

빅데이터 기반 공간계획 기술 도입의 경제적 파급효과

손민수*, 박창근**, 제민희***, 정승현***
*한국건설기술연구원 남북한인프라특별위원회
**뮤레파코리아 미래산업경제연구소
***한국건설기술연구원 스마트시티연구센터
e-mail:sonminsu@kict.re.kr

The Economic Assessment for Introduction of a Spatial Planning Technology using the Big Data

Minsu Son*, Chang-Keun Park**, Min-Hee Je***, Seunghyun Jung***
*Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology
**MUREPA Korea
***Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

요약

본 논문에서는 빅데이터 기반의 국토·도시계획 수립 절차를 위한 공간계획 기술 개발과 도입이 경제에 미치는 파급효과를 시공적 측면에서 분석하고자 한다. 이를 위해 빅데이터 기반 토지이용 변화를 예측하고 공간계획에 활용할 수 있는 일체의 기술 개발을 위한 연구개발의 투입효과가 지역별·산업별로 어떠한 영향을 미치는지 탄력적 산업연관(Flex-IO) 방법을 활용하여 분석하였다. 기존 정태적 도시계획의 한계를 극복하기 위해 전통적인 산업연관 분석의 고정계수 활용 방식에서 탈피하여 수요 혹은 공급 측면에서 미래 경제구조의 변화를 고려한 동태적 방법론을 활용하였다. 30개 산업으로 산업구조를 재편하여 기술개발 투입금액 총 334억에 따른 5개년 효과를 기준으로 분석하였다. 분석결과, 총 경제적 효과는 740억 원으로 승수효과는 2.22로 분석되었다. 산업별로 살펴보면, 부동산 및 임대업, 공공행정 및 국방, 도매 및 소매업의 순으로 높은 것으로 나타났고 고용효과는 문화 및 기타 서비스업, 공공행정 및 국방, 도매 및 소매업의 순으로 높게 나타나는 것으로 분석되었다. 지역별 결과를 비교하면 서울, 경기, 충남, 부산, 경북의 순으로 파급효과가 높은 것으로 나타났다.

1. 서론

우리나라는 경제와 사회가 복잡해지면서 국토관리의 체계도 다양하게 변화하고 있다. 더불어 변화에 대응하기 위한 계획의 수요도 점차 증가하는 만큼 복잡하고 다양한 개별 분야에 대해 체계적인 관리의 요구가 증대되고 있다. 그러나 현재 국토·도시계획은 종합적인 도시계획 이론에 입각하여 일률적인 기초조사 데이터에 기반한 지표로 장기적인 계획과 대안을 제시하고 있어 정태적 도시계획이라는 한계를 가지고 있다.

기존의 도시·군기본계획에서 토지이용계획, 기반시설계획 등 부분별 계획의 지표로 활용되고 있는 계획인구의 예측은 정확도가 너무 낮은 수준이다. 낮은 수요예측의 정확도로 인한 미집행 도시계획시설, 미분양 건물들이 지속적으로 발생하고 있는 실정이다.

정확한 예측을 통한 도시계획 및 체계적인 관리 부재로 인하여 해마다 각 지역에서는 난개발 증가로 주민의 건강권 침

해, 일상 생활의 불편 등이 발생하고 있다. 2021년 국토부 자료에 따르면, 2008년부터 2020년까지 개별 입지 공장 증가율이 전국 4.3배, 계획관리지역 23배, ○○시 계획관리지역 51배 수준으로 증가한 것으로 나타났다.

5년 단위 기초 조사정보 활용체계로는 빠르게 변화하는 사회·문화를 반영하고 수요를 충족하기 어려운 실정으로 대책 수립이 필요하다. 급변하는 도시 환경의 시간적·공간적 특성을 분석하기 위해서는 빅데이터의 활용이 필요하다 할 수 있다. 수요 기반의 최적 계획·관리·운영을 위해 국토·도시계획 예측 기술의 대변화가 필요한 시점이다. 더불어 도시계획 수립과정에 도시변화를 정확하게 예측하기 위해 최근 4차산업 혁명 기술 기반의 인공지능 기술 등을 활용한 전략들이 필요한 상황이다.

본 연구에서는 이를 위해 빅데이터 기반의 국토·도시계획 수립 절차를 위한 공간계획 기술 개발과 도입이 경제에 미치는 파급효과를 시공적 측면에서 분석하는 것이 목적이다.

2. 국내외 동향

2.1 국내 정책동향 분석

최근 중앙정부 차원에서 공공빅데이터를 구축하고 이를 활용할 수 있는 플랫폼을 운영하고 있고 민간부문에서도 국민들의 일상활동과 관련된 실용적인 항목의 빅데이터를 제공하고 있다. 다만, 매년 정기적으로 생산되는 통계자료를 수집·분석하여 그 결과(기초조사) 바탕으로 국토·도시계획을 수립하는 현행 방식을 탈피하여 빅데이터를 활용할 수요자 중심의 유연한 국토·도시계획을 수립하기 위해서는 국토·도시계획 수립에 필요한 빅데이터 항목을 규정하고 사용 빈도가 높은 항목에 대해서는 빅데이터 플랫폼을 통해 공공이 직접 가공하여 제공하여 사용이 용이하도록 시스템을 구축할 필요가 있다.

한편, 민간부문이 구축한 빅데이터의 최신 성과들의 구체성으로 인해 이를 사용하여 국토·도시계획을 수립하려는 수요가 계속해서 늘고 있으나, 자료 구입비용 및 데이터 처리 방법 등과 관련하여 사용에 제약이 발생하고 있어 민관이 구축한 빅데이터를 보다 적극적으로 활용하여 국토·도시계획을 수립하기 위해서는 공공과 민간의 전략적 협력도 필요한 실정이다.[1]

2.2 국외 정책동향 분석

미국, 영국, 일본 등의 선진국에서는 일찌감치 공간 빅데이터의 중요성을 인식하고 중앙정부 차원의 빅데이터 구축 및 활용방안을 모색해 오고 있다.

미국의 경우 연방정부 차원에서 과학기술정책실(OSTP)이 주도하고 다양한 부처가 참여하는 ‘빅데이터 연구개발 이니셔티브(Big Data R&D Initiative)’를 발표하고 ‘빅데이터 고위운영그룹(BDSSG)’를 구성하여 빅데이터 핵심 기술 확보, 사회 각 영역에 활용, 인력 양성을 중점적으로 추진하고 있다 [2]. 한편 주정부 차원에서도 정부기관 내 데이터를 통합·공유하여 주민 서비스를 개선하고 예산의 효율적 배분 등 정책업무 지원에 활용 중에 있는 실정이다.

영국은 빅데이터 활용의 기반이 되는 공공부문 데이터의 공유 및 활용을 활성화하고 정책을 투명성 있게 추진하기 위해 내각부(Cabinet Office)가 정부의 데이터 공개를 장려하고 있으며, 공공데이터그룹(Public Data Group)과 데이터전략위원회(Data Strategy Board)가 빅데이터의 수요와 공급을 담당하고 있다.[3]

일본은 빅데이터를 활용하여 각 지자체가 객관적인 데이터를 기반으로 해당 지역의 현황과 과제를 파악하고, 특성에 맞는 지역과제를 도출하기 위해 ‘지역경제분석시스템(Regional Economy Society Analyzing system, RESAS)’ 구축하여 운

영하고 있다.(임은선 외, 2017) 또한 노후된 기반시설의 유지·관리와 관련된 정보를 효율적으로 운영 및 통합하기 위한 ‘사회자본정보 플랫폼’을 구축·운영하고 있다.[4, 5]

2.3 소결

전세계적으로 중앙정부 차원의 공공 빅데이터 플랫폼 구축 활발한 상황이다. 공공·민간 차원에서도 공공 빅데이터 플랫폼 구축 및 운영이 활발하고 관련 R&D 투자도 확대되고 있는 실정이다. 특히, 일본의 경우 전국 인프라 유지·관리에 빅데이터를 활용한 플랫폼을 구축하고 있고 지방정부에서는 수요자 중심의 도시 행정활용이 증가하고 있다.

빅데이터의 국토·도시계획분야 활용을 위해서는 다양한 노력들이 필요하며, 국토·도시계획 활용을 위한 빅데이터의 구축 및 가공이 절실하다. 더불어 전문인력 양성, 관련 교육 마련, 법제도 기반 마련 등 기술개발 외에 사회·경제·법적 제도 기반을 위한 정책이 함께 추진되어야 한다. 추가적으로 국토·도시계획분야 빅데이터 표준 포맷, 데이터에 대한 접근성, 데이터 신뢰도와 보안 등 다양한 데이터 이슈에 관한 문제 해결도 필요하다.

이와같은 문제해결을 위해 빅데이터 기반 공간계획 기술개발이 필요하고 이를 위한 연구개발 투입의 타당성 확보를 위해 경제적 효과를 검토할 필요가 있다.

3. 분석모형

토지이용 변화를 예측하기 위해서는 경제구조의 변화에 의한 고용구조의 변화와 같은 사회·경제적 요인의 추이를 예측할 수 있어야 한다. 사회·경제구조의 변화를 예측하는 방법론으로 탄력적 산업연관(Flex-IO) 방법론이 있다.

탄력적 산업연관 방법론은 산업구조 변화를 분석할 수 있는 미래시점의 산업연관 모형을 업데이트하는 방법론으로 전통적인 산업연관 분석에 내재하는 고정계수 문제점을 상당부분 극복했다고 평가를 받고 있다. 기존의 산업연관 분석이 가진 고정계수의 한계를 개선하기 위해 베이지안 기반의 유사 동태모형인 탄력적 산업연관(Flex-IO) 모형이 Park (2007)에 의해 처음으로 이론적으로 제시되었으며, 여러 재난 상황과 기후변화 관련 경제성 평가에 실증되고 있다.[6-9]

전통적인 산업연관 분석은 고정계수를 바탕으로 수요 혹은 공급 측면 중에서 분석 대상에 따라 한 가지 특성에 맞춰서 경제적 파급효과를 분석하였다면, 탄력적 산업연관 모형은 두 특성을 동시에 활용하여 산업연관 계수의 고정성을 동태적으로 변화게 만들어 준다.

3.1 산업연관 계수 가중치 시계열 예측모형

수요 및 공급 측면 투입자료의 예측모형을 구축하기 위해서 16개 시도, 30개 산업으로 구성된 지역내총생산 자료와 민

간최종지출 자료를 수집하였다(1992년~2016년). 기존의 공간자기회귀(Spatial Autoregression) 방법을 응용한 새로운 시계열 방법론을 적용하여 지역별, 산업별로 세분화된 지역내총생산과 민간최종지출 자료의 예측모형을 구축하고 목표시점까지의 예측자료를 도출하였다.

중속변수(GRDP, 민간최종지출)의 지역별, 산업별 연관성을 가중치 행렬(weighting matrix)로 반영하여 자기회귀 모형(Autoregression model)을 구축하여 시계열 예측모형을 완성한다. 이는 기존의 공간자기회귀 방법론이 시계열 자료를 활용한 미래 예측모형 구축이 불가능한 점을 극복한 새로운 시계열 예측 방법론이라 할 수 있다. 산업연관모형의 투입산출 계수를 가중치 행렬(weighting matrix)로 활용하여 중속변수의 lagged term에 적용하여 모형을 구성하여 예측모형을 완성한다. 산업연관표를 활용한 새로운 시계열 예측모형을 IO weighted Autoregression error model이라고 명명하고 예측모형 식은 다음과 같다.

$$\ln y_{n,t}^r = \alpha + \beta \ln y_{n,t-1}^r + \gamma W_{t-1} \ln y_{n,t-1}^r + \delta \ln x_t^r + \varepsilon_{n,t}^r$$

- 여기서, y는 중속변수(지역내총생산, 민간최종지출),
- x는 독립변수,
- ln은 자연로그 변환,
- r은 16개 시도이고 n은 30개 산업 구분,
- t는 시점(1992년 ~ 2016년),
- W는 산업연관 계수로 이루어진 weighting matrix

지역내총생산과 민간최종지출 예측모형에 적용된 중속변수와 독립변수를 정리하면 다음의 표와 같이 나타낼 수 있다.

[표 152] 예측모형식 적용변수 목록

	공급측면	수요측면
중속변수	지역내총생산	민간최종지출
공통 독립변수	경기선행지수	
	경기동행지수	
	경기후행지수	
	단기 금리	
	주가지수	
	지역별 인구수	
	지역별 실업률	
	설비투자지수	
	경상수지	
개별 독립변수	생산자 물가지수	소비자 물가지수
		소비동향지수
		소비심리지수
		지역별 가처분소득

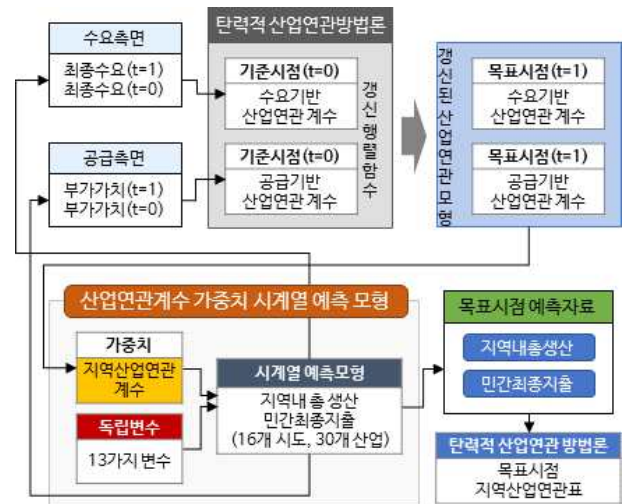
연구대상 지역은 전국 16개 시도를 선정했으며, 산업 구성은 분류상 대부분류에 해당하는 30개 산업을 대상으로 한다. 민간

지출의 경우, 산업 구분과 연결되지 않는 산업을 제외하고 20개 산업을 대상으로 하였다. 경기 동향을 나타내는 독립변수들을 활용하여 지역내총생산과 민간최종지출의 연간 변화를 가장 잘 설명할 수 있는 모형을 선정하였다. 최적의 모형을 찾아내기 위해 반복적으로 변수를 하나씩 바꾸어 가며 비교 선택을 하였으며, 인구변화의 효과를 반영하기 위해 인구수 변수를 다른 독립변수와 동시에 적용하여 비교하였다.

공급 측면은 16개 시도별 30개 산업(총 480개 산업)에 대해 최적의 모형을 구성하였으며, 수요 측면의 경우 16개 시도별 20개 산업(총 320개 산업)에 대해 최적의 모형을 구성하였다.

3.2 미래시점의 산업연관 모형 구축 과정

먼저 미래시점 산업연관모형 도출에 필요한 투입자료 예측 결과를 도출하였다. 수요와 공급 측면의 투입자료를 목표시점까지 예측한다. 수요(민간지출)와 공급(지역내총생산) 측면의 예측 자료를 탄력적 산업연관 방법론에 적용하여 목표시점 지역산업연관 모형을 도출하였다. t 시점의 수요와 공급 측면 예측자료로 t 시점 지역산업연관표를 도출하고 t 시점 지역산업연관 계수를 다시 시계열 예측모형에 가중치로 적용하여 (t+1) 시점의 예측자료를 도출한다. 이와 같은 순환과정을 거쳐 목표시점의 지역산업연관표를 도출하였다. 목표시점의 지역산업연관표를 도출하는 과정을 그림으로 나타내면 다음 [그림 1]과 같다.



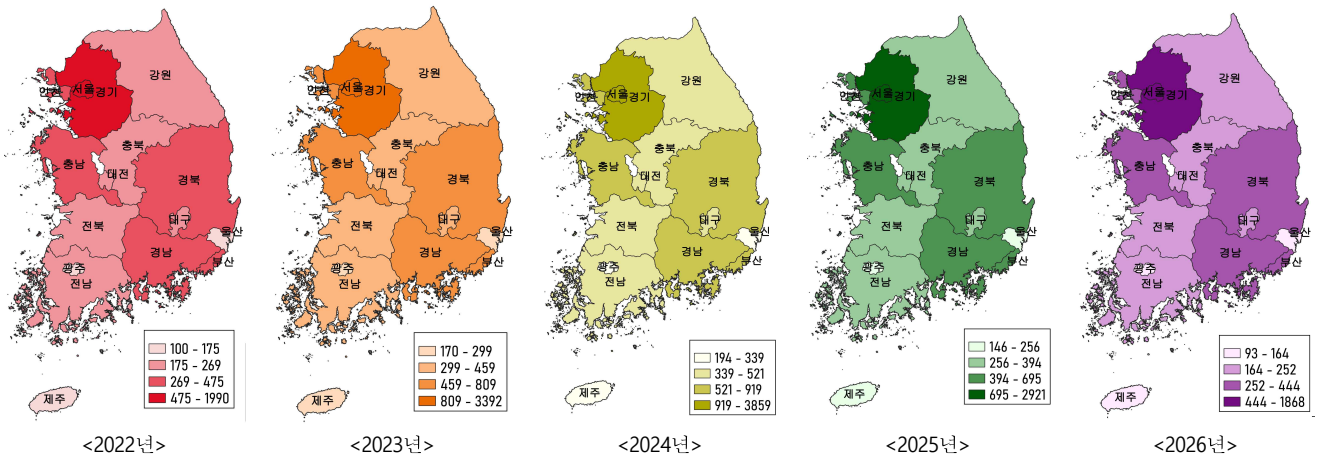
[그림 764] 미래시점 지역산업연관표 도출과정

[표 153] 연간 연구비

[단위 : 백만원]

총연구비	'22	'23	'24	'25	'26
	4,731	8,071	9,186	6,958	4,454

30개 산업으로 구성된 산업구조에서 본 사업과 연관된 산업은 다음의 표에 나타냈으며, 위 표에 나타난 연간 사업비를



[그림 765] 16개 시도별 파급효과

해당 산업의 GDP 비율로 배분해서 파급효과 분석의 투입자료로 같이 나타냈다.

4. 분석결과

[표2]에 나타난 각 년도 투입자료를 탄력적 산업연관 방편론을 적용하여 도출한 해당 년도의 산업연관표에 적용하여 파급효과를 분석하였다. 각 년도에 투입되는 연구비의 파급효과는 5년 동안 지속되는 것을 가정하고 분석을 하였다. 즉, 2022년 투입 연구비의 파급효과는 2026년까지 지속되고 2023년 연구비의 파급효과는 2027년까지 지속하며, 최종적으로 2026년 연구비의 파급효과는 2030년까지 지속되는 것으로 설정하였다. 5개년 총 효과를 합제한 결과와 고용효과를 다음 [그림2]에 요약하여 표현하였다. 총 파급효과의 합계는 554억 원으로 승수효과는 2.22로 분석되었으며, 총 고용효과는 396명으로 나타났다. 파급효과를 산업별로 살펴보면, 부동산 및 임대업, 공공행정 및 국방, 도매 및 소매업의 순으로 높은 것으로 나타났고 고용효과는 문화 및 기타 서비스업, 공공행정 및 국방, 도매 및 소매업의 순으로 높게 나타나는 것으로 분석되었다.



[그림 766] 경제저 파급효과 요약

지역별 결과를 비교하면 서울, 경기, 충남, 부산, 경북의 순으로 파급효과가 높은 것으로 나타났음

참고문헌

- [1] 임은선 외, 2017, 「빅데이터 시대의 국토정책 추진 방향」, 국토연구원
- [2] 윤미영, 2013, “주요국의 빅데이터 추진전략 분석 및 시사점”, 과학기술정책, 23(3), 31-43
- [3] 임은선 외, 2017, 「4차 산업혁명의 국토부문 충격과 대응방안」, 경제·인문사회연구회
- [4] 国土交通省. 2014. 国土交通省インフラ長壽命化計画 (行動計画) 説明資料
- [5] 김익희 외, 2019. 「스마트도시의 혁신생태계 활성화 방안 연구」, 국토연구원
- [6] Gordon, P J. Y. Park, and H. W. Richardson. (2009). “Modeling input–output impacts with substitutions in the household sector: A numerical example”, Economic Modelling, Vol.23(3): 696-701
- [7] Park, JY and HW Richardson. (2014). “Refining the Isard Multiregional Input-Output Model Theory,” p.35-54 in Peter Nijkamp, Adam Rose, and Karima Kourtit eds. Regional Science Matters: Studies Dedicated to Walter Isard, Springer-Verlag.
- [8] Park, JY, P Gordon, JE Moore II, and HW Richardson, (2018), A New Approach to Quantifying the Impact of Hurricane-Disrupted Oil Refinery Operations Utilizing Secondary Data, Group Decision and Negotiation, 26(6), 1125-1144
- [9] Park, C., and Park, J., 2020, COVID-19 and the Korean Economy: When, How, and What Changes?, Asian Journal of Innovation and Policy 9(2), pp. 187 – 206.