

# 통신 빅데이터 기반 하천이용시설 사용성능 경제성평가기법개발

최병준<sup>1</sup> · 노희지<sup>1</sup> · 방영준<sup>2</sup> · 이승오<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>홍익대학교 토목공학과 학사과정, <sup>2</sup>홍익대학교 토목공학과 석사과정, <sup>3</sup>홍익대학교 토목공학과 교수

## Feasibility of Economic Analysis of Riverfront Facility Based on Mobile Big Data

Byeong Jun Choi<sup>1</sup>, Hee-Ji Noh<sup>1</sup>, Young Jun Bang<sup>2</sup>, and Seung Oh Lee<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Bachelor Course Student, Dept. of Civil Engineering, Hongik Univ.

<sup>2</sup>Master Course Student, Dept. of Civil Engineering, Hongik Univ.

<sup>3</sup>Professor, Dept. of Civil Engineering, Hongik Univ.

### 요약

하천이용시설은 시민들이 휴식과 편의를 위해 이용하는 하천시설로 그 종류에는 친수지구, 자전거도로, 휴게시설, 공원시설 등이 있다. 최근 시민들의 친수시설의 이용도는 증가하고 있지만 빈번한 홍수발생으로 시설물 피해가 증가하고 있어 하천이용시설의 효율적인 유지관리의 중요성이 증가하고 있다. 현재 하천시설은 중점치수시설에 한정되어 점검 및 진단이 이루어지고 있으며, 하천 이용시설의 유지관리에 대한 기준은 미비한 수준이다. 하천이용시설의 관리의 기준이 되는 이용도 조사 역시 직접조사는 인력소모와 경제성 측면에서 비효율적이다. 본 연구는 통신빅데이터를 사용하여 하천 이용도에 대한 등급을 나누고, 수도권 거주자를 대상으로 하천 이용시설의 사용성에 대한 설문조사를 진행하여 사용성능에 대한 경제성 평가식을 도출하였다. 향후 성능평가에 안전성, 사용성, 내구성을 모두 고려한 경제성 기법 체계 구축과 편의시설별 수요분석을 평가한다면, 효율적인 하천이용시설물 유지관리와 하천에 대한 시민들의 이용도가 더욱 증가할 것으로 기대한다.

핵심용어: 기후변화, 경제성 평가, 하천 이용시설, 통신 빅데이터

### ABSTRACT

Riverfront facilities are river space facilities used by citizens for the rest and convenience. Recently, although the importance of efficient maintenance of riverfront facilities is increasing, damaging facilities cases are increasing due to frequent floods. Currently, the inspections and diagnosis of river space facilities are limited to the main flood control facilities. And the standards for the maintenance and management of the riverfront facilities are insufficient. Utilization survey, which is the standard for managing river space facilities, is also inefficient in terms of manpower consumption and economic feasibility. This study uses mobile big data to classify river usage and conducts a survey for usability of river facilities to derive economic evaluation for usage performance. In the future, if economical method system that considers safety, usability, and durability is conducted and demanding analysis for each convenience facility is evaluated, it is expected that the efficient maintenance of riverfront facilities is performed better and the use of rivers by citizens will further increase.

**Keywords:** Climate change, Economic analysis, Riverfront facility, Mobile Big data

\*Corresponding author: Seung Oh Lee, seungoh.lee@hongik.ac.kr

Received: 24 August 2021, Revised: 15 September 2021, Accepted: 20 September 2021



## 1. 서론

도심 내 시민들의 친수공원 및 친수 이용시설 사용이 증가하면서 하천변 시설물의 유지관리의 중요성이 커지고 있다. 하지만 이상기후로 매년 여름철 집중호우, 장마, 태풍과 같은 수재해 증가로 하천이용시설물의 피해가 증가하고 있으며, 하천 유지관리 예산 분배의 비효율성으로 인한 노후화 및 훼손된 시설물의 방치가 늘어나면서 공간 쾌적성이 줄어들고 있다(NARS, 2017). 2020년 8월에는 하천변 시설물 피해가 약 200건으로 집계되었고(Kim, 2020), 시민들의 문화여가활동으로 인한 친수시설의 이용률이 꾸준히 증가하고 있음에도(SI, 2015) 불구하고 기존 하천 이용시설의 유지관리는 순찰 및 일상적 관리, 안전 점검 진단만을 수행함으로써 이루어지고 있다. 또한 유지관리 비용은 지자체별로 분배된 하천 예산의 일부를 사용하거나 몇몇 친수공원은 공원으로 분리되어 예산의 비효율적인 분배가 이루어지고 있다. 국가 시설물은 유지관리를 위해 성능평가를 실시한다. 2020년 국토부에서는 하천시설을 중점치수시설, 하천이용시설, 기타관리시설로 구분하여 성격에 맞게 유지관리를 해야 한다고 명시하였다(MOLIT, 2020c). 하천시설의 유지관리 체계는 규모가 큰 중점치수시설(수문, 통문, 제방, 보 등)에 한정된 점검 및 진단이 이루어지고 있다. 하천이용시설과 기타시설은 MOLIT 장관이 별도로 정한 기준에 따라 성능평가를 실시한다고 명시되어 있으나, 관련된 상세한 기준의 설립은 미비한 실정이다(MOLIT, 2020b).

시설물에 대한 성능평가는 사용성능, 안전성능, 내구성능으로 구성되어 있으며(MOLIT, 2020a), 본 연구에서 하천이용시설의 경우 사람들의 이용에 따른 사용성능이 성능평가에 큰 비중을 차지한다고 판단하고 연구를 진행하였다. 하천이용시설물에 대한 관리 기준을 세울 때 시민들의 하천 이용도의 파악과 수문조사 및 침수 예측 정보를 사용하여 이용객 수 대비 시설물의 수명조사와 침수정보를 분석 및 예측하여 시설물의 관리 및 예산분배가 이루어진다면 효과적인 유지관리가 가능할 것이다. 현재 하천이용객 수는 설문조사, 드론촬영과 같은 직접조사를 통해 추정하지만 인력과 경제성 측면에서 소모적이며, 조사 기간과 주기가 매우 한정적이다(MOLIT, 2020d). 시민들의 이용도를 파악하기 위해서 유동인구와 시민들의 이동현상 파악이 기초가 되며, Lee(2019)는 통신 빅데이터를 이용하여 친수지구의 이용도를 파악하여 친수지구 운영의 효율성 강화와 유지·보수 사업의 일관적이고 효율적인 예산운영방안에 관한 연구를 진행하였다. 통신 빅데이터는 기지국 단위로 수집되는 휴대폰의 송·수신 정보를 이동통신사 고객정보와 결합해 특정지역 유동인구를 산출한 자료를 의미한다.

본 연구는 기반시설 관련 법령(MOLIT, 2020a)의 세부지침을 조사하여 하천이용시설 성능평가체계 조사 및 분석을 실시하였고, 국가하천 기반시설 보고서를 통해 최신 하천이용시설의 분류체계 및 유지관리 체계를 조사하였다. Lee(2019)에서 사용한 이용자 수, 연령, 성별을 파악할 수 있는 통신 빅데이터를 활용하여 친수지구의 하천 이용시설의 이용도를 구분하고 수도권 거주자 및 이용자 중 도보 및 자전거 이용자를 대상으로 하천 이용시설의 사용성에 대한 설문조사를 실시하였다. 통신빅데이터의 데이터를 Tukey의 이상치분석을 사용하여 이용도 등급을 분류하였고, 델파이 기법을 활용하여 설문지 항목을 결정하여 설문조사를 실시하였다. 통신빅데이터와 설문조사 결과를 통해 그룹변수와 항목변수를 선정하여 사용성능에 대한 경제성 평가식을 도출하였다.

## 2. 연구 방법론

### 2.1 빅데이터 기반 이용도 분석

연구는 Fig. 1과 같이 선행연구 분석 및 관계 법령조사, 빅데이터 기반 이용도 분석, 설문조사 실시, 경제성 항목 및 평가식 제시로 진행하였다. MOLIT(2020d)은 SK Telecom의 통신 빅데이터를 기반으로 이용도(utilization)를 구하고 이용도 등급을 산정하였다. 친수구역별 면적당 이용객 수를 기준으로 이용도 등급을 5단계로 나누었다. 이용도가 매우 활발하며 면적당

이용객수가 5.468명/m<sup>2</sup> 이상인 경우 I등급, 이용도가 활발하며 면적당 이용객수가 1.190명/m<sup>2</sup> 이상 5.468명/m<sup>2</sup> 미만인 경우 II등급, 이용도가 보통이며 면적당 이용객수가 1.190명/m<sup>2</sup> 이상 0.286명/m<sup>2</sup> 미만인 경우 III등급, 이용도가 저조하며 면적당 이용객수가 0.046명/m<sup>2</sup> 이상인 1.19명/m<sup>2</sup> 미만 경우 IV등급, 이용도가 매우 저조하며 면적당 이용객수가 0.046명/m<sup>2</sup> 미만인 경우 V등급이다. 본 연구는 MOLIT(2020d) 결과를 토대로 하천이용시설의 성능평가의 사용성능에 대한 사용경제성의 가치를 산정하였다.



Fig. 1. Flow Chart of Study Methodology

## 2.2 설문조사 실시

### 2.2.1 응답자 현황

하천이용시설의 세부적 중요도를 파악하기 위하여 수변공원을 이용해본 경험이 있는 사람들을 토대로 설문조사를 진행하였다. 응답자들은 수도권 거주자 및 이용자 대상으로 자차이용자와 대중교통 및 도보 이용자 중 대중교통 및 도보이용자가 대부분이다. 자차이용자는 기동성이 좋기 때문에 다른 곳으로 이동이 용이하여 친수지구 이용도가 낮다고 판단되는 반면, 대중교통 및 도보이용자는 친수지구 방문이 주된 외출의 목적이기 때문에 이용도가 더 높을 것으로 판단된다. 또한 해당 응답자들은 수도권에 거주하기 때문에 비교적 도심에 위치한 수변공원을 이용하였을 것으로 가정하고 설문조사 결과를 분석하였다.

### 2.2.2 설문 구성

설문 항목은 MOLIT(2020d)에서 설정한 하천이용시설 경제성 분석의 ‘사용성(Usability)’에서 ‘접근성(Accessibility)’, ‘편의성(Convenience)’, ‘안전성(safety)’, ‘청결성(Cleanliness)’으로 세분화하여 Table 1과 같이 구성하였으며 4가지 항목으로 우선순위를 결정하였다. 각 항목은 중요도에 따라 ‘1’~‘4’의 점수를 부여하며 4점을 받은 항목이 가장 우선적으로 중요시 되어야 하는 항목으로 설정하였다. 각 항목들은 다시 세부 사항으로 나뉘어져 각각 중요도 점수를 ‘1’~‘5’로 부여받는다. 여기에서 정해진 중요도 점수와 우선순위 점수는 이후에 각 항목에 따라 가중치 값으로 계산되어 사용된다.

**Table 1.** Composition of Survey

Question	Answer				
<b>About use status of waterside park</b>					
Experience of using waterside park	Yes			No	
How to visit waterside park	own car	Walking	bicycle	Public transport	
When is the visit time?	A.M.	P.M.	Night	Dawn	
How long do you use it?	Less than 30 minutes	30 minutes to 1 hour	1 to 2 hours	2 to 3 hours	More than 3 hours
<b>Evaluation of the importance of factors for waterside park maintenance</b>					
	Priority Score				
Accessibility (the degree of incentives to visit)					
Convenience (the degree of convenience of visiting)	1	2	3	4	
Safety (Only to ensure safety)					
Cleanliness (to secure cleanliness)					
<b>Evaluation of the importance of accessibility-related details</b>					
	Score				
The number of trails, pedestrian paths, bicycle paths, etc.	1	2	3	4	5
Enough parking space.	1	2	3	4	5
<b>Evaluation of the importance of convenience-related details</b>					
	Score				
The number of resting facilities such as benches and shade.	1	2	3	4	5
The number of public restrooms.	1	2	3	4	5
<b>Evaluation of the importance of safety-related details</b>					
	Score				
Damage to bicycle road, etc.	1	2	3	4	5
Damage to rest facilities such as benches and shades.	1	2	3	4	5
<b>Evaluation of the importance of cleanliness-related details</b>					
	Score				
Cleanliness of public restrooms	1	2	3	4	5
Cleanliness of the bicycle road	1	2	3	4	5
Cleanliness of resting facilities such as benches and shade	1	2	3	4	5

(Priority Score - ‘first’ : 4, ‘second’ : 3, ‘third’ : 2, ‘fourth’ : 1

Evaluation of the importance - ‘not very important’ : 1, ‘not important’ : 2, ‘neutral’ : 3, ‘important’ : 4, ‘very important’ : 5)

### 2.3 경제성 평가항목 및 경제성 평가식 제시

본 연구에서는 델파이 기법을 활용하여 설문조사를 기반으로 경제성 평가 항목을 설정하고 하천이용시설의 성능평가 중 사용성능 항목(접근성, 편의성, 안전성, 청결성)의 중요도를 설문조사 결과와 인원수를 고려하여 가중치 계산) 산정하였다. 설문조사를 기반으로 설정한 세부사항 중요도와 이를 보정하는 항목별 매개변수 가중치( $\alpha_i, \beta_i, \gamma_i$ )를 선정하여 사용성 세부식을 제시하였다. 그리고 최종적으로 설문조사 및 빅데이터 이용도 그룹별 매개변수 가중치( $w_i$ )를 사용성 세부식에 적용하여 하천이용시설 사용성능 경제성 평가식을 제시한다.

## 3. 연구 결과

### 3.1 통신 빅데이터 이용도 분석 결과

제공받은 통신 빅데이터 자료를 통해 각 친수지구에 대해 2017~2019년 동안의 이용객 수의 평균값을 산정하고 각 친수지구의 면적별 이용객 수를 산정하였다. 이를 이용해 Fig. 2와 같이 히스토그램을 작성한 후 통계적 특징을 관찰하였고 이용도 등급을 다섯 등급으로 나누었다.

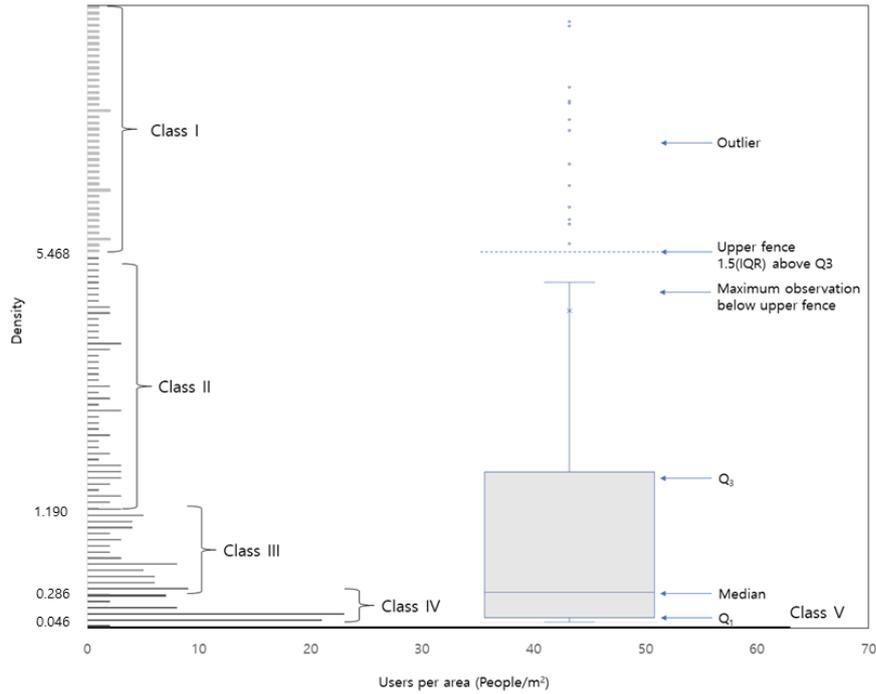


Fig. 2. Histogram of utilization

I 등급은 가장 활발한 경우의 등급이며, 히스토그램에서 극단치를 보이는 친수지구를 다수 발견 후 이상치 분석을 통해 I 등급으로 별도 지정하였다. 이상치 분석에는 사분위수 방법 Tukey방법 등이 사용된다(Ju, 2016). 통신 빅데이터 자료는 상한으로 과한 값이 다수 존재하기에 box-plot의 상한이나 하한 즉 바깥쪽 울타리(outer fences)를 벗어나는 관측치를 이상치로 정의하는 방법인 Tukey(1977) 방법을 적용하여 이상치 기준을 선정한다.

$$\begin{aligned}
 \text{upper outlier} &: Q_3 + c_u IQR \\
 \text{lower outlier} &: Q_1 - c_l IQR \\
 IQR &= Q_3 - Q_1
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

보통  $c_u, c_l$  값은 1.5로 산정하며 그 이유는  $c_u, c_l$ 이 1.5일 경우 이상치의 범위가 0.7%로 1.0과 2.0일 때에 비해 적당하다고 판단하여 설정하였다. Eq. (1)은 상한 이상치(upper outlier)와 하한 이상치(lower outlier)를 계산하는 식이다. 여기서  $Q_1$ 은 하위 25%,  $Q_3$ 는 상위 25%,  $IQR$ 은  $Q_3 - Q_1$  차이를 의미한다. 상한 이상치는 5.468로 I 등급을 결정하는 기준으로 하고, 하한 이상치는  $-3.164$ 로 음의 값을 가지므로 하한 이상치는 없다고 간주한다. 선정한 이상치 기준을 토대로 Table 2와 같이 이용도의 등급을 구분하였고 5등급을 기준으로 0.5 씩 가중치를 더하여 산정하였다.

Table 2. Utilization Rating Based on The National River Friendly Zone

Classification	Meaning	Grade Standard (Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2020 d)	Weight (u)
I grade	very active	$5.468 \text{ user/m}^2 \leq$ (The number of users per area.)	3.0
II grade	active	$1.190 \text{ user/m}^2 \leq$ (The number of users per area.) $< 5.468 \text{ user/m}^2$	2.5
III grade	normal	$0.286 \text{ user/m}^2 \leq$ (The number of users per area.) $< 1.19 \text{ user/m}^2$	2.0
IV grade	low	$0.046 \text{ user/m}^2 \leq$ (The number of users per area.) $< 0.286 \text{ user/m}^2$	1.5
V grade	very low	(The number of users per area.) $< 0.046 \text{ user/m}^2$	1.0

### 3.2 설문조사 결과 분석

#### 3.2.1 우선순위 점수 및 항목별 가중치

Fig. 3은 진행되었던 설문조사 중 일부를 발췌한 것이다. 네 가지 항목의 우선순위 결정의 경우 응답자가 제출한 우선순위 점수의 평균을 산정하여 산출하였다. 우선순위 점수가 3.0이상 일 경우 가중치는 1.5 으로 산출하였고, 2.0에서 3.0미만 일 경우 1.0, 2.0미만일 경우 1.0의 점수를 부여하였다. Table 3에 따르면 결과적으로 청결성, 편의성, 접근성, 안전성의 순서로 우선순위가 결정되었으나 각 요인별 차이가 크지 않고 설정해둔 우선순위 점수 범위에 서로 크게 벗어나지 않아 모두 같은 가중치 값인 1.0으로 설정하였다.

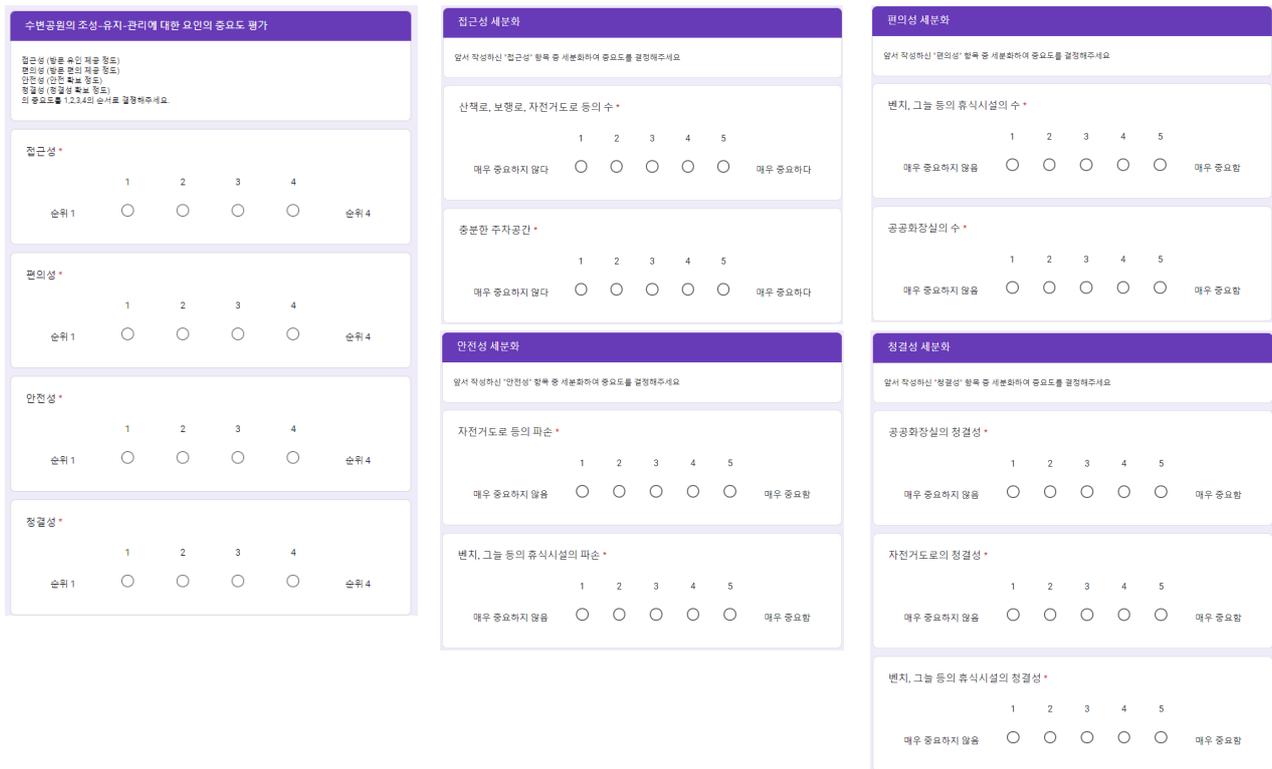


Fig. 3. Survey Process

Table 3. Priority scores and weights for each factor

Factors	Priority Score	Weight (w)
Accessibility	2.41	1.0
Convenience	2.50	1.0
Safety	2.34	1.0
Cleanliness	2.75	1.0

그러나 이는 해당 설문조사가 수도권에 거주하는 대중교통 이용자를 대상으로 진행되었기 때문이며 지역별, 연령별, 방문 수단별에 따라 우선순위 결과가 다를 것으로 예상되며 그에 따라 점수 차이도 커질 경우 가중치 값에 영향을 줄 수 있음을 예상할 수 있다. 예를 들어 설문조사의 응답자들은 대부분 수도권에 거주하여 대중교통으로 수변공원을 방문하기 편리함으로 접근성의 중요성을 별로 느끼지 못하여 우선순위에서 밀려났을 수 있을 것이다. 하지만 교외로 벗어날 경우 수변공원을 방문

하기 위해서는 대중교통으로 1시간 이상 소요될 수 있으며 자차가 없을 경우, 접근이 불가능할 수도 있다. 이런 환경에서 거주하는 사람들은 접근성이 가장 중요한 요소가 된다. 또한 안전성이나 청결성 측면에서 비교적 수도권의 수변공원이 교외의 수변공원보다 관리가 체계적으로 이루어져 파손에 대한 대처가 빠를 수 있다. 따라서, 해당 설문조사의 응답자들은 파손으로 인한 불편함을 느끼지 못하여 안전성이 우선순위에서 밀려난 것으로 판단하였다. 이와 같이 설문조사에 응하는 응답자들의 지역, 나이, 상황 등 여러 요소들이 평가에 영향을 끼치므로 보다 적용성이 높은 일반적인 결과 값을 얻기 위해서는 조금 더 다양한 응답자의 구성이 필요하다.

### 3.2.2 세부사항 중요도 점수

각 항목 세부 사항들의 중요도 점수의 경우 응답자들이 제출한 점수를 각 항목 별 인원수와 관계지어 산출하였으며 소수점 셋째자리에서 반올림하여 사용하였다. 해당 점수는 범위에 따라 값을 별도의 절차를 통해 설정하지 않고 산출된 값을 그대로 사용하였다.

Table 4와 Fig. 4에서 확인되는 것과 같이 해당 중요도 점수들은 앞서 확인했던 우선순위 점수와도 밀접한 관계를 보이는 데, 대표적으로 접근성 부분의 ‘충분한 주차 공간’을 그 예로 들 수 있다. 해당 설문조사가 대중교통 이용자를 대상으로 진행된 만큼 주차공간의 여부는 크게 신경 쓸 부분이 아닌 것으로 판단된다. 응답자들이 자전거를 잘 이용하지 않는다는 것 또한 해당 중요도 평가에 큰 영향을 끼친 것이 확인되는데, 안전성과 청결성에 위치한 ‘자전거 도로 등의 파손’, ‘자전거 도로의 청결성’ 부문이 낮은 점수를 받은 것으로 설명될 수 있다. 비슷한 이유로 대중교통 이용자들이 수변공원에 방문하여 편히 휴식할 수 있는 벤치, 그늘 등의 휴식시설과 누구든 반드시 이용하게 되는 공공 화장실의 편의성과 청결성은 중요도가 매우 높게 산출되었다.

우선순위 점수를 통한 그룹 가중치와 각 요인의 세부사항 중요도 점수를 나타내는 세부 가중치는 설문 결과를 통해 매우 밀접한 관련이 있음을 알 수 있다. 하지만 본 연구에서는 네 가지 항목의 그룹 가중치를 모두 같은 값으로 설정하였기 때문에 각 항목별 세부사항 값의 편차가 크게 산출되지 않았다.

이와 같이, 설문조사를 통해 응답자가 처해진 환경에 따라 결과가 크게 달라질 수 있다는 것을 확인할 수 있으며 해당 연구를 조금 더 보편적으로 적용시키기 위해서는 응답자의 범위를 넓혀 다양한 유형의 응답을 받아 그 표본을 일반화시킬 수 있어야 한다.

**Table 4.** Importance of details factor

<b>Accessibility</b>	Score
The number of trails, pedestrian paths, bicycle paths, etc ( $x_1$ )	4.21
Enough parking space ( $y_1$ )	3.08
<b>Convenience</b>	Score
The number of resting facilities such as benches and shade ( $x_2$ )	4.45
The number of public restrooms ( $y_2$ )	4.32
<b>Safety</b>	Score
Damage to bicycle road, etc ( $x_3$ )	3.76
Damage to rest facilities such as benches and shades ( $y_3$ )	4.14
<b>Cleanliness</b>	Score
Cleanliness of public restrooms ( $x_4$ )	4.63
Cleanliness of the bicycle road ( $y_4$ )	3.5
Cleanliness of resting facilities such as benches and shade ( $z_4$ )	4.34

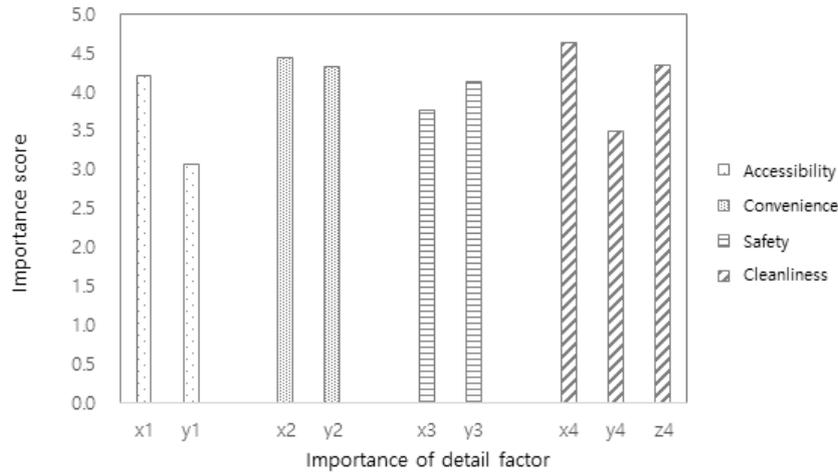


Fig. 4. Importance Score of Importance of Detail Factors

### 3.3 경제성 평가 도출 과정

#### 3.3.1 사용성 세부식 및 항목별 가중치 설정 방법

앞서 산출된 세부 사항별 중요도를 이용하여 각 항목의 중요도를 최종적으로 결정한다. 이때 항목별 중요도에 항목별 가중치를 곱한 값을 합산하여 계산하였다.

i) 접근성(Accessibility)

$$A = \alpha_1 x_1 + \beta_1 y_1 = 4.45\alpha_1 + 4.32\beta_1 \tag{2}$$

Eq. (2)에서  $\alpha_1$ 는 설문 문항 중 ‘산책로, 보행로, 자전거도로의 수’에 해당되며 공원의 전체 면적 대비 길이를 이용하여 설정한다.  $\beta_1$ 는 ‘충분한 주차 공간’ 문항에 해당하는 값으로 공원 전체 면적 대비 주차장의 면적으로 설정한다.

ii) 편의성(Convenience)

$$C = \alpha_2 x_2 + \beta_2 y_2 = 4.45\alpha_2 + 4.32\beta_2 \tag{3}$$

Eq. (3)에서  $\alpha_2$ 는 설문 문항 중 ‘벤치, 그늘 등의 휴식 시설의 수’에 해당되며 공원의 전체 면적 대비 시설물의 개수를 이용하여 설정한다. 같은 방법으로  $\beta_2$ 에 해당하는 ‘공공화장실의 수’ 또한 공원의 전체 면적 대비 시설물의 개수를 이용하여 설정한다.

iii) 안전성(safety)

$$S = \alpha_3 x_3 + \beta_3 y_3 = 3.76\alpha_3 + 4.14\beta_3 \tag{4}$$

안전과 관련된 가중치의 경우에는 앞선 두 가중치와 달리 수치적으로 계산할 수 없으므로 대부분 육안 평가로 결정한다. Eq. (3)에서  $\alpha_3$ 는 ‘자전거도로의 파손’을 의미하며 ‘자전거 이용시설 설치 및 관리 지침’의 <표 9-1>에 따라 육안 평가로 설정한다(MOIS, 2019).  $\beta_3$ 를 의미하는 ‘벤치, 그늘 등의 휴식시설의 파손’ 또한 육안 평가로 설정한다.

iv) 청결성(Cleanliness)

$$CL = \alpha_4 x_4 + \beta_4 y_4 + \gamma_4 z_4 = 4.63\alpha_4 + 3.5\beta_4 + 4.34\gamma_4 \quad (5)$$

본 설문조사에서는 친수지구 내 이용자가 느끼기에 청결성이 가장 민감한 장소를 화장실로 간주하였다. Eq. (5)의  $\alpha_4$ 에 해당하는 ‘공공화장실의 청결성’은 공공 화장실 앞에 표기되어 있는 화장실 청소표를 확인하여 빈도대로 설정하도록 한다.  $\beta_4$ 에 해당하는 ‘자전거도로의 청결성’은 정확한 수치로 확인할 수 없으므로 육안 평가로 결정하여 설정한다.  $\gamma_4$ 에 해당하는 ‘벤치, 그늘 등의 휴식 시설의 청결성’ 역시 육안 평가로 결정하여 설정한다.

### 3.3.2 하천이용시설 사용성능 경제성 평가식 제시

이를 모두 활용하여 최종 사용성능에 대한 경제성 평가식 Eq. (6)을 도출하였다. 최종식 Eq. (6)은 각 중요도에 설문조사 우선순위 가중치와 이용도 등급별 가중치를 곱하여 도출하였다.

$$U = \sum w_i U_i = (w_1 A + w_2 C + w_3 S + w_4 CL) \times u \quad (6)$$

( $U_i = A, C, S, L$ )

U: 사용 경제성, A: 접근성, C: 편의성, S: 안전성, CL: 청결성, u: 이용도 등급 가중치,  $w_i$ : 그룹 가중치이다(본 연구의 설문조사에서는  $U=(A+C+S+CL) \times u$ ).

## 4. 결론

현재 하천이용시설에 대하여 유지관리 성능평가는 실시주기만 명시 되어있고, 상세한 기준은 없는 실정이다. 또한 유지보수를 위한 예산안이 따로 마련되어 있지 않고, 관련 부서에 할당된 예산안에서 하천이용시설의 유지보수가 필요할 때에만 일부 사용되고 있다. 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하고 수변공원의 하천이용시설의 유지보수가 체계적으로 이루어질 수 있는 방안을 제시하기 위해 설문조사 및 빅데이터 이용도 조사를 활용하여 경제성평가 기법을 제시하였다. 하천이용시설의 사용성을 접근성, 편의성, 안전성, 청결성으로 분류하고 각 항목별 가중치와 이용도 등급에 따른 그룹 가중치를 고려하여 하천이용시설 사용성능 경제성 평가식을 제시하였다. 본 연구에서 실시한 설문조사의 표본이 한정적인 한계가 있으나, 이는 향후에 설문조사의 표본의 범위를 확장하여 설문조사의 신뢰도를 높이고 각 가중치의 값을 정확히 산정할 수 있게 된다면 하천이용시설의 유지관리 성능평가의 중요한 기준이 될 것으로 기대한다. 또한, 설문조사 응답자의 표본이 더 커질 경우, 우선순위 점수에도 변화가 생길 것이며 그룹 가중치도 각기 다른 값으로 설정될 수 있으며, 세부 가중치와 함께 산출된 세부식에서도 편차가 나타나 효과적이고 신뢰도 높은 조사결과를 기대할 수 있다. 본 연구 결과를 토대로 친수지구 운영의 효율성을 증가시키고 하천의 유지·보수사업의 일괄적이고 효율적인 예산운영방안을 마련할 수 있으며 향후 성능평가의 안전성(구조안전성, 수문안전성 등) 및 내구성을 고려한 경제성 기법 발전을 도모할 수 있다. 더 나아가 편의시설별 수요분석을 통해 경제적 가치를 평가한다면 효율적인 하천이용시설물 유지관리와 하천에 대한 시민들의 이용도가 더욱 증가할 것으로 기대된다.

## Acknowledgment

본 결과물은 교육부의 재원으로 홍익대학교의 대학혁신지원사업(UROP)의 지원을 받아 연구되었으며, 통신 빅데이터

자료를 제공해 주신 국토연구원 소속 이상은 박사님과 자문을 주신 산업체 전문가 H2R 소속의 제갈선동 박사님께 감사드립니다.

## References

- Ju, Y. S. (2016). Outlier Detection and Treatment in Industrial Sampling Survey. JKDIS. 27(1): 131-142.
- Kim, E. K. (2020). The Ministry of Environment Launched the ‘Climate Crisis Response Flood Countermeasures Planning Group’... Prepare Basic Measures. YNA. <https://www.yna.co.kr/view/AKR20200817042600530>
- Lee, J.S. (2019). Using the Mobile Big Data for the Smart River Space Management : Data Validation and Water-Friendly Space Indicators. The Korea Spatial Planning Review. 101(1): 3-18.
- MOIS (2019). Guidelines for Installation and Management of Bicycle Facilities. Seoul: MOIS.
- MOLIT (2020a). National River Minimum Maintenance Standards and Performance Improvement. Sejong: MOLIT.
- MOLIT (2020b). Guidelines on The Safety and Maintenance of Facilities, etc.. Sejong: MOLIT.
- MOLIT (2020c). First Infrastructure (National River) Management Plan (Draft). Sejong: MOLIT.
- MOLIT (2020d). Research on the Improvement of National River Management Efficiency Using Mobile Big Data. Sejong: MOLIT.
- NARS (2017). Waterfront Park Management Status and Improvement. Seoul: NARS
- SI (2015). 2020 Seoul Water Environment Comprehensive Management Plan. Seoul: SI.

### Korean References Translated from the English

- 국토교통부 (2020a). 국가하천 최소유지관리기준 및 성능개선. 세종: 국토교통부.
- 국토교통부 (2020b). 시설물의 안전 및 유지관리 실시 등에 관한 지침. 세종: 국토교통부.
- 국토교통부 (2020c). 제1차 기반시설(국가하천) 관리계획(안). 세종: 국토교통부.
- 국토교통부 (2020d). 통신 빅데이터를 활용한 국가하천관리 효율성 제고방안 연구. 세종: 국토교통부.
- 국회입법조사처 (2017). 수변공원의 관리현황과 개선과제. 서울: 국회입법조사처.
- 김은경 (2020). 환경부 ‘기후위기 대응 홍수대책기획단’ 출범...근본대책 마련. 연합뉴스. <https://www.yna.co.kr/view/AKR20200817042600530>
- 서울연구원 (2015). 2020 서울특별시 물환경 종합관리계획. 서울: 서울연구원.
- 이종소 (2019). 국가하천 친수지구 공간관리를 위한 통신 빅데이터 활용성 검토: 자료검증과 이용지 선정. 국토연구. 101(1): 3-18.
- 주영선 (2016). 경제조사에서의 이상치 탐지와 처리방법. 한국데이터정보과학회지. 27(1): 131-142.
- 행정안전부 (2019). 자전거 이용시설 설치 및 관리 지침. 서울: 행정안전부.