

지오태그 이미지를 활용한 북한산국립공원의 경관미 평가 및 맵핑

김지영* · 손용훈**

*서울대학교 협동과정조경학 박사수료 · **서울대학교 환경대학원 환경조경학과 부교수

Assessing and Mapping the Aesthetic Value of Bukhansan National Park Using Geotagged Images

Kim, Jee-Young* · Son, Yong-Hoon**

*Ph.D. Candidate, Interdisciplinary Program in Landscape Architecture, Seoul National University

**Associate Professor, Graduate School of Environmental Studies, Seoul National University

ABSTRACT

The purpose of this study is to present a method to assess the landscape aesthetic value of Bukhansan National Park using geotagged images that have been shared on social media sites. The method presented in this study consisted mainly of collecting geotagged image data, identifying landscape images, and analyzing the cumulative visibility by applying a target probability index. Rambler is an application that supports outdoor activities with many users in Korea, from which a total of 110,954 geotagged images for Bukhansan National Park were collected and used to assess the landscape aesthetics. The collected geotagged images were interpreted using the Google Vision API, and were subsequently divided into 11 landscape image types and 9 non-landscape image types through cluster analysis. As a result of analyzing the landscape types of Bukhansan National Park based on the extracted landscape images, landscape types related to topographical characteristics, such as peaks and mountain ranges, accounted for the largest portion, and forest landscapes, foliage landscapes, and waterscapes were also commonly found as major landscape types. In the derived landscape aesthetic value map, the higher the elevation and slope, the higher the overall landscape aesthetic value, according to the proportion and characteristics of these major landscape types. However, high landscape aesthetic values were also confirmed in some areas of lowlands with gentle slopes. In addition, the Bukhansan area was evaluated to have higher landscape aesthetics than the Dobongsan area. Despite the high elevation and slope, the Dobongsan area had a relatively low landscape aesthetic value. This shows that the aesthetic value of the landscape is strongly related not only to the physical environment but also to the recreational activities of visitors who are viewing the scenery. In this way, the landscape aesthetics assessment using the cumulative visibility of geotagged images is expected to be useful for planning and managing the landscape of Bukhansan National Park in the future, through allowing the geographical understanding of the landscape values based on people's perceptions and the identification of the regional deviations.

Keywords: Social Media, Target Probability Index, Ecosystem Services, Cultural Services, Scenic Beauty Estimation

Corresponding author: Yong-Hoon Son, Associate Professor, Graduate School of Environmental Studies, Seoul National University, Seoul 08826, Korea, Tel: +82-2-880-8107, E-mail: sonyh@snu.ac.kr

국문초록

본 연구의 목적은 소셜미디어에서 공유되는 지오태그 이미지를 활용하여 이용자가 인지하는 북한산국립공원의 경관미를 평가하는 방법을 제시하는 것이다. 연구에서 제시된 평가 방법은 크게 지오태그 이미지 데이터의 수집, 경관 이미지 식별, 조망대상 확률 지수를 적용한 누적가시도 분석의 과정으로 진행되었다. 본 연구에서 데이터로 사용한 램블러(Ramblr)는 국내에서 많은 이용자를 보유하고 있는 아웃도어 활동 지원 어플리케이션으로, 이로부터 북한산국립공원에 대한 총 110,954장의 지오태그 이미지를 수집하여 경관미 평가에 활용하였다. 수집된 지오태그 이미지들은 Google Vision API를 활용해 이미지의 내용을 해석하였으며, 이후 군집분석을 통해서 전체 수집한 사진을 총 11개의 경관이미지 유형과 9개의 비경관이미지 유형으로 구분하였다. 추출한 경관이미지를 바탕으로 북한산국립공원의 경관 유형을 분석한 결과, 봉우리나 산맥과 같은 지형적 특성과 관련한 이미지 유형이 가장 많은 비중을 차지하였으며, 그 외 임내 경관, 단풍 경관, 수경관이 주요한 경관 유형으로 발견되었다. 도출된 경관미 평가맵에서는 이러한 주요 경관 유형의 비중과 특성에 따라 표고 및 경사가 높을수록 전반적으로 높은 경관미를 보였다. 그러나 일부 저지대 및 완경사를 지닌 진입지역에서도 높은 경관미가 확인되었다. 또한 북한산 지역이 도봉산 지역보다 경관미가 높게 평가되었으며, 도봉산 지역의 경우에는 표고 및 경사가 높음에도 불구하고, 상대적으로 낮은 경관미가 확인되었다. 이는 경관미가 물리적인 환경 조건뿐만 아니라, 경관을 조망하는 탐방객들의 휴양 활동과도 크게 관계하고 있음을 보여준다. 이처럼 지오태그 이미지의 누적 가시도를 활용한 경관미 평가는 사람들의 인식에 기반한 경관적 가치를 지리적으로 이해하고, 그 편차를 식별할 수 있도록 함으로써 향후 북한산국립공원의 경관 계획 및 관리에 유용하게 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

주제어: 소셜미디어, 조망대상확률지수, 생태계서비스, 문화서비스, 경관미 평가(SBE)

1. 서론

최근 생태계서비스 개념이 생태계와 인간의 관계에서 발생하는 가치를 설명하는 대표적인 접근 방식으로 자리하면서, 자연자원의 관리를 위한 생태계서비스 평가 및 정책 수립이 국제적으로 추진되고 있다. 생태계서비스는 공급서비스, 조절서비스, 문화서비스, 지지서비스로 분류되며, 그중에서도 문화서비스는 교육, 휴양, 경관미, 영적 경험과 같은 생태계가 제공하는 비물질적 편익을 일컫는다. 특히 도시화가 진행될수록 문화서비스가 인간의 삶의 질에 기여하는 가치는 점차 중요해지고 있다(Riechers *et al.*, 2016). 문화서비스 중에서도 생태관광과 같은 휴양적 가치는 자연이 인간에게 제공하는 정신적, 신체적 체험 가치를 표현하는 대표적인 지표로서 문화서비스 평가에서 큰 비중을 차지한다. 이와 더불어 자연에 대한 경관미에서 비롯되는 만족을 일컫는 미적 가치(TEEB, 2010) 또한 문화서비스 평가에서 큰 비중을 차지한다. 또한 예를 들어 휴양 목적 중 경관 감상은 미적 가치에 의해서 생성된 동기이자 휴양행위로서 결과이므로, 두 가치는 서로 밀접하게 연관되어 있다(Daniel *et al.*, 2012).

미적 가치는 물리적인 경관자원에 기반하며, 따라서 이러한 경관자원을 잘 관리하는 것은 미적 가치뿐 아니라, 전반적인 문화서비스의 질을 양호하게 관리함에 있어서 중요한 수단이라 할 수 있다.

이와 관련하여 사람들의 경관 선호 및 평가에 대한 수많은 연구가 진행되어 왔다. 연구자에 따라 가치 측정을 위한 세부적인 평가항목에는 차이가 있었으나, 주로 생태적, 인문적 특성 혹은 사람들이 인지하는 시각적 유형별로 경관 및 경관자원을 목록화하고, 그 특성을 해석하거나 분석하였으며, 이에 대한 선호도는 대부분 현장조사 및 설문, 인터뷰, 사진 조사 등을 통해 평가되었다(Kim *et al.*, 1999; Kang and Kim, 2010; Han *et al.*, 2011; Lee and Park, 2012; Lee, 2016; Lee *et al.*, 2016). 이러한 개별적인 경관자원 및 유형에 대한 선호 연구는 다양한 스케일에 걸쳐 경관 관리구역을 설정하고, 구역별 관리 방향을 모색하는데 크게 기여해왔다. 그러나 동일한 물리적 환경을 지닌다고 할지라도 경관을 조망하는 사람들의 이동이나 휴양 활동, 더 나아가 사회문화적 환경에 따라 사람들이 갖는 인식이나 선호에는 차이가 발생할 수 있다. 이에 경관을 보다 효과적으로 관리하기 위해서는 경관미의 가변적 특성을 인지하고, 경관의 가치를 평가함에 있어 자원 단위의 평가뿐 아니라, 실제 사람들이 인식하고 있는 경관의 가치를 함께 반영할 수 있어야 한다.

그러나 사람들의 인식을 다루는 경험적 증거를 수집함에 있어 설문, 인터뷰, 워크숍과 같은 전통적인 조사방식은 시간적으로나 경제적으로 많은 비용이 요구되며, 반면 샘플 수가 작아서 최종적으로 이를 일반화하여 해석하기에는 한계가 존재한다. 이와 같은 문제점에 대해서 사람들의 인식을 파악하는 새로운 연구방법으로 소셜미디어의 활용은 최근 새로운 방법으

로 큰 관심을 받고 있다.

특히 이용자의 위치정보와 촬영 사진을 포함하는 지오태그 이미지는 문화서비스 평가 및 맵핑에 적극 활용되고 있다(Cheng *et al.*, 2019). 사진에 대한 내용분석을 통해 분류된 지오태그 이미지의 빈도와 밀도는 문화서비스에 대한 정량적 가치로 치환되어 평가된다(Oteros-Rozas *et al.*, 2018; Retka *et al.*, 2019). 또한 이미지에 포함된 위치정보를 활용하면 평가된 가치를 맵핑할 수 있으며, 이는 기타 물리적 환경 자원과의 연계 분석을 통해 관련 문화서비스 지표 개발에 활용되고 있다(Richards and Friess, 2015; Tenerelli *et al.*, 2016). 그러나 미적 가치의 경우, 촬영지점과 촬영 대상에는 조망 범위에 따른 거리적 격차가 발생함에도 불구하고, 기존의 연구들은 촬영지점의 위치정보에만 근거하여 분석하고 있어, 해당 결과가 실제적인 경관 대상의 미적 가치를 평가했다고 보기 어렵다.

이러한 한계를 극복하고자 본 연구에서는 지오태그 이미지에 조망대상 확률 지수와 누적가시도 분석을 적용하여 실제적으로 사람이 촬영한 경관을 대상으로 경관미를 평가하는 방법을 제시하고자 한다. 이를 통해 직접적인 관리대상으로 삼을 수 있는 경관의 미적 가치를 평가할 수 있다. 또한 가시권 분석은 국지적인 장소에서 촬영한 개별적인 자연환경요소가 아닌, 대상지 전체 범위에서 사람들의 휴양 활동 특성이 반영된 전체적인 공간 환경의 시각적 선호를 반영한다. 따라서 본 연구를 통해서 도출되는 경관미 평가맵은 보다 체계적이고 효율적인 관리 전략을 수립하고, 나아가 기타 생태계서비스와의 트레이드오프를 계산함에 있어서도 유용한 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

II. 연구의 범위 및 방법

1. 연구의 범위

수도권에 걸쳐 약 76,922km²의 면적을 차지하는 북한산국립공원은 우이령을 경계로 남쪽의 북한산 지역, 북쪽의 도봉산 지역으로 구분되고 있다. 북한산국립공원은 도심에 인접한 입지적 조건으로 많은 연간 탐방객 수를 가지는 도심산악형 국립공원으로, 다양한 이용자들의 경험이 소셜미디어에서 공유되고 있다. 이와 동시에 과도한 탐방 압력으로 인한 생태계 훼손에 대한 우려가 지적되고 있으며, 따라서 지속적인 관리를 위한 효과적인 모니터링 방법이 요구되고 있다.

이에 본 연구에서는 북한산국립공원을 대상으로 지오태그 이미지 데이터를 활용하여 탐방객들이 인지하는 산림의 경관미 평가맵을 도출하고, 경관 유형 및 유형별 분포 특성을 파악하고자 하였다. 경관미 평가맵은 크게 데이터 수집, 경관이미지 식별, 누적가시도 분석 과정을 통해 도출되며, 경관이미지 식별

을 위한 내용분석의 정확성과 산림 자원의 관리적 측면에서의 활용을 고려하여 본 연구에서의 경관미에 대한 내용적 범위는 자연경관으로 한정되었다. 전체적인 연구의 흐름은 Figure 1과 같다.

2. 데이터 수집

경관미 평가를 위한 지오태그 이미지 데이터는 위치정보를 기반으로 산행 등의 아웃도어 활동을 지원하는 램블러 어플리케이션 데이터를 활용하였다. 램블러 이용자들은 본인의 여행 활동에 대한 지리정보와 사진, 동영상, 메모 등을 기록하고 공유할 수 있으며, 유사한 기능을 갖는 플리커 등에 비해 국내 이용자들의 활동이 활발히 이루어짐에 따라 북한산국립공원의 주요 방문자층의 의견을 반영하기에 적합하다고 판단하였다.

연구에서는 북한산국립공원 내에서 발생한 지오태그 이미지를 수집하기 위해 Python을 활용하여 램블러에서 키워드로 “북한산”을 검색했을 때 제공되는 게시글의 URL을 기반으로 정보를 수집하는 웹 크롤러를 개발하여 활용하였다. 데이터셋은 게시자 ID, 촬영사진, 촬영날짜 및 시간, 위치정보로 구성되었다. 수집된 데이터는 모든 방문자에게 공개되도록 설정되어 있었으며, 분석 과정에서는 이용자 개인의 식별 정보를 제외한 촬영사진과 위치정보만 활용하였다.

데이터 수집결과, 2019년 9월부터 2020년 8월까지 1년간 2,587명의 이용자에 의해 작성된 8,128건의 게시물이 수집되었

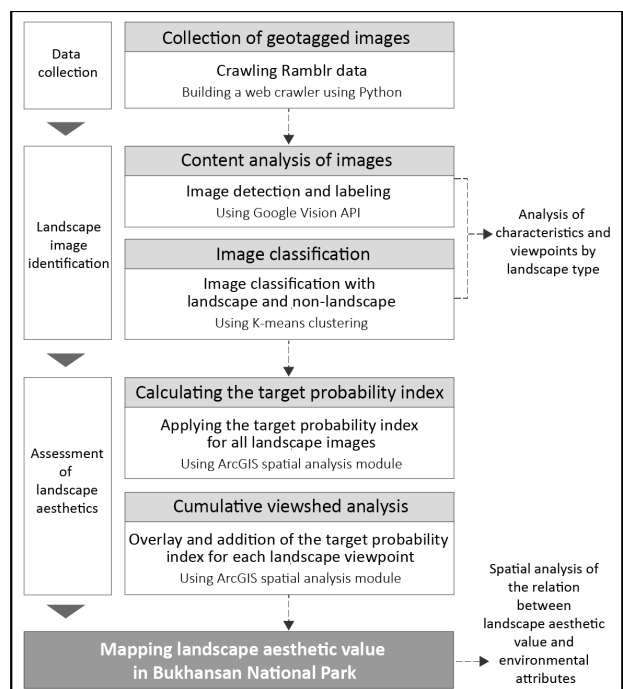


Figure 1. Procedure for mapping landscape aesthetic value in Bukhansan National Park

으며, 게시물 안에는 북한산국립공원 구역을 경계로 총 110,954장의 사진과 위치정보를 포함하고 있었다. 사진은 JPG 파일로, 위치정보는 포인트 자료로 각각 수집하였다(Figure 2 참조).

3. 연구방법

1) 경관이미지 식별

수집된 지오태그 이미지를 바탕으로 북한산의 경관미 평가 맵을 도출하기 위해서는 다양한 주제의 사진을 포함하는 전체 데이터로부터 경관을 다루고 있는 사진에 대한 식별이 필요하다. 이를 위해 연구에서는 우선적으로 수집된 모든 사진에 대한 내용 정보를 파악하고, 이를 바탕으로 군집분석을 실시하여 경관이미지를 식별하였다.

각 사진에 대한 내용 정보는 Google Cloud Vision API를 통해 분석되었다. Google Cloud Vision API는 머신러닝 알고리즘을 이용하여 사용자가 입력한 이미지에 대한 레이블, 로고, 얼굴 및 문자인식, 객체 등에 대한 메타정보를 키워드 형태로 제공하며, 각 키워드가 해당 이미지를 설명하는데 가지는 신뢰도 점수를 반환해준다.

본 연구에서는 전체 이미지에 대한 설명을 다루는 레이블 정보를 수집하였으며, 그 결과 앞서 수집된 110,954장의 이미지를

설명하는 총 4,060개의 레이블 정보가 반환되었다. 수집된 레이블 정보는 앞서 각 이미지 간의 정보량의 차이를 줄이고자 정제를 거쳐 군집분석에 활용되었다. 정제 과정에서 각 이미지에 레이블의 신뢰도 점수를 기준으로 상위 10개의 레이블만을 추출하였고, 이 중 신뢰도 점수가 0.8 미만인 레이블 정보는 제외되었다. 이후 전체 레이블의 등장빈도 1,000회를 기준으로 조건이 충족되지 않는 이미지와 레이블이 제외되었다. 정제 결과, 최종적으로 108,364장의 이미지에 대한 118개의 레이블 정보가 분석에 활용되었다(Table 1 참조).

정제된 이미지의 레이블을 바탕으로 신뢰도 점수를 활용하여 K-means 군집분석을 실시하였다. 군집별 레이블 정보를 활용하여 분석의 결과로 도출된 전체 이미지 군집들을 다시 경관 이미지 유형과 비경관이미지 유형으로 구분하였다. 이를 통해 최종적으로 경관이미지를 식별하였고, 경관이미지만을 활용하여 방문객들이 인지하는 북한산국립공원의 경관 유형을 파악하였다.

2) 경관미 평가 및 맵핑

일반적으로 지오태그 이미지의 위치정보는 정확히 말하면 촬영지점을, 경관에 있어서는 시점장(viewpoint)을 가리키며, 사람들이 실제로 조망하고 인지한 실제 경관 대상과는 위치적인 차이가 존재한다. 이에 지오태그 이미지를 활용하여 경관 대상의 가치를 평가하고, 지리적 영역에 맵핑하기 위해서는 가시권 분석이 요구된다.

본 연구에서는 앞서 식별된 경관이미지의 위치정보를 조망점으로 활용하여 가시권 분석을 실시하고, 격자화된 대상지의 가시권역에 값을 부여하였다. 이러한 방식으로 모든 개별 조망점에 대한 가시권역의 값을 누적 합산하여 경관미 평가맵을 도출하였다. 도출되는 가시권역의 값이 클수록 사람들에게 시각적으로 노출되는, 즉 인지되는 빈도가 높은 지역으로 경관미 가치가 큰 것으로 해석할 수 있다.

일반적으로 이러한 누적가시도를 산출함에 있어 가시권역과 비가시권역의 값은 1과 0으로 각각 적용된다. 하지만 일반적인 산림 휴양 활동의 특성상 정상부를 비롯한 특정 인기 지역에서 탐방객들의 사진촬영이 보다 빈번하게 이루어지며, 이에 모든 경관이미지에 대해서 동일한 가시권역의 값을 적용하고, 이를

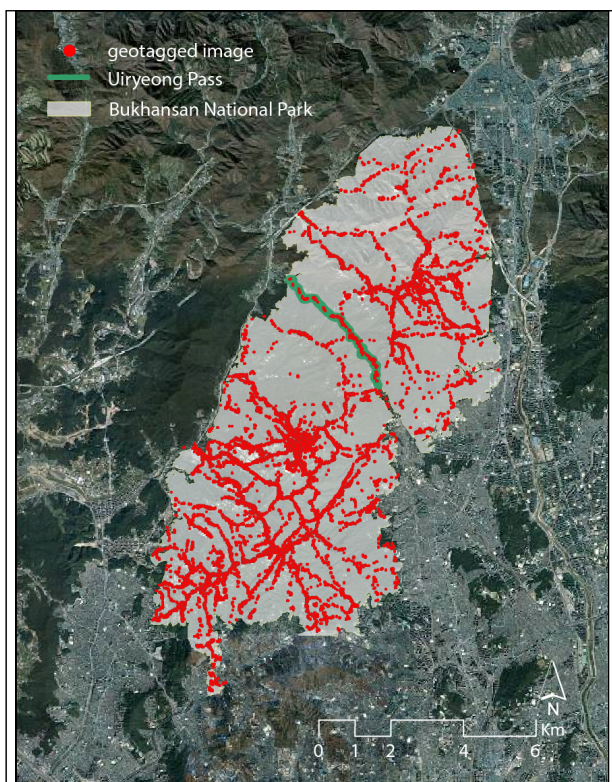


Figure 2. Locations of geotagged images in Bukhansan National Park uploaded to Rambler from Sep 2019 to Aug 2020

Table 1. Data cleaning

Division	Collected dataset	Data usage
Total number of images	110,954	108,364
Number of labels per image	1~80	1~10
Total number of labels	4,060	118
Range of label frequency	1~49,202	1,001~41,450

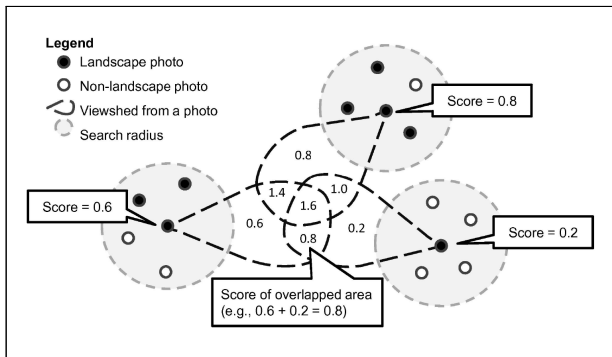


Figure 3. Conceptual diagram of target probability index

Source: Yoshimura and Hiura(2017)

중첩하는 것은 경관미에 대한 과대평가로 이어질 수 있다. 이러한 편향을 조정하기 위해 연구에서는 본 연구에서는 Yoshimura and Hiura(2017)의 조망대상 확률 지수를 활용하였다. 조망대상 확률 지수(Yoshimura and Hiura, 2017)는 Figure 3과 같이 경관미 평가값을 산출함에 있어 일정 반경 내 전체 이미지 수 대비 경관이미지 수의 비율로 계산된다. 분석 반경은 탐방객들의 도보 이동 및 조망점들의 분포 밀도를 고려하여 200m로 설정하였다.

가시권 분석을 위한 지형모델은 국토정보플랫폼에서 제공되는 연속수치지형도(1:5,000)와 산림청에서 제공하는 임상도(1:5,000)의 임분고 속성값을 적용하였다. 공간해상도는 탐방객으로부터 비교적 근거리의 임내 경관 등에 대한 가시권역을 합

계 반영하기 위해 1m × 1m 로 구축하였다. 또한 도출된 경관미 평가에 영향을 주는 물리적 환경 정보로서 표고, 경사, 탐방로 및 하천으로부터의 거리, 토지피복 자료를 동일한 해상도로 구축하였다. 참고로, 해당 환경 변수들은 앞서 식별된 경관이미지에 대한 상위 20개 레이블 정보를 참고하여 선정되었다. 탐방로 및 하천으로부터의 거리 변수는 거리가 가까울수록 경관미에 긍정적 영향을 주므로 높은 값을 갖도록 설정하였다. 가시권 분석을 비롯한 공간정보 구축에는 ArcGIS를 사용하였다.

III. 결과

1. 북한산국립공원의 주요 경관 유형

경관이미지를 식별하기 위해 총 108,364장의 지오태그 이미지를 대상으로 실시한 군집분석 결과, 총 20개의 이미지 유형을 도출하였다. 도출된 이미지 유형들은 각 유형에서 60% 이상의 이미지에서 등장한 레이블을 중심으로 해당 유형에 속한 사진과 함께 비교 검토를 통해 경관이미지와 비경관이미지 유형으로 재분류되었다(Table 2 참조). 경관이미지로는 북한산의 자연적 조건에 기반한 이미지 유형들을 포함하며, 일출, 일몰 등의 기후 및 시간 변화를 나타내는 일시적(ephemera) 경관 유형은 제외하였다. 이와 더불어 경관과 무관한 인물 및 휴양 활동 이미지를 비롯하여 수목, 건축물, 바위, 야생화, 표지판과 같은 접사 촬영 유형 또한 비경관이미지로 처리하였다. 결과적

Table 2. Top 10 labels of occurrence frequency by image type

Type	N	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th	8th	9th	10th
1	3,505	Nature	Mountainous landforms	Hill	Highland	Natural landscape	Vegetation	Mountain range	Plant community	Mountain	Natural environment
2	7,662	Branch	Twig	Trunk	Tree	Forest	Woody plant	Winter	Nature reserve	Deciduous	Freezing
3	3,227	Bedrock	Vegetation	Outcrop	Rock	Plant community	Nature reserve	Mountain	Geology	Formation	Terrain
4	2,184	Chinese architecture	Japanese architecture	Roof	Architecture	Landmark	Travel	Temple	Wall	Property	Arch
5	7,849	Rock	Bedrock	Geology	Outcrop	Boulder	Nature reserve	Stone wall	Soil	Trunk	Plant community
6	3,856	Adventure	Outdoor recreation	Rock	Mountain	Bedrock	Bag	Luggage and bags	Travel	Recreation	Mountaineer
7	1,315	Stream	Watercourse	Water resources	Natural landscape	Body of water	Rock	Nature	Nature reserve	Bedrock	Spring
8	9,183	Bedrock	Rock	Outcrop	Geology	Formation	Boulder	Adventure	Terrain	Plant community	Slope
9	6,506	Nature reserve	Forest	Plant community	Vegetation	Biome	Natural environment	Nature	Trunk	Branch	Soil

Table 2. Continued

Type	N	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th	8th	9th	10th
10	3,342	Flower	Petal	Flowering plant	Botany	Spring	Branch	Purple	Plant	Twig	Terrestrial plant
11	7,861	Bedrock	Mountainous landforms	Mountain	Highland	Rock	Outcrop	Hill	Mountain range	Terrain	Geology
12	2,152	Atmosphere	Atmospheric phenomenon	Nature	Sky	Horizon	Landscape	Daytime	Highland	Cloud	Hill
13	3,676	Vegetation	Hill	Mountainous landforms	Mountain	Highland	Plant community	Hill station	Mountain range	Nature reserve	Terrain
14	1,228	Eyewear	Vision care	Glasses	Sunglasses	Goggles	Jacket	Cap	Travel	Tourism	Mountainous landforms
15	17,848	Soil	Slope	Nature reserve	Travel	Text	Leaf	Arch	Tree	World	Font
16	6,405	Bedrock	Mountain	Outcrop	Rock	Geology	Formation	Terrain	Mountainous landforms	Slope	Wilderness
17	5,630	Mountain range	Mountainous landforms	Mountain	Ridge	Highland	Hill	Summit	Hill station	Slope	Rock
18	5,759	Signage	Nature reserve	Branch	Sign	Plant community	Street sign	Biome	Twig	Soil	Trunk
19	3,767	Leaf	Deciduous	Branch	Twig	Nature	Vegetation	Woody plant	Autumn	Tree	Plant community
20	5,409	Mountainous landforms	Hill	Highland	Mountain	Mountain range	Hill station	Terrain	Slope	Atmospheric phenomenon	Cloud

* The shading in the Table refers to the (non) landscape image type and labels that occurred in more than 60% of the images for the individual type.

* The green and gray shadings represent landscape image types and non-landscape image types, respectively.

으로 11개의 경관이미지 유형과 9개의 비경관이미지 유형이 도출되었다(Figure 4 참조),

도출된 56,484장의 경관이미지에 대한 상위 20개 레이블 정보는 Table 3과 같으며, 이를 살펴보면 북한산국립공원의 경관 이미지에는 암벽 및 바위와 같은 토지피복 특성을 가리키는 “Bedrock”, “Rock” 등의 레이블과 더불어 “Geology”, “Formation”, “Hill”과 같은 지형적 특성, “Vegetation”, “Plant Community”와 같은 식생 특성이 높게 나타남을 확인할 수 있

다. 경관이미지 유형에서도 주로 이러한 암벽, 지형, 식생에 대한 개별 특성이 강조되거나 해당 특성들의 조합으로 구성된 것을 확인할 수 있으며, 그 중 암벽 경관을 나타내는 Type 8이 16.3%로 가장 큰 비중을 차지하였다. 이와 함께 암벽 및 산맥을 나타내는 Type 1이 13.9%, 산악지형 및 식생을 나타내는 Type 16이 11.3%를 차지하였다. 이러한 주요 자원 특성 외에는 단풍 등 계절 및 임상 특성을 나타내는 Type 19와 계곡 등 수경관을 나타내는 Type 7이 확인되었다.

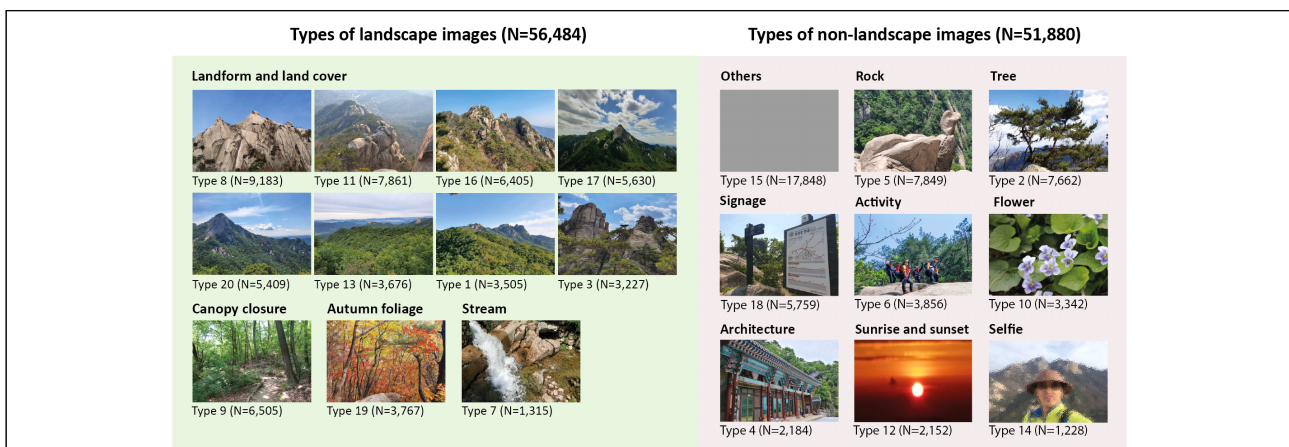


Figure 4. Representative images and attributes by (non)landscape image type

Table 3. Top 30 labels for scenic images of Bukhansan National Park

Rank	Label	Frequency of occurrence
1	Outcrop	34,646
2	Bedrock	33,137
3	Mountain	31,875
4	Rock	31,723
5	Geology	31,705
6	Formation	30,694
7	Mountain landforms	29,471
8	Hill	26,233
9	Hill station	25,102
10	Massif	24,815
11	Escarpment	24,803
12	Highland	24,801
13	Summit	24,007
14	Terrain	23,896
15	Wilderness	23,707
16	Batholith	23,693
17	Ridge	22,994
18	Mountain range	21,785
19	Fell	20,385
20	Vegetation	17,801

전체 경관 이미지에 대한 조망점은 대부분 탐방로를 따라 분포하고 있음을 알 수 있으며, 그 외 암벽이나 지형적 특성을 조망하기 쉬운 높은 지대의 봉우리나 주능선에서 전반적으로 높은 밀도가 확인되었다. 앞서 도출된 경관 유형들은 이러한 경관자원 및 조망 범위의 특성에 따라 넓은 범위에서 암벽이나

지형을 포함할 수 있는 원경 이미지(Type 1, 3, 8, 11, 16, 17, 20)와 이에 반해 비교적 근거리에서 조망되는 숲 내부의 풍경을 담고 있는 임내 경관 이미지(Type 9), 단풍 경관 이미지(Type 19), 그리고 자원의 존재 유무에 영향을 받는 수경관 이미지(Type 7)로 구분될 수 있으며, 이러한 특성별 조망점 분포는 Figure 5와 같다.

원경 이미지 유형의 경우, 북한산국립공원의 전체 경관 유형에서 가장 많은 비중을 차지함에 따라, 전체 경관이미지에 대한 조망점과 유사한 분포 형태를 보이는 것을 확인할 수 있었으며, 수경관 이미지 유형의 경우, 북한산성계곡 및 구기계곡, 청수폭포와 같은 수경관 자원을 따라 점적으로 강한 분포 밀도를 나타냈다. 이에 반해, 임내 경관 이미지 유형의 경우, 다른 경관 유형에 비해 다양한 지역과 고도에서 비교적 고르게 분포하는 것을 확인할 수 있었다. 단풍 경관 이미지 유형의 경우, 이미지상에서 나타나는 경관의 조망 범위는 임내 경관과 유사한 반면, 단풍이 지는 수목이 자생하는 특정 구간에 밀집하여 분포되어 있었으며, 이를 통해 탐방객들이 가을철에 해당 구간에서 계절 특성을 높게 인지하고 있음을 알 수 있다.

2. 북한산국립공원의 경관미 평가 및 환경 특성

경관이미지로 구분된 56,484개의 포인트 자료에 가시권 조망 대상 확률지수 적용 및 누적가시도 분석을 통해 도출된 경관미 평가맵은 Figure 6과 같다. 평가값은 0-1의 범위로 표준화하였다. 도출된 경관미 평가맵에 따르면, 북한산국립공원의 경관미는 우이령 고개를 경계로, 도봉산 지역보다는 북한산 지역에서 보다 높은 값을 가지는 것으로 나타났다. 이는 북한산 지역이 인근 도시지역으로부터의 접근성이 비교적 양호하고, 이에 따른 탐방객들의 휴양 활동 또한 보다 집중적으로 이루어지기 때문인 것으로 해석된다. 경관미 평가맵에서도 원경 이미지 유형

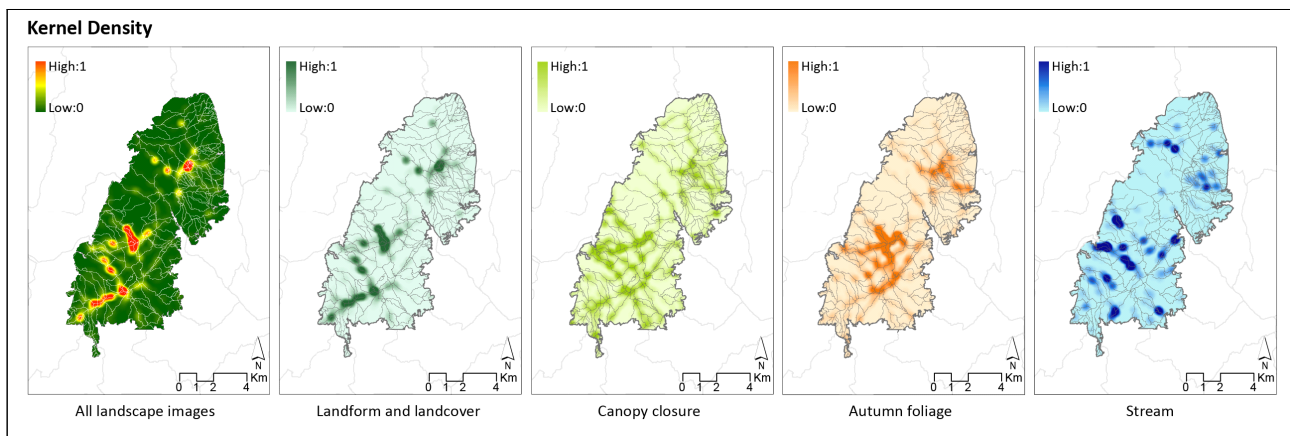


Figure 5. Distribution maps of viewpoints by landscape type

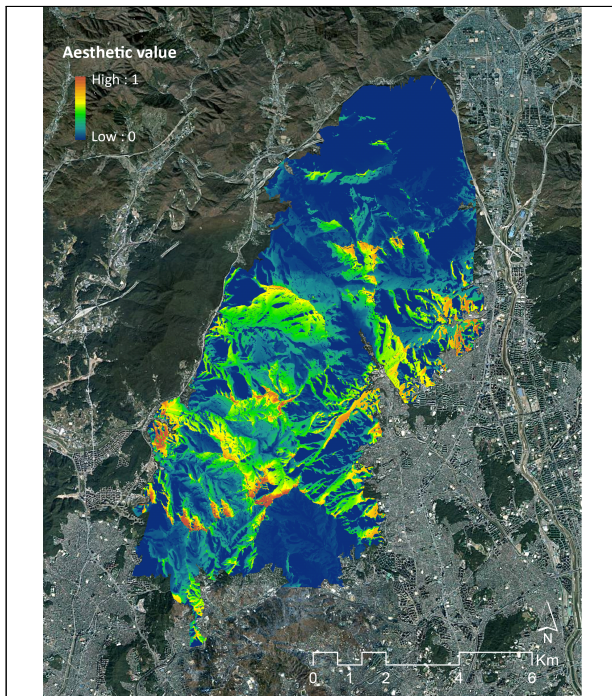


Figure 6. Landscape aesthetic value of Bukhansan National Park

의 높은 비중이 반영되어 지형 및 피복 특성이 잘 드러나는 주요 봉우리 및 능선부에 경관미가 높게 분포하고, 이를 중심으로 넓은 영역에 걸쳐 평가값이 도출되었음을 확인할 수 있다.

경관미 평가값과 자연환경적 특성들 간의 관계는 Figure 7과 같다. 어두울수록 경관미와 환경 특성이 모두 높은 지역(High-High)을 의미하며, 붉은색에 가까울수록 경관미는 높으나 환경 특성에 대한 값은 낮은 지역(High-Low), 푸른색에 가까울수록 경관미는 낮은 반면, 환경 특성에 대한 값은 높은 지역(Low-High)을 가리킨다(Figure 7a 참조). 이에 따르면, 지형적 특성과 관계하는 표고, 경사, 하천으로부터의 거리는 대부분 정상부에 근접할수록 경관미가 높고, 변수와의 관계성도 높은 것으로 나타났다. 그러나 산맥이 이어지는 산록 경사면의 경우, 이러한 지형적 특성이 낮다고 할지라도 경관미가 높게 나타남을 알 수 있으며, 이는 주요 정상부에서의 조망점이 가시권역으로 확대된 결과로 해석할 수 있다. 또한 일부 저지대 및 완경사의 진입부에서는 경관미와 지형적 특성이 낮은 관계성을 가지고 있음을 확인하였다. 이러한 저지대에 있어서는 탐방로로부터의 거리 변수나 하천과의 거리변수가 경관미와 더 높게 작용하고 있음을 확인할 수 있다. 이는 탐방객들이 외부에서 북한산국립공원으로 진입하면서 변화되는 자연경관을 크게 인지한 것으로 판단된다.

한편, 침엽수림, 혼효림, 낙엽수림, 암벽 및 바위와 같은 개별 토지피복 특성의 분포와 평가값의 범위는 Figure 7b와 같다. 암벽 및 바위의 경우, 앞서 다른 환경 변수에서 살펴본 바와 같이 정상부에 가까울수록 경관미 값은 비교적 높아졌으며, 낙엽수림의 경우에는 앞서 단풍경관의 조망점과 유사한 분포를 나

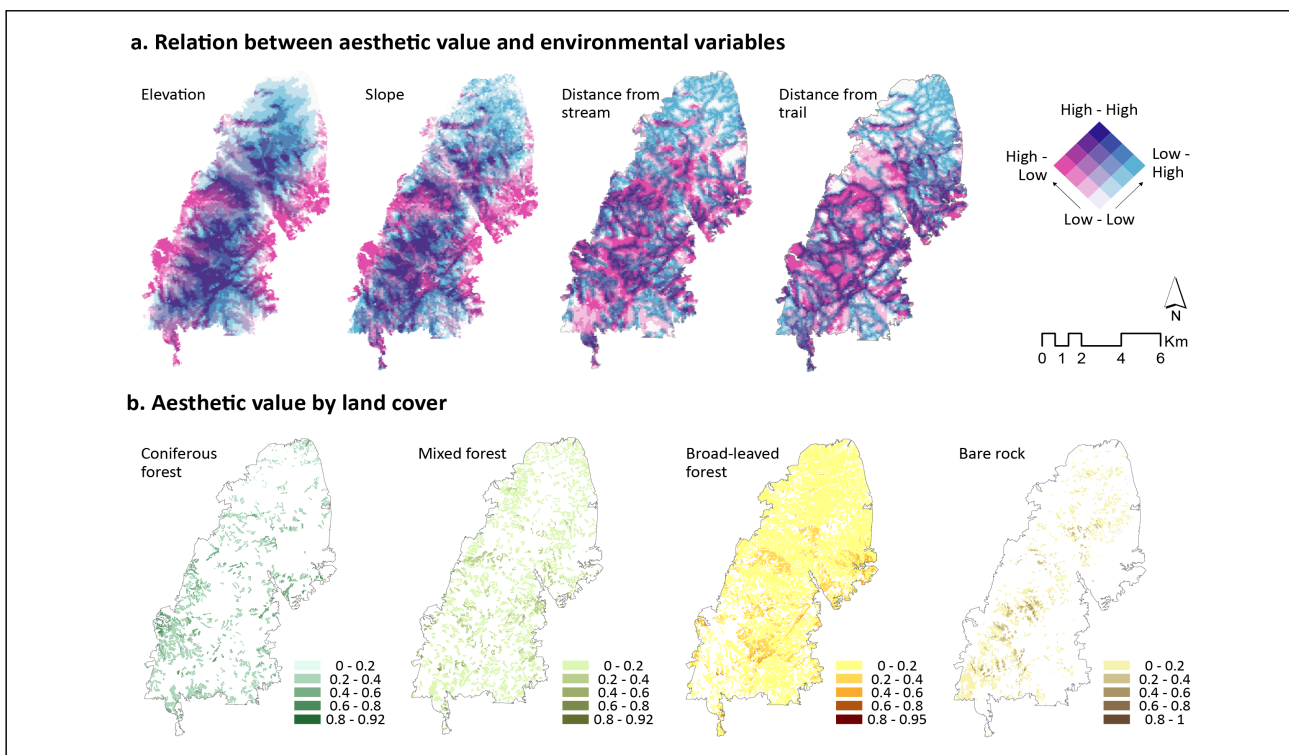


Figure 7. Spatial analysis of the relation between aesthetic value and environmental attributes

타내는 것을 확인할 수 있다. 그러나 전체 토지피복별 경관미 평균값은 침엽수림 0.1, 암벽 및 바위 0.092, 혼효림 0.084, 낙엽수림 0.075로 매우 낮은 값을 나타냈으며, 이러한 결과는 토지 피복에 따른 경관 특성은 뚜렷하나, 단일 특성이 전반적인 경관미를 양적으로 설명하기는 부족하다는 것을 의미한다.

IV. 결론

본 연구에서는 북한산국립공원을 대상으로 램블러 어플리케이션을 기반으로 공유되는 지오태그 이미지를 활용하여 산림의 경관미를 평가하고 맵핑하였다. 또한, 경관미 평가를 위해 Google Vision API의 자동 레이블링을 활용하여 이미지 정보를 수집하고, 자연경관에 해당하는 이미지를 식별하였다. 그 결과, 북한산국립공원의 자연경관으로는 지형적인 요소가 가장 강하게 인식되는 것으로 나타났으며, 주요 봉우리나 정상부 능선을 조망점으로 하여 원경의 넓은 조망범위로 확대되는 것을 알 수 있었다. 또한 비교적 조망 범위가 좁은 계곡과 같은 수경관, 울폐된 숲의 내부 경관, 계절적 특성이 반영된 단풍 경관이 주요한 경관 유형으로 식별되었다. 경관미 평가맵에서도 이와 같은 지형적 특성이 잘 드러나는 높은 표고나 경사를 가지는 지역일수록 경관미 평가값 또한 높게 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 또한 일부 진입지역이나 저지대에서는 이러한 지형적 특성이 낮다고 할지라도 단풍 및 임내 경관 조망으로 인한 경관미 값은 높게 나타났다.

이러한 결과는 산림의 경관미가 단순히 경관 대상으로서 자연자원의 특성뿐 아니라, 사람들의 휴양 및 체험 과정과 결합되어 보다 복합적인 조건을 바탕으로 형성될 수 있다는 것을 보여준다. 이러한 측면에서 본 연구는 북한산국립공원을 방문하는 탐방객들의 체험을 통해 넓은 범위에 걸쳐 나타나는 경관에 대한 인지나 선호를 파악하였다. 본 연구를 통해서 북한산국립공원과 같은 산림에서 이루어진 장소에서 나타난 경관미 특징을 파악하였고, 이는 향후 북한산국립공원의 경관 관리에서 경관미가 높은 지역에 대한 권역 설정 등을 하는데 활용될 수 있다. 또한 주변 토지이용에 따른 접근성이나 탐방로 계획, 탐방객에 대한 관리가 경관미에 미치는 영향을 인지하고, 이를 산림의 경관 계획 및 관리에 함께 반영할 수 있을 것이다.

본 연구에서 제시하는 경관미 평가 프로세스는 현재 사람들이 인식하는 경관과 자연환경 요소 간의 관계에 대한 정보를 제공한다. 또한 도출된 경관미에 대한 맵핑 결과는 국립공원뿐 아니라 여러 형태의 산림 관리자로 하여금 환경 공간정보와 결합하여 탐방객들이 과도하게 밀집된 지역이나 경관 가치가 상대적으로 저평가된 지역을 식별할 수 있도록 해준다는 점에서 경관을 비롯한 문화서비스 관리에 유용한 도구로 활용될 수 있다. 이를 통해 생태적, 생산적 기능을 포함한 산림의 다원적

가치에 대해 종합적인 트레이드오프를 계산하고, 계획 및 관리의 경증을 판단하는데 기여할 수 있다.

본 연구에서는 총 110,954장에 달하는 1년간의 지오태그 이미지를 북한산국립공원의 경관미 평가에 활용하였다. 이는 기존에 이루어지던 경관 평가 및 선호도 조사 방식에 비해서 현저하게 많은 이용자의 의견을 수렴한 결과이며, 또한 사진 촬영장소가 아닌 실제 촬영한 경관대상에 대한 정확한 공간 분포 정보를 파악하였다는 점에서 의의가 있다.

마지막으로 데이터의 양적 증가와 함께 이러한 비형식적인 데이터의 처리기법과 활용 또한 나날이 중요해지고 있다. 연구에서는 조망지점이 아닌 사람들이 인지하는 실제적인 경관 대상에 대한 경관미 평가를 위해 Google Vision API를 통해 경관 이미지를 식별하고, 조망대상 확률 지수를 적용하여 가시권 분석을 실시하였다. 이러한 경관이미지나 조망 범위는 추후 머신러닝 기법 등을 통해 데이터나 지역적 특성을 반영하여 보다 정밀하게 식별될 수 있을 것이다. 또한 본 연구에서 도출된 경관미 평가는 램블러 어플리케이션 데이터만 활용하여 분석된 것으로, 해당 커뮤니티의 이용 특성에 따른 편향성이 있을 수 있다. 따라서, 추후 연구에서는 보다 다양한 이용자층의 활동 패턴이나 위치정보가 보완될 필요가 있다.

References

1. Cheng, X., S. Van Damme, L. Li and P. Uytendhoe(2019) Evaluation of cultural ecosystem services: A review of methods. *Ecosystem Services* 37: 100925.
2. Daniel, T. C., A. Muhar, A. Arnberger, O. Aznar, J. W. Boyd, K. M. A. Chan, R. Costanza, T. Elmqvist, C. G. Flint, P. H. Gobster, A. Grêt-Regamey, R. Lave, S. Muhar, M. Penker, R. G. Ribe, T. Schuppenlehner, T. Sikor, I. Soloviy, M. Spierenburg, K. Taczanowska, J. Tam and A. von der Dunk(2012) Contributions of cultural services to the ecosystem services agenda. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 109(23): 8812-8819.
3. Han, B. H., S. H. Hong, C. S. Kim, J. E. Jang and M. Y. Lee(2011) The visual evaluation and categorization of the landscape resource: In case of Seoraksan National Park. *Proceedings of the Korean Society of Environment and Ecology Conference* 21(1): 120-123.
4. Kang, M. H. and S. I. Kim(2010) Development of evaluation indices for forest landscape. *Journal of Korean Society of Forest Science* 99(6): 777-784.
5. Kim, S. K., W. H. Cho and S. B. Im(1999) Landscape evaluation of rural stream based on the factor analysis of visual preference. *Journal of Korean Society of Rural Planning* 5(1): 35-44.
6. Lee, G. G. and C. W. Park(2012) A zoning method for forest landscape management by visual quality assessment. *Journal of Korean Forest Society* 101(1): 148-157.
7. Lee, K. C., Y. H. Son and S. H. Lee(2016) Exploring the characteristics of scenic landscapes of between the Dulle-gil and the uphill trail in Bukhansan National Park. *Journal of Korean Society of Rural Planning* 22(3): 21-31.

8. Lee, S. H.(2016) A study on inventory an grade evaluation of the visual landscape reouce in Mt. Chiak National Park 44(4): 57-65.
9. Oteros-Rozas, E., B. Martín-lópez, N. Fagerholm, C. Bieling and T. Plieninger(2018) Using social media photos to explore the relation between cultural ecosystem services and landscape features across five European sites. *Ecological Indicators* 94(2): 74-86.
10. Retka, J., P. Jepson, R. J. Ladle, A. C. M. Malhado, F. A. S. Vieira, I. C. Normande, C. N. Souza, C. N. Bragagnolo and R. A. Correia(2019) Assessing cultural ecosystem services of a large marine protected area through social media photographs. *Ocean and Coastal Management* 176: 40-48.
11. Richards, D. R. and D. A. Friess(2015) A rapid indicator of cultural ecosystem service usage at a fine spatial scale: Content analysis of social media photographs. *Ecological Indicators* 53: 187-195.
12. Riechers, M., J. Barkmann and T. Tschardt(2016) Perceptions of cultural ecosystem services from urban green. *Ecosystem Services*. 17: 33-39.
13. Tenerelli, P., U. Demšar and S. Luque(2016) Crowdsourcing indicators for cultural ecosystem services: A geographically weighted approach for mountain landscapes. *Ecological Indicators* 64: 237-248.
14. Yoshimura, N. and T. Hiura(2017) Demand and supply of cultural ecosystem services: Use of geotagged photos to map the aesthetic value of landscapes in Hokkaido. *Ecosystem Services* 24: 68-78.
15. TEEB(2010) *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations*, ed. P. Kumar, Earthscan: London and Washington.
16. Ramblr, <https://www.ramblr.com>

Received : 22 July 2021

Revised : 20 August 2021 (1st)

Accepted : 20 August 2021

3인익명 심사필