

국가하천 친수지구 공간관리를 위한 통신 빅데이터 활용성 검토: 자료검증과 이용지표 선정*

Using the Mobile Big Data for the Smart River Space Management
: Data Validation and Water-Friendly Space Indicators

이종소 Lee Jongso**, 이상은 Lee Sangeun***, 최진영 Choi Jinyoung****

Abstract

While local governments implement various policies related to urban development and regeneration, welfare, culture and tourism, the river space, in particular, which river managers designated as water-friendly space, provides residents with opportunities for their relaxation and leisures. As a local resource, the value of the space continues to increase. Hence, river managers recently recognized necessities to manage and operate the river space in accordance with visitors' demands, and to examine usefulness in applying mobile big data to improve the understanding of visitors' demands. In these regards, the authors first validates the number of visitors obtained from mobile big data with several water-friendly space cases. The accuracy of mobile big data turns out to be quite good enough to significantly reduce river managers' burdens in field surveys, although it remains to be improved further. By using various information that can be inferred with the data, the authors then define eight water-friendly space indicators. Those indicators seem very useful to understand how residents interact with river spaces. With all results, authors conclude that mobile big data and defined indicators have potentials as valuable data sources for river managers' practices, especially, in making decisions upon classification of water-friendly space, establishment of convenient facilities, optimization of O&M budget, and deregulation on the river space use permission system.

Keywords: Water-Friendly Space, Mobile Big Data, Space Indicator, River Management

I. 서론

도시지역 내 주민의 휴식과 레저를 위한 공간부족을 해소하고, 하천이 제공하는 자연경관, 생태체험 등의 기회를 살려 지역의 활기를 높이는 데 친수지구 운영

과 관리의 중요성이 점차 커지고 있다. 친수지구는 주민들의 친수활동을 위한 공간을 계획적으로 관리하기 위해 지정한 곳을 의미하는데, 친수지구로 지정되면 하천관리청은 하천공사를 통해 광장, 자전거도로, 경관식재 등 하천이용을 위한 기반을 확충하고, 이후에

* 본 논문은 국토교통부의 '통신 빅데이터를 활용한 국가하천관리 효율성 제고방안 연구(2018~2020)'로부터 연구비와 기초자료를 지원받았으며, 본 논문의 작성 및 투고에 대해서는 연구의 감독기관과 사전에 협의되었음.

** 국토연구원 책임연구원(제1저자) | Assistant Research Fellow, Korea Research Institute for Human Settlements | Primary Author | jslee@krihs.re.kr

*** 국토연구원 수자원-하천연구센터장(교신저자) | Director of Water Resources and River Research Center, Korea Research Institute for Human Settlements | Corresponding Author | selee@krihs.re.kr

**** 넥스엔정보기술 빅데이터사업부 팀장 | Manager, Big Data Department, Nex & Tech | cj.choi@nexntech.com

도 지자체가 요구하는 이용객 편의시설, 레저·문화시설 등의 설치 규제를 완화하여 지역의 건전한 하천이용을 지원하도록 하고 있다.

2007년 「하천법」 개정으로 친수지구 조성의 근거를 확보한 이후 국가하천에 친수지구를 대규모로 조성한 바 있다. 국가하천 정비 과정에서 총 357개소를 지정하여 공원화하고, 벤치, 파고라, 조망 데크, 산책로, 자전거도로, 부대시설 등을 설치하고, 초화류, 수목 등을 심었다(국토해양부 2012). 하지만 사업 직후부터 친수지구의 이용객 저조로 인해 친수지구의 효용은 자주 사회적으로 비판을 받아왔으며, 결국 2016년 말 국가하천 내 친수지구의 수를 297개소로 축소한 바 있다(국토교통부 2015; 2016).

친수지구 도입 초기 수요예측 실패로 인한 문제가 상당히 해소된 현시점에서, 친수지구를 활용하여 건전한 하천이용을 지원하고 지역복지를 증진하기 위한 건설적인 논의가 필요하다(이상은, 김미은 2017). 국가하천 내 하천이용 수요가 높아 존치시킨 친수지구와 함께 지방하천 정비를 통해 지역 주도로 조성되고 있는 친수지구를 효과적으로 활용하는 것이 관건이라 할 수 있다. 이를 위해 하천관리 정책과 실무 차원에서 하천이용객 수요를 잘 이해하고, 친수지구의 계획, 유지관리, 인·허가에 있어서 합리적인 결정을 하는 것이 중요하다고 할 수 있다.

실무에서는 2014년부터 하천이용객 수요를 조사하기 위해 여러 가지 방법을 강구한 바 있다. 2014년에서 2016년까지는 국토교통부 지방국토관리청의 현장인력을 동원해 간헐적으로 이용객수를 조사하였고 드론 촬영기법을 적용해 보기도 하였다(국토교통부 2016). 이러한 직접조사 방식은 인력, 경비 등이 크게 소모됨에 반해, 확보 가능한 정보가 제한적이고 정확성 또한 종종 문제가 제기되었다(국회입법조사처 2017). 따라서 본 논문에서는 친수지구 이용도 조사의 방법론상

의 대안으로 통신 빅데이터의 활용성을 검토하고자 한다. 이를 위해 첫째, 통신 빅데이터가 하천이용객수를 잘 설명할 수 있는지 여부를 표본검증하며, 둘째, 친수지구 관리를 위해 통신 빅데이터를 통해 얻을 수 있는 지표를 정의하고 시범적으로 적용하려는 목적하에 수행되었다.

통신 빅데이터는 하천관리 분야에서 비교적 새로운 자료원이지만, 이미 다양한 분야에서 그 가능성이 확인되었다. 통신 빅데이터를 기반으로 지역의 인구나 인구밀도를 추정하는 관련 연구 중 김종학, 고용석, 김준기, 김동한(2014)에서는 모바일 빅데이터로 활동 인구의 시공간적 분포와 변화를 분석하여 공간정책 활용방안을 제시하였으며, De Jonge, van Pelt and Roos(2012)는 모바일 빅데이터를 활용하여 주간 인구 밀도 추정, 통근자 이동성 추정 등을 통해 공식 통계화 가능성을 탐색하였다. 또한 Deville, Linard, Martin and Gilbert et al.(2014)은 모바일 통신의 셀 단위 위치 데이터로 회귀분석을 통해 인구밀도를 추정하였으며, Douglas, Meyer, Ram and Rideout et al.(2015)는 이동전화 통화량과 토지피복데이터를 독립변수로 한 인구 추정 회귀분석을 통해 모바일 빅데이터의 활용 가능성을 보였다.

친수지구 관리와 유사성이 있는 지역관광(이은주 2015; 유영준 2015; 박진우 2016; 권태일, 이충희 2017), 공원관리(오장근, 허학영, 심규원, 김태근 외 2017), 교통수요관리(성지은, 박기량 2014; 김해주 2017; 이광섭, 엄진기, 성명연, 유소영 외 2017; AirSage 2017) 등의 분야를 살펴보면, 통신 빅데이터는 시민의 수요 맞춤형 행정구현 차원에서, 그리고 정보 부족으로 인한 공공서비스 품질 저하의 대책으로 본격적으로 도입되고 있음을 확인할 수 있다(이상은, 조만석, 이광섭, 유영준 외 2018). 이러한 배경에는 LTE 시그널 기반의 기지국 단위로 저장된 자료를 활용할 수 있게

됨에 따라 자료의 신뢰성이 크게 증가하였기 때문이라 할 수 있다. 각 분야마다 초기에는 단순히 유동인구를 집계한 뒤 이를 시각화하는 데 초점을 두었지만, 특정 공간범위 내 시간적 유동속성 외에도 유동인구의 구성과 공간 활용방식을 파악할 수 있기 때문에 정책·실무 차원의 의사결정을 혁신하기 위한 심도 있는 연구가 진행되고 있다. 이에 본 논문에서는 다양한 분야에서 가능성을 보이고 있는 통신 빅데이터를 하천 공간에 적용하여 통신 빅데이터의 활용 가능성 및 실무 적용성을 검토하고자 한다.

II. 방법론

1. 대상지 선정

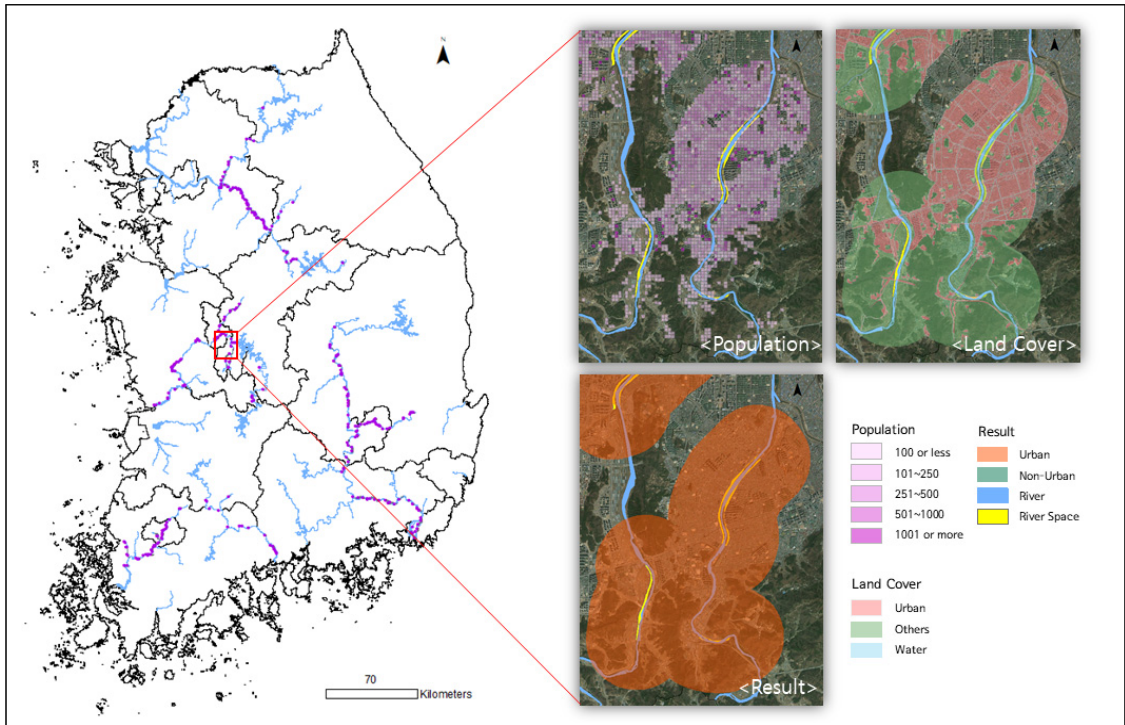
본 논문은 4대강 살리기 사업을 통해 국가하천에 조

성한 친수지구 중 2016년 말에 지역수요를 토대로 재조정된 297개 친수지구를 대상으로 하였다. 이 친수지구는 한강, 낙동강, 금강, 영산·섬진강 수계에 위치하며, 2016년 말 하천기본계획 변경을 통해 수량과 면적이 확정되었다. 친수지구 공간영역을 명확히 정의하기 위해 각 지방국토관리청에서 친수지구 유지관리를 위해 비치하고 있는 수계별 친수지구 관리카드 및 도면파일을 수집하여 사용하였다.

2. 친수지구의 입지적 특성 분류

먼저 <Figure 1>과 같이 주변지역 인구와 토지피복을 고려하여 친수지구가 도시구간에 속하는지, 아니면 비도시구간에 속하는지 등의 입지적 특성을 구분하였다. 「친수구역 활용에 관한 특별법」 제2조에서 정의하고 있는 2km 거리 내 제내지를 대상으로 인구밀

Figure 1 _ Locational Classification of Water-Friendly River Spaces



도가 1km² 면적당 300명 이상(Dennis Mwaniki 2018) 인 경우 해당 친수지구가 도시구간에 속한 것으로 분류하였다. 또한 토지피복의 경우 시가화·건조지역 비율이 국가하천 친수지구 배후지역의 평균인 14% 이상 이라면 해당 친수지구가 도시구간에 속한다고 간주하였다. 각각에 대해 인구밀도와 토지피복을 분석하는 데에는 국토지리정보원¹⁾의 100m×100m 격자단위의 인구주제도(2015년)와 국가공간정보포털²⁾의 토지피복도(2009년) 등의 공간정보가 활용되었다.

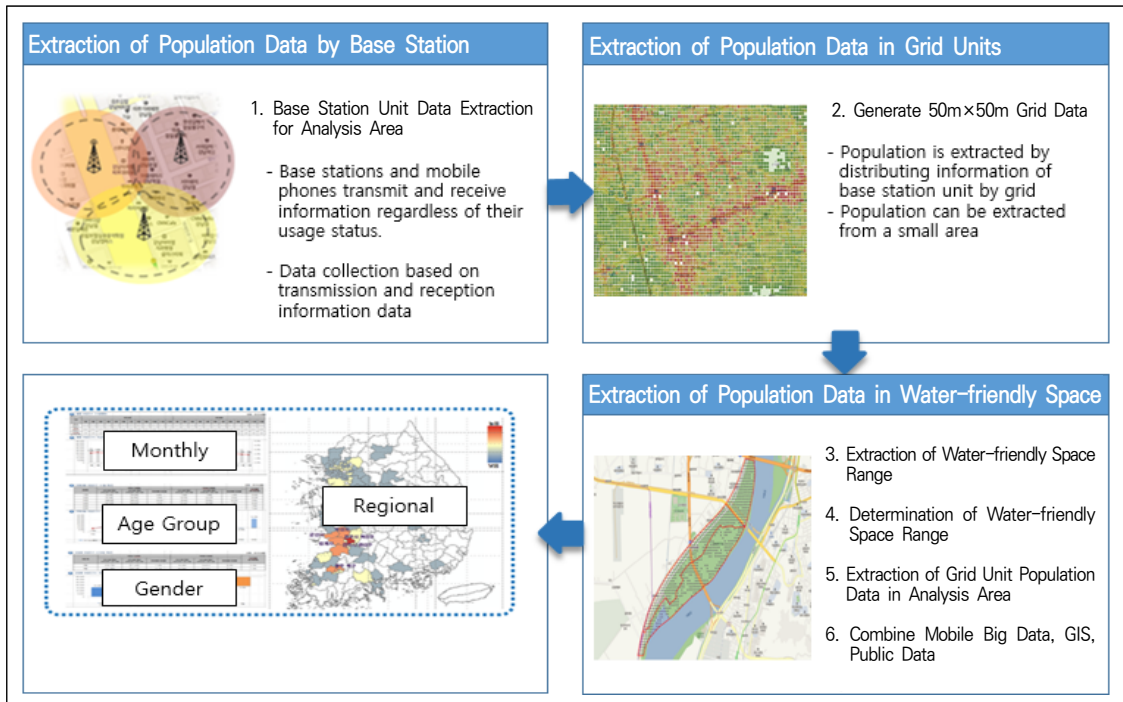
3. 통신 빅데이터 추출

통신 빅데이터는 일반적으로 기지국 단위로 수집되는 휴대폰의 송수신 정보를 이동통신사 고객정보와 결합

하여 특정지역 유동인구를 산출한 자료를 말한다. 각 기지국으로 모인 통신정보는 이동전화 교환기(Mobile Switching Center)에 의해 1차적으로 수집되며, 가입자 정보관리 서버와 기지국 위치정보 서버의 데이터와 결합되어 수집기 서버로 집적된다. 이렇게 수집기 서버로 집적된 데이터를 원시데이터로 사용하게 된다.

<Figure 2>와 같이 통신 빅데이터는 기지국 단위로 원시데이터를 수집하고 있으며, 이 원시데이터는 기계적 처리에 의해 자동으로 수집된다. 시그널 데이터는 휴대폰을 사용하지 않아도 5분 간격으로 기록되는 신호를 뜻하며, CDR(Call Detailed Recorder) 데이터는 4G 이상에서 잡히는 통화, 문자, 인터넷 등을 사용할 때 기록되는 자료를 의미한다. 이러한 데이터는 개인의 신상정보나 위치정보가 포함되어 있기 때문에

Figure 2_ Population Calculation Process Using Mobile Big Data



1) <http://www.ngii.go.kr> (2019년 2월 14일 검색).

2) <http://www.nsd.go.kr> (2019년 2월 14일 검색).

개인정보를 제거하고 제거된 개인의 고유정보 대신 암호화 식별자를 부여한 뒤, 공간 및 시간단위로 근집화하는 비식별화 작업을 필요로 한다.

생성된 기지국 단위의 미가공 데이터와 정보데이터를 연계하여 기지국 단위의 인구데이터를 생성하고 기지국, 행정동, 시·군·구, 광역시도 등으로 공간범위를 확장시켜가며 기존의 인구통계 자료와 비교하게 된다. 다음으로는 소지역 분석에 활용할 수 있도록 공간회귀분석모형을 이용하여 기지국 단위 인구데이터를 50m×50m의 격자단위 인구데이터로 생성하며, 최종적으로 친수지구 공간영역을 고려하여 유동인구를 추출하게 된다.

본 논문에서는 친수지구 관리에 필요하다고 판단되는 방문객 시계열 정보, 유입지 정보, 성/연령, 1인당 이동거리 등의 데이터를 선정·연계하여 직접 구축한 친수지구 공간정보와 결합해 방문객수를 추출하였다. 통신 빅데이터는 이동통신 3사 가운데 국내 이동통신 시장의 점유율이 가장 높은 SK Telecom의 통신 빅데이터를 활용하였다. 이동통신 3사의 모든 데이터를 활용한다면 보다 정확한 분석이 가능하겠지만 3사 간의 데이터 호환 문제, 데이터 추출방식 차이, 기지국 전파영역 공간데이터 확보 유무 등으로 인해 모두 사용할 수 없는 한계성을 지니고 있기 때문이다.

본 논문에서 친수지구의 공간영역에 대해 시간대별 유동인구를 추출하는 데 다음의 세 가지 가정을 적용하였다. 첫째, 하루 24시간을 기준으로 각 시간대별 중복을 제거한 유입인구 데이터를 적용하였다. 즉, 1일 단위를 기준으로 친수지구 이용객수를 산정하기 때문에 한 사람이 1일에 두 번 이상 친수지구를 방문하더라도 단 한 번만 방문한 것으로 하여 시간대별 중복을 제거하였다. 둘째, 체류시간이 15분에 미치지 않는 유동인구는 이용객수 집계에서 제외하였다. 친

수지구는 주변에 강변도로, 교량 등의 시설이 위치하는 경우가 많은데, 이러한 시설로 인해 친수지구의 이용과는 무관한 유동인구가 포함될 수 있기 때문이다. 단, 주변에 도로나 교량이 교차하지 않는 구간 경우에는 전체 유동인구를 이용객으로 간주하였다. 셋째, 통신 빅데이터를 통해 이용객의 유입지를 시·군·구 단위로 파악하고자 하였는데, 이때에는 전월 기준으로 밤 10시에서 새벽 4시까지 15일 이상 체류한 지역을 실거주지로 간주하였다.

4. 친수지구 이용객수의 현장 표본 검증

통신 빅데이터를 기반으로 하는 격자단위 유동인구는 자료의 생산과정에서 여러 공간영역에서의 통계검증이 이뤄지고, 인구를 격자단위로 배분할 때 사용되는 공간회귀모형 또한 문화관광, 교통, 공원관리, 시민행정 등 다양한 분야에서 공통으로 적용되고 있는 것이 사실이다. 그럼에도 불구하고 격자단위의 유동인구를 다시 주변 도로, 교량 등의 간섭이 크고 형상이 복잡한 친수지구의 이용객수로 변환하였기 때문에 추가검증을 필요로 한다.

친수지구 이용객수 검증을 위해 표본검증 대상지를 선별하였다. 297개 친수지구 가운데 친수지구가 너무 넓거나 이용객수가 너무 많아 현장조사가 어려운 곳은 제외하였으며, 주변에 여러 친수지구가 복잡한 형태로 접해 있어 경계구분이 명확하지 않은 곳 또한 검증의 취지에 부적합하여 제외하였다. 이와 같은 상황을 고려하여 네 가지 수계에 대해 도시구간과 비도시구간의 대표적인 특성을 지닌 친수지구들을 총 8개를 선택하였다. 선택된 친수지구에 대해서는 아침 8시에서 오후 18시까지 2시간 간격으로 1일 6회 이용객수를 측정하였다. 현장에서는 육안조사를 기본으로 하되, 수목, 지형, 진·출입로 등의 조건으

Figure 3 _Field Observation Using Drone: G. Park in Han River



Note: Aerial Photography(March 14, 2019).

로 육안조사의 정확도가 낮은 곳에 대해서는 하천관리청의 협조하에 <Figure 3>과 같이 드론촬영으로 정확도를 보완하는 방식을 취하였다. 이어서 표본검증 대상지에 대해 동일 날짜, 동일 시간대의 하천이용객수를 통신 빅데이터로 얻은 뒤 서로 비교하였다.

5. 친수지구의 이용지표 정의

주민수요에 능동적으로 부합하여 친수지구를 체계적으로 관리하기 위해서는 친수지구라는 공간을 지역주민이 어떠한 방식으로 활용하고 있는지에 대한 객관적인 정보가 필수적이다. 다른 친수지구에 비해 상대적으로 얼마나 이용되고 있는지, 어느 월에 많이 방문하였는지, 주중과 주말의 이용객 비율은 어떠한지, 이용객의 우점 연령층은 어떻게 되는지, 이용객의 평균 이동거리는 어떠한지 등의 정보가 대표적이라 할 수

있다. 이러한 정보는 친수지구에 대한 지속적인 운영의 필요성, 확충되어야 할 시설의 종류, 집중되어야 할 유지·보수 예산항목, 주차장 등 편의시설 설치여부 등에 직접 활용될 수 있다. 본 논문에서는 통신 빅데이터로부터 직접 또는 추론하여 얻을 수 있는 정보들을 토대로 여덟 가지 이용지표를 정의하였으며, 이를 <Table 1>과 같이 친수지구의 이용특성(Spatial Use Characteristics)과 친수지구 이용객의 집단특성(Visitor's Characteristics)으로 구분하였다.

친수지구의 이용특성은 여섯 가지 지표로 정의된다. 우선, 친수지구 면적당 이용객수(명/m²)를 통해 동일한 면적을 기준으로 연간 친수지구가 이용되는 정도를 판단하기로 하였는데, 이는 향후 친수지구 운영의 필요성 또는 유지·보수비 예산을 적정화하기 위한 근거자료로 활용 가능할 것이다. 다음으로는 하천이용 침투율(%)과 월 최대이용시기(-)를 선택하였는데, 두 지표를 통해 친수지구가 관광시설과 같이 성수기

Table 1 _ Definition of Water-Friendly Space Indicators

Characteristics	Indicator	Definition
Spatial Use	Number of Visitors per Area(people/m ²)	Number of Visitors per Water-friendly Space Area(people/m ²)
	Peak Visit Rate(%)	Maximum Number of Visitors/Minimum Number of Visitors
	Maximum Use Month(-)	Month with the Most Visitors
	Weekly Visit Rate(%)	Weekly Visitors/Weekend Visitors
	Residents' Visit Frequency(times)	Average Number of Visits of Residents
	Travel Distance per Visitors(km)	Travel Distance per Visitors
Visitors	Gender Ratio(%)	Ratio of Male/Female Visitors
	Maximum Age Group(-)	10s or Less, 20s, 30s, 40s, 50s, 60s or More

개념을 지니고 있는지 여부를 확인할 수 있으며, 만족도 조사, 시설점검, 시설보수 등에 필요한 기간을 결정하는 데에도 참고할 수 있을 것이다. 배후지역 이용 빈도(회/년)는 주변인구가 얼마나 많이 방문하고 있는지를 나타내며, 주민의 친수성, 하천의 접근성 등을 판단하는 데 참고할 수 있을 것이다. 주중 이용률(%)을 통해 주민들이 일상생활에서 근린형 시설로 활용하는지, 아니면 주말 등의 기간에 여가활동을 위해 활용하는지를 추론하는 데 참고할 수 있을 것이며, 마지막으로 1인당 이동거리는 친수지구 방문을 위해 어느 정도 이동을 하였는지 판단하여, 근린 및 거점형을 판단하는 데 도움이 될 것이다.

친수지구 이용객의 집단특성은 이용객의 성비(%), 우점 연령층(-)의 두 가지 지표로 정의된다. 이러한 지표들은 이용객의 방문목적과 방문수단을 추론하여 이용객 특성에 맞게 부대시설 조성, 프로그램 개설, 행사개최 등을 검토하는 데 참고자료로 활용이 가능할 것이다.

본 논문에서는 297개 친수지구에 대한 2017년도 1년 동안의 이용객수 자료를 바탕으로 여덟 가지 이용지표를 시범적으로 산정해 보았다.

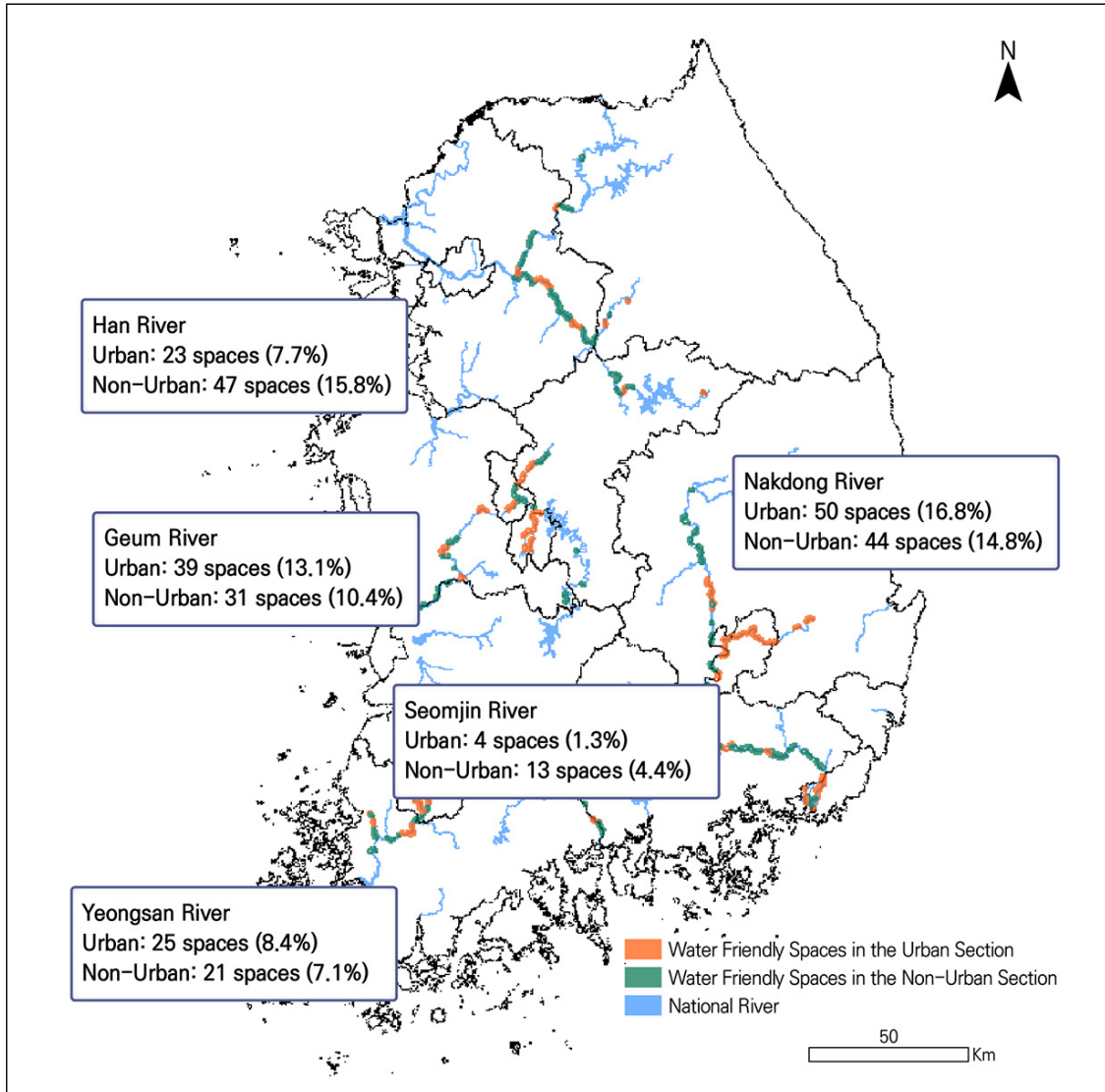
III. 결과 및 검토

1. 친수지구의 입지적 특성

297개 친수지구의 입지적 특성을 구분한 결과는 <Figure 4>와 같다. 2.0km 공간을 친수지구 배후지역으로 한정하고 Mwaniki(2018)에서 제시한 단위 면적당 300명 이상의 인구분포를 보이거나 시가지·건조지역 비율이 국가하천 친수지구 배후지역의 평균인 14% 이상인 지역을 기준으로 도시/비도시 구간으로 분류한 결과, 도시구간 친수지구는 141개, 비도시구간 친수지구는 156개로 분류되었다.

수계별로 볼 때, 도시구간은 한강수계 23개, 낙동강수계 50개, 금강수계 39개, 영산·섬진강수계 29개로 분류되었으며, 비도시구간은 한강수계 47개, 낙동강수계 44개, 금강수계 31개, 영산·섬진강수계 34개로 분류되었다. 전체적으로 도시구간의 친수지구는 낙동강수계에 가장 많은 것으로 나타났으며, 비도시구간 친수지구는 한강수계에 가장 많은 것으로 나타났다. 한강과 영산·섬진강수계의 친수지구는 비도시구간에 더 많이 위치하고 있었다.

Figure 4_ Result of Locational Classification for Water-Friendly River Spaces



2. 친수지구 이용객수의 현장 표본검증

표본검증 대상지인 친수지구 8개소에 대해 현장조사가 이뤄진 동일한 날짜와 동일 시간대의 통신 빅데이터를 추출하여 이용객수를 비교한 결과는 <Table 2>와 같다.

먼저 도시구간에 속한 친수지구와 비도시구간에

속한 친수지구 각각에 대해 두 가지 자료의 일치성 여부를 회귀분석을 통해 분석하였다. 즉, 통신 빅데이터라는 자료원으로 얻은 이용객수를 가지고 현장조사를 통해 측정된 이용객수를 추정할 수 있도록 회귀모형을 구축하였다.

도시구간에 속한 친수지구에 대해서는 회귀모형의 기울기가 0.856이며 비도시구간에 속한 친수지구

대해서는 기울기가 0.834로 큰 차이가 나타나지 않았다. 친수지구의 입지적 특성과 무관하게 기울기가 모두 1 이하인 점으로 미뤄볼 때 통신 빅데이터는 현장 조사 결과보다 약간 더 많은 수의 인구수를 추정한다는 것을 알 수 있었다. 통신 빅데이터가 주변 도로 등과의 간섭으로 인해 일부 과대 추정되었을 가능성도 있지만, 정해진 시간 내에 친수지구 전체를 이동하여 측정해야 하는 현장조사의 특성으로 인해 조사자의 시야 밖 이용객이 누락되었거나 주차장 차량 내 이용객이 존재하였을 가능성 또한 간과할 수 없다.

<Table 3>과 같이 도시구간에 속한 친수지구의 경우 회귀모형의 결정계수(R^2)는 0.697로 나타났음에 반해 비도시구간에 속한 친수지구의 경우 결정계수가 0.986로 나타나 결정계수에는 친수지구의 입지적 특성에 따라 차이가 있다고 볼 수 있다.

도시구간의 경우 비도시구간에 비해 친수지구 경계범위가 비교적 복잡하고 경계범위 지역과 연결하여 도로, 교량, 학교, 생활시설 등이 존재함을 현장조사에서 확인할 수 있었다. 즉, 공간적으로 복잡한 도시구간에 위치한 친수지구의 경우 통신 빅데이터를 통해 정확도 높은 이용객수를 추정하는 데에는 다소 한계가 있음을 예상할 수 있었으며, 이는 향후 도시구간에 대한 방법론의 개선이 필요할 것이라 판단된다. 이에 반해 친수지구 주변의 간섭이 크지 않은 비도시구간의 경우에는 결정계수가 매우 높아 통신 빅데이터로 얻은 하천이용객수는 현장조사 결과를 잘 설명할

수 있음을 알 수 있었다.

친수지구의 입지적 특성을 무시하고, 모든 친수지구에 대해 두 가지 자료원의 이용객수를 단순 비교하면 회귀모형의 기울기는 0.845이며 결정계수는 0.953에 이르렀고 독립표본 t-test 역시 두 자료원 간에 유의미한 차이는 없는 것으로 나타났다.

두 자료원이 완전히 같다고 볼 수 없지만 전체적인 상관성과 결정계수가 높기 때문에 친수지구 이용객수 조사와 이용지표 산정에 있어 활용 가능성이 높은 것으로 나타났다. 이는 '다소 관대하게 하천이용객을 판단하지만 이용객의 수를 추정함에 있어서는 양호한 수준을 보일 수 있다고 할 수 있다.

도시구간의 친수지구라 하더라도 회귀모형의 상수와 계수의 유의수준 등 통계량이 나쁘지 않고 무엇보다 향후 하천보수원 등의 현장인력을 동원하여 수많은 친수지구의 이용객수를 주기적으로 조사하는 것은 비용과 행정적 측면의 부담이 매우 크다. 이와 같은 점을 감안한다면 친수지구 공간관리를 위한 이용도 조사에서 통신 빅데이터를 활용하는 것은 최선의 수단을 제공하는 것으로 생각된다.

3. 친수지구 이용지표 산정

2017년도의 297개 친수지구에 대한 8가지 이용지표를 산정하였는데, 그 결과는 다음과 같이 요약할 수 있다(<Table 4> 참조).

Table 3_ Comparison of Numbers of Visitors from Mobile Big Data and Field Observation at Sampled River Spaces in Urban and Non-Urban Sections

Locations of River Space	Parameter		Coefficient(slope)		R^2
	Value	p-value	Value	p-value	
At Urban Sections	-14.235	0.050	0.856	≒ 0	0.697
At Non-Urban Sections	-7.345	0.016	0.834	≒ 0	0.986
Total	-11.046	0.021	0.845	≒ 0	0.953

Table 4_2017 Water-Friendly Space Indicator in National Rivers

Characteristics	Indicator	Median	G. Park	M. Park	P. Park
Spatial Use	Number of Visitors per Area (people/m ²)	0.42	2.00	0.60	8.26
	Peak Visit Rate(%)	4.18	2.46	4.00	6.90
	Maximum use Month(—)*	Oct	Oct	Jul	Oct
	Weekly Visit Rate(%)	0.89	0.59	0.94	0.66
	Residents' Visit Frequency(times)	0.10	0.81	0.10	1.61
	Travel Distance per Visitors(km)	52.74	49.28	51.89	110.22
Visitors	Gender Ratio(%)	M 61.32 F 38.68	M 53.92 F 46.08	M 69.85 F 30.15	M 58.37 F 41.63
	Maximum Age Group(—)*	50s	40s	40s	50s

Note: * The maximum use month and maximum age groups are indexed by mode because they have different scales.

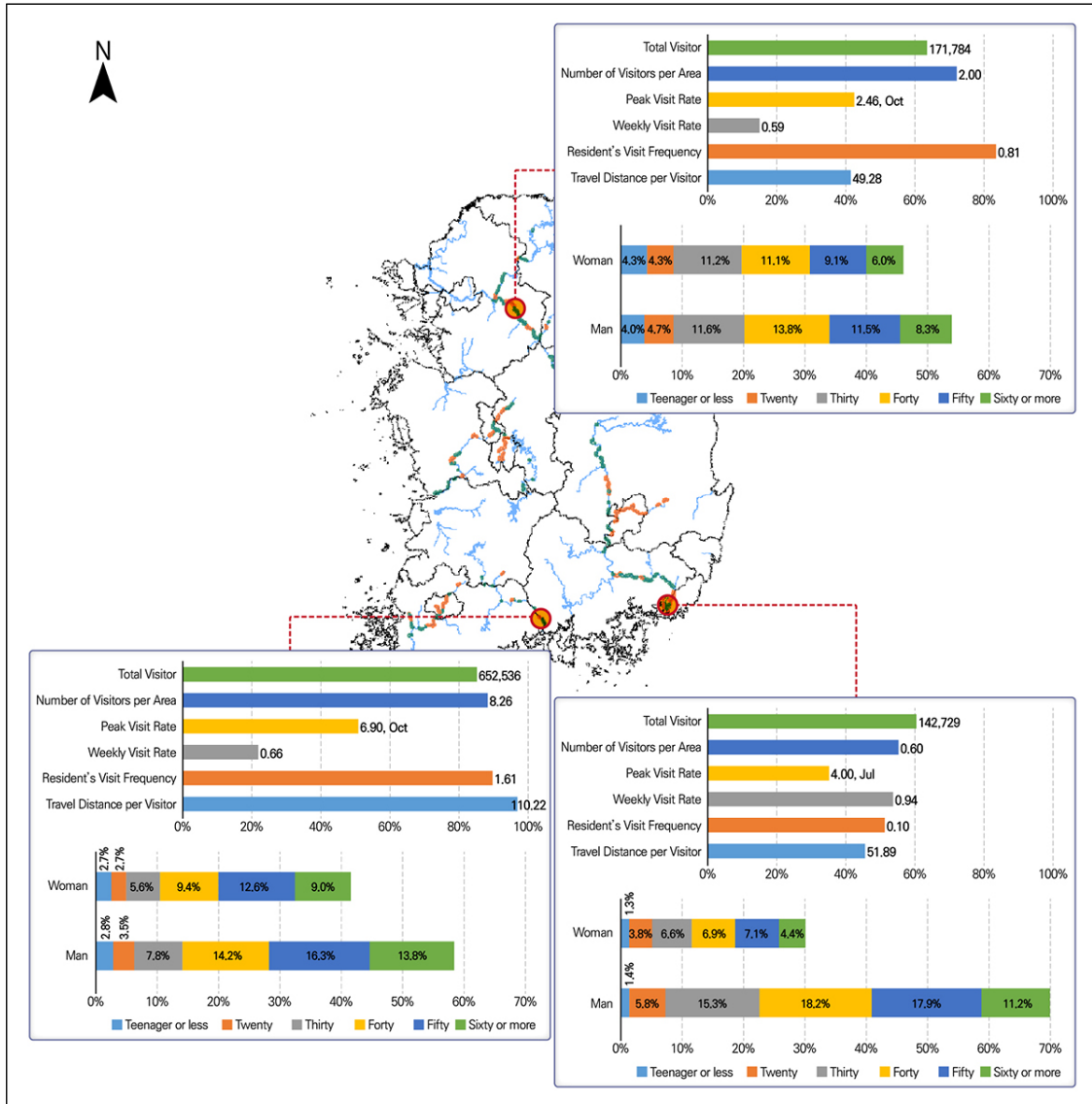
- 면적당 이용객수: 전국 중간값은 0.42명/m²이며, 면적이 매우 작은 한강수계의 운심생태공원을 제외하면 낙동강수계(지류)의 동촌지구가 193.54 명/m²으로 최대이며, 영산강수계의 대동친수공원이 0.003명/m²으로 최소에 해당한다.
- 하천이용 침투율: 전국 중간값은 4.18로서 평상시에 비해 성수기는 4배 이상의 이용객이 발생하며, 평상시 거의 이용객이 없는 오교친수공원을 제외할 때 낙동강수계의 비산친수공원이 61.15로서 최대이며, 한강수계의 삼합친수공원이 1.18로 최소에 해당한다.
- 월 최대 이용시기: 297개 친수지구 가운데 84개소에서 10월의 이용객이 가장 많아 10월이 최빈값에 해당한다.
- 주중 이용률: 전국 중간값은 0.89로서 주말 이용객이 주중 이용객보다 조금 많은 것을 알 수 있었는데, 낙동강수계의 덕산생태공원은 10.50으로 주중 이용객수가 주말에 비해 10배를 상회함에 반해 금강수계의 금암친수공원은 0.121으로 주말 이용객이 대부분임을 알 수 있다.
- 배후지역 이용빈도: 전국 중간값은 0.10회인데,

금강수계의 신관친수공원은 15.40회에 달해 배후지역에서 잦은 빈도로 방문하는 것으로 나타났으나, 다수의 친수지구에서는 배후지역의 이용객이 거의 없는 것으로 분석된다.

- 1인당 이동거리: 전국 중간값은 52.74km인데, 낙동강수계의 낙단나래공원은 145.04km로 1인당 이동거리가 긴 데 반해, 금강수계의 유등체육공원, 중촌시민공원 등은 약 23km로 1인당 이동거리가 짧은 것으로 분석된다.
- 이용객의 성비: 전국 중간값은 남성이 61.3%, 여성이 38.7%로서 남성 이용객이 더 많으며, 금강부용생태지구는 남성이 87.2%에 달하는 반면, 한강 귀여친수지구는 남성이 47.1%로 여성 이용객이 더 많은 것을 알 수 있다.
- 이용객의 우점 연령층: 297개 친수지구 가운데 165개소에서 50대의 이용객이 가장 많아 50대가 친수지구를 이용하는 최빈값에 해당한다.

지면 관계상 현장 표본검증을 수행한 금은모래공원, 평사리공원, 맥도생태공원의 세 가지 친수지구에 한정하여 이용지표값을 자세히 살펴보면 다음과 같다.

Figure 5_ 2017 Water-Friendly Space Indicators for Three Sampled River Spaces



• 금은모래공원: 친수지구의 이용특성을 보면 친수 지구 면적당 이용객이 2.00/m²으로서 비교적 많은 편에 속한다. 10월에 가장 많은 이용객이 방문하지만 이용객수는 월 최대와 월 최소의 차이가 그리 크지 않은 것으로 나타났다. 또한 주중 이용은 적고 배후지역 주민들의 이용빈도가 상대적으로 높은 것으로 나타났으며, 1인당 이동거리는

보통 수준으로 나타났다. 이용객의 집단특성을 살펴보면, 남성의 이용비율이 높고 40대가 많이 방문하는 것으로 나타났으며, 주변의 이천, 원주 그리고 수원 등의 외부 방문객이 많은 것으로 나타났다. 전반적으로 금은모래공원의 경우 근처에 체계적으로 잘 관리되고 있는 캠핑시설, 자전거도로, 축구장, 수상레저시설 등과 연계하여 활용

할 수 있고 접근성 또한 좋기 때문에 주말에 많은 이용객이 찾는 것으로 해석된다.

- 맥도생태공원: 친수지구의 이용특성을 보면 면적당 이용객이 $0.60/m^2$ 으로 297개 친수지구 가운데 평균 수준의 등급이며 7월에 가장 많은 이용객이 방문하며 하천이용 침투율도 보통 수준인 것으로 나타났다. 주중 이용객과 배후지역 주민들의 이용빈도는 보통인 것으로 나타났으며, 1인당 이동거리 역시 보통 수준으로 나타났다. 이용객의 집단특성을 살펴보면, 남성 이용객의 비율이 압도적으로 높고 40대가 많이 방문하는 것으로 나타났다. 부산시 사상구, 사하구, 부산진구 등 인접한 방문객이 많은 것으로 나타났다. 맥도생태공원의 경우 주민생활과 밀접하게 산책로, 게이트볼장, 배구장, 야구장, 농구장 등의 시설을 활용하여 산책, 운동 등의 목적으로 활용되고 있는 것을 잘 설명할 수 있다.
- 평사리공원: 친수지구의 이용특성을 보면 친수지구 면적당 이용객이 $8.26/m^2$ 으로 매우 높은 수준이다. 마찬가지로 10월에 가장 많은 이용객이 방문하며, 이용객수는 월 최대와 월 최소의 차이가 큰 것으로 나타났다. 주중 이용은 비교적 적지만 배후지역 주민들의 이용빈도는 상대적으로 높은 것으로 나타났다. 또한 1인당 이동거리는 매우 높은 수준으로 나타났다. 이용객의 집단특성을 살펴보면, 남성의 이용비율이 높고 50대가 많이 방문하는 것으로 나타났으며, 주변의 광양, 진주, 창원 등의 외부 방문객이 많은 것으로 나타났다. 현장에서 평사리공원의 하천관리원과 면담을 통해 날이 따뜻한 주말에 많은 사람이 캠핑을 목적으로 방문하고 있으며, 섬진강 강변을 따라 트레킹하는 이용객도 많다고 하였는데 이는 통신 빅데이터로 얻은 이용지표와도 비슷한 경향을 보임

을 알 수 있다.

통신 빅데이터를 통해 추론한 이용지표들은 주민들이 친수지구를 이용하는 정도와 방식을 객관적이고 차별성 있게 설명할 수 있음을 확인할 수 있었다. 향후 하천의 계획, 유지보수, 점용허가 등의 다양한 업무에서 이른바 장소의 특수성을 파악하기 위한 근거 자료로 적극 활용될 수 있을 것이다.

IV. 결론

친수지구는 주민에게 휴식과 레저의 기회를 제공하고 지역활기를 창출하기 위한 소중한 자원으로서 체계적으로 관리하기 위해서는 이용도 조사가 주기적으로 이뤄져야 한다. 이를 위해 본 논문에서는 통신 빅데이터의 방법론상 가능성을 검토하였으며, 연구결과는 다음과 같이 요약된다.

첫째, 한강, 낙동강, 금강, 영산·섬진강 수계에 위치한 297개의 친수지구의 입지적 특성을 분석하였다. 인구와 토지피복 측면에서 141개 친수지구는 도시구간에, 그리고 156개 친수지구는 비도시구간에 속하는 것으로 분류되었다.

둘째, 8개 표본대상지에 대해 현장조사를 통해 직접 측정한 하천이용객수와 통신 빅데이터를 통해 추론한 하천이용객수를 동일 날짜, 동일 시간대에 대해 비교하였다. 그 결과, 통신 빅데이터를 이용할 경우 15% 가량 더 많은 인구수를 추정할 가능성도 있으나, 현장조사 시의 누락 등의 가능성 또한 간과하기 힘들었다. 통신 빅데이터로 이용객수를 판단할 때의 통계적 유의성에 있어서는, 비도시구간에 속한 친수지구에 대해서는 결정계수가 매우 높아 큰 문제가 되지 않았다. 다만, 도로, 교량 등의 간섭이 상대적으로 큰 도시구간에 속한 친수지구에 대해서는 결정계수가 다소 저하되었다.

이는 향후 도시구간에 대한 방법론의 개선이 필요할 것이라 판단되지만, 통계적으로 유의한 수준에 해당하고, 무엇보다 향후 하천보수원 등의 현장인력을 동원하여 수많은 친수지구의 이용객수를 주기적으로 조사하는 것이 현실적으로 곤란한 점을 감안할 때 통신 빅데이터는 친수지구 공간관리를 위한 이용도 조사에 널리 활용될 수 있을 것으로 판단되었다.

셋째, 친수지구의 이용도 조사를 위해 면적당 이용객수, 하천이용 침투율, 월 최대 이용시기, 주중 이용률, 배후지역 이용빈도, 이용객의 성비, 이용객의 우점연령층, 1인당 이동거리 등 8가지 이용지표를 정의하였다. 이어서, 통신 빅데이터를 활용하여 2017년도 기간에 대한 297개 친수지구 이용지표를 시범적으로 산정하였다. 이러한 이용지표들은 친수지구가 주민들에 의해 이용되는 정도와 방식을 객관적으로 드러낼 수 있음을 확인하였다.

사실 하천의 친수기능을 살리기 위해 주민 수요를 잘 파악하는 것이 중요함에도 불구하고, 그동안의 이용도 조사는 상당한 한계를 드러낸 바 있다(국회입법조사처 2017). 하천공간의 경우 진출입로나 경계가 불명확하고 현장인력이 충분하지 않아 육안조사가 힘든 것이 큰 원인이라 할 수 있다. 이러한 상황에서 친수지구 이용도를 조사하는 데 통신 빅데이터를 활용하는 것은 좋은 돌파구가 될 수 있을 것이다. 유동인구 수에 대한 자료집계의 용이성뿐만 아니라 유동인구의 여러 가지 속성정보를 파악할 수 있기 때문에 다양한 이용지표를 정의하여 실무적으로 활용할 수 있음을 확인할 수 있었다. 이러한 이용지표는 향후 하천관리청에서 하천의 계획, 유지보수, 점용허가 등의 다양한 업무에 있어서 이른바 ‘장소의 특수성’을 판단하기 위한 근거 자료로 적극 활용될 수 있을 것이다.

다만, 하천이용객에 대한 보다 분명한 개념정립(하천구역 내 진입하여 일정시간을 체류하는 자 vs. 하천

구역 경계를 일부 벗어나더라도 하천을 즐기는 자)이 필요할 것이며, 본 논문에서 산정한 이용 지표를 활용하여 등급화, 유형화, 특성화 등의 응용연구가 이뤄진다면 하천관리 실무를 한층 더 선진화하는 데 도움을 제공할 수 있으리라 판단된다.

참고문헌 ●●●●●

1. 국가공간정보포털. <http://www.nsd.go.kr> (2019년 2월 14일 검색).
National Spatial Data Infrastructure Portal. <http://www.nsd.go.kr> (accessed February 14, 2019).
2. 국토지리정보원. <http://www.ngii.go.kr> (2019년 2월 14일 검색).
National Geographic Information Institute. <http://www.ngii.go.kr> (accessed February 14, 2019).
3. 국토교통부. 2015. 4대강 수변 친수공간 관리 개선방안. 세종: 국토교통부.
Ministry of Land, Infrastructure and Transport(MOLIT). 2015. *Improvement of the Management of Water-friendly Space in 4 Rivers*. Sejong: MOLIT.
4. _____. 2016. 하천 유지관리 평가 및 개선방안 연구. 세종: 국토교통부.
_____. 2016. *Study on River Maintenance Evaluation and Improvement Plan*. Sejong: MOLIT.
5. 국토해양부. 2012. 4대강 살리기 사업: (1) 총론편. 서울: 국토해양부.
Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs. 2012. *The Four River Restoration Project: (1) Summary*. Sejong: Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs.
6. 국회입법조사처. 2017. 수변공원의 관리현황과 개선 과제. NARS 현장조사보고서 55호. 서울: 국회입법조사처.
National Assembly Research Service. Management status and improvement tasks of waterfront park. *NARS Field Survey Report no.55*. Seoul: National Assembly Research Service.
7. 권태일, 이충희. 2017. 관광분야 빅데이터 활용체계 및 실증 분석 연구. 서울: 한국문화관광연구원.
Kwon Taeil and Lee Choonghee. 2017. *A Study on Big Data Utilization System and Empirical Analysis in Tourism Field*.

- Seoul: Korea Culture and Tourism Institute.
8. 김종학, 고용석, 김준기, 김동한. 2014. 스마트 셀 기반 활동 인구의 공간정책 활용방안 연구. 세종: 국토연구원.
Kim Jonghak, Ko Yongseok, Kim Joonki and Kim Donghan. 2014. *The Application of Smart Cell in Space Policy*. Sejong: Korea Research Institute for Human Settlements.
 9. 김혜주. 2017. 통신 유동인구 빅데이터로 교통혁명 시대를 열다. 월간교통 229호, 11-15. 세종: 한국교통연구원.
Kim Hyeju. 2017. Opening the traffic revolution in communication big data. *Monthly KOTI Magazine on Transport* 229, 11-15. Sejong: The Korea Transport Institute.
 10. 박진우. 2016. 대부도 유동인구 등 빅데이터 융·복합 분석 연구용역. 안산: 안산시청.
Park Jinwoo. 2016. *Big Data Composite Analysis Research Service: Daebu Island population etc.* Ansan: Ansan City.
 11. 성지은, 박기량. 2014. 빅데이터를 활용한 정책 사례 분석과 시사점. 과학기술정책 24권, 2호: 94-106.
Seong Jieun and Park Kiryung 2014. Policy case analysis and implications using big data. *Science and Technology Policy* 24, no.2: 94-106.
 12. 오장근, 허학영, 심규원, 김태근, 최진영. 2017. 통신 빅데이터를 활용한 국립공원 탐방객 실태조사 및 이용패턴 분석 검증 연구. 원주: 국립공원관리공단.
Oh Jangeun, Heo Hakyoung, Sim Gyuwon, Kim Taegeun and Choi Jinyoung. 2017. *A Study on National Park Visitor Survey and Pattern Analysis Using Mobile Big Data*. Wonju: Korea National Park Service.
 13. 유영준. 2015. 관광마케팅 전략 수립을 위한 ‘빅데이터’ 활용 방안. Issue Report 102호. 울산: 울산발전연구원.
Yoo Youngjun. 2015. Use of big data to establish tourism marketing strategy. *Issue Report* vol.102. Ulsan: Ulsan Development Institute.
 14. 이광섭, 엄진기, 성명연, 유소영, 민재홍, 이준. 2017. 통신량 빅데이터 활용성에 관한 연구. 의정부시 내·외부 활동 및 이동패턴과 도시철도망 연계성을 중심으로. 국토계획 52권, 5호: 113-130.
Lee Kwangsub, Eom Jinki, Seong Myeongeon, You Soyoung, Min Jaehong and Lee Jun. 2017. Usability of mobile phone big data: Focusing on the activity and mobility patterns and urban railway network in the Uijeongbu City. *Journal of Korea Planning Association* 52, no.5: 113-130.
 15. 이상은, 김미은. 2017. 국가하천 유지관리를 위한 성과 모니터링 체계의 구축 및 활용방향. 물과 미래 50권, 1호: 50-58.
Lee Snageun and Kim Mieun. 2017. Development and implementation of performance monitoring system for national river maintenance. *Water for Future* 50, no.1: 50-58.
 16. 이상은, 조만석, 이광섭, 유영준, 유병혁, 최동정. 2018. 친수 지구 관리의 지능 정보화를 위한 통신 빅데이터 활용방향 연구. 세종: 국토연구원.
Lee Sangeun and Jo Manseok. 2018. *Using the Mobile Big Data for the Smart River Space Management*. Sejong: Korea Research Institute for Human Settlements.
 17. 이은주. 2015. 내도 관광객 취향 분석을 위한 빅데이터 융·복합 분석 연구. 지역정보화 90권: 9-13.
Lee Eunju. 2015. A study on big data analysis for tourist taste analysis. *Local Informatization Magazine* 90: 9-13.
 18. AirSage. 2017. Innovations in Data Collection: The power of where and when. <http://tnmug.utk.edu/wp-content/uploads/sites/47/2017/06/AirSageTNMUG.pdf> (accessed April 10, 2019).
 19. De Jonge, E., van Pelt, M. and Roos, M. 2012. Time patterns, geospatial clustering and mobility statistics based on mobile phone network data. In Proceedings of *The Federal Committee on Statistical Methodology Research Conference*, January 10-12. Washington D.C.: Washington Convention Center.
 20. Deville, P., Linard, C., Martin, S., Gilbert, M., Stevens, F.R., Gaughan, A. E. and Blondela, V. D. et al. 2014. Dynamic population mapping using mobile phone data. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 111, no.45: 15888-15893.
 21. Douglass, R. W., Meyer, D. A., Ram, M., Rideout, D. and Song, D. 2015. High resolution population estimates from telecommunications data. *EPJ Data Science* 4, no.1: 1-13.
 22. Mwaniki, D. 2018. Global city definition. In Proceedings of *Global City Definition. Regional Training Workshop on Human Settlement Indicators, United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific(UN ESCAP)*, March 26-29. Bangkok: The United Nations Conference Centre.
-
- 논문 접수일: 2019. 4. 19.
 - 심사 시작일: 2019. 4. 30.
 - 심사 완료일: 2019. 5. 27.

요약

주제어: 친수지구, 모바일 통신 빅데이터, 이용지표, 하천관리

하천이 도시·복지·문화관광 등의 지역정책에 맞춰 주민에게 휴식과 레저의 기회를 제공하고 지역활기를 창출하는 자원으로 그 가치가 부상함에 따라 하천 이용객 수요에 맞춰 하천공간의 관리와 운영이 한층 더 중요해졌다. 본 논문은 국가하천 친수지구의 체계적인 관리를 위해 통신 빅데이터 유동인구 자료를 활용하여 이용도 조사를 실시하고, 이용지표를 시범적으로 산정하고자 하였다. 국가하천 내 친수지구를 도

시구간과 비도시구간으로 구분하여 표본검증 대상지를 선정한 뒤 통신 빅데이터 자료의 정확도를 검토하였으며, 통신 빅데이터로부터 얻을 수 있는 다양한 정보를 활용하여 이용지표를 정의하고 2017년 기준으로 산정하였다. 연구 결과, 통신 빅데이터는 친수지구 이용도 조사에 크게 유용한 방법을 제공하며, 하천계획, 유지·보수 등 관련 실무활용 및 정책수립에 큰 도움이 될 것으로 판단되었다.
