

# TRAVEL REPORT FORM

## 출장보고서

결 재	선임연구원	과장	본부장	원장직무대행
	07/17	07/17	07/18	07/18
협 조	이성규	전종안	김형진	김형진

### I. Travel Overview 출장개요

#### 1. Traveler(s) 출장자

Department 소속	Position 직위(직급)	Name 성명	Note 비고
기후변화분석과	선임연구원(선임연구원)	이성규	

#### 2. Travel Period 출장기간

- 2025. 6. 28. (토) ~ 7. 5.(토), 7박 8일

#### 3. Occasion and destination 행사 및 출장지

- 행사명: 15th European Conference on Precision Agriculture (ECPA BARCELONA 2025)  
○ 장소: 스페인 바르셀로나

### II. Major Activities 주요업무 수행내용

#### 1. Main Contents and Activities 주요내용 및 활동

일자	장소	주요내용
6.28(토)	이동	출국(부산→인천→암스테르담→바르셀로나)
6.29(일)	바르셀로나/스페인	○ 참가자 등록 및 환영 리셉션 참석
6.30(월)	바르셀로나/스페인	○ Conference opening ceremony, Keynote Lecture 참석 ○ UAS & Satellite Technologies for Precision Agriculture 세션 참석 ○ 포스터 세션 참석
7.1(화) <sup>1)</sup>	바르셀로나/스페인	○ Advances in Precision Agriculture 세션 참석 ○ 포스터 세션 참석
7.2(수)	바르셀로나/스페인	○ Field day demonstration 행사 참석 Parc UPC Agròpolis (Viladecans, Barcelona)
7.3(목) <sup>2)</sup>	바르셀로나/스페인	○ 포스터 세션 참석 및 발표 ○ Conference Closure 세션 참석
7.4-5(금-토)	이동	귀국(바르셀로나→암스테르담→인천→부산)

1) 현지시간 오전 6시 30분 아태과제 중간발표 온라인 발표 사전 점검. 오전 6시 50분 수탁사업심의위원회

## 참석

### 2) 현지시간 오전 6시 15분 아태과제 중간발표 온라인 참석 및 발표(PI)

#### ○ (6.29) 참가자 등록 및 환영 리셉션 참석

##### - 참가자 등록 및 환영 리셉션 참석



(왼쪽) 등록 데스크 (오른쪽) 환영 리셉션

#### ○ (6.30) Conference opening ceremony 및 Keynote Lecture 참석

- 유럽연합 집행위원회(EC, European Commission) Luis Vivas-Alegre의 'From Policy to Practice: Shaping the Future of Agriculture and Precision Farming' 발표에서 2024년 7월에 EC 집행위원장이 발표한 2024-2029 집행위원회의 7가지 주요 우선과제에 대해 설명함
- 첫 번째 우선 과제는 사람의 질, 식량 안보, 복지 자연을 유지하기 위한 강력한 기반을 구축하는 것. 농업이 유럽 생활 방식의 핵심으로 남아있도록 하고, 식량 안보를 보장하며 경쟁력 있고 회복력 있는 농업 식품 시스템을 구축하겠다는 약속을 의미
- 올해 발표될 유럽 생명과학 전략 역시 농업 분야에서 중요한 의미를 가지며, 이를 통해 유럽 내 생명과학 혁신의 개발, 확산 및 활용을 촉진하여 경쟁력과 지속 가능성을 강화할 것임
- 디지털 기술과 관련하여 두 가지 중요한 요소가 있으며, 첫째는 슈퍼컴퓨팅 접근성을 확대하여 유럽 전역의 스타트업과 산업에서 인공지능 활용을 촉진하는 인공지능 컴퓨팅 행동계획, 둘째는 식량 안보와 자연보전 등 사람의 질 향상을 위해 새로운 인공지능 전략을 추진하는 것
- 집행위원회에서는 올해 2월 장기적인 농업 경쟁력과 지속 가능성을 위한 농업 식량 비전(Vision for Agriculture and Food) 발표
- 정밀농업은 농업 환경의 실시간 관찰 및 대응을 중점으로 하며, 작물 수확량을 증가시키고, 투입 비용과 노동력을 절감하며 환경 영향을 최소화하는 데 중요한 역할을 함. 또한, 새로운 지식과 혁신이 농민과 식량 시스템 참여자에게 신속하고 광범위하게 적용될 수 있도록 하는 것이 중요
- 이를 위해 현장 중심의 혁신 모델, 즉 '리빙랩'과 '라이트하우스'와 같은 다중주체 접근 방식을 적극적으로 도입해야 함



(왼쪽) ECPA 바르셀로나 2025 조직위원장 Emilio Gil 교수



(오른쪽) EC (European Commission) Luis Vivas-Alegre의 'From Policy to Practice: Shaping the Future of Agriculture and Precision Farming' 주제 발표

○ (6.30) UAS & Satellite Technologies for Precision Agriculture 세션 참석

- 유럽 내 농업 종사자 수는 지속적으로 감소하고 있으나, 생산성은 오히려 증가하고 있음. 이는 기술 통합 없이는 유지될 수 없는 구조로 변화하고 있으며, 농업 지속 가능성과 식량 안보 확보를 위해 기술 기반의 농업 전환이 불가피함
- 최근 북유럽에서 가뭄 등 기후 위기가 심화하고 있으며, 병해충 발생 또한 증가하고 있음. 이에 따라 작물 보호와 생산 안전성을 확보하기 위해 생물학, 화학, 기계공학, 위성 기술까지 모두 연계한 다학제적 접근이 필요하며, 디지털 모니터링, 예측 모델, 정밀 살포 장비 등의 기술이 요구됨
- 무슨 기술이든 농민에게 실질적인 도움이 되어야 하며, 하루에 10시간 이상, 주 60~70시간씩 일하는 농민에게 시간과 노동력을 절약해 주는 기술이 중요함
- 디지털 기술은 감시, 경고 시스템, 병해충 예측 모델, 트론 및 스마트 분무 장비 등 다양한 분야에 적용될 수 있는 큰 잠재력을 가짐. 디지털 레이블링, 기록 유지, 점검 기준 등도 스마트하게 바뀌어야 함
- 우리는 디지털 전환이 단지 기술의 발전만이 아니라 사용자, 즉 농민의 학습과 훈련, 참여가 뒷받침되어야 한다고 보며, 디지털 기술을 통해 데이터가 앱으로 전달되고 그 데이터가 다시 장비에 반영되는 흐름 속에서 농민의 결정을 돕는 시스템이 필요함
- 우리는 화학물질의 사용과 위험을 50% 줄이자는 새로운 목표를 안고 있으며, 이때 중요한 것은 '대체제'임. EU는 생물학적으로 혁신적인 보호 수단을 대체제로 채택하려 하지만, 현실에서는 기존 화학물질이 시장에서 퇴출당하고 있지만 적절한 대체제가 충분히 보급되지 못하고 있음
- 특정 위험을 줄이기 위해 농약이 토양에 도달하는 양을 20% 줄여야 한다면 이러한 목표를 달성할 수 있는 기술이 필요하며, 이러한 기술은 농민의 노출을 줄이고 환경과 비표적 생물에게 미치는 위험을 완화할 수 있음
- 우리는 디지털 전환이 단지 기술의 발전만이 아니라 사용자, 즉 농민의 학습과 훈련, 참여가 뒷받침되어야 한다고 보며, 디지털 기술을 통해 데이터가 앱으로 전달되고, 그 데이터가

다시 장비에 반영되는 흐름 속에서 농민의 결정을 돕는 시스템이 필요함

- OECD 등 국제기구도 전자 데이터 표준화를 논의하고 있으며, 드론 운용에 대한 표준, 데이터를 기반으로 한 위험 평가, 적정 수준의 노출 모델(exposure model) 수립 등은 모두 기술과 규제가 만나야 가능한 일임
- ‘스마트 농업 관행(smart farming practices)’을 ‘스마트 정책 개발(smart policy development)’에 통합할 수 있는 시점에 와 있으며, 이를 통해 농민은 언제, 어디서, 어떻게 적용할지를 스스로 판단할 수 있고 위험과 사용량을 줄일 수 있음

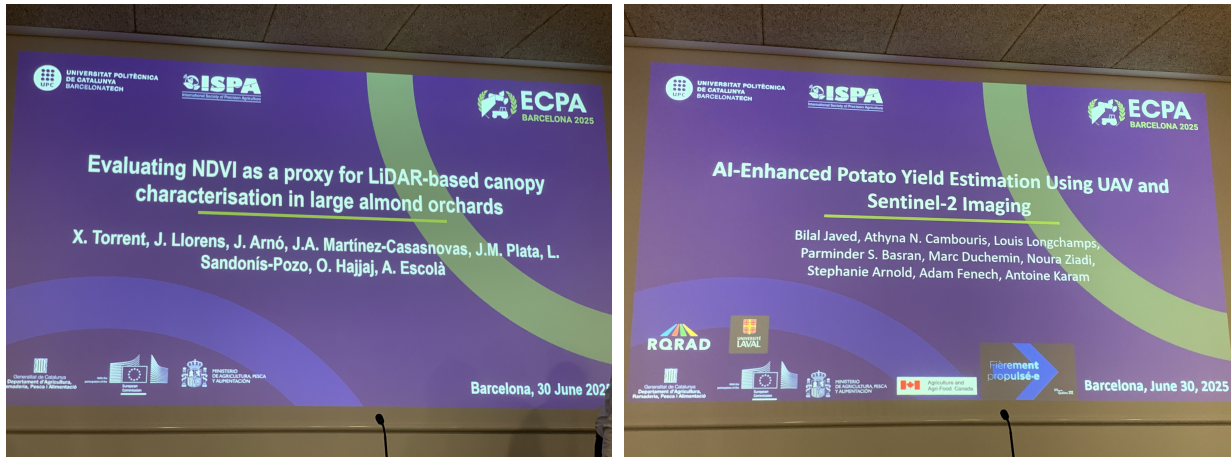


(그림) EU 건강식품안전총국(DG SANTE) Eric Liégeois의 Smart Farming, Smart Policy: How Technology and EU Legislation Are Transforming European Agriculture? 발표

○ (6.30) UAS & Satellite Technologies for Precision Agriculture 세션 참석

- (Torrent 등 발표) 스페인 카탈루냐 지역의 240ha 규모의 상업용 과수원(아몬드)을 대상으로 Sentinel-2와 PlanetScope 위성 이미지 기반 식생지수(NDVI)가 LiDAR 기반 캐노피 구조 특성(단면적 등)을 대체할 수 있는지를 검증한 연구가 발표됨. 이 연구에서는 4개의 대표 구역(각 1ha)에 대해 LiDAR 측정을 수행하고 같은 날짜의 Sentinel-2와 PlanetScope 위성 이미지를 수집하고 계산한 NDVI 값을 이용하여 LiDAR에서 계산된 캐노피 단면적과의 상관관계를 분석함. 두 자료 간 상관관계( $R^2$ )는 최대 0.77을 보였으며, 3개 구역에서 예측력이 우수한 선형 회귀모델이 도출됨. 이러한 결과를 이용하여 관개(irrigation), 비료 살포(fertilisation), 병해충 방제제 등 농자재의 가변적 적용에 대한 의사결정을 용이하게 함.
- (Javed 등 발표) 캐나다 프린스 에드워드 아일랜드(PEI, Prince Edward Island)에 위치한 상업용 감자밭 중에서 4개 사이트를 지정하고 Sentinel-2 위성영상과 인공지능 기법을 결합하여 수확 전 감자 수확량을 예측하는 하이브리드 기술 연구를 발표함. 고해상도 다중분광 위성영상과 지상 수확 데이터를 바탕으로 3종 기계학습 모델(Random Forest, Gradient Boosting, Bayesian Neural Network)를 비교하였으며, Random Forest 모델이 가장 우수한 성능(RRMSE=13.8%, RMAE=11.3%)을 보임. k-fold 교차검증(k=10)과 부트스트래핑 기법을 적용하여 신뢰도를 확보함. 특히, 식생지수 중 OSAVI (Optimized Soil-Adjusted Vegetation Index)가 감자 수확량과 가장 높은 상관관계를 보였으며, NIR 밴드의 정보도 유의미한 기여를 한 것으로 분석됨. 연구자들은 위성영상 기반 인공지능모델이 감자 수확량 예측의 정확도 향상에 기여할 수 있음 보였음.
- (포스터) 스웨덴농업과학대학교(SLU) 연구팀은 무인항공기(UAV)에서 수집한 RGB 이미지와

DEM을 활용해 레드 클로버(red clover)의 생체중(fresh weight)을 예측하는 기계학습 기반 모델을 개발함. 실험지역의 고해상도 영상자료는 DJI Mavic 2 Pro와 Phantom 4 Pro를 활용하여 수집함. 모델링에는 3가지 식생지수(GLI:green leaf index, VARI:visible atmospherically resistant index, GRVI:green red vegetation index)와 DTM, DSM 자료가 활용되었으며 랜덤 포레스트(random forest) 기법을 통해 학습과 검증이 이뤄짐. 훈련/검증 데이터셋에서  $R^2$ 는 각 0.88, 0.87로 높은 예측력을 보임. 다만, 일부 데이터의 오차가 크게 나타나는 이상치(outlier) 문제가 있었으며, 이에 따라 모델의 실험 적용성은 아직 제한적임



(왼쪽) Torrent 등의 연구발표 (오른쪽) Javed 등의 연구발표

#### ○ (7.1) UAS & Satellite Technologies for Precision Agriculture 세션 참석

- (Sanver 등 발표) tomato bacterial leaf diseases의 조기 탐지를 위해 기계학습과 딥러닝 기술을 결합한 하이브리드 모델을 제안함. 기계학습은 특징 추출과 초기 분류, 딥러닝(CNNs)은 계층적 학습 능력을 스택킹 방식으로 통합하여 구축함. 사전 학습된 모델을 미세 조정하여 견고성을 높이기 위해 전이학습을 사용함. 제안된 하이브리드 모델은 기존 기계학습과 딥러닝 모델 대비 정확도, 정밀도, 재현율, F1 점수에서 모두 우수한 성능을 보였으며, 최고 정확도는 98.12%(Dataset 1), 97.45%(Dataset 2)를 보임. Dataset 1은 Pseudomonas syringae pv. tomato (Pst)을 대상으로 이미지 4,320장, Dataset 2는 Xanthomonas euvesicatoria을 대상으로 이미지 6,912장으로 토마토 잎 이미지 총 1만장으로 구성되었으며, 이 식물 병원균 등은 토마토에 세균성 점무늬병을 일으키는 세균임. 시계열 영상 자료 분석을 통해 질병 양상 예측이 가능하게 함. CNN, RNN, CapsNet, GCN 등 다양한 알고리즘과 비교하여 하이브리드 모델의 효율성과 확장 가능성을 검증함.

※ 구체적인 하이브리드 모델의 모식도는 발표하지 않음.

- (Rozenstein 등 발표) 데이터 기반 농업은 센서, 원격탐사, IoT 등을 통해 수집된 데이터를 인공지능으로 분석하여, 작물 건강, 자원 효율성, 환경 영향 등을 정밀하게 관리하는 기술임. 이는 생산성과 지속가능성을 동시에 추구할 수 있는 도구로 평가됨. 자동화된 데이터 수집, 빅데이터 분석, 인간-컴퓨터 인터페이스 개선, 조직 기억으로서의 데이터 큐레이션 측면에서 지속가능한 농업을 촉진함. 그러나 법적 장벽, 경제·사회적 제약, 기술적 장벽 등의 실제 활용 확대를 저해하는 장애 요소가 존재함. 이러한 장애 요소를 해결하기 위해 실시간 동물

사료 섭취량 측정 기술, 저비용 실시간 토양 센서, 자율주행 로봇의 장애물 회피 기술, 병해충 조기 탐지를 위한 원격탐사 및 작물 모델 통합, 데이터 공유 신뢰 구축을 위한 법·제도적 프레임워크, 데이터 기반 의사결정 지원 시스템 개발 등이 제시됨. 결론적으로 지속가능한 농업은 지식 집약적 접근이 필수적이며, 데이터 기반 기술은 농업의 디지털 전환과 지속가능한 확보를 위한 필수 자원으로 간주됨.

- (포스터) 미국 캔자스주 반건조 지역을 대상으로 고온 및 수자원 부족이라는 극한 기후 조건 속에서도 농업 지속가능성을 유지하기 위한 deficit irrigation 전략의 효과를 평가함. 30년간의 데이터를 바탕으로 토양 수분 기반 관개, 증발산량 기반 관개에 대해 옥수수 수확량, 수자원 효율성, 물 사용량을 비교 분석함. 토양 수분 기반 관개는 토양 수분이 50% 이하로 떨어질 때 자동으로 관개 수행, 증발산량 기반 관개는 다양한 ET 기준(15~30mm)과 관개 보충률(50%, 75%, 100%)에 따라 관개 수행. 고온·열 스트레스 조건은 작물 생육기 중 기온을 1~4°C 상승시키고, 개화기 등을 중심으로 한 critical period를 1일 연장하여 실험함. 일반적인 농가 반식(토양 수분 기반)은 고온 조건에서 수확량 감소와 수자원 이용 효율 변화가 유의하지 않음. 반면 ET 기반 관개에서 ET 기본 30mm 및 보충률 75% 조건이 가장 우수하였으며 물 사용량은 25% 절감, 수확량은 12% 향상함. 전반적으로 고온 지속 시간이 단기 고온보다 수확량에 더 큰 영향을 미침. 증발산 기반의 스마트 관개 시스템은 극한 기후 하에서도 높은 물 생산성과 수확량을 달성할 수 있음.



(왼쪽) Sanver 등의 발표 (오른쪽) Rozenstein 등의 발표

#### ○ (7.2) Field day demonstration day 참석

- Parc UPC Agròpolis에서 농업 관련 17개 기업이 참가하여 4개의 존에서 첨단 농업기술을 선보였으며 참가자들은 4개의 그룹으로 나누어 존별로 설명을 들음
- 농약 살포, 잡초 제거 등 유인 트랙터뿐만 아니라 원격 조정이 가능한 무인 로봇까지 다양한 첨단 농기계 데모를 직접 볼 수 있었음. 일부 기술은 아직 프로토타입 단계로 시연 과정에서 제대로 작동하지 않았지만, 앞으로 정밀 농업 분야에서 인공지능과 로봇틱스 기술이 선보일 장래가 밝았음



(그림) Field day demonstration day 행사장 (Parc UPC Agròpolis, Viladecans, Barcelona))



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



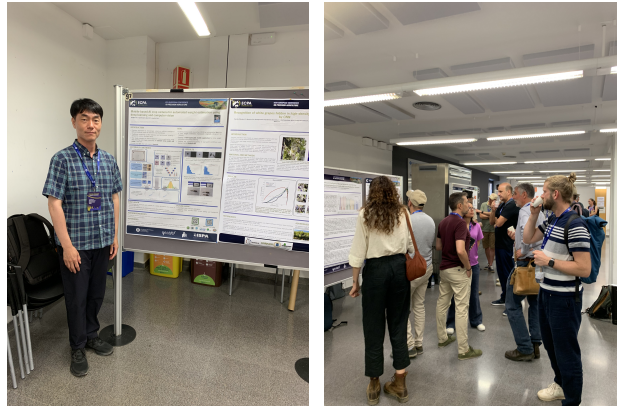
(f)

(그림) Field day demonstration day 참여 기업의 시연

- (a) 사과 자동 수확 로봇 (b) 농약 살포 트랙터 (c) 농약 살포 트랙터  
(d) 잡초제거 트랙터 (e) 발갈이 무인로봇 (f) 잡초제거 무인로봇

### ○ (7.3) 포스터 발표

- ‘Mobile-based AI crop camera for automated weight estimation using deep learning and computer vision’ 주제로 포스터 발표
- 무게 추정 방법, 촬영판(measurement board) 사용 이유, 카메라 종류 등 다양한 질문을 받음
- 이 기술을 응용하면 컨베이어벨트에도 적용할 수 있을 것 같다는 의견도 있었음



(왼쪽) 포스터 발표 <오른쪽> 포스터 세션장

○ (7.3) Conference Closure 세션

- ECPA 2025 학술대회는 5개 대륙 43개 국가 450명이 참가하였으며 181편의 구두발표와 120편의 포스터가 발표됨
- ECPA 30주년 기념 ECPA 2027 유치를 위해 체코 프라하와 덴마크 코펜하겐팀이 경쟁했으며, ECPA 프로그램 위원회는 덴마크 코펜하겐에서 2027년 7월 11일~15일 기간 개최하기로 함

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

- 이번 학회는 ECPA 2023과 달리 인공지능 연구만을 위한 세션은 열리지 않았음. 인공지능 연구는 각 연구 분야에서 응용 연구와 함께 발표되었음. 이는 인공지능이 새로운 기술의 관점에서 접근하기보다는 실질적인 응용 분야에서 인공지능이 어떻게 적용되고 활용되는지에 초점을 두었다고 판단됨
- 포스터 발표 세션에서 Van-KIRAP Phase I 프로젝트에서 개발한 자동 무게 추정 알고리즘에 관한 관심이 높았으며 참가자와의 Q&A를 통해 알고리즘에 관한 관심이 높은 것을 확인할 수 있었음
- 또한, 포스터 내용에 OSCAR 시스템 리플릿, 사이트 등을 포함하여 OSCAR 시스템을 홍보함.
- 이번 학회를 통해 Van-KIRAP 프로젝트에 사용된 기술을 유럽에 알릴 수 있는 기회였으며, 발표 등을 통해 습득한 지식과 경험은 Van-KIRAP Phase II 프로젝트 준비에 유용할 것으로 판단됨

3. Suggestions and Remarks 건의사항

- 최소한 연말 국외출장 사전 심의를 통과한 국제학술대회 일정은 기관 내 직원분들이 개별로 발표하는 중간발표의 일정 계획에 고려되었으면 하는 바람이 있음. 일부 국제학술대회는 중간발표 세부일정(팀 발표 시간 등) 확정 이후에 학회의 세부 일정이 확정되어 두 일정을 함께 소화하기에는 부담감이 큼.

---

**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