

문화·관광부문 타당성조사를 위한 중력모형의 개선방안*

이혜진

강원대학교 농업자원경제학전공 강사

Improving the Gravity Model for Feasibility Studies in the Cultural and Tourism Sector

Hae-Jin Lee^a

^aDepartment of Agricultural and Resource Economics, Kangwon National University, South Korea

Received 29 February 2024, Revised 20 March 2024, Accepted 24 March 2024

Abstract

Purpose - The purpose of this study is to examine the gravity model commonly used for demand forecasting upon the implementation of new tourist facilities and analyze the main causation of forecasting errors to provide a suggestion on how to improve.

Design/methodology/approach - This study first measured the errors in predicted values derived from past feasibility study reports by examining the cases of five national science museums. Next, to improve the predictive accuracy of the gravity model, the study identified the five most likely issues contributing to errors, applied modified values, and recalculated. The potential for improvement was then evaluated through a comparison of forecasting errors.

Findings - First, among the five science museums with very similar characteristics, there was no clear indication of a decrease in the number of visitors to existing facilities due to the introduction of new facilities. Second, representing the attractiveness of tourist facilities using the facility size ratio can lead to significant prediction errors. Third, the impact of distance on demand can vary depending on the characteristics of the facility and the conditions of the area where the facility is located. Fourth, if the distance value is below 1, it is necessary to limit the range of that value to avoid having an excessively small value. Fifth, depending on the type of population data used, prediction results may vary, so it is necessary to use population data suitable for each latent market instead of simply using overall population data. Finally, if a clear trend is anticipated in a certain type of tourist behavior, incorporating this trend into the predicted values could help reduce prediction errors.

Research implications or Originality - This study identified the key factors causing prediction errors by using national science museums as cases and proposed directions for improvement. Additionally, suggestions were made to apply the model more flexibly to enhance predictive accuracy. Since reducing prediction errors contributes to increased reliability of analytical results, the findings of this study are expected to contribute to policy decisions handled with more accurate information when running feasibility analyses.

Keywords: Forecasting Error, Gravity Model, Tourism Demand

JEL Classifications: C10, L83

* 이 논문은 2019년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2019S1A5B5A07110427).

^a First Author, E-mail: nanikai@kangwon.ac.kr

© 2024 The Institute of Management and Economy Research. All rights reserved.

I. 서론

문화·관광 부문에서는 특성상 공공투자사업에 의한 개발이 이루어지는 경우가 많다. 정부는 예산의 효율적 편성과 집행을 위하여 일정 규모 이상의 예산이 소요되는 공공투자사업에 예비타당성조사 제도를 실시하고 있다. 문화·관광 부문 사업의 예비타당성조사는 사업시행 여부를 판단할 수 있는 중요한 정보를 제공하기 위해 수행하는 과정이므로 그 결과가 사회적으로 미치는 영향력은 대단히 크다고 할 수 있다.

문화·관광 부문의 개발 타당성 분석에는 일반적으로 수요예측이 요구되는데 신규 시설의 경우에는 정량적 수요예측을 위한 과거의 시계열 자료가 존재하지 않는다. 이러한 이유로 문화·관광 부문 공공투자사업 예비타당성조사에서는 대규모의 설문조사가 필요 없는 중력모형을 많이 사용하고 있다. 또한 중력모형은 적용상의 편의성과 더불어 선행연구와의 일관성 유지 면에서도 여러 가지 장점을 지닌다.

중력모형은 공간에서 발생하는 여러 상호작용을 다루는 ‘공간 상호작용 모형’의 하나로(김사현, 2020: 401) 본래 물리학에서 유래하였으나 국제무역이나 이민 등의 현상을 설명하는 데에도 광범위하게 사용되어 왔다. 관광분야에서도 국제관광을 특별한 유형의 서비스 무역으로 간주하면서 국제관광수요 추정에 중력모형을 적용해 왔는데 중력모형이 일반 무역흐름뿐만 아니라 국제관광수요도 잘 설명할 수 있는 모형이라는 주장(Keum, 2010)도 있고, 관광수요 추정을 위해 적용된 초기 중력모형에는 이론적 근거가 미약했다는 비판(Morley, Rosselló and Santana-Gallego, 2014)도 있다.

우리나라 문화·관광 부문의 예비타당성조사에서 수요예측을 위해 보편적으로 이용되는 중력모형은 매우 단순한 형태인데 비교적 쉽게 적용 가능하지만 확립화된 적용방식으로 인해 매우 큰 오차가 발생할 가능성 또한 높다. 물론 이론적으로 보다 개선된 모형을 사용하는 것도 가능하지만 현실적으로 타당성조사는 대단위 국가사업뿐만 아니라 소규모 지역 사업에서도 이루어지기 때문에 자료수집을 위한 비용이 높거나 분석과정이 복잡한 모형을 사용하는 것은 적합하지 않을 수 있다. 따라서 신규 시설에 대한 수요예측을 위해 현재까지 더 나은 대안이 없는 상황에서는 현재 보편적으로 적용되고 있는 중력모형의 기본 틀을 유지하면서 그 안에서 오차를 줄일 수 있는 방법을 탐색하는 것이 보다 현실적인 대안일 것이다.

이에 본 연구는 그동안 예비타당성조사에 적용되어 온 중력모형의 수요예측 결과가 사업시행 이후 실제 수요와 얼마나 차이가 나는지 예측오차를 평가하고, 중력모형이 갖는 장점을 최대한 유지하는 범위 내에서 예측오차를 줄일 수 있는 방안을 강구하는 것을 목적으로 한다.

II. 관광수요예측을 위한 중력모형

사회과학분야에서 적용되고 있는 중력모형의 가장 기본적인 형태는 두 지역 간 경제규모 또는 인구규모와 거리를 사용한 모형이다. 우리나라의 공공사업 예비타당성조사에서 사용하는 모형 역시 인구규모와 거리를 기본 변수로 사용하지만 그 형태는 아래와 같이 일반 중력모형으로부터 약간 수정된 형태이다.

아래 식(1)은 예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 문화·관광 부문 연구(2021)에서 소개하는 모형으로 예비타당성조사 시 새로 도입되는 문화·관광시설의 수요를 추정할 때 대부분 이 모형을 이용하고 있다.

$$A = \left(\sum \alpha \left[P_i \cdot \frac{1}{\gamma_i^2} \right] \right) \cdot \rho \quad (1)$$

A: 특정시설의 평균 이용인원

P_i : 각 지역(시·도)의 인구

γ_i : 지역에서 특정시설(평가 및 기준시설)까지의 거리(시간)

α : 기준시설의 거리를 감안한 잠재인구 중 이용비율

ρ : 기준시설 대비 평가시설의 규모 비율

위 모형을 적용하기 위한 구체적인 절차는 다음과 같다. 먼저 수요예측을 할 평가시설과 가장 유사한 기준시설을 선정 후, 기준시설의 과거 이용객 수 자료를 이용하여 기준시설의 방문율(α)을 산정한다. 이 때 방문율(α)은 각 지역으로부터 기준시설까지의 거리(γ_i)를 감안한 잠재인구 중에 방문객 수가 얼마나 되는지를 나타내는 이용비율이다. 그 후 각 지역으로부터 평가시설까지의 거리와 평가시설이 준공되는 해의 지역별 추계인구 값을 이용하여 평가시설의 잠재인구를 구하고 여기에 기준시설에서의 이용비율을 반영하여 평가시설의 이용인원을 추정하게 된다. 그리고 추가적으로 평가시설과 기준시설 간의 매력도 차이를 반영하는데 주로 평가시설과 기준시설의 규모 비율(ρ)을 적용하여 최종 수요를 산출한다(에비타당성조사 수행을 위한 세부지침 문화·관광 부문 연구, 2021).

이와 같이 에비타당성조사에서 주로 사용되는 중력모형은 신규 시설에 대한 수요예측이라는 목적에 맞게 수정된 형태인데, 가장 유사한 기준시설을 찾아 잠재인구 중 이용비율을 평가대상에 그대로 적용하여 신규 시설 예측에 이용하는 것이 핵심이다. 기준시설과 평가시설 간의 차이점은 각 지역으로부터 시설까지의 거리차로 인한 잠재인구 규모의 차이와 매력도의 크기에 있다. 이 매력도 또한 시설 규모 등 매우 단순한 척도를 사용하기 때문에 타당성에 대한 논란이 있을 수 있다. 이렇게 획일적이고 단순화된 적용 방식으로 인하여 중력모형에 의한 수요추정은 기준시설의 선정부터 분석 단계별로 큰 오차를 발생시킬 가능성이 높지만 적용상의 편의성과 마땅한 대안의 부재로 인해 여전히 많이 사용되고 있는 모형이다.

이러한 중력모형에 의한 수요 추정 사례로는 청주해양과학관 건립사업(2017), 폐광지역 관광자원화사업(2014), 레고랜드 코리아 기반시설(교량) 조성사업(2014), 국립아트센터 건립사업(2014), 새마을운동 테마공원 조성사업(2011), 국립 부산과학관 건립사업(2010), 국립현대미술관 서울관 건립사업(2010) 등 다수의 에비타당성조사 보고서가 있다.

그동안 대규모 투자가 필요한 문화·관광 시설의 타당성 분석에 이러한 접근법이 지속적으로 이용되어 오면서 나름대로 예측오차를 줄이기 위한 노력이 있었다. 예를 들어, 거리추정 방식이나 각 지역의 기준점 선정 방식, 대중교통 이용자에 대한 고려 등 주로 정확한 거리를 반영하기 위한 개선안이나 또는 매력도를 반영할 수 있는 더 나은 대안을 검토하기도 했는데 적용상의 한계로 실제로는 반영되지 못하는 경우가 많았다. 또한 그동안 중력모형을 이용하여 관광수요를 추정한 몇몇 연구(Lorde, Li and Airey, 2016; Priego, Rosselló and Santana-Gallego, 2015; Morley, Rosselló and Santana-Gallego, 2014; Khadaroo and Seetanah, 2008)에서는 중력모형에 여러 가지 다양한 변수를 도입하여 모형을 확장, 보완하고자 하는 여러 시도도 있었으나 실제 에비타당성조사에서 보편적으로 적용할 수 있을 정도의 일반화는 어렵다.

이와 같이 중력모형의 예측정확도 개선 필요성에 대한 인식이나 부분적인 개선 노력도 어느 정도 있어 왔지만 문화·관광 부문 사업의 에비타당성조사에서는 사실상 20여 년이 넘는 시간 동안 중력모형의 적용방식에 큰 변화는 없었다. 그러나 에비타당성조사 결과가 미치는 현실적인 영향력을 고려한다면 이러한 문제에 대해 보다 적극적인 관심이 필요하다. 특히 무엇보다 시급한 것은 고정된 틀 안에서 관례적으로 사용하고 있는 현재의 적용절차에 따른 추정결과가 얼마나 정확한지를 평가하는 것이고, 다음으로 현재의 분석 절차상 어떤 부분에서 오류를 유발할 가능성이 높은지를 찾아 이를 개선할 수 있는 방안을 마련해야 한다.

Ⅲ. 연구방법

본 연구는 에비타당성조사에 적용되는 중력모형의 예측정확도를 평가하고, 예측오차를 줄일 수 있는 개선 방안을 모색한다는 목적을 갖고 있다. 이를 위하여 한국개발연구원(KDI)이 수행한 에비타당성조사 보고서 가운데 분석에 적합한 사례를 선정하였다.

1) 연구사례의 선정 기준

과거 수행된 예비타당성조사 보고서의 평가대상이었던 문화·관광 시설들은 시간이 경과함에 따라 공사가 완료되었고 이후 실제 방문객 수가 집계되고 있는 사례가 있다. 따라서 실제 방문객 수 자료가 존재하는 사례들은 과거 타당성조사 당시 중력모형을 이용한 방문수요 예측치가 어느 정도의 예측오차를 유발하였는지를 평가할 수가 있다. 객관적 평가를 위해서는 가능한 많은 사례가 있으면 좋겠지만 예비타당성조사가 수행된 시설의 실제 방문수요 자료를 얻을 수 있는 사례가 그리 많지는 않다. 그 이유로는 아직 해당 시설의 공사가 완료되지 않았거나 사업이 취소된 경우, 또는 정확한 방문객 수 자료가 집계 또는 공개되지 않은 경우 등이 있다. 본 연구는 분석을 위해 한국개발연구원(KDI)이 예비타당성조사를 수행하고 현재 사업이 완료된 동일한 유형의 문화·관광시설 가운데 신뢰할 수 있는 경로를 통해 실제 방문객 수 자료를 얻을 수 있는 사례를 선정하였는데 이러한 조건에 잘 부합하는 사례는 국립과학관이었다. 특히 본 연구에서 국립과학관을 분석 사례로 선정한 가장 큰 이유는 국립과학관의 경우 기준시설과의 유사성이 매우 높기 때문에 이로 인한 오차를 어느 정도 배제할 수 있기 때문이다. 중력모형을 이용하여 수요를 추정할 때 기준시설의 선택에 따라 그 결과는 크게 달라질 수 있어 평가대상 시설과의 높은 유사성이 요구됨에도 불구하고 적당한 사례를 찾지 못하는 경우 이러한 조건을 완화하여 적용하기도 한다. 그러나 예를 들어 동일한 '전시·관람 시설'이라 하더라도 그 내용에 따라 방문객 선호도나 방문 특성이 크게 달라질 수 있기 때문에 기준시설 선정에 따라라도 매우 큰 오차가 발생할 수 있다. 따라서 본 연구에서 다루고자 하는 연구문제를 제외한 나머지 부분에서의 오차 가능성을 최소화하기 위해 시설 간 유사도가 매우 높다고 판단되는 국내 5개 국립과학관을 분석사례로 선정하였다. 우리나라에 있는 국립과학관은 모두 동일 유형으로 서로 다른 5개 지역에 분포하고 있으며, 또한 국립과학관의 연간 방문객 수 자료가 한국관광공사 관광지식정보시스템을 통해 공개되고 있다.

2) 분석자료 및 방법

본 연구에서 실증적으로 분석하고자 하는 것은 내용상 크게 두 가지로 나뉜다. 첫째, 그동안 시행된 예비타당성조사에서 중력모형으로 추정된 결과들이 실제 어느 정도의 오차를 갖고 있는지를 분석하는 것이다. 중력모형에 의한 예측오차를 분석하는 것은 예측 정확도에 대한 문제를 인식하고 그 원인을 찾는 출발점이 된다. 따라서 본 연구에서 선정한 5개 국립과학관을 사례로 중력모형 예측치와 실제 방문객 수 자료를 이용하여 예측오차와 오차율을 계산하였다.

두 번째는 중력모형에서 예측오차를 줄일 수 있는 개선 방안을 탐색하는 것이다. 구체적으로 5가지 문제에 대하여 분석하였는데 그 5가지 문제는 다음과 같다. 1) 중력모형을 이용한 예측에서는 대체효과가 반영되지 못한다는 문제점이 있다. 유사한 시설 도입으로 인해 방문객 감소가 나타나는지를 예측 시점에는 알 수 없지만 실제 자료를 확보한 시점에서는 이를 확인해 볼 수 있다. 따라서 신규시설 도입 후 대체효과로 인해 기존 시설 방문객이 감소하였는지를 확인해 보았다. 2) 기준시설과 평가시설 간 매력도의 차이를 시설의 규모만을 이용하여 반영하는 것은 오차유발 가능성이 높다. 동일한 유형의 시설에서 시설의 규모가 클수록 방문객 수가 많을 것이라고 보는 것도 일부 타당한 측면이 있을 수 있으나 시설규모로 인한 영향력은 생각보다 제한적일 수 있다. 그러므로 이들의 관계를 단순히 일대일 정비례 관계로 반영하게 되면 예측오차가 커질 수 있다. 이를 검증하고자 시설규모를 반영했을 때와 반영하지 않았을 때 예측오차가 얼마나 달라지는지를 비교하였다. 3) 중력모형에서 거리는 가장 중요한 설명변수이다(모수원, 2009). 앞의 식 (1)에서와 같이 타당성조사에 적용되는 중력모형에서는 잠재수요가 거리제곱에 반비례함을 가정하고 있다. 거리가 멀어질수록 방문수요는 감소하겠지만 거리 영향력의 크기를 반영함에 있어 거리변수의 지수값이 달라지면 실제 수요추정 결과에는 어떤 영향을 주는지도 파악해볼 필요가 있다. 중력모형을 이용하여 관광수요를 추정한 연구에서는 거리마찰계수 값이 모두 다르게 나타났는데 Keum(2010)의 연구 결과, 관광총량에서는 1.97, 아웃바운드 관광은 2.07, 인바운드 관광은 1.99로 약 2의 값이, 한상열(2006)의 연구에서는 1.89로 2 미만의 값이, 이주희·한상열(2004)의 연구에서는 약 2.66으로 2 이상의 값이

도출되었다. 이에 현재 사용되고 있는 거리영향력의 크기를 조정하면 결과가 어떻게 달라지는지를 분석하였다. 4) 예비타당성조사에서 중력모형 적용 시 지역에서 특정 시설까지의 거리를 나타내는 γ_i 에 대해 1미만의 값인 경우 이를 어떻게 처리할 것인지에 대한 문제가 있다. 많은 사례에서 γ_i 에 대해 표준화 거리값을 사용하고 있는데 시설이 속한 지역이나 인접지역으로부터의 거리는 표준화 거리로 환산하면 1 미만의 값이 도출되므로 이를 그대로 적용하게 되면 지역인구보다 잠재수요가 더 커지게 된다. 예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 문화·관광 부문 연구(2021)에서는 표준화 거리 대신 이동시간을 적용할 것을 권고하고 있는데 이동 시간 역시 시설이 속한 지역 또는 인접지역에서는 1 미만의 값을 갖게 된다. 표준화거리 또는 시간이 1 미만의 값을 갖는 경우 그 값을 1로 적용하는 사례가 많지만 예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 문화·관광 부문 연구(2021)에서는 근거리 방문객의 중복방문 가능성을 고려하여 1 미만의 값을 그대로 사용하는 것이 적절하다는 의견을 갖고 있다. 그러나 1 미만의 모든 값을 허용하는 것은 경우에 따라 매우 큰 오차를 유발할 수 있다. 이에 본 연구에서는 γ_i 에 1 미만의 값을 사용하는 경우에 있어 제한된 범위의 값을 적용하여 분석하였다. 5) 거리 외에 지역인구도 중력모형에서 기본이 되는 변수이다. 지역인구 규모는 잠재수요 산출의 바탕이 되는데 인구자료는 지역 단위로 신뢰할 수 있는 자료를 쉽게 얻을 수 있다는 장점이 있다. 일반적으로 중력모형에서 잠재수요 산출을 위해 사용되는 인구규모는 지역별 전체 인구를 사용한다. 그러나 지역 전체 인구 외에도 시설 특성에 따라 방문객 수요와 좀 더 직접적 관련이 있을 수 있는 경제활동 인구나 연령별 인구 등 보다 세분화된 인구자료를 적용해 보는 것도 고려해볼 수 있다. 따라서 잠재인구 추정 시 해당 시설의 특징을 반영하여 전체 인구가 아닌 목표시장 인구를 반영하는 것이 추정결과에 어떤 영향을 주는지도 검증해 보았다. 분석방법은 5개 국립과학관을 대상으로 중력모형을 적용하되 분석시점과 예측시점을 모든 사례에 대해 동일하게 하고, 기존 예비타당성조사에서는 계획상태였던 시설규모와 예측치였던 인구자료에 대해 실측 자료를 반영하여 재분석하는 것이다. 예측시점은 각 시설별 가장 최근의 실제 방문객 수 자료를 확보할 수 있는 2019년으로 하였고, 분석시점은 공공사업 공사기간을 고려하여 2013년으로 하였다. 이를 기초로 앞서 언급한 5가지 문제들을 각각 적용하여 반복계산하고 개선 가능성 여부에 대해서는 예측오차 비교를 통해 평가하였다.

IV. 분석 결과

1. 중력모형의 예측오차

1) 중력모형 예측치와 실제 방문객 수

연구사례로 선정한 5개 국립과학관은 국립중앙과학관, 국립과천과학관, 국립광주과학관, 국립대구과학관, 그리고 국립부산과학관이다. 이 5개 과학관은 그 성격이 매우 유사하여 이 중 하나를 중력모형 적용을 위한 기준시설로 선택함에 무리가 없다고 할 수 있다. 한국개발연구원(KDI)에서 수행한 국립과천과학관, 국립광주과학관, 국립대구과학관, 국립부산과학관의 예비타당성조사에서도 모두 중력모형을 이용한 방문객 수요 추정 시 기준시설로 국립중앙과학관을 사용하였다.

(1) 국립중앙과학관(기준시설)

기준시설인 국립중앙과학관은 대전광역시 유성구에 위치하고 있으며, 1927년 설립된 우리나라 최초의 과학관으로 1990년 서울에서 대전광역시로 이전 개관하였다. 지난 10여 년 동안의 국립중앙과학관의 방문객 수 추이를 보면, 2011년 이후 뚜렷한 증가 추세 없이 증감이 반복되어 나타나고 있는데 2017년 방문객 수가 가장 많았다.

Table 1. Actual Number of Visitors to the National Science Museum (in Daejeon)

Year	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Actual Number of Visitors	616,423	862,761	1,210,140	1,295,963	1,151,131	1,082,787
Year	2015	2016	2017	2018	2019	
Actual Number of Visitors	1,214,476	1,308,539	1,529,941	1,518,980	1,377,240	

Source: Tourism Knowledge & Information System

(2) 국립과천과학관

경기도 과천시에 위치한 국립과천과학관은 2008년 11월 개관하였다. 2001년 예비타당성 조사보고서(KDI, 2001)에서는 국립서울과학관이라는 명칭으로 중력모형을 이용하여 국립과천과학관의 수요를 추정하였는데, 동보고서에서 예상한 방문객 수와 개관 이후 실제 방문객 수는 아래 <Table 2>와 같다. 실제 연간 방문객 수 자료가 집계된 첫 해인 2009년을 기준으로 예상 방문객 수와 실제 방문객 수를 비교해 보면, 2009년 예상 방문객 수는 1,809,000명이지만 실제 방문객 수는 1,080,088명으로 오차는 매우 크게 나타나고 있다. 단, 2009년 이후 방문객 수가 꾸준히 증가하여 2014년에는 2009년 예측치와의 오차가 상당히 좁혀졌으나 이후 증가 추세는 나타나지 않았으며 2014년 대비 방문객 수는 다소 감소하고 있다.

Table 2. Predicted and Actual Number of Visitors to the Gwacheon National Science Museum

Year	2007		2008		2009	
Predicted Number of Visitors	1,779,000		1,794,000		1,809,000	
Year	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Actual Number of Visitors	1,080,088	1,320,654	1,356,164	1,365,832	1,521,357	1,605,634
Year	2015	2016	2017	2018	2019	
Actual Number of Visitors	1,321,678	1,192,927	1,448,113	1,214,059	1,113,891	

Sources: 1. Preliminary Feasibility Study Report (KDI, 2001)
2. Tourism Knowledge & Information System

(3) 국립광주과학관

광주광역시 북구에 위치한 국립광주과학관은 2013년 10월 개관하였다. 2006년 예비타당성조사보고서(KDI, 2006)에서 중력모형을 이용하여 국립광주과학관의 수요를 추정한 결과인 예상 방문객 수와 개관 이후 실제 방문객 수는 아래 <Table 3>과 같다. 한국관광공사를 통해 공개된 실제 방문객 수 자료는 2016년 이후부터 집계되어 있어 다른 출처를 통해 얻은 2014~2015년 방문객 수를 추가하여 비교하였다. 이를 중력모형 예측치와 비교해 보면 2014년 이후 예상 방문객 수와 실제 방문객 수는 큰 차이가 있는

것으로 나타났다. 국립광주과학관의 실제 방문객 수가 예상 추정치보다 훨씬 많았으며 또한 해마다 증가하는 추세를 보이고 있다.

Table 3. Predicted and Actual Number of Visitors to the Gwangju National Science Museum

Year	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Predicted Number of Visitors	331,669	330,412	329,093	327,705	326,259	324,762	323,229	321,679
Year	2014	2015	2016	2017	2018	2019		
Actual Number of Visitors	452,410	457,572	666,502	729,714	855,385	890,363		

Sources: 1. Preliminary Feasibility Study Report (KDI, 2006)
 2. Gwangju National Science Museum 2017 Business Plan (2016)
 3. Tourism Knowledge & Information System

(4) 국립대구과학관

대구광역시 달성군에 위치한 국립대구과학관의 정식 개관은 2013년 12월이었으며, 이후 매년 방문객 수를 집계하고 있다. 2008년 타당성조사 보고서(KDI, 2008)에서 중력모형을 이용하여 방문수요를 추정한 결과, 2012년 이후 예상 방문객 수는 아래 <Table 4>와 같다. 정식개관 이후 첫 해인 2014년을 기준으로 실제 방문객 수와 중력모형 예측치를 비교해 보면 그 오차는 크지 않은 것으로 나타났다. 그러나 2014년 이후 실제 방문객 수는 꾸준히 증가한 반면 중력모형에 의한 방문객 수 예측은 추계인구 자료를 기반으로 하기 때문에 관광수요 증가 추이까지는 반영하지 못한 것으로 보인다.

Table 4. Predicted and Actual Number of Visitors to the Daegu National Science Museum

Year	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Predicted Number of Visitors	638,322	636,954	635,435	633,751	631,910	629,935	627,844	625,672
Year	2014	2015	2016	2017	2018	2019		
Actual Number of Visitors	619,084	673,775	849,276	612,399	808,057	873,127		

Sources: 1. Feasibility Study Report (KDI, 2008)
 2. Tourism Knowledge & Information System

(5) 국립부산과학관

부산광역시 기장군에 위치한 국립부산과학관은 2015년 12월 개관하였으며, 2016년부터 방문객 수 자료를 집계하였다. 아래 <Table 5>는 2010년 예비타당성조사 보고서(KDI, 2010)에서 중력모형을 이용하여 추정한 예상 방문객 수와 실제 방문객 수를 비교한 것이다. 2015년의 예상 방문객 수는 528,180명으로 추정된 반면 2016년 실제 방문객 수는 2015년의 예상 방문객 수보다 훨씬 더 많은 것으로 나타났다. 이 사례의 경우 예상 방문객 수의 기준 연도(2015년)와 실제 자료의 연도가 일치하지 않고 최소 1년의 시차가 있다. 그러나 중력모형을 이용하여 연도별 수요예측을 하는 경우에는 연도별 추계인구 자료를

기반으로 하기 때문에 그 시차로 인해 발생하는 예측치의 변화 정도는 미미한 수준이라고 할 수 있기 때문에 2015년 예상 방문객 수와 2016년의 실측치를 직접 비교하는 것에 무리가 없다.¹⁾ 그러므로 국립부산과학관의 경우 중력모형에 의한 예상 방문객 수는 실제 방문객 수에 비해 큰 폭으로 과소추정되었음을 알 수 있다.

Table 5. Predicted and Actual Number of Visitors to the Busan National Science Museum

Year	2015			
Predicted Number of Visitors	528,180			
Year	2016	2017	2018	2019
Actual Number of Visitors	936,583	908,553	1,066,814	984,812

Sources: 1. Preliminary Feasibility Study Report (KDI, 2010)
2. Tourism Knowledge & Information System

2) 예측오차

앞서 제시한 사례의 예측값들은 모두 동일한 기준시설(국립중앙과학관)을 사용하여 분석된 결과이다. 이를 토대로 4개 국립과학관의 예측오차 및 오차율을 계산하였다. 오차율은 실제 방문객 수에서 중력모형에 의한 예측치를 뺀 후, 이를 다시 실제 방문객 수로 나누었고, 여기에 100을 곱하여 퍼센트로 나타내었으며 과소추정인지 과대추정인지를 파악하기 위해 절대값을 사용하지 않았다. 먼저 <Table 6>은 과학관 개관 이후 첫 해 방문객 수를 기준으로 예측오차를 계산한 결과인데, 국립과천과학관의 예측오차는 -728,912명(-67.5%), 국립광주과학관의 예측오차는 123,317명(27.3%), 국립대구과학관의 예측오차는 -16,351명(-2.6%), 국립부산과학관의 예측오차는 408,403명(43.6%)이다. 오차율이 사례별로 매우 큰 차이가 있는 것으로 나타났는데 음의 부호를 갖는 것은 실제 방문객 수가 예측치보다 적음을 의미한다.

한편 과학관 개관 이후 방문객이 가장 많은 해를 기준으로 예측오차를 계산해 보면 예측오차가 달라진다. 중력모형을 이용한 수요예측에서는 일반적으로 해당 연도별 인구 수 자료를 이용하기 때문에 인구수에 큰 변동이 없는 한 연도별 예측치에도 큰 변화는 없다. 그런데 만일 실제 방문객 수가 뚜렷한 증가 추이를 갖는다면 이 경우 예측오차는 점점 더 커지게 된다. 개관 직후의 예측치가 실제 방문객 수보다 월등히 크게 추정되었던 과천과학관의 경우에는 방문객 수가 점차 증가함에 따라 예측오차가 시간이 지나면서 줄어든 반면, 개관 첫 해 예측오차가 크지 않았던 대구나 과소추정되었던 광주는 이후 방문객 수가 뚜렷하게 증가하면서 예측오차가 점차 커지게 되었다. 즉, 중력모형에 의한 예측에는 인구변화 외 다른 요인에 의한 수요변화는 반영되지 않는다. 실무적으로 목표로 하는 예측 정확도의 평가 기준은 최소, 최대 혹은 특정 기간 평균 방문객 수 등 다를 수 있지만 만일 예측의 목적이 예상방문객 수에 따른 시설규모를 결정하는 경우라면 추가적인 분석을 통해 방문객의 장기적인 변화 추이를 반영하는 것이 예측오차를 줄일 수 있는 방법일 것이다.

1) 실제 통계청에서 제공하는 추계인구(중위 추계) 자료는 매년 증가율이 감소하고 있는 추세로 2016년에는 0.398%, 2018년 이후에는 0.2% 미만이며, 2010년부터 2020년까지 평균 증가율은 0.441%이다.

Table 6. National Science Museums' Forecasting Errors

Based on First-Year Visitor Numbers			Based on Maximum Visitor Numbers		
	Error	% Error		Error	% Error
Gwacheon (2009)	-728,912	-67.5%	Gwacheon (2014)	-203,366	-12.7%
Gwangju (2014)	123,317	27.3%	Gwangju (2019)	568,684	63.9%
Daegu (2014)	-16,351	-2.6%	Daegu (2019)	247,455	28.3%
Busan (2016)	408,403	43.6%	Busan (2018)	538,634	50.5%

- Notes: 1. The value within the parentheses represents the base year for actual values.
 2. The predicted value in the Preliminary Feasibility Study Report for the Busan Science Museum is for the year 2015.
 3. The error calculated based on the maximum number of visitors is determined by the highest values of both actual and predicted figures. The predicted values are based on 2009 for Gwacheon, 2015 for Busan, and 2019 for both Daegu and Gwangju.

2. 중력모형의 예측 정확도 개선을 위한 방안

본 연구는 공공사업의 타당성조사에서 중력모형의 예측 정확도를 개선할 수 있는 방안을 강구하기 위해 중력모형과 관련하여 예측오차 개선에 기여할 가능성이 있는 문제 5가지를 선정하였다. 구체적으로는 대체효과 문제, 시설 매력도 반영 문제, 거리 영향력의 크기, 1 미만의 표준화 거리값 적용 문제, 세분화된 인구자료 이용에 관한 것이다. 이 문제들을 분석하기 위해 먼저 기존 예비타당성조사에서와 마찬가지로 5개 국립과학관 가운데 가장 먼저 설립된 국립중앙과학관을 본 연구에서도 기준시설로 선정하고 나머지 4개 과학관의 방문수요를 추정하였다. 계산 과정에서 기준시설과 평가시설 간 거리는 제주를 제외한 16개 시도 각 지역의 시청 또는 도청을 기준으로 기준시설까지의 거리를 산정하였으며, 기준시설의 이용률 계산 시 2013년을 기준으로 과거 5년 평균 방문객 수를 이용하였고, 표준화 거리 1 미만의 지역에는 1의 값을 적용하였다. 또한 시설의 매력도는 타당성조사에서 일반적으로 적용되는 방식대로 시설규모(건축연면적)를 사용하였다. 이렇게 추정된 2019년 예측값과 2019년 실제 방문객 수를 비교한 결과는 다음 <Table 7>과 같다. 국립과천과학관의 경우 오차율이 가장 컸으며, 실제값이 예측값에 크게 미치지 못하는 것으로 나타났다. 나머지 3개 과학관의 경우 예측값이 실제값보다 작아 과소추정되었는데 오차율은 약 20%~50%대에 이른다. 앞서 언급한 5가지 문제 중 대체효과를 제외한 나머지 문제들에 대해서는 이 결과를 기초로 분석을 하였다.

Table 7. Results of Reanalysis Incorporating Updated Data (2019)

	Predicted Value (2019)	Actual Value (2019)	Error	% Error
Gwacheon	3,970,076	1,113,891	-2,856,185	-256.42
Gwangju	413,348	890,363	477,015	53.58
Daegu	666,651	873,127	206,476	23.65
Busan	664,361	984,812	320,451	32.54

1) 대체효과

타당성조사의 수요예측 대상은 신규로 도입되는 시설이므로 기존 유사시설에 대하여 대체재가 될 수 있다. 중력모형은 가장 유사한 시설을 기준시설로 정해 이용율을 계산하고 이를 평가시설에 그대로 적용하는 것인데 신규시설이 도입되면 기준시설로 사용된 유사시설과는 경쟁관계가 된다. 만일 신규시설 도입

후 방문자의 선택대안이 증가하여 대체효과가 나타난다면 기존시설의 이용율은 감소하게 되므로 이를 간과하는 경우 수요는 과대추정될 우려가 있다. 이 때문에 「피겨/쇼트트랙 경기장 건립사업 타당성 재조사 보고서」(KDI, 2008)와 같은 사례에서는 이러한 대체관계에 따라 실제 수요가 분석결과보다 적게 나타날 수 있음을 분석의 한계로 지적하고 있다. 만일 새로 도입되는 시설이 기존시설과 거리가 가깝거나 원거리 방문객이 많은 시설일 경우라면 신규시설의 위치에 따라 대체 효과는 더욱 크게 나타날 수 있다. 따라서 방문객의 선택대안 증가로 인한 대체효과가 존재하는지를 실제 자료를 통해 파악해 보고 만일 대체효과가 존재한다면 이를 분석에 적절히 반영할 필요가 있다.

연구사례인 국립과학관은 그 성격이 매우 유사하고, 시설의 규모 면에서도 외지 방문객을 유인할 수 있을 정도로 유인력이 큰 시설이므로 신규시설 도입에 의한 대체효과가 발생할 가능성이 있다. 하지만 각각 다른 도시에 위치하고 있어 대체효과가 미미할 가능성 또한 존재한다. 따라서 유사성은 높지만 각각 다른 지역에 위치한 5개 국립과학관의 경우 신규 과학관 개관 이후 어떠한 변화가 나타났는지, 즉 대체효과로 보이는 방문객 수 변화가 있었는지를 검토해 보았다.

우리나라 5대 국립과학관 가운데 가장 늦게 개관한 국립부산과학관은 2015년 12월에 개관하였다. 만일 국립과학관 간에 대체효과가 있다면 2016년 이후 다른 국립과학관의 방문객 수는 어느 정도 감소하거나 증가추세가 둔화되었을 수 있다. 따라서 2016년을 기점으로 나머지 국립과학관의 실제 방문객 수 자료를 비교해 보았다. <Table 8>을 보면, 2016년에는 과천을 제외한 대전, 광주, 대구 지역의 국립과학관은 전년 대비 방문객 수가 증가한 것으로 나타났다. 대구의 경우 2017년에 방문객의 일시적 감소가 있었으나 이듬해 바로 회복세를 보였고, 국립과천과학관의 경우에는 2016년에 방문객 수가 전년 대비 약 9.7% 정도 감소하였지만 2017년에는 다시 2015년 수준 이상으로 회복한 것으로 나타났다. 또한 2016년부터 2019년까지 4년간의 평균 방문객 수를 계산해 보면 과천을 제외한 나머지 세 과학관에서 2015년 대비 방문객 수가 증가한 것으로 나타났다. 2016년 방문객이 감소한 과천과학관의 경우에는 2014년 이후 방문객 수가 감소추세에 있었고, 이후 등락이 반복되고 있는 양상을 보이고 있어 방문객 수 변화에 뚜렷한 특징이 나타나지 않고 있다. 더불어 부산과학관과의 거리를 고려하면 2016년 과천과학관의 방문객 감소가 대체효과에 의한 것이라고 판단하기는 어렵다.

결론적으로, 5개 국립과학관 사례의 경우 그 성격이 매우 유사하며 수학여행 등 원거리 방문객이 비교적 많은 시설이지만 신규시설 도입 후 방문객 감소를 유발할 수준의 뚜렷한 대체효과는 나타나지 않고 있다. 만일 실제로는 어느 정도의 대체효과가 존재하는데 방문객 수요증가 추이로 인해 이러한 대체효과가 상쇄되어 겉으로 드러나 보이지 않는 것일 뿐이라 하더라도 중력모형에 의한 수요추정에서 대체효과 문제는 대체효과가 실질적 방문객 감소를 유발하여 예측오차가 커질 때 발생하는 것이다. 그러므로 유사시설 도입으로 인한 방문객 감소가 표면적으로 나타나지 않는다면 중력모형에서 대체효과에 의한 과대추정은 우려하지 않을 수 있다. 단, 시설 간 거리가 가까운 경우, 특히 동일 시·군 또는 당일관광권에 포함되는 경우라면 대체효과에 의한 방문객 감소를 고려하지 않을 수 없다.

Table 8. Visitor Numbers at Other National Science Museums Before and After the Opening of the Busan National Science Museum

Year	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Average (2016~2019)
Daejeon	1,082,787	1,214,476	1,308,539	1,529,941	1,518,980	1,377,240	1,433,675
Gwacheon	1,605,634	1,321,678	1,192,927	1,448,113	1,214,059	1,113,891	1,242,248
Gwangju	452,410	457,572	666,502	729,714	855,385	890,363	785,491
Daegu	619,084	673,775	849,276	612,399	808,057	873,127	785,715

Source: Tourism Knowledge & Information System

2) 시설규모에 의한 매력도 반영

앞서 <Table 7>에서 4개 국립과학관의 재분석 결과를 보면 중력모형에 의한 예측값은 실제값과 큰 차이를 보이고 있는 것으로 나타났는데, 특히 국립과천과학관의 오차가 매우 커 실제 방문객 수는 예측값의 1/3 수준에도 미치지 못하고 있다. 그 원인을 파악하기 위하여 분석과정을 면밀히 검토해 본 결과, 이같이 큰 오차를 유발하게 된 가장 큰 원인으로 시설매력도 산정 방식을 꼽을 수 있었다. 과천과학관의 경우 기준시설이 된 중앙과학관에 비해 시설규모(연면적)가 두 배가량 크기 때문에 방문객 수가 그에 비례하여 많이 예측된 것이다. 반면 나머지 지역의 과학관은 기준시설에 비해 시설규모가 작기 때문에 그만큼 예측값이 작아지게 되었다. 예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 문화·관광 부문 연구(2021)에서도 매력도 산정을 위해 다양한 방법이 검토되어야 함을 지적하였으나, 매력도 산정을 위한 다른 시도였던 회귀분석과 AHP분석의 한계로 인해 시설 규모가 직접적으로 시설의 수요증가와 연결되는 시설에 대해서는 시설규모를 우선 적용할 것을 권고하고 있다. 이러한 기준 자체가 판단하기 매우 모호한 면이 있지만, 과학관의 사례는 일반적으로 시설규모(건축연면적)가 전시체험관의 다양한 볼거리, 체험거리와 관련이 있다고 판단하기 쉬운 경우이다. 그러나 시설규모비를 시설 매력도로 적용한 결과 이와 같이 큰 오차가 발생하였다.

이러한 결과를 토대로 시설규모를 반영하는 것이 오히려 예측오차를 더 크게 할 수 있다는 가정 하에 시설규모비를 전혀 반영하지 않고 다시 계산을 하였다. 시설규모비를 반영하지 않았다는 것은 기준시설과 평가시설의 매력도가 동일한 것으로 본다는 것을 의미이다. 시설규모를 반영하지 않고 재계산한 결과인 <Table 9>를 <Table 7>과 비교해 본 결과, 모든 사례에서 예측오차는 상당부분 감소하였는데 특히 기준시설과 규모차이가 컸던 과천과학관의 오차 정도가 크게 낮아지게 되었다. 시설 매력도를 반영하지 않은 경우 예측오차가 낮아졌다는 것은 단순히 시설규모비만 이용하여 시설 매력도를 반영하는 것이 시설 매력도를 반영하지 않는 것보다 오히려 더 큰 오차를 유발할 수 있음을 의미한다. 만일 다른 모든 조건이 동일하다면 시설이 작은 것보다 큰 것이 더 매력적일 수 있지만 시설규모가 2배 크다고 방문객 수가 2배 많아진다는 것은 지나치게 단순화된 가정일 수 있다. 왜냐하면 방문객이 유사시설들을 놓고 대안을 비교할 때에는 거리나 소요시간, 주변 여건 등 여러 가지 변수를 종합적으로 고려하기 때문에 시설 규모가 목적지 선택에서 차지하는 중요도는 높지 않을 수 있다. 더욱이 고려 대상이 되는 대체시설들이 모두 방문객이 요구하는 일정 수준 이상의 규모를 갖춘 경우라면 규모차에 대한 방문객의 민감도는 더욱 낮아질 수 있다. 따라서 중력모형의 정확도를 높이기 위해서는 방문수요가 시설규모에 따라 일대일로 정비례하도록 반영하는 것에 대해 우선적으로 수정할 필요가 있다.

Table 9. Forecasting Error without Considering Facility Size

	Predicted Value (2019)	Actual Value (2019)	Error	% Error
Gwacheon	2,176,594	1,113,891	-1,062,703	-95.40
Gwangju	590,796	890,363	299,567	33.65
Daegu	799,082	873,127	74,045	8.48
Busan	767,592	984,812	217,220	22.06

이러한 결과를 토대로 아래 이어지는 분석에서는 시설 매력도를 반영하지 않고 기준시설과 동일한 매력도를 가정한 후 분석하였다.

3) 거리 영향력의 크기

이번에는 거리 영향력의 크기에 대한 문제를 검토하였다. 타당성조사 시 일반적으로 적용되는 방식에서는 식 (1)과 같이 방문수요가 거리제곱에 반비례함을 가정하고 있다. 타당성조사가 아닌 일반적인 학술연구에서는 설문조사를 통해 거리 영향력의 크기를 실증적으로 분석한 경우도 있지만 그러한 연구결과를 다양한 유형의 문화·관광 시설에 일반화하여 사용하기는 어렵다. 왜냐하면 실제 물리적 거리가 수요에 미치는 영향력은 문화·관광시설의 유형이나 시설 유인력에 따라 다르게 나타날 수 있기 때문이다. 또한 동일한 유형의 시설이라 하더라도 교통 여건 등 접근성에 따라서도 물리적 거리의 영향력은 달라질 수 있으며, 시간이 지나 교통 여건이 달라지면 거리 영향력의 크기도 달라질 수 있다. 그렇다고 매번 각 사례별로 구체적인 거리 영향력 값을 추정하여 사용하는 것은 현실적으로 어렵기 때문에 일반적으로 중력모형을 이용한 타당성조사에서는 방문객 수가 거리제곱에 반비례함을 가정한다. 하지만 만일 거리에 의한 영향력을 달리 적용하게 되면 예측값에는 어떤 변화가 나타나는지도 검토해 볼 필요가 있다. 특히 과거에 비해 교통인프라가 많이 개선되고 접근시간이 단축되면서 물리적 거리에 의한 영향은 점차 줄어들 가능성도 있다. 문화·관광시설 유형별로 물리적 거리 영향력을 분석하는 것이 더 의미가 있겠지만 조건을 충족하는 다수 사례를 확보하는 것이 어렵기 때문에 여기서는 국립과학관 사례에 대해서만 거리 영향력의 크기를 다르게 하여 예측값의 변화를 살펴보았다. 거리 영향력의 크기는 설문조사를 통해 거리마찰계수를 추정한 선행연구(Keum, 2010; 한상열, 2006; 이주희·한상열, 2004) 결과를 참고하여 거리의 지수값을 현재 고정값으로 사용하고 있는 2를 중심으로 1부터 3까지 0.5씩 증가시키며 비교하였다.

아래 <Table 10>은 일반적인 적용 방식인 수요가 거리의 제곱에 반비례함을 가정한 것을 기준으로 거리변수의 지수 크기를 1~3까지 다르게 적용하여 본 결과인데 지역마다 오차율의 변화에는 차이가 있었다. 과천이나 광주는 거리변수의 지수값이 작을수록 오차가 줄어드는 반면 부산은 반대로 거리변수의 지수값이 클수록 오차가 줄어들었다. 이렇게 지역마다 다른 결과를 보이는 이유는 거리 영향력의 크기를 어떻게 설정하느냐에 따라 잠재인구 수와 기준시설 이용률이 달라지는데 이 둘의 변화가 상반되게 작용하기 때문에 어느 쪽의 영향을 더 많이 받는지에 따라 결과에 차이가 발생한다고 할 수 있다. 거리변수의 지수값이 커지면 원거리 잠재인구가 빠르게 감소하면서 기준시설의 전체 잠재인구가 작아지는데, 기준시설의 방문객 수는 실제 자료로 고정되어 있기 때문에 계산되는 기준시설 이용률이 커지게 된다. 그런데 과천과학관의 경우에는 거리 영향력을 높더라도 이에 큰 영향을 받지 않는 인접지역의 잠재인구가 매우 많아 전체 잠재인구가 적어지는 효과는 크지 않은 반면, 기준시설(중앙과학관)은 전체 잠재인구 감소가 상대적으로 크게 나타나 이용률의 계산결과도 크게 증가하게 되는데 그 증가된 이용률을 평가시설에 그대로 적용하게 되면 결과적으로 평가시설의 예상수요는 크게 증가하게 된다. 예를 들어 거리 영향력을 3으로 하였을 때 기준시설인 중앙과학관은 잠재인구가 35% 정도 감소하는데 반해 과천과학관은 약 6%만이 감소한다. 이와 같이 거리 영향력의 크기를 조정하게 되면 잠재인구와 기준시설 이용률도 같이 변하게 되어 명확한 결론을 내리기는 어렵다. 다만 이 과정에서 도출된 다른 시사점은 <Table 7>에서 타지역 과학관과 달리 과천과학관의 예측오차가 유독 컸던 이유 중 하나를 추가로 짐작할 수 있다는 것이다. 첫 번째 이유는 앞에서 분석한 바와 같이 시설규모를 이용한 시설매력도 반영 문제였으며, 두 번째는 과천과학관과 같이 인접지역의 잠재인구가 매우 큰 경우 기준시설 이용률 변화에 따라 예측결과가 크게 달라진다는 것에 주목할 수 있다. 이는 상대적으로 잠재인구 규모가 작은 기준시설의 이용률을 잠재인구 규모가 매우 큰 평가시설에 그대로 적용하는 것이 과연 타당한지에 대한 문제이다. 왜냐하면 잠재인구가 많은 수도권의 경우, 타지역보다 훨씬 더 다양한 문화·관광시설이 존재하고, 이들은 서로 경쟁관계일 가능성이 높기 때문에 동일한 유형의 시설임에도 불구하고 과천과학관의 이용률은 기준시설이 있는 대전보다 더 낮을 수 있다. 따라서 기준시설과 평가대상 시설이 서로 다른 지역에 속하고 잠재인구, 대체재 등 주변 여건이 상이하다면 기준시설의 이용률을 평가시설에 그대로 적용하는 것은 예측오차를 크게 만드는 한 원인이 될 수 있다.

Table 10. Forecasting Error by Exponential Values of the Distance(γ_i)

	$\gamma_i 3$		$\gamma_i 2.5$		$\gamma_i 2$		$\gamma_i 1.5$		$\gamma_i 1$	
	Error	% Error	Error	% Error	Error	% Error	Error	% Error	Error	% Error
Gwacheon	-2,044,525	-183.55	-1,535,701	-137.87	-1,062,703	-95.40	-650,466	-58.40	-318,555	-28.60
Gwangju	26,812	3.07	57,811	6.62	299,567	33.65	66752	7.65	27,163	3.11
Daegu	308,686	34.67	316,143	35.51	74,045	8.48	250,267	28.11	160,573	18.03
Busan	-10,034	-1.02	117,873	11.97	217,220	22.06	270,513	27.47	257,543	26.15

4) 표준화 거리에 1 미만의 값을 적용하는 문제

다음으로 식 (1)의 중력모형에서 γ_i 에 표준화 거리 또는 시간을 사용할 때, 시설이 속해 있는 해당지역 또는 인접지역에서 1 미만의 값이 나타나는 문제가 있다. 대부분의 예비타당성조사 사례에서는 제주도를 제외한 전국 16개 시도에서 평가시설까지의 거리를 산정한 후 이를 표준화 거리로 환산하여 잠재인구를 계산하는 것이 일반적이다. 이 때 시설이 속한 해당지역이나 인접지역의 경우에는 실제 거리를 표준화 거리로 환산하게 되면 1 미만의 값이 나오게 되므로 그 지역의 잠재인구가 지역 전체인구보다 많아지게 된다. 근거리지역의 중복방문 가능성을 염두에 두고 γ_i 에 대해 1 미만의 값을 그대로 적용하는 것이 적절하다는 의견도 있으나(KDI, 2021) 기준시설이나 평가시설이 거리 측정지점에서 매우 가까운 경우에는 표준화 거리값 또한 매우 낮아져 이를 그대로 적용하게 되면 잠재인구 수는 큰 폭으로 증가하게 된다. 가령 대전의 국립중앙과학관을 대전광역시청을 기준으로 거리를 측정한다고 할 때 과학관까지 거리는 약 4.3km 정도밖에 되지 않는다. 이를 70km로 나누어 표준화 거리로 환산하면 0.06이며, 대전시 잠재인구는 대전시 전체 인구의 265배가 된다. 따라서 아무리 근거리 지역의 중복방문을 고려하더라도 1 미만인 표준화 거리값을 그대로 적용하는 것은 경우에 따라 매우 큰 오차를 가져올 수 있다. 이 문제는 거리 대신 시간을 적용하여도 마찬가지이다. 물론 문화·관광시설의 경우 거리가 가까울수록 중복방문 가능성도 높아진다고 할 수 있다. 하지만 일반적으로 중복방문이 높은 도서관 등 일부 시설을 제외하고 다른 문화·관광시설에 있어서는 연간 동일한 장소에 대한 방문횟수 증가는 제한적인 경우가 대부분이다. 따라서 중복방문 가능성을 열어두되, 그 범위를 제한하는 것이 더 적합하다고 할 수 있다.

〈Table 11〉은 표준화 거리가 1 미만으로 계산되는 근거리 지역의 표준화 거리값에 1을 적용한 경우와 중복방문을 고려하여 1 미만을 인정하되 시설이 속한 해당지역에 대해서만 0.8~0.9를 적용하여 계산한 결과이다. 근거리 지역이라 하더라도 행정구역상 다른 지역에 속하는 경우에는 심리적 거리를 반영하여 1 미만의 값도 1로 적용하였다.

분석 결과, 표준화 거리값을 1보다 작은 0.8~0.9 값을 적용하였더니 잠재수요는 커지고, 기준시설의 이용률은 작아지지만 결과적으로는 모든 과학관에서 예측값이 커지는 것으로 나타났다. 이에 따라 과천과학관을 제외한 나머지 3개 과학관에서는 오차율이 감소하였다. 과천의 경우 중력모형에 의한 예측치가 다른 3개 과학관과 달리 과대추정되었기 때문에 표준화 거리값을 1보다 작게 적용하여 예상 방문객 수가 더 늘어남에 따라 오차율이 커질 수밖에 없다. 반면 나머지 3개 과학관은 기존 방식을 사용했을 때 예측치가 과소추정되었기 때문에 1 미만의 표준화 거리값을 적용함에 따라 예상 방문객 수가 증가하여 오차율이 감소하였다. 하지만 보다 정확한 결론을 위해서는 시설 유형별로 내지인과 외지인의 재방문 특성 차이를 구체적으로 분석하여 이를 반영하는 것이 필요할 것이다.

Table 11. Forecasting Error by Standardized Distance Values of 1 or Less

	$\gamma_i=1$		$\gamma_i=0.9$		$\gamma_i=0.8$	
	Error	% Error	Error	% Error	Error	% Error
Gwacheon	-1,062,703	-95.40	-1,171,154	-105.14	-1,313,807	-117.95
Gwangju	299,567	33.65	289,297	32.49	275,789	30.97
Daegu	74,045	8.48	53,155	6.09	25,678	2.94
Busan	217,220	22.06	179,561	18.23	130,027	13.20

Note: In the case of Gwacheon National Science Museum, the designated region is Seoul instead of Gyeonggi Province.

5) 세분화된 인구 자료의 이용

마지막은 각 지역 인구에 어떤 자료를 이용할 것이냐 하는 문제이다. 일반적으로는 지역의 전체 인구자료를 이용하지만 방문수요의 특성을 고려한 인구자료를 사용하는 것도 고려해 볼 수 있다. 이에 각 지역의 전체인구 대신 경제활동인구 및 과학관의 이용률이 높은 아동청소년과 그 보호자의 주연령대가 속한 50세 미만 인구자료를 사용하는 경우에 대해 검토해 보았다. <Table 12>를 보면, 어떤 인구자료를 사용하는냐에 따라 예측결과에도 차이가 발생하는데 경제활동인구를 사용한 경우 전체 인구자료를 사용했을 때보다 예측값은 다소 증가하였고, 특정 연령대인 50세 미만 인구자료를 사용하였을 때에는 예측값이 감소하는 결과가 나타났다. 이에 따라 지나치게 과대추정되었던 과전은 50세 미만 인구자료를 사용했을 때 오차가 줄어들었고, 과소추정되었던 나머지 세 지역 과학관은 경제활동인구자료를 사용했을 때 오차가 줄어들었다. 물론 어떤 자료가 더 적합한지는 사례에 따라 다를 수 있다. 하지만 이러한 결과는 획일적인 자료 사용에서 벗어나 좀 더 다양한 시도가 가능하다는 것을 보여 준다. 즉, 사용하는 인구자료에 따라 예측 결과가 달라질 수 있으므로 평가대상에 따라 잠재시장의 특성을 더 잘 나타내줄 수 있는 인구자료를 사용하는 것도 고려해 볼 만하다.

Table 12. Forecasting Error by Type of Population Data

	Total Population		Labor force		Population Under 50 years old	
	Error	% Error	Error	% Error	Error	% Error
Gwacheon	-1,062,703	-95.40	-1,215,853	-109.15	-887,879	-79.71
Gwangju	299,567	33.65	267,074	30.00	375,765	42.20
Daegu	74,045	8.48	39,243	4.49	179,303	20.54
Busan	217,220	22.06	191,049	19.40	321,491	32.64

V. 결론

중력모형은 시계열 자료를 이용한 정량적 수요예측이 불가능한 신규 시설의 수요 추정에도 적용이 가능하여 그동안 타당성조사에서 많이 활용되어 왔다. 일반적으로 문화·관광부문 타당성조사에 사용되는 중력모형은 기본 중력모형에서 다소 수정된 형태로 적용이 편리한 만큼 큰 오차를 유발할 가능성도 높다. 이에 본 연구는 실무적 활용도가 높은 중력모형의 기존 적용방식에서 발생하는 예측오차가 어느 정도나

되는지를 평가하고, 예측 정확도를 높일 수 있는 방안을 모색하고자 하였다. 이를 위하여 우리나라 5대 국립과학관을 사례로 예측오차를 분석하고 오차 유발 가능성이 높은 요인을 찾아 다음과 같은 시사점을 도출하였다.

첫째, 5개 국립과학관은 규모의 차이가 있기는 하나 거의 동일한 시설이라고 볼 수 있으며 수학여행객 등 원거리 방문객이 많은 국립과학관의 특성상 대체효과가 발생할 가능성도 있으나 신규 시설 도입으로 인한 기존 시설의 방문객 수 감소효과는 뚜렷하게 나타나지 않았다. 국립과학관이 각기 다른 광역시에 위치하고 있다는 점을 고려할 때 기준시설과 평가시설이 동일 지역 및 그와 유사한 수준의 근거리에 위치한 경우가 아니라면 중력모형에서 대체효과에 의한 과대추정은 크게 우려할 만한 수준이 아니라고 할 수 있겠다. 물론 일반화를 위해서는 더 많은 사례연구가 필요하며 근거리 내 유사시설 간에는 여전히 대체효과를 간과한 과대추정을 경계해야 한다.

둘째, 시설규모비를 이용하여 시설 매력도를 반영하는 것은 매우 큰 예측오차를 유발할 수 있다. 특히, 기준시설과 평가시설의 시설규모 차이가 큰 경우에는 두 시설의 유사성이 높다 하더라도 예측오차는 매우 커질 수 있다. 이에 본 연구에서는 시설규모 차를 아예 반영하지 않고 재계산하였고 그 결과, 모든 사례에서 예측오차는 상당부분 감소하는 것으로 나타났다. 시설 간 매력도 차이를 적절히 반영할 수 있는 지표를 만드는 것이 이 문제를 근본적으로 해결하기 위한 방안이 되겠지만 이러한 방법이 실무적인 편의성을 낮아지게 하는 등의 현실적 제약이 따른다면 최소한 방문수요가 시설규모에 일대일로 증가하지는 않도록 해야 한다. 다른 조건이 동일할 때 시설규모가 방문수요에 미치는 영향은 방문객이 여러 대체 목적지 가운데 하나를 선택할 때 고려하는 다양한 요소 가운데 시설의 규모가 차지하는 중요도가 얼마나 되는지에 따라 달라질 것이다. 만일 국립과학관을 방문하고자 하는 방문객이 각각 다른 지역에 위치한 5개의 국립과학관을 유사시설로 인식한다면 비용, 보완재 등이 우선적으로 고려되는 변수가 되어 이동거리나 소요시간, 주변 시설에 따라 목적지를 선택할 가능성이 높고, 반대로 과학관별 전시물의 차이로 이들을 각각 차별화된 시설로 인식하는 경우라면 시설 규모의 중요도는 더 낮아질 것이다. 따라서 중력모형을 통한 관광수요예측에서 시설규모 변수를 제거하거나 그 영향력을 약화시키는 것만으로도 예측오차는 상당부분 줄어들 가능성이 높다.

셋째, 거리영향력의 크기에 어떤 값을 반영하느냐에 따라 잠재인구가 달라지고 이로 인해 기준시설의 방문을 계산결과도 달라지게 되는데 거리영향력이 커지면 잠재인구가 줄어드는 대신 기준시설 방문율이 커지게 된다. 이를 그대로 평가시설에 적용하게 되면 수도권처럼 해당지역 및 인접지역 인구밀집도가 큰 지역에서는 거리영향력이 커져 잠재인구가 줄어드는 효과보다 방문을 증가 효과가 커 예측값이 지나치게 커질 수 있다는 문제가 발생한다. 이는 기준시설과 평가시설의 잠재시장 특성 차이에 기인한 것인데, 해당지역 및 인접지역의 시장규모가 얼마나 큰가에 따라 기준시설이 위치한 지역과 평가시설이 위치한 지역은 대체재, 보완재 등 주변 여건 또한 다를 가능성이 높다. 따라서 기준시설과 평가시설의 지역 특성에 큰 차이가 있는 경우 오차발생 가능성도 그만큼 높아짐을 인식하여 지역 간 특성차를 면밀히 고려할 필요가 있다.

넷째, 해당지역 및 인접지역에서 표준화 거리값이 1 미만으로 계산되는 경우 이를 어떻게 처리하느냐에 따라 추정결과에는 큰 차이가 발생한다. 근거리 지역의 중복방문을 고려해 1 미만의 값을 인정하는 것도 어느 정도 타당한 주장이나 자칫 매우 큰 오차를 유발할 가능성이 높다. 따라서 해당지역에 한해 제한된 범위 내에서만 1 미만의 값을 인정하는 것이 예측정확도 개선에 더 바람직한 것으로 판단된다.

다섯째, 거리와 더불어 중요한 변수인 인구에 대해 어떤 자료를 이용할 것인지와 관련하여 좀 더 다양한 시도가 가능하다. 만일 잠재시장의 특성이 명확하다면 획일적인 전체 인구자료 사용에서 벗어나 여러 세분화된 인구자료 가운데 평가대상에 보다 적합한 자료를 사용하는 것을 고려해 볼 수 있다.

마지막으로, 중력모형에 의한 방문객 수 추정 시 시설의 위치는 고정되어 있기 때문에 각 시장으로부터의 거리는 시간이 지나도 변하지 않는 반면 인구 수는 해마다 달라질 수 있다. 중력모형에서는 일반적으로 추계인구 자료가 이용되므로 연도별 우리나라 인구변화에 따라 예측값도 조금씩 달라지는데 인구 변화량이 크지는 않으나 인구 감소 추세에 따라 예측값도 점차 감소하는 결과가 나타나게 된다. 만일 신규시설에

대한 수요예측이 하나의 시점이 아닌 일정 기간으로 이루어지게 되면 인구변화 외에 관광수요의 변화 추이를 반영하지 못하는 것 또한 오차를 커지게 하는 하나의 요인이 될 수 있다. 관광수요는 소득, 여가시간, 가치관의 변화 등 다양한 요인에 의해 장기적인 증가추세를 이어오고 있으며, 내국인 방문객 외에 외국인 방문객도 증가하고 있다. 따라서 특정 유형의 시설에서 뚜렷한 추세 변화가 예상되는 경우에는 예측값에 이러한 추세를 반영하는 것도 예측 오차를 감소시킬 수 있는 대안이 될 수 있을 것이다.

이와 같은 시사점이 실제 적용되기까지는 더 많은 사례연구가 추가적으로 필요할 수 있다. 그러나 공공부문 사업 타당성 분석 결과에 미치는 수요예측의 영향력과 중력모형의 활용도를 고려한다면 중력모형의 예측오차를 줄이기 위한 연구자들의 관심과 노력이 매우 중요하다고 생각한다. 예측오차를 줄이는 것은 분석결과의 신뢰도를 높이는 것이므로 본 연구의 결과는 문화·관광 부문사업의 타당성 분석 시 보다 정확한 정보를 가지고 정책적 의사결정을 하는 데 기여할 것으로 기대된다.

References

- 김사현(2020), *관광경제학* (개정 6판), 백산출판사
- 모수원(2009), “중력모형을 이용한 아웃바운드 관광수요의 추정”, *호텔관광연구*, 33, 137-144.
- 이주희·한상열(2004), “중력모형을 이용한 산악형 국립공원의 수요모형 개발”, *한국산림휴양학회지*, 8(1), 45-49.
- 한국개발연구원(2001), *국립서울과학관 건설 예비타당성조사보고서*
- 한국개발연구원(2006), *광주국립종합과학관 건설사업 예비타당성조사보고서*
- 한국개발연구원(2008), *피겨/쇼트트랙 경기장 건립사업 타당성조사보고서*
- 한국개발연구원(2008), *국립대구과학관 건립 지원사업 타당성조사보고서*
- 한국개발연구원(2010), *국립부산과학관 건립사업 예비타당성조사보고서*
- 한국개발연구원(2010), *국립현대미술관 서울관 건립사업 예비타당성조사보고서*
- 한국개발연구원(2011), *새마을운동 테마공원 조성사업 예비타당성조사보고서*
- 한국개발연구원(2014), *폐광지역 관광자원화 사업 예비타당성조사보고서*
- 한국개발연구원(2014), *레고랜드 코리아 기반시설(교량) 조성사업 예비타당성조사보고서*
- 한국개발연구원(2014), *국립아트센터 건립사업 예비타당성조사보고서*
- 한국개발연구원(2017), *청주해양과학관 건립사업 예비타당성조사보고서*
- 한국개발연구원(2021), *예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 문화·관광 부문 연구*
- 한상열(2006), “국립공원 탐방수요모형의 개발: 시간거리를 이용한 중력모형의 적용”, *한국산림휴양학회지*, 10(1), 13-19.
- Khadaroo, J. and B. Seetanah (2008), “The Role of Transport Infrastructure in International Tourism Development: A Gravity Model Approach”, *Tourism Management*, 29, 831-840.
- Keum, K. (2010), “Tourism Flows and Trade Theory: A Panel Data Analysis with the Gravity Model”, *The Annals of Regional Science*, 44, 541-557.
- Lorde, T., G. Li and D. Airey (2016), “Modeling Caribbean Tourism Demand: An Augmented Gravity Approach”, *Journal of Travel Research*, 55(7), 946-956.
- Morley, C., J. Rosselló and M. Santana-Gallego (2014), “Gravity Models for Tourism Demand: Theory and Use”, *Annals of Tourism Research*, 48, 1-10.
- Priego, F. J., J. Rosselló and M. Santana-Gallego (2015), “The Impact of Climate Change on Domestic Tourism: A Gravity Model for Spain”, *Regional Environmental Change*, 15, 291-300.