이달의 초점

복지국가 재구조화를 위한 연구: 기술·인구·기후 변화의 도전

기술변화와 사회적 위험

|김기태·정세정|

인구변화와 사회적 위험

|조성은·김성아|

기후변화가 초래할 수 있는 사회적 위험의 유형과 양상:
소득과 빈곤에 미치는 영향을 중심으로

|여유진|

기술·인구·기후 변화가 복합적으로 영향을 미치는 사회적 위험

|김기태·이주미|

한국보건사회연구원
KOREA INSTITUTE FOR HEALTH AND SOCIAL AFFAIRS

보건복지포럼 [2025. 04.] DOI: 10.23062/2025.04.5

기술·인구·기후 변화가 복합적으로 영향을 미치는 사회적 위험[1)]

Social Risks under the Combined Influence of Technological, Demographic, and Climate Changes

김기태 한국보건사회연구원 사회보장정책연구실 연구위원
이주미 한국보건사회연구원 사회보장정책연구실 부연구위원

이 글에서는 기술, 인구, 기후 변화가 상호작용하거나, 서로를 매개 혹은 조절하면서 사회적 위험을 구성하는 경로와 내용을 확인하고자 했다. 이를 위해 선행 연구에 대한 문헌분석을 시도했다. 세 가지 변화의 상호작용은 복잡하고 동적이며, 때로는 모순되는 영향을 미쳤다. 예를 들어 기술변화는 기후변화의 원인이 되기도 하지만 동시에 일정한 해결책이 되기도 했다. 세 가지 변화가 사회적 위험을 구성하면서 서로에게 매개 혹은 조절 작용을 하는 경로도 확인했다. 이를테면 기술변화와 인구변화의 경우를 보면 고령화 추세 속에서 기술 발전은 고령자의 건강 악화를 완화하기도 했다. 또 기술 발전은 글로벌 단위에서 '원격이주노동'에 대한 사회권 보호라는 문제를 낳았다. 앞으로의 정책 수립 과정에서 세 가지 변화의 복합적 영향을 이해하고, 이에 대응하기 위한 종합적인 접근이 필요하다.

1 들어가며

기술·인구·기후의 세 가지 변화는 각각 독립적으로 사회적 위험을 생성·강화·완화한다. 이번 기획의 앞선 세 개의 글에서 각각의 영향을 살펴보았다. 이 글에서는 세 가지 변화가 상호·매개·조절 작용을 하면서 사회적 위험에 미치는 영향을 분석한다. 세 가지 변화가 복합적으로 사회적 위험을 초래하는 방식에 대한 연구(EEA, 2019; Petmesidou, Guillén, 2022)는 희소하다. 세 가지 메가트렌드가 인류의 삶에 영향을 미치는 과정에서 서로 주고받는 영향이 불가피하다. 이를테면 의료기술의 진

1) 이 글은 김기태, 여유진, 임완섭, 조성은, 김성아, 정세정, 신영규, 이주미, 윤홍식, 최영준. (2024). 한국 복지국가의 재구조화를 위한 연구 II-기술, 인구, 기후 변화의 도전(한국보건사회연구원)에서 7장의 일부 내용을 수정·보완한 결과물이다.

전은 영유아 사망률 감소 및 기대수명 연장으로 인구변화를 이끄는 주요한 동인이었다(Oeppen & Vaupel, 2002). 동시에 디지털 기술의 발전은 원격이주노동이라는 새로운 형태의 노동(Baldwin, 2019)에 대한 사회권 보호의 의제를 낳았다. 메가트렌드가 서로 영향을 주고받는 과정에서도 사회적 위험이 생성·강화·완화함을 짐작할 수 있다. 세 가지 변화가 사회적 위험을 구성하는 과정은 세 가지 정도로 나눠 볼 수 있을 텐데, 첫째는 하나의 변화가 다른 변화의 양상에 영향을 미치는 경우다. 이를테면 기술 발전에 따른 탄소 배출이 기후변화 자체에 영향을 미치는 경우다. 둘째는 하나의 변화가 사회적 위험을 노정하는 과정에서 다른 변화가 조절변수로 작용하는 경우다. 이를테면 기후변화가 지역사회 건강에 영향을 미치는 과정에서 해당 지역의 노령화 정도가 일정한 영향을 미칠 수 있다(Kim, J. S. & Kim, S. K., 2024). 즉 기후변화가 노령화에 영향을 미친 것은 아니지만, 노령화가 기후변화와 사회적 위험에 미치는 영향을 조절한다. 세 번째로는 한 가지 변화가 사회적 위험을 구성하는 과정에서 다른 변화가 매개 변수로 작동하는 경우다.[2] 기후변화로 인해 특정 지역이 거주 불능 상태가 되면 대규모 난민이 발생하게 되고, 이렇게 발생하는 인구이동 과정에서 이들의 빈곤과 실업 문제에 직면하게 되는 경우에 해당한다(Vince, 2023).

그런 측면에서 세 가지 변화가 사회적 위험을 구성하는 방식은 매우 동적이고 입체적이다. 이에 대한 연구가 많지는 않다. 관련한 연구를 진행한 희소한 예인 Nadler 외(2023)는 세 가지 전환이 초래할 사회적 위험의 양상에 주목하면서 각각의 변화를 개별적으로 분석하는 대신 종합적인 접근을 요구했다. 그만큼 세 가지 변화의 폭이 크고, 그 사이의 상호작용도 복합적이기 때문이다. 그러나 Nadler 외(2023)도 세 가지 변화의 동적인 관계에 대해 분석하지는 않았다. 여기에서는 세 가지 변화 간 상호작용으로 발생 가능할 사회적 위험에 대한 연구들을 살펴보고자 한다.

2 기술변화·인구변화 상호작용 및 사회적 위험

의학기술 발달 등으로 인한 기술변화는 사망률 감소 등 인구변화에 긍정적 영향을 준다(예를 들면 Oeppen & Vaupel, 2002). 그러나 동시에 노동시장, 경제구조, 사회적 불평등, 지역적 불균형 등 부정적 영향을 주기도 한다. 반대로 인구 고령화, 인구 증가 또는 감소와 같은 인구학적 변화가 어떻게 기술 발전과 결합해 사회에 영향을 미치는지를 분석한 연구도 있다.

먼저 기술 발전이 인구변화에 미칠 수 있는 긍정

2) 이 글에서는 세 가지 메가트렌드가 사회적 위험에 영향을 미치는 경로를 이론적으로는 상호작용, 조절작용, 매개작용의 세 가지로 나누어 제시했다. 다만 개별 연구에서 조절작용과 매개작용이 뚜렷이 구분되지 않는 경우가 대부분이었다. 이 글의 본문과 그림에서는 상호작용과 조절·매개작용의 두 범주로 나누어 제시하도록 하겠다.

적 영향(그림 1 Ⅰ-①)에 대해 살펴보면 Oeppen & Vaupel(2002)은 인간의 기대수명이 이론적으로 한계에 도달했다는 기존의 주장에 반박하며, 의학과 기술의 발전에 따라 지속적으로 연장될 수 있다고 주장한 바 있다. Cutler 외(2006) 역시 20세기 동안 기대수명 연장의 주요 원인과 국가 및 사회계층 간의 사망률 차이 분석을 통해 백신, 항생제, 심혈관 치료와 같은 의료기술과 공중보건의 발전은 기대수명을 증가시키며 아동과 영유아 생존율을 높이는 등 사망률 감소에 크게 기여하였음을 강조하였다.

다른 한편으로 인구 고령화가 가속화하면서 노동력 부족을 해결하고 생산성을 유지하기 위한 자동화 및 로봇 기술의 도입이 증가하고 있다. 실제로 지난 수십 년 동안 컴퓨터는 회계사, 계산원, 전화 교환수의 기능을 포함한 여러 직업을 대체했다(Bresnahan, 1999). 또한 빠른 고령화를 겪고 있는 국가에서 더 많은 자동화 혁신이 일어나고, 특히 중고령 근로자들이 의존하고 있는 산업에서 두드러지게 나타나는 경향을 보이는 점에서 자동화에 적합한 산업에서 노동 점유율이 상대적으로 감소할 것으로 예측한다(Acemoglu & Restrepo, 2022) (그림 1 Ⅲ-①). 한 예로 자동화로 인한 직업 변화와 그로 인한 위험에 대해 다룬 연구에서 캐나다의 전체 근로자 중 10% 이상이 자동화로 인해 직업 변화를 겪을 위험이 높게 나타남을 확인하였다(Frenette & Frank, 2020). 이러한 변화가 자동화 위험에 취약한 저학력, 저소득층, 저숙련 중고령 근로자에게 집중되고 있는 점에서 이들을 보호하기 위한 정책 개발이 필요함을 강조한다. 이러한 고령화에 대응한 기술 변화는 경제의 생산성을 유지하고, 노동 인력이 줄어드는 문제를 해결할 수 있지만, 한편으로는 기술로 인한 일자리 감소와 사회적 불평등 문제도 발생할 수 있음을 함께 지적하고 있다(Harris et al., 2018).

같은 맥락에서 저출산과 고령화로 인한 인구 감소는 노동력 부족으로 연결되며, 이러한 인구 감소 현상은 기술 의존도를 높이는 방향으로 작용하고 있다. 예를 들어 고령화율이 가장 높은 일본의 경우 장기적인 정부 정책으로 '노동 절약 기술'에 투자하여 국가 노동력 부족을 보완하고자 하였으며, 인공지능(AI) 기술, 사물인터넷(IoT), 로봇에 투자하여 교통사고 통계부터 원격 자동화된 의료, 기계 학습을 통한 정보 흐름 등을 개선하고자 하였다(Broinowski, 2023). 더욱이 디지털 기술의 발전으로 챗봇이나 원격의료 등의 개입은 고령화 사회에서 노인의 건강이나 외로움 문제 해소에도 도움이 될 수 있다(Jarvis et al., 2019; Valtolina, Hu, 2021) (그림 1 Ⅳ-①).

다른 측면으로 디지털 기술은 인구 이동(이민과 도시화)에 영향을 미칠 수 있다(Baldwin, 2019). Baldwin(2019)은 현재의 원격(재택)근무 형태의 발전, 온라인 프리랜싱 플랫폼 형성, 인공지능(AI)을 활용한 번역, 원격 로봇의 진화 등으로 '원격이주(tele-migration)'가 일상이 될 것으로 예상한다. 원격이주 개념은 글로벌디지털일자리(global

digital job)의 개념과도 연결된다.[3] 국경을 넘어 일상적으로 업무를 수행하는 일자리는 2024년 기준으로 전 세계에 7300만 명으로 추산되고, 2030년에는 9200만 명까지 증가할 것이라는 전망이 있다(World Economic Forum, 2024). 국경을 초월하는 디지털 노동의 확산은 국가 단위의 복지국가에 새로운 긴장을 불어넣고 있다. 이러한 디지털 경제의 새로운 형태는 대규모 이주를 촉진하거나 지역 불균형을 완화하는 효과도 있다. 반면 디지털 환경 아래에서 노동 형태는 고용 안정성의 약화, 노동자의 권리 보호 문제를 일으킬 수 있다. 국가 간 합의 여부에 따라 이들은 어느 국가의 사회보장제도에서도 배제될 수 있다(Eichhorst, Rinne, 2017). 이는 신구 사회적 위험과 대별되는 '3세대 사회적 위험'으로 호명된다(그림 1 V-①).

이러한 원격이주 혹은 실제로 노동력이 국경을 넘는 이주노동(migrant work)에 대해서는 이들의 시민권(citizenship) 문제가 민감하게 연관된다. 이들이 직면하는 사회적 위험은 새로운 유형은 아니지만, 시민이 아니라 '비시민'이 직면하는 사회적

[그림 1] 기술변화와 인구변화 사이의 상호작용 및 매개·조절 효과

주: 1) 실선은 긍정적인 영향, 점선은 부정적인 영향을 의미함.
2) 그림의 가운데 화살표는 기술·인구 변화의 상호작용을, 좌우의 바깥쪽 화살표는 기술·인구 변화가 사회적 위험을 구성하는 과정에서 서로에게 조절 혹은 매개 변수가 되는 경우를 가리킴.
3) × 표시는 관련 선행 연구가 확인되지 않았음을 의미함.
출처: 연구진이 작성.

3) 원격이주(telemigration)와 글로벌디지털일자리(global digital job)는 언뜻 다른 개념으로 보인다. 그러나 World Economic Forum(2024)은 기술 발전이 "사람들이 있는 곳에서 원격 근무를 가능하게 하는 일자리를 창출할 기회를 제공하며, 고용주가 글로벌 시장에서 인재를 확보하고 배치할 수 있도록 하고, 글로벌디지털일자리를 통해 업무 접근성을 높일 수 있게 한다"(p. 6)고 설명하는 문장에서 Baldwin(2019)을 인용했다. 글로벌디지털일자리 개념이 Baldwin(2019)이 제안한 원격이주 개념과 맞닿아 있음을 알 수 있다. 참고로 Baldwin(2019)은 원격이주 개념을 설명하면서 "한 나라에 앉아 있지만, 다른 나라의 오피스에서 일하는"(p. 64) 노동 형태를 묘사하며 "5~10년 후에 우리는 원격이주민들이 우리의 사업장에 참여하면서 사업장을 불가역적으로 변화시킬 것"(p. 67)이라고 예견했다.

위험이라는 측면에서 현행의 복지국가에 새로운 도전을 던진다. 전통적으로 복지국가는 시민에 한정해 사회적 위험에 대응해 왔기 때문이다(Koning, 2013).

기술변화와 인구변화의 상호작용 관련 연구를 살펴봄으로써 노동시장, 경제구조, 사회적 불평등 등에 다양한 사회적 영향을 미침을 확인할 수 있다. 인구 고령화, 인구 증가 또는 감소에 따라 기술의 역할과 그 영향은 다르게 나타난다. 이에 대한 정책적 대응이 필요할 것으로 보인다. 특히 자동화와 디지털 기술은 인구 구조 변화에 따른 경제적 문제를 해결하는 데 중요한 역할을 하지만, 동시에 기술 접근성, 고용 불안정, 사회적 불평등 문제도 수반될 수 있음을 주지해야 한다.

3 기술변화·기후변화 상호작용 및 사회적 위험

기술변화와 기후변화 사이에 나타나는 상호작용에 대한 연구들을 살펴보았다. 이 분야에서는 기후변화에 대응하는 기술변화 활용이 주로 다루어지는 것을 확인할 수 있다.

무엇보다 분명한 점은 근대 이후 수차례에 걸친 기술 발전과 산업혁명이 막대한 탄소를 배출했다는 점이다. 그리고 인류 문명이 배출한 탄소와 지구 온도 변화 사이의 관계는 '자명하다(unequivocal)'(IPCC, 2014, p. 8)(그림 2 II-①).

탄소 배출이 전통적인 제조업에 국한된 것은 아니다. 가상공간 중심으로 진행되는 디지털 혁명 역시 막대한 양의 탄소를 배출한다는 점에서는 굴뚝산업과 큰 차이가 없다. 국내에서도 '좋아요는 어떻게 지구를 파괴하는가'라는 제목으로 번역된 책의 저자인 Pitron(2023)은 SNS에서 '좋아요'를 누르는 일상적인 활동은 디지털 공간에서 무게가 없는 비물질적 성격을 가진다고 인식되지만, 실제로는 모뎀과 케이블, 대규모 데이터센터로 구성된 묵직한 물리적인 세계에서 구성된다고 설명한다. 그리고 초연결사회에서 데이터의 누적과 처리는 그만큼의 환경 파괴를 수반한다고 경고했다.

지구를 파괴했던 기술이 다시 지구를 살리는 데 활용되는 경향도 관찰된다(그림 2 I-①). 기후변화, 생물 다양성 손실, 환경 파괴라는 시급한 과제에 직면하면서 인공지능(AI)이 이러한 문제를 해결하는 데 중요한 역할을 하고 있다(Akter, 2024). Bettini 외(2020)는 디지털 기술이 기후변화와 관련된 '손실과 피해(L&D: Loss and Damage)' 개념에 어떤 영향을 미칠 수 있는지에 대해 살펴보았다. 기후변화가 기술변화를 추동하고, 기술변화가 다시 기후변화의 양상에 일정한 영향을 미쳤다는 점에서 양방향적이라고도 볼 수 있다. 그래서 [그림 2]에서 기술과 기후 사이에 화살표를 양방향(↔)으로 그렸다.

디지털 전환과는 다소 무관하지만, 이 대목에서는 재생에너지 기술도 기후변화 완화와 관련된 핵심 요소이다. 태양광, 풍력, 수소 에너지와 같은 재생 가능한 자원은 화석연료 사용을 줄이면서 온실가스 배출을 감소시킬 여지가 있다(Gielen et al.,

2019; Osman et al., 2023)(그림 2 Ⅰ-①). 이 기술적 전환은 전력망 구조와 에너지 산업의 변화를 촉발하고, 지역 경제의 활성화 또는 전통적인 화석연료 산업 쇠퇴와 같은 경제적, 사회적 효과를 함께 초래하기도 한다(Sovacool, 2021; Osman et al., 2023)(그림 2 Ⅲ-①).

지구온난화와 기후변화에 대한 우려로 대기 중 이산화탄소 농도를 줄이기 위한 세계적 노력이 촉발되면서 이산화탄소 포집 및 저장(CCS: Carbon Capture and Storage)은 이산화탄소 배출 감소 목표를 달성하기 위한 중요한 기술이자 전략이 된다(Leung et al., 2014). Leung 외(2014)는 이산화탄소 포집, 분리, 수송, 저장, 누출, 모니터링 및 생애주기 분석을 위한 최첨단 기술을 포함하여 CCS의 다양한 측면을 검토하고 논의한다(그림 2 Ⅰ-①). 해외의 실제 사례를 보면 덴마크는 기후변화 대응 및 경제성장을 위해 탄소포집저장기술(CCS) 개발에 주력하고 있다(임완섭 외, 2023, p. 189).

농업 기술의 발전도 있다. 기후변화로 인한 농업 환경의 변화에 적응하기 위해 드론, IoT, AI 등 다양한 스마트 농업 기술이 개발되기도 한다. 이 기술들은 농작물 관리의 효율성을 높이고, 물과 비료의 사용을 최적화하며, 기후변화로 인한 생산성 감소를 최소화하는 데 기여할 수 있다(Klerkx et al., 2019; Manida, 2022; Ma & Rahut, 2024). 그러나 이러한 기술들에 대한 접근성에 따라 지역 간, 계층 간 불평등을 초래할 수 있는 점에 대한 지적도 있다(Thottadi & Singh, 2024; Hebsale Mallappa & Pathak, 2023)(그림 2 Ⅳ-①).

Argyroudis 외(2022)의 연구를 보면 디지털화는 미래 도시에 더 큰 영향을 미치고 일자리를 변화시킬 것으로 예상된다. 궁극적으로 도시의 회복력과 적응 능력에 광범위한 영향을 미치는 라이프스타일 변화를 유발할 것으로 예상한다. 이들은 사례 연구를 통해 기후변화 적응과 관련된 디지털 혁명의 실태를 분석하였다. 분석을 통해 기후 위험에 대처하는 데 디지털화의 잠재력을 평가하고 현재의 위험과 과제를 극복할 수 있는 실행 가능한 경로에 대해 논의하였다(Argyroudis et al, 2022).

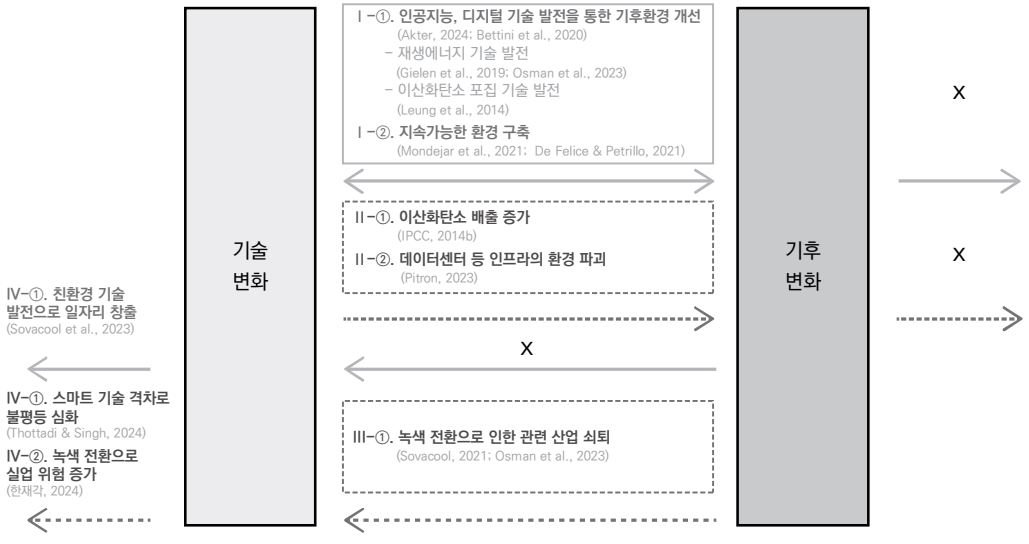
디지털화는 기후 친화적인 도시 환경과 사회를 육성할 잠재력을 지닌 도시의 사회경제적 지속 개발을 가능하게 하는 핵심 요소로 간주된다(Balogun et al., 2020). 이들에 따르면 이른바 제4차 산업혁명의 도래로 다양한 분야와 수준에서 디지털화는 점점 더 확장되고 있다. 이러한 측면에서 도시 혹은 국가 단위의 거버넌스가 가지는 한계에 대안 논의도 있다. 이를테면 지역적 영역이나 국가의 행동에 국한되지 않고 국가·비국가적 경계를 넘나드는 글로벌, 국가적, 지역적 행위자 간의 상호 관계를 통해 조율된다고 주장하기도 한다(Bulkeley & Betsill, 2013).

기술 발전을 통해서 녹색 전환을 일구고, 기후위기에 대한 대응도 가능할 것이라는 긍정적인 전망도 있다. 기술낙관주의적 전망이다. 이를테면 Mondejar 외(2021)는 지구 생물 다양성 위기와 기후변화의

문제를 해결하는 데 디지털화의 이점을 제시한다. 식량-물-에너지 연계의 필수 요소인 (i) 지속가능한 식량 생산, (ii) 깨끗하고 안전한 식수에 대한 접근, (iii) 친환경 에너지 생산 및 사용에 디지털 기술이 활용될 수 있다고 설명한다. De Felice & Petrillo(2021) 역시 체계적 문헌 고찰을 통해 계산 속도가 빨라 적시에 적절한 솔루션을 찾아낼 수 있는 디지털 기술(예: IoT, 인공지능, 양자컴퓨팅 등)을 통해 환경적으로 지속가능한 미래를 달성할 수 있다고 설명한다(그림 2 Ⅰ-②).

기후 전환도 산업 전환을 동반하기 때문에 기후 전환에 필수적인 새로운 기술과 산업, 그리고 청정에너지 도입 등 새로운 산업과 일자리를 선제적으로 창출할 수 있다면 사회적 위험을 증가시키기보다는 감소시킬 가능성도 있다(Sovacool et al., 2023). 이처럼 기술변화와 기후변화는 상호작용을 통해 다양한 사회적 영향을 미친다. 에너지 전환, 스마트 농업, 탄소 포집 기술, 디지털 기술은 모두 기후변화 대응에서 중요한 역할을 하지만, 이러한 기술적 변화가 사회 내 불평등을 초래하거나 격차를 심화시킬 가능성도 존재한다. 이를 해결하기 위해서는 기술 접근성을 보장하고, 기술 발전이 포괄

[그림 2] 기술변화와 기후변화 사이의 상호작용 및 매개·조절 효과



주: 1) 실선은 긍정적인 영향, 점선은 부정적인 영향을 의미함.
2) 그림의 가운데 화살표는 기술·기후 변화의 상호작용을, 좌우의 바깥쪽 화살표는 기술·기후 변화가 사회적 위험을 구성하는 과정에서 서로에게 조절 혹은 매개 변수가 되는 경우를 가리킴.
3) × 표시는 관련 선행 연구가 확인되지 않았음을 의미함.

출처: 연구진이 작성.

적인 방식으로 이루어지도록 하는 정치적 합의 구조 및 판단과 정책적 지원이 필요하다.

4 인구변화·기후변화 상호작용 및 사회적 위험

인구변화와 기후변화 간 상호작용 역시 동적이다. 예컨대 고령화, 인구이동에 따른 도시화, 이주 등의 인구학적 변화는 기후변화와 맞물려 서로 복잡하게 얽혀 있다(Martine et al., 2009). 먼저 인구변화 중 고령화와 기후변화 간 상호작용에 대해 다룬 연구들을 살펴보면 다음과 같다. 임완섭 외(2023)는 고령화된 인구의 신체적 특성상 기후변화로 인한 극한 기후 혹은 재난 발생 대응의 취약성에 대해 실제 사례 등을 다루며 사회보장 대응의 필요성에 대해 논의했다. Jones 외(2018)는 기후변화 및 인구변화의 예측 시나리오를 통해 복합적인 영향에 대해 분석했다. 두 가지 기후 시나리오(RCP4.5, RCP8.5)와 두 가지 인구 시나리오(SSP3, SSP5)를 통해 기후변화와 인구변화의 상호작용에 대해 살펴보고, 기후위험 관리 전략을 수립하는 데 필요한 우선순위에 대해 논의했다. Cole 외(2023)는 기후변화 시나리오 하에서 미래의 건강 부담에 대한 인구변화의 기여도를 분석했다. 이들은 기후 모델(RCP 시나리오)과 인구 모델(SSP 시나리오)을 결합해 미래의 건강 영향을 예측하였다. 기후변화로 인한 폭염과 고온 지속 현상은 건강에 부정적인 영향을 미치며, 특히 고령인구가 증가하면서 열에 대한 위험이 더욱 커질 것으로 보았다. 즉 연령은 고온이 건강에 미치는 영향을 '조절(modifier)'(p. 1)하는 역할을 한다. 따라서 고령화 인구와 기후변화를 종합적으로 고려한 공중보건 연구와 정책이 필요하며, 건강 보호 조치와 더불어 장기적으로 고온에 대비한 건강 정책이 필요함을 강조했다(그림 3 Ⅳ-①).

Kim, J. S. & Kim, S. K.(2024)은 지난 20년 동안 2만 6885개 동남아시아 지역별 고령화 인구 통계와 녹지 면적 변화 패턴 간의 시공간적 관계를 활용하여 고령화 현상과 기후변화 적응 간의 상호작용에 주목했다. 이들은 노인 거주자가 밀집된 도시는 그린 인프라 제공이 부족하여 취약성이 더 크다는 것을 발견하였는데, 연구 결과에 따르면 고령화된 지역에서 녹지 공간이 감소하는 것으로 나타났다. 이는 사회경제적으로 불리하고 고령화가 빠르게 진행되는 도시에서 더욱 두드러짐을 확인하였다. 결과를 토대로 기후변화 적응, 고령화 및 그린 인프라 간 상호작용에 대한 이론적 틀에 대해 정리하였다. 즉 고령인구가 증가한 지역에서는 그린 인프라 공급 감소로 기후변화 취약성이 증가하는 경향이 있음을 밝혔다(Kim, J. S. & Kim, S. K., 2024)(그림 3 Ⅳ-①). 이를 통해 고령화, 저출생 등 인구변화 현상에 따른 지역 맞춤형 기후변화 대응 전략의 필요성을 제기하였다. 이전 연구들에서 논의하고 있는 고령화 자체로 인한 취약성에서 더 나아가 고령화로 인한 지역의 인프라 감소로 기후변화에 대한 취약성이 증가함을 보여 준 것으로 볼

수 있다.

Stephenson 외(2010)는 인구 증가, 도시화, 인구이동이 기후변화 및 대응에 미치는 영향에 대해 살펴보았다. 이들은 특히 도시화가 빠르게 진행되는 지역에서 더 큰 기후변화 위험이 발생할 수 있다고 지적하였다. 특히 저소득 국가의 경우 기후변화의 영향이 심각하게 나타나는 지역과 급격한 인구변동이 발생하는 지역은 중첩될 가능성이 높을 것으로 예상됐다(Hugo, 2011).

탈탄소 경제 전환이 국제 이주를 촉발할 것이라는 전망도 있다(그림 3 III-①). Gençsü 외(2020)에 따르면 녹색 전환의 과정에서 새로운 기술과 관련 산업의 등장, 그리고 기존 산업 영역의 적응이 필요하게 된다. 이 과정에서 창출되는 노동 수요와 노동 공급의 불일치를 해소하기 위해서는 국가 내 혹은 국가 간 노동자의 이동이 필요하게 된다고 전망했다. 녹색 전환과 이주의 촉진이라는 측면에서 Demsper, Huckstep(2024)의 관점도 유사하다. 녹색 전환으로 창출되는 일자리는 숙련 및 급여를 기준으로 다양한 스펙트럼으로 창출되겠지만, 해당 영역에서 숙련 노동 수요를 내국인으로 충족할 수 있는 국가는 드물 것으로 예상된다.

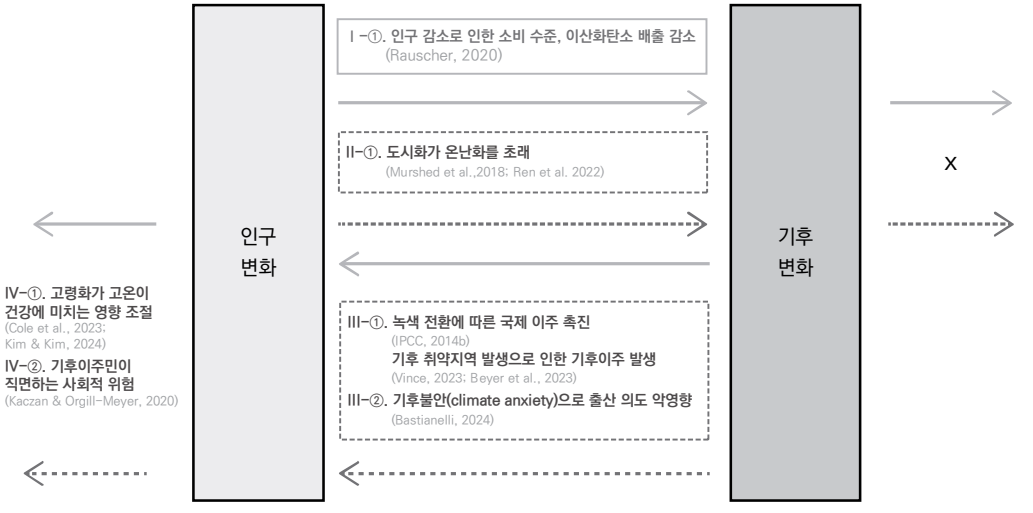
기후변화가 숙련 및 고학력 노동의 이주만을 촉진하는 것은 아니다. 급격한 기후변화는 대규모의 '기후이주(climate migration)'를 촉발할 수 있기 때문이다. 여기서 기후이주는 "주로 기후변화로 인한 갑작스럽거나 점진적인 환경 변화로 인해 습관적인 거주지를 떠나 일시적 또는 영구적으로 국가 내 또는 국경을 넘어 움직여야 했거나, 움직이기를 선택한 사람 또는 집단의 이동"을 가리킨다(IOM, 2019, p. 31). Vince(2023)는 앞으로 80년 동안 지구 온도가 3~4도 올라가게 되는 결과는 불가피하며, 열대 지역 등은 사람이 살기 힘든 곳으로 변모하게 될 가능성이 높을 것이라고 본다. "2030년초에 도달할 것으로 예상되는 1.5도 상승조차 가볍게 넘길 일이 아니다. 이 온도에서는 전 세계 인구의 약 15퍼센트에 해당하는 13억 명이 적어도 5년마다 한 번씩 치명적인 폭염에 노출될 것이다. 그리고 2도가 되면 그 수가 33억 명으로 늘어난다. 기온이 2도 상승하면 흉작이 발생할 확률이 두 배로 증가하고 어획량은 지금의 절반으로 감소할 것이다."(p. 43) 이와 더불어 많은 연구들에서 기후변화로 인한 해수면 상승, 재해 발생 등 극단적 기상 현상에 취약한 지역에서 상대적으로 자연재해의 취약성에 노출되지 않는 지역으로의 이동성에 대해 논의했다(McLeman & Smit, 2006; Kaczan & Orgill-Meyer, 2020; Helbling et al., 2023). 이러한 기후이주 전망치에 대해 방법론적인 투명성과 과학적인 엄밀함에 대한 논란이 있다는 점을 염두에 둘 필요는 있을 듯하다(Beyer et al., 2023).

또 기후변화가 건강과 질병, 사망률 및 이환율에 미치는 영향에서 인구변화, 환경변화 및 이주 간에 복잡한 상호작용이 발생한다는 분석도 있다(Hugo, 2011). 이와 함께 열악한 환경에서 거주할 경향이 높은 저소득층의 이동이 도시 내 불평등을 심화시켜 기후변화로 인한 사회적 위험이 커질 수

있음을 강조하였다(Kaczan & Orgill-Meyer, 2020)(그림 3 Ⅳ-②). 기후변화로 인한 이주민들이 새로운 지역으로 이동할 때 기존 지역 사회는 이주민을 비시민으로 인식하며, 이들이 사회적 자원과 기회에 접근하는 것을 거부하거나 제한하려는 경향이 존재하게 되는데, 이러한 상황은 도시 인프라가 미비하고 정부의 대응이 충분하지 않은 경우 사회적 불평등을 심화시키고 지역 갈등을 더욱 악화시킬 수 있다. 즉 이주민들이 겪는 불평등과 사회적 배제가 지역 내 갈등을 야기할 수 있다(Blaine et al., 2022). 기후불안(climate anxiety)은 청년층의 출산 의도에도 악영향을 준다. Bastianelli(2024)는 핀란드, 에스토니아, 스웨덴의 세 유럽 국가에서 기후변화에 대한 우려와 출산 의도 사이의 관계를 조사한 결과 기후변화에 대한 강한 우려가 실제로 출산 의도 감소와 연관이 있음을 발견했다(그림 3 Ⅲ-②).

인구변화가 기후변화에 미치는 긍정적 영향에 대해서도 다루어지고 있다. 인구구조 변화가 경제성장과 온실가스 배출에 미칠 수 있는 영향에 대한 모델링 분석에 따르면, 수명 연장과 출산율 감소는 인구 고령화를 초래하며, 이는 경제활동과 소비 수준을 줄여 온실가스 배출을 감소시킬 수 있다(Rauscher, 2020)(그림 3 Ⅰ-①). 도시로의 인구

[그림 3] 인구변화와 기후변화 사이의 상호작용 및 매개·조절 효과



주: 1) 실선은 긍정적인 영향, 점선은 부정적인 영향을 의미함.
2) 그림의 가운데 화살표는 인구·기후 변화의 상호작용을, 좌우의 바깥쪽 화살표는 인구·기후 변화가 사회적 위험을 구성하는 과정에서 서로에게 조절 혹은 매개 변수가 되는 경우를 가리킴.
3) × 표시는 관련 선행 연구가 확인되지 않았음을 의미함.

출처: 연구진이 작성.

밀집이 기후변화에 미치는 부정적인 영향을 분석한 연구들도 있는데(그림 3 II-①), 이러한 경향은 주로 제3세계 국가에서 관찰됐다. Murshed 외(2018)는 방글라데시의 도시화가 기후변화에 미치는 영향을 분석하면서 단기적으로는 도시화가 온실가스 배출 감소에 기여하지만, 장기적으로는 추세가 역전되고 온실가스 배출 증가에 인과적인 영향을 미친다고 분석했다. 나이지리아 라고스 지역의 온난화의 원인을 분석한 연구(Ren et al., 2022)에서도 도시 온난화의 가장 주요한 원인으로 도시화가 지목됐다.

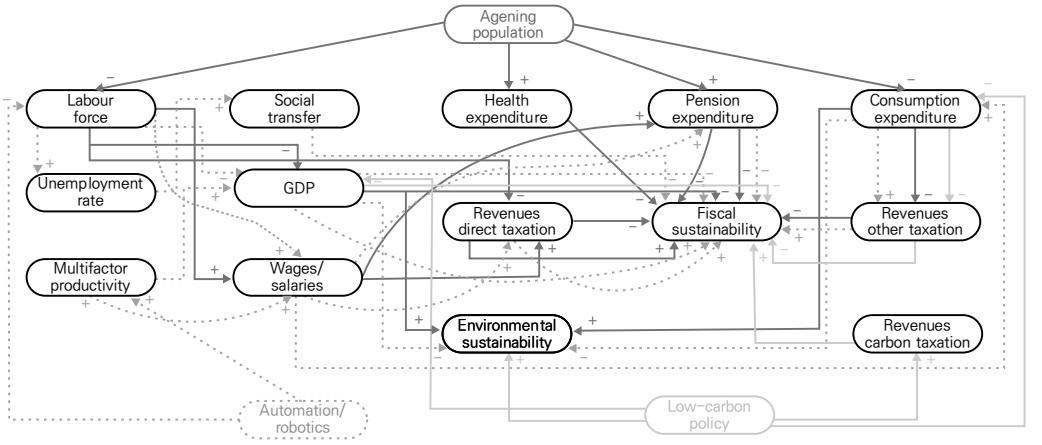
인구변화와 기후변화는 상호작용을 통해 다양한 사회적 영향을 미친다. 이로 인해 새로운 도전 과제들이 발생하게 된다. 인구이동과 도시화는 자원 경쟁과 기후변화의 영향을 심화시키며, 기후 난민의 증가와 같은 새로운 형태의 사회적 갈등을 초래할 수 있다. 반면에 고령화와 같은 인구변화는 기후변화에 대한 대응 능력을 약화시킬 수도 있다.

5 세 가지 변화의 복합적인 영향

세 가지 변화 모두를 아울러 상승작용과 상쇄작용(synergies and trade-offs)을 분석한 연구는 희소하다. 실제로 기술·인구·기후 변화가 동반하는 변화는 개인 및 사회의 질과 사회보장제도에 영향을 미칠 수밖에 없다. Petmesidou, Guillén(2022)은 다음과 같이 몇 가지 예를 제시한다. "고령화와 환경 보호 간의 시너지 효과를 들자면 무엇보다도 고령인구의 소비 발자국(Consumption footprint) 감소를 들 수 있다. 그리고 친환경 정책이 대기질 개선으로 이어질 때 노인의 비전염성 질병(심혈관 질환, 치매 등) 위험 감소로 인한 건강 및 사회 보호 비용의 상당한 감소도 들 수 있다. 여성이 (무급) 사회적 돌봄의 부담을 지고 있다는 점을 고려할 때, 노인의 건강 상태가 개선되면 여성의 노동시장 참여에도 긍정적인 영향을 미칠 수 있다."(p. 320)

인구변화, 기술변화, 기후변화 모두 인류 사회·경제 활동의 원인이자 동시에 결과다. 여기에 작용하는 변수는 무수하다. 이를 한두 가지 인과관계로 묶는 것은 사실상 불가능하다. 심지어 세 가지 변화는 서로 영향을 주고받으며, 동시에 사회에 영향을 미친다. 이를테면 녹색 전환과 디지털 전환이 사회적 위험에 미치는 영향에 한정해서 보자. ILO(2015)는 녹색 전환이 초래한 긍정적인 변화에 상대적으로 주목한다. "환경적으로나 사회적으로 지속가능한 경제로의 전환이 잘 관리되면 일자리 창출, 일자리 업그레이드, 사회 정의 및 빈곤 퇴치의 강력한 원동력이 될 수 있다."(p. 4) 녹색 전환의 과정에서 일자리의 질이 악화될 수 있는 가능성에 대한 경고도 있다. Brandl, Zielinska(2020)는 유럽의 사례 연구를 통해 녹색성장 혹은 탈성장의 관점에서 일자리의 질 문제는 주변화됐다고 비판했다. Petmesidou, Guillén(2022)은 녹색 전환과 디지털 전환이 노동시장에 미칠 영향에 대해 ILO와 유럽연합이 긍정적인 전망을 제시하는 반면 OECD는 저임과 여성 노동에 미칠 부정적인 영향

[그림 4] 기술·인구·기후 변화의 복합적인 영향



주: 진한 실선은 인구 고령화로 인한 영향을, 점선은 기술 발전의 영향을, 옅은 실선은 환경·기후 정책의 영향을 나타냄.
출처: "The sustainability transition in Europe in an age of demographic and technological change", EEA,2019, EEA, p. 71.

을 강조하는 등 상반되는 관점을 보인다고 설명한다. 복잡한 변수들과 흐릿한 시계 속에서 전망은 엇갈리고 비관과 낙관은 교차한다.

EEA(2019)는 세 가지 변화의 효과를 실증적으로 분석한 드문 연구다.[4] 굳이 말하자면 이들은 기후변화 자체보다는 기후변화로 인한 환경정책의 강화를 변수로 간주했다. EEA(2019)는 분석을 위해 두 가지 모델을 썼다. 인구 고령화, 기술변화, 환경정책이 재정 지속가능성과 거시경제 성과에 미치는 영향을 예측하기 위해 정량적 연산가능일반균형(CGE: Computable General Equilibrium) 모델과 사회, 경제, 환경 변수가 시스템의 성과에 미치는 영향을 동시에 분석하는 정성적 인과지도(CLD: Causal Loop Diagram)다. 먼저 CGE 모델에서는 세 가지 메가트렌드와 유럽연합(EU)의 두 가지 정책 목표의 관계를 분석했다. 두 가지 정책 목표는 EU 안정 및 성장 협정(EU Stability and Growth Pact)에 따른 재정 적자의 GDP 대비 비율 기준치 3% 미만 달성과 장기적인 환경 지속가능성 목표, 특히 2050년까지 탈탄소화다. [그림 4]는 EEA(2019)가 제시한 변인 간 상호 관계다. 고령화, 자동화와 더불어 엄격한 환경정책의 적용이라는 시나

4) 유럽환경청(Europe Environment Agency)은 유럽연합의 규칙 1210/1990에 의해 설립됐고, 1994년부터 운영을 시작한 유럽연합의 산하기관이다(김두수, 2011). 덴마크 코펜하겐에 본부를 두고 있다. 유럽환경청은 유럽 국가들의 환경 상황을 모니터링하고, 바람직한 독립적 환경 관련 정보를 제공하기 위해 운영된다. 유럽연합은 같은 규칙을 통해 유럽환경정보관찰네트워크(EIONET: European Environment Information and Observation Network)를 설립하고, 유럽의 환경 상태와 환경상의 악영향에 대한 평가에 관한 정보와 전문 지식을 제공하도록 했다. EEA(2019)의 주요 분석 내용은 이듬해 나온 ETC/WMGE(2020)의 축약본이다.

리오에 따른 영향을 분석한 결과는 다음과 같다. 재정 안정성 측면에서 보면 인구 고령화는 2035년부터 EU가 재정적자의 GDP 대비 비율 목표인 3% 미만 달성을 어렵게 한다. 기술변화는 일반적으로 재정 지속가능성을 개선하고 재정적자의 GDP 대비 비율을 낮출 수 있다. 탄소세 도입은 재정의 지속가능성을 개선한다. 탈탄소 측면에서 보면 인구변화 및 노동력 감소로 인한 경제 위축으로 이산화탄소 배출량이 줄어든다. 반대로 자동화가 확대되면 배출량이 증가한다. 더 높은 탄소세 시나리오에 따르면 유럽연합은 2050년 기후 정책 목표에 더 가까워질 수 있다.

인과지도(CLD)[5]에 따른 분석에서는 인구 고령화는 비용 증가와 공공 자원 감소로 이어지면서 재정의 지속가능성에 상당한 문제를 야기한다. 기술변화에는 장단점이 있다. 단점으로는 정보통신기술(ICT)과 로봇화의 도입이 실업을 초래하고 복지 지출을 포함한 공공 지출을 늘린다. 이는 인구 고령화로 인해 발생하는 문제를 악화시킬 수 있다. 소비와 공공 수입 감소로 이어질 수 있다. 긍정적인 측면을 보면 ICT와 로봇화가 생산성을 높여 국내총생산(GDP)을 증가시키고, 세수를 창출할 수 있다.

6 나가며

이 글에서는 기술·인구·기후 변화가 상호작용하고, 서로를 매개하고 조절하면서 사회적 위험을 구성하는 방식을 문헌분석 방법을 통해 살펴보았다. 세 가지 변화 가운데 두 가지 변화씩 짝을 나누어 사회적 위험을 구성하는 방식을 제시했다. 또한 세 가지 변화가 한꺼번에 서로를 상쇄 혹은 강화하면서 어떻게 작동하는지도 간단히 살펴보았다.

이러한 분석을 통해 확인할 수 있는 내용은 다음과 같다. 세 가지 변화가 사회적 위험을 구성하는 방식은 매우 동적이다. 이를테면 기술변화는 기후변화를 낳은 핵심적인 동인(IPCC, 2014)이고, 동시에 친환경 기술 발전은 기후변화의 충격을 완화하는 핵심적인 역할(Gielen et al., 2019; Osman et al., 2023)도 맡는다. 쉽게 말해 병도 주고 약도 준다. 마찬가지로 기후변화의 충격을 완충하기 위한 녹색 전환으로 인해 관련 산업이 쇠퇴하고 실업의 위험도 높이지만(한재각, 2024), 동시에 친환경 기술 발전으로 인해 생기는 일자리는 실업의 가능성을 낮춘다(Sovacool et al., 2023). 한 가지 변화가 다른 변화에 주는 영향도 일방적이지 않다. 이렇게 양방향적이고 때로는 모순적이다. 관련 정책은 이러한 복잡한 관계에 대한 고려를 해야 한다.

세 가지 위기에 대응하는 정책은 이렇게 동적인 사회적 위험의 구성 과정에 대한 종합적인 이해를 요구한다. 그럼에도 불구하고 정책적인 대응은 개별적으로 이뤄지고 있다. 이를테면 '국가 탄소중립·녹색성장 기본계획(안)'(탄소중립·녹색성장위원회,

5) 인과지도(CLD)는 시스템의 전체적인 구도와 시스템을 구성하는 변수들의 인과적인 상호작용 관계를 이론적인 접근과 실제 관찰을 통해 피드백 루프로서 기술하고 2차원적으로 구조화해 제시하는 방식(Sternman, 2000; 최남희, 2003 재인용)이다.

2023), '1~4차 저출산·고령화 기본계획'(대한민국 정부, 2020), '대한민국 디지털 전략'(관계부처 합동, 2022) 등이다. 물론 하나씩 보면 모두 굵직한 도전인 것도 사실이다. 이를 포괄하는 정책 비전 제시도 필요하다.

사례가 없지 않다. 2020년 7월 '한국판 뉴딜 종합계획'(이하 한국형 뉴딜)이 전범(典範)이다. 한국형 뉴딜은 디지털 뉴딜과 그린 뉴딜의 추진과 더불어 안전망 강화를 뉴딜의 세 가지 축으로 제시한 바 있다. 그리고 디지털·그린·안전망 강화의 세 영역에서 2025년까지의 예산 투여액까지 제시하면서 구체적인 비전을 제시하고자 했다. 2020년 당시 한국 정부는 인구변화까지 논의하지는 못했지만, 이른바 기술과 기후를 아우르는 쌍둥이 전환(twin transition)의 방향을 제시한 셈이다. 그렇지만 로드맵에 따른 집행은 이뤄지지 않았다. 한국형 뉴딜 자체가 "성장을 위한 산업구조 개편에 과도하게 편중되어 있는(김진석, 2020, p. 16)" 한계도 품고 있었다. 그럼에도 한국판 뉴딜은 메가트렌드가 미칠 충격을 고루 염두에 두면서 복지국가의 비전을 제시했다는 점에서 의미가 컸다.

이 글의 한계가 많다는 점도 밝혀 둔다. 먼저 연구의 초점이 광대해 개별적인 사회적 위험의 개념 및 생성·강화·완화에 대한 상세하고 논리적인 설명이 미흡했다. 연구 자체가 거시적이어서 발생하는 필연적인 한계이기도 하다. 두 가지 이상의 메가트렌드를 염두에 둔 연구도 많지 않았다. 그래서 [그림 1~3]에서 제시한 경로에서 많은 부분이 비어 있다. 보다 충실한 문헌분석을 통해 그림의 많은 부분이 채워질 수도 있을 것이다. 세 가지 변화를 종합한 연구 역시 매우 희소하다. 이 영역의 추가적인 연구가 필요하다.

참고문헌

관계부처 합동. (2022). **대한민국 디지털 전략**. 관계부처 합동

김기태, 이주미, 여유진, 임완섭, 조성은, 김성아, 정세정, 신영규, 윤홍식, 최영준. (2024). 한국 복지국가의 재구조화를 위한 연구 II-기술, 인구, 기후 변화의 도전. 한국보건사회연구원.

김두수. (2011). 유럽환경청과 유럽환경정보관찰네트워크 활동에 관한 법적 분석. **외국법제동향, 2호**. pp. 77-86.

김진석. (2020). 한국판 뉴딜, 어떤 딜이 될 것인가? **월간 복지동향, (263)**, 12-17.

대한민국 정부. (2020). **1~4차 저출산·고령화 기본계획**. 대한민국 정부.

임완섭, 이주미, 황남희, 황주희, 이지은, 신영규. (2023). **기후위기 불평등과 사회보장-개념적 접근과 사례를 중심으로**. 한국보건사회연구원.

최남희. (2003). 시스템 다이내믹스 기법을 이용한 서울시 도시동태성 분석과 정책지렛대 탐색: 인과순환구조와 시스템 형태 분석을 중심으로. **한국행정학보, 37**(4), 329-359.

탄소중립·녹색성장위원회. (2023). **국가 탄소중립·녹색성장 기본계획(안)**. 탄소중립·녹색성장위원회.

한재각. (2024). 발전산업의 탈탄소 전환과 노동조합의 대응. 월간 노동리뷰, 2024년 4월호. 한국노동연구원.

Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2022). Demographics and automation. *The Review of Economic Studies, 89*(1), 1-44.

Akter, M. S. (2024). Harnessing technology for environmental sustainability: utilizing AI to tackle global ecological challenge. *Journal of Artificial Intelligence General science (JAIGS) ISSN: 3006-4023, 2*(1), 61-70.

Argyroudis, S. A., Mitoulis, S. A., Chatzi, E., Baker, J. W., Brilakis, I., Gkoumas, K., Vousdoukas, M., Hynes, W., Carluccio, S., Keou, O., Frangopol, D. M., & Linkov, I. (2022). Digital technologies can enhance climate resilience of critical infrastructure. *Climate Risk Management,* 35, 100387

Baldwin, R. (2019). Globalisation 4.0 and the future of work. *Economistas, 165*, 63-75.

Balogun, A.-L., Marks, D., Sharma, R., Shekhar, H., Balmes, C., Maheng, D., Arshad, A., & Salehi, P. (2020). Assessing the potentials of digitalization as a tool for climate change adaptation and sustainable development in urban centres. *Sustainable Cities and Society*, 53, 101888

Bastianelli, E. (2024). Climate change worries and fertility intentions: Insights from three EU countries. Early View. *Journal of Marriage and Family*. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jomf.13048

Bettini, G., Gioli, G., & Felli, R. (2020). Clouded skies: How digital technologies could reshape "Loss and Damage" from climate change. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change, 11*(4), e650.

Beyer, R. M., Schewe, J., & Abel, G. J. (2023). Modeling climate migration: dead ends and new avenues. *Frontiers in Climate, 5*, 1212649.

Blaine, T., Canney, J., Collins, C., Kline, J., & Locke, R. (2022). Climate Change, Migration and the Risk of Conflict in Growing Urban Centers. *Analysis and Commentary*.

Brandl J. and Zielinska I. (2020). Reviewing the Smart City Vienna Framework Strategy's potential as an eco- social policy in the context of quality of work and socio-ecological transformation. *Sustainability 12*(3): 859-875.

Bresnahan, T. F. (1999). Computerisation and wage dispersion: an analytical reinterpretation. *The economic journal, 109*(456), 390-415.

Broinowski, A. (2023). Japan: a policy laboratory for population ageing and decline. *RESEARCH PAPER SERIES, 2023-24*. Parliament of Australia. https://parlinfo.aph.gov.au/parlInfo/download/library/prspub/9331546/upload_binary/9331546.pdf;fileType=application%2Fpdf#search=%22library/prspub/9331546%22

Bulkeley, H., & Betsill, M. M. (2013). Revisiting the urban politics of climate change. *Environmental politics, 22*(1), 136-154.

Cole, R., Hajat, S., Murage, P., Heaviside, C., Macintyre, H., Davies, M., & Wilkinson, P. (2023). The contribution of demographic changes to future heat-related health

burdens under climate change scenarios. *Environment International, 173*, 107836.

Cutler, D., Deaton, A., & Lleras-Muney, A. (2006). The determinants of mortality. *Journal of economic perspectives, 20*(3), 97-120.

De Felice, F., & Petrillo, A. (2021). Green transition: The frontier of the digicircular economy evidenced from a systematic literature review. *Sustainability, 13*(19), 11068.

Demsper, H., Huckstep, S. (2024). Options for Green-Skilled Migration Partnerships: A Guide for Policymakers. *Policy Paper 330*. Center for Global Development.

EEA(European Environmental Agency). (2019). *The sustainability transition in Europe in an age of demo- graphic and technological change.* https://www.eea.europa.eu/publications/sustainability-transition-in-europe

Eichhorst, W., Rinne, U. (2017, December). *Digitalisation of the welfare state* [In CESifo Forum, ifo Institut-Leibniz-Institut fur Wirtschaftsforschung an der Universitat Munchen]. 18(4). pp. 3-8.

ETC/WMGE. (2020). *Systemic modelling tools to assess the green economy transition*. Eionet Report ETC/WMGE 2020/2, Mol: European Topic Centre on Waste and Materials in a Green Economy.

Frenette, M., & Frank, K. (2020). *The Demographics of Automation in Canada: Who Is At Risk*? IRPP.

Gençsü, I., Grayson, A., Mason, N., & Foresti, M. (2020). Migration and skills for the low-carbon transition. *Working Paper 584*. Overseas Development Institute

Harris, K., Kimson, A., & Schwedel, A. (2018). Labor 2030: The collision of demographics, automation and inequality. *Bain & Company, 7*, 63.

Hebsale Mallappa, V. K., & Pathak, T. B. (2023). Climate smart agriculture technologies adoption among small-scale farmers: a case study from Gujarat, India. *Frontiers in Sustainable Food Systems, 7*, 1202485.

Helbling, M., Rybski, D., Schewe, J., Siedentop, S., Glockmann, M., Heider, B., Jones, B., Meierrieks, D., Rikani, A., & Stroms, P. (2023). Measuring the effect of climate change on migration flows: Limitations of existing data and analytical frameworks. PLoS Climate, 2(1), e0000078

Hugo, G. (2011). Future demographic change and its interactions with migration and climate change. *Global Environmental Change, 21*, S21-S33.

ILO. (2015). *Guidelines for a Just Transition Towards Environmentally Sustainable Economies and Societies for All*. ILO.

IOM. (2019). *Glossary on Migration*. IOM. https://www.iom.int/sites/g/files/tmzbdl486/files/jahia/webdav/shared/shared/mainsite/about_iom/en/council/94/MC_INF_288.pdf

IPCC. (2014). *Climate Change Report 2014: Summary for policymakers*. IPCC.

IRENA. (2018). *Global Energy Transformation: A roadmap to 2050*. International Renewable Energy Agency.

Jones, B., Tebaldi, C., O'Neill, B. C., Oleson, K., & Gao, J. (2018). Avoiding population exposure to heat-related extremes: demographic change vs climate change. *Climatic change, 146*, 423-437.

Kaczan, D. J., & Orgill-Meyer, J. (2020). The impact of climate change on migration: a synthesis of recent empirical insights. *Climatic Change, 158*(3), 281-300.

Kim, J. S., & Kim, S. K. (2024). Ageing population and green space dynamics for climate change adaptation in Southeast Asia. *Nature Climate Change, 14*(5), 490-495.

Kim, J. H., Soh, J., Kadkol, S., Solomon, I., Yeh, H., Srivatsa, A.V., Nahas, G.R., Choi, J.Y., Lee, S., Nguyen, T. & Ajilore, O. A. (2023). AI Anxiety: A Comprehensive Analysis of Psychological Factors and Interventions. Available at SSRN, 4573394.

Klerkx, L., Jakku, E., & Labarthe, P. (2019). A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda. *NJAS-Wageningen journal of life sciences, 90*, 100315.

Koning. E. A. (2013). *Selective Solidarity: The politics of immigrants' social rights in Western welfare states* [Dotoral thesis, Queen's University].

Leung, D. Y., Caramanna, G., & Maroto-Valer, M. M. (2014). An overview of current status of carbon dioxide capture and storage technologies. *Renewable and sustainable energy reviews, 39*, 426-443.

Ma, W., & Rahut, D. B. (2024). Climate-smart agriculture: adoption, impacts, and implications for sustainable development. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 29*(5), 44.

Manida, M. (2022). The future of food and agriculture trends and challenges. *Agriculture & Food E-Newsletter*.

Martine, G., McGranahan, G., Schensul, D., & Tacoli, C. (2009). *Population dynamics and climate change* (J. M. Guzmán Ed.). UNFPA.

McLeman, R., & Smit, B. (2006). Migration as an adaptation to climate change. *Climatic change, 76*(1), 31-53.

Mondejar, M. E., Avtar, R., Diaz, H. L. B., Dubey, R. K., Esteban, J., Gómez-Morales, A., Hallam, B., Mbungu, N. T., Okolo, C. C., Prasad, K. A., She, Q., Garcia-Segura, S. (2021). Digitalization to achieve sustainable development goals: Steps towards a Smart Green Planet. *Science of The Total Environment*, 794, 148539.

Murshed, M., Murshed, M., & Yusuf Saadat, S. (2018). Effects of Urbanization on Climate Change: Evidence From Bangladesh. *Journal of Natural Sciences Research, 8*, 1-8.

Nadler, A. L., van Staalduinen, B., Fernandes, D., Suari-Andreu, E., Balcioglu, Z., & van Vliet,

O. (2023). *TransEuroWorkS Conceptual Framework: On the Combined Effects of the Green Transition, Digitalisation and Migratio*n.

Oeppen, J., & Vaupel, J. W. (2002). Broken limits to life expectancy. *Science, 296*(5570), 1029–1031.

Osman, A. I., Chen, L., Yang, M., Msigwa, G., Farghali, M., Fawzy, S., Rooney, D. W., Yap, P. S. (2023). Cost, environmental impact, and resilience of renewable energy under a changing climate: a review. *Environmental Chemistry Letters*, 21(2), 741–764.

Petmesidou, M., & Guillén, A. M. (2022). Europe's green, digital and demographic transition: A social policy research perspective. *Transfer: European Review of Labour and Research, 28*(3), 317–332.

Pitron, G. (2023). '좋아요'는 어떻게 지구를 파괴하는가 (양영란 역). 갈라파고스. (Original work published 2021).

Rauscher, M. (2020). Demographic change and climate change. *Environment and Development Economics, 25*(1), 5–20.

Ren, C., Cai, M., Li, X., Shi, Y., & Ng, E. (2022). Evaluating contributions of urbanization and global climate change to urban land surface temperature change: a case study in Lagos, Nigeria. *Scientific Reports, 12*(1), 14133

Rozenberg, J., & Hallegatte, S. (2015). *The impacts of climate change on poverty in 2030 and the potential from rapid, inclusive, and climate-informed development* (Policy Research Working Paper 7483). World Bank Group.

Sovacool, B. K. (2021). Who are the victims of low-carbon transitions? Towards a political ecology of climate change mitigation. *Energy Research & Social Science, 73*, 101916.

Sovacool, B. K., Evensen, D., Kwan, T. A., & Petit, V. (2023). Building a green future: Examining the job creation potential of electricity, heating, and storage in low-carbon buildings. The Electricity Journal, 36(5), 107274, 1–11.

Stephenson, J., Newman, K., & Mayhew, S. (2010). Population dynamics and climate change: what are the links? *Journal of Public Health, 32*(2), 150–156.

Sternman, J. D. (2000). *Business Dynamics*. Irwin McGraw-Hill.

Thottadi, B. P., & Singh, S. P. (2024). Climate-smart agriculture (CSA) adaptation, adaptation determinants and extension services synergies: a systematic review. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 29*(3), 22.

Valtolina, S., & Hu, L. (2021, July). *Charlie: A chatbot to improve the elderly quality of life and to make them more active to fight their sense of loneliness* (pp. 1–5) [In Proceedings of the 14th Biannual Conference of the Italian SIGCHI Chapter].

Vince, G. (2023). 인류세, 엑소더스 (김명주 옮김). 곰출판. (Original work published 2022)

World Economic Forum. (2024). *The Rise of Global Digital Jobs: White Paper*. World Economic Forum.

Social Risks under the Combined Influence of Technological, Demographic, and Climate Changes

Kim, Ki-tae

Lee, Jumi

(Korea Institute for Health and Social Affairs)

This article examines how and in what specific ways technological, demographic, and climate changes, through their interactions, give rise to new forms of social risk. To conduct this analysis, we reviewed relevant literature. The interaction of these three changes is dynamic and complex, amounting at times to paradoxical effects. For instance, while technological advances contribute to climate change, they also offer potential solutions. Several pathways are identified through which the three changes together bring about social risks, each mediating and acting on the others. Regarding the interaction of technological change and demographic shifts, one effect of technological advancement in the context of the rapidly aging population has been to mitigate health deterioration among older adults. Yet, technological advancement also gives rise to new challenges, as it did in the social rights of a category of workers known as global tele-migrants. Future policymaking must incorporate a holistic approach to these three major changes and a comprehensive understanding of their workings.