이슈 분석

기술진보에 따른 고용대체 고위험군 일자리 비중 분석*

김 세 움**

Ⅰ. 머리말

본 연구는 최근 해외에서 수행된 연구인 Frey and Osborne(2013)을 참조하여, 급속하게 이루어지고 있는 기술진보에 민감한 고용대체 고위험군 일자리의 비중이 우리나라 노동시장에 얼마나 되는지 분석한다. 그 결과를 통해 기술진보가 노동시장에 미치는 영향의 심각성을 인식하고, 철저한 정책적 대응의 중요성을 일깨우는 기회를 제공하고자 한다.

더불어 Frey and Osborne(2013)처럼 직종별 대체 가능성을 산정하는 방법론에 대해 비판을 제기한 최신 연구(Arntz, Gregory and Zierahn, 2016)에 대한 논의를 통해 인공지능 등 미래 기술이 인간의 일자리에 미치는 영향에 대응함에 있어 어떤 태도를 취하는 것이 바람직할 것인지에 대해 논의해 보고자 한다.

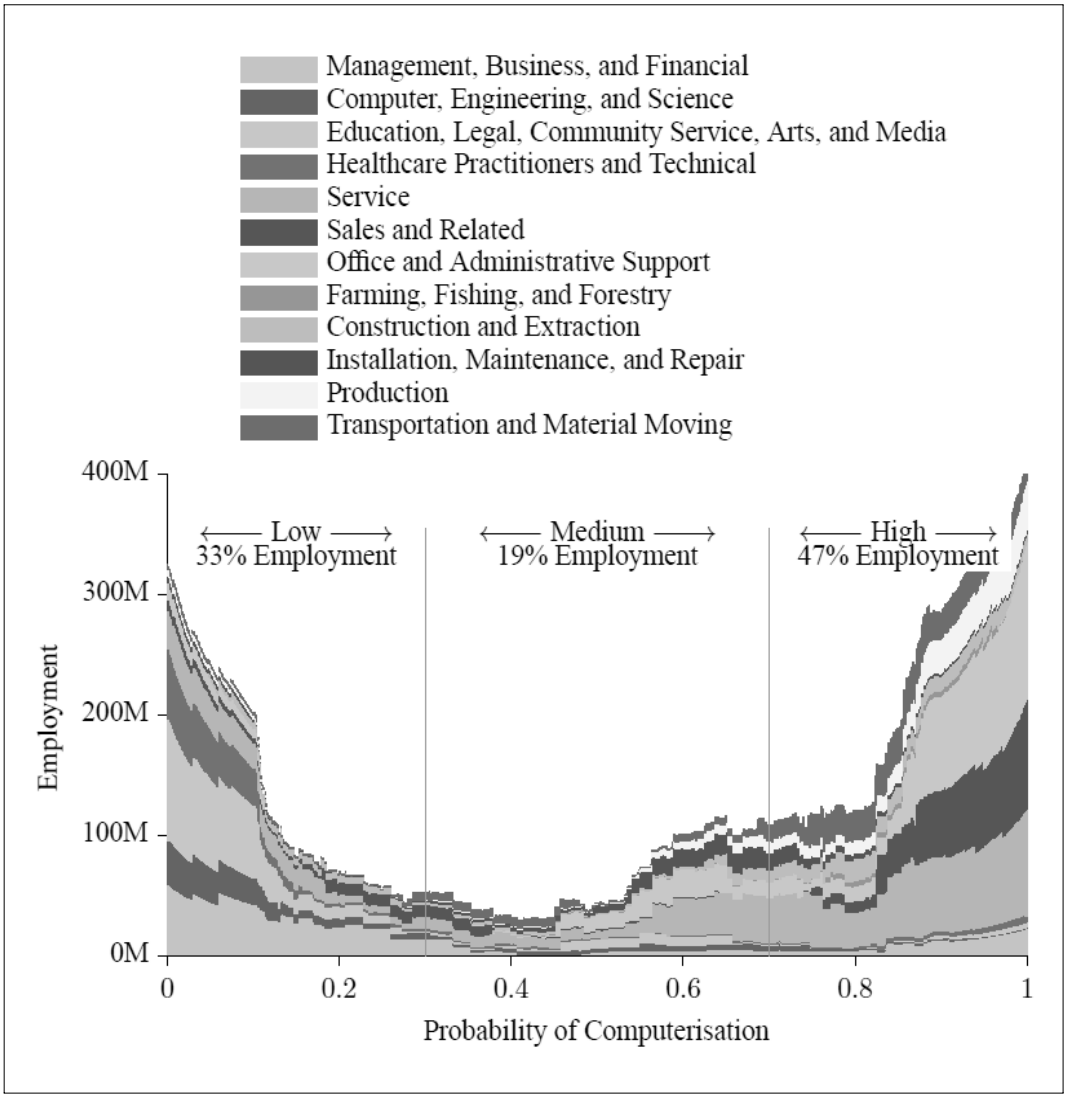
Ⅱ. Frey and Osborne(2013)의 미국 노동시장 분석 결과

Frey and Osborne(2013)은 향후 10~20년 정도 사이에 급속한 기술진보에 따른 고용대체로 인해 사라질 가능성이 높은 일자리 비중을 미국 노동시장에 대해 분석하였다. 그 결과에 따르면, 미국 내 일자리의 47%가 대체확률 0.7 이상인 고위험군 직종에 속하는 것으로 나타난다(그림 1 참조).

* 이 글은 2015년도 한국노동연구원 기본연구과제 보고서『기술진보에 따른 노동시장 변화와 대응』제2장의 내용 일부를 수정·보완한 것이다.

** 한국노동연구원 부연구위원(konstra@kli.re.kr).

〔그림 1〕 미국 내 직종의 대체확률별 고용인원(2010년)



자료 : Frey & Osborne(2013) Figure III, p.37.

Frey and Osborne(2013)에 의해 고위험군으로 분류된 직종 중에는 Autor, Levy and Murnane (2003) 등의 연구에서 루틴화(routinization) 가능성이 낮아 대체가 어려운 것으로 간주된 인지적 업무(법률서류 작성 등)와 육체노동업무(트럭 운전 등)를 수행하는 직종이 다수 포함되어 기술의 급속한 발전이 대체가능한 직종의 범위를 점차 넓혀가고 있음을 볼 수 있다(표 1 참조).

〈표 1〉 Frey & Osborne(2013)의 직종별 대체확률 : 고위험군

대체 가능성 순위 (역순)	대체확률	직 종
390	0.71	건설노동자
401	0.73	행정서비스관리자
431	0.79	트럭운전사
469	0.83	호텔짐꾼
478	0.84	경비원
525	0.89	버스운전사
526	0.89	기술서류작성자
531	0.89	택시운전사
546	0.91	여행가이드
589	0.94	회계사
609	0.94	변호사보조원
630	0.96	급여관리자
702	0.99	전화통신판매원

자료 : Frey & Osborne(2013) Appendix, pp.57~72.

Ⅲ. 우리나라 노동시장의 고위험군 일자리 비중 분석

1. 분석방법

Frey and Osborne(2013)에 의해 고용대체 확률이 추정된 미국 내 702개 직종들에 대해, 미국 노동통계국(U.S. Bureau of Labor Statistics)의 직업전망자료(Occupational Outlook Handbook) 및 직종별 고용통계(Occupational Employment Statistics) 자료를 참조하여 한국고용정보원이 편찬한 2012년도 직업사전에 등재된 직업과의 매칭 작업을 수행하였다.

시장의 성숙도나 신기술 활용이 가능한 인적자원 보유 여부 및 법적·제도적 여건 등의 차이로 인해 기술진보가 우리나라에 대해서는 어느 정도 시차를 갖고 영향을 미칠 가능성이 있다. 그럼에도 불구하고 새로운 기술이 도입되었을 때 나타날 영향의 양상은 서구 선진국과 별다른 차이가 없다고 가정해도 무방할 것이다. 따라서 본 연구에서는 Frey and Osborne(2013)이 각 직종에 대해 부여한 고용대체 가능성을 분류코드만 변환하여 우리나라 노동시장에 그대로 적용하였다.

직종별 최근 고용인원을 파악하기 위해 2014년도 하반기 통계청 지역별 고용조사 전국 단위

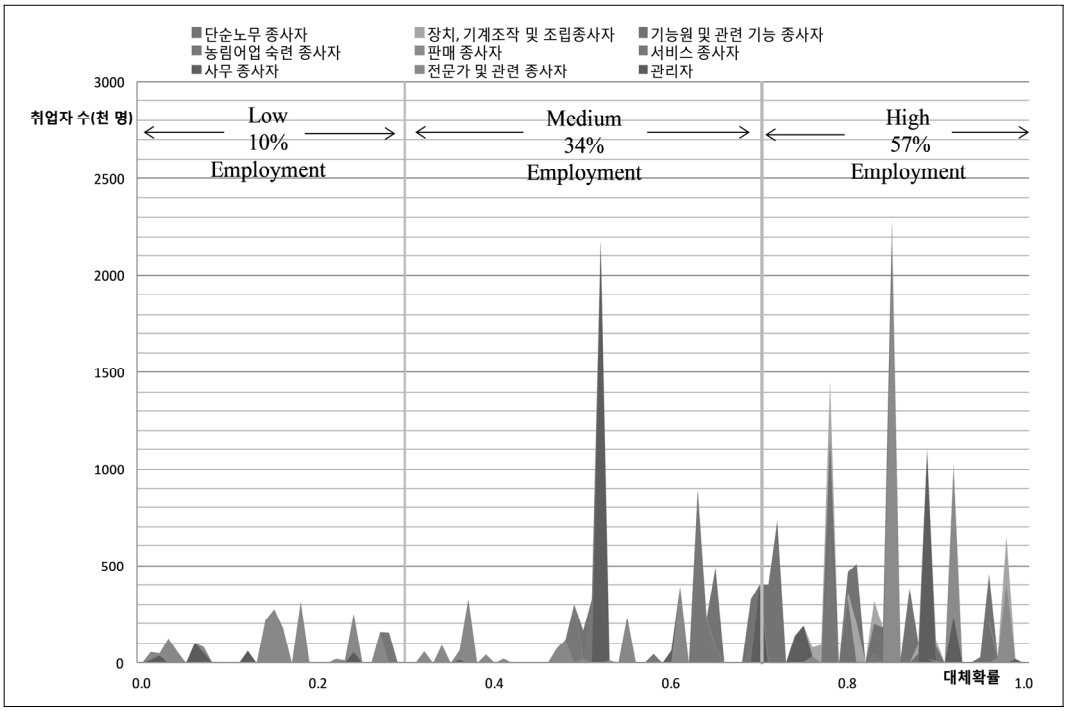
직업별 취업자 수 자료를 활용하였다. 다만 지역별 고용조사 자료를 활용할 경우 고용인원 파악이 한국표준직업분류 소분류 단위까지만 가능하다. 이를 감안하여 한국고용직업분류 세분류 단위까지 취업자 수 파악이 가능한 한국고용정보원의 산업·직업별 고용구조조사(OES) 2009년도 자료를 보완적으로 분석에 활용하였다.

2. 분석결과

가. 지역별 고용조사 자료 분석결과

먼저 2014년도 하반기 지역별 고용조사 자료를 활용하여 직업분류 소분류 단위까지 분석한 결과는 [그림 2]에 제시되어 있다.[1)]

〔그림 2〕 우리나라 직종의 대체확률별 고용인원(2014년 하반기)



자료 : Frey and Osborne(2013) Appendix, pp.57~72; U.S. Bureau of Labor Statistics, Occupational Outlook Handbook 및 Occupational Employment Statistics; 한국고용정보원, 『2012 한국직업사전』; 통계청, 『지역별 고용조사』 2014년 하반기 자료.

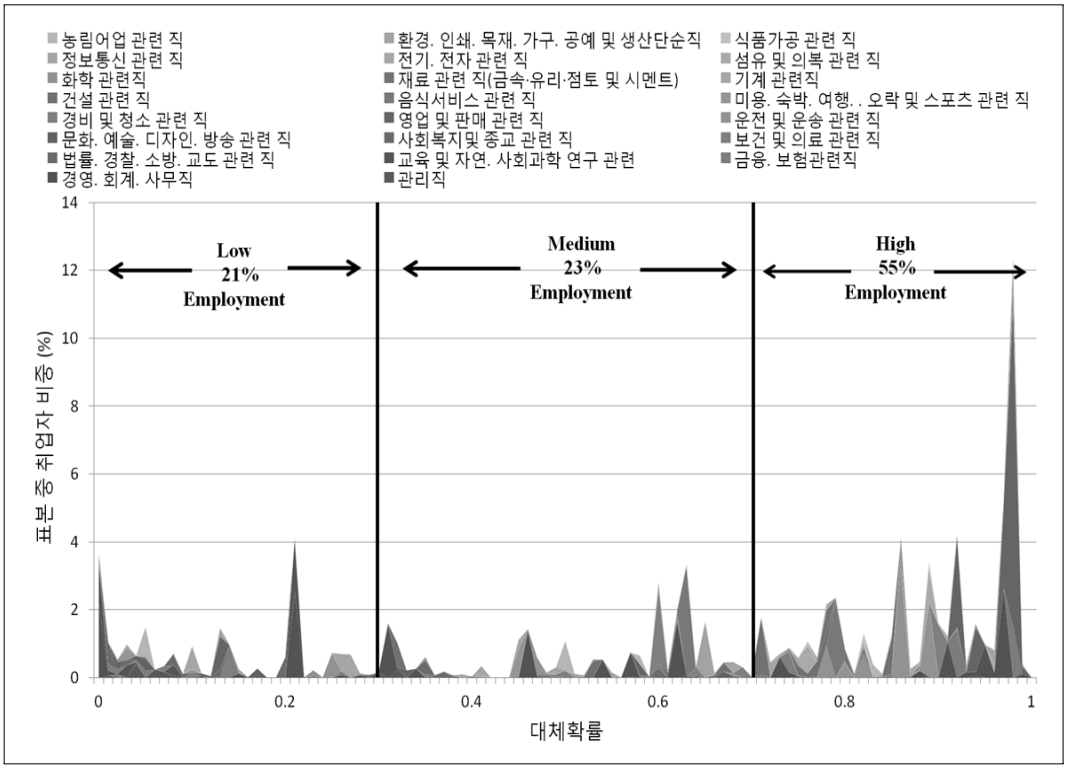
1) 대체확률 0.5 근방에서 210만 명 남짓의 고용인원을 나타내는 부분은 소분류 코드 "312. 경영관련 사무원"에 해당한다. 한편 대체확률 0.8~0.9 사이의 뾰족한 부분은 "521. 매장판매 종사자"를 나타낸다.

[그림 2]에 따르면, 2014년도 하반기 소분류 직종별 취업자 수를 기준으로 할 때 우리나라 전체 일자리의 57%가 향후 기술진보에 의한 대체 가능성이 높은 고위험군에 속한다. 이는 앞서 [그림 1]에 제시된 Frey and Osborne(2013)의 분석결과 미국 노동시장에서 고위험군으로 분류된 일자리의 비중인 47%에 비해 유의하게 높은 것이다.

나. 산업·직업별 고용구조조사(OES) 자료 분석결과

지역별 고용조사 자료를 활용하는 경우, 직업분류 소분류 단위 직종에 대한 분석이 이루어지는 관계로 Frey & Osborne(2013)에 비해 상당히 적은 수의 직종만이 커버되는 단점이 있다. 이를 극복하기 위해 한국고용정보원의 산업·직업별 고용구조조사(OES) 2009년도 자료를 활용하여 직업분류 세분류 단위까지 고용 비중을 파악하였다. 해당 자료는 세분류 단위 직업별 고용인원 파악이 가능한 최신 자료로서의 의미를 갖는다.

〔그림 3〕 우리나라 직종의 대체확률별 고용인원(2009년)



자료 : Frey and Osborne(2013) Appendix, pp.57~72; U.S. Bureau of Labor Statistics, Occupational Outlook Handbook 및 Occupational Employment Statistics; 한국고용정보원, 『2012 한국직업사전』; 한국고용정보원, 『산업·직업별 고용구조조사』 2009년 자료.

세분류 직종별 대체확률 및 취업자 비중을 파악한 결과는 [그림 3]에 제시되어 있다. 여기서 세로축은 산업·직업별 고용구조조사(OES) 2009년도 조사의 65,535명 표본 중 각 세분류 직종별 취업자 비중(%)을 나타낸다.[2)]

[그림 3]에 제시된 분석결과는 앞서 [그림 2]에 나타나 있는 결과와 크게 다르지 않다. 즉 2009년도 기준 세분류 직종별 대체확률을 보든, 2014년도 하반기 기준 소분류 직종별 대체확률을 분석하든 그 결과는 상당히 유사하게 나타난다.

특히 대체확률 0.7 이상 고위험군 직종에 종사하는 비중이 [그림 3]에서는 55%로 나타나는데, 앞서 [그림 2]에서 57%였던 것과 유사하다는 점은 주목할 만하다. 즉 활용된 분석자료와 상관없이, 우리나라의 일자리 구조는 미국에 비해 기술진보에 대해 더 취약한 것으로 나타난다.

3. 원인 분석 및 시사점

이처럼 우리나라 노동시장에서 기술진보에 대한 취약성이 미국에 비해 더 높게 나타나는 주된 원인은 무엇일까? 우선 높은 대체확률을 갖는 직종에 초점을 맞춰보면, 우리나라에서 영업 및 판매직종 종사자가 차지하는 비중이 미국에 비해 더 큰 데에서 그 원인을 찾을 수 있다.

[그림 1]과 [그림 2]~[그림 3]을 비교해 보면, 우리나라의 경우 고위험군 일자리 중 판매 관련직이 차지하는 비중이 미국에 비해 확연히 높음을 볼 수 있다. 더불어 <표 2>는 한국고용직업분류 기준 중분류 직종 중 "영업 및 판매 관련직"의 대체확률이 0.847에 달함을 보여준다.

더욱 근본적인 차이는 미국의 경우 대체확률별 일자리 비중이 U자 형태를 보이면서 대체확률 0.3 이하 저위험군에 속하는 일자리의 비중(33%) 역시 상당히 큰 데 반해, 우리나라의 경우 저위험군 비중이 10%(그림 2)에서 21%(그림 3)가량에 불과하다는 점이다. 그 이유는 [그림 1]에서 보듯이 미국의 경우 교육, 법률, 의료 등 대체확률이 상대적으로 낮은 고숙련 서비스 직종 일자리가 우리나라에 비해 훨씬 풍부한 데서 찾을 수 있다. 따라서 해당 분야 일자리 창출에 기여하는 정책을 통해 향후 기술진보에 대한 대응에도 도움을 얻을 수 있을 것이다.

구체적으로 살펴보면, 미국 노동통계국(U.S. Bureau of Labor Statistics)이 발표한 2010~20년 고용예측(Employment Projection) 자료를 분석할 때 2010년도 미국 내 취업자 중 의료(단순지원직종 제외), 교육 및 법률 관련 직종 종사자의 비중은 13%가량에 이른다.

반면 한국고용정보원의 산업·직업별 고용구조조사(OES) 2009년도 자료에 따르면, 전체 취업자 중 해당 직종 종사자의 비율은 6.8%에 불과하여 미국에서 이들 직종이 차지하는 비중의

2) [그림 3]에서 대체확률 1 가까이 뾰족한 부분은 세분류 코드 "1031. 상점판매원"에 해당한다.

절반 수준에 머무르고 있는 것으로 분석된다. 즉 [그림 1]과 [그림 3]을 비교할 때 미국과 우리나라 간 저위험군 일자리 비중의 격차인 12%p 중 절반 정도는 교육, 법률, 의료 등 고숙련 서비스 직종의 비중 차이로 설명가능하다.

〈표 2〉 중분류 직종별 대체가능 확률

중분류 직종	대체가능 확률
01. 관리직	0.424
02. 경영, 회계, 사무 관련직	0.651
03. 금융, 보험 관련직	0.723
04. 교육 및 자연과학 사회과학 연구 관련직	0.254
05. 법률, 경찰, 소방 교도 관련직	0.400
06. 보건, 의료 관련직	0.238
07. 사회복지 및 종교 관련직	0.277
08. 문화, 예술, 디자인 방송 관련직	0.325
09. 운전 및 운송 관련직	0.666
10. 영업 및 판매 관련직	0.847
11. 경비 및 청소 관련직	0.778
12. 미용, 숙박, 여행, 오락, 스포츠 관련직	0.540
13. 음식서비스 관련직	0.740
14. 건설 관련직	0.689
15. 기계 관련직	0.753
16. 재료 관련직	0.715
17. 화학 관련직	0.720
18. 섬유 및 의복 관련직	0.854
19. 전기전자 관련직	0.690
20. 정보통신 관련직	0.302
21. 식품가공 관련직	0.762
22. 환경, 인쇄, 목재 관련직	0.691
23. 농업어업 관련직	0.715

주 : 한국고용직업분류 기준 중분류 직종 중 "24. 군인"은 Frey and Osborne(2013)에서 분석되지 않아 제외됨.
자료 : Frey and Osborne(2013) Appendix, pp.57~72; U.S. Bureau of Labor Statistics, Occupational Outlook Handbook 및 Occupational Employment Statistics; 한국고용정보원 『2012 한국직업사전』.

지금까지 제시된 분석결과는 과거 기술진보와는 전혀 다른 특성을 갖는 인공지능 등 현재의 급속한 기술진보가 향후 노동시장에 미칠 영향에 대한 정책적 대응방안을 철저히 마련하지 않을 경우, 생각보다 머지않은 미래에 커다란 경제적·사회적 혼란이 초래될 수 있음을 여실히 보여준다.

Ⅳ. Arntz, Gregory and Zierahn(2016)의 비판에 대한 논의

지금까지 제시된 본 연구의 분석방법은 기본적으로 Frey and Osborne(2013)의 미국 내 직종별 일자리 대체확률 산정결과를 우리나라 노동시장 데이터에 매칭시키는 방식이다. 따라서 Frey and Osborne(2013)이 기술개발 분야 전문가들의 의견을 수렴하여 대체 가능성이 0 혹은 1로 간주되는 70개 직업을 식별하고 이들 직업의 객관적 특성을 바탕으로 전체 702개 직종에 대해 대체확률을 추정한 방법론의 유효성에 대해 의문을 품고 있는 이들의 경우, 본 연구의 우리나라 노동시장에 대한 분석결과 역시 별 의미가 없다고 받아들일 수 있다.

실제로 Arntz, Gregory and Zierahn(2016)이 발표한 최신 연구는 Frey and Osborne(2013)의 직종별 대체확률 산정방식이 기본적으로 기술진보에 의한 일자리 대체 가능성을 과대 추정할 수밖에 없는 방법론이라고 주장한다. 직종별 과업 구성을 감안한 새로운 방법론을 활용할 경우, 미국의 고위험군 일자리 비중(OECD 평균과 동일)이 9%에 불과하여 Frey and Osborne(2013)이 도출한 47%에 비해 확연히 낮다는 분석결과를 Arntz et al.(2016)은 제시하고 있다.

Arntz et al.(2016)이 지적하듯이 Frey and Osborne(2013)의 방법론이 고용대체 가능성을 일부 과대 추정할 가능성이 있는 것은 사실이다. 따라서 이를 바로잡기 위해 새로운 방법론을 고안하여 가용한 데이터를 통해 실증분석을 수행하는 것은 분명히 의미 있는 작업으로 평가된다.

다만 Arntz et al.(2016)이 채택한 방법론 역시 문제점을 내포하고 있다. 이들의 핵심 가정은 앞으로 상당기간 인간만이 수행할 수 있는 과업이 포함된 직무의 경우 대체가 불가능한 것으로 보아야 한다는 것이다. 즉 이들은 회계사무원이나 소매판매원처럼 대체 가능성이 높은 것으로 간주되는 직종이라 하더라도 수행되는 과업에 팀원 간 협력이나 고객과의 면대면 교류가 포함된 경우 이를 명시적으로 고려하여야 한다고 주장한다.

그러나 이에 대해 인간이 전통적으로 수행해온 직무수행 방식을 향후 새롭게 개발될 기술이 체화된 기계 역시 동일하게 따라야 할 필요는 없다는 비판이 가능하다. 예를 들어 인간이 회계업무를 수행할 때는 업무처리 속도 및 정확성의 한계를 보완하기 위해 팀을 구성하여 업무를 분담하고 팀원 간에 협력하는 것이 중요할 수 있다. 그러나 속도 및 정확성에 있어 인간과 비교되지 않는 수준의 업무처리 능력을 탑재한 기계가 해당 업무를 수행한다면, 전통적인 인간의 업무처리 방식과 비교할 때 팀원 간 협력의 의미가 퇴색하게 된다.

더불어 판매원이 고객과 면대면 교류를 통해 상품을 판매하는 전통적인 인간의 방식을 기계가 굳이 따를 이유 역시 없다. 예를 들어 이미 아마존 등 전자상거래 업체에서 널리 활용하고 있는 바와 같이, 과거에 상품을 구매한 적이 있는 타소비자들의 평가와 사용 후기 등이 축적된

빅데이터의 분석결과를 참고하여 구매 결정을 내리는 것이 면대면 접촉을 통해 판매원의 구매 설득을 받는 것보다 소비자 입장에서 훨씬 유리할 수 있다.

Kaplan(2015)은 이처럼 기계가 전통적인 인간의 직무수행 방식을 따를 필요가 전혀 없는 또 다른 예로, 건물 벽에 페인트를 칠하는 작업의 사례를 들고 있다(pp.43~44). 얼핏 생각할 때 기계를 통해 페인트칠 작업을 수행하려면 인간의 신체구조를 닮은 로봇(humanoid robot)을 개발해서 인간의 뇌 기능을 수행하는 중앙처리장치로부터 명령을 받아 두 다리를 딛고 서서 페인트 붓을 든 팔을 움직이는 방식을 택해야 할 것처럼 보인다.

그러나 Kaplan(2015)에 따르면, 이처럼 인간의 노동을 당장 대체하기 힘들어 보이는 작업에서조차 현존하는 기술로 얼마든지 인간보다 훨씬 빠르고 정확하게 직무를 수행하는 것이 가능하다. 즉 드론 여러 대에 각각 페인트통과 분사장치를 장착하고, 편대를 이루어 상하 및 좌우로 함께 움직이면서 작업을 하게 하면 된다는 것이다.

지금까지의 논의를 요약하면, 기계가 어떤 직무를 수행하려 할 때 인간이 전통적으로 수행해온 과업 방식을 그대로 따라야 한다고 가정하는 것은 커다란 오류이다. 이를 감안할 때, Arntz et al.(2016)이 제시한 낙관적 결론은 기술진보에 의한 대체위험 일자리 비율을 지나치게 과소 추정할 수밖에 없는 가정을 채택한 결과로 보아야 할 것이다. 이는 Frey and Osborne(2013)의 약점을 보완하겠다는 의도에도 불구하고 Arntz et al.(2016)의 고위험군 일자리 비중 과소추정 폭이 Frey and Osborne(2013)의 과대 추정 폭에 비해 훨씬 클 가능성을 시사하고 있다.

결국 급속한 기술진보에 따른 미래 일자리 문제에 대해 전통적인 직무수행 방식에 있어 인간의 독보적 영역으로 간주되는 과업이 차지하는 비중을 강조하면서 향후 별 문제가 없거나 있어도 어렵지 않게 해결되리라 자신하는 태도가 최선은 아닐 것이다.

차라리 미래에 대한 여러 불확실성이 점증되는 상황하에서 향후 수십년 간 현존하는 일자리의 과반수가 사라질 수도 있는 최악의 시나리오를 상정하고, 이에 대응하여 어떻게 새로운 일자리를 창출해낼 것인지에 대해 진지하게 고민함으로써 효과적인 정책방안을 마련해 가는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

V. 맺음말

본 연구의 분석결과에 따르면, 우리나라에서 급속한 기술진보에 따른 대체 가능성이 높은 고위험군 일자리의 비중이 미국에 비해 유의하게 높은 것으로 나타난다. 따라서 향후 철저한 정책적 대비가 필요할 것이다.

중요한 점은 상상할 수 있는 최악의 경우에 대해 대비해야 한다는 것이다. Frey and Osborne (2013)의 연구가 이미 3년 전에 이루어졌고, 최근 알파고가 우리 사회에 던진 충격파에서 보듯이 기존에 인간의 독보적인 영역으로 간주되던 분야에서 인공지능 등 새로운 기술의 급속한 발전은 향후 그 방향과 속도를 예측하기조차 어려울 정도이다. 이를 감안하면, Frey and Osborne (2013)과 이들의 연구 결과에 기반을 두고 수행된 본 연구의 분석결과는 오히려 고위험군 일자리 비중을 과소 추정한 것일 수도 있다.

기술진보의 영향으로 현존하는 많은 수의 일자리가 사라지게 되는 최악의 상황이 닥치더라도, 그에 대응하여 새로운 일자리를 창출함으로써 기술진보가 재앙이 아닌 축복이 될 수 있도록 노력하는 것이야말로 인류에게 주어진 가장 큰 과제라 할 수 있다. 독자들이 이러한 문제의식을 갖추는 데 있어 본 연구가 조금이나마 기여할 수 있기를 희망해 본다. KLI

[참고문헌]

김세움(2015), 『기술진보에 따른 노동시장 변화와 대응』, 한국노동연구원.

통계청(2015), 『지역별 고용조사』 2014년도 하반기 자료.

한국고용정보원, 『산업·직업별 고용구조조사(OES)』 2009년도 자료.

_____(2012), 『2012 한국직업사전』.

Arntz, M., T. Gregory and U. Zierahn(2016), "The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis", *OECD Social, Employment and Migration Working Papers*, No.189, OECD Publishing, Paris.

Autor, D. H., F. Levy, and R. J. Murnane(2003), "The Skill Content of Recent Technological Change : An Empirical Exploration," *Quarterly Journal of Economics* 118 (4), pp.1279~1333.

Frey, C. B. and M. A. Osborne(2013), "The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation?" Oxford Martin School Working Paper.

Kaplan, J.(2015), *Humans Need not Apply : A Guide to Wealth and Work in the Age of Artificial Intelligence*, Yale University Press.

U.S. Bureau of Labor Statistics, *2010~2020 Employment Projections*.

_____, *Occupational Employment Statistics*.

_____, *Occupational Outlook Handbook*.