

기업의 교육훈련 투자 동학: 행위자 기반 모형 접근*

양 정 승**

논문 초록 본 연구는 기업의 교육훈련 투자 전략과 노동자 개인의 노력지출 전략 간의 동학을 행위자기반 모형을 통하여 살펴보았다. 이를 위해 이질적인 기업들과 이질적인 노동자들이 가상의 사회에서 고용되고 생산을 수행하는 과정을 시뮬레이션하였다. 시뮬레이션 결과 교육훈련투자 전략은 특정한 몇몇 상황을 제외하고는 대부분의 경우 교육훈련에 투자하지 않는 것이 더 나은 전략이었다. 또한, 교육훈련 투자기업의 초기 비율이 높을수록 오히려 교육훈련투자기업의 장기적 비율은 낮아졌다. 한편 행위자의 학습속도를 빠르게 할수록 교육훈련 투자 전략에 불리하였으며, 훈련비용의 감소는 경제의 총생산을 늘리고 교육훈련 투자 전략을 사용하는 기업의 비율을 증가시켰다. 기업의 훈련비용 일부를 정부가 지원하는 경우 경제의 총생산은 증가하고 교육훈련 투자 비율 또한 증가하였다. 훈련비용의 감소와 비교하면 훈련비의 일부를 정부가 부담하는 것이 효과가 보다 큰 것으로 나타났다. 한편 노동자의 노력 지출정도는 대체로 안정적으로 유지되었다.

핵심 주제어: 행위자기반모형, 기업의 교육훈련투자, 이질성

경제학문헌목록 주제분류: C8, D4, D8, J0

투고 일자: 2018. 3. 23. 심사 및 수정 일자: 2018. 8. 23. 게재 확정 일자: 2018. 10. 29.

* 이 논문은 한국직업능력개발원의 2016년 기본과제로 수행된 『노동시장 정책 평가를 위한 시뮬레이션 방법론 연구: 행위자기반모형을 중심으로』의 3장을 일부 수정한 것이다.

** 한국직업능력개발원 연구위원, e-mail: jseyang@krivet.re.kr

I. 서 론

기업은 끊임없는 연구 개발을 통하여 새로운 기술을 개발하고 효율적인 경영 활동을 통하여 기업의 성장을 추구하지만, 외부 환경의 변화에 따른 경쟁력 향상을 위하여 고용된 노동자들이 새로운 기술을 익히도록 하여 숙련 향상을 통한 생산성 증대를 추구하기도 한다. 혹은 이러한 교육훈련을 통하여 외부 변화에 대한 유연성 혹은 대처 능력을 높이하고자 한다. 일반적으로 교육훈련 투자를 통한 숙련 향상은 기업의 생산성 향상을 가져와 기업의 경쟁력을 강화할 것으로 기대할 수 있다.

한편, 효율 임금 가설 (efficient wage hypothesis) 에 따르면 노동자 개인의 생산성은 임금의 함수가 된다. 즉, 높은 임금을 받을수록 노동자는 이에 대응하여 더욱 많은 노력지출을 하게 되므로 생산성이 증가한다. 이러한 상황 하에서는 기업이 교육훈련을 통하여 개인의 생산성을 높이고 보다 높은 임금을 지급한다면, 이는 다시 개인의 노력지출을 더욱 늘려 결과적으로 생산성이 보다 급속히 상승하는 선순환 구조를 발생시킨다.

그러나 이러한 교육훈련은 이를 위한 투자를 요구하므로 기업의 입장에서는 비용 상승의 요인으로 작용한다. 더욱이 투자의 회수 기간이 매우 길거나 초기 교육훈련에서 요구하는 투자비용이 매우 많다면, 기업은 투자한 비용을 회수하기도 전에 파산할 위험에 직면하므로 이러한 위험을 회피하고자 하는 기업은 교육훈련 투자를 꺼리게 될 것이다. 또 교육훈련을 통하여 습득한 숙련이 해당 기업뿐만이 아니라 다른 기업에서도 통용될 수 있는 성질의 것이라면, 노동자의 이직에 의하여 교육훈련 투자 기업과 교육훈련을 통한 생산성 증가를 경험하는 기업이 불일치하는 문제가 발생할 위험이 있다. 따라서 교육훈련 투자는 기업의 입장에서 장기적인 수익과 단기적인 수익 간의 상충 관계 (trade-off) 를 고려한 전략적 선택의 문제라 할 수 있다.

한편, 노동자 개인의 임금 구조를 기업만 알고 있고 노동자에게는 완전한 정보가 주어지지 않는 상황에서 노동자의 노력지출의 성과는 임금을 통해서만 간접적으로 확인 가능하므로 노동자 입장에서 얼마만큼의 노력을 지출할 것인가는 노동자의 전략적인 판단에 의존한다고 할 수 있다. 이때 기업의 교육훈련 투자는 생산성 증가를 통한 임금 상승과 교육훈련이 가져다주는 효용 증대에 의한 노력지출 증가효과를 모두 갖는다. 또 이러한 노동자의 노력지출 결정은 다시 기업의 생산성에 영향

을 주어 기업의 이윤에 영향을 주게 된다.

따라서 교육훈련은 기업의 입장에서는 교육훈련을 실시할 것인지, 노동자 입장에서는 어느 정도의 노력지출을 할 것인지의 여부를 결정하는 전략적인 상황에서 서로 간의 상호작용에 의해 결정되는 동학적인 문제이므로 상호 작용의 내생적인 측면에서 바라보아야 할 필요가 있다.

본 연구의 질문은 기업이 교육훈련에 투자하는 경제 행위가 교육훈련에 투자하지 않고 단기적인 이윤 추구를 목표로 하는 기업들과의 경쟁에서 살아남을 수 있는 경쟁력 있는 전략인가 하는 것과 교육훈련에 투자하는 기업이 많을수록 사회적으로 바람직한 결과를 가져올 것인가 하는 것이다. 또 노동자 입장에서 기업의 교육훈련 투자는 다른 전략적 선택, 가령 노력지출의 수준을 증가시키도록 유도하는지 등의 전략적인 상황의 결과를 살펴보는 것이다.

일반적으로 게임의 플레이어가 2명일 경우 게임이론을 통하여 이러한 전략적 상황을 푸는 것이 일반적이다. 그러나 이질적인 플레이어가 복수일 경우 이러한 전략적 상황의 수학적 해를 구하는 것은 쉽지 않은 작업이고 많은 경우 불가능하다. 이렇게 플레이어가 다수인 전략적인 상황에서 어떠한 전략적 결과가 도출될 것인가를 손쉽게 확인할 수 있는 방법은 다수의 플레이어와 전략을 컴퓨터로 구현하여 시뮬레이션을 하는 것이 하나의 방법이 될 수 있다. 본 연구는 행위자기반모형(agent-based model)으로 알려진 기법을 사용하여 전략적 상황의 결과를 시뮬레이션하는 연구방법을 채택하였다. 즉 다수의 기업과 노동자라는 행위자(agents)를 생성하여 이들에게 각 전략적인 상황을 구현하고 스스로 선택하게 함으로써 경쟁환경에서의 결과를 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 확인하였다.

본 연구는 이전의 선행연구들과 같은 비교정학(comparative statics)이 아닌 동학적인 측면에서 교육훈련의 전개를 탐색하고 행위자기반모형을 통하여 기업과 노동자 개인의 선택행위의 상호작용을 통한 내생적인(endogenous) 상황을 다룬다는 측면에서 선행연구들과는 차별성을 가진다. 또한 탐색비용과 정보의 불완전성의 정도를 명시적으로 모형화함으로써 그 효과를 살펴볼 것이다. 탐색비용의 감소와 정보의 불완전성 완화에 의한 노동시장의 불완전성 감소가 실제로 교육훈련 투자 전략의 수익성 약화를 가져오게 됨을 동학적으로 보일 것이다. 이는 노동시장의 불완전성이 기업의 교육훈련 투자에 필수적인 요소임을 다시 한번 입증하는 것으로 교육훈련 관련 선행연구들을 지지하는 결과이고, 정보통신의 발달에 따른 경제활동 범

위의 확대 추세 속에서 교육훈련을 통한 효율성과 형평성을 달성하기 위해서는 교육훈련 비용을 사회화할 필요가 있음을 정책 입안자들에게 시사하고 있다고 할 수 있다.

II. 본 론

1. 선행연구

기업의 교육훈련 투자에 관한 정형화된 이론은 Becker(1962)의 연구에 기초하고 있다. Becker(1962)는 기업의 숙련을 타 기업으로의 전환가능성을 기준으로 일반적인 숙련(general skill)과 기업특수적인 숙련(firm specific skill)으로 구분한 후에, 기업의 입장에서 교육훈련을 받은 후 해당 노동자가 타 기업으로 이직할 위험 때문에 일반적인 숙련의 향상을 위한 훈련에는 투자할 유인이 없고 그 비용을 모두 노동자가 부담하게 된다는 것을 보여준다. 일반적 숙련을 위한 교육을 받는 노동자가 타 기업으로 이직하는 빼어가기(poaching)의 위험 때문에 항상 불충분한 투자가 이루어질 수밖에 없다는 Pigou(1912)의 주장과는 달리 노동자가 스스로 훈련비를 부담하여 효율적인 투자가 달성될 수 있음을 보여준다. 한편 이때 훈련비를 스스로 부담할 여력이 없는 신용제약(credit constraint)이라는 문제에 처한 노동자들은 임금삭감(wage-cut)을 통해 훈련비를 부담하게 된다. 그러나 기업특수적인 숙련의 경우 다른 기업에서의 통용가능성이 없기 때문에 기업의 입장에서 기업특수적인 숙련을 위한 교육훈련에 투자할 유인을 가지게 된다. 이때 임금을 결정할 권한이 기업에게 있다면, 기업 특수적인 훈련의 비용은 기업이 모두 부담하게 된다. Hashimoto(1981)는 그러나 기업특수적인 훈련도 이직의 위험성으로 인하여 기업과 노동자 간에 비용을 분담하게 되고 결과적으로 기업특수적인 숙련조차도 효율적인 투자가 이루어지지 않게 된다고 주장한다.

그러나 Becker(1962)의 주장과는 달리 현실에서는 수많은 기업들이 일반적인 숙련 향상을 위한 훈련을 실시하거나 직업교육프로그램에 참여하고 있다. 독일의 도제제도는 일반적인 숙련향상을 위한 프로그램에 기업들이 참여하는 대표적인 예로 꼽힌다. Acemoglu and Pischke(1999a)은 현실에서 Becker의 주장과는 달리 일반적인 숙련향상을 위한 훈련에 기업이 투자를 하는 이유는, 현실의 노동시장은 완전

경쟁시장이 아니라 불완전 경쟁시장이기 때문에 노동시장의 불완전성과 수요독점력(monopsony power)으로 노사관계에서 지대(rent)가 발생하고 지대가 고용주에게 돌아가기 때문이라고 주장한다. 즉 항상 기업의 수입(revenue)과 임금(wage) 간에는 격차가 발생하는 임금 압축(wage compression)이 발생하게 된다는 것이다. 즉 노동시장의 불완전성과 기업의 수요독점력으로 인하여 기업은 노동자에게 한계생산성 이하의 임금을 지불할 수 있고, 이러한 임금압축 상황에서 발생하는 지대는 기업이 일반적인 교육훈련에 투자하는 유인이 된다는 것이다. 이러한 임금압축의 원인으로는 탐색비용 등의 거래비용과 정보의 비대칭성(asymmetric information) 등을 그 원인으로 지적하였다.

일반적인 숙련과 기업특수적인 숙련이 Becker의 주장과는 달리 현실에서는 잘 구분되지 않고 보완적인 관계이며 양자 간에 전환이 가능하다는 것도 현실에서 일반적인 숙련에 기업이 투자하는 이유로 꼽힌다(Acemoglu and Pischke, 1999a; Stevens, 1994).

최저임금제도(minimum wage)도 일반적인 숙련에 기업이 투자하는 이유 중 하나로 볼 수 있다. 노동시장이 완전 경쟁시장이라면 최저임금제도는 최저임금 이하로 임금을 삭감하는 것을 막기 때문에 기업의 교육훈련 투자를 감소시킨다. 그러나 Acemoglu and Pischke(1999b)은 최저임금제도는 저숙련 노동의 가격을 상대적으로 비싸게 만들기 때문에 임금압축이 존재하는 불완전경쟁 노동시장에서는 오히려 기업의 교육훈련 투자를 늘릴 수도 있음을 지적하였다. 즉 한계생산성 이하로 임금을 지불할 수 있는 불완전경쟁 노동시장에서는 비싸진 저숙련 노동의 가격을 상회하는 한계생산성을 획득하기 위하여 저숙련 노동에 대한 교육훈련 투자를 증가시킬 유인을 갖게 된다는 것이다.

한편 노동조합도 기업의 교육훈련 투자에 영향을 줄 수 있다. 노동조합의 존재 하에서 임금은 일반적으로 노동자간 임금격차가 노동조합이 없는 경우보다 압축(wage compression)된 상태인데, 이러한 상황은 노동자 입장에서 교육훈련 투자비용 부담의 유인을 낮추어 교육훈련투자를 줄이게 한다(Leuven, 2005). 즉 노동자간의 임금격차가 작기 때문에 교육훈련 투자를 통한 임금상승의 유인이 낮아 결과적으로 교육훈련 투자가 감소한다는 것이다. 그러나 기업 입장에서는 기술발전에 따라 교육훈련 수요가 늘었을 때 임금압축으로 인하여 고숙련 노동자만이 아니라 저숙련 노동자에게도 훈련을 제공하고자 하는 유인을 가지게 되어 결과적으로 훈련

을 촉진하는 효과를 가져 올 수도 있다(Acemoglu and Pischke, 1999a). 즉 임금압축으로 인한 지대가 존재하는 상황에서 노동조합의 존재로 인한 저숙련 노동자의 임금상승은 교육훈련을 통한 지대 획득의 유인이 고숙련 노동자만이 아니라 저숙련 노동자에 대해서도 존재하게 한다.

2. 모 형

(1) 기업 및 노동자의 생성과 소멸

다양한 산업이 존재하고 각 산업에는 다수의 기업이 기업 활동을 하고 있는 경제를 가정한다. 본 모형에서는 10개의 산업과 각 산업에 100개의 기업이 존재하는 초기 조건을 설정하였다.

각 기업은 동일한 일정 초기자금(endowment)을 가지고 기업 활동을 시작하는데 초기자금은 기업에 고용된 노동자들에게 초기 임금을 지급하기에 충분한 정도로 설정한다. 각 기업은 또한 동일한 수의 노동자를 고용하여 기업 활동을 시작하고, 이때 고용되지 않은 노동자들은 실업상태로 시작한다. 본 모형에서는 10개 산업에 100개의 기업, 1,100명의 노동자가 경제 활동을 하는 것으로 초기 조건을 설정하였고, 기업 당 10명을 채용하고 100명은 초기에 실업 상태로 시작하였다.

초기에는 모든 기업이 동일하게 교육훈련 투자를 하지 않는 동일한 조건에서 생산을 시작하고 초기의 생산이 끝난 직후 모형의 모수(parameter)에서 지정한 비율에 따라 일정 수의 기업이 교육훈련 투자를 한다고 가정한다. 이때 교육훈련 투자 기업은 무작위로 선택된다. 이후에는 학습(learning)을 통하여 교육훈련 투자 여부를 결정한다. 즉, 교육훈련 투자 여부는 기업의 전략적 행동이다.

기업이 노동자를 고용하는 데 실패할 경우 기업은 파산한다. 즉, 보유하고 있는 자본량과는 무관하게 고용량이 0이 될 경우 기업은 파산하여 경제에서 사라진다. 파산한 기업의 자본은 사라져서 경제의 누출 요인으로 작용한다. 그러나 파산한 기업과 동수의 기업이 다음 기에 시장에 진입한다. 이때 자본은 모형의 초기부존량과 동등한 자본을 가지고 경제 활동을 시작한다. 그러나 새롭게 진입한 기업은 다른 기업들처럼 초기에 노동자들이 할당되지 않고 노동 시장의 고용 과정에 참여하여 노동자를 채용해야 한다. 한편, 새롭게 기업 활동을 시작하는 기업의 산업과 교육

훈련 투자 여부는 무작위로 할당된다.

기업은 노동자가 생산한 생산량 중 일정 비율만 임금으로 보상하고 나머지는 신규 노동자를 고용하는 데 사용하는데, 이때 모든 기업은 고용의 마크업(markup)을 가지고 있는 것으로 가정하였다. 즉, 마크업에 따라 생산 중 일정 비율만 임금으로 지급하고 나머지는 추가 고용을 위해 재투자된다. 본 연구에서는 마크업 평균이 0.5이고 표준 편차 0.2인 정규 분포를 따르도록 하였다. 한편, 이상치를 제한하기 위해 마크업은 0.01에서 0.99의 범위 내의 값만을 가지도록 하였다.

노동자의 경우 25세에 노동 시장에 진입하여 60세에 은퇴하는 것으로 가정한다. 즉, 60세가 된 노동자는 생산 활동에 종사한 후 노동 시장에서 퇴장한다. 그리고 은퇴한 노동자와 동수의 24세 노동자가 새롭게 노동 시장에 진입하여 채용 과정을 거친 후 25세에 생산 활동을 시작한다. 초기에 연령 분포는 균등 분포로 가정한다. 따라서 인구는 성장하지도 감소하지도 않고 일정한 연령 분포를 유지한다.

노동자는 노동 시장 진입 당시에 일정한 인적 자본 수준을 가지고 있다. 이때 인적 자본은 유전적인 능력을 포함하여 노동 시장 진입 이전 시점에 결정된 모든 인적 자본을 포함하는 개념이다. 본 연구에서는 평균이 5이고 표준 편차가 2인 정규 분포를 따른다고 가정하였다. 또 인적 자본의 하한치는 1로 제한하였다.

기업과 노동자의 생성과 소멸 시점은 다음과 같다.

먼저, 생산 활동을 마친 후 차기의 생산 과정을 위한 임금 제안과 고용 과정이 발생한다. 이때 한 명의 노동자도 채용하지 못한 기업은 소멸한다. 마찬가지로 이때 60세가 된 노동자는 노동 시장에서 퇴장하고 동시에 24세의 노동자들이 새롭게 노동 시장에 진입하여 채용 과정에 참여한다. 채용 과정을 통해 고용된 노동자들이 다음 기의 생산 활동에 종사하게 된다.

새로운 기업의 설립은 기업들이 소멸한 이후 다음 기에 행해진다. 따라서 어떤 기업이 소멸하면, 그에 상응하는 새로운 기업은 다음 기 생산이 끝난 이후 채용 과정에서 노동 시장에 진입하게 된다.

(2) 생 산

기업은 노동자를 고용하여 생산 활동을 수행하는데, 기업이 생산을 위해 사용하는 생산 요소는 노동뿐인 것으로 가정한다. 이때 기업의 생산은 기업이 고용한 노

동자들이 생산한 총량으로 정의한다. 즉, 산업 i 의 기업 j 의 총생산량 Y_{ij} 는 기업 j 에 속한 노동자 w 의 생산량 y_{ijw} 의 합이다.

$$Y_{ij} = \sum_w y_{ijw} \quad (1)$$

노동자 w 의 생산성은 기업의 교육훈련 투자에 의한 생산성 E_{ijw} 와 근속에 의한 생산성 T_{ijw} , 개인의 노동 시장 진입 당시의 능력 A_w 와 노력(effort) 지출에 의한 생산성 F_w , 그리고 이러한 것들과 무관한 산업과 기업 고유의 생산 기술에 의한 생산 R_{ij} 로 구성되어 다음과 같은 식으로 정의된다.

$$y_{ijw} = E_{ijw} + T_{ijw} + A_w + F_w + R_{ij} \quad (2)$$

교육훈련 및 근속에 의한 생산성에는 산업 특수적인 숙련과 기업 특수적인 숙련이 모두 존재하는 것으로 가정하였다. 분석의 편의상 산업 특수적인 숙련과 기업 특수적인 숙련의 독립성을 가정하지 않고, 교육훈련을 통한 기업 특수적인 훈련이 산업 내의 기술적인 유사도에 의해 일정 정도 이전될 수 있는(transferable) 것으로 가정하여 이를 산업 특수적인 숙련으로 간주하였다. 즉, 기업 특수적 숙련을 일정 할인 인자(discounter factor)로 할인한 것을 산업 특수적인 숙련으로 간주하였다. 기업의 교육투자에 의한 생산성 E_{ijw} 는 다음과 같은 식으로 표현된다.

$$E_{ijw} = E_{0ij}(1 - \delta_{ij})^{x_{iw}} \quad (3)$$

where $0 < \delta_{ij} < 1$

위 식에서 x_{iw} 는 노동자 w 가 근속한 연수를 나타내고 E_{0ij} 와 δ_{ij} 는 각각 교육훈련으로 증가하는 인적자본량과 감가상각률을 나타낸다. δ_{ij} 는 Arrazola and Hevia (2004)의 추정치인 년 1.0-1.5%를 고려하여 평균이 1.25%이고 0.25%의 표준편차를 갖는 정규분포를 따르도록 하였다.

한편 (3)이 교육투자에 의한 기업 특수적 숙련의 생산성을 나타낸다면, 산업 특

수적 숙련은 다음과 같이 나타낸다.

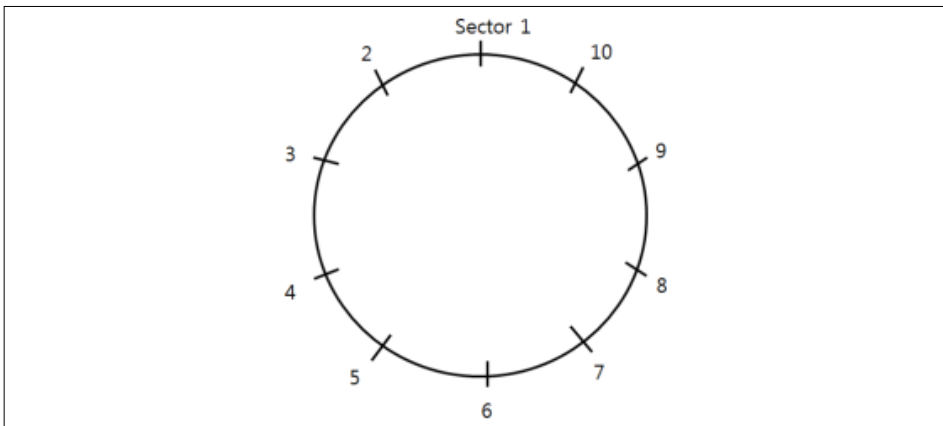
$$E_{ijw} = E_{0ij}(1 - \delta_{ij})^{x_{iw}}/d_{ij} \quad (4)$$

where $0 < \delta_{ij} < 1, d_{ij} > 0$

위 식에서 d_{ij} 는 기업 j 의 할인 인자이다. 즉, 노동자 w 가 이전 기까지는 기업 j 와 동일한 산업 i 의 기업 j' 에서 교훈훈련을 받고 근무하다가 이번 기에 기업 j 로 이직하였다면, 이후의 교육훈련에 의한 생산성은 식 (4)를 따르게 되고, 이를 산업 특수적인 숙련으로 정의하였다.

한편, 산업 간에는 기술적인 근접도가 존재하기 때문에 산업 특수적인 숙련 또한 산업 간의 기술적 거리에 따라 전환 가능(transferable)하다고 가정한다. 산업 간 기술 전환 거리는 Neugart (2008)의 연구에서 산업 간 이동 시 필요한 훈련 투여량을 가정하기 위해 사용한 아이디어를 이용하여 <Figure 1>과 같은 원 위에 산업이 위치하고 원주상의 거리가 산업 간 기술 전환 거리를 나타낸다고 가정하였다. 분석의 편의상 가장 생산성이 높은 산업을 1로 낮은 산업을 6으로 정의하였다. 산업 2와 산업 10은 생산성 순위로 2위와 3위를 두 산업 간에 임의로 할당하고, 순위 상 다음 2개의 파라미터는 산업 3과 산업 9 간에 무작위로 할당하였다. 따라서 산업 생산성이 가장 높은 산업 1은 인접한 산업 2와 산업 3 간의 거리가 짧고, 산업 6은 산업 5, 산업 7과의 거리가 짧다. 즉 생산성이 높은 산업간 기술전환이 쉽고 마찬가지로

<Figure 1> Technology transition distance among industries



가지로 생산성이 낮은 산업 간에도 기술전환이 쉽다. 그러나 생산성이 높은 산업에서 생산성이 낮은 산업으로 이직할 경우 산업간 기술거리가 길어서 생산성 할인이 크게 발생한다. 〈Figure 1〉에서 산업 1과 산업 2 간의 기술 전환 거리는 1이고, 산업 1과 산업 5는 4이다. 산업 2와 산업 10 간의 기술 전환 거리는 2로, 두 산업 간 최단 거리가 기술 전환 거리가 된다.

i 산업과 k 산업 간의 기술 전환 거리를 s_{ik} 라고 할 때 k 산업의 어떤 한 기업에서 교육훈련을 받은 후 근무하다가 i 산업의 j 기업으로 이직한 노동자의 교육훈련에 의한 생산성은 다음과 같다.

$$E_{ijw} = \frac{E_{0ij}(1 - \delta_{ij})^{x_{iw}}}{d_{ij} \times s_{ik}} \quad (5)$$

where $0 < \delta_{ij} < 1, d_{ij} > 0, s_{ik} > 0$

마지막으로 타 기업에서 교육훈련을 받은 노동자를 채용하여 다시 교육훈련을 실시한다면 타 기업에서 교육훈련을 받은 숙련이 전환되는 부분에 현재의 교육훈련에 의한 숙련 부분이 새롭게 추가되는 것으로 가정한다. 가령 k 산업에서 i 산업의 j 기업으로 이직한 노동자 w 를 교육훈련시킬 때 현재 j 기업에서의 근속 기간이 x_{iw}' 이고 노동 시장에서의 총근속 기간이 x_{iw} 이면 해당 노동자의 교육훈련에 의한 생산성은 다음과 같이 된다.

$$E_{ijw} = E_{0ij}(1 - \delta_{ij})^{x_{iw}'} + \frac{E_{0ij}(1 - \delta_{ij})^{x_{iw}}}{d_{ij} \times s_{ik}} \quad (6)$$

where $0 < \delta_{ij} < 1, d_{ij} > 0, s_{ik} > 0$

한편, 근속에 의한 생산성 T_{ijw} 는 다음과 같은 식을 따른다.

$$T_{ijw} = -a_{1ij}x_{iw}^2 + b_{1ij}x_{iw} \quad (7)$$

where $a_{1ij} > 0, b_{1ij} > 0$

교육훈련에 의한 생산성과 마찬가지로 근속에 의한 생산성도 동일한 인자로 할인

하는 것으로 가정하였다. 또 교육훈련에 의한 생산성과 마찬가지로 근속에 의한 생산성도 동일한 산업 간 기술 전환 거리로 할인된다고 가정하였다.

한편, 근속에 의한 생산성은 경력 20년에서 생산성 증가가 최고치에 달한 후 이후 감소하는 것으로 가정하였다.¹⁾ 따라서 다음과 같은 관계가 성립한다.

$$b_{1ij} = 40a_{1ij} \quad (8)$$

기업의 생산성 파라미터값들은 산업 간 그리고 기업 간 차이가 있는 것으로 가정하여 이질성(heterogeneity)을 반영하도록 하였다. 즉, 생산성 파라미터들은 다음과 같은 식으로 표현된다.

$$a_{1ij} = a_{1i} + u_{1j}, E_{0ij} = E_{0i} + u_{2j}, R_{ij} = R_i + \eta_j, d_{ij} = d_i + \zeta_j \quad (9)$$

위 식에서 a_{1i} , E_{0i} , R_i , d_i 는 일정한 범위 내에서 균등 분포(uniform distribution)를 따르고 u_{1j} , u_{2j} , η_j , ζ_j 등의 기업 특수적인 오차항들은 정규 분포(normal distribution)를 따르는 것으로 가정하였다.²⁾

어떤 노동자가 동일한 기업에서 계속 근속하는 경우 교육훈련에 의한 숙련은 일정한 비율로 감가되고 근속에 의한 숙련은 계속해서 증가한다. 그러나 동일 산업으로 이직한 경우 산업 특수적 숙련만이 존재하는 경로를 따른다. 만일 타 산업으로 이직하면 산업 간 기술 전환 거리에 의해 산업별 숙련이 할인된 경로를 따른다. 타 기업 이직 후 복귀, 타 산업 이직 후 복귀 등의 경우는 분석의 편의성과 명료성을 위해 고려하지 않았다.

기업이 아닌 노동자의 특성에서 기인하는 생산성은 노동 시장 진입 이전 시기에 결정되는 개인의 능력치 A_w 와 개인의 노력 지출에 좌우된다. 개인의 능력치는 정규 분포를 한다고 가정하였으며, 개인의 노력 지출 F_w 는 다음과 같은 임금의 함수로 가정한다.

1) Lee and Solon (2009)에 따르면 미국의 경우 40세 전후의 소득이 항상 소득에 가장 근접한 소득이다. 주요 생산 연령이 25~55세임을 고려하면 45세 전후에서 소득이 최고치에 이른다고 유추할 수 있다.

2) 각각의 구체적인 분포는 <Table A1>에 기술하였다.

$$F_w = p_w \left(W_{ijw} + \frac{TC_{ij}}{r_w} \right) \quad (10)$$

위 식에서 p_w 는 노동자 w 의 임금에 대한 노력 지출의 민감도를 나타내며 노동자가 선택 가능한 전략으로 가정한다. Akerlof(1982)는 기업이 시장청산 임금이상을 지급할 때 노동자가 더욱 열심히 일하게 된다는 선물교환(gift exchange)이론을 주장하였는데, 이는 Fehr and Falk(1999) 등의 실험연구를 통해서 이를 지지하는 실증적 증거들이 제시되고 있다. 또한 Akerlof(1984)는 임금 외의 비금전적인 보상 또한 노동자의 노력을 이끌어 내는데 중요함을 주장하였고, Handy and Katz(1998)는 이러한 비금전적인 보상이 낮은 임금수준에도 불구하고 이윤을 추구하지 않는 조직에서 일하도록 하는 동기를 부여함을 지적하였다. Mosca et al. (2007)은 이탈리아의 노동시장을 경험적으로 분석하여 Handy and Katz(1998)의 주장을 뒷받침하였다. 본 연구에서는 이러한 선물교환이론에 따라 노동자의 노력지출은 임금수준과 교육훈련의 가격에 따른 노동자의 호의 선택에 따르는 것으로 가정하였다. 본 연구에서 노동자 w 의 선택 가능한 노력지출 민감도 집합 S_w 는 다음과 같다.

$$S_w = \{0.0 \quad 0.1 \quad 0.2 \quad 0.3 \quad 0.4 \quad 0.5\} \quad (11)$$

초기에는 선택 가능한 전략 간에 동일한 확률로 균등 분포를 하는 것으로 가정하나, 이후에는 학습(learning)에 의하여 노력지출 민감도를 결정한다.

한편, W_{ijw} 는 노동자가 회사로부터 지급받는 임금을 나타낸다. 식 (10)은 효율 임금 가설(efficient wage hypothesis)에 따라 개인의 노력지출은 임금의 함수임을 의미한다. 즉, 임금이 높을수록 열심히 일할 유인이 커지고, 임금이 낮을수록 그만큼 게을리 일하게 될 가능성이 높음을 반영하고 있다. 본 연구에서는 노력지출의 민감도를 노동자가 선택 가능한 전략으로 설정하여 임금을 매개로 노동자의 최대 노력지출을 유인할 수 있는지 살펴보았다. 즉, 노력지출의 생산성은 노력지출의 민감도와 임금에 의해 결정되는데, 생산성에 따라 증가하는 임금 지급 스케줄이 노동자로 하여금 열심히 일하도록 하는 유인을 제공할 수 있는가를 분석하였다. 생산성에 따라 증가하는 임금 스케줄의 대표적인 예가 현실에서 성과급이라고 한다면, 과연 성과급 제도는 노동자들이 열심히 일하는 것을 보장할 수 있는가 하는 문제를 살

펴보았다.

TC_{ij} 는 기업 j 가 신규 노동자에게 제공하는 훈련의 노동자 1인당 단위 비용을 의미하며, r_w 는 노동자 w 의 임금과 훈련비용 간의 할인율(discount rate)을 의미한다. 즉, 기업이 제공하는 훈련은 노동자 개인의 생산성 증가를 가져오고, 이것이 노동자 입장에서는 효용 증가로 인식되어 이에 대한 심리적 반응으로 노동자는 동일한 임금을 받을 때 더욱 많은 노력 지출을 하게 된다. 그러나 임금과 동일하게 1:1의 비율로 노력지출에 반영되지는 않고 임금에 비교하였을 때 r_w 의 비율로 할인하여 노력지출을 증가시킨다. 본 연구에서는 분석의 편의상 모든 노동자가 동일한 할인율 2를 가지는 것으로 가정하였다. 교육훈련을 받은 기업에서 일하다가 다른 기업으로 이직하는 경우 훈련제공이 노력지출을 유인하는 효과는 사라지는 것으로 가정하였다.³⁾

식에서 상수항을 생략한 것은 상수항의 경우 회사 고유의 생산성이나 개인 고유의 생산성 등의 항목에 포함된 것으로 보고 여기서의 노력 출을 추가적인 노력지출로 보아도 분석 결과에는 변화를 가져오지 않기 때문이다.

한편, 어떤 기업이 교육훈련에 투자하기로 결정을 하면 이는 훈련비용을 수반하는데, 교육훈련의 경우 신규 채용 인원에 대해서만 실시하는 것으로 가정한다. 따라서 교육훈련에 투자하는 기업은 신규 채용 인원만큼 추가적인 비용 지출이 발생하게 된다. 노동자의 입장에서 선택 가능한 전략이 노력 지출 민감도를 선택하는 것이라면, 기업의 입장에서 선택 가능한 전략은 교육훈련 실시 여부이다. 즉, 기업은 교육훈련을 실시하거나 실시하지 않거나 하는 두 가지 선택 가능한 전략을 가지고 있고 노동자와 마찬가지로 경험을 통하여 보다 나은 전략을 학습한다.

여러 번의 이직 경험과 더불어 여러 번의 교육훈련 경험을 가진 경우 혹은 교육

3) 호혜성(reciprocity)을 연구하는 학자들은 호혜성이 당사자들 간에만 작용하는 것이 아니라 이해관계가 없는 일반에게도 작용한다는 주장한다. 가령 우리가 누군가로부터 도움을 받았을 때 도움을 준 상대방만 아니라 모든 사람들에게 보다 관대하게 행동하는 것이 한 예가 될 수 있다. Kolm(2008, 2006), Fong(2001), Fong et al. (2006), Bowles and Gintis(2000), 최정규(2004) 등의 많은 연구들은 호혜성에는 경제적 혜택을 주고받는 당사자들 뿐 만 아니라 이러한 경제적 관계로 설명되지 않는 사회적 관계, 복지태도 등으로 확장되는 성격이 있음을 주장한다. 노사관계도 이러한 호혜적 관계에 기반하고 있다고 한다면, 교육훈련 수혜를 통해 우호적인 노사관계를 경험한 노동자는 이직 이후에도 부정적인 경험을 하지 않는 한 지속적인 행동패턴을 가질 것이라고 할 수 있을 것이다.

훈련을 제공하지 않는 기업에서 경력을 시작한 후 교육훈련을 제공하는 기업으로 이직하여 교육훈련을 받은 후 다시 교육훈련을 제공하지 않는 기업으로 이직하여 근로하는 경우 등의 다양한 교육훈련과 이직 히스토리가 존재할 수 있는데, 분석의 편의를 위해 교육훈련에 의한 숙련은 현재 고용되어 있는 기업이 교육훈련을 제공하는지와 이직 이전에 교육훈련을 제공하는 기업에서 일했던 적이 있는지, 이직 이전 교육훈련을 제공하는 기업에서 일했던 적이 있다면 그 기업의 산업과 현재의 고용되어 있는 기업의 산업 간의 기술전환거리는 얼마인지에 따라 대표될 수 있다고 가정하여 (4), (5), (6) 식 중 하나로 표현할 수 있는 것으로 가정하였다.

기업의 이윤은 기업의 생산에서 비용을 제한값으로 정의한다. 기업의 이윤을 Π_{ij} , 비용을 C_{ij} , 훈련 비용을 TC_{ij} 라고 하면, 다음과 같은 관계가 만족한다.

$$\begin{aligned}\Pi_{ij} &= Y_{ij} - C_{ij} \\ C_{ij} &= \sum_w W_{ijw} + \sum_{(w|x=0)} TC_{ij}\end{aligned}\tag{12}$$

신입 채용 노동자 1인당 훈련비용 TC_{ij} 의 경우 훈련 투자를 실시하는 모든 기업에서 동일한 것으로 간주하였다. 기업 간 생산성이 상이하므로 동일한 훈련비용을 가정하여도 훈련비용의 상대적 부담 정도는 기업마다 상이할 것이기 때문에 동일한 훈련비용을 가정하여도 결과에 큰 영향을 주지는 않을 것이다.

(3) 학습(Learning)

지금까지의 경제학 모형은 경제 주체들의 특성이 초기에 주어지면 전체 기간 동안에 동일한 특성을 유지하는 것으로 가정하였다. 가령 교육훈련에 투자하는 기업은 항상 교육훈련에 투자하고 그렇지 않은 기업은 항상 투자하지 않는 동일한 특성을 유지하는 것으로 가정하고 문제를 풀었다. 마찬가지로 임금에 얼마나 민감하게 반응하여 열심히 일하는가를 나타내는 임금에 대한 노력지출민감도도 초기특성이 그대로 유지되는 것으로 가정한다. 즉 임금에 대하여 노력지출을 크게 늘리는 특성을 가진 노동자는 동일한 특성을 계속 유지하고, 노력지출을 늘리지 않는 노동자 또한 계속해서 임금에 대하여 노력지출을 늘리지 않게 된다. 그러나 현실적으로 기

업과 노동자는 모두 현실을 학습하는 존재이므로 전체 기간 동안 이러한 특성이 변하지 않는다는 것은 비현실적인 가정이다. 적응적 기대(adaptive expectation) 혹은 합리적 기대(rational expectation)를 통해 이러한 특성을 변화시키기도 하지만, 이때 역시 다른 경제 주체들 간의 상호 작용을 통하여 자신의 기대를 수정하는 것이 아니라 미리 정해진 적응적 기대 및 합리적 기대 결정식을 통해 반영한다. 따라서 경제 주체들 간의 상호 작용이 기대 형성에 반영되지 않는다. 본 연구에서는 기초적인 인공 지능(artificial intelligence) 알고리즘을 적용하여 이처럼 경제 주체들의 속성이 변하지 않는다는 가정을 버리고, 행위자들에게 동일한 경제 행동이 반복됨에 따라 행동의 결과를 학습하는 능력을 부여함으로써 보다 현실적인 행위자를 모형화하였다.

본 연구에서 사용한 인공 지능 알고리즘은 Neugart (2008)에서 사용한 것과 같은 강화 학습(reinforcement learning) 알고리즘이다. 노동자는 임금에 대한 노력지출 민감도를 전략적으로 결정한다. 초기에 노동자는 선택 가능한 노력지출 민감도 집합 S_w 에 대하여 동일한 확률을 부여한다. 이후 노력지출 민감도 결정에 따른 보수(payoffs)를 관찰하여 확인하게 된다. 시간이 흐름에 따라 노동자는 어떠한 전략적 선택이 다른 전략적 선택보다 더 좋은 결과를 가져오게 되는지를 경험적으로 학습하게 된다. 선택 가능한 전략의 수를 nS 라고 할 때, 노동자 w 가 특정한 전략 k 를 선택할 확률은 다음과 같은 볼츠만-깁스(Boltzmann-Gibbs) 확률 측도로 나타낸다.

$$p(w, k) = \frac{e^{\lambda \cdot \text{payOffAve}(w, k)}}{\sum_{s=1}^{nS} e^{\lambda \cdot \text{payOffAve}(w, s)}} \quad (13)$$

위 식에서 $\lambda > 0$ 는 학습 모수(learning parameter)로 학습의 속도(the speed of learning)를 나타낸다. $\text{payOffAve}(w, k)$ 는 노동자 w 의 전략 k 에 대한 평균 보수이다. 특정 전략의 평균 보수가 증가하면 이러한 전략을 선택하는 노동자의 수가 증가하고 그렇지 않다면 감소한다.

기업의 경우 교육훈련 투자 결정을 선택 가능한 전략으로 사용한다. 초기에는 모두 교육훈련을 실시하지 않는 기업으로 동일한 조건에서 시작한 후 주어진 확률 모수에 따라 첫 기에 교육훈련 투자를 결정한다. 이후에는 노동자와 동일한 강화 학

습 과정을 통하여 어떠한 전략이 보다 나은 결과를 가져오는지를 경험에 의해 학습하여 매기 교육훈련 투자 결정 확률 분포를 바꾸게 된다. 노동자의 학습 과정과의 차이점은 선택 가능한 전략의 수가 교육훈련 투자를 실시함과 실시하지 않음 두 가지뿐이라는 것이다.

(4) 임금 제안 및 고용 계약의 성립

기업의 이윤은 모두 고용을 증가시키는 데 사용된다고 가정한다. 즉, 초기인 0기에 생산 활동을 마친 후 이윤은 초기의 부존자원에서 비용을 제외한 자본 보유와 합쳐져서 차기의 생산 활동을 위한 노동자를 고용하는 데 사용된다. 기업의 임금 제안과 노동자의 고용 과정이 끝난 후 남은 자본은 그대로 회사의 보유 자본이 되어 차기의 임금 제안과 고용 과정을 위한 자본으로 사용된다. 따라서 $t+1$ 시점에 산업 i 에 속한 기업 j 가 보유하고 있는 현금 자본액 $M_{ij,t+1}$ 은 다음과 같은 과정을 따른다.

$$M_{ij,t+1} = M_{ij,t} + \Pi_{ij,t} \quad (14)$$

생산 활동을 마친 직후 기업은 차기 생산을 위한 노동자를 고용하기 위하여 원하는 노동자에 대한 임금 제안 과정을 시작한다. 기업의 임금 제안은 다음과 같은 일정의 마크업 (markup) 을 만족하도록 임금을 제안한다고 가정한다.

$$Markup_{ij} = \frac{y_{ijw,t} - W_{ijw,t}}{y_{ijw,t}} \quad (15)$$

기업 j 의 마크업 $Markup_{ij}$ 도 기업의 고유 특성으로서 시간과는 무관하게 일정한 값을 유지한다.

기업 j 는 해당 기업에 종사한 노동자들의 생산성을 확인하고 위 식 (15)를 만족하도록 차기의 임금 $W_{ij,t+1}$ 을 해당 노동자에게 제안한다. 이때 교육훈련 비용은 마크업에 포함되지 않는다. 교육훈련을 마크업에 포함시킬 경우 교육훈련 비용 또한 마크업에 의해 보상받으므로 교육훈련을 실시하는 전략과 실시하지 않는 전략

간의 차별성이 사라지기 때문이다.

한편, 기업이 교육훈련에 투자할 때 직면하는 가장 큰 위험은 막상 교육훈련을 시킨 노동자가 동일한 산업의 타 기업으로 이직하는 경우이다. 즉, 교육훈련에 투자하는 기업은 항상 타 기업으로부터의 빼어가기(poaching) 위험에 직면하게 된다. 현재의 모형에서 이러한 위험은 동일한 산업을 비롯하여 모든 기업 간에 존재하게 된다. 단, 동일 산업일수록 그리고 기술적으로 유사한 산업일수록 이러한 빼어가기의 위험은 커진다.

기업과 노동자의 고용 계약 갱신, 구인과 구직 과정은 다음과 같은 순차적인 과정을 따르도록 하였는데, Dawid et al. (2009, 2008)의 매칭 알고리즘(matching algorithm)을 변형하여 다음과 같은 순차적인 계약 갱신 및 고용 과정이 발생하게 하였다.

- ① 기업과 기존에 고용된 노동자 간의 계약 갱신
- ② 임금 제안을 포함한 기업의 빈 일자리 공시
- ③ 구직 중인 노동자의 빈 일자리 지원
- ④ 지원자 중에서 기업의 채용자 결정
- ⑤ 구직 실패자 중 현재 고용 상태인 노동자들의 계약 갱신
- ⑥ 실업자의 지원
- ⑦ 지원자 중에서 기업의 채용자 재결정

각 과정을 살펴보면 다음과 같다.

① 계약 갱신

기업과 기존에 고용된 노동자 간에 우선적으로 고용 계약 갱신이 이루어진다. 기업은 기존에 고용된 노동자들의 생산성에 근거하여 다음과 같은 식에 의하여 임금을 제안한다.

$$Offerwage_{ijw} = (1 - Markup_{ij})y_{ijw,t} \quad (16)$$

한편, Pissarides and Wadsworth(1994), Black(1981), Rosenfeld(1977)의 연

구 결과에 따라 현재 고용된 노동자의 10%가 구직을 하는 것으로 가정하였다 (Dawid et al., 2009). 즉, 현재 고용된 노동자의 10%는 현재 고용된 기업의 임금 제안을 받아들이지 않고 타 기업의 임금 제안을 살펴보고 현재 기업의 임금 제안과 비교한다. 즉 기존의 노동자 중 무작위로 10%를 선택하여 이들은 기존 고용주의 임금제안을 그대로 수용하여 재계약을 하지 않고 타 기업의 임금제안과 비교하여 기존 고용주의 임금제안이 높으면 기존 고용주와의 재계약을 선택하고 그렇지 않으면 이직을 결정하고 타기업의 빈일자리에 지원하게 된다. 이때 타기업의 빈일자리 보다 지원자가 많아 이직에 실패한 경우 기존 고용주와 재계약하게 된다.

② 기업의 빈 일자리 공시

기업은 기존 고용된 노동자와의 재계약이 끝난 이후 빈 일자리를 공시하고 지원하고자 하는 구직자들에게 임금을 제안한다. 이때 빈 일자리의 채용 과정은 동일 산업 내 구직 노동자의 이직 프로세스가 우선한다. 즉, 빼어가기 과정이 먼저 발생 하는 것으로 가정하였다. 이때 기업의 임금 제안은 다음과 같은 결정식을 따른다.

$$Offerwage_{ijw} = (1 - Markup_{ij})\widehat{y_{ijw}} \quad (17)$$

$\widehat{y_{ijw}}$ 은 기업 j 에서의 노동자 w 에 대한 이번 기 생산성 추정치를 나타낸다. 노동자와 기업의 생산성은 해당 노동자와 기업 간에만 완전한 정보인 것으로 가정하였다. 따라서 외부의 다른 기업은 알려진 사실들에 기초하여 노동자의 생산성을 추정함으로써 이에 해당하는 임금을 제안한다. 자신의 기업에서 생산 활동을 하지는 않았지만 동일한 산업에서 근로한 노동자들에 대해 기업은 다음과 같은 규칙에 따라 생산성을 추정한다.

먼저, 교육훈련을 받은 후 계속 근무하고 있는 노동자에게는 다음과 같은 식에 의해 추정된 생산성에 근거해 임금을 제안한다.

$$\widehat{y_{ijw}} = [E_{0ij}(1 - \delta_{ij})^{x_{iw}} - (a_{1ij})x_{iw}^2 + 40a_{1ij}x_{iw}] / d_{ij} + R_{ij} + \overline{A_{iw}} + \overline{F_{iw}} \quad (18)$$

위 식에서 $\overline{A_{iw}}$ 는 해당 산업의 개인 능력치의 평균값, $\overline{F_{iw}}$ 는 해당 산업의 노력

지출의 평균값이다. t 기에 i 산업의 j' 기업에 고용되어 있는 노동자 w 에게 동일한 산업의 기업 j 는 빼어가기 위해 임금을 제안한다. 그러나 기업 j 는 노동자 w 와 직접적인 고용 관계에 있지 않으므로 실현된 생산성 중 개인의 능력치와 노력지출의 실현값을 알 수 없기 때문에 추정된 생산성에 의해 임금을 제안한다. 개인의 능력치와 노력지출의 실현값은 기업 j 에게는 알려져 있지 않은 정보이므로 해당 산업의 개인 능력치의 평균값 $\overline{A_{iw}}$ 와 산업 노력 지출의 평균값 $\overline{F_{iw}}$ 에 근거해 임금을 제안한다.

한편, 교육훈련을 받지 않고 계속 근무하고 있는 경우는 다음과 같은 식에 따라 임금 제안을 위한 생산성을 추정한다.

$$\widehat{y_{ijw}} = [-a_{1ij}x_{iw}^2 + 40a_{1ij}x_{ij}]/d_{ij} + R_{ij} + \overline{A_{iw}} + \overline{F_{iw}} \quad (19)$$

여러 번의 이직 경험과 함께 복수의 교육훈련 경험을 가진 경우들 혹은 교육훈련을 경력의 최초 시점이 아닌 중간에 받은 경우에도 산업 특수적 숙련으로의 전환 과정에서 식 (18)로 대표될 수 있다고 가정하였다.

③ 고용 상태인 구직자의 빈 일자리 지원

이렇게 동일 산업의 노동자들을 대상으로 기업들의 임금 제안이 끝나면, 주어진 임금 제안 중에서 노동자들은 어떠한 기업에 이직 지원을 할 것인지를 결정한다. 이때 노동자들이 지원을 결정하는 원칙은 현재 기업의 제안 임금보다 높은 임금을 제안하는 기업에는 모두 지원하는 것이다.

그러나 임금 제안을 받지 못하였거나 제시받은 임금이 현재 고용된 기업의 임금 제안에 미치지 못하는 구직 노동자들은 이 과정에서 현재 고용된 기업의 채용 여력이 있을 경우 재계약한다.

④ 기업의 채용 결정

기업은 지원자의 리스트를 검토하여 생산성이 높은 노동자 순으로 채용한다. 즉, 높은 임금을 제안한 노동자를 우선적으로 채용한다. 이 과정에서 기업이 채용하는 고용량은 기업이 보유하고 있는 현금 한도에 의존한다. 즉, 현재 가용 현금 보유량 내에서 채용할 수 있는 최대 한도까지 고용을 늘린다.

⑤ 구직 실패 노동자의 재계약

위의 고용 과정에서 다른 기업에 채용되지 않은 구직 노동자들은 현재 고용되어 있는 기업에 고용 여력이 있을 경우 재계약한다. 그러나 고용 여력이 없는 경우 실업 상태가 된다.

⑥ 실업자의 지원

현재 실업 상태인 이들은 취업을 위하여 현재까지 채워지지 않은 빈 일자리에 지원한다. 지원하는 기업 수에는 일정한 한도가 있는 것으로 가정하였다. 본 연구에서는 임의의 10개 기업을 컨택하여 지원하는 것으로 설정하였다. 이때 실업자 w 가 i 산업의 기업 j 에 지원하는 데 있어 이전에 k 산업의 한 기업에서 교육훈련을 받은 경험이 있으면 다음과 같은 식에 의해 추정된 생산성에 의거하여 임금을 제안한다.

$$\widehat{y}_{ijw} = \frac{[E_{0ij}(1 - \delta_{ij})^{x_{iw}} - a_{1ij}x_{iw}^2 + 40a_{1ij}x_{iw}]}{d_{ij}s_{ik}} + R_{ij} + \overline{A_{kw}} + \overline{F_{kw}} \quad (20)$$

위 식에서 s_{ik} 는 지원하는 기업의 산업 i 와 산업 k 간의 기술 전환 거리를 나타내고, $\overline{A_{kw}}$ 는 산업 k 에 종사하는 개인 능력치의 평균값, $\overline{F_{kw}}$ 는 산업 k 에 종사하는 개인의 노력 지출 평균값이다.

한편, 교육훈련 경험이 없으면 다음과 같은 식에 의해 생산성을 추정한다.

$$\widehat{y}_{ijw} = \frac{[-a_{1ij}x_{iw}^2 + 40a_{1ij}x_{iw}]}{d_{ij}s_{ik}} + R_{ij} + \overline{A_{kw}} + \overline{F_{kw}} \quad (21)$$

⑦ 지원자 중에서 기업의 채용자 재결정

기업은 지원자의 리스트를 검토하여 이전과 동일하게 생산성이 높은 노동자 순으로 채용한다. 즉, 실업자 중에서 생산성이 높다고 추정되는 이들을 먼저 채용한다. 이 과정에서도 기업이 채용하는 고용량은 기업이 보유하고 있는 현금 한도에 의해 제한받는다.

3. 시뮬레이션 결과

앞에서 설명한 기업의 생성과 소멸, 노동자의 은퇴와 새로운 진입, 생산, 임금제안과 수락을 통한 고용계약의 성립이 모두 끝마쳤을 때 경제가 하나의 순환주기를 마쳤다고 할 수 있고 이러한 순환주기를 t 로 나타냈을 때, $t=0$ 에서 시뮬레이션을 시작하여 $t=200$ 까지 수행하였다. 또한 결과의 우연성을 제어하기 위해 100번 반복 수행하였다.⁴⁾ 시뮬레이션 프로그램은 Wilensky(1999)의 Netlog 5.3을 사용하여 작성하였다.⁵⁾

(1) 기본모형(baseline model)의 결과

〈Figure 2〉는 기본모형의 결과를 정리한 것이다. 기본모형은 학습속도가 0.5이고 초기교육훈련투자기업의 비율이 50%, 훈련비용은 10인 모수값을 갖는 모형이다.

시간 추이에 따른 기업 수의 변화를 살펴보면 교육훈련 투자 기업의 수가 빠르게 감소하여 t 가 100을 초과하는 구간에서 지속적으로 감소하는 추세이기는 하지만 감소률이 낮아져 안정화되었다. 즉 단기적으로 교육훈련투자는 열등한 전략이지만 일부기업에게는 장기적으로도 살아남을 수 있는 전략이었다.⁶⁾ 이는 본 연구와 같은 불완전 경쟁 시장에서 훈련은 기업 특수적인 성격뿐만 아니라 일반적인 훈련의 성격을 가지고 있음에도 불구하고 노동자가 임금 삭감을 통하여 훈련비를 부담하지 않고도 훈련 투자 전략이 일부 기업에게는 수익성이 있는 전략임을 보여 주고 있다.

총생산을 보면 초기에 동일한 수의 기업이 있었음에도 불구하고 오히려 교육훈련비투자 기업이 차지하는 생산의 비중이 2배가량 높아졌다. 그러나 교육훈련에 투자하지 않는 기업의 비중이 2배정도 높음을 고려한다면 개별 기업의 평균생산량은 교

4) 시뮬레이션 모형의 행위 과정을 개략적으로 설명하는 가코드(Pseudocode)는 〈Figure A1〉을 참조하라.

5) 프로그램 코드는 저자에게 이메일로 요청할 수 있다.

6) 본 연구에서 단기와 장기의 구분은 단지 기간 상의 장단을 의미하는 것으로 모형의 초기와 전체기간을 지칭하는 것이다. 따라서 경제학에서 자본스톡의 변경가능여부에 따라 정의하는 단기 및 장기와는 다른 개념이다.

육훈련 투자기업이 시간이 지남에 따라 높아지는 경향이 있음을 알 수 있다.

이윤은 교육훈련투자기업이 비투자기업에 비해 월등히 높은 경향을 보였다. 교육훈련투자기업의 이윤은 초기에 급속히 상승하다가 점차 둔화되기는 하였지만 지속적으로 평균이윤이 상승하는 경향을 보였다. 반면 교육훈련비투자기업의 경우 초기에 평균이윤이 하락하다가 이후 안정화되는 추이를 보여주었다.

한편, 교육훈련투자기업 비중의 추이를 생산성이 상대적으로 높은 5개의 고생산성산업과 상대적으로 낮은 5개의 저생산성산업으로 나누어 살펴보았는데, 50기 정도까지는 고생산성산업에서 교육훈련투자기업의 비중이 다소 낮았으나 그 이후에는 고생산성산업에서 교육훈련투자기업의 비중이 저생산성산업에 비해 상대적으로 높았으며 그 격차는 시간이 지남에 따라 증가하는 추이를 보여주었다. 그러나 고생산성산업과 저생산성 산업 간의 교육훈련투자기업 비중의 격차는 크지 않았으며 두 산업부문 모두 시간이 지남에 따라 교육훈련투자기업의 비중이 감소한다는 결과에는 변함이 없었다.

고용규모는 교육훈련 투자 기업의 경우 초기에 일시적으로 고용규모가 감소하였다가 이후 급속히 늘어나는 경향을 보였다. 즉, 소수의 기업이 생산량과 고용규모를 급속히 증가시키는 경향을 보여주고 있다. 이는 소수의 대기업과 다수의 중소기업으로 기업 규모가 분포하는 멱함수의 법칙(power-law of distribution)이라는 정형화된 사실(stylized fact)에 부합하는데, 이를 통해 기업의 교육훈련 투자를 통한 생산성 증대가 이러한 법칙의 하나의 원인으로 작용할 수 있음을 시사하고 있다.

마크업의 경우 평균 50%에서 시작하여 45% 정도에서 장기적인 안정이 이루어지는 것으로 나타났다. 교육훈련 비투자 기업의 경우에는 45% 정도에서 초기부터 안정화되는 모습을 보여 마크업의 전체 평균은 기업의 다수를 차지하는 이들 교육훈련 비투자 기업에 달려 있었다. 한편, 교육훈련 투자 기업의 경우 초기에 매우 높은 마크업 비율을 보이다가 차츰 낮아지는 경향을 보였다. 초기의 높은 마크업 비율은 교육훈련 투자 기업이 생존하기 위해서는 생산성이 높은 노동자를 채용하여 교육시킨 후 교육훈련 비투자 기업보다 임금을 억제하면서 성장해야 함을 의미한다고 해석할 수 있다. 이는 임금 압축(wage compression)이 교육훈련 투자의 존재를 위해 필수적이라는 Acemoglu and Pischke (1999a)의 주장과 부합한다. 이는 임금과 연결하여 살펴보아야 하는데, 임금의 경우 교육훈련 투자 기업에서 훨씬 높은 임금을 지급하는 것으로 나타났다. 하지만 이러한 높은 임금 지급은 교육훈련 투자

기업의 마크업이 낮아서 높은 임금을 지급하는 것이 아니라 오히려 생산성이 높은 노동자들이 교육훈련을 실시하는 기업으로 이직하여 고용되기 때문으로 볼 수 있다. 즉, 교육훈련 투자 기업에서 일하는 노동자들의 임금이 더 높으나 생산물 중에서 임금으로 가져가는 비율은 더 적다. 즉, Acemoglu and Pischke (1999a)가 주장하는 임금 압축이 교육훈련 투자 기업의 성장에 필수적이라는 것을 의미한다. 시뮬레이션 후반기에 마크업이 낮아지는 것은 본 모형의 경제가 인구가 성장하지 않는 경제이므로 노동 공급의 제약이 성장을 제약하기 때문에 생산성이 높은 노동자를 채용하기 위한 경쟁 과정에서 발생하는 것으로 해석할 수 있다.

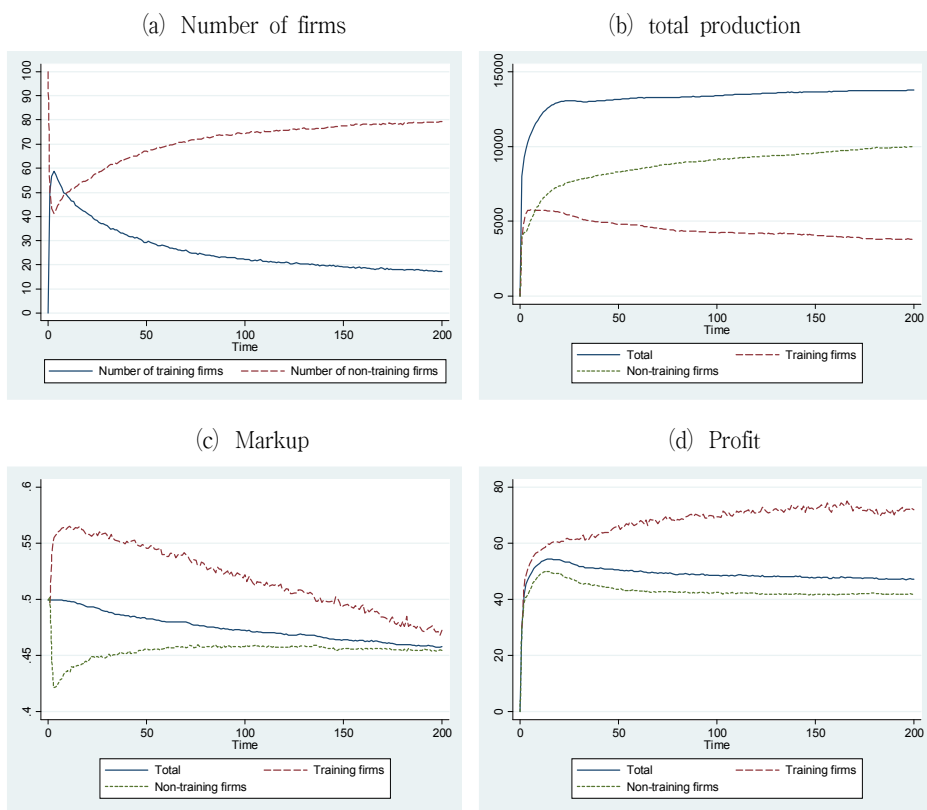
임금의 표준 편차는 교육훈련 투자 기업이 더 높은 경향을 보였는데, 이는 교육훈련 투자 기업에 고용되어 있는 노동자들의 생산성이 더 높아 발생하는 것으로 볼 수 있다.

가장 흥미로운 사실은 노동자의 노력 지출 민감도 결정 전략의 경향이다. <Figure 2>의 (i)를 보면 교육훈련 투자 기업과 비투자 기업 간의 차이는 없는 것으로 볼 수 있었다. 모형에서 노력 지출 민감도를 높이면 높일수록 임금이 높아질 것이므로 학습을 허용한 본 모형에서 갈수록 노력 지출 민감도 수준이 높아질 것으로 예상할 수 있는데, 결과는 시뮬레이션 전 기간을 통해서 일정한 비율이 유지되고 있으며, 그 값은 노력 지출 민감도 전략의 평균값인 0.25 정도였다. 격차는 매우 적지만 오히려 교육훈련에 투자하지 않는 기업에 일하는 노동자들이 좀 더 열심히 일하는 경향이 나타났다. 그 원인을 살펴보기 위해 각 전략의 빈도수를 추적하였는데, 결과는 모든 노력 지출 민감도 전략이 동일한 확률로 계속 발생하고 있음을 알 수 있었다.⁷⁾ 결국 노력 지출 민감도 전략 중 어떠한 것도 장기적으로 우월하지 않았다. 그 이유는 개인의 숙련도가 지속적으로 성장하기 때문인 것으로 추측된다. 앞에서 살펴본 강화 학습 알고리즘은 과거의 시행착오를 거쳐 가장 수익이 높았던 전략을 찾아가는 과정이다. 그러나 개인의 숙련 상승에 의한 생산성 증가는 임금 증가를 수반하기 때문에 실제로 우월하지 않은 전략을 실험적으로 사용하는 것이 임금의 하락을 반드시 수반하지는 않기 때문이다. 즉, 임금이 지속적으로 상승하고

7) 이것을 학습 방식의 오류로 의심할 수 있다. 즉, 초기에 무작위로 할당된 전략의 시뮬레이션이 마지막까지 그대로 유지되는 것으로 볼 수 있을 것이다. 그러나 노동자들의 노력 지출 민감도 전략의 변화를 개별적으로 추적하였을 때 각 개인의 전략은 끊임없이 변하고 있음을 확인하였다.

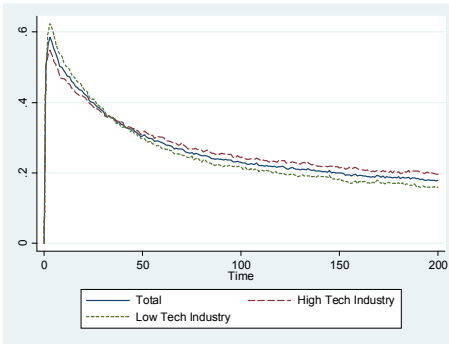
있는 상황에서 강화 학습 전략은 어떠한 우월한 단일 전략을 식별해 내지 못하고 끊임없이 전략을 반복적으로 실험하게 만드는 것이다. 이러한 결과가 시사하는 바는 성과에 따라 임금을 연동하는 경우에도 노동자의 최대노력지출을 유인하지 못할 가능성이 크다는 것이다. 노동자의 노력 지출 민감도를 높이기 위해서는 생산성 중에서 노력 지출에 연동되는 임금 부분의 격차가 숙련 증가 격차보다 커야 가능할 것인데, 이는 노력 지출 민감도가 1보다 클 것을 요구하기 때문이다.⁸⁾

〈Figure 2〉 Results of baseline model(learning speed=0.5, initial proportion of firms that invest in education and training=50%, training cost=10)



8) 그러나 이러한 결과가 본 연구에서 사용한 강화학습알고리즘의 한계에 기인할 수도 있다. 강화학습알고리즘은 인공지능(artificial intelligence) 알고리즘의 하나에 불과하므로 다양한 알고리즘의 적용을 통하여 확인해볼 필요가 있을 것이다. 다양한 인공지능 알고리즘을 적용하여 기업과 노동자 간의 선물교환관계를 잘 설명할 수 있는 지 비교하여 보는 것도 의미 있는 연구가 될 것이다.

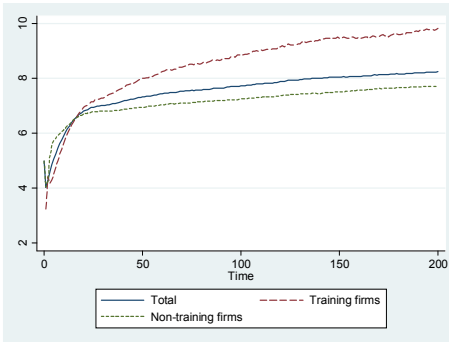
(e) proportion of firms that invest in education and training



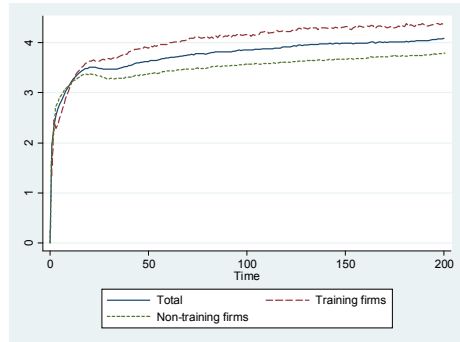
(f) employment per firm



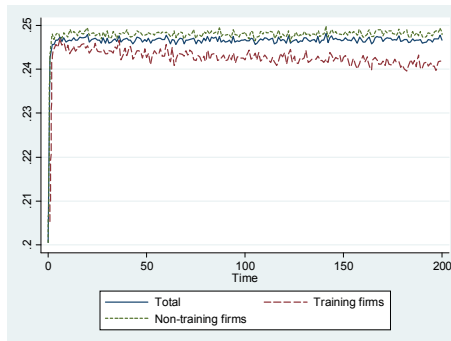
(g) Wages



(h) S. D. of wages



(i) Sensitivity of effort expenditure



(2) 교육훈련 투자기업의 비중변화 효과

시뮬레이션 기법의 장점 중 하나는 모수(parameter) 값들을 다양하게 변화시키면서 특정 모수값의 변화에 따라 모형의 결과가 어떻게 바뀌는지 관찰할 수 있다는 것

이다. 본 연구에서는 먼저 교육훈련 투자 기업의 초기 비중을 달리함에 따라 경제적 성과들이 어떻게 달라지는지를 기본 모델과 비교하면서 분석해 보았다. <Table 1>은 교육훈련 투자 전략을 사용하는 기업의 초기 비중을 25%, 75%로 변화시켰을 때 기본 모형인 50%와 어떻게 달라지는가를 정리한 것이다.

<Table 1> Effects of Change in the Proportion of Education and Training Investment Firms

Variables		25		50		75	
		mean	s. d.	mean	s. d.	mean	s. d.
GDP	total	13,340	1,349.53	13,186	1,377.48	13,212	1,465.18
	training investment firms	4,682	1,225.97	4,452	1,359.20	4,725	1,628.42
	non-training firms	8,658	1,518.63	8,734	1,632.08	8,487	1,719.71
Proportion of training investment firms	total	0.31	0.1099	0.27	0.1061	0.24	0.0923
	high productivity industry	0.32	0.1092	0.28	0.1058	0.25	0.0954
	low productivity industry	0.29	0.1307	0.26	0.1246	0.24	0.1070
Markup	total	0.47	0.0197	0.47	0.0224	0.48	0.0194
	training investment firms	0.53	0.0507	0.52	0.0510	0.50	0.0446
	non-training firms	0.44	0.0260	0.45	0.0245	0.47	0.0201
Wages	total	7.61	0.8779	7.53	0.8884	7.50	0.8686
	training investment firms	8.41	1.6523	8.50	1.5816	8.71	1.3833
	non-training firms	7.30	0.6646	7.15	0.7625	6.95	0.8306
S. D. of Wages	total	3.74	0.5164	3.74	0.5000	0.27	0.4870
	training investment firms	4.13	0.7412	4.02	0.6434	0.28	0.6323
	non-training firms	3.44	0.4407	3.49	0.4496	0.26	0.4776
Sensitivity of effort expenditure	total	0.25	0.0061	0.25	0.0061	0.25	0.0062
	training investment firms	0.24	0.0102	0.24	0.0106	0.24	0.0103
	non-training firms	0.25	0.0070	0.25	0.0070	0.25	0.0072

총생산의 경우에는 초기값에 따른 차이가 거의 없는 것으로 나타났다. 마크업, 임금, 임금의 불평등도, 노력지출 민감도 모두 초기 교육훈련투자기업의 비율에 의존하지 않는 것을 확인할 수 있었다. 다만 교육훈련투자기업의 비율은 초기에 교육훈련투자전략을 사용하는 기업이 증가할수록 오히려 장기적으로 교육훈련에 투자하는 기업이 감소하는 것으로 나타났다. 초기에 교육훈련투자를 사용하는 기업의 증가는 오히려 교육훈련에 투자하는 기업이 초기에 생존할 가능성을 낮추어 장기적으로 생존하는 기업이 오히려 줄어드는 것으로 추정된다. 즉 교육훈련투자 기업은 교

육훈련투자를 통하여 노동자에게 높은 임금을 지급하고, 이러한 비용을 상쇄하는 높은 마크업을 통한 임금압축과 더불어 고용규모를 증가시키는 것이 장기적으로 중요한데 교육훈련에 투자하는 기업의 증가는 이러한 기업 간의 경쟁을 격화시켜 장기적으로 오히려 기업교육훈련 투자기업 비중을 감소시키는 결과를 가져오는 것으로 보인다.⁹⁾ 이는 일시적으로 교육훈련 투자를 정부가 강제한다 하더라도 장기적으로는 별다른 효과가 없을 것임을 시사한다.

(3) 학습의 효과

다음은 학습의 효과를 살펴보았다. <Table 2>는 학습의 속도를 각각 1.0, 0.1, 0.0으로 바꾸었을 때 시뮬레이션 결과가 어떻게 달라지는 가를 나타내고 있다. 학습속도가 0.5인 <Table 1>에서 교육투자 기업의 초기비중이 50인 경우의 결과와 비교할 수 있다. $\lambda = 0$ 은 학습이 발생하지 않는 경우를 나타낸다. 즉 학습을 적용하지 않은 경우로 초기 이외에는 매 기에 주어진 전략 중에서 무작위로 하나의 전략을 선택하는 경우를 의미한다.

총생산의 경우 학습의 속도가 빠를수록 오히려 더 낮아졌고 교육훈련 투자기업의 비중은 학습의 속도가 낮을수록 더 높아졌다. 이로부터 교육훈련 투자기업의 비중 증가는 사회의 생산수준을 증가시킨다는 사실을 추론할 수 있다. 또한 학습의 속도가 빨라질수록 사회의 총생산이 감소한다는 사실은 장기적으로 보았을 때 교육훈련 투자 기업의 증가는 사회적으로 바람직하지만, 단기적으로는 경쟁에서 불리함을 의미한다. 즉, 학습의 속도가 빠를수록 경쟁 환경에 빠르게 적응하기 때문에 그만큼 교육훈련 투자 전략의 수익성이 약화된다. 임금도 총생산의 경우와 마찬가지로 학습의 속도가 낮을 때 가장 높다. 임금 불평등도도 이때 가장 높아진다. 학습속도

9) 한편 이러한 결과는 본 연구의 모형이 교육훈련 투자에 의한 인적자본이 시간이 흐름에 따라 감소하는 감가상각만이 발생하는 것으로 가정하였기 때문으로도 볼 수 있다. 교육훈련에 의해 증가한 인적자본역시 경력과 더불어 상승하다가 정점을 지나 감소하는 형태로 가정하여 시뮬레이션을 할 경우 본 연구에서 제시한 결과와는 달리 장기적인 교육훈련투자기업의 비중은 초기 비중에 민감하지 않은 것으로 나타났다. 즉 교육훈련투자에 의한 수익 회수가 빠를수록 초기의 교육훈련 투자기업 간 경쟁으로 장기적인 비율에 영향을 미치는 반면 수익 회수가 장기간에 걸쳐 발생할수록 장기적인 비율에는 영향을 주지 않는 것으로 나타났다. 교육훈련투자에 따른 인적자본의 경력경로에 대한 경험적인(empirical) 후속연구를 통하여 어떠한 가정이 타당한지 향후 검토할 필요가 있다고 할 수 있다.

가 빠를수록 교육훈련 투자기업에 불리하다는 결과는 인터넷과 빅데이터 기술 등 정보통신 기술의 발달이 시장이 보다 완전경쟁에 가깝도록 함으로써 교육훈련투자 기업에 불리하게 작용함을 시사한다고 할 수 있다. 이는 또한 정보통신기술의 발달이 반드시 사회의 생산성을 늘리는 바람직한 방향으로만 작용하는 것은 아님을 의미하고 있다.

〈Table 2〉 Effects of Learning

Variables		$\lambda = 1.0$		$\lambda = 0.1$		$\lambda = 0.0$	
		mean	s. d.	mean	s. d.	mean	s. d.
GDP	total	13,357	1,365.99	14,159	1,562.72	14,685	1,704.29
	training investment firms	4,607	1,494.29	6,668	1,397.40	7,358	1,470.66
	non-training firms	8,751	1,681.93	7,491	1,277.70	7,328	1,469.96
Proportion of training investment firms	total	0.27	0.1080	0.40	0.0662	0.50	0.0619
	high productivity industry	0.28	0.1067	0.41	0.0795	0.50	0.0799
	low productivity industry	0.26	0.1274	0.39	0.0852	0.50	0.0818
Markup	total	0.47	0.0207	0.49	0.0182	0.50	0.0176
	training investment firms	0.53	0.0508	0.50	0.0344	0.50	0.0271
	non-training firms	0.45	0.0231	0.48	0.0249	0.50	0.0273
Wages	total	7.61	0.8625	7.95	0.9994	8.20	1.0945
	training investment firms	8.54	1.5424	8.80	1.4095	8.25	1.1781
	non-training firms	7.24	0.7229	7.27	0.8224	8.09	1.1886
S. D. of Wages	total	3.75	0.4892	3.98	0.5714	4.06	0.5585
	training investment firms	4.05	0.6915	4.31	0.6681	4.08	0.5568
	non-training firms	3.50	0.4339	3.51	0.4773	3.98	0.6145
Sensitivity of effort expenditure	total	0.25	0.0060	0.25	0.0061	0.25	0.0061
	training investment firms	0.24	0.0106	0.24	0.0087	0.25	0.0080
	non-training firms	0.25	0.0070	0.25	0.0076	0.25	0.0082

(4) 교육훈련 비용 변화의 효과

한편 교육훈련비용이 낮아진다면 교육훈련에 투자하는 전략이 기업들에게 우월한 전략이 될 가능성이 있을 것이다. 이를 살펴보기 위해 다른 조건은 기본모형과 동일하게 유지하되 훈련비용만 10에서 5로 낮아지거나 15로 증가하였다고 가정했을 때 어떠한 효과가 발생하는지를 살펴보았는데, 〈Table 3〉은 이를 정리한 것이다. 이때 훈련비용이 변화한다는 것은 더 낮은 비용 혹은 더 높은 비용으로 동일한

훈련을 제공하는 것을 의미한다. 훈련비용의 변화가 생산성의 변화를 가져오지 않기 때문이다. 이때 노동자의 노력 지출은 노력 지출 민감도와 임금의 곱으로 나타나므로 양질의 훈련을 저렴한 비용으로 제공하였을 때 감소하게 되는데, 이는 본 연구에서 개인의 노력지출은 임금과 훈련의 질이 아닌 가격의 함수이기 때문이다. 따라서 훈련비용의 감소는 기업의 비용을 낮추어 이윤을 증가시키는 요소로 작동하지만, 노동자의 노력 지출을 줄여 이윤을 낮추는 요소로도 작동한다. <Table 3>의 결과들을 다시 <Table 1>에서 교육투자 기업의 초기비중이 50인 기본 모형의 결과와 비교해보면, 먼저 훈련비가 5로 줄었을 때 총생산의 경우 7.1%가 늘어 결과적으로 총생산이 늘고 경제의 효율성이 증가하는 것으로 나타났다. 임금과 임금 불평등도도 증가하였다. 주목할 만한 것은 교육훈련 투자 기업 비중의 변화이다. 훈련비가 10일 때 27%의 기업이 교육훈련 투자 전략을 사용한 반면, 훈련비가 5일 때는 52%의 기업이 교육훈련 투자 전략을 사용하였다. 즉 훈련투자의 비용이 낮은

<Table 3> Effects of Change in Education and Training Costs

Variables		training cost = 5		training cost = 15	
		mean	s. d.	mean	s. d.
GDP	total	14,126	1,493.71	12,776	1,262.82
	training investment firms	8,602	1,560.33	2,622	1,111.92
	non-training firms	5,524	1,481.36	10,154	1,552.89
Proportion of training investment firms	total	0.52	0.0982	0.16	0.0975
	high productivity industry	0.53	0.0956	0.16	0.0945
	low productivity industry	0.52	0.1252	0.15	0.1135
Markup	total	0.47	0.0235	0.48	0.0194
	training investment firms	0.50	0.0338	0.49	0.0731
	non-training firms	0.44	0.0302	0.47	0.0192
Wages	total	8.10	0.9881	7.26	0.8048
	training investment firms	8.61	1.3038	8.65	1.8065
	non-training firms	7.48	0.8328	6.98	0.7017
S. D. of Wages	total	3.82	0.5166	3.67	0.4890
	training investment firms	3.95	0.5682	4.28	0.8214
	non-training firms	3.49	0.4639	3.42	0.4319
Sensitivity of effort expenditure	total	0.25	0.0061	0.25	0.0062
	training investment firms	0.25	0.0078	0.24	0.0142
	non-training firms	0.25	0.0087	0.25	0.0067

반면 훈련으로부터 얻는 이득이 충분하여 교육훈련 투자비용을 단기에 회수가능하다면 교육훈련투자전략을 구사하는 기업의 비중이 더 높을 수도 있음을 보여주었다.

한편, 훈련비가 15일 경우에는 총생산은 기본모형과 비교하여 3.1% 감소하고 교육훈련 투자 기업 비중은 16%로 감소하였다. 이는 훈련비용이 낮을수록 초기의 교육훈련 투자 전략 수익성이 향상된다는 것을 다시 한 번 보여준다.

(5) 훈련비 지원

마지막으로 정부가 훈련비의 일부를 지원하는 경우의 효과를 살펴보았다. 실제 유럽을 비롯한 많은 국가들이 적극적 노동 시장 정책의 일환으로 기업의 재직자 향상 훈련을 지원하고 있으며, 우리나라 또한 다양한 형태로 기업의 재직자 훈련을 지원하고 있다. 기본 모형에서는 기업의 훈련 비용을 10으로 설정하였는데, 이는 모형에서 초기 임금의 2기에 해당하는 금액이다. 이러한 훈련비의 부담이 전체적인 결과에 큰 영향을 주었을 가능성이 높다. 이에 이러한 부담을 1/2 수준으로 줄여 정부가 50%를 부담하고 기업이 노동자 한 명당 훈련비용으로 5를 쓰는 경우와 정부가 90%의 훈련비용을 부담하고 기업이 단지 10%의 훈련 비용을 부담하는 경우를 모의실험하였다.

〈Table 4〉의 결과를 보면, 총생산은 정부가 훈련비용의 50%를 부담할 경우 11.5%의 생산성 증가효과가 있었다. 교육훈련 투자기업의 비중은 29%p 증가하였다. 노동자의 임금과 임금불평등도도 증가하였다. 정부가 훈련비용의 90%를 부담할 경우에는 16.8%의 생산성 증가효과가 있었다. 교육훈련 투자기업의 비중은 49%p 증가하였다.

훈련비용이 감소하는 경우와 정부가 훈련비의 일부를 부담하는 경우를 회사의 부담금액을 기준으로 비교해 보면, 정부가 일부를 분담하는 경우가 효과가 보다 큰 것으로 나타났다. 훈련비 감소에서는 높은 임금지급을 통하여 노동자의 노력지출을 늘리는 기업의 이득이 훈련비 감소를 통한 교육훈련투자기업의 상대적 불이익보다 크지만, 정부가 훈련비의 일부를 보존할 경우 기존의 교육훈련투자기업을 보호하면서 높은 임금을 노동자들에게 지급하는 기업도 생존할 수 있는 가능성을 동시에 높이기 때문으로 이해할 수 있다. 결과적으로 훈련비용의 사회화는 궁극적으로 사회

의 효율성을 높이는 방향으로 작동할 가능성이 높다. 이 과정에서 저소득층에 대한 직업훈련을 병행한다면 교육훈련의 사회화는 경제적 효율성과 형평성이라는 두 가지 목표 추구에 긍정적인 방향으로 작용할 것이다.

〈Table 4〉 Effects of Support for Training Expenses

Variables		50% support		90% support	
		mean	s. d.	mean	s. d.
GDP	total	14,703	1,632.82	15,396	1,757.71
	training investment firms	9,734	1,742.54	13,047	1,858.49
	non-training firms	4,969	1,327.87	2,349	803.53
Proportion of training investment firms	total	0.56	0.0911	0.76	0.0716
	high productivity industry	0.57	0.0929	0.75	0.0834
	low productivity industry	0.55	0.1126	0.77	0.0860
Markup	total	0.48	0.0214	0.46	0.0292
	training investment firms	0.50	0.0305	0.46	0.0356
	non-training firms	0.44	0.0337	0.45	0.0455
Wages	total	8.40	1.0597	9.10	1.2223
	training investment firms	9.00	1.3838	9.42	1.3110
	non-training firms	7.48	0.8456	7.56	1.1991
S. D. of Wages	total	4.01	0.5794	4.19	0.5657
	training investment firms	4.12	0.5875	4.21	0.5243
	non-training firms	3.57	0.5254	3.66	0.6497
Sensitivity of effort expenditure	total	0.25	0.0061	0.25	0.0061
	training investment firms	0.25	0.0077	0.25	0.0070
	non-training firms	0.25	0.0090	0.25	0.0132

Ⅲ. 결 론

본 연구는 현실에서 기업의 교육훈련 투자가 존재하는 이유와 독일처럼 기업의 교육훈련 투자가 활발한 국가가 있는 반면 그렇지 못한 국가들이 있는 차이가 발생하는 이유를 다수의 기업과 다수의 노동자 간의 전략적 행위의 결과로 설명하고자 하였다. 구체적으로 기업의 교육훈련 투자 전략과 노동자 개인의 노력 지출 전략 간의 동학을 행위자 기반 모형을 통하여 살펴보았다. 이를 위해 이질적인 기업들과 이질적인 노동자들이 가상의 사회에서 생산을 수행하고 임금계약을 갱신하며, 빈

일자리를 공시하고 일자리에 지원하며, 적합한 지원자 중에 신규 노동자를 채용하는 과정을 시뮬레이션하였다. 시뮬레이션 결과는 다음과 같다.

첫째, 교육훈련 투자 전략이 항상 수익성이 더 높은 전략은 아니다. 오히려 특정한 상황에서만 우월한 전략이었고 대부분의 경우는 교육훈련에 투자하지 않는 것이 더 나은 전략이었다. 기업이 자발적으로 교육훈련 투자를 늘릴 가능성은 높지 않다고 할 수 있다.

둘째, 교육훈련투자기업의 비율은 초기에 교육훈련투자전략을 사용하는 기업이 증가할수록 오히려 장기적으로 교육훈련에 투자하는 기업이 감소하는 것으로 나타났다. 교육훈련 투자 기업의 비율을 25%, 50%, 75%로 조정하였을 때 장기적으로 교육훈련전략을 사용하는 기업의 비율은 다소 감소하는 경향을 보여주었다. 이는 일시적으로 일정비율의 기업들에게 교육훈련에 투자를 하도록 강제한다 하더라도 장기적 효과를 기대할 수 없을 뿐만아니라 단기적인 수익성악화를 초래할 수 있음을 시사하였다.

셋째, 행위자의 학습속도를 빠르게 할수록 교육훈련 투자 전략에 불리하였다. 즉, 교육훈련 투자 전략은 단기적으로도 장기적으로도 경쟁력이 약한 전략이다. 따라서 교육훈련 투자를 유도하기 위한 단기적 지원과 장기적 유인책이 필요하다.

넷째, 훈련비용의 감소는 경제의 총생산을 늘리고 교육훈련 투자 전략을 사용하는 기업의 비율을 증가시켰다. 따라서 훈련비용의 감소는 효율성 측면에서 사회적으로 바람직하다.

다섯째, 기업의 훈련비용 일부를 정부가 지원하는 경우 경제의 총생산은 증가하고 교육훈련 투자 비율 또한 증가한다. 훈련비용의 감소와 비교하면 훈련비의 일부를 정부가 부담하는 것이 효과가 보다 큰 것으로 나타났다. 이러한 결과는 기업의 교육훈련 투자비용을 사회화할 때가 자발적인 투자에 의존할 때보다 효율적일 수 있음을 암시한다.

여섯째, 어떠한 시나리오에서도 노동자의 노력지출민감도 정도는 유사한 수준에서 안정하게 유지되었다. 즉, 수익성을 보장하는 노동자의 노력지출 전략은 존재하지 않았다. 따라서 일을 열심히 하는 사람부터 게으른 사람까지 항상 존재하고 심지어 개인도 항상 전략을 바꾸면서 다양한 전략을 구사한다고 할 수 있었다. 이는 성과에 연동한 급여체계만으로는 노동자의 노력지출을 최대로 끌어낼 수는 없음을 암시한다.

시뮬레이션 결과를 토대로 완전경쟁시장이 아닐 경우 항상 교육훈련에 투자하는 기업이 존재한다는 것을 확인하였다. 그리고 그 원인에는 Acemoglu and Pischke (1999a)가 주장한 임금 압축(wage compression)이 존재함도 확인하였다.

한편, 훈련비 지원은 경제의 생산을 증가시키고 교육훈련 투자 기업의 비율을 늘려 사회의 효율성을 증가시키는 것으로 나타났고 훈련비 감소보다 더욱 효과가 컸다. 따라서 교육훈련 투자를 통해 사회의 생산성을 높이고자 한다면 교육훈련비의 일정 정도는 사회가 부담하는 형태로 사회화하는 제도의 필요성을 보여주었다. 또 이러한 과정에서의 임금 불평등도 증가로 인한 형평성 하락을 막기 위한 저소득층과 실업자에 대한 직업교육훈련의 필요성도 확인할 수 있었다.

본 연구는 다수의 기업과 다수의 노동자의 전략적 행위를 설명하는 데 있어서 여러 가지 모수(parameter)를 사용하였는데, 모수를 선행 실증분석연구로부터 가져온 것이 아니라 모수를 임의적으로 변화시켜 가면서 그 결과를 살펴보는 방법을 사용하였다. 모형에서 사용한 대부분의 모수들은 선행실증연구들을 찾을 수 없기 때문이었다. 비단 본 연구만의 문제가 아니라 비교적 방법론의 역사가 짧은 행위자기반 모형 일반이 안고 있는 문제이기도 하지만, 일부 행위자기반 모형에서는 선행 연구들의 광범위한 검토를 통하여 해당 모수들을 찾기도 하므로 이는 본 연구의 한계점으로 볼 수 있을 것이다. 그럼에도 불구하고 연구의 결과가 모수값의 변화에 민감하지 않았다는 측면에서 본 연구의 결과가 기업의 교육훈련투자의 일반적 경향으로 보아도 무리가 없을 것으로 생각된다.

한편 노동자들의 노력지출민감도 결과가 다양한 시나리오 하에서도 안정적이라는 결과는 여전히 본 연구에서 가정한 임금체계와 생산성 파라미터 값에 의존하였을 가능성이 남아있다는 한계를 가진다. 본 연구는 기업의 교육훈련 투자 전략의 수익성을 살펴보는 것을 주요 목적으로 하여 다양한 임금체계와 파라미터 변화가 노력지출민감도에 미치는 영향을 살펴보는지는 못했다. 향후 다양한 임금체계와 노력지출민감도 간의 관련성을 별도의 주제로 후속연구를 통하여 면밀히 연구할 필요가 있다고 할 수 있다.

■ 참 고 문 헌

1. 최정규, 『이타적 인간의 출현』, 뿌리와 이파리, 2004.
(Translated in English) Choi, J., *The Appearance of Altruistic Human*, Seoul: Root & Leaf, 2004.
2. Acemoglu, Daron and Jörn-Steffen Pischke, "Beyond Becker: Training in Imperfect Labour Markets," *The Economic Journal*, Vol. 109, No. 453, 1999a, pp. F112-F142.
3. _____, "Minimum Wages and On-the-job Training," NBER Working Papers 7184, National Bureau of Economic Research, Inc, 1999b.
4. Akerlof, George A., "Labor Contracts as Partial Gift Exchange," *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 97, No. 4, 1982, pp. 543-569.
5. _____, "Gift Exchange and Efficiency Wage Theory: Four Views," *American Economic Review*, Vol. 74, No. 2, 1984, pp. 79-83.
6. Arrazola, María and José de Hevia, "More on the Estimation of the Human Capital Depreciation Rate," *Journal Applied Economics Letters*, Vol. 11, No. 3, 2004, pp. 145-148.
7. Becker, Gary S., "Investment in Human Capital: A Theoretical Analysis," *Journal of Political Economy*, Vol. 70, No. 5, 1962, pp. 9-49.
8. Black, M., "An Empirical Test of the Theory of On-the-job-search," *The Journal of Human Resources*, Vol. 16, No. 1, 1981, pp. 129-141.
9. Bowles, Samuel and Herbert Gintis, "Reciprocity, Self-Interest, and the Welfare State," *Nordic Journal of Political Economy*, 2000, pp. 33-53.
10. Dawid, Herbert, Simon Gemkow, Philipp Harting and Michael Neugart, "On the Effects of Skill Upgrading in the Presence of Spatial Labor Market Frictions: An Agent-Based Analysis of Spatial Policy Design," *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, Vol. 12, No. 4, 2009, p. 5. (<http://jasss.soc.surrey.ac.uk/12/4/5.html>, 접속 일자: 2016. 10. 28.)
11. Dawid, H., S. Gemkow, P. Harting, K. Kabus, M. Neugart and K. Wersching, "Skills, Innovation and Growth: An Agent-based Policy Analysis," *Journal of Economics and Statistics*, Vol. 228, No. 2-3, 2008, pp. 251-275.
12. Fehr, Ernst and Armin Falk, "Wage Rigidity in a Competitive Incomplete Contract Market," *The Journal of Political Economy*, Vol. 107, No. 1, 1999, pp. 106-134.
13. Fong, Christina, "Social Preferences, Self-interest, and the Demand for Redistribution," *Journal of Public Economics*, Vol. 82, 2001, pp. 225-246.
14. Fong, Christina, Samuel Bowles and Herbert Gintis, "Strong Reciprocity and the Welfare State," in *Handbook of the Economics of Giving, Altruism and Reciprocity*, Volume 2, edited by Serge-Christophe Kolm and Jean Mercier Ythier, Elsevier: North Holland, 2006, pp. 1439-1464.
15. Handy, F. and E. Katz, "The wage Differential between Nonprofit Institution and Corporations: Getting More by Paying Less?" *Journal of Comparative Economics*, Vol.

- 26, No. 2, 1998, pp.246-261.
16. Hashimoto, M., "Firm-specific Human Capital as a Shred Investment," *American Economic Review*, Vol. 71, No. 3, 1981, pp.475-482.
17. Kolm, Serge-Christophe, *Reciprocity: An Economics of Social Relations*, Cambridge University Press: New York, 2008.
18. _____, "Introduction to the Econimomcs fo Giving, Altruism and Reciprocity' in Handbook of the Economics of Giving, Altruism and Reciprocity, Volume 1, edited by Serge-Christophe Kolm and Jean Mercier Ythier, Elsevier: North Holland, 2006, pp.1-122.
19. Mosca, Michele, Marco Musella, and Francesco Pastore, "Relational Goods, Monitoring and Non-Pecuniary Compensations in the Nonprofit Sector: The Case of the Italian Social Services," *Annals of Public and Cooperative Economics*, Vol. 78, No. 1, 2007, pp.57-86.
20. Neugart, Michael, "Labor Market Policy Evaluation with ACE," *Journal of Economic Behavior and Organization*, Vol. 67, 2008, pp.418-430.
21. Pigou, A. C., *Wealth and Welfare*, London: Macmillan and co., limited, 1912.
22. Pissarides, C. and J. Wadsworth, "On-the-job-search, some Empirical Evidence," *European Economic Review*, Vol. 38, 1994, pp.385-401.
23. Rosenfeld, C., "The Extent of Job Search by Employed Workers," *Monthly Labor Review*, Special Labor Force Report 202, pp.58-62, A-2, 1977.
24. Stevens, Margaret, "A Theoretical Model of On-the-job Training with Imperfect Competition," *Oxford Economic Papers*, Vol. 46, 1994, pp.537-562.
25. Wilensky, Uri, *Netlogo*, <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>, Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University, Evanston, IL, 1999.

〈부 록〉

〈Figure A1〉 Pseudo Code of the Model

```

Initial Setup
create firms
create workers
Do until t = 200
  For all firms to produce
    For all workers who are employed at the current firm to produce
      Calculation of firms' cost, profit, and money holdings
    End for
  End for
  Update plots
  For all firms to update their decisions on training investment
    Calculate the average payoffs of training investment strategy
    Calculate the average payoffs of no training strategy
    Update probability of each strategy
    Decide whether investment on training or not
  End for
  For all employed workers to update their decisions on effort level
    Calculate the average payoffs of each effort level
    Update probability if each effort level strategy
    Decide effort level strategy
  End for
  Exit of workers who are aged 60
  Entry of new workers who are aged 24
  New firms are setup
  For all firms to update job contracts
    wage-offer to their employees
    If worker is not searching other job
      update job contract
    End if
  End for
  For all firms to post their vacancies
    offer wage to on-the-job searching workers in same industry
  End for
  For all on-the-job searching workers to apply vacancies

```

```

    If vacancy offer more money than current job
        apply for the vacancy
    End if
End for
For all firms to employ new workers from apply list
    sort apply list by productivity
    employ new workers by productivity order
End for
For all on-job-searching workers who failed to find new job to recontract
    If the firm has enough money to hire
        recontract with their employer
    End if
End for
For all unemployed worker to search job
    apply for random 10 jobs
End for
For all firms to employ new workers from apply list
    sort apply list by productivity
    employ new workers by productivity order
End for
For all firms which failed to hire any worker to die
    count employees
    If count number equals to 0
        the firm die
    End if
End for
For all workers to update their economic status
    get old
    If employed
        experience increase by 1 year
    End if
    If unemployed
        set wage 0
        set firm-id 0
    End if
End for
t = t+1
End do

```

〈Table A1〉 State variables of firms

variables	value	explanation
emp_no	integer	employer id
num_sect	integer	industry id
ai1	$U(0.005, 0.010)$, increment=0.0001	industry mean of training productivity parameter
ai2	ai1/3	industry mean of experience productivity parameter
di	$U(2, 4)$, increment=0.1	industry mean of discount rate of firm to industry specific skill
ei	integer= {1, 2, 3}	industry mean of firm-specific productivity
e0i	integer= {1, 2, 3}	industry mean of training productivity
ai1	$ai1+N(0, 0.01^2)$	productivity parameter of experience
dij	$di+N(0, 0.5^2)$	discount rate of firm-specific to industry-specific skill
eij	$ei+N(0, 0.5^2)$	firm-specific productivity
e0ij	$e0i+N(0, 0.5^2)$	training productivity parameter
delta	$N(0.0125, 0.0025^2)$	depreciation rate of training human capital
twage	integer	total wages
markupj	$N(0, 0.2^2)$	markup rate
stock	real	production
num_employed	integer	employment
poaching_no	integer	poaching number
cost	real	total cost
profit	real	profit
selfish	binary	whether non-training firm is or not
workers0	integer	new employment excluding poaching
money	real	money holdings
apply_list	list	applicants list for worker
p-selfish	real	probability of non-training strategy
pr-rate	real	profit rate
CS	integer	duration of non-training strategy
CU	integer	duration of training strategy
payoff-s	real	average payoff of non-training strategy
payoff-u	real	average payoff of training strategy

〈Table A2〉 State variables of workers

variables	value	explanation
id	integer	worker id
num_firm	integer	employer id
ability	real $\sim N(5, 2)$	worker's ability at labor market entry
pstock	real	productivity
T	integer	experience
FT	integer	experience at current firm
pre_firm	integer	employer id at $t-1$
pre_sect	integer	industry id at $t-1$
wage	real, initial value=5	wage
pef_level	real= {0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4}	effort expenditure parameter
trained	binary	whether worker is trained
unemployed	binary	whether worker is unemployed
offer_wage	real	offered wage
offer_firm	integer	wage offer employer id
offer_list	list	offered wage list
age	integer	age (25 ~ 60)
move_yn	binary	whether worker moved firm
ind_move	binary	whether worker moved industry
effort	real	effort expenditure
work-for-selfish	binary	whether worker works for non-training firm
ef_list	list	c. d. f of effort expenditure strategy
es_list	list	duration by effort expenditure strategy
em_list	list	average payoff by effort expenditure strategy

〈Table A3〉 global variables

variables	value	explanation
nworkers	integer	number of workers
ai1-list	list	list of experience productivity
di-list	list	list of discount rate
e-list	list	list of firm-specific productivity
e0-list	list	list of training productivity
meffort	real	mean of effort expenditure
meij	real	mean of firm-specific productivity
num-diedfirm	integer	number of bankrupt firms
scapital	real	social capital
min-ind	integer	min-productivity industry
coin-list	list	random number list
alt_firms	real, initial value 0.5	proportion of training firms
traincost	integer, initial value 10	training cost per worker
tr	real	effort expenditure transition rate of wage to training cost
serarch-ratio	integer	on-job-searching proportion
lamda	real	learning speed

Dynamics of Firm Investment on Training: An Agent-Based Model Approach*

Jung-Seung Yang**

Abstract

This study investigated the relationship between companies' investment on training and individual workers' efforts by an agent-based model. We simulated a virtual society where heterogeneous companies and workers carried out production. The results showed that initial proportion of companies investing on training was negatively related with the return on training investment and investing on training was not good strategy in most cases. The faster learning speed was, the worse investing on training was and cut-down on training cost increased the total production in the economy and the proportion of training-investing companies. And, if the government supports a part of the training cost of companies, the total production of the economy and the proportion of training-investing companies also increased. Compared to the case of cut-down on training cost, it was found that the government's support was more efficient. On the other hand, expenditure of labor effort was kept stable.

Key Words: agent-based model, investment of firm on training, heterogeneity

JEL Classification: C8, D4, D8, J0

Received: March 23, 2018. Revised: Aug. 23, 2018. Accepted: Oct. 29, 2018.

* This research is a revised version of chapter 3 of *A Study on Agent-based model for Labor Economics and Labor Market Policy Evaluation* by the author, Krivet, 2016.

** Research Fellow, Korea Research Institute for Vocational Education & Training, Social Policy Building, 1131, Sejong National Research Complex, 370, Sicheong-daero, Sejong-si 30147, Korea, Phone: +82-44-415-5077, e-mail: jseyang@krivet.re.kr