스마트 공장과 청년고용

김미희[1] · 노세리[2]

요 약

연구는 한국노동연구원에서 제공하는 사업체패널조사 데이터를 바탕으로 스마트 기술을 생산과정에 도입하는 스마트공장과 청년고용 간의 관계를 분석하였다. 연구 결과, 첫째, 자동화가 시스템 통합형으로 도입되는 경우 청년고용을 감소시키는 것으로 확인되었다. 둘째, 자동화 설비 로봇 유형 중 협동로봇, 즉, 인간과 한 공간에서 직접 상호작용하기 위해 설계된 로봇의 경우 청년고용 증가와 관련한 것으로 나타났다. 셋째, 생산공정 스마트화와 청년고용 간의 관령성은 확인할 수 없었다. 본 연구에서 자동화, 정보화, 지능화 기술체계의 복합으로 인해 생산이 이루어지는 공장과 청년고용 간의 관계는 확인되지 않았다. 이러한 결과를 바탕으로 중소 제조기업의 청년 인력 고용을 향상시키기 위해서는 협동로봇과 같은 인간의 노동과정을 돕는 기술체계의 도입을 고민할 필요가 있음을 제안한다.

1) 한국국방연구원, 책임연구원
2) 한국노동연구원 부연구위원

Ⅰ. 문제제기

중소기업은 인력난에 시달리고 있다. 사업체는 구하고자 하지만 지원자가 없어서 필요 인력이 모집되지 않으며, 한편으로는 충원이 된다고 하여도 몇 년 사이조직을 이탈하는 불완전 충원이 이루어져 계속해서 사람을 구해야 하는 상황에 놓여있다. 특히, 코로나19 감염병 확산으로 인하여 중소 제조기업의 인력난은 더욱 심화되고 있다. 중소기업은 특히, 젊은 청년층 인력 유인과 유지에 큰 어려움을 겪고 있다. 한국산업단지공단(2018)의 발표에 따르면 산업단지 내 20대 종사자 비중은 약 15% 정도 인 반면 중고령 인력은 52%로 나타나 연령 구성의 편중화를 알 수 있으며, 한편 입주 기업 중 절반 이상인 63% 기업은 청년 근로자를 채용하고 싶어 하지만, 이 중 1/3도 안 되는 사업체에서 청년 고용에 성공하는 것으로 나타났다. 이는 현장 기업의 인력수요와 공급이 크게 불일치하는 결과라고 볼 수 있다(조성철, 2020). 젊은 인력이 중소기업을 기피하는 이유는 대기업과 비교하여 낮은 수준의 임금도 있지만, 낙후된 작업환경이나 기름 때 묻은 일 등으로 이는 중소기업이 근로자에게 제공하는 근로조건을 개선하지 않는다면 젊은 인력을 고용하는 것이 쉽지 않을 것이라는 것을 보여주고 있다.

중소기업은 무엇을, 어떻게 바꾸어야 할까? 4차 산업혁명이 제기되면서 주목되어 온 디지털 기술은 최근 코로나19로 인한 비대면 상황의 확산으로 인하여 이전과 비교하여 더욱 빠른 속도로 발전하고 있다. 이는 코로나19로 인하여 많은 기업에서 디지털 기술을 활용하여 일을 하게 되었고 이러한 결과 기술의 발달이 만들어지게 된 것이다. 중소기업은 디지털 기술을 생산과정에 접목시키고 있는데 이를 '스마트공장'이라고 한다. 스마트공장은 생산성 개선을 위한 대표적인 기술혁신 방법으로, 기술을 통해 일과 일하는 방식을 혁신하여 기업의 생산성 향상을 지향한다. 이와 같이 기술이 현장에 도입되어 변화를 만들어내는데, 현장의 근로자들은 직접 생산자에서 생산 공정 관리자로 역할 변화를 경험할 수 있으며, 이는 디지털 기술이 기름때 묻는 일이 아닌 컴퓨터를 통한 생산과 작업과정 통제가 가능하기 때문이다. 이와 같이 기술은 일과 일하는 방식을 변화시키는 것이다.

그렇다면, 스마트화가 청년고용을 촉진할 수 있을까? 생산현장에 대한 스마트 기술의 도입과 청년 고용 간이 관계는 쉽게 예상할 수 없다. 스마트공장 관련 기사를 보면, 스마트공장 구축을 통해 생산성이 향상되고 이로 인하여 작업환경이 개선되어 젊은 인력을 유인할 수 있다고 본다. 그러나 선행연구를 통해 스마트 기술 도입과 청년 고용 간의 직접적인 관계는 확인되지 않는다. 생산현장에 스마트 기술 도입은 두 가지 측면에서 기대가 가능하다. 스마트 기술 유연생산을 가능하게 하고 이는 생산성을 향상시킬 수 있으며 이는 임금과 같은 근로조건을 상승시킬 수 있다. 또 한편으로 스마트 기술은 작업자의 반복 작업을 감소시키는 등 작업 피로도나 위험도를 감소시켜 더 나은 작업환경을 구축할 수 있다. 이는 중소기업에 청년 노동력을 유인할 수 있는 가

능성이 될 수 있다. 본 연구는 한국노동연구원에서 제공하는 사업체패널조사 데이터를 바탕으로 스마트 기술을 생산과정에 도입하는 스마트공장과 청년고용 간의 관계를 분석하고자 하며, 이러한 연구결과를 바탕으로 중소 제조기업의 청년 고용 인력난을 해결 방안을 논의해 보고자 한다.

Ⅱ. 이론적 배경

1. 스마트 공장

스마트화 란 사회, 산업, 조직에서 아날로그 정보를 디지털 형태로 전환하여 저장하고 가공하는 것을 말한다 (Bloomberg, 2018). 기업의 스마트화는 일의 변화를 만드는 것으로, 스마트화를 통해서 몸을 사용하는 육체노동에서 모니터링, 제어 등 지식노동으로의 전환이 기대된다. 제조업에서는 스마트공장 이라는 이름으로 생산과정에 인공지능(AI), 빅데이터(Big Data), 사물인터넷(IOT) 등의 기술 접목하여 보다 유연하고 효율적으로 생산을 이루어내는 기술이 이야기 된다. 스마트공장은 미래형 공장으로 생산현장에 정보화, 자동화, 지능화 기술을 도입하여 생산을 진행한다. 스마트공장이라는 개념은 독일에서 시작된 것으로 미래형 공장으로 모든 공정과 생산품, 그리고 생산요소들이 디지털(정보)화되고 서로 네트워킹하는 공장이라는 의미를 가진다 (Zühlke, 2009). 의미를 좀 더 자세하게 보면, 최소 비용과 시간으로 고객맞춤형 제품을 생산하여 공급할 수 있는 현장의 생산시스템을 의미하며, 관련 기술로는 크게 정보화, 자동화, 그리고 지능화 기술 등이 있다. 정보화, 자동화, 지능화 기술은 각각이 스마트 기술을 의미하기도 하며, 이러한 기술들이 융합된 상태를 의미하기도 하는데, 이와 같은 다양한 기술들이 융합된 상태로 궁극적으로는 지능화를 구현하는 단계가지 나아간 것을 스마트 기술체계라고 말한다 (황규희 • 김인국 • 이동임 • 김민석 • 노용진 • 엄미정, 2019).

처음 스마트 공장이 등장하였을 때 공정의 자동화(Automation)정도로 이해되었다. 그러나 스마트 공장은 단지 자동화 자체에 목적을 가진 것이 아니다. 공장 내 모든 공정이 자동화되어 있더라도 여기서 정보가 추출되지 않거나 또는 정보가 추출되더라도 이를 가지고 분석하거나 예측하는 등 가치를 생산하는 일에 정보를 사용하지 않는다면 이는 스마트공장이라고 볼 수 없다 (정민호·정성훈·이창근, 2019). 하지만 스마트공장에는 자동화가 수반된다. 생산의 자동화와 그리고 정보 수집의 자동화가 이루어지는데 이러한 점에서 사람들은 스마트공장은 무인공장이라고 생각하였으며, 고용이 사라지는 생산현장으로 이해하였다. 그러나 스마트공장은 무인의 개념을 전제로 하는 것은 아니다. 기존 생산현장과 비교하여 직접적으로 생산하는 노동력의 일부는 줄어들 수 있지만, 스마트공장을 운영하는 인력, 이를 분석하고 활용하는 인력 등 새로운 노동력

을 필요로 한다. 즉, 스마트공장은 이전과 같이 직접적으로 근로자들이 생산을 하는 현장이라기보다는 생산이 일어나는 과정을 모니터링 하고 통제하며 전체적인 생산과정을 조율하는 근로자들이 존재하는 현장으로 이전의 제조 공장과는 다른 모습을 가지게 될 수 있다.

스마트 공장을 이해하기 위해서 스마트공장을 구성하는 기술에 대하여 좀 더 자세하게 살펴보자. 스마트공장을 구성하는 기술체계는 자동화, 정보화, 지능화 이다. 첫 번째, 자동화는 작업공정을 수행하는 자율적인 기계가 기술체계로서 인간이 손노동을 대체한다. 그리고 이러한 자율 동작은 컴퓨터 프로그램에 기반으로 둔다. 이제까지의 자동화기계 프로그램은 동일한 동작을 반복적으로 움직이게 하는 알고리듬에 기반을 두고 있기 때문에 단순반복적인 정형화된 과업을 중심으로 대체하여 왔다. 기술적으로 몇 개의 동작을 반복적으로 수행하는 자동화기술은 이미 많이 개발되어 있어서 우리나라의 웬만한 중소기업에서도 그런 자동화기계를 쉽게 목격할 수 있다. 이처럼 단일 생산 공정의 자동화를 구현하는 단독형 자동화기술(stand-alone automation)은 상당히 일반화되어 있지만, 그것들을 통합해서 하나의 생산 공장 전체를 자동화하는데 까지 성공한 곳은 극히 예외적이며, 이렇게 단독형 자동화 기술을 스마트 기술이라고 보지는 않는다. 두 번째, 정보화는 대표적으로 생산현장에서 관련 정보를 취합하기 위하여 사용하는 MES나 이 보다 광점위하여 경영까지 연계하는 ERP 등을 의미하는 것으로, 생산공정 현황 뿐 아니라 전체 생산과정과 이와 관련한 물리적, 인적 요소 등을 파악하게 해주는 데이터를 실시간으로 수집하게 해주는 기술을 의미한다. 정보화 기술은 단독형 자동화 기계들을 통합하여 스마트공장을 구현 가능하게 하는 핵심기술이라고 볼 수 있다. 세 번째, 지능화는 빅데이터-인공지능이나 사물인터넷 등처럼 수집된 데이터를 이용해서 기계학습을 한 다음 스스로 판단하고 의사결정을 내려서 기계 설비를 제어하는 기술체계를 의미한다. 기존의 알고리듬 기반 제어체계는 사람이 프로그래밍한 루틴에 따라서 반복적으로 작업하도록 되어 있다면, 인공지능 기반 제어체계는 데이터를 읽어 학습한 결과를 이용해서 상황적 조건에 맞게 유연하게 작업을 할 수 있도록 제어할 수 있다는 점에서 차이가 있다 (황규희 • 김인국 • 이동임 • 김민석 • 노용진 • 엄미정, 2019).

그렇다면, 자동화, 정보화, 지능화는 어떠한 관계를 가지는 것일까? 스마트 기술을 통하여 구현된 형태인 스마트 공장은 자동화 기술을 전제로 하며 중요한 것은 단독 자동화가 아닌 공장 전체의 자동화를 말한다. 그리고 자동화 기술 체계로의 질적 전환을 시키는 주된 기술은 정보화, 지능화 기술이라고 볼 수 있다. 즉, 이 세 가지 기술은 스마트 기술이라는 4차 산업혁명에서 강조하는 변혁적인 전환을 가져오는 기술을 만드는 핵심적인 세부 기술들로, 각각이 아닌 융합을 통해 효과를 낸다고 볼 수 있다.

2. 스마트 공장과 청년 고용 간의 관계

스마트공장과 청년 고용 간의 직접적인 관계를 논의한 연구는 쉽게 찾을 수 없다. 상대적으로 다른 연구와 비교하여 직접적으로 관계성을 살펴본 방형준·노용진(2018)이 기계산업에 속한 중소기업을 대상으로 실시한 실태조사 분석 결과를 보면, 스마트공장을 구축한 기업들이 청년층 고용이 변동이 스마트공장 도입과 관련 있다고 응답한 것으로 나타나, 스마트공장 도입이 청년층 고용에 긍정적 관계를 가질 수 있음을 시사하고 있다. 그리고 이와 유사하게 노세리·김미희 (2020)가 진행한 자동차 부품 제조기업을 대상으로 한 사례연구에서 보면, 기업은 스마트공장 구축을 통해 청년들이 일하고 싶은 작업환경을 구축하였다고 보고 있으며 이는 실제 청년인력 고용률 증가로 나타나는 것을 알 수 있다. 한편 스마트공장은 기술을 통해 현장을 예측하고 통제한다는 점에서 안전한 작업환경을 구축하여 산업재해률을 10-20% 정도 낮추는 것으로 보고되는데, 이는 청년 노동력이 작업환경이 위험하고 더러워 취업을 기피하는 현상을 완화하는 역할을 할 수 있다고 볼 수 있다. 그러나 한편 기술도입과 청년고용 간의 관계를 부정적이라고 볼 수도 있다. 심명규·양희승·이서현 (2018)연구에서 보면, 스마트 기술에 한정한 것은 아니지만, 사업체에 기술을 도입하는 것은 청년고용과 부정적인 관계를 가진다고 본다. 이는 자본이 노동력을 대체하는 현상에 주목한 것으로 자동화 기술을 현장에 도입하였을 때 사업체의 새로운 청년고용에는 부정적일 수 있다고 보는 것이다. 자동화 기술 그 자체가 스마트 기술은 아니지만, 자동화는 본 연구의 대상인 스마트공장을 구성하는 한 가지 기술체계라는 점에서 부정적인 영향력도 고려할 눈여겨 볼 필요가 있다.

그러나 스마트 공장과 청년고용 간의 관계에 대한 실증적 근거는 아직 미흡하다. 연구는 스마트공장과 청년고용 간의 관계를 논의한 것은 아니지만 스마트공장과 고용의 변화 그리고 스마트공장과 근로조건 간의 관계를 논의한 연구를 바탕으로 스마트공장과 청년 고용 간의 관계를 유추해보고자 한다. 스마트공장 구축이 청년고용에 영향을 줄 것이라고 보는 이유는 세 가지이다. 첫째, 스마트 기술은 일을 변화시키는데 이는 젊은 근로자들이 좋아하는 일자리가 될 수 있다. 스마트 기술은 일의 속성을 변화 시킬 수 있는데 디지털 기술은 직무 요구는 줄이고 직무 자원은 확보하게 하여 결과적으로 직무 풍부화를 만들어 낼 수 있다. 디지털 기술은 데이터를 제공함으로써 의사결정에 근거를 제공하여 이 과정을 보다 쉽게 만들어주며, 동시에 근로자는 데이터 즉, 근거를 가지고 의사결정을 하는 것이기 때문에 의사결정에 대한 과한 긴장을 풀 수 있다. 그리고 정보를 근로자가 이전과 비교하여 보다 복작한 사고를 가능하게 하고 이를 바탕으로 복잡한 의사결정을 쉽게 내릴 수 있게 할 수 있다 (Demeroti, 2020). 그리고 디지털 기술은 직접 노동을 통하여 구현되던 단순하고 반복적인 일로부터 근로

자를 해방시키고 근로자는 사고를 필요로 하는 일을 부여받는다. 선행연구는 이것이 근로자들의 직무요구를 높이기는 하지만, 정보가 제공되고 이 과정에서 근로자들은 일에 대한 재량권을 확보할 수 있기 때문에 높은 직무요구를 수용할 수 있는 자원도 함께 주어지는 것으로 근로자들의 일은 변화하고 이는 긍정적인 방향이라는 것이다 (Lundh and Rydstedt, 2016; Parker and Grote, 2020). 중소기업을 기피하는 이유는 일이 재

둘째, 디지털 기술을 통해 직접적으로 근로자의 안전을 확보할 수 있다. 제조업의 디지털화 문헌을 보면, 작업자들은 정보화 기술을 통해 시간으로 생산 공정 상 이슈를 파악할 수 있으며, 동시에 작업과정에서 발생하는 위험요소에 대한 경고도 얻을 수 있다 (Freze, Freze, Gorina, 2020). 그리고 자동화 기술은 근로자가 무겁고 더러워 기피하는 공정에 도입되어 근로자가 생산과정에서 직접적으로 경험하였던 물리적(신체적) 직무요구를 줄인다. Bréchemier et al. (2016)의 연구를 보면 로봇과 같은 기술 도입을 통해 산업재해율을 20% 정도 낮출 수 있다. 한편, 디지털 기술을 이용하여 직접적으로 작업자의 안전을 확보하는 도구를 만들기도 하는데, IOT 기술을 안전모 또는 안전옷에 장착하여 작업자가 작업하는 동안 인지하지 못하는 위험이 닥치는 것을 막을 수 있다 (Freze, Freze, Gorina, 2020). 이와 같은 논의를 앞서 논의한 중소기업에 청년들이 가고 싶어 하지 않는 이유와 함께 보면 청년들이 중소기업을 기피하는 이유 중 하나가 중소기업에 가면 기름 때 묻는 일을 해야 하고 또한 신체적으로 부담되고 위험한 일을 수행할 가능성이 있기 때문이라는 점에서 보면, 스마트 기술을 통한 작업과정의 변화 그리고 작업장의 변화는 청년 고용에 긍정적인 영향을 줄 수 있을 것으로 볼 수 있다.

마지막으로, 스마트화는 근로자에게 돌아가는 직접적인 보상수준을 높일 수 있고 이는 노동시장에 있는 청년 노동력은 기업에 유인하는 효과를 가질 수 있을 것으로 본다. 생산과정의 디지털화는 생산성을 높일 수 있으며, 특히 이러한 생산성 향상 효과는 제조업에서 강하게 나타난다 (Barth, Roed, Schone, & Umblijs, 2020). 단순반복 과업을 자동화시켜 여기에 투입되던 노동력을 보다 창의적으로 혁신적인 일에 배치하여 부가가치를 높일 수 있으며, 한편 생산공정 외에도 전반적인 비즈니스 프로세스를 개선할 수 있는데, 회사가 공급자와 그리고 고객과 해야 하는 상호작용에서 비용을 감소할 수 있어 이는 기업에게 또 다른 가치가 된다. 결국 이러한 효과는 매출액 향상이나 영업이익률 개선 등 재무성과 향상으로 이어져 근로자들에게 돌아가는 파이가 커질 가능성이 있다고 볼 수 있다 (Gal, Nicoletti,Renault, Sorbe, & Timiliotis, 2019). Bessen et al (2020)가 네덜란드 기업을 대상으로 진행한 연구에 따르면, 작업장의 해당 근로자가 어떠한 직무를 하는가에 따라 임금 상승 정도는 차이는 있지만, 자동화는 평균적으로 근로자들의 임금을 상승시키는 효과가 있는 것을 알 수 있다.

기업이나 사업체 수준에서 스마트 기술이나 다른 용어로 디지털 기술이 특히, 특

정 연령의 고용에 어떠한 영향을 미칠 수 있는가에 대한 연구는 쉽게 찾을 수 없다. 그리고 기업이나 사업체 수준 연구가 있다 하더라도 연구에서 스마트 기술을 무엇으로 조작적 정의 하였는가에 따라 결과는 차이를 보인다. 이와 같이 스마트 공장과 청년고용 간의 관계를 정확하게 예측할 수 없는 이유는 선행연구가 부족하다는 측면도 있지만, 한편으로, 스마트 공장의 정의에서 오는 모호함도 있지만, 스마트 공장을 구성하는 기술체계 간의 차이가 있기 때문이라고 볼 수 있다. 그래서 스마트공장을 설명하는 주요한 기술체계를 무엇으로 보는가에 따라서 기술이 고용에 미치는 영향은 차이를 보이게 되는 것이다. 이에 본 연구는 스마트공장과 청년고용 간의 관계를 분석하는데, 스마트공장을 구성하는 다양한 기술체계를 구분하여 각각의 기술체계가 청년고용과 어떠한 관계를 가지는지 확인하고자 한다.

Ⅲ. 연구방법 및 결과

1. 분석대상 및 분석 방법

가. 분석대상

본 연구에서는 사업체 패널을 구성하고 있는 데이터 중 2019년에 처음 측정된 'ICT, 자동화 및 스마트 공장' 부분의 설문문항을 중점적으로 분석하고자, 2019년과 2017년도 데이터를 사용하였다. 구체적으로, 주요 관심변수인 스마트 기술 및 청년고용을 포함한 모든 예측변수, 종속변수 및 통제변수는 2019년 데이터를 사용하였으며, 예외적으로 2019년 청년고용에 영향을 줄 수 있는 재무적 성과 및 고용규모는 2017년도 자료를 사용하여 모형의 설명력을 높이기 위해 노력하였다. 최종적으로, 2019년에 수집된 사업채패널 데이터에서 제조업에 해당하는 1042개 기업 중 제조 공장을 보유하고 있는 884개 사업체 데이터를 분석 대상으로 삼았다.

나. 변수의 측정

본 연구의 독립 및 종속변수와 함께 분석에서는 청년고용에 영향을 미칠 수 있는 관련 변수들을 통제하여 사용하였다. 연구에 사용된 변수들의 조작적 정의는 <표 1>과 같다. 기업의 규모, 재무적 성과, 고용규모 그리고 인력계획은 모두 연속척도로 측정이 되었으며, 산업 및 시장수요의 변화 등을 나타내는 문항들은 가변수화 하여 분석에 포함시켰다. 모든 변수들에 대한 응답은 개별 사업체의 인사관리 담당자 및 생산관리자로부터 얻어진 값이다.

<표 1> 연구 변수의 조작적 정의

	변수명	조작적 정의	평균
종속변수	청년고용	Ln(2019년 신입직 고용자 수)	2.245
독립변수	자동화 비율	ICT 003~007번 문항 평균 값	2.913
	자동화 설비-시스템형	ICT 009 문항을 더미변수로 만들어 활용 자동화 설비 시스템형 비율이 50%초과인 경우=1 그렇지 않은 경우 =0	.226
	제조용 로봇 비율	ICT 018 문항 수정 (①1~9%, ②10~29%, ③30~49%, ④50% 이상)	2.857
	협동 로봇 비율	ICT 019 문항 수정 (①1~9%, ②10~29%, ③30~49%, ④50% 이상)	2.764
	ICT 기반 시스템 도입	ICT 020 문항 합	1.146
	ICT 기반 정보 통합 수준	ICT 021 문항 (5점 척도)	2.08
	생산공정 스마트화	ICT 022 문항 (5점 척도)	2.21
통제변수	기업규모(2019년)	Ln(2019년 전체 근로자 수)	4.610
	시장전략-공격적 전략	시장전략 더미변수 1	.274
	시장전략-분석적 전략	시장전략 더미변수 2	.319
	시장잔략-방어적 전략	시장전략 더미변수 3	.244
	수요변화	AQ3009 문항, 5점 척도 (1=수요가 빠르게 늘어남, 5=수요가 빠르게 줄어듦)	2.876
	노조유무	노조 있음=1, 노조 없음=0	.255
	인사관리 계획	DQ1020 문항, 5점 척도 (1=장기적 인사계획, 5=장기적 인사관리 계획)	3.430
	매출액(2017년)	Ln(2017년 매출액)	10.970
	매출액(2019년)	Ln(2019년 매출액)	10.844
	산업-조립산업	제조업 중 조립산업에 해당하는 기업=1, 그 외=0	.350
	산업-장치산업	제조업 중 장치산업에 해당하는 기업=1, 그 외=0	.287
	신입 채용 규모(2017년)	Ln(2017년 신규직 고용자 수)	2.327
	경력 채용 규모(2017년)	Ln(2017년 경력직 고용자 수)	1.654
	경력 채용 규모(2019년)	Ln(2019년 경력직 고용자 수)	1.718

다. 분석방법

본 연구는 사업채 패널에서 2019년에 처음 측정된 ICT, 자동화 및 스마트 공장 데이터를 중점적으로 분석하는바, 횡단적 분석에 적합한 위계적 회귀분석(hierarchical regression)을 실시하였다. 첫 번째 단계에서는 통제변수를 투입하였으며, 두 번째 단계에서는 각각의 독립변수를 개별적으로 투입하여 분석을 실시하였다.

2. 분석결과

가. 연구변수들 간 상관관계분석 결과

스마트 기술과 청년고용 간 상관관계 분석결과는 <표 2>와 같다. 먼저, 자동화 설비-시스템형

이 청년고용과 부(-)적으로 관련한다는 사실을 확인할 수 있으며(r=-.065, p<.10), 협동 로봇이 청년고용과 정(+)의 방향으로 유의미한 상관관계를 갖는 것으로 나타났다(r=.132, p<.10). 또한, ICT 기반 정보 통합 수준 역시 청년고용과 정(+)의 상관관계가 유의미한 것으로 밝혀졌다(r=.065, p<.10).

<표 2> 연구 변수들 간 상관관계 분석 결과

	1	2	3	4	5	6	7	8
1. 자동화 비율	-							
2. 자동화 설비-시스템형	.093*	-						
3. 제조용 로봇 비율	.192**	-.131*	-					
4. 협동 로봇 비율	.015	.124	.296***	-				
5. ICT 기반 시스템 도입	.170***	.187***	-.078	-.087	-			
6. ICT 기반 정보 통합 수준	.092*	.205***	-.002	-.044	.605***	-		
7. 생산공정 스마트화	.206***	.172***	.133*	.010	.485***	.542***	-	
8. 청년고용	.013	-.065+	.091	.132+	.010	.065+	.017	-

+p<.10, *p<.05, **p<.01, ***p<.001

나. 자동화와 청년고용 회귀분석 결과

청년고용에 대한 자동화 효과 분석 결과는 <표 3> 와 같다. 청년고용에 대한 통제변수 투입 후, 각각 자동화 기술을 나타내는 자동화 비율과 자동화 설비-시스템형을 투입하였다. 그 결과, <표 3>의 <모형 2>를 통해 확인할 수 있듯이 자동화 비율은 청년고용을 유의미하게 예측하지 않는 것으로 확인되었다(B=-.003, p=n.s). 즉, 생산공정(i.e., 자재투입, 생산, 조립, 검수, 포장)이 자동화된 비율은 청년고용을 유의미하게 설명하지 못하였다. 한편, 자동화 설비와 관련하여 도입된 자동화 공정이 시스템 통합형 자동화 설비(system integration)인 경우의 청년고용 회귀분석에 대한 분석결과를 확인해 보면, 청년고용을 부(-)적으로 유의미하게 예측하는 것을 확인할 수 있다(B=-.293, p<.10, <표 3>의 <모형 3> 참조). 즉, 자동화 공정이 시스템 통합형 자동화 설비인 경우, 청년고용이 줄어드는 것으로 나타났다.

<표 3> 청년고용에 대한 자동화 회귀분석 결과

	청년고용(2019년)					
	모형 1		모형 2		모형 3	
	B	S.E	B	S.E	B	S.E
기업규모(2019년)	.120	.143	.067	.162	.117	.142
시장전략-공격적 전략	-.489+	.269	-.467	.291	-.484+	.268
시장전략-분석적 전략	-.529*	.265	-.478+	.286	-.517+	.264
시장잔략-방어적 전략	-.747**	.281	-.789*	.310	-.740*	.279
수요변화	-.065	.071	-.078	.085	-.061	.071
노조유무	-.040	.199	.002	.241	-.006	.198
인사관리 계획	-.132+	.074	-.148	.092	-.141+	.074
매출액(2017년)	-.112	.132	-.057	.145	-.126	.131
매출액(2019년)	.140	.131	.105	.146	.155	.131
산업-조립산업	.036	.162	-.023	.192	.031	.161
산업-장치산업	.143	.163	.031	.193	.164	.163
신입 채용 규모(2017년)	.603***	.068	.544***	.081	.595***	.067
경력 채용 규모(2017년)	-.240**	.081	-.226*	.091	-.233**	.081
경력 채용 규모(2019년)	.417***	.084	.462***	.094	.409***	.083
자동화 비율			.003	.087		
자동화 설비-시스템형					-.293+	.157
F-value	16.842***		10.526***		16.161***	
R^2	.559		.518		.567	

+p<.10, *p<.05, **p<.01, ***p<.001

다. 로봇과 청년고용 회귀분석 결과

청년고용에 대한 로봇의 회귀분석 결과는 <표 4> 와 같다. 자동화 설비 중 제조용 로봇(e.g., 수직다관절 로봇, 수평다관절 로봇, 직교로봇, 병렬로봇)과 협동로봇(collaborative robot)이 각각 청년고용을 설명하는지를 살펴보면, 제조용 로봇은 청년고용을 유의미하게 설명하지 못하는 것으로 나타났다(B=.025, p=n.s., <모형 4> 참조). 반면, 협동로봇은 청년고용을 정(+)적으로 유의미하게 설명하는 것으로 나타났다(B=.274, p<.05, <모형 5> 참조). 구체적으로, 자동화 설비 중 협동로봇, 즉, 인간과 한 공간에서 직접 상호작용하기 위해 설계된 로봇의 비율이 높을수록 청년고용이 증가할 것이라 설명 가능하다.

<표 4> 청년고용에 대한 로봇 회귀분석 결과

	청년고용			
	모형 4		모형 5	
	B	S.E	B	S.E
기업규모(2019년)	.137	.241	.235	.229
시장전략-공격적 전략	-.211	.392	-.589	.371
시장전략-분석적 전략	-.329	.391	-.273	.384
시장잔략-방어적 전략	-1.083*	.441	-.763+	.386
수요변화	-.021	.122	.072	.106

노조유무	.412	.367	-.039	.345
인사관리 계획	-.263+	.135	-.031	.127
매출액(2017년)	.215	.196	-.493	.353
매출액(2019년)	-.214	.218	.508	.345
산업-조립산업	-.006	.305	-.638*	.292
산업-장치산업	-.042	.270	-.502+	.273
신입 채용 규모(2017년)	.580***	.124	.481***	.115
경력 채용 규모(2017년)	.048	.135	.001	.119
경력 채용 규모(2019년)	.217	.132	.341*	.125
제조용 로봇 비율	.025	.120		
협동 로봇 비율			.274*	.134
F-value	6.045***		9.318***	
R^2	.614		.797	

+p<.10, *p<.05, **p<.01, ***p<.001

라. 정보화 시스템과 청년고용 회귀분석 결과

<표 5>를 통해 청년고용에 대한 로봇의 회귀분석 결과를 살펴보면, 먼저, ICT 기반 정보화 시스템(i.e., ERP, MES(POP), PLM, SCM, APS, FEMS) 도입이 많을수록 청년고용을 유의하게 설명하지 못하는 것으로 확인되었다(B=-.043, p=n.s., <모형 6> 참조). 또한, ICT 기반 정보 통합 수준 역시 청년고용과 관련이 없는 것으로 나타났다(B=.006, p=n.s., <모형 7> 참조).

<표 5> 청년고용에 대한 정보화 시스템 회귀분석 결과

	청년고용			
	모형 6		모형 7	
	B	S.E	B	S.E
기업규모(2019년)	.113	.143	.120	.143
시장전략-공격적 전략	-.498+	.270	-.486+	.271
시장전략-분석적 전략	-.544*	.266	-.527+	.267
시장잔략-방어적 전략	-.777**	.284	-.741*	.288
수요변화	-.070	.072	-.065	.072
노조유무	-.027	.200	-.041	.199
인사관리 계획	-.131+	.074	-.132+	.074
매출액(2017년)	-.127	.134	-.111	.133
매출액(2019년)	.159	.134	.139	.132
산업-조립산업	.033	.163	.037	.163
산업-장치산업	.145	.164	.142	.164
신입 채용 규모(2017년)	.610***	.068	.602***	.068
경력 채용 규모(2017년)	-.239**	.081	-.240**	.081
경력 채용 규모(2019년)	.413***	.084	.417***	.084
ICT 기반 시스템 도입	-.043	.058		
ICT 기반 정보 통합 수준			.006	.056
F-value			15.635***	
R^2			.559	

+p<.10, *p<.05, **p<.01, ***p<.001

마. 생산공정 스마트화와 청년고용 회귀분석 결과

청년고용에 대한 생산공정 스마트화의 회귀분석 결과는 <표 6>에 잘 나타나 있다. <모형 8>을 통해 확인할 수 있듯이 생산공정 스마트화는 청년고용을 유의미하게 예측하지 않는 것으로 확인되었다(B=-.051, p=n.s). 즉, 생산공정 스마트화 실행 수준에 따라 청년고용 규모가 유의미하게 증가하거나 감소하지 않는 것으로 나타났다.

<표 6> 청년고용에 대한 생산공정 스마트화 회귀분석 결과

	청년고용	
	모형 8	
	B	S.E
기업규모(2019년)	.131	.144
시장전략-공격적 전략	-.497+	.270
시장전략-분석적 전략	-.542*	.267
시장잔략-방어적 전략	-.773**	.285
수요변화	-.068	.072
노조유무	-.031	.200
인사관리 계획	-.132+	.074
매출액(2017년)	-.125	.134
매출액(2019년)	.150	.132
산업-조립산업	.032	.163
산업-장치산업	.144	.164
신입 채용 규모(2017년)	.600***	.068
경력 채용 규모(2017년)	-.238*	.081
경력 채용 규모(2019년)	.414***	.084
생산공정 스마트화	-.051	.088
F-value	15.685***	
R^2	.560	

+p<.10, *p<.05, **p<.01, ***p<.001

Ⅳ. 논의

본 연구는 생산현장에 도입되는 스마트 기술이 청년고용과 어떠한 관계를 가지는지 확인하고자 진행되었다. 주요한 연구 결과는 다음과 같다. 첫째, 자동화가 시스템 통합형으로 도입되는 경우 청년고용을 감소시키는 것으로 확인되었다. 사업체들은 보면 제품의 특정 부분의 가공을 수행하기 위하여 또는 한 제품을 가공하기 위하여 자동화 기계를 들여 놓는 경우를 볼 수 있다. 이러한 자동화 설비의 경우 이전에 노동력이 수행하던 손노동을 대체하는 것이기는 하지만 여전히 노동력을 필요로 한다. 제품이 잘 나올 수 있도록 숙련기능공이 치공구를 교체하고 이 과정에서 정밀하게 수치를 조정하는 등 기능공의 노하우가 투입된다. 이러한 경우 노동력이 자동화 기계의 도입으로 인해 노동력이 대체된다고 볼 수 없다. 그러나 제품의 특정 부분의 가공을 넘어, 가공 간의 연결이

일어나고 한 가지 기계가 아닌 기계들의 집합을 통해 제품 생산이 구현되는 즉, 시스템 통합형으로 제품 생산이 이루어지는 경우 노동력은 대체될 가능성이 있다. 그리고 이전에 가공 생산을 수행하던 노동력들은 생산물의 투입, 그리고 기계로부터 생산물의 제거 등 역할을 부여받게 된다. 이는 단순 반복적인 일로 회사는 내국인 청년 인력을 정규직으로 고용하기 보다는 일용직 활용을 늘리거나 외국인 근로자를 활용할 가능성을 보여준다. 한편, 연구 결과는 스마트 기술의 도입이 근로조건을 개선할 수 있는 여건을 조성하지만 결국 근로조건 까지 가기 어렵다는 것을 보여주고 있다. 시스템 통합형 생산은 이를 구현할 수 있는 소품종 대량생산 또는 다품종 대량생산 사업체의 경우 생산성을 크게 개선할 수 있다. 선행연구에 따르면 생산성 개선은 임금이나 복지 등 근로조건의 향상으로 이어질 수 있다. 그러나 본 연구 결과에 따르면 생산성 개선이 결국은 고용에 그리고 근로조건 개선까지 직접적으로 이어질 수 없다는 가능성을 보여주는 것이라고 볼 수 있다.

둘째, 자동화 설비 로봇 유형 중 협동로봇, 즉, 인간과 한 공간에서 직접 상호작용하기 위해 설계된 로봇의 경우 청년고용 증가와 관련한 것으로 나타났다. 협동로봇은 산업형 로봇과는 다른 것으로, 기본적으로 인간과의 상호작용을 바탕으로 하는 즉, 인간과의 협동적 노동을 전제로 한다. 이러한 점에서 보면 협동로봇은 인간의 노동력을 대체하기 보다는 노동력이 반복적으로 수행하면서 어려웠던 일, 그리고 근골격계에 무리가 되던 노동을 대신하면서 인간이 보다 쉽게 노동할 수 있게 돕는다. 그래서 현장에 협동로봇이 투입되는 경우 해당 공정에서 노동력이 사라질 수는 없다. 물론 이전과 비교하여 필요한 인력의 수는 감소할 수 있으나 앞서 논의한 시스템 통합형 설비와 같이 노동력을 대체하지는 않는 것이다. 그리고 협동로봇과 같은 기능의 도입은 인간을 어렵고 불편한 노동에서 해방시켜줄 수 있다는 점에서 작업환경을 개선하는 것으로 이는 청년들에게 매력적인 작업환경이 될 수 있다고 본다.

셋째, 생산공정 스마트화와 청년고용 간의 관련성은 확인할 수 없었다. 본 연구에서 자동화, 정보화, 지능화 기술체계의 복합으로 인해 생산이 이루어지는 공장과 청년고용 간의 관계는 확인되지 않았다. 이는 스마트 공장이 청년에게 기존과 비교하여 매력적인 직장이 아닐 가능성도 있다고 볼 수 있으며, 한편으로는 스마트공장 도입과 같은 기술체계의 전환과 고용 간에는 관계가 없을 수 있다고도 볼 수 있다. 스마트 기술체계와 고용 간의 관계성은 계속해서 다양한 데이터를 통하여 탐색할 필요가 있다.

이와 같은 연구결과를 바탕으로 보면, 스마트 공장을 구성하는 기술을 어떻게 보는지 그리고 어떠한 기술이 생산현장에 도입되는 가에 따라 청년고용은 차이가 날 수 있다고 볼 수 있다. 이러한 연구 결과를 중소 제조기업에서 보면, 중소기업은 협동로봇과 같은 기술체계의 도입을 통해 젊은 인력을 생산현장에 들일 수 있다는 점을 생각해볼 필요가 있다. 다수의 중소 제조기업은 다품종 소량생산이나 몇몇은 다품종 중량생산하기 때문에 완전한 시스템형 자동화를 통한 생산이 크게 효율성 증가를 가져 온다고 보기 어렵다. 이러한 점에서 기술을 이용하여 노동력을 유치하기 위해서는 협동로봇과 같이 인간의 노동을 도와 효율을 향상시키는 방법을 생각해볼 수 있다. 중소기업은 대기업과 비교하여 동일한 생산과정이라고 해도 노동자가 힘을 써서 수행하는 경우가 많이 발견된다. 그리고 사업체들은 이러한 생산과정에 주로 젊은 인력을 배치하는데, 이는 결국 젊은 인력

의 조직이탈을 발생시킨다. 이러한 점에서 작업환경이 열악한 공정에 대한 협동로봇 도입을 통해 직접적으로 노동과정을 개선하고 이는 젊은 인력의 조직이탈 상황을 개선할 수 있을 것으로 기대한다.

연구를 마무리 하면서, 스마트 기술의 도입과 청년고용 간의 관계는 계속해서 다양한 데이터를 바탕으로 실증해볼 필요가 있다고 제안한다. 연구는 주어진 데이터의 특성 상 독립변수인 스마트 기술과 종속변수인 청년고용 측정시점이 2019년으로 동일하다는 한계를 가지고 있다. 이러한 점에서 독립변수와 결과변수 간의 역인과(reverse casuality) 관계가 존재할 가능성을 가지고 있다. 향후 연구에서는 종단적 연구 설계를 통해 인과관계에 대한 타당성에 대한 검증을 다시 한 번 수행할 필요가 있다. 또한, 시간에 따른 청년고용 규모의 변화량(change score)에는 스마트 기술이 어떠한 영향을 미치는지에 대해서도 추가적인 연구가 필요할 것이다.

참고문헌

Barth, E., Roed, M., Schøne, P., & Umblijs, J. (2020). How robots change within-firm wage inequality.

Bessen, J., Goos, M., Salomons, A., & van den Berge, W. (2020, May). Firm-level automation: Evidence from the netherlands. In AEA Papers and Proceedings (Vol. 110, pp. 389-93).

Bloomberg, J. (2018). Digitization, digitalization, and digital transformation: confuse them at your peril. Forbes. Retrieved on August, 28, 2019.

Bréchemier, D., de Panafieu, O., & Alami, M.El. (2016). Think act of robots and men－in logistics: Towards a confident vision of logistics in 2025.

ㅁFreze, T., Freze, A., & Gorina, L. (2020, May). Risk-Based Approach to the Audits of Employers and Leading Automated Occupational Safety Management Systems. In 6th International Conference on Social, economic, and academic leadership (ICSEAL-6-2019) (pp. 121-127). Atlantis Press.

Gal, P., Nicoletti, G., Renault, T., Sorbe, S., & Timiliotis, C. (2019). Digitalisation and productivity: In search of the holy grail－Firm-level empirical evidence from EU countries.

Lundh, M., & Rydstedt, L. W. (2016). A static organization in a dynamic context－A qualitative study of changes in working conditions for Swedish engine officers. Applied ergonomics, 55, 1-7.

Parker, S. K., & Grote, G. (2020). Automation, algorithms, and beyond: Why work design matters more than ever in a digital world. Applied Psychology.

Zühlke, D. (2009). Smartfactory－a vision becomes reality. IFAC Proceedings Volumes, 42(4), 31-39.

심명규, 양희승, & 이서현, (2018). 기술진보와 청년고용.

황규희, 김안국, 이동임, 김민석, 노용진, 엄미정, (2019). 미래 환경변화에 따른 인적자원개발 정책의 방향과 전략. 한국직업능력개발원.