

# 선행경제변수를 고려한 산업용지 수요예측 방법 연구

## A Study on Forecasting Industrial Land Considering Leading Economic Variable Using ARIMA-X

변태근\*, 장철순\*\*, 김석윤\*\*, 최성환\*, 이상호\*\*\*  
(\*)유진도시건축연구소\*, (\*\*)국토연구원\*\*, (\*\*)한밭대학교 도시공학과\*\*\*

Tae-Geun Byun(btg@uamill.re.kr)\*, Cheol-Soon Jang(csjang@krihs.re.kr)\*\*,  
Seok-Yun Kim(sykim@krihs.re.kr)\*\*, Sung-Hwan Choi(csh@uami.re.kr)\*,  
Sang-Ho Lee(lshsw@hanbat.ac.kr)\*\*\*

### 요약

본 연구의 목적은 외부경제요인을 고려할 수 있는 새로운 산업용지 수요예측 방법을 제시하는 것이다. 분석 모형은 외생변수를 고려할 수 있는 ARIMA-X를 이용하였다. 외생변수는 경제 및 산업구조를 반영할 수 있도록 거시경제, 제조업 경기실사지수 및 경기종합지수 변수들로 구성된다. 그리고 예측은 외생변수 중 산업용지 공급보다 선행하는 변수만을 사용한다. 산업용지 공급에 선행성을 갖는 변수는 수입액, 민간·정부소비지출, 총자본형성, 경제심리지수, 기계류내수출하지수, 경기종합선행지수로 나타났다. 이들 변수를 이용하여 ARIMA-X 모형을 추정한 결과, 수입액 변수만 포함된 ARIMA-X(1,1,0) 모형이 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 산업용지 수요예측은 수입액의 변화 시나리오를 반영하여 2021년부터 2030년까지의 산업용지를 예측하였다. 그 결과, 장래 산업용지 수요는 연평균 1.91% 증가한 1,030.79 km<sup>2</sup>로 예측되었다. 이 결과를 기존 지수평활법과 비교한 결과, 본 연구의 결과가 기존 모형보다 예측오차가 더 적게 나타났다. 새로운 산업용지 예측모형으로 사용할 것으로 기대된다.

■ 중심어 : | 산업용지 수요예측 | ARIMA-X | 시차상관분석 | 단위근 검정 |

### Abstract

The purpose of this study is to present a new industrial land demand prediction method that can consider external economic factors. The analysis model used ARIMA-X, which can consider exogenous variables. Exogenous variables are composed of macroeconomic variable, Business Survey Index, and Composite Economic Index variables to reflect the economic and industrial structure. And, among the exogenous variables, only variables that precede the supply of industrial land are used for prediction. Variables with precedence in the supply of industrial land were found to be import, private and government consumption expenditure, total capital formation, economic sentiment index, producer's shipment index, machinery for domestic demand and composite leading index. As a result of estimating the ARIMA-X model using these variables, the ARIMA-X(1,1,0) model including only the import was found to be statistically significant. The industrial land demand forecast predicted the industrial land from 2021 to 2030 by reflecting the scenario of change in import. As a result, the future demand for industrial land was predicted to increase by 1.91% annually to 1,030.79 km<sup>2</sup>. As a result of comparing these results with the existing exponential smoothing method, the results of this study were found to be more suitable than the existing models. It is expected to be available as a new industrial land forecasting model.

■ keyword : | Industrial Land Forecasting | ARIMA-X | Leads and Lags Correlation | Unit Root Test |

\* 본 연구는 국토교통부 도시건축연구사업(21AUDP-B119346-06)의 지원을 받아 수행되었음.

접수일자 : 2021년 09월 03일  
수정일자 : 2021년 10월 13일

심사완료일 : 2021년 10월 25일  
교신저자 : 이상호, e-mail : lshsw@hanbat.ac.kr

## I. 서론

산업용지는 노동, 자본과 같이 산업생산을 위한 필수 생산요소이며, 한정적 자원이다. 그러므로 한정적 자원인 산업용지는 미래의 수요를 파악하여 적정 규모의 공급량이 제공되어야 한다. 왜냐하면 수요를 정확히 파악하지 못하여 과잉 혹은 과소 공급되면 자원 낭비와 생산활동에 제약을 줄 수 있기 때문이다. 따라서 산업용지의 수요예측은 중요하다.

산업용지 예측을 위해서는 국내 경제구조를 포착할 수 있는 변수에 대한 고려가 필요하다. 왜냐하면 산업생산은 경기의 호황·불황에 따라 생산량의 변화가 발생하여 산업용지 수요에도 영향을 주기 때문이다. 그러나 기존 연구들에서는 경제 상황을 고려한 연구가 미흡한 실정이다.

산업용지 예측과 관련된 연구를 살펴보면, 과거 추세 연장법 혹은 원단위법을 사용하거나 경제구조를 제한적으로 반영한 방법을 사용하고 있다. 과거 추세와 원단위법은 자기시차변수를 이용하거나 부지원단위를 이용하는 방법으로 단기 예측에는 적절할 수 있다. 그러나 경제구조의 반영되지 않아 이론에 있어서 취약하다 [1-5]. 그리고 경제구조를 반영한 연구는 동일 시점 혹은 과거 시점의 경제변수만을 반영하여 산업용지를 예측한 한계가 있다 [6-10]. 왜냐하면 장래 산업용지는 현재의 생산활동 및 장래 생산활동에 대한 계획을 바탕으로 파생적으로 발생하기 때문이다. 따라서 장래 산업용지 수요를 예측할 때는 경제 및 산업구조 변화를 고려할 수 있는 모형 구축이 필요하다.

본 연구의 목적은 외부경제요인을 고려할 수 있는 새로운 산업용지 수요예측 방법을 제시하는 것이다. 이를 위해 본 연구는 총 5개의 장으로 구성하였다. 제2장에서는 관련 연구를 고찰하고 기존연구의 한계와 본 연구와의 차별성을 제시한다. 3장에서는 시계열 모형의 분석과정을 설명하고 외생변수 및 분석모형을 설정한다. 구체적으로 외생변수는 산업용지 면적변동에 영향을 줄 수 있는 다양한 경제변수 즉, 거시경제변수, 제조업 경기실사지수와 경기종합선행지수 및 그 지표들로 구성한다. 그리고 선행성을 파악하기 위한 시차상관분석 방법을 소개한다. 다음으로 ARIMA-X 모형에 대한 일

반적 구조를 설명한다. 4장에서는 3장에서 구축된 모형에 대한 분석 결과를 제시한다. 마지막으로 5장에서는 연구의 종합 및 결론을 제시한다.

## II. 관련연구 고찰

산업용지 수요를 추정하는 방법은 크게 과거 추세 연장법(시계열, 패널분석 등)과 원단위법으로 구분할 수 있다. 먼저 원단위법은 업종별 혹은 전체 부지면적 원단위를 산출하여 산업용지 수요를 예측하는 방법이다 [1][2][4][5]. 기존 관련 연구에서는 부지면적 원단위를 생산액 혹은 종사자별 면적으로 계산한다. 그리고 예측은 생산액 및 종사자의 장래 예측치와 원단위를 곱함으로써 산출된다.

과거 추세 연장법은 주로 계량분석 방법을 사용하는 데, 가장 많이 사용하는 방법은 시계열분석 방법 중 하나인 지수평활법이다 [3][6][7][9][10]. 지수평활법은 최근의 자기 자료에 더 큰 가중값을 주고 과거로 갈수록 가중값을 지수적으로(exponentially) 줄여나가는 방법이다. 이 방법은 계산법이 쉽고 많은 자료의 저장에 필요 없다는 장점이 있어 많이 사용되는 방법이다 [7]. 그러나 경제구조의 변화에 대한 고려가 반영되지 못하는 한계를 갖는다.

특히 장철순 외(2015)는 수요추정 방법에 대한 산업용지 수급계획 지침 개편방안을 제시하였다. 그는 기존 산업용지 추정방식은 과잉추정에 대한 우려가 있으므로, 추세추정 혹은 원단위법 우선 적용을 제시하였다 [6][10][11]. 하지만 앞서 언급하였듯이 추세법과 원단위법은 경제구조를 반영하지 못하므로 추가적인 보완 방법 제시가 필요하다.

또 다른 계량분석 방법으로는 자기회귀누적이동평균(ARIMA) 모형 또는 패널회귀모형이 있다. ARIMA 모형은 자기시차과정(AR: Auto-Regressive Process)과 정과 이동평균과정(MA: Moving Average Process)과정이 포함된 형태이다. ARIMA 모형도 자기시차만을 사용하여 예측하기 때문에, 경제구조의 변화에 대한 고려가 반영되지 못하는 한계를 갖는다.

패널회귀분석은 앞의 두 가지 방법과는 다르게 생산

액과 산업용지와의 관계를 이용하여 예측하였다[3][5]. 이 방법은 경제구조를 반영하였다는 장점이 있으나, 현재 혹은 과거의 산출액 규모가 산업용지에 영향을 준다는 가정의 한계가 있다. 왜냐하면 산업용지 수요는 과거의 시점이 아닌 미래 시점에서의 경제구조를 고려하여 발생하기 때문이다. 또한 패널회귀분석은 다른 모형에 비해 분석이 쉽지 않다는 단점이 있다.

국내·외 관련 연구들을 정리하면, 연구의 한계는 크게 두 가지로 구분할 수 있다. 첫째, 원단위 혹은 지수평활법과 같이 경제구조를 고려하지 못한 것이다. 둘째, 경제구조를 고려하였더라도 장래 변화가 아닌 과거에 대한 변화를 반영한 것이다. 따라서 본 연구에서는 경제구조를 고려한 예측모형을 구축함으로써 기존 방법과의 차별성을 둔다. 구체적으로 지침 및 수요예측에 많이 사용되는 ARIMA모형에 산업용지 변동에 선행성을 갖는 경제변수를 고려한 ARIMA-X 모형을 구축하고 적용하는 것이다.

### III. 분석모형 설정

#### 1. 분석 흐름

앞서 언급하였듯이, 본 연구에서의 예측모형은 ARIMA-X 모형을 이용한다. 이 모형은 자기 시차 예측모형인 ARIMA모형을 근간으로 외생변수를 추가로 반영하는 모형이다. 분석과정은 먼저 예측을 위한 자료의 구축부터 시작된다. 그리고 구축된 시계열 자료의 안정성 및 선행을 파악한다. 마지막으로 모형적용으로 구성된다. 이러한 과정을 구체적으로 설명하면 다음과 같다.

첫째, 자료의 구성. 산업용지 수요예측은 공장용지 면적 데이터를 사용한다. 공장용지 면적 데이터는 지목상 공장용지 면적과 FactoryON에서 얻을 수 있다. 그러나 전자는 계획 및 개별입지뿐만 아니라 지목으로 지정된 면적까지 포함되어 실제 면적보다 많이 나타나는 특징이 있다. 후자는 계획 및 개별입지 데이터만을 제공하며, 산업입지 수급계획에서도 본 자료를 사용한다. 따라서 본 연구에서는 산업용지 수요를 예측하기 위해 FactoryON에서 제공하는 데이터를 사용한다.

또한 경제 및 산업구조를 반영할 외생변수는 거시경

제, 제조업전망, 경기종합선행지수 그리고 실적변수이며, 이 변수 중에서 산업용지 면적변동보다 앞서서 영향을 줄 수 있는 변수들로 구성한다. 왜냐하면 산업용지 면적은 산업의 생산활동에 따라 변화가 발생하며, 생산활동은 국내 경기 및 경제활동과 기술변화에 영향을 받기 때문이다. 따라서 대표적 경제지표인 거시경제변수, 제조업 및 경기를 예측할 수 제조업전망 및 경기종합지수 그리고 기술변화를 고려할 수 있는 중요소생산성으로 선행변수를 구성한다. 이러한 선행변수를 정리하면 [표 1]과 같다.

표 1. 선행변수의 분류

구분	변수명
질적변수	총요소생산성
거시경제	총생산, 수출액, 수입액, 소비, 총자본형성, 토목건설투자
제조업전망	업황전망, 생산전망, 매출전망, 수출전망, 내수판매전망, 신규발주전망
경기 종합지수	경기종합선행지수, 재고순환지표, 경제심리지수, 기계류내수 출하지수, 건설수주액, 수출입물가비율, 건설수주액, 수출입물가비율, 장단기금리차, 토목건설수주액

둘째, 시계열 데이터의 안정성을 검증한다. 왜냐하면 불안정적 시계열을 이용하여 분석할 경우, 가성회귀(spurious regression) 문제가 발생하여 일치추정량이 되지 못하기 때문이다. 셋째, 경제변수와의 시차 상관관계 분석이다. 본 연구에서는 산업용지 수요를 경제구조 변화에 대응한 유도된 수요로 본다. 그러므로 산업용지 면적변동에 선행적으로 영향을 주는 경제변수를 찾아야 하며, 이를 위해 시차상관관계 분석이 이용된다. 마지막으로 산업용지에 영향을 주는 선행변수와 산업용지면적을 이용하여 예측을 수행한다. 이를 정리하면 [그림 1]과 같다.

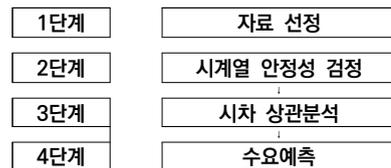


그림 1. 분석 흐름도

#### 2. 분석모형

시계열의 안정성 검증은 DF(Dickey Fuller),

ADF(Augmented Dickey Fuller), PP(Phillips-Perron), Zivot-Andrews, ADF-GLS 검정 등이 이용된다. 본 연구에서는 이 중에서 ADF-GLS 검정을 이용한다. 왜냐하면 일반적으로 단위근 검정은 ADF 검정을 많이 사용하나, 이 방법의 낮은 검정력을 개선한 모형이 ADF-GLS 검정이기 때문이다. 구체적인 수식은 아래의 식(1)과 같다.

$$\Delta Y_t^d = \alpha Y_{t-1}^d + \sum_{i=1}^p \beta_i \Delta Y_{t-i}^d + \epsilon_t \quad (1)$$

$\Delta Y_t^d$ : 추세제거(deternding) 차분변수,  
 $\epsilon_t$ : 확률적 오차항.

예측에 사용되는 ARIMA-X 모형은 아래와 같이 ARIMA 모형에 외생변수(X)를 포함한 모형이다. 본 연구에서의 외생변수(X)는 산업용지 변동보다 선행성을 갖는 변수들로 구성된다. 이를 수식으로 표현하면 아래의 식(2)와 같다.

$$\begin{aligned} \Delta Y_t &= \mu + \phi_1 \Delta Y_{t-1} + \dots + \phi_p \Delta Y_{t-p} \quad (2) \\ &+ \theta_1 \epsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \epsilon_{t-q} \\ &+ \beta_1 X_{1,t} + \dots + \beta_k X_{k,t-s} + \epsilon_t \\ &= \mu + \sum_{i=1}^p \phi_i \Delta Y_{t-i} \\ &+ \sum_{i=1}^q \theta_i \epsilon_{t-i} + \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^s \beta_i X_{i,t-j} + \epsilon_t \end{aligned}$$

$\Delta Y_t$ : t년도 산업용지면적 차분,

$X_{i,t}$ : t년도 i의 외생변수,

$\epsilon_t$ : t년도 확률적 오차항

$p, q, j, s$ : 1, 2, 3, ...

선정된 경제변수들의 선행성은 식(3)의 교차 및 시차 상관분석을 이용한다. 이 식에서  $k \neq 0$  아니면 시차상관분석이며,  $k = 0$ 이면 그 결과는 교차상관분석이 된다.

$$\gamma_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (X_t - \bar{X})(Y_{t+k} - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{t=1}^n (X_t - \bar{X})^2 (Y_{t+k} - \bar{Y})^2}} \quad (3)$$

$k = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots, \pm k$

$X_t$ : 기준변수(산업용지면적),  $Y_t$ : 외생변수.

선행변수의 결정은 식(3)를 통해 얻어진 상관계수 값을 바탕으로 이루어진다. 구체적으로 상관계수  $\gamma_k$  값이 최대가 되는 시차 k가 양수이면, 해당변수는  $Y_t$ 의 후행(lag)변수가 된다. 그리고 그 반대의 경우는 선행(leading)변수가 된다.

마지막으로 예측은 추정된 모형과 외생변수의 시나리오를 적용하여 수행된다. 시나리오는 외생변수의 미래 변화를 성장, 중립, 감소 세 가지로 나누어 설정한다. 구체적으로 중립은 분석기간동안 외생변수의 평균 성장률로 설정한다. 그리고 성장과 감소는 중립 시나리오를 기준으로  $\pm 1\%$  차이가 발생한 경우로 설정한다.

#### IV. 분석결과

##### 1. 산업용지 면적 현황

예측을 위해 구축된 산업용지 면적은 2006년부터 2020년까지이다. 구체적으로 산업용지 면적 추이는 2006년 568.1km<sup>2</sup>에서 2020년 864.4km<sup>2</sup>로 연평균 증가율은 약 3.04% 증가하였다. 증가율 추이를 살펴보면, 2006년부터 2020년까지 감소하는 추세를 보인다. 특히 2012년은 2008년 글로벌 금융위기 여파로 증가율이 급락하였고, 2013년에는 반등하였다가 그 후 지속해서 감소하는 것으로 나타났다. 이러한 내용은 아래의 [그림 1]과 같다.

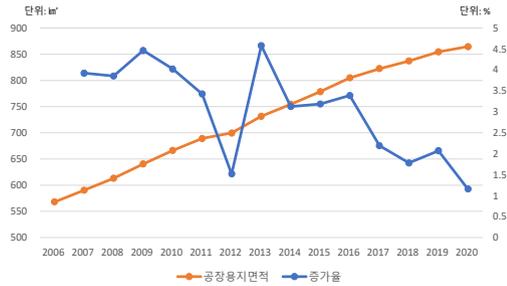


그림 2. 산업용지 면적 및 증가율 추이

주: 면적은 추이(좌축), 증가율(우축)

## 2. 단위근 및 시차상관분석

산업용지면적 및 외생변수들에 대한 단위근 검정 결과는 [표 2]와 같다. 결과를 종합하면, 로그차분변수가 산업용지면적 및 모든 외생변수에서 안정적 시계열이 되는 것으로 나타났다.

표 2. 산업용지면적 및 외생변수의 단위근 검정 결과

변수명		로그변환	로그차분
산업용지면적		-0.80	-2.08**
경제 변수	거시 경제	총생산	-1.91
		수출액	-2.28
		수입액	-2.74
		민간·정부 소비	-0.84
		총자본형성	-1.70
	제조업 전망	토목건설투자액	-2.22
		업황전망	-4.34***
		생산전망	-4.16***
		매출전망	-4.04***
		수출전망	-3.86***
	경기종합 선행지수 및 선행지표	내수판매전망	-3.84***
		신규발주전망	-4.41***
		경기종합선행지수	-3.32**
		재고순환지표	NA
		경제심리지수	-4.21***
질적변수	기계류내수출하지수	-2.82	
	총요소생산성	-1.16	

주1: '\*\*\*', '\*\*', '\*'는 각각 1%, 5%, 10% 유의수준 하에서 통계적 유의미함을 의미

주2: 재고순환지표는 음수가 포함되어 로그변환 분석이 불가능하였음

외생변수들에 대한 시차 상관분석을 종합한 결과는 [표 3]과 같다. 구체적으로 거시경제변수 중에서는 수입액, 민간·정부소비지출, 국내자본투자 변수가 산업용지면적보다 선행하는 것으로 나타났다. 경기종합지수에서

는 경기종합선행지수, 경제심리지수 그리고 기계류 내수출하지수가 선행하는 것으로 분석되었다. 질적변수인 총요소생산성도 산업용지면적보다 선행하는 것으로 나타났다. 마지막으로 제조업전망지수에서는 모든 변수가 후행하는 것으로 나타났다.

표 3. 선행성 외생변수

구분	선행 외생변수
질적변수	총요소생산성(8)
거시경제	수입액(4), 민간·정부소비지출(8), 총자본형성(2)
경기종합지수	경제심리지수(1), 기계류내수출하지수(2), 경기종합선행지수(7)
제조업전망	-

주1: 모든 변수에 대한 시차상관분석결과는 부록 표.1~4에 제시하였음  
주2: ()의 값은 시차를 의미함

## 3. 분석 및 예측

분석은 민간·정부소비지출 변수를 제외한 나머지 6개 외생변수를 이용하여 수행한다. 왜냐하면 민간·정부소비지출 변수는 산업용지면적보다 8 시차 선행하기 때문에 1998년 데이터가 필요하나, 이 시점의 데이터를 얻을 수 없기 때문이다.

모든 변수는 분석을 위해 로그로 전환하여 사용한다. 왜냐하면 분석에 사용되는 데이터들의 단위들이 모두 달라서 분포를 고르게 만들어줄 필요가 있으며, 변수들 사이의 선형관계를 만들어주기 위해서이다.

분석에서 적용되는 AR 및 MA 차수는 AIC 및 SC에 근거하여 결정한다. 단, AR 및 MA의 최고 차수는 3차 이상을 고려하지 않는다. 이는 차수가 늘어날수록 추정해야 할 모수가 많아서 모형적용에 어려움이 있기 때문이다. 그리고 외생변수는 5개 변수로 구성될 수 있는 모든 조합을 고려하여 분석을 시도한다.

분석 결과, 산업용지면적과 수입액 변수만을 사용하였을 경우 모든 변수에서 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 구체적으로 AR(1) 계수는 유의한 양의 값(0.788)으로 나타나 전기 산업용지면적의 단기 변화에 대해 증가하는 것으로 나타났다. 수입액은 유의한 음의 값(-0.034)으로 나타나 산업용지면적이 수입액의 단기 변화에 대해서는 감소하는 것으로 나타났다. 이 결과는 해외 수입이 많을수록 국내 생산의 감소로 인해 공장용지면적 수요가 감소하는 것으로 해석할 수 있다. 수입이 감소할 때는 그 반대의 상황이라 해석할 수 있다. 이

를 정리하면 [표 4]와 같다.

표 4. 분석결과

구분	계수값	표준오차	t값	p 값
상수항	0.030**	0.011	2.701	0.022
AR1	0.862***	0.276	3.124	0.011
import	-0.037**	0.009	-4.043	0.002
$adjR^2$	0.34			
AIC	-6.299			
SC	-6.117			
HQ	-6.316			

주1: import: 수입액  
 주2: \*\*\*, \*\*, \* 는 각각 1%, 5%, 10%의 유의수준을 의미

예측은 2021년부터 2030년까지 10년을 예측한다. 예측을 위해서는 수입액에 대한 추가적인 예측이 필요하다. 앞서 언급하였지만, 수입액은 산업용지면적보다 4 시차 선행하므로 실제 예측은 2025~2030년까지 6 년만을 추가로 예측하면 된다.

수입액의 추가예측은 성장, 중립, 감소 세 가지 가상 시나리오를 가정하여 추정한다. 왜냐하면 수입액의 시나리오별 공장용지 면적에 대한 변동을 확인하고 산업용지 수급에 대한 융통성 있는 정책적 대응을 제공할 수 있기 때문이다.

예측 결과는 [표 5]에 정리된 바와 같다. 구체적으로 중립 시나리오에서는 2030년 산업용지 수요는 연평균 1.91% 증가한 1,030.78km<sup>2</sup> 수요가 예측되었다. 그리고 성장시나리오에서는 1.89% 증가한 1,028.69km<sup>2</sup>, 감소시나리오에서는 1.93% 증가한 1,032.90km<sup>2</sup>로 예측되었다. 시나리오별 결과를 종합하면 2030년 산업용지 수요는 평균 1.91% 증가한 1,030.79km<sup>2</sup>가 필요한 것으로 예측되었다.

한편, 산업용지의 증가율은 2030년까지 감소하는 것으로 전망된다. 특히 2025년 음의 증가율을 보인 후 증가세를 회복하나 그 크기는 이전 증가율보다 작은 것으로 전망된다. 이러한 증가율 둔화는 경제구조변화 등이 반영된 결과로 판단된다.

표 5. 시나리오별 예측결과 (단위: km<sup>2</sup>,%)

구분	성장(증가율)	중립(증가율)	감소(증가율)
2021	869.39(0.58)	869.39(0.58)	869.39(0.58)
2022	878.26(1.02)	878.26(1.02)	878.26(1.02)
2023	894.77(1.88)	894.77(1.88)	894.77(1.88)
2024	913.68(2.11)	913.68(2.11)	913.68(2.11)

2025	929.26(1.74)	929.57(1.70)	929.89(1.77)
2026	946.39(1.88)	947.03(1.84)	947.68(1.91)
2027	964.98(2.00)	965.97(1.96)	966.96(2.03)
2028	984.94(2.10)	986.28(2.07)	987.63(2.14)
2029	1,006.20(2.19)	1,007.90(2.16)	1,009.63(2.23)
2030	1,028.69(2.27)	1,030.78(2.24)	1,032.90(2.31)

주: 증가율은 전년대비 증가율을 의미

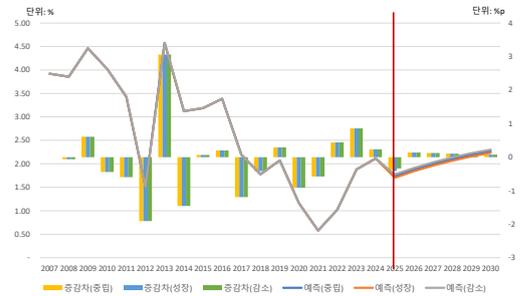


그림 3. 산업용지 증가율 및 증감차

주: 선형은 증가율(좌축), 막대그래프는 증감차(우축)

#### 4. 예측결과의 적합도 검토

본 연구에서 제시한 예측모형이 적절한지 검토하기 위하여 기존 예측된 장철순 외(2015)와 본 연구에서 예측된 결과값의 RMSPE(Root Mean Squared Percent Error)를 비교해 본다. 왜냐하면 본 연구의 목적이 새로운 모형을 제시하는 것이므로, 기존 추정모형의 결과보다 오차가 적은지 확인이 필요하다.

먼저 본 연구의 중립시나리오 예측결과와 장철순 외(2015)의 모형별 예측결과를 정리하면 아래의 [표 6]과 같다. 구체적으로 2030년을 비교하여 설명하면, 본 연구보다 높게 예측된 모형은 지수합수 모형으로 나타났다. 그 외 모형에서는 본 연구의 예측결과보다 낮게 나타났다. 이런 결과는 적용 모형의 특성과 사용된 원데이터의 데이터 수 때문으로 판단된다.

표 6. 예측결과의 비교

연도	원 데이터	본 연구	장철순 외(2015)			
		예측(중립)	로그합수	선형모형	지수평활 Holt	지수합수
2006	568	568	547	565	565	567
2007	590	590	595	586	585	585
2008	613	613	623	606	604	604
2009	640	640	643	627	624	623

2010	666	666	658	648	650	644
2011	689	689	670	669	673	666
2012	700	700	681	690	691	690
2013	732	732	690	710	706	714
2014	754	754	698	731	728	740
2015	778	778	705	752	749	768
2016	805	805	712	773	769	798
2017	822	822	718	794	789	830
2018	837	837	724	814	810	864
2019	860	854	729	835	830	900
2020	881	870	733	856	851	939
2021		881	738	877	871	981
2022		894	742	898	892	1,026
2023		915	746	918	912	1,075
2024		938	750	939	932	1,128
2025		958	753	960	953	1,185
2026		979	756	981	973	1,247
2027		1,001	760	1,002	994	1,315
2028		1,024	763	1,023	1,014	1,390
2029		1,048	766	1,043	1,035	1,471
2030		1,074	768	1,064	1,055	1,560

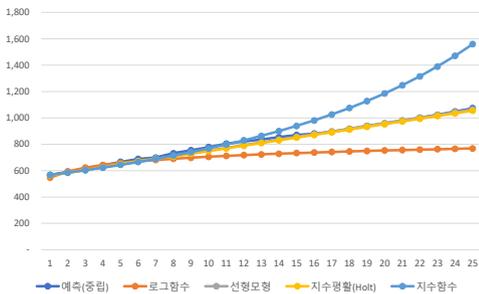


그림 4. 예측결과의 비교

RMSPE 계산을 위한 표본기간은 원데이터의 마지막 2년을 사용한다. 이러한 이유는 2030년의 예측을 비교할 경우 예측오차 문제가 포함되기 때문이다. 따라서 본 연구에서의 표본기간은 2019~2020이며, 장철순 외(2015)는 2012~2013이 된다. 그리고 비교는 본 연구의 중립 시나리오와 장철순 외(2015)의 모든 방법을 비교한다.

분석 결과, 본 연구는 RMSPE가 0.92%로 나타났다. 그리고 장철순 외(2015)는 지수함수가 가장 작은 1.95%이며, 로그함수가 4.42%로 가장 높게 나타났다. 통상 RMSPE가 5% 이하의 값을 가질 때 모형의 적합

성이 인정된다고 볼 때[6], 본 연구의 결과는 기존 예측 모형보다 우수한 것으로 나타났다. 모형별 비교 결과는 [표 7]과 같다<sup>1</sup>.

표 7. 추정방법별 RMSPE 비교 (단위: %)

본 연구	장철순 외(2015)			
	로그함수	선형모형	지수평행(Holt)	지수함수
0.92	4.42	2.28	2.62	1.95

## V. 결론

산업용지의 수요예측은 미래 산업용지의 공급 규모를 결정하는 데 기준으로 사용되기 때문에 중요하다. 그러나 지금까지의 산업용지 수요예측은 과거추세, 원단위 등을 사용하거나 동일 시점에서의 경제구조를 일부 반영한 한계를 갖는다. 따라서 본 연구에서는 이러한 한계를 극복하기 위한 새로운 산업용지 면적 수요예측 방법을 제시하였다.

예측은 산업용지와 거시경제변수, 경기종합선행지수 및 지표, 제조업 경기실사지수 그리고 총요소생산성 중 선행성을 갖는 변수를 고려하여 추정하였다. 그 결과 ARIMA-X 모형에 수입액만을 반영하였을 경우 모형 내 모든 변수들이 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 그리고 수입액을 성장, 중립, 감소시나리오로 구분하여 예측한 결과, 2030년에는 시나리오 평균 1.91% 증가한 1,030.79㎢가 필요한 것으로 나타났다. 그러나 증가율은 2025년 전년대비 0.37%p 급락한 후, 2026년부터 평균 -0.02%p씩 지속적으로 감소하는 것으로 나타났다.

본 연구의 의의는 산업용지 수요예측에 있어서 선형성을 갖는 경제지표를 사용하였다는 데 있다. 다시 말해, 산업용지 수요는 산업생산에 유발된 수요라 할 수가 있으므로, 예측은 미래 산업생산의 변화를 반영할 수 있는 모형으로 구축되어야 한다는 것이다. 따라서, 본 연구에서 제시한 산업용지 수요예측 모형은 미래 산업용지 수급량을 예측하는 데 중요한 역할을 할 것으로

<sup>1</sup> 장철순 외(2015)의 경우 원데이터 전 구간을 대상으로 RMSPE를 분석하여도 모든 모형에서 오차율이 2%를 넘는 것으로 나타났다.

판단된다.

본 연구의 한계와 향후 연구 방향은 다음과 같다. 첫째, 데이터 구축의 문제이다. 산업용지 수요를 예측하기 위해서는 장기 시계열 데이터가 필요하다. 왜냐하면, 예측의 정확도를 높이기 위해서는 추정에 사용될 데이터가 많을수록 정확도가 높아지기 때문이다. 둘째, 새로운 선행 경제변수이다. 산업용지 수요에 영향을 미치는 다른 경제변수에 대한 고려가 필요하다. 본 연구에서는 국내 경제변수인 생산, 투자, 심리지수 등을 사용하였지만, 해외투자나 외국인직접투자, 해외 생활활동 등의 해외 변수도 산업생산에 영향을 줄 수 있기 때문이다. 셋째, 지역별 산업별 예측이 필요하다. 왜냐하면 각 지역이 직면한 생산환경과 이에 따른 산업구조가 다르기 때문이다.

**참 고 문 헌**

[1] 건설교통부, *산업입지 공급계획 수립지침 연구*, 1999.  
 [2] 김홍배, 최준석, “우리나라 지역별 산업토지수요 예측에 관한 연구,” *도시행정학보*, 제23권, 제3호, pp.215-236, 2010.  
 [3] 류승한, *산업입지 수요전망 기법 및 기준표준화 방안 연구*, 국토연구원, 2006.  
 [4] Oregon Department of Land Conservation and Development, *Industrial and Other Employment Lands Analysis Guidebook*, 2005.  
 [5] Office of Deputy Prime Minister, *Employment Land Reviews: Guidance Note*, ODPM Publications, West Yorkshire, 2004.  
 [6] 국회예산정책처, *산업단지 공급 관련 사업의 문제점 및 개선과제*, 커뮤니케이션 인맥, 2010.  
 [7] 김영규, *경남의 산업용지 수요예측*, 경남발전연구원, 1999.  
 [8] 박재곤, 변창욱, “패널 공적분 관계를 이용한 산업용지 수요 예측,” *응용경제*, 제15권, 제1호, pp.73-101, 2013.  
 [9] 서울특별시, *서울특별시 산업입지 수급계획*, 2015.  
 [10] 장철순, 류승한, 강호제, 이운석, 김주훈, 박영철, 임영식, 허남춘, *산업입지 수급계획 수립지침 보완 및 산업단지 수급 적정화 방안 연구*, 국토연구원, 2015.  
 [11] 이재길, *R 프로그램에 기반한 시계열 자료 분석*, 황소걸음아카데미 2017.

[12] 국토교통부, *산업입지수급계획 수립지침*, 2017.  
 [13] 박범조, *응용계량경제학 R 활용*, 시그마프레스, 2020.  
 [14] G. G. Judge, R. C. Hill, W. E. Griffiths, H. Lütkepohl, and T. C. Lee, *Introduction to the theory and practice of econometrics 2nd edition*, John Wiley&Sons, 1988.  
 [15] Greater London Authority, *Industrial and arehousing Land Demand in London*, 2004.  
 [16] W. H. Greene, *Econometrics Analysis 4th edition*, Prentice Hall Inc, 2000.

**저 자 소 개**

**변 태 근(Tae-Geun Byun)**

**정회원**



- 1998년 2월 : 한밭대학교 도시공학과(공학사)
- 2003년 2월 : 연세대학교 도시공학과(공학석사)
- 2010년 2월 : 연세대학교 도시공학과(공학박사)
- 2016년 10월 ~ 현재 : (주)유진도시

건축연구소 대표이사

〈관심분야〉 : 지역계획, 공간분석, 스마트시티, 산업경쟁력

**장 철 순(Cheol-Soon Jang)**

**정회원**



- 1984년 2월 : 청주사범대학교 지리교육과(문학학사)
- 1986년 8월 : 서울대학교 환경계획학과(도시계획석사)
- 1989년 6월 ~ 현재 : 국토연구원 선임연구위원

〈관심분야〉 : 산업입지, 국토계획, 지역정책

김 석 윤(Seok-Yun Kim)

정회원



- 2005년 2월 : 서울시립대학교 도시행정학과(행정학사)
- 2007년 8월 : 서울시립대학교 도시행정학과(행정학석사)
- 2011년 5월 ~ 현재 : 국토연구원 전문연구원

〈관심분야〉 : 산업입지, 도시 및 지역계획

최 성 환(Sung-Hwan Choi)

정회원



- 2005년 2월 : 한양대학교 도시공학과(공학학석사)
- 2007년 8월 : 한양대학교 도시공학과(박사수료)
- 2021년 6월 ~ 현재 : 유진도시건축연구소 연구위원

〈관심분야〉 : 지역 거시경제 분석 및 예측, 경제적 파급효과, 빅데이터 분석, Machine Learning, Deep Learning

이 상 호(Sang-Ho Lee)

정회원



- 1993년 8월 : 연세대학교 도시공학과(공학박사)
- 1993년 12월 ~ 1995년 2월 : 삼성그룹비서실 삼성경제연구소 선임연구원
- 1995년 2월 ~ 현재 : 국립한밭대학교 도시공학과 교수

〈관심분야〉 : 스마트시티, 스마트리빙랩, 미래도시, 빅데이터, 사업타당성

부록 표 1. 거시경제변수와 산업용지면적과의 시차 상관분석 결과

후행(lag)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
국내총생산	<b>0.49</b>	0.09	-0.34	0.07	-0.15	-0.13	0.25	-0.05	-0.03	0.00	-0.24
수출액	0.09	-0.16	0.03	<b>0.40</b>	-0.03	0.29	0.12	-0.20	-0.02	-0.15	-0.24
수입액	-0.38	-0.29	0.04	0.19	-0.16	0.05	-0.60	-0.38	-0.11	-0.02	0.26
민간·정부소비지출	0.27	-0.28	-0.15	0.10	-0.06	0.14	0.13	-0.03	-0.01	-0.08	-0.13
총자본형성	0.10	-0.32	-0.30	0.18	-0.32	0.15	0.22	-0.06	0.09	0.01	-0.21
토목건설투자액	0.01	0.01	0.08	0.07	<b>0.43</b>	0.32	-0.23	-0.19	-0.37	-0.42	-0.06
선행(lead)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
국내총생산	<b>0.49</b>	0.44	0.41	-0.07	-0.14	-0.20	-0.09	0.03	0.33	-0.10	-0.21
수출액	0.09	0.33	0.12	0.03	0.16	-0.25	-0.34	0.07	0.15	-0.06	-0.12
수입액	-0.38	-0.11	-0.05	0.16	<b>0.33</b>	0.19	-0.10	-0.09	0.06	0.11	0.08
민간·정부소비지출	0.27	0.22	0.37	0.24	-0.13	-0.11	-0.14	-0.38	<b>0.51</b>	0.05	-0.11
총자본형성	0.10	<b>0.39</b>	0.08	-0.04	0.02	-0.32	0.06	0.12	0.14	-0.03	-0.04
토목건설투자액	0.01	-0.06	0.01	-0.06	0.06	0.00	0.09	-0.02	-0.26	-0.05	0.05

부록 표 2. 경기종합지수와 산업용지면적과의 시차상관분석결과

후행(lag)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
경기종합선행지수	-0.01	-0.01	-0.50	-0.40	0.03	-0.33	0.07	0.09	0.02	0.17	0.03
재구순환지표	0.32	-0.01	-0.17	-0.22	0.41	-0.07	<b>0.44</b>	0.18	-0.08	-0.05	-0.25
경제심리지수	0.32	-0.12	-0.47	0.28	0.04	-0.17	0.20	-0.11	-0.12	0.06	-0.26
기계류내수출하지수	-0.31	-0.29	-0.20	0.13	0.04	0.14	-0.29	-0.33	-0.28	-0.15	0.09
건설수주액	-0.22	0.15	-	-0.32	-0.05	-0.61	0.05	0.24	0.10	<b>0.28</b>	0.21
수출입물가비율	0.12	0.23	-0.20	-0.54	0.04	-0.55	-0.20	0.03	-0.04	0.16	<b>0.25</b>
장단기금리차	0.04	-0.18	-0.08	<b>0.32</b>	0.04	-0.11	0.25	-0.18	-0.01	0.02	-0.14
고스피지수	0.33	0.13	-0.21	-0.03	<b>0.51</b>	0.31	0.27	0.13	-0.20	-0.32	-0.35
토목건설수주액	0.10	-0.01	<b>0.30</b>	0.18	-0.18	-0.35	-0.46	-0.40	-0.01	0.13	0.29
선행(lead)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
경기종합선행지수	-0.01	0.19	-0.06	-0.27	0.22	-0.14	0.03	<b>0.43</b>	-0.04	-	0.01
재구순환지표	0.32	0.30	-	-0.12	0.03	-0.41	0.06	0.11	0.04	-0.10	-0.06
경제심리지수	0.32	<b>0.34</b>	0.07	0.02	0.01	-0.09	-0.05	-0.10	0.23	-0.02	-0.08
기계류내수출하지수	-0.31	0.26	<b>0.33</b>	0.12	0.20	-0.13	-0.23	0.12	0.20	0.04	-0.05
건설수주액	-0.22	0.10	-0.04	-0.38	-0.09	0.21	0.22	0.22	-0.18	-0.01	0.04
수출입물가비율	0.12	-0.09	0.06	-0.23	0.08	0.09	0.24	0.22	-0.07	-0.03	0.01
장단기금리차	0.04	0.29	0.15	-0.13	0.14	-0.21	-0.25	0.25	0.04	-0.06	-0.10
고스피지수	0.33	0.27	0.06	-0.13	-0.03	-0.10	-0.25	0.01	0.01	-0.06	-0.09
토목건설수주액	0.10	-0.48	-0.15	0.15	0.17	0.20	0.27	-0.20	-0.11	0.01	0.08

부록 표 3. 제조업전망지수와 산업용지면적과의 시차상관분석결과

후행(lag)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
업황전망	0.27	-0.07	0.11	<b>0.54</b>	0.15	0.11	0.22	-0.20	-0.14	-0.16	-0.31
매출전망	0.26	-0.17	-0.41	<b>0.43</b>	-0.24	0.05	0.20	-0.15	0.02	0.06	-0.31
수출전망	0.32	0.03	0.20	<b>0.56</b>	-0.03	0.15	0.21	-0.17	-0.05	-0.13	-0.31
내수판매전망	0.33	0.03	0.20	<b>0.52</b>	0.01	0.17	0.21	-0.16	-0.09	-0.18	-0.33
생산전망	0.34	0.02	0.17	<b>0.56</b>	-0.06	0.11	0.20	-0.17	-0.05	-0.12	-0.32
신규수주전망	0.33	0.02	0.18	<b>0.54</b>	-0.04	0.12	0.22	-0.16	-0.04	-0.12	-0.32
선행(lead)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
업황전망	0.27	0.35	0.18	0.02	-0.00	-0.16	-0.19	-0.19	0.16	-0.10	-0.14
매출전망	0.26	0.27	-0.02	0.01	0.06	-0.15	0.00	-0.06	0.16	-0.02	-0.04
수출전망	0.32	0.27	0.22	0.05	-0.08	-0.13	-0.15	-0.27	0.20	-0.10	-0.16
내수판매전망	0.33	0.37	0.20	0.01	-0.08	-0.18	-0.14	-0.20	0.16	-0.13	-0.17
생산전망	0.34	0.33	0.18	0.01	-0.08	-0.13	-0.13	-0.23	0.17	-0.11	-0.16
신규수주전망	0.33	0.34	0.17	-0.01	-0.05	-0.16	-0.15	-0.20	0.17	-0.12	-0.16

부록 표 4. 질적변수와 산업용지면적과의 시차상관분석결과

후행(lag)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
총요소생산성	0.25	-0.16	0.05	0.04	-0.05	-0.20	-0.26	-0.38	-0.03	0.02	0.15
선행(lead)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
총요소생산성	0.25	-0.14	0.34	0.15	0.30	-0.10	-0.10	-0.26	0.40	0.02	-0.09