

해외출장  
보고서

빅데이터 기반 건축·도시 예방안전관리 정책 지원 사업

## EGU(European Geosciences Union) General Assembly 2025 참석

2025.4.26. - 5.4.  
오스트리아 비엔나

허한결 부연구위원, 송유미 연구원

## 목 차

<b>I. 출장개요 및 세부일정</b>	<b>1</b>
1. 출장개요	1
2. 출장목적	1
3. 세부일정	2
<b>II. EGU General Assembly 2025 참석</b>	<b>3</b>
1. 세부일정 및 프로그램	3
2. 2025.04.27.(일) 학회참석 및 업무협의	7
3. 2025.04.28.(월) 학회참석 결과	9
4. 2025.04.29.(화) 학회참석 결과	13
5. 2025.04.30.(수) 학회참석 결과	17
6. 2025.05.01.(목) 학회참석 결과	24
7. 2025.05.02.(금) 학회참석 결과	28
8. 학회 내 관련 연구 조사 및 논의	35
<b>III. 출장 성과 및 시사점 요약</b>	<b>38</b>

# I. 출장개요 및 세부일정

## 1. 출장개요

- 사 업 명 : 빅데이터 기반 건축·도시 예방안전관리 정책 지원 사업
- 출장기간 : 2025.4.26.(토) ~ 2025.5.4.(일) (6박 9일)
- 출장지역 : 오스트리아 비엔나
- 출 장 자 : 허한결 부연구위원, 송유미 연구원

## 2. 출장목적

### □ EGU(European Geosciences Union) General Assembly 2025 학회 참석 및 발표

- 도시안전, 데이터 분석, 기후변화, 지역사회 등 다양한 주제의 세션 및 프로그램 운영
- 연구성과 발표 수행 및 정보 교류 수행
  - Using Machine Learning and LAHARZ to Develop a Landslide Risk Analysis Model for Buildings 주제 발표 수행(4/30)
  - Linking Disaster Risk Assessment at the Building Unit Level to Risk Reduction and Management 주제 발표 수행(5/2)
- 과제 주요 내용과 연관된 데이터 기반 건축·도시공간 안전 확보 전략과 방법론, 전문지식 습득 목적

#### EGU General Assembly 2025 개요

- 주요목표
  - 전 세계 과학자 및 연구자가 모이는 학회로서 모든 관련분야 전문가가 아이디어를 토론할 수 있는 포럼을 제공하는 것을 목표로 함
- 규모
  - 약 2만 1천여명의 연구자가 참석하는 학회이며, 총 1,044개의 세션과 18,896건의 발표가 진행됨
  - 116개국 18,388명이 현장참석, 109개국 2,591명이 온라인 참석

### □ IIASA 및 관계전문가 업무협의 개최

- 건축물 재난·재해 리스크 분석 방법론, 재난·재해 대응을 위한 건축물 관리 현황, 건축물 안전 제고를 위한 점검 현황 등에 관한 최신 정보 공유
- 관계기관 및 전문가 네트워크 구축 기반의 연구 개선사항 파악, 향후 연구 추진방향 모색, 최신 빅데이터 및 머신러닝 활용 기술 현황 파악

### 3. 세부일정

일자	현지시간	출발지	도착지	일정		비고
4/26(토)	16:00-18:30	세종	인천	공항 이동 및 수속		
	22:25-05:20	인천	암스테르담	항공 탑승 및 출국		
4/27(일)	06:50-08:35	암스테르담	비엔나			
	08:35-12:00	비엔나		학회장 이동		
	12:00-19:00	비엔나		EGU 25 학회 참석 및 업무협의	회의 (IIASA)	
	19:00-	비엔나		숙소 이동 및 체크인		
	4/28(월)	전일	비엔나		EGU (European Geosciences Union) General Assembly 2025 학회 참석	
4/29(화)	전일	비엔나				
4/30(수)	전일	비엔나		발표 (송유미 연구원)		
5/1(목)	전일	비엔나				
5/2(금)	전일	비엔나		발표 (허한결 부연구위원)		
5/3(토)	08:00-11:00	비엔나		공항 이동 및 수속		
	14:20-16:10	비엔나	암스테르담	항공 탑승 및 귀국		
	21:25-16:25	암스테르담	인천			
5/4(일)	16:25-	인천	세종	세종 이동		










































## II. EGU General Assembly 2025 참석

### 1. 세부일정 및 프로그램

일자	시간	주제 및 내용	비고
4/27 일	09:00 - 18:00	1. 학회등록 및 네트워킹 • EGU General Assembly 2025 학회 등록 및 국제 학술대회 참가기관 간 연구성과 공유 등 네트워킹	AURI, IIASA, 전문가 회의
4/28 월	09:00 - 18:00	1. 행사개요 • EGU General Assembly는 2024년 기준 116개국 2.1만명의 연구자가 참석하는 학술발표 행사로, 1,044개 세션 18,896개 발표가 수행됨. 비슷한 규모로 진행되는 EGU General Assembly 2025는 관계 연구자들의 기술 및 지식을 국제적 차원에서 공유하고자 개최함	
4/29 화	09:00 - 18:00	2. 주요주제별 세션구성 • 지리학, 자연재해, 데이터, 기후변화 뿐 아니라 학제간 연계를 통한 'Digital Geosciences', 'Impacts of Climate and Weather in an Inter-and Transdisciplinary context', 'Risk, Resilience and Adaptation', 'Natural Hazards' 등을 주제로 프로그램을 구성하여 세션을 개최함. 주요 세션 그룹은 아래와 같음	
4/30 수	09:00 - 18:00	1) Digital Geosciences(4.29~5.2 4일간 12개 세션 진행) 2) Impacts of Climate and Weather in an Inter-and Transdisciplinary context(4.28~5.2 5일간 9개 세션 진행) 3) Risk, Resilience and Adaptation(4.29~5.02 4일간 10개 세션 진행) 4) Natural Hazards(4.28~5.2 5일간 50개 이상의 세션 진행)	발표 (송유미)
5/1 목	09:00 - 18:00	3. 건축공간연구원 발표 • 발표 1 - 일자: 2025.4.30. (수) - 세션명: Integrating Imaging Geodesy and Artificial Intelligence for Natural Hazard Resilience and Disaster Management - 발표제목: Using Machine Learning and LAHARZ to Develop a Landslide Risk Analysis Model for Buildings (2024년 일반사업 성과물) - 발 표 자: Yu Mi Song - 공동참여: Youngjin Cho, Ho Gul Kim	
5/2 금	09:00 - 18:00	EGU25-5516   Posters on site   ITS1.21/NH13.9 Using Machine Learning and LAHARZ to Develop a Landslide Risk Analysis Model for Buildings ▶ Yu Mi Song, Youngjin Cho, and Ho Gul Kim Wed. 30 Apr. 10:45-12:30 (CEST) ■ Hall X3   X3.57	발표 (허한결)

일자	시간	주제 및 내용	비고
		<p>Despite the plethora of studies on landslide analysis and prediction, buildings are often the structures that endure the most tangible harm and must address the aftermath. In Korea, landslide damage attributable to climate change is escalating, particularly impacting buildings and residences. To mitigate this issue, it is imperative to forecast the areas where landslides are likely to occur and identify structures within their potential damage range. Consequently, this study aims to develop a landslide risk analysis model for buildings.</p> <p>This landslide risk analysis model consists of three steps: (1) deriving landslide-susceptible areas, (2) deriving landslide damage areas, and (3) identifying buildings expected to be damaged by landslides.</p> <p>To derive landslide-susceptible areas, data on past landslide occurrences and environmental variables related to topography, soil, vegetation, and climate were utilized. To enhance the reliability of the dependent variable, Pearson's correlation coefficient was employed to exclude variables with high intercorrelation. Machine-learning-based ensemble models—namely artificial neural networks (ANN), extreme gradient boosting (XGBoost), and generalized linear models (GLM)—were then applied to analyze these landslide-susceptible areas. The area under the curve (AUC) for the final model's accuracy analysis was 0.934, indicating a high degree of predictive accuracy.</p> <p>To derive the landslide damage area, various runoff models were considered, and LAHARZ was ultimately selected as the analysis tool. LAHARZ, developed by the United States Geological Survey (USGS), can simulate debris flow behavior and is frequently used for landslide damage analysis. In this study, potential landslide initiation points—identified from the landslide-susceptible area results—were combined with weather, topography, geology, soil, and vegetation data to determine the extent of debris flow damage in the event of a landslide.</p> <p>In the final stage of the analysis, buildings located within the debris-flow damage area were extracted. To achieve this, building register information was geocoded and converted into spatial data, using the geocoding tool on a selected sample area. The analysis revealed that in 10 of the 19 potential landslide sites, buildings are situated within the damage range in the event of a landslide. However, in the remaining 9 sites, no buildings are damaged even if a landslide occurs. Consequently, a total of 67 buildings in the sample area are likely to be damaged. These include 14 apartments, 6 multi-family/multi-unit houses, 2 single-family houses, and 1 apartment complex. The model developed in this study can serve as a foundation for residents and building users to respond more effectively to potential landslide damage.</p> <p>• 발표 2</p> <p>– 일자: 2025.5.2. (금)</p> <p>– 세션명: Multi-(hazard) risk assessments: Innovative approaches for disaster risk reduction, management, and climate change adaptation</p> <p>– 발표제목: Linking Disaster Risk Assessment at the Building Unit Level to Risk Reduction and Management (2024년 일반사업 성과물)</p> <p>– 발 표 자: Han Kyul Heo</p> <p>– 공동참여: Taehwan Hyeon, Jun Woo Kim</p> <p>EGU25-5495   <a href="#">ECS</a>   Posters on site   <a href="#">NH10.1</a>  <a href="#">Linking Disaster Risk Assessment at the Building Unit Level to Risk Reduction and Management</a> ▶  Han Kyul Heo, Taehwan Hyeon, and Jun Woo Kim  Fri, 02 May, 10:45–12:30 (CEST)   Hall X3   X3.34</p> <p>Disasters that occur in buildings and urban spaces have a profound impact on people's daily lives, often exacerbating anxiety. In the case of buildings, the financial repercussions of damage can be substantial, and there is also a possibility of physical injuries and fatalities among occupants. Consequently, there is an imperative to assess the risk of disasters in buildings and to devise measures that ensure safety.</p> <p>The building risk analysis model developed in this study was designed to meet three criteria. First, it should be capable of responding to various disaster types, allowing the addition or removal of disaster categories as needed. Second, it should be able to present disaster risk at the building level. Third, the results must be easily comprehensible so that countermeasures can be prepared based on the assessed risk. To this end, we developed a building disaster risk analysis model to evaluate building-level risks for individual disaster types and to link these results. A multidimensional matrix was employed to assess fire, flood, and landslide risks at the building level.</p> <p>We then proceeded to analyze the fire, flood, and landslide risks of buildings in a sample area and linked the results. Machine learning and deep learning techniques were applied to the risk analysis. The integration of these three risk categories resulted in the classification of buildings into eight distinct categories—ranging from “very risky” to “safe”—based on the number of high-risk disaster types. A total of 32,079 buildings were assessed in the target area, of which 48 buildings (0.15%) were identified as being at high risk of both fire and flood, primarily situated along rivers and boulevards. Conversely, 47 buildings (0.15%) were at high risk of both fire and landslide, mainly located in forested areas. No buildings were found to be at high risk for all three disaster types. A total of 95 buildings (0.3%) were determined to be at high risk for two or more disaster types.</p> <p>A comprehensive approach to disaster risk mitigation necessitates the establishment of a building-level disaster risk check system. This system would be informed by the risk characteristics of each disaster type and the regional distribution of high-risk buildings. By leveraging this information, it would be possible to delineate inspection areas and items, as well as prepare countermeasures to ensure building safety. The establishment of a service that can assess disaster risk on a building-by-building basis will empower residents and users to proactively identify safety concerns and implement countermeasures, thus transitioning from a passive reliance on government assistance to a more autonomous and proactive approach to disaster mitigation.</p>	

일자	시간	주제 및 내용	비고
		<p>5. 일반사업 관련 세션 참석 및 토론</p> <p>데이터 기반 분석, 재난 재해 분석, 복합재해 분석 등 일반사업에서 수행하고자 하는 연구주제와 연관성이 높은 구두 및 포스터 세션에 참석하여 관계 연구자의 연구수행 내용을 수집하고, 연구자 네트워크 구축</p> <div> <h3>NH6 – Remote Sensing, AI, data science &amp; Hazards</h3> <p>Sub-Programme Group Scientific Officer: Kasra Rafiezadeh Shahi Q.</p> <p>NH6.1 <b>EDI</b> </p> <p>Application of remote sensing and Earth-observation data in natural hazard and risk studies ▶</p> <p>Convener: Eugenio Straffellin<sup>ECS</sup>    Co-conveners: Antonio Montuori, Mihai Niculita, Michelle Parks</p> <p>▶ Orals   Mon, 28 Apr, 14:00–15:45 (CEST)  Room 1.15/16</p> <p>▶ Posters on site   Attendance Mon, 28 Apr, 16:15–18:00 (CEST)   Display Mon, 28 Apr, 14:00–18:00  Hall X3</p> <p>▶ Posters virtual   Attendance Wed, 30 Apr, 14:00–15:45 (CEST)   Display Wed, 30 Apr, 14:00–18:00  vPoster spot 3</p> <p>NH6.2</p> <p>SAR remote sensing for natural and human-induced hazard applications ▶</p> <p>Convener: Ling Chang    Co-conveners: Xie Hu, Mahdi Motagh</p> <p>▶ Orals   Fri, 02 May, 08:30–12:25 (CEST)  Room 1.15/16</p> <p>▶ Posters on site   Attendance Fri, 02 May, 16:15–18:00 (CEST)   Display Fri, 02 May, 14:00–18:00  Hall X3</p> <p>▶ Posters virtual   Attendance Wed, 30 Apr, 14:00–15:45 (CEST)   Display Wed, 30 Apr, 14:00–18:00  vPoster spot 3</p> <p>NH6.3 <b>EDI</b> </p> <p>Advanced SAR/InSAR processing and new insights for natural hazards ▶</p> <p>Convener: Lin Shen    Co-conveners: Jihong Liu<sup>ECS</sup>  Yu Jiang<sup>ECS</sup>  Jin Fang<sup>ECS</sup>  Zhangfeng Ma<sup>ECS</sup> </p> <p>▶ Orals   Mon, 28 Apr, 16:15–18:00 (CEST)  Room 1.15/16</p> <p>▶ Posters on site   Attendance Tue, 29 Apr, 10:45–12:30 (CEST)   Display Tue, 29 Apr, 08:30–12:30  Hall X3</p> </div> <div> <h3>NH9 – Natural Hazards &amp; Society</h3> <p>Sub-Programme Group Scientific Officer: Nivedita Sairam Q.</p> <p>NH9.1 <b>EDI</b> </p> <p>Global and continental scale risk assessment for natural hazards: methods and practice ▶</p> <p>Co-organized by HS13</p> <p>Convener: Dirk Eilander<sup>ECS</sup>    Co-conveners: Philip Ward  Melanie J. Duncan<sup>ECS</sup>  James Daniel<sup>ECS</sup>  Zélie Stalhandske</p> <p>▶ Orals   Thu, 01 May, 10:45–12:25 (CEST)  Room N2</p> <p>▶ Posters on site   Attendance Fri, 02 May, 10:45–12:30 (CEST)   Display Fri, 02 May, 08:30–12:30  Hall X3</p> <p>NH9.2 <b>EDI</b> </p> <p>The costs of Natural Hazards: direct, indirect, tangible and intangible aspects ▶</p> <p>Including Plinius Meda</p> <p>Convener: Marcello Arosio<sup>ECS</sup>    Co-conveners: Chiara Arrighi, Timothy Tiggeoven<sup>ECS</sup>  Nadja Veigel<sup>ECS</sup>  Guilherme Sampaogna Mohor<sup>ECS</sup> </p> <p>▶ Orals   Tue, 29 Apr, 08:30–12:30 (CEST)  Room N2</p> <p>▶ Posters on site   Attendance Wed, 30 Apr, 08:30–10:15 (CEST)   Display Wed, 30 Apr, 08:30–12:30  Hall X3</p> <p>NH9.4 <b>EDI</b> </p> <p>Innovative concepts, approaches, and solutions to better understand and manage drought risks ▶</p> <p>Co-organized by HS13</p> <p>Convener: Mariana Madruga de Brito<sup>ECS</sup>    Co-conveners: Marthe Wens<sup>ECS</sup>  Michael Hagenlocher, Veit Blauhut</p> <p>▶ Orals   Tue, 29 Apr, 14:00–15:45 (CEST)  Room N2</p> <p>▶ Posters on site   Attendance Wed, 30 Apr, 16:15–18:00 (CEST)   Display Wed, 30 Apr, 14:00–18:00  Hall X3</p> <p>▶ Posters virtual   Attendance Mon, 28 Apr, 14:00–15:45 (CEST)   Display Mon, 28 Apr, 14:00–18:00  vPoster spot 3, Attendance Wed, 30 Apr, 14:00–15:45 (CEST)   Display Wed, 30 Apr, 14:00–18:00  vPoster spot 3</p> <p>NH9.5 <b>EDI</b> </p> <p>Harnessing AI for Climate Resilience: Cutting-Edge Strategies for Managing Extreme and Compound Events ▶</p> <p>Convener: Jorge Pérez-Aracil<sup>ECS</sup>    Co-conveners: Monique Kuglitsch, Andrea Toret, Ronan McAdam<sup>ECS</sup>  Niklas Luther<sup>ECS</sup> </p> <p>▶ Orals   Tue, 29 Apr, 16:15–18:00 (CEST)  Room N2</p> <p>▶ Posters on site   Attendance Wed, 30 Apr, 16:15–18:00 (CEST)   Display Wed, 30 Apr, 14:00–18:00  Hall X3</p> <p>▶ Posters virtual   Attendance Wed, 30 Apr, 14:00–15:45 (CEST)   Display Wed, 30 Apr, 14:00–18:00  vPoster spot 3</p> </div>	

일자	시간	주제 및 내용	비고
		<p><b>NH11 – Climate Hazards</b></p> <p>Sub-Programme Group Scientific Officer: Steven Hardiman Q.</p> <p>NH11.2 <b>EDI</b> </p> <p><b>Future Changes in Weather and Climate Hazards around the World</b> ▶</p> <p>Convenor: Raed Hamed<sup>ECS</sup>    Co-conveners: Vikki Thompson, Tamara Happpé, Eunice Lo<sup>ECS</sup>, Kai Kornhuber</p> <p>▶ Orals   Fri, 02 May, 14:00–15:45 (CEST)  Room 1.31/32</p> <p>▶ Posters on site   Attendance Fri, 02 May, 16:15–18:00 (CEST)   Display Fri, 02 May, 14:00–18:00  Hall X3</p> <p>NH11.4 <b>EDI</b> </p> <p><b>Weather and Climate Science Insights for the Insurance and Financial Sectors</b> ▶</p> <p>Co-organized by AS4/CL3.2</p> <p>Convenor: Matthew Priestley<sup>ECS</sup>    Co-conveners: Hannah Bloomfield, Natalie Lord, Paul Young, Nikolaos S. Bartsotas</p> <p>▶ Orals   Fri, 02 May, 16:15–17:25 (CEST)  Room 1.31/32</p> <p>▶ Posters on site   Attendance Fri, 02 May, 14:00–15:45 (CEST)   Display Fri, 02 May, 14:00–18:00  Hall X3</p>	
		<p><b>ITS4 – Risk, Resilience and Adaptation</b></p> <p>ITS4.1/NP0.3 <b>EDI</b> </p> <p><b>Tipping Points in the Earth System</b> ▶</p> <p>Convenor: Niklas Boers    Co-conveners: Sebastian Bathiany, Ricarda Winkelmann, Timothy Lenton, Ilona M. Otto</p> <p>▶ Orals   Tue, 29 Apr, 14:00–18:00 (CEST)  Room C</p> <p>▶ Posters on site   Attendance Tue, 29 Apr, 10:45–12:30 (CEST)   Display Tue, 29 Apr, 08:30–12:30  Hall X5</p> <p>ITS4.3/NH13.12</p> <p><b>Innovative and integrated approaches to mitigate risks due to aridity, weather extremes and climate change</b> ▶</p> <p>Convenor: Gilles Grandjean    Co-conveners: Matteo Zampieri , Eckert Nicolas , Thang Luong, Hari Prasad Dasari, David Yates</p> <p>▶ Orals   Tue, 29 Apr, 16:15–18:00 (CEST)  Room 2.24</p> <p>▶ Posters on site   Attendance Mon, 28 Apr, 16:15–18:00 (CEST)   Display Mon, 28 Apr, 14:00–18:00  Hall X3</p> <p>▶ Posters virtual   Attendance Fri, 02 May, 14:00–15:45 (CEST)   Display Fri, 02 May, 14:00–18:00  vPoster spot 2</p> <p>ITS4.6/CL0.11</p> <p><b>Advances in physical climate risk assessment for the financial and insurance sectors.</b> ▶</p> <p>Convenor: Kai Kornhuber    Co-conveners: Nicola Ranger, Alessio Cuiro, Andrej Ceglar, Jana Sillmann, Maximilian Kotz<sup>ECS</sup></p> <p>▶ Orals   Thu, 01 May, 08:30–10:15 (CEST)  Room 2.17</p> <p>▶ Posters on site   Attendance Thu, 01 May, 10:45–12:30 (CEST)   Display Thu, 01 May, 08:30–12:30  Hall X5</p> <p>▶ Posters virtual   Attendance Thu, 01 May, 14:00–15:45 (CEST)   Display Thu, 01 May, 14:00–18:00  vPoster spot 2</p>	
		<p><b>ITS1 – Digital Geosciences</b></p> <p>ITS1.1/CL0.9 <b>EDI</b> </p> <p><b>Machine Learning for Climate Science</b> ▶</p> <p>Convenor: Duncan Watson-Parris    Co-conveners: Peer Nowack, Tom Beudier<sup>ECS</sup>, Gustau Camps-Valls, Paula Harder<sup>ECS</sup></p> <p>▶ Orals   Tue, 29 Apr, 08:30–12:25 (CEST)  Room C</p> <p>▶ Posters on site   Attendance Tue, 29 Apr, 14:00–15:45 (CEST)   Display Tue, 29 Apr, 14:00–18:00  Hall X5</p> <p>▶ Posters virtual   Attendance Fri, 02 May, 14:00–15:45 (CEST)   Display Fri, 02 May, 14:00–18:00  vPoster spot 2</p> <p>ITS1.2/OS4.8 <b>EDI</b> </p> <p><b>Machine Learning for Ocean Science</b> ▶</p> <p>Convenor: Rachel Furner    Co-conveners: Aida Alvera-Azcárate, Julien Brajard, Redouane Lguensat<sup>ECS</sup></p> <p>▶ Orals   Thu, 01 May, 08:30–12:30 (CEST), 14:00–15:45 (CEST)  Room -2.41/42</p> <p>▶ Posters on site   Attendance Thu, 01 May, 16:15–18:00 (CEST)   Display Thu, 01 May, 14:00–18:00  Hall X4</p> <p>▶ Posters virtual   Attendance Fri, 02 May, 14:00–15:45 (CEST)   Display Fri, 02 May, 14:00–18:00  vPoster spot 2</p> <p>ITS1.3/NP0.2</p> <p><b>Modelling and Monitoring Complex Urban Systems</b> ▶</p> <p>Convenor: Ting Sun    Co-conveners: Gabriele Manoli, Maider Laguno-Munibxa, Daniel Schertzer</p> <p>▶ Orals   Thu, 01 May, 16:15–18:00 (CEST)  Room 2.24</p> <p>▶ Posters on site   Attendance Thu, 01 May, 10:45–12:30 (CEST)   Display Thu, 01 May, 08:30–12:30  Hall X4</p> <p>▶ Posters virtual   Attendance Fri, 02 May, 14:00–15:45 (CEST)   Display Fri, 02 May, 14:00–18:00  vPoster spot 2</p> <p>ITS1.4/CL0.10 <b>EDI</b> </p> <p><b>Advancing Earth System Models using Machine Learning</b> ▶</p> <p>Convenor: Jack Atkinson<sup>ECS</sup>    Co-conveners: Will Chapman, Laura Mansfield<sup>ECS</sup></p> <p>▶ Orals   Wed, 30 Apr, 14:00–15:45 (CEST)  Room -2.33</p> <p>▶ Posters on site   Attendance Wed, 30 Apr, 16:15–18:00 (CEST)   Display Wed, 30 Apr, 14:00–18:00  Hall X5</p> <p>▶ Posters virtual   Attendance Fri, 02 May, 14:00–15:45 (CEST)   Display Fri, 02 May, 14:00–18:00  vPoster spot 2</p>	



## 2. 2024.04.27.(일) 학회참석 및 업무협의

- 장소 : Austria Center Vienna
- 시간 : 16:00-18:00
- 주요안건
  - 건축물 폭염 및 재난 리스크 분석 방법론 논의
  - 재난·재해 대응을 위한 건축물 관리 현황 논의
  - 건축물 안전 제고를 위한 점검 방향성 논의
- 주최자 및 주요 참석자
  - (원외) Robert Sakic Trogrlic, Reinhard Mechler, Piotr Zebrowski, Jung Hee Hyun (IIASA), Eun-Sub Kim(City University of Hong Kong)
  - (원내) 허한결 부연구위원, 송유미 연구원(AURI)



출처: 직접촬영



### □ 학회 등록 및 관련 연구자 협력체계 구축

- 학회 등록증 교부 및 관련 안내사항 확인
- 관련 전문가 교류 및 타 분야 연구자 소개

### □ 주요 회의내용

- 건축물 폭염 관련 리스크 분석 방법
  - 건축물 단위 폭염 분석에 앞서 지역 단위의 폭염 분석이 많이 이루어지고 있으며, 대부분의 경우 원격탐사 자료를 사용하지만 경우에 따라 AWS와 같은 대기온도에 기반한 분석도 이루어지고 있음
  - 대기온도 분석의 경우 직접 측정한 온도값에 기반하여 분석하기도 하지만 시뮬레이션 분석을 통해 대기온도를 추정하기도 하며, WRF(Weather Research and Forecasting Model)와 같은 대규모 모델링을 수행한 결과를 사용하기도 함

- 건축물 단위로 내려오기 위해서는 특히 측정에 기반한 분석 비율이 높아지며, 원격탐사 분석 보다는 온습도 측정, 흑구온도 측정에 기반한 분석 결과를 사용하는 비율이 증가
- ENVI-met과 같은 CFD 모델 기반의 시뮬레이션 분석이 특히 건축물 단위 같은 소규모 지역에서 활용성이 높음

#### • 건축물 재난 리스크 분석 방법

- 폭염 뿐 아니라 다양한 재난 리스크 분석을 건축물 단위에서 수행하려는 노력이 있으나, 대부분의 국가는 건축물 단위의 정보를 많이 구축하지 않아서 이같은 분석을 하기 위한 데이터 수집부터 난항인 상황
- 다만 이탈리아 등 일부 국가에서 건축물 정보를 사용하여 분석하려는 노력이 이루어지고 있으며, 상세 내용은 본 학회에서 발표하는 것으로 확인
- 건축물 단위로 다양한 재난 분석 결과를 연계하려는 노력이 일부 국가에서 진행되고 있는 것을 확인했으며, 이 같은 결과는 건축물의 속성정보까지는 활용하지 못 하지만 건축물의 위치정보를 활용하여 건축물 단위로 리스크를 연계함

#### • 건축물 안전 제고 관련 정책 방향

- 건축물 안전을 통합적 관점에서 관리하기 위한 연구가 일부 진행되고 있으며, 다양한 재난 위험 및 리스크를 연계하여 시사점을 도출하려는 움직임이 있음
- 다만 현재 재난 위험이나 리스크 분석 수준과 데이터 연계 및 활용 부문이 모두 우수한 연구는 부족한 상황
- 건축물 단위 재난 리스크 연계 플랫폼의 구축과 플랫폼 단위의 건축물 재난 리스크 분석 모델 업데이트 및 개선된 분석 결과 연계가 이루어질 필요

### 3. 2025.04.28.(월) 학회참석 결과

- 세션명
  - Climate, Extremes, and Health: Mapping Risks and Quantifying Impacts on Population Health
- 시간 : 08:30-12:30
- 주최자 및 주요 참석자
  - (원외) Irena Kaspar-Ott(University of Augsburg, Germany), Sourangsu Chowdhury(CICERO Center for International Climate Research, Norway), Elke Hertig(University of Augsburg, Germany), Sagnik Dey(Indian Institute of Technology Delhi, India)
  - (원내) 허한결 부연구위원, 송유미 연구원(AURI)

#### □ 주요 발표 및 토론내용

- 기후 변화와 만성 질환 증가
  - 기후 변화와 당뇨병, 빈혈 등 만성 질환 간의 연관성이 새롭게 드러나고 있음. 중부 이탈리아의 Vitality 프로젝트에서는 대기 조성과 기후 변화가 당뇨병 발생 추세에 어떤 영향을 미치는지 분석하고 있음. 전 세계 수준의 연구에서는 대기 오염이 제2형 당뇨병의 발병 위험을 증가시킨다는 결과가 도출됨. 남반구에서는 기온 이상 현상이 가임기 여성의 빈혈을 악화시키는 것으로 나타났으며, 패널 모델을 통해 온난화 시나리오 하에서 빈혈 악화 추세를 예측함. 이러한 결과는 저소득 및 중소득 국가(LMIC) 내 취약 계층의 만성 질환 결과를 기후-보건 정책에 통합할 필요성을 보여줌
- 기후변화 시대의 매개체 매개 질병
  - 기온 상승, 강수 변화, 생태계 구조 변화가 매개체의 생태와 질병 확산에 영향을 미치고 있음. 케냐, 지중해, 북부 이탈리아에서는 모기와 모래파리의 행동 변화를 중심으로 연구가 진행되고 있음. 지구 관측 자료, 웨이블릿 분석, AI 기반 예측 모델이 질병 확산 모니터링과 예측에 활용되고 있음. AeDES2와 EpiOutlook 프로젝트는 환경 및 역학 데이터를 통합하여 계절 규모의 조기경보 시스템을 강화하는 데 목적을 두고 있음
- 대기 오염, 정신 건강, 그리고 도시 위험
  - 도시화가 급속히 진행되는 지역에서는 PM2.5 및 지표면 오존 노출이 증가하고 있으며, 이는 정신 및 인지 건강에 부정적 영향을 미치고 있음. 인도에서는 전력, 교통, 가정 내 오염원이 유발한 PM2.5 노출이 우울과 불안과 밀접히 관련됨. 델리의 연구에서는 오존이 인지 기능 저하와 관련됨을 입증함. 플라스틱 연소는 유해 금속과 라디칼을 배출하여 산화 스트레스를 유발함. 이러한 결과는 오염원별 차별화된 저감 정책과 형평성 중심 개입의 시급함을 보여줌

- 열 노출과 취약 계층

- 임산부, 유아, 노인은 열 스트레스에 특히 취약함. 에티오피아와 인도에서는 열 노출이 신생아 및 임신 관련 사망률과 관련됨. 독일 AdaptNet 프로젝트에서는 고해상도 위험 평가를 통해 도시 및 농촌의 열 위험을 매핑하고 있으며, 맞춤형 의료 적응을 위한 정보를 제공하고 있음. 이 접근은 지역화된 기후 데이터를 포함하지만, 개별 취약성 요소는 정책 도구와의 통합을 고려해 제외하고 있음. 결과적으로 지역별 맞춤형 적응 계획의 필요성이 강조되고 있음

- 생태계 교란과 질병 생태학

- 환경 파괴와 삼림 벌채는 지역 기후를 변화시키고, 감염병 위험을 높이고 있음. 케냐의 사례는 잡초, 모기, 바이러스 간 상호작용이라는 생태적 상호작용을 보여줌. 열대 지방의 삼림 벌채는 기온 상승뿐 아니라 매개체 질병 위험과 건강 불평등을 심화시킴. 파키스탄 연구에서는 중국-파키스탄 경제 회랑(EEC)의 이동성 인프라가 일본뇌염 확산을 어떻게 유도하는지를 분석함. 이러한 사례는 생물다양성 감소, 개발 경로, 이동성이 질병 취약성과 어떻게 연결되는지를 시사

- 내러티브 프레임워크와 건강 위험 커뮤니케이션

- 시나리오 기반 모델링과 내러티브 프레임워크("스토리라인")는 극한 기후와 건강 간 연계를 시각화하는 데 점점 중요해지고 있음. 이 접근은 이해관계자가 실현 가능한 미래와 불확실성을 이해하도록 돕고, 기후 과학과 공중 보건 계획을 연결함. 폭염, 매개체 확산, 대기 질 저하 등은 인간 영향을 중심으로 시각화될 때 부문 간 협력이 촉진됨. 또한, 공동 연구 네트워크 시각화 및 AI 기반 도구가 글로벌 연구 격차를 파악하고, 기후-건강 교차점에서 협업하는 다학제 연구팀을 연결하는 데 기여하고 있음



출처: 직접촬영



- 세션명
  - Application of remote sensing and Earth-observation data in natural hazard and risk studies
- 시간 : 14:00-15:45(구두발표), 16:15-18:00 (포스터발표)
- 주최자 및 주요 참석자
  - (원외) Eugenio Straffellini(University of Padova, Italy), Antonio Montuori(Italian Space Agency (ASI), Italy), Mihai Niculita(Al. I. Cuza University of Iasi, Romania), Michelle Parks(Icelandic Meteorological Office, Iceland)
  - (원내) 허한결 부연구위원, 송유미 연구원(AURI)

## □ 주요 발표 및 토론내용

- EO(Earth Observation) 기술을 활용한 화산, 지진 및 지질 위험 모니터링
  - 최근 화산 및 지진 사례는 첨단 원격 감지(RS) 기법을 통해 분석되고 있음. 2024년 5월 아이슬란드 순드누쿠르 화산 폭발은 Landsat-9 및 Sentinel-1 데이터, SVM 분류, 결맞음 변화 탐지를 결합한 다중 센서 분석으로 용암 흐름 역학을 평가함. 이탈리아 우주국과 CEOS WGDisasters는 EO 데이터셋과 전문 지식을 제공하여 전 세계 화산, 지진, 다중 위험 관측소를 지원하고 있음. 2020년 시브리스 지진 피해 평가는 SAR 영상, InSAR, 지질도, 건물 목록을 통합해 토양 유형 및 지표면 속도와 피해 간의 상관관계를 도출함. 매퍼간 단층 추적의 변동성은 일관된 지형 해석의 어려움을 드러냄. 이러한 사례들은 실시간 모니터링 및 장기 재해 관리 계획 수립을 위한 EO 기반 지질 재해 평가의 정확성과 활용도를 높이고 있음
- 산불, 홍수 및 해안 위험 - 조기 경보 및 대응을 위한 EO
  - 유럽은 기후 변화로 인한 화재, 홍수, 해안 침식 등 재해의 노출이 증가하고 있음. UNICORN 프로젝트는 코페르니쿠스 EO 데이터를 활용해 코르시카의 화재 감지, 그리스의 홍수 예측, 이탈리아의 용암 흐름 대응을 위한 조기 경보 시스템을 구축함. 이 시스템은 지역별 필요에 따라 맞춤 운영되고 있음. 일본은 다중 위성 네트워크와 Forest-Constellation 위성을 통해 실시간 화재 감지를 구현하고 있음. 딥러닝 기반 의미론적 분할은 홍수 지도 작성에 활용되고 있으며, 방글라데시의 2024년 홍수는 개선된 KDFIMv2 시스템으로 모델링됨. 가나 케타 지역의 해안 침식과 퇴적은 시공간적 EO 데이터 분석을 통해 평가됨. 이러한 사례들은 EO 기술이 수문·기상 및 해안 재해 대응 전략에서 확장성과 속도 면에서 강력한 수단임을 보여줌
- 지반 변형, 지반 불안정성, 싱크홀
  - 지반 운동 모니터링은 대규모 지각 변동을 넘어 국지적 불안정성 영역으로 확대되고 있음. 루마니아 슬라니치 프라호바 지역에서는 InSAR와 현장 측정을 결합하여 싱크홀의 동역학을 분석함. 낙석 현상은 단일 카메라 기반의 시간대별 지상 영상과 딥러닝 기법을 통해 비용 효율적으로 모니터링됨. 대만에서는 활용 빈도가 낮은 위성 데이터를 활용하여 DEM 차

분과 공동 등록 분석으로 정확한 침식률을 산정함. 이 결과는 사면 안정성 평가 및 토지 이용 정책에 중요한 시사점을 제공함. 이처럼 정교한 EO 기법은 미세한 지표 변화까지 포착해 기존 위험 관리에서 간과되기 쉬운 지질재해에 대한 조기 대응 가능성을 제시함

- 위험 모델링을 위한 고급 EO 분석 및 머신러닝

- 머신러닝과 AI는 EO 데이터 해석 방식을 혁신하고 있음. 딥러닝 기반 ConvLSTM 모델은 핀란드의 광산 확장 및 매립 지역 지도를 작성하는 데 활용됨. 다중 모드 기반의 이상징후 탐지 모델은 다양한 지표면 특성을 포괄적으로 반영함. 태풍 전후의 수목 경쟁 지표는 다중 시점 항공 LiDAR에서 추출되어 생태적 역학과 자연재해 영향 간의 연계를 제시함. 서수 패턴 분석은 환경 시계열 분류에 사용되어 EO 데이터에서 정교한 특징 추출의 발전을 보여줌. 이러한 기술 발전은 일반화 가능한 위험 예측 모델뿐 아니라, 토지 관리와 재해 대응을 위한 도메인 특화 분석을 가능하게 함

- 위성 관측을 통한 팬데믹과 환경 위험의 상호작용

- COVID-19 팬데믹은 환경 변수와 감염병 확산 간의 연계를 조명함. GEMS의 자외선 복사 데이터를 활용한 연구에서는 SARS-CoV-2 불활성화 시간을 추정함으로써 위도 및 계절에 따른 바이러스 생존력 차이를 규명함. 자외선이 낮은 계절 및 고위도 지역에서는 바이러스 불활성화가 느리게 진행되어 공중 보건 대응 계획에 영향을 줄 수 있음. 전통적인 의미의 자연재해는 아니지만, EO 기반 환경 데이터가 감염병 위험 모델링에 활용되는 사례로 주목됨. 대기 복사 자료와 바이러스학 지식을 통합함으로써 위성 기반 도구는 팬데믹 위험을 기후 및 공간적으로 해석하고 추적하는 데 기여하고 있음



출처: 직접촬영





#### 4. 2025.04.29.(화) 학회참석 결과

- 세션명
  - Extreme heat: processes, vulnerability, impacts and response in a warming climate
- 시간 : 08:30-12:30(구두발표), 14:00-15:45(포스터발표)
- 주최자 및 주요 참석자
  - (원외) Martha Marie Vogel(Red Cross Red Crescent Climate Centre, Netherlands), Ana Casanueva(University of Cantabria, Spain), Tom Matthews(Freelancer), Jonathan Buzan(Aalborg University, Denmark)
  - (원내) 허한결 부연구위원, 송유미 연구원(AURI)

##### □ 주요 발표 및 토론내용

- 기후 변화 속 극심한 폭염 현상 심화 패턴 관측
  - 여러 대륙에서 수행된 연구에 따르면, 지구 온난화로 인해 극심한 폭염의 빈도, 지속 기간, 강도가 모두 증가하고 있음. 브라질, 인도, 사헬 지역 도시, 스페인, 서아프리카 사례에서는 과거 극한 기온을 초과하는 새로운 핫스팟이 나타나면서 폭염의 심화가 뚜렷하게 확인됨. ERA5 및 E-OBS와 같은 장기 기후 데이터를 활용하여 XHW 및 WSMId 등 다양한 폭염 지수가 도출되었으며, 귀인 연구를 통해 인위적 영향이 입증됨. 발칸반도와 스웨덴에서는 머신러닝과 기상 체계 분류를 활용하여 대기 전조 현상과 지역적 원인을 분석함. 이러한 분석 결과는 지역별 기후 특성과 도시 폭염 위험을 반영한 예측 모델 및 조기경보 시스템 개발의 기초 자료로 활용될 수 있음
- 사회인구학적 취약성 및 폭염 위험의 공간적 불평등
  - 인구학적, 사회경제적, 기반시설적 요인의 불균형으로 인해 폭염 취약성은 국가 및 지역 간에 불균등하게 분포함. 토론토와 인도에서는 열 취약성 지수(HVI)를 활용해 공간적 취약성을 시각화한 결과, 저소득층과 소외 계층이 더 큰 열 노출과 낮은 적응 역량에 직면해 있음이 확인됨. 중국에서는 고령 인구에 대한 동적 분석을 통해 중부 지역에서 기온 상승과 인구 구조 변화로 인한 열 위험이 빠르게 증가하고 있음이 밝혀졌으며, 상하이와 같은 도시는 사회개발을 통해 취약성을 완화하고 있음. 양쯔강 삼각주 지역 사례에서는 다규모적 불평등 요인을 분석함. 이와 같은 결과는 구조적 불평등을 해소하고, 고위험군을 위한 지역 맞춤형 적응 전략이 필요함을 시사
- 열 스트레스의 경제, 노동, 건강 영향
  - 열 스트레스는 노동 생산성 저하, 경제 불안정, 건강 악화 등 다방면에 영향을 미침. 영국, 모로코, 인도에서는 기대수명, 농업 수확량, 도시 대규모 모임 등에 대한 영향을 조사함. 글로벌 분석에서는 폭염으로 인한 노동 손실이 금융 서비스 부문에 미치는 영향을 정량화함. 모로코의 연구는 온난화 시나리오가 농작물 수확량 감소와 생태계 파괴로 이어질 수 있음

을 보여줌. 새로운 글로벌 귀인 연구는 과거의 노동 생산성 변화를 기온 상승과 직접 연결함. 이처럼 열 스트레스의 경제적 영향은 국가 위험 평가와 부문별 전략, 특히 농업, 보건, 금융 계획에 통합 필요

- 폭염 및 다양한 재난위험 간 상호작용

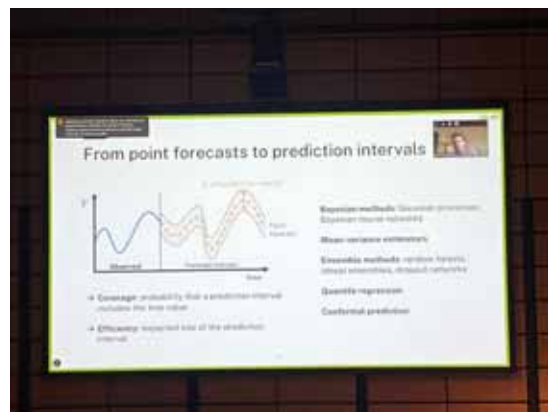
- 폭염은 종종 다른 극한 기후 현상과 동시에 또는 연속적으로 발생하여 영향을 증폭시킴. 인도 동부 해안에 대한 연구는 열대성 저기압과 이상 폭염이 결합된 복합 위험을 분석함. 남아시아의 에어로졸 패턴과 열대 습열 극한 현상은 폭염 악화 요인으로 작용함. 스토리라인 접근을 통해 서유럽에서 한 달간 지속된 폭염과 관련 사망률을 분석함. 이러한 복합적 효과는 기존의 단일 재해 중심 위험 모델로는 설명이 부족하며, 다중 위험 간 상호작용을 고려한 시나리오 기반 계획이 요구됨. 따라서 예측 체계는 기온뿐 아니라 대기 순환, 에어로졸 피드백, 위험 간 시너지 효과까지 포괄해야 함

- 폭염 지수, 탐지 및 예측 모델의 발전

- 폭염 특성화와 탐지 기술은 방법론적으로 빠르게 발전하고 있음. 과열 계수(EHF), XHW 지수, Warm Spell Magnitude Index daily(WSMId), NDQ90 등 다양한 지수가 인간과 생태계에 미치는 영향을 반영하기 위해 활용됨. 스웨덴에서는 퍼지 규칙 기반 분류 기법을 통해 기상 체계와 폭염 발생을 연결함으로써 예측력을 높임. 발칸반도에서는 LSTM, 트랜스포머 등 머신러닝 모델을 활용해 지역 기상과 폭염 행동 간의 연관성을 분석함. 이러한 기법들은 기상, 인구통계, 건강 데이터를 통합한 폭염 예측 및 대응 시스템 구축에 효과적으로 적용될 수 있음



출처: 직접촬영





- 세션명
  - Green Infrastructure and Nature-based Solutions for Sustainable Urban Hazard Management
- 시간 : 16:15-18:00
- 주최자 및 주요 참석자
  - (원외) Daniel Green(Heriot-Watt University, United Kingdom), Elena Cristiano(University of Cagliari, Italy), Lei Li(Freelancer), Jorge Isidoro(University of Algarve, Portugal)
  - (원내) 허한결 부연구위원, 송유미 연구원(AURI)

## □ 주요 발표 및 토론내용

- 자연 기반 솔루션(Nature based Solution)을 통한 우수 관리 및 홍수 완화
  - 자연 기반 솔루션(NbS)은 도시의 우수 관리와 특히 고밀도 및 홍수 위험 지역에서 점점 더 중요해지고 있음. 밀라노, 선전, 서울, 보고타에서 진행된 연구에서는 녹색 지붕, 드라이웰, 투수성 포장, 유역 규모별 개입 방안을 평가함. SWMM, Hydrus 2D, CATHY와 같은 도구를 활용하여 유출량 저감 및 침투 동역학을 시뮬레이션함. 다양한 강우 시나리오에서 작나무, 소나무, 혼합 수종 식재, 카르스트 드라이웰이 유효함이 입증됨. 실험실 또는 현장 데이터를 기반으로 한 모델 보정이 예측 정확도 향상에 필수적임. NbS를 효과적으로 설계하려면 다목적 시뮬레이션과 GIS 기반 우선순위 프레임워크를 통합하여 물리적, 생태적, 사회문화적 요소를 고려해야 함
- 그린인프라의 열 조절 및 미기후적 이점
  - 관개 수목, 녹색 지붕, 도시 식생으로 구성된 그린인프라는 도시 열 완화와 미기후 조절에 핵심적 역할을 수행함. 스위스, 빌니우스, 인도 도시 사례에서는 토지 이용, 수목 배치, 도시 밀도가 기온 조절에 미치는 영향을 분석함. 취약 지역에 관개 수목을 집중 배치할 경우, 열 회복력이 높아지는 것으로 나타남. 유럽 도시 전역을 대상으로 3-30-300 규칙이 녹지 접근성 평가에 적용됨. 수관 매핑과 차폐 모델링을 통해 혼합 수종이 단일 수종보다 일관된 수문 및 열 완화 효과를 보이는 것으로 나타남. 이와 같은 결과는 냉방 효과와 공동 편익을 극대화하기 위한 식재 및 유지 관리의 공간 최적화 필요성을 시사함
- 그린인프라에 대한 대중의 인식, 경제적 가치 평가, 그리고 정책 연계
  - 그린인프라 도입은 대중 인식, 지불 의사(WTP: Willingness To Pay), 그리고 지역 계획 체계와의 연계에 크게 좌우됨. 스코틀랜드와 이탈리아에서 실시된 설문조사는, 열 완화나 생물다양성 증진 등 공동 편익이 강조될 경우 시민들의 WTP가 중간에서 높은 수준으로 나타남. BIM 및 GIS를 활용한 계획 수립(예: 스리랑카 감파하 지구)은 계획 투명성과 기존 도시 시스템과의 연계성을 높이는 데 기여함. SpongeScapes, NATURE-DEMO 프로젝트는 생태계 서비스의 정량화를 통해 도시계획가, 엔지니어, 정책 입안자가 활용 가능한 의사결정 도구 제공의 필요성을 강조함

- 토양 시스템, 기질 설계 및 기후 스트레스 하에서의 성능
  - NbS의 효과는 기후 및 인위적 스트레스에 견딜 수 있는 토양 기질에 크게 의존함. 모스크바의 동결 조건 빗물정원 사례는 염분 내성, 미생물 생존력, 여과 효율 간의 상충 관계를 보여줌. 양토 혼합물은 미생물 성능은 우수했으나 제빙 후 회복력은 낮았고, 토탄 기반 혼합물은 장기 회복력이 높았음. 도시 토양 생태 실험과 이것을 활용한 미세먼지 저감 연구는 토양 건강과 지하 생태계에 대한 관심이 커지고 있음을 시사함. 이러한 결과는 지역 기후 조건에 맞는 토양 조성 및 장기 실증 시험의 필요성을 부각시킴
- 통합적이고 전략적인 NbS 계획을 통한 도시 회복력
  - 도시 회복력 강화를 위해서는 그린인프라와 NbS의 전략적 통합이 필수적임. 선전의 다기준 의사결정 프레임워크는 노출, 취약성, 적응성을 기준으로 NbS 적용의 우선순위를 도출함. 녹색-청색 인프라를 BIM 등 계획 도구와 통합하면 적응형 관리가 가능해짐. 인공 습지와 녹색 지붕의 결합은 홍수 완화, 열 저감, 오염 정화를 동시에 달성함. 기업 참여 기반의 서식지 연결 프로젝트는 부문 간 협업의 중요성을 강조함. 이러한 접근은 그린인프라와 NbS를 단독 시설이 아닌, 도시 거버넌스, 계획, 지속 가능성과 유기적으로 통합된 상호 연결 시스템으로 다루어야 함을 나타내고 있음



출처: 직접촬영

## 5. 2025.04.30.(수) 학회참석 결과

- 세션명
  - Resilience building, risk reduction to recovery: systems-based assessments, frameworks, tools and experiences
- 시간 : 08:30-10:15
  
- 주최자 및 주요 참석자
  - (원외) Jung Hee Hyun(International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Austria), Andrea Reimuth(LMU Munich, Germany), Reinhard Mechler(IIASA, Austria), Michael Szoenyi(Zurich Foundation, Switzerland)
  - (원내) 허한결 부연구위원, 송유미 연구원(AURI)

### □ 주요 발표 및 토론내용

- 규모별 회복탄력성 역량 측정
  - 회복탄력성, 특히 변혁적 역량을 정량화하는 시도는 지역 사회가 복잡한 기후 위험에 대응함에 따라 점점 더 중요해지고 있음. 22개국 325개 지역 사회를 대상으로 한 지역 사회 홍수 복원력 측정(FRMC) 프레임워크는 흡수력, 적응력, 변혁력의 수준을 평가하는 데 널리 활용됨. 분석 결과, 흡수력과 적응력이 상대적으로 강세를 보였으나, 변혁적 복원력도 특히 취약 지역에서 관찰되며 확대의 필요성이 제기됨. 베이루만과 같은 도시 집중 지역 및 글로벌 사례에서 수집된 동적 평가는 복원력이 시간의 흐름에 따라 변화함을 보여주며, 인프라, 경제 성장, 생태 회복력의 역할이 중요함을 부각시킴. 이러한 연구는 특히 홍수에 취약한 지역을 대상으로 장기 모니터링과 시스템 기반 지표를 활용한 증거 기반 복원력 계획 수립의 필요성을 강조함
  
- 재난 결과에서의 지역사회 수준 회복력과 사회 자본
  - 지역사회 회복력은 재난 대응 및 회복의 주요 결정 요인으로 작용함. 66개 지역 사회를 대상으로 한 실증 분석에서는 사회적, 재정적, 물리적 자본이 홍수로 인한 사망뿐 아니라 이후의 질병률 및 자연 사망에도 영향을 미치는 것으로 나타남. 메콩 삼각주, 남유럽, 에티오피아 사례에서도 농업 개혁이나 사회 지원과 같은 지역 기반 적응이 회복력 강화와 직결됨이 확인됨. “복합 회복력 배당금” 개념은 재난 손실의 감소를 넘어서 공중 보건 향상, 사회 응집력 제고 등 추가적인 편익을 포함함. 이러한 결과는 지역 사회 기반의 통합적이고 자본 중심의 계획 접근이 회복력 구축에 효과적임을 시사함
  
- 정책, 거버넌스, 그리고 회복탄력성 연구의 활용
  - 회복탄력성 연구를 정책 및 복구 활동에 반영하려는 노력은 여전히 증거와 실행 사이의 간극을 보임. 독일 아르 밸리 홍수 사례는 재건 과정에서 과학적 권고가 부분적으로 수용되거나 배제되었음을 보여주며, 지식 통합과 제도적 수용성의 한계를 드러냄. 멕시코의 국가 디지털 플랫폼과 개발도상국을 위한 주권적 위험 관리 수단은 회복력 실현을 위한 유용한 거

버넌스 도구로 제시됨. 재난 복구와 기후 적응을 연계하려는 시도는 여전히 단편적이며, 사후 대응이 아닌 선제적·적응형 복구를 위한 정책 전환이 요구됨. 이러한 교훈은 회복력 투자자가 실질적인 행동으로 이어지기 위해 제도 역량 강화, 다층 조정 체계, 책임 메커니즘 확립이 필요함을 시사함

- 다국적 위기 시대의 체계적 및 국경 간 위험

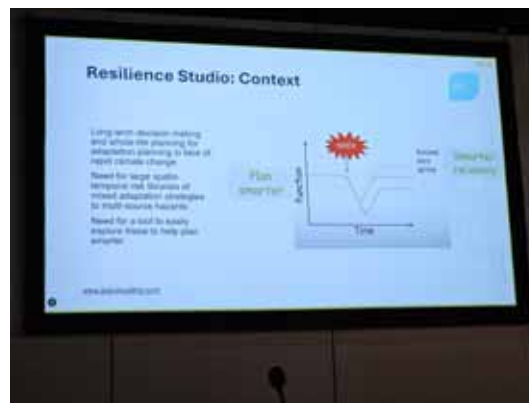
- 현대 사회는 기후 변화, 경제 충격, 사회 불안 등 다차원적 위기가 복합적으로 작용하는 상황에 놓여 있음. 여러 발표는 산업재해, 국경 간 적응 불균형, 분쟁과 연결된 기후 위험 등 시스템적 위험이 기존 프레임워크로는 충분히 대응되지 못함을 지적함. "회복력 배당금" 개념은 단순한 손실 회피를 넘어서 공동 편익과 시스템 수준의 시너지 효과까지 고려해야 함을 제안함. 에티오피아와 베트남 사례에서는 복합 위기에 대응하기 위한 통합적 복원력 모델과 학제 간 협력의 수요가 증대되고 있음. 따라서 복잡하게 얽힌 글로벌 위험 속에서 회복력을 구축하려면 경계를 초월한 거버넌스와 협력이 필수적임

- 회복탄력성 평가를 위한 도구, 프레임워크 및 혁신

- Resilience Studio의 QFlow, 디지털 대시보드, 공간 취약성 매핑 도구 등 고급 플랫폼은 불확실성 속에서 효과적인 의사 결정을 지원함. 독일의 전 생애 기반 트레이드오프 모델, 시나리오 라이브러리, 산업재해 노출 평가와 같은 도구는 미래 리스크 대응 능력을 향상시킴. 지역사회 조사, 원격 탐사, 머신러닝을 결합한 혼합 방법론의 활용이 증가하면서, 회복력 역학을 보다 정밀하고 광범위하게 포착할 수 있게 됨. 이러한 도구들은 단순한 리스크 정량화를 넘어, 복잡한 적응 우선순위 간 자원 배분을 위한 다기준 의사결정을 가능하게 함



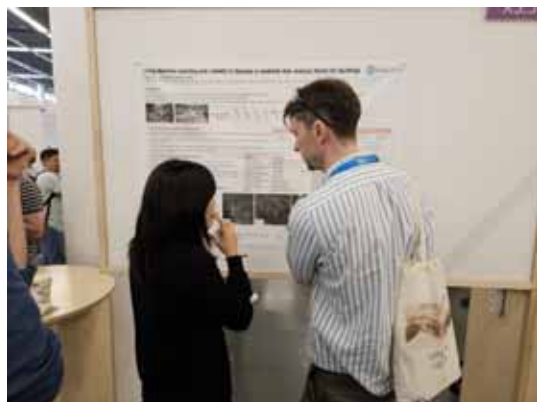
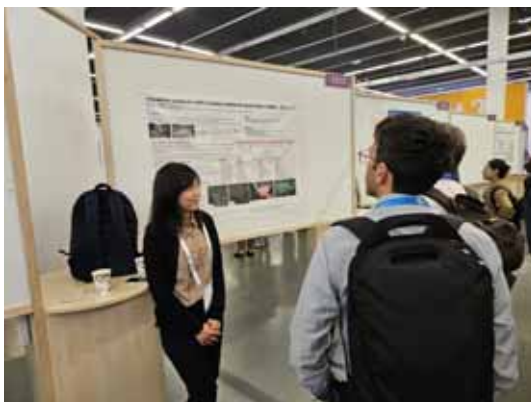
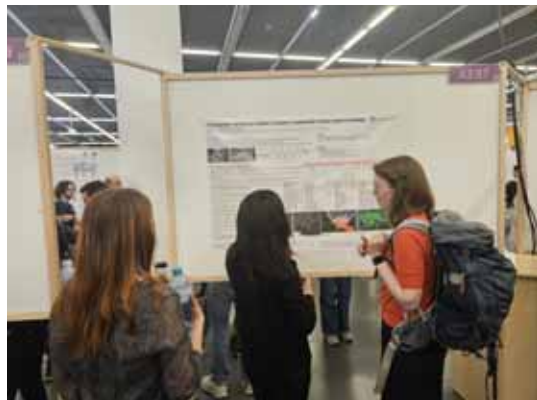
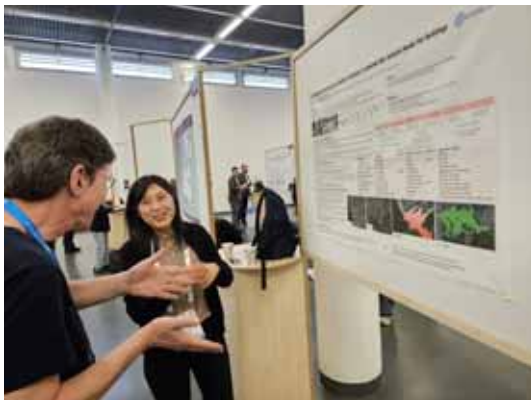
출처: 직접촬영



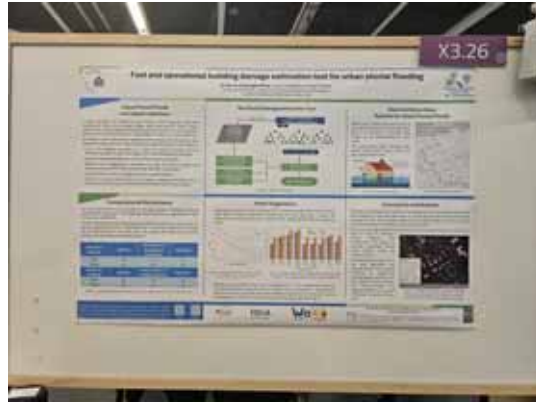
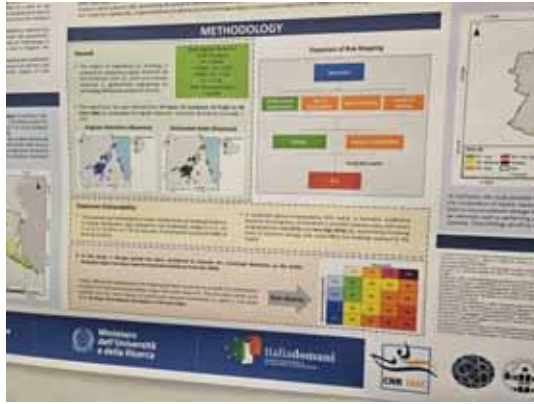
- 세션명
  - Integrating Imaging Geodesy and Artificial Intelligence for Natural Hazard Resilience and Disaster Management
- 시간 : 10:45-12:00 (포스터)
- 주최자 및 주요 참석자
  - (원외) Zhenhong Li(Chang'an University, China), Raffaele Albano(Freelancer, Italy), Chen Yu(Chang'an University, China), Roberto Tomás Jover(Universidad de Alicante, Spain), Paraskevas Tsangaratos(Freelancer, Greece), Teodosio Lacava(IMAA-CNR, Italy), Ioanna Ilia(Freelancer, Greece)
  - (원내) 송유미 연구원(AURI)

#### □ AURI 송유미 연구원 발표

- 발표제목
  - Using Machine Learning and LAHARZ to Develop a Landslide Risk Analysis Model for Buildings
- 발표자
  - Yu Mi Song(발표), Youngjin Cho, and Ho Gul Kim







출처: 직접촬영

## □ 주요 발표 및 토론내용

- AI 강화 위험 취약성 매핑 및 예측 모델링
  - XGBoost, Random Forest와 같은 인공지능(AI) 모델과 SHAP과 같은 해석 가능한 도구는 위험 취약성 매핑과 예측 모델링에 혁신을 가져오고 있음. 아마존 강 유역에서는 설명 가능한 AI를 통해 토지 이용, 강우량, 고도를 주요 예측 변수로 식별하여 정밀한 홍수 취약성 지도를 생성함. 한국의 LAHARZ-ML 하이브리드 모델은 공간적 건물 데이터를 통합하여 높은 정확도(AUC: 0.934)로 건물 단위 산사태 위험을 예측함. 이탈리아 아디제 유역에서는 Sentinel-2와 AI 기반 다중위험 프레임워크를 통해 폭염과 가뭄을 식생 스트레스와 연결하고, 기후 시나리오에 따른 농업 위험을 예측함. 이러한 연구들은 EO(지구 관측) 데이터를 기반으로 한 AI 모델이 해석 가능성을 유지하면서도 공간적으로 정밀한 위험 지도를 생성할 수 있음을 보여줌
- 영상 측지 및 3D 시뮬레이션을 통한 산사태 및 사면 붕괴 모델링
  - 첨단 지공간 기술과 지구역학적 모델링은 사면 붕괴 분석에서 정밀도를 획기적으로 향상시키고 있음. 2009년 지웨이산(Jiweishan) 암석 붕괴 사례의 3D 모델은 기존 모델이 간과한 측면 토사 이동과 토우 엔트레인먼트(toe entrainment)를 효과적으로 포착함. 티베트 지역에서는 15년에 걸친 InSAR 자료를 활용해 산사태 클러스터의 장기적 진화를 확인함. 그리스와 이란에서는 수치 모델링을 통해 지형, 수문, 사막화, 생물다양성 손실 간의 상관관계를 분석함. 원격 탐사 기반의 암반 탐지 및 풍화 저항 지수 분석은 산사태 발생량 추정의 정밀도를 높임. 이러한 기술 통합은 복잡한 산사태 역학을 보다 사실적으로 모델링할 수 있게 하며, 산악 지대의 재해 완화 전략 수립에 기여함
- InSAR 및 다중 센서 원격탐사를 이용한 지반 변형 및 침하 모니터링
  - 지하수 고갈, 지각 운동, 산업 활동 등으로 인한 장기 지반 변형은 InSAR 및 지질 데이터를 활용해 전 세계의 지반 침하 핫스팟에서 모니터링되고 있음. 발루치스탄, 이란, 서독 등에서는 수십 년 단위의 침하 패턴이 관측됨. 황하 삼각주와 에밀리아로마냐 지역에서는 인

위적 활동에 따른 침하가 분석됨. 터키에서는 동아나톨리아 단층을 대상으로 측지 데이터를 분석해 단층 이질성과 그에 따른 지진 위험을 식별함. InSAR 시계열 분석, 현장 조사, 수치 모델링의 결합은 지표 안정성 예측 및 취약 지역 선별에 효과적임. 석유 및 가스전, 라인강 하류 사례에서 확인되었듯이, 해당 기술은 지속 가능한 토지 이용과 지반 위험 관리에 필수적으로 활용됨

- 극한 기상 현상에 대한 디지털 트윈 및 도시 위험 모델링

- 디지털 트윈 기술은 도시 재해를 시뮬레이션하는 통합 플랫폼으로 부상하고 있음. 마테라 사례에서는 보행자·차량 흐름을 모사하는 모빌리티 디지털 트윈과 지표 유출을 시뮬레이션하는 수문 디지털 트윈을 통합하여 역사 도시 내 호우 및 홍수 영향을 분석함. 이 시스템은 병목 구간 모델링, 대피 시나리오 수립, 전략적 계획 지원에 기여함. 3D 도시 모델, 유체 역학 시뮬레이션, 교통 최적화 도구를 통합함으로써 도시 운영 복구 계획 수립이 가능해짐. 해당 프로토타입은 영상 측지, 공간 분석, 인간 중심 데이터를 기반으로 변화하는 기후 하에서 실시간 도시 재해 대응 생태계의 기반을 마련함

- 다중 위험 관리를 위한 지구 관측 및 머신러닝 통합

- 지구 관측(EO) 데이터는 머신러닝 및 지리공간 분석과 결합되어 점점 더 복잡·계단식 위험 시나리오에 활용되고 있음. 공주 카운티 및 펠리온 산에서는 측지 및 수문 분석을 통해 유역 전반의 산사태·홍수 위험을 평가함. 카운티 단위의 사이클론 손실 모델은 해석 가능한 머신러닝 기법을 통해 사회경제적 노출도를 분석함. 이러한 연구는 Sentinel-2에서 InSAR에 이르기까지 다양한 EO 데이터와 최신 분석 기법의 융합이 단일 사건 분석을 넘어, 역동적이고 선제적인 다변량 위험 모델링을 가능하게 함을 보여줌. 이는 위험 예측뿐 아니라 적응형 계획과 대응 전략 수립에도 핵심적인 기반이 됨

- 세션명
  - Urban climate: observations, modelling, science tools and climate action for cities
- 시간 : 10:45-12:30, 14:00-18:00
- 주최자 및 주요 참석자
  - (원외) Rafiq Hamdi(Royal Meteorological Institute, Belgium), Daniel Fenner(Technische Universität Berlin, Germany), Gaby Langendijk(Deltares, Netherlands), Ariane Middel(Arizona State University, United States of America), Charlotte Hüser(Freelancer, Germany)
  - (원내) 허한결 부연구위원, 송유미 연구원(AURI) (송유미 연구원은 발표 관계로 14:00부터 참석)

## □ 주요 발표 및 토론내용

- 도시 열섬 현상(UHI) 관련 역학 및 미기후 모니터링
  - 도시 열섬(UHI)은 다양한 도시 환경에서 지속적으로 중요한 과제로 떠오르고 있음. 독일, 이란, EU 수도, 인도의 연구에서는 MODIS, Landsat, 기타 위성 기반 LST 데이터를 활용해 지표면 온도 이상을 분석하고, 열 노출의 공간적 및 사회인구학적 불균형이 뚜렷함을 확인함. 암스테르담의 관측 연구는 온대 기후에서도 폭염 시기 실내 열 부하와 CO<sub>2</sub> 농도가 상승함을 보여주며, 열적 불편함이 결코 소수 지역의 문제가 아님을 강조함. 시민 과학, 이동식 및 고정식 센서 네트워크, 첨단 미기후 추적 기술이 활용되어 열 노출 모니터링의 정밀도를 높였음. 머신러닝과 위성 데이터를 결합한 분석은 열 취약성 평가의 공간 해상도를 향상시킴. 이러한 결과는 형평성 있는 도시 기후 적응을 위해 고도화된 모니터링 시스템 구축이 필요함을 시사함
- 도시 기후 및 열 완화를 위한 모델링 및 시뮬레이션 도구
  - ENVI-met, PALM-4U, MOLOCH, WRF-BEP/BEM과 같은 도시 기후 모델은 브뤼셀, 밀라노, 니코시아 등에서 폭염, 미기후, 도시 열섬 현상을 시뮬레이션하는 데 핵심적인 역할을 수행함. 다중 모델 앙상블은 냉각 지붕, 녹지 공간과 같은 적응 전략의 효과를 검토하고, 영향 귀인 및 정책 시나리오 검증에 가능하게 함. 일부 연구는 ENVI-met과 SLUCM 간의 비교나, 도시 캐노피 계획과 중규모 모델 간 연계를 중점적으로 다룸. 마테라의 디지털 트윈 프로젝트는 수문 및 교통 시뮬레이션을 통합하여 복합 위험을 평가함. 고속 시뮬레이션 기법(예: 포장 도로 관수)과 파리·마드리드 사례에서의 딥러닝 기반 미래 예측은 실시간 대응과 장기 전략 모두에 적용 가능한 기술 진보를 보여줌
- 그린인프라와 자연 기반 냉방 솔루션
  - 자연 기반 솔루션(NbS)은 도시 열 완화를 위한 핵심 전략으로 부상하고 있음. 아우크스부르크에서는 ENVI-met 시뮬레이션을 통해, 비엔나에서는 녹색 지붕에서의 증발 냉각 평가를 통해, 식생과 도시 수목의 냉각 효과가 검증됨. 수직 녹화와 정원 배치, 그늘 제공 수목의 미기후 영향은 야외 실험을 통해 정량화되었으며, 머신러닝 기반 분석은 규모별 그린인프라의 기능을 평가함. 리옹, 텔아비브, 바라나시 사례는 건축물과 식생이 도시 열 패턴을 공동으로 형성함을 보여주며, 공간 최적화된 기후 대응형 인프라 설계의 필요성을 강조함



- 기후 정의, 노출 불평등, 그리고 건강 위험

- 도시 열 노출은 공간적으로뿐 아니라 사회인구학적으로도 불균형하게 분포되어 있음. 독일에서는 노인 및 외국인 거주자의 열 노출 격차를 1km 해상도로 지도화하여, 주택 조건과 토지 이용에 따른 체계적 취약성을 드러냄. 아프리카 도시에서는 대기오염 및 의료 접근성과 관련된 건강 위험을 공간적으로 모델링함. 2019년 브뤼셀 폭염 기간 동안 수집된 사망률 데이터는 도시 기후 모델 결과와 연계되어, 녹지 확충 및 냉각 지붕이 건강 영향을 저감하는 데 효과적임을 입증함. Humidex, PMV와 같은 열 스트레스 지표는 인지된 위험 평가에도 활용됨. 해당 주제는 형평성 기반 지표를 도시 기후 적응 전략에 통합하는 것의 중요성을 강조함

- 도시 기후 시스템 통합 및 프로세스 기반 과제

- 이 세션은 도시 기후 분석에서 수문기상 시스템의 통합 필요성에 대한 반성과 함께 마무리됨. 도시 지표면 모델(ULSM)은 종종 수문 피드백을 간과하고, 도시 수문 모델(UHM)은 에너지 균형 요소가 부족하여 상호 운용성에 제약이 있음. 반면, 리옹과 비엔나에서 시도된 통합 시스템은 도시 전체의 기후 위험 평가 가능성을 보여줌. 해당 검토는 복합 위험(UHI+홍수, 폭염+가뭄 등)에 대응하기 위한 프로세스 기반 모델 개발과 학제 간 연계의 필요성을 강조함. 도시들이 점차 심화되는 기후 위기에 직면하고 있는 만큼, 종합적 모델링 역량 강화는 효과적 대응과 회복력 구축의 핵심임



출처: 직접촬영



## 6. 2025.05.01.(목) 학회참석 결과

- 세션명
  - Holistic Approaches to Multi-Hazard Risk Assessment and Climate Change Adaptation in Urban and Metropolitan Settlements
- 시간 : 08:30-10:15(포스터)
- 주최자 및 주요 참석자
  - (원외) Gabriella Tocchi(University of Naples Federico II, Italy), Massimiliano Pittore(Freelancer, Italy), Carmine Galasso(University College London, United Kingdom), Catalina González-Dueñas(Freelancer), Ugur Ozturk(University of Potsdam, Germany)
  - (원내) 허한결 부연구위원, 송유미 연구원(AURI)

### □ 주요 발표 및 토론내용

- 도시 회복력을 위한 통합 다중 위험 및 기후 위험 평가 도구
  - 여러 사례는 통합 위험 플랫폼의 발전 추세를 보여주었음. 이탈리아의 국가 RETURN 웹 플랫폼은 영향 사슬과 스토리라인을 활용하여 위험 요소와 사회경제적 노출을 연계한 다중 위험 시나리오 모델링을 제공함. 제노아에서는 다중 위험 내러티브를 도시 계획에 적용했으며, 발렌시아와 베네치아에서는 체계적 프레임워크를 통해 생태계 서비스 및 연쇄적 위험을 평가함. 지반 침하에 대한 의사결정 지원 시스템도 제안되었으며, 건강 위험 간 비교를 위한 DALY 기반 프레임워크도 시험되고 있음. 이러한 도구들은 정부가 고립된 위험 중심 시각에서 벗어나 동적이고 공간적으로 통합된 시스템 기반 계획으로 전환할 수 있도록 지원하며, 특히 홍수, 폭염, 지진과 같은 중첩 위험에 유용하게 활용됨
- 도시 열과 건강 위험 - 측정에서 적응까지
  - 도시 열은 주요 위험 요소로 논의되었으며, 이탈리아 볼차노 사례는 도시 열섬(UHI) 분석과 실내 열 노출 모델링에서 핵심적인 역할을 함. 형태학적 및 생물물리학적 지표를 열 강도 기준으로 매핑하여 계절별 열 스트레스 요인을 파악함. 카세테 잉글레시와 같은 취약 지역에서는 실내 열 노출을 DALY로 환산하여 건강 부담의 공간적 불평등을 시각화함. 사회적 포용 기준에 기반해 설계된 기후 보호소는 적응형 미기후 인프라로 제안됨. 이와 같은 접근은 특히 노인과 저소득층 등 취약 계층을 우선시하는 열 대응 계획 수립에 활용되며, 공간 기반 건강 위험 분석이 목표 지점 개입을 유도하는 데 중요한 역할을 함
- 복합 위험 시나리오 하의 복원력 있는 도시 기반 시설 및 복구
  - 재난 이후 도시 시스템의 재건은 복잡한 과정을 동반하며, 이탈리아 북동부의 지진-쓰나미 복합 위험, 다중 위험 건물 복구, 리턴빌 가상 테스트베드 사례에서 그 필요성이 강조됨. 아드리아 해 지역에서는 고해상도 쓰나미 모델(NAMI DANCE)과 정밀 노출 데이터를 결합해 대응 계획을 수립함. 해당 시나리오는 과거 사례 검증과 함께 인구 및 구조적 취약성 데이터를 추가하여 개선됨. 리턴빌은 도시 적응 전략을 시험할 수 있는 시뮬레이션 디지털

환경으로 활용됨. 이들 도구는 드물지만 파급력이 큰 복합 재난에 대비하기 위해 물리 기반 모델링과 사회기술적 통찰의 결합이 중요함을 보여줌

- 도시 기후 적응 목록 및 거버넌스 시스템

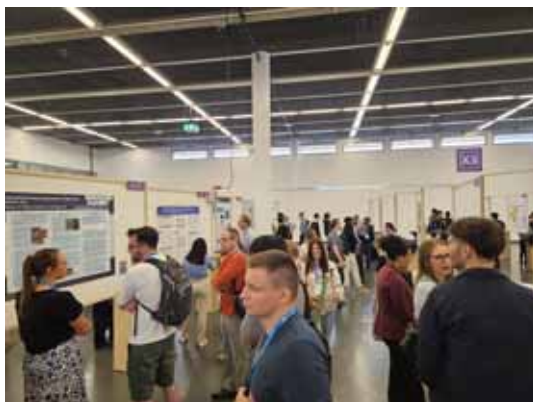
- 도시들이 적응을 위한 체계적인 지침을 모색하는 가운데, 한국의 기후 적응 옵션 카탈로그는 재현 가능한 모델로 제시됨. 해당 목록은 기술 및 정책 수단을 응용 분야와 거버넌스 수준에 따라 분류하고, 100개 이상의 적응 옵션에 대해 설계 기준, 법적 근거, 모니터링 지침을 제공함. 이는 빠르게 도시화되는 환경에서 실질적인 회복력 실행에 도움이 됨. 또한, 코페르니쿠스의 조기경보 서비스 확장은 지방 정부의 기후 대응 역량 강화를 위한 실질적 거버넌스 도구로 소개됨. 이러한 자원은 도시 기후 서비스를 보다 표준화되고 확장 가능하며 실용적인 방향으로 진화시키려는 노력의 일환임

- 기후 회복력 있는 도시 계획을 위한 자연 기반 및 인간 중심 접근

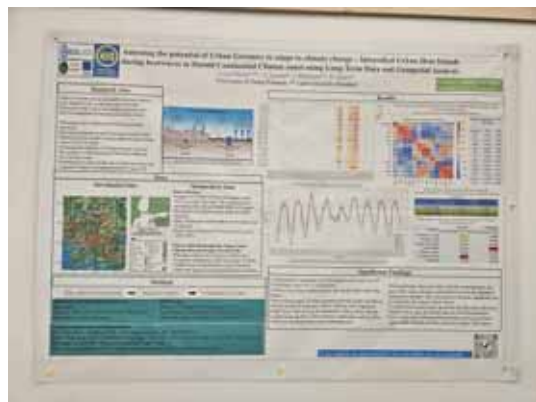
- 자연 기반 솔루션(NbS)과 도시 형태의 조정은 위험 완화와 웰빙 향상 모두에 기여하는 전략으로 강조됨. 엔스헤데에서는 GIS 기반 매핑을 통해 녹지 공간이 공중 보건과 홍수 완화에 기여하는 방식이 분석됨. 발렌시아에서는 생태계 서비스를 도시 위험 모델에 통합하여 토지 이용과 기후 행동 계획을 지원함. 또 다른 연구에서는 도시 형태(예: 밀도, 연결성, 공간 배치)가 다중 위험 회복력에 미치는 영향을 분석함으로써, 형태학적 도시 설계를 선제적 회복 전략 수립에 활용할 수 있음을 보여줌. 이러한 결과는 도시 기후 적응 전략에 생태 기능과 사회 형평성을 포함하는 종합 계획 프레임워크가 필요함을 시사함

- 취약하고 분쟁의 영향을 받는 환경에서의 역량 강화 및 의사결정 지원

- ‘우크라이나 역량 강화(Empower Ukraine)’ 이니셔티브는 분쟁 상황에서도 기후 회복력 계획을 수립할 수 있는 모범 사례로 제시됨. 이 이니셔티브는 총체적 역량 강화와 기후 적응을 통해 필수 서비스 유지와 도시 기능의 연속성을 확보하고자 함. 분산형 위험 관리 및 제도적 회복력 강화를 위한 도구는 취약 국가를 지원하기 위한 국제적 노력과 맥을 같이함. 이와 함께, 만성적 또는 돌발적 재난에 처한 인구를 위한 회복력 메커니즘으로서 기후 대피소와 긴급 대응 인프라가 강조됨. 이러한 논의는 인프라 외에도 인적·제도적 역량을 함께 강화해야 복합 충격에 대응할 수 있음을 강조함



출처: 직접촬영



- 세션명
  - Multi-(hazard) risk assessments: Innovative approaches for disaster risk reduction, management, and climate change adaptation
- 시간 : 10:45-12:30, 14:00-18:00
- 주최자 및 주요 참석자
  - (원외) Robert Sakic Trogrlic(International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Austria), Marleen de Ruiter(VU University Amsterdam, Netherlands), Stefano Terzi(Eurac Research, Italy), Silvia De Angeli(Université de Lorraine, France), Anaïs Couasnon(Freelancer)
  - (원내) 허한결 부연구위원, 송유미 연구원(AURI)

## □ 주요 발표 및 토론내용

- 다중 위험 평가를 위한 통합 프레임워크 및 도구
  - 다중 위험 평가는 물리적, 사회경제적, 제도적 요소를 통합하여 점점 더 체계화되고 있음. MYRIAD-EU, RETURN과 같은 프로젝트는 관광, 금융, 인프라 등 다양한 부문의 위험, 노출, 취약성 데이터를 국가 및 EU 수준에서 통합하는 플랫폼과 데이터베이스를 구축함. 이러한 도구들은 과거 사례와 확률적 데이터를 바탕으로 확률론적 및 시나리오 기반 모델링을 가능하게 함. 이탈리아의 영향 사슬 기반 의사결정지원시스템(DSS)은 브레너 교통 회랑, 라팔마·생빈센트 도시 지역, 문화유산 자산 등 구체적인 상황에 맞춰 조정되어 운영됨. 하조메스 분류 이니셔티브는 전 세계 위험 지역을 유형화하여 이러한 도구의 지역 및 규모 간 적용을 더욱 용이하게 하고 있음
- 다중 위험 평가의 장소 기반 및 부문별 적용
  - 유럽, 아시아, 라틴아메리카의 사례들은 다중 위험 프레임워크가 다양한 지역 맥락에서 어떻게 적용되는지를 보여줌. 네팔, 대만, 코스타 비올라 지역의 연구는 산사태, 홍수, 지진과 같은 복합 위험을 다루었으며, 볼차노, 라팔마, 아드리아 해 해안 지역에서는 쓰나미, 폭염, 지진 간 상호작용을 분석함. 이탈리아의 사례는 기념물 및 고고학 유적지에 대한 다중 위험 위협을 국가 차원에서 매핑하여 문화유산 보호의 중요성이 높아지고 있음을 보여줌. 카나리아 제도과 같은 관광 의존 지역에서는 생물물리학적 위험뿐만 아니라 사회행동적 요인도 함께 분석함. 이는 전통적인 단일 위험 평가에서 벗어나 통합적이고 맥락에 민감한 접근으로 전환되는 흐름을 반영함
- 복합 및 연쇄 재해 - 인식에서 대비까지
  - 여러 연구는 홍수+산사태, 가뭄+산불, 지진+쓰나미와 같은 복합적 사건의 상호의존성을 조명함. 브라질, 독일 아르 벨리, 스칸디나비아의 2018년 사례 등은 이러한 복합 재해가 사회경제적 혼란을 야기한다는 점을 강조함. 이탈리아 북동부에서는 도시 계획을 지원하기 위한 물리 기반 쓰나미 시뮬레이션이 진행됨. 세인트 빈센트 섬에 적용된 프레임워크는 위험 요소 간 연쇄적 영향을 명시적으로 모델링함. 아프리카 대륙 지역과 남반구 국가들은 취약

도가 높은 지역으로서, 체계적인 회복력 구축과 다중 위험 조기경보 시스템 개발의 필요성이 특히 부각됨

- 위험 지표, 모니터링 및 데이터 통합의 혁신

- 혁신적 접근법에는 베이지안 네트워크(환초 거주 가능성 평가), 행위자 기반 모델(이탈리아 북부 사례), DALY 기반 건강 위험 프레임워크(볼차노)가 포함됨. 이러한 방법은 위험 유형 간의 체계적 관계뿐 아니라 건강 영향을 정량화하는 데 기여함. 메시나 해협의 수문지화학 네트워크는 여러 위험을 거의 실시간으로 모니터링하며 사전 예방 중심의 위험 관리를 가능하게 함. 영국의 최근 연구는 정성적 방법(이해관계자 인터뷰)과 정량적 방법(모델 출력)을 결합한 불확실성 하의 모델 평가 접근을 제시함. 이러한 혁신은 원격탐사, 현장조사, 사회정치적 데이터 등 이질적 데이터를 통합한 분석 프레임워크의 필요성을 강조함

- 복합 재난 환경에서의 거버넌스, 행동 및 제도적 역량

- 회복력은 기술적 대응만으로는 달성할 수 없으며, 제도적 기반과 시민의 행동적 역량을 함께 포함해야 함. 북부 이탈리아의 사례는 다중 위험 상황에서 가정의 대비 수준과 행동적 이질성이 시스템 회복력에 어떤 영향을 미치는지를 보여줌. 남반구 국가들을 대상으로 한 문헌 검토와 질적 연구는 사람 중심 조기경보시스템 구축의 기회와 제약 요인을 식별함. 중국의 수자원 위험 포트폴리오 기반 다중 위험 지도는 정책 수립 시 기술적 평가와 제도적 실행을 연결하는 데 있어 중요한 인사이트를 제공함. 궁극적으로, 위험 정보를 행동 기반의 공정하고 선제적인 조치로 전환하는 것은 다중 위험 회복력 향상의 핵심 과제로 남아 있음



출처: 직접촬영





## 7. 2025.05.02.(금) 학회참석 결과

- 세션명
  - From detection to prediction: linking landslide causes, triggers, and outcomes
- 시간 : 08:30-10:15
- 주최자 및 주요 참석자
  - (원외) Lisa Luna(Freelancer, United States of America), Sansar Raj Meena(Freelancer, Italy), Luca Picciullo(Norwegian Geotechnical Institute - NGI, Norway), Minu Treesa Abraham(Norwegian Geotechnical Institute, Oslo, Norway), Luca Ciabatta(Freelancer, Italy), Oriol Monserrat(CTTC, Spain), Yaser Peiro(The National Research Council of Italy, Italy)
  - (원내) 허한결 부연구위원, 송유미 연구원(AURI)

### □ 주요 발표 및 토론내용

- 머신러닝과 설명가능성을 통한 산사태 예측 발전
  - 이 세션은 설명가능 인공지능(XAI)과 앙상블 기법 등 산사태 예측을 위한 머신러닝(ML) 분야의 혁신적 발전을 조명함. GNN, 콜모고로프-아놀드 네트워크(KAN) 등 XAI 기반 연구는 사면 불안정성에 대한 투명하고 인과적인 해석을 가능하게 하여 기존의 "블랙박스" 모델을 넘어서고 있음. 대만 화롄 M7.2 지진 이후 수행된 산사태 위험 모델링은 앙상블 ML을 활용해 98% 이상의 예측 정확도를 달성함으로써 로지스틱 회귀보다 우수한 성능을 보임. 초지역 모델과 연합 학습 프레임워크는 분포 외 데이터에 대한 일반화 및 개인정보 보호 문제를 효과적으로 해결함. 이러한 진전은 단순한 정확도 향상을 넘어, 차세대 조기 경보 시스템에서 요구되는 운영 가능성, 해석 가능성, 사용자 신뢰성을 동시에 제고함
- AI와 원격 탐사를 활용한 신속한 지도 제작 및 목록 개발
  - 산사태 자동 지도화 분야에서 딥러닝 기반 기술이 활발히 논의됨. SAMLoRA 모델, TLSTMF-YOLO 기반 지진 유발 산사태 감지, SAR 간섭 자료를 이용한 질량 이동 감지 등이 주요 사례로 소개됨. 특히 사건 단위 세분화 마스크를 포함한 HR-GLDD 데이터셋은 고해상도(3백만 픽셀 규모)의 글로벌 산사태 목록을 통해 AI 모델 훈련에 전례 없는 기반을 제공함. 2023년 에밀리아-로마냐 산사태에 대한 지도 제작 사례는 제한된 훈련 자료로도 딥러닝이 빠르고 정확한 성능을 발휘할 수 있음을 입증함. 이러한 기술은 고해상도 EO 데이터와 고급 딥러닝 모델의 결합을 통해 확장 가능하고 정밀한 재난 후 지도화를 가능하게 함
- 수문기후 및 지구역학적 요인 이해
  - 수문기후와 사면 불안정성 간의 상호작용을 다각도로 분석함. 아펜니노 및 알프스 산맥에서는 심부 산사태에 영향을 미치는 유효 강우량과 용설량을 반영한 새로운 강우 강도-지속 시간 임계값이 제시됨. 브리티시컬럼비아와 인도네시아 사례에서는 LSTM 기반 시계열 모

텔과 물리 기반 임계값을 함께 사용하여 강우에 대한 지반 변위를 예측함. 동아프리카와 노르웨이에서는 강우 전처리 조건과 계절적 산사태 발생 패턴을 탐색함. 이들 연구는 선행 수분 조건, 융설량, 지하 수문 상태를 통합하는 것이 예측 성능 향상과 장기적 위험 모델링에 유리함을 시사함. 다만, 데이터가 부족한 지역에서는 여전히 높은 불확실성이 존재함

#### • 복합 및 공진 산사태 위험

- 다중 유발 및 연쇄 재난, 특히 공진 및 빙설 산사태에 대한 주목도가 높아짐. 서부 캐나다, 대만, 빙하지대 연구는 지형 전조, 기후 요소, 지질 조건 등이 복합적으로 작용하는 양상을 보여줌. 대만 화롄 지진 사례는 지형·지질·지진 변수들을 ML 모델에 통합함으로써 고해상도 사후 산사태 위험 평가가 가능함을 시사함. 알래스카 배리 암, 인도네시아 서반둥 화산 경사면 등의 연구는 계절성, 지진 민감도, 인위적 요인의 영향을 분석함. 이러한 연구들은 지진, 수문, 지형 데이터를 융합한 다중 매개변수 접근이 고충격 산사태를 예측하는 데 필수적임을 강조함

#### • 차세대 조기 경보 시스템(LEWS)

- 지역 맞춤형 LEWS는 복합적이고 드문 산사태를 효과적으로 관리할 수 있도록 진화해야 함. 발표자들은 기존 위험 기반 시스템의 한계를 지적하고, 노출 지표, 대규모 이동 가능성, 다중 규모 데이터 통합을 기반으로 한 ‘영향 기반’ 조기 경보 체계의 필요성을 강조함. 지역 취약성 모델링, 향상된 InSAR 시계열, 고해상도 수문기상 자료 통합 등은 LEWS 고도화의 핵심 방향으로 제시됨. 여전히 이질적이고 부족한 모니터링 인프라로 인한 예측의 한계가 존재하나, 물리 기반 모델, 확률 임계값, 하이브리드 AI 기법을 결합함으로써 차세대 LEWS는 시민 대상 위험 소통 및 의사 결정 지원에서 획기적인 전환을 이룰 수 있음



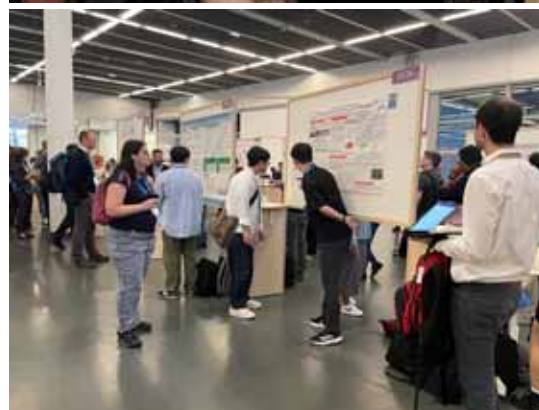
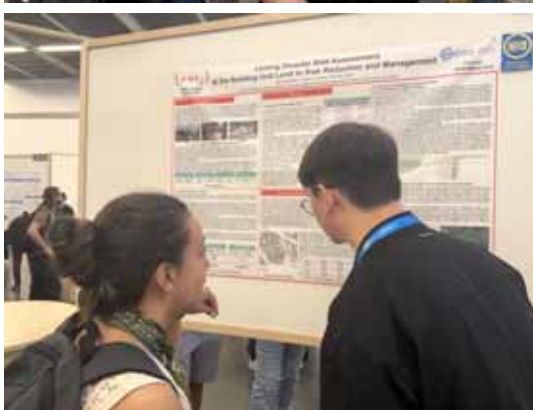
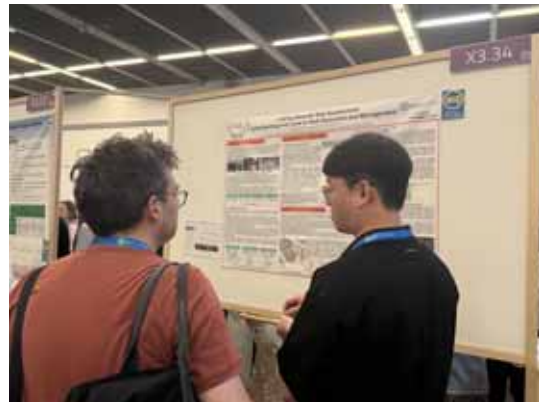
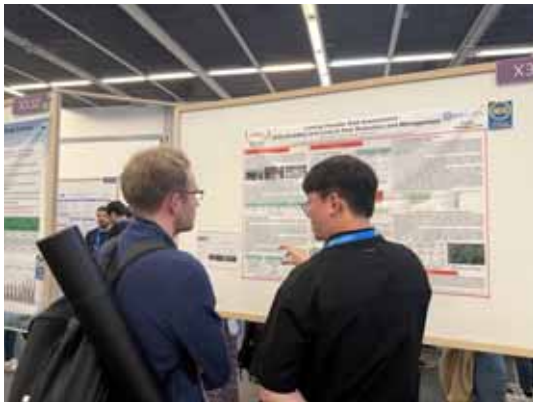
출처: 직접촬영



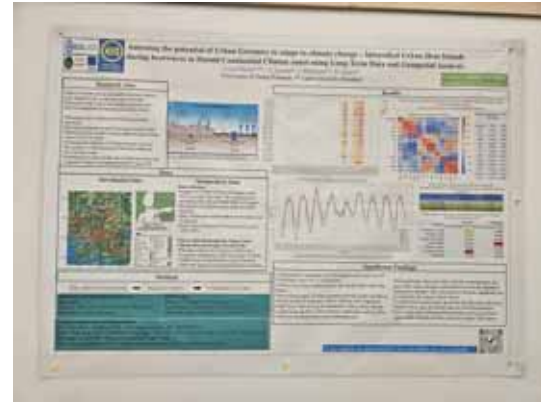
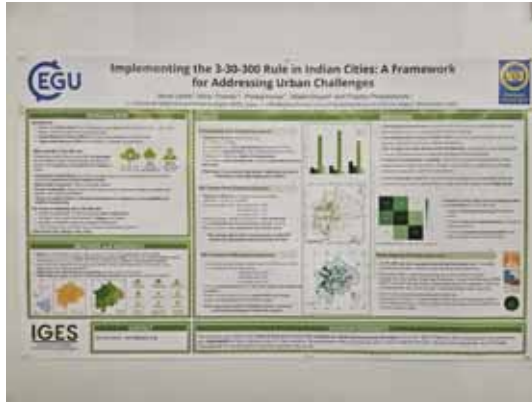
- 세션명
  - Multi-(hazard) risk assessments: Innovative approaches for disaster risk reduction, management, and climate change adaptation
- 시간 : 10:45-12:30 (포스터)
- 주최자 및 주요 참석자
  - (원외) Robert Sakic Trogrlic(International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Austria), Marleen de Ruiter(VU University Amsterdam, Netherlands), Stefano Terzi(Eurac Research, Italy), Silvia De Angeli(Université de Lorraine, France), Anaïs Couasnon(Freelancer)
  - (원내) 허한결 부연구위원, 송유미 연구원(AURI)

#### □ AURI 허한결 부연구위원 발표

- 발표제목
  - Linking Disaster Risk Assessment at the Building Unit Level to Risk Reduction and Management
- 발표자
  - Han Kyul Heo(발표), Taehwan Hyeon, and Jun Woo Kim







출처: 직접촬영

## □ 주요 발표 및 토론내용

- 기후 위험 및 DRM을 위한 다중 위험 프레임워크 및 도구 개발
  - 기후 변화와 시스템 위험에 대응하기 위한 총체적 다중 위험 프레임워크 개발이 핵심 주제로 다뤄졌음. ICARIA 이니셔티브와 UK Fens 사례 연구는 시나리오 기반, 장소 기반 평가를 통해 기후 유발 연쇄 사건을 분석함. 또한 Impact Chains Information System, Garrotxa 방법론 등은 정책 수립을 지원하는 공간화된 사용자 중심 플랫폼으로 활용됨. 다만, 세인트빈센트, 코스타 비올라 사례에서는 고해상도 지공간 및 수문지질 모델을 통해 홍수, 산사태, 가뭄 등 복합 위험 간의 상호작용을 통합함. 이러한 모델은 실행 가능한 계획을 지원하며, 변화하는 기후 시나리오에 따른 조기 경보 시스템과 동적 위험 예측 개발에 중점을 둠
- 복합 사건 및 교차 위험 상호작용 통찰력
  - 복합 및 연쇄 사건은 세션의 중심 이슈로 다뤄졌음. Ahr Valley CPFF 연구는 강우와 하천 홍수가 어떻게 상호작용하여 기준선을 넘어서는 심각한 피해를 유발하는지를 보여줌. 한국 연구는 가뭄 기반 화재기상지수(DFWI)를 도입하여 가뭄-산불 복합 위험을 SSP 시나리오 하에서 예측함. 브라질과 유럽 사례 비교는 위험 거버넌스의 사각지대를 부각시킴. 여러 연구에서 다중 유발 요인, 시간적 근접성, 부문 간 연쇄 효과(특히 기반 시설과 취약 계층에 대한 영향)의 통합적 인식 필요성이 제기됨
- 다중 위험 이해를 위한 표준화 및 데이터 인프라
  - UNDRR/ISC가 제시한 최신 위험 정보 프로파일(HIP)은 기계 판독 형식으로 전환되며 다중 위험 간 상호 연관성을 강조함. 이는 조기 경보 시스템과 데이터 기반 위험 예측의 정확성을 높이는 데 기여함. 중국 라팔마 및 이탈리아 프로젝트는 위험 간 상호작용을 위한 데이터 조화와 관계형 데이터베이스 개선을 제시함. Hazomes 프로젝트는 글로벌 위험 분류 시스템을 제공했으며, 에이전트 기반 모델, 베이지안 네트워크, 머신러닝 기법은 사회생태 및 물리 시스템의 불확실성 관리에 활용됨. 이러한 도구들은 재난 대응뿐만 아니라 선제적 적응 계획 수립에 기여함

- 사회적 차원과 불평등과 다중 위험 계획

- 여러 발표에서는 특히 취약 지역을 중심으로 포용적이며 사람 중심적인 접근의 필요성이 강조됨. 가구 단위 대비 계획에 대한 문헌 검토에서는 저소득층과 남반구 지역 연구의 현저한 부족이 확인됨. 카나리아 제도 사례는 대중 인식과 실제 위험 노출 간 불일치를 보여줌. 복합 취약성, 접근 장벽, 행동적 이질성을 고려한 대응 도구의 공동 개발이 중요하다는 주장이 제기됨. 네팔, 스칸디나비아, 환초 지역 사례는 사회경제적 격차, 지리적 고립, 역사적 소외가 다중 위험 노출을 심화시키고 적응 역량을 제한함을 입증함

- 기반 시설 및 부문별 재난 노출

- 도시 시스템, 교통 회랑, 문화유산은 다중 위험 하의 복합 노출 지점으로 조명됨. 아일랜드, 이탈리아, 브레너 회랑에서 수행된 연구들은 건물 단위 평가, 유산 취약성 매핑, 교통 노출 모델링을 통해 지진, 홍수, 산사태 위험을 시뮬레이션함. 이들 연구는 기반 시설 간 상호의존성이 회복력 저해와 적응 복잡성의 주요 요인임을 보여줌. MYRIAD-EU의 다중 부문 노출 지도는 단일 위험 중심의 복원력 설계에서 벗어나 부문별 위험 대시보드 및 원형 기반 적응 전략으로의 전환을 강조함

- 과학, 거버넌스, 이해관계자 참여

- 이탈리아와 아프리카의 불 지역에서는 이해관계자 기반 모델 평가 및 의사결정지원시스템(DSS)을 통해 과학과 정책, 지역사회를 연결하고자 하는 노력이 소개됨. 이는 센다이 프레임워크 우선순위 4(재난 대비 강화)에 부합하며, 환초 지역의 베이지안 접근부터 도시 환경의 영향 사슬 공동 설계까지 다양한 형식으로 구현됨. 연구자들은 전달력 있고 적응 가능한 도구의 공동 개발을 강조하며, 이는 사회적으로 정당한 의사결정으로 이어져야 함을 주장함. 핵심 메시지는 과학을 거버넌스 체계에 통합하고, 다중 위험 도구를 공정하고 효과적인 위험 관리 전략과 연결하는 데 있음

- 세션명
  - Terrain analysis and landslide monitoring: the contribution of conventional and remote sensing tools
- 시간 : 14:00-17:55
- 주최자 및 주요 참석자
  - (원외) Luigi Massaro(Università degli Studi di Napoli Federico II, Italy), Ciro Cerrone(University of Venice Ca' Foscari, Italy), Chiara Varone(Freelancer, Italy), Giuseppe Corrado(Università degli Studi della Basilicata, Italy), Nicușor Necula(Alexandru Ioan Cuza University of Iasi, Romania)
  - (원내) 허한결 부연구위원, 송유미 연구원(AURI)

## □ 주요 발표 및 토론내용

- 산사태 활동을 위한 통합 다중 센서 모니터링
  - 사면 동역학을 효과적으로 추적하기 위해 원격 감지, 현장 조사, 측지 기술을 통합하는 접근이 주요 초점으로 다뤄졌음. 키프로스 피수리 사례는 InSAR, GNSS, LiDAR, 강우 데이터를 결합한 전체론적 모니터링 시스템을 통해 급격한 산사태 이동과 기후 요인을 추적하는 방식을 제시함. 이와 유사하게, 북부 아펜니노 산맥, 오스트리아, 히마찰프라데시에서 수행된 드론 기반 산사태 매핑은 경사면 경계 식별과 체적 추정에 있어 고해상도 지형 정보의 활용 가능성을 강조함. CyCLOPS 프로젝트 등은 다중 센서 융합이 실시간 감시뿐만 아니라 조기 경보 및 완화 계획에 필수적인 임계값 보정과 위험 예측을 어떻게 향상시키는지 보여줌
- 원격 감지 기술 및 데이터 융합의 발전
  - 산사태의 규모와 유형에 따라 위성 및 항공 데이터를 다양하게 활용한 사례들이 발표됨. 시계열 DInSAR, SAR 간섭도, 광학  $\Delta$ NDVI 등을 활용한 이탈리아·일본 연구에서는 붕괴 전 지표와 공간 해상도가 탐지 정확도에 미치는 영향을 분석함. Sentinel-2, Planet 등 중해상도 위성은 흉터 크기와의 매칭 효과 덕분에 소규모 흉터 탐지에서 고해상도 센서를 능가하는 성능을 보이기도 함. 또한 기가픽셀 영상, 고정형 LiDAR 스캐너, 오픈소스 사진측량 기법(Montorfano 등)을 활용한 연구는 낙석과 구조 변형을 고주파로 감지하여 실시간 산사태 목록 구축의 가능성을 확장함
- 위험 지역 설정에서의 지형 분석
  - 여러 연구에서는 지형 특성과 산사태 위험 간의 연계를 강조함. 콜롬비아, 인도, 이탈리아의 사례에서는 경사, 곡률, SVF 등 지형 지표를 토지 이용 정보와 결합하여 CNN 및 통계 기반 취약성 모델링에 활용함. 해안 절벽이나 채석장과 같은 지역에서는 스플라인 기반 지형 재구성 및 디지털 노두 모델링을 통해 구조 지질의 영향과 사면 불안정성을 분석함. 이러한 분석 기법은 정적 지형 특성과 동적 재해 과정을 연결하는 데 필수적인 도구로 작용함

- 기후 변화와 산사태 발생 가능성에 대한 수문학적 영향

- 기후 변화가 수문학적 과정과 침식 패턴을 통해 경사면 불안정성에 어떻게 영향을 미치는지가 주요 논점으로 다뤄짐. 파키스탄에서는 GRACE 위성, 원격 탐사, 수문 모델을 결합하여 아타바드와 잘잘 호수의 수문 수지를 모델링하고 눈 녹은 물과 강우에 대한 민감도를 평가함. 또한 식생 지수 및 SAR 일관성 시계열을 활용한 분석은 산사태 전조 신호 탐지에 효과적인 것으로 나타남. 이탈리아 바실리카타에서는 USPED 모델을 이용해 고고학 유산의 침식 위험을 평가함으로써 문화재의 기후 회복력 강화를 위한 보존 전략 수립의 중요성이 강조됨

- 데이터 큐레이션, 데이터 목록 및 분석 플랫폼

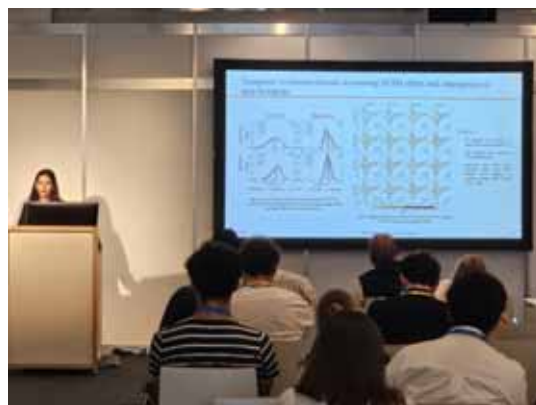
- 산사태 데이터를 디지털화하고 표준화하려는 노력의 일환으로 Tech4You 프로젝트가 소개됨. 이 프로젝트는 산사태 운동학을 유형화하고 변위-시간 프로파일 기반의 카탈로그를 구축함. AI 기반 이미지 분석을 통해 그래픽 자료에서 변위 데이터를 자동 추출하여 원시 자료 부족 문제를 해결함. 또한, Sentinel, UAV, LiDAR 기반 변화 감지와 공간 통계 분석을 결합한 반자동 모델은 사후 산사태 목록 작성의 속도와 정확도를 개선하는 데 유망함

- 방법론적 비교 및 모델 평가

- 다양한 연구에서 공간 해상도, 알고리즘 구조, 민감도 설정 등 방법론적 변수들의 영향이 분석됨. 예를 들어, 니가타 지역에서는  $\Delta$ NDVI 해상도가 탐지 정확도에 미치는 영향을 평가했으며, 2패스 DInSAR의 레이더 기하학도 주요 고려 요인으로 지적됨. CNN 기반 픽셀 감도 모델링과 오픈소스 측지 알고리즘의 성능 비교 역시 진행됨. 특히 NDVI 임계값 선정, 휴터 탐지 정밀도-재현율 균형 등은 알고리즘 튜닝 과정에서 중요한 과제로 부각됨. 이러한 연구는 다양한 산사태 유형과 지역 조건에 최적화된 표준화 가능한 워크플로우의 필요성을 강조함



출처: 직접촬영



## 8. 학회 내 관련 연구 조사 및 논의

- 학회 참석 주요 전문가 및 유사 연구 수행자 간 건축물 데이터, 건축물 재난 위험, 재난 위험 및 리스크 분석 관련 논의를 통해 연구 방법론 개선 방안 및 관련 연구자 네트워크 구축을 수행하였음

### □ 주요 발표 및 토론내용

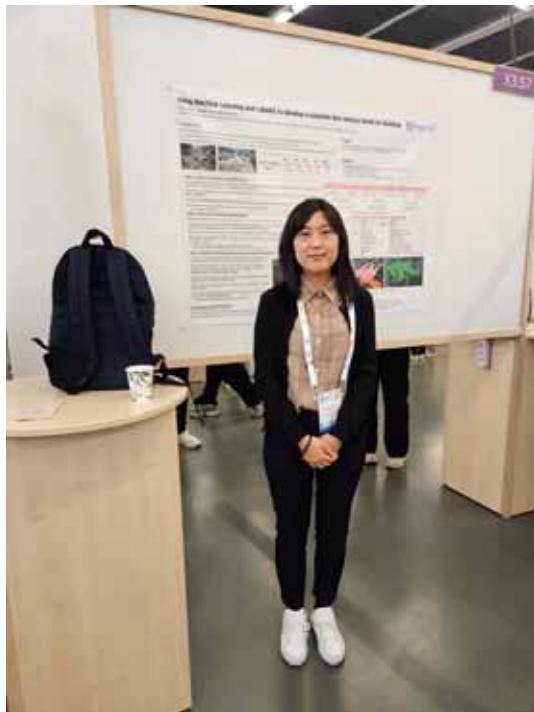
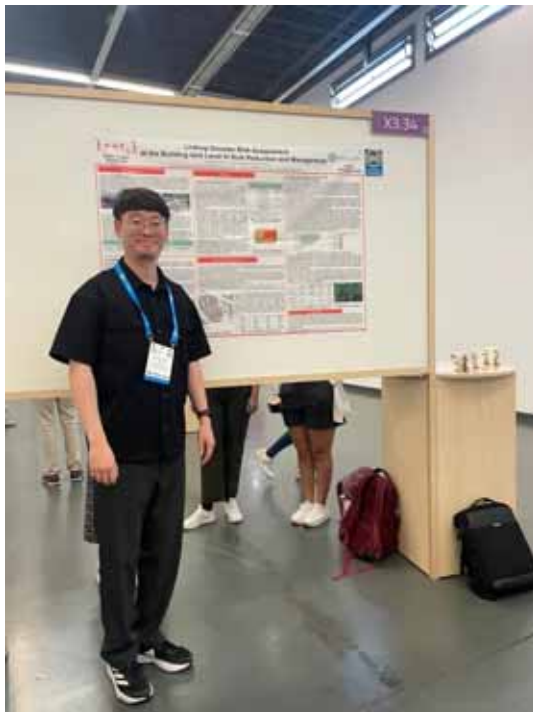
- 다양한 재난 리스크 및 기후 영향 평가
  - 기후, 수문학적, 지질학적, 생물학적 위험을 통합하는 혁신적 프레임워크가 다수의 세션에서 논의됨
  - 거주 가능성 평가(환초)는 베이지안 네트워크로, 건강 관련 위험 정량화(이탈리아 볼차노)는 DALY 기반 모델로 접근
  - 아르 벨리의 복합 홍수 분석, 대만의 지진-산사태 예측 모델은 시나리오 기반 고해상도 다중 위험 분석의 필요성을 제시
  - 취약성 평가는 도시 기반 시설(대만의 교통망, 이탈리아의 문화유산) 및 아일랜드의 건물로 확장되며, 영향 기반 적응 및 조기 경보 전략 수립을 촉진
- 도시 열섬 현상 및 기후 적응
  - 도시 기후, 녹색 인프라 세션에서는 도시 열섬(UHI) 영향 완화와 기후 적응을 위해 녹색 인프라, 증발산 실험, 도시 녹화 시나리오 등을 적용
  - 브뤼셀, 토리노, 파리, 니코시아 등의 고해상도 모델링에서는 시원한 지붕, 나무 그늘, 도로 관수 등의 적응 조치가 열 스트레스 저감에 미치는 영향을 정량화
  - 독일의 사례에서는 극한 열 노출 격차 및 인구통계 기반 취약성을 분석하여, 공정한 기후 적응 전략의 필요성을 강조
- 산사태 및 지형 위험 모니터링
  - 지형 분석 및 산사태 모니터링, 탐지에서 예측까지 세션에서는 설명 가능한 AI, 딥러닝 기반 산사태 취약성 매핑, 위성 기반 모니터링 기법 논의
  - InSAR, GNSS, UAV를 활용한 모니터링 사례(예: 키프로스, 북부 아펜니노, 오스트리아)는 사면 불안정성과 변위를 통합적으로 추적
  - 눈 녹음, 강우 강도 등 수문학적 요인을 반영하여 조기 경보 시스템 개선을 위한 기반을 제공

- 디지털 트윈 및 AI 애플리케이션

- 이탈리아 마테라의 도시 디지털 트윈은 실시간 호우-홍수 대응을 위해 수자원 및 교통 흐름 모델을 통합
- 마드리드, 파리의 AI 기반 기후 예측과 대만, 브리티시컬럼비아의 머신러닝 기반 산사태 예측은 데이터 기반 안전 평가 적용이 증가하고 있음
- 그래프 신경망(GNN), 설명 가능한 AI(XAI)는 사면 안정성 모니터링에서 예측 해석력과 인과 관계 이해를 향상

- 데이터 저장소 및 개방형 플랫폼

- HR-GLDD, Tech4You 등 오픈 액세스 산사태 목록은 재사용 가능한 분석 기반을 제공
- 이탈리아 라팔마 사례는 홍수 위험 관리를 위해 건물 및 인구통계 데이터를 통합
- UNDRR/ISC HIP 업데이트 등 표준화 노력은 전 세계적 위험 완화를 위한 다중 위험 상호 운용성과 기계 판독 가능성 확보를 지원







출처: 직접촬영

### III. 출장 성과 및 시사점 요약

#### □ 건축 및 도시 공간에서의 재난 및 사고 위험 분석 방법 조사

- 재난분석 및 재난에 회복탄력적인 계획을 위해 지리공간, 건축물, 사회경제 데이터를 통합하는 시스템이 필요하며, 부문 간 연계가 주요 경향으로 부각됨. 복원력 구축, 위험 감소에서 복구까지, 다양한 재난 평가에 대한 접근법 관련 세션에서는 기후 변화, 사회적 취약성, 건축 환경 특성 간의 상호작용을 반영한 프레임워크가 제시됨
- 도시 디지털 트윈 및 임팩트 체인 프레임워크 등 위험 대응 모델링 도구는 도시계획, 특고위험 지역 식별, 비상 대응, 재난 이후 복구 전략의 최적화 가능성을 보여줌
- 실시간 모니터링, 영향 기반 예측, 커뮤니티 중심 대응계획이 건축 환경 위험 분석의 공간 및 시간 해상도 개선에 기여할 수 있음을 여러 연구에서 제시함

#### □ 빅데이터 및 건축물 안전 관련 연구 개발을 위한 해외 동향 및 기초 데이터 수집

- 이번 EGU25 컨퍼런스에서는 도시 위험 평가 및 건물 안전 연구에서 EO(지구 관측), 원격 감지, 인공지능 기술을 통합하려는 글로벌 트렌드가 강조
- 산사태, 도시 열섬, 침하 등의 도시 재난 모니터링을 위해 Sentinel-1/2, InSAR, LiDAR, UAV, 시민참여형 데이터 세트를 결합한 빅데이터 프레임워크의 적용이 확대되고 있음
- 영상 측지학과 인공지능의 통합 세션에서는 동적 위험 탐지 및 취약성 분석을 위한 확장 가능한 AI 기반 모니터링 방법이 제시되고, 대만, 이탈리아, 캐나다에서는 설명 가능한 AI와 앙상블 기법을 포함한 머신러닝 모델이 건물 수준 산사태 위험, 열 스트레스 예측의 정확도를 향상시키는 것으로 나타남
- RETURN 플랫폼 등 고해상도 다분야 데이터 기반의 디지털 의사결정 지원 시스템은 공공 안전 정책, 인프라 설계, 도시계획에 실질적인 정보를 제공하는 사례로 제시됨
- 이러한 국제적 사례는 고해상도 실시간 데이터와 예측 모델링 도구를 국가 차원의 위험 및 인프라 모니터링 체계에 통합하는 방향에서 국내 연구개발의 발전을 위한 실질적인 선행 사례로 활용할 수 있음

#### □ 학술대회 참석 및 발표를 통한 학술교류활동

- 본 학술행사 참가를 통해 국내 연구 주제에 대한 국제적 가시성을 높이고, 과학 기반·데이터 기반 접근 방식을 도시 위험 관리와 정책 혁신에 적용하기 위한 공동 협력 기반을 마련
- 기후 복원력, 도시 위험 저감, 환경 감지 기술 분야에서 세계적 선도 기관들의 학제 간 연구 성과를 교류하였으며, 본 연구기관의 연구성과 확산에 기여
- 향후 R&D 기획 및 기관 간 협력 기회를 위한 해외 연구 사례 및 방법론 등 수집 및 비공식적인 연구 네트워크 형성과 국제 벤치마킹 가능 사례 수집