

지역 특성 및 월간 변화를 고려한 대하천 수변 친수지구 이용수요 예측

서명교·이동섭^{*†}

국토교통부 수자원정책국

*한국건설기술연구원 수자원·하천연구소

Forecasting for the Demand on Water Amenity Zones in the Large Rivers Based on Regional Characteristics and Monthly Variation

Myong-kyo Suh·Dong Sop Rhee^{*†}

Water Resources Policy Bureau, Ministry of Land, Infrastructure and Transport

^{*}Hydro Science and Engineering Research Institute, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

(Received: 19 October 2015, Revised: 19 November 2015, Accepted: 19 November 2015)

요약

본 연구에서는 한강, 낙동강, 금강, 영산강, 섬진강 등을 중심으로 신규 조성된 친수지구에 대한 이용 현황 조사 방안을 제안하고, 조사 결과를 토대로 성장 곡선 모형을 이용하여 총 357개 지구에 대한 2014년 이용수요를 예측하였다. 또한 친수지구가 위치한 지방자치체의 인구밀도와 수계별로 위치한 인구 100만 이상 도시와 친수지구 사이의 거리에 의한 영향을 검토하였다. 각 친수지구별로 로지스틱 모형과 고펜퍼츠 모형으로 추정된 결과를 RMSE와 MAPE 적합도를 이용하여 선택하였으며, 분석 결과 2014년 친수지구 이용수요는 한강 수계와 충청북도에서 상대적으로 활성화 된 것으로 나타났다. 인구밀도의 영향은 금강 수계를 제외하고는 비교적 미미한 것으로 보이며, 친수지구 이용에 대해서는 대도시 영향이 나타나긴 하나, 마찬가지로 다른 수계에 비해 금강 수계에서 대도시 영향이 큰 것으로 나타났다.

핵심용어 : 친수지구, 이용수요, 성장곡선 모형

Abstract

It is suggested investigating method about the existing state of demand in this study. The total demand of 357 water amenity zones in 2014 is estimated based on the growth curve models. The effects of population density and distances between water amenity zones and metropolises populated over 1 million are investigated on each river system. The suitability like RMSE and MAPE of logistic and gompertz models are considered to select more suitable model for each water amenity zone. Demand for water amenity zones in 2014 is seemed to be rather high at Han Gang river system and Chungcheongbukdo after analyzing. The influence of population density is rarely effective except Geum Gang river system. The influence of metropolis on the demand for water amenity zones is higher at Geum Gang river system than others.

Key words : Water amenity zone, Demand, Growth curve model

1. 서론

하천 및 수변 습지는 생물서식처로서 중요한 기능을 하며, 생태 환경의 근간을 이루어 인근 주민의 친수 활동 기반을 구축하는데 매우 중요한 역할을 한다. 2000년대 이전 국내 하천은 하천과 수변 습지의 생태적 기능을 도외시 하고 치수 및 공학적 관점에서의 하천 기능을 강조하여 토지 이용이 대부분이 인공화 되었으며(Woo and Kim, 2000), 이로 인한 생태 환경의 변화로 인하여 하천 본연의 친수 기

능 활용이 제한되었다. 그러나 2000년대 후반 이래로 수변 습지로 대표되는 하천 홍수터를 활용하여 생태공원이나 체육시설 등과 같은 다양한 친수시설이 조성되고 있으며(Kim et al., 2011), 더불어 최근 4대강을 중심으로 수변 지역에 다양한 친수지구 조성되어 친수공간의 활용도가 급격히 증가하고 있다.

이러한 급격한 친수공간 활용 증가에도 불구하고 친수공간 이용에 대한 체계적인 조사가 이루어지지 않았으며, 일부 대도시 구간을 제외하고는 막연히 인공 시설 도입 활성화, 습지 보전·복원으로 대표되는 자연화 정도에 따라 친수지구 이용도가 활성화될 것으로 예상하고 있는 정도이다. 수변공원 형태로 4대강을 중심으로 신규 조성되거나 지정된 357개 친수지구에 대한 이용 예측의 중요성이 대내외적

[†] To whom correspondence should be addressed.
Hydro Science and Engineering Research Institute, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology
E-mail: dsrhee@kict.re.kr

으로 강조되고 있으며, 실제 친수지구 이용객(이용도)을 반영한 유지관리의 필요성이 점차 부각되고 있다. 따라서 4대강 중심의 신규 조성 친수지구 이용수요 및 이용 형태에 대한 정확한 예측은 특히 친수지구의 유지관리 및 국가하천의 유지·보수를 위한 의사결정의 기초 자료로 매우 중요할 뿐만 아니라 수변 지구 이용특성을 명확히 파악하여 생태 및 하천환경 측면을 관리하는데 유용하다. 하지만 아직 수변 친수지구는 이용 초기 단계로 이용도 예측을 위한 지속적인 자료 확보가 아직 미비하며, 국내에서는 수변지구 관련 연구는 대부분 생태 및 하천환경 관점에서의 수변 관리나(Lee and Kim, 2008; Kim et al., 2013; Ann et al., 2014) 수변지구 가치 추정에 대한 연구가 많이 이루어지고 있으며(Kim et al., 2009; Yoo et al., 2013), 이용자 관점에서 친수 공간에 대한 연구는 아직 부족한 상황이다.

본 연구에서는 4대강 친수지구의 이용수요 예측을 위하여 이용 현황에 대한 기본 조사방안을 제안하고, 이러한 조사방안에 근거하여 한강, 낙동강, 금강, 영산강, 섬진강 등 국가하천을 중심으로 신규 조성되거나 지정된 357개 친수 지구에 2014년 2월부터 12월까지 조사를 수행하여 기초 통계자료를 확보하고 이용수요가 어떻게 변화하는 지 알아보고자 하였다. 또한 분석을 위해 제시한 수요 예측 추정방안을 통하여 이용수요 예측에 대한 신뢰성을 제고하고 대하천 중심으로 신규 조성된 수변 친수지구 유지관리에 필요한 정보를 제공하고자 한다.

2. 연구방법

2.1 연구 대상

본 연구는 4대강 수변을 중심으로 신규 조성·지정된 총 357개의 친수 지구에 대한 이용수요를 대상으로 한다. 친수 지구의 총 면적은 169.55 km²이며, 각 수계별 현황은 Table 1과 같다.

Table 1. Present state of water amenity zones by the river system

River system	No. of zones	Total areas (km ²)
Han Gang	86	25.40
Nakdong Gang	115	77.90
Geum Gang	92	39.51
Youngsan Gang	47	23.60
Seomjin Gang	17	3.14
Sum	357	171.55

2.2 이용자 기초 조사

본 연구에서는 관광 수요에 대한 기존 연구를 참조하여(Frechting, 2001), 이용수요는 어떠한 지역에 대한 관광수요의 하위개념으로 이용 상품(본 연구에서는 친수지구나 친수시설 등)이나 이용서비스(본 연구에서는 친수지구와 관련하여 지자체 등에서 제공하는 서비스)에 대한 이용자

의 욕구 수준으로 정의하였다. 이러한 이용수요는 친수시설을 이용하는 이용자수 또는 친수지구를 방문하거나 친수지구를 이용하는 활동(지자체나 공공·민간단체에서 주최하는 행사 등을 포함)에 참여하기를 희망하는 사람의 수로 측정할 수 있다. 이용자수는 방문자수(number of visitors) 또는 총 방문회수(number of total visits)로 측정할 수 있는데 방문자수는 이용수요의 척도로 가장 단순한 측정단위로서 체재기간이나 체재장소에 관계없이 조사대상 지역을 방문한 사람의 수를 의미하고 우리나라의 관광통계는 대부분 이 기준을 따르고 있다. 총 방문회수는 방문자의 전체적인 수가 아닌 관광객이 방문하는 총 방문회수를 의미하며 조사 대상이 복수로 구성되는 경우에는 측정단위로 삼기에는 부적합한 것으로 알려져 있다(KCTPI, 2006). 따라서 본 연구에서도 방문자수를 이용수요의 기본 단위로 정의하였다.

친수지구의 지역적 분포가 불균일하고 규모나 설치된 주요 시설이 서로 상이하기 때문에 전체 357개 지구를 대상으로 1~5개의 지구를 1개 권역으로 묶어 오전 9시부터 2시간 간격으로 1일 5회 방문하여 이용자 수를 육안으로 계수하였다. 동시에 전체 357개 지구에서 설문통을 통하여 개인별 이용시간을 조사하였다. 계절적 변화를 고려하여 2개월에 1회씩 조사되 하계 기간에는 집중하여 연간 8회 조사하는 것으로 계획하였다(2월, 4월, 6월, 7월, 8월, 9월, 10월, 12월). 각 지구별 조사일은 매월 첫 번째 주와 마지막 주를 제외한 주에서 임의로 주중 1일, 주말 1일 포함 2일을 선택하여 시행하였다. 조사 대상은 친수지구 도보 및 자전거 이용자를 대상으로 하였으며, 측정 기준 시각에 해당 지구를 이용하는 이용자를 계수하여 기초 통계 자료인 일 가집계 자료를 구성하였다.

수요 예측 분석을 위한 일 가집계 자료는 지구별 조사가 두 시간 간격으로 이루어졌기 때문에, 조사 시각(예를 들어 오전 9시)에 조사된 이용자를 한 시간(오전 9시~10시) 동안 이용한 것으로 보고, 다음 조사 시점까지(오전 10시~11시) 이용자 수가 일정하다고 가정한 후 조사 시간대별로 이용자 수를 누적시켜 구성하였다.

2.3 수요 예측

2.3.1 이론적 배경

지난 수십 년간 많은 예측 방법들이 연구되어 왔지만, 어느 상황에서나 적용할 수 있는 일반적인 예측 방법은 존재하지 않는다고 할 수 있다. 수요 예측을 위해서 사용되는 방법들이 여러 연구자들에 의해서 개발되어 왔지만 각 예측기법은 기법마다 차이가 있으며, 예측하고자 하는 대상에 따라 개별 연구자가 적절한 예측기법을 선택해야 한다. 적절한 예측기법을 선택하기 위해서는 모형으로부터 예측되는 성과로부터 나타나는 예측모형의 적합성 외에 다른 여러 가지 요소들을 고려해야 한다. 각 예측기법마다 기법의 단순성, 복잡성, 정밀성 등이 다르게 나타나지만, 예측기법의 진보성이나 발전 정도, 복잡도가 예측 결과의 정확성을 보장하지 못하는 경우가 많다. 예측모형을 적용하고자 하는 문제의 복잡성, 예측기법에서 활용할 수 있는 과거 자료의

존재 유무, 예측 오차의 수용 여부와 수용 정도, 예측하고자 하는 대상 기간, 예측 결과의 실질적 유용성이 예측모형의 적합성이나 정밀도와 더불어 선택하고자 하는 예측모형의 종류를 결정하는데 큰 기여를 하게 된다(Lee, 2002).

예측을 위해 사용되는 주요 예측기법은 일반적으로 정성적 예측 방법(qualitative methods)과 정량적 예측 방법(quantitative methods)으로 구분할 수 있으며, 이 두 기법을 결합한 형태의 결합 기법도 가능하다. 정성적 예측 방법은 보통 분석에 사용할 수 있는 자료의 수가 적거나, 없는 경우, 혹은 자료의 신뢰성이 낮아 사용할 수 없는 경우에 이용된다. 정성적 예측 방법은 계량적인 자료를 통해 불확실성을 감소시키기 어려울 경우 유용하게 사용할 수 있다. 정성적 예측 방법은 직관에 의한 예측, 의견조사에 의한 예측, 유추에 의한 예측으로 구분이 가능하다. 일반적으로 질적 예측 방법은 정량적 예측 방법을 보완하여 예측의 전반적인 정확도를 향상시키는 역할을 하게 된다. 정량적인 예측 방법은 보통 시계열모형과 인과모형으로 구분할 수 있다. 두 방법 모두 기본적으로 과거 자료를 사용하여 미래를 예측하는 형식을 가지므로 과거의 변화 경향이 미래에 지속된다는 가정을 공통적으로 가진다. 시계열모형은 과거의 추세가 미래에도 지속될 것이라는 가정 하에 수요를 예측하며, 인과모형은 변동을 일으키는 변수를 모형에 설정하고 결과 분석을 통하여 각 개별 변수의 유의성을 파악하여 독립변수와 종속변수 간의 인과관계를 함수로 나타내어 수요를 예측하게 된다(KCTPI, 2006).

2.3.2 추세 분석

정량적 예측 방법 중 시계열 분석은 과거의 자료에 근거하여 수요를 예측하는 기법으로 추세분석법, 이동평균법, 지수평활법, ARIMA 모형 등이 많이 사용된다. 시계열 분석 방법 중 이동평균법은 본 연구와 같이 자료의 일간 변동이 큰 경우에는 부적절하며, 지수평활법은 최근 관측치가 미래 예측에 더 많은 영향을 준다는 가정 하에 적용하는 방법으로 지구별 이용 특성이 다를 경우 일관되게 적용하기 힘들다는 단점이 있고, ARIMA 모형의 경우에는 일 예측을 위해서 최소 50개 이상의 자료가 필요하므로 본 연구에서는 적용하기가 힘들다. 따라서 본 연구에서는 추세분석법을 고려하였다.

추세분석(trend curve analysis)은 기본적으로 시간 t 을 독립변수로 사용하며, 미래에도 과거 추세가 계속된다는 가정 하에 이용수요를 예측하는 방법으로, 선형과 비선형 시계열(time series) 모두 적용 가능하며, 실용적 측면에서 간편하고 신속하며, 단기 예측에 주로 이용하는 방법이다. 시간을 독립변수로 하는 추세분석법은 기본적으로 회귀함수의 형태를 가지면서 미래수요에 대해 다양한 함수형태 적용을 통해 예측하므로 결과해석에 주의하는 것이 필요한데, 본 연구에서는 선형이나 지수함수에 의한 추세 분석은 이용객을 과도하게 추정하며 3차 이상의 다항함수는 조사시간 이후에 전체 이용객이 감소하는 것으로 추정하여 분석방안에서 제외하였다.

본 연구에서 고려한 성장 곡선 모형(growth curve model)은 장기예측을 위해서도 사용하며, 예측을 위한 곡선 형태를 결정하는 매개변수가 1~2개로 적은 자료로 매개변수 추정이 가능한 것이 장점이다. 성장곡선 모형은 정량적 모형의 하나로 시계열 모형에 가깝지만 변동을 발생시키는 기타 변수의 역할을 포함하기 때문에 인과관계 모형의 측면도 같이 가진다고 생각할 수 있다. 단순한 형태의 성장곡선 모형에서 추정하는 모형의 모수는 자료의 변동에 영향을 주는 변수라기보다는 성장곡선의 형태를 결정하는 형태 모수(shape parameters)인 경우가 많으며, 이러한 모수의 수치에 의해 자료의 미래 변화 특성이 급격한 확산 형태인지 또는 더딘 확산 형태인지 모형에 반영되어 나타나게 된다. 전통적으로 수요를 예측하기 위해서는 과거 자료에 기초한 분석방법 등을 주로 사용하였다. 그러나 성장곡선 모형은 필요한 자료가 충분히 주어지지 않은 경우에도 설명력이 크게 떨어지지 않고 적은 수의 변수로도 좋은 예측 결과를 보여주므로 본 연구에 적절한 것으로 판단된다. 수요 예측 등의 목적으로 개발된 성장곡선 중에서 특히 로지스틱 계열의 성장곡선은 다른 모형에 비하여 좋은 예측결과를 보이는 것으로 알려져 있으며(Lee, 2002), 증가세가 변화하는 변곡점을 기준으로 크게 로지스틱(logistic) 모형과 고펜퍼츠(gompertz) 모형으로 구분가능하다.

로지스틱 곡선(logistic curve)은 다음과 같이 변곡점 이전에서는 지수적으로 증가하다가 변곡점 이후에는 증가폭이 둔화되어 변곡점을 중심으로 대칭하는 S 형태를 이룬다. 로지스틱 곡선은 변곡점을 중심으로 완전 대칭이며 기본 형태는 다음과 같다.

$$Y_t = \frac{m}{1 + \exp(-\alpha - \beta t)} \quad (1)$$

여기에서, Y_t 는 t 시점까지 누적수요, m 은 장기수요를 의미하며, α 와 β 는 함수의 위치(location)와 형태(shape)를 결정하는 모수이다. 변곡점은 Y_t 의 크기가 $1/2$, 즉 최대 가능 누적수요 규모를 기준으로 $m/2$ 가 되는 시점 t 에 위치한다. 로지스틱 곡선은 Y_t 가 변곡점까지 지수적으로 증가하다가 변곡점 이후로는 감소하여 변량에 대한 수요가 급격히 성장하다가 최고 성장기에 도달하며 점차 성장 폭이 감소하는 일반적인 성장 곡선의 형태를 보여준다. 로지스틱 곡선의 변형된 형태로 Tanner(1978)는 로지스틱 곡선의 관측 시점 t 에 대한 자연로그를 취한 $\ln(t)$ 를 이용한 로그 로지스틱 곡선(log-logistic curve)을 제안하였다. 로그 로지스틱 곡선은 관측시점 t 가 $\ln(t)$ 로 변형되어 변곡점을 중심으로 비대칭 형태를 이루며, 변곡점이 누적 수요가 $m/2$ 이 되기 전에 위치한다. 그러나 이 곡선을 적용하는 경우 시간의 척도에 따라 모형 추정이 불가능 할 수도 있다는 단점을 가진다. 식 (1)은 비선형 형태이므로 모수 α 와 β 의 추정을 위해 양변에 로그를 취하면 다음과 같이 변형된다.

$$\ln\left(\frac{Y_t}{m - Y_t}\right) = Y'_t = \alpha + \beta t \quad (2)$$

Martino(1975)에 의해 제안된 고펜페르츠 곡선(gompertz curve)은 비대칭적 S곡선으로 로지스틱 곡선의 단점을 보완하여 제안된 곡선으로 기본 형태는 다음과 같다.

$$Y_t = m \exp[-\exp(\alpha + \beta t)] \quad (3)$$

고펜페르츠 곡선은 로지스틱 곡선과 마찬가지로 변곡점이 있으나 변곡점을 중심으로 좌우대칭의 형태를 가지지 않는다. 고펜페르츠 곡선에서 변곡점은 $m/2$ 가 되는 시점 t 이전에 위치한다. 로지스틱 곡선의 변곡점 위치가 $Y_t = 0.5m$ 인 시점인데 반해, 대수적으로 추정된 고펜페르츠 곡선의 변곡점 위치는 $Y_t = m/e$ 에 위치하게 된다. 로지스틱 곡선이 변곡점을 중심으로 좌우대칭이라는 특성을 가지고 있어 경제학적 관점에서 실제 수요 예측을 위해서 사용할 때 실제 시장 상황과 맞지 않는다는 비판을 받았기 때문에 고펜페르츠 곡선은 로지스틱 곡선의 대안으로 지지를 받아왔다(Harrison and Pearce, 1972). 고펜페르츠 곡선 역시 자료의 특성에 따라 변곡점이 유연하게 변화하는 것은 아니기 때문에 로지스틱 곡선의 한계를 완전히 벗어났다고 하기에는 제한적인 부분이 있다. 로지스틱 곡선과 마찬가지로 식 (3)은 비선형 형태이므로 모수 α 와 β 의 추정을 위해 양변에 로그를 취하여 변형하면 다음과 같이 된다.

$$\ln\left[-\ln\left(\frac{Y_t}{m}\right)\right] = Y_t' = \alpha + \beta t \quad (4)$$

로지스틱 곡선과 고펜페르츠 곡선과 같은 성장모형을 이용하기 위해서는 장기수요 m 에 대한 가정이 필요하며, 이러한 m 은 함수에 의해 추정하거나 유사 자료를 활용하게 된다. 본 연구에서 분석한 친수지구 이용자 조사 자료는 4대강 중심으로 조성된 친수지구에 대한 이용자를 국내 최초로 조사한 자료로 기존 누적 자료가 없고, 관련 연구가 부족하여 친수지구 이용에 대한 장기수요 m 에 대한 합리적 추정이 필요하다. 성장곡선을 이용한 추세분석 관련 연구 중 Choi and Yang(1998)은 추세 분석에 사용되는 자료가 10개 이하이면 마지막 시점의 5배, 10~20개의 자료에 대해서는 마지막 시점의 3배, 20개 이상의 자료에 대해서는 마지막 시점의 2배를 장기수요 m 의 초기값으로 사용할 것을 제안하고 실제 적용에 있어 효과적이라는 것을 보였다.

본 연구에서는 기초 조사를 통하여 자료를 확보하였으므로 정성적 예측 방법은 고려하지 않았으나, 정성적 예측 관점에서 일 기준 누적 이용자수가 오전에서 오후로 갈수록 급격히 증가하다가 심야에 가까워질수록 점차 감소한다고 자료의 특성을 예측하였으며, 또한 지구별 친수지구에 대한 이용이 비교적 따뜻한 시기(봄, 여름, 가을)에 급격히 증가하다가 겨울인 11월 및 12월에 도달하여 친수지구 이용이 감소하는 특성을 고려하여 성장곡선 모형인 로지스틱 모형과 고펜페르츠 모형을 이용하여 각 친수지구 별로 일 이용자와 연간 이용자를 추정하였다. 추세분석을 위해 장기수요 m 은 Choi and Yang(1998)의 제안을 따라 일 이용자 추정 시에는 이용할 수 있는 자료의 수가 5개 이므로 마지막 시

점의 5배, 연간 이용자 추정 시에는 이용 가능 자료가 12개 이므로 마지막 시점의 3배를 장기수요 m 으로 가정하였다.

2.3.3 이용시간 보정

추세분석을 통하여 각 친수지구별 이용자가 과소 또는 과도하게 추정되는 경우를 보완하기 위하여 각 지구별 특성을 고려한 이용시간 설문조사 결과를 이용하여 평균이용시간을 산정하여 식 (5)와 같이 추정한 이용자 수를 보정하였다. 1~5개 지구를 하나의 권역으로 묶어서 조사하였기 때문에 권역별 설문조사 결과를 평균하여 해당 권역에 속하는 지구 이용자에게 대해서는 동일한 평균이용시간을 적용하였다.

$$Y_{tdc} = \left(\frac{60}{t_m}\right) Y_{td} \quad (5)$$

여기에서, Y_{tdc} 는 보정한 일 이용수요이며, Y_{td} 는 추정된 일 이용수요이고, t_m 은 권역별 평균이용시간(단위: 분)이다.

2.3.4 이용자 수요 보간

일 이용자 추정과 연간 이용자 추정은 성장곡선 모형을 이용한 것과 달리 월 이용자 추정은 각 친수지구별로 주중, 주말에 대한 일 이용자 추정량을 이용하여 산정하였다.

$$Y_{tm} = Y_{tdc wd} \cdot n_{wd} + Y_{tdc we} \cdot n_{we} \quad (6)$$

여기에서, Y_{tm} 는 월간 이용자 수요, $Y_{tdc wd}$ 와 $Y_{tdc we}$ 는 각각 주중, 주말에 대하여 추정하고 보정한 일 이용자 수요이며, n_{wd} 는 해당 월의 주중 일수, n_{we} 는 공휴일을 포함한 해당 월의 주말 일수이다.

월별 이용자 수요 누계에 기초하여 연간 이용자를 추정하기 위해서는 1월부터 12월까지 모든 월의 이용자 예측 자료가 필요한데, 2014년 친수지구 이용자 조사가 2월부터 시작되고 3월, 5월, 11월 친수지구 이용자에게 대한 조사가 이루어지지 않아 다른 달에 조사된 이용자 수를 이용하여 보간하였다.

보간 방법 중 내삽은 알려진 지점 사이에 위치한 값을 알려진 값으로부터 추정하는 것을 말하며, 외삽은 알려진 값들의 범위를 벗어난 외부 지점에서의 값을 추정하는 것을 의미한다. 본 연구에서는 3월, 5월, 11월에 대한 각 친수지구별 이용자 추정을 위하여 Cubic Spline 내삽 기법과 Piecewise Cubic Hermite 내삽 기법을 검토하였는데, 검토 결과 Cubic Spline 기법을 적용하는 경우 3월 이용자와 11월 이용자를 음수로 추정하는 결과가 나타나 Piecewise Cubic Hermite 내삽 기법을 보간을 위해 적용하였다.

Piecewise Cubic Hermite 내삽 기법은 보간하고자 하는 값 x_1 이 구간 (x_k, x_{k+1}) 사이에 위치할 경우 구간 (x_k, x_{k+1}) 를 만족하는 최적 선형을 식 (7)과 같이 가정한 후 x_1 에 대한 구간값 $p(x_1)$ 을 추정한다.

$$p(x_1) = (2t^3 - 3t^2 + 1)p_k + (t^3 - 2t^2 + t)(x_{k+1} - x_k)m_k + (-2t^3 + 3t^2)p_{k+1} + (t^3 - t^2)(x_{k+1} - x_k)m_{k+1} \quad (7)$$

여기에서, $t = (x_1 - x_k)/(x_{k+1} - x_k)$ 이며, m_k 은 x_k 에서의 접선값을 의미한다.

1월 이용객은 현 이용자 조사가 2월부터 시작하여 외삽에 의하여 보간하여야 하므로 IDW(inverse distance weighted) 보간법을 이용하여 추정하였다. IDW 보간법은 가까이 있는 값에 더 큰 가중 값을 주어 보간하는 방법으로 가까울수록 높은 가중 값을 적용하며, 멀어질수록 영향력 감소하게 되어 다음과 같이 추정한다.

$$\hat{Z}_0 = \frac{\sum_{i=1}^n z_i/d_i}{\sum_{i=1}^n 1/d_i} \tag{8}$$

여기에서 \hat{Z}_0 는 추정치, d_i 는 보정 지점과 각 지점 간의 거리(간격), z_i 는 각 지점의 관측치를 의미한다.

3. 결과 및 고찰

3.1 지구별 일수요 추정

각 지구별 일 이용자 추정을 위해서 최종 조사 시점까지 누적된 이용자의 5배를 장기수요 m 으로 가정하였다. 이용자 조사는 주간에 이루어졌기 때문에 17시 이전에 대부분 조사가 종료되었다. 따라서 조사된 자료에는 17시 이후의 이용자가 반영되어 있지 않다. 추정을 위해 모수 a 와 β 는 조사 시점인 9시, 11시, 13시, 15시, 17시를 고려하여 곡선 형태를 추정하였다. 추정한 로지스틱 함수와 고펜페르츠 함수를 이용하여 오후와 저녁 시간대 이용자를 반영한 일수요를 추정하기 위해서 21시를 기준으로 이용자를 추산하였

다. 모든 친수지구에서 이용자 조사는 오전 9시를 기준으로 시작하였기 때문에, 오전 9시 이전의 새벽 및 조조 이용자는 성장곡선 모형을 이용한 예측 결과에 반영되지 않았다.

Table 2에 한강 수계 2월 주말 이용자에 대한 예측 결과를 일부 나타내었다. 표에서 볼 수 있듯이 각 지구별로 로지스틱 모형 및 고펜페르츠 모형에 의하여 추정된 결과가 비교적 유사한 것으로 나타났으나, 로지스틱 모형에 추정된 결과보다 고펜페르츠 모형에 의하여 추정된 결과가 전 친수 지구에 걸쳐 대체로 15~30% 정도 적게 나타나는 것으로 확인할 수 있다. 그러나 성장곡선 모형을 이용한 추정결과 선호를 비교하기 위해서는 모형선호기준 통계량을 이용하여 모형의 적합성을 검토하여야 한다. 성장곡선모형의 적합성을 검토하기 위해서 많이 사용되는 적합도 통계량은 RMSE(root mean square error)와 MAPE(mean absolute percentage error)로 다음과 같으며, RMSE는 Y_t 의 기댓값을 얼마나 효과적으로 추정하고 있는 지 알아보기 위해 적절한 기준이며, MAPE는 Y_t 의 단위에 무관하게 서로 다른 모형을 비교하는데 바람직한 기준으로 알려져 있다(Choi and Yang, 1998; Kang and Choi, 2001; Lee, 2002).

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{t=1}^N (\hat{Y}_t - Y_t)^2} \tag{9}$$

$$MAPE = \frac{100}{N} \sum_{t=1}^N (\hat{Y}_t - Y_t) / Y_t \tag{10}$$

여기에서, \hat{Y}_t 는 예측치 Y_t 에 대한 관측치(조사치)를 의미한다.

적합도 통계량을 비교한 결과 Table 2에서 볼 수 있는 것

Table 2. Sample forecasting results based on growth curve models (Han Gang river system, February, Weekend)

Name	Forecasting value		RMSE		MAPE(%)	
	Logistic	Gompertz	Logistic	Gompertz	Logistic	Gompertz
Gumcheon	1478	1007	63.41	33.53	16.75	11.66
Guiyeo	4597	3108	291.63	167.15	34.73	25.61
Sucheong	206	129	6.07	3.00	25.63	13.05
Dogok	163	124	2.79	3.26	9.36	12.90
Dumul	10454	6739	495.25	227.14	21.86	12.35
Munho	252	175	21.29	14.87	36.75	28.46
Byeongsan	166	113	2.05	1.34	5.29	2.76
Bokpo	226	163	10.84	6.93	27.22	22.28
Asin	686	484	41.87	25.68	27.40	19.26
Unsim	285	186	17.99	10.06	32.45	22.38
Gyopyeong	4787	3986	283.92	219.22	17.25	14.27
Deokpyeong	1162	832	68.75	45.86	20.80	16.80
Yanggeunriseom	442	306	32.15	22.39	29.26	25.55
Obin	612	408	40.69	22.94	39.87	30.76
Changdae	1818	1294	107.60	67.41	24.59	16.30
Gaegun	528	428	23.52	16.95	10.77	8.47
Heukcheon	422	360	24.64	19.80	13.27	10.86

처럼 일부 친수지구를 제외하고는 대체로 고펜페르츠 곡선에 의한 추정결과의 적합도가 로지스틱 곡선보다 좋은 것으로 나타났다. 본 연구에서 일수요추정은 실제 조사가 주중, 주말로 총 8개월 동안 이루어지고(16회 조사), 친수지구의 수가 357개 이므로 5,712회를 수행하였는데, 추정결과 중 95.5%가 로지스틱 곡선 보다 고펜페르츠 곡선의 적합도가 더 좋은 것으로 나타났다.

3.2 지구별 월수요 및 연간수요 추정

각 지구별로 적합도가 더 높은 일수요 추정 결과를 평균 시간을 이용하여 식 (5)로 보정한 후 식 (6)을 이용하여 개별 친수지구별로 월수요를 추정하였다. 월수요는 먼저 조사

가 이루어진 2월, 4월, 6월, 7월, 8월, 9월, 10월, 12월에 대해 추정한 후 식 (7)과 (8)을 이용하여 나머지 1월, 3월, 5월, 11월에 대하여 보간하여 각 지구별 월수요를 결정하였다. Table 3에 조사월에 대한 월수요 추정 결과와 보간에 기초하여 확정된 전체 12개월에 대한 각 친수지구별 월수요 추정 결과의 일부를 수록하였다.

일수요 추정과 유사한 방식으로 연간수요도 추정하였다. 월수요 추정결과를 1월부터 12월까지 순차적으로 누적시킨 후, 로지스틱 함수와 고펜페르츠 함수에 대하여 각각 모수 α 와 β 를 추정하였다. 연간수요 역시 일수요 추정결과와 비슷하게 전 친수지구에 걸쳐 로지스틱 모형에 의한 추정결과가 고펜페르츠 모형에 의한 추정결과 보다 대체로 크게 나

Table 3. Sample forecasting results for monthly demand (Han Gang river system)

Name	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Gumcheon	3996	7992	11726	12962	10424	7886	8076	11573	7355	16963	15980	9097
Guiyeo	8990	17980	23366	25014	20610	16206	26292	12218	25679	45619	38459	9676
Sucheong	464	928	3610	4728	4172	3616	4214	4165	4875	6169	6161	6101
Dogok	504	1008	2290	2704	1775	846	890	912	1461	2213	1862	581
Dumul	26920	53840	108600	127146	92250	57354	93707	67768	76664	72917	60205	36321
Munho	776	1552	13874	18374	12581	6260	5625	9832	40379	37673	25611	1590
Byeongsan	604	1208	1775	1890	1103	316	355	325	628	673	577	319
Bokpo	474	948	1243	1376	1373	1364	586	524	446	610	497	129
Asin	1362	2724	3663	4428	5132	5506	3650	5630	4578	3230	1872	506
Unsim	846	1692	3287	3772	2456	1140	3957	1307	1501	1946	1595	487
Gyopyeong	10960	21920	13699	10128	10587	11956	209441	406016	10308	21466	17637	1963
Deokpyeong	2678	5356	5048	5004	6025	7046	3250	6897	8446	8738	6322	287
Yanggeunriseom	808	1616	3225	3794	2902	2010	3770	2155	3367	4025	3174	732
Obin	1176	2352	3044	3306	3016	2726	4257	5138	3190	2018	1080	330
Changdae	6918	13836	20763	23064	19578	13740	9002	10460	17904	20267	16319	5381
Gaegun	2554	5108	7956	10916	14803	17182	14695	13754	17437	15187	11987	7832
Heukcheon	1764	3528	5512	6380	6246	6012	5798	6726	7421	7588	5895	1688

Table 4. Sample forecasting results for yearly demand (Han Gang river system)

Name	Forecasting value		RMSE		MAPE(%)	
	Logi.	Gomp.	Logi.	Gomp.	Logi.	Gomp.
Gumcheon	155858	133711	13300	6095	30.55	21.09
Guiyeo	338785	291877	26137	11786	26.87	17.98
Sucheong	68897	53755	7665	2611	49.22	32.06
Dogok	22893	19456	2572	1441	40.59	32.58
Dumul	1210524	1028880	142235	77328	39.93	31.29
Munho	264596	197439	30458	11696	63.88	45.94
Byeongsan	12783	11410	1627	1153	36.59	33.01
Bokpo	13280	11635	1711	1112	36.55	30.64
Asin	60324	51319	7026	3765	34.18	23.81
Unsim	33564	28788	4118	2401	40.05	32.44
Gyopyeong	1125477	922309	176024	122690	33.99	38.38
Deokpyeong	84679	73750	6983	3209	23.86	14.68
Yanggeunriseom	43447	36512	4544	2115	36.62	25.51
Obin	44490	38298	4960	2736	31.95	22.36
Changdae	233757	202457	24039	13260	33.19	25.45
Gaegun	197583	161395	21705	8901	34.66	19.45
Heukcheon	88379	74575	8859	3936	32.69	21.17

왔다. 선호모형을 결정하기 위하여 RMSE와 MAPE를 계산하였으며, 일수요 추정결과와 마찬가지로 대체로 콤페르츠 곡선에 의한 추정결과가 로지스틱 곡선보다 적합도가 좋은 것으로 나타났다. 검토결과 총 357개의 친수지구에 대해서 335개 지구가 콤페르츠 곡선의 적합도가 더 좋은 것으로 나타났다. Table 4에 연간수요에 대한 예측 결과를 일부 나타내었다.

각 친수지구에 대하여 1월부터 12월까지 분석한 자료를 이용하여 추정된 결과 중 각 지구별로 적합도가 더 좋은 모형으로 취사선택하였고, 이를 종합한 전국 357개 친수지구에 대한 2014년 총 이용수요는 77,396,595명으로 예상된다. Fig. 1과 2, Table 5와 6에 추정된 수요 곡선에 기초한 연간수요 변화를 표시하였다. 전국적으로 전체 이용수요를 기준으로 판단하면, 357개 친수지구 조성이후 친수지구

Table 5. Monthly change of demand based on the cumulative demand by the river system

River system		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Han Gang	Sum	1714794	2694484	4026195	5747400	7872448	10389791	13263200	16436363	19839465	23396333	27030971	30672605
	Max	196875	311724	466088	662807	902072	1181430	1496125	1839676	2204565	2582901	2966,997	3349811
	Min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mean	19939	31331	46816	66830	91540	120812	154223	191121	230691	272050	314314	356,658
Geum Gang	Sum	1605056	2402308	3531713	5046536	6981755	9343051	12100607	15181593	18552060	22101764	25765042	29467654
	Max	125970	193900	284077	398380	537453	700632	886037	1090777	1311234	1543366	1782995	2026062
	Min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mean	17446	26112	38388	54854	75889	101555	131528	165017	201653	240237	280055	320301
Youngsan & Seomjin Gang	Sum	347386	464848	614206	799100	1021561	1281554	1576873	1902520	2252706	2620086	2997684	3378781
	Max	65630	81478	99281	118927	140254	163067	187137	212222	238067	264422	291043	317700
	Min	0	0	0	0	0	0	256	256	256	256	256	256
	Mean	5428	7263	9597	12486	15962	20024	24639	29727	35199	40939	46839	52793
Nakdong Gang	Sum	753969	1167150	1731458	2468363	3391259	4502462	5791588	7236178	8804445	10459308	12162422	13877555
	Max	111300	184565	286892	421496	589529	789925	1019573	1273736	1546613	1831912	2123376	2415185
	Min	37	76	139	236	315	354	396	440	485	533	582	633
	Mean	6556	10149	15056	21464	29489	39152	50362	62923	76560	90951	105760	120674
Total	Sum	4421205	6728790	9903572	14061399	19267023	25516858	32732268	40756654	49448676	58577491	67956119	77396595

Table 6. Monthly change of demand based on the cumulative demand by the province

Province		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Sejong	Sum	16241	25864	39349	57359	80356	108519	141709	179483	221144	265821	312572	360435
	Max	3971	5834	8378	11759	15886	20746	26291	32440	39092	46128	53426	60862
	Min	10	31	55	90	138	198	272	357	451	552	658	765
	Mean	1015	1617	2459	3585	5022	6782	8857	11218	13822	16614	19536	22527
Daejeon	Sum	1054202	1667551	2495166	3555235	4852199	6376255	8104740	10004905	12037348	14159606	16329325	18506803
	Max	196875	311724	466088	662807	902072	1181430	1496125	1839676	2204565	2582901	2966997	3349811
	Min	2266	4384	7690	12407	18640	26359	35401	45503	56343	67581	78895	90006
	Mean	81092	128273	191936	273480	373246	490481	623442	769608	925950	1089200	1256102	1423600
Gwangju	Sum	532292	792629	1136837	1572380	2101144	2718956	3416052	4178312	4988885	5829861	6683765	7534618
	Max	57765	84874	127531	191889	273186	370762	482804	606623	738994	876508	1015862	1154083
	Min	7087	16059	25703	31915	38821	46346	54405	62896	71715	80754	89909	99083
	Mean	31311	46625	66873	92493	123597	159939	200944	245783	293464	342933	393163	443213
Daegu	Sum	406309	619507	928528	1357400	1924118	2636517	3490318	4469765	5550195	6701717	7892887	9093795
	Max	37996	48402	64782	98975	160682	242445	343767	462382	594684	736305	888423	1043404
	Min	2232	3541	5321	7620	10459	13830	17694	21990	26635	31541	36613	41759
	Mean	15048	22945	34390	50274	71264	97649	129271	165547	205563	248212	292329	336807
Busan	Sum	264026	422414	660617	981655	1385266	1866987	2417615	2999158	3638229	4291069	4963092	5647812
	Max	125970	193900	284077	398380	537453	700632	886037	1090777	1311234	1543366	1782995	2026062
	Min	0	0	106	145	190	241	298	358	421	485	549	613
	Mean	29336	46935	73402	109073	153918	207443	268624	333240	404248	476785	551455	627535

Table 6. Monthly change of demand based on the cumulative demand by the province (cont.)

Province		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Gyeonggi	Sum	596425	955474	1468925	2166832	3069063	4180961	5491907	6976827	8599952	10319521	12092412	13877897
	Max	93226	131453	178746	235290	302878	399032	512312	638867	802169	997653	1200987	1406235
	Min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mean	11045	17694	27202	40127	56835	77425	101702	129201	159258	191102	223934	256998
Gangwon	Sum	377328	507879	674879	882487	1132836	1425580	1757859	2124584	2519047	2933572	3360204	3791281
	Max	87091	118945	157580	203109	255384	314013	378388	447733	521154	597686	676348	756179
	Min	4385	7352	11547	17128	24172	32658	41475	44899	48364	51853	55350	58841
	Mean	23583	31742	42180	55155	70802	89099	109866	132787	157440	183348	210013	236955
Chungbuk	Sum	115136	171911	253511	364308	507736	683304	883769	1109907	1353709	1611128	1876355	2143864
	Max	15016	22738	32854	45538	60834	80035	107669	138854	172704	208237	244480	280550
	Min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mean	3714	5546	8178	11752	16379	22042	28509	35803	43668	51972	60528	69157
Chungnam	Sum	270491	345355	436584	546074	675070	823778	991076	1174566	1370943	1576444	1787270	1999877
	Max	65630	81478	99281	118927	140254	163067	187137	212222	238067	264422	291043	317700
	Min	37	140	202	279	371	476	592	719	851	988	1127	1264
	Mean	6290	8032	10153	12699	15699	19158	23048	27315	31882	36661	41564	46509
Jeonbuk	Sum	22669	33710	48362	66776	88918	114637	143857	175755	210183	246191	283301	320893
	Max	14050	20044	27575	36720	47486	59817	73592	88642	104758	121709	139253	157147
	Min	0	0	0	0	0	0	256	256	256	256	256	256
	Mean	2834	4214	6045	8347	11115	14330	17982	21969	26273	30774	35413	40112
Jeonnam	Sum	231466	365433	551261	797323	1109419	1489492	1934777	2437881	2987689	3570873	4173423	4781961
	Max	111300	184565	286892	421496	589529	789925	1019573	1273736	1546613	1831912	2123376	2415185
	Min	46	153	207	274	315	354	396	440	485	533	582	633
	Mean	5787	9136	13782	19933	27735	37237	48369	60947	74692	89272	104336	119549
Gyeongbuk	Sum	360664	560817	833734	1189082	1632442	2163989	2777811	3462276	4201492	4977314	5771347	6566543
	Max	50163	74503	105449	143068	187028	236647	290971	348875	409158	470634	532197	592871
	Min	37	76	139	236	372	540	566	593	620	647	674	701
	Mean	7360	11445	17015	24267	33315	44163	56690	70659	85745	101578	117783	134011
Gyeongnam	Sum	173956	260246	375819	524488	708456	927883	1180778	1463235	1769860	2094374	2430166	2770816
	Max	26739	38373	52964	70603	91240	114689	140649	168726	204355	248363	293713	339278
	Min	212	516	939	1200	1498	1829	2189	2574	2978	3396	3823	4252
	Mean	5116	7654	11054	15426	20837	27291	34729	43036	52055	61599	71475	81495
Total	Sum	4421205	6728790	9903572	14061399	19267023	25516858	32732268	40756654	49448676	58577491	67956119	77396595

이용자가 꾸준히 증가하는 추세인 것으로 생각된다. 수계별로는 한강 수계와 금강 수계의 친수지구 이용이 다른 수계에 비하여 상대적으로 활성화되고 있는 것으로 보이며, 본 연구에서 서울특별시에서 관리하는 한강공원 등 수변 지역을 고려하지 않았을 때 전국적으로 충청북도에 친수지구 이용이 가장 활성화 되어있는 것으로 나타났다. 또한 본 연구에서 추정된 친수지구 총 이용수요는 서울특별시 관리 한강 구간에 위치한 한강공원의 이용수요를 고려하지 않았고, 2013년 이후 4대강 중심의 수변 지역에 신규 조성된 친수지구 만을 대상으로 하므로, 특히 한강 수계에 대한 이용수요는 서울 한강공원 이용수요를 고려할 경우 큰 폭으로 증가할 것으로 예상된다.

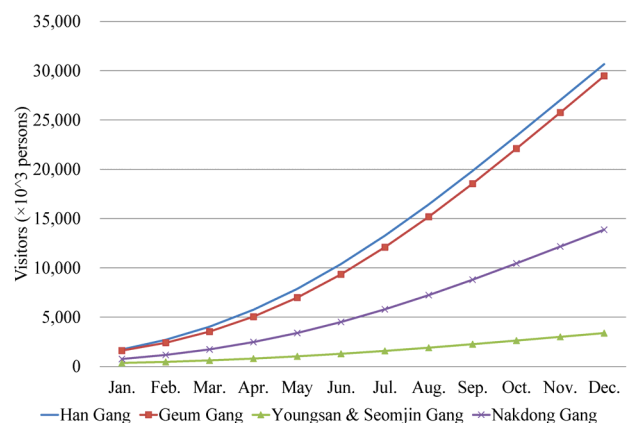


Fig. 1. Cumulative demand by the river system

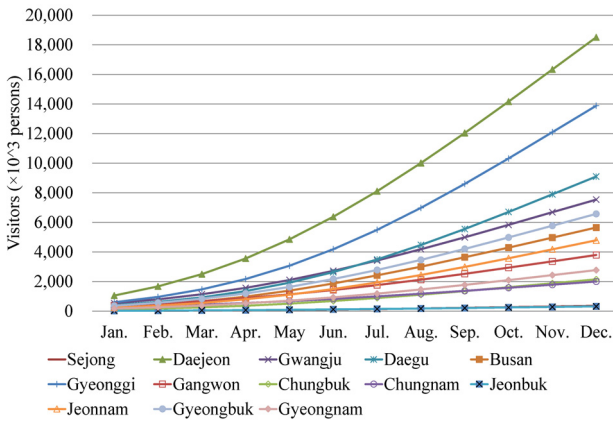


Fig. 2. Cumulative demand by the province

3.3 이용수요에 대한 인구밀도 및 대도시 영향 검토

친수지구별 이용수요에 대한 주변 인구나 인근 지역에 위치한 대도시와의 상대적인 거리가 영향을 미칠 것으로 예상된다. 이러한 영향을 검토하기 위해서 인구밀도와 인구 100만 이상 대도시와 친수지구 사이의 거리에 대한 회귀분석 방법을 이용하였다. 친수지구가 위치한 지방자치체별 인구밀도와 인구 100만 이상 대도시 구분은 2014년 통계(KOSIS, 2015) 자료를 이용하였으며, 인구 100만 이상 대도시와 친수지구 사이의 거리는 친수지구의 중심부와 각 대도시 시청 사이의 거리를 기준으로 하였다. 또한 전국 기준으로 검토할 경우 각 수계별 특성이 명확히 나타나지 않을 것으로 예상되어 수계별로 구분하여 친수지구와 대도시 사이의 거리를 측정하였다. 각 수계별로 확인된 인구 100만 이상 도시는 Table 7과 같다.

회귀분석은 1차원 선형회귀를 통하여 이루어졌는데, 각 매개변수별로 결정계수 R^2 를 비교하여 각 매개변수에 대해서 유도한 회귀방정식 즉 매개변수의 이용수요에 대한 설명력이 어떻게 변하는 지 검토하였다. 친수지구와 대도시 사이의 거리는 거리가 가까울수록 친수지구 이용도가 높아진다고 가정하여, 거리의 역수를 이용하여 검토하였다. 1차원 선형회귀를 통하여 각 매개변수 별, 수계별로 계산한 R^2 값은 Table 8과 같다.

계산된 결정계수는 대전까지의 거리를 고려한 경우를 제외하고는 모두 0.3 미만인 것으로 나타났다. 일반적으로 결정계수는 정확도의 개념으로 공학에서는 결정계수를 70% 이상을 추천하지만 사회과학에서는 이보다 낮아도 유의미한 경우가 있는 것으로 본다. 사회과학에서는 사용한 지표들이

Table 7. Metropolises populated over 1 million by river system

River system	Metropolises
Han Gang	Seoul, Incheon, Suwon, Goyang
Nakdong Gang	Busan, Daegu, Ulsan, Changwon
Geum Gang	Daejeon
Youngsan & Seomjin Gang	Gwangju

Table 8. R^2 for each parameter by linear regression analysis

River System	Parameter	Coefficient of Determination(R^2)
Han Gang	Population density	0.13
	Distance from Seoul	0.22
	Distance from Incheon	0.16
	Distance from Suwon	0.04
	Distance from Goyang	0.24
Nakdong Gang	Population density	0.01
	Distance from Busan	0.16
	Distance from Daegu	0.12
	Distance from Ulsan	0.03
Geum Gang	Distance from Changwon	0.001
	Population density	0.28
Geum Gang	Distance from Daejeon	0.47
	Youngsan & Seomjin Gang	Population density
Distance from Gwangju		0.05

심리적인 측면을 고려하는 경우가 많기 때문에, 실제 독립변수들이 20~30% 이상의 설명력이 있는 경우는 극히 희박하다. Table 9와 같이 R^2 가 0.13 이상인 경우에는 설명력이 있다고 볼 수 있다(Cohen, 1988). 만약 본 연구에서 검토한 인구 100만 이상 도시와 친수지구 사이의 거리가 도시 거주자들의 해당 수계 친수지구의 방문 여부를 결정하는데 심리적인 영향을 끼친다고 가정한다면, 한강 수계의 경우에는 고양시, 서울시, 인천시까지의 거리가 해당 친수지구의 방문을 결정하는데 영향을 끼친다고 볼 수 있으며, 낙동강의 경우에는 부산, 금강 수계에서는 대전시까지의 거리가 해당 친수지구의 영향에 많은 영향을 주는 것으로 해석할 수 있을 것으로 판단된다. 전체적으로 친수지구가 위치한 각 지방자치체의 인구밀도는 큰 영향이 없는 것으로 나타났으며, 광주시, 울산시, 창원시까지의 거리는 2014년 조사 결과를 기준으로 판단할 때 큰 영향이 없는 것으로 생각된다. 이러한 결과는 조사 결과가 계속 누적되면 그 영향이 더 뚜렷해 질 것으로 판단되지만, 결국 Table 8에 제시된 결과에서는 2014년 이용수요 조사 결과를 기준으로 친수지구 이용에 대한 수요가 타 수계에 비하여 대도시 영향이 금강 수계에서 뚜렷이 나타나는 것을 확인할 수 있었다.

Table 9. Magnitude of R^2 (Cohen, 1988)

Effect	Coefficient of Determination(R^2)
Large	$0.26 \leq R^2$
Middle	$0.13 \leq R^2 < 0.26$
small	$0.02 \leq R^2 < 0.13$

4. 결 론

최근 한강, 낙동강, 금강, 영산강, 섬진강 등 대하천을 중심으로 다양한 친수지구가 조성되고 이에 따라 친수공간의 활용도가 급격히 증가하고 있다. 이러한 친수지구의 최적화된 유지관리를 위해서는 친수공간 이용에 대한 체계적인 조사가 필요하나 아직까지는 국내의 경우 친수지구 이용에 관한 연구가 부족하다.

본 연구에서는 4대강을 중심으로 신규 조성된 친수지구의 이용수요 예측을 위해서 이용 현황에 대한 기본 조사방안을 제안하고, 총 357개 친수지구에 대한 연 16회 조사 결과를 토대로 성장곡선 모형을 이용하여 총 이용수요를 예측하였다. 직접 방문 조사를 통해 계측한 조사 자료를 이용하여 성장곡선 모형인 로지스틱 곡선과 고펜페르츠 곡선을 이용하여 일수요를 추정하였으며, 주중, 주말 일수를 고려하여 월수요를 산정한 후 조사가 이루어지지 않은 달에 대해서는 Piecewise Cubic Hermite 내삽 기법 및 IDW 보간 기법을 이용하여 월수요를 결정하였다. 마찬가지로 연간수요도 성장곡선 모형을 이용하여 결정하였다. RMSE와 MAPE 적합도를 이용한 모형 선택 결과 2014년 친수지구 총 이용수요는 77,396,595명으로 나타났다. 수계별, 광역지자체별로 이용수요를 비교해 보면, 한강 및 금강 수계와 충청북도가 각각 이용수요가 상대적으로 높은 것으로 나타났다. 다만 본 연구의 조사 시간이 각 지구별로 9시부터 19시까지로 제한되어 주간 이용객보다 새벽 및 조조, 귀가 후 심야 이용객이 증가하는 도시지역의 특성이 반영되지 않아 이용수요가 상대적으로 많은 낙동강 수계 및 금강 수계의 이용객 수는 상대적으로 과소 추정되었을 것으로 예상된다.

또한 각 친수지구별 이용수요에 대한 해당 지방자치체 인구밀도와 대도시까지의 상대적 거리로 인한 영향을 수계별로 검토하였다. 검토 결과 금강 수계를 제외하고는 인구밀도의 영향이 상대적으로 낮은 것으로 확인되었다. 대도시까지의 거리를 고려하면 한강 및 낙동강 수계에서는 대도시까지 거리가 어느 정도 친수 지구 이용 결정에 영향을 주는 것으로 보이며, 2014년 조사 결과에 대해서만 한정하는 경우, 타 수계에 비하여 대도시 영향이 금강 수계에서 뚜렷이 나타나는 것을 확인할 수 있었다.

다만, 본 연구에 적용된 성장곡선 모형이 친수지구 이용수요에 대해 조사된 시계열 자료를 토대로 연간 누계를 추정하기에 적당하나 조사가 이루어지지 않은 달에 대해서는 보간 기법을 이용하여 각 지구별 이용수요를 추정하였기 때문에 연간수요에 대해서는 상대적인 정확도가 매월 조사 시 보다는 정확도가 떨어질 것으로 예상되므로, 향후 친수지구 이용수요 조사는 매월 시행하여 보다 면밀한 분석이 필요할 것으로 판단된다. 또한 설문조사로 수집된 이용자 의견으로 판단할 경우 친수지구 주변 대도시 위치 여부와 인구밀도 등이 친수지구 이용수요에 영향을 끼칠 것으로 예상되었으나, 검토 결과 그 영향이 상대적으로 낮은 것으로 나타나 향후 누적된 연간 조사 자료를 기반으로 하여 추

가 분석이 필요할 것으로 예상된다.

사 사

본 연구를 위한 친수지구 이용자 방문 조사는 관할 지방 국토관리청과 지방자치체에 의하여 이루어졌으며, 도와주신 각 기관 담당자 여러분께 감사드립니다. 본 연구는 한국 건설기술연구원 주요사업 “도심지 홍수 예방(Smart Flood Management 연구)”과제와 국토교통부 건설기술혁신사업의 연구비 지원(11기술혁신C06)에 의해 수행되었습니다.

References

- Ann, BY, Kim, TM, Hong, SJ, Kim, GH, Kim, SJ, Kim, JG and Kim, HS (2014). Study on river management plan considering ecological preservation and flood control of riverine wetland, *J. of Wetlands Research*, 16(4), pp. 463-476. [Korean Literature]
- Choi, JH and Yang, WS (1998). Demand forecasting system based on growth curve models, *The Applied Statistics*, 13, pp. 69-84. [Korean Literature]
- Cohen, J (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2nd. ed.), Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, New Jersey.
- Frechtling, DC (2001). *Forecasting Tourism Demand: Methods and Strategies*, Oxford: British Library Cataloguing in Publication Data.
- Harrison, PJ and Pearce, SF (1972). The use of trend curves as an aid to market forecasting, *Industrial Marketing Management*, 1(2), pp. 149-170.
- Kang, H and Choi, JH (2001). A study on the demand forecasting using diffusion models and growth curve models, *The Applied Statistics*, 14(2), pp. 233-243. [Korean Literature]
- Kim, DG, Lee, LY, Lee CW, Kang, NR, Lee, JS and Kim, HS (2011). Analysis of flood reduction effect of washland using hydraulic experiment, *J. of Wetlands Research*, 13(2), pp. 307-317. [Korean Literature]
- Kim, DG, Yoo, BK, Kim, JG, Shin, HK, Kim, HS, Park, DH, Ahn, JH and Ahn, KS (2009). Study on assessment of value and functions of dam-wetlands (2) - assessment of value by CE : focussing on Boryung dam -, *J. of Wetlands Research*, 11(3), pp. 133-143. [Korean Literature]
- Kim, T, Jeong, J, Moon, S, Yang, H and Yang, B (2013). Introduction to national mid-term fundamental plan for wetlands conservation and management, *J. of Wetlands Research*, 15(4), pp. 519-527. [Korean Literature]
- Korea Culture, Tourism and Policy Institute (KCTPI) (2006). *A Study on the Guideline Establishment of Tourism Demand Estimation*, Korea Culture, Tourism and Policy Institute. [Korean Literature]

- Korean Statistical Information Service (KOSIS) (2015). <http://kosis.kr/>.
- Lee, CK (2002). *A comparison study about the validity of demand forecasting techniques using growth curve models*, Master's Thesis, Sogang University, Seoul, Korea. [Korean Literature]
- Lee, SD and Kim, SC (2008). Studies on the ecological management and stream environment in Dorim stream for establishing eco-wetland parks, *J. of Wetlands Research*, 10(3), pp. 133-139. [Korean Literature]
- Martino, JP (1975). *Technological Forecasting for Decision Making*, Elsevier, New York.
- Tanner, JC (1978). Long term forecasting of vehicle ownership and road traffic, *J. of the Royal Statistical Society, Series A*, 141, pp. 14-63.
- Woo, HS and Kim, ST (2000). A review and understanding of stream corridor restoration, *J. of Korean Environmental Restoration Technology*, 3(3), pp. 126-144. [Korean Literature]
- Yoo, BK, Kim, HS and Ju, D (2013). A study on preference heterogeneity of economic valuation for the washland of Upo wetland - development of waterfront resources -, *J. of Wetlands Research*, 15(3), pp. 357-366. [Korean Literature]