

도시 그린인프라의 열환경 분석을 위한 UAV 기반 지표면온도 자료 정확도 평가에 대한 연구

김동우, 손승우, 윤정호
한국환경정책·평가연구원
e-mail:dwkim@kei.re.kr

A Study on the Accuracy Assessment of UAV-Based Surface Temperature Data for Thermal Environment Analysis of Urban Green Infrastructure

Dong-Woo Kim*, Seung-Woo Son*, Jeong-Ho Yoon*
*Korea Environment Institute

요약

도시 그린인프라의 열환경분석을 위해 UAV와 열적외 센서 기술이 적용되고 있다. 본 연구에서는 도시 그린인프라를 대상으로 UAV와 열적외 센서 기반 지표면 온도 자료를 구축하고 휴대용 접촉식 온도 측정기와 비교하여 정확도 평가를 실시하였다. 평가 결과, 시기별로 정확도가 다르게 나타나는 것으로 나타났으며, 특히 여름철의 정확도가 가장 높은 것으로 나타났다.

1. 서론

기후변동에 관한 정부 간 패널인 IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change)는 제5차 보고서를 통해 지구온난화가 21세기 동안 가속될 것으로 발표하였다. 미국 해양 대기청(National Oceanic and Atmospheric Administration)의 국립환경정보센터(National Centers for Environmental Information) 또한 2020년 1월부터 3월까지의 지구의 지표와 해수면 온도가 기록 역사상 두 번째로 높게 나타났다고 발표하였으며, 2020년이 21세기에서 가장 뜨거운 시기 중 하나일 것으로 경고하고 있다. 특히 인구 활동의 주요 공간인 도시 공간의 확장으로 인해 식생, 습지 같은 자연경관이 태양 복사 에너지 흡수가 활발한 시멘트, 아스팔트 등의 인공 구조물로 변화면서 도시의 온도가 주변 지역보다 높은 도시열섬현상을 발생시킨다. 이러한 도시열섬현상을 완화시키기 위해 건물 옥상 녹화, 쿨링포그 등이 다양한 방법이 적용되고 있지만, 도시 내 공원, 산림, 습지 조성 등의 그린인프라가 친환경적이고 경제적으로 효율적인 방법인 것으로 알려져 있다(Carvalho et al., 2017). 도시 그린인프라의 열환경과 도시열섬현상 완화 효과를 분석하기 위해 기상관측소 수집된 자료를 활용하거나, 휴대용 장비를 통해 직접 현장에서 기상정보를 측정하는 방법이 있다. 하지만 이러한 기상 관측 장비는 관측소 갯수가 제한되어 특정 지점들만을 대상으로 기상정보를 측정되고 있

으며, 현장에서 직접 기상정보를 측정하는 방법은 많은 인력과 시간이 필요하다는 단점이 있다. 위성영상 기반의 열적외선 센서로부터 획득된 영상을 활용하여 넓은 지역의 도시열섬현상과 그린인프라와 완화 효과를 분석하는 연구도 진행되고 있다. 그러나 위성영상은 시공간적으로 해상도가 낮아 도시 그린인프라와 인근 공간의 다양하고 복잡한 토지피복 유형별 도시열섬 완화 교화를 분석하는데 제한적이다. 따라서 보다 높은 시공간 해상도의 기상정보 구축 방법이 요구되고 있다(Yu et al., 2020).

최근 UAV와 열적외선 센서 기술이 보급되면서 고해상도 지표면온도 자료를 구축하고, 열환경을 분석하는 연구가 진행되고 있다(김동우 등 2019). 하지만 UAV기반 표면온도 자료의 정확도 검증 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 도시 그린인프라를 대상으로 UAV 기반 지표면온도 자료를 시계열로 구축하고 현장에서 휴대용 접촉식 온도 측정기와의 비교를 통해 검증하고자 하였다.

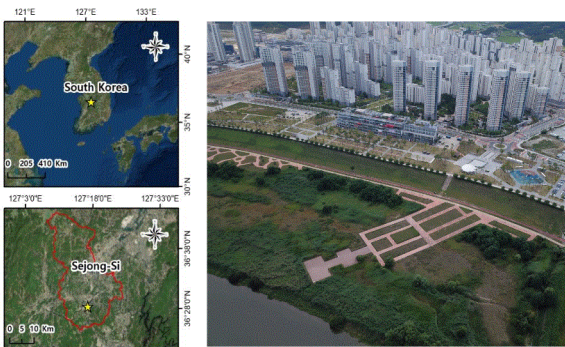
2. 연구범위 및 방법

2.1 연구범위

연구지역은 세종시 금강수변공원 일대로 선정하였다. 초지와 수목 등의 자연환경과 시멘트와 타일 등의 인공 구조물로 구성되어 있으며, 지표면온도 자료 구축 대상지의 면적은 약 150m x 350m 이다(그림 1).

2.2 연구방법

지표면온도 자료 구축을 위해 활용한 UAV와 열적외선 카메라는 DJI사의 Inspire pro 1과 Zenmuse XT 이다. 열적외선 이미지 촬영은 2019년 8월 9일과 10월 28일, 그리고 2020년 3월 20일과 5월 7일에 실시하였으며, 오전 11시부터 1시간 동안 비행고도 50m, 촬영 중복도 90%로 실시하였다. 정사 영상 제작 및 지표면온도 자료 제작에는 Pix4d mapper 4.3과 Arcmap 10.1을 활용하였다. 대상지에 지상기준점 9개를 설치하여 지표면온도 자료의 위치보정을 실시하였다. 지표면온도 자료의 정확도 검증을 위해 30개 지점을 선정하여 UAV 기반 열적외선 카메라 촬영 이후 5분 이내에 휴대용 접촉식 온도 측정기로 표면온도 측정을 실시하였다.



[그림 1] 연구지역

3. 연구결과 및 고찰

UAV기반 열적외선 카메라를 활용하여 공간해상도 7cm의 지표면온도 자료를 구축하였으며, 휴대용 접촉식 온도 측정기 자료를 기반으로 정확도를 평가하였다. 정확도 평가는 시기별로 RMSE(Root Mean Squared Error)로 실시하였다(표 1)

[표 1] 시기별 지표면온도 자료와 휴대용 접촉식 온도 측정기 측정값의 RMSE

구분	측정 시기	RMSE(°C)
1	2019.08.09	2.61
2	2019.10.28	5.50
3	2020.03.20	3.76
4	2020.05.07	3.54

4. 결론

본 연구를 통해 UAV와 열적외선기 기반으로 구축된 도시 그린인프라의 지표면온도 자료의 정확도는 시기별로 다르게 나타나는 것으로 나타났다. 특히 여름철의 정확도가 가장 높게 나타났으며, 가을과 겨울철에 정확도가 떨어지고 봄에 다시 정확도가 높아지는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 UAV와 열적외선 센서를 기반으로 그린인프라의 열환경 분석을 실시할 때, 기초 자료로 활용될 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] Carvalho, D., Martins, H., Marta-Almeida, M., Rocha, A., & Borrego, C. J. U. C. "Urban resilience to future urban heat waves under a climate change scenario: A case study for Porto urban area (Portugal)". Urban Climate, 19, 1-27, 2017.
- [2] Yu, Z., Yang, G., Zuo, S., Jørgensen, G., Koga, M., & Vejre, H. "Critical review on the cooling effect of urban blue-green space: A threshold-size perspective". Urban Forestry & Urban Greening, 126630, 2020.
- [3] 김동우, 유재진, 윤정호, 손승우, "UAV 열적외선 카메라를 활용한 폭염 시 시가지의 표면온도 변화 분석", 한국지리학회지, 제8권 1호, pp. 47-60, 2019년.

사사

본 연구는 환경부 역무대행 사업인 「2020년 국토환경성평가 지도 구축·운영 사업」에서 지원받아 한국환경정책·평가연구원에서 수행하였음