
화산섬 지역 홍수관리 기술 교류 및
재해위험지역 안전관리체계 사례 조사

2023. 9

제주연구원

I. 출장개요

○ 목 적 :

- 세계 최대 휴양지인 하와이는 화산활동에 의한 섬지역으로, 제주도
도와 매우 유사한 수문지질 특성을 갖고 있음. 뿐만 아니라 강우-
유출 과정(process), 홍수 발생특성 등도 유사한 것으로 알려져
있음
- 또한, 섬지역인 하와이는 유역 하류부 및 해안가에 주거상업지역,
숙박시설, 관광지 등이 다수 위치하고 있음. 이에 하와이는 도심
지 및 해변, 트레킹 등의 인구밀집지역에 대한 안전관리체계가 발
달되어 있음
- 이에 본 출장의 목적은 화산지대이자 섬지역인 하와이와 제주도
간의 홍수관리 기술 교류를 통해 각 지역의 재해대응 기술을 고
도화하는데 있음(Hawaii University at Manoa, National Oceanic
and Atmospheric Administration 등). 이를 통해 돌발홍수 예경보 시
스템, WRF-Hydro 수문모델, HRRRE(High-Resolution Rapid Refresh
Ensemble) 등의 기술을 습득하고자 함
- 아울러, 안전지원 기술 시찰을 위해 재해위험지역(쓰나미, 돌발홍
수 등) 대상으로 예경보 체계, 안전지원 서비스(안내시설, 대피지
도 등) 등을 살펴보는데 의의가 있음

○ 기 간 : 2023년 8월 27일 ~ 9월 3일(6박 8일)

○ 대상국가 및 방문기관 : 미국 하와이주 호놀룰루 Hawaii University at Manoa, National Oceanic and Atmospheric Administration(NOAA), MANOA FALLS TRAIL, Wetland, 재해위험지역(TSUNAMI HAZARD AREA 등)

○ 여행자 인적사항 : 박창열 (제주연구원 연구위원)

- 본 출장은 공동연구기관(한국건설기술연구원)과 공동 추진하였음

○ 주요일정

- 본 여행 일정은 2023년 8월 27일부터 6박 8일 간의 일정으로 계획하였으며, 주요일정은 다음과 같음

일 자	출발지	도착지	방문기관	업무수행내용	자료 수집목록 및 면담자
'23.08.27 (일)	제주	김포	(이동)	- 제주 → 김포 → 인천	
	한국 (인천)	하와이	(이동)	- 인천 → 미국 호놀룰루공항 도착	
'23.08.28 (월)	하와이		와이메아강 하류부	- 와이메아강 하류부 안전관리 체계 시찰 - 하류부 홍수터 지역(습지 등) 시찰	• Dr. Jinwook Lee
'23.08.29 (화)	하와이		하와이대	- 기관 소개 및 인사 - 기관 보유 기술에 대한 소개 - 기관별 연구 추진현황 소개 - 종합 토의	• Prof. Bateni, • Dr. Jinwook Lee • Dr. Jeong Ho Seo • 쓰나미대피안내서
'23.08.30 (수)	하와이		하와이대	- 홍수 예측 기술 관련 소개 - 홍수 대응 기술 관련 소개 - 주민/관광객 안전지원기술 관련 소개 - 종합 토의	• Prof. Bateni, • Dr. Jinwook Lee • Dr. Jeong Ho Seo
'23.08.31 (목)	하와이		NOAA	- NWS(National Weather Service), HIRAIN(High-Resolution Rapid Refresh Ensemble) 등에 관한 기술 교류 - 돌발홍수 예경보 시스템 관련 시찰	• Dr. Jinwook Lee
'23.9.1 (금)	하와이		Kawela Bay-Punaluu 해안도로, Manoa Falls Trail	- 재해위험지역(Manoa falls trail) 안전관리체계 시찰 - 쓰나미 위험 지역(Kawela Bay-Punaluu 해안도로) 주민 안내시설 및 대피장소 시찰	• Dr. Jinwook Lee
'23.9.2~ 9.3 (토~일)	하와이	인천	(이동)	- 호놀룰루공항 이동 및 귀국	
	인천	제주	(이동)	- 인천 → 김포 → 제주 도착	

II. 출장내용

1) 화산섬 제주와 하와이 지역의 홍수예측 및 대응 기술 교류

■ #01 홍수예측 및 대응 기술 교류

○ 개요

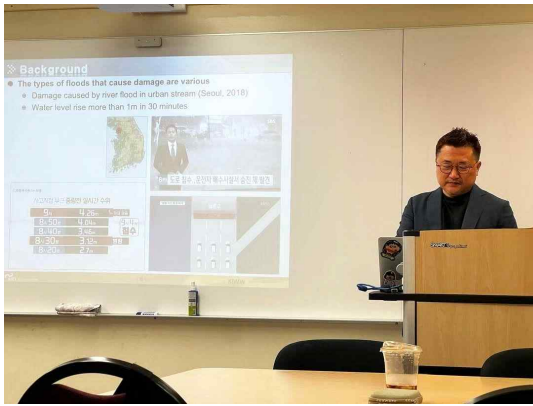
- 일시 : 2023. 8. 29.(화) ~ 2023. 8. 31.(목)
- 장소 : 하와이대, NOAA

○ 주요내용

- 본 출장은 화산섬 지역의 홍수대응 기술 교류로서, 제주연구원을 포함한 한국건설기술연구원, 하와이대학교가 참여하였음
- 세미나 첫째 날(8월 29일)에는 기관 소개 및 각자의 연구 관심분야에 대해 논의하였으며, 하와이와 제주도에 적용 가능한 첨단기술 기반의 홍수대응 기술에 관해 발표하였음
 - 구체적으로는 제주지역 홍수 예방을 위한 재난관리체계와 대응 기술 및 관련 과제, 첨단기술(Hybrid Machine Learning Method)을 이용한 증발산량 예측기술, 머신러닝을 이용한 전지구 모델(수자원 등) 등에 관해 발표 및 토의하였음

구분	발표자	소속	주제
8/29	박창열	제주연구원	Introduction to R&D project to prevent flood damage in Jeju
	Dr. Lee	하와이대학교	Multi-step-ahead Daily Reference Evapotranspiration Forecasting Using Hybrid Machine Learning Methods
	윤정수	한국건설기술연구원	Hydrologic application of rain radar in korea
	Dr. Seo	하와이대학교	Global water equivalent data derived through machine learning
8/30	박창열	제주연구원	Development of disaster risk and safety support technology in Jeju island
	Dr. Lee	하와이대학교	Investigating the Relationship Between Flow Fluctuation and Basin Characteristics
	강나래	한국건설기술연구원	Development of flood risk and inundation index using radar forecast data
	황석환	한국건설기술연구원	Urban flash flood forecasting using rainfall radar

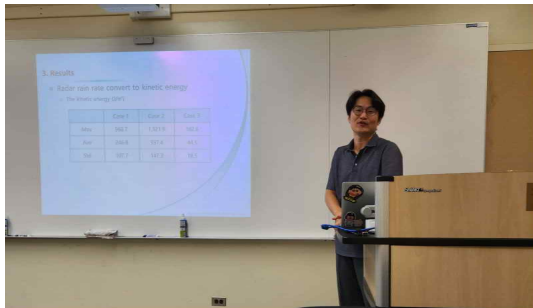
- 세미나 둘째 날(8월 30일)은 관광지에 적용가능한 안전지원 기술, 레이더자료 기반의 홍수위험지수 개발 및 돌발홍수 예측 등과 관련된 주제발표와 토의를 진행하였음
- 구체적으로는 제주와 하와이 특성을 고려한 안전지원 기술, 레이더자료 기반의 홍수지수 및 침수지수 개발, 실시간 돌발홍수 예측 기술, 유역특성과 유출량 간의 관계 규명 등에 관해 발표 및 토의하였음



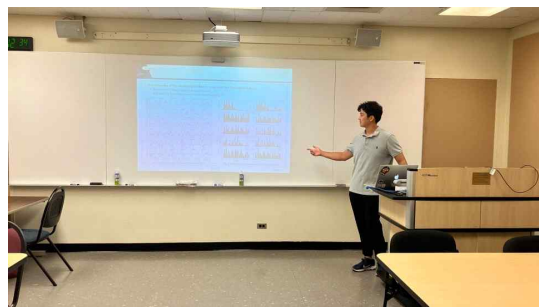
[황석환 (한국건설기술연구원)]



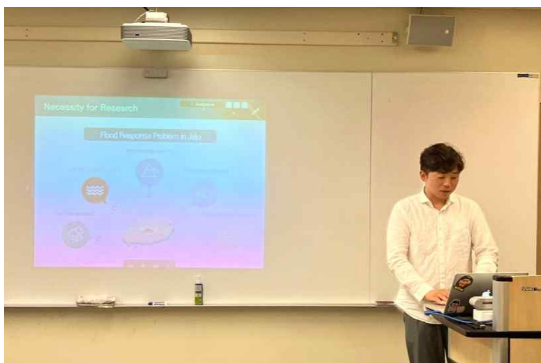
[Dr. Seo (하와이대학교)]



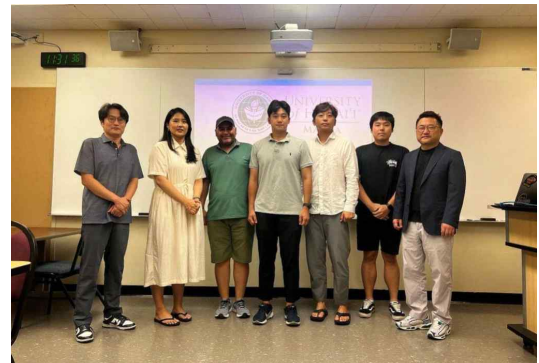
[윤정수 (한국건설기술연구원)]



[Dr. Lee (하와이대학교)]



[박창열 (제주연구원)]



[세미나 참여자 단체]

<그림 1> 제주연구원 - 한국건설기술연구원 - 하와이대학교 공동세미나 개최

■ #02 고해상도 기상모델, 돌발홍수 예경보 등 기술 교류

○ 개요

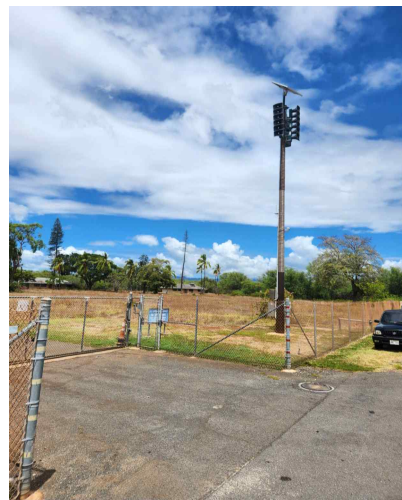
- 일시 : 2023. 8. 31.(목)
- 장소 : NOAA

○ 주요내용

- National Oceanic and Atmospheric Administration(NOAA) 방문을 통해 하와이주에서 이용하는 고해상도 기상모델인 HRRRE(High-Resolution Rapid Refresh Ensemble)에 관해 논의하였으며, NWS(National Weather Service)와의 연계와 돌발홍수 예측 정확도(해상도, 입력자료 등)에 대해 논의하였음
- 또한 예경보 시스템의 운영 현황, 경보 발령방식, 경보 수준(주의, 주의보, 경계, 위험 등) 등에 대해 논의하였으며, 지역주민 대상의 재난 훈련방식에 대해서도 의견을 청취하였음
- 아울러, 2022년 남태평양 통가 인근 해저의 화산 분출로 미국 서부와 하와이주에 쓰나미 경보가 발령되었는데, 이 사례를 토대로 당시 하와이 상황과 태평양쓰나미경보센터의 대응체계에 대해 논의하였음(<https://rapidrefresh.noaa.gov/hrrr/>)



(a) NOAA 전경



(b) 주민 대상의 예경보 시설

<그림 2> NOAA 방문 전경

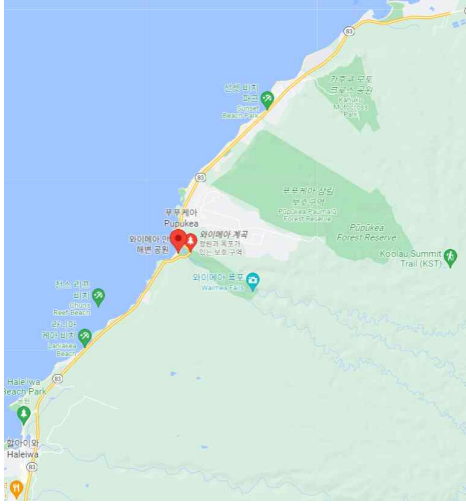
2) 하천 하류부 홍수터 관리체계

○ 주요내용 (홍수터 습지 조성 사례)

- 일시 : 2023. 8. 28.(월)
- 장소 : 와이메아강 하류부 일대

○ 주요내용 (홍수터 습지 조성 사례)

- 하와이섬 북부지역에 위치한 와이메아강은 직강화형 하천유역으로 제주도와 유사한 수문특성을 나타냄. 와이메아강 하류부는 습지를 포함한 홍수터를 조성하여 하천유출시 완만한 유출 흐름을 갖도록 하였음
- 이와 같은 습지 조성은 하천유속 제어를 통해 완만한 수문곡선을 유도할뿐 아니라, 바다로의 오염원 유입을 예방하는 효과도 있음. 또한, 해당 지역은 습지(wetland)로 지정하여 하와이 특유의 야생동물의 서식지로 지정·운영하고 있음
 - 습지는 ‘자연의 스펀지’로 일컫기도 하는데, 습지의 기능 및 역할을 구체적으로 살펴보면 수질 정화 역할 이외에도 홍수 방지 및 해안 침식 방지, 지하수 함양 등을 살펴볼 수 있음. 습지는 다양한 종류의 식물 및 동물군을 형성하여 아름답고 특이한 자연경관을 제공하기도 함
 - 홍수 예방 측면에서 보면, 습지는 하천유출의 속도를 일시적으로 완화하여 천천히 방류시키기 때문에 순간적으로 발생할 수 있는 하천수위를 낮추기도 하며, 습지를 구성하는 식물의 뿌리는 토사를 붙잡아 고정시키면서 해안 또는 하안(河岸)의 침식을 방지하고 홍수의 피해를 최소화시킬 수 있는 완충지의 역할을 하기도 함



[위치도]



[습지 조성 안내도]



[홍수터 하류부 전경 #01]



[홍수터 하류부 전경 #02]

<그림 3> 쓰나미 위험지역 안내시설 전경

3) 재해위험지역 안전관리 체계 시찰

○ 개요

- 일시 : 2023. 9. 1.(금)
- 장소 : 하와이섬 북부(Kawela Bay-Punaluu 해안도로) 쓰나미 위험지역

○ 주요내용 #01 (쓰나미 위험지역 안내시설)

- 쓰나미 위험지역 시찰은 하와이섬 북부지역을 대상으로 조사했으며, Kawela Bay와 Punaluu 해안도로 일대를 방문하였음. 위험지역 내 주민과 관광객이 밀집하는 곳에는 위험지역 안내시설을 곳곳에

배치하는 것으로 조사되었음



[쓰나미 위험지역 안내 #01]

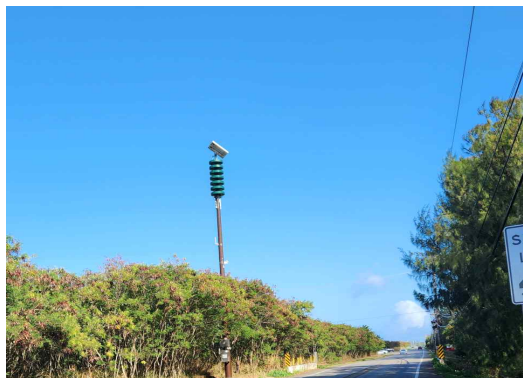


[쓰나미 위험지역 안내 #02]

<그림 4> 쓰나미 위험지역 안내시설 전경

○ 주요내용 #02 (쓰나미 위험지역 예경보 및 대피체계)

- Kawela Bay와 Punaluu 해안도로 일대를 살펴본 결과, 하와이섬도 기후변화로 인한 해수면상승 탓에 해안가 곳곳에 침식 피해가 빈번해지는 것을 알 수 있었으며, 쓰나미 경보에 대한 예경보 시설과 대피체계 등이 전역에 위치하고 있는 것을 확인하였음
- 특히, 예경보 시설을 해안도로 곳곳에 배치하여 지역주민뿐만 아니라 관광객 안전(대피 등) 확보를 위한 노력을 엿볼 수 있었음
- 또한, 안내시설에는 QR코드, 관련 웹사이트 등의 대피정보를 제공함으로써 인근의 안전장소로 신속한 대피를 지원하고 있음



<그림 5> 쓰나미 위험지역 예경보 시설 전경

쓰나미주의보 발령 시 대처방법

- 대피가 필요한 경우 사전연이 올립니다. 상당한 규모의 침수가 예상될때 바다와 연결되어 있는 강, 개울, 수로 등으로부터 멀리 피하십시오. 쓰나미로 인한 역류가 예상됩니다.
- 쓰나미 대피 지역에 있지 않은 분들은 교통 체증을 완화하기 위해 이동을 삼가 주시기 바랍니다.
- 비상사태에 대한 정보는 하와이 라디오 방송, 텔레비전 방송, HNL.info (온라인), 또는 NOAA 라디오 방송으로 확인하시기 바랍니다. (중앙 뉴스에서는 하와이에 대한 정보를 다루지 않을 수도 있습니다.)
- 도심지역의 고층 건물에 있는 경우, 건물 상층으로 이동하는 것이 방법이 될 수 있습니다. 이 경우 건물이 10층 이상으로 최근 콘크리트 구조물이어야 하고 안전을 위해 4층 이상으로 피하십시오. 보트나 선박은 시간이 있는 경우에 한해 수심이 깊은 곳으로 이동시키시기 바랍니다.
- 쓰나미 경보 해제가 있을 때까지 안전지대에서 머물고, 비상사태 관계자의 지침에 따르십시오. 해당 관계자가 돌아가도 안전하다고 이야기하기 전까지는 쓰나미 위험지역으로 돌아갈 수 없습니다.
- 응급 재난 관련 내용 및 장기 보호소 또는 재난 도움 센터에 대한 정보는 하와이 라디오/텔레비전 방송국, HNL.info, 또는 NOAA의 날씨 관련 방송을 확인하시기 바랍니다.



자연재해 징후가 느껴질때, 아래와 같이 행동하십시오:

- 내륙 지대로 피하거나 혹은 바닷가에서 멀리 떨어진 곳으로 대피하십시오. 또는 10층 이상 건물의 경우 4층 이상으로 이동하십시오.
- 공식 재난 경보가 발령될 때까지 기다리지 마십시오.
- 가능한 도보나 자전거로 이동하시기 바랍니다.
- 짐을 싸느라 대피를 지체하지 마십시오.
- 바닷가 또는 바닷가치 마십시오 - 큰 파도가 한동안 계속될 수 있습니다.

쓰나미란?

- 비상상적인 크기와 길이의 대형 파도가 연속적으로 발생하는 것을 쓰나미라고 합니다. 일반적인 파도처럼 파장이나 주기가 짧은 형태가 아닌 급류 (또는 급속한 조석 현상)와 같이 바다에서 시작해서 내륙까지 도달할 수 있으므로 수영 혹은 서핑을 할 수 없습니다. 또한 쓰나미는 부유물을 포함하고 있어 부상을 입을 가능성이 매우 높습니다.
- 쓰나미는 장시간 지속될 수 있으며 보통 쓰나미 파도의 간격은 10 분에서 한 시간 정도입니다. 처음의 파도가 가장 큰 파도가 아닐 수 있습니다.
- 쓰나미는 깊은 바다에서는 파도가 얇은 형태로 제트 비행기의 속도 (각의 803km/h)로 움직입니다.
- 쓰나미가 해안가에 근접할수록 속도는 줄어들이지만 파도는 현저히 높아집니다. 쓰나미는 강력한 힘으로 강타하며, 낮은 해안 지역을 산사태로 침수 시킴으로써 생명과 재산을 위협하게 됩니다. 역사적으로 하와이에서는 쓰나미로 인해 9 미터 이상의 길이로 침수된 적이 있습니다.
- 쓰나미는 얇은 바닷속 지진에서부터 시작됩니다.
- 흔하지는 않지만 쓰나미는 바닷속 화산 분출, 산사태, 갑작스러운 낙하물, 운석 등에 의해 일어날 수 있습니다.
- 가정집 혹은 소규모 건물들은 쓰나미에 견딜 수 있도록 설계되지 않습니다.



아래는 쓰나미가 생겼을 때 일어날 수 있는 자연 현상입니다

- 느낌: 땅이 흔들리거나(지진) 느낌으로 혼자 서 있기가 어렵게 느껴집니다.
- 시각: 바닷물의 수위가 심하게 낮아지면서 해수가 빠져나가거나, 소용돌이가 생긴다거나, 일반적인지 않는 현상을 보게 됩니다.
- 청각: 쓰나미는 제트기 또는 화물 기관차가 지나가는 소리가 납니다.

쓰나미 대비 방법

- 거주지, 직장, 놀이터, 또는 여행지가 쓰나미 대피 지역에 속하는지 아니면 쓰나미로부터 안전한 지역인지 다시 한번 확인하시기 바랍니다.
- 온라인 www.honolulu.gov/dem 혹은 지역 하와이안 텔레콤 전화번호부, 공공 도서관에 비치된 쓰나미 대피 관련 자료를 통해 정보와 해당 지도를 숙지하시기 바랍니다.
- 비상 대피용 생존 가방 (GO BAG)에 필요한 주요 목록은 미리 준비하십시오. GO BAG 은 비상 상황이 발생하였을 때 바로 가지고 대피할 수 있도록 준비된 가방, 여행용 가방, 또는 키트를 말합니다.



먼 거리에서 지진이나 쓰나미가 났을 때 대처방법

원거리의 지역에서 지진이 일어났을 경우에는 하와이에 쓰나미 경계 쓰나미 주의보, 또는 쓰나미 경보 발령 여부를 확인하시기 바랍니다.

지진과 쓰나미 발생 시 행동 요령

- 몸을 낮추십시오
지진에 의한 흔들림에 쓰러지지 않도록 손과 무릎으로 몸을 지지하고, 몸을 낮추십시오.
- 몸을 보호하십시오
낙하물에 맞지 않도록 머리와 목을 감싸서 보호하십시오. 유리나 창문으로부터 멀리 떨어지십시오.
- 보호 덮개를 꼭 착용하십시오
지진이 끝나기 전에 움직일 경우 보호 덮개를 꼭 착용하십시오.
- 흔들림이 멈출 때까지 밖으로 나가지 마시고 자리에 그대로 계십시오.
- 지진은 국지적인 쓰나미를 몇 분 안에 일으킬 수 있습니다. 바다 근처에 있다면 지진이 멈춘 후 바로 높은 지대로 안전지대로 대피하시기 바랍니다.
- 쓰나미 경보가 울릴 때까지 기다리지 마십시오.
- 쓰나미 주의보를 이용하여 침착하게 안전지대로 대피하고, 자동차는 이용하지 마십시오.

쓰나미주의보의 단계 (PACIFIC TSUNAMI WARNING CENTER)

- **쓰나미 정보 공고문**
쓰나미 정보 공고문이 발표 되면, 쓰나미위험이 없다는 것입니다.
- **쓰나미 경계**
쓰나미 경계가 발령되면, 대피를 준비하셔야 합니다.
- **쓰나미 주의보**
쓰나미 주의보가 발령되면, 바닷가 또는 해안 저지대에서 대피하여야 하며, 항구 또는 선착장에서 피하셔야 합니다. 시간이 있다면 보트와 선박은 수심이 깊은 곳으로 이동하시기 바랍니다. 해안가에는 강한 해류와 파도의 위험이 있을 수 있으나, 내륙으로의 범람은 예상되지 않습니다.
- **쓰나미 경보**
쓰나미 경보가 발령되면, 쓰나미 대피 지도에 따라 빨간색 쓰나미 대피지역 (두꺼운 선으로 표시)에서 초록색 안전지대로 빠르게 이동하십시오.
- **쓰나미 특별**
쓰나미 특별이 발령되면, 쓰나미 대피 지도에 따라 노란색 쓰나미 위험지역 (점선으로 표시)과 빨간색 대피지역 (두꺼운 선으로 표시)에서 초록색 안전지대로 빠르게 이동하십시오. 강도 9도 이상의 강력한 지진으로 인해 거대한 쓰나미가 발생할 수 있습니다. 지진 발생으로부터 첫 번째 쓰나미가 도착할 때까지 세 시간 반의 시간 밖에 없습니다.



쓰나미 대피 지도 (Waikiki)



쓰나미에 대한 정보

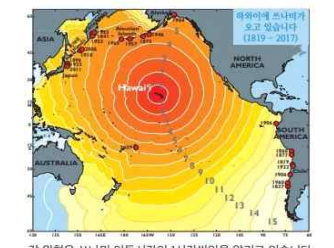
지금 쓰나미에 대비하십시오
쓰나미에 대해 배우고, 생명을 구하는 일에 동참하십시오.

꼭 알아야하는 필수 정보



Department of Emergency Management
City and County of Honolulu
www.honolulu.gov/dem
Phone: (808) 723-8960 TTY: (808) 723-8966

O'AHU



각 원형은 쓰나미 이동시간이 1시간씩임을 알리고 있습니다.

쓰나미 이후: 언제 돌아가도 안전할까?

- 쓰나미는 파괴적인 수도 비파괴적일 수도 있습니다. 파괴적인 쓰나미의 경우 비상 구조 활동이 육지와 바다에서 바로 이루어집니다. 쓰나미 경보 해제는 몇 시간 혹은 며칠 동안 발령되지 않을 수도 있습니다.
- 쓰나미가 비파괴적이면 해안지역에 내린 쓰나미 경보는 해제될 수 있습니다. 하지만 물에 들어가는 것에 대한 경보가 해제되지 않을 수도 있습니다.
- 해안 지역은 홍수, 손상된 집들과 건물, 쓰레기, 화재, 위험물 (HAZMAT) 의 유출, 불안정한 기반 시설 (전기, 전화, 도로/다리, 천연 가스관 등) 들로 위험할 수 있습니다. 도로에 쌓인 잔해와 쓰레기가 제거되기 전까지는 쓰나미 경보 해제를 하지 않습니다.
- 저지대 혹은 물가로 이동하시기 전에 비상사태 관계자에게 쓰나미 경보 해제 여부를 확인하십시오.

FOR MORE INFORMATION:
DEPARTMENT OF EMERGENCY MANAGEMENT
CITY AND COUNTY OF HONOLULU
WWW.HONOLULU.GOV/DEM
PHONE (808) 723-8960 TTY (808) 723-8966
INTERNATIONAL TSUNAMI INFORMATION CENTER
PACIFIC TSUNAMI WARNING CENTER
TSUNAMI.HAWAII.ORG TSUNAMI.GOV ITIC.TSUNAMI@NOAA.GOV
PHONE (808) 725-6050

<그림 6> 쓰나미 대피안내서 (한국어 버전)

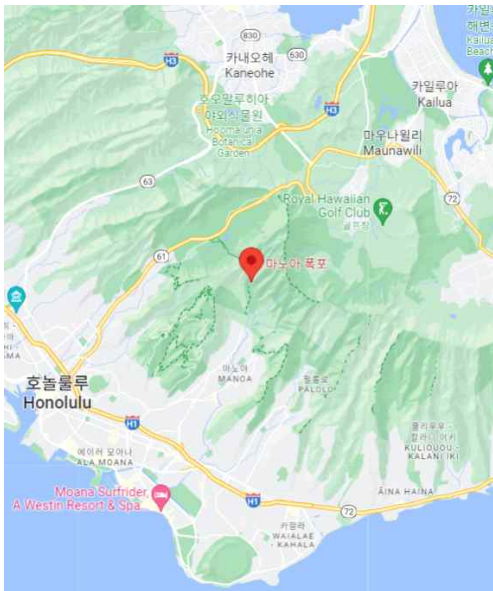
4) 돌발홍수 위험지역(관광지 등) 예경보 및 안전지원 시설 시찰

○ 개요

- 예정일시 : 2023. 9. 1.(금),
- 장소 : MANOA FALLS TRAIL(돌발홍수 위험지역)

○ 주요내용

- 하와이섬 하천유역은 제주도과 매우 유사함. 이에 산악지역 소하천의 돌발홍수 관련 안전관리 체계를 시찰하였음
- 살펴본 결과, 위험지역 곳곳에 위험안내 시설을 배치한 것으로 확인되었으며, 위험상황시 신속 대처에 대해서도 안내하고 있는 것으로 조사되었음



[위치도]



[습지 조성 안내도]



[홍수터 하류부 전경 #01]



[홍수터 하류부 전경 #02]

<그림 7> 쓰나미 위험지역 안내시설 전경

Ⅲ. 시사점

- 본 출장은 기후환경 및 수문지질 특성, 하천유역 체계(구조 등) 특성 등이 제주도와 유사할뿐만 아니라 관광지라는 지역 특성도 유사한 하와이주 호놀룰루를 방문하여 홍수대응 기술 교류(하와이대학교, NOAA) 및 안전지원 체계를 시찰하기 위해 수행되었음. 궁극적으로는 태풍 또는 집중호우시 돌발홍수 예측 기술, 위험지역의 안전지원 서비스 고찰을 통해 제주지역의 홍수위험 기술을 고도화하고 안전지원 기술을 지능화하는데 의의가 있음
- 본 출장의 시사점을 정리하면 다음과 같음
- **(홍수예측 및 대응 기술)** 먼저, 홍수예측 및 대응 기술 고도화를 위한 공동세미나는 제주연구원, 한국건설기술연구원, 하와이대학교가 참여하였으며, 이들 기관은 제주지역의 홍수 예방 및 관리체계를 고도화하기 위한 가용한 첨단기술(Hybrid Machine Learning Method, Flood Index 등) 기법에 대해 논의하였음
- 또한, NOAA를 방문하여 돌발홍수 예측시스템, 예경보체계 등에 대한 기술을 공유하였으며, 쓰나미경보 발령 및 운영체계에 대해 사례 기반으로 논의하였음. NOAA에서 운영 중인 실시간 고해상도 모델인 HRRRE에 대한 운영현황 및 기술적 한계, 실시간 운영의 한계, 예측정보의 신뢰도 문제 등을 논의하였음 (<https://rapidrefresh.noaa.gov/hawaii/>)
- 공동세미나와 기관 교류에서는 제주지역의 실시간 재난관리 시스템 운영의 필요성 및 가능성을 확인하였으며, 레이더예측자료를 이용하여 실시간으로 홍수위험지역을 식별하여 현 시스템을 고도화할 수 있을 것으로 사료됨. 또한, 해당 분야의 전문가 면담을 통해 제주지역에 필요한 적정 규모의 공간단위(100~250m) 설정, 레이더예보의 신뢰도 향상 등에 관한 기술적 자문을 획득하였음

- **(하천 하류부 친환경 습지 조성)** 제주지역은 화산섬으로 하천의 특성(유역형상, 토지피복, 유속, 경사 등)이 내륙지역 하천과 매우 상이함. 중앙정부는 친환경적 하천관리 지침을 마련하고 있으나, 제주지역 하천은 유역 및 하천경사 특성으로 별도의 친환경 하천관리 지침(하천정비사업 방식, 하천구역 확대 등)을 마련해야 함
- 이때 친환경 하천관리 대안 중 제주에 적용가능한 방법은 현실적으로 많지 않음. 현실적으로 가장 적합한 것은 하천 하류부 또는 가능지역에 홍수터 조성하는 것임. 하와이는 건천을 포함한 상류천도 많긴 하지만, 습지를 조성함으로써 홍수유출의 부담을 완화하는 것으로 나타났음
 - 특히, 습지를 관광지화하여 이용률을 제고해나갈 필요
- **(재해위험지역 안전관리 기술)** 해수면상승률이 전국에서 가장 높은 제주지역은 연안침식 문제가 확대되고 있으며, 태풍·집중호우 확대로 하천하류부의 통수능 확보 문제도 확산되고 있음. 이들 문제의 중첩으로 복합재난 위험도가 높아지고 있는 실정임. 이에 따라 재해위험지역에 대한 안전관리는 매우 중요한 이슈가 되고 있음. 즉, 재해위험지역 예상지역을 실시간으로 식별할 수도 있고, 장기간 위험도에 따른 예상지역에 대해서도 안전관리가 뒷받침되어야 함
- 이러한 관점에서 볼 때, 하와이는 쓰나미 위험지역의 지정·운영 관리는 시사하는 바가 큼. 이때 관광객을 고려한 안내체계(대피안내서, 웹사이트 등)를 구축하고 있다는 점을 참고할만 함. 또한, 돌발홍수 위험지역에도 안전지원 시설을 충분히 배치하고 있음. 제주지역은 급경사 소하천이 많이 존재하므로, 돌발홍수 위험지역에 안내시설을 충분히 배치할 필요가 있음. 뿐만 아니라, 들개, 멧돼지 등의 출몰 다발지역에도 위험안내와 조치사항 등을 배치할 필요가 있음