

## 농림기상 분야 빅데이터 구축을 통한 농림 생태계 지속가능성 제고

김광수<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>서울대학교 식물생산과학부

<sup>2</sup>서울대학교 농업생명과학연구원

(2020년 9월 27일 접수; 2020년 9월 29일 수정; 2020년 9월 30일 수락)

## Improvement of Sustainability in Agricultural Ecosystems through Construction of Big Data in Agricultural and Forest Meteorology

Kwang Soo Kim<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Agriculture, Forestry and Bioresources, Seoul National University, Seoul, Korea

<sup>2</sup>Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul, Korea

(Received September 27, 2020; Revised September 29, 2020; Accepted September 30, 2020)

농림생태계의 구조와 기능을 이해하기 위해 다양한 종류의 데이터들이 수집된다. 특히, 생물학적인 요소와 비생물학적인 요소 사이의 상호작용으로 생태계가 구성되어 있어 개별 요소별 데이터를 수집하는 것이 연구 활동의 주요한 부분을 차지한다. 복잡한 생태계를 이해하기 위해 다양한 종류의 데이터 수집이 요구되며, 이를 위해 일부에서는 다수의 일반인들이 수집한 데이터를 공유할 수 있는 체계들이 구축되고 있다. 예를 들어, 지리 공간적 자료(Heipke, 2010)나 도심홍수 자료(Wang *et al.*, 2018) 등이 클라우드 소싱의 형태로 수집되어 관리되고 있다. 반면, 농림생태계를 연구하기 위한 데이터들은 아직까지도 개별 연구자들에 의해 수집되고 관리되고 있는 실정이다.

농림 생태계에서 얻어지는 생물학적인 자료들은 자료 수집 대상의 파괴적인 방법과 비파괴적인 방법으로 얻어지는 자료로 분류될 수 있다. 파괴적인 방법을 통해 얻어지는 자료들은 주로 식생의 생산성을 직접적으로 나타내는 자료들이다. 예를 들어, 생체중은 특정 구역에서 수집된 표본의 파괴적인 분석을 통해 확보된다. 파괴적인 방식으로 얻어지는 자료들은 직접적으로 측정된 자료이기 때문에, 신뢰성이 높다는 장점을 가지고 있으나, 연구 대상 표본이 자료 수집을 위해 제거

되기 때문에, 시계열적인 변화 양상을 파악하기 어려운 단점이 있다.

비파괴적인 방식으로 얻어지는 자료들은 주로 센서들을 활용하여 측정되고 있어 자료의 수집과 관리가 비교적 용이하다. 예를 들어, IoT 기기에서 사용되는 센서들이 토양이나 기상환경 조건을 측정하기 위해 사용되어 왔다(Kim *et al.*, 2019). 비파괴적으로 수집되는 자료에는 영상자료와 같은 비정형자료들이 포함된다. 영상자료들은 분광영역별로 수집되고 있으며, 최근에는 RGB 영상만으로 농업 및 산림 생태계 감시를 위한 연구들이 진행되고 있다(Lee *et al.*, 2020b; Kim *et al.*, 2020a).

생물학적 요인을 나타내는 데이터들은 파괴적인 방식으로 생산되는 경우가 많기 때문에, 데이터를 수집하기 위해 연구자의 상당한 노력과 비용이 요구된다. 예를 들어, 연구 대상 식물체의 건물중은 표본 수집후 2-3 일의 기간 동안 건조하여 얻어진다. 또한, 각 기관별 건물중이 요구되는 실험조건에서는 개체별 데이터 수집을 위해 연구자의 수작업에 의존한다. 데이터들을 자동으로 수집하는 관측장비들이 사용되더라도 연구자의 노력이 적게 소요되는 것은 아니다. 특히, 관측장비를 사용하여 신뢰도 높은 관측값을 얻기 위해서는



\* Corresponding Author : Kwang Soo Kim  
(luxkwang@snu.ac.kr)

장비들의 유지보수가 필수적이다. 이로 인해 광범위하고 장기적인 자료를 축적하는 것은 상당히 어려운 일이다. 예를 들어, Lee *et al.*(2010)은 국내에서 토양 호흡 측정 자료가 부족한 하나의 원인으로 자동 측정 장비의 유지 보수가 어렵다는 점을 지적하였다. 따라서, 개별 연구자가 수집한 자료들은 양적인 한계를 가질 수밖에 없다.

농림생태계의 지속성 제고를 위한 빅데이터를 구축하기 위해 개별 연구자들이 보유하고 있는 자료들을 공유하는 것이 필요하다. 개별 연구자들에 의해 수집된 자료들은 주어진 예산 범위 내에서 특정 지역 및 특정 시기에 얻어지는 자료들이다. 이렇게 파편화된 자료들을 하나의 플랫폼에서 모든 연구자들과 공유할 수 있도록 지원한다면, 단편적인 자료들에 지나지 않던 자료들을 보다 확장된 시공간적 범위를 가진 빅데이터로 변모시킬 수 있다. 이러한 빅데이터들은 수준 높은 연구를 진행할 수 있는 자원으로 사용될 수 있다. 특히, 해외에서는 open access 정책을 통해 자료를 공개하는 노력이 진행되고 있으며, 전문적으로 자료 공유를 위한 학술지들이 생겨나고 있다.

국내에서도 자료 공개에 대한 관심이 높아지고 있으나 개별 연구자들이 수집한 자료들을 학술지 차원에서 체계적으로 공유하기 위한 추가적인 노력이 필요하다. 만약, 자료들이 누구나 사용할 수 있는 표준화된 방식으로 문서화 되고, 상호 호환성을 높일 수 있는 형식으로 정리된 데이터를 공공의 영역에서 접근할 수 있는 체계가 구축된다면, 자료 공유를 위한 여러 문제점들을 극복할 수 있는 단초를 제공할 것이다. 특히, 복잡한 구조와 기능을 가진 농림생태계를 이해하기 위해 다양한 분야에서 얻어지는 자료들을 수집하고 정리해 나아간다면, 새로운 지식을 창출하고, 당면한 문제들을 해결할 수 있는 기회를 넓힐 수 있을 것이다. 또한, 앞으로의 빅데이터 생산과 관리를 위한 노하우를 축적하고 기계학습에 의한 생태계 구성 요소간의 관계에 대한 이해를 증진시킬 수 있을 것이다.

한국농림기상학회에서는 데이터의 수집과 공유를 촉진하여 농림 생태계의 지속가능성을 향상시킬 수 있는 계기를 마련하고자 본 특별호를 발간하였다. 예를 들어, Kang *et al.*(2020)은 농경지에서 측정된 토양수분을 수집하여 정리한 자료에 대한 기본적인 분석과 이들 자료를 활용하기 위해 유의해야 할 점들에 대해 보고하였다. 또한, 자료 공유를 위해 필수적인 사용자 인터페이스 구축과 관련하여, Kim *et al.*(2020b)은 무

인관측망으로부터 측정된 자료를 웹 기반으로 제공하는 체계를 보고하여, 연구자의 자료 수집을 지원하고자 하였다.

농림기상학 분야에서는 모형으로부터 생산된 기후 자료들이 개별적인 농작물의 생육이나 피해 양상 전망과 같은 연구에 입력자료로 활용될 수 있기 때문에, 자료의 사용법과 특성을 파악하는 것이 중요하다. Hur *et al.*(2020)은 소기후모형으로 추정된 고해상도 기후 자료를 기반으로 남한지역에서 기후 변화량을 분석하는 과정을 제시하여, 격자형으로 생산되는 기후자료를 활용하는 방식들을 보고하였다. Lee *et al.*(2020a)은 중규모 수치기상모형과 지면모형을 결합한 NCAM-LAMP 시스템으로부터 생산되는 일단위 일사량 및 일조시간에 대한 자료 특성을 제시하여 일사량 자료가 요구되는 연구에 도움이 될 수 있을 것이다. 또한, Cho *et al.*(2020)는 식량생산과 에너지 생산을 동시에 수행할 수 있는 영농형 태양광 설비의 하부에서 측정된 미기상 자료를 공개하여, 일사량 모형뿐만 아니라 작물 생육 모형의 운영 및 개선에 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 또한, So *et al.*(2020)은 기상모형으로 얻어지는 자료의 특성을 분석하여 산사태와 같은 다양한 분야의 연구에서 활용될 수 있다는 것을 보여주었다.

농경지에서 개별적으로 얻어지는 자료들뿐만 아니라, 이들 자료들을 활용하여 얻어지는 자료 역시 많은 연구자들에게 농림생태계의 다양한 측면을 분석할 수 있도록 지원한다. 예를 들어, Jo *et al.*(2020)은 소기후 모형으로 얻어진 고해상도 기후자료를 기반으로 공간적인 이상기상 발생빈도를 분석하여 관련 자료에 대해 보고하였다. Yun and Kim(2020)은 특정 지점에서 관측된 대기 오염자료를 사회과학 분야에서 활용될 수 있는 공간적인 규모에서 재구성하는 방식으로 자료를 생산하였다.

수집된 기상자료가 유용하게 사용될 수 있는 분야 중의 하나는 작물의 생산성을 예측하기 위한 연구들이다. 이러한 연구를 위해, 기상자료 뿐만 아니라 작물의 생육과 수량을 측정한 자료들을 확보하는 것이 우선적으로 수행되어야 한다. 그러나, 작물 생육 관련 자료들은 대개 파괴적인 측정방식을 요구하거나 수확시점에서의 자료들만이 가용하다. 이런 측면에서 Kim *et al.*(2020c)과 Wi *et al.*(2020)이 보고한 벼와 배추의 생육 및 수량 자료들은 작물 생산성 예측 모형의 개발과 검증에 널리 활용될 수 있을 것으로 예상된다.

본 특별호에 게재된 데이터 논문들은 앞으로 농림

기상학회지에서 자료를 공유하고자 하는 연구자들에게 하나의 가이드라인으로 사용될 수 있을 것이다. 빅데이터 시대를 맞이하여 개별 연구자들이 보유하고 있는 자료들을 하나의 플랫폼에 집중하여 저장할 수 있는 체계가 널리 보급되는 것이 바람직하나, 이러한 시스템이 구축될 때까지는 상당한 시간이 걸릴 수 있다. 또한, 자료 공유를 위한 메타데이터 작성이나 품질관리를 위한 체계들이 익숙하지 않은 연구자들에게 본 특별호 논문들이 하나의 사례로서 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 농림기상분야에서 다양한 자료들을 축적하여 빠르게 발전하고 있는 인공지능 기술과 빅데이터 처리기술을 기반으로 새로운 지식이 창출될 수 있을 것이다. 이러한 노력의 결실로 농림 생태계의 효율적인 관리 방안을 도출하고, 이를 통해 농림 생태계의 지속가능성을 앞당겨 실현해야 할 것이다.

## REFERENCES

- Cho, Y., C. Yoon, H. Kim, H. Moon, K.-N. An, and J. Cho, 2020: Meteorological data measured under Agrivoltaic Systems in Boseong-gun during winter barley season. *Korean Journal of Agricultural Forest Meteorology* **22**(3), 144-151.
- Heipke, C., 2010. Crowdsourcing geospatial data. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* **65**, 550-557. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2010.06.005>
- Hur, J., J. H. Par, K. M. Shim, Y. S. Kim, and S. Jo, 2020: A high-resolution agro-climatic dataset for assessment of climate change over South Korea. *Korean Journal of Agricultural Forest Meteorology* **22**(3), 128-134.
- Jo, S., K. M. Shim, J. H. Park, Y. S. Kim, and J. Hur, 2020: Extreme weather frequency data over 167 Si-gun of S. Korea with high-resolution Topo-climatology model. *Korean Journal of Agricultural Forest Meteorology* **22**(3), 164-170.
- Kang, M., S. Cho, J. Kim, S.-W. Sohn, S.-W. Choi, and J. Park, 2020: A dataset from a test-bed to develop soil moisture estimation technology for upland fields. *Korean Journal of Agricultural Forest Meteorology* **22**(3), 107-116.
- Kim, D., D. Jin, Y. M. Song, S. W. Son, J. H. Yoon, and G. Kim, 2020a: Construction of the invasive alien plants distribution using drone and image learning. *Journal of the Association of Korean Geographers* **9**, 103-114. <https://doi.org/10.25202/JAKG.9.1.7>
- Kim, D.-J., J.-H. Park, S.-O. Kim, J.-H. Kim, Y. Kim, and K.-M. Shim, 2020b: A system displaying real-time meteorological data obtained from the automated observation network for verifying the early warning system for agrometeorological hazard. *Korean Journal of Agricultural Forest Meteorology* **22**(3), 117-127.
- Kim, J., W. Sang, P. Shin, J. Back, D. Kwon, Y. Lee, J. Cho, and M. Seo, 2020c: Long-term monitoring data for growth and yield of local rice varieties in South Korea. *Korean Journal of Agricultural Forest Meteorology* **22**(3), 176-182.
- Kim, K. S., B. H. Yoo, S. Hyun, and D. Kang, 2019: Requirement Analysis for Agricultural Meteorology Information Service Systems based on the Fourth Industrial Revolution Technologies. *Korean Journal of Agricultural Forest Meteorology* **21**, 175-186. <https://doi.org/10.5532/KJAFM.2019.21.3.175>
- Lee, E.-H., J.-H. Lim, and J. Lee, 2010: A Review on soil respiration measurement and its application in Korea. *Korean Journal of Agricultural Forest Meteorology* **12**(4), 264-276. <https://doi.org/10.5532/KJAFM.2010.12.4.264>
- Lee, S.-J., S.-J. Lee, and J.-S. Koo, 2020a: Database construction of high-resolution daily meteorological and climatological data using NCAM-LAMP: Sunshine hour data. *Korean Journal of Agricultural Forest Meteorology* **22**(3), 135-143.
- Lee, Y.-H., W.-G. Sang, J.-K. Baek, J.-H. Kim, J.-I. Cho, and Seo, M.-C., 2020b: Low-cost Assessment of Canopy Light Interception and Leaf Area in Soybean Canopy Cover using RGB Color Images. *Korean Journal of Agricultural Forest Meteorology* **22**(1), 13-19. <https://doi.org/10.5532/KJAFM.2020.22.1.13>
- So, Y.-Y., S.-J. Lee, S.-W. Choi, and S.-J. Lee, 2020: Construction of NCAM-LAMP precipitation and soil moisture database to support landslide prediction. *Korean Journal of Agricultural Forest Meteorology* **22**(3), 152-163.
- Wang, R.-Q., H. Mao, Y. Wang, C. Rae, W. Shaw, 2018: Hyper-resolution monitoring of urban flooding with social media and crowdsourcing data. *Computers & Geosciences* **111**, 139-147. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2017.11.008>
- Wi, S. H., H. J. Lee, I. H. Yu, Y. Jang, K.-H. Yeo, S. An, and J. H. Lee, 2020: Analysis of effect of environment on growth and yield of autumn kimchi cabbage in Jeonnam province using big data. *Korean Journal of Agricultural Forest Meteorology* **22**(3), 183-193.

Yun, S. D., and S. G. Kim, 2020: Air pollution and weather data by Si-Gun-Gu in South Korea. *Korean Journal of Agricultural Forest Meteorology* **22**(3), 171-175.