

4차 산업혁명과 도-농 공간구조 변화에 대한 탐색적 접근

- 공간적 정의의 관점에서 -

The Fourth Industrial Revolution and the Change of Urban and
Rural Settlement

- Focusing on Spatial Justice -

박 지 영 (뉴욕주립 버팔로대학교 부교수 및 서울대학교 농경제사회학부
지역정보전공 겸임부교수 - 주저자)

박 종 훈 (서울대학교 농경제사회학부 지역정보전공 박사수료)

조 동 인 (뉴욕주립 버팔로대학교 연구원)

이 성 우 (서울대학교 농경제사회학부 지역정보전공 교수 - 교신저자)

Abstract

JiYoung Park / Jonghoon Park / Dongin Cho / SeongWoo Lee

This study intends to explain how the fourth industrial revolution on the urban and rural space, using descriptive statistics and urban economic models in order to propose a useful measure for new regional development strategies. The Korean regional development strategy that has centered massive resources on a particular region has led it grow and become a big city, inducing large migration of the rural population to the city. Experiencing hollow villages due to out-migration of the rural population, at the same time, the aging of the rural areas and the lack of basic infrastructure facilities have been threatening the existence of rural areas. Technological advances from the fourth industrial revolution can alternatively reverse this experience, revitalizing rural areas and resolving spatial and regional inequality between urban and rural areas. This is possible if the fourth industrial revolution contributes to alleviating the disparity of regional utility between urban and rural areas. If successful, it is highly expected that population migrating to a city as a result of the utility difference will experience reverse migration to rural areas. In addition, IoT and 3D-printing technologies will expand the flow of goods and service, which was mostly constrained by physical space, to the non-physical space; these technologies will lead contribute to increasing both the utility of urban and rural areas. To prepare the new era of digital transformation, local and central governments as well as other private firms and stakeholders need to collaborate for the future regional development strategies.

주 제 어: 4차 산업혁명, 도농정주공간, 기술진보, 지역계획, 공간구조변화

Keywords: The Fourth Industrial Revolution, Urban-Rural Settlement, Technological Advancement, Regional Planning, Spatial Structure Change

I. 서론

정치 및 경제분야의 세계적 리더들이 모이는 2016년 다보스 포럼에서 뜨겁게 논의된 핵심의제는 4차 산업혁명이었다. 4차 산업혁명은 3차 산업혁명을 기반으로 바이오 및 신기술 등의 디지털 환경 속에서 각종 산업기술들이 상호 융합가능하게 하는 디지털 기술혁명으로 정의된다. 4차 산업혁명의 주요 동인은 사물인터넷(IoT: Internet of Things), 클라우드(Cloud), 빅데이터(Big data), 모바일(Mobile)을 의미하는 ICBM으로 요약 가능하다(이주량, 2017). ICBM을 활용하여 구현된 기술은 인공지능(AI: Artificial Intelligence)과 로봇의 실용화를 앞당기게 될 것이다(이주량, 2017; 차두원 외, 2017; 클라우드 슈밥, 2016).

4차 산업혁명의 여러 핵심기술들은 이미 실생활에 빠르게 접목되어 활용되고 있어, 이로 인해 촉발되는 변화속도와 범위는 이전의 산업혁명과는 차원이 다른 형태로 나타나고 있다. 실제로 아마존의 알렉사(Alexa), SK Telecom의 누구(NUGU)등은 인공지능을 탑재한 기술혁신으로서 실생활에 적용되고 있으며, 구글의 무인자동차, 드론 등 역시 근시일 내에 실제 생활에 활용될 것으로 예상된다.

미시적 차원의 개인 생활상 변화를 넘어서, 4차 산업혁명은 고용, 유통 등 거시적 산업 경제 구조에도 그 파급력이 상당할 것으로 예상된다. 거시적 차원의 구조적 변화는 산업혁명을 통해 형성된 대량생산 및 대량소비 중심의 공간체계를 재구조화할 가능성이 상당하다. 과거 대량생산을 통해 생산비용을 낮추고, 생산품을 대량소비지에 판매함으로써 판매수익을 극대화하는 형태의 공간활용은 생산지와 소비지의 분리를 통해 특정 공간을 거점으로 하는 극점 중심의 공간분리 형태로 발전되어 왔다. 그러나 4차 산업혁명은 디지털 공간을 통해 국토 공간을 비물리적으로 초연계시킴으로써, 과거 극점 주도하의 공간발전체계를 공간기능을 중심으로 한 동일공간 상에서의 기능적 위계를 지닌 발전형태로 재편될 것으로 예상된다. 4차 산업혁명을 통한 동일공간 발전적 관점에서는, 과거 도시에 비해 비교열위에 놓인 공간이면서 동시에 소멸위기에 직면한 농촌공간에 대한 재조명이 요구된다. 따라서 본 연구에서는 4차 산업혁명의 공간구조적 측면의 영향에 대한 파악과 동일공간 발전적 측면에서 농촌 공간의 변화를 전망한다. 농촌발전의 지속가능성이 대두되고 있는 현 시점에서 4차 산업혁명으로 인해 수반되는 기술의 발전은 농촌의 발전을 도모할 수 있는 기회이다. 하지만 기술의 급속한 발전과 달리 지역계획은 장기적인 관점에서 이루어진다. 따라서 기술발전의 속도를 공간발전계획이 부응하기 위해서는 공간계획 단계에서 미래의 예상되는 변화를 반영하는 것이 필수적이다. 본 연구에서는 4차 산업혁명으로 예상되는 미래 국토공간 변화를 논의함과 동시에 정책입안 단계에서 실행가능한 전략을 도시 및 지역경제이론에 입각하여 모색하고, 미래 공간정책 입안 시 고려되어야 할 사항을 제시한다.

II. 이론적 배경 및 선행연구

1. 산업혁명의 발전과정

기술의 발전, 특히 신기술의 등장은 산업 패러다임의 전환과 동시에 사회구조의 급격한 변화를 가져온다(지역과 발전, 2016). 1780년대 시작된 1차 산업혁명은 증기기관의 발명에 힘입어 수공업 중심의 생산체계를 기계화로 변모시켰다. 생산체계의 변화는 도시의 생산성과 함께 물류의 이동성을 급속도로 증진하였다. 생산성 향상과 운송수단의 발달을 기반으로 한 도시의 성장은 해당 공간으로 노동과 자본을 집중시켰으며, 도시 공간영역의 구축을 가능하게 하였다. 1870년대에 나타난 2차 산업혁명을 통해서도 한 공간 내에서 대량생산 체계를 구축하는 것을 가능하게 하여, 생산성의 극대화가 이루어졌다. 특히, 컨베이어벨트 도입에 따라 자동차와 같은 새로운 교통수단의 대량공급은 도시 확장의 자양분이 되었다. 1960년대 말에는 컴퓨터와 인터넷 등의 IT기술을 중심으로 시작된 3차 산업혁명이 시작되었다. 3차 산업혁명은 정보화 및 네트워크 구축을 통해 생산과정의 자동화를 달성하며, 대량생산 대량소비를 위한 제조업 중심의 과거 산업구조와 입지에 영향을 미쳤다. 산업적으로는 정보 및 서비스업의 비중이 증대하였으며, 산업입지는 산학연의 네트워크 구성이 용이한 공간인 도시 인근으로 이동하여 도시 공간의 확장 및 영향력을 공고히 하였다. 4차 산업혁명은 3차 산업혁명을 토대로 구축된 모든 사회정보의 디지털화(digital transformation)를 매개로 하여 인공지능, 융합기술, 스마트팩토리 등이 구체적으로 접목되어 모든 제조업의 생산과 소비 과정 및 전달과정이 디지털 정보를 통해 구현될 것이며, 서비스업을 중심으로 한 산업구조의 재편과 이에 따른 산업입지의 변화가 추진될 것으로 예상된다.

〈표 1〉 산업혁명별 기술과 생산의 변화 및 요인

항목	1차 산업혁명	2차 산업혁명	3차 산업혁명	4차 산업혁명
기술	증기기관	전기	IT 및 컴퓨터	인공지능(AI), 융합기술
혁명	기계화	대량생산 체계의 구축	정보화, 네트워크 구축	빅데이터, 인공지능화
생산구조 변화	수공업→기계	대량생산과 분업화 도입	생산, 소비, 유통, 자동화	전 공정의 로봇화 및 최적화
선도요인	증기기관	컨베이어벨트 시스템	인터넷, 스마트폰	인공지능, 사물인터넷(IoT), 증강현실(VR) 등

자료: 지역과 발전: 김영수, 2016 겨울호, pp.13~17에서 인용하였음

2. 공간구조의 변화: 도시중심의 개발전략과 도농간 격차완화 노력

산업혁명으로 인한 산업구조의 재편은 인적, 물적 자본의 흐름에 변화를 야기하였고, 이에 따라 토지이용 및 이를 연결하는 교통망의 개발을 포함한 공간구조의 변화를 주도하였다. 제조업 중심의 산업구조는 생산자원의 희소성과 지역 간 자원의 불균형, 생산요소의 특성에 기반한 입지와 지역별 수요의 차이에 따라 재화의 이동을 유발하며, 재화의 이동은 공간 간 상호작용을 발생시킨다(김인, 1986; O'sullivan, 2009).

1차 산업혁명과 2차 산업혁명은 제조업의 생성과 고도화를 통한 대량생산, 대량소비를 유인하였으며, 3차 산업혁명은 재화의 유량에 대한 물리적 시간과 거리의 감소를 통해 규모의 경제(economy of scale)와 범위의 경제(economy of scope)를 가능하게 하였다. 과거 일련의 산업혁명 과정은 산업의 중심을 제조업으로 변화하게 하는 탈농업적 과정이기에(이주량, 2017), 농촌의 쇠락과 도시의 급속한 확장으로 도시와 농촌의 효율적 간극을 넓히는 기제로 작용하였다. 정주공간에 대한 선택적 합리성에 기반하면, 농촌 거주민은 직업, 교육, 사회·문화, 주거환경 등에 있어 그 효율성이 우월한 도시로 이주를 선택한다. 도시의 지속적 인구증가는 주거, 범죄, 환경오염 등의 다양한 도시 문제점들을 야기하였음에도 불구하고, 새로운 기술진보 및 혁신 등이 촉진되어 경제 및 사회문화적으로 농촌에 비해 우월한 삶의 질과 높은 효율을 향유하여 왔다(O'sullivan, 2009). 반면, 농촌은 제조업 생산에 필요한 노동인구의 양적·질적 하락과 산업의 비교우위에서 경쟁력 약화(comparative disadvantage) 등을 겪어왔다. 정주공간 선택을 위한 노동인구의 비대칭적 인구이동은 도시와 농촌의 공간구조에 변화를 일으키며, 농촌지역의 산업경쟁력 약화 및 인구의 도시집중 현상은 농촌과 도시의 불균형 성장으로 나타나게 되었다(윤상우, 2007).

이처럼 도시성장은 산업혁명을 통해 생산비용의 최소화와 재화소비를 통한 효율의 극대화 과정에서 자연스럽게 진행되어 왔다. 우리나라는 동일한 발전과정을 압축적으로 경험하였다. 도농 간 공간구조의 급격한 변화는 국토종합개발계획과 긴밀하게 연관되어 있다. 1차 국토종합개발계획(1972~1981)과 2차 국토종합개발계획(1982~1991)은 도시성장을 중심으로 성장거점 개발방식의 기초를 바탕으로 실시되었다. 성장거점개발방식은 도시집중성장을 통해 구축된 도시경제 부(富)의 농촌 확산 기대에 근거한 확산이론(diffusion theory)을 바탕으로 한다(임형백, 2005). 따라서 한국의 제 1, 2차 국토종합개발계획은 농촌지역을 도외시한 도시중심의 개발전략이었고, 결국 도시와 농촌의 공간적 분화가 강제적으로 촉진되는 요인으로 작용하였다. 이에 따라 농촌 거주민은 도시에서의 우월한 일자리, 소득, 나아가 각종 도시의 편익을 향유하기 위하여 도시로의 대규모 이주를 선택하고, 이는 급격한 도시인구 증가가 뒤따르게 되었다. 도시 과밀 현상의 심화에 따라 주택, 교통, 토지이용, 도시환경 등 현대도시사회가 겪고 있는 대부분의 도시문제를 야기하였지만, 인구 및 소득감소, 기반시설 악화 등으로 인한 농촌지역의 경쟁력 약화는 오히려 도시와 농촌의 효율격차를 급속하게 확대되는 결과를 낳게 되었다(윤상우,

2005). 한국의 도시중심개발계획은 도시와 농촌의 정주공간구조의 위계화를 강화하는 기제로 작용하여, 농촌은 단순히 식량 및 자원을 도시에 공급하는 자원조달지로서의 공간으로 자리매김하게 되었다.

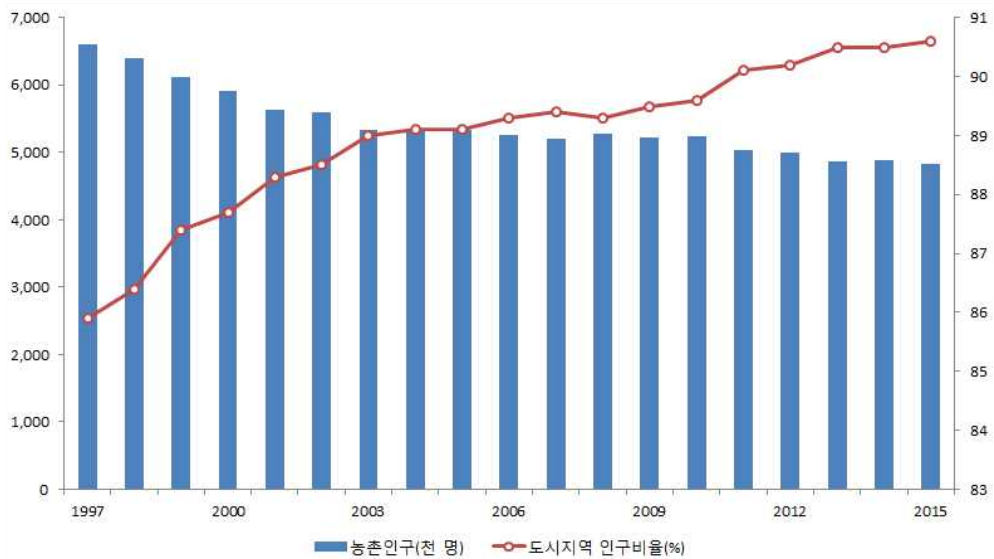
고착화된 도농 간 위계구조 변화를 모색하기 위해 기술의 발전을 농촌공간에 투영시키는 작업이 지속적으로 시도되었다. 특히 정보화 기술의 발달은 농촌발전을 도모하는 수단으로 활용되었다(강영은 외, 2013; 고영삼, 2007; 박근수, 2012; 이상훈·박규선, 2010). 정보화를 통해 농촌 지역에 u-Health, u-농촌관광, u-Home 등의 모델이 활용되어 농촌이 내재적으로 겪고 있는 문제점을 해결하고자 하였다. 상기의 유비쿼터스(Ubiquitous)로 명명되는 정보통신기술 혁명은 가상세계에서 업무가 증가할 것으로 전망이 되어(Cairncoss, 1977), 거리가 무차별하다면 도시가 더 이상 중요하지 않을 것으로 예상하였다(Morgan, 2004). 하지만 도시와 농촌의 IT인프라 및 활용수준은 경제적 요인, 서비스 수용자의 수준 등의 기초적 차이로 인해 도시와 농촌의 정보격차는 심화되어, 도농 간의 실질적 격차를 확대하였다(Castells, 2009). 정보통신기술의 발달은 온라인을 통한 비대면접촉이 확대되었지만 반대로 오프라인의 관계 역시 중요해졌음을 반증하기도 한다. 특히 암묵지식의 교류 및 이전이 사람이 모이는 지역에서 이루어진다는 점에서 도시의 발전이 필연적이었다(Buttencourt, Lobo and Strumbsky, 2007; Gertler, 1995).

한편, 4차 산업혁명이 농촌공간의 발전에 적용될 가능성이 상당함에도 불구하고 농촌과 관련된 시선은 대부분 4차 산업혁명기술과 농업기술의 결합에만 주목하고 있다(김연중 외, 2016; 민승규·서현권, 2017; 이주량, 2017). 하지만 4차 산업혁명은 이전 3차 산업혁명 기술발전과는 다른 양태를 보인다는 점에서(지역과 발전: 송미령, 2016) 불균형하게 고착화된 도농 간의 공간구조 변화를 모색할 기회를 제공해 준다. 따라서 본 연구에서는 공간구조의 변화를 지역경제적 관점, 그 중에서도 분배적 관점에 주목하여 이해한다. 4차 산업혁명은 한 단계 도약을 할 수 있는 기회이자 위기이며, 공간구조 관점에서도 공간 간의 양극화 해소여부의 갈림길이기도 하다(미래창조과학부 외, 2017; 이지효, 2016). 일반적인 관점에서 도시의 지속적인 성장을 예상하거나 혹은 도시와 농촌 간의 인프라적 역학관계를 고려하여 도시와 농촌 간의 격차가 더욱 확대될리라는 견해가 다수이다(増田寛也(마쓰다 히로야), 2014; Glaeser, Edward(에드워드 글레이저), 2011). 그러나 이러한 도농격차 확대 접근방식은 향후 나타날 기술수준의 예측과 그 파급력의 범위를 간과할 수 있기에, 도농 정책 실행의 우선순위에 대해 이전과는 다른 관점의 접근이 미래 한국사회의 도농 균형 발전을 달성하는 데 필수적인 것으로 이해된다.

3. 농촌존립의 위기

1) 농촌인구의 감소 및 고령화

하단의 <그림 1>은 농촌지역의 인구변화와 도시지역 인구비율을 나타낸 것이다. 농촌의 인구는 1997년부터 지속적인 감소추세이나, 도시지역의 인구비율은 점차 증가하여 2015년에 90%를 상회하는 것으로 드러났다. 상반되는 두 추세변화는 도시와 농촌의 효용차이로 인해 농촌이 심각한 인구공동화 현상에 직면하였음을 가늠하는 지표가 된다.



주: 행정구역기준 도시지역 인구비율임. 도시지역 인구비율은 도시화 진행을 확인할 수 있는 지표임

(참고: www.index.go.kr)

자료: 국토교통부, LH 도시계획현황

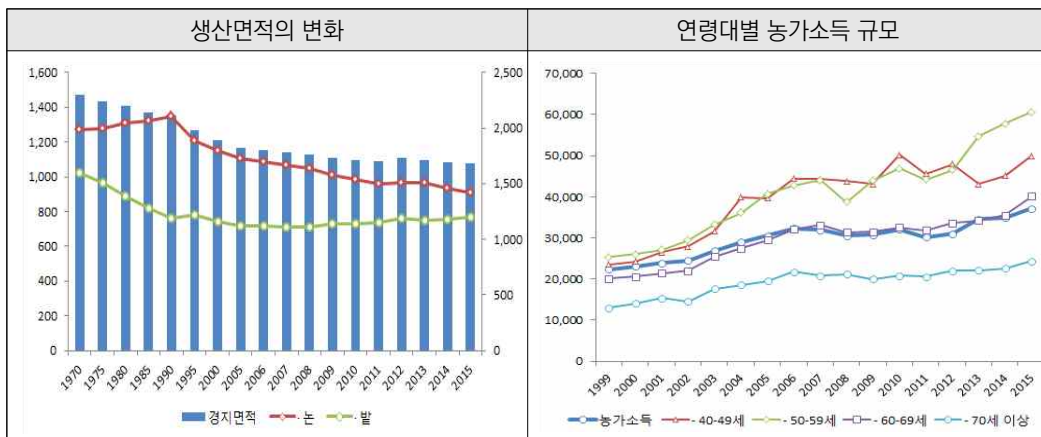
<그림 1> 농촌인구 및 도시화 지표의 변화, 1997~2015

무엇보다도 심각한 면은 농촌의 인구공동화 현상과 맞물려 인구구조가 심각한 고령화 구조로 접어들었다는 점에 있다. 통계청 농업조사 및 농업총조사 자료에 의하면, 고령화 기준인 65세 인구 비중이 1998년, 19.6%에서 2015년 38.4%로 약 2배 증가하였다. 농촌인구의 지속적 감소에도 불구하고 고령화 비중이 증가했다는 점은 농촌에서 생산을 지지하는 청년층 및 중장년층의 공백을 의미한다. 이는 미래 인구구조의 변화를 고려할 때, 농촌지역 내 생산성 및 활력에 심각한 위협요인으로 인식될 수 있다.

2) 농업 생산가능면적의 변화 및 소득의 변화

〈그림 2〉는 농업생산면적과 소득의 변화를 보여준 것이다. 농촌의 주요 기능인 생산 잠재력을 보여주는 생산면적은, 농촌인구의 감소추세와 더불어, 지속적으로 줄어드는 것으로 나타났다. 일반적으로 농촌의 생산면적 감소는 농가소득의 감소를 유인하기에 생산면적과 농촌인구의 동반 하락추세는 농촌지역의 경쟁력 약화를 이끌고 있다. 경지유형별로 세부적으로 살펴보면, 생산면적 중 논 면적은 감소하는 경향이 나타난 반면, 밭 면적은 일정수준을 유지하고 있어, 농가 내부적으로 전통적인 식량자원을 재배하기보다는 다른 작물을 재배하는 형태의 생산구조 다변화가 모색되고 있는 것으로 추측된다. 그리고 인구구조적 측면에서도 농촌지역은 세부적으로 살펴볼 필요가 있다. 농촌지역은 고령화와 맞물려 60대 이상 가구는 농가소득 평균 또는 평균이하의 한계상황에 내몰려 있는 것으로 포착되었다. 반면 40~60세 사이의 연령 그룹은 비교적 높은 수준의 농가소득을 얻는 것으로 나타났다. 인구 코호트(cohort)적 관점에서 40대, 50대 그룹의 소득 증가는 향후 30대 연령 그룹 농가의 소득규모가 증진될 개연성이 높다는 점과 미래 사회변화에 탄력적으로 대응가능하다는 측면에서 향후 농촌생활의 기대소득 증진에 긍정적이라고 할 수 있다.

하지만 도시와 농촌을 비교하면 도시소득 수준에 대비하여 농가소득은 여전히 열악한 상황이다 (도시소득 대비 농가소득: 2000년 80.6% → 2015년 64.4%). 근래에는 6차산업화 정책을 통한 농촌소득구조의 다각화, 4차산업 기술을 활용한 스마트팜 도입을 통한 농가소득 증진 등을 도모하고 있다.



자료: 통계청, 「농업면적조사」, 「농가경제조사」

〈그림 2〉 농업생산면적 및 농가소득의 변화

3) 농촌의 정주 인프라

도시지역의 지속적인 인구유입은 도시 거주민의 주거수요를 충족하는 정주 인프라의 제공에 기반한다. 반면에 인구 감소로 인해 축소되는 농촌의 현실은 도시에 비해 정주 인프라에 대한 원활한 공급의 기대를 어렵게 한다. 열악한 농촌정주환경은 농촌이주를 가로막는 주된 요인으로 작용하고 있다. <표 2>에 따르면, 상수도 보급률은 특광역시외의 경우, 99.9%, 기타 시 지역은 99.3%에 달하는 것으로 나타났지만 (2014년 상수도 통계 참고), 면 지역으로 구분한 농촌의 상수도 보급률은 2014년 69.1%에 불과하다. 주거와 밀접한 연관이 있는 의료 및 교육시설에 대한 부족은 농촌 거주민과 이주를 희망하는 가구들이 가장 우려하는 문제이다. 의료기관 수의 비율은 전국의 약 8% 수준인 것으로 나타나 의료 서비스를 원활히 제공받는 것에 상당한 한계가 있으며, 농촌지역의 인구구조의 고령화 속도를 감안하면, 의료수요에 비해 그 공급은 현저히 낮은 것으로 파악된다. 보육시설 수는 전국의 약 16~17% 수준에 머물러 어린 자녀가 있는 젊은 층 가구들을 유인하기에는 턱없이 부족한 수준으로 조사되었다.

〈표 2〉 농촌 정주공간 인프라시설의 변화, 2002~2014

항목		2002	2004	2006	2008	2010	2012	2014
상수도보급률(면지역)		31.1	35.2	40.7	47.7	56.1	62.2	69.1
의료기관	의료기관 수(개소)	3,483	4,270	6,600	4,641	6,411	5,145	4,767
	비율(%)	7.9	9	12.9	8.6	11.4	8.6	7.5
보육시설	보육시설 수(개소)	3,155	4,418	4,157	6,504	7,759	8,477	7,095
	비율(%)	14.2	16.4	14.2	19.4	20.4	19.9	16.2

주 1) 의료기관은 병원, 의원 조산원 수를 포함함

2) 상기의 비율항목은 전체 시설 중에서 농촌지역에 소재한 시설 수 비율을 나타냄

자료: 환경부, 「상수도 통계」, 보건복지부, 「보건복지통계연보」, 「보육통계」

4. 농촌성(Rurality)의 대두: 농촌의 다원적 가치

농촌의 다원적 가치인 휴양, 자연환경 등에 대한 도시민의 관심이 높아지면서 농촌지역으로 귀농·귀촌을 시도하는 가구가 증가하고 있다(귀농귀촌종합센터 홈페이지 참조, www.returnfarm.com). 4차 산업혁명과 맞물려 도시민의 농촌에 대한 관심 증대는 농촌의 정주공간을 개선·향상시킬 수 있는 기회라는 측면에서 다각도로 조망될 필요가 있다.

농촌의 역할은 현재 시점에서는 안전한 식량자원의 공급, 국토 균형발전, 자연환경 보전이 중요하다고 인식되고 있으나(박진도, 2005), 미래에는 자연환경보전, 관광 및 휴식 장소, 전원 생활공간 제공 등과 같은 친환경적 농촌성(environment-friendly rurality)를 강조한 가치가 중요한 역할을 할 것으로 기대된다(심재현, 2016). 농촌 공간이해의 관점을 생산기능의 공간에서

다원적 가치의 공간으로 공간체계 패러다임을 확장한다면, 도시에 집중되었던 자본, 인력, 기술 등이 농촌으로 이양될 가능성이 있다. 이는 지금까지 농촌이 수행하여 왔던 생산 지원기능을 넘어서 농촌이 인간 삶에 직접적으로 제공하는 다원적 가치의 공간으로 재해석할 필요가 있음을 시사한다. 특히, 가상현실, 무인자동차, 3D 프린팅 그리고 인공지능 등의 4차 산업혁명을 통한 신기술의 등장은 도시가 농촌에 비해 우월하게 누려왔던 교육 및 의료서비스 등에 대해 동일한 접근성을 제공할 수 있기에, 도시가 제공하지 못하는 친환경적 농촌성이 인간 삶에 있어 보다 중요하게 대두될 것으로 예상된다. 고도화된 생산기술로 대체되어 질 노동시장의 구조적 변화는 개인의 정주공간을 휴식과 치유, 환경과의 상생을 위한 공간으로 요구할 개연성이 커지기에, 농촌이 새로운 정주공간의 형태로 자리매김이 가능하다.

4차 산업혁명이 가져올 변화에 대한 예측과 대응방안 등에 대해서 의료, 공학, 산업 등 다양한 분야에서 활발하게 논의되고 있다. 농업·농촌 분야도 4차 산업혁명으로 인해 기존의 생산 및 생활구조의 변혁을 맞이할 것으로 예상된다. 하지만 4차 산업혁명을 다룬 농업·농촌 주제는 대부분 농업 생산성 증대에 주안점을 두고 있다(농촌경제연구원, 2017; 이주량, 2017; 지역과 발전, 2016). 물론 진보된 과학기술의 도입은 농업생산의 비약적인 발전을 가져올 것으로 기대되지만, 4차 산업혁명은 단순히 농업생산의 비약적 증대에만 기댄 농촌 정주공간의 변화를 넘어서, 농촌 정주공간 자체의 유의미한 변화를 유도하는 공간의 혁명적 변화라는 측면에서 이해되어질 필요가 있다.

Ⅲ. 4차 산업혁명의 영향

4차 산업혁명 시대는 기존의 1차~3차 산업혁명으로 인한 산업 및 경제 변화양상과는 다르게 나타날 것으로 예상된다(이주량, 2017; 클라우스 슈밥, 2016), 초연결 사회에 기반한 4차 산업혁명 기술은 사회전반에 걸쳐 혁신적인 구조변화를 이끌어 낼 것이다. 빅데이터를 기반으로 한 정보 접근성에 있어 이미 그 변화는 시작되었다. 이러한 변화는 특히 노동 집약적 일자리를 제공하였던 도시 공간의 정주 필요성에서 가치 및 자아실현을 중심으로 하는 정주공간의 필요성이 더욱 중요하게 됨을 의미한다. 획일화된 사회구조에 귀속된 기계적인 삶의 방식을 탈피하여 시공간적인 자유를 영위하는 것이 중요하다. 기계의 도입으로 인한 산업화는 삶의 전반적인 시스템에 있어서 인간 개개인의 가치보다 경제적 극대화를 위한 획일적이고 보편화된 가치를 추구해 왔으며, 사회적 약자에 대한 고민은 효율성을 강조하는 공리주의적 관점에서 배제되어 왔다. 단적인 예로, 제품의 구매에 있어서 표준화된 신발 사이즈, 허리 사이즈에 우리의 몸을 맞춰왔으며, 표준화된 범위를 벗어나는 소수는 그마저도 배제되어 왔다. 4차 산업혁명의 기술들은 이러한 획일화된 사회 시스템의 변화를 이끌어 내는 4차 산업혁명의 핵심기술들은 상호연

결된(inter-connected) 사회를 구현가능하게 하여 기존의 산업구조의 변화를 야기할 것이다. 아울러 산업입지에 기반하여 초래된 전통적인 지역 간 공간분리, 특히 도농 간의 공간분리 개념을 희석할 것이다. 이러한 변화는 농산업의 기술향상을 넘어서서 농촌지역의 독자적 변화 가능성을 유도하기에, 도시에 비해 뒤쳐져 있던 농촌공간의 효용제공 측면을 조명할 수 있는 중요한 변화라 할 수 있다.

1. 4차 산업혁명의 핵심기술

4차 산업혁명의 핵심 발전기술은 사물인터넷(IoT), 유비쿼터스(Ubiquitous) 컴퓨팅(Computing), 빅데이터(Big data), 커넥티드 홈, 인공지능(AI: Artificial Intelligence), 무인드론 및 자율주행자동차, 3D 프린팅 기술 등으로 다양하다(클라우드 슈밥, 2017). <표 3>은 4차 산업혁명의 핵심기술에 따른 변화 및 영향력을 정리한 표이다.

인공지능(AI)는 축적된 빅데이터를 바탕으로 복잡한 의사결정의 수월성 및 신속성의 증대에 기여할 것으로 기대된다. 인공지능을 통해 결정된 행동양식은 데이터를 통한 합리성에 기초한다는 점에서 효용성이 상당할 것이다. 인공지능의 발전은 고용시장에서 새로운 일자리를 창출할 것으로 예상된다. 또한 기업, 공공의 의사결정 과정과 의료분야의 의사결정 과정에 최적의 선택안을 도출할 수 있을 것이다. 클라우드(Cloud) 시스템은 사물인터넷과 빅데이터의 결합으로 스마트 농업 및 스마트 팩토리 등 스마트 인프라 구축 및 조성에 필수요소가 될 것이며, 특히, 인공지능과의 결합으로 특화인공지능 시스템을 구체화 할 수 있을 것으로 평가된다. 특화인공지능 시스템은 도시 및 지역공간 등 특정구역 내에서 인프라 시스템 통제 및 운영을 통해 광역도시 및 개별지역의 운영 및 유지비용 절감에 상당한 기여를 할 것으로 예상된다. 3D 프린터의 도입은 산업구조 변화 및 재화생산방식의 변화에 핵심적인 역할을 할 것으로 기대되며, 개인 특성에 기반한 특화생산을 가능하게 할 것이다. 특히, 스마트 팩토리의 핵심적 기술로 활용되어, 기존 밴딩머신의 확장형으로도 사용되게 될 것이다. 일례로 3D 프린터의 고도화는 제약공장의 쇠퇴를 가져올 것이며, 약국의 기능을 축소시키며 심지어 약사의 부재가 가능한 스마트 약국으로 전환될 것이다. 또한, 3D 프린터의 다변화된 원료조달 요구는 기존의 물류산업의 대변화를 야기하여 기존 상품조달 중심에서 원료조달 중심으로 이행되어 시장과 생산, 물류 공급망에 대한 획기적인 변화가 있을 것으로 예상된다.

〈표 3〉 4차 산업혁명의 핵심기술에 따른 변화 및 영향력 전망

핵심기술	변화	긍정적 영향	부정적 영향
사물인터넷	· 모든 상품이 유비쿼터스 통신 기반 시설로 연결되어, 센서를 통해 환경과 상황에 대한 인식수준이 증가함	· 자원 활용의 효율성 및 생산성 증대 · 새로운 비즈니스 시장의 출현 · 디지털 연결을 통해 모니터링, 통제, 예측 등이 가능성 증대	· 사생활 침해의 증대 · 비숙련 노동력의 일자리 감소 · 해킹, 보안 위협에 대한 노출 증대
커넥티드 홈	· 인터넷을 통한 가정 내 제품의 연결성 증대	· 고령층, 장애인 등의 독립적 생활 가능성 증대 · 안전 및 보안의 증대 · 건강관리 시스템의 비용 절감	· 사생활 침해의 증대 · 사이버 공격, 범죄 증대 · 감시받을 가능성의 증가
빅데이터	· 빅데이터 활용을 통한 의사결정의 수월성 및 신속성 증대	· 효율적이고 빠른 의사결정이 가능 · 실시간 의사결정의 증대 · 스마트 비즈니스로 인한 새로운 서비스 및 산업 창출	· 일자리 감소 · 사생활 침해 · 데이터의 신뢰성
인공지능	· 복잡한 의사결정 과정의 자동화를 통해 의사결정의 수월성 및 신속성 증대	· 데이터를 활용한 합리적 결정 가능성 증대 · 새로운 일자리 및 혁신 증가 · 의료과학 기술의 진보	· 기존 일자리 감소 · 불평등의 심화 · 인류 존재에 대한 위협
무인드론 및 자율주행 자동차	· 교통기관과 물류시스템 패러다임의 전환	· 안전성 강화 · 친환경적 디바이스 · 고령층과 장애인의 이동성 향상	· 교통 및 물류 일자리 감소 · 법률 구조의 변화 · 자율주행 시스템에 대한 사이버 공격 문제
3D 프린터	· 복잡하고 정교한 제품의 생산 가능화	· 제품발달의 가속화 · 비용과 규모의 최소화 · 스마트 팩토리 구현	· 관련 산업의 일자리 감소 · 지적 재산의 권력화

주) 공간변화를 주도하는 4차 산업혁명의 주요 핵심 기술은 다양하지만, 본 연구에서는 본 연구주제와 연관성이 높은 기술만을 선별하여 제시하였음을 밝힘.

자료: 클라우드 슈밥의 제4차 산업혁명, 2017

4차 산업혁명으로 예상되는 산업구조의 변화는 일자리 중심의 도시공간이 가치 및 자아실현 중심의 도시 및 지역공간으로 변화할 가능성이 있다. 이러한 4차 산업혁명에 따른 특화기능 기반의 산업들은 도시공간의 구조변화 패러다임과 유기적으로 연결되어 실현되기에, 도농의 공간구조에 대한 변화를 초래할 것으로 예상된다.

1) 4차 산업혁명과 산업구조변화

4차 산업혁명 기술의 발전에 따른 산업구조의 재편이 이미 상당한 수준에서 논의되고 있으며, 미래 산업구조의 변화를 예상하고 있다. 기술진보에 따라 새로운 산업이 창출되지만 반대

로 기존 산업의 쇠락도 동반한다. 예를 들어 자동차가 자율주행차로 대체된다면, 현재 자동차 제조 산업에서 자동차 운영플랫폼의 지식자산을 보유한 기업으로 주도권이 이양되어 제조업 중심의 수직화가 운영서비스업 중심의 산업연계 체계로 변화할 것으로 예상된다. 가전제품의 경우에도 커넥티드 홈 체계가 구축이 된다면 제조 경쟁력 보다는 소프트웨어 기반의 기업이 제품 시장을 선도해 나갈 것이다.

4차 산업혁명을 통해 예상되는 산업구조의 변화는 다음과 같다. 먼저, 4차 산업혁명은 생산 체제의 변화를 주도할 것이다. 이전의 생산체제가 노동과 자본의 효율성을 극대화하는 대량생산체제였다면, 4차 산업혁명은 개인 특성 기반의 특화생산체제로 전환되는 것이다. 기존의 대량생산체제는 공급자 중심의 시장을 형성하여, 획일화된 제조시스템 내에서 산업구조가 수직적으로 귀속되는 단초를 제공하였으며, 인간의 다양성을 담보하지 못하는 미시적 한계도 노출하고 있다. 정보화의 확산은 인간의 다양성과 창의성을 확장하였으며, 이에 따라 재화도 획일적인 형태보다는 다양성과 개성을 고려한 가치중심 소비로 전환되었다. 가치중심 소비는 재화가 경제적 소비와 개인의 가치가 결합되는 양태를 지닐 것으로 기대되며, 이러한 배경에는 3D 프린터의 역할이 주요할 것으로 추측된다. 생산체제의 변화는 결국 생산지와 판매지에 따른 전통적인 입지구조 패러다임의 전환을 주도할 것이다.

산업의 또 다른 핵심요소는 물품의 구매 및 유통이다. 4차 산업혁명을 통한 생산과 소비의 방식변화는 기존의 제품구매 및 재화전달과정에 대한 혁신을 낳을 것으로 예상된다. 전통적인 생산재화의 흐름은 제조부터 판매까지 다양한 단계를 거쳐서 나타났다. 따라서 재화의 가격은 생산가격 외에 운송비, 노동비용, 자본 등의 부가적 비용을 반영하였으며, 공간적으로 차별적으로 책정되었다. 최근 인터넷 쇼핑과 같은 가상시장의 보편화로 전통적인 재화가격의 결정과정이 일부 희석되었지만 여전히 오프라인 매장을 통한 재화공급이 매출의 주요부분을 차지하고 있다. 그러나 가상현실(VR: Virtual Reality) 시스템의 등장은 물리적 제품의 구비를 필요치 않게 할 것이다. 또한, 스마트 팩토리의 등장으로 공간의 일원화를 구현할 수 있으며 제조에서 판매까지 원스톱으로 이뤄지게 된다. 이는 개인적인 특화가치를 구현할 수 있을 뿐만 아니라 개인의 필요에 따라 맞춤형으로 제품을 제공할 수 있게 된다. 원자재 및 중간재 등의 물리적 제품의 유통 과정을 최소화하기 위해, 지대 및 물류비용의 절감을 통해 재화가격을 절감하여 우리 사회에 상당정도의 경제적 환원을 실현시켜줄 수 있을 것으로 기대된다.

한편, 산업 내 노동시장에서도 자동화와 인공지능, 로봇의 발전 및 대체는 노동시장 패러다임의 변화를 가져올 것이다. 노동시장에서 로봇이 인간을 대체하거나 자동화에 따른 인간 노동력 수요의 감소에도 불구하고, 인간 노동수요는 다른 형태로 시장 내에 존재하여 고용총량의 변화를 주도하지 않는다는 긍정적 전망도 존재하지만(UBS, 2016), 디지털 격차나 로봇격차 등으로 인해 노동시장에서 인간의 가치가 다르게 평가되는 구조적 변화로 인해 개인의 소득과 부의 격차는 여전히 존재할 것으로 예상된다.

2) 4차 산업혁명의 발전과 산업공간구조변화

4차 산업혁명은 자동화와 교통의 물리적, 가상적 연결망의 증대로 인해 입지선택 시 교통접근성, 토지 등에 대한 의존도가 감소할 것으로 전망된다. 기존은 산업이 대규모 산업 클러스터 형성에 따른 규모의 경제, 범위의 경제에 주목하였으며, 이는 일자리 창출과도 연계되어 지역 경제 활성화에 가장 큰 요소로 인식되었다. 그러나 4차 산업혁명의 도래와 함께 기존의 전통적인 클러스터 산업단지의 개념이 사라지거나 재편될 가능성이 농후하다. 4차 산업혁명은 기업의 생산시설 규모를 지역적 집중화와 복합화에서 분산화와 단순화로 전환할 것으로 보인다. 개체간 네트워크 연결망의 세밀화는 지역 클러스터의 중요성보다는 시간과 장소에 구애받지 않는 접촉의 빈도와 질을 향상시키며, 도시 네트워크 간의 확대나 (지역과 발전, 2016; Muller and Schiappacasse, 2015) 도농 간 네트워크의 연결성을 증대할 것으로 예상된다.

3D 프린팅의 확대는 특히 완제품 운송비용의 제약을 벗어나기에, 생산입지 선정에 있어서 비용최소화 대규모 생산방식에서 개인특화 소규모 맞춤형 생산 방식으로 전환 가능한 소규모의 스마트 팩토리가 등장하게 되어 운송비용이 감소할 것이다. 소규모 맞춤형 생산의 온 디맨드 (On-Demand) 생산방식은 기존 입지개념의 전환을 가져와 비용최소화를 위한 생산최적입지가 소비와 판매가 중심이 되는 지점으로 변화할 것으로 예상된다. 기존 생산구조 체계에서 생산품의 가격에 영향을 미치는 주요 요인이었던 완제품의 운송비가 3D 프린팅의 확대에 따라 원료의 배달이나 조달에 중점을 두게 되며, 물류비는 자율주행트럭이나 드론비행을 통한 배달로 생산과정에서 그 비용을 감소시킬 수 있다. 따라서 미래산업은 원자재 조달 및 가공이 주요산업으로 부상하기에, 현재의 최종제품 제작에 필요한 산업입지조건 및 산업클러스터 중심에서 원료가공과 원자재 및 중간재의 조달에 최적화된 입지조건으로 전이될 것이 예상된다.

2. 4차 산업혁명이 농촌공간에 미치는 영향

도시와 농촌의 역학관계에서 농촌은 도시에 식량, 에너지, 물, 자원 등을 제공해주는 보조적 역할에 머무르고 있다. 농촌에서 제공하는 자원은 도시의 인구, 사회경제적 요인 등에 영향을 미쳐 도시의 효용을 극대화하는 데 활용되었다. 아래의 <그림 3>은 4차 산업혁명에 따른 도시와 농촌의 역학관계 변화를 도식적으로 표현하였다.

도시 효용은 경제적 요인, 도시문화의 형성, 기술발전, 접근성의 강화 등에 의해 구축되며, 효용의 증대는 도시의 외연적 성장을 주도하였다(O'sullivan, 2009). 하지만 도시의 지속적인 외연적 성장은 최적 공간(optimal spatial size)의 수용범위를 넘어서면서 환경오염, 범죄, 폐기물, 교통혼잡, 소음 등의 외부불경제(negative externalities)를 유인하였다(O'sullivan, 2009). 반대로 농촌의 경우에는 도시공간의 보조적 위치에 놓여있어 효용의 성숙화 단계에 진입하지 못하고 있다. 도시와 농촌의 공간적 범위를 비교하면 농촌의 공간범위가 도시의 공간범위를 압

도하고 있다(국토교통부, LH 도시계획현황 참조)¹⁾. 그럼에도 불구하고 농촌공간의 발전에 대한 논의는 미흡하며, 현재까지도 농촌의 유희공간이 증대하고 있다. 농촌 유희공간의 증대는 인구의 과소화를 나타내며, 이는 농촌의 효용을 증진할 수 있는 각종 편의기능의 진입을 방해한다. 반대로 도시의 각종 외부불경제적 요소는 도시공간의 인구 한계수용 범위를 초과하여 발생하고 있다(O'sullivan, 2009). 따라서 농촌의 효용 증진을 통한 적정 인구의 이동은 전 국토 공간을 효율적으로 활용할 수 있는 밑거름이 될 것이다.



〈그림 3〉 4차 산업혁명에 따른 도시와 농촌의 역학관계 변화

본 연구에서는 상기의 논의를 공간경제적 개념을 도입하여 정의하고 설명하고자 한다. 일반적으로 효용(Utility)은 재화를 소비함으로써 얻게 되는 주관적 만족도를 의미한다(김영산, 왕규호, 2013). 효용의 정의에 근거한다면, 공간이 주는 공간적 효용은 공간에 거주함으로써 얻게 되는 주관적 만족도라고 정의할 수 있다. 공간적 효용의 측정은 공간 내에서 제공받는 서비스의 편익에서 공간이 발생시키는 비용을 차감한 것으로 정의할 수 있다. 아래의 식은 공간 내 효용을 간략화해서 수식화한 것이다.

$$\text{효용} = f_{Benefit}(\text{교육, 의료, 환경,}) - f_{Cost}(\text{기반시설, 서비스, 범죄, 환경오염,})$$

이를 바탕으로 지역의 효용집합을 구성하면 아래와 같다.

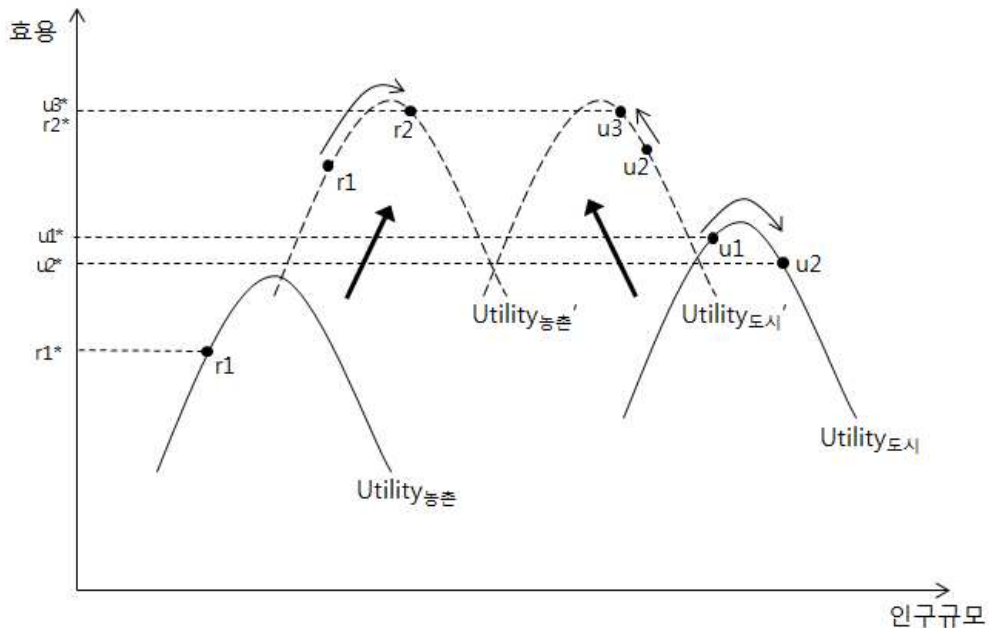
$$Utility|_P^R = f[B, C]|_P^R = |B - C|_P^R = B^R(P) - C^R(P) = EXP^R(P) - Ln^R(P)$$

1) 국토교통부, 및 LH의 도시계획현황을 참조하면, 도시지역/농림지역/관리지역./자연환경보전 지역 중 농림지역이 차지하는 비중은 2014년 기준 전체면적의 46.5%에 달하는 반면, 도시면적은 20%에 미치지 못하는 것으로 나타나고 있음

여기서 인구증가에 따라 편익은 처음에는 그 가치가 높으나 점차적으로 그 가치가 감소하는 것을 고려하여 지수함수로 표현했으며, 비용함수는 고정비용 이외에 다양한 도시적 가변비용의 크기는 급속하게 증가한다는 점에서 로그함수로 구분하여 나타냈다.

일반적으로 인구규모의 증대는 공간 내 구성원의 서비스 수요를 증가시키고 이에 대응하여 서비스의 공급도 증가한다. 따라서 인구규모에 따라 형성되는 효용가치는 도시에 거주하는 것이 농촌에 거주하는 것에 비해 일반적으로 높게 나타난다. 특히 인구유입 및 인구 수 증대로 나타난 도시화의 진전과 농촌인구의 유출로 인한 농촌의 쇠퇴는 도농 간 주택, 의료, 교육 등 다양한 사회구조적 인프라의 차이로 도농공간에 대한 효용의 불균형을 가져온다. 아래의 <그림 4>는 도시와 농촌 간의 효용을 역 U자 그래프를 이용하여 설명한 것이다.

도농 간의 인구규모 차이에 의해 조성된 이질적인 지역 인프라 및 환경은 공간 간 절대적 효용량의 차이를 보여준다. 농촌의 경우(Utility농촌)는 인구감소로 인해 공간 내 효용의 최적점(optimal point)에 다다르지 못하고 있는 반면 ($r1$), 과밀화되어 각종 외부불경제가 발생하는 도시공간(Utility도시)은 적정 수준의 구성원이 누릴 수 있는 효용의 최적점을 지나 효용이 감소하는 국면 ($u1 \rightarrow u2$)에 접어들다. 농촌의 경우 인구가 줄어들게 되면 그 효용은 더욱 감소하여 결국 사라지게 되지만, 도시의 경우 어느 정도 감소되는 인구는 오히려 그 효용을 증가시켜 도시인구가 다시 모여들게 되는 안정화된 영역에 놓여 있다.



<그림 4> 4차 산업혁명으로 예상되는 도시와 농촌의 효용 변화

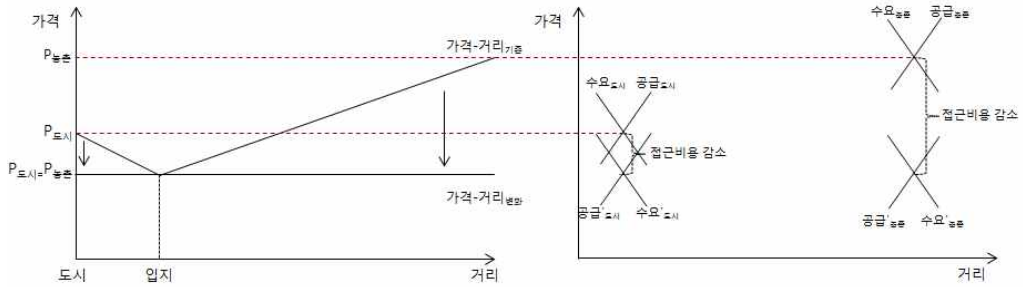
그러나 4차 산업혁명 이후에는 기술의 진보에 따른 공간체계의 변화에 따라 도농 간 효용의 격차가 감소할 것으로 예상된다. 이는 정주공간의 선택이 직업의 위치가 아니라 농촌의 경관

및 휴양적 가치와 같은 편익이 증대하고 도시에서만 누릴 수 있었던 교육이나 의료서비스와 같은 편익이 농촌에서도 유사한 정도로 가능해지기 때문이다. 이는 사물인터넷, 3D프린팅 등의 첨단기술의 보급과 교통과 소비 및 다른 인프라 시설이 제공하는 혜택이 도농 간 무차별해지기 때문이다. 따라서 과밀화된 도시에서 농촌으로 역이주하는 인구가 늘어나게 됨에 따라, 농촌의 효용은 효용곡선 상에서 우상향하는($r_1 \rightarrow r_2$) 동시에, 정주공간으로서의 농촌이 주는 효용 그 자체가 높아지게 되어, 농촌의 효용곡선이 우상향하게 된다 (Utility농촌 \rightarrow Utility농촌'). 도시의 경우 인구의 감소로 인해 과밀화된 도시가 적정인구 수에 맞게 회귀하여 그 효용은 더 높아지며 ($u_2 \rightarrow u_3$), 동시에 도시가 가진 인프라 시설의 최적 활용으로 인해 도시효용곡선 자체가 좌상향하게 (Utility도시 \rightarrow Utility도시')될 것으로 예상된다. 따라서 적극적으로 농촌지역에 대한 4차 산업혁명 기술의 인프라를 보급할 경우, 농촌의 효용점은 Utility농촌' 상의 r_2 점으로 변화하게 되며 이는 Utility도시'상의 u_3 와 균형을 이룰 것으로 예상되어 도농의 효용불균형이 해소될 것으로 전망된다.

<그림 5>와 <그림 6>는 <그림 4>에서 논의한 내용을 보다 발전적으로 서술한 것이다. 도시와 농촌은 제조업과의 접근비용 차이로 인해 이질적인 재화시장이 형성되어, 농촌공간에 거주할 경우 도시에 비해 높은 가격을 주고 재화를 구매하는 불리한 위치에 있다. 마찬가지로 공간상의 제약으로 복지 및 서비스 여건도 도시에 비해 열악하다. 도시에 비해 재화 선택에 있어 불리한 농촌의 여건은 3D프린팅, 사물인터넷, 드론, 무인트럭 등을 활용한 기술도입을 통해 물류비용을 저감하면서 개선될 가능성이 높다. 3D프린팅은 공간 간 재화시장의 차이를 감소시킬 것이며, 사물인터넷, 드론 등의 활용은 삶의 질(quality of life)과 관련된 의료, 교육 등의 서비스 증진에 도움을 줄 것이다. 일련의 과정은 도농 간 정주체계의 변화 가져올 것으로 기대된다 (농촌경제연구원, 2017).

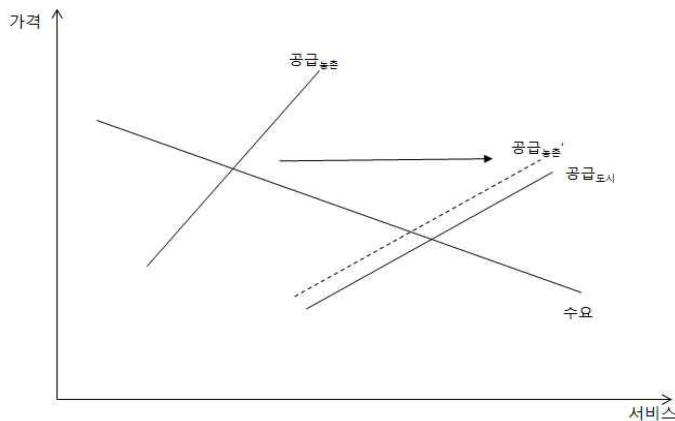
<그림 5>는 도시와 농촌 지역에 형성되는 시장 내 재화가격의 변화를 보여준다. 대개 제조업의 입지는 교통 네트워크가 잘 형성된 도시지역 근처에 집중된다. 일반적으로 시장가격이 재화의 원가(raw price)에 운송비가 부가되는 구조로 책정된다면, 제조업지에서 비교적 가까운 도시의 재화가격은 원거리에 있는 농촌지역에 대비하여 낮게 책정될 것이다. 따라서 도농 간에 특정재화에 대한 시장은 차별적으로 형성된다. 하지만 4차 산업혁명에 따라 보급되는 3D 프린터와 스마트 팩토리의 확대는 앞에서 논의한 바와 같이 운송비의 절감 및 클러스터에 따른 규모의 경제효과를 감소시킬 것이다. 다품종 맞춤형(On-Demand) 소량생산이 3D 프린터의 확대를 통해 구현된다면, 클러스터에 따른 집적경제 효과의 필요성을 감소시킬 것이다. 특히 3D 프린팅 기술의 고도화를 통해, 시장입지에 무관한 제품의 생산이 가능하게 될 것이다. 이러한 변화는 도시와 농촌에 형성된 재화시장에서 재화에 대한 접근비용을 감소시킬 것이며, 비용 변화에 반응하여 기존에 형성된 시장가격은 공간적 거리와 관계없이 동일해 질 것이다. 따라서 3D 프린팅 기술에 따른 물리적 공간의 압축은 전통적인 입지가설에 의해 형성된 이질적 재화

시장의 동화를 유도할 것으로 예측된다.



〈그림 5〉 4차 산업혁명으로 인한 접근비용의 감소

〈그림 6〉은 4차 산업혁명에 따라 의료, 교육 등의 변화를 보여주고 있다. 도시와 농촌의 의료 및 교육에 대한 서비스 수요가 동일하다고 가정하면, 가격에 대한 차이는 서비스의 공급량에 의해서 좌우된다. 아울러 의료 및 교육에 대한 대체재 공급이 농촌에 비해 도시가 우월하다는 점에서 서비스 공급의 가격탄력성은 도시지역에서는 탄력적인 형태를, 농촌지역에서는 비탄력적인 형태를 가지게 된다. 특히 수월한 의료 및 교육 서비스는 이러한 양태가 보다 극명하게 나타나게 된다. 이러한 간극은 빅데이터 및 클라우드 시스템의 활용한 디지털 헬스케어 구축의 핵심요소인 P4 Medicine(Predictive, Personalized, Preventive, Participatory) 달성을 통해 극복할 수 있다(차두원 외, 2017). 또한 교육시장에서도 사물인터넷, 클라우드 시스템의 활용을 통해 도시와 농촌이 동등한 수준의 (우수) 교육 서비스를 향유하게 됨에 따라, 공간상의 거리와는 무차별하게 도시와 농촌에서 등질의 서비스를 제공받을 수 있게 된다. 이러한 경우 공급곡선은 오른쪽으로 움직이게 되어 (공급농촌-)<공급농촌> 농촌은 도시와 동일한 수준의 서비스를 향유할 가능성이 높을 것이다.



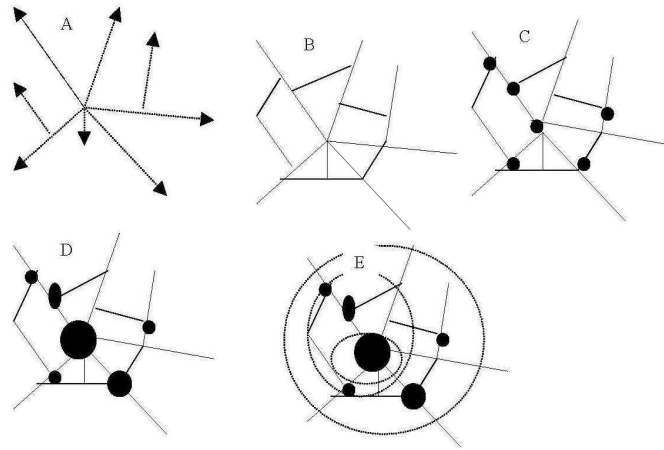
〈그림 6〉 4차 산업혁명으로 인한 서비스 비용의 변화

기술의 진보는 농촌의 열악한 환경을 개선할 수 있는 단서를 제공해주고 있다. 3D 프린팅 기술과 스마트 팩토리 구체화를 통해 시장의 동질화를 달성하고, 사물인터넷 및 AI, 클라우드 시스템의 도입으로 도시에 비해 열등한 서비스를 제공받았던 농촌지역의 의료 및 교육 서비스의 등질화는, 사람들에게 주거환경의 선택에 대해 편의 소비에 있어 무차별한 주거선택의 기회를 제공해 줄 것이다. 오히려, 농촌지역의 친환경적 농촌성은 농촌 고유의 자연경관과 휴양의 기능이기에, 과거 대량소비와 인위적 문화가 넘쳐났던 도시의 서비스 및 편의적 기능 향유를 위해 도시로 모여든 인구는 역으로 친환경적 가치를 향유하기 위해 농촌지역으로 역유입될 가능성이 높다. 농촌인구의 증대는 농촌의 성장잠재력을 높이고, 지역공간의 균형적 발전을 시사한다. 상기에 논의된 농촌 정주공간의 변혁은 농촌의 자연경관 및 휴양성의 기능과 도시의 편의적 기능이 혼재된 농촌의 도시화(rurbanization) 내지는 후기농촌주의(post-ruralism) 현상이 대두될 가능성도 존재한다.

IV. 미래 국토 공간구조 개념의 진화 및 새로운 공간계획 전략

전통적인 도시-농촌 간의 역학관계는 4차 산업혁명의 도래와 함께 변화될 가능성이 높다. 따라서 기존의 국토 공간구조에 대한 발전전략을 수정하는 것이 필요하다. 도시 중심으로 진행되어 온 스마트 시티(smart city), 엣지시티(edge city) 등의 개념은 여전히 도농 간 격차를 전제 하거나 오히려 도시의 우월적 지위를 심화하는 기제로 작용하게 하여 지역 간 불균형을 개선하고 도농의 지역적 통합적 발전 방안을 제시하는 데 어려움을 초래하였다. 해당 전략들이 4차 산업혁명 시대에는 더 이상 공간구조에 기민하게 대응하는 전략으로 제시되기에는 많은 한계점을 노출하고 있다. 이에 따라 4차 산업혁명으로 인한 기술의 발전은 도농 공간 간 분리를 최소화 할 것이며, 전통적인 공간구조와 체계의 전환을 야기할 것으로 예상된다.

전통적 공간구조의 체계는 <그림 7>과 같이 구축되었다. 기존의 지역이 A유형의 흐름(flow: 사람, 물자 등)이 발생하면, 해당 흐름을 연결하기 위해 B와 같은 네트워크가 형성된다. 네트워크의 교차점에서는 C유형의 결절지가 형성되고, 결절지의 위계에 따라 D와 같이 결절지의 크기가 달라진다. 달라진 크기에 의해 특정 지점이 미치는 영향력의 크기가 E와 같이 형성되어 공간이 발전한다. 상기에 서술된 전통적인 대도시 중심의 공간조직 체계는 4차 산업혁명의 등장으로 전환되어야 할 것으로 예측된다. 기 논의하였듯이 공간상의 위계는 기능중심의 등위적 공간개념 체계로 변화할 것이며, 그 영향력의 차이도 무차별하게 변화될 것이다. 따라서 도시를 중심으로 한 공간계획이 아니라 세밀하게 연결된 하나의 공간단위, 즉 도농을 통합적으로 이해하고 문제해결이 가능한 지역계획을 중심으로 하는 공간계획 전략이 마련되어야 한다.



자료: Haggett(1965), 지역발언대: 김인(2016) 참조

〈그림 7〉 지역의 공간구조와 조직 체계에 관한 개념도

이를 위해, 먼저 기존의 스마트 시티 개념으로부터 스마트 지역(Smart region)의 개념으로 확대하여 공간계획을 구성해야 한다. 4차 산업혁명으로 도입되는 사물인터넷, 인공지능, 3D 프린터, 자율주행차량 등의 기술은 스마트 지역의 공간 구축을 가능하게 한다. 도시에만 국한되지 않고 농촌을 포함한 모든 공간은 새로운 산업입지 및 공간체계를 구축하여 로봇으로 인한 무인자동화와 물류흐름의 결절점의 증가 및 결절점의 무차별적 크기에 대비하여야 하며, 자율주행차량, 드론 등의 활용에 따른 소규모 인프라 시설을 국토 전역에 확충하여야 한다. 아울러, 스마트 지역에서 교통, 방재, 공공서비스 등이 효율적으로 작동하기 위해서는 소규모 지역별 중심지를 바탕으로 한 통합 관제시스템이 구축되어야 한다.

4차 산업혁명에서 나타날 정보격차는 개인 간 소득 격차, 나아가 지역 간 격차를 심화할 개연성이 존재한다. 도시와 농촌 간의 첨단 인프라 구축 차이가 심화된다면, 도시 지역에서만 진보된 다양한 기술이 활용될 것이며, 이전 산업혁명에서 나타났던 도시와 농촌 간의 위계 구조는 더욱 공고해 질 것이다. 농촌 공간의 활용을 극대화하기 위해서는 농촌 지역을 중심으로 한 스마트 인프라 보급이 절대적으로 필요하며, 인프라는 거미줄과 같이 세밀하게 구축되어, 인프라 보급이 배제되는 지역이 존재하지 않도록 해야 한다. 아울러 보급된 신기술의 교육을 위해 평생교육시스템을 농촌으로 빠르게 보급하는 것이 필수적이다. 위 전제조건이 충족된다면, 도시와 농촌의 지역 간 격차는 완화될 것으로 예상된다.

다음으로 엣지시티(edge city)의 엣지리스 시티(edgeless city)화로 대별되는 후기농촌주의(post-ruralism)에 대비한 전략이다. 엣지시티는 교통수단의 발달과 함께 도시 근교에 형성된 도시의 기능과 전원적 기능을 갖춘 공간을 의미한다. 엣지시티는 도시와 농촌의 기능의 혼재를 표출함과 동시에 지대차이로 나타나는 공간의 분리(spatial segregation)를 보여준다. 즉 엣지시티는 도시의 편의적 기능과 자연의 휴양적 기능을 향유하기 위해서 형성되었으며, 기저에는 교

통수단 및 교통망의 발달이 자리하고 있다. 4차 산업혁명에 따른 자율주행차량, 빅데이터, 인공지능에 따른 서비스의 원격화는 도시 근교에 거주하지 않더라도 도시의 기능을 누림과 동시에 농촌의 휴양 및 경관적 가치를 경험할 수 있게 해줄 것이다. 이러한 경우, 지대가 비싼 대도시 인근에 거주하기 보다는 지대가 저렴하고 휴양가치가 보장된 농촌에 거주하고자 하는 인구가 증가할 가능성이 높다. 도시에서 농촌으로의 인구 이동은 옛지시티의 옛지리스 시티로의 변화를 유도할 것이며, 도시의 기능을 공간제약 없이 활용할 수 있다는 점에서 지역 어메니티의 중요성을 강조한 후기농촌주의가 대두될 것이다. 따라서 농촌은 4차 산업혁명 후 이주하는 인구를 수용하기 위한 정주공간의 정비와 다양한 서비스를 제공할 수 있는 인프라 구축전략을 대비하는 것이 필요하다.

V. 결론 및 토의

십년 전까지만 해도 스마트폰의 범용적 활용을 기대한 사람은 전무했을 것이다. 무어의 법칙(Moore's Law)에 따르면 기술의 진보는 매우 빠르게 일어나고 있다. 4차 산업혁명으로 통칭되는 급격한 기술 진보는 생활양식을 넘어 공간의 변화를 주도하고 있다. 3D 프린팅 기술, 스마트 워크스테이션 체제의 구축은 공간제약의 극복 잠재성을 보여주고 있다. 동일한 관점에서 산업구조, 교통, 공장 시스템, 도시공간, 농업생산 등 광범위한 분야에서 이전과는 다른 양상을 보일 것으로 예상된다.

미국, 일본, 독일 등 일부 선진국가에서는 4차 산업혁명을 예견하고 다양한 차원에서 미래 성장 동력으로 삼기 위해 준비하고 있다. 한국 역시 4차 산업혁명과 관련된 다양한 분야에서 연구가 진행되고 있다. 농업·농촌 분야에서도 4차 산업혁명의 도입과 관련되어 논의가 진행되고 있지만 대부분 농업의 스마트화, 농업생산 기술 및 관리에 초점을 맞추고 있다. 본 연구에서는 기존 농업·농촌 연구와 시각을 달리하여 4차 산업혁명에 따른 농촌의 공간구조 변화에 주목한다. 4차 산업혁명과 농촌 공간구조 변화에 대해서 농촌의 기초통계, 4차 산업혁명 기술 등을 연결하여 그 변화 가능성에 대해서 탐색하고 이론적 지역경제모형을 활용하여 전 국토의 새로운 공간 발전전략에 대해서 논의하였다.

대도시 중심으로 진행된 국내 국토발전 전략은 도시에 다수의 기능이 집중되면서 공간효용의 증대를 유도하였지만, 공간 수용범위 이상의 고밀도화는 주거빈곤, 환경오염, 범죄발생 증가 등의 다양한 도시불경제를 잉태하였다. 이에 따라, 도시불경제 회피를 위한 개인 간 시도는 현재 주거공간의 분리라는 소극적 차원에 머무르고 있다. 그러나 4차 산업혁명을 통한 다양한 기술의 진보는 미래 도시 거주민에게는 쾌적한 주거환경에 대한 수요를 도시 내 공간적 분리를 통해 실현시키고자 하는 도구로 활용될 가능성이 높아 보이며 일부 도시불경제를 해소하는 데

활용될 것이다. 결국 진보된 새로운 과학기술들은 도시 주거환경적 가치가 도시안전 및 접근성에 대한 보안을 중심으로 실현될 것으로 예상되는 바, 이는 소득계층에 기반한 도심 내 계층적 주거공간 분리를 견인하여 양극화는 극심화 되며, 도시공간 내의 전반적 삶의 질은 현재보다 크게 나아지지 않을 것으로 예상된다.

한편, 도시 중심의 발전전략은 농촌의 인구공동화 현상을 야기하였다. 도시와 농촌 간의 불균형 발전으로 인한 변화는 현재 농촌의 존립을 위태롭게 하고 있다. 농촌 인구구조의 고령화와 이에 따른 생산면적 감소로 상실된 식량생산이라는 농촌의 본원적 기능, 의료 및 교육 서비스 등의 부재로 단절된 젊은 층 인구의 유입, 도농 간 소득 격차 심화 등은 현재 국내 농촌의 위기를 보여주는 단적인 현상이다.

4차 산업혁명의 핵심기술 요소인 사물인터넷, 3D프린팅, 자율주행차량 등은 도시와 농촌 공간 모두 재도약할 수 있는 기회를 제공해 줄 것이다. 접근비용에 의해 도시와 농촌에 형성되는 이질적 재화시장은 3D 프린터의 보급, 운송수단의 발전(자율주행, 무인드론 택배 등)으로 입지 제약 및 운송비 부담에서 벗어나 동질적 재화시장으로 변화하게 되어 도시와 농촌 간 등질의 재화 서비스를 제공받게 될 것이다. 또한 농촌으로의 이주를 망설이게 되는 주요 요인인 의료와 교육 서비스의 부재는 인공지능, 사물 인터넷의 출현으로 도시 수준의 의료 및 교육 서비스를 농촌에서 받을 수 있을 것이다. 도시와 농촌 간의 서비스 수준이 비슷한 수준에서 형성된다면, 농촌의 기능인 지역 어메니티 자원이 부각될 것이며, 농촌성을 향유하기 위한 도시민 일부는 농촌지역으로 이주할 것이다. 개인 편익추구에 근거한 인구의 이주는 도시의 과밀화로 인한 효용 감소 문제, 농촌의 인구과소에 따른 공간존립 위기와 저효용 문제를 해소할 수 있을 것이다.

도시와 농촌이 미칠 상호적 영향요인에 대해서는 다각적이고 다층적인 논의가 필요하다. 도시의 발전은 농촌의 도시 종속적 역학관계 속에 공간구조 간 경쟁적 관계로 이해되어 왔다. 본 연구가 주목하는 것은 경쟁적 공간구조가 상생적 관점, 나아가 공간 정의적 (spatial justice) 관점에서 공간구조의 효율화와 형평성을 동시에 도모하는 것이다. 기존의 공간구조의 효율화는 도시의 성장을 통해서 이루어졌다. 하지만 도시를 지원하는 최대다수의 최대효용적 공리주의 관점에 입각할 경우, 효율화는 농촌공간 활용과는 상당한 거리가 있다. 따라서 정부정책은 정의적 공간구조, 나아가 지속가능한 지역 발전적 측면에서, 자원의 도시 집중화를 벗어나 도-농 중심의 공간구조의 효율성을 달성하여 공간적 정의를 실현해야 한다. 과거의 농촌 발전전략은 기술적 제약에 따라 공간구조의 혁명이 불가능하였으나, 4차 산업혁명으로 인한 기술의 발전은 물리적 공간의 거리를 압축할 것이며, 정보의 다양화와 범용적 활용으로 도농간 격차를 완화하는 공간구조의 변화가 가능할 것으로 판단된다.

4차 산업혁명으로 인한 공간구조의 변화를 고려한다면, 농촌을 포함한 새로운 국토공간 발전전략이 마련되어야 한다. 첫째, 스마트 시티 등 도시 중심의 기능적 발전전략은 지역 중심의

스마트 지역 전략 중심으로 변화되어야 한다. 기존의 공간 발전전략이 도시공간의 기능을 극대화하는 방식을 활용하였다면, 4차 산업혁명 이후에는 진보된 기술이 물리적 공간의 경계를 희석한다는 점에서 공간을 통합적으로 이해하는 공간발전전략이 수립되어야 한다. 따라서 더 이상 도시 중심의 발전전략을 고수하기 보다는 도농을 아우르는 지역 중심의 발전전략을 도입하는 것이 필요하다. 구체적으로 효과적인 지역 중심체계의 전략을 도모하기 위해서는 소규모 지역을 중심으로 한 네트워크망을 촘촘히 엮는 것이 필요하며 농촌지역을 중심으로 인프라 시설을 확충하는 계획이 요구된다. 이러한 일련의 과정은 도농 간 지역격차를 완화하여 국토공간의 효율적 활용을 유도할 것으로 기대된다.

다음으로 후기농촌주의에 대비한 지역발전 전략이다. 후기농촌주의는 지역 어메니티 자원의 주목으로 표현될 수 있다. 기술 진보로 옛시티의 경계가 사라져 전 지역에 보편화된다면, 농촌의 주요기능인 자연경관 및 휴양 기능이 주목될 것이다. 농촌 고유의 기능에 주목한 사람들은 농촌으로 이주를 선택하여 지역의 어메니티 자원을 향유할 것이다. 기대되는 인구유입과 농촌 기능의 보존을 위해서는 농촌지역의 정주체계 및 인프라를 확충하고 농촌 고유의 기능을 극대화할 수 있는 제도적 마련이 필요하다.

본 연구는 4차 산업혁명에 따른 농촌공간의 변화 예측 및 새로운 공간발전 전략을 개념적 차원에서 제시하고 있다. 하지만 지속적 연구 진행을 위한 발전적 논의의 필요성이 요구되며, 본 연구의 논점에는 일부 한계를 지니고 있다.

먼저, 본고에서는 4차 산업혁명을 통해 도시에 집중된 자원이 농촌 공간으로 이동한다면 도-농간 공고히 나타났던 공간구조의 격차를 일부 완화할 수 있을 것으로 바라보고 있다. 반면, 4차 산업혁명으로 인한 기술의 발전은 도시의 편익적 기능, 스마트 시티 구현으로 인한 도시 효용의 상승, 도시공간에 대비하여 상대적으로 열위에 있는 농촌의 효용, 소비력, 지속가능성 등을 고려한다면 도농 간의 공간적 분리가 심화될 가능성도 배제할 수 없다. 따라서 4차 산업혁명에 따른 공간구조의 변화를 발전적으로 바라보기 위해서는 상충되는 두 관점에 대한 지속적인 논의가 필요하다.

본 논문에 가지는 한계는 다음과 같다. 먼저, 도시와 농촌이 상생하여 발전하는 공간임에도 불구하고 도시와 농촌을 이분법적으로 구분하여 논의를 전개한 점이다. 최근의 농촌개발 전략이 지속가능한 발전이라는 관점에서 도시와 농촌을 분리하지 않고 통합적으로 살펴보고 있으며, 도농 간 공간의 영향요인이 상호적이라는 점을 고려하면 보다 다면적인 논의가 이루어지지 못한 한계가 있다. 아울러 4차 산업혁명의 핵심기술과 핵심기술 간의 융합이 수반하는 변화가 동시다발적임에도 불구하고 변화양상을 본고에 충분히 담아내지 못한 한계도 지니고 있다. 후속 연구에서는 위의 한계를 보완하여 보다 실제적인 공간 발전전략에 직접적으로 활용 가능한 연구가 진행되기를 기대한다.

〈참고문헌〉

- 강영은·박미정·김은자. (2013). 농촌관광 활성화를 위한 모바일 농촌자원정보 앱(App) 수용태도 및 이용의도 연구. 「관광연구」, 28(4): 195-216.
- 고영삼. (2007). 지역간 격차해소를 위한 지역혁신 관점의 u-농촌 모델 연구. 「한국지역정보학회지」, 10(4): 165-195.
- 에드워드 글레이저(역서). (2011). 「도시의 승리」, 해냄출판사.
- 김연중·박지연·박영구. (2016). 「스마트 팜 실태 및 성공요인 분석」, 한국농촌경제연구원
- 김영산·왕규호. (2013). 「미시경제학-미시적 경제분석의 이해」. 박영사.김인. (1986). 「현대 인문지리학」, 법문사.
- 농촌경제연구원. (2017). 「주간 농업농촌동향」, 농촌경제연구원.
- 마스다 히로야(역서). (2014). 「지방소멸」, 와이즈베리.
- 미래창조과학부 미래준비위원회, KISTEP, KAIST. (2017). 「10년 후 대한민국: 4차 산업혁명 시대의 생산과 소비」, 지식공감 출판사.
- 박근수. (2012). u-Health 서비스를 활용한 농촌 노인의 원격건강관리 활성화 방안 연구. 「e-비즈니스연구」, 13(1): 463-486.
- 박종훈·황재희·이성우. (2015). 농업의 6차산업화가 농가 및 농업법인의 농업 및 농외소득에 미치는 영향. 「농촌계획」, 20(4): 193-208.
- 박진도. (2005). 농업·농촌의 붕괴와 도농상생론. 「시민과 세계」, 7: 226-245.
- 민승규·서현권(2017). 빅데이터가 바꾸는 농업의 미래. 「RDA 인터레방」, 제 199호. 농촌진흥청.
- 심재현. (2016). 새로운 공간 구분을 통해 농촌을 바라보다: 농촌의 유형별 여건 진단과 과제. 제 16차 농어촌지역정책포럼: '농촌성(Rurality)'에 바탕을 둔 맞춤형 지역개발의 모색.
- 윤상우. (2005). 「동아시아 발전의 사회학」, 나남출판사.
- 윤상우. (2007). 한국의 압축적 산업화와 도농문제. 「지역사회학」, 9(1): 5-40.
- 이상훈·박규석. (2010). 농어촌 지역의 u-Home 서비스 시스템 개발. 「한국정보기술학회논문지」, 8(4): 197-206.
- 이주량. (2017). 「4차 산업혁명과 미래 농업. 해외농업·농정 포커스 세계농업 제 200호」, 농촌경제연구원.
- 이지효. (2016). 「대담한 디지털 시대」, 알에이치코리아.
- 임형백. (2005). 한국농촌계획의 전개와 농촌인구의 변화. 「농업교육과 인적자원개발」, 37(4): 199-224.
- 지역과 발전. (2016). 「4차 산업혁명과 지역발전」. 지역발전위원회.
- 지역과 발전. (2016). 「지역발언대: 소통과 협치의 계획 화두」. 도시·지역계획연구원.

차두원·김홍석·박현섭·한상기·이구형·박민우·김학용·이상현·안 존·조산구·배재호·이재훈·유승준·이도형·류준영. (2017). 「15인의 전문가가 말하는 미래 한국의 성장 조건-4차 산업혁명과 빅뱅파괴의 시대」, 한스미디어.

클라우드 슈밥(역서). (2016). 「클라우드 슈밥의 제4차 산업혁명」, 새로운현재.

Bettencourt, L. M., Lobo, J. and Strumbsky, D. (2007). Invention in the City: increasing returns to patenting as a scaling function of metropolitan size, *Reserach Policy*, 36(1): 107-120.

Cairncross, F. (1997). *The Death of Distance: how the communications revolution will change our lives*, Boston: Harvard Business School Press.

Castells, I. M. (2009). *The Rise of the Network Society 2nd edition*, Wiley-Blackwell.

Friedmann, J. (1973). *Retracking America: A Theory of Transactive Planning*, Garden City. New York: Anchor Press.

Gertler, M. (1995). Being there: Proximity, organization, and culture in the development and adoption of advanced manufacturing technologies. *Economic Geography*, 75: 1-26.

Haggett, P. (1965). *Locational Analysis in Human Geography*. St. Martins Press.

Morgan, K. (2004). The exaggerated death of geography: learning, proximity, and territorial innovation systems. *Journal of Economic Geography*, 4:3-22.

Muller, B., and Schiappacasse, P. (2015). Planning Green Infrastructure as a Source of Urban and Regional Resillience Towards Institutional Challenges. *Urbani Izziv*, 26: pp.13-24.

O'sullivan, A., (2009). *Urban Economics 7th edition*, Irwin Professional Pub.

UBS. (2016). *Extreme automation and connectivity: The global, regional, and investment implications of the Fourth Industrial Revolution*. World Economic Forum. Annual Meeting 2016.

국토교통부. 「LH도시계획 현황」.

보건복지부. 「보건복지통계연보」, 보육통계.

통계청. 「농업면적조사」, 농가경제조사.

환경부. 「상수도통계」

접수일(2017년 10월 11일)

수정일(2017년 12월 06일)

게재확정일(2017년 12월 07일)