준을 나타낸 것이다. 이는 앞의 [그림 5]의 경우에서 누적성만 0.05에서 0.25로 높인 것이다.



[그림 6] 누적성 정도와 복합기업의 진입가능성
($\rho = 0.01$, $\alpha = 0.25$)

그림에서 알 수 있듯이 누적성이 0.25로 높아지자 복합기업의 도달 가능 단위비용 수준도 높아져서, 기존기업의 평균보다 낮아지는 것이 불가능해진다. 즉 복합기업의 진입은 다시 불가능해진다. 따라서 누적성이 높을수록 복합기업의 진입가능성은 낮아지고, 반대로 누적성이 낮을수록 복합기업의 진입가능성은 높아진다는 것을 알 수 있다.

이러한 결과는 다음과 같이 설명될 수 있다. 잠재적 복합기업의 단위비용이 산업 평균치 이하로 떨어질 수 있는가 아닌가는 모방을 통해서 얻는 잠재기업의 생산성이 평균적인 기존기업의 생산성보다 현저히 높아 질 수 있는가 없는가에 달려있다. 비슷한 생산성하에서는 복합기업의 단위비용이 전문기업의 단위비용보다 높다고 가정했기 때문이다. 모방을 통

해 평균적인 기존기업보다 현저히 높은 생산성을 획득할 수 있는가 없는가는 기존기업들 사이의 생산성 격차폭이 얼마나 되는가, 그리고 모방에 의해 도달 가능한 생산성 수준이 어느 정도인가에 의해 좌우된다.

우선 기존기업들 사이의 생산성 격차 폭은 매 혁신마다의 생산성 향상도에 의해 영향을 받는다. 만약 매 혁신마다의 생산성 향상도가 낮다면 기존 기업들 사이의 생산성 격차가 충분히 벌어질 수 없다. 생산성 향상도가 낮으면 생산성 격차가 천천히 벌어진다. 전문기업들의 진입이 계속 일어날 것이기 때문에 산업 내에는 비슷한 생산성 수준을 가진 많은 수의 기업들이 공존한다. 이 때에는 생산성에서 약간만 뒤쳐져도 퇴출당할 위험이 높다. 계속해서 새로운 기업들이 진입해 들어오기 때문에 생산성이 뒤쳐진 기업들은 곧바로 퇴출된다. 따라서 산업 내에는 많은 수의 기업들이 존재하면서 그들 사이에는 생산성 격차 폭이 작게 유지된다. 즉 생산성 향상도가 낮으면 기존기업들 사이의 생산성 격차 폭은 그다지 벌어지지 않는다. 반대로 생산성 향상도가 높으면 기존기업들 사이의 생산성 격차 폭은 커진다. 따라서 생산성 향상도가 높을수록 복합기업의 진입가능성은 높아진다.

한편 모방에 의해 최고 생산성 부근에 도달할 수 있는가 없는가는 누적성의 정도에 의해 좌우된다. 아무리 기존기업들 사이에 생산성 격차가 벌어져도 누적성이 높으면 모방에 의해 높은 생산성을 얻을 수 없다. 누적성이 높으면 모방에 의해 실제로 획득 가능한 생산성은 모방 대상 기업의 생산성에 훨씬 못 미칠 것이다. 그런데 복합기업의 단위비용이 평균적인 기존기업의 그것보다 낮아지기 위해서는 기존의 생산성중 최고 생산성에 가까운 생산성을 확보하지 않으면 안된다. 하지만 누적성이 높으면 높을수록 잠재기업의 획득 가능 생산성 수준이 이 범위안에 들기는 어려워질 것이다. 반대로 누적성이 낮으면 낮을수록 잠재기업의 획득 가능 생산성은 최고 생산성에 가까워질 것이다. 따라서 누적성의 존재를 고려했을 때는 이 누적성의 정도에 따라 복합기업의 진입 가능성이 좌우된다. 즉 누적성이 낮으면 복합기업의 진입 가능성은 높아지는 반면 누적성이 높으면 복합기업의 진입 가능성은 낮아진다.

3. 공정혁신 관련 기술특성과 조직선별 패턴

이제 생산성 향상도와 누적성 정도의 여러 가지 조합에 대해 조직선별패턴이 어떻게 달라지는가 살펴보자. 이하에서 제시하는 결과는 160기에 걸쳐 실행한 후 그 최종 결과를 정리한 것이다. 대부분의 경우 산업의 상태는 160기 이전에 소수의 기업에 의한 과점상태로 귀결된다. 즉 3~5개의 기업만이 생존하여 산업을 지배하며 더 이상의 진입도, 그리고 더 이상의 퇴출도 발생하지 않는 상태가 지속되는 것이다. 단지 생산성 향상도와 누적성 정도

가 모두 낮은 경우에 한해서 많은 수의 전문기업이 지속적으로 진입해 들어오고, 또 많은 수가 퇴출되어 나가는 양상이 지속된다. 어쨌든 실행기간을 160기로 한정해도 복합기업 중심체제로의 전환 여부를 판단하는 데는 그다지 지장이 없다.

생산성 향상도와 누적성 정도에 대해 아래 표와 같은 조합을 구성하고 각 경우에 대해 시뮬레이션의 최종 결과가 복합기업 중심체제로 나타나는가 아닌가를 살펴보았다. 그 결과를 정리한 것이 아래의 [표 1]이다. 복합기업 중심체제로의 전환이 일어난 경우는 ○, 일어나지 않은 경우는 ×로 표시하였다. 판단의 기준은 마지막기의 산업의 상태에서 복합기업의 수가 전체 기업수의 반 이상을 차지하는가 아닌가로 삼았다.

[표 1] 생산성 향상도와 누적성 정도의 조합과 조직선별패턴

		ρ (생산성향상도)				
		0.00625	0.0075	0.01	0.015	0.025
α (누적성)	0	○	○	○	○	○
	0.05	×	×	(○)	○	○
	0.1	×	×	(×)	○	○
	0.25	×	×	×	×	×

주: 괄호는 실행때마다 ○, ×가 모두 나타나는 경우이다. 이 경우에는 빈도가 많은 경우를 괄호안에 표시하였다.

위의 결과에서 복합기업의 진입이 일어난 경우에는 대부분 복합기업 중심체제로 전환되어 간다는 것을 알 수 있었다. 사실 복합기업이 일단 진입한 이후에는 기존의 전문기업 및 계속 진입해 들어오는 전문기업들과의 경쟁에서 살아남아 성장을 이룰 수 있는가의 여부가 문제로 된다. 진입한 초기에는 복합기업의 단위비용은 기존의 전문기업중 상위그룹에 비해서는 높다. 즉 상위 전문기업들에 비해서는 단기적인 경쟁력이 떨어진다. 그런데 복합기업은 전문기업보다 가변비용이 낮기 때문에 생산규모를 더 크게 하는 경향이 있다. 이 때문에 규모와 생산성간의 상호 상승작용에 의해 복합기업은 전문기업보다 더 빨리 생산성의 향상을 이룰 수 있다. 이 상호 상승작용에 의해 장기적 경쟁력에서는 복합기업이 우위에 있다. 따라서 일단 복합기업이 진입에 성공하면 복합기업 중심체제로 전환되어 갈 가능성이 높아진다. 따라서 생산성 향상도가 높을수록, 그리고 누적성이 낮을수록 복합기업 중심체제로의 전환이 일어날 가능성은 높아진다.

이상 시뮬레이션 결과를 표로 정리해보면 다음의 [표 2]와 같다.

[표 2] 모형의 시뮬레이션 결과

기술특성과 관련된 변수들 (제어변수)	영향의 성격	조직선별패턴과 관련된 변수들
매 혁신마다의 생산성 향상정도	+	기업들간의 생산성 격차폭
	+	복합기업의 상대적 평균비용의 하락속도
매 혁신마다의 생산성 향상정도	+	복합기업의 진입 가능성
기술의 누적성 정도	-	
매 혁신마다의 생산성 향상정도	+	전문기업 중심체제에서 복합기업 중심체제로의 전환 가능성
기술의 누적성 정도	-	

V. 맺음말

본 논문에서는 진화경제학적 분석들에 입각하여 공정혁신과 관련된 기술특성이 산업내의 조직형태에 대한 선별패턴에 미치는 영향을 분석하였다. 본 논문에서 기업들은 기술수준과 행동방식, 조직형태 등에서 서로 이질적이며 불완전한 정보에 기초하여 의사결정을 하는 존재이다. 기술 혁신에 의해 기업들 사이에 차이가 끊임없이 발생하며, 시장에서 이들에 대한 선별이 지속적으로 이루어진다. 이러한 기업들의 행동 방식과 그들 간의 혁신경쟁 과정을 모형화하여 산업동태모형을 구성하고, 이를 기술특성을 나타내는 변수를 변화시켜 가면서 시뮬레이션해 보았다. 분석 결과는 다음과 같다.

첫째, 매 혁신마다의 생산성 향상도가 높을수록 전문기업과의 경쟁에서 복합기업이 살아남아 성장할 가능성은 높아진다. 둘째, 매 혁신마다의 생산성 향상도가 높을수록, 그리고 누적성이 낮을수록 복합기업이 진입할 가능성은 높아진다. 셋째, 위의 사실에 의해, 매 혁신마다의 생산성 향상도가 높을수록, 그리고 누적성이 낮을수록, 산업이 초기의 전문기업 중심체제에서 복합기업 중심체제로 전환되어 갈 가능성은 높아진다.

이 결과로부터 우리는 D램 산업에서 우리나라 재벌계 기업들의 성공을 일정부분 설명할 수 있다. D램 산업에서는 주기적으로 제품과 설비의 세대가 교체되는데, 이때마다 기술이 일정한 단절성을 가지고 비약을 이루게 된다. 이러한 특징은 D램 산업에서 누적성이 낮고 생산성 향상도는 높은 기술적 특성을 낳았다. 이것은 바로 복합기업에게 유리한 기술특성이며, 이것이 우리나라 재벌계 기업들이 뒤늦게 D램 산업에 진입하여 성공을 거두는 데 일정한 역할을 한 것으로 보인다¹⁴⁾.

또한 위 결과로부터 우리는 산업의 기술적 특성에 따라 전문기업과 복합기업 중 어떤 기

14) D램 산업의 기술적 특성에 관해서는 김창욱(1997)을 참조할 것.

업이 혁신에 유리한가가 달라진다는 사실을 알 수 있다. 산업의 기술적 특성은 기업 간 경쟁에서 환경을 구성하는 일 요소이다. 일반적으로, 경쟁에서의 우열은 환경에 대한 적합도에 의해 영향을 받는다고 할 수 있다. 따라서 기술적 특성이 달라지면 그에 적합한 기업 유형도 달라진다. 그러므로 어떤 특정한 유형의 기업이 혁신에 더 유리하다고 일률적으로 말할 수는 없는 것이다.

[참고문헌]

- 김창욱. (1997). 기술특성으로 살펴본 반도체산업, 조형제·김창욱 편. 「한국 반도체산업 세계 기술을 선도한다」, 3-38. 현대경제연구원.
- Cacomo, J. (1996). Technological Evolution and Economic Instability: Theoretical Simulations. *Journal of Evolutionary Economics*, Vol.6, No.2 : 145-155.
- Iosso, T. R. (1993), Industry Evolution with a Sequence of Technologies and Heterogeneous Ability: A Model of Creative Destruction. *Journal of Economic Behavior and Organization*, Vol.21, No.2 : 109-129.
- Klepper, S. (1996), Entry, Exit, Growth, and Innovation over the Product Life Cycle. *The American Economic Review*, Vol.86, No.3 : 562-584.
- Nelson, R. and S. Winter. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Harvard Univ. Press.
- Nelson, R. (1995), Recent Evolutionary Theorizing About Economic Change. *Journal of Economic Literature*, Vol.33, No.1 : 48-90.
- Swann, P. and J. Gill. (1993). *Corporate Vision and Rapid Technological Change: The Evolution of Market Structure*. Routledge.
- Winter, S. (1986). Shumpeterian Competition in Alternative Technological Regimes, Day, R. H. eds. *The Dynamics of Market Economies*, 199-232. North-Holland.
- Yildizoğlu, M. (1997). *Technological Diversity in an Evolutionary Industry Model with Localized Learning and Network Externalities*, Working Paper, BETA. Université Louis Pasteur.

[부록 : 모형의 모수값 및 초기값]

내 용	설정값
소비자들의 총지출액(R)	64
생산성의 초기값(h_0)	0.15
자본량의 초기값(K_0)	64
전문기업의 자본당 비용계수(c_s^K)	0.16
복합기업의 자본당 비용계수(c_m^K)	0.13
전문기업의 고정비용(FC_s)	0.1
복합기업의 고정비용(FC_m)	4
혁신지출비율의 초기값(r_0^n)	0.002
모방지출비율의 초기값(r_0^m)	0.005
혁신계수(a_n)	0.25
모방계수(a_m)	2.5
외부 모방지출(E^m)	0.2
감가상각율(δ)	0.03
차입가능액의 이윤에 대한 계수(a_F)	0.1
복합기업의 추가적 차입가능액(F^m)	1
성과지표계산시 과거에 대한 가중치(β)	0.75
R&D 정책 변화시 조정 계수(γ)	0.2
혁신지출비 변화시 분산(σ_{r^n})	0.002
모방지출비 변화시 분산(σ_{r^m})	0.0004
R&D 정책 변화시 성과프리미엄(M^r)	0.013
성과지표의 임계수준(X^{\min})	-0.015
자본량의 임계수준(K^{\min})	20
진입시 자본량의 임계수준($K^{e, \min}$)	40
신규진입시 성과프리미엄(M^e)	0.013