

기후변화 대응을 위한 기후재난 예측기술 개발 동향

박세환 기술법인 엔팜 전문위원

1. 머리말

급격한 기온상승 및 대기 중 CO₂ 농도 상승으로 인해 전 세계적으로 기후재난이 빈번하게 발생하고 있다. 2022년 세계 각지에서 수백 건의 폭염, 폭우, 홍수, 산불이 발생했으며, 2023년에도 강력한 슈퍼 엘니뇨(Super El Nino) 현상¹을 바탕으로 기록적인 무더위, 극한 집중호우가 나타났다.

한반도에서도 근래 30년(1991~2020)간 연평균 기온이 과거 30년(1912~1940)에 비해 1.6°C 상승하며, 전 지구 평균보다 높은 온난화 속도가 나타나고 있다. 부산지역의 경우, 기후관측이 시작된 초기 10년(1905~2014)과 최근 수치를 비교한 결과, 평균기온이 1.8°C 상승했으며 강수량은 약 86.8mm 증가한 것으로 나타났다[1]. 더구나, 지난 33년간 해수면은 9.2cm나 높아진 것으로 확인됐다. 이러한 증가추세가 지속된다면, 2100년 즈음 서해안 쪽이 거의 바닷물에 잠길 것이라는 경고도 있다[1].

더욱 심각한 것은, 이러한 이상기후 현상이 해가 갈

수록 점점 강도를 더해가고 있다는 사실이다. 특히, 2023년 여름 전 지구적인 슈퍼 엘니뇨가 일으킨 직간접적 피해로 인해, 기후변화에 대한 정확한 예측과 대응이 최근 중요한 이슈로 주목받고 있다. 이에 기후 빅데이터와 AI 등 첨단기술을 활용한 기후 정밀 예측 기술 개발이 가속되고 있다. 이는 잠재적 위험요인을 사전에 탐지해 기후재난에 대한 조기경보·문제해결에 활용될 수 있으며, 그 적용 범위도 더욱 확대되고 있다. 이로써 급속한 기후변화 현상을 조금이나마 완화할 수 있을 것으로 기대하고 있다.

이번 원고에선 전 지구적인 이상기후와 기후변화의 연관성 분석 결과를 제시한다. 아울러, 기상 및 기후 분야에서의 기후 빅데이터·AI 기술 등을 활용한 기후 예측기술의 고도화 동향을 제시한다.

2. 이상기후와 기후변화의 연관성 분석

기후변화로 인해 전 지구적으로 빈번하게 발생하고 있는, 최근 주요 국내외 이상기후 상황을 시계열적

¹ 기후변화로 인해 서태평양에는 강한 고기압, 동태평양에는 강한 저기압이 형성되면서 남아메리카 태평양 해안 등 동태평양의 해수면 온도가 평년보다 2°C 이상 높아지는 기후 현상.

<표 1> 최근 국내의 주요 이상기후 상황

국내 상황	<ul style="list-style-type: none"> 2022년 여름 한반도의 이산화탄소 배경 농도는 425ppm(안면도 기준)으로 1999년 관측 이래 최대치를 경신했으며, 매년 지속적으로 증가하고 있는 것으로 나타났음 2022년 8월 한국 중부지방에서 기록적인 집중호우로 인해 많은 인명, 가축 및 재산 피해가 발생했음 (17명 사망 2명 실종, 가축 3만 3,910마리 폐사, 농경지 409.7ha 유실/매물 등) 2022년 8~12월까지 남부지방 가뭄이 지속돼 1974년 이후 가장 긴 가뭄일수(227.3일)를 기록했음
국외 상황	<ul style="list-style-type: none"> 2011~2020년 기간 동안 전 지구 평균기온은 산업화 이전 대비 1.09℃ 상승했음 2022년 5월 중순 파키스탄 일부 지역에서 51℃의 무서운 폭염을 기록 2022년 6~10월 심각한 대홍수가 발생하는 획기적인 기상이변이 발생했음 2022년 6~7월 유럽에선 40℃가 넘는 폭염이 지속됐으며, 독일 라인강은 수위가 40cm 아래로 떨어지며 바닥을 드러내기도 했음 2023~2027년(향후 5년 이내) 전 지구 기온이 산업화 이전 대비 1.5℃ 이상 높을 해가 한 번 나타날 확률이 66%로 예측된다고 발표 2023년 여름 전 지구적으로 슈퍼 엘니뇨 현상으로 인해 기후재난(폭염/홍수/산불 등)의 직접적 피해뿐 아니라 인프라, 보건 등 전 방위적인 파급효과가 나타났음

출처: 환경일보(2023.07.19), IPCC 자료종합(2023.03), 기상청 자료종합(2023.03.30), 국립기상과학원 자료종합(2023.06) / 재구성

으로 요약하면 <표 1>과 같다[1][2][3][4].

3. 고도의 기후재난 예측기술 개발 동향

3.1 기상 및 기후 분야 첨단기술 활용 이슈

기상 및 기후 분야에서, 기후 빅데이터 분석 결과에 기반한 AI 적용 기술에 관심이 집중되면서, 그 활용도가 빠르게 증가하고 있다. 이에 대한 국내의 개발 동향을 간단히 요약하면 다음과 같다[1].

- 한국 기상청은 AI 기술을 빅데이터/슈퍼컴퓨터/양자컴퓨터 기술과 연계해 고도화된 기상 및 기후 예측 기술개발에 주력하고 있음
- 한국기상산업기술원은 AI 기술을 활용한 기후 기술 산업에 주력해 기후위기에 대응할 수 있도록 AI 기반 연구 및 지원 방안들을 개발하고 있음
- NOAA(미국 해양대기청, National Oceanic and Atmospheric Administration)는 NOAA 인공지능센터와 공동으로 기상 및 기후 분야에서 AI 기술 활용에 주력하고 있음

이러한 첨단기술(AI/빅데이터/슈퍼컴퓨터/양자컴퓨터 등) 활용 기후재난 예측기술은 향후 환경산업에서 새로운 블루오션으로 주목받고 있다. 관련 글로벌

전후방 시장 규모는 2022년 33억 8,981만 달러에서 2026년 48억 1,939억 달러까지 확대될 전망이다[1]. 이에 세계 각국은 시장 선점을 위한 기후재난 예측기술 고도화에 주력하고 있다.

3.2 첨단 기후 예측기술의 과제

1998~2017년 동안 전 세계에서 발생한 자연재해 7,255건 중 91%가 기후 관련 재해, 43.4%가 홍수로 인한 재해로 나타났다[5]. 이처럼 빈번한 자연재해(기후재난)를 예방하기 위해선 이상기후 발생 시점 및 발생 시간에 따라 각각 다른 특성을 갖는 최적의 실시간 기상예보 예측기술이 요구된다.

아울러, 좀 더 많은 기상 관측소를 통해 관측된 기후 빅데이터를 고속으로 연산(처리)시켜 시각효과와 해상도를 향상시킬 수 있는 기술 고도화가 필요하다. 이에 기상학 분야와 AI 전문분야의 공동 협업이 필수적으로 요구되는바, 많은 예산 소요가 예상된다.

따라서 환경부/기상청/국립기상과학원/KAIST AI 기상예측연구센터 등 국내 환경 기관들은 긴밀한 협

2 NOAA(National Oceanic and Atmospheric Administration): 지구 해양과 대기상태를 조사하는 미국 상무부 산하 중앙행정관청. 한국 기상청과도 서로 정보를 교류하고 있음

3 NCAI(NOAA Center for Artificial Intelligence)에선 제5회 NOAA AI 인터랙티브 워크숍을 통해, 두 가지 주제(벤치마킹 프레임워크, R2O2R(Research-to-Operation-to-Research))를 중심으로, AI 기반 애플리케이션, 커뮤니티 표준의 협업 구축 및 적극적인 개발에 주력하고 있음

력을 통해 1)첨단기술을 활용한 관측자료 수집 및 확대, 2)정보 서비스 공유 채널 다변화 등 중장기적인 기술개발을 수행하고, 연구범위를 확대해 나아가 한다[1].

더불어, 2050 탄소중립 계획을 기반으로 기후재난 예측기술을 고도화시켜, 지속적으로 기술이 발전할 수 있는 기반을 마련하는 데 주력할 필요가 있다. 이에, 기후변화 문제를 해결할 수 있는 다음과 같은 Action plan이 요구된다[1][5].

- 지속적인 R&D 추진 및 연구 인프라 확보
- 관련 정책과 기술을 업계에서 실행할 수 있는 여건 마련
- 전문 인력 육성 등

기후변화를 넘어 기후위기 상황에 효과적으로 대응하기 위해선 전통적인 기술 기반 위에, AI/사물인터넷(IoT)/빅데이터/디지털 트윈 등 4차 산업혁명 핵심기술을 체계적·전략적으로 융합하는 것이 중요하다. 이를 바탕으로 스마트 기후 기술로 패러다임을 전환하는 것이다[6].


4. 맺음말

2022년 세계 각지의 폭염/폭우/산불, 2023년의

강력한 슈퍼 엘니뇨로 인한 기록적인 폭염과 극한 집중호우 등은 모두 지구 온난화로 인한 것이며, 동시에 기후변화를 더욱 가속하고 있다. 더욱이 기상예보와 기후 예측에 대한 불확실성이 가중되면서, 기후변화에 대한 정확한 예측과 올바른 대응이 전 세계적으로 중요한 이슈로 주목받고 있다. 이에 전 세계적으로 기후 빅데이터와 AI 기술을 접목해 미래 불확실성을 극복하려는 연구가 진행되고 있다.

이러한 이상기후 현상을 정확히 예측하기 위해선, 온실가스 농도뿐만 아니라 미래 인구변화 및 에너지 변화 추이까지 반영한 기후변화 시나리오를 도출해, 이에 근거한 데이터분석이 필요하다. 이에 환경부에서 다양한 분야(상수도 및 댐 관리, 산불 감시, 연안 재해 예보 등)에서 첨단기술을 접목한 고도의 기후 재난 예측기술 개발을 가속하고 있다[1].

- **초단기 예보:** 6시간 이내 매우 가까운 시간에 대한 예보
- **단기 예보:** 발표 시각이 속한 날 기준 2~3일에 대한 예보
- **중기 예보:** 11일까지의 시간에 대한 예보
- **장기 예보 및 기후 전망:** 계절 및 계절 내 예측과 기후에 대한 예측 등

이를 통해 이상기후로 인한 재난을 사전에 예방하고, 나아가 선제적으로 기후변화에 대응할 수 있을 것이다. 

참고문헌

- [1] 기후재난 대비, 고도화된 기후예측 기술 개발은 필수(환경일보, 2023.07.19) <<http://www.hkbs.co.kr/news/articleView.html?idxno=722532>>
- [2] IPCC(기후변화에 관한 정부 간 협의체) AR6(제6차 평가보고서)(IPCC, 2023.03) 자료종합.
- [3] 2022년 이상기후 보고서(기상청, 2023.03.30) 자료종합.
- [4] 2022 지구대기감시보고서(국립기상과학원, 2023.06) 자료종합.
- [5] UNDRR(UN Office for Disaster Risk Reduction/UN 재난위험경감국) Annual report 2020 자료종합. <<https://www.undrr.org/media/49107>>
- [6] 극한 홍수·가뭄 '기후위기 시대' 기술적 대응책 없나?(건설기술, 2023.04.10) <<http://www.ctman.kr/27842>>