문서번호 기후변화분석과-390(2025.05.23)

결재	연구원	과장	본부장	원장직무대행
	05/22 김지현	05/22 전종안	05/23 김형진	05/23 김형진
협조				

TRAVEL REPORT FORM
출장보고서

I. Travel Overview 출장개요

1. Traveler(s) 출장자

Department 소속	Position 직위(직급)	Name 성명	Note 비고
기후변화분석과	연구원(연구원)	전종안	
기후변화분석과	연구원(연구원)	김지현	

2. Travel Period 출장기간

○ 2025.4.27.~5.3.

3. Occasion and destination 행사 및 출장지

○ EGU General Assembly 2025
○ 출장지: 빈(Vienna), 오스트리아

II. Major Activities 주요업무 수행내용

1. Main Contents and Activities 주요내용 및 활동

1.1 연구성과 발표

○ 4.28.(월) 김지현: Actively Implementing an Agricultural Climate Information Delivery Chain through the ToT Program in the Van-KIRAP Project (세션: Advancing Resilient and Equitable Systems: Integrating Equity, Gender, Health, and Water-Food Security within NEXUS and IAM Resesarch)

○ 5.2.(금) 전종안: Enhancing Agricultural Resilience in Vanuatu through Climate Information Services: Insights from the Van-KIRAP Project (세션: Transdisciplinary science for climate change solutions: bridging the gap between scientific research , impacts, policy and economics)

1.2 학회 주요 연구내용 요약

○ 기후정보 기반 농업시스템 모델링 및 전환 전략

- 식량 및 비료 무역 교란이 글로벌 식량안보에 미치는 영향
  · 지정학적 갈등, 무역 단절, 수출 제한 등의 외부 충격이 글로벌 비료 공급과 식량 생산에 미치는 영향을 시나리오 기반으로 분석.
  · 무역망 단절 시, 식량 수입 의존국은 식량과 비료 부족으로 이중 타격.
  · 시뮬레이션 결과: 카사바는 글로벌 노스 지역에서 최대 95% 생산 감소, 비료 수입의존도 높은 지역은 수확량 타격이 큼
  · 역사적 교역 데이터 기반 네트워크 분석 및 통계 모델을 통해 시뮬레이션 수행.

- 기후변동성이 지난 30년간 유럽 지역 작물 생산에 미친 영향
  · GRAFS 모델을 활용해 유럽 127개 지역의 1990년 이후 연도별 질소 투입-수확 반응 분석.
  · 하이퍼볼릭 곡선을 기반으로 Ymax(최대 이론 수확량) 산출 → 기후 변수(강수량, 수분 밸런스, 극한 기상)와의 연계 분석 수행.
  · 분석 결과: 기온, 수분 잔고 등 기후 요소 변화가 지역별 Ymax 변화에 영향을 미침. 극한 기상(폭우, 가뭄)의 빈도 증가는 농업 수확량의 변동성과 리스크를 증가시킴.

○ 기후정보서비스 공동 설계 및 불확실성 커뮤니케이션

- 기후정보서비스(CIS)가 벼 병해충 방제 및 농가 소득에 미친 영향 (방글라데시 사례)
  · 모바일 앱 DROP을 통해 벼 병해충 예보 정보 제공 → 참여형 공동설계 방식을 적용하여 서비스 개발.
  · 앱 사용 농민의 77%가 살충제 사용 빈도 및 투입량 감소, 병해 예방 시기 조정 가능성 향상.
  · 89%의 농민이 CIS 정보 활용으로 인해 농작물 수확량 증가 및 비용 절감 경험.
  · 핵심 성공 요인은 기상청, 작물병리학자, 농업확장관, ICT 전문가 간 협업 및 역량강화 교육의 효과.
  · 앱은 살포시기, 날씨에 따른 살포량, 질소비료 및 관개 판단까지 지원함.

- 아일랜드의 국가기후정보서비스 프레임워크(NFCS) 구축 사례
  · 2022년부터 기상청(Met Éireann) 중심의 플랫폼 기반 서비스 전달 체계 구축.
  · 사용자 수요 기반 서비스 개발을 위해 민간, 공공, 과학계, 농업계 등 다양한 분야 연계.
  · '기후 리스크 공유 지도'(Climate Risk Map), '기후정보 브리핑' 등의 웹 기반 플랫폼 도입.
  · 신뢰성과 투명성 확보를 위한 기관 간 협정 및 정부 예산 체계화 포함.
  · "정보 중심"에서 "의사결정 중심"으로 CIS 기능 전환 강조.

- 영국 UKCP18 사례 – 기후정보서비스 설계 방법론
  · 기상청 주도 하에 서비스 블루프린팅(Service Blueprinting) 도입 → 서비스 구성요소 (제공자-이용자 상호작용) 시각화.
  · '사용자 여정(User Journey)' 기반으로 각 기후정보 제공 경로, 불확실성 설명방식, 응답 시간, 응급대응 수준 등을 설계.
  · 사용자별로 정보 이해 수준, 전달 방식, 응용 목적에 따른 다층적 서비스 구조 구축.
  · 공동설계에서 "대화의 구조화"가 핵심: 워크숍, 테스트, 프로토타이핑 과정을 통합함.

- 비전문가 대상 불확실성 커뮤니케이션 전략
  · 불확실성 전달 시 "숫자 중심"이 아닌 행동 유도적 정보로 재구성 필요 강조.
  · 예: '50% 확률' 대신 "5년에 1번 발생 가능성" 또는 "다음 작기에 이런 일이 일어날 수 있음" 형태로 서술.
  · 시각화가 핵심 도구: 선형그래프보다 아이콘, 색상 범례, 애니메이션 등 활용 시 정보 수용성 상승.
  · 기상·기후정보의 신뢰도 구간(confidence level)을 '높음/중간/낮음'으로 요약해 제공 시 이해도 향상됨.
  · 일반인은 "불확실하다"는 표현을 '믿을 수 없다'로 해석할 수 있으므로 표현 선택 주의.

○ 가뭄 및 수자원 위험 관리와 조기경보 시스템

- 다뉴브강 유역의 물효율성 농업 전환을 위한 수문-농생태 모델 적용

· 다뉴브강 유역은 20개국이 공유하는 유럽 최대의 국제 유역으로 농업 수요, 수력발전, 생태계 보전 간 자원 경쟁이 치열함.
· PROMET 모델은 1km²/1시간 단위 고해상도 모델로 작물 생산성, 물 사용 효율성, 관개수 추출량을 정량적으로 평가함.
· 결과: 수분 활용 효율성(WUE) 저하 지역(Hotspots) 식별 가능. 비료, 관개 등 자원 입력량에 따른 수확량 격차 분석. 농업-수자원-에너지 부문 간 트레이드오프 모델링 지원.

- 사하라 이남 아프리카의 식량 위험 대응을 위한 계절예보 + 작물모델 통합
· LPJmL 수문-작물 통합모델과 ECMWF SEAS5 계절예보 자료를 활용.
· 목표: 단기 적응(short-term responsive adaptation)을 위해 작물 수확량에 대한 예보 정확도 분석.
· 평가 결과: 온도, 강수량, 일사량에 대한 계절예보 정확도가 작물 모델 결과에 의미 있는 영향을 미침. 예보 기반으로 파종 시기, 품종 선택, 투입재 조절 등 단기 농업 의사결정이 가능함을 입증. 특히 기후변동성이 심한 지역(건기-우기 격차 큰 지역)에서 효과가 큼.

- 가뭄 대응의 새로운 개념: 시스템 기반 적응 경로(Adaptation Pathways)
· 기존의 리스크 매핑 중심 접근에서 “적응 경로 기반 계획”으로 전환 필요성을 강조.
· 복수의 적응 옵션(A-B-C 등)을 시나리오 기반 타임라인으로 배치 → 가뭄 심화 시점에 따라 조정 가능.
· 사례: 호주 농업 부문에서는 유역 수준 물 배분 계획에 적용 중.
· 기후 트리거(trigger)와 연계된 실행 조건을 설정해 ‘조기 행동’의 실행력을 높임.

- 기후 기반 영향 예측 중심 조기경보(Impact-based Early Warning)
· 단순한 강수량 예보보다 영향 예측(impact forecasting) 중심으로 전환 중.
· 강우 + 토양수분 + 지형 조건 + 작물 생육단계 → 작물 손실, 홍수 위험 예측.
· 경고 정보는 '무엇이 일어날 수 있는가'보다는 '무엇을 해야 하는가' 중심으로 재구성되어야 함.
· 실시간 모니터링 + 시뮬레이션 예측 → 실행 가능한 대응 메시지가 중요.

- 유럽 내 국경을 초월한 가뭄·홍수 대응 협력 사례
· 독일-네덜란드-체코 등 다국가 유역 간 공동 데이터 플랫폼, 공동 대응 매뉴얼, 예보 공동 분석 구조 구축.
· 연합형 EWS 구조 → 경보 등급, 리스크 커뮤니케이션 언어까지 조율.
· 물 관리 외에도 농업, 에너지, 생태계 부문 리스크를 통합 관리하는 다부문 연계 시스템으로 확대 중.
·

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

- 데이터 기반 농업 모델링을 통한 과학적 적응 경로 설계
· 기후 시나리오와 작물 모델링을 결합한 연구들이 국제적으로 활발하게 수행되고 있으며, LPJmL, AquaCrop, PROMET 등 다수의 모델이 활용됨.
· 작물별 수확량(Ymax) 민감도 분석, 질소/수분 스트레스 반응 분석 등은 지역 기반 기후 취약성 평가에 매우 유용한 틀을 제공함.
· 향후 Van-KIRAP-II에서 작물 모델링 기반 기후영향 리스크맵 및 품종 추천 서비스 기획도 고려 가능

- 기후정보서비스(CIS)의 공동설계 및 운영 프레임 구축
· 방글라데시, 아일랜드, 영국 등 다양한 국가 사례에서 사용자 중심 기후서비스(co-design CIS), 국가적 프레임워크 정착(NFCS), 정보 전달 전략(Service Blueprinting)의 성과가 다수 확인됨.
· 특히 사용자 수준에 따라 불확실성을 어떻게 다르게 전달하고 행동을 유도할 것인지에 대한 시각화·언어화 전략의 진화가 눈에 띔.
· 이는 OSCAR 시스템과 같은 기후정보서비스 내 불확실성 전달용 시각화 콘텐츠 모듈 개발에 적용 가능 (예: '낮음-중간-높음', '3년 중 2년 발생 확률').
· 불확실성 전달에 대한 시각화 및 언어화 전략은 하반기 여성농민을 대상으로 한 OSCAR 워크샵에서 기후정보에 대한 해석력 증진 및 수용도 제고를 위해 활용할 계획임.

- 가뭄 및 수자원 리스크의 시스템 기반 대응
  · 적응 경로(adaptation pathways) 방식, 조기경보 기반 행동유도(impact-based early action), 다부문 통합 위험지도 등 새로운 수문 재해 대응 개념이 등장하고 있음.
  · 단기 적응(예: 파종 시기 조정)과 중장기 자원 재배치(예: 관개 인프라 재설계) 간 전략적 연계 필요성 강조됨.
  · 기후정보서비스 내 조기경보 시스템을 기존 강수 예보 중심에서 "행동지침 기반 경고 메시지 시스템"으로 전환 고려 가능.
  · 향후 Van-KIRAP-II에서 부처 간 공동 사용 가능한 가뭄·홍수 리스크 지도 및 시나리오 기반 의사결정 도구 설계로 사업 확장 고려 가능.

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