문서번호 예측기술과-448(2023.05.31)

결재	선임연구원	과장	본부장	원장
	05/30 전종안	05/30 손수진	05/30 이진영	05/31 신도식
협조	선임연구원			
	05/30 유진호			

TRAVEL REPORT FORM
출장보고서

I. Travel Overview 출장개요

1. Traveler(s) 출장자

Department 소속	Position 직위(직급)	Name 성명	Note 비고
예측기술과	선임연구원(선임연구원)	전종안	

2. Travel Period 출장기간

○ 2023. 4. 22.(토) ~ 4. 30.(일), 8박 9일

3. Occasion and destination 행사 및 출장지

○ 행 사 명: EGU General Assembly 2023

○ 장소: 오스트리아 비엔나

II. Major Activities 주요업무 수행내용

1. Main Contents and Activities 주요내용 및 활동

일자	장소	주요내용
4.22(토)	이동	출국(부산→인천→프랑크푸르트→비엔나)
4.23(일)	비엔나/오스트리아	○ 등록 및 opening reception 참석
4.24(월)	비엔나/오스트리아	○ 구두발표 세션 참석(Session BG3.14) ○ 포스터 세션 참석(Session BG3.14)
4.25(화)	비엔나/오스트리아	○ 포스터 세션 참석(Session BG1.2) ○ 행사부스 정보 수집(Li-COR)
4.26(수)	비엔나/오스트리아	○ PICO 세션 참석(Session HS2.5.2) ○ 포스터 세션 참석(Session ERE1.8)
4.27(목)	비엔나/오스트리아	○ 포스터 세션 참석(Session BG.3.13)
4.28(금)	비엔나/오스트리아	○ 포스터 발표(Session BG3.3)
4.29-30(토-일)	이동	귀국(비엔나→프랑크푸르트→인천→부산)

○ BG3.14 Advances in understanding water-carbon dynamics and Their feedbacks with our climate system

- 식생 광학 깊이(Vegetation Optical Depth, VOD)와 수송 체계 취약성 측정을 사용하여 생태계 수준의 수분 스트레스를 평가하기 위한 새로운 모델 개발하였으며, 중앙 아프리카, 동남아시아 및 동호주의 숲에서 유의한 음의 경향 (수분 스트레스 증가하는 경향)을 발견했고, 북아메리카의 북부 숲과 인도네시아의 우림에서는 양의 경향 (수분 스트레스 감소하는 경향)을 발견했음. 또한, 다양한 공간 및 시간 규모에서 식물 수분 스트레스를 평가하고 모니터링한 연구를 통해, 탄소 흡수지로 알려져 있는 산림생태계가 기후 변화로 인해 빠른 속도로 수분 스트레스 받고 있을 수있다는 결과 확인.

- 위성 기반의 지표온도(Ts)는 대기온도(Ta)를 보완하는 측정치로 널리 이용되고 있음. 2003년부터 2018년까지 위성기반 Ts와 지상관측기반의 Ta를 비교·분석하여 지표온도와 대기온도와의 차이(Ts-Ta)의 경향을 분석했으며, 북반구 여름철 동안 Ts에 기반한 전구 대지 가열 속도가 Ta에 비해 평균 56.7% 느리게 나타났음. 다만, Ts를 사용하여 대기 가열 및 식물-대기 온도 피드백을 평가할 때 잠재적인 편향이 있을 수 있어, 주의가 필요함.

○ BG1.2 Fire in the Earth system: Understanding effects across spatiotemporal scales

- 화재는 지구 시스템의 중요한 구성 요소 중 하나이며, 다양한 방식으로 피드백을 제공함. 지구 시스템에서 화재의 역할에 대해 모델링, 실측, 실험, 나무 화재 흔적, 퇴적 화석 숯 코어, 빙하 코어, 석순, 원격 탐지 등 다양한 기록을 활용한 연구 소개.

- 인간의 활동과 기후 변화로 인해 탄소가 풍부한 이탄지(peatland) 지역은 산불에 취약해지고 있으며, 북반구 고위도 지역에서 이탄지 지역 산불(peat fire)은 장기 저장 탄소와 기타 온실가스 및 에어로졸을 대량으로 방출할 수 있는 잠재력을 가짐. 따라서 이탄지 지역 산불은 탄소 순환에 엄청난 영향을 미치며 결과적으로 기후 시스템에도 큰 영향을 줄 수 있음.

- JULES-INFERNO 화재 모델에 이탄지 지역 산불을 재현하도록 한 INFERNO-peat을 활용한 연구로 특히 캐나다와 시베리아 지역에서 예측성 개선이 크게 나타났으며, 북반구 고위도 지역에서 현재와 미래의 화재와 그 영향을 보다 정확하게 모델링 할 수 있을 것 으로 기대.

○ HS2.5.2 Recent advancement in estimating global, continental and regional scale water balance components

- 보완적 증발 원리(Complementary Evaporation Principle, CEP)는 토양수분 자료를 사용하지 않고 전구규모의 증발산을 평가하는 데 사용되어 왔으나, 실측증발산 자료가 없는 다양한 지역에서 Priestley-Taylor 계수(α)를 추정하는 것은 여전히 제한적임. CEP와 전통적인 Budyko 방정식을 연결하는 경험적인 접근법으로 실제증발산 자료가 없는 지역에서 α를 결정하였으며, 증발산 추정성능이 개선되었음.

- 증발, 지표온도(Ts), 복사 간의 상호의존성을 고려하여 최대 증발 모델을 사용하여 잠재증발산량을 추정했으며, 86개의 플럭스 사이트 자료를 활용하여 검증하였음. 최대 증발 모델로부터의 연간 평균 (1979-2019) 전지구 EP (EP_max)은 1272 mm/년으로, 널리 사용되는 프리슬리-테일러 모델 (EP_PT)을 사용하여 추정한 값보다 11.2% 높게 나왔음.

○ ERE1.8 Solutions for sustainable agri-food systems under climate change and globalisation

- 다양한 공간적 및 시간적 규모에서 농업-식품 시스템의 다양한 결과를 양적으로 평가하며 트레이드오프나 시너지를 분석하였으며, 다양한 환경, 경제·사회적 측면을 양적으로 평가 및 지속가능발전목표를 달성에 관한 연구 등 소개.

- 관측 기후자료를 사용하여 27개의 주요 식량작물에 대한 적합한 기후 조건을 설정하고, 미래의 기후 적합성 변화가 식량작물 생산량과 다양성에 미치는 영향을 조사했음. 미래의 기후자료 활용 27개 식량작물에 대한 전구규모 기후 적합성 변화를 예측하였음. 식량작물 생산 잠재력이 현재의 경작지에서 기후변화 시나리오에서 대부분 감소할 것으로 예측하였으며, 현재 재배되고 있는 식량작물에 대하여, 기후변화에 따른 대체작물의 잠재성을 평가하는데 도움이 될 수 있을 것으로 기대.

○ BG3.13 Novel methods for bridging process-based and data-driven modelling of carbon, energy, and water fluxes from leaf to continental scales

- 생·지·화학적 순환의 평형화(스핀업) 단계가 전체 계산시간의 약 98%까지 소요되는 육상생태계 모델(Terrestrial Biosphere Model, TBM)에서 가장 많은 자원을 소비하는 단계로 TBM에서 선행 요구 사항임. ORCHIDEE TBM에서 기계학습가속화(MLA, Machine Learning Acceleration)도구를 활용하여 스핀업단계에서 계산 요구사항을 77-80% 감소시킴. 그럼에도, 최근 수십 년간 예측된 지역 탄소 균형에 미치는 영향은 미미한 것으로 나타남.

- CARbon DAta-MOdel FraMework (CARDAMOM)이라는 데이터 융합 시스템을 활용하여 탄소, 물, 에너지 순환과 관련한 계절규모 부터 수십년 규모 기간동안 기후 및 이산화탄소 농도 예측할 수 있는 시스템으로 확장. CARDAMOM 3.0은 지구 관측 자료의 다양한 정보 활용하여 잎 수준부터 대륙 규모까지의 육상생태계에서 탄소, 물, 에너지 순환 재현을 통하여, 기후와 대기 중 이산화탄소에 대한 반응을 분석하는 유용한 도구임.

○ BG3.3 Trait-based approach to assess plant species vulnerability and resilience to environmental change sin agriculture, forestry and natural ecosystems

- 바누아투는 태평양 지역의 작은 섬 개발도상국(SIDS) 중 하나로, 기후 영향으로 인한 기후 관련 자연 재해를 포함한 기후 영향에 가장 취약한 국가 중 하나임. 취약한 지역사회와 기후정보 및 서비스 이용자들의 적응 능력을 강화하기 위해 바누아투 내에서 지속 가능한 개발계획 수립을 위한 기후 정보 서비스(Van-CISRDP; Vanuatu Klaemet Infomesen blong Redy, Adapt mo Protekt (Van-KIRAP)) 프로젝트는 2016년 12월 사모아 아피아에서 열린 녹색 기후 기금(Green Climate Fund, GCF) 제15차 이사회에서 승인되었음(FP 035).

- 이 프로젝트는 2개의 이행기구(태평양환경계획사무국(Secretariat of the Pacific Environment Program, SPREP)과 바누아투 기상청(Geo-Hazard Department, VMGD))과 3개의 협력기관(APEC 기후센터(APEC Climate Center, APCC), 호주연방과학산업연구원(Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, CSIRO), 호주기상청(Australia Bureau of Meteorology))이 공동으로 추진하고 있음.

- Van-KIRAP 프로젝트에서 APCC의 주요 활동을 소개하고, APCC가 개발하고 있는 OSCAR (tailOred System of Climate services for AgriCulture)의 주요 기능을 설명하였음. 또한 타

로, 카사바 등 주요 작물에 대한 현장 시험, 웨비나와 현지 다양한 교육 프로그램 등을 소개하고, CCD (Crop-Climate Diary)의 개발방법 및 활용성에 대해 설명하였음.

2. Relevance to APEC Climate Center's Activities 결론 및 소감

○ 기계학습(머신러닝, 딥러닝)기법을 농업/수자원/생태 등 다양한 분야에 활용하고 있었음. 특히, 생태계 특성을 원격탐사, 관측, 실험 등을 통하여 자료가 축적되어 기계학습기법으로 식물 스트레스와 탄소 교환 모델을 평가하고 개선하는 데 도움이 되며, 나아가서는 기후예측성능 개선 기대됨.

○ 지면-대기 상호작용에 대한 이해는 결국 기후 예측성 향상으로 이어질 수 있으므로, 기후예측성 향상을 위해 지상관측이나 위성 관측 자료를 활용하여 수분-탄소 상호작용 및 생물학적 과정 모의 개선과 토양과 식물 스트레스가 지면 플럭스와 경계층내 다양한 과정 조절 작용에 대한 이해 개선 등이 필요함.

○ 지면에서 다양한 과정이 홍수, 가뭄, 폭염과 같은 이상기후현상이나 장기적 기후변화까지 다양한 시간범위에서 식생, 토양, 육상생태계 탄소 플럭스에 영향을 미치며, 식생과 토양은 지면-대기 수분 및 에너지 플럭스를 조절하여 기후 시스템에 피드백을 제공함.

○ 기후 변화로 인한 작물 수분 스트레스(water stress)는 탄소 저장, 식량, 목재 생산과 같은 다양한 생태계 서비스에 위협을 가하고 있으며, 이 문제를 해결하기 위해 다양한 공간 및 시간 규모에서 작물 수분 스트레스를 평가하고 모니터링하기 위한 방법이 필요함.

○ PICO 세션은 제한 된 공간에서 슬라이드 2~3의 매우 간결한 발표와 모니터를 활용하여 결과 제시함으로써, 기존 포스터 세션보다 훨씬 효과적으로 보임. 향후, 구두발표나 포스터 세션보다는 PICO 세션을 신청하는 것이 현장에서 OSCAR 시스템 시연 등 홍보 및 소통에 유리할 것으로 판단 됨.

3. Suggestions and Remarks 건의사항

III. References (Presented and Collected Materials) 주요 수집자료
(with attachment of any information or report in case of attendance of conferences, workshops and meetings) 학술대회, 워크숍, 회의 등 참석 시 관련 정보 및 문서 첨부

○ 포스터 발표 자료