

## 지역별 제조업 고용변화에 대한 자동화와 세계화의 영향

조성철\*

### Estimating the Impact of Automation and Globalization on Manufacturing Employment using Regional Labor Market Analysis

Sungchul Cho\*

**요약** : 본 연구는 2010년부터 2015년까지 시군구별 제조업 고용변화에 대한 자동화와 세계화의 영향을 추정하였다. 분석 결과, 후발산업국가로의 수입침투에 취약하게 노출된 업종구조를 가진 지역일수록 제조업 고용이 빠르게 감소하였다. 또 단순반복적인 루틴직무에 특화된 지역일수록 제조업 고용의 감소가 빠르게 진행되었는데, 이 같은 루틴직무의 소멸은 지역산업의 로봇규모가 증가할수록 더욱 가파르게 진행되었다. 이 같은 결과는 금융위기 이후 제조업 고용이 빠르게 증가했음에도, 국지적으로는 산업도시들의 고용위기가 심화되었던 국내 제조업 고용의 추이를 이해하는 데 실증적인 단서를 제공한다. 동시에, 세계화와 자동화의 맥락에서 향후 우리나라 산업도시들의 대응방향에 대한 정책적 함의를 담고 있다.

**주요어** : 제조업 고용, 자동화, 루틴직무, 로봇투자, 수입침투, 수출성장

**Abstract** : This article links the change in regional manufacturing employment in Korea after the financial crisis to the geography of technological and trade shocks. We conceptualize the trade shock as the rapid growth in Korean imports from and exports to China and ASEAN countries. We then measure the exposure to technological shocks as the degree to which regions are specialized in routine tasks, which are susceptible to automation technologies. Results show that local labor markets specialized in routine tasks experience significant falls in manufacturing employment. Regions whose industrial structure exposes them to rising import competition experience sharp drop in manufacturing employment. We also found that export plays a major role in explaining the growth of regional manufacturing employment.

**Key Words** : Manufacturing Employment, Automation, Import Penetration, Export Growth, Routine Tasks, Robot Investment

---

\* 국토연구원 책임연구원(Associate Research Fellow, Korea Research Institute for Human Settlements, sccho@krihs.re.kr)

## 1. 서론

금융위기 이후 관찰되는 뚜렷한 추세의 하나는 제조업 고용에 대한 정책적 관심의 부흥이다. 안정된 중산층 일자리를 제공하는 산업구조의 허리로써 제조업의 역할이 재조명되면서, 미국과 영국을 비롯한 각국 정부들은 자국 제조업의 체질과 고용기반을 강화하기 위한 노력을 경쟁적으로 추진하고 있다. 동시에 4차 산업혁명으로 통칭되는 제조혁신의 파급력이 확산됨에 따라, 제조업의 새로운 기술적 가능성을 국가 성장동력으로 전환하기 위한 정책적 노력이 빠르게 수립되고 있다.

제조업 고용에 대한 최근의 국제적 논의에서 한국은 예외적인 사례로 꼽힌다. ILO(2017)에 따르면 일본(-31%)과 미국(-25%)의 제조업 고용이 가파르게 감소한 1990년부터 2016년 기간까지 한국의 제조업 고용은 2% 증가했다. 금융위기 이후 시점('08-'16)에도 주요 선진국의 제조업 고용은 1% 증가세를 보인 독일을 제외하고 대체로 10% 내외의 감소 추세를 보였으나, 한국은 21%의 증가율을 기록했다(ILO, 2017). 2000년대 초반부터 점진적으로 감소하던 한국의 제조업 고용규모는 금융위기 직후인 2009년을 기점으로 역전되어 2015년까지 매년 3% 이상 빠르게 증가하는 추세를 지속한다.

이 같은 통계는 최근 들려오는 산업도시들의 안타까운 소식과 동떨어지게 느껴진다. 조선업의 고용규모는 2015년부터 2017년까지 3만 명 이상 감소했고 그 충격이 집중한 거제시는 전국 최고 수준의 실업률을 기록하며 고용위기지역으로 지정되었다. 한 해 앞서 2016년 전국 최고 실업률을 기록했던 구미시는 기존의 특화업종이던 전자산업이 해외로 생산기지를 이전하면서 고용규모가 급락한 경우다. 이처럼 국제경쟁의 변화 속에서 급격한 위기를 경험한 지역들이 있다면, 다른 한편에는 점진적인 고용침체의 탓에 걸려 있는 지역도 있다. 장류 제조

업체가 집적한 뒤 25년간 매출규모가 100배 이상 성장했으나, 생산공정이 급격히 자동화되면서 고용규모는 0.1% 미만의 미미한 변화를 기록한 순창의 경우가 대표적이다(마강래, 2017).

이처럼 제조업의 고용성과는 국가수준의 통계치로 압축하기 어려운 지역별 편차를 갖고 있다. 자연스럽게 제기될 수 있는 질문들이 있다. 금융위기 이후 한국의 제조업 고용은 어떠한 지역에서 성장했고 어떠한 지역에서 감소했는가. 지역별 제조업의 쇠락과 성장을 분기시키는 동인은 무엇이며, 이 같은 흐름에 가장 취약하게 노출되어 있는 부문은 어디인가.

이상의 질문에 대답하기 위해 본 연구는 자동화와 세계화의 영향이 지역별 제조업 고용수준 변화에 미친 영향을 분석하였다. 본 연구에서 기술변화는 기존 공정이 기계에 의해 대체되는 과정으로 이해된다. 구체적으로 자동화의 영향은 자동화 기술에 대체되기 쉬운 루틴(routine) 직종의 지역별 비중이나 산업용 로봇의 지역별 도입규모를 측도로 삼아 측정되었다. 이어서 제조업 고용에 대한 세계화의 영향은 후발산업국으로 일자리가 이탈하거나 후발산업국의 수요증대로 인해 국내에서 새로운 일자리가 창출되는 과정으로 이해되었다. 구체적으로 세계화 영향에 대한 각 지역경제의 노출 정도는 중국 및 ASEAN 국가로의 수출입 규모 증가를 기준으로 삼아 측정되었다.

본 연구의 전개는 다음과 같다. 제2장에서는 기존 연구의 이론적·실증적 논의를 고찰함으로써 본 연구의 문제의식을 설정한다. 제3장은 주요 변수의 측정방식 및 분석모형을 설명한다. 제4장은 세계화와 기술변화 영향의 공간적 추세를 탐색하는 한편, 제조업 고용변화의 영향요인을 설명하는 실증분석 결과를 제시한다. 마지막으로 제5장은 분석 결과의 논의를 심화하고 향후 연구방향을 제안하였다.

## 2. 선행연구 검토

기존 문헌들은 제조업 고용의 변화를 야기하는 주된 요인으로서 기술변화와 세계화의 영향을 강조해 왔다. 기계화와 전산화로 대표되는 기술변화 과정은 기존 제조업의 생산구조를 자본집약적인 형태로 바꾸면서 고용규모에 직접적인 타격을 입힌다. 동시에, 후발산업국가로부터의 중간재 수입비중 증가 역시 선진국의 제조업 고용규모를 감소시키는 데 핵심적인 역할을 했다. 이처럼 기술변화와 세계화가 제조업 고용에 영향을 미친 주요 동인이라면, 동일 제조업종 내에서도 기술변화와 세계화에 취약한 부문에서 고용이 크게 감소되었으리라는 예측이 가능하다. 본 장에서는 기술변화와 세계화의 영향을 제조업 고용변화와 연결한 최근의 실증문헌들을 정리한 뒤, 국내 자료를 활용한 연구동향을 고찰한다.

### 1) 기술변화와 중간숙련 일자리 소멸

노동경제학 문헌에서 기술변화는 노동자의 직무를 기계가 대체하는 자동화의 과정으로 묘사되곤 한다. 물론 모든 직무가 같은 속도로 대체되는 것은 아니다. 그간의 관찰에 따르면 반복적이고 정형화된 규칙을 가진 직무일수록 자동화 기술에 더 취약하게 노출된다.<sup>1)</sup> Autor *et al.*(2003)은 이 같은 기술변화의 속성을 루틴직무 편향 기술변화(Routine Biased Technological Change)라 명명한다.

직무속성에 따라 노동시장을 구분할 때, ‘루틴(routine)’ 직무는 생산직과 사무직중에 집중되어 있다. 반면, 인지능력을 활용하는 창의적인 직무는 고소득직중에 집중되고, 사람을 상대하거나 신체를 활용하는 직무는 저소득서비스 직중에 집중되어 있다. 여기서 인지적인 직무나 대면적·신체적인 직무는 루틴직무에 비해 자동화 위협에 덜 취약하다. 오히려 인지적 직무는 정보통신 기술을 힘입어 노동

생산성이 꾸준히 증가해왔다. 이와 달리, 한때 중산층에게 안정적인 소득을 공급하는 역할을 했던 생산직과 사무직의 일자리는 컴퓨터 기술의 발달에 따라 꾸준히 소멸되어 왔다. 사라진 일자리에 종사하던 노동자 일부는 고숙련 직종으로 옮겨갔으나, 다수는 저숙련서비스 직종으로 진입해 고소득사회의 다양해진 서비스 욕구를 충족시키는 기능을 했다. 결과적으로, 루틴직무 편향 기술변화(RBTC)는 중간소득 일자리를 소멸시키고, 소득구간 양 극단의 일자리를 증가시키며 전체 노동시장의 소득 불균형을 심화시킨다(Acemoglu and Autor, 2011; Autor *et al.*, 2006; Card and DiNardo, 2002; Katz and Autor, 1999).

직무편향 기술변화는 다양한 층위의 분석을 통해 실증된 바 있다. Goos *et al.*(2014)은 16개 서유럽 국가들의 산업구조 패널자료를 분석해 직무편향 기술변화의 추이를 관찰했다. 지역마다 정도의 차이는 있었지만, 제조업 등 중간숙련 일자리의 규모는 감소한 반면, 고숙련 전문직과 저숙련 서비스직의 비중이 증가하는 양극화 추세가 관찰되었다. 이어서 본격적인 실증분석으로서 연구자들은 루틴직무 집약도(routine task intensity)가 높았던 직종일수록 1993년부터 2010년까지 노동수요가 감소했음을 확인했는데, 이에 따른 고용규모의 감소는 제조업 및 사무직 일자리에서 집중적으로 관찰되었다. 이 같은 효과는 오프쇼어링(offshoring) 등 고용감소에 영향을 미치는 기타 조건을 통제했을 때에도 통계적으로 유의하였다.

국가별·업종별 자료를 분석한 Michaels *et al.*(2014)는 정보통신 기술이 집중적으로 투자된 부문일수록 루틴한 중간숙련 일자리의 임금 프리미엄이 감소하고 지능적인 작업을 수행하는 고숙련 일자리의 보상은 증가하는 패턴을 실증하였다. 정보통신 기술의 확산에 따른 임금 프리미엄의 감소는 전통적인 제조업의 생산직중에서 두드러지게 나타났다. 이 같은 효과는 수출입구조의 변화나 연구개발 활

동과 같은 조건을 통제할 때에도 통계적으로 의미 있는 효과를 유지하였다.

미국의 근로자 수준 패널자료를 분석한 Cortes (2015)는 루틴한 직무를 수행하는 직종일수록 해당 직종에 소속된 근로자들의 이직확률이 증가한다는 점을 확인하였다. 생산직·사무직에 집중되었던 루틴직무의 임금 프리미엄은 시간이 흐를수록 크게 감소했으며, 루틴하지 않은 직무로 이직한 근로자는 루틴직종에 머무른 근로자보다 임금이 상승하는 효과를 경험했다.

## 2) 후발산업국가로의 수입증가와 일자리의 오프쇼어링

이처럼 기술변화에 따른 제조업 고용의 변화가 주로 직종 수준의 분석을 통해 관찰되었다면, 세계화 및 무역구조 변화에 따른 고용효과는 주로 업종 수준의 통계를 활용해 추정되고 있다. 최근의 사례로서 Dauth and Suedekum(2016)은 독일 서부지역들을 대상으로 한 분석을 통해 지역의 무역노출도와 고용성장 간 관계를 탐구하였다. 분석 결과, 중국 및 동유럽으로의 수입의존도가 빠르게 증가한 지역일수록 고용성장률이 감소했다. 뿐만 아니라, 이들 지역에서는 중간숙련 제조업 일자리가 감소하고 저숙련서비스와 고숙련전문직 일자리가 증가하는 일자리의 양극화 현상이 가속화되었음이 관찰되었다.

미국 제조업 고용의 변화를 분석했던 Pierce and Schott(2016)은 대중국 무역이 넓게 개방된 제조업 종일수록 고용규모가 빠르게 감소했음을 실증하였다. 이 같은 대중국 수입개방의 효과는 미국 제조업 고용감소에 영향을 미쳤던 기타 요인(e.g., 노조가입률 감소)을 통제한 뒤에도 여전히 통계적으로 의미 있는 효과를 드러냈다.

Ebenstein *et al.*(2014)는 무역노출도(import penetration)가 높은 업종일수록, 해당업종에 종

사하는 근로자들의 이직률이 높아질 뿐 아니라 이직 후 임금이 감소할 확률이 높아진다는 점을 실증하였다. 1980년대부터 2000년대까지 미국 인구조사를 이용한 이들의 분석 결과에서는 수입의존도가 상승한 제조업종 근로자들이 임금감소를 감수하고 저숙련서비스 업종으로 이직하는 흐름이 관찰되었다. 이 같은 효과는 동일 제조업종 내에서도 루틴직무에 종사하는 근로자 집단에게 더욱 뚜렷하게 관찰되었다.

직종 수준의 접근을 응용한 사례로서 Blinder and Krueger(2013)는 미국의 대표적인 직무정보 DB인 O\*NET을 활용해 직종별 오프쇼어링 가능성을 추정하였다. 구체적으로, 대인접촉이 중요하지 않고(impersonal), 공간적인 제약에서 자유로우며, 정형화되어 있는(routine) 일자리일수록 해외로의 오프쇼어링이 손쉽게 이뤄질 수 있다고 가정하였다. 이 같은 기준에 따라 직종별 오프쇼어링 가능성을 집계할 때, 프로그래머나 자료기입원 등 인도 등의 오프쇼어링이 활발히 이뤄지고 있는 직종들이 상위권을 차지했다. Wei *et al.*(2013)은 오프쇼어링 확률이 높은 직종일수록 실제로 미국 내에서의 고용규모가 감소해왔다는 점을 실증하였다.

## 3) 국내 연구동향 및 본 연구의 문제설정

이처럼 미국과 유럽문헌을 중심으로 제조업 고용 변화의 배경요인을 설명하는 접근이 다양하게 시도되었던 것과 달리, 국내문헌에서는 주요 변수의 효과를 실증한 연구사례가 부족하다. 다만, 금융위기 이후 제조업 고용변화의 구조를 탐색한 연구는 꾸준히 축적된 바 있다. 대표적인 사례로 권혜자 외(2015)는 금융위기부터 2014년까지의 제조업 고용 변화를 숙련수준별로 분해하였다. 저자들은 「한국 직업정보시스템」의 직무정보를 활용해 제조업 고용구조 변화의 숙련수준을 분해했는데, 2008년 이래 제조업 내 저숙련 일자리 비중은 증가한 반면 중

간속련 일자리 비중은 감소하는 추세가 관찰되었다. 이들이 정의한 저속련 일자리에선 기계조작원 및 기능원 등 루틴 일자리가 높은 비중을 차지하고 있다. 따라서 권혜자 외(2015)의 분석은 금융위기 이후 우리나라에서도 직무편향적인 기술진보가 이뤄졌음을 암시하는 단서가 될 수 있다.

제조업 내 업종별 분석의 사례로서 박명수(2014)는 금융위기 이후 제조업 고용의 변화를 기술수준별(i.e., 고도기술, 중고도기술, 중저기술, 저기술업종)로 분해하였다. 분석 결과, 제조업 고용변화의 높은 비중이 고도기술 및 중고도기술에 집중되어 있어, 기술집약적인 부문으로의 고용구조 전환이 이뤄지고 있음을 드러냈다. 이어서 연구자들은 제조업 고용변화를 기술진보 효과와 산업성장 효과로 분해했다. 2004년부터 2008년까지는 노동집약도가 감소해 고용규모가 줄어드는 기술진보 효과가 우세했으나, 2009년부터 2013년까지의 기간에는 산업성장에 따른 고용증가 효과가 기술진보 효과보다 높아 제조업 고용성장이 이뤄진 것으로 분석되었다.

이시균 외(2016)는 수출생산량, 수출액 및 세계 시장규모 등의 무역조건이 금융위기 이후 국내 제조업 고용규모에 미치는 영향을 실증하였다. 저자들은 자동차, 반도체 등 주요 업종별로 상이한 모형명세의 분석을 설계해 고용변화 영향요인을 추정했는데, 대외의존도가 높은 업종일수록 무역조건에 민감한 영향을 받는 것으로 분석되었다. 특히 철강업종에 대한 분석 결과에서는 중국의 철강재 수출량이 1% 증가할 때마다 국내 철강산업 고용량이 약 5% 감소하는 것으로 추정되었다. 저자들은 동시에 자동화에 따른 구조조정 효과가 업종별 고용감소에 기여했음을 관찰하고 있다.

이상 정리된 바와 같이, 최근 국내문헌들은 제조업 고용변화에 대한 기술변화 및 세계화의 영향을 암시하는 관찰을 제시하고 있다. 그러나 대다수 연구가 고용변화의 구조를 탐색하는 목적에 머무르고 있으며, 변수 간 인과관계를 통계적으로 실증한

사례는 매우 제한되어 있는 상황이다. 더불어, 업종 및 직종수준 분석은 다수 축적되어 있는 데 비해, 지역단위에서 제조업 고용변화의 추이와 영향요인을 분석한 사례는 부재하다는 점 역시 중요한 한계로 지적할 수 있다.

제조업 고용변화의 인과적 메커니즘을 설명함에 있어 국내문헌은 미국 사례에 집중되어 있는 서구 문헌의 틀을 그대로 수용할 수 없다. 이는 서구에서 제조업 고용의 지속적인 감소가 관찰되었던 것과 달리, 국내에서는 제조업 고용이 빠르게 증가했다는 특수성이 있기 때문이다. 따라서 국내 자료를 통해 제조업 고용의 변화를 설명하는 실증연구는 제조업 일자리를 소멸시킨 요인 뿐 아니라 새로운 일자리를 창출시킨 메커니즘을 함께 분석 틀에 포함시켜야 할 것이다.

이에 본 연구는 지역수준의 자료집계 및 분석모형을 통해 자동화 기술 및 세계화의 심화가 지역 노동시장 제조업 고용에 미친 영향을 탐구함으로써 기존 문헌의 맹점을 보완하고자 한다. 한편으로, 본 연구는 루틴직무의 자동화나 제조업 일자리의 오프쇼어링 같은 기존 서구 문헌의 설명을 국내 자료를 통해 검증한다. 동시에 이에서 더 나아가, 제조업 고용의 증가를 이끈 국내 특수적인 요인들을 대 중국 수출물량의 증가 같은 변수를 동원해 설명한다. 구체적인 분석자료 및 모형은 다음 장에서 설명된다.

### 3. 분석자료 및 모형

#### 1) 분석의 시공간적 범위

지역단위 분석의 단위는 통계청에서 세분화된 업종·직종 통계가 집계되는 최소 공간단위인 시군구 단위이다. 국내 가용자료의 한계 탓에 그간의 지역

산업 분석은 광역시·도 단위에서 설계되는 경우가 많았으나, 지역의 특화구조를 정밀하게 관찰하기 위해서는 시군구 단위가 훨씬 더 유리하다. 더불어 지역정책적인 함의를 도출하는 데에도 하위 지역단위의 분석이 적합하다고 판단하였다.

분석모형의 시간적 범위는 2010년에서 2015년의 기간으로 설정한다. 앞에서 비교했던 최근 국내문헌들은 금융위기 이후 제조업 고용의 변화를 설명하는 데 집중하고 있는데, 이는 우리나라 제조업 고용의 규모가 2009년을 기점으로 반등해 증가세를 시작했기 때문이다. 본 연구 역시 이 같은 문제의식을 계승하고 있으나 인구총조사 자료의 집계시점을 고려해 2009년이 아닌 2010년을 초기시점으로 설정하였다.

## 2) 지역별 자동화 기술변화의 영향 추정

선행연구들의 방법론을 응용해 본 연구는 2010년 기준 각 지역의 업종·직종 구조가 자동화와 세계화의 영향에 얼마나 취약하게 노출되어 있었는지를 평가한다. 먼저 자동화 기술변화에 대한 취약성을 평가하기 위해 두 가지 접근이 적용되었다. 첫째는 각 지역이 얼마나 자동화 기술에 대체되기 쉬운 직종에 특화되어 있는지를 평가하는 것이다. 이를 위해 본 연구는 한국고용정보원이 2004년부

터 조사하는 「한국직업정보시스템」(이하 KNOW; Korea Network for Occupations and Workers) 원시자료 DB를 활용한다. KNOW는 700여개 직종에 대한 연도별 재직자 설문조사를 정리해 직종별 업무수행능력(44개 문항), 지식요건(33개 문항), 성격요건(16개 문항), 흥미요건(6개 문항), 작업환경(48개 문항), 가치관(13개 문항)을 수집하고 있는 국내 최대 직종DB로서 그간 다양한 경제학 분야의 실증연구에 활용된 바 있다(e.g., 권해자 외, 2015).

KNOW와 그 전신인 「한국직업사전」은 미국 노동부의 직업정보 체계인 O\*NET과 직업사전(DOT; Dictionary of Occupational Titles)을 벤치마킹한 결과물이기 때문에 측도의 구성과 측정방식이 동일하다. 따라서 O\*NET을 활용한 해외문헌들의 노동시장 분석 방법론을 적용할 수 있다는 장점이 있다(Frey and Osborne, 2013). KNOW의 다양한 범주 중에서 본 연구는 작업환경 범주에 해당하는 5개 문항을 직종의 자동화 대체가능성을 평가하는 데 적용하였다. 이들 직무환경 변수는 O\*NET을 이용해 직종의 자동화·루틴화 정도가 임금구조에 미친 영향을 추정했던 Firpo *et al.*(2011)의 분석에서 활용되었던 변수들이다.<sup>2)</sup>

다섯 개의 직무환경 변수들은 각각 고정된 동작의 빈도, 반복적인 신체적·정신적 활동의 정도, 업무의 자동화 정도, 기계장비에 보조하는 작업 정도

표 1. 루틴직종 구분을 위한 「한국직업정보시스템」의 관련직무 목록

직무환경	직무 설명	상위직업 예시(100점 만점)
반복동작	고정된 동작으로 작업하는 빈도	인쇄기계 조작용(90점)
신체적 동일업무 반복	계속적이고 반복적인 신체적 활동 (예, 제품 단순조립)의 중요성	건설 및 채굴기계운전원(100점)
정신적 동일업무 반복	계속적이고 반복적인 정신적 활동 (예, 회계장부의 기재사항 점검)의 중요성	기계공학시험원(83점)
자동화 정도	업무의 자동화 정도	자동조립라인·산업용로봇 조작용(96점)
장비 속도에 보조 맞추기	장비흐름에 동작을 보조하는 작업의 중요성	자동차부품 조립·검사원(76점)

주: 직무별 설명은 한국직업정보시스템 홈페이지(www.worknet.go.kr)를 참조하였음.

를 측정한다. 한국고용정보원은 직종별 재직자 설문조사 결과를 취합한 뒤, 직업연구 전문가들의 보정과 현장연구를 거쳐 100점 만점의 표준화된 직무정보를 DB화하고 있다. 루틴직무별 상위배점 직업의 예시를 살펴보면 대체로 정보통신 기술 및 자동화 기술의 영향에 직접적으로 노출되어 있는 직종들이 구성되어 있음을 확인할 수 있다. 본 연구는 2009년 KNOW의 재직자조사 결과를 이용해 5개 루틴직무 점수를 직종 수준에서 평균하는 방식으로 각 직종의 루틴직무집약도를 평가하였다.

이어서 Autor *et al.*(2015)의 방법론을 따라 지역  $j$ 의 루틴직종 고용비중을 다음의 수식으로 추정하였다. 아래 수식에서  $L_{jk}$ 는 지역  $j$ 의  $k$  직종에 근무하는 총 고용자 수이며,  $RTI_k$ 는  $k$  직종의 루틴직무집약도(Routine Task Intensity)를 의미한다. 전체 고용에서 루틴직무집약도가 상위 33%에 해당하는 직종을 루틴한 직무를 주로 수행하는 직종이라 정의하였다. 따라서 아래 수식으로 추정된  $RSH_j$ 는 각 지역의 전체 종사자 대비 루틴직종 근로자의 비중을 의미하는 지표이다.

$$RSH_j = \left( \sum_{k=1}^K L_{jk} \cdot 1[RTI_k > RTI^{(67)}] \right) \left( \sum_{k=1}^K L_{jk} \right)^{-1} \quad (1)$$

지역별 직종구조를 측정하기 위해 2010년 인구총조사의 시군구별·직종별 고용자 수 정보를 통계청의 마이크로데이터 통합서비스를 통해 구득하였다. KNOW는 한국고용직업분류 세세분류에서 자료가 집계된 반면, 통계청 인구총조사는 지역단위에서 한국표준직업분류 소분류까지의 집계정보만을 제공한다. 한국고용직업분류와 한국표준직업분류 간에는 연계표가 제공되고 있기 때문에 이를 기준하는 자료매칭이 가능하다.

지역별 자동화 기술변화 영향을 추정하기 위한 추가적인 접근으로서, 본 연구는 Acemoglu and Restrepo(2017)의 방법론을 차용해 지역별 로봇투자집약도를 추정하였다. Acemoglu and Restrepo

(2017)는 산업용 로봇에 대한 투자와 설비도입이 집중적으로 이뤄진 업종일수록 인구대비 고용률이 감소했으리라는 가설을 실증한 바 있다. 특히 저자들은 루틴직종집약도나 기타 세계화 영향변수의 효과를 통제했을 때에도, 로봇투자의 효과가 고용감소에 통계적으로 의미 있는 효과를 유지했음을 보고하고 있다. 실제로 업종별 로봇도입 규모와 루틴직종집약도 간에는 강하지 않은 수준의 상관계수가 추정되었다. 이처럼 최근 선행연구에서 검증된 방법론을 응용해서 본 연구는 2010년부터 2015년까지 우리나라 각 시군구의 로봇투자집약도를 식 (2)와 같이 추정한다.

$$\Delta RII_j = \sum_i \frac{L_{ji}}{L_i} \frac{\sum_t \Delta RII_{it}}{L_j} \quad (2)$$

위 수식에서  $\sum_t \Delta RII_{it}$ 는  $i$ 라는 업종의 연도별 산업용 로봇의 도입규모(RI; Robot Investment)를 2010년부터 2015년까지 합산한 값이다. 이어서  $L_j$ 와  $L_{ji}$ 는 각각 2010년 기준  $i$  산업의 전체 고용자 수 및  $j$  지역의  $i$  산업의 고용자 수를 의미한다. 따라서 수식 (2)에서  $\Delta RII_j$ 는 업종별 로봇투자 증가규모를 각 지역의 고용비중에 따라 배분한 수치로서 지역  $j$ 의 로봇투자집약도로 해석할 수 있다.

본 연구에서 연도별 로봇투자 규모는 산업용 로봇의 연간 개수 증가량에 기준해 추정되었다. 자료 집계를 위해 Acemoglu and Restrepo(2017)의 경우와 마찬가지로, 국제로봇연맹(IFR; International Federation of Robotics)이 국제 로봇시장 거래량에 기준해 매년 발표하는 국가별·업종별 산업용 로봇규모 자료를 이용하였다. IFR은 산업용 로봇을 “자율적으로 통제되고, 프로그램 갱신이 가능하며, 다용도로 활용될 수 있는” 기계로 정의하고 있다(IFR, 2017). 이 같은 산업용 로봇의 도입은 자연스럽게 기존 인력의 자동화를 야기할 것이기에, 지역별 산업용 로봇의 규모변화를 통해 자동화 기술의 영향을 직접적으로 추정할 수 있다(Acemoglu and

표 2. 산업용 로봇 투자가 집중된 5대 업종의 로봇증가량 및 제조업 고용증가율

한국표준산업분류(소분류 KSIC 코드)	산업용 로봇 증가량('10~'15)	제조업 고용증가율('10~'15)
전자부품제조업(262)	399,946	0.9%
반도체 제조업(261)	254,104	15.4%
자동차용 엔진 및 자동차 제조업(301)	153,277	17.0%
자동차 부품 부품 제조업(303)	114,426	22.6%
통신 및 방송장비 제조업(264)	74,597	-24.1%

주: 산업용 로봇 증가량은 IFR(International Federation of Robotics, 2017)의 한국 업종별 산업용 로봇 규모 추산결과를 이용해 집계하였음.

Restrepo, 2017). 본 연구는 국제표준산업분류체계 (ISIC) 3-Digit에 따라 제공되는 IFR의 산업용 로봇 통계를 한국표준산업분류 소분류에 매칭시켜 인구 총조사 자료에 결합하는 방식으로 식 (2)를 추정하였다.

〈표 2〉는 2010년부터 2015년까지 우리나라에서 산업용 로봇의 투자가 집중되어 있는 상위 5대 업종을 비교한 것이다. IFR은 우리나라의 전자부품제조업종에서 산업용 로봇이 2010년부터 2015년까지 약 40만 대 증가했다고 추산하고 있다. 〈표 2〉의 수치만으로는 산업용 로봇의 증가가 제조업 일자리의 대체를 전진시켰다는 추세를 찾아보기 어렵다. 그러나 이는 전국 단위의 기술적인 통계이기 때문에 이로부터 인과적인 해석을 이끌기에는 무리가 있다. 본 연구의 실증분석은 산업용 로봇의 투자가 집중된 지역에서 제조업 고용변화가 실제로 감소했는지 여부를 통계적인 모형을 통해 검증할 것이다.

### 3) 지역별 세계화 영향의 추정

앞 장에서 설명한 바와 같이, 지역별 제조업 고용에 대한 세계화의 영향은 각 지역이 후발산업국으로부터의 수입침투에 얼마나 영향을 받고 있는지를 측도로 삼아 평가될 수 있다. 본 연구는 Autor *et al.* (2013)의 방법론을 따라 중국 및 ASEAN(동남아시아국가연합) 소속국가에 대한 업종별 수입액 증가

분을 각 지역의 산업구조에 대입해 수입침투집약도 (IPW; Import Penetration Weighted)와 수출성장 집약도를 지역별로 추정한다.

$$\Delta IPW_j = \sum_i \frac{L_{ji}}{L_i} \frac{\Delta Import_i}{L_j} \quad (3)$$

위 수식에서  $\Delta Import_i$ 는 2010년부터 2015년 기간  $i$  산업에서 중국 및 ASEAN 국가로의 수입규모 증가액을 의미한다. 따라서 수식 (2)와 마찬가지로, 수식 (3)에서 지역  $j$ 의 수입침투집약도인  $\Delta IPW_j$ 는 업종별 1인당 수입액 증가분을 각 지역의 고용비중에 따라 배분한 수치라 해석할 수 있다.

업종별·국가별 무역수지 규모에 대한 시계열 정보를 취득하기 위해 산업연구원의 ISTANS(Industrial Statistics Analysis System) DB가 활용되었다. ISTANS는 HS(무역분류)와 KSIC(한국표준산업분류)를 상호연계해 전산업 코드를 40개 제조업과 20개 서비스업으로 재편성하고 있다. 다만, ISTANS에서 국가별 무역수지에 대한 정보는 40대 제조업 수준에서만 제공되고 서비스업종에서는 세분화된 통계가 제공되지 않고 있다. 본 연구에서는 제조업 고용에 대한 영향을 추정하는 분석목적은 고려해, 40대 제조업종의 수입규모 변화분만을 식 (3)의 추정에 사용하였다.

동일한 논리를 적용해 식 (4)는 지역  $j$ 의 수출성장 집약도를 추정하고 있다. 식 (4)에서  $\Delta Export_i$ 는  $i$  산



표 3. 수입침투·수출성장 상위업종 비교

(단위: 1,000 US 달러)

수입침투 상위업종		수출성장 상위업종	
업종명	대중국·ASEAN 수입규모 증가액('10~'15)	업종명	대중국·ASEAN 수출규모 증가액('10~'15)
철도	12,768,596.19	반도체	13,799,803.18
정밀기기	10,625,129.66	전기기기	9,136,493.40
조선	6,913,452.92	통신기기	6,141,997.05
반도체	3,487,436.21	특수목적기계	2,595,640.31
기타수송장비	3,247,695.84	정밀화학	2,237,150.32

주: 산업연구원 ISTANS의 40대 제조업종별 수출입 규모 변화에 기준해 집계하였음.

업의 중국 및 ASEAN 국가로의 수출규모 증가액이며, 식 (3)과 동일하게 2010년부터 2015년까지의 기간이 적용되었다. 따라서  $\Delta EGW_j$ 는 지역  $j$ 의 초기 업종구조가 향후 수출증가가 기대되는 업종으로 구성되어 있는 정도를 뜻하며, 본 연구에서는 수출성장집약도라 명명되었다.

$$\Delta EGW_j = \sum_i \frac{L_{ji}}{L_i} \frac{\Delta Export_i}{L_j} \quad (4)$$

〈표 3〉은 중국과 ASEAN 국가에 대한 수입규모 및 수출규모가 빠르게 증가한 상위업종들을 비교한 결과이다. 이를 살펴보면, 수입침투가 심화된 업종은 철도, 정밀기기, 조선, 반도체, 기타 수송장비의 순서로 집계되었다. 수출규모가 빠르게 증가한 업종은 반도체, 전기기기, 통신기기, 특수목적기계, 정밀화학의 순서로 추산되고 있다.

#### 4) 분석모형

이상의 단계를 통해 추정된 자동화 및 세계화 관련 지표들을 중심으로 본 연구는 식 (5)와 같이 지역별 제조업 고용변화를 설명한다.

$$EG_j = \beta_0 + \beta_1 RSH_j + \beta_2 \Delta RII_j + \beta_3 \Delta IPW_j + \beta_4 \Delta EGW_j + X' \beta + \epsilon_j \quad (5)$$

위의 회귀식에서 종속변수인  $EG_j$ 는 2010년에

서 2015년까지 지역  $j$ 의 제조업 고용증가율을 의미한다.  $RSH_j$ 는  $j$  지역의 루틴직무집약도를 의미하며,  $\Delta RII_j$ ,  $j$  지역의 로봇투자집약도를 뜻하고 있다.  $\Delta IPW_j$ 와  $\Delta EGW_j$ 에는 각각  $j$  지역의 수입침투집약도와 수출성장집약도의 측정값이 대입된다. 모든 회귀식은 각 지역의 전국대비 인구비중을 가중치로 사용해 추정되었다. 마지막으로 오차항이 동일 광역경제권 내에서 상관될 경우 발생할 수 있는 편의를 보정하기 위해, 분석모형의 표준오차를 광역시·도 단위에서 군집화하였다(Abadie et al., 2017).

수식의  $X' \beta$ 는 모형의 통제변수 벡터항과 그에 대응하는 회귀계수의 벡터항이다. 첫 번째로 통제되어야 할 공변량은 지역별 생산인구 대비 제조업 고용자 수의 비중이다. 본 연구의 핵심변수인 루틴직무집약도와 수입침투집약도는 모두 제조업 고용과 높은 상관성을 갖고 있기 때문에, 각 지역의 제조업 고용비중을 통제된 뒤에도 여전히 종속변수에 대한 효과가 유의한지를 해석함이 중요하다.

다음으로 금융위기 이후 제조업 순증가의 높은 비중이 고숙련 직종과 고기술 업종에서 발생했다는 최근 문헌들의 보고를 재확인하기 위해 지역별 대졸자 비중과 고기술제조업종 비중이 포함되었다(권혜자 외, 2015; 박명수, 2014). 대졸자 비중은 지역 노동시장의 인적자본 수준을 대표하기 위해 경제학 문헌에서 널리 사용되는 지표이다(Moretti, 2003). 고기술제조업종 비중은 산업연구원의 ISTANS 기

준을 한국표준산업분류에 매칭하는 방식으로 집계되었다. ISTANS 기준에서 고위기술제조업종은 의약, 반도체, 디스플레이, 컴퓨터, 통신기기, 가전, 정밀기기, 전지, 항공산업에 해당한다. 마지막으로 규제환경 등 국내적 요인을 반영하기 위해 광역시 여부 더미변수를 포함했으며, 인구구조가 지역고용에 미치는 영향을 통제하기 위해 65세 이상 고령자 비중을 분석모형에 포함하였다.

## 4. 분석 결과

### 1) 기술변화 및 세계화 영향의 지역별 분포

실증모형의 추정에 앞서 본 연구에서 사용하는 주요 변수들을 점검할 필요가 있다. 자료의 의미를 점검할 수 있는 가장 손쉬운 방법은 자료가 표현하는 추세를 그려낸 뒤 그것이 상식적인 관찰과 부합되는지를 살펴보는 것이다. 이를 위해 <그림 1>은 본 연구의 주요 변수인 루틴직무집약도, 로봇투자집약도, 수입침투집약도, 수출성장집약도의 지리적 분포를 표현하고 있다. 대략적인 분포를 살펴보면, 구미, 칠곡, 아산, 거제, 통영 같은 전통적인 산업도시들이 자동화와 세계화의 영향 모두에 밀접하게 노출되어 있는 것을 관찰할 수 있다. 그러나 각 변수들의 영향이 엇갈린 추세를 보이는 경우 역시 발견되며, 한편으로는 제조업 비중이 높은 산업도시라 해서 반드시 자동화나 수입침투에 취약한 구조를 갖고 있는 것은 아니라는 점 역시 관찰할 수 있다.

먼저 자동화 영향의 지표로서 루틴직무집약도는 구미시(33.95%), 칠곡군(33.88%), 거제시(31.71%), 아산시(31.17%), 창원시 성산구(28.82%), 양산시(28.58%)의 순서로 높은 값을 기록하고 있다. 대도시권 중에서는 대전광역시가 가장 높은 루틴고용 비중을 나타냈고, 부산광역시를 포함한 남동해안

지역 역시 비중이 높았다. 앞서 설명된 바와 같이, 본 연구에서 조작한 루틴직무집약도는 루틴한 생산직무와 반복적인 사무직무가 조합된 결과라 할 수 있다. 이에 따라 루틴직무집약도는 전통적인 산업도시뿐 아니라 대구, 광주, 부산 등 서비스 수요가 높은 대도시권에서도 높은 비중을 드러내고 있다.

이제 <그림 1>의 (b)를 살펴보면, 로봇투자집약도가 높은 값을 기록한 지역은 루틴직무집약도의 경우와 상당 부분 중첩되는 경향을 보였다. 가장 높은 로봇투자집약도 수치를 기록한 도시는 이천시, 구미시, 화성시, 청주시 흥덕구, 수원시 영통구, 용인시 기흥구, 아산시 등의 순서로 집계되었다. 앞서 살펴본 루틴직무집약도의 분포가 전 국토에 걸쳐 상대적으로 고르게 분포하고 있었던 것과 달리, 로봇투자집약도는 반도체, 자동차, 디스플레이 등 국가주력업종의 생산거점들을 중심으로 훨씬 집중되어 있는 경향을 보이고 있다.

<그림 1>의 하단 지도들은 세계화의 지표인 수입침투집약도와 수출성장집약도의 지리적 분포를 표현하고 있다. 대체로 수입침투집약도가 높은 지역은 수출성장집약도 역시 높은 수준을 갖고 있다. 그러나 지역별 추이를 상세히 살펴보면, 각 지역이 수입과 수출 양자 중 어느 쪽에 무게를 싣고 있는지 구분할 수 있다. 먼저 수입침투집약도가 가장 높았던 도시에는 거제시, 천안시, 아산시, 통영시, 오산시가 최상위로 꼽혔다. 거제와 통영은 조선업에 특화된 도시이며, 천안과 아산은 디스플레이 제조업에 특화된 도시이다. 이처럼 수입침투집약도 점수가 상위권에 해당하는 지역들은 많은 경우 국제적인 무역조건 악화 및 해외로의 생산기지 이전으로 고용위기를 겪고 있는 지역임이 드러났다. 루틴직무집약도가 대구, 부산 등 대도시권을 포함해 상대적으로 넓게 퍼져있던 데 반해, 수입침투집약도는 소수 산업거점에 공간적으로 집중되어 있는 모습을 보다 강하게 드러내고 있다.

반면, 수출성장집약도는 경기남부에서 충남·충

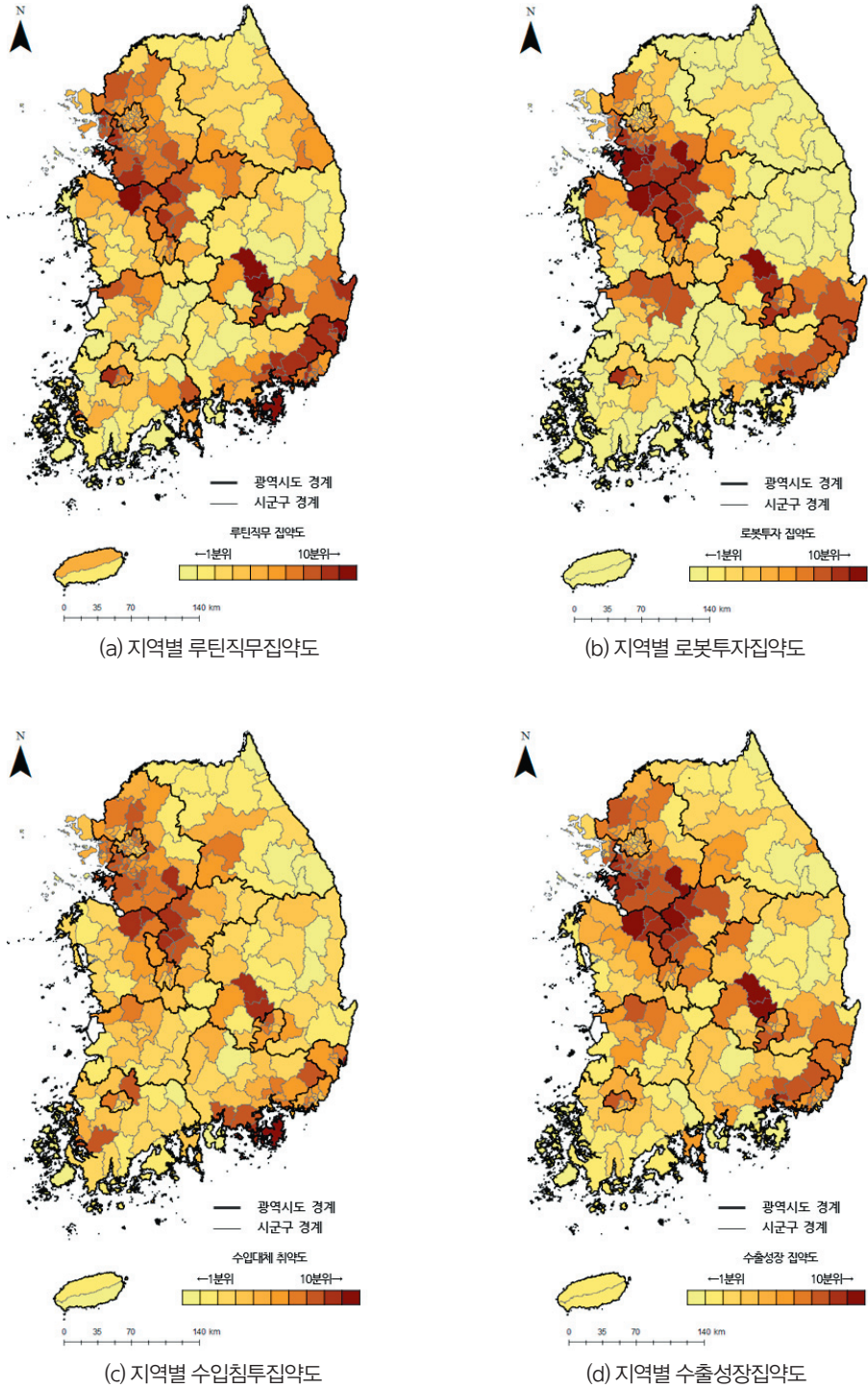


그림 1. 자동화·세계화 관련 주요 변수들의 공간적 분포

북으로 연결되는 산업벨트에 집중된 경향을 보이고 있다. 수출성장집약도가 가장 높았던 시·군에는 구미시, 이천시, 칠곡군, 아산시, 진천군이 순서대로 집계되었다. 전자부품, 통신장비, 반도체 등에 제조업이 특화되어 있는 구미시는 수입침투집약도도 높았으나, 전국 시·군 중에서 가장 높은 수준의 수출성장집약도 역시 기록했다. 다음 순위를 기록한 이천시는 전체 제조업 고용의 40% 이상이 국내 주력 수출업종인 반도체 제조업종에 집중된 지역이다. 전자부품, 통신장비, 기계 제조업에 특화되어 있는 칠곡군 역시 높은 수준의 수출성장집약도를 기록했다.

## 2) 실증분석 결과

〈표 4〉는 지역별 제조업 고용변화를 설명하는 실증분석 결과를 제시하고 있다. 먼저 모형 1은 자동화와 세계화와 관련된 주요 변수들의 효과를 지역별 초기시점 제조업 비중만 통제한 가운데 추정하고 있다. 세계화 관련 변수의 효과를 해석하면, 지역 노동시장의 직종구조가 자동화 기술에 대체되기 쉬운 루틴직무로 구성되어 있을수록 제조업 고용의 감소가 확대된 것으로 드러났다. 반면, 제조업 고용의 증가는 수출성장 업종에 특화된 지역으로 집중되었음을 해석할 수 있다. 세계화 변수들의 효과는 제조업 고용과 관계된 제반조건을 통제한 이후 모형 2에서도 통계적으로 의미 있는 효과를 유지하고 있다.

후발산업국 수입침투에 취약한 업종으로 특화된 지역일수록 제조업 고용이 감소했다는 분석결과는 앞서 고찰한 이시균 외(2016)의 최근 연구결과와 흐름을 같이 한다. 다만, 이시균 외(2016)의 분석이 주요 업종별로 분절되어 수행된 분석에 기초했던 점과 달리, 본 연구의 분석은 각 지역의 고용변화 추세를 분석함으로써 지역정책적인 함의를 도출하고 있다. 더 나아가, 대중국 및 ASEAN 국가에 대한

수출성장업종 특화도가 지역별 제조업 고용을 확대시키는 주요 동인이었다는 점은 비록 상식적인 관찰이지만 기존에 부재했던 실증을 보충하는 결과라 할 수 있다.

이어서 자동화 변수의 영향을 살펴보면, 지역의 초기시점 산업구조가 후발산업국가로의 수입침투에 취약한 업종으로 구성되어 있을수록 제조업 고용이 감소하는 추세가 드러났다. 그러나 자동화 효과를 추정하기 위한 추가적인 변수였던 로봇투자집약도는 통계적으로 의미 있는 효과를 기록하지 못했다.

루틴직무가 집중된 지역에서 제조업 고용이 감소했다는 본 연구의 관찰은 김세움 외(2014)의 분석결과와 일견 엇갈리는 것이다. 김세움 외(2014)는 루틴직무를 주로 수행하는 직종 근로자의 수가 금융위기 이전까지 지속적으로 감소하다가 금융위기 이후 반등하는 패턴이 나타났음을 관찰한 바 있다. 이러한 추세는 상당부분 제조업 고용의 반등에서 기인한 것으로 해석되었다. 이 같은 결과를 종합해 김세움 외(2014)는 루틴직무가 기계에 의해 자동화되는 과정인 루틴화(routinization)가 금융위기 이후 크게 관찰되지 않는다는 잠정적인 결론을 내리고 있다. 이와 달리, 지역수준 분석을 수행한 본 연구의 결과는 루틴직종에 특화된 지역일수록 제조업 고용의 빠른 감소가 관찰되었다는 추세를 드러내고 있다.

모형 3은 자동화·세계화 관련 주요 변수들과 기타 통제변수 전체를 포함해 지역별 제조업 고용변화를 설명하고 있다. 수입침투집약도, 수출성장집약도, 루틴직무집약도는 이론적인 예측에 부합하는 방향으로 의미 있는 효과를 기록했다. 그러나 로봇투자집약도의 효과는 비록 이론적 예측과 같은 방향의 부(-)의 방향성을 갖고는 있으나 여전히 통계적으로 의미 있는 강도를 기록하지 못했다.

로봇투자집약도의 효과가 뚜렷하지 못했던 까닭에는 여러 가지 원인이 존재할 수 있다. 한 가지 설

명은 로봇투자집약도의 효과가 지역마다 상이하게 파악되었으리라는 것이다. 구체적으로 말해, 산업용 로봇에 대한 투자가 집약적으로 이뤄진 업종이라 하더라도, 그 효과는 업종 내 가치사슬에서 상이하게 파악될 수 있다. 한편으로, 로봇의 도입을 통한 일자리의 소멸효과는 주로 루틴한 생산기능에 특화되어 있던 지역에 집중되었으리라는 예상이 가능하다. 반면, 동일 업종 내에서도 연구·기획과 같은 비루틴 직무에 특화되어 있던 지역의 경우에는 로봇기술의 도입을 통한 생산성 제고와 기술혁신으

로 인해 오히려 고용규모가 증가했을 수 있다.

이 같은 가설을 확인하기 위해 모형 4는 이전 모형명세에 로봇투자집약도와 루틴직무집약도의 교차항을 추가적으로 포함시켰다. 분석 결과, 교차항의 부호는 부(-)의 방향으로 강한 효과를 기록했으며, 로봇투자집약도의 계수 값 역시 신뢰수준 95%에서 통계적으로 유의한 정(+)의 효과를 기록하였다. 모형 4의 결과를 해석하면 다음과 같다. 로봇투자집약도는 각 지역이 업종 내에서 어떠한 기능에 특화되어 있는지에 따라 상이한 효과를 파악한다.

표 4. 제조업 고용의 지역별 변화를 설명하는 회귀분석 추정 결과

변수명	모형 1		모형 2		모형 3		모형 4		
	회귀계수	강건 표준오차	회귀계수	강건 표준오차	회귀계수	강건 표준오차	회귀 계수	강건 표준오차	
종속변수: 제조업 고용변화율(2010~2015년)									
세계화	수입침투 취약도	-0.134***	0.042	-0.103**	0.037	-0.107**	0.038	-0.118***	0.037
	수출성장 집약도	0.065***	0.021	0.068**	0.026	0.070**	0.025	0.063**	0.025
자동화	루틴직무 집약도	-0.374***	0.074			-0.297**	0.136	-0.264*	0.135
	로봇투자 집약도	-0.863	0.506			-0.409	0.823	2.587**	1.082
	루틴직무 집약도×로봇투자 집약도							-12.796**	4.768
통제 변수	생산인구 대비 제조업 비중	1.669***	0.450	1.280**	0.552	1.428*	0.724	1.754**	0.745
	고기술제조업 고용비중			-0.526**	0.222	-0.419	0.329	-0.399	0.333
	대졸자 비중			0.458**	0.182	0.436**	0.190	0.420**	0.185
	65세 이상 인구비중			0.247	0.225	0.256	0.222	0.296	0.231
	광역시 여부			-0.038	0.024	-0.038	0.023	-0.032	0.023
표본 수	248		248		248		248		
Probability>F	0.000		0.000		0.000		0.000		
R <sup>2</sup>	0.268		0.293		0.294		0.312		

주: 분석 단위는 전국 시·군·구 지역임. 각 회귀식은 지역별 전국대비 인구비중을 가중치로 적용해 추정되었으며, 표준오차는 광역시·도 단위에서 군집화되었음

\*\*\* p-value<0.01, \*\* p-value<0.05, \* p-value<0.1

로봇투자를 통한 제조업 일자리의 대체효과는 각 지역이 루틴한 직무에 특화되어 있을수록 강하게 나타났다. 반면, 루틴하지 않고 창조적인 직무에 특화된 지역일수록 로봇투자의 고용감소 효과는 완화되는 패턴이 관찰되었다.

이 같은 결과는 본 연구와 동일한 자료를 활용해 지역별 로봇투자 규모가 고용감소에 미치는 효과를 확인했던 Acemoglu and Restrepo(2017)의 분석 결과와 비교될 수 있다. Acemoglu and Restrepo(2017)의 분석에서 로봇투자 규모의 효과는 루틴직무집약도의 효과를 통제한 이후에도 통계적으로 유의한 수준을 기록한 바 있다. 반면, 본 연구의 분석에서는 로봇투자의 효과가 루틴직무집약도의 수준에 강하게 의존되어 있는 패턴이 관찰되고 있다.

이제 기타 통제변수들의 효과를 해석하면 우선 제조업 고용비중은 모든 모형에서 제조업 고용변화에 양(+의) 효과를 기록했다. 반면, 광역시 여부나 고령자 비중, 고기술업종 비중 등 제조업의 고용 증가와 상관되리라 가정되었던 기타 변수들의 효과는 각 모형에서 일관된 효과를 기록하지 못하였다.

단, 대졸자 비중의 효과가 모든 모형에서 통계적으로 의미 있는 정(+의) 부호를 기록했다는 점은 주목해 해석할 필요가 있다. 고속연노동이 집적된 지역에서 제조업 고용증가가 집중되었다는 분석 결과는 금융위기 이후 제조업 성장의 높은 비중이 고속연부문에서 진행되었다는 박명수(2014)의 관찰과 흐름을 같이 한다. 이 같은 결과는 세계화와 자동화의 영향이 제조업 내에서 고속연 노동의 수요를 증가시키는 방향으로 전개된다는 기존 논의에도 부합되는 것이다.

이와 관련해, 박명수(2014)는 고용노동부의 「직종별 사업체 노동력조사」 원시자료를 분석해 기술수준이 높은 제조업종일수록 숙련노동력을 공급하는 데 어려움을 겪는 사업체 비중이 높다는 분석 결과를 함께 제시한 바 있다. 이처럼 여건변화에 따라 우리 제조업이 경쟁력을 유지할 수 있는 부문이 고

숙련노동을 수요하는 고기술업종으로 압축되고 있다면, 숙련노동력이 풍부한 지역에서 제조업 고용 성장이 두드러지게 나타나고 있다는 본 연구의 관찰은 자연스러운 결과라 할 수 있다. 역으로 생각하면, 이 같은 분석 결과는 배후 정주여건이 열악해 고속연인력 진입이 제한되어 있는 대다수 지방 산업단지들의 전망을 어둡게 하는 결과라 해석할 수 있다.

## 5. 결론

자동화와 세계화의 물결은 안정된 일자리 기반을 흔드는 불가역적인 흐름인양 묘사될 때가 많다. 그러나 세계화와 자동화의 영향은 경쟁질서에서 도태된 패자를 양산하는 데 그치지 않으며, 그 반대편으로 새로운 기회를 향유하는 승자의 자리를 열어놓는다. 기술변화는 중간숙련 일자리를 빠르게 대체한 반면 고속연 일자리의 생산성을 증가시켰고, 세계화는 노동집약적인 업종의 일자리를 후발산업국으로 이전시키지만 새로운 수요를 끌어와 일자리를 창출한다. 이 같은 변화 속에서 각 지역은 패자가 아닌 승자의 자리에 편입되기 위해 치열하게 경쟁하고 스스로를 혁신하고 있다. 그래서 지역은 업종만큼이나 승자와 패자의 분기가 명확하게 관찰되는 경계다.

본 연구는 지역수준의 실증분석을 통해 제조업 고용의 성장과 쇠락을 분기시킨 요인들을 자동화와 세계화의 영향을 중심으로 규명했다. 분석 결과, 제조업 고용의 감소는 후발산업국가로의 일자리 이탈이 빠르게 진행된 지역에 집중되는 추세를 보였다. 더불어, 루틴직무에 특화된 지역일수록 제조업 고용의 감소가 빠르게 진행되었는데, 루틴직무의 소멸은 각 업종의 로봇투자 규모가 증가할수록 더욱 가파르게 진행되는 패턴을 보였다. 즉, 로봇기술의

도입효과가 모든 지역에서 동질적으로 전개된 것이 아니라, 자동화가 용이한 루틴직무에 특화된 지역에 집중되었다. 반면, 제조업 고용의 증가는 후발 산업국가로의 수출성장 업종비중이 높았던 지역에 집중되고 있다. 더불어, 루틴직무 비중이 낮고 높은 수준의 인적자본을 축적한 지역에서도 제조업 고용의 증가가 집중되는 추세가 발견되었다. 이 같은 분석 결과는 국내 제조업 고용의 지역별 편차를 이해하는 데 실증적인 단서를 제공한다. 더 나아가, 본 연구의 결과는 자동화와 세계화의 맥락에서 향후 우리나라 산업도시들의 대응방향에 대한 정책적 함의를 제시하고 있다.

본 연구의 한계 및 향후 연구방향을 정리하면 다음과 같다. 첫째, 본 연구의 결과는 지역 제조업 고용에 대한 외생적인 충격효과를 관찰하고 있으나, 각 지역의 근로자 및 사업자들이 그 같은 충격에 맞서 어떻게 대응했는지에 대해서는 분석하지 못하였다. 기술변화와 세계화의 파고에 대응하기 위해 근로자들은 인적자본 축적에 투자했을 수 있고, 사업체들은 생산라인의 고도화에 투자했을 수 있다. 이처럼 제조업 고용구조 변화의 미시적인 메커니즘을 탐구하는 것은 향후 중요한 연구주제가 될 수 있다.

이와 관련한 최근의 연구사례로서 Zhang(2017)은 대중국 수입증가에 대한 미국 제조업체들의 반응을 분석한 바 있다. 1991년부터 2004년까지의 사업체 자료를 분석한 결과, 수입침투율이 높았던 업종의 사업체일수록 기술혁신을 위한 투자를 증대시켰다는 점이 드러났다. 즉, 미국 제조업체들은 세계화 영향에 대응하기 위해 자사의 제품과 공정을 고도화하는 데 연구개발 투자를 증대시켰다. 다만, 이 같은 조정효과는 기업규모별로 상이하게 나타났는데, 영세한 사업체들은 대중국 수입이 증가할수록 오히려 연구개발 지출을 감소시킨 반면 대기업은 뚜렷하게 투자를 증가시키는 패턴을 보였다.

둘째, 본 연구는 제조업 고용에 대한 기술변화와 세계화의 영향을 실증했으나, 사라진 제조업 일자

리의 근로자들이 어느 부문으로 이동했는지에 대해서는 분석하지 못했다. 반면, 미국과 유럽의 최근 문헌들은 제조업을 비롯한 중간숙련 일자리의 쇠퇴가 저숙련서비스와 고숙련전문직의 성장을 야기하는 노동시장의 양극화 과정이 비증 있게 탐색되고 있다. 일례로, Cortes(2015)는 미국의 종사자 수준 패널자료를 분석해 루틴고용 감소에 따른 기존 제조업 종사자들의 직종이전 경로를 탐색하였다. 분석 결과, 기존 제조업 종사자 중 직무 경쟁력이 높은 일부 근로자는 높은 임금상승과 함께 고숙련 전문직종으로 이동한 반면, 다수의 근로자는 저임금 서비스 업종으로 이탈하는 양극화 패턴이 관찰되었다. 독일 사례에서 Dauth and Suedekum(2016)은 중국·동유럽으로의 수입침투가 깊이 진행된 지역일수록 중간숙련 일자리가 감소하고 양 극단의 일자리가 증가하는 양극화 현상이 심화되었음을 실증한 바 있다. 미국 사례에서 Autor and Dorn(2013)은 루틴고용에 특화된 지역일수록 저숙련서비스 직종의 비중이 증가하고 임금구조가 양극화되었음을 실증하였다.

이 같은 연구동향과 달리 국내문헌 중에는 제조업 일자리의 소멸이 전체 노동시장 구조에 미친 효과를 실증하는 연구사례가 여전히 제한적이다. 제조업을 비롯한 중간숙련 일자리의 변화추이를 추적한 연구사례는 축적된 바 있으나(전병유 외, 2006), 이 같은 추세의 배경이 되는 거시적 동인을 엄격한 통계적 분석을 통해 실증한 연구는 매우 희소하다. 주목할 만한 최근의 연구사례로서 황덕순 외(2013)는 금융위기 이전까지 지속되던 일자리의 양극화 현상이 금융위기를 기점으로 역전되었다는 결과를 제시한 바 있다. 이는 금융위기 이후 제조업 고용이 일시적으로 반등한 패턴과 깊이 관련되어 있는 패턴이다. 그러나 본 연구의 지역수준 분석 결과는 일자리 구조의 변화가 지역별로 상이한 메커니즘에 의해 전개되고 있음을 강하게 시사하고 있다. 따라서 향후 연구는 본 연구에서 제안된 지역수준 분석

의 틀을 확장해 기술변화와 세계화의 영향이 지역 노동시장의 양극화를 심화하는 구조적인 과정을 탐색할 필요가 있다.

## 주

- 1) 본 연구는 기존 문헌의 용례를 따라 이 같은 속성의 직무를 루틴직무(routine tasks)라 칭한다.
- 2) 루틴직무를 식별함에 있어 해외문헌에서 가장 광범위하게 활용되었던 기준은 미국 노동부 직업사전(DOT)을 활용한 Autor *et al.*(2003)의 방식이다. 국내 문헌에서도 「한국직업사전」을 접근이 꾸준히 적용되고 있다(김세움 외, 2014). 그러나 한국직업사전은 미국 직업사전에 비해 포함하는 변수의 범위가 매우 한정적이며, 2000년대 초반 이후 KNOW로 대체되어 조사가 갱신되고 있지 못한 사항이기 때문에 본 연구는 KNOW를 활용한 최근 문헌들의 방법론을 적용하기로 결정하였다.

## 참고문헌

권혜자·윤석천·안정화·공정승·연보라, 2015, 제조업 고용 변동 분석, 한국고용정보원 기본연구 2015-20.

김세움·고선·조영준, 2014, 기술진보의 노동시장에 대한 동태적 영향, 한국노동연구원 기본연구 2014-12.

마강래, 2017, 지방도시 살생부, 서울:개마고원.

박명수, 2014, “최근 제조업 고용 증가요인 분석 - 제조업 성장 및 구조 고도화의 증가,” 한국고용정보원 고용이슈 2014년 7월호, pp.44-66.

이시균·김수현·강민정, 2016, 중장기 인력수급 수정전망 2015-2025, 한국고용정보원 기본연구 2016-41.

전병유·김혜원·신동균, 2006, 노동시장의 양극화와 정책 과제, 한국노동연구원 연구보고서 2006-02.

황덕순·윤자영·전병유·윤정향, 2013, 노동시장 양극화 해소방안 연구 - 저임금노동을 중심으로, 한국노동연구원 연구보고서 2013-155.

Abadie, A., Athey, S., Imbens, G. W. and Wooldridge, J., 2017, “When should you adjust standard errors for clustering?,” *MIT Working Paper*(<https://economics.mit.edu/files/13927>).

Acemoglu, D. and Autor, D. H., 2011, Skills, Tasks and Technologies: Implications for Employment and Earnings, in Ashenfelter, O. and Card, D. E.(eds.), *Handbook of Labor Economics*, Amsterdam: Elsevier, pp.1043-1171.

Acemoglu, D. and Restrepo, P., 2017, “Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets,” *MIT Working Paper* (<https://economics.mit.edu/files/17106>).

Autor, D. H., Levy, F. and Murnane, R. J., 2003, “The skill content of recent technological change: An empirical exploration,” *Quarterly Journal of Economics* 118 (4), pp.1279-1333.

Autor, D. H. and Dorn, D., 2013, “The growth of low-skill service jobs and the polarization of the US labor market,” *American Economic Review* 103(5), pp.1553-1597.

Autor, D. H., Dorn, D. and Hanson, G. H., 2013, “The China syndrome: Local labor market effects of import competition in the United States,” *American Economic Review* 103(6), pp.2121-2168.

Autor, D. H., Dorn, D. and Hanson, G. H., 2015, “Untangling trade and technology: Evidence from local labour markets,” *The Economic Journal* 125(584), pp.621-646.

Blinder, A. S. and Krueger, A. B., 2013, “Alternative measures of offshorability: A survey approach,” *Journal of Labor Economics* 31(2), pp.97-128.

Card, D. and DiNardo, J. E., 2002, “Skill-biased technological change and rising wage inequality: Some problems and puzzles,” *Journal of Labor Economics* 20(4), pp.733-783.

Cortes, G. M., 2015, “Where have the middle-wage workers gone? A study of polarization using panel data,” *Journal of Labor Economics* 34(1), pp.63-105.

Dauth, W. and Suedekum, J., 2016, “Globalization and local profiles of economic growth and industrial



- change,” *Journal of Economic Geography* 16, pp. 1007-1034.
- Ebenstein, A., Harrison, A., McMillan, M. and Phillips, S., 2014, “Estimating the impact of trade and offshoring on American workers using the current population surveys,” *The Review of Economics and Statistics* 96(4), pp.581-595.
- Frey, C. B. and Osborne, M. A., 2013, “The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?,” *Technological Forecasting and Social Change* 114(C), pp.254-280.
- Firpo, S., Fortin, N. M. and Lemieux, T., 2011, “Occupational tasks and changes in the wage structure,” *IZA Discussion Paper Series* No.5542.
- Goos, M., Manning, A. and Salomons, A., 2014, “Explaining job polarization: routine-biased technological change and offshoring,” *American Economic Review* 104(8), pp.2509-2526.
- Katz, L. F. and Autor, D. H., 1999, Changes in the Wage Structure and Earnings Inequality, in Ashenfelter, O. and Card, D. E.(eds.), *Handbook of Labor Economics*, Amsterdam: Elsevier, pp.1463-1555.
- International Federation of Robotics, 2017, *World Robotics 2017*, IFR Statistical Department(<http://www.worldrobotics.org>).
- International Labor Organization, 2017, “International comparisons of manufacturing productivity and unit labor cost trends,” The ILO Conference Paper(<https://www.conference-board.org/ilcprogram/index.cfm?id=30139>).
- Moretti, E., 2003, “Human capital externalities in cities,” *NBER Working Paper* No.9641.
- Pierce, J. R. and Schott, P. K., 2016, “The surprisingly swift decline of US manufacturing employment,” *American Economic Review* 106(7), pp.1632-1662.
- Wei, X., Meng, X. and Thornsbury, S., 2013, “A structural estimation of the employment effects of offshoring in the U.S. labor market,” Agricultural and Applied Economics Association Presentation Paper.
- Zhang, L., 2017, “Escaping Chinese import competition? Evidence from U.S. firm innovation,” Job Market Paper, Kellogg School of Management, Northwestern University.

교신: 조성철, 30147, 세종특별자치시 국책연구원로 5, 국토연구원, 전화: 044-960-0153, 이메일: sccho@krihs.re.kr

Correspondence: Sungchul Cho, Korea Research Institute for Human Settlements, Gukchaekyeonguon-ro 5, Sejong-si 30147, Korea, Tel: 82-44-960-0153, E-mail: sccho@krihs.re.kr

최초투고일 2019년 9월 2일  
수정일 2019년 9월 17일  
최종접수일 2019년 9월 23일